

과학영재교육의 접근성 확대와 선발체계 재구조화: 대학부설 과학영재교육원 공동·온라인 선교육과정 사례를 중심으로*

홍옥수**

김어진***

본 연구는 정부의 『제4차 과학영재 발굴·육성 종합계획(2023-2025)』에서 핵심 과제로 제시된 ‘선(先)교육-후(後)선발’ 정책의 효과를 실증적으로 분석하기 위해 수행되었다. 특히 2024년 전국 단위로 운영된 「대학부설 과학영재교육원 공동·온라인 선교육과정」을 중심으로, 과학영재교육의 접근성 확대, 학습자의 과학 태도 변화, 관계자의 선발체계에 대한 정책 인식을 다각적으로 분석하였다. 연구 결과, 여학생과 교육취약지역 학생의 참여 비율이 정규 영재교육원 대비 높았으며, ‘사물의 본질 설명’, ‘과학 활동 자신감’, ‘과학 활동 유지’ 등 과학 태도 요인에서 통계적으로 유의한 향상이 나타났다. 관계자 인식 조사 결과, ‘선교육-후 선발’ 제도의 교육적 효과와 접근성 확대에 공감하면서도 온라인·오프라인 학습 병행, 지역 단위 홍보 및 연계 강화, 중앙 통합 학습관리시스템 구축의 필요성이 제기되었다. 본 연구는 접근성 중심의 과학영재 발굴과 선발 패러다임 전환에 대한 실증 근거를 제공함으로써 차기 과학영재 발굴·육성 정책 수립에 기여할 것으로 기대된다.

주제어: 과학영재교육, 선교육-후선발, 교육 접근성

* 이 논문은 과학기술진흥기금 및 복권기금의 재원으로 수행된 성과물로 우리나라의 과학기술 발전과 사회적 가치 증진에 기여하고 있음.

** 제1저자: 서울대학교에서 교육학 박사학위를 취득하고, 현재 한국과학창의재단 미래교육지원 부장으로 재직 중이다. 주요 관심 분야는 과학교육, 영재교육, 창의성교육, 융합교육, AI교육 등이다(E-mail: oksu@kosac.re.kr).

*** 교신저자: 이화여자대학교에서 학사학위를 취득하고, 현재 한국과학창의재단 연구원으로 재직 중이다. 주요 관심 분야는 과학교육, 융합교육 등이다(E-mail: kej@kosac.re.kr).

I. 서론

대한민국의 영재교육은 2000년에 제정된 「영재교육진흥법」에 근거하여 추진되고 있다. 해당 법 제1조는 “재능이 뛰어난 사람을 조기에 발굴하여 능력과 소질에 맞는 교육을 실시함으로써 개인의 타고난 잠재력을 계발하고 개인의 자아실현을 도모하며 국가와 사회의 발전에 이바지하게 함을 목적으로 한다”고 명시하고 있으며, 제3조는 국가가 영재교육에 관한 종합계획을 수립하고 필요한 지원을 해야한다고 규정하고 있다. 이처럼 영재교육은 인재 양성과 국가 경쟁력 강화를 위한 공공정책의 하나로 제도화되어 왔다.

우리나라의 영재교육 기관은 영재학급, 영재교육원, 영재학교로 구별되어 있다. 특히 대학부설 과학영재교육원은 과학기술정보통신부가 지정하고 한국과학창의재단이 지원하는 대표적인 영재교육 기관으로, 전국 27개 대학이 참여하고 있다. 이들은 초·중등 학생을 대상으로 수학·과학 중심의 심화 프로그램을 제공하며, 지역에서 인재를 육성하고 잠재 영재를 발굴하는 역할도 담당한다. 그러나 조기 선발 중심의 구조, 사교육 의존, 지역 간 접근성 격차 등은 영재교육의 형평성과 공공성을 강화하기 위한 정책 개선의 과제로 지적되어 왔다.

과학기술정보통신부는 과학영재의 발굴과 육성을 지원하기 위해 「제4차 과학영재 발굴·육성 종합계획(2023-2025)」을 수립하고, 비전을 “과학영재 발굴·육성의 혁신과 도약을 통한 차세대 과학기술리더 양성”으로 제시하였다. 이 계획은 과학영재 발굴과 관련하여, “관찰·역량 기반 발굴로의 패러다임 전환”, “소외지역·계층 영재 발굴 강화”, “잠재 영재를 위한 기회 사다리 마련”을 핵심 과제로 제시하였다. 특히 계획에 명시된 ‘선(先)교육-후(後)선발’ 제도는 영재 선발 이전에 탐색적 학습경험을 제공하고, 그 과정에서 나타난 성장 가능성을 바탕으로 선발하겠다는 취지를 담고 있다.

이러한 정책에 근거하여 2022년에는 「대학부설 과학영재교육원 공동·온라인 선(先)교육과정(이하 공동·온라인 선교육과정)」이 시범 운영되었고, 2023년부터 정규 운영이 시작되었다. 2023년에는 전국 1,479명의 초·중학생이 참여하였는데, 학생들은 도전적 과제와 심화학습 경험에 대해 높은 만족도를 보였고, 대학부설 과학영재교육원에 대한 관심과 진학 의지가 향상된 것으로 나타났다(Hong & Kim, in press). 2024년에는 프로그램을 고도화하는 동시에 차년도 대학부설 과학영재교육원 신입생 선발에 공동·온라인 선교육과정 이수 결과를 연계함으로써, ‘선교육-후선발’ 제도가 본격적으로 안착되었다. 이는 기존 ‘선발 후 교육’ 방식에서 벗어나 ‘교육을 통한 발굴’이라는 새로운 방향을 실현한 선도적 사례라 할 수 있다.

이러한 변화를 고려할 때, ‘선교육-후선발’ 제도의 정책적 효과와 타당성을 실증적으로 검증하는 연구가 필요하다. 지금까지 정책의 공공성 관점에서 과학영재 정책의 구조적 변화를 분석한 연구는 매우 드물다. 본 연구는 2024년 전국 단위로 운영된 공동·온라인 선교육과정을 중심으로, ① 과학영재교육의 접근성 확대, ② 참여 학생의 과학 태도 향상, ③ 운영기관 관계자의 인식과 정책 제언을 실증적으로 분석하였다. 이를 통해 본 연구는 ‘선교육-후선발’ 제도가 과학영재교육의 공공성을 실현하는 데 어떤 기여를 하는지 확인하고, 향후 과학영재 발굴·육성 정책 방향 도출을 위한 근거를 제시하고자 한다.

이러한 목적을 달성하기 위해 본 연구는 다음의 연구문제를 중심으로 수행되었다.

첫째, 공동·온라인 선교육과정은 과학영재교육의 접근성을 어떻게 확장했는가?

둘째, 공동·온라인 선교육과정 참여 전후, 학습자의 과학 태도는 어떤 변화를 보였는가?

셋째, 공동·온라인 선교육과정 운영에 참여한 관계자들은 ‘선교육-후선발’ 제도를 어떻게 평가하며, 어떤 정책 과제를 제시하는가?

II. 이론적 배경

영재교육은 오랫동안 영재성 판별에 기초하여 ‘선발 후 교육’ 방식으로 운영되어 왔다. 그러나 최근에는 영재성이 고정된 특성이 아니며, 개인의 잠재력이 환경과 기회의 상호작용을 통해 실현되는 발달 과정이라는 관점이 확산되고 있다(Subotnik, Olszewski-Kubilius, & Worrell, 2011). 이는 잠재적 영재성이 재능으로 발현되고 계발되는 과정을 체계화한 Gagné(2005)의 ‘영재성과 재능에 대한 차별화 모형(DMGT: Differentiated Model of Giftedness and Talent)’과도 연결되며, 영재교육의 목적이 다양한 기회를 통해 잠재성을 발현시킬 수 있는 기회를 제공하는 데 있음을 강조한다.

과학영재교육에서 과학 태도와 같은 정의적 특성은 과학 진로 선택과 지속적인 참여에 영향을 미치는 핵심적인 요인으로 간주된다. 과학 태도는 과학과 그 학습에 대해 개인이 지니는 신념, 정서, 가치, 흥미 등을 포괄하는 개념으로(Osborne, Simon, & Collins, 2003), 과학 성취뿐 아니라 향후 과학 관련 학업 및 진로 참여를 예측하는 요인으로 밝혀졌다(Potvin & Hasni, 2014). 또한 과학영재가 일반 학생보다 높은 과학 태도를 보인다고 보고된 연구들이 있으며, 이러한 결과는 이들이 경험한 깊이 있는

교육 때문에 해석된다(이경란·박종호, 2013; 조현철, 2023). 이는 과학영재교육이 제공하는 탐구 중심 학습과 도전적 과제 수행이 학생의 과학 태도를 강화하는 데 효과가 있음을 시사하며, 과학영재로 판별되지 않은 학생에게도 이러한 도전적 학습 경험을 제공하여 잠재된 재능과 태도를 계발할 필요가 있다.

이러한 맥락에서 등장한 개념이 ‘선교육-후선발’ 정책이다. 이는 영재 선발 이전 단계에서 탐색적이고 도전적인 학습경험을 제공하고, 그 결과를 선발의 근거로 활용하는 제도로 할 수 있다. 영재교육의 형평성을 높이기 위해서는 모든 학생이 평가와 학습의 기회를 보장받는 개방적인 접근이 필요하다. Borland(2004)는 기존 영재 선발 기준이 중산층의 가치에 뿌리를 두고 있으며, 영재 판별 과정이 사회·문화적 편향에 의해 구조적으로 특정 집단에 불리하게 작용할 수 있음을 비판하였다. 이는 잠재력 발현의 기회를 보다 공정하게 설계해야 한다는 교육적 함의를 제공한다. 또한 Peters & Engerrand(2016)는 영재교육에서의 형평성은 학생들이 영재 판별에서 요구되는 수행을 발현할 수 있는 교육적 기회를 사전에 가졌는가에 대한 구조적 문제라고 강조하였다. 이들은 고급 학습 경험의 사전 노출 차이가 판별 결과에 직접적인 영향을 미치며, 정보 접근성이 높은 집단이 판별 과정에서 유리해지는 현상 자체가 형평성 문제라고 지적하였다. 따라서 다양한 배경의 학생이 잠재력을 실제 수행으로 드러낼 수 있도록, 선발 이전 단계에서 도전적 학습 경험을 보편적으로 제공하는 것은 영재교육의 형평성을 확보하기 위한 중요한 제도적 전략이라 할 수 있다. 수월성 중심의 영재교육 프로그램이라 하더라도 학생 구성을 다양화하고, 교육적 요구에 기반한 접근성을 확보할 필요가 있으며(Peters & Engerrand, 2016), 보편적 평가 기회를 보장하는 제도는 사회경제적 편향을 완화하고 영재교육의 형평성을 개선할 수 있다(Card & Giuliano, 2016). 따라서 선발보다 교육을 먼저 하는 방식은 수월성과 형평성을 동시에 추구하는 영재 발굴 정책의 역할을 수행할 수 있다.

이러한 모델은 디지털 기반의 학습 환경과 구조화된 학습 설계를 통해 효과적으로 작용할 수 있다. 디지털 기반 학습환경은 학습관리시스템(Learning Management System, LMS), 멀티미디어 자료, 학습 커뮤니티, 실시간·비실시간 상호작용 도구 등을 포함하는 광범위한 교육 생태계를 의미하며, 하위 범주로서 인터넷을 기반으로 한 온라인 학습이 위치한다. 온라인 학습은 단순한 전달 방식의 변화라기보다 학습 접근성을 실질적으로 확장하는 도구로 기능한다는 점에서 영재교육의 형평성을 높이는 데 활용될 수 있다. Means et al.(2010)은 온라인 기반 수업이 시간·공간적 제약을 완화함으로써 학습 참여의 기회를 넓힌다고 보고하였으며, UNESCO(2013)는 디지털 학습 환경이 지리적·사회경제적 배경에 따른 접근 격차를 줄이는 데 효과적이라고 분석

하였다. 다만 온라인 학습이 효과적으로 이루어지기 위해서는 인지적·사회적·교수적 실재감의 상호작용이 필요하며(Garrison, Anderson, & Archer, 2000), 학습의 질을 담보하기 위해서는 정확하고 정교한 피드백 제공이 중요하다(Hattie & Timperley, 2007).

본 연구의 맥락인 「대학부설 과학영재교육원 공동·온라인 선교육과정」은 이러한 논의를 바탕으로 설계되고 실행된 프로그램으로 온라인 플랫폼을 통한 학습 접근성 확대, 자기주도적 탐구 역량 강화, 지속적 피드백을 통한 학습 품질 제고에 중점을 두었다.

III. 연구 설계

1. 연구 맥락

1) 공동·온라인 선교육과정의 운영 개요

본 연구는 「제4차 과학영재 발굴·육성 종합계획(2023-2025)」이 제시한 핵심 정책 과제인 ‘선교육-후선발’ 정책의 실증적 효과를 검증하기 위하여 수행되었다. 특히 과학기술정보통신부가 지정하고 한국과학창의재단이 지원하는 전국 27개 대학부설 과학영재교육원이 공동으로 운영한 「대학부설 과학영재교육원 공동·온라인 선교육과정」을 분석 대상으로 하였다.

공동·온라인 선교육과정은 과학영재교육의 접근성을 확대하고, 선발 이전 단계에서 과학탐구 역량과 태도를 관찰할 수 있는 기반을 마련하기 위해 2024년 6월부터 8월 까지 6주간 운영되었다. 참가 대상은 전국 초등학교 5·6학년 및 중학교 1학년 재학생이었으며, 인가형 대안학교 및 학력 인정 국제학교 재학생도 지원할 수 있었다. 반면, 기존 대학부설 과학영재교육원의 재원생은 지원 자격에서 제외하여 영재로 선발되기 전 일반 학생의 참여 확대를 유도하였다.

모집 정원은 학년별 600명씩 총 1,800명으로, 수도·강원권, 영남·제주권, 충청·호남권의 3개 권역별 배분 원칙을 적용하였다. 또한 도서·벽지 및 읍면 지역 소재 학교 학생을 영재교육 교육취약지역 학생군으로 구분하고, 전체 모집 인원의 15% 이례를 우선 선발하였다.

모집 기간은 2024년 6월 3일부터 5일까지 3일간이었으며, 온라인 접수시스템을 통해 선착순으로 진행되었다. 모집 결과 총 2,775명이 지원했으며, 교육취약지역 학생이 259명이었다. 이들 중 최종적으로 1,772명이 등록하였으며, 교육취약지역 학생은 243명이었다.(표1)

〈표 1〉 공동·온라인 선교육과정 수강 신청 및 등록 인원

단위: 명

| 구분 | 초5 과정 | 초6 과정 | 중1 과정 | 합계 |
|-------------------------|----------------|-------------|-------------|----------------|
| 수강 신청 인원 (교육취약지역 인원) | 1,388 (106) | 873 (89) | 514 (64) | 2,775 (259) |
| 등록 인원 (교육취약지역 인원) | 648 (103) | 632 (80) | 492 (60) | 1,772 (243) |

6주간의 교육은 매주 한 개 주제씩 학년별 6개 주제로 구성되었으며, 수학·물리·화학·생명과학·지구과학·정보(컴퓨팅) 영역을 각각 하나씩 포함하도록 설계되었다(〈표 2〉 참고). 각 주제는 학년 수준에 맞춘 심화 개념과 응용에 중점을 두었으며, 세부적인 교육 내용과 과제 구성은 〈부록〉에 제시하였다. 프로그램의 총괄 기획과 운영 지침 수립은 한국과학창의재단이 담당했으며, 이를 토대로 27개 대학부설 과학영재교육원이 주제별 강의 개발, 과제 설계, 튜터 피드백 제공을 담당하였다. 주제별 강의와 과제는 각 교육원 소속의 박사급 교수 및 교사 연구진이 직접 개발하였으며, 모든 과제는 학습 목표에 맞춘 과제별 평가 루브릭에 따라 평가되었다.

〈표 2〉 공동·온라인 선교육과정 학년별 주제

| 구분 | 초등 5학년 | 초등 6학년 | 중학 1학년 |
|-----|----------------------------|------------------------|---|
| 1주차 | 퍼즐로 시작하는 자연수 탐구 | 화학으로 이해하는 현재와 미래 | 태양계로 떠나는 여행 |
| 2주차 | 왜 과학 탐구에서 관찰과 측정이 필요한가? | 우리 집은 물리 연구소 | 추론을 통한 창의융합 문제 해결 |
| 3주차 | 우리 생활 속에서 규칙을 찾아보아요 | 메타버스에서 만나는 수학의 역사적 사건들 | 물리는 얼마나 재밌으며, 사랑받는 과학자가 되기 위해 무엇이 필요할까? |
| 4주차 | 인공지능 앱(App) 만들기 | 제멜바이스를 부탁해! | 다양한 물질의 상태 변화 |
| 5주차 | 눈에 보이지 않는 공기, 년 정체를 알고 있니? | 암석이 알려주는 지구 역사 이야기 | 기후변화와 생물다양성 |
| 6주차 | 유전자 스위치도 노력하면 바뀔 수 있어요! | 인공지능 속 수학 원리 탐구 | 인공지능을 위한 파이션 첫걸음 |

주제별 교육은 ‘사전 녹화 강의(이론 및 개념 이해)’, ‘과제 수행(탐구 및 적용)’, ‘실시간 화상수업(토의 및 피드백)’의 순환 구조로 설계되었으며, 권역별 거점 대학이 운영하는 학습관리시스템(LMS)을 통해 진행되었다. 학생들은 약 20분 분량의 사전 녹화 강의 4편을 시청하여 핵심 개념을 학습하고, 이를 바탕으로 과제를 수행하여 학습관리 시스템(LMS)에 제출하였다. 튜터는 과제별 평가 루브릭에 따라 학생의 탐구 과정을 분석하고 2주 이내에 개별 서면 피드백을 제공하였다. 실시간 화상수업은 1주 차와 3주 차에 한해 학년별로 나누어져 1시간 동안 진행되었는데, 해당 수업에서는 핵심 개념 정리 및 질의응답과 토론이 이루어졌다.

2) 대학부설 과학영재교육원의 선교육-후선발 연계

2024년에 운영한 공동·온라인 선교육과정은 2025학년도 대학부설 과학영재교육원 신입생 선발로 연계되었다. 27개 대학부설 과학영재교육원 중 23개 교육원(약 85%)이 공동·온라인 선교육 이수 결과를 선발 과정에 반영하였으며, 이는 ‘선발 후 교육’ 중심 체제에서 ‘선교육-후선발’이라는 새로운 선발체계의 가능성을 탐색한 시도라 할 수 있다.

구체적인 연계 방식은 각 교육원이 자체적으로 결정하였으며, 운영 여건과 선발 제도에 따라 세 가지 유형으로 구별된다(〈표 3〉). 첫째, ‘평가 및 선발 우대’ 유형은 공동·온라인 선교육 이수자에게 심사 단계에서 가산점을 부여하는 등 교육 및 수행 경험을 참고 자료로 활용하는 방식이다. 둘째, ‘지원자격 부여’ 유형은 기존에 영재교육 이수자만 지원할 수 있었던 ‘사사연구 과정’이나 ‘심화 과정’에 공동·온라인 선교육 이수자에게도 지원 자격을 부여하는 방식이다. 셋째, ‘별도 전형 운영’ 유형은 공동·

〈표 3〉 대학부설 과학영재교육원의 선교육-후선발 연계 유형

| 연계 유형 | 기관 수(개) | 대표 사례 |
|------------|---------|--|
| 평가 및 선발 우대 | 9 | • 공동 온라인 선교육 이수자는 1차 서류심사 단계에서 가산점 부여 |
| 지원자격 부여 | 8 | • 영재교육 1년 이상 이수자만 지원할 수 있었던 사사연구 과정에 공동 온라인 선교육 이수자도 지원할 수 있도록 자격 부여 |
| 별도 전형 운영 | 6 | • 공동 온라인 선교육 과정 이수자를 대상으로 선교육 입학전형 운영 |

주) 기관 수는 각 연계 유형에 해당하는 대학부설 과학영재교육원의 수를 의미함.

온라인 선교육 이수자를 대상으로 독립된 입학 전형을 신설하여 ‘선교육 전형’으로 선발을 실시하는 방식이다.

2. 연구 대상

본 연구의 대상은 2024년 공동·온라인 선교육과정에 참여한 학생과 운영에 참여한 대학부설 과학영재교육원의 관계자로 구성되었다.

먼저 학생 참여 집단은 공동·온라인 선교육과정에 참여한 1,772명의 학생 중 데이터 수집 및 활용에 동의한 378명으로 남학생 224명(59.3%), 여학생 154명(40.7%)이었다(〈표 4〉). 설문 응답자의 성별 구성(남 59.3%, 여 40.7%)은 전체 등록자의 성별 구성(남 62.3%, 여 37.7%)과 유사하여, 표본 구성의 편향이 분석 결과에 과도한 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 모든 개인정보는 익명화되었으며, 수집된 데이터는 개별 식별이 불가능한 코드 형태로 처리하였다.

〈표 4〉 연구 참여 학생의 학년별·성별 분포

단위: 명(비율)

| 구분 | 남자 | 여자 | 계 |
|----------|------------|------------|-------------|
| 초등학교 5학년 | 87 (23.0) | 70 (18.5) | 157 (41.5) |
| 초등학교 6학년 | 99 (26.2) | 60 (15.9) | 159 (42.1) |
| 중학교 1학년 | 38 (10.1) | 24 (6.3) | 62 (16.4) |
| 계 | 224 (59.3) | 154 (40.7) | 378 (100.0) |

주) 괄호 안의 수치는 각 범주의 백분율(%)을 의미함.

다음으로 공동·온라인 선교육과정의 설계·운영 또는 선교육-후선발 연계를 담당한 대학부설 과학영재교육원 관계자 5인이 연구에 참여하였다. 이들은 각 교육원의 운영을 담당하고 있으며, 평균 15.4년의 교육원 근무 경력을 보유하고 있다(〈표 5〉). 연구참여자는 서면 인터뷰를 통해 ‘선교육-후선발’ 모델의 특성을 파악하는 자료를 제공하였다.

〈표 5〉 연구참여자 배경

| 참여자 | 경력 | 소속 영재교육원 특징 | 역할(업무) |
|-----|-----|--|-----------|
| A | 21년 | • 공동·온라인 선교육과정과 2025년 신입생 선발을 연계 | 교육원 실무 총괄 |
| B | 19년 | • 공동·온라인 선교육과정 이수자를 2025년 신입생으로 선발 | 교육원 실무 총괄 |
| C | 15년 | • 공동·온라인 선교육과정 이수자를 2025년 신입생으로 선발 | 교육원 실무 총괄 |
| D | 8개월 | • 공동·온라인 선교육과정과 교육원 자체 선교육과정을 병행 운영하며 2025년 신입생 선발과 연계 | 자체 선교육 운영 |
| E | 18년 | • 공동·온라인 선교육과정과 교육원 자체 선교육과정을 병행 운영하며 2025년 신입생 선발과 연계 | 교육원 실무 총괄 |

주) 소속 영재교육원 특징은 참여자가 소속된 대학부설 과학영재교육원의 선교육-후선발 적용 여부 및 운영 방식에 관한 특징을 기술함.

3. 자료 수집

본 연구에서는 공동·온라인 선교육과정의 운영 효과와 참여 경험을 분석하기 위해 학생 집단의 등록 데이터 및 설문 자료와 대학부설 과학영재교육원 관계자의 인터뷰 자료를 함께 수집하였다.

1) 학생 자료

학생 자료는 세 가지 방식으로 수집하였다. 첫째, 참여자 등록 데이터를 통해 성별, 지역, 교육취약지역 여부 등 인구통계학적 정보를 확보하였다. 이 자료는 프로그램의 접근성 확대 효과를 검증하기 위한 기초 자료로 활용되었다.

둘째, 과학 태도 검사를 실시하여 공동·온라인 선교육과정 참여 전후 학생들의 변화를 측정하였다. 검사 도구는 Fraser(1981)가 개발한 TOSRA(Test of Science-Related Attitudes)를 기반으로, 조현철(2023)이 한국 초·중등 일반학생과 과학영재 학생을 대상으로 수정·타당화한 척도를 사용하였다. 조현철(2023)은 이를 활용하여 과학영재 학생과 일반학생 간의 태도 차이를 검증하였으며, 모든 하위 요인에서 영재 학생의 과학 태도가 더욱 높았다고 밝혔다. 본 연구에서는 이 도구를 동일하게 사용하되, 사전조사 응답을 활용하여 신뢰도 검증을 실시하였다. 하위 요인별 Cronbach's α 값은 0.58~0.93 범위였으며, '과학가치 수용'을 제외한 모든 요인이 0.7 이상으로 높은 신뢰도를 보였다. '과학가치 수용' 요인은 수용되는 기준($\alpha \geq .70$)에는 못 미쳤는데 (George & Mallery, 2003), 사회·경제적 가치 판단이 요구되는 문항 특성상 응답

일관성이 낮을 가능성이 있다. 조현철(2023)의 연구에서도 동일 요인의 α 값이 0.57로 보고되었으나 타당성이 확보된 것으로 판단했기에 본 연구에서도 수정 없이 사용하였다. 과학 관련 태도 검사에 사용된 전체 문항과 하위 요인별 신뢰도 계수는 <표 6>에 제시하였다. 추가로 과학 태도 변화의 맥락을 보완적으로 파악하기 위해 “공동·온라인 선교육과정을 수강하면서 기울인 노력 중 가장 기억에 남는 일은 무엇인가요?”라는 개방형 문항에 대한 응답도 함께 수집하였다.

셋째, 신청 동기 및 만족도 설문을 통해 프로그램의 참여 배경과 학습경험을 보완적으로 파악하였다. 사전(신청 동기) 설문은 프로그램 시작 전 전체 수강생을 대상으로 실시되어 917명이 응답하였다. 응답 선택지는 ‘진로에 도움이 될 것 같아서’, ‘대학부설 과학영재교육원이 궁금해서’, ‘교육 내용(주제) 때문에’, ‘학교 공부에 도움이 될 것 같아서’, ‘교육을 이수한 후 주어지는 혜택 때문에’, ‘부모님이나 다른 사람이 시켜서’ 등 여섯 가지로 구성하였다. 사후(만족도) 설문은 프로그램 종료 후 실시했으며, 802명이 응답하였다. 설문은 전반적 만족도와 온라인 학습 환경의 편리성을 묻는 2개 문항으로 구성되었으며, 각 문항은 5점 리커트 척도로 응답하도록 하였다.

2) 관계자 자료

관계자 자료는 반구조화형 서면 인터뷰 방식을 통해 수집하였다. 자료 수집은 2025년 7월, 이메일과 문서 양식을 통해 개별적으로 진행되었다. 주요 조사 항목은 ① 대학부설 과학영재교육원 선발 제도에 대한 인식, ② 공동·온라인 선교육의 운영 과정과 성과에 대한 평가, ③ 향후 선교육 운영 및 정책 개선에 관한 의견의 세 영역으로 구성되었다. 각 영역에는 과학영재교육원의 위상과 역할, 선발 제도의 변화 방향, 선교육-후선발 운영의 필요성과 적정 방식, 선교육 과정의 강점과 개선점, 지속 운영의 필요성과 정책 제안 등에 관한 질문이 포함되었다. 참여자는 각 문항에 대해 1~2쪽 분량의 서술형 응답을 작성하여 제출하였다. 인터뷰 자료는 모두 텍스트 파일 형태로 수집·정리되었다.

〈표 6〉 과학 태도 검사지

| 요인 (Cronbach's α) | 문항 |
|------------------------------|---|
| 과학 활동의 즐거움 (.90) | 과학 수업은 재미있다. |
| | 나는 과학 관련 활동을 무척 좋아한다. |
| | 학교에서 지금보다 더 많은 과학수업을 하기를 바란다. |
| | 과학은 학교 과목 중 제일 흥미 있는 과목이다. |
| | 과학 수업의 내용들은 대체로 재미있다. |
| | 과학 수업이 기다려진다. |
| 과학적 호기심 (.89) | 모든 선물을 과학 책이나 과학기구들로 받고 싶다. |
| | 우리 세상의 여러 일들이 어떻게 그렇게 되는지 무척 궁금하다. |
| | 나는 많은 자연현상이 신기하여 자주 궁금해한다. |
| | 나는 집중적 관심이 가는 과학적 주제나 영역이 있다. |
| | 나는 특히 과학적 문제에 대해 큰 흥미를 가지고 집중하게 된다. |
| 과학 커리어 활동 의지 (.93) | 나는 과학 관련 현상들에 대해 흥미가 생겨 주의를 집중한다. |
| | 나는 졸업 후 사회에서 과학 관련 일을 하고 싶다. |
| | 나는 졸업 후 과학 분야의 중요한 발견이나 발명을 하는 팀과 일하고 싶다. |
| | 나는 과학적 실험, 연구를 주로 하는 직업을 갖고 싶다. |
| | 나는 졸업 후 과학 관련 활동 혹은 과학을 가르치는 일을 하고 싶다. |
| 사물의 본질 설명 (.92) | 나는 졸업 후 과학자가 되고 싶다. |
| | 나는 겉으로 드러나는 현상보다, 근본 원인에 대해 훨씬 더 많이 생각한다. |
| | 나는 결과에 이르는 과정에 어떤 원인이 작용하는지에 대해 집중해본다. |
| | 나는 남들이 당연히 여기는 현상들의 원인을 깊게 생각해보는 경향이 있다. |
| | 나는 신기한 자연현상들에 대해, 열심히 그 원인을 설명하려고 노력한다. |
| 과학 활동 자신감 (.88) | 나는 사회적 사건과 현상들의 원인을 찾으려고 집중해보는 성향이 있다. |
| | 나는 제시되는 과학 문제의 해결을 위해 끝까지 집중한다. |
| | 나는 과학 수업에서 누구보다 잘할 것 같다. |
| | 나는 모든 과학 관련 활동을 자신감 있게 해낼 수 있다. |
| | 나는 어렵더라도 더 높은 수준의 과학 활동을 전개하고 싶다. |
| 과학 활동 유지 (.93) | 과학 모둠 활동에 있어 나보다 유능한 학생은 없을 것이다. |
| | 나는 과학 과제 수행 시 누구보다 효율성 있게 활동한다. |
| | 나는 여가로 과학 관련 프로그램 시청을 즐긴다. |
| | 나는 휴일에는 주로 과학 관련 책을 읽는 데 많은 시간을 보낸다. |
| | 나는 시간 날 때마다 과학 관련 실험이나 과학자료 찾기를 즐긴다. |
| | 나는 방과 후에 친구와 과학 관련 대화를 즐겨 한다. |
| | 나는 여가시간에 과학 관련 활동이나 프로그램에 참여하려고 한다. |

| 요인 (Cronbach's α) | 문항 |
|------------------------------|--|
| 과학 가치 수용 (.58) | 나는 주말, 방학 때 과학 관련 박물관이나 전시회 등에 자주 간다. |
| | 나는 과학 관련 기사나 읽을거리를 열심히 읽는다. |
| | 정부나 기업이 과학에 대해 많은 돈을 쓰는 일은 가치가 크다.* |
| | 과학적 발견들은 많은 경우 인류에 이익보다는 해를 끼친다. |
| | 앞으로 과학 연구에 지금보다 훨씬 더 많은 돈을 써야 한다. |
| | 과학은 분명히 우리의 삶을 더욱 좋게 한다. |
| 과학자 삶 정상성 인식 (.76) | 과학은 미래 세계를 훨씬 더 좋게 만들 것이다. |
| | 대체로 과학자의 삶은 많은 것을 희생해야 하는 불행한 삶이다.* |
| 열린 사고 (.75) | 과학자들은 성격이 특이하며 일반인과 생활습관이 다르다.* |
| | 과학자들은 예술에 대해 일반인보다 훨씬 적은 관심을 보인다.* |
| | 나는 현상에 대한 지식이 많은 전문가의 의견이 항상 옳다고 받아들인다.* |
| | 참된 지식은 권위자나 다수가 주장하는 내용과 항상 일치한다.* |
| | 진리는 나와 친구, 국가 등 가까운 사람들에게 특히 유리한 지식을 말한다.* |

주) Cronbach's α 는 본 연구 사전 설문 응답을 바탕으로 산출한 값임. *표시는 역문항을 의미함.

4. 자료 분석

본 연구는 세 가지 연구 문제에 따라 양적 분석과 질적 분석을 병행하는 혼합 방법으로 자료를 분석하였다.

첫째, 공동·온라인 선교육과정이 과학영재교육의 접근성을 어떻게 확장했는가를 검증하기 위해, 참여자 등록 데이터를 활용하여 성별·교육취약지역 여부에 따른 참여 분포를 산출하고 빈도와 백분율을 통해 참여 구성의 변화를 확인하였다. 또한 신청 동기(사전)와 만족도(사후) 설문 응답을 보조 자료로 활용하여, 참여 동기의 유형별 분포와 온라인 학습 환경의 편의성 인식에 대한 평균값을 산출하였다. 이를 통해 온라인 기반 교육이 학습자의 참여 유인과 접근 편의성을 어떻게 지원했는지를 파악하였다.

둘째, 학생들의 과학 태도 변화는 사전·사후에 모두 응답한 학생을 대상으로 각 하위 요인의 평균 차이를 대응표본 t-검정을 통해 검증하였다. 분석에 앞서 각 요인의 사전-사후 차이값에 대해 Shapiro-Wilk 검정을 실시하여 정규성을 확인하였다. 일부 요인에서 정규성 가정이 충족되지 않아 대응표본 t-검정과 함께 Wilcoxon 부호-순위 검정을 병행하였다. 그 결과, t-검정에서 통계적으로 유의한 것으로 나타난 모든 요인이 Wilcoxon 검정에서도 유의하게 나타나 분석 방법에 따른 결과의 일관성이 확인되

었다. 또한 개방형 문항의 응답을 내용 분석하여 정량적 결과를 보완하는 질적 근거로 활용하였다.

셋째, 대학부설 과학영재교육원 관계자의 인식 분석은 응답 문서를 반복 검토한 후 핵심 문장 단위로 코딩하고, 의미가 유사한 응답을 통합하여 ‘정책 인식’, ‘운영 경험’, ‘개선 과제’의 세 주제로 범주화하였다. 양적 자료 분석은 SPSS 25.0을 사용하여 빈도 분석, 기술통계, 대응표본 t-검정을 실시하였으며, 질적 자료는 내용분석 절차를 적용하여 핵심 주제를 도출하였다. 분석 결과의 신뢰성을 확보하기 위해 연구자 간 상호 검토를 병행하였다.

IV. 연구 결과

1. 공동 · 온라인 선교육과정의 접근성 확대 효과

공동 · 온라인 선교육과정의 참여 학생 구성을 ‘선발 후 교육’ 모델에 해당하는 대학부설 과학영재교육원의 정규과정과 비교한 결과, 여학생과 교육취약지역 학생의 비율에서 차이가 나타났다(〈표 7〉). 정규 영재교육원의 여학생 비율은 29.9%였으나, 공동 · 온라인 선교육과정에서는 37.7%로 7.8%p 높았다. 또한 교육취약지역 학생의 비율은 정규 영재교육원(5.4%) 대비 13.7%로 2.5배 이상 높았다. 이는 온라인 기반 운영이 지역적 제약과 성별 참여 격차를 완화함으로써 여학생과 교육취약지역 학생의 참여 기회를 실질적으로 확대했음을 보여준다.

사후에 실시한 만족도 조사에서도 이러한 온라인 접근성의 효과가 확인되었다. 응답자 802명의 응답에서 “온라인 학습 환경(학습사이트 · Zoom 등)은 사용하기 편리했다.” 문항의 평균 점수는 4.45점(5점 만점)으로 나타나, 학습자들이 온라인 환경의 편리성을 높게 평가했음을 알 수 있다.

〈표 7〉 대학부설 과학영재교육원 정규과정과 공동 · 온라인 선교육과정의 학생 비율

단위: 명(비율)

| 구분 | 등록 인원 전체 | | |
|----------------|-------------|--------------|------------|
| | | 여학생 | 교육취약지역 |
| 대학부설 과학영재교육원 | 4,565 (100) | 1,363 (29.9) | 245 (5.4) |
| 공동 · 온라인 선교육과정 | 1,771 (100) | 667 (37.7) | 243 (13.7) |

사전에 실시한 참여 동기 분석 결과는 공동·온라인 선교육과정이 과학영재교육의 접근성을 넓혀, 다양한 참여 동기를 가진 학생들에게 학습 기회를 제공했음을 보여준다. ‘진로에 도움이 될 것 같아서’(27.2%), ‘대학부설 과학영재교육원이 궁금해서’(22.8%), ‘교육 내용(주제) 때문에’(22.0%)의 응답 비율이 상위를 차지하였다(표 8)). 이는 학생들이 진로 탐색, 영재교육 체험, 심화 주제 학습의 기회를 자발적으로 추구하는 동기를 가지고 참여했음을 의미한다.

〈표 8〉 공동·온라인 선교육 신청 동기에 관한 응답 결과 (n=917)

| 응답 | 전체 | |
|-----------------------|--------|-------|
| | 응답자(명) | 비율(%) |
| 진로에 도움이 될 것 같아서 | 249 | 27.2 |
| 대학부설 과학영재교육원이 궁금해서 | 209 | 22.8 |
| 교육 내용(주제) 때문에 | 202 | 22.0 |
| 학교 공부에 도움이 될 것 같아서 | 138 | 15.0 |
| 부모님이나 다른 사람이 시켜서 | 80 | 8.7 |
| 교육을 이수한 후 주어지는 혜택 때문에 | 39 | 4.3 |
| 합계 | 917 | 100 |

사후에 실시한 만족도 조사에서 “공동·온라인 선교육과정 프로그램에 전반적으로 만족했다.”는 문항의 평균 점수는 4.60점(5점 만점)으로 나타났으며, 이는 공동·온라인 선교육과정 참여 학생들의 진로 탐색 욕구와 과학 학습에 대한 기대가 일정 부분 충족되었음을 시사한다.

이처럼 공동·온라인 선교육과정은 기존 영재교육 접근의 한계를 완화하고, 다양한 학습 배경을 가진 학생들에게 탐색적 학습 기회를 제공한 효과를 보여준다.

2. 공동·온라인 선교육과정 참여 학생의 과학 태도 변화

과학 태도 검사의 사전·사후 점수를 비교한 결과, 전체적으로 과학 태도가 유의하게 향상되었다(표 9)). 특히 ‘사물의 본질 설명’, ‘과학 활동 자신감’, ‘과학 활동 유지’ 요인에서 통계적으로 매우 유의한 향상이 관찰되었다. 또한 ‘과학 활동의 즐거움’, ‘과학적 호기심’, ‘과학 커리어 활동 의지’ 역시 유의하게 증가한 것으로 나타나, 공동·온라인 선교육과정이 학생들의 과학에 대한 흥미, 자신감, 진로 인식, 탐구 태도 전반에 긍정적 영향을 미쳤음을 알 수 있다.

반면, ‘과학 가치 수용’, ‘과학자 삶 정상성 인식’, ‘열린 사고’ 요인에서는 통계적으로 유의한 변화가 나타나지 않았다. 이들은 과학이라는 분야를 바라보는 인식적 관점을 반영하는 요인이기에 탐구 중심의 과제 수행에 초점을 둔 단기 프로그램에 참여한 경험만으로는 향상되는 데 한계가 있었던 것으로 판단된다.

〈표 9〉 과학 태도 요인별 사전-사후 차이 ($n=378$)

| 요인 | 응답 평균 | | | t | p |
|--------------|-------|------|-------|--------|---------|
| | 사전 | 사후 | 사후-사전 | | |
| 과학 활동의 즐거움 | 4.41 | 4.48 | .07 | 2.765 | .006** |
| 과학적 호기심 | 4.46 | 4.52 | .06 | 2.096 | .037* |
| 과학 커리어 활동 의지 | 3.99 | 4.11 | .12 | 2.889 | .004** |
| 사물의 본질 설명 | 4.20 | 4.32 | .12 | 3.634 | .000*** |
| 과학 활동 자신감 | 4.12 | 4.24 | .12 | 3.549 | .000*** |
| 과학 활동 유지 | 3.70 | 3.99 | .29 | 6.951 | .000*** |
| 과학 가치 수용 | 4.33 | 4.34 | .01 | .233 | .816 |
| 과학자 삶 정상성 인식 | 3.81 | 3.73 | -.08 | -1.316 | .189 |
| 열린 사고 | 3.35 | 3.29 | -.06 | -1.067 | .287 |
| 과학 관련 태도(전체) | 4.01 | 4.09 | .08 | 3.637 | .000*** |

* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$

이러한 결과를 바탕으로 주요 요인의 변화를 학생들의 학습경험에 대한 서술형 응답을 통해 구체적으로 살펴보았다.

먼저, ‘사물의 본질 설명’ 요인의 유의한 향상은 학생들이 과학 현상을 암기하는 수준에서 벗어나 현상의 원리와 원인을 스스로 탐구하려는 태도가 강화되었음을 의미한다. 학생들은 제시된 실험을 그대로 수행하는 데 그치지 않고, 재료나 변인을 스스로 조정하며 결과를 검증하는 과학적 사고를 보여주기도 했다. 이러한 결과는 공동·온라인 선교육과정이 학생들에게 과학적 설명력과 탐구 확장 경험을 제공했다고 해석될 수 있다.

“건포도를 사이다에 떨어트려 실험한 일이 가장 기억에 남았습니다. …(중략)… ‘건포도와 사이다의 특징이 무엇이길래 실험을 하게 하였을까?’ 고민하였고 그 특징을 가지고 있는 다른 물질들도 동일한 결과가 나오는지 궁금했기 때문입니다. 건포도 대신 블루베리랑 땅콩을 넣어봤는데 둘 다 가

라앉아버리고 별로 움직임이 없었습니다. 표면이 맨들거려서 이산화탄소가 들어 올릴 공간이 적어 보였습니다. 건포도처럼 가볍고 겉면이 더 조글조글한 육포를 잘라 넣었더니 더 빠르게 오르내리고 잘 움직였습니다. 그리고 설탕이 들어있는 사이다보다 탄산수로 했을 때 더 빨리 움직였습니다.” (학생 5-037)

‘과학 활동 자신감’의 향상은 학생들이 온라인 기반의 자율적 학습 환경에서 과학 과제를 스스로 해결할 수 있다는 자기효능감을 형성했음을 보여준다. 학생들은 학교 수업과 연계된 심화학습에 몰입하고, 다양한 과학 탐구 과제를 수행하며 자신의 역량이 향상되었다고 인식하였다. 이처럼 공동·온라인 선교육과정을 통해 학생들이 심화 학습과 탐구활동을 스스로 계획하고 수행하는 과정에서 과학 활동에 대한 자신감이 향상된 것으로 나타났다.

“이 수업을 한 다음 관련된 학교 수업을 할 때 친구들과 더 많은 배경지식을 이용하여 좋은 성적을 받기도 하고 길을 가다가도 틈틈이 숨겨져 있는 과학과 수학 원리를 찾을 때도 있어 내가 실력이 늘었다는 사실에 기분이 좋았습니다.” (학생 5-046)

“친환경적 집을 만든다는 아이디어가 참신하고 재미있었기에 노력을 했다. 물이 어떻게 냉방과 난방을 해주는지 정확하고 명확하게 과정을 표현하였고, 이에 따른 효과까지 표현을 하였다. 그러므로 과정과 효과를 명확하게 작성한 설계도가 완성이 되었다.” (학생 7-043)

‘과학 활동 유지’ 요인의 유의한 향상은 공동·온라인 선교육과정이 탐구 지속성과 학습 몰입을 촉진하는 역할을 했음을 의미한다. 학생들은 과제 수행 이후에도 스스로 탐구를 이어가며, 과학에 대한 흥미와 학습 습관을 장기적으로 확장할 수 있었다. 이는 공동·온라인 선교육과정에서의 학습경험이 일상 속 탐구로 지속될 수 있음을 보여준다.

“천문학에 관심이 많은데 과제 제출하고 나서도 기억이 나서 솔라시스템스 코프에 종종 들어가 보기도 하고 좋았다.” (학생 7-029)

“스스로 생각한대로 문제를 풀어서 틀린 걸 알았지만, 가치 있는 시간이라고 생각하니 좀 더 시간을 내서 과학에 관한 책을 도서관에서 빌려보았습니다.” (학생 7-040).

이러한 결과는 공동·온라인 선교육과정이 사물의 본질을 탐구하고, 과학에 대한 자신감을 형성하며, 과학 학습을 이어가는 등 과학 태도 향상을 촉진하는 프로그램임을 보여준다. 동시에 과학영재교육의 접근성 확대뿐 아니라, 학습자의 성장과 과학 태도 형성 측면에서도 교육적 의미를 지닌 프로그램임을 시사한다.

3. 대학부설 과학영재교육원 관계자의 인식

1) 정책 인식: 선교육-후선발 제도의 의미와 필요성

대학부설 과학영재교육원 관계자 인터뷰 분석 결과, 다수의 연구참여자들은 ‘선교육-후선발’ 제도가 과학영재교육의 지역·사회적 접근성 불균형을 완화하고, 잠재 영재 발굴의 기회를 확대했다는 점에서 정책적 성과가 있었다고 평가하였다. 특히 공동·온라인 선교육과정의 도입을 통해 지리적 제약이나 정보 접근의 한계로 기존 영재교육에 참여하지 못했던 학생들에게 새로운 교육 기회가 제공되었다는 점을 공통적으로 강조하였다.

“지리적, 경제적 제약으로 인해 과학영재교육원에 지원하지 못한 학생들에게 온라인으로 교육에 참여할 수 있는 기회를 제공한 측면으로는 접근성이 확대되었다고 생각...” (연구참여자 E)

“과학영재교육원에 대한 정보의 접근 장벽을 낮췄고 ... 실제 지원까지 이어질 수 있는 구조를 만들었다고 생각...” (연구참여자 D)

“영재교육을 접하지 못하는 학생 대상으로 영재교육을 제공하여 잠재 영재를 발견할 수 있는 기회를 제공...” (연구참여자 B)

한편, ‘선교육-후선발’ 제도에 대해서도 대체로 긍정적인 인식이 나타났는데, 특히 영재교육 경험이 없던 학생들도 교육을 거쳐 신입생 선발에 지원할 수 있는 구조가 마련된 점을 긍정적으로 평가하였다. 또한 ‘선교육-후선발’ 제도가 단순한 선발 효율화가 아니라, 학습자의 참여도 및 탐구 역할을 직접 관찰할 수 있는 교육 중심 선발 구조로의 전환을 촉진한다는 점에서 의미가 있다고 평가하였다.

“지금의 선발 방식은 사교육의 영향을 받기 쉬워서 ... 지식보다는 실제 수업에서 참여도, 흥미, 탐구 능력을 종합적으로 관찰할 수 있어 더 적합한 영재를 선발...” (연구참여자 D)

“선교육-후선발은 교육을 통한 성장 가능성을 관찰하여 선발하는 데에도 주요한 목적을 두고 … 이 같은 배경에 부합하는 학생들에게 적합한 제도라고 생각합니다.” (연구참여자 A)

그러나 이러한 제도의 취지에는 공감하면서도, 현재 영재교육의 수요와 공급 여건을 고려할 때 모든 교육원에서 ‘선교육-후선발’ 제도를 일괄적으로 적용하는 것은 타당하지 않다는 의견을 제시한 연구참여자도 있었다. 연구참여자 C는 이미 대학부설 과학영재교육원이 잠재 영재 발굴과 접근성 확대라는 본래 목적을 수행하고 있다고 응답했으며, ‘선교육-후선발’ 제도는 일부 상황에서 보완적 수단으로 활용될 수는 있으나 필수적 제도는 아니라는 견해를 보였다.

“기존의 대학부설 과학영재교육원에서 지원하는 학생들이 많아서 모두 수용을 하지 못한다면, 차선택으로 선교육 후선발을 진행할 수 있지만, 현재의 대학부설 과학영재교육원의 신입생 선발의 경쟁률은 지역적 차이가 있기는 하지만 높지 않습니다.” (연구참여자 C)

2) 운영 경험: 교육 효과와 구조적 한계

연구참여자들은 공동·온라인 선교육과정이 단기간에 많은 학생에게 과학 탐구 경험을 제공했다는 점에서 긍정적이라고 평가하였다. 특히 온라인 환경이 지역과 시간의 제약을 해소해 참여 기회를 넓혔으며, 학생들이 진로 탐색과 자기 적성 확인의 기회를 얻었다는 점이 주목되었다.

“선교육 후선발은 참여 학생들에게 관련 분야의 교육을 목적으로 두고 있으나, 자기 진로, 호기심과 관심을 시작으로 해당 교육이 적합한지 체험하고, 탐색하며, 교육을 통한 성장 가능성을 관찰하여 선발하는 데에도 주요한 목적을 두고 있다고 생각합니다.” (연구참여자 A)

그러나 동시에 운영 과정에서 드러난 구조적 한계와 운영 부담에 대한 의견도 제시되었다. 매년 권역별 거점 대학과 튜터가 바뀌면서 운영의 전문성이 누적되지 못하고, 거점 대학들이 각각 학습관리시스템(LMS)을 별도로 운영함에 따라 관리 체계의 일관성이 낮고 행정적 혼선이 발생한다는 지적이 있었다.

“매년 새롭게 시작하는 운영기관들이 온라인 선교육 프로그램을 준비 …(중략)… 운영 규정은 동일하지만 이를 습득하고 익숙해지는 과정은 매년 새롭게 습니다. …(중략)… 매년 새로운 튜터를 섭외하고 있습니다. …(중략)… 새로운 튜터에게 새로운 운영진이 교육을 진행하고, 관리를 하지만 매끄럽게 진행하기에는 한계…” (연구참여자 A)

“지속적인 사업임에도 불구하고 (온라인 선교육을 위한) 자체 사이트 구축 없이 권역 영재원에게 일임하는 것 같아 과중한 업무가 부여…” (연구참여자 B)

3) 개선 과제: 제도 정착을 위한 정책적·운영적 제언

연구참여자들이 제안한 정책 및 제도 개선 방안은 대면·체험형 활동 병행, 운영 체계 안정화, 공정한 선발체계 개선의 세 방향으로 요약된다.

첫째, 온라인 수업의 한계를 보완하기 위해 대면 실험, 토론, 탐구 캠프 등 체험형 활동과의 연계 강화가 필요하다는 의견이 다수 제시되었다. 관계자들은 온라인 기반 수업만으로는 사회적 상호작용과 협력을 통한 탐구 경험을 충분히 제공하기 어렵다고 판단하였으며, 대면 프로그램을 병행한다면 학습 몰입도와 소속감을 높일 수 있다고 강조하였다.

“체험 캠프를 통해 공동온라인 선교육의 단점을 보완한다면 연계 정책에 실효성이 있다고 생각합니다. 온라인 선교육에서 진행할 수 없는 친구들과의 토론 및 실험을 통해 과제를 해결하였을 경우 성취감 및 소속감을 느낄 수 있다고 생각…” (연구참여자 C)

둘째, 운영의 지속성과 품질 관리 강화가 필요하다는 지적이 있었다. 관계자들은 매년 운영 주체가 바뀌는 순환형 구조로 인해 교육 프로그램의 연속성과 품질 관리가 어렵다고 지적했으며, 중앙 단위의 통합 LMS 및 상시 지원 체계 구축이 필요하다고 보았다.

“선발 연계를 하기 위해선 먼저 공동 온라인 선교육과정 운영이 잘 이루어져야만 하는데 그러기 위해선 프로그램 운영을 위한 자체(전담) 사이트 구축이 필요…” (연구참여자 B)

“온라인 선교육은 당분간 지속될 필요가 있습니다. … 온라인 선교육과정의 교육 만족도나 효과성에서도 일부 긍정적인 변화를 열볼 수 있습니다. 온라인 선교육 과정의 콘텐츠가 쌓이고, 지속적으로 운영되었을 때 교육원에 서도 활용할 수 있는 교육자료로도 활용이 가능합니다.” (연구참여자 A)

셋째, 탐구 역량과 성장 가능성을 공정하게 평가할 수 있는 선발체계의 개선이 필요하다는 의견이 제기되었다. 연구참여자들은 교사와 튜터가 학생의 탐구 과정을 관찰·평가한 결과를 신입생 선발 과정과 자연스럽게 연계하는 방안을 제안하였다.

“교사와 튜터가 학생의 탐구 과정을 관찰·평가해 선발 과정과 자연스럽게 연계하는 방안이 필요…” (연구참여자 D)

“선교육을 통해 이수한 교육 실적을 본 교육원의 신입생 선발 시 반영하고, ‘선이수 과정’으로 명문화해 운영하는 사례도 있습니다.” (연구참여자 A)

추가로, 일부 연구참여자는 ‘찾아가는 과학영재교육원’, ‘탐색형 과학캠프’ 등 일반 학생 대상 체험 프로그램을 확충해야 한다는 제안을 덧붙였다.

V. 결론 및 논의

본 연구는 2024년 전국 단위로 운영된 「대학부설 과학영재교육원 공동·온라인 선교육과정」을 실증적으로 분석하여, 과학영재교육의 접근성 확대, 학습자의 과학 태도 변화, 운영 주체의 인식과 정책 제언을 다각적으로 검토하였다. 본 장에서는 앞서 제시한 연구 결과를 바탕으로 공동·온라인 선교육과정이 과학영재교육의 접근성 확대와 정책적 함의 측면에서 갖는 의미를 논의하였다.

연구 결과, 공동·온라인 선교육과정에 참여한 여학생과 교육취약지역 학생의 참여 비율이 정규 영재교육원 대비 높게 나타나 온라인 기반 선교육과정이 지역·사회적 장벽을 낮추는 데 기여했음을 확인하였다. 학습 성과 측면에서는 ‘사물의 본질 설명’, ‘과학 활동 자신감’, ‘과학 활동 유지’와 같이 탐구 수행과 직접 관련 있는 과학 태도 요인이 유의하게 향상되었다. 이러한 요인들은 과학적 소양의 핵심 구성 요소와 밀접하게 연결된다는 점에서 교육학적으로 중요한 의미를 지닌다. PISA 2025 과학 프레임워크는 현상을 과학적으로 설명하는 역량을 핵심 과학 역량으로 제시했으며, 학생의 과학 태도

나 성향은 과학에 대한 흥미를 결정하고 학습 참여를 지속하게 하며 행동을 촉발하는 요소라고 강조하였다(OECD, 2023). 또한 과학 태도와 과학 성취의 관계를 분석한 연구들은 어느 한 변수를 종속변수로 단정하기 어렵다는 점에 동의하면서도, 태도가 행동에 선행하는 경향이 있으며 두 변수가 긴밀한 상호작용 속에서 연결된다는 점을 강조한다(Osborne et al., 2003). 이러한 맥락에서 본 연구에서 확인된 과학 태도의 향상은 공동·온라인 선교육과정의 교육적 효과로 해석될 수 있다. 한편, 과학 가치 수용이나 과학자상 인식과 같은 태도는 단기간 진행된 프로그램만으로 유의미한 변화를 이끌어 내기에는 한계가 있었다. 운영 주체들은 ‘선교육-후선발’ 제도의 정책적 방향과 교육적 효과에는 공감하면서도, 프로그램의 지속가능성과 품질 관리를 위해 중앙 통합 LMS 구축, 콘텐츠의 연차별 누적 관리, 피드백 체계의 정교화 등이 필요하다고 지적하였다.

정책적 측면에서, 본 연구는 ‘선교육-후선발’ 제도가 과학영재교육의 접근성 확대를 위한 역할을 담당하기 위해서는 다음이 필요하다는 점을 제안한다. 첫째, 온라인과 오프라인 학습의 병행을 통해 과학 탐구 및 협력적 학습경험을 강화할 필요가 있다. 온라인 기반 교육은 접근성 측면에서 의미 있는 성과를 거두었으나, 실험 및 토의와 같은 상호작용을 통한 학습 경험은 상대적으로 제한적이었다. 현재는 우수 이수자를 대상으로 단기 오프라인 캠프와 체험형 프로그램이 운영되고 있는데, 이를 점진적으로 확대하여 온라인 학습과 오프라인 탐구 경험이 상호 보완되는 구조로 발전시킬 필요가 있다. 이는 학생의 과학탐구 역량 및 협력적 문제해결력을 강화하는 교육적 토대가 될 것이다. 둘째, 교육취약계층 학생의 참여 확대를 위해 지역 단위 홍보와 연계 강화가 필요하다. 본 연구 결과, 제도적으로 교육취약지역 학생에게 우선선발 비율(15%)이 부여되었음에도 불구하고 실제 참여율은 목표치에 미치지 못하였다. 이는 선발 구조보다는 정보 접근성과 참여 유인의 부족에서 비롯된 것으로 해석된다. 따라서 지역교육청, 학교, 과학교육 유관기관 등과의 협력을 통해 홍보 체계를 강화함으로써 사회·지리적 여건에 따른 참여 격차를 완화해야 한다. 셋째, 중앙 통합 학습관리시스템(LMS)의 구축을 통해 교육 콘텐츠와 학습 데이터를 표준화하고 연차별로 누적·관리할 수 있는 체계 마련이 필요하다. 현재와 같이 권역별 기관이 매년 순환하며 운영하는 구조에서는 교육 콘텐츠의 연속성과 질 관리가 어렵고, 학습자의 성취 및 피드백 기록도 단편적으로 관리되는 한계가 있다. 중앙 통합 LMS는 영재교육의 학습 과정에서 생성되는 콘텐츠와 피드백 데이터를 체계적으로 축적하고 정책 기획에 활용할 수 있는 핵심 인프라로 기능할 것이다.

학술적 측면에서, 본 연구는 과학영재교육의 정책, 사업, 성과를 연계하여 분석한 결과로서, 공동·온라인 선교육과정을 개별 프로그램이 아닌 정부 정책의 체계 속에서 조명했다는 점에서 의미가 있다. 특히 ‘선교육-후선발’ 제도가 접근성과 효과성이라는

두 차원에서 긍정적 변화를 이끌어 낼 수 있음을 실증적으로 확인하였다. 여학생 및 교육취약지역 학생의 참여 확대는, 영재 판별이 특정 사회·문화적 집단에 구조적으로 유리하게 작용할 수 있다는 Borland(2004)의 비판을 보완할 수 있는 경험적 근거를 제시한 것으로 해석된다. 또한, 선교육을 통해 다양한 배경의 학생들이 도전적 과제를 수행할 기회를 갖게 된 점은 Peters & Engerrand(2016)가 지적한 학습 기회의 불평 등 문제를 완화할 수 있는 정책적 의미를 지닌다. 나아가 본 연구는 대학부설 과학영재교육원 관계자의 인식 분석을 통해 제도 정착을 위한 정책 과제를 구체적으로 도출하였다. 이러한 결과는 과학영재교육을 교육적 논의에 한정하지 않고, 국가 정책 실행의 측면까지 확장하여 논의했다는 점에서 가치를 지닌다.

본 연구는 전국 단위 데이터를 바탕으로 분석을 수행하였으나, 자발적으로 참여한 학생을 대상으로 한 자기보고식 사전·사후 설문에 기반하고 있어 실제 행동 변화나 장기적 효과를 설명하기에는 한계가 있다. 향후에는 ‘선교육-후선발’ 제도의 실효성을 검증하기 위해, 본 과정을 이수한 학생들이 대학부설 과학영재교육원에 진학한 이후 어떤 학업 성취와 진로 경로를 보이는지 추적하는 후속 연구가 필요하다. 이러한 분석은 ‘선교육-후선발’ 정책이 실제로 과학영재교육의 질적 성장을 이끄는 데 어떤 역할을 하는지 평가하는 근거가 될 것이다.

본 연구의 설문 응답자는 전체 참여 학생(1,772명)의 21.3%에 해당하는 378명으로, 표본이 모집단을 완전히 대표한다고 보기에는 한계가 있다. 자발적 참여에 의해 응답이 수집된 만큼 프로그램 참여에 적극적인 학생이 상대적으로 많이 포함되는 자기선택 편향을 내포하며, 자기보고식 자료의 특성상 긍정적 응답 경향의 영향을 받을 수 있어 과학 태도 변화를 해석할 때 신중함이 요구된다(Shadish, Cook, & Campbell, 2002; Paulhus, 1991). 또한 본 연구는 학년, 지역, 참여 동기, 과학 흥미, 과학 성취도 등 과학 태도 변화에 영향을 미칠 수 있는 잠재 변인을 통제하지 못했기 때문에 향후 연구에서는 이러한 요인을 고려한 연구 설계와 정교한 효과 검증이 이루어질 필요가 있다. 특히 본 연구에서 확인된 여학생과 교육취약지역 학생의 높은 참여 비율은 영재교육의 접근성 확대라는 측면에서 의미가 있으므로, 후속 연구에서는 성별이나 지역 등 학습자 특성에 따른 참여 양상과 성과 차이를 분석하여 정책 효과의 집단 간 차이를 검증할 필요가 있다.

현재 「제5차 과학영재 발굴·육성 종합계획(2026-2030)」 수립이 논의 중이며, 잠재 영재 발굴과 교육취약계층 지원이라는 지향점은 지속적으로 강화될 전망이다. 본 연구의 결과가 이러한 정책 논의 속에서 ‘선교육-후선발’ 제도의 도입과 정착, 나아가 과학영재교육의 공공성 강화를 위한 실증적 기반으로 활용되길 기대한다.

▣ 참고문헌

- 과학기술정보통신부. 2023. 《제4차 과학영재 발굴·육성 종합계획(2023-2025)》.
- 이경란·박종호. 2013. “초등과학영재와 일반학생의 과학적 태도와 자아탄력성 및 심리적 안녕감의 관계.” 《한국초등교육》, 24(4): 243-257.
- 조현철. 2023. “과학태도 검사의 타당화: 과학영재학생과 일반학생의 비교.” 《영재와 영재교육》, 22(1): 83-106.
- Borland, James H. 2004. *Issues and practices in the identification and education of gifted students from under-represented groups*. Storrs, CT: National Research Center on the Gifted and Talented, University of Connecticut.
- Card, David, & Giuliano, Laura. 2016. “Universal screening increases the representation of low-income and minority students in gifted education.” *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(48): 13678-13683.
- Fraser, Barry J. 1981. *Test of Science-Related Attitudes (TOSRA)*. Melbourne: Australian Council for Educational Research.
- Gagné, F. 2005. “From gifts to talents: The DMGT as a developmental model”. In Robert Sternberg & Janet Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (pp. 98-119). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Garrison, D., Randy, Terry Anderson, & Archer, Walter. 2000. “Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education.” *The Internet and Higher Education*, 2(2-3): 87-105.
- George, Darren, & Mallery, Paul. 2003. *Using SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Hattie, John, & Timperley, Helen. 2007. “The Power of Feedback.” *Review of Educational Research*, 77(1): 81-112.
- Hong, Oksu, & Kim, Eojin. in press. “Participation and performance in an open-access online science program for potentially gifted students in Korea.” *Journal of Science Education and Technology*.
- Means, Barbara, Toyama, Yukie, Murphy, Robert, Bakia, Marianne, & Jones, Karla. 2010. *Evaluation of evidence-based practices in online*

- learning*. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- OECD. 2023. *PISA 2025 Science Framework (Second Draft)*.
- Osborne, Jonathan, Simon, Shirley, & Collins, Sue. 2003. "Attitudes towards science: A review of the literature and its implications." *International Journal of Science Education*, 25(9): 1049-1079.
- Paulhus, Delroy L. 1991. "Measurement and control of response bias". In John Robinson, Phillip Shaver, & Lawrence Wrightsman (Eds.), *Measures of personality and social psychological attitudes* (pp. 17-59). San Diego, CA: Academic Press.
- Peters, Scott J., & Engerrand, Kristina G. 2016. "Equity and excellence: Proactive efforts in the identification of underrepresented students for gifted and talented services." *Gifted Child Quarterly*, 60(3): 159-171.
- Potvin, Patrice, & Hasni, Abdelkrim. 2014. "Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: a systematic review of 12 years of educational research." *Studies in Science Education*, 50(1): 85-129.
- Shadish, William R., Cook, Thomas D., & Campbell, Donald T. 2002. *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- Subotnik, Rena F., Olszewski-Kubilius, Paula, & Worrell, Frank C. 2011. "Rethinking giftedness and gifted education: A proposed direction forward based on psychological science." *Psychological Science in the Public Interest*, 12(1): 3-54.
- UNESCO. 2013. *Technology, broadband and education: Advancing the education for all agenda*.

[부록] 공동·온라인 선교육과정 주차별 교육 개요

| 주차 | 구분 | 학습 과정(학년) | | |
|-----|-------------|--|---|--|
| | | 초등 5학년 | 초등 6학년 | 중학 1학년 |
| 1주차 | 주제 | • 퍼즐로 시작하는 자연수 탐구 | • 화학으로 이해하는 현재와 미래 | • 태양계로 떠나는 여행 |
| | 학습목표 | • 약수의 개념을 이해할 수 있다. • 임의의 수를 소수의 곱으로 나타낼 수 있다. | • 환경과 에너지 문제를 해결할 수 있는 화학적 방법들을 설명할 수 있다. • 우주 시대에 필요한 화학 기술을 설명할 수 있다. | • 지구의 자전과 공전으로 나타나는 천체의 운동을 설명할 수 있다. • 달의 위상 변화 원리를 설명할 수 있다. • 태양계 행성을 물리적 특성에 따라 구분할 수 있다. |
| | 차시별 내용 및 활동 | <ul style="list-style-type: none"> (1) 자연수의 개념과 덧셈 규칙을 이용해 '+1 수 세기 게임'의 필수전략 알아내기 (2) 자릿수근의 원리를 이해하고 배다방진 패턴의 특징을 살펴보기 (3) 자연수를 여러 자연수의 합으로 나타내기 (4) 약수의 개수를 찾고 '약수 게임'의 필수전략을 알아내기 (5) 온라인 실시간 수업 | <ul style="list-style-type: none"> (1) 플라스틱이 환경에 미치는 영향과 플라스틱을 분해하거나 대체하기 위한 화학 기술을 알아보기 (2) 이산화 탄소 농도를 줄이기 위한 화학 기술을 알아보기 (3) 전기를 생산하고 저장하는 여러 가지 기술을 알아보기 (4) 지구와 우주 환경의 차이를 이해하고, 우주 시대의 화학 기술을 예상 해보기 (5) 온라인 실시간 수업 | <ul style="list-style-type: none"> (1) Solar system scope로 관측 위치에 따른 천체의 일주 운동을 관찰·설명하기 (2) Solar system scope로 태양과 별자리의 연주 운동을 관찰·설명하기 (3) Solar walk로 달의 위상 변화를 관찰하고 일식과 월식의 발생 원리를 설명하기 (4) 태양계 행성들의 특징을 조사하고 물리적 특성에 따라 분류하기 (5) 온라인 실시간 수업 |
| | 과제 | • 약수 게임에서 얻을 수 있는 최고점수, 최고점수를 얻기 위해 가져와야 하는 숫자와 순서를 찾아내기 | • 우주 탐사 중 불시착한 행성에서 물과 산소, 연료가 부족한 상황일 때 무사히 지구로 돌아가기 위한 방법 찾기 | • 화성을 제외하고, 테라포밍에 적합한 태양계 천체가 무엇인지 고르고 그 이유를 설명하기 |
| 2주차 | 주제 | • 왜 과학 탐구에서 관찰과 측정이 필요한가? | • 우리 집은 물리 연구소 | • 추론을 통한 창의융합 문제 해결 |
| | 학습목표 | • 과학 탐구, 관찰, 측정이 무엇인지와 그 필요성을 설명할 수 있다. • 관찰과 측정을 이용한 탐구를 수행할 수 있다. | • 눈과 뇌의 인식 과정에 대한 이해를 바탕으로 착시 현상을 일으키는 물건을 제작할 수 있다. • 가설을 세우고 가설을 검증할 수 있는 실험을 설계하여 수행할 수 있다. | • 실생활과 관련된 수학 이론을 설명할 수 있다. • 실생활 문제를 논리적인 추론 과정을 통해 해결할 수 있다. |
| | 차시별 | • (1) 과학 탐구의 과정과 과학 탐구가 과학적이기 위한 조건 이해하기 | • (1) 착시 현상의 원리를 이해하고 착시 팽이와 원통형 거울 만들어보기 | • (1) 나머지정리 이론을 학습하고 베스킨라빈스31 게임 전략 세우기 |

| 주 차 | 구 분 | 학습 과정(학년) | | |
|------|-------------|---|--|--|
| | | 초등 5학년 | 초등 6학년 | 중학 1학년 |
| | 내용 및 활동 | <ul style="list-style-type: none">• (2) 관찰의 의미와 종류, 정확한 관찰이 필요한 이유가 무엇인지 알기• (3) 관찰의 한계와 관찰 시 주의 사항• (4) 측정의 의미와 여러 가지 측정 방법• (5) 과학 탐구에서 관찰과 측정이 어떻게 이용되는지 이해하기 | <ul style="list-style-type: none">• (2) 간이 분광기를 제작하여 여러 광원의 스펙트럼 관찰 하기• (3) 거울과 렌즈가 만드는 상의 원리로 카메라 옵스큐라 만들기• (4) 과학적 탐구 설계 방법 이해하기• (5) 스마트폰 센서를 활용한 실험 해보기 | <ul style="list-style-type: none">• (2) 10진법과 2진법을 변환하는 방법• (3) 한붓그리기의 수학적 원리를 학습하고 해법을 탐구하기• (4) 다양한 도형의 겹넓이를 구해보고 칸 음료수가 원기둥인 이유를 설명하기• (5) 여러 가지 생활 속 문제를 추론으로 해결하기 |
| | 과제 | <ul style="list-style-type: none">• 사이다에 건포도를 넣었을 때 발생하는 현상을 관찰한 후 건포도가 떠오른 이유에 대한 가설을 세우고, 가설을 검증하기 위한 탐구 과정을 설계하기 | <ul style="list-style-type: none">• 이중 고리 비행기를 더 멀리 날리기 위한 실험 과정을 설계하고, 실험을 수행하여 탐구 보고서 작성하기 | <ul style="list-style-type: none">• 1~100까지 번호가 부여된 창문과 학생들이 있고, 학생들이 자기 번호의 배수에 해당하는 모든 창문으로 가서 열려있으면 닫고, 닫혀있으면 열 때 마지막에 열려있는 창문의 개수 구하기 |
| 3주 차 | 주제 | <ul style="list-style-type: none">• 우리 생활 속에서 규칙을 찾아보아요 | <ul style="list-style-type: none">• 메타버스에서 만나는 수학의 역사적 사건들 | <ul style="list-style-type: none">• 물리는 얼마나 재밌으며, 사랑받는 과학자가 되기 위해 무엇이 필요할까? |
| | 학습 목표 | <ul style="list-style-type: none">• 도형을 이용해 모양을 만드는 놀이를 할 수 있다.• 모양을 만드는 놀이에 이용된 규칙을 설명할 수 있다. | <ul style="list-style-type: none">• 수 체계의 역사적 발생과정을 이해하고 수 표기 방식의 차이를 설명할 수 있다.• 거대 수에 대해 탐구하고 그 결과를 메타버스 공간에 표현할 수 있다. | <ul style="list-style-type: none">• 주변에서 일어나는 현상들에 어떤 물리법칙이 작용했는지 설명할 수 있다.• 물리법칙을 응용한 기술이나 실생활 속 예시를 들 수 있다. |
| | 차시별 내용 및 활동 | <ul style="list-style-type: none">• (1) 면봉으로 삼각형을 만들어 한 쪽씩 늘릴 때 추가로 필요한 면봉의 개수 구하기• (2) 바둑알로 패턴을 만들 때 더해지는 개수 규칙 찾기• (3) 다각형에서 별이 몇 개 만들어지는지 최소공배수를 이용해 구하기• (4) 주사위로 여러 가지 모양을 만들 때 보이는 숫자들의 최댓값 구하기• (5) 온라인 실시간 수업 | <ul style="list-style-type: none">• (1) 가상 세계의 특징과 메타버스 8대 윤리 원칙• (2) 고대 문명의 수 체계와 십진법, 이진법 체계 이해하기• (3) 메타버스 플랫폼(Zep) 사용법 익히기• (4) 현재까지 알려진 매우 큰 수에 대해 알아보기• (5) 온라인 실시간 수업 | <ul style="list-style-type: none">• (1) 추상적으로 알고 있던 과학 개념과 원리를 자세히 알아보기• (2) 시공간, 힘과 감각의 한계를 극복하기 위해 물리법칙을 응용한 사례 알아보기• (3) 다양한 힘과 온도에 관련된 물리법칙을 이해하고 무중력 상태에서 실험 결과를 예측하기• (4) 빛과 전기의 특성을 일상생활에 이용한 사례 알아보기• (5) 온라인 실시간 수업 |

| 주 차 | 구 분 | 학습 과정(학년) | | |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | 초등 5학년 | 초등 6학년 | 중학 1학년 |
| 4 주 차 | 과 제 | <ul style="list-style-type: none"> 주사위 4개를 붙여 보이는 면들의 수의 합이 최대가 되도록 하려면 어떤 모양이어야 하는지와 그때의 최댓값을 구하기 | <ul style="list-style-type: none"> 4차시에 배운 거대 수 또는 현재까지 알려진 매우 큰 수 중에서 하나를 골라 조사해 보고, 조사한 내용을 메타버스 Zep에 전시하기 | <ul style="list-style-type: none"> 학습한 내용 중 기억에 남는 주제와 새롭게 알게 된 내용을 4가지 이상 작성하기 |
| | 주 제 | <ul style="list-style-type: none"> 인공지능 앱(App) 만들기 | <ul style="list-style-type: none"> 제멜바이스를 부탁해! | <ul style="list-style-type: none"> 다양한 물질의 상태 변화 |
| | 학 습 목 표 | <ul style="list-style-type: none"> 인공지능의 원리를 이해할 수 있다. 지도학습 모델을 만들고 인공지능을 훈련시킬 수 있다. 인공지능 앱을 직접 코딩할 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> 주어진 데이터를 통해 프로그램으로 분석하여 가설을 검증할 수 있다. 제멜바이스의 손 씻기 연구가 가진 의미를 설명할 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> 여러 가지 물질의 상태 변화를 설명할 수 있다. 에너지 흡수와 방출에 따른 물질의 상태 변화를 설명할 수 있다. |
| | 차 시 별 내 용 및 활 동 | <ul style="list-style-type: none"> (1) 인공지능의 개념과 분류, 머신러닝과 딥러닝에 대해 알기 (2) 리모콘 시나리오를 만들고, 단어를 학습시키기 (3) 스크래치로 인공지능 리모콘 블록코딩하고 실행해 보기 (4) 머신러닝 모델 만들기 (5) 인공지능 신호등을 블록 코딩하고 스마트폰에서 실행 해보기 | <ul style="list-style-type: none"> (1) 19세기 유럽과 현대 사람들의 의학적 지식과 병원의 환경 비교하기 (2) 두 병동의 신생아 사망률에 차이가 있는지 비교하기 (3) 두 집단의 합계, 백분위, 평균을 구하여 비교하고 그래프로 표현하기 (4) 제멜바이스의 실험 과정과 도출된 결과가 무엇인지 이해하기 (5) 제멜바이스의 연구 결과 발표 이후 사회의 변화를 알아보기 | <ul style="list-style-type: none"> (1) 물질의 세 가지 상태(고체, 액체, 기체)와 그 밖의 상태(플라즈마 등)의 특성 이해하기 (2) 물질의 상태 변화에 따라 변하는 성질과 변하지 않는 성질이 무엇인지 학습하기 (3) 물질의 상태 변화와 열 에너지 흡수, 방출 이해하기 (4) 상태 평형 그림으로부터 끓는 점과 녹는점 예측하기 (5) 친환경 미래형 주택 사례 |
| | 과 제 | <ul style="list-style-type: none"> 실생활에 필요한 나만의 인공지능 앱을 구상하여 그리고 설명하기 | <ul style="list-style-type: none"> 더 많은 산모와 아기를 살리기 위해 제멜바이스에게 유용할 정보를 알려주는 편지 쓰기 | <ul style="list-style-type: none"> 숨은 열을 냉난방에 효과적으로 이용하는 주택을 설계하고, 주택을 홍보하는 자료 만들기 |
| 5 주 차 | 주 제 | <ul style="list-style-type: none"> 눈에 보이지 않는 공기, 년 정체를 알고 있니? | <ul style="list-style-type: none"> 암석이 알려주는 지구역사 이야기 | <ul style="list-style-type: none"> 기후변화와 생물다양성 |
| | 학 습 목 표 | <ul style="list-style-type: none"> 기체의 일반적인 성질과 여러 가지 기체의 특성을 실험을 통해 추리할 수 있다. 연소 과정에 이용되는 물질과 연소 후 생성물이 무엇인지 말할 수 있다. 실험 결과를 예측하고, 이를 검증하기 위한 실험을 설계할 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> 탄도 해안과 고정리, 우음도의 다양한 지질구조를 관찰하고, 그러한 지질구조가 생성된 과정과 당시 환경을 논리적으로 설명할 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> 생물다양성의 의미와 중요성을 이해할 수 있다. 유전자 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성의 개념을 이해할 수 있다. |

| 주 차 | 구 분 | 학습 과정(학년) | | |
|-------|--------------------------|---|---|---|
| | | 초등 5학년 | 초등 6학년 | 중학 1학년 |
| | 차 시 별 내 용 및 활 동 | <ul style="list-style-type: none">• (1) 풍선 바깥 공기의 압력에 따라 풍선 모양이 어떻게 변하는지 관찰하기• (2) 연소 과정을 관찰하고, 연소에 소모되는 기체의 정체를 추측하기• (3) 산소, 이산화 탄소, 수소 기체의 성질을 실험 현상을 통해 이해하기• (4) 4원소설에서 근대의 원소 개념으로 바뀌게 된 과학사를 이해하기• (5) 물에 떠있는 유리종 속에서 연소하는 초의 개수를 달리할 때, 유리종 안 수면의 높이 변화를 예상하기 | <ul style="list-style-type: none">• (1) 탄도 해안의 경사층과 단층이 생성된 원리 추론하기• (2) 탄도 해안의 점이층리와 방해석맥, 건열이 생성된 과정과 생성 당시 환경을 추론하기• (3) 고정리의 공룡알 화석지 지층에서 관찰되는 타포니, 단층, 인편상 구조의 생성과정 및 환경을 추론하기• (4) 우음도의 습곡과 단층, 관입암의 생성 과정과 순서를 추론하기• (5) 관입암과 포획암 생성 순서 추론하기 | <ul style="list-style-type: none">• (1) 낙동강 예시를 바탕으로 생물다양성을 이해하기• (2) 생물다양성의 개념이 정립된 과정과 생태계의 범위 이해하기• (3) 종 다양성과 유전자 다양성의 개념과 유전자 다양성이 감소하는 요인 이해하기• (4) 종의 절멸이 생태계에 미치는 중대한 영향을 이해하기• (5) 인간의 활동이 생물다양성에 미치는 영향을 이해하기 |
| | 과 제 | <ul style="list-style-type: none">• 초의 개수가 많아질 때 유리종 안의 수면의 높이가 달라지는 원인을 추리해 보고, 이를 확인하는 실험을 설계하기 | <ul style="list-style-type: none">• 관입과 포획이 일어난 암석들의 표면을 관찰하고 4가지 암석의 생성 순서를 설명하기 | <ul style="list-style-type: none">• 생물다양성 위기를 해결하기 위해 어른들이 각성하고 바뀌어야 할 점을 강의를 통해 학습한 핵심 개념들을 포함해서 글로 작성하기 |
| 6 주 차 | 주 제 | <ul style="list-style-type: none">• 유전자 스위치도 노력하면 바뀔 수 있어요! | <ul style="list-style-type: none">• 인공지능 속 수학 원리 탐구 | <ul style="list-style-type: none">• 인공지능을 위한 파이썬 첫 걸음 |
| | 학 습 목 표 | <ul style="list-style-type: none">• 세포 소기관들의 구조적 특징과 역할, 유전물질의 역할을 설명할 수 있다.• DNA가 동일하더라도 후천적으로 유전자 발현이 달라질 수 있음을 예시를 들어 설명할 수 있다. | <ul style="list-style-type: none">• 연관분석을 활용하여 구매 패턴을 찾을 수 있다.• 블록코딩을 활용하여 의사 결정 나무 모델을 만들 수 있다.• 최근점 이웃 모델의 수학적 원리를 바탕으로 학년 예측 모델을 만들 수 있다. | <ul style="list-style-type: none">• 파이썬 제어구조를 응용하여 가위바위보 게임을 프로 그래밍할 수 있다.• 파이썬의 활용 분야를 설명할 수 있다. |
| | 차 시 별 내 용 및 활 동 | <ul style="list-style-type: none">• (1) DNA와 리보솜이 세포 내 존재하는 위치와 역할 알아보기• (2) 멘델의 유전법칙과 유전체가 다양해야 하는 이유를 탐구하기• (3) 일관성 쌍둥이가 서로 다른 특징을 보일 수 있는 이유를 추측하기• (4) 후천적인 유전자 발현 조절에 대해 이해하고 후성유전학으로 설명할 수 있는 사 | <ul style="list-style-type: none">• (1) 고객에게 추천할 상품은 무엇인지 연관분석으로 계산해보기• (2) 의사결정을 위한 분류/예측 나무 모델의 수학적 원리 이해하기• (3) 블록코딩을 활용하여 도형을 분류하는 나무 모델과 타이타닉호 생존자 분류 모델 만들기• (4) 최근점 이웃 알고리즘에서 가중치를 이용하여 분류, | <ul style="list-style-type: none">• (1) 파이썬 프로그램의 특징을 살펴보고 파이썬 개발 환경 구축하기• (2) 변수 선언, 연산자 사용 방법을 익히고 문제를 해결하기• (3) 인덱싱과 슬라이싱을 학습하여 리스트의 값에 접근하거나 값을 추가, 수정해 보기• (4) 조건문, 반복문을 활용하여 문제를 해결하기 |

| 주 차 | 구 분 | 학습 과정(학년) | | |
|--------|--------|---|--|---|
| | | 초등 5학년 | 초등 6학년 | 중학 1학년 |
| | | <ul style="list-style-type: none"> 레를 탐구하기 (5) 후성유전학 분야에서 최근 활발히 연구되는 비암호화 RNA에 대해 이해하기 | <ul style="list-style-type: none"> 예측하기 (5) 최근접 이웃 알고리즘을 활용하여 성별, 키, 몸무게 정보로 학년을 예측하는 인공지능 만들기 | <ul style="list-style-type: none"> (5) break로 제어의 흐름을 변경하고 난수를 발생시켜 보기 |
| | 과 제 | <ul style="list-style-type: none"> 후성유전학에 대해 학습한 내용을 되짚어보고, 유전자 발현 스위치를 어떻게 바꿀 수 있는지 설명하기 | <ul style="list-style-type: none"> 의사결정 나무 모델과 최근접 이웃 모델을 이용해 집합을 분할해 보고, 그 결과의 일치 여부를 답하기 | <ul style="list-style-type: none"> 승자가 상대방의 사탕을 한 개씩 가져올 때 사탕의 개수가 0이 되면 승부가 결정되는 가위바위보 게임을 프로그래밍 하기 |

Accessibility Expansion and Selection Reform in Gifted Science Education: A Case Study of the Online Preparatory Program Supported by University-Affiliated Gifted Science Education Centers

Oksu Hong & Eojin Kim

This study empirically examined the effectiveness of the “pre-education before selection” policy outlined in Korea’s Fourth Comprehensive Plan for the Discovery and Fostering of Scientific Talents (2023–2025). To this end, the study analyzed the nationwide online preparatory program supported by university-affiliated gifted science education centers. The analysis focused on accessibility to gifted science education, students’ science-related attitudes, and stakeholders’ perceptions of the selection system and policy directions. The findings showed that the participation rates of female students and students from educationally disadvantaged regions exceeded those of regular gifted science education centers, suggesting that the program reduced regional and social barriers to access. Significant improvements were observed in science-related attitudes such as explaining the nature of phenomena, confidence in science activities, and sustained engagement in science activities. Stakeholder interviews revealed broad support for its educational value and accessibility, while also identifying needs for enhanced blended learning, stronger regional outreach, and a centralized learning management system (LMS) to ensure program continuity and quality. Overall, this study provides empirical evidence that pre-education models can restructure selection processes and promote more equitable access in gifted science education, offering practical implications for future national policies aimed at expanding opportunities and fostering scientific talent.

※ Keywords: Gifted science education, Pre-education before selection, Educational accessibility