



고등학생들의 융합에 대한 태도 검사도구의 개발과 타당화

신세인¹, 하민수², 이준기^{1*}, 박현주³, 정덕호¹, 임재근⁴

¹전북대학교, ²뉴욕주립대학교 스톤브룩, ³조선대학교, ⁴대전 성모초등학교

The Development and Validation of Instrument for Measuring High School Students' Attitude Toward Convergence

Sein Shin¹, Minsu Ha², Jun-Ki Lee^{1*}, HyunJu Park³, Duk-Ho Chung¹, Jae-Keun Lim⁴

¹Chonbuk National University, ²State University of New York at Stony Brook, ³Chosun University, ⁴Seongmo Elementary School

ARTICLE INFO

Article history:

Received 8 January 2014
Received in revised form
18 February 2014
26 February 2014
Accepted 25 March 2014

Key words:

Attitude toward convergence,
Item validity, Rasch model,
Structural equation modeling,
Science learning motivation

ABSTRACT

This study aims to develop and validate an instrument to measure students' attitude toward convergence. To do so, we have defined five constructs (i.e. knowledge about convergence, personal relevance, social relevance, interest and self-efficacy) of 'attitude toward convergence' based on literature review, developed items, and collected data from 233 11th grade science track students. The validity of these items have been evaluated by Messick's framework (1995) (i.e. content, substantive, structural aspects of validity), experts' review, Rasch analysis, and confirmatory factor analysis using structural equation modeling. Our results have confirmed the five constructs and 23 selected items have met the benchmark of item validity. Moreover, the theoretical model illustrating that the high level of attitude toward convergence increases the level of science motivation has also been supported by the data. The items developed in this study will be used to measure students' attitude toward convergence and to estimate the effect of learning program for convergence science.

1. 서론

최근 학계나 언론 및 세간의 담론 속에 등장하는 주제들을 살펴보면, 확실히 지난 10년 전에 비하여 '외골수' 혹은 '한 우물 파기'와 같은 내용의 이야기보다는 '융합', '통섭', '집단지성'과 같은 내용을 중심으로 한 것들이 많아진 것을 발견할 수 있다(Apobela *et al.*, 2007; Klein, 1990; 2001). 융합이 이처럼 사회의 대세로 부상하게 된 까닭은 기존의 분과형 학문 전통에 의한 패러다임들만으로는 풀어나가기 역부족이었던 사회문제나 자연현상들을 융합이라는 새로운 시도를 통해 해결해 보려는 대안적 접근의 일환이라고 판단할 수 있다(Hong, 2008; Collins, Evans, & Gorman, 2007). 또한 20세기 이후 기초과학과 응용과학, 즉 과학과 기술 공학의 경계가 모호해지고 과학지식의 사회와의 관련성이 긴밀해짐에 따라서 기초과학의 연구단위는 거대과학화 되어가고 있고, 과학과 기술 공학이 융합된 테크노사이언스가 출현하여 과학자 집단에서도 자연현상의 원인에 대한 소박한 설명을 밝혀내는 연구문제 보다는 문제해결과 성과창출 중심의 접근이 빈번해지고 있다. 이러한 시대적 맥락 속에 융합은 더욱더 미래과학기술의 대안으로 급부상되어왔다(Hong, 2008).

하나의 학제 혹은 한 개인의 힘으로 해결하기 어려운 문제상황의 난맥상들은 미래사회를 지혜롭게 살아갈 새로운 인간유형으로 '융합형 인재'를 요구하게 되기에 이르렀다. 세계 각국은 학교와 기업을 막론하고 미래 사회를 영위해 나갈 핵심역량을 갖춘 인재로 융합형

혹은 통섭형 인재의 육성이 필요하다는 것을 반복적으로 강조하고 있으며, 이에 대한 나름대로의 준비를 실시하고 있다(Park & Song, 2008; Song, 2012; Shin, Lee, & Kwak, 2013; Hong, 2009).

미국의 경우, 미래를 주도할 첨단기술을 확보하기 위해서는 과학, 기술, 공학, 수학이 연계되어 체계적인 융합학문이 필요함을 강조하고 이러한 미래성장동력 분야들의 지속적 유지를 위해서는 지속가능한 인재육성 교육이 필요함을 강조하였다(Campbell *et al.*, 2012). 이렇게 해서 최초 방과후 교육형태의 작은 교육전략이던 STEM은 미국정부의 미래과학기술 비전이 되었다. 버지니아 공대 샌더스 교수는 "STEM은 두 가지 이상의 교과에 대해 통합하려는 기술/공학적 설계기반 학습 전략으로 언어사회예술 등 다른 교과목과의 연계 확장이 가능하다"고 하였다. 이는 STEM 교육이 교육목표를 교과내용의 단순 전달이 아닌 의문을 해결하기 위한 방법론, 다시 말해 융합적 문제해결능력에 두고 있다는 것이다(Sanders, 2009; Sanders *et al.*, 2011). 이러한 과학에 대한 융합적인 접근은 학생의 과학 교과 학업성취도를 향상시키고 더 높은 흥미와 호기심과 같은 태도를 변화시켜 과학 학습 동기를 고취시켜주고, 결국 학생들의 이공계 진로 선택에 효과적으로 이바지 할 수 있음을 강조하고 있다(Campbell *et al.*, 2012; Kwon & Lee, 2008).

한국형 융합인재 육성을 위해 우리 정부도 2011년 주요과제로 창의적 융합인재 양성을 위한 융합인재교육(STEAM)을 강화 제시하였으며, 2009년 개정된 새 교육과정을 통해 창의인성 교육 및 융합형 교육의 강화를 천명한 바 있다. 이러한 노력의 일환으로 과학 교과에서는

* 교신저자: 이준기(junki@jbnu.ac.kr)

** 이 논문은 2013년도 교육부의 재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행된 성과물임(2013BBG0002)

http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2014.34.2.0123

‘융합인재 육성’을 목표로 설정하고 이에 대한 다양한 노력을 선도적으로 경주하고 있다(Lee & Hwang, 2012).

분과형 과학에 대한 대안으로 등장한 융합교육 패러다임은 과학교육 혁신의 일환으로 자리매김해 가고 있다(Kwon & Ahn, 2012; Ahn, Na, & Song, 2013). 융합형 인재 육성을 위한 과학교육계의 노력은 다양한 형태로 나타나고 있다. 우선 미국의 NRC(2012)에서는 학문 간에 두루 적용될 수 있는 공통 주제들을 통해 융합적인 사고를 자극하도록 한 8가지(원인과 결과, 패턴, 크기, 비율과 양, 시스템과 모델링, 에너지와 물질, 구조와 기능, 안정성과 변화)의 교차 개념(crosscutting concept)을 제시하고 이를 통해 교육과정을 안내하고 있다. 이와 같은 접근은 세계 여러 나라에서 유사하게 시도 되고 있는 흐름이며, 우리나라 역시 여러 가지 형태의 통합형 과학교육과정의 설계를 위한 시도가 있어 왔다(Lee & Son, 2013). 최근 2009 개정 과학과 교육과정의 개정과 함께 시도된 선택과목 ‘과학’ 역시 이러한 노력의 일환으로 볼 수 있다. 이와 같은 과학교육계의 다양한 융합 및 통합적 접근 노력의 근저에는 학생들의 과학 학습동기 고취와 이를 통한 지속가능한 이공계 인력의 육성과 공급이라는 대명제가 자리하고 있다(Yoon, Yoon, & Woo, 2011; Jung *et al.*, 2012).

융합형 과학이나 융합형 인재에 대해서는 최근 사회전반과 학계에 최근 많이 회자되고 있지만 이에 대한 철학적, 역사적, 교육학적 정의와 배경은 학자들마다 그 의견을 달리 할 수 있는 여지가 많은 개념이다(Lee *et al.*, 2013). 하지만 ‘융합’이라는 단어가 가지는 의미에서 알 수 있듯이 ‘융합’ 과학은 이질적인 학문들 간의 상승적인 협력을 이루어내는 것을 의미한다. 또한 융합을 수행하기 위해서는 ‘내 분야를 잘 모르는’ 학자들에게 지식을 제공하는 한편 ‘내가 잘 모르는’ 분야의 지식 내용을 배워야 한다. 최근의 경향을 살펴보면 융합 과학이 21세기의 중심 학문으로 성장하면서 전통적인 ‘외골수’ 스타일의 과학자들을 찾아보기가 힘들어지고 있다(Oh *et al.*, 2012b). 마찬가지로 우리가 학생들에게 성공적으로 융합 과학을 가르치기 위해서는 학생들이 자신이 잘 모르는 분야의 사람들과 의사소통하며, 지식을 주고받는 행위에 대한 자신감, 태도 등을 확인해야 할 것이다. 만약 혼자 탐구하는 것을 좋아하고, 다른 사람들과 의사소통하기 보다는 혼자 기록하는 것을 좋아하거나, 특정 분야 외에는 관심을 보이지 않으려하는 학생에게 융합 과학은 상당히 어려운 과제일 수 있다. 이런 학생들에게 먼저 필요한 것은 ‘왜 다른 분야의 사람들과 융합해야 되는지’에 대한 이해일 것이다. 이와 같은 중요성에 의해 융합에 대한 관심과 태도를 향상을 목적으로 하는 교육을 하고자 하더라도 현재 개별 학생들의 현 상태와 수업 후 변화에 대해 측정할 수 있는 적절한 검사도구가 없는 실정이다. 그러므로 융합에 대한 태도 측정은 중요한 과제이며, 이를 위한 측정 도구 개발은 반드시 필요하다고 할 수 있다.

최근 우리나라 과학 교육에서 융합에 대한 중요성이 거듭 강조되는 이유는 융합적 접근이 과학 동기를 상승시킬 수 있다는 기대 때문이다(김홍정 등, 2013; Campbell *et al.*, 2012; Kwon & Lee, 2008). 저명한 과학저널 사이언스지는 최근 Editor's choice 논평을 통해 학습에서의 동기의 중요성을 역설하고 나섰다. 이는 Murayama *et al.* (2013)의 최근 연구를 소개한 것으로 수학이나 과학 같은 과목에서 순간적인 성취도 향상에는 지능(IQ)이 중요한 변인이 되지만 결국 오랜 기간에 걸친 교과목에 대한 성취에는 동기가 결정적 변수가 되며, 예상과는 달리 지능은 아무런 영향을 주지 못하더라는 것을 증명한 것이다. 지난

교육과정에서 우리는 PISA paradox라는 기이한 현상을 경험한 바 있다. 성적이 상위권인데 과학에 대한 태도 즉, 동기와 자아개념 그리고 소양이 바닥권인 것은 전대미문의 상황으로 여러 나라의 연구거리가 된 사건으로 남아 있다. 이에 대한 반성으로 많은 대안이 고민되었으며, 그 중 한가지로 등장한 것이 바로 새 교육과정의 융합형 ‘과학’이다.

실제로 선행연구에 의하면, 기초과학과 응용과학의 융합에 대한 이해는 학생들로 하여금 기초과학과 인간 생활의 관련성을 이해를 촉진하게 되고, 궁극적으로 기초과학의 학습 필요성과 과학 동기를 고취시키도록 하는 것을 확인 할 수 있다(Ha & Lee, 2011). 이러한 맥락에서 판단해 보건데 융합교육은 이미 융합된 다양한 지식을 흡수하게 하는 르네상스 맨을 만들기 위한 교육으로 접근해서는 안 될 것이다(Lee *et al.*, 2013). 오히려 기존 학제 및 교과역의 벽을 넘는 다각도의 시선을 갖도록 만드는 태도와 소양을 길러주는 것이 우선되어야 할 것인데 이것이 ‘융합에 대한 태도’일 것이며 우리가 융합형 교육을 실시하면서 가장 우선시해야 할 부분이라 할 수 있을 것이다.

앞서 논의한 바와 같이 융합형 교육과정은 학생들에게 자신들이 잘 모르는 영역의 사람들과 어울리며, 지식을 공유하고, 의사소통하며 하나의 주제를 다방면으로 보는 등의 융합적 소양을 강조하고 있다. 이러한 소양을 향상시키니 위해서는 태도, 자아 효능감과 같은 다양한 정의적 영역이 적정한 수준이어야 할 것이다. 최근 수행된 선행연구들을 살펴보면 통합 혹은 융합형 교육과정에 대한 다양한 이론적 틀을 제시하는 연구들(Kim *et al.*, 2012; Bang *et al.*, 2013; Lee & Son, 2013)이나 그렇게 개발된 수업들의 전후에 창의성이나 흥미와 같은 다른 종속변인들이 어떤 변화를 일으키는지에 대한 연구들은 일부 발표된 바 있으나(Kwon & Ahn, 2012; Park & Yoo, 2013; Park & Shin, 2012; Choi & Hong, 2013), 융합자체를 대하는 태도가 긍정적으로 변화하는지에 대해서 기능해 볼 수 있는 검사도구가 개발되어있지 않은 실정이다. 따라서 융합형 교수-학습 프로그램 등이 과연 학생들의 융합에 대한 태도에 통계적으로 유의미한 변화를 일으키고 있는지, 혹은 융합형 접근을 통해 과학을 가르치는 것이 학생들의 과학에 대한 학습동기를 향상시키는 매개효과가 있는지 등을 보다 명확히 파악하려면 신뢰도와 타당도가 검증된 검사도구가 개발될 필요가 있다.

이 연구에서는 학생들의 융합에 대한 태도 검사도구를 개발하고, 실제 적용을 통해 융합에 대한 태도와 과학동기와의 관련성에 대해서도 알아보고자 하였다. 검사도구의 타당성을 높이기 위하여 검사도구의 개발과정은 Messick이 제시한 타당도 관점을 고려하여 진행되었다. Messick은 문항의 타당도는 문항 자체의 특성 뿐 아니라 문항 내용 및 문항 응답 반응과 연관이 있다고 보았으며 6가지 측면에서의 검사도구 타당도를 제안한 바 있다. 그가 제안한 검사도구의 타당성을 확인하기 위한 6가지 측면은 첫째, 검사내용에 기초한 타당도(The content aspect of validity), 둘째, 실제에 기초한 타당도(The substantive aspect of validity), 셋째, 내적구조에 기초한 타당도(The structural aspect of validity), 넷째, 일반화에 기초한 타당도(The generalizability aspect of validity), 다섯째, 외적 준거에 기초한 타당도(The external aspect of validity), 여섯째, 결과에 기초한 타당도(The consequential aspect of validity) 이다(Messick, 1995). 이 연구에서는 그 중에서 우선 확인해야 되는 3가지 타당도를 문항 반응이론에 기초한 라쉬(Rasch) 모델과 구조방정식 모델을 통하여 개발된 검사도구의 타당도를 점검하였다.

II. 연구방법

1. 연구절차

이 연구에서는 우선 선행연구 고찰을 통하여 융합에 대한 태도 검사를 위한 하위요소들을 추출 및 개념화하는 과정을 통하여 구인들을 구성하였다. 이후, 융합에 대한 태도 검사도구를 개발하고 타당도를 확인하기 위하여 Figure 1에 제시된 절차와 같이 연구를 진행하였다.

2. 참여자

이 연구를 위하여 사용한 자료는 총 233명의 11학년 학생들의 응답 분이다. 연구에 참여한 학생들은 모두 남부권 소재의 남녀공학 과학중점 고등학교의 자연계열 학생들이었으며, 이들 중 남학생은 186명, 여학생은 47명이었다. 연구에 참여한 학생들은 1학년 때 모두 융합형 ‘과학’을 학습한 상태이며, 과학중점고등학교 선택과목인 ‘과학교양’을 함께 학습한 바 있다. ‘과학교양’ 교과서는 한국과학창의재단에서 개발된 것으로 과학교양은 ‘건축과 과학’, ‘스포츠와 과학’, ‘과학과 수학’, ‘과학과 역사’ 등과 같이 융합적 접근을 통해 구성되었으며, 교사용 지도서에서 STEAM형 지도방안을 제시하고 있다. 해당 학교의 과학교사는 총 12명이며, 학생들은 총 5명의 교사로부터 융합형 ‘과학’을 배웠으며, 2명의 교사로부터 ‘과학교양’을 배운 바 있다. 학생들의 응답자료는 구글에서 제공하는 온라인 서비스를 통하여 2013년 9월 11일부터 2013년 9월 16일까지 일주일에 걸쳐 수집되었다.

3. 타당도

이 연구에서는 고등학생들의 융합에 대한 태도를 알아볼 수 있는 검사도구를 개발하고 그것의 타당도를 확인해 보고자 하였다. 타당도는 Messick (1995)이 제안한 방법에 기초하였다. Messick (1995)은 문항의 타당도는 6가지 측면에서 확인되어야 한다고 제안했다. 가장 먼저 검사 내용에 관한 타당도이다. 이 타당도를 확인하기 위하여 우리는 과학교육 관련 박사학위를 가진 과학교육전문가와 과학교사를 대상으로 개발된 문항의 내용 타당도를 의뢰하였다. 두 번째는 실제에 기초한 타당도이다. 이 타당도에서는 응답하는 피평가자가 연구자가

의도하는 것과 같이 반응하는지 확인하는 타당도이다. 이 연구에서는 라쉬 분석을 통해 문항의 MNSQ값을 토대로 반응정도를 확인하고 해당 문항에 부적절하게 반응한 학생을 선별하여 어떤 의도를 가지고 반응하였는지 개별적으로 개방형 질문지와 면담으로 확인하였다. 세 번째로 확인한 타당도는 내적 구조에 기초한 타당도이다. 이 연구에서는 요인분석과 구조방정식 방법의 확인적 요인 분석을 사용하여 문항의 내적 구조의 적합도를 확인하였다.

이 연구에서는 Messick (1995)이 제안한 일반화에 기초한 타당도, 외적 준거에 기초한 타당도, 검사결과에 기초한 타당도에 관해서는 조사하지 않았다. 이 세 가지 타당도는 이 연구에서 개발된 문항이 융합적 태도에 관한 적절한 내용을 포함하며, 피평가자들이 적절하게 반응하였고, 구조적으로 타당할 경우 후속 연구를 통하여 이루어져야 할 것이다.

4. 통계 분석 방법

전문가 검토, 라쉬 분석을 통한 부적합 문항의 삭제를 통과한 5개 구인 23개의 문항에 대한 응답 자료를 바탕으로 다음의 통계적 분석을 수행하여 문항의 타당도를 확인하였다. 먼저 검사도구의 내적 일관성 신뢰도를 확인하기 위하여 Cronbach alpha를 조사하였다. 두 번째는 각 구인의 구조가 적절한지 확인하기 위하여 요인분석과 구조방정식 방법을 사용한 확인적 요인 분석을 활용하였다. 요인의 적재량을 계산하는 최대우도(maximum likelihood)법을 사용하여 모델의 적합도를 확인하기 위해서 자료 수에 민감하지 않은 수치들인 CFI(comparative fit index), TLI(Tucker-Lewis index), RMSEA(root mean square error of approximation), SRMR(standardized root mean square residual) 지수를 확인하였다. 문항의 반응정도는 라쉬 모델 분석을 하였다. 라쉬 모델에서 제공하는 MNSQ값과 응답자 신뢰도, 문항 신뢰도를 확인하여 문항의 적합성을 확인하였다. 문항의 적합지수인 MNSQ값은 0.8에서 1.3이 적합한 범위로 알려져 있으며, 응답자 신뢰도는 0.8에 아주 근접하거나 0.8 이상일 때, 문항 신뢰도는 0.9 이상일 때 적합하다고 알려져 있다(Bond & Fox, 2001).

마지막으로 앞서 서론에서 밝힌 바와 같이 현대 과학은 복잡한 세부 학문들이 융합된 형태로 이루어져 있으며, 융합에 대한 긍정적 태도는 과학에 대한 보다 긍정적인 태도로 이어질 수 있음을 강조하였다. 이

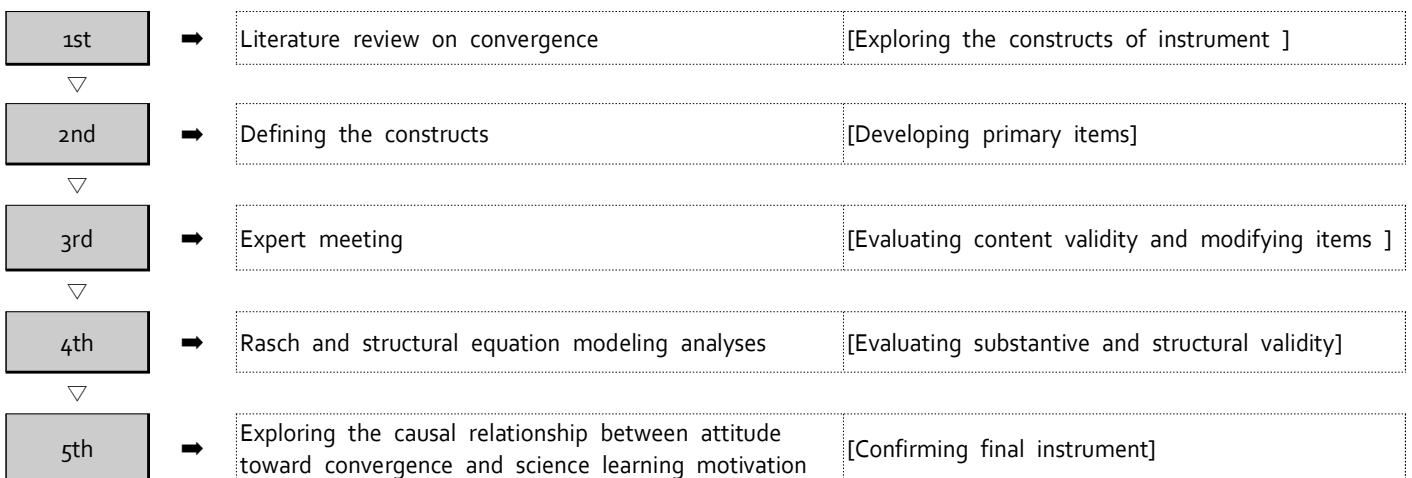


Figure 1. The process of instrument development

연구에서 개발된 문항이 어떻게 활용될 수 있는지 확인하고 서론에서 밝힌 내용을 확인하기 위하여 융합 태도와 과학 동기간의 인과적 모델을 설정하고 모델의 적합도를 구조방정식으로 확인하였다. 고등학생들의 과학동기를 알아보기 위해서는 Science Motivation Questionnaire II(Glynn *et al.*, 2011)의 우리말 번역본을 사용하였다. Glynn *et al.* (2011)의 과학 동기 검사도구는 직업 동기, 과학 점수 동기, 자기 의지, 자아 효능감, 내적 동기의 5개 항목 25개 문항으로 구성된 검사도구이다. 이 검사도구의 타당도와 신뢰도는 수년간 *Journal of Research in Science Teaching* 등 여러 편의 국외 논문을 통하여 검증되어 왔다. 국내에서도 이 검사도구는 다양한 연구에서 활용되었으며, 각 연구마다 0.8 이상의 내적 일관성 신뢰도(Cronbach alpha)가 보고되었다(Ha & Lee, 2012). 최근에 Ha와 Lee (2013)에 의하여 문항반응과 집단별 일반화 신뢰도 역시 보고되었다. 이 연구를 위하여 수집한 자료의 내적 일관성 신뢰도(Cronbach alpha)는 직업 동기가 0.900, 과학 점수 동기가 0.848, 자기 의지가 0.845, 자아 효능감이 0.900, 내적 동기가 0.884 이었다. 이 연구의 모든 자료들은 PASW 18.0, AMOS 20.0, WINSTEPS 3.68.2 프로그램으로 분석되었다.

III. 연구결과 및 논의

이 연구에서는 학생들의 융합에 대한 태도 검사도구를 개발하고, 검사도구의 타당성 검증을 위해 Messick의 타당성의 6가지 측면 중 3가지 측면에서 통계적 분석과 질적 분석을 수행하였다. 타당화 과정 별로 상세히 살펴보면 아래와 같다.

1. 검사내용에 기초한 타당도(The aspect of content validity)

융합에 대한 태도 검사를 위해 사회심리학과 교육학에서 설명하고 있는 ‘태도(attitude)’가 무엇인지 살펴 볼 필요가 있다. 일반적으로 태도는 ‘동기 유발을 위한 준비상태(Newcomb, 1943)’, ‘경험을 통하여 형성된 준비성의 정신적 상태로서 관련된 모든 사물 및 상황에 대한 반응에 영향력을 행사하는 것’(Allport, 1935), ‘경험 또는 학습으로 형성된 특정 대상에 대한 정신적 준비 상태로, 대상을 좋아하거나 좋아하지 않는 평가적 특성’(Fishbein & Ajzen, 1975) 등으로 설명되고 있었다.

그러나 대상을 통한 태도와 대상에 대한 태도는 다르다는 점을 명확히 구분할 필요가 있다. 예를 들어 과학적 태도와 과학에 대한 태도의 차이이다. 선행연구들에 의하면 같은 ‘태도’일지라도 ‘과학적 태도’는 보다 명백히 인지적인 것임에 비하여 ‘과학에 대한 태도’는 정의적인 특성이 강한 것으로 보고되고 있다(Gardner, 1975; Gogolin & Swartz, 1992). 이와 같이 다른 특성을 지닌 태도 개념이지만 이 두 가지 개념은 빈번히 혼용되어 연구되어 왔다. 이 연구에서 역시 학생들의 융합과 관련된 태도 검사를 개발함에 있어서, ‘융합적 태도’라는 측면과 ‘융합에 대한 태도’라는 두 가지 측면을 고려해야 했다. 일반적으로 과학적 태도의 경우를 살펴보면, 과학자들이 과학을 탐구할 때 갖추어야 할 태도의 유형으로 개방성, 호기심, 정직성, 탐구심, 객관성 등의 특징과 같이 소양이나 능력 요소 성격이 강하다. 그러나 과학에 대한 태도의 경우는 과학에 대한 호오(好惡) 여부, 가치부여 여부 등에 대한 태도로

서 목적, 지식, 방법 등의 다양한 과학관련 대상에 대해 인식하고 대하는 태도를 포괄하고 있다. 따라서 융합의 맥락에서 학생들이 융합학자들이 갖추어야 할 소양이나 핵심적 능력 요소들을 학교 상황에서 경험하고 ‘융합적 태도’를 형성하게 되기는 쉽지 않을 것이다. 오히려 학생들로서는 융합이라는 접근 방식에 대한 좋고 싫음, 융합을 가지 있게 여기는지 혹은 그렇지 않은지, 융합의 목적, 융합자체에 대한 지식여부, 융합에 대한 방법을 인지하고 있는지 여부, 그리고 융합과 관련된 직업이나 자신의 삶이나 사회와의 관련성 등을 파악해 내는 ‘융합에 대한 태도’를 먼저 형성하는 것이 용이할 것이다. 뿐만 아니라 이러한 ‘융합적 태도’는 ‘융합에 대한 태도’가 먼저 형성되어야만 차후에 인지적이고 능력기반 요소인 ‘융합적 태도’도 더불어 형성될 것으로 예상해 볼 수 있다. 따라서 두 측면은 모두 중요하지만, 학생 수준에서는 포괄적이고 정의적인 향후의 학습동기 형성 등에 영향을 줄 수 있는 변인이 되므로 이 연구에서는 우선적으로 ‘융합에 대한 태도’를 개발하고자 하였다.

Rosenberg와 Hovoland (1960)는 태도가 3가지의 하위 요소로 구성되어있다고 지적하면서, 태도가 자극에 대한 매개변인으로 기능하면서 같은 자극에 노출되었다라든가 개개의 사람마다 다른 반응을 나타낼 수 있음을 설명하고 있다. 이들이 설명하는 세 가지 요소들 중 인지적인 요소는 태도가 형성되는 대상물인 자극에 대한 개인들의 관념적 지각에 관련된 것이며, 감정적 요소는 태도 형성 대상물에 대한 개인들의 정서나 감정에 관한 것을 의미하며, 마지막으로 행동적 요소란 태도 형성 대상에 대한 개인들의 전반적인 행동경향성을 의미하고 있다. 따라서 융합에 대한 태도를 알아봄에 있어서 반드시 포함되어야 할 요소는 첫 번째로, 학생 개인의 융합에 대한 관념적 지각 여부 즉, 지식을 가지고 있어서 친숙성을 형성하고 있는지 문제를 확인해야 할 것이다. 특히 Rogers(2003)는 혁신의 확산 이론을 통하여 새로운 생각이 행동으로 옮겨지려면 적어도 3가지 단계를 거쳐야 하며, 각 단계에서 정제되어 잘 이루어지지 못하는 간극을 일컬어 ‘KAP gap’으로 표현하였다. 이때, KAP는 대상에 대한 지식(Knowledge)으로 태도(Attitude)를 변화시키고, 반복을 통해 견고해진 태도가 실천(Practice)을 이끈다는 뜻이다. 여기서 Rogers와 그의 동료들이 가장 중요하게 여긴 것은 태도를 형성하기 위해서는 우선 대상에 대한 심도 있는 이해가 선행되어야 한다는 것이다. 즉, 지식이 요구된다는 점이다. 뿐만 아니라 한국의 융합분야 연구자들의 입문과정과 융합에 대한 가치관과 태도 등을 질적연구를 통해 밝힌 Oh *et al.* (2012a, 2012b)의 연구를 살펴보면, 90년대 이후 남보다 융합연구를 선도했던 이들은 대개 뇌과학, 바이오, 나노, 에너지, 환경분야와 같이 다른 연구자들보다 융합에 대해 먼저 경험하고 지식을 갖춘 사람들이었음을 알 수 있다. 이러한 사례에서 확인할 수 있듯이, 융합이 무엇인지 그리고 그것이 어떻게 이루어지에 대해 명확히 아는 것은 학생들이 융합에 대한 태도를 형성하는데 있어서 반드시 필요한 요소라 할 수 있다. 즉, 융합 대상에 대한 내용적 지식도 중요하지만 ‘융합과학’이란 것이 다른 학문 예를 들어 ‘기초과학과는 무엇이 다른지 가늠해 낼 수 있는 보다 메타적인 지식이 이들에게는 있었던 것이다.

또한 그러한 지식들이 단순히 용어적이고 개념적인 지식으로만 기억되어있는 것이 아니라 개인의 포괄적인 관념적 지각으로 이어져 있는지 알아보기 위하여 관련성 측면을 함께 살펴볼 필요가 있다. 관련성(relevance)은 OECD가 시행하는 PISA에서도 강조하고 있는 ‘상황과

Table 1. The result of science education experts' review (n=6)

| Constructs | Item | Mean | SD |
|--------------------|------|------|------|
| Knowledge | 1 | 5 | 0.00 |
| | 2 | 4.4 | 1.34 |
| | 3 | 4.4 | 0.89 |
| | 4 | 4.2 | 1.30 |
| Personal relevance | 1 | 4.8 | 0.45 |
| | 2 | 5 | 0.00 |
| | 3 | 4.75 | 0.50 |
| | 4 | 4.8 | 0.45 |
| | 5 | 4.4 | 1.34 |
| Social relevance | 1 | 4.4 | 1.34 |
| | 2 | 5 | 0.00 |
| | 3 | 4.4 | 1.34 |
| | 4 | 4.1 | 1.22 |
| Interest | 1 | 4.8 | 0.45 |
| | 2 | 5 | 0.00 |
| | 3 | 5 | 0.00 |
| | 4 | 4.2 | 1.79 |
| | 5 | 4.8 | 0.45 |
| Self-efficacy | 1 | 5 | 0.00 |
| | 2 | 5 | 0.00 |
| | 3 | 4.6 | 0.89 |
| | 4 | 4.2 | 1.30 |
| | 5 | 4.6 | 0.89 |

맥락' 측면과 유사하다. 최근 Stuckey *et al.* (2013)은 과학교육에서의 '관련성'의 의미에 관한 그들의 연구를 통해 관련성의 차원이 하나 이상임을 강조하였다. 예를 들어 학생들이 어떤 대상을 '왜 학습해야 하는가?' 라는 스스로에게 던지는 의문에 대해서 개인의 삶 속에서의 관련성이라는 미시적 차원과 미래사회 시민의 일원으로서 국가·사회의 사회경제적 번영을 위한 관련성에 대한 지각이라는 거시적 차원의 고려를 교육자들이 해줄 것을 강조하고 있다. 융합에 대한 태도 역시 융합에 대한 개인적 맥락 혹은 개인적 관련성뿐만 아니라 융합에 대한 사회적 관련성도 함께 파악되어야 할 것이다.

두 번째로, 감정적 요소이다. 융합이라는 대상 자체에 대해서 좋아 하는지 싫어하는지, 더 나아가서 융합이라는 대상에 대해서 즐거움을 느끼는지에 대한 개인적 정서나 감정형성 반응이 존재할 것이다. 이에 대해서는 많은 태도 검사 및 동기검사들이 반드시 측정하고 있는 학생들의 '흥미'를 통해 알아볼 수 있다. 따라서 이 연구에서는 태도의 하위요소로 존재하는 감정적 요소를 '융합에 대한 흥미'를 통해 탐색하였다.

세 번째는 행동적 요소이다. Rosenberg와 Hovoland (1960)가 설명한 행동적 요소는 실제 행위자인 개인이 그 행동을 수행했는지에 대한 경험적 사실유무가 아니다. 이는 앞으로 그 행동을 할 수 있는 준비상태에 이른 '행동경향'이다. 다시 말해 어떤 행동에 대한 자신감이 형성되어 상황이 주어지면 바로 실천할 수 있는 충분한 상태를 의미한다. 일반적으로 동기나 태도 검사들을 통해 이러한 상태는 '자아효능감'을

통해 확인되고 있으며, 이 연구에서도 '융합에 대한 자아효능감'을 통해 탐색하였다.

지금까지 태도에 대한 선행 연구들을 고찰하여 귀납적으로 찾아낸 공통점은 지식, 관련성, 흥미, 자아효능감이었다. 그 결과 연구팀은 융합에 대한 태도를 알아보기 위한 기본 구성요소로 융합에 대한 지식, 융합의 관련성, 융합에 대한 흥미, 융합에 대한 자아효능감을 상정하는데 합의하였다. 이후 각 공통요소에 대해 선행연구들에서 발견할 수 있었던 융합맥락에서 고려되어야 할 태도의 개념을 반영하는 범주 명으로 수정하기 위하여 브레인스토밍 과정을 거쳤다. 이 과정을 통해 최종 선정된 구인은 '지식', '개인적 관련성', '사회적 관련성', '흥미', '자아효능감'이었다.

연구자들은 앞서 설명한 바와 같이 문헌 연구와 함께 10회 이상에 걸친 브레인스토밍 모임을 통하여 5개 구인 35개 문항을 개발하였고 개발된 예비문항들은 경력 10년 이상의 과학교육 전문가 2인과 고등학교 융합형 '과학'을 가르치고 있는 현직 고등학교 과학교사 3인에게 내용의 타당도를 검증받았다. 내용 타당도는 5점 만점의 리커트 척도를 사용하였고 예비 문항 평정 결과는 평균 4.63이었다. 부적절하다고 평정된 문항들은 전문가들이 제시한 수정안을 바탕으로 수정·보완하였다. 예를 들어 "융합학문의 발전은 경제적으로 큰 가치가 있다."라는 문항은 융합의 사회적 관련성 인식을 측정하기 위해 개발되었으나 구인을 측정하기에는 지엽적인 문항이라는 전문가의 지적으로 검사지에서 제외하였다. 최종적으로 선정된 5개 구인 23개 문항의 전문

Table 2. Person and Item reliability and MNSQs of Rasch analyses

| Constructs | | INFIT | | | OUTFIT | |
|--------------------|--------|-------------|------|------|--------|------|
| | | Reliability | MNSQ | ZSTD | MNSQ | ZSTD |
| Knowledge | Person | 0.79 | 0.96 | -0.2 | 0.96 | -0.2 |
| | Item | 0.95 | 0.99 | -0.1 | 0.96 | -0.4 |
| Personal relevance | Person | 0.87 | 0.97 | -0.3 | 0.96 | -0.3 |
| | Item | 0.90 | 0.99 | -0.2 | 0.96 | -0.4 |
| Social relevance | Person | 0.82 | 0.95 | -0.3 | 0.98 | -0.3 |
| | Item | 0.93 | 0.97 | -0.3 | 1.00 | -0.1 |
| Interest | Person | 0.79 | 0.98 | -0.3 | 0.97 | -0.3 |
| | Item | 0.87 | 0.99 | -0.1 | 0.98 | -0.3 |
| Self-efficacy | Person | 0.80 | 0.97 | -0.3 | 0.96 | -0.3 |
| | Item | 0.78 | 0.99 | -0.1 | 0.96 | -0.3 |

Table 3. Results of factor analysis and Cronbach alpha

| Item | Rotated Component Matrix | | | | | Alpha |
|-------|--------------------------|------|------|------|------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| K1 | | | | | .820 | 0.869 |
| K2 | | | | | .854 | |
| K3 | .375 | | | | .706 | |
| K4 | | | | | .741 | |
| R_P1 | .764 | | | | | 0.907 |
| R_P2 | .777 | | | | | |
| R_P3 | .762 | | | | | |
| R_P4 | .759 | | | | | |
| R_P5 | .766 | | | | | |
| R_S1 | .453 | | | .667 | | 0.896 |
| R_S2 | | | | .812 | | |
| R_S3 | | | | .795 | | |
| R_S4 | | | | .825 | | |
| A_I1 | | .480 | .598 | | | 0.855 |
| A_I2 | | | .663 | | | |
| A_I3 | | | .726 | | | |
| A_I4 | | | .804 | | | |
| A_I5 | | | .825 | | | |
| A_SE1 | | .716 | | | | 0.861 |
| A_SE2 | | .787 | | | | |
| A_SE3 | | .780 | | | | |
| A_SE4 | | .784 | | | | |
| A_SE5 | | .684 | | | | |

가 타당도 평가값은 Table 1에 제시되어 있다.

2. 실제에 기초한 타당도

라쉬 모델에서 제공되는 문항의 적합도 값인 mean-square fit(MNSQ)는 실제 피험자의 응답반응과 라쉬 모델에 의해 기대되는 어떠한 피험자 반응이 일어날 확률 값의 차이를 비교하여 문항의 적합성을 제시하는 지표이다(Chung, 2005). 또한 MNSQ값은 0.8에서 1.3이 적합한 범위로 알려져 있다(Bond & Fox, 2001). 이 범위에 속하지 않은 문항은 학생들의 문항반응이 정상적이지 않은 문항으로 해석할 수 있다. MNSQ값이 1.3이상이었던 문항들은 총 3개였다.

이 세 문항이 적합하지 않은 이유를 정확히 판단하기 위해 이 문항들로 인해 부적합한 문항반응을 보인 학생들을 한 문항당 5명씩 총 15명을 선정하여 개방형 설문조사를 수행하였다. 학생의 피험자 적합도가 기준치인 1.3보다 클 경우, 그 학생은 난이도와 문항반응이 일치하지 않은 부적합한 반응을 했다고 판단된다. 따라서 이 연구에서는 기준치 1.3과 편차가 큰 학생들을 순으로 문항당 5명씩 총 15명의 학생들을 선정하였다. 이후, 학생들은 개방형 설문조사 응답 내용을 바탕으로 답안고사와 면담을 통해 해당 문항에 응답하게 된 과정을 상세히 진술하였다. 이 과정을 통해 학생들에게 혼동을 유발할 수 있거나 동시에 두 가지 요인을 묻는다고 판단된 문항은 검사도구에서 제외하였다. 예를 들어 '내가 롤 모델로 삼고 싶은 사람 중 융합에 관련된 사람이 있다.' 문항의 경우 학생들의 융합과 관련된 직업동기를 묻고자 했으나 '롤 모델'이라는 단어를 직업뿐만 아니라 정의적 측면에서 해석할 가능성이 있음을 알게 되어 적절하지 않은 문항으로 판단하여 검사지에서 제외하였다.

최종적으로 선정된 5개 구인 23개 문항은 모두 정상적인 범위의 MNSQ값을 보이고 있다. Table 2의 각 요인별 문항 적합도(mean-square; MNSQ)는 이상적인 값인 1에 모두 근접하므로 각각의 요인별 문항반응 타당도는 적합한 수준이다(Bond & Fox, 2001). 또한 23개 문항의 문항별 적합도도 0.8에서 1.3범위에 존재하여 모든 문항이 적합한 것으로 나타났다. 응답자 신뢰도(person reliability)는 문항들의 난이도가 적절한 범위에서 적절한 간격으로 분포하여 학생들의 융합에 대한 태도의 차이를 잘 구별할 수 있는지를 반영하는 통계치로 0.8에 아주 근접하거나 그 이상일 때 적합하다고 알려져 있다. 문항 신뢰도(item reliability)는 검사에 참여한 학생들이 문항이 적합도를 확인하는데 적절한 대상인지를 반영하는 통계치이다. 문항 신뢰도의 경우에는 0.9이상일 때 적합한 문항이라고 한다(Bond & Fox, 2001). 이 검사도구의 문항의 응답자 신뢰도는 0.8에 아주 근접하거나 그 이상이므로 학생들의 융합에 대한 태도의 차이를 잘 구별해 내는 검사도구라 할 수 있다.

3. 내적 구조에 기초한 타당도

개발된 문항의 구조적 측면에서의 타당도를 검증하기 위해서 탐색적 요인분석과 구조방정식을 통한 확인적 요인분석을 수행하였다. 탐색적 요인분석 결과 고유값이 1이상인 요인들은 5개로 나타났다. 회전된 요인행렬은 Table 3에 제시되어 있다. 결과적으로 융합인식을 구성하는 구인들을 측정하기에 적합한 문항들로 구성되어 있음이 확인되

었다. 요인 1은 개인적 관련성, 요인 2는 자아 효능감, 요인 3은 흥미, 요인 4는 사회적 관련성, 요인 5는 지식을 의미한다. 하지만 K3문항과 R_S1문항, A_II문항은 두 가지 요인이 0.3이상의 비율로 적재되어 있으므로 좀 더 문항의 타당성을 검증할 필요가 있다. 문항들의 내적 일관성 신뢰도를 확인한 결과 요인들의 Cronbach alpha는 0.855~0.907 사이의 값이 나타났다. 모두 0.8이상을 만족하고 있으므로 개발된 검사도구는 충분한 신뢰성이 있다.

구조방정식을 통한 확인적 요인 분석 결과는 Figure 2와 Table 4와 같다. 모델 1은 초기 검사지 구성할 때의 의도와 같이 한 문항 당 하나의 요인이 적재되어 있는 구조를 가지고 있다. 탐색적 요인분석 결과 K3, R_S1, A_II 세 가지 문항에서 두 개의 요인이 0.3 이상의 비율로 적재되어 있었으므로, 이에 대한 통계적 타당성 검증을 위해 구조방정식을 통해 모델1에서 이 세 가지 경로를 추가한 모델들의 적합도를 확인하였다. 모델 2는 모델 1에서 A_II과 자아효능감 요인사이의 경로를 추가한 모델이다. 모델 3은 모델1에서 R_S1과 개인적 관련성 요인사이의 경로를 추가한 모델이다. 모델 4는 모델 1에서 K3와 개인적 관련성요인 사이의 경로를 추가한 모델이다. 모델 5는 모델 1에서 위에서 추가되었던 세 가지 경로를 모두 추가한 모델이다.

각 모델의 구조방정식을 통한 확인적 요인분석의 결과는 Table 4와 같다. 모델1의 자유도는 220이다. RMSEA는 0.05 이하일 때 적합한 모델, 0.08 이하일 때는 어느 정도 적합한 모델임을 나타내는데 모델1은 0.076으로 적합한 모델임을 알 수 있다. 또한 SRMR은 0.05이하일 때 적합한 모델이며 0.08 이하 일 때 어느 정도 양호한 모델임을 나타내는데 이 모델에서는 0.061로 적합한 수치이다. CFI, NFI, TLI는 0.90 보다 클 때 적합한 모델임을 나타내는데 CFI는 0.911이지만 NFI는 0.856, TLI는 0.898이다. 하지만 NFI는 자료크기에 민감한 수치이며 0.9에 아주 근접한 수치이므로 이 값만으로 모델이 부적합하다고 판단하기엔 무리가 있으며 TLI도 0.002차이로 0.9에 아주 근접한 수치이다(Hooper *et al.*, 2008). NFI와 TLI가 적합한 수준에서 미세하게 벗어나 있기는 하지만 다른 나머지 적합도 지수들은 모두 모델이 적합함을 나타내고 있다. 따라서 이 모델은 고등학생들의 융합에 대한 인식을 설명하는데 구조적으로 적합한 모델이라 할 수 있다.

두 번째로 구조 방정식 분석을 통해 얻어진 요인별 개념 신뢰도와 분산 추출지수 결과는 Table 5에 제시되어 있다. 요인별 개념 신뢰도 모두 0.8 이상으로 적합한 수준이다. 분산 추출지수는 0.5이상이면 측정모형은 적합한데 모두 0.5 이상으로 요인들은 문항에 의해 충분히 설명되고 있음을 알 수 있다. 분산 추출지수가 각 요인의 상관계수의 제곱인 결정계수(R^2)보다 크기 때문에 요인 사이에 판별타당성을 확보할 수 있다.

4. 융합 태도와 과학 동기간 관계 분석

현대 과학은 복잡한 세부 학문들이 융합된 형태로 이루어져 있으며(Oh *et al.*, 2012b; Lee, Lee, & Ha, 2013b; Hong, 2008), 이와 같은 융합 과학에 대한 높은 동기는 융합에 대한 긍정적 태도를 기반으로 이루어질 수 있다. 2009개정 과학과 교육과정에서는 학생들의 현대 과학에 대한 명확한 이해와, 궁극적으로 높은 수준의 과학 학습 동기 함양을 위해 학문간 경계를 넘는 융합 과학의 형태로 재구성된 과학과 과서가 도입된 바 있다. 하지만 융합적 접근과 과학 학습동기의 정적

Table 4. Statistic findings of confirmatory factor analyses

| Model | CMIN/DF | NFI | TLI | CFI | RMSEA | SRMR | Remarks |
|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| 1 | 2.349 | 0.856 | 0.898 | 0.911 | 0.076 | 0.061 | |
| 2 | 2.222 | 0.864 | 0.907 | 0.920 | 0.073 | 0.058 | Attitude_SE → A_I1 |
| 3 | 2.262 | 0.862 | 0.904 | 0.917 | 0.074 | 0.058 | Relevance_Personal → R_S1 |
| 4 | 2.328 | 0.858 | 0.899 | 0.913 | 0.076 | 0.061 | Relevance_Personal → K3 |
| 5 | 2.113 | 0.872 | 0.916 | 0.928 | 0.069 | 0.055 | Attitude_SE → A_I1 Relevance_Personal → R_S1 Relevance_Personal → K3 |

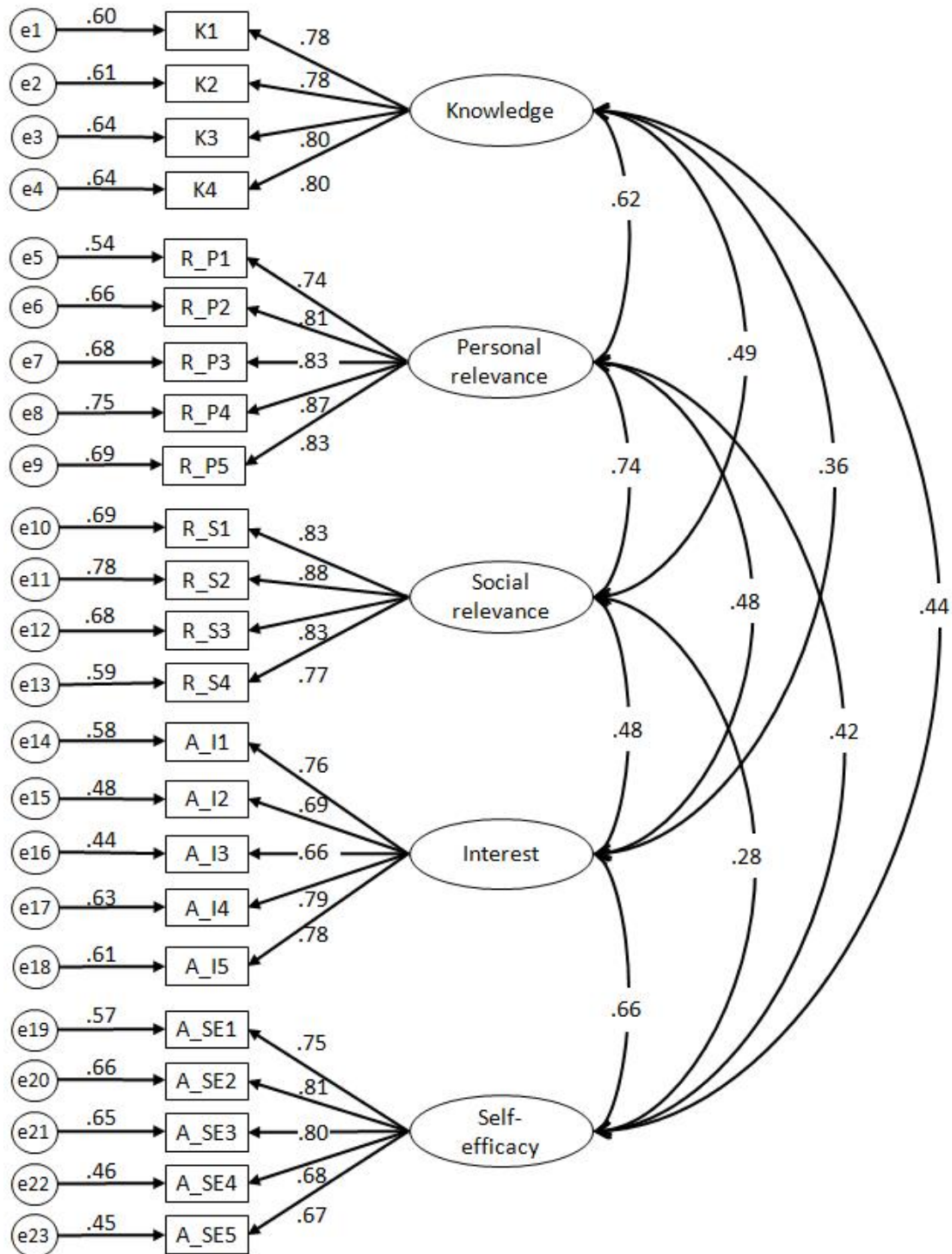


Figure 2. Confirmatory factor analysis using structural equation modeling (Chi-square = 516.876, df = 220, $p = .000$, SRMR = 0.0608, GFI = 0.841, NFI = 0.856, IFI = 0.912, TLI = 0.898, CFI = 0.911, RMSEA = 0.076; 90% CI: 0.068 - 0.085)

Table 5. Construct reliability, variance extracted, and R2

| Construct | Construct reliability | Variance extracted | R ² | | | | |
|------------------------|-----------------------|--------------------|----------------|------|------|------|------|
| | | | K | P | S | I | E |
| Knowledge (K) | 0.87 | 0.64 | - | 0.38 | 0.24 | 0.13 | 0.20 |
| Personal relevance (P) | 0.91 | 0.68 | 0.38 | - | 0.54 | 0.23 | 0.18 |
| Social relevance (S) | 0.91 | 0.72 | 0.24 | 0.54 | - | 0.23 | 0.08 |
| Interest (I) | 0.89 | 0.61 | 0.13 | 0.23 | 0.23 | - | 0.43 |
| Self-efficacy (E) | 0.91 | 0.66 | 0.20 | 0.18 | 0.08 | 0.43 | - |

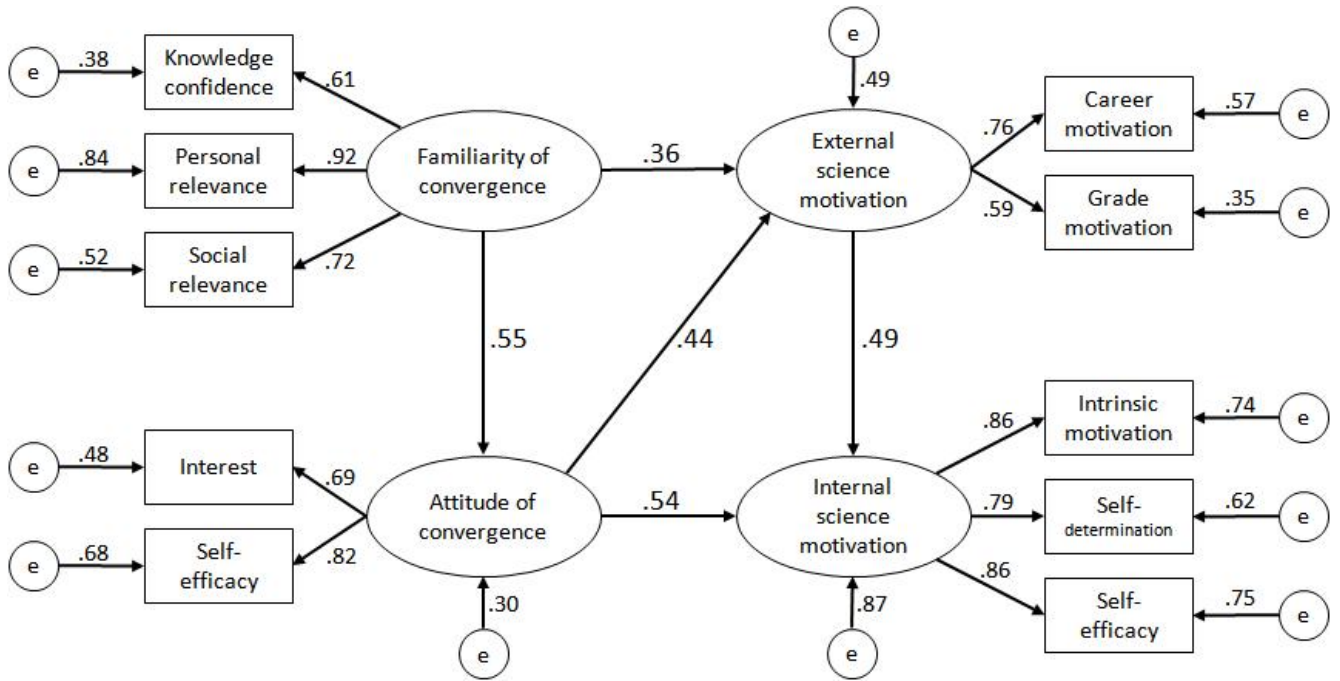


Figure 3. The structural equation modeling for the causal relationship between attitude toward convergence and science motivation

관계에 대해 실제 자료를 통하여 검증된 바는 없다.

학생들의 과학자에 대한 이미지를 조사한 일부 연구들을 보면 과학자들이 외골수 기질을 가지고 혼자 연구하는 사람이라고 인식하는 학생들의 비율도 상당히 나타나고 있었다(Ruiz-Mallén & Escalas, 2012; Narayan *et al.*, 2013). 다시 말하면, 과학을 과학자 혼자 실험하고 기록하는 일로 인식하고 그런 과학을 좋아하는 학생이 있다면 융합에 대한 태도와 과학 학습 동기는 부정 상관을 보일 것이다. 이와 같은 학생들이 많다면 융합에 대한 긍정적 태도가 과학 학습 동기로 이어질 것이라는 예측은 틀릴 수 있다. 그러므로 융합에 대한 긍정적 태도가 과학 학습 동기와 인과적 관계를 가진다고 확신하기 위해서는 실질적인 자료가 필요할 것이다.

이 연구에서는 앞서 타당도를 확인한 융합에 대한 태도 검사도구와 과학 학습 동기 검사 도구 간 이론적 모델을 세우고 수집한 자료를 대입시켜 적합도를 확인하였다. 방법론적으로 구조방정식모형 분석을 활용하였다. 각 관찰 값들은 다수의 문항의 총점을 사용하지 않고 라쉬 분석을 통하여 생성된 라쉬 점수를 사용하였다. 라쉬 점수는 일반적인 리커트 척도의 합산점수가 서열척도인데 비하여 간격척도로서 모수 검정에 더욱 적합한 자료이다. 연구모델의 간명성을 위해 융합에 대한

인식의 다섯 가지 요인 중 지식과 개인적 관련성, 사회적 관련성을 융합에 대한 친밀성을 측정하기 위한 변인으로 설정하였고, 흥미와 자아효능감을 융합에 대한 태도를 측정하기 위한 변인으로 설정하였다. 또한 과학에 대한 동기를 구성하는 다섯 가지 요인 중 직업동기와 점수동기를 과학에 대한 외적 동기를 측정하기 위한 변인으로 설정하였고, 내적동기와 자기 결정성, 자아효능감을 과학에 대한 내적 동기를 측정하기 위한 변인으로 설정하였다(Figure 3).

Figure 3은 연구 모델에 대한 구조방정식 분석 결과로, 모델의 잠재 요인들 사이의 5가지 경로는 모두 유의미하였다. 연구 모델의 적합도를 확인해 보면 RMR은 0.372, NFI는 0.929, TLI는 0.930, CFI는 0.953, RMSEA는 0.087, SRMR 값은 0.045이다. RMSEA값이 기준치인 0.08보다 미세하게 크지만 그 외의 다른 적합도는 모두 기준치를 충족하여 모델이 적합함을 나타냈다. 이로서 이 연구의 서론에서 밝힌 바와 같이 학생들의 융합에 대한 긍정적 태도가 과학 동기에 영향을 주는 인과 모델이 실제 데이터를 통하여 지지되고 있음을 확인하였다. 이 결과를 통하여 융합형 과학의 학습이 과학 학습 동기를 상승시킬 수 있다는 최근 과학교육학자들의 예측이 실험적 증거로부터 지지를 받을 수 있음을 확인할 수 있었다.

IV. 결론 및 제언

최근 우리나라 과학교육에서 중요하게 인식되어 온 융합 과학에 대한 다양한 연구가 있어왔음에도 불구하고 ‘융합’에 대한 태도와 과학에 대한 태도와와의 관련성에 관한 연구는 미진하였다. 더욱이 융합 과학에 대한 높은 인식을 가지게 하기 위해서는 융합에 대한 긍정적 태도 역시 함양할 필요성이 있고 학생들이 어느 수준으로 융합에 대한 태도를 형성하고 있는지 조사할 필요성 역시 있음에도 불구하고 관련된 검사도구가 없었다. 이 연구에서는 학생들의 융합에 대한 태도의 수준을 조사할 수 있는 도구를 개발하고, 현재 우리나라 교육과정에서 실현하고자 하는 융합에 대한 긍정적 태도 함양이 과연 실제로 과학 학습에 대한 동기를 높일 수 있는지 실험적으로 조사하는 것을 목표로 하였다. 검사도구의 개발과정은 Messick (1995)에 의해 제시된 검사 내용에 관한 타당도, 실제에 근거한 타당도, 구조 타당도의 세 가지 관점을 바탕으로 이루어졌으며, 구인에 대한 이론적 탐색, 연구자간 10회 이상의 브레인스토밍, 과학교육 전문가 검토, 문항 타당도에서 가장 엄격한 통계 방법인 라쉬 모델과 구조방정식을 활용하여 이루어졌다.

문헌연구를 통해 고등학생들의 융합에 대한 태도의 5가지 구인으로 융합에 대한 지식, 개인적 관련성, 사회적 관련성, 흥미, 자아효능감을 추출하였고 관련 문항을 35개 개발하여 전문가 검토와 융합 과학을 학습한 고등학교 2학년 자연계열 학생을 대상으로 실시한 검사를 통하여 최종적으로 23개 문항이 선정하였다. 문항의 선정 과정에서는 전문가 검토 및 라쉬 분석을 통하여 부적합 문항을 찾아내었고 각 문항에 부적합하게 반응한 학생들을 대상으로 개별적으로 개방형 설문지 방법으로 문항의 최종 적합도를 질적으로 확인하였다. 또한 라쉬 분석을 통하여 각 문항의 적합도를 수치화 하여 확인하였으며, 구조 타당도 역시 구조방정식을 활용한 확인적 요인 분석을 통하여 적합도를 확인하였고 모든 분석에서 타당한 수준을 보였다. 전문가 검토, 문항 반응 적합도, 부적합 반응자에 대한 질적 검토, 구조방정식을 활용한 확인적 요인 분석이라는 엄격한 방법을 통하여 최종 선정된 23개 문항은 학생들의 융합에 대한 태도를 확인하는데 타당한 도구라 판단된다.

이 연구에서는 현재 우리나라 과학교육의 교수철학적 믿음인 현대 과학에 대한 긍정적 태도 형성을 위해서는 융합에 대한 높은 인식이 요구된다는 것을 실험적으로 확인하기 위하여 이론적 모델을 설정하고 모델의 적합도를 구조방정식으로 확인하였다. 이론적 모델은 융합에 대한 친숙함(지식과 관련성)이 융합에 대한 흥미와 효능감에 영향을 주며, 과학에 대한 외적 동기(직업적 관심과 점수 동기)와 과학에 대한 내적 동기(내재적 동기, 자기 의지, 자아 효능감)에 영향을 주는 경로 모델이다. 과학에 대한 태도 검사도구인 Science Motivation Questionnaire II (Glynn *et al.*, 2011)과 이번 연구를 통하여 개발된 검사도구를 활용하여 구조방정식 방법으로 인과적 모델의 적합도를 확인하였다. 그 결과 융합에 대한 태도가 과학 동기에 긍정적인 인과관계를 보이고 있다는 이론적 모델은 학생들의 실제 데이터에 의하여 설명되어짐을 확인하였다. 이 결과는 현재 우리나라 과학과 교육과정에서 강조하고 있는 과학교육에 대한 융합형 접근의 효과성이 이론적인 측면뿐만 아니라 실제 자료에 의해서도 설명될 수 있음을 보여주고 있다.

이 연구에 대한 제한점을 설명하면서 몇 가지 후속 연구를 제언하고자 한다. 첫째, 이 연구에서는 Messick (1995)이 강조한 6가지 타당도

중에서 3가지를 확인하였으며 나머지 3가지를 확인하지 않았다. 확인하지 않은 타당도는 일반화에 기초한 타당도, 외적 준거에 기초한 타당도, 검사결과에 기초한 타당도이다. 이 세 가지 타당도는 문항의 내용이 적합하고, 피평가자의 반응이 평가자의 의도에 따르는지, 평가 문항의 구조적 타당도는 적합한지에 대한 타당도가 확립되었을 때 확인되어야 하는 타당도이다. 이 연구에서 이 세 가지 타당도에 대한 증거를 제시하였으므로 향후 연구에서는 일반화에 기초한 타당도, 외적 준거에 기초한 타당도, 검사결과에 기초한 타당도에 대한 추가연구가 진행되어야 할 것이다. 특히 일반화에 기초한 타당도의 확립은 향후 있을 성장간, 학급간, 학교간 비교 연구를 위해서 상당히 중요한데, 그렇게 하기 위해서는 전국규모의 대단위 조사가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

둘째, 이 연구에서 확인한 바와 같이 융합에 긍정적 태도는 과학에 대한 긍정적 태도 함양에 정적인 영향을 주는 것으로 확인되었다. 하지만 이와 같은 준실험(quasi-experiment) 설계로는 정확한 인과 관계를 규명하기는 힘들다. 직접적인 인과관계를 규명하기 위해서는 융합에 대한 태도를 함양할 수 있는 수업을 개발하고 융합에 대한 태도가 향상됨에 따라 학생들의 과학적 태도가 향상되고 있는지 확인함으로써 정확한 인과관계에 대한 논의가 있을 수 있을 것이다. 물론 그와 같은 실험 설계를 위해서는 융합에 대한 태도를 향상시킬 수 있는 많은 수업들이 개발되어야 할 것이다. 또한 그동안 과학교육 연구자들에 의해 개발된 많은 융합형 과학 프로그램들 역시 이 검사도구를 통하여 융합에 대한 태도 변화 여부를 확인해 볼 수 있을 것이다.

셋째, 학생들에 따라서는 융합에 대한 태도는 높지 않지만, 과학동기는 높은 경우가 존재할 것이다. 미루어 짐작해 보건대 이런 학생들은 혼자 문제해결하기를 좋아하고, 내용이나 소재 측면에서는 고전적인 순수과학을 더욱 좋아하는 학생일 가능성이 높다. 이러한 태도는 지금 당장은 과학동기가 높기 때문에 긍정적일 수 있으나, 내용면에서 융합적이고 방법상으로 협업을 기반으로 하는 현대과학의 세계로 나아가게 되는 시점에서 이 학생들은 상당한 이질감과 부적응을 느끼게 될 것이다. 따라서 이번에 개발된 검사도구의 활용을 통해 이러한 학생들을 파악하고, 후속연구로 그들에 대한 밀도있는 질적연구를 수행할 필요가 있다. 과연 이들에게 융합에 대한 저항감 혹은 낮은 수준의 융합에 대한 태도가 형성되는 원인은 무엇인지를 이해할 수 있다면 이들을 위한 적절한 해결책을 마련할 수 있을 것이다.

넷째, 학생들이 자신들의 수준에서 융합에 대한 태도를 형성하는 것과 과학자들의 수준에서 융합에 대한 태도를 형성하는 것은 다를 수 있다. 예를 들어, 학생으로서의 ‘나’는 융합에 대한 지식이 적지만 ‘과학자들’은 융합에 대한 지식이 많을 것이라고 생각하거나, 오히려 반대로 ‘나’는 융합을 잘 할 수 있을 것 같지만 한 분야의 오랜 전문가 생활을 한 ‘과학자’는 일종의 외골수로 여겨져서 오히려 융합을 잘 못할 것으로 인식될 수도 있다. 이러한 연구는 학생들이 인식하고 있는 과학의 본성 영역들 중 과학자에 대한 이미지를 융합과 관련하여 보다 명확히 파악하는데 도움을 줄 것으로 기대된다.

국문요약

이 연구에서는 고등학생들의 융합에 대한 태도를 측정하는 검사도구를 개발하고 타당도를 확인하였다. 문헌연구를 통해 고등학생들

의 융합에 대한 태도의 5가지 구인(융합에 대한 지식, 개인적 관련성, 사회적 관련성, 흥미, 자아효능감)을 설정하였고, 각 구인들을 측정할 수 있는 예비문항 개발하여 233명의 고등학교 2학년 자연계열 학생들에게 투입하였다. 문항 타당도는 Messick (1995)이 제시한 내용에 기초한 타당도, 실제에 기초한 타당도, 구조에 기초한 타당도에 기초하였으며, 전문가 검토, 라쉬 분석, 구조방정식을 활용하여 확인하였다. 연구 결과 최종적으로 선정된 5개 구인 23개 문항은 타당한 문항으로 확인되었다. 또한 융합에 대한 태도는 과학 동기를 향상 시킬 수 있다는 이론적 모델 역시 구조방정식으로 확인하였고 타당한 모델로 확인되었다. 이 연구를 통하여 개발된 문항은 학생들의 융합에 대한 태도와 융합 과학 학습의 효과를 확인하는데 활용 될 수 있을 것이다.

주제어: 융합에 대한 태도, 문항 타당도, 라쉬 모델, 구조방정식 모델링, 과학학습동기

References

- Ahn, J., Na, J., & Song, J. (2013). The cases of integrated science education practices in schools - What are the ways to facilitate integrated science education? - . *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(4), 763-777.
- Allport, G. W. (1935). *Attitudes*. In C. Murchison (Ed.), *Handbook of social psychology* (Vol. 2). Worcester, MA: Clark University Press.
- Apobela, S. W., Larson, E., Bakken, S., Carrasquillo, O., Formicola, A., Giled, S. A., Haas, J., & Gebbie, K. M. (2007). Defining interdisciplinary research: Conclusions from a critical review of the literature. *Health Services Research*, 42(1), 329-346.
- Bang, D., Park, E., Yoon, H., Kim, J., Lee, Y., Park, J., Song, J., Dong, H., Shim, B., Lim, H., & Lee, H. (2013). The design of curricular framework for integrated science education based on big idea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(5), 1041-1054.
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2001). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Campbell, T., Lee, H., Kwon, H., & Park, K. (2012). Student motivation and interests as proxies for forming STEM identities. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(3), 532-540.
- Choi, Y., & Hong, S. H. (2013). The development and application effects of STEAM program about 'World of small organisms' unit in elementary science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(3), 361-377.
- Chung, H. (2005). The Rasch model: An alternative method for analyzing ordinal data. *Journal of Coaching Development*, 7(3), 133-141.
- Collins, H., Evans, R., Gorman, M (2007). Trading zones and interactional expertise. *Studies in History and Philosophy of Science*, 38, 657-666.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research*. Addison-Wesley Publishing company.
- Gardner, P. L. (1975). Attitudes to science: A review. *Studies in Science Education*, 2, 1-41.
- Glynn, S. M., Brickman, P., Armstrong, N., & Taasobshirazi, G. (2011). Science motivation questionnaire II: Validation with science majors and nonscience majors. *Journal of Research in Science Teaching*, 48, 1159-1176.
- Gogolin, L., & Swartz, F. (1992). A quantitative and qualitative inquiry the attitudes toward science of nonscience college students. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(5), 487-504.
- Ha, M., & Lee, J. K. (2012). Exploring variables related to students' understanding of the convergence of basic and applied sciences. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(2), 320-330.
- Ha, M., & Lee, J. K. (2013). The item response, generalizability, and structural validity for the translation of science motivation questionnaire II(SMQ II). *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 13(5), 1-18.
- Hong, B. S. (2009). Social demand to College's education and search of alternative. *Korean Journal of General Education*, 3(2), 51-78.
- Hong, S. W. (2008). *Science with a human face: Science culture in the age of fusion*. Seoul: SNU Press.
- Hooper, D., Coughaln, J., & Mullen, M. (2008). Structural equation modelling: Guidelines for determining model fit. *Electronic Journal of Business Research Methods*, 6(1), 53-60.
- Jung, J. J., Kim, D. W., Lee, Y. J., Kim, E. A., & Lim, J. K. (2012). High school students' opinions about fusing 'Science' textbook. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 5(2), 189-196.
- Kim, H. J., Lee, J. W., Im, S. (2013). An analysis of students' interest in high school 'Science' in view of the 2009 revised curriculum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(1), 17-29.
- Kim, S. W., Chung, Y. L., Woo, A. J., & Lee H. (2012). Development of a theoretical model for STEAM education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(2), 388-401.
- Klein, J. T. (1990). *Interdisciplinarity: History, theory, and practice*. Detroit: Wayne State University Press.
- Klein, J. T. (2001). *Transdisciplinarity: Joint problem solving among science, technology and society: An effective way for managing complexity*. Basel: Birkhäuser .
- Kwon, H. S., & Lee, H. N. (2008). Motivation issues in the science technology, engineering and mathematics(STEM) education: A meta-analytic approach. *The Secondary Education Research*, 56(3), 125-148.
- Kwon, N., & Ahn, J. (2012). The analysis on domestic research trends for convergence and integrated science education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(2), 265-278.
- Lee, E. J., & Son, Y. A. (2013). A case study and consultation on instructional design process for integrated science lesson by secondary science teachers - Focus on the integrated science five-step instructional design for integrated science lesson -. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(1), 208-227.
- Lee, J. K., Lee, T. K., & Ha, M. (2013). Exploring the evolution patterns of trading zone appeared in the convergence of teachers' ideas: The case study of voluntary teachers' learning community 'STEAM Teacher Community'. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(5), 1055-1086.
- Lee, J. K., Lee, T. K., Shin, S., Chung, D. H., & Oh, S. W. (2013). Exploring the image types of secondary school students' perception about the talented person in convergence. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(7), 1486-1509.
- Lee, S. K., & Hwang, S. (2012). Exploring teachers' perceptions and experiences of convergence education in science education: Based on focus group interviews with science teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(5), 974-990.
- Messick, S. (1995). Standards of validity and the validity of standards in performance assessment. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 14(4), 5-8.
- Murayama, K., Pekrun, R., Lichtenfeld, S., & Vom Hofe, R. (2013). Predicting long-term growth in students' mathematics achievement: The unique contributions of motivation and cognitive strategies. *Child Development*, 84(4), 1475-1490.
- Narayan, R., Park, S., Peker, D., & Suh, J. (2013). Students' images of scientist and doing science: An international comparison study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 9(2), 115-1129.
- National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: Practice, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Newcomb, T. M. (1943). *Personality & social change: Attitude formation in a student community*. New York, NY: Dryden Press.

Oh, H., Bae, H. J., & Kim, D. Y. (2012a). Interdisciplinary researchers: How did they cross the boundaries and do interdisciplinary research? *Asian Journal of Education*, 13(4), 297-335.

Oh, H., Kim, H. J., Bae, H. J., Seo, D. I., & Kim, H. (2012b). What drives convergence? *The Journal of Research in Education*, 43, 51-82.

Park, H. Y., & Shin, Y. J. (2012). Effects of science lesson applying STEAM education on self-efficacy, interest, and attitude towards science. *Biology Education*, 40(1), 132-146.

Park, S. J., & Yoo, P. K. (2013). The effects of the learning motive, interest and science process skills using the 'Light' unit on science-based STEAM. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(3), 225-238.

Park, S. Y., & Song, Y. S. (2008). The study for global business competency model to develop the talent in the Large enterprises in Korea. *The Korean Journal of Human Resource Development*, 10(3), 65-85.

Rogers, E. (2003). *Diffusion of innovation* (5th Ed.). New York, NY: Free Press.

Rosenberg, M. J., & Hovland, C. I. (1960). Cognitive, affective, and behavioral components of attitudes. In C. I. Hovland & M. J. Rosenberg (Eds.), *Attitude, organization and change* (pp. 1-14). New Haven, CT: Yale University Press.

Ruiz-Mallén, I., & Escalas, M. T. (2013). Scientists seen by children: A case study in Catalonia, Spain. *Science Communication*, 34(4), 520-545.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68(4), 20-26.

Sanders, M., Kwon, H. S., Park, K. S., & Lee, H. N. (2011). Integrative STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) education: Contemporary trends and issues. *The Secondary Education Research*, 59(3), 729-762.

Seol, H. (2007). A study for validation of scores for instruction evaluation questionnaires using Rasch measurement model. *Journal of Educational Evaluation*, 20(4), 31-51.

Shin, T. S., Lee, H., & Kwak, Y. (2013). Development and initial validation of a consilience competency scale. *The Korean Journal of Human Resource Development Quarterly*, 15(3), 117-138.

Song, S. S. (2012). The place and problems of liberal education for engineers as consilience education. *Journal of Engineering Education Research*, 15(1), 18-25.

Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., & Eliks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49(1), 1-34.

Yoon, H., Yoon, W., & Woo, A. J. (2011). High school science teachers' perceptions of the 2009 revised science curriculum and the science textbook. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 15(3), 757-776.

[부록]

고등학생들의 융합에 대한 태도 검사도구

| 구인 | 코드 | 문항번호 | 문항 |
|------------|-------|------|---|
| 지식 | K1 | 1 | 융합이 무엇을 뜻하는지 다른 사람에게 설명할 수 있다. |
| | K2 | 2 | 융합의 사례를 말할 수 있다. |
| | K3 | 3 | 융합학과 다른 학문의 차이점을 말할 수 있다. |
| | K4 | 4 | 융합이 일상생활에서 활용된 경우를 말할 수 있다. |
| 개인적 관련성 | R_P1 | 5 | 융합은 내가 공부하는 내용들과 관련이 있다. |
| | R_P2 | 6 | 융합을 잘 하는 것은 내가 공부하는데 도움이 된다. |
| | R_P3 | 7 | 융합은 미래의 나의 생활과 관련이 있을 것이다. |
| | R_P4 | 8 | 융합은 내가 궁금증과 흥미를 가지고 있는 주변의 일들을 이해하는데 도움을 준다. |
| | R_P5 | 9 | 융합은 내가 일상생활에서 겪게 되는 복잡한 문제들을 해결하는데 도움을 줄 것이다. |
| 사회적 관련성 | R_S1 | 10 | 융합은 현대사회의 복잡한 문제를 해결하는데 도움이 될 것이다. |
| | R_S2 | 11 | 융합은 앞으로 사회가 발전해 나가는데 도움을 줄 것이다. |
| | R_S3 | 12 | 융합은 현대문명과 사회를 이해하는데 도움을 줄 것이다. |
| | R_S4 | 13 | 융합은 21세기 미래사회를 준비하는데 도움을 줄 것이다. |
| 흥미 | A_J1 | 14 | 한 분야의 지식과 다른 분야의 지식과의 연관성을 찾는 것은 재미있다. |
| | A_J2 | 15 | 내가 관심 있는 주제와 관련된 다양한 분야의 지식을 알아가는 과정이 즐겁다. |
| | A_J3 | 16 | 서로 다른 생각을 가진 사람들과 함께 아이디어를 만들어내는 과정에 참여하는 것은 재미있다. |
| | A_J4 | 17 | 다양한 분야의 전문가들이 협력을 통하여 문제를 해결한 사례는 흥미롭다. |
| | A_J5 | 18 | 한 분야에서의 경험, 아이디어를 다른 분야에 창의적으로 접목시킨 사람들의 경험담은 흥미롭다. |
| 자아 효능감 | A_SE1 | 19 | 나는 한 분야의 지식과 다른 분야의 지식과의 연관성을 찾는 것을 잘한다. |
| | A_SE2 | 20 | 나는 관심 있는 주제와 관련된 다양한 분야의 지식을 알아가는 것을 잘한다. |
| | A_SE3 | 21 | 나는 다양한 분야의 지식을 활용하여 문제를 해결하는 것을 잘한다. |
| | A_SE4 | 22 | 나는 평소 한 가지 문제를 다방면으로 보는데 능숙하다. |
| | A_SE5 | 23 | 나는 문제를 해결하려 할 때 다양한 분야의 지식을 활용하는 것을 잘한다. |