



과학 긍정경험 구성 변인 간의 구조방정식 모형에 관한 연구

김희경¹, 광영순², 강훈식³, 신영준⁴, 이성희⁵, 이수영^{3*}

¹강원대학교, ²한국교육과정평가원, ³서울교육대학교, ⁴경인교육대학교, ⁵서울강서초등학교

A Study on the Structural Equation Model Among Components of Positive Experiences about Science

Heekyong Kim¹, Youngsun Kwak², Hunsik Kang³, Youngjoon Shin⁴, Sunghee Lee⁵, Soo-Young Lee³

¹Kangwon National University, ²Korea Institute of Curriculum and Evaluation, ³Seoul National University of Education,

⁴Gyeongin National University of Education, ⁵Seoul Kangseo Elementary School

ARTICLE INFO

Article history:

Received 29 May 2017

Received in revised form

19 June 2017

Accepted 24 June 2017

Keywords:

positive experiences about science, science academic emotion, science-related self-concept, science learning motivation, science-related attitude, science-related career aspiration, structural equation model

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate a meaningful path model among the components of students' positive experiences about science and science learning to understand the interactive relationships among different variables of affective domains. Positive Experiences about Science (PES) means whole experiences that have positive effects on students' affectional achievement related with science learning, which consists of science academic emotion, science-related self-concept, science learning motivation, science-related attitude, and science-related career aspiration. We conducted an online survey with 1,841 students consisting of 4th, 6th, 8th, and 10th graders from 17 provinces and cities using Test for Indicators of Positive Experiences about Science (TIPES). To explore the structural relationships among variables, we selected and analyzed an optimal structural equation model and then conducted multigroup analyses among groups. According to the analysis of the structural equation model, 'positive as well as negative science academic emotion' has effects on science learning motivation, science-related attitude, and science-related career aspiration via science-related self-concept. According to the independent t-test results for TIPES scores by participants' characteristics, there were statistically significant differences in the average scores of five sub-components of PES depending on gender, school-level, school location, and participation in science-related activities. According to the multi-group analysis results, the difference of path coefficients by gender and school-level were statistically significant, whereas the difference of path coefficients by school location and participation were not significant. Discussed in the conclusion are the implications of this research for science education research and ways to help students' affectional achievement related with science learning.

1. 서론

과학 교수·학습 과정은 교사와 학생들의 상호작용을 기반으로 인지적 측면과 정의적 측면이 동시에 작용하는 복합적인 과정이기 때문에(Schutz & Pekrun, 2007; Tobin *et al.*, 2013; Zembylas, 2005) 이를 온전히 이해하려면 기존의 인지적 영역 중심의 접근을 벗어나는 통합적 접근이 필요하다. 특히, 학생들의 정의적 특성은 학업 성취에 영향을 줄뿐만 아니라(Pekrun *et al.*, 2011; Schutz & Pekrun, 2007) 진로 선택이나 졸업 후의 성취에도 영향을 준다는 것이 밝혀지면서(Kwon *et al.*, 2004; Parker & Gerber, 2000; Yoon, 2007) 최근의 교육정책에서는 학습자의 정의적 성취도 과학과 교수·학습의 주요 목적으로 간주된다(MOE, 2016a; National Research Council, 2011).

그러나 PISA나 TIMSS와 같은 국제학업성취도평가 결과를 보면, 여전히 우리나라 학생들은 과학에 대한 흥미나 가치 인식 등의 정의적 특성에서 참여국 중 최하위 수준을 보여주고 있다(Cho *et al.*, 2012; Choe *et al.*, 2013; Kwak, 2017; MOE, 2016b). 또한 청소년들의 과학

관련 진로 진출에 대한 기피 현상은 국가적 차원에서 우려와 개선의 대상이 되어 왔다(KOFST, 2002). 이에 따라 최근 발표된 2015 개정 과학과 교육과정(KOFAC, 2015)과 과학교육종합계획(MOE, 2016a)에서는 우리나라 학생들의 정의적 성취를 개선하는 것을 주요한 과학교육의 목표로 설정하고 학습자의 과학 학습에 대한 긍정적 경험을 확대하기 위한 다각적 혁신을 시도하고 있다. 예를 들어 학습자들의 정의적 성취 자체를 목적으로 한 긍정적인 과학 학습 경험을 위해 '거꾸로 과학교실'이나 '블렌디드 학습' 등과 같은 학생 참여형 수업의 현장 확산을 지원하고 있으며, 이러한 성과의 신뢰성 있는 평가와 개선의 기준을 마련하기 위한 '과학 긍정경험지수' 개발 연구 등을 수행하고 있다(MOE, 2016a; Shin *et al.*, 2017b).

과학교육에서 정의적 특성의 중요성에 대한 지적이 새로운 것은 아니지만(Haney, 1964), 과거에는 주로 인지적 성취에 영향을 주는 보조적 변인으로서 다루어 왔으며, 교수·학습과정에서 정의적 특성이 어떤 역할을 하는지에 대한 구체적인 접근은 부족했던 것이 사실이다(Fortus, 2014). 학습자의 정의적 성취가 중요한 과학교육의 목표

* 교신저자 : 이수영 (sylee@snu.ac.kr)

** 이 논문은 2016년 정부(교육부)의 재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행된 연구로 연구보고서(BD17020012)의 내용을 발췌·수정·보완한 것임.
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2017.37.3.507

로 대두되고 있는 현시점에서, 학습자의 정의적 특성이 과학 교수·학습 과정에서 어떤 역할을 하고 어떻게 상호작용하는지에 대한 체계적인 이해는 연구자뿐 아니라 현장에서 학생들의 정의적 성취를 지원하는 과학교사들에게도 중요할 것이다.

과학교육에서 정의적 영역이 무엇인가에 대한 논의는 여전히 다양하며 연구자마다 차이를 보인다. 하지만, 정의적 영역 관련 논문들을 메타분석한 선행연구들에 의하면 주로 태도, 흥미, 동기, 자아개념 등을 정의적 영역의 주요 범주로 다룬다(Fortus, 2014; Kim, Jung, & Shin, 2015). 여기에 최근에는 태도나 동기의 하위 요인으로 다루었던 진로 동기 또는 진로 포부를 독립된 범주로 다루거나, 미시적이고 상황 특정한 개인의 정서 상태에 관련된 정의적 특징은 정서(emotion) 관련 연구에서 다루기 시작하였다(Shin *et al.*, 2017a; 2017b).

그동안 과학교육에서 정의적 영역 관련 연구 중 가장 큰 비중을 차지하면서 광범위하게 사용되어온 과학관련 ‘태도’(Fortus, 2014)는 일반적으로 과학에 대한 태도와 과학적 태도 두 가지를 포함하는 개념으로 사용된다(Shin *et al.*, 2017a; 2017b; Song, Pak, & Jang, 1992). 과학에 대한 태도는 다시 하위 범주로 과학 학습에 대한 태도와 학문으로서의 과학에 대한 태도 등을 포함하며, 연구자에 따라서는 과학 교육에 대한 태도까지 포괄하기도 한다(Kim, Jung, & Shin, 2015). 학습자의 과학관련 태도를 검사하기 위해 많이 사용된 검사 도구로는 Fraser(1978)가 개발한 Test of Science Related Attitude(TOSRA)가 있는데, 이 도구는 ‘과학 수업의 즐거움’, ‘과학에 대한 직업적 관심’, ‘과학에 대한 취미적 관심’, ‘과학의 사회적 의미’, ‘과학자의 정상성’, ‘과학 탐구에 대한 태도’, ‘과학적 태도의 수용’의 7가지 하위 영역으로 구성된다. 즉, 과학관련 태도는 크게 과학 수업에 대한 태도, 과학에 대한 태도, 과학적 태도에 대해 다루고 있음을 알 수 있다. 한편, 과학관련 태도가 과학 학습 및 진로선택에 주는 영향을 살펴본 연구들에 따르면, 과학에 대한 긍정적 태도는 학생들이 과학관련 진로를 추구하도록 결정하는데 긍정적 요인으로 작용하였으며(Oliver, Pettus, & Hedin, 1990), 학습동기를 높이고, 자기조절학습 전략 등과 같은 중재요인을 매개로 과학 학업성취도에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Lee & Chung, 2014; Lee & Kim, 2004).

태도와 함께 과학 학습에서 주요하게 다루어진 정의적 영역으로 과학 학습 ‘동기’가 있다. 과학교육에서 ‘동기’란 목표 지향적 행동을 시작, 지시 및 유지하게 하는 정의적 특성이다(Pintrich & Schunk, 1995). 즉 학습 동기는 학습자가 자율적으로 학습의 이유와 목표를 설정해 학습할 수 있도록 도와주기 때문에 장기적인 학업 성취도 발달에 영향을 주는 주요 요인 중 하나이다(Murayama *et al.*, 2013). 특히 과학은 이해하기 어려운 추상적 개념과 생소한 용어를 다루기 때문에 학습을 지속하기 위해 학습자의 높은 학습 동기가 요구된다(Glynn *et al.*, 2011). 과학 학습 동기에 관한 연구들은 동기가 하나의 단일한 요인이 아니라 여러 하위 요소로 구성되어 있다는 것에 동의하며(Glynn *et al.*, 2011), 기본적으로 과학 학습 그 자체에 만족하는 내적 동기와 직업 동기나 점수 동기 등의 외적 동기로 구성되어 있다고 본다(Mazlo *et al.*, 2002). 이밖에도 자기 관련성, 자기결정(self-determination), 자기효능감(self-efficacy) 등과 같은 자아 관련 요소나, 시험불안처럼 동기에 직접적 영향을 미치는 정서 요소까지 동기의 하위 요인으로 포함시켜서 과학 학습 동기가 학습자의 성취나

진로 결정에 미치는 영향을 체계적으로 파악하려는 연구도 시도되고 있다(Glynn, Taasobshirazi, & Brickman, 2007, 2011; Ha *et al.*, 2012). 교수·학습 자료에 대한 학생들의 동기 수준을 진단하기 위해 개발되어 널리 사용되고 있는 Keller(1987)의 수업자료 동기검사(Instructional Material Motivation Survey: IMMS)에서는 교수·학습 자료에 대한 학습자의 ‘주의집중’, ‘관련성’, ‘자신감’, ‘만족감’을 통해 학습자의 동기 수준을 파악하고 있는데, 이는 주로 학습자의 내적 동기와 외적 동기를 구체화한 것으로 볼 수 있다(Shin *et al.*, 2017a).

과학 학습 동기 관련 선행연구들에 의하면, 과학 학습 동기가 높은 학생들은 자기조절학습 전략을 효과적으로 사용함으로써 높은 학업 성취도를 보여 주며(Lee & Chung, 2014), 과학 진로 포부 또한 높은 것으로 나타났다(Kang *et al.*, 2014). 진로 선택에 관련된 특성을 독립적으로 구인화한 것으로 진로 포부 또는 진로 동기가 있는데, 이를 동기의 하위 범주로 다루기도 하고 동기와 독립적인 구인으로 분리하기도 한다. 진로 동기에 대한 연구에 따르면, 학생들의 진로 동기는 지속적인 과학 동기를 이끌어주며(Shin, Ha, & Lee, 2016), 궁극적으로 학업성취도에 영향을 주는 것으로 밝혀졌다(Glynn, Taasobshirazi, & Brickman, 2007). 특히, 최근에는 과학관련 진로 교육의 필요성이 높아지면서 과학 진로 동기 자체를 목적으로 하여 이를 향상시키기 위한 연구가 증가하고 있다. 이들 연구에 따르면, 학생들의 과학관련 진로 동기를 설명하는 구인으로는 성별, 민족, 문화자본 등의 배경 요인과 함께, 부모의 과학에 대한 태도, 학생의 과학관련 태도, 과학관련 자아개념 등이 중요한 요인으로 밝혀졌다(Dewitt *et al.*, 2013).

동기가 특정 방향에 대한 변화로서의 행동을 촉발하고 유지시키는 동적 특성을 강조하는 반면, 흥미는 대상에 대한 개인의 선호에 영향을 주는 것으로 현재 상태에 대한 설명에 관심을 둔다. 즉, 흥미란 특정 종류의 사물, 사건 또는 사상에 대한 개인의 참여나 선호를 나타내는 심리학적 상태를 지칭하며 이 특성은 주로 시간에 따라 지속적인 경향을 나타내는 개인적 특질을 다룬다(Hidi & Renninger, 2006). 학습자들의 흥미에 대한 많은 연구들이 서로 다른 조사 도구를 사용하고 흥미가 무엇인지에 대한 이론적 논의가 부족하다는 비판에도 불구하고(Fortus, 2014; Gardner, 1996), 대부분의 연구에서 과학에 대한 흥미는 학생들의 성취도와 유의미한 관련이 있으며(Chang & Cheng, 2008; Falk & Adelman, 2003), 학습자의 자아개념이나 과학에 대한 진로 선택(Hazari *et al.*, 2010; Nieswandt, 2007)과도 정적 상관관을 보여주었다.

한편, 학습자의 자아개념이란 학생이 자기 스스로에 대해 가지고 있는 믿음이나 가정들을 총칭하는 것으로(Coopersmith & Feldman, 1974), 과학교육에서는 그중에서도 학습과 관련된 자아존중감과 자기효능감을 주로 다룬다(Shin *et al.*, 2017a). 자아개념 중 자신의 가치에 대한 평가인 자아존중감은 자신이 얼마나 유능하고 중요하고 가치 있는지를 믿는 정도(Coopersmith & Feldman, 1974; Rosenberg, 1965)를 나타낸다. 우리가 하는 행동과 판단은 우리가 스스로를 어떻게 보고 다른 사람에게 어떻게 보이길 바라는가에 영향을 받기 때문에, 자아존중감은 개인의 정서, 행동, 인지과정과 관련이 있으며(Lee *et al.*, 2009), 상황에 대한 적응 능력이나 문제해결력에 영향을 준다. 자아존중감이 주로 영역 일반적인 특성으로 다루어지는데 비해, 영역이나 과제 특수성이 나타나는 유사한 개념으로 자기효능감이 있다. 주어진 과제에 대한 수행 능력이나 학습 능력에 대한 학습자의 기대

로 정의되는 자기효능감은 학습 동기에 중요한 요인으로 작용하며 (Schunk & Zimmerman, 2006), 자기효능감이 높을수록 도전적인 과제를 선택하고 쉽게 포기하지 않으며 더 많은 노력을 기울이기 때문에 학업성취도도 높은 것으로 보고된다(Jo, 2011; Zimmerman & Bandura, 1994). 따라서 자아개념은 과학이나 수학같이 학습자들이 느끼는 심리적 어려움이 큰 교과영역에서 특히 중요한 특성이다 (McMillan & Forsyth, 1991). 또한 진로 발달 이론에 의하면 학습자의 자기효능감 등의 자아개념은 진로 선택의 중요한 지침으로 작용하며 (Gottfredson, 1981; Lent, Brown, & Hackett, 1994), 과학교육에서도 학습자의 과학관련 자아개념이 과학관련 진로 포부와 밀접한 관련이 있음이 밝혀졌다(Archer *et al.*, 2010; Dewitt *et al.*, 2013; Kang *et al.*, 2014; Kang *et al.*, 2015; Lim, 2014).

자아개념과 더불어 학습자들의 정서 경험 또한 학생들의 자기조절, 문제해결 전략 등의 중재 요인일 뿐 아니라 다른 정의적 특성들에 영향을 주는 학습자의 성취와 관련된 정의적 요인으로 최근 주목받고 있다(Fredrickson, 1998; Isen, 2000; Pekrun, 2006). 학습자의 정서는 그들의 동기를 이해하고 교수·학습 과정의 상호작용을 설명하는 중요한 변수이다(Kim & Yang, 2011). 즉 학습 과정에서 학생들이 경험하는 정서는 과제와 무관한 사고를 줄여 인지적 자원을 과제에 집중하게 하고(Pekrun *et al.*, 2002), 학습 흥미와 동기를 증진하며(Pekrun *et al.*, 2007), 유연하고 창의적인 문제해결을 이끌고(Fredrickson, 1998; Isen, 2000), 자기조절과정을 촉진하거나 제한하기도 하는 것 (Pekrun *et al.*, 2002)과 같이, 학습자에게 유용한 학습 특성의 중재 요인이자 다른 정의적 특성에 영향을 주는 주요 요인이다.

이상의 논의에 의하면 과학 학습 관련 정의적 특성들은 단독으로 학습자의 성취에 영향을 주는 독립적 요인이 아니라 서로 유기적으로 밀접하게 상호작용하면서 영향을 주고받아 학습자의 정의적 성취와 인지적 성취를 제한하거나 돕는다. 하지만 지금까지 과학교육에서 정의적 특성과 관련된 선행연구들은 주로 일부 요인 간의 관계를 밝히는 데 집중하거나 인지적 성취를 초점으로 그 영향을 살펴보았기 때문에, 아직까지 정의적 영역에 포함되는 여러 정의적 특성 간의 상호 관계를 종합적으로 파악한 연구는 찾기 어렵다(Shin *et al.*, 2017a; 2017b). 따라서 정의적 성취 그 자체를 과학교육의 목적으로 보는 관점에서 여러 정의적 특성들이 구체적으로 어떠한 관계를 통해 학습자의 정의적 성취에 영향을 주는지를 살펴볼 필요가 있다.

이를 위하여 본 연구에서는 앞서 논의한 대표적 과학관련 정의적 특성들을 하위 변인으로 설정하여 학생들의 정의적 성취를 조사한 Shin *et al.*(2017b)의 연구에 기반 하여 과학 학습 관련 정의적 특성들 간의 상호작용을 규명하고자 한다. Shin *et al.*(2017b)은 ‘과학 긍정경험’을 과학 학습에 관련된 학생들의 정의적 성취에 긍정적인 영향을 미치는 경험의 총체로 정의하고, 과학 긍정경험에 따른 학생들의 정의적 성취로서 ‘과학 학습 정서’, ‘과학 학습 동기’, ‘과학관련 자아개념’, ‘과학관련 태도’, ‘과학관련 진로 포부’의 5개 하위 변인을 설정하여 신뢰도와 타당도를 확보한 검사 도구를 개발하였으며 이를 적용해 우리나라 학생들의 정의적 특성에 대한 결과를 보고한 바 있다. 본 연구에서는 학습자의 대표적인 정의적 특성이자 과학 긍정경험 지표의 구성 요인인 과학 학습 정서, 과학관련 자아개념, 과학 학습 동기, 과학관련 태도, 및 과학관련 진로 포부 5개 변인간의 유의미한 경로모형을 규명함으로써, 과학 학습 관련 정의적 특성 간의 상호작용을

종합적으로 이해하고 학습자의 정의적 성취를 돕기 위한 과학교육에의 시사점을 도출하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 절차

이 연구는 전국 17개 시도에서 4학년, 6학년, 8학년, 10학년에서 각 1개 학급 학생들을 임의로 표집 하였으며, 구체적인 정보는 Table 1과 같다¹⁾. 검사는 전산실 등과 같이 다량의 컴퓨터가 확보된 장소에서 교사 주도하에 표집 학생들을 대상으로 온라인 설문 조사로 실시하였다. 검사 소요 시간은 학급에 따라 다소 차이가 있었지만 대략 10분 내외였으며, 검사 문항 중 이해가 되지 않는 부분에 대해서는 교사에게 질문하여 피드백을 받은 후 검사를 진행하였다.

Table 1. Participants of the test(Shin *et al.*, 2017b)

		성별		계
		남	여	
초등학교	4학년	212(11.5)	184(10.0)	396(21.5)
	6학년	202(11.0)	197(10.7)	399(21.7)
중·고등학교	8학년	248(13.5)	242(13.1)	490(26.6)
	10학년	287(15.6)	269(14.6)	556(30.2)
계		949(51.5)	892(48.5)	1841(100.0)

2. 검사 도구

학생들의 과학 긍정경험 지표 변인 간의 관계를 조사하기 위해, 선행연구(Shin *et al.*, 2017b)에서 개발한 ‘과학 긍정경험 지표 검사 (Test for Indicators of Positive Experiences about Science, 이하 TIPES)’를 사용하였다. 이 검사는 과학 긍정경험 지표의 구성 영역으로 과학 학습 정서(Science Academic Emotion), 과학관련 자아개념 (Science-Related Self-Concept), 과학 학습 동기(Science Learning Motivation), 과학관련 태도(Science-Related Attitude), 과학관련 진로 포부(Science-Related Career Aspiration)의 5개 변인을 설정하고 있다. ‘과학 학습 정서’는 과학 학습에 영향을 준다고 밝혀진 다양한 정서 특징을 의미하며, 긍정 학습 정서(즐거움, 만족감, 흥미)와 부정 학습 정서(지루함, 짜증, 불안)의 2가지 하위 요소로 구성되어 있다. ‘과학관련 자아개념’은 과학 학습과 관련하여 학생이 자기 자신에 대하여 가지고 있는 생각과 자신감을 의미하며, 하위 요소로는 자아 효능감과 자아존중감의 2가지가 있다. ‘과학 학습 동기’는 과학 학습에서 특정 과제를 학습하려는 마음 상태 혹은 의지, 추진력을 의미하며, 의지, 참여도, 주의집중, 관련성, 목표 지향의 4가지 하위 요소를

1) 이 논문은 과학 긍정경험 지표 검사를 개발하여 우리나라 학생들의 과학 긍정경험 실태를 조사한 과제(한국과학창의재단 연구보고서 BD17020012)의 일부로 선행연구(Shin *et al.*, 2017b)에서는 검사도구의 개발 및 실태 분석 결과에 대해서 논의하였고, 본 논문에서는 과학 긍정경험 지표 구성 요인들 간의 경로모형을 분석하였다. 따라서 동일한 연구대상을 대상으로 수집된 데이터를 기반으로 분석하였기 때문에 본 연구의 연구대상 및 검사 도구에 대한 Table 1, 2는 선행연구(Shin *et al.*, 2017b)와 동일하다.

Table 2. Components, sub-components, composition of questions, and reliability coefficients of TIPES (Shin *et al.*, 2017b)

구성 영역	정의	하위 요소 및 문항 수	신뢰도 계수 (Cronbach's α)
과학 학습 정서 (Science Academic Emotion)	과학 학습에 영향을 준다고 밝혀진 다양한 정서 특징을 의미함	긍정적 학습정서(3문항) 부정적 학습정서(3문항)	.86
과학관련 자아개념 (Science-Related Self-Concept)	과학 학습과 관련하여 학생이 자기 자신에 대하여 가지고 있는 생각과 자신감을 의미함	자아효능감(3문항) 자아존중감(3문항)	.90
과학 학습 동기 (Science Learning Motivation)	과학 학습에서 특정 과제를 학습하려는 마음 상태 혹은 의지, 추진력을 의미함	의지(2문항) 참여도(2문항) 주의집중(2문항) 관련성(2문항) 목표 지향(2문항)	.87
과학관련 태도 (Science-Related Attitude)	과학과 과학자의 역할, 과학에 대한 호기심과 흥미, 과학의 중요성과 가치에 대한 인지 및 행동양식을 의미함	과학의 가치(3문항) 과학에 대한 인식(3문항) 과학에 대한 흥미(2문항)	.91
과학관련 진로 포부 (Science-Related Career Aspiration)	이공계 진로 선택이라는 행동을 시작하고 유지하게 만드는 동기나 의지와 관련된 특성을 의미함	진로인식(1문항) 진로가치(2문항) 진로흥미(1문항) 진로의지(1문항)	.90

포함한다. ‘과학관련 태도’는 과학과 과학자의 역할, 과학에 대한 호기심과 흥미, 과학의 중요성과 가치에 대한 인지 및 행동 양식을 의미하며, 과학의 가치, 과학에 대한 인식, 과학에 대한 흥미의 3가지 하위 요소를 포함한다. ‘과학관련 진로 포부’는 이공계 진로 선택이라는 행동을 시작하고 유지하게 만드는 동기나 의지와 관련된 특성을 의미하며, 하위 요소에는 진로 인식, 진로 가치, 진로 흥미, 진로 의지의 4가지가 있다. 총 35문항에 대하여 4단계 리커트 척도로 구성하였으며, 구성 영역별 정의 및 하위 요소별 문항 수, 신뢰도 계수(Cronbach's α)를 Table 2에 정리하였다.

3. 분석 방법

과학 긍정경험 지표 변인 간의 구조방정식 모형을 설정하고 분석하기 위해 우선 5개 구성 변인 점수에 대한 정규성 검토와 각 변인 점수 사이의 상관 분석을 실시하였다. 다음 주요 변인들 간의 구조적 관계를 파악하기 위하여 선행연구에 근거한 잠정적 구조방정식 모형을 설정하여 분석을 실시한 후 구조방정식 모형의 적합도 지수와 각 경로계수의 통계적 유의미 정도를 고려하여 유의미하지 않은 경로를 제외하고 구조방정식 모형을 수정해나가는 과정을 반복하여 최종 모형을 결정하였다. 또한 최종 구조방정식 모형이 집단 간 차이가 있는지 확인하기 위해 배경 변인에 따른 집단 간 과학 긍정경험의 5개 하위 영역의 평균 차이를 t-test 검증을 통해 비교하고, 학생의 성별, 학교급별, 지역규모별 및 과학프로그램 참여 여부 등의 배경 변인에 따라 집단별 경로 분석을 실시한 후 경로계수를 비교하는 다집단 분석(multigroup analysis)을 실시하였다. 이때 다집단 분석을 위해서는 우선 ‘측정 동일성’이 성립되어야 하고 ‘경로 동일성’을 검증하여야 하므로(Kim, Kim, & Hong, 2009), 각각의 잠재변인에 대하여 각 요인의 적재치를 동일하게 고정한 경로모형의 적합도(측정 동일성)를 살펴본 후, 이어서 두 집단에 대한 경로계수가 서로 같다는 제약을 가하는 구조 동일성을 검증하였다.

경로 분석 방법으로는 공분산 구조분석에서의 계수 추정 방법으로

최대우도법(Maximum Likelihood Method)을 사용하였다. 또한 모형의 타당성을 확보하기 위해 반복적으로 경험적인 표본을 추출하는 부트스트래핑(bootstrapping)을 사용하였다. 구축된 구조방정식 모형의 적합도를 판단하기 위해 Hu & Bentler(1999)의 판단 기준과 다중 적합도 지수를 사용하였다. 즉, 적합도 지수로는 χ^2 , TLI(Tucker-Lewis Index), CFI(Comparative Fit Index), RMSEA(Root-Mean-Square Error of Approximation)를 함께 사용하였다. 일반적으로 RMSEA는 .05이하일 때, RMSEA를 제외한 적합도 지수들은 .90이상일 때 경로 모형을 적합한 것으로 판정하고 있으며, RMSEA가 0.05~0.08일 경우 수용할 만한 양호한 적합도인 것으로 판정한다(Hu & Bentler, 1999). 이러한 적합도 지수 및 경로의 유의미함에 따라 구조방정식 모형을 수정 및 보완하였다. 모든 통계 분석에는 SPSS 18.0 및 AMOS 8.0 통계 프로그램을 사용하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 측정 변인의 정규성 검토 및 상관 분석

과학 긍정경험지표 검사 35문항에 대한 전체 응답자의 데이터를 바탕으로 분석한 5개 하위 영역의 기술통계 및 상관관계 분석 결과는 Table 3과 같다.

각 측정 변인들의 평균은 4점 만점 중 2.76~3.18, 표준편차는 0.53~0.73 범위에 있으며, 자료의 정규성을 판단하는 왜도와 첨도의 경우 모두 절대값 2보다 작기 때문에 모든 측정변인들이 정규성 조건을 충족시킨다고 판단하였다(Sayers *et al.*, 1996).

전체적으로 과학 학습 정서 영역의 평균이 5개 영역 중에서 가장 높았으며, 이어서 과학관련 태도, 과학 학습 동기, 과학관련 진로 포부, 과학관련 자아개념 순이었다. 측정 변인 간의 상관관계를 보면 5개의 측정 변인은 모두 서로 통계적으로 유의미한 정적 상관을 보였다. 즉, 과학 학습 정서는 과학관련 자아개념($r=.632$), 과학 학습 동기($r=.685$), 과학관련 태도($r=.636$), 과학관련 진로 포부($r=.584$)와 유의

Table 3. Descriptive statistics and correlations among variables (N=1841)

	과학 학습 정서	과학관련 자아 개념	과학 학습 동기	과학관련 태도	과학관련 진로 포부
과학 학습 정서	-				
과학관련 자아개념	.632**	-			
과학 학습 동기	.685**	.795**	-		
과학관련 태도	.636**	.693**	.718**	-	
과학관련 진로 포부	.584**	.708**	.686**	.746**	-
평균	3.179	2.764	2.983	3.171	2.862
표준편차	.624	.652	.530	.600	.732
왜도	-.555	.007	-.149	-.572	-.325
첨도	.094	-.297	.160	.607	-.080

**p<0.01

Table 4. Comparison between different models and model fit

Model	Characteristics of each model	TLI	CFI	RMSEA
Model 1	모든 가능한 경로추가	.885	.894	.068
Model 2	Model 1에서 과학 학습 부정 정서가 과학 학습 동기에 미치는 영향을 삭제한 모형	.886	.894	.068
Model 3	Model 2에서 과학 학습 동기가 과학관련 진로 포부에 미치는 영향을 삭제한 모형	.886	.894	.068
Final Model	Model 3에서 수정지수 100이상인 오차항 연결	.924	.932	.056

미한 정적 상관이 있었다(p<0.01). 과학관련 자아개념은 과학 학습 동기(r=.795), 과학관련 태도(r=.693), 과학관련 진로 포부(r=.708)와 유의미한 정적 상관이 있었다(p<0.01). 과학 학습 동기는 과학관련 태도(r=.718), 과학관련 진로 포부(r=.686)와 유의미한 정적 상관이 있었고, 과학관련 태도는 과학관련 진로 포부(r=.746)와 유의미한 정적 상관이 있었다(p<0.01).

2. 연구모형의 검증

가. 경로 설정

본 연구에서는 측정 오차를 통제할 수 있고, 매개 변수의 사용이 용이하며, 이론 모형에 대한 통계적 평가가 가능하다는 장점을 지닌 구조방정식 모형을 통해 기본 가설을 검증하였다. 서론에서 논의한 선행연구에 기초하여 본 연구의 기본 가설 경로를 ‘과학 학습 정서 → 과학관련 자아개념, 과학 학습 동기 → 과학관련 태도, 과학관련 진로 포부’로 설정하였다. 즉, 동기 및 자아개념에 영향을 주는 것으로 밝혀져 있으며(Kim & Yang, 2011; Pekrun et al., 2007), 일차적이고 맥락적 특성을 보이는 과학 학습 정서(Gläser-Zikuda, Stuchliková, & Janik, 2013; Goetz et al., 2007; Schutz & Pekrun, 2007)를 일차 요인으로 설정하였다. 그리고 과학학습의 목표로 볼 수 있는 과학관련 진로 포부와 과학관련 태도를 최종 변인으로 놓고, 이들과 밀접한 상호작용을 주고받는 과학 학습 동기와 과학관련 자아개념을 중재요인으로 설정하였다. 또한, 과학 학습 정서 중 긍정 정서와 부정 정서는 학습 과정에서 영향을 주는 요인이나 작용과정이 달라 대부분의 경로 모형에서 분리하여 다루기 때문에(Boekaerts, 2007; Linnenbrink, 2007), 본 연구에서도 독립된 요인으로 다루었다.

나. 경쟁 모형 및 최종 모형

모형 가설을 바탕으로 Table 4와 같이 세 개의 경쟁 모형을 선정하였다. 세 개의 경쟁 모형 중 각 경로의 통계적 유의성과 적합도를 바탕으로 모형을 평가한 결과, 가장 높은 적합도와 모든 경로에서 통계적 유의성을 보인 모형을 최종 모형으로 선정하였다. 먼저, 모형 1은 가능한 모든 경로를 추가하여 경로계수를 산출하였다. 그 결과 부정 정서가 과학 학습 동기에 미치는 영향과 과학 학습 정서가 과학 관련 진로 포부에 미치는 영향의 경로계수가 각각 낮게 나왔다. 모형 2는 모형 1에서 부정 정서가 과학 학습 동기에 미치는 영향(표준화 경로계수 $\beta = -0.04$)의 경로를 삭제한 모형으로 전체적인 적합도 지수가 다소 상승하였으나, 과학 학습 동기가 과학관련 진로 포부에 미치는 영향의 경로계수는 여전히 낮게 나타났다. 모형 3은 모형 2에서 경로계수가 낮게 나온 과학 학습 동기가 과학관련 진로 포부에 미치는 영향(표준화 경로계수 $\beta = 0.09$)을 삭제한 모형으로, 표준화 경로계수가 모두 통계적으로 유의하고(p<0.001), 수용할 만한 수준이라는 것을 최종 모형으로 선정하였다. 선정된 최종 모형의 적합도는 TLI .886, CFI .894, RMSEA .068로 받아들일 수 있는 적합도이지만, 조금 더 양호한 적합도를 위해 수정 지수를 바탕으로 모형을 수정하였다. 즉 수정 지수가 100이상인 오차항을 연결하여 Figure 1과 같이 최종 모형을 선정하였고, 그 결과 적합도는 TLI .924, CFI .932, RMSEA .056으로 매우 양호한 것으로 나타났다.

최종 모형의 경로계수를 Table 5에 정리하였다. 구조방정식 모형 분석 결과, 과학 학습 긍정 정서와 부정 정서는 모두 과학관련 자아개념을 경유하여 과학 학습 동기, 과학관련 태도, 과학관련 진로 포부에 영향을 주는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 과학 학습에 관한 긍정적 정서가 높고 부정적 정서가 낮을수록 과학 학습과 관련하여 학생이 자기 자신에 대하여 가지고 있는 생각과 자신감이 높고, 과학 학습

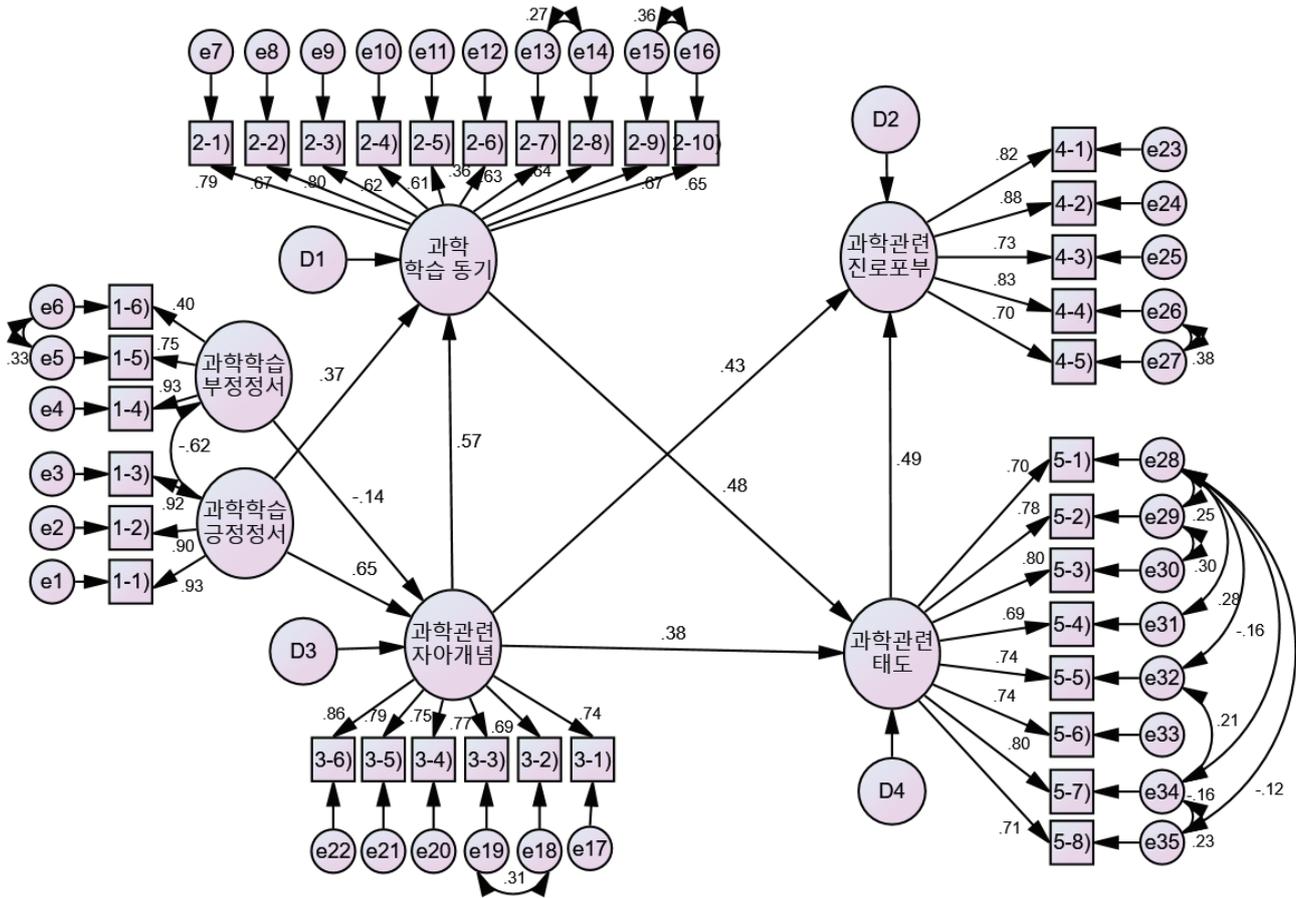


Figure 1. Structural relationships among five components of positive experiences about science

에서 특정 과제를 학습하려는 동기가 높으며, 과학에 관련된 긍정적인 태도를 가짐으로써 과학관련 진로를 희망하는 경향이 높다는 것을 의미한다.

여기서 주목할 점은 과학 학습 긍정 정서가 과학관련 자아개념에 주는 영향력($\beta=.65$)이 과학 학습 부정 정서가 과학관련 자아개념에 주는 영향력($\beta=-.14$)보다 매우 크다는 점이다. 또한, 과학 학습 긍정 정서는 과학관련 자아 개념을 경유하지 않고 직접적으로 과학 학습 동기에 영향($\beta=.37$)을 주고, 과학 학습 동기는 과학관련 태도를 통하여 과학관련 진로 포부에 영향($\beta=.48, \beta=.49$)을 주기도 한다. 선행연구에 의하면 학습 과정에서 학생들이 경험하는 정서는 학습자에게 유용한 학습 특성의 중재 요인이자 학생들의 정의적 특성에 영향을

주는 주요 요인이며, 학생들의 학습 흥미와 동기를 이해하고 교수·학습 과정의 상호작용을 설명하는 중요한 변수이다(Kim & Yang, 2011; Pekrun *et al.*, 2002; Pekrun *et al.*, 2007). 본 연구의 결과는 이러한 선행연구의 주장을 지지할 뿐만 아니라, 나아가 과학 학습 정서가 정의적 성취를 위하여 가장 우선적으로 고려해야 하는 변인이며 특히 부정적 정서보다 긍정적 정서에 대한 세심한 고려가 필요함을 시사한다.

또한 과학관련 자아개념은 직접적으로($\beta=.43$) 또는 과학관련 태도($\beta=.38, \beta=.49$)를 통하여 과학관련 진로 포부에 간접적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 과학 학습 동기의 경우에는 직접적으로 과학관련 진로 포부에 유의미한 영향을 주지는 못하였고, 과학관련 태도($\beta=.48,$

Table 5. Path coefficients of final path model

		비표준화 계수 (B)	S.E.	표준화 계수 (β)	C.R.	
과학 학습 긍정 정서	↔	과학 학습 부정 정서	-0.374	0.018	-0.623***	-20.704
과학 학습 긍정 정서	→	과학관련 자아개념	0.404	0.018	0.647***	22.490
과학 학습 부정 정서	→	과학관련 자아개념	-0.097	0.018	-0.143***	-5.499
과학 학습 긍정 정서	→	과학 학습 동기	0.239	0.016	0.373***	14.799
과학관련 자아개념	→	과학 학습 동기	0.585	0.030	0.571***	19.575
과학관련 자아개념	→	과학관련 태도	0.347	0.038	0.378***	9.123
과학 학습 동기	→	과학관련 태도	0.431	0.038	0.480***	11.388
과학관련 태도	→	과학관련 진로 포부	0.722	0.049	0.487***	14.833
과학관련 자아개념	→	과학관련 진로 포부	0.587	0.043	0.430***	13.734

*** p < 0.001

Table 6. Independent t-test results for TIPES scores by participants' characteristics

		N	평균	표준 편차	t	p	
과학 학습 정서	성별	남학생	949	3.25	0.629	4.941	0.000
		여학생	892	3.11	0.610		
	학교급	초등학생	796	3.32	0.568	8.661	0.000
		중·고등학생	1045	3.07	0.642		
	지역규모	도시지역	1538	3.15	0.626	-4.343	0.000
		읍면지역	303	3.32	0.594		
	과학관련 활동 참여 여부	참여	1012	3.27	0.606	6.125	0.000
		불참	768	3.09	0.624		
과학관련 자아개념	성별	남학생	949	2.87	0.662	7.199	0.000
		여학생	892	2.65	0.623		
	학교급	초등학생	796	2.91	0.604	8.257	0.000
		중·고등학생	1045	2.66	0.667		
	지역규모	도시지역	1538	2.74	0.648	-3.455	0.001
		읍면지역	303	2.88	0.660		
	과학관련 활동 참여 여부	참여	1012	2.88	0.663	7.776	0.000
		불참	768	2.64	0.615		
과학 학습 동기	성별	남학생	949	3.04	0.543	4.700	0.000
		여학생	892	2.92	0.509		
	학교급	초등학생	796	3.06	0.509	5.818	0.000
		중·고등학생	1045	2.92	0.537		
	지역규모	도시지역	1538	2.97	0.531	-3.109	0.002
		읍면지역	303	3.07	0.514		
	과학관련 활동 참여 여부	참여	1012	3.08	0.523	8.291	0.000
		불참	768	2.87	0.518		
과학관련 태도	성별	남학생	949	3.23	0.623	4.337	0.000
		여학생	892	3.11	0.568		
	학교급	초등학생	796	3.25	0.582	4.841	0.000
		중·고등학생	1045	3.11	0.607		
	지역규모	도시지역	1538	3.16	0.601	-2.145	0.032
		읍면지역	303	3.24	0.595		
	과학관련 활동 참여 여부	참여	1012	3.28	0.590	8.194	0.000
		불참	768	3.05	0.587		
과학관련 진로 포부	성별	남학생	949	2.97	0.741	6.686	0.000
		여학생	892	2.75	0.705		
	학교급	초등학생	796	2.94	0.714	3.833	0.000
		중·고등학생	1045	2.81	0.741		
	지역규모	도시지역	1538	2.85	0.729	-1.787	0.074
		읍면지역	303	2.93	0.747		
	과학관련 활동 참여 여부	참여	1012	3.00	0.722	8.993	0.000
		불참	768	2.69	0.712		
총점	성별	남학생	949	15.36	2.771	6.551	0.000
		여학생	892	14.54	2.592		
	학교급	초등학생	796	15.48	2.580	7.212	0.000
		중·고등학생	1045	14.57	2.752		
	지역규모	도시지역	1538	14.87	2.706	-3.389	0.001
		읍면지역	303	15.44	2.720		
	과학관련 활동 참여 여부	참여	1012	15.51	2.701	9.159	0.000
		불참	768	14.35	2.603		

($\beta=.49$)를 통해서만 과학관련 진로 포부에 간접적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는 과학 학습 동기에 비하여 과학관련 자아개념과 과학관련 태도가 과학관련 진로 포부에 보다 직접적인 영향을 미치는 변인임을 시사한다. 이러한 결과는 과학에 대한 태도(Lee, Park, & Kim, 2012; Oliver Pettus, & Hedin, 1990) 또는 과학관련 자아개념(Archer *et al.*, 2010; Dewitt *et al.*, 2013)이 학생들의 과학관련 진로 선택의 가능성과 의지를 결정하는 중요한 지침이라는 선행연구의 주장을 지지하는 결과라 할 수 있다. 한편, 과학 학습 동기의 경우에는 선행연구(Kang *et al.*, 2014)와는 달리 과학관련 진로 포부에 직접적인 영향을 주지는 못하였지만 여전히 과학관련 진로 포부에 간접적인 영향을 주는 주요 변인임을 알 수 있다. 하지만 과학 학습 동기가 과학관련 진로 포부에 미치는 직접적인 영향력에 대해서는 현 상황에서는 결론을 내리기 어려우므로 보다 다양하고 지속적인 후속 연구가 필요하다.

3. 배경 변인이 따른 집단 간 차이 분석

가. 과학 긍정경험 평균값 차이 분석

배경 변인(성별, 학교급, 지역규모, 과학관련 활동 참여 여부)에 따라 집단을 구분하고, 집단 간 과학 긍정경험 5개 하위 영역 평균값에 통계적으로 유의미한 차이가 있는지 t-test를 실시한 결과는 Table 6과 같다.

과학 긍정경험의 5개 하위 영역(과학 학습 정서, 과학관련 자아개념, 과학 학습 동기, 과학관련 태도, 과학관련 진로 포부)은 성별, 학교급, 지역규모, 과학관련 활동 참여 여부에 따라 평균값이 통계적으로 유의미하게 차이가 있었다. 전반적으로 여학생보다는 남학생, 중·고등학생보다는 초등학생, 도시지역보다는 읍면지역 학생, 과학관련 활동 미참여자보다는 참여자의 과학 긍정경험 수준이 높게 나타났다. 단, 과학관련 진로 포부에 있어 지역규모에 따른 평균값의 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다($p>0.05$). 이는 인지적 영역뿐만 아니라 정서적 영역에 있어 집단 간 차이가 존재한다는 다수의 선행연구(예를 들어 Debacker & Nelson, 2000; George, 2006; Osborne, 2003; Shin *et al.*, 2017b; Shin & Park, 2007; Weinburgh, 1995)를 재확인하는 결과이다. 이러한 집단 간 차이가 단순한 평균값의 차이에서 그치지 않는다면 과학 긍정경험 하위 영역 변인 간 상호 관련성에 있어서의 차이도 존재하는지의 여부를 다집단 분석을 통해 확인하였다.

나. 다집단 분석

성별, 학교급, 지역규모 및 과학관련 활동 참여 여부에 따라 구조방정식 경로모형에 차이가 있는지 알아보기 위해 실시한 다집단 분석(multigroup analysis) 결과는 다음과 같다.

1) 성별에 따른 비교

성별에 따른 측정 동일성 및 구조 동일성 검증 결과는 Table 7과 같다. 잠재변인에 대한 모든 요인의 적재치를 동일하게 고정된 경로 모형의 적합도를 측정하고 결과 만족할 만한 적합도를 보였다. 남녀 두 집단 사이에 혹시나 존재할지도 모를 경로계수 간의 유의미한 차이를 알아보기 위해 모형 내에 존재하는 8개의 경로계수에 각각 동일성 제약을 가한 모형 8개를 측정 동일성 모형과 비교한 결과, 모든 경로계수까지 동일성 제약을 가해도 모형의 적합도는 변하지 않았다.

성별에 따른 구조방정식 모형의 경로계수에 대한 χ^2 검증 결과(Table 8), 3개의 경로에서 남학생과 여학생 간의 유의미한 차이가 나타났다. 첫째, 과학 학습 부정 정서가 과학관련 자아개념에 영향을 미치는 경로에 대한 동일성 제약에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($p<0.001$). 이 경로에 대한 집단별 표준화 계수(β)를 살펴보면, 여학생의 경우 $-0.263(p<0.001)$, 남학생은 $-0.076(p<0.05)$ 이었다. 즉 여학생이 남학생에 비해 과학 학습 부정 정서가 과학관련 자아개념에 미치는 영향력이 더 강하다는 것을 알 수 있다. 선행연구(Brownlow, Jacobi, & Rogers, 2000; Jansen, Schroeders, & Lüdtke, 2014; Mallow, 1994)에 따르면, 특정 영역에서 여학생들이 남학생에 비해서 학습 관련 자아개념이 낮고, 부정 정서 경험이 많은 경향이 있다. 특히 물리나 수학 등과 같은 과목의 경우, 남학생과 동일한 성취도를 보여주는 경우에도 여학생들은 스스로의 능력을 낮게 평가하는 경향이 있으며(Jansen, Schroeders, & Lüdtke, 2014), 시험 불안이나 지루함 같은 부정 정서는 더 강하게 경험하는 것으로 보고된다(Frenzel, Pekrun, & Goetz, 2007; Limprecht, Janko, & Gläser-Zikuda, 2013). 이러한 과학관련 자아개념과 부정 정서 경험의 성 차이에 대한 가능한 해석으로는 여학생과 남학생의 평균값의 차이와 요인들의 관계 강도(요인 부하값)의 차이 두 가지를 고려할 수 있을 것이다. 즉, 여학생들은 과학 학습 관련 부정 정서를 더 많이 경험할 뿐 아니라 부정 정서 경험이 자아개념에 주는 영향력 또한 커서 과학관련 부정적 자아개념을 갖는 경향이 큰 것으로 해석할 수 있다. 기존 연구들이 주로 자아개념과 부정 정서 경험에서 성별에 따른 평균값의 차이를 보여주는데 그쳤다면 본 연구 결과는 성별에 따른 평균값의 차이 뿐 아니라 정서 경험과 자아개념의 연결 강도의 차이도 보여준다고 할 수 있다.

둘째, 과학 학습 긍정 정서가 과학관련 자아개념에 영향을 미치는

Table 7. χ^2 difference tests for sets of restrictions in multigroup model by gender

	χ^2	df	TLI	CFI	RMSEA	$\Delta\chi^2/df$	$\Delta\chi^2$ Sig Dif
형태 동일성(기저모형) (base model)	4196.171	1076	.922	.930	.040		
측정 동일성 (measurement weight)	4345.017	1105	.921	.927	.040	148.846/29	Yes
구조 동일성 (structural weight)	4374.989	1113	.922	.927	.040	29.972/8	Yes

Table 8. χ^2 difference tests for path coefficients in multigroup model (male vs. female)

경로	여학생		남학생		$\Delta\chi^2$	Δdf
	비표준화 계수(B)	표준화 계수(β)	비표준화 계수(B)	표준화 계수(β)		
과학 학습 부정 정서 → 과학관련 자아개념	-0.187	-0.263***	-0.051	-0.076*	13.598***	1
과학 학습 긍정 정서 → 과학관련 자아개념	0.339	0.549***	0.447	0.689***	11.020**	1
과학 학습 긍정 정서 → 과학 학습 동기	0.263	0.426***	0.219	0.328***	1.940	1
과학관련 자아개념 → 과학 학습 동기	0.518	0.520***	0.637	0.620***	5.493*	1
과학관련 자아개념 → 과학관련 태도	0.324	0.364***	0.365	0.386***	0.287	1
과학관련 자아개념 → 과학관련 진로 포부	0.582	0.435***	0.566	0.421***	0.037	1
과학 학습 동기 → 과학관련 태도	0.412	0.461***	0.453	0.493***	0.309	1
과학관련 태도 → 과학관련 진로 포부	0.724	0.483***	0.699	0.492***	0.080	1
모든 경로 제약					29.971***	8

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

경로에 대한 동일성 제약에서도 통계적으로 유의미한 차이를 보였다 ($p < 0.01$). 이 경로에서 여학생의 표준화 계수(β)는 .549($p < 0.001$), 남학생은 .689($p < 0.001$)이었다. 이는 남학생이 여학생에 비해 과학 학습 긍정 정서가 과학관련 자아개념에 미치는 영향력이 더 강하다는 것을 뜻한다. 선행연구(Beyer & Bowden, 1997; Brownlow, Jacobi, & Rogers, 2000)에 따르면, 동일한 성취를 했을 때 남학생들은 자신의 능력 덕분에 생각하는 반면 여학생들은 자신의 능력은 낮게 평가하고 자신의 노력이나 운 때문으로 생각하는 경향을 보인다. 또한 외부의 비판이나 반응에 대해서 여학생들이 상대적으로 자신의 전반적인 능력에 대한 부정으로 해석하려는 경향이 있다(Roberts, 1991). 이에 비추어 볼 때, 본 연구의 결과는 남학생이 성취감이나 즐거움 같은 긍정 정서 경험을 자신의 능력과 같은 자아개념으로 연결시키는 경향이 더 강하기 때문에 나타난 것으로 해석할 수 있다. 학습 정서가 자아개념에 미치는 영향을 종합하면, 여학생은 부정적 정서, 남학생은 긍정적 정서에 대한 민감성이 상대적으로 더 크다고 볼 수 있다.

마지막으로 과학관련 자아개념이 과학 학습 동기에 영향을 미치는 경로도 집단별로 유의미한 차이를 보였다($p < 0.05$). 이 경로에서 여학생의 표준화 계수(β)는 .520($p < 0.001$), 남학생은 .620($p < 0.001$)이었다. 이는 남학생이 여학생에 비해 자아개념이 동기에 미치는 영향력이 더 강함을 뜻하는 것이다. 학습 동기 이론에서 학습자의 성취 목표에 주목하는 연구자들은 학습자들의 성취 목표에 따라 숙달 지향과 수행 지향의 목표 지향성으로 범주화하며, 이것은 다시 접근과 회피의 기제로 나누어진다(Ames & Archer, 1988; Elliot & McGregor, 2001). 성의 차이에 따른 목표 지향성을 조사한 Skaalvik과 Skaalvik(2004)의 연구에 따르면 동일한 자아개념을 가졌다 할지라도 남학생이 여학생보다 수학에 대한 수행 접근 목표 지향성이 높았으며 다른 동기는 유사하게 나타났다. 자신의 과제를 해결하는데 집중하는 숙달 목표 지향에 비해, 수행 목표 지향은 학습 동기가 자아개념과 관련된 자신의 능력을 인정받는데 집중한다. 이런 점에서 볼 때, 수학의 경우 동일한 자아개념을 가진 남학생이 여학생보다 학습 동기가 높은 이유는 자신의 수학 능력을 인정받고 싶은 동기가 높은 데서 기인했다고 볼 수 있다. 마찬가지로 본 연구에서 남학생이 여학생에 비해 자아개념이 동기에 미치는 계수가 더 높았던 이유도 수학의 경우와 유사하게 과학에 대해서도 남학생이 여학생보다 자아개념과 관

련된 학습 동기가 더 높았던 것의 영향으로 해석할 수 있다. 하지만 성취 목표 지향의 성 차이에 대한 연구결과는 아직 일관된 경향을 나타내고 있지 않아서, 이에 대한 구체적인 해석을 위해서는 추가적인 심층 연구가 필요하다.

이밖에 다른 경로에서는 성별에 따른 유의미한 차이가 없었다. 즉, 과학 학습 긍정 정서가 동기에 미치는 영향, 과학관련 자아개념이 과학관련 태도나 진로 포부에 미치는 영향, 과학 학습 동기가 과학관련 태도에 미치는 영향, 과학관련 태도가 과학관련 진로 포부에 미치는 영향력의 정도에서는 성별에 따른 차이가 없었음을 알 수 있다. 이는 과학 학습 정서의 경우 성에 따른 민감성과 다른 정의적 변인에 대한 영향력이 비교적 큰 반면, 과학관련 자아개념, 과학 학습 동기, 과학관련 태도 등의 경우에는 성에 따른 민감성과 다른 정의적 변인에 미치는 영향력이 비교적 적을 수 있음을 시사한다. 그러나 각 경로에서 성에 따른 차이가 없었던 원인을 밝히기 위해서는 보다 심층적인 질적 연구를 필요로 한다.

2) 학교급에 따른 비교

학교급에 따른 측정 동일성 및 구조 동일성 검증 결과는 Table 9와 같다. 잠재변인에 대한 모든 요인의 적재치를 동일하게 고정된 경로모형의 적합도를 측정된 결과 만족할만한 적합도를 보였다. 학교급별로 혹은 존재할지도 모를 경로계수 간의 유의미한 차이를 알아보기 위해 모형 내에 존재하는 8개의 경로계수에 각각 동일성 제약을 가한 모형 8개를 측정 동일성 모형과 비교한 결과, 모든 경로계수까지 동일성 제약을 가해도 모형의 적합도는 변하지 않았다.

학교급에 따른 구조방정식 모형의 경로계수에 대한 χ^2 검증 결과(Table 10), 5개의 경로에서 초등학교와 중·고등학교 간에 유의미한 차이가 나타났다. 우선 과학 학습 긍정 정서가 과학 학습 동기에 영향을 미치는 경로에 대한 동일성 제약에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($p < 0.01$). 이 경로에 대한 집단별 표준화 계수(β)를 살펴보면, 초등학교의 경우 .280($p < 0.001$), 중·고등학교는 .433($p < 0.001$)이었다. 이는 중·고등학교가 초등학교에 비해 과학 학습 긍정 정서가 과학 학습 동기에 미치는 영향력이 더 강하다는 것을 의미한다.

한편 과학관련 자아개념이 과학 학습 동기, 과학관련 태도, 과학관련 진로 포부 등에 영향을 미치는 경로에 대한 동일성 제약에서도

Table 9. χ^2 difference tests for sets of restrictions in multigroup model by school level

	χ^2	df	TLI	CFI	RMSEA	$\Delta\chi^2/df$	$\Delta\chi^2$ Sig Dif
형태 동일성(기저모형) (base model)	4332.438	1076	.919	.927	.041		
측정 동일성 (measurement weight)	4429.897	1105	.920	.925	.040	97.459/29	Yes
구조 동일성 (structural weight)	4464.847	1113	.920	.925	.040	34.95/8	Yes

Table 10. χ^2 difference tests for path coefficients in multigroup model (elementary vs. secondary)

경로	초등학생		중·고등학생		$\Delta\chi^2$	Δdf
	비표준화 계수(B)	표준화 계수(β)	비표준화 계수(B)	표준화 계수(β)		
과학 학습 부정 정서 → 과학관련 자아개념	-0.087	-0.133***	-0.090	-0.130***	0.006	1
과학 학습 긍정 정서 → 과학관련 자아개념	0.403	0.656***	0.397	0.642***	0.040	1
과학 학습 긍정 정서 → 과학 학습 동기	0.184	0.280***	0.274	0.433***	7.423**	1
과학관련 자아개념 → 과학 학습 동기	0.716	0.669***	0.520	0.509***	12.945***	1
과학관련 자아개념 → 과학관련 태도	0.519	0.498***	0.314	0.339***	5.143*	1
과학관련 자아개념 → 과학관련 진로 포부	0.832	0.566***	0.515	0.386***	12.144***	1
과학 학습 동기 → 과학관련 태도	0.359	0.368***	0.456	0.503***	1.279	1
과학관련 태도 → 과학관련 진로 포부	0.498	0.353***	0.764	0.530***	8.601**	1
모든 경로 제약					34.950***	8

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 즉 과학관련 자아개념이 과학 학습 동기에 미치는 경로의 경우 초등학생의 표준화 계수(β)는 .669($p < 0.001$)이고 중·고등학생은 .509($p < 0.001$)이었으며, 그 차이가 통계적으로 유의미하였다($p < 0.001$). 또한 과학관련 자아개념이 과학관련 태도에 영향을 미치는 경로도 집단별로 통계적으로 유의미한 차이를 나타냈는데($p < 0.05$), 경로의 표준화 계수(β)는 초등학생은 .498($p < 0.001$)이고 중·고등학생은 .339($p < 0.001$)이었다. 마찬가지로 과학관련 자아개념이 과학관련 진로 포부에 영향을 미치는 경로도 초등학생의 표준화 계수(β)가 .566($p < 0.001$)로 중·고등학생의 표준화 계수(β)인 .386($p < 0.001$)보다 통계적으로 유의미하게 컸다($p < 0.001$). 이는 중·고등학생에 비해 초등학생들의 과학관련 자아개념이 과학 학습 동기, 과학관련 태도, 과학관련 진로 포부에 미치는 영향력이 더 강하다는 것을 뜻한다.

또한 과학관련 태도가 과학관련 진로 포부에 영향을 미치는 경로도 집단별로 유의미한 차이를 보였는데($p < 0.01$), 이 경로의 표준화 계수(β)는 초등학생은 .353($p < 0.001$), 중·고등학생은 .530($p < 0.001$)이었다. 즉 중·고등학생이 초등학생에 비해 과학관련 태도가 과학관련 진로 포부에 더 강력한 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 초등학교시기에 비해 중·고등학교시기에 가지는 과학관련 태도가 과학관련 진로 포부에 미치는 영향력이 크다는 것으로 미루어 중·고등학교에서 과학관련 긍정적 태도를 가질 수 있는 환경을 만드는 것이 과학관련 진로 지도에 도움이 될 것으로 보인다.

이상의 결과들은 초등학생의 경우에는 과학관련 자아개념이 다른 정의적 변인에 미치는 영향력이 비교적 방대하고 크게 작용한 반면, 중·고등학생의 경우에는 과학 학습 긍정 정서나 과학관련 태도가

다른 정의적 변인에 미치는 영향이 비교적 크게 작용할 가능성을 시사한다. 진로 포부를 자아개념의 발달로 설명하는 Gottfredson(1981)에 따르면, 14세 미만의 시기에는 학생들이 타인의 평가에 민감해지고 자신의 능력에 대한 평가가 진로 선택에 영향을 미친다. 또한 초등학생의 경우 자신에 대한 판단이 관련 진로에 대한 포부를 형성하는데 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다(Kang et al., 2015; Lim, 2014). Ginzberg(1972)의 직업 선택이론에 따르면 10세 이전은 환상적 선택 단계로 자기가 원하는 직업이면 뭐든지 할 수 있다고 생각하는 단계이고, 시도적 선택 단계(11~17세)에는 자신의 흥미, 적성, 능력, 가치 등 개인적, 주관적 요인이 직업 선택의 주요 요소로 간주된다고 본다. 이후 현실적 선택 단계가 되면 직업 요구 조건, 교육 기회, 취업 기회 등 외부의 현실적 요인과 개인의 주관적 요인들을 타협하는 단계로 연령이 높아짐에 따라 자신의 능력에 대한 판단이나 직무 내용 이외 직업 자체의 안정성, 보수, 사회적 인지도 등이 진로 선택에 미치는 영향이 커진다. 이러한 선행연구에 비추어 볼 때, 중·고등학생에 비하여 초등학생이 과학관련 자아개념에 대한 민감성이 상대적으로 높아 과학관련 자아개념이 과학 학습에 대한 동기, 태도, 진로 포부 등에 미치는 영향이 더 다양하고 크게 나타난 것으로 해석할 수 있다. 본 연구에서 측정된 과학관련 자아개념은 ‘과학 학습과 관련하여 학생이 자기 자신에 대하여 가지고 있는 생각과 자신감’으로 자아효능감과 자아존중감으로 구성되었다. 이러한 과학관련 자아개념이 다른 정의적 영역에 미치는 영향력은 중·고등학교시기에 비해 초등학교시기에 더 강하다는 결과를 바탕으로 특히 초등학교 과학시간에 학생들의 과학관련 자아효능감과 자아존중감을 높일 수 있는 성공 경험을 많이 제공할 수 있는 학습 환경 조성이 필요한 것으로

Table 11. χ^2 difference tests for sets of restrictions in multigroup model by school location

	χ^2	df	TLI	CFI	RMSEA	$\Delta\chi^2/df$	$\Delta\chi^2$ Sig Dif
형태 동일성(기저모형) (base model)	4312.531	1076	.920	.928	.040		
측정 동일성 (measurement weight)	4361.141	1105	.922	.927	.040	48.61/29	Yes
구조 동일성 (structural weight)	4365.437	1113	.922	.927	.040	4.296/8	No

Table 12. χ^2 difference tests for path coefficients in multigroup model (city vs. rural)

경로	대도시		읍면지역		$\Delta\chi^2$	Δdf
	비표준화 계수(B)	표준화 계수(β)	비표준화 계수(B)	표준화 계수(β)		
과학 학습 부정 정서 → 과학관련 자아개념	-0.106	-0.157***	-0.034	-0.048###	1.802	1
과학 학습 긍정 정서 → 과학관련 자아개념	0.393	0.632***	0.485	0.749***	3.741	1
과학 학습 긍정 정서 → 과학 학습 동기	0.240	0.376***	0.229	0.351***	0.054	1
과학관련 자아개념 → 과학 학습 동기	0.583	0.568***	0.599	0.595***	0.041	1
과학관련 자아개념 → 과학관련 태도	0.349	0.379***	0.347	0.371***	0.000	1
과학관련 자아개념 → 과학관련 진로 포부	0.586	0.432***	0.593	0.421***	0.005	1
과학 학습 동기 → 과학관련 태도	0.434	0.484***	0.429	0.460***	0.002	1
과학관련 태도 → 과학관련 진로 포부	0.716	0.486***	0.745	0.495***	0.063	1
모든 경로 제약					4.297	8

** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

보인다.

한편, 과학 학습 정서가 과학관련 자아개념에 영향을 미치는 경로, 과학 학습 동기가 과학관련 태도에 영향을 미치는 경로에서는 학교급에 따라 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 즉 과학 학습 정서가 과학 관련 자아개념에 미치는 영향과 과학 학습 동기가 과학관련 태도에 미치는 영향에서는 학교급에 따른 영향이 작음을 알 수 있다. 이는 학교급에 따른 차이보다는 과학 학습 정서와 과학관련 자아개념 또는 과학 학습 동기와 태도의 밀접한 관련성의 영향이 보다 컸기 때문으로 보인다. 하지만 이에 관한 좀 더 명확한 해석을 위해서는 보다 심층적인 질적 연구가 필요하다.

3) 지역규모에 따른 비교

조사 대상 학교가 위치한 지역의 규모(도시지역 vs. 읍면지역)에 따라 집단을 구분하여 잠재변인에 대한 모든 요인의 적재치를 동일하게 고정한 경로모형의 적합도를 측정하고 결과 만족할만한 적합도를 보였다. 지역규모에 따른 집단 사이에 혹시나 존재할지도 모를 경로 계수 간의 유의미한 차이를 알아보기 위해 모형 내에 존재하는 8개의 경로계수에 각각 동일성 제약을 가한 모형 8개를 측정 동일성 모형과 비교한 결과(Table 11), 모든 경로계수까지 동일성 제약을 가해도 모형의 적합도는 변하지 않았다. 또한 경로 상에도 지역규모에 따라 유의미한 차이를 보이는 경로는 없었다(Table 12). 이는 공통교육과정 에 따르는 우리나라 ‘과학’ 교과 특성상, 아마도 학생들이 유사한 교육과정 또는 교과서를 바탕으로 과학 수업 및 활동을 하고, 기타 과학 학습 환경 여건도 유사하기 때문에 지역규모와 무관하게 학생들의 과학 긍정경험 지표구성 변인 간의 상호관련성 및 상호 영향력의

크기가 유사하게 나타난 것으로 해석할 수 있다.

4) 과학관련 활동 참여 여부에 따른 비교

과학관련 활동 참여 여부에 따라 집단을 구분하여 잠재변인에 대한 모든 요인의 적재치를 동일하게 고정한 경로모형의 적합도를 측정하고 결과 만족할만한 적합도를 보였다. 과학관련 활동 참여 여부별로 혹시 존재할지도 모를 경로계수 간의 유의미한 차이를 알아보기 위해 모형 내에 존재하는 8개의 경로계수에 각각 동일성 제약을 가한 모형 8개를 측정 동일성 모형과 비교한 결과(Table 13), 모든 경로계수까지 동일성 제약을 가해도 모형의 적합도는 변하지 않았다. 또한 경로 상에도 과학관련 활동 참여 여부별로 유의미한 차이를 보이는 경로는 없었다(Table 14). 이는 과학관련 활동 참여 여부가 과학 긍정경험 지표 구성 변인 간의 상호관련성에 미치는 영향이 작음을 의미한다.

본 연구에서 사용한 검사지에서는 단순히 지난 1학기 동안 과학관련 활동 참여 여부를 묻고, 참여했을 경우 어떤 활동에 참여했는지를 기입하게 하였다. 그러나 과학관련 활동의 유형과 종류, 목적 등이 모두 상이하기 때문에 분석에서는 과학관련 활동의 유형을 세분화하지 않고 참여 여부만을 기준으로 집단을 구분한 후 결과를 비교하였다. 이로 인해 과학관련 활동의 특성이 본 연구 결과에 충분히 반영되지 못했을 가능성이 있으므로, 추후에는 과학관련 활동의 특성을 세분화하여 분석하는 후속 연구가 필요하다.

이상의 학생의 배경 변인에 따른 집단 간 경로계수를 비교 분석한 결과를 종합하면, 성별과 학교급별에 따라서는 집단 간에 경로계수의 차이가 유의미하게 나타난 반면, 지역규모와 과학관련 활동 참여 여부에 따라서는 집단 간 경로계수 차이가 유의미하지 않았다. 즉 본

Table 13. χ^2 difference tests for sets of restrictions in multigroup model by participation in science-related extra curricular activities

	χ^2	df	TLI	CFI	RMSEA	$\Delta\chi^2/df$	$\Delta\chi^2$ Sig Dif
형태 동일성(기저모형) (base model)	4198.664	1076	.919	.926	.040		
측정 동일성 (measurement weight)	4276.003	1105	.920	.925	.040	77.339/29	Yes
구조 동일성 (structural weight)	4281.284	1113	.920	.925	.040	5.281/8	No

Table 14. χ^2 difference tests for path coefficients in multigroup model (participants vs. non-participants)

경로	과학관련 활동 참여		과학관련 활동 비참여		$\Delta\chi^2$	Δdf
	비표준화 계수(B)	표준화 계수(β)	비표준화 계수(B)	표준화 계수(β)		
과학 학습 부정 정서 → 과학관련 자아개념	0.425	0.652***	0.383	0.646***	0.026	1
과학 학습 긍정 정서 → 과학관련 자아개념	-0.089	-0.128***	-0.095	-0.150***	1.846	1
과학 학습 긍정 정서 → 과학 학습 동기	0.251	0.387***	0.229	0.360***	0.446	1
과학관련 자아개념 → 과학 학습 동기	0.576	0.577***	0.594	0.553***	0.105	1
과학관련 자아개념 → 과학관련 태도	0.303	0.340***	0.383	0.403***	1.073	1
과학관련 자아개념 → 과학관련 진로 포부	0.467	0.523***	0.388	0.437***	0.529	1
과학 학습 동기 → 과학관련 태도	0.745	0.504***	0.675	0.455***	1.114	1
과학관련 태도 → 과학관련 진로 포부	0.561	0.426***	0.623	0.440***	0.575	1
모든 경로 제약					5.281	8

*** $p < 0.001$

연구에서 설정한 과학 긍정경험 지표 구성 변인 간 구조방정식 모형에 따르면 구성 변인 간의 관련성은 성이나 연령 등과 같은 자연적 또는 개인적 변인에 비해, 지역규모나 과학관련 활동 참여 여부 등과 같은 외부적 경험 변인의 영향을 상대적으로 덜 받는 안정적 모형일 가능성이 있다. 하지만 과학관련 활동과 같은 외부적 경험 변인의 종류와 특성에 따라 그 영향이 다소 다를 수 있기 때문에 과학 긍정경험 지표 구성 변인 간의 관계에 대한 심층적인 이해를 위해서는 보다 체계적이고 심층적인 후속 연구를 필요로 한다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 선행연구(Shin *et al.*, 2017b)에서 개발한 ‘과학 긍정경험 지표 검사’를 사용하여, 과학 학습 정서, 과학관련 자아개념, 과학 학습 동기, 과학관련 태도, 과학관련 진로 포부로 설정된 5개 변인간의 유의미한 경로 모형을 분석하여 이들 간의 상호 관계를 규명하기 위한 연구로써, 전국 17개 시·도 4, 6, 8, 10학년 학생을 대상으로 과학 긍정경험 지표 검사(TIPES)를 사용하여 연구한 결과를 토대로 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

첫째, 과학 학습 정서가 정의적 성취를 촉진하기 위한 초기 변인으로서의 역할을 담당하는 것으로 나타났다. 과학 학습 정서는 긍정 정서 이면 부정 정서이건 모두 과학관련 자아개념을 경유하여 과학 학습 동기, 과학관련 태도, 과학관련 진로 포부에 영향을 주고 있었다. 특히, 과학 학습 긍정 정서의 과학관련 자아개념에 미치는 영향력($\beta=.65$)은 과학 학습 부정 정서의 영향($\beta=-.14$)보다 높았다. 따라서 학습자의

정의적 성취를 위해서는 과학 학습 정서, 특히 부정적 정서의 억제보다 긍정적 정서 유발이 더 중요한 것으로 나타났다. 이를 고려하면 학습자의 정의적 성취를 위해서는 무엇보다도 긍정적인 과학 학습 정서를 유발하기 위한 방안을 모색하여 적용할 필요가 있다. 또한, 과학 학습 긍정 정서는 과학관련 자아개념을 경유하지 않고 직접적으로 과학 학습 동기에 영향을 주기도 하였으며, 결국 과학 학습 동기는 과학관련 태도를 통해 과학관련 진로 포부에 영향을 주므로 과학 학습 긍정 정서의 중요성이 크다고 할 수 있다.

둘째, 과학관련 자아개념이 정의적 성취를 위한 주요 중재 변인으로 나타났다. 과학관련 자아개념은 과학 학습 동기에 영향을 줄 뿐 아니라, 직접적으로 과학관련 진로 포부에 영향을 미치기도 하고, 간접적으로 과학관련 태도를 통해 영향을 미치기도 한다. 이렇게 과학관련 자아개념이 정의적 특성들 간의 중요한 중재 변인이라는 것을 고려해보면 학생들에게 과학관련 긍정적인 자아개념을 불러일으킬 수 있는 방안이 요구된다고 할 수 있다. 결국 이것은 과학 학습 정서가 자아개념에 미치는 긍정적인 영향을 고려할 때, 긍정적인 과학 학습 정서를 유발하는 것이 중요한 방안일 수 있으며, 이와 함께 과학관련 자아개념을 촉진할 수 있는 다양한 방안을 강구해야 할 것이다. 특히 본 연구에서 나타난 집단 간 차이, 예를 들면 남녀 차이를 고려하여 학습자의 특수성에 최적화된 다양한 트랙의 지원 방법이 필요하다.

셋째, 과학 학습 동기는 과학관련 태도를 통해서 간접적으로 과학관련 진로 포부에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉 본 연구에서는 진로 포부에 있어 과학관련 자아개념이나 과학관련 태도가 직접적인 영향을 주며, 과학 학습 동기는 이들을 통해 간접적으로 영향을 주고

있다. 다만, 과학 학습 동기가 과학관련 진로 포부에 간접적 영향을 준다는 결과는 관련 선행연구(예를 들면 Kang *et al.*, 2014)와 차이가 있는 것으로 이는 과학 학습 동기를 어떻게 설정하고 어떤 문항으로 구성하는지에 따른 차이로 해석된다. 이와 관련하여 다양한 측면을 고려한 지속적인 연구를 진행할 필요가 있음을 시사해주고 있다.

넷째, 과학관련 태도가 과학관련 진로 포부에 영향을 미치는 직접적인 변인이 밝혀졌다. 과학관련 진로 포부는 과학 학습 정서, 과학 관련 자아개념, 과학 학습 동기 등의 영향을 받은 과학관련 태도의 직접적인 영향을 받고 있었다. 이는 과학관련 태도가 정의적 성취를 결정하는 직접적인 요인 중 하나이며, 학생들의 과학관련 태도가 과학관련 진로 포부의 예측 인자가 될 수 있는 가능성을 보여준다. 따라서 학생들의 과학관련 태도에 대한 지속적인 모니터링과 향상을 위한 노력이 정의적 성취를 위하여 매우 중요함을 시사한다.

다섯째, 학생의 배경 변인은 구조방정식 경로 모형에서 통계적으로 유의미한 차이를 보여주었다. 분석 결과를 보면 성별과 학교급에 따라서는 집단 간에 경로계수의 차이가 있었으며, 지역규모와 과학관련 활동 참여 여부에 따라서는 집단 간 경로계수에 유의미한 차이가 없었다. 대체로 여학생은 남학생에 비해 과학 학습 부정 정서를 더 많이 경험하고 부정 정서 경험이 자아 개념에 주는 영향력이 크므로 과학 관련 자아 개념이 낮은 경향이 있었다. 이것은 결국 과학 학습 동기로 이어져 남학생이 여학생에 비해 자아개념과 관련된 학습 동기가 더 높아졌다고 할 수 있다. 이런 맥락에서 긍정적인 과학 학습 정서를 유발하기 위한 방안을 구안할 때 성별 특수성을 반영하는 방안을 함께 고려해야 할 것이다.

학교급에 따른 비교에서는 중·고등학생은 초등학생에 비해 과학 학습 긍정 정서가 과학 학습 동기에 미치는 영향력이 크게 나타났고, 과학관련 태도가 과학관련 진로 포부에 더 강력한 영향을 미치고 있었다. 이는 중·고등학교 시절에 학생들이 과학관련 긍정적 태도를 가질 수 있도록 환경 조성을 하는 것이 보다 더 필요하다는 것을 시사해주는 것이다. 한편, 과학관련 자아개념이 과학 학습 동기, 과학관련 태도, 과학관련 진로 포부에 미치는 영향력은 초등학생들이 중·고등 학생에 비해 크게 나타났다. 이는 초등학생 단계에서 학생들의 과학 관련 자아개념을 높일 수 있는 성공 경험을 확대하기 위한 학습 환경을 조성해야 하며, 이러한 학습 환경 조성을 고려한 교수·학습 자료 개발 및 수업 방법 개선 방안 등을 마련해야 한다는 것을 시사해주고 있다. 요약하면, 초등학생들의 경우 과학관련 긍정적 자아개념 형성에 필요한 지원에 보다 초점을 둘 필요가 있으며, 중·고등학생들의 경우에는 긍정 정서 경험을 보다 많이 제공하고 과학관련 태도의 촉진에 관심을 두는 것이 정의적 성취에 효과적일 수 있다.

한편, 본 연구에서 지역이나 과학관련 활동 참여 여부에 따른 경로 계수에 차이를 보이지 않은 것은 본 연구의 구조방정식 모형에서 지역규모나 과학관련 활동 참여 여부 등과 같은 외부적 경험 변인의 영향이 성별이나 연령에 비해 상대적으로 적은 안정적 모형이기 때문일 가능성도 있으나 과학관련 활동에서 외부 경험 변인의 종류와 특성에 따라 그 영향이 다르게 나타날 수도 있으므로 추가적인 연구가 필요하다. 따라서 과학 긍정경험 지표 구성 변인 간의 관계에 대한 심층적인 이해와 그 영향력을 알아보기 위해서는 보다 체계적이고 심층적인 후속 연구가 필요하다. 또한, 본 연구는 양적 연구의 방법론을 사용해 수행되었기 때문에 구체적으로 어떤 과정을 통하여 구성

변인이 영향을 미쳤는지에 대한 심층적인 정보를 얻지 못한 한계가 있으므로 이에 대한 심층적이고 면밀한 질적 연구가 요청된다.

국문요약

이 연구의 목적은 과학 학습 관련 정의적 특성 간의 상호작용을 종합적으로 이해하기 위하여 ‘과학 긍정경험’ 구성 변인들 간의 유의미한 경로모형을 규명하는 것이다. 여기서 과학 긍정경험이란 과학 학습에 관련된 학생들의 정의적 성취에 긍정적인 영향을 미치는 경험의 총체를 의미하며, 과학 긍정경험에 따른 학생들의 정의적 성취를 구성하는 5개 하위 변인은 ‘과학 학습 정서’, ‘과학관련 자아개념’, ‘과학 학습 동기’, ‘과학관련 태도’, 및 ‘과학관련 진로 포부’이다. 전국 17개 시도에서 4학년, 6학년, 8학년, 10학년에서 각각 1개 학급 학생들을 임의로 표집하여, 총 1841명을 대상으로 ‘과학 긍정경험 지표 검사(TIPES)’를 사용하여 온라인 설문 조사를 실시하였다. 주요 변인들 간의 구조적 관계를 파악하기 위하여 구조방정식 모형을 선정하고, 최종 구조방정식 모형의 경로계수가 집단 간 차이가 있는지 확인하기 위한 다집단 분석을 실시하였다. 구조방정식 모형 분석 결과, 과학 학습 긍정 정서와 부정 정서는 모두 과학관련 자아개념을 경유하여 과학 학습 동기, 과학관련 태도, 과학관련 진로 포부에 영향을 주는 것으로 나타났다. 배경 변인에 따른 집단 간 과학 긍정경험의 5개 하위 영역의 평균 차이를 t-test 검증을 통해 비교한 결과에 따르면, 과학 긍정경험의 5개 하위 영역은 성별, 학교급, 지역규모, 과학관련 활동 참여 여부에 따라 평균값이 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 학생의 배경 변인에 따라 구조방정식 경로모형에 차이가 있는지 알아보기 위해 실시한 다집단 분석 결과를 살펴보면, 성별과 학교급 별에 따라서는 집단 간에 경로계수의 차이가 유의미하게 나타난 반면, 지역규모와 과학관련 활동 참여 여부에 따라서는 집단 간 경로계수 차이가 유의미하지 않았다. 결론에서는 본 연구의 결과를 토대로 학습자의 정의적 성취를 돕기 위한 과학교육에의 시사점을 논하였다.

주제어 : 과학 긍정경험, 과학 학습 정서, 과학관련 자아개념, 과학 학습 동기, 과학관련 태도, 과학관련 진로 포부, 구조방정식 모형

References

- Ames, C., & Archer, J., (1988). Achievement goals in the classroom: Students' learning strategies and motivation process. *Journal of Educational Psychology*, 80(3), 260-267.
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2010). "Doing" science versus "being" a scientist: Examining 10/11-year-old schoolchildren's constructions of science through the lens of identity. *Science Education*, 94(4), 617-639.
- Beyer, S., & Bowden, E. M. (1997). Gender differences in self-perceptions: Convergent evidence from three measures of accuracy and bias. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 23(2), 157-172.
- Boekaerts, M. (2007). Understanding students' affective processes in the classroom. In P. A. Schutz & R. Pekrun (Eds.), *Emotion in Education* (pp. 37-56). Amsterdam: Academic Press.
- Brownlow, S., Jacobi, T. & Rogers, M. (2000). Science anxiety as a function of gender and experience. *Sex Roles*, 42(1/2), 119-131.
- Chang, C.-Y., & Cheng, W.-Y. (2008). Science achievement and students' self-confidence and interest in science: A Taiwanese representative sample study. *International Journal of Science Education*, 30(9), 1183-1200.

- Cho, J., Kim, S., Kim, M., Ok, H. J., Lim, H. M., & Son, S. K. (2012). Ways of Improving Korean Students' Affective Characteristics Based on PISA and TIMSS Results. (Research Report CRE 2012-4). Seoul: KICE.
- Choe, S., Kim, J., Park, S., Og, E., Kim, J. & Baek, H. (2013). Strategies for Improving the Affective Characteristics of Korean Students Based on the Results of PISA and TIMSS. (Research Report RRE 2013-18). Seoul: KICE.
- Coopersmith, S., & Feldman, R. (1974). Fostering positive self-concept and high self-esteem in the classroom. In R. H. Coop & K. P. White (Eds.), *Psychological Concepts in the Classroom* (pp. 192-225). New York, NY: Harper&Row.
- Debacker, T. K., & Nelson, R. M. (2000). Motivation to learn science: Differences related to gender, class type, and ability. *The Journal of Educational Research*, 93(4), 245-254.
- DeWitt, J., Osborne, J., Archer, L., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2013). Young children's aspirations in science: The unequivocal, the uncertain and the unthinkable. *International Journal of Science Education*, 35(6), 1037-1063.
- Elliot, A. J., & McGregor, H. A. (2001). A 2 × 2 achievement goal framework. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(3), 501-519.
- Falk, J. H., & Adelman, L. M. (2003). Investigating the impact of prior knowledge and interest on aquarium visitor learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 163-176.
- Fortus, D. (2014). Attending to affect. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(7), 821-835.
- Fraser, B. J. (1978). Development of a test of science-related attitudes. *Science Education*, 62(4), 509-515.
- Fredrickson, B. L. (1998). What good are positive emotions? *Review of General Psychology*, 2(3), 300-319.
- Frenzel, A. C., Pekrun, R., & Goetz, T. (2007). Girls and mathematics—A “hopeless” issue? A control-value approach to gender differences in emotions towards mathematics. *European Journal of Psychology of Education*, 22(4), 497-514.
- Gardner, P. L. (1996). The dimensionality of attitude scales: A widely misunderstood idea. *International Journal of Science Education*, 18(8), 913-919.
- George, R. (2006). A cross-domain analysis of change in students' attitudes toward science and attitudes about the utility of science. *International Journal of Science Education*, 28(6), 571-589.
- Ginzberg, E. (1972). Toward a theory of occupational choice: A restatement. *The Career Development Quarterly*, 20(3), 2-9.
- Gläser-Zikuda, M., Stuchliková, I., & Janik, T. (2013). Emotional aspects of learning and teaching: Reviewing the field – Discussing the issues. *Orbis Scholae*, 7(2), 7-22.
- 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(10), 1159-1176.
- Glynn, S. M., Taasobshirazi, G. & Brickman, P. (2007). Nonscience majors learning science: A theoretical model of motivation. *Journal for Research in Science Teaching*, 44(8), 1088-1107.
- Goetz, T., Frenzel, A. C., Pekrun, R., Hall, N. C., & Lüdtke, O. (2007). Between-and within-domain relations of students' academic emotions. *Journal of Educational Psychology*, 99(4), 715-733.
- Gottfredson, L. S. (1981). Circumscription and compromise: A developmental theory of occupational aspirations. *Journal of Counseling Psychology*, 28(6), 545-579.
- Ha, M., Kim, M., Park, K., & Lee, J. (2012). The analysis of level and structure of natural science high school students' science motivation compared to general high school students'. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(5), 866-878.
- Haney, R. E. (1964). The development of scientific attitudes. *The Science Teacher*, 31(12), 33-35.
- Hazari, Z., Sonnert, G., Sadler, P. M., & Shanahan, M.-C. (2010). Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 978-1003.
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111-127.
- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55.
- Isen, A. M. (2000). Some perspectives on positive affect and self-regulation. *Psychological Inquiry*, 11(3), 184-187.
- Jansen, M., Schroeders, U., & Lüdtke, O. (2014). Academic self-concept in science: Multidimensionality, relations to achievement measures, and gender differences. *Learning and Individual Differences*, 30, 11-21.
- Jo, S. (2011). The mediation effect of cognitive self-regulated learning strategy in the relationships between self-efficacy and achievement in science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 31(6), 958-969.
- Kang, E., Kim, C., Choe, S., Noh, T., Yoo, J., & Kim, H. (2015). The change of the relationship between Korean 4th graders' career aspirations in science and science identities. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 35(5), 841-856.
- Kang, M., Kim, Y., Lim, H., & Yoo, Y. (2014). Investigating the structural relationship among science experience, learning motivation, achievement and career orientation of high school students. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 18(3), 625-643.
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2-10.
- Kim, E. J. & Yang, M. H. (2011). An exploratory study on academic emotions of Korean students. *The Korean Journal of Educational Psychology*, 25(3), 501-521.
- Kim, J., Kim, M., & Hong, S. (2009). *Thesis Writing with Structural Equation Model*. Seoul: Communications Books, Inc.
- Kim, S., Jung, C., & Shin, D. (2015). Research trends of science related attitude in the Korean major journals of science education. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 15(12), 179-200.
- KOFAC (2015). *Development Research of Draft of 2015 Revised Subject Curriculum II - Science Curriculum*. (Research Report BD15110002). Seoul: KOFAC.
- KOFST (2002). How to cope with the evasion of science and engineering. *The Science & Technology*, 35(7), 43-65.
- Kwak, Y. (2017). Exploration of features of Korean eighth grade students' attitudes toward science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 37(1), 135-142.
- Kwon, C., Hur, M., Yang, I., & Kim, Y. (2004). A cause analysis of learning environment variables of change in science attitudes on elementary and secondary school students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 24(6), 1256-1271.
- Lee, J. & Chung, Y. (2014). An analysis of structural relationship among the attitude toward science, science motivation, self-regulated learning strategy, and science achievement in middle school students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(5), 491-497.
- Lee, J., Nam, S., Lee, M., Lee, J., & Lee, S. (2009). Rosenberg' self-esteem scale: Analysis of item-level validity. *The Korean Journal of Counseling and Psychotherapy*, 21(1), 173-189.
- Lee, J., Park, S., & Kim, Y. (2012). An analysis of educational factors on career choice of science-gifted students to science and technology bound universities. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(1), 15-29.
- Lee, M. & Kim, K. (2004). Relationship between attitudes toward science and science achievement. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 24(2), 399-407.
- Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behavior*, 45(1), 79-122.
- Lim, H. (2014). The relationship between elementary students' perception of science learning and their perception of science career. *The Journal of Korea Elementary Education*, 25(3), 227-238.
- Limprecht, S., Janko, T., & Gläser-Zikuda, M. (2013). Achievement emotions of boys and girls in physics instruction: Does a portfolio make a difference? *Orbis Scholae*, 7(2) 43-66.
- Linnenbrink, E. A. (2007). The role of affect in student learning: A multi-dimensional approach to considering the interaction of affect, motivation, and engagement. In P. A. Schutz & R. Pekrun (Eds.), *Emotion in Education* (pp. 107-124). Amsterdam: Academic Press.
- Mallow, J. V. (1994). Gender-related science anxiety: A first binational study. *Journal of Science Education and Technology*, 3(4), 227-238.
- Mazlo, J., Dormedy, D. F., Neimoth-Anderson, J. D., Urlacher, T., Carson, G. A., & Kelter, P. B. (2002). Assessment of motivational methods in the general chemistry laboratory. *Journal of College Science Teaching*, 36, 318-321.
- McMillan, J. H., & Forsyth, D. R. (1991). What theories of motivation say about why learners learn. *New Directions for Teaching and Learning*, 45, 39-46.
- MOE (2016a). *General Plans for Science Education (2016.2.)*. MOE.
- MOE (2016b). *Result Announcement of PISA 2015*. MOE Press Release (2016. 12. 6.).
- 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.
- National Research Council (2011). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nieswandt, M. (2007). Student affect and conceptual understanding in learning chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 908-937.
- Oliver, W. H., Pettus, W. C., & Hedin, B. A. (1990). Three studies of factors affecting the attitudes of blacks and females toward the pursuit of science and science-related careers. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(4), 289-314.
- Osborne, J. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Parker, V. & Gerber, B. (2000). Effects of a science intervention program on middle-grade student achievement and attitudes. *School Science and Mathematics*, 100(5), 236-242.
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315-341.
- Pekrun, R., Frenzel, A. C., Goetz, T., & Perry, R. P. (2007). The control-value theory of achievement emotions: An integrative approach to emotions in education. In P. A. Schutz & R. Pekrun (Eds.), *Emotion in Education* (pp. 13-36). Amsterdam: Academic Press.
- Pekrun, R., Goetz, T., Frenzel, A. C., Barchfeld, P., & Perry, R. P. (2011). Measuring emotions in students' learning and performance: The achievement emotions questionnaire (AEQ). *Contemporary Educational Psychology*, 36(1), 36-48.
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., & Perry, R. P. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research. *Educational Psychologist*, 37(2), 91-105.
- Pintrich, P. R., & Schunk, D. H. (1995). *Motivation in Education: Theory, Research, and Applications*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Roberts, T. A. (1991). Gender and the influence of evaluations on self-assessments in achievement settings. *Psychological Bulletin*, 109(2), 297-308.
- Rosenberg, M. (1965). *Society and the Adolescent Self-image*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Sayers, S. L., Curran, P. J., & Mueser, K. T. (1996). Factor structure and construct validity of the scale for the assessment of negative symptoms. *Psychological Assessment*, 8(3), 269-280.
- Schunk D. H., & Zimmerman B. J. (2006). Competence and control beliefs: Distinguishing the means and ends. In Alexander P. A., Winne P. H. (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (2nd ed., pp. 349-367). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schutz, P. A., & Pekrun, R. (2007). *Emotion in Education*. Amsterdam: Academic Press.
- Shin, D., & Park, B. (2007). Research synthesis of gender differences in Korean science education journals. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 28(4), 453-461.
- Shin, S., Ha, M., & Lee, J. (2016). The development and validation of instrument for measuring high school students' STEM career motivation. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 36(1), 75-86.
- Shin, Y., Kang, H., Kwak, Y., Kim, H., Lee, S.-Y., & Lee, S. (2017a). A comparative analysis of the test tools in science-related affective domains. *Biology Education*, 45(1), 41-54.
- Shin, Y., Kwak, Y., Kim, H., Lee, S.-Y., Lee, S., & Kang, H. (2017b). Study on the development of test for indicators of positive experiences about science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 37(2), 335-346.
- Skaalvik, E. M., & Skaalvik, S. (2004). Self-concept and self-efficacy: A test of the internal/external frame of reference model and predictions of subsequent motivation and achievement. *Psychological Reports*, 95, 1187-1202.
- Song, J., Pak, S.-J., & Jang, K.-A. (1992). Attitudes of boys and girls in elementary and secondary schools towards science lessons and scientists. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 12(3), 109-118.
- Tobin, K., Ritchie, S., Oakley, J., Mergard, V., & Hudson, P. (2013). Relationships between emotional climate and the fluency of classroom interactions. *Learning Environments Research*, 16(1), 71-89.
- Weinburgh, M. (1995). Gender differences in student attitudes toward science: A meta-analysis of the literature from 1970 to 1991. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(4), 387-398.
- Yoon, J. (2007). The analysis of causal relationship among students' science-related career. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 27(7), 570-582.
- Zembylas, M. (2005). Beyond teacher cognition and teacher beliefs: The value of the ethnography of emotions in teaching. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 18(4), 465-487.
- Zimmerman, B. J., & Bandura, A. (1994). Impact of self-regulatory influences and writing course attainment. *American Educational Research Journal*, 31(4), 845-862.