



중등 교사를 위한 미래문제해결 프로그램 기반 정보, 과학, 수학 교과的人工智能 융합 교육 연수 교육과정 개발 및 효과 분석*

Development and Effect Analysis of Future Problem Solving Program based Informatics, Mathematics, Science Convergence Education Teachers' Training Course using AI for Secondary School Teachers

이다겸[†] · 이영준^{††} · 백성혜^{†††}

Dagyeom Lee[†] · Youngjun Lee^{††} · Seoung-Hey Paik^{†††}

요약

2022 개정 교육과정은 미래 사회에 필요한 인재를 양성하기 위해 디지털 및 인공지능 소양을 갖춘 인재를 육성하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 정보 교과 뿐만 아니라 다양한 교과와 관련된 사회 문제를 인공지능을 활용하여 해결할 수 있는 인공지능 융합교육을 강조하고 있다. 이를 실현하기 위해 교사가 인공지능 융합교육을 설계 및 실현할 수 있는 역량을 길러주어야 한다. 본 연구는 미래 까지 영향을 미칠 사회 문제를 창의적 사고와 팀워크, 융합 역량을 통해 해결방안을 모색하는 미래 문제해결 프로그램을 활용하여 정보, 과학, 수학 교과를 융합하는 연수 과정을 개발하였다. 연수 과정은 ADDIE모형에 기반하여 미래문제해결 프로그램을 활용한 인공지능 융합교육을 교사가 체험하고 직접 설계해보는 과정을 포함하여 총 15차시로 개발되었다. 본 과정의 효과를 검증하기 위해 정보, 과학, 수학 교사 총 30명을 대상으로 연수를 진행하였고 인공지능 교수효능감과 융합인재소양을 사전, 사후로 측정하였다. 연구 결과 연수 수강 교사의 인공지능 교수효능감과 융합인재소양은 사전에 비해 사후에 유의하게 향상되었다. 따라서 미래문제해결 프로그램을 활용한 정보, 과학, 수학 교과의 인공지능 융합교육 연수 과정은 중등교사의 인공지능 융합교육 설계 및 구현에 긍정적인 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

주제어 인공지능 교육, 인공지능 융합교육, 미래문제해결 프로그램, 중등 교사 연수, AI 교수효능감, 융합인재소양, 교사교육

ABSTRACT

The 2022 revised curriculum aims to cultivate individuals equipped with digital and artificial intelligence (AI) literacy to prepare them for the future society. To achieve this goal, the curriculum emphasizes AI convergence education, where AI is utilized to address real-world problems across various subjects, including informatics, science, and mathematics. To effectively implement this education, teachers need to be equipped with the necessary competencies to design and deliver AI convergence education. This study developed a professional development program that integrates informatics, science, and mathematics curriculum using the Future Problem Solving Program, which enables teachers to explore solutions to open-ended social issues through cross-disciplinary collaboration based on creative thinking and teamwork. The 15 periods program, based on the ADDIE model, allowed teachers to experience and design AI convergence education based on the FPSP. To evaluate the effectiveness of the program, 30 informatics, science, and mathematics teachers participated in the training, and their AI teaching efficacy and STEAM literacy were measured pre- and post-training. The results indicated that the AI teaching efficacy and STEAM literacy of the participating teachers were significantly improved after the course. These findings suggest that the professional development program integrating informatics, science, and mathematics using the FPSP has a positive impact on teachers' ability to design and implement AI Convergence Education.

Keywords AI Education, AI Convergence Education, Future Problem Solving Program, Secondary Teacher professional development program, AI Teaching Efficacy, STEAM literacy

†정회원 한국교원대학교 대학원 컴퓨터교육과 박사과정
 ††중신회원 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수
 †††정회원 한국교원대학교 화학교육과 교수(교신저자)
 논문투고 2024년 06월 17일
 심사완료 2024년 07월 15일
 게재확정 2024년 07월 17일
 발행일자 2024년 08월 30일

* 본 논문은 2022년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임

1. 서론

인공지능(Artificial Intelligence, AI)을 비롯한 디지털 신기술로 인해 사회 전 분야에 혁신적인 변화가 진행되고 있다. 디지털 대전환 시대를 맞이하여 교육부는 미래 사회에 필요한 인재를 기르기 위해 4차 산업혁명 이후 교육 혁신을 위해 다양한 정책을 수행하였다[1]. 특히 4차 산업혁명을 주도하는 핵심 교과로서 정보, 과학, 수학 교과를 융합한 교육은 창의융합형 인재를 양성하기 위해 2017년 ‘과학·수학·정보 교육 진흥법’을 통해 본격적으로 시작되었다. 현재는 2020년 교육부의 ‘과학·수학·정보 융합교육 종합계획’에 따라 AI 기술과 융합교육이 진행되고 있으며 이를 통해 지능정보사회의 소양을 갖춘 AI 인재 양성을 목표로 한다[2]. 2022 개정 교육과정도 다양한 교과에 AI를 활용하는 교육을 통해 AI 소양을 함양하는 교육을 추구한다. AI와 관련된 지식, 기술의 습득에서 머물지 않고 서로 융합하여 여러 교과에서 다루고 있는 사회 문제를 AI를 활용하여 해결하는 교수·학습을 설계할 것을 강조하고 있다. 즉, AI 융합교육의 목표는 학생들이 궁극적으로 융합적 사고와 창의적 문제 해결 능력을 함양하는 것이다[40]. 4차 산업혁명을 주도하는 핵심 교과인 정보, 과학, 수학 교과와 핵심 기술인 AI를 융합하여 미래 사회에 필요한 소양을 갖춘 인재를 양성하는 것이 필요하나, 국내의 인공지능 교육 연구는 주로 초등학교급이나 중등 영어, 사회 교과를 중심으로 융합이 이뤄지고 있다[3].

학교 현장에서 정보, 과학, 수학 교과와 AI 융합교육을 활성화하기 위해 교사의 역량 확보가 중요하다. AI 융합교육을 실현하는 교사는 융합교육 실행 역량과 함께 AI 활용 역량을 갖춰야 한다. 이를 위해 교사의 역량 양성을 위해 현직 교사를 대상으로 한 직무 연수, AI 융합교육대학원이 운영되고 있다[1]. 연수 과정에 참여한 교사들은 AI 융합교육을 실현할 수 있는 역량을 기를 수 있고, 자신의 수업에 AI 융합교육을 적용할 수 있는 연수에 참여하고 싶다고 응답하였다. 이를 반영하여 현장 교사의 융합교육 역량을 길러주면서 동시에 수업 설계의 가이드라인으로 제시될 수 있는 검증된 교수 모델을 제시하는 연수 과정이 필요하다[5]. 교사 대상 AI 융합교육 연수는 적절한 교수·학습 방안 및 이를 실행할 수 있는 실제적 지침도 제시할 필요가 있으며, 이러한 교사 교육의 효과를 검증할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 중등 교사를 대상으로 AI를 정보, 과학, 수학 교과와 융합한 교육을 설계 및 실행할 수 있는 연수 과정을 미래문제해결 프로그램을 활용하여 개발하였다. 미래 사회에 필요한 소양을 갖춘 인재를 기르기 위해 4차 산업혁명을 주도하는 정보, 과학, 수학 교과를 AI와 융합하는 교육이 실현되기 위해 교사의 역량을 길러주는 연수 과정을 개발 및 설계하고자 하였다. 또한, 2022 개정 교육과정의 목표와 연계하여 현재 우리 사회에 당면하였지만 해결 방법이 명확하지 않은 사회 문제를 AI를 활용하여 문제를 해결하는 수업을 설계하기 위해 검증된 교수 설계 모델로서 미래문제해결 프로그램을 선정하였다. 연수 과정은 ADDIE 모형에 따라 연수 참여자와 각 교과의 교육과정을

분석하고, 이를 바탕으로 중, 고등학교 학생의 수준에 맞는 미래 문제를 선정하였다. 선정된 미래 문제는 미래문제해결 프로그램에 기반하여 재구성을 거친 수업으로 제작하여 체험하도록 설계하였고, 체험 뒤 연수 참여 교사가 직접 설계할 수 있도록 구성하였다. 연수 종료 후 본 연구에서 개발한 교육 프로그램이 중등교사의 AI 교수효능감과 융합인재소양을 향상시키는지 확인하기 위해 측정 결과를 분석하였다.

본 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 미래문제해결 프로그램에 기반하여 설계된 AI 융합교육 연수 과정이 중등교사의 AI 교수효능감 변화에 어떤 영향을 미치는가?

둘째, 미래문제해결 프로그램에 기반하여 설계된 AI 융합교육 연수 과정이 중등교사의 융합인재소양 변화에 어떤 영향을 미치는가?

2. 이론적 배경

2.1 정보, 과학, 수학 교과와 AI 융합교육

융합교육은 개별 교과의 수업보다 높은 학습 효과를 거두기 위해 여러 교과를 융합한 교육을 의미한다. 융합교육은 개별 교과의 지식을 단순히 재구성하는 것이 아니라 그 이상의 총체성을 갖는다. 즉, 인간의 실제 삶이 여러 학문 및 교과가 융합한 모습을 보여주고 있다[6]. 그러나 학교는 단일 학문이나 교과별 수업을 주로 수행하므로 단절된 지식과 기능 교육만으로는 학생들이 실제 삶 속의 문제를 해결할 수 없다는 한계가 있었다. 융합교육은 실생활적 접근을 통해 학생들이 자신의 삶과 밀접한 문제를 프로젝트 형태로 진행함으로써 지식 습득을 넘어 총체적인 역량을 발달시킬 수 있도록 한다[7].

미국과 영국은 STEM 교육을 통해 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 수학(Mathematics) 융합교육을 국가적으로 실시하여 이공계 교과목의 학습을 장려하고 있다. 한국은 이에 예술적 요소(Art)를 추가하여 융합해야 한다는 논의를 반영하여 STEAM 교육을 추진하였다[8]. 한국과학창의재단은 이를 융합인재교육으로 명명하여 융합적 사고력과 문제해결 능력을 지닌 인재를 육성하고자 하였다.

4차 산업혁명을 맞이하여 소프트웨어(Software, SW)를 활용할 수 있는 인재를 양성하고자 4차 산업혁명을 주도하는 교과인 과학, 수학, 그리고 정보 교과의 융합교육이 활성화되기 시작하였다[9]. ‘과학교육진흥법’에 수학과 정보를 추가한 ‘과학·수학·정보 교육 진흥법’이 개정되어 세 교과의 융합교육을 위한 정책적 지원, 교육자료 및 교재 지원, 국제 협력, 교육 프로그램 개발 및 연구가 추진되었다[10-12]. 이영준 외(2018)는 중학생과 고등학생을 대상으로 한 정보, 과학, 수학 교육 프로그램을 개발하였다. 학교급별 수준에 맞는 프로그래밍 언어를 교과 융합을 통해 학

습할 수 있는 교육 프로그램을 개발하였다. 김성원(2021)은 과학, 수학, 정보를 융합한 교육 프로그램을 개발하여 중학생의 컴퓨팅 사고력이 유의하게 향상됨을 확인하였다. 류성림 외(2018)는 초등학교에서 수학, 과학 교과를 중심으로 하여 창의성, 예술적 감수성 등의 융합인재소양을 기를 수 있는 교육 프로그램을 개발하였다.

AI의 혁신적인 발달로 정보, 과학, 수학 교과의 융합교육에 AI를 적극적으로 활용하여 효과적인 융합교육을 도모할 수 있게 됐다. 2022 개정 교육과정의 현장 적용을 앞두고 학교 현장에서 세 교과와 AI 융합교육에 적합한 교육 모델의 개발과 효과성을 검증하는 연구가 이뤄지고 있다[5,13]. 장진섭 외(2023)는 인공지능망을 활용하여 2022 개정 교육과정의 융합과학 탐구 과목에서 수학과 정보를 융합하여 미세먼지의 농도를 예측하는 실생활 주제를 활용한 교육자료를 개발하였다. 그러나 자료의 전문가 검증과 학교 현장에서의 검증을 통해 타당성을 검증하지 못했다. 이소율 외(2023)은 현직 교사를 대상으로 AI 기술을 융합한 과학, 수학, 정보 융합교육 프로그램을 적용하였다. 캡스톤 디자인 수업설계에 기반한 프로그램은 교사의 AI 교수효능감의 향상에 유의한 효과를 거두었다.

이처럼 4차 산업혁명을 주도하는 교과로서 정보, 과학, 수학 교과의 융합교육은 교육적 효과를 거두고 있으며, 2022 개정 교육과정의 방향에 따라 AI 기술을 효과적으로 융합하기 위한 교육 모델의 개발과 효과 검증 연구가 필요한 시점이다. 따라서 본 연구에서는 현장 교사의 실질적인 융합교육 수업 개발 모델을 제시하면서 동시에 교사의 AI 융합교육 역량을 기를 수 있는 교육 프로그램을 개발하고자 한다.

2.2 미래문제해결 프로그램

미래문제해결 프로그램(Future Problem Solving Program, FPSP)은 Torrance에 의해 개발된 교수설계모형이다[4]. 그는 창의성 개발에 성공한 확률이 높은 프로그램을 분석한 결과, 대부분이 Osborn-Parnes의 창의적 문제해결 프로그램(Creative Problem Solving, CPS) 절차를 포함하고 있음을 발견하였다[14]. 그래서 CPS 절차를 활용하여 아직 답이 발견되지 않은 미지의 문제를 해결하기 위한 교수 설계 모형을 제시하였다[15].

FPSP는 정해진 답을 도출하는 과정이 아니라 학생들에게 생각하는 방법을 가르쳐주고, 이를 미지의 문제에 적용함으로써 학생들에게 미래에 일어날 수 있는 문제를 분석하고 창의적으로 해결할 수 있는 역량을 길러주는 프로그램이다. 또한 FPSP는 학생의 팀워크를 길러주는 것을 목표로 한다. 미래 문제를 해결하기 위해 개인이 아닌 책임감을 가진 집단구성원이 필요하며, 이를 위해 집단구성원의 팀워크를 기를 수 있는 교육 프로그램을 설계하였다. 실생활 문제를 창의적으로 해결하는 방법을 만들고, 이를 서로 평가하며 각자의 전문분야의 지식과 기능을 공유하는 과정을 통해 팀워크와 미래 지향적 사고를 길러줄 수 있다[16].

FPSP를 적용한 교육 연구 결과, 학생의 창의성 및 과학적 태도의 신장[17,18,19]부터 협동심, 배려심과 같은 인성 발달에도 도움이 되었음을 확인하였다[20]. 따라서 본 연구에서는 AI를 각 분야에 융합하여 분야에서 다루고 있는 미지의 문제를 해결하는 교육을 설계하고, 다양한 분야의 전문 지식과 기술을 융합하여 교육하기 위해 FPSP가 적합하다고 판단하였고 이를 활용하여 교육 프로그램을 설계하였다.

FPSP의 과정은 Figure 1과 같다[21,22]. ‘문제의 이해’ 단계에서는 주제와 관련된 제시된 미래 장면을 분석한다. 미래 장면에서 나타날 수 있는 부정적, 긍정적 미래를 예측하고, 이를 포함하여 이번 수업을 통해 해결에 도전하고 싶은 도전 문제를 생성한다. 학급 협의를 통해 생성된 도전 문제 중 하나를 선정하여 핵심 문제로 진술한다. 핵심 문제에는 미래 장면에 나타날 수 있는 문제와 문제 해결을 통해 이루고자 하는 구체적인 목표가 포함된다. ‘아이디어 생성’ 단계는 특별히 다양한 발산적 사고기법을 활용하여 핵심 문제를 해결할 수 있는 다양한 방법을 제시한다. 생성 초기에는 추상적인 형태로 아이디어를 제시하되 팀 내 가장 유망한 아이디어를 선정하였다면 이를 ‘누가’, ‘무엇을’, ‘어떻게’, ‘왜’, ‘언제’, ‘어디서’와 같은 구체적인 질문을 통해 정교화한다. ‘실행을 위한 계획’ 단계에서는 생성된 아이디어의 창의성, 실현 가능성, 그리고 효율성을 평가하는 판단 준거를 생성한다. 교과의 내용 지식, 사용하는 기술의 성능이나 적합성, 데이터의 신뢰도와 정제 여부와 같은 데이터 활용 역량을 고려하여 판단 준거를 생성한다. 이후 판단 준거를 적용한 평가 행렬표를 활용하여 특별 해결책을 평가하고, 최종적으로 최선의 아이디어를 선정한다. 선정된 아이디어를 구현할 실행계획을 개발하며, 기술을 활용하여 간략한 프로토타입을 구현할 수 있다.

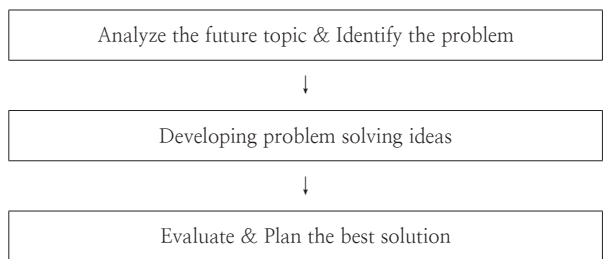


Figure 1. Process of Future Problem Solving Program

2.3 AI 교수효능감

현장 교사가 AI 교육에 대한 긍정적인 인식과 AI 기술을 활용하여 교수 설계를 할 수 있다는 자신감을 갖는 것은 학교 현장에서 AI 융합교육을 실현하고 융합교육의 질을 높이는 데 중요한 요인이다[23]. AI 교수효능감은 Bandura의 자아효능감(Self-Efficacy) 이론을 활용하여 교사가 AI 기술을 활용한 교수학습에 관한 자기 효능감을 나타내는 역량이다[25,26]. 그러나, 기존 교사 양성 교육을 거친 교사가 AI 및 융합교육 교수효능감을 갖추고 AI 융합

교육을 시도하기 어렵다[27]. 그러므로 현직 교사를 대상으로 한 연수 등의 재교육이 필요하다. 이를 통해 길러진 AI 교수효능감은 교육 현장에서 융합교육의 실현을 독려하고, 학생들의 학습 효율을 높이기 위한 교사의 자발적인 노력으로 이어지는 선순환을 보인다[26,28].

AI를 활용한 교육에서 교수효능감을 진단하고 교사 교육 프로그램의 효과를 검증하기 위해 이소율 외 (2021)는 AI 교수효능감 측정 도구를 개발하였다. AI 교수효능감을 구성하는 요인으로는 AI를 활용한 교육에 대한 자신의 능력의 신뢰도를 나타내는 개인 교수 효능(Personal AI Teaching Efficacy), AI와 관련된 내용지식을 얼마나 인식하고 있는지 측정하는 AI 개념 인식(AI Concept Cognition), 자신의 교수활동으로 인해 학생들의 학습에 가져오는 효과에 대한 기대치를 나타내는 결과 기대(AI Teaching Outcome Expectancy), AI의 사회적 영향에 대한 교사의 태도(Attitude toward AI Social Effect), AI와 소통할 수 있는 정도를 나타내는 AI와의 상호작용(Interaction with AI)로 구성된다. 본 연구에서는 AI 기술과 관련된 내용 지식부터 AI 융합교육의 체험을 통한 교육 설계까지로 구성된 교육 프로그램으로 효과를 분석하기 위해 AI 교수효능감을 측정하고자 한다.

2.4 융합인재소양

융합인재소양(STEAM literacy)은 융합인재 양성을 위해 융합교육에서 길러주어야 할 핵심 역량이다. 융합교육은 단순히 다양한 과목의 지식과 기능을 습득한 인재를 기르는 것이 아니라 융합인재가 갖는 소양이 있기에 융합인재가 갖춰야 할 핵심 역량을 제안하였다. 백운수, 김영민, 노석구 외(2012)는 과학기술과 관련된 다양한 분야의 지식, 기능에 대한 흥미를 높여 이해를 돕고, 이를 활용하여 창의적으로 문제를 해결할 수 있게 하는 소양으로 융합인재소양을 정의하였다[29]. 이러한 융합인재 소양을 갖춘 인재는 과학기술 및 다양한 관련 분야에서 융합인재 소양을 활용하여 일상적 수준부터 전문가 수준까지의 문제를 창의적으로 해결할 수 있는 사람으로 정의하였다[30].

AI와 같은 과학기술을 자신의 수업에 적용하기 위해 현장 교사의 융합인재소양도 중요한 영향을 미친다. 다양한 융합교육의 설계 및 실행을 위해 현장 교사들이 융합교육을 수행할 수 있는 역량을 갖췄는지가 주요한 영향을 미친다는 분석 결과가 있었음에도[31] 교사의 융합 소양을 향상하는 연구는 학생을 대상으로 한 연구에 비해 부족하다[32,33]. 특히 AI는 이를 사용할 수 있는 능력을 넘어 다양한 교과에 융합하기 위해 융합 소양이 필요하다고 생각하는 교사가 많았다. 자신의 융합 소양이 부족하여 AI 융합교육을 실행하기 힘들다고 판단하는 교사들이 많은 것으로 나타났다[34]. 그러므로 본 연구에서는 현장 교사의 융합 소양을 향상하기 위해 융합인재소양을 교사에게 필요한 AI 융합교육 소양으로 선정하고, 이를 향상할 수 있는 프로그램을 개발하였다.

최유현 외(2013)는 융합인재 양성을 위해 교육 프로그램의 효과를 검증하고 방향을 잡을 수 있는 융합인재소양을 제안하였다[35]. 융합인재소양은 다양한 분야의 지식을 융합한 융합적 지식을 이해하고, 창의적 설계를 바탕으로 문제를 해결할 수 있는 소양이다(김선영, 2020). 융합인재소양은 융합(Convergence), 창의(Creativity), 배려(Caring), 소통(Communication)으로 구성되었다. ‘융합 역량’은 다양한 분야의 융합 지식을 이해하고, 문제 상황 및 맥락을 파악하여 지식을 설계, 응용, 활용하는 역량이다. ‘창의 역량’은 문제해결 과정에서 필요한 역량으로 창의력, 문제해결력, 문제확인능력, 정보 수집 및 분석 능력, 의사결정능력, 대안 평가 능력 등을 포함하는 역량이다. ‘배려 역량’은 융합을 위해 필요한 사회적 감성 능력으로 다양한 분야의 전문가가 팀을 이뤄 활동할 때 필요한 역량이다. 자기애, 자아정체감, 자아효능감 등의 자신을 이해하는 역량과 타인 배려, 타인 존중, 타문화 이해 등 타인 및 집단의 인식과 존중하는 역량이 포함된다. ‘소통 역량’은 자신과 타인을 이해하고 언어적, 시청각적으로 소통하며 협력하는 역량을 말한다. 의사소통 능력과 대인관계 능력이 포함된다[29].

3. 연구 방법

3.1 실험 설계

본 연구는 Figure 2와 같이 설계하여 수행하였다.

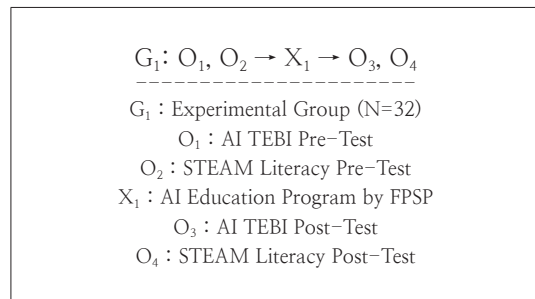


Figure 2. Design of Experiment

본 연구의 실험은 단일집단 전후검사 설계(One-group pretest-posttest design)이다. G₁는 실험 집단으로 본 연구에서 미래문제해결 프로그램을 적용한 교육 프로그램인 X₁을 처치한다. 처치 전후로 AI 교수효능감과 융합인재소양을 측정하였다.

3.2 연구 대상

본 연구의 대상은 2023년 7월에 K대학의 과학, 수학, 정보 AI 융합교육 직무연수에 참여한 중등교사이다. 연수 수강생 중 연구 참여에 동의한 수강생 32명을 연구 대상으로 선정하였으며, 대상의 기본적인 배경은 Table 1과 같다.

Table 1. General Background of Participants (N=32)

Category		Number (%)
Gender	Male	11 (34.4)
	Female	21 (65.6)
Career (year)	0~5	14 (43.8)
	6~10	7 (21.9)
	11~15	6 (18.8)
	16~20	2 (6.3)
	21~25	2 (6.3)
	26~30	1 (2.9)
Age	20s	5 (15.6)
	30s	15 (46.9)
	40s	9 (28.1)
	50s	2 (6.3)
School level	Middle	9 (28.1)
	High	22 (71.9)
Major	Science	16 (50.0)
	Math	7 (21.9)
	Informatics	8 (29.1)

3.3 측정 도구

프로그램의 효과를 검증하기 위해 연구 대상의 두 가지 역할을 측정하였다. 우선 AI 교수효능감을 측정하기 위해 이소율, 김성원, 이영준(2021)이 개발한 예비교사를 위한 AI 교수효능감 검사도구(AI Teaching Efficacy Belief Instrument, AI-TEBI)를 투입하였다. 이는 예비교사용으로 개발되었으며 도구의 신뢰도는 Cronbach α 값은 .820로 AI 교수효능감을 일관성있게 측정하고 있음을 나타낸다. 이를 현직 교사에게 사용하기 위해 검사 문항에 쓰인 서술어의 시제를 미래·의지형에서 현재형으로 수정하여 사용하였다[26]. AI 교수효능감 측정도구의 하위 요소는 Table 2와 같다.

Table 2. The elements of AI-TEBI

Element	Number of Items
Personal AI Teaching Efficacy	8
AI Concept Cognition	6
AI Teaching Outcome Expectancy	7
Attitude toward AI Social Effect	4
Interaction with AI	5
Total	30

교육 프로그램의 투입을 통해 교사의 융합교육 역량이 향상되었는지 확인하기 위해 융합인재소양 측정도구를 투입하였다. 융합인재소양 측정 도구는 피검사자가 다양한 분야의 지식, 기능을 융합하는 상황에서 흥미와 이해를 바탕으로 창의적이고 종합적으로 문제를 해결하는 융합적 소양(STEAM Literacy)을 측정하는 도구이다[30]. 융합적 소양에는 융합인재교육(STEAM)이 길러주고자 하는 핵심 역량인 4C인 융합(Convergence), 창의(Creativity), 배려(Caring), 소통(Communication)이 하위 요인으로 정의되

었으며 이들을 측정할 수 있도록 Table 3과 같이 설계되었다. 그러나 원 검사도구는 학생용으로 개발되었으므로 이를 교사에게 적용하기 위해 수정한 도구를 사용하였다. 수정된 도구의 Cronbach α 값은 0.879로 높은 신뢰도를 나타냈다[36].

Table 3. The elements of STEAM Literacy measurement Instrument

Element	Number of Items
Convergence	7
Create	5
Care	5
Communication	4
Total	21

3.4 교육 프로그램 개발

3.4.1 교수체제 개발 모형

본 연구에 투입한 연수 과정은 ADDIE 모형에 따라 개발되었다. 이는 본 연구가 연수생의 역량을 향상시키기 위해 대상자의 요구, 학습자의 특성, 학습 환경, 현장에서의 직무를 사전에 고려하여 연수과정을 설계할 필요가 있기 때문이다. 차시 내 AI 융합교육은 FPSP를 적용하여 개발하였다. ADDIE 모형은 분석(Analysis), 설계(Design), 개발(Development), 실행(Implementation), 평가(Evaluation)의 순서로 진행되는 교수체제 개발 모형이며 구체적인 연구 절차는 Table 4와 같다[39].

Table 4. Design Process by ADDIE Model

Steps	Contents
Analysis	·Analyzing the curriculums and Select Standards ·Analyzing FPSP Program ·Analyzing the participants characteristics and level
Design	·Selecting the program's goal and contents ·Designing the program followed by FPSP Program
Development	·Developing material ·Planning the detailed program by periods
Implementation	·Implementing the program ·Pre and Post testing STEAM Literacy and AI-TEBI
Evaluation	·Analyzing testing data ·Find the effects and enhancements

3.4.2 개발 내용

분석(Analysis) 단계에서는 연수 과정 설계를 위한 연수 목표 설정 및 연수 참가자의 특성을 분석하였다. 본 연수 과정의 목표는 연수를 이수한 정보, 과학, 수학 교사가 실제 자신의 수업에서 세 교과를 AI와 융합한 수업을 개발하여 적용할 수 있게 하는 것이다. 그러므로 본 연수 과정의 교육 프로그램은 교사가 소속된 학교급에서 실제로 수업을 개발하는 과정을 체험 및 적용할 수 있도록 학교급

별·과목별 교육과정의 중 융합 주제와 적절한 성취기준을 선정하였다. 본 교육 프로그램에서 융합 주제별로 선정한 중·고등학교의 성취기준은 Table 5와 같다.

Table 5. Subjects and Related Achievements from 2015 revised curriculum of the program

School Level	Subject	Related Achievements from 2015 revised curriculum
Middle	Predicting glacier area	[9Gwa03-03], [9Su05-03], [9Su03-02], [9Su03-06], [9Su05-08], [9Jeong02-02], [9Jeong02-03], [9Jeong04-04]
	Making ecological disturbance classification model	[9Gwa03-03], [9Jeong02-02], [9Jeong04-04], [9Jeong04-05]
High	Predicting real-life consequences using data modeling	[10Gwatam02-04], [10Gwatam02-08], [10Su02-03], [10Su02-05], [12Hwaktong02-06], [12Jeong02-02], [12Jeong02-03], [12Jeong02-04], [12Ingi03-01], [12Ingi03-02], [12Ingi03-03], [12Ingi03-04], [12Ingi03-07]
	Predicting the climate trends of the Korean Peninsula	[10Tonggwa08-03], [10Gwatam02-06], [10Gwatam02-08], [10Su04-01], [12Hwaktong02-05], [12Jeong03-01], [12Jeong03-02], [12Ingi03-06], [12Ingi03-08]

선정한 성취기준에 기반하여 총 15차시의 과학, 수학, 정보 AI 융합교육 연수 과정을 Table 6과 같이 설계하였다.

연수과정은 크게 세 부분으로 나뉜다. 1~5차시는 AI 교육의 개념과 원리, 도구 체험, 그리고 머신 러닝(Machine Learning)의 원리와 학습 모델 구축을 다룬다. AI는 '인공지능 기초' 과목을 시작으로 2021년부터 현장에 도입되었다. 그러므로 연수에 참가하는 현직 교사는 대학교 교육과정 등 교사 양정 과정에서 AI 관련 교육을 이수하지 못한 경우가 대부분이므로 연수의 도입 부분은 AI 교육의 개념과 원리를 다룬다.

6~10차시는 FPSP를 적용한 수업을 체험하는 과정이다. 6차시에 FPSP를 소개하고 AI 융합교육 설계의 모델로 사용하게 된 이론적 배경과 프로그램의 절차를 설명하였다. 7~8차시, 9~10차시는 FPSP를 따라 설계된 AI 융합교육을 체험하게 하였다. 중학교 과정은 '빙하 면적 예측하기'와 '생태 교란종 분류하기'를, 고등학교 과정은 '실생활 데이터를 활용한 예측하기', '한반도의 기후 변화 예측하기'를 주제로 설정하였다. 이는 학교급별 정보, 과학, 수학 교과목의 성취기준을 고려하여 설계되었다. 연수 참여자들은 AI를 융합한 교육의 학습자이자 설계자로서 두 가지 관점을 가지고 교육에 참여하였다.

11~15차시는 FPSP를 기반한 AI 융합교육을 설계하는 과정이다. 수업 설계를 위해 3~4명의 교사를 한 팀으로

구성하였다. 팀 구성 원칙은 우선 팀 내 정보, 과학, 수학 교과 교사가 고루 포함되도록 하였다. 이는 FPSP 특성상 각 교과목의 전문가인 교사들이 서로 아이디어를 생성하고 공유하는 팀워크가 융합교육 설계에 큰 영향을 미칠 때 때문이다. 또한 되도록 같은 학교급 교사끼리 팀이 될 수 있도록 구성하였다. 연수 수강 후 맞이할 2학기 교육과정부터 융합교육을 수행할 수 있도록 장려하기 위해 현재 소속된 학교급과 일치하는 교사들끼리 팀을 구성하였다.

설계 절차는 다음과 같다. 첫째, 각 과목별 교사의 협의를 통해 예상 학습자 및 주제를 선정하였다. 학습자 및 주제의 선정 시 연수 후 2학기부터 바로 적용할 수 있는 실질성을 고려한 주제 선정을 거쳤다. 둘째, 정보, 과학, 수학 교과목의 성취기준을 포괄할 수 있으면서 현재 직면하고 있는 문제를 선정하였다. 문제 선정 시 교사가 학생에게 구체적인 문제 장면을 제시할 수 있을 만큼 구체화하여 제시하도록 안내하였다. 셋째, 학생의 발산적 사고를 촉진할 수 있는 도전 과제 생성 과정을 설계하였다. 도전 과제 생성 시 학생에게 문제와 관련된 걱정과 기회라는 두 방향으로 생각할 수 있는 예시자료를 생성할 수 있도록 안내하였다. 넷째, 수렴적 사고를 촉진하는 핵심문제 선정 과정을 설계하였다. 도전 과제를 수렴하여 '어떻게 하면 우리가 (미래 장면에서 나타날 수 있는 문제)를 해결하여 (이루고자 하는 구체적인 목표)를 실현할 수 있을까?'와 같은 핵심문제로 진술하였다. 다섯째, 학생들이 핵심문제에 대한 해결 아이디어를 생성하는 과정을 설계하도록 하였다. 연수과정을 통해 경험한 다양한 발산적 사고 도구 중 주제와 적합하거나 학생 및 교수자의 특성을 고려했을 때 적절한 도구를 활용하였다. 여섯째, 아이디어 판단 준거를 생성하는 과정을 설계하였다. 아이디어의 창의성, 실현가능성, 효율성 등을 판단할 수 있는 준거를 학교급별, 단위학교별 학생 수준을 고려하여 제시하였다. 일곱째, 판단 준거를 적용하여 아이디어를 평가하는 과정을 설계하였다. 평가행렬표를 활용하여 아이디어를 평가하는 과정과 최선의 해결책 한 개를 결정하는 과정에서 나타날 수 있는 구체적인 문제 상황을 고려하여 자료를 설계하였다. 마지막으로 아이디어가 적용된다면 미래에 영향을 줄 수 있는 구체적인 행위계획을 개발할 수 있는 과정을 설계하였다. 결정된 아이디어가 실제로 실현됐을 때 누가, 무엇이, 언제, 어디서, 어떻게 실현되며 어떤 영향을 미칠지 구체적으로 상상하며 이를 진술할 수 있도록 안내자료를 제작하였다. 각 학교급별 강사가 멘토로서 위와 같은 수업 설계를 보조하였으며, 설계한 프로그램은 발표를 통해 공유하고 전문가의 피드백을 통해 내용타당도를 검토하고 개선하였다.

Table 6. FPSP program based AI convergence teacher’s training course

Periods	Experimental Group
1	·Pre-test of STEAM Literacy and AI-TEBI ·The direction and necessity of AI and Science, Math, Informatics convergence education
2	·Introduction to AI Convergence education (Definition, Principles, Data, Machine Learning)
3	·Exploring of Various AI Tools for teaching ·Applying AI tools for teaching using various types of data
4-5	·Understanding and Exploring Machine Learning ·Practicing Machine Learning models
6	·FPSP Principles and foundation ·FPSP steps and strategies
7-8	·Experiencing AI convergence lessons by FPSP : Predicting glacier area, Predicting real-life consequences using data modeling
9-10	·Experiencing AI convergence lessons by FPSP : Making ecological disturbance classification model, Predicting the climate trends of the Korean Peninsula
11	·Team Building for group work ·Understanding AI Convergence lesson and FPSP program
12	·Deciding Theme, target grade, subjects ·Selecting Achievements from the curriculum
13	·Analyzing data and sources for lesson design ·Developing lesson plan and materials
14-15	·Presenting AI convergence lesson ·Mutual Feedback ·Post-test of STEAM Literacy and AI-TEBI

3.4.3 개발 결과

교육 프로그램은 학교급별로 내용타당도 검사를 실시하여 타당성을 검증하였다. 내용타당도 검사에 참여한 전문가는 9명으로 융합교육 관련 교수 1인, 컴퓨터 교육 박사 1인, 과학교육 박사 1인, 수학교육 박사 1인, 컴퓨터교육 박사과정 2인, 현직 교사 3인이다. 내용타당도 검사지의 내용은 Table 7과 같다. 교육 프로그램의 적절성 및 적용성(7문항), AI 적용 적절성 및 유용성(3문항), 교사의 융합교육 역량 함양 및 교육적 활용성(7문항), 학생의 흥미 유발(4문항)을 묻는 20개의 문항으로 구성되었다[5].

Table 7. Questionnaire of Content Validity Review

Criteria	Contents
Appropriateness and Applicability	This material has been created to align with the purpose of the training.
	This material has been created with consideration of the national curriculum.
	This material is composed of topics suitable for teachers to utilize in school classes.
	This material appropriately balances theory and practice.
	This material presents the content systematically.
	Utilizing this material will help improve existing teaching and learning methods.
	This material has been developed to be easily applied in teaching.

Criteria	Contents
Appropriateness and Usefulness of AI Application	In this material, AI education platforms (or tools) have been selected to match the level of school grades.
	This material well reflects the principles and concepts of AI.
	This material can be usefully applied in school settings.
Enhancement of Teachers’ Educational Competencies and Educational Usability	This material will encourage teachers to take an interest in AI-based science, mathematics, and information integrated education.
	This material will help enhance teachers’ competencies in AI-based science, mathematics, and information integrated education.
	This material will also help enhance teachers’ general competencies in integrated education.
	This material will help in cultivating future integrated talents.
	This material allows for the generation of ideas for integration across various disciplines, fields, and topics.
	This material guides teachers to apply it to various topics and educational content.
	This material will promote AI integrated education in schools.
Students’ Interest and Needs	Students will be satisfied with the lessons that utilize this material.
	The content level of this material is appropriate for the target (school grade).
	This material will be able to arouse the interest and attention of students.

$$I-CVI = \frac{n}{N}$$

n = number of experts scoring an item with a 3 or 4
N = total number of expert

Figure 3. Formula of I-CVI

문항은 리커트 4점 척도로 응답 받았으며, 응답 결과는 Figure 3과 같은 산출식에 따라 I-CVI(Item Content Validity Index) 계산되었다[37].

응답한 전문가가 8~12인인 경우, I-CVI 값이 0.78 이상이면 타당도를 확보했다고 볼 수 있다. 본 내용 타당도 검사 결과는 Table 8과 같으며, 각 문항에 대한 I-CVI 값이 1.000을 나타내었으므로(SD=0.460) 내용 타당도를 갖추고 있음을 확인할 수 있다[37].

Table 8. Statistics Analysis of Content Validity Review

Criteria	item	Mean	SD	I-CVI
Appropriateness and Applicability	1	3.778	0.483	1.000
	2	3.778	0.483	1.000
	3	4.000	0.000	1.000
	4	3.778	0.483	1.000
	5	3.333	0.483	1.000
	6	3.556	0.527	1.000

Criteria	item	Mean	SD	I-CVI
Appropriateness and Usefulness of AI Application	7	3.889	0.527	1.000
	8	3.556	0.316	1.000
	9	3.556	0.527	1.000
	10	3.778	0.527	1.000
Enhancement of Teachers' Educational Competencies and Educational Usability	11	3.778	0.483	1.000
	12	3.778	0.483	1.000
	13	3.556	0.527	1.000
	14	3.667	0.516	1.000
	15	3.778	0.483	1.000
	16	3.444	0.516	1.000
	17	3.667	0.516	1.000
Students' Interest and Needs	18	3.556	0.527	1.000
	19	3.889	0.316	1.000
	20	3.556	0.527	1.000
Average			0.460	1.000

4. 연구 결과

본 연구에서 개발한 교육 프로그램의 효과를 검증하기 위해 연수 전, 후로 AI 교수효능감과 융합인재소양을 측정하였다. 개인 사유로 연수 후 설문에 참가하지 못한 2명의 참여자를 제외한 총 30명의 검사 결과를 분석하기 위해 IBM SPSS 26을 활용하였다.

4.1 AI 교수효능감

본 연구에서 개발한 FPSP 기반 AI 융합교육을 적용하기 전후의 AI 효능감은 Table 9와 같다. AI 교수효능감은 프로그램 적용 전 3.461에서 3.871로 상승하였다. 이 상승값이 통계적으로 유의한지 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 실시하였다. 그 결과, 사후 검사의 평균 점수가 사전 검사보다 통계적으로 $p < 0.001$ 수준에서 유의미하게 높음을 확인하였다($t=6.985$).

Table 9. Paired t-Test Result of AI-TEBI

Test	N	M	SD	t	p
Pre	30	3.461	0.527	6.985	.000*
Post	30	3.871	0.273		

* $p < .001$

AI 교수효능감의 향상 내용을 더 자세히 분석하기 위해 하위 요인별 대응표본 t-검정을 실시하였으며 결과는 Table 10과 같다.

Table 10. Paired t-test result of AI-TEBI subfactors (N=30)

Subfactor	Group	M	SD	t	p
Personal AI Teaching Efficacy (PATE)	Pre	2.964	0.266	10.649	.000**
	Post	3.754	0.142		

Subfactor	Group	M	SD	t	p
AI Concept Cognition (AICC)	Pre	4.074	0.424	0.522	.629
	Post	4.124	0.266		
AI Teaching Outcome Expectancy (ATOE)	Pre	3.624	0.238	4.488	.004*
	Post	3.939	0.186		
Attitude toward AI Social Effect (ATSE)	Pre	3.548	0.440	1.595	.209
	Post	3.760	0.232		
Interaction with AI (IWAI)	Pre	3.030	0.138	14.883	.001*
	Post	3.558	0.120		

** $p < .001$, * $p < .01$

분석 결과 AI 교수효능감의 하위 요인 점수도 사전에 비해 사후에 모두 상승하였다. 이 중 AI 교육에 대한 개인 교수효능($t=10.649$, $p < .001$), AI 교육에 대한 결과 기대($t=4.488$, $p < .01$), AI와의 상호작용에 대한 인식($t=14.883$, $p < .001$)은 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. 그러나 AI 개념인식, AI의 사회적 영향력에 대한 태도는 유의한 차이를 나타내지 않았다.

4.2 융합인재소양

FPSP 기반 AI 융합교육 연수 수강의 전후에 융합인재소양을 측정한 결과는 Table 11과 같다. 집단의 융합인재소양 평균은 3.812에서 4.135로 상승하였다. 이러한 상승이 통계적으로 유의한지 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 실시하였다. 그 결과, 유의확률 $p < 0.001$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였음을 확인하였다($t=7.462$).

Table 11. Paired t-Test Result of STEAM Literacy

Test	N	M	SD	t	p
Pre	30	3.812	0.508	7.462	.000*
Post	30	4.135	0.324		

* $p < .001$

역량 향상 내용을 분석하기 위해 융합인재소양을 구성하고 있는 하위 요인별 대응표본 t-검정을 실시하였고, 결과는 Table 12와 같다.

Table 12. Paired t-test result of STEAM literacy subfactors

Subfactor	Group	M	SD	t	p
Convergence	Pre	4.506	0.061	3.293	.030*
	Post	4.594	0.068		
Creativity	Pre	3.309	0.287	9.275	.000***
	Post	3.817	0.168		
Caring	Pre	3.955	0.189	4.165	.025*
	Post	4.213	0.067		
Communication	Pre	3.708	0.233	6.296	.003**
	Post	4.058	0.169		

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

집단의 융합인재소양의 하위 요인 점수를 분석한 결과, 융합, 창의, 배려, 소통 역량 요인 모두 상승하였음을 확인하였다. 이 상승치가 통계적으로 유의한 지 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 실시한 결과, 융합($t=3.293$, $p<.05$), 창의($t=9.275$, $p<.001$), 배려($t=4.165$, $p<.05$), 소통($t=6.296$, $p<.01$) 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

5. 결론

본 연구는 FPSP에 기반한 정보, 과학, 수학 교과와 AI 융합교육 연수과정을 개발하고, 이것의 효과성을 검증하기 위해 중등 교사의 AI 교수효능감과 융합인재소양을 측정하였다. 15시간의 연수 과정을 AI 융합교육에 필요한 개념 학습, FPSP에 따라 설계된 융합교육 체험, FPSP에 따른 융합교육 설계로 구성하였다. 연수 과정에 적용한 교육과정은 ADDIE 모형에 따라 설계하였고, 전문가를 통해 내용타당도를 검증받았다. 본 연구는 2023년 진행된 1학기 중 직무연수로 중, 고등학교 교사 총 30명의 단일집단만 확보할 수 있었고, 이로 인해 단일집단 사전사후검사를 통해 연구 효과를 분석하였다.

연구 결과 FPSP를 적용한 정보, 과학, 수학 교과의 AI 융합교육은 중등 교사의 AI 교수효능감을 통계적으로 유의하게 향상시켰다. 향상 내용을 살펴보면, AI 교수효능감의 하위 요인 중 개인의 교수효능, AI 교육에 대한 결과 기대, AI와의 상호작용에 대한 인식이 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 이는 본 연수 과정이 교사의 AI 융합교육과 관련된 교수효능감, AI 교육을 통해 긍정적인 교육 효과를 얻을 수 있다는 자신감, AI와 더욱 잘 소통할 수 있다는 인식을 높였음을 확인할 수 있다. 그러나, AI 개념 인식과 AI의 사회적 영향에 대한 교사의 태도는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 못했다. 연수 설계 전 현장 교사의 수요를 반영하여[5] 연수 내용에 AI의 개념 교육보다 실질적인 활용을 중심으로 편성하다 보니 AI 개념 교육은 융합교육에 필요한 최소한의 기본 소양 교육만을 제시하였다. 이로 인해 교사의 AI 개념 인식 및 AI 사회적 영향에 대한 태도를 유의하게 변화시킬 만한 전문적인 내용이나 태도 변화 관련 내용이 연수과정에 없어 두 역량은 연구 전후 유의한 차이를 보이지 않았던 것으로 분석된다.

본 연구에 참여한 중등 교사의 융합인재소양도 통계적으로 유의하게 향상되었다. 융합인재소양의 하위 요인인 융합, 창의, 배려, 소통 요인 모두 평균 점수가 사전에 비해 사후에 향상되었으며 이 상승치는 통계적으로 유의한 향상임을 확인하였다. 이는 FPSP가 학습자의 다양한 분야의 지식을 융합하고, 창의적으로 문제를 해결하며, 집단 내 배려와 소통하는 역량을 효과적으로 향상시킬 수 있음을 나타낸다.

본 연구는 정보, 과학, 수학 교과에 AI를 융합한 교육을 현장에 효과적으로 실현하기 위해 수행되었다. 이를 위해 AI를 우리 사회가 당면한 문제를 해결하는 데 다방면으로 활용할 수 있도록 하고, 교육 수요자인 중등 교사의 AI 융합

교육 역량 향상과 연수 내용에 대한 의견을 반영하여 FPSP를 교수 모형으로 설계하였다. 이러한 점에서 FPSP에 기반한 AI 융합교육은 중등 교사의 AI 교수효능감과 융합인재소양의 향상에 효과가 있음을 증명하였다. 그러나, 본 연구는 단일집단을 대상으로 한 사전-사후 실험 설계라는 점에서 내적타당도의 위협 요인에서 자유로울 수 없다는 한계가 있다. 이를 보완하기 위해 연수 과정을 2일이라는 단기간 진행하여 성숙, 탈락, 역사 등의 내적타당도의 위협을 최소화하였다[38]. 그럼에도 내적타당도의 위협이 우려되는 실험설계이므로 향후 통제집단을 확보한 연구를 수행함으로써 본 연구 결과의 타당성을 높여야 할 것이다. 또한, FPSP를 활용한 AI 융합교육이 실제 학생들에게도 융합인재소양과 AI 소양을 길러줄 수 있는지 향후 학생을 대상으로 한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Korea Policy Briefing. (2022, August 22). *Nurturing 1 million digital talents within 5 years*. <https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148905016>
- [2] Ministry of Education Blog. (2020, May 26). *Comprehensive plan for science, mathematics, informatics and convergence education*.
- [3] Shin, W. (2020). Exploring the Possibility of AI Convergence Science Education in Motion and Energy. *Energy and Climate Change Education*, 10(1), 73-86. DOI: 10.22368/ksecce.2020.10.1.73
- [4] Torrance, E. P., Bruch, C. B., & Torrance, J. P. (1976). Interscholastic futuristic creative problem-solving. *Journey of Creative Behavior*, 10(3)
- [5] Soyul Yi, Minseon Yoo, & Seoung-Hey Paik (2023). Development and Effect Analysis of Capstone Design based Informatics, Mathematics, Science Convergence Education Teachers' Training Course using Artificial Intelligence for Secondary School Teachers. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 26(2), 59-70. <https://doi.org/10.32431/kace.2023.26.2.006>
- [6] Drake, S. & Burns, R. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum*. ASCD.
- [7] Kwon, N. W. (2005). The tasks and prospects of the Integrated Curriculum. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 10, 287-308.
- [8] Yakman, G. (2008). STEAM Education: An overview of creating a model of integrative education. *Pupils Attitudes Towards Technology Proceedings*, 341-342.
- [9] Ministry of Education (2020). *Comprehensive Plan for Integrated Education of Science, Mathematics, and Information* (pp. 1-100). Seoul, South Korea: Ministry of Education.
- [10] Jung, U. & Lee, Y. (2018). Content Analysis on the Curriculum Achievement Standards in the Software Mathematics Science Convergence Teaching and Learning Material. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 21(5), 11-23. <https://doi.org/10.32431/kace.2018.21.5.002>

- [11] Seong-Won Kim, & Youngjun Lee (2021). Effects of Science, Mathematics, and Informatics Convergence Education Program on Middle School Student's Computational Thinking. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 24(3), 1-10. <https://doi.org/10.32431/kace.2021.24.3.001>
- [12] Ryu SungRim, JongHak Lee, Ma-Byong Yoon, & Haksung Kim (2018). Development of Convergence Education Program for Elementary School Gifted Education Based on Mathematics and Science. *Korean Convergence Society Journal*, 9(10), 217-228. <https://doi.org/10.15207/JKCS.2018.9.10.217>
- [13] Jin Seop Jang, Ui Jeong Hong, & Chae Seungchul (2023). Development of Mathematics, Science, and Information Convergence Educational Materials Based on Coding of Artificial Neural Network. *Field Science Education*, 17(2), 174-191. <https://doi.org/10.15737/ssj.17.2.202305.174>
- [14] Torrance, P.(1987). *Teaching for creativity*. In S. G. Isaksen(Ed). *Frontiers of creativity research*. New York: Bearty Limited.
- [15] Kim, Y.-C. (2004). *FPSP Specialist Coach Handbook*. Torrans Creativity Korea FPSP/Hyeongok R&D.
- [16] Kim, Y.-C. (2009). *Creative problem-solving: A coaching guide for creative education*. Seoul, South Korea: Kyoyukgwahaksa
- [17] Kim, D.-S., & Lee, Y.-S. (2012). The effect of a future problem-solving program on creativity and scientific attitude. *Journal of the Korean Earth Science Education Society*, 5(1), 51-59. <https://doi.org/10.5296/ijld.v9i4.15893>
- [18] Choi, K., Kim, S. H., & Choi, K. H. (2013). Exploration of creativity and character of science gifted students through a future problem-solving program. *Journal for Gifted and Talented Education*, 12(1), 131-162.
- [19] Lee, H.-J. (2004). The effect of a future problem-solving program (FPSP)-based instruction on elementary school students' creativity. *Elementary Education Research*, 17(2), 163-179. <https://doi.org/10.17839/jksj.2013.12.1.131>
- [20] Lee, S.-H., & Lee, H.-J. (2012). The effects of future problem-solving program (FPSP)-applied eco-friendly lifestyle education on creativity and character development. *Journal of the Korean Home Economics Education Association*, 24(3), 143-173.
- [21] Kim, Y.-C. (2007). *Theory and development of creativity*. Kyoyukgwahaksa.
- [22] Yang, H.-H., & Son, J.-J. (2018). Development of a science education program based on future problem-solving: 'Space exploration'. *Journal of Field Science Education*, 12(Special), 467-480.
- [23] Kim, B. H.(2022). Analysis of perceptions, needs, and AI teaching efficacy of secondary school pre-service teachers regarding AI education. *Journal of Learner-Centered Curriculum Studies*, 22(22), 1001-1016. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2022.22.22.1001>
- [24] Seo Youngho, Ryeong, Y. M., & Kim, J. (2016). Analysis of Effect that Pair Programming Develops of Computational Thinking and Creativity in Elementary Software Education. *Journal of The Korean Association of information Education*, 20(3), 219-234.<https://10.17485/ijst/2016/v9i46/107837>
- [25] Gibson, S., Dembo, M. H. (1984). Teacher efficacy: A construct validation. *Journal of educational psychology*, 76(4), 569.
- [26] Lee, S., Kim, S.-W., & Lee, Y.-J. (2021). Development of an artificial intelligence teaching efficacy belief instrument (AI-TEBI) for preservice teachers. *Journal of the Korean Association of Computer Education*, 24(1), 47-61. <https://doi.org/10.32431/kace.2021.24.1.006>
- [27] Taehyeong Lim, Eunbyul Yang, & Jeeheon Ryu (2022). The Differences in Artificial Intelligence Teaching Efficacy by Gender and School Level of In-service Teachers. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 25(1), 41-50. <http://dx.doi.org/10.32431/kace.2022.25.1.004>
- [28] Ramey-Gassert, L. K. (1993). *A qualitative analysis of factors that influence personal science teaching efficacy and outcome expectancy beliefs in elementary teachers* [Doctoral dissertation]. Kansas State University, Manhattan.
- [29] Baek, Y.-S. et al (2011). The direction of STEAM education in Korea. *Journal of Learner-Centered Curriculum Studies*, 11(4), 149-171.
- [30] Choi, Y.-H., Noh, J.-A., Lee, B.-W., Moon, D.-Y., Lee, M.-H., & Jang, Y.-C. (2012). Development of a STEAM education curriculum model for cultivating creative convergence talents. *Journal of the Korean Society for Technology Education*, 12(3), 63-87.
- [31] Hee-jin Noh, Geu-ron Song, & Seung-hey Paik (2014). A Study of Pre-Service Teacher Class Design for STEAM Education. *Proceedings of the Korean Society of Computer Information Conference*.
- [32] Park, E.-J. (2020). The effects of a STEAM-based inquiry-oriented early childhood science education course on pre-service early childhood teachers' convergence literacy, science teaching efficacy, and science teaching competence. *Journal of Learner-Centered Curriculum Studies*, 20(2), 255-283. <http://doi.org/10.22251/jlcci.2020.20.2.255>
- [33] Shin, Y.-J., & Han, S.-G. (2011). A study on the perception of elementary school teachers on convergence education (STEAM). *Journal of Elementary Science Education*, 30(4), 514-523. <https://doi.org/10.15267/KESES.2011.30.4.514>
- [34] Lee, S.-W. (2021). Perceptions and needs of elementary school teachers and pre-service elementary school teachers regarding AI-integrated education in elementary school classrooms. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 34(1), 1-17. <http://doi.org/10.24062/kpae.2021.34.1.1>
- [35] Choi, Y.-H., No, J.-A., Lim, Y.-J., Lee, D.-W., Lee, E.-S., & No, J.-H. (2013). Development of a convergence talent measurement tool for elementary, middle, and high school students. *Journal of Korean Technology Education*, 13(2), 177-198. <http://doi.org/10.15812/ter.56.2.201706.190>

- [36] Yi, S., & Lee, E. (2022, August 11). Effect of Project-based Artificial Intelligence Convergence Education Program on Pre-service Teachers' STEAM Literacy. *Proceedings of the Korean Computer Education Conference*.
- [37] Polit, D. F., Beck, C. T., & Owen, S. V. (2007). Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. *Research in nursing & health*, 30(4), 459-467.
- [38] Yu, J. (2022). *Quantitative research methods and statistical analysis: Completing in one semester*. Hakjisa.
- [39] Seong, T. (2019). *Understanding and Application of Modern Basic Statistics*. Pajoo: Hakjisa.
- [40] Korea Ministry of Education (2022). *The 2022 Revised Curriculum*. Seoul, South Korea: Ministry of Education.



이다겸

- 2013년 광주교육대학교 초등교육 (학사)
- 2023년 한국교원대학교 컴퓨터교육 (석사)
- 2023년 ~ 현재 한국교원대학교 컴퓨터교육 박사과정
- 2013년~ 광주광역시 초등학교 교사

✚ 관심분야 : 정보교육, 인공지능교육, 융합교육, 학습과학

✉ gyeomdalee@gmail.com



이영준

- 1988년 고려대학교 전산학과(이학사)
- 1994년 미국 미네소타 대학교 전산학과(Ph.D.)
- 2003년 ~ 현재 한국교원대학교 대학원 컴퓨터교육 학과 조교수

✚ 관심분야 : 지능형시스템, 학습과학, 정보교육, 인공지능교육

✉ yjlee@knue.ac.kr



백성혜

- 1987년 서울대학교 화학교육과(학사)
- 1989년 서울대학교 대학원 과학교육과(석사)
- 1992년 서울대학교 대학원 과학교육과(박사)
- 1995년 ~ 현재 한국교원대학교 화학교육과 교수

✚ 관심분야 : 과학교육, 융합교육, 교사교육, PACK

✉ shpaik@knue.ac.kr