



2017 과학중점학교 우수사례 찾아보기



2017  
과학중점학교 우수사례 찾아보기



이 보고서는 2017년도 교육부의 재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아  
수행된 성과물임





2017

과학중점학교 우수사례 찾아보기



# 창의적인 융합인재 양성의 요람 과학중점학교

과학중점학교는 2010년부터 신입생을 받아 2013년 2월 첫 번째 졸업생을 배출하였으며, 과학중점학교가 성공적으로 안착되어 운영되고 있어 점차 확대되어 나가고 있는 추세입니다. 그 결과, 올해에는 전국 112개 학교에서 졸업생을 배출하게 되었습니다.

과학중점학교를 효율적으로 운영하기 위해서는 다양한 우수 사례를 공유할 수 있는 기회가 제공되어야 합니다. 지속적으로 과학중점학교 담당 교사들의 교류를 통해 정보를 얻고 있으나, 다양한 정보를 집약해서 얻기가 쉽지 않습니다. 특히, 과학중점학교에 진학을 희망하는 중학생과 학부모, 그 외 대학 등에서 과학중점학교의 교육과정과 다양한 교육 활동을 궁금해 하고 있습니다.

이에 전국의 과학중점학교에서 운영하고 있는 우수 사례들을 모아 과학중점학교에 관한 정보를 제공하고자 합니다. 또한 기존 과학중점학교 우수 사례집에 제공되지 않았던 새롭게 발굴한 우수 사례를 더해 제작하게 되었습니다. 아울러 이 책자는 타 학교에는 과학중점학교의 운영 방법을 널리 알리게 될 것이며, 과학중점학교의 학생과 교사들에게는 과학중점학교에 대한 폭넓은 이해를 돕게 될 것입니다.

## 과학중점학교의 추진 배경

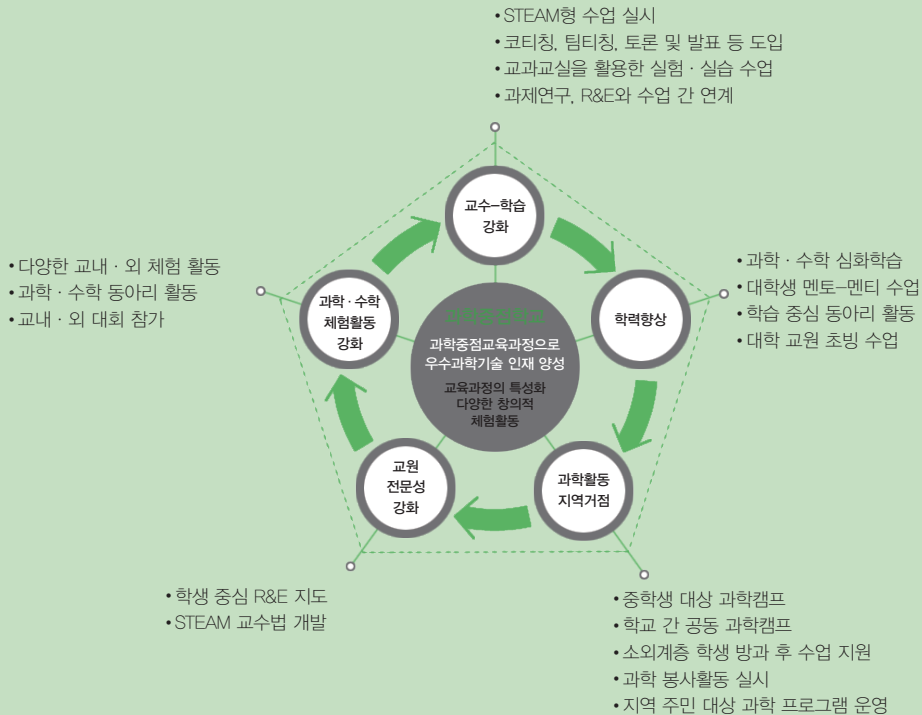
과학중점학교는 미래 사회를 대비하고, 국가 경쟁력을 강화를 목표로 우수한 과학 및 수학 중심의 과학기술 인재를 양성하기 위해 일반계 고등학교에서 추진되었습니다. 그동안 우수 과학기술 인재를 과학영재학교와 과학고를 통해 매년 약 2천 명이 양성되어 왔으나, 앞으로는 과학중점학교를 통해 매년 약 8천 명이 양성되어 전체적으로 1만 명에 가까운 우수 과학기술 인재를 양성하게 될 것입니다.

그동안 일반계 고등학교에서는 이공계열 대학에 진학하는 학생들의 수학 및 과학 기초 능력 수준이 하향되고, 고등학교에서 과학을 심도 있게 학습하는 학생 수가 감소하고 있다는 우려가 높았습니다. 특히 대학 입시에 유리한 교과목만 선택하는 과목 편중 현상에 의해, 실제 대학이 필요로 하는 과학 과목을 배우지 못한 채 진

학하고 있습니다. 이에 과학중점학교는 이공계열에 진학하고자 하는 학생들을 위한 충실한 교육과정과 다양하면서도 우수한 교육 활동을 제공할 목적으로 운영하고 있습니다. 이러한 노력의 결과로 이공계열 대학으로 진학하는 학생 수가 증가하고 있습니다. 우수한 과학기술 인재의 양성이라는 목표를 충실히 달성하기 위해서는 더욱 안정적으로 과학중점학교 사업을 추진할 필요가 있습니다.

## 과학중점학교의 목표

과학중점학교는 과학 및 수학 교과에 특성화된 교육과정과 다양한 과학 및 수학 체험 활동을 통해 전문적이고 심도 있는 교육 기회를 제공함으로써, 인문사회 소양과 과학기술 전문성을 겸비한 균형 잡힌 융합인재를 양성하고자 합니다. 이를 통해, 국가 과학기술 발전을 이끌어 갈 미래 과학기술 인재를 육성함은 물론, 사회 공동체와 화합하여 건강하게 살아갈 수 있는 건전한 시민을 길러 내하고자 합니다.



## 과학중점학교 교육과정의 특징

모든 과학중점학교에서는 융합인재교육(STEAM)이 가능한 특별교과(과학교양 2단위 또는 과학융합 2단위)와 심화 학습을 위한 전문교과(물리 실험, 화학 실험, 생명과학 실험, 지구과학 실험, 과학과제 연구, 정보과학 등)를 개설하도록 하고 있습니다. 그리고 과학·수학 이수단위가 총 교과이수 단위의 45% 이상이 되도록 교육과정을 편성·운영하고 있습니다.

1학년은 공통 과목으로 통합과학, 과학탐구실험, 수학 과목을 이수하고, 과학중점학교만의 차별화된 과학·수학 체험활동과 특별교과 I (과학교양을 교양 교과로 1학년에 편성하는 것을 권장)을 이수함으로써, 다양한 과학·수학 교육 경험을 습득하고 있습니다. 2, 3학년의 과학중점과정은 특별교과(과학교양 또는 과학융합), 수학 4과목(수학I, 수학II, 미적분, 확률과 통계, 기하 등)과 과학 8과목(물리학 I·II, 화학 I·II, 생명과학 I·II, 지구과학 I·II)을 필수 이수하고 있습니다.

### 1학년 공통

- ▶ 과학(통합과학 8단위, 과학탐구실험 2단위 포함) 10단위 이상 이수
- ▶ 수학교과 8단위 이상 이수
- ▶ 특별 교과(과학교양)을 교양 교과로 1학년에 2단위 편성하는 것을 권장
- ▶ 연간 50시간 이상의 과학관련 체험활동(창의적 체험활동과 연계 25시간 인정)

### 2-3학년

#### 과학중점과정

- ▶ 과학 8 과목(물리학·화학·생명과학·지구과학 I, II) 이수
- ▶ 수학 4과목(수학 I·II, 미적분, 확률과 통계, 기하 등) 이수
- ▶ 특별 교과(과학융합 또는 과학교양) 1과목 이상 2단위씩 편성 이수
- ▶ 과학계열 전문 교과 I 2과목 2단위씩 또는 1과목 4단위 편성 이수

#### 일반과정(자연과정, 이문사회과정)

- ▶ 일반계 고등학교와 동일

과학·수학 이수단위가 총 교과이수 단위의 45% 이상

## 과학중점학교 학생 선발

과학중점학교는 일반 고등학교 입학전형인 후기일반계 고등학교 선발 방식을 따르고 있습니다. 그래서 별도의 선발과정 없이 추천에 의해 입학자가 결정됩니다. 일부 시도교육청에 따라 차이가 있기는 하지만 대신 고교선택제에 의해 과학중점과정을 진학하고 싶은 학생들이 주로 지원하고 추천에 의해 선발합니다.

이렇게 입학한 모든 학생들을 대상으로 1학년에서 과학중점학교 과학·수학 특성화 교육과정을 실시합니다. 1학년 과정을 통해 과학·수학에 흥미와 관심을 가지게 된 학생들을 대상으로 내신 성적, 체험활동, 동아리 활동, 교내 수상실적, 봉사활동 등 다면평가를 통해 2학년 과학중점과정 학생을 선발하게 됩니다. 보통 과학중점반은 전체 한 학년 전체 학급 중 2학급 내지 3학급 운영하고 있으며, 일부 지역 교육청의 몇 학교는 다수의 학급을 과학중점과정으로 운영을 하고 있기도 합니다.

## 과학중점학교의 학생모집 원칙

1

**후기 일반계 고등학교와 동일한 방법(선지원 후추첨)으로 모집**

과학중점과정을 이수하고자 하는 학생과 현 일반계 고등학교에서 운영하고 있는 일반과정을 이수할 학생을 동시에 모집

2

**과학중점과정 이수 희망학생들을 대상으로 후기 일반계고에 앞서, 일정규모의 학생을 희망학교에 배정**

※ 모집방식은 각 시·도별 여건과 해당 교육청의 정책에 따라 상이할 수 있습니다.

# CONTENTS

## 01



교사의 부담을 최소화한 과제연구 운영을 위한 평가 및  
팀티칭 지도 방안

경기 주엽고 1

## 02



교사와 학생의 부담을 최소화한 3P 과제연구 프로그램 운영 방안

인천남고 19

## 03



과제연구의 효율적 지도를 위한 교사학습공동체 운영

충남 온양여고 33

## 04



수업을 중심으로 연구역량을 키워가는 학교 안 과제연구

경기 김포고 55



## 05

과제연구 지도를 위한 온라인 멘토링 시스템 운영 방안

세종 두루고 75

## 06

수리과학과 인문학의 만남을 통한 융합 수업

인천 송도고 87

## 07

학생 참여 실천 융합 수업 :  
국어, 수학, 과학

서울 경기고 103

## 08

학생이 주도하는 Flipped Math Classroom

인천 송도고 121

## 09

단계별 TRACK으로 운영하는 과학 · 수학 체험 학습 :  
SMART 프로그램

경기 김포고 137

## 10

과학 · 수학 체험 학습 활성화를 위한 Edu-Bridge 모델 활용

대전 대덕고 157

# 11



과학적 문제해결력 향상을 위한 프로젝트 학습 :  
SEED 프로그램

충북 영동고 175

# 12



학생 중심의 연구 역량 강화 프로그램 운영

경기 부흥고 191

# 13



F.I.T (Five-Step Program for the Forth Industrial Times)  
진로 프로그램 운영

서울 방산고 207

# 14



비교과활동의 일원화 위풍당당!! 성장형 전공적성 프로그램 운영

서울 용화여고 225

# 15



자기주도적 진로 탐색을 위한 SM-ART 프로그램 운영

전남 여수고 239

# 16



모두가 행복한 과학중점학교를 위한 교원학습 공동체(웃·떠·만) 운영

서울 창동고 253

17



융합적 접근을 활용한 STEAM 수업 및  
교사 협업을 통한 수업나눔활동

인천남동고 269

18



교수 · 학습 개선을 위한 교육과정 재구성 방안

경기 시흥매화고 285

19



교수 · 학습 개선을 위한 비교과 프로그램 체계화

경기 시흥매화고 299

20



창의융합형 과학실 활용을 위한 교사 연수 프로그램 운영

인천남고 315

21



디지털 탐구 도구를 활용한 학생 참여형 과학 수업 모형 개발

인천남고 331



# 01



교사의 부담을 최소화한 과제연구 운영을 위한  
평가 및 팀티칭 지도 방안  
- 경기 주엽고 -



# 교사의 부담을 최소화한 과제연구 운영을 위한 평가 및 팀티칭 지도 방안

## I. 개관

주엽고등학교는 2011년 과학중점학교를 처음 운영하여 지금까지 활발히 운영해오고 있던 중 2016년 1월에 R&E 프로젝트 모형 연구라는 주제로 2016년 3월부터 2018년 2월까지 2년 동안 연구학교로 지정되게 되었다. 연구학교 첫해에는 많은 학교들이 운영하고 있듯이 과제연구를 교육과정 외(外) 자율동아리로 운영하였다. 즉, 1,2학년 전체 학생들 중에 희망 팀 80팀을 신청 받아 지도교사를 배정하고 운영하였는데, 많은 어려움이 있었다. 학생들도 과제연구에 많은 시간을 할애하지 못하였지만 교사 역시 수업과 업무를 하면서 따로 시간을 내어 팀들을 지도하는 것이 많은 부담으로 다가왔다. 그래서 본교는 어떻게 하면 학생들도 과제연구에 많은 시간을 할애하면서 교사도 시간적 부담 없이 학생들을 지도할 수 있을지를 생각하게 되었다.

따라서 본교는 과제연구를 지도하는 교사가 시간에 부담을 느끼지 않아야 학교에서 학생들을 지도할 수 있다고 판단하여 2017년 연구학교 2년차에는 과제연구를 교육과정 내(內) 1학년 과학교과와 2학년 과학중점반의 과제연구교과에서 운영하게 되었다. 그리고 어차피 운영하는 것이 수업-평가-기록의 일체화가 되도록 하여 생활기록부 기재에 대한 부담감을 덜고, 지도교사에 대한 부담감을 덜기 위해 팀티칭을 활용하여 학생들을 지도하게 되었다.

2년 동안 연구한 본교의 모형을 각 학교 실정에 맞게 구성하여 운영한다면 과제연구를 지도하는 교사의 부담을 최소화하여 과제연구 운영의 의미를 더욱 살릴 수 있을 것이라 생각한다. 지금부터 본교에서 과제연구를 어떻게 수업시간에 평가하여 수행평가에 기재하고, 어떻게 팀티칭을 활용하여 과제연구를 운영하였는지를 소개하고자 한다.

II. 운영 과정

본교의 교육과정 내(內) R&E 학생연구 운영 절차는 <표 1>과 같이 총 13단계로 각 단계별, 각 시기별로 되어 있다.

<표 1> 교육과정 내(內) - R&E 학생연구 운영 절차

| 단계                         |     | 추진 내용                 | 3월   |      | 4월   |      | 5월   |      | 6월   |      | 7월   |      | 8월   |      | 9월   |      | 10월  |      | 11월  |      |
|----------------------------|-----|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                            |     |                       | 1~2주 | 3~4주 | 1~2주 | 3~4주 | 1~2주 | 3~4주 | 1~2주 | 3~4주 | 1~2주 | 3~4주 | 1~2주 | 3~4주 | 1~2주 | 3~4주 | 1~2주 | 3~4주 | 1~2주 | 3~4주 |
| 교육과정<br>내(內)<br>교과에서<br>운영 | 1학기 | 1 교과시간에 R&E 학생연구 안내   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                            |     | 2 연구일지 배부 및 작성 지도     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                            |     | 3 연구주제 탐색 및 찾기        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                            |     | 4 팀 조성 및 팀 연구주제 선정    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                            |     | 5 지도교사 역할 및 선정        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                            |     | 6 과학적 탐구 방법 지도        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                            | 2학기 | 7 연구계획서 작성 및 제출       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                            |     | 1차 연구물품 신청 지도 및 연구시작  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                            |     | 8 연구진행 및 점검           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                            |     | 2차 연구물품 신청 지도 및 연구진행  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                            |     | 중간보고서 작성 지도 및 제출      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                            |     | 연구진행 및 점검             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                            |     | 9 방학 중 연구진행           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                            |     | 연구 마무리 및 최종 보고서 작성 지도 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |



〈표 1〉 교육과정 내(內) - R&E 학생연구 운영 절차 (계속)

| 단계                                         | 추진 내용 | 3월                                  |          | 4월       |          | 5월       |          | 6월       |          | 7월       |          | 8월       |          | 9월       |          | 10월      |          | 11월      |          |
|--------------------------------------------|-------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                                            |       | 1~<br>2주                            | 3~<br>4주 | 1~<br>2주 | 3~<br>4주 | 1~<br>2주 | 3~<br>4주 | 1~<br>2주 | 3~<br>4주 | 1~<br>2주 | 3~<br>4주 | 1~<br>2주 | 3~<br>4주 | 1~<br>2주 | 3~<br>4주 | 1~<br>2주 | 3~<br>4주 | 1~<br>2주 | 3~<br>4주 |
| 교육<br>과정<br>내<br>(內)<br><br>교과<br>에서<br>운영 | 10    | 최종보고서 제출                            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|                                            |       | 개인평가 및 동료평가 실시                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|                                            | 11    | 연구 포스터 제작 지도                        |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|                                            |       | 팀별 연구 발표 (교과시간)                     |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|                                            | 12    | R&E 학생연구 발표회 참가 신청 및 준비             |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|                                            |       | R&E 학생연구 발표회 및 전시회 개최               |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|                                            | 13    | 생활기록부 교과 세특에 연구 내용 기재(수업-평가-기록 일체화) |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |

## 1. 과제연구 평가 관련

### 가. 평가척도

1학년 과학의 경우에는 2주에 한 시간씩 R&E 학생연구 활동을 하고 수행평가에 10%(10점)를 반영하고, 2학년 과학중점반의 경우에는 1주에 두 시간씩 R&E 학생연구 활동을 하고 수행평가에 60%(60점)를 반영하였다. 1학년 과학의 경우에는 R&E 학생연구 활동은 수행평가 10%만 반영되므로 학생들에게 많은 부담을 주지 않기 위해 평가의 경우에도 〈표 2〉와 같이 내용 수준보다는 과정평가로 진행하여 얼마나 성실히 적극적으로 참여하였는지를 평가하였다.

✧ **Tips** 평가척도는 학생들에게 안내하면서 대학생 수준의 연구보다는 고등학생 수준에서 궁금하거나 의문점을 갖는 것에 대해 성실하게 연구에 임하면 점수를 얻을 수 있다고 안내하여 적극적으로 임할 수 있도록 지도한다. 그리고 무임승차를 방지하기 위해 팀평가와 동시에 개인평가 및 동료평가를 진

〈표 2〉 교과시간 R&E 학생연구 평가 척도

| 영역                     | 비율  | 평가 척도                            |                                                   |          |    |
|------------------------|-----|----------------------------------|---------------------------------------------------|----------|----|
|                        |     | 평가시기                             | 평가항목                                              | 평가 내용    | 배점 |
| 1학기<br>R&E<br>학생<br>연구 | 10% | 3~4월<br>연구주제선정<br>및 연구<br>계획서 제출 | ① 개별 연구주제 탐색 방법과 선정이 적절한가?                        | 7~6항목 만족 | 5  |
|                        |     |                                  | ② 팀의 관심분야와 수준에 맞게 주어진 시간에 팀의 주제를 선정하였는가?          | 5~4항목 만족 | 4  |
|                        |     |                                  | ③ 연구주제에 맞게 적절하게 팀을 구성하였는가?                        | 3~2항목 만족 | 3  |
|                        |     |                                  | ④ 연구계획서를 양식에 맞추어 제시간에 자세하고 구체적으로 작성하였는가?          | 1항목 만족   | 2  |
|                        |     |                                  | ⑤ 연구계획서에 가설과 가설을 검증하기 위한 독립변인과 종속변인이 잘 드러나 있는가?   | 만족 항목 없음 | 1  |
|                        |     |                                  | ⑥ 연구계획서를 작성하여 기한내에 제출하였는가?                        |          |    |
|                        |     |                                  | ⑦ 팀에 필요한 물품(1차)을 양식에 맞추어 작성하여 제시간에 제출하였는가?        |          |    |
|                        |     | 5~7월<br>연구진행<br>및 중간<br>보고서 제출   | ① 연구노트를 잘 정리하면서 연구를 진행하고 있는가?                     | 6~5항목 만족 | 5  |
|                        |     |                                  | ② 팀에 필요한 물품(2차)을 양식에 맞추어 작성하여 제시간에 제출하였는가?        | 4~3항목 만족 | 4  |
|                        |     |                                  | ③ 팀원으로서 팀의 활동에 적극적으로 참여하는가?                       | 2~1항목 만족 | 3  |
|                        |     |                                  | ④ 중간보고서가 양식에 따라 해당부분까지 오타 없이 충실하게 작성되었는가?         | 만족 항목 없음 | 2  |
|                        |     |                                  | ⑤ 중간보고서에 사용된 과학개념 및 용어, 단위, 기호사용에 오류가 없는가?        |          |    |
|                        |     |                                  | ⑥ 중간보고서를 기한 내에 제출하였는가?                            |          |    |
| 2학기<br>R&E<br>학생<br>연구 | 10% | 7~8월<br>연구진행<br>및 연구<br>과정 점검    | ① 가설에 맞게 실험 설계를 하여 실험을 하고 있는가?                    | 6~5항목 만족 | 5  |
|                        |     |                                  | ② 연구에 필요한 물품을 목적에 맞게 잘 활용하고 있는가?                  | 4~3항목 만족 | 4  |
|                        |     |                                  | ③ 실험과정에 변인설정이 제대로 되어 있는가?                         | 2~1항목 만족 | 3  |
|                        |     |                                  | ④ 실험과정을 연구노트에 체계적으로 정리하면서 연구를 진행하고 있는가?           | 만족 항목 없음 | 2  |
|                        |     |                                  | ⑤ 팀원으로서 팀의 활동에 적극적으로 참여하였는가?                      |          |    |
|                        |     |                                  | ⑥ 실험결과가 나오고 가설과 실험결과를 연관시켜 결론이 제대로 도출되었는가?        |          |    |
|                        |     | 9~10월<br>최종 보고서<br>제출 및<br>팀별 발표 | ① 최종보고서가 양식에 따라 오타 없이 논리적으로 일관성 있게 작성이 되었는가?      | 7~6항목 만족 | 5  |
|                        |     |                                  | ② 인용, 각주, 참고문헌 등 출처를 정확히 제시한 형식에 맞추어 작성하였는가?      | 5~4항목 만족 | 4  |
|                        |     |                                  | ③ 최종보고서를 작성하여 기한 내에 제출하였는가?                       | 3~2항목 만족 | 3  |
|                        |     |                                  | ④ 발표하고자 하는 내용이 프레젠테이션(포스터)에 잘 표현되어 있는가?           | 1항목 만족   | 2  |
|                        |     |                                  | ⑤ 발표내용을 알고 있고, 발표하는 태도가 바르며, 질문에 대해 답변을 제대로 하는가?  | 만족 항목 없음 | 1  |
|                        |     |                                  | ⑥ 역할 분담에 맞추어 제 역할을 제대로 수행하고, 팀의 활동에 적극적으로 참여하였는가? |          |    |
|                        |     |                                  | ⑦ 다른 팀 발표 시 적극적으로 경청하며, 경청하는 태도가 바른가?             |          |    |

행하여 개개인의 평가를 하기 때문에 같은 팀이어도 점수가 다를 수 있음을 안내한다.

## 나. 연구활동에 대한 개인평가 및 동료평가 실시

연구활동이 거의 끝나갈 때 무임승차를 방지하기 위해 <표 3>과 같이 성실성, 과제수행력 및 협업능력에 대하여 개인평가 및 동료평가를 실시한다.

<표 3> 개인평가 및 동료평가

☞ (개인평가) 나 자신 평가 : 연구기간 동안 내 자신 스스로를 돌아보고 평가합니다.

| 학번                      | 이름 | 평가 질문                                   | 점수에 √를<br>해주세요 |    |    |
|-------------------------|----|-----------------------------------------|----------------|----|----|
|                         |    | 1. (성실성) 연구기간 동안 최선을 다해 성실히 임했다.        | 1점             | 2점 | 3점 |
|                         |    | 2. (과제수행력) 계획서, 보고서, 포스터 등 작성을 열심히 하였다. | 1점             | 2점 | 3점 |
|                         |    | 3. (협업능력) 팀원들과 역할분담하여 협력하며 연구에 임하였다.    | 1점             | 2점 | 3점 |
| 위와 같이 평가한 이유(구체적으로 쓸 것) |    | 총점 (위 세 문항에 체크한 점수를 합산한 점수)             |                |    |    |

☞ (동료평가) R&E 팀원 평가 : 연구기간 동안 팀원들을 객관적으로 평가합니다.

|                         | 이름 | 평가 질문                                   | 점수에 √를<br>해주세요 |    |    |
|-------------------------|----|-----------------------------------------|----------------|----|----|
| 팀원1                     |    | 1. (성실성) 연구기간 동안 최선을 다해 성실히 임했다.        | 1점             | 2점 | 3점 |
|                         |    | 2. (과제수행력) 계획서, 보고서, 포스터 등 작성을 열심히 하였다. | 1점             | 2점 | 3점 |
|                         |    | 3. (협업능력) 팀원들과 역할분담하여 협력하며 연구에 임하였다.    | 1점             | 2점 | 3점 |
| 위와 같이 평가한 이유(구체적으로 쓸 것) |    | 총점 (위 세 문항에 체크한 점수를 합산한 점수)             |                |    |    |

💡 **Tips** 점수를 거짓으로 주는 학생들이 있을 수 있으므로 반드시 왜 점수를 위와 같이 주었는지를 구체적으로 적도록 하여 평가 시에 참고할 수 있도록 한다. 만약 이유가 타당하지 않으면 평가한 점수를 수행평가에 반영하지 않고 제외한다고 안내한다.

## 개인평가 및 동료평가지

### 1. (개인평가) 나 자신 평가

→ 연구기간 동안 내 자신 스스로를 돌아보고 평가합니다.

| 학번    | 이름  | 평가 질문                                                                                                                                                                                                                          | 점수 | 비고                             |
|-------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------|
| 10223 | 최서민 | 1. (성실성) 연구기간 동안 최선을 다해 성실히 임했다.                                                                                                                                                                                               | 1점 | 2점 (3점)                        |
|       |     | 2. (교재수행력) 계획서, 보고서, 포스터 등 작성을 열심히 하였다.                                                                                                                                                                                        | 1점 | 2점 (3점)                        |
|       |     | 3. (협업능력) 팀원들과 역할분담 같이 협력하여 연구에 참여하였다.                                                                                                                                                                                         | 1점 | 2점 (3점)                        |
|       |     | 위와 같이 평가한 이유(구체적으로 써 줌)                                                                                                                                                                                                        |    | 총점<br>(위 서 문항에 체크된 점수를 합산한 점수) |
|       |     | 연구기간 중 열심히 노력한 뒤에 강의를 듣는 데도 힘쓰고 팀원들과 함께 노력하면서 개인적으로도 많은 것들을 배우고 있는 점, 정성껏 맡겨 준 자료와 시간에 대해서 감사의 마음을 전하는 마음을 담았다. 나는 팀원들과 함께 열심히 노력했고, 무엇보다도 팀원들과 함께 노력하는 것이 중요하다고 생각한다. 팀원들과 함께 노력하는 것이 중요하다고 생각한다. 팀원들과 함께 노력하는 것이 중요하다고 생각한다. |    | 9                              |

## 2. (동료평가) R&E 팀원 평가

→ 연구기간 동안 팀원들을 객관적으로 평가합니다.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 이름 | 평가 질문                                   | 점수(여기<br>채우세요.) | 비고                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------|-----------------|--------------------------|
| 팀원1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    | 1. (성실성) 연구기간 동안 최선을 다해 성실히 임했다.        | 1점              | 2점 (3점)                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    | 2. (교재수행력) 계획서, 보고서, 포스터 등 작성을 열심히 하였다. | 1점              | 2점 (3점)                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    | 3. (협업능력) 팀원들과 역할분담 하여 협력하며 연구에 임하였다.   | 1점              | 2점 (3점)                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |                                         | 총점              | (위 세 항목의 채점된 점수를 합산한 점수) |
| <p>위의 같이 평가한 이유(가) 없이 구체적으로 쓸 것</p> <p>평가 받은 타 대학생은 매우 훌륭하다고 평가 하였는데 특히 다른 대학(나) 학생들은 조금 아쉬웠다. 다른 학생들이 팀이나 일에서 승리는 엄청 많이 있는 것으로도 짐작할 수 있을 만큼 선진대학이라 나의 학교보다 좀 더 나은 곳이라고 생각하는데 다른 학교는 또다른 면에서도 좋은 것 같다. 우리 대학교 같은 곳은 정말 많은 것들이 없다. 정말 나의 학교에서는 내가 아니라 다른 누군가가 잘하는 사람들도 있을 것이다. 그리고 내 학교는 정말 훌륭한 학교이다.</p> <div style="text-align: right; font-size: 2em;">9</div> |    |                                         |                 |                          |

### 〈그림 1〉 개인평가 및 동료평가 활동 예시

### 다. 연구포스터 발표 평가

연구포스터를 제작하여 교과시간에 포스터 발표를 실시한다. 이때도 역시 포스터 발표평가를 교사도 하지만 다른 팀의 포스터 발표평가를 학생들도 할 수 있도록 하여 동료평가를 진행한다. 포스터 발표평가는 <표 4>와 같이 주제·내용 참신성, 연구내용 완결도, 발표력, 팀의 협동심을 평가한다.



### 〈그림 2〉 수업시간에 연구 포스터 발표

#### 〈표 4〉 포스터 발표평가

☞ (교사용) 포스터 발표평가 : 교사는 팀을 평가하고 팀원 개개인을 평가한다.

– 팀 평가(해당점수에 V)

| 평가항목       |            |            |            | 총점 |
|------------|------------|------------|------------|----|
| 주제·내용 참신성  | 연구내용완결도    | 발표력        | 팀의 협동심     |    |
| 3점, 2점, 1점 | 3점, 2점, 1점 | 3점, 2점, 1점 | 3점, 2점, 1점 |    |

– 팀원 평가(해당점수에 V)

| 학번 | 이름 | 발표에<br>참여하였는가? |          |         | 연구내용을<br>알고 있는가? |                |           | 질문에<br>답을 하는가? |           |          | 총점 |
|----|----|----------------|----------|---------|------------------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------|----|
|    |    | 3점             | 2점       | 1점      | 3점               | 2점             | 1점        | 3점             | 2점        | 1점       |    |
|    |    | 적극<br>참여       | 일부<br>참여 | 미<br>참여 | 알고<br>있음         | 조금<br>알고<br>있음 | 모르고<br>있음 | 답을<br>함        | 답을<br>일부함 | 답을<br>못함 |    |
|    |    | 3점, 2점, 1점     |          |         | 3점, 2점, 1점       |                |           | 3점, 2점, 1점     |           |          |    |
|    |    | 3점, 2점, 1점     |          |         | 3점, 2점, 1점       |                |           | 3점, 2점, 1점     |           |          |    |
|    |    | 3점, 2점, 1점     |          |         | 3점, 2점, 1점       |                |           | 3점, 2점, 1점     |           |          |    |
|    |    | 3점, 2점, 1점     |          |         | 3점, 2점, 1점       |                |           | 3점, 2점, 1점     |           |          |    |

☞ (학생용) 포스터 발표평가 : 학생은 팀을 평가하고 팀원 개개인은 평가하지 않는다.

| 발표팀명               | 평가항목        |            |            |                       | 총점 |
|--------------------|-------------|------------|------------|-----------------------|----|
|                    | 주제·내용 참신성   | 연구내용완결도    | 발표력        | 팀의 협동심                |    |
|                    | 3점, 2점, 1점  | 3점, 2점, 1점 | 3점, 2점, 1점 | 3점, 2점, 1점            |    |
| 발표팀원이름<br>(모두 쓰세요) | 연구내용 간략히 요약 |            |            | 연구내용 중 궁금한 점이나 질문할 내용 |    |

💡 **Tips** 교사는 팀평가와 팀원 평가를 동시에 하지만, 학생은 팀평가만 하도록 한다. 그리고 발표내용을 들으면서 연구내용을 간단히 요약하면서 궁금하거나 질문할 내용을 메모해 두어 질의 응답시간에 질문을 할 수 있도록 안내한다. 생각보다 교사가 질문할 시간이 없을 정도로 학생들끼리 질문하고 답을 하는 학생활동 중심의 발표수업이 되는 것 같아서 포스터 발표를 동료평가와 함께 진행하는 것도 좋은 것 같다.

## 포스터 발표평가지(교사용)

팀명: (TED)

연구주제: 뇌의 각 층은 어떻게 재배치되는가

① 팀 평가(해당점수에 V)

| 평가항목       | 총점         |
|------------|------------|
| 주제-내용 일치성  | 연구내용원경도    |
| 3점 (2점) 1점 | 3점 (2점) 1점 |
| 발표력        | 팀의 협동성     |
| 3점 (2점) 1점 | 3점 (2점) 1점 |

② 팀원 평가(해당점수에 V)

| 팀원  | 이름  | 발표에 참여하였는가? |    |    | 연구내용을 알고 있는가? |    |    | 질문에 답을 하는가? |    |    | 총점 |
|-----|-----|-------------|----|----|---------------|----|----|-------------|----|----|----|
|     |     | 3점          | 2점 | 1점 | 3점            | 2점 | 1점 | 3점          | 2점 | 1점 |    |
| 박민  | 김민준 | (3점)        | 2점 | 1점 | (3점)          | 2점 | 1점 | (3점)        | 2점 | 1점 | 9  |
| 이민준 | 이민준 | (3점)        | 2점 | 1점 | (3점)          | 2점 | 1점 | (3점)        | 2점 | 1점 | 9  |
| 이민준 | 이민준 | (3점)        | 2점 | 1점 | (3점)          | 2점 | 1점 | (3점)        | 2점 | 1점 | 9  |

## 포스터 발표평가지(학생용)

※ 이 평가지는 비공개이며 수행평가 점수에 반영합니다.

※ 다른 팀의 포스터 발표를 경청하면서 각 평가항목 점수에 V 하세요.

| 발표팀명 | 평가항목       |            |            |            | 총점  |
|------|------------|------------|------------|------------|-----|
|      | 주제-내용 일치성  | 연구내용원경도    | 발표력        | 팀의 협동성     |     |
| 유니트  | 3점 (2점) 1점 | 3점 (2점) 1점 | (3점) 2점 1점 | (3점) 2점 1점 | 10점 |
| 발표팀명 | 연구내용 일치성   | 연구내용원경도    | 발표력        | 팀의 협동성     |     |
| 발표팀명 | 연구내용 일치성   | 연구내용원경도    | 발표력        | 팀의 협동성     |     |

### 〈그림 3〉 포스터 발표평가 활동 예시

## 2. 과제연구 지도교사 선정 및 팀티칭 관련

지도교사의 경우에는 지도교사 1과 지도교사 2로 나누어 학생들과 팀들을 지도하였다. 방법 1은 2016년에 운영한 팀티칭 방법이고, 방법 2는 2017년에 운영한 팀티칭 방법이다.

### 가. 방법 1(2016년)

팀마다 지도교사 1(과학·수학교사)과 지도교사 2(타교과교사)를 배정하여 팀티칭을 하면서 팀들의 연구를 지도할 수 있도록 하였다. 지도교사 1과 지도교사 2의 역할은 〈표 5〉와 같다.

〈표 5〉 지도교사 1, 2의 역할(2016년)

| 지도교사 1(정·과학·수학교사) 역할                                                                                                                                          | 지도교사 2(부·타교과 과목교사) 역할                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>학생 연구 활동 지도</li> <li>연구 노트 작성 및 검토 지도</li> <li>연구 보고서 작성 작성 지도(내용면에서)</li> <li>실험 및 탐구활동 지도</li> <li>생기부 작성</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>연구 노트 작성 및 검토 지도</li> <li>연구 보고서 작성 작성 지도(형식면에서)</li> <li>연구 활동 물품 구입</li> <li>홈페이지 탑재 관련 안내</li> <li>생기부 작성</li> </ul> |

2016년에는 참여교사(91명) 전체가 R&E 학생연구 활동에 참여하는 80팀 (1학년 108명, 2학년 120명-총 228명)을 〈표 6〉과 같이 지도하였다.

## 10 | 교사의 부담을 최소화한 과제연구 운영을 위한 평가 및 팀티칭 지도 방안 (경기 주엽고등학교)

〈표 6〉 방법 1(2016년)을 이용한 팀티칭 예시

| 순번           | 연구주제                                      | 지도          | 지도          | 순번 | 연구주제                                | 지도          | 지도          |
|--------------|-------------------------------------------|-------------|-------------|----|-------------------------------------|-------------|-------------|
|              |                                           | 교사 1<br>(정) | 교사 2<br>(부) |    |                                     | 교사 1<br>(정) | 교사 2<br>(부) |
| 1            | 주차경로에 따른 주차공간의 최적화                        | 이OO         | 김OO         | 41 | 프랙탈 구조를 통한 건축 안정성 탐구                | 박OO         | 강OO         |
| 2            | 전자파가 발생하는 전자기기들의 전자파 발생을 감소시키는 방법 연구      | 박OO         | 이OO         | 42 | LED 및 공학기기를 활용한 빛공해 감축 방안           | 천OO         | 김OO         |
| 3            | EM용액의 실생활 쓰임에 대한 다양한 효과 분석                | 정OO         | 성OO         | 43 | 미세먼지 밀집지역 분포의 과학적 근거와 해결방안          | 허OO         | 김OO         |
| 4            | 우리가 살고 있는 지역의 지반을 이루는 암석 연구하기             | 방OO         | 강OO         | 44 | 가구 및 물건을 방의 용도에 맞게 가장 효율적으로 배치하는 방법 | 최OO         | 지OO         |
| 5            | 생체 모방 기술을 활용한 내진 설계                       | 천OO         | 강OO         | 45 | 건축구조에 따른 안정성                        | 임OO         | 신OO         |
| 6            | 미세먼지가 인체에 미치는 영향과 막는 방법과 발생 원인에 대한 연구     | 방OO         | 박OO         | 46 | 배아줄기세포를 통한 문제점과 사회 문제 해결            | 허OO         | 신OO         |
| 7            | 과학의 산화반응을 어떻게 늦추는가?                       | 이OO         | 정OO         | 47 | 높이에 따른 물이 질량                        | 방OO         | 정OO         |
| ... (생략) ... |                                           |             |             |    |                                     |             |             |
| 36           | 비닐하우스에 영향을 주는 환경요인의 극복과 더 많은 발전 방법에 대한 고찰 | 임OO         | 이OO         | 76 | 음식물 쓰레기가 환경에 미치는 영향과 이에 대한 방안       | 허OO         | 임OO         |
| 37           | 발 형태에 따른 편리한 신발에 관한 연구                    | 허OO         | 전OO         | 77 | 거치대 목발의 단점 보완과 실용성 및 편의성에 대한 디자인 연구 | 천OO         | 김OO         |
| 38           | 날씨와 패션을 합친 프로그램 연구                        | 임OO         | 이OO         | 78 | 청소년기에 내뿜진 시력이 다시 회복될 수 있을까?         | 진OO         | 김OO         |
| 39           | 항공운항과 항공모형에 대해 알아보기                       | 조OO         | 이OO         | 79 | 활성산소 제거에 효과가 있다는 수소수에 대한 생물실험 및 탐구  | 허OO         | 김OO         |
| 40           | 눈에 잘 띄는 형광분필                              | 이OO         | 황OO         | 80 | 일상 속의 천연 물질을 이용한 삼푸 대체제 연구          | 이OO         | 강OO         |

#### 나. 방법 2(2017년)

2017년은 교과시간에 운영하다 보니 R&E 학생연구를 운영하는 교과교사를 지도교사 1로 배정하였다. 지도교사 1과 지도교사 2의 역할은 〈표 7〉과 같다.

〈표 7〉 지도교사 1, 2의 역할(2017년)

| 지도교사         |                                    | 역할                                                        |
|--------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 지도교사 1       | 교과 담당 교사<br>(과학, 과제연구교과)           | 모든 연구 활동 지도(연구주제 선정, 연구보고서 및 연구일지 작성지도, 연구물품품의, 생가부 작성 등) |
| 지도교사 2       | 팀티칭(그룹 팀) 교사(물리, 화학, 생물, 지구과학, 수학) | 연구와 관련된 질문이 들어올 때 조언 또는 지도                                |
| 점심시간<br>지도교사 | 과학·수학 교사를 제외한<br>타교과교사             | 순번을 정하여 점심시간 과학실을 개방하여 학생들의 R&E 학생연구 활동의 안전지도를 담당         |

즉, 1학년은 과학시간, 2학년 과학중점반은 과제연구시간에 R&E 학생연구 활동을 하니 〈표 8〉과 같이 지도교사 1은 1학년은 과학교사가, 2학년 과학중점반은 과제연구교사로 배정하였다. 지도교사 1은 교과시간에 전반적인 R&E 활동을 절차에 따라 운영하고 지도한다.

〈표 8〉 방법 2(2017년)을 이용한 팀티칭 예시

☞ 1학년(15개반)의 경우 : 과학 교과에서 실시(총 441명 약 150팀)

| 지도교사1<br>(과학 교과교사) |      | 1-1 | 1-2 | 1-3 | 1-4 | 생략 | 1-12 | 1-13 | 1-14 | 1-15 |
|--------------------|------|-----|-----|-----|-----|----|------|------|------|------|
|                    |      | 박00 | 박00 | 박00 | 진00 |    | 조00  | 조00  | 박00  | 박00  |
| 지도교사2<br>(팀티칭)     | 물리   | 강00 | 강00 | 강00 | 강00 |    | 강00  | 강00  | 강00  | 강00  |
|                    | 화학   | 강00 | 강00 | 강00 | 진00 |    | 전00  | 전00  | 전00  | 전00  |
|                    | 생명과학 | 임00 | 임00 | 임00 | 임00 |    | 윤00  | 황00  | 황00  | 황00  |
|                    | 지구과학 | 박00 | 박00 | 박00 | 박00 |    | 임00  | 임00  | 임00  | 임00  |
|                    | 수학   | 신00 | 신00 | 신00 | 신00 |    | 최00  | 최00  | 최00  | 최00  |

☞ 2학년 과학중점반(2개반)의 경우 : 과제연구 교과에서 실시(총 70명 약 20팀)

| 지도교사1 (과제연구 교과교사) |      | 2-14 | 2-15 |
|-------------------|------|------|------|
|                   |      | 강00  | 강00  |
| 지도교사2<br>(팀티칭)    | 물리   | 강00  | 강00  |
|                   | 화학   | 강00  | 강00  |
|                   | 생명과학 | 정00  | 정00  |
|                   | 지구과학 | 임00  | 임00  |
|                   | 수학   | 이00  | 이00  |



또한 지도교사 2는 각 반마다 물리, 화학, 생명과학, 지구과학, 수학교사를 팀으로 구성하여 배정하였다. 지도교사 2는 각 반에서 전공과 관련된 연구주제를 연구하는 팀들을 내용면에서 지도하는데 자주 팀들을 만나 지도하기에는 부담이 있으므로 학생들이 또는 팀들이 전공내용이나 연구와 관련하여 질문이 있거나 지도를 받고 싶으면 언제든지 찾아갈 수 있도록 안내한다.

☺ **Tips** 각 반의 지도교사2 팀 구성은 각 반에 들어오는 교사를 우선으로 팀을 구성하는 게 좋다. 예를 들어 어떤 반의 과학교양 교사가 화학 김OO이라면 그 반의 지도교사2 팀 구성 시 화학교사는 김OO을 우선으로 배정한다. 또한 각 반의 팀들에게 지도교사2 선생님들을 소개하고, 찾아갈 때 연구일지를 가지고 가서 코멘트 및 피드백을 받도록 지도한다.

### 3. 과제연구 물품 신청 및 품의 관련

많은 팀을 지도할 시 많은 물품을 학생들이 신청하고, 교사 또한 이 많은 물품을 품의 및 결재 올리는데 너무 부담이 많았다. 그래서 여러 방법을 운영한 결과, 물품 신청 및 품의 관련을 쉽고, 부담 없게 할 수 있는 방법은 다음과 같았다. 학생들에게는 <그림 4>와 같이 학생용 양식을 나누어 주고, 기한 내에 필요한 물품을 팀대표 학생의 사이트 장바구니에 담은 후에 사이트 아이디와 비번까지 기재하여 제출하도록 안내하였다. 많은 물품을 신청하여 여러 팀들의 물품이 뒤섞여 학교로 배송되어 와 어려움을 겪은 경험이 있어 물품은 대표 학생의 자택으로 배송 받은 후 학교로 가지고 와서 지도교사 확인 후 연구를 진행하는 방식으로 운영하였다.

☺ **Tips** 학생들에게 과학실에 있는 물품, 집에서 쉽게 구할 수 있는 물품, 음식, 화장품 등은 제외하고 신청할 수 있도록 안내하고, 모든 물품은 연구 종료 시 학교에 반납하도록 안내한다. 학생이 작성한 양식은 홈페이지에 탑재를 통해 제출하도록 하면 물품을 정리하여 결재 올릴 때 시간을 줄일 수 있다.

지도교사는 물품을 신청한 팀들의 신청서를 바탕으로 많은 물품을 <그림 5>와 같이 일괄로 정리하여 한 번에 결재하여 부담이 덜하는 방식으로 운영하였다.

2017학년도 R&E 학생연구 물품 신청서  
( 1 )학년 ( 2 )반 ( SST )팀

|        |     |                                                 |                           |        |      |    |         |                      |    |                 |      |       |
|--------|-----|-------------------------------------------------|---------------------------|--------|------|----|---------|----------------------|----|-----------------|------|-------|
| 연구자    |     | 홍지표, 김재민, 김석진                                   |                           |        |      |    |         |                      |    |                 |      |       |
| 연구주제   |     | 미세먼지를 효과적으로 차단할 수 있는 재질 연구와 이를 소재로 한 미세먼지마스크 개발 |                           |        |      |    |         |                      |    |                 |      |       |
| 학년반    | 팀명  | 대표학생<br>(연락처)                                   | 사이트<br>주소<br>(물건담<br>거있는) | 아이디    | 비번   | NO | 품목      | 가격<br>(개당 또는<br>박스당) | 수량 | 물품가격<br>(가격*수량) | 택배비  | 팀 총액  |
| 1학년 2반 | SST | 홍지표<br>(010221)                                 | G마켓                       | yhanne | 1356 | 1  | 휴대용청소기  | ₩31,000              | 1  | 31000           | 2500 | 72320 |
|        |     |                                                 |                           |        |      | 2  | 미세습가루   | ₩4,500               | 1  | 4500            | 2500 |       |
|        |     |                                                 |                           |        |      | 3  | 사포      | ₩2,000               | 1  | 2000            | 2500 |       |
|        |     |                                                 |                           |        |      | 4  | 황사방역마스크 | ₩1,520               | 1  | 1520            | 2500 |       |
|        |     |                                                 |                           |        |      | 5  | 면마스크    | ₩1,300               | 1  | 1300            | 2500 |       |
|        |     |                                                 |                           |        |      | 6  | 솔       | ₩4,500               | 1  | 4500            | 2500 |       |
|        |     |                                                 |                           |        |      | 7  | 100%순면  | ₩5,500               | 1  | 5500            | 2500 |       |
|        |     |                                                 |                           |        |      | 8  | 린넨      | ₩2,000               | 1  | 2000            | 2500 |       |

〈그림 4〉 학생작성용 물품신청 예시

| 2017학년도 R&E 학생연구 1차 물품 신청 견적서(1학년) |     |               |           |                |                        |                             |    |                              |         |    |                 |        |         |
|------------------------------------|-----|---------------|-----------|----------------|------------------------|-----------------------------|----|------------------------------|---------|----|-----------------|--------|---------|
| 1<br>학년<br>반                       | 팀명  | 대표학생<br>(연락처) | 사이트<br>주소 | 아이디            | 비번                     | 연구주제                        | NO | 품목                           | 가격      | 수량 | 물품가격<br>(가격*수량) | 택배비    | 팀 총액    |
| 1-14                               | 카레빈 | 김효진           | 11번가      | nerryso<br>n73 | tony16<br>31           | 커피찌꺼기의<br>재습 효과             | 1  | 립톤 허브티 레몬<br>버베나 디저트(리<br>백) | ₩2,450  | 1  | ₩2,450          | ₩2,500 | ₩40,050 |
|                                    |     |               |           |                |                        |                             | 2  | (전연제습제) 8종                   | ₩19,800 | 1  | ₩19,800         | ₩2,500 |         |
|                                    |     |               |           |                |                        |                             | 3  | 아연아자알성탄                      | ₩9,800  | 1  | ₩9,800          | ₩3,000 |         |
| 2<br>학년<br>반                       | 팀명  | 대표학생<br>(연락처) | 사이트<br>주소 | 아이디            | 비번                     | 연구주제                        | NO | 품목                           | 가격      | 수량 | 물품가격<br>(가격*수량) | 택배비    | 팀 총액    |
| 1-3                                | 역학  | 서유진           | 11번가      | hjdwbk<br>0716 | youjin3<br>22          | 석공알은 왜 물<br>방울이 떨어지<br>않을까? | 1  | 두역 반투명 PVC판<br>9종 /필름지       | ₩4,300  | 2  | ₩8,600          | ₩3,000 | ₩11,600 |
| 3<br>학년<br>반                       | 팀명  | 대표학생<br>(연락처) | 사이트<br>주소 | 아이디            | 비번                     | 연구주제                        | NO | 품목                           | 가격      | 수량 | 물품가격<br>(가격*수량) | 택배비    | 팀 총액    |
| 1-1                                | 바람파 | 조성은           | 타론<br>즈미  | smileb<br>aro  | smileb<br>aro<br>1234! | 기타, 가격별 씨<br>물품의 수학적<br>정도  | 1  | 곤약                           | ₩700    | 1  | ₩700            | ₩2,500 | ₩70,700 |
|                                    |     |               |           |                |                        |                             | 2  | 메니얼 물액                       | ₩5,000  | 1  | ₩5,000          | ₩0     |         |
|                                    |     |               |           |                |                        |                             | 3  | 매직 클러킹 물액                    | ₩10,000 | 1  | ₩10,000         | ₩0     |         |
|                                    |     |               |           |                |                        |                             | 4  | 아라한 물액                       | ₩20,000 | 1  | ₩20,000         | ₩0     |         |
|                                    |     |               |           |                |                        |                             | 5  | 빈맛 물액                        | ₩30,000 | 1  | ₩30,000         | ₩2,500 |         |
| 4<br>학년<br>반                       | 팀명  | 대표학생<br>(연락처) | 사이트<br>주소 | 아이디            | 비번                     | 연구주제                        | NO | 품목                           | 가격      | 수량 | 물품가격<br>(가격*수량) | 택배비    | 팀 총액    |

〈그림 5〉 교사작성용 물품품의 결재 예시

#### 4. R&E 학생연구 소감문 작성 및 생활기록부 기재

연구 활동이 끝나면 그동안 연구한 소감문을 작성하게 한 후, 소감문과 그동안 관찰하  
고 평가한 내용을 바탕으로 생활기록부에 기재해준다. 소감문에는 연구하면서 더 찾  
아보고 연구했던 내용이나 연구를 통해 느끼고 배운 점, 그리고 어떠한 능력이 길러졌  
다고 생각하는지를 작성할 수 있도록 안내해 준다.

✧ **Tips** 생활기록부 기재 시 “R&E 학생연구에 참여한.” 식의 형식적인 작성은 피하  
고, 학생들이 작성한 소감문과 팀의 연구 활동, 관찰한 내용을 바탕으로 연구



도 되고, 수업시간에 할 수 있으니 시간적인 부담감이 줄었다고 하였다. 또한 수업시간에 R&E 학생연구를 하니 선생님의 체계적인 지도를 받을 수 있어서 좋았다고 하였다.

장점: 수업시간에 진행하여 **과학년생들의 조언을 많이 얻을 수 있었고** 1개월간 R&E ~~형식~~에 ~~따라~~ **대진하여서** **다른 친구들의 주제를 알 수 있었**고  
단점: 수업시간에 운영하다보니 **조원들라 더 만날 수 있는 장점이 되었다.**  
단점은 거의 없었고 **와려 좋은점 많았**다. R&E 연구를 통해 많은 것을 경험 할 수 있었고 좋은 점들이 되었고, R&E 연구를 통해 **생활기록부**가 **충족**되고, **그**  
장점: 수업시간에 **체계적으로** 연구에 대한 지도를 받으면서 **대아** 계획적으로 연구를 진행 하수 있다. 그리고 수업시간에 연구한 것을 친구들 앞에서 발표해볼 수 있어서 **부담** 부담을 줄 수 있는데 좋다.  
단점: 원래 마음에 잘 맞은 친구들이랑 (다른반 친구) **함수** 많을 **당면** 있다.

## 나. 교사

교육과정 외(外) 자율동아리로 운영하였을 경우에는 따로 만나 팀들을 지도할 시간이 없었고 시간에 대한 부담이 많았는데, 교육과정 내(內) 교과시간에 R&E를 운영하니 따로 시간을 내지 않고 지도할 수 있어서 좋았다고 많은 선생님들께서 응답하였다. 또한 수업시간에 R&E 활동을 하기 때문에 학생들을 관찰하고 평가한 내용을 바탕으로 생활 기록부 교과세특에 적어 줄 수 있어서 이 또한 생활기록부 기재한 대한 부담감이 줄었다고 하였다.

## 2. 개선점

### 가. 교육과정 내(內) 교과시간에 운영 시 평가척도 관련

본교는 1학년 과학교과에서 R&E 학생연구 평가 비율이 10%로 높지 않아 내용보다는 체계적으로 연구를 진행하고 있는지를 그 과정에 초점을 두어 평가하였으나, 비율이 높아진다면 학생들에게 R&E 학생연구가 부담감으로 다가올 수 있으므로 학생들이 인정할 수 있는 구체적인 평가척도가 필요해 보인다. 또한 고등학생의 R&E 학생연구는 대학생 수준의 연구를 하기 보다는 스스로 의문점을 가지고 있는 것에 대해 문제점을 찾아 연구주제를 잡고, 학교 지도교사 지도하에 체계적으로 연구를 진행하는 연구 과정, 학생들이 스스로 잡은 연구주제를 끝까지 마무리하는 과정이 중요하다고 생각하기 때

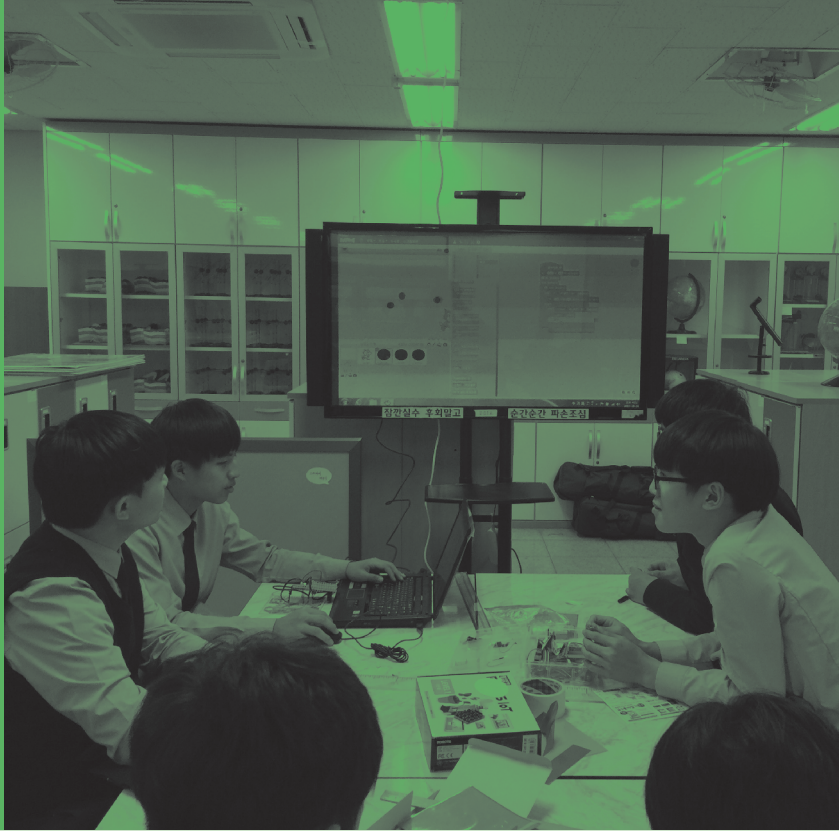
문에 연구의 난이도에 채점 기준을 두는 것보다는 체계적으로 연구를 진행하고, 성실히 임하는지 여부에 기준을 두고 평가척도를 계획하는 것이 좋을 듯하다.

#### **나. 고가의 연구 장비나 기자재 구비 관련**

학교에 구비되어 있지 않은 고가의 장비가 필요한 연구주제의 경우에 연구주제를 수정하거나 다시 연구주제를 선정해야 하는 어려움을 겪는 팀들을 많이 보았다. 학생들이 연구에 필요하지만 학교에 없는 고가의 장비나 실험기자재를 구비할 수 있는 재정적인 지원 또는 장비나 기자재를 근거리에서 대여할 수 있는 시스템이 필요하다. 특히 많은 학생들이 자유롭게 연구논문을 검색하고 찾아볼 수 있도록 정보 검색실 또는 과학실에 여러 대의 컴퓨터 설치가 필요해 보인다.



# 02



교사와 학생의 부담을 최소화한  
3P 과제연구 프로그램 운영 방안  
- 인천남고 -





# [ 교사와 학생의 부담을 최소화한 3P 과제연구 프로그램 운영 방안 ]

## I. 배경 및 목적

### 1. 과제연구 및 연구 활동의 경험이 없는 학생과 교사의 어려움

교육과정의 변화로 고등학교에서 학생 중심의 연구 활동이 점차 활발하게 이루어지고 있습니다. 그러나 갓 고등학교에 입학한 학생들에는 낯설고 어렵게만 느껴지기 마련입니다. 이러한 어려움은 연구 활동을 지도해본 경험이 없는 교사에게도 마찬가지입니다. 무엇부터 어떻게 시작해야할지 막막하게 느껴지고 일상 업무도 벅찬데 연구 활동 지도까지 하라고 하면 부담을 크게 느끼게 마련입니다.

### 2. 연구 활동의 과정을 간소화

3P 프로그램은 과제연구 및 연구 활동을 처음 시작하는 학생과 교사를 위한 전략으로 Paper, Phone, Poster라는 도구를 이용해 Precede→Progress→Present라는 연구 활동의 과정을 경험하게 하는 것입니다. 이를 통해 학생에게는 연구 활동에 대한 자신감을 갖게 하고, 지속적으로 연구 활동에 참여하려는 동기를 부여하며, 교사에게는 과제연구 지도에서 느끼는 부담을 덜어주는 것이 목적입니다.

## II. 운영

### 1. 개요 : 방과후학교 과제연구반 개설 및 진행

본교의 경우, 과제연구가 학교 교육과정에 개설되지 않았으므로 방과후학교를 개설하여 본 프로그램을 진행하였습니다. 1회차(14차시)에는 기본반을 개설하고 2회차(14

| 기본단계                     | 연구모형(초급)                                         |   |
|--------------------------|--------------------------------------------------|---|
| Precede<br>(계획, 선행연구 탐색) | 논문 검색(Paper)을 통한 주제 탐색<br>연구 주제의 구체화(스마트폰 센서 활용) | ▶ |
| Progress (탐구 수행)         | 핸드폰센서(Phone)를 도입한 탐구활동의 실제                       |   |
| Present (표현)             | 포스터(Poster) 작성 및 산출물 제작<br>발표 및 평가               |   |

방과 후 14차시  
교사 2~4인 1 Class 팀티칭  
한 회차가 끝나면,  
희망자 대상으로 중급수업.

**중급수업 시  
다양한 경우의 수 제시**

### 〈그림 1〉 3P 프로그램의 구성 단계

차시)에 중고급반을 개설하였습니다. 중고급반은 스마트폰 센서 외의 다양한 연구방법을 제시하고, 주제의 범위도 확장할 수 있도록 하였습니다. 가급적 교사가 자신의 전공과목과 연관 있는 주제를 지도할 수 있도록 하기 위해 전공이 다른 2~4명의 교사가 팀티칭하였습니다.

### 〈표 1〉 방과 후 학교 지도계획안 예시

| 차시    | 수업 내용                        | 단계                  |
|-------|------------------------------|---------------------|
| 1     | 과제연구란?                       | Precede<br>(Paper)  |
| 2     | 논문 읽기 및 선행연구 찾기              |                     |
| 3     | 진로와 관련 있는 선행연구 분석하기          |                     |
| 4     | 나만의 주제 탐색하기                  |                     |
| 5     | 주제에 맞는 실험 설계하기               | Progress<br>(Phone) |
| 6     | 실험을 위한 장치를 구상 및 제작하기         |                     |
| 7~8   | 스마트폰 센서를 활용한 실험 진행하기         |                     |
| 9     | 실험 결과 정리하고, 자료 분석하기          | Present<br>(Poster) |
| 10    | 실험의 문제점 찾고, 보완점 구상하기         |                     |
| 11~12 | 보고서 작성하기 (Poster 형태로 제작)     |                     |
| 13    | Poster 발표하고, 실험 내용 상호 평가하기   |                     |
| 14    | 느낀 점 및 연구내용 C.R.R note에 정리하기 |                     |

## 2. 논문 읽기 및 연구 주제 선정 (Precede-Paper)

연구 활동의 경험이 없는 학생들은 다른 사람이 어떤 연구를 했는지를 찾아보고 연구의 실재를 간접 경험할 수 있습니다. 또한 자신의 관심 분야에 관련된 이론과 배경

지식을 습득하고 연구 방법을 배울 수 있습니다.

### 가. 주제 탐색 및 논문 검색

검색 주제는 자신의 진로와 적성을 고려하여 관련 분야로 선정하고, DBpia와 같은 논문 검색 사이트에서 키워드를 중심으로 검색하도록 합니다.

💡 **Tips** 관심 분야를 쉽게 정하지 못하는 학생은 최근 수업시간에 배운 내용 중에 관심 있는 내용을 찾아보도록 합니다.

### 나. 논문 읽기 및 요약

논문을 읽으라고 하면 많은 학생들이 전문 용어 때문에 읽기 힘들어 합니다. 그렇다고 하더라도 우선 끝까지 읽어보게 하는 것이 중요합니다. 한 번 읽고 나서 다시 두 세 번 읽어보게 하면 어느 정도 내용 파악을 할 수 있게 됩니다.

💡 **Tips** 논문을 읽는 데 어려움을 많이 느끼는 학생의 경우, 국립중앙과학관 홈페이지에서 과학전람회출품작을 검색해 보게 하는 것도 괜찮다고 생각합니다.

### 다. 연구 주제 선정

자신이 연구해보고 싶은 주제를 선정하는 단계입니다. 자신이 탐색한 자료를 바탕으로 마인드맵 등을 이용하여 연구 주제를 여러 개 만들어 보고, 교사의 피드백을 거쳐 최종 결정을 합니다. 이때 아래의 체크리스트를 참고하도록 하며, 조작 변인과 종속 변인을 정확하게 설정하고, 통제변인을 함께 고려하도록 안내합니다.

💡 **Tips** 너무 거창하거나 창의적인 주제를 찾기 위해 스트레스를 받을 필요 없고, 평소 궁금해 하던 주제부터 쉽게 접근할 수 있도록 유도합니다.

#### 〈표 2〉 주제 선정 시 CHECKLIST

- 연구 주제가 평소에 내가 관심 가지고 있던 주제인가?
- 연구 주제가 나의 진로와 관련이 있는 주제인가?
- 학생 수준에서 연구하고 해결할 수 있는 연구 주제인가?
- 연구할 만한 가치가 있는 연구 주제인가?

이때 스마트폰 센서의 종류와 특징을 설명해주고 실제 스마트폰 센서를 이용한 연구 사례를 참고로 하도록 하여 주제 선정 시 스마트폰 센서를 활용할 수 있는 연구 주제를 선정하도록 안내합니다.

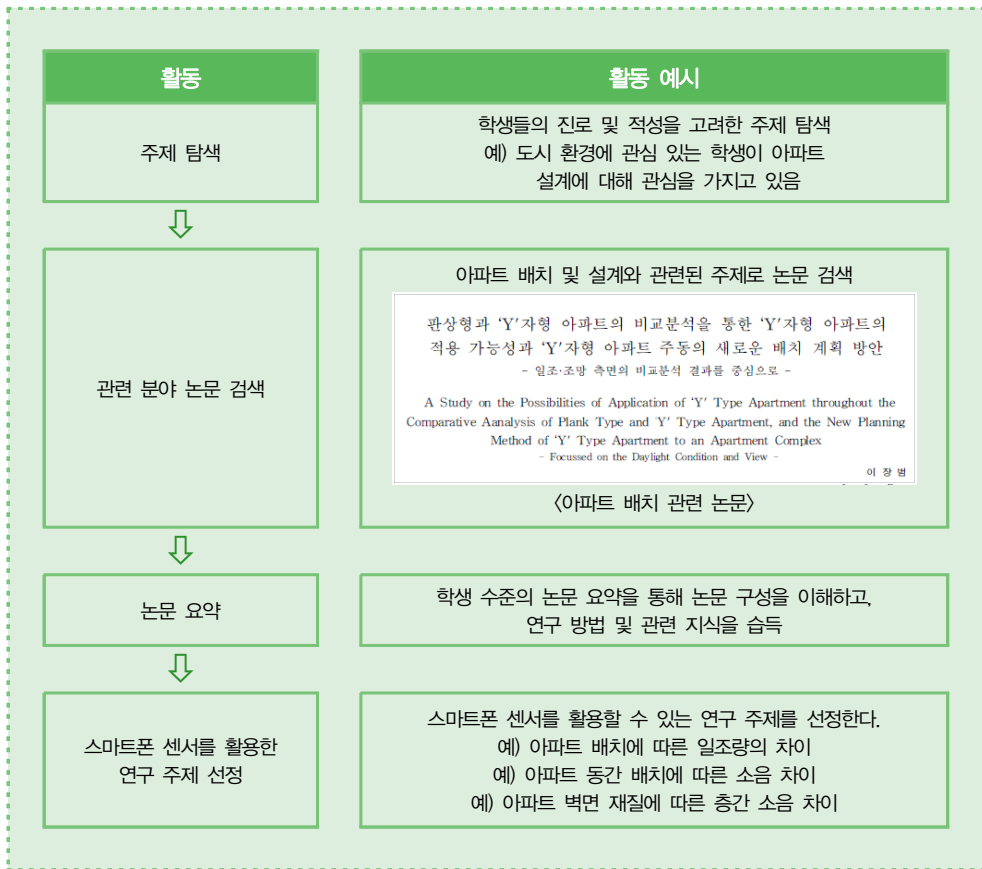
〈표 3〉 스마트폰 센서의 종류와 기능

| 스마트폰 센서    | 기능 및 특징                                                                                                                                                                                            |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RGB, 조도 센서 | RGB 센서는 광원의 RED, BLUE, GREEN의 밝기를 측정하는 센서로, 주로 화면밝기를 자동으로 조절해 주어 눈의 피로감을 줄여주는 역할을 한다.                                                                                                              |
| 기압센서       | 고도차에 의한 기압을 파악해 주는 역할을 하는 센서로, 기압센서를 이용하면 높낮이를 인식하여 칼로리 소모량을 좀 더 정확하게 측정할 수 있게 만들어 준다.                                                                                                             |
| 홀 센서       | 갤럭시 시리즈에 주로 탑재되는 센서인데, 플립커버를 닫았는지 열렸는지를 파악하는데 주로 사용된다.                                                                                                                                             |
| 온도, 습도센서   | 온도, 습도센서는 주로 하단에 위치하고 있으며, 충전단자 옆에 작은 구멍으로 스마트폰 주변의 온도와 습도를 파악해 주는 역할을 한다.                                                                                                                         |
| 제스처 센서     | 손동작으로 화면이나 명령을 내릴 수 있는 센서로, 손바닥에서 나오는 적외선을 감지해 전화를 받거나 인터넷을 할 때 다음 페이지를 넘긴다던지 할 때 사용할 수 있는 기능을 한다.                                                                                                 |
| 근접센서       | 통화중 얼굴이나 손바닥을 갖다 대면 화면을 자동으로 꺼지게 만드는 센서로, 화면이 켜지게 되면 배터리 소모량도 늘어나고 기기도 뜨거워지기 때문에 꼭 필요한 센서 중 하나이다. 화면이 켜져 있을 때 오동작의 터치를 방지하는 필수적인 센서이다.                                                             |
| 자이로 센서     | 스마트폰의 기울기를 인식하는 센서로, 주로 3축센서가 기울기를 인식하여 화면을 돌리거나 하는 용도로 사용되기도 하며, 게임이나 VR에서 활용되기도 한다.                                                                                                              |
| 가속도 센서     | 주로 헬스관련 어플인 만보계나 네비게이션 어플에서 사용되는 센서로, 기압 센서와 가속도 센서를 함께 활용하면 계단을 오르내리거나 산을 올랐을 때 정확한 칼로리 소모가 가능하며, GPS가 동작되지 않는 터널에서 가속도 센서를 이용하면 네비에 속도를 표시해 주기도 한다.                                              |
| 지자기 센서     | 지자기 센서는 보통 나침반 어플에 필요한 센서이다. 네비나 지도 어플을 사용할 때 좀 더 정확한 측정이 가능하게 만들어 준다. 자이로, 가속도, 지자기 세가지 센서를 활용하면 좀 더 정확한 지도 안내와 네비게이션으로 활용이 가능하다.                                                                 |
| 지문 인식 센서   | 최근 들어 보안에 적극적으로 활용되는 지문 센서는 잠긴 화면을 열거나 보안폴더를 열 때 사용되며, 카드사앱과 연동으로 결제할 때 사용되기도 한다. 처음 지문인식센서가 탑재된 모델들은 반응이 느렸으나, 최근 모델은 상당히 빠르게 작동한다. 얼마 전 노트7에 홍채 인식 센서가 탑재되었지만, 보안 관련 센서는 지문인식센서가 많이 활용될 것으로 보인다. |



〈표 4〉 스마트폰 센서를 이용한 연구 사례

| 사용 센서                 | 활용 실험 사례                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 조도 센서<br>or<br>RGB 센서 | <p>빛의 세기 변화량을 측정</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 아파트 배치에 따른 일조량의 차이</li> <li>- 화학 반응에 따른 색깔 변화 측정</li> <li>- 빛의 파장 변화와 관련된 실험</li> <li>- 잎차례 배열에 따른 빛의 투과 효율</li> <li>- 액체 종류에 따른 빛의 투과도</li> <li>- 빛의 각도에 따른 빛 공해와 방지법</li> <li>- 선글라스의 빛의 투과 효율 및 선글라스 소재 탐색</li> <li>- 숲의 정수 작용 능력에 관한 연구 (정수된 물의 빛 투과율 측정)</li> </ul> |
| 마이크 센서<br>(소리센서)      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 컷바퀴의 모양과 각도에 따른 소리 수취량</li> <li>- 컷바퀴 모양을 적용한 효율적인 방음벽 설계</li> <li>- 벽 재질에 따른 소음의 차이</li> </ul>                                                                                                                                                                                               |
| 가속도 센서                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자동차 범퍼의 재질에 따른 충격력 차이</li> <li>- 충격완충제 구조 형태에 따른 충격완화정도 실험</li> <li>- 건물의 형태에 따른 빌딩풍 발생 정도</li> <li>- 선박 모양에 따른 파도 저항력 측정</li> <li>- 낙하산 모양에 따른 낙하 속도 차이</li> </ul>                                                                                                                           |



〈그림 2〉 논문을 이용한 주제 선정 과정 예시

### 3. 실험 설계 및 수행(Progress-Phone)

#### 가. 어플리케이션 다운 받기

스마트폰의 내장된 다양한 센서들을 이용하여 실험하기 위해서는 센서를 활용할 수 있는 어플리케이션을 다운받아 이용하는 것이 좋습니다. 최신 어플리케이션은 빠르게 개발되어 보급되고 있으므로 과제 연구 수행에 필요한 센서가 정해지면, 이와 관련된 용어를 검색하여 어플리케이션을 다운받는 것이 좋습니다.

일반적으로 쓰이는 조도, 가속도, 소리의 크기 등을 측정하는 어플 외에도 자기장 센서를 이용하여 자기장 변화를 측정하는 금속탐지기 어플, 카메라를 이용하는 심박수 측정 어플을 실험에 활용할 수 있습니다. 단, 측정값이 고가의 장비만큼 정확하지 않

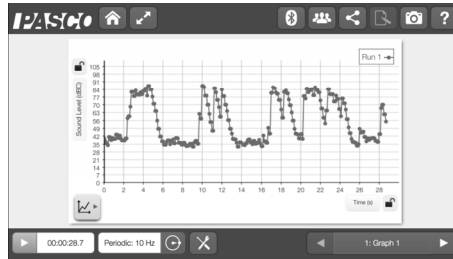
다는 것을 염두에 두고 절대적 측정값보다는 수치 변화에 초점을 두고 활용하는 것이 좋습니다.

〈표 5〉 스마트폰 센서를 이용할 수 있는 어플리케이션의 예

| 어플리케이션 | Science #      | SPARKvue       |
|--------|----------------|----------------|
| 내장 센서  | ▶ 조도 센서        | ▶ 마이크 센서       |
|        | ▶ 빛의 세기 변화 측정  | ▶ 소리의 크기 변화 측정 |
|        | ▶ x-y-z 가속도 센서 | ▶ x-y-z 가속도 센서 |

센서별 측정 값을 그래프로 변환시켜 결과 분석 및 포스터 작성에 용이함.

장점



〈SPARKvue의 자동 그래프 변환〉

단점

측정값의 신뢰도가 부족함. 측정값의 변화를 보기에 적합함.

## 4. 자료 분석 및 포스터 제작과 발표(Present-Poster)

### 가. 실험 결과를 표와 그래프로 나타내기

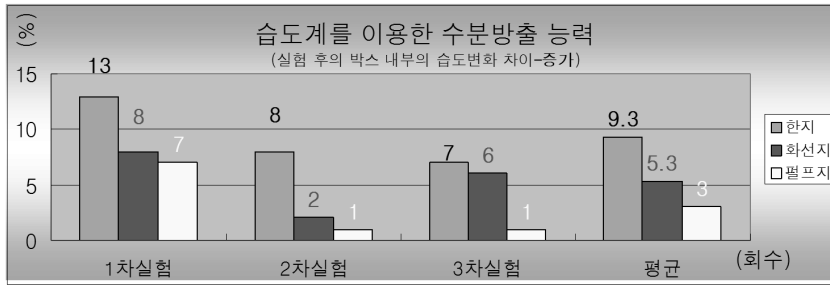
표와 그래프는 많은 양의 복잡한 정보를 시각적으로 간결하게 인식하도록 도와줍니다. 또한, 실험 과정에서 얻어낸 자료의 경향성이나 규칙성을 찾아내거나 변수들 사이의 상관관계, 인과관계를 해석할 수 있게 하며, 나아가 새로운 의문점을 던져주기도 합니다. 학생에 따라서 한글이나 엑셀을 잘 다루는 경우도 있지만, 보통 그렇지 않은 경우가 많습니다. 따라서 측정한 결과를 적절한 표와 그래프로 나타낼 수 있도록 지도가 필요합니다.

#### 1) 표

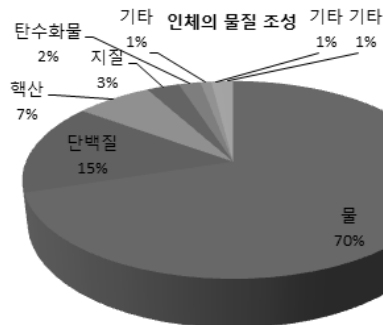
일반적으로 공통적인 현상이나 가치 등 비교할 요소를 행에 두고, 이에 따른 변화, 수치 등을 열에 기입합니다. 이미 아는 내용을 제일 왼쪽에 놓고, 새로운 내용을 오른쪽에 넣습니다.

## 2) 그래프

그래프는 관찰 결과나 실험의 증거가 되는 데이터를 점, 선 또는 면적의 형태로 나타내어 시각적 효과를 높인 자료입니다. 엑셀을 이용하여 어떤 형태의 그래프로 표현하는 것이 가장 효과적일지 학생들이 직접 비교해보고 토의를 통해 결정할 수 있도록 합니다.

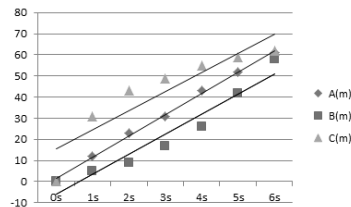


〈그림 3〉 막대그래프 활용 예시



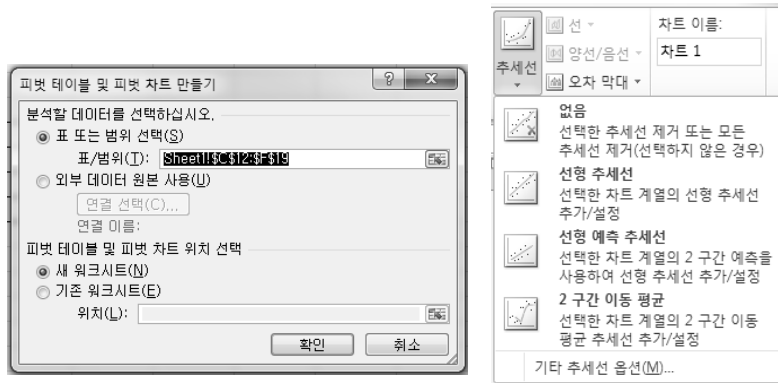
〈그림 4〉 원그래프 활용 예시

| 시간에 따른 세 물체의 위치 변화 |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| 구분                 | 0s | 1s | 2s | 3s | 4s | 5s | 6s |
| A(m)               | 0  | 12 | 23 | 31 | 43 | 52 | 61 |
| B(m)               | 0  | 5  | 9  | 17 | 26 | 42 | 58 |
| C(m)               | 0  | 31 | 43 | 49 | 55 | 59 | 62 |



〈그림 5〉 표의 자료를 선 그래프로 변환하기





〈그림 6〉 선그래프 활용 예시

## 나. 포스터 제작하기

포스터 양식은 학교 실정에 따라 자유롭게 양식을 만들어 사용하는 것을 권장합니다. 그리고 학생들에게 필수 항목 및 작성법에 대한 설명을 해 주어야 합니다.

## 다. 발표하기

발표는 학생에 따라서 개인차가 크게 나타납니다. 그러나 어디에서든 꼭 필요한 능력 중 하나이므로 과제연구에 참여하는 모든 학생들이 짧게라도 직접 발표하는 시간을 가져보는 것이 좋습니다. 발표를 잘 하기 위해서는 기본적으로 발표 내용을 완전히 숙지하여야 하며, 시선처리와 성량 조절 등이 적절히 이루어질 수 있도록 많은 연습이 필요함을 강조하여야 합니다.

# III. 결론

## 1. ‘학생의 과학 긍정경험지표 검사’를 통한 학생들의 인식 변화

3P program에 참여한 학생들 중 표집 대상 52명을 대상으로 ‘학생의 과학 긍정경험 지표 검사’의 사전, 사후 검사를 실시하였습니다. 그 결과, 과학학습정서(과학 학습에 영향을 준다고 밝혀진 다양한 정서 특징)가 큰 폭으로 상승하였고, 과학 학습에 대한 자신의 생각과 자신감을 나타내는 과학관련 자아개념, 과학 학습에서 특정 과제를 학습하려는 마음 상태 혹은 의지나 추진력을 의미하는 과학학습동기, 이공계 진로 선택이라는 행동을 시작하거나 유지하게 만드는 동기 및 의지와 관련된 과학관련 진로 포

자료실

과제연구 설명표 작성예시

생명과학론이

(번호) 공란

○○○○○ 에 관한 연구

작품요약설명

출품자 : ○○○, ○○○  
(원천○○고등학교)

사진

지도교사 : ○ ○ ○

연구내용

I. 연구 동기 및 목적

가. 연구동기

나. 연구목적

II. 작품 설명

III. 연구 과정

1.

가.

IV. 연구 결과

V. 효과 및 전망

○ 작품설명표는 가장 중요한 요점만을 큰 글씨로 기재하고 선명하게 표시되도록 함

○ 가능하면 삽화, 그래프 또는 사진을 넣고, 설명표 옆 전시대 가장자리 사용가능함

○ 강조하고 싶은 점을 색깔이 있는 문자 또는 그림으로 강조할 수 있음

부, 과학에 대한 호기심과 흥미, 과학에 대한 인식 및 행동양식을 의미하는 과학관련 태도에 대한 지표에서 유의미한 상승폭이 나타났습니다.

## 2. 학생들의 진로 선택에 대한 영향 분석

「과학 중점 학교 운영에 대한 학생 설문」 중 ‘각 교육과정이 현재 진로 선택에 어떤 도움이 되었습니까?’ 라는 문항에 대한 답변을 정량적으로 분석하였습니다. 그 결과, 3P 프로그램 관련 활동이 다양한 방법으로 투입되었던 과목이 학생들의 진로 선택에

더 큰 영향을 주는 것으로 나타났습니다.

### 3. 자기소개서를 통한 진로 준비에 미치는 영향에 관한 사례 분석

2학년 학생들을 대상으로 ‘자기소개서 쓰기’활동을 한 결과, 대부분의 학생들이 3P 프로그램을 통한 과제연구반에서의 활동을 소재로 채택한 것을 볼 수 있었습니다.

## IV. 개선점

### 1. 보다 적절한 주제 찾기

학생들이 보다 의미 있는 과제 연구 활동을 하는데 있어 어떤 주제를 선정하느냐는 매우 중요합니다. 자신이 관심 있어 하는 주제일수록 학생들은 더 열심히 참여하게 되고, 향후 진로를 준비하는데 더 도움이 될 수 있습니다. 보다 효과적인 주제 선정에 있어 보통은 학생 개인의 노력이나 배경 지식이 중요한 영향을 미치지만, 프로그램 속에서 효과적인 주제 선정을 가능하게 하는 전략이 이루어질 수 있다면 보다 양질의 과제 연구를 수행하는데 도움이 될 것입니다.



# 03



과제연구의 효율적 지도를 위한  
교사학습공동체 운영  
- 충남 온양여고 -



# [ 과제연구의 효율적 지도를 위한 교사학습공동체 운영 ]

## I. 들어가며

실제 학교 현장에서는 많은 양의 과학 지식을 짧은 수업 시간에 일방적인 지식 전달 방법으로 가르치고 있는 것이 현실이다. 과학 수업 시간을 통해 교과서에 소개된 실험 및 활동을 수행한다고 하여도 이미 재료와 탐구 과정이 제시된 경우가 대부분이다. 따라서 학생들이 자기주도적으로 탐구 능력을 신장할 수 있는 기회는 많지 않다. 특히 급속하게 변하는 4차 산업혁명 시대에서는 학생들 저마다 관심 분야가 다르고, 흥미와 호기심도 다양한 것이 현실이다.

그러므로 실제적인 ‘자유 탐구’가 이루어질 수 있는 교육 환경의 조성 및 실천이 우선적으로 이루어져야 할 것이다. 과학중점학교는 이러한 ‘자유 탐구’를 실제로 운영할 수 있도록 ‘과제 연구’와 같은 다양한 프로그램들이 실천되어 왔다. 본교에서도 2학년을 대상으로 한 주제 탐구 대회, 3학년들 대상으로 한 전공심화 소논문 대회의 운영이 그 대표적 예이다. 그러나 이들 프로그램을 운영하면서 마주친 문제 중 하나는 그저 자유로운 탐구 환경 조성만이 전부가 아닐 수 있다는 점이었다. 학생들에게 무엇보다 과제 연구 과정에 대한 이해와 사전 교육이 이루어질 필요가 있었다. 특히 모든 과제 연구 단계의 시작이 될 수 있는 ‘주제 선정’에서부터 학생들은 많은 어려움을 겪고, 탐구에 대한 부담감을 크게 느끼는 경향이 있었다. 이에 학생들의 과제 연구에 단계별로 가이드가 되어 줄 수 있는 교사들과 학교의 부단한 노력을 소개하고자 한다.

## II. 교사학습공동체 운영을 통한 STEAM 노트 활성화 방안

### 1. 학교를 움직이는 힘! 교사학습공동체!

과학중점학교 프로그램을 교과에 접목하기 위해서는 교재의 개발 후에 이것을 지도할

교사들의 역량을 길러야 할 필요가 있다. 이에 본교에서는 교사학습공동체를 구성하고 STEAM 노트를 활용할 수 있는 방안과 수업 자료에 대한 개발을 진행하였다. 교사 학습 공동체는 크게 수학 및 과학 교사를 중심으로 한 그룹과 인문 교과 교사를 중심으로 한 그룹으로 편성하였으며, 과제연구 지도 방안과 수업 고민을 나눌 수 있도록 하였다. 또한 STEAM 노트를 학생에게 제시하고, 학생들이 이를 활용한 내용을 주기적으로 점검하고 feedback이 이루어질 수 있는 환경을 마련하였다.

## 가. 교사학습공동체 운영 및 STEAM 노트 적용

|    | '교사학습공동체' 운영                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 구안 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 학생 과제연구 프로그램의 운영에 대한 문제점 분석</li> <li>◦ 학생 과제연구에 활용할 수 있는 주제 선정 노트 구안               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 관련 연구 자료를 통해 주제선정의 전문성 신장</li> <li>- 'STEAM 노트'라는 형태로 주제선정 노트의 구체화</li> </ul> </li> <li>◦ 교육과정 속 STEAM 노트의 활용 시간 확보               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 특별교과 시간을 중심으로 집중적으로 활용</li> </ul> </li> </ul> |



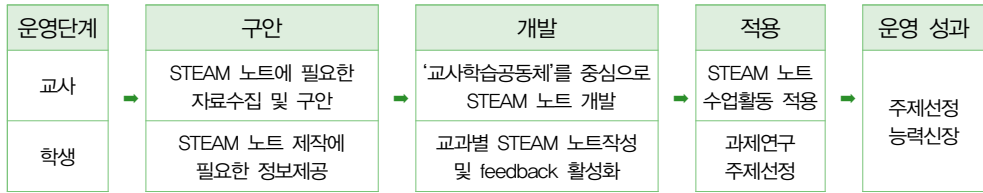
|       | STEAM 노트 프로그램 제공                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 개발·적용 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ '교사학습공동체'를 중심으로 한 수업자료 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 오늘의 자료 제시(QR코드)</li> <li>- 탐색을 통한 변수 찾기 및 변수 이어주기</li> <li>- 브레인스토밍과 마인드맵 작성을 통한 탐색활동의 확장</li> <li>- 연구문제 발견하기</li> </ul> </li> <li>◦ 교사학습공동체에서 STEAM 요소 추출</li> <li>◦ 교사학습공동체를 통한 교수·학습 과정안 구안 적용</li> <li>◦ STEAM 노트를 통한 지속적 feedback 활성화</li> </ul> |

### 〈그림 1〉 교사학습공동체 실행 방안

💡 **Tips** 대다수 과학중점학교에서 적은 수의 교사에 의해 과학중점학교가 운영되고 있는 현실에 놓여 있다. 이에 모두가 같이 참여하고 고민할 수 있는 교사 학습공동체의 조직과 운영을 추천 드리고 싶다. '교사학습공동체'의 시작은 독서모임 등의 가벼운 모임으로 시작하여 서서히 과학중점학교 운영과 프로그램 개발에 접목시키는 것이 좋아 보인다. 처음부터 마음가짐이 무거우면 발산적 사고가 어려워지기 때문이다.



## 나. STEAM 노트의 활용 모식도



〈그림 2〉 STEAM 노트의 활용 모식도

## 다. 교사학습공동체 운영의 실제

### 1) 운영 방침

전 교과 교사를 대상으로 ‘교사학습공동체’를 금요일 격주 6, 7교시(월 2회)를 활용하여 STEAM 노트 개발 및 적용을 위해 운영하였다. 특히 STEAM 노트를 활용한 교수·학습 과정안을 작성하여 수업 공개의 날을 운영하였다.

### 2) 교사학습공동체 운영 및 수업공개

격주 금요일 6, 7교시(교육과정 외 자율동아리 활동 시간 활용), 총 2회 학부모대상 수업공개 실시(2017. 5. 11. / 2017. 10. 27.)

## 2. 융합인재교육(STEAM) 적용을 위한 ‘교사학습공동체’ 활성화

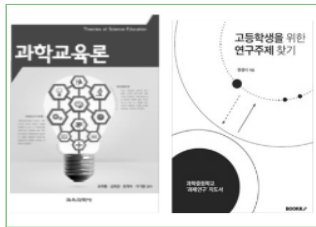
### 가. 학생 과제 연구에 활용할 수 있는 주제선정 노트의 구안

#### 1) 관련 연구 자료를 통해 주제 선정의 노하우를 수집

교사 학습 공동체에서 ‘과학 교육론’ 교재를 정하고 독서 모임을 추진하여 학생 탐구 과정 지도를 학문적으로 접근하였다. 관련 논문과 학회지를 살펴보았으며, ‘고등학생을 위한 연구주제 찾기’ 라는 책을 중심으로 수업 현장에서의 지도 방안을 모색하였다.

#### 2) ‘STEAM 노트’라는 형태로 주제 선정 노트의 구체화

참고문헌과 교사 학습 공동체 토론을 바탕으로 학교생활 전반에서 활용할 수 있는 ‘STEAM 노트’를 개발하였다. 특히 읽을거리나 체험 내용을 자료로 활용하



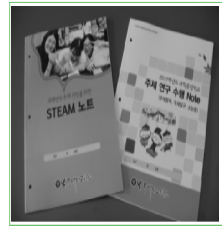
교사학습공동체 자료제공



STEAM 노트 활용  
교사 연수



교사학습공동체 활동



STEAM 노트와  
연구일지

### 〈그림 3〉 교사학습공동체 활동 현황

여 주제 선정 과정을 훈련할 수 있도록 하는데 노트 구성의 중심을 두었다. 다양한 방면에서 노트를 활용할 수 있도록 노트 안에 여러 카테고리를 구분하여 제시하였다. 제시한 카테고리는 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 STEAM 노트의 구성

| 구분 | STEAM 노트의 구성 순서                        | 비고 |
|----|----------------------------------------|----|
| 1  | Reading 속에서 주제 찾기                      |    |
| 2  | 비교과 체험활동 속에서 주제 찾기                     |    |
| 3  | 동아리 활동 내용 중에서 주제 찾기                    |    |
| 4  | 평소 흥미가 있거나 전문적 관심을 가지고 있던 내용 중에서 주제 찾기 |    |
| 5  | 생활 속, 자신이 경험한 내용에서 주제 찾기               |    |
| 6  | 과학 관련 논문, 정기 간행물, 선행 연구물에서 주제 찾기       |    |
| 7  | 새로운 제품 개발에서 주제 찾기                      |    |
| 8  | 융합적인 학문 내용에서 주제 찾기                     |    |
| 9  | 우리의 전통 과학에서 주제 찾기                      |    |
| 10 | 아산 지역 특색에서 주제 찾기                       |    |
| 11 | 교과 내용 중 실재와 다른 내용으로 주제 찾기              |    |
| 12 | 민속 놀이에서 주제 찾기                          |    |
| 13 | 방송 프로그램이나 유튜브 동영상에서 주제 찾기              |    |

이 노트는 1학년에게 제작하여 나누어준 Reading & Research 포트폴리오 안에 함께 편철할 수 있도록 제작 단계부터 구멍을 뚫어 제작하였으며, 학생 과제연구 과정에서 활용할 수 있는 「연구 일지」 역시 함께 제작하였다.

## 나. 교사 학습 공동체를 중심으로 제시한 STEAM 노트

|                                    |                                                                                     |       |       |       |       |  |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--|
| 관련 주제(과목)                          | 1) Reading 속에서 주제찾기<br>(교과지문, 서적, 칼럼, 논문 읽기)                                        |       | 일시    |       | 확인    |  |
| STEAM<br>관련 영역                     | S(과학)                                                                               | T(기술) | E(공학) | A(예술) | M(수학) |  |
| 오늘의 자료<br>(Preview)                | 본인이 Reading 과정에서 얻은 자료나 선생님이 제시한 자료를 첨부하는 공간<br>(본문이 될 수도 있고, 그래프나 사진 자료 등을 제시하는 곳) |       |       |       |       |  |
| ↓                                  |                                                                                     |       |       |       |       |  |
| 관련 개념<br>정리하기                      | 본인이 선정한 자료 속에서 STEAM 개념(단어)을 추출하여 정리하는 곳<br>(STEAM 요소 적기)                           |       |       |       |       |  |
| ↓                                  |                                                                                     |       |       |       |       |  |
| 궁금한 점<br>5개 적어보기                   | 개념에서 궁금한 점이나 연구해보고 싶은 부분에 대해 의문을 제기하는 곳으로 5개 적어보기<br>(의문문으로 제시할 것)                  |       |       |       |       |  |
| ↓                                  |                                                                                     |       |       |       |       |  |
| 연구 주제<br>가설설정하기                    | 제시한 의문 중에 하나를 채택하여 예상 결론을 적어보기(가설설정)                                                |       |       |       |       |  |
| ↓                                  |                                                                                     |       |       |       |       |  |
| 탐구 설계<br>해보기                       | 논문 지도 DBpia <sup>2)</sup> 에서 관련 논문을 검색해보고,<br>연구 주제를 입증할 수 있는 탐구를 설계하는 곳            |       |       |       |       |  |
| ↓                                  |                                                                                     |       |       |       |       |  |
| 선생님과 친구들의<br>Feedback              | 각 과정에 대해 선생님과 친구들과의 교류를 통해 탐구과정을 수정해 나간다.                                           |       |       |       |       |  |
| ↓                                  |                                                                                     |       |       |       |       |  |
| 〈그림 4〉 과제연구 주제 선정을 위한 STEAM 【탐구노트】 |                                                                                     |       |       |       |       |  |

✧ **Tips** STEAM 노트 작성에 있어 학생들의 적극적인 참여를 독려하기 위해 본교에서는 수행평가 항목에 STEAM 노트를 반영하였다.

- 1) Reading은 관련 교과, 서적, 칼럼, 논문 등을 읽고 본인의 생각에 의문을 제기하고 문제를 인식하는 일련의 과정을 의미한다.
- 2) 논문검색 사이트로 【온양여고홈페이지】 → 【DBpia배너(홈페이지 하단)】 → 【기관회원(온양여고선택)】 → 【ID : ○○, PWD : ○○○】 순으로 입력하여 로그인한 후 검색활동을 실시할 수 있다.

💡 **Tips** 주제는 다음과 같은 요건을 가지고 있어야 한다.

### 좋은 주제의 구비 조건

| 관점  | 내용                                                                                                            |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 타당성 | <ul style="list-style-type: none"> <li>흥미를 끌 수 있고,</li> <li>폭이 좁고 깊이가 있으며,</li> <li>자료수집이 가능해야 한다.</li> </ul> |
| 참신성 | 독창적이고 시간적, 공간적으로 참신해야 한다                                                                                      |
| 중요성 | 연구의 가치가 있고, 삶에 기여할 수 있어야 한다.                                                                                  |

### 좋은 주제 구조

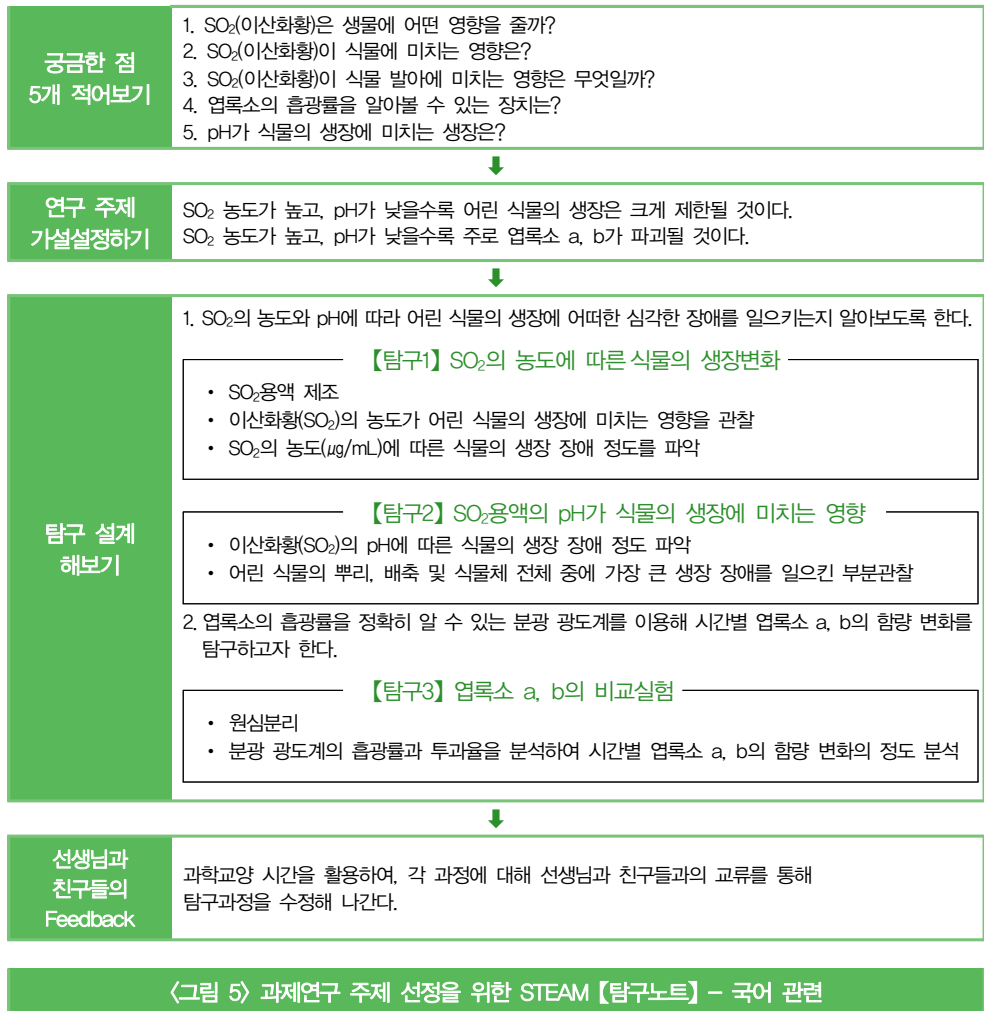
| 구분 | 독립 변인                        | 종속 변인                         |
|----|------------------------------|-------------------------------|
| 성질 | 투입                           | 결과                            |
| 형식 | ....을 사용해서                   | .....이 되었다                    |
| 예  | 장고의 공명통 조건에 따른<br>격자에 의해 생기는 | 음향적 고찰<br>물결무늬의 해석과 응용에 관한 연구 |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |               |            |            |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------|------------|------------|
| 관련 주제(과목)           | Reading 속에서 주제찾기<br>(교과지문, 서적, 칼럼, 논문 읽기)                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 일시    | 2017.4.20.(목) | 확인         |            |
| STEAM<br>관련 영역      | S(과학)<br>○                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | T(기술) | E(공학)         | A(예술)<br>○ | M(수학)<br>○ |
| 오늘의 자료<br>(Preview) | <b>미세먼지와 농작물 피해</b><br>미세먼지가 발생이다. 시야를 뿌연게 흐릴 뿐만 아니라, 치매를 유발할 수 있다는 사실이 밝혀져 국민들에게 불안감을 안기고 있다. 이에 국민들은 2015년 발생한 메르스 이후로 잘 쓰지 않던 마스크를 꺼내들기 시작했다. 미세먼지가 사계절 나날 것 없이 삶의 질을 떨어뜨리고 있는 것이다. 이러한 미세먼지는 인체뿐만 아니라 농작물에도 영향을 끼친다. 대기 중 이산화황이나 이산화질소가 많이 묻어있는 미세먼지는 산성비를 내리게 해 토양과 물을 산성화시켜 토양 황폐화와 산림수목과 식생의 손상 등을 일으킨다....(중략)..<br>신문기사 발췌 2017. 04. 14 |       |               |            |            |



|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 관련 개념<br>정리하기 | <b>SO<sub>2</sub></b> : 수증기와 함께 결합해 황산이 되는데, 황산은 아연, 철 등의 금속을 부식시킬 뿐만 아니라 비와 섞여 산성비가 된다.<br><b>엽록소a</b> : 엽록체 안에 들어있는 주색소로 주로 청자색광(430~460nm)과 적색광(630~680nm)의 빛에너지를 흡수한다.<br><b>황백색 반점</b> : 엽록소를 파괴시켜 페오피틴(pheophytin)과 Mg <sup>2+</sup> 이온으로 분해시켜 식물의 잎이 말라 가는 현상<br><b>분광광도계</b> : 엽록소의 흡광률(빛의 흡수율)을 조사하는 장치 |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|





## 오늘의 자료 (Preview)

Security or speed? When it comes to getting through the airport, travelers have found it's one or the other. Now biometrics may offer the solution to getting both at the same time. Passengers flying with Cathay Pacific and Emirates from London's Heathrow are being invited to take part in a trial of 'My Sense', the latest in biometric recognition systems. The security of a country's borders is one reason why this new technology is being introduced. Another is one reason why this new technology is being introduced. .... It is, however, clear that in the years ahead the ticket for getting into most countries will be your fingerprint and your eye. That's the passport to the future.



## 관련 개념 정리하기

**생체 인식 기술** : 개개인으로부터 평생 불변과 만인부동의 특징을 찾아 이를 자동화된 수단으로 등록하여 제시한 정보와 비교/판단하는 기술. 얼굴모양 홍채, 망막, 정맥, 지문, DNA 등의 신체적 방법과 서명, 음성, 걸음걸이 등의 행동학적 특성을 이용하는 방법으로 분류할 수 있다.

**홍채** : 사람의 홍채는 신체적으로 상당한 특징이 있는 유기체 조직으로, 쌍둥이들도 다른 홍채 패턴들을 가지고 있고, 통계학적으로도 DNA 분석보다 정확하다고 알려져 있다. 그리고 외상 또는 아주 드문 병을 제외하고는 홍채는 사람의 일생 동안 변화되지 않으므로 활용 범위가 넓다.

**지문** : 지문 인식은 범죄수사와 같은 실제업무에서도 20여년 전부터 활용되어 왔으며, 생체 인식 분야 중 가장 오래되고 일반화된 기술이다. 체이스맨해튼, 시티뱅크 등 대규모 금융기관에서는 현금자동지급기(ATM)의 고객인증을 위해 지문인식 시스템을 활용하고 있다.



## 궁금한 점 5개 적어보기

1. 생체 인식을 위해 활용할 수 있는 신체적 특징은 무엇이 있을까?
2. 상업적으로 활용되고 있는 생체 인식 기술의 예는 무엇이 있을까?
3. 쌍둥이의 지문은 같을까?
4. 우리 학년 학생들의 지문은 어떤 모양이 많을까?
5. 콘택트렌즈 착용이 홍채 인식에 영향을 줄까?



## 연구 주제 가설설정하기

쌍둥이도 지문은 다를 것이다.  
쌍둥이의 지문은 다르지만 비슷한 유형을 가지고 있을 것이다.



## 탐구 설계 해보기

1. 학교 내 쌍둥이들의 지문을 구하여 비교 분석한다.

### 【탐구1】 쌍둥이의 지문 비교 분석

- 학교 내 쌍둥이들을 조사한다.
- 쌍둥이들의 동의를 얻어 지문을 채취한다.
- 기존의 알려진 지문 분류법에 의하여 지문을 분석해본다.

2. 콘택트렌즈와 홍채 인식과의 관계

### 【탐구2】 콘택트렌즈와 홍채 비교실험

- 콘택트렌즈를 착용하기 전 홍채를 스마트폰으로 촬영한다.
- 콘택트렌즈를 착용하고 홍채를 스마트폰으로 촬영한다.
- 두 사진을 크게 확대하여 차이점을 비교한다.



## 선생님과 친구들의 Feedback

과학교양 시간을 활용하여, 각 과정에 대해 선생님과 친구들과의 교류를 통해 탐구과정을 수정해 나간다.

〈그림 6〉 과제연구 주제 선정을 위한 STEAM 【탐구노트】 - 영어 관련

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |       |               |       |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|---------------|-------|
| 관련 주제(과목)                | Reading 속에서 주제찾기<br>(교과지문, 서적, 칼럼, 논문 읽기)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       | 일시    | 2017.4.20.(목) | 확인    |
| STEAM<br>관련 영역           | S(과학)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | T(기술) | E(공학) | A(예술)         | M(수학) |
|                          | ○                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |       |               | ○     |
| 오늘의 자료<br>(Preview)      | <p style="text-align: center;"><b>수열이 무엇인지 알아봅시다</b></p> <p>1. 어느 실험실에서 연구를 위해 세균을 기르고 있다. 이 세균은 1분이 지날 때마다, 그 수가 2배로 증가한다고 한다. 작은 병 안에 처음 세균이 1마리가 있었다. 시간이 지날수록 세균의 수가 얼마나 증가할까?</p> <p>2. 어떤 새끼 토끼 한 쌍이 있습니다. 이 토끼들은 한 달만 자라면 어른 토끼가 되고, 새끼를 매달 한 쌍씩 낳을 수 있습니다. 이후에 태어난 토끼들도 마찬가지로 출생 두 달 후부터 한 쌍의 토끼를 낳았습니다. 토끼가 한 마리도 죽지 않았다고 할 때 10개월 후 토끼는 모두 몇 쌍일까요?</p>                                                                                                                                                                                                                                  |       |       |               |       |
| 관련 개념<br>정리하기            | <p><b>피보나치 수열</b> : 직전 두 항의 합이 바로 다음 항이 되는 형태이다. 예를 들면 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ....</p> <p><b>임 차례</b> : 식물의 줄기에 잎이 달리는 순서를 말한다. 잎은 줄기의 돌레에 규칙적으로 배열되는데, 그 규칙성은 다양하게 존재하며, 식물 종류에 따라 일정한 경향이 있다.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |       |               |       |
| 궁금한 점<br>5개 적어보기         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 자연물 관찰에서 발견한 규칙성은 무엇일까요?</li> <li>2. 피보나치 수열은 무엇일까요?</li> <li>3. 피보나치 수열이 나타나 있는 자연 현상은 무엇이 있을까요?</li> <li>4. 피보나치 수열이 임차례에 나타나는 이유는 무엇일까요?</li> <li>5. 잎 차례의 종류에는 어떤 것들이 있을까요?</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |       |               |       |
| 연구 주제<br>가설설정하기          | <p>잎 차례에 피보나치 수열이 적용되는 식물 분류군과 그렇지 않은 분류군이 있을 것이다.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |       |               |       |
| 탐구 설계<br>해보기             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 학교에서 자라고 있는 식물들의 잎 차례 관찰 <div> <p style="text-align: center;"><b>【탐구1】 잎 차례에 적용된 피보나치 수열 확인</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학교 내 자생 식물들의 잎을 사진 찍어 비교한다.</li> <li>• 잎 차례의 종류를 알아본다.</li> <li>• 이 중 피보나치수열이 적용된 잎 차례를 알아본다.</li> </ul> </div> </li> <li>2. 피보나치 수열이 적용된 잎 차례 만들어 보기 <div> <p style="text-align: center;"><b>【탐구2】 피보나치 임차례 나무 만들기</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 종이, 각도기, 자, 칼, 풀 등을 준비한다.</li> <li>• 피보나치 임차례 나무를 만들어 본다.</li> <li>• 식물에게 있어 이런 피보나치 잎 차례가 왜 유익한지 생각해보기</li> </ul> </div> </li> </ol> |       |       |               |       |
| 선생님과<br>친구들의<br>Feedback | <p>과학교양 시간을 활용하여, 각 과정에 대해 선생님과 친구들과의 교류를 통해 탐구과정을 수정해 나간다.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |       |               |       |

〈그림 7〉 과제연구 주제 선정을 위한 STEAM 【탐구노트】 - 수학 관련

| 관련 주제(과목)           | Reading 속에서 주제찾기<br>(교과지문, 서적, 칼럼, 논문 읽기)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       | 일시    | 2017.4.20.(목) | 확인    |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|---------------|-------|
| STEAM<br>관련 영역      | S(과학)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | T(기술) | E(공학) | A(예술)         | M(수학) |
|                     | ○                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ○     | ○     | ○             |       |
| 오늘의 자료<br>(Preview) | <p>새로 중흥한 송례문에 단청을 했다. 조선의례에 기록된 내용을 보면 단청을 한 후에는 명유(明油)를 칠하여 마감하였다. 명유는 생 들기름을 무명석과 백반을 넣고 끓여 만든 것이지만 지금은 그 맥이 끊겨 아무도 명유제조 방법도 모르며 사용하지도 않는다. 생 들기름을 그대로 단청 위에 사용하면 일주일 후에도 들기름이 마르지 않아 냄새가 심하고 먼지가 많이 들러 붙는다. 명유에 숨겨진 기술을 현대과학으로 설명하면, 생 들기름은 고분자화가 될 수 있는 화학분자구조를 갖고 있으며, 무명석은 그 주성분이 이산화망간으로서 고분자화를 촉진하는 촉매작용을 한다. 명유는 생 들기름이 고분자화된 것이며, 단청을 빗물이나 습기, 해충으로부터 보호하는 역할을 한 것이다. 이런 전통 소재와 기술을 이용하여 물의 침입을 방지하는 발수코팅제를 개발할 수 있을 것이다. 지금은 방바닥재로 비닐 같은 고분자 화학제품을 사용하지만, 전통적으로 방바닥을 한지를 여러 겹 바르고 콩기름이나 들기름을 먹여 사용하였다. 그래서 방바닥을 물걸레도 닦을 수 있었고 오랫동안 사용할 수 있었던 것이다.</p> <p>한호규 단장/한국과학기술연구원(KIST) 전통문화과학기술연구단</p> |       |       |               |       |



|               |                                                                                                     |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 관련 개념<br>정리하기 | <p><b>밀타승</b> : 일산화납</p> <p><b>활석</b> : 무르고 부드러운 규산염 광물</p> <p><b>백반</b> : 명반석을 가공하여 얻은 결정형의 약제</p> |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|



|                  |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 궁금한 점<br>5개 적어보기 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 명유(明油)의 제조 방법은 문헌 속에 어떻게 소개되었을까?</li> <li>2. 과거 조상들이 방수 처리를 한 방법들에는 무엇이 있을까?</li> <li>3. 명유 속 밀타승, 활석, 백반이 한 역할은 무엇일까?</li> <li>4. 전통 기법의 명유를 재현할 수 있을까?</li> <li>5. 들기름을 대체할 수 있는 것은 무엇일까?</li> </ol> |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



|                 |                                                    |
|-----------------|----------------------------------------------------|
| 연구 주제<br>가설설정하기 | 천연 기름을 활용하면 휘발성 유기화합물(VOC)가 없는 발수처리액을 만들 수 있을 것이다. |
|-----------------|----------------------------------------------------|



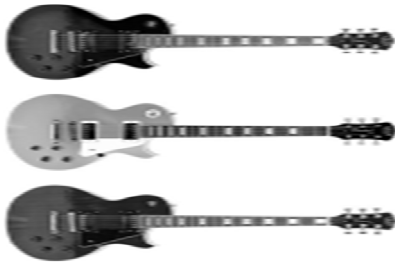
|              |                                                                                                                                                                        |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 탐구 설계<br>해보기 | <p>【탐구1】 전통 명유의 재현하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 들기름, 백반을 준비한다.</li> <li>• 들기름과 백반을 다양한 비율로 섞어 끓여본다.</li> <li>• 종이에 바르고 방수 효과를 비교한다.</li> </ul>       |
|              | <p>【탐구2】 들기름 대체품 찾기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 다양한 식물성 기름들을 준비한다.</li> <li>• 각각의 기름들로 명유를 제작해 본다.</li> <li>• 각 결과물들을 종이에 바르고 방수 효과를 비교한다.</li> </ul> |





|                          |                                                          |
|--------------------------|----------------------------------------------------------|
| 선생님과<br>친구들의<br>Feedback | 과학교양 시간을 활용하여, 각 과정에 대해 선생님과 친구들과의 교류를 통해 탐구과정을 수정해 나간다. |
|--------------------------|----------------------------------------------------------|

### 〈그림 8〉 과제연구 주제 선정을 위한 STEAM 【탐구노트】 - 역사 관련

|                     |                                                                                                                                                                                                                                         |       |       |               |       |  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|---------------|-------|--|
| 관련 주제(과목)           | Reading 속에서 주제찾기<br>(교과지문, 서적, 칼럼, 논문 읽기)                                                                                                                                                                                               |       | 일시    | 2017.4.20.(목) | 확인    |  |
| STEAM<br>관련 영역      | S(과학)                                                                                                                                                                                                                                   | T(기술) | E(공학) | A(예술)         | M(수학) |  |
|                     | ○                                                                                                                                                                                                                                       | ○     | ○     | ○             |       |  |
| 오늘의 자료<br>(Preview) | <p>전기 기타는 현의 진동을 픽업에서 전기 신호로 바꾸어 앰프로 소리를 내는 악기이다. 보통은 일렉 기타라는 표현을 많이 쓴다. 한편, 전자 기타라고 표현하는 경우 종종 보이는데, 이는 틀린 용어다.<br/>-위키 백과/ 소리, 공기의 질주(동아 사이언스)</p>  |       |       |               |       |  |



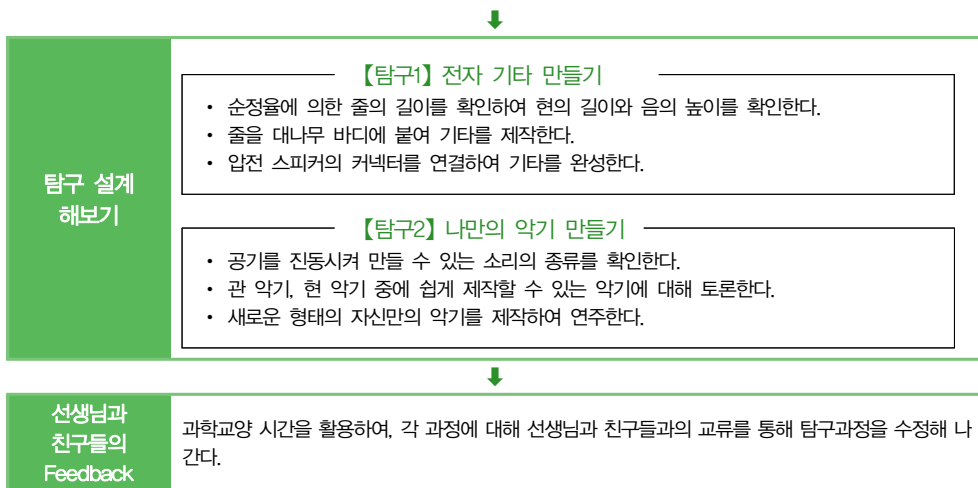
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 관련 개념<br>정리하기 | <p><b>압전 스피커</b> : 압전 스피커는 휴대폰이나 전자 멜로디에 사용되는 얇은 스피커로, 파에조 스피커라고도 한다. 압전성 물질인 흰 부분에 전기를 가하면 진동이 발생한다.</p> <p><b>현의 길이에 따른 소리의 높이</b> : 피타고라스는 도레미파솔라시도 각 음에 해당하는 현의 길이 비를 제시했는데, 이 길이 비에 해당하는 음계를 그의 이름을 따서 피타고라스 음계라고 한다.</p> <p><b>평균율</b> : 모든 음의 음정관계를 균등하게 만든 음계이다. '도'와 한 옥타브 위의 '도'의 진동수는 1:2 비율이다.</p> |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



|                  |                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 궁금한 점<br>5개 적어보기 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 전기 신호를 소리를 바꾸는 방법의 원리는?</li> <li>2. 진동수에 영향을 주는 요인은?</li> <li>3. 현의 진동을 이용한 악기는 무엇이 있을까?</li> <li>4. 기타의 바디가 하는 역할은 무엇인가?</li> <li>5. 전기를 이용한 악기에는 무엇이 있을까?</li> </ol> |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



|                 |                                          |
|-----------------|------------------------------------------|
| 연구 주제<br>가설설정하기 | 다양한 현의 종류와 바디를 이용하여 나만의 악기를 만들 수 있을 것이다. |
|-----------------|------------------------------------------|



〈그림 9〉 과제연구 주제 선정을 위한 STEAM 【탐구노트】 - 음악 관련

## 다. 교사학습공동체를 중심으로 한 수업자료 개발

### 1) 독서 나눔을 통한 과제연구 지도 방법 공유

전교사를 대상으로 ‘고등학생을 위한 연구주제 찾기(장성식)’을 읽고 과학중점 학교 교사로서 학생 과제연구 지도 노하우를 습득하고 공유하였다. STEAM 노트의 가장 중요한 요소인 오늘의 자료를 제시하는 방법으로 사설, 칼럼, 교과서 속에서 탐색(QR코드 제시)하는 방법과 브레인스토밍과 마인드맵 작성을 통한 탐색활동의 확장 그리고 변수찾기와 변수이어주기 등 STEAM 노트에 적용에 필요한 서로 의견을 교류하고 수업시간에 적용하였다.

**Tip** 직관적인 단어나 문장만을 사용한 1차원 변수를 찾는 것이 먼저 익숙해지면 주변과 연관 지어 통찰력을 발휘해서 찾아낸 문장이나 단어를 사용한 2차원 변수를 찾아보도록 한다.

마지막으로 지금까지 찾은 변수를 가지고 선행연구를 찾는 과정을 진행할 수도 있다. 국회도서관, 구글, 위키피디아, 논문 검색 사이트(본교에서 계약한 DBpia) 등을 활용할 수 있도록 안내한다.

### 2) STEAM 요소가 적용된 자료의 조사

각 교과 내용 속에서 STEAM 교육을 할 수 있는 STEAM 요소의 분석을 먼저 실시하였다. 교사학습공동체에서 함께 찾아낸 STEAM 요소는 <표 2>와 같다.

\* 글에서 탐색하기 예시 (QR 코드 활용)

〈표피세포 모양 따라서도 꽃의 색깔 달라져〉



과학자들이 인위적으로 푸른색을 만들어내기까지 무려 20여 년이 걸렸다. 그 이유는 꽃잎의 색을 결정하는 변수가 너무 많아서다.

델피니딘 같은 색소는 주로 잎의 표피세포에 존재한다. 잎은 크게 상면표피, 책상조직, 해면조직, 하면표피의 4개 조직으로 나누는데, 표피세포에는 상면표피와 하면표피가 포함된다. 색소는 주로 상면표피에 저장돼 있다. 하지만 어두운 색의 꽃잎에서는 하면표피와 책상조직에서도 색소가 발견된다.

가령 푸른색의 무스카리(Grape hyacinth)는 책상조직에, 튤립은 하면표피에 색소가 있다. 해면조직에는 색소가 없지만, 두께와 밀도가 꽃잎의 채도에 영향을 준다. 해면조직이 두껍고 밀도가 높으면 꽃잎 색이 얼어진다. 표피세포의 모양도 중요하다. 잎의 표피세포가 원뿔형이면 세포 표면에서 빛을 많이 흡수하기 때문에 꽃잎의 색이 진하고 어두워진다. 반면, 편평한 형태의 표피세포는 빛을 많이 반사해 색이 얼어진다. 이는 온도와도 관련이 있다. 온도가 섭씨 30도 이상이면 표피세포는 납작한 모양으로 바뀐다. 반면 섭씨 10~20도에서는 상면표피의 두께가 두꺼워져 잎의 색이 진해진다.

[네이버 지식백과] 내가 진정한 파란 꽃 - 유전자 조작 국화 (생물산책)

\* 탐색한 내용을 적어주세요

〈그림 10〉 글에서 변수 찾기

〈표 2〉 교과 속 STEAM 요소

| 교과 | 활동 주제                                           | STEAM 요소   |
|----|-------------------------------------------------|------------|
| 국어 | 문학 언어와 과학 언어의 차이점과 공통점                          | 문학, 과학     |
| 경제 | 수요의 변화와 시장가격                                    | 경제, 수학     |
| 역사 | 수원 화성의 건축미와 거중기의 쓰임새                            | 과학, 국사     |
| 지리 | 구글 어스를 이용한 다양한 지형 경관 알아보기                       | 지구과학, 지리   |
| 사회 | 조선 전기의 과학의 발전                                   | 역사, 기술, 물리 |
| 수학 | 무게 중심의 수학적 고찰                                   | 수학, 과학, 기술 |
| 체육 | 베르누이 원리와 마그누스 효과를 통한 회전과 휘어짐                    | 과학, 체육     |
| 영어 | Insects and Flowers ; The Life of Maria Sibylla | 영어, 과학, 미술 |
| 미술 | 건축 속의 과학                                        | 기술, 과학, 미술 |

3) 교사 학습 공동체를 통한 교수학습 과정안 및 수업자료집 제작

전 교과 교사를 대상으로 STEAM 요소가 들어간 교수·학습 지도안을 수집하고 이를 활용하여 수업 공개의 날을 운영하였다. 이 때 제작한 교수-학습과정의 개요는 다음과 같다.

## STEAM 교수·학습 과정안

## I 교수·학습과정 개요

|                   |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |     |      |       |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|------|-------|
| 단원명               | Ⅲ. 도형의 방정식<br>01. 원의 방정식                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 대상학급 | 1-7 | 차시   | 61/85 |
|                   |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 수업장소 | 1-7 | 수업교사 | 양○인   |
| 학습 주제             | <div> <div> </div> <div> </div> <div> </div> </div> <p> <span>맨홀 뚜껑이 왜 둥근모양일까? 발표하기</span><br/> <span>원의 넓이를 측정한 고대 이집트인들의 방법을 보고 느낀점을 발표하기</span><br/> <span>데카르트의 좌표축의 발견으로 정의한 원의 방정식을 활용하기</span> </p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |     |      |       |
| 학습 목표             | 1. 원의 방정식에 대해 설명할 수 있다.                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |     |      |       |
| STEAM<br>과목<br>요소 | S                                                                                                                                                                                                          | <div> <div> </div> <div> </div> <div> </div> </div> <p> <span>맨홀 뚜껑, 냄비의 바닥, 둥근 모양의 점시, 방패모양</span> </p>                                                                                                                                                                            |      |     |      |       |
|                   | M                                                                                                                                                                                                          | <div> <div> </div> <div> </div> <div> </div> </div> <p> <span>원의 여러 가지 성질</span> </p>                                                                                                                                                                                               |      |     |      |       |
|                   | A                                                                                                                                                                                                          | <div> <div> </div> <div> </div> <div> </div> </div> <p> <span>자료 “원의 넓이를 측정한 방법”, “데카르트의 좌표축의 발견”, “원의 실용성”</span> </p>                                                                                                                                                             |      |     |      |       |
| STEAM<br>단계<br>요소 | 오늘의<br>자료 제시                                                                                                                                                                                               | <div> <div> </div> <div> </div> <div> </div> </div> <p> <span>고대 이집트인들은 원의 넓이를 어떻게 구했을까?</span><br/> <span>데카르트의 좌표축의 발견으로 정의한 원의 방정식 발견자료를 보여준다.</span><br/> <span>맨홀 뚜껑이 왜 둥글까?의 MS사 입사시험 신문 기사를 제시한다.</span> </p>                                                                |      |     |      |       |
|                   | 질문 4개<br>유도                                                                                                                                                                                                | <div> <div> </div> <div> </div> <div> </div> </div> <p> <span>맨홀 뚜껑이 왜 둥글까? 질문을 생각해볼도록 한다.</span><br/> <span>원이 실용적이고 효율적인 도형인 이유는 무엇일까? 질문을 만들어보도록 한다.</span><br/> <span>파이값을 모르던 고대 이집트인들은 원의 넓이를 어떻게 구했을까?</span><br/> <span>원의 실용적이고 효율적인 성질을 활용한 실생활 물건들은 무엇이 있을까?</span> </p> |      |     |      |       |
|                   | 연구 주제<br>선정                                                                                                                                                                                                | <div> <div> </div> <div> </div> <div> </div> </div> <p> <span>원의 실용적이고 효율적인 성질을 파악하고, 실생활에 활용할 수 있는 물건들을 창의적으로 생각해보자</span> </p>                                                                                                                                                    |      |     |      |       |
| 수업 모형             | <div> <div> </div> <div> </div> <div> </div> </div> <p> <span>그룹형태의 스캅활용 모형</span> </p>                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |     |      |       |
| 수업 자료 및<br>활용 계획  | <div> <div> </div> <div> </div> <div> </div> </div> <p> <span>EBS 클립뱅크 동영상자료 활용</span> </p>                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |     |      |       |
| 지도상 유의점           | <div> <div> </div> <div> </div> <div> </div> </div> <p> <span>원이라는 단어가 의미하는 뜻이 여러 가지임을 설명하여 용어의 사용에 혼동이 없도록 한다.</span><br/> <span>좌표를 이용하여 원의 방정식을 나타내고, 이 방정식에 익숙해지도록 반복하여 연습하게 한다.</span> </p>           |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |     |      |       |

● : Science 과학, ● : Technology 기술, ● : Engineering 공학, ● : Art 예술, ● : Math 수학

오늘의 자료 제시 :

CD : Creative Design 창의적 설계, 주어진 상황에서 창의성, 효율성, 경제성, 심미성을 발현하여 최  
적의 방안을 찾아 문제를 해결하는 종합적인 과정

ET : Emotional Touch 감성적 체험, 학습에 대한 긍정적 감정을 하는 것이다. 학습에 대한 흥미 자신  
감, 지적 만족감, 성취감 등을 느껴 학습에 대한 느끼고 성공의 경험을 동기유발, 욕구, 열정,  
몰입의 의지가 생기고 개인적 의미를 발견하여 선순환적인 자기 주도적 학습이 가능하게 하는  
모든 활동과 경험

## 〈그림 11〉 STEAM 교수학습 과정안 1

## STEAM 교수·학습과정안

## I 교수·학습과정 개요

|                   |              |                                                                                                                                        |      |     |      |      |
|-------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|------|------|
| 단원명               |              | 3. 삶을 채우는 똑똑한 독서<br>(2) 여러 가지 독서 방법<br>- 두 얼굴의 에너지                                                                                     | 대상학급 | 1-5 | 차시   | 5/11 |
|                   |              |                                                                                                                                        | 수업장소 | 1-5 | 수업교사 | 유○식  |
| 학습 주제             |              | <ul style="list-style-type: none"> <li>☑ 독서의 과정 이해하고 적용하기</li> <li>☑ 독서의 과정 중 질문을 통한 독서의 장점 이해하기</li> <li>☑ 각 모둠별 토의 후 발표하기</li> </ul> |      |     |      |      |
| 학습 목표             |              | 1. 글의 내용을 파악하고 이를 정리할 수 있다.<br>2. SQ3R을 활용하여 글을 읽고 그 결과를 정리할 수 있다.                                                                     |      |     |      |      |
| STEAM<br>과목<br>요소 | S            | ☑ 에너지가 인간에 미치는 양면성                                                                                                                     |      |     |      |      |
|                   | T/E          | ☑ 인간이 에너지를 활용한 기술은 어디까지 왔는가                                                                                                            |      |     |      |      |
| STEAM<br>단계<br>요소 | 오늘의<br>자료 제시 | □ UCC자료를 제시한 후 에너지의 두 얼굴에 대해 생각하도록 한다.<br>□ 에너지의 두 얼굴에 대한 다른 읽기자료를 제시한다.                                                               |      |     |      |      |
|                   | 질문 5개<br>유도  | □ 에너지의 장단점에는 어떤 것들이 있을까?<br>□ 자연을 보호하면서 에너지를 효율적으로 활용할 수 있는 방법에는 무엇이 있을까?                                                              |      |     |      |      |
|                   | 연구 주제<br>선정  | □ 효율적인 에너지 활용방안                                                                                                                        |      |     |      |      |
| 수업 모형             |              | 모둠별 토의 및 발표                                                                                                                            |      |     |      |      |
| 수업 자료 및<br>활용 계획  |              | UCC와 PPT 및 읽기자료 활용                                                                                                                     |      |     |      |      |
| 지도상 유의점           |              | ☑ 모둠별 토의시 소외된 학생이 없이 모든 학생들이 활동할 수 있도록 한다.<br>☑ 독서의 과정에 대해 이해할 수 있도록 지도한다.                                                             |      |     |      |      |

Ⓢ : Science 과학, Ⓣ : Technology 기술, ⓔ : Engineering 공학, ⓐ : Art 예술, Ⓜ : Math 수학

오늘의 자료 제시 :

**CD** : Creative Design 창의적 설계, 주어진 상황에서 창의성, 효율성, 경제성, 심미성을 발현하여 최적의 방안을 찾아 문제를 해결하는 종합적인 과정

**ET** : Emotional Touch 감성적 체험, 학습에 대한 긍정적 감정을 하는 것이다. 학습에 대한 흥미 자신감, 지적 만족감, 성취감 등을 느껴 학습에 대한 느끼고 성공의 경험을 동기유발, 욕구, 열정, 몰입의 의지가 생기고 개인적 의미를 발견하여 선순환적인 자기 주도적 학습이 가능하게 하는 모든 활동과 경험

## 〈그림 12〉 STEAM 교수·학습 과정안 2

## STEAM 교수·학습과정안

## I 교수·학습과정 개요

|                   |              |                                                                                                                                                                                                                                       |              |            |            |            |
|-------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|------------|------------|
| 단원명               |              | IV-1. 환경 변화와 인간<br>1. 과학 기술의 발달과 정보화                                                                                                                                                                                                  | 대상학급<br>수업장소 | 1-7<br>1-7 | 차시<br>수업교사 | 1/3<br>이○지 |
| 학습 주제             |              | <div> <div> <div></div> <div>과학기술의 발달이 사회에 미친 영향 파악하기</div> </div> <div> <div></div> <div>과학기술의 도덕성에 관련된 영화 “아일랜드”를 감상하고 느낀 점을 토론허기</div> </div> <div> <div></div> <div>과학기술의 바람직한 활용방안에 대한 자신의 생각 발표하기</div> </div> </div>           |              |            |            |            |
| 학습 목표             |              | <div> 1. 과학 기술의 발달이 인간 생활과 환경에 미친 영향을 다양한 사례를 통해 알 수 있다.<br/> 2. 과학 기술을 바람직하게 활용하는 방안을 파악할 수 있다. </div>                                                                                                                               |              |            |            |            |
| STEAM<br>과목<br>요소 | S            | <div> <div></div> <div>과학기술의 양면성</div> </div>                                                                                                                                                                                         |              |            |            |            |
|                   | T/E          | <div> <div></div> <div>농업혁명, 산업혁명, 디지털혁명, 4차 산업혁명</div> </div>                                                                                                                                                                        |              |            |            |            |
|                   | A            | <div> <div></div> <div>영화 “아일랜드”</div> </div>                                                                                                                                                                                         |              |            |            |            |
| STEAM<br>단계<br>요소 | 오늘의<br>자료 제시 | <div> <div> <div></div> <div>알파고와 이세돌의 대국 사진을 제시한다.</div> </div> <div> <div></div> <div>영화 ‘아일랜드’ 속에서 생명 복제의 윤리성에 관련한 장면을 보여준다.</div> </div> <div> <div></div> <div>인공지능 등 4차 산업혁명에 이른 현대사회에 대한 본인의 생각을 발표하도록 한다.</div> </div> </div> |              |            |            |            |
|                   | 질문 5개<br>유도  | <div> <div> <div></div> <div>과학기술의 양면성을 바탕으로 기술 활용에 대한 찬성 반대 입장의 질문을 만들어보도록 한다.</div> </div> </div>                                                                                                                                   |              |            |            |            |
|                   | 연구 주제<br>선정  | <div> <div> <div></div> <div>과학기술의 양면성을 고려한 바람직한 활용방안을 탐구해본다.</div> </div> <div> <div></div> <div>과학자의 윤리의식과 기술 활용에 대해 탐구해본다.</div> </div> </div>                                                                                     |              |            |            |            |
| 수업 모형             |              | 토의 및 발표                                                                                                                                                                                                                               |              |            |            |            |
| 수업 자료 및<br>활용 계획  |              | 영상자료와 PPT 및 읽기자료 활용                                                                                                                                                                                                                   |              |            |            |            |
| 지도상 유의점           |              | <div> <div> <div></div> <div>영상자료 및 PPT가 효과적으로 전달될 수 있도록 미리 점검한다.</div> </div> <div> <div></div> <div>소외되는 학생 없이 자신의 생각을 적극적으로 모두가 표현할 수 있도록 한다.</div> </div> </div>                                                                  |              |            |            |            |

● : Science 과학, ● : Technology 기술, ● : Engineering 공학, ● : Art 예술, ● : Math 수학

오늘의 자료 제시 :

CD : Creative Design 창의적 설계, 주어진 상황에서 창의성, 효율성, 경제성, 심미성을 발현하여 최적인 방안을 찾아 문제를 해결하는 종합적인 과정

ET : Emotional Touch 감성적 체험, 학습에 대한 긍정적 감정을 하는 것이다. 학습에 대한 흥미 자신감, 지적 만족감, 성취감 등을 느껴 학습에 대한 느끼고 성공의 경험을 동기유발, 욕구, 열정, 몰입의 의지가 생기고 개인적 의미를 발견하여 선순환적인 자기 주도적 학습이 가능하게 하는 모든 활동과 경험

## 〈그림 13〉 STEAM 교수·학습 과정안 3

## STEAM 교수·학습 과정안

## I 교수·학습과정 개요

|                   |              |                                                                                                                                                                                                                         |      |      |      |     |
|-------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|-----|
| 단원명               |              | Lesson 4 Health Guide                                                                                                                                                                                                   | 대상학급 | 1-11 | 차시   | 6/8 |
|                   |              |                                                                                                                                                                                                                         | 수업장소 | 1-11 | 수업교사 | 허○연 |
| 학습 주제             |              | <ul style="list-style-type: none"> <li>To underline the most important information to us</li> <li>The best way to prevent our immune system</li> <li>To read health Guide and find several kinds of viruses.</li> </ul> |      |      |      |     |
| 학습 목표             |              | 1. Students will be able to understand the main text.<br>2. Students will be able to speak some tips to keep their health.                                                                                              |      |      |      |     |
| STEAM<br>과목<br>요소 | r            | To identify various types of diseases                                                                                                                                                                                   |      |      |      |     |
|                   | S            | The relationship between science and diseases                                                                                                                                                                           |      |      |      |     |
| STEAM<br>단계<br>요소 | 오늘의<br>자료 제시 | <ul style="list-style-type: none"> <li>To present health-related contents</li> <li>To provide articles about disease</li> </ul>                                                                                         |      |      |      |     |
|                   | 질문 5개<br>유도  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Let's think about how to protect us from many kinds of pathogens</li> <li>For scientific evidence, Let's write some tips to keep our health</li> </ul>                           |      |      |      |     |
|                   | 연구 주제<br>선정  | <ul style="list-style-type: none"> <li>We will be able to scan the text to find specific information and learn how to protect us against different types of viruses.</li> </ul>                                         |      |      |      |     |
| 수업 모형             |              | Lecture and discussion class                                                                                                                                                                                            |      |      |      |     |
| 수업 자료 및<br>활용 계획  |              | Students will be able to read and keep their immune system in top condition.                                                                                                                                            |      |      |      |     |
| 지도상 유의점           |              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Let them think about serious diseases that threaten humanity</li> <li>Find out the correlation between disease reduction and scientific development</li> </ul>                   |      |      |      |     |

S : Science 과학, T : Technology 기술, E : Engineering 공학, A : Art 예술, M : Math 수학

오늘의 자료 제시 :

**CD** : Creative Design 창의적 설계, 주어진 상황에서 창의성, 효율성, 경제성, 심미성을 발현하여 최적의 방안을 찾아 문제를 해결하는 종합적인 과정

**ET** : Emotional Touch 감성적 체험, 학습에 대한 긍정적 감정을 하는 것이다. 학습에 대한 흥미 자신감, 지적 만족감, 성취감 등을 느껴 학습에 대한 느끼고 성공의 경험을 동기유발, 욕구, 열정, 몰입의 의지가 생기고 개인적 의미를 발견하여 선순환적인 자기 주도적 학습이 가능하게 하는 모든 활동과 경험

## 라. STEAM 노트를 통한 지속적 feedback 활성화

- 1) 학생들 사이의 지속적 feedback : 과학교양과 과학융합 수업 시간 중 STEAM 노트 작성 내용을 발표하여 학생들 스스로 문제점을 파악하고, 과제 연구에 적합한 주제를 선정하는 능력을 익히도록 하였다. 다른 조의 발표 내용 중에 궁금한 점, 잘된 점, 잘못된 점을 중심으로 토론할 수 있는 시간을 마련하였다.
- 2) 학생과 교사들 사이의 지속적 feedback : 과제 연구 분야별로 멘토 교사를 지정하여 STEAM 노트 작성 과정을 지속적으로 점검하고 전문적인 지도가 이루어지도록 하였다.



〈그림 15〉 주제 탐색 활동



〈그림 16〉 과제 연구 주제 발표



〈그림 17〉 교사들과 학생들의 지속적 feedback 모습

특히 지도 과정에서 연구 가치가 있고 탐구 설계가 실현 가능한 주제를 이끌어 내도록 안내하였다. 잘못된 주제 선정의 문제점이 무엇인지 구체적으로 설명하여 학생 탐구 능력 성장에 도움을 주는데 중점을 두었다. 실제적인 노트 작성 및 활용의 예는 다음과 같다.



[illegible][illegible][illegible]

| 관련<br>문항(과목)            | Reading 속해서 주제 찾기<br>(교과 지문, 식별, 활용, 문제 읽기)                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |      | 일시<br>2017. 12. 18 | 학<br>년 |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|--------------------|--------|
|                         | STEAM<br>관련 영역                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | (과학) | (기술) | E(공학)              | A(예술)  |
| 오류의<br>지표<br>(Preview)  | 이명익이 직접은 잘못될 새 등으로 여겨 만든 지붕재 또는 그 지붕을 말한다. 어떤<br>것으로 사들인지는 지붕 새 비어있어 가까운 장경이 있고 분할 및 단열코팅과 놓여<br>있다고 알려 주었다. 이 명익이 된 부분으로 한 공금 정도의 분할을 세기나 여러 가지<br>으로 잘못 되었다. 지붕재에 많 수 있도록 가능한 것을 한 줄 명기 이명익이라고 지붕재<br>가운데 걸려있는 사람은 유머를이라고 부른다. 유머라는 한 줄 명기 이명을 서로 또<br>놓여있는 것처럼 압축으로 정사가 지도록 만들며, 지붕의 가운데 놓는 곳에 놓여진다                                            |      |      |                    |        |
|                         | 2016.12.06. 뉴스1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |      |                    |        |
| 관련 개념<br>정리하기           | 뉴스에서 전통 과학의 내용을 찾아<br>보았다.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |      |                    |        |
|                         | 1. 물과 공기 배워 공기 차가<br>2. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>3. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>4. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>5. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>6. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>7. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>8. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>9. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>10. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다              |      |      |                    |        |
| 궁금한 점<br>구제<br>확인하기     | 1. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>2. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>3. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>4. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>5. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>6. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>7. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>8. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>9. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>10. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다 |      |      |                    |        |
|                         | 연구 주제<br>가설<br>설정하기                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |      |                    |        |
| 탐구 설계<br>해보기            | 1. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>2. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>3. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>4. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>5. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>6. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>7. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>8. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>9. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다<br>10. 물과 공기는 같은데 물은 액체이고 공기는 기체이다 |      |      |                    |        |
|                         | 탐구 설계에서 통제변인과 독립변인을<br>정확하다.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |      |                    |        |
| 선생님과<br>친구들<br>feedback | 선생님: 학생들 잘하고 있다. 잘하고 있다. 잘하고 있다.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |      |                    |        |

2017 과학중점학교 우수사례 찾아보기 | 53

### Ⅲ. 맺으며

과학중점학교의 학생연구활동은 고등학교 학생 수준에서 진행하기에 막막한 프로젝트임에 틀림없다. 체계화 되어 있지 않은 연구활동은 오히려 학생들에게 혼란만 가중시키고, 이는 과학에 흥미를 잃게 하는 요소임이 분명하다. 이에 본교는 학생들에게 과학탐구과정의 가장 중요한 과정인 ‘주제선정’ 단계에 도움을 주고자 STEAM 노트를 제작하여 학생들이 체계적으로 안내하고자 하였다. 이는 본교 교사들의 의사소통과 협력을 통해 중장기 계획을 수립하는 등의 고민이 있었기에 가능했던 것으로 생각된다. 차년도에는 ‘주제선정’에 이어 ‘탐구과정’에 체계적인 모형을 제공함으로써 학생들의 탐구능력배양에 단계적으로 접근하고자 한다. 과학중점학교의 이런 특화된 프로그램을 통해 주어진 문제 상황의 해결력과 행복한 삶에 필요한 미래핵심역량을 강화 할 수 있으며, 학생들이 융합형 인재로 거듭 나갈 기대하고 있다.

# 04



수업을 중심으로 연구역량을 키워가는  
학교 안 과제연구  
- 경기 김포고 -



# [수업을 중심으로 연구역량을 키워가는 학교 안 과제연구]

## I. 배경 및 목적

본교는 2017년에 과학중점과정 2개 반이 처음 운영된 새내기 과학중점학교이다. 일반계 공립 고등학교가 학생 연구 활동을 수행하는 과학중점학교로서 내딛는 첫걸음은 여러 면에서 조심스러웠다. 우수한 과학기술 인재 양성이 과학중점학교의 중요한 추진목표라는 것은 그 필요성에 대해 공감하면서도 큰 부담으로 다가왔다. 일반계 공립 고등학교는 학생뿐만 아니라, 교사의 연구 활동에 대한 자신감이 낮으며, 교원인사이동에 따른 프로그램 운영의 연속성이 깨지는 등 여러 가지 문제가 존재한다. 이러한 문제를 극복하고 연구 활동이 중심이 되는 프로그램을 잘 운영하기 위해서는 학생들의 연구 활동 경험을 확대하고, 교사들의 부담을 최소화하면서도 연구역량을 키울 수 있도록 기획하는 것이 필수적이었다. 학생 연구 활동을 지원하는 체계가 전혀 갖춰지지 않은 상황에 있었기에 학생들의 연구역량을 강화시키기 위한 기반을 탄탄하게 다지는 노력이 절실하였다. 그리고 학생들이 수행하게 될 연구의 질적 완성도를 어느 정도로 구상할지도 중요하였다. 이 문제는 학생 연구 활동이 가지는 교육적 의미와도 그 맥이 닿아 있었다. 연구 결과의 완성도를 높이는 것도 매우 중요하지만, 과정에서 경험하는 과학적 사고력, 의사소통능력, 정보 활용 능력 등의 역량을 키우는 것이 더욱 중요한 교육적 과제라고 판단하였다.

이에 본교는 많은 학생들이 연구 활동에 참여할 수 있으며, 교사가 방과 후에 연구 활동 지도를 위해 부담하게 되는 노력을 최소한으로 기울일 수 있도록 교과 수업을 중심으로 하는 과제연구 프로젝트 학습 모형을 개발하며 자료집을 제작하여 운영하였고, 비교과 체험활동은 교과 수업과의 연계성을 높이도록 구성 및 배치하여 운영하였다. 또한 수업을 중심으로 하는 만큼 수업 개선을 위한 교사 학습공동체를 운영하여 지속적으로 협력할 수 있는 바탕을 마련하였다. 이러한 운영 과정을 연구 역량 배양을

위한 수업 중심 과제연구 프로젝트와 교사의 성장을 위한 전문적 학습공동체 운영으로 나누어 이야기하고자 한다.

## II. 운영

### 1. 수업 중심 과제연구 프로젝트

교육과정 내에서 연구 역량을 강화하기 위해 1학년 전체와 2학년 과학중점과정 학생들을 대상으로 교과에서 학습의 형태로 과제 연구를 도입하였으며, 비교과체험활동을 통해 이를 더욱 탄탄하게 뒷받침하고자 하였다. 1, 2학년 모두 연구 경험이 거의 없었기 때문에 연구역량을 추출하여 이를 함양할 수 있는 프로그램을 구성하고, 단계적으로 역량을 개발하여 최종적으로 자기주도적인 연구를 수행할 수 있도록 하였다. 1학년은 과학과 과학교양, 2학년은 과제연구 교과를 활용하였으며, 1, 2학년 모두 연구경험이 없는 학생들이 연구를 수행할 수 있는 연구역량을 기르기 위한 과정을 거친 후 자율주제 과제연구를 수행하도록 프로그램을 구성, 운영하였다.

#### 가. 1학년 과학 과제연구 프로젝트

##### 1) 시간 운영 및 평가

1학년 과학 수업 8단위 중 4단위를 프로젝트 수업 시간으로 확보하여 운영하였으며, 과학 성적의 60%를 수행평가로 산출하며, 프로젝트 수업이 모두 수행평가에 반영되었다.

〈표 1〉 과학 수행평가 항목 및 반영비율

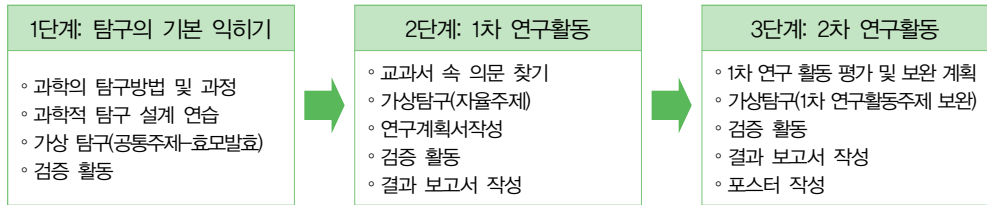
| 1차 연구활동 |     | 2차 연구활동 | 연구포트폴리오           | 실험실 안전실천 |
|---------|-----|---------|-------------------|----------|
| 연구계획서   | 보고서 | 보고서     | 활동지, 단계별 산출물, 포스터 | 참여도      |
| 10      | 10  | 10      | 20                | 10       |

**Tip** 연구계획서와 보고서, 포스터는 모둠별로 동일한 점수를 부여받기 때문에 기여도를 평가하는 동료평가 결과를 참여도에 반영하여 점수를 산출하고, 활동지와 단계별 산출물은 개인별로 평가하여 점수를 산출한다.

##### 2) 프로그램의 구성

연구경험이 없는 학생들이 탐구방법에 대한 이론적 내용을 익히고, 연구 전체를

경험해볼 수 있는 ‘탐구의 기본 익히기’ 과정을 거치면서 연구역량을 배양할 수 있도록 한 다음, 교과서를 탐색하여 평소 과학 교과 학습과정에 생겨난 의문을 자기 주도적으로 해결해보는 자율주제 과제연구과정인 ‘1차 연구 활동’을 실시한다. ‘2차 연구 활동’은 ‘1차 연구 활동’을 평가하여 보완함으로써 연구의 완성도를 높이는 단계로써 활용되었다.



〈그림 1〉 1학년 과학 과제연구 프로젝트 프로그램 구성 단계

가) 1단계 : [탐구의 기본 익히기]

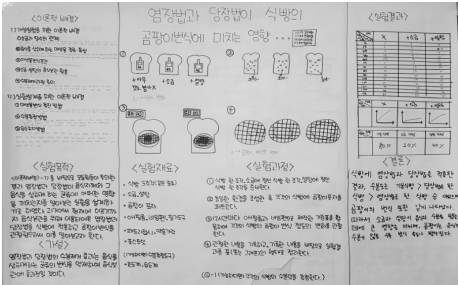
1단계는 연구 경험이 없는 학생들이 과제연구 활동 전체 과정을 연습해 볼 수 있는 과정으로 표 2와 같이 총 11차시로 구성하여 운영하였다.

〈표 2〉 탐구의 기본 익히기 단계 차시별 주요 활동 내용

| 차시  | 주요 활동                   | 차시   | 주요 활동                |
|-----|-------------------------|------|----------------------|
| 1   | 과학의 탐구방법 및 과정, 의문과 연구문제 | 6    | 가상 탐구 발표 및 심사        |
| 2~3 | 과학적 탐구 설계 연습            | 7~8  | 가상 탐구 검증 활동 및 보고서 작성 |
| 4~5 | 관찰 및 가상 탐구 포스터 작성       | 9~11 | 탐구 포스터 작성 및 발표       |

‘탐구의 기본 익히기’ 단계에서 가장 주안점을 두고 이루어진 활동은 ‘가상탐구’와 ‘검증 활동’이다. 1단계뿐만 아니라 모든 단계에서 ‘가상탐구’ 활동이 이루어지는데, 가상탐구란 연구계획 수립에 해당되는 과정으로, A1 크기의 종이에 연구목적, 가설, 실험과정, 실험결과 및 해석, 결론에 이르는 모든 단계를 사고를 통해서만 완성하며, 그림 2와 같이 포스터로 작성해보는 활동이다. 한 장의 포스터에 연구목적부터 결론에 이르기까지의 전개가 논리적으로 이루어졌는지 빠르게 확인할 수 있으며, 실험 결과를 표와 그래프로 작성해보는 활동을 통해 실험을 설계할 때 각 변인의 조작과 통제 및 종속변인을 구체적으로 측정하는 방법에 대한 고민을 하면서 1차 데이터와 종속변인의

| 연구 제목  |         |      |    |
|--------|---------|------|----|
| 이론적 배경 | 실험과정 그림 |      | 결과 |
| 연구목적   |         |      |    |
| 연구가설   | 재료      | 실험과정 | 결론 |



## 〈그림 2〉 가상 탐구 포스터 형식 및 작성 예시

관계를 이해하게 되고, 측정도구의 특성에 대해서도 이해하게 된다. 이렇게 정리된 내용을 양식에 맞추어 문장으로 작성하면 연구 계획서가 완성된다.

**✧ Tips** 가상탐구 효과를 높이는 방법 : 가상탐구 포스터를 제작한 후 4인 모둠의 경우 2인이 발표를, 2인은 다른 모둠으로 이동하여 심사위원의 역할을 담당하여 포스터 발표를 진행한다. 심사위원 역할을 맡은 학생들이 아래의 심사표를 이용하여 평가하고, 발표 내용에 피드백을 주면서 발표팀의 가상 탐구 보완이 이루어지게 된다.

| 가상탐구 심사표 |                                      | 심사대상: [ ]조 |   |   |   |    |
|----------|--------------------------------------|------------|---|---|---|----|
| 항목       | 심사 내용                                | 점수         |   |   |   | 총점 |
|          |                                      | 0          | 1 | 2 | 3 | 4  |
| 제목       | • 제목은 연구 내용을 잘 드러내고 있는가?             |            | ✓ |   |   |    |
| 목적       | • 목적은 연구를 통해 밝히고자 하는 내용을 잘 포함하고 있는가? |            | ✓ |   |   |    |
| 가설       | • 가설은 적절하고 간결한가?                     |            |   | ✓ |   |    |
|          | • 가설에 조작변인과 종속변인이 분명하게 드러나는가?        |            |   | ✓ |   |    |
| 실험과정     | • 조작변인의 조작내용이 구체적으로 잘 표현되고 있는가?      |            |   | ✓ |   |    |
|          | • 조작변인의 조작내용이 적절한가?                  |            |   |   | ✓ |    |
|          | • 종속변인의 측정방법이 구체적으로 잘 표현되고 있는가?      |            | ✓ |   |   |    |
|          | • 종속변인의 측정방법이 과학적으로 적절한가?            |            |   | ✓ |   |    |
| 그림       | • 통제변인에 대한 통제방법이 실험과정에서 드러나는가?       |            |   | ✓ |   |    |
|          | • 중요한 통제변인이 모두 잘 통제되도록 계획되었는가?       |            |   | ✓ |   |    |
|          | • 실험장치 및 실험과정이 그림으로 잘 표현되었는가?        | ✓          |   |   |   |    |
| 재료       | • 실험재료 중 빠진 것은 없는가?                  |            |   |   | ✓ |    |
| 결과       | • 결과에서 일차데이터를 구체적으로 예측하여 작성하였는가?     |            |   | ✓ |   |    |
|          | • 데이터에 테렌트그래프 또는 함수(은 적절한지 이유어있는가?   |            |   | ✓ |   |    |
|          | • 결과 예측 과정에 빠진 것은 없는가(단위, 수치의 내용 등)  |            | ✓ |   |   |    |
| 결론       | • 결론은 결과를 바탕으로 작성되었는가?               |            |   | ✓ |   |    |
| 발표       | • 가설과 결론의 관계를 밝혀놓았는가?                |            |   |   | ✓ |    |
|          | • 발표가 간결하고, 중요한 내용을 잘 드러내고 있는가?      | ✓          |   |   |   |    |

‘가상 탐구’ 이후 가상 탐구의 설계에 맞추어 실험을 수행하고, 그 결과를



수집하여 해석하는 전체 과정을 ‘검증 활동’이라 한다. ‘가상 탐구’에서 실험 과정을 치밀하게 구성하도록 요구하고, 피드백을 통해 보완하는 과정을 거쳤기 때문에 ‘검증 활동’에서 교사의 도움을 최소한으로 받으며 모둠원들이 주도적으로 실험을 수행할 수 있다.

‘탐구의 기본 익히기’ 단계는 말 그대로 기본을 익히는 연습과정이므로 공통 주제를 제시하여 가상탐구, 검증활동, 보고서 및 포스터 작성을 경험하며 익히도록 한다. 이 때 제시하는 공통주제는 학교 실정이나 수업 진행 내용에 맞게 정할 수 있다. 본교에서는 ‘효모의 무산소호흡’을 주제로 정하여 진행하였다. 효모의 무산소호흡에 의해 풍선이 부풀어 오르는 현상을 관찰한 후 의문 생성, 가설 설정, 가상탐구, 검증 활동, 보고서 및 포스터 작성, 발표 과정을 모두 경험하도록 하였다. 작성된 포스터 중 우수작은 게시하여 그 내용을 공유하고 독려할 수 있도록 하였다.



〈그림 3〉 가상탐구부터 포스터 작성까지의 활동

#### 나) 2, 3단계 : [1차 연구 활동 및 2차 연구 활동]

1차 연구 활동과 2차 연구 활동은 주제에서 연계성을 가진다. 2차 연구 활동은 1차 연구 활동을 보완 심화시키는 과정이기 때문이다. 또한 이 단계는 교과 내용 관련한 학습효과도 가져올 수 있다. 수업을 통해 접한 내용 중 가지게 된 의문과 교과서 내용과 관련하여 도출해낸 의문을 시작점으로 하여 이를 해결하는 것을 주제로 연구가 진행되기 때문이다. 2, 3단계는 표 3과 같이 각각 11차시, 9차시로 운영하였다.

이 단계에서는 교과서에서 의문 찾고 연구 과정을 통해 이를 해결함으로써 교과 학습의 한 형태로 과제연구 도입의 가능성 및 그 효과를 검증할 수 있었다. 그리고 전체 과정을 경험해 보는데 의미를 두고 진행된 ‘탐구의 기본 익히

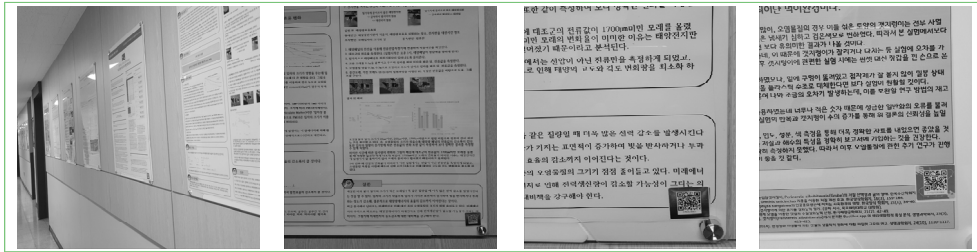
〈표 3〉 1, 2차 연구 활동 단계 차시별 주요 활동 내용

| 차시    | [1차 연구 활동] 주요 활동   | 차시  | [2차 연구 활동] 주요 활동           |
|-------|--------------------|-----|----------------------------|
| 1     | 교과서에서 의문 찾기        | 1   | 1차 연구 활동 평가                |
| 2     | 선행연구 및 이론적 배경 조사하기 | 2   | 의문 구체화, 선행연구 및 이론적 배경 조사하기 |
| 3     | 연구에 대한 가상 탐구 실시    | 3   | 연구에 대한 가상 탐구 실시            |
| 4~5   | 연구계획서 작성 및 물품 신청   | 4~6 | 연구 활동 및 연구노트 작성            |
| 6~9   | 연구 활동 및 연구노트 작성    | 7~8 | 연구 보고서 및 포스터 작성            |
| 10~11 | 연구 보고서 작성          | 9   | 발표                         |

기'단계에서 더 발전시켜 과학적 사고력과 태도를 배양하는데 중점을 두었다. 이론적 배경 및 선행 연구를 조사하는 것을 강화하여 가설설정의 과학적 근거 및 실험 설계과정 구상의 근거를 밝혀 명시하도록 강조하였다.

실험 활동에서는 1학년 전체 반이 다른 주제로 활동을 하므로 반별 물품신청서 점검과 배부 및 일정 관리가 중요하다. 사용빈도가 높은 물품을 미리 확보해 두며, 가상탐구 이전에 사용가능한 예산범위를 명확하게 공지하여 계획을 수립하도록 조치하여야 한다. 계획서, 보고서, 포스터는 노트북을 이용하여 작성한 후, 제출기한에 맞추어 학교 홈페이지에 파일을 업로드 하도록 하였다. 학교 홈페이지 활용 시에는 개인정보포함에 대한 유의 사항 안내와 게시물 사용 권한 설정에 유의하여야 한다. 홈페이지에 파일을 게시할 경우, 제출 여부 체크 시에도 편리하며, 향후 학생들이 포트폴리오 관리를 위해 파일을 찾을 때에도 편리하게 이용할 수 있다. 포스터는 2차 연구 활동을 거친 후 작성하고 이를 바탕으로 발표를 진행한다. 우수작은 포스터를 게시하고, 보고서를 우수논문집에 수록하여 그 내용을 공유하고, 향후 다른 학생들의 연구 주제 탐색에 도움이 될 수 있도록 한다.

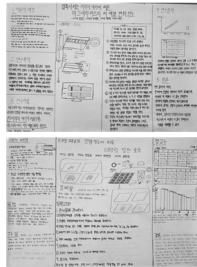
 **Tips** 포스터 게시 효과 높이는 방법 : 게시된 것 중 관심 있는 내용의 포스터로부터 자세한 내용을 얻을 수 있도록 포스터 하단에 연구 학생들의 발표 동영상 주소로 연결되는 QR코드를 붙여 놓는다. 우수 연구로 선정된 연구팀은 발표동영상을 촬영하여 유튜브에 게시하고, URL을 제출하도록 한다. URL을 이용하여 QR코드를 제작 후 부착해두면 언제든지 QR코드를 읽어서 발표 동영상을 볼 수 있기 때문에 내용 공유에 큰 도움이 된다.



1. 과학 교과서에서 의문 찾기

| 의문 | 과학 교과서에서 의문 찾기 | 의문 | 과학 교과서에서 의문 찾기 |
|----|----------------|----|----------------|
| 의문 | 의문             | 의문 | 의문             |
| 의문 | 의문             | 의문 | 의문             |
| 의문 | 의문             | 의문 | 의문             |
| 의문 | 의문             | 의문 | 의문             |

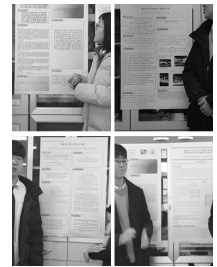
교과서에서 의문찾기



가상탐구



검증 실험 활동



포스터 발표

〈그림 4〉 교과서에서 의문 찾기부터 포스터 발표까지의 활동

## 나. 1학년 과학교양 프로젝트 학습

과제연구와 관련한 과학교양 교과서의 역할은 의사소통능력, 정보활용능력, 문제해결능력 등의 역량을 키워나갈 수 있는 기회를 확장시킨다는 의미를 가진다. 과제연구 활동 과정에 맞닥뜨리게 되는 여러 가지 어려움들은 모두 기반 활동과 과제 해결 과정을 거치면서 헤쳐 나갈 수 있는 힘을 가지게 되기 때문에 원활한 과제연구 활동 진행에 필수적인 과정이라고 할 수 있다. 과학교양은 학기별로 주제를 다르게 하여 1학기에는 자료탐색과 토론이 중심이 되는 SSI(Socio-Scientific Issues)전시관 제작을, 2학기에는 문제발견 및 해결능력과 협업능력이 중심이 되는 교내 Community Mapping을 주제로 하여 진행되었다.

### 1) 시간 운영 및 평가

1학년 과학 교양 수업 2단위를 프로젝트 학습으로 진행하며 P/F로 평가

### 2) 콘텐츠의 선정

SSI(Socio-Scientific Issues)전시관 제작 & 교내 Community Mapping

## 1. Socio-Scientific Issues

과학기술과 관련한 사회쟁점으로, 과학의 과정과 산물에 대해 사회적, 도덕적, 윤리적으로 직면되는 딜레마들

ex) 맞춤형, 배아줄기세포 연구, 기후 변화로 인한 기후난민 등

## 2. SSI 교육의 효과

협업능력, 고등사고기능, 생태학적 세계관, SSI에 대한 책무성 등 시민역량의 함양

## 1. Community Mapping

함께 지도를 만드는 것으로, 지역의 관심있는 부분들을 찾아서 함께 지도를 만들며, 지역의 문제나 개선점을 찾아낸 후 조금 더 나은 곳으로 만드는 과정

## 2. Community Mapping 제작 활동의 효과

학생들의 협업능력, 고등사고기능, 사회에 대한 책무성 등 시민역량을 함양

**💡 Tips** 연구 역량 강화와 관련하여 과학교양 또는 과학 수업에 도입해볼만한 프로젝트 제안 : 본교에서 1학기 과학 수업에 시행한 프로젝트 수업으로 운영 결과, 학생들이 과제 수행 시 시간 부족 등의 어려움을 호소하는 경우가 있어서 좀 더 여유를 가지고 진행하는 것을 제안하는 프로젝트이다. 정보 활용능력을 기를 수 있는 ‘도서관 연계 프로젝트’와 문제해결력을 기를 수 있는 ‘STEAM 프로젝트’이다. ‘도서관 연계 프로젝트’는 교과서에서 추출된 여러 주제 중 한 주제를 선택하여 도서관에서 도서 및 전문 논문을 탐색하여 정보를 얻고, 이를 종합하여 주제에 대해 보고서와 포스터를 제작하고 발표해보는 일련의 과정이다. ‘STEAM 프로젝트’는 ‘무아레’와 ‘광탄성’을 활용하여 작품을 제작하고, 작품을 홍보해보는 활동으로 구성되어 있다. 과학교양 프로젝트 및 ‘도서관 연계프로젝트’, ‘STEAM 프로젝트’운영에 사용한 자료집은 다음 URL에 게시된 자료를 다운로드하여 활용할 수 있다.

## 게시 URL :

과학교양 수업자료

[http://www.gimpo.hs.kr/main.php?menugrp=060600&master=bb&s&act=view&master\\_sid=104&sid=54&SearchColumn=&SearchValue=&Page=1&SearchCategory=](http://www.gimpo.hs.kr/main.php?menugrp=060600&master=bb&s&act=view&master_sid=104&sid=54&SearchColumn=&SearchValue=&Page=1&SearchCategory=)

과학 수업자료

[http://www.gimpo.hs.kr/main.php?menugrp=060600&master=bb&s&act=view&master\\_sid=104&sid=55&SearchColumn=&SearchValue=&Page=1&SearchCategory=](http://www.gimpo.hs.kr/main.php?menugrp=060600&master=bb&s&act=view&master_sid=104&sid=55&SearchColumn=&SearchValue=&Page=1&SearchCategory=)

## 다. 2학년 과제연구 교과 운영

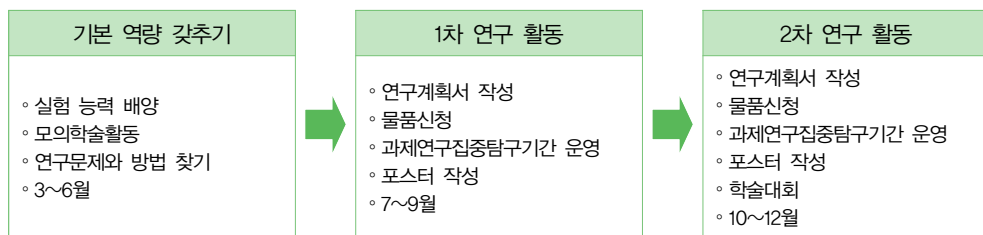
### 1) 시간 운영 및 평가

2학년 과제연구 수업 4단위를 프로젝트 학습으로 진행하며, 100% 수행평가로 평가하였다.

| 1학기         |             |            |             |             | 2학기         |             |             |             |      |
|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| 자료탐색<br>보고서 | 실험실<br>안전실천 | 모의<br>학술활동 | 실험보고서<br>작성 | 연구계획서<br>작성 | 자료탐색<br>보고서 | 실험실<br>안전실천 | 연구계획서<br>작성 | 연구보고서<br>작성 | 연구발표 |
| 20          | 10          | 30         | 20          | 20          | 30          | 10          | 20          | 20          | 20   |

### 2) 프로그램의 구성

1학기의 대부분을 실험 기구에 대한 이해, 실험 설계, 모의학술활동을 통한 전체 연구과정의 이해 및 학술대회 모의 경험, 일상의 경험으로부터 연구문제 찾기 및 연구문제에 따른 적절한 연구방법을 찾기 위한 탐색 활동을 하면서 연구를 위한 기본 역량 갖추기 과정으로 운영하였다. 기본 역량 갖추기 과정 이후부터는 팀별 자율 주제 심화 연구 활동을 실시하였으며, 일반계 고등학교에서 팀별 연구를 위한 실험실 사용 지원을 위한 방안으로 ‘과제연구 집중탐구기간’을 운영하여 정해진 기간에만 실험을 하도록 하여 데이터 수집을 위한 집중력을 높이며, 교사들의 자문과 실험실 안전 관리를 위한 기간을 최소화 할 수 있었다.



### 3) 세부 진행 내용

#### 가) 기본 역량 갖추기

과학중점과정을 선택한 학생들이지만 연구경험이 부족한 상태로 시작하기 때문에 바로 연구 단계로 진입하는 것보다는 기본 역량을 갖추고 자신감을 가질 수 있도록 사전 활동을 충분히 하는 것에 주안점을 두고, 세 달 정도의 시간을 할애하였다.

| 구분                 | 활동                     | 내용                                                                 |
|--------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 모둠 구성              | 조구성을 위한 사고양식 검사        | 4개의 사고양식 골고루 배치되도록 구성, 3인 1조                                       |
| 실험 능력<br>배양        | MBL교육, MBL센서탐색         | MBL업체 요청 설명회 2회, 모둠별 센서 선택 후 사양 탐색, 설명                             |
|                    | MBL기반 실험설계, 기초실험       | 온도센서 사용 실험 제안, 다른 센서 사용 실험 설계<br>→ 4개의 실험 선별하여 기초실험 실시(학생이 실험 세팅)  |
|                    | 고급실험                   | 회전증발응축기(회전증발응축기 업체 요청 설명회 1회), DNA 전기영동실험                          |
|                    | 과학실 TOUR               | 모둠별 과학실과 실험장 지정하여 기구 조사                                            |
| 모의 학술<br>활동        | 선행 연구보고서 선택            | 과학전람회 보고서 다운로드, 제목 제시 후 선택(수업시간 이용하지 않음),<br>분석 전에 보고서 읽어오기        |
|                    | 분석                     | 제목, 연구동기, 연구목적, 변인, 이론배경, 연구내용 분류,<br>실험과정, 1차 데이터, 변환, 결론, 보고서 평가 |
|                    | 포스터 작성                 | 포스터 양식에 맞춰 제작, 발표 시나리오 작성 제출                                       |
|                    | 발표, 반론, 평론             | 다른 모둠 포스터 보고 사전에 반론 내용 정리, 발표 5분,<br>반론 5분(발표 다음 모둠부터), 평론은 교재에 기록 |
| 연구문제<br>와<br>방법 찾기 | 의문과 연구방법               | 의문의 종류 분류, 의문에 따른 연구방법 구성                                          |
|                    | 과학기사에서 의문 찾기           | 기사내용 요약, 과학적 사실 추출, 의문 생성, 의문 선택하여 해결방법 고안                         |
|                    | 연구목적과 연구방법<br>(포스터 부페) | STEAM R&E 포스터 중 10개 선택하여 연구목적 추출하고, 연구목적별 실행<br>한 연구방법 정리          |

‘실험능력 배양’, ‘모의학술활동’, ‘연구문제와 연구방법의 선택’으로 크게 나누어 운영하였는데, 특히 ‘모의학술활동’에 참여한 이후 학생들의 연구 활동에 대한 자신감이 크게 상승하였다. ‘모의학술활동’이란 속성으로 연구 전반에 대해 익힐 수 있는 활동으로, 다른 연구자의 논문이나 보고서를 활용하여 분석한 후, 자신의 연구 결과라는 가정 하에 포스터 발표, 토론을 거치는 활동이다. 논문이나 보고서를 분석하는 과정에 연구 수행과정에 포함되는 요소들의 특성을 이해할 수 있고, 포스터를 제작하면서 연구 내용을 효율적이며, 연구 흐름에 맞게 배치하여 표현해내는 방법을 익히게 되며, 토론을 거치면서 비판적 사고력과 논리적으로 설득하는 방법을 익히게 된다. 본교에서는 전국 과학전람회 수상작 중 희망 주제별로 보고서를 선택하여 ‘모의학술활동’을 진행하였는데, 연구경험이 부족한 학생들이 이 활동 이후 자신감이 커지면서 자신들의 연구 결과에 대한 수준을 높이하고자 하는 의지를 보이게 되었다. 학생들의 자발적 참여를 유도하기 위해서는 많은 예시를 제시할 필요가 있으며, 그 예시를 자세하게 들여다보는 경험이지 그 예시에 근접해 갈 수 있도록 해준다는 것을 보여주는 과정이었다.

## 모의 학술활동

### 보고서 분석

1. 보고서의 제목은 무엇이고 어떤 정보를 포함하고 있는가?

| 제목 | 신소재의 지력을 활용한 신소재의 개발을 위한 연구                                                                                                      |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 정보 | ‘신소재의 지력’이라는 용어는, 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다.<br>‘신소재의 개발’이라는 용어는, 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다.<br>‘신소재의 개발’이라는 용어는, 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다. |

2. 연구 동기(또는 해결하고자 하는 문제)는 무엇인가?

본 연구는 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다. 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다. 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다.

3. 연구 목적은 무엇인가? (개조적으로 작성)

1. 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다.
2. 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다.
3. 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다.
4. 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다.

4. 문제 해결을 위해 설정한 가설은 무엇이며, 포함된 변인은 무엇인지 분석해보자.

| 가설 | 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다. |
|----|------------------------|
| 변인 | 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다. |
| 가설 | 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다. |
| 변인 | 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다. |
| 가설 | 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다. |
| 변인 | 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다. |

### 반론 시나리오

|                              |
|------------------------------|
| 6모듬 : 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다. |
| 7모듬 : 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다. |
| 8모듬 : 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다. |
| 9모듬 : 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다. |

## 보고서 분석

## 반론 시나리오

### 평론

|                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1모듬 : 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다. | 6모듬 : 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다.  |
| 2모듬 : 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다. | 7모듬 : 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다.  |
| 3모듬 : 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다. | 8모듬 : 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다.  |
| 4모듬 : 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다. | 9모듬 : 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다.  |
| 5모듬 : 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다. | 10모듬 : 신소재의 특성을 나타내는 것으로 보인다. |

|                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| 2017 과학중점학교 과제연구 모의 학술활동 | 신소재의 지력을 활용한 안정적 인력 수송기술에 관한 연구 |
| 연구 목적                    | 신소재의 지력을 활용한 안정적 인력 수송기술에 관한 연구 |
| 연구 방법                    | 신소재의 지력을 활용한 안정적 인력 수송기술에 관한 연구 |
| 연구 결과                    | 신소재의 지력을 활용한 안정적 인력 수송기술에 관한 연구 |
| 연구 결론                    | 신소재의 지력을 활용한 안정적 인력 수송기술에 관한 연구 |

## 평론

## 발표를 위해 제작한 포스터



## 나) 1차 연구 활동 및 2차 연구 활동

‘기본 역량 갖추기’단계에 비해 교사의 적극적 개입이 최소화 되는 과정이다. 교사의 역할로는 연구계획에 맞는 물품신청인지를 판단하고, 물품 구매 여부를 확정지어주는 것과 실험 수행 과정의 안전지도를 하는 것이 가장 중요하다. 안전 지도를 효율적으로 하기 위하여 ‘집중탐구기간’을 운영하여 과제연구 지도 교사뿐만 아니라, 다른 과학교사들이 그 기간에 시간과 역할을 나누어 지도할 수 있었다. 과제연구 교과와 특성 상 평가를 해야 하므로 각 과정별로 빠르게 평가하고 피드백을 주는 것이 중요하다. 그리고 모둠별 활동으로 진행되는 과정에 발생하는 기여도 편차에 대해 동료평가를 통한 보상이 필요하다.

지도교사의 전공과 무관한 내용을 연구하는 학생들이 많기 때문에 지도교사는 연구 내용에 대한 도움을 주는 데 무리가 있다. 그래서 학생들이 연구 계획을 세울 때 관련 출처가 명확한지 신뢰할만한 출처인지를 확인해 봄으로써 학생들의 자기점검을 도울 수 있다.

| 구분                | 활동                | 내용                                                                   |
|-------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 모듬 재구성            | 모듬 구성             | 주제의 분류에 따라 자발적으로 구성(반별 대표가 주도, 수업시간 이용하지 않음)                         |
| 연구계획서 작성          | 자료 탐색 및 연구 계획서 작성 | 컴퓨터를 활용하여 자료를 탐색하고, 자유 양식(기본 틀은 교재에 제공)으로 작성, 작성 완료된 연구계획서 홈페이지에 업로드 |
| 물품신청              | 물품조사              | 학교 보유 및 개인준비 가능 여부 조사, 구입 사이트 조사                                     |
|                   | 물품신청서 업로드         | 홈페이지에 업로드                                                            |
|                   | 물품 확인             | 구입가능 여부 확인, 도착한 물품 확인, 물품 확인과정 연구노트에 기록                              |
| 과제 연구 집중 탐구 기간 운영 | 실험 실행             | 실험 수행 및 연구노트 기록                                                      |
|                   | 보고서 작성            | 보고서 형식 교재의 제공, 보고서 작성 후 홈페이지 업로드                                     |
| 포스터 작성            | 평가서 작성            | 연구진행 과정별 모듬원 기여도 기록                                                  |
|                   | 포스터 작성            | 보고서 파일을 활용하여 포스터 제작                                                  |

 **Tips** 학생들에게 도움이 될 만한 선행연구 참고 사이트

 전국과학전람회 우수작 보고서 (<http://www.science.go.kr/link.bs>)

국립중앙과학관-경진대회-전국과학전람회-전람회 통합검색

 STEAM R&E 선정작 보고서 (<https://steam.kofac.re.kr/?type=steam-re>)

융합인재교육 STEAM-자료실-STEAM R&E



- ☞ 한화사이언스챌린지 우수작 보고서 (<https://www.sciencechallenge.or.kr/result/paper.hsc>)  
한화사이언스챌린지-HSC 결과-연도별 대회 결과
- ☞ 화학탐구프린티어페스티벌 ([http://www.ilovechem.kr/hf/hf\\_02.php](http://www.ilovechem.kr/hf/hf_02.php))  
화학탐구프린티어페스티벌-화학수상-수상작다운로드
- ☞ 해외 사이트  
JEI (<https://www.emerginginvestigators.org/articles>)  
JESS (<http://jes2s.com/>)

## 라. 수업 중심 과제연구와 연계된 비교과체험 활동 운영

비교과체험활동에서 과제연구 활동을 지원하기 위한 프로그램은 ‘과제연구’, ‘R&E’, ‘기초실험역량강화’, ‘연구능력 갖추기 위한 기본과정’, ‘연구경험 나눔 과정’이 있고, 상호 연계성은 <그림 5>와 같다.

| 목적     | 과제연구           | 기초실험<br>역량강화           | 연구능력<br>갖추기           | R&E               | 연구경험<br>나눔        |        |
|--------|----------------|------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|--------|
|        | 연구수행과정<br>기회제공 | 과학수업수행<br>기초실험역량강<br>화 | 연구 역량 강화<br>과정 단계적 경험 | 연구집중과정<br>이후 연구수행 | 연구경험의<br>활용, 재능기부 |        |
| 과<br>정 | 기초실험           |                        | 계획서작성                 |                   |                   |        |
|        |                |                        | 논문                    | 작성법               | 멘토-멘티 구성          |        |
|        |                |                        | 실험 수행                 |                   |                   |        |
|        |                |                        | 연구<br>기관              | 견학<br>탐사          | 연구<br>수행          | 실험 수행  |
|        |                |                        | 고급                    | 실험                |                   | 공동연구수행 |
|        | 계획서작성<br>물품신청  |                        | 연구                    | 지질<br>탐사          | 발표회               |        |
|        | 연구수행<br>중간점검   | 주제별 실험<br>수행           | 수행                    | 사이언스데이<br>부스 운영   |                   |        |
|        | 발표회            | 학술대회                   |                       | 발표회               |                   |        |
| 참<br>여 | 2학년 자연         | 2학년 과학중점               |                       |                   |                   |        |
|        | 1학년            |                        |                       |                   |                   |        |

〈그림 5〉 연구역량 강화를 위한 비교과체험활동 전체 과정

이 중 ‘연구경험 나눔 과정’, ‘기초실험역량강화’ 과정은 과제연구 활동 수업의 효과를 높이거나 과제연구 활동 수업으로부터 획득하게 된 역량을 발휘할 수 있는 기회로 활용하도록 연계성을 높여서 운영하였다. 2학년 과제연구 수업을 통해 획득하게 된 실험기구 사용 능력을 ‘기초실험 역량 지원 OpenLab’을 통해 알려줌으로써 1학년 학생들에게 과제연구 프로젝트 수행을 도울 수 있으며, 실험방법과 연구활동 경험을 지역 중학교 학생들을 대상으로 멘토가 되어 함께 나누는 활동을 할 수 있도록 구성하여 운영하였다. 1학년 과학 과제연구 프로젝트 결과와 2학년 과제연구 교과 활동 결과는 학술대회를 통해 서로 공유하도록 하였다.



## 2. 교사의 성장을 위한 전문적 학습공동체 운영

2016년 과학중점학교를 처음 운영하면서 과학중점학교의 중심 비교과체험 중심의 프로그램 운영이 아니라 수업의 변화라는 인식이 생겨났고, 이를 구현하기 위해서 교사들의 수업 개선의 필요성 및 방향 그리고 상호 협력, 교육콘텐츠 개발에 대한 의견이 오갔다. 이를 구체화하기 위한 방안으로 과학과 전문적 학습공동체 운영의 내실을 기하게 되었다.

### 가. 전문적 학습 공동체 운영 내용

2016년 하반기에 들어서 총 3회에 걸쳐 전문가를 초청하여 수업개선의 우수사례를 접하고, 본교의 수업개선 방향에 대한 의견을 나누었다. 2017년은 본격적으로 과제연구 활동을 수업에 도입하면서 수업 개선의 방향이 프로젝트 학습과 STEAM 교육, 과제연구 지도에 집중되었다.

〈표 4〉 2016년 전문적 학습 공동체 주제 및 일정

| 주제                                           | 강사  | 일시    | 주제                                       | 강사           | 일시    |
|----------------------------------------------|-----|-------|------------------------------------------|--------------|-------|
| ‘에너지 기후변화’ 관련 독서 토론                          | 김○선 | 04.27 | 혁신교육의 이해와 혁신교육 수업사례<br>현장 연구 방안          | 배○연<br>(평내고) | 09.28 |
| ‘과학사’ 관련 독서 토론                               | 김○선 | 05.03 | 고등학교에서의 거꾸로 수업<br>활성화 방안 탐색 및 토의         | 전○영<br>(자양고) | 10.26 |
| ‘과학과 사회’ 독서 토론                               | 김○정 | 05.25 | 교수 학습 및 평가 연계 방안<br>에 관한 토론, 수업 공개       | 김○정          | 11.09 |
| 토론 수업 기법 나누기                                 | 황○순 | 05.25 | 교육과정 재구성 운영 협의                           | 황○순          |       |
| 혁신교육의 이해 및 질문과<br>생각 전략으로 학생 중심<br>수업 만들기 강연 | 이○희 | 06.22 | ‘질문이 있는 교실’을 위한 활동구성과<br>교사발문 및 평가 방안 토의 | 안○제<br>(덕수고) | 11.30 |
| 혁신교육의 수업 적용에 대한 토론                           | 김○정 | 06.22 | 교육과정 운영 나눔, 연구 결과를 공유                    | 김○선          | 12.12 |
| 교육과정 운영 나눔                                   |     | 06.29 |                                          |              |       |

〈표 5〉 2017년 전문적 학습 공동체 주제 및 일정

| 주제                       | 강사             | 일시     | 주제                     | 강사  | 일시     |
|--------------------------|----------------|--------|------------------------|-----|--------|
| 혁신교육의 이해                 | 김○진            | 03.29. | 수업 공개                  | 김○철 | 08.30. |
| 커뮤니티 매핑과 소셜 이노베이션        | 임○수<br>(메헤리의대) | 05.11. | 수업 나눔(과제연구 지도)         | 김○정 | 10.11. |
| 과학중점학교 학생 탐구<br>활동 지도 방안 | 오○현<br>(북과고)   | 05.31. | 수업 나눔 실천 결과 공유         | 김○정 | 11.01. |
| 교과안 STEAM 수업 계획          | 김○정            | 06.21. | 2015 개정교육과정 속 STEAM 수업 | 황○순 | 12.6.  |

## 나. 전문적 학습 공동체 운영 성과

과학과 전문적 학습공동체에 참가한 교사들 중 1학년 과학, 과학교양, 2학년 과제연구 교과를 담당하는 교사들이 많이 포함되어 프로그램 개발, 상호연계, 지도방안, 수업공개 등 실질적인 논의가 이루어졌다. 그 결과, 수업을 위한 자료집을 본교 교사들이 직접 개발하여 운영할 수 있었고, 교과 적용 프로젝트 학습 모형 및 콘텐츠 총 7종, STEAM 프로젝트 프로그램 3종을 개발하여 학생들이 다양한 프로젝트 활동을 경험할 수 있었으며, 또한 전문적 학습공동체 활동의 전문성을 키우고자 구성된 4인이 에너지기후변화교육학회 교사연구회에 등록하여 공동 연구한 SSI 지도관련 연구논문이 KCI 등재후보학술지에 수록되기도 하였다. 가장 큰 성과는 참여 교사들의 수업과 과학적 탐구 지도에 대한 인식 개선이 이루어졌으며, 수업의 개선의 방향성을 지속해 나가려는 의지가 생겼다는 것이다.

### Ⅲ. 결론 및 제언

#### 1. 결론

학생 연구역량 강화 및 과학에 대한 긍정적 경험을 제공하여 수업 중심의 과제연구로 교사와 학생이 함께 성장할 수 있는 방안을 제시하는 것을 목표로 하였기에 학생과 교사의 성장 측면에서 그 성과를 살펴보았다. 학생들은 과제연구 프로젝트를 통해 다양한 역량이 향상되었으며, 교사들도 학교 안 공동체와의 지속적인 의사소통, 교류, 콘텐츠 개발과 기존 수업방식을 벗어난 과제연구 프로젝트 운영 등을 통해 인식의 변화와 성장이 이루어졌다.

#### 가. 교과 중심 프로그램 별 학생 연구역량 변화

학생들의 연구 역량 배양을 목표로 연구를 진행한 결과를 분석하기 위해 프로그램별로 추출된 연구역량을 세분화하여 향상 여부를 묻는 설문조사를 실시하였다. 그 결과, 추출한 연구역량 모두에서 향상에 대한 긍정응답이 높게 나왔다. 각 프로그램별로는 과학교양 교과와 글로벌 이슈 토론 및 과학전시관 프로젝트에서는 정보이해능력, 커뮤니티매핑 프로젝트에서는 관찰능력, 정보탐색능력, 과학교과의 도서관 연계 프로젝트에서는 정보탐색능력, STEAM 프로젝트에서는 결과물 제작능력, 과제연구 프로젝트에서는 탐구설계 능력, 비판적 사고력이 높게 향상된 것으로 나왔다. 2학년 과제연구에서의 긍정 응답은 매우 높은 비율로 나타났는데, 어려움을 이겨내며 수행한 결과 역량 향상에 대한 인식이 매우 커졌다는 것을 알 수 있었다.

#### 나. 연구 활동 지도교사 역량 증진 및 효능감 변화

연구 활동 지도에 참가한 교사의 특성과 개인별 프로그램 개발과 운영과정을 통한 개인별 인터뷰를 통한 의견을 바탕으로 정리한 변화는 다음 표와 같았다.

연구 활동 지도에 참가한 교사들의 인터뷰 내용에서 변화된 내용을 정리해 보면 교사의 역할, 학생에 대한 인식, 삶의 태도에서 변화가 일어났음이 드러났다. 교사의 역할에 대한 인식변화로는 지식전달자에서 학생 스스로 학습해 나가도록 돕는 조력자의 역할, 학생과의 대화를 통해 생각을 끌어내고 발전시켜나가는 역할, 과학적 태도를 가질 수 있도록 도와주는 역할을 담당해야 한다는 인식이 생겨나고 있었다. 또한 학생에대한 인식도 지식을 전달받는 수동적 역할을 수행하는 대상이 아니라, 교사와 능동적으로 논의하고 스스로 문제해결을 해갈 수 있으며, 가능성을 가지고 있음을 깨닫는 계기가 되었다는 것을 보여주었다. 또한 학생 연구지도 경험이 없었던 교사가 자신감

| 구분  | 인터뷰 내용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A교사 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 학생들이 본인이 동기가 부여되는 삶의 주제나 사회와 연계된 주제에 흥미를 느끼고 몰입함을 알 수 있었다. 문제를 해결하기 위해서 깊게 고민해 보며 문제 자체에 집중하는 과정을 학생들이 겪으며 스스로 배워 가는 모습을 보니, <b>교사의 역할이 단순 지식 전달자가 아니라, 이러한 일련의 과정을 돕는 조력자의 모습을 가져야 하는 것을 알았다.</b></li> </ul>                                                                                                                                                     |
| B교사 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 실제로 과제연구를 진행해 보니 연구방법, 과정 등에 대해 많이 나 자신이 부족한 점이 많이 발견되어 진행 할수록 어려운 점이 있었지만, <b>시행착오를 거치며 학생과 함께 더불어 성장할 기회가 되었다.</b> 좋은 성과에 대해 기대를 버리기, 과학 교과에 대한 지식, 실험기구에 대한 관심을 둔다면 더욱 나은 과제연구를 진행할 수 있을 것 같다.</li> <li>◦ 학생들이 연구 활동을 해야 하는 이유는 명확한 논리와 과학적 근거를 기반으로 사고하고 검증해나가는 과학적 태도를 익히는 것이 중요하다는 것을 알게 되었다. 과학 교사인 나도 살아가면서 과학적 태도를 잊지 않도록 노력해야겠다는 다짐을 하게 되었다.</li> </ul> |
| C교사 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 과학을 통해 세상을 바라볼 수 있는 수업을 계획해 보니, 학생들이 주제를 정해서 한 학기 동안 과제를 수행 하며 결과를 낼 수 있을지 걱정이 많았다. 하지만 수업 시간에 학생들과 계속 의견을 교환하고 어려움을 해결해 나가며 학생들의 내면을 더 잘 이해하게 되었다. 학생들이 성장해 나가는 모습은 기회가 주어지면 학생들은 더 창의적이고 능동적으로 문제를 해결해 나갈 수 있다는 것을 확인할 수 있는 경험이었다.</li> </ul>                                                                                                                   |
| D교사 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 교사의 역할은 과학적 탐구과정에서 논리적 사고와 과학적 근거를 바탕으로 점검하고, 직관적 사고에 의지 하지 않도록 유익을 시키는 것이 매우 중요하였다. 과학적 사고를 키우는 방법으로 연구 활동 지도가 매우 유효하다는 것을 깨닫는 시간이었다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                 |

을 가질 수 있는 기회도 되었다. 이로써 연구역량 배양을 위한 프로젝트 수업으로의 수업 개선이 교사로서 지속적으로 발전해 나가는 원동력이 되어줄을 알 수 있다.

## 2. 제언

일반계 고등학교에 적용할 수 있으며, 연구역량 강화에 기여할 수 있는 프로그램을 개발하고, 공유하고자 연구를 진행하였다. 특히 과학중점학교가 아닌 경우에도 적용할 수 있도록 과학 수업 시간 중에 체계적인 연구 능력 향상과 연구 과정을 경험하는 것이 본 연구에서 중요한 내용이기도 하였다. 그러나 2015 개정 교육과정으로 도입된 통합과학과 과학실험을 대학수학능력시험 출제 과목으로 언급되고 있기 때문에, 기존의 과학교과처럼 프로젝트 학습에 많은 시간을 활용하는데 부담이 따른다. 따라서 내용적 이해 과정에서 탐구를 확장시키는 수업 설계 과정에 대한 추가 연구가 필요할 것이다. 수업이 중심이 되는 학교 안 과제연구를 진행하면서 연구 주제 선정과정에 교과 내용을 기반으로 하는 방법을 통해 과제연구가 학습의 한 형태로 활용될 수 있다는 가능성을 알게 되었다. 2015 개정교육과정에서 1학년 학생들이 배우게 되는 통합과학과 과학탐구실험을 잘 접목하여 단원별로 과제연구로 끌어들이어 활동할 수 있는 내용 요소를 추출하여 과제 연구 활동에 시간을 할애한다면 학생들의 여러 역량을 동시에 배양할 수 있는 기회가 될 것이다.



# 05



과제연구 지도를 위한  
온라인 멘토링 시스템 운영 방안  
- 세종 두루고 -





# [ 과제연구 지도를 위한 온라인 멘토링 시스템 운영 방안 ]

## I. 배경 및 목적

최근 ‘제4차 산업혁명’이 유행어처럼 회자되고 있다. 그와 함께 우리 사회의 모든 부문에서 제4차 산업혁명과 관련된 논의가 이루어지기 시작했다. 교육 부문에서는 2015 개정 교육 과정에서 소통과 협업, 연구와 실천을 강조한 집단 지성의 중요성과 미래 학습자에게 필요한 핵심 역량을 기르는 역량 중심의 교육과정과 교육방법 및 평가를 강조하고 있는 것이 그 예라고 할 수 있다.

이러한 시대적 흐름에 발맞춰 학생 스스로 관심 분야를 탐구하여 기초적인 연구능력을 향상시키는 과제연구와 대학과 연계하여 학생이 직접 연구활동의 일원으로 참여하는 R&E 프로그램은 영재고, 과학고, 과학중점학교를 넘어서 점차 일반고로 확대되는 추세이다.

그러나 학교 현장은 연구활동에 대한 요구를 원활히 수용하기에는 아직 벽찬 감이 있다. 우선 연구 활동을 체계적으로 지도할 수 있는 시스템이 갖추어지지 않았을 뿐만 아니라, 설사 시스템이 존재한다고 해도 각 학교마다 상황이 다르기 때문에 바로 적용하기에 무리가 있는 경우가 대부분이다. 또한 지도교사의 전문성도 확보하기 어려운 실정이다. 연구 활동 지도에 대한 체계적인 경험이 없는 교사들이 지도하기 때문에 시너지 효과를 기대하기 쉽지 않다.

이에 본교에서는 학교 현장에서 연구활동 지원과 관련된 현실적인 어려움을 극복하기 위해 새롭게 온라인 멘토링 시스템을 고안하였다. 원격 화상 교육이라는 테크놀로지를 이용하여 논문을 전문적으로 지도할 수 있는 멘토와 학생을 온·오프라인으로 연결한다는 것이 핵심이다. 온라인 멘토링 시스템을 이용하여 학생들은 전문가의 도움을

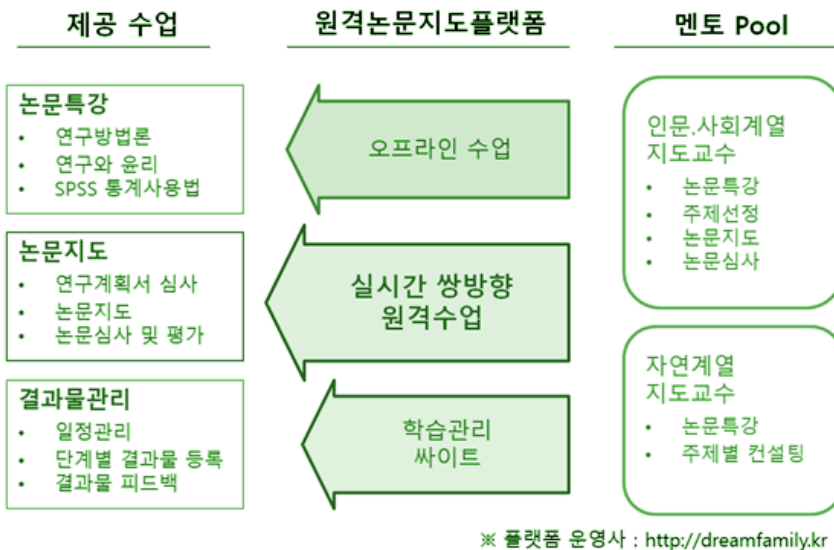
받으며, 자기주도적 연구 능력 및 진로 개척 마인드를 신장시키고, 지도 교사 또한 논문 지도에 관한 노하우를 자연스럽게 전수받아 연구활동 지도 역량을 신장시키고자 하였다.

## II. 운영

### 1. 프로그램 개요

과제연구 지도를 위한 온라인 멘토링 시스템은 연구활동 관련 전문가 및 인프라와의 접근성이 떨어지는 지역에 위치한 학교에서 체계적이고 수준 높은 논문 지도를 받으면서 자기주도적 연구 능력을 향상시키기 위해 고안된 프로그램이다.

학교에서는 원격 지도가 가능한 플랫폼을 운영하는 회사를 통해 시스템을 구축하고, 구체적인 연구활동 일정을 계획·조율한다. 이 후 회사가 보유한 석·박사 논문 지도 경험이 있는 전문가(교수) 인력풀을 활용하여 학생들의 연구활동을 지도한다. 오프라인으로는 연구 방법론 및 연구 윤리, 통계 처리법 등에 대한 강의를 듣고, 온라인으로는 논문 작성 전 과정을 컨설팅 받을 수 있다.



〈그림 1〉 프로그램 개요

이 프로그램은 발달된 정보통신 기술을 교수·학습에 적용하여 교수·학습 효과를 극대화할 수 있을 뿐만 아니라, 지도교수와 학생들 사이의 물리적인 거리를 극복함으로써 실시간 논문 지도 체계가 구축되고, 연구 활동 멘토링 시간을 융통성 있게 운영할 수 있으며, 먼대면 사사 효과까지 얻을 수 있다는 점이 높게 평가할 만하다. 또한 대한민국 최초로 원격 화상 교육 시스템을 적용한 과제연구 지도 모형이라는 데에도 큰 의의가 있다.

## 2. 프로그램 운영과정 및 특징

### 가. 구축 절차

과제연구 지도를 위한 온라인 멘토링 시스템을 운영하는 과정에서 가장 중요한 것은 풍부한 멘토풀을 보유하고 있는 원격 화상 교육 업체를 확보하는 것이다. 본교에서는 세종특별자치시교육청 내에서 스마트 진로 멘토링을 기획하여 제안하고, 직접 수행(새롭고, 보람고, 고운고, 중학교 전체)하고 있던 업체(<http://dreamfamily.kr>)에 과제연구 지도를 위한 온라인 멘토링 시스템 운영을 제안하였다.

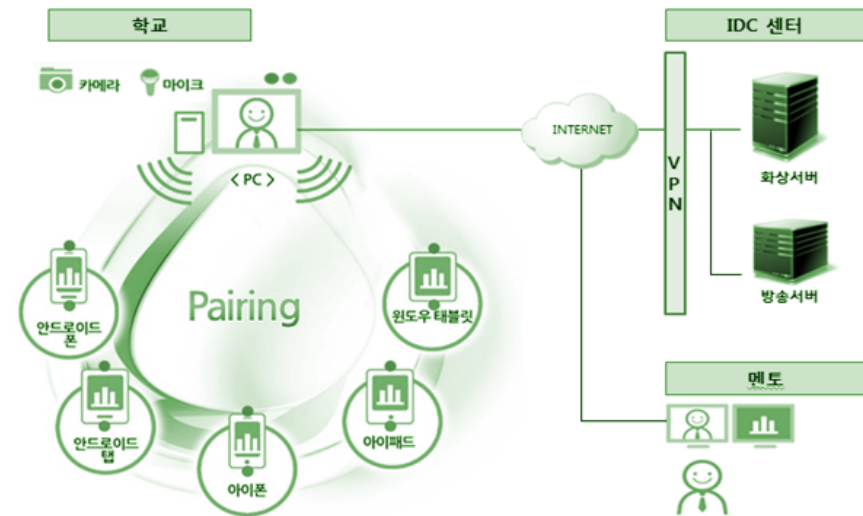
본격적인 운영에 앞서 원격 화상 교육 시스템의 타당성 및 효과성을 검증하였다. 재학생을 대상으로 대학생 멘토와 함께하는 원격 화상 토크 콘서트를 실시하였고, 학부모를 대상으로 원격 진로·진학 교육을 실시하였다. 그 결과, 원격 화상 교육 시스템이 과제연구를 지도하는 데 합리적인 비용으로 높은 효율을 얻을 수 있다고 판단되었고, 이어 본격적인 운영에 돌입하였다.

〈표 1〉 원격 화상 교육 시스템 활용 내용

| 구분    | 과제연구 지도                                                                                                            | 대학생 진학 콘서트                                                                                | 학부모를 위한 진로·진학 특강                                                                                                          |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 내용    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 논문의 중요성 및 작성방법 강연</li> <li>▶ 교내 과제연구 계획서 심사</li> <li>▶ 과제연구 지도</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 계열 탐색 및 시간 관리법</li> <li>▶ 학과 탐색 및 학습법</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 학생부 종합 체크리스트의 이해</li> <li>▶ 인문학으로 바라보는 4차 산업혁명</li> <li>▶ 내 자녀 학습 코칭법</li> </ul> |
| 진행    | 온·오프라인 동시 진행                                                                                                       | 온라인 진행                                                                                    | 온·오프라인 동시 진행                                                                                                              |
| 관련 사진 |                                 |        |                                       |

## 나. 시스템의 특징

과제연구 지도를 위한 온라인 멘토링 시스템은 학습자와 교수자가 물리적으로 먼 거리에 떨어져 있는 상황에서 인터넷망을 이용한 플랫폼에 접속하여 실시간으로 교수·학습을 진행할 수 있다는 것이 가장 큰 특징이다. 데스크 탑 PC뿐만 아니라, 휴대전화 및 태블릿 PC 등 인터넷이 연결된 모든 기기를 사용할 수 있다. 시스템 구성도는 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 원격 화상 교육 시스템 구성도

## 3. 프로그램 구성 및 적용

### 가. 프로그램 구성

#### 1) 오프라인 수업

과제연구 지도를 위한 온라인 멘토링 시스템의 프로그램은 크게 오프라인 수업, 온라인 수업, 온라인 학습 관리의 세 가지로 구성되어 있다.

오프라인 수업은 과제연구 전문가로부터 논문 작성법에 대해 자세하게 안내받고, 직접 소논문을 접함으로써 연구의 절차 및 과정을 이해하고, 연구에 대한 자신감과 도전의식을 키우기 위한 연구 방법론 특강과 연구수행 과정에서 발생할

〈표 2〉 오프라인 수업 구성

| 수업명       | 내용                                                                                                              | 대상       |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 연구 방법론 특강 | 문제 해결을 위한 접근 방법, 상식과 연구의 차이, 연구 주제 선정 방법, 논문의 요건, 연구의 절차, 연구 계획서 작성법, 연구 논문의 논리적 체계 등을 사례를 통해 학습                | 전체 학생    |
| 연구윤리 특강   | 연구를 수행하는 과정에서 연구 대상자에게 지켜야 할 윤리, 연구 과정이나 내용을 조작하지 않을 윤리, 연구 결과가 사회적인 문제를 일으킬 가능성을 고려하면서 연구할 윤리 등을 특징적 사례와 함께 학습 | 전체 학생    |
| 통계처리 특강   | 설문조사 결과를 통계 처리하는 방법에 대해 강의 및 실습 실시                                                                              | 논문 작성 학생 |

수 있는 윤리적 문제에 적극적으로 대처할 수 있는 능력을 함양하기 위한 연구 윤리 특강, 연구 과정에서 자체 시행한 설문조사 결과를 분석하고 해석하는 방법을 배움으로써 신뢰도 높은 논문을 작성하기 위한 통계처리 특강의 세 가지로 구성하였다.

### 2) 실시간 쌍방향 원격 수업

원격 화상 교육 시스템을 적극 활용하여 본격적인 교수·학습이 이루어지는 단계이다.

교내 연구계획서 대회에 참가한 학생들로 연구팀을 구성하고, 각 팀별로 새로운 연구 주제를 설정하여 연구계획서를 다시 작성하도록 하였다. 다시 작성된 연구계획서를 바탕으로 지도교수의 컨설팅을 거쳐 연구 주제와 연구 방향을 설정하고, 본격적인 연구를 진행하였다. 연구의 각 단계별로 팀별 온라인 수업을 실시하여 지도교수와의 교수·학습이 이루어졌다. 온라인 수업에서는 연구 과정에 대한 방향 제시 및 지도만 이루어진 것이 아니라, 연구의 각 단계별로 나온 학생들의 연구 산출물에 대한 피드백이 지속적으로 이루어지도록 하였다.

### 3) 온라인 학습 관리

과제연구를 체계적으로 진행하기 위해서는 단계별로 눈에 보이는 산출물을 만들어 내고, 산출물에 대한 피드백을 받고, 피드백을 적용하여 다시 산출물을 만들어내는 과정이 반복되어야 한다. 마지막에 각 과정의 산출물들을 연결하면 하나의 완성된 논문이 탄생할 수 있다.

과제연구를 위한 온라인 멘토링 시스템 프로그램에서는 온라인 공간인 밴드와 카카오톡을 적극적으로 활용하였다. 여기에서 과제연구 각 단계별로 생산되는

〈표 3〉 연구 단계별 서비스 내용

| 연구 단계                   | 연구 과정          | 서비스 내용                                                                      |                                                                        |
|-------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|                         |                | 양적 연구                                                                       | 질적 연구                                                                  |
| 연구의 설계<br>및<br>이론적 배경   | 주제 선정<br>선행 연구 | 연구자의 관심, 학문적인 가치를 고려한 연구주제 선정을 지도함.<br>이론적 근거, 연구 동향, 연구의 필요성 등을 파악하도록 지도함. |                                                                        |
|                         | 연구 방법의<br>결정   | 연구방법에 대한 자료를 수집하고, 이전 연구와 비교하여 연구모형과 가설을 설정하도록 지도함.                         | 자료를 수집한 후에 이론 또는 결론 도출을 지도함.                                           |
|                         | 서론 및<br>목차의 작성 | 연구 주제, 연구 방법, 연구의 의의를 대략적으로 작성하고, 논문의 목차를 어떻게 구성할 것인지 지도함.                  |                                                                        |
| 연구의<br>실증 분석<br>및<br>결론 | 자료 수집          | 설문지 작성, 자료 수집 방법, 통계 분석 방법을 지도함.                                            | 연구 과정에서 도출된 계획안에 소수로 부터 면접 또는 영상자료를 수집하도록 지도함.                         |
|                         | 자료 분석과<br>해석   | 사전에 결정된 통계 분석 방법을 적용하여 자료를 분석하고, 선행연구를 비교하여 해석하는 방법을 지도함.                   | 자료 수집 과정에서 의미있는 주제나 패턴을 발견하여 분석하고, 해석학적 고찰에서 해석하도록 지도함.                |
|                         | 연구 결과<br>작성    | 가설이나 연구 주제에 따른 결과를, 양적 자료를 토대로 고정된 양식에 따라 객관적으로 기술하도록 지도함.                  | 연구 과정에서 발견된 주제나 패턴 등을 토대로 언어와 도식적 자료를 이용하여 현상을 다양한 양식으로 상세히 기술하도록 지도함. |
|                         | 토론 및<br>논문 교정  | 논문 초안에 대한 토론 및 논문 교정 지도를 통해 논문의 완성도를 높임.                                    |                                                                        |

산출물들을 관리하고 공유하였으며, 지도 교수와 학생 활동 사이에 구체적인 피드백이 함께 이루어질 수 있도록 하였다.

학생들이 산출물을 작성하여 밴드에 올리면 지도교수가 컨설팅하는 형식으로 운영하였다. 학생들은 연구 과정의 산출물을 올리기만 하는 것이 아니라, 글쓰기 기능을 활용하여 연구 과정이나 내용에 대한 구체적인 질문을 하도록 했으며, 이 역시 지도교수의 답글을 통해 궁금증을 해결할 수 있게 하였다. 이러한 즉각적인 피드백을 통해 연구 결과의 완성도를 높일 수 있었다.

BAND

밴드, 게시글을 검색해 보세요

🔍

새글 피드

밴드 찾기

🔔

💬

👤

전체글

사진첩

일정

멤버

📺

두루고 아라니

멤버 12 · 📍 조대

🔗 밴드 설정

👤

홍정수

2017년 10월 24일 오후 6:55 · 5 읽음

[유종의 미] 학생들을 위한 교수님의 최종 가이드!!!

어제 통계분석 역셀하일이어서, 교수님께서 조별로 작업했던 논문을 바탕으로 아래와 같은 작업을 하여 올려 주셨습니다.

- 각 조마다 목차를 잡아 주셨습니다.
- 목차마다 어떻게 작업하라고 표기해 주셨습니다.

조원들은 이제, 교수님이 올려주신 통계분석역셀과 참고논문을 참조해서, 본인의 논문을 완성하기 바랍니다. (조금 미흡해도 괜찮습니다. 최선을 다해 완성해 주세요)

📌 향후 일정-> 필수로 지켜주세요

- 이번 주 주말에 조별로 작업하여서, 완본을 10/29(일)까지 올려주세요.

- 10/30(월) 18:30분에 작업한 내용을 바탕으로 교수님께서 최종 피드백 화상수업을 합니다.

파일

0-0 2017-10-24 백미주(사교유)-최종 논문 작성

📄

채팅

새 채팅

👤

두루고 아라니

밴드 전체 멤버들과 함께 하...

📎

참고용 논문-사교유.pdf

원글 보기

📎

참고용 논문-아르바이트.pdf

원글 보기

파일

더보기

### 〈그림 3〉 과제연구 전용 밴드 개설

립심과 책임감을 길러 주고 대인관계 능력을 발달시킬 수 있다는 점에서 긍정적으로 작용할 수 있다고 보는 것이다. (Larsen& Shertzer,1987).

이와 관련하여 국내 고등학생 아르바이트 경험과 학교생활과의 선행연구를 살펴보면, 청소년들이 아르바이트 참여를 통하여 학업과 일을 병행하는 다중역할 수행을 경험함으로써 사회적 관계망을 확대하고 미래직업에 도움이 될 수 있는 기술을 습득하고, 장기적으로 자신의 장래 직업 목표나 직업가치, 특정 직업에 대한 선호 등에 대해 구체적으로 생각해 볼 기회를 가지는 등의 긍정적인 경험을 하고 있다고 주장한다 (Mortimer & Finch,1986; Pimenel, 1996; 한경혜, 2000 재인용). 장원섭(1999)도 시간제 취업을 경험한 학생들이 경험하지 못한 학생들에 비해 자신의 진로와 직업에 대해 더 구체적으로 생각하고 있는 것으로 나타났다.

학생들의 이러한 아르바이트 경험은 학교적응과 관련되는 선행변수인 청소년의 학업적 적응이 열악한 환경에서 이루어지는 청소년 아르바이트가 학교 중도탈락

|                      |                  |
|----------------------|------------------|
| [메모 3] Administrator | 2017-09-21 19:53 |
| 선행연구로부터 연구의 필요성을 도출  |                  |
| [메모 4] Administrator | 2017-09-21 19:57 |
| 습득한다. 또한             |                  |

|                      |                  |
|----------------------|------------------|
| [메모 5] Administrator | 2017-09-21 20:01 |
| 아르바이트 경험은 학교적응과 연결   |                  |
| [메모 6] Administrator | 2017-09-21 20:03 |
| 학교적응에 대한 의의와 중요성     |                  |

### 〈그림 4〉 밴드를 활용한 지도교수의 피드백 사례1

1985). 이와 같이 적응의 개념에는 개체와 개체의 요구, 그리고 환경이란 두 가지 요소가 내포되어 있고 개인의 주변 환경과 조화 있는 관계를 이루어야 한다는 기능적인 측면과 더불어 환경을 개인적인 요구에 맞추도록 변화시키는 적극적인 의미도 포함하고 있다고 보아야 할 것이다(최강민, 2014).

학교적응에 대하여 김지혜(1998)는 학교라는 환경 안에서 개인의 욕구를 충족시키기 위해 환경을 변화시키는 한편, 학교환경의 요구에 따라 자신을 변화시킴으로써 학교환경과 개인 사이에 균형을 이루려는 적극적이고 창조적인 과정이라고 정의하였다. 문은식(2001)은 국내의 선행연구에 기초하여 청소년의 학교생활적응을 학교생활과 밀접하게 관련된 학업적, 사회적, 정의적 측면에서의 요구를 합리적으로 만족시키기 위해서 물리적이고 심리적인 학교환경에 순응하거나 그 환경을 변화시키고 저작하는

|                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| [메모 9] Administrator       | 2017-09-21 20:20 |
| 여러 사람들의 주장을 서술 (후가토 3인 정도) |                  |

### 〈그림 5〉 밴드를 활용한 지도교수의 피드백 사례2

2017 과학중점학교 우수사례 찾아보기 | 83

 파일  
4-0 1017-10-31 알바조 논문 작성 수정.hwp

---

 1 댓글 4 

 최고요  댓글쓰기

---

 홍정수  
작성부분은 교수님이 수정하였기에 검정색 변경해서 읽어보면 됩니다.  
교수님 말씀  
11월 4일 오후 6:19

---

 정예림  
연구결과서 고쳐야할 부분을 잘 모르겠어요. 다 적었는데 어떻게 고쳐야  
해요?  
11월 5일 오후 3:26

[illegible]

〈그림 6〉 밴드, 카카오톡 활용 사례

## 84 | 과제연구 지도를 위한 온라인 멘토링 시스템 운영 방안 (세종 두루고등학교)



〈표 4〉 시스템 구축 내용

| 구분    | 시스템명          | 내용                                                                         | 비고                                |
|-------|---------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 소프트웨어 | mMeeting 프로그램 | ▶ mMeeting 프로그램을 이용하여 학생과 지도교수가 온라인 상에서 교수학습이 이루어짐                         | ▶ 시청각실<br>▶ 과학 이론강의실<br>▶ 과학 리소스실 |
| 하드웨어  | 마이크가 장착된 카메라  | ▶ mMeeting 프로그램을 실행하고, 마이크가 장착된 카메라를 USB로 연결함                              | ▶ 장소에 맞추어 설치                      |
| 온라인   | 밴드            | ▶ 연구 스케줄과 관련된 WBS 공유<br>▶ 연구 과정 산출물을 업로드하고 피드백<br>▶ 궁금한 사항에 대해 즉각적인 Q&A 실행 | ▶ 의사소통 시스템                        |
|       | 카카오톡          | ▶ 교사와 학생들 간의 의사소통 공간                                                       |                                   |

〈표 5〉 시스템 적용 단계별 내용

| 구분   | 항목                 | 내용                  | 기간    |
|------|--------------------|---------------------|-------|
| 준비단계 | 추진 일정 협의 및 수립      | 담당교사 진행             | 1개월   |
|      | 원격논문지도 플랫폼 설치 및 교육 | 플랫폼 업체 기술 지원        |       |
| 예비단계 | 연구방법론 특강           | 지도교수 현장 특강          | 2.5개월 |
|      | 연구계획서 발표 및 심사      | 담당교사 진행, 지도교수 원격 참여 |       |
|      | 입상자 선정 및 팀 구성      | 담당교사 및 지도교수 협의      |       |
| 본단계  | 연구윤리 특강            | 지도교수 현장 특강          | 2.5개월 |
|      | 원격 논문 지도-전반        | 지도교수 원격 화상 시스템 사용   |       |
|      | 통계 분석 특강           | 지도교수 현장 특강          |       |
|      | 원격 논문 지도-후반        | 지도교수 원격 화상 시스템 사용   |       |
| 맺음단계 | 논문 프리젠테이션 및 인쇄     | 담당교사 진행             | 0.5개월 |

시스템을 적용할 수 있다. 이 때 학교의 교육 과정 일정을 충분히 고려하여야 하며, 특히 논문 지도가 본격적으로 이루어지는 본 단계는 여름 방학 기간에 포함되도록 하였다.

### Ⅲ. 결론

과제연구 지도를 위한 온라인 멘토링 시스템은 체계적인 과제연구 시스템이 완비되지 않고 과제연구 지도 경험이 풍부한 지도교사가 없는 열악한 학교 현장에서 연구활동을 하는 학생과 연구활동 전문가가 인터넷망을 이용한 플랫폼에 접속하여 교수·학습

을 진행함으로써 실시간 양방향 과제연구 지도 체제를 구축했다는 점에서 큰 의의가 있다.

온라인 멘토링 시스템은 연구활동에 임하는 학생이 연구 방향을 잡는 데 도움이 되었고, 멘토링 과정에서 연구와 관련된 다양한 정보를 얻을 수 있었을 뿐만 아니라, 연구 과정에서 발생하는 문제를 즉각적으로 해결하여 시행착오를 줄이는 데에도 큰 효과가 있었던 것으로 나타났다. 결과적으로 학생이 관심 주제를 정하고, 과학적으로 설계한 연구 절차를 통해 실행한 연구 결과를 정리하고 발표하는 전 과정을 주도적으로 수행하는 능력인 자기주도적 연구 능력이 향상된 것으로 판단된다. 이와 더불어 연구활동 지도 경험이 없는 교사도 전문가의 멘토링 과정을 지켜보면서 연구활동 지도에 대한 학습의 기회가 제공되어 노하우를 축적할 수 있는 토대가 되었다.

## IV. 개선점

과제연구 지도를 위해 온라인 멘토링 시스템을 구축한 것은 유사 사례가 전무하다시피 했기 때문에 시행 과정에서 개선해야 할 점들이 몇 가지 드러났다.

먼저 목표를 달성하기 위해 필요한 활동과 업무를 세분화하는 작업을 초기에 면밀히 실시해야 한다. 과제연구 진행 과정을 세분화하여 일정을 짜고, 역할 분담을 명확히 하는 작업이 반드시 필요하다. 그 과정에서 단계별로 전문가 컨설팅 계획을 세운다면 더 효율적이고 효과적인 것으로 생각된다.

온라인 멘토링 시스템은 물리적으로 떨어져 있는 주체들이 온라인 상에서 만나는 형태이므로, 지도교수, 플랫폼 관리자, 과제연구 수행 학생, 지도교사 간 원활하고 긴밀한 의사소통 체계가 마련되어야 한다. 특히 지도교수와 지도교사 간 의사소통 통로가 반드시 마련되어야 할 것으로 판단된다.

마지막으로 지속적인 과제연구 지도를 위해 온라인 멘토링 시스템 운영 과정을 모니터링하고, 모니터링 결과를 다 함께 공유하며, 운영 주체들 간의 대화와 논의를 통해 더 나은 프로그램으로 만들기 위한 평가를 진행하여 차년도 계획에 반영하는 것이 바람직하다.

# 06



수리과학과 인문학의 만남을 통한 융합 수업  
- 인천 송도고 -



# [ 수리과학과 인문학의 만남을 통한 융합 수업 ]

## I. 개관

‘선생님 수학을 왜 배우나요?’라는 질문은 수학 선생님이라면 누구나 들어 봤을 것이다. 수학을 왜 배우는지 알려면 수학이 무엇인지 알고 있어야 한다.

‘수학을 말하라?’ 이러한 질문에 당신은 어떻게 답할 것인가?

학생들 스스로 질문에 대한 답을 찾고 해결하며, 다양한 교과목에서 진행되고 진행하기를 바라는 2009 개정 교육과정과 2015 개정 교육과정에서 제시하는 스토리텔링을 수학 수업에서 활용할 수 있는 방법은 무엇일까? 라는 생각으로 인문학적 글쓰기를 활용한 수학 수업을 진행하게 되었다.

세계의 언론과 우리나라 교육자들은 우리나라 중·고등학교 학생들이 우수한 지능을 가지고 있고, 그 사실을 뒷받침할 증거들을 곳곳에서 보여주고 있다. 그러나 성인 중에서는 이름을 널리 알고 있는 사람은 적다. 우리는 종종 스티브 잡스와 같은 인물은 대한민국에서는 나올 수 없다고 이야기한다. 그래서 이에 대한 방안으로 STEAM을 이야기한다. STEAM이라는 말은 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 예술(Arts), 수학(Mathematics)이라는 말의 첫 글자를 딴 합성어이다.

STEAM 교육은 1990년경 미국에서 시작한 STEM 교육에서 영향을 받은 것으로 단절된 지식교육에 중점을 둔 교과 교육의 근본적인 변화를 위한 것이다. 그러나 수학과 인문학은 서로 단절되고 연관성이 없다고 생각하여 연결성을 염두에 두지 않고 있다. 화자는 수학교육과에 진학하여 수학과 국어를 복수전공을 하며, 두 과목을 연결 짓는 방법에 대해 고민하고 느낀 생각들을 주변 선배 수학 선생님들의 수업 참관과 멘토링을 바탕으로 수업 방식에 대한 새로운 메커니즘을 만들어 보려고 한다.

## II. ‘수리과학과 인문학의 만남’의 필요성 및 취지

수학은 수학의 개념, 원리, 법칙을 이해하고 기능을 습득하여 주변의 여러 가지 현상을 수학적으로 관찰하고 해석하는 능력을 기르며, 수학적 문제 상황을 수리·논리적 사고를 통하여 합리적으로 해결하는 능력과 태도를 기르는 교과이다.

수학적 추론, 수학적 문제 해결, 수학적 의사소통과 같은 수학적 과정의 교수·학습을 통해 창의적 사고 능력, 문제 해결 능력, 정보처리 능력, 의사소통 능력 등 미래 사회 구성원에게 필요한 핵심 역량을 증진시킬 수 있다. 뿐만 아니라 수학 학습에 대한 자신감 및 긍정적인 태도를 함양할 수 있으며, 상대방을 이해하고 배려하는 바람직한 인성을 기를 수 있다.

미래 인재의 핵심 역량을 증진시키는데 도움이 되는 수학을 단순히 교과과정과 내용에 따라 학생들을 지도하는 것은 그 개념과 원리를 파악할 뿐, 우리의 삶 속에서 ‘어떠한 형태로 나타나는지?’, ‘수학을 왜 배우지?’, ‘수학을 가치가 무엇인지?’에 대한 끊임없는 의문을 가지게 한다. 그리고 그 가치를 알기 힘들어 거리감이 들고 학문의 어려움마저 느낀다. 이에 본교에서는 우리의 삶의 일상적인 내용이나 의미 있는 기억들을 수학적 요소와 관련지어 설명할 수 없겠느냐는 의문이 들었다. 이러한 의문을 해결하기 위해 본교에서는 고등학교 1학년과 2학년을 지도하면서 수학1, 수학2, 미적분1, 미적분2, 확률과 통계 과목을 지도하며, ‘단원별로 공식이나 주요 개념, 학습한 단원 및 개념을 더 잘 익힐 방법이 무엇일까?’라는 의문에 단순 문제풀이를 위한 공식암기가 아닌 이론을 만든 수학자를 알아보고, 에피소드를 탐구하도록 하였다. 이를 통해 학생들은 본인에게 나타나거나 겪었던 인지적 문제가 무엇이며, 탐구 과정을 통해 얻은 수학적 교훈이 무엇인지? 진로와 관련된 방향과 그에 따른 어떠한 노력을 해왔는지를 고민해보는 기회가 되고, 자신의 느낀 점을 시, 소설, 수필형태로 작성하여 발표하고, 느낀 점과 앞으로의 각오 및 좌우명을 결정해보도록 하였다. 이러한 시도는 학생들이 단원별 수학적 원리 및 단원의 정의를 다시 생각해보는 계기가 되었으며, 어렵고 거리감을 느꼈던 수학을 자신의 다양한 형태로 표현해 보고, 주위 친구들에게 설명해보는 시간을 가져봄으로써 수학의 본질에 대해 탐구하고, 수학적 사고 활동을 증가시키며, 흥미를 유발하여 조용하던 수학 시간에 활기와 감동을 불러일으켰다.

따라서 본교에서는 학생들에게 실제 생활을 수학과 연관 지어 생각해 보며, 수학적 원리가 실생활에 어떻게 적용되고 있는지를 판단하여 지금의 상황을 고민하고, 이를 인문학적 요소로 작성해 보도록 하였다. 이를 통해 학생들이 수학이 우리의 실생활과 먼 학문이 아닌 매우 가까운 학문으로 생각하고, 수학의 필요성 및 수학적 흥미를 느껴 개념에 대한 명확한 이해가 오래 기억될 수 있도록 지도하고자 하였다.

### Ⅲ. 운영

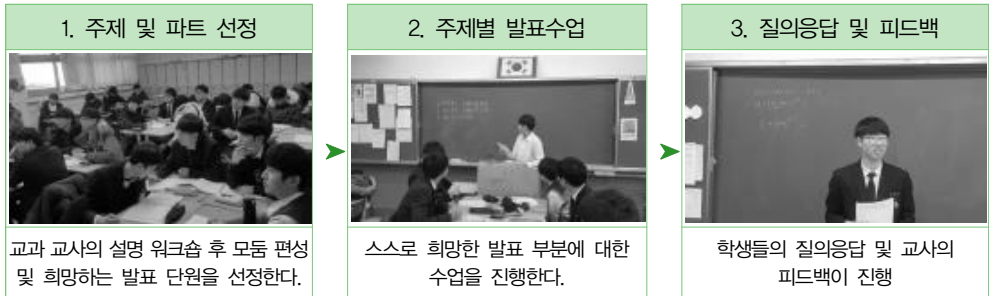
#### 1. ‘수리과학과 인문학의 만남’ 계획 및 일정

가. 운영시간: 정규수업시간

나. 운영편성: 1, 2학년 본교 재학생 전체

다. 주제선택: 해당과목 단원 관련 자유 주제(수학1·2, 미적분1·2, 확률과 통계)

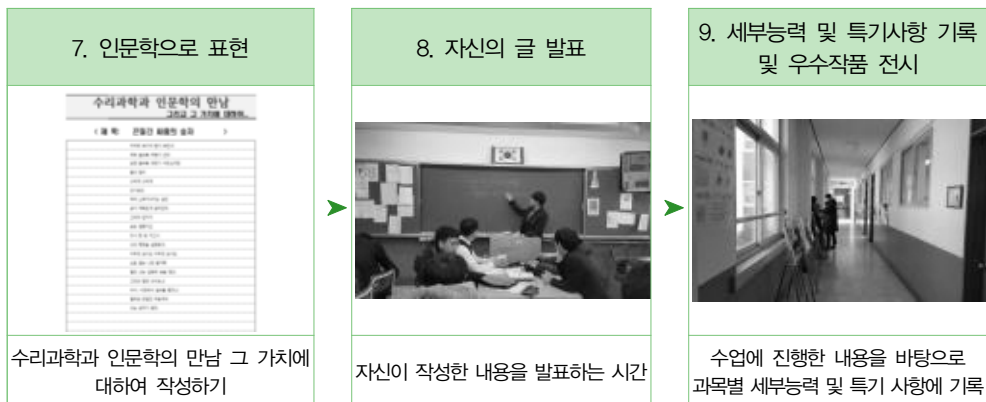
라. 운영방법: 학생들은 모둠을 구성하여 모둠별 발표 주제를 선정하여 학생 중심의 발표 수업을 진행한다(그림 1). 이후 모둠별로 창의 수학 문제를 제작하여 이를 다른 모둠에게 제공한다. 다른 모둠은 제공받은 창의 수학 문제를 모둠원들과 토론하여 해결하고, 이후 문제를 제작한 모둠에서 문제에 대한 다양한 풀이 방법을 발표한다(그림 2).



〈그림 1〉 모둠 및 주제 선정 후 학생중심 발표수업진행



〈그림 2〉 모둠별 창의문제 제작 & 모둠별 해결, 출제자의 출제 의도 및 풀이법 설명



〈그림 3〉 수리과학과 인문학의 만남 작성 및 발표 후 평가

**Tip** 과학 중점학급의 학생들은 적극적으로 발표 수업에 참여한다. 소수가 다수의 영역을 해결하기보다는 교사의 적절한 분배 및 편성이 필요하며, 학생들이 어려워하는 부분이나 선호하지 않는 부분은 발표하지 않은 학생에게 편성하여 의욕 없는 수업 진행으로 강의자와 청자 모두에게 부정적인 영향을 미친다. 이러한 단원은 교사의 수업을 통하여 학생들과 동일한 시선으로 수업에 임하는 모습을 통하여 학생들과 더욱 친해질 수 있는 계기가 될 수 있다.

## 2. 차시별 수업 내용 및 세부 운영내용

### 가. 1주차

| 학생 활동 내용       | 교사 활동 내용         | 비고 |
|----------------|------------------|----|
| 1. 모둠 조직       | 1. 수업 진행 방식 안내   |    |
| 2. 학생별 발표주제 선정 | 2. 학생 발표 내용 조정   |    |
| 3. 수업 진행방법 경청  | 3. 양식 안내 및 방법 소개 |    |
|                | 4. 수업 시범수업 실시    |    |

**Tip** 교사가 사전에 범위를 구분하여 차시별로 분량을 제시한다. 발표 주제는 학생들이 희망에 의해 선정할 수 있도록 교사는 중재자 역할을 한다. 새로운 수업방식으로 어색한 학생들을 위한 시범 수업 및 모범답안을 안내한다.



## 나. 2주~6주차

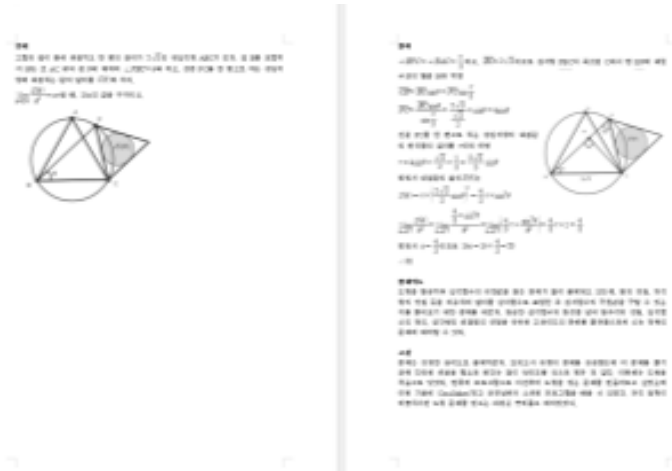
| 학생 활동 내용                          | 교사 활동 내용      | 비고                    |
|-----------------------------------|---------------|-----------------------|
| 학생 스스로 선정한 단원에 대한 발표 수업 진행 및 수업평가 | 수업 진행에 대한 멘토링 | 수업에 대한 부정적인 평가는 지양한다. |

**💡 Tips** 학생들이 발표 수업을 경청할 수 있도록 교사의 분위기 조성이 필요하다. 잘못 설명된 부분은 잘못된 개념이 형성될 수 있으므로 즉각 수정하고, 부족한 내용은 발표 후 교사가 추가 설명한다. 발표 후 발표자의 발표 소감 및 청취자의 소감을 발표하여 학생들끼리 서로의 수업에 대하여 평가할 수 있도록 교사가 발문한다.

## 다. 7주차

| 학생 활동 내용                                | 교사 활동 내용                                       | 비고                   |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------|
| 1. 창의문제 만들기 및 풀이법 작성<br>2. 창의문제 모둠협력 풀이 | 1. 학생들이 제작한 문제를 취합, 오류 점검<br>2. 조별로 해결할 프린트 제작 | 수식 및 geogebra를 활용한다. |

**💡 Tips** 창의 문제 모둠별로 제작하여 제출하고, 풀이는 개인의 역량보다는 모둠별 협력학습이 진행될 수 있도록 모둠을 편성하고, 모둠별 하나의 답안지만 제공한다. 교사는 한글파일로 제작한 문제를 직접 작성할 수 있도록 학생들에게 수식사용법 및 Geogebra 사용법을 사전에 설명하여 모든 학생이 공유할 수 있도록 파일로 제출받으면 모둠별 평가문제를 취합하기에 편리함이 있다. 창의 문제는 문제, 풀이, 출제 의도, 출제 소감 등을 작성하여 다른 학생들이 이해할 수 있도록 하며, 출제자는 다양한 방법으로 풀이하도록 유도하고, 인터넷 카페에 내용을 공유한다. 선행학습이 되지 않도록 교육과정 및 수업내용에 적절한 문제가 맞는지에 대한 교사의 사전 평가가 필요하다. 교사의 참여는 최소로 한다.



### 〈삼각함수 극한과 관련된 창의 문제〉

☞ 자신이 제작한 문제를 직접 한글파일로 작성하고, Geogebra를 이용하여 자신이 의도하는 도형 및 그래프를 제작하여 파일로 제출한다.

#### 라. 8주차

| 학생 활동 내용                                                                 | 교사 활동 내용                                                                              | 비고 |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 스스로 제작한 창의 문제의 풀이 및 출제 의도, 질의응답 시간을 가진 후 발표 소감 및 발표 내용에 대한 학생들의 평가를 듣는다. | 학생의 사고를 촉진하기 위해 가능한 열린 형태의 발문을 통해 하나의 문제를 여러 가지 방법으로 해결하게 하고, 다양한 방법을 비교하여 설명해 보게 한다. |    |

💡 **Tips** 발표력이 부족하거나 발표자나 해결한 문제를 설명하는 발표자의 설명을 경청하지 않는 학생들을 지목하여 수업에 대한 평가 및 태도를 말하게 하면 학생들의 수업에 대한 관심이 높아지고 경청하는 태도가 좋아진다.

#### 마. 9주~14주

| 학생 활동 내용                         | 교사 활동 내용      | 비고 |
|----------------------------------|---------------|----|
| 학생 스스로 선정한 단원에 대한 발표 수업진행 및 수업평가 | 수업 진행에 대한 멘토링 |    |

💡 **Tips** 여러 학생의 발표로 발표력이 향상된 모습을 보인다. 이런 경우 교사의 참여를 최소화 한다.

## 바. 15주

| 학생 활동 내용                                | 교사 활동 내용     | 비고 |
|-----------------------------------------|--------------|----|
| 1. 창의문제 만들기 및 풀이법 작성<br>2. 창의문제 모둠협력 풀이 | 7~8주차 내용과 동일 |    |

## 사. 16주~17주(수리과학과 인문학의 만남 발표시간)

| 학생 활동 내용                                                                                               | 교사 활동 내용                                                                                                                | 비고 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 발표를 위해 준비한 부분을 '나에게 의미 있는 기억들'로 정리하여 이를 바탕으로 '수리과학과 인문학의 만남'을 통해 그 가치를 다시 생각할 수 있도록 시, 소설, 수필로 작성하여 발표 | 다양한 상황에서 발생하는 여러 가지 문제를 수학적으로 사고하여 해결하는 능력에 대한 조언 및 생활 주변 현상, 사회 현상, 자연 현상 등의 여러 가지 현상을 수학적으로 관찰, 분석, 조직하는 능력에 대해 느낌 전달 |    |

**💡 Tips** 부적절한 언어를 사용하지 않도록 한다. 학생이 작성한 내용에 대해 교사가 느낀 생각을 전달하고, 평가는 하지 않는다. 학생의 창의성이 나타날 수 있도록 다양한 인문학적 장르로 표현할 수 있도록 지도하며, 우수작품을 선정하여 전시한다. 기말고사 후 수업은 학생들의 집중력을 떨어뜨리고, 무엇을 할지 망설이는 선생님들이 많이 있다. 이 시기에 자신이 관심을 가지고 발표한 부분을 자신의 의미 있는 기억들을 재구성하여 인문학적 장르로 표현한 글을 발표하고, 그 내용을 세부능력 및 특기 사항에 기재한다. 발표 후 수학적 개념에 대해 정리하는 기회가 되며, 서로에 대한 공감적 이해와 재미를 함께 느낄 기회가 된다.

**💡 Tips** 과학 중점학급을 대상으로 '창의 수학 문제 제작 발표 수업' 및 '수리과학과 인문학의 만남'이라는 주제로 수행평가 평가 항목으로 도입하려 하였으나, 수준별 수업으로 여러 교사가 각각의 학급 수업을 진행하여 교사의 역량에 따른 운영방법에 따라 평가의 객관성 및 일관성은 낮아지고, 주관적인 평가로 보여줄 수 있어 단위 수가 높고 입시에 민감한 과목이라 수행평가 항목으로 도입하기 어려운 한계가 있다.

### 3. 미적분2 수업에 도입한 사례

| 미적분 II 영역  | 내용                                       |
|------------|------------------------------------------|
| 지수함수와 로그함수 | · 지수함수와 로그함수의 뜻과 그래프<br>· 지수함수와 로그함수의 미분 |
| 삼각함수       | · 삼각함수의 뜻과 그래프<br>· 삼각함수의 미분             |
| 미분법        | · 여러 가지 미분법<br>· 도함수의 활용                 |
| 적분법        | · 여러 가지 적분법<br>· 정적분의 활용                 |

### 가. 2017학년도 수리과학과 인문학의 만남 실제 사례

#### 1) 지수함수와 로그함수의 뜻을 수필로 표현한 예

나의 의미 있는 기억들

수리과학과 인문학의 만남

‘10이 되느냐 e가 되느냐는  $\lim_{x \rightarrow 0+}$  차이’라는 글로 노력을 통해 나타나는 결과는 사소한 차이이지만, 그 결과가 모여 큰 차이를 이룬다는 교훈을 전함.

2) 삼각함수의 미분법을 수필과 시로 각각 표현한 예

3) 적분법 중 삼각함수 치환적분법을 수필과 시로 각각 표현함

### 나의 의미 있는 기억들

『그리고 우리는』의 기억들

『나에게 의미 있는 기억들』

| 구분       | 구분       | 구분       | 구분       | 구분       | 구분       | 구분       | 구분       | 구분       | 구분        |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| 1. 나의 기억 | 2. 나의 기억 | 3. 나의 기억 | 4. 나의 기억 | 5. 나의 기억 | 6. 나의 기억 | 7. 나의 기억 | 8. 나의 기억 | 9. 나의 기억 | 10. 나의 기억 |

### 수리과학과 인문학의 만남

그리고 그 기억들

『수리과학과 인문학의 만남』

『수리과학과 인문학의 만남』

### 수리과학과 인문학의 만남

『수리과학과 인문학의 만남』

『수리과학과 인문학의 만남』

#### 4. 생활기록부 행정 입력사항

가. 과목별 세부능력 특기 사항에 개인별 단원의 발표 내용을 정리하여 입력

나. 과목별 세부능력 특기 사항에 창의 문제 만들기 작성 및 발표 내용을 정리하여  
입력

다. 과목별 세부능력 특기 사항에 수리과학과 인문학의 만남 작성 발표 내용을 요약  
입력

 **Tips** 발표 수업 진행, 창의 수학 문제 제작 및 발표, 수리과학과 인문학의 만남

작성 및 발표 세 가지 및 개인별 과제탐구 활동 등 영역별 300~400bite 정도의 분량으로 작성하면 세부능력 및 특기 사항의, 1500bite 분량에 맞게 작성할 수 있으나, 다수의 학생이 수업에 참여하고 발표가 개별적으로 차이가 있으며, 작성내용이 모두 달라 작성에 많은 시간이 필요하여 교사의 역량 및 노력이 요구된다. 따라서 수업마다 적절한 메모를 통해 세부능력 특기 사항을 기록하는 습관이 필요하다.

## IV. 결론

### 1. 교육적 효과

여러 활동과 학생 주도적 수업으로 전반적인 학생들의 수학에 대한 흥미가 높아졌으며, 이를 토대로 학업에 대한 관심이 높아지고, 문제해결 및 내용이해의 측면에서 교사의 설명을 듣는 청자의 입장에서 직접적인 수업을 진행하는 교사의 입장이 되어 수학적 원리 및 정리를 적극적으로 탐구하고, 질문에 대한 답변을 위하여 수학적 원리를 한 번 더 고민하는 기회를 제공하게 되었다. 다양한 현상에서 수학적 원리를 찾고자 노력하는 학생들이 늘어남으로 수학과 인문학과와의 관계를 이해하는 학생들이 늘고, 이를 통하여 자신의 삶에 대하여 성찰하는 학생이 많아졌다. 선생님들은 기말고사 후 수업 진행의 어려움을 겪고 있다. 이 시기에 한 학기 동안 배운 지식을 틈틈이 작성한 인문학적 내용의 발표를 통하여 학습한 수학 내용을 복습하는 기회와 함께 인문학 작품 감상을 통하여 서로에 대한 공감적 이해를 도울 수 있으며, 서로의 생각 및 고민을 알아볼 수 있어 교유관계에 도움이 되는 모습을 볼 수 있었다.

### 2. 향후 활동계획

학생들이 수학을 소재로 작성한 인문학적 글쓰기 내용 중 우수작을 선정하여 교내 전시를 통해 다른 학급의 학생들이 감상하여 수학에 대한 친밀감을 가지고 또 다른 즐거움을 가질 수 있는 모습으로 발전하기를 바라며 우수 작품들을 수집하고 있다. 현재 수학동아리에서는 다양한 주제별로 수리과학 체험교실을 운영 중이다. 이는 송도고등학교와 교사공동체가 주관하여 인천지역 중·고등학생들을 대상으로 직접 UCC, 학생들이 직접 제작한 창의 교구 체험 및 설명을 통하여 수학에 대한 흥미를 높이는 봉사 활동을 실시하고 있다. 여기에 수학을 인문학적 요소로 표현한 작품들을 함께 전시하여 수학의 다양한 모습들을 인천지역 중·고등학교에 알리고, 나아가 전국의 학생

들이 수학에 흥미를 느끼게 하려는 계획을 하고 있다.

### 3. 제언

대부분의 활동이 모둠으로 이루어지는 측면이 있어 같은 모둠 내의 학생들의 의견을 수렴하는 과정에서 교사로서 공정성을 유지하고자 하는 노력이 필요했으며, 실생활 및 자신의 삶과 주변 상황들과 연관된 수학적 원리를 새롭게 찾는데 학생들에게 어려움을 느끼게 하였다. 이러한 부분을 줄이기 위해 교사가 사전에 충분한 설명과 함께, 우수사례에 대한 예를 제시하는 모델링 활동을 통하여 학생들의 부담을 줄일 수 있다. 그러나 단편적인 모델링은 학생들을 획일화하여 창의성을 발휘할 방법을 줄일 수 있으므로 다양한 방법으로 소개하여야 한다. 그리고 수학과 인문학을 연결하기 위해서는 교사의 인문학에 대한 관심이 있어야 하며, 학생들이 작성한 글에 대한 부정적인 말은 지양하고, 긍정적인 발문과 학생이 가지고 있는 의문에 대하여 교사가 고민했던 내용을 안내한다면 학생과 교사와의 관계가 더욱 돈독해지고 발표를 지원하는 학생이 많아지는 효과를 얻었다.

[부록 1] 수리과학과 인문학의 만남 양식지 앞면  
T.T.와 함께한 의미 있는 수학 활동 경험을 중심으로.

## 나의 의미있는 기억들..

날짜: 2017년 \_\_\_\_월 \_\_\_\_일 \_\_\_\_학년 \_\_\_\_반 \_\_\_\_번 이 름: \_\_\_\_\_

|                                                                                                                                                                                         |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p><b>주 제</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 공식이나 주요 개념</li> <li>2. 학습한 단위 및 개념</li> </ol>                                                                               |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 수학자 및 이론</li> <li>2. 수업을 통한 의미 있는 에피소드</li> </ol>                                                                                             |  |
| <p><b>인지적 문제</b><br/>(또는 수학적 문제)</p>                                                                                                                                                    |  |
| <p><b>수학적 교훈</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 주제에서 얻는 인생의 가치관</li> <li>2. 내면의 본질</li> <li>3. 마음에 남는 수학</li> <li>4. 진로와 관련된 방향과 그에 따른 어떤 노력</li> <li>5. 과제연구</li> </ol> |  |
| <p><b>스토리텔링을 통한<br/>명언 및 감상</b></p>                                                                                                                                                     |  |



# 수리과학과 인문학의 만남

그리고 그 가치에 대하여...

### 〈제 목:





# 07



학생 참여 실천 융합 수업 : 국어, 수학, 과학  
- 서울 경기고 -



# [ 학생 참여 실천 융합 수업 : 국어, 수학, 과학 ]

## I. 배경

본교는 2011년도부터 과학중점학교를 운영하면서 2014년까지는 다양한 과학 프로그램 운영으로 학생들의 과학에 대한 흥미와 관심을 고취시키고, 창의적 문제 해결 능력 및 과학적 탐구 능력을 신장시켜 학생들의 이공계 진출을 지원하였으며, 그 결과는 이공계 학급 수의 증가로 나타났다. 2015~2016년에는 과학중점학교 운영 과정에서 담당 교사들의 부담을 경감시키고, 담당 교사의 성향에 따라 과학중점 프로그램 운영이 원활하게 되거나 또는 흔들리는 것을 방지하기 위하여 과학중점운영 부서의 역할을 시스템화하는 것에 역점을 두었다. 과학중점학교 운영이 7~8년차로 접어들면서 학교의 특성에 따라 운영 방식에 차이는 있지만 과학 중점학교 프로그램의 내용은 대부분 비슷하다. 이제는 새로운 프로그램을 개발하여 적용하는 것도 중요하지만, 과학중점학교 운영 시스템의 안정적인 정착과 더불어 21세기 4차 산업 혁명으로 표현되는 시대의 변화 과정에서 학교 교육의 가장 핵심인 정규 수업을 중심으로 과학중점학교의 목표인 인문사회 소양과 과학기술 전문성을 겸비한 균형 잡힌 융합 인재를 양성해야 한다. 본교에서는 균형 잡힌 융합 인재 육성을 위하여 1학년 학생들을 대상으로 교과별로 학생 참여형 실천 수업을 권장하였으며, 여기에서는 본교에서 진행된 다양한 교과별 학생 참여형 수업 형태를 소개하고자 한다.

## II. 교과별 학생 참여 실천 융합 수업

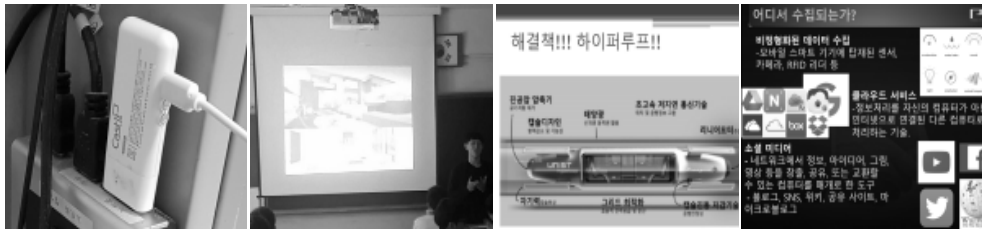
### 1. 국어(1학년 국어과 수업)

## 가. 스마트폰을 이용한 학생 주도적 발표 수업

학생들이 가지고 있는 스마트폰을 이용하여 학생들이 발표 수업 내용을 스마트폰에 저장하고, 스마트폰을 활용하여 발표 수업을 하도록 하였다. 스마트폰을 이용한 수업을 하기 위해서는 우선적으로 이를 활용할 수 있는 환경을 구축하여야 하는데, 환경 구축에는 큰 비용이 요구되지 않고 각 학급에 있는 멀티미디어 장치에 노트북과 무선으로 접속할 수 있는 ‘미라캐스트’라는 수신기를 설치하기만 하면 된다.

### 1) 융합형 주제 발표 및 토론 수업

학생들의 참여도를 높이고 심도 깊은 수업으로 진행하기 위하여 수행 평가로 주제 발표 및 토론 수업을 진행하며, 주제는 사전에 모둠 별로 정하여 제출한다. 2017년에 진행된 주제 발표 및 토론 수업의 주제 중 과학과 관련된 주제로는 인구 문제, 대체 에너지 개발, 동물실험의 윤리적 책임, 인공 지능 관련 법안 제정, 하이퍼 루프 실용화 방안, 인공지능과 빅데이터 등이 있다.



미라캐스트 수신기

매체 활용 발표 수업

발표 내용(하이퍼 루프)

발표 내용(빅데이터)

〈그림 1〉 국어와 스마트폰 활용 수업

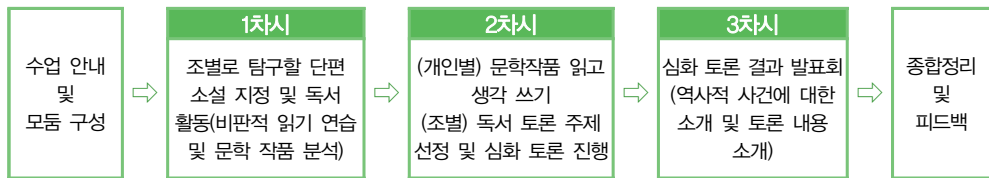
## 나. 독서 교육과 근현대사의 만남 - 역사 테마 소설집 읽고 역사 토론하기

### 1) 학습 주제

근·현대사 주요 사건 관련 역사 소설집 「벌레들」을 읽고 조별 독서 토론

### 2) 학습의 주안점 및 평가

역사 테마 소설집 「벌레들」에 수록된 문학 작품을 주제적·비판적으로 독해할 수 있는 기회 제공, 문학 작품에 대한 조별 토론 주제 선정 및 심화된 독서 토론 과 결과 발표까지에 대한 과정 평가



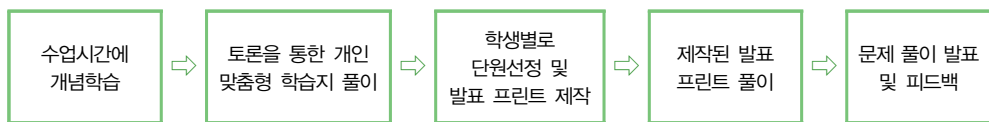
〈그림 2〉 국어과 독서 교육과 근현대사의 만남 토론 수업 모형

## 2. 수학

가. 본교의 상황에 맞게 수준별 교과 교실 수업을 3학급 4단계로 구성하여 운영하되, 구성 방식은 고등학교 과정의 수학을 이수할 수 있는 기초가 부족한 학생들을 15명 이내의 규모로 운영하고, 나머지 학생들은 균일하게 섞여 학급을 구성한다.

나. 1학년 수업을 전담하는 수학과 교사들이 교과협의회에서 거꾸로 교실을 응용하여 수준별 문제를 학습지로 만들어 학생들에게 제공하며, 학생들은 수업 전에 수학 개념을 익히고 수업에 참여하여 스스로 문제풀이를 하고 발표를 한다.

다. 학생들은 자신들이 발표할 단원을 선정하여 발표와 관련된 학습지를 제작하고, 관련 문제의 풀이 과정을 발표함으로써 발표력을 향상시키고, 수학 개념을 공고히 할 수 있다.



〈그림 3〉 수학과 수준별 발표 수업 모형

## 3. 과학 융합 - 2학년 진로 관련 소논문 쓰기 프로젝트 수업

가. 수업의 목표 및 기대 효과

1) 수업의 목표

- 자발적인 탐구활동 주제 선정과 활동을 통한 과학적 탐구 능력 함양 및 문제 해결력 증진
- 다양한 연구 경험을 통한 과학에 대한 긍정적인 태도 향상 및 과학자의 태도와 자질 함양

## 2) 기대 효과

- 이과 교과 과목에만 치중하지 않은 지식과 능력을 개발함으로써 문이과 통합형의 인재 육성

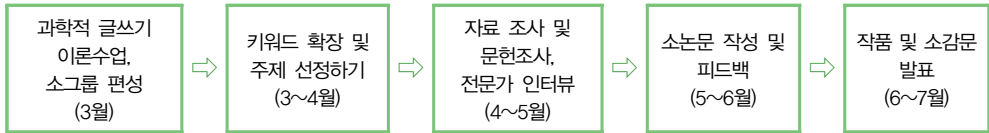
## 나. 과목의 특성 및 수업의 재구성

- 1) 과학융합(1학기 집중 이수, 주 2회) · 대상 : 2학년 과학 중점반 3개 (102명)  
과학 융합 과목의 경우, 2학년 과학 중점 3개반 학생 대상으로 이루어진다. 수업에 참여하는 대상은 1학년 때부터 여러 가지 과학 관련 실험이나 교양 수준의 실험 지식을 갖춘 것으로 판단하여 심화과정으로 과학적 글쓰기 소논문 프로젝트를 통해 스스로 부족한 부분의 지식과 정보를 채울 수 있도록 수업을 설계하였다. 학기초 설문조사를 통해 학생들의 진로 결정이나 진로에 대한 구체적인 계획이 있는지를 파악하였으며, 비슷한 진로계획을 세운 학생들이나 관심 있는 과목이나 학문 분야가 비슷한 학생들을 소그룹으로 나누었다. 물론 개개인의 특성을 살려 개인의 소논문을 작성하는 것이 학생들의 관심이나 참여도를 높일 수 있으며, 효율적인 방법이나 교사의 피드백과 효율적인 평가를 위해서 학급당 10개 정도의 소그룹으로 편성하여 반별로 네이버 밴드를 개설하고, 매 활동마다 활동이 활발히 이루어지고 있는지 확인하고 피드백하였다.

학생들은 매주 수학정보화실 컴퓨터를 이용한 프로젝트형 소논문 쓰기 수업을 통해 자신의 진로와 관련된 논문을 써봄으로써 향후 자신이 개발하거나 연구하고 싶은 분야에 대해 선행하고, 진로에 대한 구체적인 계획을 세울 수 있다. 수업의 기본적인 구성은 학기 초 과학적 글쓰기와 소논문 쓰는 방법에 대해 이론 수업을 진행하였으며, 비슷하거나 같은 진로를 가진 학생들을 소그룹(3~4명)으로 편성하여 수시로 소논문 활동이 이루어지도록 하고, 한 학기 동안 매주 2번의 수업시간을 통하여 활동 일지를 작성하게 하였다. 소논문을 완성한 이후에는 각자 소감문을 작성하게 하고, 간단하게 PPT를 제작하여 다른 조 학생들



에게 본인들이 연구한 분야에 대해 발표하게 하였으며, 평가 또한 발표 조 외의 다른 조 학생들이 평가하게 하여 반 전체 학생들의 참여를 유도하고 학습에 몰입을 강화하였다.



〈그림 4〉 과학융합 논문 쓰기 수업 모형

다음은 프로젝트형 논문 쓰기 수업 구성 내용과 학생들의 연구 주제를 나타낸 것이다.

| 과학 중점 과정 진로 관련 소논문 쓰기 프로젝트 |                                               |                                                                              |
|----------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 순번                         | 내용                                            | 실습 및 활동                                                                      |
| 1                          | 과학의 탐구<br>관찰과 사고                              | 과학에서의 관찰<br>(옛날 과학자들의 생각과 지금의 생각 비교)                                         |
| 2                          | 과학 철학과 탐구<br>귀납적 탐구과정과 연역적 탐구과정<br>귀납주의와 반증주의 | 좋은 가설 구분하고 이유를 생각해보기<br>원자모형의 변천을 통해 과학의 특성 생각해보기                            |
| 3                          | 과학의 소통<br>과학 대중화(자신의 연구가 많은 사람에게 미치는 영향)      | 도서관 활동 수업                                                                    |
| 4                          | 논문작성법, 문헌(저널, 논문, 과학 학술 기사)을 통한<br>탐구         | 소그룹 편성<br>반별 게시판 개설                                                          |
| 5                          | 논문 작성                                         | 키워드를 확장하여 주제 선정<br>논문 쓰기 역할 담당 정하기<br>역할 수행<br>최종 편집 및 PPT 제작<br>소감문 작성 및 발표 |
| 6                          | 조별 평가와 교사의 피드백                                |                                                                              |

## 2) 소논문 주제 및 연구 결과

### 〈2학년 A반〉

| 분야      | 연구 제목                                                 |
|---------|-------------------------------------------------------|
| 의학      | 인체 내에서의 비타민 D의 기능과 섭취방법에 대한 연구                        |
| 건축, 디자인 | 패시브하우스의 발전 가능성에 대한 연구 - 디자인과 실용성에 대하여 -               |
| 공학      | 나노기술의 이해                                              |
| 기계공학    | 3D 프린팅 기술의 개발 현황과 활용                                  |
| 생명과학    | 식물세포의 리소좀에 대한 연구<br>- 식물 세포의 리소좀과 자기포식(autophagy)의 활용 |
| 수학      | 무한급수의 수렴 판정 - 고등학교미적분 I 을 중심으로 -                      |
| 전기, 화학  | 탄소나노튜브를 이용한 전자파 차폐효과                                  |
| 컴퓨터     | DRAM의 구성 방식에 따른 데이터 처리 성능 비교 분석                       |
| 컴퓨터, 통계 | 과거 유행 게임의 양상과 앞으로의 전망                                 |
| 물리      | 무게중심 - 임의의 물체의 무게중심 고찰 -                              |
| 항공      | 무인 항공기에 적용된 항공역학과 모델링                                 |

### 〈2학년 B반〉

| 분야      | 연구 제목                                                 |
|---------|-------------------------------------------------------|
| 기계공학    | 생체모방을 이용한 기계공학에 대한 고찰 - 수중 비행생물을 중심으로                 |
| 기계공학    | 항공기술의 전망                                              |
| 생명공학    | 당뇨병이 뇌에 미치는 영향에 대한 연구<br>- 알츠하이머와 인지기능에 미치는 영향을 중심으로- |
| 역사      | 근대화의 척도와 그에 대한 해결방안 -대한민국의 미래-                        |
| 전기, 전자  | 효율적인 스마트폰 배터리 사용 방안                                   |
| 친환경, 건축 | 생태도시 꾸리찌바에 대한 고찰                                      |
| 컴퓨터     | 사물인터넷(IoT)의 문제점과 위험성의 개선방안                            |
| 의학      | 줄기세포 기술의 연구 현황 및 미래 동향 - 유도만능줄기세포를 중심으로               |
| 화학      | 탄소동소체의 상용화 방안에 대한 고찰<br>- 그래핀, 풀러렌과 탄소나노튜브를 중심으로      |

〈2학년 C반〉

| 분야   | 연구 제목                                    |
|------|------------------------------------------|
| 생명공학 | 독의 종류와 그에 따른 인체에 미치는 영향                  |
| 생명공학 | 장내 미생물과 인체 건강의 상관관계                      |
| 생명과학 | 비만과 장내 미생물 간의 상관관계                       |
| 기계공학 | 3D 프린터의 원리와 기술의 한계 및 보완점                 |
| 반도체  | 반도체 종류와 활용 및 발전방향에 대한 연구                 |
| 수학   | 복소수를 좌표 평면에 나타내는 방법에 대한 연구               |
| 의학   | 추간판 탈출증의 효과적 치료 방법에 대한 연구                |
| 컴퓨터  | AR 기술의 장단점과 발전 방향에 대한 고찰                 |
| 사관학교 | 한반도의 사드배치에 대한 외국의 대응방식 - 중국, 미국, 북한에 대하여 |

## 다. 과학적 태도 검사 설문지(소논문쓰기 사전·사후 검사 설문지)

### 1) 사전 설문지 구성

이 설문지 내용은 소논문 쓰기 활동을 통해 여러분들이 배우고 느끼는 바를 알아보고, 활동이 끝난 후에 정성적 평가와 분석을 하기 위함이니 솔직하고 자세하게 답변하면 됩니다. 답변 결과는 비밀이 유지됩니다. 질문을 읽고, 답변해주세요.(뒷면 포함)

|        |                                                                     |
|--------|---------------------------------------------------------------------|
| 학교명    |                                                                     |
| 경기고등학교 | 2학년 (        )반 (        )번 이름 (                                  ) |

※ 문항을 읽고 자신의 의견을 자유롭게 쓰시오.

1. 2017년 이전에 논문 읽거나 소논문쓰기 활동을 해 본 경험이 있습니까?  
① 있다.                      ② 없다.

1-(1). 참여한 활동에 대해 자세하게 써주세요.

2. 장래 희망이 구체적으로 정해져 있는 편입니까?  
① 있다.                      ② 없다.

희망직업 :

3-(1). 본인이 선택한 주제 또는 관련 키워드

### 3-(3). 선정한 이유

7. 소논문 쓰기 활동을 하면서 지식적 측면에서 예상되는 문제점은 무엇입니까?

이 설문지 내용은 소논문 쓰기 활동을 통해 여러분들이 배우고 느낀 바를 알아보고, 정성적 평가와 분석을 하기 위함이니 솔직하고 자세하게 답변하면 됩니다. 답변 결과는 비밀이 유지됩니다. 질문을 읽고, 답변해 주세요. (뒷면 포함)

|        |                                                   |
|--------|---------------------------------------------------|
| 학교명    |                                                   |
| 경기고등학교 | 2학년 (     )반 (     )번 이름 (                      ) |

112 | 학생 참여 실천 융합 수업 : 국어, 수학, 과학 (서울 경기고등학교)

1. 소논문 쓰기 활동 중 본인이 팀 안에서 맡은 역할(또는 작성부분)은 구체적으로 무엇입니까?
2. 소논문 쓰기를 통해 향상된 본인의 능력(또는 배우게 된 것)은 무엇입니까?
3. 팀별 소논문 쓰기 활동을 하면서 필요한 과학적 소양은 구체적으로 무엇이라고 생각합니까?  
(ex) 과학적 지식, 탐구 능력, 과학적 사고력 등
4. 4-(1). 소논문 쓰기 활동을 하면서 겪은 문제점은 무엇입니까?  
  
4-(2). 문제점을 해결하기 위해 어떤 노력을 했나요?
5. 소논문 활동을 하면서 실제 해보고 싶은 연구나 관심이 생긴 분야는 무엇입니까?
6. 효과적인 소논문 활동과 수업을 위해 학교에서 개선되었으면 하는 점은 무엇입니까?

### 3) 소논문 쓰기 프로젝트 평가지 구성

채점자 이름 :

발표자 이름 :

| 평가 요소        | 평가 점수 |
|--------------|-------|
| 논문의 완성도      |       |
| 연구내용의 참신성    |       |
| 논문의 의사전달 효과  |       |
| 지식의 이해도      |       |
| 전공 적합성       |       |
| 연구 주제 발전 가능성 |       |
| 발표태도         |       |

※ 모든 항목은 10점 만점으로 평가

총평 :



과학융합(소논문 주제 탐구)



과학융합(소논문 발표)

### 〈그림 5〉 과학융합 소논문 쓰기 활동

## 라. 학생들의 반응

다음 결과지의 답변은 사전·사후 검사지 문항 중 4가지를 선별한 것이다.

1) 본인이 선정한 주제나 관련 키워드를 적고 선정한 이유를 적으세요.

#### 서술형 답변

- 2학년 강○○ : 복소수 사칙 연산의 기하학적 의미, 복소수의 사칙연산을 그래프를 통해 기하학적으로 증명해 나가는 과정이 흥미롭기 때문, 고1 때 배운 복소수를 기하학적으로 해석해보고 싶다.
- 2학년 강○○ : 독, 인간과 가장 밀접한 관련이 있기 때문
- 2학년 김○○ : 장내 미생물과 인체건강의 상관 관계, 대표 논문이 흥미로워서
- 2학년 박○○ : AR 기술의 장단점과 발전 전망, AR이 사회적으로 이슈가 되었고, 연구가치가 높은 것 같다.
- 2학년 박○○ : 사드배치, 국가적 차원에서 제일 이슈이고, 희망 직업과 관련 있기 때문
- 2학년 박○○ : 반도체 종류와 활용 및 발전 방향에 대한 연구, 우리가 일상생활에 사용하는 반도체의 정확한 원리에 대해 깊게 탐구해보고 싶어서
- 2학년 양○○ : 추간판 디스크 탈출증 치료 방법, 청소년 사이에서 문제가 되고 있기 때문
- 2학년 이○○ : 3D 프린터의 현재 한계와 보완할 점, 최근 산업 기술에서 가장 핫한 아이템이라서
- 2학년 박○○ : 복소수를 좌표 평면에 나타내는 방법, 많은 수나 함수를 좌표 평면에 나타내 보았지만 복소수를 좌표 평면에 나타내 본 적이 없기 때문
- 2학년 정○○ : 디스크, 실생활에 밀접하게 연관된 주제라서
- 2학년 허○ : 3D 프린터의 원리와 한계 및 보완점, 3D 프린터를 보유한 동아리에 속해 있는 팀원이 있기 때문
- 2학년 김○○ : 대한민국 근대화의 역사, 대한민국의 역사를 좀 더 깊이 알고 싶어서
- 2학년 김○○ : 사물인터넷의 문제점과 개선방안, 요즘 시대에 떠오르는 주제

2학년 김○○ : 당뇨병과 알츠하이머&인지기능의 상관관계, 최근 발견되는 연구들이 흥미로워 보이기 때문  
 2학년 김○○ : 팀원들이 모두 관심 있어 하는 주제로 선정  
 2학년 문○○ : 배터리 용량 증가를 위한 방법에 대한 연구, 요즘 스마트폰을 많이 쓰기 때문  
 2학년 박○○ : 꾸리치바의 친환경 건축물과 생태도시에 관한 탐구, 조원 4명의 관심분야이며, 앞으로 대한민국이 갖춰야 할 친환경적인 부분을 잘 담고 있어서  
 2학년 이○○ : 줄기세포, 현재 의료발전에 크게 기여할 것이라 생각하였고, 그 기술이 발달함에 따라 나타나는 장단점에 대해 탐구해 보기 위해서  
 2학년 최○○ : 항공기술에 평소 관심이 많고, 앞으로도 기대가 되는 것이어서  
 2학년 최○○ : 학업 스트레스가 학교 생활에 미치는 영향, 학생들이 받는 스트레스 중 가장 먼저 떠오르는 것이 학업스트레스여서  
 2학년 허○○ : 줄기 세포의 연구 현황, 현재 활발히 진행되고 있고, 인류의 미래를 보장할 가능성이 있고 불구들에게 새로운 희망이 될 수 있다고 판단해서 더 자세히 알고 싶어졌다.  
 2학년 홍○○ : 탄소 동소체의 상용화 방안에 대한 고찰, 우리 미래에 필요한 신소재에 대하여 알고 싶었다.  
 2학년 강○○ : 게임유행의 양상과 세대간의 관계, 통계를 이용해 신세대의 특징을 알아보기 위해  
 2학년 김○○ : 탄소나노튜브의 차폐효과, 미래에 발전한 탄소나노튜브가 전자파를 얼마나 차단하는지 궁금해서  
 2학년 김○○ : 드론에서의 항공역학, 희망 직업을 갖기 위한 소양을 기를 수 있다고 생각했기 때문  
 2학년 김○○ : 식물세포의 리소좀에 대한 연구, 우리가 학교에서 배우는 내용이며, 리소좀의 자가 포식이란 기능에 흥미를 느낌  
 2학년 김○○ : 유행 게임 소비 문화의 양상, 시대의 흐름에 따라 게임이 어떻게 발전하고 양상을 띠고 있는지 궁금했고, 앞으로의 동향을 알아보고 싶었기 때문이다.  
 2학년 김○○ : 비타민 D의 체내의 흡수법 및 영향, 연구자료가 다양하고 희망학과(의예과) 진학에 도움이 될거라 생각  
 2학년 김○○ : 디자인과 안정성을 고려한 패시브 하우스, 최근 부흥하는 패시브하우스를 소개하기 위해  
 2학년 신○○ : 물체의 무게중심 측정, 실험하기 용이해서  
 2학년 이○○ : 무한급수의 수렴성과 판정, 교과과정에서 풀리지 않은 의문 해결  
 2학년 이○○ : DRAM의 구성 방식에 따른 저장 장치의 속도 비교, 요즘 많은 사람들이 컴퓨터 업그레이드를 할 때 DRAM을 주로 업그레이드를 하는데 DRAM의 용량 차이로 성능 변화가 있는지 궁금하여 연구해 보게 되었다.  
 2학년 전○○ : 탄소나노튜브에 의한 전자기차폐 효과, 현대인들의 건강을 빼앗는 효과이기에 이걸 막는걸 조사해보고 싶어서

2) 소논문 쓰기 활동을 통해 가장 향상 될 거라 기대되는 본인의 능력은 무엇인가요?

#### 서술형 답변

2학년 현○○ : 논문을 해석하는 능력, 친구들과의 소통 능력, 과학적 글쓰기 능력  
 2학년 최○○ : 자료조사 능력, 글쓰기 능력  
 2학년 한○○ : 모둠원 간의 협업능력, 한 주제에 대해 여러 분야의 자료를 종합적으로 나의 주장과 함께 산출물을 만들 수 있는 능력  
 2학년 주○○ : 머리에 생각한 실험을 구체화하고 데이터를 뽑아 해석하는 능력  
 2학년 조○○ : 건축가라는 직업에 대한 소양  
 2학년 임○○ : 논리적이고 체계적으로 정리하는 능력

2학년 이○○ : 논문 작성 능력, 하드웨어 구성 능력  
 2학년 이○○ : 논문을 쓰는 방법을 배우고 그룹에서 역할을 분담하고 실천하는 것을 배울 것이라 생각  
 2학년 이○○ : 논리적 구성 능력, 지식, 자료 수집 능력  
 2학년 이○○ : 신뢰성 있는 자료를 정리하여 논리적으로 논문을 쓰는 법  
 2학년 신○○ : 과학적 내용을 고찰하는 능력  
 2학년 김○○ : 한 분야에 대한 전문 지식  
 2학년 박○○ : 팀워크, 과학적 사고 능력, 자료조사 해석 능력  
 2학년 김○○ : 문장 간의 연결이 좀 더 자연스러워짐  
 2학년 박○○ : 역할 분배 능력, 자료 찾는 능력  
 2학년 한○○ : 자료능력 및 편집 능력, 검토와 수정 능력  
 2학년 김○○ : 전문 지식이 는 것 같다.  
 2학년 이○○ : 논문 쓰기의 경험  
 2학년 박○○ : 의사소통 능력  
 2학년 박○○ : 글쓰기를 아주 잘하게 되지는 않았지만 자신감을 갖게 되었고, 관심 분야에 대한 지식을 쌓을 수 있었다.  
 2학년 황○○ : 정보검색, 분류 능력  
 2학년 허○○ : 관련 분야에 더 지식이 쌓이고, 후에 내가 의사가 되었을 때도 여러 방면에서 도움이 될 뿐 아니라, 소논문 작성 경험을 하루 있어서 후에는 더욱더 잘 쓸 수 있게 된 것 같다.  
 2학년 한○○ : 의견을 조율할 수 있는 공평함, 깊이 있는 과학적 탐구를 추구하는 호기심  
 2학년 정○○ : 논리적인 글쓰기, 자신의 의견을 구체적으로 표현하기  
 2학년 이○○ : 내가 좋아하고 관심있는 분야에 대해 공부할 수 있고, 나중에 내 꿈을 이루는 데에 도움이 될 것이다.  
 2학년 박○○ : 논문작성 능력 향상, 과학에 대한 관심 증가, 나의 진로와 관련된 전문 지식의 습득, 협동심 향상

3) 소논문 쓰기 활동을 하면서 필요한 과학적 소양은 무엇이라고 생각합니까?

### 서술형 답변

성실함, 정직함, 책임감, 주제에 해당하는 상식, 요점 정리 능력, 냉철한 사실판단, 기초적 과학지식, 집중력, 협동력, 지적 호기심, 열정, 융통성, 끈기, 탐구 정신, 실행력

4) 소논문 쓰기 활동을 하면서 겪은 문제점은 무엇인가요? 문제점을 해결하기 위해 어떤 노력을 했나요?

☞ 사전 검사 결과지에 예상한 문제점 : 전문 지식에 대해 모르는 것, 고등학생 수준을 넘어서 어려운 지식에 대한 이해, 우리가 조사하는 게 100% 맞는지 확인할 수 없다는 점이 문제라고 생각, 영어로 된 논문을 해석하는 데 어려운 용어가 많아서, 사실 확인을 하기 힘든 지식들이 무분별하게 들어옴, 친구들과의 의견 충돌, 정보 분별 능력 부족, 인터넷만 사용할 경우 잘못된 지식의 형성, 과학보다는 여러 기술



에 대한 정보력 부족, 관련된 논문의 부족으로 자료조사의 어려움 등.

### 서술형 답변

- 2학년 박○○ : 같이 활동하는 조원들의 의견 충돌 대화를 시도함.
- 2학년 황○○ : 팀원들의 저조한 참여율, 대화를 시도하여 참여하게 하려고 했다.
- 2학년 채○○ : 우리가 아직 논문을 읽기까지는 이해능력과 지식이 부족하여 모르는 단어들을 찾으려고 노력하였다.
- 2학년 박○○ : 지식의 부족, 백과사전을 함께 찾아서 부족한 점을 채우려 함.
- 2학년 김○○ : 여러명이 함께 쓰다보니 겹치는 내용이 있었고, 편집에서 좀 애를 먹었던 것 같다.
- 2학년 박○○ : 주제를 선정할 때 각자 원하는 주제가 달라서 갈등이 생겼다. 서로의 의견을 존중하고 5명의 팀원의 의견을 모두 수렴하여 모두가 만족할 만한 주제를 냈다.
- 2학년 박○○ : 인터넷으로 논문을 찾은 활동을 하는데 논문에 써 있는 내용들이 너무 어려워 인터넷에서 주제에 대한 지식을 얻으려고 했으나 내용이 다 달랐다. 내용이 어렵지만 이해하려고 노력하고 최대한 문헌을 찾아보았다.
- 2학년 서○○ : 과학적 지식이 부족했고, 인터넷에서도 나오지 않는 정보들이 있어 내용을 작성하기 어려운 부분이 있었으나, 책이나 다른 여러 논문을 찾아서 해결하였다.
- 2학년 강○○ : 주제가 어려워 주제를 변경해야 했다. 새로운 주제를 찾고 이를 마무리하기 위해 노력했다.
- 2학년 김○○ : 시간부족, 해결하지 못함.
- 2학년 신○○ : 프로그래밍할 줄 아는 애가 없어서 프로그래밍을 빼고 알고리즘만 만들었다.
- 2학년 이○○ : 주제 범위가 없어서 정리하는데 어려움이 있었으나, 친구들과 토론했어 결론을 도출
- 2학년 정○○ : 적분을 통해 무게 중심을 구하는 과정이 어려웠으나, 스스로 공부해서 풀려고 노력함.
- 2학년 주○○ : 생각한대로 결과가 나오지 않거나 데이터 정리를 잘못할 때 여러 번 시행해보고 오류를 찾으려고 노력함.
- 2학년 안○○ : 기사나 논문에서 신소재의 단점은 서술하지 않고 장점만 써놓음. 내 생각을 적음.
- 2학년 이○○ : 용어가 어렵고 내용이 어려웠으나 해석을 하며 더 쉬운 말로 풀어서 설명하려고 노력함.
- 2학년 홍○○ : 같이 활동하는 조원들의 의견 충돌이 심했다. 서로의 관심사들을 종합하여 대표할 수 있는 주제를 찾았다.
- 2학년 황○○ : 조원들과의 역할 분담, 적절한 토의를 통해 해결
- 2학년 이○○ : 시간이 부족했으나 노력을 더했다.
- 2학년 이○○ : 벤치마킹 실험을 하는데 실험의 변화값인 RAM의 수가 부족했다. 부족한대로 실험을 하였고, 다음에 기회가 생기면 진행하기로 했다.
- 2학년 임○○ : 자료 검색에서의 힘든 점, 구글을 기준으로 논문 서치, 기사, 스캐프 등으로 차근차근 모아갔다.
- 2학년 장○○ : 논문을 처음 써봐서 어려웠다. 질문하면서 잘해내어 원하는 결과를 얻었다.
- 2학년 정○○ : 우리 주제에 대한 선행연구가 너무 잘 되어 있다. 주제를 다른 것으로 설정하여 우리가 알아낼 수 있는 것들을 알아내었다.
- 2학년 구○○ : 수식이나 함수 그래프를 넣기가 힘들, 일일이 다 치고 그래프를 그림.
- 2학년 김○○ : 팀원과의 의견을 합해야 하는게 어려웠으나 만나는 시간을 늘려서 의견조율을 위해 노력함.
- 2학년 박○○ : 분량배분과 문맥 맞추기가 어려웠으나, 상의를 통해 조정함.
- 2학년 박○○ : 반도체의 발전 방향에 대한 논문이 별로 없다. 반도체에 관한 논문을 하나씩 읽고 발전 방향이 있는 논문을 찾았다.
- 2학년 정○○ : 팀원의 불성실한 태도와 자료부족, 팀원이 성실하게 참여하도록 잔소리를 하여 설득함.
- 2학년 최○○ : 관련된 논문을 찾기 어려웠으나, 우리나라 논문 말고 다른 외국 논문을 찾아 보았다.
- 2학년 한○○ : 생각을 글로 쓰는 것이 어려웠다. 일단 써보고 수정하는 방향으로 나아갔다.

### Ⅲ. 결론 및 제언

#### 1. 결론

##### 가. 과학 융합 수업 운영

사전·사후 검사 결과지를 통해 학생들의 과학적 태도에 대한 긍정적인 분석을 시도한 결과, 성실함, 정직함, 책임감, 협동심, 관련분야에 대한 지식에 등에 대한 변화가 있었음을 알 수 있다. 소논문 쓰기 활동을 하면서 가장 큰 문제점으로 나타난 것은 조원들 간의 의견 충돌이었으며, 논문 주제를 선정할 때 각자 쓰고 싶은 주제가 달라 주제 선정에서부터 어려움을 겪었다. 일부 학생들은 자신의 진로 관련 분야가 같은 그룹 말고 친한 친구와 논문 작성하는 것이 옳다고 의견을 내비치기도 하였다.

이 외의 검사 항목 중 소논문 활동을 하면서 실제 해보고 싶은 연구나 관심이 생긴 분야는 무엇인지 묻는 항목에 대해서는 본인이 썼던 논문에서 모르던 용어나 분야와 연계되는 경우가 많았고, 또는 조원과의 소논문 주제 선정에서 제외되었던 주제들이 대부분이었다. 또, 다른 항목 중 관련 프로젝트 수업 중 개선되었으면 하는 점에 대해 수학정보화실 컴퓨터의 교체 요구, 자유로운 조 편성, 배경지식 제공, 전문가와의 만남 추진, 더 많은 활동 시간(시간 부족), 전문적인 피드백과 횃수 증가 등이 있었다. 진로 관련 소논문 쓰기 프로젝트를 통해 학생들의 과학적 태도 변화에는 정직함과 성실함, 책임감, 협동심 등에서 가장 큰 변화가 일어난 것으로 보인다. 프로젝트 수업은 일회성의 수업이 아닌 매 활동을 통해 축적되는 결과를 도출하므로 학생들에게 끈기와 책임감, 성실함을 요구하며, 이러한 수업이 이루어지기 위해서는 학생들의 활동 의지를 높이고 자유로운 주제 선정과 다양한 매체를 통한 자료 수집이 가능해야 할 것이다. 또한 최근 연구의 동향이나 관련 전문 지식에는 교사들만의 교육으로는 한계가 있으므로 이와 관련된 전문가들의 코칭이 필요할 것으로 보인다. 가능하다면 학생들에게 활동시간을 더욱 넉넉히 제공하고, 소그룹으로 논문을 쓰기보다는 개인의 생각을 자유롭게 펼칠 수 있도록 개인 활동으로 이루어지는 것이 더욱 효과적일 것으로 예상된다.

##### 나. 국어·수학 등 일반 교과 수업

1학년 학생들을 대상으로 국어, 수학, 과학 교과 이외의 많은 교과에서 다양한 방식의 학생 참여 실천 수업들을 진행하였다.

도서관 사서 선생님과 협력하여 교과별 도서관 협력 발표 수업(국어과 학생 주도 시

감상 활동, 사회과 학급 신문 만들기 수업, 역사과 포트폴리오 제작 수업, 과학과 광고를 활용한 원소 기호 표현하기 수업 등)을 진행하였다.

또한 교과간 연계 수업도 진행하였는데, 과학과 윤리 교과 연계 토론 수업으로 2학년 이학·공학 과정 학급의 과학 융합 시간을 이용하여 ‘과학의 윤리적 책임’이라는 주제로 과학자의 사회적 책임에 대한 주제 발표 및 CEDA 토론을 진행하였으며, 과학과 국어 연계 수업으로 과학을 소재로 한 글쓰기, 발표 및 토론 수업을 진행하면서 학생들의 국어 능력 및 융합 역량을 배양시키는데 노력하였다.

수행 평가 등 다양한 평가 방법을 활용한 교과별 연계 학생 참여 실천 수업은 정규 수업의 내용을 풍성하게 할 뿐만 아니라, 융합 인재 육성이라는 과학중점학교의 목표에도 적합하다.

## 2. 제언

21세기 4차 산업 혁명이 진행되고 있는 시대적 변화의 한복판에서 과학중점학교의 목표인 융합 인재를 육성하기 위해서는 다양한 과학·수학 방과 후 활동 또는 비교과 활동도 중요하지만, 정규 교육 과정에서 학생들이 적극적으로 참여할 수 있도록 수업이 운영되어야 할 것이다. 특히, 2018학년도 신입생부터 적용되는 2015 개정 교육과정이 학교 현장에서 정착하기 위해서는 새로운 교수-학습 방법에 대한 교사들의 집단적 노력뿐만 교육부, 교육청, 학교 차원의 지원이 지속적으로 이루어져야 할 것이다. 본교에서 2017년에 시행된 다양한 학생 참여 실천형 수업 모형들을 정착시키기 위해 고려되어야 할 것들은,

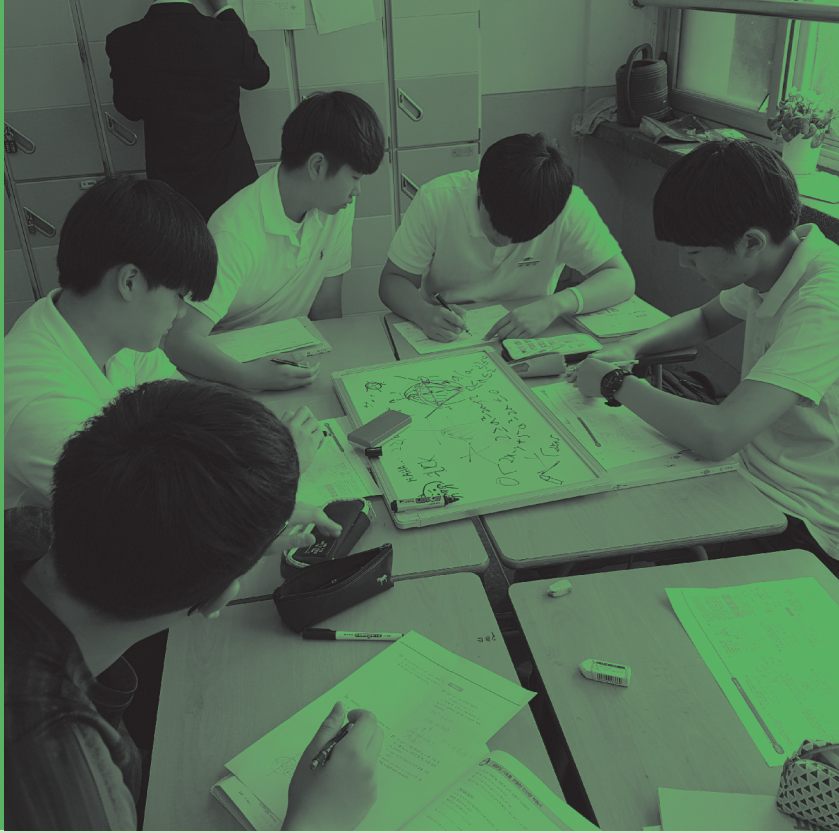
**가.** 학년별 교과 연계 수업을 하기 위해서는 최소 월 1회, 가능하다면 월 2회 정도 관련 교과간 논의를 할 수 있는 협의회 틀이 만들어져야 할 것이다. 교과 상호 간에 공통점과 교과 진도에 맞게 공통적인 내용으로 연계 수업을 진행할 때 효과가 더욱 확대될 수 있다.

**나.** 학생들의 수준이 다양하므로 학생 수준별 참여 수업의 형태를 고민하여야 할 것이다. 2017년에 진행된 수업의 형태들은 대부분 자료 수집 및 발표 수업 중심으로 이루어져 아직 발표 능력이 처지는 학생들의 적극적 참여가 제한되는 모습이 나타났기에 이를 보완할 수 있는 수준별 참여 방식을 적극 고려해야 할 것이다.

**다.** 학교차원에서는 일회성 행사보다 정규 수업 과정을 중심에 두고 교사들의 다양한

협의를 구조를 갖출 수 있도록 교과 협의 시간 또는 학년별 협의 시간을 보장해 주는 것이 필요하다.

# 08



학생이 주도하는 Flipped Math Classroom

- 인천 송도고 -



# [ 학생이 주도하는 Flipped Math Classroom ]

## I. 수포자 없는 수학교실 만들기

4차 산업 혁명 속에 수학은 매우 중요한 역할을 하고 있습니다. 기계, 항공, 로봇, 인공지능, 그래픽 디자인, 의학 등 광범위한 분야에서 이제는 수학적 지식과 수학적 사고력은 필수가 되었습니다. 그럼에도 불구하고 많은 학생들은 수학의 중요성을 인지하지 못하고 있습니다. 또한 고등학교에 와서 어려워진 수학에 좌절감을 느끼고, 이른바 수포자가 되고 있는 것이 현실입니다. 이렇다보니 수학 시간은 자는 시간이고, 수학을 재미없고 고통스러운 것이라고 생각하는 학생들이 많습니다. 이런 학생들의 수학 공포증을 치유하고 수학에 대한 흥미를 살리고자 거꾸로 교실을 준비하였습니다. 거꾸로 교실은 기존의 강의와 과제의 순서를 뒤집어 집에서는 강의를 듣고, 학교에서는 활동 과제를 하는 것을 의미합니다. 수업 전 미리 보고 오는 동영상 강의를 통해 모르는 부분은 반복하여 듣고, 강의의 속도를 자신에게 맞출 수 있기 때문에 맞춤형 수업이 가능합니다. 수업 중에는 학생들의 수준을 고려하여 모둠을 만들고 멘토와 멘티를 정해주어 또래학습이 일어나게 하고, 개인 수준별, 모둠별 활동과제와 경쟁 및 협력과제 등 다양한 활동학습을 제공하여 수업을 능동적으로 만들어가도록 유도합니다. 릴레이 문제풀기, 스피드 게임, 수학문제들로 이뤄진 암호를 풀어내는 게임, 범인을 찾는 추리게임 등 다양한 활동을 준비합니다. 이와 같은 활동은 학생 친화적이며 학생들의 흥미를 자극합니다. 흥미만이 아니라 자신의 수준에 맞는 역할을 분배받음으로써 수학에 대한 자신감을 심어주고 학생 주도적인 수업으로 이끌어 갈 수 있습니다. 이렇게 학생 중심적인 수업을 하면 강의하지 않는 교사는 돌아다니면서 활동에 어려움을 겪는 학생들을 밀착해서 지도할 수 있습니다. 또한 협력해야지 해결할 수 있는 과제들을 주기 때문에 또래 간 멘토-멘티 학습이 자연스럽게 일어나게 됩니다. 한 반의 모든 학생들을 충족하기 어려웠던 강의식 수업에서 탈피하여, 자신의 이해속도와 맞지

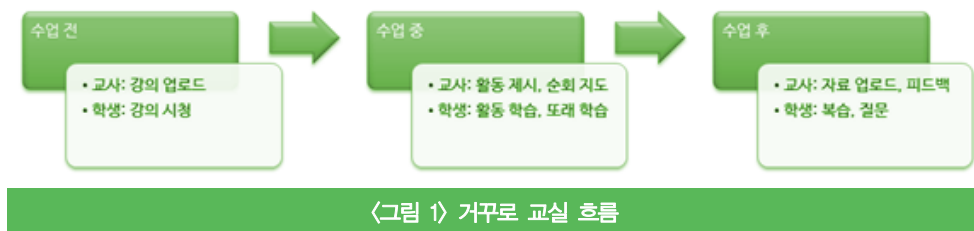
않아 따라가기 힘든 수업에 지쳐가는 학생들을 살릴 수 있습니다. 공부를 잘하는 학생들은 주위 학생들을 가르쳐주면서 정확히 알지 않으면 가르쳐 줄 수 없다는 것을 느끼고 더 많은 것을 배울 수 있습니다. 이처럼 시끌시끌하지만 모두 수학공부를 하고 있는 교실, 소통이 있고 수업시간이 눈 깜짝할 새에 지나가는 그런 수업을 기대하였습니다.

## II. 운영

### 1. 준비

#### 가. 개관

거꾸로 교실의 흐름은 아래의 도표와 같습니다. 강의는 집에서 듣고 과제를 학교에서 하는 것이 핵심입니다. 촬영된 강의를 미리 듣고 올 경우 반복해서 학습이 가능하고 스스로 속도조절도 가능하여 선택적 수준별 학습이 가능합니다. 과제를 수업 중에 할 수 있도록 수준별 문제풀이 학습지를 준비하거나 학생들의 흥미를 이끌어 줄 활동학습을 계획합니다. 언제나 그렇듯 수업 전 강의를 듣는 것을 안 해오는 학생들은 항상 있습니다. 이럴 때는 수업 시간에 준비된 학교 노트북 등으로 강의를 듣는 시간을 제공합니다. 모든 활동을 종료하면 수업 중에 활동한 내용을 정리해줍니다. 그리고 수업 후에는 활동에 대한 원활한 피드백이 제공될 수 있도록 온라인 소통이 가능한 플랫폼을 구축하여 의사소통을 합니다.



#### 나. 동영상 강의 촬영

동영상 강의 촬영은 거꾸로 교실의 하나의 기동을 이루고 있습니다. 학생들이 미리 개관학습을 해오지 않는다면 학교 수업 시간에 과제를 해결하기 무척이나 어렵습니다. 그래서 학생들이 언제나 간단하게 보고 올 수 있도록 짧지만 핵심들을 짚어줄 동영상 강의를 직접 촬영하였습니다.



두 가지 방법으로 촬영하였는데, 첫 번째는 스마트폰이나 태블릿을 이용하여 칠판에 강의하는 것을 직접 촬영하는 방법입니다. 두 번째는 펜 터치가 가능한 개인 노트북을 활용하여 노트북 위에서 필기하는 것을 목소리와 함께 촬영하였습니다. Screenpresso라는 프리웨어 프로그램으로 화면을 촬영하였으며, onenote 그리고 draw PDF 소프트웨어 등을 이용하여 필기하였습니다. 이 밖에도 스마트폰을 거치하여 노트에 직접 펜으로 필기하는 방법도 있지만 이 방법은 사용하지 않았습니다. 직접 판서하는 것을 촬영하는 것의 장점은 고급 장비가 필요 없다는 점입니다. 하지만 촬영 계획을 제대로 짜고 리허설을 잘하지 않으면 중간에 실수할 경우 편집하기가 상당히 불편하고 많은 시간이 소요되는 단점이 있었습니다. 또한 칠판이 있는 교실과 같은 곳에서 촬영해야 하기 때문에 공간적 제약도 컸습니다. 반면에 두 번째 방법인 노트북을 이용한 스마트 촬영은 중간에 일시정지도 할 수 있어서 실수를 줄일 수 있었습니다. 또한 교과서 PDF 파일 등을 직접 띄우고 그 위에서 설명할 수 있기 때문에 매우 편리하였습니다. 공간적 제약도 크지 않은데 조용한 공간만 있으면 되기 때문입니다. 단점은 고가의 장비가 필요하다는 점입니다. 개인적으로 가지고 있었기 때문에 해결되었지만, 이런 장비가 없는 경우에는 예산이 많이 필요합니다. 주로 후자의 방법을 많이 사용하였지만 두 가지 방법을 병행하였는데, 때로는 교사의 모습이 나오는 영상으로 변화를 주어서 지루함을 덜어보려는 시도였습니다.

강의를 촬영하기 전에는 한 번 정도는 리허설을 하는 것이 좋았습니다. 짧은 강의로 학습을 극대화 하여야 하기 때문에 밀도 있게 하려면 준비가 필요했기 때문입니다. 거꾸로 교실을 위한 강의를 길게 찍지 않거나, 일부러 질문을 유도하기 위해 영성하게 조직된 수업을 마련하는 것이 정설이지만, 저와 같은 경우는 길고 상세한 강의도 올렸습니다. 때에 따라서는 긴 강의와 짧은 강의를 모두 올리기도 했습니다. 그 이유는



〈그림 2〉 판서 강의 촬영(좌), 스마트 촬영(우)

학생들의 수준에 따라 맞춤형 수업을 제공하기 위함이고, 몇몇 학생들은 반복해서 들을 섬세한 강의를 원했기 때문이었습니다. 학생들 사이에서 지식을 구성하고 찾아가는 학습은 매우 강력하지만 매우 느리다는 단점이 있어 지필평가가 이뤄지는 학교현장에서는 제약이 큼니다. 뿐만 아니라 수학처럼 확실하게 정해진 이론이 있는 경우에는 잘못된 이해로 빠질 경우 이후 학습내용에 어려움이 큼니다. 따라서 저는 거꾸로 수업이지만 구성주의적 학습보다는 보수적인 학습에 더 초점을 맞추고 완전학습에 치중하였습니다.

다. 클래스팅과 유튜브를 이용한 강의 공유

클래스팅은 가입을 수락한 학생들에게만 오픈되는 온라인 교실과 같은 역할을 합니다. 유튜브에 올린 영상을 이곳에서 공유하면 학생들의 휴대폰에 깔려있는 클래스팅 앱에 알림이 뜨게 됩니다. 유튜브만을 이용하여 동영상 강의를 공유할 수도 있지만, 클래스팅을 사용하는 이유는 커뮤니티 기능이 있기 때문입니다. 또한 동영상 강의만 올리는 것이 아니라 각종 공지사항 유용한 자료들을 클래스팅에 올리고 공유합니다. 클래스팅에 대해 학생들에게 안내하고 가입을 하고 적절한 시기에 강의를 올려주는 것이 중요합니다. 강의 영상을 늦게 올려주었다가 보고오지 못한 학생이 많아 강의식 수업을 했던 적도 있었습니다. 이러한 실수가 없도록 시간을 엄수하여 강의를 올려주는 것이 필요합니다.

## 거꾸로 교실을 위한 클래스팅 사용 안내

웹사이트

<https://www.classting.com/>

가입하여 송도고등학교 -> 1-수학 에 가입신청 할 것.

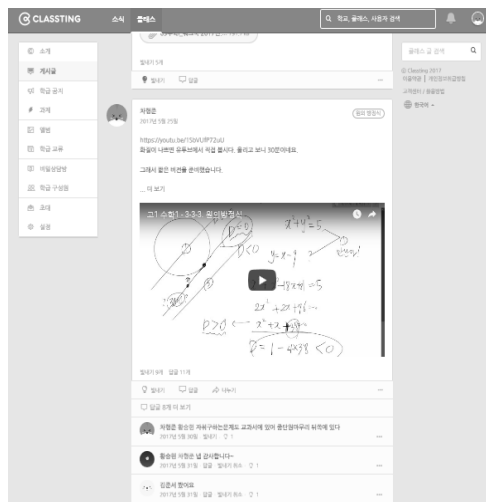
모바일앱(구글플레이, 앱스토어 모두 지원)



설치 후 가입 혹은 로그인 후 **송도고등학교** -> 1-수학으로  
가입신청 할 것.

추후 클래스팅으로 동영상 강의 업로드 후 시청하고 댓글  
다는 것이 숙제로 나갑니다.

기본 강의를 듣고 오지 않으면 수업 참여에 지장이 있으니 꼭 시청하고 오시길 바랍니다. 또한 복습, 질문 등을 여기서 하시니  
활용하도록!



### 〈그림 3〉 클래스팅

## 라. 활동지 제작 및 활동에 필요한 물품 준비

수업시간에는 학생들이 미리 배운 내용을 실행하고 발휘할 과제들이 필요합니다. 활동을 계획하고 구성하는데, 먼저 활동 대상을 개별로 할지, 모둠으로 할지 전체로 할지 선택합니다. 개별 활동으로는 리그별 선착순 문제풀기, 스피드 퀴즈 게임 등을 진행했습니다. 모둠 활동으로는 릴레이 문제풀이, 암호풀기 등을 진행했습니다. 전체로 하는 게임은 범인 찾기 등이 있었습니다. 활동방법은 경쟁을 시킬 것인지, 협력하게 할 것인지 정하고, 어떤 게임의 형식에 담아낼 것인지 생각했습니다. 활동시간을 계획하는 것이 생각보다 쉽지 않은데, 50분 수업이 생각보다 짧기 때문입니다. 아이들이 수업에 몰두하다보면 마지막에 결과 발표를 할 시간이 없어 수업시간을 넘어서는 경우가 있었습니다. 활동에 필요한 도구를 준비하였는데 가장 기본적으로 모둠칠판이 주어집니다. 모둠칠판은 모둠의 조장이 어려운 문제를 설명하거나 서로 질의응답을 할 때 사용됩니다. 그 밖의 다양한 물품들이 사용되었는데, 보물찾기나 암호 찾기 같은 경우는 상자와 여러 가지 자물쇠를 마련하기도 하고, 범인을 잡는 게임일 경우 임무카드 등을 준비했습니다. 시간을 재야하는 활동을 할 때는 여러 가지 타이머를 써봤지만 Interval timer라는 앱이 가장 편리하였습니다. 알람소리도 적절하고 5분 컷으로 6번 끊는다든지 이런 조작이 가능하여 편리하였습니다. 어떤 활동들은 발표를 하게 되는데, 지원자가 많아 누구를 뽑아야 할 지 곤란한 경우가 있습니다. 이럴 때 Chwazi라는 스마트폰 애플리케이션을 활용하기도 하였으며, 랜덤숫자 생성기 앱을 사용하기도 하였습니다.

3학년 제1과 1학년 2학년 3학년 4학년 5학년 6학년 7학년 8학년 9학년 10학년 11학년 12학년

**α** (-4,4)를 중심으로 하고 반지름이 2인 원의 점 A의 좌표는 (-4,-2)에서 그은 두 점선

**β** 직선  $3x+y+1=0$ 와 수직이고  $x^2+y^2-16x-10y+79=0$ 에 접하는 직선 중 y절편이 2인 직선

**γ**  $(x-6)^2+(y-4)^2=20$ 에 접하고 x축과 만나는 점에서의 접선의 방정식

**δ** 아래의 원들 중에서 γ의 직선 중 하나와 서로 다른 두 점에서 만나는 도형들

$x^2+y^2-16x+37=0$ ,  $x^2+y^2-4x+4y+4=0$ ,  $(x+3)^2+(y+1)^2=16$ ,  $x^2-y^2+4=0$ ,  $2x^2-y^2+6x-12=0$

**ε** x축에 접하고 (6,10)을 지나며 반지름이 8인 원 위의 점 (9,9)에서 그은 점선

**ζ** x에서 구간 접선과 x축에 접하고 반지름의 길이가 3인 원 중에서 1사분면에 그려져 있는 원

**η** (9,3),(3,-5),(15,-5)으로 이루어진 삼각형에 내접하는 원의 방정식

**θ** η와 접하면서 중심의 좌표가 y=x 위에 있고 3사분면에 있는 반지름의 길이가 8인 원의 방정식

α와 β로 둘러싸인 삼각형의 무게중심이 찍힌 점 θ의 도형의 중요한 점들중 1:2로 외분한 점 중 하나 ζ의 중심 θ의 중심

7. 다음 직선의 방정식을 구하여라.

- (1) 원 (5, -4)를 지나고 기울기가 2인 직선  
(2) 원 (1, 3)을 지나고 직선  $x-y-1=0$ 에 수직인 직선  
두 직선의 교점을 (a,b)라 할 때,  $a+b$ 의 값은?  
답: 4

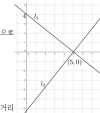
8. 다음 주어진 점과 직선 사이의 거리를 구한 뒤 (4,7)의 값을 구하여라.

- (1) (-1, 2),  $x+3y+5=0$  의 거리를  $d_1$  답:  $\sqrt{10}$   
(2) (7, 1),  $3x-4y+3=0$  의 거리를  $d_2$  답: 4

9. 세 점 A(1, 2), B(0, k+3), C(-1, 6)이 일직선 위에 있을 때, 양수 k의 값을 구하여라.  
답: 1

10. 직선  $x+3y-8=0$ 에 수직이고, 점 (3, 3)을 지나는 직선의 방정식을  $y=ax+k$ 라 할 때,  $\frac{a}{k}$  값을 구하여라. 답:  $-\frac{1}{12}$

11. 오른쪽 그림과 같이 두 직선  $l_1, l_2$ 가 점 (5, 0)에서 서로 수직으로 만난다. 직선  $l_1$ 의 y절편이 4일 때, 직선  $l_2$ 의 y절편을 구하여라.  
답:  $-\frac{25}{4}$



12. 평행한 두 직선  $l_1: 2x+y-3=0$ ,  $l_2: 4x+2y-16=0$  사이의 거리  
의 최댓값을 구하여라.  
답: 5

13. 두 직선  $l_1: x-2y+6=0$ ,  $l_2: mx-2y-m+2=0$ 에 대하여, 두 직선  $l_1, l_2$ 가 제1사분  
면에서 만나게 하는 실수 m의 값의 범위를  $a < m < b$ 라 하자,  $|a-b|$  값을 구하여라.  
답: 15

임호는  $P^2=100.4-S^2+\frac{\sqrt{10}}{11}R+7D=4225$

〈그림 4〉 활동학습지

## 마. 모둠 구성

개별학습을 하더라도 항상 모둠으로 진행이 됩니다. 왜냐하면 멘토-멘티학습을 일으켜야 하기 때문입니다. 개별학습의 경우 아이들의 실력이 제각각이기 때문에 공평하게 진행하기 어렵습니다. 공평한 게임이 되도록 학생들의 성취도를 기준으로 1군, 2군, 3군, 마이너리그로 분류하였습니다. 이 때, 시험성적만 기준으로 하는 것이 아니라 수업의 참여도 동료평가 등도 반영하였습니다. 개별학습을 할 경우 각 군끼리 경쟁학습을 하게 됩니다. 모둠을 정할 때는 실력이 비슷한 학생들끼리 모으기보다는 모둠끼리의 형평성에 신경을 많이 썼습니다. 각 군의 학생들을 1명씩 배치하였습니다. 이렇게 정한 이유는 서로 다른 실력이 가진 학생들이 상호적으로 돕고 가르치는 포레학습을 유도하기 위함입니다. 예컨대 1군의 학생들은 주로 모둠 안의 멘토가 되어서 모든 학생들을 돕습니다. 하지만 1군의 학생만 가르치는 것이 아니라, 2군도 3군도 마이너리그도 서로 가르치고 서로 배웁니다. 모둠을 구성할 때에는 학생들의 특성을 고려하여서 성격이 서로 상극인 학생들끼리는 억지로 붙이려고 하지 않았습니다. 그렇다고 친한 학생들끼리만 모으지도 않았는데 지나치게 친한 학생끼리 모을 경우 수업에 집중하지 않는 부작용이 있었습니다. 그리고 한번 정한 모둠이나 군의 위치가 한 학기 내내 지속되는 것이 아니라, 중간 평가를 기준으로 3번의 걸쳐서 모둠 구성의 변화가 있었습니다.

| 2017년 1-1 수학1 조편성 |     |     |       |     |
|-------------------|-----|-----|-------|-----|
| 1군                | 2군  | 3군  | 마이너리그 |     |
| 1조 선우재            | 김정수 | 정우림 | 이지상   | 전재훈 |
| 2조 이윤찬            | 이예찬 | 안승원 | 고성준   | 한재원 |
| 3조 김문성            | 정혁  | 신승원 | 이영광   | 김병민 |
| 4조 권민             | 고형진 | 황승원 | 김은준   | 장상원 |
| 5조 김필희            | 이지민 | 윤진주 | 송승원   | 권희관 |

| 2017년 1-2 수학1 조편성 |     |     |     |     |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| 1조                | 2조  | 3조  | 4조  | 5조  |
| 양승규               | 서우덕 | 김원진 | 윤예찬 | 한정우 |
| 정원재               | 임승진 | 이시훈 | 김동현 | 김철진 |
| 김문형               | 제민재 | 함동균 | 이재연 | 김상연 |
| 최용재               | 김지민 | 이영재 | 정재민 | 박재성 |
| 강건상               | 박재우 | 이병욱 | 권영민 | 안효균 |

| 2017년 1-10 수학1 조편성 |      |      |      |      |
|--------------------|------|------|------|------|
| 조명                 | 1번다사 | 2번다사 | 3번다사 | 4번다사 |
| 김문서                | 임원호  | 김민수  | 이지훈  | 노원송  |
| 박재용                | 윤재호  | 권순용  | 이광근  | 김민우  |
| 김현서                | 정찬우  | 신지호  | 조우민  | 김훈민  |
| 김원빈                | 전명근  | 남궁두경 | 이산   | 안재현  |
| 이주                 | 권오승  | 이민규  | 여정규  | 박주형  |

| 2017년 1-10 수학1 조편성 |      |      |      |      |
|--------------------|------|------|------|------|
| 조명                 | 1번다사 | 2번다사 | 3번다사 | 4번다사 |
| 심현서                | 임원호  | 김원빈  | 여정규  | 권순용  |
| 박주형                | 남궁두경 | 정찬우  | 조우민  | 이광근  |
| 박재용                | 김민수  | 이민규  | 김훈민  | 이산   |
| 김현서                | 정명근  | 이주   | 신지호  | 김민우  |
| 김문서                | 권오승  | 김민우  | 노원송  | 안재현  |

〈그림 5〉 모둠 구성과 변경된 구성

## 바. 학생들의 마음을 열기

학생 중심 수업에 익숙하지 않은 학생들을 만나면 거꾸로 교실 수업에 대한 호기심도 있지만 거부감도 큼니다. 거꾸로 교실이 무엇인지 정확하게 설명하고, 무엇을 해야 하는지에 대한 명확한 목표설정도 해주었습니다. 그렇지 않을 경우 수업이 와해되고 활동에는 참여하지 않고 떠돌기만 하는 수업이 되기 때문입니다. 처음부터 모든 것을 학생에게 맡기기보다는 제한된 규칙에서 점진적으로 규칙을 줄여가면서 학생 중심 수업에 대한 적응을 유도하였습니다.

또한 거꾸로 교실 수업은 학생과 소통하는 수업입니다. 모둠설정을 할 때도 2군이 나

3군 마이너리그로 지정된 학생들이 부정적인 피드백이 되지 않도록 군을 나누고, 모둠을 정한 방법에 대해서 충분히 의사소통하였습니다. 그리고 수업에 대한 의견을 나누고 수업에 대한 피드백을 충실히 하였습니다. 어떤 방식의 활동이 재밌는지, 무엇이 부족한지, 학생들의 흥미가 어디에 있는지 민감하게 파악하여 수업에 반영하였습니다.

## 2. 수업의 진행

### 가. 학생 활동

학생 중심 활동이 주를 이루는 수업이므로 활동방법과 목표에 대해 정확하게 전달하고 학생들이 하여야 할 임무를 정해주는 것이 매우 중요합니다. 수업 중에 과제를 진행하면서 집중해야 할 부분은 순회지도입니다. 강의를 집에서 듣고 학교에서 과제를 할 때 극대화 되는 장점은 모르는 것을 또래 혹은 교사에게 물어보고 함께 공부할 수 있다는 점입니다. 이 부분을 놓친다면 강의식 수업보다 못한 수업이 될 수도 있습니다.

실제로 진행했던 활동과제들을 살펴보려 합니다. 첫째로 문제풀이입니다. 항상 활동 수업만 하면 교사나 학생이 지칠 수도 있습니다. 때로는 아주 단순하고 간단한 문제풀이 시간을 주어 차분한 분위기를 주는 것도 도움이 되었습니다. 다양한 문제집을 선별하여 학생 수준에 맞는 문제를 3단계로 나누어 준비합니다. 수업시간에는 자신이 원하는 수준의 문제를 받아서 직접 풀도록 지도합니다. 학생들이 문제를 푸는 시간동안 교사는 순회하면서 학생들의 질문을 받습니다. 또한 모둠 안에서 서로 질문하기도 합니다. 위와 같은 학습을 개별 활동으로 발전시켜 좀 더 경쟁적이고 열정적인 분위기를 만들기 위해서 리그별 선착순 문제풀이를 진행합니다. 이때에는 원하는 문제를 주는 것이 아니라, 1군, 2군, 3군, 마이너리그끼리 동일한 문제를 줍니다. 문제를 동시에 시작을 외쳐 문제를 각 군에서 문제를 가장 빨리 푼 사람에게 상품을 줍니다. 같은 수준의 학생끼리 대결하기 때문에 성적이 낮은 학생들도 포기하지 않고 열심히 하는 모습을 볼 수 있었습니다. 상품은 간단한 사탕류이지만 의외로 많은 학생들이 사탕에 열광하였습니다. 사탕을 먹기 위해서라기보다는 친구들과 대결을 한다는 재미가 작용하였기 때문입니다. 이런 분위기가 잘 맞는 학급이라면 이 게임만으로도 한 학기를 보낼 수 있을 만큼 유용한 활동입니다.

개별 학습의 색다른 형태로 스피드 게임을 준비하기도 합니다. 이 경우는 강의를 듣고 오지 않은 학생이 많을 경우에 진행하였는데, 강의를 듣고 오지 않은 학생들은 강의를 듣고 있는 시간 동안 나머지 학생들끼리는 높은 군으로부터 각 군의 5명이 나와 스피드 게임을 진행합니다. 각 군의 5명은 교실 앞으로 나와 칠판에 자리를 잡습니다. 교

사가 문제를 TV모니터나 간이 칠판에 공개하면 시작입니다. 학생들은 공개된 문제를 읽고 칠판에 문제를 풀어야 하고 가장 먼저 풀었을 경우 교탁에 놓인 종을 집니다. 가장 먼저 친 사람이 우승하고 상품을 받습니다. 미리 강의를 듣고 오지 않은 학생들에게 맞추기 어려우나, 그 학생들을 기다리는데 시간을 마냥 보낼 수 없을 때 좋은 활동이었습니다. 따라서 간단한 문제 몇 개는 항상 준비해 뒀다가 필요할 때 즉시 이 활동을 하였습니다.

학생 중심 활동의 꽃은 모둠활동입니다. 협동심도 함께 기를 수 있을 뿐 아니라, 학생들의 적극도가 대폭 올라갑니다. 가장 많이 했던 모둠 활동은 릴레이 문제 풀기입니다. 교실의 벽에 B4사이즈로 인쇄한 문제지를 붙여놓고, 제한 시간 안에 모둠원 한 명 한명 차례대로 교실의 벽에 붙어있는 문제지 앞을 돌면서 많은 문제를 정확하게 푸는 팀이 이기는 게임입니다. 5~10분 정도 준비하는 시간을 주어 모둠원들끼리 오늘 학습할 단원에 대해 서로 질문을 주고받고 게임을 준비합니다. 게임이 시작되면 각 모둠에서 상의해서 정한 순서대로 한사람씩만 문제 앞으로 나가서 문제를 5분 동안 풀니다. 여기서는 아주 중요한 규칙이 있는데, 각 사람당 주어진 시간이 5분씩이어서 자신의 실력에 맞는 문제를 풀어야 한다는 점입니다. 문제지는 어려운 문제부터 쉬운 문제까지 골고루 있습니다. 6명이 한 팀을 이루는데, 6명의 수준이 모두 다르기 때문에 만약 공부를 잘하는 학생이 쉬운 문제를 풀어버린다면 나머지 학생들이 어려운 문제에서 손을 못 대서 패배하게 됩니다. 공부를 못하는 학생들도 자기가 팀을 위해 할 수 있는 몫이 있다는 점이 자신감을 줍니다. 실제로 어려운 문제가 아니라 쉬운 문제에서 당락이 결정되어 한 학생이 매우 뿌듯해하는 것을 보았습니다.

모둠 학습의 다른 종류로 암호 풀기 게임을 만들어 보았습니다. 주어진 문제들을 풀어 4자리 번호로 된 자물쇠의 숫자를 구해내는 문제입니다. 이때에도 제한시간이 매우 중요한 역할을 합니다. 20분 남짓 아주 적은 시간을 주기 때문에 공부를 잘하는 학생이 혼자서 절대로 시간 안에 해결할 수 없도록 합니다. 모든 모둠원들이 힘을 합해서 문제를 풀어야지 암호를 제한시간 안에 찾아 낼 수 있는 것입니다. 준비된 활동지의 문제는 수준이 다양하므로 각 모둠원들은 자신이 할 수 있는 몫이 있습니다. 암호를 구해낸 모둠은 준비된 자물쇠 앞으로 나와서 직접 번호를 맞춰봅니다. 아이들이 마구 나와서 번호부터 맞춰보는 것을 방지하기 위해 각 모둠당 2번까지 맞춰볼 수 있는 기회를 주었습니다. 상자 안에 보물은 별 것이 없지만 상자의 암호를 푼다는 점이 재미있다는 의견이 많았습니다. 이런 게임을 하면 열정적으로 덤벼드는 학생들을 볼 수 있습니다. 그 밖의 다양한 모둠 활동이 있었지만 전부 소개하기에는 어려움이 있어 마지막으로 전체 활동을 소개하려 합니다. 전체 활동은 ‘반 안에 숨겨진 학생을 찾아라!’라는 게임



입니다. 학생들에게 서로 다른 문제지를 단서로서 나눠줍니다. 각자 주어진 문제들을 풀어서 나오는 숫자나 문자들을 조합하면 미리 지정해 두었던 학생을 찾을 수 있게 됩니다. 역시 제한시간이 있고 제한시간 때문에 반 전체가 협력하지 않으면 학생을 쉽게 찾을 수 없습니다. 지정된 학생에게 상품을 걸어두고 찾으면 모두가 상품을 받고, 찾지 못하면 지정된 학생 혼자서만 상품을 받는 방식으로 보상을 두었습니다. 두 개의 반에서 진행했을 때 한 반은 찾아냈지만, 나머지 한반은 찾지 못했었습니다. 새로운 방식의 활동은 얼마든지 개발 가능할 것으로 보입니다. 거꾸로 교실 수업을 할 경우 이런 활동뿐만 아니라, 진도가 걱정되어 하지 못했던 다양한 수업을 할 수 있었습니다. 주제 탐구 발표 수업, PBL 수업 등의 시도를 현재도 진행 중에 있습니다.



〈그림 6〉모둠 학습 중인 학생들의 모습(좌), 릴레이 문제풀기(우)

#### 나. 교사의 역할

앞에서 언급한 것과 같이 거꾸로 교실 수업에서는 순회지도가 상당히 중요합니다. 순회지도를 하다보면 개별적으로 맞춤 학습을 제공할 수가 있습니다. 동영상 강의를 보면서 이해가 되지 않았던 부분들을 질문 받고 활동 중 어려운 부분을 돕습니다. 그리고 모둠 안에서 학습이 잘 일어나고 있는지 관심을 가지고 살펴볼 필요가 있습니다. 어떤 모둠의 경우는 활동에 불참하는 학생이 많아, 아예 손을 놓아버리는 경우도 있습니다. 이런 모둠에는 찾아가서 역할 분담을 해주고 다시 활동에 참여할 수 있도록 새로운 목표를 제시해 줘야 합니다. 또한 하위권 학생들만이 질문하는 것이 아니라, 상위권의 학생들도 질문을 많이 합니다. 이 학생들은 가르쳐 줄 학생은 많지만 배울 수 있는 곳이 없기 때문에 한계가 있습니다. 이 때 교사가 개입하여 상위권 학생들을 한층 더 끌어올리는 역할을 해야 합니다. 각 모둠이 잘 돌아가는지를 확인하고 질문하는 학생

들을 찾아가다 보면 금방 활동 시간이 끝나는 것을 느낍니다. 쉼 없이 돌아다니면서 최대한 많은 학생들에게 피드백을 하는 것이 교사의 역할입니다.

#### **다. 강의를 듣고 오지 않는 학생들**

거꾸로 교실 수업에서만 겪는 여러 가지 어려움이 있습니다. 가장 흔한 것으로는 동영상 강의를 시청하지 않고 오는 학생입니다. 지속적으로 시청하지 않는 학생들은 특별히 관심을 갖고 독려해야 합니다. 동영상 강의를 시청하지 않으면 활동에 참여하지 못하기 때문에, 수업 때 시작하자마자 교실에서 시청할 수 있도록 기회를 줍니다. 이런 학생들을 없애기 위해서 동영상 강의에서 학생들끼리 화제가 될 만한 이야기들을 가끔씩 던져주곤 했습니다. 보지 않은 학생들도 또래들끼리 하는 얘기를 들으면서 나도 한번 들어 봐야겠다라는 생각을 하게 합니다. 이렇게 강의를 듣고 오지 않는 학생들까지 커버가 된다면 활동에 집중할 수 있게 됩니다.

### **3. 결론**

#### **가. 수포자의 계획은 수포로 돌아갔다**

수포자를 자처하는 학생들은 수학시간은 곧 수면시간입니다. 거꾸로 교실 수업은 수학시간에는 무슨 일이 있어도 자고 말겠다는 학생들을 깨웠습니다. 수업에 참여하는 학생들의 열띤 토론과 대화의 소리는 시끄러워 잘 수 없게 만들고, 잘 수 없어서 무엇을 하는지 보았더니 자신도 한 역할을 할 수 있는 쉬운 과제들이 있었습니다. 실제로 수업을 진행하면서 수업시간에 자는 학생은 거의 0에 가까운 결과를 보여주었습니다. 평소 수학에 관심이 없고 지루해하던 학생들도 자물쇠 하나를 따보겠다고 문제를 풀고 있는 모습은 굉장히 감명 깊었습니다. 그리고 대부분의 학생들에게서 들은 이야기는 ‘수학시간은 매우 빨리 지나간다.’는 말이었습니다.

#### **나. 누구나 수학하는 분위기**

수업 중 지시하지 않았음에도 문제를 해결하기 위해 학생들끼리 토의하고 토론하는 수업을 하다 보니 수학에 대한 관심도가 상당히 올라갔습니다. 또한 친구들에게 수학을 가르쳐 주면서 수학교사가 하고 싶어졌다는 학생도 있었습니다. 그리고 수학은 어렵지만 수학이 좋다는 응답이 수업 전보다 늘었으며, 수학을 포기하여 수학책을 거들떠보지도 않던 학생들이 수학 문제지를 붙들고 공부하는 모습을 발견 할 수 있었습니다. 담임인 반을 자주 관찰한 결과, 수업하면서 질문할 줄 몰랐던 학생들도 질문하게



되는 것을 보았습니다. 특히, 옆에 있는 친구에게 질문하는 것이 편안해지면서 아이들의 대화 주제에 수학이 한자리를 차지하고 있는 것을 볼 수 있었습니다. 확정할 수 없지만 이런 부분이 면학 분위기 조성에도 노력했다고 봅니다.

#### **다. 학력의 향상**

1학기과 2학기는 각기 다른 방식으로 수업을 진행하였는데, 1학기에는 거의 모든 차시에서 거꾸로 교실 수업을 진행하였습니다. 2학기 때는 강의식 수업과 발표식 수업을 병행하였는데, 그 이유는 거꾸로 교실을 힘들어하는 학생이 있었기 때문입니다. 수업의 변화가 있었기 때문에 1학기과 2학기를 비교해 볼 수 있었는데, 비교결과 1학기 때가 10% 가량 더 높은 성적을 보였습니다. 또한 타 학급 대비 상위 등급을 받은 학생의 수가 1등급은 평균 2명 많았으며, 2등급은 평균 3명 정도 많았습니다. 성적을 분석하면서 하위권 학생들보다는 상위권 학생들에게 더 많은 영향을 준다는 점이 의외의 결과였습니다. 아무래도 상위권 학생들이 많은 학생들의 질문을 받고 대답하는 과정이 학습효과에 뛰어났기 때문이 아닐까 짐작하고 있습니다.

#### **라. 풍성한 생활기록부**

매 순간순간이 학생 중심 활동이기 때문에 생활기록부에 쓸 내용이 상당히 많습니다. 수업이 모두 마무리되고 학기말 즈음에 총 평가를 하는 시간도 가졌습니다. 활동사항이 많기 때문에 대부분의 학생들이 모두 한 페이지 넘게 가득 채워왔습니다. 이를 활용하여 교과별 세부특이사항에 활용하여 생활기록부를 풍성하게 기록할 수 있었습니다. 추후에는 각 활동별로 개인평가와 동료평가를 기록으로 남겨두면 좋은 자산이 될 것으로 보입니다.

### **4. 개선점**

#### **가. 체질에 안 맞는 학생들**

학력의 향상을 이야기하며 잠시 언급하였던 대로, 거꾸로 교실 수업을 유독 힘들어하는 학생들이 있었습니다. 강의식 수업에 익숙한 세대이다 보니 거꾸로 교실에 적응하지 못하고 걸도는 학생들이 몇몇 있었습니다. 이런 부분 때문에 100% 모든 수업을 거꾸로 교실 수업 방식으로 운영하는 것보다는 강의식 수업과 병행하는 것이 나을 수 있다는 생각도 듭니다. 실제로 강의식 수업으로 수업하였을 때 훨씬 더 집중을 잘하고 적극적으로 질문하는 학생이 몇몇 있었습니다. 세대가 바뀌면서 학생 중심 수업을 더

많이 겪고 오는 학생들이라면 이런 문제는 서서히 사라질 것으로 기대하고 있습니다.

#### 나. 동영상 강의의 문제점들

늘 강의를 촬영하다보니 업무강도가 상당히 높아짐을 느꼈습니다. EBS 강의 등을 활용하는 것이 낫다는 생각도 있었지만, 학생들에게 가까이 다가가고 교과 운영 계획에 맞게 동영상을 제작하여야 하기 때문에 직접 제작하는 것이 필요했습니다. 거꾸로 교실을 계속해서 운영하다보면 강의 자료가 쌓이고 노하우가 생겨 이런 부분들은 개선될 수 있다고 생각하고 있습니다.

더 큰 문제는 강의제작보다는 동영상 강의를 보기 어려운 환경에 놓인 학생들이 스마트폰을 갖고 있지 않거나 컴퓨터가 없어서 동영상 강의를 들을 수 없는 학생들이 생각보다 많았습니다. 이런 학생들을 지원해 주거나 학교에 인터넷을 할 수 있는 환경이 구축되어 학생들이 원활하게 강의를 시청할 수 있도록 인프라를 구축할 필요가 있다고 느꼈습니다.

#### 다. 환경적 한계

거꾸로 교실 수업은 교실에서 활동을 하기 때문에 자유로운 분위기에서 진행됩니다. 그러다보니 옆 반에서 시끄럽다는 경우가 가끔씩 있습니다. 다른 반에 피해를 주지 않기 위해서는 교과교실을 활용하는 것이 가장 좋은 방법으로 보입니다. 또한 교과교실의 경우 책상을 끌어 모둠으로 만들지 않아도 되는 장점이 있었습니다.

그 뿐 아니라 한 사람의 교사가 한 학급의 모든 학생들의 질문을 받아주기 어렵다는 문제점도 있었습니다. 거꾸로 수업을 하다보면 여기저기서 수 명이 동시에 질문을 합니다. 그러다보니 바쁘게 여기저기 돌아다녀도 질문이 끊이지 않아, 몇몇 학생의 질문은 결국 못 받아 주고 수업이 끝나는 경우도 많았습니다. 이럴 때면 몸이 두 개였다면 하는 생각도 듭니다. 이 부분은 상당히 아쉬운 부분입니다.

#### 라. 평가의 반영

평가 계획이 모두 정해진 이후에 실행하였던지라 평가의 한계점이 많았습니다. 열심히 거꾸로 교실 수업에 참여했지만, 평가는 그것과 별개로 움직이기 때문에 일부 학생들은 해도 그만 안 해도 그만이라는 생각을 갖고 있었습니다. 거꾸로 교실 수업에 참여한 과정과 결과를 동료평가 자기평가 등을 실제 교과 평가와의 연계하면 학생들을 좀 더 참여적으로 만들 수 있다고 봅니다. 가령 클래스팅에 출석하여 강의를 보고 출

석한 것을 태도 점수에 반영한다면 학생들이 강의를 미리 안보고 오는 경우가 줄어들 것입니다. 또한 사탕과 같은 상품을 굳이 준비하지 않아도 동기 부여에 어려움이 없을 것입니다. 열심히 참여하면 좋은 성적을 얻을 수 있다는 기대가 생기기 때문입니다. 이와 같이 평가도 수업의 중요한 한 부분이므로 거꾸로 교실에 맞는 평가를 갖추어 수업을 완성하면 좋겠습니다.



# 09



단계별 TRACK으로 운영하는  
과학 · 수학 체험 학습 : SMART 프로그램  
- 경기 김포고 -



# [ 단계별 TRACK으로 운영하는 과학·수학 체험 학습 : SMART 프로그램 ]

## I. 배경 및 목적

과학중점학교에 입학한 학생들은 학교생활을 통해 어떤 경험을 하고 졸업해야 할까? 지역의 우수한 인재들이 모여 대학 입학을 위해 달려가고 있는 학교 안에서 학생들의 현재와 미래의 삶을 위해 과학중점학교는 어떤 역할을 해야 할까? 과학중점학교의 과학·수학 체험 활동을 경험한 학생들이 학교생활을 통해 어떤 변화와 성장을 하길 원하는 걸까? 과학·수학 체험 활동인 SMART PROGRAM을 계획하며 가장 중요하게 생각했던 물음들이다. 따라서 프로그램의 구성 목적은 학생들이 능동적으로 학교생활을 설계하며 다양한 과학·수학 체험 활동을 경험하고, 현재와 미래의 삶을 준비하는 힘을 키울 수 있도록 하는 것이었다.

체계적이고 의미 있는 프로그램을 학생들에게 제시하기 위해 종류만 많고 의미 없이 나열되지 않도록 활동의 연계성과 참여 대상, 목적에 따라 Beginner, Advanced, Expert의 세 가지 Track으로 프로그램의 큰 틀을 구성하였다. 그 후 각각의 Track의 목적을 충족시킬 수 있도록 강연, 전공프로젝트, 봉사활동, 연구 등 하위 과정 프로그램을 구성하였다. 또한 학생들이 프로그램의 구성을 한 눈에 알아보고 활용할 수 있도록 SMART PROGRAM 가이드북과 일정 달력, 개인 포트폴리오를 제작해 3월 첫 날에 배부하였다. 배부한 자료를 활용하는 교육과 과학중점과정 홍보 교육을 통해 학생들이 스스로 학교생활을 계획하며 프로그램을 활용할 수 있도록 하였다.

## II. 운영

### 1. SMART PROGRAM의 계획과 실행 과정

과학·수학 체험 활동을 계획하고 운영하기 위해서는 구성원들의 공감과 이해가 절대적이다. 프로그램을 운영할 구성원들이 그 동안 근무하면서 느꼈던 점들을 얘기하며 과학중점학교 운영을 통해 학생들이 경험했으면 하는 것들을 이야기하고 공감하는 과정은 매우 중요한 출발점이다. 전년도 12월의 평가회를 거친 후 2월까지의 계획 과정은 구성원들의 공감과 이해에서부터 출발해야 한다. 프로그램 운영에서 가장 중요하고 힘든 시기는 2월이다. 이 시기에 세부 프로그램과 실시 시기, 예산 배정 등을 결정하고 프로그램 운영 계획안과 학생 안내 책자 등을 모두 준비해야 개학부터 바로 프로그램을 진행할 수 있다.

〈표 1〉 SMART PROGRAM 운영 계획 수립 및 실행 과정

| 시기          | 내용                                                                                                       | 비고                    |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 2016.12월    | · 2016 프로그램 운영 평가, 개선 사항 정리                                                                              | 과학·수학 교사 참여           |
| 2017.1~2월 초 | · 2017 프로그램의 운영 방향 수립                                                                                    | 새로운 구성원이 결정되었다면 함께 협의 |
| 2월          | · 세부 프로그램 계획, 예산 사용 계획<br>· 부서 간 업무 협력 사항 협의<br>· 학교운영위원회 심의 사항 준비<br>· 가이드북, 일정 달력, 포트폴리오 등 각종 배부 자료 제작 | 새로운 부서 업무 분장 이후 가능    |
| 3~12월       | · 과학중점학교 안내, 교육<br>· 프로그램 운영<br>· 학기말, 학년말 평가 협의회                                                        | 3월 중순 운영계획서 제출        |
| 10월         | · 과학중점학교 운영 보고서 작성                                                                                       |                       |
| 11월         | · 과학중점학교 운영 성과 발표                                                                                        |                       |
| 2018.1~2월 초 | · 사업 마무리, 예산 정산                                                                                          | 2018 사업 계획 시작         |

☀ **Tips** 학년 말 평가 협의회에는 운영 주무부서원 외에 내년도에 학교에 남을 과학·수학과 선생님들도 함께 참여해 운영 성과와 문제점 등을 공유해 내년도 운영에 도움이 될 수 있도록 하였다.

☀ **Tips** 2월에 운영 주무부서의 부장과 구성원이 빨리 결정되어야 새 학기 시작과 함께 과학중점학교 운영을 원활하게 시작할 수 있다. 운영계획안이 수립되어야 학생들에게 배부하고 안내할 가이드북, 달력 등을 제작할 수 있기 때



문에 부서 인원 구성은 빠를수록 좋다.

## 2. SMART PROGRAM의 구성

SMART PROGRAM은 개별 체험 활동과 단계별 연계 체험 활동으로 구성되어 있다. Beginner, Advanced Track은 개별 체험 활동으로 이루어져 자연 과정은 물론 1학년과 인문 과정 학생들이 다양한 과학·수학 관련 경험을 통해 꿈을 키우고 능동적으로 학교생활을 설계할 수 있도록 구성하였다. Expert Track은 연계 체험 활동으로 이루어져 이공계로 진출할 학생들이 연구의 기본 능력을 갖추며 체계적인 연구 경험을 쌓고, 지역 사회와 그 경험을 나누는 것을 목표로 구성하였다.

〈표 2〉 SMART PROGRAM의 세 가지 Track과 하위 과정

| Beginner Track              | Advanced Track              | Expert Track                 |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 모두의 삶과 함께 하는<br>과학·수학       | 미래 설계를 위한<br>과학·수학          | 과학·수학 연구 수행과<br>연구 경험의 공유    |
| 세상과 만나는<br>강연 프로그램 (4개)     | 미래 사회를 대비하는 강연<br>프로그램 (5개) | 연구 능력을 갖추기 위한<br>기본 과정 (5단계) |
| 인문사회와의<br>융합 프로그램 (9개)      | 진로 탐색을 위한 전공프로젝트 (4개)       | 연구 경험의 나눔 과정 (5단계)           |
| 즐거워 함께 하는<br>과학·수학 활동 (15개) | 연구기관견학 및 탐사 (3개)            | 과제 연구 과정 (4단계)               |
|                             | 과학·수학 나눔의 실천 (7개)           | R&E 과정 (4단계)                 |

💡 **Tips** 기존의 학교 행사들을 짜 맞추어 시기에 따라 단순하게 나열하지 않고 과학·수학 체험 활동 프로그램이 왜 필요하며, 아이들에게 어떤 경험을 주고 싶은지를 의논해 프로그램의 큰 틀을 정리한 것이 매우 중요했다. 세 가지 트랙과 하위 과정을 바탕으로 세부 프로그램을 기획해 일 년 동안 프로그램 운영의 목적을 정확하게 확립하고 실행할 수 있었다.

💡 **Tips** 본교 선생님들의 프로그램 강의 강사비, R&E 지도 수당, 외부 체험 학습 등은 학교운영위원회의 심의를 받아야 하는 사항이므로 3월초 학운위 일정에 맞추어 미리 심의 내용을 준비해야 한다.

💡 **Tips** Beginner와 Advanced Track은 개별 체험 활동으로 학생이 시기에 따라

스스로 선택해 자유롭게 참여할 수 있도록 했다. Expert Track은 주로 과학중점과정 학생들과 1, 2학년 지원자들을 대상으로 진행되었으며, 각 과정이 장기간에 걸쳐 단계별로 운영되었다.

### 가. Beginner Track

Beginner Track은 교양 강연, 각종 대회와 발표회, 인문융합프로그램 등으로 구성되어 전 학년·전 과정 학생들이 즐거운 과학·수학 체험 활동을 할 수 있도록 하였다. 또한 과학과 인문사회의 융합을 통해 사회 현상을 두 가지 측면에서 모두 바라볼 수 있는 민주 시민을 육성하는 것이 목표이다.

〈표 3〉 Beginner Track의 3가지 과정과 프로그램

| Track          | 과정                       | 프로그램                  | 일자          | 참가대상  |
|----------------|--------------------------|-----------------------|-------------|-------|
| Beginner Track | 세상과 만나는<br>강연 프로그램       | ESD 강연                | 5.10        | 1,2학년 |
|                |                          | 과학 저술가 강연             | 5.24        | 1,2학년 |
|                |                          | 과학 영상 제작 강연           | 6.21        | 1,2학년 |
|                |                          | 과학 탐사 강연              | 9.05        | 1,2학년 |
|                | 인문사회와의<br>융합프로그램         | 과학 이슈 스크랩             | 4~12월       | 전학년   |
|                |                          | SSI 과학사회 논쟁(1차/2차/3차) | 3~10월       | 전학년   |
|                |                          | ESD 실천 프로젝트           | 5.15~7.17   | 전학년   |
|                |                          | 사운드 디자인 프로젝트          | 6.05~6.19   | 전학년   |
|                |                          | 과학수학 UCC 발표회          | 7.10 / 7.17 | 전학년   |
|                |                          | 과학 문화 창작회             | 8.21        | 전학년   |
|                |                          | 자연과학 도서 감상 발표회        | 8.28        | 전학년   |
|                |                          | 수학과학 테마 체험학습          | 10.17       | 1학년   |
|                | 모두의 삶과<br>함께 하는<br>과학·수학 | 탐구포트폴리오 대회            | 12.20       | 1,2학년 |
|                |                          |                       |             |       |
|                | 즐기며 함께 하는<br>과학·수학 활동    | OpenLab(참가)           | 연중          | 1학년   |
|                |                          | 파이 데이                 | 3.10 / 3.14 | 전학년   |
|                |                          | 과학토론 대회               | 3.28        | 전학년   |
|                |                          | 융합과학 대회               | 3.27        | 전학년   |
|                |                          | 과학 토크                 | 4.12        | 전학년   |
|                |                          | Math Trip             | 5.25        | 전학년   |
|                |                          | 수학 사고력 문제 만들기 대회      | 5.18        | 전학년   |

〈표 3〉 계속

|                                                                            |                       |             |       |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|-------|
| <b>Beginner Track</b><br><br>즐기며 함께 하는<br>모두의 삶과 과학·수학 활동<br>함께하는<br>과학·수학 | 수학 사고력 대회             | 7.12        | 전학년   |
|                                                                            | 수학 도서 감상문 대회          | 7.14        | 전학년   |
|                                                                            | 비주얼싱킹 작품 전시회          | 7.17        | 1학년   |
|                                                                            | 과학송 발표회               | 6.26 / 7.14 | 전학년   |
|                                                                            | 과학 사고력 대회             | 10.11       | 1,2학년 |
|                                                                            | 기초실험능력 함양 OpenLab(참가) | 10.24~10.26 | 1학년   |
|                                                                            | 수학 구조물 창작 발표회         | 12.21       | 1,2학년 |
|                                                                            | 과학 구조물 창작 발표회         | 12.22       | 1학년   |

💡 **Tips** Beginner Track의 프로그램 중 하위 과정들의 개별 프로그램 중 서로 연계해서 진행할 수 있는 사항은 가능하면 연속적으로 활동이 이루어질 수 있도록 학생들에게 안내하며 진행했다.

〈표 4〉 Beginner Track 연관 프로그램

| 프로그램(시기)         | 연관 프로그램(시기)                                                  |
|------------------|--------------------------------------------------------------|
| ESD 강연(5.10)     | ESD 실천프로젝트(5.15~7.17)                                        |
| 과학저술가 강연(5.24)   | 수학 도서 감상문 대회(7.14), 과학 문화 창작회(8.21),<br>자연과학 도서 감상 발표회(8.28) |
| 과학영상 제작 강연(6.21) | 과학수학 UCC 발표회(7.10 / 7.17)                                    |

## 나. Advanced Track

Advanced Track은 최신 과학 이슈에 대한 강연과 전공프로젝트, 연구 기관 견학, 봉사 활동의 과정을 구성되어 이공계로 진출할 학생들이 급변하는 미래에 대비할 수 있는 전공 소양을 키우며, 진로를 탐색하고 재능 기부할 수 기회를 제공하는 것이 목표이다.

💡 **Tips** 연구기관 견학 및 탐사는 Expert Track의 연구 능력을 갖추기 위한 기본 과정에 속한 학생들과 함께 진행하였다.

## 다. Expert Track

Expert Track은 과학중점 과정 학생들을 주 대상으로 각 과정이 단계별로 연계되어

〈표 5〉 Advanced Track의 4가지 과정과 프로그램

| Track          | 과정                  | 프로그램                  | 일자          | 참가대상  |
|----------------|---------------------|-----------------------|-------------|-------|
| Advanced Track | 미래 사회를 대비하는 강연 프로그램 | 뇌과학 강연                | 3.30        | 전학년   |
|                |                     | 메이커 강연                | 4.11        | 전학년   |
|                |                     | 수학 강연                 | 8.28        | 전학년   |
|                |                     | 빅데이터 강연               | 9.14        | 전학년   |
|                |                     | 기계공학 강연               | 10.23       | 전학년   |
|                | 진로 탐색을 위한 전공프로젝트    | 뇌과학 프로젝트              | 3.13~4.03   | 1학년   |
|                |                     | 우주과학 프로젝트             | 5.23~5.26   | 1학년   |
|                |                     | 에코도시 프로젝트             | 10.25~10.26 | 1,2학년 |
|                |                     | 수학 프로젝트               | 10.30~10.31 | 1,2학년 |
|                | 미래 설계를 위한 과학·수학     | 나노코리아 퍼블릭세션 참가        | 7.14        | 1,2학년 |
|                |                     | 대덕연구단지 견학             | 7.20        | 1,2학년 |
|                |                     | 지질 탐사                 | 9.09        | 1,2학년 |
|                | 과학·수학 나눔의 실천        | OpenLab(운영)           | 3월~10월      | 2학년   |
|                |                     | 아동센터 봉사               | 4월~11월      | 1,2학년 |
|                |                     | 김포서초 과학 봉사            | 5월~11월      | 1,2학년 |
|                |                     | 서대문자연사박물관 부스 운영       | 3.25        | 2학년   |
|                |                     | 과학수학 동아리 성과발표회        | 7.18 / 12월  | 전학년   |
|                |                     | Science Day           | 10.21       | 1,2학년 |
|                |                     | 기초실험능력 함양 OpenLab(운영) | 10.24~10.26 | 과학중점  |

진행되는 과정이다. 연구 능력 기본 과정은 심화 연구 수행을 위해 연구 기본 능력을 배우고 향상시킬 수 있는 기회를 제공한다. 연구 경험의 나눔 과정은 지역 중학교 학생들의 멘토 역할을 통해 지역 과학 문화 확산에 기여하는 과정이다. 과제연구 과정은 자연과정과 1학년 학생, R&E 과정은 과학중점과정 학생들이 심화 연구를 진행하는 것을 지원하는 과정이다.

〈표 6〉 Expert Track의 4가지 과정과 단계별 연계 프로그램

| Track        | 과정                  | 프로그램    | 일자   | 참가대상 |
|--------------|---------------------|---------|------|------|
| Expert Track | 연구 능력을 갖추기 위한 기본 과정 | 1 기초 실험 |      | 1학년  |
|              |                     | 기초물리실험  | 5.27 | 과학중점 |

〈표 6〉 계속

|              |                     |   |                   |           |             |
|--------------|---------------------|---|-------------------|-----------|-------------|
| Expert Track | 연구 능력을 갖추기 위한 기본 과정 |   | 기초화학실험            |           |             |
|              |                     |   | 기초생명과학실험          | 5.27      | 1학년, 과학중점   |
|              |                     |   | 기초공학실험            |           |             |
|              |                     |   | 통계                | 8.23~8.24 |             |
|              |                     | 2 | 논문 작성법            | 5.08      | 1,2학년       |
|              |                     |   | 고급 실험             |           |             |
|              |                     |   | 고급생명과학실험          | 8.21      |             |
|              |                     |   | 고급화학실험            | 8.22      | 1학년, 과학중점   |
|              |                     |   | 고급물리실험            | 8.25      |             |
|              |                     | 3 | 통계                | 9.11      |             |
|              |                     |   | 연구기관견학 · 탐사       |           |             |
|              |                     |   | 나노코리아             | 7.14      |             |
|              |                     |   | 대덕연구단지 견학         | 7.20      | 1,2학년       |
|              |                     |   | 지질 탐사             | 9.9       |             |
|              |                     | 4 | 주제 탐색 및 탐구        | 9~11월     |             |
|              |                     |   | 교사 멘토링            | 9~11월     | 1학년, 과학중점   |
|              |                     | 5 | 학술대회              | 11월       |             |
|              | 연구 경험의 나눔 과정        | 1 | 지역 멘토링 연계         | 5월        |             |
|              |                     | 2 | 실험 체험             | 5월        |             |
|              |                     | 3 | 멘토멘티 공동연구         | 6~9월      | 과학중점, 3학년   |
|              |                     | 4 | 연구 발표회            | 10월       |             |
|              |                     | 5 | Science Day 부스 운영 | 10.21     |             |
|              | 과제 연구 과정            | 1 | 계획서 제출            | 8월        |             |
|              |                     | 2 | 연구 수행             | 8~11월     | 1학년, 2학년 자연 |
|              |                     | 3 | 중간 점검             | 9월        |             |
|              |                     | 4 | 성과 발표             | 12월       |             |
|              | R&E 과정              | 1 | 연구능력 향상 프로그램      | 2~4월      |             |
|              |                     | 2 | 계획서 제출            | 3월        |             |
|              |                     | 3 | 연구 수행             | 3~11월     | 과학중점        |
|              |                     | 4 | 발표 대회             | 12월       |             |

💡 **Tips** 과학중점과정 학생들은 연구 능력을 갖추기 위한 과정이나 R&E 과정 중

하나에 속해 자신이 원하는 활동을 진행했다.

☀ **Tips** 과제연구 과정은 과학 중점과정 학생 외에 다른 학생들이 연구 과정을 경험할 수 있도록 한 것이다.

☀ **Tips** 연구 경험의 나눔 과정은 관내 중학생들과 본교 과학중점과정 학생들이 멘토-멘티가 되어 간단한 공동연구를 진행하며 과학중점학교에서 배운 것을 실천하고, 지역의 과학문화 확산에 기여하고자 했다. 중학교에 과학부가 없는 경우가 많아 사업을 함께 진행하는데 어려움이 많았다.

### 3. SMART PROGRAM의 운영의 실제

#### 가. 업무 추진 과정

과학중점학교 운영계획이 수립된 이후에는 개별 프로그램에 대한 계획과 업무를 추진하게 된다. 각각의 프로그램은 다음과 같은 단계를 거쳐 추진되어 안내와 참가자 모집, 활동 기록 등이 체계적으로 이루어질 수 있도록 하였다.

〈표 7〉 SMART PROGRAM의 업무 추진 과정

| 단계 | 구분        | 내용                                 |
|----|-----------|------------------------------------|
| 1  | 계획 수립     | 프로그램의 세부 운영 계획을 협의하고 수립해 내부 기안     |
| 2  | 안내, 홍보    | 홈페이지, 행사게시판, 각 학급, 교무실에 프로그램 안내 게시 |
| 3  | 참가자 모집    | 프로그램 참가 계획서 수합 및 참가자 선발            |
| 4  | 실행        | 세부 운영 계획에 따라 실행                    |
| 5  | 활동 정리     | 학생 활동 보고서 또는 소감문 홈페이지 업로드(확인)      |
| 6  | 포트폴리오 기록  | 학생 포트폴리오 기록(부서에서는 엑셀 파일로 참여 학생 관리) |
| 7  | 사진 업로드    | 부서 업무 공유 폴더에 활동사진 업로드              |
| 8  | 결과 분석(수상) | 운영 평가 협의 후 홈페이지 업로드(대회의 경우 수상)     |

☀ **Tips** 각 프로그램이 실행될 때마다 학생들에게 안내 및 홍보가 이루어져 활발하게 참여할 수 있도록 프로그램 안내 도우미를 운영하였다. 행사 기안이 결재된 후 각 학년의 안내 도우미들이 전체 학급과 교무실을 돌아다니며 프로그램 안내지를 게시하고, 행사 참여를 홍보하도록 해 일시에 모든 학급과

교내에 행사 안내가 이루어질 수 있도록 하였다.

**Tip** 학교 홈페이지에 참가 안내, 참가 계획서, 활동 보고서 등의 양식을 올려놓고, 활동 결과를 항상 업로드하도록 지도해 활동 참여 학생의 명단 확정과 평가에 활용하고, 학생의 포트폴리오의 분실에도 대비할 수 있도록 하였다.

**Tip** 1~8단계의 업무 흐름에 따라 생산된 문서들은 각 프로그램마다 차례대로 정리되어서 다음 년도 업무의 인수인계와 연속성에 도움이 될 수 있도록 하였다. 각 행사에서 촬영한 사진은 프로그램별로 정리되어서 보고서, 성과발표회, 홍보물 등에 활용되었다. 참여 기록 엑셀 파일은 학년 말에 담임 교사에게 제공되어 생활기록부 작성에 활용되었다.

## 2017 에코도시 프로젝트 안내

1. 일시 : 2017. 10. 25(수)~26(목), 17:10~22:00
2. 활동 내용 : 다채 지구를 위한 친환경 기술을 적용한 에코 도시 김포를 설계하는 프로젝트로 도시를 설계하고 발표 포스터를 제작함
3. 진행 방법 : 아래 조건에 맞게 3~4인으로 팀 구성 후 에코도시 프로젝트 신청 보고서를 팀별로 1명만 작성하여 10월 22일(월) 24:00까지 학교홈페이지에 업로드. 보고서 내용의 충실도를 바탕으로 4~5개 참가팀 선정해 22일(화) 점심시간에 공지함
4. 팀 구성 방법 : 팀 안에는 ①~④에 해당하는 역할이 모두 있어야 하며, 한 사람이 2가지 이상의 역할을 담당하거나 서로 같은 역할을 중복해서 담당해도 됨.



<팀원 역할>  
① 지형과 기후 조사

| 일시                  | 장소      | 대상  | 장차  | 주최  |
|---------------------|---------|-----|-----|-----|
| 2017 ESDART Program | 10월 25일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 10월 26일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 10월 27일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 10월 28일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 10월 29일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 10월 30일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 10월 31일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 1일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 2일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 3일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 4일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 5일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 6일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 7일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 8일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 9일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 10일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 11일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 12일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 13일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 14일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 15일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 16일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 17일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 18일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 19일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 20일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 21일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 22일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 23일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 24일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 25일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 26일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 27일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 28일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 29일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 11월 30일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 1일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 2일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 3일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 4일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 5일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 6일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 7일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 8일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 9일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 10일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 11일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 12일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 13일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 14일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 15일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 16일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 17일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 18일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 19일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 20일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 21일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 22일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 23일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 24일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 25일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 26일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 27일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 28일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 29일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 30일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 ESDART Program | 12월 31일 | 100 | 100 | 100 |

## <그림 1> 프로그램 안내지

| 일시   | 장소      | 대상  | 장차  | 주최  |
|------|---------|-----|-----|-----|
| 2017 | 10월 25일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 10월 26일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 10월 27일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 10월 28일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 10월 29일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 10월 30일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 10월 31일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 1일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 2일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 3일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 4일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 5일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 6일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 7일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 8일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 9일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 10일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 11일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 12일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 13일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 14일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 15일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 16일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 17일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 18일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 19일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 20일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 21일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 22일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 23일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 24일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 25일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 26일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 27일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 28일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 29일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 11월 30일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 1일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 2일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 3일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 4일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 5일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 6일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 7일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 8일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 9일  | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 10일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 11일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 12일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 13일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 14일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 15일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 16일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 17일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 18일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 19일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 20일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 21일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 22일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 23일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 24일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 25일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 26일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 27일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 28일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 29일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 30일 | 100 | 100 | 100 |
| 2017 | 12월 31일 | 100 | 100 | 100 |

## <그림 2> 학교 홈페이지 활동 정리

|                    |                     |                    |                 |                    |                    |
|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| 02-04-과학연구<br>실용과학 | 03-오존현              | 05-11-김포시조<br>통사   | 05-오존현          | 06-10-지역연계<br>안동현  | 06-오존현             |
| 0314-과학이<br>미      | 0320-노과학프<br>로젝트 실험 | 0325-서지비룡<br>시합    | 0327-송환과학<br>대회 | 0328-과학프로<br>젝트 대외 | 0329-과학프로<br>젝트 대외 |
| 0330-노과학<br>현      | 0411-메이커<br>현       | 0412-과학 Talk<br>대회 | 0508-농촌작<br>업   | 0509-SSI 1차<br>자력  | 0510-ESD현<br>현     |

## <그림 3> 프로그램 참여 기록 엑셀 파일

## <그림 4> 활동사진 정리

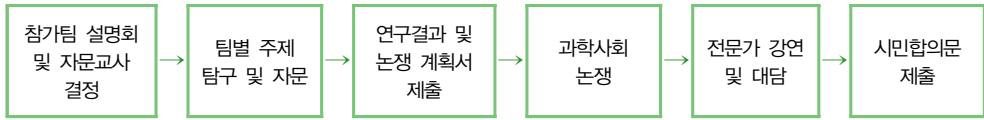
## 나. 프로그램 운영의 실제

1) Beginner Track - 인문사회와의 융합 프로그램 - SSI 과학사회논쟁

가) 자연과정 학생과 인문과정 학생이 팀을 이루어 주제에 대한 탐구와 자문, 토론, 전문가 대담, 시민 합의문 작성을 통해 과학과 사회의 상호 관련성에 대한 깊은 이해를 하고 과학과 인문의 균형 잡힌 소양을 갖춘 민주 시민을 양성

나) 토론 : 연구노트와 논쟁 계획서를 바탕으로 14팀 선발 후 토론

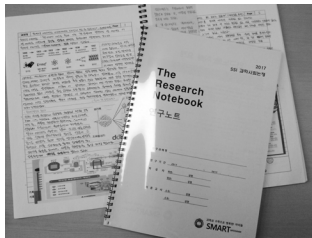
다) 시민 합의문 : 주제에 대한 정책 제안 및 합의문 작성, 제출



| 연번 | 기간                 | 주제                        | 대담 강사         |
|----|--------------------|---------------------------|---------------|
| 1차 | 3.24.(금)~5.15.(월)  | 원자력, 미래 에너지의 대안인가?        | 건국대학교 이○○ 교수  |
| 2차 | 5.24.(수)~7.13.(목)  | 유전자 치료의 현주소와 사회적 영향       | 가톨릭대학교 김○○ 교수 |
| 3차 | 8.30.(수)~10.16.(월) | 빅데이터 시대, 우리는 무엇을 준비할 것인가? | 과학저술가 이○○ 박사  |

〈그림 5〉 SSI 과학사회논쟁 프로그램 추진 과정 및 주제

라) 자문 교사단 : 과학·수학 교사 10명, 인문·사회 교사 10명으로 구성해 주제 탐구 자문 및 연구 노트 확인



〈그림 6〉 연구 노트



〈그림 7〉 논쟁



〈그림 8〉 대담

💡 **Tips** 자문 교사는 자연과 인문 과목 교사 각 1명이 팀을 이루어 자연과정 학생



1명, 인문과정 학생 1명으로 구성된 논쟁팀 5~6개를 지도하였다. 논쟁팀은 해당 주제를 탐구한 내용을 연구 노트에 기록하고, 자문 교사는 내용을 확인하고 조언하며 논쟁과 대담이 의미 있게 진행될 수 있도록 지도하였다.

💡 **Tips** 논쟁과 대담이 진행된 이후에는 해당 주제에 대한 정책 제안 및 시민사회 합의문을 작성하며, 논쟁 결과를 합의하고 실천할 수 있는 방안을 탐색하였다.

## 2) Advanced Track - 연구 기관 견학 및 탐사 - 대덕연구단지 견학 및 지질 탐사

가) 대덕연구단지 견학 : 2017.7.20. 06:00~18:00

- 이공계 진로와 관련된 경험을 확대, 최신 과학의 연구 방법과 성과 확인, 연구 주제 탐색
- 대전 지역의 연구 기관을 코스 별 30명 내외로 신청 받아 견학

〈표 8〉 대덕연구단지 견학 일정

| 시간   | A코스             | B코스             | C코스             |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 오전 1 | 원자력연구원          | 수리과학연구소         | 항공우주연구원         |
| 오전 2 | 지질자원연구원 자연사 박물관 | 지질자원연구원 자연사 박물관 | 지질자원연구원 자연사 박물관 |
| 오후   | 문화재연구소 보존과학센터   | 항공우주연구원         | 카이스트            |

💡 **Tips** 대전 지역에는 연구 기관들이 다양하게 밀집되어 있어 견학을 추진하기에 유리하다. 대부분의 연구 기관에서 약 1개월 전 매월 초에 홈페이지에서 선착순으로 견학 신청을 받고 있어 견학 코스를 미리 결정하고 늦지 않게 예약하는 것이 중요하다.

〈표 9〉 대전 지역의 견학 가능 연구소 목록

| 관련 계열 | 견학 신청을 받는 연구소                             |
|-------|-------------------------------------------|
| 물리    | 한국표준과학연구원, 한국전자통신연구원, 한국원자력연구원, 한국항공우주연구원 |
| 화학    | 한국화학연구원, 한국에너지기술연구원, 국립문화재연구소 보존과학센터      |
| 생명과학  | 한국생명공학연구원                                 |
| 지구과학  | 한국천문연구원, 한국지질자원연구원(지질박물관)                 |
| 수학    | 한국수리과학연구소                                 |

💡 **Tips** 점심 식사는 카이스트의 구내식당에서 원하는 가격대와 메뉴를 맞추어 진행할 수 있었다. 식품 위생 문제, 대규모 인원이 한 번에 식사할 장소, 가격과 맛 등 모든 것이 좋았다.

나) 연천지역 지질 탐사 : 2017.9.9. 07:00~18:00

- 연천 국가 지질 공원 탐사를 통한 자연 관찰 방법 체득과 연천 지역의 지질 특성과 형성 역사 탐구
- 야외지질체험학습 연구회 소속 교사 2인의 전문 강의

〈표 10〉 지질 탐사 일정

| 시간 | 장소    | 내용                              | 강사                     |
|----|-------|---------------------------------|------------------------|
| 오전 | 은대리   | 한탄강 주상절리 관찰, 지질 구조와 생성 과정 탐구    | 이○○(의정부여고)<br>진○○(용호고) |
| 오후 | 고문리   | 재인폭포의 형성 과정 탐구, 주상절리 관찰         |                        |
| 오후 | 선사박물관 | 연천, 포천 지역의 형성 과정, 암석 관찰 및 암석 분류 |                        |



〈그림 9〉 대덕연구단지 견학

〈그림 10〉 지질 탐사

💡 **Tips** 지질탐사는 경기도지구과학과교육연구회에서 매년 초 학교로 공문을 보내 참가교를 모집한다. 참가 희망 학교는 강사비와 교재비, 버스비 예산을 확보하면 된다. 야외지질체험학습 연구회에서 개발한 다양한 체험 학습 코스를 소속 선생님의 전문적인 강의와 함께 체험할 수 있다.

3) Expert Track - 연구 능력을 갖추기 위한 기본 과정 - 기초 실험, 고급 실험

가) 기초 실험

- 연구 능력을 갖추기 위한 기본 과정 참여 학생들을 대상으로 실험기구, 약품 사용, 통계 분석 등 기초 실험 능력 함양

- 본교 과학 교사 4명, 수학 교사 1명이 기초 실험 과정과 교재를 개발해 운영

〈표 11〉 기초 실험 일정

| 일자            | 시간          | A조       | 내용              | 강사  | B조       | 내용             | 강사  |
|---------------|-------------|----------|-----------------|-----|----------|----------------|-----|
| 05.27.<br>(토) | 10:00-11:20 | 기초화학실험   | 실험기기,약품,용액      | 박○○ | 기초물리실험   | 중력 가속도 측정      | 박○○ |
|               | 11:30-13:00 | 기초물리실험   | 중력 가속도 측정       | 박○○ | 기초화학실험   | 실험기기,약품,용액     | 박○○ |
|               | 13:00-14:00 | 점심식사     |                 |     |          |                |     |
|               | 14:00-15:20 | 기초생명과학실험 | 현미경, 세포분열관찰     | 김○○ | 기초공학실험   | 방음벽 설계, 제작, 실험 | 김○○ |
|               | 15:30-17:00 | 기초공학실험   | 방음벽 설계, 제작, 실험  | 김○○ | 기초생명과학실험 | 현미경, 세포분열관찰    | 김○○ |
| 08.23         | 19:00-21:00 | 통계       | 통계 기본, R프로그램 활용 |     |          |                | 박○○ |
| 08.24         | 19:00-21:00 |          |                 |     |          |                |     |

💡 **Tips** 기초실험과 통계에는 모듈별로 MBL과 노트북이 활용되었다. 본교는 두 학급이 동시에 수업을 진행할 수 있는 MBL 인터페이스와 센서, 노트북 16대를 확보해 운용 중이다.

💡 **Tips** 기초실험은 40명 내외의 학생들을 두 개 반으로 편성해 오전에 화학, 물리 실험을 교차해 진행하고, 오후에 생명과학, 공학 실험을 교차해 진행하였다.

#### 나) 고급 실험

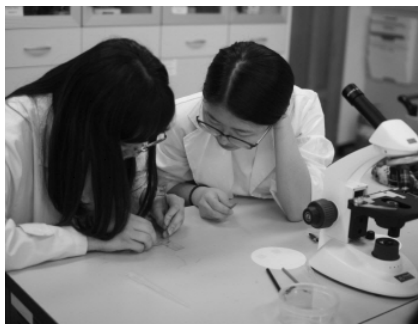
- 연구 능력을 갖추기 위한 기본 과정 참여 학생들을 대상으로 각 영역의 심화 실험 실행과 통계 분석 능력 함양
- 경기도 과학 교사 4명, 본교 수학 교사 1명이 운영

〈표 12〉 고급 실험 일정

| 연번 | 운영일시                    | 실험       | 주제                             | 강사       |
|----|-------------------------|----------|--------------------------------|----------|
| 1  | 8.22.(화)<br>19:00-22:00 | 고급화학실험   | 음료수 속 색소량, 첨단과학으로 밝혀주매!        | 배○○(평내고) |
| 2  | 8.23.(수)<br>19:00-22:00 | 고급생명과학실험 | 나도 GMO 분석가!                    | 한○○(인창고) |
| 3  | 8.25.(금)<br>19:00-22:00 | 고급물리실험   | Joule Thief 회로와 무선 전력 송수신기 만들기 | 김○○(송양고) |
| 4  | 9.11.(월)<br>19:00-21:00 | 고급통계     | R프로그램을 활용한 통계 분석               | 박○○(김포고) |



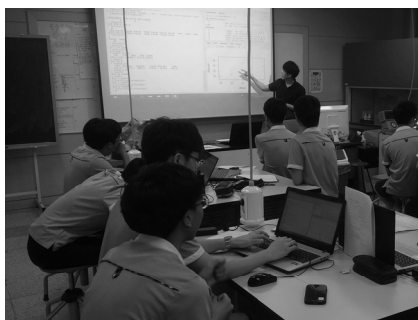
〈그림 11〉 기초 화학 실험



〈그림 12〉 기초 생명과학 실험



〈그림 13〉 고급 화학 실험



〈그림 14〉 통계

#### 다. 프로그램 안내와 성과 전시, 포트폴리오 관리

프로그램이 아무리 체계적으로 계획되어 있어도 참여하는 학생이 이해하지 못하거나 필요성을 느끼지 못한다면 운영하는 데 필요한 노력에 비해 학생들의 참여가 저조한 상황이 발생할 것이다. 되도록 많은 학생들이 프로그램 참여를 통해 성장해 나가도록 하기 위해서는 참여 필요성과 방법에 대한 교육이 필수이다. 행사 이후에는 본교 SMART ZONE의 성과 전시 공간을 통해 학생 성과물을 전시하였다. 성과물 전시를 통해 학생들 사이에 성과 공유와 홍보가 효과적으로 이루어졌다. 프로그램은 항상 성과 보고서, 연구 보고서, 소감문 등의 작성으로 마무리 되었으며, 개인 포트폴리오와 홈페이지에 동시에 게시하도록 지도하였다.

##### 1) 프로그램 안내와 활동 내용 기록

학년 초에 배부된 가이드북과 일정 달력, 포트폴리오 파일은 학생들이 일 년 동

안 학교생활을 주도적으로 계획하기 위한 중요한 자료이다. 3월 첫 담임시간과 과학 수업 시간을 통해 활용 방법과 프로그램에 대한 안내를 진행하였다.

## SMART Program 가이드 북 활용하기

내가 만들어가는 학교생활을 위한 안내서

SMART Program 가이드 북은 본교의 다양한 체험 활동을 200% 활용하며, 여러분들의 공동 학교 생활을 나눌 수 있는 시간으로 꾸며갈 수 있도록 안내하기 위한 것입니다. 자신의 적성을 탐색하거나 포트폴리오를 미리 구성하여 준비할 수 있도록 각 프로그램의 내용과 특징을 한 눈에 알아볼 수 있게 될 별로 세 가지 특색에 따라 정리했습니다.

### 1. 프로그램 설명 안내

#### 체험프로그램 제목

체험프로그램의 참가 방법, 준비 방법, 절차, 내용 등을 설명해 어떤 것들을 준비하여 자신의 역량을 기를 수 있는지 파악할 수 있도록 안내했습니다.

연계해서 활동할 수 있는 체험프로그램을 소개했습니다. 체험프로그램의 연계성을 참고해 자신의 진로 계획에 따라 참여한다면 더 좋은 성과를 기를 수 있습니다.

체험프로그램을 준비하는데 도움이 되는 정보를 제공했습니다.

#### ● 아이콘 설명

| 구분    | 기호 | 설명      | 구분    | 기호 | 설명    |
|-------|----|---------|-------|----|-------|
| 참가 학년 | 1  | 전학년     | 참가 단위 | 1  | 개인    |
|       | 2  | 일반년     |       | 2  | 팀     |
|       | 3  | 이학년     |       | 3  | 동아리   |
| 참가 계열 | 4  | 일반      | 수상 여부 | 4  | 수상    |
|       | 5  | 계열구분 없음 |       | 5  | 수상 없음 |
|       | 6  | 자연      |       | 6  | 3시간   |
|       | 7  | 과학융합    |       |    |       |

### 2. 가이드 북 활용 예시 (1학년)



## Beginner Track

모두의 삶과 함께하는 과학수학

3월

### OpenLab 참가

과학 동아리가 참석시간에 운영하는 과학수학실험부스에 참가하여 체험하는 실험을 체험하는 활동입니다. 사전에 참가신청을 하며, 신청된 학생은 참석시간 중 정해진 시간에 SMART ZONE의 Open Lab에서 공간으로 가서 체험을 하면 됩니다.

- 과학 동아리 참가 프로그램 : 과학 동아리 학생은 운영을 맡으며, 과학 동아리 학생이 아닌 경우에도 참여하여 체험 할 수 있습니다.
- 당구포드폴리오대회 : 활동 결과를 잘 정리해서 포드폴리오에 대입하여 참가할 수 있습니다.
- 3월 달마다 시리즈로 개최되는 진행되는 프로그램입니다. 과학 동아리, 불로 사리에 계사한 홍보자를 보고 일장과 활동내용을 확인하여, 참가를 희망하는 학생은 정해진 시간에 학교 홈페이지 방문으로 신청 프로그램을 활용하여 신청합니다.

### SSI 과학 사회 논쟁

주어진 주제에 대한 과학·사회적 관점에서 찬성·반대를 나누어 논쟁합니다. 자체 계획서를 사전에 작성하여 예선을 통과한 후 본선에서는 연구 노트 작성을 통해 사전에 내용을 공부하고 자문교사를 선정하여 질의를 받아 팀의 논리적 근거를 정리하여 논쟁에 참여합니다.

- 당구포드폴리오대회 : 활동 결과를 잘 정리해서 포드폴리오에 대입하여 참가할 수 있습니다.
- 과학포드폴리오 : 과학이슈에 대해 관심이 크며 논리적인 사고와 토론을 즐기는 학생임을 표현할 수 있는 대회입니다.
- 3월 15일로 구성되며, 계획서를 제출해야만 참가 가능한 것으로 인정됩니다.
- 주제에 대한 찬성, 반대는 사전 협의 후에 유익으로 선정됩니다.
- 사전에 작성한 논쟁을 전담한 가운데서도 정해진 조건을 받을 수 있어 논리적 근거를 견고히 할 수 있습니다.

### 파이(π)데이 행사

원주율 파이(π)를 기념해 3월 14일을 전후하여 원주를 양기 콘서트스, 원주를 속 의미 있는 수명 찾기, 원주를 창작을 대회 세 부분을 진행합니다.

- 당구포드폴리오대회 : 활동 결과를 잘 정리해서 포드폴리오에 대입하여 참가할 수 있습니다.
- 세 부분 중 원주를 창작을 대회로 수상합니다.
- 3월 초 세부 계획을 공지하며, 대입하여 원주를 양기 콘서트스의 경우 예선이 존재합니다.

〈그림 15〉 가이드북 내용

〈그림 16〉 일정 달력



〈그림 17〉 포트폴리오 파일

## 2) 학생 활동성과 전시

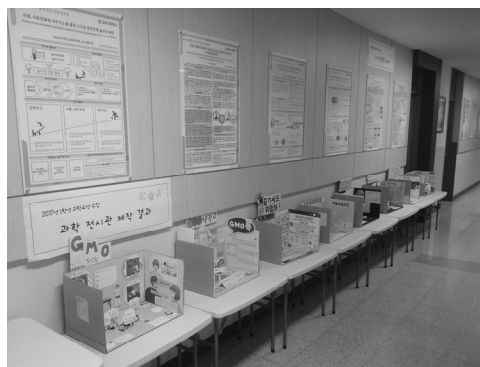
프로그램이 종료될 때마다 가능한 많은 학생들의 활동성과물을 전시해 활동 결과를 공유하고, 학생들에게 긍정적인 피드백으로 작용해 프로그램에 대한 홍보를 할 수 있도록 한다.

### 3) 포트폴리오 관리

개인 포트폴리오를 배부한 후 작성과 활용법을 지도하였다. 계획서, 보고서, 소감문 등 개인 제출 자료는 학교 홈페이지와 포트폴리오에 동시에 보관해 자료 분실 시에도 언제든지 출력할 수 있도록 관리한다.



〈그림 18〉 활동성과 전시 공간



〈그림 19〉 활동 산출물 전시

〈표 13〉 포트폴리오 작성 내용

| 영역            | 내용                    | 자료 예시                                                 |
|---------------|-----------------------|-------------------------------------------------------|
| 자기소개서         | 작성한 자기소개서             | 드림캠프, 진로와 직업 수업 활동지의 자기소개서                            |
| 진로            | 진로 탐색과 관련된 검사지, 정보 자료 | 진로와 직업 수업 활동지, 적성 검사지, 진로 상담 자료, 개인 진로 탐색 자료 등        |
| 성적 및 대입       | 성적 현황과 대학 입시 정보       | 성적표, 성적 분석 자료, 대입 자료 등                                |
| SMART program | SMART program 참가 기록   | 과학중점학교 운영 프로그램 참가 신청서, 자료 조사 기록, 실험보고서, 활동지, 활동 소감문 등 |
| 연구            | 과제 연구, 소논문, 수행 평가 자료  | 과제연구(R&E), 연구 노트, 소논문, 수행평가 활동, 외부 연구 활동 기록 등         |
| 교내 행사         | 교내 대회와 활동 참가 기록       | 각종 교내 대회, 활동 참가와 관련된 기록                               |
| 동아리           | 동아리 활동 자료             | 동아리 활동 기록, 소감문 등                                      |
| 독서            | 독서 내용 기록              | 독서 활동지, 삼시세끼 독서 기록 등                                  |
| 봉사 활동         | 봉사 활동 기록              | 봉사활동 참여 내용, 소감 기록 등                                   |
| 수상            | 상장                    | 상장 등                                                  |
| 기타            | 기타 활동                 | 기타 활동 기록, 보고서 등                                       |

### III. 결론

3가지 트랙에 기초한 본교의 SMART PROGRAM은 학생들이 학교생활을 하면서 현재와 미래의 삶을 위해 경험했으면 하는 요소들을 고민해서 구성한 것이다. 여기에 프로그램의 일반적인 진행 절차를 마련해 체계적으로 프로그램이 운영될 수 있도록 했고, 학생들이 주도적으로 학교생활을 계획하고 성장할 수 있도록 가이드북과 행사 안내, 포트폴리오 교육 등 여러 가지 안내 장치를 마련해 운영하고 있다. 운영 사례를 작성하면서 과학중점학교 운영에서 가장 중요한 점이 무엇이었는지 다시 한 번 생각하게 되었다.

과학·수학 체험 프로그램을 의미 있게 운영하기 위해서는 가장 중요한 것은 학생에게 필요한 경험이 무엇인가에 대한 고민이라고 생각한다. 전국의 과학중점학교에서 모두 훌륭한 프로그램을 운영하고 있고, 이제 막 시작한 본교의 프로그램도 새로운 것이 아니라 그 성과를 바탕으로 이루어진 것이다. 지역과 학교의 여건, 학교의 분위기, 학생과 교사의 능력과 의지 등 각 학교는 많은 면에서 서로 다른 상황에 놓여 있다. 가장 훌륭한 프로그램은 각 학교의 상황에 맞추어 구성원들이 공감하고 함께 만들어 나가는 것이라 생각한다. 위에서 소개한 내용이 작은 도움이 되기를 희망하며, 그 동안 고생했던 부서 선생님들, 학교 구성원들에게 감사 인사를 드린다.

### IV. 개선점

프로그램을 계획하면서 학생들이 다양한 경험을 했으면 좋겠다는 생각과 참여 의지가 높은 본교 학생들을 생각하다보니 너무 많은 계획을 했고, 일 년 내내 어려움이 지속되었다. 학사 일정에서 시험 기간과 행사 등을 제외하고, 가능한 모든 날이 프로그램 운영의 연속이었고, 하나의 일정이 어긋나면 다른 프로그램의 일정에 영향을 미치는 일이 많았다. 지난 프로그램들을 돌아보며 수정해나가는 여유가 있었어야 했는데 쉽지 않았던 일 년이었다. 일회성 행사들을 덜어내 부담을 줄이는 동시에 각 트랙내의 프로그램들을 더 연결해 지속성을 가지고 활동을 이어나갈 수 있는 방법들을 고민할 것이다.

한 학생이 다양한 활동에 참여하고 여러 개의 연구 활동을 수행하며 과부하가 걸리는 일이 종종 발생했다. 과학 동아리 활동이 단편적인 실험이나 봉사 활동 등에만 국한되어 운영된 점이 아쉬웠다. SMART PROGRAM의 큰 틀에서 학생들의 활동을 적절하

게 조율하며 수업 시간에 이루어지는 연구와 과학·수학 체험활동을 통해 이루어지는 연구를 연계하거나 차별화하는 방안, 과학 동아리 활동을 통해 연구를 보완, 지속하는 방법들을 고민할 것이다.



# 10



과학 · 수학 체험 학습 활성화를 위한  
Edu-Bridge 모델 활용  
- 대전 대덕고 -



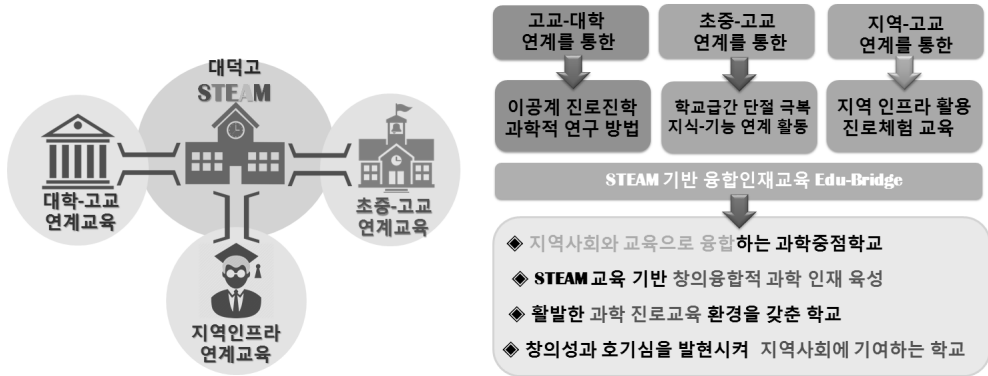
# 과학 · 수학 체험 학습 활성화를 위한 Edu-Bridge 모델 활용

## I. 배경 및 목적

본교는 2016년부터 대덕과학단지의 과학인프라를 과학중점학교 교육운영에 끌어들이고, 이를 기반으로 학생의 과학/수학적 창의성을 발산하는 환경을 조성하기 위한 Edu-Bridge 모델을 구축하여 운영하고 있다.

프로그램 구축 초창기, 초등학교 및 중학교에서 학교급간의 단절을 막기 위해 운영되는 Edu-Bridge(연계교육) 프로그램이 학업/진학으로 바쁘게 돌아가는 고등학교의 상황에 부합될 것인가에 대한 많은 고민을 하게 되었다. 그러나 ‘고등학생들이 대학에 진학하게 되면 생기는 학교급간 단절이 초중학교에 비해 과연 작을 것인가?’라는 생각을 통해 과학중점과정의 학생들이 이공계 대학에 진학하였을 때의 전공학습, 연구활동, 논문, 연구결과의 발표 등이 늘 해오던 일처럼 자연스러워야 한다는 생각을 하게 하였다.

‘한 아이를 키우려면 온 마을이 필요하다’라는 아프리카 속담은 아이가 건강하게 자라기 위해서는 부모님의 사랑뿐 아니라, 학교·지역사회 등 많은 사람의 협력과 관심이 필요하다는 의미이다. 이를 과학중점학교 운영에 빚대어 말하자면, 미래 수학과학 인재의 양성을 위해서는 학교의 교사의 지도뿐만 아니라, 지역사회의 이공계 전문인력의 협력과 관심이 필요하다는 말과 같을 것이다. 이를 위해서 구성되는 EDU-Bridge 프로그램은 학생의 수학 과학 활동의 전반적인 부분을 두루 돌보며, 학생의 성장을 이끄는 협력의 장을 과학중점학교 운영에 끌어들이는 형태여야 한다고 생각하였다.



〈그림 1〉 대덕고 Edu-Bridge 프로그램의 개요

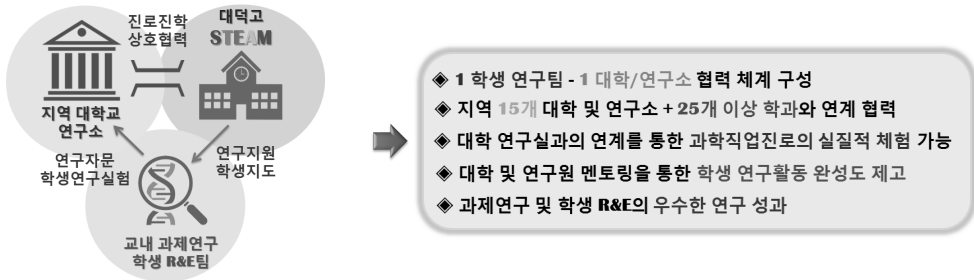
## II. 운영

### 1. 연구소 및 지역 대학교와의 Edu-Bridge

#### 가. 과제연구 및 학생연구

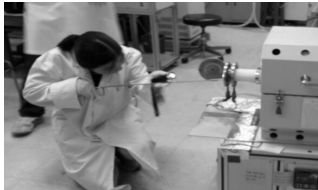
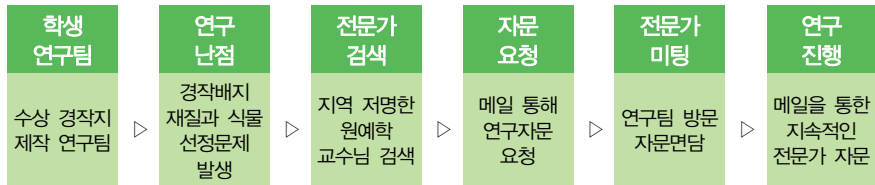
본교에는 학생중심 과제연구 및 R&D에 참여하여 학생연구를 통한 과학적 호기심의 해결을 이루고자 학생들이 많다. 그러나 학생의 힘으로 해결하기 어려운 연구상의 문제는 대학 학과의 자문과 협력 체계를 필요로 한다. 첫 번째로, 가장 먼저 고려해야 할 것은, ‘지역의 수학과학 인프라를 학생활동에 어떻게 직접적으로 연계시키는가?’였다. 본교는 2학년 과학중점과정의 과제연구 팀을 운영하며 학생연구의 질적 제고를 위해 연구자문을 해 주실 지역의 수많은 관련분야 전문가와 연계하는 ‘1 과제연구팀 1 전문가 자문’을 목표로 운영하였다. 과제연구 초기에 학생들이 자문 전문가를 찾기 어려워하는 경우는 주변 대학교의 전공과 교수님께 직접 메일을 보내어 자문요청을 하도록 지도하였다.

**✧ Tips** 만일 전문가와의 물리적인 거리가 먼 경우, 학생들이 전문가와 메일 및 밴드, 영상통화를 통하여 학생연구에 대한 지도가 이루어질 수 있도록 안내하였다.



〈그림 2〉 연구소 및 지역대학교와의 Edu-Bridge 개요

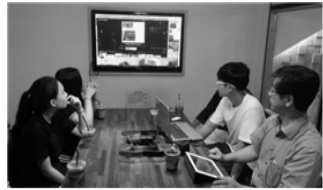
### 💡 Tips 실제 연계 사례



실험 장비 이용



과학 진로 체험



실험자문활동

〈그림 3〉 연구소 및 지역 대학교와의 연계활동

## 나. 과학강연

학교 인근의 과학자를 만나볼 수 있는 기회로, 지역 연구원과 연계하는 과학강연이 운영되었다. 본교 근방 10km 내에 한국천문연구원, 한국화학연구원, 한국생명과학연구원 등의 정부출연연구원이 있으며, 현역의 과학자들이 이야기하는 과학연구에 대한 생생한 이야기를 들을 수 있는 환경을 구성하였다.

학교에서 이루어지는 과학강연은 1) 인근 연구원 측에 강연을 직접 요청, 2) 학부모 연구지원단을 통한 강연, 3) 지역에 있는 과학 진흥 기관과 연계하는 방식으로 이루어졌다. 지역의 과학 진흥 관련 기관과의 연계는 유성구청 교육과학과, 여성과학기술인(Wiset), 한국과학기술한림원, 한국과학기술원(KAIST), 국가핵융합연구소 등의 기관의 협조를 받았다.



한국천문연구원



한국생명공학연구원

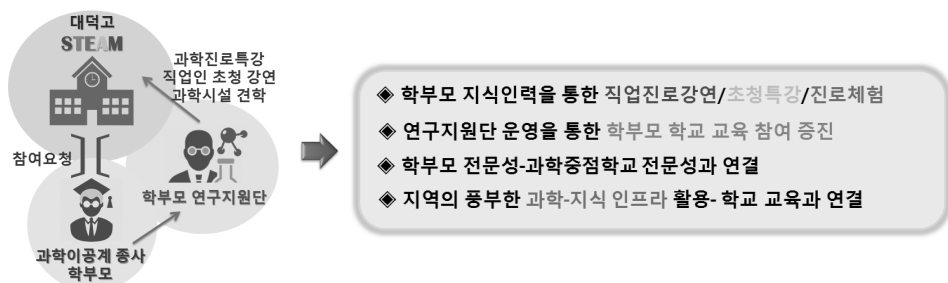


금강유역환경청

〈그림 4〉 교내 과학강연

☀ **Tips** 지역에는 이공계 발전을 위해 활동하는 과학 진흥기관이 있으며, 구청 및 시청의 지역교육 업무를 통하여 학교와의 교육연계 시스템이 마련되어 있는 경우가 많았다. 만일 지역의 수학-과학 체험활동을 위한 인프라가 부족하다는 생각이 든다면, 우선 지자체가 시행하고 있는 교육&진로관련 행사의 정보를 찾아서 연계를 이루어 내는 것이 학교의 알찬 과학강연을 진행할 수 있는 방법일 수 있다.

## 2. 학부모연구지원단 및 졸업생 Edu-Bridge 운영



〈그림 5〉 학부모 연구지원단 운영의 개요

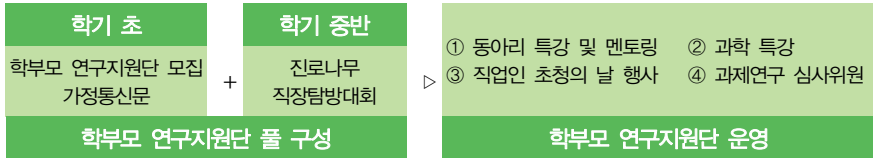
대덕연구단지에 위치한 본교 주변에는 과학연구시설 및 기관이 많다. 이러한 과학적 인프라를 학교와 연계하기 위하여 과학/의료/기술분야에 종사하는 학부모 지식인력을 학부모 연구지원단을 통해 연계교육 시스템을 구성하였다.

### 가. 학부모 연구지원단 모집

학부모 연구지원단은 우선적으로 학기 초 가정통신문을 통하여 모집하며, 학부모 총

회를 활용하여 모집을 홍보하였다. 또한 진로교육의 일환으로 대덕지역 직장탐방대회(진로 연계 교내대회)를 통해 간접적으로 연구지원단에 참여해 주실 학부모 풀을 구성하고, 유선연결을 통해 연구지원단 참여를 요청하였다.

〈표 1〉 학부모 연구지원단의 구성과 운영



학부모 연구지원단의 운영은 학부모님의 개별적인 시간을 학교에 양해해 주시는 방향으로 진행되기 때문에 운영 시간상의 제약이 있다. 또한 학부모님의 자발적인 참여를 통해 운영되어야 하며, 과학중점학교 체험활동 운영에 학부모님의 어떤 직업분야를 활용할 수 있을지 생각해 보아야 할 필요가 있다.

💡 **Tips** 연구지원단을 모집하고자 할 때, ‘모집된 학부모지원단 풀을 고르게 활용’하는 것이 중요하다. 특정 분야에 편중 활용되는 경우, ‘학부모의 직업 및 직장을 차별한다’는 인식을 심어줄 수 있기 때문에 운영에 신중할 필요가 있다.

#### 나. 학부모 연구지원단 운영

- 1) 연구원/의료/과학/기술분야에 종사하는 학부모 인적자원을 ‘학부모 연구지원단’으로 구성하여 교내 강연 및 직업인 진로특강의 강사(멘토)로써 초청하였다.

| 학부모 | 연구분야    | 기관         | 연구지원 내용            |
|-----|---------|------------|--------------------|
| 박○○ | 3D 프린터  | 비○○ 코리아    | 특강) 3D 프린터 시현 및 활용 |
| 유○○ | Display | KAIST      | 특강) 디스플레이 기술과 미래   |
| 이○○ | 무기체계 개발 | ○○○○연구소    | 특강) 무기와 현대기술       |
| 이○○ | 복합재료    | 롯데○○○ 연구소  | 특강) 화학기술과 신소재      |
| 추○○ | 나노재료    | 한국○○과학 연구원 | 특강) 나노재료의 미래       |
| 오○○ | 관측기기 개발 | ○○연구원      | 특강) 천문관측과 우주과학     |
| 박○○ | 생화학교실   | ○○대 의과대학   | 체험) 생화학교실          |
| 장○○ | 플라즈마이론  | ○○○연구소     | 체험) 핵융합연구소         |
| 김○○ | 신약개발    | 알○오젠       | 특강) 신약개발의 미래       |



과학 특강



직업인 초청 진로 행사



과제연구 심사

〈그림 6〉 학부모 연구지원단 운영

- 2) 학부모 연구지원단 및 이공계 졸업생 선배와의 만남은 ① 과학특강, ② 직업인 초청 진로행사, ③ 과학동아리 멘토링, ④ 과제연구 심사위원 위촉 등으로 과학 중점학교의 과학직업인의 전문성을 필요로 하는 많은 분야에 적합한 교육 연계 활동으로 확산되었다.
- 3) 모집된 학부모 연구지원단의 전문분야와 과학동아리의 관심분야를 서로 매칭시켜서 과학동아리 멘토링 및 강연을 진행할 수 있다. 예를 들면 신소재를 전공하신 학부모를 화학동아리 학생들과 멘토링이 이루어질 수 있게 매칭하였으며, 이를 통하여 해당 동아리가 연구소 견학 활동까지 연계될 수 있도록 노력하였다.
- 4) 학부모 연구지원단 및 졸업생을 과제연구 심사위원으로 위촉하여 학생연구 심사의 시각의 폭을 넓힐 수 있다. 학생연구의 결과를 현역의 연구자가 보고, 참신성과 타당성을 심사하는 일은 교내 학생연구의 과정을 바라보는 새로운 시각일 수 있다. 또한 연구학생들이 연구결과를 발표할 때, 심사위원이 친구의 부모님 혹은 동문의 선배라는 사실은 그만큼 학생발표의 긴장감과 어려움을 낮춰줄 수 있는 효과가 있다.

**💡 Tips** 학부모가 연구지원단으로 오신 자리에 해당 학부모의 자녀가 참석할 수 있게 하면, 전문 직업인으로써의 부모님을 자녀가 체험할 수 있는 기회를 제공할 수 있으며, 학부모님의 연구지원단 활동 만족도를 높일 수 있다.

### 3. 지역 초·중학교의 Edu-Bridge 프로그램

연계교육을 통해서 배우는 것과 반대로 '학생들이 지역사회와의 연계교육을 위해 무엇을 할 수 있을까?'라는 생각을 하였다. 학생들 안에서 길러진 창의적 역량을 통해 지역의 초·중학교와 소통하는 긍정적 체험의 장이 이루어질 수 있는 시스템을 구상하였다.



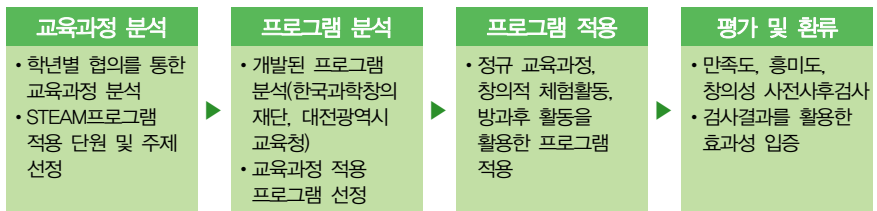
문제는 ‘우리 학생들이 연계교육을 위한 어떠한 교육자원(resource)을 가지고 있는가?’이다. 다른 초-중학교를 초청하여 연계교육을 운영할 수 있을 만큼 학생들이 창의적이고 과학적인 역량을 갖추고 있는지를 생각해 봐야 할 필요가 있었다. 그리고 그것이 학교의 어떠한 교육 내용으로부터 육성될 수 있을지 고민해야 했다.

〈표 2〉 초-중학교 Edu-Bridge의 구상

| 학교 교육자원                                                                                   |   |                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------|
| 학생들이 쉽게 접하고 이해하고, 과학적 원리를 설명할 수 있는 학교 STEAM 프로그램을 기반                                      |   |                                         |
| 운영의 방향                                                                                    |   | 최종 구상 형태                                |
| ① 뛰어난 능력이 있는 과학동아리 학생들을 기용<br>② 주변 지역의 초등학교 & 중학생을 대상<br>③ 과학적 원리가 있는, 교육적이고, 흥미로운 소재를 이용 | ➡ | 수학-과학 부스의 형태<br>학생 창의성 중심 선발<br>교육 봉사활동 |

#### 가. 대덕고 STEAM 교육 프로그램

본교는 학생 창의/과학적 역량을 키워내기 위한 해답을 STEAM 교육 프로그램에서 찾았다. 교육과정의 1학년 과학교양/ 2학년의 융합과학, 물리실험 교과를 수학+과학+기술+예술이 어우러지는 STEAM 프로그램으로 탈바꿈시키고, 수업프로그램의 개량과 개선을 위한 다양한 교사협의체의 노력을 기울였다. 특히 인문사회 교과연계 주제탐구, STEAM 과제연구, Science ART 분야를 특성화하여 운영하고 있으며, 교원 STEAM 역량 강화를 위해 원격 연수 및 집합 연수를 계획하여 실시하고 있다. 만들고, 붙이고, 실험하고, 생각하는 과정을 통해 STEAM 교육은 학생들에게 수학-과학이 복잡하고 어려운 것이 아닌, 실제 세상에 아름답게 표현될 수 있는 원리를 가진 예술임을 인식할 수 있게 한다. 그리고 이 산출물은 수학-과학적 원리를 가진 것이면서도, 누구나 이해할 수 있을 정도로 쉽고 즐거운 활동은, 다른 사람들에게 알려 주고 상호작용하기에 좋은 자원(resource)이 되었다.



〈그림 7〉 대덕고등학교 STEAM 교육 프로그램 운영과정

## 〈활성사례〉 Art 사이언스를 통한 융합인재교육 프로그램

Art 사이언스  
융합인재교육  
프로그램



스트링 아트 속의 수학

생체 내 유기를 만들기

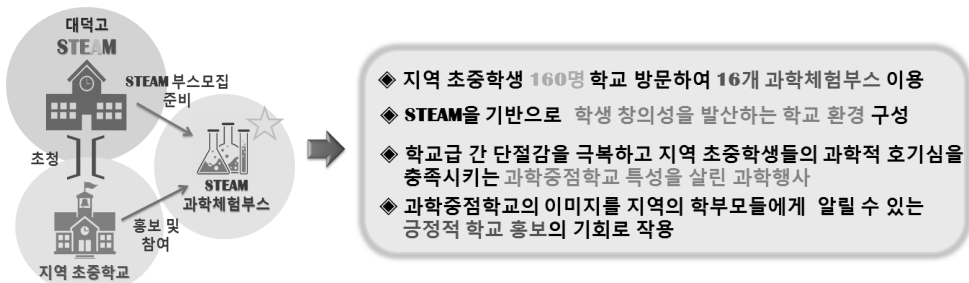
테셀레이션의 수학

〈그림 8〉 Art 사이언스를 통한 융합인재교육 프로그램

## 나. 대덕고 사이언스한마당 & 작은 과학자 실험마당

### 1) 운영배경

학생들이 STEAM소재를 활용한 과학체험부스를 운영하는데 능숙하며, 인근 교육과학연구원의 과학체험부스는 미리 예약을 하지 않으면 체험을 할 수 없을 정도로 유초등학생들의 과학체험에 대한 교육 요구가 크다는 것을 확인하였다. 대덕고의 장점을 극대화 시킬 수 있는 초중-고 연계교육 EDU-Bridge를 운영하기 위해 학생들이 직접 과학부스를 교내에 설치하여 초·중고 소통의 장을 마련하는 행사를 계획하여 운영하였다.



〈그림 9〉 대덕고 사이언스한마당의 개요

### 2) STEAM 부스와 학생창의력 중심 선발

2016년 대덕고 사이언스한마당 첫 행사를 위해서 STEAM 부스를 모집하는 교내대회를 개최하였으며, 부스 운영 계획서를 받아 본교의 4개 과학실을 활용하는 16개의 부스를 선발하였다. 부스는 과학동아리 회장들을 통해 1학년과 2학년이 함께 구성할 수 있도록 사전 안내를 하였으며, 이를 통하여 부스 운영의

2016년에는 학생들이 물품을 준비하기 쉬운 과학키트 위주의 부스 신청이 많았으며, 2017년도는 보다 학생창의력이 두드러지는 수학-과학체험 부스를 우선적으로 선발하여 운영하고자 하였다.

2017 과학중점학교 우수사례 찾아보기 | 167



〈Hoop Glider 부스〉



〈사이언스 한마당〉



〈클라드니 패턴 부스〉



〈뉴턴 로켓 만들기 부스〉



〈LED 자이로팬이 부스〉



〈다빈치 UFO 부스〉

〈그림 11〉 대덕고 사이언스한마당 행사

#### 4) 작은과학자 실험마당

2017년 10월에는 중학생을 대상으로 심화된 수학-과학적 설명을 요구하는 실험중심의 작은과학자 실험마당을 운영하였다. 8개의 수학-과학 실험부스를 구성하였으며, 주변 지역의 중학교에 홍보 공문을 보내어 중학생들을 초청하였다. 고등학교 진학을 앞둔 학생들에게 진학의 정보공유 및 학교 홍보를 위한 긍정적인 기회로 작용하였다.



〈상승기류 불꽃 토네이도〉



〈나일론의 중합 부스〉



〈착시효과의 원리 부스〉

〈그림 12〉 작은과학자 실험마당 행사

#### 5) 수학-과학 체험활동으로써의 기록

대덕고 사이언스 한마당 & 작은과학자 실험마당에 부스 운영으로 참여한 학생들에게는 학교에서 봉사시간을 부여하였으며, 봉사 내용과 프로그램의 구체적 설명을 위한 봉사활동 특기사항이 기록될 수 있도록 안내되었다.

💡 **Tips** 봉사활동 특기사항 기록

대덕고사이언스한마당 행사에서 과학부스 운영 : 대덕고사이언스한마당 행사에서 과학부스를 운영하여 인근 초등학교 및 중학생에게 과학적 원리를 설명하고, 함께 과학키트를 만드는 교육 봉사활동을 수행하였음(교내봉사, 8시간).

6) 학생중심 STEAM 프로그램의 창의적 발전

대덕고 사이언스 한마당 및 작은과학자 실험마당의 부스활동을 준비하다 보면, 본교 수학-과학 체험활동의 역량이 학생 창의력과 결합하여 탄생하는 매우 독특한 부스 운영사례가 나타난다. STEAM 프로그램과 과학동아리, 학생과제연구의 결과물이 결합된 독특하고 창의적인 과학부스가 탄생한 우수사례를 몇가지를 소개한다.

💡 **Tips** 학생중심 STEAM 프로그램의 창의적 발전사례 1

물리-전자과학  
STEAM  
교육프로그램



중력가속도 측정



전자기파 송수신기 만들기



멀티테스터 기능 익히기

물리 STEAM 프로그램 + 아두이노 + 학생창의력

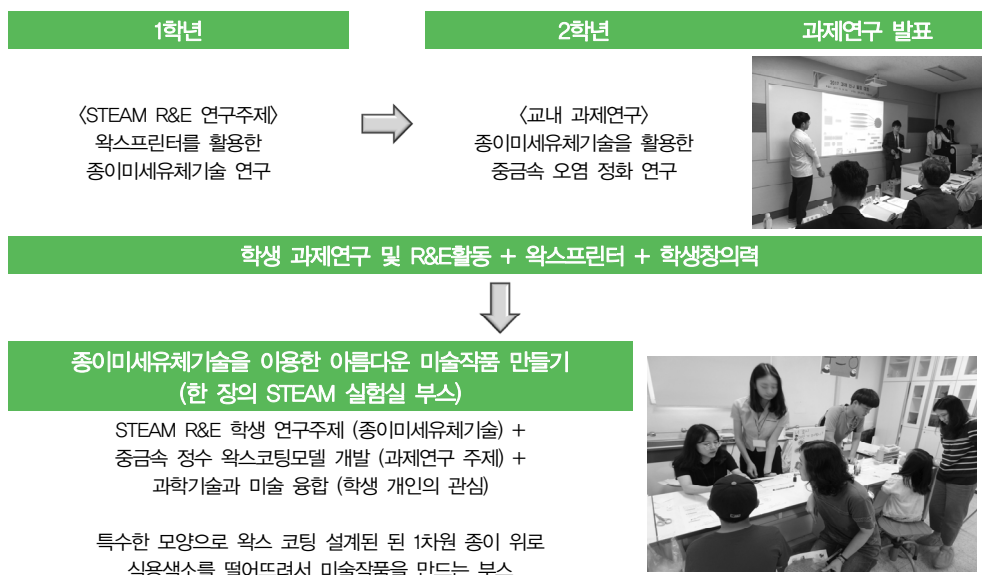


GSR(전기전도도) 센서를 활용한 거짓말 탐지 센서(대덕 CSI팀 부스)

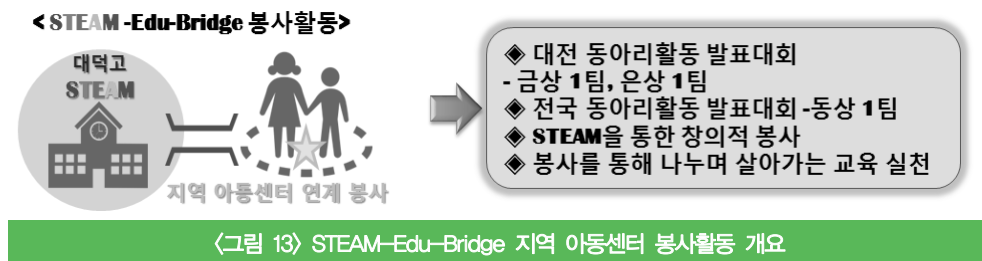
물리 STEAM 교육 프로그램 (전자과학 기반) +  
아두이노 중심 과학동아리(아툼) 활동 +  
거짓말 탐지 및 범인검거 (학생 개인의 관심)

사람 피부에 흐르는 미세전류의 변화를 감지할 수 있는 GSR센서를 통해  
거짓말 탐지기를 제작하는 부스활동





#### 4. 지역 아동센터 봉사활동을 통한 Edu-Bridge



자신이 알고 있는 것을 직접 표현하고 전달하는 기회를 통해 성취감을 느끼는 감성적 체험(Emotional Tough)의 장을 과학 봉사활동을 통해 실현하는 것을 목표로 과학동아리를 중심으로 한 지역 아동센터와의 연계교육봉사 프로그램을 운영하였다. 지역의 소외 계층의 아이들이 있는 지역 아동센터를 대상으로 과학동아리 학생들이 과학 실험 소재 및 과학키트를 운영하는 과학봉사활동을 계획하고, 봉사스케줄, 기관연계 및 봉사물품 구입 지원을 통해 장려하였다.





익시드<참사랑>



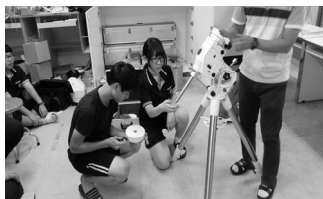
네이처



사이언티아<송강>



마루<송강>



이오<시민천문대>



메디컬신드롬<모퉁이>

### Ⅲ. 결론

1. 2016년 특화연구는 [Edu-Bridge를 통한 STEAM 교육 활성화 및 창의성 신장]으로, Edu-Bridge 프로그램 참여집단의 창의적 성향이 비참여 집단에 비해 7% 정도 높게 나타났다.
2. 2017년은 본교의 [Edu-Bridge 수학-과학 체험활동이 학생의 진로선택과정에 미치는 영향]에 대한 사례연구를 진행하였다. 4명의 학생을 대상으로 면담, 녹취 전사, 에세이를 통하여 결과를 수집하였으며, 아래 2년간 운영한 Edu-Bridge 프로그램의 연구 결과를 요약하였다.

#### 〈Edu-Bridge 프로그램 적용 연구결과의 요약〉

1. 과학중점학교의 STEAM-EDU-Bridge 봉사활동, 체험활동, 연구활동, 진로활동은 학부모 및 학생에게 긍정적인 영향을 주었으며, 이를 통해 얻어진 자료는 학생의 교육소통에 대한 지식과 경험에 대한 기록을 풍부하고 다양하게 형성하는데 기여하였다.
2. 과제연구 및 고교-대학 연계 R&E 등의 학생연구는 학생 개인의 과학적 사고능력, 연구방법, 연구주제 선정 등의 과학연구능력을 신장시킬 수 있는 중요한 경험으로 작용한다. 연구의 어려움을 극복하는 과정, 난해과제를 해결하면서 얻는 기쁨 등의 과학인이 가져야 할 정신과 끈기를 길러준 경험이 된다.

3. 학생 개인의 연구결과 및 생각을 다른 사람들 앞에서 정돈하여 발표하고, 이를 공유하고 의논하는 일은 학생의 진로결정과정에 실로 중요한 영향을 미친다.
4. 과학직업인 특강, 과제연구, R&E를 통해 과학직업인을 접하는 일은 학생들에게 직업에 대한 꿈과 롤 모델을 만들어 줄 수 있는 중요한 일이다. 학생들은 이러한 환경을 통하여 자신이 되고 싶은 모범적인 과학연구자의 모습을 그리거나, 과학자가 가져야 할 정신을 배우고 있었다.

## IV. 개선점

2017년의 특화연구(사례연구)는 실은 현재 운영되는 대덕고등학교의 과학-수학 프로그램이 실제 학생들에게 도움이 되고 있는지를 알아보기 위해 진행되었다. 과거 과학중점학교 성과 포장에 급급하여 매년 새로운 운영을 기획하고, 결과물을 정량화하여 산출하는 데에만 급급했던 과거의 운영을 이번 특화연구를 통하여 반성하고, 이를 보완하여 학생 성장에 도움이 될 수 있는 과학중점학교로 발전하기 위해서 반드시 필요한 과정이었다고 생각한다. 학생 사례연구를 통하여 Edu-Bridge 과학-수학 체험 활동 운영상의 문제점을 발견할 수 있었으며, 개선점을 아래와 같이 요약하고자 한다.

- 1) 학생 연구활동은 연구 주제 선정과정부터 연구의 어려움, 학생의 내적 성장까지 포착할 수 있는 프로그램으로 보완되어 운영되어야 한다.
- 2) 학년 일괄적인 전시 및 관람의 체험활동은 지양되어야 하며, 체험활동이 계획할 때에는 학생희망, 학생의 흥미, 학생의 진로 희망내용이 반영될 수 있어야 한다.
- 3) 체험활동에 학생이 자발적으로 조사하고 공부할 수 있는 탐구적인 요소를 가미하거나, 활동을 진행할수록 심화적인 요소를 포함하여 운영될 필요가 있다.
- 4) 자신의 생각과 연구결과를 직접 발표할 수 있는 과제연구 발표대회 등이 보다 학생의 개인적 경험과 노력이 밖으로 드러날 수 있게끔 운영되어야 할 필요가 있다.
- 5) 학생이 주도적으로 참여할 수 있는 Edu-Bridge 체험활동의 다양성을 유지하여 학생들에게 롤모델이 될 수 있는 과학인의 모습과 정신을 배울 수 있는 기회를 다양하게 제공해야 한다.



## V. 마치며

Edu-Bridge 연계교육 시스템은 엄밀히 말하면 수학-과학 체험활동을 활성화한다고 볼 수 없다. 학생들이 경험하는 수학-과학 체험활동 그 자체가 Edu-Bridge이기 때문이다. 주변 연구소 및 연구자를 방문하고, 연구팀 및 동아리가 공유하는 관심사에 대한 이야기를 나누며, 학생들의 호기심과 꿈에 대한 소통을 하는 일 모두가 교과외 범주를 뛰어넘는 훌륭한 진로-진학 체험활동이라 믿어 의심치 않는다.

사람은 혼자 성장하지 못한다. 이 세상 모든 존재는 누군가와 만나고, 다듬어지고, 깎이는 과정을 통하여 오롯이 고유의 형태와 기능을 가지게 된다. 과학중점학교의 학생이 이공계의 인재로 성장하기 위해 학교가 해야 할 일은 무엇일까? 과학중점학교의 Edu-Bridge 프로그램은 학생들이 학교 밖의 사람들을 만나고, 이를 통해 자신의 가능성을 깨닫고 성장하게 하는 ‘교육의 다리를 놓는 일’이라고 생각한다. 학생들에게 수학-과학 체험활동을 통하여 어떤 것을 느꼈는지 상세히 귀를 한번 기울여 보자. 그러면 그들의 꿈은 우리가 생각한 것보다 훨씬 구체적으로 자라나 있을 것이다.



# 11



과학적 문제해결력 향상을 위한 프로젝트 학습 :  
SEED 프로그램  
- 충북 영동고 -



# 과학적 문제해결력 향상을 위한 프로젝트 학습 : SEED 프로그램

## I. 배경 및 목적

### 1. 필요성과 목적

#### 가. 필요성

과학중점학교 운영을 통해 지역자원을 활용한 체험학습, 자원의 활용에 대한 연구 및 지역 발전을 위해 노력해왔다. 이로 인해 지역적, 문화적 교육 인프라 부족에도 불구하고, 다양한 체험학습 및 진로계발 프로그램이 운영 중이며, 학생들은 이를 통해 과학에 흥미를 갖고 과학계열의 진로선택에 도움을 얻고 있다. 그러나 다양한 과학·수학 체험학습 및 교과 프로그램이 체계적으로 운영되지 못하고 대부분이 단발성, 일회성, 형식적으로 끝나다보니 학생들의 역량을 강화하기보단 과학에 대한 단순 호기심을 키우는데 그치는 아쉬움이 있었다.

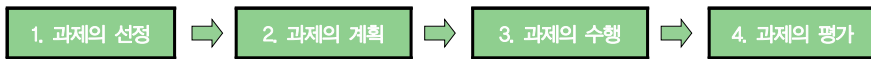
이러한 여건을 고려하여 장기적이고 체계적인 체험학습 프로그램 운영을 통해 학생들의 과학, 수학에 대한 역량을 강화하고자 SEED 프로그램(체험학습의 프로젝트법을 도입한 운영 프로그램)을 구안, 적용하게 되었다.

#### 나. 주요 개념

문제해결이란 문제해결자의 현재 상태와 도달해야 하는 목표 상태의 차이를 인식하고, 그 차이를 유발시키는 장애물을 해소시키는 활동이며, 문제 해결능력이란 이러한 차이를 신속하고 효과적으로 해소시킬 수 있는 지적이며 창의적인 능력이라고 정의할 수 있다. 21세기 사회에서 요구하는 인재는 스스로 문제를 발견하고 해결하려는 능동적이며 적극적인 태도를 갖고, 주어진 정보를 활용해 창의적인 결과를 내는 사람이다.

문제 해결능력은 21세기 사회에서 요구하는 인재를 기르기 위해 꼭 신장시켜야 할 역량이라고 할 수 있다. 또한, 문제 해결에 앞서 반드시 선행되어야 할 부분이 문제 발견이다. 문제 발견은 과학적 탐구의 출발점이며, 학생들의 학습 의욕을 자극하고 능동적 탐구로 이끄는 중요한 과정이다. 그러나 학생들은 문제를 찾는데 어려움을 많이 겪고 있으며, 학생들의 자유 탐구 과정을 분석한 연구에서도 학생들이 문제의 발견을 어려워하고, 이로 인해 실험과정을 구성하는 각 단계의 논리적 관계를 인식하지 못한다고 하였다. 이와 같은 문제점으로 인해 최근 문제 발견의 중요성이 커지면서 문제 발견이 새로운 연구과제로 대두되고 있다. 문제 발견력이 창의적 사고력, 창의적 성향, 과학 탐구능력의 하위 요소와 상관을 보인다는 연구 결과는 문제 발견이 문제의 해결과 관계가 있음을 나타낸다고 하겠다.

프로젝트(Project)란 ‘앞으로 던지다’라는 뜻에서 ‘연구하다’, ‘구상하다’, ‘묘사하다’는 의미로 쓰인다. 이렇듯 무엇인가 마음속에서 생각하고 있는 것을 구체적으로 실현하고 형상화하기 위해 자기 스스로가 장기적인 계획을 세워 수행하는 활동을 의미한다. 프로젝트 학습법은 학생들이 전 과정에 주도성을 지니고, 주제, 문제, 쟁점 등에 관한 탐구 활동과 그 과정에 대한 표현 활동을 수행함으로써 학습내용에 대한 결과를 학생 스스로가 만들어가는 학습방법이라 할 수 있다. 프로젝트 학습법을 통해서 학생들은 지식 구성능력, 의사소통능력, 평생학습능력, 문제해결능력, 동료와의 협력기술, 타인과의 협상능력을 기를 수 있다. 프로젝트 학습법의 절차는 다음과 같다.

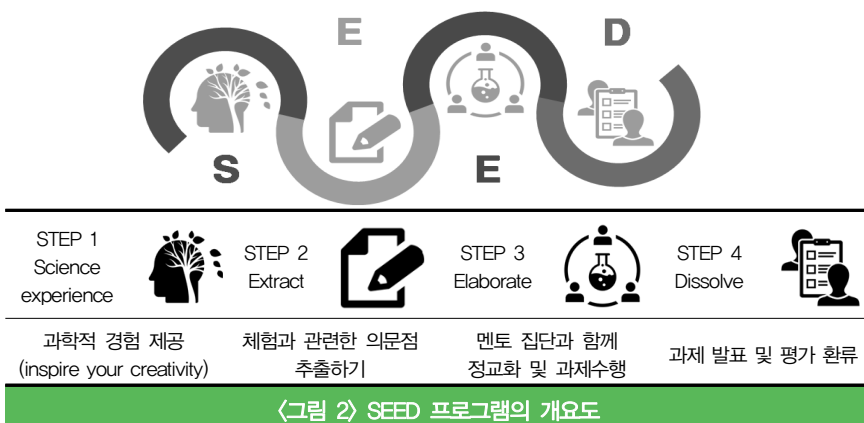


〈그림 1〉 프로젝트 학습법의 교수-학습 절차

## 2. 연구문제

학생들의 문제 해결능력을 신장시키고자 일회성, 단발성, 형식성에 그치는 과학·수학 체험활동을 개선하고자 위의 프로젝트 학습법(그림 1)을 체험학습 운영에 적용한 프로그램인 SEED를 〈그림 2〉와 같이 개발 및 운영하였다.

SEED 프로그램은 〈그림 2〉와 같이 네 단계의 순차적인 단계로 구성되어 있다. 첫째, 다양한 과학적 경험을 제공하여 학생들이 여러 분야에 관심 및 의문점을 갖도록 기회를 제공한다. 이 과정에서 체험학습을 융합적 체험학습과 전문적 체험학습으로 구분



하고 체계적으로 구성하였으며, 접근성이 높은 지역자원을 활용한 장기적인 체험학습 프로그램을 운영하였다. **둘째**, 체험 후 체험내용과 체험 중 들었던 의문점을 적고(문제발견), 이를 논문과 참고도서를 활용하여 해결한 뒤 보고서로 작성하는 과정을 진행하였다. **셋째**, 다양한 멘토집단(교사, 지역주민 강사, 대학, 연구소, 선후배)과 함께 추출한 지식을 정교화 한다. 이 단계에서는 의문점을 과제화하여 실험 또는 활동을 통해 과제(의문점)을 해결하는 과정을 수행한다. 마지막 **네 번째** 단계에서는 학생들이 수행한 과제를 발표하고, 이를 다른 팀원과 동료들이 평가하며 정리하는 과정을 밟는다. 위의 일련의 과정을 통해 체험학습이 일회성에 그치는 것이 아니라, 학생들의 경험을 바탕으로 과제수행까지 이어지는 체계적인 프로그램이 운영된다. 학생들은 SEED 프로그램을 통해 문제 해결능력을 기르고, 21세기 인재로서의 역량을 강화할 수 있다.

## II. 연구방법

### 1. SEED 프로그램의 구성

#### 가. Scientific experience : 다양한 과학적 경험 제공

학생들이 다양한 의문점을 가질 수 있도록 다양한 과학적 경험을 제공하되, 융합적 체험학습과 심화 실험 및 멘토링으로 구분하여 체계적으로 제공한다.

## 1) 융합적 체험학습

| 구분        | 내용                                                                                 | 비고                         |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 지역자원 프로그램 | STEAM FARM FARM                                                                    | 지역특산물인 꽃감의 6차 산업 체험        |
|           | RETURN TO FARM FARM                                                                | 귀촌 공동체를 통한 지역문제 해결, 그린 에너지 |
| 교내수학과학축전  | 40여개의 체험부스 운영                                                                      | 인근 중학생 200여명 초청            |
| 외부 부스운영   | 대한민국창의 축전부스 운영                                                                     | EV3를 이용한 미로탈출 체험부스 운영      |
|           | 수확 수를 놓다                                                                           | 포물선, 쌍곡선, 이차곡선 그리기         |
|           | 충북수학축전 부스 운영                                                                       | 드림캐처를 제작을 통한 곡선의 이해        |
|           | 영동포도축제 부스 운영                                                                       | 분리수거 알리기                   |
| 교외 대회 참가  | 골드버그대회(국립과천과학관)                                                                    | -                          |
|           | 탐구수사대회                                                                             | -                          |
|           | 충북과학전람회 외                                                                          | -                          |
|           | 충북 학생 탐구토론대회                                                                       | -                          |
|           | 충북 학생 융합과학대회                                                                       | -                          |
|           | 창의력 경진 대회                                                                          | -                          |
| 활동사진      |   | 충북수학축전                     |
|           |   | 대한민국창의 축전                  |
|           |  | 충북과학전람회                    |

## 2) 심화 실험 및 멘토링

| 구분              | 내용                                                                                   |              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 대학주관<br>과학캠프 지원 | 서울대학교 공과대학, 카이스트, 포항공대, 코리아텍, 충남대학교 인재양성<br>충북대 사이언스캠프, 유니스트 등                       |              |
| 진로관련 멘토링        | UST(과학기술연합대학, 대학원) 견학 및 대학원생들과의 진로상담<br>전북대학교 외 학과 탐방 및 전공 체험 등                      |              |
| 심화 실험수업         | 학교로 찾아가는 실험실(물리, 화학, 공학, 의생명 분야), 스템 탐구교실 운영                                         |              |
| 활동사진            |   | 코리아텍 과학 캠프   |
|                 |   | UST 대학원생 멘토링 |
|                 |  | 찾아가는 실험실     |



## 나. Extract : 체험과 관련한 의문점 추출하기

체험학습 후 체험 과정에서 느꼈던 의문점을 기록하고, 이를 참고도서나 논문을 활용해서 조사한 뒤 보고서로 작성한다.

### 1) 체험학습 보고서 작성

**2017. 1학년 국립중앙과학관 체험학습 보고서**  
\* 보고서 형식: 학교 홈페이지에 과목명 > 수학 > 과학장서대 정보 > [연구] 부문 선택가능

| 학교명                                                    | 영동고등학교                   | 학 번 | 1 학년 | 반 | 번호 |
|--------------------------------------------------------|--------------------------|-----|------|---|----|
| 이름                                                     | 월...자 2017. 5. 30 ( 화요일) |     |      |   |    |
| 체험한 주제 및 내용 (무로전시간)                                    |                          |     |      |   |    |
| 체험기관명<br>(대학원급 교사<br>(지도 사진))                          |                          |     |      |   |    |
| 과학관 소개<br>가장 인상<br>있었던 점                               |                          |     |      |   |    |
| 선택강좌 주제 및 내용                                           |                          |     |      |   |    |
| 1. 이름                                                  |                          |     |      |   |    |
| 2. 실험 및 체험 과정 (사진 포함 가능)                               |                          |     |      |   |    |
| 3. 결과                                                  |                          |     |      |   |    |
| 4. 실험 후 의문점 및 자신의 진로와 관련되어 참고할 점                       |                          |     |      |   |    |
| 5. 더 알아보기<br>(위에 작성한 의문점을 해결하고 새롭게 알게 된 사실에 대해 자세히 탐구) |                          |     |      |   |    |
| * 참고자료 : 도서, 논문, 검색 등 출처 작성                            |                          |     |      |   |    |

**1. 체험학습 내용 기록하기**

체험한 사진을 붙이고, 주제 및 내용을 자세하게 기록

**2. 의문점 생성하기**

체험내용을 들었던 의문점을 기록하고, 이를 해결하기 위해 자료조사

**3. 참고자료**

의문점을 해결하는데 이용한 도서, 논문을 적어 추후 활용

〈그림 3〉 교내 체험학습 보고서 양식

### 2) 교내 보고서 대회 개최를 통한 보고서 작성 독려

학기(년) 말 교내 보고서 대회를 개최하여 우수작을 시상하고, 보고서 작성을 독려한다. 우수 논문 사이트 검색을 활용할 수 있도록 한다.

## 다. Elaboration : 멘토 집단과 함께 정교화 및 과제수행

교사, 지역연구소, 대학, 귀농 귀촌 지역주민 강사와 함께 다양한 체험에서 느꼈던 의문점을 해결하기 위해 해결방법을 논의하고 정교화 하여 가장 논리적, 과학적, 창의적인 해결방안을 찾도록 모색한다.

(가) 교사, 지역연구소 R&E : ○○팀

| 주제                                    | 지도교사 | 참가학생 |
|---------------------------------------|------|------|
| 포도껍질의 폴리페놀 성분을 활용한 중금속 배출 방안 연구       |      |      |
| 지역광물 일라이트의 천연비료로써의 효과 (1)             |      |      |
| 지역광물 일라이트의 천연비료로써의 효과 (2)             |      |      |
| 와인식초 발효 시 초산균 발효와 자연 발효의 차이 연구        |      |      |
| 영동군의 지리적 특성을 이용한 효율적인 풍력발전방안 연구       |      |      |
| 빅데이터를 이용한 지역축제 개선방안 탐구 - 단계국악축제를 중심으로 |      |      |
| 4차 산업혁명, 인공지능 공학 윤리의 필요성 연구           |      |      |
| 영동군 지역의 광물 특성 분석 및 광물 박편 제작           |      |      |
| ⋮                                     |      |      |

(나) 귀농 귀촌 지역주민 강사(행복공감학교) : ○○팀

| 주제                                      | 지도강사 | 참가학생 |
|-----------------------------------------|------|------|
| 지역의 쓰레기 무단 투기 해결을 위한 프로토타입 쓰레기통 설계 및 설치 |      |      |
| 지역축제 개선을 위한 개선방안 건의                     |      |      |
| 아이스 팩이 방향제로? 향기로운 영동군 만들기               |      |      |
| 과일껍질의 잔류농약 제거방안 탐구                      |      |      |
| 지역 어린이 대상 수학 및 과학 실험을 통한 교육여건 개선        |      |      |
| 군내 사고다발지역을 중심으로 교통인식개선 캠페인              |      |      |
| 영동시장 경제를 살리기 위한 시장 편의시설 지도 제작           |      |      |
| 영동천 수질개선을 위한 보트형 수질 개선장치                |      |      |
| 영동군 청소년의 흡연문제 실태조사 및 해결방안 모색            |      |      |

## 라. Dissolve : 과제 발표 및 평가

### 1) 과제발표

| 운영방안                                                                                                                                                   | 활동사진                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>일시 : 10월 28일(토요일)</p> <p>장소 : 과학실</p> <p>대상 : SEED 프로그램 참가 학생</p> <p>심사위원 : 지역주민 강사 및 과학교사</p> <p>- 현재까지 운영한 과제를 다른 팀원 및 심사위원 앞에서 발표하고 이를 평가한다.</p> |  |

## 2) 평가방법

프로젝트 중심 학습에서 대부분의 수행이 정규 수업 시간 외에 이루어질 수 있기 때문에 프로젝트가 집단 구성원 모두의 실질적인 참여로 이루어지는지, 일부 학생들만 참여하고 있지 않은지를 파악하기가 힘들 수 있으므로 이러한 과정을 효과적으로 측정하기 위해 프로젝트 과정과 결과에 대한 자기평가와 동료평가를 사용한다.

〈표 1〉 동료 평가 및 교사 평가

| 평가항목               | 평가내용                                        | 매우<br>그렇지<br>않다 | 아니다 | 보통<br>이다 | 그렇다 | 매우<br>그렇다 |
|--------------------|---------------------------------------------|-----------------|-----|----------|-----|-----------|
| 1. 발표<br>내용의<br>평가 | (구성의 체계성) 준비한 발표내용의 구성이 체계적이다.              |                 |     |          |     |           |
|                    | (목적의 명확성) 해결하고자하는 과제의 목적이 명확하게 설명되었다.       |                 |     |          |     |           |
|                    | (발표자의 전달능력) 발표자는 의도하는 바를 효과적으로 전달한다.        |                 |     |          |     |           |
| 2.<br>해결방안<br>의 평가 | (해결방안의 실현가능성) 제시한 해결방안이 실현가능하다.             |                 |     |          |     |           |
|                    | (해결방안의 참신성) 제시한 해결방안이 쉽게 찾아볼 수 없는 참신한 내용이다. |                 |     |          |     |           |
|                    | (해결방안의 과학성) 제시한 해결방안이 과학적으로 타당하다.           |                 |     |          |     |           |
|                    | (해결방안의 논리성) 해결방안이 논리적으로 제시되었다.              |                 |     |          |     |           |

〈표 2〉 팀원 평가 및 자기 평가

| 평가내용                                             | 매우<br>그렇지<br>않다 | 아니다 | 보통<br>이다 | 그렇다 | 매우<br>그렇다 |
|--------------------------------------------------|-----------------|-----|----------|-----|-----------|
| 자신에게 할당된 과제를 만족스럽게 완성하였다.                        |                 |     |          |     |           |
| 최종결과물을 조직하고 완성할 수 있도록 구성원에게 도움을 주었다.             |                 |     |          |     |           |
| 문제를 해결하기 위해 여러 가지 참고서적 등에서 정보를 구하고, 시간을 잘 활용하였다. |                 |     |          |     |           |
| 매시간 적극적으로 참여하였다.                                 |                 |     |          |     |           |
| 다양한 의견을 제시하여 팀의 활동에 공헌하였다.                       |                 |     |          |     |           |

## 2. SEED 프로그램의 몇 가지 운영 사례

### 가. 지역자원을 활용한 장기적인 체험학습 SEED 프로그램 운영

지역자원을 활용한 프로그램은 학생들의 접근성이 높다는 점에서 장기적인 프로그램 운영에 적합하다. 영동지역 내 특산물인 감, 포도를 이용한 6차 산업 프로그램, 귀촌 공동체를 통한 농촌문제해결 프로그램, 우리 지역 탐방 프로그램 등을 개발 운영하였다.

#### 1) STEAM FARM FARM (지역 특산물인 꽃감의 6차 산업)

감의 고장인 영동은 가로수가 감나무일 정도로 감과 꽃감이 군의 상징으로 여겨지고 있다. 교내의 감나무에서 감을 생산하고(1차), 깎는 가공과정(2차)을 거쳐 포장하고 판매하는(3차) 6차 산업 과정(1차×2차×3차=6차)을 체험한다. 지역사회의 특산물을 이용한 과학 및 경제적 경험을 통해 지역사회와 소통하고, 지역사회에서 자신의 역할을 인식할 수 있다. 몇 년간 지속되어온 과학중점 과정 운영에서 2013학년도 학생

| 구분       | 운영일자                                                                                                                                                                                      | 이수인원 | 지도내용                                     | 비고        | 지도교사 |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------|-----------|------|
| 1차시      |                                                                                                                                                                                           | ○○명  | 농업 기반 플랫폼 구상해보기<br>조별 탐구 과제 설정           | 교과 외 체험활동 |      |
| 2차시      |                                                                                                                                                                                           | ○○명  | 감 수확(농가 인터뷰 및 필드 연구)                     | 봉사활동      |      |
| 3차시      |                                                                                                                                                                                           | ○○명  | 감 수확 및 꽃감 제작 사전 탐구활동<br>(농가 인터뷰 및 필드 연구) | 교과 외 체험활동 |      |
| 4차시      |                                                                                                                                                                                           | ○○명  | 꽃감 제작 봉사 활동 및 노작 활동                      | 봉사활동      |      |
| 5차시      |                                                                                                                                                                                           | ○○명  | 꽃감 유통과정 고안 및 탐구활동                        | 봉사활동      |      |
| 6차시      |                                                                                                                                                                                           | ○○명  | 꽃감 포장 및 유통, 판매계획 (경제탐구)                  | 봉사활동      |      |
| 7차시      |                                                                                                                                                                                           | ○○명  | 꽃감 판매 및 수익금 기부 봉사활동                      | 교과 외 체험활동 |      |
| 주요<br>내용 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 지역특산물의 생산, 제조, 유통에 이르는 6차 산업을 체험하는 우리 지역만의 과학 및 경제적 체험학습</li> <li>▶ 제작한 꽃감을 판매하고, 그 수익금을 지역에 기부하는 과정에서 지역에 대한 애정과 지역사회에서의 자신의 역할을 인식함</li> </ul> |      |                                          |           |      |

활동사진



연구의 주제로 지역적 특색을 살린 와인연구를 선정한 것에서 출발, 발전하여 2015학  
년도에는 꽃감을 주제로 탐구 조사하게 되었다. 2018학년도에는 제작에서 판매까지  
확장하여 경제탐구를 강화하였으며, 수익금을 지역 자선단체에 기부하여 지역발전에  
기여하고자 한다.

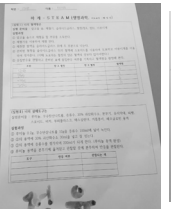
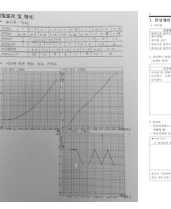
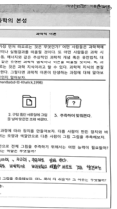
## 2) RETURN TO FARM FARM (귀농, 귀촌 마을 공동체를 통한 농촌문제 해결 프로젝트)

귀농 귀촌 수요가 증가하는 사회적 현상 속에서 우리 지역의 성공적인 귀촌 공동체인  
백화마을을 견학 및 체험하면서 농촌문제의 해결방안을 모색해본다. 또한, 자연친화  
적 에너지 시스템(패시브하우스, 스트로베일 건축, 펠릿 보일러, 태양광 발전)을 체험  
하고, 이를 통해 지역발전에 기여할 방안을 구상해본다.

| 구분        | 운영일자                                                                                                  | 아수인원 | 지도내용                                      | 비고           | 지도교사 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------|--------------|------|
| 1차시       | ○○                                                                                                    |      | 귀농기반 플랫폼 구상해보기<br>조별 탐구 과제 설정             | 교과 외<br>체험활동 |      |
| 2차시       | ○○                                                                                                    |      | 귀농과 귀촌 공동체 사전 탐구활동<br>(귀농공동체 인터뷰 및 필드 연구) |              |      |
| 3차시       | ○○                                                                                                    |      | 귀농 공동체와 코하우징 탐구활동                         |              |      |
| 4차시       | ○○                                                                                                    |      | 펠릿 보일러 태양열 조리기 및<br>자연친화적 에너지 탐구 활동       |              |      |
| 5차시       | ○○                                                                                                    |      | 귀농·귀촌을 통한 농촌 경제 활성화 방안 고안활동               |              |      |
| 6차시       | ○○                                                                                                    |      | 귀농·귀촌을 통한 농촌 경제 활성화 UCC 제작                |              |      |
| 7차시       | ○○                                                                                                    |      | 스팀 활동 보고서 작성 및 발표활동                       |              |      |
| 주요<br>내용  | ▶ 귀촌공동체의 공동체 의식과 규칙을 배우고, 이를 통해 농촌문제 해결방안을 모색한다.<br>▶ 자연친화적인 에너지의 사용에 대해 배우고, 우리 지역에 적합한 에너지자원을 생각한다. |      |                                           |              |      |
| 활동<br>사진  |                   |      |                                           |              |      |
|           | <div>태양열 조리기 체험</div> <div>자전거 동력 체험</div> <div>코하우징 강의</div> <div>귀농공동체 인터뷰</div>                    |      |                                           |              |      |
| UCC<br>제작 |                   |      |                                           |              |      |

## 나. 다양한 멘토 집단을 활용한 SEED 프로그램 운영

### 1) 교사학습공동체[SCIENCE DREAM] 활동을 통해 탐구실험 지도안 개발 및 적용

| 구분                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 운영일자      | 수업명                         | 주제             | 담당교사 |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------|----------------|------|--|
| 1차시                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 하계방학 중 진행 | 과학의 본성 알아보기                 | 미스터리박스, 그림유추하기 |      |  |
| 2차시                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           | 보고서 작성법                     | 혈액의 특성과 과학적 수사 |      |  |
| 3차시                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           | 생수통을 찌그러뜨리는 힘               | 공기의 압력 기압      |      |  |
| 4차시                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           | 오호로 알아보는 적정 기술              | 오호 제작과 적정기술    |      |  |
| 5차시                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           | 혈흔분석을 통해 범인 찾기              | 루미놀 반응과 혈액 판정  |      |  |
| 6차시                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           | 지구가 나를 잡아당긴다                | 중력가속도          |      |  |
| 7차시                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           | 영동고등학교 엘리베이터에서 배우는 물리       | 가속도            |      |  |
| 8차시                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           | 물에 젖지 않는 비밀<br>LOTUS EFFECT | 연잎의 초발수 효과     |      |  |
| 활동사진                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |           |                             |                |      |  |
| <div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>                                                                                                    |           |                             |                |      |  |
| <div><div>기압차 실험</div><div>혈흔분석 실험</div><div>가속도 측정 실험</div><div>초발수 효과 실험</div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |                             |                |      |  |
| 지도안 및 학생 교서                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |           |                             |                |      |  |
| <div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div> |           |                             |                |      |  |

### 2) 교사학습공동체 [수학 맑음] 활동을 통한 생생수학(지오브라를 이용한 기하학 교실)

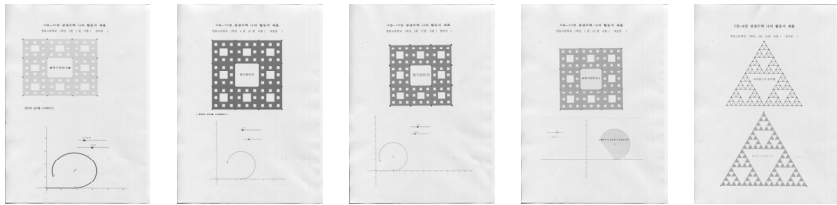
| 구분  | 운영일자                 | 지도 내용                   | 비고      | 담당교사 |
|-----|----------------------|-------------------------|---------|------|
| 1차시 | 매주 수요일<br>방과 후<br>진행 | 정삼각형, 정육각형 작도           | 지오브라 이용 |      |
| 2차시 |                      | 외심 및 외접원, 탈레스 정리 작도     | "       |      |
| 3차시 |                      | 벤다이어그램(교집합, 합집합) 그리기    | "       |      |
| 4차시 |                      | 벤다이어그램(세 집합사이의 관계) 그리기  | "       |      |
| 5차시 |                      | 수심, 세 점을 연결하는 곡선 도구 만들기 | "       |      |

| 6차시  |                   | 프랙탈 나무 도구 만들기              | 지오브라 이용 |
|------|-------------------|----------------------------|---------|
| 7차시  |                   | 시어핀스키삼각형 또는 채워진 삼각형 만들기    | "       |
| 8차시  | 매주 수요일<br>방과 후 진행 | 시어핀스키삼각형_슬라이더 적용하기         | "       |
| 9차시  |                   | 맹거양탄자 및 원의 자취(둘레) 만들기      | "       |
| 10차시 |                   | 미끄러지지 않고 회전하는 정사각형 꼭짓점의 자취 | "       |

활동사진



학습지



### 3) 2학년 동아리 실험교실 및 멘토링

하계 방학 기간 동안 1학년 공통과정 학생 중 과학실험교실을 신청하는 학생을 대상으로 2학년 과학 자율동아리가 멘토로 나서 실험을 지도한다. 이 때 진행되는 실험 내용은 각각의 동아리가 진행하고 있는 과제연구와 관련 있는 주제를 선정하여 운영하였으며, 1학년과 2학년의 유대를 다져 우리 학교의 프로젝트를 운영함에 있어 학년 간의 유기적인 구조를 형성하였다.

| 구분    | 운영일자                                                                                                                                          | 지도내용                   | 멘토 학생    | 동아리 명        |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------|--------------|
| 1차시   |                                                                                                                                               | 금속반응성으로 알아보는 화학 전지의 원리 | 장○○외 4인  | Trip to 화학   |
| 2차시   |                                                                                                                                               | 드론의 원리 이해 및 활용         | 양○○외 6인  | 공대생          |
| 3차시   |                                                                                                                                               | 온도와 효소에 따른 분해속도        | 나○○외 3인  | BC institute |
| 4차시   |                                                                                                                                               | 태양전지와 친환경 에너지          | 김○○외 3인  | 물리치자         |
| 5차시   |                                                                                                                                               | 멘토링 다과회                | 황○○외 19인 |              |
| 주요 내용 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 지역의 인적자원인 본교 2학년 학생들을 멘토로 초빙하여 실험수업을 진행</li> <li>▶ 2학년과 1학년의 유기적인 관계를 통해 효율적인 프로그램 운영을 도모</li> </ul> |                        |          |              |

활동 사진



### Ⅲ. 연구결과

#### 1. SEED 프로그램이 학생들의 문제해결력 향상에 미치는 효과

SEED 프로그램 적용 전 후 학생들의 문제해결능력 점수는 <표 3>과 같으며, 사전 검사는 프로그램 적용 전 3월에, 사후검사는 11월에 실시하였다.

<표 3> 프로그램 실시 전후의 문제해결능력 검사 측정결과

|     | 사전검사  |       | 사후검사  |       | <i>t</i> | <i>p</i> |
|-----|-------|-------|-------|-------|----------|----------|
|     | 평균    | 표준편차  | 평균    | 표준편차  |          |          |
| 점 수 | 70.19 | 12.01 | 84.11 | 11.87 | -13.385  | .000     |

프로그램을 적용하기 전 학생들의 문제해결능력 평균 점수는 약 70.19점이고, 적용 후 학생들의 문제해결 능력 평균 점수는 약 84.11점으로 약 13.92라는 유의미한 차이가 있었다. 평균 차에 대한 통계적 유의성을 살펴보기 위해 유의수준  $\alpha=.05$ 에서 *t*검정을 한 결과,  $t=-13.385$ ,  $p=.000$ 으로 나타났다. 평균차가 약 13.92점이고,  $p$ 가 .05보다 작으므로( $a>p$ ) SEED 프로그램이 학생들의 문제해결능력 신장에 큰 효과를 발휘했다고 할 수 있다.

즉, SEED 프로그램을 통해 학생들이 체험학습을 통해 스스로 과제를 설정하고 계획하며, 의문점을 해결하는 능력이 신장되었음을 확인하였다.

#### 2. SEED 프로그램이 학교운영, 학교 구성원 및 지역사회에 미치는 영향

교원 45명 중 40명(응답률 89%), 학부모 540명 중 298명(응답률 55%)을 대상으로 SEED 프로그램의 만족도를 설문조사하였다.

| 문제해결능력 신장 기여도     | 학교운영 기여도          | 지역사회 기여도          |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| 학부모 만족도 (4.6/5.0) | 학부모 만족도 (4.5/5.0) | 학부모 만족도 (4.8/5.0) |
| 교사 만족도 (4.9/5.0)  | 교사 만족도 (4.6/5.0)  | 교사 만족도 (4.7/5.0)  |



### 3. 학생들의 SEED 프로그램을 통한 몇 가지 과제해결 사례

| S(과학적 체험)                             | E(체험관련 의문점)                                           | E(정교화하기)                     | D(과제 평가)                                                          |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 와인연구소 견학                              | 와인제작 후 버려지는 포도부산물의 활용방안은?<br>와인을 발효시키는 방법은 어떤 것이 있을까? | 교사 R&E                       | 포도껍질의 폴리페놀 성분을 활용한 중금속 배출 방안 연구<br>와인식초 발효 시 초산균 발효와 자연 발효의 차이 연구 |
| 과학관 견학<br>(아두이노 RC카 프로그램)             | 자동차의 자율주행 프로그래밍은 어떤 문제점을 갖고 있으며, 이를 어떻게 해결할까?         | 교사 R&E                       | 4차 산업혁명, 인공지능 공학 윤리의 필요성 연구                                       |
| RETURN TO FARM FARM<br>(자연친화적 에너지 체험) | 우리 지역에 적합한 자연친화적 에너지는?                                | 교사 R&E                       | 영동군의 지리적 특성을 이용한 효율적인 풍력발전방안 연구                                   |
| 우리 지역 과학 탐방                           | 우리 지역의 해결해야할 문제점은?                                    | 지역주민강사<br>(행복공감학교)<br>교사 R&E | 과일껍질의 잔류농약 제거방안 탐구 외 8팀<br>지역자원인 일라이트의 천연 비료로서의 효과 외 3팀           |
| ⋮                                     | ⋮                                                     | ⋮                            | ⋮                                                                 |

## IV. 결론 및 시사점

### 1. 결론

본 연구는 학생들의 문제해결능력을 신장시키고, 일회성, 단방성에 그치는 체험활동을 개선하고자 프로젝트 학습법을 체험학습 운영방안에 적용한 프로그램 SEED를 개발 및 운영하였다. 연구를 통해 도출한 결론은 다음과 같다.

가. SEED 프로그램 적용을 통해 학생들의 문제해결능력이 향상되었다. 교과서 속 정형화된 지식보다 체험을 통해 의문점을 발견하고, 이를 해결하는 자발적인 과정을 통해 학생들의 문제 인식능력과 이를 해결하는 능력이 신장된 것으로 판단된다. 또한, SEED 프로그램을 통해 체험학습의 체계적 운영이 가능했으며, 이로 인해 불필요하게 과도한 체험학습을 방지하고, 이벤트성 프로그램에서 벗어나 깊이 있는 탐구 과정으로 이어질 수 있었다.

나. 교사 및 학부모의 프로그램 만족도도 매우 높은 편으로 나타났다. SEED 프로그램을 통해 학생들의 능력을 신장시키고, 과학중점학교의 체계적인 프로그램 운영을 통해 교사와 학부모에게 긍정적인 인식을 심어줄 수 있었다. 설문조사 결과, 타 프로그램과 비교하여 긍정적인 반응을 얻은 프로그램은 STEAM FARM FARM, RETURN TO FARM FARM, 지역주민과 함께하는 교내 과학·수학축전

으로 지역자원을 활용하거나, 지역주민에게 다양한 경험을 제공할 수 있는 프로그램인 것으로 나타났다. 이러한 반응은 학생의 참여도와 프로그램 홍보와도 관련이 있다고 판단된다.

- 다. 학생들의 과제연구가 거의 대부분 지역과 연계된 과제를 보아 지역자원을 이용한 체험학습이 학생들이 의문점을 갖고, 문제를 해결하는 과학적 경험(Science experience) 중 가장 적합하였다고 판단된다. 그 이유로는 지역자원을 이용한 체험학습은 학생들에게 접근성이 높아 친숙하게 느껴져 과제를 보다 쉽게 인식하고, 장기적인 체험학습이 가능해 심도 있는 탐구가 가능하기 때문으로 해석된다.

## 2. 시사점

- 가. 체험학습의 프로젝트법 도입을 통한 운영(SEED 프로그램)으로 학생들의 문제해결능력을 신장시킬 수 있으며, 학생들의 주도적인 과제연구가 가능하다.
- 나. 체계적인 프로그램운동을 통해 담당교사들의 업무 부담을 덜 수 있으며, 담당자의 교체로 인한 혼란을 줄일 수 있다. 뿐만 아니라 학교 전반적인 운영에 긍정적인 영향을 미치며, 타 교과와의 연합을 통한 다양한 프로그램을 운영할 수 있었다.
- 다. STEAM FARM FARM 수익금 기부, 지역주민과 함께하는 교내 수학과학축전과 같이 지역의 발전에 기여하는 활동을 통해 지역 내 과학중점학교를 홍보하고, 다양한 경험, 이를 통한 주도적인 과제연구와 같은 본교 교육 방침의 우수성을 알릴 수 있다.
- 라. 위와 같은 전반적 융합 프로그램 추진을 통해 본교에 필요한 지역적, 사회적, 인적 인프라를 사전에 확보하여 지역적 한계를 극복할 수 있는 효과를 거둘 수 있다.

# 12



학생 중심의 연구 역량 강화 프로그램 운영  
- 경기 부흥고 -



# [ 학생 중심의 연구역량 강화 프로그램 운영 ]

## I. 학생들의 연구역량을 어떻게 강화할 것인가?

2010학년도부터 과학중점학교 운영을 시작한 우리 학교는 수도권에 위치하고 있어 인근 지역에 여러 연구기관이나 대학 등이 많이 위치하고 있고, 학부모님들로부터 많은 도움을 받을 수 있기 때문에 과학중점학교 운영 초기부터 다양한 연구역량 강화 프로그램을 운영하고 있다. 2012학년도부터 토요탐구반, 과학탐구반, R&E로 나누어 학생들의 연구 역량을 강화하고 있으며, 현재는 안정적으로 정착한 상태이다.

다음은 각 연구역량 강화 프로그램 별 특징은 나타낸 것으로 각각의 대상과 목적이 뚜렷하게 구분됨을 알 수 있다. 토요탐구반에서 과학탐구반, 학생중심 창의연구반으로 이어지는 연구 활동을 통해 학생들이 연구역량을 점진적으로 발전시킬 수 있는 기회를 제공하고 있다.

또한 이공계를 희망하는 학생뿐만 아니라, 인문사회과학, 융합 분야의 연구역량 강화

〈표 1〉 연구역량 강화 프로그램 별 특징

| 명칭 | 토요탐구반                                                                                                                             | 과학탐구반                                                                                                                                   | 학생중심 창의연구반<br>(구, R&E)                                                                                                                  |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 내용 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 다양한 분야에 걸친 교사 주도형 기초실험교육</li> <li>- 실험기구 사용법, 데이터 측정, 분석 및 결론 도출 등의 기초연구능력 배양</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실생활 중심의 다양한 연구주제를 학생들이 직접 선정</li> <li>- 지도 교사와 함께 연구 활동을 함으로써 과학적인 문제해결능력 및 연구능력 신장</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 연구책임자의 실제연구에 공동 연구원으로 참여</li> <li>- 연구 설계, 장비 사용법, 데이터 측정, 분석 및 논문 작성 등의 심화 연구역량 강화</li> </ul> |
| 목적 | 기초 연구역량 함양                                                                                                                        | 학생주도형 연구활동                                                                                                                              | 전문적 연구역량 함양                                                                                                                             |
| 대상 | 1학년                                                                                                                               | 1, 2학년                                                                                                                                  | 2학년                                                                                                                                     |
| 비고 | 1인당 12시간 이수                                                                                                                       |                                                                                                                                         | 2017년 학생중심 창의연구반으로 명칭 변경                                                                                                                |

를 위한 프로그램을 별도로 개설하여 다양한 학생들의 요구를 수용할 수 있는 체계를 구축하였다.

## II. 프로그램 별 운영 내용

원하는 학생들이 연구활동에 참여할 수 있도록 하기 위하여 각 연구역량 강화 프로그램들은 참여를 원하는 학생들이 직접 연구팀을 조직하여 지원하고, 지원서 또는 연구 계획서를 검토하여 선정하는 절차를 거치고 있다.

또한 프로그램 참여에 따른 효과를 극대화하기 위하여 우리 학교는 연구역량 강화 프로그램의 경우 1학생 1프로그램 참여를 원칙으로 하고 있다. 초창기에는 모든 학생들에게 참여 기회를 열어두었으나, 소수 상위권 학생들이 프로그램 참여를 독식하였고, 너무 많은 프로그램에 참여하였기 때문에 그 어떤 프로그램에서도 학생 스스로도 만족하는 결과를 얻기 어려웠다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 위와 같은 원칙을 세웠으며, 이를 실천하기 위해 연구역량 강화를 위한 프로그램의 참여 신청 시기를 동일하게 두었으며, 학생이 여러 프로그램에 지원은 할 수 있지만, 프로그램 담당 교사간 협의를 통하여 1학생 1프로그램 참여가 이루어질 수 있도록 선정팀을 조정하고 있다. 각각의 프로그램에 따라 참여하는 학생들이 다르기 때문에 학년 초인 3월에 각 학년부 협의시간을 활용하여 프로그램 별 특징 및 대상을 담임 교사에게 설명함으로써 프로그램에 대한 교사의 이해를 높였으며, 학생들의 참여를 유도하였다.

- ☞ **Tips** 1. 학생들의 관계를 고려하였을 때, 프로그램을 신청할 때 연구팀의 구성을 각 프로그램별로 동일하게 유지하는 것이 좋다.
2. 학년부 협의 시간을 통하여 과학중점학교 관련 프로그램에 대한 1년간의 일정을 같이 소개하는 것도 추천한다.

### 1. 토요탐구반

토요탐구반은 1학년 학생 중 희망자를 대상으로 하며, 30명을 기준으로 1개 반을 편성하고, 희망자가 많을 경우 반을 나누어 진행한다. 총 3기(5~6월, 6월, 8~9월)에 걸쳐 진행하며, 이름에서 알 수 있듯이 토요일 08:30~12:20에 이루어진다. 희망자는 이 중 한 번만 신청이 가능(교육내용 동일)하다. 기회 균등 차원에서 과학 동아리, 영재학급, 과학탐구반 등 과학관련 연구 활동 참가자는 제외하였다.

〈표 2〉 토요탐구반의 운영

| 구분   | 시수           | 날짜                          | 주제  | 수업내용                                                                                                                                    |
|------|--------------|-----------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1~3기 | 가수별<br>12 시간 | 05.13.(토)<br>~<br>09.02.(토) | MBL | MBL 인터페이스 사용법 익히기<br>초음파 운동센서를 활용한 물체의 운동 측정<br>힘 센서를 활용한 충돌 시 물체에 가해지는 힘 측정<br>조도센서의 활용방법<br>편광판의 회전에 따른 빛의 밝기 변화 측정                   |
|      |              |                             | 화학  | 기초 실험 장비 활용 교육<br>(비커, 저울, 매스실린더, 온도계 등)<br>산화-환원 이론교육<br>산화-환원 반응 실험<br>실험 결과 보고서 작성                                                   |
|      |              |                             | 환경  | 수질 지표(COD, DO, $PO_4^{4-}$ , $NH_4^+$ , $NO_2^-$ , $NO_3^-$ , pH 등)<br>수질측정 키트를 활용한 실내 수질 측정<br>수질측정 키트를 활용한 실외 수질 측정<br>수질측정 결과 보고서 작성 |

예산은 지도수당과 실험실습재료비로 나누어 편성하였으며, 지도수당은 학생들의 참여도를 높이기 위하여 수익자 부담 경비로 집행하였으며, 재료비는 학생들의 부담을 줄이기 위하여 과학중점학교 운영예산에서 지원하였다.

〈표 3〉 토요탐구반 예산 운영

| 구분      | 산출 내역          | 금액(원) | 조달내역       |
|---------|----------------|-------|------------|
| 지도수당    | ○시간×○원         | ○원    | 수익자 부담     |
| 실험실습재료비 | ○세트×○원 + ○개×○원 | ○원    | 과학중점학교 운영비 |

 **Tips** 우리 학교의 과학중점학교 예산 배정에서 가장 우선시 하는 것은 학생들의 연구활동에 필요한 재료비이다.

## 2. 과학탐구반

과학탐구반은 1학년 전체, 2학년 과학중점과정과 수학과학 집중과정 학생 중 희망자를 대상으로 하는 프로그램으로 4명 이내의 학생들이 모둠을 구성하여 자체적으로 연구주제를 정하고 제출한 연구계획서를 평가한 뒤 일정 팀을 선정한다. 선정된 팀에게 본교 지도교사를 배정하여 이후의 연구 활동을 지도하게 하고, 지도교사는 연구방법론, 기자재 사용법, 기초 실험교육 등을 실시하고, 연구노트 작성 상황 등을 수시로 점검하고, 과학실에서 연구 활동이 진행될 경우 입장 지도하여 학생들에게 실질적인 도움을 준다.

〈표 4〉 과학탐구반 운영 일정

| 단계                 | 기간 및 일시                                         | 방법                |
|--------------------|-------------------------------------------------|-------------------|
| 계획공고               | 2017.03.13.(월)                                  | 학급게시판 및 학교홈페이지 게재 |
| 연구방법론 특강           | 2017.03.16.(목) 19:00 ~ 22:00 (2학년)              | 희망학생              |
|                    | 2017.03.23.(목) 19:00 ~ 22:00 (1학년)              | 시청각실 전체교육         |
| 연구팀 구성 및 연구계획서 작성  | 2017.03.13.(월)~04.13.(목)                        |                   |
| 연구계획서 평가 및 지도교사 배정 | 2017.04.17.(월)~04.20.(목)                        | 과학교사 협의회          |
| 연구팀 선정결과 발표        | 2017.04.24.(월)                                  | 해당 학급에 게시         |
| 탐구활동 수행            | 2017.05.03.(수)~08.31.(목)                        | 팀별 탐구활동           |
| 1차 중간보고서 제출        | 2017.07.24.(월)                                  | 자연과학부 제출          |
| 방학중 집중 실험 실시       | 2017.07.20.(목)~2017.08.09.(수)<br>여름방학 중 오후시간 활용 | 자연과학부에 사전 승인      |
| 최종 보고서 제출마감        | 2017.09.11.(월)                                  | 자연과학부 제출          |
| 최종보고서 심사           | 2017.09.12.(화)~09.22.(금)                        |                   |

## 가. 연구방법론

학생 중심 연구활동을 진행하는데 필요한 정보가 없는 학생들이 많기 때문에 연구방법론 특강을 학년 초(3월)에 개설하여 학생들에게 정보를 제공하고 있다. 원하는 학생은 누구나 참가할 수 있는 기회를 제공하고 있으며, 신청학생이 많은 경우 학년을 나누거나 특강을 추가로 개설하고 진행하였다.

〈표 5〉 연구방법론 특강 내용 및 연구계획서의 구성 요소

| 특강 내용             | 연구계획서 내용               |
|-------------------|------------------------|
| 연구역량 강화 프로그램 소개   | 인적사항-(최대4명)            |
| 주제 선정 방법          | 관심있는 주제                |
| 과학적 탐구의 종류(주제 예시) | 주제 선정이유 (연구동기)         |
| 과학적 탐구의 과정        | 연구문제                   |
| 과학적 글쓰기           | 진행계획                   |
| 자료수집 방법           | 연구에 필요한 물품과 기자재        |
| 자료의 정리            | 탐구내용-〈실험방법〉, 〈예상결론〉 포함 |
| 연구계획서 작성          | 추진일정                   |
| 각종 안내사항           |                        |

💡 **Tips** 연구방법론 특강에서 학생들의 호응을 가장 잘 이끌어낼 수 있는 것은 선택



들의 예시이다.

#### 나. 연구팀 선정

학생들이 직접 구성한 연구팀 단위로 연구계획서를 작성하고, 이 계획서를 바탕으로 과학과 교과협의회에서 연구팀을 선정하고 있다. 보다 많은 학생들이 참여하는 것이 바람직하지만 지도교사의 역할을 성실하게 수행하기 위하여 1교사당 최대 3팀까지만 지도할 수 있도록 제한하고 있다. 다른 교과 교사도 과학탐구반을 지도할 수 있는 역량을 갖추고 있다고 판단되면 지도교사로 배정할 수 있으며, 우리 학교에서도 수학과 담당 교사가 과학 탐구반 지도교사로 활동하고 있다.

〈표 6〉 연구계획서 평가 항목

| 항목 | 주제 적합성 | 실행 가능성 | 창의성 | 윤리성 |
|----|--------|--------|-----|-----|
| 배점 | 25점    | 25점    | 25점 | 25점 |

과학탐구반 선정되지 않은 팀의 경우 별도로 과학탐구활동 포트폴리오 대회가 있음을 공지하고, 연구활동 진행을 원하는 경우 개별적으로 진행할 수 있도록 안내하고 있다.

✧ **Tips** 너무 많은 연구팀을 한 명의 교사가 담당할 경우, 방과 후에 이루어지는 학생 연구활동에 지장을 가져올 수 있다.

#### 다. 연구활동 진행

연구활동은 주로 방과후 시간을 활용하여 과학실험실 또는 가정 등에서 이루어질 수 있도록 안내한다. 과학실험실의 원활한 활용을 위하여 자연과학부 교무실에 실험실 사용 예약표를 비치하여 학생들과 지도교사가 방과후에 실험실을 활용할 수 있도록 하였다. 단, 학생들의 안전을 위하여 지도교사가 임장할 때에만 실험활동이 이루어질 수 있도록 한다. 하계방학 중에는 집중 실험기간을 두고, 연구활동에 매진할 수 있는 기회를 제공한다.

#### 라. 보고서 평가

연구활동을 마친 후 참가학생들은 연구보고서를 제출해야 하며, 지도교사와 연구활동을 일정시간 이상 진행한 학생들에 한해 과학탐구반 활동을 인정하고 있다. 제출한

보고서는 동일한 기준에 의하여 평가하고 있으며, 평가 결과는 추후에 이루어지는 발표대회 및 학생생활기록부의 기초자료로 활용한다.

〈표 7〉 연구보고서의 평가

| 영역     | 내용                                                     | 배점 |
|--------|--------------------------------------------------------|----|
| 창의성    | - 탐구주제(탐구과제), 조사 및 탐구방법, 변인설정 및 결과데이터 항목이 과학적이고 창의적인가? | 25 |
|        | - 학문적, 사회적, 과학적으로 가치가 있는가?                             |    |
| 과학적 사고 | - 해결과제는 명확하며, 결과도출을 위한 제한이 적절한가?                       | 30 |
|        | - 변인설정이 명확하고, 정확한가?                                    |    |
|        | - 결과도출을 위한 절차가 적절한가?                                   |    |
|        | - 학생들이 관련연구·이론 및 각 탐구과정에 대해 정확히 이해하고, 탐구하였는가?          |    |
| 기술성    | - 해결과제에 대한 결과가 정확하고, 명확한가?                             | 25 |
|        | - 여러 번의 탐구과정을 거쳐 나온 결과인가?                              |    |
|        | - 기존 연구·이론 조사가 충분하며, 기존 연구결과와 비슷하지 않은가?                |    |
|        | - 연구결과 도출 기간이 적절한가?                                    |    |
|        | - 데이터 수집을 위한 적절한 절차가 있었는가?                             |    |
| 협동성    | - 해결과제에 대한 연구를 성실히 수행하였는가?                             | 20 |
|        | - 참여 학생들의 역할이 적합하고, 제 역할을 잘 수행하였는가?                    |    |
|        | - 데이터 및 결과를 조원들이 협력하여 처리하였는가?                          |    |
|        | - 지도교사의 지도 및 전문가 지도(멘토)가 적절히 이루어졌는가?                   |    |
|        | ※ 교사 및 멘토가 주도한 작품은 감점처리                                |    |

## 마. 과제연구 발표대회

별도의 계획에 의거하여 연구활동을 평가하는 과제연구 발표대회를 진행하였다. 대상은 과학적 탐구 과정을 통해 연구활동을 진행한 연구팀을 대상으로 하며, 세부일정은 다음과 같다. 올해의 경우 과학탐구반 참여학생들 위주로 참가신청을 하였지만 내년 부터 학생들이 독립적으로 한 연구활동의 참여도 독려할 예정이다.

## 바. 예산의 활용

과학탐구반 활동에 참여하는데 있어 수익자 부담은 없으며, 소액의 특강/지도/심사수당 지급을 통해 선생님들의 적극적인 지도 활동을 유도하고 있다. 또한 연구재료비를 팀별로 책정함으로써 연구활동에 필요한 학생들의 부담을 최소화 하였다.

〈표 8〉 과제연구 발표대회 일정

| 단계           | 기간 및 일시                       | 방법          | 비고            |
|--------------|-------------------------------|-------------|---------------|
| 신청서 접수       | 2017.09.22.(금)                | 학급게시판 게시    |               |
| 1차 심사        | 2017.09.22.(금)~09.26.(화)      | 보고서 자료 심사   |               |
| 결과 발표(예정)    | 2017.09.27.(수)                | 결과 발표       |               |
| 발표자 사전 교육    | 2017.09.29.(금)                | 사전 교육 활동    | 물리실           |
| 발표자료 제출 및 점검 | 2017.10.10.(화)                | 팀별점검발표자료 제출 | 자연과학부         |
| 발표 대회(2차 심사) | 2017.10.11.(수)<br>18:40~22:00 | 팀별 발표       | 본관 4층<br>시청각실 |
| 결과발표         | 2017.10.20.(금)                | 교내 게시판 공고   |               |

〈표 9〉 과제연구 발표대회 평가 기준

| 영역  | 내용                                                                                                                                                                                                                                            | 배점 |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 탐구성 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 과학적으로 의미있는 주제인가?</li> <li>- 주제 및 가설설정, 데이터수집, 결과도출 항목이 탐구적인가?</li> <li>- 학생들이 관련연구·이론 및 각 탐구과정에 대해 정확히 이해하고, 탐구하였는가?</li> </ul>                                                                      | 40 |
| 노력성 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주제 및 가설설정, 데이터수집, 결과도출 등의 과정에 학생들이 주도적으로 참여하였는가?</li> <li>- 참여 학생들의 역할이 적합하고, 제 역할을 잘 수행하였는가?</li> </ul>                                                                                             | 30 |
| 논리성 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자신이 연구한 주제에 대해 논리적으로 발표하는가?</li> <li>- 학생들이 해결과제, 목적, 절차, 결론에 대해 정확히 알고 있는가?</li> <li>- 관련 연구·이론에 대한 정확한 이해에서 결과가 도출되었는가?</li> <li>- 데이터 조작 등의 문제는 없는가?</li> <li>- 데이터 및 결과에 대한 설명이 정확한가?</li> </ul> | 30 |

〈표 10〉 과학탐구반 예산 운영

| 구분    | 산출 내역     | 금액(원) | 조달내역                            |
|-------|-----------|-------|---------------------------------|
| 특강수당  | ○시간×○원    | ○원    | 과학중점학교 운영비<br>(안양시 보조금/교육청/교육부) |
| 지도수당  | ○시간×○원    | ○원    |                                 |
| 심사수당  | ○시간×○원    | ○원    |                                 |
| 연구재료비 | ○개월×○팀×○원 | ○원    |                                 |
| 다과비   | ○명×○원     | ○원    |                                 |

📌 **Tips** 예산항목 중 1순위를 연구재료비로 배정해야 연구활동에 따른 학생들의 부담을 줄일 수 있다.

### 3. 학생중심 창의연구반(SC\_R&E)

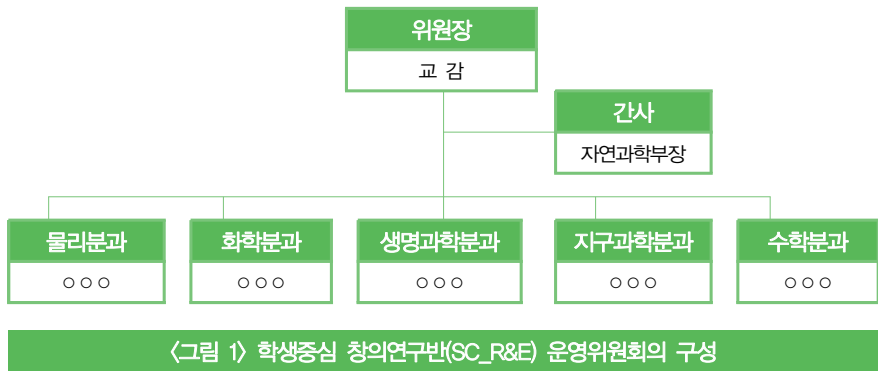
전년도까지 R&E라는 명칭으로 운영해온 프로그램을 학생들의 참여 비중을 높이면서 2017년부터 학생중심 창의연구반으로 변경하여 운영하였다. 2학년 과학수학집중과정, 과학중점과정 학생을 대상으로 하며, 1팀당 연구책임자 1명과 진로희망이 유사한 학생 2~4명 이내로 구성한다. 연구책임자는 본교에 재직 중인 교사 또는 석사 과정 이상의 외부 전문가로 하고, 학생중심 창의연구반(SC\_R&E) 운영위원회의 심의를 거쳐 변경 가능하다.

〈표 11〉 학생중심 창의연구반 운영일정

| 구분                     | 일정                   | 대상                           |
|------------------------|----------------------|------------------------------|
| 연구계획서 서류제출             | 03.27.(월)~04.14.(금)  | 2학년 과학중점/<br>과학수학집중          |
| 주제 선정 및 공개             | 04.18.(월)            |                              |
| 학생 참가 신청               | 04.22.(금)            |                              |
| 연구 팀 선정                | 04.17.(월)~ 04.24.(월) | 학생중심<br>창의연구반(SC_R&E)<br>연구팀 |
| 연구 팀 발표                | 04.26.(수)            |                              |
| 연구 활동                  | 05.01.(월)~08.31.(목)  |                              |
| 연구 보고서, 연구노트, 포트폴리오 제출 | 09.11.(월)            |                              |
| 학생중심 창의연구반 발표          | 10.17.(화)            |                              |

#### 가. 학생중심 창의연구반(SC\_R&E) 운영위원회의 구성

학년 초 연구 대상 팀 선정 심사, 추진 과정 점검, 추진 결과 심사 및 평가 등을 담당하는 학생중심 창의연구반 운영위원회를 구성하여 활동이 체계적으로 이루어질 수 있는 환경을 구축하고 있으며, 2018년부터는 과학탐구반 연구팀 선정도 겸임할 예정이다.



## 나. 학생중심 창의연구반(SC\_R&E) 신청 및 선정

아래의 방법 중 하나를 선택하여 학생들이 직접 팀을 구성하고 신청할 수 있도록 한다.

- 1) 희망 학생이 팀을 구성하고 연구책임자, 연구 과제를 자체적으로 선정하여 연구 계획서 제출함.
- 2) 본교에 재직 중인 수학과학 교과 교사가 지도 가능한 연구 과제 목록을 작성, 자문 교수 등을 선정하고 연구계획서를 제출함.

학생중심 창의연구반 운영위원회를 거쳐 연구팀을 선정하되, 희망학생이 연구팀을 직접구성한 경우 우선 선정한다. 2012년 이후 진행된 R&E프로그램에서 학교에서 주도하여 연구팀을 조직하고 활동한 경우, 학생들의 연구활동에 대한 이해도가 직접 조직한 팀에 비해 낮았으며, 중간에 연구주제가 바뀌거나, 포기하는 팀이 있었기 때문이다.

**💡 Tips** 학부모 총회때 학부모님들께 본 프로그램을 소개하고, 책임연구원을 섭외할 수도 있다.

## 다. 신청시 구비할 서류

프로그램의 원활한 진행을 위하여 다음과 같은 서류를 제출하도록 하였다.

- 1) 학생중심 창의연구반(SC\_R&E) 연구 지원신청서: 학생 작성
- 2) 학생중심 창의연구반(SC\_R&E) 과제계획서: 연구책임자 작성

- 3) 서약서: 학생 및 연구책임자 작성
- 4) 연구책임자 등록부: 연구책임자 작성

## 라. 예산의 활용

학생중심 창의연구반 활동에 참여하는데 있어 수익자 부담은 없으며, 연구책임자에게 매월 일정액의 지도수당을 지급하여 적극적인 활동을 유도하고 있다. 연구에 필요한 기자재 및 재료는 연구책임자가 우리 학교에 신청하여 매월 초 일괄 품의 후 제공하는 것을 원칙으로 하며, 기기사용 및 재료비와 운영경비를 팀별로 책정하고 활용함으로써 연구활동에 필요한 학생들의 부담을 최소화 하였다. 또한 연구목적으로 구입한 기자재는 연구 종료 후 본교의 재산으로 등재하여 관리함으로써 추후 학생 연구활동에 활용한다.

〈표 12〉 학생중심 창의연구반 예산 계획

| 구분         |      | 내역       | 예산 | 조달내역       |
|------------|------|----------|----|------------|
| 강의수당       |      | ○원*○회*○팀 | ○원 | 과학중점학교 운영비 |
| 기기사용 및 재료비 |      | ○원*○회*○팀 | ○원 |            |
| 운영경비       |      | ○원*○팀    | ○원 |            |
| 연구성과<br>발표 | 심사수당 | ○원*○명    | ○원 |            |
|            | 다과비용 | ○원*○회    | ○원 |            |
| 연구논문집 제작비  |      | ○원       | ○원 |            |

## 4. 인문사회과학, 융합 연구역량 강화 프로그램

전교생의 연구역량 강화를 위하여 인문사회과학 분야를 다루는 르네상스 인문반을, 융합 분야를 다루는 생각의 빅뱅을 운영하였다. 원활한 운영을 위하여 각각 프로그램을 담당하는 부서를 나누어 업무를 분산하였다.

### 가. 르네상스 인문반

1학년 전교생 및 2학년 인문사회계열 학생 중 인문학적 잠재능력과 학습의지가 있는 학생을 선발하여 고전과 현대의 만남, 원서강독, 인문서 탐독 등의 인문학 심화 수업을 실시하고, 학술소논문 연구를 수행함으로써 의사소통능력 중심의 인문학적인 연구역량을 신장시키는 르네상스 인문반 프로그램을 운영하였다.

〈표 13〉 르네상스 인문반 운영 내용

| 학기  | 프로그램명                                                | 일정     | 사수 | 대상학년  |
|-----|------------------------------------------------------|--------|----|-------|
| 1학기 | 일상 속 철학 산책, 원서 강독반, 인문서 탐독,<br>소논문 작성법 특강, 나라사랑문화체험  | 3월~7월  | 44 | 1,2학년 |
| 2학기 | 소설 강독반, 세계문화유적지와 문화이야기, 문화탐방,<br>소논문 발표기법 특강, 인문서 탐독 | 8월~12월 | 30 | 1학년   |

## 나. 생각의 빅뱅

담임교사 추천을 통해 우수한 연구역량을 가진 학생 10팀 30명을 선발하여 인문사회 및 자연과학적인 요소를 모두 갖는 융합연구 활동을 장기간 수행함으로써 융복합적인 연구역량을 신장시키는 생각의 빅뱅 프로그램을 운영하였다.

〈표 14〉 생각의 빅뱅 운영 내용

| 프로그램                                                                          | 내용                                                                                                                                                                                                     | 일정     | 사수 |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|
| Self-Identity를 찾아서<br>The Great Books Program<br>「다산 & 다빈치」융합 프로젝트<br>산출물발표대회 | 좌뇌, 우뇌 학습법<br>4D메카트로닉스를 통한 창의교육<br>미래 사회와 직업 세계의 변화<br>진학을 위한 독서방법<br>언어와 글자 속의 인권<br>4차 산업혁명과 보건의료의 미래<br>르네상스시대의 미술<br>정조·다산과 함께하는 역사 속의 문화유산<br>세계문화유산「수원화성」을 찾아서(체험학습)<br>팀별 과제연구<br>산출물 발표대회 및 평가 | 5월~12월 | 47 |

✧ **Tips** 과학과 연구역량 강화 프로그램과 마찬가지로 우리 학교에서는 르네상스 인문반, 생각의 빅뱅 프로그램도 중복 참여를 제한하고 있다.

## 5. 과학탐구활동 포트폴리오 대회

학생들의 연구 과정 및 결과에 대한 보상을 강화하고, 체계적인 연구 활동을 독려하기 위하여 과학탐구활동 포트폴리오 대회를 계획하고 운영하였다. 참가대상은 1, 2학년 신청학생이며, 개인 또는 팀(4명 이내)을 이루어 지원 가능하다. 포트폴리오는 신청서

와 클리어파일(A4) 또는 연구노트 형태로 제출한다. 포트폴리오 내용은 과학 관련 연구 과제 수행을 통해 과학적 문제를 찾아 해결하는 과정으로 구성한다. 출품시 제한 사항을 두어 대회가 과열되는 것을 방지하고, 출품작들을 일정기간 전시하여 연구 활동에 관심이 있는 학생들이 참고할 수 있는 기회를 제공하였다.

〈표 15〉 과학탐구활동 포트폴리오 대회 일정

| 단계       | 기간 및 일시                  | 방법                |
|----------|--------------------------|-------------------|
| 계획공고     | 2017.10.24.(화)           | 학급게시판 및 학교홈페이지 게재 |
| 포트폴리오 정리 | 2017.10.24.(화)~11.23.(목) | 개별(조별) 준비         |
| 포트폴리오 제출 | 2017.11.24.(금)           | 17:00까지 제출        |
| 심사       | 2017.11.25.(토)~12.12.(화) | 포트폴리오 자료 심사       |
| 결과 발표    | 2017.12.13.(수)           | 결과 발표             |
| 작품 전시    | 2017.12.14.(목)~12.15.(금) | 과학실험실에서 작품전시      |

〈표 16〉 과학탐구활동 포트폴리오 대회 출품 시 제한 사항

| 항목    | 제한사항                                                                    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------|
| 작품 수  | 개인별 또는 조별(4명 이내) 1인당 최대 2편<br>(동일 학생이 조별 2편, 개인별 2편, 조별 1편-개인 1편 제출 가능) |
| 제출 형태 | 연구주제 당 A4용 클리어 파일 또는 연구노트 1권으로 함<br>※ 기준을 초과하는 자료는 감점 처리함               |

〈표 17〉 과학탐구활동 포트폴리오 대회 심사 기준

| 평가 영역 | 평가 요소                                                                                                                                                                                         |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 주제 제시 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주제가 잘 조직되어 있고, 이해하기 적절한가?</li> <li>- 학생이 수행할 수 있는 과제인가?</li> <li>- 연구주제가 공공의 이익 또는 안전을 저해하지 않는가?</li> <li>- 기한에 맞춰 제출하였는가?</li> </ul>                |
| 문헌 조사 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주제와 관련된 문헌조사가 충분히 이루어졌는가?</li> <li>- 신뢰할 수 있는 방법으로 문헌 조사가 이루어졌는가?</li> <li>- 참고문헌이 주제와 밀접한 관련을 갖는가?</li> <li>- 도구의 사용법을 명확하게 알고 사용이 익숙한가?</li> </ul> |
| 연구 과정 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 관련분야에 대한 해박한 지식이 드러나는 자료인가?</li> <li>- 연구에 필요한 자료를 적절하게 이용하였는가?</li> </ul>                                                                           |



## 〈표 17〉 계속

|       |                                                                                                                                                                                                               |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 연구 과정 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 연구 과정을 논리적으로 구성하였는가?</li> <li>- 자료 수집을 위해 적절한 방법을 사용하였는가?</li> <li>※ 교사 및 전문가(멘토)가 주도한 작품은 감점처리</li> </ul>                                                           |
| 연구 결과 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 연구 결과를 정확하고, 명확하게 기술하였는가?</li> <li>- 연구 결과가 연구 과정을 통해 나온 것인가?</li> <li>- 반복 측정 또는 논리적 절차를 거쳐 나온 결과인가?</li> <li>- 기존 연구 결과와 유사하지 않은가?</li> </ul>                      |
| 자료 정리 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 포트폴리오를 체계적으로 구성하였는가?</li> <li>- 연구를 진행하는 과정에서 수집한 자료들로 구성하였는가?</li> <li>- 문헌의 출처가 명시되었는가?</li> <li>- 제출한 포트폴리오가 기준량을 초과하지는 않는가?</li> <li>※ 기준량을 초과하면 감점처리</li> </ul> |

## Ⅲ. 개선점

### 1. 참여학생 확대

연구역량 강화 프로그램들을 운영한 이후 지속적으로 학생들이 요구하는 것 중 하나는 과학탐구반 연구팀 수의 확대이다. 제한된 지도교사의 수에 비해 학생들의 지원은 상당한 편이다. 2017년 기준으로 과학탐구반 프로그램에 선정된 연구팀은 30팀인데, 지원한 팀은 90팀이 넘어서고 있다. 프로그램이 안착된 만큼 학생들의 지원이 상당한 편이다. 하지만 앞서 기술한 대로 지도교사당 지도 연구팀의 수를 늘린다면 교사가 지도역량을 발휘하기 어려운 상황이 된다. 과학탐구활동 포트폴리오 대회 및 발표대회를 통해 개인 연구활동을 장려하고, 재료비 등을 지원함으로써 실제 연구 활동에 참여하고자 하는 학생들을 다각도에서 지원할 필요가 있다.

### 2. 교사 역량 강화

연구역량 강화 프로그램에서 커다란 두 축을 꼽자면 하나는 학생이고, 또 다른 하나는 교사이다. 담당하는 교사가 충분한 역량을 발휘할 수 있도록 우리 학교에서는 수시로 협의회를 구성하여 열고, 연수 프로그램을 진행하고 있다. 하지만 아직 과학과 교과에서 크게 벗어나지 않고 있다. 학년 초 전입 교사를 포함하여, 모든 학교구성원들을 대상으로 과학중점 학교 및 연구역량 강화 프로그램의 운영에 대해 이해를 구할 필요가

있다.

#### IV. 맺음말

과학중점학교에 근무하면서 가장 기분이 좋았던 순간은 졸업식날 그 날의 주인공인 한 졸업생이 나에게 한 말을 듣던 때였다. ‘선생님, 고등학교 3년 동안 정말 재미있게 학교 생활을 했습니다.’ 그 학생은 입학 당시부터 천체와 관련하여 꾸준히 연구활동을 한 학생이었다. 그리고 졸업 후 천문학과로 진학할 예정이었다.

올해 연구역량 강화 프로그램을 운영하면서 초점을 맞춘 것은 학생들의 과학적 탐구 역량의 신장에 있다. 연구성과물도 중요하지만 그보다 중요한 것이 연구 과정에 있다고 본다. 이에 2017년에는 과학탐구활동 포트폴리오 대회의 성장에 무게를 싣고 진행하였다. 아직은 연구 활동이 낯설지만 각종 포트폴리오가 전시되어 있는 과학실험실을 둘러보는 학생들을 보면서 연구활동의 의미를 다른 각도에서 바라볼 수 있었다. 학생들의 만족도나 탐구역량 신장 등을 통해 확인한 성장 정도 뿐만 아니라, 하나의 문화로써 연구 역량 강화 프로그램을 바라볼 수 있었다.

2012년 이후 안정화된 프로그램의 개선을 위해 끊임없이 고민을 하였고, 개선을 위한 협의를 지속적으로 하였다. 과학 교사를 중심으로 의견들이 모아졌고, 의견들을 토대로 각종 프로그램들을 다듬어가는 과정에 있다. 앞서 기술한 각종 프로그램들은 앞으로 더욱 다듬어질 것이고, 학생들의 성장에 도움을 주는 방향으로 나아갈 것이다.

# 13



F.I.T (Five-Step Program for the Forth Industrial Times)

진로 프로그램 운영

- 서울 방산고 -



# F.I.T (Five-Step Program for the Forth Industrial Times) 진로 프로그램 운영

## I. 연구의 배경 및 목적

### 1. 필요성과 목적

『세계경제포럼』은 2016년 1월 열린 「다보스포럼」에서 4차 산업 혁명을 화두로 제시하면서, 4차 산업혁명을 '디지털 혁명에 기반하여 물리적 공간, 디지털적 공간 및 생물학적 공간의 경계가 희석되는 기술융합의 시대'로 정의했다.

우리가 살아왔고 일하고 있던 삶의 방식을 근본적으로 바꿀 기술 혁명의 도래는 '초연결성(Hyper-Connected)', '초지능화(Hyper-Intelligent)'의 특성으로 빅 데이터와 인공지능 등의 보다 지능화된 사회로 변화될 것으로 인류의 기대를 모으는 한편, 급격한 사회·환경적 변화는 미래에 대한 불확실성, 불안감 또한 증가시키고 있다.

이러한 현 시점에서 우리 학생들이 겪는 가장 큰 문제는 많은 시간을 공부와 학교 활동에 할애하고 있지만, 정작 지금 하고 있는 공부 및 학교 활동이 자신의 삶과 어떻게 연결되는지 몰라 진로에 대한 결정성, 계획성이 떨어지고, 자신감마저 상실하는 것이다. 진로를 결정하고 선택하는 일은 개인의 일생 중 가장 중요한 과업 중 하나이며, 개인의 진로 선택이 생활의 모든 측면에 영향을 끼치므로 이러한 급격한 변화에 어떻게 대처하느냐에 따라 삶의 만족도가 크게 달라질 것으로 예상된다.

중전의 학교에서의 진로교육이란, 학생들이 가지고 있는 적성, 흥미, 능력을 최대한 개발하여 직업의 세계에서 개인의 행복과 성취가 달성될 수 있도록 도와주는 활동의 측면에서 이루어졌다면, 앞으로의 진로교육은 이와 더불어 4차 산업 혁명 시대가 요

구하는 역량을 갖추고 자립할 수 있는 인재를 키우는 방향으로 진화할 것이다. 즉, 급격히 변화되는 직업세계 상황 속에서 “**지속가능한 진로개발(sustainable career development)**”이 강조될 것이다.

이에 따라 본교는 일회적인 진로 체험활동으로 끝나는 것이 아닌, **단계적이고 체계적인** 이공계열 진로 프로그램의 마련을 통해 지속가능한 진로개발이 이뤄지도록 하였다.

4차 산업혁명시대에는 진로 통찰력과 진로 정체감을 가지고 자립적인 진로결정력과 행동을 가지는 인재를 요구할 것이며, 그러한 요구에 따라 학생들은 사회적·상황적 맥락 안에서 자신의 진로를 개척할 수 있는 능력을 갖추어야 한다. 또한 창의성을 가지고 다양한 개체를 통합시킬 수 있는 융·복합적인 안목을 가져야 할 것이다. 이러한 전제 하에 프로그램을 진행하면서 학생들이 내재하고 있는 진로에 대한 ‘성숙도(진로결정성, 계획성, 독립성, 자신감)’의 변화를 측정하여 진로설계에 대한 프로그램의 유의미성을 평가하고자 하였다.

이 연구의 목적은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 가. 이학·공학과정, 과학중점과정 학생들을 위한 적성에 맞춘 단계별 진로 프로그램을 마련한다.
- 나. 학생들의 진로에 대한 모호함을 해소시키며, 변화하는 4차 산업 혁명 시대에 대한 긍정적인 인식 및 미래지향적 태도를 가져 구체적인 진로 설계와 준비 역량을 갖게 한다.
- 다. 지속가능한 진로개발이 이뤄지도록 학생 중심의 활동을 마련하고, 점진적으로 심화된 프로그램을 통해서 자신의 진로를 개척할 수 있는 능력을 갖추도록 한다.

## II. 운영

### 1. 연구 문제 설정

연구 목적에 부합할 수 있도록 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

- 가. 4차 산업 혁명 시대에 대한 이해와 미래지향적 태도를 형성하기 위한 진로 프로그램을 제공하고, 그 효과를 알아본다.
- 나. 지속가능한 진로 개발이 이루어질 수 있는 프로그램의 효과적인 시행 방안을 모색해본다.

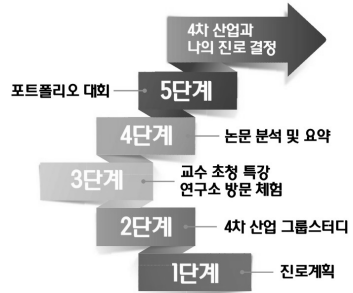
다. 진로 멘토링을 통해 진로 탐색의 기회를 제공하고, 진로 결정 능력을 기른다.

## 2. 연구 방법 및 절차

### 가. 연구 방법

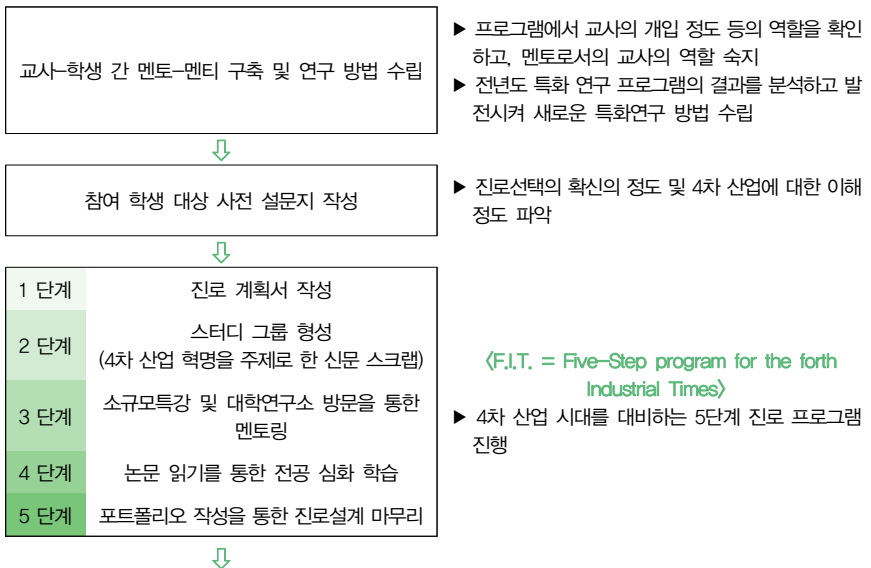
- 1) 연구 대상 : 2학년 이공계열 희망학생 (49명)
- 2) 연구 프로그램 : F.I.T (Five-Step Program for the Forth Industrial Times) - 4차 산업 시대를 대비하는 5단계 진로 프로그램

**Tip** ‘F.I.T 이공계 진로프로그램’이라고 이름 지은 것은 단계별 진로 프로그램을 통해서 학생들이 진로에 가는 모호함을 해소하고, ‘적성에 맞는(fit)’ 진로 설계가 이루어지도록 한다는 의미를 가진다.



### 나. 연구 절차

이 연구는 다음과 같은 절차에 따라 계획되고 진행되었다.



참여 학생 대상 단계별 · 사후 설문지 작성 및 인터뷰

- ▶ 프로그램 만족도 조사
- ▶ 진로성숙도 / 자신의 전공 및 직업에 대한 확신 정도 변화 파악



결과 분석 및 결론 도출

- ▶ 구체적인 진로 설계 역할로서의 프로그램의 유의미 정도를 파악

### 1) 프로그램 진행 전 계획 및 사전 조사

다가오는 4차 산업 시대를 대비하는 5단계 진로 프로그램을 마련하고 진행하였다. 먼저 학기 초에 2학년 학생들을 대상으로 특화 연구 프로그램으로 정한 후 4차 산업 혁명과 관련된 진로 프로그램을 계획하고 있다는 내용을 학생들에게 가정 통신문을 작성하여 배포하였다. 연간 계획을 작성한 후 학생들이 알아보기 쉽게 가정 통신문으로 안내하였다. 이후 안내에 따라 희망 학생들을 모집하였다.

| 질문을 읽고 해당하는 항목에 체크(✓) 하시오.                                      |                          | 예 | 아니오 |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|---|-----|
| 1. 최근 1년 이내에 나의 적성이나 진로에 대해 다른 사람들과 이야기해 본 적이 있다.               |                          |   |     |
| (답변이 '예'인 경우는 1-1번, '아니오' 인 경우 2번으로 가세요.)                       |                          |   |     |
| 어떤 사람들과 이야기를 해 보았나요?                                            | 1-1 부모님이나 친척 어른          |   |     |
|                                                                 | 1-2 친구나 선배               |   |     |
|                                                                 | 1-3 학교 선생님               |   |     |
|                                                                 | 1-4 학원 선생님               |   |     |
|                                                                 | 1-5 상담 전문가               |   |     |
|                                                                 | 1-6 사이버 상담(채팅상담, 게시판 상담) |   |     |
| 2. 최근 1년 이내에, 내가 관심을 갖고 있는 직업 분야에 대해 정보를 찾아본 적이 있다.             |                          |   |     |
| 3. 최근 1년 이내에, 내가 관심을 갖고 있는 교육기관(학교, 학원 등)에 대한 정보를 찾아본 적이 있다.    |                          |   |     |
| 4. 최근 1년 이내에, 내가 관심을 갖고 있는 진로(진학, 직업)와 관련된 기관을 방문한 적이 있다.       |                          |   |     |
| 5. 최근 1년 이내에, 내가 관심을 갖고 있는 직업에 종사하는 사람을 만나 이야기해 본 적이 있다.        |                          |   |     |
| 6. 최근 1년 이내에, 진로와 관련하여 나의 적성이나 흥미, 성격 등을 알아보기 위한 검사를 받아본 적이 있다. |                          |   |     |
| 7. 최근 1년 이내에, 내가 관심을 갖고 있는 직업에 종사하는 직업인의 인터뷰 동영상 시청한 적이 있다.     |                          |   |     |
| 8. 최근 1년 이내에, 직업 체험을 해 본적 있다.                                   |                          |   |     |
| 9. 내가 관심을 갖고 있는 진로(진학)를 위해 지금 열심히 준비하고 있다.                      |                          |   |     |



학생들에게 프로그램을 제시하기 전에 학생 주도 프로그램을 완성하기 위한 교사의 역할 및 위치를 안내하였다. 교사는 학생들에게 프로그램을 안내하는 멘토의 역할을 수행하며, 학생들은 멘티 역할을 수행한다는 내용을 공지하였다.

즉, 프로그램 중에 교사의 직접적인 교수활동보다는 학생들 간의 상호학습과 학생 스스로가 과제를 수행하는 역할을 할 수 있도록 프로그램을 계획한다. 학생 스스로 프로그램을 진행해 나갈 수 있도록 최대한 학생 중심으로 프로그램을 계획하였다. 프로그램을 구체화시키기 전에 참여 학생들을 대상으로 사전 설문을 실시하여 ‘4차 산업 혁명에 대한 이해 정도’, ‘진로준비행동’, ‘진로 성숙도’ 등을 조사하였다.

## 2) F.I.T.(Five-Step Program for the Forth Industrial Times) 진로 프로그램의 진행

### (가) 1단계 진로 계획서 작성

프로그램에 참여하는 학생들을 대상으로 시청각실에 모여서 자신의 진로 계획서를 작성해 보도록 하여 현재 학생들이 갖고 있는 진로 설계 정도를 학생 스스로 파악하고 인지하도록 한다. 진로계획서에는 4차 산업 관련 분야에 대한 관심 정도와 본인이 생각하는 4차 산업혁명의 전망을 제시해 보고, 앞으로의 진로를 위해 학교에서 희망하고 있는 활동 분야를 구체적으로 작성하도록 한다.

|                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2017년                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4차 산업 혁명을 대비한 커리어 멘토링 진로 계획서                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 학번 :                                                                       | 이름 :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1. 다음 4차 산업 관련 분야 중 진로를 희망하거나 관심 있는 분야를 체크하십시오 (복수 응답 가능)                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 관련<br>분야                                                                   | <div style="display: flex; flex-wrap: wrap; padding: 5px;"> <div style="margin-right: 10px;">나노기술 <input type="checkbox"/></div> <div style="margin-right: 10px;">로봇공학 <input type="checkbox"/></div> <div style="margin-right: 10px;">사물인터넷 <input type="checkbox"/></div> <div style="margin-right: 10px;">무인 운송수단 <input type="checkbox"/></div> <div style="margin-right: 10px;">에너지 저장기술 <input type="checkbox"/></div> <div style="margin-right: 10px;">바이오공학 <input type="checkbox"/></div> <div style="margin-right: 10px;">3D 프린팅 <input type="checkbox"/></div> <div style="margin-right: 10px;">빅데이터 기술 <input type="checkbox"/></div> <div style="margin-right: 10px;">기타 (                      )</div> </div> |
| 2. 위의 4차 산업 분야에 관심을 갖게 된 계기 혹은 본인이 생각하는 4차 산업의 전망을 간단히 작성하십시오.<br>(자필로 작성) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

3. 진로를 위해서 했던 여러 활동이나 본인이 노력을 기울이고 있는 점 등을 작성하시오. (자필로 작성)

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |

4. 자신의 진로를 위한 앞으로의 계획을 자세히 쓰시오. (자필로 작성)

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |

교사는 이를 바탕으로 가장 희망하는 분야가 많은 분야를 다음과 같이 분류하고, 스터디 그룹을 형성하였으며, 체험 학습을 계획하였다.

|              |             |           |             |
|--------------|-------------|-----------|-------------|
| 1. 나노 기술     | 2. 로봇공학     | 3. 사물인터넷  | 4. 무인 운송수단  |
| 5. 에너지 저장 기술 | 6. 의학 및 바이오 | 7. 3D 프린팅 | 8. 빅 데이터 기술 |

현실적으로 이러한 분야 외에도 4차 산업과 관련된 분야는 무궁무진하고 다양하다고 본다.

학교에서 프로그램을 진행할 때 많은 분야를 준비하고 제공해 주면 좋겠지만, 현실적으로 교사의 역량과 한계로 인해 8개 분야로 제한하여 진행하기로 하였다.

#### (나) 2단계: 스터디 그룹 형성

자신이 희망하는 4차 산업 분야를 토대로 스터디 그룹을 형성하였다. 스터디 그룹을 형성할 때에는 상호학습을 통해 긍정적 상호작용을 배워 4차 산업 시대에 필요한 역량인 사회관계성을 학습할 수 있도록 하였다. 각각의 분야별 전문가가 되어 공동으로 학습하면서 개별과제가 주어지는 ‘Jigsaw 수업 모형(Ⅱ)’에서 착안하여 협동학습 및 개별학습이 가능한 구조로 진행하였다.

스터디의 방식은 4차 산업 혁명 및 4차 산업 혁명과 관련한 위의 8개의 주제를 바탕으로 각자 맡은 부분의 기사를 스크랩하여 요약하고, 자신이 기사와 관련해 더 조사한 점을 발표하는 형태로 진행하였다. 서로가 알게 된 점과 느낀 점을 공유하면서 자신이 조사한 영역뿐 아니라, 서로의 기사 내용을 습득하게 되고, 첨단 과학 분야에 대한

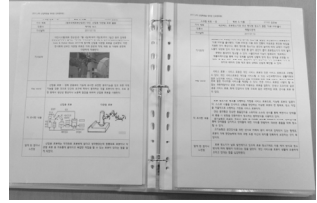
넓은 식견을 쌓으며, 미래를 대비하는 역량을 획득할 수 있다.



프로그램 OT 및 진로계획서 작성



스터디 진행



기사 스크랩 보고서 제출

#### (다) 3단계: 4차 산업 커리어 멘토링

2단계까지의 과정에서 학생들은 자신의 진로 설계 정도를 확인하고, 다가오는 4차 산업 혁명과 시대 변화 흐름을 이해하였다. 3단계 커리어 멘토링에서는 좀 더 자신의 관심 분야 및 진로 행동을 구체화 시키는 기회를 가졌다. 커리어 멘토링은 두 가지 형태로 진행이 되었으며, 각각 소규모 교수 특강 멘토링과 대학교 연구실 멘토와의 만남(연구실 체험학습)으로 구성되었다.

#### ○ 교수 특강 멘토링

해당 분야에 연구 실적이 있거나 연구를 진행 중인 교수를 섭외하여 멘토로 모시고, 소규모의 특강 및 좌담 형식의 멘토링을 진행하였다. 대학에서 연구를 수행하고, 직업 현장으로 후학을 양성 중인 교수님들의 강의를 들으면서, 이론적으로 조사했던 것보다 더 실제적인 내용을 파악하게 되고, 해당 학과의 진출 방향 및 4차 산업 관련 분야의 전망을 파악할 수 있는 시간이었다. 학생들은 멘토의 특강을 들으면서, 해당 분야가 자신의 진로 설계와 일치하는 정도를 비교해 보고, 진로를 좀 더 구체화 시켰다.

|   | 분야       | 멘토링 주제           | 멘토 교수                  |
|---|----------|------------------|------------------------|
| 1 | IoT      | IoT 사물인터넷        | 백OO (서울대 컴퓨터공학부)       |
| 2 | 로봇       | 로봇 소프트웨어         | 박OO (광운대 로봇학과)         |
| 3 | 빅데이터     | 빅데이터 기술과 데이터마이닝  | 김OO (고려대 산업공학과)        |
| 4 | 무인 운송수단  | 자율주행 및 자동차 산업 전망 | 양OO (국민대 자동차학과)        |
| 5 | 3D 프린팅   | 3D 프린팅 기술        | 박OO (서울과기대 기계시스템디자인공학) |
| 6 | 나노       | 나노소재와 미래         | 하OO (중앙대 융합공학과)        |
| 7 | 에너지 저장기술 | 에너지 저장기술과 나노 신소재 | 윤OO (가천대 신소재공학)        |
| 8 | 의학 및 바이오 | 박테리아 센서          | 이OO (한양대 생명과학과)        |



로봇과 소프트웨어 강의



빅데이터 기술과 데이터마이닝 강의



나노 소재와 미래 강의

### 교수 특강 멘토링

#### ○ 연구실 방문 및 대학(원)생들과의 만남

소규모 특강에서 배웠던 내용을 바탕으로 실제 연구를 진행하고 있는 대학의 연구실을 직접 방문하여 체험 기회를 가졌다. 학생들은 직접 현장을 관찰하고, 대학 수준의 실험을 수행하면서 자신감과 흥미를 가질 수 있다. 대학생과 대학원생들을 만나서 대학 현장에 대한 이야기와 졸업 후 진출 분야에 대한 진솔한 이야기를 들어볼 수 있고, 형·누나와 같은 멘토를 통해 학습 동기를 갖게 되면서 자기 주도적 학습의 기반을 마련하였다.



국민대 자동차 제작 동아리 방문



한양대 생명과학 연구실 체험



3D 프린팅 연구실 체험

### 연구실 방문 및 대학(원)생들과의 만남

#### (라) 4단계: 논문읽기를 통한 전공 심화 학습

3단계까지 프로그램 진행을 통해 학생들은 자신의 진로를 좀 더 구체화하였으며, 독립적인 진로 행동 능력을 갖추며 한층 더 성장하였다. 강연과 체험활동이 진로에 대한 의사결정력을 갖도록 도운 것이다. 이를 바탕으로 학생들은 구체적인 진로 설계를 기반한 심층 학습 과제를 수행하도록 하였다.



| 검사 종류  | 검사내용                                          | 조사 시기              |
|--------|-----------------------------------------------|--------------------|
| 사전검사   | 진로설계 정도 및 진로 행동 조사(진로성숙도검사, 진로 설계 및 계획 정도)    | 4월<br>프로그램 시작 전    |
| 만족도 검사 | 매 단계별 만족도 조사·인터뷰                              | 4-10월<br>프로그램 진행 중 |
| 사후 검사  | 진로설계 정도 및 진로 행동 조사<br>(진로성숙도검사, 진로설계 및 계획 정도) | 10월<br>프로그램 종료 후   |

프로그램이 진행되는 동안에도 학생들의 모습을 면밀히 관찰하며, 프로그램을 진행하는 과정에서 학생들이 어려워하는 점 또는 과정을 진행할 때 가지게 되는 다양한 생각들을 대화 혹은 인터뷰를 통해 파악하고 기록하여 추후 프로그램의 효과를 평가하는데 활용한다.

교사 중심적인 기존의 방식에서 벗어나고자 학생들이 상호학습, 체험학습, 독립학습을 할 수 있는 기회를 마련하여 학생 중심적인 프로그램 진행이 단계별로 이뤄지도록 하였다. 교사는 각 단계마다 학생들을 관찰하고, 인터뷰를 진행하여 연구의 목적을 실현시키며, 프로그램의 효과성을 높이고자 하였다.

#### 4) 검사 결과

49명의 학생들이 F.I.T. 진로 프로그램에 참여하였으며, 총 45명의 학생이 최종 이수하였다. 우리가 마련한 진로 프로그램이 연구의 목적에 부합하게 진행되었는지, 프로그램은 연구 문제를 만족시켰는지에 대해 사전·사후 검사 및 학생 인터뷰를 통한 결과를 확인해 보고자 한다.

##### (가) 4차 산업 혁명 시대에 대한 이해와 미래지향적 태도 형성

4차 산업 혁명처럼 급격하게 변화되는 직업 세계를 이해하고, 이에 따라 자신의 진로를 발전·개척할 수 있는 융통성 있는 태도가 형성되었는지를 확인하기 위한 인터뷰를 실시하였다.

〈표 1〉은 전체 학생의 인터뷰 중 몇몇 학생의 이야기를 발췌한 결과이다.

〈표 1〉 4차 산업혁명 시대에 대한 견해 - 사후검사와 함께 인터뷰 진행 (10월 시행)

- 
- ▶ 학생A : 처음에는 과학이 발전해 나갈수록 인간의 영역이 줄어든다는 부정적인 생각이 강했다. 하지만 강의를 듣고 신문을 찾아보면서 4차 산업 혁명이 우리에게 줄 이로움을 생각해보게 되었다. 3차 산업 혁명 당시 많은 사람들이 반대했지만, 받아들이고 나서 생활의 편리와 아픈 사람들의 위한 의료가 더 발전한 것처럼 나도 4차 산업 혁명을 적극적으로 발전시키고, 긍정적으로 받아들여 후에 많은 사람들에게 도움을 주어야겠다고 생각했다.
- 
- ▶ 학생B : 지금은 4차 산업 혁명 시대이다. 이러한 혁명에 적합한 사람이 되기 위해서는 한 가지 분야만 전공하는 것이 아니라, 두 가지 이상의 전공을 가진 융합적인 인재가 되어야겠다고 생각한다.
- 
- ▶ 학생C : 4차 산업 혁명이 진행됨에 따라 재교육을 받지 못하는 사람들은 소외되는 것 같다. 부유하고 똑똑하고 젊은 사람들만 누릴 수 있는 혜택이라는 생각이 든다.
- 
- ▶ 학생D : 4차 산업혁명이란 말은 우리나라에서만 만들어 쓰는 말이며, 자연스러운 정보 시대를 일컫는 말로써 우리가 어떻게 연구해야 좋은 정보 사회로 발달할 수 있는지를 연구해야 한다.
- 

〈표 2〉는 4차 산업 혁명에 대한 프로그램이 진행되기 전 설문 조사한 결과이다.

〈표 2〉를 보면, 전체의 53%의 학생들은 4차 산업 혁명에 대해 들어보지만 하거나 전혀 알지 못하는 상태로 프로그램에 임하였다. 그럼에도 프로그램에 참여하는 이유는 미래 사회를 대비하여 진로 결정에 도움을 받고자 함이 큰 것(전체의 63.3%)을 알 수 있다. 이러한 사전 설문 결과에 따라 미래 사회의 준비 역량을 키울 수 있는 프로그램을 구성하고자 하였고, 5단계의 프로그램을 이수한 학생들은 〈표 1〉의 인터뷰 발췌 내용과 같이 4차 산업 혁명에 대해 자신의 의견을 내놓았다. 위 4명의 학생들 외에도 이수한 모든 학생들은 긍정적이건 부정적이건 4차 산업 혁명을 어느 정도 논할 수 있을 만큼의 수준에 도달했다고 볼 수 있었다. 특히 자신이 활동하고 참여한 분야에 국한된 것이 아닌 거시적으로 미래를 내다보는 경향이 나타나, 진로에 대한 통찰력과 미래지향적인 태도 형성에 영향을 미쳤음을 알 수 있다.

〈표 2〉 4차 산업 혁명의 인식에 대한 사전 설문 (4월 시행)

| 4차 산업 혁명에 대해서<br>본인은 얼마나 알고 있나? |             | 4차 산업 혁명과 본인의 진로는<br>얼마나 관련이 있을까? |             |
|---------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
| 전혀 알지 못 한다.                     | 3명 (6.1%)   | 전혀 관련이 없을<br>것이다.                 | 1명 (2.0%)   |
| 매체를 통해 들어<br>보았다.               | 23명 (46.9%) | 대비해 두면 좋을 것<br>같다.                | 31명 (63.3%) |
| 관심이 있다.                         | 15명 (30.6%) |                                   |             |
| 관심이 있고<br>관련 영역을 조사해<br>보았다.    | 8명 (16.3%)  | 나는 미래에 4차<br>산업에 종사할 것이다.         | 16명 (32.7%) |

(나) 지속가능한 진로 개발

○ 진로성숙도와 진로에 대한 확신 정도

진로 성숙도 검사 도구를 학생 수준과 학교 실정에 맞게 수정·보완하였고, 동일 시험지로 사전·사후 검사를 진행하여 진로에 대한 의견 및 행동 변화를 살펴보았다.

〈표 3〉 지속가능한 진로개발을 위한 진로 성숙도의 측정

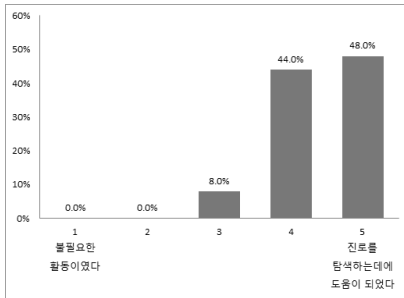
| 결과(평균) \ 항목 | 진로 결정성 (7)    | 자기 효능감 (5)     | 독립성 (5)       | 계획성 (5)      | 총점 (22)      |
|-------------|---------------|----------------|---------------|--------------|--------------|
| 사전조사(49명)   | 5.34          | 3.25           | 3.61          | 3.96         | 16.17        |
| 사후조사(45명)   | 6.04          | 3.84           | 3.92          | 4.36         | 18.16        |
| 변화 정도       | +0.7 (+10.0%) | +0.59 (+11.8%) | +0.31 (+6.2%) | +0.4 (+8.0%) | +2.0 (+9.0%) |

검사 결과, 자기 효능감과 진로 결정성에서 두드러진 성장이 일어났음을 확인할 수 있다. 프로그램을 진행하면서 학생들은 해당 분야에 진출하여 성공할 수 있다는 믿음을 획득하였고, 그에 따라 자신의 진로 설계가 완성 단계에 이르렀다는 것을 알 수 있는 자료이다.

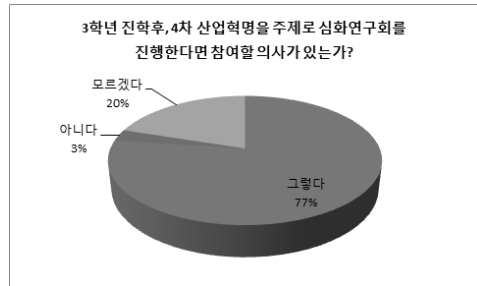
○ 프로그램의 만족도 및 향후 진로 준비 계획

프로그램의 만족도를 단계별로 최종적으로 조사하였다. 단계별 만족도는 구술형 평가를 통한 질적 평가방식, 최종 만족도는 양적 평가방식을 택하였다. 이와 더불어 3학년으로 진학한 후, 4차 산업 혁명과 관련한 프로그램이 진행된다면 참여할 의사가 있





〈그림 1〉 프로그램 만족도 조사



〈그림 2〉 향후 진로 프로그램 참여 의사 조사

는지 조사하였다.

〈그림 1〉은 리커트 척도를 활용하여 프로그램 만족도를 조사한 결과이다. 1(=불필요한 활동이었다.)에서부터 5(=진로를 탐색하는 데에 도움이 되었다.)까지의 척도를 주어 만족도를 선택한 결과, 평균 4.4의 만족도를 보이는 것으로 확인되었다. 또한 ‘3학년 진학 후, 4차 산업 혁명을 주제로 심화 연구회를 진행한다면 참여한 의사가 있는가?’를 묻은 질문에는 〈그림 2〉에서와 같이 27명의 학생들이 참여의사를 밝혔으며, 1명의 학생만 불참의사를 밝힌 것을 확인하였다. 구술 평가는 각각의 프로그램 단계마다의 만족도를 인터뷰하였으며, 이는 추후 프로그램 개선의 자료로서 활용할 예정이다.

분석 결과, 프로그램의 만족도가 매우 높은 수준이다. 또한 같은 주제의 심화 프로그램에 또 다시 참여할 의사를 밝힌 것은 학생 스스로가 프로그램을 통해 긍정적인 변화를 느꼈다고 판단된다. 프로그램에 만족하는 이유와 만족하지 못하는 이유는 인터뷰 평가로 상세히 알 수 있었는데, 만족하지 못한 학생들은 자신이 예상했던 것과 교수님의 강의 내용이 달랐거나, ‘5단계까지의 과정에서 참여해야 하는 활동이나 제출해야 하는 과제물이 생각보다 많아서’ 라고 답하는 등 납득할 만하고 개선을 고려해 볼 수 있는 의견이었다.

### Ⅲ. 결론

연구 결과를 분석하면서, 매 단계마다 학생들이 자기 자신과 다가오는 미래의 직업 세계를 좀 더 이해하는 모습을 보이며, 자신의 진로 설계 또한 구체적이고 또렷하게 구성해 나가는 것을 확인할 수 있었다. 프로그램의 만족도를 분석한 결과 또한 긍정적인

인 수준이었고, 처음 의도한 대로 지속가능한 진로 개발이 이루어지면서 프로그램의 운영은 성공적이었다고 말할 수 있다.

이를 바탕으로 얻은 결론은 다음과 같다.

**첫째,** 진로를 선택하는 과정은 인간의 전 생애에서 가장 복잡한 과정일 수 있다. 마찬가지로 진로 태도를 변화시키는 요인 또한 몇 가지로 한정 지을 수 없다. 따라서 단순하고 일회적인 진로 관련 행사로는 학생들의 진로 태도를 향상시키고, 그것을 관찰하는 데에 무리가 있을 것이다. 본교에서 진행한 단계별 진로 프로그램은 각 단계마다 과제물을 제출하게 하고, 학생들에게 구체적인 의견을 제시하도록 하여 진로 행동을 성숙하게 하는 데에 긍정적인 영향을 끼쳤다. 또한 연구를 진행하는 측면에서 학생의 성과를 단계별로 확인하고, 학생 의견을 통해 피드백을 받으면서 효율적인 프로그램 운영이 가능하였다.

**둘째,** 진로 목표를 수립하고 달성할 수 있는 경로를 열어주는 하나의 과정이 되었다. 본교의 학생들은 계열 및 전공이 정해지지 않을 1학년 때, 'STEAM 전문가 특강, 영재 교육, 융합 과학 체험활동' 등의 프로그램에 참여하면서 융합 인재로서의 소양을 갖춘다. 2학년 이공계열을 대상으로 진행한 본교의 특화 연구 프로그램은 이러한 1학년 학생들이 이공 계열에 진학했을 시, 좀 더 구체적인 진로 설계가 가능하도록 길을 열어주는 하나의 과정이 되었다. 참여 학생들은 확고한 진로 체계를 갖추 3학년에 진학하게 되므로 심화된 내용을 습득할 준비가 되어 있다.

**셋째,** 학생들을 대상으로 진행한 '4차 산업 혁명에 대한 인식'에 대한 인터뷰에서는 연구 프로그램 진행에 대한 새로운 방향을 모색할 수 있었다. 학교의 교육과정 또한 다가오는 4차 산업 시대와 동떨어져 있다고 생각할 수 없다. 초연결적 정보 사회에서는 자기 주도적이고 개방적인 교수-학습이 활성화 될 것이므로 프로그램 진행에서 방법의 변화가 필요함을 인식하였다.

가상현실, 증강현실 등 다양한 학습 도구를 활용하고, 개방적인 연결망을 토대로 체험학습 방법의 다양화를 모색한다면 이러한 어려움을 극복할 수 있을 것이다. 이것이 '4차 산업 시대를 대비하는 진로 프로그램' 연구가 주는 시사점이라고 할 수 있다.

#### IV. 개선점

기대와는 달리 프로그램 중간에 포기하는 이탈자가 발생하였다. 이들의 흥미나 의욕을 고취시키지 못한 점이 아쉽다. 프로그램을 성공적으로 이끌어 가려면 학생들의 적

극적인 참여와 과제수행이 요구될 수밖에 없는데, 수동적이고 진로에 대한 태도가 비 독립적인 학생들의 경우 도중에 포기하거나 프로그램이 끝난 후에도 부정적인 평가를 내리는 모습을 나타낸다. 하지만 이 또한 진로 선택 과정에서 자신의 진로와 적성을 찾아가는 시행착오 과정으로 보이며, 연구 주체의 입장에서는 프로그램이 갖고 있는 약점을 파악할 수 있는 기회가 되었다. 프로그램 내에서도 학생 스스로 자신이 참여하고 싶은 단계를 선택할 수 있는 기회를 마련해 주고, 첨단 과학의 좀 더 다양한 영역을 추가한다면 만족도를 높일 수 있을 것이라고 예상한다.

또한 간과하지 말아야 할 것은 프로그램에 참여한 학생들은 본 연구 프로그램인 ‘F.I.T.’ 활동 이외에도 영재 수업이나 자율 동아리 등 여러 가지 학교 활동에 참여 중이며, 애초에 학생들의 진로 성숙도 또한 학교 평균 이상의 평점을 보였다는 점이다. F.I.T. 프로그램 이외에도 다양한 변인이 학생의 진로 태도 성숙에 영향을 끼쳤을 가능성이 있다. 이에 대한 연구 결과의 보정이 필요하리라고 본다.

다만, 우리는 연구에서 얻은 학생들의 피드백과 성과를 더 좋은 프로그램을 개발하는 데에 쓰고, 학생들을 고려한 교육과정을 운영하는 것으로 그 의미를 찾는 것이 옳을 것이다.



# 14



비교과활동의 일원화 위풍당당!!  
성장형 전공적성 프로그램 운영  
- 서울 용화여고 -



# 비교과활동의 일원화 위풍당당!! 성장형 전공적성프로그램 운영

## I. 운영배경

본교는 과학중점학교 3년차 학교로 안정적인 과학중점학교 운영을 위해 지금도 시행 착오를 겪고 있어 이런 프로그램을 소개할 수 있다는 것만으로도 큰 영광으로 생각하고 있다.

그 동안 본교도 다른 학교 사례를 참고하여 다양한 프로그램을 운영하였다. 전공 심화 수업부터 체험활동, 강연회, 창의융합 페스티벌, 과제연구 및 R&D 등에 이르기까지 다른 학교에서 이루어지는 모든 프로그램이 본교에도 있었고, 과학부 선생님들 모두 한마음이 되어 운영을 하였다. 그러나 그 동안의 운영결과를 평가해 본다면 활동은 많고 굉장히 힘들었지만 무엇인가 방향성이 없어 정리가 되지 않은 느낌이 많았고, 1회성 행사처럼 운영된 점이 많았다는 것이었다. 그래서 2017년 운영 계획을 세울 때 집중했던 부분은 하나의 뚜렷한 목표를 갖고 일관성 있게 프로그램을 운영하자는 것이었고, 가장 중요하게 생각했던 부분이 학생들이 진로와 적성을 고려하는 것이었다. 과학중점학교의 궁극적 목적은 인문사회 소양과 과학기술 전문성을 겸비한 과학 기술 인재양성이고, 우리가 이런 과학기술 인재를 키워낼 수 있는 방향으로 운영한다면 과학중점학교 본연의 역할을 다하는 것이라고 생각하였다. 이에 본교에서는 학생들의 진로희망을 분석하여 모든 비교과활동을 진로 및 적성에 맞게 구성하여 학생들의 진로 선택에 도움을 주고자 하였다. 대체로 학생들의 진로희망은 크게 화학계열, 의학 · 생명계열, 우주물리 · 공학계열, IT · SW계열로 나누어졌으며, 계열별로 지도 교사 그룹을 만들어 계열별로 세부 프로그램을 구성하였다. ‘성장형’이라는 의미는 GRIT에서 영감을 얻어 만들었으며, 열정과 끈기로 이 프로그램을 마친 학생들이 더

욱 성장했으면 하는 바람에서 '성장형'이라는 타이틀을 붙여 '위풍당당!! 성장형 전공 적성 프로그램'을 기획하였다.

## II. 운영방법

### 1. 성장형 전공전성 프로그램의 구성

'성장형 전공 적성 프로그램'을 간단히 정리하면 <표 1>과 같다.

<표 1> 성장형 전공적성 프로그램의 구성

| 학년    | 1학년                                                                                   | 2학년                           |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 프로그램명 | 위풍당당!!<br>성장형 전공 탐색 프로그램                                                              | 위풍당당!!<br>성장형 전공 적성 프로그램      |
| 공통    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 독서토론회, 「강연 6pm」</li> <li>▶ 수학심화수업</li> </ul> |                               |
| 계열    | 우주물리 · 공학계열                                                                           | 우주물리 · 공학계열                   |
| 선택    | 화학계열<br>의 · 생명계열<br>STEAM 융합계열                                                        | 화학계열<br>의 · 생명계열<br>IT · SW계열 |

용화여고 과학중점반을 졸업한 학생이라면 이 프로그램만큼은 이수하도록 하자는 의견을 바탕으로 1, 2학년 과학중점반 학생들에게 <표 1>에 제시된 계열 중 한 가지는 반드시 선택하여 이수하도록 하였다. 물론 과학중점반이 아닌 학생들도 참여를 원하는 학생은 지원이 가능하도록 하였다. 1학년의 경우 공통과정이므로 진로와 전공에 대한 탐색을 위해 학기별로 운영을 하였으며, 2학년의 경우 같은 계열로 1년 과정으로 운영하였다.

### 2. 계열별 공통 프로그램

#### 가. 인문학적 소양을 갖춘 과학인재 양성을 위한 독서토론 「Thinking explore & training」

독서토론 활동은 작년에 과학중점반 학생들 위주로 운영되었던 것을 반응이 좋아 전체 학년으로 확산시켜 운영했던 활동 중의 하나이다. 1학년과 2학년의 운영방법이 달랐는데, 1학년은 희망교사와 희망학생을 모집하여 이루어졌으며, 2학년은 전공적성



계열별로 운영하였다.

#### 1) 1학년 독서토론회

성장형 전공적성 프로그램 참여 여부에 관계없이 따로 운영되었으며, 그 방법은 <표 2>와 같다.

#### 2) 2학년 독서토론회

2학년은 계열별로 독서 토론활동은 실시하였다. 독서토론회 지도교사는 계열별 지도교사가 담당하였다. 2학년은 계열별로 학생수가 20~25명 내외로 구성되어 있어 전체가 한꺼번에 토론하는 방식이 어려울 것 같아 계열 내에서 다시 4개의 그룹으로 나누어 독서 토론이 이루어지도록 하였다. 지도교사는 독서토론에 직접 참여하지 않고 그룹별로 토론이 이루어지도록 분위기만 조성하도록 하였으며, 학생들과 특정 시간을 잡아놓고 그 시간에 항상 만나 독서를 하거나 토론을 하였다. 책 선정도 그룹별로 1권씩만 정하고 1권이 끝나면 그룹별로 서로 바꿔 읽는 방식으로 진행하였다.

<표 2> 1학년 독서토론회 세부내용

| 세부 내용 |                                                                                                                                                                                     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 방법    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 독서 소모임에 참여하기를 원하는 교사를 중심으로 5~10명 내외의 학생들이 소그룹을 이루어 함께 읽고 토론활동을 함.</li> <li>▶ 점심시간이나 금요일 7교시를 이용하여 토론 활동을 진행하며, 교사별로 자유롭게 운영하였음.</li> </ul> |
| 결과    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 2016년 대비 참여인원수 2배로 늘어남. 7팀 40명 → 13팀 80명</li> <li>▶ 과학부 외 인문계열 교사들의 참여율이 높아짐.</li> <li>▶ 활동지 양식을 통일함.</li> </ul>                           |

<표 3> 2학년 화학계열 독서토론

| 세부 내용 |                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 방법    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 목요일 점심시간 12:30~13:00</li> <li>▶ 책 목록 : 사라진 스펀, 오베라는 남자, 나무, 말하지 않는 한국사</li> <li>▶ 화학 관련 책과 인문학 책으로 책 목록을 구성하였으며, 학생들 스스로 책을 선정함.</li> <li>▶ 한 사람씩 토론 주제를 제시하고, 그와 관련된 내용으로 토론함.</li> </ul> |
| 결과    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 1년 동안 4권을 읽으려고 했으나, 시험기간 등이 빠지면서 2권밖에 읽지 못함.</li> <li>▶ 1주일 동안 일정 분량을 읽어온 후 모임 때는 토론만 하려고 하였으나, 다 읽어 오지 못한 학생들이 많아 읽기와 토론을 병행함.</li> </ul>                                                 |

## 나. 강연회 「강연 6PM」

그동안의 강연회는 대학 교수님이나 명사를 초청하여 전공한 분야에 대한 설명식 강연회 형태로 진행하였다. 올해는 진로에 집중하자는 구체적인 목표가 있었기에 강연회의 형식과 운영방법도 조금 변화를 주었다. 명사 초청 강연회라는 타이틀을 벗고 조금 더 친근하고 부드럽게 '강연 6PM'이라는 이름으로 변경하였고, 기존의 명사 초청 강연회와 전문 직업인 초청 강연 2가지 형태로 나누어 운영하였다.

- 1) 전문 직업인 초청 강연회 : 강연자를 본교 졸업생으로 구성하여 선배와 함께 하는 토크 콘서트 형식으로 진행되도록 하였다. 직업에 대한 구체적이고 현실적인 조언이 필요하다고 생각하여 이런 형식의 강연회를 기획하였으며, 진행 방식도 기존의 1명의 강사가 연속 2시간 정도로 이루어지는 강연회를 탈피하여 강사 당 30분 이내로 강연하여 짧은 시간동안 집중력 있는 강연이 될 수 있도록 하였으며, 1회 강연에 4명의 강연자가 순차적으로 강연한 후 함께 질의응답을 받는 형식으로 운영하였다. 이런 구성은 졸업생이었기에 가능하였으며, 선배로서 후배들에게 그 직업을 선택하게 된 이유, 준비과정 등을 솔직하게 이야기해 주어 학생들의 호응이 무척 좋았다.
- 2) 명사 초청 강연회 : 기존의 진행방식 대로 명사를 초청하여 1시간 30분에서 2시간 정도의 강연회를 실시하였으며, 학생들의 호응이 좋았거나 관심이 많은 분야의 명사를 초청하고자 하였다. 또, 전공 교수님의 강연은 각 계열별로 진행하였으며, 근처에 서울시립과학관이 새로 생겨 좋은 강연이 많아 전공 강연회는 서울시립과학관 강연회를 찾아서 진행하였다.

〈표 4〉 강연 6PM 목록

| 일시    | 강연 내용                    | 강연자                         |
|-------|--------------------------|-----------------------------|
| 5/31  | 전문 직업인과의 만남              | 산업공학 엔지니어, 수의사, 한의사, 앱개발자   |
| 7/19  | 거울 같은 그림 '조선시대 초상화'      | 문화재청 문화재 감정위원               |
| 8/30  | 전문 직업인과의 만남              | 방송리포터, 건축 구조사, 제약회사 사원, 간호사 |
| 10/26 | 과학의 힘으로 범인을 찾아라          | 前 국립과학수사연구원 원장님             |
| 11/8  | 공룡과 자연사 : 티라노가 털복숭이 었다고? | 서울시립과학관 관장님                 |

### 3. 계열별 선택 프로그램의 구성

성장형 전공적성 프로그램은 크게 화학 계열, 의생명 계열, 우주물리 계열, IT·SW 계열로 구분되어 운영되었다. 기본적으로 전공심화수업, 전공체험활동, 진로탐색활동의 3가지 영역으로 구분되며, 1학년은 학기별로 운영되므로 2학년 과정보다는 조금 더 단순하게 운영되었다.

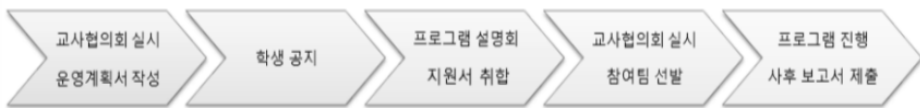
〈표 5〉 계열별 선택 프로그램의 구성

| 세부내용    |                                                         |
|---------|---------------------------------------------------------|
| 전공 심화수업 | 전공에 필요한 심화이론과 실험실습을 병행하는 수업                             |
| 전공 체험활동 | 전공과 관련한 기관을 방문하거나 학과 체험, 강연회, 캠프 등의 활동으로 전공에 대한 흥미도를 높임 |
| 진로 탐색활동 | 전공 관련 직업인을 만나는 활동                                       |

### 4. 학생 모집 방법

성장형 전공적성 프로그램이 기본 1의 기본 틀은 2월 과학부 워크숍에서 대부분 결정되었다. 세부 프로그램은 3월에 새 학기가 시작된 후 계열별 지도교사 협의회를 통해 결정하였으며, 계열별로 2학년의 경우 전공 심화수업, 전공 체험활동, 진로 탐색 활동을 합쳐 평균 40시간 정도 이수하도록 구성하였다.

과학부에서 운영하는 프로그램이 많다보니 항상 학생 선발이 문제가 되었다. 올해부터는 모든 프로그램의 참여자를 뽑을 때 지원서를 받고 과학부 협의회를 통해 학생 선발을 진행하도록 매뉴얼화 하였다. 〈그림 1〉과 같은 순서로 지원자를 선발하였다.



〈그림 1〉 학생 선발의 과정

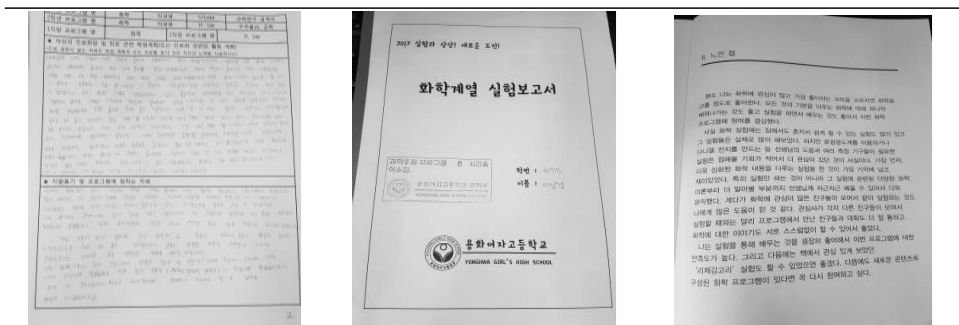
- 가. 필요성 : 프로그램의 취지를 이해하고, 교육적 효과를 높이기 위한 학생 선발의 중요성 인지, 업무 흐름 파악 및 프로그램 사후 관리가 용이
- 나. 학생 공지 : 본교는 일일교육계획(매일 매일 학교에서 중요한 사항을 공지 안내하는 계획서, 매일 인쇄되어 교무실 및 각 반에 게시함)에 모집요강 등을 간략하게

안내 후 일정이나 자세한 프로그램 계획서는 홈페이지 및 각 반에 게시하여 학생들을 모집함. 다음과 같은 간단한 안내서도 제시함.

- 다. 프로그램 설명회 : 점심시간이나 석식 시간을 이용하여 성장형 전공적성 프로그램에 대한 설명회를 실시함. 학생 공지를 하면 프로그램에 대해 문의사항이 많아 이에 특정 시간을 프로그램 설명회로 잡아 질의응답 시간을 마련함.
- 라. 지원서 보고서 틀 제공 : 프로그램의 기획 의도에 맞는 학생을 선발하기 위해 지원서 양식과 보고서 양식을 제공하며, 교사 협의회에서 지원서를 토대로 협의 후 학생을 선발함.

〈표 6〉 계열 선택을 돕는 학생 안내 자료

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ■ 화학계열        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 이런 학생 추천합니다!! | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 화학만큼은 재밌고, 내가 생각할 때 소질이 있는 것 같다.</li> <li>▶ 회를 먹을 때 레몬즙을 뿌리면, 산-염기반응을 떠올리는 등 생활 화학의 달인인 것 같다.</li> <li>▶ 실험에 흥미가 있고, 여러 가지 화학 실험도구와 기기를 직접 다루어 보고 싶다.</li> <li>▶ 문제를 해결할 때, 여러 가지 경우의 수를 고려하는 통찰력 있는 두뇌인 이다.</li> <li>▶ 인간의 생활을 널리 이롭게 하는 물질을 탐구하고 싶은 '홍익인간'의 정신을 지녔다.</li> </ul> |
| ■ 의·생명계열      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 이런 학생 추천합니다!! | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 좋아하는 사람 앞에서 심장이 뛰는 원리와 호르몬의 작용 과정이 궁금한 학생</li> <li>▶ 동식물에 대한 관심이 많으며, 자연친화적인 학생</li> <li>▶ 나는 왜 이렇게 생겼지 하며, 유전적 다양성을 분석하고자 하는 학생</li> <li>▶ 외모뿐만 아니라, 생명체의 해부학적 구조에도 관심이 많은 학생</li> <li>▶ 핵산과 단백질을 비롯한 생명체를 이루는 분자적 구조 및 특성에 대해 연구하고 싶은 학생</li> </ul>                             |
| ■ 우주물리·공학계열   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 이런 학생 추천합니다!! | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 수업 시간에 "이건 왜 이래요?"라고 질문해서 선생님을 당황시킨 적이 있다.</li> <li>▶ 하늘, 별, 바다, 산 등 자연에 대한 애착과 관심이 많다.</li> <li>▶ 길을 가다가도 문득 눈에 보이는 현상들이 왜 그런지 항상 궁금해 한다.</li> <li>▶ 지식에 대한 호기심과 열정이 넘친다.</li> <li>▶ 자연에서 가장 근본적인 원리를 알고 싶다.</li> </ul>                                                          |
| ■ IT·SW계열     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 이런 학생 추천합니다!! | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 컴퓨터를 잘 다루고, 논리적 사고에 소질이 있는 것 같다.</li> <li>▶ 컴퓨터의 작동 원리가 궁금하고, 주변의 기계를 보면 흥미가 생긴다.</li> <li>▶ 내가 직접 프로그램을 만들어 기계나 도구를 동작시켜보고 싶다.</li> <li>▶ 문제를 해결할 때, 여러 가지 경우의 수를 고려하는 통찰력 있는 두뇌인이다.</li> <li>▶ 인간의 생활을 널리 이롭게 하는 물질을 탐구하고 싶은 '홍익인간'의 정신을 지녔다.</li> </ul>                        |



〈그림 2〉 지원서 및 보고서 틀

### III. 운영의 실제

#### 1. 1학년 성장형 전공탐색 프로그램

1학년의 경우, 1학기에는 과제연구와 관련된 프로그램 운영으로 화학계열, 의생명계열, 인문사회 계열 진학을 원하는 학생들도 참여할 수 있는 프로그램인 STEAM 융합계열로 운영되었으며, 2학기에는 화학 계열, 의·생명 계열, IT·SW 계열(컴퓨터 코딩), 우주물리 계열, STEAM 융합 계열 등이 운영되었다. 다른 계열은 2학년과 비슷한 구성이므로 예시 자료로는 STEAM 융합 계열을 제시하겠다.

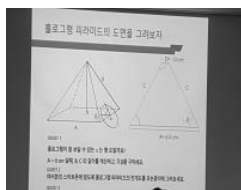
#### 가. 1학기 STEAM 융합

- 주제 : 미디어와 아트

미디어의 발전을 이끌었던 과학기술의 성과를 알아보고, 과학적 성과를 예술적 감성으로 승화할 수 있는 감성적 체험을 위한 프로그램으로 홀로그램의 원리, 미디어 파사드, 소리를 시각적으로 표현하는 방법, 이미지 리더 등의 수업으로 구성하였다.

〈표 7〉 1학기 STEAM 융합 프로그램

|            | 시기   | 내용             |
|------------|------|----------------|
| 전공<br>심화수업 | 5/9  | 홀로그램의 원리       |
|            | 5/16 | 미디어 파사드        |
|            | 5/20 | 소리의 시각화        |
| 전공 체험활동    | 5/30 | 이미지 리더(미술관 수업) |



홀로그램 도면그리기



미디어 파사드



소리의 시각화



이미지 리더

### 〈그림 3〉 미디어 아트 수업 활동 모습

## 나. 2학기 STEAM 융합

○ 주제 : 전통과학에 물들다

우리 조상이 자연에 대해 사색하고 경험하여 발견한 지식과 그 지식을 실용적으로 응용하여 창안해 낸 방법들에 대해 배우며, 그 우수성을 재발견할 수 있는 기회를 마련하고자 기획한 프로그램으로 꽃물 천연염색, 조선 성곽 건축의 꽃 수원 화성 탐방, 조암광물을 활용한 단청 그리기 등으로 수업을 구성하여 진행하였다.

〈표 8〉 2학기 STEAM 융합 프로그램

|         | 시기    | 내용                        |
|---------|-------|---------------------------|
| 전공 심화수업 | 9/13  | 꽃물 천연 염색                  |
|         | 11/1  | 거중기 만들기                   |
| 전공 체험활동 | 9/23  | 수원 화성 탐방                  |
|         | 10/21 | 불순물의 가치(조암광물을 활용한 단청 그리기) |



꽃물 천연염색



수원화성 탐방



불순물의 가치



거중기 만들기

### 〈그림 4〉 「전통과학에 물들다」 수업 활동

## 2. 2학년 성장형 전공적성 프로그램

〈표 9〉 2학년 성장형 전공적성 프로그램(화학계열)

|         | 시기   | 내용                          |
|---------|------|-----------------------------|
| 전공 심화수업 | 5/13 | MBL 산 · 염기 적정               |
|         | 5/20 | 나노 물질의 제조 및 금나노 용액의 성질 변화   |
|         | 5/27 | 분광광도계를 이용한 음료수의 카페인 정량분석    |
|         | 6/3  | MBL 크로마토그래피를 이용한 천연 색소의 분리  |
|         | 9/7  | 연료전지의 이해                    |
| 전공 체험활동 | 4/13 | '홍성욱의 STS, 과학을 경청하다' 강연회 참석 |
|         | 6/8  | '인공근육을 연구하기까지' 강연회 참석       |
|         | 8/7  | 서울대학교 화학과학과 탐방              |
|         | 8/8  | 한국원자력연구원, 한국에너지기술연구원 견학     |
|         | 9/6  | 꽃물 천연염색                     |
| 진로 탐색활동 | 7/25 | 화학 연구원과의 만남                 |
|         | 9/14 | 치과의사와의 만남                   |



MBL 산 · 염기 적정



인공근육 강연회 참석



서울대 화학과 탐방

〈그림 5〉 2학년 화학계열 활동 모습

〈표 10〉 2학년 성장형 전공적성 프로그램(의생명계열)

|         | 시기   | 내용                        |
|---------|------|---------------------------|
| 전공 심화수업 | 5/13 | 구강 상피 조직 세포 DNA 추출        |
|         | 5/20 | PCR에 의한 ALDH2 유전자 DNA 추출  |
|         | 5/27 | 제한효소 처리                   |
|         | 6/3  | 전기영동에 의한 ALDH2 유전자 DNA 확인 |
|         | 7/12 | 민물고기 해부                   |
|         | 9/9  | 양서류, 포유류의 해부학적 비교         |

|         |         |                        |
|---------|---------|------------------------|
| 전공 체험활동 | 6/10    | 청계천 생태체험               |
|         | 7/8~7/9 | 민물고기 채집 및 동정(1박 2일 캠프) |
| 진로 탐색활동 | 6/14    | 간호학의 모든 것              |
|         | 9/23    | 한의학의 모든 것              |



PCR에 의한 DNA 추출



천마산 민물고기 채집



간호사와의 만남

#### 〈그림 6〉 2학년 의·생명계열 활동 모습

〈표 11〉 2학년 성장형 전공적성프로그램(우주물리·공학계열)

|         | 시기          | 내용                             |
|---------|-------------|--------------------------------|
| 전공 심화수업 | 5/13        | MRI와 CT속의 과학                   |
|         | 6/10        | 공학속의 물리학                       |
|         | 7/8         | 유체 역학을 말하다                     |
|         | 7/21        | 중력파를 통한 우주 탄생의 비밀              |
|         | 8/26        | 생활 속 물리 현상을 알기 쉬운 UCC 영상으로 제작  |
| 전공 체험활동 | 4/13        | '홍성욱의 STS, 과학을 경청하다' 강연회 참석    |
|         | 5/23        | 미디어아트 제작을 위한 피지컬 컴퓨팅과 이미지 프로세싱 |
|         | 8/8         | 국가 핵융합 연구소, 대전중앙과학관 탐방         |
| 진로 탐색활동 | 7/21 ~ 7/23 | 소백산 천문캠프(천문학자와의 만남)            |
|         | 9/19        | 방사선사와의 만남                      |



소백산 천문캠프



천문학자와의 만남



대전 중앙과학관 탐방

#### 〈그림 7〉 2학년 우주물리·공학계열 활동 모습



〈표 12〉 2학년 성장형 전공탐색 프로그램(IT, SW계열)

|            | 시기                  | 내용                           |
|------------|---------------------|------------------------------|
| 전공<br>심화수업 | 4/12                | 비버챌린지                        |
|            | 5/2                 | 언플러그드 코딩 - 문제해결 연습           |
|            | 5/8, 5/19, 5/22     | 코드업 기초 100제                  |
|            | 6/5                 | 비버챌린지 심화                     |
|            | 9/6                 | 파이썬 기초                       |
|            | 9/13                | 파이썬 심화                       |
|            | 9/18, 9/20,<br>9/22 | 아두이노를 이용한 피지컬 컴퓨팅 문제해결       |
|            | 10/20               | 아두이노 프로젝트 발표                 |
| 전공<br>체험활동 | 6/1                 | '아이 날아주는 로봇은 없나요' 강연회 참석     |
|            | 8/8                 | 고려대학교 공학계열 학과 탐방             |
|            | 8/8                 | VR 플러스 체험활동                  |
| 진로<br>탐색활동 | 7/7                 | 인간과 로봇, 미래의 직업 변화 영상 시청 및 토론 |



피지컬 컴퓨팅



파이썬 실습



짱 프로그래밍

〈그림 8〉 2학년 IT, SW계열 활동 모습

## IV. 결론

### 1. 운영결과

- 가. 과학중점학교를 운영하는 하나의 큰 틀을 마련하여 안정적인 과학중점 학교 운영에 도움이 되었다.
- 나. 비교과 활동을 일회성 행사가 아닌 하나의 통합된 프로그램으로 운영하여 일관성 있는 교육이 이루어지도록 하였으며, 공지된 연간계획에 맞춰 운영되므로 학생, 학부모 및 교사가 활동을 준비하는데 용이하였다.

다. 학생들이 자신의 전공하고 싶은 계열에 맞게 프로그램을 선택하도록 하여 만족도가 높았으며, 과학중점반 학생들은 거의 대부분이 성장형 전공적성 프로그램의 한 가지 계열에 속해 있어 진로 설정에 도움을 주었다.

## 2. 운영상의 문제점

- 가. 화학이나 의학 · 생명 계열처럼 담당교사가 많은 교과와 경우, 프로그램의 내용도 다채롭고 교사간의 역할 분담도 잘 이루어져 비교적 수월하게 이루어질 수 있었지만, IT · SW 계열의 경우 담당교사가 1명이라 모든 전공 심화수업, 전공 체험활동, 진로 탐색활동까지 모두 다 계획하고 실행하기 어려운 측면이 있었다.
- 나. 1학년의 경우, 전공 탐색 과정이라 학기별로 다른 전공을 선택할 수 있었지만, 2학년의 경우 선택한 전공을 중간에 바꾸면 새로운 계열 프로그램에 적응하는데 시간이 걸렸다.
- 다. 2학년의 경, 심화된 전공 수업을 진행하고자 거의 1년 과정으로 운영하였지만, 물리, 화학, 지구과학, 생명과학을 본격적으로 수업도 하기 전에 계열을 선택하게 하는 것이 옳은 것인지 의문이다. 1학년은 학기별로 운영되다 보니 중간고사 기간을 피하면 11월이 넘어서 끝나는 프로그램도 있어, 2학년의 경우 교육과정에 부담이 될 수도 있어 학기별로 운영하기에 부담이 될 수도 있다.
- 라. 수학 교과 심화 과정도 원하는 학생들은 동시에 이수할 수 있도록 하면서 계열별 프로그램과 날짜가 겹치지 않게 일정을 구성하기가 어려웠다.

## 3. 제언

- 가. 성장형 전공적성 프로그램도 방과 후에 이루어지는 활동이라 담당교사가 모든 것을 해결하려고 하면 운영하기가 어렵다. 본교의 경우, 근처에 과학관이 있어 심화수업의 경우 과학관과 연계하여 운영하기도 하였으며, 외부 강사를 초빙하여 운영하기도 하였다.
- 나. 진로상담부의 다양한 소스를 활용하면 좋다. 전공 교수님이나 직업인 등에 대한 정보를 많이 갖고 있어 도움이 되었다.

# 15



자기주도적 진로 탐색을 위한  
SM-ART 프로그램 운영  
- 전남 여수고 -



# 자기주도적 진로 탐색을 위한 SM-ART 프로그램 운영

## I. 배경 및 목적

과학중점학교의 비교과 활동은 수업 시간표상에 제시된 교과 이외의 모든 활동을 의미하며, 교내와 교외 체험활동을 모두 포함한다. 획일화된 단체 진로 체험활동을 지양하고 소규모 그룹의 진로 체험활동을 통한 학생 주도적 진로 역량을 제고하며, 다양한 체험활동을 통해 경험의 폭을 넓히고 일상 속에서의 유의미한 활동을 할 수 있도록 권장한다.

그러나 비교과 활동을 교외 체험활동이라고만 생각하는 경우가 많아 부담을 갖는 경우가 있으며, 교과 밖 경험을 교과 내 지식과 연결시키지 못해 의미가 결여된 활동이 빈번히 이루어져 일회성 참여형 활동으로 끝나버리는 경우가 많다. 이러한 문제점을 해결하고자 테마를 갖는 의미 있는 비교과 활동을 통해 학생 주도적으로 자신의 진로를 탐색할 수 있도록 SM-ART 프로그램이라는 구조화된 비교과 활동을 운영하였으며, 그 내용을 소개하고자 한다.

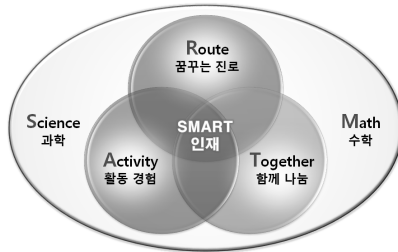
## II. 운영

### 1. SM-ART 프로그램의 개요

자기주도적으로 이공 계열 진로를 탐색할 수 있는 스마트 인재 육성을 위하여 본교에서 개발한 비교과 활동 프로그램으로 **과학(Science)** · **수학(Math)**의 **활동 경험(Activity)**, **진로(Route)**, **함께 나눔(Together)** 활동을 구조화하여 만든 프로그램이다.

SM-ART 활동과 더불어 본교의 특화연구인 PRE (문제 생성, 문제 재구성, 문제 정

교화) 문제발견 활동을 연계 운영하여 진로탐색과 동시에 문제발견이 이루어질 수 있도록 하며, 인성과 창의, 자기주도와 협력을 바탕으로 한 소그룹 테마활동을 통해 긍정적인 과학 마인드 함양 및 이공계 진로 역량을 제고할 수 있도록 하는 프로그램이다.



〈그림 1〉 SM-ART 프로그램

## 2. SM-ART 프로그램의 운영 과정 및 방법

SM-ART 프로그램은 다음의 단계를 바탕으로 운영하였다. 먼저 학기 초에 과학·수학의 탐구활동, 나눔과 배려(봉사), 진로 영역에 대한 활동 계획을 수립하였고, 다른 부서의 협력이 필요한 활동과 수리과학부 주관 행사를 파악하여 프로그램 추진이 원활하게 이루어질 수 있도록 하였다. 구체적인 내용은 상황에 따라 변경이 되기도 하였지만, 사전에 계획을 세워 운영하다보니 홍보 및 참가자 모집이 훨씬 수월하였다. 한 달 전에 미리 행사를 공지하여 참가자를 확정된 후 활동을 실시하였고, 각 테마 별 활동 후에는 보고서를 제출하도록 독려하여 포트폴리오를 수시로, 꾸준히 누적 관리할 수 있도록 하였으며, 꿈·길·찾아 Diary를 만들어 배부 및 작성하도록 하여 피드백 및 자기반성이 이루어질 수 있도록 관리하였다. 또한, 특화연구와 연계하여 비교과 활동의 활동 경험, 진로, 함께 나눔의 각 영역 속에서 문제발견이 이루어질 수 있도록 문제발견 활동지를 작성하고, 탐구 문제를 찾을 수 있도록 하였다. SM-ART 프로그램의 모든 활동은 2학기에 보고서 쓰기 대회 및 포트폴리오 대회, 탐구문제발견대회를 통해 피드백하였다.



〈그림 2〉 SM-ART 프로그램 운영 절차

💡 **Tips** 프로그램이 효과적으로 운영되기 위해서는 학생의 적극적인 참여가 필수이다. 따라서 SM-ART 프로그램 운영의 가장 중요한 포인트는 홍보이다.

### 3. SM-ART 프로그램의 구성 및 적용

#### 가. SM-Activity 「과학·수학 활동 경험」프로그램

「과학·수학 활동 경험」프로그램은 교내·외 과학·수학 실험활동, 경시대회, 토론 활동, 체험활동 등을 통하여 탐구 분위기를 조성하고, 학생들에게 과학·수학 활동에 대한 흥미와 참여도를 적극적으로 높이고자 하였으며, 동아리 탐구 실험 및 창의 과학·수학 캠프, 교과 외 R&E 활동을 통하여 심화 활동을 추진하였다. 체험활동의 경우, 1학년부와 2학년부, 수리과학부와 인문사회부가 주최하여 추진하였으며, 수학, 과학 교사뿐만 아니라, 국어, 영어, 역사, 사회, 음악 교과의 교사가 협력하여 참여함으로써 과학적 소양과 함께 인문학적 소양을 함양할 수 있도록 하였다. 동아리 학생들을 중심으로 운영하기도 하였고, 진로가 비슷한 학생들끼리 그룹을 이루어 진로에 맞는 체험활동을 운영하여 비교과 활동을 통해 진로를 탐색 및 확장할 수 있도록 기회를 제공하였다.

〈표 1〉 과학·수학 활동 경험

| 영역       | 내용                    | 일시               | 장소      |
|----------|-----------------------|------------------|---------|
| 과학<br>창의 | 발명품아이디어대회             | 2017.3.13.       | 과학실     |
|          | 제39회 전남학생과학발명품경진대회    | 2017.5.10.       | 전남과학교육원 |
|          | 발명이야기 글짓기 대회          | 2017.5.19.       | 과학리소스실  |
|          | 전남학생발명이야기 글 공모전       | 2017.6.9.        | 과학리소스실  |
|          | 대한민국학생창의력챔피언대회 전남예선대회 | 2017.6.10.       | 전남과학교육원 |
|          | 사이언스 매직쇼              | 2017.6.14.       | 시청각실    |
|          | 발명품대회                 | 2017.10.25.      | 과학실     |
|          | 융합과학(STEAM)대회         | 2017.4.5.        | 과학실     |
|          | 전남청소년과학탐구대회 융합과학부문    | 2017.6.8.        | 전남과학교육원 |
|          | 탐구문제발견대회              | 2017.10.10.      | 과학실     |
| 과학<br>토론 | 과학탐구토론대회              | 2017.4.12.       | 과학실     |
|          | Survival Science Talk | 2017.6.7.        | 시청각실    |
|          | 전남청소년과학탐구대회 과학토론부문    | 2017.6.15.       | 전남과학교육원 |
| 과학<br>실험 | 자연원리탐구대회              | 2017.3.21.       | 과학실     |
|          | 학생과학탐구올림픽 고등학교과학탐구대회  | 2017.4.13./6.13. | 전남과학교육원 |
|          | 세종과학교실 「물리·화학·의생명」    | 2017.6.17.       | 과학실     |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                  |                   |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|
| 과학<br>실험  | 여수고 창의과학캠프                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2017.7.8.~9.     | 과학실               |
|           | 고등학생 창의·융합형 과학심화캠프                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2017.8.9.~11.    | 전남과학교육원           |
|           | 탐구보고서쓰기대회                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2017.10.12.      | 과학실               |
|           | 과학사 속 지구과학                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2017.4.~7.       | 지구과학실             |
|           | 창의사이언스 1기                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2017.4.~7.       | 화학실험실             |
|           | 창의사이언스 2기                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2017.8.~11.      | 화학실험실             |
|           | 망원경으로 해(sun) 봐                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2017.7.~8.       | 지구과학실             |
|           | 「나뚜라」 연합동아리 화학 탐구 실험                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2017.4.~12.      | 화학실험실             |
|           | 이콜로지 외 8개 과학 상설동아리 탐구활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2017.3.~12.      | 과학실               |
| 과학<br>R&E | 제63회 전남과학전람회                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2017.5.23.       | 전남과학교육원           |
|           | 과제연구 계획 발표                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2017.6.14.~15.   | 과학실               |
|           | 제63회 전국과학전람회                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2017.8.10.       | 정부세종컨벤션센터         |
|           | STEAM R&E 중간발표회                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2017.9.2.        | 이화여자대학교           |
|           | 전남과학동아리발표대회                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2017.9.7.        | 전남과학교육원           |
|           | 과제연구발표대회                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2017.10.13.      | 과학실               |
| 과학<br>체험  | 「제주도 수학여행」 생태 과학 탐구                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2017.5.9.~12.    | 제주도               |
|           | 「황석산 수련활동」 자연 속 과학 찾기                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2017.5.17.~19    | 황석산               |
|           | 토요일에 찾아가는 지질-화석탐사                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2017.6.3.        | 신안군 일대            |
|           | 목포자연사박물관 체험활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2017.6.4.        | 자연사박물관            |
|           | Sirius 천체 관측                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2017.6.12.       | 운동장               |
|           | 국립고흥청소년우주체험센터 「우주과학교실」                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2017.8.6.~7.     | 국립고흥<br>청소년우주체험센터 |
| 수학<br>창의  | 태양 관측                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2017.4.~11.      | 운동장               |
|           | 수리탐구창의력대회                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2017.4.13.       | 수학실               |
|           | 수학마인드맵그리기대회                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2017.7.12.       | 시청각실              |
| 수학<br>토론  | 수학독서퀴즈대회                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2017.7.12.       | 수학실               |
|           | 수학독후감쓰기대회                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2017.7.12.       | 수학실               |
| 수학<br>실험  | 여수고 창의수학캠프                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2017.8.19./8.26. | 수학실               |
|           | 「수학나누기」 연합동아리 수학탐구 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2017.4.~12.      | 수학실               |
|           | 「우리 동네 수학교실」 수학 탐구 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2017.9.~12.      | 수학실               |
|           | 수학놀이터 외 5개 수학 상설동아리 탐구활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2017.3.~12.      | 수학실               |
| 수학<br>체험  | 「Amazing Math」 수학체험활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2017.6.10.       | 국립중앙과학관           |
|           | 「  +  산악의 -  동굴의 ×  이별 =  」 수학축전체험활동 | 2017.10.28.      | 목포자연사박물관          |





〈그림 3〉 사이언스 매직쇼



〈그림 4〉 우주과학교실



〈그림 5〉 창의융합심화캠프



〈그림 6〉 지질-화석탐사



〈그림 7〉 Survival Science Talk



〈그림 8〉 Amazing Math

#### 나. SM-Together 「과학·수학 함께 나눔」프로그램

「과학·수학 함께 나눔」프로그램은 여수고 창의탐구교실, 나뚜라 과학놀이교실, 우리 동네 수학교실, 전남 과학축전, 전남 수학축전, 열려라! 즐거운 화학세상을 테마로 교육기부 활동을 하였고, 과학과 수학 탐구활동을 통해 나눔과 배려를 실천하도록 하였으며, 이러한 활동을 통하여 지역 거점 학교로서의 역할과 과학중점학교로서의 여수고를 적극 홍보하였다.

〈표 2〉 과학·수학 함께 나눔

| 영역       | 내용                            | 일시                | 장소       |
|----------|-------------------------------|-------------------|----------|
| 과학<br>나눔 | 여수고 창의탐구교실 1기 실험 도우미 활동       | 2017.5.20./5.27.  | 과학실      |
|          | 여수고 창의탐구교실 2기 실험 도우미 활동       | 2017.6.10./6.17.  | 과학실      |
|          | 여수고 창의탐구교실 3기 실험 도우미 활동       | 2017.9.9./9.16.   | 과학실      |
|          | 「전남과학축전」 부스 도우미 활동            | 2017.4.22.        | 광양종화운동장  |
|          | 「교사·학생·학부모가 함께하는 과학교실」 도우미 활동 | 2017.5.31./9.13.  | 과학실      |
|          | 나뚜라 과학놀이교실 실험 도우미 활동          | 2017.5.20.~10.21. | 과학실      |
| 수학<br>나눔 | 「열려라! 즐거운 화학세상」 실험 도우미 활동     | 2017.9.2.         | 여수석유화학고  |
|          | 「우리 동네 수학 교실」 멘토-멘티 활동        | 2017.9.9.~12.16.  | 수학실      |
|          | 「전남수학축전」 부스 도우미 활동            | 2017.10.28.       | 목포자연사박물관 |



〈그림 9〉 창의탐구교실



〈그림 10〉 과학놀이교실



〈그림 11〉 우리동네 수학교실

#### 다. SM-Route 「과학·수학 꿈꾸는 진로」 프로그램(표 3, 그림 12~15)

「과학·수학 꿈꾸는 진로」 프로그램은 학생의 흥미와 적성을 발견할 수 있는 다양한 진로 체험의 기회를 제공하고, 활동 내용을 포트폴리오로 관리하여 자신의 잠재력을 파악하고 진로를 선택할 수 있도록 진로 지도 체계를 수립하여 운영하였다. 무엇보다 진로 프로그램 운영 시 중요한 것은 학교의 각 부서들 간의 긴밀한 협력이었으며, 협력을 바탕으로 학생의 흥미와 적성에 맞는 올바른 진로 선택이 이루어질 수 있도록 노력하였다. 특히, 이공계 분야 전문가를 초청하여 강연을 통해 대화하면서 과학 및 수학 원리를 탐구하는 기회를 주기적으로 제공하였다. 직접 실험을 통해 원리를 탐구하는 활동도 의미가 있지만, 선배 전문가의 경험을 바탕으로 한 이야기는 학생들에게 더 큰 공감과 영감을 이끌어낼 수 있었다.



〈그림 12〉 부서별 협력을 통한 학생 진로 지도 및 관리

〈표 3〉 과학·수학 꿈꾸는 진로

| 영역       | 내용                       | 일시          | 장소    |
|----------|--------------------------|-------------|-------|
| 과학<br>진로 | [과학 멘토-멘티] 선후배 진로 멘토링    | 2017.7.~10. | 지구과학실 |
|          | 과학자의 탐구 엿보기 「과제연구의 수행」   | 2017.3.17.  | 화학실험실 |
|          | 과학자의 탐구 엿보기 「R&E 보고서 작성」 | 2017.5.23.  | 시청각실  |
|          | 리더십아카데미 「과학으로 사고하기」      | 2017.5.24.  | 시청각실  |

|          |                           |             |        |
|----------|---------------------------|-------------|--------|
| 과학<br>진로 | 과학자의 탐구 엿보기 「천문학과 천체관측」   | 2017.6.12.  | 지구과학실  |
|          | 리더십아카데미 「유전학의 역사와 미래」     | 2017.7.12.  | 시청각실   |
|          | 찾아가는 해양교실 「해양환경보전과 우리 역할」 | 2017.7.12.  | 시청각실   |
|          | 찾아가는 환경교실 「작가와 숲에서 삶을 묻다」 | 2017.8.16.  | 시청각실   |
|          | 리더십아카데미 「심리학은 과학이다」       | 2017.9.16.  | 시청각실   |
|          | 「멘토에게 길을 묻다」 - 기계공학 진로탐구  | 2017.9.20.  | 2-7 교실 |
|          | 「멘토에게 길을 묻다」 - 건축공학 진로탐구  | 2017.9.20.  | 2-9 교실 |
|          | 「멘토에게 길을 묻다」 - 해양수산 진로탐구  | 2017.9.20.  | 1-6 교실 |
|          | 「멘토에게 길을 묻다」 - 치의학 진로탐구   | 2017.9.20.  | 2-2 교실 |
| 수학<br>진로 | 「멘토에게 길을 묻다」 - 약학 진로탐구    | 2017.9.20.  | 2-3 교실 |
|          | [수학 멘토-멘티] 선후배 진로 멘토링     | 2017.8.~11. | 수학실    |
| 진로<br>대회 | 「멘토에게 길을 묻다」 - 수학교사 진로탐구  | 2017.9.20.  | 수학실    |
|          | 포트폴리오대회                   | 2017.11.1.  | 과학실    |
|          | 진로중심 자율주제 연구대회            | 2017.12.13. | 시청각실   |



〈그림 13〉 리더십 아카데미



〈그림 14〉 선후배 진로 멘토링



〈그림 15〉 기계공학 진로탐구

진로 열기

→ 나의 진로는?

1, 2학년을 대상으로 심리 적성 검사(2017.4.26., 5.24.)를 실시하여 자신의 적성과 흥미에 대해 파악하게 함으로써 자기 자신을 알아볼 수 있는 기회를 제공하였다.

진로 묻기

→ 멘토에게 길을 묻다, 그룹별 진로탐색

1) 멘토에게 길을 묻다

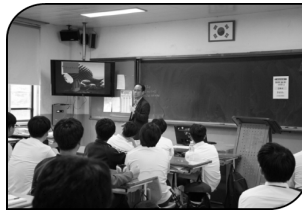
진로체험의 날(2017.9.20.)을 통해 교수, 연구사 등의 전문가들이 직접 멘토가 되어 학생들과 소통하며, 진로에 대해 묻는 시간을 가졌다.

〈표 4〉 진로체험의 날 진로 묻기 활동 내용

| 진로 분야 | 멘토     | 진로 분야   | 멘토      | 진로 분야 | 멘토      |
|-------|--------|---------|---------|-------|---------|
| 기계 설계 | 교수 문OO | 치과 의학   | 의사 심OO  | 건축 공학 | 교수 정OO  |
| 약학    | 약사 김OO | 소방 및 안전 | 소방관 신OO | 해양 수산 | 연구사 최OO |
| 물리 치료 | 교수 정OO | 자연계열 교사 | 교사 박OO  | 해양 경찰 | 경찰 최OO  |



〈그림 16〉 물리치료 분야



〈그림 17〉 건축 분야



〈그림 18〉 해양 분야

#### ○ 그룹별 진로탐색

잡월드를 활용한 그룹별 진로탐색(2017.10.14.) 프로그램을 통해 자신에게 맞는 진로 및 직업을 탐색할 수 있는 기회를 제공하였다.

**진로 확장** →

**많이 체험하기! 미리 경험하기!**

1) 많이 체험하기! → 동아리별 자율 체험활동 제공

동아리별 자율 진로체험활동을 통해 획일화된 단체 체험활동을 지양하고, 소규모 진로체험을 실시하여 진로 확장의 기회를 제공하였다(2017.4.1.~10.28.).

2) 미리 경험하기! → 학년별 대학 탐방으로 대학 및 학과 경험활동 제공

1학년은 원광대 「진로직업체험활동」프로그램 운영을 통해 다양한 대학과정과 직업에 대한 사고를 확장할 수 있는 기회를 제공하였고(2017.10.20.), 2학년은 「진로체험학습」 프로그램과 연계하여 대학을 탐방할 수 있도록 하였다.

**진로 설정** →

**체계적 준비**

입시 전략 프로그램을 통해 자신에게 적합한 입시 전형을 찾고 체계적으로 준비할 수 있도록 기회를 제공하였다.

〈표 5〉 진로 설정을 위한 교육

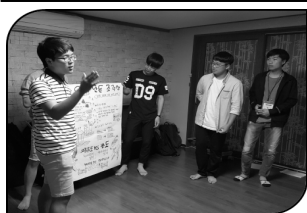
| 내용                | 담당                | 일시           |
|-------------------|-------------------|--------------|
| 전공 설계 역량 함양 모의 면접 | 전라남도학생교육원         | 2017.9.1.~3. |
| 학생부 종합 전형 이해와 대비  | 성OO(능주고 진로진학상담부장) | 2017.10.25.  |

## 라. SM-ART 프로그램의 교과 연계 활동 내용

SM-ART 프로그램의 세 영역 중 활동 경험(Activity) 영역이 단순한 활동으로 그치는 체험활동이 아닌 교과 내 지식과 교과 밖 경험을 의미 있게 연결하여 비교과 활동을 통해 교과 내용에 대한 이해도 및 흥미도를 향상시키고, 과학 및 수학 원리를 적용해 볼 수 있는 유의미한 기회가 될 수 있도록 하기 위해 교과 연계 비교과 활동을 실시하였다. 과학 및 수학 교사의 협력을 바탕으로 사전 또는 사후에 교과 수업을 통해 개념을 학습하고, 현장 학습을 통해 확인 및 적용할 수 있도록 하였다.

〈표 6〉 교과 연계 비교과 활동 운영 내용

| 교과 | 프로그램명          | 과목 및 관련 내용                                                    |
|----|----------------|---------------------------------------------------------------|
| 과학 | 제주도 생태 과학 탐구   | [생명과학 I] 생태계의 구성과 기능                                          |
|    | 황석산 자연 속 과학 찾기 | [생명과학 I] 생태계의 구성과 기능                                          |
|    | 과학으로 사고하기      | [생명과학 I] 생명과학의 이해                                             |
|    | 지질-화석 탐사       | [과학] 생명의 진화 [지구과학 I] 아름다운 한반도                                 |
|    | 목포자연사박물관 체험활동  | [과학] 생명의 진화 [지구과학 I] 아름다운 한반도                                 |
|    | 천문학과 천체관측      | [과학] 태양계와 지구 [지구과학 I] 천체관측                                    |
|    | 사이언스 매직쇼       | [화학 I] 화학결합 [물리 I] 힘과 에너지의 이용                                 |
|    | 세종과학교실         | [물리 I] 자기장의 이해 [화학 I] 산화환원반응<br>[생명과학 I] 항상성과 몸의 조절           |
|    | 유전학의 역사와 미래    | [과학] 생명의 진화 [생명과학 I] 유전                                       |
|    | 해양환경보전과 우리 역할  | [지구과학 I] 환경오염                                                 |
|    | 망원경으로 해(sun)봐  | [과학] 태양계와 지구 [지구과학 I] 천체관측                                    |
|    | 여수고 창의과학캠프     | [과학] 인류의 건강과 과학기술 [물리 I] 자기장<br>[화학 I] 산화환원반응 [지구과학 I] 지구의 변화 |
|    | 우주과학교실         | [과학] 태양계와 지구 [지구과학 I] 천체관측                                    |
|    | 작가와 숲에서 삶을 묻다  | [지구과학 I] 환경오염 [생명과학 I] 생태계의 기능                                |
|    | 심리학은 과학이다      | [생명과학 I] 항상성과 몸의 조절                                           |
|    | 지역사회 연계 체험활동   | [생명과학 I] 생태계의 구성과 기능                                          |



### 〈그림 19〉 아름다운 한반도



### 〈그림 20〉 천체관측



### 〈그림 21〉 생태계의 구성

마. SM-ART 프로그램을 통한 탐구 문제 발견

과제연구와 같은 자유탐구활동의 주제 선정에 대한 어려움을 해결하고자 본교에서 특화연구로 실시하고 있는 PRE 문제발견 프로그램을 SM-ART 비교과 프로그램과 연계하여 1, 2학년을 대상으로 탐구 문제발견 활동을 실시하였다. 활동 경험(Activity), 진로(Route), 함께 나눔(Together)의 각 영역의 활동 후 수시로 문제발견 활동지를 점검하여 꾸준히 기록할 수 있도록 지도하였고, 발견한 탐구 문제의 과학적 가치성, 실현 가능성 등을 활동지를 바탕으로 점검하면서 보완 및 발전될 수 있도록 지도하였다. 비교과 프로그램을 통한 문제발견 활동은 교내 탐구문제발견대회를 통해 피드백하였고, 활동에 대한 동기 부여가 되도록 노력하였다.

| 단계  | 문제 인지(Pernicing problem)                                                                                                                                                                                        | 방법                                                                                      | PO / 도표 / 그림판 활용                                                                        |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1단계 | <p>가장 먼저 문제를 이해한다.</p>  <p>이제 문제를 이해했다. 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> <p>이제 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p>              | <p>이제 문제를 이해했다. 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> <p>이제 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> | <p>이제 문제를 이해했다. 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> <p>이제 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> |
| 2단계 | <p>문제를 재구성한다.</p>  <p>이제 문제를 이해했다. 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> <p>이제 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p>                   | <p>이제 문제를 이해했다. 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> <p>이제 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> | <p>이제 문제를 이해했다. 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> <p>이제 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> |
| 3단계 | <p>문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p>  <p>이제 문제를 이해했다. 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> <p>이제 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> | <p>이제 문제를 이해했다. 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> <p>이제 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> | <p>이제 문제를 이해했다. 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> <p>이제 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> |
| 4단계 | <p>문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p>  <p>이제 문제를 이해했다. 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> <p>이제 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> | <p>이제 문제를 이해했다. 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> <p>이제 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> | <p>이제 문제를 이해했다. 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> <p>이제 문제를 풀기 위해 어떤 방법을 사용할지 생각해본다.</p> |

### 〈그림 22〉 Activity를 통한 문제발견

| 단계 | 문제 인지(Perceiving problem)     | 방법 | CP / 도출물 / 현상 / 현상 / 결과 |
|----|-------------------------------|----|-------------------------|
| 1  | 문제 인지(Perceiving problem)     | 방법 | CP / 도출물 / 현상 / 현상 / 결과 |
| 2  | 문제 재구성(Reformulating problem) | 방법 | CP / 도출물 / 현상 / 현상 / 결과 |
| 3  | 문제 탐구(Exploring the problem)  | 방법 | CP / 도출물 / 현상 / 현상 / 결과 |
| 4  | 문제 해결(Solving the problem)    | 방법 | CP / 도출물 / 현상 / 현상 / 결과 |

※ 문제 재구성 단계는 문제의 본질을 파악하고, 문제를 해결하기 위한 조건을 설정하는 단계이다.

※ 문제 탐구 단계는 문제를 해결하기 위한 다양한 방법을 시도하고, 그 결과를 평가하는 단계이다.

※ 문제 해결 단계는 문제를 해결하기 위한 최종 방법을 선택하고, 그 결과를 검증하는 단계이다.

### 〈그림 23〉 Route를 통한 문제 발견

[illegible]

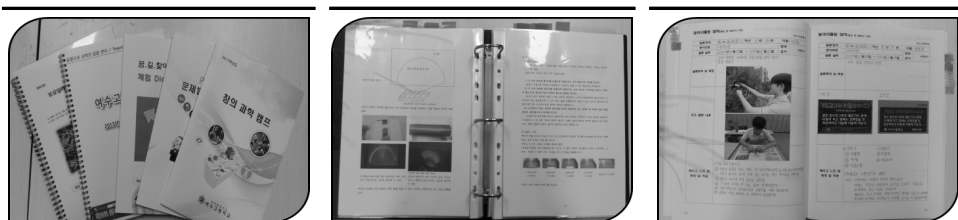
### 〈그림 24〉 Together를 통한 문제발견



## 바. SM-ART 프로그램을 통한 진로탐색 후 포트폴리오 기록

1학년은 과학 교양 수업의 활동을 중심으로 과학 체험 및 동아리 활동 등 다양한 분야의 내용을 창의적으로 기록할 수 있도록 지도하였고, 2학년은 과학중점반 학생의 경우, 학생주도형 탐구 활동이 잘 드러날 수 있도록 탐구 일지 작성에 관한 중요성 지도, 과제연구 보고서 작성과 관련하여 내용 지도, 과학수학 분야의 체험활동 후 활동 보고서 작성을 지도하였다. 3학년은 1~2학년 때의 기록을 바탕으로 자신의 진로 지원과 관련된 부분 중 부족한 활동을 기록할 수 있도록 지도하였다.

학생들이 과학·수학의 활동 경험, 함께 나눔, 진로 활동을 통해 자기주도적으로 진로를 탐색한 후 각 활동 영역에 대해 체계적으로 관리 및 피드백이 이루어질 수 있도록 하기 위해 「꿈. 길. 찾아 체험 Diary」를 제작하여 1,2학년 학생들에게 배부한 뒤 누적 관리하도록 하였다. 8월 중간 점검 및 진단을 통해 피드백을 하였는데, 1학기 동안 활동했던 체험 활동 및 연구 활동에 관한 전체적인 점검을 실시하였고, 교내 탐구보고서쓰기대회(실험분야, 체험분야)를 실시하여 중간 점검을 하였다. 그 후 11월 교내 포트폴리오대회를 통해 1년 동안의 활동을 정리할 수 있도록 하였다.



〈그림 25〉 학생 포트폴리오

## III. 결론

학교에서 추진하는 다양한 과학 및 수학 활동들이 학생의 진로에 의미 있는 활동이 되려면 어떻게 해야 할지에 대해 동료 교사들과 함께 고민을 많이 했었다. 시간을 내어 고민하고 계획을 세워 추진하였는데, 학생들이 ‘재미없어요, 의미 없어요’라는 반응을 보일 때면 힘이 빠지기도 하고 반성하게 된다. 이러한 일이 되풀이되지 않도록 활동 경험, 진로, 함께 나눔의 SM-ART 프로그램을 계획하여 추진하게 되었다. 이를 통해 각각의 활동 속에서 과학, 수학, 기술, 공학, 예술의 영역을 찾아보는 계기가 되었고, 학생들의 꿈과 진로와 연계된 활동을 고민하다보니 과정은 비록 힘들었지만 학생들에게 보다 의미 있는 활동을 제공할 수 있었다. 특히, 교과 연계 비교과 활동을

통해 과학·수학 학습에 대한 흥미와 이해도가 향상되어 학생들의 학습 활동에 도움을 주었고, 과학·수학에 대한 자신감 증가로 관련 진로 희망 비율이 증가하였다. 또한, 과학교양 교과서 속 테마를 위주로 문제발견 활동을 하는데 그치지 않고 SM-ART 프로그램과 연계하여 생활 속에서 자신이 활동한 경험, 나눔, 진로의 각 테마 속에서 다양한 탐구 문제를 발견해봄으로써 문제 발견에 대한 자신감이 신장되었고, 생활 속 과학 현상에 대한 관심이 많아짐을 확인할 수 있었다.

#### IV. 개선점

SM-ART 프로그램은 과학과 수학 교과를 위주로 한 비교과 프로그램이었다. 타교과 교사의 협력을 바탕으로 국어, 사회, 예술 등의 교과 속에서도 과학과 수학 원리를 찾으며, 인문학적 소양도 함께 배양될 수 있도록 프로그램을 보완하고자 한다. ‘교사와 학생은 서로 접촉하면서 둘 다 같이 배운다. 양쪽이 모두 학생인 것이다. 진정한 교육은 체험하고, 실험하고, 소화시키는 일이다’라는 글귀를 보았다(「작은 학교가 아름답다」중에서). 비교과 활동을 통해서 학생들과 함께 체험하고, 실험하고, 나누면서 함께 배우고 성장했던 뜻 깊은 시간이었음에 확신하고, 많은 교사의 고민과 노력이 교육의 질을 향상시킬 것이라 믿는다.



# 16



모두가 행복한 과학중점학교를 위한  
교원학습 공동체(웃·떠·만) 운영  
- 서울 창동고 -



# 모두가 행복한 과학중점학교를 위한 교원학습 공동체 (웃·떠·만) 운영

## I. 배경 및 목적

본교는 처음 과학중점학교가 출발할 때 시작하여 벌써 7년째 과학중점학교를 운영하고 있다. 과학중점학교 운영을 시작하면서 과학중점학교의 훌륭한 시설 및 교사들이 많이 존재한다는 이유로 본교에는 수학과학 영재학급, 협력교육과정 과학거점학교 운영 등의 업무가 추가되었다. 이로 인해 과학과 수학교사들의 업무는 일반 학교에 비해 엄청나게 증가하였고, 그로 인한 피로도와 불만이 많아졌으며, 인근 학교의 수학, 과학교사들의 기피학교가 되었다. 그러나 한편에선 인문교과 교사들과 학생, 학부모의 불만이 존재했다. 학교 운영의 중심이 과학중점학교로 옮겨졌다는 판단과 별도로 교부되는 예산을 사용한 다양한 활동에서 인문교과 및 인문학급 학생들이 소외되고 있다고 생각하여 다양한 경로로 불만을 표출하기도 하였다. 또한, 과학중점학교 운영의 일환으로 실시되는 수학과학 체험활동 인솔 및 자율학습동아리, 진로 동아리, 늘어난 상설동아리 지도 등 전체 교사들의 업무가 증가하는 것에 대해서도 상당히 많은 교사들이 불만을 표출하였다. 이로 인해 업무를 책임진 교사들과 그렇지 않은 교사들 간에 미묘한 불편함이 존재했었다. 이런 교사들 간의 불편한 마음들이 풀어지고 과학중점학교의 성공적 운영을 위해 서로 돕고 격려하는 학교 문화가 정착되기까지는 다른 많은 것들도 영향을 미쳤지만 지금부터 설명하려고 하는 본교의 교원학습 공동체 ‘웃·떠·만’의 역할이 가장 크다고 할 수 있다. ‘웃·떠·만’은 웃고 떠들며 학교문화를 만들어 가는 교사 모임의 약자로, 본교에서 2011년 6월에 교사 동아리 형태로 자발적으로 시작되어 현재까지 운영되고 있다. 전보이동으로 인해 구성인원과 모임의

주체가 바뀌고 있으나, 해마다 20~30명 내외의 교사들이 꾸준히 이 활동에 참여하고 있다. 처음 이 모임은 신규 및 전입 교사들의 학교생활(학생지도, 교과지도, 학교업무 등)의 멘토 역할과 학생지도에 문제가 발생할 경우, 교사 간에 서로 정서적으로 보듬어주며 바람직한 해결책을 모색해가는 것을 목표로 가벼운 수다 모임으로 시작하였다. 그러나 현재는 본교의 수업방법 혁신 및 학생지도, 학교문화 개선의 중심적인 조직으로 성장하였으며, 본교를 대표하는 교원학습 공동체가 되었다. 또한 이 모임을 토대로 동아리 형태의 다양한 교원학습 공동체가 만들어져 활동하고 있다. 이 교원학습 공동체의 운영방법과 자발적인 교사 모임에서 시작해서 현재 학교 문화 개선의 선도적인 역할을 하며, 변화, 발전해 온 모습 및 본교의 과학중점학교의 성공적인 운영에 끼친 긍정적인 영향 등에 대해 간단하게 소개하고자 한다.

## II. 교원학습 공동체 운영

### 1. 교원학습 공동체(웃·떠·만, Steam 동아리) 운영

#### 가. 운영 목적

- 교사들의 자발적 연구 및 멘토-멘티 구성을 통한 학교 교육활동 전반에 대한 소통과 이해
- 다양한 교과 및 경력의 현장 교사들의 수업 지도 및 학급 운영에 대한 성공·실패 사례 공유를 통한 교원들의 자질 향상과 전문성 제고의 기회 마련
- 교사들의 지속적인 소통과 공동 연구를 통한 교과 간 융합 수업, 수업시간 연계 독서 교육 등 수업방법의 변화 모색

#### 나. 운영 주제

- 학교생활과 관련한 다양한 주제의 자유 토론 형태로 운영해오다 2016년부터는 자유토론과 더불어 주제를 정해서 활동

| 년도               | 운영주제                                                                                                                                                           |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2011. 6~<br>2015 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생생활지도의 문제점과 바람직한 개선 방향 논의</li> <li>• 연간 주요 학급 운영 계획과 실천 사례 공유</li> <li>• 교사 - 학생간의 원활한 의사소통과 감정 교정의 방향 논의</li> </ul> |
| 2016             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 세계시민교육 및 회복적 생활교육에 대한 교사들의 전반적인 이해 확장 및 교육 현장에서의 적용방안 모색</li> </ul>                                                   |

## 다. 운영 방법

- 교과 군을 제한하지 않는 융합동아리로 학기 초 전교사에게 모임을 공지한 후 희망을 받아 구성한다.
- 인원은 20명 이내로 하는 것을 원칙으로 하나, 참여 희망 교사가 많은 경우 모두 참여할 수 있도록 한다.
- 독서 및 토론, 현장 답사 등 교원의 자발적인 연구 활동을 지원한다.
- 관심 있는 주제별 모듬을 만들어 좀 더 구체적인 활동을 할 수 있도록 한다.
- 모듬별 연구 과제를 제시하고, 학년 말 연구 결과 보고회를 실시한다. 보고회는 연구 수업으로 대체한다.
- 동아리 회원이 아닌 경우에도 자유 참석이 가능하도록 하여, 되도록 많은 교사가 참여하며, 의견을 나눌 수 있도록 한다.

## 라. 참여 교사

총 22명: 역사 1명(주○구, 모임 주관), 국어 2명(손○경, 문○협), 수학 5명(김○영, 김○진, 심○준, 신○경, 황○숙), 영어 4명(김○향, 김○민, 박○수, 신○희), 화학 2명(양○정, 조○정), 지구과학 1명(안○영), 생명과학 2명(이○오, 신○수), 미술 1명(김○희), 체육 2명(송○경, 조○철), 일반사회 1명(형○희), 지리 1명(이○주)

## 마. 세부일정

| 모임 날짜(회차) | 주제      | 세부 내용                |
|-----------|---------|----------------------|
| 5월 18일    | 활동계획 수립 | 연간 활동 계획 수립 및 도서 구입  |
| 6월 29일    | 독서 · 토론 | 독서 및 토론              |
| 7월 6일     | 체험활동    | 독서 체험활동              |
| 9월 25일    | 독서 · 토론 | 독서 및 토론              |
| 11월 6일    | 주제 발표   | 모듬별 연구 활동 주제 발표 및 공유 |
| 12월 11일   | 마무리     | 연구회 활동 소감 발표 및 평가    |

## 바. 세부 운영 방법

- 새 학년도가 시작되기 전에 교육연구부 주관으로 작년도 활동 우수자 중에 모임 주관자를 선정한다.
- 2월 새 학기 업무 분장 회의 때 모임에 대한 1차 안내를 한 후, 3월 중순 경 2차 안내를 한 후 회원을 모집한다.
- 학사 일정을 고려하여 첫 모임 시기를 결정하고, 첫 모임 전 예비 모임을 통해 그 해 활동 주제를 선정한다.
- 활동시간은 방과 후 시간을 활용하며, 보통 4시 30분 정도 부터 모임을 시작하여 2시간 정도 진행한 후 간단하게 저녁식사를 하며 마무리한다.
- 모임의 시작은 항상 근황토크(학생지도, 수업, 담임업무, 담당업무의 애로사항 등)로 하며, 모든 교사에게 발언할 기회를 준다.
- 발언 내용은 모두 정리하여, 참석 교사의 동의를 받은 후 전교사와 공유한다.
- 모임의 경비는 교육연구부나 과학중점학교 운영비의 지원을 받아 사용한다.

## 사. 활동 모습



[활동결과 발표]



[체험활동]



[교장선생님과 함께 토론]

## 2. 웃·떠·만(교원학습공동체) 모듬활동 I

교사 간 소통 활성화 및 학생들의 미래 역량을 키우는 독서·토론 교육

### 가. 운영 목적

- 웃·떠·만(교원학습공동체) 활동의 모듬 심화 활동으로 독서 교육 연구 동아리 운영
- 웃·떠·만(교원학습공동체)에 참여하지 않아도 독서 교육에 관심 있는 교사 참여 유도
- 교사들이 자율적으로 독서하고 토론하는 활동을 통해 책 읽는 학교 문화를 조성

- 독서활동을 통한 교과 간 융합 수업 및 수업 시간 독서 교육 방안을 모색
- 자연과학부와 인문사회부 공동주관의 문헌 연구대회(꼬리를 무는 독서활동) 지도를 위한 교사 역량 강화

## 나. 세부 운영 방법

- 옷·띠·만 첫 모임 때 활동 내용을 공지한 후 함께 읽을 도서를 추천 받아 선정한다.
- 선정된 도서를 구입하여 배부한 후 다음 모임때까지 읽고 간단한 서평과 소감을 발표하고, 정리하여 제출하도록 한다.
- 참여자 모두 발표하도록 하며, 의견을 나누며 공감 및 수업에 적용할 방법을 모색한다.
- 2017년 활동은 독서를 통한 교사치유와 학생 독서교육 지도 활동에 역점을 두고 진행한다.
- 2017년 활동을 바탕으로 2018년도에는 구체적으로 수업에 적용하여, 사례를 발표하고 공유한다.
- 연말에 참여자들의 독서활동지를 모아 책으로 발간하여 전 교직원들이 공유할 수 있도록 한다.

## 다. 독서활동지 예시

- 작성자 : 김○○

| 도서 제목                     | 교사 상처(고단한 교사들을 위한 치유 심리학)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 저자                        | 김현수                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 책 소개                      | 「교사 상처」는 정신건강의학과 의사이자 '성장학교 별'의 교장인 김현수가 교사들 마음의 상처를 이야기한 책이다. 교사들이 얼마나 무거운 짐을 지고 있는지, 또 이를 극복하려면 어떻게 해야 하는지를 담고 있다. '고단한 교사들과 나누는 따뜻한 차 한잔의 대화'라는 프롤로그에 나오는 말처럼 책을 읽다보면 교사 집단이 겪는 어려움을 공감해주고 있다는 점에서 위로를 받게 된다. 보통 교사를 대상으로 쓴 베스트셀러 책들이 '더, 더, 더'를 외치고 있다면 이 책은 우리의 삶을 짊어주며, 이미 충분히 노력하고 있으니 자존감을 회복하라는 메시지를 주고 있다.                                                 |
| 느낀 점이나 활용 방안 (교과지도나 생활지도) | '교사가 행복해야 아이들이 행복하다'라는 말이 있지만, 오늘날 한국의 교사들이 정말 행복한 가하는 의문이 든다. 아이들과의 관계도 예전 같지 않고, 여러 가지 이유로 학교에서 받는 정신적 외상, 소진, 과도한 업무로 인한 스트레스에다가 사회에서는 교사에게 지나치게 많은 것을 요구하면서 교사들이 현재 하는 노력은 잘 인정해주지 않는다. 이러한 것들에 지속적으로 상처(small trauma)받다 보면 '회피'라는 방어기제가 발동하여 학교나 학생들에게 무관심한 매너리즘에 빠진 교사가 되어버리고 만다. 이 책에서는 교사가 받는 여러 내면의 상처들을 공감하고, 위로해 주며 극복할 수 있는 여러 방안을 제시해 주고 있다. 그 중 마음에 가장 |

와닿았던 것은 교내 교사 공동체 모임을 활성화하라는 조언이었다. 교사 집단은 의외로 굉장히 개인주의적이라고 한다. 문제가 생겨도 혼자 끌어안고 힘들어하지 주변에 도움을 잘 요청하지 않는다고 한다. 다른 학교들의 사례를 접하며 새삼 창동고에서 근무하게 되어 다행이란 생각이 들었다. 창동고는 ‘웃·떠·만’이라는 조직이 있어 선후배 교사가 모두 모여 각자의 고민을 털어놓고 조언을 해주는 모임이 정기적으로 열린다. 당장 해결되지 않는 문제라 하더라도 때로는 남에게 이야기하고 모두가 같이 고민해주는 사실 자체만으로도 든든하고 위로 받은 느낌을 받곤 했다. 내가 받은 것만큼 창동고에 새로 부임한 선생님들도 부담없이 함께 할 수 있도록, 또 다음 근무지에서도 교사 공동체가 활성화 될 수 있도록 분위기를 만드는 데 많은 역할을 해야겠다는 생각이 들었다. 책에서 강조한 것처럼 아이들에게 현실적인 기대를 하고 일상 속에서 소소한 행복을 찾으며 아이들에게 나눠줄 수 있는 애정과 열정이 소진되지 않도록 마음을 잘 다스려야겠다는 다짐도 하게 되었다.

### 3. 웃·떠·만(교원학습공동체)모듬활동 II : 현장에서 쉽게 활용할 수 있는 인성교육방안 연구

#### 가. 운영 목적

- 인성교육에 대한 교사들의 전반적인 이해 확장 및 교육 현장에서의 적용 방안 모색
- 교사들의 자발적인 연구 및 토의·토론을 통한 학교 교육활동 전반에 대한 소통과 이해
- 다양한 교과 및 경력의 현장 교사들의 수업 지도 및 학급 운영에 대한 성공·실패 사례 공유를 통한 교원들의 자질 향상과 전문성 제고의 기회 마련

#### 나. 운영 방향

- 교육 현장에서 부딪치는 다양한 주제에 관한 소통과 의견 공유의 장으로 분기별 2회 이상의 모임을 갖는다.
- 다양한 교과 및 경력의 현장 교사들이 직접 만나 교과 및 생활지도를 활용한 인성교육 경험을 공유하면서 교육 공동체의 인성 교육 공감대를 확산시키고, 네트워크를 형성한다.
- 독서 및 토론 등 교원의 자발적 연구 활동을 통해 인성교육 지도 역량을 기른다.
- 공통의 연구과제로 ‘인성교육의 학생 지도 적용 사례’를 제시하고 학년 말 연구 보고회를 실시한다.



## 다. 교사 동아리 연구 활동

| 횟수         | 활동 내용                                                                                                                |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1회차(5/29)  | 교직 경력 3년 이하 신규교사와 선배교사 멘토링, 인성 교육동아리 활동 소개 및 운영방안 논의                                                                 |
| 2회차(6/29)  | 인성 교육의 필요성에 대한 의견 교환으로 공감대 확산, 현재 학생들에게 가장 필요하다고 생각하는 인성 요소 및 인성 교육 방안에 대한 토의, 학교 현장에서 쉽게 적용할 수 있는 인성교육 방안으로 칭찬하기 선정 |
| 3회차(7/19)  | 지난 시간에 선정한 '칭찬하기'의 적용 사례 발표                                                                                          |
| 4회차(9/25)  | 각자 읽은 도서를 교과지도나 생활지도에서 활용방안을 생각한 후 독후감으로 작성하여 제출, 발표, 토의                                                             |
| 5회차(10/30) | 학급 단위 인성교육 체험행사를 신청한 1학년 2개 학급을 대상으로 인성교육 체험행사 실시                                                                    |
| 6회차(11/7)  | 학생 대상 인성교육 체험행사 결과 및 소감 발표                                                                                           |
| 7회차(12/6)  | 인성교육 동아리 활동 결과, 정리 및 차년도 계획 수립, 인성 교육실천을 위한 모험놀이 상담 책 배부                                                             |

## 라. 인성교육 실천 사례 및 성과

### 1) 인성교육경험 공유(상호 멘토링)

|    |                                                                                                              |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 사례 | 다양한 교과 및 연령대의 교사들이 1~2달 동안 학생 지도를 하면서 어려웠던 점에 대해 서로 이야기하고 서로 조언을 함.                                          |
| 성과 | 다양한 경험을 가진 교사들이 학생 지도 경험을 공유함으로써 학생 지도 방안에 대한 실제적인 지식을 쌓고 더 좋은 지도 방안을 마련하였으며 교사들 스스로의 감성코칭을 통해 자질 함양의 기회도 됨. |

### 2) 인성교육 실천(칭찬하기)

|    |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 사례 | 자존감이 낮고 무기력한 학생들이 많아 인성교육 실천 사례로 한 달 동안 칭찬하기를 시행한 후 소감을 나눔. 칭찬하기를 통해 학생들을 관심을 가지고 다시 보게 되었다. 교과시간에 무기력했던 학생의 수업 참여도가 높아지는 등의 태도 변화를 관찰했다, 학생들과 친밀해졌다, 학생들과 대화를 많이 하게 되어 수업시간이 활기차졌다는 등의 사례 발표가 있었음.                                              |
| 성과 | 인성교육이라는 것이 꼭 시간을 내어, 특별한 프로그램을 통해서만 이루어지는 것이 아니라 일상적인 교육활동 속에서 이루어질 수 있다는 것에 대해 공감대를 형성하고 실천하고자 다짐하게 되었으며, 앞으로도 지속적으로 학생들에게 관심을 갖고 칭찬하기, 교훈 들려주기와 같은 지속적인 인성교육을 실시하기로 함. 교사와 학생의 긍정적 교류가 많아지면서 수학과학체활동 등 과학중점학교의 다양한 프로그램에 적극적으로 참여하는 학생 수가 증가함. |

### 3) 독서활동

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 사례 | 각자 선정한 도서를 읽은 후 교과지도나 생활지도에 인성교육과 관련하여 어떻게 적용할지 발표하고 토의함.                                                                                                                                                                                                               |
| 성과 | 독서활동을 통해 교사들이 다방면의 지식을 쌓게 되어 인성교육 계획 수립이나 진행 시 도움이 됨. 예를 들어 '내 아이를 위한 감정 코칭'이라는 책을 통하여 청소년기의 특징에 대해 이해하게 되었으며, 이를 교과지도나 생활지도에 어떻게 적용할지 고민하고, 발표하는 시간을 통해 인성교육의 방법에 대해 서로 공유하고 아이디어를 얻게 됨. 또한 교사들이 학생들에게 유용할 것 같은 도서를 추천할 수 있게 되어 학교 현장에서 책을 통한 인성교육이 이루어질 수 있는 발판을 마련함. |

### 4) 학생대상 인성교육 체험행사

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 사례 | 신청 학급 학생들을 대상으로 모험놀이상담프로그램을 활용하여 인성교육체험행사를 실시함.                                                                                                                                                                                                                                  |
| 성과 | 학생: 학생들의 소감문을 통해 알 수 있듯이 같은 반 친구들에 대해 더 잘 알게 되었고, 협동심과 소속감을 느낄 수 있게 되었다는 의견이 있었음.<br>교사: 요즘 학교에서 개별상담은 많이 이루어지나, 집단 상담을 잘 이루어지지 않고 있는데, 집단 상담의 필요성을 느끼게 되었고, 실시해 보고자 하는 생각을 갖게 됨. 인성교육활동을 한 학급을 대상으로 교사 1인이 손쉽게 할 수도 있음. 집단 상담을 통해서도 학생들의 인성교육이 이루어질 수 있다는 것 알게 되었다는 등의 의견이 있었음. |



인성교육 체험행사 활동 모습

## 4. 수업연구 동아리(교원학습공동체)

### 가. 운영목적

- 수업에 대한 학생들의 관심과 흥미를 불러일으키고, 학습에 대한 질문이 있는 교실, 적극적인 배움이 있는 수업, 학생과 교사가 함께 성장하는 행복한 학교를 만들기 위한 다양한 수업방법 모색.
- 교사 연구 활성화와 자율적 연구 풍토 조성 및 교사의 수업 경험과 정보를 교환할 수 있는 나눔의 장 마련.

## 나. 운영방침

- 교사들의 자발성, 동료성, 전문성을 바탕으로 실천적인 교육활동이 되도록 한다.
- 자율과 책임, 협력과 참여, 배움과 성장에 기초한 소통과 협력의 학교 문화 형성에 기여하도록 한다.
- 수업경험 나눔으로 수업을 통한 교육과정 내실화를 도모한다.
- 학생들의 학습과 성취에 바탕을 둔 연구 활동을 전개한다.

## 다. 세부 운영 과정

- 동교과끼리 소모임 형태의 연구 동아리를 3월초에 구성한다.
- 동아리별 대표교사가 수업시연을 한다.
- 동아리별 정기적인 수업나눔의 시간을 갖고, 정보 공유 및 자발적 수업 나눔 문화 확산을 위해 수업연구 사례집을 발간한다.
- 수업 시연은 일반학급과 과학중점학급으로 나누어 진행하며, 수업참관을 통해 두 집단의 학습태도를 비교해 보고, 교사의 수업고충을 나누는 시간을 가진다.

## 라. 운영 결과

| 교과군           | 팀(인원) | 수업연구 | 시기  | 교과군 | 팀(인원) | 수업연구 | 시기  |
|---------------|-------|------|-----|-----|-------|------|-----|
| 국어            | 12    | 이○옥  | 7월  | 사회  | 13    | 주○구  | 12월 |
| 수학            | 13    | 한○민  | 9월  | 과학  | 12    | 이○림  | 11월 |
| 영어            | 12    | 김○향  | 5월  | 예체능 | 9     | 김○희  | 9월  |
| 기술가정/한문,제2외국어 | 7     | 권○웅  | 10월 |     |       |      |     |



[수학과]



[영어과]



[과학과]



[수업참관하는 모습]



[과학과]



[영어과]

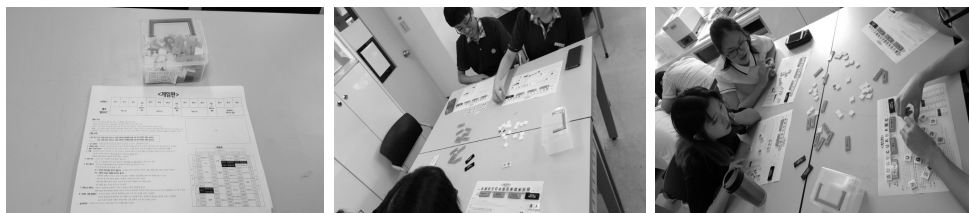


[과학과]



[수업연구 사례집]

**마. 생명과학과 교수학습 자료 개발 : 보드 게임 ‘루미큐브’를 응용하여 ‘번역큐브’ 개발**



**5. 수업방법 개선 연구 동아리(교원학습 공동체) 운영**

**가. 운영 목적**

- 교사들의 자율적 수업 연구 동아리를 통한 수업 방법 혁신 유도
- 거꾸로 수업 등 학생 중심 수업을 통한 수업의 방향 전환과 수업의 질 개선

**나. 운영 방법**

- 2016년부터 꾸준히 거꾸로 수업을 진행해 온 교사를 중심으로 활동을 준비
- 학년 초 공고를 통해 함께 활동할 교사를 모집, 10명 이내로 구성
- 연간 계획을 세워 독서 및 토론, 수업 참관 등을 추진
- 분기별 1회 이상의 모임을 통해 거꾸로 교실, 모둠 수업 등 학생 중심 수업에 대한 이해를 높이고 구체적인 수업 방법을 모색함.

**다. 참여인원**

7명: 영어 2명(김○민, 박○수), 사회 2명(박○연, 형○희), 지구과학 1명(안○영), 수학 1명(황○숙), 물리 1명(변○경)

**라. 세부 운영**

| 날짜      | 세부 내용                  |
|---------|------------------------|
| 6월 28일  | 거꾸로 교실 정의 및 지도 사례 발표 등 |
| 9월 4일   | 거꾸로 교실 관련 도서 읽고 토론     |
| 9월 14일  | 거꾸로 교실 수업 지도 계획 연구     |
| 10월 19일 | 영어과 교사 김○민 수업 참관       |
| 11월 2일  | 수업지도안 발표               |
| 11월 30일 | 연구동아리 활동 소감 발표 및 평가    |



[동아리 모임]



[영어과 수업]

### Ⅲ. 교원학습 공동체 운영 성과 및 제언

#### 1. 운영 성과

본교의 교원학습 공동체는 타 학교의 전문적 학습 공동체와는 운영 목적 및 방법이 다르다. 앞의 글을 꼼꼼하게 읽은 사람이라면 분명하게 느낄 수 있을 것이라 생각한다. 과학중점학교 운영과 교원학습 공동체가 무관하다고 판단하는 분도 있을 것이라 생각하겠지만, 본교에서 꾸준히 운영되어온 교원학습 공동체가 과학중점학교 운영에 미친 성과들을 정리해 보고자 한다.

첫째, 과학중점학교 운영에 따른 교사들의 갈등 해소에 기여하였다.

서두에서 말했던 것처럼 과학중점학교 초창기에는 과학중점학교 운영을 두고 인문교과 교사들과 미묘한 갈등이 존재했었다. 그러나 교원학습 공동체 활동을 통해 과학중점학교 운영에 불만을 표출했던 교사들을 설득하고, 운영에 따른 수학, 과학 교사들의 업무과중에 대해서 설명할 수 있게 되었다. 직원회의나 연수 등으로 해소되지 않았던 불만들이 상당히 많이 해소되었고, 과학중점학교 운영에 대한 이해가 높아지면서 체험활동 인솔 지도 등의 적극적인 협조도 이루어낼 수 있었다. 물론 수학, 과학과 교사들이 이 학습공동체에 적극적으로 참여하며 활동한 결과이다.

둘째, 과학중점학급 담임교사의 업무 과중에 대한 교사들의 인식이 높아졌다.

과학중점학급 학생들의 평균 성적은 본교 전체 학생들에 비해 10~20% 정도 높은 편으로 학습 태도가 상당히 좋은 편이다. 그로 인해 초창기에는 연구수업의 대부분을 과학중점학급을 대상으로 실시하였고, 학생지도의 수월성 때문에 담임교사를 선호하였는데, 과학중점학급의 담임교사가 대부분 수학, 과학 교사에게 배정되는 것에 대해 교사들의 불만이 제기되었다. 과학중점학교 담임교사에 일반교과 교사가 배정된 후

학생부 기록 및 진로 지도의 어려움을 표현하는 교사가 많아지면서 자연스럽게 과학중점학교 운영의 어려움에 대한 공감대가 형성되며, 점점 더 협조적인 교사가 늘어나게 되었다.

셋째, 과학중점학교 운영이 학교 발전에 기여하였다는 학교 구성원의 공감대가 형성되었다.

현재 본교에서는 전체 학생들을 대상으로 하는 다양한 교육활동이 활발하게 이루어지고 있다. 다양한 교과, 비교과 교육활동은 과학중점학교에서 시작되었지만, 그 활동의 성과들이 교원학습 공동체에서 공유되면서 인문학급 학생들을 위한 다양한 프로그램들이 마련되어 운영되고 있다. 이로 인해 처음에 소외감을 피력했던 인문학급 학생들도 과학중점학교 운영이 인문학급 학생들에게도 도움이 되고 있다는 인식이 확산되고 있으며, 학교에 대한 만족도가 상당히 높다. 또한 교사들도 학교의 변화에 가장 많은 기여를 한 것이 과학중점학교라고 인식하며, 과학중점학교 운영의 주관 부서인 자연과학부의 업무 경감에 상당히 우호적인 태도를 보여주고 있다.

넷째, 교사들 간에 수업방법 혁신에 대한 공감대가 형성되고 있다. 타 학교에 비해 느슨하게 운영됨에도 불구하고, 지속적인 의견 교환을 통해 자연스럽게 학생 참여형 수업방법 모색 및 교과간 융합 수업에 대한 공감대가 형성되어 내년도에는 구체적인 수업적용사례를 만들어 낼 수 있는 토대가 마련되고 있다.

## 2. 운영 개선점 및 제언

과학중점학교의 운영은 학교 운영과 분리되어 존재하지 않으므로 전체 학교 구성원들의 지지를 받아야 성공적으로 운영될 수 있다. 7년간의 꾸준한 노력으로 과학중점학교 운영이 학교 발전에 기여했다는 학교 구성원들의 공감대를 형성할 수 있었다. 그러나 여전히 업무 과중에 따른 과학중점학교 업무 기피 현상은 존재한다. 이런 기피 현상을 해결하기 위해서는 방과 후 시간을 이용한 다양한 활동보다는 수업방법 개선을 통한 정규 수업 만족도를 높이는 것이 중요하다. 그렇게 될 때 학생 및 교사의 만족도도 높아지고, 업무도 경감할 수 있다. 본교의 교원학습 공동체는 이런 활동의 시발점으로 본교의 모든 교사들에게 열려 있으며, 초창기 고민 상담 교사 공동체의 형태에서 출발했으나 나날히 발전하여 다양한 형태의 수업 및 학생 지도 방법 연구 동아리로 분화 발전하고 있다. 그러나 아직까지 이런 활동들이 대부분 퇴근 시간 이후에 이루어지고 있어 적극적인 활동 및 참여를 방해하는 측면이 있다. 때문에 교원학습 공동체 활동이 좀 더 적극적으로 이루어지기 위해서는 업무시간에 활동을 보장하기 위한 다

양한 방법(교원학습 공동체 구성원을 위한 시간표 편성 편의 제공, 또는 교원학습 공동체 활동을 위한 시간 배정 등)이 필요하다. 수업방법 개선은 교사의 의지 없이는 이루어지기 어렵다. 그러므로 교사들이 자발적으로 수업방법 개선의 의지를 갖고 실행할 수 있도록 끊임없이 지지와 응원을 보내야 한다. 그런 의미에서 본교의 교원학습 공동체는 교사들의 지치고 아픈 마음을 어루만져주며, 수업방법 개선을 위한 교사 협력을 이루어낼 수 있게 해주는 든든한 협력체이다.





# 17



융합적 접근을 활용한 STEAM 수업  
및 교사 협업을 통한 수업나눔활동  
- 인천남동고 -



# [ 융합적 접근을 활용한 STEAM 수업 및 교사 협업을 통한 수업나눔활동 ]

## I. 운영의 배경

### 1. 필요성

최근 <4차 산업혁명, 교육이 희망이다>를 펴낸 류태호 교수(미국 버지니아주립대)가 특강에서 “밀레니엄 세대가 하나의 주제에 최대한 집중하는 시간이 90초”라며, 이에 맞춘 학습 모형을 운영하면 큰 문제가 없을 것이라고 말했다. 류 교수는 낡은 교수법을 폐기해야 한다고 권고했다. 가르치기만 하는 교수자, 배우기만(암기만) 하는 학생, 이 안이한 구조를 타파하지 않고서는 ‘사람과 기술, 과학기술과 인문학이 조화를 이루는 융복합 시대’를 열어나갈 수 없다는 것이다. 류 교수는 ‘학습혁명’을 통해 비판적 사고와 창의력, 소통과 협업능력을 갖춘 미래세대, 즉 ‘새롭고 불분명한 문제’를 해결하는 인재를 키워내야 한다고 강조했다.<sup>1)</sup>

학교 현장에서는 이러한 교육의 변화를 적극적으로 준비하고 대비하지 않으면 안되는 중요한 시점이다. 또한 내년부터 적용되는 2015 개정교육과정의 방향과 취지를 이해하고, 창의융합형 인재를 키우기 위한 학생중심의 교과 및 창의적 체험활동의 프로그램의 개발 및 적용이 필요하겠다.

이를 위해서 본교에서는 답을 찾기 위해 관리자를 중심으로 다양한 협의회에서 교사들의 역량이 중요하다는 의견이 많아서 교과 내, 교과 간 전문적 학습공동체를 활발히 운영하기로 하였다. 특히, 2015 개정교육과정을 기반으로 다양한 교과의 교육과정을 재구성하여 융합교육(STEAM)의 수업개선 및 교사 협업을 통한 수업 나눔 활동에 초점을 두어 노력하였다.

1) 이문재(2017.8.13.). 교육 3.0, 학습혁명, 교학상장, 경향신문

## 2. 목적

- 가. 교사 STEAM 역량강화를 위해 전교직원 연수와 전문적 학습공동체 중심의 연구 활동을 활성화한다.
- 나. 주제에 따라 다양한 영역을 융·복합시키는 교과 내, 교과 간 주제 융합 수업 프로그램을 개발하고, 교사 협업을 통한 수업 나눔 활동으로 교사 전문성을 함양한다.

## 3. 융합(STEAM) 교육

### 가. 융합교육의 개념

융합의 개념은 여러 개의 사물을 물리적 또는 화학적으로 분해한 후에 다시 복잡한 하나의 새로운 사물로 창조함으로써 기존의 기술이나 제품을 창조적으로 재조합하는 작업이라 할 수 있다.

융합교육은 융합의 개념을 바탕으로 두 개 이상의 교과나 학문을 단순히 통합하는 것 뿐만 아니라, 두 개 이상의 교과나 학문에서 요구하는 지식, 기능, 태도 등을 완전히 분리하여 하나의 새로운 교과나 학문을 만들 수 있다. 이러한 융합의 결과로 도출된 새로운 교과나 학문은 매우 다양할 수 있기 때문에 특정 주제나 과제를 해결할 수 있는 융합교육 방법은 매우 다양할 수밖에 없다. 따라서, 획일적으로 제한된 융합교육 방법으로 특정 주제나 과제를 해결하기보다는 교사나 학습자가 다양하고 새로운 융합 교육 방법을 창안하고 구안함으로써 좀 더 효과적이고 효율적인 융합교육 방법을 탐색할 필요가 있다.<sup>2)</sup>

### 나. 융합교육의 특징

STEAM 융합교육의 특징을 정리하면 <표 1>과 같이 정리할 수 있다.<sup>3)</sup>

### 다. 융합교육의 형태 및 수업단계

#### 1) STEAM 융합교육 형태

STEAM 융합교육은 중심 교과와 타 교과로 구분하여 연계하는 ‘교과내 수업

2) 신재한, 최은경, STEAM융합교육을 위한 교육과정 설계 및 적용, 교육과학사, 2015.

3) 임동욱(2012). 손에 잡히는 STEAM 교육-무엇이 아이들을 즐겁게 하는가?(STEAM 가이드북). 교육과학기술부 · 한국과학창의재단.

형’, 주제를 중심으로 여러 교과를 연계하는 ‘교과연계 수업형’, 주제 중심으로 별도의 프로그램을 개발하는 ‘창의적 체험활동 및 방과후학교 활용형’ 등으로 구분할 수 있다.

〈표 1〉 STEAM 융합교육의 특징

| 구분      | STEAM 융합교육의 특징                                | 비 STEAM 융합교육의 특징      |
|---------|-----------------------------------------------|-----------------------|
| 교육철학    | 학생 미래를 준비하는 교육                                | 입시, 시험만을 대비하는 교육      |
| 교육내용    | 관련된 교과가 자연스럽게 연계되고 융합되는 교육                    | 교과별로 분리된 교육           |
| 통합방법    | 연속적으로 연계되고 이어지는 교육                            | 단원마다 분절된 교육           |
| 교과서 활용  | 교육과정에 연계한 다양한 자료를 활용하는 교육                     | 교과에서만 의존하는 교육         |
| 교육방향    | 체험, 지식활용, 문제 해결 위주의 교육                        | 지식 습득 위주의 교육          |
| 교육원리    | 원리를 깨우치는 교육                                   | 원리를 전달받는 교육           |
| 교육목적    | 지식이 어디에 사용되는지 왜 배우는지 알고<br>실생활 문제를 해결하기 위한 교육 | 학문적 개념에 집중하는 교육       |
| 문제해결    | 문제를 정의하는 교육                                   | 주어진 문제에 답하는 교육        |
| 학생중심    | 학생의 실생활에 연계된 교육                               | 학생의 관심이 배제된 교육        |
| 학생참여    | 학생의 창의적 아이디어가 드러나는 교육                         | 학생의 참여가 제한된 교육        |
| 교육평가    | 다양한 학습 결과물이 산출되는 교육                           | 똑같은 정답을 요구하는 교육       |
| 협력학습    | 학생이 서로 협력할 수 있는 교육                            | 학생이 독립적으로 혼자서 학습하는 교육 |
| 교사-학생관계 | 학생과 교사가 활발히 상호작용하는 교육                         | 학생과 교사의 상호작용이 제한된 교육  |
| 협력수업    | 교사가 협력하여 준비하고 실행하는 교육                         | 교사 1인이 책임지는 교육        |
| 교사역할    | 교사가 안내하는 교육                                   | 교사가 가르치는 교육           |
| 수업방법    | 프로젝트형 교육                                      | 강의 중심의 교육             |
| 결과중심    | 문제해결 과정이 강조되는 교육                              | 결과가 강조되는 교육           |
| 교육방법    | 방법을 찾아가는 교육                                   | 원인을 알아가는 교육           |
| 실험교육    | 주어진 조건하에서 실험을 설계하는 교육                         | 지식을 확인하는 실험 교육        |

## 2) STEAM 융합교육의 수업단계

STEAM 융합교육의 수업단계는 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험으로 도식화할 수 있다. STEAM 융합교육은 학생들이 문제해결의 필요성을 구체적으로 느낄 수 있는 ‘상황 제시’, 학생 스스로 문제해결 방법을 찾아가는 ‘창의적 설계’, 흥미, 동기, 성공의 기쁨을 느낄 수 있도록 새로운 문제에 도전하는 열정이 생기게 하는 ‘감성적 체험’ 등의 활동을 한다.

## II. 운영의 실제

### 1. 창의융합(STEAM)교육의 교사 역량 강화 연수

#### 가. 배움중심 STEAM 전교사 연수

〈표 2〉 배움중심 STEAM 전교사 연수 및 활동사진

| 연번 | 연수 주제                        | 사수 | 강사명         | 소속 및 직위        |
|----|------------------------------|----|-------------|----------------|
| 1  | 질문과 토론이 있는 교실                | 2  | 김○○         | 인천고잔중학교        |
| 2  | 대입 전형의 변화 및 과정중심 평가 및 학생부 기록 | 2  | 최○○         | 송천고등학교         |
| 3  | STEAM 교육 어떻게 할 것인가           | 2  | 김○○         | 고잔고등학교         |
| 4  | 2015개정교육과정의 이해               | 2  | 조○○         | 고잔고등학교         |
| 5  | 함께 배우며 성장하는 '배움중심수업'         | 30 | 7인의 혁신학교 교사 | 한국교원대학교 원격연수원  |
| 6  | 미래핵심역량을 키우는 공감소통 능력          | 2  | 이○○         | (사) 경남생명의 숲 대표 |



STEAM 교육 어떻게 할 것인가



질문과 토론이 있는 교실



2015개정교육과정의 이해

#### 나. 배움중심 STEAM 맞춤형 교과 전문적 학습공동체 연수

〈표 3〉 교과별 전문적 학습공동체 연수 및 활동사진

| 연번 | 교과 | 연수 주제                  | 사수 | 강사명 | 소속 및 직위            |
|----|----|------------------------|----|-----|--------------------|
| 1  | 국어 | 협력적 의사소통으로 배움이 일어나는 수업 | 2  | 김○○ | 인천신현고등학교           |
| 2  | 수학 | 학생중심수업(교사의 수업철학과 수업설계) | 2  | 김○○ | 청라고등학교             |
| 3  | 영어 | 배움중심수업의 이해 및 적용        | 2  | 김○○ | 강화고등학교             |
| 4  | 사회 | 학생 참여를 통한 행복한 수업 만들기   | 2  | 이○○ | 선인고등학교             |
| 5  | 과학 | 교육과정-수업-평가의 일체화        | 2  | 연○○ | 경기 운산고등학교          |
|    |    | MBL활용 연수               | 1  | 임○○ | 코리아 디지털 사이언스 큐브 팀장 |



국어과 교과 연수



사회과 교과 연수



과학과 교과 연수

## 2. 창의융합(STEAM)교육을 위한 전문적 학습공동체 운영

### 가. 전문적 학습공동체 운영내용

〈표 4〉 교과별, 교과융합 전문적 학습공동체 운영 내용 및 활동사진

| 교과                                          | 전문적학습공동체                               | 내용                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 국어                                          | 『배우고 익히고』                              | 학생 중심의 수업 실현을 목표로 수업설계에서 평가까지의 체계적이고 융합적인 수업 활동 연구를 통해 집단 전문성 향상을 모색                                                                         |
| 영어                                          | 『CRC』<br>:Career Related Class         | 학생들의 다양한 진로희망과 연계된 영어지문을 개발하여 관련학생들을 지도하기 위한 수업 연구 방안 탐색                                                                                     |
| 수학                                          | 『eruditus pulvis』<br>:라틴어-수학연습용 사판(砂板) | 수학평가문항에서 단어 사용의 엄밀성 확인 및 문항의 질 향상 & 학생 참여수업 평가모형 개발                                                                                          |
| 사회                                          | 『남동 인문예술IN』                            | 문화예술 활동 관람 후 역사, 인문지리, 윤리, 사회문화적 시각에서 융합적으로 해석하고 관련 분야에 대한 전문적인 지식을 교환하고 관련 지식을 교과 융합 교육에 활용할 수 있는 방안을 상호 토의                                 |
| 과학                                          | 생생톡톡! 창의성 날개                           | 융합적 사고 함양을 위한 내실있는 과학중점학교 운영, 영재학급 운영의 내실화를 위한 협의체 구성                                                                                        |
| 교과 융합                                       | 수업산책 교사모임                              | 수업 나눔을 통한 자신의 수업 분석 및 수업 성찰을 하고 교과 간의 장벽을 허물고, 융합(STEAM)교육 구안 및 적용                                                                           |
| 전문적<br>학습<br>공동체의<br>날 운영                   | 배우고 익히고                                | 매주 월 5교시                                                                                                                                     |
|                                             | 『CRC』                                  | 매주 목 4교시                                                                                                                                     |
|                                             | 『eruditus pulvis』                      | 매주 화 5교시                                                                                                                                     |
|                                             | 남동 인문예술IN                              | 매주 화 6교시                                                                                                                                     |
|                                             | 생생톡톡! 창의성 날개                           | 매주 수 5교시                                                                                                                                     |
|                                             | 수업산책모임(융복합)                            | 수시, 매월 4번째주 목요일 정기모임                                                                                                                         |
| 전문적<br>학습<br>공동체<br>수업<br>개선<br>연수의<br>날 운영 | 배우고 익히고                                | 11월 10일 6, 7교시                                                                                                                               |
|                                             | 『CRC』                                  | 6월 9일 6, 7교시                                                                                                                                 |
|                                             | 『eruditus pulvis』                      | 8월 11일 6, 7교시                                                                                                                                |
|                                             | 남동 인문예술IN                              | 9월 1일 6, 7교시                                                                                                                                 |
|                                             | 생생톡톡! 창의성 날개                           | 7월 18일 6, 7교시                                                                                                                                |
|                                             | 수업산책모임(융복합)                            | 6월 9일 6, 7교시                                                                                                                                 |
|                                             |                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2015 개정 교육 과정 이해 및 실천 방안 연수(5월)</li> <li>• 거꾸로 수업 관련 연수(6월)</li> <li>• 질문이 있는 수업 연수(11월)</li> </ul> |



CRC



남동 인문예술IN



생생톡톡! 창의성 날개

## 나. 융합(STEAM) 수업의 실제

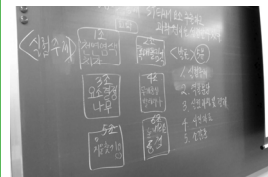
|                 |                                                                                                                                                    |                                           |                                                  |               |             |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------|-------------|
| 과목: 음악          |                                                                                                                                                    | 교과 간 융합: 음악 – 서양악기 & 한국악기<br>과학 – 소리의 3요소 |                                                  |               | 대상: 1학년     |
| 학습주제            | 아름다운 선율을 만드는 악기 장인(Maker) 되기                                                                                                                       |                                           |                                                  |               |             |
| 학습목표            | 다양한 재료를 활용하여 창의적으로 악기를 제작하여 연주할 수 있다.                                                                                                              |                                           |                                                  |               |             |
| 핵심역량            | 자기관리역량<br>○                                                                                                                                        | 지식정보처리역량<br>○                             | 창의적 사고역량<br>○                                    | 심미적 감성역량<br>○ | 의사소통역량<br>○ |
| STEAM<br>요소     | S - 소리의 3요소 이해<br>T - 폐품을 활용하고 다양한 도구를 사용                                                                                                          |                                           | A - 보기 좋은 악기 디자인하기<br>M - 음의 길이 및 비율을 고려하여 악기 제작 |               |             |
| 상황<br>제시        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 아름다운 음악을 연주하는 악기의 원리 이해하기</li> <li>• 소리의 크기, 높낮이, 음색, 진폭, 진동수에 관해 이해하기</li> </ul>                         |                                           |                                                  |               |             |
| 학습 창의적<br>활동 설계 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 폐품 및 다양한 재료 활용하여 악기 제작하기</li> <li>• 제작한 악기의 원리를 발표하고 간단한 곡 연주하기</li> </ul>                                |                                           |                                                  |               |             |
| 감성적<br>체험       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 서양 12음계와 동양 12음계 발생과 구조에 대해 정리한다.</li> <li>• 소리의 성질 및 구조에 관하여 정리 및 확인한다.</li> </ul>                       |                                           |                                                  |               |             |
| 활동사진<br>및 결과물   |                                                                                                                                                    |                                           |                                                  |               |             |
| 운영성과 및<br>개선점   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 악기 만들 때 각종 도구 사용 안전지도를 한다.</li> <li>• 모둠원 모두가 참여하도록 지도한다.</li> <li>• 학생들은 본인 만든 악기에 만족감을 나타낸다.</li> </ul> |                                           |                                                  |               |             |



|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                        |                                                       |               |             |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------|-------------|
| 과목: 미적분Ⅱ         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 교과간 융합: 인문 - 독서를 통한 정보 수집, 수학 - 주기함수(삼각함수)<br>한문 - 주역 해석, 과학 - 계절별 별자리 |                                                       |               | 대상: 2학년     |
| 학습주제             | 주기함수로 보는 나의 운명                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                        |                                                       |               |             |
| 학습목표             | 수학독서를 통한 동양 역사 속의 수학을 알아보고, 수학의 심미성과 유용성을 느낄 수 있도록 한다.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                        |                                                       |               |             |
| 핵심역량             | 자기관리역량<br>○                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 지식정보처리역량<br>○                                                          | 창의적 사고역량                                              | 심미적 감성역량<br>○ | 의사소통역량<br>○ |
| STEAM<br>요소      | S - 별자리 알아보기<br>T - 동영상 시청, 검색 엔진 사용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                        | A - 한자 속에 담겨있는 음훈 느끼기<br>M - 주기 함수, 음력 계산, 토정비결의 괄 찾기 |               |             |
| 상황제시             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 자신은 운명 결정론자인가?</li> <li>• 사람들은 별자리 운세, 띠별 운세, 토정비결을 즐겨 보는 건가?</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                        |                                                       |               |             |
| 학습<br>활동<br>설계   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 갑자를 표로 그려보며 행렬의 배경을 알 수 있다.</li> <li>• 여름 방학 과제로 제시되었던 수학비타민 플러스(저자 박경미)의 도서를 일부 발췌하여 제시함으로써 독서와 수업을 연계할 수 있다.</li> <li>• 60 갑자 주기함수를 학습함으로써 수학과 실생활의 밀접함을 알 수 있다.</li> </ul>                                                                                                                              |                                                                        |                                                       |               |             |
| 감성적<br>체험        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 은유적으로 앞일을 예언하는 시구절의 형식을 음미해 보고, 삶의 자세에 대한 옛 선현들의 지혜를 느껴본다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                        |                                                       |               |             |
| 활동사진<br>및<br>결과물 | <div>    </div> <div> 별자리 설문 통계에 대한<br/>동영상 시청 토정비결의 괄 작성에 대한<br/>방법 토론 자신의 괄에 따른<br/>운세 확인 </div> |                                                                        |                                                       |               |             |
| 운영성과 및<br>개선점    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 수학 독서에 대한 중요성과 실용성을 알 수 있었다. 평소 진로에 관한 아이디어나 탐구 소재를 독서에서 찾을 수 있음을 학습할 수 있었던 시간이었다. 교과 진도와 상관없이 진행하기 위해 1회 교사 이후로 기간 설정하는 것이 좋을 것 같다.</li> </ul>                                                                                                                                                               |                                                                        |                                                       |               |             |

| 과목: 과학융합    |                                                                                                                                                                           | 교과 내 융합: 과학, 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 |               |               | 대상: 2학년     |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------|---------------|-------------|
| 학습주제        | 과제연구 활동으로 과학적 의사소통의 날개를 달자!                                                                                                                                               |                                 |               |               |             |
| 학습목표        | 다양한 실생활의 주제로 문제를 인식하고 문제를 해결하는 방법 습득, 과학적인 의사소통능력을 함양할 수 있다.                                                                                                              |                                 |               |               |             |
| 핵심역량        | 자기관리역량<br>○                                                                                                                                                               | 지식정보처리역량<br>○                   | 창의적 사고역량<br>○ | 심미적 감성역량<br>○ | 의사소통역량<br>○ |
| STEAM<br>요소 | S - 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학, 기계, 전자공학, 환경, 산업의 과학적 요소<br>T - 실험 장치 꾸미고 다양한 재료 활용하기    A - 다양한 실험 장치 활용하여 시각성 확보<br>E - 실험 과정에서 공학적으로 연결하기        M - 각 측정된 물리량을 사이의 관계식을 구해보기 |                                 |               |               |             |

|                       |                                                                                                                                                                                       |                                                                                   |                                                                                    |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 상황<br>제시              | • 교육과정 재구성으로 일상생활과 관련하여 탐구 주제를 스스로 선정하고 실험설계, 실험결과 분석하여 보고서를 작성하고 발표하기                                                                                                                |                                                                                   |                                                                                    |
| 학습<br>창의적<br>활동<br>설계 | <ul style="list-style-type: none"> <li>정보검색을 통해 연구방법을 습득하여 과학적 탐구능력 신장한다.</li> <li>실생활의 문제를 인식하여 연구주제를 선정하고 문제해결능력을 신장한다.</li> <li>과정에서 실험기구를 창의적으로 설계하여 결과를 얻고 보고서를 작성한다.</li> </ul> |                                                                                   |                                                                                    |
| 감성적<br>체험             | <ul style="list-style-type: none"> <li>실험을 설계하는 과정에서 조원들과 협업을 통해 배려를 경험할 수 있다.</li> <li>탐구결과를 발표하는 과정에서 의사소통능력을 함양한다.</li> </ul>                                                      |                                                                                   |                                                                                    |
| 활동사진<br>및<br>결과물      |                                                                                                      |  |  |
|                       | 주제에 대한 팀별 협의                                                                                                                                                                          | 실험설계과정                                                                            | 과제연구 발표대회                                                                          |
| 운영성과 및<br>개선점         | <ul style="list-style-type: none"> <li>매주 목요일 3교시에 교과협의시간으로 확보하여 공동지도안을 작성함.</li> <li>생생특목! 과학 전문적학습공동체에서 운영 방안을 협의함.</li> <li>과학융합 교과에서 다양한 과제연구 활동을 운영하고 교내과제연구 발표대회로 연계</li> </ul> |                                                                                   |                                                                                    |

| 과목: 과학교양        |                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 교과내 융합: 과학, 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 |                                                               |               | 대상: 1학년      |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------|--------------|
| 학습주제            | 미니 과학탐구실험 발표를 통한 의사소통의 길을 찾대!!                                                                                                                                                                                                                                                                |                                |                                                               |               |              |
| 학습목표            | 다양한 실험주제를 조별로 촉매반응, 천연염색, 요소결정나무, 지문찾기, 눈 내리는 풍경, 무게중심 찾기 등 제시하여 활동결과 발표를 통한 과학적인 의사소통능력을 함양할 수 있다.                                                                                                                                                                                           |                                |                                                               |               |              |
| 핵심역량            | 자기관리역량<br>○                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 지식정보처리역량<br>○                  | 창의적 사고역량<br>○                                                 | 심미적 감성역량<br>○ | 의사소통역량<br>○  |
| STEAM<br>요소     | S - 과학적 원리 탐색, 탐구과정<br>T - 기술적인 정보를 검색하여 활용                                                                                                                                                                                                                                                   |                                | A - 작품 작성시 예술성, 시각성, 발표하는 방법 구안하기<br>M - 통계자료 분석 및 수학적인 요소 활용 |               |              |
| 상황<br>제시        | • 교육과정 재구성으로 일상생활과 관련하여 탐구 실험을 제시하여 실험설계, 실험결과를 발표자료 만들어 발표하기                                                                                                                                                                                                                                 |                                |                                                               |               |              |
| 학습 창의적<br>활동 설계 | • 팀을 구성하여 미니 탐구 과정을 검색하고 과학원리 파악하기<br>• 협업을 통한 프로젝트 추진 능력 증진, 설득력 있는 발표 방법 훈련<br>• 목적, 가설, 재료, 과정, 자료결과 및 결론 과정을 훈련                                                                                                                                                                           |                                |                                                               |               |              |
| 감성적<br>체험       | • 실험을 설계하는 과정에서 조원들과 협업을 통해 배려를 경험할 수 있다.<br>• 탐구결과를 발표하는 과정에서 의사소통능력을 함양한다.                                                                                                                                                                                                                  |                                |                                                               |               |              |
| 활동사진<br>및 결과물   | <div></div> <div></div> <div></div> |                                |                                                               |               |              |
|                 | 조별 실험주제                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                | 정보검색 및 실험활동                                                   |               | 실험설계, 과정발표자료 |
| 운영성과 및<br>개선점   | • 매주 목요일 3교시에 교과협의시간으로 확보하여 공동지도안을 작성함.<br>• 생생특목! 과학 전문적 학습공동체에서 운영 방안을 협의함<br>• 과학적 소양을 높이기 위한 다양한 프로그램 구성 운영함.                                                                                                                                                                             |                                |                                                               |               |              |

### 3. 창의융합형 수업 개선을 위한 수업 나눔 활동

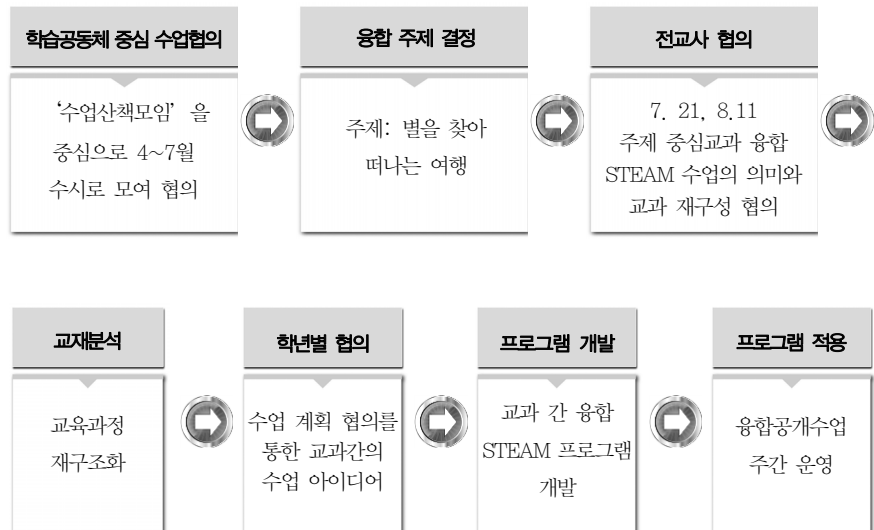
#### 가. 교육과정 분석 및 재구성

창의융합(STEAM) 교과 수업프로그램 개발을 위해 학년별로 교육과정을 분석하여 창의융합(STEAM)교육에 적합한 주제를 찾고, STEAM 관련 교과 중 융합 요소를 찾아 교육과정을 재구성하였다. 또한, 2015 개정교육과정의 교과별 성격, 목표, 내용체계 및 성취기준, 교수학습 및 평가의 방향을 이해하고, 교과별 핵심역량을 개괄적으로 분석하였다.

#### 나. 교수학습 과정안 개발

2015 개정 교육과정에 기반한 창의융합(STEAM) 연구학교 운영을 위해 본교에서 제작한 교수·학습 과정안에 수업을 통해 신장시키고자 하는 핵심역량이 기재되어 있고, 이에 기반한 STEAM 학습목표를 설정한 후 STEAM 요소를 갖춰 STEAM 수업 단계인 상황제시-창의적 설계-감성적 체험에 따라 과정안을 설계할 수 있도록 하였다.

### 4. 교과 내, 교과간 주제 융합(STEAM) 수업 프로그램 개발



〈그림 1〉 주제 융합 수업 프로그램 개발과정

## 가. 융합(STEAM) 수업 공개주간 운영

▶ 기간: 10월 23일(월)~10월 26일(목)

▶ 10월 27일(금): 남동 소(통)나(눔)기(쁨)융합축제

| 교과     | 교사  | 수업 주제                             | 수업 장소 |
|--------|-----|-----------------------------------|-------|
| 국어     | 김선영 | 꿈의 실현을 위한 말하기 수업                  | 1-4   |
| 현대문학감상 | 조숙경 | 잃어버린 별을 찾아서 (시를 통해 찾는 우리들의 별)     | 1-6   |
| 수학II   | 신서은 | '우주의 모양을 상상한 푸앵카레'와 창의인성수업        | 1-6   |
| 수학II   | 강현옥 | 별자리와 삼각비                          | 1-9   |
| 과학     | 이원미 | 스마트한 '별' 이야기                      | 1-2   |
| 과학교양   | 박삼병 | 별 관련 영화 속에서 과학적 요소 찾아 설명하기        | 창의융합실 |
| 실용영어II | 남현  | 별(행성) 탐사 과정 상황 설명과 감정을 표현하는 일기 쓰기 | 1-6   |
| 실용영어II | 이현정 | 별(행성) 탐사 과정 상황 설명과 감정을 표현하는 일기 쓰기 | 1-5   |
| 세계지리   | 심동섭 | 공존과 평화의 별을 찾아 떠나는 세계여행            | 1-8   |
| 미술문화   | 이복행 | '詩+畵' 엽서 만들기                      | 미술실   |
| 운동과 건강 | 문성호 | 운동경기 중에 나타나는 과학적인 현상 이해하기         | 운동장   |
| 진로     | 김종철 | 진로직업체험 보고서 작성 및 발표                | 진로활동실 |
| 윤리와 사상 | 장유정 | 내 마음의 별, 양심(의무론적 윤리)              | 2-1   |
| 미적분II  | 박은희 | 주기함수로 보는 나의 운명(토정비결)              | 2-4   |
| 물리I    | 정학수 | 별에서의 융합                           | 2-6   |
| 생명과학I  | 전경임 | 별과 인간의 일생 비교                      | 2-7   |
| 생명과학실험 | 권철선 | 생물의 대칭구조 방사대칭(starfish 관찰)        | 생명실험실 |

## 나. 융합(STEM) 수업 교수학습 과정안 예시

| 교과명               | 지도교사                                                                                                                                                                               | 학년       | 반       | 월       | 일      | 교시       | 단원명            |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|---------|--------|----------|----------------|
| 생명과과학             | 전경일                                                                                                                                                                                | 2        | 7       | 10      | 23     | 6        | III. 생명활동과 에너지 |
| 소주제               | 별의 일생과 생명체의 일생 비교                                                                                                                                                                  |          |         |         |        |          |                |
| STEAM목표           | -별의 일생과 생명체의 일생을 비교하여 그림 및 발표 표현, 설명할 수 있다.                                                                                                                                        |          |         |         |        |          |                |
| 핵심 역량             | 자기관리역량                                                                                                                                                                             | 지식정보처리역량 | 창의적사고역량 | 심미적감성역량 | 의사소통역량 | 공동체역량    |                |
|                   |                                                                                                                                                                                    | 0        | 0       | 0       | 0      | 0        |                |
| 학습 과정             | 교수학습 활동                                                                                                                                                                            |          |         |         | 시간     | STEAM 요소 | 자료 및 유의점       |
| 도입<br>(상황 제시)     | - 별의 탄생과 진화를 영상으로 보여준다.<br>- 별의 일생과 사람의 일생을 비교하여 발표하게 한다.                                                                                                                          |          |         |         | 5분     | ●        | 영상             |
| 학습 활동<br>(창의적 설계) | 1. 모둠별로 생명체를 동물, 식물, 미생물, 원생동물, 곰팡이, 인간 등으로 분류하여 아이들을 정하게 한다.<br>-모듬에 맞는 생명체의 일생을 자료 분석 및 토의를 통해 정리한다.<br>2. 별의 일생과 생명체의 일생을 비교하여 4컷 만화 또는 Fanelab을 구성하게 한다.<br>3. 모듬별로 발표를 하게 한다. |          |         |         | 40분    | ●, ●     | 유인물, 보드, 색연필   |
| 마무리<br>(감성적 제형)   | -발표를 통해 다양한 사고를 펼치고 자신의 감상을 표현하게 한다.                                                                                                                                               |          |         |         | 5분     | ●, ●     |                |
| 지도상 유의점           | -조별 과제를 미리 제시하여 준비하도록 한다.<br>-적절한 시간 배분을 통하여 규모 있는 수업이 되도록 한다.                                                                                                                     |          |         |         |        |          |                |

| 교과명               | 지도교사                                                                                                                                                                             | 학년       | 반       | 월       | 일      | 교시       | 단원명               |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|---------|--------|----------|-------------------|
| 과학                | 이원비                                                                                                                                                                              | 1        | 2       | 10      | 26     | 4        | IV-2-① 반도체        |
| 소주제               | 별을 찾아 떠나는 여행-스마트한 '별' 이야기                                                                                                                                                        |          |         |         |        |          |                   |
| STEAM목표           | ■에너지의 구조를 바탕으로 도체, 부도체, 반도체를 설명할 수 있다.<br>■스마트폰에 반도체가 이용됨을 설명할 수 있다.<br>■스마트폰 앱을 이용하여 오는 별자리를 찾아보고, 별자리에 대해 스토리텔링할 수 있다.                                                         |          |         |         |        |          |                   |
| 핵심 역량             | 자기관리역량                                                                                                                                                                           | 지식정보처리역량 | 창의적사고역량 | 심미적감성역량 | 의사소통역량 | 공동체역량    |                   |
|                   | ○                                                                                                                                                                                | ○        | ○       | ○       | ○      | ○        |                   |
| 학습 과정             | 교수학습 활동                                                                                                                                                                          |          |         |         | 시간     | STEAM 요소 | 자료 및 유의점          |
| 도입<br>(상황 제시)     | ■선수학습 확인<br>-도체와 부도체의 차이를 확인함.<br>■동기유발<br>-반도체 산업에 대한 동영상 또는 기사를 봄.                                                                                                             |          |         |         | 5분     |          | ▶ 동영상 및 관련기사      |
| 학습 활동<br>(창의적 설계) | <div> <div>별의 구조</div> <div>별의 구조</div> <div>별의 구조</div> <div>별의 구조</div> </div> <p>4. 별**</p> <p>24. 별**</p> <p>12. 별**</p> <p>별의 구조</p> <p>별의 구조</p> <p>별의 구조</p> <p>별의 구조</p> |          |         |         | 40분    |          | ▶ 발표자료 (PPT) 및 노트 |
| 마무리<br>(감성적 제형)   | -김** 학생과 정** 학생은 교과서 내용에 충실하게 발표 주제를 학습하고 발표 자료를 제작하여 학급원에게 설명함.<br>-학급원은 발표수업을 감상하고 모든 학생은 좋은 평가를 받음.<br>-김** 학생은 스마트 폰 별자리를 이용하여 별자리를 찾아보고, 별자리에 대한 스토리텔링을 진행함.                |          |         |         | 5분     |          | ▶ 학습지             |
| 지도상 유의점           | ■교사: 2학기 교수학습 연계제에 따라 발표주제를 학급 인원 수 만큼 나누어 학생 스스로 발표 주제를 선택하도록 함.<br>■학생: 발표주제 학습→PPT를 발표자료 제작→발표수업 진행→발표주제에 대한 질의응답을 통한 토론                                                      |          |         |         |        |          |                   |

| 교과명               | 지도교사                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 학년       | 반       | 월       | 일      | 교시       | 단원명                          |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|---------|--------|----------|------------------------------|
| 수학                | 장유재                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2        | 9       | 10      | 26     | 4        | 비제2 II. 삼각함수 1. 삼각함수의 뜻과 그래프 |
| 소주제               | 별(star)을 찾아 떠나는 여행                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |          |         |         |        |          |                              |
| 학습 목표             | ■ 별의 운동의 원 궤도 모델의 한계 속에서 발견될 수 있는 다양한 곡선을 설명할 수 있다.<br>■ 원운동으로 만들어지는 곡선의 속도 원리를 이해하고, 디자인 할 수 있다.                                                                                                                                                                                                                    |          |         |         |        |          |                              |
| 핵심 역량             | 자기관리역량                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 지식정보처리역량 | 창의적사고역량 | 심미적감성역량 | 의사소통역량 | 공동체역량    |                              |
|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ○        | ○       | ○       | ○      | ○        |                              |
| 학습 과정             | 교수학습 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |         |         | 시간     | STEAM 요소 | 준비물                          |
| 도입<br>(상황 제시)     | - 고대 그리스 시대 사람들의 우주관에 관련된 영상 관람                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |         |         | 5분     | ●, ●     | 학습지                          |
| 학습 활동<br>(창의적 설계) | 1. 별의 운동의 원 궤도 모델의 한계<br>- 학습지 텍스트를 통해 별의 운동의 원 궤도 모델의 한계를 알아본다.<br>- 현재 원 궤도 속에서 나타나는 다양한 곡선을 확인한다.<br>2. 원운동으로 만들어지는 곡선<br>- 원운동으로 만들어지는 다양한 곡선에 대해 학습한다.<br>- 다양한 곡선의 속도 원리에 대해 학습하고, 그 특징을 발견한다.<br>3. 스코프그래프를 이용한 창의적인 곡선 디자인<br>- 스코프그래프 구조를 이용한 본인이 창의적인 곡선을 디자인한다.<br>- 디자인된 곡선을 세로로 제작하여 조별로 수학의 심미성을 공유한다. |          |         |         | 38분    | ●, ●     | 학습지, 스코프그래프, 책갈피             |
| 마무리<br>(감성적 제형)   | - 별, 행성 및 관련된 발견된 원운동으로 만들어지는 곡선의 아름다움을 공유한다.                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |         |         | 7분     | ●, ●     | 학습지                          |
| 지도상 유의점           | - 학습 위계에 맞지 않은 부분은 깊이 다루지 않는다.<br>- 해당 제작시 너무 소란스럽지 않도록 한다.                                                                                                                                                                                                                                                          |          |         |         |        |          |                              |

| 교과명               | 지도교사                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 학년       | 반       | 월       | 일      | 교시       | 단원명               |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|---------|--------|----------|-------------------|
| 과학교과              | 서광미                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1        | 10      | 10      | 23     | 4        | 과학과 생활            |
| 소주제               | 화성에서 살아남기 위한 과학적 원리를 찾고 발표하기                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |         |         |        |          |                   |
| 학습 목표             | STEAM 프로젝트 학습, 발탁타입(100년)에 2차 수업                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |         |         |        |          |                   |
| STEAM목표           | 영화 마션에서 화성에서 살아남기 위한 과학적 원리를 조별 검토하고 토론하고 자료를 만들어 발표를 통해 의사소통역량을 신장할 수 있다.                                                                                                                                                                                                                                          |          |         |         |        |          |                   |
| 핵심 역량             | 자기관리역량                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 지식정보처리역량 | 창의적사고역량 | 심미적감성역량 | 의사소통역량 | 공동체역량    |                   |
|                   | ○                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ○        | ○       | ○       | ○      | ○        |                   |
| 학습 과정             | 교수학습 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |         |         | 시간     | STEAM 요소 | 자료 및 유의점          |
| 도입<br>(상황 제시)     | ■ 동기유발<br>- 만약 별을 찾아 떠나는 여행의 기회가 있다면 학생들은 어떻게 할 것인가 발표하기<br>■ 상황제시<br>- 나예제 주어진 우주여행에서 영화 마션에서처럼 화성에 고립된 당신을 어떻게 생존할 것인가?<br>- 영화 마션의 한 장면 감상하기<br>- 화성에서 살아남기 위한 과학적인 원리를 영화 마션을 통해 찾아보고 조원들과 토론하여 발표 자료 만들기                                                                                                       |          |         |         | 10분    | ●, ●     | 영화 마션 장면 보여주기     |
| 학습 활동<br>(창의적 설계) | ■ 조별활동<br>1. 대본을 통해 유무에서 영화 마션의 장면을 선정하여 과학적 원리 또는 요소를 정한다.<br>2. 조원들과 학습지를 작성하여 정보 검색을 통해 과학적인 원리를 검증한다.<br>3. 이력서에 영화에서 나온 한가지 과학적 원리를 그림, 기호, 글로 표현하기<br>4. 조별 발표하기<br>■ 거기에 있는 본부와 통신하라<br>1. 페스파인더와 360도 회전 가능한 카메라를 이용하여 NASA와 통신에 성공하기 위해 거구의 본부로부터 메시지를 받을 수 있는 방법과 문자 암호화 방법을 고안하라<br>2. 와트니 코드를 통해 의사소통하기 |          |         |         | 70분    | ●, ●, ●  | 자료: 활동지, 태블릿, 이력서 |
| 마무리<br>(감성적 제형)   | ■ 유인장을 작성하고 살아남으면 꼭 하고 싶은 버킷리스트 5가지 작성하기<br>■ 생존 후 NASA교관이 된다면 생존 방법을 어떻게 강연할 것인가? TED 2분 원고 쓰기                                                                                                                                                                                                                     |          |         |         | 20분    | ●        |                   |
| 지도상 유의점           | 1. 영화에서 과학적이고 예술적인 상상력이 만나서 영화가 주고자 하는 메시지에 대해 생각하는 기회를 제공하고 서로 의견을 나누는 의사소통역량 신장에 주안점을 두고 하였다.<br>2. 영화라는 소재로 다룬 산만하고 과학적 원리에서 오류를 영상화 우려가 있지만 주의하면 수업시간에 진행한 내용의 과정을 진행하기가 기대된다.                                                                                                                                  |          |         |         |        |          |                   |



## 다. 융합(STEAM) 수업의 실제



과학: 스마트한 '별' 이야기



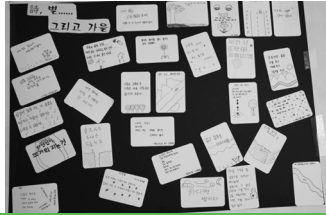
국어: 내가 실현하고 싶은 꿈(별)과 나의 롤모델



영어: A chance to think about ethical dilemmas.



지리: 공업 입지의 '별'



현대문학감상: 시를 통해 찾는 우리들의 별



미술: '詩+畫'업서 만들기



음악: 아름다운 선율을 만드는 악기 장인(Maker) 되기



수학: 행성과 삼각함수



생물: 생물의 대칭구조 - 방사대칭(starfish 관찰)



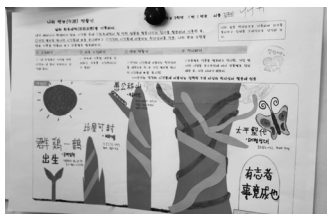
체육: 운동 경기 중에 나타나는 과학적인 현상 이해하기



미적분 II: 주기함수로 보는 나의 운명



일본어: 大学の合格、大学に入るのが「星」、「目標」



한문: 내 삶이 별처럼 빛나던 시간으로의 여행



지구과학: 태양계 구성원들의 특징



지구과학: 일식과 월식

### Ⅲ. 결론 및 제언

#### 1. 결론

- 가. 전교직원 연수와 전문적 학습공동체의 개별 연수를 통해 2015 개정 교육과정에 대한 교사의 인식 및 이해를 높임으로써 새 교육과정이 학교 현장에 안정적으로 안착할 수 있는 기반을 조성하여 학생, 교사 만족도가 높게 나타났다.
- 나. 주제융합수업을 구현함으로써 학생들은 개별 교과에서 학습한 지식을 단편적으로 이해하는 것이 아니라, 주제를 중심으로 여러 교과를 연계하는 교과연계 STEAM 수업을 통해 학생들의 융복합적 사고력을 신장하고, 다양한 상황에서 대처할 수 있는 문제해결력을 키우는 계기가 되었다.
- 다. 융합 수업을 설계하고, 적용하는 데에 교사 중심의 전문적 학습공동체 활성화를 통해 교과 및 교육활동에 전문성을 신장하는 계기를 마련하였으며, 미래 사회가 요구하는 창의융합형 인재 육성을 위한 핵심 역량과 STEAM 요소를 반영한 교실수업 개선자료를 제시하였다.
- 라. 다양한 학생 중심의 창의융합(STEAM) 프로그램을 통해 미래 핵심 역량인 자기관리역량, 지식정보처리역량, 창의적 사고역량, 심미적 감성역량, 의사소통 역량, 공동체역량을 강화하는 교육 활동을 실시하였다.

#### 2. 제언

- 가. 2015 개정 교육과정을 적용한 창의융합(STEAM) 프로그램을 정착, 확산하기 위해서는 단위 학교별 교육여건과 학습자 특성을 고려하여 교육과정을 창의융합형 교육과정으로 재구성하는 노력이 필요하다. 교과별로 STEAM 교육을 위한 핵심 준거 틀에 입각하여 융합요소를 분석한 뒤, 교과 교육에 적용하고 학습자의 피드백을 통해 상호 보완해 가는 과정을 통해 학교 특성에 맞는 창의융합(STEAM) 프로그램을 정착할 수 있다.
- 나. 2015 개정 교육과정의 안정적인 정착과 창의융합(STEAM)교육의 활성화를 위해서는 교실 수업 개선과 과정 중심 평가에 대한 교사들의 심도있는 이해와 연구가 선행되어야 한다. 따라서 2015 개정 교육과정, 교과별 수업개선, 수업-평가-기록의 일체화, 학생 중심 수업 방법에 대한 다양하고 지속적인 연수가 필요하다.
- 다. 융합 수업을 설계하고, 적용하는 데에 교사 중심의 전문적 학습공동체 활성화

를 통해 교과 및 교육활동에 전문성을 신장해야 한다. 동학년, 동교과를 넘어서 다양한 주제에 대해 통합적으로 접근하는 과정을 통해 교사들이 소통하고 함께 협력하는 연구 풍토를 형성하여야 주제융합수업을 내실 있게 구현할 수 있다. 이를 위하여 기존의 과중한 학교 업무를 경감하고, 전문적 학습공동체 중심의 교사 연구 활동이 활발하게 운영될 수 있도록 제도적, 물리적 여건을 조성할 필요가 있다.



# 18



교수 · 학습 개선을 위한 교육과정 재구성 방안  
- 경기 시흥매화고 -



# [교수 · 학습 개선을 위한 교육과정 재구성 방안]

## I. 배경 및 목적

### 1. 프로그램 운영 취지

2011년부터 1학년 과학은 융합형 과학 교과서를 사용하였다. 이 교과서는 학생들이 배우지 않은 선행개념이 너무 많아서 학생들에게 이를 그대로 수업하는 것은 크게 의미가 없었다. 특히, 학력 성취도가 낮은 본교 학생들에게는 이러한 과학 수업은 과학을 멀어지도록 하는 지름길이었다. 그래서 학생들이 조금이나마 과학을 친근하게 생각할 수 있도록 주변의 문제를 해결하는 과학 프로젝트 수업인 연구 활동을 진행하게 되었다.

21세기 정보사회와 지식기반 사회는 복잡하고 빠르게, 끊임없이 변화한다. 이러한 역동적인 사회에서는 개개인이 지식을 일방적으로 전수받아 기억하는 능력보다는 자신의 지식과 다른 사람의 지식을 협력적으로 재구성하면서 지식을 확장시키고, 창출하는 능력이 보다 강조되고 있다. 이러한 사회에서 요구하는 인재는 문제를 스스로 발견하고, 적극적으로 해결하려는 진취적인 태도를 가지고, 주어진 정보를 활용하여 창의적인 결과를 생산하는 인재이다.

이를 반영하여 2015 개정 교육과정에서는 교과 교육을 포함한 학교 교육을 통하여 자주적인 사람, 창의적인 사람, 교양 있는 사람, 더불어 사는 사람 등의 인간상 구현을 목표로 한다. 이 같은 인간상을 구현하기 위한 과학 교과 핵심역량 중 '과학적 탐구 능력과 문제해결력, 의사소통능력'은 프로젝트 학습과 관련이 있다.

프로젝트 학습에 대하여 Katz와 Chard(1989)는 특정 주제에 대한 깊이 있는 탐구로 정의한다. 이 정의에 따르면 프로젝트 학습과정에서 학습자는 주제나 문제의 선정에서부터 해결과정에 이르는 프로젝트 활동 전체를 직접 계획하고, 세운 계획을 달성하기 위하여 다양한 활동과 노력을 한다. 이렇게 학생 스스로 주제를 선정하여 계획을

세우고, 문제를 찾아 해결하며, 그 결과를 다양한 형태의 결과물을 만들어내는 과정에서 정보를 처리하고, 문제를 해결하는 능력이 키워지며, 팀원과의 협동심과 의사소통능력을 향상시킬 수 있다. 또한, 문제를 해결한 긍정적인 경험을 통하여 자아존중감이 길러지며, 이 경험이 다른 학습에도 영향을 미칠 수 있다.

## 2. 프로그램의 목적

본교에서는 연구기반 프로젝트 활동을 1학년에 연구 활동 방법을 익히고, 2학년에는 심화 연구, 3학년에서는 환경 프로젝트가 운영되고 있다. 학생들은 연구하는 방법을 모르기 때문에 1학기나 1년으로는 제대로 된 연구 활동을 하기 어렵다. 본교에서는 3년간의 꾸준한 연구 활동으로 학생들의 역량을 향상시키고, 나아가 이러한 연구 활동을 통하여 학생들의 자신감과 자아존중감을 높여주는 것이 목적이다.

## II. 운영

### 1. 프로그램 개요

본교에서는 학생들에게 성공 경험의 기회를 주기 위하여, 2011년부터 1학년 '과학' 교과목 내에 '과학 프로젝트 학습'을 적용하였으며, '과제연구' 교과목을 2학년 과학 중점학급 정규 교육과정에 포함시켜 '과제연구 프로젝트 학습'을 진행하였다. 이러한 학습 방법이 학생들의 학습 과정을 평가하는 것에 효과적이며, 주입식 교육과 다르게 자신의 의견을 전달하고, 적극적인 학생들에게 성취감을 줄 수 있다는 결론을 내릴 수 있었다. 이에 2015년부터는 2학년 과학중점학급의 '미적분' 교과목 내에 실생활 주제와 연계할 수 있는 '수학 프로젝트 학습'을 적용하였고, 2017년부터 3학년 과학 중점 학급 학생들을 대상으로 '생명과학Ⅱ' 교과목에 '환경(ESD) 프로젝트 학습'을 적용하였다.

현재 3학년인 2015년 입학생 중 과학중점학급 학생들은 3년간 4개의 프로젝트 학습을 경험하였다. 1학년 '과학' 교과목 내에서 수행한 '과학 프로젝트 학습'은 수행평가 70%, 2학년 '과제연구' 교과목 내에서 수행한 '과제연구 프로젝트 학습'은 수행평가 100%, 2학년 미적분Ⅰ 교과목 내에서 수행한 '수학 프로젝트 학습'은 수행평가 30%, 3학년 생명과학Ⅱ 교과목 내에서 수행한 '환경(ESD) 프로젝트 학습'은 수행평가 15%로, 수업 과정 평가에 반영하였다.

〈표 1〉 최근 3년 간 과학 및 수학 교과에서 운영하는 프로젝트 학습의 적용 형태

| 구분  | 2015년 입학생                                    | 2016년 입학생                                    | 2017년 입학생                       |
|-----|----------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------|
| 1학년 | 과학 프로젝트                                      | 과학 프로젝트<br>(2016년 주제탐색 프로그램 적용)              | 과학 프로젝트<br>(2017년 주제탐색 프로그램 적용) |
| 2학년 | 과제연구 프로젝트<br>(2016년 주제탐색 프로그램 적용)<br>수학 프로젝트 | 과제연구 프로젝트<br>(2017년 주제탐색 프로그램 적용)<br>수학 프로젝트 |                                 |
| 3학년 | 환경(ESD) 프로젝트                                 |                                              |                                 |

## 2. 프로그램 운영 과정 및 방법

지난 6년간 다양한 교과목에서 프로젝트 학습을 운영해온 결과, 연구 과정에서 학생들이 가장 어려워하는 것이 주제 선정 및 탐구 설계라는 것을 확인할 수 있었다. 중학생을 대상으로 연구한 정우경(2011)의 연구 결과에 따르면 주제선정단계에서 과학적이지 못한 주제 선정, 단답형식의 주제 선정, 탐구의 실현가능성 여부 및 선언적 지식의 부족, 재미에 치중된 주제 선정 등에 따라 어려움을 느끼는 것으로 나타났다.<sup>1)</sup> 이에 따라서 학생들이 자기주도적인 탐구 과정을 진행할 수 있는 연구 주제를 선정하는 과정에 대한 구조화된 안내와 실험 설계와 탐구활동을 위한 프로그램이 필요하다고 판단하여 2016년에 1학년을 대상으로 주제 탐색 프로그램을 개발하였다. 그러나 수행 결과, 학생들의 수준에 비하여 학습량이 너무 많다는 수행 결과 분석으로 2017년에는 1학년에 적용할 새로운 주제탐색 프로그램을 개발하였다.

2학년은 '과제연구'는 10월까지의 과학융합과 연계하여 주3시간씩 시간을 배정하였고, 1학년 과정에서 주제탐색 과정을 거쳤기 때문에 간단하게 5주 정도 주제탐색 프로그램을 운영한 후, 바로 팀별 주제 탐구를 진행하였다. '수학 프로젝트'는 미적분 시간 중 주 2시간을 블록타임으로 운영하여 학기별 1개의 주제, 년 2개의 주제로 운영하였다.

3학년은 1학기 생명과학Ⅱ 시간에 10시간 정도를 배분하여 환경 프로젝트를 운영하고, 보고서 대신 발표 포스터로 프로젝트 결과를 정리하였다.

1) 정우경, 이준기, 오상욱(2011). 중학교 학생들의 자유탐구활동 중 주제선정단계에서 나타난 어려움 조사. 한국과학교육학회지, 31권 8호, pp. 1199-1213.

### 3. 프로그램 구성 및 적용

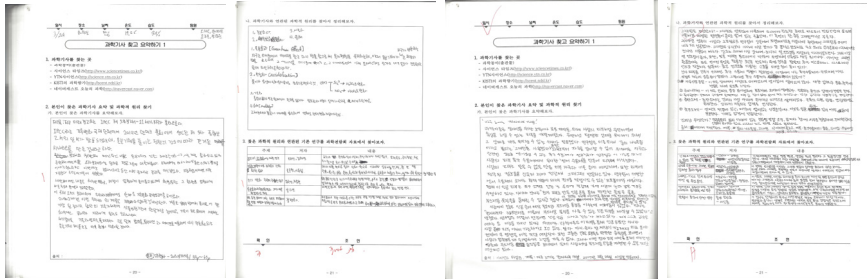
#### 가. 1학년 과학 주제탐색 프로그램

1학년 '과학' 교과목에서 적용한 변형된 주제 탐색 프로그램(MSSP)은 학습량을 줄이고, 연구 기반 프로젝트 학습을 위한 준비를 할 수 있는 프로그램으로 재구성하였다. 이에 따라서 학습지의 양을 줄이고, 활동을 세분화하여 단계별로 학습할 수 있도록 구성하였다. 또한 과학 기사 분석은 학생들이 관심을 갖는 분야에서 스스로 기사를 찾고 요약할 수 있도록 안내하였다.

〈표 2〉 1학년 과학 주제탐색 프로그램 구성

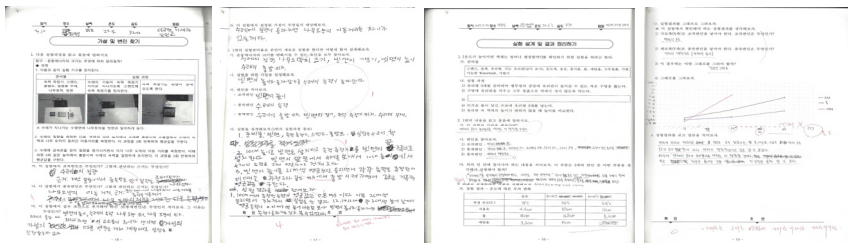
| 순번 | 구분              | 주제               | 프로그램 개요                                                 |
|----|-----------------|------------------|---------------------------------------------------------|
| 1  | 과학 기사           | 과학 기사 분석         | 본인의 관심분야에서 새로운 과학기사를 찾고, 과학적 원리 정리, 관련된 기존 연구 제시함.      |
| 2  | 가설 및 변인 찾기      | 빛면의 운동           | 실험을 계획하는 방법을 모색하도록 구성함. 조작변인, 종속변인 찾기 및 가설 세우기를 실시함.    |
| 3  | 실험 설계 및 결과 정리하기 | 온도에 따른 액체의 부피 변화 | 데이터의 처리 방법에 대해 생각해볼 수 있도록 구성하고, 그래프 그리는 방법을 학습함.        |
| 4  | 기초 실험           | 액체와 고체의 밀도 구하기   | 부피 측정 기구와 질량 측정 기구에 대해서 학습하고 사용 방법을 익힘.                 |
| 5  | 기초 실험           | 현미경 사용법          | 현미경을 사용하는 방법을 배우고, 세포 관찰을 통해서 사용법을 익힘.                  |
| 6  | 기초 실험           | 단진자의 주기 측정       | 단진자의 주기를 가설별로 측정하고, 데이터 처리 방법 모색함.                      |
| 7  | 기존 연구 분석        | 주제 찾기            | 주제 분석, 가설 설정, 변인, 탐구 과정, 결과를 통한 결론 해석 후 새로운 연구 주제를 제시함. |

첫 번째, '과학 기사 분석'을 통한 주제 탐색 프로그램의 경우, 자신이 관심 있는 분야의 과학 기사를 선택하여 과학적 원리를 찾도록 지도하였다. 그리고 이를 학습한 뒤, 과학적 원리와 관련된 전국과학전람회 보고서를 찾아보고, 이를 간략히 정리해 볼 수 있도록 지도하였다. 2016년에 개발된 프로그램과 달리 기존 연구로 다양한 연구자의 논문을 검색하지 않고 동일한 수준의 학생 연구를 찾아보도록 지도하여 탐구 과정에서 현실성이 있는 주제를 선정할 수 있도록 유도하였다.



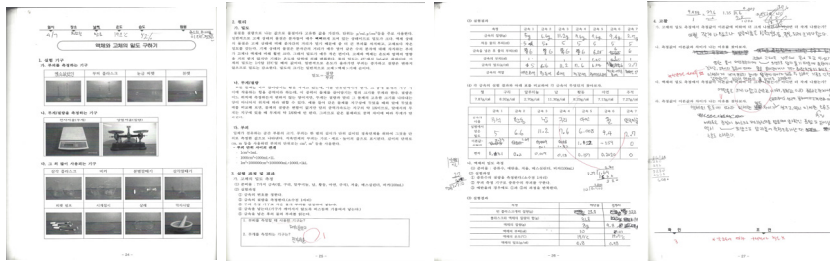
〈그림 1〉 과학 기사 분석을 통한 주제 탐색 활동 내용

두 번째, '가설 및 변인 찾기'와 '실험 설계 및 결과 정리하기'를 통한 주제 탐색 프로그램의 경우, 탐구 과정에서 중요한 변인에 대한 개념과 변인통계 및 대조군 설정 등 탐구에 대한 기본적인 이론을 학습하고 실습할 수 있는 과정으로 지도하였다. 가설 및 변인 찾기에서는 중학교 과정에서 수록되어 있는 실험인 빗면에서 수레의 운동을 적용하였다. 이 과정에 포함된 다양한 변인을 찾아보고, 가설을 설정하여 실험해 볼 수 있도록 지도하였다. 실험 설계 및 결과 정리하기에서는 온도에 따른 물, 에탄올 및 식용유의 부피 변화와 질량을 측정하면서 데이터를 처리하는 과정에 대해 학습할 수 있도록 지도하였다. 특히 그래프를 그리고 그래프로부터 경향성을 파악할 수 있도록 유도하였다. 이 프로그램은 기초 실험 과정에서 다시 한 번 반복 학습이 이루어질 수 있도록 지도하였다.



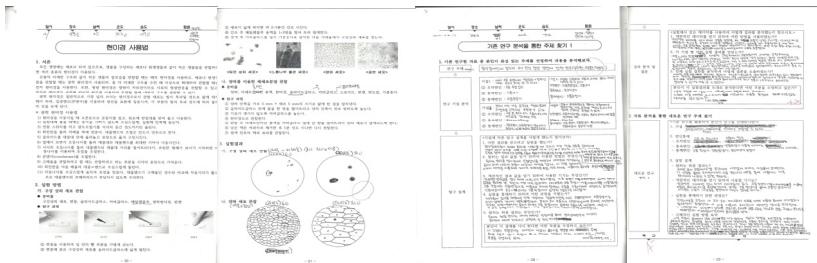
〈그림 2〉 가설 및 변인 찾기와 실험 설계 및 결과 정리하기를 통한 주제 탐색 활동 내용

세 번째, '기초 실험'을 통한 주제 탐색 프로그램의 경우 주제 선정 후 프로젝트 학습을 진행하는 과정에서 필요한 기초 실험 기기 및 기구를 다룰 수 있는 방법을 습득할 수 있도록 지도하였다. 이는 탐구 과정에서 필요한 탐구 능력을 향상시킬 수 있는 방향으로 유도하였다. 그리고 이와 관련된 학생 연구 자료를 찾아볼 수 있도록 지도하였다.



〈그림 3〉 기초 실험을 통한 주제 탐색 활동 내용

네 번째, '기존 연구 분석'을 통한 주제 탐색 프로그램의 경우, 기존 프로그램과 달리 분석 단계에 따른 다양한 질문을 바탕으로 순차적인 접근이 가능하도록 지도하였다. 먼저 진로와 관련된 기존 연구를 선정하여 가설을 찾아보고, 이에 대한 각 변인을 정리하도록 지도하였다. 그 뒤, 탐구 과정에서 사용한 기기, 변인 통제, 객관적 데이터 수집 등을 단계적으로 정리하도록 지도하고, 이와 관련되어 자신의 궁금증을 더하여 새로운 가설을 설정하고 실험을 설계해볼 수 있도록 지도하였다.



〈그림 4〉 기초 실험 및 기존 연구 분석을 통한 주제 탐색 활동 내용

## 나. 2학년 '과제연구' 주제탐색 프로그램

2016년 주제 탐색 프로그램을 바탕으로 프로젝트 학습을 적용한 2학년 학습자를 대상으로 '새로운 주제 탐색 프로그램'의 개발에 대한 요구가 생기게 되었다. 따라서 2

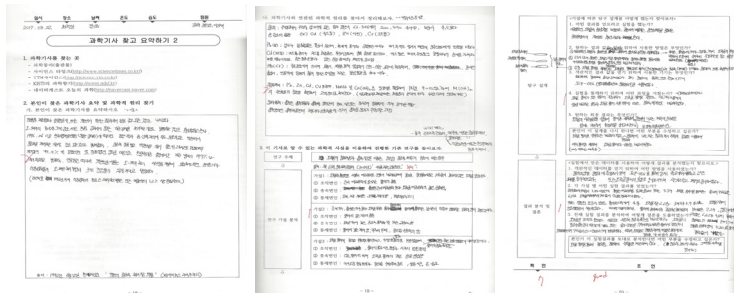


학년 '과제연구' 교과목에서 적용할 프로젝트 학습의 경우 '주제 탐색'보다 '연구의 설계와 연구 실행'에 중점을 두고 개발하였다.

〈표 3〉 2학년 '과제연구' 주제탐색 프로그램 구성

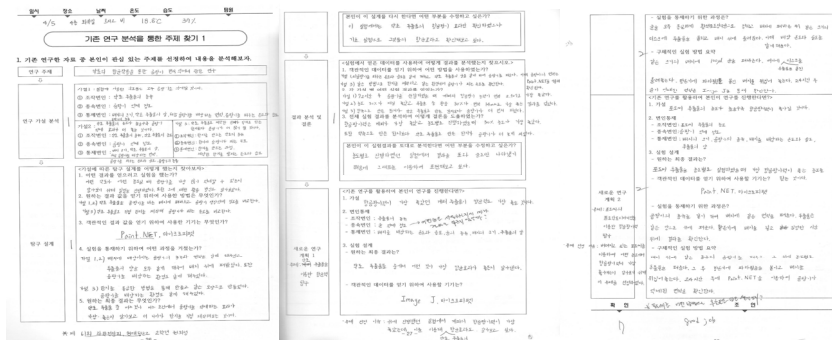
| 순번 | 구분       | 주제               | 프로그램 개요                                                    |
|----|----------|------------------|------------------------------------------------------------|
| 1  | 과학 기사    | 과학 기사 분석         | 본인의 관심분야에서 새로운 과학기사를 찾고, 과학적 원리 정리, 관련된 기존 연구 분석함.         |
| 2  | 기존 연구 분석 | 주제 찾기            | 주제 분석, 가설 설정, 변인, 탐구 과정, 결과를 통한 결론 해석 후 새로운 연구 주제를 제시함.    |
| 3  | 결과 처리    | 기기를 이용한 실험 결과 분석 | 본교에서 보유하고 있는 MBL 센서의 종류 및 사용법을 소개하고, 교과서에 있는 내용을 실험으로 구성함. |

첫 번째, '과학 기사 분석'을 통한 주제 탐색 프로그램의 경우, 자신의 진로와 연관된 분야에서 새로운 기술이나 동향을 찾고, 이와 관련 있는 과학적 원리를 찾도록 지도하였다. 그 후 본인이 관심 있는 과학적 원리와 관련된 전국과학전람회 보고서를 찾아서 연구과정과 연구방법, 연구결과를 분석하고, 본인이 연구할 수 있는 새로운 연구를 구체적으로 설계하도록 지도하였다.



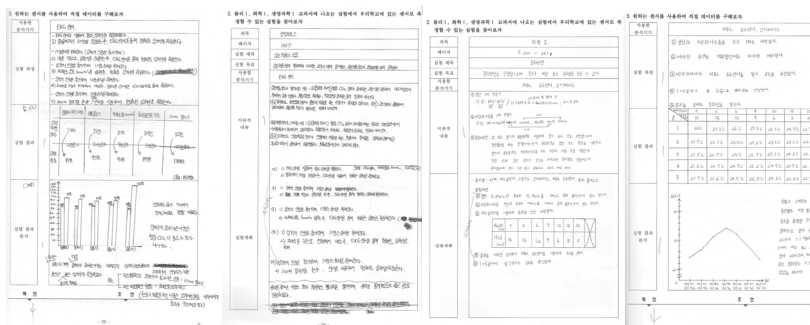
〈그림 5〉 과학 기사 분석을 통한 주제 탐색 활동 내용

두 번째, '기존 연구 분석'을 통한 주제 탐색 프로그램의 경우, 분석 단계에 따른 다양한 질문을 바탕으로 순차적인 접근이 가능하도록 지도하였다. 진로나 관심 영역과 관련된 기존 연구를 분석하고, 분석하면서 느꼈던 부분들을 보완하여 새로운 연구를 구체적으로 설계하도록 지도하였다.



〈그림 6〉 기존 연구 분석을 통한 주제 탐색 활동 내용

세 번째, '결과 처리' 활동에서는 학교에 구비된 결과, 분석 도구 중 하나인 MBL 센서를 활용하는 방법을 익힐 수 있도록 지도하였다. 2학년 과학중점과정에 학습 중인 물리 I, 화학 I, 생명과학 I 교과서의 내용 중에서 관심 있는 교과서의 단원을 스스로 정하고, 이를 MBL 장치를 이용하여 실험적으로 입증하는 연구 설계를 하도록 지도하였다. 팀이 계획한 실험 설계에 따라 실험을 진행하여 결과를 얻은 후, 결과 처리를 하는 과정에서 객관적인 결과 값을 얻고 이를 활용하는 방법을 익힐 수 있도록 지도하였다.

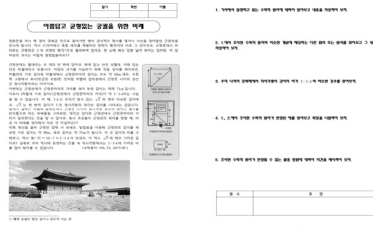


〈그림 7〉 결과 처리 활동을 통한 주제 탐색 활동 내용

## 다. 2학년 '수학 프로젝트' 프로그램

정규교과의 미적분 I (1학기)/미적분 II (2학기)(6시수)에 각각 2시간을 연속하여 블록 타임으로 운영하면서 주당 1회씩 진행하였다. 3명을 한 모둠으로 지정하여 학기당 수학(특히, 미적분)과 실생활에 연계된 주제를 선정하여 지속적으로 탐구하고, 이를 보고서 및 발표의 형식을 활용하여 전개하도록 지도하였다.

간단한 기사를 보고 수학적 내용을 찾는 활동을 1차시 제시하여 학생들이 주제를 선정하는 과정을 어렵지 않게 느낄 수 있도록 하였다.

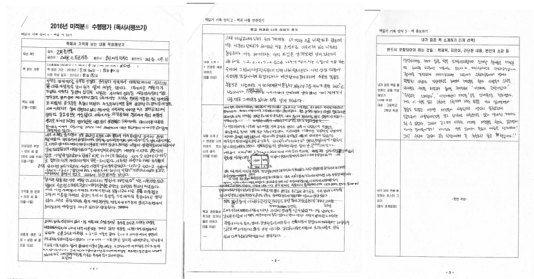


〈그림 8〉 수학동아 기사를 통한 주제 찾기 1차시 자료

이렇게 주제를 선정하면 이를 수행하기 위하여 주제와 관련된 다양한 도서를 읽을 수 밖에 없는 점에 착안하여 프로젝트 평가에 있어 독서서평을 하나의 영역으로 포함하여 교과관련 독서활동도 확대할 수 있도록 하였다. 이렇게 읽은 자료를 수행평가의 영역으로 반영하고, 학생생활기록부-교과별 독서활동 상황에도 기재할 수 있어 다양한 방면으로 활용할 수 있었다.

〈표 4〉 수학 프로젝트 운영 과정

| 차시    | 학생 활동내용             | 교사 지도내용                                                                                                             | 비고                               |
|-------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1~3   | 모둠조직 및 주제 선정        | ▶ 기존의 수학프로젝트 주제를 제시하고, 학생들의 사고를 확장할 수 있는 도서 및 참고 자료를 제공                                                             | 학생 수준에서 탐구가 가능한 주제를 선정할 수 있도록 안내 |
| 4~8   | 자료수집 및 토의           | ▶ 수학프로젝트 노트를 모둠별로 점검하여 주제에 대한 다양한 접근이 이루어지고 있는지를 확인<br>▶ 또한 모둠별 주제에 대한 도서 및 논문, 인터넷 자료 등을 열람할 수 있도록 사전에 조사하여 안내     |                                  |
| 9     | 중간발표 및 평가           | ▶ 학생들과 같이 평가를 진행하기 위하여 중간발표의 전체 과정을 녹화하고, 모둠별로 상호 평가지를 제공하여 다른 모둠의 내용에 관심을 갖도록 지도                                   | 발표 자료는 사전에 제출하고, 녹화용 카메라를 준비     |
| 10~13 | 자료정리 및 보고서 작성       | ▶ 중간발표의 내용을 피드백하고, 학생들의 질의응답을 통하여 전체 학생이 공유할 수 있는 분위기 조성                                                            |                                  |
| 14    | 최종 보고서 제출 및 독서서평 제출 | ▶ 학교홈페이지에 탑재된 모둠별 최종보고서를 확인하고, 보고서에 대한 기본사항을 학생들과 질의응답을 통하여 확인하며 평가도 동시에 진행<br>▶ 독서서평은 출력된 자료에 자필로 작성하여 정해진 기일 내 제출 | 학교 홈페이지를 활용하여 안내                 |



〈그림 9〉 학생들이 직접 작성한 독서서평

## 라. 3학년 '환경 프로젝트' 프로그램

### 1) ESD 프로젝트 활동 실시 및 ESD 프로젝트 페스티벌 진행

작년 ESD 실천 교사 연구회 활동을 실시하면서 수정 개발했던 프로그램을 2학년 학생들에게 적용하였다. 올해 3학년이 된 적용 대상 학생들을 중심으로 ESD 프로젝트 활동을 실시하였다. 2~4인 1팀을 구성하여 총 101명의 학생이 29개의 팀을 구성하여 각각의 주제를 선정하여 1학기 동안 진행하였다. 교사 연구회를 중심으로 운영 방안과 평가 방법을 지속적으로 회의해 왔으며, 최종 포스터를 발표하고 서로의 결과물을 확인해볼 수 있는 프로젝트 페스티벌을 개최하였다.



〈그림 10〉 ESD 프로젝트 활동 및 프로젝트 페스티벌

### 2) ESD 프로젝트 활동 평가

학습자의 환경을 고려하여 주제의 독창성, 이론적 배경의 조사도, 프로젝트 활동에서의 과학적 접근 등을 바탕으로 평가 계획을 수립한다. 평가 계획의 예시는 다음과 같다.

#### 평가 내용 및 기준

1. 프로젝트의 필요성 : 프로젝트의 필요성을 객관적으로 제시하였는가?
2. 이론적 배경 조사의 성실성 : 다양한 매체를 통하여 수집한 자료를 주제에 맞게 구체적으로 재구성했는가?
3. 탐구 과정 및 검증방법의 적합성 : 탐구 과정을 목적에 맞게 설계하고, 객관적으로 검증하였는가?

4. 결과와 결론의 연관성 : 결과의 의미를 바르게 해석하고 결론과 연관 지어 설명하였는가?
5. 프로젝트의 독창성/완성도 : 독창적이고 참신한 아이디어로 프로젝트 수행 결과물을 완성하였는가?
6. 포스터 및 프레젠테이션의 전달력 : 프로젝트의 전 과정을 적절히 전달하고, 논리적으로 설명하는가?
7. 참여도/동료평가 : 팀원으로서 과제에 대하여 책임감을 공유하며, 열심히 참여하였는가?



〈그림 11〉 ESD 프로젝트 수업 결과물

### III. 결론 : 프로그램의 효과 및 시사점

#### 1. 프로그램의 효과

처음 프로젝트 수업을 기획할 때는 고등학교에서 학생들의 입시를 위해 매진해야 하는데 이렇게 시간을 낭비해도 될까? 라는 생각을 하지 않을 수 없었다. 능수에 들어가지 않는 학생들의 연구 활동<sup>2)</sup>을 누가 인정해 줄 수 있을까? 연구 활동을 통해 대학에 갈 수는 있을까? 라는 고민을 할 수밖에 없었다. 그러나 본교 학생들이 학습 역량이 뛰어나서 문제를 무한 반복하여 풀이하면서 즐길 수 있는 학생들이 아니라, 몸으로 부딪히면서 조금씩이라도 알아가는 학생들이 많은 까닭에 힘들고 어렵지만 이 활동을 지속할 수 있었다. 이러한 연구 활동은 과학뿐 아니라, 종합적인 배움이 일어나는 활동이다. 주제를 선정하기 위하여 고민하면서 주변을 분석하는 비판적 사고력을 키울 수 있으며, 모둠원과 같이 토론하면서 협력과 소통의 중요성, 의견을 제시하는 방법을 배울 수 있다. 연구 활동 결과를 보고서로 작성하면서 글쓰기 능력뿐 아니라, 스토리텔링 능력까지 키울 수 있다. 또한, 이러한 활동을 통하여 본인의 적성과 능력을 확인할 수 있어, 대학의 전공을 선택하는데 도움을 줄 수 있다. 이러한 학생들의 역량을 단순 성적만으로 판단하고 있는 현실이 답답했으나, 다행히 학생부 종합전형이 확

2) 본교에서는 프로젝트 수업으로 학생들이 스스로 주제를 선정하고 문제를 해결하여 보고서까지 제출하는 연구 활동을 2012년부터 현재까지 진행하고 있다.

대되면서 이렇게 개인의 능력을 다방면으로 평가 받을 수 있었고, 그 결과 본교 졸업생들은 원하는 학교의 원하는 학과에 입학하여 고등학교에서 배운 역량을 발휘하고 있다.

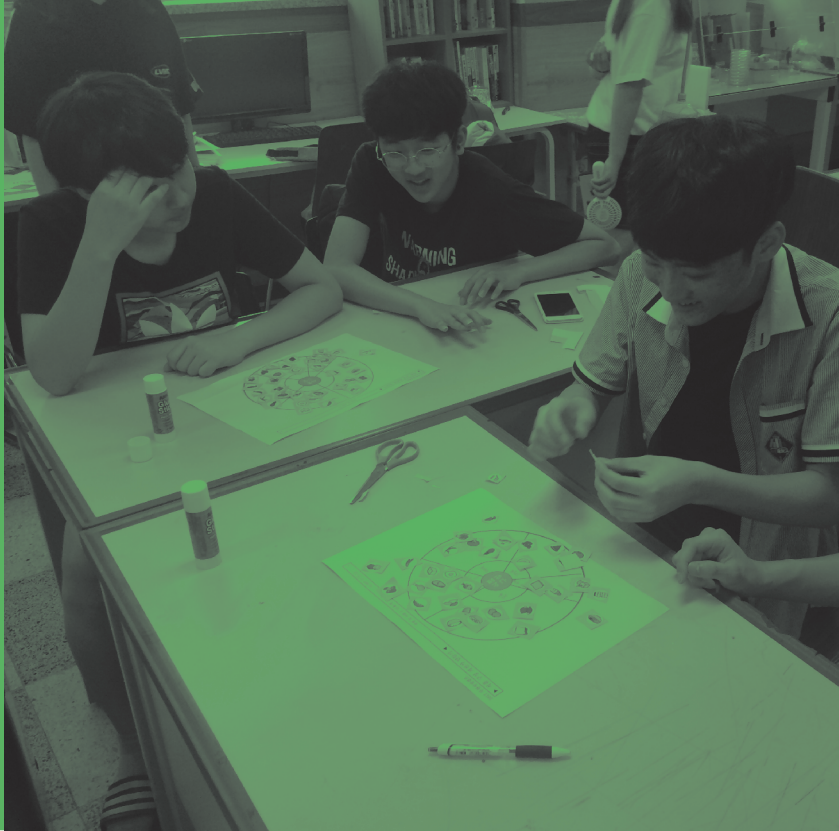
## 2. 시사점

학생들은 작은 노력으로 많은 성과를 얻고 싶어 한다. 그런 의미에서 많은 노력을 기울여야 1개의 보고서를 완성할 수 있는 연구기반 프로젝트 활동은 공부 역량이 부족한 본교 학생들에게는 기피하는 활동이다. 그러나 이러한 지속적인 활동이 학생들의 역량을 향상시키는 방법이기 때문에 본교는 방과 후에 비교과 활동보다는 모든 학생들에게 적용할 수 있는 교과 내 재구성을 통하여 학생들의 탐구 역량을 향상시키고자 노력하였다. 성적이 낮은 학생들이 많은 본교에서 학생들의 자발적인 참여만으로는 이루어지는 방과 후 비교과로는 학생들의 역량을 향상시키는데 한계가 있기 때문에 약간 강제적이지만 교과 내 과정으로, 모든 학생들이 당연히 해야 할 과제로 진행하여 학생들의 탐구 능력을 향상시킬 수 있었다.

## IV. 개선점

학생들은 계속 변화하고 있다. 초등학생 시절부터 학원수업에 익숙해진 학생들은 정답이 없는 탐구활동보다는 정답이 정해진 일반 수업에 더 익숙하며, 본인들이 활동하여 결과를 얻는 것보다는 가만히 앉아 있으면 정답을 알려주는 시스템에 더 익숙해져 있다. 이러한 학생들에게 연구기반 프로젝트 활동을 적용하는 것은 쉬운 일이 아니다. 따라서 본교에서는 해마다 지속적으로 1학년 연구기반 주제탐색 프로그램을 개선하고 있다.

# 19



교수 · 학습 개선을 위한 비교과 프로그램 체계화  
- 경기 시흥매화고 -





# [교수 · 학습 개선을 위한 비교과 프로그램 체계화]

## I. 배경 및 목적

### 1. 프로그램 운영 취지

비교과 프로그램은 학생들의 진로 선택을 위한 다양한 체험형 프로그램이 필요하다. 여기서 체험형 프로그램은 단순히 외부의 유적지나 박물관을 방문하는 형식의 프로그램도 있지만, 본교의 학생들에게 맞는 프로그램은 학교에서 계획하여 만들어주는 프로그램이다. 따라서 흥미 위주의 체험으로만 그치는 것이 아니라 체험을 통해 지식을 쌓고, 이를 진로와도 연계시킬 수 있는 실속 있는 프로젝트형 프로그램이 필요하다. 이러한 프로그램은 1~2시간으로 만들 수 있는 것이 아니다. 또한, 과학중점학교에서 운영하는 비교과 프로그램은 방과 후 시간을 이용하는 것이기 때문에 시간 투자 대비 학생들의 역량 향상이 매우 중요하다.

학생들이 본인의 진로를 찾기 위해서는 그 분야를 체험해보는 것이 필요하다. 이때의 체험은 단순히 하루나 이틀 정도 박물관이나 대학의 학과를 견학하는 것이 아니라 실제 연관되는 지식을 공부하고, 관련된 영역을 알아가는 과정에서 본인의 성향과 잘 맞는지 알아가는 것이다. 본인의 진로라고 생각하여 많은 시간을 들여서 공부를 했더라도 결과적으로 본인의 진로가 아니라는 결론이 나올 수도 있고, 몇 시간만 체험하고 알아가더라도 본인의 진로라는 확신이 생길 수도 있다. 고등학교에서 비교과 체험은 본인들의 진로 적성을 알아보고, 대학에 갈 때 본인의 진로 적성에 맞게 갈 수 있도록 투자하는 시간이라고 생각한다.

본교는 대부분의 학생들이 학업 역량이 낮아서 앉아서 꾸준하게 하는 공부에 익숙하지 않다. 따라서 학생들이 공부라고 여기지 않으면서 학생들의 활동적으로 공부가 되는 프로그램을 개발하는 것이 필요하였다. 또한, 본교는 대도시가 아닌 접근성이 떨어지는 마을 단위의 시 지역이기 때문에 외부의 능력 있는 강사를 초청하기 어려웠다.

이러한 이유로 본교에서 만드는 프로그램은 본교의 교사들이 할 수 있으며, 계속 이어질 수 있도록 하는 프로그램으로 만드는 것이 필요했다.

## 2. 프로그램의 목적

본교에서 비교과 프로그램을 만들고 적용한 목적은

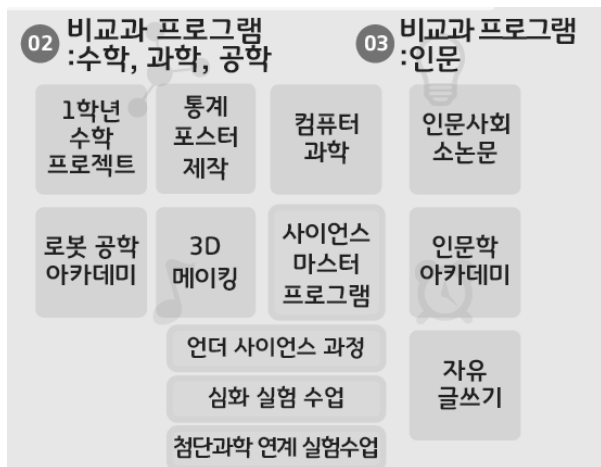
첫째, 학생들이 심도 있는 진로관련 프로그램을 이수하면서 본인의 진로적성을 찾고, 둘째, 과학중점 과정 학생들은 과학이나 공학뿐 아니라, 인문이나 사회과학을 통하여 인문학적 소양을 가진, 인문 학생들은 최소한의 과학적 소양을 가진 민주적 시민으로 성장하기 위해서이다.

셋째, 인문 또는 과학, 공학 등 비교과 프로그램을 이수함으로써 정규 교과 과정에서 배울 수 없는 다양한 지식과 경험을 체험함으로써 역량을 향상시키는 것이다. 결국, 궁극적인 목적은 학생들이 비교과 프로그램을 체험함으로써 본인의 역량을 향상시키고, 본인의 적성을 찾아서 고등학교 생활을 좀 더 충실하게 하며, 결과적으로 본인이 원하는 대학의 학과에 합격하도록 하는 것이 목적이다.

## II. 운영

### 1. 프로그램 개요

본교는 과학중점학교에서 운영하는 프로그램과 인문사회 프로그램으로 크게는 두 방향으로 운영하고 있다.



### **가. 과학 프로그램 : 사이언스 마스터 프로그램**

과학프로그램은 실험의 기초를 지도하는 언더사이언스 과정(15시간)과 심화실험과정(화학 45시간, 물리 30시간, 생물 30시간), 첨단과학 연계과정(화학공학 40시간, 생명공학 40시간)으로 총 200시간으로 구성되어 있다. 이 수업은 학기 중과 방학 중에 학생들의 선택에 의해 개설하였다.

### **나. 수학 프로그램**

수학 프로그램은 방학 중에 이루어진 통계 포스터 제작 프로그램(15시간), 1학년 수학 프로젝트(20시간)으로 구성되어 있으며, 수학 프로젝트는 학기 중에 지도하였다.

### **다. 공학 프로그램**

공학 프로그램은 컴퓨터 과학(30시간), 로봇 기초(45시간), 3D 메이킹(30시간)으로 구성되어 있다.

### **라. 인문 연계 비교과 프로그램**

자유글쓰기는 창체 시간에 운영(연간 20시간)하는 것이고, 인문학 아카데미나 인문사회 소논문쓰기는 방과 후에 운영하였다.

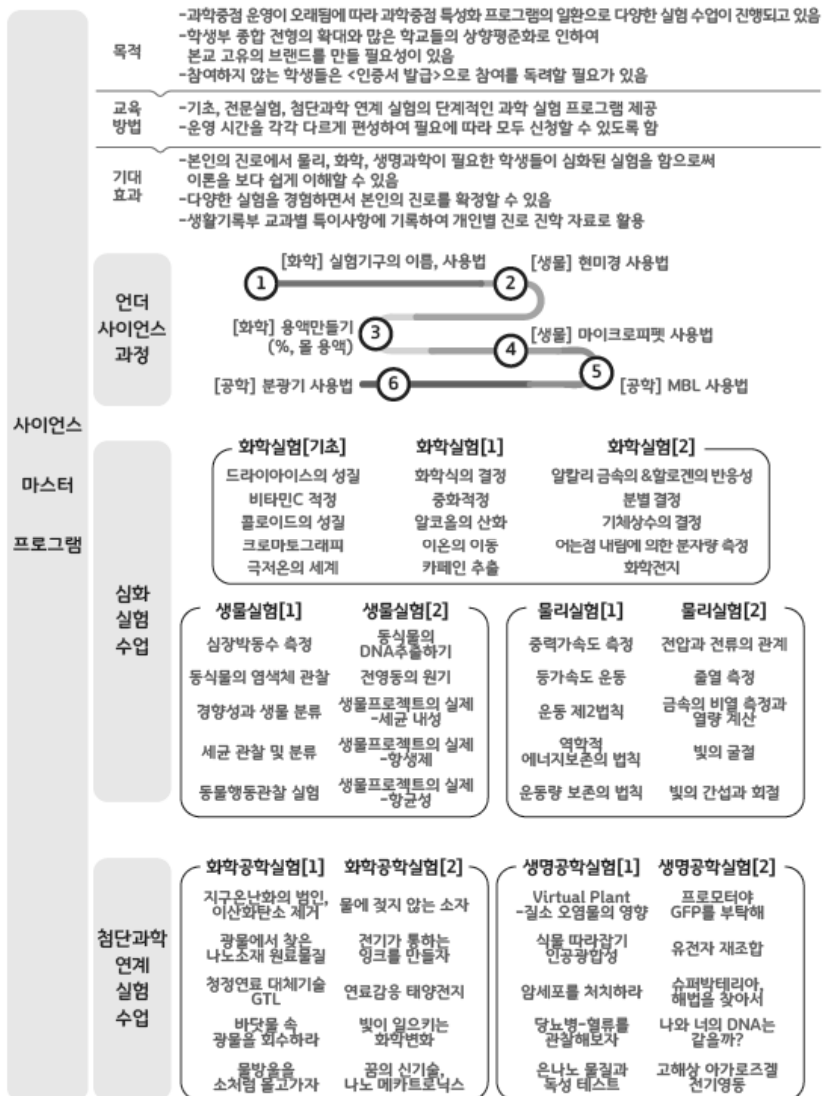
### **마. 그 외**

무박2일 프로그램인 무한상상캠프와 학생들이 체험부스를 운영하는 STEAM 페스티벌이 있다.

## **2. 프로그램 운영 과정 및 방법**

### **가. 사이언스 마스터 프로그램**

이 프로그램은 2012년 화학실험1과 생물실험1로 시작하여 과정을 점차 늘려 총 200시간의 프로그램으로 마무리 하였다. 본교 학생들은 이 수업을 이수하여 '사이언스 마스터' 인증서를 받을 수 있다.



## 나. 수학 프로그램

수학 프로그램은 방과 후 수학 수업이 많기 때문에 다양한 프로그램의 구성은 어려웠다. 그러나 2학년 과정에서 하는 '수학 프로젝트'를 1학년 과정에서 미리 공부할 학생들을 위하여 수업을 개설하였다.

통계 포스터 제작은 수업과 연관하기 어려워, 학기 중에는 하기 어렵다. 그래서 봄방학 때 이 프로그램을 운영하였다.

|                   |          |                                                                                                                                    |
|-------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1학년<br>수학<br>프로젝트 | 목적       | -수학프로젝트에 대한 이해도 향상<br>-수학 관련 문제해결 및 원리탐구 증진                                                                                        |
|                   | 교육<br>방법 | -주1회, 총 20차시로 모듈별 진행<br>-1학년 희망학생을 선발하여 수학 프로젝트의 원리 및 방법에 대한 안내<br>-수학적 원리 이해 및 문제해결력 증대                                           |
|                   | 기대<br>효과 | -수학프로젝트에 대한 이해 향상<br>-수학적 원리 이해 및 수학적 문제해결능력 향상                                                                                    |
| 통계<br>포스터<br>제작   | 목적       | -일상생활에서 접할 수 있는 통계의 기본 원리에 대하여 이해<br>-학생 발표를 위한 통계 포스터 제작의 '이론'과 '실제'로 나누어 운영                                                      |
|                   | 교육<br>방법 | -방과 후 특별 방과후 형태로 학생을 모집하여 진행<br>-무학년제로 다양한 수학적 내용이 나올 수 있도록 운영<br>-통계에 대한 이해부터 제작의 실제까지를 연결하여 구성<br>-실제 발표 포스터를 제작하고 상호심사하는 과정을 포함 |
|                   | 기대<br>효과 | -일생활 통계에 대한 이해도 향상<br>-확률과 통계의 내용에 대한 기본적인 이해도 향상<br>-수학과 일상생활과의 연계를 통한 다양한 직업군 이해                                                 |

## 다. 공학 프로그램

|               |          |                                                                                                                                                                     |
|---------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 컴퓨터<br>과학     | 목적       | -소프트웨어를 통한 알고리즘의 구성 및 이해 능력 신장<br>-알고리즘 구성 및 이해 능력 신장을 통한 컴퓨터적인 사고 능력 함양                                                                                            |
|               | 교육<br>방법 | -방과후 시간 활용(매주 금요일 야간 3시간씩, 10회 운영)<br>-파이선 개발 환경에서 프로그래밍 기초 탐구 (ex 데이터 처리)                                                                                          |
|               | 기대<br>효과 | -컴퓨터 프로그래밍 진학 희망자들을 위한 기회 제공<br>-교과 외 프로그램을 체험함으로써 본인의 적성을 찾을 수 있음                                                                                                  |
| 로봇 공학<br>아카데미 | 목적       | -소프트웨어와 하드웨어의 상호작용에 대한 이해<br>-소프트웨어와 하드웨어를 통한 아이디어 구체화                                                                                                              |
|               | 교육<br>방법 | -방과후 시간 활용(매주 목요일 야간 3시간씩, 15회 운영)<br>-IDE 개발환경에서 프로그래밍 및 전자회로 기초 탐구<br>(ex 센서 제어, led 및 서보모터 제어)<br>-IDE 개발 환경에서 프로그래밍 및 전자회로 심화 탐구<br>(ex 로봇 팔 제작 및 센서를 통한 동작 제어) |
|               | 기대<br>효과 | -교과 외 공학 프로그램 체험으로 본인의 적성 발견의 기회 제공<br>-최신 IT 기술동향에 대한 이해 및 진로 탐색                                                                                                   |
| 3D<br>메이킹     | 목적       | -소프트웨어와 하드웨어의 상호작용에 대한 이해<br>-과학/수학 프로젝트와의 연계                                                                                                                       |
|               | 교육<br>방법 | -방과후 시간 활용(매주 금요일 야간 2시간씩, 15회 운영)<br>-3D프린팅 DIY 및 3D 설계 기초 탐구<br>(ex 델타 방식 3D프린팅기 조립 및 123D 교육)<br>-3D스캐닝 및 3D설계 심화 탐구<br>(ex 3D스캐닝 통한 역설계, 3D가상풍동실험, CAD 교육)      |
|               | 기대<br>효과 | -과학이나 수학 프로젝트에 필요한 도구 제작<br>-최신 IT 기술동향에 대한 이해 및 진로 탐색                                                                                                              |

본교는 '무한상상실' 운영 학교로서 공학적 기반이 되어 있다. 3D 프린터, 3D 스캐너, 레이저 커터기 등 필요한 하드웨어를 갖추고 있기 때문에 공학 프로그램은 2012년부터 꾸준히 운영해왔다. 현재는 가장 최적화된 시스템은 아니지만 크게 3가지를 운영하고 있다. 2018년부터는 각 프로그램의 기초반과 심화반을 분리하여 운영하여 더 많은 학생들이 혜택을 받을 수 있도록 하며, '공학 마스터' 인증서 제도를 운영할 예정이다.

### 3. 프로그램 구성 및 적용

#### 가. 사이언스 마스터 프로그램

현재 운영하고 있는 과학 실험 200시간은

1) 언더사이언스과정 : 총 7차시(21시간) 운영

- ▶ 과학실험 입문 프로그램으로 실험기구 사용법(화학, 생물), 용액 및 배지 만들기(화학, 생물), MBL 사용법(화학, 생물)
- ▶ 이 과정을 들은 학생을 대상으로 전문 실험 참가자격을 부여

2) 스페셜 사이언스 실험과정 : 총 7과정, 35차시(105시간)

- ▶ 화학실험 기초반(5차시, 15시간)
- ▶ 화학실험 1,2(각 5차시, 15시간씩)
- ▶ 물리실험 1,2(각 5차시, 15시간씩)
- ▶ 생물실험 1,2(각 5차시, 15시간씩)

3) 첨단과학 연계실험 : 총 4과정, 20차시(80시간)

- ▶ 화학공학실험 1,2(각 5차시, 20시간씩)
- ▶ 생명공학실험 1,2(각 5차시, 20시간씩)

인증서는 3단계로 발급 받을 수 있으며, 발급 기준은 다음과 같다.

- 1) 3단계로 발급 : 1급, 2급, 3급
- 2) 3급, 2급, 1급 순으로 발급하며, 프로그램은 누적하여 포함함.
- 3) 언더사이언스과정은 기본 이수로 함. 이를 이수하지 않으면 인증서 발급 불가
- 4) 이수는 했더라도 5차시 중 1차시라도 결석했을 경우에는 카운트되지 않음.
- 5) 발급 기준
  - ▶ 3급 : 심화실험과정 과정 중 4개 이상 이수
  - ▶ 2급 : 심화실험과정 중 5개 이상, 첨단과학 연계 실험 2개 이상 이수
  - ▶ 1급 : 개설된 심화실험과정, 첨단과학 연계 실험 모두(200시간) 이수



〈그림 1〉 언더사이언스 수업장면

## 나. 수학기반 프로그램 : 수학프로젝트 기초반 운영

### 1) 도입 배경

수학 프로젝트 주제 선정에 어려움이 있으며, 통계청에서 주관하는 학생 통계포스터 활용대회에 참여하고자 하는 학생들이 많은 점을 감안하여 2학기에 1학년 학생들을 대상으로 야간특별 방과후 학교를 운영하였다.

### 2) 운영

1학년 학생 중 과학중점과정을 희망하는 학생 또는 수학프로젝트에 관심 있는 학생을 대상으로 모집하였다. (20차시, 16명) 3인을 1개 모둠으로 지정하여 '수학동아'를 읽고 기사에 포함된 수학적 원리에 대하여 알아보고, 각자 관심 있는 주제를 찾아보는 등의 활동을 통하여 수학프로젝트에 대한 이해를 높이고, 수학적 의사소통능력을 향상하는 것에 집중하였다. 이러한 활동으로 책정된 조별 주제에 대하여 간단한 발표를 하는 것으로 마무리하였다.

## 다. 공학기반 프로그램

### 1) 로봇 기초

EV3 기반 로봇 알고리즘 기초, 기계동작의 원리 기초 프로그램을 익히고, 프로그램을 직접 제작하여 로봇을 작동시키는 미션 수행 방식의 수업으로, 매주 목요일 야간 (19:00~ 21:30)에 45시간으로 진행하였다. 이 수업은 본교의 교사가 할 수 없었기 때문에 전문가를 강사로 초빙하여 수업을 진행하였으며, 2월에 수업을 계획하고 강사를 섭외하였다.

### 2) 컴퓨터과학 기초반

소프트웨어를 통한 알고리즘의 구성 및 이해 능력이 신장하고, 알고리즘 구성 및 이해 능력신장을 통한 컴퓨터적인 사고 능력 함양하기 위하여 매주 금요일 야간 (19:00~21:30)에 30시간 수업을 운영하였다. 강사는 컴퓨터공학을 전공한 본교를 졸업한 졸업생으로 하였다.

### 3) 3D 메이킹

3D기반 설계와 제작산업에 대한 이해를 통한 진로 탐색 및 3D기반 차량 설계 및 제작을 통한 자동차 공역학에 대한 이해를 목적으로 매주 금요일 야간(17:20~19:00)에 30시간 운영하였다. 내용은 3D프린팅 DIY 및 3D설계 기초 탐구(ex 텔타방식 3D프린팅기 조립 및 123D교육) 및 3D스캐닝 및 3D설계 심화 탐구(ex 3D스캐닝 통한 역설계, 3D가상풍동실험, CAD교육)이다.



〈그림 2〉 공학기반 프로그램 수업 장면

## 라. 인문기반 프로그램

### 1) 자유글쓰기

2학년 전체를 대상으로 창체 시간을 활용하여 20시간 운영하였다. 창의적, 논리적, 단계별 글쓰기를 통하여 학생들의 사고력과 자기표현력 향상을 통한 자아존중감을 고취하고, 체계적이고 단계적인 자아성찰 및 진로 관련 글쓰기 활동을 통해 진로에 대한 탐색의 기회를 제공하는 것이 목적이다. 이 프로그램으로 모둠별 발표활동을 통한 상호 이해 및 유대감을 증진시키고, 결과물은 학년말에 학급문집을 제작하였다.



자유글쓰기 1



자유글쓰기 2



포토에세이 활동물

### 2) 역사 문화 기행

교육과정과 연계된 체험학습을 통해 역사, 지리, 문학의 통합적 학습경험을 제공하고, 지역과 관련하여 깊이 있는 탐구활동을 통해 실생활 속에서의 문제 해결 능력을 함양시키기 위하여 역사, 문학, 지리를 주제로 한 1일형(2회)과 숙박형(1회) 체험학습을



운영하였다.

사전 조사활동, 독서, 토론을 통해 학생들이 주제에 대한 깊이 있게 탐구활동을 하도록 하고, 지역 전문 해설사의 교육과 학생중심의 발표활동을 연계하여 학습활동 중심의 체험학습이 되도록 진행한 후, 사후 소감문 쓰기 활동을 통한 피드백을 진행하였다.



고려대학교 탐방



김수영 문학관



역사기행 - 강화도

### 3) 인문사회 학술 소논문

과학중점학생들을 대상으로 교육과정 내에서 운영하는 '과제연구'를 대체할 수 있는 인문사회 프로그램이 필요하였다. 그래서 사회과학의 다양한 영역에 관심을 갖고 과학적으로 탐구하는 능력을 함양하기 위하여 인문 소논문 지도를 진행하였다. 이는 방과 후에 진행한 것으로, 2~3명이 팀을 구성하여 제안서를 제출하면, 이 중에서 가능성이 높은 팀을 선정하여 각각 지도교사가 지도를 하도록 하였다. 사회과학분야나 진로와 관련된 연구주제로 탐구활동을 진행하고, 사회발전에 대한 창의적 대안을 제시하도록 하였다. 이 결과, 사회현상에 과학적 탐구과정을 통한 창의적 대안제시 능력이 향상되고, 논문작성 과정을 통해 학문적 즐거움을 경험하고 적극적 진로탐색의 기회를 제공할 수 있었다.

### 4) 인문학 아카데미

현대사회의 변화 속에서 정립해 나가야 할 바람직한 가치관에 대해 함께 고민하고 탐색하는 기회를 제공하고, 인문학 독서와 강연을 통해 인문학적 상상력을 기르고, 참된 삶을 살아가기 위한 인생 설계를 해보는 계기를 마련하기 위하여 '어떻게 살 것인가'를 주제로 한 명사초청 인문학 강연회를 운영하였다. 철학, 역사, 문학, 생명윤리 분야에 대한 사전 토론활동 및 관련도서 독서 토론을 진행하고, 강연회에서는 질의응답 과정을 통해 주제에 대한 깊이 있는 이해와 공감을 경험할 수 있도록 운영하였다. 마지막으로 강연소감문 쓰기를 통한 강연 주제에 대한 통찰 및 포트폴리오 활동을 지



인문학 아카데미 1



인문학 아카데미 2



인문학 아카데미 3

도하였다.

## 마. 융합 프로그램

### 1) 무한상상 융합캠프(다음 면의 표 참조)

학생들이 극한을 체험할 수 있는 프로그램으로 2012년부터 운영한 프로그램이다. 처음에는 4시간짜리 2개의 프로그램으로 진행하였으나, 해가 지남에 따라 참여하는 교사들이 많아지면서 5개의 프로그램을 운영하였다. 2017년에는 102명의 1,2학년 학생들이 참여하였고, 3학년 도우미가 20여명, 졸업생 도우미가 20여명 참가하였다. 사전에 참가하는 교사들끼리 모여서 각각 어떤 프로그램을 할 것인지 협의를 하고, 정해진 프로그램을 공지하여 학생들의 참가 신청을 받았다. 5개의 프로그램을 운영하기 위해서 102명을 5개의 그룹으로 나누어서 3학년 도우미들이 인솔을 하도록 하였다.

### 2) STEAM 페스티벌

STEAM 페스티벌은 2012년부터 2015년까지는 대회형식으로 진행하였으나, 더 많은 학생들이 즐기도록 하기 위하여 인문 융합으로 동아리 연계 부스 운영을 기획하였다.

| 날짜        | 운영 시간        | 운영 장소     | 대상          | 비고                            |
|-----------|--------------|-----------|-------------|-------------------------------|
| 7월 13일(목) | 17:20- 19:00 | 특별실과 휴베이스 | 본교 학생       | 운영 장소 및 시간은 사정에 따라서 조정될 수 있음. |
| 7월 14일(금) |              |           |             |                               |
| 7월 15일(토) | 09:30- 12:30 | 분수대 주변    | 본교 학생 및 중학생 |                               |

# 〈무한 상상 융합캠프〉

| 시간          | 7월 21일 금요일(15:30~)            |                                             |                    |                                    |                   |
|-------------|-------------------------------|---------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|-------------------|
| 15:00~15:30 | 캠프 1일자 등록 및 안전수칙 오리엔테이션 (체육관) |                                             |                    |                                    |                   |
| 15:30~17:40 | 매화반<br>(물리실, 5층)              | 무한반<br>(화학실, 4층)                            | 상상반<br>(수학 멀티실 3층) | 창의 반<br>(시각실, 4층)                  | 융합반<br>(생물실, 3층)  |
|             | - 가법거나 튼튼하<br>거나 -            | 롤링볼                                         | 큐브의 세계             | CSI 방탈출                            | 소류 해두 및 식물<br>영양학 |
| 17:40~18:30 | 석식                            |                                             |                    |                                    |                   |
| 18:30~20:40 | 융합반<br>(물리실, 5층)              | 매화반<br>(화학실, 4층)                            | 무한반<br>(수학 멀티실 3층) | 상상반<br>(지각실, 4층)                   | 창의반<br>(생물실, 3층)  |
|             | - 가법거나 튼튼하<br>거나 -            | 롤링볼                                         | 큐브의 세계             | CSI 방탈출                            | 조류 해두 및 식물<br>영양학 |
| 20:40~20:50 | 이동 및 휴식                       |                                             |                    |                                    |                   |
| 20:50~23:00 | 창의반<br>(물리실, 5층)              | 융합반<br>(화학실, 4층)                            | 매화반<br>(수학 멀티실 3층) | 무한반<br>(지각실, 4층)                   | 상상반<br>(생물실, 3층)  |
|             | 가법거나 튼튼하<br>거나 -              | 롤링볼                                         | 큐브의 세계             | CSI 방탈출                            | 조류 해두 및 식물<br>영양학 |
| 23:00~23:20 | 간식 및 이동                       |                                             |                    |                                    |                   |
| 23:20~01:30 | 상상반<br>(물리실, 5층)              | 창의반<br>(생물실)                                | 융합반<br>(수학 멀티실 3층) | 매화반<br>(지각실, 4층)                   | 무한반<br>(생물실, 3층)  |
|             | - 가법거나 튼튼하<br>거나 -            | 롤링볼                                         | 큐브의 세계             | CSI 방탈출                            | 조류 해두 및 식물<br>영양학 |
| 시간          | 7월 22일 토요일 ( ~12:30)          |                                             |                    |                                    |                   |
| 1:30~2:00   | 이동 및 휴식                       |                                             |                    |                                    |                   |
| 2:00~7:30   | 2:00~4:00                     | 별자리여행반<br>(하교 옥상, 희망자만 참여)                  |                    | 취집<br>-여학생 3층 수학멀티실<br>-남학생 2층 체육관 |                   |
|             | 4:00~8:00                     | 밤샘 도서 토론반, 멘토링반(대학생)<br>(도서관, 화학실, 희망자만 참여) |                    |                                    |                   |
| 7:30~8:30   | 조식(도시락제공) 및 캠프 2일자 등록         |                                             |                    |                                    |                   |
| 8:30~10:40  | 무한반<br>(물리실, 5층)              | 상상반<br>(화학실, 4층)                            | 창의반<br>(수학 멀티실 3층) | 융합 반<br>(지각실, 4층)                  | 매화반<br>(생물실, 3층)  |
|             | - 가법거나 튼튼하<br>거나 -            | 롤링볼                                         | 큐브의 세계             | CSI 방탈출                            | 소류 해두 및 식물<br>영양학 |
| 10:50~12:10 | 체육관                           |                                             |                    |                                    |                   |
|             | 구조물 TEST                      |                                             |                    |                                    |                   |
| 12:10~12:30 | 폐회식                           |                                             |                    |                                    |                   |

동아리 학생들은 부스를 운영하고, 다른 학생들은 원하는 곳에서 체험을 하는 방식으로 진행을 하였다.

| 연번 | 부스명                                  | 운영 장소     | 운영 동아리 및 인원  | 운영 방식   | 1회 참가 학생 수 |
|----|--------------------------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| 1  | 스피로그래프 악세사리 만들기                      | 수학멀티미디어실  | GSM(8명)      | 선착순     | 8~10명      |
| 2  | 펜피리 만들기                              | 수학멀티미디어실  | GSM(8명)      | 선착순     | 10명 이내     |
| 3  | 오호 만들기                               | 화학실 / 생물실 | 생활속의 화학(17명) | 예약제/선착순 | 5~8명       |
| 4  | 언제까지 2D로 살텐가<br>- VR 체험              | 방송실       | 방송반(10명)     | 예약제/선착순 | 5~10명      |
| 5  | 칼레이도 별자리 만들기                         | 지구과학실     | 골디락스(5명)     | 예약제/선착순 | 20명        |
| 6  | 자외선 야광 태양계 행성 팔찌                     | 화학실       | MSF(10명)     | 예약제/선착순 | 8~10명      |
| 7  | 플라스틱의 변신                             | 화학실       | MSF(10명)     | 예약제/선착순 | 8~10명      |
| 8  | 곤충 캐비어 만들기                           | 생물실       | GOM(10명)     | 예약제     | 8~10명      |
| 9  | 여드름 비누 만들기                           | 생물실       | GOM(10명)     | 예약제     | 8~10명      |
| 10 | 작은 전자 세상                             | 물리실       | Heios(10명)   | 예약제     | 8~10명      |
| 11 | 작은 로봇 세상                             | 물리실       | Heios(10명)   | 예약제     | 8~10명      |
| 12 | 작은 자동차 세상                            | 물리실       | Heios(10명)   | 예약제     | 8~10명      |
| 13 | 당연하지 그릴 리가<br>미니 시사토론회 & 인문고전<br>북아트 | 도서관       | 스콜라(25명)     | 예약제/선착순 | 10명        |
| 14 | 하늘과 바람과 별과 시(詩)                      | 도서관       | 도서부 (17명)    | 예약제/선착순 | 10명        |
| 15 | 역사를 즐겨보자                             | 4층 홈페이지   | 역사동아리(32명)   | 예약제/선착순 | 10명        |

체험하는 학생들은 각 영역별로 1가지 이상 체험을 하도록 하였으며, 체험소감문대회를 운영하였다.



2017 STEAM Festival 참가 확인서

| 학번 | 이름 |
|----|----|
|    |    |

1. 5개 이상의 영역에 참여하여 도장을 획득하여 표시.

| 영역  | 수학과학으로<br>세상보기 1                                                                    | 수학과학으로<br>세상보기 2       | 공학으로<br>세상보기 1 | 환경과학으로<br>세상보기 | 인문으로<br>세상보기    |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------|----------------|-----------------|
| 부스명 | 피로그래프<br>악세사리                                                                       | 플라스틱의<br>변신            | 작은 전자<br>세상    | 오호 만들기         | 당연하지,<br>그릴리가   |
|     | 펜피리 만들기                                                                             | 자외선 야광<br>태양계 행성<br>팔찌 | 작은 로봇<br>세상    | 곤충 캐비어<br>만들기  | 하늘과 바람과<br>별과 시 |
|     | 언제까지 2D로<br>살텐가<br>-VR체험-                                                           | 칼레이도<br>별자리 만들기        | 작은 자동차<br>세상   | 여드름 비누<br>만들기  | 내손으로<br>만드는 해시게 |
|     |  |                        |                |                |                 |

2. 우리가 지금 참여하고 있는 STEAM은 어떤 단어들로 이루어져 있을까요?  
다 같이 알아봅시다.

### 3) 과학과 역사의 만남(동아리연합 현장체험학습)

과거를 제대로 알고, 현재를 알아야 미래를 바꿀 수 있다. 학생들에게 우리 조상들의 과학적 우수성을 체험할 수 있는 기회를 만들기 위하여 2016년에 처음 기획하였다. 2월에 운영하는 것이라서 안정적인 운영을 위하여 동아리 연합으로 진행하였다. 2017년 2월에는 당일로 강화도의 갑곶돈대와 강화전쟁기념관, 고인돌공원과 강화 역사박물관을 견학하였다.

08:30 ~ 10:00 학교 출발/강화도 이동  
10:00 ~ 12:00 갑곶돈대, 강화전쟁박물관 (활동1, 활동2)  
12:00 ~ 13:30 점심식사 (만나는 장소 : 신한은행 앞)  
13:30 ~ 16:30 고인돌공원, 강화역사박물관, 강화자연사박물관 (활동3, 활동4)  
16:30 ~ 18:00 활동종료 및 학교 이동

이 과정에서 학생들의 충실한 관람을 위하여 활동지를 제공하였고, 관람 후에는 과제 연구나 수학 프로젝트 주제를 찾고, 소감문을 적도록 하였다.

## III. 결론 : 프로그램의 효과 및 시사점

비교과 프로그램을 프로젝트형으로 운영하는 것이 쉬운 것은 아니다. 그러나 학생들에게는 흥미를 주면서도 유익한 프로그램의 개발이 필요하다.

이러한 프로그램의 운영으로 교과와 연계하여 수업을 더 잘 이해하도록 할 수도 있고, 진로와도 연계할 수가 있다.

특히, **공학 프로그램**은 학생들이 가장 좋아하는 프로그램 중 하나인데, 이는 교과에서는 배우지 않으면서 진로와 연계하기에는 가장 좋은 활동이기 때문이라고 생각된다.

**사이언스 마스터 프로그램**은 학교의 정규교과에서 운영하기 어려운 다양한 실험을 학생들이 체험할 수 있도록 하여, 교과를 이해하는데 도움을 주도록 하였다. 특히, 첨단 과학연계 실험수업은 학교에서 배우는 이론 수업이 그냥 이론으로 그치는 것이 아니라, 사회의 발전에 도움을 주는 기술로 변할 수 있다는 것을 보여준다.

**인문연계 프로그램**은 과학과 공학에 치우친 프로그램을 보완하는 것으로, 과학중점과 정 학생들의 인문적 소양을 함양시키고, 인문계 진학 학생들을 위한 체험 프로그램으로, 학생들의 역량함양에 도움을 주고 있다.

**융합 프로그램**은 단기 프로그램이지만 학생들에게 가장 인기 있는 프로그램이다. 단 기간이지만 학생들의 역량을 극한으로 끌어올리거나 스스로 만들어가도록 하는 프로그램이기 때문이다.

#### IV. 개선점

**사이언스 마스터 프로그램**은 올해 정비를 했기 때문에 그대로 운영하면 된다. 그러나 **공학 프로그램**은 프로그램 당 시간이 너무 길어서 학생들에게 부담이 될 수도 있다. 그래서 15시간 단위로 기초와 심화, 전문 프로그램으로 구분하여 운영하면 더 많은 학생들이 경험할 수 있을 것이다.

**수학 프로그램**은 교과와 연계하여 활동형 프로그램 개발이 시급하다. 이는 본교의 수학 교사들과 협의하여 2018년에는 프로그램을 개발하여 운영할 수 있도록 할 예정이다.

**융합형 프로그램** 중 '역사와 과학의 만남'은 이제 시작하는 프로그램이라서 많은 개선이 필요하다. 처음 강화도에 갈 때는 빨리 준비하느라 학생들이 사전 조사나 이와 관련된 공부를 할 시간이 없었다. 체험학습은 과정이나 사후도 중요하지만 사전 준비도에 따라 과정의 충실도가 달라질 수 있다. 그래서 2018년 2월에는 2017년에 STEAM 프로그램을 진행했던 '조선의 과학자 홍대용'이란 주제를 연계하여 홍대용과 학관과 장영실과학관을 계획하고 있다.

# 20



창의융합형 과학실 활용을 위한  
교사 연수 프로그램 운영  
- 인천남고 -

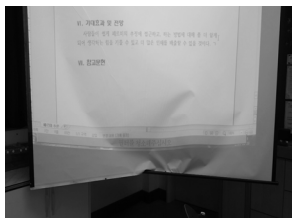
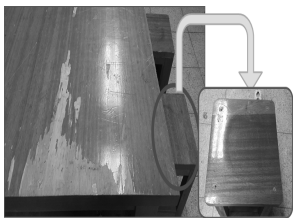




# 창의융합형 과학실 활용을 위한 교사 연수 프로그램 운영

## I. 운영 배경 및 목적

후발주자로 과학중점학교의 운영을 시작한 본교의 경우, 4개의 과학실과 2개의 리소스 실을 갖추고 있으면서도 세부적인 시설 면에서는 아직 다른 과학 중점학교에 미치지 못하는 실정이었다.

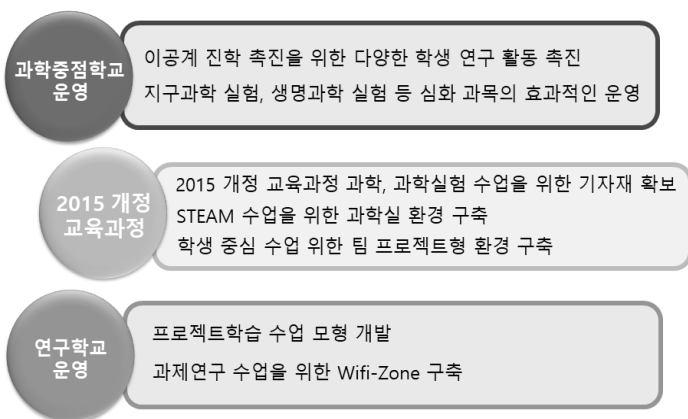


〈시설 노후화에 의한 안전 및 수업 효율 저하 문제〉

〈과제 연구시 정보기기 부족〉

무엇보다 과학중점학교를 운영하면서 늘어나는 학생들의 과제연구에 대한 다양한 공간에 대한 수요를 충족시키지 못하는 것이 가장 큰 문제로 다가왔다. '창의융합형 과학실 구축' 사업에 지원할 당시, 본교의 과학실은 시설에 의한 안전 및 수업 효율의 저하 문제를 비롯하여 팀 프로젝트가 불가능한 공간의 형태로 4개의 고전적인 교과 실험실 형태의 구성을 가지고 있었다. 그에 더해 정보를 검색하고 공유하는 공간 또한 학생들이 활용하기에 매우 협소하여 계획서를 제출해야 하거나, 팀 연구가 한꺼번에 몰리는 시기가 되면 좁은 공간에서 정보검색을 해야 한다는 한계점이 있기 때문에 학생들의 개인 PC나 테블릿을 사용해야 했다.

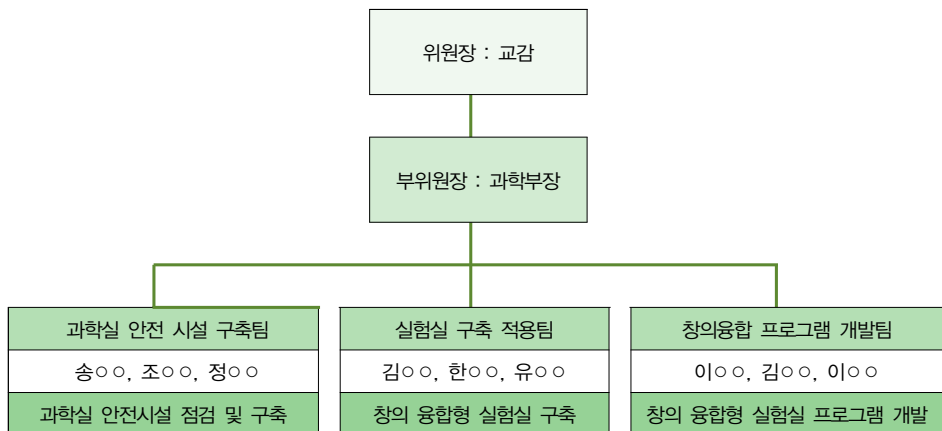
이러한 본교의 여건을 종합하여 분석한 구축의 필요성은 다음과 같다.



위의 필요성에 따라, 본교에서 구축하고자 하는 실험실의 구축 형태와 목표는 다음과 같았다.



과학중점학교의 원활한 운영을 통해 학교 내의 수요를 조사하고, 이를 통해 실험실의 안전시설을 점검·보완, 창의융합형 과학실 구축 및 이를 실제에 적용할 프로그램을 개발하기 위해 '창의융합형 과학실 구축을 위한 교사 학습공동체'를 조직하였으며, 다양한 활동을 개발하고 이를 적용하였다.



**💡 Tips** 과학실을 구축하고, 이를 운영하는 것이 몇 명의 교사만이 해내기에는 힘들기 때문에 교사 학습공동체를 조직하고 이를 효과적으로 활용하여 과학실을 조금 더 실용적으로 활용할 수 있는 방안을 마련하는 것이 중요하다.

또한, 이러한 교사 공동체 운영을 통해 과학 교사간의 수업에 대한 의사소통 기회를 늘리고, 공간 구축에 대한 참여를 확대함으로써 다양한 교사들의 기호와 수업을 특성에 맞는 과학실을 구축할 수 있다.

그와 더불어 이러한 의사소통이 새로운 과학실의 활용도를 높이는 하나의 방안이 될 수 있을 것이다.

## II. 운영

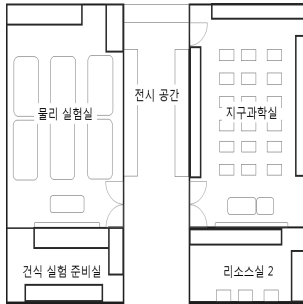
### 1. 프로그램 개요

#### 가. 구축 방향 및 목표

: 창의 융합형 과학실 구축은 아래와 같은 내용에 주안점을 두고 개발하였다.

- 1) 강의 후 수준별 실험이 가능하도록 하는 실험 공간이자, WIFI zone 구축을 통한 스마트 탐구 교실을 구축한다.
- 2) 학생들이 쉽게 준비물을 찾아 직접 실험을 구상할 수 있는 열린 실험실 준비실의 구축을 통해 학생의 주도적인 실험 설계를 돕는다.
- 3) 기존의 물화생지가 분리된 실험만을 위한 공간에서 벗어나 창의적인 탐구활동이 이루어질 수 있는 공간으로 영역을 재구성한다.

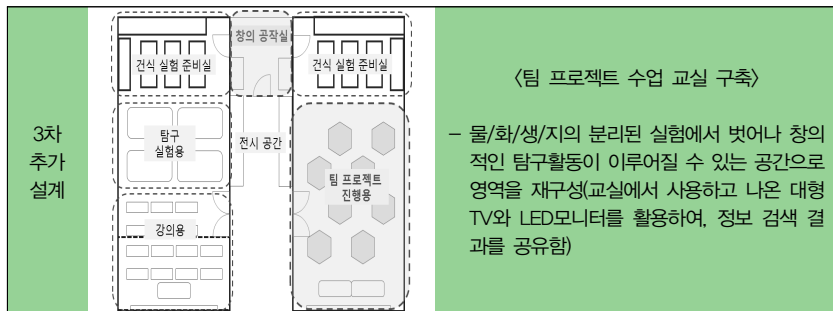
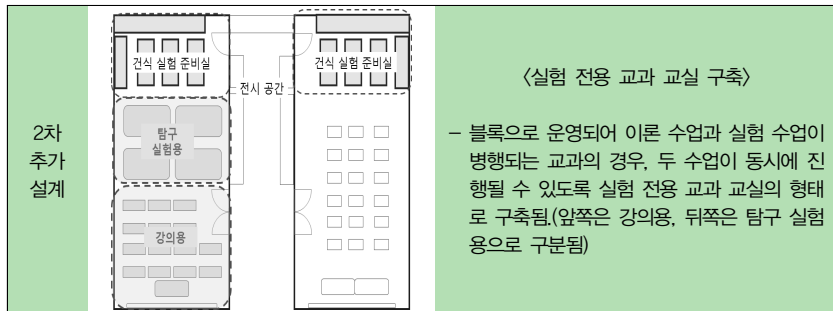
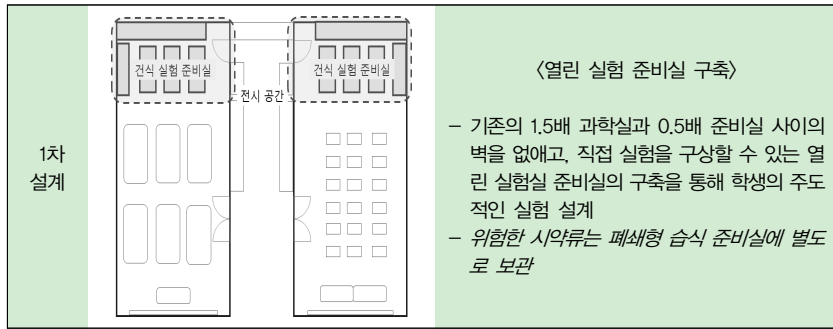
- 4) 성과물을 전시·공유하고 아이디어를 확장시킬 수 있도록 하며, 기존의 교사 시범 테이블을 줄이고, 학생의 발표 공간을 확장한다.
- 5) 자신이 찾은 정보를 다른 학생들과 공유함을 통해 문제를 해결할 수 있는 정보 기반의 팀 프로젝트 진행 공간을 구상한다.
- 6) '창의 공작실'에서 3D프린트와 커팅 프린트와 같은 다양한 공작기기를 활용하여 자신들의 아이디어를 바로 구현할 수 있도록 한다.



〈기존 과학실의 특징〉

- 1.5배 과학실과 0.5배 과학 준비실 2개로 이루어짐.
- 과학실과 과학준비실이 분리되어 있어 수업도중 준비물을 학생들이 준비하기에 어려움이 있음.
- 두 개의 과학실이 교전적인 과학실의 형태로, 각각 강의와 교전적인 역학 실험만이 가능한 공간이었음.

**💡 Tips** 창의융합형 과학실을 구축함에 있어, 인테리어를 바꾸는 것도 중요하지만 공간을 어떻게 활용할 것인지에 대한 중심을 잡고, 이에 대한 계획을 세우고 배치하는 것이 중요하다. 실험실을 어떤 무늬로 만들 것인가?에 대한 논의 전에 바꾸는 실험실은 어떤 용도로 수업하는데 사용될 것인지가 먼저 논의되어야 한다는 것이다. 그런 후에 거기에 맞게 하나씩 바꾸는 것이 효과적인 설계 방법이 될 것이다.



## 2. 구축 과정 및 방법

### 가. 구축 과정

#### 1) 전체 구축 일정

2016학년도 1월 공사대상으로 선정되었지만, 예산 교부 및 학교 사정으로 인해 과학

실 구축을 위한 일정은 교사공동체 조직 및 협의를 시작으로 하여 2017학년도 3월부터 시작되었고, 다양한 기자재 및 가구를 선정하고, 직접적인 공사는 아래와 같이 2017학년도 하계방학 기간인 7월 29일부터 8월 15일까지(약 20일 간) 진행되었으며, 수업에 직접 적용하면서 끊임없이 수정 보완하였다.

| 구분 | 세부 추진내용                   | 월별 계획 |    |    |    |    |    |    |     |     |     | 비고 |
|----|---------------------------|-------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|
|    |                           | 3월    | 4월 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 | 11월 | 12월 |    |
| 1  | 과학실 공사를 위한 교사 협의체 구축 및 회의 |       |    |    |    |    |    |    |     |     |     |    |
| 2  | 기자재 및 가구 선정               |       |    |    |    |    |    |    |     |     |     |    |
| 3  | 기자재 및 가구 구입               |       |    |    |    |    |    |    |     |     |     |    |
| 4  | 과학실 공사 진행                 |       |    |    |    |    |    |    |     |     |     |    |
| 5  | 정보화 기기 구축                 |       |    |    |    |    |    |    |     |     |     |    |
| 6  | 수업 적용 및 보완                |       |    |    |    |    |    |    |     |     |     |    |

## 2) 구축 진행 과정과 장면

### 공사의 개요

- ▶ 준비실(0.5배)과 과학실(1.5배)을 하나로 만들어 창의 융합형 과학실(2.0배) 2개 공사
- ▶ 실험 교과교실제형 과학실/ 팀 프로젝트형 과학실로 특색있게 구성
- ▶ 과학실 4개실 무선통신망(공유기 6대) 구축
- ▶ 전시공간과 창의공작실 재구성



### 〈창의융합형 과학실 구축 과정〉

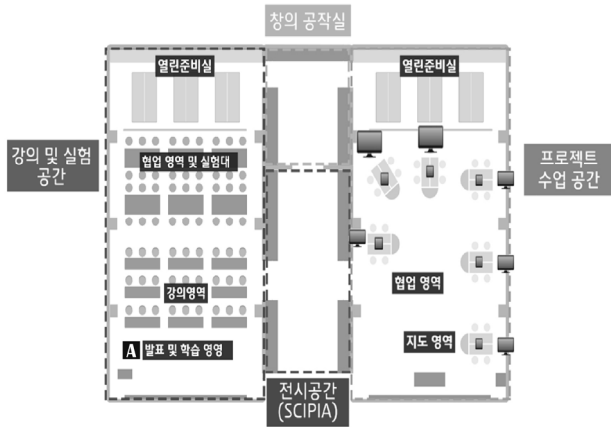


#### Tips

창의융합형 과학실 구축을 위해 물리준비실과 지구과학 준비실에 있던 교구들을 모두 정리해야 했는데, 정리를 시작하자 거의 수 톤에 가까운 엄청난 양이었다. 아이들에게 광학/ 역학/ 전자기와 같은 대분류를 주고, 도서관 형태로 각 영역에 해당교구를 분류하여 열려있는 도서관 형태의 장에 놓도록 하여, 학생들이 편하게 찾아 쓸 수 있도록 학생의 눈높이에서 구축하였다.

## 나. 공간 배치

본교는 공간의 활용도는 높이기 위해 4개의 과학실 중 2개의 실험실을 아래와 같은 형태로 공간의 배치를 바꾸었다.



| 실험 전용 교과 교실                                                                                                                                                                                                      | 팀 프로젝트형 교실                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 실험/ 강의/ 학습/ 발표가 한 영역에서 가능하도록 공간을 구성함.</li> <li>▶ 짧은 시간에 비해 다양한 활동을 해야 하는 실험 수업의 특성을 고려하여, 앞은 강의형, 뒤는 실험형 좌석배치를 하여 두가지 활동이 수준별로도 동시에 일어날 수 있도록 구성하였다는 특징이 있음.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 스마트 미러링/ 와이파이 공유기/ 대형 TV 등을 활용하여, 학생들의 조사, 토론, 협업이 가능하도록 공간을 구성함.</li> <li>▶ 프로젝트 및 과제 연구 중심의 팀 기반 학습이 가능한 수업의 공간이며, 이 공간에서 교사는 학습의 조력자로서 움직일 뿐 학습을 주도하지는 않음.</li> </ul> |



### 3. 창의융합형 과학실 영역별 활용

#### 가. 강의 및 실험 영역

##### 1) 발표 및 학습영역

- 교사가 강의를 하지 않을 때 사용하는 영역으로 모듈활동 시 인강, UCC 등을 통해 시청각 학습을 할 수 있는 영역이다.
- 발표 영역으로 학생들의 발표가 이루어지는 영역이다.



##### 〈수업 사례〉

- 과학교양 시간 '안전한 우리 동네 만들기' 프로젝트 수업 시 문제 해결 방법으로 아두이노를 활용하기로 정하고, 아두이노 사용법을 학습하기 위해 동영상 시청하며 학습을 함.
- '태양광 발전소 적합지 선정하기'에서 토의 및 실험을 통해 도출한 결론을 발표함.

##### 2) 강의 영역

- 수업 1차시에 창의융합형 과학실 수업에 대한 전반적인 안내를 위해 강의 영역을 활용하여 수업을 진행하였다.
- 수업 과정에서 공통적으로 배워야할 학습 내용을 설명할 때도 강의 영역을 활용하여 수업을 진행하였다.



##### 〈수업 사례〉

- 과학교양 시간 '과학, 수학 원리가 담긴 전통 놀이' 프로젝트 수업 시 윷놀이 속에 숨겨진 수학적 원리를 설명
- 과학 교양 시간 '안전한 우리 동네 만들기' 프로젝트 수업 시 프로젝트 학습과 창의 융합형 과학실 사용법을 설명
- 과학 시간 '창의적 태양광 자동차 만들기' 수업에 앞서 관련 이론 설명 등



### 3) 실험 영역

- 수업 후 내용에 대한 실험을 조별로 진행할 때 편리하도록 공간을 구성하였다.
- 팀 프로젝트 학습 시에도 학생들의 다양한 실험이 가능하도록 하였다.



#### 〈수업 사례〉

- 지구 과학 실험 시간 '태양광 발전소 적합지 선정하기'라는 주제로 스마트폰 MBL 센서 실험을 진행함.
- 과학 교양 시간 '과학을 주제로 한 스탱모션 만들기' 작품 제작을 진행함.

## 나. 프로젝트 수업 공간

### 1) 협업 영역

- 프로젝트 학습 진행과 모듈별 토의 활동을 위한 공간으로 미러링 시스템을 구축하여 원활한 의견 및 자료 공유와 또래 학습이 가능한 영역이다.
- 모듈별 칸막이를 이용하여 마인드 맵, 인포그래픽 등을 활용하여 창의적 의견 나눔을 가능하게 하였다.



#### 〈수업 사례〉

- 과학교양 시간 '안전한 우리 동네 만들기' 프로젝트 수업 시 3D 프린터를 활용하기 위해 한 명의 학생이 다른 친구들에게 미러링 시스템을 활용하여 3D 프린터 디자인법을 알려주는 활동을 함.
- 과학교양 시간 '과학과 수학의 원리를 활용한 전통놀이 만들기' 수업 시 프로젝트를 위해 다양한 정보를 검색하고 작품을 제작하는 활동을 함.



## 2) 지도 영역

- 교사와 학생이 의사소통을 할 수 있는 영역이다.
- 주제에 대한 문제 해결 방법을 찾지 못하여 방법에 따른 창의융합형 과학실 사용을 정하지 못했을 때 지도 영역에서 교사와 함께 의견을 나눈다.



### 〈수업 사례〉

- 과학교양 시간 '과학, 수학 원리가 담긴 전통 놀이' 프로젝트 수업에서 문제 해결 방법을 조언 받고 있는 모습

## 다. 수업 보조 공간

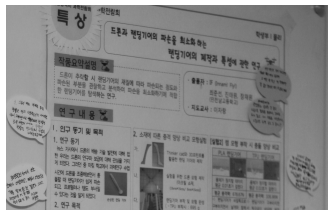
### 1) 열린 과학 준비실

화학 약품, 학생들이 사용하기 위험한 물품을 제외한 실험 물품과 소모품들을 창의융합형 과학실 뒤편에 구축하여 학생들이 수업시 직접 필요한 물품을 가져다가 사용할 수 있도록 도서관식 배열을 구성하여 학생들이 쉽게 원하는 물품을 찾아 모듈별 프로젝트 학습을 가능하였다.



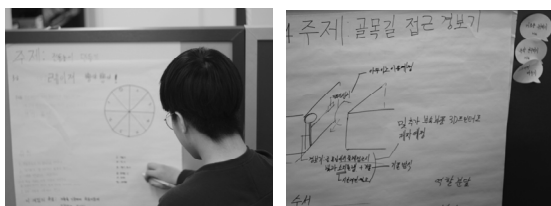
### 2) 소통이 가능한 전시공간

- (가) 학생들의 연구 대회 결과 포스터 및 수업 자료를 게시하고, 이에 대한 의견을 나눌 수 있는 의견 교환 말풍선을 부착하도록 함.



〈복도의 연구 결과 전시 및 의견 나눔 게시판〉

(나) 열린 준비실과 실험실의 칸막이를 학생들의 수업용 아이디어 보드로 사용하고, 이곳에 조별 주제 및 연구의 흐름 시기별 연구 내용을 기록하도록 하고, 이에 대해 교사가 조언할 수 있도록 함.



〈열린 준비실 칸막이를 수업용 아이디어 보드로 활용〉

#### 4. 창의융합형 과학실 실제 활용 사례

다양한 교사 연수 및 자료의 개발을 본교에서 진행하며 행사를 진행할 때마다 본교에서 진행되고 있는 다양한 사례들을 지역의 과학 교사들과 공유하였다. 1년간 본교에서 진행된 관내 전체 교사연수는 총 5회이고, 개정교육과정 내용 및 과학실 활용방안에 대한 내용을 비롯하여 다양한 내용의 연수가 이루어졌다.



과학교사 실험연수를 통한 과학교사들의 과학실 활용도 향상



교과 통합형 교사 테마 연수를 통한 개정교육과정에서 과학실 활용에 대한 이해도 향상



미러링을 활용한 아이디어 공유를 통한 연구 주제 찾기 수업



인포그래픽을 제작하는 배움 중심 수업 이젤퍼드를 활용한 수업

#### 창의융합형 과학실 수업 공개

 **Tips** 1년 동안 관내에서는 과학 교사들을 대상으로 다양한 연수가 진행되었다. 시 교육청 주관에서부터 교과연구회 주관까지... 하지만 연수 때마다 장소와 강사 섭외도 쉽지 않고, 장소도 마땅치 않은 경우가 대부분이다. 올해 본교에서는 이러한 점을 활용하여 새로 구축한 창의융합형 과학실을 교사 대상 연수 장소로 활용하고, 교사 연수 시 과학실 구축에 대한 내용을 함께 연수하여 활용도를 높이도록 하였다.

### Ⅲ. 결론

#### 1. 프로그램의 효과

- 가. 학생들의 경우, 한국과학창의재단에서 개발한 **학생 참여 중심 수업으로 과학수업의 패러다임 변화를 유도하고, 이에 대한 교육적 효과를 측정**하는 검사 도구인 학생의 과학 긍정경험지표 검사'를 실시하여, 과학학습정서(과학 학습에 영향을 준다고 밝혀진 다양한 정서 특징)이 1.69 상승함을 통해 수업을 통해 과학에 대한 긍정적인 인식 변화의 폭이 크다는 것을 알 수 있었다. 이를 통해 창의 융합형 과학실 구축을 통한 학생중심의 수업의 효과가 유의미함을 알 수 있다.
- 나. 교사들의 경우, 일반계 고등학교 교사 대상 과제연구 및 디지털 탐구도구 연수에 대한 요구와 함께 2015개정교육과정에 의한 창의융합형 과학실 벤치마킹에 대한 요청이 늘어남을 통해 연수의 필요성과 교사들의 만족도가 높았음을 간접적으로 알 수 있다.
- 다. 교육적 사업의 경우, 2017학년도에 관할해역 해양 정보 공동 활용 시스템인 'JOISS'와 연계하여 진행된 「우리나라 해양 Big data 활용 방안」에 관한 자료집 개발, 인천광역시 교육과학연구원과 연계하여 진행된 「2015개정 교육과정에 맞춘 과학 탐구 실험 자료집」 개발을 본교를 거점으로 하며, 과학실이 구축 사례들을 모델로 하여 다양한 자료들을 개발해 나갔다는 것에 있어 새로운 과학실로의 변화가 새로운 교육 모델 및 방안을 만드는 데 시발점이 되었음을 간접적으로 알 수 있다.



〈빅데이터 활용 관련 자료 개발 협의회〉

〈2015 개정교육과정 과학탐구실험 교사연수〉

## 2. 시사점

2018년, 올해부터 2015개정 교육과정이 운영되면서 학생 선택에 의한 교육과정이 운영된다. 과학중점학교의 경우 교과 선택에 있어 필수로 이수해야 하는 과목들이 있어 과목 선택에 있어 교육과정의 변화가 크게 작용한다고 할 수는 없겠지만, 교육과정의 취지에 걸맞게 학생들이 자신의 진로와 희망에 맞는 활동들을 자기 주도적으로 선택하고, 이에 맞는 활동들을 스스로 해간다는 것은 다르지 않을 것이다.

전국의 많은 과학중점학교들은 각 학교들만의 특색있는 교육 운영으로 이러한 교육과정의 변화에 빠르게 적응해 나갈 것이며, 이러한 다양한 학생 참여형 즉, 학생 주도적 활동이야말로 과학 중점학교에서 지향해 나가야 할 방향일 것이다. 이러한 변화의 흐름에 한발 앞서기 위한 기본사업으로 진행되었던 창의융합형 과학실 구축 및 이를 활용한 교사 연수 프로그램의 개발 및 진행을 통해 교사와 학생 모두 큰 한걸음을 도약하였으며, 이것이 본교가 처음 시작할 때 지향하였던 승승장구(勝勝長究)의 시작점일 것이다.

## IV. 개선점

### 1. 창의융합형 과학 수업에의 활용

과학실 공사를 7월에 시작하면서 8월 말이 되어서야 공사가 마무리되었다. 그리고 이러한 실의 다양한 배치와 구성을 9월에 다시 한 번 고민하게 되면서 바로 수업에 적용하는 데도 시행착오를 많이 겪었다. 그럼에도 불구하고 창의 융합형 과학실을 일반계 고등학교 「통합과학실험」 수업에 적용할 수 있는 모델을 만들기 위해 2학기를 시작하면서부터 2개반을 팀티칭으로 구성하고, 56명의 학생들이 팀 프로젝트를 할 수 있도록 수업을 진행하였다. 첫 시행이라 학생도 교사도 익숙하지 않은 수업에 처음에는 교사의 수고가 적지 않았던 것이 사실이다. 2~3주간은 일반 수업의 2배 가까이 힘들

었고, 수업 준비도 2배 이상 해야 했다. 하지만 수업의 형태가 적응되어가면서 교사의 수고도 절반으로 줄었고, 무엇보다 학생들이 본인의 연구목적에 맞게 주도적으로 활동을 이끌어 간다는 점에서 학생들의 만족도가 매우 높았다.

차년도에는 이러한 점을 감안하여 학생들의 활동 내용 및 실험 과정의 준비에 대한 일괄적인 체계를 마련하고, 이를 통해 교사의 업무경감은 물론 학생들에게도 더욱 친숙하고 편안하게 과학실을 활용한 수업이 진행될 수 있을 것을 기대한다.

또한 초기에 비해 다양한 형태의 수업이 진행될 수 있도록 교실의 배치를 유동 있게 바꿀 수 있도록 하고, 어떤 배치가 어떤 수업에 적절한 지도 익숙하게 활용되고 있어 내년에는 더욱 효과적으로 수업에 적용될 수 있을 것이라 생각된다.

## 2. 정기적인 교사연수의 진행

올해의 경우, 과학실의 구축에 많은 시간을 들이고, 이에 자리를 잡는데 또 많은 노력을 기울여 교사 연수가 창의융합형 과학실의 활용 방안을 안내하여 활용도를 높이는 데 주력하였다. 차년도에는 올해와는 달리 과학실이 이미 구축되어 있는 상태이므로 교사연수를 조금 더 체계적으로 진행하고 학교별 특색에 맞는 정기적인 교사연수를 계획 운영할 예정이다.

이를 통해 교사의 창의 융합형 과학실에 대한 인식 제고는 물론 전문성 신장까지 기대해 볼 수 있을 것으로 생각된다.

# 21



디지털 탐구 도구를 활용한  
학생 참여형 과학 수업 모형 개발  
- 인천남고 -





# [ 디지털 탐구 도구를 활용한 학생 참여형 과학 수업 모형 개발 ]

## I. 운영 배경 및 목적

2015 개정 교육과정을 적용한 새로운 고등학교 1학년의 교육과정이 2018학년도부터 18개 시·도의 일반계 고등학교에 적용된다. 이번 교육과정의 변화는 '앞으로 학교가 미래 지식 정보사회에서 요구하는 핵심역량을 갖춘 창의 융합형 인재 양성을 위해 학생들의 역량 함양에 초점을 두는 교육, 배움의 즐거움을 맛볼 수 있는 교육이 되도록 다양한 학생 선택 중심의 교육과정을 편성'하는데 그 목표를 두고 있다.

이에 따라 고등학교 1학년에 편성된 통합과학의 경우 학생 참여와 탐구 활동을 강화하고 기초개념과 자연현상을 함께 이해하도록 토론과 프로젝트 같은 다양한 과정 중심의 수업이 주를 이루도록 구성되어 있다. 이러한 교육과정의 취지에 맞게 2016학년도부터 각 시·도 교육청과 학교에서는 교육환경을 개선하고, 다양한 교수-학습 방법에 대한 연구와 연수가 늘어가고 있다. 하지만 후발주자로 과학중점학교의 운영을 시작한 본교의 경우 4개의 과학실과 2개의 리소스 실을 갖추고 있으면서도 세부적인 시설 면에서는 아직 다른 과학 중점학교에 미치지 못하는 실정이고, 다양한 과학 실험기기를 갖추고 있지 않아 연구를 진행해 나가는 데 어려움이 있었다. 또한 새로운 장비를 계속 구입하면서 이에 대한 사용법을 능숙하게 숙지하여 아이들을 지도해야 한다는 것도 교사에게 부담으로 다가오면서 연구 활동이 큰 부담을 주는 요소로 작용하기 시작하였다.

이러한 문제점들을 개선하고자 과학중점학교 1년차에 특화연구로 디지털 탐구도구 중 하나인 핸드폰 센서와 MBL 센서를 활용한 「3P프로그램(과제연구 프로젝트 모형)」을 개발하였고, 2년차에는 탐구도구를 확장하고 학생 중심 수업을 실현시키고자 「디지털

털 탐구 도구를 활용한 학생 참여형 과학 수업 모형」을 개발하는 것을 목표로 특화연구를 진행하였다.

따라서, 본교는 운영 2년차 다음과 같은 목적을 가지고 연구를 진행하였다.

첫째, 2015개정교육과정에 맞춘 디지털 탐구 도구를 활용하여 '학생 참여형 과학 수업'을 진행하기 위해 다양한 물리적 환경을 조성하고,

둘째, 디지털 탐구 도구를 활용하여 과제연구와 과학 수업에 적용 가능한 '학생 참여형 과학 수업' 프로그램을 개발하고, 이를 실제 수업에 적용함을 통해,

셋째, 2015개정 교육과정을 '학생 참여형 과학 수업'으로 과학중점학교와 일반계 고등학교에서 효과적으로 적용·운영하여 그 필요성을 제고할 방안을 모색하고자 한다.

## II. 운영

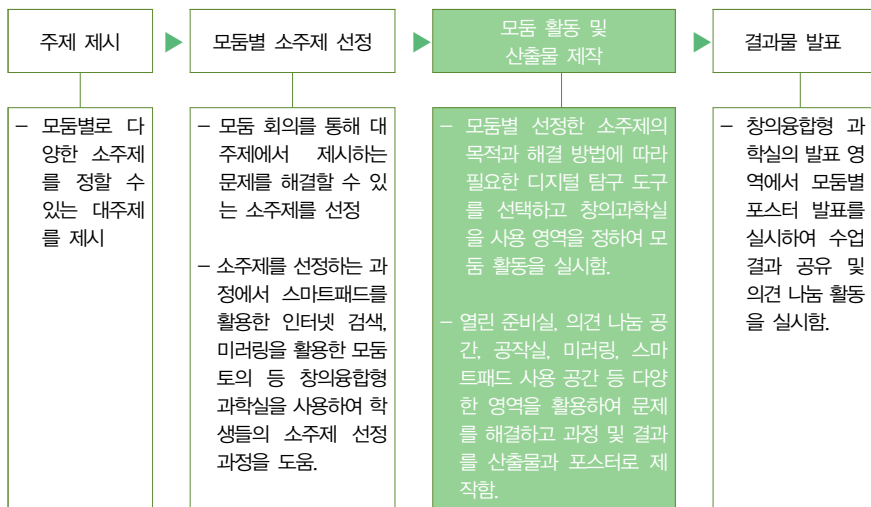
### 1. 디지털 탐구 도구를 활용한 학생 참여형 수업 내용 및 과정

#### 가. 수업 소개

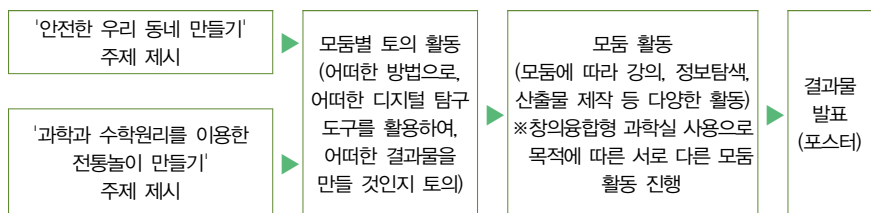
－ 인천남고의 디지털 탐구 도구를 활용한 학생 참여형 과학 수업은 주제에 따라 모듈 별로 다른 목적과 다양한 문제 해결 방식을 정하고, 이 과정에서 필요에 따라 모듈 별로 다른 디지털 탐구도구를 선택하여 수업을 진행한다. 창의융합형 과학실의 물리적 환경은 이러한 수업 방식을 효과적으로 진행할 수 있게 하였으며, 학생 중심 수업의 실천을 가능하게 하였다.

##### 1) 수업의 개요

－ 수업은 아래와 같은 흐름으로 진행되며, 주제 선정, 모듈 활동 등 수업 전 과정에서 창의융합형 과학실을 사용하여 학생 중심 수업이 효과적으로 진행될 수 있도록 한다.



## 2) 디지털 탐구 도구를 활용한 학생 참여형 과학 수업 적용 사례(주제 예시)



## 나. 교수-학습 과정

- 인천남고등학교의 디지털 탐구 도구를 활용한 학생 참여형 과학 수업은 '과학교양' 과목에서 실시한 프로젝트 학습이지만, 2015 개정 교육과정 편성된 과학탐구실험의 '생활 속의 과학 탐구' 과정에서도 적용 가능하다. 본 자료집의 목적에 맞게 창의융합형 과학실 수업 활성화를 위해 2015 개정교육과정에서 활용할 수 있도록 통합과학에 맞게 내용을 재구성하였다.

# 1) 디지털 탐구 도구를 활용한 학생 참여형 과학 수업의 예시

## 가) 수업의 개요

| 영역            | 생활 속의 과학 탐구                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 핵심개념 | 과학 탐구의 과정 |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|
| 단원            | (2) 생활 속의 과학 탐구                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |           |
| 성취기준          | [10과탐02-08] 생활 속에서 발견한 문제 생활 해결을 위한 과학 탐구 활동 계획을 수립하고, 탐구 활동을 수행할 수 있다.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |           |
| 학습 요소         | 생활 속 문제 해결, 탐구 과정과 절차                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |           |
| 성취 기준 이해      | 정성적 및 정량적 데이터를 발견, 수집, 조사하는 과정을 거친 후, 이들 데이터가 의미와 가치를 가지도록 조직화하여 정보로 표현하고 의사소통할 수 있다. 특히 '관측 자료를 활용하여 한반도의 기후 변화 경향성 파악하기'를 통해 표, 그래프, 모형, ICT 등 다양한 표상으로 소통하는 경험을 가질 수 있다.                                                                                                                                                                                                                                                              |      |           |
| 주제            | 안전하고 편안한 우리 동네 만들기(실생활 속 문제 발견 및 해결)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |           |
| 수업의 주안점       | 생활 속 문제를 모둠별로 발견하고, 모둠별 문제에 따라 서로 다른 해결 방법을 제시하고 실험을 수행하여 결론을 얻는다. 이 과정에서 학생들의 의사를 소통하고, 의견을 수렴하는 경험을 가질 수 있다.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |           |
| 과정 설명 및 활용 방안 |  <p style="text-align: center;"><b>동기 유발 및 수업 안내</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 우리 동네의 문제점을 찾아보고, 문제점을 해결하여 안전하고 편안한 우리 동네 만드는 것을 목표로 한다.</li> <li>② 거창한 계획이 아니라 사소한 문제의 해결도 관심을 안내하고 해결과정의 과학적 방법을 강조한다.</li> <li>③ 다양한 디지털 탐구도구의 종류와 사용법을 안내하여 수업에 사용할 수 있도록 지도한다.</li> <li>④ 실험을 통해 문제 해결 정도를 측정하고, 결과를 포스터로 제작하도록 한다.</li> </ol> |      |           |
| 수업의 TIP       | <ol style="list-style-type: none"> <li>① 학생들이 주도적으로 수업을 진행하는 것이므로 되도록 이런 교사의 지도를 최소화하고, 학생들이 문제 발견과 소주제를 정하는데 어려움을 느낄 경우에는 간단한 문제(가로등 불 켜기 등)에 접근할 수 있도록 도와준다.</li> <li>② 모둠별 과제를 수행해야 하므로 조를 다양한 방법으로 구성하는 것이 좋다.</li> <li>③ 학생들이 어려워하는 내용은 교사가 직접 알려주는 것보다는 해결 방법을 찾아 미러링 시스템을 통해 함께 학습할 수 있도록 한다.</li> </ol>                                                                                                                          |      |           |

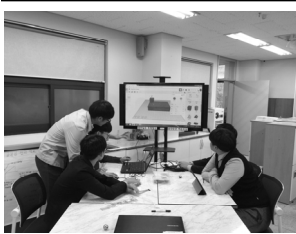
## 나) 수업의 진행 과정

### [차시 계획하기]

| 1차시          | 2~3차시                                     | 4~5차시                         | 6차시      |
|--------------|-------------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 우리 동네 문제점 찾기 | 문제 해결 방법 탐색 및<br>실험 계획 수립<br>디지털 탐구 도구 탐색 | 문제 해결 정도 측정을<br>위한 실험 및 모형 제작 | 포스터 발표하기 |

### [실험 진행하기]

- 우리 동네에서 불편한 점, 위험한 점이 어떠한 사례가 있는지 탐색하고, 그러한 문제를 해결하는 수업을 진행할 것임을 안내한다.
- 간단한 문제 해결 사례(골목길에서 차가 오면 비상 경고음이 울리는 골목)를 제시하여 학생들이 문제에 쉽게 접근할 수 있도록 안내한다.
- 모듈별로 문제를 선정하고 해결하는 모형이나 실험을 수행하도록 안내한다.
  - 스마트 패드를 활용하여 정보를 검색하고, 검색한 결과를 미러링 기능을 활용하여 조원들과 공유한다.
  - 아두이노 센서, 3D 프린터 등 다양한 실험 기기와 도구를 사용하도록 하되, 미러링을 통한 또래학습이나 창의융합형 과학실을 사용하여 학생 스스로 목적에 따라 학습할 수 있도록 지도한다.
  - 거창한 문제 해결이 아님을 안내하여 학생 수준의 활동이 이루어질 수 있도록 지도한다.



3D 프린터를 활용한 모형 제작



아두이노 센서를 활용한  
가로등 제작



안전한 동네 모형 제작

## [결과물 발표하기 - 포스터 발표]

- 조별 활동 결과를 포스터로 제작하여 발표하고 의견을 나눈다.
- 수업 주제에 맞게 어떠한 문제점을 어떠한 방식으로 해결했는지 발표하고, 정성적, 정량적 데이터를 제시할 수 있도록 안내한다.

-  **Tips** 1. 디지털 탐구 도구는 학생들의 문제 해결에 도움이 되는 모든 디지털 기기를 의미한다. 따라서 스마트 패드, 노트북, 아두이노, MBL, 핸드폰 센서 등 학생들의 문제 해결 방법에 따라 다양하게 사용할 수 있도록 지도한다.
2. 조별로 활동의 속도 및 수준에 차이가 있을 수 있으므로 적절한 시점에 교사의 지도가 필요하다.

다) 학생 산출물 예시

안전한 우리  
동네 만들기

**주제 : 우리 동네 밤거리 안전하게 만들기**

작품요약설명

**밤거리를 밝혀주는 사람인식 가로등**

10314 박○○ 10303 김○○  
10307 문○○ 10311 박○○ 10310 박○○

## 연구 내용

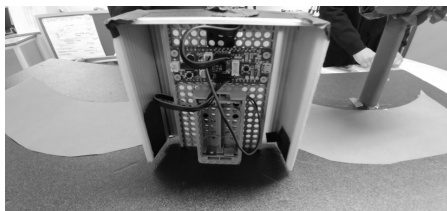
### I. 연구 목적

현재 발명된 전력소비 절감 가로등은 조도 센서를 사용하여 사람이 있든 없든 주변만 어두워지면 불이 켜진다. 그러나 우리 조는 이런 방식에도 전력 손실이 크다고 느껴 적외선 센서를 사용하여 전에 발명된 조도센서를 사용한 가로등과는 달리 사람을 인식하여 사람이 지나갈 때에만 불이 환하게 들어오는 사람 인식 가로등을 만들어 보려고 한다.

## II. 연구 과정



〈그림 1〉 센서에 코딩을 하는 모습



〈그림 2〉 셋팅을 완료한 모습

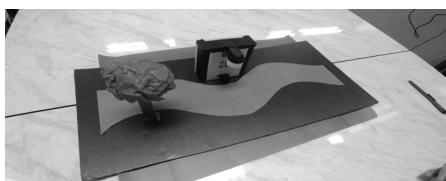
- 〈그림 1〉에서 우리는 Robotis IOT로봇 키트에 Scrach라는 프로그램으로 코딩을 하여 적외선 센서값이 변화량에 따라서 LED를 켜지 끄지 판단하였다.
- 〈그림 2〉에서는 보드에 필요한 것들(전원, 센서, LED모듈)을 모두 연결하고, 주위를 프레임으로 구성하여 내부의 모습이 보이지 않게 함으로써 보다 더 가로등처럼 보일 수 있도록 하였다.

## III. 최종 산출물 (결과)

안전한 우리 동네 밤거리를 만들고 현재 존재하는 가로등의 전력 손실을 줄이기 위해 설계한 이 가로등은 적외선 센서가 부착되어 센서에 물체가 인식되면 자동으로 가로등 상단에 부착된 LED가 켜져 거리를 밝힐 수 있게 되었다. 이 가로등은 LED를 부착함으로써 전력손실을 최대한 줄일 수 있도록 설계되었으며, 간단한 회로 덕분에 유지보수도 기존의 가로등보다 훨씬 쉽다.



〈그림 3〉 가로등의 예상 전경



〈그림 4〉 가로등 배치도

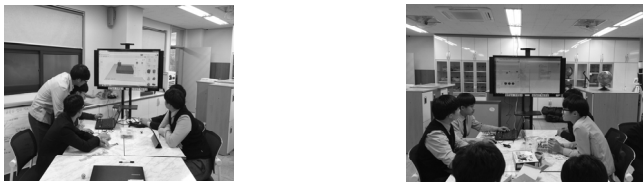
## 2. 디지털 탐구 도구를 활용한 학생 참여형 과학 수업 실천 사례

과학 교양 수업 외에도 다른 과학 수업에서도 디지털 탐구도구 활용한 학생 참여형 과학 수업 프로그램을 개발하고 수업을 진행하였다.

## 가. 교과별 디지털 탐구 도구 사용 수업 내용

| 교과    | 디지털 탐구 도구                                        | 수업주제                                                                | 수업 내용 및 성과                                                                                                                                                           |
|-------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 물리    | (스마트 패드)<br>'AR 빛 실험실'                           | 2학년 [물리 I]<br>[II-1. 소리와 빛]<br>여러 가지 광원의<br>스펙트럼 관찰하기               | 'AR 빛 실험실' 어플리케이션을 활용하여, 레이저, 백열 등, 햇빛, 형광등과 같은 여러 가지 광원이 내는 스펙트럼의 차이를 확인하는 실험을 진행해본다. AR을 통해 직접 스펙트럼이 분광되는 것을 관찰한다는 것이 흥미를 유발할 수 있으며, 다양한 광학 실험이 가능하다는 장점이 있다.      |
| 화학    | MBL 센서                                           | 1학년 [과학]<br>[V-3. 깨끗한 물, 깨끗한 몸]<br>정수기 만들기                          | 다양한 방법으로 물을 정수할 수 있는 정수기를 설계하여 포스터로 제작 발표하고, 물의 정수 전 후 투명도를 스마트폰 조도 및 PH 센서를 이용하여 측정하여 본다. 정수기를 직접 설계·제작하여 정수기의 성능을 측정해봄으로써, 정수가 물리적, 화학적으로 일어남을 알 수 있다.             |
| 생명 과학 | (스마트 패드)<br>'Stop motion'                        | 2학년 [생명과학 I]<br>[III-2. 항상성과 몸의 조절작용]<br>'호르몬과 항상성,'<br>과학송 만들기     | 다양한 명칭들이 많이 나와 어려워하는 단원의 요소들을 '그림판' 등을 이용하여 간단한 영상을 그리거나 사진을 찍고 이를 'Stop motion'을 활용하여 손쉽게 동영상으로 제작한 후 과학송으로 제작하여 발표한다. 스스로 제작하는 과정에서 쉽게 내용을 파악하고 이해할 수 있도록 도울 수 있다. |
| 지구 과학 | (스마트 패드)<br>'JOISS'<br>(관할해역<br>해양정보<br>공동활용시스템) | 2학년 [지구과학 실험]<br>[II-10. 수온약층]<br>'JOISS' 자료를 활용하여<br>연직 수온 그래프 그리기 | 'JOISS'(관할해역해양정보 공동활용시스템) 자료를 활용하여 최신 연직 수온 자료를 검색하고 연직 수온 그래프를 그려 수온약층을 확인할 수 있다. 교과서에 나와 있는 오래된 자료가 아니라, 최신의 자료를 직접 분석함으로써 수온약층의 정의를 알 수 있다.                       |
| 융합    | MBL 센서,<br>아두이노,<br>스마트 패드,<br>3D프린터 등           | 1학년 [과학 교양]<br>[III. 과학과 수학]<br>과학과 수학의 원리가 담긴<br>전통놀이 만들기          | 우리의 전통놀이에 다양한 과학과 수학의 원리가 있음을 알고, 스마트 패드 등을 활용하며 정보를 검색하여 공유하고 3D프린트로 직접 놀이기구를 제작한다.                                                                                 |
|       |                                                  | 1학년 [과학 교양]<br>안전하고 편리한<br>우리 동네 만들기                                | 실생활에서 제기되는 다양한 위험 요소에 대한 문제를 인식하고, 이를 통해 연구 과제를 찾고 직접 문제를 해결하는 연구를 다양한 형태로 진행하여 검증할 수 있다.                                                                            |

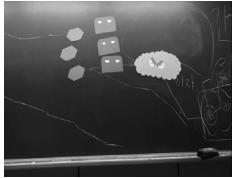
## 나. 디지털 탐구 도구 사용 수업 사진

|       |                                                                                      |                                         |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 수업 사진 |  |                                         |
|       | 디지털 탐구 도구                                                                            | 노트북, 미러링 시스템                            |
| 내용    | 3D 프린터 활용을 위해 3D 모형 설계 중인 모습                                                         | 미러링 시스템을 활용하여 스크래치 사용법을 알려주며 또래학습 중인 모습 |



|           |                                                                                   |                                                                                    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 수업 사진     |  |  |
| 디지털 탐구 도구 | 스마트 패드                                                                            | 아두이노, 적외선 센서, 노트북                                                                  |
| 내용        | 실험 재료 및 모둠 활동에 사용할 디지털 탐구도구를 검색 중인 모둠                                             | 아두이노와 적외선 센서를 활용하여 물체가 지나가면 켜지는 가로등을 제작중인 모둠                                       |

|           |                                                                                   |                                                                                    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 수업 사진     |  |  |
| 디지털 탐구 도구 | 스마트 패드, QR 코드                                                                     | 스마트 패드                                                                             |
| 내용        | QR코드와 스마트패드 활용<br>[AR 빛 실험실]<br>여러 가지 광원의 스펙트럼                                    | 스마트 패드 활용<br>[Stop motion]<br>과학송 만들기                                              |

### 3. 디지털 탐구 도구 중 핸드폰 센서를 활용한 과제연구 수업 사례

#### 가. 수업 목적

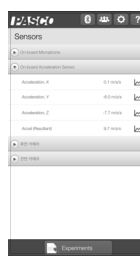
과제연구를 처음 접하는 학생들은 처음 해보는 활동이기 때문에 주제에 따른 디지털 탐구 도구를 선택하고 사용하는 것을 어려워하는 학생들이 많다. 이러한 수업 처음 지도하는 선생님도 디지털 탐구 도구를 활용한 주제 선정에 조언을 주기에 어려움을 느낄 수 있다. 이러한 경우 간단한 핸드폰 센서를 활용한 수업을 진행하여 디지털 탐구 도구 활용 수업을 진행할 수 있다. 또한 인천남고에서 수행한 핸드폰 센서를 활용하여 할 수 있는 실험 주제를 학생들에게 조언하여 이와 비슷한 주제를 바탕으로 학생들이 보다 쉽게 주제를 선정하고, 연구의 성공 경험을 느낄 수 있게 할 수 있다. 스마트폰의 내장된 다양한 센서들을 이용하여 실험하기 위해서는 센서를 활용할 수 있는 어플리케이션을 다운받아 이용하는 것이 좋다. 최신 어플리케이션은 빠르게 개발되어 보급되고 있으므로 과제 연구 수행에 필요한 센서가 정해지면, 이와 관련된 용어를 검색하여 어플리케이션을 다운받는 것이 좋다. 사례로 스마트폰 센서를 이용하여 실험을 진행하는 어플리케이션이 있는데 다음과 같다.

| 어플리케이션 | Science #                                                                                                                                                        | SPARKvue                                                                                                                                                           |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 내장 센서  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 조도 센서               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 빛의 세기 변화 측정</li> </ul> </li> <li>▶ x-y-z 가속도 센서</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 마이크 센서               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소리의 크기 변화 측정</li> </ul> </li> <li>▶ x-y-z 가속도 센서</li> </ul> |
| 장점     | 센서별 측정 값을 그래프로 변환시켜 결과 분석 및 포스터 작성에 용이함.<br>                                   |                                                                                                                                                                    |
| 단점     | 측정 값의 신뢰도가 부족함. 측정값의 변화를 보기에 적합함.                                                                                                                                |                                                                                                                                                                    |

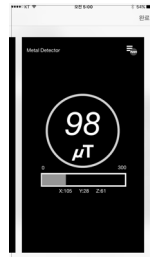
이 외에도 자기장 센서를 이용하여 자기장 변화를 측정하는 금속탐지기 어플, 카메라를 이용하는 심박수 측정 어플을 실험에 활용할 수 있다. 단, 절대적 측정 수치라기보다는 수치 변화에 초점을 두고 활용하는 것이 좋다.



〈조도측정〉



〈x-y-z 가속도 측정〉



〈자기장 측정〉



〈심박수 측정〉

## 나. 핸드폰 센서별 활용 실험 사례

| 사용 센서                 | 활용 실험 사례                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 조도 센서<br>or<br>RGB 센서 | <ul style="list-style-type: none"> <li>빛의 세기 변화량을 측정 <ul style="list-style-type: none"> <li>아파트 배치에 따른 일조량의 차이</li> </ul> </li> <li>화학 반응에 따른 색깔 변화 측정</li> <li>빛의 파장 변화와 관련된 실험</li> <li>임차례 배열에 따른 빛의 투과 효율</li> <li>액체 종류에 따른 빛의 투과</li> <li>빛의 각도에 따른 빛 공해와 방지법</li> <li>선그라스의 빛의 투과 효율 및 선글라스 소재 탐색</li> <li>숲의 정수 작용 능력에 관한 연구 (정수된 물의 빛 투과율 측정)</li> </ul> |
| 마이크 센서<br>(소리센서)      | <ul style="list-style-type: none"> <li>컷바퀴의 모양과 각도에 따른 소리 수취량</li> <li>컷바퀴 모양을 적용한 효율적인 방음벽 설계</li> <li>벽 재질에 따른 소음의 차이</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                |
| 가속도 센서                | <ul style="list-style-type: none"> <li>자동차 범퍼의 재질에 따른 충격력 차이</li> <li>충격완충제 구조 형태에 따른 충격완화정도 실험</li> <li>건물의 형태에 따른 빌딩풍 발생 정도</li> <li>선박 모양에 따른 파도 저항력 측정</li> <li>낙하산 모양에 따른 낙하 속도 차이</li> <li>제진 설계에 사용된 재료에 따른 흔들림 변화 측정</li> </ul>                                                                                                                           |
| 자기장 센서                | <ul style="list-style-type: none"> <li>핸드폰 자기장 센서를 이용한 자기장 차단 방법</li> <li>중력장에서의 전기장의 변화도</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                              |

## III. 결론

– 주제에 따라 모듈별로 소주제를 정하고 모듈별로 문제 해결에 필요한 디지털 탐구 도구를 선택하여 활동을 진행하고, 결과물을 제작했던 수업 방식은 우선 학생들의 의견 나눔 시간이 많이 있어 학생끼리 의견을 조율하고 방법을 탐구해보면서 과학적 사고력을 많이 할 수 있었던 것이 좋았다. 또한 결과물을 만들어 발표를 하다보니, 결과물을 만들기 위해 힘쓴 노력과, 그로 인한 자부심으로 수업에 대한 만족도가 높았다. 또한 문제를 해결하는 과정에서 3D 프린터를 사용한다던가, 아두이도, 여러 센서를 사용하며 처음에는 몰랐던 내용을 인터넷, 또는 친구들에게 배웠던 것은 또 하나의 수업 결과물로 학생들의 성장을 이끌었다. 이러한 학생들은 내년에 더 발전한 모습으로 수업에 참여할 수 있을 것이며, 아니더라도 앞으로의 인생에 있어서 큰 경험과 자신을 성장시켜줄 무기를 하나 얻게 된 것이라고 생각한다. 하지만 가장 좋았던 것 아이들의 말이다.

'선생님, 과학 수업 너무 재밌고 좋습니다. 특별한 수업해 주셔서 감사드립니다.'

- 과학 수업 후 교사평가 서술형 문항에서 발췌 -

#### IV. 개선점

- 2017학년도 디지털 탐구 도구를 활용한 학생 참여형 과학 수업은 '과학 교양' 수업에서 프로젝트 학습으로 진행되거나, 이 수업은 평가가 없어서 학생들도, 그리고 저 또한 즐거운 마음으로 수업을 할 수 있었다. 하지만 내년에 일반 교과에 적용시켰을 때 평가와 관련하여 문제점이 발생할 것이라 예상이 되며, 문제점을 해소하기 위해 체계적인 평가 방법과 기준을 개발하고자 한다.
- 지구과학, 물리 등 다른 과학 교과에서도 프로젝트 수업은 아니지만, 디지털 탐구 도구를 활용하여 결과를 측정하는 수업을 진행하였다. 프로젝트 수업도 적용하여 더욱 학생 중심의 수업이 될 수 있도록 수업 모형을 개발할 필요가 있다.
- 창의융합형 과학실 수업, 디지털 탐구 도구를 활용한 학생 참여형 수업을 위한 프로젝트 주제를 정하는 것에 어려움을 느꼈지만, 과목별 다양한 선생님들의 실천 사례가 모아진다면, 내년에는 수업을 함에 있어 어려움을 줄일 수 있을 것이다. 그리고 학생 중심 수업이라는 것이 항상 프로젝트는 수업을 해야 하는 것이 아니고 단순한 활동이라도 학생 중심이 되는 수업이 이루어진다면, 그 과정에서 디지털 탐구 도구를 사용하거나 창의융합형 과학실의 장점을 활용하여 학생 중심 수업의 효과를 더욱 극대화 시킨다면, 학생 중심 수업을 효과적으로 실천할 수 있을 것이다. 더욱 중요한 것은 작은 활동이라도 그것을 실천하려는 교사들의 노력이다.



## 집필 및 개발

### 과학중점학교 지원연구단

책임 | 심규철(공주대)

김종희(전남대), 박종석(경북대), 방승진(아주대), 손정우(경상대),  
서혜애(부산대), 이기영(강원대), 이봉우(단국대), 차정호(대구대),  
최원호(순천대), 한재영(충북대), 조현국(단국대)

### 과학중점학교 교사

강선화(경기 시흥매화고), 길윤상(경기 부흥고), 김경민(인천남고),  
김미정(경기 김포고), 김재진(경기 김포고), 류원걸(충북 영동고),  
문셋별(전남 여수고), 박기식(서울 경기고), 박효연(경기 주엽고),  
서향미(인천남동고), 신영수(충남 온양여고), 안혜영(서울 창동고),  
엄정훈(세종 두루고), 이자람(인천남고), 이재범(대전 대덕고),  
이현철(인천 송도고), 장동호(서울 용화여고), 조혜선(인천남고),  
차수열(서울 방산고)

## 기획

김명진(교육부 교육연구사), 한유화(교육부 교육연구사),  
조향숙(한국과학창의재단 단장), 최임정(한국과학창의재단 실장),  
정원선(한국과학창의재단 실장), 박수진(한국과학창의재단 연구원)

## 2017 과학중점학교 우수사례 찾아보기

2018년 1월 31일 1판 1쇄 인쇄

2018년 1월 31일 1판 1쇄 발행

저 자 과학중점학교 지원연구단

발행처 한국과학창의재단

인 쇄 거목문화사(2277-3324)

〈비매품〉



