

## 과학 규범에 관한 인식 측정 도구 개발 및 예비 과학교사 대상 적용

하민수<sup>1</sup>, 신세인<sup>2</sup>, 이준기<sup>3\*</sup>  
<sup>1</sup>강원대학교, <sup>2</sup>충북대학교, <sup>3</sup>전북대학교

### Developing the Questionnaire to Measure the Perception of the Norms of Science and Applying to Pre-service Science Teachers

Minsu Ha<sup>1</sup>, Sein Shin<sup>2</sup>, Jun-Ki Lee<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Kangwon National University, <sup>2</sup>Chungbuk National University, <sup>3</sup>Jeonbuk National University

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 1 April 2019

Received in revised form

7 June 2019

25 June 2019

15 July 2019

Accepted 17 July 2019

##### Keywords:

Mertonian norms, assessment, sociology of science, science education

#### ABSTRACT

This study aims to develop and apply questionnaire to identify pre-service science teachers' level of norms of science based on CUDOs, a scientific norm presented by R. Merton. In addition, we compared the pre-service science teachers' perception of scientific norm by major, grade, and gender, and analyzed the types of scientific norms through cluster analysis. For the study, 260 pre-service science teachers from two universities were involved. First, based on the CUDOs of R. Merton, 32 questionnaire items from six domains (pursuit of personal interests through scientific research, the pursuit of national interests through scientific research, pursuit of universal welfare through scientific research, non-communalism, non-universalism, and anti-organized skepticism) were developed. The study found that the statistical validity and reliability of the questionnaire items were acceptable. There were no significant differences in the scores of pre-service science teachers' anti-scientific norm by gender, major, and academic year. We conducted a cluster analysis and identified three types of scientific norms (traditional scientific norm, modern pragmatism, and utilitarian views).

## 1. 서론

과학자는 어떤 사람들인가? 그들이 모여 지식을 만들어 가는 사회인 과학자 사회는 일반인의 세계와는 다른 특별함이 있을까? 전통적으로 과학자는 자연현상의 비밀을 전해 주는 천재적이고 영웅적인 존재로 신화화되거나 혹은 인류 전체의 공공선을 위하여 자신을 희생하는 성인(聖人) 혹은 현자(賢者)의 이미지로 미화되곤 했다(Broome & Peirce, 1997; Oreskes, 1996; White & Wallace, 1999). 그러나 최근에는 과학자 역시 사회의 구성원이자 전문적 교육을 받은 직업인의 한사람으로서 의무와 책임을 지는 이미지가 강조되고 있다(Bray & von Storch, 2017; Macfarlane & Cheng, 2008). 과학교육에서도 인간으로서의 과학자의 모습은 과학의 본성 교육에서 상당히 중요한 위치를 차지하고 있다. 예를 들어 과학자에 대한 고정관념을 알아보는 과학자 그리기(Draw a scientist test, DAST)와 같은 연구들은 과학자 개인에 대한 학생들의 이미지를 파악하는 데 큰 역할을 해 왔다. 또한, 과학자에 대한 바른 이미지 형성은 학생들이 과학 관련 진로를 형성하는 데에도 영향을 미치는 만큼 과학교육에서 중요한 요소로 다루며 관심을 기울여 왔다(Bernard & Dudek, 2017; Chambers, 1983; Choi, 2005; Narayan, Park, Peker, & Suh, 2013). 그에 대한 일환으로 우리나라 교육과정에서 역시 2009 개정 과학과 교육과정부터 중학교 1-3학년군의 '과학이란?' 단원에서 이러한 교육을 하도록 안내하고 있으며, 이러한 맥락은 2015 개정 과학과 교육과정에서도 이어지고 있다

(MEST, 2009; MOE, 2015). 그러나 현대사회에서 우리가 일상적으로 접하는 과학적 성과들은 여러 가지 이유들로 말미암아 천재적인 과학자 한 명의 지적 노력만으로는 얻어지기 어려운 것이 현실이다.

현대사회가 직면한 문제의 복잡성은 다양한 분야의 융합이나 혹은 같은 분야라 할지라도 세계 여러 나라에 흩어져 있는 과학자들 간의 긴밀한 협업적 공조를 요구하는 상황을 초래하게 되었다(Kim, 2012; Lee, Lee, & Ha, 2013). 대표적인 사례로 세계 여러 나라의 협동으로 이루어진 인류 전체의 지적 자원이었던 인간게놈 프로젝트(Vermeulen, Parker, & Penders, 2013), SARS에 대한 국제간 협동연구(Stöhr, 2003), 기후변화 모니터링에 대한 글로벌 협력연구(Bray & von Storch, 1999; Kim, 2012) 그리고 최근 진행된 CERN의 입자물리학 연구(Smith, 1999) 등이 있다. 이처럼 최근의 과학은 과학자 개인이 아닌 과학자 사회에 의하여 사회적 활동으로 진행되며, 이 과정에서 자신들만의 유기적인 네트워크와 규범 체계를 통하여 지적 산물을 창출하고 발전을 이룩해 왔다(Galison, 1997; Lee, Lee, & Ha, 2013). 심지어는 유전공학 혹은 인공지능에 대한 모라토리엄 선언 및 자체 규제안을 만들었던 1975년과 2017년의 아실로마 회의(Asilomar conference) 그리고 최근 사이언스지의 크리스퍼(CRISPR) 유전자 가위 편집 연구와 관련된 모라토리엄(moratorium) 선언처럼(Asilomar, 2017; Torrens, 2018) 함께 연구·개발만 하는 것이 아니라 자신들이 연구하는 것에 대한 위험성을 스스로 깨닫고 그것에 대한 연구 중단 선언도 할 정도로 과학자 사회의 자율적 규범은 현대과학의 참

\* 교신저자 : 이준기 (junkij@jbnu.ac.kr)

\*\* 이 논문은 2017년도 강원대학교 대학회계 학술연구조성비로 연구하였음(관리번호-520170292)

http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2019.39.4.489

모습을 이해하는데 중요한 요소라 할 수 있다. 따라서 학교 현장에서의 과학의 본성 교육에 있어 학습자들이 인간으로서의 과학자 개인뿐만 아니라 자율적 공동체인 과학자 사회 모습에 대해서도 인식할 수 있도록 도와야 할 것이다.

그렇다면 과학자 사회의 참모습은 어떤 것일까? 과학자 사회의 모습을 파악하고자 노력하는 과학학(science studies)의 한 분야가 과학사회학이며, 과학사회학에서 말하는 과학자 사회를 가장 단적으로 나타내는 것이 과학 규범이다(Lee, 2003; Merton, 1973; Bak, 2006, 2007). 제도주의 과학사회학의 기본적인 주제이자 미국의 구조 기능주의라는 패러다임 아래서 도출된 사회학자 Robert King Merton이 제시한 일명 CUDOs는 과학자 사회의 공유된 가치와 규범을 나타내는 것으로 가장 널리 알려져 왔다(Bak, 2006; Bray & von Storch, 2017; Merton, 1973). Merton에 따르면 과학은 오랜 세월 동안 지식을 생산하는 사회적 기능을 성공적으로 수행해 왔는데, 이러한 공인된 지식의 확대(extension of certified knowledge)가 가능했던 이유는 과학자 사회는 다른 집단이나 사회에는 없는 구조적 특징이 존재하기 때문이라는 것이다(Bak, 2007; Merton, 1973). 특히 Merton은 이 과정에서 과학자 사회가 공유하는 ‘규범’이 결정적인 역할을 한다고 판단하였다. 그러나 제도주의 과학사회학에 대한 최근의 비판연구들은 Merton이 제시한 과학자 사회의 규범이 하나의 가치지향점에 가까운 너무나 이상적인 가정이며, 실제 과학자 사회가 그렇게 자율적으로 움직이기는 어렵다고 주장하고 있다(Bak, 2007; Bray & von Storch, 2017). 뿐만 아니라 과학과 기술의 접경을 찾기 힘든 테크노사이언스(technoscience)의 시대가 도래하고, 과학의 상업화나 거대화 그리고 분야 간 구분이 각종 융합 분야의 출현 등으로 ‘과학자’ 그리고 ‘과학자만으로 이루어진 사회’라는 개념의 실체나 그 경계가 모호해져 감에 따라 최근에는 Merton이 제시한 과학 규범인 CUDOs가 시대에 따라 재해석 되어야 한다는 비판연구들이 속속 이어지고 있다(Bak, 2006; Hagstrom, 1965; Mitroff, 1974). 특히나 Merton의 과학 규범이 도전받는 이유는 과학자 사회가 현실 세계의 사회와 무관하게 독립적으로 자율적 공동체를 이루어 자신들의 규범에 의하여 지식생산과 확대를 이루어나가고 있다고 가정하고 있기 때문이다. 그러나 이후의 연구들에 의해 과학과 사회가 서로 무관할 수 없다는 문제의식이 꾸준히 제기되어 왔다. 이러한 맥락은 과학교육에서도 마찬가지여서 최근의 과학 관련 사회적 쟁점(Socio-Scientific Issues, SSI) 교육 등은 이러한 반향이라 하겠다(Zeidler & Nichols, 2009; Zeidler et al., 2005).

과학자 사회의 규범은 고정불변이 아니라 시대적 상황에 따라 형성되는 일종의 유동적인 합의라 할 수 있다(Bak, 2007; Bray & von Storch, 2017; Macfarlane & Cheng, 2008; Merton, 1973). Merton이 과학사적 탐구를 통해 검토한 과학혁명기부터의 유럽사회 그리고 과학사회학 연구를 수행하던 1930~40년대 미국 사회의 상황은 오늘날 한국의 시대적 상황과 같지 않을 것이다. 서로 다른 시대나 사회적 맥락은 과학자 사회에 역시 다른 영향을 주게 되므로 형성되는 과학 규범 역시 같지 않을 것이다. 그렇다면 학생들은 어떤 과학자 사회의 모습을 알고 있는 것일까? Merton 시대의 고전적 규범의 모습일까? 아니면 오늘날의 상업화나 다학제적 협업 사회의 모습을 담은 새로운 모습일까? 학생들이 과학자 사회의 제도적 가치지향의 토대인 과학 규범에 대해 어떻게 인식하는지 파악하는 것은 현대사회의 과학을 이해하게 하는데 있어 중요한 요소라 할 수 있다. 그러나 학습자의 다양한

과학 규범에 대한 인식체계나 가치지향 등에 관하여 정량적인 데이터에 의한 비교 연구 및 종단적인 발달 연구를 하고 싶어도 머튼주의 과학 규범의 다양한 면을 확인할 적당한 검사도구가 없다. 일부 선행 연구에서 머튼주의 규범 구조를 근거로 과학자들의 설문을 수집한 연구는 있다. 예를 들어서 Bray & von Storch(2017)는 기후변화 과학자들의 규범적 인식을 이해하기 위하여 20개 문항을 개발하여 활용하였으나 다양한 문항 타당도에 관한 정보는 보고하지 않았다. Anderson et al.(2007)는 미국 과학자들의 설문 자료를 활용하여 과학에서 규범적 불일치에 관한 연구를 수행하였다. 머튼주의 과학 규범에 관한 문항 10개를 활용하였으나, 측정도구로서의 타당도를 확인하지 않았다. 따라서 과학 규범에 관한 인식 수준을 확인하는 타당도가 확인된 도구는 없는 실정이다.

이 연구에서는 개발된 과학 규범에 대한 인식 측정 도구를 예비교사에게 투입하였다. 예비교사들의 과학 규범 형성을 먼저 파악하고자 한 이유는 과학의 본성 교육처럼 그 의미의 가족유사성(family resemblance)으로 인한 다양성이 존재하는 영역에서는 교수자의 가치 지향에 따라 지도행위의 방향성이 달라질 수 있는 파급력이 있기 때문이다(Irzik & Nola, 2011; Shin, Lee, & Ha, 2016). 더욱이 앞서 논의한 바와 같이 과학 규범이 과학의 본성 교육, 과학 관련 사회적 쟁점 교육과 매우 밀접한 관련이 있다(Kilinc et al., 2017; Lederman et al., 2001; Mesci & Renee's, 2017; Palmquist & Finley, 1997). 예비과학교사들의 과학 규범에 대한 인식에 따라 과학의 본성과 과학 관련 사회적 쟁점 이슈에 대한 이해도 크게 달라질 수 있다는 점에서 과학 규범의 수준을 측정할 필요가 있을 것으로 판단된다.

이 연구에서는 Merton이 주장했던 이상적인 과학자 사회에 대한 규범적 가치에서 예비교사들이 인식하는 과학 규범 체계가 얼마나 떨어져 있는지 파악하는 과정을 통해 그들의 과학자 사회에 대한 인식과 가치지향을 가늠해 보고자 하였다. 물론 Merton의 과학 규범인 CUDOs는 앞서 선행연구들이 비판한 바와 같이 가장 이상적인 과학자 사회의 모습을 나타낸 일종의 지향점에 가깝다. 따라서 현대사회의 복잡한 이해관계 등을 담아내기 어렵다는 회의적인 목소리들이 적지 않다. 그럼에도 불구하고 Merton의 CUDOs 체계를 하나의 기준점으로 삼은 이유는 다음과 같다.

과학의 모습을 어린 학생들에게 알려주는 과학교사들이나 혹은 예비교사, 또는 과학의 현장에 있는 과학기술 학문 후속 세대들이 형성하고 있는 과학 규범의 모습은 동시대에 살아가고 있다고 하여도 매우 다양할 것으로 예상된다. 또한 비록 현대사회에 잘 어울리지 않는다는 지적은 있으나 시대뿐만 아니라 국가나 과학자 개인의 소속이나 신분과 같은 다양한 맥락적 조건들에 따라 다양하게 인식되고 표상될 수 있을 것으로 예상된다. 따라서 확실한 과학 규범에 대한 예비교사나 학생과 같은 훈련 및 형성단계의 응답자들에게 얻은 다양한 반응들을 정확히 비교하기 위해서는 확실하고 움직이지 않는 비교 대상인 일종의 시금석(試金石)이 요구된다. Merton의 과학 규범은 그러한 면에서 가장 이상적인 규범이지만, 이러한 체계를 바탕으로 개발한 검사도구를 통하여 우리는 응답자들이 얼마나 이러한 이상적인 과학자 사회의 규범 체계에 대한 인식으로부터 떨어져 있는지를 역으로 추론할 수 있을 것으로 판단했다.

두 번째로 Merton의 과학 규범에서 언급하는 내용들에 대해 반대되는 내용으로 질문하여 과학 규범 인식을 측정하는 이유는 Merton의 과학 규범이 매우 이상적이기 때문이다. 앞서 설명한 바와 같이

Merton의 과학 규범은 지향점으로, 평범한 인간의 심리와는 거리가 멀 수 있다. 인식과 같은 심리상태에 대한 측정은 평범한 심리상태, 즉 과학 규범에 반하는 문장으로 물었을 때 보다 객관적으로 측정될 수 있다. 또한, 과학 규범에 관한 인식을 그대로 질문할 경우, 응답자들은 상황에 따른 자신의 인식이 아닌 과학자 사회에 자신이 바라는 이상적인 가치지향점을 응답할 가능성이 있기 때문이다.

이와 같은 연구의 필요성과 이론적 배경을 근거로 이 연구에서는 과학자 사회의 규범 체계를 최초로 제시한 학자이자 과학사회학이라는 분야의 토대를 닦은 R. Merton이 제시한 과학 규범인 CUDOs에 기반을 두고 예비교사들의 과학 규범을 알아보기 위한 검사도구를 개발하였다. 이와 같은 연구의 목적을 토대로 제시된 자세한 연구목적은 다음과 같다.

1. 과학 규범 인식을 측정하는 검사 도구를 개발하고, 그 타당도와 신뢰도를 확인한다.
2. 전공별, 학년별, 성별에 따라 과학 예비교사들의 과학 규범 인식을 비교한다.
3. 군집분석을 통해 과학 규범에 대한 인식의 유형을 탐색한다.

## II. 연구 방법

### 1. 과학 규범 인식 측정 문항 개발

이 연구는 여러 단계를 거쳐 최종 문항을 개발하였다. 이 과정에서는 과학교육 전문가인 연구진 3명을 포함하여 박사과정의 과학교사 2인도 함께 참여하였다. 먼저 과학 규범에 관한 이론과 선행연구를 탐색하였다. 과학사회학이라는 분야의 토대를 닦은 R. Merton의 연구와 그의 연구 이후에 제시된 다양한 과학 규범 관련 문헌들을 검토하였다. 문헌 검토에 대한 자세한 내용은 연구 결과의 내용 타당도에 제시하였다. 문헌을 바탕으로 예비 과학교사들이 이해할 수 있는 수준의 언어로 문항의 초안을 개발하였다. 문항의 초안은 연구진에 의하여 1차로 개발하고, 2인의 과학교사의 검토와 10명 이상의 예비과학교사들에 대한 사전 적용을 통해 이해 가능성을 확인하였다. 초안은 총 36개 문항이었으며, 예비 과학교사를 대상으로 자료를 수집하였다. 타당도와 신뢰도에 관한 다양한 통계 검정을 거쳤고, 부적합 문항을 제외한 재분석을 통해 최종 문항을 확인하였다. 최종적으로는

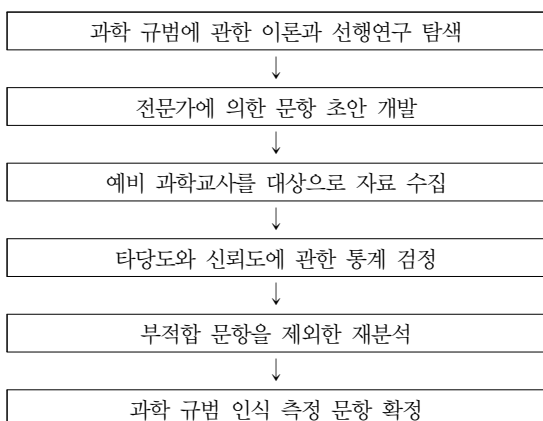


Figure 1. The process for item development

‘과학연구를 통한 국가적 이익 추구’ 항목과 ‘과학의 반보편적 태도’ 항목의 두 문항씩 부적합 문항이 제거되어 32개 문항이다. 과학 규범 인식에 관한 문항 확정된 뒤 전공별, 학년별, 성별에 따라 분석하였으며, 군집분석의 자료로 활용하였다.

## 2. 참가자 및 자료 수집 방법

이 연구를 위해서 두 개 사범대학의 과학교육학부에 재학 중인 260명의 예비과학교사가 참여하였다. 전공을 밝히지 않은 7명을 제외하고 물리전공이 23.3%, 화학전공이 22.9%, 생물전공이 27.7%, 지구과학전공이 26.1%이었다. 학년별로는 학년을 밝히지 않은 2명을 제외하고 1학년이 33.7%, 2학년이 34.5%, 3학년이 27.1%, 4학년이 4.7%로 학년별 분석에서는 3학년과 4학년을 한 그룹으로 하였다. 참여자 중 남학생이 49.4%, 여학생이 50.6%이었다.

## 3. 문항 타당도 분석 및 통계 검정 방법

과학 규범 인식 측정 문항의 타당도를 확인하기 위하여 Messick (1995)의 타당도 모델을 활용하였다. 먼저 내용 타당도는 문헌 분석과 문헌 분석 결과에 관한 전문가 검토를 통해 확인하였다. 개발된 문항에 대한 예비과학교사들의 응답 반응 등 문항 적합도와 여러 가지 신뢰도를 확인하기 위하여 라쉬 분석을 활용하였다. 문항 적합도인 MNSQ를 포함한, Person reliability, Item reliability 등을 확인하였다. 자료의 일관성 확인을 위해 Cronbach alpha 역시 확인하였다. 내적 구조에 관한 타당도를 확인하기 위하여 상관관계 분석, 탐색적 요인 분석을 활용하였다. 집단별 차별적 문항반응을 확인하기 위하여 라쉬 분석에서의 DIF값의 차이를 확인하였다. 전공별, 성별, 학년별 점수 비교를 위하여 분산분석을 활용하였다. 라쉬 분석에는 WINSTEPS 3.92.1이 사용되었으며, 그 외의 통계적인 분석들은 IBM SPSS Statistics 22.0을 사용하였다.

## III. 연구 결과 및 논의

### 1. 문항의 타당도 및 수집 자료의 신뢰도

과학 규범 문항의 타당도 중에서 가장 먼저 확인할 내용은 내용 타당도이다. 이 장에서는 R. Merton의 연구와 그의 연구 이후에 제시된 다양한 과학 규범 관련 문헌들을 검토하면서 개발된 문항의 내용의 타당도를 밝히고자 한다. 과학 규범 인식을 알아보기 위한 검사도구를 개발함에 있어 가장 중요한 것은 과학의 규범적 구조에 대한 이해이다. 따라서 예비교사들이 과학자 사회를 이해하고 과학자 사회의 규범 구조를 어떻게 인식하고 있는지를 정량적으로 드러낼 검사도구는 과학자 사회의 규범 구조에 대한 다양한 내용을 담고 있어야 한다.

과학자 사회의 독특한 사회구조와 성격에 대해서는 Merton(1973)과 Polanyi(1962)의 선구적인 연구를 빼놓고 말할 수 없으며, 이들의 연구는 오늘날 과학사회학이라는 새로운 학문의 토대가 된 것으로 알려져 있다. Merton(1973)은 여러 사회집단 중에서도 과학자 집단이 유독 성공적으로 발달해 올 수 있었던 비결은 자신들만의 독특한 규범 구조

와 보상체계에 있다고 보고 ‘과학자 공동체(scientific community)’의 규범 구조로 비록 성문화 되어 있지는 않지만, 과학 사회는 인지적 규범(경험적 증거, 논리적 일관성, 체계적인 예측)과 사회적 규범(공유성, 보편성, 조직화된 회의, 탈이해관계)을 가지고 있음을 알 수 있다고 주장하였다. 이들 중에서 Merton(1973)은 사회적 규범에 초점을 맞추었고 공유성(communism 또는 communitarity), 보편성(universalism), 탈이해관계(disinterestedness), 그리고 조직화된 회의(organized skepticism)라는 세부항목의 머리글자를 따서 CUDOs라는 과학의 규범적 구조를 제시하였다. 그러나 Merton(1973)의 CUDOs는 이후 많은 비판에 직면하였고, 경험적 데이터를 통한 검증 과정에서 Merton의 예상과는 달리 행동하는 과학자들의 모습에 CUDOs는 논란의 대상이 되었다. 뿐만 아니라 과학자들이 일종의 대항 규범을 함께 지니고 상황에 맞추어 규범을 편의대로 적용하면서 자기 행동을 정당화하는 경우가 더 일반적이라는 것이었다(Mitroff, 1974). 이후 이어진 다양한 연구들에서 Merton(1973)의 CUDOs는 과학 사회가 ‘이러하다(현실적 모습)’라기 보다는 ‘이러해야 한다(이상적 지향점)’라는 것에 가깝다고 여기게 된다. 특히 Mulkay(1976)의 연구에서는 규범이라는 것이 해석의 대상이기 때문에 규범이 어떻게 준수되고 있는지 문제는 중요한 것이 아닐 수 있다고 하였다. 오히려 CUDOs와 같은 규범 체계는 과학자들이 본인들의 행위나 신념에 대해 표현하는 과정에서 필요한 자원 정도로 간주할 수 있는 것이다(Sismondo, 2004). 따라서 지금까지의 과학사회학 분야의 선행연구들을 종합해 보면 Merton(1973)의 CUDOs로 대표되는 과학 규범에 대한 주장은 실제(實在)에 대한 것으로 보기는 어렵다. 오히려 어떤 역사적 시기에 어떤 과학자 사회에서 특정 규범이 어떻게 인식되고 지켜지고 있는지를 파악하기 위한 경험적 연구를 위한 하나의 도구로 보는 것이 더욱 바람직하다. 따라서 이 연구에서는 CUDOs를 마치 베버의 이념형(ideal type)과 같이 바라본 선행연구와 같이 Merton(1973)의 규범을 실용주의적 차원에서 인식구조 파악을 위한 방법론적 도구로 이해하고 가치를 배제한 채 검사도구 개발의 토대로 삼았다(Bak, 2007).

앞서 설명한 바와 같이, 이 연구에서는 Merton의 CUDOs를 토대로 탈이해관계, 공유성, 보편성, 조직화된 회의를 구인으로 삼고 검사도구를 제작하였다. 이 과정에서 첫 번째로, 탈이해관계는 개인적 관련성의 동심원이 어디까지인지에 따라 반응이 달라질 수 있다. 예를 들어 사리사욕을 위해서는 탈이해관계성을 잘 구사하는 과학자가 국가적 수준의 이익을 위해서는 탈이해적이지 않을 수도 있다. 따라서 OECD가 제시하는 과학적 소양의 3단계 수준인 개인수준 - 지역사회(혹은 국가) 수준 - 전인류(글로벌) 수준으로 탈이해관계 문항을 구성하였다. Merton(1973)이 제시한 탈이해관계는 핵심적이며 동시에 매우 이상적인 관념으로 Merton은 과학자들이 개인의 이익을 위하여 연구하지 않는다고 생각했다. 따라서 과학자가 연구를 하거나 상대의 연구를 비판하는 이유는 순수한 호기심이나 공공의 이익 - 즉, 공공선(公共善)을 추구하기 때문이라는 것이다(Bak, 2010). 과학자의 연구 주제 선택은 오직 지적 호기심에 기반을 둔 ‘과학 자체를 위한 과학(science for the sake of science)’을 요구하면서 과학자들의 연구 동기를 통제하고 조절하는 규범 체계라 할 수 있다(Gaston, 1978). 이 연구에서 개인수준에서는 과학자들의 이윤 추구, 국가수준에서는 국가의 발전을 위한 과학적 연구, 전인류 수준은 지구촌의 번영을 위한 과학적 활동에 관한 주제들을 바탕으로 문항을 구성하였다.

두 번째로, 공유성은 과학적 발견이 과학자 사회 모두의 집단 노력의 산물에 해당하므로 과학적 발견이나 지적 산물들은 개방적인 교류 활동을 통하여 다른 과학자들과 항상 공유되어야 한다는 것이다. 오늘날 과학자 사회의 전통 중에 논문발표를 통해 자신의 지적 성과물을 신속하게 공유하거나 학술토론 및 발표회에 참여하여 유사연구를 하는 학자들과 연구 결과를 공유하는 것은 공유성 규범이 하나의 제도로 자리를 잡은 것으로 볼 수 있다. 그러나 최근 과학적 규범들이 상업적 이익과 결부되면서 대학에 소속된 과학자와 기업에 소속된 과학자의 규범 인식은 달라지는 것을 발견할 수 있으며, 공유주의의 일종의 대항 규범인 비밀주의가 지적 재산권 보호를 위해 점차 과학자 사회에서 익숙해지는 모습이 나타나고 있다(Bak, 2006; Ziman, 2000). 이 연구에서는 과학 기술 유출 방지와 과학자의 지적 자원이라는 관점에서 과학적 발견이 공유될 수 있는지에 관한 논쟁을 바탕으로 문항을 구성하였다.

세 번째로, 보편성은 과학자들이 생성한 결과물들을 해석할 때 사회적 계급, 성별, 인종, 국적 등의 사회적 요인에 영향을 받아서는 안 된다는 것이다. 과학자들이 제시하는 이론의 정당성은 이미 알려진 지식과 실험 결과에 따라서 논리적으로 정당화되어야 하는 것이 그 외에 인격적 요인에 의하여 정당화에 영향을 받아서는 안 된다는 것이다. Merton(1973)은 과학자들이 모든 인류에게 보편성이 있는 과학연구에서 지식을 다룬다고 생각했다. 이 연구에서는 과학 지식의 주장이 사회적 바람직성에 근거할 수 있는지, 사회적 민감성에 영향을 받는 지, 사회적 통념에 영향을 받는 지 등을 바탕으로 문항을 구성하였다.

네 번째로, 조직화된 회의는 과학자 사회가 증거에 입각하여 확실한 지식을 얻을 때까지 그 어떤 지식이고 배경이나 권위 등에 상관없이 계속해서 회의적인 태도를 유지해야 하는 것에 대해 말한다. 조직화된 회의는 과학적인 연구의 가장 기본을 이루는 것으로 탐구의 과정에서 연구자가 판단을 내릴 때 어떠한 편견도 개입되지 않도록 주의해야 하는 것을 나타내고 있다. 다시 말해 과학자들이 연구 과정에서 확실한 근거가 준비되어 정확한 결론을 내릴 수 있을 때까지 언제고 판단을 유보해야 한다는 규범에 대한 내용이다. 특히 이 연구에서는 과학 이론의 정당성에 대한 의심이 과학 발전에 부정적 영향을 주는지에 관한 인식을 묻는 내용 중심으로 문항을 구성하였다. 이러한 내용을 토대로 설계된 검사도구는 Table 1에 제시되어 있다. 검사도구를 활용하는데 주의할 점은 본 검사도구는 지향점과 반대되는 문항으로 구성되어 있기 때문에 검사도구의 높은 점수는 Merton의 과학 규범과 먼 것으로 해석해야 되며, 낮은 점수는 Merton의 과학 규범과 가까운 것으로 이해해야 된다. 그래서 과학 규범의 세부 항목의 이름이 Merton의 규범 구조와 반대로 제시되어 있다. Merton은 이익을 추구하지 말 것, 공유할 것, 보편적일 것, 회의주의적일 것을 강조하고 있으며, 현재 개발된 문항은 그와 반대 속성으로 이익을 추구할 수 있음, 공유하지 않을 수 있음, 사회 보편적이지 않을 수 있음, 회의주의적이지 않을 수 있음으로 묻고 있다. 또한, 개발된 문항들이 바람직함과 바람직하지 않음으로 구분될 수 있지 않음을 분명히 해야 된다. 앞서 강조한 바와 같이 Merton의 과학 규범은 과학의 모습에 대한 하나의 기준점으로 이해될 수 있다. 과학자가 개인의 이익을 추구할 수 있다고 생각하여도 그것을 바람직하지 않다고 할 수 없다. 그러므로 개발된 검사도구의 점수의 높고 낮음은 Merton의 지향점과의 거리로 이해하는 것이 타당하다.

두 번째로 확인한 구인 타당도는 통계적 검증을 통한 실제에 기초

Table 1. Sub-domain of scientific norm based on Mertonian theory and items developed in this study

과학 규범의 세부항목	개발된 문항
과학연구를 통한 개인적 이익 추구	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 과학자들이 연구를 통해 개인적 이익을 취하는 것은 자본주의 사회에서 자연스러운 일이다.</li> <li>2. 과학자들이 개인의 이익(특히, 기술료)과 관련된 연구들을 수행하는 것은 장려되어야 한다.</li> <li>3. 과학자들이 연구를 통해 얻은 지식으로 상업적 활동을 수행하는 것은 장려되어야 한다.</li> <li>4. 과학자들이 연구를 통해 얻은 지식을 활용하여 창업을 추구하는 것은 바람직한 일이다.</li> <li>5. 과학자들이 이익을 추구하는 단체(기업)에게 많은 연구비를 받는 일은 바람직한 일이다.</li> </ol>
과학연구를 통한 국가적 이익 추구	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 과학자들은 국가의 발전을 이끄는 연구를 해야 한다.</li> <li>2. 과학자들은 자기 나라에서 나타난 문제점들을 해결하는 연구에 매진해야 한다.</li> <li>3. 과학자들은 국가의 번영을 위한 연구에 더 많은 관심을 두어야 한다.</li> <li>4. 국가는 자기 나라의 과학자들이 국가의 위상을 높일 수 있도록 자긍심을 주어야 한다.</li> <li>5. 국가는 자기 나라 발전에 도움이 되는 과학자들을 우선적으로 지원해야 한다.</li> <li>6. 국가는 과학자들이 더 많은 애국심을 가지고 국가를 위해 연구할 수 있도록 지원해야 된다.</li> <li>7. 과학자들이 자신의 나라에 대한 애국심을 바탕으로 연구하는 것은 자연스러운 일이다.</li> <li>8. 과학자들은 나라의 명예를 드높이기 위하여 높은 수준의 애국심을 가져야 한다.</li> </ol>
과학연구를 통한 전인류적 복지 추구	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 과학자들은 인류의 번영을 위한 연구에 더 많은 관심을 두어야 한다.</li> <li>2. 과학자들은 지구촌이 가진 많은 문제점들을 해결하는 연구에 매진해야 된다.</li> <li>3. 과학자들은 자연에 대한 호기심 보다는 인류에 도움이 되는 기술에 더 많은 관심을 가져야 된다.</li> <li>4. 과학자들은 인류가 행복하고 편안한 삶을 살 수 있는 기술에 더 큰 관심을 두어야 한다.</li> <li>5. 과학자들은 지구촌에 밝은 미래를 가지고 올 수 있는 기술 개발에 더 큰 관심을 두어야 한다.</li> </ol>
과학지식과 기술의 비공유주의	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 과학자들은 과학 기술 유출 방지를 위하여 연구 과정을 모두 밝힐 필요는 없다.</li> <li>2. 과학자들은 기술 보호를 위하여 과학 실험 결과들을 의도적으로 숨길 수 있다.</li> <li>3. 과학 기술은 보호해야 할 중요한 지식 자원이므로 모두 공개할 필요는 없다.</li> <li>4. 과학 기술은 발견한 과학자들이 가질 수 있는 지적 재산이다.</li> <li>5. 과학자들은 자신이 발견한 과학 지식에 대하여 소유권을 행사할 수 있다.</li> </ol>
과학의 반보편적 태도	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 과학자들은 자신이 속한 집단이나 문화권에 피해가 예상될 때 연구 결과를 발표해서는 안 된다.</li> <li>2. 과학자의 연구 결과가 특정한 사회적 차별(성차별 등)을 정당화하는 것이라면 발표해서는 안 된다.</li> <li>3. 과학자의 연구 결과가 사회적으로 민감한 주제에 관련된 것이라면 발표해서는 안 된다.</li> <li>4. 과학자들은 사회적 통념에 어긋나는 결과를 발표해서는 안 된다.</li> </ol>
과학의 반회의적 태도	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 과학자에 대한 지나친 의심은 과학 기술의 발전에 도움이 되지 않는다.</li> <li>2. 다른 과학자의 위대한 발견에 대해서 의심하는 것은 좋지 않은 일이다.</li> <li>3. 과학자에게 지나친 검증요구를 요구하는 것은 과학 기술의 발전을 저해한다.</li> <li>4. 충분한 증거가 수집되었다면 이론과 법칙으로 받아들이고 의심해서는 안 된다.</li> <li>5. 과학적 연구를 통해 이론과 법칙이 만들어졌다면, 더 이상 검증하지 않아도 된다.</li> </ol>

한 타당도이다. 실제 학생 응답에 기초한 타당도는 응답 과정에서 문항이 의도하는 방향으로 이해하고 반응하는지 확인하는 것으로 질적으로는 면담을 통해 확인할 수 있으며, 양적으로는 라쉬 분석의 문항 적합도를 통해 확인할 수 있다. 문항 적합도는 이론적으로 예측된 정답률과 실제 정답 유무를 비교하는 방법으로 산출된다. 라쉬 분석에서는 Infit MNSQ와 Outfit MNSQ 값을 통해 문항 적합도를 확인한다. 라쉬 분석 안내서인 Boone *et al.*(2014)에 의하면, MNSQ가 0.5~1.5에 포함되면 적합한 수준이라고 하였다. Table 2는 본 연구에서 개발한 과학 규범 인식 검사도구 6개 항목 32개 문항의 문항 적합도, 자료의 신뢰도 등의 정보를 제공한다. 문항 적합도 MNSQ는 모두 Boone *et al.*(2014)의 기준에 만족하는 것으로 나타났다. Person reliability는 수집한 자료들에서 각 문항들의 난이도 분포가 과학 규범에 대한 인식 수준을 구분하는데 적합한 수준인지 확인하는 값으로서, 0.7이나 또는 그 이상일 경우 적합하다고 할 수 있다(Boone *et al.*, 2014). 개발된 6개 항목의 person reliability는 이 기준을 넘고 있다. Item reliability는 수집한 자료들에서 피평가자로 참여한 예비과학교사들의 과학 규범에 대한 인식 수준이 문항의 적합도를 확인하는데 적절인지 확인하는 통계값이다. Item reliability의 경우 0.9 이상이면 적합하다고 할 수 있는데, 모두 이 기준을 만족한다. 마지막으로 자료의 내적 일관성 신뢰도를 확인하는 Cronbach alpha(CA)이다. 모든 요인에서 0.75 이상으로 충분한 수준의 내적 일관성 신뢰도를 보여주고 있다(George & Mallery, 2003).

다음으로 내적 구조에 기초한 타당도이다. 내적 구조에 기초한 타당도는 위의 6가지 세부 요인이 독립적인지를 확인하기 위함이다. 먼저 Table 3에는 탐색적 요인분석의 결과이다. 주성분 분석에서 varimax 방법으로 회전시킨 후 얻은 결과이며, 요인 점수가 0.4 이하는 삭제하고 점수에 따라 문항 순서를 제시하였다. 최초로 구성된 6가지 세부 요인에 따라 자료들이 정렬되는 것을 확인할 수 있다.

두 번째로 확인하는 문항의 구조 분석은 상관관계 분석이다. 6가지 세부 요인에 대한 점수에 대한 상관관계를 분석한 결과 매우 낮은 수준의 상관관계가 나타났다. ‘과학연구를 통한 개인적 이익 추구’ 점수와 ‘과학연구를 통한 국가적 이익 추구’ 점수, ‘과학연구를 통한 전인류적 복지 추구’, ‘과학의 반보편적 태도’, ‘과학의 반회의적 태도’ 점수 모두 상관관계가 나타나지 않은 독립적 변수임으로 확인할 수 있었다. ‘과학연구를 통한 국가적 이익 추구’ 문항의 점수 역시 ‘과학지식과 기술의 비공유주의’ 문항, ‘과학의 반회의적 태도’ 문항의 점수와 상관관계가 나타나지 않았다. ‘과학지식과 기술의 비공유주의’ 문항 점수와 ‘과학의 반회의적 태도’ 문항 점수도 유의미한 상관관계가 나타나지 않았다. 유의미한 상관관계 역시 ‘과학연구를 통한 국가적 이익 추구’ 문항의 점수와 ‘과학연구를 통한 전인류적 복지 추구’ 문항의 점수의 상관관계 0.461을 제외하고는 대부분 낮은 수준의 상관관계이다. 결론적으로 6가지 요인이 상당히 독립적이라는 것을 확인할 수 있다.

다음으로 확인한 타당도는 일반화에 기초한 타당도이다. 일반화에 기초한 타당도의 경우, 검사도구가 응답자의 특성에 근거하여 변화하

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

세부항목	문항 번호	MEASURE	Infit MNSQ	Outfit MNSQ	PTMA	Person Reliability	Item Reliability	문항 삭제시 CA	CA
과학연구를 통한 개인적 이익 추구	1	-0.77	1.19	1.20	0.642	0.73	0.96	0.757	0.765
	2	-0.69	0.94	0.94	0.728			0.713	
	3	0.21	0.77	0.78	0.797			0.672	
	4	0.60	0.92	0.94	0.716			0.714	
	5	0.64	1.15	1.19	0.653			0.749	
과학연구를 통한 국가적 이익 추구	1	0.04	1.05	1.00	0.586	0.78	0.96	0.790	0.806
	2	0.01	0.99	1.02	0.653			0.783	
	3	-0.28	0.78	0.78	0.725			0.765	
	4	-0.88	1.03	1.07	0.569			0.792	
	5	0.30	1.28	1.33	0.555			0.806	
	6	-0.33	1.01	0.97	0.623			0.786	
	7	0.27	0.96	0.95	0.667			0.779	
	8	0.87	0.90	0.90	0.696			0.774	
과학연구를 통한 전인류적 복지 추구	1	-1.15	1.16	1.20	0.679	0.79	0.98	0.782	0.801
	2	0.02	1.00	0.97	0.721			0.768	
	3	1.39	1.20	1.21	0.740			0.786	
	4	-0.44	0.80	0.79	0.797			0.735	
	5	0.18	0.83	0.81	0.773			0.745	
과학지식과 기술의 비공유주의	1	0.53	0.86	0.85	0.788	0.79	0.99	0.733	0.797
	2	1.33	0.96	0.99	0.764			0.746	
	3	0.69	0.72	0.72	0.816			0.713	
	4	-1.34	1.20	1.15	0.615			0.793	
	5	-1.20	1.23	1.21	0.629			0.793	
과학의 반보편적 태도	1	-0.08	1.03	1.04	0.777	0.80	0.99	0.763	0.810
	2	-1.55	1.26	1.33	0.763			0.816	
	3	0.68	0.76	0.72	0.829			0.719	
	4	0.95	0.89	0.88	0.780			0.748	
과학의 반회의적 태도	1	-0.89	1.17	1.20	0.683	0.75	0.96	0.755	0.765
	2	0.19	0.76	0.74	0.758			0.680	
	3	-0.07	1.05	1.06	0.668			0.731	
	4	0.06	0.95	0.95	0.714			0.712	
	5	0.71	1.00	1.02	0.644			0.729	

지 않고 동일하게 작동하는지 확인하는 타당도로 일반적으로 차별적 문항반응을 통해 확인한다. 과학 규범 검사도구가 전공별, 성별, 학년별 비교 연구에 활용될 수 있기 때문에 차별적 문항반응 그에 따라 분석하였다. 라쉬 분석에서 DIF값의 차이가 0.64 보다 클 경우 문항의 기능이 차별적이라고 할 수 있다(Boone *et al.*, 2014). Table 5에는 성별, 전공별, 학년별 분석한 것으로 학년별로 분석하였을 때 공유 문항에서 많은 차별적 문항반응이 나타난다. 그 외에는 그 효과가 미미하여 분석에는 큰 영향을 주지 않을 것으로 판단된다. 공유 문항의 경우 학교급간 비교 연구에서는 유의할 필요가 있을 것으로 판단된다. 이 연구에서는 Merton(1973)이 제시한 사회적 규범, 즉 공유성(communism 또는 communality), 보편성(universalism), 탈이해관계(disinterestedness), 조직화된 회의주의(organized skepticism)의 CUDOs와 과학사회학의 다양한 문헌들을 바탕으로 과학 규범 인식에 관한 측정 문항을 개발하고 통계적 타당도를 확인하였다. 문헌 분석과 전문가 검토를 통한 내용 타당도, 라쉬 분석을 통한 문항 적합도를 확인한 실제에 기초한 타당도, 6가지 세부 요인의 상관관계와 요인분석을 통한 내적 구조에 기초한 타당도, 차별적 문항 반응을 확인한 일반화 타당도의 4가지 타당도 증거들을 확인하였다. 내용 타당도는 CUDOs의 4가지 요인을 반영하였고, 탈이해관계의 경우 개인, 국가, 인류라

는 세 가지 차원으로 구성하여 총 6가지 요인에 관한 문항을 구성하였다. 실제에 기초한 타당도, 내적 구조 타당도, 일반화 타당도도 만족스러운 것으로 확인되었다. 문항 적합도(MNSQ)는 0.72~1.33으로 많은 연구에서 활용되는 기준인 0.5~1.5에 만족할 뿐만 아니라 평정적도 모델에 Wright & Linacre가 제시한 0.6~1.4에도 만족한다(Wright & Linacre, 1994). 내적 구조에 관한 타당도는 6가지 요인이 독립적인 것을 보여주었으며, 차별적 문항 반응은 공유 문항의 학년간 비교를 제외하고 의미 있는 수준의 차별적 문항반응은 나타나지 않았다. 전체적으로 개발된 문항은 예비과학교사들의 과학 규범 인식을 확인하는데 적합한 도구라 판단된다.

## 2. 성별, 전공별, 학년별 과학 규범 인식 점수 비교

참여자를 성별, 전공별, 학년별로 나눈 뒤 점수를 비교하였다. 성별의 경우 2개 집단이므로 t-검정을 하였으며, 그 외는 F-검정을 하였다. 성별의 경우 개인 점수만 남학생이 여학생에게 0.05 수준에서 높았으며, 그 외는 유의미한 차이가 없었다. 남학생이 여학생에 비하여 개인적 이득의 취득에 더 관대한 것으로 나타났다(개인 항목 남학생 평균 점수: 1.58, SD= 2.07, 여학생 평균 점수: 1.10, SD=1.74). 전공별,

Table 3. The result of exploratory factor analysis

세부 항목	문항	요인 1	요인 2	요인 3	요인 4	요인 5	요인 6
과학연구를 통한 국가적 이익 추구	4	0.640					
	8	0.668					
	2	0.603					
	7	0.673					
	5	0.499					
	1	0.610					
과학지식과 기술의 비공유주의	3		0.821				
	1		0.785				
	2		0.739				
	5		0.639				
과학연구를 통한 전인류적 복지 추구	4		0.627				
	2			0.769			
	4			0.763			
	5			0.746			
	1			0.722			
과학의 반보편적 태도	3				0.852		
	4				0.806		
	1				0.763		
	2				0.660		
과학연구를 통한 개인적 이익 추구	3					0.822	
	2					0.746	
	4					0.728	
	1					0.636	
	5					0.603	
과학의 반회의적 태도	2						0.793
	4						0.724
	5						0.698
	1						0.656
	3						0.638

Table 4. Pearson correlation coefficient among 6 variables(<sup>†</sup>p<0.05, <sup>‡</sup>p<0.01)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(1) 과학연구를 통한 개인적 이익 추구	1.000					
(2) 과학연구를 통한 국가적 이익 추구	0.008	1.000				
(3) 과학연구를 통한 전인류적 복지 추구	0.087	0.461 <sup>‡</sup>	1.000			
(4) 과학지식과 기술의 비공유주의	0.163 <sup>‡</sup>	0.095	0.166 <sup>‡</sup>	1.000		
(5) 과학의 반보편적 태도	0.036	0.175 <sup>‡</sup>	0.187 <sup>‡</sup>	0.182 <sup>‡</sup>	1.000	
(6) 과학의 반회의적 태도	0.027	0.064	0.143 <sup>†</sup>	0.013	0.351 <sup>‡</sup>	1.000

Table 5. The number of items showing the differential item functioning

과학 규범의 세부 항목	# of DIF item(%)		
	Gender	Major	Year
과학연구를 통한 개인적 이익 추구	0(0.00%)	2(6.67%)	1(6.67%)
과학연구를 통한 국가적 이익 추구	0(0.00%)	3(6.25%)	0(0.00%)
과학연구를 통한 전인류적 복지 추구	1(20.00%)	0(0.00%)	0(0.00%)
과학지식과 기술의 비공유주의	0(0.00%)	0(0.00%)	7(46.67%)
과학의 반보편적 태도	0(0.00%)	0(0.00%)	1(8.33%)
과학의 반회의적 태도	0(0.00%)	0(0.00%)	1(6.67%)
전체	1(3.13%)	5(2.60%)	10(10.42%)

학년별 유의미한 차이는 없었으며, Tukey 등을 활용한 사후 검정에서도 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 과학 규범 인식이 전공이나 학년에 따라 유의미한 차이가 나타나지 않는다는 것은 아마도 이와 같은 속성들이 개인의 신념적 차원일 가능성이 높으며 전공이나 학업을 통해 바뀔 수 있는 영역이 아니기 때문인 것으로 추측된다.

### 3. MCLUST를 활용한 군집분석

분석 결과를 살펴보면 성별, 전공별, 학년별로 과학 규범 인식은 유의미한 차이가 거의 없는 것으로 확인되었다. 또한 상관관계 분석을 통해 확인한 결과에도 6가지 요인의 상관관계는 매우 낮은 것으로 확인되었다. 이상의 결과로부터 추측하면 과학 규범 인식은 외부 요인에 큰 영향을 받지 않은 개인적 신념일 가능성이 높다. 또한 요인간 상관관계가 낮기 때문에 각 항목에 대한 신념이 독립적일 수 있다. 이와 같은 조건에 근거하여 예비과학교사들의 과학 규범적 신념을 근거로 유형 분석을 실시하였다. 유형 분석은 라쉬 분석의 Person measure값을 근거로 R패키지의 MCLUST를 활용하였다(Scrucca *et al.*, 2016). MCLUST의 14가지 모델 중에서 최적 모델은 VEE였으며, 집단 2개일 때 BIC(Bayesian Information Criterion)가 -6240이었으며, 집단이 3개 때 -6268로 큰 차이가 없어서 집단 2개와 집단 3개로 각각 분석하였다. 2개 군집으로 구분될 경우 집단 1은 198명(76.2%)이었으며, 집단 2는 62명(23.8%)이었다. 3개 군집으로 구분될 경우 집단 1은 59명(22.7%), 집단 2는 62명(23.8%), 집단 3은 139명(53.5%)으로 구분되었다(Figure 2).

첫 번째로 2개 군집 모델의 경우에서 집단 1은 ‘과학주의’ 집단으로 그리고 집단 2는 ‘실용주의’ 집단으로 생각해 볼 수 있다. 집단 1의 규범 인식 성향은 이익 추구 측면이 개인, 국가, 인류 모두에서 모두 낮고 비공유주의도 낮게 나타나고 있다. 예비교사들이 과학 사회에 대한 인식이 과학자들은 비록 그것이 개인에 대한 것이든, 국가나 인류에 대한 것이든 이해관계를 초월해야 하며 연구 결과는 모든 과학자 사회로 신속히 함께 공유해야 한다고 생각하는 것이다. 반보편성과 반회의성에 대해서는 다소 높은 인식수준을 보였다. 집단 1의 예비교사들의 인식 속에서 과학은 개인, 국가, 인류의 이익에서 자유로워야하며 과학적 지식은 실질적 재산이 아니라고 볼 수 있다. 그러나 과학자 사회는 그들의 연구 과정 속에서 사회적 책무성은 지켜야 하며, 이러한 과학에 대해 의심하지 않아도 된다고 보고 있는 것이다. 아울러 과학은 가치 중립적이며 순수하며 절대적이라는 소위 과학주의적 관점과 유사한 특징을 보이고 있다. 이는 초기의 Merton(1973)의 생각과 일부 유사한 관점을 공유하는 집단이다.

2집단 모델에서 집단 2의 규범인식은 집단 1과는 반대로 이익 추구 측면의 세 가지 차원인 개인, 국가, 인류 모두가 집단 1에 비하여 높게 나타났고 공유도 높다. 반면 반보편과 반회의는 낮게 나타나고 있다. 이러한 집단 2에 속하는 예비교사들의 인식 패턴은 과학은 개인, 국가, 인류의 이익을 위해 이루어지며, 과학지식 또한 실질적 재산이 될 수 있다는 인식으로 해석해 볼 수 있고, 과학의 사회적 책무성에 대해 과학자가 의무적으로 지키지 않아도 되지만, 이러한 과학에 대해 어느 정도의 회의적인 검증은 요구된다고 볼 수 있다. 따라서 과학도 실제 사회의 이익을 제공하는 학문이라는 실용주의적 관점에 해당하는 현대적 관점의 규범 인식으로 볼 수 있다.

두 번째로 3개 군집 모델의 경우에서는 집단 1은 ‘공리주의’ 집단으로 생각해 볼 수 있다. 3개 집단으로 나뉜 군집분석 결과에서 집단 1에 속하는 예비교사들의 경우는 이익 추구하고 반보편성, 반회의에 있어 집단 2와 집단 3의 중간 수준 정도를 나타냈지만, 비공유에 있어서는 세 집단 중 가장 낮게 나타났다. 집단 1에 속한 예비교사들의 규범인식을 살펴보면 과학주의와 유사하지만, 인류의 이익을 위해 과학이 이루어져야하고, 이러한 과학 지식은 공유되어야 하며 한다는 점에서 공공의 이익을 위한 과학을 강조하고 있는 것을 알 수 있다. 특히 과학의 과학자 사회에 의한 회의적 검증의 필요성이 강조되고 있다. 집단 2는 2집단 모델에서와 같은 ‘실용주의’에 해당한다고 볼

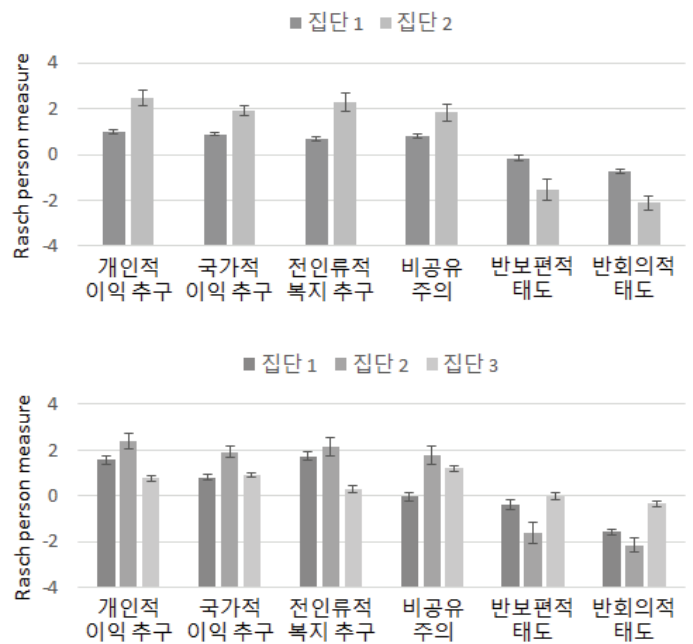


Figure 2. Clustering analysis using MCLUST

Table 6. The comparison of the perception of anti-scientific norm across gender, major, and academic year

과학 규범의 세부 항목	성별			전공별			학년		
	t	p	d	F	p	PES	F	p	PES
과학연구를 통한 개인적 이익 추구	2.004	0.046	0.251	0.575	0.632	0.007	1.166	0.323	0.014
과학연구를 통한 국가적 이익 추구	-0.840	0.402	0.105	0.729	0.536	0.009	0.324	0.808	0.004
과학연구를 통한 전인류적 복지 추구	0.280	0.780	0.035	0.482	0.695	0.006	0.167	0.919	0.002
과학지식과 기술의 비공유주의	-1.572	0.117	0.197	0.945	0.419	0.011	1.999	0.115	0.023
과학의 반보편적 태도	-0.951	0.343	0.119	0.595	0.619	0.007	0.173	0.915	0.002
과학의 반회의적 태도	0.565	0.572	0.071	0.399	0.754	0.005	0.217	0.885	0.003



수 있다. 집단 3의 경우는 2집단 모델에서 언급했던 ‘과학주의’와 같다.

## V. 결론 및 제언

이 연구는 과학자 사회의 규범체계를 최초로 제시한 학자이자 과학 사회학이라는 분야의 토대를 닦은 R. Merton이 제시한 과학 규범인 CUDOs에 기반을 두고 예비교사들의 과학 규범을 알아보기 위한 검사도구를 개발하고 적용하기 위하여 진행되었다. 고전적인 과학 규범에 근거한 과학 규범 인식을 측정하는 검사 도구를 개발하고, 그 타당도와 신뢰도를 확인하였다. 또한 전공별, 학년별, 성별에 따라 과학 예비교사들의 과학 규범에 대한 인식을 비교하였다. 마지막으로 군집 분석을 통해 과학 규범에 대한 인식의 유형을 분석하였다. 예비과학 교사들을 대상으로 수집한 자료들을 바탕으로 다양한 통계 분석을 하였으며, 그 결과와 논의를 바탕으로 논의하면 다음과 같다.

먼저 Merton의 CUDOs를 토대로 탈이해관계, 공유성, 보편성, 조직화된 회의를 구인으로 하고, 탈이해관계의 수준을 개인, 국가, 인류로 하여 총 6개 구인의 32개 문항이 개발되었다. 과학연구를 통한 개인적 이익 추구에 대한 인식, 과학연구를 통한 국가적 이익 추구에 대한 인식, 과학연구를 통한 전인류적 복지 추구에 대한 인식, 과학 지식과 기술의 비공유주의적 인식, 과학의 반보편적 태도에 대한 인식, 과학의 반회의적 태도에 대한 인식으로 문항이 구성되었다. 문헌 분석과 전문가 검토를 통한 내용 타당도, 라쉬 분석을 통한 문항 적합도를 확인한 실재에 기초한 타당도, 6가지 세부 요인의 상관관계와 요인 분석을 통한 내적 구조에 기초한 타당도, 차별적 문항 반응을 확인한 일반화 타당도의 4가지 타당도 증거들을 확인하였고, 개발된 문항은 예비과학 교사들의 과학 규범 인식을 확인하는데 적합한 도구라 판단하였다.

둘째, 성별, 전공별, 학년별 과학 규범 인식에 대한 점수 비교 결과 성별의 경우 개인적 이익 추구에 대한 인식에서 남학생이 여학생에 비하여 유의미한 수준에서 더 높은 점수를 나타낸 것 이외에 성별, 전공별, 학년별 유의미한 차이는 없었다. 과학 규범 인식이 전공이나 학년에 따라 유의미한 차이가 나타나지 않는다는 것은 아마도 이와 같은 속성들이 외생 변인에 큰 영향을 받지 않는 개인의 신념적 차원일 가능성이 높으며 전공이나 학업을 통해 바뀔 수 있는 영역이 아닐 수 있음을 조심스럽게 추측하였다.

셋째, 예비과학 교사들의 과학 규범적 신념을 근거로 유형 분석을 실시하였고, 2개 군집 모델, 3개 군집 모델로 분석하였다. 2개 군집 모델은 전통적인 과학주의 집단과 현대 실용주의 집단으로 구분되는 것을 확인할 수 있었다. 전통적 과학주의 집단은 과학은 개인, 국가, 인류의 이익에서 자유로워야하며 과학적 지식은 실질적 재산이 아니라고 보며, 과학자 사회는 그들의 연구 과정 속에서 사회적 책무성을 지켜야 하며, 이러한 과학에 대해 의심하지 않아도 된다는 관점을 가지고 있다. 현대적 실용주의적 관점은 과학은 개인, 국가, 인류의 이익을 위해 이루어지며, 과학 지식 또한 실질적 재산이 될 수 있다는 인식으로 과학에 대해 어느 정도의 회의적인 검증은 요구된다는 견해를 가지고 있었다. 3개 군집으로 구분되는 모델에서는 전통적 과학주의와 현대적 실용주의와 함께 과학주의와 유사하지만, 인류의 이익을 위해 과학이 이루어져야하고, 이러한 과학 지식은 공유되어야하며 한다는 공리주의적 관점도 확인되었다.

이 연구에서 개발된 문항들의 응답은 약 10분 정도로 소요되며, 예비과학 교사들은 어렵지 않게 응답을 할 수 있는 수준이다. 예비과학 교사들의 과학 규범적 인식을 이해하고, 21세기 합리적인 과학 규범적 인식을 가진 교사로 성장하는데 도움을 줄 수 있는 프로그램의 개발과 효과 검증에 활용될 수 있을 것이다. 이 검사도구의 활용과 점수해석에 관한 주의사항을 강조하고자 한다. 사회적 바람직함 편향은 자신의 생각을 숨기고 사회적으로 옳다고 믿는 방향으로 응답을 하는 인지편향으로, 사회적 바람직성이 포함된 많은 설문 연구에서 중요한 이슈로 논의되어져 왔다. 과학 규범 인식 역시 사회적 바람직성과 일부 관련성이 있기 때문에 아마도 이런 편향이 영향을 미쳤을 가능성도 있을 것이다(Kreuter *et al.*, 2008; Krumpal, 2013; Nederhof, 1985). 이 문제는 이 연구에서 개발한 과학 규범 인식 측정 도구만이 가지는 문제가 아니며, 사회적으로 민감한 주제를 다루는 모든 설문이 가지는 한계이다. 하지만 사회적 바람직성 편향이 설문 결과에 영향을 줄 수 있음에 대해서 이 검사도구를 사용하는 연구자는 이해하고 있어야 한다.

마지막으로 검사도구의 제한점에 대해서 설명한다. R. Merton의 과학사회학의 연구는 독립된 학문으로 그 범위가 상당하고, CUDOs의 4가지가 의미하는 영역도 매우 넓다. 이 연구에서 개발한 검사도구는 Merton 등의 과학사회학자들이 논의한 주제들을 모두 담고 있지 않으며, 제한된 영역만 포함하고 있을 수 있다. 이 연구에서 개발한 문항들은 예비과학 교사들이 이해해야 되는 범위를 전제로 선택적으로 개발된 것이므로 과학 규범이라는 거대한 구인을 측정할 수 있는 것은 아니다. 이 연구를 시작으로 과학사회학에서 강조하는 과학 규범에 대한 다양한 요소들을 측정하는 도구들이 개발될 수 있을 것이며, 예비과학 교사들이 과학사회학과 과학 규범을 이해할 수 있는 좋은 학습 도구가 될 수 있을 것이다.

## 국문요약

이 연구는 R. Merton이 제시한 과학 규범인 CUDOs에 기반을 두고 예비교사들의 과학 규범 인식을 알아보기 위한 검사도구를 개발하고 적용하기 위하여 진행되었다. 전공별, 학년별, 성별에 따라 과학 예비교사들의 과학 규범에 대한 인식을 비교하고, 군집분석을 통해 과학 규범에 대한 인식의 유형을 분석하였다. 이 연구를 위해 두 개 대학교의 260명의 예비과학 교사가 참가하였다. 먼저 Merton의 CUDOs를 토대로 탈이해관계, 공유성, 보편성, 조직화된 회의를 구인으로 하고, 탈이해관계의 수준을 개인, 국가, 인류로 하여 총 6개 구인의 32개 문항이 개발되었다. 과학연구를 통한 개인적 이익 추구에 대한 인식, 과학연구를 통한 국가적 이익 추구에 대한 인식, 과학연구를 통한 전인류적 복지 추구에 대한 인식, 과학 지식과 기술의 비공유주의적 인식, 과학의 반보편적 태도에 대한 인식, 과학의 반회의적 태도에 대한 인식으로 문항이 구성되었다. 연구 결과 개발된 문항의 통계적 타당도와 신뢰도는 적합한 것으로 확인되었다. 성별, 전공별, 학년별 과학 규범 인식에 대한 점수 비교 결과 성별, 전공별, 학년별 의미 있는 차이는 없었다. 예비과학 교사들의 과학 규범적 신념을 근거로 유형 분석을 실시하였고, 전통적 과학주의, 현대적 실용주의, 공리주의적 관점을 확인하였다.

주제어 : 과학 규범, 검사 도구, 과학사회학, 과학교육

## References

- Asilomar. (2017). Available at: <https://futureoflife.org/ai-principles/>
- Anderson, M. S., Martinson, B. C., & De Vries, R. (2007). Normative dissonance in science: Results from a national survey of US scientists. *Journal of Empirical Research on Human Research Ethics*, 2(4), 3-14.
- Bak, H. J. (2010). Factors affecting the selection of research topics among Korean scientists - Pure scientific concern, external interests or peer recognition. *Economy & Society*, 85, 211-236.
- Bak, H. J. (2006). Commercialization of science and changing normative structure of scientific community. *Korean Journal of Sociology*, 40(4), 19-47.
- Bak, H. J. (2007). Perceptions and evaluation of norms of science among Korean scientific community. *Journal of Science & Technology Studies*, 7(2), 91-124.
- Bernard, P., & Dudek, K. (2017). Revisiting students' perceptions of research scientist - outcomes of an indirect draw-a-scientist test (INDAST). *Journal of Baltic Science Education*, 16(4), 562-575.
- Boone, W. J., Staver, J. R., & Yale, M. S. (2014). *Rasch Analysis in the Human Sciences*. New York, NY: Springer.
- Bray, D., & von Storch, H. (1999). Climate science: An empirical example of postnormal science. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 80(3), 439-456.
- Bray, D., & von Storch, H. (2017). The Normative Orientations of Climate Scientists. *Science and Engineering Ethics*, 23(5), 1351-1367.
- Broome, T. H., & Peirce, J. (1997). The heroic engineer. *Journal of Engineering Education*, 86, 51-55.
- Chambers, D. W. (1983). Stereotypic images of the scientist: The draw-a-scientist test. *Science Education*, 67(2), 255-265.
- Choi, K. H. (2005). Contemplation of Scientist's Social Role, Responsibility and its Educational Methods. *Journal of Science & Technology Studies*, 10, 49-67.
- Galison, P. (1997). *Image and logic: A material culture of microphysics*. Chicago: University of Chicago Press.
- Gaston, J. (1978). *The reward system in British and American science*. New York: A Wiley-Interscience Publication.
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for windows step by step: A simple guide and reference 11.0 update*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Hagstrom, W. O. (1965). *The scientific community*. New York: Basic Books.
- Irzik, G., & Nola, R. (2011). A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, 20, 591-607.
- Kilinc, A., Demiral, U., & Kartal, T. (2017). Resistance to dialogic discourse in SSI teaching: The effects of an argumentation-based workshop, teaching practicum, and induction on a preservice science teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(6), 764-789.
- Kim, H. S. (2012). Climate change, science and community. *Public Understanding of Science*, 21(3), 268-285.
- Kreuter, F., Presser, S., & Tourangeau, R. (2008). Social Desirability Bias in CATI, IVR, and Web Surveys: The Effects of Mode and Question Sensitivity. *Public opinion quarterly*, 72(5), 847-865.
- Krumpal, I. (2013). Determinants of social desirability bias in sensitive surveys: A literature review. *Quality & Quantity*, 47(4), 2025-2047.
- Lederman, N. G., Schwartz, R. S., Abd-El-Khalick, F., & Bell, R. L. (2001). Pre-service teachers' understanding and teaching of nature of science: An intervention study. *Canadian Journal of Math, Science & Technology Education*, 1(2), 135-160.
- Lee, J. K., Lee, T. K., & Ha M. (2013). Exploring the Evolution Patterns of Trading Zones Appearing in the Convergence of Teachers' Ideas: The Case Study of a Learning Community of Teaching Volunteers 'STEAM Teacher Community. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 33(5), 1055-1084.
- Lee, Y. H. (2003). Beyond the 'Science Wars': New direction of sociology of science. *Economy and Society*, 60, 195-217.
- Macfarlane, B., & Cheng, M. (2008). Communism, universalism and disinterestedness: Re-examining contemporary support among academics for Merton's scientific norms. *Journal of Academic Ethics*, 6(1), 67-78.
- Merton, R. K. (1973). *The sociology of science*. University of Chicago Press.
- Mesci, G., & Renee'S, S. (2017). Changing preservice science teachers' views of nature of science: why some conceptions may be more easily altered than others. *Research in Science Education*, 47(2), 329-351.
- Messick, S. (1995). Standards of validity and the validity of standards in performance assessment. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 14(4), 5-8.
- MEST (Ministry of Education, Science, and Technology). (2011). 2009 revised science curriculum. Seoul: MEST.
- Ministry of Education. (2015). 2015 revised Science National Curriculum. Ministry of Education.
- Mitroff, I. (1974). Norm and counter-norm in a selected group of the Apollo moon scientists. *American Sociological Review*, 39, 579-595.
- MOE (Ministry of education). (2015). 2015 revised national curriculum of science. Seoul: Ministry of Education.
- Mulkay, M. J. (1976). Norms and ideologies in science. *Social Science Information*, 15, 637-656.
- Narayan, R., Park, S., Peker, D., & Suh, J. (2013). Students' images of scientists and doing science: An international comparison study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 9(2), 115-129.
- Nederhof, A. J. (1985). Methods of coping with social desirability bias: A review. *European journal of social psychology*, 15(3), 263-280.
- Oreskes, N. (1996). Objectivity or heroism? On the invisibility of woman in science. *Osiris*, 11, 87-113.
- Palmquist, B. C., & Finley, F. N. (1997). Preservice teachers' views of the nature of science during a postbaccalaureate science teaching program. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(6), 595-615.
- Polanyi, M. (1962). The republic of science. *Minerva*, 1(1), 54-73.
- Scrucca, L., Fop, M., Murphy, T. B., & Raftery, A. E. (2016). mclust 5: Clustering, classification and density estimation using gaussian finite mixture models. *The R journal*, 8(1), 289-317.
- Shin, S., Lee, J. K., & Ha, M. (2016). Pre-service biology teachers' value orientation related to observation and representation: Focus on objectivity. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(4), 617-628.
- Sismondo, S. (2004). *An introduction to science and technology studies*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Smith, C. H. L. (1999). International collaboration in science and technology: Lessons from CERN. *European Review*, 7(1), 77-92.
- Stöhr, K. (2003). A multicentre collaboration to investigate the cause of severe acute respiratory syndrome. *The Lancet*, 361, 1730-1733.
- Torresen, J. (2018). A review of future and ethical perspectives of robotics and AI. *Frontiers in Robotics and AI*, 4(75), 1-10.
- Vermeulen, N., Parker, J. N., & Penders, B. (2013). Understanding life together: A brief history of collaboration in biology. *Endeavour*, 37(3), 162-171.
- White, R., & Wallace, J. (1999). Heroism and science education reform. *Research in Science Education*, 29(4), 417-430.
- Wright, B.D. & Linacre, J.M. (1994). Reasonable mean-square-fit values. *Rasch Measurement Transactions*, 8(3), 370.
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49-58.
- 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, 357- 377.
- Ziman, J. (2000). *Real science: What it is, and what it means*. Cambridge: Cambridge University Press.

## 저자 정보

하민수(강원대학교 교수)  
신세인(충북대학교 교수)  
이준기(전북대학교 교수)