

온라인 영재교육 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 특성 분석 및 평가 문항 개발: Rasch 모형을 활용하여

박 민 서*

KAIST

이 성 혜**

KAIST

최 인 수***

성균관대학교

이 연구는 온라인 영재교육 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 특성을 이해하고, 창의적 문제해결 과정 평가 문항을 개발하기 위해 수행되었다. 연구를 위해, 이론적으로 도출된 창의적 문제해결 과정 요소에 보고서 분석을 통해 확인된 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 특성을 연계하여 평가 문항을 개발하였다. K 대학 사이버영재교육원에 재학 중인 학습자 120명의 창의적 문제해결 보고서가 개발된 문항을 통해 평가되었고, 수집된 평가데이터는 피험자, 평가 문항, 평가자를 고려한 다국면 Rasch 모형을 통해 분석되었다. 수집된 데이터는 다국면 Rasch 모형 분석에 적합한 것으로 나타났다. 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준별 특성을 살펴본 결과, 창의적 문제해결 과제 수행 수준이 낮은 단계에선 문제발견 과정의 특성이 나타나지 않은 반면, 수행 수준이 높아질수록 선행지식을 활용하여 문제를 발견하고 다양한 아이디어를 생성하여 정교하게 문제를 해결하는 특성이 나타났다. 이 연구의 결과가 온라인 영재교육 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 특성을 이해하고 평가하는데 도움이 되길 기대한다.

주제어: 온라인 영재교육, 창의적 문제해결력, 창의적 문제해결 과정 평가, 문항반응이론, 다국면 Rasch 모형

I. 서 론

인공지능 및 첨단 기술의 발전과 함께 사회가 빠르게 변화하면서 창의적 문제해결력이 중요한 핵심역량 중 하나로 강조되고 있다. 창의적 문제해결력이란 새로운 문제를 발견하고 창의적인 방법으로 문제를 해결하는 능력을 의미한다(Isaksen & Treffinger, 1985). 창의적 문제해결력이 강조되는 이유는 점점 더 복잡한 문제에 직면할 가능성이 높아지는 미래 사회에 우리가 직면한 문제를 발견하고 창의적으로 문제를 해결하는 과정에서 개인의 성장뿐 아니라, 사회 발전에도 이바지할 수 있기 때문이다(김선진 외, 2021).

*제1저자: 박민서, KAIST 과학영재교육연구원, 학연전문연구원, creflow@kaist.ac.kr

**공동저자: 이성혜, KAIST 과학영재교육연구원, 연구부교수, slee45@kaist.ac.kr

***교신저자: 최인수, 성균관대학교 아동·청소년학과/인재개발학과 교수, koreativity@gmail.com

이러한 맥락에서, 우리나라 교육과정에서도 학생들의 창의적 문제해결력 증진은 교육의 중요한 목표로 강조되고 있다. 교육부(2022)는 학생들이 학습 과정과 일상생활 속에서 문제를 발견하고 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 역량을 함양하기 위해 발달 단계를 고려하여 학교급별 교육 목표를 제안하고 있고, 이에 따라 교육 현장에서는 프로젝트 수업, 문제 중심 수업 등 다양한 교수학습 방법을 통해 학생들의 창의적 문제해결력 강화를 위해 노력하고 있다(김지수, 2015; 양운정, 유미현, 2017; 진영훈, 손정우, 2011; 황지선, 2022). 하지만 교사들은 학생들의 창의적 문제해결 과제 수행 과정과 그 결과를 평가하는 데 어려움을 겪고 있는 것으로 보인다. 창의적으로 문제를 해결하는 과정에 정해진 답이 있는 것이 아니기 때문에 객관적인 평가 항목을 만들거나 평가 기준을 마련하기 쉽지 않고, 주관적인 평가 요소가 많이 반영되기 때문에 공정한 평가가 어려우며, 창의적 문제해결 과제 수행 과정과 그 결과를 평가하기 위한 도구가 부족하다는 것이다(정호범, 2014; 조미영, 문공주, 김성원, 2010).

학습자의 창의적 문제해결 과정과 그 결과를 평가할 수 있는 도구를 개발하여, 교육 현장에 도움을 주려는 다양한 연구들이 존재한다(송은선, 한기순, 2019; 송홍준, 이병임, 2016; 이화선, 표정민, 최인수, 2014; 조미영 외, 2010; 조석희, 황동주, 2007; 최선영, 강호감, 2006). 선행연구는 대부분 창의적 문제해결 과정을 이론적으로 체계화한 창의적 문제해결 모형(Creative Problem Solving)에 기반하여(Puccio, Firestien, Coyle, & Masucci, 2006; Treffinger & Isaksen, 1992), 창의적 문제해결 과정의 구성요소, 즉 문제발견, 아이디어 생성, 문제해결의 하위범주를 제시하고, 각 하위범주를 평가할 수 있는 문항을 개발하고 있다. 창의적 문제해결의 이론적 틀 안에서 개발된 평가도구들이 학습자의 창의적 문제해결력을 평가하는 데 활용되면서, 영재를 선발하고(송은선, 한기순, 2019; 조석희, 황동주, 2007), 교육을 설계하며(조석희, 강숙희, 장영숙, 정태희, 이해주, 2002), 교육의 효과를 확인하는 데 도움을 주고 있는 것은 사실이다(강호감, 김태훈, 2014; 양운정, 유미현, 2017; 진영훈, 손정우, 2011; 황지선, 2022). 하지만, 기존 평가도구들은 평가 총점을 활용하여 학습자의 창의적 문제해결력을 평가하거나, 학습자의 창의적 문제해결 유형을 분류하는 데 초점을 맞추고 있어(이화선 외, 2014; 최선영, 강호감, 2006), 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준에 따른 특성이 어떻게 나타나는지 살펴보기 어렵다는 한계가 있다. 나이가, 온라인교육 환경에서 학습자의 창의적 문제해결 수행 과정과 그 결과에 대한 평가는 학습자가 제출한 창의적 문제해결 과제 보고서에 기반하는 경우가 많은데, 선행연구에서 개발된 평가도구들은 학습자의 보고서에서 드러나는 창의적 문제해결 과제 수행 특성을 반영하지 못한다는 한계도 존재한다.

창의적 문제해결 과정에서 나타나는 학습자의 특성을 분석한 연구들도 일부 존재한다. 해당 연구에 따르면, 창의적 문제해결력이 높은 학습자는 선행지식을 활용하여 해결해야 하는 문제를 명확하게 정의하고, 정의한 문제를 해결하기 위해 다양한 아이디어를 생성하며, 생성한 아이디어 중 최적의 아이디어를 선택하는 과정을 거쳐 완성도 있는 산물을 산출하려는 특징이 있다고 보고되고 있다(김진섭, 2010; 심혜진, 장신희, 2007; 유태선, 전영석, 2017; 이슬기, 신원섭, 임채성, 2019). 이러한 선행연구의 결과가 창의적 문제해결 과정에서 드러나는 학생들의 특성을 이해하는 데 도움을 준 것은 사실이지만, 선행연구 대부분이 사례 연구 중심으

로 진행되었다는 점을 고려해 볼 때, 연구의 결과를 일반화하기 어렵다는 한계가 있다.

따라서 이 연구는 온라인 영재교육에 참여하고 있는 학습자의 창의적 문제해결 과제 보고서에 나타나는 수행 특성을 분석하고, 선행연구를 종합하여 도출된 창의적 문제해결 과정 요소 및 평가지표와 연계하는 귀납적 접근을 통하여 평가 문항을 개발하고자 한다. 이후, 개발된 평가 문항을 통해 수집된 데이터를 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준, 평가 문항의 난이도, 평가자의 엄격성을 단일 척도로 비교할 수 있는 다국면 Rasch 모형의 장점을 활용하여 분석함으로써, 개발된 평가 문항의 적합도를 확인하고 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준에 따른 특성을 파악할 예정이다. 이를 통하여, 향후 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준 평가에 활용할 수 있는 도구를 제안할 뿐 아니라, 창의적 문제해결 과제 수행 수준에 따른 특성을 살펴봄으로써 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준을 실질적으로 향상할 수 있는 교육적 시사점을 제공할 것이다.

이 연구의 목적을 달성하기 위한 연구 문제는 다음과 같다.

1. 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 특성과 창의적 문제해결 과정 요소를 연계하여 개발된 평가 문항을 통해 생성된 평가데이터가 피험자, 평가자, 평가 문항 국면을 고려한 다국면 Rasch 모형에 적합한가?
2. 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준에 따른 평가 문항의 난이도 분포는 어떠한가, 온라인 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준에 따른 특성은 어떻게 나타나는가?

II. 이론적 배경

1. 창의적 문제해결(Creative Problem Solving: CPS)

창의적 문제해결이란 새로운 문제를 발견하고 창의적인 방법으로 문제를 해결하는 과정을 의미한다(Isaksen & Treffinger, 1985). 창의적 문제해결에 관한 연구는 한 개인이 창의적 산물을 산출하기까지 어떠한 ‘과정’을 거치는지 분석하는 데 초점을 맞춰왔다. 창의적 문제해결 연구 분야의 선구자라고 할 수 있는 Osborn(1953)은 Wallas(1926)의 창의성 발현 4단계(준비, 부화, 조명, 검증)를 수정 및 보완하여 창의적 문제해결 과정을 오리엔테이션, 준비, 분석, 가설, 부화, 통합, 검증의 단계로 제시하였다. Parnes와 Meadow(1959)는 Osborn이 제안한 창의적 문제해결 과정을 발전시켜 ‘Parnes CPS(Creative Problem Solving)’라는 방법론을 제시하였다. Parnes CPS는 문제인식(problem finding), 문제정의(fact finding), 아이디어 도출(idea finding), 아이디어 평가(idea evaluation), 구체화(idea implementation), 실행(action)의 6단계로 구성되고, 각 단계에서 SCAMPER(Substitute, Combine, Adapt, Modify, Put to other uses, Eliminate, Reverse)와 PMI(Plus, Minus, Interesting) 등의 창의적 사고 기법을 활용하는 것이 특징이다. 이후 Osborn(1963)과 Parnes(1967)는 공동연구를 통하여 준비 단계(preparation), 문제 인식 및 정의 단계(recognition and definition of the problem), 정보 수집 단계(information gathering), 아이디어 도출 단계(idea finding), 아이디어 평가 단계(idea evaluation), 아이디어 구체화 및 실행 계획 수립 단계(idea implementation and action planning), 검토 단계

(verification)로 구성된 Osborn-Parnes CPS를 제시하였고, Isaksen과 Treffinger(1985)는 Osborn-Parnes CPS를 확장하고 보완한 Treffinger CPS 모델을 제시하였다. Treffinger CPS는 문제인식(problem finding), 문제정의(fact finding), 아이디어 도출(idea finding), 아이디어 발전(solution finding), 실행 계획 수립(acceptance finding), 실행(action finding)으로 구성되며, 각 단계에서 SWOT 분석, 수행 계획서, 일정 관리 도구 등의 다양한 도구와 기법을 활용하는 것이 특징이다. Treffinger CPS는 지속적인 연구를 통하여 도전의 이해(기회 구성, 자료탐색, 문제골격구성), 아이디어 생성, 행위를 위한 준비(해결책 개발, 수용 토대 구축)의 단계로 구성된 CPS version 6.1 모델로 발전하였고(Treffinger, Isaksen, & Dorval, 2000), 오늘날까지도 교육 분야에서 활발히 활용되며, 이론과 실재가 잘 연계된 유용한 기법으로 평가받고 있다(김선진 외, 2021; 이화선 외, 2014). 연구자별 창의적 문제해결 과정을 요약하면 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 연구자별 창의적 문제해결 과정

번호	연구자	창의적 문제해결 과정
1	Osborn(1953)	오리엔테이션 > 준비 > 분석 > 가설 > 부화 > 통합 > 검증
2	Parnes, Meadow(1959)	문제인식 > 문제정의 > 아이디어 도출 > 아이디어 평가 > 구체화 > 실행
3	Osborn(1963), Parnes(1967)	문제인식 및 정의 > 정보 수집 > 아이디어 도출 > 아이디어 평가 > 구체화 및 실행 계획 수립 > 검토
4	Treffinger, Isaksen, Dorval, (2000)	문제인식 > 문제정의 > 아이디어 도출 > 아이디어 발전 > 실행 계획 수립 > 실행

2. 창의적 문제해결 평가도구

학습자의 창의적 문제해결 수행에 대한 평가와 관련된 연구는 대부분 창의적 문제해결 과정에 대한 선행연구를 분석하여 평가 요소를 도출하고, 요소별 하위 단계를 평가할 수 있는 문항을 개발하는 방식으로 진행 되어왔다(송은선, 한기순, 2019; 송홍준, 이병임, 2016; 이화선 외, 2014; 조미영 외, 2010; 최선영, 강호감, 2006). 이화선 외(2014)는 창의적 문제해결 이론을 토대로 대학생들의 창의적 사고 유형을 측정하기 위한 검사 도구인 창의적 문제해결 프로파일(Creative Problem Solving Profile Inventory: CPSPI)를 개발하고 타당화하였다. 검사 도구를 개발하는 과정에서 창의적 문제해결을 문제발견, 문제분석 및 명료화, 아이디어 생성, 아이디어 평가, 실행 계획, 실행, 설득 및 소통의 7개 단계로 구분하고, 단계별 요구되는 역량을 도출하였다. 이후 예비 검사와 본 검사를 통하여 문제발견 및 분석(민감성, 개방성, 통합적 사고, 비판적 사고, 목표 인식, 성급한 종결에 대한 저항 등), 아이디어 생성(독창성, 유창성, 융통성, 유추적 사고, 상상력, 개방성 등), 실행 계획(평가 기준 수립, 비판적 사고, 정교성, 현실감각, 민감성, 전략적 사고, 합리적 의사결정능력, 개방성 등), 실행(추진력, 임기응변, 자신감/위험감수 등), 설득 및 소통(의사소통능력, 개방성 등)의 5개 요인과 요인별 요구되는 역량을 제시하였다. 조미영 외(2010)는 창의적 문제해결 과정 평가를 위한 평가 기준을 개발하고, 이를 과학

교과서에 나타난 평가 문항 분석에 적용하였다. 연구자들은 Treffinger와 Isaken(1992)이 제안한 창의적 문제해결 모형을 기반으로 창의적 문제해결 과정 평가를 위해 3개 기준이 되는 평가 영역과 7개 하위영역을 제시하였다. 구체적으로 평가 영역은 도전의 이해, 아이디어 생성, 문제해결의 3개 영역으로 구성되어 있고, 도전의 이해 영역은 문제로의 초대, 자료탐색, 문제제기, 아이디어 생성 영역은 아이디어 생성, 문제해결 영역은 해결 방법 선택, 실행 계획, 평가의 하위영역을 포함한다. 송은선과 한기순(2019)은 과학영재교육대상자 선발을 위한 창의적 문제해결력 검사를 개발하고 타당성을 검토하였다. 검사 도구 개발을 위해 영재교육 전문가와 현직 교사가 참여하였고, 창의적 문제해결 능력(creative problem solving ability)에 초점을 맞추어 문항이 개발되었다. 구체적으로 초등과정 과학영재 선발을 위해 개발된 문항은 인지 영역별로 3문항씩 총 12문항으로, 반성적 사고력, 공간 능력, 패턴인식 능력, 문제해결력 등을 측정하는 문항으로 구성되어 있다. 연구자들은 개발된 문항에 대하여 질적 평가(내용타당도 검사)와 양적 평가(고전검사이론, 문항반응이론 분석)를 실시하였고, 그 결과 개발한 문항이 과학영재교육대상자 선발을 위한 타당한 도구임을 확인하였다. 송홍준과 이병임(2016)은 대학생의 창의적 문제해결 역량 평가를 위해 문헌 고찰을 통하여 창의적 문제해결 과정 요소를 정리하고, 델파이 조사를 통하여 창의적 문제해결에 필요한 역량 요소를 도출하여 문항을 개발한 후, 내용타당도 분석, 탐색적 요인분석, 확인적 요인분석을 통하여 개발한 문항의 타당도와 신뢰도를 확인하였다. 연구 결과 개발된 대학생 창의적 문제해결 역량 측정 도구는 타당도와 신뢰도가 확보된 것으로 나타났고, 문제인식, 분석적 사고, 융통적 사고, 대안 발견, 도전적 태도의 5개 요인, 21문항으로 구성되었다. 최선영과 강호감(2006)은 초등학교 과학영재학급 학생 선발을 위한 과학 창의적 문제해결력 검사 도구를 개발하였다. 연구자들은 검사 도구 개발을 위해 선행연구 고찰을 통하여 창의적 문제해결 과정 요소를 도출하고 이론적으로 과정 요소별 평가 준거를 마련하였다. 평가 준거는 문제 정의하기, 문제해결하기 대역역에 다양한 문제 제안하기, 적절한 탐구문제 선택하기, 해결책 선택하기, 실험계획 세우기, 해결 방법 확인하기의 하위영역으로 제시되었고, 각 하위영역에 대한 평가 문항에 대해 0점, 1점, 2점으로 평가하도록 구성되었다.

국내에서 개발된 창의적 문제해결 평가도구를 살펴보면, 창의적 문제해결 과정에 대한 이론적 고찰을 통해 창의적 문제해결 과정 요소를 도출하고, 도출된 과정 요소별 평가의 범위와 목표에 따라 하위범주를 분류하여 제시하고 있음을 알 수 있다. 이와 같은 창의적 문제해결 평가도구가 학습자들의 창의적 문제해결 과제 수행 수준을 평가하고 이해하는 데 도움을 준 것은 사실이지만(강호감, 김태훈, 2014; 황지선, 2022), 영재교육대상자 선발을 위한 창의적 문제해결 능력 평가에 초점이 맞춰져 있거나(송은선, 한기순, 2019; 최선영, 강호감, 2006), 학습자의 창의적 문제해결 유형을 분류하는 데 목적이 있다는 점에서(이화선 외, 2014) 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 과정에서 나타나는 실질적인 특징을 평가하기 어렵다는 한계가 있다. 나아가, 학습자의 창의적 문제해결 보고서를 기반으로 과제 수행 수준을 평가하기 위한 도구는 찾아보기 힘든 실정이다. 따라서 이 연구는 이론적으로 창의적 문제해결 과정 요소를 도출하고, 그에 따른 평가 문항을 개발한 선행연구와 맥락을 같이 하되, 온라인 영재교육 학습

자의 실제 창의적 문제해결 과제 수행 과정에서 나타난 특성을 선행연구 고찰을 통해 도출된 창의적 문제해결 과정 요소들과 연계하는 귀납적 접근을 통하여 창의적 문제해결 과제 수행 평가 문항을 개발하고자 한다. 구체적으로, 선행연구에서 공통적으로 제안하고 있는 문제발견, 아이디어 생성, 문제해결의 창의적 문제해결 과정에 대한 이론적 틀을 종합하고, 온라인 영재 교육 맥락에 맞게 수정한 후, 전문가의 의견을 수렴하는 과정을 거쳐, 창의적 문제해결 과정 요소, 과정 요소별 단계, 그리고 평가지표를 구성할 예정이다.

3. 창의적 문제해결 과정에서 나타나는 학습자의 특성

창의적 문제해결 과정에서 나타나는 학습자 특성에 대한 선행연구들은 학습자의 특성을 밝힐 뿐 아니라, 학습자의 창의적 문제해결 역량 함양을 위한 교육적 시사점을 제공한다(김진섭, 2010; 심혜진, 장신희, 2007; 유태선, 전영석, 2017; 이슬기 외, 2019). 김진섭(2010)은 초등학교 맥락에서 학습자의 창의적 문제해결 과정은 어떻게 나타나고, 과정별 수행 특성은 어떠한지 살펴보았다. 연구를 위해 연구자는 초등학생의 창의적 문제해결 과정에 참여하여 그들의 수행을 관찰하였고, 비디오 녹화 및 전사를 통해 자료를 수집하여 분석하는 과정을 거쳤다. 그 결과, 초등학생의 창의적 문제해결 과정은 문제 파악, 아이디어 생성, 실행, 평가의 과정을 거치는 것으로 나타났고, 초등학생은 창의적 문제해결 과정에서 문제를 명확하게 정의하지 못한 상태로 다음 과정을 진행하는 경향이 있고, 아이디어 구상 단계에서 특정 영역의 지식을 활용하기보다 개인의 경험에 의존하는 것으로 나타났으며, 효과적인 실행 및 평가 전략을 활용하지 못하는 것으로 나타났다. 연구자는 이러한 연구의 결과를 토대로 초등학생들이 창의적 문제해결 과정 전반을 스스로 인식할 수 있는 능력을 길러줄 필요가 있고, 특히 창의적 문제해결 과정 초기 단계인 문제 파악 단계와 관련된 구체적인 교수전략이 필요하다고 주장하였다. 심혜진과 장신희(2007)는 사례 연구를 통하여 과학영재와 일반 학생의 창의적 문제해결 과정에서 나타나는 특성을 분석하였다. 연구자들은 창의적 문제해결 과정을 문제 이해, 계획 수립, 수행, 검토 단계로 구분하고, 단계별 영재학생과 일반 학생에게서 나타나는 특성을 분석하였다. 그 결과, 영재 학생은 일반 학생에 비해 과학적 지식을 활용하여 문제를 이해하는 능력, 독창적으로 아이디어를 생성하는 능력, 다양한 아이디어를 생성하는 능력, 다양한 아이디어를 연계하여 문제를 해결하는 능력이 우수한 것으로 나타났다. 유태선과 전영석(2017)은 초등학교 과학 교육과정을 기초로 과학 창의적 문제해결 방법을 확인할 수 있는 문항을 개발하고, 개발한 문항을 통하여 초등학생의 창의적 문제해결 과정에서 나타나는 특징을 살펴보았다. 그 결과, 초등학생들은 창의적 문제해결 과정에서 문제를 정확하게 정의하지 못하거나, 생활 속 경험으로 획득한 지식을 통하여 문제를 해결하려는 경향이 있었으며, 문제와 연관된 지식을 떠올리더라도 문제해결 과정에서 적용하지 못하는 모습을 보였다. 이러한 연구 결과를 토대로 연구자들은 창의적 문제해결 과정에서 학습자의 성취를 향상하기 위해, 학생들의 영역 특수적 지식에 대한 깊이 있는 이해와 개념 확립이 선행될 필요가 있고, 이를 문제해결에 적용할 수 있는 의미 있는 도움을 주어야 한다고 주장하였다. 이슬기 외(2019)은 초등학생의 창의적 문제해결 과정에서 나타나는 특성을 분석하기 위하여, 창의적 문제해결 과정을 포함한 과학 문

제를 개발하고, 학습자가 문제를 해결하는 과정에서 나타나는 안구운동을 추적하고 분석하였다. 그 결과, 창의적 문제해결력 수준이 높은 학생일수록 핵심 단서에 대한 시선 점유도가 높게 나타났고, 문제 영역과 문제해결을 위한 단서 영역 간의 시선 전환 횟수가 많은 것으로 나타났다. 이러한 연구 결과는 창의적 문제해결력 수준이 높은 학생일수록 문제가 요구하는 것이 무엇인지 정확하게 파악하고자 하며, 문제해결을 위한 지식을 활용하는 데 집중한다는 것이다.

학습자의 창의적 문제해결 수행 수준을 높이기 위해서는 창의적 문제해결 과제 수행 과정에서 나타나는 특성을 파악하고 평가하여, 창의적 문제해결 역량 함양을 위한 교육과정 및 교육 프로그램 개발에 대한 시사점을 제공하는 일이 중요하다. 선행연구들을 종합해 보면, 사례 연구, 창의적 문제해결 과제 개발 및 평가, 생체데이터 활용 등의 방법으로 창의적 문제해결 과정에서 나타나는 학습자의 특성을 분석하고자 하였다(김진섭, 2010; 심혜진, 장신호, 2007; 유태선, 전영석, 2017; 이슬기 외, 2019). 선행연구의 결과가 창의적 문제해결 과정에서 나타나는 학습자의 특성을 이해하는 데 도움을 준 것은 사실이지만, 제한된 사례를 통하여 창의적 문제해결 과정에서 나타나는 학습자의 특성을 분석했다는 점, 창의적 문제해결 과제 수행 수준에 따른 특성을 이야기 해주지 못한다는 점 등의 한계가 있다. 또한, 학생들이 수행한 창의적 문제해결 과제 보고서를 분석하여 특성을 도출하고, 이를 토대로 평가 문항을 개발하여 학생들의 창의적 문제해결 과제 수행 수준에 따른 특성을 살펴본 연구는 찾아보기 어렵다. 따라서, 이 연구는 실제 온라인 영재교육 프로그램에 참여하고 있는 학습자가 제출한 창의적 문제해결 과제 보고서를 분석하여 수행 특성을 도출하고, 이를 이론적으로 도출된 창의적 문제해결 과정 요소에 매치하여 평가 문항을 개발하고자 한다. 나아가 개발된 평가 문항을 통해 수집된 평가 데이터를 다국면 Rasch 모형을 활용하여 분석함으로써, 평가 문항의 적합도를 확인함과 동시에 학습자의 수준별 창의적 문제해결 과제 수행 특성을 살펴볼 예정이다.

III. 연구 방법

1. 연구 맥락 및 연구 대상

K 대학 사이버영재교육원은 영재교육진흥종합계획(교육부, 2013; 교육부, 2018)에 기반하여 온라인 영재교육 프로그램을 운영하고 있다. 학습자들은 K 대학 사이버영재교육원 학습관리시스템(learning management system: LMS)에 접속하여 학습을 진행하고, 개별 프로젝트로 제시된 창의적 문제해결 과제를 수행하며, 수행의 결과를 보고서로 제출한다. 연구에는 K 대학 사이버영재교육원의 선발 과정을 거쳐 온라인 영재교육 과정에 참여하고 있는 중학교 2학년 120명의 창의적 문제해결 과제 수행 보고서가 활용되었다.

이 연구에서 활용한 창의적 문제해결 과제의 주제는 ‘특명! 사람들을 구출하라!’이다. 해당 과제는 내용 전문가와 창의적 문제해결 전문가의 검토 과정을 거쳐 개발되었고, 창의적 문제해결에 필요한 생체모방 로봇, 휴머노이드 로봇 기술, 재난 현장 속 로봇 기술의 미래 등에 대한 개념을 학습하고, 창의적 문제해결 단계(문제탐색, 아이디어 생성, 문제해결)에 따라 미션

을 수행한 결과를 보고서로 제출하도록 구성되어 있다. 창의적 문제해결 과제의 구성과 내용은 <표 2>과 같다.

<표 2> 창의적 문제해결 과제 구성 및 내용

과제 단계	내용
	미션명: 특명! 사람들을 구출하라!
과제 안내	여러분은 구조원으로 재난 현장에 도착했습니다. 재난 현장에 있는 수많은 사람은 다양한 위험에 처해있습니다. 여러분이 만든 생체모방 로봇이 이 현장에서 효과적으로 쓰일 수 있을 것 같습니다. 여러분이 설계한 이 로봇은 어떤 로봇인가요? 어떤 문제 상황에서 활용되고, 어떤 생물을 모방하였으며, 어떤 특징을 가지고 있는지 자세하게 서술하여 제출해 보세요.
문제탐색	미션1: 뉴스나 기사에서 접한 재난 상황을 하나 선정하여, 재난 현장에 대한 설명을 적어 봅시다.
아이디어 생성	미션2: 미션1에서 선정한 재난 현장에 투입하기 위해, 여러분이 만든 로봇은 어떠한 특징을 가지고 있어야 할까요? 미션3: 어떠한 생물을 모방하여 로봇을 만드는 것이 좋을까요? 모방할 생물을 선정하고 그 이유를 적어 봅시다.
문제해결	미션4: 여러분이 고안한 로봇의 설계도를 그림으로 그려봅시다. 또한 각 부위의 명칭과 특징에 대해서도 자세하게 설명해 봅시다.

2. 평가 문항 개발 절차

학습자의 창의적 문제해결 과제 평가 문항 개발은 다음과 같은 단계를 거쳤다.

첫째, 창의적 문제해결 과정 요소 및 평가지표를 도출하였다. 도출 과정은 연구자들이 창의적 문제해결 과정 및 창의적 문제해결 평가도구 개발 관련 선행연구를 검토하고 종합하여 문제발견(문제탐색, 문제정의), 아이디어 생성(아이디어 생성), 문제해결(해결 방법 선택, 실행 계획 수립, 실행, 평가)로 구성되는 창의적 문제해결 과정 요소와 평가지표를 구성하였고, 구성된 창의적 문제해결 과정 요소 및 평가지표에 대하여 교육학과 교수 1인(교육측정 및 평가 전문가), 교육공학 박사 1인, 영재교육 박사 1인으로 구성된 전문가의 의견을 수렴하는 단계를 거쳤다. 이 과정에서 전문가들은 공통적으로 도출된 창의적 문제해결 과정 요소 및 평가지표에 문제해결 과정의 비중이 높은 것을 지적하였고, 해당 문제를 해결하기 위하여 “문제해결 과정에서 제시된 해결 방법 선택 단계는 문제해결을 위한 아이디어 선택의 단계로도 볼 수 있으므로 아이디어 생성 과정으로 이동하여 창의적 문제해결 과정별 비중의 균형을 맞추는 것이 바람직할 것으로 보임” 등의 의견을 제시하였다. 이와 같은 전문가 의견을 반영하여 최종 수정된 창의적 문제해결 과정 요소는 문제발견(문제탐색, 문제정의), 아이디어 생성 및 선택(아이디어 생성, 아이디어 선택), 문제해결(실행 계획, 실행, 평가)로 구성되었다.

둘째, 학습자의 창의적 문제해결 과제 보고서를 분석하여 창의적 문제해결 과제 수행 과정에서 나타나는 특성을 도출하였다. 구체적으로 학생들이 제출한 창의적 문제해결 과제 보고서

120개 중에서 30개를 무선으로 선정하여 영재 및 창의성 교육 전공 박사과정생 2인, 석사과정생 2인이 보고서에 나타나는 창의적 문제해결 과제 수행 특징 151개를 도출하였고, 연구자들이 분석된 특징 중 서로 중복되는 것은 통합하여 진술하고 창의적 문제해결과 관련이 없는 특징들은 삭제하는 등의 과정을 거쳐 42개의 특징으로 요약하였다.

셋째, 창의적 문제해결 과정 요소와 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 특징을 매치하고 평가 문항을 개발하였다. 먼저, 선행연구 분석과 전문가 의견 수렴 과정을 통하여 도출된 창의적 문제해결 과정 요소에 창의적 문제해결 과제 보고서 분석을 통해 드러난 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 특징 42개를 매치하였고, 매치한 특징을 평가 문항으로 진술하는 과정을 거쳤다. 이후, 연구자들은 항목 간 상호배타성과 명료성을 검토하며 수정 및 보완의 과정을 거쳤고, 최종적으로 12개의 특징을 포함하는 창의적 문제해결 과제 평가 문항을 개발하였다.

넷째, 창의적 문제해결 과제 평가 문항을 활용하여 학습자가 제출한 보고서를 평가하였다. 평가에는 K 대학 온라인 영재교육 튜터로 활동하며 창의적 문제해결 과제 평가를 진행해 본 경험이 3년 이상인 이공계열 박사과정생 3인과 영재 및 창의성 교육 전공 박사과정생 2인이 참여하였다. 평가에 앞서 한 시간 정도의 평가자 연수를 실시하였고, 이 과정에서 평가 문항에 대한 세부적인 이해와 평가자 간 판단 방식에 대한 합의가 진행되었다. 평가자 연수 이후, 120개의 보고서를 24개씩 한 개 군집으로 묶어 개별 평가자에게 2개 군집씩 무선 배정하였고, 평가자 엄격성 모수 추정을 위하여 평가자 간 평가 대상(보고서)의 일부가 교차 되도록 배부하였다. 평가는 일주일 동안 평가자 간 독립적으로 시행되었고, 각 평가 문항에 대하여 5점 리커트 척도로 평가하게 하였다. 이와 같은 과정을 거쳐 도출된 창의적 문제해결 과정 요소, 과정 요소별 단계, 평가지표는 <표 3>과 같다.

〈표 3〉 창의적 문제해결 과정 요소, 과정 요소별 단계, 평가지표

과정 요소	단계명	평가지표
문제발견	문제탐색	문제 상황을 인식하고, 객관적인 자료 혹은 특정 영역의 지식을 활용하여 문제 상황의 본질과 특성을 파악함
	문제정의	문제 상황의 특징과 문제 상황에서 발생할 수 있는 문제들을 탐색하고, 해결해야 하는 문제를 구체적으로 정의함
아이디어 생성 및 선택	아이디어 생성	문제를 해결할 수 있는 아이디어를 객관적인 자료 및 특정 영역 지식에 기반하여 다양하고 독창적으로 생성함
	아이디어 선택	아이디어 선택 과정을 통해 문제를 해결할 수 있는 최적의 아이디어를 선택함
문제해결	실행 계획	문제와 관련된 다양한 상황 및 환경을 고려하여 아이디어 실행 방안을 명확하고 구체적으로 모색함
	실행	전반적으로 완결성이 있고 명확한 산출물을 제시함
	평가	창의적 문제해결 과정 및 실행 결과에 대한 자신의 실행을 되돌아보며 잘못된 점과 제한점을 파악하고, 개선점을 도출함

3. 데이터 분석 방법

이 연구는 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준, 평가 문항의 난이도, 평가자의 엄격성의 세 국면을 고려하여, 학습자의 과제 수행 수준에 따른 평가 문항 분포는 어떠한지, 학습자의 과제 수행 수준별 특성은 어떠한지 살펴보기 위하여 다국면 Rasch 모형(Many-Facet Rasch Model)을 활용하였다. 다국면 Rasch 모형은 피험자가 획득한 점수의 분산을 설명하는 문항 난이도, 평가자 엄격성 등의 국면을 모형화하여, 각 국면과는 독립적인 피험자 능력 수준을 추정한다(Linacre, 1994). 따라서, 다국면 Rasch 모형은 검사 총점에 의존하여 문항 난이도, 평가자 엄격성 등에 의해 피험자 능력이 다르게 추정될 수 있는 고전검사이론(Classical Test Theory)과는 달리, 피험자의 능력을 객관적으로 추정할 수 있고(성태제, 2016), 서로 다른 국면을 직접 비교할 수 있다는 장점이 있다(함은혜, 이유경, 박소영, 박혜진, 이성혜, 2022). 아래 식은 다국면 Rasch 모형을 나타낸 것으로, 피험자 n 이 평가자 j 로부터 평가 문항 i 에 k -1점 받을 확률 대비 k 점을 받을 확률을 모형화한 것이다(Linacre, 1994).

$$\log(P_{nijk}/P_{nijk-1}) = B_n - D_i - C_j - F_k$$

P_{nijk}	피험자 n 이 평가 문항 i 에서 평가자 j 로부터 k 점 받을 확률
P_{nijk-1}	피험자 n 이 평가 문항 i 에서 평가자 j 로부터 $k-1$ 점 받을 확률
B_n	피험자 n 의 능력
D_i	평가 문항 i 의 난이도(12개 평가 문항)
C_j	평가자 j 의 엄격성(4명의 평가자)
F_k	$k-1$ 점 범주(category)에서 k 점 범주로 올라가는 단계의 난이도

모형적합도는 국면별 분리지수(separation index), 분리신뢰도 지수(separation reliability), 내적적합도 평균제곱(infit mean square), 외적적합도 평균제곱(outfit mean square) 값을 검토하였다. 먼저, 분리지수는 각 국면에서 측정치들이 오차 대비 상대적으로 흩어진 정도를 의미하고, 분리지수가 클수록 변별이 잘 되었다는 것을 의미하며, 최소 1.5 이상이면 통계적으로 적합하게 변별되었다고 해석할 수 있다(Linacre, 1994; Linacre, 2023). 분리신뢰도 지수는 크론바흐 알파와 같은 개념으로 0에서 1 사이의 값을 갖고, 실제 분산을 관찰된 분산으로 나누어 계산하며, 1에 가까울수록 신뢰도가 높은 것을 의미한다(Wright & Masters, 1982). 외적적합도 평균제곱은 표준화 잔차의 제곱합 평균, 내적적합도 평균제곱은 표준화 잔차의 제곱을 분산에 따라 가중평균한 값으로, 내적적합도와 외적적합도 모두 0.5에서 1.5 이내에 있을 때, 해당 요소가 모형에 적합한 것으로 해석한다(Bond, Yan, & Heene, 2020). 데이터 분석에는 FACET 4.1.1. 프로그램을 사용하였다.

IV. 연구 결과

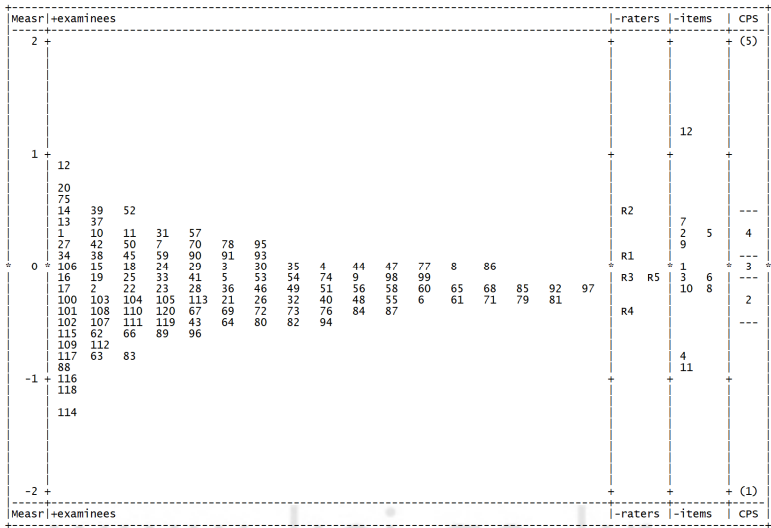
1. 모형적합도 분석 결과

창의적 문제해결 과제 수행 특성과 창의적 문제해결 과정 요소를 연계하여 개발된 평가 문항을 통해 얻은 평가데이터를 수식에 투입한 결과, 수식이 평가데이터의 구조와 특징을 잘 설명하고 있는 것으로 나타났다($\chi^2=2890.89$, $df=118$, $p=.3388$). 더불어, 모형에 의해 설명되는 분산 비율은 48.32%로 나타나 일차원성 가정을 지지하는 것으로 나타났다. 한편, 모든 국면에서 분리지수는 1.0 이상으로 나타나 각 추정치가 서로 변별력을 갖는 것으로 나타났고, 분리 신뢰도 역시 모든 국면에서 .80 이상으로 나타나 양호하였다. 모형적합도 지수는 <표 4>, 피험자-평가자-평가 문항 지도는 [그림 1]과 같다.

<표 4> 모형적합도 지수

구분	피험자($n=120$)	평가자($n=5$)	평가 문항($n=12$)
separation	2.10	10.83	9.64
separation reliability	.81	.99	.99
Chi-square(df)	541.6(119) ***	412.0(4) ***	761.4(11) ***
추정치 평균(표준편차)	-0.17(0.36)	0.00(0.30)	0.00(0.54)
내적적합도 평균(표준편차)	1.01(0.39)	1.00(0.05)	1.03(0.24)
외적적합도 평균(표준편차)	1.00(0.92)	1.00(0.18)	1.00(0.31)

*** $p<.001$



[그림 1] 피험자-평가자-평가 문항 지도(왼쪽부터 피험자, 평가자, 평가 문항 순)

가. 피험자 국면

피험자 국면의 모형적합도 분석 결과, 피험자 120명의 창의적 문제해결 과제 수행 수준은 유의하게 변별되는 것으로 나타났다($\chi^2=541.6$, $df=119$, $p<.001$). 피험자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준 추정치 평균은 -0.17 logits였고, 최소 -1.32 logits부터 0.93 logits까지 분포하였다. 한편, 극단치를 제외한 약 90% 이상의 피험자 내적적합도 및 외적적합도 평균제곱이 0.5에서 1.5사이에 분포하여 적합한 것으로 나타났다.

나. 평가자 국면: 창의적 문제해결 보고서에 대한 평가 엄격성

평가자 국면에서도 평가자 5인의 학생 보고서 평가의 엄격성에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=412.0$, $df=4$, $p<.001$). 구체적으로 평가자의 엄격성 추정치는 -0.60 logits부터 0.50 logits까지 분포하고 있었고, 평가자 R1이 평균 수준의 엄격성을 보인 반면, 평가자 R2가 가장 엄격하고, 평가자 R4가 가장 관대한 것으로 나타났다. 평가자 엄격성에 대한 내적적합도 및 외적적합도 평균제곱은 최소 0.87부터 1.32까지 분포하여 적합한 수준으로 나타났다.

다. 평가 문항 국면: 평가 문항 난이도

평가 문항 국면에 대한 모형적합도 분석 결과, 19개 평가 문항 간 난이도 추정치 차이가 유의하게 변별되는 것으로 나타났다($\chi^2=761.4$, $df=11$, $p<.001$). 평가 문항별 난이도 추정치는 최소 -0.95 logits에서 최대 1.20 logits까지 분포하고 있어, 다양한 수준의 피험자를 변별할 수 있는 것으로 나타났다. 난이도가 가장 낮은 평가 문항은 S2(도식화, 체계화, 시각화 등의 방법을 활용하여 아이디어 실행 방안을 설명하는가)였고, 난이도가 가장 높은 평가 문항은 S3(본인 해결책에 대한 현실적 혹은 기술적 제한점을 타당하게 제시하였는가)로 나타났다. 평가 문항의 난이도 추정치 평균은 피험자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준 추정치 평균보다 높게 나타났지만, 다양한 수준으로 분포하며 피험자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준을 확인할 수 있는 것으로 나타났다. 평가 문항의 내적적합도 및 외적적합도 평균제곱은 I5(아이디어가 독창적인가)를 제외하고 0.5에서 1.5사이에 분포하여 적합한 것으로 나타났다. I5 문항의 내적적합도 평균제곱은 0.5 미만으로 나타나 제거할 필요가 있었지만, 이 연구는 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 평가 문항을 개발하는 목적 외에도 창의적 문제해결 과제 수행에서 드러나는 특성을 확인하기 위한 탐색적인 목적도 있기 때문에 제거하지 않고, 결과 해석에 활용하였다. 창의적 문제해결 과제 보고서 평가 문항별 난이도 및 적합도는 <표 5>과 같다.

<표 5> 창의적 문제해결 평가 문항별 난이도 및 적합도

과정 요소	번호	문항	난이도 (logits)	표준 오차 (SE)	내적 적합도 (MS)	외적 적합도 (MS)
문제 발견	F1	문제 상황의 특징을 3가지 이상 제시하였는가?	-0.01	0.04	1.12	1.39
	F2	배경지식(혹은 객관적인 자료)을 활용하여 문제 상황의 특징을 구체적으로 설명하였는가?	0.29	0.05	0.92	0.89
	F3	문제 상황의 특징을 고려하여, 해결해야 하는 문제를 정의하였는가?	-0.06	0.04	1.19	1.22
아이디어 생성/선택	I1	문제 상황의 특징을 고려하여, 문제해결을 위한 아이디어를 생성하였는가?	-0.84	0.06	0.81	0.45
	I2	배경지식(혹은 객관적인 자료)을 활용하여 아이디어를 구체적으로 설명하였는가?	0.31	0.05	1.04	1.25
	I3	아이디어를 3가지 이상 제시하였는가?	-0.13	0.04	1.12	0.99
	I4	아이디어를 다양한 유형으로 분류하여 제시하였는가?	0.38	0.05	1.08	0.95
	I5	아이디어가 독창적인가?	-0.21	0.04	0.40	0.58
	I6	아이디어 선택 과정(예: 두 가지 아이디어 중 한 가지 선택, 다양한 아이디어 종합 등)이 드러나는가?	0.17	0.04	1.20	1.35
문제 해결	S1	아이디어를 실행하는 상황적 맥락을 고려하여 설명하였는가?	-0.17	0.04	0.88	0.75
	S2	도식화, 체계화, 시각화 등의 방법(예: 그림, 표 등)을 활용하여 아이디어 실행 방안을 설명하는가?	-0.95	0.06	1.35	1.42
	S3	본인 해결책에 대한 현실적 혹은 기술적 제한점을 타당하게 제시하였는가?	1.20	0.13	1.28	0.80

2. 창의적 문제해결 평가 문항 * 학생 수행 수준별 특성

Rasch 모형 분석의 큰 장점 중 한 가지는 서로 다른 국면을 직접 비교할 수 있다는 것이다 (함은혜 외, 2022). 이 연구에서는 피험자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준별 특성이 창의적 문제해결 과제 평가 문항의 과정 요소별로 어떻게 나타나는지 살펴보았다. 이를 위하여 피험자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준 추정치를 기준으로 평가 문항 분류하는 과정을 거쳤다. 구체적으로 피험자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준 추정치 평균 -0.17 logits에서 $-1SD$ 미만에 해당하는 평가 문항을 ‘level 1’, 피험자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준 추정치 -0.53 logits 이상에서 -0.17 logits 범위에 해당하는 평가 문항을 ‘level 2’, 피험자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준 추정치 -0.17 logits에서 $+1SD$ 미만의 범위에 해당하는 평가 문항을 ‘level 3’, 피험자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준 추정치 0.19 logits 이상에 해당하는 평가 문항을 ‘level 4’로 분류하였다. 피험자의 창의적 문제해결 과제 수준 추정치에 따른 창의적 문제해결 과정 요소별 평가 문항 분류는 <표 6>과 같다.

〈표 6〉 창의적 문제해결 과제 수준에 따른 창의적 문제해결 과정 요소별 평가 문항 분류

구분	level 1 (-0.53 미만)	level 2 (-0.62 이상 ~ -0.17 미만)	level 3 (-0.17 이상 ~ 0.19 미만)	level 4 (0.19 이상)
문제 발견			[F1] 문제 상황의 특징을 3가지 이상 제시하였는가? [F3] 문제 상황의 특징을 고려하여, 해결해야 하는 문제를 정의하였는가?	[F2] 배경지식(혹은 객관적인 자료)을 활용하여 문제 상황의 특징을 구체적으로 설명하였는가?
아이디어 생성/선택	[I1] 문제 상황의 특징을 고려하여, 문제 해결을 위한 아이디어를 생성하였는가?	[I5] 아이디어가 독창적인가?	[I3] 아이디어를 3가지 이상 제시하였는가? [I6] 아이디어 선택 과정(예: 두 가지 아이디어 중 한 가지 선택, 다양한 아이디어 종합 등이 드러나는가?)	[I2] 배경지식(혹은 객관적인 자료)를 활용하여 아이디어를 구체적으로 설명하였는가? [I4] 아이디어를 다양한 유형으로 분류하여 제시하였는가?
문제 해결	[S2] 도식화, 체계화, 시각화 등의 방법(예: 그림, 표 등)을 활용하여 아이디어 실행 방안을 설명하는가?		[S1] 아이디어를 실행하는 상황적 맥락을 고려하여 설명하였는가?	[S3] 본인 해결책에 대한 현실적 혹은 기술적 제한점을 타당하게 제시하였는가?

피험자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준에 따라 평가 문항 난이도를 분류한 결과를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

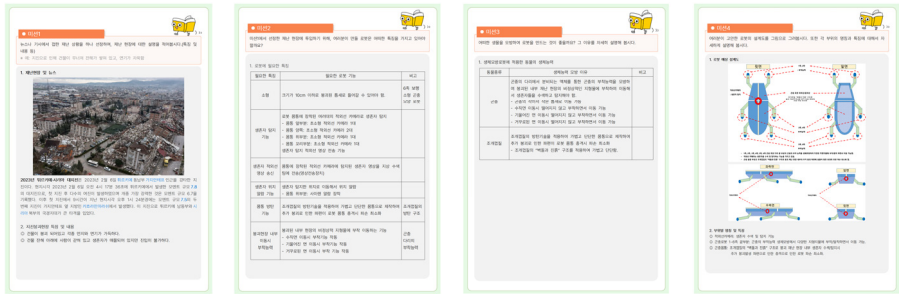
첫째, level 1에 해당하는 평가 문항들은 피험자의 약 88%가 도달할 수 있는 수준으로 나타났다. level 1에 해당하는 평가 문항들은 실제 과제의 지시문에서 피험자에게 요구한 사항들(I1, S2)에 대한 것으로 창의적 문제해결 과정 요소의 아이디어 생성 및 선택, 문제해결에 포함되는 문항들이었다. 이러한 연구 결과는 level 1에 해당하는 피험자들은 문제에 대한 명확한 정의가 없이 과제에서 제시하는 지시문(예: 여러분이 고안한 로봇의 설계도를 그림으로 그려봅시다.)에 대해 최소한의 혹은 일부의 답변만 작성한 것으로 해석할 수 있다.

둘째, level 2에 해당하는 평가 문항은 피험자의 약 50%가 도달할 수 있는 수준으로, 아이디어 생성 및 선택 과정에서 독창적인 아이디어를 제시하였는지(I5)가 포함되었다. level 1에 해당하는 특성들은 과제의 지시문에 따라 문제 상황에 특징을 고려하여 문제해결을 위한 아이디어를 생성하는 것이었다면, level 2에서는 아이디어 생성 과정에서 문제 상황을 고려할 뿐 아니라, 독창적인 아이디어를 제시 특성이 나타났다. 한편, level 2에서도 창의적 문제해결 과정 요소 중 문제발견에 해당하는 평가 문항이 발견되지 않았다는 공통점이 있었다.

셋째, level 3에 해당하는 평가 문항은 피험자의 약 35%가 도달할 수 있는 수준으로, 창의적 문제해결 과정 요소를 모두 포함하고 있었다. 구체적으로 level 3에 해당하는 평가 문항은

문제발견 과정에서 문제 상황을 파악하였는지(F1), 해결해야 하는 문제를 정의하였는지(F3)를 포함하고 아이디어 생성 및 발견 과정에서 다양한 아이디어를 생성하였는지(I3), 생성한 아이디어 중에서 문제해결을 위한 아이디어를 선택하는 과정을 거쳤는지(I6)를 포함하며, 문제해결 과정에서 아이디어를 실행하는 상황적 맥락을 고려하였는지(S1)를 포함하였다. 이러한 연구 결과는 level 3에 해당하는 특성들은 level 1과 level 2와는 달리, 문제 상황을 파악하고 정의하는 과정을 거치고, 다양한 아이디어를 생성하고 선택하며, 문제해결 과정에서 상황적 맥락을 고려하는 특성이 있다는 것을 이야기 해주는 것이었다.

넷째, level 4에 해당하는 평가 문항들은 피험자의 약 8%만 도달할 수 있는 수준으로 나타났다. level 4에 해당하는 문항들은 문제발견 과정에서 배경지식을 활용하여 문제 상황을 파악하고 설명하였는지(F2), 아이디어 생성 및 선택 과정에서 배경지식을 활용하여 생성한 아이디어를 구체적으로 설명하였는지(I2), 생성한 아이디어를 다양한 유형으로 분류하여 제시하는 융통성을 보이는지(I4), 문제해결 과정에서 자신의 해결책에 대한 평가 과정을 거치는지(S3)를 포함하고 있었다. 이러한 연구 결과는 level 4에 해당하는 특성들은 다른 level과는 달리, 문제를 발견하고 정의하는 과정과 아이디어를 생성하고 선택하는 과정에서 선행지식을 활용하고, 문제해결 과정에서 결과물에 대한 평가하는 특성이 있다는 것을 의미하는 것이었다. level 4에 해당하는 피험자의 보고서 예시는 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 창의적 문제해결 과제 수행 예시(level 4)

V. 결론 및 제언

이 연구는 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 특성을 이해하고, 평가 문항을 개발형, 학습자의 창의적 문제해결력을 증진할 수 있는 교육적 시사점을 제공하기 위한 목적으로 수행되었다. 연구를 위해, 창의적 문제해결 과정 및 평가도구 개발과 관련된 선행연구를 종합하고 분석하여 창의적 문제해결 과정 요소와 평가지표를 도출하였고, 실제 온라인 영재교육에 참여하고 있는 학습자가 제출한 보고서를 분석하여 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 특성을 도출하였다. 이후, 이론적으로 구성된 창의적 문제해결 과정 요소에 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 특성을 연계하여 평가 문항을 개발하였고, 개발된 평가 문항을 활용하여 데이터

를 수집하였다. 마지막으로 수집된 데이터를 피험자, 평가 문항, 평가자를 고려한 다국면 Rasch 모형을 활용하여 분석함으로써, 학습자의 과제 수행 수준에 따른 평가 문항 분포와 과제 수행 수준별 학습자의 특성을 살펴보았다. 이 연구를 통해 도출된 주요 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 개발된 평가 문항을 통해 수집된 데이터는 피험자, 평가 문항, 평가자 국면을 고려한 다국면 Rasch 모형에 적합한 것으로 나타났다. 구체적으로, 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준이 유의하게 변별되며 다양한 수준으로 나타남을 확인하였고, 평가자의 엄격성은 유의미하게 변별되지만, 적합도 기준치 이상 혹은 이하로 너무 엄격하거나 관대한 평가자는 없는 것으로 확인되었다. 더불어, 개발된 12개 평가 문항은 창의적 문제해결 과제 수행 수준을 변별하는데 적절하게 기능하는 것으로 나타났고, 대부분의 문항이 서로 동떨어져 있거나 중복되지 않음을 확인하였다.

둘째, 피험자, 평가 문항, 평가자를 단일 척도에서 직접 비교할 수 있는 Rasch 모형의 장점을 활용하여, 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준을 기준으로 평가 문항을 level 1부터 level 4까지 분류하였고, 각 level 별로 학습자의 과제 수행 특성이 어떻게 나타나는지 확인하였다. level 1 수준에서는 문제 상황을 파악하거나 해결해야 하는 문제에 대한 정의없이 아이디어를 생성하고 문제를 해결하는 특성이 있었고, level 2 수준에서는 아이디어를 생성하고 선택하는 과정에서 문제 상황을 고려하고 문제해결을 위한 독창적인 아이디어를 생성하는 특성이 나타났다. level 3 수준부터는 문제 상황을 파악하여 문제를 정의하는 문제발견 과정의 특성이 나타났고, 아이디어 생성 및 선택 과정에서 독창적이고 다양한 아이디어를 생성하고 선택하며, 문제해결 과정에서 상황적 맥락을 고려하여 아이디어 실행 계획을 수립하는 특성이 있었다. 마지막으로 level 4 수준에서는 다른 level 수준과는 달리, 문제발견 과정과 아이디어 생성 및 선택 과정에서 배경지식 혹은 객관적인 정보를 활용하는 특성이 있었고, 문제해결 과정에서는 자신의 창의적 문제해결 과정을 돌아보고 평가하는 특성이 나타났다.

이와 같은 연구의 결과를 토대로 논의하면 다음과 같다.

첫째, 학습자가 창의적 문제해결 과정의 초기 단계인 문제발견 과정을 원활하게 수행할 수 있도록 교육적 처방이 이루어질 필요가 있다. 이 연구의 결과, 창의적 문제해결 과제 수행 수준이 낮은 단계에서는 문제발견 과정의 특성이 나타나지 않았다. 이러한 연구 결과는 창의적 문제해결력 수준이 낮은 학습자가 창의적 문제해결 과정에서 문제를 이해하는 능력이 부족하고, 문제를 명확하게 정의하지 않거나 문제를 정의하지 않은 상태에서 문제를 해결하려는 경향이 있다는 선행연구의 결과와 어느 정도 맥락을 함께 한다(김진섭, 2010; 심해진, 장신희, 2007; 유태선, 전영석, 2017). 이 연구에서 활용한 학습자 보고서를 살펴보면, 해결해야 하는 문제를 파악하지 못한 경우 과제에서 제시하는 지시문의 일부 혹은 최소한만 수행한 반면, 문제 상황을 이해하고 해결해야 하는 문제를 정확히 정의한 경우, 완결성 있는 산출물을 제시하는 특성이 있었다. 창의적 문제해결에서 문제발견 과정은 문제해결을 위한 출발점이다. 학습자가 문제를 정확하게 이해하고 파악하지 못한다면, 문제해결을 위한 올바른 방향을 설정하거나 적절한 해결책을 제시하기 어렵다. 일부 연구에서는 창의적 문제해결에 있어 문제발견 능

력이 문제해결 능력보다 창의적 성취에 더 밀접한 관련이 있다고 보고하고 있다(하주현, 김명숙, 2010; Csikszentmihalyi & Getzels, 1971; Getzels & Csikszentmihalyi, 1976). 이와 같은 선행연구의 결과와 이 연구의 결과를 종합해서 생각해 보았을 때, 창의적 문제해결 과정의 초기 단계인 문제발견 과정을 학습자가 체계적으로 수행할 수 있다면, 창의적 문제해결 과제 수행 수준을 전반적으로 높일 수 있을 것으로 사료된다.

둘째, 학습자가 학습 내용을 깊이 이해할 수 있도록 돕고, 이를 창의적 문제해결 과정에 적용할 수 있도록 교육적 지원 방안이 필요하다. 이 연구에서 활용한 보고서는 학습자들이 창의적 문제해결을 위해 필요한 개념을 학습하고, 창의적 문제해결 과제를 수행하는 과정에서 도출된 산물이다. 이 연구의 결과, 창의적 문제해결 과제 수행 수준이 높은 단계에서 선행지식을 활용하는 특성이 나타났다는 사실은 해당 단계에 속하는 학습자들이 학습한 개념에 대한 이해가 높고, 이를 창의적으로 문제를 해결하는 과정에 적용할 수 있다는 것을 시사한다. 학습자의 창의적 문제해결 과정에서 나타나는 특성을 살펴본 연구들은 창의적 문제해결 능력이 낮은 학습자들이 특정 영역의 지식을 활용하기보다는 생활에서 얻은 경험을 바탕으로 문제를 해결하는 경향이 있다고 언급하며, 창의적 문제해결에 있어 선행지식 활용의 중요성을 강조한 바 있다(유태석, 전영석, 2017; 이슬기 외, 2019). 따라서, 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준을 높이기 위해서는 학습한 내용에 대한 깊이 있는 이해와 개념 확립이 선행될 필요가 있고, 이를 문제해결에 적용할 수 있는 교육적 처방이 이루어져야 할 것이다.

셋째, 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준을 높이기 위해 학습자가 창의적 문제해결 과정에서 확산적 사고와 수렴적 사고를 모두 활용할 수 있도록 지원할 필요가 있다. 창의적 문제해결 과정은 확산적 사고와 수렴적 사고의 반복이고, 이 두 가지 사고유형은 문제를 해결하는 과정에서 상호 보완적으로 작용하며, 학습자가 창의적으로 문제를 해결하는 데 도움을 준다(김선진 외, 2021). 실제로 창의적 문제해결 과제 수행 수준이 높은 단계에 해당하는 학습자의 보고서를 살펴보면, 문제발견, 아이디어 생성 및 선택, 문제해결의 모든 과정에서 확산적 사고와 수렴적 사고를 활용하고 있음을 알 수 있다(예: 아이디어 생성 및 선택 과정에서 다양한 아이디어를 생성하고, 생성한 다양한 아이디어 중 최선의 아이디어를 선택함). 따라서, 다양한 관점에서 문제를 살펴보지 못하거나 문제해결을 위해 다양한 아이디어를 생성하지 못하는 학습자에게 확산적 사고를 촉진할 수 있는 다양한 활동들(예: 브레인스토밍, 마인드맵 등)을 제공하여 자유롭게 아이디어를 탐구하고 제시할 수 있는 기회를 주고, 그 과정에서 다양한 아이디어를 종합하거나 선택할 수 있도록 적절한 스케폴딩(scaffolding)을 제공한다면, 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

마지막으로, 학습자가 창의적 문제해결의 전반적인 과정을 이해하고, 각 과정을 효과적으로 수행할 수 있도록 지원하는 교육적 접근이 필요하다. 이 연구의 결과를 살펴보면, 창의적 문제해결 과제 수행 수준이 높은 단계에서는 문제탐색, 아이디어 생성, 문제해결에 해당하는 모든 특성이 나타났지만, 낮은 단계에서는 일부 과정의 특성만 나타난 것을 알 수 있다. 실제로 연구에 활용된 보고서를 살펴보면, 수준이 높은 단계에 해당하는 보고서에서는 객관적인 정보를 활용하여 해결하고자 하는 문제를 명확히 정의하고, 문제해결에 필요한 개념 혹은 지식을 활

용하여 다양한 아이디어를 산출하며, 다양한 아이디어 중 문제해결을 위한 최적의 아이디어를 선택하는 과정 전반이 드러나지만, 낮은 단계에 해당하는 보고서는 창의적 문제해결 과정 중 일부 혹은 최소한의 수행만이 관찰되었다. 따라서, 학습자의 창의적 문제해결 과정 전반에 대한 이해를 도울 수 있는 특강 혹은 활동을 제시하고, 각 과정을 효과적으로 수행할 수 있는 능력 개발을 위한 워크숍 등을 제공한다면, 학습자의 전반적인 창의적 문제해결 과제 수행 수준을 높일 수 있을 것이다.

이 연구는 실제 학습자의 창의적 문제해결 과제 보고서에 나타난 특성을 분석하고 이론적으로 도출된 창의적 문제해결 과정 요소 및 평가지표와 연계하는 귀납적 접근을 통해 평가 문항을 개발했다는 점에서 이론적으로 평가 문항을 도출하여 창의적 문제해결 평가도구를 개발한 선행연구들과는 차별된다. 이 연구의 결과로 개발된 평가 문항은 실제 수업에서 나타나는 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 특성에 따른 평가가 어렵다는 기존 평가도구의 한계를 보완하고, 학습자의 창의적 문제해결 과제 평가에 있어 평가자 주관적인 해석을 최소화하여 보다 객관적인 평가가 가능할 것으로 기대된다. 또한, 이 연구는 개발된 평가 문항을 통해 수집한 데이터를 피험자, 평가 문항, 평가자를 단일 척도에서 비교할 수 있다는 다국면 Rasch 모형의 장점을 활용하여 분석함으로써 평가 문항의 적합도뿐 아니라, 창의적 문제해결 과제 수행 수준별 학습자의 특성을 살펴보고, 그에 따른 교육적 시사점을 제공했다는 점에서도 의미가 있다. 향후 연구에서는 이 연구의 논의에서 제안한 바와 같이, 학습자의 창의적 문제해결 과정을 도울 수 있는 의미 있는 다양한 교육적 처치를 제공함으로써 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준이 실질적으로 향상되는지 확인해 본다면 의미가 있을 것이다. 한편, 이 연구에서 개발된 평가 문항이 특정 창의적 문제해결 과제 보고서에서 도출된 학습자의 특성에 기반한다는 점에서, 후속 연구에서는 이 연구에서 개발된 평가 문항이 다양한 창의적 문제해결 과제에 적용될 수 있는지, 이 연구에서 개발된 평가 문항 일반화 가능성에 대해 검토해 보는 것도 의미가 있을 것으로 생각된다. 이 연구의 결과가 학습자의 창의적 문제해결 과제 수행 수준별 특성을 이해하고, 학습자의 창의적 문제해결 과제를 객관적으로 평가하는데 활용될 것 기대한다.

참 고 문 헌

- 교육부 (2013). **제3차 영재교육진흥종합계획**. 교육부.
- 교육부 (2018). **제4차 영재교육진흥종합계획**. 교육부.
- 교육부 (2022). **초·중등학교 교육과정 총론**. 교육부 고시 제2022-33호 [별책 1].
- 강호감, 김태훈 (2014). 초등과학영재의 창의적 문제해결력 향상을 위한 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발. **영재교육연구**, 24(6), 1025-1038.
- 김선진, 이건희, 정진경, 이지은, 최준형, 최인수 (2021). 초등 영재 대상의 온라인 기반 창의적 문제해결 프로그램 (CPSP) 개발 및 적용. **영재교육연구**, 31(2), 205-225.
- 김지수 (2015). 디자인 수업에서 문제중심학습모형 적용이 창의적 문제해결력 함양에 미치는 영

향. 석사학위논문. 이화여자대학교.

김진섭 (2010). 초등학교 학생의 창의적 문제해결 과정과 교사의 지도에 따른 변화. **실과교육연구**, 16(1), 1-22.

성태제 (2016). **문항반응이론의 이해와 적용**. 서울: 교육과학사.

송은선, 한기순 (2019). 과학영재교육대상자 선발에 사용되는 창의적 문제해결력 검사의 타당성 검토. **창의력교육연구**, 19(4), 55-70.

송홍준, 이병임 (2016). 대학생 창의적 문제해결 역량 측정도구 개발. **창의력교육연구**, 16(4), 53-68.

심혜진, 장신호 (2007). 과학영재 아동과 일반 아동의 창의적 과학 문제 해결 과정에 대한 사례 연구. **초등과학교육**, 25(5), 532-547.

양윤정, 유미현 (2017). 빅데이터를 활용한 수학 기반 STEAM 프로그램이 중학생 영재의 창의적 문제해결력, 수학 진로지향도 및 STEAM 핵심역량에 미치는 영향. **영재교육연구**, 27(4), 607-629.

유태선, 전영석 (2017). 초등학생의 과학 창의적 문제 해결과정에 대한 사례 연구. **한국초등교육**, 28(특별호), 53-69.

이슬기, 신원섭, 임채성 (2019). 초등학생의 창의적 과학문제해결과정 분석. **초등과학교육**, 38(3), 395-405.

이화선, 표정민, 최인수 (2014). 창의적 문제해결 프로파일 검사(CPSPI)의 개발 및 타당화. **영재교육연구**, 24(5), 733-755.

정호범 (2014). 교과 기반 창의적 문제해결능력 평가모델 개발- 초등 사회과를 중심으로. **학습자중심교과교육연구**, 14(2), 1-26.

조미영, 문공주, 김성원 (2010). 창의적 문제 해결력 문항의 평가 기준 개발 및 적용. **교육과정평가연구**, 13(2), 309-333.

조석희, 강숙희, 장영숙, 정태희, 이혜주 (2002). 창의적 문제해결력 계발을 위한 영재 심화 교수-학습 모형과 그 적용. **영재교육연구**, 12(2), 31-56.

조석희, 황동주 (2007). 중학교 수학 영재 판별을 위한 수학 창의적 문제해결력 검사 개발. **영재교육연구**, 17(1), 1-26.

진영훈, 손정우 (2011). 팀기반학습이 영재학생의 창의적 문제해결력에 미치는 영향. **영재교육연구**, 21(3), 703-718.

최선영, 강호감 (2006). 초등학교 과학영재학급 학생선발을 위한 과학 창의적 문제해결력 검사도구 개발. **초등과학교육**, 25(1), 27-38.

하주현, 김명숙. (2010). 우수과학영재를 위한 창의적 문제발견/문제해결 모델 개발. **영재와 영재교육**, 9(1), 141-172.

함은혜, 이유허, 박소영, 박혜진, 이성혜 (2022). 초등학생 과학 탐구과제 수행 특성 분석 및 채점기준 개발. **한국과학교육학회지**, 42(2), 239-252.

황지선 (2022). 중등 과학영재가 경험한 음악·과학 GI-융합교육 프로그램의 창의적 문제해결력과

학습몰입에 관한 연구. **영재교육연구**, 32(1), 19-44.

- Bond, T., Yan, Z., & Heene, M. (2020). *Applying the Rasch model: fundamental measurement in the human sciences*. New York, NY: Routledge. <http://doi.org/10.4324/9780429030499>.
- Csikszentmihalyi, M., & Getzels, J. W. (1971). Discovery-oriented behavior and the originality of creative products: A study with artists. *Journal of Personality and Social Psychology*, 19(1), 47.
- Getzels, J. W., & Csikszentmihalyi, M. (1976). *The creative vision: A longitudinal study of problem finding in art*. New York, NY: Wiley.
- Isaksen, S. G., & Treffinger, D. J. (1985). *Creative problem solving*. The Basic Course. New York, NY: Bearly Limited.
- Linacre, J. M. (1994). *Many-facet rasch measurement*. Chicago, IL: Mesa Press.
- Linacre, J. M. (2023). *A User's Guide to FACETS Rasch-Model Computer Programs*. www.winsteps.com. IEEE. <http://doi.org/10.199/COMPASAC.2011.4>.
- Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination: Principles and procedures of creative thinking*. New York, NY: Charles Scribner's Sons.
- Osborn, A. F. (1963). *Applied imagination: Principles and procedures of creative thinking (3rd ed.)*. New York, NY: Charles Scribner's Sons.
- Parnes, S. J. (1967). *Creative behavior workbook*. New York, NY: Scribner's.
- Parnes, S. J., & Meadow, A. (1959). Effects of "brainstorming" instructions on creative problem solving by trained and untrained subjects. *Journal of Educational Psychology*, 50(4), 171.
- Puccio, G. J., Firestien, R. L., Coyle, C., & Masucci, C. (2006). A review of the effectiveness of CPS training: A focus on workplace issues. *Creativity and Innovation Management*, 15(1), 19-33.
- Treffinger, D. J. & Isaksen, S. G. (1992). *Creative Problem Solving: An introduction*. Sarasota, FL: Center for Creative Learning, Inc.
- Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., & Dorval, K. B. (2000). *Creative problem Solving: An introduction(3rd ed.)*. Waco, TX: Prufrock Press.
- Wallas, G. (1926). *The art of thought*. New York, NY: harcourt, Brace and Company.
- Wright, B. D., & Masters, G. N. (1982). *Rating Scale Analysis*. Chicago, IL: MESA Press.

= Abstract =

Analysis on the Characteristics in Performing Creative Problem Solving(CPS) Tasks and Development of Evaluation items for Online Gifted Education Learners: Utilizing Multi-Facet Rasch Model

Minseo Park

KAIST Global Institute For Talented Education

Sunghye Lee

KAIST Global Institute For Talented Education

Insoo Choe

Sungkyunkwan University, Dept. Child Psychology & Education

The purpose of the study is to understand the characteristics of online gifted education learners in performing CPS tasks and to develop evaluation items for CPS process. Evaluation items were developed by linking the theoretically derived elements of the CPS process with the characteristics of learners in performing CPS tasks. 120 learners' reports were evaluated using the developed items, and the collected data were analyzed using the multi-facet Rasch model. The collected data were found to be suitable for the model. The analysis of the learners' performance levels showed that at lower performance levels, the characteristics of the problem-finding process were not evident. However, as the level increased, learners demonstrated the ability to define problems using prior knowledge and to generate various ideas to solve the problems. It is hoped that the results of the study will contribute to understanding and evaluating the characteristics of online gifted education learners in performing creative problem solving tasks.

Key Words: Gifted Education, Online Gifted Education, Creative Problem Solving, Item Response Theory, Multi-Facet Rasch Model

1차 원고접수:	2024년 5월 17일
수정 원고접수:	2024년 6월 29일
최종 게재결정:	2024년 6월 30일