



초등학생을 위한 과학인성 검사 도구 개발

남일균, 임성민*
대구대학교

Development of Survey Tool for the Scientific Character of Elementary Student

Ilkyun Nam, Sungmin Im*
Daegu University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 30 October 2018

Received in revised form

21 November 2018

6 December 2018

Accepted 18 December 2018

Keywords:

scientific character, character education, factor analysis, Scientific Character Inventory for Elementary Student

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a survey tool of scientific character for elementary student which connects science education and character education effectively by figuring out traits of elementary students' character being presented in teaching and learning context of elementary school science. For this, we adapted the theoretical model from the previous research which defined scientific character as the competencies being able to practice in concrete teaching and learning context of science. Based on this model, we developed the survey tool as 'Scientific Character Inventory for Elementary Student' to assess elementary students' scientific character as the competences to practice the virtues being pursued in the context of elementary school science and verified its reliability and validity. As a result of an exploratory and confirmatory factor analysis, we confirmed all the items could be summarized into 28 items and eight constructs such as scientific problem-solving, self-management, self-reflection, communication, interpersonal skill, community participation, global citizenship, and environmental ethics awareness. We found that minimum reliability coefficient of constructs was over than 0.5 and reliability coefficient of the total items was 0.878. And also, there was modest relationship between each construct and the total score of scientific character. These results show that the developed survey tool can be useful in evaluating the effectiveness of science character education. This study is meaningful in that it systematically reveals constructs of scientific character which can be raised in concrete context of science teaching and learning so as to suggest the survey tool to assess this.

1. 서론

세계 각국의 지속적인 교육개혁은 최근 단순 지식이나 기능을 강조하기보다는 미래 사회가 요구하는 핵심역량을 기르는 학교 교육으로 전환을 도모해 왔다(Lim & Jang, 2016; OECD, 2003; QCA, 2007). 한편 인간의 전 생애를 걸친 성공적인 발달에 중요한 요인으로 여겨져 온 인성은 역량과 복잡한 관계를 맺고 있는 것으로 여겨지는데(Colby, James, & Hart, 1998) 최근에 인성은 전통적 규범이나 도덕성을 넘어 학문과 실생활에서 성공적인 삶을 위한 인격적 특성으로 간주되며 이미 여러 국가에서는 핵심역량과 인성을 연계하여 국가 교육 전반에서 체계적인 교육을 실시하고 있다(Yates & Collins, 2008). 우리나라에서도 최근 그간 광범위한 교육의 여러 내용을 포괄하며 다양하게 정의되던 인성교육을 인간다운 성품과 덕, 그리고 성공하는 인생을 살아가는데 필요한 핵심 역량을 길러주는 교육으로 정의하면서(Korean Educational Development Institute(KEDI), 2015), 과학을 포함한 교과교육 전반을 통해 인성 역량을 함양해야 한다는 주장이 더욱 힘을 얻고 있다(Jung, Nam & Im, 2018; Kang *et al.*, 2018; KEDI, 2014a).

한편, 초등학교 교육과정에 편성된 14개의 교과는 각 교과의 사회,

문화, 역사 그리고 학문적 맥락을 바탕으로 고유하게 정립된 교과 목표와 내용으로 구성되어 있다. 하지만, 기본적으로는 '홍익인간의 이념 아래 모든 국민으로 하여금 인격을 도야하고 자주적 생활능력과 민주시민으로서 필요한 자질을 갖추게'한다는 교육기본법 제2조의 교육이념에 따라 모든 교과는 나름의 인성교육을 실천해왔다고 볼 수 있다(Nam & Im, 2017). 모두를 위한 과학이라는 거시적 목표를 추구하는 과학교육 또한 직간접적으로 이러한 지향을 공유했으며 나름의 인성교육을 실천해 왔다. 최근의 인성교육에서는 인성을 개인의 속성일 뿐만 아니라 다양한 사회적 관계와 관련된 속성들로 간주하는데(Jeong, 2015; KEDI, 2015; Yu, 2015), 이러한 관점에서 지금까지 과학교육 차원에서 실천되어 온 인성교육은 개인적 차원과 타인, 사회, 자연 등 관계적 차원으로 구분하여 보다 체계적으로 살펴볼 수 있다.

먼저 인성교육을 개인적 속성으로서 도덕·윤리적 인간을 기르는 교육으로 보는 개인적 차원에서 볼 때(Son, 1995), 과학교육은 학습자에게 과학과 관련된 도덕 윤리적 측면의 가치를 교육해왔다는 점에서 인성교육과 관련된다. 과학은 과학만의 독특한 문화를 가지고 있어(Snow, 1963) 이에 따라 지식과 윤리측면 모두에서 고유한 규범적 구조를 가지고 과학의 가치체제로 과학 실천가들을 안내해 왔다

* 교신저자 : 임성민 (ismphs@daegu.ac.kr)
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2018.38.6.825>

(Douglas, 2009). 학생들은 과학수업 참여를 통해 과학의 가치, 규준, 관계성을 실천하고 이는 그들의 정체성에 대한 밑거름이 된다 (Brickhouse & Potter, 2001). 과학수업에 참여한 학생들은 자연스럽게 과학수행의 과정에서 형성된 과학의 관습을 내면화 하며 도덕적인 과학자처럼 과학을 바르게 실천하도록 안내받았다. 과학의 고유한 가치와 대면한 과학학습자는 되도록 자세한 관찰을 수행하고 도출된 실험결과를 비판적으로 바라보며 수행한 탐구과정을 비판적으로 성찰하도록 지도받는다. 또한 측정과 재측정을 반복하며 얻게 된 원자료를 존중하고 거짓 없이 해석하는 등 과학을 수행하는 도덕적 주체로서 성장하게 된다(Elgin, 2011; Osborne, Erduran, & Simon, 2004; Yerrick & Roth, 2005).

개인적 차원을 넘어 관계적 차원에서 과학학습자는 과학과 관련된 다양한 인성의 가치들을 더욱 역동적으로 학습할 수 있다. 학생들은 교사, 동료와 함께 과학적 의사소통으로 탐구 학습을 수행하며 (NGSS, 2013; Osbon, Erduran & Simon, 2004) 협력을 통한 공동의 문제해결 과정을 거쳐 배려, 소통, 그리고 탐구에 참여한 학습자의 다양성 이해와 같은 인성의 가치들을 경험할 수 있다(Park & Huh, 2012; Ryu & Jin, 2006; Zuckerman *et al.*, 1983). 한편 타인과의 관계를 넘어 과학이 사회와 맺게 된 관계의 차원에서 과학의 가치는 특히 현대 과학교육에서 더욱 중요시된다. 1980년대 이래 과학이 우리 사회에 미치는 영향이 더욱 커지며 과학-기술-사회(STS) 교육의 흐름이 생겨났고 과학적 소양의 함양이 강조되었다. 최근에는 이를 보다 적극적으로 확장하여 학생들이 과학과 관련된 사회문제 상황에서 바른 판단을 하도록 안내하는 과학과 관련된 사회 윤리적 문제(Socio-Scientific Issues: SSI) 기반 교육이 실천되고 있다(Zeidler *et al.*, 2005). 학생들은 SSI를 학습함으로써 과학이 사회 속에서 윤리적 역할을 수행하는 것에 대한 중요성을 인식할 수 있다(Choi *et al.*, 2011; Hodson, 2003). 이를 통해 학생들은 과학의 발달 과정과 과학이 우리 역사에 미친 영향을 이해하며 과학과 사회의 관계 맥락 속에서 과학을 바르게 실천할 수 있는 역량을 기를 수 있다(Jeong, 2015; Pennock & O'Rourke, 2017). 한편, 과학이 맺게 되는 다양한 관계의 맥락 중 가장 특별한 것은 자연과의 관계이다. 과학은 자연을 대상으로 하기에 과학학습자는 자연과 관계 맺음을 통해 자신의 과학지식과 가치관을 형성한다(Bailey, 1903). 자연과 교감을 통해 형성된 가치들을 바르게 실천하는 역량을 키워주는 과학교육이야말로 자연과의 관계차원에서 인성교육의 실천이다(Eick, 2012; Johnson, 2013). 과학교육은 자연을 대상으로 한 다양한 경험을 통해 발달해 왔고, 생명과 환경을 다루는 주요 교과로 인성교육에서 매우 중요한 역할을 수행해 왔다 (Park & Park, 2015). 인간과 생명의 보호, 과학의 발달로 인한 자연과 생태계 파괴의 주제들을 직접 다루는 과학윤리교육 또한 자연과의 관계 속에 내재된 인성의 가치를 다루는 인성교육이라 할 수 있다 (Pimple, 2002).

과학교육과 인성교육의 관계에 대한 관심과 중요성이 부각되면서 과학교육학계에서도 모두를 위한 과학교육이라는 큰 지향을 추구하고 있으며 과학교육의 도덕적-윤리적 측면을 다루고 인성교육의 의미를 내포한 여러 연구들이 수행되고 있다(Nam & Im, 2017). 이와 함께 현장의 과학교사들도 과학수업을 통한 인성교육의 실천을 희망하며 나름대로 인성과 관련된 다양한 과학수업을 실천해왔다. 그러나 많은 과학교사들이 과학수업에서 인성 교육의 필요성에는 동의함에도 막상 그들의

과학수업에서 구체적인 인성교육의 실천에는 어려움이 있음을 지속적으로 보고하였다(Corrigan, Dillon, & Gunstone, 2007; Goldsmith-Conley, 1999; Jung, Nam, & Im, 2018; KEDI, 2015; Reiss, 1999; Sardjijo & Ali, 2017). 체계적인 기준과 방법을 갖춘 인성평가의 부재 상황에서는 산발적인 인성교육의 한계를 벗어 수 없다. 이는 과학교과에서도 마찬가지로 각 교과마다 수많은 인성교육의 프로그램이 실천되고 긍정적인 효과를 보고해 왔지만 그 효과가 과학적이고 체계적인 방법을 통한 것이 아니라 교사의 주관이나 사회문화적 압력, 그리고 성찰 없이 지속된 학교의 전통 속에서 정책적으로 만들어진 것들이라면 이는 잠정적으로 해가 될 수 있는 교육에 학생들이 노출된 것이다 (Cunningham, 2005; Harrison & Davisin, 2014). 지옥으로 가는 길은 좋은 의도에 의해 닦여질 수도 있다는 Berkowitz(2014)의 말처럼 아무리 좋은 의도에서 교육방법을 고안하더라도 그 방법이 꼭 훌륭한 결과로 연결되지 못하기에 과학교육이라는 새로운 맥락에서 인성교육의 가치를 검증하기 위해서는 새로운 평가 방법이 마련되어 교육방법의 의도와 효과 간의 간극을 연결해 주는 중요한 역할을 해야 한다.

우리는 마치 어떤 인성 프로그램을 투입하면 학생들의 인성이 향상될 것이라는 것을 가정하지만 인성교육은 교육의 맥락 여기저기에 녹아 있으며 동시에 학생들의 모든 교육적 경험의 맥락 속에 다양한 방법으로 존재하고 있다(Nam & Im, 2017). 이러한 관점에서 과학교육을 통해 학생들의 인성 함양을 보다 효과적으로 지원하기 위해서는 지금까지의 자연스러운 과학 교수학습의 맥락을 통해 구체적으로 길러 줄 수 있는 과학인성의 준거를 밝히고 학생들의 과학인성을 측정할 수 있는 타당하고 신뢰도 높은 검사 도구를 개발해야 한다. 과학교육에서 인성교육의 요소를 제시하는 것은 과학 교수학습 현장에서 인성교육 실천의 실효성을 높일 수 있다(Kang *et al.*, 2018). 즉 인성을 체계적으로 교육하기 위해서는 해당 구인에 대한 명확한 정의와 타당한 평가 체계 그리고 이를 기반으로 한 효과적인 프로그램 개발 등을 통해 이론적, 실천적 근거가 마련되어야 한다.

이미 심리학적 관점에서는 긍정 심리학(positive psychology)을 중심으로 인간발달에 기여하는 인성의 구인들에(Character Strength)에 대한 양적 측정 도구가 개발되어 시간이 지남에 따라 인성의 개념은 보다 구체적으로 정의되어 왔다(Park & Peterson, 2006). 더불어 최근에는 이러한 인성의 이론적 구인을 바탕으로 한 양적인 측정도구가 각 나라 문화의 상황적 맥락을 반영하여 개발되기 시작하였다(Duan *et al.*, 2012). 이미 일반 인성교육의 분야에서는 이러한 연구들이 다양하게 진행되어 왔으며(Posey & Korpi, 2003) 국내에서도 이미 학생들의 사회적 삶의 맥락적 특성을 반영한 학생용 인성검사 도구들이 개발되었다(Chi, Lee, & Do, 2014; Hyun, Han & Im, 2015; Lee, Kang, & Kim, 2013). 국내 과학교육학계에서도 최근 과학교육에서 인성교육을 위한 구인설정과 관련한 노력들이 있어왔다. 먼저, 과학 윤리와 과학적 태도에 대한 선행 연구들과 기존의 인성 연구들의 관련성을 분석하여 전국의 초, 중, 고 과학교사 129명을 대상으로 과학인성의 구인타당도를 확보한 연구와(Jung, Nam, & Im, 2018), 과학교육 전공 대학교수, 중고등학교 과학교사 등 과학교육 전문가 20여명과 2차에 걸친 설문과 포커스 인터뷰를 통해 과학교육에서 일반인성의 구인에 대한 지도 타당성, 중요도, 내용타당지수를 확인한 연구(Kang *et al.*, 2018)가 실시되었다. 특히 Jung, Nam, & Im(2018)은 일반적 인성의 구인과 과학교육의 맥락에서 인성적 구인들을 비교 분석하여 과학교

육에서 추구하는 덕목과 과학 교수학습 맥락에서의 실천을 고려하여 ‘과학인성(scientific character)’의 개념을 제안하였다. 이러한 구인에 대한 적절한 정의와 함께 보다 효과적인 교육의 실천을 담보하기 위해서는 타당한 평가 개발에 대한 연구가 후속되어야 한다.

한편 과학학습자는 과학 교수학습 맥락에 참여하여 과학과 관계를 맺고 이 과정에서 개인의 인지적, 심리적, 사회경제적, 문화적, 그리고 언어적 특성들은 그들이 참여한 특수한 배움의 맥락이 가진 가치 규범들과 상호작용하며 학습자 자신들의 정체성과 그들이 속한 사회공동체의 정체성을 동시에 만들어 간다(Lemke, 2001). 즉 과학교육을 통해 어떤 사람이 되어 가는 것이다. 우리 사회와 문화 그리고 이 속에서 살아가는 주체는 서로 영향을 주고받는 변증법적 관계를 가진 것처럼(Bourdieu, 1986) 어떤 인성교육은 학습자들에게 영향을 미치고 학습자가 가지고 있는 인성의 특성은 인성교육이 이루어지는 맥락에도 영향을 미친다. 과학학습자가 과학수업을 통해 인성을 기르는 것도 결국 학습자가 사회적 구조와 개인의 상호작용을 통해 성장과 발달을 도모하는 사회문화적 관점으로 해석이 가능하기에(Rogoff, 1998; Vygotsky, 1978; Wetsch, 1985) 인성 평가의 문제에서는 어떤 학습자가 어떤 교수학습의 맥락에 존재하는가가 매우 중요해진다. 특히, 초등학교, 중학교, 고등학교, 그리고 대학교에서의 과학 교수학습 맥락이 다르고 이러한 맥락에 속한 학습자들의 인성이나 윤리적 특성이 서로 다르게 보고되기(Chi, Lee, & Do, 2014; Hong, Yoon, & Woo, 2012; Kim & Kim, 2016), 과학과 관련된 인성을 구체적인 교수학습맥락을 고려하여 개념화하고 분석적인 조사를 통해 과학학습자들의 현재 과학인성의 특성을 밝히는 것은 그들이 속한 학습공동체에서 앞으로 인성교육의 방향과 지도방향을 설정하는데 많은 시사점을 줄 것이다.

이에 이 연구에서는 대상 학습자와 이들의 과학 교수학습의 맥락을 충분히 고려한 과학인성의 이론적 구인을 바탕으로 학생들의 과학인성을 체계적으로 측정할 수 있는 검사 도구를 개발하고자 하였다. 특히 이러한 논의를 고려하여 이 연구에서는 대학입시나 학업성적의 부담으로부터 상대적으로 자유롭게 다양한 인성교육의 적용이 가능하다고 생각되는 초등학생을 대상으로 하는 과학인성 검사 도구를 개발하여 제안하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 과학인성의 개념화

인간다운 성품 혹은 덕을 이해하고 이를 삶속에서 실천하는데 필요한 핵심역량으로서 인성을 정의하는 인성 교육의 관점에 따르면 인성의 구인은 인류의 보편적 가치와 덕목으로 이루어지지만(Park & Perterson, 2006), 서로 다른 문화적 맥락에서 인성의 구인은 달라질 수 있다(Duan *et al.*, 2012). 개인이 내면화해야 하는 인성의 덕은 주로 타인과의 관계와 개인이 속한 사회 속에서 가치가 부여되기 때 문에(Cheung, van de Vijver, & Leong, 2011) 특정 사회의 문제 상황, 사회에서 편향된 가치, 그 시대적 담론에 따라 특별히 강조되는 인성의 구인은 달라질 수 있다(Pennock, 2015, Ministry of Education, Science and Technology(MEST), 2012). 서양의 문화가 개인적인 가치를 중요시하는 반면 동양의 문화가 집단의 가치에 보다 더 집중하

는 것처럼(Oyserman, Coon, & Kemelmeier, 2002) 집단의 사회 문화적 맥락 속에서 형성되는 인성의 가치를 탐색하는 것은 이러한 가치가 발현되는 사회문화적 맥락을 고려해야 한다. 다시 말해, 인성은 보편적 가치와 덕목이기도 하지만 특정한 실천 맥락에서는 구체적인 의미를 가지게 된다. 예를 들어, 생명을 가진 실험 재료를 다루는 경우, 과학적 산물을 우리 사회를 위해 사용하고자 하는 경우, 과학의 규범을 지켜가며 거듭된 실패를 넘어가야 하는 경우, 타당한 탐구 결과를 얻기 위해 서로 다른 구성원들과 협력해야 하는 경우 등과 같이 학교 과학수업의 구체적인 맥락 속에는 이와 관련된 덕목과 이를 실천할 수 있는 역량이 존재한다(Jung, Nam, & Im, 2018). 더불어, 어떤 수업에서 다루어야 할 인성의 덕목은 교육적 상황과 맥락에 영향을 받을 수밖에 없기에(Lickona, 1998) 과학이 가진 고유한 인성적 가치와 과학수업을 통해 만들어진 고유한 관계의 맥락들 속에 내재한 인성의 가치는 과학교육을 통해 학생들이 내면화할 수 있는 과학의 인성적 가치가 된다(Park & Park, 2015). 따라서 과학 교수학습의 맥락에서는 그 맥락과 특히 관련된 과학의 고유한 인성적 가치와 학습자의 특성, 그리고 학습자와 과학의 가치가 만나게 되는 다양한 과학 교수학습의 상황 모두를 고려한 접근이 필요하다. 이와 같이 과학을 가르치고 배우는 실천의 맥락인 과학 교수학습 상황에서는 어떤 학습자가 어떠한 과학의 활동으로 어떻게 인성의 가치를 내면화 하는지를 총체적으로 살펴야 하고, 이러한 이유를 고려하여 Jung, Nam & Im(2018)은 ‘과학인성(scientific character)’을 ‘과학교육에서 추구하는 덕목을 구체적인 과학 교수학습의 맥락에서 실천할 수 있는 (학습자의) 역량’으로 정의하였다.

이 연구는 지금까지 인성 관련 과학교육연구들의 한계를 극복하고 구체적인 과학 교수학습 맥락에서 과학교육의 덕목을 정의한 Jung, Nam, & Im(2018)의 과학인성의 이론적 개념화를 채용하였다. Jung, Nam, & Im(2018)의 연구는 한국교육개발원(KEDI, 2015)의 인성교육 중장기 발전방안 연구에 등장한 선행 연구들(Chi, Lee, & Do, 2014; Jeong, 2015; KEDI, 2014b; Yu, 2015)을 비교 분석하여 일반 인성을 구성하는 이론적 구인의 공통점을 확인하였다. 이러한 분석을 통해 확인된 인성의 이론적 구인은 과학적 윤리(Resnik, 1998)와 과학적 태도(Fraser, 1978; Lind, 1991)의 요인을 반영하여 과학적 덕목(scientific virtue)으로 변환되었다. 이에 따라 최종적으로 정의된 과학인성의 이론적 구인은 개인과 관계라는 2개 차원, 도덕적 자아, 타인과의 관계, 사회와의 관계, 자연과의 관계라는 4개 영역, 그리고 8개의 역량을 하위 구인으로 가지는 체계를 갖는다(Table 1).

이 연구에서는 이와 같은 과학인성의 정의와 이론적 구조를 채용하되, 초등학교 학생의 관점에서 과학수업을 통해 맺게 되는 다양한 관계의 차원을 고려하여 과학인성을 구체화하고 조사 문항을 구성하고자 하였다.

2. 연구 절차 및 방법

초등학생을 위한 과학인성 검사 도구를 개발하기 위한 이 연구의 절차는 연구 진행 순서에 따라 (1) 과학인성 검사 도구 문항 초안 개발 (2) 안면타당도 검증 및 문항 수정 (3) 예비 조사(n=86) 및 탐색적 요인분석, (4) 본 조사(n=512) 및 확인적 요인분석, (5) 과학인성 검사 도구의 신뢰도 및 타당도 검증의 5단계로 구분할 수 있다.

Table 1. Structure of Scientific Character(Jung, Nam & Im, 2018)

Dimension	Area	Virtue	Competency (Construct)	Meaning
Individual	Self as moral agent	Wisdom	Problem solving	We should solve the problem critically through respecting evidences and thinking carefully in the context of science learning.
		Diligency Self-management	Self-management	We should carry out diligently through having patience and controlling ourselves in the context of science learning.
		Courage Honesty	Self-reflection	We should behave honestly and express ourselves truly in the context of science learning.
Relational	Relations with others	Care Communication	Communication	We should accept the opinions of others through listening to them carefully and we should express our opinions reasonably in the context of science learning.
		Courtesy	Interpersonal relationship	We should respect and manage everyone who we meet in the context of science learning with justice and without discrimination.
	Relations with society	(Social) Responsibility	Social participation	We should keep our social responsibilities and follow the rules of the communities in the context of science learning.
		Care Justice	Global citizenship	We should be interested in the common problems of human beings relating to science and we should understand the diversity of the world in the context of science learning.
Relations with nature	Care Responsibility	Ethical Consciousness of environment	We should respect and care for the object of science inquiry such as natural environment and object of the experiment in the context of science learning.	

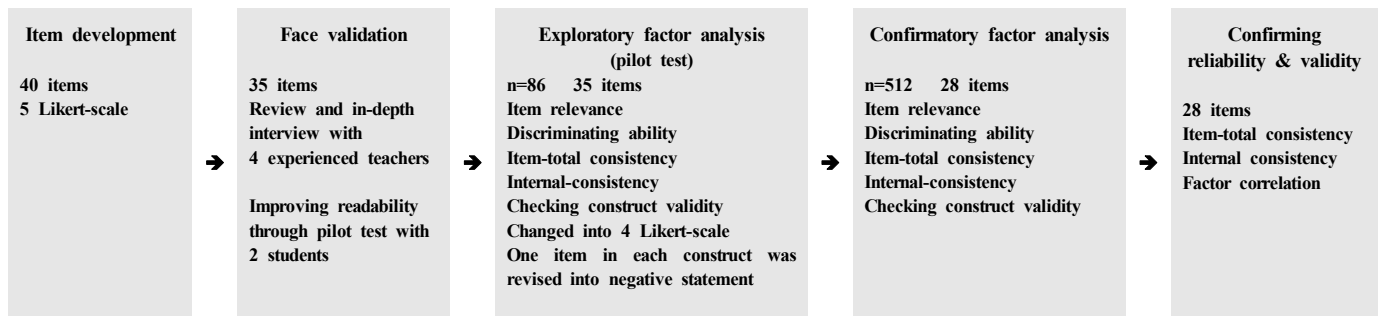


Figure 1. Research process

먼저 첫 단계인 과학인성 검사 도구 초안 개발을 위해서 연구자들은 한국교육개발원에서 개발한 학생용 인성검사 도구의 기본틀에 따라(KEDI, 2014b), 즉 인성 관련 덕목을 실천할 수 있는 역량에 대한 자신의 행동이나 생각을 자기보고식으로 답변하는 리커트 척도 형태로 검사 도구를 구성하였다. 다만, KEDI(2014b)의 검사 도구가 일반적인 인성 덕목과 역량에 대해 문항을 구성한 것과 달리 이 연구에서는 과학인성의 개념화를 바탕으로 과학인성의 하위 덕목과 역량을 구분하고 과학 교수학습 맥락에서의 인성 관련 가치들이 충분히 드러날 수 있도록 총 40개의 문항 초안을 개발하였다.

문항 초안 개발 후, 각 문항은 초등 과학교과 지도 경험이 10년 이상인 4명의 초등 교사들의 검토를 통해 안면타당도를 확보하였다. 4명의 교사들은 과학 교수학습 맥락의 덕목과 역량과 관련하여 각 문항의 타당성에 대한 동의의 정도를 리커트 척도로 답하였고 낮은 점수를 보인 문항에 대해서는 그렇게 생각하는 이유를 기록하였다. 이러한 이유는 연구자와 교사간의 심층면담을 통해 공유하였으며 연구자간 협의를 거쳐 그러한 이유가 타당하다고 해석된 경우 그 문항은 삭제하였다. 또한 이러한 심층면담의 과정에서 교사들의 과학교수 경험을 근거로 몇 개의 문항을 수정하였다. 이러한 과정을 통해 문항 초안은 총 35개로 조정되었으며, 이후 초등학생들의 수준에 적합하지

를 알아보기 위해 초등학교 3학년, 5학년 학생 2명에게 시범검사를 실시하여 검사에 소요되는 시간을 확인하고 심층면담을 통해 각 문항의 해석이 원활한지 확인하였다. 문항의 해석에 어려움이 있다고 답변한 경우 그 이유를 확인하여 문항의 표현을 학생들이 이해하기 쉽도록 수정하였다.

수정 보완된 과학인성 검사 도구 초안을 1개 초등학교 3, 4, 5, 6학년 각 1개 반 총 91명의 학생들에게 투입하여 예비 조사를 실시하였다. 이중 불성실한 답변을 한 5명의 응답을 제외한 86명의 응답을 분석하여 문항 변별도와 내적 일치도 그리고 문항-총점간 상관을 확인하였다. 또, 과학인성 검사의 이론적 구인의 타당성을 확인하기 위해 탐색적 요인분석을 실시하였고 분석된 결과를 통해 초등학생용 과학인성 예비검사의 이론적 구인을 확인함과 동시에 문항을 수정하였다.

이후 탐색적 요인분석을 통해 수정된 과학인성 검사 도구는 사회문화적 배경이 다르다고 가정된 도심과 농촌지역의 2개 초등학교를 의도적으로 표집하여 3, 4, 5, 6학년 각 3개 반 총 670명의 초등학생들에게 투입하고 본 조사를 실시하였다. 그 중 불성실한 답변을 제외한 512명의 응답 결과를 예비 조사와 같은 과정을 거쳐 분석하였다. 각 문항의 평균 점수와 표준편차, 리커트 척도의 출현 횟수 그리고 문항-총점간 상관의 분석을 통해 문항의 적절성을 확인하였으며, 확인적

요인분석을 실시하고 그 결과를 해석하여 검사 도구의 구인타당도를 확보하였다. 이후 최종적으로 정리된 과학인성 검사 도구에 대해서는 내적 일치도, 문항-총점간 상관과 신출된 구인들의 상관 계수를 통하여 개발한 검사 도구의 신뢰도와 타당도를 확인하였다.

각 연구 절차에 따라 수행한 주요 연구 결과는 III장에 제시하였다.

III. 연구결과

1. 과학인성 검사 도구 초안 개발 및 예비 조사

초등학생용 과학인성 검사 도구의 문항 초안을 개발하고 이에 대해 초등교사 4명의 검토와 심층면담을 통해 안면타당도를 확보하였고 초등학생 2명의 시범 검사를 통해 문항의 표현을 수정하였다. 이후 초등학생 91명을 대상으로 예비 조사를 실시하였고 이중 성실히 답변한 86명의 응답을 분석하여 문항 변별도를 확인하고 탐색적 요인분석을 통해 검사 도구의 이론적 구인의 타당성을 확인함과 동시에 검사 문항을 수정하였다.

가. 문항 개발

먼저 과학인성의 이론적 구조(Table 1)에 따라 기존에 개발된 학생용 인성 검사의 문항들(KEDI, 2014b)을 각 문항이 측정하고자 하는 내용을 확인하여 과학인성의 문항으로 변형 가능한 것과 그렇지 못한 것으로 분류하였다. 즉 일반 인성의 덕 중에서 과학 교수학습의 맥락에서 교사들이 관찰할 수 있다고 생각되는 학생들의 행동이나 생각과 관련 될 수 있는 문항을 확인하였다. 연구자들은 각각 학생용 인성 검사지의 각 문항에 대해 과학인성 검사 도구로의 사용 가능성에 대해 의견을 기록하였고 의견 불일치 문항들은 협의를 거쳐 최종 문항들을 선정하였다. 이후 선정된 문항들은 표현을 수정하여 학생들의 인성 교육의 관점에서 과학교사들이 과학수업 시간에 관찰 할 수 있는 내용과 가치를 내포하도록 문항을 개발하였다. 또한 학생용 인성 검사 문항 이외에도 각각의 과학인성의 이론적 구인을 고려하여 과학 교수학습의 맥락 속에 고유하게 내재된 가치를 나타낼 수 있는 문항들은 추가로 개발하였다.

대부분의 문항들은 과학교사들이 과학 교수학습과 관련된 덕과 윤리의 관점에서 추구하는 학생들의 행동에 집중하여 개발되었다. 예를 들어, 과학교사들은 그들의 학생들이 과학적 활동을 존중하기 원하며, 적극적으로 과학 활동에 참여하고 진지하고 정교하게 실험을 수행하는 학생들이 더 많이 관찰되길 원한다. 또한 과학교사들은 그들의 학생들이 과학탐구를 통해 비판적 사고를 하기 원하며 학생들이 그들의 탐구과정에 대하여 반성하고 질문을 하는 것에 가치를 둔다. 다만, 과학교사들이 그들의 수업에서 학생들의 행동으로 관찰하기 어려운 가치들의 경우는 학생들의 생각을 묻는 방법을 사용하여 문항을 개발하였다. 이러한 과정을 통하여 이론적으로 설정된 8개 과학인성의 하위 구인별(Table 1)로 5개씩 총 40개의 5단계 리커트 척도 문항들로 1차 검사 도구를 개발하였다.

나. 안면 타당도 검증

개발된 1차 조사도구 문항들은 안면타당도 검증을 위해 4명의 초등 교사들에게 배부되었다. 각 교사들에게는 각 문항들이 의도적으로 측정하는 것이 무엇인지 이해할 수 있도록 과학인성의 의미와 하위 구인의 의미를 설명하였다. 이후, 교사들은 각 문항들의 타당도에 대한 그들의 의견을 공유하였다. 4명의 교사는 각 문항의 내용이 과학 교수학습 맥락에서 추구하는 덕목과 관련된 것이며 이를 과학수업에서 가르치고 관찰하는 것이 가능한 것인지, 초등 과학수업의 맥락과 관련이 있는지, 또한 이러한 문항이 내포한 가치가 과학교육의 측면에서 추구할 가치가 있는지 등에 대한 의견을 답하였다. 4명의 교사들은 그들의 교수 경험을 기반으로 각 문항이 과학교수학습 맥락에서 덕목과 역량과 관련되는지에 대한 동의 정도를 표시하였고, 동의 정도가 낮은 문항은 그 이유를 기록하였다. 그런 이유에 대해서는 이후 연구자와 심층 면담을 통해 관련된 교수 경험을 공유하였다.

이러한 과정을 거쳐 초등학교 과학 교수학습의 맥락과 관련되지 않을 것으로 간주되는 가치와 관련된 문항들은 연구자간 협의를 거쳐 삭제하거나 수정하였고 내용이 비슷한 2개 문항들은 1개 문항으로 조정하였다. 동시에, 초등 교사들의 과학 교수 경험과 과학인성에 대한 그들의 생각과 이해에 비추어 새로운 문항들이 제안되기도 하였다. 예를 들어, ‘나는 실험결과가 나의 예상과 다르더라도 실험결과를 있

Table 2. Structure of preliminary survey tool for scientific character

Construct	Example of the questionnaires	No. of questionnaires
Problem solving	I thought there was a problem in my own inquiry process.	5
Self-management	I tidied up the places and the tools used after the scientific experiments.	5
Self-reflection	When I make mistakes during the experiments, I tell myself honestly without hiding facts or making excuses.	5
Communication	When I insist on my own thoughts, I speak based on evidences.	5
Interpersonal relationship	I do not violate the human rights of my friends (life, liberty, right to be respected, etc.) by words or actions when doing science inquiries.	5
Social participation	When doing science activities, I follow safety rules and class rules well.	5
Global citizenship	Even though I felt uncomfortable, I practiced small behaviors such as energy conservation and garbage segregation for my family, society, and humanity.	5
Ethical Consciousness of environment	When I am doing experiments with living plants or animals, I handle the subjects with care.	5
Total		40

는 그대로 기록한다.’의 문항은 ‘나는 실험 결과를 기록하여 그 실험 결과에 의한 결론을 교과서에 쓰여 있는 내용과 비교하여 생각해 본다.’로 수정되었다. 이러한 과정을 거쳐 총 40개 문항은 35개로 축소되었다. 이후 수정된 문항들을 이용한 검사지를 제작하여 3학년과 5학년 학생 각 2명에게 투입하여 그들이 검사에 임하는 모습과 소요 시간을 관찰하였다. 이후 2명의 학생들과 심층 면담을 통해 평가과정에서 문항을 이해하는데 어려움이 있었는지를 확인하였고 몇 개의 문항들은 원래 측정하고자 한 내용을 유지하되 가독성을 높이고 표현을 수정하였다.

다. 예비조사를 통한 탐색적 요인분석

이렇게 개발된 예비 과학인성 검사지는 과학인성의 이론적 구인의 타당성을 확인하기 위하여 1개 초등학교 3,4,5,6학년의 각 한 개 반씩 총 91명의 초등학생들에게 투입하였고 불성실하게 응답한 5명을 제외한 86명의 응답을 분석하였다. 이론적 구인의 타당도를 확인하기 전에, 각 문항에 대한 평균, 표준편차, 최소, 최대 응답을 확인하여 문항 변별도를 확인하였다. 그 결과 5개 문항의 평균이 4점 이상이었지만 5점 리커트 척도에서 반응이 편포된 것으로 볼 수 있는 정도인(Park & Huh, 2012) 4.375 보다는 높거나 1.875 보다 낮은 반응을 보이는 문항은 없는 것으로 확인되었고 모든 문항들은 높은 분산을 보여 주어, 각 문항들은 응답자들의 다양한 과학인성의 차이를 구분 할 수 있는 것을 확인하였다. 모든 문항들의 신출된 문항-총점간 상관은 0.3 이상이었으며 검사 도구의 신뢰도인 문항내적 일관성을 검토하기 위해 신뢰도 계수(Cronbach α)를 산출하고, 해당 문항을 제외하였을 때 신뢰도 계수의 변화를 파악하였다(Coulson, 1992; van Aalderen-Smeets & van der Molen, 2013). 그 결과 비록 각 3개의 문항이 제거되었을 때 전체 신뢰도가 높아지는 것을 확인하였지만 그 정도가 매우 작아 연구자간 협의를 통해 모든 문항을 유지하기로 하였다.

이후, 주성분추출분석방법을 사용한 탐색적 요인분석을 실시하였다. 예비검사 문항은 KMO적합성 지수와, Bartlett 검증 결과 모두 유의하여(KMO = 0.798, $\chi^2=1578.236$, $p<0.001$)요인분석에 적합한 행렬임이 판명되었고 추출된 요인에 의해 설명되는 비율을 나타내는 공통성은 모두 0.4 초과로 나타났다(Tabachnick & Fidell, 2007). 총 35개의 과학인성 예비검사 문항은 주성분 분석을 통해 총 10개의 요인으로 추출되었다. 요인 회전은 사각 회전(Direct Oblimin)과 직각 회전(Varimax rotation) 모두를 사용하여 비슷한 결과를 확인하였다. 고유치가 1 이상인 요인의 누적된 변량은 71.2%로 요인의 구조를 정의하기 위한 최소의 설명 변량을 넘는 것을 확인하였다(Gorsuch, 1983). 비록 5개의 요인이 2개 혹은 1개 문항으로 구성되었지만 몇 개의 문항들은 요인부하량이 0.32를 초과하는 수준에서 2개 이상의 요인에 이중 부하되었고 6개 구인은 원래 설정한 이론적 구인과 같이 최소 3개 이상의 문항들을 포함하고 있었다. 요인 해석의 가능성과 요인 구조의 명확성을 고려하는데 심각한 문제가 되거나 요인부하량이 0.3 미만인 문항을 제거하여 10개의 하위 요인들은 8개의 요인들로 해석하였다(Gorsuch, 1983; Kline, 1994). 과학인성 예비검사의 탐색적 요인분석 결과, 과학인성 검사 도구의 이론적 구조가 유효함을 확인하였기에, 연구자간 협의를 거쳐 본 검사 개발 과정에서 과학

인성의 이론적 구인은 유지하되 다음 2가지를 수정하였다. 즉, 본 검사 개발의 단계에서는 자기보고식 검사의 응답 신뢰도 향상을 위해 각 구인별로 1개 문항은 부정문항으로 교체하는 동시에 5단계 리커트 척도를 4단계 척도로 수정하여 본 검사지를 개발하였다. 이는 대부분 선행된 인성관련 검사 도구 개발 연구가 학생들에게 인성에 대한 그들의 생각이나 그들의 행동에 대하여 자기 스스로 답하도록 하는 것이기에 초등학생들의 인성관련 응답에 대한 긍정적 현상과 홀수 문항 리커트 척도 선택 검사지의 중심화 응답경향에 대한 비판을 고려한 조치였다(Haefel & Howard, 2010).

2. 과학인성 검사 도구의 수정 및 검증

총 35개의 문항으로 수정된 과학인성 검사 도구의 통계적 검증을 위해 이를 중소도시의 도심 지역과 농촌 지역에 소재한 2개 초등학교 3,4,5,6학년의 각 3개 학급씩 총 670명의 초등학생에게 투입하여 그 결과를 분석하였다. 이중 불성실하게 답변한 158명의 응답을 제외한 총 512명의 응답을 분석하였다.

가. 문항 분석

과학인성 하위 구인의 일관성을 확보하기 위해, 먼저 각 문항의 변별도를 확인하였다. 각 문항의 평균, 표준편차, 문항-총점간 상관과 문항 내적 일치도를 확인하였다. 문항 변별도의 확인 과정에서, 4점 리커트 척도의 평균이 3.5 이상이거나 1.5 이하로서 반응이 편포된 문항은 20번 문항(3.73)임을 확인하였고 반면, 다른 문항들의 평균은 모두 3.5에서 2.6사이 임을 확인 하였다(Lee, Kang, & Kim, 2013; Park & Huh, 2012). 모든 문항의 표준편차 값은 1에 가까웠고 문항에 대한 모든 학생들의 응답이 4단계 리커트 척도 점수인 1에서 4의 값이 최소 1번 이상 나타났지만 20번 문항의 경우는 표준편차 값이 0.6이며 리커트 척도의 일부 값이 완전히 나타나지 않아 이 문항은 삭제하였다(Coulson, 1992; van Aalderen-Smeets & van der Molen, 2013).

이후, 문항-총점간 상관과 신뢰도 계수를 확인하였다. 문항-총점간 상관인 0.3 미만인 문항은 다른 문항들과 동일한 심리적 속성을 측정하지 못하는 것으로 간주되는데(Park & Huh, 2012) 2번 문항과 11번 문항의 문항-총점간 상관 값이 0.3 미만으로 나타나 이론적으로 타당성이 낮다고 해석하였다. 이와 동시에 검사 도구의 신뢰도인 문항 내적 일관성의 검토를 위해 신뢰도 계수(Cronbach α)를 산출하였고, 해당 문항을 제외 시 신뢰도 계수의 변화를 파악하여 문항 선정의 기초자료로 활용하였다. 전체 문항의 신뢰도는 0.883이었고 2번, 11번 문항을 각각 제거할 경우 0.002, 0.003씩 전체 신뢰도 계수가 증가함을 확인하였다. 또한, 이 두 문항이 속한 하위 구인들의 신뢰도 계수가 각각 0.0098, 0.121 증가하였고 2개 문항을 동시에 제거 시, 전체 문항의 신뢰도 계수는 0.889가 됨을 확인하여 최종적으로 2번과 11번 문항 또한 제거하였다.

나. 구인타당도 검증

문항 변별도 검사를 통해 확정된 32개 문항들의 응답에 대하여

확인적 요인분석을 통해 과학인성 검사 도구에 가정된 이론적 구조를 탐색하였고 이를 통해, 과학인성 검사 도구의 타당도를 확보하였다. 확인적 요인분석은 주성분 분석방법을 사용하였고, 회전 방식은 베리맥스 방식을 이용하였다. 요인분석을 실시하기 전, 분석될 표본의 상관행렬 크기가 요인분석에 적합하지 확인하기 위해 KMO 측정치를 통한 표본 적정성 검토와 Bartlett의 구형성(sphericity) 검정을 실시하였다. 요인분석에 적절하기 위해서 KMO 적합성 지수는 최소 0.6 이상이어야 하며 Bartlett 구형성 검정 값 또한 통계적으로 유의미해야 한다(Dalgety, Coll, & Jones, 2003). 분석된 응답 자료에 대한 KMO 적합성 지수는 .905로 1에 가까운 값이 산출되어 요인분석을 적용하기에 적절한 것으로 확인되었고 구형성 가정 역시 Bartlett 검정에 의해 유의수준 .001을 기준으로 영가설이 기각되었으므로($\chi^2=4663.201, p<0.001$) 요인분석을 수행하기에 적절하다고 확인하였다. 한편, 요인분석을 통해 의미 있는 요인을 도출하기 위해서는 추출된 요인에 의해 설명되는 비율을 나타내는 공통성 지수 또한 최소 0.4 이상의 값이어야 하는데(Field, 2009), 모든 문항의 공통성 지수는 0.4 이상이었지만 6번 문항과 15번 문항의 경우 공통성지수가 각각 0.31, 0.33으로 확인되어 이들 문항은 삭제하였다. 결과적으로 문항 변별도 확인 과정에서 3문항이 탈락하였고 확인적 요인분석을 위한 통계분석 과정에서 2개 문항이 추가로 제거되어 총 35문항 중 5개의 문항이 삭제되었다.

30문항에 대한 주성분 분석 결과 총 7개의 요인들이 추출되었다. 요인 부하량은 각 문항들이 얼마나 강하게 요인과 관련이 있는가를 나타내며, 고유치 값들은 각 요인의 상대적인 중요도를 나타낸다. 또한 누적된 변량은 가정한 이론을 설명하기에 충분한 요인이 확보되었는지에 대한 수치를 제공해준다(Field, 2009). 고유치가 1을 넘는 7개 요인들의 누적 변량은 51.2%(Table 3)로 이는 요인의 이론적 구조를 설명하는 최소 충분 값인 40%를 상회하는 값이었다(Gorsuch, 1983).

다. 확인적 요인분석을 통한 과학인성 검사 도구의 재구조화

확인적 요인분석 과정에서 적절한 요인 수를 결정하기 위해 고유치 1.0 이상인 요인 수를 확인하고 스크리 도표를 참고하여 적절한 요인의 수를 확인하였다. 요인별로 묶여진 문항들을 대표하는 내용의 명확성을 고려하되 문항의 요인별 부하량을 확인하여 반복적인 분석을 실시하였다. 탐색적 요인분석 결과와 확인적 요인분석의 결과를 비교 분석하는 동시에 요인에 배치된 문항들이 나타내는 의미와 문항의 부하량에 따라 적절한 요인으로 해석하는 과정을 통하여 하위구인을 재구조화하였다.

요인의 해석 시, 문항별 부하량은 요인과 관련된 세기를 의미하며 요인과 관련된 문항들의 상관 방향을 확인하기 위해 사용된다. 보통, 문항이 어떤 요인과 묶여지는가는 문항이 보여주는 가장 큰 부하량에 의해 결정되지만, 문항의 부하량이 0이거나 그 값이 낮은 경우에도 요인의 구조를 밝히는데 중요성을 가지기도 한다. 비록, 문항의 가장 높은 부하량에 의해 묶여진 요인이더라도 내용 타당도가 약한 경우 다른 요인에서 그 문항의 부하량과 내용 타당도를 재확인하여야 한다(Gorsuch, 1983). 또한 첫 번째 높은 부하량으로 묶여진 요인이더라도 내용 타당도가 현저히 낮은 문항들은 두 번째로 높은 부하량이 변량과 관련한 잠재적인 특성이 있을 경우 관련된 변인들이 뚜렷한 구조

를 확보할 수 있도록 다른 요인으로 관련지어 해석할 수 있으며, 해석이 어려운 복잡한 변수는 생략할 수도 있다(Kline, 1994). 이에 따라 첫 번째 가장 높은 부하량으로 요인을 해석하기에 내용 타당도가 현저히 떨어지는 27번 문항과 35번 문항은 요인 해석의 편리를 위하여 해석에서 제외하였다. 한편, 6개의 문항으로 이루어진 첫 번째 요인의 경우 이론적 틀에서 설정한 2개의 요인으로 명확하게 구분할 수 있어 2개의 하위 구인으로 이루어진 것으로 해석하였다.

이후 새롭게 구조화된 요인의 문항들은 각 문항의 내용과 그 문항들로 이루어진 요인의 집합적인 내용을 당초 설정한 이론적 틀과 비교분석하여 확정하는 과정을 거쳤다. 이 과정에서 일부 요인에 대해서는 요인분석 결과에 보다 잘 부합하도록 명칭을 부분적으로 수정하였다(Table 3). 제1요인의 경우 탐색적 및 확인적 요인분석 결과 모두 이론적 틀과 동일하게 같은 요인으로 묶였는데, 당초 명칭인 ‘문제해결역량’이라는 명칭에서 일반적인 문제해결이 아닌 과학에서 요구하는 문제해결역량임을 강조하기 위하여 ‘과학적 문제해결역량’으로 명칭만 수정하였다. 제2요인의 경우 기존 자기관리역량 2문항과 세계시민의식 1문항이 공통요인으로 묶였으나 당초 세계시민의식으로 분류한 문항이 자기관리역량으로도 해석 가능하다고 판단하여 결과적으로 ‘자기관리역량’으로 명명하였다. 제3요인과 제4요인의 경우 각각 확인적 요인분석 결과가 이론적 틀과 동일하여 기존 명칭에 대한 변경 없이 각각 ‘자기성찰역량’, ‘의사소통역량’으로 명명하였다. 제5요인의 경우 대인관계역량 4문항에 자기관리역량 1문항이 추가되었으나 그 내용이 다른 학생과의 관계에 대한 것으로서 공통적으로 ‘대인관계역량’이라고 판단하였다. 한편 제6요인의 경우 요인분석 결과 사회참여역량 문항 2문항과 자기관리역량과 의사소통능력에서 각각 한 문항씩 총 4문항이 하나의 요인으로 구성되어 있는데 이 문항들의 공통적인 속성을 고려하여 ‘공동체참여역량’이라는 이름으로 새롭게 명명하였다. 초등학생들이 살아가는 삶의 맥락에서 가장 큰 부분을 차지하는 ‘사회’는 가정과 학교 특히 다른 학생들과 함께 공부하는 교실 맥락이 될 수 있다. 따라서 수업에 참여하는 것이 어떻게 보면 어른들이 사회에 참여하는 것과 같은 의미를 가지는 것으로 해석되어 이러한 해석의 차원에서 당초 ‘사회참여역량’을 ‘공동체참여역량’이라는 이름으로 새롭게 명명하면서 요인분석 결과에 맞게 의미를 확장하였다. 제7요인의 경우 탐색적 요인분석에서 분명히 묶여지지 않던 세계시민의식의 구인이 확인적 요인분석에서는 분명하게 하나의 구인으로 묶여지는 것을 확인하고 당초 명칭과 같이 ‘세계시민의식’으로 명명하였다. 마지막 제8요인의 경우 환경윤리의식 3문항에 기존 자기관리역량에 속한 1문항이 하나의 구인으로 나타났는데, 이 구인에 속하는 모든 문항들이 모두 과학수업 또는 실험에서 사용하는 ‘물건’이나 ‘생물’ 등 학생을 둘러싼 외부 환경과 관련되어 있다는 점에서 당초 구인대로 ‘환경윤리의식’으로 해석하였다.

최종적으로 과학인성 검사 도구의 문항들은 총 28문항으로 정리되었으며 이는 과학적 문제해결역량, 자기관리역량, 자기성찰역량, 의사소통역량, 대인관계역량, 공동체참여역량, 세계시민의식, 환경윤리의식 등 8개 하위 구인으로 구조화되었다(Table 4). 이를 바탕으로 연구자들은 ‘초등학생 과학인성 검사 도구(Scientific Character Inventory for Elementary Scientific Character Inventory for Elementary Student)’를 제안하였다(Appendix).

Table 3. Factor loadings, eigenvalues, and percentage of variance for preliminary survey items (n=512)

Construct	Previous theoretical construct	Item number (preliminary)	Factor loadings							
			1	2	3	4	5	6	7	8
Scientific problem solving	Problem-solving	1. I observe natural phenomena or experimental results as closely as possible.	0.598							
	Problem-solving	3. I record the results of the experiment well and think about it in relation to the conclusion.	0.602							
	Problem-solving	4. When I do experiments, I wonder if there is a problem with our inquiry process.	0.539							
Self-management	Self-management	8. If difficult problems arise in science class, I try to solve it without giving up.		0.630						
	Self-management	9. When I finish my science experiments, I arrange the experimental tools and the surrounding areas well.		0.427						
	Global citizenship	31. I practice small things such as energy conservation or garbage segregation for all of us, even if it is inconvenient.		0.568						
Self-reflection	Self-reflection	12. When I make a mistake during the experiment, I am straight forward about it without omission or making excuses.			0.659					
	Self-reflection	13. I apologize to my friends if I make a mistake during an experiment or scientific activity.			0.738					
	Self-reflection	14. When I write an experiment report, I copy the results of another friend or other group.			0.221					
Communication	Communication	16. If a friend asks me or says something, I listen carefully and give the answer to him or her.				0.611				
	Communication	17. If I have a friend who does not agree with me when I do science activities, I listen to their opinions and think about their situations.				0.449				
	Communication	18. Even if my friend's opinion is different from mine, if I think their reasons make sense, I will accept their opinion.				0.451				
Interpersonal relationship	Self-management	10. I am not annoyed with my friend, even though he or she made a mess during the experiment.						0.673		
	Interpersonal relationship	21. I do not complain even when I team up with a friend who is not good in doing scientific activities.						0.671		
	Interpersonal relationship	22. When I do science inquiry, I do not discriminate my friends by gender, appearance, economical condition, etc.						0.652		
	Interpersonal relationship	23. I respect my friends and do not make fun or mock them when we do scientific inquiry together.						0.416		
	Interpersonal relationship	24. I do not assist when I see a friend who needs help in a science experiment.						0.223		
Community participation	Self-management	7. I do not get involved actively in the science activities.							0.621	
	Communication	19. I do not listen attentively when other teams present in our science class.							0.571	
	Social participation	25. I try to fulfill my responsibilities until we complete our science group activity.							0.341	
	Social participation	26. When I do science experiments, I cannot wait for my turn, I want to go first.							0.561	
Global citizenship	Global citizenship	28. I am interested in science and technology that can help people in other countries who are struggling with war, food shortages, and natural disasters.								0.790
	Global citizenship	29. I am not interested in many countries' various cultures involving science.								0.449
	Global citizenship	30. I am interested in solving the problems faced by humanity, such as food shortages, energy exhaustion, and the treatment of incurable diseases.								0.818
Ethical consciousness of environment	Self-management	5. I do not play with experiment instruments in science class.								0.634
	Ethical consciousness of environment	32. I do not waste materials, I use only the amount I need when doing science experiments.								0.543
	Ethical consciousness of environment	33. When I use living things as my experiment materials, I treat them with utmost care and respect.								0.450
	Ethical consciousness of environment	34. I know that the development of science can alter the natural environment.								0.368

Table 4. Framework of Scientific Character Inventory for Elementary Student

Dimension	Area	Construct	Items in preliminary version	Items in final version (Appendix)
Individual (9)	Self as moral agent (9)	Scientific problem-solving (3)	1,3,4	1,2,3
		Self-management (3)	8,9,31	4,5,6
		Self-reflection (3)	12,13,14	7,8,9*
Relational (19)	Relations with others (8)	Communication (3)	16,17,18	10,11,12
		Interpersonal relationship (5)	10,21,22,23,24	13,14,15,16,17*
	Relations with society (7)	Community participation (4)	7,19,25,26	18*,19*,20,21*
		Global citizenship (3)	28,29,30	22,23*,24
	Relations with nature (4)	Ethical consciousness of environment (4)	5,32,33,34	25,26,27,28

() : Numbers of items

* : reversed coding

Table 5. Internal consistency of Scientific Character Inventory for Elementary Student

Dimension	Area	Construct	Item-total correlation	Reliability of construct	Reliability of area	Reliability of dimension	Reliability of the total items
				(Cronbach α)			
Individual Dimension	Self as moral agent	Scientific problem-solving	.684***	.597			
		Self-management	.761***	.618	.764	.764	
		Self-reflection	.638***	.500			
Relational Dimension	Relations with others	Communication	.651***	.566	.737		.878
		Interpersonal relationship	.748***	.670			
	Relations with society	Community participation	.715***	.572	.622	.814	
		Global citizenship	.530***	.637			
	Relations with nature	Ethical consciousness of environment	.696***	.564	.564		

***p < .001

Table 6. Factor correlation matrix obtained by factor analysis using varimax and oblique rotation on the 28 items

Factor (Construct)	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Scientific problem-solving	1.00								
Self-management	.578**	1.00							
Self-reflection	.373**	.414**	1.00						
Communication	.448**	.503**	.373**	1.00					
Interpersonal relationship	.442**	.507**	.358**	.520**	1.00				
Community participation	.374**	.547**	.406**	.387**	.534**	1.00			
Global citizenship	.469**	.382**	.256**	.272**	.285**	.257**	1.00		
Ethical consciousness of environment	.438**	.531**	.340**	.445**	.471**	.439**	.294**	1.00	
Total	.747**	.794**	.630**	.694**	.715**	.692**	.619**	.689**	1.00

** p < .01

라. 검사 도구의 신뢰도 검증

최종적으로 확보된 하위 구인들의 내적 일치도를 확보하기 위해 문항-총점간 상관과 신뢰도 계수(Cronbach α)를 확인하였다. 모든 문항의 문항-총점간 상관 지수는 0.53에서 0.76로 산출되었고 이는 각 문항들이 공통적인 속성을 측정함을 인정하는 최소 기준인 0.3을 넘는 수치였다(Park & Huh, 2012). 요인분석에서 보통 0.5에서 0.6의

신뢰도는 양호한(modest) 수준으로 인정받는데(Ravid, 1994) 초등학생용 과학인성 검사 도구의 8개 하위 구인(역량)에서 신뢰도는 0.500에서 0.670사이로 나타나 양호한 수준의 신뢰도를 보여 주었다. 초등학생용 과학인성 검사 도구의 4개 영역별 신뢰도는 0.564에서 0.764로 확인되었고 전체 검사 도구의 신뢰도는 0.878로 산출되었다.

한편, 과학인성의 8가지 하위 구인들과 전체 과학인성 점수 사이의 상관계수를 산출한 결과 Table 6과 같이 통계적으로 유의한 긍정적인

상관관계가 있음을 확인할 수 있었다($p < .01$). 8개 하위 구인들과 전체 과학인성의 점수 간 상관계수는 0.619에서 0.794사이로 산출되어 보다 양호한 수준에서 상관이 있음을 확인하였다. 더불어, 비록 세계시민의식의 상관계수는 다른 요인들 간의 상관계수보다 상대적으로 낮기는 하였지만 모든 요인들은 통계적으로 유의한 상관을 보였다.

IV. 결론 및 논의

이 연구는 초등학교 과학 교수학습 맥락에서 발견되는 초등학생의 인성적 특성을 파악하여 과학교육과 인성교육을 효과적으로 접목하는 초등학생용 과학인성 측정 도구를 개발하려는 목적으로 수행되었다. 이를 위해 과학인성을 과학교육에서 추구하는 덕목을 구체적인 과학 교수학습의 맥락에서 실천할 수 있는 (학습자의) 역량으로 정의하는 선행연구의 이론적 모형을 차용하였으며(Jung, Nam, & Im, 2018), 이에 기반 하여 초등학생의 과학 교수학습 맥락 속에서 추구하는 덕목과 이를 실천 할 수 있는 역량으로서 초등학생의 과학인성을 측정하는 검사 도구를 개발하고 개발한 검사 도구의 타당도와 신뢰도를 검증하였다.

먼저 과학인성의 이론적 구인을 중심으로 한국교육개발원(KEDI, 2014b)의 인성검사 도구 문항을 참고하여 초등학교 과학 교수학습 맥락을 반영한 40개의 과학인성검사 예비문항을 개발하고 현직 교사 4명의 검토와 심층면담을 통해 안면타당도를 확보하였다. 시범 검사를 통한 표현 수정을 거쳐 과학인성 예비검사를 개발하고 초등학교 3,4,5,6학년 86명의 예비검사 응답을 분석하여 문항변별도를 확인하고 탐색적 요인분석을 통해 검사 도구의 이론적 구인을 확인하였다. 이후 자기보고식 검사문항의 단점을 보완하기 위해 부정문항을 추가하고 4단계 리커트 척도로 문항을 수정한 검사 도구를 2개 초등학교 3,4,5,6학년 학생들에게 투입하여 총 512명의 응답 결과를 분석하였다. 수정한 검사 도구에 대한 문항별 평균, 표준편차, 응답점수의 분포, 문항-총점간 상관 및 문항 내적 일치도를 확인하였고 확인적 요인분석을 실시하여 검사 문항의 신뢰도와 구인타당도를 검증하였다.

연구 결과, 초등학생용 과학인성 검사 도구는 과학적 문제해결능력, 자기관리역량, 자기성찰역량, 의사소통역량, 대인관계역량, 공동체참여역량, 세계시민의식, 환경윤리의식의 8개 하위 구인으로 구성됨을 확인하였고 문항은 최종 28개로 정리되었다. 최종 정리된 과학인성 검사 도구의 각 하위 구인별 신뢰도 계수(Cronbach α)는 과학적 문제해결역량 0.597, 자기관리역량 0.618, 자기성찰역량 0.500, 의사소통역량 0.566, 대인관계역량 0.670, 공동체참여역량 0.572, 세계시민의식 0.637, 환경윤리의식 0.564이었고 전체 과학인성 문항의 신뢰도 계수는 0.878이었다. 모든 문항의 문항-총점간 상관 지수는 각 문항들이 공통적인 속성을 측정한다는 것을 보여주었고 8개 하위 구인들과 전체 과학인성의 점수 간에 양호한 수준에서 상관이 있음을 확인하였다.

이 연구에서는 일반적인 인성의 담론을 넘어 인성을 구체적인 맥락에서의 역량으로 간주하는 관점을 채택하여 초등학교 과학 교수학습 맥락에서 과학인성을 개념화하였다. 초등학생용 과학인성의 검사의 구인들은 모두 초등학생들의 자연스러운 과학 교수학습의 맥락에서 발견될 수 있는 가치로서, 의사소통과 대인관계처럼 일반적인 인성

역량으로 해석할 수 있는 인성의 가치들과 더불어 과학적 문제해결역량과 환경윤리의식과 같이 보다 과학 교수학습 맥락의 특수성에 기인한 가치들을 함께 포함한다. 이와 같이 과학교과를 통해 기를 수 있는 인성의 구인을 과학교과의 맥락을 고려하여 체계적으로 밝힌 결과는 앞으로 과학교과와 같은 구체적인 교과교육 맥락에서 효과적인 인성교육의 추진에 많은 도움이 되리라 기대한다(Park, 2014).

인성을 수치화한다는 행위 자체는 과학적 잣대로 판단할 수 없는 인간 내면 영역에 편협한 잣대를 들이치는 것처럼 염려스레 비추어질 수 있다. 하지만 인성에 대한 평가가 인성을 수치화하여 인격을 줄 세우고자 하는 것이 아니라는 것에는 모든 교육자가 동의할 것이다. 인성 평가는 현재 인성의 수준과 특성을 분석적으로 파악하여 학생에게 적합한 인성교육을 제공하기 위한 정보를 수집하는 중요한 목적을 가지고 있다. 즉 인성 평가는 형성적 총합적 기능뿐만 아니라 진단 평가의 기능을 가지고 학생들을 이해하고 지도하는 방향 탐색을 위한 목적을 가진다(Chi, Lee, & Do, 2013; Kwon & Lee, 2017). 흔히 교육을 ‘인간 행동 특성의 계획적 변화’라고 정의한다면 계획적인 교육이란 교육을 통해 길러내고자 하는 행동 특성에 대한 명확한 목표가 설정되어 있어야 하고 그것을 길러 낼 수 있는 방안에 대한 이론적 경험적 기반은 철저히 과학적이어야 한다. 더불어 이러한 계획적인 교육을 가능하게 하는 것은 평가의 과정이기에 결국 과학적이고 체계적인 인성평가방법이 마련되어야 할 것이다(Hwang, 1998).

한편, 이 연구에서는 과학교육에서 길러야 할 과학인성의 이론적 구인을 밝히고 측정하기 위해 응답자의 자기보고에 의존하는 표준화된 설문 방법을 채택하였다. 이러한 방법은 다른 자료 수집 방법에 비해 신뢰도, 타당도가 높고 실시 및 채점에 소요되는 시간, 노력이 적게 들어 대규모 실시에 용이하다(Tuttle & Becker, 1981). 이러한 이유로 지금까지 인성교육에서 이론적 구인을 밝히고 학생들의 인성적 특성을 밝힌 대부분의 연구들은 자기보고식 검사 방식의 자기평가지를 사용하고 있다(Chi, Lee, & Do, 2014; Lee, Kang, & Kim, 2013; Park & Huh, 2012; Posey, Davidson, & Korpi, 2003). 그러나 자기보고식 검사 방법에는 긍정왜곡에 의한 반응편파(response bias)와 중심경향반응(central tendency response style) 등 평가의 신뢰도와 타당도에 부정적인 영향을 미치는 문제점이 지속적으로 제기되어 왔다(Lee, 2012). 이러한 자기보고식 평가의 대안으로 관찰 평가 방법이 사용되기도 하지만 관찰 평가 또한 비통제적 관찰의 신뢰도 문제(Kim & Choi, 2015), 관찰자의 주관에 배제할 수 없는 문제(Chalmers, 1982), 실제 학교현장에서 현실적 적용의 문제(Kwon, 2017) 등이 제기되고 있다. 인성 평가의 목적은 궁극적으로 모든 학생들의 인성적 성장을 도모하는 것이라는 점에서 볼 때 다양한 평가 방법 중 개인의 인성을 완벽하게 평가 할 수 있는 단 하나의 평가 방법은 존재할 수 없다. 특히 인성의 요소들은 각각의 내용과 특징에 따라 적합한 평가 방법들을 저마다 가지고 있기에 인성평가는 언제나 다양한 방법을 통해 이루어져야 한다(Fowers, 2014). 따라서 표준화된 자기보고식 검사를 적용하는 이 연구의 한계를 극복하기 위해 관찰과 면담 등 다양한 평가 방법의 적용과 실천에 대한 후속 논의가 필요하다.

이러한 논의와 함께 우리가 인성을 평가하려는 이유는 교과 교수학습을 통해 학생들의 인성적 성장을 도모하려는 우리의 모습을 성찰하게 한다. 왜 과학인성을 평가하는가의 문제는 무엇인가를 측정하려는

것을 넘어서 그 무엇을 길러주기 위한 것이기에, 평가를 위해 어떤 특정 상황에서 학생들의 행동을 관찰하기보다는 자연스럽게 과학 교수학습의 맥락에서 학생들이 기를 수 있는 목표를 성찰하는 것이 우선되어야 할 것이다. 이와 관련하여 행동에 감춰진 내면을 들여다 볼 수 있는 유일한 주체인 학생들에게 질문을 던지는 것은 그들의 인성에 대해 더 풍부하고 훌륭한 성찰을 기회를 제공해 줄 것이기에 이러한 자기평가의 기회 자체가 인성적인 성장의 기회가 될 수도 있다(Jeong & Baek, 2011). 인성교육을 통해 궁극적으로 이끌어내어야 할 것은 바람직한 행동이지만, 사실, 그러한 행동은 진정한 내면의 변화를 겪하지 않고서는 지속성을 확보할 수 없다. 한정된 시공 속에서 행동의 관찰만으로 학생들의 인성을 온전히 파악했다는 가정보다는 끊임없이 학생들이 자신의 모습을 성찰하고 각성하도록 하며 이를 통해 학생의 성장을 도모하는 인성교육과 평가에 대한 접근이 필요하다(Robins *et al.*, 2009).

국문요약

이 연구는 초등학교 과학 교수학습 맥락에서 발견되는 초등학생의 인성적 특성을 파악하여 과학교육과 인성교육을 효과적으로 접목하는 초등학생용 과학인성 측정 도구를 개발하려는 목적으로 수행되었다. 이를 위해 과학인성을 구체적인 과학 교수학습의 맥락에서 실천할 수 있는 역량으로 정의하는 선행연구의 이론적 모형을 차용하였으며, 이에 기반하여 초등학생의 과학 교수학습 맥락 속에서 추구하는 덕목을 실천 할 수 있는 역량을 측정하는 ‘초등학생 과학인성 검사’ 도구를 개발하고, 개발한 검사 도구의 타당성과 신뢰성을 검증하였다. 탐색적 및 확인적 요인분석 결과 초등학생 과학인성 검사 도구는 과학적 문제해결능력, 자기관리역량, 자기성찰역량, 의사소통역량, 대인관계역량, 공동체참여역량, 세계시민의식, 환경윤리의식 등의 8개 하위 구인으로 구성됨을 확인하였고 문항은 최종 28개 문항으로 정리되었다. 최종 정리된 과학인성 검사 도구의 각 하위 구인별 신뢰도 계수는 최소 0.5 이상이고 검사 도구 전체로는 0.878의 신뢰도 지수를 나타내며, 산출된 하위 구인들과 전체 과학인성 점수 사이에 양호한 수준에서 상관이 있음을 확인하였다. 이러한 결과는 이 연구에서 개발한 검사 도구가 과학인성교육의 성과를 평가하는 도구로서 유용할 수 있음을 보여준다. 이 연구는 과학교과를 통해 기를 수 있는 인성의 구인들을 구체적인 과학 교수학습 맥락을 고려하여 체계적으로 밝히고 이를 평가하는 도구를 제안했다는 점에서 의미 있다.

주제어: 과학인성, 인성교육, 요인분석, 초등학생 과학인성 검사 도구

References

Bailey, L. H. (1903). *The nature-study idea: Being an interpretation of the new school movement to put the child in sympathy with nature*. New York: Doubleday, Page & Company.

Berkowitz, M. (2014). *Aligning Assessments in character education : Integrating outcome, implementation strategies, and assessment*. Paper presented at the conference of Jubilee Centre, Oriol College, Oxford, January, 9-11, 2014.

Berkowitz, M. W., & Simmons, P. (2003). *Integrating science education*

and character education. In D. L. Zeidler (Eds.), *The role of moral reasoning on semiscientific issues and discourse in science education* (pp. 117-138). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Bourdieu, P. (1986). *Distinction : A social critique of the judgement of taste*. London : Routledge & Kegan Paul.

Brickhouse, N., & Potter, J. (2001). Young women's scientific identity formation in an urban context. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(8), 965-980. [DOI: 10.1002/tea.1041]

Chalmers, A. (1982). *What is this thing called science?: An assessment of the nature and status of science and its method*. St. Lucia Queensland: University of Queensland Press.

Cheung, F. M., van de Vijver, F. J. R., & Leong, F. T. L. (2011). Toward a new approach to the study of personality in culture. *The American Psychologist*, 66(7), 593-603. [DOI: 10.1037/a0022389]

Chi, E., Lee, Y., & Do, S. (2014). Development and validation of the character index instrument. *Journal of Moral & Ethics Education*, 135, 151-174.

Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S., & Krajcik, J. (2011). Re-conceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st Century. *Journal of Research in science teaching*, 48(6), 670-697. [DOI: 10.1002/tea.20424]

Colby, A., James, J., & Hart, D. (1998). *Competence and character through life*. Chicago: The University of Chicago Press.

Corrigan, D., Dillon, J., & Gunstone, R. (Eds.) (2007). *The re-emergence of values in science education*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.

Coulson, R. (1992). Development of an instrument for measuring attitude of early childhood educators towards science. *Research in Science Education*, 22, 101-105. [DOI: 10.1007/BF02356884]

Cunningham, C. A. (2005). A certain and reasoned art: the rise and fall of character education in America. In D. K. Lapsley, & F. C. Power (Eds.), *Character psychology and character education*(pp. 166-201). Notre Dame, IN: University of Notre Dame Press.

Dalgety, J., Coll, R. K., & Jones, A. (2003). Development of chemistry attitude and experiences questionnaire (CAEQ). *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 649-668. [DOI: 10.1002/tea.10103]

Douglas, H. (2009). *Science, policy, and the value-free ideal*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.

Duan, W., Ho, S. M. Y., Yu, B., Tang, X., Zhang, Y., Li, T., & Yuen, T. (2012). Factor structure of the Chinese virtue questionnaire. *Research on Social Work Practice*, 22(2), 680-688. [DOI: 10.1177/1049731 512450074]

Eick, C. J. (2012). Use of the outdoor classroom and nature-study to support science and literacy learning: A narrative case study of a third-grade classroom. *Journal of Science Teacher Education*, 23(7), 789-803. [DOI: 10.1007/s10972-011-9236-1]

Elgin, C. (2011). Science, ethics and education. *Theory and Research in Education*, 9(3), 251-263. [DOI: 10.1177/1477878511419559]

Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS: Introducing statistical method* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Fowers, B. J. (2014). Toward programmatic research on virtue assesment: challenges and prospects. *Theory and Research in Education*, 12(3), 309-328. [DOI: 10.1177/1477878514546064]

Fraser, B. J. (1978). Development of a test of science-related attitudes. *Science Education*, 62(4), 509-515. [DOI: 10.1002/sce.3730620411]

Goldsmith-Conley, E. (1999). School culture before character education: A model for change. *Action in Teacher Education*, 20(4), 48-58. [DOI: 10.1080/01626620.1999.10462934]

Gorsuch, R. L. (1983). *Factor analysis* (2nd ed.). Hillside, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Haefel, G. J., & Howard, G. S. (2010). Self-report: Psychology's four-letter word. *The American Journal of Psychology*, 123(2), 188-191. [DOI: 10.5406/amerjpsyc.123.2.0181]

- Harrison, T., & Davison, I. (2014). Assessing interventions designed to improve understanding of virtues. Paper presented at the conference of Jubilee Centre. Oriel College, Oxford, January 9-11, 2014.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of science education*, 25(6), 645-670. [DOI: 10.1080/09500690305021]
- Hong, H., Yoon, H., & Woo, A. (2012). Science teachers' recognition of creativity-personality education applied to science teaching. *Journal of Research in Curriculum & Instruction*, 16(4), 887-908.
- Hwang, J. (1998). Learning in school and evaluation [학교학습과 교육평가]. Seoul: Gyoyukgwahaksa.
- Hyun, J., Han, M., & Im, S. (2015). Development and validation of primary and secondary school students' character test. *The Korean Psychological Association*, 29(1), 83-106.
- Jeong, C. (2015). Theories and practices of character education. Paju: Kyoyookgwahaksa.
- Jeong, S., & Baek, S. (2011). Comparative research between elementary school student's self-reported evaluation and teacher's observation evaluation on the practical giftedness of Mathematics. *Journal of Educational Evaluation*, 24(3), 549-565.
- Johnson, K. (2013). The nature-study movement. *Green Teacher*, 99, 16-20.
- Jung, W., Nam, I., & Im, S. (2018). Science teachers' perception on scientific character instruction. *New Physics: Sae Mulli*, 68(6), 611-622. [DOI: 10.3938/NPSM.68.611]
- Kang, E., Jeon, R., Kim, J., Kim, H., Park, J., Son, J., Cho, H., & Nam, N. (2018). Science education experts' perceptions about necessity and elements of character education in science education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(4), 555-563. [DOI: 10.14697/jkase.2018.38.4.555]
- Kim, S., & Choi, T. (2015). Research methodology in education [교육연구방법론]. Seoul: Hakjisa.
- Kim, S., & Kim, H. (2016). Development of a science ethicality test for elementary school students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(1), 1-13. [DOI: 10.14697/jkase.2016.36.1.0001]
- Kline, P. (1994). An easy guide to factor analysis. London: New York: Routledge, 1994.
- Krosnick, H. A., & Fabrigar, L. R. (1997). Designing rating scales for effective measurement in surveys. In L. Lyberg, P. Biemer, M. Collins, E. de Leeuw, C. Dippo, N. Schwarz, & D. Trewin (Eds.), *Survey measurement and process quality* (pp. 141-152). New York: John Wiley & Sons.
- Kwon, J. (2017). The development and effect of collaborative problem-solving instruction model for improving character competence in science education. Doctoral dissertation, Pusan National University.
- Kwon, M., & Lee, Y. (2017). A comparison study of self-report questionnaire, teacher's observation assessment, observation assessment within character education program for character assessment. *Journal of Ethics Education Studies*, 44, 157-190. [DOI: 10.18850/JEES.2017.44.06]
- Korean Educational Development Institute (2014a). Promoting core competency education and building innovative learning ecosystems for fostering talent for the future(II)[미래 인재 양성을 위한 핵심 역량 교육 및 혁신적 학습 생태계 구축(II)]. Seoul: Korean Educational Development Institute.
- Korean Educational Development Institute (2014b). KEDI character survey implementation outline [KEDI 인성검사 실시 요강]. Seoul: Korean Educational Development Institute.
- Korean Educational Development Institute (2015). A study on the mid-long-term development plan for character education improvement [인성교육 진흥 중장기 발전 방안 연구]. Seoul: Korean Educational Development Institute.
- Lee, H. (2012). A investigation of method effects associated with negatively worded items and positively worded items on self-report surveys. Doctoral dissertations, Korea University.
- Lee, Y., Kang, H., & Kim, S. (2013). A validation study of the character index instrument for college students. *Journal of Moral & Ethics Education*, 31, 261-282.
- Lemke, J. L. (2001). Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 296-316. [DOI: 10.1002/1098-2736(200103)38:3<296::AID-TEA1007>3.0.CO;2-R]
- Lickona, T. (1998). A more complex analysis is needed. *Phi Delta Kappan*, 79(6), 449-455.
- Lim, M., & Jang, S. (2016). An analysis on the relationship between key competencies and subjects of the 2015 revised national curriculum: using semantic network analysis. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 16(10), 749-771. [DOI: 10.22251/jlcci.2016.16.10.749]
- Lind, K. K. (1991). Exploring science in early childhood: A developmental approach. Delmar Publishers Inc: New York.
- Ministry of Education, Science and Technology (2012). Vision establishment of character education [인성교육 비전수립 및 실천방안 연구]. Seoul: Ministry of Education, Science and Technology.
- Nam I., & Im, S. (2017). Analysis of trends of character related research in science education, *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(3), 493-505. [DOI: 10.14697/jkase.2017.37.3.493]
- NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards. Washington, DC: National Academies Press.
- OECD (2003). Definition and selection of competencies: Theoretical and conceptual foundation. OECD Press.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*. 41(10), 994-1020 [DOI: 10.1002/tea.20035]
- Osyeramn, D., Coon, H. M., & Kimmelmeier, M. (2002). Rethinking individualism and collectivism: Evaluation of theoretical assumption and meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 123, 3-72. [DOI: 10.1037/0033-2909.128.1.3]
- Park, J. (2014). Humanity education and teaching school subjects: Is it possible and necessary to teach the humanity? *The Korean Society for the Study of Moral Education*, 26(1), 177-194. [DOI: 10.17715/jme.2014.04.26.1.177]
- Park, S., & Huh, S. (2012). A study for development of the integrated humanity scale for adolescent. *The Journal of Child Education*, 21(3), 35-47.
- Park, N., & Peterson, C. (2006). Character strengths and happiness among young children: Content analysis of parental descriptions. *Journal of Happiness Studies*, 7(3), 323-341. [DOI: 10.1007/s10902-005-3648-6]
- Park, S., & Park, J. (2015). A study on educational methods of Nature-Study for science education through nature. *Journal of the Korean Chemical Society*, 59(1), 45-53. [DOI: 10.5012/jkcs.2015.59.1.45]
- Pennock, R. T., & O'Rourke, M. (2017). Developing a scientific virtue-based approach to science ethics training. *Science and Engineering Ethics* 23(1) 243-262. [DOI: 10.1007/s11948-016-9757-2]
- Pennock, R. T. (2015). Fostering a culture of scientific integrity: legalistic vs. Scientific virtue-based approaches. *Professional Ethics Report*. 28(2) 1-3. [DOI: 10.1126/srhl.acr8257]
- Pimple, K. D. (2002). Six domains of research ethics: A heuristic framework for the responsible conduct of research. *Science and Engineering Ethics*, 8, 191-205.
- Posey, J., Davidson, M., & Korpi, M. (2003). Character education evaluation toolkit. In K. Beland (Ed.), *Eleven Principles sourcebook: How to achieve quality education in P-12 schools*. Washington, DC: Character Education Partnership.
- QCA (2007). The national curriculum: UK lower secondary (k3) curriculum materials and science education reform in the USA. *Studies in Science Education*, 37, 107-135.
- Ravid, R. (1994). *Practical statistics for educators*. MD: University Press of America.
- Reiss, M. J. (1999) Teaching ethics in science. *Studies in Science Education*,

- 34(1), 115-140. [DOI: 10.1080/03057269908560151]
- Resnik, D. B. (1998). *The ethics of science: An introduction*. London and New York: Routledge.
- Robins, R. W., Fraley, R. C., & Krueger, R. F. (Eds.). (2009) *Handbook of research methods in personality psychology*, Guilford Press.
- Rogoff, B. (1998). Cognition as a collaborative process. In D. Kuhn & R. S. Siegler (Eds.), *Handbook of child psychology*, 5th ed., Vol. 2: Cognition, Perception and Language (PP. 679-744). New York: Wiley
- Ryu, C., & Jin, H. (2006). Analysis of character virtue factors for character education. *The Journal of Education*, 26(1), 139-166.4
- Sardjijo, W., & Ali, H. (2017). Integrating character building into mathematics and science courses in elementary school. *International Journal of Environmental & Science Education*, 12(6), 1547-1552.
- Snow, C. P. (1963). *The two cultures and the scientific revolution*. New York : Cambridge University Press.
- Son, B. (1995). Character education: Need, style, way. *Philosophy and Reality*, 27, 60-69.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics* (5th ed.). Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Tuttle, F. B., & Becker L. A. (1981). *Characteristic and identification of G/T students* (2nd ed.). Washington D.C.: NEA.
- Van Aaldersden-Smeets, Si. I., & van der Molen, J. W. (2013). Measuring primary teachers' attitudes toward teaching science: Development of the dimensions of attitude toward science(DAS) instrument. *International Journal of Science Education* 35(4), 577-600. [DOI: 10.1080/09500693.2012.755576]
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wertsch, J. V. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Yates, L., & Collins, C. (2008). Australian curriculum 1975-2005: What has been happening to knowledge? Paper presented at symposium: Australian Curriculum as 'Really Useful' Educational Research. Brisbane, Australia.
- Yerrick, R., & Roth, W. M. (2005). Introduction: The role of language in science learning and teaching. In R. Yerrick & W. M. Roth (Eds.), *Establishing scientific classroom discourse communities: Multiple voices of teaching and learning research*, (pp 1-18). New Jersey, NJ: Lawrence Erlbaum Associations, Inc.
- Yu, B. (2015). A study on virtue education approach and practical principles in character education. *The Journal of Korea Elementary Education*, 26(1), 303-322.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377. [DOI: 10.1002/sc.20048]
- Zuckerman, M., Kernis, M. H., Guamera, S. M., Murphy, J. F., & Rapoport, L. (1983) The egocentric bias: Seeing oneself as cause and target of others' behavior. *Journal of Personality*, 51(4), 621-630. [DOI: 10.1111/j.1467-6494.1983.tb00869.x]





저자 정보

남일균(대구대학교 학생)

임성민(대구대학교 교수)

Appendix: 초등학생 과학인성 검사 도구(Scientific Character Inventory for Elementary Student)

다음은 과학수업 시간에 나타날 수 있는 모습들입니다. 여러분은 평소 과학수업 시간에 얼마나 이렇게 하고 있나요?

전혀 그렇지 않다		별로 그렇지 않다		약간 그렇다		매우 그렇다	
-----------	---	-----------	---	--------	---	--------	---

문항

1. 나는 자연현상이나 실험결과를 최대한 자세히 관찰한다.
2. 나는 실험 결과를 기록하여 그 실험결과에 의한 결론을 교과서에 쓰여 있는 내용과 비교하여 생각해본다.
3. 나는 실험을 하면서 혹시 우리 탐구 과정에 문제가 있는 것은 아닌지 생각해본다.
4. 나는 과학수업시간에 어려운 문제가 생겨도 포기하지 않고 해결하려고 노력한다.
5. 나는 과학실험을 마치고 실험 도구와 주변을 잘 정리 한다.
6. 나는 에너지 절약이나 분리수거 같은 작은 일을 스스로 실천한다.
7. 실험 중 실수를 했을 때 숨기거나 변명을 하지 않고 솔직히 말한다.
8. 실험이나 과학 활동을 하다가 내가 실수를 하게 되면 친구들에게 미안하다고 사과한다.
9. 나는 실험 보고서를 적을 때 다른 친구나 다른 모둠의 결과를 베껴 적는다.
10. 나는 과학 활동을 하다가 친구가 나에게 묻거나 말을 걸면 잘 듣고 꼭 답을 해준다.
11. 과학 활동을 할 때 나와 생각이 맞지 않더라도 친구의 의견을 듣고 친구의 입장에서 한 번 생각해 본다.
12. 나는 과학수업에서 내 생각과 다르더라도 친구의 의견이 맞다고 생각되면 그 의견을 받아들인다.
13. 우리 모둠의 어떤 친구 때문에 실험을 망치더라도 나는 짜증을 내지 않는다.
14. 나는 과학 활동을 할 때 내가 많이 불편한 친구와 같은 모둠이 되어도 불평하지 않고 함께 과제를 수행한다.
15. 과학탐구활동을 할 때 친구를 성적, 외모, 가정형편 등으로 차별하지 않고 평등하게 대한다.
16. 나는 친구들과 과학 탐구활동을 함께하게 될 때 친구들을 존중하고 말이나 행동으로 놀리지 않는다.
17. 나는 과학실험을 할 때 도움이 필요한 친구가 보여도 친절하게 도와주지 않는다.
18. 나는 탐구 활동에 열심히 참여 하지 않는다.
19. 나는 과학수업시간에 다른 모둠이 발표를 할 때 자세히 들으려고 애쓰지 않는다.
20. 나는 모둠별 탐구활동을 할 때 내가 맡은 일은 끝까지 책임을 다하려고 노력한다.
21. 나는 과학실험을 할 때 내가 먼저 하고 싶은 것이 있으면 순서를 잘 기다리지 못한다.
22. 나는 전쟁, 식량부족, 자연재해 등으로 어려움에 처한 다른 나라 사람들을 도울 수 있는 과학기술에 관심이 있다.
23. 나는 여러 나라의 과학과 관련된 다양한 문화에 관심이 없다.
24. 나는 과학으로 식량부족, 에너지 고갈, 난치병의 치료 등 우리인류가 직면한 문제를 해결하는데 관심이 많다.
25. 나는 과학시간에 실험도구를 함부로 다루지 않는다.
26. 나는 과학실험을 할 때 필요한 양만 사용하여 재료를 낭비하지 않는다.
27. 나는 생명이 있는 동·식물을 실험재료로 사용 할 때는 이들에게 미안한 마음을 가지고 최대한 조심해서 다룬다.
28. 나는 과학의 발전이 자연 환경에 영향을 줄 수 있다는 것을 알고 있다.