J. Korean Earth Sci. Soc., v. 41, no. 6, p. 670–683, December 2020
https://doi.org/10.5467/JKESS.2020.41.6.670
ISSN 1225-6692 (printed edition)
ISSN 2287-4518 (electronic edition)

융합적 문제해결력 검사 도구

이동영[1] · 윤진아[2] · 남윤경[1,*]

[1]부산대학교 지구과학교육과, 46241, 부산광역시 금정구 부산대학로 63번길 2
[2]부산대학교 과학교육연구소, 46241, 부산광역시 금정구 부산대학로 63번길 2

Development of a Convergence Problem Solving Skill Test Tool

Dong-Young Lee[1], Jin-A Yoon[2], and Younkyeong Nam[1,*]

[1]Department of Earth Science Education, Pusan National University, Pusan 46241, Korea
[2]Science Education Research Center, Pusan National University, Pusan 46241, Korea

Abstract: The purpose of this study was to develop a test tool for convergence problem solving skill. To this end, constructs of convergence problem solving skill were defined in three domains: convergence attributes, convergence thinking, and convergence literacy domains. Thirty-seven pilot items were developed on the basis of the sub-categories for each domain that was defined through intensive literature review; problem solving & convergent thinking and creative thinking for convergence thinking domain, individual and social propensity for the convergence attributes domain, and convergence literacy as convergence literacy domain. Through an exploratory factor analysis, 30 items in the constructs of the test tool were confirmed. A confirmatory factor analysis result showed that the five construct models well captured the covariance between all the items well. Finally a statistical result shows that the reliability of the items and constructs were well established (Cronbach's α value= .963). Thus, the test tool for convergence problem solving skill developed in this study was statistically reliable.

Keywords: convergence problem solving skill, test tool, factor analysis

요 약: 본 연구의 목적은 융합적 문제해결력을 검사할 수 있는 도구를 개발하는 것이다. 이를 위해 먼저 선행연구에서 다양하게 정의된 융합적 문제해결력의 영역들을 융합적 성향, 융합적 사고, 융합적 소양 영역 측면으로 정의하였다. 37개의 예비문항은 문제해결과 융합적 사고, 창의적 사고, 개인적 성향과 사회적 성향, 그리고 융합적 소양을 포함한 각 영역에 대한 선행연구에 근거하여 정의된 하위 영역에 근거하여 개발되었다. 탐색적 요인분석을 통해 30개의 예비 문항이 확정 되었다. 확인적 요인 분석 결과는 확정된 5개 요인 모델이 문항수준에서 적합한 요인구조를 가지고 있다는 것을 보여준다. 측정된 모든 문항과 요인에 대한 신뢰도 검정 결과 검사도구 전체의 Cronbach's α값은 .963으로 매우 양호한 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서 개발된 융합적 문제해결 검사 도구는 통계적으로 신뢰롭다고 할 수 있다.

주제어: 융합적 문제해결력, 검사 도구, 요인 분석

서 론

급변하는 미래사회에 효율적으로 대비하기 위해 융합적 역량을 갖춘 인재를 양성하는 것은 우리나라를 포함한 주요 선진국들의 중요한 교육 목표 중 하나이다. 미국의 경우 과학, 기술, 공학, 수학에 대한 교육(Science, Technology, Engineering and Mathematic: STEM)이 국가경쟁력에 미치는 영향을 인식하고 STEM 각 분야 뿐 아니라 학문간 체계적인 연계를 강조하는 STEM 융합 교육에 막대한 예산을 투자하고 있다. 우리나라에서도 융합인재 양성을 국가 교육의 중요한 목표로 삼고 2011년부터 Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematic (이하 STEAM) 교

*Corresponding author: ynam@pusan.ac.kr
Tel: +82-51-510-2707

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

육을 도입하여 시행하고 있다(MEST, 2010). 지난 2018년 4월 25일 부터는 과학수학정보 교육 진흥법을 시행하여 '과학수학정보의 교과별 교육과 더불어 두 교과 이상의 융합을 통하여 창의적 인재를 양성할 수 있도록 교육환경을 조성(제4조 제4항)' 하는데 국가적인 노력을 기울이고 있다(MOE, 2017).

현재 영국, 이스라엘, 미국, 일본, 독일 등 주요 선진국에서의 융합교육은 STEM 분야 뿐 아니라 컴퓨팅 사고의 융합 등 학문적 경계를 넘어서 실생활에서 문제해결 능력을 배양하는데 주력하고 있다(Lockwood and Mooney, 2017). 특히 2013년부터 미국에서 발표, 시행되고 있는 차세대과학교육과정(NGSS Lead States, 2013)은 학문적 경계를 넘어선 융합적 문제해결력의 중요성을 과학교육의 목표로 제시했다는 측면에서 그 의미가 크다. 차세대 과학교육과정에서는 공학적 문제해결(공학설계)을 과학 교육을 위한 주요 전략으로 채택할 뿐 아니라, 지난 20년간 과학 교육의 핵심목표로 삼았던 과학탐구를 과감히 넘어서 과학적 문제해결(과학 탐구)과 공학적 문제해결(공학설계)을 융합하여 새로운 탐구방법으로 과학과 공학적 실천(8가지)를 제시하였다. 한국과학창의재단에 제출된 융합교육프로그램 개발에 관한 보고서에서도 융합적 역량을 예측 불가능한 미래 문제 상황들을 보다 다양한 지식과 기능을 연결하여 해결해 가는 능력이라고 정의 하였다. Park et al. (2014). 이는 융합교육이 단순히 학문간 지식의 융합이 아닌 미래사회에 효과적으로 대비할 수 있는 융합적 소양, 융합적 사고력, 그리고 궁극적으로 융합적 문제해결력을 목표로 하고 있다는 것을 보여준다.

하지만 최근 우리나라에서 진행된 융합교육 관련 연구들을 살펴보면 융합교육의 목표가 융합적 문제해결력 보다는 흥미와 태도, 지식의 증진에 있다는 것을 알 수 있다. Sim et al. (2015)에 의하면 우리나라의 융합인재교육과 관련한 논문 중 가장 많은 비율을 차지하는 것이 융합인재교육(STEAM교육) 관련 프로그램의 개발이며 이는 전체 융합교육 연구의 거의 절반(48.72%)을 차지하고 있다. 다음으로 많은 비율을 차지하는 연구가 STEAM교육의 효과에 관한 연구인데 대부분 STEAM 분야에 관한 태도나 지식의 변화(20.51%)나 STEAM에 대한 인식조사(15.38%)이다. 다시 말해 융합인재 교육의 중요 목표인 융합적 사고력이나 문제해결력에 관한 연구는 매우 미진하다.

이러한 결과는 먼저 STEAM교육의 주요 목표가 과학에 대한 흥미와 긍정적 태도였다는 데 큰 이유가 있다(Lee and Nam, 2018). 감성적 체험을 강조하는 STEAM 평가틀 제시로 인해 현장 교사들은 융합적 문제해결력 보다는 학생들의 과학에 대한 흥미 증진과 태도변화를 목표로 STEAM 수업을 설계하고 진행한 경우가 많았다(Lee and Nam, 2018). 다음으로 융합인재가 갖추어야할 융합적 역량(융합적 소양, 융합적 사고력, 또는 융합적 문제해결력)에 대한 학문적 정의와 이에 대한 학자들간의 합의가 부족하였다는 것이다(Sim et al., 2017). 실제로 융합인재교육에 과한 연구 중 평가도구 개발을 위한 연구가 3.42%로 매우 미진한 것은 평가 도구 개발을 위한 목표(융합적 역량)가 정확하게 제시되지 않았기 때문이(Sim et al., 2015). 실제로 기존에 개발된 융합적 역량에 관한 측정도구는 융합적 문제해결력 보다는 태도와 같은 정의적 측면에 초점을 두고 있는 경우가 많다(예: 융합인재소양(Choi et al., 2013)).

융합적 역량에 대한 학문적 정의는 융합 교육의 명확한 목표를 제시하고 나아가 융합 교육의 방향과 전략을 위한 중요한 기준이 된다. 융합 교육의 명확한 목표가 제시되지 않는다면 융합 교육의 효과가 명확히 측정될 수 없으며(Lim, 2012), 평가와 무관하게 현장 교육이 이루어 질 수 있다(Park et al., 2014). 하지만 융합적 문제해결력의 어떤 측면을 어떻게 측정할 지에 대한 학문적 근거나 합의는 매우 미미한 실정이다(Nam et al,. 2019). 따라서 본 연구는 융합적 문제해결력의 구성요소를 이론적으로 확립하고 이를 검사하기 위한 도구를 개발하는 것을 목표로 한다. 본 연구에서는 개발하고자하는 검사도구는 이에 대해 학습자가 스스로 인식하는 범위에서 자기진단 형식으로 표현할 수 있도록 구성한 것이다.

본 연구는 먼저 선행연구를 통해 융합적 문제해결력을 구성하는 요소를 이론적으로 확립하고, 이에 근거하여 예비 문항개발, 그리고 개발된 문항에 대한 신뢰도를 통계적인 방법으로 확인하여 최종 문항을 결정하는 방식으로 진행되었으며, 이를 위한 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 융합적 문제해결력은 무엇이며 이를 구성하는 요소는 무엇인가?

둘째, 개발된 융합적 문제해결력 검사 도구는 통계적으로 신뢰로운가?

이론적 배경

1. 융합적 문제해결력의 세 영역

지금까지 진행된 선행연구들에서 융합적 문제해결력은 융합적 사고력, 융합적 소양등 다양한 개념을 포함하고 있기 때문에 융합적 문제해결력에 대한 구성요인을 추출하는 것이 쉽지 않다. Park et al. (2014)은 융합적 문제해결 과정을 다음과 같이 정의하고 그 구성하는 요소들을 인지적, 정의적, 동기의 세 가지 차원에서 구분할 수 있는 가능성을 제시한다.

> 학습자의 수준에서 문제의 해결 방안이 명료하지 않고 그 해결 과정에서 범교과적 문제 상황에 직면했을 때, 수학과 과학의 개념 및 탐구뿐만 아니라 공학적 사고와 실행을 활용하는 등 다양한 영역에서 최적의 해결 방안을 모색하고 실행한 후 그 효과를 검증할 수 있는 개인의 인지적, 동기적, 정의적 능력(p.162)

여기서 '동기'는 학습자가 당면한 문제상황에 대해 융합적 문제해결의 필요성을 인식하고 실제적으로 수행하는 기적, 행동적 측면을 강조한다. 이후 인지적, 동기적, 정의적 영역을 좀더 구체화한 융합교육의 핵심역량 평가도구개발 연구에서 Park and Lee (2016)은 융합교육의 핵심역량을 융합인지능력(창의적사고, 비판적사고, 융합지식이해), 융합수행능력(문제해결, 의사소통, 협동, 융합도구 활용), 융합태도능력(배려심, 책임감)으로 융합적 문제해결력의 요소들을 정리하였다. Park and Lee (2016)의 연구는 융합적 문제해결력이 사고력과 지식적 이해를 포함한 인지적 영역과 태도에 초점을 맞춘 정의적 영역, 그리고 수행과 실천에 초점을 맞춘 동기와 소양적 영역으로 구별될 수 있음을 시사한다. 본 연구에서는 이 세가지 영역을 이용하여 다른 선행연구에서 제시한 융합적 문제해결력의 구성요인을 분석하고자 한다. 먼저 선행연구에서 다루는 구성요인이 이 세 영역의 일부 또는 모든 부분을 포함하고 있는지 살피고, 각각의 영역에서 다루는 세부 구성요인에 대해 살펴 보았다.

이 세 영역을 모두 다룬 연구의 예로 융합교육의 효과변인을 추출한 연구(Yoon et al., 2016)가 있다. Yoon et al. (2016)은 융합적 문제해결 과정의 18개의 관련변인을 확정하고 이를 토대로 창의성, 문제해결, 통합인지와 감성, 대인관계 관련, 학문적 소양의 5개의 관련 변인으로 최종 범주화하여 제시하였다. 이 5가지 변인은 인지적(창의성과 문제해결), 소양적(학문적 소양), 정의적(통합인지와 감성, 대인관계) 영역으로 다시 구별 될 수 있다. Sim et al. (2017) 또한 STEAM 문제해결력 평가도구 연구에서 사고력(논리비판적 사고, 창의적사고, 경제적 사고), 설계와 실행(설계, 실행의 타당성과 구체성), 융합적 소양(학문분야의 융합정도)의 3차원으로 융합적 문제해결력의 요소를 정리하였다. Kang and Nam (2016)의 연구는 공학적 문제해결이라는 특정한 상황에서 과학과 공학적 융합문제해결력 검사도구를 개발하고 그 구성요인을 제시하였다. 이 연구에서는 창의성과 창의적 문제해결력, 공학 문제해결성향을 통합하고 정량으로 측정할 수 있는 도구개발을 위해 공학 설계 기반 문제 상황에서의 정의적 측면의 3가지 요인(동기, 환경, 성격), 인지적 측면에서 2가지 요인(공학 설계, 공학적 사고 습관), 그리고 소양적 영역에서 2가지 요인(공학과 공학자, 소통 및 협업 능력)을 추출하여 융합적 문제해결과 관련된 요소를 정리하였다.

반면, 세 영역중 일부의 영역을 다룬 연구도 있다. Shin et al. (2014) 융합에 대한 태도 검사도구 개발 연구에서 융합교육이 다양한 지식의 흡수보다는 융합에 대한 관심과 다각도의 시선을 갖도록 하는 태도를 길러주는 것이 중요하다고 보고 융합에 대한 5가지 태도요인을 중심으로 융합에 대한 태도적 요소를 정리하였고, Choi et al. (2013)은 융합인재소양을 측정하는 도구개발 연구에서는 융합적 문제해결을 위한 융합적 소양(STEAM Literacy)의 중요성을 강조하며 융합적 소양을 구성하는 융합, 창의, 존중, 소통의 4요소 정리하여 융합적 소양을 정리하였다. 이 두 연구는 융합적 문제해결력의 영역 중 정의적 영역과 수행 및 소양적 영역의 중요성을 강조한 연구라고 할 수 있다.

대부분의 선행 연구들은 융합적 문제해결역량의 3개 영역을 중 모두 또는 일부를 포함하고 있음을 알 수 있다. 하지만 각 영역을 구성하는 요소는 연구에 따라 다르게 제시되고 있기 때문에 다루어야 할 구인의 범위가 훨씬 넓어진다. 대부분의 연구에서 공통적으로 인지적 영역의 요소로 문제해결 과정에서 사고력(논리비판적 사고, 창의적 사고 등)을 다루고 있으며, 정의적 영역에서는 개인적 태도(흥미,동기 등)와 사회적 태도(소통, 존중, 등), 그리고 인지적, 정의적 영역과는 별개로 융합을 바라보는 시각이나 가치를 실천한다는 의미에서 소양 영역을 다루고 있음을 알 수 있다. 이에 근거하여 본 연구에서는 융합적 문

제해결력의 구조를 융합적 사고(Convergence thinking, 인지적 영역: 수렴적 사고의 대표적 요인인 비판적 사고, 발산적 사고의 대표적 요인인 창의적 사고, 그리고 문제해결 및 비판적 사고과정), 융합적 성향(Convergence attributes, 정의적 영역: 각 사고과정요소의 성향을 대표하는 개인적 성향, 타인과 협력하여 문제를 해결하려는 성향인 사회적 성향), 그리고 융합을 바라보는 시각과 가치의 실현으로 인지적, 정의적 영역을 보완하는 융합적 소양(Convergence literacy) 영역으로 정의한다.

2. 융합적 문제해결력에서 융합적 사고(Convergence thinking) 영역

Mayer(1999)는 문제해결 과정을 '구체적 해결 방안이 없을 때, 목표한 상태에 도달하기 위한 인지적 처리(cognitive processing)'로 정리하였다. Guilford (1967) 문제해결과정에 대한 논의에서 문제해결은 크게 두 가지 사고과정, 발산적 사고(divergent thinking)와 수렴적 사고(convergent thinking)에 의존 한다고 하였다. 발산적 사고란 아이디어의 생성과 관련된 인지적 과정으로 정의되며(Runco and Acar, 2012), 대안 생성 과정 및 문제발견 능력과 깊은 연관이 있고(Sternberg and Lubart, 1993), 가설 형성 및 신뢰로운 평가와 연관이 있다(Ha, 2003). 수렴적 사고는 발산적 사고와 반대의 개념으로 이해되고 있으며 다양한 정보들을 통합하고 조직화 하는 과정을 통해 하나의 구조를 만들어내는 사고 과정이다(Runco and Acar, 2012). 따라서 이미 생성된 아이디어, 대안, 가능성 등을 분석, 평가, 판단, 선택하는 과정을 의미하며, 문제 해결 과정에서 올바른 해결책에 도달하는데 초점이 되는 비판적(critical), 판단적(judicial) 사고를 포함한다(Carson and Runco, 1999). Nam et al. (2019)은 다양한 문제 해결 과정들이 가지는 공통적 요소들에 대한 연구를 통하여, 융합적 문제해결과정이 가지는 특징을 Fig. 1과 같이 제시하며 융합적 문제해결과정과 사고력이 갖는 관계에 대하여 정리하였다.

문제 해결 과정을 살펴보면 시작 단계에서는 발산적 사고가 더 중요한 역할을 담당하며, 가설을 평가하고 채택하는 과정으로 갈수록 수렴적 사고가 더 중요한 역할을 감당하게 된다(Park, 2016; Author 2019). 여기서 주의해야 할 점은 문제해결과정에서 발산적 사고와 수렴적 사고는 항상 상호작용하기 때문에 한가지 사고력으로 측정할 수 없으며, 문제해결과정의 , 즉 탐구의 과정에 대한 기능적 측면을 포함해야한다(Yoon et al., 2019). 융합적 문제해결 과정에서의 사고력과 관련된 다양한 연구들에서 발산적 사고의 대표적인 사고력으로 창의적 사고력을, 수렴적 사고의 대표적 사고력으로 비판적 사고력을 포함한다(Kim, 2002; Park et al., 2014; Park and. 2016; Sim et al., 2017) 따라서 본 연구에서는 발산적 사고의 대표적 사고력인 창의성과, 수렴적 사고의 대표적 사고력인 비판적 사고력, 그리고 이들이 상호작용하

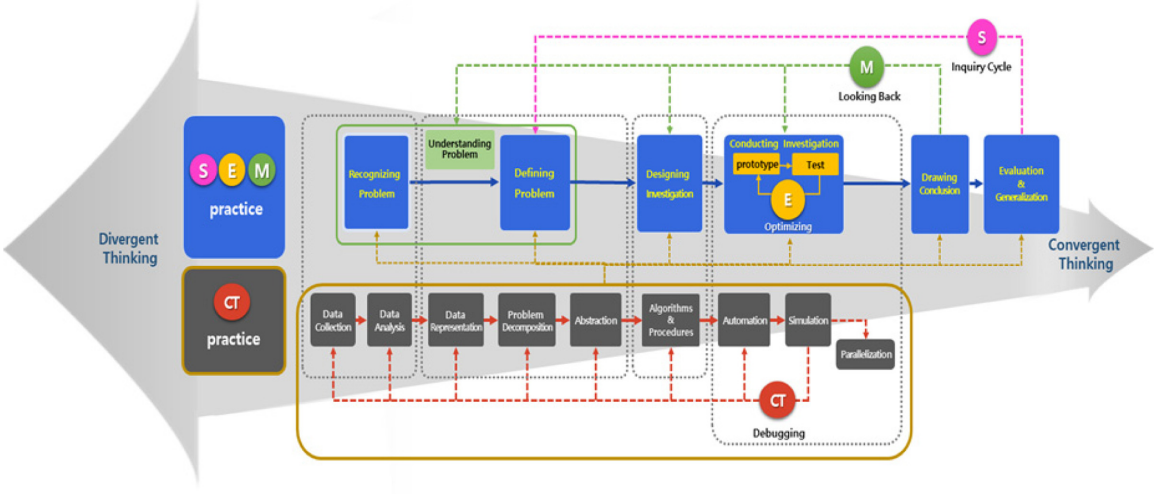

Fig. 1. Problem solving process of SEM-CT (Science, Engineering, Mathematics, and Computational Thinking).

는 영역의 문제해결 과정이 가지는 공통 요소들을 묶어 융합적 사고(Convergence thinking)라 정의하고, 각 요소별로 6개의 문항을 개발 하였다.

3. 융합적 문제해결력에서 융합적 성향(Convergence attributes) 영역

융합적 문제해결력의 융합적 성향 영역은 개인적 성향과 사회적 성향으로 구분할 수 있다. 대부분의 연구에서 정의적 영역은 주로 개인의 태도에 대해 다루어 왔으며, 융합적 문제해결력의 정의적 영역 중 사회적 성향을 구성하는 요소에 대한 논의는 주로 최근의 연구에서 많이 언급된다. Shin et al., (2014)는 융합에 대한 태도 요인에 대한 연구 중 개인적 요인과 사회적 요인을 구분하여 제안하였으며, Kang and Yune (2015) 그리고 Kang and Nam (2016)은 문제 해결 과정의 태도적 요인으로 개인적인 태도 요인 뿐 아니라 사회적 요인(팀워크, 소통, 협업)의 중요성을 언급하였다. Yoon et al., (2016) 또한 통합교육의 다양한 변인 중 대인관계와 관련하여 의사소통능력이나 협동성이 주요 효과변인이라고 이야기하였다. 이러한 연구 결과들에 따라 연구자들은 사회적 성향을 구성하는 공통 요소로 소통, 상호존중, 협업, 역할이해 등을 선정하였다(Table 1).

정의적 영역에서 개인적 태도를 다루는 개인적 성향은 여러 연구에서 창의성 및 비판적 사고력에서 제시하는 구성요인과 많이 닮아있다. 본 연구에서는 창의성과 비판적사고에서 제시된 태도적 측면을 파악하고자 먼저 창의성의 정의적인 특징을 추출하였다. 창의성의 정의와 중요 요소에 대한 연구의 흐름을 살펴보면 Guilford (1967)가 창의성의 구성 요인을 8가지로 제시한 이래 여러 학자들(Torranace, 1974; Renzulli, 1978; Gold, 1981)은 다양한 창의성의 요소를 제안하며 연구를 발전시켜왔다. 이러한 연구의 흐름은 Feldhusen 1983)이 창의성의 핵심 구성 요소를 4가지로 제안하는 연구 이후 정리되는 것처럼 보인다. 하지만 4개 요소로 대표되는 일반창의성 이론은 다시 복합 창의성 이론(Urban, 1995), 창의성의 영역 특수성 이론(Baer, 1991), 창의성의 체계 모델(Csikszentmihalyi, 1988), 창의성의 요소 이론(Amabile, 1983)에 의하여 창의성의 인지적 측면에 대한 관심을 정의적 측면으로 확장시켰으며, Barnes 2002)나 Snow and Jackson (1996)같은 연구자들은 문제해결에서 창의성의 다양한 정의적 요소들(도전성, 인내, 호기심 등)을 고려하는 것이 필요하다고 주장하였다. 따라서 본 연구에서는 은 창의성의 정의적 요소들을 구별하여 '개인적 성향'을 구성하는 요인을 선정하였다.

다음으로 비판적 사고와 비판적 사고력에 대한 연구의 흐름을 살펴보면, Dewey (1910)의 반성적 사고를 기반으로 Ennis (1962)가 비판적 사고를 제안한 이후, McPeck (1981)의 반론을 기점으로 비판적 사고에 대한 논쟁이 촉발된 것을 알 수 있다. 이러한 논쟁은 Facione (1990)의 델파이 보고서를 기점으로 합의과정을 거치며 비판적 사고를 비판적 사고기술과 비판적 사고성향으로 구분하였다. 일반적으로 비판적 사고력이라고 말하는 것은 비판적 사고기술적(인지적) 성향에 대한 것이며, 비판적 사고성향이란 비판적으로 사고하는데 필요한 개인적 특성이나 습관, 태도 등의 정서적 성향을 의미한다(Paul, 1987; Ennis, 1962; Kim, 2006; Cho and Ko, 2013). 이후 어려 연구자들(Kim et al., 2010; Kim, 2002)은 이러한 문제해결에서 비판적 사고력의 정의적 영역(자기신뢰, 분석, 체계성 등)에 대한 중요성을 강조하였다. 따라서 본 연구에서는 개인적 성향을 구성하는 요인으로 창의성과 비판적 사고의 정의적 요소들을 선정하였다(Table 1).

4. 융합적 문제해결력에서 융합적 소양(Convergence literacy) 영역

융합적 문제해결력의 융합적 소양 영역은 인지적/정의적 영역과는 별개로 융합을 바라보는 시각이나 가치를 실천한다는 의미에서 인지적/정의적 영역을 보완하고 구체화한다(Yoon et al., 2016). Yoon et al. (2016)은 융합적 문제가 해결되는 과정에서는 인지/정의적 영역의 구성요소 뿐 아니라 융합적 소양 영역의 작용 또한 중요하다고 강조 하면서 소양 영역을 상상력, 학문적 기초지식과 소양, 학습동기 등으로 제안하였다. Choi et al. (2013) 또한 융합적 소양 영역의 실천적 가치를 강조하면서 그 요인으로 융합, 창의, 존중과 소통을 강조하였다. Yoon et al. (2016)과 Choi et al. (2013)의 연구는 인지적, 정의적 영역과 달리 소양적 영역을 구별하고 강조했다는 점에서 그 의의가 크다. 하지만 그 구성요소가 정의적 측면과 인지적 측면의 구성요소중 일부를 포함하고 있어서, 소양적 측면의 특징을 파악하기 어렵다. 반면 Sim et al. (2017)은 융합적 소양 영역이 다양한 지식

Table 1. Constructs of convergence problem solving skill

Domain	Sub-Category	Factors
Convergence attributes	Individual propensity	Challenge, Endurance, Curiosity, Sensitivity, Confidence, Self-trust, etc.
	Social propensity	Communication skill, Mutual respect, Cooperation, Role-fulfillment, etc.
Convergence thinking	Problem solving	Problem recognition/definition, Inquiry design, Making conclusion, Deduction, Reflection/Generalization, etc.
	Convergent thinking	Openness, Analytical thinking, System thinking, Pursuance, etc.
	Creative thinking	Fluency, Elasticity, Originality, Elaboration, etc.
Convergence literacy	Convergence literacy	Social influence of convergence studies, Efficient use of convergence knowledge, ect

과 사고 기능을 활용할 수 있는 기반이라 언급하면서 문제를 해결하는 과정에 있어 얼마나 많은 영역을 융합하여 활용하는지를 그 척도로 제시하였다. 이와 비슷하게 Park at al. (2014)은 융합적 소양의 중요한 요소로 다양한 영역들을 적제적소에 함께 활용하는 능력을 제시하였다. 이를 종합하여 본 연구에서는, 융합적 소양을 기본적 지식을 바탕으로 문제 상황에 대해 이해하고, 다양한 지식을 융합하여 문제해결에 활용하며, 융합 학문의 사회적/윤리적/문화적 영향력을 이해하는 능력이라고 정의하였다.. 따라서 본 연구에서는 융합적 소양 영역의 구성요인으로 융합 학문의 사회적 영향력, 융합적 지식의 효율적 활용으로 제안한다. 융합적 소양의 구성 요인들을 간략하게 제시하면, Table 1과 같다.

이처럼 연구자들이 정의한 융합적 문제해결력을 구성하는 영역들과 요소들의 구조는 여러 기초 연구(Yoon et al.,, 2016; Park et al., 2014; Park and Lee. 2016)에서 제안하는 인지적, 정의적, 소양적 영역을 모두 포함한다. 구체적으로 융합적 문제해결력은 문제를 인식하고 해결책을 설계, 실행하기위한 지적 사고과정(인지적 영역)과 문제해결의 장애물을 극복하기 위해서는 개인적 성향과 사회적 능력, 그리고 문제해결에서 지식융합의 가치와 중요성, 나아가 문제해결의 결과가 사회에 미치는 영향에 대한 인식을 모두 포함하는 능력이라고 할 수 있다.

연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 P 광역시 소재의 A, B, C 고등학교 1학년 학생 총 416명으로 남학생 212명, 여학생 204명으로 구성되었다. 3월 모의고사 결과 상위권 고등학교 1개교, 중위권 1개교, 하위권 1개교로 선정하였으며, 분석 중 응답이 누락되거나 불성실하게 응답한 12개를 제외하고 총 404명을 대상으로 연구를 진행하였다.

2. 연구 방법 및 순서

본 연구는 융합적 문제해결력 검사를 위하여 융합적 문제해결력을 구성하는 요소를 밝히고, 검사를 위한 검사지를 개발하는데 있다. 따라서 연구는 Fig. 2와 같은 순서로 진행되었다.

가. 요소 확정 및 요소별 문항 개발

선행연구에 기반 하여 탐색된 요인을 구성하는 요소들을 정리하고, 분류하여 코드를 부여하였다. 코드의 구성은 요소에 따라 알파벳(a-f, e는 추후 확인적 요인분석에서 오류 발생의 위험이 있으므로 제외) 1자리와 숫자 2자리(구성 요인 1자리, 문항번호 1자리)로 구성되어 있다. 확정된 요소를 바탕으로 예비 문항은 총 36문항으로, 각 요소별로 5-7문항을 개발하

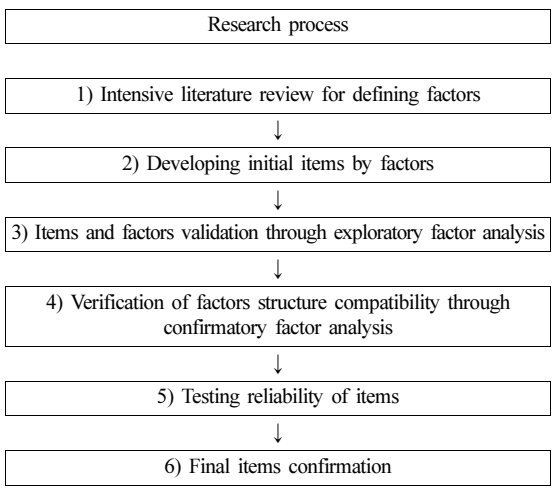

Fig. 2. Research procedures.

Table 2. Pre-developed questions by constructs

Domain	Sub-Category	Items
Convergence attributes	Individual propensity	a11. 나는 문제 해결 과정에 어려운 점이 생기더라고 끝까지 포기하지 않고 도전해 볼 수 있다고 생각한다. a12. 나는 어려운 과제나 문제를 해결하고 알아가는 것이 재미있다고 생각한다. a21. 나는 어떤 문제가 주어지더라도 해결할 수 있는 능력이 있다고 생각한다. a22. 나는 내가 잘 모르는 분야라도 시간이 충분하다면 해결할 수 있다고 생각한다. a23. 나는 내가 생각한 문제의 해결책이 다른 사람에게도 인정받을 것이라 생각한다. a31. 나는 다른 사람보다 체계적으로 생각을 정리할 수 있다고 생각한다.
	Social propensity	b11. 나는 친구들이 가지고 있는 경험과 지식은 존중해야 한다고 생각한다. b12. 나는 문제해결을 위해 친구들과 합리적 의사소통을 하는 것은 중요하다고 생각한다. b13. 나는 문제 해결을 위해 자료 조사하기, 아이디어와 정보 공유를 할 수 있어야 한다고 생각한다. b21. 나는 친구들과 모둠 활동에서 서로 격려하고 이해하는 환경이 중요하다고 생각한다. b22. 나는 혼자 활동하는 것 보다 친구들과 함께 문제를 해결하는 것이 중요하다고 생각한다. b23. 나는 모둠 활동에서 각자 맡은 일을 충실히 하는 것이 중요하다고 생각한다.
Convergence thinking	Problem solving and Convergent thinking	c11. 문제 상황에서 내가 해결할 수 있는 부분을 구체적으로 찾아낼 수 있다. c12. 나는 복잡한 문제 상황에 처하면 어떤 부분부터 해결해야 하는지를 판단할 수 있다. c21. 문제를 해결하는 과정에서 주어진 자원을 적절하게 관리할 수 있다. c22. 문제 해결을 위한 구체적인 방법을 계획(설계)할 수 있다. c31. 문제 해결에 영향을 미치는 요인을 구분하고 통제할 수 있다. c32. 문제 해결 과정에서 나타난 자료를 상세하게 기록할 수 있다. c33. 나는 문제를 해결할 때, 반복적인 시도를 통해 가장 적합한 해결책을 낼 수 있다. c34 나는 서로 다른 상황이 주어졌을 때 둘 사이에 공통점을 잘 찾아낸다. c41. 문제 해결 과정에서 기록된 자료를 다양한 방법으로 표현하고 해석할 수 있다. c51. 실험 결과를 바탕으로 문제 해결 방법의 부족한 점을 찾아내고 발전시킬 수 있다. c52. 발견한 문제 해결 방법을 다른 문제 상황에 적용시켜 볼 수 있다. c53. 나는 현재 상황을 바탕으로 원인을 파악하고 앞으로 일어날 일을 예측할 수 있다.
	Creative thinking	d11 나는 문제가 발생했을 때 다양한 시각으로 문제 상황을 파악한다. d21. 나는 내가 생각한 대로 문제가 해결되지 않으면, 다른 방법을 빨리 떠올릴 수 있다. d31. 나는 평소에 남들이 생각하지 못한 아이디어를 잘 생각해낼 수 있다. d32. 나는 많은 사람들이 이야기 하는 정답이 아닌, 내 나름대로의 답을 만들 수 있다. d41. 나는 대략적인 해결책을 구체적으로 만들어 낼 수 있다. d42. 나는 다른 사람과는 다른 창의적인 생각을 할 수 있다. d43. 나는 문제 상황에서 남들이 발견하지 못하는 사실을 찾아낼 수 있다고 생각한다.
Convergence literacy	Convergence literacy	f11. 나는 과학, 공학, 기술자들이 직면하는 여러 가지 문제와 어려운 점들을 이해하고 있다. f12. 과학, 공학, 기술적 문제에 대한 의사결정은 그 문제의 윤리적 측면도 고려해야 한다. f13. 나는 과학, 공학, 기술의 발전이 환경과 사회에 미치는 영향과 문제점들을 이해하고 있다. f14. 나는 문제 해결을 위해 과학, 공학, 기술 등의 지식을 융합하여 활용하면 더 효율적이라고 생각한다. f15 복잡한 문제를 해결할 때는 이러한 문제가 발생하게 된 배경부터 고려하는 것이 중요하다 생각한다.

였으나 두 요소가 합산된 “문제해결 및 비판적 사고”의 문항은 총 12문항으로 개발되었다. 모든 개발 과정은 과학교육 전공 교수 1인과 , STEAM 교육 경력 10년 이상의 교사 2인이 협업하였으며, 내용타당성에 대한 검토는 현장 교육 경력이 10년 이상인 현직 교사 4인의 자문을 통해 확보하였다.

개발된 문항과 코드에 따른 분류는 Table 2와 같다.

나. 융합적 문제해결력 검사지 개발을 위한 사전 연구

문헌 연구를 통해 ‘융합적 문제해결력’을 구성하는 요인은 Table 1과 같이 3개 영역, 6개 요소를 기준으로 잠정 정의되었다. 이후 해당 요소를 검사할 수 있는 문항을 요소 당 6개씩, 총 36문항의 예비문항을 개발하였다(Table 2). 개발된 예비문항은 1점 “전혀 중요하지 않다”부터 5점 “매우 중요하다”의 5단계 리커트 척도를 사용하여 검사할 수 있도록 하였다. 요소의 다중공선성 문제를 검증하기 36개의 문항을 이용하여 예비 연구(Pilot Studty)를 실행하였다. 개발된 예비 문항은 1차로 광역시 소재 A대학교 학생들 100명에게 투입되었으며, 설문의 결과를 분석해 각 요소들의 상관관계를 확인하였다. 그 결과, 비판적사고 요소와 문제해결 및 비판적 사고 요소의 상관관계가 .86로 매우 높았다. 독립변수간 상관계수가 .7 이상이므로 요인분석과정에서 다중공선성 문제, 즉 회귀계수가 왜곡될 가능성이 높았다.

Ennis (1985)가 언급한 비판적 사고가 가지는 문제해결과정의 속성들에 대한 연구나 Geng (2014)이 주장한 비판적 사고의 문제해결, 절차적 과정적 특성을

Table 3. Constructs and its subcategories of convergence problem solving skills

Domain	Sub-Category	Factors	Code	Others
Convergence attributes	Individual propensity	Motivation, Challenge, Endurance, Openness, Curiosity, Sensitivity, etc.	a1*	
		Confidence, Self-trust, etc.	a2*	
		Analytical thinking, System thinking, etc.	a3*	
	Social propensity	Communication, Mutual respect, ect.	b1*	
		Cooperation, Role-fulfillment, etc.	b2*	
Convergence thinking	Problem solving and Convergent thinking	Problem analysis and recognition, etc.	c1*	Combination of Problem solving and Convergent thinking
		Solution design and resource management.	c2*	
		Factor/material analysis and control	c3*	
		Result presentation and analysis	c4*	
		Reflection, Generalization, etc	c5*	
	Creative thinking	Fluency, etc.	d1*	
		Elasticity, etc.	d2*	
		Originality, etc.	d3*	
		Elaboration, etc.	d4*	
Convergence literacy	Convergence literacy	Social influence of convergence studies, Efficient use of convergence knowledge, ect	f1*	

고려하여 보면, 이러한 결과는 자연스러운 결과라는 것을 이해할 수 있다. 많은 연구자들(Fisher and Scriven, 1997; Glaser, 1985; Shin, 1996)은 비판적 사고의 문제해결 및 비판적 특성과 과정적 특징에 대하여 강조하고 있지만 요인 분석 결과 이 둘을 통계적인 방법으로 구분하는 것이 어렵다는 것을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 두 구성요인간의 다중공선성 문제를 해결하는 방법으로 표본의 조절이나 문항의 조절이 아니라, “비판적 사고”와 “문제해결 및 비판적 사고” 요인을 병합하는 것이 합리적이라고 판단하였다.

1차 적용 과정을 거쳐 결정된 융합적 문제해결력의 요소와 간략한 특징은 Table 3과 같다.

나. 탐색적 요인분석을 통한 요소 확립 및 문항 확정

개발된 문항과 연결된 하위요소의 일치를 확인하기 위하여 탐색적 요인분석을 실시하였다. 분석 방법은 주성분 분석(Principle Component Analysis)을 활용하였으며, 요인회전 방법은 직교회전(Varimax Ratation) 방법을 사용하였다. 상기한 방법은 요인 수 확보 및 정보손실을 최소화하는 방법으로 알려져 있으며(Jung and Choe, 2011) 요인들간의 상호독립성을 검정하는데 유용하다(Lee at el., 2015).

다. 확인적 요인분석을 통한 요인구조 적합성 검증

탐색적 요인분석 및, 사전 연구(Pilot Study)에서 도출된 융합적 문제해결력의 요인구조에 대한 적합성을 판단하기 위하여 확인적 요인분석을 실시하였다. 분석 방법은 최대 우도 추정치(maximum Likelihood Estimates)방법을 사용했으며, AMOS 21.0을 이용하였다.

라. 문항의 신뢰도 확인

두 가지 검증을 마친 문항을 최종 문항으로 선정하기에 앞서, 문항의 신뢰도 검사를 실시하였으며, 최종 문항의 내적 일치도 검증을 위하여 Cronbach’s α 값을 도출하였다.

연구 결과

1. 탐색적 요인분석 결과

본 연구에서 개발된 36개 문항의 요인구조의 적합성을 확인하기 위하여 탐색적 요인분석을 활용해 Kaiser-Meyer-Olkin 측도 검정과 Bardett 구형성 검정을 실시하였다. KMO 측도 검정은 표본의 적합성을 알아보는 검정으로 검사 결과는 .996으로 나타났는데, 일반적으로 .90 이상이면 매우 적합한 것으로 판정함에 비추어 보면 매우 적합한 것이라 할 수 있다. 또한 Bardett 구형성 검정의 결과 역시 χ^2=110911.111 (df=630, p= .000)로 요인분석을 위한 상관이 충분한 것으로 판단되었다.

Table 4. Exploratory factor analysis result (N=404)

Item No.	Item	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5
c22	문제 해결을 위한 구체적인 방법을 계획(설계)할 수 있다.	.749				
c32	문제 해결 과정에서 나타난 자료를 상세하게 기록할 수 있다.	.729				
c21	문제를 해결하는 과정에서 주어진 자원을 적절하게 관리할 수 있다.	.723				
c12	나는 복잡한 문제 상황에 처하면 어떤 부분부터 해결해야 하는지를 판단할 수 있다.	.706				
c31	문제 해결에 영향을 미치는 요인을 구분하고 통제할 수 있다.	.690				
c11	문제 상황에서 내가 해결할 수 있는 부분을 구체적으로 찾아낼 수 있다.	.664				
c41	문제 해결 과정에서 기록된 자료를 다양한 방법으로 표현하고 해석할 수 있다.	.646				
c33	나는 문제를 해결할 때, 반복적인 시도를 통해 가장 적합한 해결책을 낼 수 있다.	.625				
c34	나는 서로 다른 상황이 주어졌을 때 둘 사이에 공통점을 잘 찾아낸다.	.545				
c51	실험 결과를 바탕으로 문제 해결 방법의 부족한 점을 찾아내고 발전시킬 수 있다.	.531				
c53	나는 현재 상황을 바탕으로 원인을 파악하고 앞으로 일어날 일을 예측할 수 있다.	.530				
d31	나는 평소에 남들이 생각하지 못한 아이디어를 잘 생각해낼 수 있다.		.822			
d42	나는 다른 사람과는 다른 창의적인 생각을 할 수 있다.		.801			
d32	나는 많은 사람들이 이야기 하는 정답이 아닌, 내 나름대로의 답을 만들 수 있다.		.734			
d43	나는 문제 상황에서 남들이 발견하지 못하는 사실을 찾아낼 수 있다고 생각한다.		.629			
d41	나는 대략적인 해결책을 구체적으로 만들어 낼 수 있다.		.542			
d21	나는 내가 생각한 대로 문제가 해결되지 않으면, 다른 방법을 빨리 떠올릴 수 있다.		.538			
b21	나는 친구들과 모둠 활동에서 서로 격려하고 이해하는 환경이 중요하다고 생각한다.			.807		
b12	나는 문제해결을 위해 친구들과 합리적 의사소통을 하는 것은 중요하다고 생각한다.			.772		
b22	나는 혼자 활동하는 것 보다 친구들과 함께 문제를 해결하는 것이 중요하다고 생각한다.			.737		
b13	나는 문제 해결을 위해 자료 조사하기, 아이디어와 정보 공유를 할 수 있어야 한다고 생각한다.			.716		
b23	나는 모둠 활동에서 각자 맡은 일을 충실히 하는 것이 중요하다고 생각한다.			.686		
b11	나는 친구들이 가지고 있는 경험과 지식은 존중해야 한다고 생각한다.			.657		
f13	나는 과학, 공학, 기술의 발전이 환경과 사회에 미치는 영향과 문제점들을 이해하고 있다.				.709	
f14	나는 문제 해결을 위해 과학, 공학, 기술 등의 지식을 융합하여 활용하면 더 효율적이라고 생각한다.				.631	
f12	과학, 공학, 기술적 문제에 대한 의사결정은 그 문제의 윤리적 측면도 고려해야 한다.				.630	
f11	나는 과학, 공학, 기술자들이 직면하는 여러 가지 문제와 어려운 점들을 이해하고 있다.				.608	
a22	나는 내가 잘 모르는 분야라도 시간이 충분하다면 해결할 수 있다고 생각한다.					.714
a12	나는 어려운 과제나 문제를 해결하고 알아가는 것이 재미있다고 생각한다.					.665
a21	나는 어떤 문제가 주어지더라도 해결할 수 있는 능력이 있다고 생각한다.					.636
a11	나는 문제 해결 과정에 어려운 점이 생기더라고 끝까지 포기하지 않고 도전해 볼 수 있다고 생각한다.					.547

이어서 문항의 요인구조를 알아보기 위하여 탐색적 요인분석을 실시하였다. 주성분분석과 직교회전법을 이용한 요인분석 결과, 7번 반복 후 고유치가 1.0 이상인 요인이 5개 추출되었다. 분석결과 여러 요인에 걸쳐 높은 부하량을 보이는 문항과 요인 부하량이 .50 이하인 문항 6개를 제거한 후 정리한 문항이 Table 4와 같다. 일반적으로 개별 문항이 가지는 요인부하량이 .40을 넘으면 요인구조가 적합하다고 판단하는데, 해당 조건을 충족시키고 있는 것을 확인할 수 있다.

구체적으로 살펴보면, 요인 1은 문제해결 및 비판적 사고와 관련된 11문항이 추출되었다. 이들 문항은 문제를 파악하고 해결책을 설계하고, 가설을 세우고 변인을 통제하는 일련의 과정적인 지식과 비판적 사고력 관련 문항들이 포함되어 있다. 11문항 모두 .50 이상의 요인부하량을 가지는 것으로 확인되었다.

Table 5. Confirmatory factor analysis result (N=404)

Research Model	χ^2	df	p	Q (Normed χ^2)	TLI	CFI	RMSEA	RMSEA 90% CI
Convergence problem solving skills	1119.36	395	.000	2.83 (<3)	.903 (>.90)	.917 (>.90)	.066 (<.08)	.062-.071

요인 2는 창의적 사고와 관련된 6문항이 추출되었다. 이들 문항은 유창성, 융통성, 독창성, 정교성 등 창의적 사고에서 가장 중요하게 여기는 요소들을 포함하고 있다. 추출된 6문항 모두 .50 이상의 요인부하량을 가지고 있다.

요인 3은 사회적 성향과 관련된 6문항이 추출되었다. 이들 문항은 문제해결 과정에서 필요한 소통, 협업, 상호존중, 역할이행 등의 사회적 과정기능과 관련된 요소들을 포함하고 있다. 추출된 6문항은 모두 .60 이상의 요인부하량을 가지는 것으로 확인되었다.

요인 4는 융합적 소양과 관련된 4문항이 추출되었다. 이들 문항은 융합 학문의 사회적 영향력, 융합적 지식의 효율적 활용 등에 관련된 요소들을 포함하고 있다. 추출된 4문항은 모두 .60 이상의 요인부하량을 가지고 있다.

요인 5는 개인적 성향과 관련된 4문항이 추출되었다. 이들 문항은 창의적 성향인 동기, 도전성, 인내, 개방성, 호기심, 민감성 과 비판적 성향인 분석, 체계성, 그리고 두 영역에서 모두 중요하게 여기는 자신감, 자기신뢰 등의 요소를 복합적으로 포함하고 있다. 추출된 4문항은 모두 .50 이상의 요인부하량을 가지고 있다.

탐색적 요인분석 결과, 융합적 문제해결력은 비판적 사고를 포함한 '문제해결 및 비판적 사고', '창의적 사고', '개인적 성향', '사회적 성향', '융합적 소양'의 5개 하위요인으로 구성될 수 있음을 확인할 수 있다.

2. 확인적 요인분석 결과

탐색적 요인분석으로 확인한 5개 요인구조의 적합성을 확인하고자, 확인적 요인분석을 실시하였다. 분석방법은 최대우도추정치(Maximum Likelihood Estimates)를 실시하였으며, 문항개발 절차에서 가장 일반적인 방법인 문항수준 확인적 요인분석을 실시하였다. 연구모형의 적합도 지수는 Table 5와 같으며, 연구모형의 표준화 회귀계수는 Fig. 3과 같다.

Table 5에서 확인할 수 있듯, 모형에 대한 기본적 적합도 지수인 χ^2는 1119.363으로 유의수준 .000에서 유의하였으며, 가장 일반적인 적합도를 표현하는 Q(Normed χ^2) 값은 2.83으로 3보다 작아 모형은 적합한 것으로 판단할 수 있다. 하지만 χ^2검증의 엄격성과 표본크기의 민감성을 극복한 간명지수들인 TLI, CFI, RMSEA를 살펴볼 필요가 있다. CFI와 TLI는 일반적으로 .90 이상이면 적합도가 높은 것으로 판단

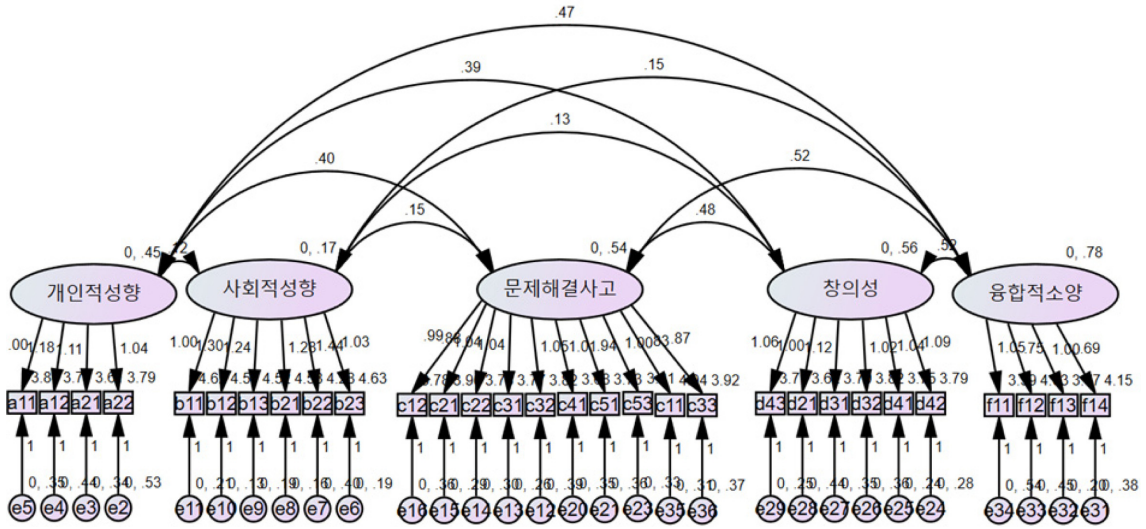

Fig. 3. Structural model of five factors of convergent problem solving skills.

할 수 있으며, 본 모형은 두 지수 모두 적합도가 높다고 이야기 할 수 있다. 또한 RMSEA는 .08 이하이면 수용할 수 있는 적합도라고 판단할 수 있는데 본 모형의 RMSEA 지수는 .066(.062-.071)으로 Fig. 3의 구조모형이 자료를 잘 설명한다고 이야기할 수 있다.

3. 신뢰도 분석 결과

개발된 문항의 하위요인들간의 구성타당도를 확인하기 위하여 내적일치도(Cronbach's α)를 산출하였다. 기본적인 기술통계량과 각 하위 요인들간의, 그리고 문항지 전체의 내적일치도와 관련된 통계분석치는 Table 6과 같다.

각 요인별로 신뢰도 계수의 결과를 살펴보면 요인 1에서 추출된 문제해결 및 비판적 사고와 관련된 11문항의 신뢰도 계수는 .942로 매우 높은 신뢰도를 나타내었으며, 요인 2에서 추출된 창의적 사고력과 관련된 6문항의 신뢰도 계수는 .922로 역시 매우 높다는 것을 확인할 수 있었다. 요인 3에서 추출된 사회적 성향과 관련된 6문항의 신뢰도 계수는 .870으로 비교적 높은 신뢰도를 나타내었으며 요인 4에서 추출

Table 6. Reliability analysis result (N=404)

Sub-Category	Item	Per item		Total		Reliability Cronbach's
		Average	Standard Deviation	Average	Standard Deviation	
Individual propensity	a11	3.87	.886	14.97	3.174	.835
	a12	3.72	1.026			
	a21	3.62	.940			
	a22	3.81	1.009			
Social propensity	b11	4.61	.622	27.20	3.194	.870
	b12	4.57	.647			
	b13	4.52	.673			
	b21	4.58	.662			
	b22	4.28	.861			
	b23	4.62	.611			
Problem solving and Convergent thinking	c11	4.05	.821	42.15	8.014	.942
	c12	3.79	.943			
	c21	3.97	.849			
	c22	3.74	.942			
	c31	3.79	.915			
	c32	3.83	.992			
	c33	3.93	.879			
	c34	3.88	.892			
	c41	3.69	.943			
	c51	3.74	.917			
	c53	3.82	.942			
Creative thinking	d21	3.63	1.003	22.47	4.947	.922
	d31	3.71	1.023			
	d32	3.82	.971			
	d41	3.76	.923			
	d42	3.80	.973			
	d43	3.79	.933			
Convergence literacy	f11	3.41	1.184	15.35	3.329	.844
	f12	4.03	.954			
	f13	3.78	.991			
	f14	4.16	.875			
Total				122.31	19.292	.963

된 융합적 소양과 관련된 4문항의 신뢰도 계수는 .844로 역시 높은 신뢰도를 보였다. 요인 5에서 추출된 개인적 성향과 관련된 4문항의 신뢰도 계수는 .835으로 모든 요인의 신뢰도가 수용할 만한 신뢰도로 나타났다. 또한 문항지 전체의 신뢰도 계수는 .963으로 매우 우수한 신뢰도를 나타내며 문항의 하위요인들의 구성타당도가 충분하다고 이야기할 수 있다.

결론 및 제언

본 연구는 융합적 문제해결력을 구성하는 요인이 무엇인지를 알아보고, 융합적 문제해결력을 검사할 수 있는 검사지를 개발하는 데 그 목적이 있다. 문항의 개발과 적용, 신뢰도 확보를 위한 요인 분석 결과, 본 연구의 결론은 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 본 연구는 문헌 연구를 통하여 융합적 문제해결력을 구성하는 요인을 융합적 성향, 융합적 사고, 융합적 소양 영역으로 구분하고 각 영역에 포함되는 요소를 구분하였다. 융합적 문제해결력은 융합적 성향 영역에 포함되는 “개인적 성향”과 “사회적 성향”, 융합적 사고 영역에 포함되는 “문제해결 및 비판적 사고력”과 “창의적 사고력”, 소양 영역에 포함되는 “융합적 소양” 다섯 가지 요소로 정의 될 수 있다.

둘째, 융합적 문제해결력의 다섯 가지 요인을 검사할 수 있는 30문항을 개발하였으며, 문항의 요인구조의 타당성과 적합성을 알아보기 위하여 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석을 실시하였다. 두 요인 분석 결과값은 모두 타당한 것으로 나타났으며, 문항의 구조가 적합하다고 말할 수 있다. 또한 문항지의 신뢰도를 알아보기 위하여 Cronbach’s α를 측정하였으며, 이 또한 매우 우수한 신뢰도를 나타내었다.

본 연구에서 제시한 융합적 문제 해결력 검사지는 기존의 융합적 역량 측정 도구가 공통적으로 제시하는 핵심적 요소를 모두 포함하고 있으며, 통계적으로 신뢰도가 확보된 검사도구이다. 또한 정의적 영역, 인지적 영역, 융합적 소양 영역 모두를 포함하고 있는 종합적 검사지로서 특정 영역의 역량에 치우진 기존 검사지들의 한계를 극복하였으며, 비교적 적은 문항으로 학교 현장에서 융합교육의 효과를 손쉽게 검사 할 수 있다는 점에서 그 의미가 있다.

연구를 진행하면서 문헌연구를 통해 따로 구별될 것이라 기대했던 비판적 사고력은 문제해결은 융합적 문제해결 과정에서 다중공선성 문제를 나타내는 것으로 확인되었다. 이는 두 요소가 구별되어 측정되는 것이 아니라, 두 요소 간의 정적상관이 높아 함께 관측되는 것으로 이해할 수 있다. 또한 개인적 성향이라고 판단했던 분석적, 체계적 사고 성향이 개인적 성향 영역이 아닌, 인지적 영역과 더 관련이 높다는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 융합적 문제해결력을 구성하는 사고력 요인에 대해 좀 더 깊이 있는 연구가 진행될 필요가 있음을 보여 준다. 또한 본 연구는 양적 연구를 방법에 의한 것이므로 추후 좀 더 요인을 정교화하거나 사례 연구를 통하여 본 연구의 결과를 검증하고, 발전시키는 연구가 필요할 것이라 여겨진다. 마지막으로 본 연구에 참여한 연구 대상의 수는 통계적으로 연구의 필요조건은 충분히 만족하지만 고등학생을 대상으로 진행한 연구이므로 초, 중학교에 같은 검사지를 적용할 때에는 적절한 번안과 추가 연구가 필요하다고 판단된다.

사 사

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019R1A2C1090478).

References

Amabile, T. M., 1983, Creativity in context: Update to the social psychology of creativity. Boulder, CO: Westview.

Barnes, D. J., 2002, Teaching introductory Java through LEGO MINDSTORMS models. ACM SIGCSE Bulletin, Proceedings of the 33rd SIGCSE technical symposium on Computer science education, 34(1), 147-151.

Baer, J., 1991, Generality of creativity across performance domains. Creativity Research Journal, 4, 23-39.

Carson, D. K. and Runco, M. A., 1999, Creative problem solving and problem finding in young adults: Interconnections with stress, hassles, and coping abilities. The Journal of Creative Behavior, 33(3), 167-188.

Cho, Anna. and Ko, Y., 2013, Effect of Media Use of Young Children and Maternal Mediation on Their Children’s Prosocial Skills. Korean Joural of Children’s Media, 12(1), 1-24.

Choi, Y. H., Ro, J. A., Lim, Y. J., Lee, D. W., Lee, E. S., and Ro, J. H., 2013, The Development of the STEAM Literacy Measurement Instrument for elementary, junior-high, and high school students. Korean Technology

Education Association., 13(2), 177-198.
Csikszentmihalyi, M., 1988, Society, culture, and person: A systems view of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), The nature of creativity: Contemporary psychology perspectives (pp.325-339), New York: Cambridge University Press.
Dewey, J., 2011, How We Think. (Jung. H. W, Trans), SEOUL: Communication Books. (Original work published 1910)
Ennis, R., 1962, A Concept of Critical Thinking. Harvard Educational Review, 32(1), 81-111.
Ennis, R. H., 1985, A taxonomy of critical thinking disposition and abilities (Barom, J. B. & Sternberg, R. J, Trans). NY: Freeman and Company.
Facione P. A., 1990, Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction. Executive Summary, "The Delphi Report", Millbrae, CA: American Philosophical Association, California Academic Press.
Feldhusen, J. F., 1983, The Purdue Creative Thinking Program. In I. S. Sato (Ed.), Creativity research and educational planing. Louisiana: National State Leadership Training Institute for the Gifted and Talented.
Fisher, A. and Scriven, M., 1997, Critical thinking its definition and assessment. Centre for research in Critical Thinking.
Gardner, H., 1988, Creative lives and creative works: A synthetic scientific approach. In R. J. Sternberg (Ed.), The nature of creativity: Contemporary psychology perspectives (pp. 298-321), New York: Cambridge University Press
Geng F., 2014, An Content Analysis of the Definition of Critical Thinking. Asian Social Science, 10(19), 124-128.
Glaser, R., 1985, Thoughts on expertise.
Gold, J. B., 1981, Developing the creative problem solving skills of intermediate age educable mentally retarded student. Doctoral dissertation, Fordham University.
Guilford, J. P. 1967. Creativity: Yesterday, today and tomorrow. The Journal of Creative Behavior, 1(1), 3-14.
Guilford, J. P., 1967, The nature of human intelligence.
Ha, J., 2003, Problem finding, creative thinking, creative personality relationship. Korean Journal of Educational Psychology, 17 (3), 99-115.
Heller, K. A., 2007, Scientific ability and creativity. High Ability Studies, 18(2), 209-234.
Jung, C. Y. and Choe, R. G., 2011, Statistical analysis using SPSSWIN, SEOUL: Muyeoggyeong-yeongsa.
Kang, J. W. and Nam, Y. K., 2016, The development of an Instrument for Measuring the Creative Engineering Problems Solving Propensity for STEAM. Journal of Korean Society of Earth Science Education. 9(3), 276-291.
Kang, S. H. and Yune, S. J., 2015, Development and Validation of a Scale to Measure Engineering Creativity. The Korean Association For Thinking Development, 11(1), 19-44.
Kim, K., Jang, G., Cho, K., and Park, H., 2010, Development and Promotion Plan for Adolescents' Core Competencies III: Comprehensive Report. National Youth Policy Institute.
Kim, M. S., 2006, A study for development and validation of K critical thinking disposition test. The Journal of Curriculum & Evaluation. 9(1), 89-117.
Kim, Y., 2002, Creativity and critical thinking. The Korean Society for Cognitive Science, 13(4), 81-90.
Lee, D. and Nam, Y., 2018, Suggesting an Analysis Framework for Korea STEAM Programs in the Perspective of Engineering Design. Journal of the Korean society of earth science education, 11(1), 63-77.
Lee, S., Kim, D., Hwang, S., Park, H., and Lee, Y., 2015, The Exploration of Constructive Elements of 'Ddadeutan' Educational Community based on the Recognition of Secondary School Teachers and Students. Journal of Educational Technology, 31(4), 811-834.
Lim, Y, N., 2012, Problems and Ways to Improve Korean STEAM Education based on Integrated Curriculum. The Journal of Elementary Education, 25(4), 53-80.
Lockwood and J., Mooney., 2017, A Computational thinking in education: Where does it fit. A systematic literary review. arXiv preprint.
Mayer, R. E., 1999, Multimedia aids to problem-solving transfer. International Journal of Educational Research, 31(7), 611-623.
McPeck, J. E., 2005, Critical thinking and Education, (Park. Y., & Kim. G, Trans). SEOUL: Baeyeongsa. (Original work published 1981)
Ministry of Education., 2017, Science, Mathematics, and Information Education Promotion Act [Law No.14903].
Ministry of Education science and technology., 2011, How to activate converged human resource education (STEAM). Seoul: Ministry of Education, Science and Technology.
Nam, Y. K., Yoon, J. A., Han, K. J., and Jeong, J. H., 2019. SEM-CT: Comparison of Problem Solving Processes in Science (S), Engineering (E), Mathematic (M), and Computational Thinking (CT). The Korean Association of Computer Education. 22(3), 37-54.
Park, G. M. and Lee, G. N., 2016, Development of Behaviorally Anchored Rating Scale to Assess the Outcomes for School STEAM Education. Korean Technology Education Association, 16(1), 196-217.
Park, H., Baek, Y., Sim, J., Son, Y., Han, H., Byun, S., Soe, Y., and Kim, E., 2014, Study on the effectiveness of STEAM program and on improvements on their practices in schools. Research Report BD15030009,

Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity.

Park, J., 2004, A Suggestion of cognitive model of scientific creativity (CMSC), Journal of the Korean Association for Science Education, 24(2), 375-386.

Park, M. J., 2016, The Characteristic of Creative Thinking on Science Gifted's Problem Finding and Solving with Convergence of Science Concepts, Ph.D. Thesis, Pusan National University.

Paul, R., 1987, "Dialogical Thinking Critical Thought Essential to the Acquisition of Rational Knowledge and Passions". J. B. Baron & R. J. Sternberg (ed), Teaching Thinking Skills Theory and Practice, Freeman and Company (N.Y).

Polya, G., 1971, How to solve it: a new aspect of mathematical method (2nd ed.). Princeton, N.J.: Princeton University Press, c1957.

Renzulli, J. S., 1978, What makes giftedness?: Reexamining a definition. Phi, Delta Kappan, 60, 180-184

Runco, M. A. and Acar, S., 2012, Divergent thinking as an indicator of creative potential. Creativity Research Journal, 24(1), 1-10.

Shin, K., 1996, A Study of Critical Thinking Ability of Associate and Baccalaurate Degree Nursing Students, Journal of Korean Academy of Nursing, 26(1), 43-52.

Shin, S, Ha, M., Lee, J. K, Park, H. J., and Chung, D, H., 2017, The Development and Validation of Instrument for Measuring High School Students' Attitude Toward Convergence. Journal of the Korean Association for Science Education, 34(2), 123-134, 2014.

Sim, J, H., Lee, Y, R., and Kim, H, K., 2015, Understanding STEM, STEAM Education, and Addressing the Issues Facing STEAM in the Korean Context. Journal of the Korean Association for Science Education, 35(4), 709-723.

Sim, J, H., Park, H. J., Baek, Y, S., and Byun, S, Y., 2017, The Development of Assessment Tools to Measure STEAM Problem Solving Abilities for Elementary and Secondary School Students. Teacher Education Research (2017), 56(2), 190-210.

Snow, R. E., Corno, L., and Jackson III, D., 1996, Individual differences in cognitive functions. In Berliner, D. C. & Calfee, R. C. (Eds.). Handbook of Educational 243-310). NY: Simon &Schuster Macmillan.Psychology, (pp. 243-310). NY: Simon &Schuster Macmillan.

Sternberg, R. J. and Lubart, T. I., 1993, Investing in creativity. Psychological inquiry, 4(3), 229-232.

Torranace, E. P., 1974, Torrance tests of creative thinking: Directions manual and scoring guide (Verbal test booklet A). Scholastic Testing Service, Inc.

Urban, K. K., 1995, Creativity-A component approach model. A paper presented at the 11th world conference on the education for the gifted and talented. Hong Kong: July 31-August 4.

Yoon, H., Kim, J., and Band D., 2016, Identification of Variables as the Effects of Integrated Education Using the Delphi Method. Journal of the Korean Association for Science Education, 36(6), 959-968

Yoon, J. A., Han, G. J., and Nam, Y., 2019, An Analysis of the Characteristics of Elementary Science Gifted Students' Problem Solving through Model Eliciting Activity (MEA). Journal of the Korean society of earth science education, 12(1), 64-81.

Manuscript received: November 25, 2020
Revised manuscript received: December 9, 2020
Manuscript accepted: December 29, 2020