

## 초등학생들의 과학윤리성을 측정하기 위한 검사도구 개발

김성덕<sup>1</sup>, 김효남<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>양도초등학교, <sup>2</sup>한국교육대학교

### Development of a Science Ethicality Test for Elementary School Students

Seongdeok Kim<sup>1</sup>, Hyonam Kim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Yangdo Elementary School, <sup>2</sup>Korea National University of Education

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 23 September 2015

Received in revised form

26 October 2015

25 January 2016

Accepted 1 February 2016

##### Keywords:

science ethics,

science ethics education,

science ethicality,

Four Component Model

#### ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a Science Ethicality Test (SET) to measure students' science ethics. To secure the validity and reliability of the SET, the authors have applied Rest's Four Components Model (FCM). To develop the SET, authors have conducted the following procedures: analysis of the Korean Youth Moral Test (Kim & Lee, 2012), alteration of the KYMT; and development of the SET. Rest's FCM is consisted of moral sensitivity, moral judgment, moral motivation, and moral character. The SET is consisted of ethical sensitivity, ethical judgment, ethical motivation, and ethical character with each factor having its own elements. To secure the validity and reliability of SET, authors requested a validity assessment from five experts (two evaluators are science education experts, two others are ethics education experts, and one evaluator is a scientist), and surveyed 599 elementary school students. As a result, SET proved high levels of validity and reliability.

## 1. 서론

일련의 학자들은 인간의 과학적 행위와 관련하여 다양한 윤리적인 문제들이 발생할 수 있음을 이야기하고 있다. 과학적 연구를 수행하는 과정, 과학자 사회, 과학적 연구결과의 발표, 특정한 대상을 포함하는 연구, 과학자와 사회와의 관계와 같은 영역에서 윤리적인 문제가 발생하고 있으며, 또한 윤리적 문제가 발생할 가능성을 내포하고 있다고 주장한다(Choi, 2007; Hwang *et al.*, 2011; Resnik, 1998; Song & Kim, 2006; Steneck, 2007). 실제로 과학적 연구와 관련한 다양한 비 윤리적인 행위들은 현대 사회의 시민들에게 큰 충격을 안겨주고 있다. 이는 어느 한 개인의 치부가 드러나는 상황으로만 끝나는 문제가 아니라, 과학적 연구를 수행하고 있는 학계는 물론이고 더 나아가서는 과학이라는 학문 자체에 대한 불신까지 가져올 수 있는 큰 문제이다.

과학과 관련한 윤리적인 문제에 대한 사회적 관심이 높아지면서 과학윤리교육에 대한 관심도 점차 커지고 있는데, 많은 학자들이 과학과 관련하여 발생하고 있는 윤리적인 문제의 해결을 위해서는 과학윤리교육이 필요함을 주장하고 있다(Cho, 2006; Choi & Cho, 2003; Hong *et al.*, 2005; Hong, 2006; Jung, 2012; Kim & Kim, 2013a; Kim & Kim, 2013b; Kovac, 1996; Levinson, 2003; Macrina, 2005, pp.1-37; Reiss, 1999; Resnik, 1998; Rhee *et al.*, 2009; Zeidler & Keeper, 2003). 과학윤리교육은 과학자들로 하여금 윤리적으로 사고하고 행동하도록 하여 많은 사회적 문제를 해결하는 역할을 할 수 있을 것으로 보고 있다. 그렇다면 과학윤리교육의 대상이 과학자에게만 국한되어 실시되어야 하는지의 문제를 살펴볼 필요가 있겠다. 현

대의 과학은 과학자들만의 전유물이 아니다. 과학적 연구의 과정이나 그 결과물은 직접적으로 사회와 관련을 맺고 있기 때문이다. 간단한 예로, 과학자들의 과학적 활동에 필요한 연구비의 문제는 과학적 연구 과정이 비단 과학자 개인의 문제에서 벗어나 정부나, 기업, 시민들과의 관련성을 보여준다고 할 수 있기 때문이다. 극단적으로는 현대의 과학을 기업의 성공을 위한 헌신에 불과하다(Macrina, 2005, p.15)고 표현하기도 한다. 이처럼 복잡하게 연관되어 있는 현대 과학의 특성을 감안한다면, 과학과 관련한 윤리적인 문제가 과학자에게만 해당된다고 생각하는 것은 큰 부분을 간과하는 것이다. 그렇기 때문에 과학윤리교육은 과학자를 포함한 현대 시민 전체를 대상으로 해야 하며, 이를 통하여 다양한 윤리적 문제에 대하여 올바르게 판단하고 합리적으로 의사결정을 할 수 있는 책임 있는 과학자와 시민을 양성해야 할 것이다(Ko, 2006; Lee, 2005; Rhee *et al.*, 2009).

그렇다면 과학윤리교육은 어떠한 방법으로 이루어져야 할 것인가. 과학윤리교육의 방법을 결정하기 위해서는 우선 과학윤리교육의 목적을 명확히 해야 할 것이다. 교육의 방법을 결정함에 있어서 학습자들에게 기대하는 바가 무엇인지를 명확히 한다는 것은 높은 교육적인 효과를 기대할 수 있기 때문이다(NRC, 1996). 몇몇 학자들의 의견을 살펴보면, 과학윤리교육의 목적은 윤리적 사회를 조성하고 윤리적 성향을 지닌 과학자를 양성하는 데 있음(Crosthwaite, 2001)을 혹은 과학윤리와 관련한 전문적 기능, 대인관계 기능, 의사소통 기능 등의 습득(Anderson, 1998), 과학지식의 획득과 윤리적 분석능력의 습득(Cho, 2008; Ratcliffe & Grace, 2003, pp.88-97)에 두기도 한다. 하지만 무엇보다도 가장 중요한 목적은 학습자들로 하여금 더 도덕적 혹

\* 교신저자 : 김효남 (hyonam@knue.ac.kr)

\*\* 본 논문은 김성덕의 2015년도 박사 학위논문에서 발췌 정리하였음.

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2016.36.1.0001>

은 규범적으로 올바른 선택을 구현하는 사람으로 만드는 데 있으며 (Reiss, 1999), 더 나아가 윤리적이고 도덕적인 행동을 하게 하는 데 그 목적을 둘 수 있겠다(Macrina, 2005; Sadler & Zeidler, 2005). 지금까지의 과학윤리교육을 위한 국내외 문헌들을 살펴보면 다양한 관점에서 과학윤리교육의 목적이 설정되어 있음을 알 수 있다. 과학에서의 인식 및 태도의 변화(Choi *et al.*, 2000; Harris & Ratcliffe, 2005; Rhee, 2011; Shin & Shin, 2012), 학업성취도 및 과학지식의 습득(Cho, 2008; Ratcliffe & Grace, 2003, pp.65-87; Sadler, 2009), 과학의 본성에 대한 이해(Bell & Lederman, 2003; Khishfe & Lederman, 2006; Shin & Shin, 2012; Walker & Zeidler, 2007), 과학적 소양 및 의사결정능력의 신장(AAAS, 1993; Choi & Cho, 2000; Choi *et al.*, 2011; Fowler *et al.*, 2009; NRC, 1996, 2013; NSTA, 1990; Park *et al.*, 2002; Ratcliffe & Grace, 2003, pp.118-141) 등의 관점에서 과학윤리교육을 바라보고 있다. 하지만 과학윤리교육의 궁극적인 목적이 윤리적이고 도덕적인 행동을 하게 하는 데 있다고 보았을 때(Macrina, 2005; Sadler & Zeidler, 2005), 이러한 관점의 접근으로는 교육적 목적을 이루기에 어려움이 있을 것으로 보인다. 관련 내용들이 과학의 윤리적인 측면과 전혀 무관하지는 않으나 그렇다고 해서 과학적 지식이나 의사결정 능력이 반드시 윤리적이고 도덕적인 행위를 도출하게 한다고 보기에는 무리가 있다. 그렇기 때문에 과학윤리교육은 과학과 관련된 윤리적인 측면에 대하여 윤리적인 행위가 도출되도록 하는 방향으로의 목적성을 띄고 이루어져야 할 것이다.

Rest(1983, 1986)는 인간의 도덕적 행위는 4가지의 심리적인 과정을 통하여 발현된다고 한다. 인간은 (1) 특별한 상황에 대하여 해석하고, (2) 특정 행동이 도덕적으로 옳은지 그른지에 대해 판단하며, (3) 도덕적 행동을 위하여 다양한 가치들 중에서 선택하고, (4) 하고자 의도하는 것을 실행에 옮기는 과정을 통하여 윤리적인 행동을 한다는 것이다. 이에 4가지의 구성요소 모형을 제안하는데, 인간이 도덕적인 행동을 하기 위해서는 민감성, 판단력, 동기화, 품성화의 네 가지 구성요소가 통합적으로 작용하여 일어난다고 하였다. 이러한 통합적 접근의 도덕교육 이론은 다양한 전통, 모델, 접근, 관점에서 유용하고 효과적이라고 입증된 것들을 통합했다는 데 있으며(Kurtines & Gewirtz, 1995, p.377), 기존 도덕교육의 개별적인 접근법에 대한 대안으로 가장 설득력 있는 연구결과(Park & Choo, 2007, p.185)로 인식되고 있다. 과학윤리교육의 목표에 대한 Reiss(1999)의 견해를 살펴보면 도덕성이 주장하고 있는 통합적 도덕교육 이론과 일맥상통하는 모습을 보이고 있다. 그의 저서에서 과학윤리교육의 목표를 (1) 윤리적 민감성의 증진, (2) 윤리적 지식의 획득, (3) 윤리적 판단력의 신장, (4) 도덕적 혹은 규범적으로 올바른 선택을 구현하도록 하는데 있다고 하였다. 이는 Rest(1983)의 도덕성 4구성요소 모형이 과학윤리교육의 방법을 결정짓기 위한 이론적 근거가 될 수 있음을 보여준다. 최근의 과학교육 연구는 물론이고 전문직 윤리(Professional Ethics)에 관한 연구에서 레스트의 도덕성 4구성요소 모형을 이론적 근거로 한 교육프로그램을 개발하거나, 프로그램의 효과를 검증하기 위한 검사 도구 개발을 한 연구들이 있다. 대표적으로 SSI나 과학교육(Clarkeburn, 2002; Fowler *et al.*, 2009; Sadler, 2004)에서는 물론이고, 의학윤리(Bebeau *et al.*, 1985; Duckett & Ryden, 1994; Hong, 2000; Self & Olivarez, 1996)나 교직윤리(Chang, 1994; Kim & Son, 2002; Lim & Moon, 2007; Moon, 2004; Moon, 2006) 등의 학문 분야

에서 레스트의 도덕성 4구성요소 모형을 그 이론적 근거를 두고 있다. 따라서 과학윤리와 관련된 윤리적인 특성을 ‘과학윤리성’으로 정의하며, 과학윤리 민감성·판단력·동기화·품성화의 네 가지 요소를 구성요소로 설정할 수 있을 것으로 본다.

과학윤리성의 신장을 과학교육의 목적으로 본다면 과학윤리교육은 과학윤리성의 네 가지 구성요소를 발달시키는 방향으로 이루어져야 할 것이다. 과학윤리 민감성·판단력·동기화·품성화의 신장은 과학과 관련한 특별한 상황에서 개인으로 하여금 윤리적인 행동을 도모하게 할 수 있는 잠재적인 능력을 신장시켜 결국 행동으로 이어지게 하는 결과를 얻을 수 있을 것이다. 이에 이 연구에서는 과학교육이 시작되는 초등학교 학생들을 대상으로 하는 과학윤리교육을 위하여, 앞으로 이루어져야 할 교육프로그램의 개발에 앞서 교육프로그램의 효과를 검증할 수 있는 검사도구를 개발하여 제안하고자 한다. 개발된 검사도구를 활용하여 학생들의 과학윤리성이 어느 정도 수준에 있는지를 확인할 수 있을 것이며, 또한 교육프로그램을 통하여 과학윤리성이 어느 정도 신장되었는지를 측정하여 프로그램의 효과를 검증하기 위한 지표로 사용할 수 있을 것이다.

이 연구의 내용은 다음과 같다.

첫째, 과학윤리성을 진단하기 위한 검사도구는 어떻게 개발되어야 하는가.

둘째, 과학윤리성 진단 검사도구의 신뢰도는 어떠한가.

셋째, 과학윤리성 검사결과는 어떠한가.

## II. 연구 방법

### 1. 검사도구 개발 과정 및 방법

과학윤리성 진단 검사도구의 개발과정은 Figure 1과 같다. 문헌연구 및 고찰, 과학윤리성 진단 검사도구 초안 개발, 예비검사 및 학생 이해도 조사, 검사도구 수정, 타당도 및 신뢰도 검증의 과정으로 이루어졌다.

문헌연구 및 고찰 단계에서는, 과학윤리 이론 및 도덕성 발달 이론의 탐색과 기존 ‘청소년 도덕성 진단 검사도구’의 분석이 이루어졌다. 도덕성 발달이론 탐색과정에서는 레스트의 도덕성 4구성요소 모형을 이론적 배경으로 하는 연구들을 탐색하면서 과학윤리성 진단 검사도구의 타당성 및 검사도구 개발의 방향을 설정하였다. 이후 ‘청소년 도덕성 진단 검사도구(Kim & Lee, 2012)의 분석을 통하여 과학윤리성 진단 검사도구의 형식 및 내용 개발을 위한 기준을 마련하였다.

청소년 도덕성 진단 검사도구(Kim & Lee, 2012)의 경우 도덕성에 관한 통합적인 접근의 필요성으로 인하여 Rest(1983, 1986)가 제시한 도덕성 4구성요소 모형에 근거하여 개발한 검사도구이다. 검사도구는 초등학교부터 고등학생에 이르기까지 활용이 가능하도록 개발되었는데, 통합적인 도덕성을 측정할 수 있는 검사도구로는 유일하다. 검사도구가 개발된 지 얼마 되지 않았기 때문에 검사도구의 표준화가 이루어지지 않았고 다양한 연구를 통한 검증이 이루어지지 않은 관계로 부족한 면이 있으나, 전문가들의 공동연구에 의한 체계적인 개발이 이루어져 그 내용의 타당하다고 볼 수 있다. 또한 도구 개발을 위한 적절하고 신뢰할 수 있는 연구 방법을 통하여 타당도와 신뢰도를 확보하였기에 매우 신뢰할 수 있는 검사도구라고 볼 수 있다. 그렇

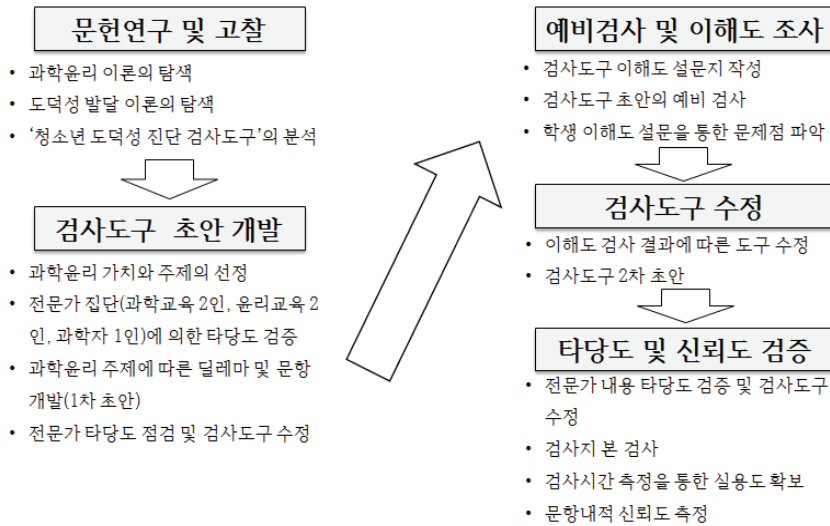


Figure 1. Development process of science ethicality test

기 때문에 청소년 도덕성 진단 검사도구를 과학윤리성 진단 검사도구의 형식 및 내용 개발을 위한 기준으로 삼았다.

검사도구 초안 개발 단계에서는, 검사도구에 포함되어야 할 과학윤리의 가치와 주제를 선정하여 전문가 집단(과학교육 전문가 2인, 윤리교육 전문가 2인, 과학자 1인)에게 타당성을 검증받았다. 이어 이를 바탕으로 검사도구에 들어갈 딜레마와 문항을 개발하여 마찬가지로 전문가 집단의 타당성 검증 과정과 수정 과정을 통하여 과학윤리성 진단 검사도구 초안을 마련하였다.

예비검사 및 이해도 조사 단계에서는, 검사도구 초안을 초등학교 3~6학년 학생들을 대상으로 예비 검사를 실시하였다. 동시에 검사도구에 대한 학생들의 이해도를 알아보기와 초등학교 학생들이 딜레마 이야기에 대한 이해의 정도와 문장의 맥락이나 단어에 대한 어려움을 조사하였다. 이를 통하여 검사도구의 문제점 및 수정·보완해야 할 자료를 수집하였다. 예비검사 및 이해도 조사 결과를 바탕으로 검사도구를 수정·보완하여 2차 초안을 마련하였다.

타당도 및 신뢰도 검증 단계에서는, 전문가 집단의 내용 타당도 검증과정을 통해 타당성을 확보하고, 마지막 수정 작업을 통하여 검사도구의 개발이 이루어졌다. 개발된 검사도구는 초등학교 3~6학년을 대상으로 대도시, 중소도시, 읍면지역에 있는 총 6개 학교의 24개 학급을 대상으로 본 검사를 실시하였고, 이후 검사결과를 분석하였다.

## 2. 검사 대상

과학윤리성 진단 검사도구 초안에 대한 예비 검사 및 이해도 설문 을 실시하기 위하여 충북 소재의 초등학교 3~6학년 각 1개반씩을

Table 1. Participants of the pilot test and survey

학년	성별		전체
	남	여	
3학년	14	12	26
4학년	13	12	25
5학년	12	12	24
6학년	12	13	25
계	51	49	100

선정하였다. 선정된 인원은 총 100명이며 학년별로는 3학년 26명, 4학년 25명, 5학년 24명, 6학년 25명이다(Table 1).

과학윤리성 진단 검사도구를 이용한 검사를 실시하기 위하여 대도시, 중소도시, 읍면지역 소재의 초등학교 3~6학년을 선정하였다. 선정된 인원은 총 599명인데 지역별로는 대도시 소재 학생은 202명, 중소도시 209명, 읍면지역 186명이며, 학년별로는 3학년 142명, 4학년 153명, 5학년 154명, 6학년 149명이다. 성별로는 남자가 310명이고 여자가 289명이다(Table 2).

Table 2. Participants of the test

지역	학년	성별			전체
		남	여	계	
대도시	3학년	26	23	49	
	4학년	25	27	52	
	5학년	27	24	51	
	6학년	28	22	50	
	계	106	96	202	
중소도시	3학년	23	24	47	599
	4학년	32	24	56	
	5학년	28	28	56	
	6학년	24	26	50	
	계	107	102	209	
읍면지역	3학년	23	22	45	
	4학년	24	21	45	
	5학년	24	23	47	
	6학년	25	24	49	
	계	96	90	186	

## 3. 자료수집 및 분석 방법

과학윤리성 검사 대상자를 선정한 후 2014년 6월~7월에 걸쳐 검사를 실시하였다. 예비검사결과, 초등학교생들이 검사지 전체를 한 번에 실시하기가 어려운 것으로 판단하였다. 이에 과학윤리 민감성·동기화·품성화 검사도구를 하나로 묶고, 과학윤리 판단력 검사도구를

또 다른 하나로 하여 두 개의 파트로 나뉘서 실시하였다. 검사 실시 시간은 학년별로 약간의 차이가 있었으나 파트별로 약 30분 정도씩 소요되었다. 총 599부의 검사지가 수거되어 이 중 불성실한 응답자를 제외하고 분석을 실시하였다. 과학윤리 판단력 검사지의 응답에 대한 성실성을 판단하는 기준은 Moon(2011)의 세 가지 검토방법인 동일응답지수(NoDIF), 무응답지수(MISRT, MISRK), 평정-순위 일치도(RtXRk)도를 활용하였다. 최종적으로 분석에 활용된 검사지는 과학윤리 민감성·동기화·품성화 진단 검사지가 507부이고, 과학윤리 판단력 진단 검사지는 498부이다. 검사지는 마이크로소프트 엑셀과 SPSS 18.0을 이용하여 코딩한 후 분석하였다.

과학윤리성 진단 검사도구의 구성요소별 내적신뢰도 및 하위요소별·딜레마별·검사점수의 내적신뢰도를 분석하였다. 또한 검사를 실시한 학생들을 분석하기 위하여 빈도분석과 기술통계를 실시하였다. 과학윤리성 검사 결과를 지역별, 학년별, 성별로 비교하기 위하여 독립표본 t-검정과 일원분산분석(ANOVA)을 실시하였다.

### III. 연구결과 및 논의

#### 1. 과학윤리성 진단 검사도구 개발

과학윤리성 진단 검사도구는 한국청소년정책연구원(Kim & Lee, 2012)의 청소년 도덕성 진단 검사도구를 수정하여 개발하였다. 검사도구의 딜레마와 검사문항의 형식을 파악하고 과학윤리성의 구성요소별 하위요소를 결정하였다. 과학과 관련한 윤리적인 특성을 과학윤리성이라 규정하고, 과학윤리성의 구성요소를 과학윤리 민감성, 과학윤리 판단력, 과학윤리 동기화, 과학윤리 품성화로 두었다. 과학윤리성 진단 검사도구에서 다루어야 할 과학윤리의 가치는 Resnik(1998)이 제시하고 있는 12가지의 과학윤리의 가치에서 선정하였다. 또한 윤리적인 문제가 발생할 수 있는 과학의 다섯 가지 영역에서 과학윤리의 주제를 선정하여 검사도구 개발에 반영하였다. 이후 과학윤리성의 4 구성요소별 하위요소를 근거로 검사문항을 개발하였다.

#### 가. 과학윤리성의 구성요소 및 하위요소

과학윤리성의 구성요소는 과학윤리 민감성, 과학윤리 판단력, 과학윤리 동기화, 과학윤리 품성화의 4가지로 설정하였다. 과학윤리성의 구성요소는 Rest(1983, 1986)의 도덕성 4 구성요소 모형을 이론적 기반으로 하여 과학윤리에 수정하여 적용한 것이다. 과학윤리성의 구성요소에 대한 설명은 다음과 같다.

‘과학윤리 민감성’은 과학과 관련한 윤리적인 문제 상황에서 대한

해석으로, 주어진 문제 상황이 윤리적인 상황임을 인식하고 자신의 행위가 타인의 복지에 미치는 영향을 인식할 수 있는 능력이다.

‘과학윤리 판단력’은 과학과 관련한 윤리적인 문제 상황에서 어떠한 행위 과정이 윤리적으로 옳은지 또는 공정하지, 정의로운지를 판단하는 능력이다.

‘과학윤리 동기화’는 여러 가지 갈등하는 가치들 중에서 과학윤리의 가치를 다른 개인적 가치들보다 우선순위에 두는 것을 말한다.

‘과학윤리 품성화’는 과학윤리 가치의 행위를 실제 행동으로 옮기는 것으로서, 윤리적으로 행동하고 피로와 쇠약한 의지에 저항하며 장애를 극복하고자 하는 것을 말한다.

과학윤리성의 구성요소별 하위요소를 살펴보면(Table 3), 과학윤리 민감성의 하위요소로 상황지각 민감성과 결과지각 민감성을, 과학윤리 동기화의 하위요소는 과학윤리 지향성과 과학윤리 정서를, 과학윤리 품성화의 하위요소로는 개인품성과 관계품성을 설정하였다.

Table 3. Components and subcomponents determining ethical behavior in science

과학윤리성 구성요소	하위 요소
과학윤리 민감성	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 상황지각 민감성</li> <li>- 윤리적 이슈(갈등) 지각</li> <li>- 윤리적 갈등 이유(관련 가치) 지각</li> <li>- 상황(등장인물)에 대한 감정</li> <li>· 결과지각 민감성</li> <li>- 행위 결과 지각</li> <li>- 예견한 결과 타인의 감정 공감</li> <li>- 예견한 결과 행동의 윤리적 가치 지각</li> </ul>
과학윤리 판단력	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 정의에 대한 판단 기준</li> </ul>
과학윤리 동기화	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 과학윤리 지향성</li> <li>- 윤리적 자기 중요성</li> <li>- 윤리적 욕구</li> <li>· 과학윤리 정서</li> <li>- 자부심</li> <li>- 수치감</li> <li>- 죄책감</li> </ul>
과학윤리 품성화	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 개인품성</li> <li>- 의지력, 용기, 자신감, 효능감, 자기조절, 인내심</li> <li>· 관계품성</li> <li>- 사회적 수행기술, 갈등조절 및 문제해결</li> </ul>

#### 나. 과학윤리성 진단 검사도구의 과학윤리 주제 및 가치

과학윤리성 진단 검사도구에서 측정해야 할 과학윤리의 가치는 Resnik(1998)이 제시하고 있는 과학윤리의 12가지 가치에서 선정하였다. 선정된 가치는 정직성, 공(Credit), 실험대상의 존중, 개방성, 사회적 책임이다. 선정된 과학윤리의 주제는 표절, 공정한 공로배분,

Table 4. Standards and subjects in science ethicality test

과학윤리성 구성요소	과학윤리의 가치	과학윤리 주제	딜레마
민감성 동기화 품성화	정직성	표절	자유탐구 보고서
	공	공정한 공로배분	지유네 모둠활동
	정직성	변조	효민이의 고민
판단력	실험대상의 존중	생명체를 대상으로 하는 연구	의사의 고민
	사회적 책임	자연의 개발, 생물의 다양성과 멸종	아름다운 숲
	개방성	연구결과의 발표	어느 과학자의 고민

변조, 생명체를 대상으로 하는 연구, 자연의 개발 및 생물의 다양성과 멸종, 연구결과의 발표이다. 과학윤리성의 구성요소 중 민감성, 동기화, 품성화를 진단하는 검사도구에는 공통의 3개 딜레마(자유탐구 보고서, 자유네 모듬활동, 효민이의 고민)를 개발하였고, 판단력 진단 검사도구는 별도의 3개 딜레마(의사의 고민, 아름다운 숲, 어느 과학자의 고민)를 개발하였다(Table 4).

다. 과학윤리성 진단 검사도구의 딜레마 및 문항 구성

과학윤리성 진단 검사도구는 총 여섯 개의 딜레마와 114개의 검사문항으로 구성되어 있다. 이 중 세 개의 딜레마(자유탐구 보고서, 자유네 모듬활동, 효민이의 고민)는 과학윤리 민감성·동기화·품성화의 진단을 위한 딜레마로서 각 딜레마별로 민감성 문항 9개, 동기화 문항 9개, 품성화 문항 8개로 구성되어 있다(Figure 2). 나머지 세 개의 딜레마는 과학윤리 판단력을 진단하기 위한 딜레마로서 각 딜레마별

로 판단력을 진단하기 위한 문항이 12개씩 구성되어 있다(Figure 3).

과학윤리성 진단 검사도구의 각 딜레마 내용은 Table 5와 같다. 과학윤리 민감성·동기화·품성화 검사도구의 딜레마 중 자유탐구 보고서는 표절, 자유네 모듬활동은 공정한 공로배분, 효민이의 고민은 변조의 내용으로 구성되어 있다. 판단력 검사도구의 딜레마인 의사의 고민은 생명체를 대상으로 하는 연구에서의 윤리, 아름다운 숲은 과학에서의 사회적 책임, 어느 과학자의 고민은 연구결과 발표에서의 윤리적인 문제에 대한 내용으로 구성되어 있다.

과학윤리성의 구성요소에 따른 하위요소별 문항의 구성은 Table 6과 같다. 민감성의 하위요소 중 상황지각 민감성은 15문항, 결과지각 민감성은 12문항으로 구성되어 있다. 동기화의 하위요소중 지향성 15문항, 정서 12문항, 품성화의 하위요소중 개인품성 15문항, 관계품성이 9개의 문항으로 구성되어 있다. 판단력 진단 36문항을 포함하여 과학윤리성 진단 검사도구 전체는 114문항으로 구성되어 있다. 과학윤리성의 각 구성요소별 문항의 예시를 Table 7에 제시하였다.

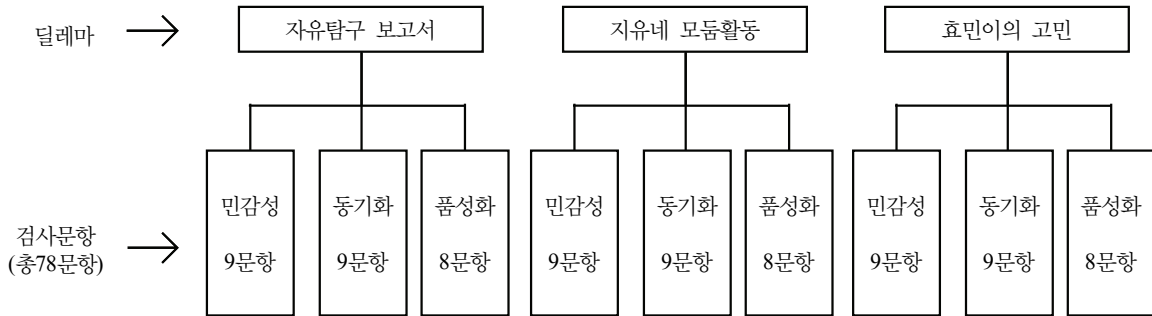


Figure 2. Composition of questions in science ethical sensitivity/motivation/character test

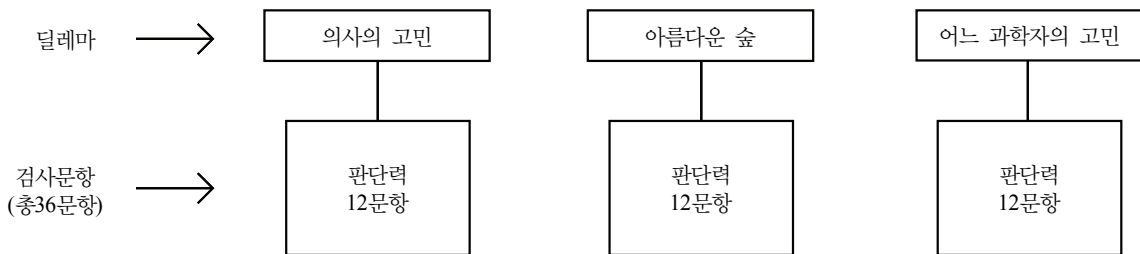


Figure 3. Composition of questions in science ethical judgment test

Table 5. Dilemmas in science ethicality test

과학윤리성 구성요소	딜레마	내용 요약
민감성 동기화 품성화	자유탐구 보고서	몸이 아파서 자유탐구를 하지 못한 소영이가 인터넷에 있는 자료들을 이용하여 자신이 탐구를 한 것처럼 꾸며서 보고서를 제출하고 싶어 하는 상황
	자유네 모듬활동	모듬원들이 함께 수행해야 하는 공동 과제에 현민이가 사정이 생겨 참여하지 못하게 된다. 현민이는 어쩔 수 없는 상황임을 호소하며 자기도 명단에 이름을 넣어달라고 하는 상황
	효민이의 고민	효민이와 소영이는 과학실에서 한 실험이 잘못됨을 발견하나 다시 올바르게 실험을 하기에는 시간이 부족하다. 잘못된 실험결과를 제출하기 싫어서 실험결과를 약간만 수정하고 싶어하는 상황
판단력	의사의 고민	어느 불치병 연구 권위자인 의사가 병의 치료법 연구의 막바지에 이른 상황에서 자신조차 병에 걸리게 된다. 얼마 남지 않은 시간 안에 병의 치료법을 알아내기 위하여 아직은 위험한 단계인 임상실험을 하고자 하는 상황
	아름다운 숲	많은 희귀종이 살고 있는 아름다운 숲 인근에 살고 있는 지역 주민들이 지독한 가난으로 고통받고 있는 실정이다. 숲을 개발하게 되면 가난의 고통에서 벗어날 수 있게 된다. 아름다운 숲을 개발해야 할지 말아야 할지 고민하는 상황
	어느 과학자의 고민	어느 과학자의 가까운 친척이 운영하는 과자 회사의 제품 여러 개가 사람들에게 나쁜 영향을 줄 수도 있는 것을 알게 된 과학자. 자신의 연구 결과를 사람들에게 사실대로 알려주면 친척은 큰 손해를 보기 때문에 연구결과를 발표하는 것이 고민되는 상황

Table 6. Composition of questions in components of science ethicality test

과학윤리성 구성요소	하위요소	문항	전체 문항
민감성	상황지각 민감성	15	27
	결과지각 민감성	12	
판단력	정의 판단	36	36
동기화	지향성	15	27
	정서	12	
품성화	개인품성	15	24
	관계품성	9	

Table 7. Examples of questions in components of science ethicality test

과학윤리성 구성요소	하위요소	문항 예시
민감성	상황지각 민감성	소영이가 고민하는 이유는 자신의 결정이 자신 뿐 아니라 친구에게도 영향을 줄 수 있기 때문이다.
	결과지각 민감성	인터넷에 올라온 자료를 자신이 한 것처럼 꾸며서 제출한다면 다른 친구들이 정당한 평가를 받지 못할 것이다.
판단력	정의 판단	어떤 상황에서건 사람을 위협에 빠뜨리는 일은 하면 안 되지 않을까?
동기화	지향성	나는 공정한 평가를 받는 것이 정당하지 않게 좋은 평가를 받는 것보다 더 중요하다고 생각한다.
	정서	인터넷의 자료를 내가 한 것처럼 꾸며서 과제를 제출하게 되면 앞으로도 계속 마음이 불편할 것이다.
품성화	개인품성	보고서를 완성하지는 못하더라도 내가 스스로 할 수 있는 데까지 최선을 다해 제출하겠다.
	관계품성	소영이와 같은 상황에서 일어날 수 있는 여러 가지 좋지 않은 문제들을 나는 잘 해결할 수 있다.

3. 과학윤리성 진단 검사도구 검사 결과

가. 신뢰도

검사도구의 신뢰도는 문항에 대한 신뢰도와 검사 점수에 대한 신뢰도 검사를 실시하였다. 검사문항에 대한 신뢰도는 과학윤리성 4구성요소 모두에서 높게 나왔다. 검사 점수에 대한 신뢰도 또한 과학윤리 민감성·판단력·동기화·품성화 모두에서 신뢰로운 수준으로 나왔다.

1) 문항의 내적신뢰도

가) 과학윤리 민감성 문항

과학윤리 민감성을 측정하는 27개 문항에 대한 신뢰도는 .886으로 매우 높게 나왔다. 각 딜레마별로는 자유탐구 보고서가 .620 자유네 모둠활동이 .736 효민이의 고민이 .785로 나와 딜레마별로도 높은 신뢰도를 보여주었다(Table 8). 과학윤리 민감성의 하위요소별로 신뢰도를 측정한 결과 두 개의 하위요소 모두 높은 신뢰도가 나왔으며, 상황지각 민감성(.793)이 결과지각 민감성(.783)보다 약간 높게 나왔다(Table 9). 이는 과학윤리 민감성을 측정하기 위해 개발된 문항들이 매우 신뢰할 수 있게 구성되어 있다고 볼 수 있다.

Table 8. Reliability of ethical sensitivity questions by dilemmas

딜레마	문항수	딜레마별 신뢰도 (Cronbach' α)	전체 신뢰도 (Cronbach' α)
자유탐구 보고서	9	.620	.866
자유네 모둠활동	9	.736	
효민이의 고민	9	.785	

Table 9. Reliability of ethical sensitivity questions by subcomponents

하위요소	딜레마	딜레마별 신뢰도 (Cronbach' α)	하위요소 전체 신뢰도 (Cronbach' α)
상황지각 민감성	자유탐구 보고서	.475	.793
	자유네 모둠활동	.613	
	효민이의 고민	.683	
결과지각 민감성	자유탐구 보고서	.552	.783
	자유네 모둠활동	.602	
	효민이의 고민	.728	

과학윤리 민감성 검사문항의 신뢰도와 청소년 도덕 민감성 검사문항의 신뢰도를 비교해 본 결과 민감성의 하위요소(상황지각 민감성, 결과지각 민감성) 및 전체 민감성 문항의 신뢰도가 과학윤리 민감성 검사문항에서 약간 낮게 나왔다(Table 10).

Table 10. Comparison of moral and ethical sensitivity about reliability

구 분	청소년 도덕 민감성 검사문항 (Cronbach' α)	과학윤리 민감성 검사문항 (Cronbach' α)
상황지각 민감성	.861	.793
결과지각 민감성	.876	.783
민감성 전체	.925	.866

나) 과학윤리 판단력 문항

과학윤리 판단력을 측정하는 문항 36개에 대한 신뢰도는 .839로 매우 높게 나왔다. 딜레마별로 의사의 고민 .668, 아름다운 숲 .663, 어느 과학자의 고민이 .653이다(Table 11). 판단 단계에 따른 문항의

신뢰도를 살펴본 결과(Table 12), 1단계 .700, 2단계 .440, 3단계 .516, 4단계 .567, 5단계 .432, 6단계 .374로 기존에 실시한 도덕 판단력 검사 결과(Choi *et al.*, 2011: 130-131)보다 높은 신뢰도를 보이고 있다. 또한 한국청소년정책연구원(Kim & Lee, 2012: 117)에서 실시한 DIT 검사 결과의 신뢰도와 비교해본 결과(Table 13), 과학윤리 판단력 검사도구의 문항 신뢰도가 대부분 높게 나왔다. 이는 과학윤리 판단력을 측정하고자 하는 문항이 신뢰할 수 있게 개발되었음을 보여주는 결과이다.

Table 11. Reliability of ethical judgment questions by dilemmas

딜레마	문항수	딜레마별 신뢰도 (Cronbach' $\alpha$ )	전체 신뢰도 (Cronbach' $\alpha$ )
의사의 고민	12	.668	.839
아름다운 숲	12	.663	
어느 과학자의 고민	12	.653	

Table 12. Reliability of ethical judgment questions by stages

판단 단계	문항수	판단 단계별 신뢰도 (Cronbach' $\alpha$ )	전체 신뢰도 (Cronbach' $\alpha$ )
1단계	6	.700	.839
2단계	6	.440	
3단계	6	.516	
4단계	9	.567	
5단계	6	.432	
6단계	3	.374	

Table 13. Comparison of KDIT and ethical judgment about reliability

구 분	청소년 도덕 판단력(KDIT)		과학윤리 판단력
	한국청소년정책연구원 (Choi <i>et al.</i> , 2011)	한국청소년정책연구원 (Kim & Lee, 2012)	
1단계	.615	-	.700
2단계	.246	-	.440
3단계	.438	-	.516
4단계	.373	-	.567
5단계	.546	-	.432
6단계	.296	-	.374
전 체		.76	.839

#### 다) 과학윤리 동기화 문항

과학윤리 동기화를 측정하는 27개의 문항에 대한 내적신뢰도는 .903으로 매우 높게 나왔다. 딜레마별로는 자유탐구 보고서가 .786, 자유네 모둠활동이 .822, 효민이의 고민이 .886이다(Table 14). 과학윤리 동기화의 하위요소별 신뢰도는 과학윤리 지향성이 .824이고 과학윤리 정서가 .839로 나와 하위요소별로도 높은 신뢰도를 보여준다고 보여주고 있다(Table 15). 이는 과학윤리 동기화를 측정하기 위해 개발된 문항들이 신뢰할 수 있게 구성되어 있다고 볼 수 있다.

Table 14. Reliability of ethical motivation questions by dilemmas

딜레마	문항수	딜레마별 신뢰도 (Cronbach' $\alpha$ )	전체 신뢰도 (Cronbach' $\alpha$ )
자유탐구 보고서	9	.785	.903
자유네 모둠활동	9	.822	
효민이의 고민	9	.886	

Table 15. Reliability of ethical motivation questions by subcomponents

하위요소	딜레마	딜레마별 신뢰도 (Cronbach' $\alpha$ )	하위요소 전체 신뢰도 (Cronbach' $\alpha$ )
과학윤리 지향성	자유탐구 보고서	.667	.824
	자유네 모둠활동	.714	
	효민이의 고민	.786	
과학윤리 정서	자유탐구 보고서	.783	.839
	자유네 모둠활동	.718	
	효민이의 고민	.833	

과학윤리 동기화 검사문항의 신뢰도와 청소년 도덕 동기화 검사문항의 신뢰도를 비교해 본 결과 과학윤리 동기화의 하위요소인 과학윤리 지향성(.824)과 과학윤리 정서(.839), 전체 과학윤리 동기화(.903) 검사문항 모두에서 청소년 도덕 동기화 검사문항의 신뢰도보다 약간 낮은 신뢰도를 보여주었다(Table 16).

Table 16. Comparison of moral and ethical motivation about reliability

구 분	청소년 도덕 동기화 (Cronbach' $\alpha$ )	과학윤리 동기화 (Cronbach' $\alpha$ )
지향성	.907	.824
정서	.913	.839
동기화 전체	.907	.903

#### 라) 과학윤리 품성화 문항

과학윤리 품성화를 측정하는 24개 문항에 대한 신뢰도를 측정해본 결과(Table 17), 딜레마별로는 자유탐구 보고서 .815, 자유네 모둠활동 .804, 효민이의 고민 .859로 나왔으며, 전체 문항에 대한 신뢰도는 .907로 매우 높게 나왔다. 또한 과학윤리 동기화의 하위요소별 신뢰도를 측정한 결과(Table 18), 두 개의 하위요소인 개인품성(.852)과 관계품성(.804) 모두에서 높은 신뢰도를 보였다. 이는 과학윤리 품성화를 측정하기 위해 개발된 문항 또한 신뢰할 수 있게 구성되어 있다고 볼 수 있다.

Table 17. Reliability of ethical character questions by dilemmas

딜레마	문항수	딜레마별 신뢰도 (Cronbach' $\alpha$ )	전체 신뢰도 (Cronbach' $\alpha$ )
자유탐구 보고서	8	.815	.907
자유네 모둠활동	8	.804	
효민이의 고민	8	.859	

Table 18 Reliability of ethical character questions by subcomponents

하위요소	딜레마	딜레마별 신뢰도 (Cronbach' α)	하위요소 전체 신뢰도 (Cronbach' α)
개인품성	자유탐구 보고서	.743	.852
	자유네 모둠활동	.705	
	효민이의 고민	.822	
관계품성	자유탐구 보고서	.636	.804
	자유네 모둠활동	.681	
	효민이의 고민	.666	

과학윤리 품성화 검사문항의 신뢰도와 청소년 도덕 품성화 검사문항의 신뢰도를 비교해 본 결과, 과학윤리 품성화의 하위요소인 개인 품성(.852)과 관계품성(.804) 그리고 과학윤리 품성화 전체 문항의 신뢰도(.907) 모두가 청소년 도덕 품성화 검사문항의 신뢰도보다 약간 낮은 신뢰도를 보였다(Table 19).

Table 19. Comparison of moral and ethical character about reliability

구 분	청소년 도덕 품성화 (Cronbach' α)	과학윤리 품성화 (Cronbach' α)
개인품성	.915	.852
관계품성	.876	.804
품성화 전체	.949	.907

2)검사 점수의 내적신뢰도

가) 과학윤리 민감성 점수

과학윤리 민감성 점수에 대한 신뢰도를 측정한 결과 .911이라는 높은 결과가 나왔다. 학년별로는 3학년(.923)이 가장 높았으며 6학년(.917), 5학년(.911), 4학년(.891)의 순으로 결과가 나왔다(Table 20). 이는 과학윤리 민감성 검사결과를 매우 신뢰할 수 있다고 볼 수 있다.

Table 20. Reliability of ethical sensitivity score(Mean)

학 년	학년별 신뢰도 (Cronbach' α)
3	.923
4	.891
5	.911
6	.917
전체	.911

나) 과학윤리 판단력 점수(P점수)

과학윤리 판단력 검사 P 점수의 신뢰도를 측정한 결과, 학년별로는 3학년 .543, 4학년 .616, 5학년 .569, 6학년 .557로 나왔으며 전체 P 점수의 신뢰도는 .572로 나왔다. 4학년의 신뢰도가 가장 높았고 5학년과 6학년 3학년의 순으로 신뢰도가 낮아짐을 알 수 있다(Table 21).

이 결과는 기존의 DIT 검사들의 신뢰도 측정 결과와 유사한 결과를 보여주고 있다. Moon(2011)의 연구결과에서 DIT 검사결과 초등학생들의 신뢰도는 .55를 나타내는데, 과학윤리 판단력 검사결과와의 경우 이보다 높은 .572의 결과를 보여주고 있다(Table 22).

Table 21. Reliability of ethical judgment score(P-score)

학 년	학년별 신뢰도 (Cronbach' α)
3	.543
4	.616
5	.569
6	.557
전체	.572

Table 22. Comparison of KDIT and ethical judgment about reliability

구 분	청소년 도덕 판단력(KDIT)		과학윤리 판단력
	문용린(Moon, 2011)	한국청소년정책연구원 (Choi et al., 2011)	
초등학생	.55	-	.572
중,고등학생	.59	.616	-
대학생 및 성인	.63	-	-
전체	.61	.616	.572

다) 과학윤리 동기화 점수

과학윤리 동기화 점수에 대한 신뢰도의 경우 학년별로는 3학년 .911, 4학년 .823, 5학년 .822, 6학년 .858로 나왔으며, 전체 과학윤리 동기화 점수에 대한 신뢰도는 .858를 나타냈다(Table 23). 이는 과학윤리 동기화 검사결과를 매우 신뢰할 수 있다고 볼 수 있다.

Table 23. Reliability of ethical motivation score(Mean)

학 년	학년별 신뢰도 (Cronbach' α)
3	.911
4	.823
5	.822
6	.858
전체	.858

라) 과학윤리 품성화 점수

과학윤리 품성화 점수에 대한 신뢰도를 측정한 결과, 학년별로는 3학년이 .928로 가장 높았으며 4학년은 .835, 5학년 .881, 6학년 .880으로 나왔다. 전체 품성화 점수에 대한 신뢰도는 .885로 매우 높은 수준으로 나왔다(Table 24). 이는 과학윤리 품성화 검사결과를 매우 신뢰할 수 있다고 볼 수 있다.



Table 24. Reliability of ethical character score(Mean)

학 년	학년별 신뢰도 (Cronbach' α)
3	.928
4	.835
5	.881
6	.880
전체	.885

## 나. 평균 비교

### 1) 과학윤리 민감성 평균 비교

과학윤리 민감성 검사 결과를 학년별, 성별, 지역별로 차이를 비교해보았다. 먼저 과학윤리 민감성 점수는 학년별로 살펴본 결과(Table 25), 3학년(M=5.19)이 가장 낮은 점수를 보였고 다음으로 5학년(M=5.37)과 6학년(M=5.37)이 높았으며 4학년(M=5.42)이 가장 높은 점수를 보여주었다. 하지만 학년에 따른 평균의 차이는 통계적으로 유의한 결과를 보여주지는 않았다. 성별에 따른 과학윤리 민감성 점수의 경우 여자(M=5.39)가 남자(M=5.30)보다 높은 점수를 보여주고 있으나 이러한 차이는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다(Table 26). 마지막으로 지역에 따른 과학윤리 민감성 점수의 차이를 살펴보면, 대도시(M=5.48)의 점수가 가장 높게 나왔으며 다음으로 읍면지역(M=5.31)이 높았고, 중소도시(M=5.25)의 점수가 가장 낮게 나타났다. 지역별 평균의 차이를 통계적으로 분석한 결과는 유의하게 나왔으며 사후검증결과 대도시의 학생들의 점수가 중소도시 학생들의 점수보다 유의하게 높은 것으로 나타났다(Table 27).

Table 25. Grade comparison of ethical sensitivity score

학년	N	평균	표준편차	F	유의확률
3	115	5.19	.076	2.136	.095
4	128	5.42	.755		
5	134	5.37	.756		
6	130	5.37	.729		
전체	507	5.34	.034		

\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$

Table 26. Gender comparison of ethical sensitivity score

성별	N	평균	표준편차	t	유의확률
남	256	5.30	.821	-1.318	.189
여	251	5.39	.706		
전체	507	5.34	.767		

Table 27. Local comparison of ethical sensitivity score

지역	N	평균	표준편차	F	유의확률	사후검증(Sheffe)
대도시	172	5.48	.757	4.236	.015*	대도시>중소도시*
중소도시	177	5.25	.760			
읍면지역	158	5.31	.769			
전체	507	5.34	.767			

### 2) 과학윤리 판단력 평균 비교

과학윤리 판단력 점수를 학년별로 비교해본 결과(Table 28), 3학년 23.84, 4학년 25.38, 5학년 26.89, 6학년 23.64로 학년이 올라갈수록 평균이 높아지다가 6학년의 평균이 갑자기 낮아지는 결과를 보였다. 평균의 차이를 검증해본 결과 통계적으로 유의하지는 않은 결과이다. 성별에 따른 결과를 살펴보면(Table 29), 여자가 25.56이고 남자가 24.87로 여자가 남자보다 높은 평균을 나타내고 있으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 지역에 따른 평균을 살펴보면(Table 30), 대도시 25.07, 중소도시 25.05, 읍면지역 25.54로 지역에 따른 평균의 차이 없이 비슷한 결과를 나타내었다.

Table 28. Grade comparison of ethical judgment score(P-score)

학년	N	평균	표준편차	F	유의확률
3	111	24.84	12.76	1.508	.212
4	124	25.38	13.42		
5	134	26.89	12.49		
6	129	23.64	11.58		
전체	498	25.21	12.58		

Table 29. Gender comparison of ethical judgment score(P-score)

성별	N	평균	표준편차	t	유의확률
남	251	24.87	11.96	-0.608	.543
여	247	25.56	13.21		
전체	498	25.21	12.58		

Table 30. Local comparison of ethical judgment score(P-score)

지역	N	평균	표준편차	F	유의확률
대도시	157	25.07	12.09	.080	.923
중소도시	181	25.05	13.14		
읍면지역	160	25.54	12.49		
전체	498	25.21	12.58		

### 3) 과학윤리 동기화 평균 비교

과학윤리 동기화 검사 결과를 학년별로 비교해본 결과(Table 31), 점수의 평균은 3학년 5.34, 4학년 5.67, 5학년 5.58, 6학년 5.45, 전체 5.51로 나왔다. 4학년의 평균 점수가 가장 높았으며 다음으로 5학년, 6학년, 3학년의 순으로 나타났다. 학년에 따른 점수의 차이를 분석한 결과 3학년과 4학년 간에 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < .01$ ). 성별에 따른 과학윤리 동기화 점수의 차이를 비교해본 결과(Table 32), 여자(M=5.55)의 점수가 남자(M=5.48)보다 약간 높게 나왔으나 이 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 마지막으로 지역에 따른 과학윤리 동기화 점수의 차이를 살펴보면(Table 33), 대도시(M=5.69) 학생들의 평균이 중소도시(M=5.40)나 읍면지역(M=5.45)의 학생들보다 높게 나왔다. 통계분석 결과 대도시와 중소도시( $p < .01$ )간에 그리고 대도시와 읍면지역( $p < .05$ )간에 유의한 차이를 보였다.

Table 31. Local comparison of ethical motivation score

지역	N	평균	표준편차	F	유의확률	사후검증(Sheffe)
대도시	172	5.69	.816	6.381	.002**	대도시>중소도시** 대도시>읍면지역**
중소도시	177	5.40	.837			
읍면지역	158	5.45	.787			
전체	507	5.51	.823			

\* $p<.05$ , \*\* $p<.01$

Table 32. Gender comparison of ethical motivation score

성별	N	평균	표준편차	t	유의확률
남	256	5.48	.833	-0.949	.343
여	251	5.55	.813		
전체	507	5.51	.823		

Table 33. Local comparison of ethical motivation score

지역	N	평균	표준편차	F	유의확률	사후검증(Sheffe)
대도시	172	5.69	.816	6.381	.002**	대도시>중소도시** 대도시>읍면지역**
중소도시	177	5.40	.837			
읍면지역	158	5.45	.787			
전체	507	5.51	.823			

\* $p<.05$ , \*\* $p<.01$

4) 과학윤리 품성화 평균 비교

과학윤리 품성화 검사 점수를 학년별로 비교해 본 결과(Table 34), 점수의 평균은 3학년이 5.31, 4학년 5.56, 5학년 5.44, 6학년 5.32, 전체 5.41로 나타났다. 4학년의 점수가 가장 높게 나오고, 3학년이 가장 낮은 점수가 나왔으나 이는 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. 성별에 따른 점수의 차이를 살펴본 결과(Table 35), 남자(M=5.041)와 여자(M=5.041)의 평균이 같게 나왔다. 지역에 따른 점수의 차이를 살펴본 결과, 대도시(M=5.59)의 점수가 가장 높게 나왔으며 다음으로 읍면지역(M=5.34)이 높았고 중소도시(M=5.30)의 점수가 가장 낮게 나타났다. 지역별 평균의 차이를 통계적으로 분석한 결과 대도시와 중소도시( $p<.01$ )간에 그리고 대도시와 읍면지역( $p<.05$ )에 유의한 차이를 보였다(Table 36).

Table 34. Grade comparison of ethical character score

학년	N	평균	표준편차	F	유의확률
3	115	5.31	.955	2.362	.071
4	128	5.56	.770		
5	134	5.44	.816		
6	129	5.32	.858		
전체	506	5.41	.853		

Table 35. Gender comparison of ethical character score

성별	N	평균	표준편차	t	유의확률
남	256	5.41	.856	.109	.914
여	250	5.41	.851		
전체	506				

Table 36. Local comparison of ethical character score

지역	N	평균	표준편차	F	유의확률	사후검증(Sheffe)
대도시	172	5.59	.825	5.887	.003**	대도시>중소도시** 대도시>읍면지역**
중소도시	176	5.30	.066			
읍면지역	158	5.34	.831			
전체	506	5.41	.038			

\* $p<.05$ , \*\* $p<.01$

V. 결론 및 제언

이 연구는 타당성과 신뢰성이 확보된 과학윤리성 진단 검사도구의 개발을 목적으로 수행되었다. 청소년 도덕성 진단 검사도구(Kim & Lee, 2012)를 분석한 후 이를 수정하여 과학윤리성 진단 검사도구를 개발하였다. 그리고 초등학교 3~6학년 학생 599명을 대상으로 과학윤리성 검사를 실시하여 검사도구의 신뢰도를 분석하고 학생들의 과학윤리성 점수를 비교·분석하였다. 각 연구문제별 결론은 다음과 같다.

첫째, 과학윤리성 진단 검사도구를 개발하기 위해 활용한 청소년 도덕성 진단 검사도구(Kim & Lee, 2012)의 경우 Rest(1983)의 도덕성 4구성요소 모형 이론에 기초한 도덕성의 구성요소를 측정하기 위해 개발된 검사도구들 중에서 네 가지 구성요소를 모두 측정할 수 있는 국내외 유일의 검사도구이다. 또한 전문 연구진이 다년간에 걸쳐 신뢰할 수 있는 방법을 통하여 도구를 개발하였고 그 신뢰성과 타당성이 입증되었기에 이를 활용하여 과학윤리성 진단 검사도구를 개발한 것은 타당하다고 볼 수 있다. 이를 활용하여 개발된 과학윤리성 진단 검사도구는 과학윤리 민감성·판단력·동기화·품성화를 진단할 수 있는 문항들로 구성되어 있다. 과학윤리 민감성의 하위요소는 상황지각 민감성과 결과지각 민감성으로 두었고, 민감성 측정 문항은 딜레마별로 각 9문항씩 총 27문항으로 구성되어 있다. 과학윤리 판단력을 측정하는 문항은 콜버그의 6단계의 도덕판단 단계에 맞도록 판단의 기준이 되는 질문문항을 개발하였으며, 딜레마별로 12문항씩 총 36문항으로 구성되어 있다. 과학윤리 동기화의 하위요소는 과학윤리 지향성과 과학윤리 정서로 설정하였고, 동기화 측정 문항은 딜레마별로 9문항씩 총 27문항으로 구성되어 있다. 과학윤리 판단력의 하위요소는 개인품성과 결과품성으로 설정하였고, 딜레마별로 8문항씩 총 24문항으로 구성되어 있다. 과학윤리성 진단 검사도구를 개발함에 있어서 다양한 전문가(과학교육 전문가 2인, 윤리교육 전문가 2인, 과학자 1인)들에게 수차례에 걸쳐 내용타당도를 검증 받아 검사도구의 개발이 이루어졌기 때문에 그 내용이 타당하다고 볼 수 있었다.

둘째, 초등학교 3~6학년 학생 599명을 대상으로 검사를 실시하여 도구의 신뢰도를 분석한 결과, 과학윤리 민감성·판단력·동기화·품성화의 네 가지 검사도구의 문항에 대한 신뢰도와 점수에 대한 신뢰도가 모두 높게 나왔다. 특히 과학윤리 판단력 검사도구의 경우,

기존의 K-DIT검사를 통한 Moon(2011)의 결과나 Kim & Lee(2012)의 측정 결과에 비하여 초등학교 학생들에 대한 P(%)점수에 대한 신뢰도와 각 단계별 문항에 대한 신뢰도가 높게 나타났다. 이는 과학 윤리성 진단 검사도구가 신뢰할 수 있도록 개발되었다고 볼 수 있겠다. 특히 과학윤리 판단력 검사도구의 경우 개발단계에서는 3학년 학생들에게는 검사를 실시하기에 어려움이 있을 것으로 예상하였으나, 연구 결과에서는 충분히 가능할 것으로 나타났다. 하지만 검사를 실시하는 방법에 대한 안내가 충분히 이루어져야 할 것이다.

셋째, 과학윤리 민감성 검사 결과, 학년과 성별에 따른 점수의 차이는 유의하지 않았다. 지역에 따라서는 대도시의 평균이 중소도시보다 유의하게 높게 나타났다. 과학윤리 판단력의 경우, 학년별, 성별, 지역별 점수의 차이는 유의하지 않았다. 특이할 만한 결과는 학년별 점수를 비교해보면 학년이 올라갈수록 점수가 증가하는 경향을 보이는데, 6학년 학생들의 경우 점수가 급격하게 낮아지는 결과를 보이는 것이다. 이는 Kim(2004, 2005)의 연구결과와도 유사하다는 것인데 아마도 6학년들이 지니는 특성과 관련한 문제일 것으로 보인다. 이에 대한 연구가 보충되어야 할 것으로 보인다. 과학윤리 동기화 검사 결과, 4학년이 3학년보다 유의하게 높은 점수를 보였고, 지역에 따라서는 대도시 학생들의 점수가 중소도시와 읍면지역 학생들의 점수보다 유의하게 높았다. 성별에 따른 차이는 유의하지 않았다. 통계적으로 유의하진 않았지만 품성화를 제외한 나머지 구성요소들의 경우 여자의 점수가 남자보다 높게 나타났다. 이는 기존의 연구(Choi *et al.*, 2010; Kim & Lee, 2012; Moon *et al.*, 2008)와도 유사한 결과이다.

이상의 연구 결과를 살펴보았을 때, 과학윤리성 진단 검사도구는 초등학교 학생들을 대상으로 과학윤리성을 진단하는 목적으로 충분히 활용 가능할 것으로 보인다. 학생들에게 실시하게 될 과학윤리교육의 효과를 검증하고 학생들의 과학윤리성을 진단하는 기능을 함으로써 학생들의 부족한 부분을 파악하고 앞으로 과학윤리교육이 보충해주어야 할 부분이 무엇인지를 파악하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

과학윤리성 진단 검사도구를 학생들에게 실시하는 과정에서 몇 가지 추가로 연구해서 밝혀야 할 내용들을 알 수 있었다. 우선 개발된 검사도구가 초등학교 학생들을 대상으로 연구를 하였고 중등학교 학생들을 대상으로 하는 연구가 필요하다. 검사도구의 딜레마와 문항들이 초등학교 학생들을 기준으로 개발되었기 때문에 중등학교 학생들이 그 내용을 이해하고 검사를 수행하는 데에는 전혀 문제가 없을 것이다. 그렇다고 하여도 실제 검사를 통하여 검사도구의 신뢰도를 파악하고 초등학교 학생들과의 차이점을 비교해보는 연구가 이어져야 할 것이다. 다음으로, 과학윤리 민감성·동기화·품성화 검사도구의 경우 공통의 딜레마들로 문항들이 한 번에 묶여서 구성되어 있다. 이는 세 가지의 구성요소들이 공통의 딜레마로 인하여 그 결과에 대한 상관성이 높게 나올 수 있음을 예상할 수 있다. 이러한 문제를 극복하기 위하여 문항들을 따로 분리하여 검사를 실시하여 보고 기존의 검사도구와의 비교를 해보는 연구가 이루어져야 할 것이다. 끝으로, 과학윤리 판단력 검사의 경우 P(%)점수에 대한 신뢰도가 기존의 검사도구보다는 높게 나왔지만, 아직도 높은 수준은 아니다. 이러한 원인으로서는 검사방법이 초등학교 학생들에게는 아직도 생소하고 어려운 면이 있기 때문일 것으로 보인다. 이를 보완하여 신뢰도를 높일 수 있는 방법에 대한 연구가 추후 이루어져야 할 것이다.

## 국문요약

이 연구는 과학윤리성을 진단하기 위한 검사도구의 개발을 목적으로, 과학윤리성 진단 검사도구의 타당성과 신뢰성을 확보하기 위하여 실시되었다. 과학윤리성을 정의하기 위하여 Rest(1983, 1986)의 도덕성 4구성요소 모형을 과학윤리에 적용하였다. 과학윤리성 진단 검사도구를 개발하기 위하여 다음의 과정을 수행하였다. 우선 청소년 도덕성 검사도구(Kim & Lee, 2012)를 분석하였고, 이를 수정하여 과학윤리성 진단 검사도구에 적용하였다. 과학윤리성의 4가지 구성요소를 설정하고 각각의 하위요소를 선정한 후, 초등학교 학생들을 대상으로 한 예비검사와 이해도 검사를 통하여 검사도구를 개발하였다. 검사도구를 개발함에 있어서 검사도구의 타당성을 확보하기 위하여 연구자는 2명의 과학윤리 전문가, 2명의 윤리교육 전문가, 1명의 과학자에게 내용의 타당성을 점검받았다. 그리고 개발된 과학윤리성 진단 검사도구를 이용하여 초등학교 3, 4, 5, 6학년 학생 599명을 대상으로 과학윤리성 검사를 실시하였다. 검사 결과 과학윤리성 진단 검사도구의 문항에 대한 신뢰도와 검사점수에 대한 신뢰도 모두 높은 수준으로 나타나 과학윤리성 진단 검사도구가 신뢰할 수 있게 개발되었다고 볼 수 있다. 초등학교 학생들을 대상으로 한 과학윤리성 검사 결과, 과학윤리 민감성은 지역에 따른 유의한 차이를 보였고 과학윤리 동기화는 학년별·지역별 차이가 나타났다. 과학윤리성 진단 검사도구는 초등학교 학생들의 과학윤리성을 진단하는 목적으로 충분히 활용 가능할 것으로 보이며, 추후 중등학교 학생들을 대상으로 한 검사를 실시하여 도구의 신뢰도를 파악하고 초등학교 학생들과 비교해보는 연구를 제안한다.

**주제어** : 과학윤리, 과학윤리교육, 과학윤리성, 과학윤리성 검사, 과학에서의 윤리적 특성, 도덕성 4구성요소 모형

## References

- American Association for the Advancement of Science(AAAS) (1993). Benchmarks for Science Literacy. Washington, DC: The Author.
- Anderson, R. P. (1998). Collaborative learning in biology: Debating the ethics of recombinant DNA technology. *The American Biology Teacher*, 60(3), 202-205.
- Bebeau, M. J., Rest, J. R., & Yamoore, C. M. (1985). Measuring dental students' ethical sensitivity. *Journal of Dental Education*, 49(4), 225-235.
- Bell, R. L., & Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87(3), 352-377.
- Chang, F. Y. (1994). School teachers' Moral Reasoning. In J. R. Rest, & D. Narvaez(Eds.), *Moral development in the professions: Psychology and applied ethics* (pp. 71-83). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cho, E. (2006). Science research ethics education: How can we start. *Science and Technology Policy*, 16(1), 41-50.
- Cho, H. (2008). *Theories and methods of science ethics education*. Seoul: Jipmoondang.
- Choi, C., Lim, Y., Lee, I., Park, K., Park, B., & Choi, H. (2011). A study on the development of standardized Korea Youth Morality Test(KYMT). Seoul: National Youth Policy Institute.
- Choi, K., & Cho, H. (2000). The teaching/learning procedures and themes for ethical issues in science. *Biology Education*, 28(4), 408-417.
- Choi, K., & Cho, H. (2003). Ethical teaching/learning methods of science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 23(2), 131-143.

- Choi, K., Cho, H., & Kim, J. (2000). The effects of ethical education in science classes on middle school students' attitude toward science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 20(4), 642-651.
- 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.
- Choi, S., Kim, J., & Yoon, Y. (2010). A study on children's morality development using DIT method. *Journal of Educational Matters Studies*, 15(1), 141-158.
- Choi, Y. (2007). A study on need and direction of research ethics education. *Journal of Ethics Education Studies*, 13, 261-290.
- Clarkeburn, H. (2002). A test for ethical sensitivity in science. *Journal of Moral Education*, 31(4), 439-453.
- Crosthwaite, J. (2001). Teaching ethics and technology - What is required? *Science & Education*, 10, 97-105.
- Duckett, L. J., & Ryden, M. B. (1994). Education for ethical nursing practice. In J. R. Rest, & D. Narvaez (Eds.), *Moral development in the professions: Psychology and applied ethics* (pp. 51-69). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fowler, S. R., Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (2009). Moral sensitivity in the context of socioscientific issues in high school students. *International Journal of Science Education*, 31(2), 279-296.
- Harris, R., & Ratcliffe, M. (2005). Socio-scientific issues and the quality of exploratory talk-what can be learned from schools involved in a 'collapsed day' project? *The Curriculum Journal*, 16(4), 439-453.
- Hong, S. (2000). A study on the development of medical ethics education program. Unpublished doctoral dissertation. Seoul National University, Seoul.
- Hong, S. (2006). Research ethics and education: Programs, courses, and syllabuses. *Proceedings of the Korea Research Foundation*.
- Hong, S., Lee, S., Koo, Y., & Choi, E. (2005). A survey of researchers' opinions in biological sciences for the development of research ethics education program. *Biology Education*, 33(1), 82-94.
- Hwang, E., Song, S., Lee, I., Park, K., & Son, H. (2011). *Understanding and practice of research ethics*. Seoul: National Research Foundation of Korea.
- Jung, C. (2012). A study on the improvement of content and teaching methods for ethics education of science and technology in moral education. *Journal of Moral & Ethics Education*, (35), 25-50.
- Khishfe, R., & Lederman, N. G. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 395-418.
- Kim, H. (2004). A study on development of the information ethics sensitivity. *Journal of Moral and Ethics Education Studies*, 19, 1-24.
- Kim, H. (2005). A study on development of the information ethics judgement test. *Journal of Moral and Ethics Education Studies*, 21, 225-254.
- Kim, H., & Son, C. (2002). A study on the program for building up ethical view of teaching profession and its effects. *Korean Journal of Educational Research*, 40(1), 75-98.
- Kim, S., & Kim, H. (2013a). Development of teaching guidelines for science research ethics education in elementary school science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(4), 393-403.
- Kim, S., & Kim, H. (2013b). The perceptions of science teachers regarding science research ethics education. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(3), 298-314.
- Kim, Y., & Lee, S. (2012). A study of standardization of Korean youth moral test (Study Report 12-R12). Seoul: National Youth Policy Institute.
- Ko, I. (2006). Split image of science in school textbooks: How the school-textbooks of ethics and of natural sciences describe science and why it matters. *Proceedings of the Korea Research Foundation*.
- Kovac, J. (1996). Scientific ethics in chemical education. *Journal of Chemical Education*, 73(10), 926-928.
- Kurtines, W. M., & Gewirtz, J. L. (1995). *Moral Development: An Introduction*. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Lee, I. (2005). The development of bioethics teaching-learning model on ethical characteristics of biotechnology. *Journal of Ethics Education Studies*, 7, 149-181.
- Levinson, R. (2003). Teaching bioethics to young people. In R. Levinson, & M. J. Reiss (Eds.), *Key issues in bioethics* (pp. 25-38). New York: Routledge.
- Lim, Y., & Moon, M. (2007). Developing a morality education program for the preservice teachers. *The Journal of Korean Teacher Education*, 24(2), 119-141.
- Macrina, L. F. (2005). *Scientific integrity* (3rd ed.). Washington, DC: ASM press.
- Moon, M. (2004). Developing a human rights education program for preservice teachers. Unpublished doctoral dissertation. Seoul National University, Seoul.
- Moon, M. (2006). The development and validation of a human rights education program for preservice teachers: Based on the Rest's Four Component of Model of Morality. *Journal of Educational Psychology*, 20(2), 341-362.
- Moon, Y. (2004). Korean Defining Issues Test (KDIT). Seoul National University Moral Psychology Lab.
- Moon, Y. (2011). Diagnosis on moral development of Korean: Reform and re-standardization of KDIT. Seoul: Jipmoondang.
- Moon, Y., Kim, M., Lee, J., & Won, H. (2008). Development of moral reasoning in Korea: A thirteen-year comparison. *Journal of Educational Psychology*, 22(1), 281-299.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (2013). *Next Generation Science Standards: For States, by states*. Washington, DC: National Academy Press.
- NSTA(1990). *Real science, real decisions*. Arlington, VA: The author.
- Park, B., & Choo, B. (2007). *Ethics and moral education 1*. Gyeonggi: Human Love.
- Park, Y., Kim, Y., & Chung, W. (2002). The effects of decision-making activities about bioethical issues on students' rational decision-making ability in high school biology. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 22(1), 54-63.
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issues*. Philadelphia, PA: Open University Press.
- Reiss, J. M. (1999). Teaching ethics in science. *Studies in Science Education*, 34, 115-140.
- Resnik, D. B. (1998). *The ethics of science: An introduction*. London and New York: Routledge.
- Rest, J. R. (1983). Morality. In J. H. Flavell, & E. M. Markman (Eds.), *Handbook of child psychology, vol. III: Cognitive development* (pp. 556-629). New York: John Wiley & Sons.
- Rest, J. R. (1986). *Moral development: Advances in research and theory*. New York: Praeger.
- Rhee, H. (2011). Design and application of science and technology ethics education program for pre-service science teachers. Unpublished doctoral dissertation. Ewha Womans University, Seoul.
- Rhee, H., Park, S., Yoo, J., Lee, S., & Jang, J. (2009). Survey and Analysis on ethics education in science and technology of science textbook, science teacher and middle school students. *Bioethics Policy Studies*, 3(2), 233-257.
- Sadler, T. D. (2004). Moral sensitivity and its contribution to the resolution of socio-scientific issues. *Journal of Moral Education*, 33(3), 339-358.
- Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: Socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1-42.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision-making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138.
- Self, D. J., & Olivarez, M. (1996). Retention of moral reasoning skills over the four years of medical education. *Teaching and Learning in Medicine*, 8, 195-199.

Shin, D., & Shin, H. (2012). Development of a teaching-learning model for science ethics education with history of science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(2), 346-371.

Song, S., & Kim, S. (2006). *The issues and tasks of research ethics*. Seoul: Science & Technology Policy Institute.

Steneck, N. H. (2007). *Introduction to the responsible conduct of research* (Rev. ed.). Retrieved December 11, 2011, from <http://ori.dhhs.gov>

Walker, K. A., & Zeidler, D. L. (2007). Promoting discourse about

socioscientific issues through scaffolded inquiry. *International Journal of Science Education*, 29, 1387-1410.

Zeidler, D. L., & Keeper, M. (2003). The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning and discourse on socioscientific issues in science education*(pp. 7-38). Dordrecht: Kluwer Academic Press.