



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

교육학석사 학위논문

고등학생의 자기주도 학습능력이
AI 역량을 매개로
창의적 사고 역량에 미치는 영향

2025년 02월

서울대학교 대학원
교육학과 교육학전공
김 예 진

고등학생의 자기주도 학습능력이
AI 역량을 매개로
창의적 사고 역량에 미치는 영향

지도교수 백 순 근

이 논문을 교육학 석사 학위논문으로 제출함
2024년 12월

서울대학교 대학원
교육학과 교육학전공
김 예 진

김예진의 석사 학위논문을 인준함
2025년 01월

위 원 장 박 현 정 (인)

부위원장 김 용 남 (인)

위 원 백 순 근 (인)

국문초록

스스로 학습을 설계하고 실천하는 자기주도 학습능력은 학습의 동기를 높이며 효과적이고 지속적인 학습을 가능하게 해준다는 점에서 이전부터 많은 관심을 받아 왔다. 이러한 자기주도 학습능력은 현대 사회에서 더욱 중요한 핵심역량으로 강조되고 있다. 학령기에 배운 지식만으로도 충분히 평생을 살아갈 수 있던 이전과는 다르게, 디지털 전환 등 현대 사회의 복잡하고 급격한 변화에 대응하기 위해서는 일생동안 지속적인 학습이 필수적이며, 이에 따라 주도적으로 학습하는 능력을 갖추어야 하기 때문이다. 또한 AI 역량은 인공지능 시대의 핵심역량 중 하나로 대두되고 있다. 인공지능의 등장으로 인해 빠르게 변화하는 사회에 적응하기 위해서는 인공지능에 대해 이해하고 이를 효과적으로 활용하는 능력이 필수적이기 때문이다. 한편 현대 사회에서 중요하게 여겨지는 또 하나의 역량은 바로 ‘창의적 사고 역량’이다. 창의적 사고 역량 또한 급변하는 현대 사회에서 복잡한 양상의 문제들을 효과적으로 해결하기 위하여 필수적으로 요구되는 능력이기 때문이다. 특히 오늘날과 같이 영역 간 경계를 넘나드는 융합적 사고가 강조되는 시점에서는 창의적 사고 역량이 더욱 중요하게 여겨진다.

이렇듯 인공지능 시대의 핵심역량인 자기주도 학습능력, AI 역량, 그리고 창의적 사고 역량은 연구자들로부터 많은 관심을 받으며 각 변인에 대한 연구가 다방면으로 이루어져 왔다. 그러나 세 변인 간 구조적 관계를 종합적으로 분석한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 변인 간 관계에 대한 선행연구를 기초로 하여 세 변인의 구조적 관계를 경험과학적으로 분석해 볼 필요가 있다. 이 연구는 구조방정식 모형을 활용하여 고등학생의 자기주도 학습능력이 AI 역량을 매개로 창의적 사고 역량에 미치는 영향을 분석하고자 하며, 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

1. 고등학생의 자기주도 학습능력은 AI 역량에 어떠한 영향을 미치는가?
2. 고등학생의 자기주도 학습능력은 창의적 사고 역량에 어떠한 영향을 미치는가?

3. 고등학생의 AI 역량은 창의적 사고 역량에 어떠한 영향을 미치는가?
4. 고등학생의 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 미치는 영향을 AI 역량이 매개하는가?

위의 연구 문제를 해결하기 위하여, 다음과 같은 방법 및 절차에 따라 연구를 진행하였다. 우선 김서진(2021)의 ‘자기주도 학습능력 척도’와 연구자가 개발에 참여한 백순근 외(2024)의 ‘AI 역량 척도’를 수정·보완하고 타당화하였다. 여기서 ‘자기주도 학습능력 척도’는 ‘학습계획’, ‘학습과정’, ‘학습평가’의 3가지 하위영역으로 구성되었으며, 하위영역별로 3개의 시나리오, 시나리오별 3개 문항씩 총 27개 문항으로 구성되었다. ‘AI 역량 척도’는 ‘AI 기초 이해’, ‘AI 활용 문제해결 능력’, ‘AI 활용 연구·개발 능력’, ‘AI 활용 평가 능력’, ‘AI 윤리’의 5가지 하위영역으로 구성되었으며, 하위영역별로 5개의 시나리오, 시나리오별 2개 문항씩 총 30문항으로 구성되었다. 두 척도 모두 구인타당도와 신뢰도가 양호하였다. 아울러 백순근 외(2017)의 고등학생용 여섯 가지 핵심역량 측정도구 중 ‘창의적 사고 역량 척도’를 활용하였다.

다음으로 자료 수집을 위해 A도 소재 B 남자고등학교에 재학 중인 학생을 대상으로 검사를 시행하였으며, 구조방정식 모형 분석을 위해 모든 검사에 응답한 190명의 자료를 활용하였다. 이때, 변인 간 선후 관계를 명확히 하고자 2024년 9월에 자기주도 학습능력 검사를 실시하였고, 10월에는 AI 역량 검사를 실시하였다. 마지막으로 2024년 12월에 창의적 사고 역량 검사를 실시하였다. 이후 수집한 데이터를 활용하여 기술통계 분석, 상관분석, 구조방정식 모형 분석을 실시하였으며, 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 고등학생의 자기주도 학습능력은 AI 역량에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 구조방정식 모형 분석 결과, 자기주도 학습능력이 AI 역량에 미치는 영향에 대한 표준화 계수는 통제변인을 설정하지 않은 경우 0.439, 통제변인들(직전 학기 학업성취도와 부모 학력)을 설정한 경우 0.430으로 나타나 모두 통계적으로 유의하였다($p<.001$).

둘째, 고등학생의 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 구조방정식 모형 분석 결과, 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 미치는 영향에 대한 표준화 계수는 통제변인을 설정하지 않은 경우 0.257, 통제변인들을 설정한 경우 0.243으로 모두 통계적으로 유의하였다($p < .01$).

셋째, 고등학생의 AI 역량은 창의적 사고 역량에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 구조방정식 모형 분석 결과, AI 역량이 창의적 사고 역량에 미치는 영향에 대한 표준화 계수는 통제변인을 설정하지 않은 경우 0.316, 통제변인들을 설정한 경우 0.301로 모두 통계적으로 유의하였다($p < .001$).

넷째, 고등학생의 AI 역량은 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 미치는 영향을 매개하는 것으로 나타났다. 이 연구에서는 AI 역량의 매개효과가 통계적으로 유의한지 검증하기 위하여 직접효과(자기주도 학습능력 → 창의적 사고 역량)와 간접효과(자기주도 학습능력 → AI 역량 → 창의적 사고 역량)의 통계적 유의성을 부트스트래핑(bootstrapping) 검증으로 확인하였다. 그 결과, 고등학생의 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 미치는 직접효과와 간접효과 모두 통계적으로 유의하였다. 아울러 통제변인들을 설정한 이후에도 직접효과와 간접효과 모두 통계적으로 유의하였다.

요컨대, 이 연구에서는 부모 학력과 직전 학기 학업성취도의 통제 여부와 무관하게 고등학생의 자기주도 학습능력이 AI 역량과 창의적 사고 역량에 긍정적 영향을 미치고 있으며, AI 역량 또한 창의적 사고 역량에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 자기주도 학습능력, AI 역량, 창의적 사고 역량이라는 3가지의 핵심역량을 종합적으로 증진시킬 수 있는 방안을 마련하기 위한 교육 당사자들의 노력이 필요함을 시사한다.

주요어 : 자기주도 학습능력, AI 역량, 창의적 사고 역량, 핵심역량, 구조방정식 모형, 척도 개발 및 타당화

학 번 : 2023-22923

목 차

I. 서론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구 문제	4
II. 이론적 배경	5
1. 자기주도 학습능력	5
2. AI 역량	12
3. 창의적 사고 역량	21
4. 변인 간의 관계	28
III. 연구 가설	34
1. 주요 변인 설정 및 정의	34
2. 연구 가설 및 연구 모형	36
IV. 연구 방법	39
1. 연구 대상	39
2. 측정 도구	40
3. 연구 절차	63
4. 자료 분석 방법	64

V. 연구 결과	65
1. 기초통계	65
2. 구조방정식 모형 분석	70
VI. 요약 및 논의	80
1. 요약	80
2. 논의	84
참 고 문 헌	87
부 록	100
Abstract	127

표 목 차

<표 II-1> 선행연구의 자기주도 학습 정의	8
<표 II-2> 자기주도 학습능력의 하위구성요인	11
<표 II-3> 선행연구의 AI 역량 및 AI 리터러시 정의	16
<표 II-4> AI 리터러시 프레임워크	17
<표 II-5> UNESCO AI 역량 프레임워크	18
<표 II-6> 인공지능 관련 역량	19
<표 II-7> AI 역량 및 AI 리터러시 하위구성요인	20
<표 II-8> 창의성의 정의	23
<표 II-9> 창의적 사고 역량의 정의	25
<표 II-10> 창의적 사고 역량의 하위구성요인	27
<표 IV-1> 자기주도 학습능력 척도 수정·보완 절차	41
<표 IV-2> 고등학생의 자기주도 학습능력 리커트 척도	42
<표 IV-3> 자기주도 학습능력 척도의 시나리오 내용	43
<표 IV-4> 자기주도 학습능력 척도의 문항 예시	44
<표 IV-5> 자기주도 학습능력 척도의 내용타당도	45
<표 IV-6> 자기주도 학습능력의 하위영역 및 전체 간 상관	46
<표 IV-7> 자기주도 학습능력 척도 요인모형의 적합도 지수	48
<표 IV-8> 자기주도 학습능력 척도 요인모형의 계수 추정치	49
<표 IV-9> 자기주도 학습능력 척도의 신뢰도	49
<표 IV-10> AI 역량의 하위구성요인 정의	51
<표 IV-11> AI 역량 척도의 시나리오 내용	52
<표 IV-12> AI 역량 척도의 문항 예시	53
<표 IV-13> AI 역량 척도의 내용타당도	55

<표 IV-14> AI 역량의 하위영역 및 전체 간 상관	56
<표 IV-15> AI 역량 척도 요인모형의 적합도 지수	58
<표 IV-16> AI 역량 척도 요인모형의 계수 추정치	59
<표 IV-17> AI 역량 척도의 신뢰도	60
<표 IV-18> 창의적 사고 역량 척도	62
<표 IV-19> 연구 절차	63
<표 V-1> 각 변인의 기술통계치 (N=190)	66
<표 V-2> 자기주도 학습능력과 AI 역량 간 상관	67
<표 V-3> 자기주도 학습능력과 창의적 사고 역량 간 상관	68
<표 V-4> AI 역량과 창의적 사고 역량 간 상관	69
<표 V-5> 통제변인을 설정하지 않은 모형의 적합도	73
<표 V-6> 통제변인을 설정하지 않은 모형의 계수 추정치	74
<표 V-7> 통제변인을 설정한 모형의 적합도	76
<표 V-8> 통제변인을 설정한 모형의 계수 추정치	77
<표 V-9> 모형의 직접효과, 간접효과, 총 효과	79

그 립 목 차

[그림 III-1] 가설 검증을 위한 연구 모형-기본모형	37
[그림 III-2] 가설 검증을 위한 연구 모형-통제변인 설정	38
[그림 IV-1] 자기주도 학습능력 척도에 대한 확인적 요인분석 모형	47
[그림 IV-2] AI 역량 척도에 대한 확인적 요인분석 모형	57
[그림 V-1] 통제변인을 설정하지 않은 모형	72
[그림 V-2] 통제변인을 설정하지 않은 최종 모형	73
[그림 V-3] 통제변인을 설정한 모형	75
[그림 V-4] 통제변인을 설정한 최종 모형	76

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

인공지능(AI: Artificial Intelligence)의 등장으로 디지털 대전환이 가속화되면서, 사회 전반에 걸쳐 다양한 변화가 일어나고 있다. 각종 분야에서는 AI 기술을 활용하여 혁신적으로 업무의 효율을 향상시키고 있으며, 이에 따라 사람이 직접 수행하는 역할 또한 크게 달라지게 되었다. 예를 들어 의료 분야에서는 질병 진단 및 예측을 위해 AI를 적용하여 정확성을 높이고, 금융 분야에서는 AI 알고리즘이 투자 관련 결정을 내리는 데 기여하고 있다. 이와 같이 AI 기술은 여러 분야에 영향을 미치고 있으며, 앞으로도 다양한 변화를 불러일으킬 것으로 기대된다.

교육 분야 역시 이러한 변화에 대응하기 위한 움직임을 보이고 있다. 교육부는 지난 2020년 ‘인공지능시대 교육정책방향과 핵심과제’ 보고서를 발간하여 인공지능 시대로의 변화에 걸맞는 미래 교육 정책의 비전을 제시하였다(교육부, 2020.11.20.). 교육 현장에 AI를 도입함으로써 맞춤형 학습을 제공하는 등 보다 효과적이고 학습자 중심적인 교육 환경을 조성하고자 하며, 그 일환으로 AI 디지털 교과서가 2025년부터 학교 현장에 도입될 예정이다. 또한 고교학점제로 인해 개별 학교에서 다양한 교과목의 개설이 가능해지면서 ‘인공지능 기초’, ‘인공지능 수학’ 등 AI와 관련된 과목들이 신설되고 있다.

이렇듯 AI의 등장으로 급격한 변화가 일어나고 사회의 불확실성이 커지는 상황에서, ‘인공지능 시대의 핵심역량’에 대한 논의가 활발히 이루어지고 있다. 이에 관하여 교육부(2020.11.20.)는 인공지능 시대의 생존전략이 인간 고유의 특성에 있기에, 인간 중심으로 사고하며 창의성을 발휘하는 감성적인 창조자의 육성을 위해서는 스스로 문제를 인식하고 해결할 줄 아는 자기주도적 태도가 요구된다고 하였다. 따라서 학교교육

전 과정을 통해 중점적으로 기르고자 하는 핵심역량으로서 자기주도성이 강조되어 왔다(교육부, 2020.11.20.).

이때, 스스로 학습을 설계하고 실천하는 자기주도 학습능력은 학생들이 주도성을 갖는 인재로 성장하는 데 있어서 반드시 갖추어야 할 핵심적인 능력이다(교육부, 2022a). 자기주도 학습능력은 그 개념이 직접적으로 명시된 5.31 교육개혁(1995)과 제7차 교육과정 이후로 계속해서 강조되어 왔다(최유선, 손은령, 2017). 그럼에도, 자기주도 학습능력은 그 어느 때보다 미래 사회에 더욱 필수적인 역량이다. 학령기에 배운 지식만으로도 충분히 평생을 살아갈 수 있던 이전과는 다르게, 급격히 변화하는 현대 사회에서 살아가기 위해서는 일생동안 지속적인 학습이 필수적이며, 이에 따라 주도적으로 학습하는 능력을 갖추어야 하기 때문이다. 교육부(2022a) 역시 2022 개정 교육과정에서 디지털 대전환, 인구구조의 변화 등 불확실성이 증가하는 미래 사회의 변화를 교육과정 개정의 주요 배경 중 하나로 언급하면서, 이에 대응하기 위한 능력으로서 자기주도 학습능력을 교육과정 전반에 걸쳐 강조하였다.

한편 현대 사회에서 중요하게 여겨지는 또 하나의 역량은 바로 ‘창의적 사고 역량’이다. 창의적 사고 역량은 급변하는 사회 속에서 발생하는 다양한 맥락의 문제를 효과적으로 해결하기 위해서 필수적으로 갖추어야 할 능력이다(홍효정, 이재경, 2015). OECD(2024)는 복잡한 환경적, 사회적, 경제적 변화를 겪고 있는 현대 사회에서 학생들이 혁신적이고 창의적으로 사고할 수 있어야 한다고 강조하면서, 2022년 국제학업성취도평가(PISA)에서 처음으로 창의적 사고 역량을 측정하였다. 교육부(2022a) 또한 2015 개정 교육과정에 이어 2022 개정 교육과정에서도 여섯 가지 핵심역량 중 하나로 창의적 사고 역량을 제시하며 오늘날과 같이 영역간 경계가 허물어지고 문제해결을 위한 융합적 사고가 요구되는 상황에서 더욱 창의성이 요구되고 있음을 강조한 바 있다.

이렇듯 창의적 사고 역량은 현대 사회의 핵심역량 중 하나로서 많은 관심을 받아 왔으며, 이를 증진하는 방법에 대한 연구도 꾸준히 이루어져 왔다. 이중 자기주도 학습능력은 창의적 사고 역량에 긍정적인 영향

을 미치는 변인으로서 활발히 연구되어 왔다(김영미, 전주성, 2022; 김재령, 2020; 이재덕, 2019; 정미선, 서봉언, 2022; 최은주, 이경화, 2021; Liu et al., 2023). 자기주도 학습능력과 창의적 사고 역량 모두 인공지능 시대에 더욱 강조될 역량들이기에, 두 변인 간의 관계를 보다 면밀히 들여다 볼 필요가 있다.

이때 인공지능 시대의 교육에서 자기주도 학습능력과 창의적 사고 역량 간의 관계를 매개하는 주요 변인으로 AI 역량을 가정해 볼 수 있다. AI 역량은 인공지능 시대의 핵심역량 중 하나로 대두되고 있다. AI의 등장으로 인해 빠르게 변화하는 사회에 적응하기 위해서는 AI에 대해 이해하고 이를 효과적으로 활용하는 능력이 필수적이기 때문이다. 교육부(2022b)의 경우 2022 개정 교육과정에서 정보 교과 역량에 ‘인공지능 소양’을 포함하고 이를 교과 내용에 반영함으로써 학생들로 하여금 AI 역량을 증진할 수 있도록 하였다. 한편 국외에서도 AI 역량에 대해 많은 관심을 보이는데, 대표적으로 UNESCO(2024)는 교사와 학생 각각을 위한 AI 역량 프레임워크를 제시하며 관련 논의를 확장하고자 하였다.

이 연구는 인공지능 시대의 맥락 하에서 학생의 자기주도 학습능력이 창의적 사고에 긍정적인 영향을 미치더라도, 그 과정에서 AI를 이해하고 효과적으로 활용하는 ‘AI 역량’이 부족하다면 창의적 사고가 충분히 발휘되기 어렵다는 지점에 주목하였다. AI의 도입으로 인해 점차 바뀌어갈 교육 현장에서, 이를 제대로 활용할 수 있는 역량이 부족하다면 자기주도 학습능력을 비롯한 여러 역량을 제대로 발휘하기 힘들 것이기 때문이다. 따라서 이 연구는 자기주도 학습능력과 창의적 사고 역량 간 관계를 매개하는 주요한 변인으로서 AI 역량을 가정하였다.

AI 역량은 인공지능 시대의 필수적인 역량 중 하나로서 활발히 연구되고 있음에도 불구하고 여전히 다른 변인과의 관계를 다룬 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 이 연구는 구조방정식 모형을 활용하여 ‘고등학생의 자기주도 학습능력이 AI 역량을 매개로 창의적 사고 역량에 미치는 영향’에 대한 구조적 관계를 경험과학적으로 분석하고, 이를 통해 인공지능 시대의 교육에 대한 시사점을 도출하고자 한다.

2. 연구 문제

이 연구에서 주요하게 다루어질 연구 문제는 다음과 같다.

1. 고등학생의 자기주도 학습능력은 AI 역량에 어떠한 영향을 미치는가?
2. 고등학생의 자기주도 학습능력은 창의적 사고 역량에 어떠한 영향을 미치는가?
3. 고등학생의 AI 역량은 창의적 사고 역량에 어떠한 영향을 미치는가?
4. 고등학생의 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 미치는 영향을 AI 역량이 매개하는가?

II. 이론적 배경

1. 자기주도 학습능력

가. 자기주도 학습능력의 정의

학생들이 학습의 주체로서 무엇을 어떻게 학습할 지를 결정하는 데 주도적인 역할을 한다면, 이들은 더욱 큰 학습의 동기를 보이고 스스로의 학습 목표를 설정하게 되는 경향이 있다(OECD, 2019). 이렇듯 스스로 학습을 설계하고 실천하는 능력인 자기주도 학습능력은 학습 동기를 높일 뿐 아니라 효과적이고 지속적인 학습을 가능하게 해준다는 점에서 많은 관심을 받아 왔다. 이에 따라 자기주도 학습능력이 학업성취도를 비롯한 교육 성과에 미치는 영향에 대한 연구가 활발히 이루어져 왔다(김서진, 2021; 박현정, 2005; 성은모, 이성혜, 2020; 송찬옥, 2012; 안도희, 김유리, 2014; 이정아, 2023). 또한 자기주도 학습능력은 지금과 같이 급격히 변화하는 사회에서 일생동안 지속적인 학습의 중요성이 증대되면서 더욱 필수적인 능력으로 대두되었다.

이러한 자기주도 학습능력은 자기주도 학습의 개념에서 비롯된 것으로, 이를 정의하기 위해서는 자기주도 학습의 개념을 먼저 살펴볼 필요가 있다. 자기주도 학습은 학교 밖에서 이루어지는 성인들의 자발적인 학습활동과 노력에 대한 Houle(1961)과 Tough(1967)의 연구로부터 시작되었다(진영은, 이진옥, 2007). 이처럼 자기주도 학습은 성인학습의 맥락에서 등장한 개념이지만, 이후 학교의 학생들을 대상으로 개념의 확장이 이루어지면서 여러 연구자에 의해 자기주도 학습이 정의되어 왔다(<표 II-1> 참조).

Knowles(1975)는 넓은 의미의 자기주도 학습을 ‘다른 사람의 도움 여

부에 관계 없이 개인이 주도적으로 자신의 학습 요구를 진단하고, 학습 목표를 수립하고, 학습을 위한 인적 및 물적 자원을 파악하고, 적절한 학습 전략을 선택하고 실행하며, 학습 결과를 평가하는 과정'으로 정의하였다. 이때 페다고지(Pedagogy) 기반의 교사주도 학습과 안드라고지(Andragogy) 기반의 자기주도 학습을 비교하여 각 개념이 전제하는 학습자의 특성에 차이가 있음을 설명하였다(Knowles, 1975). 이후 Tough(1979)는 자기주도 학습을 '학습자가 학습 내용과 방식 등을 포함한 학습 과정에서 대부분의 결정 및 준비를 스스로 책임지는 것'으로 정의하고, 각 준비 단계에서 학습자 스스로의 결정이 요구되는 항목들을 제시하였다. 또한 Brookfield(1984)는 '학습에서의 자기주도성에 대한 실천적이고 개념적인 핵심은 바로 스스로에 의한 학습 과정 및 내용에 갖는 통제권에 있다'고 하면서, 학습자가 학습 전반에 대한 통제권을 갖고 이를 수행하는 것을 자기주도 학습으로 보았다. 즉, Knowles(1975)와 Tough(1979), 그리고 Brookfield(1984)는 학습의 과정에 기반하여, 학습의 각 단계에서 학습자가 스스로 결정을 내리고 주도적으로 학습을 이끌어어나가는 것을 자기주도 학습으로 보았다.

한편 Zimmerman(1986)은 자기주도 학습과 유사한 개념인 자기조절 학습에 대해 논하였는데, 이에 따르면 자기조절 학습은 '학습자가 자신의 학습 과정에 있어 메타인지적 측면, 동기적 측면, 그리고 행동적 측면에서 능동적으로 참여하는 학습'을 의미한다. 자기조절 학습자는 메타인지적 측면에서 학습 과정을 스스로 계획하고, 조직하고, 스스로 가르치며 모니터링하는 특성이 있고, 동기적 측면에서는 자신을 유능하고 자기효능감이 있으며 자율적이라고 인식하는 특성이 있으며, 행동적 측면에서는 학습을 최적화하는 환경을 선택, 구성, 조성하는 특성이 있다(Zimmerman, 1986). 이러한 자기주도 학습과 자기조절 학습은 서로 다른 학문적 배경에서 발전되어 왔음에도 불구하고, 그 구성요인이 유사하며 두 개념 모두 학습자를 능동적이고 자율적인 존재로 전제한다는 점에서 개념적으로 차이가 존재하지 않는다(한순미, 2006; 홍기철, 2004).

따라서 위의 내용을 종합하면, 자기주도 학습은 능동적이고 주도적인

학습자를 전제하며, 이들이 스스로 학습을 설계하고 실천함으로써 학습의 전 과정에 주도적으로 참여하는 것으로 정의되어 왔다.

한편 국내에서는 1980년대 중반 성인교육 분야에 자기주도 학습의 개념이 처음 소개되었으며, 1990년대 이후부터 석·박사학위논문을 중심으로 이에 대한 본격적인 논의가 시작되었다(진영은, 이진욱, 2007). 국내 연구들도 여러 방식으로 자기주도 학습을 정의하고자 하였는데, 우선 Zimmerman(1986)과 유사하게 학습자의 특성을 중심으로 자기주도 학습을 정의한 연구들이 존재한다. 허남진(2005)은 자기주도 학습을 ‘학습자가 교과 및 비교과 학습상황에서 주어진 학습에 대한 호기심과 열정 및 자신감을 갖고 학습방법을 계획하고 문제에 접근하며 학습에 대한 책임감을 갖고 지속적으로 탐구하여 문제를 해결하려는 학습능력의 정도’로 설명하였다. 또한 양애경(2007)은 자기주도 학습을 ‘학습자가 주어진 상황에서 학습에 대한 주체성과 초인지를 갖고 성취지향성과 내재적 동기화로 과제를 해결하려는 노력의 정도’로 개념화하였다.

한편 Knowles(1975)와 유사하게 학습의 과정에 기반하여 각 단계에서 학습자가 주도권을 가지고 학습을 이끌어나가는 과정으로 자기주도 학습을 정의한 연구도 찾아볼 수 있다. 배을규와 이민영(2010)은 자기주도 학습에 대해 ‘자기주도성을 가진 학습자가 학습에 대한 열정 및 흥미로 인해 동기부여 되어 스스로 학습에 대한 주도권을 가지고 지속적으로 참여하고, 학습에 필요한 환경을 조성하고 인적·물적자원을 이용하고 관리하면서 학습과정을 이끌어가며 학습결과를 평가하는 활동’이라고 설명하였다.

또한 이승철(2019)은 ‘자기주도 학습은 학습자가 주도성을 가지고 자신의 인지와 정서, 행동을 활용해 학습목표를 달성해 가는 학습과정’이라고 하였다. 장수연(2021)은 자기주도 학습을 ‘학생이 주도성을 갖고 스스로 인식하는 학습’으로 정의하였다. 이렇듯 국내 연구의 자기주도 학습 정의 또한 앞서 제시한 국외 연구들과 유사하게 학습자의 주도성 및 책임감을 강조하고 있다.

종합하면, 국내외의 선행연구 모두 공통적으로 학습자 스스로의 결정

및 주도성에 초점을 맞추어 자기주도 학습을 정의하고 있다. 이중 일부는 Knowles(1975)의 정의와 같이 학습자의 주도성이 ‘학습의 전 과정’에 걸쳐 발휘되어야 한다는 점을 강조하며 학습을 구성하는 각 단계에서의 행동 및 태도를 중심으로 자기주도 학습을 정의하고 있다. 한편 Zimmerman(1986)의 정의와 같이 메타인지, 인지, 행동, 동기 등 학습자의 특성에 기반하여 자기주도 학습을 개념화하는 연구들도 존재한다.

<표 II-1> 선행연구의 자기주도 학습 정의

연구	정의
Knowles (1975)	다른 사람의 도움 여부에 관계없이 개인이 주도적으로 자신의 학습 요구를 진단하고, 학습 목표를 수립하고, 학습을 위한 인적 및 물적 자원을 파악하고, 적절한 학습 전략을 선택하고 실행하며, 학습 결과를 평가하는 과정
Tough (1979)	학습자가 학습 내용과 방식 등을 포함한 학습 과정에서 대부분의 결정 및 준비를 스스로 책임지는 것
Brookfield (1984)	학습자가 스스로 학습 과정 및 내용에 대해 통제권을 갖고 학습을 수행하는 것
Zimmerman (1986)	학습자가 자신의 학습 과정에 있어 메타인지적 측면, 동기의 측면, 그리고 행동적 측면에서 능동적으로 참여하는 학습
허남진 (2005)	학습자가 교과 및 비교과 학습상황에서 주어진 학습에 대한 호기심과 열정 및 자신감을 갖고 학습방법을 계획하고 문제에 접근하며 학습에 대한 책임감을 갖고 지속적으로 탐구하여 문제를 해결하려는 학습능력의 정도
양애경 (2007)	학습자가 주어진 상황에서 학습에 대한 주체성과 초인지를 갖고 성취지향성과 내재적 동기화로 과제를 해결하려는 노력의 정도
배을규, 이민영 (2010)	자기주도성을 가진 학습자가 학습에 대한 열정 및 흥미로 인해 동기부여 되어 스스로 학습에 대한 주도권을 가지고 지속적으로 참여하고, 학습에 필요한 환경을 조성하고 인적·물적자원을 이용하고 관리하면서 학습과정을 이끌어가며 학습결과를 평가하는 활동
이승철(2019)	학습자가 주도성을 가지고 자신의 인지와 정서, 행동을 활용해 학습목표를 달성해 가는 학습과정
장수연(2021)	학생이 주도성을 갖고 스스로 인식하는 학습

자기주도 학습능력의 정의는 위에서 제시한 자기주도 학습 개념의 연장선 상에서 생각해 볼 수 있다. 자기주도 학습능력에 대한 선행연구의 정의를 살펴 보면, 최경민과 김민지(2019)는 자기주도 학습능력을 ‘학습의 계획, 실행, 평가 과정에서 학습자가 보이는 학습에서의 통제 능력’으로 정의하였다. 장수연(2021)은 자기주도 학습능력을 ‘학습에 대한 인지적 전략을 활용하는 방법적인 측면, 학습에 대한 행동적 차원의 노력, 학습에 대한 태도를 포괄하여, 학생이 주도성을 갖고 스스로 인식하는 학습 과정에 대한 인지적, 심동적, 정의적(동기) 차원의 역량의 총체’라고 하였다. 또한 김경리(2023)는 자기주도 학습능력을 ‘학습자가 주도권을 가지고 학습에 대하여 진단, 계획, 실행 및 평가할 수 있는 인지적, 정의적, 행동적 능력’으로 개념화하였다.

이렇듯 자기주도 학습능력을 정의하는 데 있어서 핵심적인 부분은 학습자가 주도성을 가지고 학습의 전 과정에 참여한다는 점이다. 따라서 이러한 내용을 바탕으로, 이 연구에서는 김서진(2021)의 정의를 인용하여 자기주도 학습능력을 ‘교육 목표의 설정부터 평가까지, 교육의 전 과정에 학생이 주도적으로 참여하여 학습을 계획하고, 실행하고, 평가하는 능력’으로 정의하였다.

나. 자기주도 학습능력의 하위구성요인

선행연구에서 설정한 자기주도 학습능력의 하위구성요인을 정리하면 다음과 같다(<표 II-2> 참조). 먼저, 자기주도 학습능력의 하위영역을 인지적, 정의적, 행동적 차원으로 분류하여 제시한 연구들이 존재한다. Garrison(1997)은 자기주도 학습능력의 하위영역을 상황적, 인지적, 정의적 차원의 세 가지로 분류하였으며, 상황적 차원에는 자기관리 및 통제, 인지적 차원에는 자기모니터링, 정의적 차원에는 동기를 포함하였다. 배을규와 이민영(2010)은 HRD 기업 구성원을 대상으로 한 자기주도 학습능력 측정도구를 개발하는 연구에서 자기주도 학습능력의 하위영역을 인지적, 정의적, 행동적 영역으로 구분하였다. 이때 인지적 영역에는 학습

과정 관리와 학습결과 평가를, 정의적 영역에는 학습동기와 자아개념을, 그리고 행동적 영역에는 학습활동의 지속성, 학습자원 이용관리, 학습환경 조성을 포함하였다(배을규, 이민영, 2010). 또한 김경리(2023)는 에듀테크 콘텐츠의 효과성 검증을 위한 자기주도 학습능력 척도 개발 및 분석 연구에서 자기주도 학습능력의 하위영역을 인지적 사고, 상위인지적 사고, 정의적 요인, 행동적 요인으로 구분하였다. 이때 인지적 사고에는 주도적 학습능력, 자율적 학습전략, 창의성을, 상위인지적 사고에는 계획, 점검, 조절을 포함하였다(김경리, 2023). 그리고 정의적 요인에는 학습동기와 자기효능감을, 행동적 요인에는 학습환경 관리와 학습자원 이용을 포함하였다(김경리, 2023).

한편 학습자의 정의적 특성을 중심으로 자기주도 학습능력의 하위영역을 설정한 연구도 존재한다. 허남진(2005)은 자기주도 학습에 대한 학습자 변인의 예측력 분석 연구에서 자기주도 학습능력의 하위영역으로 학습 호기심, 학습 열정, 학습 자신감, 학습 책임감, 학습 탐구심을 제시하였다. 백은정(2018)은 고등학생이 지각하는 부모의 학습관여가 자기주도 학습능력에 미치는 영향에서 학업적 자기효능감의 매개효과를 연구하면서, 자기주도 학습능력의 하위영역을 호기심과 탐구심, 학습흥미, 학습내적통제로 설정하였다. 양애경(2007) 또한 중고등학생의 여러 정의적 특성 및 자기주도 학습이 학업성취도에 미치는 영향을 연구하면서 자기주도 학습능력의 하위영역으로 주체성(초인지), 성취지향성, 내재적동기, 과제해결력을 제시한 바 있다.

또한 자기주도 학습의 핵심적인 요소가 ‘학습자가 주도성을 가지고 학습의 전 과정에 참여하는 것’이라는 점에 기반하여, 학습의 각 단계에 기초하여 자기주도 학습능력의 하위영역을 제시한 연구들이 있다. 최경민과 김민지(2019)는 학습계획, 학습실행, 학습평가를 자기주도 학습능력의 하위영역으로 제시한 바 있으며 이와 유사하게 김서진(2021) 또한 학습의 단계에 따라 학습계획, 학습과정, 학습평가로 하위영역을 설정하였다.

이외에도, 정옥분 외(2012)는 중·고등학생용 자기주도 학습능력 척도 개발 및 타당화 연구에서 자기주도 학습능력의 하위영역으로 학습동기,

학습능력, 학습전략 및 기술을 제시한 바 있다. 이와 유사하게 성은모와 최효선(2016)은 대학생용 자기주도학습역량 검사도구를 개발하면서 그 하위영역을 학습가치시스템, 학습기술, 학습전략, 학습수행관리로 구성하였다.

이 연구에서는 ‘교육 목표의 설정부터 평가까지, 교육의 전 과정에 학생이 주도적으로 참여하여 학습을 계획하고, 실행하고, 평가하는 능력(김서진, 2021)’이라는 자기주도 학습능력의 정의를 고려하여, 하위영역을 학습의 전 과정에 기초한 ‘학습계획, 학습과정, 학습평가’로 설정하였다.

<표 II-2> 자기주도 학습능력의 하위구성요인

연구	하위요인
Garrison(1997)	상황적 차원(자기관리 및 통제) 인지적 차원(자기모니터링) 정의적 차원(동기)
허남진(2005)	학습 호기심, 학습 열정, 학습 자신감, 학습 책임감, 학습 탐구심
양애경(2007)	주체성(초인지), 성취지향성, 내재적동기, 과제해결력
배을규, 이민영 (2010)	인지적 영역(학습결과평가) 정의적 영역(학습동기, 자아개념) 행동적 영역(학습활동의 지속성, 학습자원 이용관리, 학습환경조성)
정옥분 외(2012)	학습동기, 학습능력, 학습전략 및 기술
백은정(2018)	호기심과 탐구심, 학습흥미, 학습내적통제
최경민, 김민지(2019)	학습계획, 학습실행, 학습평가
성은모, 최효선(2016)	학습가치시스템, 학습기술, 학습전략, 학습수행관리
김서진(2021)	학습계획, 학습과정, 학습평가
김경리(2023)	인지적 사고(주도적 학습능력, 자율적 학습전략, 창의성) 상위인지적 사고(계획, 점검, 조절) 정의적 요인(학습동기, 자기효능감) 행동적 요인(학습환경 관리, 학습자원 이용)

2. AI 역량

가. AI 역량의 정의

역량은 McClelland(1973)의 연구에서 기존의 지능 검사가 삶과 직업에서의 성공을 예측하지 못한다는 점을 지적하면서 대안적으로 제시한 개념으로, ‘특정한 상황에서 업무를 성공적으로 수행할 수 있는 능력’을 의미한다. McClelland(1973)에 따르면 역량에는 읽기, 쓰기, 계산 능력과 같은 기존의 전통적인 인지 능력뿐만 아니라 의사소통 능력, 인내, 목표 설정 등 기존에 성격적 특성으로 분류되었던 것들도 포함되어야 한다.

이후 역량 개념은 큰 주목을 받으며 이와 관련하여 수많은 연구가 진행되어 왔다. OECD(2001)는 DeSeCo(Definition and Selection of Competencies) 프로젝트를 통해 읽기, 쓰기, 계산 등의 기초 능력을 넘어 성공적이고 책임감 있는 삶을 영위하기 위해 요구되는 핵심역량을 정의함으로써 역량의 개념을 보다 확장하였다. OECD(2016)는 역량을 ‘특정 맥락 하에서 지식, 기술, 태도와 가치를 동원하여 복잡한 요구를 성공적으로 충족시키는 능력’으로 정의하였다. 이중에서도 핵심역량은 사회와 개인을 위한 가치 있는 결과에 기여하여야 하며, 개인들이 다양하고 넓은 맥락 하에서 중요한 요구를 충족시킬 수 있도록 도와야 하고, 전문가뿐만 아니라 모든 개인에게 중요한 역량이어야 한다(OECD, 2016).

이러한 맥락에서 AI 시대의 핵심역량으로 새롭게 강조되고 있는 것이 바로 AI 역량이다. AI가 인간 사회를 변화시킬 수 있는 잠재력을 고려할 때, 학생들이 AI를 효과적으로 사용하고 적극적으로 창조하는 데 필요한 가치, 지식, 기술을 갖추는 것이 중요하기 때문이다(UNESCO, 2024). AI의 등장 및 관련 역량에 대한 논의가 비교적 최근에 시작되어 아직 합의된 정의가 존재하지는 않지만, 선행연구에서는 대체로 OECD(2016)의 역량 개념에 기초하여 이를 정의하고 있다.

OECD(2016)의 역량 개념에 따라, 선행연구에서는 주로 AI에 대한 지식, 기능, 태도를 바탕으로 문제해결 등의 목적을 달성할 수 있는 능력으

로서 AI 역량을 정의하고 있다. 우선, 교육부(2022b)는 인공지능(AI) 소양을 ‘인간과 인공지능의 공존을 모색하는 사람 중심의 인공지능 윤리의식과 데이터에 대한 이해를 기반으로 인공지능을 통해 문제를 해결할 수 있는 능력’으로 정의하였다. 한편 교육부·한국과학창의재단(2021)은 초·중등 인공지능 교육 내용 기준을 발표하며 그 목적을 ‘인공지능에 대한 이해와 올바른 태도를 갖고, 데이터와 인공지능을 활용하여 다양한 문제를 창의적이고 융합적으로, 그리고 올바르게 공정하게 해결할 수 있는 역량을 습득하도록 하는 것’으로 서술하였는데, 이를 통해 AI 역량의 정의를 유추할 수 있다. 또한 Chiu 외(2024)는 AI 역량에 대한 프레임워크를 제시하는 연구에서 ‘AI 역량은 AI 기술이 어떻게 작동하고 사회에 영향을 미치는지를 명확히 설명하며, 이를 윤리적이고 책임감 있는 방식으로 사용하고, 어떤 환경에서든 효과적으로 소통 및 협업할 수 있는 개인의 자신감과 능력으로 정의되며, 추가적으로 자신의 AI 이해에 대해 자기성찰할 수 있는 자신감과 능력을 갖추는 것이 요구된다’고 설명하였다.

이렇듯 선행연구에서는 AI 역량을 주로 ‘문제해결’이라는 실천적 차원에서 정의하고 있다. 또한 OECD(2016)의 역량 개념과 유사하게 AI에 대한 이해 및 활용 능력, 그리고 태도를 포괄하는 개념으로서 AI 역량을 정의한다는 특징이 있다. 다만 아직까지는 AI 역량에 대한 정의를 제시하고 있는 연구들이 많지 않으며 연구자 혹은 기관에 따라 역량 범위에 대한 정의도 상이하다(유수진 외, 2022).

한편 AI 역량과 유사한 개념으로 AI 리터러시가 있다. 디지털 리터러시와 디지털 역량이 유사한 개념으로 사용되며 구분이 쉽지 않은 것과 마찬가지로(장지현, 2023), 많은 연구에서 AI 역량과 AI 리터러시를 혼용하고 있다. 또한 선행연구들에서 제시한 AI 역량과 AI 리터러시의 하위 구성요인이 명확히 구분되지 않는 양상을 보인다. 따라서 이 연구에서는 AI 역량에 더불어 AI 리터러시에 대한 선행연구의 정의도 함께 살펴보고자 한다.

본래 리터러시는 읽고 쓸 줄 아는 능력을 의미하였으며 말 그대로 언어의 사용과 관련된 능력을 지칭하였으나, 기술의 발달과 함께 그 의미

가 확장되어 현재는 디지털 리터러시, AI 리터러시 등 언어가 아닌 다른 도구 활용의 맥락에서도 사용되고 있다. 즉, 리터러시는 기존에 읽기, 쓰기, 계산 능력으로 정의되던 것을 넘어서 이제 더욱 디지털화되고 매체를 통해 소통하며 정보가 넘치는 급변하는 세계에서 식별, 이해, 해석, 창조, 그리고 소통의 수단으로서 이해되고 있다(UNESCO, 2024.01.31.). European Commission(2019)은 리터러시를 ‘시청각 및 디지털 자료를 사용하여 다양한 분야와 맥락에서 구두와 서면 형태의 개념, 감정, 사실 및 의견을 식별, 이해, 표현, 창조 및 해석하는 능력’으로 정의하였다. 이는 ‘적절하고 창의적인 방식으로 다른 사람들과 효과적으로 소통하고 연결할 수 있는 능력’을 의미한다(European Commission, 2019). 종합하면, 리터러시 교육이 지향하는 바는 단순히 사회적 정보 획득을 위한 기초 도구를 활용하는 능력이 아니라, 사회적 주체로서 살아가기 위한 기초적 소양을 함양하는 것을 목적으로 한다(이유미, 2022).

선행연구에서는 이러한 맥락을 바탕으로 AI 리터러시를 정의하고 있다. Kandlhofer 외(2016)는 AI 리터러시에 대해 ‘단순히 특정 기술이나 애플리케이션의 사용 방법을 배우는 것이 아니라 사람들로 하여금 AI 제품 및 서비스 이면에 있는 기술과 개념을 이해하도록 하는 능력’이라고 설명하였다. 이러한 정의는 AI 리터러시를 ‘AI 관련 개념 및 기술을 이해하는 능력’으로 바라본 것으로, 이후에 이루어진 연구들에서는 이를 보다 확장된 차원에서 정의하는 경향이 있다. 한편 기존 연구들에서 주로 인용하는 AI 리터러시의 정의는 Long과 Magerko(2020)의 것으로, 이에 따르면 AI 리터러시는 ‘개인들이 비판적으로 AI 기술을 평가하고, AI와 효과적으로 소통 및 협력하며, 온라인·가정·직장에서 AI를 도구로 사용할 수 있는 일련의 역량’으로 정의된다. Weber 외(2023) 또한 AI 리터러시를 ‘관련된 유형들의 인간-AI 상호작용을 형성하는 인간의 사회기술적 역량의 집합’이라고 정의한 바 있다.

한편 AI 역량에 대한 정의와 마찬가지로 OECD(2016)의 역량 개념에 기반하여 지식, 기능 태도를 포괄하는 개념으로서 AI 리터러시를 정의한 연구도 존재한다. 부산광역시교육청(2019)은 인공지능 기반 교육 가이드

북을 통해 AI 리터러시를 ‘AI 시대, 초연결사회의 구성원으로서 일상적인 삶을 영위하고 직무를 수행하기 위해 필요한 소양으로서 윤리적 태도를 가지고 AI 관련 기술과 데이터의 관리, 활용, 구성의 과정을 통해 문제를 해결하는 실천적 역량’으로 정의하였다. 또한 최숙영(2022)은 AI 리터러시 프레임워크에 대한 연구에서 AI 리터러시를 ‘AI로 인한 사회 변화를 인식하고 AI 개념과 기술에 대한 비판적인 평가와 윤리적 사고를 바탕으로 우리 일상의 문제해결을 위해 AI를 활용할 수 있고 AI와 효과적으로 소통하고 협력하는 능력’으로 정의하였다. 이들 연구는 AI 역량에 대한 정의와 마찬가지로 ‘문제해결’이라는 실천적 차원에서 AI 리터러시를 정의하고 있다. 이외에도 여러 연구에서 AI 역량 및 AI 리터러시의 정의를 다양하게 제시하였는데, 이는 다음과 같다(<표 II-3> 참조).

이를 종합하면, AI 역량 및 AI 리터러시를 정의하는 데 있어 핵심적인 요소는 ‘AI에 대한 이해’, ‘AI의 효과적 활용’, ‘AI에 대한 올바른 태도 및 비판적인 평가’이다. 이는 OECD(2016)의 역량 개념에서의 ‘지식, 기술, 태도와 가치’라는 요소에 해당한다. AI 역량 및 AI 리터러시의 개념을 학업 뿐만 아니라 일상생활 및 삶 전반에서 발휘되는 능력으로 확장하였다는 점도 OECD(2016)과 일맥상통하는 부분이다. 또한 AI 활용의 목적을 ‘문제해결’로 제시함으로써 AI 역량 및 리터러시의 개념을 단순한 기술 관련 지식 습득에 그치지 않고 이를 활용하는 실천적 역량으로까지 확장하였다. 한편 특징적인 것은 선행연구의 AI 역량 및 리터러시 정의에서 AI와의 소통 및 협력, 그리고 상호작용을 강조하고 있다는 점이다. 이러한 내용은 기존의 디지털 역량 개념과 차별화되는 점으로, 이는 이전까지의 디지털 매체와 다르게 AI만이 갖는 특성에 기반하여 새롭게 요구되는 능력이기 때문이다.

이러한 지점을 종합하여, 이 연구에서는 백순근 외(2024)의 정의를 인용하여 AI 역량을 ‘AI 기반 사회에서 요구되는 지식을 바탕으로, AI를 자신의 목적에 맞게 효과적으로 활용하고 산출물을 적절하게 평가하며 윤리의식을 지니고 올바르게 사용할 수 있는 역량’으로 정의하였다.

<표 II-3> 선행연구의 AI 역량 및 AI 리터러시 정의

연구	정의
교육부·한국과학창의재단 (2021)	인공지능에 대한 이해와 올바른 태도를 갖고, 데이터와 인공지능을 활용하여 다양한 문제를 창의적이고 융합적으로, 그리고 올바르게 공정하게 해결할 수 있는 역량
유수진 외 (2022)	인공지능에 대한 이해를 바탕으로 문제를 해결하는 능력
Chiu et al. (2024)	AI 기술이 어떻게 작동하고 사회에 영향을 미치는지를 명확히 설명하며, 이를 윤리적이고 책임감 있는 방식으로 사용하고, 어떤 환경에서든 효과적으로 소통 및 협업할 수 있는 개인의 자신감과 능력 추가적으로, 자신의 AI 이해에 대해 자기성찰할 수 있는 자신감과 능력
부산광역시교육청 (2019)	AI 시대, 초연결사회의 구성원으로서 일상적인 삶을 영위하고 직무를 수행하기 위해 필요한 소양으로서 윤리적 태도를 가지고 AI 관련 기술과 데이터의 관리, 활용, 구성의 과정을 통해 문제를 해결하는 실천적 역량
백수진, 신윤희 (2021)	개인이 AI 기술을 도구로써 활용 및 비판적으로 평가하여 일상, 업무 상황에서 이를 적절히 활용할 줄 아는 것, AI와 효율적으로 의사소통하고 협력할 줄 아는 역량
최숙영 (2022)	AI로 인한 사회 변화를 인식하고 AI 개념과 기술에 대한 비판적인 평가와 윤리적 사고를 바탕으로 우리 일상의 문제해결을 위해 AI를 활용할 수 있고 AI와 효과적으로 소통하고 협력하는 능력
Kandlhofer et al. (2016)	단순히 특정 기술이나 어플리케이션의 사용 방법을 배우는 것이 아니라 사람들로 하여금 AI 제품 및 서비스 이면에 있는 기술과 개념을 이해하도록 하는 능력
Long & Magerko (2020)	개인이 비판적으로 AI 기술을 평가하고, AI와 효과적으로 소통, 협력하며, 온라인·가정·직장에서 AI를 도구로 사용하는 일련의 역량
UNESCO (2021)	AI의 사회적 영향, AI가 할 수 있는 것과 할 수 없는 것, AI의 유용성, AI 사용에 대한 의문, 공익을 위한 AI 활용에 대해 이해하기 위해 필요한 지식, 이해, 기술, 가치 지향
Laupichler et al. (2023)	비전문가에 의한 AI의 비판적 활용뿐만 아니라 AI에 대한 기초 지식과 분석적 평가를 포함하는 역량
Weber et al. (2023)	관련된 유형들의 인간-AI 상호작용을 형성하는 인간의 사회기술적 역량의 집합

나. AI 역량의 하위구성요인

AI 역량의 하위구성요인 역시 정의와 마찬가지로 연구에 따라 다양하게 제시되어 왔다. 위에서 언급하였듯 기존 연구들에서 AI 역량과 AI 리터러시를 크게 구분하지 않는다는 점을 고려하여, 선행연구에서 제시한 두 개념의 하위구성요인에 대해 모두 검토하고 이를 바탕으로 AI 역량의 하위구성요인을 설정하고자 한다.

먼저 Long과 Magerko(2020)는 문헌리뷰를 통해 다음과 같은 AI 리터러시 프레임워크를 제시하였다(<표 II-4> 참조). 이는 5개의 주요 테마와 17개의 역량 요소로 구성되어 있으며, 주요 테마는 각각 AI의 개념과 기능, 작동 원리, AI에 대한 태도 및 인식과 관련되어 있다.

<표 II-4> AI 리터러시 프레임워크

주요 테마	역량 요소
AI가 무엇인가?	AI 인지하기
	지능 이해하기
	간학문성
	일반(general) AI vs. 세부(narrow) AI
AI는 무엇을 할 수 있는가?	AI의 강점과 약점
	미래의 AI 상상하기
AI는 어떻게 작동하는가?	표현
	의사결정
	ML(머신러닝) 스텝
	AI에서의 인간 역할
	데이터 리터러시
	데이터로부터 학습하기
	비관적으로 데이터 해석하기
	액션 & 리액션
	센서
AI는 어떻게 사용되어야 하는가?	윤리
사람들은 AI를 어떻게 인식하는가?	프로그래밍 가능성

* Long & Magerko(2020) 재구성

또한 UNESCO(2024)는 AI 시대에 모든 학생과 시민에게 필요한 역량을 구축하기 위한 공교육 체계의 가이드로서 활용될 수 있도록 ‘학생용 AI 역량 프레임워크’를 제시하였다. 교육 체계는 학생들로 하여금 AI 사용에 필요한 지식과 기술 뿐만 아니라 AI가 사회와 환경 전반에 미칠 수 있는 잠재적인 영향에 대한 통찰력을 갖출 수 있도록 준비시켜야 한다(UNESCO, 2024). 이에 따라 UNESCO(2024)의 AI 역량 프레임워크는 AI에 대한 지식 및 기술에서 더 나아가 AI가 사회에 미치는 영향에 대한 인식, 인간 중심 마인드셋이라는 관점을 추가적으로 강조한다는 특징이 있다. UNESCO에서 제시한 ‘학생용 AI 역량 프레임워크’는 다음과 같다(<표 II-5> 참조).

<표 II-5> UNESCO AI 역량 프레임워크

역량 측면	진행 수준		
	이해	적용	창조
인간 중심 마인드셋	인간의 행위주체성	인간의 책임	AI 시대의 시민성
AI 윤리	구현된 윤리	안전하고 책임감 있는 사용	설계에 의한 윤리
AI 기술과 활용	AI 기초	활용 기술	AI 도구 창조
AI 시스템 설계	문제 범위 설정	구조 설계	반복 및 피드백 순환

* UNESCO(2024) 재구성

UNESCO(2024)는 인간 중심 마인드셋, AI 윤리, AI 기술과 활용, AI 시스템 설계의 4가지 측면에 대하여 각각 이해 - 적용 - 창조의 3가지 수준을 설정하고 각각에 해당하는 역량 요소를 제시하였다. 이는 앞서 제시된 Long과 Magerko(2020)의 AI 리터러시 프레임워크와 유사하게 AI 기술의 활용과 윤리의 측면을 포함한다. 다만 이에 더하여 인간 중심 마인드셋을 AI 역량의 한 측면으로 설정하여 각 수준에 해당하는 역량 요소로서 행위주체성, 인류의 발전, AI 시대의 시민성을 포함시킨 것은

특징적인 부분이다. 이는 AI 시대에서 살아남기 위해 인간 고유의 능력이 더욱 중요해진 점을 반영한 것으로 이해할 수 있다.

한편 한국과학창의재단(2022)의 초·중등 인공지능 교육의 학교 적용방안에 대한 연구에서는 인공지능 교육 학생 역량 및 인공지능 교과 역량을 다음과 같이 제시하였다(<표 II-6> 참조).

<표 II-6> 인공지능 관련 역량

구분	구성 요인	하위 항목
인공지능 교육 학생역량	인공지능 학습기술 역량	인공지능 리터러시, 지식정보처리
	인공지능 비인지 역량	의사소통, 협업, 인내, 공유
	인공지능 창의융합 역량	융합적 문제해결, 융합적 사고, 협력적 문제해결, 창의적 사고
	인공지능 활용 역량	인공지능활용 자기주도적 학습, 인공지능활용 데이터 해석, 인공지능활용 문제해결
인공지능 교과역량	인공지능 소양 역량	인공지능 리터러시, 인공지능 사회적 영향력, 인공지능 가치(윤리)
	인공지능 활용 / 프로그래밍 역량	인공지능 활용 프로그래밍, 인공지능의 원리 및 방법, 인공지능 알고리즘, 인공지능 지식, 빅데이터 분석, 컴퓨팅 사고력, 데이터(처리), 프로그래밍
	인공지능 문제해결 역량	수학적 사고와 문제해결, 논리적 사고와 문제해결, 창의적 사고와 문제해결, 융합적 사고와 문제해결, 협력적 사고와 문제해결

* 한국과학창의재단(2022) 재구성

이외에도 여러 선행연구에서 AI 역량 및 AI 리터러시의 하위구성요인을 다양하게 설정하고 있는데, 이를 정리하면 다음과 같다(<표 II-7> 참조).

<표 II-7> AI 역량 및 AI 리터러시 하위구성요인

연구	하위구성요인
유수진 외 (2022)	지식표현과 추론, 데이터 이해와 학습, 기계학습, 딥러닝, AI 윤리
UNESCO (2024)	인간중심 마인드셋, AI 윤리, AI 기술과 활용, AI 시스템 설계
김성우 (2023)	컴퓨팅 사고력, 문제해결력, AI 윤리
황현정(2023)	지식 (AI 이해, AI 식별), 기술 (AI 창조, AI 분석, AI 활용), 태도 (AI 비판적 평가, AI 이용 윤리성)
Laupichler et al. (2023)	기술적 이해, 비판적 평가, 실용적 활용
임혜진 (2023)	인공지능 이해 (AI 기초지식, AI의 사회적 영향) 인공지능 활용 (AI 기술 활용, AI 활용 문제해결, 데이터 리터러시) 인공지능 개발 (기초 프로그래밍, 데이터 리터러시) 인공지능 윤리
교육부 (2022b)	인공지능 문제해결력, 데이터 문해력, 윤리의식
교육부 · 한국과학창의재단 (2021)	인공지능의 이해, 인공지능의 원리와 활용, 인공지능의 사회적 영향

정리해 보면, 선행연구에서의 AI 역량 및 AI 리터러시 하위구성요인은 각각이 구체적으로 요구하는 기술 및 지식 수준 등에서는 차이가 있지만 기본적으로는 OECD(2016)의 역량 개념을 구성하는 지식, 기술, 태도 및 가치의 요소를 바탕으로 제시되어 왔다. 특히 AI가 사회에 미칠 수 있는 영향을 고려하여 AI 윤리 및 비판적 활용의 측면이 공통적으로 포함되어 있다. 따라서 이 연구는 백순근 외(2024)를 인용하여 ‘AI 기초 이해, AI 활용 문제해결 능력, AI 활용 연구·개발 능력, AI 활용 평가 능력, AI 윤리’의 5가지 하위영역을 설정하였다.

3. 창의적 사고 역량

가. 창의적 사고 역량의 정의

21세기의 복잡한 환경적, 사회적, 경제적 변화를 헤쳐 나가기 위해서 학생들은 혁신적이고 진취적이어야 하며, 비판적이고 창의적으로 사고해야 한다(OECD, 2024). 즉, 창의적 사고는 급변하는 세상에 적응하기 위해 요구되는 필수적인 능력 중 하나이다. OECD(2024)에 따르면, 창의적 사고는 노동 시장에 대비하기 위한 것뿐만 아니라 학생들의 발달과 성취의 여러 중요한 측면을 지원하는 것으로 밝혀져 왔다. 이에 따라 OECD에서 주관하는 국제학업성취도평가(PISA)는 2022년 처음으로 학생들의 창의적 사고력을 측정하여 아이디어의 생성, 평가 및 개선에 생산적으로 참여할 수 있는 능력을 평가하였다(OECD, 2024). 교육부(2022a) 역시 2022 개정 교육과정에서 추구하는 미래 교육에 대한 비전을 ‘포용성과 창의성을 갖춘 주도적인 사람’으로 제시하면서, 창의성은 사회적으로 요구되는 다양한 능력 중 하나이자 경쟁력 있는 인재가 갖추어야 할 역량 중 하나라고 강조하였다. 이러한 비전에 따라, 교육부(2022a)는 2022 개정 교육과정에서 중점적으로 기르고자 하는 여섯 가지 핵심역량 중 하나로 창의적 사고 역량을 제시하였다.

이렇듯 현대 사회의 핵심역량으로 강조되는 창의적 사고 역량을 정의하기 위해서는 창의성의 개념을 먼저 살펴보아야 한다. 창의성에 대한 연구는 Kohler(1925)와 Wallas(1926)가 창의적 문제해결에 초점을 맞추면서 본격적으로 시작되었다. Kohler(1925)는 유인원들의 문제해결 전략을 관찰한 후, 창의적 사고를 ‘새로운 연관성을 형성하거나 새로운 문제에 대한 새로운 해결책에 도달하기 위해 관점의 전환을 가져오는 요소의 재구성’으로 정의하였다(Kohler, 1925, Plucker, 2017에서 재인용). Wallas(1926)는 창의성을 ‘준비(preparation) - 부화(incubation) - 조명(illumination) - 증명(verification)의 4단계를 거쳐 창의적인 통찰을 이끌어내는 사고의 과정’으로 설명하였다(Wallas, 1926, Plucker, 2017에서 재

인용). 준비 단계에서는 목표를 정하고, 문제를 정의하고, 해결 방안을 평가하기 위한 기준을 정하며, 부화 단계에서는 이전 단계에서 수집한 내용들이 의식과 무의식 사이에서 자유롭게 이동하며, 조명 단계에서는 어느 순간 해결책을 떠올리게 되는 경험을 하고, 마지막으로 증명 단계에서는 이러한 산출물을 과학적이고 객관적으로 증명하는 데 집중한다(이선영, 2022). 이에 더하여, Torrance(1976)는 창의성을 ‘문제, 결핍, 지식의 격차, 누락된 요소, 부조화 등에 민감해지며, 어려운 점을 파악하고, 해결책을 찾고, 가설을 세우고, 이를 수정하고 다시 테스트하며, 마지막으로 그 결과에 대해 의사소통하는 과정’으로 정의하였다. 이들 연구는 창의성을 문제해결의 과정에서 발휘되는 것으로 본다는 공통점이 있다.

또한 Guilford(1950)는 창의성을 ‘문제에 대한 민감성, 아이디어의 유창성, 사고의 참신성, 종합 및 분석 능력, 재구성 능력, 평가 능력’ 등의 요소로 정의하였다. Mednick(1962)의 경우 창의성을 ‘요소들의 새로운 조합을 생성함으로써 새로운 관련성이나 아이디어를 형성하는 과정’으로 정의하였다. 한편 Sternberg 외(2002)는 창의성을 ‘사람과 환경 간의 상호작용에서 발생하는, 참신하고 질이 좋으며 적절한 작업물을 생산해 내는 능력’으로 정의한 바 있다. 창의성에 대한 이러한 정의들은 공통적으로 아이디어의 참신함, 재구성 능력, 새로운 관련성이라는 요소를 포함하며, 이에 더하여 Sternberg 외(2002)는 이러한 창의성이 ‘사람과 환경 간의 상호작용’에서 발생하는 것임을 추가적으로 강조한다.

이러한 선행연구의 내용을 종합하여 창의성에 대한 현대적인 정의들이 제시되었는데, 이들 정의는 공통적으로 참신함, 유용성, 그리고 사회적 맥락이라는 3가지의 요소를 포함한다(Plucker, 2017). 먼저, Plucker 외(2004)는 창의성을 ‘개인이나 집단이 사회적 맥락에서 정의된 대로 새롭고 유용한 지각 가능한 결과물을 만들어내는 적성, 과정, 환경 간의 상호작용’으로 정의하였다. 또한 Simonton(2012)은 창의성을 ‘개인적인 관점 혹은 사회적 관점에서 독창적이고, 유용하며, 놀라운 개념’으로 정의하였다. 종합하면 창의성은 아이디어의 재구성 등을 통하여 참신하고 유용한 산출물을 생성해내는 능력을 의미하며, 이러한 창의성은 사회 및 환경과

의 상호작용을 통해 형성된다는 특징이 있다. 이러한 창의성의 정의를 표로 정리하면 다음과 같다(<표 II-8> 참조).

<표 II-8> 창의성의 정의

연구	정의
Kohler(1925)	새로운 연관성을 형성하거나 새로운 문제에 대한 새로운 해결책에 도달하기 위해 관점의 전환을 가져오는 요소의 재구성
Wallas(1926)	준비 - 부화 - 조명 - 증명의 4단계를 거쳐 창의적인 통찰을 이끌어내는 사고의 과정
Guilford(1950)	문제에 대한 민감성, 관념적 유창성, 유연성, 아이디어의 참신성, 종합 능력, 분석 능력, 재구성 또는 재정의 능력, 사고 구조의 범위 및 평가 능력
Mednick(1962)	요소들의 새로운 조합을 생성함으로써 새로운 관련성이나 아이디어를 형성하는 과정
Torrance(1976)	문제, 결핍, 지식의 격차, 누락된 요소, 부조화 등에 민감해지며, 어려운 점을 파악하고, 해결책을 찾고, 가설을 세우고, 이를 수정하고 다시 테스트하며, 마지막으로 그 결과에 대해 의사소통하는 과정
Amabile(1983)	독창적이며 동시에 목표를 달성하기에 적합한 아이디어를 생성해내는 과정
Sternberg et al. (2002)	사람과 환경 간의 상호작용에서 발생하는, 참신하고 질이 좋으며 적절한 작업물을 생산해 내는 능력
Plucker et al. (2004)	개인이나 집단이 사회적 맥락에서 정의된 대로 새롭고 유용한 지각 가능한 결과물을 만들어내는 적성, 과정, 환경 간의 상호작용
Simonton(2012)	개인적인 관점 혹은 사회적 관점에서 독창적이고, 유용하며, 놀라운 개념

이러한 창의성의 개념을 바탕으로, 창의적 사고 역량의 정의를 살펴보면 다음과 같다(<표 II-9> 참조). 우선 윤선경(2023)은 창의적 사고 역량을 ‘변화하는 사회 속에서 마주하는 문제를 해결하기 위해 필요한 능력으로, 새로운 것을 수용하고, 주어진 과제를 다양한 방법으로 고민하여 해결하며, 주변 환경을 고려하여 판단하고 필요한 것을 성취해내는 능력’으로 설명하였다. 이는 앞서 제시된 창의성의 초기 정의들과 같이, 창의적 사고 역량을 문제 해결의 과정과 밀접한 개념으로 설명한 것이다.

한편, 다음의 연구들은 앞서 살펴본 창의성의 요소 중 아이디어의 참신성과 유용성을 중심으로 창의적 사고 역량을 정의하고 있다. 2022년 국제학업성취도평가(PISA 2022)에서는 창의적 사고 역량을 ‘독창적이고 효과적인 해결책, 지식의 발전, 인상적인 상상력의 표현으로 이어질 수 있는 아이디어의 생성, 평가 및 개선에 생산적으로 참여하는 역량’으로 정의하였다(OECD, 2024). 또한 남궁지영 외(2015)는 창의적 사고 역량의 정의를 ‘새롭고 의미있는 결과나 아이디어를 산출하기 위해 발산적, 독창적, 유연적으로 사고하는 능력’으로 제시하였다. 이에 더하여 호주교육연구위원회(ACER: Australian Council for Educational Research)는 창의성에 대한 선행연구의 정의를 종합하여 창의적 사고 역량을 ‘다양한 종류의 아이디어를 생성하고, 새로운 방식으로 아이디어를 조작하며, 주어진 목적을 충족시킬 수 있는 새로운 가능성을 제시하기 위해 색다른 연결을 만들어내는 능력’으로 정의하였다(Ramalingam et al., 2020).

유사한 맥락에서, 교육부(2022a)는 창의적 사고 역량을 ‘다양한 영역에 대한 폭넓은 기초 지식과 자신의 전문 영역에 대한 깊이 있는 지식을 바탕으로 새롭고 독창적인 아이디어를 산출해 내고, 다양한 분야의 지식·기술·경험을 융합적으로 활용할 수 있는 능력’으로 정의하였다. 이 연구에서는 2022 개정 교육과정의 핵심역량 중 하나로서 창의적 사고 역량을 개념화한 교육부(2022a)의 정의를 인용하였다.

<표 II-9> 창의적 사고 역량의 정의

연구	정의
남궁지영 외 (2015)	새롭고 의미있는 결과나 아이디어를 산출하기 위해 발산적, 독창적, 유연적으로 사고하는 능력
ACER (Ramalingam et al., 2020)	다양한 종류의 아이디어를 생성하고, 새로운 방식으로 아이디어를 조작하며, 주어진 목적을 충족시킬 수 있는 새로운 가능성을 제시하기 위해 색다른 연결을 만들어내는 능력
PISA 2022 (OECD, 2024)	독창적이고 효과적인 해결책, 지식의 발전, 인상적인 상상력의 표현으로 이어질 수 있는 아이디어의 생성, 평가 및 개선에 생산적으로 참여하는 역량
교육부(2022a)	다양한 영역에 대한 폭넓은 기초 지식과 자신의 전문 영역에 대한 깊이 있는 지식을 바탕으로 새롭게 독창적인 아이디어를 산출해 내고, 다양한 분야의 지식·기술·경험을 융합적으로 활용할 수 있는 능력
윤선경(2023)	변화하는 사회 속에서 마주하는 문제를 해결하기 위해 필요한 능력으로, 새로운 것을 수용하고, 주어진 과제를 다양한 방법으로 고민하여 해결하며, 주변 환경을 고려하여 판단하고 필요한 것을 성취해내는 능력

나. 창의적 사고 역량의 하위구성요인

창의적 사고 역량이 미래 사회의 핵심역량 중 하나로서 많은 관심을 받아온 만큼, 여러 선행연구에서는 다양한 방식으로 창의적 사고 역량의 하위구성요인을 제시하고자 노력해왔다. 이를 정리하면 다음과 같다(<표 II-10> 참조). 선행연구에서는 창의적 사고 역량의 하위영역을 주로 창의적 사고 기능과 창의적 사고 성향으로 구분해 제시하였다. 이때 창의적 사고 기능은 확산적 사고와 관련된 하위요소들을 포괄하며, 창의적 사고 성향은 창의적 사고 과정에 영향을 미치는 개인의 성격 및 행동 특성을 일컫는다(이재덕, 2019).

이광우 외(2008)는 미래 한국인의 핵심역량 증진을 위한 초·중등학교 교육과정 비전 연구에서, 창의력의 하위 요소를 창의적 사고 기능과 창의적 사고 성향으로 제시하였다. 또한 창의적 사고 기능을 유창성, 융통성, 독창성, 정교성, 유추성 등과 같은 인지적 능력으로, 창의적 사고 성향을 민감성, 개방성, 독립성, 과제집중력, 자발성 등과 같은 정의적 특성으로 정의하였다(이광우 외, 2008). 또한, 남궁지영 외(2015)는 KEDI 학생역량 조사 연구를 위한 조사 도구 개발 및 타당화 연구에서 창의적 사고 능력의 하위 지표 중 창의적 사고 기능과 관련된 것으로 발산적 사고력과 독창적 유연성을, 창의적 사고 성향과 관련된 것으로 호기심 및 모험심, 탐구심을 제시하였다.

위와 유사한 구분이지만 창의적 사고 역량의 하위영역을 인지적 측면과 정의적 측면 등으로 명명한 경우도 있다. 교육부(2022a)는 2022 개정 교육과정 총론 해설서에서 창의적 사고 역량에 대하여, 인지적 측면에서의 창의적 사고 기능으로 유창성, 융통성, 독창성, 정교성, 유추성 등을, 정의적 측면에서의 창의적 사고 성향으로 민감성, 개방성, 독립성, 과제집착력, 자발성 등을, 마지막으로 사고 능력과 관련하여 융합적 사고를 제시하였다.

한편 백순근 외(2017)는 고등학생용 여섯 가지 핵심역량 측정도구 개발 및 타당화 연구에서 창의적 사고 역량의 하위영역을 참신성, 적절성, 합리성으로 구분하였다. 그리고 참신성에 대한 하위 요소로 ‘독창성, 변형성, 다양성, 융합성, 상상력’을, 적절성에 대해서는 ‘유용성, 실용성, 향상성, 일반화 가능성, 미래 지향성’을, 합리성에 대해서는 ‘신뢰성, 경제성, 객관성, 명확성, 논리성’을 제시하였다. 이 연구는 백순근 외(2017)를 인용하여 창의적 사고 역량의 하위영역을 ‘참신성, 적절성, 합리성’으로 설정하였다.

<표 II-10> 창의적 사고 역량의 하위구성요인

연구	하위구성요인
이광우 외 (2008)	창의적 사고 기능(유창성, 융통성, 독창성, 정교성, 유추성) 창의성 사고 성향(민감성, 개방성, 독립성, 과제집중력, 자발성)
김위정 외 (2014)	창의적 사고 기능(발산적 사고력, 독창적 유연성) 창의성 사고 성향(호기심, 모험심, 탐구심)
남궁지영 외 (2015)	창의적 사고 기능(발산적 사고력, 독창적 유연성) 창의성 사고 성향(호기심 및 모험심, 탐구심)
백순근 외 (2017)	참신성(독창성, 변형성, 다양성, 융합성, 상상력) 적절성(유용성, 실용성, 향상성, 일반화 가능성, 미래 지향성) 합리성(신뢰성, 경제성, 객관성, 명확성, 논리성)
교육부 (2022a)	인지적 측면(유창성, 융통성, 독창성, 정교성, 유추성) 정의적 측면(민감성, 개방성, 독립성, 과제집착력, 자발성) 사고 능력(융합적 사고)

4. 변인 간의 관계

가. 자기주도 학습능력과 AI 역량의 관계

자기주도 학습능력과 AI 역량은 모두 AI 시대의 핵심역량으로 강조되고 있다. 그럼에도 불구하고 AI 역량의 개념이 비교적 최근에 등장하였기 때문에, 자기주도 학습능력과 AI 역량의 관계에 대한 선행연구는 찾아보기 어려웠다. 다만 자기주도 학습능력과 디지털 역량 간의 관계를 다룬 연구가 존재한다. 선행연구에서는 공통적으로 이들 변인 간에 정적 상관관이 있거나 자기주도 학습능력이 디지털 역량에 정적인 영향을 미친다고 보고하였다.

이때 디지털 역량은 AI 역량과 정의 및 하위구성요인의 측면에서 유사한 개념이다. 이러한 측면에서 AI의 등장 이후 이를 AI·디지털 역량으로 통합하여 칭하는 경우도 존재한다(이은미, 2024; 이현우 외, 2024; 전수연, 고흥규, 2023; 정주영 외, 2023). 우선, European Commission(2019)은 평생학습을 위한 핵심역량 중 하나로 디지털 역량을 언급하면서 이를 ‘학습, 직장, 사회 참여를 위해 디지털 기술을 자신감 있고 비판적이며 책임감 있게 사용하고 참여하는 능력’으로 정의하였다. 또한 디지털 역량 프레임워크인 DigComp를 발표하면서 디지털 역량의 하위영역으로 ‘정보와 데이터 리터러시, 의사소통 및 협력, 디지털 콘텐츠 생성, 안전, 문제 해결’의 5가지를 제시하였다(Vuorikari et al., 2022). 교육부(2022a)는 2022 개정 교육과정에서 디지털 소양을 강조하면서 이를 ‘디지털 도구와 기술을 사용하여 정보를 체계적으로 수집, 분석, 관리하고 소통하며 문제를 효과적으로 해결하는 능력’으로 정의하였다. 이때 디지털 소양은 ‘디지털 기기와 프로그램 및 기술의 활용 능력, 기초적인 프로그래밍의 원리에 대한 이해, 전자 정보 관리와 분석 능력, 디지털 윤리 의식, 디지털 안전 및 보안 의식’을 포함한다(교육부, 2022a).

이렇듯 디지털 역량은 디지털 기술을 효과적으로 활용하는 능력을 의미하며, 문제 해결의 실천적 측면에서 정의된다는 점에서 AI 역량과 유

사하다. 또한 하위구성요인의 측면에서도 디지털 기술에 대한 이해 및 활용 능력, 의사소통, 문제 해결, 윤리적 측면이 포함된다는 점에서 AI 역량과 유사하다고 볼 수 있다. 따라서 다음과 같은 선행연구들의 결과를 바탕으로, 자기주도 학습능력과 디지털 역량 간의 관계와 마찬가지로 자기주도 학습능력과 AI 역량 간에도 정적인 상관관계가 존재할 것임을 예측해 볼 수 있다.

우선, Rini 외(2022)는 온라인 학습 환경에서 자기주도 학습이 디지털 리터러시 수준에 미치는 영향을 알아보기 위해 한 대학의 8개 학부에서 무선표집한 학생들을 대상으로 조사한 자료를 활용하였다. 이때 자기주도 학습은 ‘인식, 학습전략, 학습활동, 평가, 대인관계’로, 디지털 리터러시는 ‘정보, 학업, 학습 기술, ICT 리터러시, 경력 및 거부 관리, 소통 및 협업, 미디어 리터러시’로 구성되었다(Rini et al., 2022). 회귀분석 결과, 자기주도 학습능력이 높아지면 디지털 리터러시가 함께 높아질 것으로 예측되며 이러한 영향은 통계적으로 유의하다고 보고되었다.

곽수범 외(2023)는 고등학생의 디지털·미디어 역량에 대한 영향 요인을 탐색하기 위해 한국교육종단연구(KELS) 2013의 6차년도(2018년) 패널 데이터를 분석하였다. 디지털·미디어 역량을 종속변수로, 자기주도성을 비롯한 여러 역량을 독립변수로 투입하여 다중회귀분석을 실시한 결과 자기주도성에 대한 표준화 회귀계수가 0.120으로 통계적으로 유의하다고 밝혔다.

한편 자기주도 학습능력과 유사한 개념인 자기조절 학습능력과 디지털 리터러시 간 관계를 분석한 연구들도 존재한다. 이은영(2022)은 온라인 소프트웨어 교육 경험이 있는 직장인 316명을 대상으로 설문한 자료를 활용하여 자기조절 학습능력이 디지털 리터러시를 매개하여 학습성과에 미치는 영향에 대해 탐구하였다. 이때 자기조절 학습능력은 ‘학습관리 능력과 자학자습 능력’으로, 디지털 리터러시는 ‘기술, 지식, 태도’로 구성되었다. 연구 결과 자기조절 학습능력과 학습성과 간 관계를 디지털 리터러시가 매개하는 것으로 나타났는데, 이 중에서도 자기조절 학습능력이 디지털 리터러시에 미치는 영향에 대한 표준화 계수가 0.366으로 통계적

으로 유의한 것으로 보고되었다.

Yang과 Kim(2014)은 이러닝 수업에 참여한 대학생 321명을 대상으로 디지털 리터러시와 자기조절 학습능력 검사를 실시하고 수집된 자료를 활용하여 상관분석을 실시하였다. 이때 디지털 리터러시의 하위요인은 ‘기술적 리터러시, 비판적 리터러시, 사회적 리터러시’로, 자기조절 학습능력의 하위요인은 ‘인지적 통제, 메타인지적 통제, 동기적 통제, 행동적 통제’로 구성하였다. 연구 결과 디지털 리터러시와 자기조절 학습능력의 상관이 0.340으로 통계적으로 유의하였다.

또한 Anthonysamy 외(2020)의 연구에서는 자기조절 학습능력이 디지털 리터러시에 미치는 영향을 탐구하기 위하여 IT/멀티미디어 프로그램에 참여한 대학생 563명을 대상으로 수집한 자료를 구조방정식 모형을 활용하여 분석하였다. 이때 자기조절 학습능력은 ‘인지적 참여, 메타인지적 지식, 자원 관리, 동기부여 신념’으로, 디지털 리터러시는 ‘기술적 리터러시, 인지적 리터러시, 사회정서적 리터러시’로 구성되었다. 연구 결과 자기조절 학습능력의 하위 요인 중 ‘메타인지 지식, 자원 관리, 동기부여 신념’에서 디지털 리터러시로 이어지는 경로의 표준화 계수는 각각 0.253, 0.159, 0.251로 통계적으로 유의한 것으로 보고되었다.

이렇듯 자기주도 학습능력이 디지털 리터러시에 정적인 영향을 미치거나 두 변인이 정적인 상관을 가진다고 보고한 연구들이 다수 존재한다. 선행연구에서 제시한 디지털 리터러시와 앞에서 살펴본 AI 역량의 정의가 서로 비슷하며 하위구성요인에 있어서도 겹치는 요소가 상당 부분 존재한다는 점을 고려할 때, 선행연구의 결과를 통해 자기주도 학습능력과 AI 역량 사이에도 유의한 정적 관계가 존재할 것임을 예측할 수 있다.

나. 자기주도 학습능력과 창의적 사고 역량의 관계

2022 개정 교육과정이 추구하는 미래교육에 대한 비전이 ‘포용성과 창의성을 갖춘 주도적인 사람(교육부, 2022a)’인 것에서 알 수 있듯, 자기주도 학습능력과 창의적 사고 역량은 모두 현대 사회의 핵심역량으로 강조되어 왔다. 이에 따라 두 변인 간 관계에 대한 활발한 연구가 이루어져 왔는데, 기존의 연구들은 자기주도 학습능력이 창의성을 포함한 상위 수준의 사고 능력과 밀접한 관계를 갖는다고 보고해 왔다(김민주, 임채성, 2017; 채희선, 박지성, 2019; Liu et al., 2023; Pesult, 1990; Tekkol & Demirel, 2018).

우선 이재덕(2019)은 고등학교 자기주도학습전형 입학생의 창의적 사고 능력 향상 수준 및 영향요인 탐색을 위해 3개년 종단데이터를 분석하였다. 그 결과 학생의 자기주도학습 참여 시간이 많을수록 창의적 사고 능력이 높은 것으로 나타났다고 보고하였다.

김재령(2020)은 서울교육종단연구(SELS) 2010의 8차년도(2017년) 데이터를 활용하여 고등학생의 창의성에 영향을 미치는 변인을 분석하였다. 그 결과 창의성의 모든 하위요인(창의적 동기, 창의적 태도, 창의적 능력)에 자기주도 학습능력이 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

최은주와 이경화(2021)는 대학생의 자기주도 학습능력이 창의적 학교 환경을 매개하여 창의성에 미치는 효과를 연구하였다. 그 결과 자기주도 학습능력이 창의성에 미치는 직접효과와 자기주도 학습능력이 창의적 학교 환경을 매개로 창의성에 미치는 간접효과가 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

정미선과 서봉언(2022)은 고등학생의 창의성에 미치는 자기주도성, 수업방법 및 피드백의 상호작용 효과를 살펴보기 위해 한국교육종단연구(KELS) 2013의 6차(2018년) 자료를 활용하였다. 이때 창의성은 KELS 2013 자료에 따라 독창성, 호기심, 탐구심으로 구분하였다(정미선, 서봉언, 2022). 분석 결과, 자기주도성이 창의성에 미치는 주효과는 정적 효

과로 나타났으며, 이는 통계적으로 유의하였다.

한편 김영미와 전주성(2022)은 청소년의 창의성과 자기주도 학습능력 간의 종단적 관계를 연구하기 위해 서울교육종단연구(SELS) 2010의 1차, 3차, 6차, 9차년도 자료를 활용하였다. 자기회귀교차지연모형을 활용한 분석 결과, 이전 시점의 자기주도 학습능력은 다음 시점의 창의성에 유의한 정적 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Liu 외(2023)는 중학교의 3D 디자인 수업에 참여한 학생들을 대상으로 분석한 결과 실제 자기주도 학습행동이 창의적인 수행에 대해 통계적으로 유의한 예측 효과를 갖는다고 보고하였다.

이렇듯 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 정적인 영향을 미치거나 두 변인이 정적인 상관을 가진다고 보고한 연구가 다수 존재한다.

다. AI 역량과 창의적 사고 역량의 관계

AI 역량이 비교적 최근에 등장한 개념이기에, AI 역량과 창의적 사고 역량의 관계에 대한 연구는 적었다. 먼저, 윤선경(2023)은 초등학교의 AI 리터러시가 AI에 대한 태도를 매개하여 창의적 사고 능력에 미치는 영향을 연구하기 위해 초등학교 5, 6학년 학생 220명을 대상으로 수집한 자료를 분석하였다. 그 결과 AI 리터러시가 창의적 사고 능력에 미치는 직접효과 및 AI 리터러시가 AI에 대한 태도를 매개하여 창의적 사고 능력에 미치는 간접효과가 모두 통계적으로 유의하였다.

또한 Lu 외(2024)는 대학생 260명을 대상으로 수집한 자료를 분석한 결과 AI 리터러시의 하위영역 중 인식, 활용, 평가가 참여 행동 또는 동료와의 상호작용을 매개하여 창의성을 포함한 상위 수준의 사고 능력에 미치는 영향이 통계적으로 유의하다고 보고하였다.

이외에 AI 역량과 창의적 사고 역량 간 관계를 직접적으로 살펴본 연구는 찾기 어려웠다. 다만 이 두 변인 간 관계에 대해 유추해볼 수 있는 실험연구들은 존재한다. 이다연(2024)은 창의적 문제해결을 위한 인공지능 융합 수업 설계 지원 시스템 개발 모형 연구에서 초등학교 5학년 학

생 20명과 중학교 2학년 학생 23명으로 구성된 2개의 학급을 대상으로 각각 인공지능 융합 수업을 실시하고 창의적 문제해결력의 전후 검사를 실시하였다. 그 결과 인공지능 융합 수업 실시를 통해 학습자의 창의적 문제해결력이 향상된 것을 확인하였다.

김민지(2024) 또한 프로젝트 학습 모형 적용 인공지능 데이터 분석 교육 프로그램이 고등학생의 AI 리터러시 및 창의적 문제해결력에 미치는 영향을 연구하였다. 이를 위하여 고등학교의 과학탐구실험 과목을 중심 과목으로 수학, 정보, 통합과학 과목을 융합하여 인공지능 데이터 분석 교육프로그램을 개발하고 인문계 고등학교 1, 2학년 학생 60명에게 적용하였다(김민지, 2024). 자료 분석 결과, 프로젝트 학습모형을 적용한 인공지능 데이터 분석 교육 프로그램 실시 전후의 창의적 문제해결력 검사 결과가 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

한편 Abu Owda 외(2023)는 9학년 학생 25명을 대상으로 인공지능 개념 및 도구 교육 프로그램을 진행하고 창의적 사고능력 전후 검사를 실시하였다. 이때 창의적 사고 능력의 하위영역은 유창성, 유연성, 독창성으로 구성되었다. 연구 결과, 인공지능 개념 및 도구에 대한 교육은 창의적 사고 능력을 유의하게 향상시키는 것으로 나타났다.

이러한 연구 결과를 종합하면, AI를 적용한 수업 혹은 AI에 대한 교육이 창의적 문제해결력 혹은 창의적 사고 능력을 유의하게 향상시키는 것을 알 수 있다. 이러한 결과를 통해 AI 역량이 창의적 사고 역량과 정적인 상관을 가질 것으로 예측해 볼 수 있다.

Ⅲ. 연구 가설

1. 주요 변인 설정 및 정의

가. 자기주도 학습능력

자기주도 학습능력은 ‘교육 목표의 설정부터 평가까지, 교육의 전 과정에 학생이 주도적으로 참여하여 학습을 계획하고, 실행하고, 평가하는 능력(김서진, 2021)’을 의미한다. 이 연구에서는 김서진(2021)이 제작한 자기주도 학습능력 척도를 수정 및 보완하여 활용하였다. 이때 자기주도 학습능력의 하위영역은 ‘학습계획’, ‘학습과정’, ‘학습평가’이다. 이 척도는 사회적 바람직성에 의한 응답 편파를 방지하기 위하여 시나리오 기법(scenario method)을 활용하여 제작되었다(백순근 외, 2021). 해당 척도에서 점수가 높을수록 자기주도 학습능력이 높은 수준임을 나타낸다.

나. AI 역량

AI 역량은 ‘AI 기반 사회에서 요구되는 지식을 바탕으로, AI를 자신의 목적에 맞게 효과적으로 활용하고 산출물을 적절하게 평가하며 윤리의식을 지니고 올바르게 사용할 수 있는 역량(백순근 외, 2024)’을 의미한다. 이 연구에서는 백순근 외(2024)가 제작한 AI 역량 척도를 활용하였다. 이때 AI 역량의 하위영역은 ‘AI 기초 이해’, ‘AI 활용 문제해결 능력’, ‘AI 활용 연구·개발 능력’, ‘AI 활용 평가 능력’, ‘AI 윤리’이다. 이 척도는 사회적 바람직성에 의한 응답 편파를 방지하기 위하여 시나리오 기법(scenario method)을 활용하여 제작되었다(백순근 외, 2021). 해당 척도에서 점수가 높을수록 AI 역량이 높은 수준임을 나타낸다.

다. 창의적 사고 역량

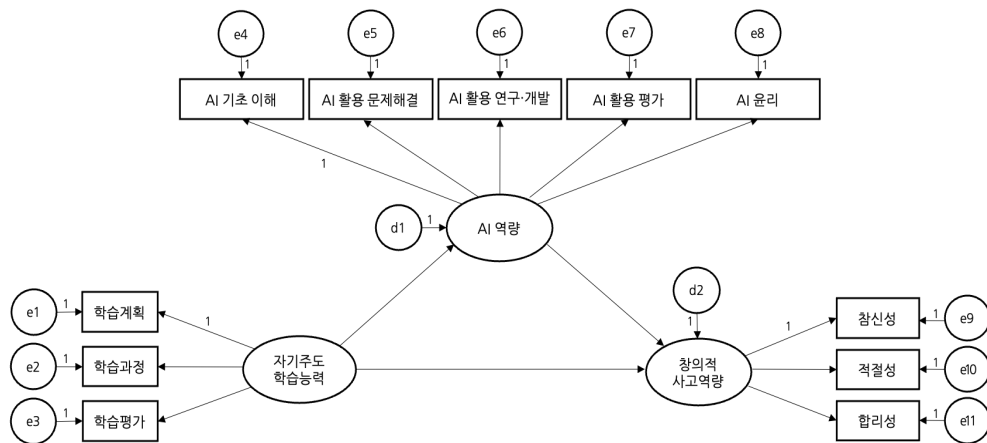
창의적 사고 역량은 ‘다양한 영역에 대한 폭넓은 기초 지식과 자신의 전문 영역에 대한 깊이 있는 지식을 바탕으로 새롭고 독창적인 아이디어를 산출해 내고, 다양한 분야의 지식·기술·경험을 융합적으로 활용할 수 있는 능력(교육부, 2022a)’을 의미한다. 이 연구에서는 백순근 외(2017)가 제작한 고등학생용 여섯 가지 핵심역량 측정도구 중 창의적 사고 역량 척도를 활용하였다. 이때 창의적 사고 역량의 하위영역은 ‘참신성’, ‘적절성’, ‘합리성’이다. 해당 척도는 자기보고식 5점 리커트 척도이며, 점수가 높을수록 창의적 사고 역량이 높은 수준임을 나타낸다.

2. 연구 가설 및 연구 모형

이 연구의 목적은 고등학생의 자기주도 학습능력, AI 역량, 그리고 창의적 사고 역량 간 구조적 관계를 밝히는 것이다. 각 변인 및 이들 변인 간 관계에 대한 이론적 배경을 바탕으로 설정한 이 연구의 가설은 다음과 같다.

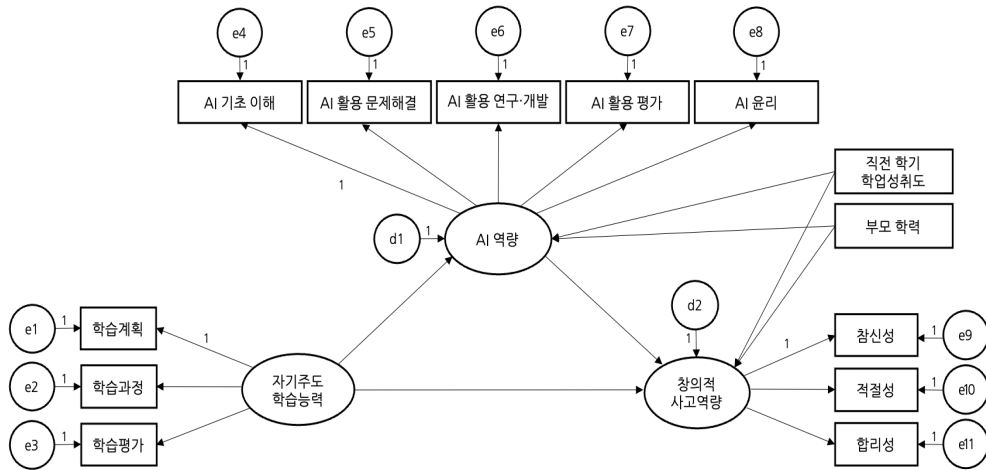
1. 고등학생의 자기주도 학습능력은 AI 역량에 긍정적 영향을 미친다.
2. 고등학생의 자기주도 학습능력은 창의적 사고 역량에 긍정적 영향을 미친다.
3. 고등학생의 AI 역량은 창의적 사고 역량에 긍정적 영향을 미친다.
4. 고등학생의 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 미치는 영향을 AI 역량이 매개한다.

위의 연구 가설을 바탕으로 설정한 기본 연구 모형은 [그림 III-1]과 같다. 아래 연구 모형은 고등학생의 자기주도 학습능력이 AI 역량을 매개로 창의적 사고 역량에 미치는 영향에 대한 분석을 위하여 설계된 구조방정식 모형이다.



[그림 III-1] 가설 검증을 위한 연구 모형-기본모형

한편 부모 학력을 비롯한 사회경제적 지위와 학생의 학업성취는 AI 역량과 창의적 사고 역량에 동시에 영향을 미치는 혼입변수로 작용할 수 있다(김성원, 2024; 김양분, 강호수, 2017; 김지민, 2024; 송인섭, 2003; 이송희, 2009, 이재덕, 2019). 그러므로 보다 정확한 분석을 위해서는 해당 변인들을 통제할 필요가 있다. 따라서 이 연구에서는 직전 학기 국어, 영어, 수학 학업성취도와 부모 학력을 통제변인으로 설정한 모형을 추가로 분석하고자 한다([그림 III-2] 참조).



[그림 III-2] 가설 검증을 위한 연구 모형-통제변인 설정

IV. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구는 고등학생의 자기주도 학습능력이 AI 역량을 매개로 창의적 사고 역량에 미치는 영향을 분석하기 위한 것이다. 이를 위해 연구 대상은 A도 소재 B 남자고등학교의 1, 2학년 학생들로 선정하였다. 이들을 대상으로 ‘자기주도 학습능력 척도’, ‘AI 역량 척도’, ‘창의적 사고 역량 척도’를 활용하여 2024년 9월부터 12월까지 3차례에 걸쳐 본검사를 실시하였다. 1차 본검사에서는 시나리오 기법을 활용한 자기주도 학습능력 척도를 사용하였으며, 해당 검사에는 고등학생 225명이 응답하였다. 2차 본검사에서는 시나리오 기법을 활용한 AI 역량 척도를 사용하였으며, 고등학생 220명이 이에 응답하였다. 마지막으로 3차 본검사에서는 창의적 사고 역량 척도를 사용하여 검사를 실시하였으며, 고등학생 190명이 응답하였다. 이에 따라 3차례의 본검사에 모두 참여한 것으로 확인된 190명을 연구 대상으로 선정하였다.

2. 측정 도구

이 연구에서는 고등학생의 자기주도 학습능력을 측정하기 위해 김서진(2021)의 ‘자기주도 학습능력 척도’를 수정·보완하여 사용하였다. 이때 수정·보완된 척도에 새롭게 개발하여 추가한 문항이 포함되어 있으므로 전문가 대상 서면평가를 실시하여 내용타당도를 검증하였다. 또한 AI 역량을 측정하기 위해서는 연구자가 개발에 참여한 백순근 외(2024)의 고등학생용 ‘AI 역량 척도’를 사용하였다. 마지막으로 창의적 사고 역량을 측정하기 위해서는 백순근 외(2017)의 고등학생용 여섯 가지 핵심역량 측정도구 중 ‘창의적 사고 역량 척도’를 사용하였다.

가. 자기주도 학습능력 척도

1) 자기주도 학습능력 척도 수정·보완

이 연구에서 사용한 ‘자기주도 학습능력 척도’는 김서진(2021)의 척도를 수정·보완한 것으로 ‘학습계획’, ‘학습과정’, ‘학습평가’의 하위영역으로 구성되어 있다. 해당 척도가 시나리오 기반의 문항으로 구성되어 있는 만큼, 이 연구의 대상에 맞게 시나리오 및 문항을 수정하였다. 또한 수정·보완 과정에서 새로운 시나리오 및 문항을 추가하였기 때문에, 척도 개발 및 타당화 과정과 마찬가지로 타당도와 신뢰도 확인 절차를 거쳤다. 우선 교육측정·평가전공 박사 4명, 교육측정·평가전공 박사과정 6명으로 구성된 전문가협의회를 통해 척도의 내용타당도를 확인하였다. 이후 고등학교 1학년 1명, 2학년 2명, 3학년 2명을 대상으로 한 초점집단인터뷰(FGI: Focus Group Interview)를 실시하여 척도의 안면타당도를 확인하였다. 전문가 및 고등학생들이 제안한 수정사항을 반영하여, 검사 시 학생들의 몰입을 용이하게 할 수 있도록 실제 학교생활과 밀접하게 시나리오를 수정하였으며, 고등학생들이 문항을 보다 명확하게 이해할 수 있도록 용어를 수정하였다. 이후 본검사를 실시하여 데이터를 수집하고 확

인적 요인분석(CFA: Confirmatory Factor Analysis)을 통해 구인타당도를 확인하였다. 또한 문항 내적 일치도 계수(Cronbach's alpha)를 산출하여 척도의 신뢰도를 검증하였다.

<표 IV-1> 자기주도 학습능력 척도 수정·보완 절차

1단계	기존 척도 수정·보완 : 시나리오 기반 문항의 추가 및 수정
↓	
2단계	전문가협의회 : 내용타당도 검토, 문항 검토 및 수정
↓	
3단계	초점집단인터뷰(FGI: Focus Group Interview) : 안면타당도 검토, 문항 검토 및 수정
↓	
4단계	본검사 및 문항 타당화 : 구인타당도 분석, 신뢰도 분석

위와 같은 절차를 거쳐 ‘자기주도 학습능력 척도’를 수정·보완하였으며, 해당 척도의 하위영역 및 하위요소, 그리고 각 하위요소별 리커트 척도는 다음과 같다(<표 IV-2> 참조).

<표 IV-2> 고등학생의 자기주도 학습능력 리커트 척도

하위영역	하위요소	내용
학습계획	학습 목표 기반	나는 학습목표를 실현하기 위한 계획을 세운다.
	시간 계획	나는 학습을 위한 시간 계획을 세운다.
학습과정	방법 계획	나는 학습을 위한 구체적인 방법을 미리 계획한다.
	시간 관리	나는 사전에 설정한 시간 계획에 따라 학습하되, 필요한 경우 적절하게 시간 계획을 수정한다.
	멘토 활용	나는 학습을 하는 데에 필요한 경우 선생님이나 친구에게 도움을 요청한다.
	미디어 활용	나는 학습을 하는 데에 필요한 자료를 여러 매체(책, 인터넷, AI 등)를 통해 수집한다.
학습평가	학습 목표 평가	나는 학습 목표를 제대로 달성했는지 확인한다.
	시간 관리 평가	나는 학습 과정에서 시간 관리가 제대로 되었는지 확인한다.
	학습 방법 평가	나는 학습 과정에서 내가 활용한 학습 방법이 적절했는지 확인한다.

이 연구에서 사용한 자기주도 학습능력 척도는 시나리오 기법을 적용한 것으로, 김서진(2021)의 척도에 각 하위영역별로 1개의 시나리오를 추가하였다. 따라서 해당 척도는 각 하위영역 당 3개의 시나리오가 있으며, 각 시나리오 당 3개의 문항으로 구성되어 총 27 문항으로 이루어져 있다. 각 하위영역별로 최종 수정된 시나리오의 내용은 다음과 같다(<표 IV-3> 참조).

<표 IV-3> 자기주도 학습능력 척도의 시나리오 내용

시나리오 내용	하위영역	하위요소
1. 사회문제탐구 과목의 수행평가를 위해 우리 사회의 문제와 해결책에 대한 발표를 준비해야 하는 상황	학습계획	학습 목표 기반
2. 국어 수업시간에 ‘교육에서 경쟁보다 협력이 효율적인가?’라는 주제로 찬반 토론을 하기 위해 준비해야 하는 상황		시간 계획
3. 중간고사를 한 달 앞두고 있는 시점에서, 이번 시험에서 더 좋은 성적을 받고자 노력해야 하는 상황		방법 계획
4. 수행평가의 비율이 80%인 ‘인공지능 기초’ 과목의 수행평가를 위해 기계학습을 주제로 발표를 준비해야 하는 상황	학습과정	시간 관리
5. 중간고사 준비를 위해 영어 과목을 공부하던 중, 해석하기 어려운 지문이 많은 상황		멘토 활용
6. ‘과학탐구실험’ 과목의 수행평가를 위해 한 학기 동안 실험을 수행하고 보고서를 작성하는 상황		미디어 활용
7. ‘화법과 작문’ 수업시간에 조별 발표를 마친 후, 선생님으로부터 피드백을 받은 상황	학습평가	학습 목표 평가
8. 모의고사를 치른 후 성적표를 받아 결과를 확인한 상황		시간 관리 평가
9. 정보 과목 수행평가를 위해 프로젝트를 진행한 후 선생님으로부터 피드백을 받은 상황		학습 방법 평가

시나리오 기법을 적용한 문항의 예시는 다음과 같으며(<표 IV-4> 참조), 전체 문항은 부록 1에 제시하였다.

<표 IV-4> 자기주도 학습능력 척도의 문항 예시

‘학습계획’ 시나리오 1

이번 학기 ‘사회문제탐구’ 과목의 수행평가는 우리 사회의 문제를 선정하여 그 발생 원인을 탐색하고 해결책을 제안하는 발표를 하는 것입니다. 선생님께서는 발표 준비를 위해 2주의 시간을 주셨습니다. 또한 선생님께서는 발표에 있어 조사 내용을 체계적으로 정리하고 충분한 근거를 들어 해결방안을 제시하는 것이 중요한 학습목표라고 말씀해 주셨습니다.

이러한 상황에서 나는 어떻게 하겠습니까?

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	나는 해당 발표의 학습목표를 실현하기 위한 계획을 세운다.	①	②	③	④	⑤
2	나는 주어진 기간동안 발표 준비를 완료하기 위한 시간 계획을 세운다.	①	②	③	④	⑤
3	나는 발표 준비를 위한 각 단계별로 구체적인 방법을 미리 계획한다.	①	②	③	④	⑤

2) 자기주도 학습능력 척도의 내용타당도 분석

‘자기주도 학습능력 척도’의 내용타당도 검증을 위해 전문가협의회 서면평가를 진행하였다. 이때 전문가협의회는 교육측정·평가전공 박사 4인과 교육측정·평가전공 박사과정 6인으로, 총 10명으로 구성되었다. 전문가협의회 서면평가지에는 자기주도 학습능력 척도의 하위구성요인에 대한 조작적 정의를 수록하였고, 척도에 포함된 문항들이 각 하위영역 및 하위요소를 측정하기에 적합한지 5점 리커트형 척도에 기반하여 평정하도록 하였다. 추가로 평정의 이유 및 해당 척도에서 수정이 필요한 부분에 대한 의견도 함께 기술하도록 하였다.

그 결과, 시나리오별 내용타당도의 범위는 5점 만점에 4.80~5.00 (평균 4.92, 표준편차 0.06)으로 매우 양호한 것으로 확인되었다. 문항별 내용타당도의 범위 또한 4.70~5.00 (평균 4.90, 표준편차 0.13)으로 매우 양호한 것으로 나타났다. 추가로 내용 타당도 지수(CVI: Content Validity Index)를 산출한 결과, 시나리오에 대한 CVI 값의 범위는 0.90~1.00 (평균 0.98, 표준편차 0.04), 문항에 대한 CVI 값의 범위는 0.90~1.00 (평균 0.97, 표준편차 0.05)로 모두 양호한 것으로 나타났다(<표 IV-5> 참조). 또한 전문가들이 제시한 의견을 참고하여 일부 수정 및 보완하였다.

<표 IV-5> 자기주도 학습능력 척도의 내용타당도

하위영역	번호	시나리오	내용타당도/CVI	문항별 내용타당도/CVI		
학습계획	1		4.80/0.90	4.70/0.90	5.00/1.00	4.90/1.00
	2		4.80/0.90	4.70/0.90	5.00/1.00	4.70/0.90
	3		4.90/1.00	4.90/1.00	4.80/0.90	4.90/1.00
학습과정	4		4.90/1.00	4.70/0.90	5.00/1.00	5.00/1.00
	5		5.00/1.00	4.70/0.90	5.00/1.00	5.00/1.00
	6		4.90/1.00	5.00/1.00	5.00/1.00	5.00/1.00
학습평가	7		4.80/1.00	4.70/0.90	4.70/0.90	5.00/1.00
	8		4.90/1.00	5.00/1.00	5.00/1.00	5.00/1.00
	9		4.80/1.00	5.00/1.00	5.00/1.00	5.00/1.00
전체평균(표준편차)			4.92(0.06) / 0.98(0.04)	4.90(0.13) / 0.97(0.05)		

3) 자기주도 학습능력 척도의 안면타당도 분석

자기주도 학습능력 척도의 안면타당도를 검증하기 위해 A도 소재 B 남자고등학교에 재학 중인 1, 2, 3학년 학생 5명을 대상으로 초점집단인터뷰를 진행하였다. 이를 통해 시나리오가 고등학생들이 실제로 겪는 상황과 밀접한 관련이 있는지, 이해하기 어려운 단어나 문장이 있는지 등을 확인하였다. 초점집단인터뷰 진행 결과 일부 단어 및 문장이 어렵다는 의견이 제시되어 이를 수정하였다.

4) 자기주도 학습능력 척도의 구인타당도 분석

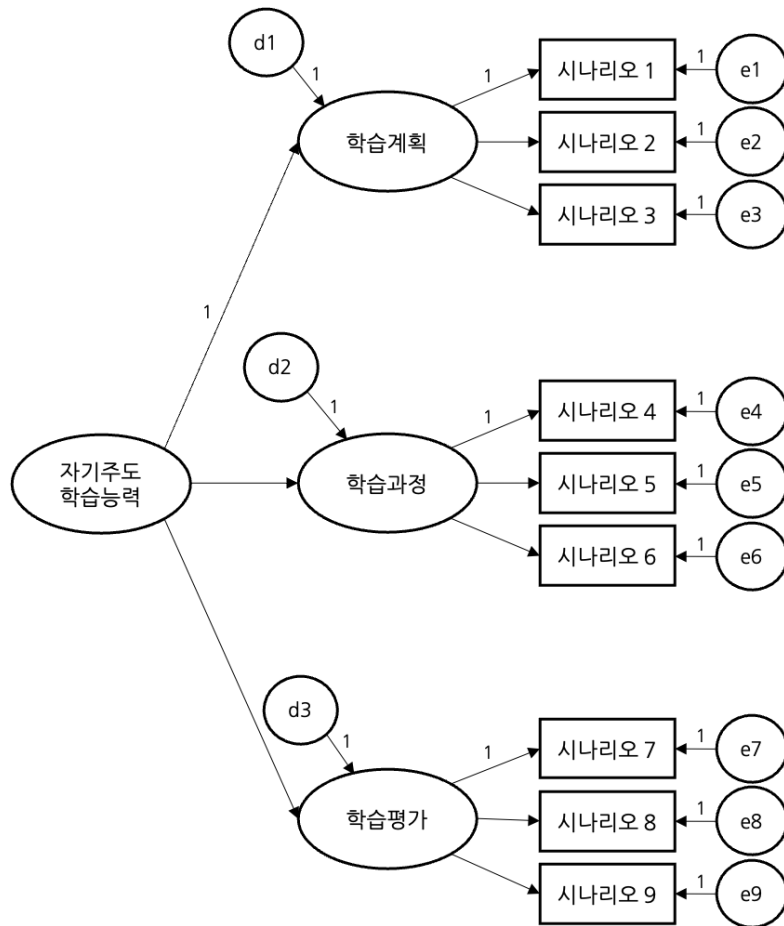
자기주도 학습능력 척도의 구인타당도 검증을 위해 하위영역 간 상관 및 하위영역과 총점 간 상관을 분석하였으며, 구조방정식 모형을 활용한 확인적 요인분석을 실시하였다. 고등학생의 자기주도 학습능력 척도의 하위영역 간 상관, 그리고 하위영역과 총점 간 상관을 분석한 결과는 다음과 같다(<표 IV-6> 참조). Pearson 적률상관계수 기준으로 자기주도 학습능력 척도의 하위영역 간 상관은 0.635~0.760으로 나타났고, 각 하위영역과 총점 간 상관은 0.846~0.911로 나타났다. 이는 모두 통계적으로 유의하였다($p < .001$). 이러한 결과는 각 하위영역이 서로 높은 연관을 가지면서 자기주도 학습능력이라는 하나의 구인을 구성함을 의미한다.

<표 IV-6> 자기주도 학습능력의 하위영역 및 전체 간 상관

	학습계획	학습과정	학습평가
학습과정	0.635***		
학습평가	0.760***	0.665***	
총점	0.911***	0.846***	0.910***

*** $p < .001$

다음으로, 고등학생의 자기주도 학습능력에 대해 설정한 요인구조가 타당한지 검증하기 위해 확인적 요인분석을 실시하였다. 분석에 앞서 측정변인의 정규성 가정을 확인하기 위해 왜도와 첨도를 확인하였다. 그 결과 측정변인들의 왜도의 절댓값이 2 미만($-0.943 \sim -0.119$), 첨도의 절댓값이 4 미만($-0.830 \sim 0.985$)으로 나타나 정규성 가정을 충족하였다. 따라서 자기주도 학습능력이 3개의 하위영역으로 구성되고, 각 하위영역당 3개의 시나리오로 구성된 위계적 모형(hierarchical model)을 설정하여 확인적 요인분석을 실시하였다([그림 IV-1] 참조).



[그림 IV-1] 자기주도 학습능력 척도에 대한 확인적 요인분석 모형

자기주도 학습능력 척도에 대한 확인적 요인 분석 결과, 모형의 적합도 지수는 <표 IV-7>과 같다. 우선 카이제곱 통계치의 값이 통계적으로 유의하게 나타나, 요인모형과 데이터가 일치한다는 영가설이 기각되었다. 그러나 카이제곱 통계치의 경우 표본 크기의 영향을 많이 받는다는 한계점에 대한 비판을 많이 받아왔기에(Smith & McMillan, 2001), 추가적인 적합도 지수를 함께 참고할 필요가 있다. 이때 카이제곱 값을 자유도로 나눈 표준 카이제곱 값(X^2/df)이 1.966으로 기준값인 2보다 작으므로, 적합도가 양호하다고 볼 수 있다. 또한 CFI(Comparative Fit Index) 값이 0.989, TLI(Tucker-Lewis Index) 값이 0.966으로 나타났다. RMSEA 값의 경우 0.066이며, 90% 신뢰구간의 상한선은 0.093으로 나타났다. SRMR 값의 경우 0.037로 나타났다. 일반적으로 CFI, TLI 값의 경우 0.950 이상일 때, RMSEA와 SRMR은 0.060 이하일 때 적합도가 좋은 것으로 해석한다. 따라서 이 연구에서 사용한 자기주도 학습능력 척도는 양호한 적합도를 보이는 것으로 확인되었다.

<표 IV-7> 자기주도 학습능력 척도 요인모형의 적합도 지수

$X^2(df)$	X^2/df	CFI	TLI	RMSEA (90% 신뢰구간)	SRMR
47.180(24)**	1.966	0.989	0.966	0.066 (0.037~0.093)	0.037

** $p < .01$

고등학생의 자기주도 학습능력 척도에 대한 요인모형의 모수 추정치는 <표 IV-8>과 같다. 각 시나리오와 하위영역 간 관계를 나타내는 1차 요인부하량의 비표준화 계수 추정치가 모두 통계적으로 유의하였으며, 표준화 계수의 추정치 범위는 0.645~0.830으로 양호하게 나타났다. 또한 하위영역과 자기주도 학습능력 간 관계를 나타내는 2차 요인부하량의 비표준화 계수 추정치는 모두 통계적으로 유의하였으며, 표준화 계수의 추정치 범위가 0.842~0.976으로 매우 높았다. 따라서 이 연구에서 사용하는 자기주도 학습능력 척도의 구인타당도는 양호한 것으로 나타났다.

<표 IV-8> 자기주도 학습능력 척도 요인모형의 계수 추정치

			회귀계수	
			비표준화	표준화
1차 요인부하량	학습계획	→ 시나리오 1	1.000	0.830
		→ 시나리오 2	0.986***	0.826
		→ 시나리오 3	0.890***	0.693
	학습과정	→ 시나리오 4	1.000	0.779
		→ 시나리오 5	1.057***	0.700
		→ 시나리오 6	1.037***	0.814
	학습평가	→ 시나리오 7	1.000	0.769
		→ 시나리오 8	0.833***	0.645
		→ 시나리오 9	1.085***	0.830
2차 요인부하량	자기주도 학습능력	→ 학습계획	1.000	0.928
		→ 학습과정	0.667***	0.841
		→ 학습평가	0.893***	0.976

*** $p < .001$

5) 자기주도 학습능력 척도의 신뢰도 분석

자기주도 학습능력 척도의 신뢰도 검증을 위해 문항 내적 일치도 계수 (Cronbach's alpha)를 산출하였다. 그 결과 전체 문항의 신뢰도는 0.931, 하위영역별 신뢰도는 0.821~0.879로 모두 양호하였다(<표 IV-9> 참조). 따라서 이 연구에서 사용하는 자기주도 학습능력 척도는 신뢰로운 것으로 확인되었다.

<표 IV-9> 자기주도 학습능력 척도의 신뢰도

	학습계획	학습과정	학습평가	총점
신뢰도	0.879	0.821	0.840	0.931

나. AI 역량 척도

이 연구는 고등학생의 AI 역량을 측정하기 위해 연구자가 개발에 함께 참여한 백순근 외(2024)의 고등학생용 AI 역량 척도를 수정·보완하여 활용하였다. 해당 척도는 시나리오 기법을 활용하여 개발되었는데, 시나리오 기법은 미래에 발생할 가능성이 있는 구체적이고 친숙한 상황을 함께 제시하는 기법으로, 응답자로 하여금 문항을 쉽게 이해하고 문제 상황에 몰입하여 솔직하게 응답할 수 있게 함으로써 응답 편파(response bias)를 줄일 수 있다는 장점을 가진다(백순근 외, 2021).

AI 역량 척도는 ‘AI 기초 이해, AI 활용 문제해결 능력, AI 활용 연구·개발 능력, AI 활용 평가 능력, AI 윤리’의 5가지 하위영역으로 구성되어 있으며, 각 하위영역은 3가지의 하위요소로 구성되어 있다. AI 역량 척도의 하위구성요인과 각각의 정의는 <표 IV-10>과 같다. 또한 AI 역량 척도는 하위요소별 1개의 시나리오와 각 시나리오별 2개 문항으로 이루어져 있어, 총 15개 시나리오와 30개 문항으로 구성되어 있다. 각 시나리오 상황은 <표 IV-11>, 문항 예시는 <표 IV-12>와 같다.

앞서 이루어진 것과 마찬가지로 AI 역량 척도에 대해서도 타당도 및 신뢰도 검증을 실시하였다. 우선 전문가협의회 서면평가를 통해 내용타당도를, 고등학생을 대상으로 한 초점집단인터뷰를 통해 안면타당도를 확인하였다. 이후 본검사를 실시하여 데이터를 수집하고 확인적 요인분석(CFA: Confirmatory Factor Analysis)을 통해 구인타당도를 확인하였다. 또한 문항 내적 일치도 계수(Cronbach's alpha)를 산출하여 척도의 신뢰도를 검증하였다.

<표 IV-10> AI 역량의 하위구성요인 정의

하위영역	하위요소	정의
AI 기초 이해	AI 개념 이해	AI가 무엇인지에 대한 기본 개념을 이해하는 것
	AI 주요 기능 이해	AI를 활용하여 무엇을 할 수 있는지 이해하는 것
	AI 작동 원리 이해	AI가 데이터를 통해 학습하고 주요 기능을 수행하는 과정과 원리를 이해하는 것
AI 활용 문제해결 능력	문제 분석 능력	AI를 활용하여 주어진 문제를 명확히 파악하고 문제를 어떻게 해결할 것인지를 분석하는 능력
	데이터 리터러시	AI에 사용되는 데이터에 대해 이해하고 데이터를 문제에 맞게 처리하여 활용하는 능력
	AI 협업·소통 능력	AI와 효과적으로 소통하고 상호보완적으로 협력하여 목표를 달성하는 능력
AI 활용 연구·개발 능력	기초 프로그래밍 능력	AI를 활용하여 프로젝트를 수행하기 위한 기초적인 프로그래밍 능력
	정보 융합 능력	AI를 활용하여 프로젝트를 수행하기 위한 지식과 정보를 수집하고 종합하는 능력
	콘텐츠 개발 능력	AI를 활용하여 프로젝트를 수행하는 과정에서 새로운 콘텐츠를 만들어낼 수 있는 능력
AI 활용 평가 능력	진실성 평가 능력	AI를 활용하여 얻은 결과물에 대한 진위를 판별하고 평가하는 능력
	편향성 평가 능력	AI를 활용하여 얻은 결과물이 편향되거나 왜곡된 정보 및 견해인지를 파악하고 평가하는 능력
	유용성 평가 능력	AI를 활용하여 얻은 결과물이 유용한지를 파악하고 평가하는 능력
AI 윤리	사회적 영향 인식	AI가 사회에 미칠 영향과 변화를 이해하고, 이에 따른 윤리적 문제를 인식하는 능력
	윤리적 이용	AI를 활용할 때 요구되는 도덕적 원칙과 가치를 존중하고 이를 실천하는 능력
	책임 의식	스스로 목표와 사용범위를 결정하여 책임감을 가지고 자기주도적으로 AI를 활용하는 능력

백순근 외(2024), p.136 재구성

<표 IV-11> AI 역량 척도의 시나리오 내용

하위영역	하위요소	시나리오 내용
AI 기초 이해	AI 개념 이해	국어 수업 시간에 AI에 대한 글을 작성하기 위해 알고 있는 내용을 정리해보는 상황
	AI 주요 기능 이해	조별 활동을 하면서 AI를 잘 모르는 친구에게 AI의 다양한 기능에 대해 설명해주는 상황
	AI 작동 원리 이해	인공지능 동아리원으로서 주제 발표대회에서 AI의 작동원리에 대해 소개하는 상황
AI 활용 문제해결 능력	문제 분석 능력	창의적 체험활동 시간에 ‘청소년의 SNS 중독’에 대한 해결책을 탐색하는 주제탐구 보고서를 작성하기 위해 AI를 활용하여 문제를 분석하는 상황
	데이터 리터러시	사회 수행평가로 ‘우리 지역의 인구 감소 실태와 해결 방안’을 탐색하는 보고서를 쓰는 과정에서 공공데이터를 찾아 AI를 활용하여 분석하는 상황
	AI 협업·소통 능력	교내 주제 발표대회에서 ‘지역 하천 생태계 파괴’에 대한 해결책을 제안하는 발표를 준비하면서 AI 활용을 위한 효과적인 프롬프트를 고민하는 상황
AI 활용 연구·개발 능력	기초 프로그래밍 능력	인공지능 기초 수업 시간에 학생들의 건강 증진을 위한 프로젝트를 수행하면서 AI를 활용하여 학생들의 자세를 점검해 주는 프로그램을 개발하는 상황
	정보 융합 능력	독도의 날 행사에 쓰일 영상물을 제작하는 프로젝트를 수행하면서 AI를 활용하는 상황
	콘텐츠 개발 능력	동아리 소개제에서 홍보 부스를 운영하기 위해 AI를 활용하여 다양한 홍보 콘텐츠를 제작하는 상황
AI 활용 평가 능력	진실성 평가 능력	국어 시간에 AI를 활용하여 ‘후쿠시마 오염수가 우리나라에 미칠 수 있는 영향’에 대한 기사문을 작성하는 상황
	편향성 평가 능력	조별 활동으로 다문화 학생에 대한 인식을 조사하여 보고서를 작성하는 과정에서 AI를 활용하여 자료조사를 하는 상황
	유용성 평가 능력	지구의 날 기념 친환경 캠페인을 위해 AI를 활용하여 포스터에 사용할 이미지를 생성하는 상황
AI 윤리	사회적 영향 인식	인공지능의 발전을 주제로 한 교내 토론회에서 반대 측 입장으로 인공지능이 우리 사회에 부정적인 영향을 미칠 수 있다는 주장을 해야하는 상황
	윤리적 이용	AI를 활용하여 친구들의 모습이 담긴 학교 축제 기록 영상을 제작하는 상황
	책임 의식	사회문화 수업의 과제로 ‘제4차 산업혁명의 특징과 미래 사회 변화’에 대해 보고서를 작성하면서 AI를 활용하는 상황

백순근 외(2024), p.139 재구성

<표 IV-12> AI 역량 척도의 문항 예시

시나리오 상황	하위요인	문제 분석 능력
---------	------	----------

이번 주 창의적 체험활동 시간에는 ‘청소년의 SNS 중독’에 대한 해결책을 탐색하는 주제탐구 보고서를 작성해야 합니다. 나는 보고서 작성 전 ‘청소년의 SNS 중독’ 문제를 더 구체적으로 파악하기 위해 인공지능을 활용하여 관련 문제를 분석해보고자 합니다. 이러한 상황에서 아래 문항의 내용을 자신이 얼마나 수행할 수 있는지 표시해 주세요.

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	인공지능을 활용하여 문제해결 과정에 필요한 지식이나 정보를 찾을 수 있다.	①	②	③	④	⑤
2	인공지능을 활용하여 문제에 대한 해결 방안을 탐색할 수 있다.	①	②	③	④	⑤

1) AI 역량 척도의 내용타당도 분석

‘AI 역량 척도’의 내용타당도 검증을 위해 전문가협의회 서면평가를 진행하였다. 이때 전문가협의회는 교육측정·평가전공 박사 3인과 교육측정·평가전공 박사과정 5인, 고등학교 정보 교과 교사 2인, 총 10명으로 구성되었다. 전문가협의회 서면평가지에는 AI 역량 척도의 하위영역 및 하위요소에 대한 조작적 정의를 수록하였고, 각 시나리오 및 문항이 적합한지 5점 리커트형 척도에 기반하여 평정하도록 하였다. 추가로 평정의 이유 및 해당 척도에서 수정이 필요한 부분에 대한 의견도 함께 기술하도록 하였다.

그 결과, 시나리오별 내용타당도의 범위는 5점 만점에 4.60~5.00 (평균 4.78, 표준편차 0.18)으로 양호한 것으로 확인되었다. 문항별 내용타당도의 범위 또한 4.40~5.00 (평균 4.84, 표준편차 0.13)으로 양호한 것으로 나타났다. 추가로 내용 타당도 지수(CVI: Content Validity Index)를 산출한 결과, 시나리오에 대한 CVI 값의 범위는 0.80~1.00 (평균 0.97, 표준편차 0.06), 문항에 대한 CVI 값의 범위는 0.90~1.00 (평균 0.99, 표준편차 0.03)로 모두 타당한 것으로 나타났다(<표 IV-13> 참조). 또한 문항이나 시나리오에 대해 전문가들이 제시한 의견을 참고하여 일부 수정 및 보완하였다.

<표 IV-13> AI 역량 척도의 내용타당도

하위영역	하위요소	시나리오	문항별	
		내용타당도/CVI	내용타당도/CVI	
AI 기초 이해	AI 개념 이해	4.70/1.00	4.80/1.00	4.80/1.00
	AI 주요기능 이해	4.80/1.00	4.80/1.00	4.80/1.00
	AI 작동원리 이해	4.60/1.00	4.90/1.00	4.80/1.00
AI 활용 문제해결 능력	문제 분석 능력	4.70/1.00	4.80/1.00	4.80/1.00
	데이터 리터러시	4.70/0.90	4.70/0.90	4.80/1.00
	AI 협업·소통 능력	4.60/0.90	4.40/0.90	4.60/0.90
AI 활용 연구·개발 능력	기초 프로그래밍 능력	4.70/1.00	4.80/0.90	4.90/1.00
	정보 융합 능력	4.60/0.80	4.70/1.00	4.80/1.00
	콘텐츠 개발 능력	4.80/1.00	4.90/1.00	4.90/1.00
AI 활용 평가 능력	진실성 평가 능력	5.00/1.00	4.90/1.00	4.80/1.00
	편향성 평가 능력	5.00/1.00	5.00/1.00	5.00/1.00
	유용성 평가 능력	5.00/1.00	5.00/1.00	5.00/1.00
AI 윤리	사회적 영향 인식	4.80/1.00	4.90/1.00	4.90/1.00
	윤리적 이용	4.80/0.90	4.90/1.00	4.90/1.00
	책임 의식	4.90/1.00	5.00/1.00	4.90/1.00
전체평균(표준편차)		4.78(0.18)/0.97(0.06)	4.84(0.13)/0.99(0.03)	

2) AI 역량 척도의 안면타당도 분석

AI 역량 척도의 안면타당도를 검증하기 위해 A도 소재 B 남자고등학교에 재학 중인 1, 2, 3학년 학생 7명을 대상으로 초점집단인터뷰를 진행하였다. 이를 통해 척도에서 제시한 시나리오가 고등학생들이 실제로 겪는 상황과 밀접한 관련이 있는지, 문항에 이해하기 어려운 단어나 문장이 있는지 등을 확인하고 제시된 의견에 따라 일부 수정하였다.

3) AI 역량 척도의 구인타당도 분석

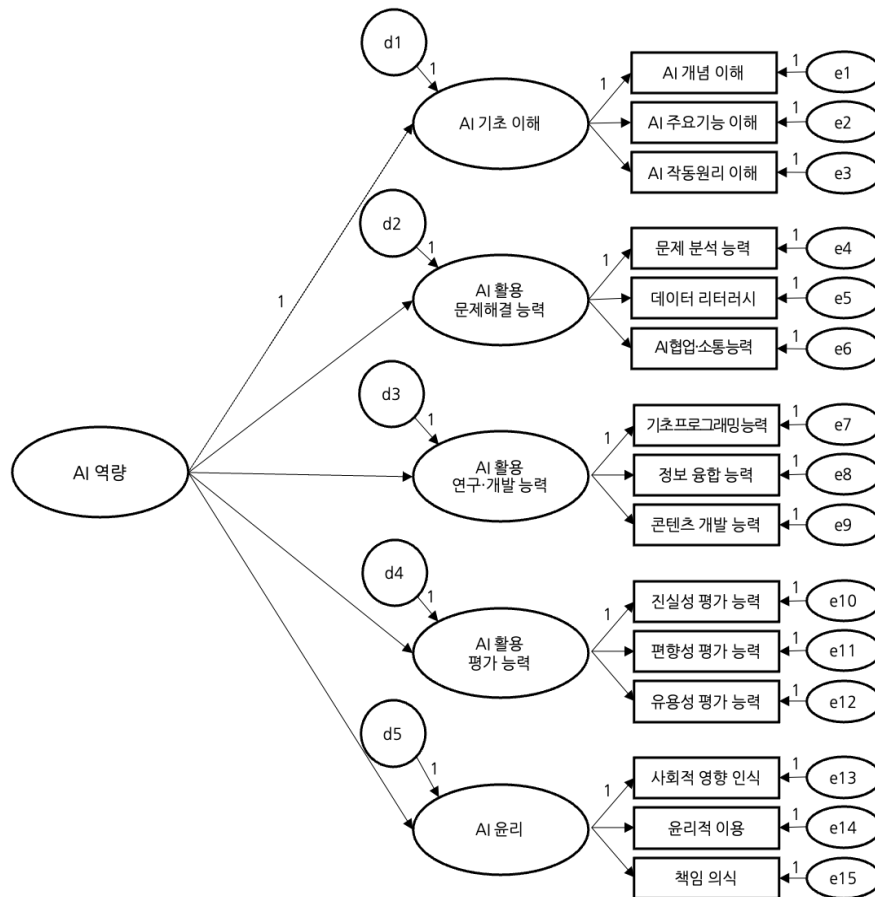
AI 역량 척도의 구인타당도 검증을 위해 하위영역 간 상관 및 하위영역과 총점 간 상관을 분석하였으며, 확인적 요인분석을 실시하였다. 고등학생의 AI 역량 척도의 하위영역 간 상관, 그리고 하위영역과 총점 간 상관을 분석한 결과는 다음과 같다(<표 IV-14> 참조). Pearson 적률상관계수 기준으로 AI 역량 척도의 하위영역 간 상관은 0.640~0.787로, 각 하위영역과 총점 간 상관은 0.860~0.903으로 나타났으며 모두 통계적으로 유의하였다. 이러한 결과는 각 하위영역이 서로 높은 연관을 가지면서 AI 역량이라는 하나의 구인을 구성함을 의미한다.

<표 IV-14> AI 역량의 하위영역 및 전체 간 상관

	AI 기초 이해	AI 활용 문제해결 능력	AI 활용 연구·개발 능력	AI 활용 평가 능력	AI 윤리
AI 활용 문제해결 능력	0.712***				
AI 활용 연구·개발 능력	0.741***	0.787***			
AI 활용 평가 능력	0.640***	0.750***	0.724***		
AI 윤리	0.672***	0.729***	0.690***	0.754***	
총점	0.860***	0.903***	0.897***	0.876***	0.868***

*** $p < .001$

다음으로, 고등학생의 AI 역량에 대해 설정한 요인구조가 타당한지 검증하기 위해 확인적 요인분석을 실시하였다. 분석에 앞서 측정변인의 정규성 가정을 확인하기 위해 왜도와 첨도를 확인하였다. 그 결과 측정변인들의 왜도의 절댓값이 2 미만($-0.677 \sim -0.005$), 첨도의 절댓값이 4 미만($-0.737 \sim 0.936$)으로 나타나 정규성 가정을 충족하였다. 따라서 AI 역량이 5개의 하위영역으로 구성되고, 각 하위영역 당 3개의 하위요소로 구성된 위계적 모형(hierarchical model)을 설정하여 확인적 요인분석을 실시하였다([그림 IV-2] 참조).



[그림 IV-2] AI 역량 척도에 대한 확인적 요인분석 모형

AI 역량 척도에 대한 확인적 요인 분석 결과, 모형의 적합도 지수는 <표 IV-15>와 같다. 우선 카이제곱 통계치의 값이 통계적으로 유의하게 나타나, 요인모형과 데이터가 일치한다는 영가설이 기각되었다. 그러나 카이제곱 통계치의 경우 표본 크기의 영향을 많이 받는다는 한계점에 대한 비판을 많이 받아왔기에(Smith & McMillan, 2001), 추가적인 적합도 지수를 함께 참고할 필요가 있다. 이때 카이제곱 값을 자유도로 나눈 표준 카이제곱 값(X^2/df)이 1.939로 기준값인 2보다 작으므로, 적합도가 양호하다고 볼 수 있다. 또한 CFI(Comparative Fit Index) 값이 0.960, TLI(Tucker-Lewis Index) 값이 0.950이었다. RMSEA 값의 경우 0.065이며, 90% 신뢰구간의 상한선은 0.080이었다. 한편 SRMR 값은 0.043으로 나타났다. 일반적으로 CFI, TLI 값의 경우 0.950 이상일 때, RMSEA와 SRMR은 0.060 이하일 때 적합도가 좋은 것으로 해석한다. 따라서 이 연구에서 사용한 AI 역량 척도는 양호한 적합도를 보인다.

<표 IV-15> AI 역량 척도 요인모형의 적합도 지수

$X^2(df)$	X^2/df	CFI	TLI	RMSEA (90% 신뢰구간)	SRMR
164.839*** (85)	1.939	0.960	0.950	0.065 (0.050~0.080)	0.043

*** $p < .001$

고등학생의 AI 역량 척도에 대한 요인모형의 모수 추정치는 <표 IV-16>과 같다. 각 하위요소와 하위영역 간 관계를 나타내는 1차 요인부하량의 비표준화 계수 추정치가 모두 통계적으로 유의하였으며, 표준화 계수의 추정치 범위는 0.659~0.867로 양호하게 나타났다. 또한 하위영역과 AI 역량 간 관계를 나타내는 2차 요인부하량의 비표준화 계수 추정치는 모두 통계적으로 유의하였으며, 표준화 계수의 추정치 범위가 0.878~0.983으로 매우 높았다. 따라서 이 연구에서 사용하는 AI 역량 척도의 구인타당도는 양호한 것으로 나타났다.

<표 IV-16> AI 역량 척도 요인모형의 계수 추정치

			회귀계수	
			비표준화	표준화
1차 요인 부하량	AI 기초 이해	→ AI 개념 이해	1.000	0.759
		→ AI 주요기능 이해	1.085***	0.849
		→ AI 작동원리 이해	1.110***	0.787
	AI 활용 문제해결 능력	→ 문제 분석 능력	1.000	0.777
		→ 데이터 리터러시	1.038***	0.867
		→ AI 협업·소통 능력	1.031***	0.759
	AI 활용 연구·개발 능력	→ 기초 프로그래밍 능력	1.000	0.659
		→ 정보 융합 능력	1.155***	0.797
		→ 콘텐츠 개발 능력	0.962***	0.733
	AI 활용 평가 능력	→ 진실성 평가 능력	1.000	0.748
		→ 편향성 평가 능력	0.887***	0.697
		→ 유용성 평가 능력	0.947***	0.791
	AI 윤리	→ 사회적 영향 인식	1.000	0.716
		→ 윤리적 이용	0.911***	0.669
		→ 책임 의식	0.910***	0.708
2차 요인 부하량	AI 역량	→ AI 기초 이해	1.000	0.878
		→ AI 활용 문제해결 능력	1.092***	0.978
		→ AI 활용 연구·개발 능력	1.081***	0.983
		→ AI 활용 평가 능력	1.113***	0.954
		→ AI 윤리	1.038***	0.969

*** $p < .001$

4) AI 역량 척도의 신뢰도 분석

AI 역량 척도의 신뢰도 검증을 위해 문항 내적 일치도 계수 (Cronbach's alpha)를 산출하였다. 그 결과 전체 문항의 신뢰도는 0.957, 하위영역별 신뢰도는 0.797~0.880으로 모두 양호하였다(<표 IV-17> 참조). 따라서 이 연구에서 사용하는 AI 역량 척도는 신뢰로운 것으로 확인되었다.

<표 IV-17> AI 역량 척도의 신뢰도

	AI 기초 이해	AI 활용 문제해결 능력	AI 활용 연구·개발 능력	AI 활용 평가 능력	AI 윤리	총점
신뢰도	0.880	0.880	0.839	0.849	0.797	0.957

다. 창의적 사고 역량 척도

이 연구에서는 창의적 사고 역량을 측정하기 위해 백순근 외(2017)가 개발한 고등학생용 여섯 가지 핵심역량 측정도구 중 ‘창의적 사고 역량 척도’를 활용하였다. 해당 척도는 참신성, 적절성, 합리성의 3가지 하위영역과 각 하위영역별 5개의 하위요소로 구성되어 있다. 또한 각 하위요소별로 1개 문항씩 총 15문항으로 이루어져 있다. 해당 척도의 문항은 <표 IV-18>와 같다.

백순근 외(2017)가 창의적 사고 역량 척도를 개발 및 타당화한 절차는 다음과 같다. 우선, 선행연구에 대한 종합적 검토를 통해 창의적 사고 역량의 정의 및 하위구성요인을 설정하고 18개의 예비 문항을 개발하였다. 이후 전문가협의회를 통해 2차에 걸쳐 예비 문항을 수정 및 보완하였다. 전문가협의회 서면평가를 실시하여 내용타당도를 검증하고, 고등학생을 대상으로 초점집단인터뷰를 진행하여 안면타당도를 확인하였다. 이후 고등학교 2학년 학생 362명을 대상으로 검사를 실시하여 수집된 자료를 분석하여 최종 문항 15개를 선정하였다. 분석 결과 내용타당도의 경우 모든 문항의 평균이 4점 이상으로 나타나 매우 양호했으며, 구인타당도의 경우 확인적 요인분석 결과 요인모형의 적합도가 양호하게 나타났다(TLI=0.955, CFI=0.978, RMSEA= 0.055). 또한 전체 신뢰도가 0.925, 하위영역별 신뢰도가 0.791~0.870으로, 해당 척도는 신뢰로운 것으로 나타났다.

<표 IV-18> 창의적 사고 역량 척도

하위영역	하위요소	문항
참신성	독창성	나는 친구들이 쉽게 생각하지 못 하는 기발한 아이디어를 내는 편이다
	변형성	나는 기존의 아이디어를 새로운 상황에 알맞게 변형할 수 있다.
	다양성	나는 하나의 문제를 해결하기 위해 다양한 가능성을 탐색하는 편이다.
	융합성	나는 여러 교과와 내용들이 서로 연관되어 있음을 파악할 수 있다.
	상상력	나는 나와 우리 사회의 미래 모습을 비교적 생생하게 상상할 수 있다.
적절성	유용성	나는 모둠활동에서 나를 쓸모 있는 아이디어를 제시하는 편이다.
	실용성	나는 실행이 가능한 현실적인 아이디어를 제시하는 편이다.
	향상성	나는 이전보다 더 좋은 아이디어를 제시하는 편이다.
합리성	일반화 가능성	나는 비슷한 상황과 맥락이라면 공통적으로 적용이 가능한 아이디어를 제시하는 편이다.
	미래 지향성	나는 현재는 물론 미래에도 어울릴 수 있는 새로운 아이디어를 제시하는 편이다.
	신뢰성	나는 나의 새로운 아이디어에 대해 다른 학생들이 수긍할 만한 근거를 제시할 수 있다.
	경제성	나는 여러 아이디어 중 최소 비용으로 최대의 성과를 내는 아이디어를 선택할 수 있다.
	객관성	나는 다른 학생들의 아이디어에 객관적인 증거나 근거가 있는지 파악할 수 있다.
	명확성	나는 나의 아이디어와 그에 대한 증거나 근거가 있는지 파악할 수 있다.
	논리성	나는 나의 아이디어가 논리적으로 타당한지 점검할 수 있다.

백순근 외(2017), p.394 재구성

3. 연구 절차

이 연구의 절차는 <표 IV-19>와 같다. 먼저, 김서진(2021)의 ‘자기주도 학습능력 척도’를 수정 및 보완하고 전문가 서면평가를 진행하여 내용타당도를 확보하였으며, 확인적 요인분석을 통해 구인타당도를 검증하였다. 또한 신뢰도 분석을 통해 해당 척도가 신뢰로운지 확인하였다. 또한 백순근 외(2024)의 ‘AI 역량 척도’에 대해서도 내용타당도 및 구인타당도, 신뢰도 검증을 실시하고 양호한 척도임을 확인하였다. 타당화가 완료된 척도를 활용하여 검사를 실시하고, 수집한 자료를 분석하여 결론을 도출하였다.

<표 IV-19> 연구 절차

구분	연구 절차
[1단계] 선행 연구 검토	01. 자기주도 학습능력 관련 선행연구 분석 02. AI 역량 관련 선행연구 분석 03. 창의적 사고 역량 관련 선행연구 분석
[2단계] 척도 수정·보완 및 타당화	04. 자기주도 학습능력 척도 수정 및 보완 (6월) 05. AI 역량 척도 수정 및 보완 (6월) 06. 전문가협의회 및 FGI 진행 (7월)
[3단계] 본검사 실시 및 자료 수집	07. 자기주도 학습능력 본검사 실시(9월) 08. AI 역량 본검사 실시(10월) 09. 창의적 사고 역량 본검사 실시(12월)
[4단계] 자료 분석 및 논문 작성	10. 본검사 자료 분석 및 해석 (12월) 11. 분석 결과 토대로 논문 작성 (12월) 12. 논문 수정 및 보완 (12월)

4. 자료 분석 방법

이 연구에서는 ‘자기주도 학습능력 척도’와 ‘AI 역량 척도’를 수정·보완 및 타당화하고, 자기주도 학습능력과 AI 역량, 그리고 창의적 사고 역량의 구조적 관계 분석을 위해 R software version 4.4.2를 사용하였다.

먼저, ‘자기주도 학습능력 척도’와 ‘AI 역량 척도’의 양호도 확인을 위해 전문가 서면평가를 실시하여 내용타당도를 확인하였다. 이때 5점 리커트형 척도를 기반으로 평정하게 하였으며, 전문가의 의견을 검토하여 필요한 경우 시나리오 및 문항을 수정·보완하였다. 해당 척도의 구인타당도 검증을 위해 확인적 요인분석을 실시하였으며, 문항 내적 일치도 계수를 산출하여 신뢰도 또한 검증하였다.

둘째, 고등학생의 자기주도 학습능력, AI 역량, 그리고 창의적 사고 역량의 대략적인 수준 및 변인 간 관계를 파악하기 위해 기술통계 분석과 단순 상관분석을 실시하였다.

셋째, 고등학생의 자기주도 학습능력이 AI 역량을 매개로 창의적 사고 역량에 미치는 영향을 검증하기 위하여 구조방정식 모형을 설정하고 R 프로그램의 ‘lavaan’ 패키지를 사용하여 분석하였다. 구조방정식 모형은 잠재변수가 다른 잠재변수 및 관측변수와 맺는 관계를 모델링하는 데 유용한 분석 방법으로(Hoyle, 2023), 관찰변수와 잠재변수를 동시에 분석할 수 있다는 점에서 관찰변수만을 다루는 분산분석이나 다중회귀분석과 같은 일반적인 통계기법과는 차별성을 갖는다(Kline, 2019). 또한 구조방정식 모형은 측정오차를 통제된 상태에서 변수 간의 관계를 파악할 수 있다는 장점이 있다.

구조방정식 모형을 활용한 변인 간의 구조적 관계 분석 절차는 다음과 같다. 먼저 모형적합도 지수를 통해 이 연구에서 설정한 모형이 자료에 부합하는지 확인하였다. 또한 모수 추정치를 확인하여 통계적 유의성과 표준화 계수의 크기를 살펴보았다. 이후 붓스트래핑(bootstrapping)을 활용하여 AI 역량이 자기주도 학습능력과 창의적 사고 역량 간 관계를 매개하는지 확인하였다.

V. 연구 결과

이 연구는 고등학생의 자기주도 학습능력이 AI 역량을 매개로 창의적 사고 역량에 미치는 영향을 경험과학적으로 검증하기 위한 것으로, 3번의 본검사에 공통적으로 응답한 190명의 자료를 분석하였다. 분석 절차는 다음과 같다. 먼저 자기주도 학습능력, AI 역량, 창의적 사고 역량 각각에 대한 기술통계를 확인하고, 변인 간의 상관을 분석하였다. 구조방정식 모형을 활용하여 세 변인 간 구조적 관계를 분석하였으며, 이때 혼입변수의 존재로 인한 교란효과를 줄이기 위해 통제변인을 설정한 모형에 대한 분석도 함께 실시하였다.

1. 기초통계

가. 각 변인에 대한 기술통계 분석

고등학생의 자기주도 학습능력, AI 역량, 창의적 사고 역량에 대해 수집한 데이터를 파악하기 위해 기술통계(descriptive statistics) 분석을 실시하였다. 각 변인에 대한 기술통계 분석 결과는 <표 V-1>과 같다.

우선, 자기주도 학습능력 척도를 활용하여 측정한 고등학생의 자기주도 학습능력 변인의 경우, 전체 평균이 3.91, 표준편차가 0.52로 나타났다. 자기주도 학습능력의 하위영역인 ‘학습계획’의 평균이 3.81, ‘학습과정’의 평균이 4.06, ‘학습평가’의 평균이 3.86으로 ‘학습과정’의 평균이 가장 높았다. 자기주도 학습능력의 모든 측정변인들이 왜도의 절댓값 2 이하, 첨도의 절댓값 4 이하라는 기준에 따라 정규성의 가정을 충족하였다.

다음으로 AI 역량 척도의 경우, 전체 평균이 3.84, 표준편차가 0.54로 나타났다. AI 역량의 하위영역인 ‘AI 기초 이해’의 평균이 3.73, ‘AI 활용 문제해결 능력’의 평균이 3.96, ‘AI 활용 연구·개발 능력’의 평균이 3.77, ‘AI 활용 평가 능력’의 평균이 3.83, 그리고 ‘AI 윤리’ 영역의 평균이 3.92

로 ‘AI 기초 이해’의 평균이 가장 낮고, ‘AI 활용 문제해결 능력’의 평균이 가장 높은 것으로 나타났다. AI 역량 또한 왜도와 첨도의 절댓값이 기준값 이하로 정규성 가정을 충족하였다.

창의적 사고 역량의 경우 전체 평균은 3.96, 표준편차는 0.52로 나타났다. 창의적 사고 역량의 하위영역인 ‘참신성’의 평균이 3.90, ‘적절성’의 평균이 3.96, ‘합리성’의 평균이 4.01로 ‘합리성’의 평균이 가장 높게 나타났다. 이 또한 왜도와 첨도의 절댓값이 모두 기준값 이하로 나와 정규성 가정을 충족하였다.

<표 V-1> 각 변인의 기술통계치 (N=190)

잠재변인	측정변인	최솟값	최대값	평균 (표준편차)	왜도	첨도
자기주도 학습능력	학습계획	2.00	5.00	3.81(0.65)	-0.23	-0.08
	학습과정	2.67	5.00	4.06(0.51)	-0.38	-0.03
	학습평가	1.89	5.00	3.86(0.57)	-0.32	0.81
	전체	2.30	5.00	3.91(0.52)	-0.21	0.59
AI 역량	AI 기초 이해	2.00	5.00	3.73(0.65)	-0.01	-0.26
	AI 활용 문제해결	2.00	5.00	3.96(0.61)	-0.31	0.25
	AI 활용 연구·개발	1.00	5.00	3.77(0.64)	-0.31	1.35
	AI 활용 평가	1.00	5.00	3.83(0.62)	-0.48	1.61
	AI 윤리	2.00	5.00	3.92(0.57)	-0.22	0.19
	전체	1.93	5.00	3.84(0.54)	-0.14	0.75
창의적 사고 역량	참신성	2.20	5.00	3.90(0.59)	-0.14	0.05
	적절성	1.40	5.00	3.96(0.61)	-0.40	1.24
	합리성	2.20	5.00	4.01(0.56)	-0.37	0.42
	전체	2.27	5.00	3.96(0.52)	-0.10	0.41

나. 상관분석

이 연구에서 측정한 자기주도 학습능력, AI 역량, 창의적 사고 역량 간의 관계를 파악하기 위해, Pearson 적률상관계수를 활용하여 상관분석을 실시하였다.

고등학생의 자기주도 학습능력과 AI 역량 간 상관은 다음과 같다(<표 V-2> 참조). 자기주도 학습능력 전체와 창의적 사고 역량 전체 간 상관은 0.408로 나타났고, 이는 통계적으로 유의하였다($p < .001$). 자기주도 학습능력 전체와 AI 역량의 하위영역 간 상관은 0.327~0.376으로 모두 통계적으로 유의하였으며($p < .001$), 이중 ‘AI 활용 문제해결 능력’과의 상관이 가장 높은 것으로 나타났다. 한편 AI 역량 전체와 자기주도 학습능력의 하위영역 간 상관은 0.340~0.382로 모두 통계적으로 유의하였으며($p < .001$) 이중 ‘학습과정’과의 상관이 가장 높았다. 또한 자기주도 학습능력의 하위영역과 AI 영역의 하위영역 간 상관은 0.273~0.370으로 나타나 모두 통계적으로 유의하였다($p < .001$).

<표 V-2> 자기주도 학습능력과 AI 역량 간 상관

자기주도 학습능력 AI 역량	학습계획	학습과정	학습평가	전체
AI 기초 이해	0.320***	0.346***	0.333***	0.370***
AI 활용 문제해결	0.305***	0.360***	0.352***	0.376***
AI 활용 연구·개발	0.306***	0.368***	0.327***	0.369***
AI 활용 평가 능력	0.273***	0.281***	0.326***	0.327***
AI 윤리	0.293***	0.326***	0.345***	0.357***
전체	0.340***	0.382***	0.381***	0.408***

*** $p < .001$

다음으로 자기주도 학습능력과 창의적 사고 역량 간 상관은 <표 V-3>과 같다. 자기주도 학습능력 전체와 창의적 사고 역량 전체 간 상관은 0.359였으며 이는 통계적으로 유의하였다($p < .001$). 자기주도 학습능력 전체와 창의적 사고 역량의 하위영역 간 상관은 0.316~0.320으로 나타났고 모두 통계적으로 유의하였다($p < .001$). 한편 창의적 사고 역량 전체와 자기주도 학습능력의 하위영역 간 상관은 0.310~0.336으로 나타났으며 모두 통계적으로 유의하였다($p < .001$). 이때 자기주도 학습능력의 하위영역 중 ‘학습과정’과의 상관이 가장 높게 나타났다. 또한 자기주도 학습능력의 하위영역과 창의적 사고 역량의 하위영역 간 상관은 0.250~0.332로 이는 모두 통계적으로 유의하였다($p < .001$). 이때 ‘합리성’과 ‘학습과정’ 간 상관이 가장 높게 나타났다.

<표 V-3> 자기주도 학습능력과 창의적 사고 역량 간 상관

자기주도 학습능력 창의적 사고 역량	학습계획	학습과정	학습평가	전체
참신성	0.290***	0.251***	0.315***	0.320***
적절성	0.283***	0.310***	0.261***	0.317***
합리성	0.250***	0.332***	0.275***	0.316***
전체	0.310***	0.336***	0.320***	0.359***

*** $p < .001$

마지막으로 AI 역량과 창의적 사고 역량 간 상관은 <표 V-4>와 같다. AI 역량 전체와 창의적 사고 역량 전체 간 상관은 0.395로 통계적으로 유의하였다($p < .001$). AI 역량 전체와 창의적 사고 역량의 하위영역 간 상관은 0.342~0.361로 모두 통계적으로 유의했으며($p < .001$), 이중 ‘합리성’과의 상관이 가장 높았다. 한편 창의적 사고 역량 전체와 AI 역량의 하위영역 간 상관은 0.297~0.411로 모두 통계적으로 유의했으며($p < .001$), 이중 ‘AI 활용 평가 능력’과의 상관이 가장 낮고, ‘AI 기초 이해’와의 상관이 가장 높았다. 또한 AI 역량의 하위영역과 창의적 사고 역량의 하위영역 간 상관은 0.216~0.386으로 모두 통계적으로 유의하였다($p < .01$).

<표 V-4> AI 역량과 창의적 사고 역량 간 상관

AI 역량 창의적 사고 역량	AI 기초 이해	AI 활용 문제해결	AI 활용 연구·개발	AI 활용 평가 능력	AI 윤리	전체
참신성	0.362***	0.271***	0.288***	0.281***	0.331***	0.347***
적절성	0.386***	0.284***	0.329***	0.216**	0.290***	0.342***
합리성	0.343***	0.284***	0.311***	0.298***	0.362***	0.361***
전체	0.411***	0.316***	0.349***	0.297***	0.369***	0.395***

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

2. 구조방정식 모형 분석

앞서 실시한 기술통계 분석 및 상관분석을 통해 모든 측정변인이 정규성 가정을 충족하며 변인 간 유의한 정적 상관이 존재함을 확인하였다. 이후 자기주도 학습능력이 AI 역량을 매개로 창의적 사고 역량에 영향을 미친다는 연구 가설을 검증하기 위한 구조방정식 모형을 설정하였다([그림 V-1] 참조). 이때, 직전 학기 학업성취도와 부모 학력을 통제변인으로 포함한 모형도 분석하였다. 모든 분석은 R 프로그램의 ‘lavaan’ 패키지를 사용하여 이루어졌다.

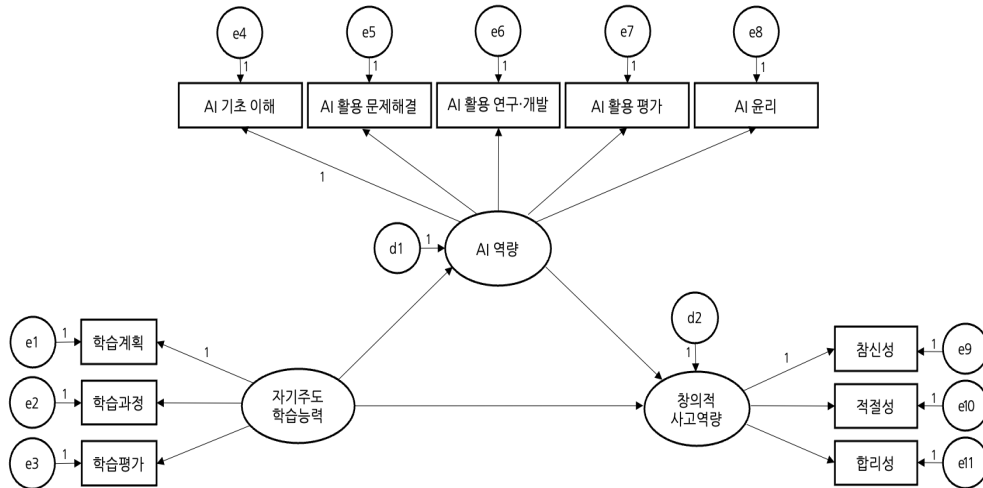
한편 자기주도 학습능력, AI 역량, 창의적 사고 역량이라는 각 잠재변인의 하위영역이자 측정변인의 경우 문항묶음(item parceling)을 활용하였다. 이는 개별 문항을 지표로 사용할 때 나타날 수 있는 측정학적 한계를 극복하기 위해서인데, 여러 문항의 평균으로 문항묶음을 만들어서 측정변인으로 투입한다면, 5점 리커트형 척도로 측정된 변수가 개별 문항의 형태로 투입될 때보다 더 연속적인 특성을 띄게 되고 응답 분포의 편향을 줄여 정규분포에 가까워짐으로써 연속성과 정규성이라는 구조방정식 모형 분석의 가정을 더 잘 충족시킬 수 있기 때문이다(이지현, 김수영, 2016). 이 연구에서는 문항묶음의 방식 중 내용기반 접근법(content-based approach)을 사용하였다. 내용기반 접근법은 구인에 대한 이론이나 내용적 근거에 기반하여, 하나의 구인을 이루는 문항들 중 내용적으로 비슷한 것끼리 문항묶음을 형성하는 방법이다(이지현, 김수영, 2016). 이러한 내용기반 접근법을 적용하면 각 묶음이 하위구인의 평균치라는 의미를 갖게 되므로 의미 있는 해석이 가능하다(이지현, 김수영, 2016).

이 연구에서는 내용기반 접근법을 적용하여 각 측정도구의 하위영역별로 문항묶음을 활용하였다. 자기주도 학습능력의 측정변인은 3개의 하위영역(학습계획, 학습과정, 학습평가) 각각에 해당하는 9개 문항의 평균을, AI 역량의 측정변인은 5개의 하위영역(AI 기초 이해, AI 활용 문제해결 능력, AI 활용 연구·개발 능력, AI 활용 평가 능력, AI 윤리) 각각에 해

당하는 6개 문항의 평균을, 마지막으로 창의적 사고 역량의 경우 3개의 하위영역(참신성, 적절성, 합리성) 각각에 해당하는 5개 문항의 평균을 활용하였다.

연구 모형의 경우 통제변인을 투입하지 않고 자기주도 학습능력, AI 역량, 창의적 사고 역량의 관계를 분석하는 기본 모형([그림 V-1] 참조), 그리고 통제변인으로 설정한 직전 학기 학업성취도와 부모 학력을 투입한 통제 모형([그림 V-3] 참조)으로 구분된다.

가. 통제변인을 설정하지 않은 모형



[그림 V-1] 통제변인을 설정하지 않은 모형

먼저, 고등학생의 자기주도 학습능력이 AI 역량을 매개로 창의적 사고 역량에 미치는 영향을 분석하기 위하여 통제변인을 투입하지 않은 기본 모형을 설정하였다.

통제변인을 설정하지 않은 기본 모형의 적합도 지수는 다음과 같다(<표 V-5> 참조). 카이제곱 값이 통계적으로 유의하지만($p < .05$), 표준 카이제곱 값(χ^2/df)이 1.469로 기준값인 2보다 작아 적합도가 양호하였다. 또한 CFI가 0.986, TLI가 0.981로 모두 기준값인 0.950보다 높으며, RMSEA가 0.050, SRMR이 0.036으로 모두 기준값인 0.060보다 낮아서 좋은 적합도를 보였다. 따라서 모형적합도 지수를 종합적으로 살펴볼 때, 기본 모형의 적합도는 좋은 것으로 판단하였다.

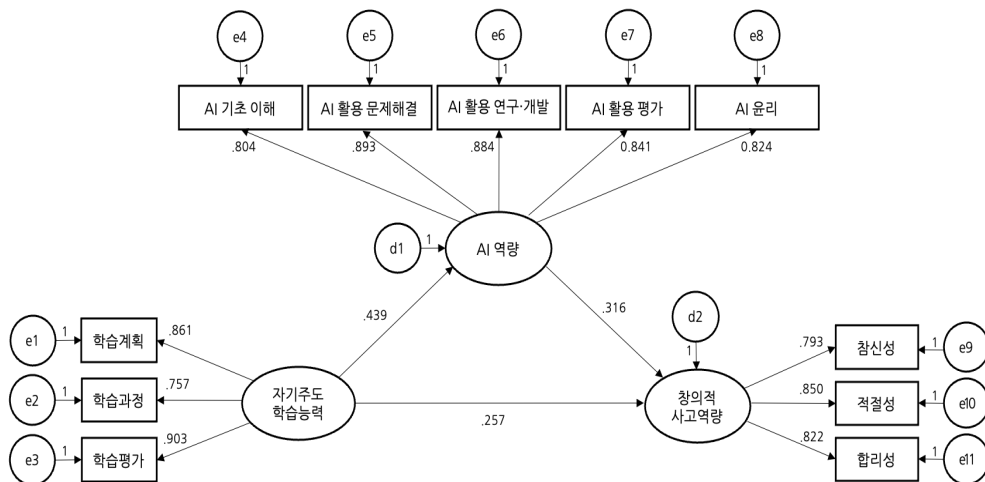
<표 V-5> 통제변인을 설정하지 않은 모형의 적합도

$X^2(df)$	X^2/df	CFI	TLI	RMSEA (90% 신뢰구간)	SRMR
60.245*(41)	1.469	0.986	0.981	0.050 (0.018~0.075)	0.036

* $p < .05$

통제변인을 설정하지 않은 기본 모형의 모수 추정치는 <표 V-6>과 같다. 먼저, 고등학생의 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 미치는 영향에 대한 표준화 계수는 0.257로 통계적으로 유의하게 나타났다($p < .01$). 고등학생의 자기주도 학습능력이 AI 역량에 미치는 영향에 대한 표준화 계수도 0.439로 통계적으로 유의하다($p < .001$). 한편 AI 역량이 창의적 사고 역량에 미치는 영향에 대한 표준화 계수는 0.316으로, 마찬가지로 통계적으로 유의하다($p < .001$).

따라서 고등학생의 자기주도 학습능력이 AI 역량을 매개로 창의적 사고 역량에 미치는 영향을 나타내는 경로계수가 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이에 따라 경로계수를 포함한 최종 모형은 다음과 같다([그림 V-2] 참조).



[그림 V-2] 통제변인을 설정하지 않은 최종 모형

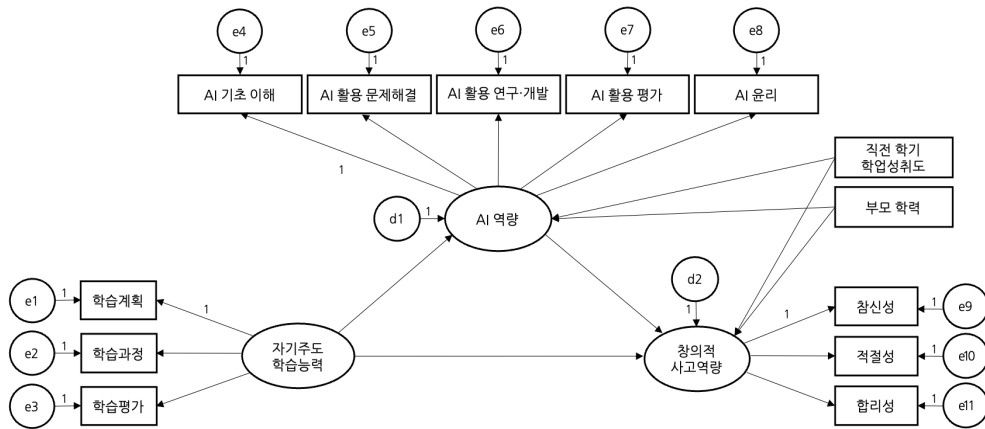
<표 V-6> 통제변인을 설정하지 않은 모형의 계수 추정치

			회귀계수	
			비표준화	표준화
요인 부하량	자기주도 학습능력	→ 학습 계획	1.000	0.861
		→ 학습 과정	0.692***	0.757
		→ 학습 평가	0.925***	0.903
	AI 역량	→ AI 기초 이해	1.000	0.804
		→ AI 활용 문제해결 능력	1.053***	0.893
		→ AI 활용 연구·개발 능력	1.080***	0.884
		→ AI 활용 평가 능력	0.999***	0.841
		→ AI 윤리	0.896***	0.824
	창의적 사고 역량	→ 참신성	1.000	0.793
		→ 적절성	1.112***	0.850
		→ 합리성	0.986***	0.822
구조 계수	자기주도 학습능력	→ 창의적 사고 역량	0.216**	0.257
	자기주도 학습능력	→ AI 역량	0.412***	0.439
	AI 역량	→ 창의적 사고 역량	0.283***	0.316

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

통제변인을 설정하지 않은 모형에 대한 분석 결과를 요약하면, 고등학생의 자기주도 학습능력은 AI 역량과 창의적 사고 역량에 모두 유의한 정적 영향을 미치며, AI 역량도 창의적 사고 역량에 유의한 정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 고등학생의 자기주도 학습능력이 AI 역량을 매개로 창의적 사고 역량에 미치는 직접경로와 간접경로가 모두 유의한 것으로 나타났다.

나. 통제변인을 설정한 모형



[그림 V-3] 통제변인을 설정한 모형

다음으로, 고등학생의 자기주도 학습능력이 AI 역량을 매개로 창의적 사고 역량에 미치는 영향에 대한 보다 정확한 분석을 위해 통제변인을 설정한 모형을 분석하였다. 교란효과와 존재로 인해 매개분석에서 직접 효과 추정치에 편향이 발생할 수 있기 때문에, 보다 정확한 분석을 위해서는 통제변인을 활용하는 것이 요구된다(김용남, 양혜원, 2021). 따라서 이 연구는 선행연구를 검토하여 직전 학기 학업성취도와 부모 학력을 통제변인으로 설정하였다. 통제변인을 설정한 모형은 [그림 V-3]과 같다.

통제변인을 설정한 구조방정식 모형¹⁾의 적합도 지수를 살펴보면 <표 V-7>과 같다. 카이제곱 값이 통계적으로 유의하지만($p < .01$), 이를 자유도로 나눈 기준 카이제곱 값이 1.545로 기준값인 2보다 작아 양호한 적합도를 보였다. CFI는 0.977, TLI는 0.970으로 둘다 0.950보다 높았으며, RMSEA는 0.054, SRMR은 0.045로 둘다 0.060보다 낮아 매우 양호한 적합도를 보였다. 따라서, 이를 종합하여 볼 때 직전 학기 학업성취도와 부모 학력을 통제변인으로 설정한 모형의 적합도는 매우 양호하였다.

1) 직전 학기 학업성취도가 존재하지 않는 1명을 제외한 189명의 자료를 사용하여 분석을 실시하였다.

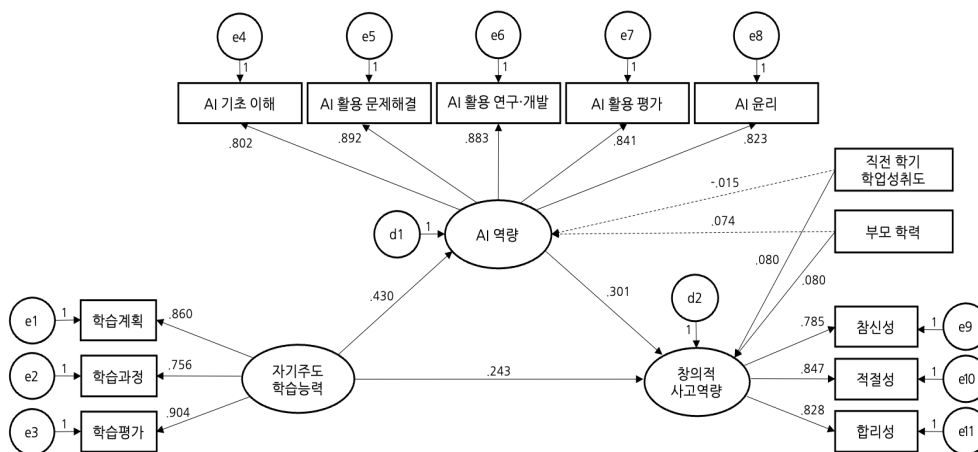
<표 V-7> 통제변인을 설정한 모형의 적합도

$X^2(df)$	X^2/df	CFI	TLI	RMSEA (90% 신뢰구간)	SRMR
91.176**(59)	1.545	0.977	0.970	0.054 (0.030~0.075)	0.045

** $p < .01$

통제변인을 설정한 구조방정식 모형의 모수 추정치는 <표 V-8>과 같다. 우선 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 미치는 영향에 대한 표준화 계수는 0.243으로 통계적으로 유의했으며($p < .01$), 자기주도 학습능력이 AI 역량에 미치는 영향에 대한 표준화 계수는 0.430으로 통계적으로 유의하였다($p < .001$). 또한 AI 역량이 창의적 사고 역량에 미치는 영향에 대한 표준화 계수는 0.301로 통계적으로 유의하였다($p < .001$).

따라서 고등학생의 자기주도 학습능력이 AI 역량을 매개로 창의적 사고 역량에 미치는 영향을 나타내는 경로계수는 직전 학기 학업성취도와 부모 학력을 통제한 모형에서도 모두 통계적으로 유의하였다. 이에 따라 경로계수를 포함한 최종 통제모형은 다음과 같다([그림 V-4] 참조).



[그림 V-4] 통제변인을 설정한 최종 모형

<표 V-8> 통제변인을 설정한 모형의 계수 추정치

			회귀계수	
			비표준화	표준화
요인 부하량	자기주도 학습능력	→ 학습 계획	1.000	0.860
		→ 학습 과정	0.693***	0.756
		→ 학습 평가	0.927***	0.904
	AI 역량	→ AI 기초 이해	1.000	0.802
		→ AI 활용 문제해결 능력	1.053***	0.892
		→ AI 활용 연구·개발 능력	1.081***	0.883
		→ AI 활용 평가 능력	0.999***	0.841
		→ AI 윤리	0.895***	0.823
	창의적 사고 역량	→ 참신성	1.000	0.785
		→ 적절성	1.121***	0.847
		→ 합리성	1.005***	0.828
구조 계수	자기주도 학습능력	→ 창의적 사고 역량	0.201**	0.243
	자기주도 학습능력	→ AI 역량	0.402***	0.430
	AI 역량	→ 창의적 사고 역량	0.266***	0.301
	직전학기	→ AI 역량	-0.015	-0.023
	학업성취도	→ 창의적 사고 역량	0.080*	0.142
	부모 학력	→ AI 역량	0.074	0.116
		→ 창의적 사고 역량	0.080*	0.141

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

통제변인을 설정한 모형에 대한 분석 결과를 요약하면, 고등학생의 자기주도 학습능력은 AI 역량과 창의적 사고 역량에 모두 유의한 정적 영향을 미치며, AI 역량도 창의적 사고 역량에 유의한 정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 통제변인을 설정한 이후에도 고등학생의 자기주도 학습능력이 AI 역량을 매개로 창의적 사고 역량에 미치는 직접경로와 간접경로가 모두 유의한 것으로 나타났다.

다. AI 역량의 매개효과

고등학생의 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 미치는 총 효과는 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 직접적으로 영향을 미치는 직접효과와 자기주도 학습능력이 AI 역량을 매개하여 창의적 사고 역량에 영향을 미치는 간접효과로 구분된다. 고등학생의 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 미치는 영향에 대한 AI 역량의 매개효과가 통계적으로 유의한지 확인하고자 창의적 사고 역량에 대한 자기주도 학습능력의 직접효과와 간접효과의 통계적 유의성을 검증하였다.

이 연구는 매개효과의 통계적 검증을 위해 부스트래핑(bootstrapping)을 활용하였다. 부스트래핑은 수집한 데이터로부터 반복표집을 실시하여 이를 바탕으로 추정치의 특성을 추론해내는 접근법이다(Bollen & Stine, 1990). 이 연구에서는 데이터로부터 1,000개의 표본을 복원 추출하여 생성하였으며, 신뢰구간을 95% 수준에서 산출하였다.

이때 통제변인을 설정하지 않은 모형과 통제변인을 설정한 모형 각각에 대해 부스트래핑 검증을 실시하였다. 우선 통제변인을 설정하지 않은 모형에 대해 부스트래핑 검증을 실시한 결과, 직접효과의 비표준화 계수는 0.239, 표준화 계수는 0.237이었다. 또한 비표준화 계수의 95% 신뢰구간은 0.049~0.426이었다. 따라서 직접효과는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($p < .05$). 한편 간접효과의 비표준화 계수는 0.123, 표준화 계수는 0.122였다. 또한 비표준화 계수의 95% 신뢰구간은 0.040~0.227으로 나타나 통계적으로 유의하였다. 즉 통제변인을 설정하지 않은 모형에 대한 부스트래핑 검증 결과 직접효과와 간접효과가 모두 통계적으로 유의하게 나타났다.

다음으로 통제변인을 설정한 모형에 대한 부스트래핑 검증을 실시하였다. 그 결과, 직접효과의 비표준화 계수는 0.225, 표준화 계수는 0.223이었다. 또한 비표준화 계수의 95% 신뢰구간은 0.046~0.416이었다. 따라서 직접효과는 통계적으로 유의하였다($p < .05$). 간접효과의 경우 비표준화 계수가 0.113, 표준화 계수가 0.112이었다. 또한 비표준화 계수의 95% 신

회귀간은 0.032~0.206으로 나타나 통계적으로 유의하였다. 즉, 통제변인을 설정한 모형에 대한 붓스트래핑 검증 결과 역시 직접효과와 간접효과 모두 통계적으로 유의하게 나타났다.

정리해 보면, 통제변인을 설정하지 않은 경우와 설정한 경우 모두 고등학생의 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 미치는 직접효과, 간접효과, 총 효과가 모두 통계적으로 유의함을 확인하였다. 각 효과의 표준화 계수는 <표 V-9>와 같다.

<표 V-9> 모형의 직접효과, 간접효과, 총 효과

모형	독립변인	종속변인	직접효과	간접효과	총 효과
기본모형	자기주도 학습능력	AI 역량	0.408***		0.408***
		창의적 사고 역량	0.237*	0.122*	0.359***
통제모형	자기주도 학습능력	AI 역량	0.398***		0.398***
		창의적 사고 역량	0.223*	0.112**	0.336***

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

고등학생의 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 미치는 영향에 대한 AI 역량의 매개효과에 대한 분석 결과를 종합하면 다음과 같다. 먼저 통제변인을 설정하지 않은 기본모형 및 통제변인을 설정한 통제모형 모두에 대하여 직접효과 및 간접효과가 통계적으로 유의하게 나타났다. 이는 AI 역량이 자기주도 학습능력과 창의적 사고 역량 간 관계를 부분적으로 매개하고 있음을 의미한다. 또한 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 미치는 총 효과의 표준화 계수가 0.359(통제변인 설정 시 0.336), AI 역량을 매개하는 간접효과의 표준화 계수는 0.122(통제변인 설정 시 0.112)이다. 그러므로 AI 역량에 의한 간접효과는 총 효과의 약 34.0%(통제변인 설정 시 33.3%)를 차지하는 것으로 나타났다.

VI. 요약 및 논의

1. 요약

이 연구는 고등학생의 자기주도 학습능력이 AI 역량을 매개로 창의적 사고 역량에 미치는 영향을 경험과학적으로 검증하고자 수행된 것으로, 다음의 연구 가설을 설정하였다.

1. 고등학생의 자기주도 학습능력은 AI 역량에 긍정적 영향을 미친다.
2. 고등학생의 자기주도 학습능력은 창의적 사고 역량에 긍정적 영향을 미친다.
3. 고등학생의 AI 역량은 창의적 사고 역량에 긍정적 영향을 미친다.
4. 고등학생의 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 미치는 영향을 AI 역량이 매개한다.

이 연구에서는 연구 가설의 검증을 위하여 고등학생의 ‘자기주도 학습능력 척도’와 ‘AI 역량 척도’를 수정·보완하였다. 이때 전문가협의회 서면평가와 고등학생을 대상으로 한 FGI, 확인적 요인분석 등의 절차를 거쳐 척도를 타당화하였다. ‘자기주도 학습능력 척도’의 하위영역은 ‘학습계획’, ‘학습과정’, ‘학습평가’로 구성되었고, 척도의 내용타당도, 안면타당도, 구인타당도 및 신뢰도(Cronbach's alpha)가 모두 양호하였다. 한편 ‘AI 역량 척도’의 하위영역은 ‘AI 기초 이해’, ‘AI 활용 문제해결 능력’, ‘AI 활용 연구·개발 능력’, ‘AI 활용 평가 능력’, ‘AI 윤리’로 구성되었고, 마찬가지로 척도의 내용타당도, 안면타당도, 구인타당도 및 신뢰도(Cronbach's alpha)가 모두 양호하였다.

이후 A도 소재 B 남자고등학교에 재학 중인 1, 2학년 학생을 대상으로 3번의 본검사를 실시하여 모든 검사에 공통적으로 응답한 190명의 자료를 분석하였다. 2024년 9월에 ‘자기주도 학습능력 척도’를 활용하여 고등학생의 자기주도 학습능력을 측정하였고, 2024년 10월에 ‘AI 역량 척

도’를 활용하여 고등학생의 AI 역량을 측정하였다. 이후 2024년 12월 ‘창의적 사고 역량’ 척도를 활용하여 고등학생의 창의적 사고 역량을 측정하였다. 모든 검사는 구글폼(Google Forms)을 활용하여 온라인으로 진행되었으며, 모든 문항에 응답해야 설문을 제출할 수 있도록 설정하여 결측치가 발생하지 않았다.

이후 수집한 자료를 바탕으로 기술통계 분석을 실시하여 자료의 정규성과 변인의 전반적인 분포 및 수준을 확인하였다. 또한 상관분석을 실시하여 변인 간 관계를 파악하였다. 이후 구조방정식 모형을 활용하여 자기주도 학습능력이 AI 역량을 매개로 창의적 사고 역량에 미치는 영향을 분석하였다.

이 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 고등학생의 자기주도 학습능력은 AI 역량에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 고등학생의 자기주도 학습능력과 AI 역량의 상관은 0.408로 통계적으로 유의하였다($p<.001$). 자기주도 학습능력 전체와 AI 역량의 하위영역 간 상관은 0.327~0.376으로 모두 통계적으로 유의하였으며($p<.001$), 이중 ‘AI 활용 문제해결 능력’과의 상관이 가장 높은 것으로 나타났다. 한편 AI 역량 전체와 자기주도 학습능력의 하위영역 간 상관은 0.340~0.382로 모두 통계적으로 유의하였으며($p<.001$) 이중 ‘학습과정’과의 상관이 가장 높았다. 또한 구조방정식 모형 분석 결과, 자기주도 학습능력이 AI 역량에 미치는 영향에 대한 표준화 계수는 통제변인을 설정하지 않은 경우 0.439, 직전 학기 학업성취도와 부모 학력을 통제변인으로 설정한 경우 0.430으로 모두 통계적으로 유의하였다($p<.001$).

둘째, 고등학생의 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 고등학생의 자기주도 학습능력과 창의적 사고 역량의 상관은 0.359로 통계적으로 유의하였다($p<.001$). 이때 자기주도 학습능력 전체와 창의적 사고 역량의 하위영역 간 상관은 0.316~0.320으로 나타났고 모두 통계적으로 유의하였다($p<.001$). 한편 창의적 사고 역량 전체와 자기주도 학습능력의 하위영역 간 상관은 0.310~0.336으로 나타났으며 모두 통계적으로 유의하였다($p<.001$). 또한 구조방정식

모형 분석 결과, 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 미치는 영향에 대한 표준화 계수는 통제변인을 설정하지 않은 경우 0.257, 직전 학기 학업성취도와 부모 학력을 통제변인으로 설정한 경우 0.243으로 모두 통계적으로 유의하였다($p<.01$).

셋째, 고등학생의 AI 역량은 창의적 사고 역량에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. AI 역량과 창의적 사고 역량의 상관은 0.395로 통계적으로 유의하였다($p<.001$). AI 역량 전체와 창의적 사고 역량의 하위영역 간 상관은 0.342~0.361로 모두 통계적으로 유의했으며($p<.001$), 이중 ‘합리성’과의 상관이 가장 높았다. 한편 창의적 사고 역량 전체와 AI 역량의 하위영역 간 상관은 0.297~0.411로 모두 통계적으로 유의했으며($p<.001$), 이중 ‘AI 활용 평가 능력’과의 상관이 가장 낮고, ‘AI 기초 이해’와의 상관이 가장 높았다. 또한 구조방정식 모형 분석 결과, AI 역량이 창의적 사고 역량에 미치는 영향에 대한 표준화 계수는 통제변인을 설정하지 않은 경우 0.316, 직전 학기 학업성취도와 부모 학력을 통제변인으로 설정한 경우 0.301로 모두 통계적으로 유의하였다($p<.001$).

넷째, 고등학생의 AI 역량은 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 미치는 영향을 매개하는 것으로 나타났다. 이 연구에서는 AI 역량의 매개효과가 통계적으로 유의한지 검증하기 위하여 직접효과(자기주도 학습능력 → 창의적 사고 역량)와 간접효과(자기주도 학습능력 → AI 역량 → 창의적 사고 역량)의 통계적 유의성을 부스트래핑(bootstrapping) 검증으로 확인하였다. 그 결과, 고등학생의 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 미치는 직접효과와 간접효과 모두 통계적으로 유의하였다. 구체적으로 살펴보면, 통제변인을 설정하지 않은 모형의 경우 직접효과의 표준화계수가 0.237, 간접효과의 표준화 계수가 0.122로 둘다 통계적으로 유의하였다($p<.05$). 또한 통제변인을 설정한 모형의 경우, 직접효과의 표준화 계수는 0.223, 간접효과의 표준화계수는 0.112로 둘다 통계적으로 유의하였다($p<.05$). 따라서 AI 역량에 의한 간접효과는 총 효과의 약 34.0%(통제변인 설정 시 33.3%)를 차지하는 것으로 나타났다. 아울러 이 연구의 주요 변인 간 관계 및 AI 역량의 매개효과는 학생의 직전 학기

학업성취도와 부모 학력을 통제변인으로 설정한 이후에도 통계적으로 유의였다.

요컨대, 이 연구에서는 고등학생의 자기주도 학습능력이 AI 역량과 창의적 사고 역량에 긍정적 영향을 미치고 있으며, AI 역량 또한 창의적 사고 역량에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타나 AI 역량이 자기주도 학습능력과 창의적 사고 역량 간 관계를 부분적으로 매개하는 것을 경험 과학적으로 검증하였다.

2. 논의

연구 결과에 기반하여 이 연구에서 다루고자 하는 논의는 다음과 같다.

첫째, 고등학생의 자기주도 학습능력이 AI 역량에 정적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 이는 자기주도 학습능력이 AI 역량 및 관련 변인에 긍정적인 영향을 미치거나 이 두 변인이 정적으로 유의한 상관을 갖는다고 보고한 기존의 연구들(곽수범 외, 2023, 이은영, 2022; Anthonysamy et al., 2020; Rini et al., 2022; Yang & Kim, 2014)과 일관된다. 이러한 결과는 AI의 등장으로 인해 최근 대두되고 있는 AI 역량을 증진함에 있어 이전부터 강조되어 왔던 자기주도 학습능력이 중요한 역할을 한다는 점을 시사하며, 특히 AI 역량과 높은 상관을 보이는 ‘학습과정’과 ‘학습평가’의 중요성을 보여준다. 자기주도 학습능력 또한 AI 시대에서 더욱 강조되고 있는 인간 고유의 특성이자 능력이라는 점을 고려하여 볼 때, AI 시대에서 두 변인 간의 관련성이 더욱 강조될 것임을 기대해 볼 수 있다.

둘째, 고등학생의 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 정적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 이는 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 긍정적인 영향을 미치거나 이 두 변인이 정적으로 유의한 상관을 갖는다고 보고한 선행연구(김영미, 전주성, 2022; 김재령, 2020; 이재덕, 2019; 정미선, 서봉언, 2022; 최은주, 이경화, 2021; Liu et al., 2023)와 일관되는 결과이다. 이는 창의적 사고 역량을 증진함에 있어 자기주도 학습능력이 중요한 역할을 할 수 있음을 시사하며, 특히 창의적 사고 역량과 높은 상관을 보이는 ‘학습과정’의 중요성을 보여준다. 따라서 자기주도 학습능력을 키움으로써 창의적 사고 역량을 증진하기 위한 노력이 필요하다.

셋째, 고등학생의 AI 역량은 창의적 사고 역량에 정적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 이는 AI 역량 및 관련 변인이 창의적 사고 역량에 긍정적인 영향을 미치거나 두 변인이 정적으로 유의한 상관

을 갖는다고 보고한 기존의 연구(김민지, 2024; 윤선경, 2023; 이다연, 2024; Abu Owda et al., 2023; Lu et al., 2024)와 일관되는 결과이다. 이는 창의적 사고 역량을 증진하는 데 있어 AI 역량이 중요한 역할을 하고 있음을 시사한다. 실제로 ‘AI 시대의 창의성’이나, ‘AI 도구를 활용한 창의성 증진 방법’ 등에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는 상황이다 (Ali Elfar & Dawood, 2023; Wu et al., 2021; Newton & Newton, 2021; Grilli & Pedota, 2024; Wingström et al., 2024). AI 시대에 창의성이라는 인간 고유의 특성이 더욱 강조됨에 따라, AI 역량과 창의적 사고 역량은 앞으로 더욱 밀접한 관계를 가질 것임을 기대해볼 수 있다.

넷째, 고등학생의 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 미치는 영향을 AI 역량이 부분적으로 매개하는 것으로 확인되었다. 이 연구에서 매개변인으로 설정한 AI 역량은 자기주도 학습능력이 창의적 사고 역량에 미치는 영향을 설명할 수 있는 주요한 변인으로서 작용한다. 이러한 매개효과는 AI의 존재로 인해 혁신적인 변화가 이루어지고 있는 현대 사회, 그리고 이러한 변화가 점차 가속화되면서 다가올 미래 사회에서 더욱 강화될 것임을 기대해 볼 수 있다. 아울러, 직전 학기 학업성취도와 부모 학력을 통제한 이후에도 고등학생의 자기주도 학습능력이 AI 역량을 매개로 창의적 사고 역량에 정적으로 유의한 영향을 미침을 확인하였다. 이러한 연구 결과를 통해 학생의 학업성취나 부모 학력과 무관하게 스스로 학습을 주도해 나가는 과정이 개인의 AI 역량 및 창의적 사고 역량의 증진에 중요한 역할을 한다는 점을 알 수 있다.

한편, 이 연구의 제한점 및 추후 연구에 대한 제언은 다음과 같다.

첫째, 이 연구는 A도 소재 B 남자고등학교 재학생들을 대상으로 이루어진 연구이기 때문에, 이 연구의 결과를 일반화하기 어렵다는 한계가 있다. 따라서 후속 연구에서는 다양한 배경을 가진 고등학생을 대상으로 자료 수집 및 분석을 실시하여 연구 결과를 일반화할 수 있도록 하는 것이 필요하다. 특히 AI 역량은 학교별 개설 교과목 등 구체적인 교육과정이나 학습 환경 등에 영향을 받을 수 있으므로, 이러한 지점을 고려한 연구가 이루어진다면 변인 간 관계에 대해 보다 정확한 결론을 도출해

낼 수 있을 것이다.

둘째, 이 연구에서 통제변인으로 설정한 것 외에도 더욱 다양한 변인을 통제변인으로 활용하여 자기주도 학습능력, AI 역량, 창의적 사고 역량 간 구조적 관계에 대한 연구가 이루어질 필요가 있다. 이 연구에서는 직전 학기 학업성취도와 부모 학력을 통제변인으로 활용하여 분석을 실시하였다. 그러나, 사교육 시간이나 가정의 사회경제적 지위 등 더욱 다양한 변인들이 교란변수로서 작용할 수 있으므로, 이들을 파악하고 통제하여 변인 간 구조적 관계에 대한 분석을 실시한다면 보다 정확한 결론을 도출해 낼 수 있을 것이다.

셋째, 이 연구에서는 고등학생의 자기주도 학습능력이 AI 역량과 창의적 사고 역량에, 그리고 AI 역량은 창의적 사고 역량에 정적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 고등학생의 자기주도 학습능력과 AI 역량이 창의적 사고 역량의 발달에 있어 중요한 변인임을 시사한다. 따라서 자기주도 학습능력, AI 역량, 창의적 사고 역량이라는 3가지의 핵심역량을 종합적으로 증진시킬 수 있는 방안에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- 곽수범, 김해인, 이창희(2023). 고등학생 디지털·미디어 역량 영향요인 분석. **리터러시연구**, 14(6), 47-78. <https://doi.org/10.37736/KJLR.2023.12.14.6.02>
- 교육부(2020.11.20.). **인공지능시대 교육정책방향과 핵심과제** [교육부 보도자료, 제19차 사회관계장관회의 겸 제7차 사람투자인재양성협의회 - 별첨 1호안건]. <https://www.moe.go.kr/sn3hcv/doc.html?fn=fbba42a3bfe742af4d5b9b275daab448&rs=/upload/synap/202403/>
- 교육부(2022a). **2022 개정 교육과정 총론 해설 (고등학교)** [교육부 고시 제2022-33호].
- 교육부(2022b). **실과(기술·가정)/정보과 교육과정** [교육부 고시 제2022-33호 별책 10].
- 교육부·한국과학창의재단(2021). **학교에서 만나는 인공지능 수업**. <https://www.software.kr/attach/202110250955284429.pdf>
- 김경리(2023). 에듀테크 콘텐츠 효과성 검증을 위한 자기주도학습 능력 척도 개발 및 분석. **교육과학연구**, 54(1), 1-22. <https://doi.org/10.15854/jes.2023.03.54.1.1>
- 김민주, 임채성(2017). 초등과학영재학생의 자기주도성과 과학창의성의 관계. **초등과학교육**, 36(4), 379-393. <http://dx.doi.org/10.15267/keses.2017.36.4.379>
- 김민지(2024). **프로젝트 학습 모형 적용 인공지능 데이터 분석 교육 프로그램이 고등학생의 AI 리터러시 및 창의적 문제해결력에 미치는 영향** [석사학위논문, 중앙대학교 교육대학원]. RISS.
- 김서진(2021). **고등학생의 자기주도 학습능력이 진로 역량을 매개로 학업성취도에 미치는 영향** [석사학위논문, 서울대학교 대학원]. RISS.

- 김성우(2023). **초등학생 인공지능 역량 함양을 위한 STEAM 기반 AI 융합프로그램 개발** [석사학위논문, 광주교육대학교 교육대학원]. RISS.
- 김성원(2024). 사회·문화적 요인에 따른 한국 고등학생의 인공지능에 대한 태도. **정보과학회 컴퓨팅의 실제 논문지**, 30(11), 555-561. <https://doi.org/10.5626/KTCP.2024.30.11.555>
- 김양분, 강호수(2017). 중학생의 학업성취 변화 관련 요인 탐색. **한국교육**, 44(1), 33-61. <http://doi.org/10.22804/jke.2017.44.1.002>
- 김영미, 전주성(2022). 청소년의 창의성과 자기주도학습능력 간의 종단적 관계 분석. *Global Creative Leader: Education & Learning*, 12(1), 1-17. <http://dx.doi.org/10.34226/gcl.2022.12.1.1>
- 김용남, 양혜원(2021). 완전매개 결과의 타당성과 통제변수의 활용: 국내 교육학 분야를 중심으로. **교육평가연구**, 34(4), 679-705. <http://dx.doi.org/10.31158/JEEV.2021.34.4.679>
- 김위정, 이해정, 김태기(2014). **경기도 교육과정 핵심역량 체계 재정비 및 측정도구 개발 연구**. 경기도교육연구원.
- 김재령(2020). **고등학생의 창의성에 영향을 미치는 변인 분석: 8차 서울교육중단연구(2017)를 중심으로** [석사학위논문, 이화여자대학교 대학원]. RISS.
- 김지민(2024). 청소년 ICT 리터러시의 가정환경 및 학교수준 영향요인 다층분석. **도시연구**, 25, 111-152. <http://doi.org/10.34165/urbanr.2024.25.111>
- 남궁지영, 김양분, 박경호, 정동철, 박현정(2015). **KEDI 학생역량 조사 연구: 조사 도구 개발 및 타당화**. 한국교육개발원.
- 박현정(2005). **자기주도적 학습태도 및 학습전략의 사용과 학업성취간의 관계** [연구보고서 KD2005-32-01-09]. 한국교육개발원. <https://www.kedi.re.kr/khome/main/research/selectPubForm.do?plNum0=4508>

- 배을규, 이민영(2010). HRD 기업 구성원의 자기주도학습능력 측정도구 개발연구. **HRD연구**, 12(3), 1-26. <http://doi.org/10.18211/kjhrdq.2010.12.3.001>
- 백수진, 신윤희(2021). 비전공자 인문계열을 위한 인공지능(AI) 보편적 교육 설계. **디지털융복합연구**, 19(5), 285-293. <http://doi.org/10.14400/JDC.2021.19.5.285>
- 백순근, 김지우, 박혜민(2021). 시나리오 기법을 활용한 대학생용 학업적 회복탄력성 측정도구 개발 및 타당화. *The SNU Journal of Education Research*, 30(3), 29-57. <http://dx.doi.org/10.54346/sjer.2021.30.3.29>
- 백순근, 송우리, 윤가원, 김예진(2024). 시나리오 기법을 활용한 고등학생용 AI 역량 척도 개발 및 타당화. **교육학연구**, 62(5), 125-153. <http://dx.doi.org/10.30916/KERA.62.5.125>
- 백순근, 윤승혜, 신안나, 손주영, 김연경(2017). 고등학생용 여섯 가지 핵심역량 측정도구 개발 및 타당화 연구. **교육평가연구**, 30(3), 363-395.
- 백은정(2018). **고등학생이 지각하는 부모학습관여가 자기주도학습 능력에 미치는 영향에서 학업적 자기효능감의 매개효과** [석사학위논문, 제주대학교 교육대학원]. RISS.
- 부산광역시교육청(2019). **인공지능 기반 교육 가이드북**. 도서출판 어가.
- 성은모, 이성혜(2020). 대학생의 학습민첩성, 자기주도학습역량, 스마트미디어 활용 역량, 그리고 학업성취도의 구조적 관계 분석. **한국청소년연구**, 31(4), 167-189. <http://dx.doi.org/10.14816/sky.2020.31.4.167>
- 성은모, 최효선(2016). 대학교육에서 성적 우수 학습자의 자기주도학습역량 요인 탐색. **교육공학연구**, 32(2), 427-452. <http://doi.org/10.17232/KSET.32.2.427>
- 송인섭(2003). 창의성과 학업성취 간의 관계에 대한 메타분석. **영재와 영**

재교육, 2(2), 5-28.

송찬옥(2012). **고등학생의 학업성취에 영향을 미치는 변인 간의 구조적 관계 분석 -지각된 교사기대, 가정환경, 자기주도적 학습능력, 자신감을 중심으로-** [박사학위논문, 국제뇌교육종합대학원대학교]. RISS.

안도희, 김유리(2014). 청소년들의 자기주도학습, 관계성, 자아개념 및 학업성취 간의 관계. **교육학연구**, 52(1), 1-25.

양애경(2007). **감성지능, 학습동기, 학습자스트레스 및 자기주도학습이 학업성취도에 미치는 영향** [박사학위논문, 홍익대학교 대학원]. RISS. <https://www.doi.org/10.23174/hongik.000000009070.11064.0000204>

유수진, 백재순, 장운재(2022). 인공지능 교양 교육을 받은 대학생의 인공지능 역량과 컴퓨팅 사고력의 관계 분석. **컴퓨터교육학회 논문지**, 25(5), 15-26. <https://www.doi.org/http://dx.doi.org/10.32431/kace.2022.25.5.002>

윤선경(2023). **초등학생의 인공지능 리터러시가 창의적 사고 능력에 미치는 영향: 인공지능에 대한 태도의 매개효과** [석사학위논문, 이화여자대학교 교육대학원]. RISS.

이광우, 민용성, 전제철, 김미영, 김혜진(2008). **미래 한국인의 핵심 역량 증진을 위한 초·중등학교 교육과정 비전 연구(Ⅱ)-핵심 역량 영역별 하위 요소 설정을 중심으로**[RRC 2008-7-1]. 한국교육과정평가원.

이다연(2024). **창의적 문제해결을 위한 인공지능 융합 수업 설계 지원 시스템 개발 모형 연구** [박사학위논문, 서울대학교 대학원]. RIS S.

이선영(2022). **창의성 바로미터 : 머릿속에 쏙쏙 들어오는 창의성 해설을 통한 창의성 완전 정복**. 박영story : 피와이메이트.

이송희(2009). **창의성의 개인적 및 사회문화적 결정요인에 관한 연구**

- [박사학위논문, 전북대학교 대학원]. RISS.
- 이승철(2019). **대학생이 지각하는 가족건강성, 성장마인드셋, 정서지능, 그것과 자기주도 학습능력 간의 구조적 관계** [박사학위논문, 숭실대학교 대학원]. RISS.
- 이유미(2022). 디지털 시대 새로운 패러다임과 리터러시: 디지털 리터러시와 AI 리터러시를 중심으로. **교양학 연구**, 20, 35-60. <http://dx.doi.org/10.24173/jge.2022.07.20.2>
- 이은미(2024). **대학생의 AI디지털역량 진단도구 개발 및 타당화** [박사학위논문, 계명대학교 대학원]. RISS.
- 이은영(2022). 온라인 소프트웨어 교육에서 직장인의 지각된 유용성, 자기조절 학습능력이 학습성과에 미치는 영향-디지털 리터러시, 만족도의 직렬다중매개모형 분석 중심-. **디지털융복합연구**, 20(4), 83-92. <http://doi.org/10.14400/JDC.2022.20.4.083>
- 이정아(2023). 고등학생의 영어 학업성취도에 영향을 미치는 변인 분석: 서울교육중단연구 사례를 중심으로. **학습자중심교과교육연구**, 23(22), 283-296. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2023.23.22.283>
- 이재덕(2019). 고등학교 자기주도학습전형 입학생의 창의적 사고능력 향상 수준 및 영향요인 탐색. **교육문화연구**, 25(2), 529-548. <https://doi.org/10.24159/joec.2019.25.2.529>
- 이지현, 김수영(2016). 문항묶음: 원리의 이해와 적용. **한국심리학회지: 일반**. 35(2), 327-353. <http://dx.doi.org/10.22257/kjp.2016.06.35.2.327>
- 이현우, 장민경, 임규연, 서정희, 허희옥(2024). 교원의 AI.디지털 역량에 대한 교육요구 분석. **교육정보미디어연구**, 30(3), 955-980. <http://dx.doi.org/10.15833/KAFEIAM.30.3.955>
- 임혜진(2023). **예비 중등교사의 인공지능 리터러시 진단 도구 개발 및 타당화** [박사학위논문, 경상국립대학교 대학원]. RISS.
- 장수연(2021). **자기주도학습능력과 학업성취도의 종단적 분석: 다변량**

잠재성장모형과 성장혼합모형을 중심으로 [박사학위논문, 이화여자대학교 대학원]. RISS.

장지현(2023). 대학생 디지털역량 분석: A대학 사례를 중심으로. **핵심역량교육연구**, 8(2), 27-45. <https://www.doi.org/http://dx.doi.org/10.52616/JCCER.2023.8.2.27>

전수현, 고흥규, 미술교과 교원의 AI·디지털 역량 체계 개발, **조형교육**, 86, 103-127. <http://dx.doi.org/10.25297/AER.2023.86.103>

정미선, 서봉언(2022). 고등학생의 창의성에 미치는 자기주도성, 수업방법 및 피드백의 상호작용 효과. **교육연구논총**, 43(1), 5-34. <http://dx.doi.org/10.18612/cnujes.2022.43.1.5>

정옥분, 임정하, 정순화, 김리진, 윤정은(2012). 중고등학생용 자기주도학습능력 척도개발과 타당화 연구. **인간발달연구**, 19(2), 227-249.

정주영, 김희규, 주영호(2023). 초·중등학교 교사의 AI·디지털 역량 우선순위 분석. **한국교육학연구**, 29(3), 177-203. <https://dx-doi-org.libproxy.snu.ac.kr/10.29318/KER.29.3.8>

진영은, 이진욱(2007). 자기주도학습에 관한 국내 연구동향 및 과제. **한국교원교육연구**, 24(1), 221-249. <http://doi.org/10.24211/tjkte.2007.24.1.221>

채희선, 박지성(2019). 주도적 성격과 창의성: 자율성과 피드백의 조절효과. **인사조직연구**, 27(3), 19-42. <http://dx.doi.org/10.26856/kjom.2019.27.3.19>

최경민, 김민지(2019). 학의 비교과 학습공동체 활동이 자기주도 학습능력에 미치는 영향 - 이러닝을 활용한 학습공동체를 중심으로-. **학습자중심교과교육연구**, 19(1), 1283-1300. <http://doi.org/10.22251/jlcci.2019.19.1.1283>

최숙영(2022). AI 리터러시 프레임워크에 대한 연구. **컴퓨터교육학회 논문지**, 25(5), 73-84. <https://www.doi.org/http://dx.doi.org/10.32431/kace.2022.25.5.007>

- 최유선, 손은령(2017). 자기주도학습의 의미 이해를 통한 실천적 방향 탐색. *학습자중심교과교육연구*, 17(23), 355-374. <http://dx.doi.org/10.22251/jlcci.2017.17.23.355>
- 최은주, 이경화(2021). 대학생의 자기주도학습력이 창의적 학교환경을 매개하여 창의성에 미치는 효과. *Global Creative Leader: Education & Learning*, 11(1), 121-142. <http://dx.doi.org/10.34226/gcl.2021.11.1.121>
- 한국과학창의재단(2022). 초·중등 인공지능(AI)교육 학교 적용방안 연구 [연구 보고서 D20500001]. <https://www.kofac.re.kr/brd/board/457/L/menu/244?brdType=R&thisPage=1&bbIdx=37427&searchField=&searchText=>
- 한순미(2010). 대학생을 위한 자기주도적 학습전략 프로그램의 개발 및 효과. *아시아교육연구*, 7(3), 1-30.
- 허남진(2005). 학습자 변인의 자기주도학습에 대한 예측력 분석 [박사학위논문, 홍익대학교 대학원]. RISS.
- 홍기철(2004). 구성주의적 자기주도학습을 위한 학습력 분석과 학습모형 개발. *교육심리연구*, 18(1), 75-98.
- 홍효정, 이재경(2015). 창의·융합적 사고역량 강화를 위한 교양교육과정 개발 방향 탐색. *교양교육연구*, 9(3), 163-192.
- 황현정(2023). AI 리터러시 구성개념 도출에 관한 연구: 하위차원별 세부 역량 개념화를 중심으로 [박사학위논문, 건국대학교 대학원]. RISS.
- Abu Owda, M. F., Abu Mousa, A. H., Shakfa, M. D., & Al-Hidabi, D. A. (2023). The Impact of Teaching Artificial Intelligence Concepts and Tools in Improving Creative Thinking Skills Among Talented Students. *Technological Sustainability and Business Competitive Advantage*(pp. 267-279). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35525-7_16

- Ali Elfa, M. A., & Dawood, M. E. T. (2023). Using artificial intelligence for enhancing human creativity. *Journal of Art, Design and Music*, 2(2), 3. <https://doi.org/10.55554/2785-9649.1017>
- Amabile, T. M. (1982). Social psychology of creativity: A consensual assessment technique. *Journal of Personality and Social Psychology*, 43(5), 997-1013. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.43.5.997>
- Anthonyamy, L., Koo, A. C., & Hew, S. H. (2020). Self-regulated learning strategies in higher education: Fostering digital literacy for sustainable lifelong learning. *Education and Information Technologies*, 25(4), 2393-2414.
- Bollen, K. A., & Stine, R. (1990). Direct and indirect effects: Classical and bootstrap estimates of variability. *Sociological Methodology*, 20, 115-140. <https://doi.org/10.2307/271084>
- Brookfield, S. (1984). Self-directed adult learning: A critical paradigm. *Adult Education Quarterly*, 35(2), 59-71. <https://doi.org/10.1177/0001848184035002001>
- Chiu, T. K., Ahmad, Z., Ismailov, M., & Sanusi, I. T. (2024). What are artificial intelligence literacy and competency? A comprehensive framework to support them. *Computers and Education Open*, 6, 100171. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100171>
- European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture. (2019). *Key competences for lifelong learning*. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/569540>
- Garrison, D. R. (1997). Self-directed learning: Toward a comprehensive model. *Adult Education Quarterly*, 48(1), 18-33. <https://doi.org/10.1177/074171369704800103>
- Grilli, L., & Pedota, M. (2024). Creativity and artificial intelligence: A

- multilevel perspective. *Creativity and Innovation Management*, 33(2), 234–247. <https://doi.org/10.1111/caim.12580>
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5(9), 444–454. <https://doi.org/10.1037/h0063487>
- Houle, C. O. (1961). *The Inquiring Mind*. Madison: Univ of Wisconsin Press.
- Hoyle, R. H. (2023). *Handbook of Structural Equation Modeling* (2nd ed.). The Guilford Press.
- Kandlhofer, M., Steinbauer, G., Hirschmugl-Gaish, S., & Huber, P. (2016, October). Artificial intelligence and computer science in education: From kindergarten to university. *2016 IEEE Frontiers in Education Conference(FIE)*, 1–9. <https://doi.org/10.1109/FIE.2016.7757570>
- Kline, R. B. (2019). *구조방정식 모형: 원리와 적용* (4th ed.) (이현숙 외 역). 학지사.
- Knowles, M. S. (1975). *Self-directed learning: A guide for learners and teachers*. Cambridge Adult Education.
- Laupichler, M. C., Aster, A., Haverkamp, N., & Raupach, T. (2023). Development of the “scale for the assessment of non-experts’ AI literacy”-An exploratory factor analysis. *Computers in Human Behavior Reports*, 12, 100338. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2023.100338>
- Liu, B., Wang, D., Wu, Y., Gui, W., & Luo, H. (2023). Effects of self-directed learning behaviors on creative performance in design education context. *Thinking Skills and Creativity*, 49, 101347. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101347>
- Long, D., & Magerko, B. (2020, April). What is AI literacy? Competencies and design considerations. *CHI '20: Proceedings of the*

- 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1–16. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- Lu, K., Zhu, J., Pang, F., & Shadiey, R. (2024). Understanding the relationship between colleges students' artificial intelligence literacy and higher order thinking skills using the 3P model: the mediating roles of behavioral engagement and peer interaction. *Educational technology research and development*, 1–24. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10434-1>
- McClelland, D. C. (1973). Testing for competence rather than for “intelligence”. *The American Psychologist*, 28(1), 1–15. <https://doi.org/10.1037/h0034092>
- Mednick, S. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review*, 69(3), 220–232. <https://doi.org/10.1037/h0048850>
- Newton, D. P., & Newton, L. D. (2020). Fostering creative thinking in a digital world. *International Journal for Talent Development and Creativity*, 8(1), 19–28. <https://doi.org/10.7202/1076745ar>
- The Organisation for Economic Co-operation and Development(OECD). (2001). *Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations(DeSeCo)*. <https://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/41529556.pdf>
- The Organisation for Economic Co-operation and Development(OECD). (2016). *2030 Conceptual Framework: Key Competencies for 2030 (DeSeCo 2.0)*. <https://www.oecd.org/education/2030/E2030-CONCEPTUAL-FRAMEWORK-KEY-COMPETENCIES-FOR-2030.pdf>
- The Organisation for Economic Co-operation and Development(OECD). (2019). *OECD Future of Education and Skills 2030: OECD*

D Learning Compass 2030.

- The Organisation for Economic Co-operation and Development(OECD). (2024). *PISA 2022 Results(Volume III): Creative Minds, Creative Schools*. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/765ee8c2-en>
- Pesut, D. J. (1990). Creative thinking as self-regulatory meta cognitive process: A model for education, training and further research. *The Journal of Creative Behavior*, 24(2), 105–110.
- Plucker, J. A. (2017). *Creativity and Innovation: Theory, Research, and Practice* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003233930>
- Plucker, J. A., Beghetto, R. A., & Dow, G. T. (2004). Why isn't creativity more important to educational psychologists? Potentials, pitfalls, and future directions in creativity research. *Educational Psychologist*, 39(2), 83–96. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3902_1
- Ramalingam, D., Anderson, P., Duckworth, D., Scoular, C., & Heard, J. (2020). *Creative Thinking: Definition and Structure*. Australian Council for Education Research. https://research.acer.edu.au/ar_misc/43
- Rini, R., Mujiyati., Sukanto, I., & Hariri, H. (2022). The effect of self-directed learning on students' digital literacy levels in online learning. *International Journal of Instruction*, 15(3), 229–341. http://repository.lppm.unila.ac.id/41420/1/iji_2022_3_18_%285%29.pdf
- Simonton, D. K. (2012). Creativity, problem solving, and solution set sightedness: Radically reformulating BVSR. *The Journal of Creative Behavior*, 46(1), 48–65. <https://doi.org/10.1002/jocb.004>

- Smith, T. D., & McMillan, B. F. (2001). *A Primer of Model Fit Indices in Structural Equation Modeling*.
- Tekköl, İ. A., & Demirel, M. (2018). An investigation of self-directed learning skills of undergraduate students. *Frontiers in psychology*, 9, 410879. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02324>
- Torrance, E. P. (1976). Creativity testing in education. *Creative Child & Adult Quarterly*, 1(3), 136-148.
- Tough, A. M. (1967). *Learning without a teacher*. Ontario Institute for Studies in Education.
- Tough, A. M. (1979). *The adult's learning projects: A fresh approach to theory and practice in adult learning* (2nd ed.). Ontario Institute for Studies in Education.
- The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2021). *International forum on AI and the futures of education, developing competencies for the AI era, 7-8 December 2020: synthesis report*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377251>
- The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2024). *AI Competency Framework for Students*. <https://doi.org/10.54675/JKJB9835>
- The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2024, January 31). *What You Need to Know about Literacy*. UNESCO website. <https://www.unesco.org/en/literacy/need-know>
- Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens – With new examples of knowledge, skills and attitudes*, Publications Office of the European Union, <https://dx.doi.org/10.2760/115376>

- Weber, P., Pinski, M., & Baum, L. (2023). Toward an objective measurement of AI literacy. *PACIS 2023 Proceedings*, 60. <https://aisel.aisnet.org/pacis2023/60>
- Wingström, R., Hautala, J., & Lundman, R. (2024). Redefining creativity in the era of AI? Perspectives of computer scientists and new media artists. *Creativity Research Journal*, 36(2), 177–193. <https://doi.org/10.1080/10400419.2022.2107850>
- Wu, Z., Ji, D., Yu, K., Zeng, X., Wu, D., & Shidujaman, M. (2021). AI creativity and the human-AI co-creation model. In Human-Computer Interaction. *Theory, Methods and Tools: Thematic Area, HCI 2021, Held as Part of the 23rd HCI International Conference, HCII 2021, Virtual Event, July 24–29, 2021, Proceedings, Part I* 23, 171–190. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78462-1_13
- Yang, M., & Kim, J. (2014). Correlation between digital literacy and self-regulated learning skills of learners in university e-learning environment. *Advanced Science and Technology Letters*, 71, 80–83. <http://dx.doi.org/10.14257/astl.2014.71.19>
- Zimmerman, B. J. (1986). Becoming a self-regulated learner: Which are the key subprocesses?. *Contemporary Educational Psychology*, 11, 307–313. [https://doi.org/10.1016/0361-476X\(86\)90027-5](https://doi.org/10.1016/0361-476X(86)90027-5)

부 록

부록 1. 자기주도 학습능력 설문지

() 학년
() 반 () 번

- ◇ 아래의 시나리오는 학교에서 겪을 수 있는 가상의 상황을 나타내고 있습니다.
◇주어진 시나리오를 읽은 뒤, 아래 문항에 솔직하게 체크하여 주십시오.

시나리오 상황 1

이번 학기 ‘사회문제탐구’ 과목의 수행평가는 우리 사회의 문제를 선정하여 그 발생 원인을 탐색하고 해결책을 제안하는 발표를 하는 것입니다. 선생님께서는 발표 준비를 위해 2주의 시간을 주셨습니다. 또한 선생님께서는 발표에 있어 조사 내용을 체계적으로 정리하고 충분한 근거를 들어 해결방안을 제시하는 것이 중요한 학습목표라고 말씀해 주셨습니다.

이러한 상황에서 나는 어떻게 하겠습니까?

문 항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	나는 해당 발표의 학습목표를 실현하기 위한 계획을 세운다.	①	②	③	④	⑤
2	나는 주어진 기간동안 발표 준비를 완료하기 위한 시간 계획을 세운다.	①	②	③	④	⑤
3	나는 발표 준비를 위한 각 단계별로 구체적인 방법을 미리 계획한다.	①	②	③	④	⑤

시나리오 상황 2

나는 다음 주 국어 수업시간에 ‘교육에서 경쟁보다 협력이 효율적인가?’라는 주제에 대한 찬반 토론을 하게 되었습니다. 모든 학생들은 찬성 혹은 반대 입장 중 하나를 선택하여 5분 동안 자신의 의견을 말해야 합니다. 선생님께서는 토론수업의 학습목표가 ‘논리적인 근거를 제시하여 자신의 의견을 주장하기’라고 말씀하셨습니다. 해당 토론 수업까지 일주일의 시간이 남아있습니다.

이러한 상황에서 나는 어떻게 하겠습니까?

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	나는 토론 수업의 학습목표를 실현하기 위한 계획을 세운다.	①	②	③	④	⑤
2	나는 주어진 기간동안 토론 준비를 완료하기 위한 시간 계획을 세운다.	①	②	③	④	⑤
3	나는 토론 준비를 위한 각 단계별로 구체적인 방법을 미리 계획한다.	①	②	③	④	⑤

시나리오 상황 3

지금은 중간고사를 한 달 앞두고 있는 시점입니다. 저번 시험을 마치고 이루어진 담임선생님과의 상담에서, 나는 이번 시험에서 더 좋은 성적을 받겠다는 목표를 정했습니다. 이를 위해 주어진 한 달의 기간 동안 열심히 공부하려고 합니다.

이러한 상황에서 나는 어떻게 하겠습니까?

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	나는 이번 중간고사에서의 목표를 실현하기 위한 계획을 세운다.	①	②	③	④	⑤
2	나는 주어진 기간동안 시험 준비를 완료하기 위한 시간 계획을 세운다.	①	②	③	④	⑤
3	나는 시험 준비를 위한 각 단계별로 구체적인 공부 방법을 미리 계획한다.	①	②	③	④	⑤

시나리오 상황 4

나는 이번 학기 ‘인공지능 기초’ 과목의 수행평가를 앞두고 있습니다. 해당 과목은 지필 평가 20%, 수행평가 80%의 비율로 성적이 주어지기 때문에, 수행평가를 제대로 하는 것이 매우 중요합니다. 이번에는 ‘기계학습의 여러 방식에 대해 학습하고 직접 기계학습 모델을 생성하여 발표하기’를 주제로 수행평가가 이루어집니다.

이러한 상황에서 나는 어떻게 하겠습니까?

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	나는 수행평가 준비를 위해 사전에 세운 시간 계획에 따라 학습하되, 필요한 경우 적절하게 시간 계획을 수정한다.	①	②	③	④	⑤
2	나는 수행평가 준비를 위해 필요한 경우 선생님이나 친구에게 도움을 요청한다.	①	②	③	④	⑤
3	나는 수행평가를 준비하는 과정에서 필요한 자료를 여러 매체(책, 인터넷, AI 등)를 통해 수집한다.	①	②	③	④	⑤

시나리오 상황 5

나는 중간고사를 한 달 앞두고 있습니다. 그런데 시험 대비를 위해 영어 과목을 공부하던 중, 연습문제를 푸는 과정에서 해석하기 어려운 지문들이 많이 있음을 알게 되었습니다.

이러한 상황에서 나는 어떻게 하겠습니까?

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	나는 중간고사 준비를 위해 사전에 세운 시간 계획에 따라 학습하되, 필요한 경우 적절하게 시간 계획을 수정한다.	①	②	③	④	⑤
2	나는 중간고사 대비 공부를 위해 필요한 경우 선생님이나 친구에게 도움을 요청한다.	①	②	③	④	⑤
3	나는 중간고사를 준비하는 과정에서 필요한 자료를 여러 매체(책, 인터넷, AI 등)를 통해 수집한다.	①	②	③	④	⑤

시나리오 상황 6

이번 학기 ‘과학탐구실험’ 과목의 수행평가는 관심있는 주제에 대한 실험을 수행하고 실험보고서를 작성하는 것입니다. 이를 위해서는 관심있는 주제에 대해 학습한 내용을 바탕으로 과학적 탐구 방법을 적용하여 실험을 설계 및 수행하고, 이에 대해 체계적으로 보고서를 작성하여야 합니다. 이 수행평가는 한 학기 내내 이루어지는 것으로, 학기 말까지 보고서를 작성하여 제출하여야 합니다.

이러한 상황에서 나는 어떻게 하겠습니까?

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	나는 수행평가 준비를 위해 사전에 세운 시간 계획에 따라 학습하되, 필요한 경우 적절하게 시간 계획을 수정한다.	①	②	③	④	⑤
2	나는 수행평가를 준비하는 과정에서 필요한 경우 선생님이나 친구에게 도움을 요청한다.	①	②	③	④	⑤
3	나는 수행평가를 준비하는 과정에서 필요한 자료를 여러 매체(책, 인터넷, AI 등)를 통해 수집한다.	①	②	③	④	⑤

시나리오 상황 7

이번 학기 ‘화법과 작문’ 수업시간에 조별 발표를 진행하였습니다. 선생님께서 이 조별 발표의 목표는 ‘조원들과 협력하여 발표 준비하기’와 ‘준비한 내용을 논리적으로 구성하여 발표하기’라고 말씀하셨습니다. 발표 준비를 위해 한 주의 시간이 주어졌고, 우리 조는 이를 열심히 준비해서 조별 발표를 무사히 마쳤습니다. 이후 선생님께서는 진행한 조별 발표에 대한 피드백을 해주셨습니다.

이러한 상황에서 나는 어떻게 하겠습니까?

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	나는 조별발표의 목표를 제대로 달성했는지 확인한다.	①	②	③	④	⑤
2	나는 조별 발표를 준비하는 과정에서 시간 관리가 제대로 되었는지 확인한다.	①	②	③	④	⑤
3	나는 조별 발표를 준비하는 과정에서 내가 활용한 학습 방법이 적절했는지 확인한다.	①	②	③	④	⑤

시나리오 상황 8

나는 9월 모의고사에서 더 좋은 성적을 받기 위한 목표로 열심히 준비한 후 시험을 치렀습니다. 그리고 오늘 모의고사 성적표를 받아 그 결과를 확인하였습니다.

이러한 상황에서 나는 어떻게 하겠습니까?

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	나는 모의고사에 대한 목표를 제대로 달성했는지 확인한다.	①	②	③	④	⑤
2	나는 모의고사를 준비하는 과정에서 시간 관리가 제대로 되었는지 확인한다.	①	②	③	④	⑤
3	나는 모의고사를 준비하는 과정에서 내가 활용한 학습 방법이 적절했는지 확인한다.	①	②	③	④	⑤

시나리오 상황 9

나는 이번 학기 정보 과목 수행평가로 ‘학교 생활에서 불편한 점을 찾고 이를 개선하기 위한 프로그램을 개발’하는 프로젝트를 진행하였습니다. 선생님께서는 이번 수행평가의 목표가 ‘일상 속 불편사항을 발견하고 이에 대해 창의적인 해결방법을 떠올리는 것’이라고 말씀하셨습니다. 나는 주어진 기간동안 열심히 준비하여 수행평가를 무사히 마쳤습니다. 수행평가를 마친 후 선생님께서는 각자의 프로젝트 내용에 대한 피드백을 해주셨습니다.

이러한 상황에서 나는 어떻게 하겠습니까?

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	나는 수행평가의 목표를 제대로 달성했는지 확인한다.	①	②	③	④	⑤
2	나는 수행평가를 준비하는 과정에서 시간 관리가 제대로 되었는지 확인한다.	①	②	③	④	⑤
3	나는 수행평가를 준비하는 과정에서 내가 활용한 학습 방법이 적절했는지 확인한다.	①	②	③	④	⑤

부록 2. AI 역량 설문지

() 학년
() 반 () 번

- ◇ 아래의 시나리오는 학교에서 겪을 수 있는 가상의 상황을 나타내고 있습니다.
◇주어진 시나리오를 읽은 뒤, 아래 문항에 솔직하게 체크하여 주십시오.

시나리오 상황 1						
이번 국어 수업에서는 제 4차 산업혁명과 관련하여 인공지능(AI)에 대해 한 편의 글을 작성해야 합니다. 나는 구체적으로 글을 작성하기 전에 인공지능과 관련하여 내가 알고 있는 내용을 대략적으로 정리해 보고자 합니다. 이러한 상황에서 아래 문항의 내용을 자신이 얼마나 수행할 수 있는지 표시해 주세요.						
문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	인공지능이 무엇인지에 대한 정의를 내릴 수 있다.					
2	인공지능의 주요 특성에 대해서 구체적으로 설명할 수 있다.					

시나리오 상황 2

나는 조별 활동의 하나로 친구와 인공지능에 관한 토론을 하고 있습니다. 친구는 인공지능이 구체적으로 어떤 일을 할 수 있는지는 잘 알지 못한다고 합니다. 나는 친구에게 인공지능의 다양한 기능에 대해 설명해주려고 합니다.

이러한 상황에서 아래 문항의 내용을 자신이 얼마나 수행할 수 있는지 표시해 주세요.

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	가정이나 사회에서 사용할 수 있는 인공지능의 다양한 기능에 대해 말해줄 수 있다.					
2	인공지능의 다양한 기능을 활용한 도구나 프로그램을 소개할 수 있다.					

시나리오 상황 3

나는 인공지능 동아리 ○○○에서 활동 중입니다. 나는 동아리 부원들과 함께 다음 주에 예정된 주제 발표 대회에 참가하고자 합니다. 나는 발표자가 되어 인공지능의 작동 원리에 대해 소개해야 합니다.

이러한 상황에서 아래 문항의 내용을 자신이 얼마나 수행할 수 있는지 표시해 주세요.

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	인공지능이 데이터로부터 모델을 학습하는 대표적인 원리인 기계학습에 대해 설명할 수 있다.					
2	인공지능 학습 과정에 사용되는 빅데이터에 대해 설명할 수 있다.					

시나리오 상황 4

이번 주 창의적 체험활동 시간에는 ‘청소년의 SNS 중독’에 대한 해결책을 탐색하는 주제탐구 보고서를 작성해야 합니다. 나는 보고서 작성 전 ‘청소년의 SNS 중독’ 문제를 더 구체적으로 파악하기 위해 인공지능을 활용하여 관련 문제를 분석해보고자 합니다.

이러한 상황에서 아래 문항의 내용을 자신이 얼마나 수행할 수 있는지 표시해 주세요.

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	인공지능을 활용하여 문제해결 과정에 필요한 지식이나 정보를 찾을 수 있다.					
2	인공지능을 활용하여 문제에 대한 해결 방안을 탐색할 수 있다.					

시나리오 상황 5						
이번 사회 수행평가는 우리 지역의 인구 감소 실태와 해결 방안을 탐색하는 보고서를 쓰는 것입니다. 나는 먼저 우리 지역의 실태를 파악하기 위해 공공데이터를 찾아 분석해보기로 하였습니다. 이러한 상황에서 아래 문항의 내용을 자신이 얼마나 수행할 수 있는지 표시해 주세요.						
문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	인공지능을 활용하여 보고서 작성에 필요한 적절한 데이터가 무엇인지 찾을 수 있다.					
2	인공지능을 활용하여 수집한 데이터를 기반으로 인구 감소 실태를 분석할 수 있다.					

시나리오 상황 6

나는 ‘지역 하천 생태계 파괴’를 주제로 교내 주제 발표 대회에 참가하려고 합니다. 나는 인공지능을 활용하여 우리 지역의 하천 생태계를 관찰하고 이를 바탕으로 해결책을 제안하는 발표를 준비하려고 합니다. 나는 자연 관찰 계획 및 발표 내용 구성을 위해 인공지능에게 어떻게 질문해야할 지 고민하고 있습니다.

이러한 상황에서 아래 문항의 내용을 자신이 얼마나 수행할 수 있는지 표시해 주세요.

문 항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	인공지능에게 원하는 답변의 형식을 명확하게 제시하여 목적에 맞는 답변을 이끌어 낼 수 있다.					
2	인공지능에게 질문을 여러 단계로 나누어 제시하여 차례대로 답변을 이끌어낼 수 있다.					

시나리오 상황 7

나는 인공지능 기초 수업 시간에 학생들의 건강 증진을 위한 프로젝트를 수행해야 합니다. 나는 학교 학생들이 바른 자세로 공부할 수 있도록 돕기 위하여, 인공지능을 활용하여 의자에 앉은 자세가 올바른지 점검해 주는 프로그램을 개발하려고 합니다.

이러한 상황에서 아래 문항의 내용을 자신이 얼마나 수행할 수 있는지 표시해 주세요.

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	선정한 모델학습 플랫폼을 활용하여 자세 판별 모델을 학습시킬 수 있다.					
2	개발한 학습 모델의 성능을 평가하고 부족한 점을 찾아 개선할 수 있다.					

시나리오 상황 8

올해 독도의 날을 맞이하여 학교 행사에 참여할 예정입니다. 나는 이번 행사를 위해 다양한 관점(경제, 생태학, 역사 등)에서 바라본 ‘독도의 가치’를 주제로 한 영상물을 제작하는 프로젝트를 수행하려고 합니다. 이때 프로젝트를 준비하기 위해 인공지능을 활용하고자 합니다.

이러한 상황에서 아래 문항의 내용을 자신이 얼마나 수행할 수 있는지 표시해 주세요.

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	수집한 지식이나 정보를 인공지능을 활용하여 체계적으로 조직하고 표나 그림 등으로 시각화할 수 있다.					
2	수집한 지식이나 정보를 인공지능을 활용하여 요약하고 종합해서 결과물을 만들어 낼 수 있다.					

시나리오 상황 9

다음 주 창의적 체험활동 시간에는 동아리 소개제가 열릴 예정입니다. 나는 천체 관측 동아리의 일원으로서 소개제에서 동아리 홍보 부스를 운영하려고 합니다. 이때 인공지능을 활용하여 다양한 홍보 콘텐츠를 제작하고자 합니다.

이러한 상황에서 아래 문항의 내용을 자신이 얼마나 수행할 수 있는지 표시해 주세요.

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	인공지능의 도움을 받아 동아리를 홍보하는 글을 작성할 수 있다.					
2	인공지능의 도움을 받아 다양한 홍보 이미지와 영상을 만들 수 있다.					

시나리오 상황 10						
국어 시간에 ‘후쿠시마 오염수 방출’에 대한 기사문을 작성하는 활동을 하고 있습니다. 이때 나는 후쿠시마 오염수가 우리나라에 미칠 수 있는 영향을 기사에서 다루고자 합니다. 이때 기사 작성을 위해 인공지능을 활용하려고 합니다. 이러한 상황에서 아래 문항의 내용을 자신이 얼마나 수행할 수 있는지 표시해 주세요.						
문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	인공지능이 제공하는 정보에서 객관적인 사실과 주관적인 의견을 구분할 수 있다.					
2	인공지능이 제공하는 정보가 진짜인지 가짜인지를 판단할 수 있다.					

시나리오 상황 11						
나는 수업 시간에 다문화 이해 교육에 대해 배우고 있습니다. 이때 모둠활동으로 다문화 학생에 대한 수용성(혹은 인식)을 조사하여 보고서를 작성하고자 합니다. 나는 자료조사를 위해 인공지능을 활용하려고 합니다. 이러한 상황에서 아래 문항의 내용을 자신이 얼마나 수행할 수 있는지 표시해 주세요.						
문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	인공지능이 제공하는 정보에 다문화 학생에 대한 편견이 반영되어 있는지 평가할 수 있다.					
2	인공지능이 제공하는 정보에 종교적·문화적·인종적 편견이 반영되어 있는지 평가할 수 있다.					

시나리오 상황 12						
지구의 날을 맞이하여 진행되는 친환경 캠페인에서 활용할 홍보용 포스터를 제작하고자 합니다. 이때 나는 인공지능을 활용하여 ‘일회용품 사용 줄이기’를 주제로 포스터에 사용할 이미지를 생성하려고 합니다. 이러한 상황에서 아래 문항의 내용을 자신이 얼마나 수행할 수 있는지 표시해 주세요.						
문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	인공지능을 활용하여 생성한 이미지가 주제에 적합한지를 평가할 수 있다.					
2	인공지능을 활용하여 생성한 이미지가 학생들의 흥미를 유발하는지를 평가할 수 있다.					

시나리오 상황 13						
나는 다음 주에 열리는 교내 토론대회를 준비하고 있습니다. 토론 주제는 ‘인공지능의 발전이 우리 사회에 도움되는가’ 입니다. 나는 반대 측에서 인공지능이 우리 사회에 부정적인 영향을 미칠 수 있다는 주장을 하려고 합니다. 이러한 상황에서 아래 문항의 내용을 자신이 얼마나 수행할 수 있는지 표시해 주세요.						
문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	인공지능이 제공하는 지식이나 정보가 편견을 강화할 수 있다는 것을 설명할 수 있다.					
2	인공지능의 발전으로 인해 사람들이 일자리를 잃을 수 있다는 것을 설명할 수 있다.					

시나리오 상황 14						
나는 우리 학교 축제 기록 영상을 제작하려고 합니다. 이때 인공지능의 도움을 받아 대본을 작성하고 친구들의 활동 모습을 촬영한 영상과 사진을 사용하며, 적절한 배경음악을 선정하여 영상을 제작하고자 합니다. 이러한 상황에서 아래 문항의 내용을 자신이 얼마나 수행할 수 있는지 표시해 주세요.						
문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	인공지능 사용 시 나와 타인의 개인정보가 유출되지 않도록 할 수 있다.					
2	인공지능의 도움을 받아 제작하는 영상에 포함되는 콘텐츠의 출처를 명확히 밝힌다.					

시나리오 상황 15						
이번 학기 선택과목 중 하나인 ‘사회문화’ 수업의 과제는 ‘제4차 산업혁명의 특징과 미래사회 변화’에 대해 보고서를 작성하는 것입니다. 나는 인공지능을 활용하여 이 과제를 수행하고자 합니다. 이러한 상황에서 아래 문항의 내용을 자신이 얼마나 수행할 수 있는지 표시해 주세요.						
문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	인공지능의 도움을 받되 보고서의 구체적인 내용에 대한 책임은 나에게 있음을 잘 알고 있다.					
2	인공지능을 활용하는 과정에서 자기주도적으로 의사결정을 하여 우수한 보고서를 작성할 수 있다.					

부록 3. 창의적 사고 역량 설문지

() 학년
() 반 () 번

	문항	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1	나는 친구들이 쉽게 생각하지 못 하는 기발한 아이디어를 내는 편이다.					
2	나는 기존의 아이디어를 새로운 상황 에 알맞게 변형할 수 있다.					
3	나는 하나의 문제를 해결하기 위해 다 양한 가능성을 탐색하는 편이다.					
4	나는 여러 교과와 내용들이 서로 연관 되어 있음을 파악할 수 있다.					
5	나는 나와 우리 사회의 미래 모습을 비교적 생생하게 상상할 수 있다.					
6	나는 모둠활동에서 나름 쓸모 있는 아 이디어를 제시하는 편이다.					
7	나는 실행이 가능한 현실적인 아이디 어를 제시하는 편이다.					
8	나는 이전보다 더 좋은 아이디어를 제 시하는 편이다.					
9	나는 비슷한 상황과 맥락이라면 공통 적으로 적용이 가능한 아이디어를 제 시하는 편이다.					
10	나는 현재는 물론 미래에도 어울릴 수 있는 새로운 아이디어를 제시하는 편 이다.					
11	나는 나의 새로운 아이디어에 대해 다 른 학생들이 수긍할 만한 근거를 제시 할 수 있다.					
12	나는 여러 아이디어 중 최소 비용으로 최대의 성과를 내는 아이디어를 선택 할 수 있다.					
13	나는 다른 학생들의 아이디어에 객관 적인 증거나 근거가 있는지 파악할 수 있다.					
14	나는 나의 아이디어와 그에 대한 증거 나 근거를 간단명료하게 밝힐 수 있다.					
15	나는 나의 아이디어가 논리적으로 타 당한지 점검할 수 있다.					

부록 4. 부모 학력 설문지

◇ 다음 질문에 응답해주시면 감사하겠습니다.

1. 다음 중 아버지의 최종 학력은?

- ① 중학교 졸업 이하
- ② 고등학교 졸업
- ③ 전문대학 졸업
- ④ 4년제 대학교 졸업
- ⑤ 대학원 졸업

2. 다음 중 어머니의 최종 학력은?

- ① 중학교 졸업 이하
- ② 고등학교 졸업
- ③ 전문대학 졸업
- ④ 4년제 대학교 졸업
- ⑤ 대학원 졸업

The Effect of High School
Students' Self-Directed
Learning on Creative Thinking
through AI Competency

A Dissertation for the Degree of
Master of Arts in Education

by

Yejin Kim

Major Advisor: Sun-Geun Baek, Ph.D.

Department of Education

The Graduate School

Seoul National University

2025

Abstract

The Effect of High School Students' Self-Directed Learning on Creative Thinking through AI Competency

Yejin Kim

Department of Education

The Graduate School

Seoul National University

The ability to engage in self-directed learning, which involves planning and practicing one's own learning processes, has long been of interest due to its role in enhancing motivation and enabling effective and sustainable learning. In contemporary society, this ability is increasingly emphasized as a core competency. Unlike the past, when knowledge acquired during school years was sufficient for a lifetime, the rapid and complex changes in modern society, such as digital transformation, necessitate lifelong learning. Consequently, students should develop self-directed learning ability. Additionally, AI

competency is emerging as one of the key abilities in the AI era. To adapt to the rapidly changing society due to the emergence of AI, understanding and effectively utilizing AI is essential. Another core competency in modern world is creative thinking. Creative thinking is indispensable for effectively solving the complex and multifaceted problems of modern society. Especially in the current era, when convergent thinking that crosses boundaries between fields is emphasized, creative thinking is considered even more important than before.

As such, self-directed ability, AI competency, and creative thinking ability, which are the core competencies of the AI era, have garnered significant attention, with extensive research conducted on each. However, studies analyzing the structural relationships among these three variables remain insufficient. Therefore, it is necessary to empirically examine their structural relationships based on previous studies. This study aims to analyze the structural relationships among the three variables using Structural Equation Modeling. Specifically, the study hypothesizes that high school students' self-directed ability and AI competency influence their creative thinking. The research questions are as follows:

1. How does self-directed learning ability of high school students affect AI competency?
2. How does self-directed learning ability of high school students affect creative thinking?
3. How does AI competency of high school students affect creative thinking?
4. Does AI competency mediate the relationship between self-directed learning ability and creative thinking?

To address these research questions, the study followed the

methods and procedures below. First, the ‘Self-Direct Learning Ability Scale’ developed by Kim (2021) and the ‘AI Competency Scale’, developed by Baek et al. (2024) were revised and supplemented, through the validation procedures. The Self-Directed Learning Ability Scale consists of three subdomains: Learning Plan, Learning Method, and Learning Evaluation. There are three scenarios per subdomain and three items per scenario, thus 27 items in total. The AI Competency Scale is composed of five subdomains: Basic Understanding of AI, AI-Based Problem-Solving, AI-Based Research and Development, AI-Based Evaluation, and AI Ethics. Each subdomain consists of three sub-elements. The scale includes one scenario per sub-element and two items per scenario, 30 items in total. Both scales demonstrated adequate construct validity through confirmatory factor analysis and reliability through Cronbach’s alpha.

Next, data collection was conducted among students at a A high school in South Korea. Responses from 190 students who completed all assessments were used for SEM analysis. To clarify the causal relationships among the variables, the Self-Directed Learning Ability test was administered in September 2024, followed by the AI Competency test in October, and the Creative Thinking test in December, using the ‘Creative Thinking Scale’ developed by Baek et al. (2017). The collected data were analyzed using descriptive statistics, correlation analysis, and SEM to examine the structural relationships among self-directed learning ability, AI competency, and creative thinking in high school students.

The key findings of this study are summarized as follows.

First, self-directed learning ability positively influenced AI competency in high school students. The SEM analysis result showed that the standardized coefficient for the effect of self-directed learning

ability on AI competency was 0.439 without setting control variables and 0.430 when parental education level and academic achievement of previous semester were controlled. Both were statistically significant ($p < .001$).

Second, self-directed learning ability positively influenced creative thinking in high school students. SEM analysis revealed that the standardized coefficient for the effect of self-directed learning ability on creative thinking was 0.257 without setting control variables and 0.243 when parental education level and academic achievement of previous semester were set as control variables. Both were statistically significant ($p < .01$).

Third, AI competency positively influenced creative thinking in high school students. The standardized coefficient for the effect of AI competency on creative thinking was 0.316 without setting control variables and 0.301 when parental education level and academic achievement of previous semester were set as control variables. Both were statistically significant ($p < .001$).

Fourth, AI competency mediated the relationship between self-directed learning ability and creative thinking. The total effect of self-directed learning ability on creative thinking is comprised of the direct effect (self-directed learning $\rightarrow$ creative thinking) and the indirect effect (self-directed learning $\rightarrow$ AI competency $\rightarrow$ creative thinking), estimated by SEM analysis. Using bootstrapping, this study confirmed the statistical significance of these effects. In the model without control variables, the standardized coefficient for the direct effect was 0.237, and for the indirect effect, it was 0.122, both were statistically significant ($p < .05$). In the model with control variables, the standardized coefficient for the direct effect was 0.223, and for the indirect effect, it was 0.112, both were statistically significant

($p < .05$). Indirect effects through AI competency accounted for approximately 34.0% of the total effects (33.3% with control variables).

Fifth, the relationships among the major variables and the mediating effect of AI competency remained statistically significant even after controlling for parental education level and students' academic achievement in previous semester.

So in conclusion, this study demonstrates that self-directed learning ability positively affects AI competency and creative thinking, and that AI competency also positively impacts creative thinking, regardless of control variables. Additionally, AI competency partially mediates the relationship between self-directed learning ability and creative thinking. This study holds significance by empirically analyzing the structural relationships among self-directed learning ability, AI competency, and creative thinking, which are core competencies in the context of the AI era, thereby contributing to a more detailed understanding of mechanisms for development of core competencies. Consequently, the findings suggest that the educators should devise strategies to comprehensively enhance these three competencies.

Keywords : self-directed learning, creative thinking, AI competency,
core competency, structural equation modeling,
development and validation of scale

Student Number : 2023-22923