

2020 과학중점학교 우수사례 찾아보기



2020 과학중점학교 우수사례 찾아보기

2020 과학중점학교 우수사례 찾아보기



2020 과학중점학교 우수사례 찾아보기



들어가는 말

과학중점학교의 성공적인 운영을 위해 학교 현장에서 열과 성을 다해 헌신해 오신 선생님과 교육부, 한국과학창의재단 관계자 여러분께 진심으로 감사드립니다. 여러분들의 수고와 헌신, 그리고 높은 전문성을 가진 선생님 덕분에 과학중점학교는 2010년부터 신입생을 받아 2013년 2월 첫 번째 졸업생을 배출하였으며, 과학중점학교가 성공적으로 안착되어 운영되었습니다. 그 결과 과학중점학교는 우수한 과학기술 인재를 매년 약 1만 명 가까이 양성하여 국가 경쟁력을 좌우하는 인력 양성에 매우 지대한 역할을 하였습니다. 또한 과학중점학교는 특성화된 교육과정과 내실 있는 운영을 바탕으로 대한민국 과학과 수학교육을 선도하고 있습니다.

과학중점학교의 성과를 확산하고 내실 있는 운영을 위해 과학중점학교 지원연구단에서는 해마다 우수사례집을 발간하고 있습니다. 우수사례집에는 교육환경의 변화에 맞춰 시사성이 높고 본보기가 될 만한 사례를 발굴하여 보급하는 것을 주요 목적으로 하고 있습니다. 특히 2020년, 코로나 19 확산으로 우리 사회는 큰 혼란과 변화를 경험하였습니다. 학교 현장은 전면적으로 비대면 수업환경에서 수업을 진행하는 상황에 직면하게 되었고, 그 과정에서 의미 있는 성과와 가능성을 보여주었습니다. 이러한 일련의 과정에서 선생님들은 새로운 변화에 적응하기 위해 노력하였으며, 서로 함께 문제를 해결해나가는 과정에서 전문성을 더욱 높이는 성과를 보여주시기도 하였습니다. 특히 과학중점학교에서는 과학 및 수학 교육에 있어 비대면 수업 환경에 따른 다양하고 의미 있는 시도를 하였고, 상당한 변화와 가능성을 보여주었습니다. 이는 과학중점학교 교사들의 높은 전문성과 도전 정신의 성과라는 생각입니다. 관련하여 과학중점학교 지원연구단에서는 코로나 19 환경에 능동적으로 대응한 우수사례를 비중 있게 다루고 발굴하고자 하였습니다.

이 책자는 급변하는 학습 환경의 변화에 맞춰 과학중점학교의 운영을 더욱 내실화하고, 과학중점학교에 대한 폭넓은 이해를 도울 수 있는 다양한 우수사례를 제시하는데 중점을 두었습니다. 본 책자에서 제시한 사례들이 과학중점학교의 효과적인 운영을 위한 유용한 안내서로 활용되기를 바랍니다. 또한, 제한된 지면으로 과학중점학교에서 이뤄진 우수한 많은 사례를 모두 담아내지 못한 점이 해마다 큰 아쉬움으로 남는다는 점도 말씀드립니다.

누구보다 학교 현장에서 더 나은 수업을 위해 애써주시는 선생님들에게 다시 한번 더 감사드립니다.

2021년 1월

과학중점학교 지원연구단

창의적인 융합인재 양성의 요람 과학중점학교

과학중점학교의 추진 배경

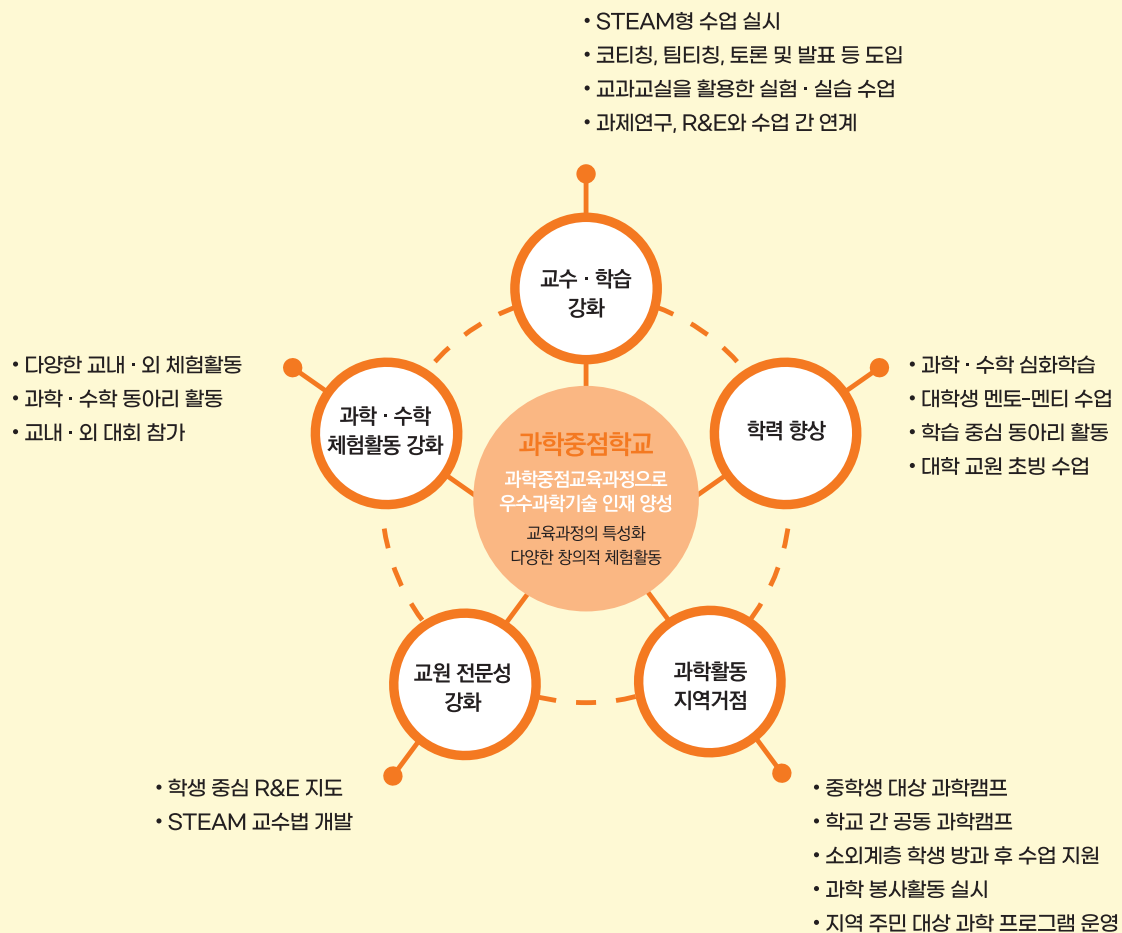
과학중점학교는 미래 사회를 대비하고, 국가 경쟁력을 강화를 목표로 내세우며, 우수한 과학 및 수학 중심의 과학기술 인재를 양성하기 위해 일반 고등학교에서 추진되었습니다. 일반 고등학교에서는 이공계열 대학에 진학하는 학생들의 수학 및 과학 기초 능력 수준이 하향되고, 고등학교에서 과학을 심도 있게 학습하는 학생 수가 감소하고 있다는 우려가 높았습니다. 특히 대학 입시에 유리한 과목만 선택하는 과목 편중 현상에 의해, 실제 대학이 필요로 하는 과학 과목을 배우지 못한 채 진학하고 있었습니다.

이에 과학중점학교는 이공계열에 진학하고자 하는 학생들을 위한 충실한 교육과정과 다양하면서도 우수한 교육 활동을 제공할 목적으로 운영하고 있습니다. 이러한 노력의 결과로 학생들의 과학과 수학에 대한 관심이 높아지고, 이공계열 대학으로 진학하는 학생 수가 증가하고 있습니다. 과학중점학교는 미래 우수 과학 인재들이 수학, 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학의 모든 과학 과목을 연관적으로 학습하여 창의성 발현의 토대를 형성하는 교육과정을 운영하는 학교입니다. 특히 융합인재교육(STEAM)을 강조하고 실천하는 학교로 인문사회 소양과 과학적 소양을 갖춘 창의·융합형 인재를 양성하고 있습니다.

2020학년도부터는 과학중점학교 운영에 큰 변화를 맞이하게 되었습니다. 교육부와 시·도교육청은 과학중점학교의 시·도 이양을 추진해 2020학년도 입학생부터 각 시·도형 과학중점학교의 운영을 따르게 되었습니다. 해당 시·도교육청과 과학중점학교는 지속적인 발전 방안을 모색하고 있으며, 시·도교육청과 각 학교의 특색에 맞는 특화된 우수한 과학중점학교 운영 우수 모델이 나올 것입니다. 이에 앞으로 과학기술 인재 양성 기관의 역할을 충실히 수행하고 있는 과학중점학교의 성과는 지속되고, 혁신적인 과학 및 수학 교육기회를 제공하는 학교로 견고히 자리매김해 갈 것입니다.

과학중점학교의 목표

과학중점학교는 과학·수학 교과 중심의 특화된 체계적인 교육과정과 다양한 과학 및 수학 체험활동을 통해 전문적이고 심도 있는 교육 기회를 제공함으로써, 인문사회 소양과 과학기술 전문성을 겸비한 균형 잡힌 창의·융합형 인재를 양성하고자 합니다. 이를 통해, 국가 과학기술 발전을 이끌어 갈 미래 과학 기술 인재를 육성함은 물론, 사회 공동체와 화합하여 건강하게 살아갈 수 있는 건전한 시민을 길러 내고자 합니다.



과학중점학교 교육과정의 특징

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

1학년은 공통 과목으로 통합과학, 과학탐구실험, 수학 과목을 이수하고, 과학중점학교만의 차별화된 과학·수학 체험활동과 특별 교과 I (과학교양을 교양 교과로 1학년에 편성하는 것을 권장)을 이수함으로써, 다양한 과학·수학 교육 경험을 습득하고 있습니다. 2, 3학년의 과학중점과정은 특별 교과(과학교양 또는 과학융합), 수학 4과목(수학 I, 수학 II, 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 교과(통합과학 8단위, 과학탐구 실험 2단위 포함) 10단위 이상 이수
- 수학 교과 8단위 이상 이수
- 특별 교과(과학교양)를 교양 교과로 1학년에 2단위 편성하는 것을 권장
- 연간 50시간 이상의 과학·수학 체험활동 (창의적 체험활동과 연계 25시간 인정)

2-3학년

과학중점과정

- 과학 8과목(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, 인문사회과정)

- 일반 고등학교와 동일

과학·수학 이수 단위가 총 교과 이수 단위의 45% 이상



-
- | | | |
|----|---|----|
| 01 | 체험 키트와 시범 영상을 활용한
온라인 과학 축전 체험활동 부스 운영
우수사례 영역 동아리 및 과제연구, 온라인 수업 및 활동
충북 청주고등학교 | 09 |
| 02 | 실생활 데이터를 활용한
온라인 수학 탐구 수업 운영
우수사례 영역 교과수업, 동아리 및 과제연구, 온라인 수업 및 활동
서울 용화여자고등학교 | 23 |
| 03 | 졸업생 멘토를 활용한 개인별 연구
‘1인 1 전문가 활동’ 운영 방안
우수사례 영역 교과수업, 동아리 및 과제연구, 온라인 수업 및 활동
인천 가림고등학교 | 35 |
| 04 | 스마트 도구를 활용한
Smart-Blended PBL 운영
우수사례 영역 교과수업, 교사 전문성 신장, 온라인 수업 및 활동
전남 순천복성고등학교 | 45 |
| 05 | 온라인 화상회의를 이용한
조별 프로젝트 제작 수업 및
언택트 과학봉사활동
우수사례 영역 교과수업, 과학 · 수학 체험활동, 온라인 수업 및 활동
인천 송도고등학교 | 55 |
-

06

PBL blended learning을 활용한 과학융합 과목 운영 방안

우수사례 영역 STEAM 교육, 교과수업, 온라인 수업 및 활동

인천 인명여자고등학교

67

07

명덕 융합인재 리더십 아카데미 프로그램 운영

우수사례 영역 과학 · 수학 체험활동, 진로 지도, 온라인 수업 및 활동

서울 명덕고등학교

81

08

Steam Science Class를 활용한 효과적인 학생 중심 연구 프로그램 운영

우수사례 영역 STEAM 교육, 교과수업, 동아리 및 과제연구, 진로 지도

인천고등학교

91

09

1수업 2교사 Co-Teaching을 활용한 융합수업 프로젝트

우수사례 영역 STEAM 교육, 교사 전문성 신장

충북 금천고등학교

105

10

함께 나눔! 열린 교원학습공동체 운영

우수사례 영역 교사 전문성 신장, 온라인 수업 및 활동

서울고등학교

117

11

학생 중심 장기협력 프로젝트를 활용한 과학교양 수업

우수사례 영역 STEAM 교육, 교과수업, 과학 · 수학 체험활동

부산장안고등학교

131

01

**{ 체험 키트와 시범 영상을 활용한
온라인 과학 축전 체험활동 부스 운영 }**

충북 청주고등학교



체험 키트와 시범 영상을 활용한 온라인 과학 축전 체험활동 부스 운영



I. 배경 및 목적

1. YouTube의 약진과 코로나 19

과학중점학교에서 운영하는 다양한 프로그램에 참여하는 학생들의 모습을 보면 매우 성실하고 적극적이라 교사로서 기특한 마음이 들곤 한다. 그런데 이러한 다양한 경험을 하였음에도 불구하고 학생들은 바쁜 학교생활 일정 속에서 짬을 내어 탐구와 체험활동을 진행하다 보니, 활동을 한 뒤 자신이 경험한 것을 기록하고 정리할 시간을 갖기 힘들었다. 그래서 본교는 탐구 과정과 결과물을 영상으로 제작해 YouTube나 SNS를 통해 공유함으로써 학생들이 탐구를 통해 얻은 경험을 잊지 않고 내면화 할 수 있는 시스템을 구축하고, 이 경험을 친구들과 나누며 상호 배움의 연구문화 조성이 필요하다고 판단하였다.

그런데 올해, 예기치 못한 코로나 19의 확산으로 인하여 학교 교육 현장에도 큰 변화가 발생하였다. 대면 활동이 어려워짐에 따라 기존에 진행하던 다양한 교육 활동을 비대면 방식을 통해 학생들에게 제공하는 방식으로 변경해 운영하게 되었다. 이 과정에서 다양한 과학적 경험을 탐구 활동과 체험활동을 중심으로 진행해오던 과학중점학교의 운영 방식과 연구 계획도 '비대면' 방식을 활용한 새로운 형태로 운영상의 변화가 필요하게 되었다.

2. 온라인 과학 축전의 목적

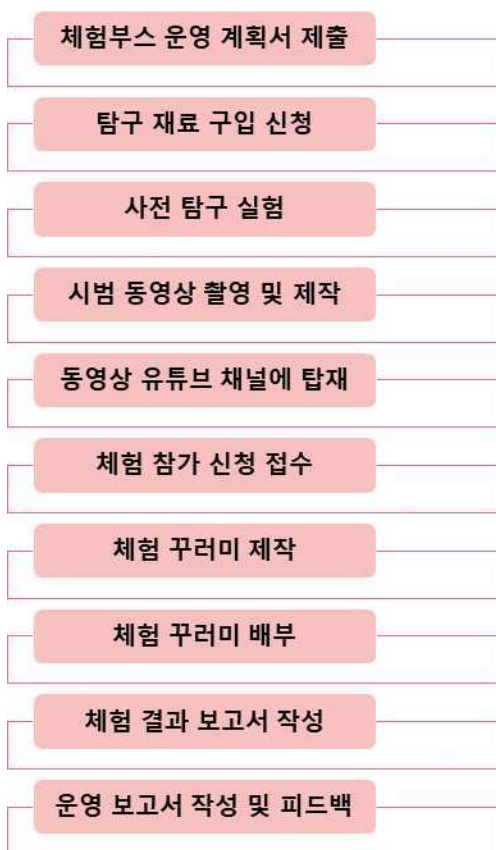
학년 초 계획은 과학 축전을 포함하여 과제 연구, 동아리 활동 등 대면 활동의 과정과 결과를 동영상으로 제작하여 YouTube에 탑재하여 반영구적으로 보존 및 누적하고 동료나 후배들이 쉽게 접근할 수 있도록 하는 것이었다. 그러나 코로나 19 사태로 인해 대면 활동이 어려워짐에 따라 아예 비대면으로 활동을 진행할 수 있는 방법을 고민한 끝에 온라인 과학 축전을 추진하게 되었다.

온라인 과학 축전의 첫 번째 목적은 기존에 대면 활동으로 진행해왔던 과학 축전을 비대면으로 진행하는 것이고, 두 번째 목적은 과학 축전의 진행 과정과 결과를 동영상의 형태로 보존하는 것이었다. 그런데 대면 중심으로 진행되던 과학 체험 부스 활동을 비대면 형태로 계획하고 운영하면서 그 과정에서 학생들이 기를 수 있는 새로운 역량과 교육적 가치를 발견하였는데, 그것은 바로 동영상을 통한 의사소통 능력을 길러 주는 것이다. 요즘 학생들은 탐구 활동을 하다가 필요한 내용을 네이버나 구글 검색보다도 YouTube 검색을 더 먼저 활용하고, 어렵지 않게 동영상 콘텐츠를 제작해 내는 모습을 보면서 동영상 제작을 통한 의사소통 능력을 길러주는 것도 교육적 가치가 크다는 생각이 들었다.

II. 온라인 과학 축전 운영

1. 온라인 과학 축전 운영 흐름

본교는 원래 매년 과학 축전을 성대하게 치러 왔었다. 그래서 교사나 학생들에게 체험 부스 운영 계획서를 제출하고, 재료 구입을 신청하여 체험 부스 운영을 준비하고, 부스 운영에 대한 사전 연습을 한 후 동료 학생 및 지역 주민들을 대상으로 체험 부스를 운영하는 활동에 능숙한 상황이었다. 2020년에는 기존의 과학 축전 활동에 학생들이 부스별 체험 동영상을 제작하고, 온라인 댓글로 참가 신청을 받고, 체험 꾸러미를 제작하여 배부하는 온라인 중심의 과정을 새롭게 추가하여 온라인 과학 축전을 진행하였다(그림 1, 그림 2)...



〈그림 1〉 2020년 온라인 과학 축전 운영 과정

2020 청주고 온라인 과학축전

1. 참여조건
과학에 열정과 관심이 있는 청소년이라면 누구나 참여 가능!

2. 참여방법
1. 관심 있는 부스에 댓글로 학번을 기입하면 신청 완료!
2. 등교 당일 해당 부스의 재료가 배달됩니다!
3. 활동 후 자신의 활동 내용을 정리하여 소감문을 제출!

3. 주의사항
활동 관련 질문은 해당 영상에 댓글로 남겨주세요!

번호	부스	담당	링크
1	일제강점기 자살도끼살해사건...	신도훈	▶
2	배터리와 전도 실험기	배터리이	▶
3	종이로 만든 비행기 만들기	유진희 아이들	▶
4	요즘으로 할까? 아니면 옛날로 할까?	다소희, 김민서	▶
5	종이로 만든 비행기 만들기	최아름, 김민서	▶
6	종이로 만든 비행기 만들기	손민서, 김민서	▶
7	자연을 활용한 과학 실험	이민서	▶
8	종이로 만든 비행기 만들기	정사랑, 김민서	▶
9	종이로 만든 비행기 만들기	정사랑, 김민서	▶
10	종이로 만든 비행기 만들기	수민서, 김민서	▶
11	종이로 만든 비행기 만들기	이민서	▶
12	종이로 만든 비행기 만들기	김민서, 김민서	▶
13	종이로 만든 비행기 만들기	김민서, 김민서	▶
14	종이로 만든 비행기 만들기	김민서, 김민서	▶
15	종이로 만든 비행기 만들기	김민서, 김민서	▶
16	종이로 만든 비행기 만들기	김민서, 김민서	▶
17	종이로 만든 비행기 만들기	김민서, 김민서	▶
18	종이로 만든 비행기 만들기	김민서, 김민서	▶
19	종이로 만든 비행기 만들기	김민서, 김민서	▶
20	종이로 만든 비행기 만들기	김민서, 김민서	▶
21	종이로 만든 비행기 만들기	김민서, 김민서	▶
22	종이로 만든 비행기 만들기	김민서, 김민서	▶
23	종이로 만든 비행기 만들기	김민서, 김민서	▶
24	종이로 만든 비행기 만들기	김민서, 김민서	▶
25	종이로 만든 비행기 만들기	김민서, 김민서	▶
26	종이로 만든 비행기 만들기	김민서, 김민서	▶
27	종이로 만든 비행기 만들기	김민서, 김민서	▶
28	종이로 만든 비행기 만들기	김민서, 김민서	▶
29	종이로 만든 비행기 만들기	김민서, 김민서	▶
30	종이로 만든 비행기 만들기	김민서, 김민서	▶
31	종이로 만든 비행기 만들기	김민서, 김민서	▶

〈그림 2〉 2020년 온라인 과학 축전 리플릿

2. 온라인 과학 축전 운영 과정

가. 체험 부스 운영 계획서 작성

과학 축전의 체험 부스 운영을 희망하는 학생들은 체험 부스 운영계획서를 과학 교사에게 제출한다(그림 3). 교사는 학생들이 다양한 분야에서 주제를 선정할 수 있도록 조언하고, 주제 선정에 어려움을 겪는 팀에게는 이전 년도 선배들의 과학축전 운영 결과보고서 등 참고 자료를 제공하여 주제 선정을 돕는다. 그리고 유사한 주제를 선정하는 팀이 없도록 제출한 주제를 공유하고, 체험활동으로서 적합한 주제인지, 활동을 할 때 예상 되는 어려움은 무엇인지 학생들과 함께 고민하고 개선해 나간다.

Tips 체험 부스 운영계획서에는 활동과 관련된 이론적 배경, 구체적인 체험 과정, 필요한 재료, 체험활동 시 예상되는 주의점 등을 기술 하도록 학생들을 지도하였다.

제10회 교내과학축전 온라인 과학체험부스 운영 참가 신청서

※ 1인 1팀으로 참여(학교별로 총 6팀)
※ 사비 등업금 지원은 10만원(10만원 이하)로, 10만원 초과 시 사비 부담(10만원 초과 시 사비 부담)

경기 학생	학년 반 번호	성 명	학년 반 번호	성 명
	3111	박지훈	3053	박지훈
	3112	박지훈	3054	박지훈
	3113	박지훈	3055	박지훈
	3114	박지훈	3056	박지훈
	3115	박지훈	3057	박지훈
	3116	박지훈	3058	박지훈
	3117	박지훈	3059	박지훈
	3118	박지훈	3060	박지훈
	3119	박지훈	3061	박지훈
	3120	박지훈	3062	박지훈
	3121	박지훈	3063	박지훈
	3122	박지훈	3064	박지훈
	3123	박지훈	3065	박지훈
	3124	박지훈	3066	박지훈
	3125	박지훈	3067	박지훈
	3126	박지훈	3068	박지훈
	3127	박지훈	3069	박지훈
	3128	박지훈	3070	박지훈
	3129	박지훈	3071	박지훈
	3130	박지훈	3072	박지훈
	3131	박지훈	3073	박지훈
	3132	박지훈	3074	박지훈
	3133	박지훈	3075	박지훈
	3134	박지훈	3076	박지훈
	3135	박지훈	3077	박지훈
	3136	박지훈	3078	박지훈
	3137	박지훈	3079	박지훈
	3138	박지훈	3080	박지훈
	3139	박지훈	3081	박지훈
	3140	박지훈	3082	박지훈
	3141	박지훈	3083	박지훈
	3142	박지훈	3084	박지훈
	3143	박지훈	3085	박지훈
	3144	박지훈	3086	박지훈
	3145	박지훈	3087	박지훈
	3146	박지훈	3088	박지훈
	3147	박지훈	3089	박지훈
	3148	박지훈	3090	박지훈
	3149	박지훈	3091	박지훈
	3150	박지훈	3092	박지훈
	3151	박지훈	3093	박지훈
	3152	박지훈	3094	박지훈
	3153	박지훈	3095	박지훈
	3154	박지훈	3096	박지훈
	3155	박지훈	3097	박지훈
	3156	박지훈	3098	박지훈
	3157	박지훈	3099	박지훈
	3158	박지훈	3100	박지훈
	3159	박지훈	3101	박지훈
	3160	박지훈	3102	박지훈
	3161	박지훈	3103	박지훈
	3162	박지훈	3104	박지훈
	3163	박지훈	3105	박지훈
	3164	박지훈	3106	박지훈
	3165	박지훈	3107	박지훈
	3166	박지훈	3108	박지훈
	3167	박지훈	3109	박지훈
	3168	박지훈	3110	박지훈
	3169	박지훈	3111	박지훈
	3170	박지훈	3112	박지훈
	3171	박지훈	3113	박지훈
	3172	박지훈	3114	박지훈
	3173	박지훈	3115	박지훈
	3174	박지훈	3116	박지훈
	3175	박지훈	3117	박지훈
	3176	박지훈	3118	박지훈
	3177	박지훈	3119	박지훈
	3178	박지훈	3120	박지훈
	3179	박지훈	3121	박지훈
	3180	박지훈	3122	박지훈
	3181	박지훈	3123	박지훈
	3182	박지훈	3124	박지훈
	3183	박지훈	3125	박지훈
	3184	박지훈	3126	박지훈
	3185	박지훈	3127	박지훈
	3186	박지훈	3128	박지훈
	3187	박지훈	3129	박지훈
	3188	박지훈	3130	박지훈
	3189	박지훈	3131	박지훈
	3190	박지훈	3132	박지훈
	3191	박지훈	3133	박지훈
	3192	박지훈	3134	박지훈
	3193	박지훈	3135	박지훈
	3194	박지훈	3136	박지훈
	3195	박지훈	3137	박지훈
	3196	박지훈	3138	박지훈
	3197	박지훈	3139	박지훈
	3198	박지훈	3140	박지훈
	3199	박지훈	3141	박지훈
	3200	박지훈	3142	박지훈
	3201	박지훈	3143	박지훈
	3202	박지훈	3144	박지훈
	3203	박지훈	3145	박지훈
	3204	박지훈	3146	박지훈
	3205	박지훈	3147	박지훈
	3206	박지훈	3148	박지훈
	3207	박지훈	3149	박지훈
	3208	박지훈	3150	박지훈
	3209	박지훈	3151	박지훈
	3210	박지훈	3152	박지훈
	3211	박지훈	3153	박지훈
	3212	박지훈	3154	박지훈
	3213	박지훈	3155	박지훈
	3214	박지훈	3156	박지훈
	3215	박지훈	3157	박지훈
	3216	박지훈	3158	박지훈
	3217	박지훈	3159	박지훈
	3218	박지훈	3160	박지훈
	3219	박지훈	3161	박지훈
	3220	박지훈	3162	박지훈
	3221	박지훈	3163	박지훈
	3222	박지훈	3164	박지훈
	3223	박지훈	3165	박지훈
	3224	박지훈	3166	박지훈
	3225	박지훈	3167	박지훈
	3226	박지훈	3168	박지훈
	3227	박지훈	3169	박지훈
	3228	박지훈	3170	박지훈
	3229	박지훈	3171	박지훈
	3230	박지훈	3172	박지훈
	3231	박지훈	3173	박지훈
	3232	박지훈	3174	박지훈
	3233	박지훈	3175	박지훈
	3234	박지훈	3176	박지훈
	3235	박지훈	3177	박지훈
	3236	박지훈	3178	박지훈
	3237	박지훈	3179	박지훈
	3238	박지훈	3180	박지훈
	3239	박지훈	3181	박지훈
	3240	박지훈	3182	박지훈
	3241	박지훈	3183	박지훈
	3242	박지훈	3184	박지훈
	3243	박지훈	3185	박지훈
	3244	박지훈	3186	박지훈
	3245	박지훈	3187	박지훈
	3246	박지훈	3188	박지훈
	3247	박지훈	3189	박지훈
	3248	박지훈	3190	박지훈
	3249	박지훈	3191	박지훈
	3250	박지훈	3192	박지훈
	3251	박지훈	3193	박지훈
	3252	박지훈	3194	박지훈
	3253	박지훈	3195	박지훈
	3254	박지훈	3196	박지훈
	3255	박지훈	3197	박지훈
	3256	박지훈	3198	박지훈
	3257	박지훈	3199	박지훈
	3258	박지훈	3200	박지훈
	3259	박지훈	3201	박지훈
	3260	박지훈	3202	박지훈
	3261	박지훈	3203	박지훈
	3262	박지훈	3204	박지훈
	3263	박지훈	3205	박지훈
	3264	박지훈	3206	박지훈
	3265	박지훈	3207	박지훈
	3266	박지훈	3208	박지훈
	3267	박지훈	3209	박지훈
	3268	박지훈	3210	박지훈
	3269	박지훈	3211	박지훈
	3270	박지훈	3212	박지훈
	3271	박지훈	3213	박지훈
	3272	박지훈	3214	박지훈
	3273	박지훈	3215	박지훈
	3274	박지훈	3216	박지훈
	3275	박지훈	3217	박지훈
	3276	박지훈	3218	박지훈
	3277	박지훈	3219	박지훈
	3278	박지훈	3220	박지훈
	3279	박지훈	3221	박지훈
	3280	박지훈	3222	박지훈
	3281	박지훈	3223	박지훈
	3282	박지훈	3224	박지훈
	3283	박지훈	3225	박지훈
	3284	박지훈	3226	박지훈
	3285	박지훈	3227	박지훈
	3286	박지훈	3228	박지훈
	3287	박지훈	3229	박지훈
	3288	박지훈	3230	박지훈
	3289	박지훈	3231	박지훈
	3290	박지훈	3232	박지훈
	3291	박지훈	3233	박지훈
	3292	박지훈	3234	박지훈
	3293	박지훈	3235	박지훈
	3294	박지훈	3236	박지훈
	3295	박지훈	3237	박지훈
	3296	박지훈	3238	박지훈
	3297	박지훈	3239	박지훈
	3298	박지훈	3240	박지훈
	3299	박지훈	3241	박지훈
	3300	박지훈	3242	박지훈
	3301	박지훈	3243	박지훈
	3302	박지훈	3244	박지훈
	3303	박지훈	3245	박지훈
	3304	박지훈	3246	박지훈
	3305	박지훈	3247	박지훈
	3306	박지훈	3248	박지훈
	3307	박지훈	3249	박지훈
	3308	박지훈	3250	박지훈
	3309	박지훈	3251	박지훈
	3310	박지훈	3252	박지훈
	3311	박지훈	3253	박지훈
	3312	박지훈	3254	박지훈
	3313	박지훈	3255	박지훈
	3314	박지훈	3256	박지훈
	3315	박지훈	3257	박지훈
	3316	박지훈	3258	박지훈
	3317	박지훈	3259	박지훈
	3318	박지훈	3260	박지훈
	3319	박지훈	3261	박지훈
	3320	박지훈	3262	박지훈
	3321	박지훈	3263	박지훈
	3322	박지훈	3264	박지훈
	3323	박지훈	3265	박지훈
	3324	박지훈	3266	박지훈
	3325	박지훈	3267	박지훈
	3326	박지훈	3268	박지훈
	3327	박지훈	3269	박지훈
	3328	박지훈	3270	박지훈
	3329	박지훈	3271	박지훈
	3330	박지훈	3272	박지훈
	3331	박지훈	3273	박지훈
	3332	박지훈	3274	박지훈
	3333	박지훈	3275	박지훈
	3334	박지훈	3276	박지훈
	3335	박지훈	3277	박지훈
	3336	박지훈	3278	박지훈
	3337	박지훈	3279	박지훈
	3338	박지훈	3280	박지훈
	3339	박지훈	3281	박지훈
	3340	박지훈	3282	박지훈
	3341	박지훈	3283	박지훈
	3342	박지훈	3284	박지훈
	3343	박지훈	3285	박지훈
	3344	박지훈	3286	박지훈
	3345	박지훈	3287	박지훈
	3346	박지훈	3288	박지훈
	3347	박지훈	3289	박지훈
	3348			

특히 2020년의 온라인 과학 축전은 체험활동 과정에서 교사의 안전 지도가 가능했던 2019년과 달리 각자 가정에서 지도교사 없이 체험을 진행하는 상황을 고려하여 폭발이나 화재의 위험성이 있거나 활동에 보조자가 필요한 체험 내용을 배제하도록 하였다(표 1).

〈표 1〉 2020년 청주고 온라인 과학 축전 체험 부스 주제 목록

순	주제	분야	운영 학생	
			학년	인원 수
1	팬텀드론을 이용한 영상과 시뮬레이션 체험	공학	2	8
2	베르누이 대포 만들기	물리	1	6
3	휴대폰 정전식 터치펜 만들기	물리	1	6
4	쏘옥쏘옥 빨려들어가~	물리	1	7
5	물위에 떠있는 돌아 돌아 돌아가는 프로펠러	물리	1	5
6	손소독제 만들기	화학	3	6
7	사람의 발바닥이 구부러져 있는 이유	생명과학+공학	3	6
8	생명발대의 원리를 이해하고 간이 정수기 만들기	공학	2	4
9	엘사가 만든 캡틴아메리카 방패!!!	화학	2	4
10	이항분포기 만들기	수학	2	5
11	와들와들 실과 나무	수학+공학	2	5
12	반도체 도(대)체 왜 이렇게 재밌는데!	물리	1	6
13	팝핑보바 만들기	화학	1	7
14	집에서 만드는 나만의 분수!	화학	1	4
15	숯 전지 만들기	화학	1	7
16	수소연료전지	화학	2	5
17	화학수중정원 만들기	화학	2	6
18	화려한 거품이 나를 감싸네 (라바랩프 만들기)	화학	2	6
19	실험했더니 오히려 물병이었던 건에 대하여	화학	2	4
20	우유로 친환경 플라스틱 만들기!	화학	2	7
21	폴리우레탄폼을 통해 머핀 모양 메모 꽃이 만들기	화학	2	7
22	아치 돔 구조의 안정성	공학	3	6
23	손가락 화석만들기	화학	3	7
24	천연 향생물질 자일리톨 이용한 사탕 만들기	화학	2	3
25	자성슬라임 만들기	화학	2	5
26	움직이는 바퀴로 알아보는 플레밍의 왼손법칙	물리	3	6
27	이중 진자 운동의 패턴을 알 수 있을까?	물리	3	7
28	전자회로를 배우며 만드는 마스크 소독기	정보+물리	2	4
29	마그누스 글라이더(Magnus Glider)	물리	2	6
30	불 좀 꺼줄래? 내 홀로그램 좀 보게.	공학	2	7
31	VR기기 제작을 통해 알아보는 VR의 원리와 체험	공학	2	7

나. 탐구 재료 구입 신청 및 사전 실험

체험 부스 운영 주제와 팀이 확정되면 주제에 따라 팀별 지도교사를 배정하여 이후의 일정을 진행한다. 팀 별로 부스 운영 및 사전 실험에 필요한 재료를 선정하고 지도교사의 검토를 거쳐 물품 요구서(그림 4)를 과학부에 제출하면 과학부에서 재료를 구매하여 배부한다. 운영 계획서에도 탐구 활동 재료 및 소모품에 대한 계획이 포함되어 있지만, 물품 요구서 작성 시 구체적으로 물품의 구입처와 상세 규격 등을 학생들이 작성하도록 하여 이를 지도교사가 검토하여 피드백 함으로써 원활한 실험 진행을 돕고 불필요한 재료 구입을 방지한다.

교내 온라인 과학체험부스 물품요구서							
팀명	화려한 거품이 나를 감싸네					대표학생(이름/연락처)	권오상/010-0000-0000
순	물품명	규격(사이즈, 재원 등)	수량	단가	금액	물품 사진(캡처)	구입사이트
1	해표 식용유 1.8L 1개	-	6	3,290	22,740		https://smartstore.naver.com/silverstar03/products/5023952650
2	시험병 일반형 12cc 50EA 물약 병	시험병/합투경형 120cc 30EA	4	5,390	21,560		https://smartstore.naver.com/smedical1/products/131360714
3	전구병 전구페트병 200ml	일반발대캡(색상:골드)	105	400	45,000		https://smartstore.naver.com/cocomon/products/572272222
4	회용 나무젓가락 50개입 (종이포장)	-	2	1,290	5,080		https://smartstore.naver.com/session1/products/4444670377
합계					142,880		

〈그림 4〉 물품 요구서

실험 재료가 도착하면 체험 부스 운영을 위한 사전 실험을 실시한다. 이 과정에서 학생들은 예상했던 과학 지식과 달리 실제 실험 과정에서 어려움을 겪을 수 있으므로 교사는 충분한 사전 실험을 할 수 있도록 안내하고, 다양한 시행착오 속에서 과학적 역량을 기를 수 있는 분위기를 조성해야 한다. 사전 실험을 위해서는 여러 사람이 한자리에 모이게 되는데, 코로나19 감염 예방을 위한 방역 지침 준수를 위해 실험실 사용 예약제를 운영하였다. 팀별 실험실 사용 희망 시간을 조사하고, 이를 바탕으로 팀별 사용 시간을 최대한 분산시켜 실험실에서의 밀착접촉 가능성을 최소화 하고자 하였다. 영역별로 6명의 지도 선생님이 실험실 사용 예약 구글 폼(그림 5)을 활용하여 실시간으로 자신이 지도하는 팀의 실험실 이용 예약을 관리할 수 있는 시스템을 만들어 운영하여, 지도교사와 학생 모두 보다 계획적인 활동을 진행할 수 있었다.

1주차	월(8/31)		화(9/1)		수(9/2)		목(9/3)		금(9/4)	
	오전	오후	오전	오후	오전	오후	오전	오후	오전	오후
창의과학실	정.한익재·VR						정.홍석규·소독기	정.임대민·이동진지	정.김영건·홀로그램	정.이승진·플레이팅
물리실					김.임재원·프로펠러	류.이승원·아치다리	김.박호빈·정소기	정.이도형·마그누스	김.권민재·터치판	류.최동영·이항분포
생물실				류.이승원·아치다리		이.박선중·손화석	박.이지형·팝핑보비	류.이도윤·정수기	박.김문혁·숫천지	박.이태훈·채론분수
지학실		윤.오민규·오로물병				류.유영진·손소독제	윤.권오성·라바램프	윤.김지현·수소연료	윤.지민기·플라스틱	윤.윤정수·화학정원
2주차	월(9/7)			화(9/8)			수(9/9)			
	오전	오후	방과후	오전	오후	방과후	오전	오후	방과후	오전
창의과학실			정.한익재·VR			정.한익재·VR				
생물실	박.이지형·팝핑보비	박.이지형·팝핑보비	5.이강은·tensegrit							
지학실		박.박준서·반도체	류.최동영·이항분포			류.최동영·이항분포			이.임재환·자일리틀	
물리실	윤.백재민·플리머인		이.김현우·자성술리	김.박호빈·정소기						
화학실		박.이태훈·채론분수								
3주차	월(9/14)			화(9/15)			수(9/16)			
	오전	오후	방과후	오전	오후	방과후	오전	오후	방과후	오전
창의과학실		정.이승진·플레이팅					류.정우현·열음방패			
생물실				7.이강은·tensegrit			소인수·생명실험	소인수·생명실험		소인수·생명실험
지학실				윤.오민규·오로물병			류.이도윤·정수기	윤.지민기·플라스틱		
물리실				윤.백재민·플리머인			류.최동영·이항분포	정.이도형·마그누스	30.고급 물리학 수	

〈그림 5〉 실험실 사용 예약 구글 폼

Tips 사전 실험 및 체험 영상을 제작하기에 앞서 체험자와의 유대감이 형성되기 힘든 비대면 상황임을 충분히 고려하여 필요한 정보를 효과적으로 전달할 수 있는 영상에 대해 고민하도록 지도하였다.

다. 시범 동영상 제작 및 YouTube 채널 탑재

각 팀별로 부스의 시범 동영상을 제작할 때, 다른 학생들이 시범 동영상을 보면서 체험을 따라 할 수 있도록 이론 설명과 체험 과정을 구체적으로 담도록 하였고, 흥미를 끌 수 있는 폰트나 컴퓨터 그래픽을 포함할 수도 있도록 학생들을 지도하였다. 설명 부분에서는 자막을 삽입하여 동영상을 보는 학생들이 화면을 정지하고 체험을 따라 할 수 있도록 하였다.

체험 부스를 운영하는 대부분의 학생들이 동영상 제작에 경험이 없어서 동영상 편집 프로그램을 소개해 주었다. 본교의 학생들에게 소개한 동영상 편집 프로그램은 ‘백믹스’로 무료이면서 화면에 워터마크 없이 10분 이내의 영상을 제작할 수 있고 자막 기능이 있기 때문에 시범 동영상을 제작하는데 매우 적합하였다.

본교는 기초적인 동영상 편집 방법을 학생들이 인터넷을 통해 공부해서 편집하도록 지도하였는데, 거의 대부분의 팀에서 성공적으로 영상을 제작하였다. 영상 제작을 어려워하는 학생들은 영상 제작 동아리 학생들이 멘토 역할을 하여 도움을 주도록 하였다.

YouTube 채널은 다양한 사람이 볼 수 있는 플랫폼임을 학생들에게 인식시키고, 저작권 교육을 실시하였다. 배경음악이나 설명에 사용하는 그림 등을 무단으로 사용하지 않도록 주의를 주었다. 팀 별로 제작된 각 부스의 체험 과정을 담은 시범 동영상은 일괄 수합하여 영상 제작 동아리에서 제작한 인트로와 엔딩크레딧을 추가하고 YouTube 채널(청주고등학교 과학관 채널)에 탑재하였다(그림 6).



a) 인트로 영상



b) 효당물로 백두산 백X수 만들기



c) 드론 동아리



d) 베르누이 대포 만들기



e) 터치펜 만들기



f) 반도체 도(대)체 왜 이렇게



g) VR 영상 만들기



h) 사람의 발바닥이 구부러진 이유



i) 마그누스 글라이더



j) 전기회로로 마스크 살균기 만들기



k) 집에서 만드는 나만의 분수



l) 내 손 안에 홀로그램



m) 화려한 거품이 나를 감싸네

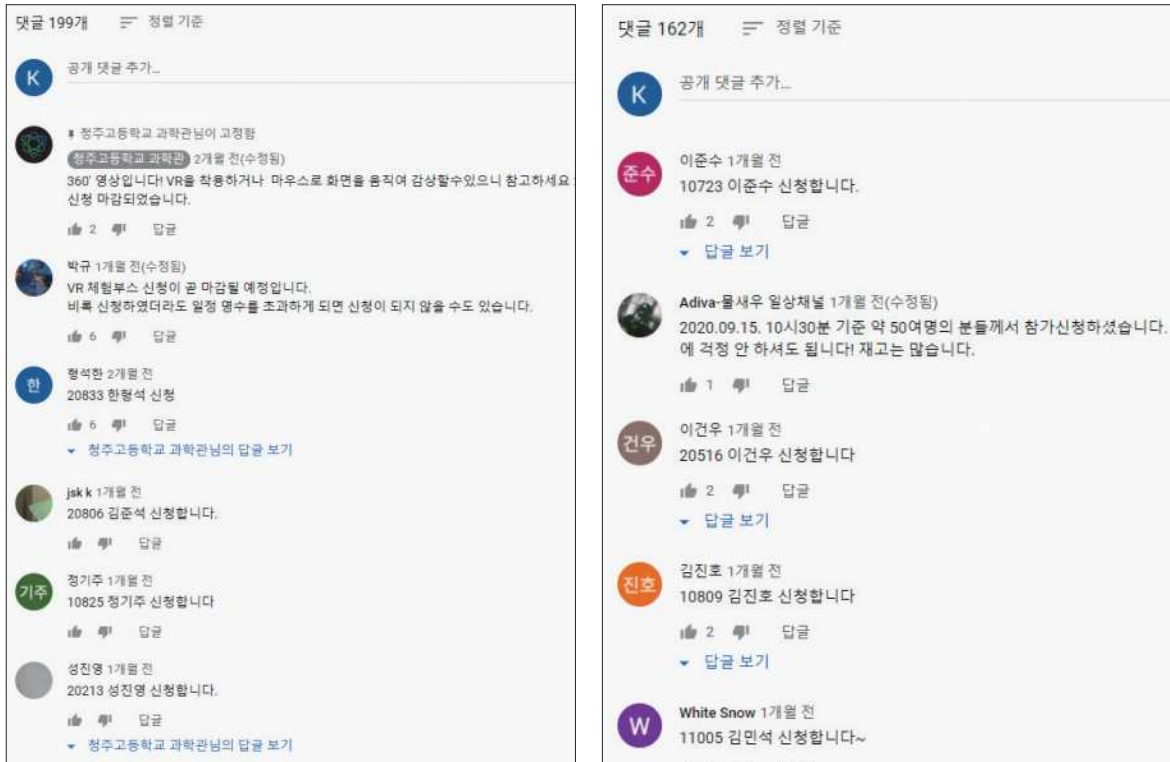


n) 자성 슬라임 만들기

〈그림 6〉 YouTube에 탑재된 부스별 시범 동영상 사례

라. 참가 신청 접수

학생들의 각 부스별 체험 참가 신청은 YouTube 채널에 탑재한 부스별 시범 동영상의 댓글 창을 통해 참여 신청을 받았다(그림 7). YouTube 채널의 부스별 시범 동영상에 댓글로 체험을 신청하는 방안은 전교생에게 미리 교사가 안내하였다. 각 부스에서는 댓글 창을 통해 활동 내용이나 프로그램의 진행 방식 등에 대한 질문을 받고, 이에 대한 답변을 제공하였다.



〈그림 7〉 YouTube 채널의 부스별 동영상의 댓글 창을 활용한 체험 참가 신청 사례

마. 체험 꾸러미 제작 및 배부

학생들이 부스별로 체험 참여 신청한 수량에 맞추어 주제별로 체험 키트를 제작하고 개인별 체험 꾸러미를 제작하여 배부하였다. 체험 키트를 제작하는데 필요한 재료는 부스별로 100인분씩을 사전에 구입하였다. 체험 참여 신청이 완료 되어 수량이 정해진 후 재료를 주문하면 낭비되는 재료가 적어지는 장점이 있지만, 체험 신청 후 꾸러미 제작까지 시간이 많이 걸리는 단점이 있어서 사전에 재료를 구매하고 키트 수량에 맞추어 선착순으로 체험 신청을 받았다.

부스별로 체험 키트를 제작하여 지퍼백에 담고 지퍼백에는 체험 부스 번호와 주제를 스티커로 인쇄하여 부착하였다(그림 8). 개인별 체험 꾸러미는 운동을 좋아하는 남학생들의 취향을 반영하여 축구화 주머니로 사용할 수 있는 집색(zippsack)을 학교 로고를 넣어 제작하고 전교생의 학번과 이름이 적힌 스티커를 부착하였다.



〈그림 8〉 주제별 체험 키트 제작 및 개인별 체험 꾸러미 제작

Tips 개인별 체험 꾸러미에 부스별 체험 키트를 넣는 작업도 많은 노력과 시간이 필요했다. 교실 3칸 정도 크기의 시청각실에 전교생의 학번과 이름이 부착된 개인별 체험 꾸러미를 반별로 깔아 놓고, 부스별로 순서대로 시청각실로 들어가서 체험 신청자 명단을 보면서 해당 주머니에 체험 키트를 넣는 방식으로 작업을 진행하였다. 집에서 구하기 힘든 실험 물품의 경우, 누락되거나 불량품이 전달되는 경우 체험을 진행할 수 없으므로 해당 물품들에 대해서는 중복해서 확인하는 등 주의를 기울이며 체험 키트를 제작하였다.

바. 체험 결과 보고서 및 운영 결과 보고서 작성

개인별 체험 꾸러미를 학생들이 등교 수업하는 날에 교실로 배부하고, 체험은 가정에서 각 부스의 체험 과정을 담은 YouTube의 시범 동영상을 보면서 실시하도록 하였다. 체험자의 경우, 체험활동이 단순히 일회성 흥미로 끝나지 않고 자신이 경험한 내용을 기록하여 배운 것을 내면화하고 생활기록부 기재 시 참고(증빙)자료로 활용할 수 있도록 내실 있는 체험 결과 보고서를 작성하도록 지도하였다. 체험 부스 운영자의 경우, 운영 과정에서 경험한 많은 정의적 경험과 실험 노하우 등 과학적 역량의 성장이 잘 드러날 수 있도록 구체적인 운영 결과 보고서를 작성하도록 지도하였고(그림 9), 이 자료가 생활기록부 기재 시 참고(증빙)자료로 활용될 수 있도록 하였다.

을 보는 모습의 차이가 나는 현상을 말한다. 이렇게 때문에 VR영상의 왼쪽과 오른쪽에 보이는 영상이 조금 달라 보인다. 그리고 카드보드 내 볼록렌즈는 초점을 맞추어 가까이 있는 영상을 보다 선명하게 볼 수 있다.

4 부스 준비 과정 (시행착오 포함)

가. 처음에는 도면을 자르고, 렌즈를 붙여서 직접 키트를 만들고자 하였다. 그러나 VR에 적합한 렌즈를 찾는 데 어려움을 겪었다. 이 문제를 해결하기 위해 우선 렌즈에 대해 알아 보았다. 구글 측에서 공개한 렌즈의 스펙을 알아보니 초점 거리라는 것이 가장 중요했다. 디스플레이와의 거리와 초점거리가 일치해야 이미지가 또렷하다는 것이다. 우여곡절 끝에 조건을 비슷하게 만족하는 렌즈를 찾아 구매하고 시제품을 만들어 보았다. 그러나 완성도가 낮아 체험용품으로 보내줄 수준이 되지 못했다. 결국 시중에 파는 키트를 구매해 체험용품으로 사용하기로 결정했다.



직접 제작한 키트의 모습: 함축하다.

나. 체험용품이 결정되고 남은 것은 영상 촬영이었다. VR의 원리에 대한 설명 영상까지는 손조롭게 진행되었지만 VR 체험이 빈약했다. 선생님들과 논의한 결과 GO프로를 구매해 360영상을 직접 찍는 것이 좋을 것이라는 결론에 도달했다. 그리하여 100만원을 호가하는 GO프로를 구매하였고, 과학관을 처음 와보는 아이의 시점으로 과학관을 설명하는 영상을 찍게 되었다. 영상을 찍고 보니 10분 동안 과학관을 돌아다니기만 하니 지루한 것 같아서 더빙을 추가했다. 이 과정 또한 쉽지 않았다. 적합한 멘트를 찾는 것도 어렵고 시간이 지날수록 멘션도 떨어졌다. 결국 10분 남짓한 영상을 위해 더빙을 3시간 동안 하였다. 더빙된 음성을 영상과 합치는 것도 알이었다. 10분 짜리 4K 영상은 용량만 10GB에 달했다. 웬만한 컴퓨터로는 편집을 하지 못하였고, 영상 인코딩에 만 30분이 걸렸다. 그러나 다음날 완성된 영상을 보시고 기뻐해주시고 칭찬해주신 선생님 덕분에 후춧됐다.

• 지금 보시는 360도 영상 링크는 설명란과 고정댓글에 있습니다.

직접 촬영한 VR 영상




5 부스 운영 과정 (활동 사진 포함)

가. 코로나 사태로 직접 운영을 하지 못하여서 유튜브에 준비한 영상을 올렸다.



03.휴대폰 정전식 터치펜 만들기 / 유진의 아이들
조회수 679회 · 1개월 전

나. 유튜브 댓글로 체험인원을 모집했다.



다. 체험신청을 한 인원들에게 준비물을 나눠주었다.

6 부스 운영 후 느낀 점 (조원 모두 작성)

민재 : 부스를 운영하며 리더의 책임감을 느낄 수 있었던 것 같다. 조원들이랑 의견을 맞추는 것부터 시작해서 날짜를 잡고 활동하고 보고서를 작성하는 것까지 티비나 소셜에 나오는 것처럼 생각하는 대로 딱딱 맞아 떨어지는 것은 없지만 이러한 경험을 토대로 앞으로 무언가를 맡고 이끌어 나가야 할 때 큰 도움이 될 수 있을것 같다. 또 평소엔 정전식 터치펜에 대한 원리를 잘못 알고 있었는데 그 상태로 부스 운영을 하며 친구들에게 잘못된 정보를 전달 할 뻔했었다. 그때 선생님이 원리를 수정 해주셨지 않았더라면 친구들은 잘못된 정보를 받아들였을거라고 생각하니 미안해지기도 하였고 좀 무서웠다. 그리고 선생님이 알려주신 과학 원리를 보면서 이해를 할 수가 없었는데 이때 앞으로 더욱 열심히 공부해서 이번처럼 저를 돕는 내용이라도 이해할 수 있는 그런 사람이 되

〈그림 9〉 체험 부스 운영 결과보고서 사례

III. 결론

본교는 예년까지 운영하던 오프라인 과학 축전을 온라인 과학 축전으로 시도하여 31개 체험 부스를 성공적으로 운영할 수 있었다. 특히 코로나 19 상황으로 대규모 행사가 불가능한 상황에서도 학생들이 직접 기획, 준비, 영상 촬영, 체험 꾸러미 제작, 온라인 체험 부스 운영 등의 활동을 경험하면서 탐구능력과 의사소통 능력을 함양할 수 있었다. 또한 1회성으로 끝나는 오프라인 과학 축전에 비해 온라인 과학 축전은 영상 자료로 체험 내용이 반영구적으로 남아 축전 기간이 지난 후에도 수업, 동아리 활동, 학교 홍보 등의 활동에 활용할 수 있는 장점이 있었다. 더불어 영상 제작이나 YouTube 등 SNS에 관심이 없던 학생들도 온라인 과학 축전을 통해 직접 영상을 제작해보고 YouTube에 업로드해 보는 과정을 경험함으로써 미래 소통 방법의 대세로 떠오르고 있는 영상 콘텐츠 제작에 대해 친숙해지고 자신감을 갖게 되었다.

IV. 개선점

2020년에 처음 시도하는 온라인 과학 축전이다 보니 다소 아쉬운 점도 있었다. 온라인 과학 축전의 부스 체험 학생의 가정에서 조력자 없이 혼자 해야 하기 때문에 위험성이 있거나 혼자 만들기 어려운 체험 주제를 배제하여, 오프라인 과학 축전에 비해 체험 주제의 다양성, 참신성이 다소 낮아진 점이 아쉬웠다. 체험 부스 운영을 학생들이 준비하면서 여러 번의 사전 실험을 통해 시행착오를 겪고 이를 해결해 나가면서 성

장하는 것이 과학 축전의 주된 교육 효과인데 온라인 과학 축전은 시간상 공간상 제약으로 인해 사전 실험의 시간, 횟수 등이 적어서 학생들이 어려움을 스스로 극복하는 경험의 기회가 적었던 점도 다소 아쉬운 부분이다. 또한 기존의 과학 축전은 1, 2학년이 한 팀을 구성하여 선배의 노하우가 후배들에게 자연스럽게 전달되는 효과가 있었으나, 비대면 온라인으로 진행하면서 선후배가 만날 기회가 없어 모든 팀이 학년 내에서 팀을 구성하였고, 이로 인해 체험 주제의 독창성, 완성도, 탐구를 추진해 나가는 과정 등에서 1학년 팀이 어려움을 겪고 부족한 모습을 보여 본교의 좋은 전통 중 하나인 과학 축전에 대한 노하우가 이어지는 부분이 약해질 수도 있다는 염려가 들었다.

구체적인 부분에서는 체험 키트의 재고가 남은 부분이 아쉬웠는데, 오프라인 과학 축전과 비슷하게 체험 재료를 부스 당 100인분씩 31개 부스 총 3100개의 꾸러미를 제작하였으나 온라인 과학 축전은 약 2000명의 참가자가 체험을 신청하여 체험 재료가 남는 문제가 발생하였다(3학년이 수시 원서 마감기간과 겹쳐서 참여하지 못한 원인도 있다). 남은 재료는 수업, 동아리 활동 등에 활용하고 추후 과학중점학교 홍보 활동에 기념품으로 제공할 계획이다.

02

**실생활 데이터를 활용한
온라인 수학 탐구 수업 운영**

서울 용화여자고등학교



실생활 데이터를 활용한 온라인 수학 탐구 수업 운영



I. 배경 및 목적

코로나19로 많은 학교에서 비대면 수업이 확대됨에 따라, 온라인 상황에서도 수학 탐구를 실시할 수 있는 수업 프로그램 개발이 필요하였다. 이에 본교는 온라인으로 수학 탐구를 할 수 있는 실생활 데이터를 활용한 온라인 수학 탐구 수업 개발을 특화연구로 진행하였다.

특히 2015 개정 교육과정에서의 ‘공학적 도구를 이용하여 실생활과 관련된 자료를 수집하고 표나 그래프로 정리하고 해석할 수 있다.’, ‘실생활 및 수학적 문제 상황에서 적절한 자료를 탐색하여 수집하고, 목적에 맞게 정리, 분석, 평가하며, 분석한 정보를 문제 상황에 맞게 활용할 수 있다.’의 성취기준에서 명시되어 있듯이 공학적 도구의 활용과 실생활 관련 자료 및 통계적 사고의 신장은 수학교육에서 꾸준히 강조되어온 내용이다. 고등학교 과정에서는 학생들이 여러 가지 생활 속 상황과 사고 과정에서 확률과 통계적 측면을 인식하고 자료 해석, 추론, 문제 제기 등의 통계적 경험이 이루어져야 하며, 문제해결력 등의 수학 교과 역량 향상과 종합적인 사고능력을 기르기 위해 공학적 도구를 사용하는 것도 다양한 영역에서 요구되는 소양이므로, 학생들이 직접 공학적 도구를 사용해서 그 과정 및 결과를 수학 학습에 연결할 수 있도록 하려고 하였다.

따라서 본교는 학생들이 수학 학습을 위한 소프트웨어와 공학적 도구를 사용하고, 확률과 통계 교과에 맞는 탐구과제를 부여하여 학생들이 스스로 수학적 응용을 할 수 있는 기회를 경험할 수 있도록 온라인 수학 탐구 수업을 구성하였다. 또한 학생들은 온라인 수학 탐구 수업을 통해 수학적 내용을 시각화하거나 실생활과 연계하여 이해하고 해석할 수 있는 활동을 수행할 수 있도록 하였다.

II. 운영

1. 운영 일정

가. 온라인 수학 탐구 수업 개발

온라인 수학 탐구 수업은 학생들이 통계 단원을 배우는 2학기에 탐구 활동을 진행할 수 있도록 계획하였다(표 1). 이를 위해 확률과 통계 담당 교사 2명이 일주일에 한 번씩 협의회를 가져 단원별 주제 연구 및 실생활 데이터와 자료를 연계할 수 있는 학습 내용을 협의하고, 수업 모형 계획 및 진행 방법을 결정하였다. 수업을 진행하면서 그 과정에 대한 피드백을 통해 문제점을 보완하고 구체적인 온라인 수학 탐구 수업을 개

말하였다.

본교에서 개발한 온라인 수학 탐구 수업은 확률과 통계 수업 시간에서 다루는 확률 및 통계 내용을 활용하여 학생들이 스스로 실생활 관련 데이터나 통계 자료를 수집하고 이를 분석 및 처리하여 유의미한 결과를 도출하게 한 뒤, 상황에 맞게 해석하는 과정을 경험할 수 있는 수업이다.

〈표 1〉 온라인 수학 탐구 수업 모형 개발 및 수업 운영 일정

구분	내용	시기
온라인 수학 탐구 수업 개발	교과 연구 및 주제 선정	5~6월
	연구 추진 계획 수립	7~8월
	공학 도구 선정 및 실험	7~8월
온라인 수학 탐구 수업 운영	교과 교사 협의	5~11월
	교과 관련 내용 및 이론 학습	9~11월
	공학 도구 사용 지도 및 연습	8~10월
	주제별 탐구 과제 진행	10~11월

나. 온라인 수학 탐구 수업 운영

온라인 수학 탐구 수업은 학사일정 변동으로 이론 및 실습 일정이 다소 늦어졌지만 적어도 두 달은 학생들과 수업을 진행하려고 하였다(표 2). 특히 학생들이 다양한 소프트웨어와 공학적 도구를 체험하고 사용법 지도는 학생들이 등교하는 시기에 맞추어 대면 수업으로 진행할 수 있도록 하였다.

Tips 교과 이론이나 프로젝트 등 온라인으로 진행하기 어렵지 않은 내용들은 온라인 수업에서, 소프트웨어나 자료조사법, 자료 분석 및 정리 등 탐구 방법에 관한 지도는 학생들과 일대일로 소통할 수 있는 대면 수업에서 진행하는 것이 효율적이었다.

〈표 2〉 온라인 수학 탐구 수업 운영 일정 및 내용

주	시기	교수내용	수업형태
1	9/7 ~ 9/8	수업 안내 및 탐구과제 제시	온라인 수업
2	9/9 ~ 9/14	팀 구성 및 탐구 주제 선정	비대면 토론 학습
3	9/15 ~ 9/18	자료 조사 방법 및 설문 조사법 지도	온라인 수업
4	9/21 ~ 9/25	자료 분석 및 정리 방법 지도	온라인 수업
5	9/28 ~ 10/2	통계 프로그램 & 소프트웨어 소개 및 체험	대면 수업
6	10/5 ~ 10/16	팀 별 자료 조사 및 활동	비대면 프로젝트 학습
7	10/19 ~ 10/20	탐구 과제 활동 중간 점검	온라인 회의
8	10/21 ~ 10/27	팀 별 자료 분석 및 정리	비대면 프로젝트 학습
9	10/28 ~ 11/2	중간고사	
10	11/3 ~ 11/11	최종 보고서 작성	비대면 프로젝트 학습
11	11/12 ~ 11/13	활동 결과 발표	토의, 발표 학습

2. 온라인 수학 탐구 수업 개요

가. 온라인 수학 탐구 수업 참여자

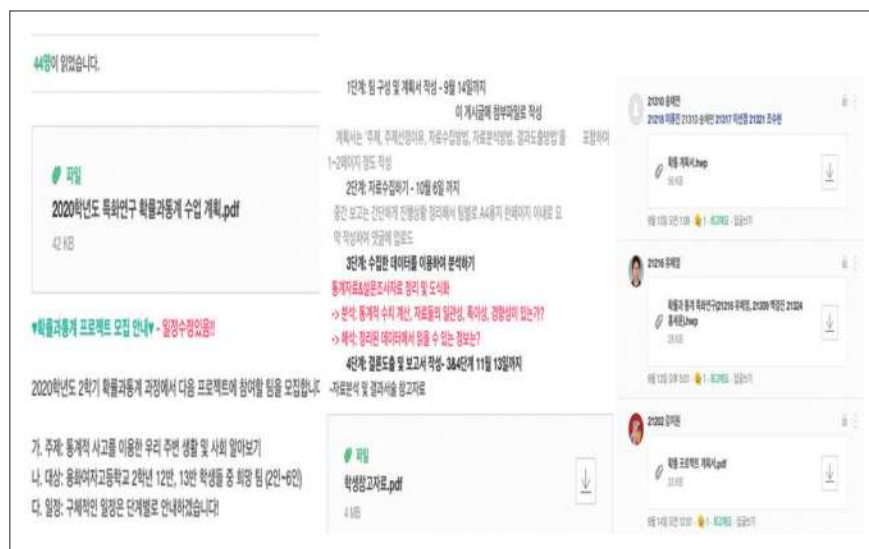
본교의 온라인 수학 탐구 수업에는 확률과 통계 교과 수업을 듣는 2학년 학생들 중 19명 학생이 6개 팀으로 자발적으로 참여하였다.

나. 온라인 수학 탐구 수업 탐구 과제 주제

- 1) 탐구 과제 : 생활 주변 및 사회적 현상에 관련된 통계 자료 만들기
- 2) 관련 교과 : 확률과 통계
- 3) 관련 단위 및 내용 : 조건부확률, 확률분포, 정규분포, 모집단과 표본

3. 온라인 수학 탐구 수업 운영 방법

온라인 수학 탐구 수업은 확률과 통계 교과 학습 내용 지도, 학생들의 프로젝트 활동, 교사와 학생들과의 면담과 피드백, 학생 토의·토론 활동, 학생 결과물 발표와 질의응답의 과정들이 온라인으로 진행되었다. 본교에서 사용하고 있는 온라인 학습 플랫폼 네이버 밴드로 실시간 수업, 과제 제출 등이 이루어졌다(그림 1).



〈그림 1〉 온라인 학습 플랫폼을 이용한 프로젝트 진행 과정 예시

가. 탐구 주제 선정 및 사전계획 수립

학생들은 각 팀 별로 생활 주변 및 사회 현상과 관련된 주제를 정하였다. 이때 주제와 관련하여 학생들이 의문점을 가지고 통계 자료의 필요성을 느끼거나, 의사결정에 도움이 되는 자료 등 목적이 분명한 주제를 정하도록 지도하였다. 학생들은 토의를 통해 관련 주제에 대한 자료를 조사과정에서 직접 자료를 수집할 것인지, 기존에 공개된 통계 자료를 수집하여 종합할 것인지 결정하고 자료 수집에 사용할 방법을 탐색하도록 하였다. 그리고 수집한 자료를 정리하는 방법과 사용할 소프트웨어를 선정하고 이를 수학적, 통계적으로 표현하는 방법으로 교과 시간에서 학습한 내용과 이론을 탐구하며 수식, 그래프 등을 통하여 자료를 시각화하는 방법 등을 학습하여 효과적인 수단을 정할 수 있도록 안내하였다(표 3).

〈표 3〉 탐구 주제 선정 및 사전계획 수립 활동 내용

주제 선정	자료 수집 및 분석 계획	결과도출 방법
생활 주변 및 사회 현상과 관련된 주제 선정	- 직접 조사 또는 통계 자료 수집 - 데이터 정리 및 분석을 위한 소프트웨어, 공학적 도구 선정	- 동계 결과 도출 - 자료의 시각화

나. 사전 계획서 작성 및 구체화

6개의 팀들은 사전계획서 작성을 통해 각자 주제와 관련된 의문점들을 구체화하였고 주제 선정의 이유를 밝혀 프로젝트의 의미를 명확하게 하였다(그림2). 학생들은 각자 주제에 맞는 자료 수집 방법을 연구하여 통계청의 국가통계포털 자료 활용, SNS 설문조사, 인터뷰 계획 등을 설정하였다. 그리고 수집한 자료들을 정리할 엑셀, 파워포인트, Google survey, 통그라미, R, Numbers 등의 소프트웨어를 선정하고 결과 도출로 다양한 통계 결과 자료, 확률 계산 및 인포그래픽의 활용을 계획하였다.

통계적 사고를 이용한 우리 주변 생활 및 사회 알아보기		학생들의 진로 설계와 통계의 함정	확률과 통계 프로젝트
주제	초중고 사교육비 조사		
주제선정 이유	1. 주제 및 선정이유 작년 생활형 전공프로젝트에서 진행했던 수학 실화에서 이산수학에 대해 다뤄보면서 다양한 선거 결과의 처리 방법에 대해 알게되었다. 종종 수학을 읽다보면 통계자료를 처리할 때 빠질 수 있는 통계적 함정에 대한 내용을 볼 수 있는데 이러한 통계적 함정은 데이터에서 변수를 설정하는 것과 결과 값을 처리하는 방식에 따라 달라지게 된다. 예를 들면 질문이나 응답항목에 쓰이는 어휘나, 응답항목을 단일이나 복수로 설정하는 것, 응답항목에 순위를 매기는 것 등 굉장히 사소하고도 생각할 수 있는 변수의 설정은 무의식 속에 응답 결과에 영향을 미칠 수 있다. 또한 결과를 해석하는 과정에서 응답에 대한 비율이나 항목들의 빈도관계를 어떻게 설정하느냐는 통계결과에 영향을 주게 된다. 우리는 프로젝트를 통해 이러한 통계적 함정을 경험하면서 일상 속의 통계자료를 받아들이고 미래에 실은 통계의 함정으로 통계학을 낼 때 주의할 점들에 대해 생각해보려고 한다. 통계데이터를 처리할 항목은 지금 우리들의 주요 관심사인 진로로 정하게 되었는데, 특히나 고등학교 2학년의 경우 고3을 앞두고 대입이 다가오며 학생들의 진로 고민이 많아지기 때문이다. 자신이 가고 싶은 길을 확실하게 정하고 그 길을 위해 노력하는 과정, 목표는 있지만 현실적 문제로 고민하는 상황, 방향성은 정했지만 확신이 부족한 상황, 약해 한지 알도 보지 못하는 상황 등 진로에 있어서는 다양한 고민이 존재하기 마련이다. 한 고등학교 학생들이 자신과 진로를 어느 정도로 계획하고 있는지, 그 계획에서의 문제점은 무엇이 있는지 설문과 통계를 통해 알아보려고 하였다. 이를 통해 학생들이 진로 결정에서 가장 중요하게 생각하는 것은 무엇인지, 가장 고민하는 것은 무엇인지를 분석하면서 자신의 진로에 대해 계획해보는 시간을 가질 수 있을 것이다.		
자료수집 방법	통계청-국가통계포털(KOSIS)의 초중고 사교육비 조사 통계자료와 구글 설문지를 이용한 인터넷 설문조사		
자료분석 방법	조사항목을 지역별 학생 1인당 월평균 사교육비, 부모님의 경제활동 상태별 학생 1인당 월평균 사교육비, 나이별, 성별별 등 여러 가지 카테고리별로 나누고 통계청의 자료를 역으로 풀기위해 필요한 정보를 정리한 후, 막대그래프, 원그래프, 분산표, 그래프로 정리한다. 직접 설문조사를 내용도 도수분포표와 막대 그래프를 이용해 정리한다.		
결과도출	학생 1인당 월평균 사교육비, 지역별 사교육비를 정리한 막대그래프.		

〈그림 2〉 학생이 작성한 사전 계획서 예시

다. 학생 프로젝트 활동

학생 프로젝트 활동 과정은 주로 비대면으로 온라인과 모바일을 활용하여 이루어졌다. 학생들은 메신저와 온라인 화상 미팅을 통해 소통하며 토의, 토론을 진행하고 역할분담 결정 및 팀원들의 의견을 수렴하였다. 자료 조사와 설문 조사 등의 자료 수집과정에서는 정부 기관 사이트에서 제공하는 신뢰할 수 있는 데이터, 구글 폼 활용, SNS, 메신저 등 다양한 온라인과 모바일 플랫폼을 사용하였다.

라. 교사, 학생 면담과 피드백

각 팀들은 총 3차에 걸쳐서 설문 조사 결과, 자료 수집 내용, 다음 단계 계획 등의 내용들을 포함한 진행 보고서를 작성하여 중간보고를 하였고(표 4), 중간보고 이후 교사와 각 팀의 학생들은 온라인 회의 또는 대면 면담을 통해 진행 과정에 대한 피드백을 주고받았다. 교사는 학생들의 진행 보고서를 분석하며 다음 단계에 대한 안내와 개선할 점 등을 지도하였다.

〈표 4〉 학생이 작성한 진행 보고서 예시

진행 사항 중간 보고

[모둠원별 활동 진행 사항]

박○빈: 지역별 학생 1인당 월평균 사교육비 조사, 지역별로 과목별 사교육비 그래프로 정리, 지역별로 사교육 형태로 사교육비 그래프로 정리 중
이○주: 가구의 월평균 소득별 학생 1인당 월평균 사교육비 조사, 사교육비 평균의 변화 조사, 소득별로 과목별 사교육비 그래프로 정리 및 분석, 소득별로 사교육 평태로 사교육비 그래프 정리 및 분석

[구글 설문지 통계 조사 진행 사항]

통계청 자료에서 찾아볼 수 없는 질문을 모둠원들과 협의하여 추가로 구성

설문지 질문 구성: 사교육 여부, 사교육을 받지 않는 이유, 거주 지역, 재학 중인 학교 특성, 사교육 수강 과목, 한달 사교육비 지출액, 가정의 연소득, 사교육 장소로 이동하는 방법, 사교육을 받는 이유 등

마. 최종 보고서 작성 및 발표

최종 보고서 작성은 학생들이 활동한 내용의 결과물을 종합적으로 요약하여 작성하되, 주제에서 밝혔던 조사 목적을 통계 자료 결과를 도출해냄으로써 달성할 수 있도록 지도하였다. 학생들은 결과에 대한 통계적인 근거를 제시하며 이를 통해 사회 현상을 해석하고 이해할 수 있도록 하였다. 학생들은 각자의 탐구 활동 결과를 발표하여 자신들이 조사한 주제와 관련된 생각과 결론을 논리적으로 주장하였다.

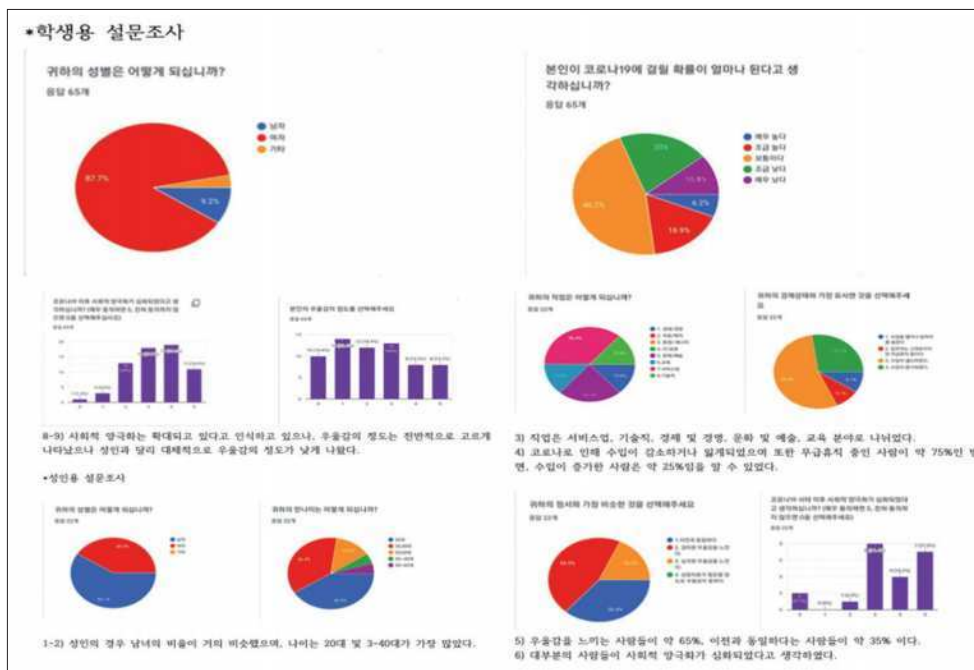
Tips 학생들의 자율적인 참여와 학습을 위하여 교사는 진행 방향에 대한 조언, 필요한 학습 자료 제공 등의 보조자로서 도움을 주었고, 전반적인 활동은 학생들이 계획, 설계, 실행 등을 주체적으로 진행하였다. 중간보고 과정과 면담으로 학생들의 생각과 의견을 잘 파악할 수 있었다.

3. 온라인 수학 탐구 수업 실제 사례

학생들은 코로나 바이러스의 사회 경제적 영향(표 5, 그림 3), 온라인 수업으로 인한 변화 및 영향과 학생들의 만족도(표 6, 그림 4), 학습 경향, 우리나라 초·중·고등학생 사교육 실태 등에 대하여 자료 수집, 정리, 분석, 평가의 과정을 통해 통계 결과를 도출하고 각자의 결론을 이끌어내었다. 학생들은 주로 수집한 자료들을 한눈에 파악하기 쉽게 인포그래픽으로 시각화하여 정리하였고 자료 조사와 설문 조사 내용을 분석하여 각 항목에 대한 정보들을 산출하였다.

〈표 5〉 코로나 바이러스가 우리나라에 미친 사회 경제적 영향과 시민들의 인식조사 연구 결과물 1

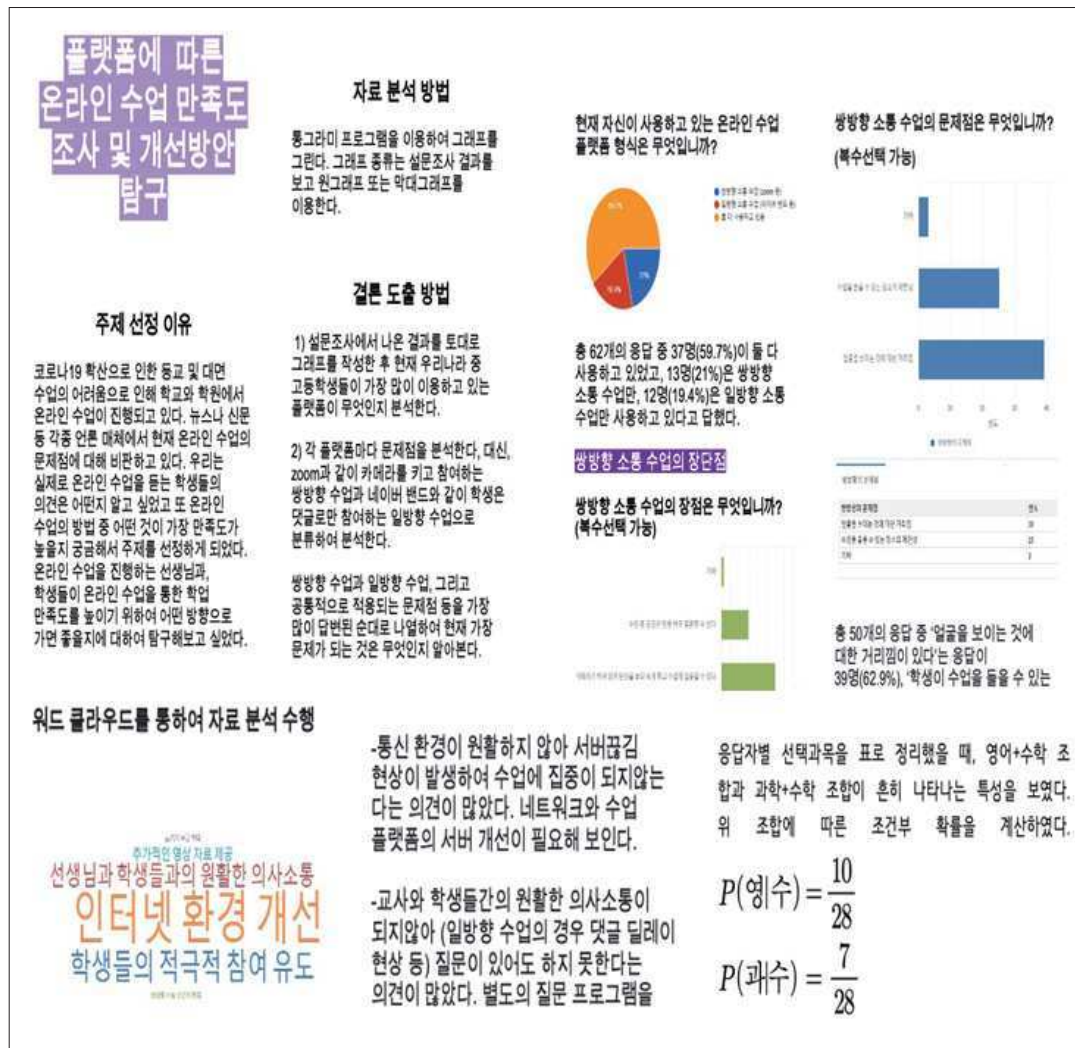
주제	코로나 바이러스가 우리나라에 미친 사회 경제적 영향과 시민들의 인식조사
자료처리 과정	- WHO(세계보건기구), 보건복지부, 통계청 자료 조사 및 활용 - 구글 폼을 이용한 자영업자 또는 일반인 설문조사 - 엑셀 및 파워포인트로 자료 분석, 정리, 시각화
결과 내용	정부 기관 자료 조사 - 연령별 치사율은 10대에서 50대까지는 큰 변화가 없다가 60대 이상 연령부터 큰 폭 증가하는 것으로 조사되었다. - 이는 60대 이상 노인들은 면역력이 저하되어 있고, 기저 질환이 있는 경우가 많기 때문으로 판단된다. 학생 및 성인(자영업자 포함) 설문조사 결과 - 대부분이 자신이 코로나에 걸릴 확률을 낮다고 인식하고 있다. - 사람들은 전반적으로 방역당국의 대책을 신뢰하고 있다. - 코로나로 인해 수입이 감소하거나 무급 휴직 중인 사람의 수가 수입이 일정하거나 증가한 사람이 더 많으며 대부분이 사회적 양극화가 심화되었다고 느낀다. - 코로나 팬데믹 이후로 우울감을 느끼는 사람들의 수가 그렇지 않은 사람들의 수보다 많으며 경제적 성장뿐만 아니라 안정이 중요하다고 응답한 사람도 많다. - 청소년들 보다 성인이 보다 더 우울감이 높게 나타나는 경향이 있다. 결론: 코로나 이후의 경제 활동의 위축으로 인한 사회적 양극화와 우울감 심화로 사회 전반적인 불안감이 크게 증가하였고 사람들은 안정적인 생활의 추구하고 안전을 중요하게 생각한다고 파악함



〈그림 3〉 코로나 바이러스가 우리나라에 미친 사회 경제적 영향과 시민들의 인식조사 연구 결과물 2

〈표 6〉 온라인 수업에 참여하는 학생들의 학업 만족도 조사 및 개선 방안 연구 결과물 1

주제	온라인 수업에 참여하는 학생들의 학업 만족도 조사와 이를 높이기 위한 방안
자료처리 과정	- 구글 설문지, SNS 설문 조사 - 통그라미, 워드클라우드로 자료 분석, 정리 - 시각화 자료 활용 및 설문지 응답 분석으로 결론 도출
결과 내용	중·고등학생들을 대상으로 설문 조사를 진행한 결과 - 쌍방향 수업은 선생님들과 학생들 간의 소통이 일방향 수업보다 원활하며 카메라가 켜져 있어 공부에 집중할 수 있다는 장점이 있다. - 쌍방향 수업은 응답자의 절반이 얼굴이 보이는 것에 대한 부담감을 느낀다고 했으며 수업을 들을 수 있는 장소의 제약과 선생님과 소통할 때, 서버 불안 또는 소리가 잘 들리지 않는 등의 장치 및 온라인 학습 환경의 문제들이 단점으로 나타난다. - 현재의 쌍방향 수업은 오프라인 수업과 비교하여 매우 불만족과 불만족으로 응답한 학생들이 절반 이상을 차지하여 학생들의 만족도가 높지 않다. - 일방향 수업은 학생들이 수업을 편하게 들을 수 있고 다시 보기가 가능하다는 장점이 있으나 선생님과 학생들의 소통이 원활하지 않으며 수업에 잘 참여하지 않게 되어 학업에 차질이 생긴다는 단점이 있다. 결론: 예상보다 학생들이 온라인 수업을 선호하지 않으며 그 이유로는 현재의 온라인 수업 환경이 열악하고 의사소통의 어려움이 크다. 이에 쌍방향, 일방향 수업의 병행과 인터넷 및 온라인 학습 환경 개선으로 교사와 학생들의 소통을 늘려야 한다고 생각한다.



〈그림 4〉 온라인 수업에 참여하는 학생들의 학업 만족도 조사 및 개선 방안 연구 결과물 2

III. 결론

가. 통계 학습에 대한 태도 및 인식의 변화

학생들은 실생활 데이터를 탐색, 정리, 분석, 평가하는 선형적인 순서에 따라 정보를 처리하고 재해석하여 생활 주변 및 사회 현상에서의 문제 상황에 적합하게 활용하는 과정을 경험하였다. 이러한 통계 교과와 탐구 수업 모형이 학생들에게 어떤 영향을 미쳤는지 면담과 관찰을 통해 그 태도와 인식의 변화를 중심으로 분석하였다.

첫째, 교과서에서 미리 주어지는 자료들로 단순한 확률 계산과 통계 공식 적용하던 수동적인 학습에서 벗어나 학생들 스스로 관심 있는 주제에 적합한 자료를 수집, 조사하고 이러한 자료들을 직접 분석, 정리하는 과정을 통해 학생 중심의 주체적 활동이 이루어졌을 뿐만 아니라, 통계가 실생활과 밀접하고 유기적으로 연결되어 있음을 이해하고 느낄 수 있는 학습이 이루어졌다.

둘째, 학생들이 실제 통계적 자료를 조사하고 분석하며 해석하는 일련의 과정을 경험하면서 통계적 사고를 직접 체험하고 표본조사를 통하여 모집단의 성질을 추측해보는 활동을 제공하여 실제로 사회 및 미디어에서 제공되는 통계 내용을 학생들이 구성하는 기회를 제공하였다.

셋째, 학생들의 필요성에 의해 자료를 조사하고 이를 주변 및 사회 현상에 맞게 해석하고 해결책을 도출하는 활동은 학생들이 의사결정에 필요한 자료를 스스로 판단하고 평가하며 그 판단 근거를 설명하는 수학적 의사소통 능력을 길러주었다.

나. 효율적인 온라인 탐구 수업의 가능성

본교의 온라인 탐구 수업은 대부분 비대면 수업과 온라인으로 진행되었다. 통계 과목의 특성상 직접 교구를 이용하거나 대면 활동의 필요성이 크지 않아, 온라인 학습에서의 학생 중심 탐구학습으로 적합하였다. 학생들이 자료 수집과 분석, 처리하는 과정에서 소프트웨어, 웹 클라우드, 온라인, 모바일 플랫폼들이 자유롭게 활용되었고 온라인 화상 미팅과 온라인 학습 플랫폼들의 구축이 비대면에서도 활발한 의사소통을 가능하게 하였다.

IV. 개선점

가. 통계교과의 학습 내용의 적용

본교의 온라인 탐구 수업은 충분한 학습 시간의 확보가 이루어지지 못하여 학생들이 통계 교과와 학습 내용 전체를 학습하지 못하고 프로젝트가 진행되었다. 온라인 탐구 수업을 진행하면서 학생들이 통계적 추정 및 통계 값의 수치적인 계산 및 응용을 어려워하는 것을 관찰하였다. 이를 통해 활동에 앞서 충분한 내용적 이해가 이루어질 수 있고, 학생들이 이론적 내용을 조사하는 자료와 비교하여 탐구할 수 있는 시간적 여유가 있는 수업 구성이 전제되어야 함을 알 수 있었다. 앞으로의 탐구 수업에서는 학생들의 통계적 이론의 활용이 더 구체적이고 분석의 도구로써 활용이 되어야 할 것이며 이를 위해서 교과 수업 계획 및 협의가 충분히 이루어져야 할 것이다.

나. 통계 관련 공학적 도구의 활용

온라인 탐구 수업을 진행하면서 학생들에게 보편적인 소프트웨어에서부터 통계와 관련된 전문적인 도구까지 다양하게 소개하였으나, 전문적인 통계 프로그램이나 빅데이터와 같은 심화된 통계 프로그램에 대한 학생들의 학습과 숙달은 수학 교과와 장기간의 비대면 강의로만은 어려웠으며 실제 대면학습에서의 학습 및 활동보다 느리게 진행되었다.

따라서 더 효과적인 온라인 탐구 수업을 위해서는 체계적인 온라인 플랫폼 활용, 충분한 학습 기간, 정보 교과 등의 협력 등의 다양한 부분에서의 연계와 지원이 필요하며, 이를 통해 온라인 학습에서도 학생들이 문제해결력, 수학적 의사소통, 정보처리 능력 등의 수학 교과 역량을 기를 수 있도록 기대한다.

03

{ 졸업생 멘토를 활용한 개인별 연구 ‘1인 1 전문가 활동’ 운영 방안 }

인천 가림고등학교





졸업생 멘토를 활용한 개인별 연구 ‘1인 1 전문가 활동’ 운영 방안

I. 배경 및 목적

코로나 19 환경 속에서 과학중점학교 프로그램을 운영하는 것은 방역과 학생활동이라는 두 개의 지침을 모두 지켜야 하는 매우 어려운 상황이었다. 본교는 예기치 못한 코로나 19 발생에 대한 대책으로 과제연구 활동을 모둠 연구가 아닌 개인별 연구인 ‘1인 1 전문가 활동’으로 전환하여 1인이 1주제 탐구 활동을 수행하도록 하였다.

온라인 수업과 등교 수업의 병행으로 모둠활동이 현실적으로 불가능한 상황에서 개인별 연구 활동은 어쩔 수 없는 선택이었다. 학생들의 학력 격차보다 더 큰 탐구수행 능력의 차이를 어떻게 감당해야 할지에 대한 우려와 4~5배 이상 증가 되는 교사들의 지도 부담이 예상되었지만, 과학 교사들의 여러 번에 걸친 협의를 통해 개인별 연구 ‘1인 1 전문가 활동’으로 계획을 수립하였다.

‘1인 1 전문가 활동’을 진행하는 과정에서 예상하지 못했던 어려움이 여러 번 발생했지만, 가장 심각한 것은 탐구과정을 접해보지 못했던 학생들이 어떻게 연구를 시작해야 할지 막막해 하며 무기력하게 앉아 있는 모습이었다. 따라서 본교는 일대일 멘토 피드백 활동과 과제연구 아카데미 프로그램을 과제연구 수업 속에 적용시킴으로써 학생들의 연구 활동에 대한 두려움을 줄이면서 참여 동기를 부여하고, 교사들에게는 과제연구 지도의 부담을 덜어주고자 하였다.

2009년에 과학중점학교로 지정되어 다양한 프로그램들을 성공적으로 운영해 온 본교는 그동안의 노하우로 코로나 19 상황 속에서도 방역지침을 준수하며 운영할 수 있는 효율적인 학생연구 프로그램인 ‘1인 1 전문가 활동’을 운영하고 그 효과를 검증해 봄으로써 학생들의 과학적 탐구능력과 문제해결력 향상 방안을 제시하고자 한다.

II. 운영

1. 개인별 연구 ‘1인 1 전문가 활동’ 프로그램 개발

가. 개인별 연구 ‘1인 1 전문가 활동’ 프로그램 운영을 위한 인식 조사

효율적인 학생연구 활동을 운영하기 위해 과제연구 첫 수업 시간에 2학년 과학중점 과정 학생들을 대상으로 과학연구 활동에 대한 인식을 조사하였다. 설문 결과 전체적으로 학생들은 과학을 어려워하지만 좋아하고, 과제연구 활동이 대학진학에 필요함을 인식하고 있으나 연구 활동에 대한 두려움이 크다고 인식하였

다. 그리고 학생들은 전체 연구과정 중 주제선정에 대한 부담이 가장 크다고 인식하였다.

나. 과제연구 운영의 문제점 분석 및 코로나 19 상황에 대한 대책

학생들의 설문 분석을 통해 과거 과제연구 운영에서 나타난 문제점을 분석하여 개선 방안을 마련하였다(표 1). 그 결과 2020년도는 코로나 19 상황으로 본교는 모둠활동에 어려움이 많았으며 특히 과제연구 운영에 대한 부담이 컸다. 본교는 무엇보다도 코로나 19 방역을 우선으로 하여 모둠연구를 개인연구 활동으로 전환하여 '1인 1 전문가 활동' 운영 계획을 수립하였다.

〈표 1〉 과제연구 운영 문제점 분석과 개선 방안

문제점 분석	개선 방안
학생들의 과학탐구 필요성에 대한 인식 부족	내신과 수능에 짓눌린 고등학생들 대부분은 과학탐구 활동 경험이 없어서 어떻게 주제를 찾고 가설을 설정하여 진행해야 하는지 막막해 하고 있었다. 이런 학생들을 위하여 과제연구 활동을 먼저 경험한 선배들의 조언을 듣고 질의응답하는 시간을 마련하였다.
과학적 주제 찾기의 어려움	학생들의 설문 분석을 통해 과제연구 활동에서 가장 어려워하는 부분이 주제 선정단계임을 알 수 있었다. 따라서 학기 초에 주변 현상을 관찰하여 과학적 의문점을 제시하는 '포토사이언스 갤러리' 대회를 실시하였다. 이 과정을 통해 학생들이 자연현상에 호기심을 갖고 의문점을 제시하며 이를 해결하기 위한 탐구 동기 유발의 계기를 마련하고자 하였다.
학생들의 기초 과학탐구 역량 부족	과제연구 아카데미 프로그램을 편성하여 MBL을 활용한 실험 특강과 소논문 작성법 등 학생들의 기초 과학탐구 역량을 배양시키기 위한 다양한 프로그램들을 운영하였다.
코로나 19 상황으로 인한 모둠활동의 어려움	코로나 19 상황으로 모둠활동에 어려움이 있어 과학교사들의 협의를 통해 개인별 연구 활동인 '1인 1 전문가 활동'을 운영하였다. 개인연구로 인한 탐구능력 격차로 나타나는 문제점을 해결하기 위해 A, B 타입의 수준별 연구 활동을 통해 자신의 수준에 맞는 주제를 선정하여 연구를 진행할 수 있도록 안내하였다.
개인연구 활동으로 인한 지도교사의 업무과중	개인연구로 인하여 지도해야 할 과제연구 팀이 많아짐으로써 학생 개개인의 연구 활동을 밀착 지도하기에는 역부족이며, 과제연구 지도 경험이 없거나 전공과 다른 주제의 연구를 지도해야 하는 어려움이 발생하였다. 이를 보완하기 위해 대학생 연구 멘토 코칭 체제를 구축하여 운영하였다.

다. 개인별 연구 '1인 1 전문가 활동' 운영을 위한 기반 조성

1) 일대일 멘토 피드백을 위한 졸업생 멘토 선정

본교에서 개인별 연구를 진행할 시 교사의 지도 부담은 예년에 비해 4~5배 증가하게 되었고, 학생들 역시 개인차가 커서 세세한 부분까지 피드백이 필요한 학생들이 많았다. 따라서 본교는 그에 대한 대책으로 본교를 졸업하여 이공계 대학에 진학한 학생들 중 15명을 선정하여, 본교 학생들과 졸업생 멘토를 일대일로 짝지어 연구과정의 세세한 부분까지 피드백이 이루어질 수 있도록 하였다(표 2).

〈표 2〉 과제연구 지도를 위한 졸업생 멘토 선정

멘토	학교	학과
김OO	고려대학교	전기전자공학부
이OO	서울대학교	기계공학부
김OO	서울대학교	환경재료과학과
나OO	이화여자대학교	전자전자공학과
김OO	고려대	보건환경융합과학부

멘토	학교	학과
김OO	이화여대	수학과
김OO	인하대	건축학부
김OO	홍익대	전기전자공학
강OO	건국대	화학공학
최OO	국민대	신소재공학부
권OO	서울과학기술대	기계자동차공학과
송OO	송실대	전자정보공학부
김OO	인천대	에너지화학공학과
강OO	인천대	화학과
권OO	인천대	도시환경공학과

2) 교육과정 재구성 및 과제연구 팀티칭 협의체 구축

여러 명의 교사들이 함께 협의하며 과제연구를 지도할 수 있도록 N+1 체제로 수업을 편성하여 교사 팀티칭 수업체제를 구축하였다. 예를 들어 2개의 학급을 3명의 지도교사가 팀티칭이 가능할 수 있도록 동시에 블록으로 묶어 시간표를 편성하였다(표 3). 또한 과제연구 수업 속에 일대일 멘토 피드백 활동과 과제연구 아카데미 프로그램을 적용시키고자 교무부와 협의를 거쳐 과제연구 수업을 월요일과 수요일에 집중적으로 시간표를 편성하였다.

〈표 3〉 교육과정 재구성 및 과제연구 팀티칭 협의체 구축 내용

학급	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7
전공교사	물리학	물리학	물리학	물리학	물리학	물리학	물리학
	생명과학	생명과학	생명과학	생명과학	화학	화학	화학
	지구과학	지구과학	지구과학	지구과학	지구과학	지구과학	지구과학
수업장소	물리실, 화학실, 생명과학실		물리실, 화학실, 지구과학실		물리실, 화학실, 생명과학실, 지구과학실		
수업시간	2시간 블록타임 월요일 2~3교시		2시간 블록타임 수요일 2~3교시		2시간 블록타임 월요일 5~6교시		

3) 개인별 연구 ‘1인 1전문가 활동’ 지원을 위한 물적 인프라 구축

학생들이 연구주제를 선정하는 과정과 선행연구논문 검색, 탐구과정 진행, 연구계획서 및 보고서 작성 등에 필요한 환경을 조성을 위한 물적 인프라를 구축하였다(표 4).

〈표 4〉 개인별 연구 활동을 위한 물적 지원

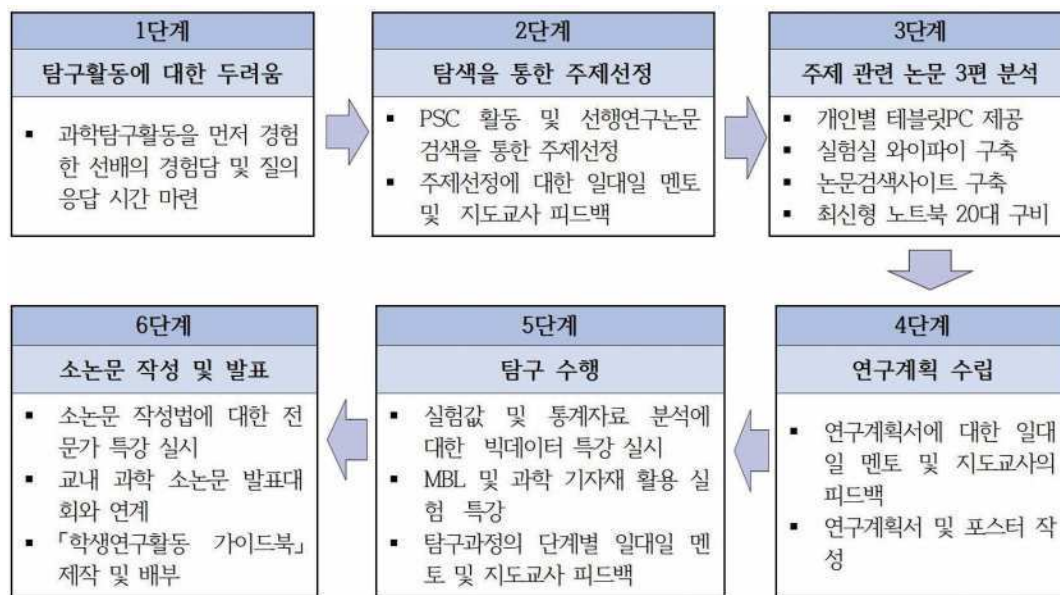
구분	내용
최신 사양의 노트북 20대 확보	3개 학급이 동시 수업이 진행될 수 있도록 최신 사양의 노트북 20대를 추가 구입하여 노트북 30대를 확보했다.
논문검색 콘텐츠 구축	학생들이 자유롭게 유료 논문이나 학술지를 검색할 수 있도록 논문 콘텐츠 업체와 계약하였다.
사이언스 존 인터넷 망 확대	논문검색용 32대의 테블릿 PC가 구비되어 있으나, 코로나-19로 인해 공용 물건보다는 자신의 스마트폰을 교구로 활용하여 논문검색이 이루어질 수 있도록 각 실험실마다 와이파이 공유기를 설치하여 인터넷 망을 확대하였다.
각 실험실 마다 프린터기 설치	학생들이 자유롭게 통계자료 및 선행연구 논문 등을 출력하여 분석할 수 있도록 각 실험실 마다 학생용 프린터기 1대씩 설치하였다.

구분	내용
과제연구 활동에 사용 빈도가 높은 기자재 구축	과학학술 동아리와 과제연구 활동에 사용 빈도가 높은 기자재 리스트를 작성한 후, 과학교사들의 종합적인 검토를 거쳐 디지털 세균 배양기, 노트북 및 3D 프린터를 구비하여 학생들의 연구활동을 적극적으로 지원하였다.

2. 개인별 연구 '1인 1전문가 활동' 운영

가. 졸업생 멘토를 활용한 개인별 연구 '1인 1전문가 활동' 전체 운영 과정

본교의 개인별 연구 '1인 1전문가 활동'은 졸업생 멘토의 일대일 피드백과 과제연구 아카데미 프로그램을 과제연구 수업에 적용한 프로그램으로 총 6단계로 과정으로 활동이 이루어진다(그림 1). 개인별 연구 '1인 1전문가 활동'은 학생 개개인의 탐구 수행 능력 차이가 있기 때문에 학생의 탐구 수행능력에 따라 과제연구를 진행하도록 하였으며, 졸업생의 세심한 일대일 피드백과 함께 과제연구 아카데미 프로그램을 세부 활동으로 실시하여 과제연구에 필요한 학생들의 탐구 능력 함양까지 고려하고 있다.



〈그림 1〉 졸업생 멘토를 활용한 개인별 연구 '1인 1전문가 활동' 운영 과정

나. 졸업생 멘토를 활용한 개인별 연구 '1인 1전문가 활동' 세부 운영 과정

1) 학생들 개개인의 능력에 맞춘 수준별 연구 활동 운영

개인별 연구 활동 운영에 따라 학생들의 탐구 수행능력 차이가 크게 나타날 것으로 예상하여 탐구 수행능력에 따라 수준별 과제를 수행하고 결과물을 산출할 수 있도록 지도하였다. 학생 개개인의 수준에 맞게 주제를 선정하고, 탐구를 진행할 수 있도록 수준별 과제와 탐구 보고서 및 논문 작성 지도를 A, B 타입으로 나누어 운영하였다(그림 2, 표 5).



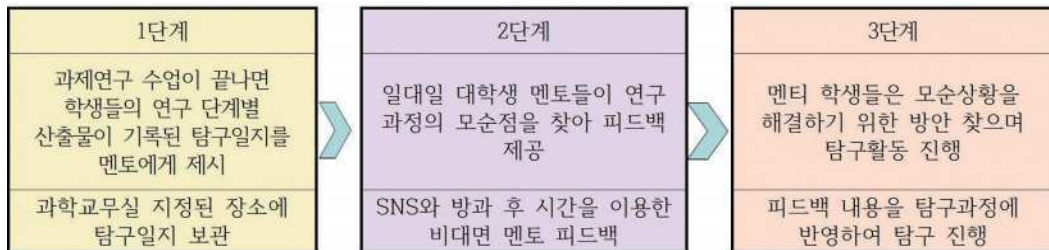
〈그림 2〉 수준별 과제연구 운영 단계

〈표 5〉 수준별 과제연구 단계별 활동 내용

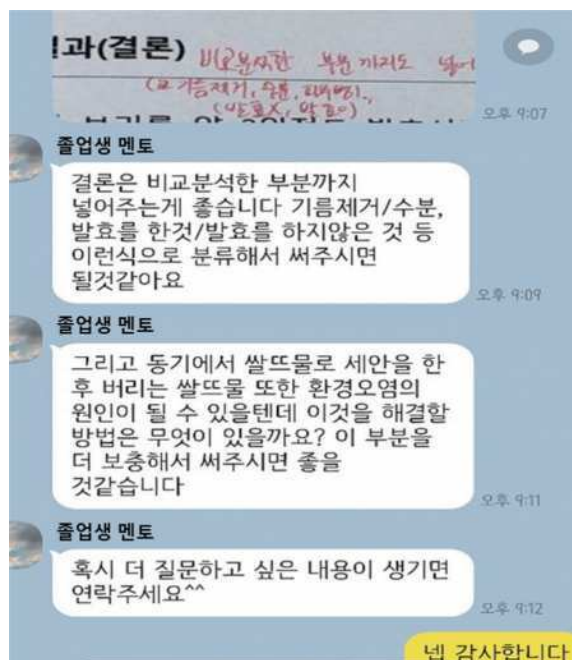
구분	단계별 활동	내 용
1단계	과학적 탐구 태도 함양 및 연구 주제선정	과학적 탐구 마인드 함양을 위한 「포토사이언스 갤러리」대회 실시
2단계	개인연구(1인 1 전문가) 활동 진행	학생들이 개인별 탐구주제를 수행한 후, 수준별로 탐구일지와 보고서 및 소논문 형태로 작성
3단계	개인연구 활동 후 탐구일지 및 보고서 작성	
4단계	개인연구 활동 후 탐구일지 및 소논문 작성	
5단계	과학 소논문 발표대회 및 심화 R&E 참가	과제연구 활동에서 우수한 학생들 참가 (예선과 본선 대회로 개최)

2) 일대일 피드백을 위한 학생과 졸업생 멘토 매칭

졸업생 멘토 활용은 본교의 교사들의 과제연구 지도의 부담을 줄여주었으며, 학생들 역시 교사에게 묻기 어려웠던 사소한 질문들을 멘토 선배에게 하며 탐구활동을 효율적으로 진행할 수 있었다(그림 4). 또한 일대일 피드백으로 학생들은 막막했던 연구 활동에 대한 자신감을 갖고 적극적으로 참여할 수 있는 계기가 되었다. 졸업생들의 일대일 피드백 단계별 활동은 〈그림 3〉과 같다.



〈그림 3〉 졸업생 멘토의 일대일 피드백 단계별 활동



〈그림 4〉 졸업생 멘토의 일대일 피드백 활동 실제 사례

3) 연구 활동에 자신감을 심어주기 위한 과제연구 아카데미 프로그램 운영

학생연구 활동에서 가장 중요한 것은 학생들이 얼마나 적극적으로 참여하는가의 문제이다. 특히 개인별 연구 활동의 운영으로 탐구수행 능력이 낮은 학생들은 어떻게 시작해야 하는지 막막해했다. 이런 학생들의 능동적인 참여를 유도하기 위해서 무엇보다도 과학 탐구의 필요성에 대한 인식이 요구되었다. 따라서 본교는 이러한 문제점을 해결하며 학생들에게 탐구활동에 대한 자신감을 심어주기 위해 사전 프로그램인 과제연구 아카데미를 계획하였다.

가장 먼저 연구 활동을 경험한 선배의 경험담을 듣는 시간을 마련하였고, 어떤 주제를 선정해야 할지 모르는 학생들을 위해 주변 사물을 과학적으로 관찰하는 능력을 신장시키기 위해 포토사이언스 갤러리 활동을 학기 초에 실시하였다(그림 5). 또한 빅데이터 분석과 실험 특강, 전문가의 소논문 작성법 특강 등과 같은 다양한 특강도 실시하였다. 과제연구 아카데미 프로그램을 통해 학생들은 실험 기구 사용법, 실험값 처리 및 데이터 분석 방법, 과학적 추론 및 보고서 작성법 등을 경험하여 기초 탐구능력을 신장할 수 있었다.



〈그림 5〉 과제연구 아카데미 프로그램 단계별 활동

3. 졸업생 멘토를 활용한 개인별 연구 ‘1인 1전문가 활동’ 성과

개인별 연구 활동으로 2학년 과학중점 과정 학생들이 개인 간 수준 차이는 있으나, 모두 과학 소논문 한 편씩을 완성하였다(표 6). 또한 학생들이 수행한 개인별 연구 내용을 생활기록부 과제연구 교과목의 세부능력 기재사항에 기록하였다.

〈표 6〉 학생들이 수행한 개인별 연구 ‘1인 1전문가 활동’ 결과

이름	분야	연구 주제
조○○	화학	과염소산염의 효율적인 제거 방안과 연구 동향 탐구
정○○	생명과학, 화학	비자 열매의 항균성을 이용한 트러블 완화 연구
박○○	생명과학, 물리	VR을 활용한 치매 치료 프로그램 제작에 관한 연구
서○○	물리	건축에 사용하는 친환경 신소재에 관한 연구
송○○	화학	산과 염기의 특성을 이용한 카페인의 효과 완화 방법과 적용 방안
장○○	화학, 생명과학	커피 섭취의 이점과 커피 속 카페인의 의학적 활용
이○○	화학	콩의 이소플라본을 이용한 환경호르몬 억제에 관한 연구
심○○	생명과학	고라니 로드킬 방지를 위한 전용 생태 통로 제작
김○○	물리	풍력발전기 블레이드의 소음 저감 최적 조건에 관한 연구
생 략		

그리고 개인별 연구 활동의 산출물들은 발표를 통해 학생들 간에 서로 공유할 수 있도록 하였다(표 7). 과학 소논문 발표대회 및 과학전람회 등 교내외 다양한 대회와 연계하여 우수 학생들의 산출물을 많은 학생들에게 공유함으로써 더욱 발전된 아이디어를 얻을 수 있었다.

〈표 7〉 개인별 연구 ‘1인 1전문가 활동’ 결과 발표 활동

구분	내용
과제연구활동 보고서 발표	• 2학년 과학중점과정 학생 대상 • 개인별 과학 소논문 1편씩 작성
과학 소논문 발표대회	• 2학년 과학중점과정 학생들 중 희망자 • 과제연구 수업을 통해 배운 것을 더 발전시킨 내용
교내 과학전람회 대회	• 1, 2학년 학생들 중 희망자

III. 결론

개인별 연구 활동을 시작할 때 학생들은 코로나 19로 인해 어쩔 수 없는 상황이라고 받아들이면서도 혼자서 모든 과정을 수행해야 한다는 두려움을 가지고 있었다. 특히 탐구능력이 우수하지 못한 학생들의 두려움은 막막함을 넘어서 무기력으로 나타났다.

본교는 기초 탐구능력이 부족한 학생들과 과학 탐구활동의 필요성에 의문을 갖는 학생들의 흥미를 유도하고 자신감 신장을 위해 과제연구 아카데미 프로그램을 계획하여 운영하였다. 또한 졸업생 멘토의 세심한 일대일 피드백을 통해 학생들은 점차 탐구과정에 대한 두려움을 떨칠 수 있었다. 이런 과정을 통해 학생들은 온전히 혼자 힘으로 탐구과정을 완수해냄으로써 성취감과 자신감을 갖게 되었으며, 모든 탐구과정을 꼼꼼히 탐구일지에 작성함으로써 자신의 탐구과정을 반성하며, 연구를 더 발전시킬 수 있는 기회를 가질 수 있었다.

IV. 개선점

졸업생의 일대일 피드백을 활용한 개인별 연구 ‘1인 1전문가 활동’은 교사와 학생 모두가 처음 접하는 새로운 도전이었다. 교사들은 학생들의 탐구능력 격차를 어떻게 줄이면서 지도할 것인가의 고민이 많았고, 학생들은 탐구의 모든 과정을 혼자서 해내야 한다는 두려움을 가지고 있었다. 따라서 프로그램을 준비하는 단계부터 과학교사들과 충분한 협의를 거쳐 운영 과정에서 발생할 수 있는 예기치 못한 상황을 미리 대비하고자 하였다.

개인별 연구 ‘1인 1 전문가 활동’으로 2학년 과학중점 과정 모든 학생들이 각각의 탐구주제를 선정하여 연구를 진행하였다. 연구를 수행하면서 일부 학생들은 무임승차하고 모둠장 혼자서 힘들게 이끌어가며 운영될 수 있으나, 본교의 개인별 연구는 개인 간 능력 차이가 나더라도 모든 학생이 스스로 모든 연구과정을 수행함으로써 과학적 탐구역량 향상에 기여했다.

하지만 과학중점학교의 학생연구 활동이 과학, 수학 분야 중심으로 이루어지고 있으며 인문사회 분야의 학생활동은 미흡하다. 인문사회 분야와 과학 분야의 융합적인 학생연구 활동이 이루어지는 것이 진정한 STEAM 교육이기 때문에 모든 분야의 교사들이 서로 협력하는 것이 필요하다. 또한 과학중점학교의 많은

프로그램들이 효율적으로 운영되기 위해서는 핵심적인 역할을 하는 교사의 인식과 이해가 무엇보다도 필요하다. 따라서 교사들의 학생연구 활동에 대한 이해를 돕는 전문적인 연수와 인적 지원이 이루어질 수 있는 체계적인 시스템 마련이 요구된다.

04

스마트 도구를 활용한 Smart-Blended PBL 운영

전남 순천복성고등학교



스마트 도구를 활용한 Smart-Blended PBL 운영



I. 배경 및 목적

1. 운영의 필요성

2020학년도는 과학중점학교를 비롯한 모든 학교들이 체험활동 및 참여형 수업을 운영하는데 어려움이 많았다. 코로나바이러스 예방 및 확산 방지를 위해 개학 연기, 비대면 원격 학습 전환이 진행되며 부족한 수업 시수, 실험, 실습 및 기타 참여형 활동들이 제약받아 학기 초 계획들을 실행에 옮기기 어려운 실태를 마주하며 현 상황에서 할 수 있는 타개책을 생각하였다.

사상 초유의 전격 온라인 원격학습이 거의 모든 수업에 도입되면서 시행을 위한 준비와 설계, 기술적 준비와 수업 운영 및 교육의 질과 학습 효과 측면에서 많은 문제점을 마주하였다. 비대면 수업에만 익숙한 교사와 학생들은 원격 수업의 강의의 질 저하, 원활하지 못한 원격학습 기술과 시스템으로 인한 학부모와 학생들의 원성이 끊이지 않은 3, 4월을 보냈다. 주로 기존의 콘텐츠를 활용하여 수업하는 교사의 인식변화와 실시간 비대면 수업의 손쉬운 접근성에 공감할 일으키는 협의를 지속적으로 이어갔다. 비대면에서 할 수 있었던 활동 범위를 비대면에서 수행할 수 있는 것 만으로도 충분히 교육적 의의가 있음을 깨닫고 아래와 같은 교육적 목표를 달성하고자 하였다.

- 실시간 비대면 수업의 효과성에 대한 공감대가 형성되는 교사협의체 운영
- 비대면과 동일한 목소리, 판서, 학습자료가 전달되는 비대면 시스템 마련 및 지속적인 활용
- 학생들의 지속적인 참여가 이루어질 수 있는 Blended 문제중심학습(Problem based Learning: 이하 PBL) 교과 적용
- 디지털 도구를 이용하여 공간적, 시간적 제한에 구애받지 않고 이루어지는 제반 학습의 형태 구축...

II. 운영

1. Smart 교육환경

인터넷, 전자장비 등을 활용한 교육이 언제 어디서든 원하는 학습을 할 수 있는 환경을 마련하고자 하였다. 실시간 쌍방향 온라인 수업이 가능하고, 교수자의 자율성이 보장되며, 비대면 활동과 대면 활동의 연속성이 이어질 수 있는 기기 및 프로그램을 구입하고, 활용 연수를 제공하여 코로나 19로 인한 팬데믹 상황이

호전되더라도 지속적으로 활용 가능한 점을 강조하여 스마트 러닝에 대한 필요성이 공감될 수 있는 교사협의 체제를 구축하였다.

가. 온라인 수업 최적화

개인의 스마트 기기의 보급이 보편화된 현재, 최신형 노트북, 태블릿과 같은 물품을 구입하여 2년 뒤 자연스럽게 노후되어 사용빈도가 떨어지는 사태를 지양하였다. 학교에서 학습에 제공되는 스마트 기기보다 학생들이 가지고 있는 스마트폰, 태블릿들이 가장 최신의 형태임을 파악하고 이를 활용하여 공유, 시청, 입력에 확장성을 넓혀 지속적인 사용이 가능한 물품을 구입하고자 하였다. 또한 기관 등록이 가능한 구독형 프로그램을 활용하여 여러 활동이 가능하도록 지원하였고, 수공적 영역을 대체할 수 있는 시뮬레이터 프로그램을 교과에 1가지 이상 적용하여 Blended 수업의 장점을 높였다. <표 1>과 <그림1>은 본교에서 활용하고 있는 Smart Learning 현황이다.

<표 1> Smart Learning 활용 현황

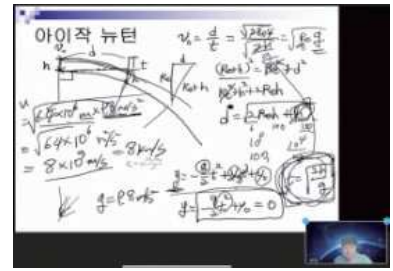
연번	기기 및 프로그램	수량	활용 용도
1	포터블 모니터 (15인치)	10	• 새롭게 나오는 노트북 및 태블릿 PC 매년 학교가 구축하기 어려움. 이에 반해 학생의 스마트폰은 최신 기종을 보유하기 쉬움. 스마트폰을 활용할 수 있는 방안으로 포터블 모니터 활용.
2	웹캠	10	• 노후된 노트북을 대체하여 PC에서 쌍방향 온라인 강의를 활용.
3	무선 핀 마이크	10	• 온라인 강의 시 선명한 음성 지원.
3	태블릿	5	• 쌍방향 온라인 수업 중 원활한 판서 지원.
4	ZOOM 구독	1년 구독	• 교육청 지원 ZOOM에 비해 다양한 기능을 활용하여 소모품 및 사용 시간 무제한.
5	DBpia	1년 구독	• 전자저널 논문, 전자책, 웹DB, 참고자료·사전, 동여상 강좌를 검색할 수 있는 통합플랫폼.
6	구글 어스	오픈 소스, 수학, 과학교과 1개 이상 적용	• Virtual Globe 및 GPS를 실제 데이터의 획득, 분석, 활용.
7	시뮬레이터 프로그램		• tinkercad(https://www.tinkercad.com/dashboard) - 3D 디자인, Circuits, 코드블록, 아두이노 시뮬레이션 • Scratch(https://scratch.mit.edu/) - 프로그래밍 교육 • PhET(https://phet.colorado.edu/ko/) - 과학, 수학수업 시뮬레이션 적용 • 자바실험실(https://javalab.org/) - 과학, 수학수업 시뮬레이션 적용 • AR · VR 교육(https://sciencelevelup.kofac.re.kr) - 동물관찰, 빛 실험, 자연관찰, 과학문화유산 등 활용



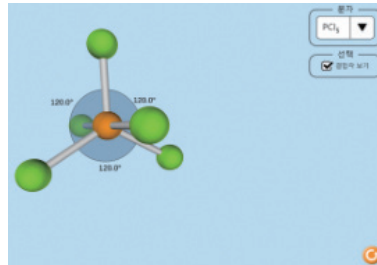
a) 포터블 모니터



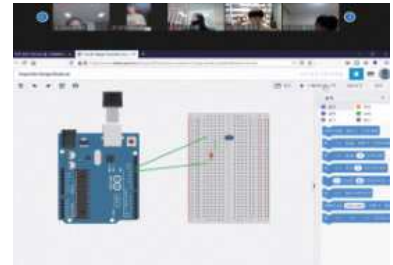
b) 웹캠



c) 타블릿



d) 시뮬레이터 프로그램



〈그림〉 Smart Learning 활용 모습

나. 온라인 교육 협의체

온라인개학은 교사와 학생에게 많은 혼란을 주었다. 새로운 플랫폼을 만들어야 하는 부담은 개인의 노력으로 해결하기엔 역부족이다. 온라인 동영상 강의 콘텐츠만 활용하여 수업을 진행할 경우, 면대면 수업으로 전환되었을 때 교수학습과정의 변화는 수업자와 학습자의 괴리감을 형성한다. 교실에서 이루어지는 상호작용이 온라인에서 이어지기 위한 실시간 쌍방향 수업의 필요성의 공감대를 형성하는 교사협의체를 구성하는 것은 다양한 학습 플랫폼과 콘텐츠를 개발할 수 있는 지름길이었다. 본교는 스마트교육 활용 연수를 수업 나눔을 통해 콘텐츠를 개발하고, 고민하며, 협력하는 문화를 넓혀갔다.

1) 스마트교육 활용 연수

본교는 스마트교육 활용 연수를 진행하여 하드웨어와 소프트웨어의 활용이 익숙할 수 있도록 하였다(표 2, 그림 2). 스마트교육 활용 연수는 방법 설명으로만 그치지 않고, 반드시 해보기 활동을 통해 교사가 수업을 개설하고, 기기를 다뤄가며 영상촬영도 하고, 다양한 추가 기능을 활용할 수 있도록 연수를 진행하였다. 구글 클래스룸과 시뮬레이터 프로그램은 담당 교과에 적용하여 간단한 플랫폼을 개발까지 수행하도록 하였다.

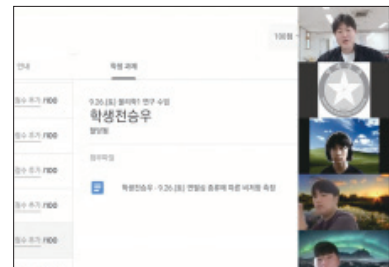
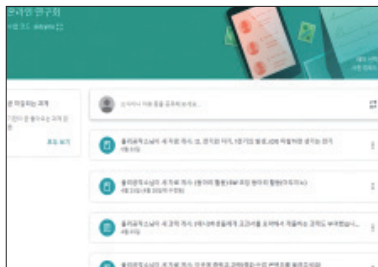
〈표 2〉 스마트교육 활용 연수 내용 및 일정

주제	내용	운영시기
실시간 원격교육 플랫폼 활용 연수	- 구글 미트 화상수업 - 수업만들기, 입장, 회의 정보, 오디오 및 카메라 설정, 채팅 및 발표하기 - ZOOM T 49 - 수업 초대하기, 회의방 설정, 화면공유, 소회의 기능 활용하기 - 구글 G Suite for Education - 조직 단위 설정 및 관리, 사용자 관리	03.~04.

주제	내용	운영시기
구글 클래스룸	- 원격연수 '수업을 바꾸는 마법, 구글 클래스룸 - 활용연수 - 학생초대, 과제 만들기 및 설정, 과제 수행 및 확인, 평가	04.01. ~ 04.20.
하드웨어 및 소프트웨어 활용 연수	- 실시간 쌍방향 원격수업을 위한 장비 활용 - 수업 영상 녹화 및 편집 프로그램 활용 연수	05.13.
시뮬레이터 프로그램	thinkercad, Scratch, PhET, 자바실험실, AR · VR 교육	05.15.



a) 영상 촬영 및 편집을 위한 하드웨어, 소프트웨어 교육



b) 구글 클래스룸 활용 연수

〈그림 2〉 스마트교육 활용 연수 모습

2) 온라인 수업 나눔

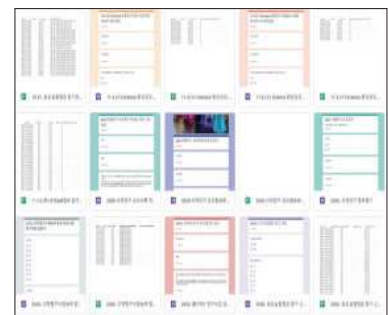
오픈채팅방, 밴드, 구글 드라이브 및 클래스룸 공유를 통하여 교사들은 서로 소통하고 비대면 협업으로 다수의 수업 콘텐츠를 개발하였다(표 3). 〈그림3〉은 구글 담벼락 구성과 구글 드라이브에 수업관련 사전 사후 설문 내용을 공유한 모습을 나타낸 것이다. 온라인 수업 나눔 시 수업 나눔 공동체에서 자료공유 활용에 대한 사전 동의가 필요하다. 사용자를 교사로 등록하거나 문서에서 공동작업자로 추가할 경우 자료를 수정할 권한이 허용되기 때문에 이와 같은 과정을 자세히 설명하고, 함께 개발하고, 협력하여 성공적인 온라인 수업이 이루어지는 문화형성에 목적성이 있음을 알려준다.

〈표 3〉 온라인 수업 나눔 내용 및 일정

나눔 웹 서비스	수업 나눔 내용	운영시기
구글 클래스룸	각각 운영하는 클래스룸에 협의체 구성원들을 교사로 초대하여 '구글 담벼락'구성	상시
구글 드라이브	- 대용량 콘텐츠 공유 - 구글 폼을 활용한 설문 내용 공유	
카카오톡 오픈채팅방	즉각적인 협의가 이루어 질 수 있는 채팅방 구성	



a) 구글 담벼락



b) 수업 사전 사후 설문결과 공유

〈그림 3〉 구글 기반 온라인 수업 나눔 구성

2. Smart-Blended PBL

학생들에게 교육과정 성취수준에 적합하면서 학생 스스로 학습할 수 있는 과제를 제시하였고, 교사가 학습에 대한 조력과 촉진에 도움 줄 수 있는 과정은 직접적인 조언을 주는 것보다 스마트기기 활용 방법을 알려줘 스스로 찾아서 해결할 수 있도록 하였으며, 학습 자극제로 문제 상황을 시나리오로 적용하였다.

Blended 교육으로써 ‘all-line learning’을 전제로 단순한 온라인과 오프라인의 통합이 아닌 학습의 효과성, 접근성, 편리성, 융통성 등을 높일 수 있도록 접근하였다. 문제해결에 필요한 다양한 자료와 정보를 제공할 수 있는 시뮬레이터 프로그램 활용을 적극적으로 하였고, 문제해결과정에서 다른 학습자나 전문가와의 질의, 토의, 토론 등이 활발하게 전개될 수 있고, 학생 중심의 환경 설계가 가능하며, 교사의 즉시적 피드백이 가능한 온라인 플랫폼을 만들 수 있도록 <표4>와 같이 수업 계획을 세웠다.

〈표 4〉 Smart-Blended PBL 수업 계획

순서	단계	주요 학습활동	비고
1	사전모듈	수업진행 방법 공유 및 팀 중심의 협력적 문제해결학습을 위한 선수학습 실시	사전 교육, untact활동
2	문제 만나기	- 학습동기유발 - 학습자들이 해결해야 하는 문제를 개발한다. - 학습자들은 자신이 해결해야 할 문제가 무엇인지 파악하고 문제의 근본원인을 탐색한다.	본 학습, contact 및 untact활동
3	학습계획서 작성하기	학습자들이 문제를 해결하기 위해 해야 할 일과 방법 등에 대해 구체적으로 계획을 수립한다.	본 학습, untact활동
4	자기주도학습 및 팀 활동하기	문제를 해결하기 위해 자료를 수집하고 해결안을 도출한다.	본 학습, contact 및 untact활동
5	해결책 완성 및 점검하기	- 학습자들이 개별학습의 결과를 팀 활동을 통해 발표하고 의견을 종합하여 해결책을 제시하고, 최종 해결책을 완성한다. - 제시된 문제를 중심으로 해결책을 점검하여 최적의 해결책을 도출한다.	본 학습, contact 및 untact활동

Smart-Blended PBL 수업 단계에 따라 사용하는 스마트 도구는 단계의 특성에 따라 다르다. 각 수업 단계에서 사용하는 스마트 도구는 <그림 4>와 같다. [문제 만나기]에서 배포하는 키트는 학생들이 집으로 가져가도 괜찮은 소모품 위주로 구성해야 한다. 측정과 관련하여 실험 비품을 포함해야 할 경우 모듈당 실험을 수

행하는 인원 1명을 지정하고, [자기주도학습 및 팀 활동하기]에서 수행하는 실험은 관찰 실험을 기반으로 결과값을 정리하고 결론을 완성하는 형태로 운영해야 한다. 모든 문서는 공유를 통해 협업이 가능한 구글 문서, 프레젠테이션, 스프레드시트로 만들어 웹상에서 실시간 공동 작업이 가능하도록 하여 면대면 이상의 의사소통 역량이 활용될 수 있도록 한다. 또한 다수의 학생들이 빈번하게 사용하는 카카오톡에서 오픈 채팅방(연락처 없이 개설 가능)을 만들어 링크 업로드를 통해 학습의 접근성을 높일 수 있다. 본교에서 실시한 Smart-Blended PBL 교과별 실제 운영 사례는 <표 5>와 <그림 5>에서 보여주고 있다.



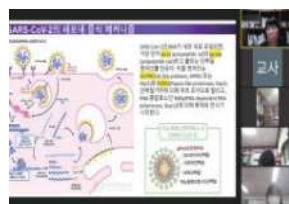
<그림 4> Smart-Blended PBL에서 활용하는 스마트 도구

<표 5> 생명과학 I 의 Smart-Blended PBL 활동 내용

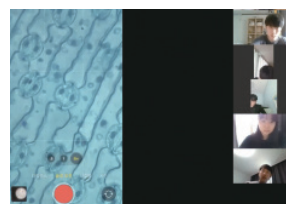
순서	단계	학습 활동 내용
1	사전모듈	• ‘코로나 백신은 어떻게 만들어 지는가’ 온라인 강의를 통해 백신의 원리 이해
2	문제 만나기	• 바이러스의 종류에 따른 백신 차이 • 협력적 토의 및 모둠 온라인 학습
3	학습계획서 작성하기	• 백신 제작을 위한 실험설계 • 온라인 공간에서 역할 분담
4	자기주도학습 및 팀 활동하기	• 가상실험 설계, 가상 실험 수행, 동료평가, 현실 가능성 등을 협력적 상호 관계를 통하여 보고서 완성 • 다양한 변인과 실험 과정에서의 가능성 여부 등을 판단하여 수정 보완
5	해결책 완성 및 점검하기	• 현실 가능성을 바탕으로 가상 백신 만들기



a) 수업 키트



b) 온라인 선수학습



c) ZOOM 회의의 기능 모듬 활동

<그림 5> 생명과학 I 의 Smart-Blended PBL 활동 모습

III. 결론

스마트 기기를 활용한 Smart-Blended PBL 수업은 학생들에게 만족도가 높은 수업 방법으로 꼽혔다. 팀 중심의 학습환경 제공 및 스마트 환경의 제공은 수업의 목표 달성에 크게 도움이 된 것으로 나타났다. 또한 집단지성 활용 도구(구글 드라이브, 구글 문서, 프레젠테이션, 스프레드시트), SNS(카카오톡 오픈채팅), 구글 클래스룸이 팀 구성원들 간의 공감대 형성 및 상호 협력성, 자기주도학습력에 미치는 영향이 큰 것으로 보여진다. 무엇보다 물리적 시공을 넘어 편의성이 도모된 소통은 비대면 이상의 비대면 학습 효율을 보여주었다.

과학중점학교 운영을 위한 교사협의체는 자연스럽게 온라인 교육 활동을 위한 연구 및 수업 공유 활동이 실질적으로 적용 가능한 교수학습 모델을 개발하고 추진할 수 있었던 원동력이었다. 익숙지 않은 상황에서 혼자만의 노력으로 다수의 학생들에게 올바른 방향성을 제시하기는 어렵다. 다른 무엇보다 이를 같이 하려는 선생님들이 많아야 하고, 함께 시도해보며 부족한 점이 무엇인지 깨닫기 시작한다면 비대면 교육은 더 내실 있게 발전할 것이다.

IV. 개선점

본 수업은 활동적 탐구 학습 시간을 많이 확보할 수 있어 모든 수업계획을 주어진 정규 수업시간만으로 마칠 수 있었다. 하지만 Smart 교육환경에서의 Blended PBL 수업모형의 핵심활동 프로세스는 문제만나기, 학습계획서 작성하기, 자기주도학습 및 팀 활동하기, 해결책 완성 및 점검하기의 5단계로만 이루어져 있어서, 일부 교사들은 결과 정리 단계가 미흡하다고 생각하였다. 이에 본교는 발표 및 평가하기 단계를 추가하는 방안 등에 대해 논의하고 있다. 또한 초인지적 학습으로 발전을 위한 총체적 성찰 과정을 효과적으로 적용하는 방안 등에 대하여 지속적으로 논의하고 있다. 아울러 본교는 2021학년도부터 팬데믹 상황이 호전되더라도 비대면 교육의 최대장점인 접근성, 편의성, 즉시성을 그대로 적용하며 교육적 활동을 더욱 넓히는 방향으로 발전시키기 위해 온라인 협의체는 계속 유지하며 많은 교육적 사례를 만들어 개발에 힘쓰도록 할 것이다.

05

**온라인 화상회의를 이용한
조별 프로젝트 제작 수업 및
언택트 과학봉사활동**

인천 송도고등학교



온라인 화상회의를 이용한 조별 프로젝트 제작 수업 및 언택트 과학봉사활동



I. 배경 및 목적

1. 코로나 시대와 과학중점학교

과학중점학교는 일반 인문계 고등학교의 성공적인 모델입니다. 10여년 간 어려움을 헤치며 힘차게 달려와 많은 고등학교들에 좋은 귀감이 되어 왔습니다. 고난한 코로나 시대에도 전국에 계신 과학중점학교 선생님들은 하지 못한다는 말보다는 ‘무엇을 할 수 있을지’ 누구보다 먼저 고민하고 도전하셨습니다. 대면과 비대면 수업이 반복되고 학사일정이 수시로 변경되며 누가 감염될지도 모르는 극한의 상황에서도 학생들을 위한 효율적인 교육 방법을 고민하셨습니다. 송도고에서도 다른 학교와 같은 상황 속에서 나름의 고민을 여러 방법으로 풀어보려 노력했습니다.

2. 온라인 활용 학생중심활동

2015 개정 교육과정은 학생중심활동을 강조합니다. 과학중점학교는 다양한 교과와 비교과 활동을 통해 학생중심활동의 르네상스를 열었습니다. 하지만 지금까지 소개된 방법은 대면형 수업 방법이 대부분이었습니다. 선생님들은 온라인에서도 학생중심활동이 가능한지 수시로 협의하고 방법을 논의하였습니다. 2020년 송도고에서도 수많은 온라인 활용 교육활동이 진행되었습니다. 본교의 다양한 온라인 활용 교육활동 중 오세훈 선생님의 ‘온라인 화상회의를 이용한 조별 프로젝트 제작 수업’과 장유리 선생님의 ‘중증 난치질환 환아들과 함께 하는 언택트 과학봉사활동’을 소개합니다.

II. 온라인 화상회의를 이용한 조별 프로젝트 제작 수업 운영

1. 프로그램 개요

1학년 통합과학을 가르치며 COVID-19로 인해 학생중심활동 시간이 절대적으로 부족하였습니다. 어떻게 하면 학생들의 과학적 핵심역량을 키우고 학생부의 세부 특기사항에 유의미하게 기록할 수 있을지 고민을 하게 되었고, 온라인에서도 수업 중 관찰·확인 가능한 내용은 학생부에 기재 가능하므로 쌍방향 화상수업과 기록하는 것을 관찰할 수 있는 공유 프레젠테이션을 활용하기로 하였습니다. 통합과학 ‘IV-1-3. 환경 변화의 영향과 인간의 노력’ 단원의 내용을 주제로 프로젝트를 진행하여 ‘과학적 의사소통 능력’과 ‘과학적 참여와 평생 학습 능력’을 키워 사회적 문제에 대해 관심을 가지고 의사 결정 과정에 참여하는 학생을

기르는 것을 활동 목표로 삼았습니다. 쌍방향 활동에 사용한 프로그램 또는 도구는 zoom의 화상회의, 구글 클래스룸의 프레젠테이션, 스프레드시트, kahoot, mentimeter를 이용하였습니다.

2. 프로그램 운영 과정 및 방법

가. 프로그램 운영 과정

온라인으로 프로젝트를 운영하기 위해 초반에는 온라인 활동에 친숙해지는 단계를 가졌습니다. 그리고 학생들이 온라인 활동이 익숙해질 때 짬 교과 내용을 중심으로 활동을 진행하였으며 총 6차시 동안 온라인 화상회의를 이용한 조별 프로젝트 수업을 진행하였습니다(표 1).

〈표 1〉 차시별 프로그램 운영

차시	프로그램	내용
1차시	화상회의와 친해지기	zoom 이용 방법, kahoot 사용하기, mentimeter 사용하기
2차시	주제 정하기와 조 구성, 프로젝트 제작	스프레드시트 사용하기, zoom 소그룹 회의 활용, 공유 프레젠테이션 활용
3차시	프로젝트 제작	zoom 소그룹회의, 공유 프레젠테이션 활용
4차시		
5차시	프로젝트 발표	다양한 플랫폼을 이용한 프로젝트 발표
6차시		

나. 프로그램 운영 방법

1) 수업 전 준비

온라인 프로젝트 수업을 진행하기 전에 학생들이 온라인 프로젝트에 적응할 수 있도록 몇 가지 사전 준비를 합니다.

가) 학생들과 함께 할 수 있는 플랫폼을 만든다.

학생들이 수업의 내용을 전달받고 과제를 제출하는 기본적인 플랫폼이 필요합니다. 다양한 플랫폼들이 개발되어있지만, 수업에 사용한 플랫폼은 구글 클래스룸입니다(그림 1). 구글 클래스룸의 장점은 과제, 퀴즈, 자료 등을 이용해 수업을 만들 수 있고, 공유 프레젠테이션과 스프레드시트를 학생들과 쉽게 공유할 수 있습니다.



〈그림 1〉 구글 클래스룸

나) 수업 도구 이용 방법 만들기

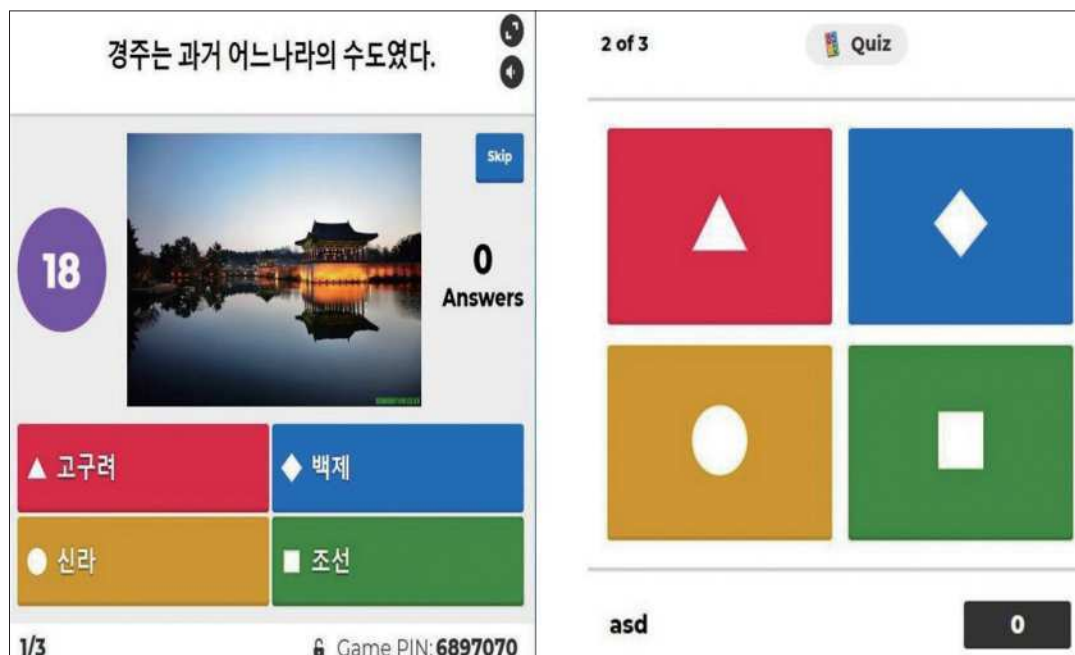
온라인 프로젝트를 진행하기 위해 다양한 도구들을 사용합니다. 구글 프레젠테이션, 구글 스프레드시트, Zoom 소회의실, kahoot, mentimeter 등 수업에 사용하는 도구들의 접속 방법, 실행 방법, 간단한 이용 방법들을 문서화 또는 영상화하여 준비합니다.

다) 모델링 만들기

학생들이 처음 온라인으로 프로젝트를 만들기 때문에 모델링이 필요하다고 생각했습니다. 그래서 아주 짧은 프레젠테이션을 준비하였고, 프레젠테이션과 관련된 퀴즈를 만들어 1차시 화상회의와 친해지기 시간에 활용하였습니다.

2) 화상 회의와 친해지기

1~2차시는 학생들이 즐겁게 활동하며 소그룹회의와 생각을 공유하는 활동을 진행하기로 했습니다. 우선 Zoom의 소회의실을 이용해 쌍방향 수업을 진행하며 화면공유를 이용해 교사가 만든 프로젝트를 보고, 'kahoot' 을 이용해 퀴즈를 푸는 활동을 진행하였습니다(그림 2). '경주' 라는 도시를 이용해 도시의 역사, 먹거리, 놀거리 등의 내용을 담은 가벼운 프로젝트를 발표했습니다. 이 활동을 진행하며 화면공유를 하는 방법과 구글 프레젠테이션을 사용하여 발표하는 법을 교육했습니다. 'kahoot' 은 실시간으로 문제를 풀고 퀴즈에 참가하는 사람들의 정답속도에 따라 점수가 매겨지는 온라인도구로 학생들의 참여도가 높은 도구 중 하나였습니다.



〈그림 2〉 kahoot을 활용한 '경주'와 관련된 퀴즈 활동

이렇게 모델링을 한번 해주고 난 뒤 학생들이 직접 만드는 과정을 겪어보게 합니다. 구글 스프레드시트를 이용해 3~4인의 조를 구성하고, Zoom 소회의실과 구글 프레젠테이션을 이용해 간단하게 '여행' 관련 프로젝트를 만들어보게 합니다(그림 3). 그리고 2~3분 정도 Zoom의 화면공유를 이용하여 학급 학생들에게

‘여행’ 관련 프로젝트를 발표하게 합니다. 마지막으로 kahoot을 이용해 퀴즈를 만들어 함께 풀어봅니다. 이로써 1~2차시 동안의 화상회의, 화면공유를 이용한 발표, kahoot과 프레젠테이션 댓글 작성 등의 앞으로 사용해야 할 기본적인 온라인도구들에 대해 배우게 됩니다.



〈그림 3〉 학생들이 처음 만든 도시 관련 프레젠테이션

Tips 학생들이 화상 회의 도구와 친해지기 위해 수행한 활동들을 학생부에 입력을 하려면 ‘온라인에서도 수업 중 관찰·확인 가능한 내용’이어야 합니다. 구글 프레젠테이션은 공유 설정에 따라 ‘시간에 상관없이’, ‘누구나’ 작성이 가능하기에 주의가 필요합니다. 수업 중 관찰·확인을 하기 위해서는 프레젠테이션의 공유를 설정할 때 수업시간에만 ‘편집자’로 설정하고 수업이 끝나면 공유 설정을 ‘뷰어’로 바꿔 수업 시간 외 프레젠테이션의 편집을 금지하게 합니다. Zoom의 호스트는 어떤 소회의실이든 입장할 수 있으므로 소회의실에 입장해 학생들의 활동하는 모습을 기록할 수 있고, 프레젠테이션을 작성하는 모습도 실시간으로 확인이 가능합니다.

3) 주제 정하기와 조 구성

본격적인 통합과학 프로젝트 만들기에 들어가 주제 정하기와 조 구성을 합니다. 조 구성과 주제 정하기는 구글 스프레드시트의 드롭다운을 이용하여 통합과학 IV-1-3단원에서 자신이 관심 있는 주제를 선택하고, 같은 주제를 선택한 학생끼리 3~4명의 조원을 구성하는 것으로 진행하였습니다(그림 4). 1. 기후변화, 2. 지구온난화, 3. 엘니뇨와 라니냐, 4. 사막화, 5. 기후변화 시나리오, 6. 신재생 에너지, 7. 적정기술 등으로 큰 주제를 정해주고 스프레드시트의 드롭다운을 이용해 주제를 선택하라고 하였습니다. 학생들은 자신이 관심 있는 주제 또는 어떤 친구가 무슨 주제를 선택했느냐를 실시간으로 확인하며 자신의 주제를 고르게 됩니다.

이름	주제를 선택하세요.(드롭다운으로 선택하세요.)
11003 김oo	2. 지구온난화
11006 김oo	2. 지구온난화
11009 나oo	2. 지구온난화
11012 박oo	2. 지구온난화
11016 오oo	2. 지구온난화
11019 이oo	2. 지구온난화
11022 조oo	2. 지구온난화
11024 최oo	2. 지구온난화
11008 나oo	3. 열리노와 라니냐
11017 유oo	3. 열리노와 라니냐
11018 유oo	3. 열리노와 라니냐
11023 차oo	3. 열리노와 라니냐
11007 김oo	4. 사막화
11010 남oo	4. 사막화
11013 박oo	4. 사막화
11001 강oo	5. 기후변화 시나리오
11004 김oo	5. 기후변화 시나리오
11021 정oo	5. 기후변화 시나리오
11002 고oo	6. 신재생에너지
11005 김oo	6. 신재생에너지
11020 이oo	6. 신재생에너지
11027 홍oo	6. 신재생에너지
11014 신oo	7. 적정기술 장치
11015 여oo	7. 적정기술 장치
11025 홍oo	7. 적정기술 장치
11026 황oo	7. 적정기술 장치

〈그림 4〉 구글 스프레드시트의 드롭다운을 이용한 조 구성하기

Tips 하나의 주제에 많은 학생이 모이면 같은 주제에 대해 무작위로 조를 구성한다고 하였더니, 학생중심활동을 잘하는 학생이 선택한 주제에 다수의 학생들이모이는 경우는 발생하지않았습니다.

4) 프로젝트 제작

본격적인 학생중심활동으로 Zoom의 소회의실로 학생들을 개별 이동시켜줍니다. 학생들은 Zoom 소회의실에 화상회의를 진행하며, 클래스룸에 부여된 조별 프레젠테이션을 실시간으로 작성합니다(그림 5). 프로젝트 제작을 할 때 프레젠테이션의 공유 설정에 따라 모든 사용자가 편집을 할 수 있습니다. 즉 다른 조원이 들어와서 편집이 가능하므로 다른 조의 문서는 수정 및 작성하지 않아야 하고, 실수로 수정을 했을 경우 되돌리기 버튼을 사용해야 한다는 사전교육이 필요합니다.



〈그림 5〉 클래스룸에 조별로 부여된 프레젠테이션

5) 프로젝트 발표

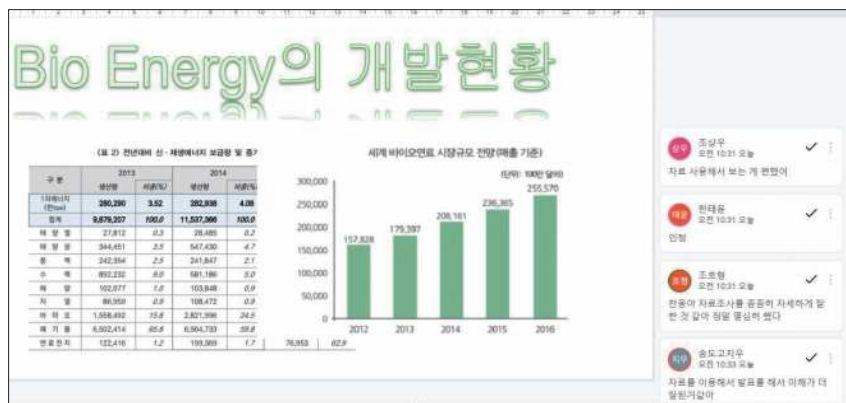
초기 온라인 프로젝트 수업 계획 단계에서는 온라인 수업의 차시가 어느 정도인지 파악할 수 없었기에, 온라인으로 프로젝트를 제작하고 등교수업 때 교실에서 발표하는 것으로 학생들에게는 전달하였습니다. 하지만 온라인 수업 차시가 늘어 학생들의 발표도 온라인으로 진행하게 되었습니다. 프로젝트 발표자는 자신의 순서에 맞게 화면공유를 하며 프로젝트를 발표하게 됩니다(그림 6). 수업을 진행해본 결과 학생들은 다양한 방식으로 온라인 발표를 하였고, 발표자가 바뀔 때의 지연 현상은 발표에 악영향을 줄 정도는 아니었습니다. 온라인 발표를 진행하며 생각 외의 모습을 발견했는데, 학생들은 온라인 발표를 오프라인 발표보다 훨씬 잘하는 모습을 보여줬습니다. 아마도 Zoom에서 화면공유를 통한 발표는 청자의 모습이 보이지 않으므로 긴장을 덜 하게 되기 때문에 자연스러운 발표가 된 것 같습니다.



〈그림 6〉 학생들의 프로젝트 발표 모습

6) 피드백

프로젝트 발표가 끝나면 교사와 학생들의 피드백을 실시합니다. 질문을 받거나 좋은 점 또는 부족한 점에 관한 대화를 하고 프레젠테이션에 댓글을 답니다(그림 7). 피드백이 끝나면 조별 발표는 끝나게 되고 모든 조의 발표와 피드백을 마지막으로 프로젝트 수업을 마무리합니다.



〈그림 7〉 프레젠테이션의 댓글 달기

Tips 구글 프레젠테이션과 스프레드시트는 댓글 달기 프로그램이 있습니다. 문서의 공유를 선택할 때 '편집자' 또는 '댓글 작성자'로 선택하게 되면, 공유된 사용자들이 댓글을 달 수 있습니다. 프레젠테이션 내용에 대한 피드백을 학생들 개개인이 할 수 있는 장점이 있습니다. 댓글은 작성자와 작성내용을 사용자 모두가 볼 수 있으므로, 건전한 댓글 사용에 대한 사전 교육이 필요합니다.

III. 중증 난치질환 환아들과 함께 하는 언택트 과학봉사활동

과학중점학교를 시작하며 운영 목표를 “바른 인성과 진정성을 겸비한 창의 융합적 과학인재 양성”으로 설정하였고, 이를 위해 「창의-연구-나눔의 선순환」이 학생들에게 삶의 철학이 되도록 노력하였습니다. 창의적인 과학적 아이디어를 바탕으로 친구들과 함께 연구한 결과물을 지역 사회에 나눌 수 있도록 유도하고, 그 과정에서 피드백하며 연구를 새롭게 진행하게 됨으로써 자연스럽게 선순환을 반복하며 성장합니다. 이를 위해 점심시간을 80분으로 확대하여 운영하며, 학생들이 자발적인 창의-연구-나눔을 통해 바람직한 인성 함양과 자기 계발을 추구할 수 있도록 합니다.

1. 중증 난치질환 환아들과 함께 하는 과학봉사활동

중증 난치질환 환아들과 함께 하는 과학봉사활동은 2011년부터 매주 화요일 방과후에 진행하고 있습니다. 중증 난치질환 환아들은 초·중·고등학교 시기에 대부분의 시간을 치료를 위해 병원에서 보내기 때문에 학습권이 보장되기 어렵습니다. 특히 실험으로 구성된 과학 과목에 대한 배움의 기회가 적기 때문에 환아들의 학습권을 보장하고, 또래 친구들과 어울릴 기회가 적어 인간관계를 어려워 하는 환아들과 과학으로 소통하며 완치 후 온전한 사회 구성원이 될 수 있도록 정서 함양을 도와주는 역할을 합니다.

중증 난치질환 환아들과 함께 하는 언택트 과학 봉사활동의 목표는 다음과 같습니다.

- 생명을 위협하는 중증 희귀 난치질환으로 장기간 투병 생활을 하는 환아들과의 과학적 소통을 통해 과학적 교류가 이루어지도록 한다.
- 장기투병으로 사회와의 소통 단절, 과학문화 체험의 어려움, 정서적 불안 등을 경감시키기 위한 소아 완화치료 목적의 과학 봉사활동이 이루어지도록 한다.
- 학생들 스스로 창의적 아이디어를 바탕으로 연구한 결과물을 통해 과학 봉사활동을 실천하며 창의-연구-나눔의 선순환을 통해 바람직한 인성 함양과 자기 계발이 이루어지도록 한다.

이를 위해 점심시간 80분을 활용하며 활동에 필요한 과학키트를 연구 및 개발하여 이를 활용하여 과학봉사를 함으로써, 바람직한 인성 함양과 자기 계발을 추구할 수 있습니다. 특히 COVID-19 감염병으로 인해 병원 출입이 제한되며, 언택트 과학봉사로 전환하여 운영하고 있습니다.

〈표 2〉 언택트 과학봉사활동 운영을 위한 요일별 연구 및 활동 내용

일 자	영 역	내 용
월 (점심시간)	연구	과학키트 개발 및 연구 환아 맞춤형 재활치료기기 개발 및 연구
화 (점심시간)	연구	과학키트 개발 및 연구 환아 맞춤형 재활치료기기 개발 및 연구
화 (방과후)	나눔	중증 난치질환 환아들과 함께 하는 언택트 과학 봉사
수 (점심시간)	나눔	중증 난치질환 환아들과 함께 하는 언택트 과학 봉사 피드백

일 자	영역	내 용
목 (점심시간)	창의	과학키트 아이디어 구상 및 연구 설계 환아 맞춤형 재활치료기기 아이디어 구상
금 (점심시간)	창의	과학키트 아이디어 구상 및 연구 설계 환아 맞춤형 재활치료기기 아이디어 구상

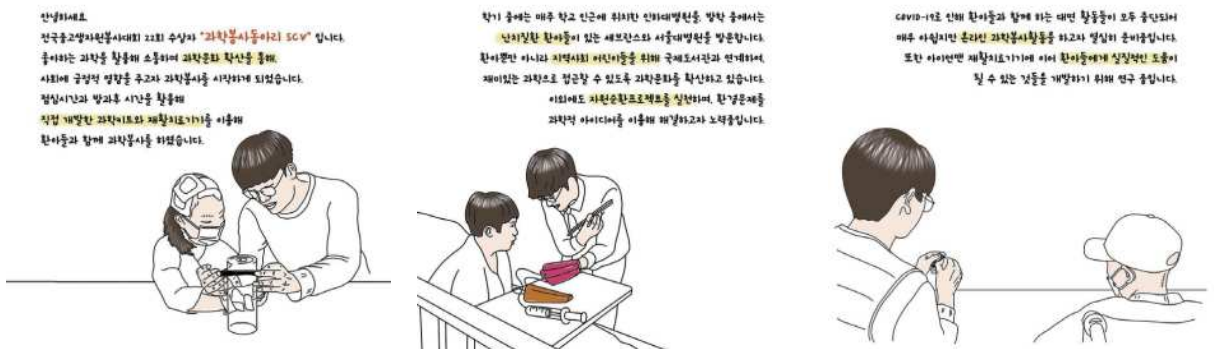
Tips 병원학교에 봉사활동으로 다니는 학생들은 엄선하여 선발합니다. 환아들에게 미치는 심리적 영향이 너무 크기 때문입니다. 활동하는 학생들이 자주 바뀌거나, 꾸준하지 않거나, 실험 내용이 만족스럽지 않으면, 환아들에게 상처만 주게 되므로 병원에서도 난처해합니다. 10년간 학생들이 활동할 수 있도록 병원 측에서 배려해 준 이면에는 활동하는 학생들의 진정성이 있었기 때문입니다.

올해는 COVID-19로 인해 병원 출입이 제한되며, 개발된 키트를 개별 포장하여 택배로 병원에 발송한 후, Zoom, YouTube Live를 활용해 동영상 제작하거나 실시간으로 실험 활동을 하는 언택트 과학봉사를 하고 있습니다(그림 8).



〈그림 8〉 Zoom, YouTube Live 등을 활용한 1:1 실시간 언택트 과학 봉사활동

환아들의 건강 상태가 수시로 변하면서 치료 시간이 예상치 못하게 변경되는 경우가 있습니다. 이 경우에는 Facebook에 관련 내용을 〈그림 9〉처럼 올려서 환아들과의 약속을 지킬 수 있도록 노력하였습니다.



〈그림 9〉 Facebook, Instagram 등을 활용한 과학 콘텐츠 활용 언택트 과학 봉사활동

IV. 결론

1. 학생들이 즐거워하는 수업

온라인 수업이 계속 진행되며 단방향수업에 익숙해진 학생들에게 쌍방향 수업은 큰 흥미로 다가온 듯합니다. 계획 초기 학생들이 즐겁게 하지 못하면 어떻게 하나 하는 고민은 흔적도 없이 사라져 제작과정과 발표 내내 교사 또한 즐거운 수업이 되었습니다. 등교수업에서 흔히 볼 수 있던 무임승차, 비참여 학생, 소극적인 대화 등의 모습은 온라인에서는 보기 어려울 정도로 학생들의 참여도는 높았습니다. 발표 주제가 교과 내용으로 무거워지니 어려움을 겪는 학생들도 있었지만, 대면 활동보다는 훨씬 적극적인 참여를 보여줬습니다. 온라인 수업이든 대면 수업이든 학생들은 학생중심활동을 더 좋아하는 것을 느끼게 된 수업이었으며, 새로운 것에 대한 준비가 많아 어려웠지만, 교사뿐만 아니라 학생 또한 처음이기에 서로 배워가는 수업으로 알찬 온라인 수업을 진행하게 되었습니다.

2. 삶의 철학이 깃드는 과학봉사활동

학생들은 장기간 투병 생활을 하는 환아들과 과학적 소통을 통해 과학적 교류를 이루어냅니다. 2020년에는 Zoom, YouTube Live로 과학문화를 체험하도록 노력하였고, Facebook, Instagram으로 보완하여 환아들과 정서적 교감을 이어나갔습니다. 이를 위해 학생들은 스스로 창의적 아이디어를 바탕으로 연구한 결과물을 통해 과학 봉사활동을 실천합니다. 창의-연구-나눔의 선순환이 이루어지는 송도고 과학중점의 철학을 조금씩 받아들이고 있습니다.

V. 개선점

1. 정해지지 않은 온라인 주간

2020년은 사회적 거리두기 단계에 따라 학사 일정이 급하게 변경되는 경우가 많아 계획적인 온라인 프로젝트 제작을 할 수 없었습니다. 정해진 온라인 수업주간이 있다면 교육내용과 학습활동을 체계적으로 편성할 수 있을 것으로 생각합니다.

2. 온라인도구의 탐색

플랫폼으로 구글 클래스룸을 잘 사용하였지만, 과제 활동이나 교육활동에 적용하기 어려운 점도 많았습니다. 이미 개발된 플랫폼들이 많이 있으니 추후 연구를 통해 플랫폼의 변화가 필요하다고 느꼈습니다. 또한 학생들이 활용할 수 있는 온라인도구(쌍방향 퀴즈)들이 외국어로 되어있는 게 많았습니다. 한글로 된 온라인도구를 탐색하고 수업에 활용할 수 있는 쌍방향 도구들의 필요성을 느꼈습니다.

06

PBL blended learning을 활용한 과학융합 과목 운영 방안

인천 인명여자고등학교

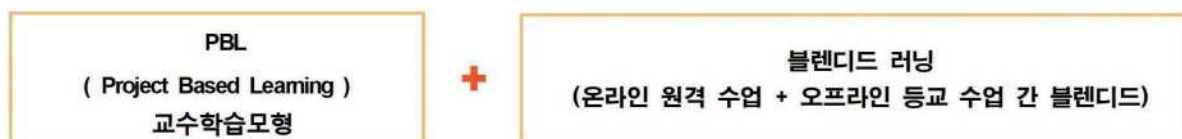


PBL blended learning을 활용한 과학융합 과목 운영 방안



I. 배경 및 목적

2020년 코로나 19로 인해 본교는 학사일정에 대한 계획을 상황에 따라 수시로 변경해야 했다. 따라서 코로나 확산 방지를 위해 본교는 30인 이상 모여서 하는 과학 활동에 대해 전면 취소라는 과감한 결정을 내렸다. 대신 현재 코로나 상황에 대한 대응과 포스트 코로나 시대를 대비하자는 방향으로 온라인으로 할 수 있는 다양한 과학 활동 관련 아이디어를 냈다. 이 때 주목한 것이 ‘블렌디드 러닝(blended learning)’이었다. 블렌디드 러닝은 2000년 후반부터 미국의 일부 온라인 교육학자들이 수업에서 활용한 ‘온라인 활동과 오프라인 학습을 병행하는 학습방식’으로, 그 목적은 오프라인 교육의 시간적, 공간적 제약을 극복하고 혼자 이터닝으로 학습하는데 따른 고립적 불안 등 비대면적인 소외를 극복하는데 있다. 즉 온라인과 오프라인 학습을 결합하여 각각의 단점을 보완하는데 초점을 둔다. 이에 본교에서는 2학년 과학융합 수업 시간을 활용하여 다양한 학생 참여형 PBL 블렌디드 러닝 교육활동을 통해 학생들의 과학적 창의력을 증진시키고자 하였다(그림 1).



〈그림 1〉 본교의 PBL 블렌디드 러닝 교육 활동 특성

II. 운영

1. PBL 블렌디드 러닝 교육활동을 위한 기반 조성

다양한 블렌디드 러닝 수업 프로그램 개발을 위해 과학교사 11명으로 구성된 과학교사 연구회를 조직하였다. 과학교사 연구회는 과학융합 과목 교육과정의 재구성을 통하여 다양한 학생참여중심의 PBL 블렌디드 러닝 프로그램을 구안하였다. 과학교사 연구회는 ‘2030년 스마트 그린시티 만들기’라는 프로젝트 활동을 계획하였으며, 이 프로젝트를 완성하기 위한 수업 방식을 프로젝트형, 디자인씽킹형, STEAM형, 토의·토론형 등 4개의 방식으로 구분하여 각 수업 방식별 PBL 블렌디드 러닝 교수 학습 모형을 개발하고 실제 수업에 적용하였다. 과학교사 연구회의 교사들은 온라인 원격 수업 시 교사의 교과 지도 역량 강화를 위해 IT 활용 기술 연수를 3차례 실시하였다(표 1). 그리고 과학 융합 시간에 실시하는 PBL 블렌디드 러닝 교육

활동 시 학생들의 활동과정 및 결과를 기재할 수 있는 ‘과학융합 노트’를 제작하였다(그림 2).

〈표 1〉 IT 활용 기술 교사 연수

일시	내용	장소
2020.04.06.(월)	과학교과 온라인 수업 콘텐츠 제작을 위한 IT 기술 활용	무한상상실
2020.09.10.(목)	온라인 수업 콘텐츠 제작 방법에 관한 연수	지구과학실
2020.09.11.(금)	온라인 수업 녹화실 활용 연수	지구과학실

a) 프로젝트 활동지

b) 디자인 씽킹 활동지

c) STEAM 활동지

d) 토론 및 토의 활동지

〈그림 2〉 과학융합 노트 활동지 양식

2. 과학융합 수업용 PBL 블렌디드 러닝 교수 · 학습 운영 방안

가. 프로젝트형 PBL 블렌디드 러닝 교수 · 학습

프로젝트형 PBL 블렌디드 러닝 교수 · 학습을 실시할 주제는 총 3개이며(표 2), 각 주제별로 프로젝트형 PBL 블렌디드 러닝 교수 · 학습 모형을 적용하여 활동을 학생들이 수행하도록 하였다. 프로젝트형 PBL 블렌디드 러닝 교수 · 학습 모형은 목적설정, 계획, 실행, 평가 등 4단계로 구성된다. 첫 단계인 목적 설정 단계에서 학생들은 학습 목적을 확인하고 해결해야 할 문제를 선택한다. 두 번째 단계인 계획 단계에서 학생들은 학습목표에 맞게 효율적으로 수행할 수 있는 다양한 문제 해결 방법을 창안하고 이를 검토하여 결정한다. 세 번째 단계인 실행 단계에서 학생들은 교사와 학생들의 피드백을 통해 활동을 수정 및 보완하고, 마지막 단계인 평가 단계에서 실행 과정에서 학생들이 작성한 포트폴리오와 산출물들을 평가한다.

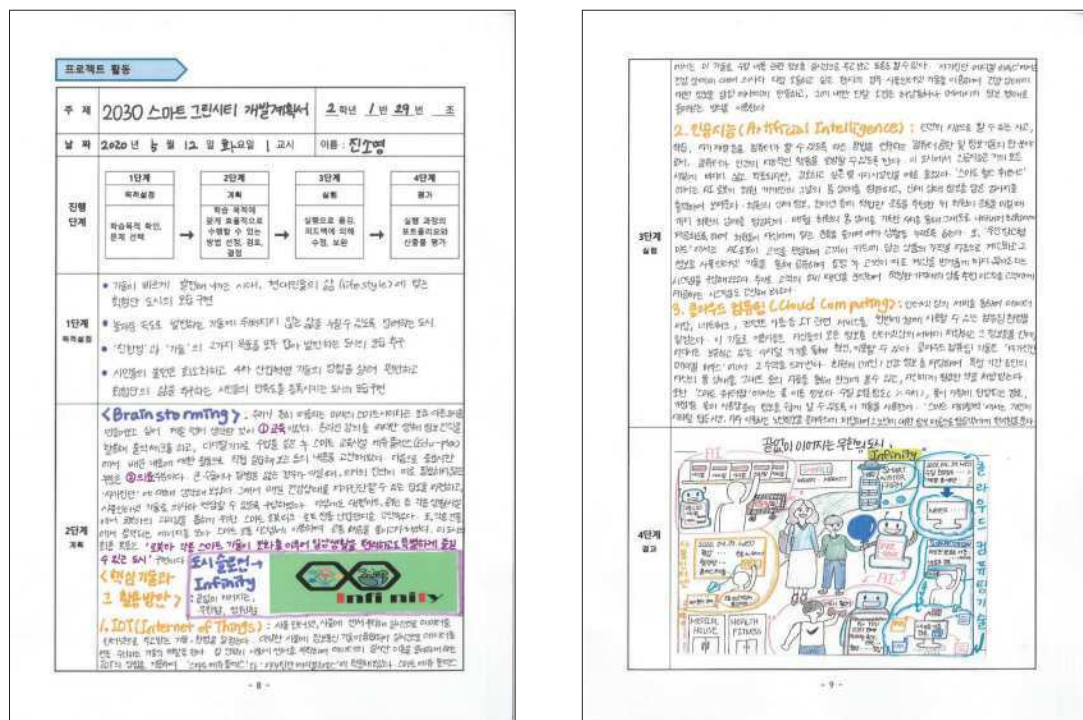
〈표 2〉 프로젝트형 PBL 블렌디드 러닝 교수 · 학습 주제

수업 주제	온라인 원격수업	오프라인 등교 수업
2030년 스마트 그린시티 계획서	스마트 그린시티 안내 동영상	스마트 그린시티 계획서 작성
2030년 스마트 그린시티 설계 및 스케치	스마트 그린시티 스케치 업로드	스마트 그린시티 스케치 발표
오조봇을 활용한 자율 주행 도로 설계	오조봇 사용법 안내 동영상	오조봇을 활용한 자율 주행 도로 설계

1) 2030년 스마트 그린시티 계획서

가) 온라인 원격수업 : 스마트 그린시티에 관한 동영상을 보고 스마트 그린 시티가 무엇인지, 스마트 그린 시티가 갖추어야 할 조건을 정리(과학 글쓰기 부분에 작성

나) 오프라인 등교 수업: 스마트 그린시티 계획서 작성 후 발표(그림 3)



〈그림 3〉 2030년 스마트 그린시티 계획서 작성 사례

2) 2030년 스마트 그린시티 설계 및 스케치

가) 온라인 원격수업: 2030 스마트 그린시티 계획서를 바탕으로 도시를 개인별로 설계함

나) 오프라인 등교 수업: 2030 스마트 그린시티 설계도 팀별 작업 후 발표(그림 4)

프로젝트 활동

주 제	2030 스마트 그린시티 설계 및 스케치			스.학년 3.반 20.번 조
날 짜	2020년 월 일			이름: 김민준
진행 단계	1단계 목적설정 학습목적 확인 문제 선택	2단계 계획 학습 목적에 맞게 효율적으로 수행할 수 있는 방법 선정, 자료 수집	3단계 실행 실현으로 옮김 피드백의 의제 수정, 보완	4단계 평가 실행 과정의 피드백으로의 산출물 평가
	1단계 목적설정 - 주 관심 - 학습 구성 도시 이해를 위한 데크 그 도시의 특징과 모습, 시설물과 자연환경을 이해할 수 있도록 한다. 또한 내가 만든 스마트 도시의 특징을 잘 정리하여 "I 도시의 U"와 같이 브랜드와 같이 나의 도시 슬로건을 만든다. 도시의 시설물 스마트 그들을 찾아 설명해보고 그에 맞는 3 목적에 잘 들어맞는 도시의 대표적인 건물 및 시설을 생각해본다. 도시의 이동, 안전, 특징을 잘 연결하여 도시의 미래 가능성이 잘 보여야 한다.			
2단계 계획	• 재료 등 정보수집 • 역할 분담, 일정, 수행 절차 ① 도시의 특징 정리하기 → 이번도시에 걸맞은 것 보다는 어느 하나 특징을 살려 도시만의 특징이 잘 들어나게 정한다. ② 도시의 이동 정리하기 → 도시의 특징을 잘 생각해 이동할 때 어떤 특징이 배합될 수 있거나 생각해가 처음 정한대로 한다. ③ 도시 슬로건 만들기 → 도시의 이동과 특징을 생각해 함께 피로. ④ 도시의 시설물 스마트 그들을 찾아 ⑤ 도시의 대표적인 건물, 시설 → 스마트 그들을 잘 활용하여 가장 적합한 건물 및 시설을 정한다.			

3단계 실행

- 제작 유의사항 숙지
- 재료의 제작 및 수정
- 발표

① 도시의 특징 정리하기

- 도시의 건물, 시설물, 자연환경을 잘 정리하여 도시의 특징을 잘 정리한다.
- 도시의 건물, 시설물, 자연환경을 잘 정리하여 도시의 특징을 잘 정리한다.

② 도시의 이동 정리하기

- 도시의 특징을 잘 생각해 이동할 때 어떤 특징이 배합될 수 있거나 생각해가 처음 정한대로 한다.
- 도시의 특징을 잘 생각해 이동할 때 어떤 특징이 배합될 수 있거나 생각해가 처음 정한대로 한다.

③ 도시 슬로건 만들기

- 도시의 이동과 특징을 생각해 함께 피로.
- 도시의 이동과 특징을 생각해 함께 피로.

④ 도시의 시설물 스마트 그들을 찾아

⑤ 도시의 대표적인 건물, 시설 → 스마트 그들을 잘 활용하여 가장 적합한 건물 및 시설을 정한다.

4단계 평가

- 평가자별 채점

① 도시의 특징 정리하기 → 이번도시에 걸맞은 것 보다는 어느 하나 특징을 살려 도시만의 특징이 잘 들어나게 정한다.

② 도시의 이동 정리하기 → 도시의 특징을 잘 생각해 이동할 때 어떤 특징이 배합될 수 있거나 생각해가 처음 정한대로 한다.

③ 도시 슬로건 만들기 → 도시의 이동과 특징을 생각해 함께 피로.

④ 도시의 시설물 스마트 그들을 찾아

⑤ 도시의 대표적인 건물, 시설 → 스마트 그들을 잘 활용하여 가장 적합한 건물 및 시설을 정한다.

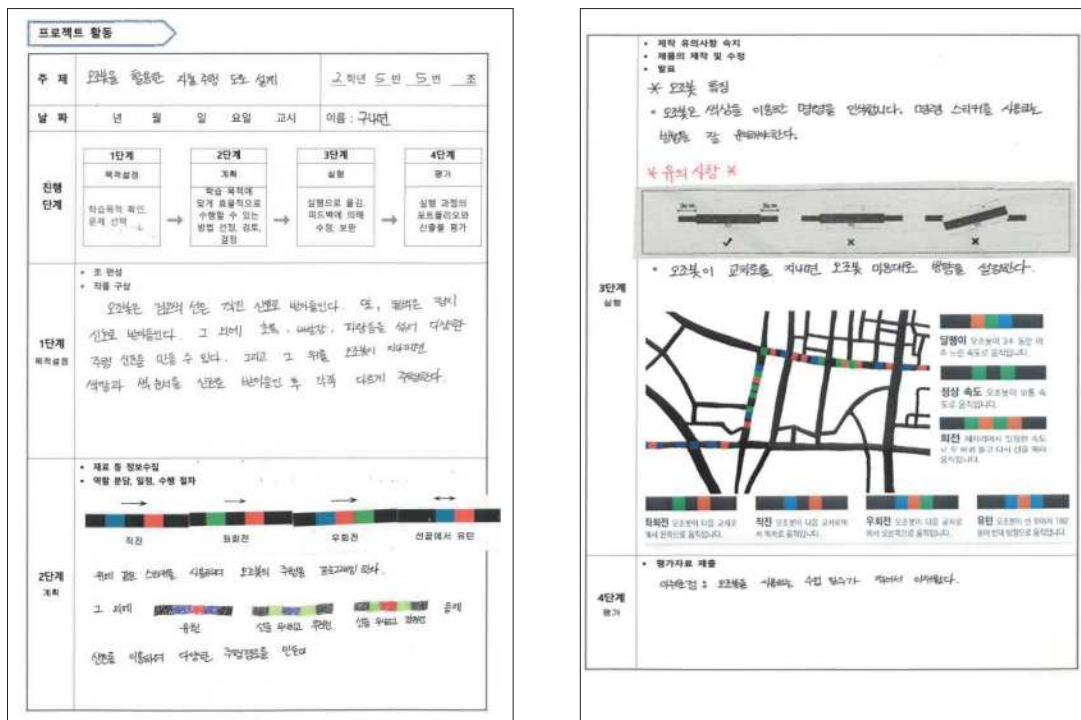
〈그림 4〉 2030년 스마트 그린시티 설계 및 스케치 활동 사례

3) 오조봇을 활용한 자율 주행 도로 설계

오조봇은 스마트 코딩 로봇으로 선을 따라 움직이고 흰색을 만나면 멈춥니다. 오조코드(컬러 코드)를 통해 오조봇에게 명령할 수 있습니다. 학생들이 오조 코드를 작성하여 오조봇이 다니는 길을 제작 할 수 있습니다. 활동 시 4명이 1조로 구성되어 활동 할 수 있으나 코로나 상황으로 모둠별 활동이 불가능해 개인별 활동으로 진행 했습니다. 오조코드는 인터넷으로도 다운 받을 수 있으며, 오조봇 스쿨 패키지로 구매하면 10개의 오조봇에 오조코드 스티커, 보드 마카 등 각종 물품을 추가로 받을 수 있습니다. 본교는 교사 3명이 오조봇 연수를 먼저 듣고 다른 선생님들에게 전달 연수를 해주었습니다.

가) 온라인 원격수업: 오조봇 사용법 안내 동영상 강의

나) 오프라인 등교 수업: 실제 오조봇을 사용해 오조봇을 작동해 보고 오조봇이 다닐 수 있도록 도로 설계를 함(그림 5)

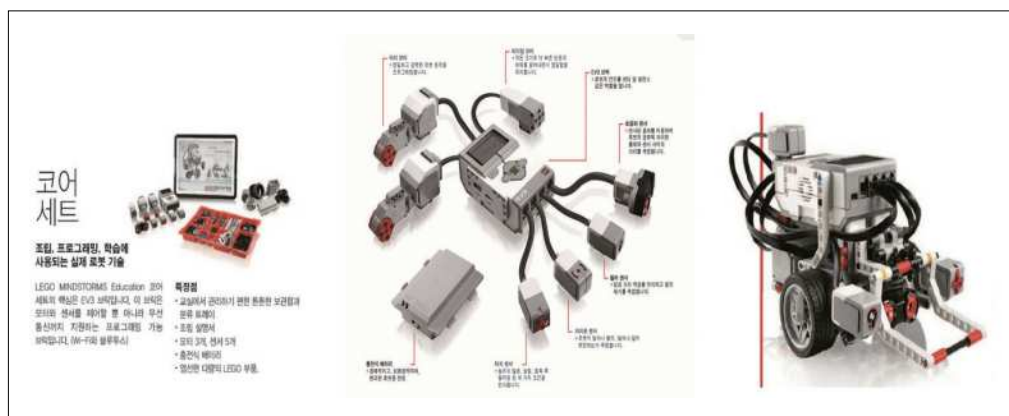


나. STEAM형 PBL 블렌디드 러닝 교수·학습

1) EV3 초음파센서를 활용한 장애물 회피 자율 주행 차 제작

LEGO MINDSTORMS EV3는 LEGO 블럭으로 창의적인 아이디어로 자유롭게 제작이 가능한 교구입니다(그림 6). 프로그램 입력이 가능한 브릭에 각종 센서를 부착하여 프로그램을 할 수 있습니다. 등교 수업 시 노트북은 학생이 준비하고, EV3 12대를 1주일 대여하여 2인 1조로 수업 진행을 하였습니다(표 3).

Tips 핸드온 테크놀로지(<https://www.handsontech.co.kr/>)에서 직접 EV3 연수를 받았고, 교사용 수업 자료를 다운 받아 일부 수정하여 사용 하였습니다. 수업이 두 반 동시에 있는 경우는 수업계에 미리 시간표 변경을 요청하여 진행하였습니다.



〈표 3〉 STEAM형 PBL 블렌디드 러닝수업 교수·학습 지도안

학습주제		EV3 초음파센서를 활용한 장애물 회피 자율 주행 차 제작		2차시	
학습 단계	STEAM 학습 준거	교수·학습활동		자료 및 유의점	시간
		온라인 원격수업(1차시)	오프라인 등교수업(2차시)		
도입	상황 제시	자율주행 자동차는 외부 인식을 어떻게 할까?	드라이빙 로봇 앞 35cm 이내에 장애물이 감지되었다. 어떻게 차를 정지시킬 수 있을까?	2인 1조로 구성	5'
전개	창의적 설계	LEGO MINDSTORMS EV3 알아보기 	- LEGO MINDSTORMS EV3 프로그램 작성 1. 노트북 바탕화면의 EV3 아이콘을 실행시킨다. 2. EV3 초음파 센서의 특징을 이해한다. - 초음파 센서는 소리를 잘 반향하는 딱딱한 표면을 포함한 물체를 감지하는 데 적합함 - 천과 같은 부드러운 물체는 음파를 흡수하여 감지되지 않을 수 있음 - 표면이 동글거나 각진 물체도 감지하기가 어려움 - 초음파 센서는 센서와 매우 가까운(3cm 또는 1.5인치보다 가까운) 물체를 감지할 수 없음 - 센서는 시야가 넓기 때문에 정면의 물체 대신 측면의 가까운 물체를 감지할 수 있음 3. 새 프로젝트를 실행한다. 4. 초음파 센서 블록을 추가한다. - 초음파 센서의 사용법을 익힌다. 5. 초음파 센서를 활용하여 드라이빙 로봇이 35cm 이내의 장애물을 감지하면 정지하고, 감지 거리가 35cm보다 작아질 때까지 기다리도록 프로그램을 작성해보자. 6. 조별로 알고리즘을 작성하고 프로그램을 작성하여 로봇에 전송한다.	- 노트북 - LEGO MINDSTORMS EV3	35'
정리 및 평가	성공의 경험	- 각종 센서를 사용하여 로봇이 외부 환경을 인식할 수 있음을 안다.	- 제작한 프로그램을 EV3에 다운로드 한다. - 로봇 주행 시 장애물을 설치하고 제한된 거리에서 정지하는지 살펴본다.		10'

다. 디자인 씽킹형 PBL 블렌디드 러닝 교수·학습

디자인 씽킹형 PBL 블렌디드 러닝 교수·학습을 실시할 주제는 총 3개이며(표 4), 각 주제별로 디자인 씽킹형 PBL 블렌디드 러닝 교수·학습 모형을 적용하여 활동을 학생들이 수행하도록 하였다. 본교가 사용한 디자인 씽킹형 PBL 블렌디드 러닝 교수·학습 모형은 스탠포드 대학교 디자인 스쿨의 디자인 사고 5단계 중(공감하기, 정의하기, 아이디어 발상하기, 시제품 제작, 평가)중 3단계만을 활용하였다.

디자인 씽킹형 PBL 블렌디드 러닝 교수·학습 모형의 첫 단계는 공감하기 단계이며, 사용자의 불편에 공감하는 것으로, 대상자의 '요구'를 파악하기 위하여 학생들은 인터뷰와 관찰을 한다. 사용자의 '요구'를 알아내기 위해서 인터뷰는 동사로 문의하고, 다양한 '요구'가 나올 수 있도록 효과적인 질문을 한다. 두 번째 단계는 정의하기 단계이며, 학생들은 문제가 무엇인지를 명확하게 인식하기 위해서 공감 단계에서의 결과를 종합한다. 이 때 학생들은 종합한 결과의 공통 특성을 모아서 가상의 인물을 설정하고 가상의 인물 입장

에서 불편함, 고민 등을 찾아내고 왜 그런지 여러 단계로 다시 분석한다. 마지막 단계인 아이디어 발상하기 단계에서 학생들은 제한된 시간 안에 확산적 사고기법(예, 브레인스토밍)을 활용하여 다양한 노트나 포스트잇을 활용하여 많은 아이디어를 수집한다.

〈표 4〉 디자인 싱킹형 PBL 블렌디드 러닝 교수·학습 주제

수업 주제	온라인 원격수업	등교 오프라인 수업
새로운 기능의 핸드폰 기획하기	“스마트폰 사용자가 가장 만족하는 기능은?” 읽기 자료 분석	새로운 기능의 핸드폰 기획, 발표
미래 자동차 홍보자료 만들기	“어디까지 바뀔까? 완전 자율주행차가 가져올 변화들“ 자료 분석	미래 자동차 홍보자료 제작, 발표
AI 스피커 기획하기	“인공지능 스피커(AI) - 음향 기기를 넘어 스마트 도구로“ 읽기 자료 분석	AI 스피커 제작, 발표

1) 새로운 기능의 핸드폰 기획하기

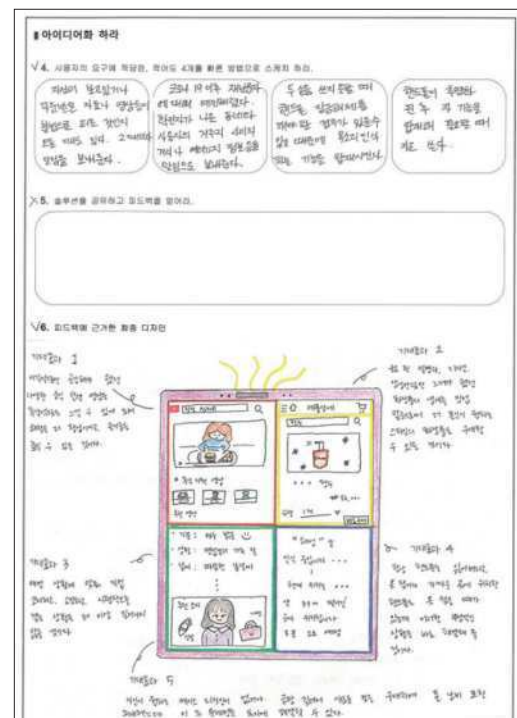
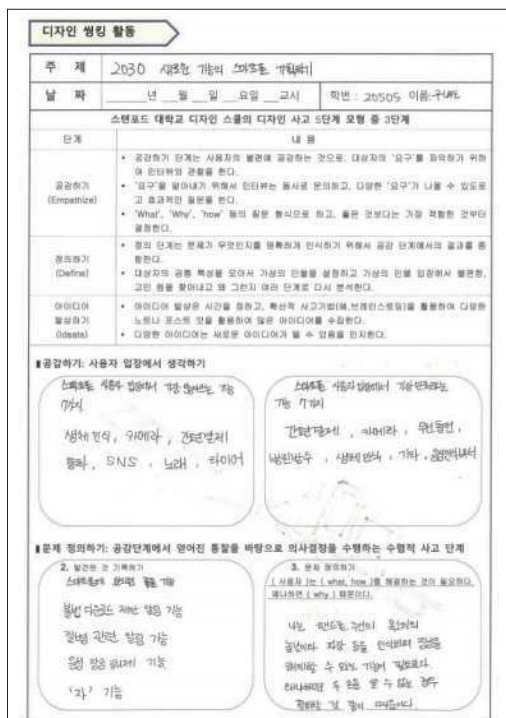
가) 온라인 원격수업: “스마트폰 사용자가 가장 만족하는 기능은?” 읽기 자료(그림 7) 분석

나) 오프라인 등교 수업: 새로운 기능의 핸드폰 기획 및 발표(그림 8)



〈그림 7〉 “스마트폰 사용자가 가장 만족하는 기능은?” 읽기 자료 일부

*출처 - <https://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=27694431&memberNo=15460786>

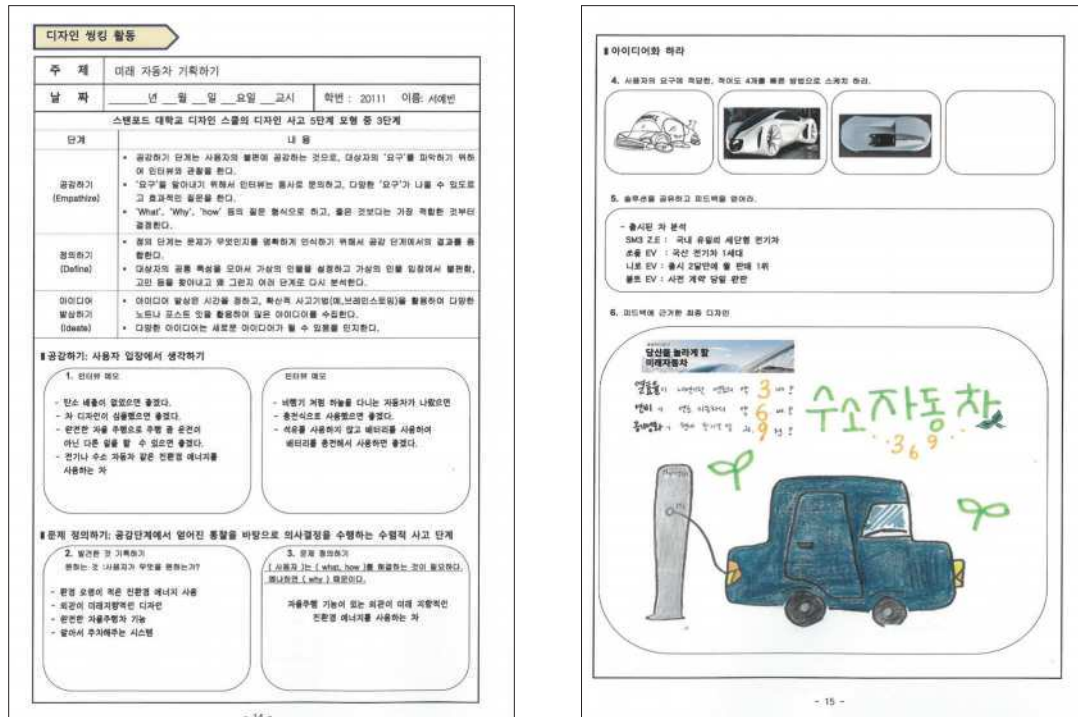


〈그림 8〉 새로운 기능의 핸드폰 기획하기 활동 사례

2) 미래 자동차 홍보자료 만들기

가) 온라인 원격수업: “어디까지 바뀔까? 완전 자율주행차가 가져올 변화들“ 읽기 자료 분석

나) 오프라인 등교 수업: 미래 자동차 홍보자료 제작 및 발표(그림 9)



〈그림 9〉 미래 자동차 홍보자료 만들기 활동 사례

3) AI 스피커 기획하기

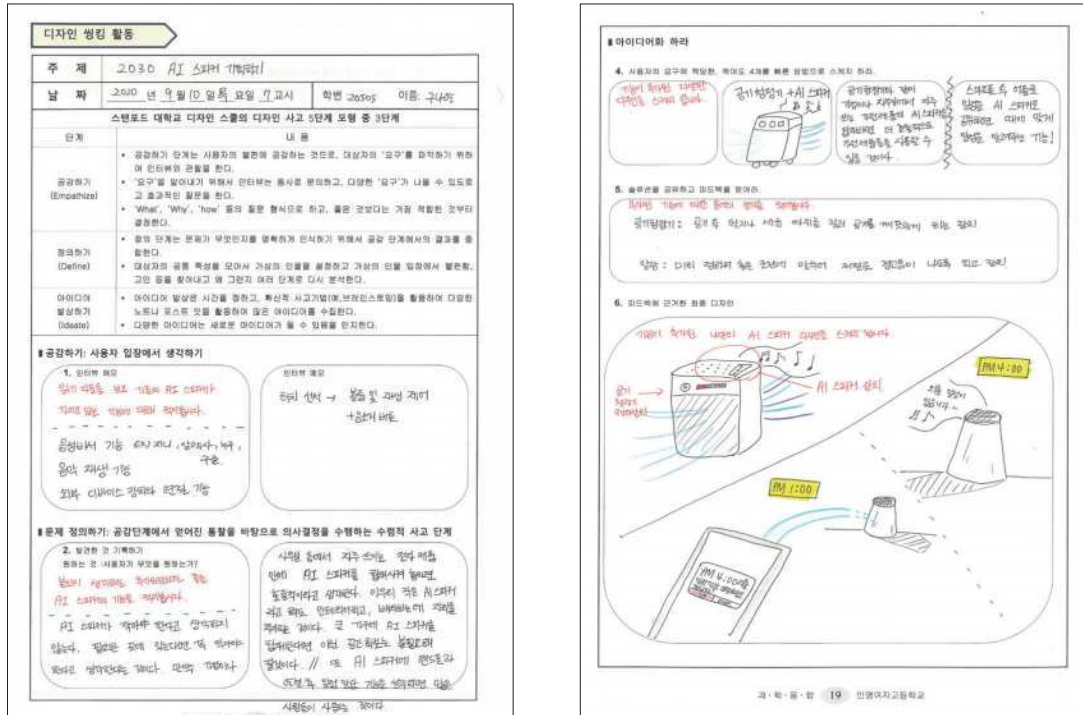
가) 온라인 원격수업: “인공지능 스피커(AI) 음향 기기를 넘어 스마트 도구로“ 읽기 자료(그림 10) 분석



〈그림 10〉 “인공지능 스피커(AI) – 음향 기기를 넘어 스마트 도구로“ 읽기 자료 일부

*출처- <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3580973&cid=59088&categoryId=59096>

나) 오프라인 등교 수업: AI 스피커 제작, 발표(그림 11)



〈그림 11〉 AI 스피커 기획하기 활동 사례

라. 토의·토론형 PBL 블렌디드 러닝 교수·학습

토의·토론형 PBL 블렌디드 러닝 교수·학습을 실시할 주제는 총 3개이며(표 5), 각 주제별로 토의·토론형 PBL 블렌디드 러닝 교수·학습 모형 6단계를 적용하여 활동을 학생들이 수행하도록 하였다. 토의·토론형 PBL 블렌디드 러닝 교수·학습 모형은 문제 제시, 자신의 입장 발표, 토론, 입장 바꾸기, 학습 전체 대상 발표, 토론 결과 정리 및 평가의 단계로 구성된다.

〈표 5〉 토의·토론형 PBL 블렌디드 러닝 교수·학습 주제

수업 주제	온라인 원격수업	등교 오프라인 수업
바이오 산업 발전을 위한 유전자 가위 기술의 적용은 바라직한가?	유전자 가위 기술 사용에 관한 동영상	유전자 가위 기술 사용에 관한 토론
플라스틱 사용을 줄일 수 있는 방법은?	“쓰레기 대란”에 플라스틱 그냥 버렸다간… 미세플라스틱으로 식탁까지 위협” 기사 분석	플라스틱 사용을 줄일 수 있는 방법에 관해 토의
바이오 매스는 친환경 에너지인가?	MS Teams를 사용하여 실시간 쌍방향 수업으로 토론 진행	토론 내용에 대한 정리

1) 플라스틱 사용을 줄일 수 있는 방법 토의

가) 온라인 원격수업: “쓰레기 대란에 플라스틱 그냥 버렸다간… 미세플라스틱으로 식탁까지 위협” 읽기 자료(그림 12) 분석

나) 오프라인 등교 수업: 플라스틱 사용을 줄일 수 있는 방법 토의 및 발표(그림 13)

능력을 기르고 학습의 즐거움을 경험할 수 있었다. 또한 학생들은 프로젝트를 수행하기 위해 스스로 생각하고 적극적으로 활동하면서 유창성, 독창성, 정교성 등의 창의력이 신장되었다.

IV. 개선점

블랜디드 러닝을 보다 활성화시키기 위해서 생각해 볼 수 있는 개선점은 다양한 형태의 블랜디드 러닝 모델 개발의 필요성이다. 본 연구는 “과학 융합” 수업을 위한 블랜디드 러닝 모델을 개발하였다. 이것은 과학의 융합이라는 과목의 특성을 반영한 과학중점과정 학생들만의 특별한 수업 모델이라고 할 수 있다. 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학 등에서도 과목의 특성을 고려한 블랜디드 러닝 모델이 개발된다면, 각 과목의 효과도 높일 수 있을 것이다. 더 나아가, 어떤 교사가 가르치더라도 기본적 모델을 바탕으로 하면서, 구축된 온라인 콘텐츠를 사용할 수 있어서 비용과 시간도 절감하고, 일정한 수업의 수준을 유지할 수 있다는 이점이 있다. 이를 위해 다양한 과목들에서 과목의 특성을 반영한 블랜디드 러닝 모델들이 다양하게 개발되어야 할 것이다.

07

**명덕 융합인재 리더십 아카데미
프로그램 운영**

서울 명덕고등학교



명덕 융합인재 리더십 아카데미 프로그램 운영



I. 배경 및 목적

1. 프로그램 신설 배경

본교의 과학중점과정 학생들이 활동한 기존 영재학급 프로그램은 학생들 교내 활동으로 기록이 불가능하여 활발히 참여하여도 기록으로 인정받지 못해 2019학년도까지 운영하고 폐지하였다. 본교의 영재학급 프로그램은 대부분의 학교에서 유사한 성격의 프로그램으로 운영하기에 강사 및 주제만 적절하면 평균 정도의 성과를 얻을 수 있지만 반면에 특별히 특화되기도 힘들었다. 따라서 본교는 영재학급을 대체하면서도 학생들의 다양한 진로에 맞는 프로그램을 제공하고, 동시에 흥미 중심의 활동이 아닌 탐구 역량을 증진시킬 수 있는 프로그램 개발의 필요성을 인식하여 명덕 융합인재 리더십 아카데미를 신설하였다.

2. 운영 목적

명덕 융합인재 리더십 아카데미는 학생들이 자신의 진로 희망 분야에 맞는 Track을 선택하여 관련 분야에 대한 집중적인 탐구 경험을 통해 해당 분야의 탐구 역량을 키우고 진로 선택에 도움을 줄 수 있도록 개발하였다. 100시간 정도의 프로그램에 참여하는 과정에서 들이는 많은 시간과 노력이 학생 개인의 경험에 긍정적인 영향을 주는 정성적 효과뿐만 아니라 학교생활기록부への 충분한 기재를 통해 정량적인 효과를 제공하고자 하였다.

II. 운영

1. 선발

가. 선발 분야 및 대상

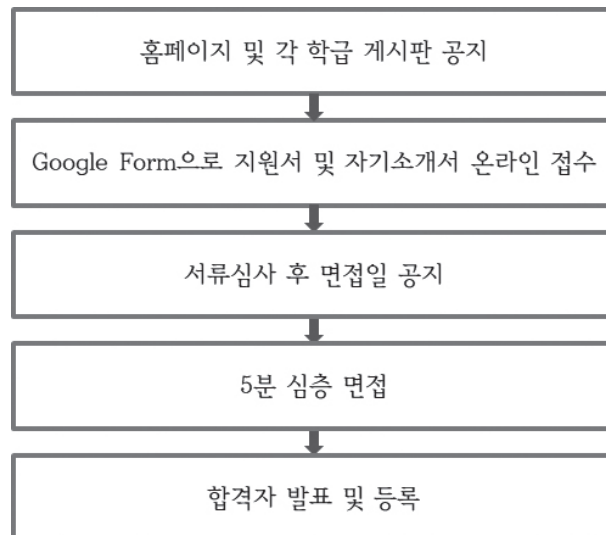
- 1) 프로그램을 운영할 수 있는 범위 내에서 Track의 세분화 및 분반, 인원수 확정(표 1)
- 2) Track : 분야와 학습 정도 차이를 고려해 4개 분반을 독립적으로 선발함

〈표 1〉 명덕 융합인재 리더십 아카데미 모집 Track과 대상, 인원

Track	분야	분반	대상 학년	학생 수
A	물리, 수학, 공학, 천문학	01	1	20명
		02	2	17명
B	화학, 재료(신소재), 생명, 의학	01	1	20명
		02	2	17명

나. 선발 과정

학생의 프로그램 참여에 대한 열의와 수학 능력을 평가하기 위해 교과 성적보다 자기소개서와 면접에 높은 비중을 두고 전형을 진행하였다. 학생 선발을 위한 평가는 학생의 수학 및 과학 성적과 자기소개서 서류심사, 자기소개서 내용에 대한 심층 면접으로 진행된다. 자세한 선발과정은 〈그림 1〉과 같다. 또한 선발 전형부터 프로그램 운영, 만족도 조사까지 모든 과정을 학생 개인별 학교 구글 계정(개인아이디@myungduk.hs.kr)을 통해 온라인 플랫폼 기반으로 진행한다.



〈그림 1〉 명덕 융합인재 리더십 아카데미 학생 선발 과정

2. 프로그램 운영 방향

명덕 융합인재 리더십 아카데미는 분반 별 4명의 담당 교사가 배치되어 프로그램 운영 및 학생 관리를 담당한다. 명덕 융합인재 리더십 아카데미와 관련하여 교사가 만든 자료들은 Google Drive를 통해서 모두 관리한다(그림 2).

가. 운영 교사 역할

- 1) 강의 준비: 원고에 따른 물품 구매 및 세팅 등 실험을 준비한다.
- 2) 평가 준비: 매시간 강사의 학생 평가지와 학생 자기 평가지 설문 문항 작성 및 배부한다.

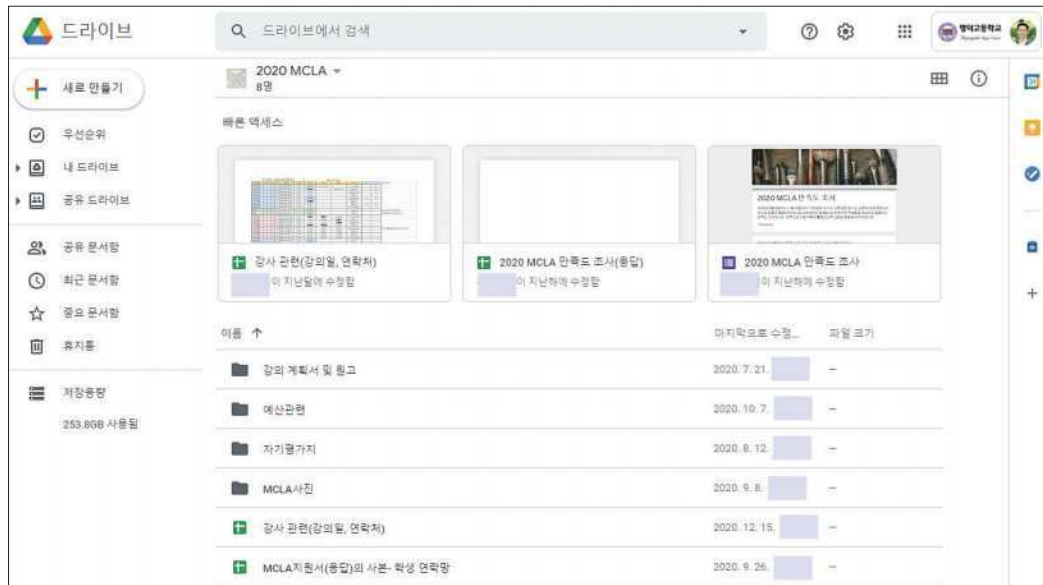
Tips 학생 설문 문항을 온라인으로 수합하면 아카이브와 활용에 용이하다.

나. 담당 교사 역할

- 1) 학기 중 : 담당 교사는 학생 출석 관리, 강사로부터 학생 특기 자료 및 동료평가, 자기평가자료 관리, 학생 참여 독려, 상담 및 지도 등을 실시한다.
- 2) 학기 말 : 담당 교사는 학생 평가 자료를 수합 및 정리하여 담임교사 또는 관련 교과 교사에게 제공한다.

다. 학생 프로그램 활동

학생들은 기초실험, 심화실험, 특강에 참여 개인 실험 또는 조별 토론으로 산출물을 제작한다. 또한 매 실험 또는 특강 종료 후 자기 평가서 및 보고서를 제출하고, 이를 모아서 개인 포트폴리오로 사용한다.



〈그림 2〉 Google Drive를 통해 관리하는 명덕 융합인재 리더십 아카데미 자료

3. 프로그램 운영의 실제

가. 프로그램 구성

명덕 융합인재 리더십 아카데미는 기초실험, 심화실험, 특강으로 구성된다(표 2). 기초실험은 학생 개인별 실험이 가능하도록 구성하여 기초 탐구 역량(실험 조작, 결과 분석 및 보고서 작성)을 향상시키는 것이 목적이고 심화실험은 첨단 주제와 기기를 사용하여 모둠 단위로 협업하여 실험을 수행하여 과학적 문제 해결력 및 의사소통 능력을 향상시키는 것이 목적이다.

기초 실험 강사는 교내 과학, 수학 교사로 구성하였다. 기초 실험은 학생 개개인의 기초 탐구 역량을 키우는 것이 목적이므로 중학교 수준의 필수 실험을 선택하여 개별 또는 2인1조 실험으로 구성하였다. 교사는 반드시 동일한 실험 도구로 사전 실험을 수행하고, 예시 답안을 작성해두어야 한다. 심화 실험은 평소 학생들이 수행하기 어려운 긴 시간이 걸리는 실험으로 구성하였다. 심화 실험 강사는 관련 주제에 대한 실험과 강의 경험이 풍부한 내·외부 강사를 위촉하였다.

〈표 2〉 프로그램 영역별 세부 운영 사항

영역	시간	기간 및 운영 형태
기초실험	12	• 목요일 18:00 ~ 21:30 총 3회, 6개 실험 • 기초 탐구 능력 신장을 위한 실험 지도
심화실험	30	• 토요일 08:30 ~ 13:30 총 5회, 10개 실험 • Track 별 프로그램 주제 차별화 • 첨단 기자재 활용, 분야별 최근 Issue 맞춤형으로 선정
특강	6	• 토요일 14:30 ~ 16:30, 총 3회 • 해당 분야 국내 저명 과학자
계	48	100% 이수한 자에 한하여 수료 인정

나. 프로그램 운영 일정

명덕 융합인재 리더십 아카데미 프로그램은 심화실험은 5차시, 기초실험은 3차시, 특강은 3회 운영하도록 일정을 계획하였다(표 3).

〈표 3〉 프로그램 차시별 운영 일정

프로그램	차시	트랙	날짜	학년	1교시	2교시	강의실
심화실험	1	A	2020-08-08(토)	1학년			지구과학실
심화실험	1	A	2020-08-08(토)	2학년			물리실
심화실험	1	B	2020-08-08(토)	1학년			생명과학실
심화실험	1	B	2020-08-08(토)	2학년			화학실
심화실험	2	A	2020-08-15(토)	1학년			생명과학실
심화실험	2	A	2020-08-15(토)	2학년			물리실
심화실험	2	B	2020-08-15(토)	1학년			화학실
심화실험	2	B	2020-08-15(토)	2학년			지구과학실
특강	1	C	2020-09-12(토)				원운관
특강	2	C	2020-09-26(토)				원운관
기초실험	1	A	2020-10-27(화)	1학년			지구과학실
기초실험	1	A	2020-10-27(화)	2학년			물리실
기초실험	1	B	2020-10-27(화)	1학년			생명과학실
기초실험	1	B	2020-10-27(화)	2학년			화학실
기초실험	2	A	2020-10-28(수)	1학년			생명과학실
기초실험	2	A	2020-10-28(수)	2학년			물리실
기초실험	2	B	2020-10-28(수)	1학년			화학실
기초실험	2	B	2020-10-28(수)	2학년			지구과학실
심화실험	3	A	2020-10-31(토)	1학년			물리실
심화실험	3	A	2020-10-31(토)	2학년			화학실
심화실험	3	B	2020-10-31(토)	1학년			생명과학실
심화실험	3	B	2020-10-31(토)	2학년			지구과학실
기초실험	3	A	2020-11-04(수)	2학년			물리실
기초실험	3	B	2020-11-04(수)	1학년			
기초실험	3	A	2020-11-05(목)	1학년			지구과학실
기초실험	3	A	2020-11-05(목)	2학년			
기초실험	3	B	2020-11-05(목)	1학년			화학실
기초실험	3	B	2020-11-05(목)	2학년			생명과학실
심화실험	4	A	2020-11-07(토)	1학년			지구과학실
심화실험	4	A	2020-11-07(토)	2학년			물리실

프로그램	차시	트랙	날짜	학년	1교시	2교시	강의실
심화실험	4	B	2020-11-07(토)	1학년			생명과학실
심화실험	4	B	2020-11-07(토)	2학년			화학실
특강	3	C	2020-11-07(토)				원운관
심화실험	5	A	2020-11-14(토)	1학년			물리실
심화실험	5	A	2020-11-14(토)	2학년			지구과학실
심화실험	5	B	2020-11-14(토)	1학년			생명과학실
심화실험	5	B	2020-11-14(토)	2학년			화학실

다. 프로그램 내용

Track별 진로 탐색에 도움이 될 수 있도록 기초실험, 심화실험, 특강을 트랙별로 구분하고, 전문성을 갖춘 강사를 섭외하였다(표 4, 그림 3, 그림 4). 2년 단위로 프로그램을 구성하여 프로그램 중복을 방지하였다. 본교는 특강 운영 시 계획 단계에서는 Track별로 서로 다른 특강을 동시에 진행하고자 하였으나 COVID-19로 인해 특강 강사들과의 일정 조정에 어려움이 있어 횟수를 1/2로 축소하여 운영하였다. 한편 특강의 경우 학생들이 Track과 무관하게 듣고 싶어 하는 경향이 있어 특강 운영에 대한 고민이 필요하다.

〈표 4〉 프로그램 영역 및 트랙 별 탐구 주제

영역	트랙	주제	분야
기초실험	물리, 천문, 공학분야	농도에 따른 설탕물의 굴절률 측정	물리학
		용수철 상수 측정	물리학
		단진자를 통한 중력가속도 측정	물리학
		옴의 법칙	물리학
		하노이 탑의 비밀과 적분을 활용한 심장형 곡선의 길이 구하기	수학
		지구와 달의 크기 측정하기	지구과학
	화학, 생명분야	현미경의 구조와 기능	생명과학
		초파리 관찰하기	생명과학
		포물선 도형, 반원으로 팽이를 만든다. (무게중심을 찾아라!)	수학
		전기 화학	화학
심화실험	물리, 천문, 공학분야	보일-샤를의 법칙	화학
		드론의 비행 원리와 기초 비행 실습	공학
		3D 프린팅의 원리와 모델링 실습 기초	공학
		슬링키(slinky)의 용수철 상수 측정과 운동 분석	물리학
		보이지 않는 세상-열화상카메라 이용 탐구 설계	물리학
		소리 실험	물리학
		부력과 아르키메데스 원리	물리학
		GeoGebra를 이용한 움직이는 수학	수학
		메이커 문화, 수학으로 일자리를 만들다	수학
		하늘보기로 시작하는 천문학	지구과학
	화학, 생명분야	RNA에서부터 단백질까지	생명과학
		식물의 색소 분리와 가상 생물의 계통수 작성	생명과학
		효소의 특성 탐구	생명과학
		식물의 이해와 분류	생명과학
		GeoGebra를 이용한 움직이는 수학	수학
		다양한 결정 격자 만들기	화학
		중화 적정 분석을 이용한 정확도와 정밀도 탐구	화학

영역	트랙	주제	분야
심화실험	화학, 생명분야	산-염기 적정 : 표준용액 제조 및 제산제와 식초의 정량 분석	화학
		기체의 분자량 측정과 용액의 농도 측정	화학
		알칼리 금속의 반응성	화학
		산화 환원 적정 (과망가니즈산법)	화학
		기후변화에 대한 이해	환경
		극한의 개념과 구분구적법을 활용한 여러 가지 증명	수학
특강	공동	Deep Learning for High Schoolers	공학
		변화무쌍한 네트워크, 뇌	생명과학
		기후위기: 파멸적 가속 담대한 전환	환경



〈그림 3〉 개인별 기초 실험 모습



〈그림 4〉 Google Meet를 활용한 온라인 특강과 오프라인 특강 모습

학생들은 프로그램 활동을 마친 후, 자기평가 기록지 작성을 통해 본인의 수업 참여를 되돌아본다(그림 5, 그림 6). 학생들은 Google Workspace 개인계정을 이용한 즉각적인(당일 작성) 수업 내용 및 태도를 환기하며, 자기평가 기록지 작성을 소홀히 하거나 시간을 지키지 않은 학생들에게는 프로그램 이수 판단에 감점을 부여한다. 각 프로그램별로 수합된 자기평가 기록은 수료 후 생활기록부 작성 시기에 각 학생별 기록으로 정리하여 프린트 형태로 제공된다.

지 않고 질의 응답하는데 자유로웠다.

학생들은 명덕 융합인재 리더십 아카데미 프로그램에 대해 아래와 같이 긍정적으로 진술하였다.

- 많은 실험을 정말 좋은 선생님들에게 배울 수 있어서 너무 좋았다. 이렇게 과학적인 내용으로 많은 토의를 한 점도 좋았던 것 같다.
- 기초역량이 매우 향상된 것 같고 자료 해석 및 정리 능력이 크게 늘어 좋았다.
- 평소에 궁금했던 내용들을 직접 체험해보았고, 과학적 사고를 기를 수 있어 좋았다.
- 다양한 실험을 할 수 있었다는 것이 이 프로그램의 가장 큰 장점인 것 같다.
- 과학자 분들의 특강이나 교수님들의 특강을 더 듣고 싶다. 장기간 프로젝트를 하나 계획하여 활동을 종료할 시에 발표할 수 있도록 하면 좋겠다. 보고서나 논문을 작성하는 활동이 있으면 좋겠다.
- 과학적 실험에 대한 기초역량을 기를 수 있어서 좋았다.
- 프로그램이 너무 잘 짜여 있어서 만족스럽지 않은 부분을 잘 느끼지 못했습니다.
- 항상 열심히 실험을 준비해 주시는 선생님들에게 감사하고 열심히 함께했던 친구들도 고맙습니다.

IV. 개선점

명덕 융합인재 리더십 아카데미 프로그램에 대한 교사와 학생들의 만족도와 인식이 긍정적이지만, 프로그램을 운영하면서 보완해야 할 점이 있었다. 첫째, Track별로 1학년 프로그램의 수준과 2학년 프로그램의 수준을 차별화 하는 것이 필요한지? 필요하다면 어떻게 차별화 할 것인지? 그것이 가능한가? 둘째, 명덕 융합인재 리더십 아카데미 프로그램 참여를 희망하는 학생들이 많아 1학년 때 참여한 학생이 2학년 때 다시 참여를 희망할 경우 어떻게 할 것인가? 셋째, 4명의 담임 교사들이 명덕 융합인재 리더십 아카데미 프로그램 이외의 업무를 맡는 것에 대한 업무 부담이 크다. 업무 부담을 줄일 수 있는 효과적인 방안이 무엇인가? 이러한 부분에 대해 좀 더 고민을 하여 프로그램을 개선한다면, 더 내실 있는 명덕 융합인재 리더십 아카데미 프로그램이 될 것으로 생각한다.

08

**Steam Science Class를
활용한 효과적인 학생 중심 연구
프로그램 운영**

인천고등학교



Steam Science Class를 활용한 효과적인 학생 중심 연구 프로그램 운영

I. 배경 및 목적

1. 학생 중심 연구 프로그램 운영의 어려움

본교는 2017학년도부터 과학중점학교를 운영하고 있는 4년 차 운영교로서, 2015 개정 교육과정의 도입, 과학중점학교 및 고교학점제 선도학교 운영 등으로 학생들의 교과 선택권이 확대되면서 ‘통합과학, 과학 탐구실험, 과학과제 연구, 과학융합, R&E, 수학과제 탐구’ 등 학생 중심 연구 활동이 이루어지는 과목이 증가하였다. 이러한 과목들은 학생 중심 연구 활동을 통해 자기주도적 학습 및 연구 활동을 할 수 있기 때문에 과정 중심 평가가 적합하지만, 객관적이고 타당한 과정 중심 평가가 쉽지는 않다.

2020년은 코로나 19로 인한 비대면 수업이 증가하면서 학생 중심 연구 활동 및 과정 중심 평가에 대한 어려움이 더욱 커졌으며, 학교생활기록부 기재 요령의 변화로 비교과 및 방과 후 체험활동의 운영에도 한계가 생겼다. 이에 학생들의 연구 역량을 증가시킬 과학 체험 프로그램과 단계별 학생 중심 연구 프로그램의 효과적인 운영 방안, 교과별 과정 중심 평가 정착 등에 대한 새로운 시도가 필요하다.

2. 교육과정 안에서 운영되는 융합적 과학 수업(Steam Science Class) 모델

학생 중심 연구 프로그램을 효과적으로 운영하기 위해 융합적 과학 수업인 Steam Science Class(SSC) 모델을 개발·적용하여 교육과정 내에서 학생 중심 연구 활동과 체험활동을 활성화하고자 하였다. Steam Science Class란 기존에 방과 후 프로그램과 비교과 체험활동으로 운영되던 과학 융합 프로그램, 과학 캠프 및 탐구 실험 프로그램 등을 정규 교육과정 내에서 운영하고자 하는 것이다. 이를 위한 실천 방안은 다음과 같다.

첫째, 전문적 학습공동체를 활성화하여 학생 중심 단계별 (I. B. D. A.) 연구 프로그램에 적용할 수 있는 SSC (Steam Science Class) 모델을 개발하였다.

둘째, 학생 중심 연구 프로그램에 적용할 수 있는 효과적인 과정 중심 평가 계획을 수립한 후 교사들이 활용할 수 있는 자료를 제작하여 보급하였다.

셋째, SSC 적용, 교사 간 코칭, 수업과 평가의 선순환 등으로 교사의 연구 지도 능력 함양과 학생들의 자기주도적 연구 역량을 강화한다. 이를 통해 학생 중심 연구 프로그램 및 과정 중심 평가를 정착시킬 수 있도록 하였다.

넷째, 교육과정 중심 학교 운영을 위해 학생, 학부모를 대상으로 하는 교육과정 안내 박람회를 개최하였다.

II. 효과적인 학생 중심 연구 프로그램 운영

1. Steam Science Class(SSC) 모델 개발 및 운영

가. 목적 및 운영 계획

학생 중심 연구 프로그램을 운영하면서 가장 어려운 점 중 하나가 학생들의 실험 및 탐구 경험의 부족이었다. 이를 해결하기 위해 방과 후 프로그램이나 비교과 체험활동을 통해 학생들의 희망에 따라 다양한 실험 활동을 경험할 수 있도록 해 왔다. 그런데 운영 결과 모든 학생들에게 고른 기회가 주어지지 않았고, 학교 생활기록부 기재 요령의 변화와 함께 학생들의 참여를 독려하는 것이 더욱 어려워졌다. 이에 과학 체험활동, 실험 프로그램 등을 수업 시간에 운영하여 모든 학생들에게 과학 체험 및 진로 탐색의 기회가 될 수 있도록 하였다(표 1).

〈표 1〉 2020학년도 SSC 운영 계획

구분	프로그램명	세부 내용	시기
1차	MBL 트레이닝	- 무선 온도 센서: MBL 사용법 및 센서 측정 원리, 무선 온도 센서 활용 실험 - 무선 전압 센서: 전해질과 비전해질, 산화 환원 작용 - 무선 운동 센서, 무선 힘 센서: 뉴턴의 법칙 (역할 실험) - 전압, 전류, 자기 센서: 여러 종류의 센서를 동시에 사용하는 실험 고안 - 특수 센서: 자율 실험 설계 및 진행	5 ~ 7월
2차	AI 및 코딩	- AI 코딩: 기계학습 (머신러닝), 인공지능 학습 - 아이키트: IoT, 자율주행자동차, 로봇과학, 메이커 활동 등 - 오조봇: 자율 주행 코딩 로봇 오조봇을 이용한 언클러그드 코딩, 미션 수행	8 ~ 10월

Tips 교육과정 내에서 과학 캠프와 같은 체험활동을 운영하고자 할 경우 학기 시작 전 (1 ~ 2월) 수업 시간표 작성이나 외부 강사 섭외 등을 완료하는 것이 필요하다.

나. SSC 적용 연구 프로그램 운영 실제

2020학년도 SSC 프로그램은 1학년 과학탐구실험, 2학년 과학과제 연구, 3학년 과학융합, 과학동아리에서 운영했으며, 세부 내용은 〈표 2〉와 같다.

〈표 2〉 2020학년도 SSC 적용 연구 프로그램 운영 실제

구분	대상	세부 내용
과학동아리	1, 2학년	- 아두이노, MBL 등을 이용한 기초 실험 활동 - 주제별 실험 고안 및 설계 / • 영역별 실험 활동 및 부스 운영
과학탐구실험	1학년 1 ~ 12반	- 과학 탐구 방법 및 보고서 작성 / • 4차산업 창의융합교육 - MBL 등 기구를 이용한 과학 실험 / • 자유탐구 활동
과학과제 연구	2학년 1 ~ 6반 (과학중점과정)	- MBL 등 컴퓨터 기반 시스템을 활용한 과학 실험 고안 및 실시 - AI 및 4차산업 창의융합교육 / • 코딩 교육 및 3D 프린터 활용
과학융합	3학년 1 ~ 5반 (과학중점과정)	- AI, CPS 등 과학의 발달과 최신 과학 동향 - 진로 희망 분야에 대한 인포그래픽 제작 / • STEAM 잡지 작성

Tips 과학동아리, 과학탐구실험, 과학과제 연구에서는 학생들의 체험활동이나 탐구 실험 위주의 프로그램을 운영하여 자유 탐구 활동을 위한 기반 조성이 되도록 하고, 과학융합에서는 3학년 학생들의 진로 탐색 및 대입 자기소개서 작성과 관련하여 도움이 되는 특강 위주의 프로그램을 운영하는 것이 효과적이다.

2. 단계별 연구 프로그램 (I. B. D. A.) 개선

본교의 단계별 연구 프로그램은 도입(Introduction), 기초(Basic), 발전(Development), 심화(Advancement)의 4단계로 구성되어 있으며(그림 1), 올해는 단계별로 SSC 모델을 적용하여 학생들이 기초적인 연구 능력을 향상한 후 점차 깊이 있는 연구 활동으로 진행할 수 있도록 계획하였다.



〈그림 1〉 단계별 연구 프로그램 (I. B. D. A.)의 구성

가. Guide & Work Book 개발

학생 중심 연구 프로그램을 운영하기 위해서는 교사용, 학생용 자료 개발이 선행되어야 했다. 이에 교사들이 지도에 활용할 수 있는 안내 책자 형태의 Guide Book과 학생들이 자기주도적으로 연구 활동을 진행할 수 있도록 관련 자료 및 참고 자료와 일지를 포함하는 Work Book으로 구분하여 자료를 개발하였다(표 3). 모든 자료집은 컴퓨터 및 모바일 사용 가능한 형태로 개발하여 과학 교사들에게 공유하였으며, 과학실 컴퓨터에 탑재하여 실험실 활동 시 편리하게 활용할 수 있도록 하였다.

〈표 3〉 단계별 연구 프로그램 운영을 위해 개발한 Guide & Work Book

자료집	연계 과목	세부 내용
연구활동 Guide Book I	과학탐구실험	- 과학 연구 활동 안내: 과학의 분류, 과학 탐구 과정, 연구 윤리, 보고서 작성 방법 - 과학탐구실험 지도 실제: 연구 활동의 의미와 필요성, 평가 계획, 기초 탐구 활동 및 개방적 탐구 활동 지도 방법, 실험실 안전 지도 및 기구 사용법, 나만의 Note
연구활동 Work Book I	과학탐구실험	- 미래 사회와 과학, 실험실 안전 및 실험 기구와 기자재 활용 방법 - 연구 활동, 기본적 탐구 과정, 통합적 탐구 과정 활동 자료 탑재, 나만의 Note 작성
연구활동 Guide Book II	과학과제 연구	- 연구 계획 수립: 연구 주제, 선행연구 분석, 가설 설정, 계획서 작성 방법 - 과제연구 지도 실제: 자유 탐구활동 지도, 물품 신청, 보고서 작성, 발표 지도 등
연구활동 Work Book II	과학과제 연구	- 연구 계획 수립, 물품 신청, 보고서 작성 등 안내 - 선행 연구 자료 탑재, 나만의 Note 작성
연구활동 Guide Book III	R&E	- 연구 계획 수립 및 연구 수행 방법 안내 - R&E 지도 실제: R&E 의미와 필요성, 주제 선정, 계획서 작성, 연구 활동, 발표 등
연구활동 Work Book III	R&E	- R&E 의미와 방법 자료 탑재 - 선행 연구 자료 탑재, 나만의 Note 작성

자료집	연계 과목	세부 내용
과학실 활용 Guide Book	과학실 수업	- 과학실 위치 및 모습, 기자재 설치 모습, 기자재 종류와 특징, 기자재 사용 방법 - 기자재 매뉴얼 탑재를 통한 활용 방법 안내
동아리 활동 Guide Book	동아리	- 과학동아리 종류 및 구성, 운영 방법, 과학동아리 활동 내용 - 다양한 과학 탐구 실험 자료
웹북	연구활동	- Guide book 5종에 대한 웹북 제작 - 컴퓨터 및 모바일 사용 가능 / 과학 교사 공유 및 과학실 컴퓨터 탑재

나. SSC를 적용한 단계별 연구 프로그램(I.B.D.A.) 운영

1) Level 1: Introduction (도입)

Introduction(도입)은 과학 연구에 대한 학생들의 호기심 및 흥미를 유발하고, 기초적인 실험 활동 및 간단한 활동 보고서 작성 능력을 함양하는 단계이다. 과학특강, 체험활동, 과학캠프를 계획한 후 적극적으로 홍보하고 운영하여 참가한 많은 학생들이 과학에 대한 관심과 자신감을 높일 수 있도록 하였다(표 4, 그림 1).

〈표 4〉 Level 1: Introduction (도입) 단계 운영 내용

구분	운영 내용
과학특강	- 온라인 과학 특강: 재료공학자의 소금 이야기, 현재와 미래의 개인별 치매 예방 - 과학적 해양 연구 방법, 해양보호생물 보전과 연구 (국립해양생물자원관 김민섭) - 융합형 환경 활동: 온라인 독서 활동 특강
체험활동	- 과학 체험 부스 - 동아리 봉사활동, 인천과학대제전 등에서 온라인 과학 체험 부스 운영 - 재능기부: 과학동아리 온라인 체험 부스 운영 (승학초 재능기부)
과학캠프	- SSC 창의융합형 캠프: 아두이노, MBL 등을 이용한 기초 실험, 응용 실험 설계 및 수행 - 주제별 실험 고안 및 설계 - 학생 Lab 캠프: DNA 전기영동 및 유전자 분석, 생화학 분석 기법



a) 해양 과학자 특강



b) 무선 센서 활용 실험



c) 주말과학체험활동



d) 화생 Lab

〈그림 2〉 Level 1: Introduction (도입) 단계 활동 모습

Tips 코로나 19 상황에서 과학특강이나 체험 부스 등도 온라인과 오프라인 활동을 병행하여 과학에 대한 흥미 증가 및 진로 탐색의 기회가 충분히 제공될 수 있도록 노력하였다.

2) Level 2: Basic (기초)

Basic(기초)은 학생들이 자기주도적 과학 연구를 할 수 있는 기초적인 능력을 함양하는 단계이다. 과학 탐구실험과 통합과학 수업 시간에 Guide & Work Book을 활용한 지도를 통해 1학년 모든 학생들이 과학 탐구의 기초 능력을 익힐 수 있도록 하였고, 실험 기구 사용법 등 아주 초보적인 부분부터 지도하여 과학 탐구에 대한 두려움을 없애도록 노력하였다. 학생들은 Work Book I의 자료 참고 및 나만의 Note에 연구 활동을

누적적으로 기록하도록 하였다. 과학동아리 활동 등을 지도할 때는 동아리 활동 Guide Book을 활용하며, 2~4명의 교사가 함께 지도하는 코티칭을 통해 교사 개개인의 부담을 줄이고 지도 효과를 높이도록 하였다. Basic(기초) 단계에 대한 자세한 내용은 <표 5>와 같다.

<표 5> Level 2: Basic (기초) 단계 운영 내용

구분	운영 내용
과학탐구실험 1	1학년 과학탐구실험 교과 재구성 - 3~4월: 과학탐구과정 연습 및 기초 실험 실시 - 4~6월: 교과서 실험 내용 재구성하여 실시한 후 실험 보고서 작성 및 발표 - SSC 창의융합형 프로그램: 3주 동안 수업 시간을 활용하여 MBL 등 기초 실험 기구를 이용한 과학 실험, 4차 산업혁명과 창의융합교육
통합과학	- 통합과학 교과 재구성 및 공동 지도안 작성 - 과학탐구실험 교과서와 함께 분석하여 탐구 활동 운영 계획 - 기초 실험 기구 사용법, 태양광 발전과 관련된 기초 실험, 3D 프린터 사용 - 융합적 요소 추출, 자기주도적 탐구 활동 실시
탐구동아리	EOS, 모형제작부, 미디어과학탐구부 등 과학실험 및 체험활동, 과학과 디자인의 융합적 활동

3) Level 3: Development (발전)

Development(발전)는 학생들이 단기간의 자유 연구 경험을 통해 자유 연구 능력을 향상시키고 체계를 갖춘 연구 보고서를 작성하는 단계이다. 과학탐구실험 2는 과학탐구실험 교과서 내용 중 태양광발전, 조선시대 과학 기술, 적정기술 등 몇 가지 교과서 실험 주제를 제시한 후 해당 내용을 모티브로 삼아 모둠별로 자유롭게 주제를 정하여 연구 활동을 진행하고, 결과 보고서를 작성하도록 하였다. 창의산출물의 경우 학생 희망에 따라 참여하고 자유롭게 활동을 하지만, 학생들의 요청에 대해 과학 교사들이 적극적으로 조언을 해 주고, 교사의 입장 지도하에 자유로운 실험실 사용 등이 가능하도록 하였다. Development(발전) 단계에 대한 자세한 내용과 실제 활동사진은 <표 6>과 <그림 3>을 참고하면 된다.

<표 6> Level 3: Development (발전) 단계 운영 내용

구분	운영 내용
과학탐구실험 2	1학년 과학탐구실험 교과 재구성 - 6~7월: 모둠별 자유 탐구 주제 선정 - 7~9월: 연구계획서 작성 및 물품 신청 - 9~11월: 연구 활동 - 11~12월: 보고서 작성 및 발표
창의산출물	- 자유 탐구 활동 - 1, 2학년 희망 학생 대상 - 7월: 운영 내용 및 방법 공지 - 7~10월: 과학 관련 주제를 선택한 후 주제에 맞는 탐구 활동 진행 - 보고서 제출 및 발표



a) 자유 주제 선정



b) 자유 주제 실험



c) 진동 실험



d) 창의산출물 발표

〈그림 3〉 Level 3: Development (발전) 단계 활동 모습

4) Level 4: Advancement (심화)

Advancement(심화)는 학생들이 장기간의 자유 연구 경험을 통해 심화된 연구 역량을 함양하고 소논문 형태의 보고서를 작성하는 단계이다. 특히 심화 단계의 경우 진로 희망과 부합하는 전공 적합 주제를 선정하여 연구 활동을 진행할 수 있도록 지도하는 것에 중점을 두었다. 과제연구는 3월에 2학년 과학중점과정 학생들이 전체를 대상으로 오리엔테이션을 실시하여 계획서 작성, 물품 검색 및 신청, 논문 검색 및 활용 방법 등에 대해 안내하였다. 이전의 학교 실험이나 동아리 활동과 같은 1회성 실험이 아닌 주제를 갖고 유의미한 연구를 진행해야 함을 계속해서 주지시키고, 교사들은 매시간 학생들의 활동을 점검하며 방향성을 제시하였다. R&E는 참가를 희망하는 학생들이 많은 관계로, 주제 및 전공에 적합한 학생들이 선발될 수 있는 기준을 정하여 선발을 통해 대상 학생을 선정하였고, 가능한 대학 교수를 섭외하여 대학교 실험실에서의 연구 활동을 경험할 수 있도록 운영하였다. 과학융합 시간에는 그동안의 활동을 바탕으로 본인의 진로 희망을 파악할 수 있도록 지도한 후 진로와 관련된 과학 주제를 선정하여 인포그래픽 및 융합적 잡지 기사를 작성하도록 하였다. 작성된 작품들에 대한 발표 및 토론 활동까지 진행하여 다양한 분야에 대한 융합적 시각을 갖도록 하였으며, 면접 활동 등을 대비할 수 있도록 하였다. Advancement(심화) 단계에 대한 자세한 내용과 실제 활동사진은 <표 7>과 <그림 4>를 참고하면 된다.

〈표 7〉 Level 4: Advancement (심화) 단계 운영 내용

구분	운영 내용
과제연구	- 과학중점과정을 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 분야로 나누어 44개팀으로 구성하여 운영 - SSC 창의융합형 프로그램: 3주에 걸쳐 6시간 동안 MBL 등 컴퓨터 기반 시스템을 활용한 과학 실험 고안 및 실시, AI 및 4차산업 창의융합교육, 코딩 교육 및 3D 프린터 활용 - 연중 4회의 발표를 통해 계획 점검 및 연구 과정 논의, 중간 점검, 최종 발표 등을 진행 3~5월: 오리엔테이션, 주제 선정, 계획서 작성 6~7월: 계획서 발표 및 물품 신청 7~11월: 자유 연구 활동, 보고서 작성 및 발표
과학융합	- 진로 희망에 따른 관심 분야 파악 - 진로와 관련된 과학 주제를 선정하여 인포그래픽 자료와 STEAM 잡지 기사 작성 - 발표 및 토론, 동료 평가 - SSC 창의융합형 프로그램: AI, CPS 등 과학의 발달과 최신 과학 동향
R&E	3월: 지도 교수, 지도 교사, 참가 학생 선정 - 융합, 화학 등 4분야, 16명 학생 참가 - 연중 활동: 본교 실험실 및 대학교 방문 실험, 논문 검색, 토론, 소논문 작성



a) 과제연구 오리엔테이션



b) 과제연구 활동



c) 융합 R&E 활동



d) 인포그래픽 전시

〈그림 4〉 Level 4: Advancement (심화) 단계 활동 모습

다. 연구 결과 발표 및 공유

학생 중심 연구 활동 결과에 대해 다양한 대회를 실시하였다(표 8). 대회는 발표를 통해 진행하였으며, 대회 결과는 자료집으로 제작하여 배부하고, 이를 통해 학생들은 서로의 연구 결과를 공유하면서 더욱 발전된 아이디어를 얻을 수 있었다. 또한 미추홀제를 통해 온라인 상에 포스터 형태로 연구 활동 결과를 전시하였으며, 과학실이 있는 건물의 복도와 계단을 활용하여 학생들의 연구 결과를 상설 전시하였다.

〈표 8〉 발표대회 운영 내용 및 결과물

대회명	운영 내용	성과 및 제언
과학 주제탐구 발표대회	1학년 학생을 대상으로 실시 - 자유 주제를 선정하여 모둠별로 연구활동을 진행한 후 보고서 및 발표 자료 제출, 발표 - 3~9월: 연구 활동 실시 - 10~11월: 보고서 제출 및 발표	60팀 287명의 학생들이 대회에 참가하였다. 한 학기라는 비교적 단기간의 연구활동을 통해 과학 연구 활동을 체험했으며 자신의 진로에 대한 고민을 한번 더 할 수 있는 기회가 되었다.
과학 연구활동 발표대회	2학년 학생을 대상으로 실시 - 과학 관련 주제를 선정하여 모둠별로 연구활동을 진행한 후 보고서 및 발표 자료 제출, 발표 - 3~9월: 연구 활동 실시 - 10~11월: 보고서 제출 및 발표	28팀 180명의 학생들이 대회에 참가하였다. 1년 동안 진행한 연구인만큼 유의미한 결과를 산출한 팀이 많았고, 서로의 발표를 들으며 조언과 피드백을 하는 경험을 하였다.
과학 인포그래픽 경진대회	1, 2, 3학년을 대상으로 실시 - 5~7월: 연구 결과, 최신 과학 분야, 진로 희망 분야 등을 주제로 창의적 인포그래픽 제작	1, 2학년 297명의 학생이 팀을 이루어 여름방학 기간에 집중적으로 연구 활동을 진행한 후 발표대회에 참가하였다. 1학년 학생들은 2학년 학생들의 발표를 들으며 향후 연구 계획을 수립할 수 있는 계기가 되었다.

3. 교육과정 재구성 및 수업 환경 조성

가. 전문적 학습공동체 활성화

SSC 운영을 위해서는 우선 교육과정 분석 및 교육내용 재구성, 과정 중심 평가 계획 수립을 위한 교사 간 협의가 매우 중요하다. 정기적인 협의회는 물론, 분과별 소규모 협의를 수시로 하며 교수 학습 지도 방안 공유 및 교실 수업 나눔을 통해 교육 전문성을 동반 성장하고자 하였다. 올해는 코로나 19로 많은 어려움이 있었으나, 역설적으로 쌍방향 온라인 수업 활성화 등을 위해 교사 연수 및 컨설팅 등 전문적 학습공동체 활동이 더욱 활발히 진행되었다(표 9).

〈표 9〉 교과 재구성을 위한 전문적 학습공동체 활동

시기	주제	세부 내용
3월	T - EOS 구축	• 2015 개정 교육과정의 정착 및 탐구 활동 중심 교육 활성화를 위한 교사 학습공동체 구축
3 ~ 4월	교육과정 협의	• 과학탐구실험, 통합과학, 과제연구, R&E, 과학융합 등 연구 중심 활동으로 재구성 • SSC 프로그램의 개발 및 운영 방안 / • 교과별 과정 중심 평가 계획 수립 • 수업이나 동아리, 각종 연구 활동 중 SSC 프로그램 적용 협의
	연수 및 컨설팅	• 과학중점학교, 창의적 체험활동, INS, 쌍방향 온라인 수업 등 컨설팅 및 연수 실시
4 ~ 7월	연구 활동 1	• 학생 중심 연구 활동 중 SSC 프로그램 적용 • 과정 중심 평가 및 피드백 활동
7월	결과 협의	• 1차 SSC 운영 결과 공유 / • 프로그램 수정 및 보완 협의
8 ~ 10월	연구 활동 2	• 학생 중심 연구 활동 중 SSC 프로그램 적용 / • 과정 중심 평가 및 피드백 활동
10월	결과 협의	• SSC 프로그램 운영 결과 평가 및 차년도 운영 방안 모색 • 과정 중심 평가 진행 및 결과 도출 협의
11월	자료집 개발	• 활동 결과를 자료집으로 개발

나. 수업 시간표 작성 및 환경 조성

1) 수업 시간표 작성

교육과정 내에서 SSC 프로그램을 운영하고, 그에 따른 효과적인 과정 중심 평가를 하기 위해서는 교사 간 혹은 외부 강사와의 코티칭이 중요하다. 외부 강사를 초빙하거나 교사 간 협력 및 수업 나눔 등 코티칭이 이루어지기 위해서는 수업 시간표를 한 치의 오차도 없을 정도로 신중하게 작성해야 한다. 본교는 과학탐구실험, 과학과제 연구, 과학융합 등은 동 과목 담당 선생님 간에는 가능한 시간표가 중복되지 않도록 하고, 효율적인 탐구 활동을 위해 블록 수업으로 구성될 수 있도록 시간표를 작성하였다(그림 5).

구분	월	화	수	목	금
1교시		2-1 / 2-2 과제연구	1-11 과학탐구실험		
2교시	1-6 과학탐구실험	2-1 / 2-2 과제연구	1-10 과학탐구실험	1-5 과학탐구실험	1-12 과학탐구실험
3교시	1-8 과학탐구실험	2-3 / 2-4 과제연구	1-7 과학탐구실험	1-3 과학탐구실험	1-4 과학탐구실험
4교시	1-9 과학탐구실험	2-3 / 2-4 과제연구	1-2 과학탐구실험		1-1 과학탐구실험
5교시	3-2 과학융합	3-3 과학융합	3-5 과학융합	3-1 / 3-4 과학융합	창체
6교시	3-2 과학융합	2-5 / 2-6 과제연구	3-5 과학융합	3-1 / 3-4 과학융합	창체
7교시		2-5 / 2-6 과제연구			창체

2020학년도 1학기 전체 교사 시간표

〈그림 5〉 블록 수업 및 코티칭을 위한 수업 시간표 작성 예시

Tips 블록 수업이나 연속된 시간표 작성이 되기 위해서는 다른 교과나 교사들의 양해가 필요하므로 부서 간 협의가 선행되어야 한다.

2) 환경 조성

학생들의 실험 활동을 활성화하기 위해서는 실험실 환경 조성이 중요하다. 본교는 3년 간 지속적으로 멀티미디어 분석 장치 등 첨단 과학기자재 확보를 위해 노력하고 있으며, 올해는 특히 리소스 센터를 옮기면서 학생들의 개별적 연구 활동을 지원할 수 있는 환경이 조성되도록 하였다. 또한 휴대폰 앱과 홈페이지를 통해 과제 제시 및 제출 등이 가능한 양방향 소통을 기반으로 하는 솔루션인 INS (인천고 종합 솔루션)를 구축

하여 학생 포트폴리오를 관리할 수 있도록 하였으며, 학생 개인별 연구 활동은 Work Book을 활용하여 연구 과정 포트폴리오로 관리하였다.

4. 학생 중심 연구 프로그램 및 과정 중심 평가 운영

가. 과정 중심 평가 계획 수립

교육과정 재구성을 통해 수업 및 평가 활동을 단계적으로 구성하였으며, 본교의 과정 중심 평가 계획 예시는 <표 10>과 같다.

<표 10> 학생 중심 연구 프로그램의 과정 중심 평가 계획안

구분	과정 중심 평가 계획 (1학기)
과학탐구실험	• 실험 보고서 (40점): 과학사의 결정적 실험 자료 시청, 자유낙하 실험 및 주기율표 제작, MBL 활용 실험 및 코딩, 자유 탐구 주제 선정 및 인포그래픽 제작 • 발표 (30점): 연구 결과 발표 및 인포그래픽 자료 제시, 과학 탐구 결과 발표, 인포그래픽 자료 제작 및 발표, 자료 공유 및 토의 • 탐구 과정 (10점): 과학 연구 윤리 및 공동 연구 자료 시청, 탐구 과정 설계 토의, 코넬 노트 및 일지 작성, 우수 탐구 과정 및 일지 공유
과학과제연구	• 연구 계획서 (40점): 과제연구 과정 및 의의 설명, 논문 검색 및 자료 정리, MBL 응용 실험 및 코딩, 연구 주제 선정 및 인포그래픽 제작, 연구 계획서 제출 • 발표 (30점): 연구 결과 발표 및 인포그래픽 자료 제시, 실험 결과 발표, 연구 계획서 작성, 인포그래픽 자료 제작 및 발표, 자료 공유 및 토의 • 연구 과정 (10점): 과학 연구 윤리 및 공동 연구 자료 시청, 실험 과정 설계 토의, 코넬 노트 및 일지 작성, 우수 탐구 과정 및 일지 공유
과학융합	• 보고서: 최신 과학 동향 관련 자료 시청 및 논문 검색, 코딩, MBL, AR, AI 등 최신 과학 동향 관련 자료 조사 및 정리, 인포그래픽 및 STEAM 잡지 제작 • 발표: 연구 결과 발표 및 인포그래픽 자료 제시, 인포그래픽 자료 제작 및 발표, 보고서 및 STEAM 잡지 제작 및 발표, 자료 공유 및 토의 • 토론: 최신 연구 활동 및 공동 연구 자료 시청, STEAM 잡지 제작을 위한 토의, 인포그래픽 자료 해석 및 토의, 우수 자료 공유

나. 과정 중심 평가 실시 및 결과 공유

코로나 19 상황에서 학생 중심 연구 활동을 원활히 진행하기 위해서 등교 수업 시에는 모듈 구성 및 실험 활동을 진행했으며, 비대면 수업 시에는 온라인 상 모듈별 토론방을 개설하여 자료 검색 및 토론 활동을 집중적으로 진행할 수 있도록 하였다. 과정 중심 평가 실시 후에는 협의 시간을 반드시 확보하여 교사들 간 결과 공유 및 수업으로의 피드백이 이루어질 수 있도록 하였다.

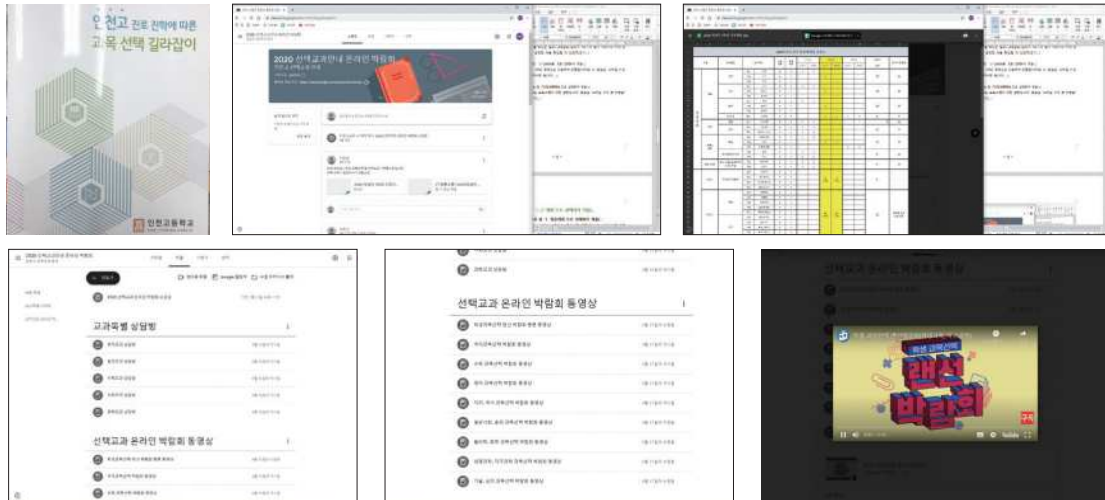
5. 학생 맞춤형 교육과정 온라인 박람회

가. 목적 및 운영 방침

2015 개정 교육과정 도입 및 고교학점제 선도학교 운영 등으로 교육과정에 대한 학생 선택의 폭이 확대되면서 학생들에게 선택 교과에 대한 안내 및 상담 기회를 부여하여 학생들이 진로와 연계된 맞춤형 교육과정을 선택할 수 있도록 하는 것이 매우 중요해졌다. 그러나 올해는 코로나 19로 인해 이전에 대면 집합 형태로 이루졌던 교육과정 안내를 할 수 없게 되었다. 이를 해결하기 위해 구글 클래스룸을 활용한 ‘선택 교과 온라인 박람회 (2020. 09. 18.)’를 계획하였다.

나. 쌍방향 온라인 진로 박람회 운영

쌍방향 온라인 진로 박람회를 위해 먼저 교과군을 ‘국어, 영어, 수학, 과학, 사회, 생활교양’으로 구분하여 담당 교사를 지정하였다. 학생들에게는 ‘인천고 진로 진학에 따른 과목 선택 길라잡이’ 책자를 미리 배부하여 선택 교과에 대한 내용 이해를 증진시켰다. 쌍방향 온라인 진로 박람회에서 1, 2학년 학생들은 교과별 안내 동영상 시청 후 담당 선생님과 실시간 채팅을 통한 상담 활동에 참여하도록 하였다. 이를 실시한 결과 일방적이고 집단적인 안내가 아닌 학생 맞춤형 상담 활동을 통해 학생들의 만족도를 높였으며, 학생들의 차년도 교육과정 선택에 대한 효과적인 안내가 되었다. 본교의 쌍방향 온라인 진로 박람회를 위해 제작한 자료와 개설한 플랫폼 내용은 <그림 6>과 같다.



<그림 6> 온라인 박람회 길라잡이 책자 및 쌍방향 플랫폼 내용 소개

Tips 수차례에 걸친 교과별, 운영 교사별 사전 협의회를 통해 안내 책자를 제작하고, 구글 클래스룸을 통한 모의 운영 후 수정·보완하여 온라인 동영상, 실시간 상담, 학급 상담 등 다양한 방식을 제공하였다.

III. 결론

1. 과정 중심 평가 정착

SSC (Steam Science Class, 창의융합형 과학 수업) 모델을 개발하여 단계별 연구 활동에 적용했으며, 수업과 평가가 분리되지 않도록 과목별로 코티칭을 하는 교사들 간 협의를 통해 평가 기준을 세부적으로 수립한 후 2 ~ 4명의 교사가 함께 평가에 참여하였다. 평가 후에는 결과 공유 및 수업으로의 피드백이 이루어질 수 있도록 하였다. 이를 통해 학생들에게는 공정한 평가가, 교사들에게는 평가에 대한 부담감 감소가 실현되었다. 또한 INS (인천고 종합 솔루션)를 구축하여 연구 활동을 위한 자료 및 대회 공지, 보고서 양식 탑재 및 제출, 물품 신청, 학생들의 개인별 포트폴리오 관리 등을 체계화하였다(그림 7).



〈그림 7〉 과제 연구 계획서 및 보고서 작성, 발표 자료, 연구일지 작성 자료 예시

2. 학생들의 인식 변화

4월과 10월, 2차례에 걸쳐 1학년 학생 223명에 대해 실시한 학생의 과학 긍정경험지표 설문 검사 결과 모든 항목에서 학생들의 긍정적 인식이 높아졌음을 알 수 있었다. 과학중점학교 프로그램의 운영이 일부 학생들에게는 학업 부담을 주는 것도 사실이나 많은 학생들의 긍정적인 인식을 향상시키는데 크게 기여했음을 알 수 있었다. SSC를 적용한 학생 중심 연구 프로그램 운영을 통해 학생들은 과학 체험의 기회를 고르게 부여받을 수 있었음에 매우 만족했으며, 그 과정에서 본인도 미처 알지 못했던 진로 희망 분야를 찾을 수도 있었다는 의견이 많았다.

IV. 개선점

과학중점학교 교육과정 및 과정 중심 평가가 원활히 이루어지기 위해서는 교사 간의 공감대 형성이 먼저 이루어져야 하며, 이를 뒷받침해 줄 수 있는 학교 전체의 협업, 공간 및 시간 확보, 교육 활동을 위한 인프라 구축 등이 필요하다.

과학중점학교의 시도 이양, 교육과정의 학생 선택권 확대, 고교학점제 시행 등으로 과학중점학교의 위상과 운영 방식에 변화가 생길 수 밖에 없는 상황이다. 그럼에도 과학중점학교의 많은 우수한 프로그램이 학교 현장의 교육과정 내에서 멈춤없이 지속적으로 운영되기 위해서는 과학중점학교의 의미와 방향성에 대해 새로운 안내가 필요하다. 이러한 노력이 있을 때 과학중점학교는 보다 의미 있게 운영될 것이다.

09

{ 1수업 2교사 Co-Teaching을 활용한 융합수업 프로젝트 }

충북 금천고등학교

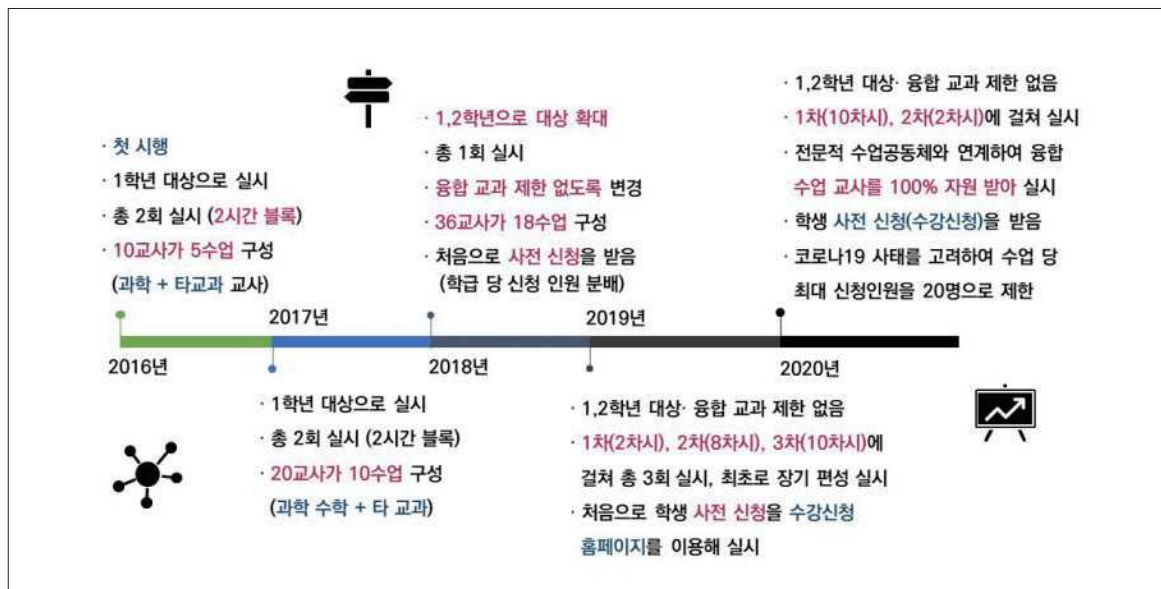


1수업 2교사 Co-Teaching을 활용한 융합수업 프로젝트



I. 배경 및 목적

급변하는 미래사회를 대비하기 위해 사실은 존재하지도 않는 교과 간 장벽을 허무는 일은 매우 중요합니다. 과학은 과학 분야에만 갇혀 있지 않으며, 사회·정치·예술 등의 여러 분야와 밀접한 관계를 맺고 있습니다. 지구온난화 문제, 인공지능(AI)의 발달, 코로나 19 사태 등의 문제에서 볼 수 있는 일부 대중의 과학에 대한 불신과 비과학적인 음모론의 난립은 과학이 다른 어떤 분야보다도 신뢰를 갖고 긴밀하게 세상과 소통하여야 함을 시사하고 있습니다. 2015 개정 교육과정의 기본 방향에서도 ‘문·이과의 이분화 된 교육이 지식편식 현상을 심화시키고 있어, 문·이과 칸막이를 없애고 인문학적 상상력과 과학기술 창조력을 갖춘 인재로 성장하여야 함’, ‘자연 현상과 사회 문제를 통합적으로 탐구하는 능력을 기르고자 함’ 과 같이 융합교육이 교육과정 기본 방향의 중요한 요소로 제시되어 있습니다.



〈그림 1〉 본교 융합수업(1수업 2교사) 프로젝트의 발전 과정(2016년 ~ 2020년)

이에 본교에서는 2016년부터 융합수업(1수업 2교사) 프로젝트를 시작하여, 5년 째 발전시키며 이어오고 있습니다¹⁾. 1수업 2교사라는 명칭대로, 서로 다른 전공의 교사 2명이 1개의 수업을 구성하며 실시하게 됩니다. 2016년 1학년만을 대상으로 총 10명의 과학 교과와 타 교과의 교사가 5개의 2시간의 블록타임 수업을 구성하여 진행한 것을 시작으로, <그림 1>과 같이 매년 단점을 보완하고 장점을 확대시키며 발전시켜 왔습니다. 2020년에는 코로나19 사태가 도래한 어려운 현실적인 상황에서도, 16명의 타 전공의 교사가 8팀의 융합수업을 구성하여 10차시의 장기 융합수업 프로젝트를 준비하여 성공적으로 시행하였습니다. 첫 해인 2016년에는 과학을 중심으로 실시되었지만, 현재 본교의 융합수업은 과목(전공)이 서로 다른 2명의 교사가 1팀을 구성하여 수업을 구상하고, 수강신청을 통해 학생의 사전 신청을 받아 진행하는 방식으로 이루어지고 있습니다.

II. 운영

1. 융합수업(1수업 2교사)의 운영 과정(2016년 ~ 2018년)

2016년부터 2018년까지는 융합수업(1수업 2교사)을 점차 확대시켜 적용시켜 나가는 시기였습니다. 융합수업의 필요성을 공감하고, 2016년에는 10교사가 참여하였고, 과학교사와 타 교과 교사가 짝을 이루어 2회 실시되었습니다. 2017년에는 20명의 교사 참여하였으며, 수학 및 과학 교사가 타 교과의 교사와 짝을 이루어 2회 실시되었습니다. 2018년에는 36명의 교사가 참여하였고, 교과목의 제한 없이 서로 다른 교과의 교사 2명이 짝을 이루어 진행하였으며, 처음으로 사전 신청을 받아 1회 실시되었습니다.

2016년부터 2018년까지는 동일하게 일과 중에 블록타임 2시간 수업을 편성하여 실시하였습니다. 많은 교사가 수업에 참여해야 하는 만큼 사전에 일과 담당 선생님과 상의하며 수업시간 변경을 실시하였고, 성공적으로 실시될 수 있었습니다.

2. 융합수업(1수업 2교사)의 운영 (2019년)

가. 운영 과정(2019년)

2018년 많은 선생님들이 참여하였지만 수업 준비와 운영 과정에서 너무도 많은 피로감과 어려움을 호소하였습니다. 학생들이 높은 만족도를 보인 것과는 달리, 운영 교사는 융합수업이 자신의 전문성 신장에도 큰 도움이 된다는 사실은 공감함에도 불구하고 프로그램에 있어 낮은 만족도를 보였습니다. 또한 융합수업이 2시간 블록타임으로만 진행되었던 만큼, 1회성(이벤트성)으로만 진행되는 프로그램이라는 지적도 있었습니다.

이에 2019년부터는 융합수업의 질적 향상을 꾀하였습니다. 교사들의 자율적 참여를 위해 2018년 12월 전문적 공동체 자율적 참여를 위한 전체 교사 워크숍 개최하고, 2019년 융합 수업 참가 교사를 모집하였습니다. 2019년 1월 융합수업 운영 T/F팀을 구성하여 의견 공유를 위한 채팅방(카톡)을 개설하였고, 1학기에 총 5차례의 회의 및 3차례의 선진지 방문, 학사일정 효율화를 위한 회의를 <그림 2>와 같이 실시하며 융합수업의 적절한 운영 방안을 모색하였습니다.

1) 2016년~2020년 융합수업(1수업2교사) 지도안 및 프로젝트 설계서 모음: <http://school.cbe.go.kr/kch-h/M01150702/view/4128582?>



a) 5월: T/F 팀 3차 회의



b) 7월: T/F팀 제천 간디학교 방문



b) 7월: T/F팀 제천 간디학교 방문



d) 8월: T/F팀 중 3명 프로젝트 수업
선진지 방문 - 덴마크 및 핀란드



e) 8월: 학사일정 효율화를 위한 전체 교직원 회의
- 융합수업(2교사1수업) 일정 조율



〈그림 2〉 융합수업 우수사례 탐색, 회의 및 준비과정

회의 결과 2019년에는 처음으로 융합수업을 8차시 및 10차시로 장기화시켜 실시하기로 결정하였습니다. 융합수업은 2학기에 총 3차례(1차, 2차, 3차)에 걸쳐 실시되었습니다. 이 중에서 2차 수업은 이전과 동일하게 블록타임제 2시간 수업으로 실시되었으며, 28명의 교사가 14개의 수업을 구성하여 실시하였습니다. 본교와 계약 중인 방과 후 신청 사이트를 이용하여 사전 신청을 받아, 1학년과 2학년 과학중점반 전원이 참가하였습니다. 융합교과는 제한을 두지 않았으며, 과학 외에도 상담, 특수, 체육, 윤리 등 다양한 교과가 참여한 융합 수업이 편성되어 개성 있는 주제의 수업이 구성되어 진행되었습니다(표 1).

1차와 3차 수업은 각각 8차시와 10차시로 방과 후 시간에 실시되었습니다. 12명의 교사가 6개의 수업을 구성하여 실시하였으며, 처음으로 학년 간의 벽을 깨고 1, 2학년 무학년제로 사전에 신청을 받아 진행하였습니다. 8차시 및 10차시로 수업을 구성하다 보니 수업이 자연스럽게 문제해결학습 및 프로젝트 수업(PBL)의 형태로 구성되는 경향을 나타냈습니다. 예를 들어 ‘임신중절에 관한 생명-윤리적 쟁점’ (생명-윤리)에서는 당시 이슈였던 낙태죄의 헌법불일치 판정 사례를 제시하고, 관련된 과학적 내용을 깊게 이해하는 동시에 윤리적 관점에서 서로 토론하고 발표하는 과정으로 진행되어 전형적인 프로젝트 수업의 형태를 보였습니다. 이에 교사 중심의 수업 방식에서 학습자 중심의 수업으로의 수업의 변화는 여러 교과 간 융합수업을 장기적으로 편성하는 과정에서 자연스럽게 가능해질 수 있음을 깨닫게 되었습니다. 또한 본교에서 다년 간 지속적으로 진행되는 융합수업의 실질적 교육과정의 편성 가능성 및 운영 방법을 엿볼 수 있었다는 점에서 의의가 컸습니다. 2019년 실시한 융합수업은 충북의 모든 중고등학교 선생님들에게 공문을 게시하여 공개를 하였습니다.

〈표 1〉 2019년 융합수업 내용

팀	교사	융합과목	융합수업 주제	수업구성
1	박○○아 - 최○○아	한국사 - 국어	한국사 속으로 떠나는 국어 여행	8차시, 10차시
2	박○민 - 남○정	물리 - 미술	일상의 필수품, 빛을 맛보다	8차시, 10차시
3	김○림 - 지○구	사회 - 체육	한 게임 할래? - 새로운 법(규칙)을 적용한 농구 게임	8차시, 10차시
4	홍○환 - 류○환	수학 - 지구과학	케플러, 네가 수학을 알아?	8차시, 10차시
5	김○환 - 오○석	역사 - 지구과학	요리보고 조리보는 과학 쏙! 임진왜란!	8차시, 10차시
6	장○영 - 장○진	생명과학 - 윤리	생명과학과 생명윤리 융합 프로젝트 수업	8차시, 10차시
7	강○구 - 안○희	수학 - 영어	영어로 배우는 네모네모로직	2차시
8	남○○아 - 유○라	일본어 - 상담	나눔, 공감 그리고 배려	2차시
9	박○경 - 지○경	국어 - 수학	문학 작품을 함수로 풀어내기	2차시
10	박○희 - 안○상	수학 - 영어	수학적 상상력과 건축학적 영감을 키우기	2차시
11	윤○근 - 성○주	지리 - 수학	수학-지리 사천성	2차시
12	류○혜 - 홍○표	특수 - 영어	장애 이해 및 패럴림픽 종목 체험	2차시
13	권○제 - 이○미	영어 - 화학	물질의 극성 & 무극성	2차시
14	김○건 - 장○영	기술 - 진로	Back To The Future(NFC 활용 진로탐색)	2차시

나. 운영 결과 및 피드백(2019년)

설문 조사 결과 본교 학생들은 융합수업(2교사1수업)에 매우 큰 만족도를 보였습니다. 융합수업을 선호하는 이유로는 여러 과목을 1개의 수업에 배울 수 있으며, 수강신청을 하여 원하는 수업을 들을 수 있었으며, 기존 1인 수업에서 배울 수 없는 것을 배울 수 있었다는 점을 들었습니다. 8차시로 길게 진행된 융합수업의 길이에 대해서도 학생들은 과반 수 이상이 적당하다고 답했습니다. 그렇지만 융합수업에 대한 학생의 높은 만족도에 비해, 교사의 수업 만족도 및 참가 의향은 다소 낮은 편으로 나타났습니다. 팀티칭 수업으로 인해 교사 스스로도 배움이 발생하며, 다양한 수업 체험의 기회가 발생한다는 것에서 자신의 교육적 역량 계발에 도움이 된다는 것은 교사 공통의 의견이었습니다. 그럼에도 융합수업에 대한 교사 만족도가 낮은 이유는 융합수업 참여로 인한 학교 업무가 과중되는 것으로 나타났습니다. 일과 수업, 방과 후 활동, 소인수 교육과정, 체험학습 인솔, 담임 학생지도 등의 많은 프로그램으로 교사가 감당하기에 매우 벅차며, 이 모든 프로그램에 융합수업까지 진행하는 것에 대해 교사는 많은 부담을 느꼈습니다. 따라서 융합수업이 성공적으로 지속되기 위하여 무엇보다 ‘학사일정의 효율적 운영으로 인한 교사의 업무부담 경감’이 가장 중요한 요소라고 판단하였고, 2020년 운영에 이를 반영하였습니다.

3. 융합수업(1수업 2교사)의 운영 (2020년)

가. 교사 만족도 향상을 위한 운영 계획(2020년)

융합수업 운영 5년차를 맞아, 융합수업 프로젝트가 학교에 장기적으로 정착되기 위해서는 수업을 실시하는 교사의 만족도를 높이는 것이 중요한 요소로 여겨졌습니다. 이에 2020년에는 우선 융합수업을 실시할 교사를 100% 자원을 받은 다음, 본교의 전문적학습공동체에 ‘1수업 2교사 융합 수업 연구회’를 공동체명으로 신청(등록)하여 진행하였습니다. 원활한 소통을 위해 와 같이 충북소통메신저를 이용하여 단체채팅방을 열어 수업 일정 및 진행과정에 대해 끊임없이 소통하며 진행하였습니다. 이는 또한 코로나19 사태로 대면모임이 어려운 상황에서 매우 간단하고 효과적인 소통 방식으로 사용되었습니다. 효과적으로 교사들의 의견을 수렴하며 진행한 결과 어느 해보다도 참가 교사들은 융합수업에 대해 높은 만족도를 보였습니다.

나. 운영 과정(2020년)

10차시의 융합수업 프로젝트, 2차시의 미니 융합수업 2가지 형태의 프로그램을 준비하여 진행하였습니다. 두 융합수업 모두 1수업을 2교사가 진행하는 것은 동일하며, 10차시의 융합수업은 방과 후에 5일 동안 진행되었고, 2차시의 미니 융합수업은 일과 중에 블록타임으로 진행되었습니다(표 2). 코로나 19 감염병에 대응하여 방역수칙을 준수할 수 있도록 참가 학생 수를 제한하였고, 공정하게 참가 기회를 제공하기 위해 본교와 계약 중인 수강신청 사이트를 이용하여 온라인 참가 신청을 받아 진행하였습니다.

〈표 2〉 2020년 10차시 융합수업 프로젝트와 2차시 미니 융합수업의 비교

프로그램명	수업차시	진행일시	참가 교사 (참가 팀)	인원 제한	참가 대상 및 참가 신청 방법
융합수업 프로젝트	10차시	2020.10.26.(월) ~ 10.30.(금) 방과 후	10교사 (5팀)	팀당 16명	1,2학년 무학년제, 수강신청 사이트 이용 사전 참가 신청
미니 융합수업	2차시	2020.10.30.(금) 2, 3교시 (일과 중)	16교사 (8팀)	팀당 20명	

2020년 융합수업은 ‘가정, 생명과학(2명), 기술, 국어(2명), 수학, 역사, 물리, 화학, 윤리, 영어, 일본어, 지구과학(2명), 체육’의 서로 다른 13개 전공의 교사가 모여 팀을 구성하였습니다. 본교의 융합수업은 2016년에는 과학을 중심으로 시작했지만, 현재는 교과와 제한 없이 다양한 형태의 조합으로 융합수업이 구성되어 있으며(표 3, 그림 3), 전 교과를 아우르는 본교의 핵심적인 프로그램으로 자리 잡게 되었습니다.

〈표 3〉 2020년 융합수업 내용

팀	수업교사(과목)	융합수업 주제 및 수업내용	수업구성 및 참여
1	김○정 (국어) - 박○○아 (한국사)	교실에서 시작하는 노동인권수업 - 노동인권에 대한 문학 작품을 읽고 토론하며, 노동인권의 주요 법률과 우리나라의 70-80년대 노동조합의 역사를 이해하고, 현재 노동인권 법안의 문제점을 알고 관련 법안을 홍보하는 포스터를 제작한다.	융합수업 프로젝트 (10차시) 및 미니 융합수업 (2차시)
2	이○경 (가정) - 임○(생명과학)	잘 먹고 잘 사는 법 - 청소년에게 필요한 영양소에 대해 알고, 영양소를 검출하고 소화의 원리를 파악하여 건강한 식생활을 실천하기 위한 방법에 대해 이해한다.	
3	장○진 (윤리) - 강○봉 (생명과학)	인공지능은 '트롤리 딜레마'를 판단하지 못한다. - 인공지능의 원리와 앞으로 끼칠 영향에 대해 이해하고, 모럴 머신을 이용한 트롤리 딜레마(자율주행자동차가 누군가를 살해하도록 설계하여야 한다)의 원리와 윤리적 문제에 대해 알고 이를 대처하기 위한 관련 법령을 토론하여, 인공지능 윤리 지침을 마련하는 시간을 갖는다.	
4	김○남 (기술) - 오○석 (지구과학)	에어서핑 글라이더 제작 탐구 - 도체의 길이와 두께에 따른 열 발생 정도를 실험하고, 스티로폼 열선 커터기를 제작해본다. 베르누이의 원리를 이해하고 실험해보며, 이 원리를 적용하여 에어서핑 글라이더를 제작하고 시연해본다.	
5	변○순 (체육) - 류○환 (지구과학)	안녕? 지구! - 지구온난화와 환경 파괴의 심각성, 지구 탄소의 순환과 해수면 상승의 결과를 이해한다. 해수면 상승의 결과로 사라져가는 폴라네시아 문화(수화 및 춤)을 체험해 보고, 플로깅(달리며 쓰레기 줍기) 활동을 통해 적극적인 환경 보전의 필요성을 이해한다. 식량문제의 심각성에 대해 알고, 비온드미트와 식용곤충을 직접 시식하여 대체식량의 특성을 체험한다.	
6	윤○옥 (국어) - 이○은 (수학)	비문학지문을 이용해 수학 문제 만들기 - 수학에 관한 비문학 독서 지문을 이해하고 설명하며, 함수와 그래프를 이해하고 표현해보고, 직접 수학 문제를 만들어보는 시간을 가진다.	미니 융합수업 (2차시)
7	박○민 (물리) - 이○미 (화학)	스펙트럼의 원리와 관찰 - 스펙트럼의 원리와 구조에 대해 이해하고, 모듈별로 간이 분광기를 제작한다. 간이 분광기를 이용하여 형광등, LED, 태양빛 등 다양한 광원을 스펙트럼 관찰하고 촬영하며, SNS에 공유하는 시간을 갖는다.	
8	안○상 (영어) - 남○○아 (일본어)	일본 도시를 영어와 일본어로 소개하기 - 영상과 사진을 통해 오사카를 소개하는 간단한 일본어 표현을 배우고, 조별로 소개하고 싶은 일본의 도시를 선정하여 자료를 작성하고 직접 영어로 소개하는 시간을 갖는다.	



a) 체육-지구 융합수업 : 비욘드미트 및 곤충식량 시식, 사라져가는 문화 체험, 플로깅 활동



b) 기술-지구 융합수업 : 베르누이의 원리 이해, 에어서핑 글라이더 제작 탐구



c) 윤리-생명 융합수업 : 인공지능은 트롤리 딜레마를 판단하지 못한다

〈그림 3〉 2020년 융합수업 진행 모습

4. 융합수업(1수업 2교사)의 운영이 교사의 전문성 향상에 미친 영향

본교의 융합수업은 다른 형태의 수업 방식을 가진 서로 다른 교과와 교사의 2명이 접점을 갖고 하나의 수업을 구성하는 만큼, 융합수업을 준비하고 수업하는 교사 입장에서도 큰 도전이자 발전이었습니다. <표 4>에 융합수업(1수업 2교사)을 4년 이상 경험한 교사의 인터뷰 내용을 요약하여 실었습니다. 융합수업을 듣는 학생 뿐 아니라, 다년 간 운영한 경험을 갖춘 선생님들은 다양한 교과와의 융합수업 운영 경험을 통해 전문성이 향상되었다고 할 수 있습니다.

〈표 4〉 융합수업을 4년 이상 경험한 본교 교사의 인터뷰 내용

교사명 (담당)	융합수업 진행			교사명 (담당)	융합수업 진행			교사명 (담당)	융합수업 진행		
	년도	수업 횟수	융합 교과		년도	수업 횟수	융합 교과		년도	수업 횟수	융합 교과
오○석 (지구과학)	2016	2	역사	박○아 (역사)	2016	2	지구 과학	류○환 (지구과학)	전입 전	-	-
	2017	2	기술		2017	2	수학		2017	2	국어
	2018	1	지리		2018	1	생명 과학		2018	1	영어
	2019	2	역사		2019	2	국어		2019	2	수학
	2020	2	기술		2020	2	국어		2020	2	체육

교사명 (담당과목)	융합수업 진행 소감 (온라인 인터뷰 진행, 일부 발췌)
오○석 (지구과학)	(... 생략 ...) 처음 융합수업을 진행할 때는 직관적 사고로 아이디어를 창출하였지만 한 해 한 해 지나면서 아이디어가 고갈되고, 새로운 파트너가 생겨나면서 또 다른 공부를 하게 되었음. 이 모든 것들이 자기 전공의 전문성 신장 뿐 아니라 타 전공과의 융합할 수 있는 전문성이 새롭게 만들어지는 계기가 되었음. 또한 해마다 학생들의 만족도가 90% 이상 되는 결과를 보면서 미래의 교육방법으로 자리 잡을 수 있겠다는 확신이 섰음. (... 생략 ...) 미래 사회는 공감과 창의, 협업이 대세인 만큼 1수업 2교사를 넘어 1주제 다 교사가 함께 집단 지성의 힘을 발휘해야 자라나는 세대에게 창의적이고 유연한 사고를 갖춘 인재를 육성할 수 있지 않을까 생각됨.
박○아 (역사)	(... 생략 ...) 처음 융합수업을 시작할 때는 제가 그동안 역사에서 날씨가 미치는 영향이 궁금하여 자발적으로 시작을 하게 되었고 역사과목을 맡고 있는 저와 지구과학 선생님과 함께 첫 융합수업을 진행하였습니다. 교사의 호기심으로 시작된 첫 융합수업은 철저한 준비와 함께 수업하는 교사와의 사전 준비로 큰 어려움 없이 진행하게 되었습니다. 이후 2번째 수업은 수학과 선생님과 함께 60갑자를 통해 역사 사건의 순서를 찾는 활동을 전개하였습니다. 세 번째 수업은 국어과 선생님과 함께 역사 속의 우리말 지키기 활동을 전개하고 문학작품 속에 담긴 역사상을 분석하였습니다. 올해는 그 활동을 심화하여 현대사를 확장하여 현대 노동의 모습이 담긴 작품을 분석하고 노동의 현실을 직접 학생들이 분석하고 법을 만드는 활동을 문학 선생님과 준비하며 주어진 자료를 해석하고 이해하는 것을 넘어 학생들이 주도하는 창의적인 교과활동을 이끌어낼 수 있었습니다. 융합수업을 준비하는 과정이 결코 쉽지는 않았지만 매 해 활동을 통해 성장하는 학생들을 보면서 이 활동이 꼭 필요한 일이기에 언제나 자진하여 함께 준비할 수 있었습니다.
류○환 (지구과학)	2명의 교사가 수업을 준비하기 때문에 수업 주제와 방향을 정하는 과정에서 정말 많은 미팅과 준비가 필요했어요. 바쁜 학사 일정에서 일단 만날 시간을 찾는 것부터가 쉽지 않았어요. 주제를 정하고 수업을 구성하는 데 적게는 5회에서 많게는 10회 이상까지 미팅이 필요했거든요. 매년 다른 전공의 교사와 수업을 준비했는데, 보는 관점이나 수업 방식이 교과마다 상당히 달라 매년 느끼는 점과 배울 점이 많았어요. 그리고 미팅하다 보면 신기하게도 미팅 전에 전혀 예상치 못했던 방향으로 융합수업 주제가 결정되는 경우가 많았어요. 배워오고 가르쳐온 내용이 다른 두 교사가 접점을 찾아 아이디어를 탐색하다 보니 그랬던 것 같아요. 올해는 열정적인 체육 선생님과 팀을 이루게 되었는데, 미팅 전에 생각하기에 ‘운동(스포츠) 활동과 융합이 되겠지’ 싶었거든요. 근데 체육선생님께서 건강문제와 환경파괴에 대해 관심이 많으셔서, 주요 수업 주제가 ‘해수면 상승으로 인해 사라지는 문화(수화 및 춤) 체험, 대체식량(비욘드미트, 곤충식량) 체험, 플로깅(달리며 쓰레기 줍기)’로 정해지게 되었어요. 그전까지는 체육이 무조건 운동이라고만 생각했는데, 건강(영양)이나 춤까지도 포함하는 개념이고, 플로깅을 알게 되면서 ‘체육 활동도 환경보호와 접목시킬 수 있구나’ 라는 것을 크게 깨달았어요. 참가하는 학생들도 모두 융합수업을 너무 좋아하고 보람을 느껴서 저도 감동이었어요. 그리고 집에서 분리수거를 더욱 열심히 하는 제 모습을 보면서, 이번 수업이 참가하는 학생 뿐 아니라 저의 일상생활과 사고방식에 큰 영향을 미쳤다는 것을 느낄 수 있었어요.

III. 결론 및 개선점

융합수업(1수업 2교사)은 5년 동안 발전하여 진행되어 온 본교의 대표 프로그램입니다. 2016년부터 2018년까지는 융합수업이 점차 자리 잡으며 확대하는 시기였고, 2019년에는 질적 향상을 위해 융합수업을 장기화시켜 실시하였으며, 2020년에는 융합수업이 장기적으로 이어질 수 있도록 교사 만족도를 함께 향상시키고자 하였습니다. 융합수업은 학생들에게 통합적으로 사고하는 능력을 길러준다는 점에서 큰 의의가 있습니다. 그렇지만 무엇보다도 참가하는 서로 다른 전공의 교사들이 접점을 찾아 수업을 준비하고 이끌어가면서, 교과 간 소통과 확산적 사고를 길러준다는 점에서 교사의 전문성 신장에 큰 역할을 하고 있다는 점에서 더욱 큰 의의가 있습니다. 팀티칭 수업으로 인해 교사 스스로도 배움이 발생하고, 다양한 수업 체험의 기회가 발생하는 등 교사 스스로의 교육적 역량 개발에 도움이 된다고 하는 것은 교사 공통의 의견이었습니다. 융합수업이 이제까지 성공적으로 이어져 올 수 있었던 것은 공동체의 노력이 있었기 때문이며, 헌신적인 교사의 노력이 있었기 때문입니다. 중요성을 함께 공감하는 학교 구성원들의 협조적인 분위기, 또한 과학실에 상주하는 교무실무사와 행정실의 협조도 빼놓을 수 없는 요인 중에 하나일 것입니다.

안정용 외 2명(2013)2)은 융합수업은 교사 개인이 아닌 교사 집단이나 학교 단위로 접근할 필요성이 있으며, 변화를 두려워하지 않는 혁신적인 문화가 교사 집단에 뿌리내려 있어야 하며한다고 언급하였습니다. 본교의 융합수업은 이제 새로운 변화를 맞고 있습니다. 교사의 이동이 잦은 공립학교의 특성 상 매년 프로그램을 발전시켜 이어지기 위해 학교 구성원들의 융합수업의 공감과 참여가 필요할 것입니다. 새로운 패러다임에 적응하기 위해 교사들의 변화를 위한 마인드 제고가 필요하며, 이에 전문적 학습 공동체를 자발적이고, 내실 있게 연계하여 운영하는 것이 필요하다고 생각됩니다. 융합 프로젝트 수업의 현장 정착을 위해서는 단위학교의 노력만으로 부족하며, 상급 기관과의 지속적 소통을 위한 노력을 기울여야 할 것입니다. 공감능력, 융합적 사고력, 창의력을 갖춘 인재를 요구하는 현실에서, 기존에 이어오던 주입식, 강의식, 1인 교사 주도적인 수업 패턴은 변화가 필수적입니다. 교과 융합수업을 통해 교사는 역량을 강화하고, 이에 학생들의 학교 교육활동에 대한 교육만족도를 높일 수 있을 것이며, 융합수업 운영을 통해 함께 연구하는 학교 문화는 교실수업 혁신 및 실질적인 교원 역량 강화에 기여할 것입니다. 본교의 융합수업 운영 경험이 새롭게 융합수업을 시작하고자 하는, 혹은 지속하고자 하는 과학중점학교에 참고가 될 수 있기를 바랍니다.

2) 2013, 안정용 & 나지연 & 송진웅, 한국과학교육학회지, 통합 과학교육을 실천하고 있는 두 중등학교의 사례 - 무엇이 통합 과학교육을 가능하게 하는가? -

10

함께 나눔!
열린 교원학습공동체 운영

서울고등학교





함께 나눔!

열린 교원학습공동체 운영

I. 배경 및 목적

1. 운영 배경

올해 코로나 19로 인해, 과학중점학교 운영뿐만 아니라 학교 수업 운영 전반에 걸쳐서 큰 제한이 있었다. 이러한 어려움을 위기라 생각하지 않고 본교의 교원들은 모두가 합심하여 이를 기회로 삼아 무엇보다 다양한 교원학습공동체를 운영하여 이를 극복해 나갔다. 이러한 교원학습공동체는 일반적인 교원의 전문성 향상뿐 아니라 원격 수업이 정착화 되어가는 이 시점에서 학교에서 진정으로 교원에게 필요한 역량이 무엇인지를 서로 공유하며 열린 토론을 이끌었다. 이를 통해 원격 수업을 위한 교사의 역량을 강화하기 위한 다양한 활동이 이루어졌으며, 이 과정에서 무엇보다 교원간의 자발적인 교원학습공동체 구성 및 내실 있는 활동이 돋보였다. 여기서는 본교의 교사의 역량 강화를 위한 다양한 교원학습공동체 운영 사례 및 이에 따른 교수·학습개선, 원격 수업 방향 사례 등을 소개하고자 한다.

2. 운영 목적

본교에서 꾸준히 이어져 온 교원학습공동체를 확대하여 교원의 교과 전문성을 향상할 뿐만 아니라 원격 수업 사례를 서로 공유하고 원격 수업에 적합한 여러 교수학습 자료 개발에 함께 참여함으로써 학교 공동체를 실현하는 것을 목적으로 하였으며 구체적으로는 아래와 같은 내용을 목표로 설정하였다.

가. 다양한 영역 및 열린 형식의 교원학습공동체 운영

본교에서는 매년 교과 중심의 교원학습공동체 뿐만 아니라 학년별 담임 중심, 교원 업무 능력 향상 등 다양한 목적으로 다양한 영역에서 교원학습공동체가 운영되어 왔다. 또한, 어떤 형식에 구애받지 않고 교원학습공동체별로 자유롭게 운영하는 것을 권장하며 이에 대한 학교의 적극적인 지원과 피드백을 제공하고 있다.

나. 원격 수업을 위한 자발적 교원학습공동체 운영

코로나 시대에 대응하여 본교에서는 원격 수업 운영을 위해, 교원들이 자발적으로 다양한 수업 자료를 공유하고 원격 수업 방식에 대한 열린 토론을 해왔다. 또한 학교 차원에서 교사들이 빠르게 원격 수업에 적응할 수 있도록 다양한 온라인 연수를 진행하고 교원 모두가 함께 참여함으로써 포스트 코로나 시대에 발 빠르게 적응해 가고 있다.

다. 성공적인 과학중점학교 운영을 위한 과중 TF(task force) 운영

본교는 매년 성공적인 과학중점학교 운영을 위한 TF를 운영하고 있으며, 이 TF를 통해 과학중점학교의 여러 프로그램을 개발하고, 프로그램 운영 및 평가 등 성공적인 운영을 위해 꾸준히 노력하고 있다. 이에 따라 매년 학생들의 적극적인 프로그램 참여가 이루어지고 있다.

II. 운영

1. 다양한 교원학습공동체 활동

본교는 매년 자발적인 교원학습공동체를 구성하여 교원의 전문성 신장 및 교원 업무 능력 향상을 위한 노력하고 있다. 특히 올해는 코로나 19로 인해 교원학습공동체가 위축되지 않고 오히려 더 활성화되어 학교 내에서 기본 교원학습공동체만 11팀이 구성되어 2019년 8팀이었던 교원학습공동체보다 3팀이 증가하였다. <표 1>은 본교의 기본 교원학습공동체 구성 현황 및 개요이다. 수학, 과학 이외에도 인문, 체육 분야 등 다양한 교과 중심 교원학습공동체와 담임 업무 능력 향상, 엑셀 활용 등 교원 직무능력 향상을 위한 교원학습공동체가 구성된 것을 알 수 있다. 또한 스마트 기기 활용 등 원격 수업을 위한 교원학습공동체 구성도 눈에 띈다. 특히 업무 중심의 교원학습공동체는 자체 직무연수로 인정받는 등 교원의 능동적인 참여를 지속적으로 활성화하고 있다.

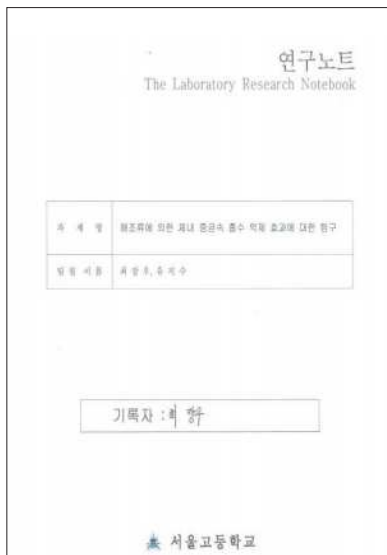
<표 1> 서울고 기본 교원학습공동체 구성 현황

순번	연구팀명	과제명	사업 목적 및 성과 목표		교사	영역
1	1학년 담임교사 역량강화	1학년 담임교사의 진로진학 역량강화	사업목적 성과목표	- 다양한 진로를 계열별로 교과 연계하여 연구, 우수 사례 공유 - 독서, 문화행사 프로그램 연구 및 자료집 생성	김○옥 외 14명	업무
			기대효과	- 학생 개인별 적합한 상담이 가능하도록 교사 능력 개발 - 학생들의 인성교육 강화를 위한 의견 공유		
2	2학년 담임교사 역량강화	2학년 담임교사의 진로진학 상담 및 지도역량강화	사업목적 성과목표	- 대입전형 이해와 개별 맞춤 상담 및 피드백 - 계열별 진로진학을 위한 교과/비교과 연계 방안 연구 및 활용	차○옥 외 14명	업무
			기대효과	- 학생들의 계열별 진로진학 상담능력 개발 - 교사의 진학지도 역량 강화 및 진로 관련 교과활동 제시		
3	3학년 대입상담	진학상담을 위한 고3 담임 역량키우기	사업목적 성과목표	- 과학중점학교 특색 살린 대학별 전형 및 입시요강 분석 - 수시 및 정시 전형 상담 기법 강연 및 관련 엑셀자료 개발	김○정 외 14명	업무
			기대효과	학생별 맞춤 전형 상담 능력 개발 및 학생 피드백		
4	한 학기 한권읽기	한 학기 한권 읽기 지도 수업 자료 개발	사업목적 성과목표	2015 개정 국어과 교육과정의 이해 증진 - 한 학기 한권 읽기 수업의 내실화 및 활성화	진○래 외 4명	교과
			기대효과	적용 사례 벤치마킹을 통한 실제 수업 적용		
5	체, 지, 덕을 겸비한 나는 운동부다	운동부학생의 학습지도와 생활지도 방안	사업목적 성과목표	- 체육특기자의 기초학습권 및 최저학력 보장 방안 모색 - 체육특기자의 학습지도 및 생활지도, 대입전형 자료 분석	김○수 외 15명	교과
			기대효과	즐겁고 건전한 학교생활 형성 및 공부하는 학생 선수상 확립		

순번	연구팀명	과제명	사업 목적 및 성과 목표		교사	영역
6	MATHEDU6	수학적 귀납법 교수학습 자료개발	사업목적 성과목표	- 수학적 귀납법 지도 방안 마련 및 관련 자료 개발 - 수업 모형 개발 후 실제 학교 수업에 적용	하○수 외 2명	교과
			기대효과	- 기억에 남는 수업진행으로 학생의 학습 증진 - 수학적 귀납법의 구체적 사례에서 활용 응용하는 자세 배양		
7	교육과정에 날개를 달다	신학년 교육과정, 진로에 따른 과목선택 지도 지원	사업목적 성과목표	- 개방형 교육과정에 대한 교사 이해 증진 - 학생 선택의 폭을 넓히는 신학년 교육과정 재구성	박○희 외 13명	업무
			기대효과	- 교육과정에 대한 교사의 이해 능력 강화 - 학생의 진로에 따른 과목 선택지도 지원 역량		
8	지구사랑 연구회	교육과정 재구성을 통한 수업 역량강화	사업목적 성과목표	- 통합과학과 지구과학1 교육과정의 이해 및 재구성 - 교육과정 재구성을 통한 수업 자료 개발	권○희 외 4명	교과
			기대효과	현 교육과정에 적합한 교과 교육과정 재구성을 통한 다양한 수업자료 개발 및 실제 적용		
9	2020 통사 일사	통합사회 지도를 위한 일반사회과 교재 개발	사업목적 성과목표	- 통합사회 취지에 맞는 학생 중심의 활동지 개발 - 공동 교재 개발로 전문성 향상 및 연구 풍토 조성	이○련 외 3명	교과
			기대효과	- 학생의 문제해결능력과 통합적 사고력 신장 - 자율과 책임, 협력과 참여, 나눔과 소통의 공동체 문화 형성		
10	스마트한 국제 이해	스마트 기기 활용을 통한 국제 이해 교육	사업목적 성과목표	- 국제 이해에 관한 도서를 선정하여 읽고 토론 - 스마트 기기 활용 온오프라인 수업에 활용 수업 참관 및 토론	이○경 외 5명	업무 + 교과
			기대효과	통합교과적인 국제이해 교육에 스마트기기를 활용한 온오프라인 수업의 성공적인 적용사례 연구로 수업 설계 역량 강화		
11	엑셀런투 스쿨	엑셀활용 수업 평가 방법 개선 및 업무 간소화	사업목적 성과목표	- 학교업무 분석을 토대로 최상의 업무 효율 방안 탐색 - 업무정상화를 위한 서식 개발 및 보급	서○현 외 27명	업무
			기대효과	- 교사의 업무 전문성 신장 및 연구 풍토 조성 - 협력과 참여, 나눔과 소통의 공동체 문화 형성		

가. 교수·학습 방법 개선을 위한 교원학습공동체

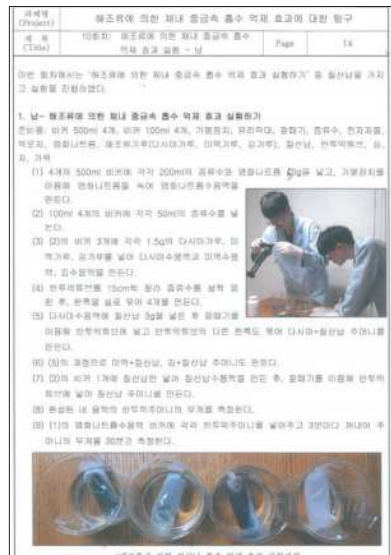
본교는 <표 1>에 제시한 교원학습공동체 뿐만 아니라 교과별로 다양한 열린 교원학습공동체를 운영하였다. 교원학습공동체는 강의식 수업에서 벗어나 탐구 학습, 프로젝트 학습, 발표·토론 학습, 협동 학습, 실험 학습, 데이터 활용 학습 등 다양한 교수·학습 방법을 모색하였다(그림 1).



a) 연구노트 표지



b) 연구 노트 활동일지



c) 우수 연구 노트

〈그림 3〉 프로젝트 학습 사례



a) 통합과학 최신과학이슈 발표



b) 과학융합 발표보고서 및 발표수업 장면



c) 과학사 발표개요작성예시

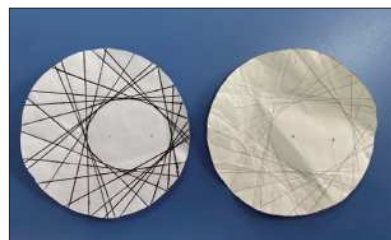
〈그림 4〉 발표·토론 학습 사례

학년	반	이름	학년	반	이름	학년	반	이름	학년	반	이름
1	1	김민준	2	2	김민준	3	3	김민준	4	4	김민준
5	5	김민준	6	6	김민준	7	7	김민준	8	8	김민준
9	9	김민준	10	10	김민준	11	11	김민준	12	12	김민준
13	13	김민준	14	14	김민준	15	15	김민준	16	16	김민준
17	17	김민준	18	18	김민준	19	19	김민준	20	20	김민준
21	21	김민준	22	22	김민준	23	23	김민준	24	24	김민준
25	25	김민준	26	26	김민준	27	27	김민준	28	28	김민준
29	29	김민준	30	30	김민준	31	31	김민준	32	32	김민준
33	33	김민준	34	34	김민준	35	35	김민준	36	36	김민준
37	37	김민준	38	38	김민준	39	39	김민준	40	40	김민준
41	41	김민준	42	42	김민준	43	43	김민준	44	44	김민준
45	45	김민준	46	46	김민준	47	47	김민준	48	48	김민준
49	49	김민준	50	50	김민준	51	51	김민준	52	52	김민준
53	53	김민준	54	54	김민준	55	55	김민준	56	56	김민준
57	57	김민준	58	58	김민준	59	59	김민준	60	60	김민준
61	61	김민준	62	62	김민준	63	63	김민준	64	64	김민준
65	65	김민준	66	66	김민준	67	67	김민준	68	68	김민준
69	69	김민준	70	70	김민준	71	71	김민준	72	72	김민준
73	73	김민준	74	74	김민준	75	75	김민준	76	76	김민준
77	77	김민준	78	78	김민준	79	79	김민준	80	80	김민준
81	81	김민준	82	82	김민준	83	83	김민준	84	84	김민준
85	85	김민준	86	86	김민준	87	87	김민준	88	88	김민준
89	89	김민준	90	90	김민준	91	91	김민준	92	92	김민준
93	93	김민준	94	94	김민준	95	95	김민준	96	96	김민준
97	97	김민준	98	98	김민준	99	99	김민준	100	100	김민준

a) 과학탐구실험 학급별 조편성 명단



b) 과학과제연구 조별협력 실험



c) 기하 이차곡선 종이접기 협력 작품

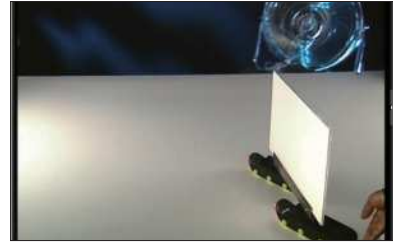
〈그림 5〉 협동학습 사례



a) 화학실험 실험보고서 작성

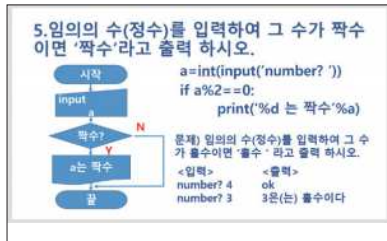


b) 지구과학 I 광도 측정 실험

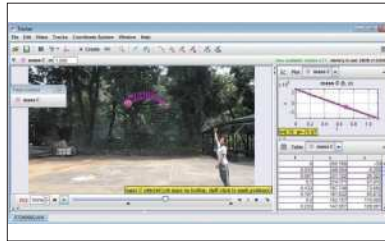


c) 물리학 II 실험동영상

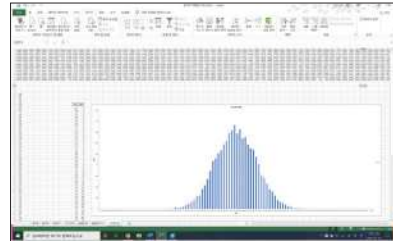
〈그림 6〉 실험학습 사례



a) 정보 Python 언어 교육



b) 물리학 I 프로그램 활용 데이터 산출



c) 확률과 통계 자율주제에세이(통계활용)

〈그림 7〉 데이터 활용 학습 사례

나. 업무 능력 향상을 위한 교원학습공동체

본교의 교원학습공동체는 교과 이외에도 업무 능력 향상을 위한 다양한 집단지성 공동체가 형성되어 활동하였다. 교원 직무 능력 향상을 위한 엑셀 활용 자체 연수뿐만 아니라 학년별 담임 중심으로 교원학습공동체를 구성하여 1년간 지속적으로 운영되었으며, 직무연수 45시간으로 인정받는 등의 성과를 내기도 하였다. 3학년 담임이 중심이 된 교원학습공동체는 교사별로 대학을 나누어 각자 해당 대학의 입시 요강 및 전략 등을 분석하고 그 결과를 다른 담임교사들에게 발표함으로써 의견을 공유하였다(그림 8).



〈그림 8〉 3학년 교원학습공동체 활동 모습

교원학습공동체는 1년 동안 여러 차례 강사를 초빙하여 교원 전문성 향상을 위한 연수를 지속적으로 실시하였다(그림 9). 연수를 실시하면서 담임 간의 의견 교류가 활발하게 진행되었다. 이를 통해 본교는 학생들에게 보다 일관되고 지속적인 지도 체계를 구축하는 밑거름을 형성하고, 학생과의 유기적인 상호관계를 유지함으로써 학생과 학부모, 교사가 모두 만족하는 학교공동체를 실천할 수 있었다.



〈그림 9〉 강사 초빙 연수 모습

2. 원격 수업을 위한 교원학습공동체 활동

가. 코로나 19 상황에 대응하기 위한 교원학습공동체의 노력

본교는 코로나 19 상황에 대응하기 위해 학기 초부터 교사간의 전체 또는 일부 구성들끼리 협의체를 구성하였다. 이를 통해 원격과 대면 수업을 블렌디드한 학교 수업 운영을 기본 원칙으로 사회 현상에 적절히 대응하기 위한 여러 가지 방안을 마련하였다.

본교에서 실시한 원격 수업은 학년 밴드, 교과별 학습 플랫폼, 학급 플랫폼 등 3가지 플랫폼을 중심으로 체계화하였다(그림 10). 학생들은 원격 수업 시 전교생이 모두 학년 밴드에서 등교 출석을 한다. 이후 학생들은 학년 밴드에서 안내하는 교과별로 구분된 고교 학습 플랫폼으로 이동하여 학습을 수행한다.

고교 학습 플랫폼은 EBS 온라인클래스와 구글 클래스룸을 이용하였으며, 학생들이 큰 혼란 없이 원격 수업에 참여할 수 있도록 이 두 플랫폼을 중심으로 진행하였다. 고교 학습 플랫폼에서 제공하는 기존 학습자료가 있지만, 본교의 교사들은 각 교과 특성에 맞는 다양한 학습 유인물 및 영상자료를 제작하고 교사가 직접 녹화한 영상을 업로드하여 학생에게 제공하는 등 대면 수업 활동 제약에 따른 새로운 수업기법 도입하였으며, 이 과정에서 교원간의 열린 학습공동체가 자연스럽게 구성되어 집단지성의 힘을 보여 주었다. 또한 학생들은 학급별로 구성된 학급 플랫폼을 통해 같은 학급의 학생들 간의 유기적인 교류를 할 수 있도록 하였다.



〈그림 10〉 원격 수업 체계

나. 코로나-19 감염증 상황을 극복하기 위한 교원학습공동체의 노력

1) 온라인 활용 연수를 통한 교원간의 교류 활성화 및 역량 강화

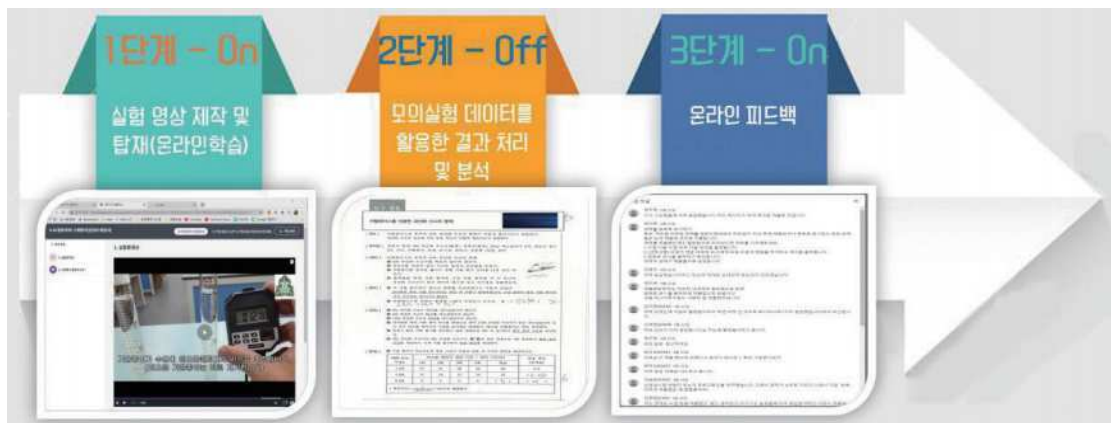
본교는 무엇보다 교직원 회의를 전격 온라인으로 전환하여 줌을 활용한 연수를 지속적이고 정기적으로 실시하였으며, 온라인 학습을 위한 다양한 온라인 교직원 연수를 실시하여 교사 간의 서로 소통하고 지식을 공유하는 장을 마련하기 위해 노력하였다(표 2). 본교는 공식적인 온라인 연수 이외에도 부서별, 교과별로 교사끼리 줌으로 서로 의견을 공유하고 토론하는 등의 여러 활동이 있었다. 이를 통해 온라인 연수가 정착되었으며, 업무의 효율이 보다 높아져 교사의 업무 경감 등에도 도움이 되었다.

〈표 2〉 온라인 학습을 위한 온라인 교직원 연수

구분	일시	내용	대상	비고
구글 클래스룸 사용법 온라인 연수	4.7	구글 Meet를 이용한 실시간 온라인 연수 구글 클래스룸 개설 및 운영 연수	교직원전체	본교교사
MS Teams 기초 운영을 위한 오프라인 연수	8.3.	MS 계정 생성, 팀즈 모임 만들기, 화면공유, 학생들과 팀즈로 소통하기	희망자 (18명)	외부강사
줌(Zoom) 활용 연수	10.26	줌을 활용한 온라인 수업 방법 노하우 줌 활용 수업의 장단점, 개선점 등	교직원전체	외부강사

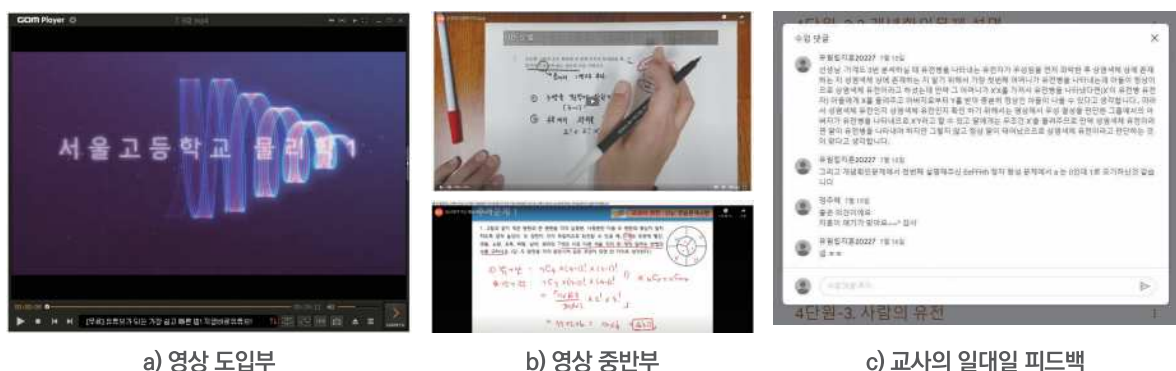
2) 새로운 수업기법 사례 소개

열린 교원학습공동체는 원격 및 대면 블렌디드 수업 모형을 원격-대면-원격 순서의 3단계로 체계화하여 수업에 적용하였다. 〈그림 11〉은 본교의 원격 및 대면 블렌디드 수업 모형을 적용한 실험 수업에 대한 설명이다. 첫 번째 단계에서 교사는 실험영상을 사전에 제작하여 온라인으로 업로드(원격)하여 학생이 스스로 학습한다. 두 번째 단계 활동은 학생들이 첫 단계에서 수집한 실험데이터 정리 및 결론 도출, 결과보고서 작성을 대면으로 실시한다. 마지막으로 온라인으로 교사의 피드백 활동과 학생 간의 상호 교류 등을 실시한다.



〈그림 11〉 원격-대면 블렌디드 수업 모형 체계

또한 본교의 교원학습공동체는 서로 협의하여 강의 동영상상을 직접 제작 및 업로드함으로써 학생들에게 질 높은 수업자료를 제공하기 위해 노력하였다. 본교에서 제작한 강의 영상은 학생의 흥미를 유발할 수 있도록 다양한 배경화면과 음악을 활용하거나 영상 마무리에 종을 글귀를 삽입하고, 교사의 목소리와 손이 들어가도록 제작하였다(그림 12). 특히 유튜브 등의 개방형 SNS를 활용하여 학생들이 쉽게 접근하고 활용할 수 있도록 유도하고, 강의 내용 중간에 수업 내용 탐구과제 제시하고 이를 일대일 게시판에 올리면 교사가 확인한 후 피드백을 제공하기도 하였다.



〈그림 12〉 원격 수업 강의 및 피드백 활동 사례

3. 과학중점학교 운영 TF를 통한 교원학습공동체 활동

본교는 매년 과학중점학교 운영 TF 회의를 진행하여 STEAM 교육 활동을 위한 지속적이고 체계적인 활동을 수행하고 있다(그림 13). 과학중점학교 운영 TF 회의를 위한 교원학습공동체는 과학중점학교 담당부서인 과학정보부 교사, 1, 2학년 과학중점반 담임교사 및 학년부장 등 총 18명으로 구성된다. 이들은 과학중점학교 운영 전반 및 구체적인 행사/대회에 대한 협조 사항을 협의하고, 중점과정 정규교육과정에 융합인재교육(STEAM)을 실현할 수 있는 과목 편성 등에 대해 협의한다. 또한 융합인재교육(STEAM)을 위한 교사 협의체 및 연구 동아리를 조직하여 STEAM 수업 자료를 개발한다.



〈그림 13〉 성공적인 과학중점학교 운영을 위한 과중 TF 운영 체계

III. 결론

2020년은 코로나 19로 인해 원격수업 등 변화하는 교수·학습 환경에 따른 발 빠른 적응과 변화가 필요한 시기였다. 원격 수업을 확대하는 과정에서 교사의 적극적인 참여와 서로의 협의를 통해 효율적인 원격-대면 수업 시스템을 정착시킬 수 있었다. 특히 본교는 교사들의 원격 수업 교수·학습 역량 강화를 위한 다각도의 노력을 경주하였다. 등교 연기와 온라인 수업을 기회로 삼아 변화하는 환경에 적응할 수 있도록 교사 역량을 강화하는 프로그램을 교사들이 적극적으로 개발하고 참여하였다.

변화하는 환경에서 함께 문제를 해결하는 과정에서 자연스럽게 교사 공동체의 유대가 강화될 수 있었다. 원격으로 수업이 진행되면서 함께 수업을 준비하는 협업이 강화되었으며, 수업 기법 및 수업의 내용이 상향·평준화되는 긍정적인 효과를 가지고 왔다. 수업 플랫폼 구축, 연수 실시, 학습자료 개발 및 평가 방법 개선 등의 체계적인 대응을 통해서 환경 변화에 빠르게 대응하였다. 무엇보다 형식이나 방법에 얽매이지 않는 열린 교원학습공동체를 학교 여러 부서에서 적극 지원하고 교사의 적극적인 참여가 더해진 것이 큰 성공요인이라 할 수 있다. 이러한 배경에는 과학중점학교의 운영이 큰 역할을 하였다고 할 수 있다. 본교 과학중점학교의 교육과정과 다양한 프로그램 등을 토대로 교사 간에 여러 협의체가 구성되고 이를 통해 큰 집단지성의 힘을 보여주었다고 볼 수 있다. 다양한 형식과 방법으로 교원학습공동체를 운영함으로써 교수·학습 방법을 개선하고 교원의 업무 효율성을 증대함으로써 교사로서의 자긍심을 높이고 학생을 위한 보다 나은 교육활동이 이루어질 수 있도록 노력하고 있다.

IV. 개선점

본교에서 실천하고 있는 열린 형식의 교원학습공동체에 대한 보다 적극적인 지원과 공동체 나눔의 장이 마련될 수 있도록 지속적인 노력이 필요할 것으로 보인다. 또한 이런 교원학습공동체의 활동이 직접적으로는 학생의 교육활동과 유기적으로 연계되어 학생, 학부모, 교사가 모두 만족하는 학교공동체를 이끌어 낼 수 있도록 노력해 가야 할 것이다.

{ 학생 중심 장기협력 프로젝트를 활용한 과학교양 수업 }

부산장안고등학교





학생 중심 장기협력 프로젝트를 활용한 과학교양 수업

I. 배경 및 목적

과학중점학교 특별교과인 「과학교양」 교과에 대해 본교 과학교사들은 지난 학년도 운영한 프로그램에 대해 자체 평가회를 실시하고 개선방향에 대해 모색하였다. 과학교양 교과 운영의 기본 원칙은 과학중점의 교육과정 재구성 원칙에 따라 학생의 자기주도적 학습능력과 창의적 문제해결력을 신장할 수 있는 학생참여형 수업이 이루어질 수 있도록 하였으며, 2020학년도 신입생부터 적용된 과학중점 취지에 맞도록 정보 교과에 대해서도 운영에 반영될 수 있도록 하였다.

농어촌 지역에 위치한 부산장안고등학교는 최근 인접한 곳에 부산광역시택지개발사업이 본격화되어 대규모 주택부지 조성 공사가 착수되었다. 이로 인해 학교를 중심으로 한 통학로에는 거대한 덤프트럭이 수시로 드나들기 시작하였다. 차량 통행으로 인한 위험보다 부지조성과 대규모 아파트 단지 공사가 장기간 진행된다면 미세먼지의 발생량은 점차 증가하여 심각해질 것을 우려하게 되었다. 이에 학교 공기 질과 같은 환경 개선을 목적으로 학생들이 주도적으로 모듬을 형성하고 창의적인 스마트팜을 설계·제작하는 과정에서 협동심과 과학적 문제해결력을 향상시킬 수 있는 학생 협력적 프로젝트를 기획하였다.

프로젝트 수행을 위한 목표는 다음과 같다.

- 교실 내부와 학교 뒷밭을 통해 미세먼지를 저감하고 식물의 생태적 특성을 이해하며 최적의 학교 환경을 조성한다.
- 컴퓨터 코딩을 활용한 아두이노와 다양한 센서를 통해 식물 성장에 최적 조건인 학교 내 스마트 팜을 구현한다.
- 학생주도적인 스마트팜 운영을 통해 지속적으로 식물 성장을 기록하는 과정에서 협동심과 자기주도적인 탐구 및 문제해결력을 향상한다.

II. 운영

1. 학교 구성원 간 과학중점 과정 운영 협력

본교는 과학중점학교운영뿐 아니라 STEAM 선도학교, 교사 연구회 및 전문적 학습 공동체 활동을 통한 다양한 협의체를 구성하여 수업 전반의 질적 향상과 교사 간 친화력과 업무 역량을 강화하기 위해 노력하고

있다. 2020학년도 과학중점 특별 교과 I. 「과학교양」의 운영은 주제 중심의 프로젝트 수업으로 진행되어, 1학년 전체(5개학급)을 한명의 교과교사가 단독으로 지도하지 않고, 차시에 따라 순회하며 다양한 관점에서 고른 지도가 될 수 있도록 하였다. 특히 올해는 한국과학창의재단에서 주관하는 과학교사 연구회를 통해 통합과학교과와 연계한 과학교양 프로그램을 개발하고 다음과 같은 과정을 거쳐 프로그램을 완료하였다.

〈표 1〉 추진전략 및 방법

기획	사전연구	선행 연구 및 스마트팜 연계 프로그램 조사
	↓	
	교육과정 분석 사전검사	식물가꾸기, 아두이노 코딩 연계 교육과정 분석 협력적 스마트팜 구현에 대한 사전 인터뷰(질적 검사)
↓		
	구성	
	공동 연구원 협의회	스마트팜 공동 연구원 협의회
	↓	
	프로그램 운영구성	아두이노, 스마트 팜 프로그램 제작
↓		
	실행	
	프로그램 운영	교실 내 · 학교 텃밭 스마트팜 프로그램 적용 조별 스마트 팜 관찰일지 작성
	↓	
	프로그램 수정 · 보완	교실 내 · 학교 텃밭 스마트팜 프로그램 수정 · 보완 스마트팜 관찰일지 작성 점검
	↓	
	평가 도구 개발	스마트 팜을 통한 협동 핵심역량 평가 스마트팜 조별 프로젝트 발표 (교내 대회와 연계)
평가 및 반성		
	프로그램 평가	협력적 스마트 팜 구현에 대한 사후 인터뷰 스마트 팜 프로그램에 대한 보완점 및 평가

2. 운영의 실제

1학년 5개 학급의 과학교양을 중심으로 학생중심의 활동이 이루어졌으며, 이를 위해 정보교과와 과학교과(통합과학)를 통해 학생의 학습 개념을 익힐 수 있도록 하였다. 학교 내 스마트팜 조성 프로젝트의 성공을 위해 2개의 도달과제를 설정하였다.

【과제 1】 교실 내 창문 혹은 버려진 공간을 활용할 수 있는 스마트 팜을 설계하고, 공기 정화 능력이 탁월한 식물을 선별하여 아두이노 기반의 스마트팜을 제작한다.

【과제 2】 컴퓨터 코딩과 아두이노 기초를 기반으로, 다양한 센서의 작동원리를 이해하고 나만의 스마트팜에 적용하여 식물의 지속적인 관리가 될 수 있도록 한다.

Tips 본교에서는 교과교사가 수업시간에 활용할 수 있는 3차시 분량의 교수학습 프로그램을 제작하였으며, 2015 개정 교육과정 과학과 교과 역량인 ‘과학적 사고력’, ‘과학적 탐구력’, ‘과학적 문제해결력’, ‘과학적 의사소통능력’, ‘과학적 참여 및 평생학습능력’을 기준으로 작성하였다. 제시된 교수학습 프로그램에서는 정보교과시간에 진행한 수업에 대한 내용이 충분히 설명되어 있지 않음을 감안하여 교과 간 연계를 통해 학생이 충분히 컴퓨터 언어와 아두이노를 이해하고 이를 활용할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

3. 과제 1: 교실 내 창문 혹은 버려진 공간을 활용할 수 있는 스마트 팜을 설계하고, 공기 정화 능력이 탁월한 식물을 선별하여 아두이노 기반의 스마트팜을 제작한다.

가. 과제 1 수업 운영 방안

과제 1 수업은 생태계 구성 요소를 핵심개념으로 다루고 있다(표 2). 과제 1 수업은 총 3차시 분량으로 구성되며, 강의식 수업과 실험 및 실습을 통한 STEAM 수업 형태로 수업이 진행된다(표 3). 과제 1 수업을 진행하면서 교사는 학생 안전 지도에 유의해야 하며, 과제 1에서 사용하는 주요 프로그램인 아두이노 프로그램 교육을 본 수업 전에 학생들에게 실시해야 한다. 과제 1수업의 각 차시별 교수 학습 설계안과 수업 산출물은 <표 4 ~ 표 6>, <그림 1>을 참고하면 된다.

3차시 수업에서 학생들이 사용한 아두이노 프로그램은 대부분 ‘엔트리(Entry)’ 나 ‘엠블럭(mBlock)’ 를 기반으로 하였다. 하지만 정보교과와의 협력을 통해 C언어를 통해 학생이 직접 코딩을 할 수 있도록 운영하였다. 나아가 아두이노에 대한 이해를 위한 특강 개설을 학생들이 자발적으로 요청하였으며, 본교의 학생 연구 프로그램으로 매주 2시간으로 편성된 10차시 분량의 ‘아두이노 기초교실’ 과 ‘아두이노 심화교실’ 을 각각 2기수씩 운영하였다.

〈표 2〉 과제 1 수업 개요

영역	통합과학	핵심개념	생태계 구성요소
단원	▶ 통합과학 ‘생태계와 환경’ ▶ 생명과학 I ‘생태계와 상호작용’		
성취 기준	[10통과08-01] 인간을 포함한 생태계의 구성 요소와 더불어 생물과 환경의 상호 관계를 이해하고, 인류의 생존을 위해 생태계를 보전할 필요성이 있음을 추론할 수 있다. [12생과 I 05-01] 생태계, 군집, 개체군 관계를 이해하고, 예를 들어 설명할 수 있다.		
개발 방향 및 목적	- 고등학교 1학년 통합과학 생태계와 환경 단원의 개념을 기반으로 생태계 구성요소와 생태계평형의 개념을 익힌다. - 생명과학 I 의 생태계와 상호작용 단원의 기본개념을 확인하고 생물과 환경의 상호작용을 이해한다. - 아두이노 우노를 활용하여 식물의 성장에 필요한 스마트팜을 구현하는 과정에서 학생들의 협동심을 함양한다.		

〈표 3〉 과제 1 수업의 교수· 학습 활동 및 계획

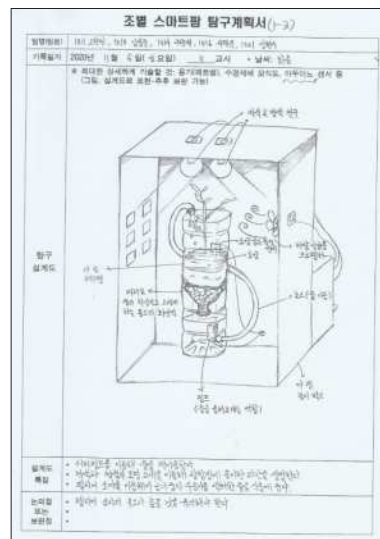
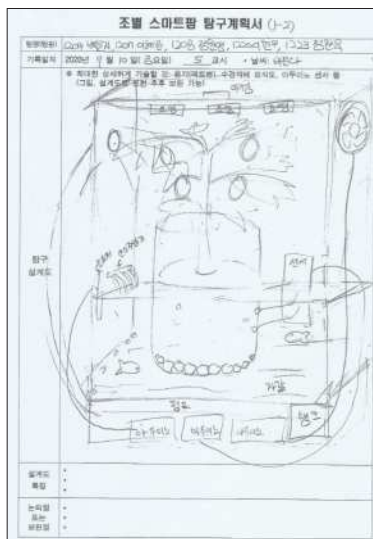
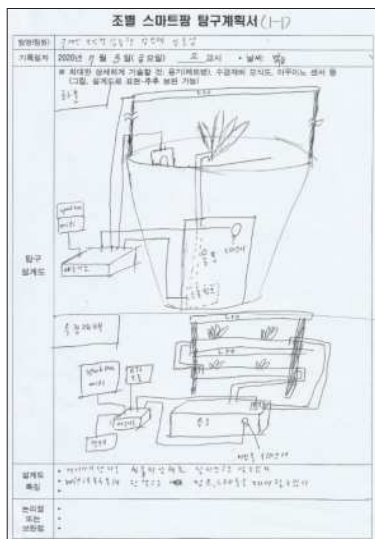
차시	학습주제	교수· 학습활동	수업모형 및 학습방법	평가방법	과학과 교과 역량
1	생태계 물질 순환과 에너지 흐름	▶ 강의식 수업 ▶ 이론학습	모둠조직 강의식 수업	관찰평가 동료평가 자기평가	▶ 과학적 탐구능력 ▶ 과학적 사고력 ▶ 과학적 문제해결력
2	스마트 팜 설계 1	▶ 실험· 실습을 통한 STEAM 수업	협동협력형 실험실습	관찰평가 동료평가 자기평가	▶ 과학적 탐구능력 ▶ 과학적 사고력 ▶ 과학적 문제해결력
3	스마트 팜 설계 2	▶ 실험· 실습을 통한 STEAM 수업	협동협력형 실험실습	관찰평가 동료평가 자기평가	▶ 과학적 탐구능력 ▶ 과학적 사고력 ▶ 과학적 문제해결력

〈표 4〉 과제 1의 1차시 교수·학습 설계안

1차시 학습 목표		생태계 내 물질 순환과 에너지 흐름을 이해할 수 있다.	
수업단계	소요시간	교수 학습 활동	수업 자료 및 유의점
도입	5분	◆ 생태계(Ecosystem)란? 무엇인가? - 생물과 무생물 환경이 서로 영향을 주고 받는 시스템 - 물질은 순환하고 에너지는 전환하며 먹이사슬이 형성됨	강의
전개	35분	◆ 시스템의 종류 - 지구시스템 : 지권, 수권, 기권, 생물권 ◆ 생태계 구성 요소 : 생물적 요소, 비생물적 요소 - 비생물적 요소 : 토양, 공기, 물, 빛 등 ◆ 생태계 무생물요소 - 가장 기본적인 조건인 물의 특성 조사 (물의 4가지 창발성 조사 · 토론) - 응집현상, 온도조절능력, 물보다 얼음일 때 부피 증가 - 용매로서의 성질 등(모둠활동) ◆ 생태계 평형이란? : 생태계를 구성하는 여러 생물 종의 수가 안정된 상태 먹이사슬 (출처: 구글검색) 생태계 평형 (출처: 구글검색) ◆ 생태계 평형 포스터 만들기 - 육상생태계, 수생생태계로 구분 다양한 생태계 평형 포스터 제작 - 교실 벽면에 포스터 게시 후 돌 가고 돌 남기로 두명은 다른 모둠으로 이동하여 활동 - 포스터 : 주제, 연구대상, 방법, 결론, 참고문헌 등 기록	
정리	5분	◆ 본 수업에도 포스터 전시 ◆ 다른 모둠의 포스터에 질문 달기	

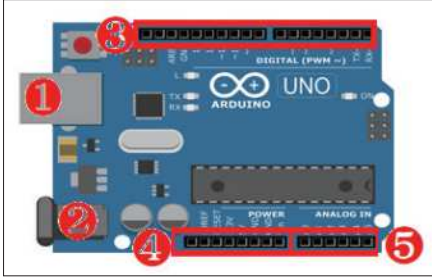
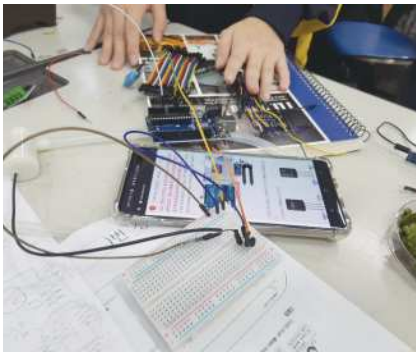
〈표 5〉 과제 1의 2차시 교수·학습 설계안

2차시 학습 목표		교실 내 윈도우 팜 설계를 통해 교실 환경을 개선할 수 있다.		
수업단계	소요시간	교수 학습 활동		수업 자료 및 유의점
도입	5분	◆ 윈도우 팜(windowfarm) 소개		
전개	35분	◆ 교실 내 공간을 효율적으로 활용하여 식물을 재배할 수 있는 설계도 제작 - 모듈 구성 - 전지를 활용한 윈도우팜 설계도 제작  원도우팜 예시  본교 화단 내 학교 텃밭 ; 배추경작		
		◆ 윈도우팜을 위한 준비물 선정 - 수경재배 및 토양재배 식물 선정 - 재활용품, 펄트병 등 식물에 필요한 재료 선정 (업사이클링) - 윈도우팜에 필요한 물 공급 방안 논의(아두이노 DC 펌프)		
정리	5분	◆ 연속한 윈도우팜 설계도 제작 ◆ 설계도 완성 후, 담당교사에게 제출 ◆ 모듈별 사전 협의를 통한 윈도우팜 보완		



〈그림 1〉 과제 1의 2차시 수업에서 모듈별로 작성한 스마트팜 설계도 예시

〈표 6〉 과제 1의 3차시 교수·학습 설계안

3차시 학습 목표		윈도우팜(windowfarm)을 모듈별로 설계할 수 있다.	
수업단계	소요시간	교수 학습 활동	수업 자료 및 유의점
도입	5분	◆ 아두이노 기반 윈도우 팜(windowfarm) 기초	
전개	35분	◆ 아두이노란? - 아두이노 우노 코딩 : C언어를 통한 코딩하기 - 아두이노 우노 조립하기  ① USB 연결 : PC와 연결하여 실제 프로그램이 가능할 수 있도록 연결 ② 외부전원 : 별도 외부 전원 연결부로 9V 어댑터나 사각건전지로 연결 ③ Digital 연결 : 13개의 디지털 입출력과 6개의 아날로그 출력이 가능한 연결단자 ④ 전원부 : 5V 출력과 접지가 가능한 연결단자 ⑤ Analog 연결 : 6개의 아날로그 정보가 들어오게 되는 연결 단자  	
정리	5분	◆ 아두이노 기초 이론 정리 : 코딩과 아두이노 우노 ◆ 아두이노 조립하기 : 브레드보드, 온습도 센서, LCD 디스플레이, RGB LED 등	

나. 과제 1 수업 평가 방안

본교는 각 차시마다 수업을 진행하면서 교사의 관찰 평가와 보고서 평가(표 7), 학생들의 동료 평가(표 8)와 자기평가 등으로(표 9) 과정 중심 평가를 실시한다.

〈표 7〉 교사 평가(관찰 평가, 보고서 평가)

평가항목	평가 내용/평가 기준	매우 그렇다 (3)	그렇다 (2)	그렇지 않다 (1)
창의적설계	① 독창적인 아이디어의 설계도를 작성하였는가?			
	② 식물 성장에 필요한 요소를 구비하였는가?			
과제집착력	① 포기하지않고 스마트팜을 완성하였는가?			
	② 모둠원들과 협력하여 목표에 도달하기위해 끝까지 노력하였는가?			
합계				

〈표 8〉 학생 동료 평가

평가항목	평가 내용/평가 기준	매우 그렇다 (3)	그렇다 (2)	그렇지 않다 (1)
협동심	① 모둠활동에 적극적이었는가?			
	② 필요한 재료를 잘 준비하였는가?			
	③ 서로 보완적으로 활동하였는가?			
창의적 아이디어	① 남다른 아이디어를 제공하였는가?			
	② 아이디어를 설계도로 표현할 수 있는가?			
	③ 아이디어를 실제로 적용하였는가?			
발표 준비 및 태도	① 모둠의 스마트팜을 잘표현하여 홍보하였는가?			
합계				

〈표 9〉 학생 자기 평가

평가 내용	매우 그렇다 (3)	그렇다 (2)	그렇지 않다 (1)
① 나는 조별 활동에 협력적으로 상호작용하였는가?			
② 나는 창의적으로 스마트팜 설계를 하였는가?			
③ 나는 식물의 지속적 성장을 위한 설계를 하였는가?			
■ 활동 소감을 적어보세요.			

4. 과제 2: 컴퓨터 코딩과 아두이노 기초를 기반으로, 다양한 센서의 작동원리를 이해하고 나만의 스마트팜에 적용하여 식물의 지속적인 관리가 될 수 있도록 한다.

가. 과제 2 수업 운영 방안

과제 2 수업은 아두이노, 스마트팜, 생태계 평형을 핵심개념으로 다루고 있다(표 10). 과제 2 수업은 총 3차시 분량으로 구성되며, 학습자 중심실험 중심의 STEAM 수업형태로 수업이 진행된다(표 11). 이번 스마트팜 조성 프로젝트는 업사이클링을 또다른 테마로 설정하여 진행하였다. 학교 내 혹은 가정에서 버려지는 다양한 재활용품들을 이용해 작품을 실용적으로 아름답게 디자인 할 것을 제안하였고, 학생들은 실제로 페타이어, 목공실 나무판자나 각목, 구멍 난 장화 등을 활용하였다. 학생들이 직접 리폼을 하기 위해서 다양한 공구를 안전하게 다룰 수 있어야 했으므로, 본교의 학생 연수 프로그램으로 매주 2시간으로 편성된 6차시 분량의 '상상교실'을 각각 2기수씩 운영하였다. 과제 2수업의 각 차시별 교수 학습 설계안과 수업 산출물은 <표 12 ~ 표 14>, <그림 2>를 참고하면 된다.

〈표 10〉 과제 2 수업 개요

영역	통합과학 - 생태계	핵심개념	아두이노, 스마트팜, 생태계 평형
단원	▶ 통합과학 '생태계와 환경' ▶ 생명과학 I '생태계와 상호작용'		
성취 기준	[10통과08-01] 인간을 포함한 생태계의 구성 요소와 더불어 생물과 환경의 상호 관계를 이해하고, 인류의 생존을 위해 생태계를 보전할 필요성이 있음을 추론할 수 있다. [12생과 I 05-01] 생태계, 군집, 개체군 관계를 이해하고, 예를 들어 설명할 수 있다.		
개발 방향 및 목적	• 생태계 구성요소와 생태계 평형의 원리를 이해한다. • 각 반 모둠별 학생 협력적 스마트팜을 설계하고 제작한다. • 지속적인 식물의 생장이 가능하도록 스마트팜을 보완한다.		

〈표 11〉 과제 2 수업의 교수·학습 활동 및 계획

차시	학습주제	교수·학습활동	수업모형 및 학습방법	평가방법	과학과 교과 역량
1	스마트 팜 제작 1	▶ 학습자 중심 실험 중심의 STEAM 수업	협동·협력형 탐구 실험	관찰평가 동료평가 자기평가	▶ 과학적 탐구능력 ▶ 과학적 사고력 ▶ 과학적 문제해결력
2	스마트 팜 제작 2	▶ 학습자 중심 실험 중심의 STEAM 수업	협동·협력형 탐구 실험	관찰평가 동료평가 자기평가	▶ 과학적 탐구능력 ▶ 과학적 사고력 ▶ 과학적 문제해결력
3	스마트 팜 제작 3	▶ 학습자 중심 실험 중심의 STEAM 수업	협동·협력형 탐구 실험	관찰평가 동료평가 자기평가	▶ 과학적 탐구능력 ▶ 과학적 사고력 ▶ 과학적 문제해결력

〈표 12〉 과제 2의 1차시 교수·학습 설계안

1차시 학습 목표		아두이노 기반 스마트팜 제작 1	
수업단계	소요시간	교수 학습 활동	수업 자료 및 유의점
도입	5분	◆ 아두이노 기반 스마트 팜 제작	
전개	35분	◆ 설계된 스마트팜 탐구계획서를 기반으로 모듈별 제작 - 각 모듈별 스마트팜 제작에 필요한 준비물이 준비되었는지 확인하고, 설계도 내용 중 우선 순위를 정하여 스마트팜을 제작한다. - 학생이 각자 모듈별로 재료를 준비하되, 제작이 필요한 재료들을 1, 2차에 나누어 공동 구매 해준다. ◆ 제작 중인 스마트 팜은 고실 내 지정된 장소에 비치하고 지속적으로 관리한다. - 빛의 세기, 습도, 온도 등이 일정하도록 조정함. - 식물의 생장이 원활한지 지속적으로 모니터링 될 수 있도록 한다.	▶ 준비물 - 컴퓨터 - 아두이노 - 각종센서 - 식물 등
정리	5분	◆ 차시에 실제 스마트팜 제작 ◆ 준비물 정리 및 협업 학습	

〈표 13〉 과제 2의 2차시 교수·학습 설계안

2차시 학습 목표		아두이노 기반 스마트팜 제작 2	
수업단계	소요시간	교수 학습 활동	수업 자료 및 유의점
도입	5분	◆ 각 모듈별 스마트팜 제작 ◆ 도구 사용시 안전에 대해 안전 교육 실시	
전개	35분	◆ 식물 모종을 심고 관찰하기 / 학교 화단 스마트팜 조성(배추밭) - 식물 종의 특성에 적합한 환경 구축 - 온도, 습도, 토양의 습도, 조도 등을 고려한다.	
정리	5분	◆ 지속적인 스마트팜 조성과 제작 및 보완 ◆ 식물 성장일지 기록	

〈표 14〉 과제 2의 3차시 교수·학습 설계안

3차시 학습 목표		아두이노 기반 스마트팜 제작 3	
수업단계	소요시간	교수 학습 활동	수업 자료 및 유의점
도입	5분	◆ 각 모듈별 스마트팜 제작 ◆ 도구 사용시 안전에 대해 안전 교육 실시	
전개	35분	◆ 각 모듈별 스마트팜 제작 및 보완 - 씨앗의 파종 및 발아 관찰 - 식물 생육에 적합한 센서 연결과 작동 - 식물 생육 조건이 충족되도록 지속적인 보완 ◆ 스마트팜의 예술성보다는 실현 가능성에 중점을 두고 제작할 수 있도록 지도	
정리	5분	◆ 지속적인 스마트팜 조성과 제작 및 보완 ◆ 식물 성장일지 기록	

스마트팜 식물성장일지			
팀명(팀원)	정소형 김소은 김승원 남석우		
기록일자	2020년 11월 13일 (금) 날씨 : 맑음		
생육조건	아두이노 온도센서	20.50 (°C)	
	아두이노 습도센서	X (%)	
	아두이노 조도센서	(Lux)	
스마트팜 구조도			
자신의조 스마트팜 특징	• 재배물을 최대한 하여 환경을 스마트팜으로 만들었다. • 재배의 재배를 막기 위해 배관라인스 배관라인스 구멍을 구멍하였다. • 배관라인스 센서 사용법, 그의 배관 라인스 등에 배관라인스 센서를 사용한다. • 배관라인스 배관라인스 센서 사용법을 이용하여 배관라인스 센서를 사용한다.		
주요 논의점	• 배관라인스 배관라인스 센서 사용법을 이용하여 배관라인스 센서를 사용한다. • 배관라인스 배관라인스 센서 사용법을 이용하여 배관라인스 센서를 사용한다. • 배관라인스 배관라인스 센서 사용법을 이용하여 배관라인스 센서를 사용한다.		

스마트팜 식물성장일지			
팀명(팀원)	1414 홍지영 1415 김형일 1416 김현종		
기록일자	2020년 11월 12일 (목)		날씨 : 맑음
생육조건	아두이노 온도센서	30 (°C)	
	아두이노 습도센서	약X (%)	
	아두이노 조도센서	약X (Lux)	
스마트팜 구조도	-이제 식물 심기 연습을-		
자신의조 스마트팜 특징	• 자동 온도 조절을 위해 온도 센서를 사용한다. • 배관라인스 센서를 이용하여 배관라인스 센서를 사용한다. • 배관라인스 센서를 이용하여 배관라인스 센서를 사용한다. • 배관라인스 센서를 이용하여 배관라인스 센서를 사용한다.		
주요 논의점	• 배관라인스 센서를 이용하여 배관라인스 센서를 사용한다. • 배관라인스 센서를 이용하여 배관라인스 센서를 사용한다. • 배관라인스 센서를 이용하여 배관라인스 센서를 사용한다.		

스마트팜 식물성장일지			
팀명(팀원)	박나, 김나, (팀원: 박나, 김나, 박나, 김나, 박나, 김나)		
기록일자	2020년 11월 10일 (화)		날씨: 맑음
생육조건	아두이노 온도센서	(°C)	
	아두이노 습도센서	(%)	
	아두이노 조도센서	(Lux)	
스마트팜 구조도			
자신의조 스마트팜 특징	• 재배물을 최대한 하여 환경을 스마트팜으로 만들었다. • 배관라인스 센서를 이용하여 배관라인스 센서를 사용한다. • 배관라인스 센서를 이용하여 배관라인스 센서를 사용한다. • 배관라인스 센서를 이용하여 배관라인스 센서를 사용한다.		
주요 논의점	• 배관라인스 센서를 이용하여 배관라인스 센서를 사용한다. • 배관라인스 센서를 이용하여 배관라인스 센서를 사용한다. • 배관라인스 센서를 이용하여 배관라인스 센서를 사용한다.		

스마트팜 식물성장일지			
팀명(팀원)	3조 (1-5) (장미현 / 최나영 / 김현하 / 박진영)		
기록일자	2020년 11월 11일 (월) 날씨: 맑음		
생육조건	아두이노 온도센서	23	(°C)
	아두이노 습도센서	65	(%)
	아두이노 조도센서	(Lux)	
스마트팜 구조도			
자신의조 스마트팜 특징	• 배관라인스 센서를 이용해 배관라인스 센서를 사용한다. • 배관라인스 센서를 이용해 배관라인스 센서를 사용한다. • 배관라인스 센서를 이용해 배관라인스 센서를 사용한다. • 배관라인스 센서를 이용해 배관라인스 센서를 사용한다.		
주요 논의점	• 배관라인스 센서를 이용해 배관라인스 센서를 사용한다. • 배관라인스 센서를 이용해 배관라인스 센서를 사용한다. • 배관라인스 센서를 이용해 배관라인스 센서를 사용한다. • 배관라인스 센서를 이용해 배관라인스 센서를 사용한다.		

〈그림 2〉 학생들이 작성한 스마트팜 식물 성장일지 예시

나. 과제 2 수업 평가 방안

본교는 각 차시마다 수업을 진행하면서 교사의 관찰 평가와 보고서 평가(표 15), 학생들의 동료 평가(표 16)와 자기평가 등으로(표 17, 그림 3) 과정 중심 평가를 실시한다.

〈표 15〉 교사 평가(관찰 평가, 보고서 평가)

평가항목	평가 내용/평가 기준	매우 그렇다 (3)	그렇다 (2)	그렇지 않다 (1)
참여도	① 학생 각자의 모둠원들과 잘 협력하는가?			
	② 자신의 역할을 충실히 수행하는가?			
과제집착력	① 인내심을 가지고 스마트팜을 완성하였는가?			
	② 모둠원들과 협력하여 목표에 도달하기위해 끝까지 노력하였는가?			
합계				

〈표 16〉 학생 동료 평가

평가항목	평가 내용/평가 기준	매우 그렇다 (3)	그렇다 (2)	그렇지 않다 (1)
협동심	① 조별 활동에 협력적으로 활동하는가?			
	② 모둠원들의 활동에 진심으로 도움을 주는가?			
	③ 설계에 따른 스마트팜 제작에 기여하는가?			
창의적 아이디어	① 창의적인 스마트팜 제작에 도움이 되는가?			
	② 식물성장에 필수적인 요소들을 고려하고 있는가?			
	③ 지속적인 식물성장을 점검하는가?			
발표 준비 및 태도	① 조별 발표 준비에 기여하는가?			
	② 발표를 자신감있게 하였는가?			
합계				

〈표 17〉 학생 자기 평가

평가 내용	매우 그렇다 (3)	그렇다 (2)	그렇지 않다 (1)
① 나는 조별 활동에 협력적으로 상호작용하였는가?			
② 나는 설계에 따른 스마트팜을 제작하였는가?			
③ 나는 식물의 지속적 성장을 위해 노력하였는가?			
활동 소감을 적어보세요.			

스마트팜 자기평가서(활동소감)

평가내용	매우 그렇다(3)	그렇다(2)	그렇지 않다(1)	총합
① 나는 조별 활동에서 협력적으로 상호작용하였는가?		✓		
② 나는 창의적으로 스마트팜설계도를 작성하였는가?		✓		
③ 나는 식물의 지속적 성장을 위해 노력하였는가?	✓			

■ '스마트팜' 활동소감을 적어보세요

친구들과 '스마트팜' 활동을 하면서 협동심을 많이 기른 것 같다.
 페트병을 겹쳐서 환경을 만들어야 하는데, 페트병 자르기가
 너무 어려워서 친구들과 신자 많이 친해졌다.
 또한 이번 스마트팜에 참여하는 전속시면서 프로그램 운영에
 한층 더 많은 것을 알아간 것 같아서 좋다.
 특히 처음 시작할 때는 막막했지만, 점진적으로 배운 것들이 하나
 씩 쌓여가면서 이해가 되었고, 특히 좋은 점을 많이 배웠다.
 우리는 강박공을 사용해서, 식물이 잘 자라도록 환경을 조성해
 주었다. 예상과 달리 매우 잘 자라났다. 특히 친구들이 이 강박공에
 관심이 많아서 강박공을 설명하는 강박공을 소개해줬다. 강박에 대해
 많이 배우고 싶어하는 친구들이 많아서 강박공을 소개해줬다.
 특히 강박을 소개할 때 강박에 대해 설명하는 것도 있고, 스마트팜에 큰 도움이
 되는 것들이 많아서, 그 친구들이 스마트팜을 본래부터 어떻게
 하는지 많이 배우고 싶어하는 친구들이 많아서 강박공을 소개해줬다.
 가장 중요한 점은 나 스마트팜, 내 스마트팜 한 것 없이 무인반 전에서
 여러 컴퓨터에 놓여진 식물들을 보면 마음이 편해진다. 그래서
 한층 더 좋아하고 따듯해 보여서 좋은 것 같다. 이번 수업에서는
 특히 스마트팜을 직접 설계하고, 만드는 과정을 통해 우리 모두가
 경험할 수 있었다.

스마트팜 자기평가서(활동소감)

평가내용	매우 그렇다(3)	그렇다(2)	그렇지 않다(1)	총합
① 나는 조별 활동에서 협력적으로 상호작용하였는가?	✓			3
② 나는 창의적으로 스마트팜설계도를 작성하였는가?	✓			3
③ 나는 식물의 지속적 성장을 위해 노력하였는가?	✓			3

■ '스마트팜' 활동소감을 적어보세요

스마트팜 활동을 시작했을 때는 조금 막막했다. 아두이노를 처음 사용해 보는
 것이었기 때문이다. 그러나 친구들과 협동하여 잘 배워서 결국 많은 것들을
 할 수 있었다.
 본적으로는 식물 재배를 세팅하기 위해 다양한 스마트팜 사례들을 찾아보고,
 우리만의 스마트팜을 만들어 봤다. 다양한 아이디어를 친구들과 식물 종류를
 스스로 선택해서 배양기 때문에 더 재미있고 기쁘게 할 수 있었다.
 재배와 같이 잘 되지 않은 부분은 있었다. 식물(상추)과 토양(물)이
 너무 건조하니 여왕과 다른 물과 나뉘고, 아두이노 코드를 입는다는
 어려움이 문제가 해결되기는 했지만, 하지만 그걸 때려야. 친구들 뿐만
 아니라 한 친구들 전체가 서로를 도와주며 문제를 해결해 갈 수 있었다.
 선생님의 도움을 거의 받지 않고 전방에서 하는 프로젝트였기 때문에
 시연과정이 있었지만, 결과적으로, 그런 활동 과정을 돌아보면 스스로
 더 배우고 싶어할 수 있었던 것은 정말이지 대단하다.

〈그림 3〉 학생들이 작성한 자기 평가 예시

5. 수업-평가-기록 일체화와 교내 과학융합축제

학생의 활동이 중심이 되어 진행된 과학교양 수업은 스마트팜의 설계와 제작을 통해 학생 전원이 각자의 모듈에서 창의적인 작품을 완성하였다. 수정보완과정을 거쳐 완성된 스마트팜 설계도와 함께 식물의 지속적인 관찰을 통해 작성된 일지는 교사가 관찰 기록한 것과 더불어 학생 개별 활동을 이해할 수 있는 좋은 자료가 되며 학생들의 교과별 세부특기사항에 특색 있는 학생의 활동으로 기록될 것이다.

본교는 매년 지역사회 및 해외 자매 학교와 함께 JSF(Jangan Science Festival)를 개최하여왔다. 2020학년도부터 교내 융합과학축제로 이름을 변경하여 진행하였으며, 1학년은 과학교양을 통해 장기간 준비한 자신만의 스마트 팜을 전시·발표하는 과정을 통해 과학 활동에 대한 적극성과 과학적 마인드 형성 그리고 과학의 생활화를 추구하였다(그림 4).



〈그림 4〉 교내 과학융합 축제 1학년 협력과제 작품 사진

III. 결론

본교의 학생협력형 스마트팜은 COVID-19로 인한 원격수업의 장기화로 프로젝트 진행에 어려움을 겪기도 했지만, 학생들의 능동적으로 스마트팜 설계도를 작성하고, 학생 활동시간을 확보하기 위해 등교하는 시기에는 과학교양과 더불어 통합과학 시간을 적극 활용하여 제작과 식물 성장을 기록하는데 성공하였다. 교실 공간의 협소함으로 어려움을 겪기도 했지만, 학생 사물함 상단, 창문, 복도 곳곳의 버려진 곳 등을 적극적으로 찾아다니며 자신들의 작품을 전시하고 지속적으로 관리할 수 있는 공간을 확보하였고, 이런 학생들의 적극적인 참여와 식물 조건과 환경에 맞는 아두이노 센서의 사용으로 식물 성장에 최적 조건을 마련하였다.

학생들의 자기평가서를 통해서도 알 수 있듯이 학생들은 스마트팜 프로젝트를 과학교양의 정규 교과 활동에 그치지 않고, 교외 각종 활동과 대회에 활용하는 응용력을 보이기도 했다. 간략하게 몇 가지 소개하자면 2020년 온라인으로 진행된 부산과학축전의 “어디나 실험실” 학교편에 스마트팜과 관련한 UCC를 제작하기도 하였고, 국립부산과학관의 과학동아리 지원사업인 「사이스퀘어클럽」의 헬로메이커 행사 부스 운영으로 일반인들에게 스마트팜을 소개하기도 하였다. 그리고 ‘아두이노 기반의 생태 피드백을 이용한 아쿠아포닉스 제작’이라는 주제로 한국과학창의재단의 STEAM R&E 과제를 수행하기도 하였다.

등급을 산출하지 않고 결과의 성패를 떠나 과정에 집중하고 지식을 습득할 수 있다는 것이 특별교과의 가장 큰 장점이다. 교사가 설정한 초기 과제들을 성공해 나가면서 학생들은 스스로 새로운 도전 과제를 탐색하게 된다. 그 도전이 실패를 하더라도 과거의 성공에 대한 경험은 학생들이 포기하지 않고 실패의 원인을 분석하고 다시 도전하는 힘을 가지게 된다는 것을 이번 프로젝트를 통해서 직접 확인할 수 있었다.

IV. 개선점

실제로 스마트팜을 구현하는데 많은 어려움을 있었다. 하지만 학생들의 적극성과 교사의 열정이 뒷받침된다면 학교 현장에서 실현 가능성은 충분히 높다고 본다. 동아리 수준의 활동이 아닌 한 학년 전체가 이루어지는 활동이기에 과학교양을 준비하는 교사들이 모여 예상가능한 모든 것들을 사전에 준비하였지만, 학생 각자의 창작물에 대한 애정과 더 나은 설계에 대한 끊임없는 도전은 교사가 모두 고려하지 못하였다.

학생들의 창의적인 생각을 실제로 구현하기 위해선 수업 외 시간에도 자유롭게 활동할 수 있는 공간(과학실을 포함한)을 사전 확보하는 것은 물론, 제작에 필요한 다양한 재료와 도구, 기본 공구들은 모듈별로 활동이 마무리 될 때까지 제공될 수 있도록 준비해주어야 한다.

마지막으로 스마트팜에서 가장 중요한 요소는 장치가 아닌 그 장치 속에서 계속 생존해야 하는 식물이다. 학생들에게 식물은 ‘시들면 다시 사서 심어야지.’라고 동물에 비해 쉽게 포기하고 버려도 되는 개체로 여겨게 두어선 안 된다. 교사는 식물의 생육조건을 민감하게 모니터링 할 수 있는 아두이노 센서 장치를 고안하도록 독려하고, 학생이 자신의 스마트팜에 지속적인 관심을 가지고 식물을 키워야 한다는 것을 지도해야 한다. 이 모든 과정을 통해 학생은 동료 간의 배려와 협동심, 적극성을 기르고 무엇보다 생명에 대한 경의심을 가질 수 있게 될 것이라고 생각한다.

집필 및 개발

과학중점학교 운영 지원연구단

책임 최재혁(전남대)

손정우(경상대), 심규철(공주대), 이기영(강원대),
이봉우(단국대), 차정호(대구대), 김진희(숙명여대),
노현아(전남대), 한화정(공주대)

과학중점학교 교사

공미나(서울 용화여고), 구태희(인천고), 김은숙(인천 가림고),
김철호(서울고), 류승환(충북 금천고), 류진영(인천 인명여고),
양현우(인천 송도고), 이세연(서울 명덕고), 임옥영(전남 순천복성고),
정도일(충북 청주고), 정주희(부산장안고)

기획

이영웅(교육부 교육연구사), 홍옥수(한국과학창의재단 팀장),
황태주(한국과학창의재단 선임연구원), 서성원(한국과학창의재단 연구원)

2020 과학중점학교 우수사례 찾아보기

2021년 1월 31일 1판 1쇄 인쇄

2021년 1월 31일 1판 1쇄 발행

저 자 과학중점학교 운영 지원연구단

발행처 교육부, 한국과학창의재단

〈비매품〉

이 보고서는 2020년도 교육부의 재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행된 성과물임

2020 과학중점학교 우수사례 찾아보기

