

# 과학관련 사회적 이슈에 대한 과학문화지표의 개발: '기후변화'를 중심으로

김리경<sup>1</sup> · 하은선<sup>2</sup> · 송진웅\*

<sup>1</sup>개림중학교 · <sup>2</sup>신목중학교 · 서울대학교

## The Development of Science Culture Indicators for Socio-Scientific Issues: Focusing on Climate Change

Leekyoung Kim<sup>1</sup> · Eunsun Ha<sup>2</sup> · Jinwoong Song\*

<sup>1</sup>Gaerim Middle School · <sup>2</sup>Shinmok Middle School · Seoul National University

**Abstract:** The surveys for public awareness in relation to socio-scientific issues (SSI) have been limited to several topics such as public perception of risks about the issues and preference for some policies. To illuminate the public science culture literacy about SSI from a holistic perspective, this study aimed to develop an indicator system. For this purpose, the issue on climate change, which is currently one of the biggest issues worldwide, was adopted as a specific SSI and the framework centering on climate change was developed. Science culture literacy about SSI was defined as a lifestyle to identify SSI from various viewpoints and to cope with problems related to SSI appropriately. In the framework proposed, individual science culture indicators are divided into Potential and Activity area. The Potential consists of categories of Interest, Opinion and Understanding, whereas the Activity is composed of categories of Learning and Practice. To examine the reliability and validity of this framework statistically, the developed questionnaire was reviewed by science educators, environment experts and atmospheric scientists and was used to asked 777 secondary students. Based on the results of statistical analyses, the framework was modified and it consequently had 2 areas, 5 categories, 15 sub-categories, 34 indicators and 63 items. It is expected that the framework of science culture indicators for SSI could be used as a measurement tool for public awareness about various SSI topics.

**Key words:** socio-scientific issue, climate change, science culture indicators, science culture literacy

### I. 서 론

과학관련 사회적 이슈(socio-scientific issue : 이하 SSI로 약칭함)는 과학과 개념적 또는 기술적으로 연결된 사회적 딜레마를 의미하며(Sadler, 2004), 매체에서 보도되거나 대중의 일상생활에서 직면하는 문제이다(Kolstø, 2001). 예를 들어, 기후변화, 유전자 변형 식품, 대체에너지, 줄기세포 연구와 같은 이슈들이 이에 속한다. SSI는 전문가뿐만 아니라, 대중 전체의 관심이 요구되고 있는 문제이며(Flower *et al.*, 2009), 이슈를 둘러싼 과학관련 주장들의 타당도나 신뢰도에 대한 평가들이 일치되지 않을 수 있어 논쟁을 유발할 수 있다. 또한, 환경이나 건강에 대한 위협을 내포할 때 더욱 논쟁적일 수 있으며, 대중에게 어

떤 행동이나 실천을 요구할 수도 있다(Kolstø, 2001).

이러한 SSI에 대하여 사려 깊게 의사 결정하는 능력과 이를 해결하는 능력은 최근 과학적 소양의 필수 구성요소로서 강조되고 있다(Flower *et al.*, 2009; Kolstø, 2001; Kolstø *et al.*, 2006; Sadler & Zeidler, 2004; Zeidler *et al.*, 2005). 또한 최근 여러 학자들(Albe, 2008a, 2008b; Sadler, 2009; Zeidler *et al.*, 2005)에 의해 과학교육에서의 SSI 도입이 강조되고 있으며, SSI와 관련된 과학적 소양을 함양하고 이슈를 잘 다루기 위한 중요 요소들이 제안되고 있다.

이와 같은 이론적 논의와 더불어, SSI와 관련된 다양한 정책 및 교육프로그램들이 국내외적으로 개발되고 있으며 이를 위해 국가적 차원에서 대중의 인식조

\*교신저자: 송진웅(jwsong@snu.ac.kr)

\*\*2010.02.25(접수) 2010.04.19(1심통과) 2010.05.12(2심통과) 2010.05.13(최종통과)

사들이 이루어지고 있다(e.g. 한국과학창의재단, 2006, 2008; 환경부, 2007; 2008; EC, 2006, 2007a, 2007b, 2008, 2009a, 2009b; NSB, 2006; 2008). 그러나 현재의 SSI 관련 대중의 인식조사는 대개 현상의 위험성 인식 및 정책 선호도와 같은 일부 영역에 한정되어 있다. 이로 인해 SSI에 대응한 대중의 어떤 행동이나 실천을 살펴보는 데 한계가 있으며, 따라서 SSI에 대한 개인의 과학적 소양을 보다 다각적이고 총체적으로 살펴보는 데 어려움이 있다.

한편 송진웅 등(2008)은 과학문화소양(science culture literacy)을 '개인이 과학기술과 관련하여 공유하는 잠재적이고 실천적인 가치와 양식'으로 정의하고, 과학문화에 대해 체계적이고 통합적인 접근을 위한 과학문화지표체계를 개발하였다. 과학문화소양은 개인이 과학기술에 대해 잠재적으로 가지고 있는 태도나 이해를 다룰 뿐 아니라, 이를 바탕으로 과학기술과 관련하여 실행으로 옮기는 활동을 포함한다는 점에서 기존의 과학적 소양(scientific literacy)과 구별된다(송진웅 등, 2008). 이는 과학기술과 관련하여 공유하는 가치뿐만 아니라 모든 생활양식을 과학문화로 보는 견해에 기초하였다. 본 연구에서는 과학적 태도나 이해 중심으로 정의된 기존 과학적 소양 개념에 실행적 측면을 부각시키기 위하여 '과학적 소양' 보다는 '과학문화소양'이라는 용어를 사용하였다.

과학문화소양을 파악하기 위한 최근의 연구들(김세미 등, 2007; 김연진, 2009; 송진웅 등, 2008; 정민경, 2008)에서 사용된 지표체계는 과학문화 전반에 대하여 종합적으로 조망해 볼 수 있는 장점이 있다. 그러나 기존의 지표체계는 기후변화나 줄기세포 연구와 같은 특정 SSI에 대한 개인의 과학문화소양을 살펴보는 데에는 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 최근 개발된 과학문화지표(송진웅 등, 2008)를 바탕으로 SSI에 대한 개인의 과학문화소양을 다각적으로 살펴볼 수 있는 과학문화지표의 체계를 개발하였고, 기후

변화라는 특정 이슈를 중심으로 한 지표체계의 타당도와 신뢰도를 검사하여 수정된 지표체계를 제시하였다. 특정 SSI로 기후변화를 선정한 이유는 최근 기후변화가 세계적으로 관심의 초점이 되고 있으며 그 심각성이 널리 알려져 있어(IPCC, 2007; Olausson, 2009; UNDP, 2007), 국가의 정책과 경제에 지대한 영향을 줄 수 있고 개인과 사회 모두에게 기후변화에 대응한 어떤 행동이나 실천을 요구(Bord et al., 2000; EC, 2009a; 2009b; Olausson, 2009)하고 있기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 주목할 만한 SSI인 기후변화에 대한 이해뿐만 아니라 기후변화에 대응하고자 하는 실천의지와 실제 경험을 포괄적으로 조사할 수 있는 지표체계의 개발에 초점을 맞추었다.

## II. 이론적 배경

### 1. 과학문화지표의 구조와 특징

송진웅 등(2008)이 개발한 '과학문화지표(Science Culture Indicators: SCI)'는 개인의 '과학문화소양'과 사회의 '과학문화기반'을 점검하기 위한 지표체계이다. 과학문화지표에서는 과학문화를 그 주체에 따라 개인 차원과 사회 차원으로 구분하며, 드러나는 양상에 따라 잠재적 측면과 실행적 측면으로 나누는 구조를 갖는 개념적 모형을 제안한다(표1 참고). 또한, 과학문화지표체계는 '대범주 → 중범주 → 소범주 → 지표 → 항목'의 위계구조로 이루어진다.

이에 따라, 과학문화지표에서는 개인의 과학문화소양을 과학기술과 관련하여 잠재적으로 가지고 있는 소양과 그것이 실제 행위로 드러나는 실행적 소양으로 구분하고 있다. 이때, 잠재적 소양이란 과학기술과 관련된 자신의 실행에 관심을 가지고, 관련 사실이나 사회적 상황에 대한 가치 판단을 바탕으로 의견을 가지며, 과학지식, 과학적 방법, 생활과 과학, 과학과 사

표 1  
과학문화지표의 모형 (송진웅 등, 2008)

	개인 차원	사회 차원
잠재적 측면	관심 (Interest) 의견 (Opinion) 이해 (Understanding)	인적(Human) 인프라 물적(Physical) 인프라 제도적(Institutional) 인프라
실행적 측면	학습 (Learning) 적용 (Application) 참여 (Participation)	매체 (Media) 행사 (Event) 시민활동 (NGO)

회의 관련성에 대해 이해하는 것을 의미한다. 실행적 소양의 경우, 과학기술과 관련된 지식과 정보를 학습하고, 이를 자신의 일상생활에 적용하며, 과학문화와 관련된 사회활동에 참여하는 것을 포함한다. 이러한 개념적 모형을 토대로 과학문화 전반에 대한 개인의 과학문화소양을 조사하는 것이 가능하나, 사회가 주목하는 특정 SSI에 대해 대중이 얼마나 잠재적 소양을 가지고 있는지, 또는 관련된 활동을 실제로 하는지를 조사하는 데에는 한계가 있다.

## 2. SSI와 관련된 과학기술지표

시민들이 집단적으로 SSI에 대응하는 방식은 그 국가가 과학 지식을 발전시키고 이를 실생활에 적용하는 데 좋은 환경인지를 결정하는 중요한 사항이다(NSB, 2008). SSI에 대한 대중의 태도는 국가가 지원하게 되는 과학기술 분야를 결정하는 데 영향력이 크다(NSB, 2008). 따라서 국내외에서 개발된 여러 과학기술지표들에는 이러한 SSI와 관련된 지표들이 포함되어 있다.

우리나라의 과학문화지표(송진웅 등, 2008)에는 SSI와 관련하여 논의활동에 참여하거나 집회, 서명운동과 같은 시민활동에 참여한 경험을 조사하는 지표가 있다. 과학기술분야 국민이해도 조사(한국과학창의재단, 2008)의 경우, SSI에 대한 정보의 접근 용이성, 관련 과학지식에 대한 인지도, 심각성 평가 등을 조사하였다. 미국의 과학공학지표(Science and Engineering Indicators)에서는 SSI의 위험성 인식, 관련 연구에 대한 지지여부, 정부 규제 및 윤리적 문제에 대한 의견, 관련 정보에 대한 친숙함 등에 대해 조사가 이루어졌다(NSB, 2006; 2008). 유럽동향지표(Eurobarometer)의 경우, 특별보고서(EC, 2006, 2007a, 2007b, 2008, 2009a, 2009b)를 통해 중요하게 여겨지는 특정 SSI에 대하여 대중의 태도와 인식을 조사해왔다. 관련 지표로는 대개 정보원, 관심도, SSI에 대한 친숙함, 과학적 지식의 인지, SSI와 관련된 사회활동에의 연루, 관련 연구에 대한 지지여부, 문제의 심각성 평가, 관련 정책에 대한 의견 등이 있다. 반면, 중국(Ministry of Science and Technology of China, 2006; 2008)과 일본(NISTEP, 2004)의 과학기술지표(Science and Technology Indicators)에서는 과학기술 전반에 대

한 대중의 태도나 인식에 대한 조사가 이루어져 관련 지표가 소개되었으나, 특정한 SSI에 대한 지표는 부족하였다.

이와 같이 국내외의 과학기술 관련 지표에서의 SSI에 관한 지표들은 SSI에 대한 개인의 과학문화소양을 살펴보는 데 중요한 구성요소가 될 수 있다. 그러나 대부분의 과학기술 관련 지표에서 개별 지표나 문항에 대한 분석 결과를 제공하였으나, 유사한 지표들을 범주로 묶고 범주 간의 관계를 살펴보는 등의 총체적인 분석은 부족하였다. 또한, “SSI에 대한 과학적 지식을 잘 알고 있다고 생각하는가?”와 같은 피상적인 설문 문항이 많았고, SSI의 원인 및 결과와 같은 주요 내용에 대하여 구체적으로 묻는 문항은 부족하였다.

## 3. SSI 교육 관련 선행연구

최근 개인적·사회적 측면에 대한 고려를 바탕으로 SSI에 현명하게 대처해나가는 능력이 중요하게 부각됨에 따라, 과학교육자들은 이를 위한 중요한 요소들을 제안하고 있으며 과학수업에서의 SSI 도입을 강조하고 있다(Albe, 2008a, 2008b; Flower *et al.*, 2009; Sadler, 2009; Zeidler *et al.*, 2005). 이는 SSI의 도입을 통해 과학기술과 사회의 상호관련성 및 과학의 본성에 대한 이해를 높이고, 일상생활에서 직면하는 SSI에 대한 합리적 의사결정 능력을 함양하기 위한 것이라 할 수 있다.

Sadler(2009)는 SSI를 다룬 과학수업을 통해 학생들이 관련된 상황에서의 과학 내용을 잘 이해할 수 있고, 과학적 증거의 분석·사회적 관련성에 대한 숙고·개인적 가치에 대한 표현을 통합하는 사례 깊은 실행을 할 수 있다는 점에서 과학교육에서의 SSI 도입이 중요하다고 하였다. 같은 맥락에서 Albe(2008a, 2008b)도 과학수업에 SSI를 도입하는 것이 과학-기술-사회 간의 상호작용 및 과학의 본성에 대한 교육의 측면에서 매우 중요하다고 하였다. 이러한 중요성을 지닌 SSI를 잘 다루기 위한 주요 요소로 ‘SSI의 위험성과 불확실성에 대한 인식’, ‘윤리적 측면에 기반을 둔 가치 판단’, ‘SSI와 관련된 정책적 측면에 대한 분석’ 등이 제안된 바 있다(Sadler, 2009; Simonneaux & Simonneaux, 2009). 또한 SSI에 대하여 정보에 근거한 의사결정을 하는 데 중요한 요소로 Albe(2008a, 2008b)가 제안한 것은 과학 커뮤니티 내에서 과학 지

식이 형성되는 방식과 그 과정에서 논쟁의 역할에 대한 평가, 과학적 증거의 역할과 한계 인식, 과학적 지식을 둘러싼 이해관계에 대한 고려, 가치와 기술적·경제적·윤리적·사회적·정치적 측면에 대한 고려 등이었다. 한편, 예비교사를 대상으로 8개의 SSI 주제에 대해 강의한 결과를 분석한 연구(이현주, 2008)에서는 근거에 기반을 둔 합리적 의사결정을 하는 학생들이 SSI를 자신이 당면한 현실적 문제로 받아들이는 특징이 있으며, SSI의 도입이 미래 과학교사로서의 책임감과 연관될 수 있음을 보여주었다.

Zeidler *et al.*(2005)은 미국과학교사협회(NSTA)에서 과학소양인의 특징으로 묘사하고, 미국의 *National Science Education Standards*와 프로젝트 2061의 *Benchmarks for Science Literacy*와 같은 현재의 과학교육 개정문서에서 여전히 강조되는 과학-기술-사회-환경(Science-Technology-Society-Environment: STSE) 간의 상호의존성 및 관련성에 대한 이해가 SSI 교육에서도 중요한 영역이라 주장하였다. 특히, SSI 교육은 기존의 STS 교육에서 놓치고 있던 과학의 윤리적 측면에 대한 고려를 상당히 강조하고 있다고 주장하였다.

이 밖에, Flower *et al.*(2009)은 여러 학자들의 연구를 바탕으로 과학교육에서 SSI와 관련된 중요한 측면을 크게 5가지로 분류하였다. 구체적으로 SSI를 잘 다루기 위해 과학의 본성에 대한 이해와 내용 지식의 습득이 중요하며, 비형식 추론과 논쟁에 관여하는 것도 또한 중요하다고 언급하였다. 뿐만 아니라, SSI는 본래 도덕성과 연결되어 있으므로 도덕적 고려가 매우 중요하다고 보았다. Kolstø(2001)는 SSI와 관련된 과학 내용 지식 및 과학의 본성을 잘 이해할수록 합리적인 의사결정을 할 수 있다고 보고, 사회적 과정으로서의 과학, 과학의 한계, 과학에서의 가치, 과학관련 지식주장을 세밀히 조사하는 비판적 태도를 논쟁적 SSI의 과학 차원을 조사하기 위한 일반적 틀로 제안하였다.

### III. 연구 방법 및 절차

#### 1. SSI에 대한 과학문화지표체계의 개발

문헌 고찰을 통해 'SSI에 대한 과학문화소양'의 개념을 정의하고, 이를 위계적 범주와 지표로 구성하여

'SSI에 대한 과학문화지표'를 개발하였다. 먼저, 개념 정의를 위해 과학교육에서 SSI를 도입할 때 중요하게 다루는 측면들과 과학적 소양 또는 과학문화소양을 논의할 때 언급되는 SSI와 관련된 요소를 분석하였다. 또한, 국내외 과학기술 관련 지표에서 SSI와 관련된 지표를 조사하여 공통적으로 포함되는 요소를 참고하였다. 이러한 문헌연구를 토대로 SSI에 대해 과학문화소양을 갖춘 개인의 모습을 지표체계로 제안하고, 그 타당성을 검토하기 위하여 과학교육 전문가 8인과의 지속적인 면담을 통해 지표체계를 수정·보완하였다.

#### 2. SSI(기후변화)에 대한 과학문화지표의 타당화

##### 1) 기후변화 이슈에 대한 설문지 개발

개발된 지표 체계의 적용 가능성을 구체적으로 탐색하고 설문문항에 대한 응답을 용이하게 하기 위해 '기후변화'라는 특정 SSI를 중심으로 설문지를 개발하였다. 이 과정에서 국내외에서 개발된 다양한 과학기술 관련 지표(김연진, 2009; 송진웅 등, 2008; 정민경, 2009; 한국과학창의재단, 2006, 2008; Jenkins & Pell, 2006; NSB, 2006, 2008)에서 사용된 설문항목과 문항의 응답형식을 참고하였으며, 과학의 본성에 관한 논문들(Park, 2007; Tsai & Liu, 2005)을 토대로 SSI의 사회적 특성을 묻는 항목을 개발하였다. 또한, 기후변화와 관련된 문헌들(교보생명교육문화재단, 2008a, 2008b; 서울특별시 & 서울특별시교육청, 2009; 환경부, 2007, 2008; Henry, 2000; Houghton, 2004; IPCC, 2001, 2007; Leiserowitz, 2003, 2006; Spencer, 2008; UNDP, 2007; Walker & King, 2008)에 기초하여 기후변화의 주요 과학 지식 및 쟁점을 추출하였으며, 일상생활에서의 실천과 사회 활동에의 참여를 묻는 항목을 개발하기 위해 매체에서 대중에게 요구하는 행동지침이나 기후변화와 관련된 사회 실행을 조사하였다.

이렇게 개발된 194개의 설문문항 중 과학적 개념과 관련이 깊은 문항에 대하여 기후변화 관련 연구를 수행 중인 환경교육 및 대기과학 전문가 3인에게 내용 타당성을 검증 받았다. 또한, 과학교사 및 과학교육, 환경교육 전문가 13인의 문항에 대한 중요도 평가 및 검토를 통해 각 지표를 가장 잘 대표하는 설문문항들을 선정하였다. 중요도 평가의 경우, 각 문항이 얼마

나 지표를 잘 대표하고 있는지, 과학문화소양에 관한 유용한 정보를 제공해줄 수 있는지 등을 바탕으로 '0, 1, 2, 3'으로 평가하여 그 평균값이 2.5 이상인 문항들을 선별하였다. 또한, 서울시 소재 중학교 3학년 한 학급을 대상으로 설문시간과 조사방법의 적절성, 문장 해석의 난이도 등에 대한 자문을 구하여 안면타당도를 검토하였고, 최종 75개의 설문문항으로 구성된 설문지를 개발하였다.

## 2) 개발된 지표체계와 설문지의 통계적 검증

문헌 연구 및 전문가 검토를 토대로 개발된 지표체계와 설문지의 통계적 타당성을 검토하기 위하여 서울시 소재 중학교 3학년 학생들을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 먼저 1학급을 대상으로 예비조사를 실시하여 문항의 반응 편포를 살펴본 후, 5개 중학교 26학급을 대상으로 본 조사를 실시하였다. 설문조사는 2009년 5월에 실시되었으며, 설문응답시간은 약 20분이 소요되었다. 설문에 응하지 않거나 불성실하게 응답한 학생을 제외하고 777명의 학생 응답에 대하여 다음과 같이 코딩한 후, 통계적 분석을 실시하였다.

5단계 리커트 척도로 응답한 문항은 0점에서 4점으로 코딩하였으며, 실행 경험의 유무를 묻는 문항은 경험이 있으면 1점, 없으면 0점으로 코딩하였다. 또한, 중범주 '이해'에서 관련 내용지식을 묻는 문항은 정답이면 1점, 오답이면 0점을 부여하였으며, SSI 대응에 관한 정보의 인지 정도를 3단계 리커트 척도로 응답한 문항은 0점에서 2점으로 코딩하였다. SSI의 본성적 측면에 대해 묻는 문항의 경우 현대적 입장에 1점, 고전적 입장에 0점으로 코딩하였다. 이와 같은 코딩 방식은 과학문화지표 개인 차원에 관한 선행연구(정민경, 2008)와 교육계열 전문가의 검토 의견을 바탕으로 결정되었다. 이렇게 코딩된 데이터에 대하여 SPSS 15.0과 AMOS 7.0 프로그램을 이용하여 신뢰도분석과 요인분석 및 상관분석을 실시하였고, 문항의 내적 일관성과 지표체계의 구인타당도를 검토하였다.

## IV. SSI에 대한 과학문화지표체계의 개발

문헌 연구를 바탕으로 본 연구에서는 'SSI에 대한 과학문화소양(science culture literacy about socio-scientific issue: SCL about SSI)'을 '다양한 측면에서 SSI를 바라보고, 이를 통해 합리적인 의사결정

을 하며, 관련된 문제에 현명하게 대처해나가는 생활양식'이라 정의하였다. 보다 구체적으로, 'SSI에 대해 과학문화소양이 있는 개인'은 다음과 같은 특징을 지닌 것으로 정의하였다.

첫째, SSI 자체에 관한 관심뿐 아니라, 이에 대한 개인과 사회의 대응에 관해 관심을 갖는다. 둘째, 관련된 문제의 심각성을 인식하고, 개인과 사회가 어떻게 대응하는 것이 바람직한지에 대한 가치판단을 한다. 셋째, SSI가 갖는 과학적·사회적·실천적 특성을 이해한다. 넷째, SSI와 관련된 내용 지식 및 정보를 습득한다. 다섯째, 문제해결을 위해 생활 실천을 하며 사람들과 의사소통하고 사회활동에 참여한다.

이러한 'SSI에 대한 과학문화소양'의 개념을 바탕으로 개발된 'SSI에 대한 과학문화지표(Science Culture Indicators for socio-scientific issue: SCI for SSI)'는 기존의 과학문화지표(송진웅 등, 2008)에서와 같이 '대범주 → 중범주 → 소범주 → 지표 → 항목'의 체계적 위계구조를 갖는다. 이에 따라, 개인의 과학문화소양을 잠재적 소양과 실행적 소양으로 구분하며, 대범주 '잠재'는 중범주 '관심', '의견', '이해'로, 대범주 '실행'은 중범주 '학습', '실천'으로 나뉜다. 각 중범주는 다시 2~3개의 소범주로, 각 소범주는 SSI에 대한 과학문화소양의 기본 구성요소가 되는 여러 개의 지표로 이루어진다. 또한, 지표는 개인에게 투입될 수 있는 수준의 구체적인 설문항목으로 구성된다. 본 연구에서 개발한 지표체계는 2개의 대범주, 5개의 중범주, 12개의 소범주, 36개의 지표로 구성되었다.

### 1. 잠재적 측면

잠재적 측면에서 SSI에 대해 과학문화소양을 갖춘 개인은 SSI 자체뿐 아니라 이에 대한 개인과 사회의 대응에 관하여 관심을 가지고, 가치판단을 통해 의견을 형성하며, 내용 지식 및 관련 사실을 이해하고 있다고 보았다. 이에 따라, 대범주 '잠재'는 중범주 '관심', '의견', '이해'로 구성되었으며, 각 중범주는 소범주 및 지표로 나뉘어졌다. 이 때, 중범주인 SSI에 대한 '관심', '의견', '이해'는 SSI자체(SSI의 내용이 무엇인지), 그리고 SSI에 대한 대응(다양한 분야에서 SSI에 어떻게 대처해 나가는지)으로 나뉘어 지표가 구성되었다(그림1 참고).

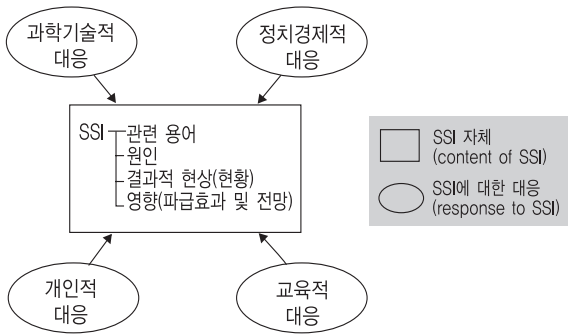


그림 1 SSI에 대한 과학문화지표 잠재적 측면 중범주의 구성

중범주 ‘관심’은 SSI의 주요 내용이 무엇인지, 개인과 사회가 SSI에 어떻게 대응해나가는지에 대하여 주의를 기울이는 정도를 의미한다. ‘관심’의 첫 번째 소범주는 문제가 발생하게 된 원인은 무엇이고 그 결과 현재 어떤 상황이 발생하고 있으며, 앞으로 그 파급효과가 어떻게 될지에 대하여 주의를 기울이는 정도를 조사하는 지표로 구성된다. 두 번째 소범주는 SSI에 대응하여 이루어지는 과학기술적 연구개발 및 정치경제적 동향, 그리고 개인의 실행에 주의를 기울이는 정도를 조사하는 지표로 구성된다.

중범주 ‘의견’은 SSI에 관한 과학지식주장 및 문제의 심각성을 평가하고, 윤리적 고려를 토대로 문제를 해결하기 위한 다양한 집단에서의 대응에 대하여 가치 판단하는 것을 의미한다. 이에 따라, 첫 번째 소범주는 SSI가 발생하게 된 원인과 그 결과 및 영향이 얼마나 심각한지에 대하여 평가하는 지표로 구성된다. 두 번째 소범주는 윤리적 측면에 대한 고려를 토대로 개인과 과학기술계, 정치경제계, 교육계에서 문제를 해결하고자 대처하는 방식에 대하여 가치 판단하는 지표로 구성된다.

중범주 ‘이해’는 SSI가 갖는 과학적·사회적·실천적 특성에 대하여 인지하는 것을 의미한다. 첫 번째 소범주인 ‘SSI의 과학성’은 관련 용어, 문제가 발생한 원인, 현재 상황과 그로 인한 영향에 대하여 얼마나 알고 있는지를 조사하는 지표로 구성된다. 두 번째 소범주인 ‘SSI의 사회성’은 인간 활동의 산출물로서 SSI에 관한 과학의 본성적 측면을 어떻게 인지하는지에 대하여 조사하는 지표로 구성된다. 특히, SSI이기 때문에 더욱 부각되는 과학-기술-사회-환경(STSE) 간의 상호관련성, 과학지식이 확립되는 방식, 과학에서의 불

확실성 또는 과학지식의 한계와 같은 본성적 측면에 대한 이해를 조사하게 된다. 세 번째 소범주인 ‘SSI의 실천성’은 현재 SSI에 대응하여 일어나는 과학기술적 연구개발 및 정치경제적 동향에 대해 얼마나 알고 있는지, 그리고 개인의 실행과 관련된 리소스에 대해 얼마나 알고 있는지를 조사하는 지표로 구성된다.

표 2 SSI에 대한 과학문화지표의 잠재적 측면 (기후변화의 경우)

중범주	소범주	지표
관심	SSI 자체	(기후변화의) 원인에 대한 관심
		(기후변화의) 현황에 대한 관심
	SSI에 대한 대응	(기후변화의) 영향에 대한 관심 과학기술적 연구개발에 대한 관심 정치경제적 동향에 대한 관심 개인의 실행에 대한 관심
의견	SSI 자체	(기후변화의) 원인에 대한 의견 (기후변화의) 현황에 대한 의견 (기후변화의) 영향에 대한 의견
		SSI에 대한 대응
	이해	SSI의 과학성
SSI의 사회성		STSE 간의 상호관련성에 대한 이해 과학에서의 불확실성에 대한 이해 과학지식이 확립되는 방식에 대한 이해
SSI의 실천성		과학기술적 연구개발에 대한 이해 정치경제적 동향에 대한 이해 개인의 실행 리소스에 대한 이해

## 2. 실행적 측면

실행적 측면에서 SSI에 대해 과학문화소양을 갖춘 개인은 SSI와 관련된 내용 지식 및 정보를 습득하고, 문제해결을 위해 생활 실천을 하며, 더 나아가 SSI에 관한 커뮤니케이션 및 사회 활동에 참여하고 있다고

보았다. 이에 따라, 대범주 ‘실행’은 기존의 과학문화 지표와 달리 ‘학습’과 ‘실천’이라는 두 중범주로 구성되었다. 기존의 과학문화지표는 과학문화 전반에 대하여 조망할 수 있는 지표 체계로서, 사회를 통해 ‘학습’하고 개인의 일상생활에 ‘적용’하며, 더 나아가 사회활동에 ‘참여’하는 개념적 모형을 기반으로 실행적 측면이 구성되었다. 그러나 특정 SSI에 대한 개인의 과학문화소양을 살펴보고자 할 때에는 이러한 개념적 모형이 적합하지 않다. 왜냐하면 SSI와 관련된 경우 이에 대한 대응이 매우 중요한 요소이기 때문에, 학습할 때부터 이미 일상생활에서 SSI에 어떻게 대처할 것인지를 적용된 형태로 접하게 된다. 뿐만 아니라, 일상생활에서 SSI에 대응하여 행하는 개인적 행위가 SSI의 사회적 본성으로 인해 사회와 밀접하게 연결된다. 따라서 SSI에 대한 과학문화지표에서는 과학지식을 개인적 삶에 ‘적용’하는 중범주의 구성이 타당하지 못하다. SSI에 대응하여 개인이 일상에서 생활습관으로 행하는 것을 일종의 ‘실천’으로 볼 수 있으며, 사람들과 SSI에 대해 논의하고 문제를 해결하기 위해 사회활동에 참여하는 것 또한 보다 적극적인 의미의 ‘실천’으로 볼 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 기존의 과학문화지표와 다르게 대범주 ‘실행’의 중범주를 ‘학습’과 ‘실천’으로 구성하였고(표3 참고), 개인이 실제로 행하는 생활양식을 기준으로 지표를 구성하였다.

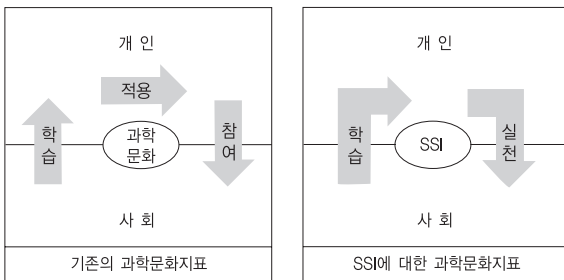


그림 2 과학문화지표의 실행적 측면 비교

중범주 ‘학습’은 학교 교육이나 매체를 통하여 SSI와 관련된 내용 지식을 습득하며 현재 개인과 사회가 어떻게 SSI에 대처해나가는지에 관하여 정보를 얻는 활동을 의미한다. 이에 따라, 첫 번째 소범주는 SSI가 발생하게 된 원인과 결과 및 그로 인한 영향과 같은 내용 지식을 습득하는 활동을 조사하는 지표로 구성된다. 개인이 실행하는 학습활동은 문제의 원인과 결과 및 영향으로 분리되어 실행되기 보다는 통합적으로

로 이루어지기 때문에 잠재적 측면에서와 달리 내용 지식을 습득하는 채널인 정규 학교 학습과 매체를 통한 비형식 학습으로 지표를 구성하였다. 두 번째 소범주의 지표는 SSI에 대응한 과학기술적 연구개발 및 정치경제적 동향에 관하여 정보를 습득하는 것과 개인적으로 실천할 수 있는 방안에 관해 학습하는 활동을 조사하는 것으로 구성된다. SSI 자체에 관한 학습과 달리 실제 생활양식에서 각각의 영역이 통합적으로 일어난다고 보기 힘들기 때문에, 잠재적 측면의 구성(그림 1)을 그대로 적용하였다.

중범주 ‘실천’은 일상생활 속에서 문제해결을 위해 행동하고, SSI와 관련된 과학 현상을 설명하거나 논의에서 자신의 의견을 적극적으로 개진하며 사회활동에 참여하는 것을 의미한다. 이에 따라, 첫 번째 소범주인 ‘개인적 행위’는 SSI에 대응하여 개인적으로 일상생활 속에서 얼마나 행동으로 실천을 하고 있는지를 조사하는 지표로 구성된다. 두 번째 소범주인 ‘커뮤니케이션’의 지표는 SSI와 관련된 내용을 누군가에게 가르쳐주거나 소개해준 적이 있는지, 그리고 SSI에 관하여 사람들과 서로 의견을 내어 토의한 적이 있는지를 조사하는 것이다. 세 번째 소범주인 ‘사회참여적 행위’는 SSI와 관련된 행사나 민간단체활동에 참여한 적이 있는지, 캠페인이나 집회 및 서명운동에 동참한 적이 있는지를 조사하는 지표로 구성된다. 이와 같이 중범주 ‘실천’의 소범주들은 ‘개인적 행위 → 커뮤니케이션 → 사회참여적 행위’로 보다 적극적이고 심화되는 개인의 실천 단계가 반영된 것이다.

표 3 SSI에 대한 과학문화지표의 실행적 측면 (기후변화의 경우)

중범주	소범주	지표
학습	SSI 자체	정규 학교 학습
		매체를 통한 비형식 학습
	SSI에 대한 대응	과학기술적 연구개발에 대한 학습 정치경제적 동향에 대한 학습 개인적 실천방안에 대한 학습
실천	개인적 행위	일상생활 속 생활습관으로의 실천 (기후변화에 대한) 과학적 설명
	커뮤니케이션	(기후변화에 대한) 논의활동
	사회참여적 행위	행사에 참여 캠페인 · 집회 · 서명운동에 참여 민간단체활동에 참여

## V. SSI(기후변화)에 대한 과학문화지표의 타당화

### 1. 기후변화 이슈에 대한 설문지 개발

SSI에 대한 과학문화지표체계의 통계적 타당화를 검토하기 위해 개발한 설문지의 내용을 각 중범주별로 일부 소개하면 표 4와 같다. 중범주 '관심'과 '의견'은 리커트 5점 척도(전혀 동의하지 않음 - 별로 동의하지 않음 - 그저 그러함 - 대체로 동의함 - 매우 동의함), 중범주 '이해'는 O, X 척도(맞다 - 틀리다)와 리커트 3점 척도(전혀 몰랐다 - 들어는 봤다 - 잘 알고 있다)의 응답형식을 갖는다. 또한, 중범주 '학습'은 O, X 척도(있음 - 없음), 중범주 '실천'은 O, X 척도(있음 - 없음)와 리커트 5점 척도(전혀 하지 않음 - 거의 하지 않음 - 가끔 함 - 자주 함 - 항상 함)의 응답형식을 갖는다.

### 2. 개발된 지표체계와 설문지의 통계적 검증

SSI(기후변화)에 대한 과학문화지표의 신뢰성과 타당성을 검토하기 위하여 신뢰도분석과 요인분석 및 상관분석을 실시하여 문항 내적일치도와 구인타당도를 검토하였다. 이 과정에서 지표체계와 설문항목 일부가 수정·보완되었다.

#### 1) 신뢰도

측정도구의 신뢰도를 검토하기 위하여 문항 내적일

치도를 분석한 결과, 측정도구 전체의 Cronbach의  $\alpha$  값이 .895로 나타났으며, 중범주별로 '관심' .875, '의견' .833, '이해' .674, '학습' .738, '실천' .643으로 신뢰도가 대체로 양호한 것으로 나타났다. 신뢰도를 좀 더 보완하기 위하여 Cronbach의  $\alpha$  값을 낮추는 문항을 선별하여 이에 대한 내용 검토 후 일부 문항을 제거하였다. 구인타당도의 검토과정에서 일부 문항이 추가로 제거되어, 최종적으로 수정·보완된 측정도구의 신뢰도는 비교적 양호한 것으로 검증되었다(표 5 참고). 이때, 중범주 '이해'와 '실천'의 신뢰도가 상대적으로 낮은 이유는 문항의 구성상 관련 내용에 관한 '이해' 문항들의 난이도가 동등하지 않으며, 기후변화 대응에 관한 '실천' 문항들이 점진적으로 보다 적극적이고 심화되는 실행경험을 묻고 있기 때문이다.

#### 2) 구인타당도

SSI에 대한 과학문화지표는 다차원 모형이므로 한번에 전체 모형의 적합도를 평가하기가 어렵다. 따라서 중범주별로 탐색적 요인분석 또는 확인적 요인분석을 실시하여 구인타당도를 검토한 후, 전체 모형에 대한 적합도를 평가하였다. 이 과정에서 요인을 형성하지 못하거나 여러 요인이 혼재되어 있는 문항을 선별하여 제거하였다. 또한, 응답결과에 대한 전체 평균 점수와 각 중범주 간의 상관분석을 실시하여 구인을 잘 형성하고 있는지를 살펴보았다.

중범주별 요인분석 결과는 지면의 부족으로 각 대

표 4  
기후변화에 관한 설문지의 설문항목 (일부 예시)

중범주	설문항목
관심	· 현재 지구의 기온 상승이나 해수면 상승이 어느 정도 진행되고 있는지 궁금하다. · 기후변화 문제를 해결하기 위해 어떤 과학연구나 기술개발이 이루어지고 있는지에 관심이 있다.
의견	· 기후변화는 인류에게 심각한 위협이 될 것이다. · 후손들에게 온전한 지구를 물려주기 위해 나는 기후변화 문제를 해결하는 데 동참할 것이다.
이해	· 성층권에 있는 오존층의 파괴는 기후변화를 일으키는 주요 원인이다. · 기후변화에 대한 과학자들 간의 입장이 다양하게 존재할 수 있고, 따라서 논쟁이 있을 수 있다. · 기후변화협약의 구체적 이행방안으로, 교토의정서는 2008년부터 5년 동안 선진국들의 온실가스 배출량 감축을 주요 목표로 하고 있다.
학습	· 기후변화와 관련된 내용을 인터넷에서 검색하여 정보를 얻은 적이 있다. · 이상기후현상에 대비하여 개인이 할 수 있는 일에 대해 배웠거나 관련정보를 찾아본 적이 있다.
실천	· 생활 속에서 환경을 생각하여 또는 기후변화를 완화하기 위하여 가까운 거리는 걷거나 자전거를 이용한다. · 기후변화 문제에 현명하게 대처해나가기 위한 방안에 대하여 사람들과 논의한 적이 있다. · 기후변화와 관련된 행사(저탄소 녹색행사, 기후변화박람회 등)나 교육프로그램(녹색성장 과학교실, 환경캠프 등)에 참여한 적이 있다.



표 5  
중범주별 문항 내적일치도

	1차(설문조사 후)		2차(신뢰도분석 후)		3차(요인분석 후)	
	Cronbach's $\alpha$	문항수	Cronbach's $\alpha$	문항수	Cronbach's $\alpha$	문항수
관심	.875	7	.875	7	.875	7
의견	.833	16	.869	15	.875	12
이해	.674	23	.699	22	.623	18
학습	.738	11	.738	11	.759	10
실천	.643	18	.643	18	.624	16
Total	.895	75	.903	73	.900	63

표 6  
중범주 '관심'의 확인적 요인분석모형 적합도(N=777)

모형	$\chi^2$	df	CFI	TLI	RMSEA
1요인 모형	214.082	13	.923	.875	.141
2요인 모형	97.548	12	.967	.942	.096
3요인 모형	56.976	10	.982	.962	.078

CFI(Comparative Fit Index): .90이상이면 좋은 적합도

TLI(Turker-Lewis Index): .90이상이면 좋은 적합도

RMSEA(Root Mean Square Error of Approximation): .08이하이면 좋은 적합도

범주 '잠재'와 '실행'의 첫 번째 중범주인 '관심'과 '학습'에 대한 결과만 제시한 후, 전체 모형에 대한 확인적 요인분석 결과를 제시하였다. 먼저, 중범주 '관심'은 Kaiser-Meyer-Olkin(KMO)의 표본 적절성 측정치가 0.871로 나타나 표본의 상관이 요인분석하기에 적합하였으며, Bartlett의 구형성 검증 결과  $\chi^2=2612$ ,  $p<.01$ 으로 변수 간 상관이 0이라는 영가설을 기각하여 변수 간 상관이 유의미하였다. 이에 따라, 중범주 '관심'에 대하여 주성분분석법으로 요인을 추출하고 사교 회전함으로써 일련의 탐색적 요인분석을 실시하였다. 사회과학에서 다루는 대부분의 현상은 추출된 요인들의 상관을 0으로 가정하는 데 무리가 따르기 때문에 사교 회전하는 것이 바람직하므로(김주환 등, 2009; 김연형 & 김재훈, 2006; 이순묵, 2000), 본 연구에서는 원칙적으로 사교회전을 하되 직교회전 결과와 비교하여 요인의 구조를 확인하였다. 그리고 그 요인의 구조가 동등하게 도출된 경우에는 직교회전의 결과로 요인의 구조를 해석하는 현실적인 접근(이순묵, 2000)을 택하였다. 탐색적 요인분석 결과 고유치가 1이상인 요인이 하나 추출되었으며, 연구자가 설정한 2요인 모형과 비교하기 위하여 2요인 모형을 전후하여 3개 정도의 요인 모델을 설정

하고 이를 분석하였다. SPSS를 이용한 탐색적 요인분석으로 도출된 각 요인모델에서의 요인구조를 토대로 구조방정식 모형을 이용한 확인적 요인분석을 실시하여 모형 적합도를 살펴본 결과는 표 6과 같다.

본 연구에서는 표본 크기가 777명으로 상당히 큰 편이기 때문에 표본 크기에 민감한  $\chi^2$  검증에 전적으로 의존하여 모형을 평가하지 않고, 적합도 지수를 이용하여 모형을 평가하였다. 특히, 표본 크기에 민감하지 않고 모형의 간명성을 고려하며 적합도 평가 지수의 기준이 확립된 RMSEA, TLI, CFI를 통해 모형의 적합도를 평가하였다(김주환 등, 2009). 적합도 해석 기준은 RMSEA의 경우 .06이하이면 매우 좋은 것으로, .06~.08사이이면 좋은 적합도로 해석하며(Hu & Bentler, 1999), CFI와 TLI의 경우 .90이상이면 좋은 적합도로 해석한다(Bentler, 1990; Tucker & Lewis, 1973). 이에 따라, 3요인 모형이 가장 적합한 모형임을 확인하였고, 각 요인을 'SSI 자체에 대한 관심', '사회적 대응에 대한 관심', '개인적 대응에 대한 관심'으로 명명하였다(부록 참고).

중범주 '학습'은 0과 1로 코딩된 데이터이므로 정규분포성 가정이 성립되지 못해 구조방정식 모형을 통한 확인적 요인분석이 불가능하였다. 그러나 KMO

의 표본 적절성 측정치가 0.848이며, Bartlett의 구형성 검증치가  $\chi^2=1269$ ,  $p<.01$ 으로 표본의 상관성이 요인분석하기에 적합하여 주성분분석법으로 요인을 추출하고 사교 회전함으로써 탐색적 요인분석을 실시하였다. 사교회전 했을 때의 요인구조가 직교회전 했을 때의 요인구조와 동등하게 도출되어 직교회전의 결과로 요인의 구조를 해석하는 현실적인 접근방법(이순목, 2000)을 택하였다. 본 논문에서는 직교회전(varimax 회전)의 결과만 표로 제시하였으며, 각 요인에 대한 고유치와 설명변량, 누적설명변량을 함께 제시하였다(표 7 참고). 중범주 '학습'은 요인분석 결과 세 가지 소범주 즉, 'SSI 자체에 대한 학습', '사회적 대응에 대한 학습', '개인적 대응에 대한 학습'으로 구성되었으며, 각 설문문항은 하나의 요인에 대해서만 0.5 이상의 요인부하량을 나타내 해당 요인의 관찰변수로 적합한 것으로 밝혀졌다.

중범주별 요인분석 후, 본 연구에서 이론적으로 설정한 모형 전체에 대하여 구조방정식 모형을 이용하여 상위 수준에서 제한적으로나마 확인적 요인분석을 실시하였다(그림 3 참고). 이때, 정규분포성 가정이 성립될 수 있는 리커트 5점 척도로 응답한 '관심', '의견' 중범주에 대해서는 다차원으로 모형을 설정하였다. 확인적 요인분석 결과, CFI는 .964, TLI는 .941로 좋은 모형이라 판단할 수 있는 .90이상의 적합도 지수 값을 나타냈으며, RMSEA 또한 .07로 .08보다 작아 적합도 지수가 양호한 것으로 나타났다. 그림 3에 제시된

수치들은 상위 잠재변인에 대한 각 하위요인들의 영향력을 나타내는 표준화된 회귀가중치(standardized regression weights)를 의미하며, 모두 유의수준 .001에서 통계적으로 유의미하게 나타났다.

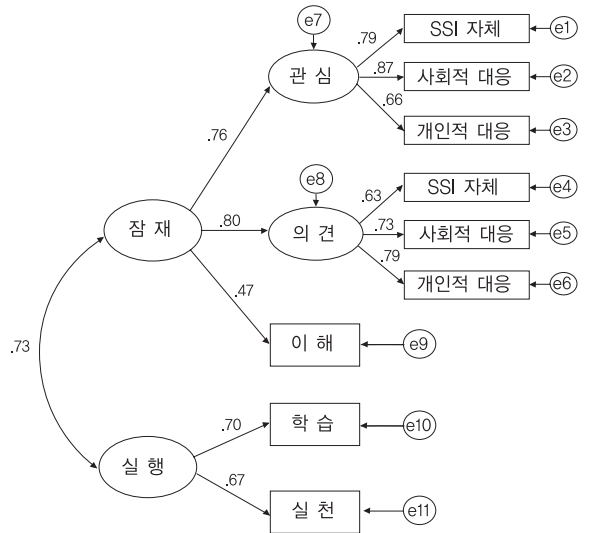


그림 3 전체 모형에 대한 확인적 요인분석 결과 ( $\chi^2=106.65$ ,  $df=22$ ; CFI=.964; TLI=.941; RMSEA=.070)

한편, 백순근과 임현수(2006)에 따르면 요인분석 외에도 다음과 같은 범주 간 상관분석 및 전체 평균점수와의 상관분석을 통해 구인타당도를 검증할 수 있다. 각 중범주 간의 상관계수가 표 8과 같이 .246에서 .484까지 통계적으로 유의미한 값을 가지는 것( $p<.01$ )

표 7 중범주 '학습'의 탐색적 요인분석 결과

소범주	문항번호(지표)	요인1	요인2	요인3	공통성
SSI 자체	학습1(정규)	-.298	.622	.108	.488
	학습2(비형식)	.197	.618	.134	.439
	학습3(비형식)	.274	.657	.109	.519
	학습4(비형식)	.373	.557	.036	.450
사회적 대응	학습5(S&T)	.603	.203	.296	.492
	학습6(S&T)	.608	.233	.247	.485
	학습7(정치경제)	.728	.081	.036	.537
	학습8(정치경제)	.645	.042	.164	.445
개인적 대응	학습9(개인)	.273	.132	.764	.676
	학습10(개인)	.126	.134	.845	.748
	고유치	2.11	1.65	1.52	
	설명변량(%)	21.11	16.50	15.17	
	누적변량(%)	21.11	37.61	52.78	

표 8  
SSI에 대한 과학문화지표의 중범주 간 상관계수

	관심	의견	이해	학습	실천
관심					
의견	.484**				
이해	.246**	.329**			
학습	.349**	.292**	.342**		
실천	.352**	.280**	.279**	.467**	
전체평균	.677**	.611**	.535**	.832**	.707**

(유의확률 : \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ )

은 각 중범주들이 유기적인 관계를 이루어 SSI(기후변화)에 대한 과학문화소양이라는 하나의 구인을 형성하고 있다는 것을 의미한다. 또한, 각 중범주와 전체 평균점수 사이의 상관인 .535에서 .832까지의 값으로 중범주 간 상관에 비해 높은 정적 상관을 나타내고 있다. 이와 같이, 중범주 간 상관은 그리 높지 않으나 중범주와 전체 평균 사이의 상관은 높은 값을 가지는 것은 중범주 간에 변별성이 있지만 전체적으로는 SSI(기후변화)에 대한 과학문화소양이라는 단일차원을 구성하고 있다는 것을 입증한다고 볼 수 있다.

## VI. 결론 및 제언

본 연구의 목적은 전 세계적으로 관심의 초점이 되고 있는 기후변화를 중심으로 과학관련 사회적 이슈(socio-scientific issue : SSI)에 대한 과학문화지표를 개발하고, 그것의 타당성 및 신뢰성을 검토하는 것이다. 이는 SSI에 대한 개인의 과학문화소양을 보다 다각적이고 총체적으로 살펴볼 수 있는 지표 체계라는 점에서 의의가 있다. 본 연구에서 문헌연구를 바탕으로 정의한 ‘SSI에 대한 과학문화소양’은 ‘다양한 측면에서 SSI를 바라보고, 이를 통해 합리적인 의사결정을 하며, 관련된 문제에 현명하게 대처해나가는 생활양식’을 의미한다. 보다 체계적인 접근을 위하여 정의한 SSI에 대한 과학문화소양의 5가지 요소는 다음과 같다. 첫째, SSI 자체에 관한 관심뿐 아니라, 이에 대한 개인과 사회의 대응에 관해 관심을 갖는다. 둘째, 관련된 문제의 심각성을 인식하고, 개인과 사회가 어떻게 대응하는 것이 바람직한지에 대한 가치판단을 한다. 셋째, SSI가 갖는 과학적·사회적·실천적 특성을 이해한다. 넷째, SSI와 관련된 내용 지식 및 정보를 습득한다. 다섯째, 문제해결을 위해 생활 실천을 하며 사람

들과 의사소통하고 사회활동에 참여한다.

이에 따라, 개인의 SSI에 대한 과학문화소양을 잠재적 소양과 실행적 소양으로 구분하고, 대범주 ‘잠재’를 중범주 ‘관심’, ‘의견’, ‘이해’로, 대범주 ‘실행’을 중범주 ‘학습’과 ‘실천’으로 나누어 구성하였다. 각 중범주는 다시 여러 개의 소범주와 지표 및 설문항목으로 구성되는 위계구조를 가지며, 설문항목은 기후변화 이슈에 대한 내용으로 개발되었다. 이러한 체계의 특성은 후속 연구에 의해 주요 범주 간의 관계 분석을 가능하게 해주며, SSI에 대한 과학문화소양의 순환적 관계를 발견하고 개인의 적극적인 실행에 크게 영향을 미치는 요인을 발견할 수 있는 가능성을 제공할 수 있다.

개발된 지표체계 및 설문지의 타당성과 신뢰성을 검토하기 위하여 과학교육, 환경교육, 대기과학 전문가들의 검토를 거쳤으며, 중학생 777명의 응답을 바탕으로 문항 내적일치도와 구인타당도를 검토하였다. 그 결과, 지표체계와 설문지의 일부가 수정·보완되었으며, 신뢰도와 타당도가 비교적 양호한 것으로 검증되었다. 보다 구체적으로 수정된 측정도구 전체의 Cronbach의 알파 계수가 .900으로 나타났으며, 중범주별 신뢰도 계수 또한 .623에서 .875까지의 값을 나타내어 통계적으로 유의미함이 밝혀졌다. 구인타당도의 경우, 중범주별 요인분석 결과와 모형 전체의 적합도가 비교적 양호한 것으로 나타났으며, 응답결과에 대한 전체 평균점수와 5개의 중범주 간 상관인 모두 통계적으로 유의미한 것( $p < .01$ )으로 나타났다. 본 연구에서 기후변화를 중심으로 개발한 SSI에 대한 과학문화지표는 최종적으로 2개의 대범주, 5개의 중범주, 15개의 소범주, 34개의 지표, 63개의 설문항목으로 구성되었다(부록 참고).

본 연구에서 개발한 SSI에 대한 과학문화지표는 전

문가 검토 및 통계적 검토 결과 기후변화에 대한 개인의 과학문화소양을 살펴볼 수 있는 유용한 지표 체계임이 밝혀졌다. 특히, 통계적 분석이 가능하기 때문에 기후변화 이슈에 대하여 과학교사, 정책결정자, 기업가, 환경운동가와 같은 특정 집단의 과학문화소양을 살펴보거나 집단 간의 차이를 비교하고자 할 경우 유용하게 이용될 수 있다. 이러한 경험적 데이터의 수집은 기후변화와 관련된 국가의 정책 수립 및 교육프로그램의 개발에 구체적인 시사점을 제공해줄 수 있을 것이다. 또한, 향후 다양한 SSI 주제에 관한 대중의 인식을 조사함에 있어 종합적인 자료를 효율적으로 축적하고 분석할 수 있는 틀로 이용될 수 있을 것이다.

## 국문 요약

현재 행해지는 과학관련 사회적 이슈(socio-scientific issue: SSI)에 대한 대중의 인식 조사는 대개 현상의 위험성 인식 및 정책 선호도와 같은 일부 영역에 한정되어 있다. 이에 본 연구에서는 특정 SSI에 대한 대중의 과학문화소양을 보다 다각적이고 총체적으로 살펴볼 수 있는 지표체계를 개발하고자 하였다. 이를 위해 연구자들은 최근 세계적으로 관심의 초점이 되고 있는 기후변화를 특정 SSI로 선정하였으며, 이 이슈를 중심으로 새로운 지표체계 및 설문지를 개발하였다. 먼저, 문헌연구를 바탕으로 'SSI에 대한 과학문화소양'을 '다양한 측면에서 SSI를 바라보고, 이를 통해 합리적인 의사결정을 하며, 관련된 문제에 현명하게 대처해나가는 생활양식'이라 정의하였다. 보다 체계적인 접근을 위하여 개인의 과학문화소양을 잠재적 소양과 실행적 소양으로 구분하였으며, 대범주 '잠재'는 중범주 '관심', '의견', '이해'로, 대범주 '실행'은 중범주 '학습', '실천'으로 나누어 지표 및 설문항목을 구성하였다. 개발 과정에서 과학교육, 환경교육, 대기과학 전문가의 검토를 거쳤으며, 중학생 777명의 응답을 바탕으로 신뢰도분석과 요인분석 및 상관분석을 실시하여 통계적 타당성을 검토하였다. 그 결과, 지표체계와 설문지의 일부가 수정·보완되었으며, 수정된 지표체계는 2개의 대범주, 5개의 중범주, 15개의 소범주, 34개의 지표, 63개의 설문항목으로 구성되었다. 이는 신뢰도와 타당도가 비교적 양호한 것으로 검증되었다. 본 연구에서 개발된 지표체계는 향후 다양한 SSI 주제에 관한 대중의 인식을 조사

함에 있어 종합적인 자료를 효율적으로 축적하고 분석할 수 있는 틀로 이용될 수 있을 것이다.

## 참고 문헌

- 교보생명교육문화재단(2008a). 기후변화시대, 교육은 어떻게 할 것인가? 서울: 교보생명교육문화재단.
- 교보생명교육문화재단(2008b). 지구온난화기이드북. 서울: 교보생명교육문화재단.
- 김세미, 문공주, 김성원(2007). 과학문화지표체계 개발 및 적용: 중등교사를 대상으로. 한국과학교육학회지, 27(9), 796-808.
- 김연진(2009). 과학문화 지수개발과 적용을 통한 중·고등학생의 과학문화소양 조사. 이화여자대학교 석사학위논문.
- 김연형, 김재훈(2006). SPSS와 사회과학 자료분석. 서울: 교우사.
- 김주환, 김민규, 홍세희(2009). 구조방정식모형으로 논문쓰기. 서울: 커뮤니케이션북스.
- 백순근, 임현수(2006). 중학교 교사용 실천지능검사의 개발 및 타당화. 교육평가연구, 19(1), 223-240.
- 서울특별시, 서울특별시교육청(2009). 기후변화와 C40정상회의. 서울: 서울특별시, 서울특별시 교육청.
- 송진웅, 최재혁, 김희경, 정민경, 임진영, 조숙경(2008). 국가 수준의 과학문화 실태 진단을 위한 지표체계 개발. 한국과학교육학회지, 28(4), 316-330.
- 이순목(2000). 요인분석의 기초. 서울: 교육과학사.
- 이현주(2008). 과학과 관련된 사회적·윤리적 문제에 대한 예비 과학교사들의 의사결정유형. 교과교육학연구, 12(2), 377-395.
- 정민경(2008). 과학문화지표(SCI)를 통한 서울시 중학생의 과학문화소양 실태조사. 서울대학교 석사학위논문.
- 한국과학창의재단(2006). 과학기술 분야 국민이해도 조사 보고서 2006. 서울: 한국과학창의재단.
- 한국과학창의재단(2008). 과학기술 분야 국민이해도 조사 보고서 2008. 서울: 한국과학창의재단.
- 환경부(2007). 환경부, 기후변화 관련 국민인식조사 결과 발표. 보도자료.
- 환경부(2008). 환경부, 기후변화 대응 지자체·산업계 등 인식조사 발표. 보도자료.
- Albe, V.(2008a). Students' positions and

considerations of scientific evidence about a controversial socioscientific issue. *Science & Education*, 17(8-9), 805-827.

Albe, V.(2008b). When scientific knowledge, daily life experience, epistemological and social considerations intersect: Students' argumentation in group discussions on a socio-scientific issue. *Research in Science Education*, 38(1), 67-90.

Bentler, P. M.(1990). Comparative fit indexes in structural models. *Psychological Bulletin*, 107(2), 238-246.

Bord, R. J., O' Connor, R. E., & Fisher, A.(2000). In what sense does the public need to understanding global climate change? *Public Understanding of Science*, 9(3), 205-218.

European Commission(2006). Europeans and Biotechnology in 2005: Patterns and Trends. Special Eurobarometer 244b. EC.

European Commission(2007a). Energy Technologies: knowledge, perception, measures. Special Eurobarometer 262. EC.

European Commission(2007b). Medical and Health research. Special Eurobarometer 265. EC.

European Commission(2008). Attitudes towards radioactive waste. Special Eurobarometer 297. EC.

European Commission(2009a). Europeans' attitudes towards climate change. Special Eurobarometer 313. EC.

European Commission(2009b). Europeans' attitudes towards climate change. Special Eurobarometer 322. EC.

Fowler, S. R., Zeidler, D. L., & Sadler, T. D.(2009). Moral sensitivity in the context of socioscientific issues in high school science students. *International Journal of Science Education*, 31(2), 279-296.

Henry, A. D.(2000). Public perceptions of global warming. *Research in Human Ecology*, 7(1), 25-30.

Houghton, J. T.(2004). Global warming. C:

Cambridge University Press. 이민부, 최영은 역 (2007). 지구온난화. 서울: 한울아카데미.

Hu, L. Z. & Bentler, P. M.(1999). Cut off criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 1-55.

Intergovernmental Panel on Climate Change(2001). Climate Change 2001: Synthesis Report. IPCC.

Intergovernmental Panel on Climate Change(2007). Climate Change 2007: Synthesis Report. IPCC.

Jenkins, E. W. & Pell, R. G.(2006). The relevance of science education project(ROSE) in England: a summary of findings. Centre for studies in science and mathematics Education, University of Leeds.

Kolstø, S. D.(2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291-310.

Kolstø, S. D., Bungum, B., Arnesen, E., Isnes, A., Kristensen, T., Mathiassen, K., Mestad, I., Quale, A., Tønning, A. S. V., & Ulvik, M.(2006). Science students' critical examination of scientific information related to socioscientific issues. *Science Education*, 90(4), 632-655.

Leiserowitz, A.(2003). Global warming in the American mind: The roles of affect, imagery, and worldviews in risk perception, policy preferences and behavior. *Environmental Science, Studies and Policy*, University of Oregon.

Leiserowitz, A.(2006). Climate change risk perception and policy preferences: The role of affect, imagery, and values. *Climatic Change*, 77(1-2), 45-72.

Ministry of Science and Technology of China(2006). China Science and Technology Indicators 2004. Beijing: Scientific and

Technical Documents Publishing House.

Ministry of Science and Technology of China(2008). China Science and Technology Indicators 2006. Beijing: Scientific and Technical Documents Publishing House.

National Institute of Science and Technology Policy(2004). Science and Technology Indicators: 2004, A systematic analysis of science and technology activities in Japan. NISTEP.

National Science Board(2006). Science and Engineering Indicators 2006. Two volumes. Arlington, VA: National Science Foundation.

National Science Board(2008). Science and Engineering Indicators 2008. Two volumes. Arlington, VA: National Science Foundation.

Olausson, U.(2009). Global warming global responsibility? Media frames of collective action and scientific certainty. *Public Understanding of Science*, 18(4), 421-436.

Park, J. (2007). A study of new models for scientific inquiry activity through understanding the Nature of Science (NOS): A proposal for a synthetic view of the NOS. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 27(2), 153-167.

Sadler, T. D.(2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.

Sadler, T. D. & Zeidler, D. L.(2004). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, 88(1), 4-27.

Sadler, T. D.(2009). Socioscientific issues in

science education: labels, reasoning, and transfer. *Cultural Studies of Science Education*, 4(3), 697-703.

Simonneaux, L. & Simonneaux, J.(2009). Students' socio-scientific reasoning on controversies from the viewpoint of education for sustainable development. *Cultural Studies of Science Education*, 4(3), 657-687.

Spencer, R. W.(2008). Climate confusion: how global warming hysteria leads to bad science, pandering politicians, and misguided policies that hurt the poor. Encounter Books. 이순희 역(2008). 기후커넥션. 서울: 비아북.

Tsai, C. C. & Liu, S. Y.(2005). Developing a multi-dimensional instrument for assessing students' epistemological views toward science. *International Journal of Science Education*, 27(13), 1621- 1638.

Tucker, L. R. & Lewis, C.(1973). A reliability coefficient for maximum likelihood factor analysis. *Psychometrika*, 38(1), 1-10.

United Nations Development Programme (2007). Fighting climate change: Human solidarity in a divided world. Human Development Report 2007/2008. New York: UNDP.

Walker, G. & King, D.(2008). The hot topic: what we can do about global warming. Harvest Books. 양병찬 역(2008). 핫토픽: 기후변화, 생존과 대응전략. 서울: 조운커뮤니케이션.

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.

### 부록. 수정된 SSI(기후변화)에 대한 과학문화지표체계

대범주	중범주	소범주	지표	
개인 잠재	관심	SSI 자체	(기후변화의) 원인에 대한 관심 (기후변화의) 현황에 대한 관심 (기후변화의) 영향에 대한 관심	
		사회적 대응*	과학기술적 연구개발에 대한 관심 정치경제적 동향에 대한 관심	
		개인적 대응†	개인의 실행에 대한 관심	
	의견	SSI 자체	(기후변화의) 원인에 대한 의견 (기후변화의) 현황에 대한 의견 (기후변화의) 영향에 대한 의견	
		사회적 대응*	과학기술적 문제해결에 대한 의견 정치경제적 대응에 대한 의견	
		개인적 대응†	개인적 실천의지에 대한 의견 개인의 실행 리소스에 대한 의견	
	이해	SSI의 과학성	관련 용어에 대한 이해 (기후변화의) 원인에 대한 이해 (기후변화의) 현황에 대한 이해 (기후변화의) 영향에 대한 이해	
		SSI의 사회성	STSE 간의 상호관련성에 대한 이해 과학에서의 불확실성에 대한 이해 과학지식이 확립되는 방식에 대한 이해	
		SSI의 실천성	과학기술적 연구개발에 대한 이해 정치경제적 동향에 대한 이해 개인의 실행 리소스에 대한 이해	
	개인 실행	학습	SSI 자체	정규 학교 학습 매체를 통한 비형식 학습
			사회적 대응*	과학기술적 연구개발에 대한 학습 정치경제적 동향에 대한 학습
			개인적 대응†	개인적 실천방안에 대한 학습
실천		개인적 행위	일상생활 속 생활습관으로의 실천	
		커뮤니케이션	(기후변화에 대한) 과학적 설명 (기후변화에 대한) 논의활동	
		사회참여적 행위	행사에 참여 캠페인 · 집회 · 서명운동에 참여 민간단체활동에 참여	

\*와 †는 'SSI에 대한 대응'으로 통합된 소범주이었으나(표 2, 3 참고), 요인분석 결과 '사회적 대응'과 '개인적 대응'으로 나뉜.