

# 현직 교사의 AI융합교육 역량 측정 도구 개발 및 타당화\*

## Development and Validation of an AI Convergence Education Competency Measurement Tool for In-Service Teachers

이소율<sup>†</sup> · 김귀훈<sup>††</sup>

Soyul Yi<sup>†</sup> · Kwihoon Kim<sup>††</sup>

### 요약

본 연구는 현직 교사를 대상으로 AI(Artificial Intelligence) 융합교육 역량을 측정하기 위한 도구를 개발하기 위해 수행되었다. 선행 연구 분석 및 전문가 의견 수렴을 통해 AI 융합교육 역량의 요소를 도출하고, 이를 바탕으로 문항 초안을 작성하였다. 이후 파일럿 테스트를 통해 문항의 타당도와 신뢰도를 검증하고, 최종적으로 30개 문항으로 구성된 측정 도구를 확정하였다. 최종 확정된 문항은 Cronbach's  $\alpha = .9$  이상으로 높은 신뢰도를 나타내었다. 본 연구에서 개발한 도구는 현직 교사들이 AI 융합교육을 효과적으로 수행할 수 있는 능력을 평가하는 데 유용하게 활용될 수 있다. 이를 통해 교사들의 AI 융합교육 역량을 체계적으로 파악하고, 이를 바탕으로 교사 교육 프로그램의 효과를 평가할 수 있을 것으로 기대된다.

**주제어:** 인공지능, AI융합교육, 교사 역량, 역량 측정 도구, 현직 교사

### ABSTRACT

This study aims to develop an instrument for measuring in-service teachers' competency in AI (Artificial Intelligence) convergence education. The elements of AI convergence education competency were derived from an analysis of previous research and expert consultations, forming the basis for drafting the initial items. A pilot test was subsequently conducted to verify the validity and reliability of these items, resulting in the finalization of a 30-item measurement tool. The finalized items demonstrated high reliability, with Cronbach's  $\alpha$  exceeding 0.9. The instrument developed in this study can be effectively used to assess in-service teachers' abilities in AI convergence education. Through this tool, it is expected to systematically identify teachers' competencies in AI convergence education and evaluate the effectiveness of related educational programs.

**Keywords:** Artificial Intelligence, AI Convergence Education, Teachers' Competency, Competency Measurement Tool, In-service Teacher

## 1. 서론

최근 인공지능(artificial intelligence, AI) 기술의 급속한 발전은 교육 분야에도 큰 변화를 가져오고 있다. 특히, AI를 교육에 융합하여 보다 효과적이고 혁신적인 학습 환경을 조성하는 AI융합교육의 필요성이 대두되고 있다. AI는 학생 개개인의 학습 속도와 스타일에 맞춘 개별화된 교육을 가능하게 하며, 교육의 효율성과

효과성을 크게 향상시킬 수 있다. 또한, 학생들은 수업 중 AI를 경험하게 되면서, AI에 대한 이해와 관심을 높일 수 있으며, 일상생활뿐만 아니라 미래 사회에서의 적응을 돕게 할 것이다[1, 2].

AI융합교육의 중요성은 여러 연구 결과에서도 확인할 수 있다. 예를 들어, AI의 개념과 원리를 융합한 교육 프로그램이 학생들의 학업 성취도와 문제 해결 능력을 향상시키는 데 긍정적인 영향을 미친다고 보고되

<sup>†</sup>중신회원: 강원대학교 교육대학원 조교수

<sup>††</sup>중신회원: 한국교육대학교 인공지능융합교육전공 조교수(교신저자)

논문투고: 2024년 06월 14일, 심사완료: 2024년 07월 08일, 게재확정: 2024년 07월 10일

\* 2024년도 강원대학교 대학회계 학술연구조성비로 연구하였음(202404120001).

고 있다[3, 4]. 그러나 AI융합교육은 연구자마다 다른 정의를 내리고 있다. 그러나 공통적으로 수업에 AI가 융합되는 것을 다루고 있다. AI융합교육이 명확하게 이루어지기 위해서는 AI융합교육에 대한 정의가 필요로 되는 시점이다.

AI융합교육이 성공적으로 이루어지기 위해서는 교사의 역량 함양이 무엇보다 중요하다. 교사들은 AI 기술을 이해하고 이를 효과적으로 수업에 활용할 수 있는 능력을 갖추어야 하며, 이를 통해 학생들에게 질 좋은 교육을 제공할 수 있어야 한다. 교사가 AI를 활용하여 교육을 설계하고 실행하는 종합적인 능력은 AI융합교육의 성패를 좌우하는 핵심 요소이다. 교사는 AI를 통해 얻은 데이터를 바탕으로 학생들의 학습 진도를 파악하고, 이를 바탕으로 학습 계획을 조정하며, 학생 개인의 학습 성과를 극대화할 수 있어야 한다. 또한, 여러 교과에서 AI를 효과적으로 활용하여 교과 내용을 이해하는 데 돕고, AI에 대한 이해를 높일 수 있도록 수업을 운영할 수 있어야 한다[5, 6].

따라서 현재 국내외에서는 교사를 대상으로 AI융합교육 역량 함양을 위한 교육 및 연수 등을 실시하여 교사의 전문성을 강화하고자 하는 노력이 계속되고 있다. 해외의 경우, 미국의 MIT(Massachusetts Institute of Technology)에서는 교사를 대상으로 한 AI 교육 프로그램을 운영하여 교사들이 AI의 기본 개념과 활용 방법을 학습할 수 있도록 지원하고 있다. 또한, 국내에서도 AI융합교육전공 개설 등의 대학원 과정을 통한 교사 재교육과 AIEDAP과 같은 교사 연수 프로그램을 통해 교사들의 AI융합교육 역량을 강화하고 있다[6, 7, 8].

그러나 AI융합교육에 대한 교사 교육의 효과를 확인하기 위한 도구는 현재 미비한 상황이다. 예비교사를 대상으로 한 AI융합교육 역량 관련 측정 도구는 몇 가지 개발되었으나, 현직 교사를 대상으로 한 측정 도구는 거의 없는 실정이다. 현직 교사와 예비 교사는 교육 현장에서의 경험과 전문성에서 차이가 있기 때문에 예비교사용 도구를 그대로 적용하기에는 한계가 있다. 예비교사들은 AI융합 수업에 대한 내용을 이론적으로 배우는 반면, 현직 교사들은 실제 교육 현장에서 AI를 활용하여 수업을 진행하고 학생들과 상호작용을 해야 하므로, 이들의 역량을 평가하는 도구는 현직 교사의 특성을 반영할 필요가 있다[9, 10].

따라서 본 연구에서는 현직 교사를 위한 AI융합교육 역량 측정 도구를 개발하고자 한다. 이 도구는 교사들이 AI융합교육을 효과적으로 수행할 수 있는 능력을 평가하고, AI융합교육과 관련한 교사 교육 프로그램의 효

과를 측정하는 데 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 AI융합교육

AI융합교육에 대한 정의는 연구자마다 다소 차이가 있다. 교과와의 연계를 통해 이루어지는 AI교육이라고 하기도 하고, AI와 다른 분야의 지식, 태도, 능력을 통합할 수 있도록 촉진하는 교육이라고도 한다[1, 11]. 이와 같은 까닭은 AI교육 및 AI융합교육에 대한 정의가 합치되지 않기 때문이다.

AI교육에 대한 정의는 컴퓨터교육의 정의에 비유하여 정리해볼 수 있다. 컴퓨터교육은 컴퓨터에 관한 교육과 컴퓨터를 활용한 교육 두 가지 측면으로 볼 수 있다. 컴퓨터에 관한 교육은 컴퓨터를 이해하고 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 컴퓨터 소양 교육과 컴퓨터 관련 학문의 원리와 개념 등에 이해를 위한 컴퓨터 과학 교육이다. 컴퓨터를 활용한 교육은 컴퓨터를 도구로 활용하는 것에 초점을 두는데, 교수·학습 과정에서 교사와 학생이 컴퓨터를 활용하는 것과 학사 및 교육 관리를 위해 활용하는 것 등이다[16]. 이와 같은 관점에서 AI교육은 첫째, AI에 관한 교육으로써 AI를 이해하고 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 AI 소양 교육, AI 관련 학문의 원리와 개념을 이해하기 위한 AI 내용 교육으로 볼 수 있다. 둘째, AI 활용 교육으로써 교수·학습 과정에 AI를 도구로써 활용하는 것과 학습 지원 및 교육 관리를 위해 AI를 활용하는 것으로 볼 수 있다. 이와 같은 관점은 교육에서의 AI(Artificial Intelligence in Education, AIED)는 ‘Learning with AI(AI로 학습)’와 ‘Learning about AI(AI를 학습)’로 분류된다는 논의와 같다고 볼 수 있다[2].

융합교육은 주어진 문제를 해결하기 위해 두 가지 이상의 주제나 교과 내용을 다학문적, 간학문적, 탈학문적으로 융합하여 교육하는 것을 의미한다[12]. 융합교육에 대한 의미를 바탕으로 AI교육의 정의를 조명하였을 때, AI융합교육은 AI 소양 및 내용 교육과 교과 교육을 융합하는 것 그리고 AI를 도구로써 활용한 교과 교육이라고 정의할 수 있다.

AI융합교육의 두 가지 측면은 여러 연구 결과에서도 확인해 볼 수 있다. AI 소양 및 내용 교육과 교과 교육을 융합한 것은 과학, 실과, 국어, 화학, 사회, 도덕 교

육에서 AI의 개념과 원리를 융합한 교육을 개발하고 이것의 다양한 효과에 대해 분석한 연구들이 있다[2, 3, 13-15]. AI를 도구로써 활용한 교과 교육의 연구 결과에서는 생성형 AI를 활용한 미술 교육이나, 사회 수업에서의 AI 챗봇 활용 등이 있다[17, 18].

## 2.2 교사의 AI융합교육 역량

AI융합교육을 위해서는 무엇보다 교사의 교육역량 함양이 중요한 과제가 될 수 있다.

교사의 교육 역량과 관련한 이론 중, Mishura와 Kohler의 TPACK(Technological, Pedagogical and Content Knowledge)라는 프레임워크가 있다. TPACK은 테크놀로지를 활용하여 효과적인 수업을 할 수 있는 교사의 전문적인 역량을 의미한다[5]. 즉, 교실에서 사용하는 분필부터 전자칠판, 소프트웨어, 디지털 도구 등을 테크놀로지라고 보고, 이를 교사가 교수·학습에 얼마만큼 효율적으로 활용하여 수업을 이끌어 나갈 수 있는가를 의미하며, 테크놀로지 교수내용지식이라고 일컫는다. 최근 교실에서 AI의 활용이 대두되면서, AI와 TPACK의 프레임워크가 결합된 논의가 시작되고 있다. 교사의 AI 활용 수업 전문성을 의미하는 것이다.

이와 관련하여, 예비 교사의 인공지능 융합 수업 전문성 함양을 위한 AI-TPACK 모델 설계의 연구에서는 AI의 이해를 바탕으로 TPACK 프레임워크를 학습하고, AI를 기반으로 하는 TPACK 수업을 설계하고 실습하며, 수업을 평가하고 반성할 수 있도록 교육 모델을 개발하였다[6].

한편, AI 기반 도구를 윤리적으로 교육에 융합하기 위한 교사 지식에 관한 연구에서는 TPACK의 개념에 교사의 AI 기반 교육역량이라는 의미에서 Intelligent를 추가하여 Intelligent-TPACK 프레임워크를 개발하였다. Figure 1은 Intelligent-TPACK 프레임워크와 그 하위요소를 나타낸 그림이다. 이 연구에서는 교사가 AI를 수업에 활용할 때 윤리적으로 융합할 수 있는 교육 역량을 강조하였다[9].

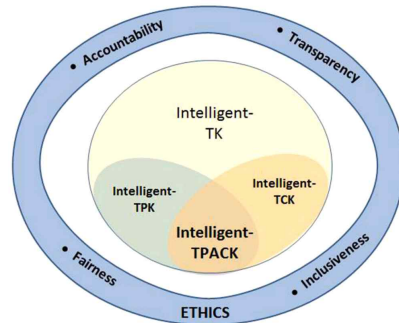


Figure 1. Intelligent-TPACK Framework and its components[9]

AI-PACK의 개념을 TPACK의 테크놀로지를 디지털(digital)로 치환한 DPACK을 기반으로 AI를 기반으로 하는 디지털 교수내용지식에 대한 연구결과에서는 Figure 2와 같이 교사를 위한 AI 역량의 프레임워크를 제시하기도 하였다. AI-PACK에서 가장 핵심에 자리잡고 있는 AI-PCK는 AI 관련 교수내용지식으로써 교사가 AI의 잠재력과 한계, 그리고 수업 주제나 교과 특이성에 대해 인식하고 반영하여 교수·학습 및 학습자를

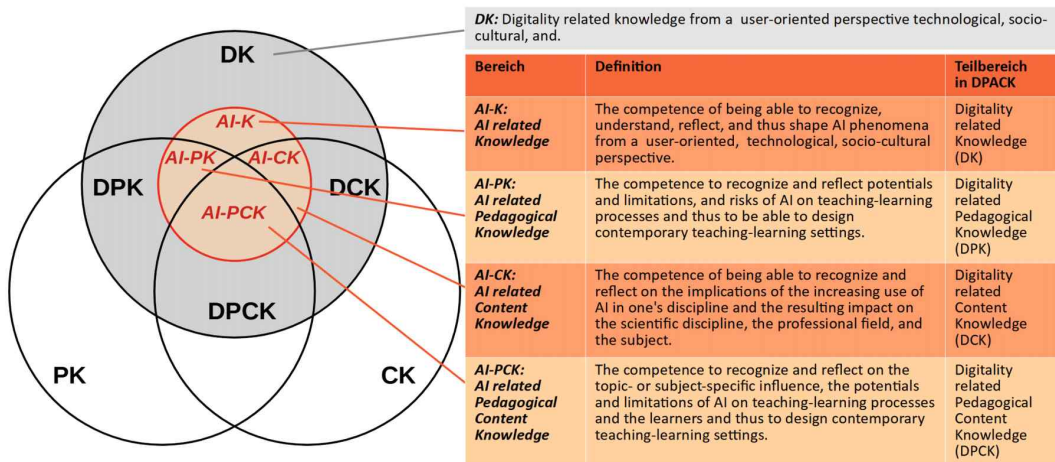


Figure 2. AI-PACK Framework[7]

위해 현대적인 수업 환경을 설계할 수 있는 역량을 뜻한다[7].

TPACK을 기반으로 하는 AI융합교육 역량과 관련한 프레임워크 등은 AI를 교수·학습에 도구로써 활용할 수 있는 역량에 치우쳐 있는 경향이 있다. 그러나 앞서 살펴본 것과 같이 AI융합교육은 첫째, AI를 사용할 수 있는 역량인 AI 소양, 둘째, AI에 대한 개념과 원리를 이해할 수 있는 AI 내용 이해, 셋째, AI를 도구로써 교수학습에 활용할 수 있는 역량, 그리고 AI를 학습지원 및 교육 관리에 사용하는 것 등이 포함된다. 따라서 교사의 AI융합교육 역량에 대한 정의는 AI융합교육의 모든 측면을 함양하고 있어야 할 필요가 있으며, 이와 관련한 용어의 정리 및 전문가 합의가 필요로 된다.

### 2.3 교사의 AI융합교육 역량 측정 도구

교사 및 예비교사를 대상으로 AI융합교육 역량 함양 교육을 실시하였을 때, 그 교육의 효과를 확인하기 위해서는 측정 도구가 필요로 된다.

교사의 AI융합교육 역량 측정 도구 및 척도 개발과 관련한 해외 선행 연구는 Intelligent-TPACK 척도에서 총 27문항(TK 5문항, TPK 7문항, TCK 4문항, TPACK 7문항, Ethics 4문항)을 개발하였고, Cronbach  $\alpha = .85$  이상으로 신뢰도를 확보된 것을 확인할 수 있었다[9].

국내에서는 예비교사용 AI 역량 측정 도구를 개발한 연구가 있는데, 여기에서는 ‘인지적 역량’, ‘교수 역량’, ‘기술 수용 및 수행 역량’으로 구분하여 요인을 구성하였고, 총 48개 문항으로 이루어져 있으며, 문항 적합도를 확인하기 위해 확인적 요인분석과 집중 타당도, 판별 타당도를 검증하였다[8].

또한, 예비교사의 인공지능 교수효능감 측정 도구 개발 연구에서는 개인 교수 효능, 교수 결과 기대, AI에 대한 태도, AI 개념 인식의 네 가지 범주로 총 30개 문항을 개발하였으며, Chronbach  $\alpha = .72$  이상을 확보하여 신뢰도를 입증하였다[10].

예비교사 대상 AI융합교육 역량 척도의 개발 및 타당화 연구에서는 AI융합교육 소양, AI융합교육 활용, AI융합교육 가치의 세 가지 범주로 34개 문항을 개발하였으며, 하위요인관 상관분석 및 확인적 요인분석 등을 통해 타당도를 확보하였다[1].

이와 같이 교사의 AI융합교육 역량 측정 도구 관련한 선행 연구는 대부분 예비교사를 대상으로 개발되었다. 물론 결론 및 제언에서 연구자들은 현직 교사를 대상으로 수정하여 활용할 수 있음을 밝히기도 하였지만,

현직 교사와 예비교사는 수업전문성 측면에서 질적인 차이가 존재한다. 따라서 현직교사의 교육 역량 변화를 살펴보기에는 예비교사를 대상으로 한 척도는 적절하지 않을 수 있다. 또한, 앞서 살펴본 것과 같이 AI융합교육의 다양한 측면에 대해 고려한 측정 도구가 개발될 필요가 있다.

### 3. 연구 방법 및 절차

현직 교사를 대상으로 AI융합교육 역량을 측정하기 위한 자기보고식 도구를 개발하기 위한 본 연구의 절차는 다음과 같다.

첫째, 선행 연구 분석 결과를 토대로 전문가 의견을 수렴하여 현직 교사의 AI융합교육 역량의 요소를 설정하였다.

본 연구에 참여한 전문가는 Table 1과 같다.

Table 1. Background of Experts

	Classify	Position	Career	Gender
1	Liberal Arts(Ethics)	Elementary Teacher	12	Female
2	Arts and Physical Education	Elementary Teacher	8	Female
3	Natural Sciences(Informatics)	Secondary Teacher	14	Male
4	Liberal Arts(English)	Secondary Teacher	10	Female
5	Regional Office of Education	School Inspector	25	Female
6	University (AI Convergence Education)	Professor	20	Male
7	University (AI Convergence Education)	Professor	20	Male
8	University (AI Convergence Education)	Ph.D.	11	Female
9	University (AI Convergence Education)	Doctoral Course	14	Female

둘째, AI융합교육 역량의 요소를 기반으로 관련 선행 연구의 문항을 수정 및 보완, 새로운 문항을 개발하여 문항 초안을 개발하였다.

셋째, 개발된 초안은 전문가 검토를 통해 내용 타당도 지수(Content validity index for individual items, I-CVI)를 산출하였고, 기준 이하인 문항은 삭제하였다.

넷째, 전문가 검토가 완료된 문항을 대상으로 파일럿 테스트를 실시하였고, 내적 신뢰도 확인을 위한 상관분석과 탐색적 요인분석을 실시하여 기준 이하의 문

항을 삭제하였고, 내부 검토를 추가로 실시하여 삭제, 수정, 보완하였다.

다섯째, 본 검사를 실시하였고, 타당화를 위해 KMO와 Bartlett 검정, 문항별 기술 통계 및 MSAMeasure of Sampling Adequacy), 하위 요인별 Cronbach  $\alpha$ , 요인간 상관분석, 확인적 요인분석 등을 분석하여 확정하였다.

#### 4. 연구 결과

##### 4.1 AI융합교육 역량의 요소 설정

앞서 이론적 배경에서 논의한 것과 같이, AI융합교육은 AI 소양 및 내용 교육, 이것을 교과 교육을 융합하는 것, 그리고 AI를 도구로써 활용한 교과 교육을 포함한다. 따라서 AI융합교육을 실천하기 위해서는 교사에게 첫째, AI의 기본 개념과 원리를 이해하고 있어야 하는 역량, 둘째, AI를 도구로써 교수·학습에 활용할 수 있는 역량, 셋째, AI의 개념 및 원리와 교과 내용을 간학문적으로 융합한 수업을 운영할 수 있는 역량이 필요하다. 그리고 이러한 역량의 바탕에는 AI의 윤리에 대한 고려가 요구된다[9].

선행연구를 기반으로 AI융합교육 역량의 요소에 대한 용어를 정립하고 정의를 내리기 위하여 본 연구 참여 전문가 9인의 의견을 종합한 결과는 Table 2와 같다.

**Table 2.** Factors of AI Convergence Education

Factor	Definition
Understanding of AI	Ability to understand the concepts and principles of AI
Utilizing of AI	Ability to utilize as a tool in education
Convergence of AI	Ability to conduct convergence education by integrating various subjects based on understanding and utilizing AI

첫 번째 요소인 AI 이해(Understanding of AD)는 AI의 개념과 원리에 대한 이해 역량, 두 번째 요소인 AI 활용(Utilizing of AD)는 AI를 도구로써 교육에 활용하는 역량, 세 번째 요소인 AI 융합(Convergence of AD)은 AI에 대한 이해 및 활용을 기반으로 여러 학문을 통합하여 융합할 수 있는 역량을 의미한다.

##### 4.2 현직 교사용 AI융합교육 역량 문항 초안의 내용 타당도 전문가 검토 결과

전문가 의견을 바탕으로 설정된 AI융합교육 역량의 요소에 따라 선행 연구에서 개발된 문항을 포함하여 개발된 문항은 Table 3에 제시한 것과 같이 총 54개이며, Likert 5점 척도를 활용한다.

**Table 3.** Draft Questionnaire for Pilot Test

	Factor	Sub-Factor	Ref	I-CVI
1	Understanding of AI	AI Literacy	[8]	1.000
2	Understanding of AI	AI Literacy	[8]	1.000
3	Understanding of AI	AI Literacy	[19]	0.889
4	Understanding of AI	AI Literacy		0.667
5	Understanding of AI	AI Literacy	[1]	1.000
6	Understanding of AI	AI Literacy	[20]	0.778
7	Understanding of AI	AI Literacy	[21]	0.778
8	Understanding of AI	AI Literacy	[21]	0.778
9	Understanding of AI	AI Ethics	[8]	0.889
10	Understanding of AI	AI Ethics	[8]	0.889
11	Understanding of AI	AI Ethics	[1]	0.889
12	Understanding of AI	AI Ethics	[22]	0.667
13	Understanding of AI	AI Ethics	[23]	0.889
14	Utilizing of AI	AI-PACK	[M]	0.889
15	Utilizing of AI	AI-PACK	[O]	0.778
16	Utilizing of AI	AI-PACK	[O]	0.556
17	Utilizing of AI	AI-PACK	[24]	0.667
18	Utilizing of AI	AI-PACK		0.778
19	Utilizing of AI	AI-PACK	[M]	0.889
20	Utilizing of AI	AI-PACK	[M]	0.556
21	Utilizing of AI	Ethics of AI-PACK		0.889
22	Utilizing of AI	Ethics of AI-PACK	[M]	0.889
23	Utilizing of AI	Ethics of AI-PACK		1.000
24	Convergence of AI	General Understanding	[25]	0.889
25	Convergence of AI	General Understanding	[1]	1.000
26	Convergence of AI	General Understanding	[1]	0.778
27	Convergence of AI	General Understanding	[25]	0.667
28	Convergence of AI	Lesson Design	[1]	0.889
29	Convergence of AI	Lesson Design		0.444
30	Convergence of AI	Lesson Design		0.667
31	Convergence of AI	Lesson Design	[25]	0.889
32	Convergence of AI	Lesson Design	[25]	0.667
33	Convergence of AI	Lesson Design	[1]	0.889
34	Convergence of AI	Implementation	[25]	0.778
35	Convergence of AI	Implementation		0.889
36	Convergence of AI	Implementation	[23]	0.778
37	Convergence of AI	Implementation	[23]	1.000
38	Convergence of AI	Evaluation		1.000
39	Convergence of AI	Evaluation	[25]	0.889
40	Convergence of AI	Evaluation		0.556
41	Convergence of AI	Evaluation		0.667
42	Convergence of AI	Evaluation	[8]	0.889
43	Convergence of AI	Evaluation	[23]	0.444
44	Convergence of AI	Ethics of AI Con Edu		0.889
45	Convergence of AI	Ethics of AI Con Edu	[1]	1.000
46	Convergence of AI	Ethics of AI Con Edu		1.000
47	Convergence of AI	Ethics of AI Con Edu	[8]	0.778
48	Convergence of AI	Teaching Efficacy	[10]	0.667

	Factor	Sub-Factor	Ref	I-CVI
49	Convergence of AI	Teaching Efficacy	[10]	0.444
50	Convergence of AI	Teaching Efficacy	[10]	0.667
51	Convergence of AI	Teaching Efficacy	[10]	0.667
52	Convergence of AI	Teaching Efficacy	[10]	0.778
53	Convergence of AI	Teaching Efficacy	[1]	0.778
54	Convergence of AI	Teaching Efficacy	[10]	1.000

Table 3의 Ref는 참고문헌을 의미하며 공란인 경우는 연구자 자체 개발 문항이다.

AI융합의 하위 요소인 General Understanding은 AI 융합교육의 일반적인 이해에 대한 문항을, Lesson Design은 AI융합 수업 설계에 대한 문항을, Implementation에서는 AI융합 수업의 실행에 대한 문항을, Evaluation에서는 AI융합 수업의 평가에 대한 문항을, Ethic of AI Con Edu에서는 AI융합 수업에서의 윤리에 대한 문항을, Teaching Efficacy에서는 수업에 대한 교사효능감에 대한 문항을 구성하였다.

I-CVI는 Item-level Content Validity의 약자로서 내용 타당도 검증에서 활용하는 방법이다. 전문가들은 각각의 항목에 대해 Likert 4점 척도로 응답하고, 전문가들의 평가 결과가 3, 4점인 경우 1점, 1, 2점인 경우 0점으로 계산하여 합산한 뒤 전문가의 수로 나눈 결과를 산출한다. I-CVI 결과 중 0.7이하의 값은 삭제하였고 음영으로 표시하였다.

삭제되지 않는 문항들은 전문가 의견에 따라 문항에서 의도하는 내용이 잘 반영될 수 있도록 문항들을 정교하게 수정하여 파일럿 테스트를 위한 초안 문항을 완성하였다.

### 4.3 파일럿 테스트 분석 결과

파일럿 테스트용 초안 문항은 2024년 1월 8일~15일 K대학교 대학원 AI융합교육 전공에 재학 중인 현직 교사 250명을 대상으로 투입되었다. 이들의 기본적 배경은 Table 4와 같다.

**Table 4.** Background of Pilot Test Participants(250)

Classify		Number(%)
Gender	Male	121(48.4)
	Female	129(51.6)
School Level	Elementary	95(38.0)
	Middle	44(17.6)
	High	102(40.8)
	Special	7(2.8)
Career	1-5 years	48(19.2)

Classify		Number(%)
	6-10 years	112(44.8)
	11-15 years	56(22.4)
	16-20 years	23(9.2)
	Over 21 years	10(4.4)
	All	80(32.0)
Main Teaching Subject	Mathematics	31(12.4)
	English	18(7.2)
	Science	15(6.0)
	Others	106(42.4)

파일럿 테스트에 투입된 문항은 총 34개이며 내적 신뢰도 확인을 위한 상관분석 결과, Cronbach  $\alpha$  값은 모두 0.9 이상으로 Table 5와 같이 모든 문항이 매우 높은 신뢰도를 나타내는 것으로 확인할 수 있었다.

**Table 5.** Result of Pilot Test Cronbach' s  $\alpha$

	Factor	Sub-Factor	Item-Total Correlation	if item dropped Cronbach' s $\alpha$	Cronbach' s $\alpha$
1	Un of AI	AI Literacy	0.738	0.935	0.939
2	Un of AI	AI Literacy	0.791	0.93	
3	Un of AI	AI Literacy	0.786	0.931	
4	Un of AI	AI Literacy	0.825	0.927	
5	Un of AI	AI Literacy	0.838	0.926	
6	Un of AI	AI Literacy	0.8	0.93	
7	Un of AI	AI Literacy	0.839	0.926	
8	Un of AI	AI Ethics	0.786	0.902	0.917
9	Un of AI	AI Ethics	0.852	0.879	
10	Un of AI	AI Ethics	0.837	0.883	
11	Un of AI	AI Ethics	0.771	0.906	
12	Ut of AI	AI-PACK	0.82	0.881	0.914
13	Ut of AI	AI-PACK	0.783	0.91	
14	Ut of AI	AI-PACK	0.878	0.833	
15	Ut of AI	Ethics of	0.838	0.89	0.922
16	Ut of AI	Ethics of	0.9	0.838	
17	Ut of AI	Ethics of	0.789	0.929	
18	Con of AI	General	0.847	0.825	0.902
19	Con of AI	General	0.774	0.889	
20	Con of AI	General	0.806	0.86	
21	Con of AI	Implement	0.902	0.975	0.978
22	Con of AI	Implement	0.922	0.974	
23	Con of AI	Implement	0.909	0.974	
24	Con of AI	Implement	0.91	0.974	
25	Con of AI	Implement	0.875	0.976	
26	Con of AI	Implement	0.916	0.974	
27	Con of AI	Implement	0.923	0.974	
28	Con of AI	Implement	0.908	0.975	
29	Con of AI	Ethics of	0.881	0.928	0.946
30	Con of AI	Ethics of	0.895	0.916	
31	Con of AI	Ethics of	0.888	0.922	
32	Con of AI	Efficacy	0.806	0.847	0.898
33	Con of AI	Efficacy	0.816	0.84	
34	Con of AI	Efficacy	0.775	0.876	

내적 신뢰도 확보되었으므로, 각 요소 내 측정하고 자 하는 개념을 더 정확하게 반영할 수 있도록 탐색적 요인분석을 실시하였다. 본 연구에서는 요인분석에서 가장 많이 사용되는 최대우도 추정(Maximum likelihood)을 사용하였고, 요인 간의 상관성이 존재한다고 보기 때문에 회전방법은 Oblimin을 사용하였다. 요인 추출 방법은 고유값 1 이상을 기준으로 두었다. 자료가 탐색적 요인 분석에 적합한지 확인하기 위해 KMO 표본 적합도(Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy)가 0.07 이상인지 검토하였고, 바틀렛 구형성 검정(Bartlett's Test of Sphericity)을 실시하여, 유의수준이 0.05 이하임을 확인하였다.

Table 6, 7, 8은 각 요소별 요인분석 결과이며, 0.5 미만의 값이 나타난 항목은 삭제하였고, 음영으로 표시하였다.

**Table 6.** Exploratory Factor Analysis Results of Pilot Test (Understanding of AI)

	Factor	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Uniqueness
1	Un of AI			0.944	0.189
2	Un of AI			0.793	0.207
3	Un of AI			0.438	0.316
4	Un of AI	0.52			0.29
5	Un of AI	0.594			0.275
6	Un of AI	1.01			0.144
7	Un of AI	0.818			0.169
8	Un of AI	0.437			0.254
9	Un of AI		0.569		0.233
10	Un of AI		0.985		0.105
11	Un of AI		0.847		0.286
% of Variance		29.7	24.7	23.1	

**Table 7.** Exploratory Factor Analysis Results of Pilot Test (Utilizing of AI)

	Factor	Factor 1	Factor 2	Uniqueness
12	Ut of AI		0.717	0.2212
13	Ut of AI		0.811	0.3281
14	Ut of AI		0.997	0.0776
15	Ut of AI	0.818		0.2234
16	Ut of AI	1.035		0.0261
17	Ut of AI	0.672		0.32
% of Variance		40.2	39.8	

**Table 8.** Exploratory Factor Analysis Results of Pilot Test (Convergence of AI)

	Factor	Factor 1	Factor 2	Uniqueness
18	Con of AI	0.726		0.2752
19	Con of AI	0.452	0.435	0.3368
20	Con of AI	0.848		0.16

	Factor	Factor 1	Factor 2	Uniqueness
21	Con of AI	0.951		0.0811
22	Con of AI	0.932		0.0978
23	Con of AI	0.904		0.1251
24	Con of AI	0.892		0.1552
25	Con of AI	0.952		0.2164
26	Con of AI	0.914		0.1498
27	Con of AI	0.92		0.1156
28	Con of AI	0.91		0.1066
29	Con of AI	0.804		0.1639
30	Con of AI	0.748		0.2553
31	Con of AI	0.697		0.2337
32	Con of AI		0.843	0.2609
33	Con of AI		0.945	0.1812
34	Con of AI		0.62	0.2612
% of Variance		62.09	16.47	

파일럿 테스트 결과에서 AI융합(Convergence of AI) 요소의 하위요소가 다소 세부적인 경향이 있어 AI융합교육의 전반적인 이해(Understanding of AI Convergence Education)와 AI융합교육의 실행(Implementation of AI Convergence Education)의 두 부분으로 나눌 필요성이 대두되었다. 또한, 연구자 내부 논의에 따라 'AI의 이해'의 유사 문항 2개 중 1개를 추가 삭제하였고 'AI의 활용'에서는 필요 문항을 1개 추가하였다. 따라서 Table 9와 같이 AI융합교육의 요소를 정리하였고, 각 하위요소의 문항 개수를 나타내었다.

**Table 9.** Factors and Sub-Factors of AI Convergence Education

Factor	Sub-Factor	Number
Understanding of AI	AI Literacy	6
	AI Ethics	2
Utilizing of AI	AI-PACK	3
	Ethics of AI-PACK	4
Convergence of AI	Understanding of AI Convergence Education	7
	Implementation of AI Convergence Education	8

#### 4.4 본 검사 분석 결과

본 검사 문항은 2024년 1월 19일~25일 동안 K대학교 대학원 AI융합교육 전공에 재학 중인 현직 교사 162명을 대상으로 투입되었다. 이들의 기본적 배경은 Table 10과 같다.

**Table 10.** Background of Main Test Participants(162)

Classify		Number(%)
Gender	Male	83(51.2)
	Female	79(48.8)
School Level	Elementary	53(32.7)
	Middle	31(19.1)
	High	76(46.9)
	Special	2(1.2)
Career	1-5 years	18(11.1)
	6-10 years	84(51.9)
	11-15 years	38(23.5)
	16-20 years	15(9.3)
	Over 21 years	7(4.3)
Main Teaching Subject	All	46(28.4)
	Mathematics	19(11.7)
	Science	31(19.1)
	Others	66(40.7)

Table 11과 같이 KMO 표본 적합도(Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy)가 0.07 이상인지 검토하였고, 바틀렛 구형성 검정(Bartlett's Test of Sphericity)을 실시하여, 유의수준이 0.05 이하임을 확인하였다.

**Table 11.** Result of KMO and Bartlett Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy for Factorial Suitability	0.961	
Bartlett's Test	$\chi^2$	6193
	df	435
	p	< .001

문항별 평균 및 표준편차와 신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ ), 그리고 역-이미지 상관계수 중 MSA(Measure of Sampling Adequacy) 값을 Table 12에 제시하였다. MSA 역시 KMO와 마찬가지로 요인분석의 적합도를 나타내기 위해서는 0.5보다 커야 한다.

**Table 12.** Result of Reliability and Factor Analysis

	Factor	Sub-Factor	Mean	SD	if item dropped Cronbach's $\alpha$	MSA
1	Un of AI	AI Literacy	4.24	0.746	0.982	0.939
2	Un of AI	AI Literacy	4.10	0.808	0.982	0.935
3	Un of AI	AI Literacy	3.83	0.936	0.982	0.949
4	Un of AI	AI Literacy	3.96	0.894	0.981	0.971
5	Un of AI	AI Literacy	3.93	0.943	0.982	0.922
6	Un of AI	AI Literacy	4.05	0.833	0.981	0.960
7	Un of AI	AI Ethics	3.97	0.915	0.981	0.965
8	Un of AI	AI Ethics	3.88	1.030	0.981	0.968

	Factor	Sub-Factor	Mean	SD	if item dropped Cronbach's $\alpha$	MSA
9	Ut of AI	AI-PACK	4.04	0.837	0.981	0.982
10	Ut of AI	AI-PACK	4.03	0.922	0.981	0.978
11	Ut of AI	AI-PACK	4.08	0.811	0.981	0.967
12	Ut of AI	Ethics of	3.95	0.931	0.981	0.972
13	Ut of AI	Ethics of	3.94	0.980	0.981	0.961
14	Ut of AI	Ethics of	4.12	0.869	0.981	0.956
15	Ut of AI	Ethics of	4.01	0.885	0.981	0.974
16	Con of AI	Un of AICED	4.19	0.760	0.981	0.961
17	Con of AI	Un of AICED	4.04	0.833	0.981	0.955
18	Con of AI	Un of AICED	3.93	0.962	0.981	0.967
19	Con of AI	Un of AICED	4.09	0.825	0.981	0.979
20	Con of AI	Un of AICED	4.34	0.724	0.982	0.952
21	Con of AI	Un of AICED	4.43	0.685	0.982	0.938
22	Con of AI	Un of AICED	4.35	0.752	0.981	0.967
23	Con of AI	Im of AICED	4.30	0.771	0.981	0.960
24	Con of AI	Im of AICED	4.29	0.786	0.981	0.953
25	Con of AI	Im of AICED	4.21	0.807	0.981	0.969
26	Con of AI	Im of AICED	4.20	0.850	0.981	0.956
27	Con of AI	Im of AICED	4.05	0.883	0.982	0.964
28	Con of AI	Im of AICED	4.15	0.836	0.981	0.965
29	Con of AI	Im of AICED	4.16	0.826	0.981	0.949
30	Con of AI	Im of AICED	4.12	0.866	0.981	0.963

각 요소별 하위요소 내 평균, 표준편차 및 신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ ) 분석 결과는 Table 13의 결과와 같다. 모두 0.9 이상의 높은 신뢰도를 나타내는 것으로 확인할 수 있었다.

**Table 13.** Result of Reliability and Statistical Analysis

Factor	Sub-Factor	Items	Mean	SD	Cronbach's $\alpha$
Understanding of AI	AI Literacy	8	3.99	0.739	0.935
	AI Ethics				
Utilizing of AI	AI-PACK	7	4.03	0.786	0.952
	Ethics of				
AI Convergence	Understanding of AICED	7	4.19	0.677	0.936
	Implementation of AICED	8	4.18	0.759	0.973

본 검사 결과의 요인간 상관분석을 수행한 결과는 Table 14와 같다. 문항 수 및 문항 내용을 고려하여 AI 융합에서 AI융합교육의 이해와 AI융합교육의 실행은 각각의 요인으로 추출하였다.

**Table 14.** Result of Pearson correlation coefficients

		Un of AI	Ut of AI	Un of AICED	Im of AICED
Un of AI	Pearson's r	—			
	p-value	—			



		Un of AI	Ut of AI	Un of AICED	Im of AICED
Ut of AI	Pearson's r	0.819	—		
	p-value	< .001	—		
Un of AICED	Pearson's r	0.795	0.901	—	
	p-value	< .001	< .001	—	
Im of AICED	Pearson's r	0.77	0.854	0.849	—
	p-value	< .001	< .001	< .001	—

모든 요인간 Pearson 상관계수 유의확률 0.001 이하에서 모두 0.7 이상을 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

또한, 확인적 요인분석을 수행한 결과는 Table 15와 같다.

**Table 15.** Result of Confirmatory Factor Analysis

	$\chi^2$	df	CFI	TLI
Un of AI	110***	20	0.913	0.879
Ut of AI	101***	14	0.925	0.887
Un of AICED	147***	14	0.867	0.800
Im of AICED	92***	20	0.960	0.943

\*\*\*p < .001

적합도의 기준은 CFI(Comparative Fit Index)와 TLI(Tucker-Lewis Index)의 경우, 0.95 이상이면 매우 좋음, .9에서 .95는 좋음, .8에서 .9는 보통, .8이하는 나쁨으로 해석된다. 본 연구의 결과에서 CFI 및 TLI가 매우 좋음 및 보통 이상으로 나타난 것을 확인할 수 있었다.

이에 따라 본 연구에서 통계적으로 확인하여 최종으로 완성한 개발한 최종 문항은 Table 16과 같다.

**Table 16.** Measurement of AI Convergence Education Competency for In-Service Teachers

Factor	Content
Understanding of AI	1. I can explain the concept and definition of AI.
Understanding of AI	2. I can explain the principles of AI technologies such as machine learning and deep learning.
Understanding of AI	3. I understand basic concepts in computer science related to AI, including algorithms and programming.
Understanding of AI	4. I can identify problems that can be solved using AI and apply AI to solve various problems.
Understanding of AI	5. I can conduct training using training data and evaluate performance using test data.
Understanding of AI	6. I understand the meaning of data in AI learning and can collect necessary data.
Understanding of AI	7. I can explain the reliability, fairness, responsibility, and transparency of AI.
Understanding of AI	8. I understand and comply with legal regulations related to AI, such as copyright, security, and regulations.
Utilizing of AI	9. I can select appropriate AI-based tools for students to apply and practice what they have learned.

Factor	Content
Utilizing of AI	10. I can utilize various AI-based tools, including AI-based learning management systems and platforms like ChatGPT, Gamma, DALL-E, Midjourney, etc., to assist in lesson planning, delivery, and assessment.
Utilizing of AI	11. I can adapt and operate AI-based tools, educational content, and teaching strategies effectively in my lessons.
Utilizing of AI	12. I can verify if AI-based tools used in my lessons are developed and provided considering ethical considerations.
Utilizing of AI	13. I can ensure that AI-based tools used in my lessons do not pose ethical dilemmas for students.
Utilizing of AI	14. I can guide students on the ethical use of AI in learning.
Utilizing of AI	15. I am aware that AI integration in lessons can unintentionally cause adverse effects and can explore solutions from various perspectives.
Understanding of AICED	16. I can explain AI-integrated education to others.
Understanding of AICED	17. I know methods of integrating AI with curriculum and learning.
Understanding of AICED	18. I can conduct lessons that engage students in discussing ethical dilemmas related to AI and encourage them to establish AI ethical norms through debate.
Understanding of AICED	19. I can teach about data ethics, including collecting unbiased data with proper attribution, to ensure data used in AI-integrated lessons is fair and ethical.
Understanding of AICED	20. Students who receive AI-integrated education will show increased interest in AI education.
Understanding of AICED	21. I anticipate that AI-integrated education will have a positive impact on society.
Understanding of AICED	22. After AI-integrated lessons, I can discuss and incorporate feedback from colleagues, supervisors, and instructors to modify and improve lessons.
Implement of AICED	23. I can design lessons by integrating AI and curriculum content.
Implement of AICED	24. I can plan teaching strategies to stimulate learner interest and engagement in AI-integrated lessons.
Implement of AICED	25. I can develop assessment plans based on learning objectives for AI-integrated lessons.
Implement of AICED	26. I can promote students' convergent and computational thinking in AI-integrated lessons.
Implement of AICED	27. I can handle non-critical issues that may arise in AI-integrated lessons, such as simple errors or device delays.
Implement of AICED	28. I can monitor and support students' participation and understanding in AI-integrated lessons.
Implement of AICED	29. I can provide appropriate feedback to students before, during, and after AI-integrated lessons.
Implement of AICED	30. I can evaluate students' achievements based on assessment plans for AI-integrated lessons and interpret the results.

## 5. 결론 및 제언

본 연구에서는 AI융합교육에 대한 현직 교사의 역량을 측정하기 위한 자기 보고식 도구를 개발하였다. 이를 위하여 선행 연구를 바탕으로 AI융합교육의 요소를 추출하였고, 추출된 요소의 용어와 정의를 도출하기 위

하여 전문가 9인의 검토를 수행하였다. 이에 따라 AI융합교육의 요소에는 AI 이해, AI 활용, AI 융합으로 구성되고, AI 융합은 AI융합교육의 이해와 AI융합교육의 실행으로 구성하였다.

구성된 요소와 정의에 따라 선행 연구에서 발췌하여 수정한 문항 및 연구자 개발 문항을 포함하여 초안으로 선정한 54 문항에 대해 전문가 9인의 내용 타당도 검토를 실시했고, I-CVI 산출 결과 기준 이하인 문항은 삭제하여 총 34개 문항을 파일럿 테스트 문항으로 선정하였다.

파일럿 테스트는 K대학교 대학원 AI융합교육 전공에 재학 중인 현직 교사를 대상으로 2024년 1월 초에 이루어졌으며, 내적 신뢰도는 확보되었으나 요소별 요인분석 결과에 따라 기준 이하인 항목은 삭제하였다. 파일럿 테스트에서 실시한 문항의 구성은 전문가 합의에 의한 3가지인 AI 이해, AI 활용, AI 융합으로 설정하였지만, AI 융합의 하위요소가 다소 세부적인 경향이 있고, 해당 문항들의 대표성을 고려하여 AI융합교육의 전반적인 이해를 나타내는 AI융합교육의 이해(Understanding of AI Convergence Education)와 AI융합교육을 실천하는 측면인 실행(Implementation of AI Convergence Education)의 두 부분으로 수정하였다.

본 검사는 2024년 1월 중-하순에 이루어졌으며 총 162명의 현직 교사가 참여하였다. 본 검사 결과는 Cronbach's  $\alpha$  를 통해 신뢰도를 확보하였고, 타당화를 위해 KMO와 Bartlett 검정, 문항별 기술 통계 및 MSAMeasure of Sampling Adequacy), 하위 요인별 Cronbach  $\alpha$ , 요인간 상관분석, 확인적 요인분석 등을 분석하여 확정하였다. 이에 따라, AI 이해 8문항, AI 활용 7문항, AI융합교육의 이해 7문항, AI융합교육의 실행 8문항으로 총 30문항의 검사 도구가 완성되었다.

본 연구에서 개발한 검사 도구는 현직 교사의 AI융합교육 역량을 Likert 5점 척도의 자기 보고식 설문에 의해 확인하는 도구로 활용될 수 있다. 이는 현직 교사를 대상으로 AI융합교육과 관련한 연수 및 대학원 교육 등 교사 교육의 효과를 확인하기 위한 유용한 수단이 될 수 있을 것이다.

또한, 교육 내용 및 목적에 따라 AI 이해, AI 활용, AI 융합교육의 이해와 AI융합교육의 실행에 해당하는 문항들을 따로 추출하여 활용할 수 있다. 예를 들면, AI의 개념과 원리에 대한 교사 연수가 이루어졌다면, 본 연구에서 개발된 1에서 8번까지의 문항을 추출하여 수정 후 활용할 수 있다. 마찬가지로, AI융합교육에 대한 수업 설계, 실행, 평가 등과 관련한 교사 교육이 이루어졌

다면 23번에서 30번까지의 문항을 활용할 수 있다. 비슷한 맥락에서 일부 문항을 수정한다면 예비 교원이나 강사 등을 대상으로 적용할 수 있다. 이 도구는 초, 중, 고등, 특수학교 등 학교급 및 담당 과목 및 전공에 제한이 없이 개발되었기 때문이다. 다만, 대학 이상의 고등교육자나 유아 교육자를 대상으로 하는 경우에는 일부 문항이 적합하지 않을 수 있으니 면밀한 검토가 요구될 것이다.

추후 연구에서는 본 연구의 연장에서 대학원에서 AI 융합교육 전공을 이수한 교사들의 사전-사후 변화를 살펴보고, 이러한 변화가 교사들의 어떤 변인들과 관련이 있을지 확인한 후 교사들의 변인에 따른 교육 효과를 분석하여, 교사 교육을 설계할 때 고려해야 하는 변인들에 대해 시사하고자 한다.

## 참고문헌

- [ 1 ] Kim, D., So, H., & Lim, J. (2023). Development the Measurement Instrument of AI Convergence Education Competency for Pre-service Teachers. *Journal of Educational Studies*, 54(3), 139-168. DOI : 10.15854/jes.2023.09.54.3.139
- [ 2 ] Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Independently Published.
- [ 3 ] Lee, J., Lee, S., & Lee, S. (2021). The influence of AI convergence education on students' perception of AI. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 25(3), 483-490. DOI : 10.14352/jkaie.2021.25.3.483
- [ 4 ] Baek, S., & You, J. (2022). The interaction effect between gender and learning attitude on learning outcomes in AI education for elementary students. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 25(3), 49-60. DOI : 10.32431/kace.202.25.3.05
- [ 5 ] Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. DOI : 10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x
- [ 6 ] Choi, J., Jun, S., Kim, S., & Park, J. (2022). AI-TPACK Model Design for Cultivating AI Convergency Teaching Professionalism of Pre-service Teachers. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 25(2), 79-89. DOI : 10.32431/kace.2022.25.2.007
- [ 7 ] Lorenz, U., & Romeike, R. (2023). What Is AI-PACK?

- Outline of AI Competencies for Teaching with DPACK. *Part of the book series: Lecture Notes in Computer Science(LNCS, volume 14296)*. DOI : 10.1007/978-3-031-44900-0\_2
- [ 8 ] Kim, S., Kim, S., Park, C., Hong, J., & Park, H. (2023). Development of an AI competency measurement tool for pre-service teachers to enhance expertise in digital education. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 26(4), 21-32. DOI : 10.32431/kace.2023.26.4.003
- [ 9 ] Celik, I. (2023). Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior* 138, 107468. DOI : 10.1016/j.chb.2022.107468
- [10] Yi, S., Kim, S., & Lee, Y. (2021). Development of Teaching Efficacy Belief Instrument about Artificial Intelligence for Pre-service Teachers. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 24(1), 47-61. DOI : 10.32431/kace.2021.24.1.006
- [11] Choe, H. (2021). Study of AI Thinking Education based on Computational Thinking. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 24(3), 57-65. DOI : 10.32431/kace.2021.24.3.006
- [12] Drake, S. & Burns, R. (204). *Meting standards through integrated curriculum*. ASCD.
- [13] Yi, S., & Lee, Y. (2021). Development of Convergence Education Program for 'Understanding of Molecular Structure' using Machine Learning Educational Platform. *Journal of Korean Association Of Information Education*, 25(6), 961-972. DOI : 10.14352/jkaie.2021.25.6.961
- [14] Min, S., Jeon, I., & Song, S. (2021). The effects of artificial intelligence convergence education using machine learning platform on STEAM literacy and learning flow. *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, 26(10), 19-208. DOI : 10.9708/jksci.2021.26.10.19
- [15] Le, Y. (2021). Development and effectiveness analysis of artificial intelligence STEAM education program. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 25(1), 71-79. DOI : 10.14352/jkaie.2021.25.1.71
- [16] Lee, T., Park, J., & Baek, S. (2006). *Computer Education Theory*. Yihahchoolpansa.
- [17] Kim, H. (2024). Development and Implementation of Art-Centered Integrated Education Program Using Generative AI. *Journal of Art Education*, 76, 71-79.
- [18] Jeong, Y., & Ma, Dai. (2023). Development of Education Program Using AI Chatbot in Elementary Social Studies Classes. *ournal of Korean Association Of Information Education*, 27(6), 645-654.
- [19] Long, D., & Magerko, B. (2022). What is AI Literacy? Competencies and Design Considerations. *CHI '20: Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-16. DOI : 10.1145/3313831.3376727
- [20] Prado, J., & Marzal, M. (2013). Incorporating Data Literacy into Information Literacy Programs: Core Competencies and Contents. *the Journal Libri*, 63(2), 123-134. DOI : 10.1515/libri-2013-0010
- [21] Ministry of Education. (2022). 2022 Revised Basic Artificial Intelligence Curriculum. *Ministry of Education Notification No. 2022-33*.
- [22] Casal-Otero, L., Catala, A., Fernández-Morante, C., Taboada, M., Cebreiro, B.m, & Barro, S. (2023). AI literacy in K-12 a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 10: 29. DOI : 10.1186/s40594-023-00418-7
- [23] Lee, D., Lee, B., & Lee, E. (2022). Competencies and Training Tasks for Teachers in Education using AI. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 28(2), 415-444.
- [24] Ng, D., Leung, J., Su, J., Ng, R., & Chu, S. (2023). Teachers' AI digital competencies and twenty-first century skills in the post-pandemic world. *Education Tech Research Dev*, 71, 137-161. DOI : 10.1007/s11423-023-10203-6
- [25] Hur, Y. (2021). The Development of Convergence Education Competency and Achievement Standards for Secondary Teacher. *Journal of Education & Culture*, 27(4), 323-357. DOI : 10.24159/joec.2021.27.4.323



이 소 율

2007년 춘천교육대학교  
초등교육(교육학사)  
2017년 한국교원대학교 대학원  
초등컴퓨터교육 (교육학석사)  
2020년 한국교원대학교 대학원  
초등컴퓨터교육 (교육학박사)

2010년 ~ 2020년 강원도교육청 교사  
2020년 ~ 2022년 한국교원대학교 컴퓨터교육과 Post-Doc.  
2022년 ~ 2023년 순천향대학교 교육대학원 조교수  
2020년 ~ 현재 한국컴퓨터교육학회 편집위원  
2023년 ~ 현재 강원대학교 교육대학원 조교수  
관심분야: 정보·SW·AI·디지털 교육, 융합교육, 교사교육  
E-Mail: soyulyi@kangwon.ac.kr



김 귀 훈

1998년 KAIST 전기및전자공학과 (공학사)  
2000년 KAIST 전자전산학과(공학석사)  
2019년 KAIST 전기및전자공학부(Ph.D.)

2000년~2005년 LG 테이콤 주임연구원  
2005년~2020년 ETRI 실장, 책임연구원  
2020년 ~ 현재 한국교원대학교 인공지능융합교육전공 교수  
2006년 ~ 현재 ITU-T SG11 Rapporteur, Editor  
2022년 ~ 현재 한국AI융합교육연구소 소장  
2024년 ~ 현재 교육정보원 원장  
관심분야: 인공지능융합교육, AI디지털교과서, 지능형에지컴퓨팅,  
강화학습  
E-Mail: kimkh@knue.ac.kr

## 부 록

〈표 1〉 현직 교사 대상 AI 융합교육 역량 측정 도구

요소	내용
AI 이해	1. AI의 개념과 정의를 설명할 수 있다.
	2. AI 기술(머신러닝, 딥러닝 등)의 원리에 대해 설명할 수 있다.
	3. AI와 관련한 컴퓨터과학의 기초 개념(알고리즘, 프로그래밍)을 알고 있다.
	4. AI를 활용하여 해결할 수 있는 문제를 구분하고, 다양한 문제해결을 위하여 AI를 적용할 수 있다.
	5. 훈련 데이터를 이용하여 학습을 진행하고, 테스트 데이터를 사용하여 성능을 평가할 수 있다.
	6. 인공지능 학습에서의 데이터의 의미에 대해 이해하고, 필요한 데이터를 수집할 수 있다.
	7. AI의 신뢰성과 공정성, 책임성, 투명성 등에 대해 설명할 수 있다.
	8. AI와 관련한 법 제도(저작권, 보안, 규정 등)를 이해하고 준수할 수 있다.
AI 활용	9. 나는 학생들이 배운 내용을 적용(실습)하기 적절한 AI 기반 도구를 선택할 수 있다.
	10. 수업 계획, 진행, 및 평가에 도움이 되는 다양한 AI 기반 도구(AI 기반 학습 관리 시스템뿐만 아니라 챗GPT, Gamma, DALL-E, Midjourney 등)를 활용할 수 있다.
	11. 나의 수업에서 AI 기반 도구, 교육 내용 및 교수 전략을 적절하게 재구성하여 운영할 수 있다.
	12. 나의 수업에서 활용하는 AI 기반 도구는 윤리적 사항들을 고려하여 개발되어 제공된 것인지 확인할 수 있다.
	13. 나의 수업에서 활용하는 AI 기반 도구가 학생들에게 윤리적 논쟁의 여지는 없는지 확인할 수 있다.
	14. 수업에서 활용하는 AI를 학생들이 윤리적으로 사용할 수 있도록 안내할 수 있다.
AI융합교육의 이해	15. 나는 AI 융합 수업에서 AI가 의도치 못한 악영향을 유발할 수 있음을 인지하고 다양한 관점에서 해소 방법을 탐색할 수 있다.
	16. 나는 다른 사람에게 AI융합교육에 대해 설명할 수 있다.
	17. 나는 AI와 교과 학습을 융합하는 방법들을 알고 있다.
	18. 나는 AI 관련 다양한 윤리적 딜레마 사례를 통해 학생들이 토론을 거쳐 AI 윤리 규범이나 지침을 스스로 규정해보는 경험을 해보는 등의 수업을 할 수 있다.
	19. 나는 AI 융합 수업에서 활용될 데이터가 되도록 편향성 없이 수집되고, 출처를 밝히는 등 데이터 윤리와 관련한 내용을 포함하여 가르칠 수 있다.
	20. AI 융합 수업을 받은 학생들은 AI융합교육에 더 높은 관심을 보일 것이다.
	21. 나는 AI 융합 교육이 사회에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다.
AI융합교육의 실행	22. 나는 AI 융합 수업 후, 동료, 관리자, 교수자(강사) 등과 함께 수업에 대해 논의하고 피드백 내용을 반영하여 수업을 수정 및 보완할 수 있다.
	23. 나는 AI와 교과의 내용을 융합하여 수업을 설계할 수 있다.
	24. 나는 AI 융합 수업을 위해 학습자의 흥미와 관심을 유도하는 교수 전략을 계획할 수 있다.
	25. 나는 AI융합 수업의 학습 목표에 따른 평가 계획을 세울 수 있다.
	26. 나는 AI 융합 수업에서 학생들의 융합적 사고력 및 컴퓨팅 사고력을 촉진할 수 있다.
	27. 나는 AI 융합 수업에서 발생될 수 있는 치명적이지 않은 문제 상황들(단순 오류, 기기 작동 지연 등의 문제)에 대처할 수 있다.
	28. 나는 AI 융합 수업에 참여하는 학생들의 학습 상황(참여율, 이해 수준 등)을 확인하고 지원해 줄 수 있다.
	29. 나는 AI 융합 수업에 참여한 학생들에게 수업 전, 중, 후에 적절한 피드백을 제공해 줄 수 있다.
	30. 나는 평가 계획에 따라 AI 융합 수업에 참여한 학생들의 성취도를 평가할 수 있으며, 그 결과를 해석할 수 있다.