Journal of the Korean Association for Science Education
Journal homepage: www.koreascience.org

과학긍정경험 지표 검사를 위한 도구 개발 연구

신영준[1], 곽영순[2], 김희경[3], 이수영[4], 이성희[5], 강훈식[4*]
[1]경인교육대학교, [2]한국교육과정평가원, [3]강원대학교, [4]서울교육대학교, [5]서울강서초등학교

Study on the Development of Test for Indicators of Positive Experiences about Science

Youngjoon Shin[1], Youngsun Kwak[2], Heekyong Kim[3], Soo-Young Lee[4], Sunghee Lee[5], Hunsik Kang[4*]
[1]Gyeongin National University of Education, [2]Korea Institue of Curriculum and Evaluation, [3]Kangwon National University,
[4]Seoul National University of Education, [5]Seoul Kangseo Elementary School

ARTICLE INFO

Article history:
Received 17 February 2017
Received in revised form
10 March 2017
Accepted 11 March 2017

Keywords:
positive experiences about science,
science academic emotion,
science-related self-concept,
science learning motivation,
science-related career aspiration,
science-related attitude

ABSTRACT

In this study, we developed and examined the validity and reliability of the Test for Indicators of Positive Experiences about Science (TIPES) that measures students' positive experiences about science. We have developed TIPES through literature reviews, development of the preliminary version of TIPES, a pilot test and revisions of the preliminary version, and the test of the final version. Through literature reviews and Delpi methods, we developed the preliminary version of TIPES, which consists of five categories such as science academic emotion, science-related self-concept, science learning motivation, science-related career aspiration, and science-related attitude. Using the preliminary version, we conducted a pilot test with 198 students consisting of 4th, 6th, 8th, and 10th graders, and modified the first version based on the results from the pilot test and expert meetings. We then conducted a main test with the revised version of TIPES with 1,841 students consisting of 4th, 6th, 8th, and 10th graders. According to a confirmatory factor analysis, a reliability test and descriptive statistics analyses, TIPES found to have a good validity as well as reliability. In addition, there are statistically significant differences in the norm distribution and scores of TIPES by student's grade, gender, school location, and level of participation in science-related activities. Discussed in the conclusion are the implications of this research for science education research and science teaching and learning practices in the school.

Ⅰ. 서론

과학과 교수・학습에서는 전통적으로 과학에 대한 학습자의 인지적 성취를 주요 목적으로 추구하였다. 그러나 학생들의 학습동기, 신념, 태도 등과 같은 정의적 특성은 졸업 후 학문적 성취나 진로 결정 등에 대한 주요 예측 인자로 간주될 뿐만 아니라(Kwon *et al*., 2004; Lee & Kim, 2004; Parker & Gerber, 2000; Yoon, 2007), 나아가 개인의 성장이나 사회의 성취에도 중요한 영향을 미치는 것이 밝혀지면서 근래의 교육 정책에서는 학습자의 정의적 특성도 주요 목적으로 부각되고 있다. 과학 학습과 관련된 학습자의 정의적 성취는 인지적 성취의 중재 요인일 뿐 아니라 그 자체도 중요한 과학 교수・학습의 목적으로 보는 시각이 증가하고 있다(National Research Council, 2011).예를 들면 국제교육성취도평가협회(International Association for the Evaluation of Educational Achievement; IEA)에서 주관하는 수학・과학 성취도 추이변화 국제비교 연구(TIMSS: Trends in International Mathematics and Science Study), 경제협력개발기구(OECD, Organization for Economic Cooperation and Development)가 주관하는 국제 학업성취도 평가(PISA, Programme for International Student Assessment) 등과 같은 주요 국제비교 연구에서는 수학 및 과학 영역의 인지적 성취와 함께, 수학・과학 성취와 관련된 정의적 특성을 중요하게 다룬다. 즉, 학생들의 수학・과학 동기, 흥미, 신념, 태도, 진로 희망, 자아개념 등의 정의적 특성에서의 성취를 '정의적 성취'로 규정하고 이러한 정의적 성취와 수학・과학 영역의 인지적 성취도 사이의 관계를 다룬다(Kim *et al*., 2012; Ku *et al*., 2016; Sang *et al*., 2016).

또한, 2015 개정 교육과정에서 추구하는 학생 중심형 교육과정이나 학생 참여형 교수・학습에서 과학에 대한 긍정적 경험을 통한 학습의 질을 개선하는 것은 주요한 목표 중 하나이다(KOFAC, 2015; MOE, 2016a). PISA나 TIMSS와 같은 국제학업성취도평가에서 우리나라 학생들은 인지적 영역에서는 국제평균에 비해 월등히 높은 과학 성취도를 나타내는 데도 불구하고, 과학에 대한 정의적 성취는 참여국들 중 최하위 수준이어서 항상 문제점으로 제기되었다(Cho *et al*., 2012; Choe *et al*., 2013). 이에 2016년도에 발표된 과학교육 종합계획(MOE, 2016a) 등에서도 우리나라 학생들의 정의적 성취 개선을 주요 목표로 설정하였다. 즉 정의적 성취는 인지적 성취와 더불어 학교교육의 중요한 목표 중 하나이며, 우리나라 과학교육의 질 제고를 위해, 인지적 성취는 물론 학생들의 정의적 성취의 함양이 반드시 필요하다(MOE, 2016b). 또한 정의적 성취는 학생의 삶의 질과도 매우 밀접한 관계가 있으므로, 학교 과학교육 뿐 아니라 학교 밖 과학교육과 평생학습의 차원에서도 과학 학습과 경험에 대한 학생들의 긍정

* 교신저자 : 강훈식 (kanghs@snue.ac.kr)
** 이 논문은 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행된 연구로 연구보고서(BD17020012)의 내용을 발췌 수정 보완한 것임.
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2017.37.2.0335

적인 정의적 성취가 요구된다(Ku *et al*., 2016; Sang *et al*., 2016).

이렇게 정의적 성취의 중요성에 대한 인식은 증가하고 있지만(Schutz & Pekrun, 2007), 정의적 성취가 무엇이고 어떻게 측정할 것인지에 대한 합의점은 다소 부족한 실정이다. 교육 심리학 분야에서는 '정의적 특성'의 성취란 학업을 동기화하여 학업성취를 높일 수 있는 학업 동기의 발달로 다루고 있다. 하지만 PISA와 TIMSS에서는 인지적 성취와 대비되는 개념으로 사용하고 있으며(Choe *et al*., 2013), 이들 국제비교 연구들도 시행할 때마다 정의적 특성 영역이나 요인에 조금씩 차이를 둔다(Cho *et al*., 2012; Kim *et al*., 2012). 예를 들면, PISA 2006에서는 과학에 대한 흥미, 자아효능감, 태도 등을 물었고, PISA 2015에서는 과학의 즐거움, 과학에 대한 흥미, 과학 문제해결에 대한 개방성 등과 같은 학생의 견해를 물었다(Ku *et al*., 2016). 또한, 연구자들 사이에서도 과학 학습 관련 정의적 특성이 무엇인가에 대해서 조금씩 상이한 견해를 보인다. 이는 학습 관련 정의적 특성이 워낙 광범위할 뿐 아니라 연구자의 초점에 따라 주요하게 다루는 개념이 차이가 있기 때문이다.

일반적으로 과학 학습 관련 정의적 구인으로 주요하게 다루는 것으로는 동기, 흥미, 신념, 태도, 진로 희망, 자아개념 등이 있으며, 최근에는 학습 관련 정서(emotion)도 학습에 영향을 주는 정의적 특성에 포함되고 있다(Schutz & Pekrun, 2007). 그동안 과학교육에서 학습자의 정의적 특성에 대한 연구는 주로 과학관련 인지적 성취에 영향을 주는 요인으로써의 특성을 연구하였다. 이러한 측면에서 과학 관련 동기, 흥미, 태도, 진로희망 등은 과학에 대한 학습자의 참여뿐 아니라 이후 성취나 진로 결정 등에 영향을 주는 예측이자 중재 구인으로 다루어졌다. 예를 들면, 과학학습 동기는 학습자의 자기주도적 학습을 이끄는 원동력으로 학습자의 장기적인 성취도 발달에 유의미한 요인으로 다루어지고 있다. 장기적인 성취발달을 위해서는 학습자가 스스로 학습의 이유를 찾고 목표를 선정해 자율적으로 학습해나갈 수 있어야 가능한데 이때 동기가 중요한 역할을 수행한다는 것이다(Murayama *et al*., 2013).

한편, 과학관련 태도는 일반적으로 과학에 대한 태도와 과학적 태도 두 가지를 포함하는 개념으로 사용된다. 이러한 과학관련 태도는 과학관련 진로를 선택하는 가능성을 높일 뿐 아니라(Kwon *et al*., 2004; Parker & Gerber, 2000) 과학관련 의사결정에서 합리적 판단을 할 수 있도록 하는데 도움을 주는 것으로 알려져 있다(Lee & Kim, 2004; Norris & Philips, 2003). 진로선택에 영향을 주는 정의적 특성을 좀 더 직접적으로 구인화한 것으로 진로희망(또는 진로동기)을 들 수 있다. 구체적이고 뚜렷한 진로희망은 학생들의 지속적인 학습 동기에도 긍정적이라는 주장처럼(Shin, Ha, & Lee, 2016), 학습자의 과학관련 진로에 대한 포부나 희망은 과학학습에서 중요한 요인으로 다루어지고 있다.

과학에 대한 흥미는 특정 주제나 활동에 대한 선호도 등을 나타낸 것으로 주로 개인적 특질과 관련되어 시간과 장소에 따라 잘 변하지 않는 개인흥미 차원에서 다루어져 왔으나 최근에는 특정상황과 관련된 임시적이고 맥락적인 '상황흥미'에 대해서도 영역이 확장되었다. 이 둘 모두 학습자의 과학이나 과학학습 관련 성향을 다루고 있으며 미시적이고 맥락적인 특징에 초점을 맞출 경우 정서에서의 감정 상태와 혼용되는 경우도 있다.

마지막으로 학습자의 자아개념은 자기 자신에 대해 가지는 생각, 감정 및 태도 등 총체적인 지각을 의미하는 것으로 과학교육 연구에서는 주로 다른 정의적 영역, 즉, 태도나 학습동기와 관련된 검사 도구의 하위 영역으로 포함되는 경우가 많았다. 자아개념 자체는 자기이해, 자기정체성 등의 용어와 혼용되어 매우 폭넓은 다루어지지만, 과학교육 연구에서는 자아개념의 하위 영역인 자기존중감과 자기효능감을 학습과 관련된 주요한 개념으로 다루고 있다. 자신이 얼마나 유능하며 중요하고 가치 있는지를 믿는 정도인 자아존중감은 우리가 주어진 상황에서 판단을 내리고 환경과 상호작용할 때 결정적 역할을 하기 때문에 개인의 정서, 인지 과정, 행동에 중요한 역할을 한다(Lee *et al*., 2009). 이와 유사한 개념으로 Bandura(1986)에 의해 구체화된 자기효능감은 자신의 능력에 대한 신념으로, 자기효능감이 높은 학습자는 의사결정에 적극적으로 참여하고 끈기 있게 노력하며, 쉽게 포기하지 않는 특성이 보고되었다. 과학과 같이 학습자가 느끼는 어려움이 큰 과목의 경우 학습에 대한 두려움을 극복하는데 중요한 정의적 특성이라고 볼 수 있다(McMillan & Forsyth, 1991).

이상에서 논의한 과학학습 관련 정의적 특성은 학습자를 인지적 참여에 몰입하게 하고 고차원의 인지활동이 가능하도록 방향을 유지시켜주는 역할을 수행한다는 측면에서 매우 중요하다. 그러나 실제로 학습자의 정의적 측면이 어떻게 교수학습의 상호작용에 기여하고 어떤 과정이 매개되어 인지적 특성과 정의적 특성이 영향을 주고받는지에 대한 미시적 이해는 부족하다는 지적이 제기되었다. 이러한 맥락에서 학습자의 즐거움, 불안과 같이 미시적이며 맥락의존적인 정의적 특징은 정서(emotion)관련 연구에서 다루기 시작하였다. 교수학습 상황에서 정서에 대한 기존 연구는 주로 학습자의 시험 불안을 중심으로 한정적으로 이루어져 왔으나, 최근 교사의 소진(burn out)에 대한 관심을 시작으로 2000년 이후 다양한 주제로 영역이 확대되면서 주목을 받고 있다. 특히 교육이란 근본적으로 정의적 본성을 포함하며 이것이 학습자의 성취나 교수 실행에 중요한 역할을 한다는 점에서 학습자와 교사의 정서에 주목하는 연구들이 증가하고 있다(Schutz & Pekrun, 2007).

심리학에서 정서(emotion)란 자극에 대한 인간의 반응으로서 자극에 대한 인지, 느낌, 행동경향성을 포함한 것으로 본다(Kalat & Shiota, 2007). 즉, 정서란 사회적 환경 안에서 외부 자극에 대한 개인의 인지적 평가 과정으로 보는데, 이러한 접근은 학습 상황에서의 정서를 학습자의 인지적 평가 과정으로 보는 Pekrun(2006)의 조절-가치 이론의 이론적 근거가 되었다. 특히 Pekrun과 동료 연구자들은 학습 상황에서 나타나는 학습자의 정서 중 학습자의 성취와 직결된 정서를 성취정서(achievement emotion)[1]라 명명하고 이것이 학습자의 성취나 다른 학습 관련 요인들과 어떻게 상호작용하는지 설명하기 위해 일련의 연구들을 수행하였다. 이러한 성취정서 관련 연구들에 따르면 학습자의 정서는 그들의 인지적 자원, 흥미와 동기, 문제해결 전략, 자기조절 등의 중재요인과 연결되어 학습자의 성취에 영향을 주기 때문에 교수학습에서 중요한 역할을 한다(Fredrickson, 1998; Isen, 2000; Linnenbrink & Pintrich, 2001).

요약하면 과학관련 정의적 특성들은 학습자의 자기주도적 학습을 이끌고, 즐겁게 몰입하게 하며, 어려움이나 두려움에 부딪혀도 쉽게 포기하지 않게 도와주는 과학학습의 원동력이 될 수 있다. 또한 과학

1) Kim & Kim(2013)에서는 성취정서를 학습정서로 번역하여 사용하였으며, 본 연구에서도 학습정서로 명명하였음.

학습 상황에서 이루어지는 불안, 즐거움, 흥미와 같은 학습자의 정서 경험은 과학학습과 상호작용에 대한 질적 이해를 도울 수 있다. 뿐만 아니라 일상생활이나 진로결정 상황에서도 합리적이고 과학적인 태도를 유지할 수 있게 해줌으로써 그 자체로 과학교육의 목적 중 하나로 보기도 한다.

그런데 그동안의 연구들을 살펴보면 정의적 특성의 하위 범주에 해당하는 이들 개별 영역에 대한 연구 성과는 꾸준히 증가하고 있지만, 이들 간의 관계나 이들을 종합적으로 살펴본 연구는 아직 부족한 형편이며 학습자들의 정의적 성취를 종합적으로 파악할 수 있는 검사 도구 또한 찾기 어렵다. 최근 들어 과학학습에서 정의적 성취를 목적으로 하는 다양한 과학 교수·학습 프로그램이 개발 및 적용되고 있지만 이들 프로그램의 효과를 정량적으로 가늠해볼만한 기준이 부족하며, 학생들의 정의적 특성의 성취를 종합적으로 평가할 기준의 미비가 현장 교사들이 겪는 어려움으로 보고되기도 하였다(Choe *et al*., 2013). 따라서 학생들의 정의적 성취를 제고하기 위한 출발점으로는 현재 학생들의 정의적 특성의 실태 파악 및 정의적 영역에 초점을 둔 과학 교수·학습 활동의 평가 방안 마련이 필요하다(Choe *et al*., 2013; Lee *et al*., 2012). 즉, 과학에 대한 학생들의 정의적 특성의 긍정적 성취로 포함될 수 있는 정의적 영역과 요소를 규명하고, 정의적 영역과 관련하여 과학 수업의 성과를 효과적으로 측정할 수 있는 타당한 측정 도구와 지표 개발이 절실히 요구된다.

이에 따라 본 연구의 목표는 과학학습에서 학습자들의 정의적 성취에 영향을 주는 긍정적 학습경험 여부를 평가할 수 있는 타당하고 신뢰도 높은 검사 도구를 개발하는 것이다. 이를 위해 먼저 PISA와 TIMSS에 대한 연구 보고서와 마찬가지로 학생의 학업 동기의 구인으로 작용하는 정의적 특성에서의 성취를 '정의적 성취'로 규정하고 (Choe *et al*., 2013), 이러한 정의적 성취에 긍정적인 영향을 주는 학교 안팎의 과학 학습 경험을 '과학긍정경험'으로 정의하였다. 달리 말해서 과학 긍정경험이란 과학 및 과학학습에 관련된 학생들의 정의적 영역에 긍정적인 영향을 미치는 경험으로 비인지적, 즉 정의적 영역으로 구성되며, 이러한 정의적 영역의 긍정경험은 인지적 성과의 중재 요인으로 작용한다.

이를 출발점으로 하여 국내외 학업성취도 평가 결과와 문헌 분석을 토대로, 학생의 과학긍정경험에 상호작용하는 정의적 영역과 요소를 규명하여 '과학긍정경험 지표(Test for Indicators of Positive Experiences about Science; 이하 TIPES)'를 개발하였다. 개발된 '과학긍정경험 지표'는 전국 17개 시도에서 표집된 949개 초·중·고등학교 학생 1,845명을 대상으로 적용하여 검사 도구의 타당도와 신뢰도를 확인하였으며, 분석된 자료를 통해 우리나라 초·중·고 학생들의 과학긍정경험 실태를 알아보았다.

II. 연구 방법

1. 검사 도구 개발 과정 및 방법

과학긍정경험 지표 검사 도구의 개발 과정은 Figure 1과 같이 문헌 연구, 검사 도구 초안 개발, 예비검사 및 검사 도구 수정보완, 본검사 실시 등의 과정으로 진행하였다.

문헌 연구 단계는 우리나라 학생의 과학 관련 정의적 특성을 구성하는 변인과 과학긍정경험 구성 변인 도출의 근거를 마련하기 위한 방향으로 이루어졌다. 이를 위해 과학 관련 정의적 특성과 관련된 국내외 논문 및 저서, 보고서 등을 분석하여 과학긍정경험의 구성 변인을 탐색하고 검사 도구의 개발 방향을 설정하였다. 이후 2006년 6월~2016년 5월 동안 과학교육과 관련된 국내 권위 학술지인 '한국과학교육학회지'와 '초등과학교육' 학술지에 게재된 2,000여 편의 논문들 중에서 정의적 특성 관련 검사 도구를 사용한 논문을 추출하였으며, 이들 중 타당화 과정을 거치지 않고 연구자가 임의적으로 수정한 검사 도구를 사용한 논문은 제외하고 최종적으로 139편의 논문을 분석에 사용하였다. 6명의 과학교육 전문가들이 수차례의 검사도구 분석 회의를 통해 과학긍정경험의 구성 변인으로 과학 학습 정서, 과학 학습 동기, 과학관련 자아개념, 과학관련 태도, 과학관련 진로 포부의 5개 변인을 도출하였고, 과학긍정경험 지표 검사 도구의 형식 및 내용 개발을 위한 기준을 마련하였다.

검사 도구 초안 개발 단계에서는 과학긍정경험의 5개 구성 영역에 대한 하위 요소를 과학 학습 정서 2개, 과학관련 자아개념 3개, 과학 학습 동기 7개, 과학관련 진로 포부 4개, 과학관련 태도 3개씩 각각 설정하였다. 그 후 과학교육 관련 전문가 25명(과학교육 전문가 17인, 초중등 과학 교사 3인, 교육학 전문가 1인, 과학자 4인)을 대상으로 한 2회에 걸친 델파이 조사를 통해 검사 도구 초안에 대한 타당성을 검증받았다.

1차 델파이 조사에서는 과학긍정경험 및 구성 영역의 정의, 구성 영역의 하위 요소별 유사 용어를 제시한 후 각각에 대하여 타당성을 평가하고 보완 사항을 제안하도록 하였다. 1차 델파이 조사 결과를 반영하여 과학긍정경험의 정의를 일부 수정하고 하위 요소 및 전체 문항 수를 조정하였다. 즉 과학긍정경험의 정의는 인지적 영역을 제외한 정의적 영역에 한정하고 과학긍정경험과 과학 학습 과정 및 결과 간의 관계를 명시하고 과학긍정경험 지표에 대한 정의를 추가하는 방향으로 수정하였다. 그리고 과학긍정경험과 직접적으로 관련된 변인 위주로 하위 요소를 축소하고 문항 수를 정하였다. 구체적으로는 '과학 학습 정서'의 경우 9개 감정을 즐거움, 만족감, 흥미, 편안함의 '긍정적 학습 정서(4문항)'와 지루함, 부끄러움, 분노, 불안, 귀찮음의 '부정적 학습 정서(5문항)'로 세분하였다. '과학관련 자아개념'은 자

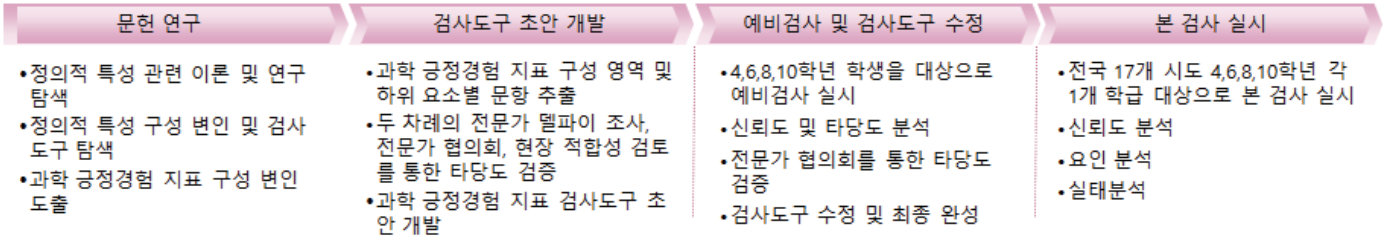

Figure 1. Development process of TIPES

아효능감과 자아존중감의 2개(10문항), '과학 학습 동기'는 의지, 참여도, 주의집중, 관련성, 목표 지향의 5개(10문항) 하위 요소로 세분하였다. '과학관련 진로 포부'는 진로가치, 진로인식, 진로흥미, 진로의지의 4개(9문항), '과학관련 태도'는 과학의 가치, 과학에 대한 인식, 과학에 대한 흥미의 3개(10문항) 하위 요소로 세분하였다.

2차 델파이 조사에서는 수정한 과학긍정경험 및 구성 영역의 정의, 하위 요소별 예시 문항을 제시한 후 각각에 대하여 타당성을 평가하고 보완 사항을 제안하도록 하고, 그 결과를 바탕으로 문항 수를 일부 조정하였다. 즉 '과학 학습 정서'에서는 편안함 및 분노(2문항)를 삭제하였고, '과학관련 자아개념'과 '과학관련 진로 포부'에서는 4문항을 축소하였으며, '과학관련 태도'에서는 2문항을 축소하였다. 결과적으로 5개 영역에서 총 36개의 4단계 리커트 척도 문항(과학 학습 정서 7문항, 과학관련 자아개념 6문항, 과학 학습 동기 10문항, 과학관련 태도 8문항, 과학관련 진로 포부 5문항)으로 구성된 과학긍정경험 지표 검사 도구의 1차 초안을 개발하였다.

1차 초안에 대한 현장 적합성을 검토하기 위하여 초・중・등 교사들을 대상으로 실시한 워크숍에서 문항의 내용 타당도와 적절성을 점검받았다. 또한 4인의 초등학교 교사로부터 초등학생용 검사 도구의 용어와 표현의 적절성을 검토 받아서, 검토 결과를 반영하여 1차 초안에서의 지문 및 각 문항의 표현을 일부 수정하여 2차 초안을 개발하였다.

이 후 편의표집 방법으로 198명의 학생(4학년 53명, 6학년 43명, 8학년 39명, 10학년 63명)을 선정한 후 2차 초안에 대한 예비조사를 실시하였다. 예비조사에서는 2차 초안 문항의 이상치를 파악하기 위해 신뢰도 및 기술통계 분석을 실시하였다. 또한 과학교육 전문가, 교육심리 전문가, 교육평가 전문가, 초・중등학교 교사, 정책 입안자 및 교육 전문직 등과의 협의회를 통하여 내용 타당도를 점검받았고 개선 의견을 수집하였다. 예비조사 및 전문가 협의회 결과를 바탕으로 '과학 학습 정서'에서 1개 감정(창피함)을 삭제하여, 총 35개의 4단계 리커트 척도 문항으로 구성된 최종 검사 도구를 완성하였다.

이상의 절차를 통하여 개발 된 최종 검사 도구를 사용하여 본 검사를 실시하였다. 본 검사는 전국 17개 시도에서 임의적으로 추출한 4학년, 6학년, 8학년, 10학년의 각 1학급 학생들을 대상으로 2016년 10월에 온라인 설문으로 실시하였다. 설문에 응답한 학생은 전국 949개 초・중・고등학교 학생 1,845명이었으며, 이 중에서 일부 답변이 누락된 응답지를 제외한 총 1,841명을 최종 분석 대상으로 삼았다. 학교급별로 살펴보면 초등학생은 795명, 중학생은 491명, 고등학생은 559명이었고, 성별을 살펴보면 남학생은 949명, 여학생은 896명이었다. 응답자의 성별, 학년별 분포는 Table 1과 같다. 검사는 교사의 주도하에 전산실 등과 같이 다수의 컴퓨터 사용인 가능한 곳에서 일괄적으로 진행하였으며, 검사 시간은 학년에 따라 다소 차이가 있었지만 10분 내외였다. 이때, 검사 문항 중 이해가 되지 않는 부분에 대해서는 교사에게 질문하여 추가 설명을 받도록 하였다.

Table 1. Participants of the main test

단위: n(%)

		성별		계
		남	여	
학교급	4학년	212(11.5)	184(10.0)	396(21.5)
	6학년	202(11.0)	197(10.7)	399(21.7)
	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. 분석 방법

온라인상에서 수집한 자료는 마이크로소프트 엑셀 프로그램을 이용하여 코딩한 후, SPSS 18.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 우선 과학긍정경험 지표 검사 도구의 신뢰도를 확인하기 위하여 전체 및 구성 영역별 Cronbach α 계수를 구하였다. 또한 이론적, 경험적 연구를 근거로 설정한 과학긍정경험에 대한 5요인 모형이 지지되는지 검토하기 위하여 확인적 요인분석을 실시하였다.

5개 구성 영역별로 각 영역의 평균과 표준편차를 고려하여 표준화 값(평균 50, 표준편차 10)을 산출한 후, 그 5개 표준화 값의 합계에 대한 표준화 값(평균 50, 표준편차 10)을 과학긍정경험 지수로 설정하였다. 그리고 과학긍정경험 지수를 바탕으로 4개의 규준 구간(매우 긍정, 긍정, 부정, 매우 부정)을 설정하였다. 즉, 과학긍정경험 지수가 60.01점 이상인 경우는 '매우 긍정' 구간으로 이론적 퍼센트는 16%이고, 50.01점~60.00점인 경우는 '긍정' 구간으로 이론적 퍼센트는 34%이다. 40.01점~50.00점인 구간은 '부정' 구간으로 이론적 퍼센트는 34%이고, 40.00이하인 경우는 '매우 부정' 구간으로 이론적 퍼센트는 16%이다. 빈도분석을 실시한 결과 대략적으로 구간별 분포는 정규 분포를 가정한 이론적 분포와 매우 유사하였다.

여러 배경 변인(학년, 성, 지역 규모, 과학관련 활동 참여 여부)에 따라 과학긍정경험 지수에 차이가 있는지 살펴보기 위하여, 배경 변인에 따라 과학긍정경험 지수의 규준 분포에 대한 χ^2 검정을 실시하였다. 또한 과학긍정경험 지수에 대한 일원분산분석(ANOVA) 및 독립표본 t-검정도 실시하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 과학긍정경험 지표 검사 도구의 개발

가. 국제비교 연구와 국내 저명 과학교육 학술지에서 측정하는 정의적 영역과 구인

본 연구에서 '과학긍정경험'은 과학 학습에 관련된 학생들의 정의적 성취에 긍정적인 영향을 미치는 경험의 총체이며, 이를 측정하기 위하여 과학긍정경험이 발현된 정도를 척도화한 것을 '과학긍정경험 지표'라고 정의하였다. 이와 관련하여 먼저 국제비교 연구인 TIMSS와 PISA에서 측정하고 있는 정의적 성취 관련 범주의 내용과 특징을 살펴보았다.

TIMSS에서 측정하고 있는 정의적 영역은 '과학에 대한 자아개념'과 '학습 동기'로 구분된다. 여기서 '자아개념(self-concept)'은 자신의 신체적, 사회적, 학문적 능력에 대한 인지적 평가로서 '학업 자아개념'과 '비(非)학업 자아개념'으로 구분된다. 그리고 TIMSS에서 측정하는 교과에 대한 학업 자아개념은 교과에 대한 자신감을 의미한다. 또한 '학습 동기'는 외적인 보상에 의한 외적 동기인 도구적 동기와

Table 2. Domains and components related to students' affective achievement from PISA

선행사건	과학 학습 과정	과학 학습 성과
• 학생 및 가정 배경 변인 • 학교 배경 변인	• 과학의 교수와 학습(PISA 2006) - 상호작용적인 과학 교수 활동(학생 설문) - 체험적 과학 교수 활동(학생 설문) - 과학 수업에서 학생 탐구(학생 설문) • 학생의 과학 관련 활동(PISA 2006) • 과학에 대한 활동 빈도(PISA 2015) • 등교 전 활동(PISA 2015) • 방과 후 활동(PISA 2015)	• 과학의 즐거움(PISA 2015) • 과학 학습의 즐거움(PISA 2006) • 과학에 대한 흥미(PISA 2015) • 과학 학습에서 흥미(PISA 2006) • 과학교육에 대한 자신의 목표(PISA 2015) • 과학 학습에서 도구적 동기 유발(PISA 2006) • 미래지향적 과학 학습 동기(PISA 2006) • 과학에서 문제 해결에 대한 개방성(PISA 2015) • 과학에 대한 학생의 견해(PISA 2015) • 과학 자아효능감(PISA 2006) • 과학 자아개념(PISA 2006) • 과학의 일반적 가치(PISA 2006) • 과학에 대한 학생 개인의 가치(PISA 2006)

내적인 보상에 의한 내적 동기 중 하나인 흥미와 즐거움이 포함된다(Kim *et al*., 2015; Martin *et al*., 2016; Mullis & Martin, 2013). TIMSS에서는 도구적 동기에 대해 진학, 장래 직업과 관련되거나 다른 교과에 대한 유용성 등을 묻고 있으며 교과 학습에 대한 가치로서 설명하고 있다. 한편, 내적 동기의 한 유형으로서 교과에 대한 즐거움(enjoyment)은 각 과목에 대하여 흥미를 가지고 있는지와 학습에 대하여 즐거움을 느끼고 있는지를 의미한다. TIMSS 2007에서는 수학 및 과학 학습의 즐거움 인식(positive affect)으로, TIMSS 2011에서는 수학 학습에 대한 흥미(like learning)로 각각 사용되었다(Kim *et al*., 2012).

PISA의 경우 3년 주기로 시행되며, 평가 도구는 읽기, 수학, 과학 및 문제 해결력 등과 같은 핵심역량 검사 도구와 설문 조사 도구로 구성된다. 매 주기마다 읽기, 수학, 과학을 번갈아가며 주영역으로 선정하는데, 과학의 경우 PISA 2006과 PISA 2015에서 주영역이었다. 본 연구에서는 과학이 주영역이었던 PISA 2015 및 PISA 2006 설문 영역과 내용 중에서 과학에 대한 관점(PISA 2015)과 과학에 대한 견해(PISA 2006)로부터 과학긍정경험과 관련된 정의적 영역과 구인을 도출하였다(Ku *et al*., 2016). PISA 평가 디자인에서는 선행사건(Antecedents)이 과학 학습 과정(Processes of science learning)을 거쳐 과학 학습 성과(Outcomes of science learning)를 산출하는 모형을 활용한다. 본 연구에서는 피사 평가 디자인을 차용하여, 학생들의 정의적 성취를 과학학습 성과로 놓고 관련 선행 사건과 과학학습 과정을 Table 2와 같이 제시하였다. 즉, 선행사건으로서 학생 및 가정 배경 변인과 학교 배경 변인을 설정하고, 과정 변인으로서 과학의 교수와 학습 및 학생의 학교 안팎 과학 관련 활동과 빈도를 설정하였으며, 과학 학습 성과 변인으로서 흥미, 학습 동기, 자아개념, 가치 등의 다양한 정의적 변인을 설정하였다.

한편, 국내 문헌의 경우 최근 10년 동안 '한국과학교육학회지'와 '초등과학교육' 학술지에 게재된 논문들 중 정의적 영역과 관련된 검사 도구를 사용한 논문 2,000여 편을 추출하였다. 추출한 논문들에서 사용한 정의적 영역 검사 도구들을 도구의 명칭과 내용에 따라 '태도', '학습동기', '자아개념', '정서', '진로 포부'의 5가지 영역으로 분류하였으며, 각각의 하위 영역들을 정리하였다. 5가지 영역별로 국내 문헌은 분석한 결과는 다음과 같다.

'태도' 영역의 경우에는 과학 및 과학자에 대한 태도, 과학적 태도와 관련된 내용으로 구성되어 있고, 명칭에 '태도', '선호도' 등이 포함된 검사 도구를 포함시켰다. '학습 동기' 영역에는 과학 학습에 대한 동기와 관련된 내용으로 구성되어 있고, 명칭에 '학습 동기', '학습 전략', '학습 능력', '자기조절 학습', '자기주도적 학습' 등이 포함된 검사 도구를 포함시켰다. '자아개념' 영역에는 자기 자신에 대하여 가지고 있는 생각과 관련된 내용으로 구성되어 있고, 명칭에 '자아', '자기' 등이 포함된 검사 도구를 포함시켰다. '학습 정서' 영역에는 학습 상황에서의 흥미, 불안, 호기심 등과 같은 인간의 감정이나 정서와 관련된 내용으로 구성되어 있고, 명칭에 '정서', '흥미', '호기심' 등이 포함된 검사 도구를 포함시켰다. 마지막으로 '진로 포부' 영역은 과학 관련 직업에 대한 내용으로 구성되어 있고, 명칭에 '진로', '포부' 등이 포함된 검사 도구들을 포함시켰다.

이렇게 추출된 5가지 정의적 영역은, 앞서 분석한 국제비교 연구에서 측정하고 있는 정의적 영역의 범주와 큰 틀에서 일치하였다. 따라서 국제비교 연구와 국내 저명 과학교육 학술지에서 측정하는 정의적 영역과 구인 분석에 기초하여, 본 연구에서는 과학긍정경험의 구성 변인으로 과학 학습 정서, 과학 학습 동기, 과학관련 자아개념, 과학관련 태도, 과학관련 진로 포부의 5개 변인을 도출하였다. 또한, 국내외 자료 분석을 토대로 과학긍정경험 지표 검사 도구의 형식 및 지표 개발을 위한 기준을 마련하였다.

본 연구에서는 과학교육 주요 학술지의 과학과 정의적 영역 관련 논문에서 출발하여 5개의 과학긍정경험 구성 영역을 도출하였다. 여기서 유의할 점은 델파이 조사에서 전문가들이 지적한 것처럼, 과학긍정경험을 구성하는 5개의 하위 영역들이 과학긍정경험 자체를 구성하는 구인이 아니라, 각각이 과학긍정경험에 영향을 주는 또 다른 구인이라는 점이다. 즉, 과학 학습 정서, 과학 학습 동기, 과학관련 자아개념, 과학관련 태도, 과학관련 진로 포부 등은 다시 구인으로 작용하여 다양한 경로를 거쳐서 과학긍정경험에 영향을 주게 된다. 요컨대 과학 학습 정서, 과학 학습 동기, 과학관련 자아개념, 과학관련 태도, 과학관련 진로 포부 등은 과학긍정경험에 영향을 주는 구인이면서 동시에 과학긍정경험을 직접적으로 결정하는 것으로 간주하고, 이를 과학긍정경험을 구성하는 하위 영역으로 간주하기로 하였다. 즉, 과학긍정경험에 직, 간접적으로 영향을 주는 수많은 구인들 중에서 본 연구에서 선행연구 분석, 델파이 조사, 전문가 협의회 등을 통해 도출한 과학 학습 정서, 과학 학습 동기, 과학관련 자아개념, 과학관련 태도, 과학관련 진로 포부 등은 과학긍정경험과 직결된 것으로 그 구성 영역으로 간주하기로 한다.

Table 3. Components, sub-components, and composition of questions in TIPES

구성 영역	정의	하위 요소 및 문항 수
과학 학습 정서 (Science Academic Emotion)	과학 학습에 영향을 준다고 밝혀진 다양한 정서 특징을 의미함	긍정적 학습 정서(3문항) 부정적 학습 정서(3문항)
과학관련 자아개념 (Science-Related Self-Concept)	과학 학습과 관련하여 학생이 자기 자신에 대하여 가지고 있는 생각과 자신감을 의미함	자아효능감(3문항) 자아존중감(3문항)
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)
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)
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)

나. 과학긍정경험 지표 검사 도구의 영역과 문항

정의적 영역과 구인에 대한 국내외 선행연구 및 문헌 자료 분석을 토대로 수차례의 전문가 회의와 두 차례의 델파이 조사를 거쳐서, 5개 영역의 총 36개의 4단계 리커트 척도 문항(과학 학습 정서 7문항, 과학관련 자아개념 6문항, 과학 학습 동기 10문항, 과학관련 태도 8문항, 과학관련 진로 포부 5문항)으로 구성된 과학긍정경험 지표 검사 도구의 1차 초안을 개발하였다. 1차 초안에 대해 초·중등 교사들을 대상으로 현장 적합성 검사, 198명의 초중등 학생들을 대상으로 한 예비검사, 전문가 협의회 등을 통해 과학긍정경험 지표 검사 도구를 수정·보완하였다.

최종적으로 과학긍정경험 지표 검사 도구는 5개 영역에서 총 35개의 4단계 리커트 척도 문항으로 개발하였으며, 구성 영역별 정의 및 하위 요소별 문항 수를 Table 3에 정리하였다. 즉 과학긍정경험 지표는 과학 학습 정서(Science Academic Emotion), 과학관련 자아개념(Science-Related Self-Concept), 과학 학습 동기(Science Learning Motivation), 과학관련 진로 포부(Science-Related Career Aspiration), 과학관련 태도(Science-Related Attitude)의 5개 영역으로 구성하였다. '과학 학습 정서'는 과학 학습에 영향을 준다고 밝혀진 다양한 정서 특징을 의미하며, 하위 요소로는 긍정적 학습 정서(즐거움, 만족감, 흥미)와 부정적 학습 정서(지루함, 짜증, 불안)의 2가지가 있다. '과학관련 자아개념'은 과학 학습과 관련하여 학생이 자기 자신에 대하여 가지고 있는 생각과 자신감을 의미하며, 자아효능감과 자아존중감의 2가지 하위 요소로 구성된다. '과학 학습 동기'는 과학 학습에서 특정 과제를 학습하려는 마음 상태 혹은 의지, 추진력을 의미하며, 하위 요소로는 의지, 참여도, 주의집중, 관련성, 목표 지향의 4가지가 있다. '과학관련 진로 포부'는 이공계 진로 선택이라는 행동을 시작하고 유지하게 만드는 동기나 의지와 관련된 특성을 의미하며, 진로인식, 진로가치, 진로흥미, 진로의지의 4가지 하위 요소가 있다. '과학관련 태도'는 과학과 과학자의 역할, 과학에 대한 호기심과 흥미, 과학의 중요성과 가치에 대한 인지 및 행동양식을 의미하며, 하위 요소에는 과학의 가치, 과학에 대한 인식, 과학에 대한 흥미의 3가지가 포함된다. 구성영역별 구체적인 검사 문항은 <부록>에 제시하였다.

2. 과학긍정경험 지표 검사 도구에 대한 본 검사 결과

가. 신뢰도 분석

TIPES의 신뢰도 분석 결과는 Table 3과 같다. 전체 학생들을 대상으로 할 경우, 전체 신뢰도는 Cronbach α 계수 .96으로 매우 양호한 신뢰도를 보였다. 영역별 신뢰도를 살펴보면, 과학 학습 정서는 .86, 과학관련 자아개념은 .90, 과학 학습 동기는 .87, 과학관련 진로 포부는 .90, 과학관련 태도는 .91로 모두 양호한 신뢰도를 보였다. 학년별 신뢰도 또한 전체 및 모든 하위 영역에서 Cronbach α 계수가 .79～.97로 신뢰도가 매우 높게 나타났다.

Table 4. Reliability of TIPES

	문항 수	신뢰도(Cronbach α)				
		4학년	6학년	8학년	10학년	계
과학 학습 정서	6	.79	.87	.87	.86	.86
과학관련 자아개념	6	.85	.90	.90	.92	.90
과학 학습 동기	10	.84	.88	.88	.88	.87
과학관련 진로 포부	5	.88	.90	.91	.90	.90
과학관련 태도	8	.91	.91	.90	.91	.91
전체	35	.96	.96	.96	.97	.96

나. 확인적 요인 분석

확인적 요인 분석을 위하여 선행 연구 분석, 델파이 조사, 전문가 협의회 결과 등을 바탕으로 Figure 2와 같은 모형을 설정하였고, 모형의 적합도와 문항별 표준화 계수를 확인하였다. 적합도의 판단 기준은 일반적으로 χ^2에 대한 p값이 .05보다 클 때, CFI(Comparative Fit Index)와 TLI(Tucker-Lewis Index)는 .90이상일 때 매우 적합하며,

Table 5. Goodness-of-fit indexes of model

χ^2	df	CFI	TLI	RMSEA
6359.62	550	.87	.86	.076

Table 6. Factor loadings

영역	문항	표준화 계수
1. 과학 학습 정서	1-1	.93
	1-2	.90
	1-3	.92
	1-4	.60
	1-5	.51
	1-6	.17
2. 과학관련 자아개념	2-1	.74
	2-2	.72
	2-3	.79
	2-4	.76
	2-5	.78
	2-6	.85
3. 과학 학습 동기	3-1	.78
	3-2	.67
	3-3	.79
	3-4	.62
	3-5	.61
	3-6	.35
	3-7	.65
	3-8	.66
	3-9	.70
	3-10	.67
4. 과학관련 진로 포부	4-1	.80
	4-2	.87
	4-3	.73
	4-4	.86
	4-5	.74
5. 과학관련 태도	5-1	.70
	5-2	.82
	5-3	.83
	5-4	.72
	5-5	.73
	5-6	.73
	5-7	.80
	5-8	.70

.80이상 .90미만은 적합하다고 판단한다(Knight *et al*., 1994). RMSEA(Root-Mean-square error of approximation)는 .05이하일 때 좋은 적합도, 0.05~0.08일 때 양호한 적합도, .08~.10이하일 때 보통 적합도, .10이상일 때 나쁜 적합도로 판단한다(Browne & Cudeck, 1993). 표준화 계수는 최소 .50이상이어야 하며, .95이하면 양호하다고 판단한다(Woo, 2012). 이와 같은 판단기준에 비추어 볼 때, χ^2

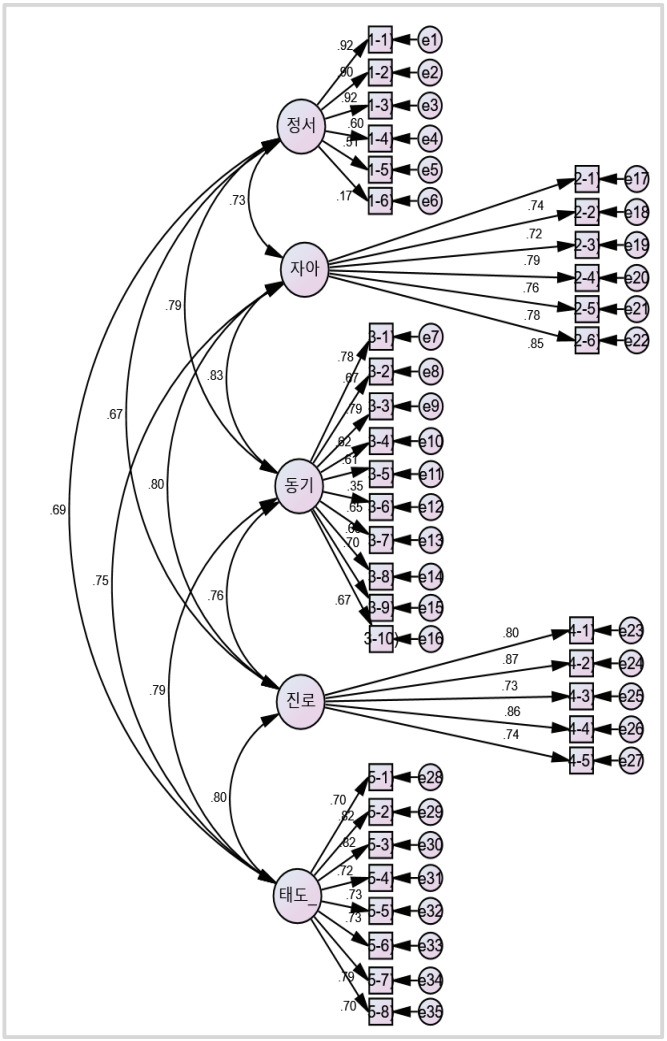

Figure 2. Result of confirmatory factor analysis

=6359.62(df=550, p>.05)이고 CFI .87, TLI .86, RMSEA .076으로 나타난 본 모형의 적합도(Table 5)는 양호하다고 판단하였다. 또한 표준화 계수의 경우에도 대부분 .50~.93으로 나타나 양호함을 알 수 있었다. 그러나 과학 학습 정서의 1-6번 문항과 과학 학습 동기의 3-6번 문항의 경우에는 표준화 계수가 각각 .173과 .353으로 .50보다 낮은 것으로 나타났다. 하지만 전문가 집단의 검토 결과 영역의 구성 개념 상 이 문항에 대응하는 내용을 포함하는 것이 적절하다고 판단하여 삭제하지 않기로 결정하였다.

다. 배경 변인에 따른 차이 분석

과학긍정경험 지표 검사 도구를 활용하여 본 검사를 실시하였으며, 그 결과를 학년, 성, 지역규모, 과학관련 활동 참여 여부에 따라 통계적으로 유의미한 차이가 있는지 살펴보았다. 이를 통해 이 연구에서 개발된 검사 도구의 적절성을 선행 연구와 비교하여 검증해 보는 한편, 현재 우리나라 초·중·고등학생들의 과학긍정경험의 실태를 점검하였다.

1) 학년에 따른 차이

학년에 따른 과학긍정경험 지수의 규준 분포에 대한 χ^2 검정 결과

는 Table 7과 같다. '매우 부정'에 해당하는 비율은 4학년에서 5.8%이었으나, 6학년에서 12.0%, 8학년에서 15.1%, 10학년에서 21.2%로 학년이 올라갈수록 그 비율이 증가하는 것으로 나타났다. 반대로 '매우 긍정'에 해당하는 비율을 살펴보면, 4학년은 27.5%, 6학년은 20.3%, 8학년은 15.1%, 10학년은 14.6%로 학교급이 올라갈수록 그 비율이 감소함을 알 수 있다. 그리고 이러한 비율의 차이는 통계적으로 매우 유의미한 것으로 나타났다($p<.001$). 과학긍정경험 지수에 대한 일원변량분석 결과(Table 8)에서도 4학년 평균이 53.1, 6학년 평균이 50.7, 8학년 평균이 49.0, 10학년 평균이 48.3으로, 전반적으로 학년이 올라갈수록 과학긍정경험 지수가 감소하는 경향을 보였다. Scheffe 사후 검정을 실시한 결과, 4학년과 다른 학년, 6학년과 8학년 사이의 차이는 통계적으로 유의미하였으나, 다른 학년 사이의 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다.

Table 7. Pearson's chi-squared test results for norm distribution of TIPES by grade

	구간별 빈도(%)					χ^2	df	p
	매우 부정	부정	긍정	매우 긍정	계			
4학년	23 (5.8)	135 (34.1)	129 (32.6)	109 (27.5)	396 (100.0)			
6학년	48 (12.0)	147 (36.8)	123 (30.8)	81 (20.3)	399 (100.0)			
8학년	74 (15.1)	216 (44.2)	125 (25.6)	74 (15.12)	489 (100.0)	77.47	69	0.000
10학년	118 (21.2)	213 (38.3)	144 (25.9)	81 (14.6)	556 (100.0)			
계	263 (14.3)	711 (38.6)	521 (28.3)	346 (18.8)	1841 (100.0)			

Table 8. ANOVA results for TIPES scores by grade

	N	평균	표준 편차	제곱합	자유도	제곱 평균	F	p
4학년	396	53.1	9.0					
6학년	399	50.7	9.8					
8학년	490	49.0	10.0	6368.6	3	2122.7	22.0	.000
10학년	556	48.3	10.2					

이러한 결과들은 중학생과 고등학생의 경우 과학긍정경험에 별다른 차이가 없었던 반면, 초등학생이 중·고등학생보다 과학긍정경험이 더 많았음을 의미하며, 초등학교와 중등학교의 근본적인 특성 차이에 기인한 것으로 보인다. 즉 초등학교에서는 담임교사가 대부분의 수업을 실시하여 중·고등학교보다 융통성 있고 탄력적인 교육과정 운영이 가능할 뿐만 아니라 학생 중심의 활동 및 체험 교육을 강조하고 있으며 평가에 대한 부담도 적다. 이로 인하여 과학 교과뿐만 아니라 다양한 교과에서 다양한 학생 중심의 과학관련 탐구 활동과 체험 기회가 실질적으로 많이 이루어지고 있으며, 담임교사와 학생 또는 학생 사이의 상호작용 기회도 많다. 반면 교과 전담제로 운영되는 중·고등학교의 경우에는 초등학교에 비하여 과학 교과서의 내용 수준이 갑자기 높아질 뿐만 아니라 평가를 더 강조하여 학생 중심의 과학관련 탐구 활동과 체험 기회 및 교사와 학생의 상호작용 기회가 상대적으로 적기 때문에 이러한 결과가 나타났다고 해석할 수 있다.

2) 성에 따른 차이

성에 따른 과학긍정경험 지수의 규준 분포에 대한 χ^2 검정 결과를 Table 8에 제시하였다. '매우 부정'에 해당하는 비율은 남학생의 경우 10.6% 이었으나, 여학생의 경우에는 18.2%로 여학생의 '매우 부정' 경험 비율이 높은 것으로 나타났다. 반면 '매우 긍정'에 해당하는 비율을 살펴보면, 남학생의 경우 24.3%, 여학생의 경우 12.9%로 남학생의 '매우 긍정' 경험 비율이 높았다. 그리고 이러한 성별 차이는 통계적으로 유의미하였다($p<.001$). 과학긍정경험 지수에 대한 독립표본 t-검정 결과(Table 9)에서도 남학생의 평균(51.4)이 여학생의 평균(48.5)보다 높았으며, 그 차이가 통계적으로 유의미하였다. 즉 여학생보다 남학생이 과학긍정경험을 많이 했다고 볼 수 있다.

이러한 결과들은 정의적 영역에서 여학생보다 남학생이 긍정적으로 인식한다는 선행연구(Debacker & Nelson, 2000; George, 2006; Shin & Park, 2007; Weinburgh, 1995)의 결과와 일맥상통한 결과로, 과학긍정경험 측면에서도 성별 불균형이 존재함을 보여준다. 그동안 여학생의 과학에 대한 긍정적인 인식을 제고하기 위하여 다양한 측면에서 지속적으로 노력하고 있음에도 불구하고 아직까지는 충분한 성과를 거두지 못했다고 볼 수 있다.

Table 9. Pearson's chi-squared test results for norm distribution of TIPES by gender

	구간별 빈도(%)					χ^2	df	p
	매우 부정	부정	긍정	매우 긍정	계			
남학생	101 (10.6)	342 (36.0)	275 (29.0)	231 (24.3)	949 (100.0)			
여학생	162 (18.2)	369 (41.4)	246 (27.6)	115 (12.9)	892 (100.0)	53.97	3	0.000
계	263 (14.3)	711 (38.6)	521 (28.3)	346 (18.8)	1841 (100.0)			

Table 10. Independent t-test results for TIPES scores by gender

	N	평균	표준 편차	t	p
남학생	949	51.4	10.2	6.44	.000
여학생	892	48.5	9.5		

3) 지역 규모에 따른 차이

지역 규모에 따른 과학긍정경험 지수의 규준 분포에 대한 χ^2 검정 결과는 Table 10과 같다. 즉 '매우 부정'에 해당하는 비율은 대도시에서 16.7%이었으나, 중소도시의 경우 13.2%, 읍면지역의 경우 10.2%로 지역 규모가 작아질수록 그 비율이 감소하는 경향이 있었다. 반면 '매우 긍정'에 해당하는 비율을 살펴보면, 대도시의 경우 17.5%, 중소도시는 17.2%, 읍면지역 26.1%로 다른 지역 규모에 비해 읍면지역의

‘매우 긍정’ 경험이 높음을 알 수 있다. 그리고 이러한 차이는 통계적으로 유의미하였다(p<.001). 지역 규모에 따른 과학긍정경험 지수에 대한 일원변량분석 결과(Table 11)에서도 집단 간 평균 차이가 통계적으로 유의미하였다. Scheffe 사후 검정을 실시한 결과, 대도시(49.6)나 중소도시(49.7) 지역 학생의 평균에 비해 읍면지역 학생들의 평균(51.8)이 통계적으로 유의미하게 높았으며, 대도시와 중소도시 학생 간의 평균 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다. 즉 전반적으로 대도시나 중소도시에 비해 읍면지역 학생들이 과학긍정경험을 더 많이 했음을 알 수 있다.

대도시나 중소도시보다 읍면지역의 경우 전체 학생 수 뿐만 아니라 학급당 학생 수가 상대적으로 적고 최근 들어 다양한 과학교육 여건이 좋아져 학생 주도적인 과학관련 탐구 활동과 체험 기회가 더 많다. 또한 읍면지역에서 교사와 학생 또는 학생 사이의 상호작용 기회가 상대적으로 더 많고 경쟁적인 분위기가 덜 할 수 있다. 이러한 점이 읍면지역 학생들의 과학긍정경험에 대한 인식에 긍정적인 영향을 미친 것으로 보인다.

Table 11. Pearson’s chi-squared test results for norm distribution of TIPES by regional scale

	구간별 빈도(%)					χ^2	df	p
	매우 부정	부정	긍정	매우 긍정	계			
대도시	138 (16.7)	305 (37.0)	237 (28.8)	144 (17.5)	824 (100.0)	24.71	6	0.000
중소 도시	94 (13.2)	306 (42.7)	192 (26.9)	123 (17.2)	714 (100.0)			
읍면 지역	31 (10.2)	101 (33.3)	92 (30.4)	79 (26.1)	303 (100.0)			
계	263 (14.3)	711 (38.6)	521 (28.3)	346 (18.8)	1841 (100.0)			

Table 12. ANOVA results for TIPES scores by regional scale

	N	평균	표준 편차	제곱합	자유도	제곱 평균	F	p
대도시	824	49.6	10.5					
중소도시	714	49.7	9.4	1174.3	2	587.2	5.91	.003
읍면지역	303	51.8	10.0					

4) 과학관련 활동 참여 여부에 따른 차이

과학관련 활동 참여 여부에 따른 과학긍정경험 지수의 규준 분포에 대한 χ^2 검정 결과를 Table 12에 정리하였다. ‘매우 부정’에 해당하는 비율을 살펴보면 과학관련 활동에 참여한 경우는 10.8%, 불참한 경우는 17.8%이었으며, ‘매우 긍정’에 해당하는 비율은 참여한 경우는 25.5%, 불참한 경우는 11.1%이었으며, 그 차이가 통계적으로 유의미하였다(p<.001). 과학긍정경험 지수에 대한 독립표본 t-검정 결과(Table 13)에서도 과학관련 활동에 참여한 학생의 평균(52.0)이 참여하지 않은 학생의 평균(47.7)에 비하여 높게 나타났으며, 그 차이가 통계적으로 유의미하였다(p<.05). 즉 과학관련 활동에 참여할 경우 과학긍정경험에 대한 인식이 높음을 알 수 있다. 이는 과학관련 활동 참여가 학생들의 과학긍정경험에 대한 인식에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 의미하는 것으로, 과학관련 활동 참여 기회 확대 및 과학관련 활동의 개선을 통하여 과학긍정경험 지수를 제고할 수 있음을 시사한다.

Table 13. Pearson’s chi-squared test results for norm distribution of TIPES by participation in science-related activities

	구간별 빈도(%)					χ^2	df	p
	매우 부정	부정	긍정	매우 긍정	계			
참여	109 (10.8)	336 (33.2)	309 (30.5)	258 (25.5)	1012 (100.0)	81.02	3	0.000
불참	137 (17.8)	344 (44.8)	202 (26.3)	85 (11.1)	768 (100.0)			
계	246 (13.8)	680 (38.2)	511 (28.7)	343 (19.3)	1780 (100.0)			

Table 14. Independent t-test results for TIPES scores by participation in science-related activities

	N	평균	표준 편차	t	p
참여	1012	52.0	9.9	9.13	.000
불참	768	47.7	9.6		

Ⅳ. 결론 및 제언

이 연구에서는 타당성과 신뢰성이 확보된 과학긍정경험 지표를 측정하기 위한 검사 도구를 개발 및 적용하였다. 연구 결과, 5가지 영역(과학 학습 정서, 과학관련 자아개념, 과학 학습 동기, 과학관련 진로 포부, 과학관련 태도)에서 총 35개의 4단계 리커트 척도 문항으로 구성된 과학긍정경험 지표 검사를 개발하였다. 신뢰도 및 확인적 요인 분석 결과, 개발된 검사 도구의 신뢰도와 타당도는 매우 높은 수준인 것으로 나타났다. 학년, 성, 지역 규모, 과학관련 활동 경험 여부에 따른 과학긍정경험 지수의 차이를 분석한 결과에서는, 중·고등학생보다 초등학생, 여학생보다 남학생, 대도시나 중소도시보다 읍면지역 학생, 과학관련 활동을 경험하지 않은 학생보다 경험한 학생의 점수가 통계적으로 유의미하게 높게 나타났다. 이러한 결과는 향후 과학교육 연구 및 정책, 학교 과학을 수행하는 데 다음과 같은 의미 있는 시사점을 제공할 것으로 기대된다.

첫째, 과학긍정경험 지수를 통해 학생의 정의적 특성과 과학과 핵심역량 제고를 위한 교수·학습을 개선하는 데 기여할 수 있다. 본 연구에서 개발한 TIPES를 활용함으로써, 현재 우리나라 학생들의 정의적 특성에 대하여 종합적이고 체계적으로 파악할 수 있을 뿐만 아니라 학생들의 과학긍정경험에 영향을 미치는 정의적 영역과 요소의 규명이 가능해져서, 과학과 교수·학습 설계와 개선을 위한 기초 데이터로서 활용이 가능하다. 또한 과학긍정경험 지수는 인지적 영역에 우선할 수 있는 비인지적 영역의 측정에 활용될 수 있고 정의적 영역의 긍정경험이 인지적 성과의 중재요인으로 작용할 수 있기 때문에, 과학긍정경험 지표 검사 결과를 다양한 인지적 및 비인지적 과학과

핵심역량 향상을 위한 실질적인 교수・학습 개선에 활용할 수 있을 것이다.

둘째, 2015 개정 교육과정에서 추구하는 학생 참여형 수업의 성과를 가늠하는 잣대로 과학긍정경험 지수를 활용할 경우 선순환적으로 정의적 능력 향상에 실질적으로 기여할 수도 있다. 즉 과학긍정경험 지수는 학교에서의 과학관련 활동, 과학관을 비롯한 비형식 교육 기관에서 진행되는 과학관련 활동 등에 대한 과학긍정경험 제고를 위한 실천적 지표로 활용 가능하다. 또한 '거꾸로 과학교실', '블렌디드 학습' 등과 같은 학생 참여 중심 수업으로 과학 수업의 패러다임 변화를 유도하고 이에 대한 교육적 효과를 검증할 수 있는 지표로도 활용 가능하다. 특히 중학교의 경우, 자유학기제와 연계한 학교 수업, 방과 후 수업, 학교 밖 과학관련 활동 등을 통해 과학 학습의 긍정경험의 기회를 제고하고 과학관련 진로를 탐색하는 데 과학긍정경험 지표 검사를 유용하게 활용할 수 있을 것이다.

셋째, 학생의 정의적 성취 향상을 위한 정책 입안이나 프로그램을 설계할 때 참고할 수 있는 근거 자료를 제공한다. 즉 기존의 인지적 성취에 대한 평가만으로는 예측하기 어려웠던 학생의 과학 학습 지속 여부나 과학관련 진로 선택 등에 대한 설명력 있는 자료를 과학긍정경험 지수를 통해 측정 가능하므로, 과학 정책 입안이나 과제 설계 시에 참고할 수 있는 정보를 획득할 수 있다. 또한, 과학 교사나 비형식 과학 활동의 안내자는 학생의 정의적 특성에 대한 조작적 정의와 과학긍정경험 지수를 참조하여, 과학에 대한 정의적 특성 신장 프로그램이나 활동의 효과를 자체적으로 검증하여 개선할 수 있을 것이다. 특히 과학긍정경험의 하위 요인으로 구성된 다양한 정의적 요소를 활용한다면, 특정 과학 활동이 어떤 정의적 요소에 주요하게 영향을 주는지를 파악하여 해당 과학 활동을 개선할 수 있을 것이다. 이 밖에도 이 연구의 과정과 결과를 과학 교과 이외의 교과에서 긍정경험 지표 검사 도구를 개발하는 데 활용할 수도 있을 것이다.

넷째, 이 연구에서는 과학긍정경험 측면에서 학년별, 지역별, 성별, 불균형이 나타났으므로, 이를 개선하기 위한 노력이 필요하다. 즉, 통계적으로 유의미하게 과학긍정경험 지수가 낮은 것으로 나타난 중・고등학생, 여학생, 대도시 및 중소도시 학생의 과학긍정경험 지수를 높이기 위한 방안을 모색할 필요가 있다. 이를 위하여 과학관련 활동 경험이 과학긍정경험 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타난 점에 주목할 필요가 있다. 즉 현행 교육과정에서는 STEAM이 강조됨에 따라 과학 교과뿐만 아니라 타 교과 및 창의적 체험 활동 등을 통하여 과학관련 활동 기회가 증가하고 있으므로, 과학관련 활동을 양적으로 늘리면서 질적 수준을 제고하는 것이 가장 현실적이면서도 효과적인 접근이라 할 수 있다. 현실적인 과학 교육 여건을 개선하기 위한 노력과 함께 해당 학생들의 정의적 특성과 관점을 고려한 과학 수업 및 활동을 실행하기 위한 노력이 필요하다. 예를 들어, 해당 학생에게 친화적인 과학관련 활동을 보다 폭넓고 지속적으로 개발 및 적용하기 위하여 노력할 필요가 있다.

한편 중학교 1학년 학생의 경우 2015학년도부터 실시된 자유학기제를 통하여 기회가 많아졌을 수 있으나, 이 연구에 참여한 중학교 2학년 학생의 경우에는 조사 시점에 자유학기제 기간이 포함되어 있지 않았다. 즉 이 연구에서는 자유학기제의 영향이 반영되었다고 볼 수 없으므로, 추후에는 자유학기제 효과를 포함하여 과학긍정경험 지수를 조사할 필요가 있다. 또한 이 연구에서는 문헌 연구 및 양적 연구에 근거하여 결과의 원인을 추론하였으므로, 학생 특성별 근본적, 심층적 원인을 확신하기 어려웠다. 따라서 지역별, 성별, 학년별 차이의 원인을 심층적으로 밝히기 위한 질적 연구가 이루어질 필요가 있다.

국문요약

이 연구에서는 과학긍정경험 지표를 측정하기 위한 검사 도구를 개발하였다. 과학긍정경험 지표 검사 도구의 개발 과정은 문헌 연구, 검사 도구 초안 개발, 예비검사 및 검사 도구 수정, 본 검사 실시 등의 과정으로 이루어졌다. 즉 문헌 연구 및 2차례의 델파이 조사를 통하여 과학긍정경험 지표의 5가지 구성 요소(과학 학습 정서, 과학관련 자아개념, 과학 학습 동기, 과학관련 진로 포부, 과학관련 태도)를 설정한 후, 4, 6, 8, 10학년 학생 198명을 대상으로 한 예비검사와 전문가 협의회를 통하여 검사 도구를 수정보완 하였다. 그리고 개발한 검사 도구를 이용하여 4, 6, 8, 10학년 학생 1,841명을 대상으로 과학긍정경험 지표 검사를 실시하였다. 신뢰도 및 확인적 요인 분석 검사 결과, 과학긍정경험 지표 검사 도구의 문항에 대한 신뢰도와 타당도가 모두 높은 수준으로 나타났다. 그리고 과학긍정경험의 규준 분포 및 과학긍정경험지수에서 학년, 성, 지역 규모, 과학관련 활동 경험 여부에 따라 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 결론에서는 본 연구의 결과가 과학교육 연구 및 학교 과학교육에 주는 시사점과 교육적 함의를 논하였다.

주제어 : 과학긍정경험, 과학 학습 정서, 과학관련 자아개념, 과학 학습 동기, 과학관련 진로 포부, 과학관련 태도

References

Browne, M. W., & Cudeck, R. (1993). Alternative ways of assessing model fit. In K. A. Bollen, & J. S. Long (Eds.), Testing structural equation models. Newbury Park, CA: Sage.

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.

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.

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.

Kim, D., & Kim, H. (2013). Development of science academic emotion scale for elementary students. Journal of the Korean Association for Research in Science Education, 33(7), 1367-1384.

Kim, S., Lee, J., Park, J. H., & Lee, M. (2015). Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS 2015 Main Survey. (Research Report RRE 2015-11-2). Seoul: KICE.

Kim, S., Park, J. H., Kim, H., Jin, E., Lee, M., Kim, J. Y., Ahn, Y., K., & Seo, J. H. (2012). Findings from TIMSS for Korea: TIMSS 2011 international results. (Research Report RRE 2012-4-3). Seoul: KICE.

Knight, R. A., Prentky, R. A., & Cerce, D. (1994). The development, reliability, and validity of an inventory for the multidimensional assessment of sex and aggression. Criminal Justice and Behavior. 21, 72-94.

KOFAC (2015). Development Research of Draft of 2015 revised subject curriculum Ⅱ - Science Curriculum. (Research Report BD15110002). Seoul: KOFAC.

Ku, J., Kim, S., Lee, H. W., Cho, S., & Park H. (2016). OECD Programme

for International Students Assessment: An analysis of PISA 2015 Results. (Research Report RRE 2013-18). Seoul: KICE.

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., 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, K., Kwak, Y., Lee, S., & Choi, J. (2012). Design of the competencies-based national curriculum for the future society. (Research Report RRC 2012-4) Seoul: KICE.

Lee, M., & Kim, G. (2004). Relationship between attitudes toward science and science achievement. Journal of the Korean Association for Research in Science Education, 24(2), 399-407.

Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., & Hooper, M. (2016). TIMSS 2015 International Results in Science. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Student Center website: http://timssandpirls.bc.edu/ timss2015/international-results/

MOE (2016a). General Plans for Science Education (2016.2.). MOE (2016.2.).

MOE (2016b). Result announcement of PISA 2015. MOE press release (2016.12.6.).

Mullis, I. V. S., & Martin, M. O. (2013). TIMSS 2015 assessment frameworks. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

National Research Council (2011). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, DC: The National Academies Press.

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.

Sang, K., Kwak, Y., Park, J. H., & Park, S. (2016). The Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS): Findings from TIMSS 2015 for Korea. (Research Report RRE 2016-15-1). Seoul: KICE.

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.

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.

Woo, J. P. (2012). The concept and understanding of structural equation modeling. Seoul: Hannarae academy.

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.

<부록> 과학긍정경험 지표 검사 문항

구성 영역	지문	문항
1. 과학 학습 정서	지난 학기 동안의 과학 수업 경험에 대한 질문입니다. 지난 학기 과학 수업을 돌이켜 볼 때, 과학을 배울 때 느낀 나의 감정과 관련된 아래의 각 내용에 대해 얼마나 자주 경험하였습니까?	1-1. 나는 과학 수업이 즐거웠다. 1-2. 나는 과학 수업이 만족스러웠다. 1-3. 나는 과학 수업이 재미있었다. *1-4. 나는 과학 수업이 지루하였다. *1-5. 나는 과학 수업이 짜증나거나 귀찮았다. *1-6. 나는 과학 수업 시간에 불안하거나 초조하였다.
2. 과학관련 자아개념	지난 학기 과학 수업 시간의 경험에 대한 질문입니다. 지난 학기 과학 수업을 돌이켜 볼 때, 과학 수업에서 자신에게 느낀 점과 관련된 아래의 각 내용에 대해 어느 정도 동의합니까?	2-1. 나는 과학 수업 시간에 주어진 과제 및 활동을 잘 해결할 수 있다. 2-2. 나에게 과학 공부는 쉬운 일이다. 2-3. 과학은 내가 잘하는 과목 중 하나이다. 2-4. 나는 과학 수업 시간에 선생님과 친구들로부터 인정받고 있다. 2-5. 과학 수업을 통해 나는 스스로를 쓸모 있는 사람이라고 느낀다. 2-6. 과학 수업은 내가 스스로에게 만족할 수 있게 해준다.
3. 과학 학습 동기	지난 학기 과학 수업 시간의 경험에 대한 질문입니다. 지난 학기 과학 수업을 돌이켜 볼 때, 과학 수업에 대한 여러분의 태도 및 생각과 관련된 아래의 각 내용에 대해 어느 정도 동의합니까?	3-1. 나는 과학 수업 시간에 최선을 다하려고 노력한다. 3-2. 나는 과학 공부에 많은 시간을 들인다. 3-3. 나는 과학 수업 시간에 적극적으로 참여한다. 3-4. 나는 과학 수업 시간에 특히 질문을 많이 한다. 3-5. 나는 과학 수업 시간에 딴 짓을 하지 않고 집중한다. *3-6. 나는 과학 수업 시간에 종종 수업과 관련이 없는 딴 생각을 한다. 3-7. 과학 수업 시간에 배운 내용은 나와 관련이 있다. 3-8. 과학 수업 시간에 배운 내용은 일상생활에 적용가능하다. 3-9. 나에게는 과학 수업 시간에 배운 내용을 제대로 이해하는 것이 중요하다. 3-10. 나에게는 과학 수업 시간에 주어진 과제나 활동을 성공적으로 마치는 것이 중요하다.
4. 과학관련 진로 포부	지난 학기 과학 수업 시간의 경험에 대한 질문입니다. 지난 학기 과학 수업을 돌이켜 볼 때, 과학 관련 진로 희망과 관련된 아래의 각 내용에 대해 어느 정도 동의합니까?	4-1. 과학 관련 진로 및 직업에 대하여 알게 되었다. 4-2. 과학 관련 진로 및 직업은 내가 스스로 더 배우고 발전할 수 있는 기회를 준다. 4-3. 과학 관련 진로 및 직업은 사회적 영향력이 크다. 4-4. 과학 관련 진로 및 직업에 흥미를 가지게 되었다. 4-5. 미래에 과학과 관련된 직업을 가지고 싶다.
5. 과학관련 태도	지난 학기 과학 수업 시간의 경험에 대한 질문입니다. 지난 학기 과학 수업을 돌이켜 볼 때, 과학에 대한 태도와 관련된 각 내용에 대해 어느 정도 동의합니까?	5-1. 과학은 이 세상을 더욱 살기 좋은 곳으로 만드는 데 도움이 된다. 5-2. 과학은 공부할 만한 가치가 있다. 5-3. 과학은 학교를 졸업한 후에도 쓸모가 있다. 5-4. 과학의 발전은 환경, 기술 및 사회의 발전과 영향을 주고받는다. 5-5. 학교에서 과학 수업 시간이 늘어나는 것은 바람직하다. 5-6. 과학자는 합리적으로 생각하고 판단한다. 5-7. 나는 과학에 대하여 더 알고 싶다. 5-8. 나는 과학과 관련된 경험(독서, 견학, 과학영상 시청 등)을 좋아한다.

*부정 문항으로 역코딩이 필요함