

미래 사회 한국인의 과학소양에 대한 요구 분석

전승준¹, 광영순^{2*}, 고훈영³, 이영식⁴, 최성연⁵

¹고려대학교, ²한국교육과정평가원, ³인하대학교, ⁴경희대학교, ⁵동국대학교

The Needs Analysis on Science Literacy Required for Koreans in the Future Society

Seung-Joon Jeon¹, Youngsun kwak^{2*}, Hun Yeong Koh³, Young Sik Lee⁴, Sung-Youn Choi⁵

¹Korea University, ²Korea Institute for Curriculum and Evaluation, ³Inha University, ⁴Kyung Hee University, ⁵Dongguk University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 10 April 2017

Received in revised form

24 April 2017

Accepted 2 May 2017

Keywords:

science literacy, megatrend, scientific methods, science knowledge, science application, key competencies

ABSTRACT

The goal of this study is to explore categories and components of science literacy and investigate the trend in the importance of each category of science literacy required for Koreans living in a future society in 2050 through survey analyses with the public. This study, as a preliminary research, is a part of a larger project called 'developing science for all Koreans,' which investigates science literacy for all Koreans. According to the survey result, the definition of science literacy should include scientific thinking and working methods, application of science, etc. in addition to existing science knowledge. We also suggested science literacy including knowledge and competencies, as well as organization of science subjects in 2050 future school education, and analyzed trends in the importance of science literacy domains. Based on the results, we suggested the scientific method, science knowledge, and science application as domains of science literacy. Discussed in the conclusion are implications and directions for developing 'science for all Koreans' living in a future society in 2050.

1. 서론

과학소양이란 “과학에 대해 이해하고 이를 사회적 경험에 적용하는 것(Hurd, 1958: 13)”으로, 1990년대 이후 최근에 이르기까지 우리나라를 비롯한 여러 나라들에서 과학 교육의 주요 목표로 자리매김해 왔다. 다양한 미래사회 전망에서는 사회변화와 더불어 미래 학교나 미래 교육에 대한 변화를 요구하고 있다(KICE, 2012). 즉, 미래사회를 살아갈 시민들이 미래사회 변화에 적응하고 가치 있는 삶을 영위할 수 있는 소양을 기를 수 있도록 학교교육이 바뀌어야 한다고 요구하고 있다. 특히 이런 변화의 중심에 지식 정보화, 초연결, 초지능화와 같은 과학기술의 혁신이 있다는 점에서 미래시민에게 요구되는 과학소양의 중요성이 강조되고 있다. 그러나 과학소양, 혹은 과학적 소양의 의미와 구성요소는 다소 열린 개념으로 관점이나 철학에 따라 다르게 정의되어 왔다(Deboer, 2000; Laugksch, 2000). Bybee(1997)에 의하면 과학소양, 혹은 과학적 소양은 70년대에는 통합 교육의 특성을, 80년대에는 STS의 특성을 지녔으며, 90년대 이후의 연구에서는 과학의 본성이 강조되었다. Chiapetta *et al.* (1993)는 과학의 본성예 기반을 두어 과학적 소양의 의미를 지식, 탐구적 지식, 과학기술과 사회와의 관계, 삶의 방식으로서의 과학 등으로 제시하였으며, Manhart(1998)는 지식이 생성되는 과정에서 과학자들 사이의 상호작용을 포함하여 설명하였다.

21세기에는 과학과 사회의 관계가 다원화되며 과학소양의 의미가 더욱 확대되는 경향을 보인다(Lee, 2009; 2014). 과학을 학습하는 방

식으로 교실에서의 의사소통의 중요성이 강조되고(Brown, Reveles, & Kelly, 2005), 그 의미가 대중매체에 나타난 과학 관련 내용의 독해력과 이해력의 영역으로까지 확장되었다(Norris & Phillips, 2003). 시민의 사회적 책임감(Holbrook & Rannikmae, 2007)이 강조되고, 과학의 사회적 영향력을 바탕으로 세계시민으로서의 책임감, 협력, 공감, 메타인지적 문제해결과 같은 태도적 측면을 강조하는(Choi *et al.*, 2011) 등 과학과 사회의 관련성이 높아짐에 따른 사회적 책임감과 과학 관련 역량을 과학소양을 구성하는 중요한 요소로 다루게 되었다. 과학소양의 의미와 구성영역에 대한 연구 이외에도 PISA 결과에 근거한 우리나라 학생들의 과학소양 성취도 분석(Shoi & Ro, 2002), 중·고등학생들의 과학적 소양에 대한 인식 조사 혹은 과학소양 수준 평가(Chung & Choi, 2007; Ryu & Choi, 2010), 과학 교과서에 반영된 과학소양의 영역과 특징 분석(Kim *et al.*, 2006; Mun *et al.*, 2012), 과학적 소양의 구성요소와 유형 및 성인들의 과학소양 제고 방안 등을 제안(Park, 2016) 하는 등과 같은 다양한 연구들이 수행되었다. 과학소양에 대한 인식이나 소양 수준 평가, 평가기준 개발, 교육과정이나 교과서에 반영된 과학소양 수준 평가 등은 과학소양에 대한 정의와 분류 그리고 구성요소에 대한 이해를 전제로 한다. 하지만 과학소양에 대한 많은 논의와 연구가 오랫동안 지속되어 왔음에도 불구하고 과학소양에 대한 정의와 분류, 구성요소 등에 대해 여러 가지 관점에 제기된다(Park, 2016).

과학소양에 대한 의미 규명은 결국 학교교육을 통한 과학소양 함양 방안으로 연결된다. 우리나라를 비롯한 세계 여러 나라에서는 과학소

* 교신저자 : 광영순 (kwak@kice.re.kr)

** 본 연구는 한국과학창의재단이 지원한 ‘모든 한국인을 위한 과학(Science for All Koreans) 개발’ 프로젝트의 일환으로 수행하였습니다.

http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2017.37.3.441

양을 과학과 교육과정의 목표로 설정하고 소양의 개념을 정의하고 지속적으로 구성요소를 정련하는 작업을 해오고 있다. 우리나라에서도 7차 교육과정부터 미래 지식 기반사회에서 요구되는 인재 양성을 위한 과학적 소양인 양성을 과학교육의 목표로 제시해왔으며 (MEHRD, 2007), 2015 개정 교육과정에서도 과학교과를 통해 모든 학생이 과학 개념을 이해하고 과학 탐구능력과 태도를 함양하여 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결할 수 있는 과학적 소양을 기를 수 있어야 한다고 명시하고 있다(MOE, 2015). 이러한 맥락에서 학교 과학교육의 목표로 강조되는 과학소양의 정의와 구성요소에 대한 다양한 논의와 연구가 수행되어왔다(AAAS, 1989; NRC, 1996; Miller, 2004; Bybee *et al.*, 2009; OECD, 2013; NASEM, 2016).

예컨대 미국에서는 프로젝트 2061의 첫 번째 과제인 ‘모든 미국인을 위한 과학(AAAS, 1989)’을 출발점으로 여러 연구기관과 교사협회 등에서 과학소양 기준과 내용 기준을 제안하였다. 프로젝트 2061에서는 과학적 소양을 가진 사람을, 과학, 수학, 기술의 상호의존성과 그 힘과 한계를 알고, 과학의 핵심 개념과 원리를 이해하고, 자연세계에 친숙하며 자연의 다양성과 통일성을 인식하고, 과학적 지식과 과학적 사고 방법을 개인적이고 사회적인 목적을 위해 사용할 수 있는 사람으로 정의하였다(AAAS, 1989). 모든 미국인을 위한 과학(AAAS, 1989)에서는 인간 활동으로서의 과학적 활동에 대한 관점과 과학, 수학, 기술, 공학 관점에서의 세상에 대한 기초 지식, 역사 속의 사례와 세상의 작동 원리에 대한 관통 개념, 생각의 습관 등으로 과학소양을 제안하였다.

일본에서도 일본학술회의와 국립교육정책연구소에서 2003년부터 과학소양 증진을 위한 특별위원회를 구성하고 일본인을 위한 과학소양을 개발하여 ‘과학기술의 지혜(Project on the Wisdom of Science & Technology, 2008)’를 발표하였다. 과학기술의 지혜에는 일본의 감성과 전통을 고려하여 모든 일본인이 성인으로서 갖추어야 하는 과학적 소양을 정의하고 있는데, 과학 기술의 본질, 과학 기술의 지혜(수리과학, 생명과학, 물질과학, 정보학, 우주·지구·환경 과학, 인간 과학·사회과학, 기술), 과학 기술의 지혜의 시점과 활용 등으로 과학소양을 제안하였다.

한편, 과학소양에 대한 국제학업성취도 평가(Programme for International Student Assessment: PISA)를 주관하는 경제협력개발기구(OECD)에서는 과학적 소양을 “과학의 아이디어를 가지고 반성적 시민으로서 과학 관련 이슈에 참여하는 능력(OECD, 2013, p.7)”으로 정의한다. PISA 평가에서는 세계 여러 나라의 만 15세 학생들을 대상으로 사회 진출을 위한 역량 준비 정도를 측정하고 있으며, 그 일환으로 읽기, 수학 및 과학소양을 평가한다. PISA에서는 과학적으로 소양을 갖춘 사람은 과학과 기술에 대한 합리적 질문에 참여하려는 사람으로, 자연 현상을 과학적으로 설명하는 역량, 과학적 탐구를 기술 및 평가하고 과학적으로 질문하는 역량, 데이터와 증거를 과학적으로 해석할 수 있는 역량을 필요로 한다고 명시하고 있다(Song *et al.*, 2013).

선행연구를 토대로, 과학교육의 주요 목표로 대변되는 과학소양의 특징을 도출하면 다음과 같다(OECD, 2013; NASEM, 2016; Jeon *et al.*, 2017). 첫째, 과학소양은 학습 가능한 능력이다. 과학소양은 학교 교육은 물론 학교밖 교육을 통해서도 후천적으로 학습 가능한 능력이다. 둘째, 개인으로 그리고 사회의 구성원으로서 행복하고 성공적인

삶을 영위하기 위해 누구라도 기본적으로 갖추어야 할 보편적인 과학 능력이다. 셋째, 미래사회로 갈수록 과학소양에서 사회적 참여와 실제 상황에서의 문제해결을 강조한다. 넷째, 과학지식과 과학탐구 능력, 과학 태도 등을 토대로 발현되는 역량(competencies)을 포괄한다.

여기서 주목할 점은, 과학소양이라는 개념 자체가 고정된 개념이 아니고, 시대와 문화, 환경, 사회적 요구 등에 따라 변천해가는 개념이라는 점이다. 2030년 또는 2050년 등 미래사회의 지향에 따라 요청되는 인재상이나 역량이 달라질 것이며, 그에 따라 과학소양도 그 의미와 영역이 변천해갈 것이다. 특히 다가오는 미래사회에 과학기술의 혁명을 바탕으로 큰 변화가 예견되고 이로 인해 과학기술이 개인의 삶에 더욱 밀접하게 관련하게 될 것이라는 점에서 미래지향적 맥락에서의 과학소양의 정의에 대한 점검이 필요하고 나아가 과학소양 함양을 위한 교육적 요구를 조사할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 미래사회에 대비하여 한국인이 갖추어야 할 과학소양의 범주와 내용을 도출하기 위한 기초연구로 대중들이 요청하는 과학소양을 탐색하고자 한다. 본 연구는 보다 큰 프로젝트인 ‘모든 한국인을 위한 과학(Science for All Koreans) 개발’이라는 연구(Jeon *et al.*, 2017)의 일환으로 수행된 것이다.

본 연구의 목적은 2050년 미래사회 변화 전망에 따라 요청되는 과학소양의 구성요소를 탐색하고, 2050년 미래학교 과학교육을 통해 다루어야 할 과학소양 주제와 과학소양 구성범주별 중요도 변화 등을 전망하려는 것이다. 이를 위해 대중이 인식하는 미래지향적인 과학소양의 구성요소, 2050년 미래사회 변화 전망에 따라 요청되는 과학소양, 과학소양 교육을 위한 주제와 교과목 구분, 과학소양 구성요소별 중요도 평가, 한국인으로서 강조해야 하는 과학소양 등을 살펴보고자 한다. 특히 현재 중요하게 다루어지고 있는 과학소양의 중요도 수준과 미래 사회에서 요구되는 바람직한 수준을 비교함으로써 과학소양 범주와 내용 도출을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

본 연구에서는 미래 한국인을 위한 과학소양 및 미래 과학교육 전망을 파악하기 위해 설문조사를 실시하였다. 주요 설문 영역은 (1) 응답자 본인의 과학소양 진단, (2) 과학소양의 의미와 과학 정보 출처, (3) 2050년 미래사회 전망에 따른 과학소양, (4) 2050년 과학소양 교육 주제 및 미래 학교 과학소양 교육을 위한 교과목 구분, (5) 과학소양 구성범주별 중요도 평가, (6) 미래 한국인으로서 강조해야 할 과학소양 등으로 구성하였다. 설문지 개발은 본 연구진의 숙의 과정을 통해 초안을 작성하고, 관계 전문가들로부터 내용 타당도를 검증받아 설문지를 확정하였다. 구체적인 설문 영역과 내용을 정리하면 Table 1과 같다.

설문조사는 8월 26일부터 2주간 진행하였으며, 인터넷 설문 형식으로 대상의 제한 없이 설문을 실시하였다. 설문 참여율을 높이기 위해 대중을 대상으로 한국과학창의재단의 ScienceAll 뉴스레터(8/30, 9/6일자)에 홍보하였으며, 과학기술, 교육, 인문사회 분야의 전문가를 대상으로 HelloDD.com(대덕넷), 한국과학기술단체총연합회, 한국연구재단, 한국과학교육학회 회원들에게 홍보 이메일을 발송하였다. 또한 사업단 홈페이지(<http://www.science4k.or.kr/>)와 SNS 페이지(<http://facebook.com/science4K>)를 통하여 사업 내용을 소개하고

Table 1. Areas and contents of the survey

설문 영역	설문 내용
응답자의 과학소양 진단	•스미스소니언 협회(Smithsonian Institution)에서 제공하는 12개의 퀴즈 문항을 활용한 응답자의 과학소양 수준 진단
과학소양의 의미	•과학소양에 대한 기존 정의(Hurd(1958)의 정의 및 국제학업성취도평가인 PISA의 과학소양 정의)를 제시하고 수정·보완할 점
2050년 미래사회 전망에 따른 과학소양	•미래 사회 변화 전망(즉, 메가트렌드)별로 미래 한국인이 갖추어야 할 과학소양
2050년 과학소양 교육 주제	•2050년 미래 사회에 대비하여, 분야별로 학교에서 다루어야 할 과학소양의 내용
2050년 미래 학교 과학소양 교육을 위한 교과목	•유엔(UN) 및 유네스코(UNESCO)에서 예측한 2050년 미래 사회 모습에 비추어 볼 때, 2050년 미래 학교 과학소양 교육을 위한 교과목 구분
과학소양 구성범주별 중요도	•현재와 미래(2050년)를 비교하여 한국인을 위한 과학소양 교육 구성범주별 중요도 평가
미래 한국인으로서 강조해야 할 과학소양	•2050년 미래 사회를 살아갈 세계시민으로서가 아니라, ‘한국인이기 때문에’ 특히 강조해야 할 과학소양 요소

설문 등의 이벤트 소개, 질의를 통한 지속적으로 안내하였다. 설문 참여자를 배경변인별로 나타내면 Table 2와 같다.

설문 참여자를 살펴보면, 총 1,530명이 설문조사에 응하였으며, 배경변인별로 살펴보면 과학기술 분야 전문가가 61.6%로 가장 많이 참여하였다. 직업군별로 살펴보면 과학기술 분야의 참여 비율이 61.6%로 높았으며, 인문사회 분야 14.4%, 초중등 교사 및 교육 분야가 10.4%로 나타났다. 그 밖에 예술체육 전문가, 고등학생 및 대학생, 학부모, 일반 회사원 등이 설문에 응하였다. 또한 석사 학력 이상의 응답자가 71.3%로 나타났다.

본 설문조사에서는 설문 첫 부분에서 스미스소니언 협회(Smithsonian Institution)에서 제공하는 12개의 퀴즈 문항을 활용하여 응답자의 과학소양 수준을 파악하려고 하였다. 스미스소니언 협회에서 제공하는 12개의 퀴즈 문항을 그대로 번역하여 사용하였으며, 설문 응답자들의 응답 결과는 Table 3과 같다. 과학소양 진단 결과 69.3%의 응답자가 총 12개 문항 중에서 10문항 이상을 맞힌 것으로 나타났다. 미국 스미스소니언에서 제시하는 결과에서 10문항 이상을

옳게 응답한 응답자가 33%인 것과 비교할 때, 본 연구의 설문에 참여한 응답자들이 훨씬 더 높은 정답률을 기록하였음을 알 수 있다. 이는 본 설문에서 과학기술 전문인, 석·박사 학위 소지자 등의 참여 비율이 높았기 때문인 것으로 보인다.

설문 문항은 과학소양 구성범주별 중요도를 묻는 문항을 제외하고 모두 서술형으로 구성되어 있으며, 서술형 문항의 유사한 응답을 묶어 범주별 빈도를 계산하여 분석하였다. 과학소양 구성범주별 중요도를 묻는 문항은 현재 학교교육과 2050년 미래 학교교육에서 과학소양 구성범주별로 중요도 추이변화를 질문하였으며, 현재와 미래에서 각 범주별 중요도 차이가 유의한지를 확인하기 위해 쌍별비교검정(paired t-test)을 시행하고, 각 구성범주별 요구도를 산출하였다. 교육에서의 요구는 학습의 주제나 이해관계자의 인식에 비추어 바람직한 수준과 현재 수준의 차이를 규명하는 것으로(Gilley & Eggland, 1989; Lee & Jung, 2016), 그 차이의 크기에 따라 변화 요구에 대한 우선순위를 결정할 수 있다. 본 연구에서는 과학소양을 구성하는 범주별 중요도 설문을 통해 현행 수준과 바람직한 수준에 대한 대중의 인식

Table 2. Participants of the research (N=1,530)

구분	참여자 수 (명, %)			
직업군	초중등교사	31(2.0)	예술체육 전문가	19(1.2)
	교육분야 전문가	128(8.4)	일반인(학생, 학부모 등)	129(8.5)
	과학기술 전문가	943(61.6)	기타(무응답 포함)	60(3.9)
	인문사회 전문가	221(14.4)		
거주 지역	특별시/광역시	1,061(69.3)	읍면지역	59(3.9)
	중소도시	404(26.4)	무응답	6(0.4)
성별	남	1,038(67.8)	무응답	11(0.7)
	여	481(31.4)		
연령대	10대	5(0.3)	50대	217(14.2)
	20대	454(29.7)	60대 이상	103(6.7)
	30대	420(27.5)	무응답	(0.5)
	40대	324(21.2)		
최종학력	고졸이하	29(1.9)	박사	705(46.1)
	학사	386(25.2)	무응답	25(1.6)
	석사	385(25.2)		
최종 학력의 전공 분야 (학사 이상)	자연과학	571(37.3)	사회학	215(14.1)
	공학	501(32.7)	예술, 체육	33(2.2)
	인문학	137(9.0)	기타(무응답 포함)	73(4.8)

Table 3. Percent correct in the science literacy quiz

과학소양 진단 정답문항 수	정답자 비율(%)	
	한국인의 소양 설문 참여자	미국 스미소니언 결과
7문항 이하	9.6	40.0
8문항	8.4	12.0
9문항	12.7	15.0
10문항	21.8	15.0
11문항	25.1	12.0
12문항	22.4	6.0
전체	100.0	100.0

을 조사하고, 그 차이를 분석하기 위하여 보리치(Borich, 1980) 공식을 활용하였다.

$$Borich \text{ 요구도} = \frac{\Sigma(RL - PL) \times \overline{RL}}{N}$$

공식에서 RL(Required Level)은 미래 학교교육에서 요구되는 중요도 수준을 의미하고, PL(Present Level)은 현행 학교교육에서 중요하게 다루는 수준을 나타낸다. 각 응답자마다 그 차이(RL - PL)를 구하고, 차이의 총합에 RL의 평균값을 곱한 값을 사례수(N)로 나눈 값이 요구도가 된다. 보리치 요구도의 경우 개인 수준에서의 중요도 차이의 총합을 구하고, 이를 미래 중요도(RL)에 전주어 평균값을 산출하므로, 단순히 현행 평균과 미래 평균의 차이를 비교하는 것에 비해 통계적 설명력이 더 크다. 이에 본 연구에서는 미래 학교에서의 과학소양에 대한 교육 요구도를 분석하기 위하여 보리치 요구도 공식을 사용하였다.

Table 4. Contents to be included in the definition of science literacy

구분	유효 응답 수(%)									
	교육 분야 전문가 (교사 포함)		과학기술 전문가		인문사회 전문가		기타(일반인, 예술분야 포함)		소계	
과학지식과 이해(작업 도구)	29	(26.1)	119	(29.0)	34	(28.6)	35	(40.7)	217	(30.3)
자연현상의 원인과 의미에 대한 이해와 표현(과학지식, 과학 상식)	18	(16.2)	53	(12.9)	15	(12.6)	18	(20.9)	104	(14.5)
과학적 현상의 이해	11	(9.9)	66	(16.1)	19	(16.0)	17	(19.8)	113	(15.8)
과학적 사고방식과 작업 방식	42	(37.8)	164	(40.0)	43	(36.1)	21	(24.4)	270	(37.7)
과학적 사고(논리적 사고, 비판적 사고 등)	14	(12.6)	81	(19.8)	13	(10.9)	10	(11.6)	118	(16.5)
과학적 문제해결력	10	(9.0)	41	(10.0)	10	(8.4)	6	(7.0)	67	(9.3)
협업과 상호작용	7	(6.3)	23	(5.6)	7	(5.9)	6	(7.0)	43	(6.0)
과학의 방법	7	(6.3)	22	(5.4)	5	(4.2)	1	(1.2)	35	(4.9)
융합역량(과학에 대한 다학제적 메타사고력)	5	(4.5)	10	(2.4)	15	(12.6)	3	(3.5)	33	(4.6)
과학에 대한 태도(흥미, 가치, 동기 등)	6	(5.4)	10	(2.4)	0	(0.0)	1	(1.2)	17	(2.4)
과학의 응용(삶과 직업 역량)	33	(29.7)	104	(25.4)	35	(29.4)	24	(27.9)	187	(26.1)
과학기술의 활용과 편리한 삶	17	(15.3)	49	(12.0)	16	(13.4)	15	(17.4)	97	(13.5)
과학기술과 인류 발전	4	(3.6)	23	(5.6)	12	(10.1)	3	(3.5)	33	(4.6)
과학기술의 사회·국가적 영향력과 책임	4	(3.6)	14	(3.4)	6	(5.0)	4	(4.7)	28	(3.9)
과학기술과 윤리적 책임	4	(3.6)	12	(2.9)	0	(0.0)	2	(2.3)	18	(2.5)
과학(활동)에의 참여의식	4	(3.6)	6	(1.5)	1	(0.8)	0	(0.0)	11	(1.5)
소계	111	(100.0)	410	(100.0)	119	(100.0)	86	(100.0)	717	(100.0)

III. 연구 결과 및 논의

1. 한국인을 위한 미래지향적 과학소양의 정의

미래지향적인 과학소양을 정의하기 위하여 과학소양 정의에 포함해야 할 내용을 조사하였다. Kim(2016)은 2045 미래 인재상과 핵심 과학역량 마일스톤 연구에서 과학과 핵심역량을 과학적 표현력, 과학적 사고력, 과학적 협업, 및 건전한 판단력의 4가지로 구분하였다. 과학적 표현력에는 자연현상에 대한 지식과 의미에 대해 질문하고 논리적으로 표현하는 역량과 과학 관련 생각의 내러티브적 구성이 포함되고, 과학적 사고력에는 논리적 접근방식과 소통 등이 포함된다. 과학적 협업에는 타자와의 상호작용과 협력 및 문제해결 역량 등이 포함되고, 건전한 판단력에는 과학 적용의 사회적 의미에 대한 가치 중심적 사고와 비판적 판단력 등이 포함된다.

본 연구에서는 교과내용 및 핵심역량에 관한 선행연구들을 참고하여 과학소양 정의에 포함할 과학지식과 과학과 핵심역량을 1) 과학지식과 이해(작업 도구), 2) 과학적 사고방식과 작업 방식, 3) 과학의 응용(삶과 직업 역량)의 세 가지 범주로 구분하였다(OECD, 2005; KICE, 2012; Kwak, 2016). 또한, 과학소양에 포함할 내용을 결정함에 있어서 지식과 역량을 이분법으로 파악하지 않도록 주의할 필요가 있다.

설문 결과에 따르면 응답자의 직업군을 막론하고 과학적 사고방식과 작업 방식을 가장 중시하고 있으며, 이어서 과학지식과 이해 그리고 삶과 직업 상황에서 과학의 응용을 중시하는 것으로 나타났다. 과학적 사고방식과 작업 방식의 경우, 응답자의 직업군을 막론하고 과학적 사고, 과학적 문제해결력, 협업과 상호작용 등을 중시하는 것으로 나타났다. 특히 인문사회 분야 전문가들의 경우 다른 직업군에

비해 ‘과학적 사고방식과 작업 방식’ 중에서 융합역량(12.6%)을 가장 중요한 과학소양의 항목이라고 강조하였다. 교육 분야 전문가들은 다른 집단들에 비해 ‘과학적 사고방식과 작업 방식’ 중에서 과학에 대한 태도(5.4%)를 더 많이 강조하였다.

과학의 응용(삶과 직업 역량)의 경우, 응답자의 직업군을 막론하고 과학기술을 삶에 활용하는 부분과 과학기술이 인류 발전에 기여하는 부분, 과학기술의 사회·국가적 영향력과 책임, 그리고 윤리적 책임 등을 과학소양에 포함해야 한다고 강조하였다. 직업군별 특징을 살펴 보면, 인문사회 분야 전문가들의 경우 다른 직업군에 비해 과학기술의 인류 발전에 기여(10.1%)를 더 많이 강조하였으며, 교육 분야 전문가들은 다른 집단에 비해 과학(활동)에의 참여의식(3.6%)을 더 강조하는 것으로 나타났다.

2. 2050년 미래사회 변화 전망에 따라 요청되는 과학소양

변화하는 사회 속에서 한국인이 갖추어야 하는 과학소양에 대한 의견을 조사하였다. 이를 위해 먼저 미래 사회 변화를 전망한 메가트렌드를 분석하였다. 미국 국가정보위원회(NIC)에서 발표한 미래예측 보고서(Kim & Choi, 2014), 세계경제포럼(2015)에서 전망한 사회 변화 트렌드 등을 포함하여 다양한 미래전망 보고서를 분석하고 전문가 협의회를 거쳐서 사회, 의료·보건, 기술, 환경, 경제, 정치·문화 등의 6개 분야에 대해 (메가)트렌드를 정리하였다(KICE, 2012; NIPA, 2010; KEDI, 2010). 설문조사에서는 각 분야별로 그리고 메가트렌드 별로 미래 한국인이 갖추어야 할 과학소양을 지식과 핵심역량으로 구분하여 제안해달라고 요청하였다. 2050년 미래사회 변화 전망에 따라 분야별로 제안된 과학소양을 제시하면 Table 5와 같다.

먼저 사회 분야 인구구조 변화에 따라, 지식 영역에서는 복지와 삶의 질 그리고 건강(19.7%), 과학기술과 산업구조의 변화(17.8%),

Table 5. Science literacy required for Koreans in 2050 future society

분야	미래 사회 변화 전망		한국인이 갖추어야 하는 소양		유효 응답 수
	메가트렌드	트렌드(예시)	지식 영역	핵심역량	
사회	인구구조의 변화	저출산, 고령화 심화, 외국인 및 다문화 가족 증가, 가족 구조 변화, 복지비용 증가	<ul style="list-style-type: none"> •복지, 삶의 질, 건강(19.7%) •과학기술과 산업구조의 변화(로봇, 인공지능, 빅데이터 등) (17.8%) •고령화로 인한 사회구조 변화(14.3%) •인구 구조 변화의 문제점 인식(13.0%) 	<ul style="list-style-type: none"> •다문화와 다양성 존중(14.4%) •사회학과 인문학 소양(7.9%) •세대와 문화 차이 극복을 위한 의사소통(5.0%) •배려와 존중, 더불어 사는 삶(4.1%) •평생교육(3.9%) 	686명
의료·보건	100세 시대	인공장기 개발, 유전자 치료, 실시간 건강 모니터링, 원격 진료, 비만과 건강, 만성질환 증가	<ul style="list-style-type: none"> •의료기술(유전자 관련, 신약, 인공지능 원격진료)(28.8%) •기초의학, 생명공학, 질병(19.2%) •의료 정책(보건정책, 웰다잉)(10.2%) •현대사회 질병, 노화 (9.9%) 	<ul style="list-style-type: none"> •건강관리(12.7%) •통일시대 예방의학(7.6%) •생명윤리(6.7%) •정신건강과 스트레스 관리법(5.0%) 	719명
기술	과학·정보통신 기술발전	IT에 이어 BT·NT등 신기술개발경쟁 가속, 기술의 융·복합화, 네트워크(유비쿼터스) 사회, 가치관 및 라이프 스타일 변화, 지식정보격차 확대	<ul style="list-style-type: none"> •정보통신 관련 과학기술의 이해, 적용, 활용(33.4%) •과학기술의 원리 이해(IoT, 인공지능, 로봇)(14.6%) •과학기술의 부정적 측면 이해(9.8%) •기초 과학지식(7.4%) 	<ul style="list-style-type: none"> •(인간의 삶에서) 과학기술의 책임감과 윤리의식(15.8%) •과학기술 재정지원 및 정책에 대한 관심(7.5%) •타 분야와의 융합 역량(7.0%) •과학기술에 대한 관심과 태도(4.5%) 	797명
환경	환경·자원 문제	기후변화, 환경오염, 자원 및 에너지부족, 지속가능발전	<ul style="list-style-type: none"> •환경문제 및 기후변화와 관련된 지속가능성(41.8%) •에너지 관련 지식(대체 에너지, 자원 고갈, 신소재, 재활용 등)(35.4%) •관련 기초과학 이해(2.9%) 	<ul style="list-style-type: none"> •개인과 사회 차원의 인식 변화와 실천 의지(7.7%) •환경문제가 나의 삶과 터전에 주는 영향(5.0%) •감수성, 민감성, 윤리관, 책임감 등(4.3%) •환경관련 정책에 대한 관심 (2.9%) 	961명
경제	경제 환경 변화	직장 및 직종 다양화, 시장의 확대, 불평등 및 국내외 갈등 심화	<ul style="list-style-type: none"> •과학기술이 경제에 미치는 영향과 상황 이해(14.8%) •직업의 변화와 다양화, 구조변화(16.1%) •각종 사회과학적 지식(경제학, 통계학, 수학, 빅데이터, 시장원리 등)(12.4%) •기초과학, 응용과학 등 과학기술 지식(1.7%) 	<ul style="list-style-type: none"> •부의 분배의 불평등, 갈등과 관련된 문제의식(31.4%) •경제 관련 정책의 변화와 제도에 대한 이해(13.5%) •사고력(과학적 사고력, 분석력, 비판적 사고력)과 의사결정능력(6.6%) •협력, 공유, 사회적 책임과 직업 윤리 (5.2%) 	776명
정치·문화	정치 환경 변화, 지구촌 다문화사회, 여가 및 문화	국제교류 확대, 사회적 갈등의 복합·다원화, 남북관계 변화, 문화적 개방·다양화, 세대·문화간 갈등	<ul style="list-style-type: none"> •국제관계, 남북관계, 민족갈등, 종교 갈등, 소수자와 약자, 사회갈등, 계층갈등, 지역갈등 이해(34.6%) •사회과학, 사회학, 인문학 지식(11.9%) •정치와 문화 속 과학 이해(5.6%) •삶에 미치는 영향(3.3%) •기초과학, 응용과학, 통계학 지식(4.7%) 	<ul style="list-style-type: none"> •윤리의식, 공동체의식, 배려와 도덕성(15.6%) •문화의 변화와 다양성 인식(11.4%) •과학적 사고, 문제해결능력, 정보처리능력(4.9%) •역사의식, 역사관, 전통문화와 정체성(2.5%) 	570명

※ 출처: World Economic Forum(2015), KICE(2012), NIPA(2010), KEDI(2010) 등에서 제안한 분야와 (메가)트렌드를 재구성한 것임.

고령화로 인한 사회구조 변화(14.3%) 등에 대한 지식이 필요하며, 이와 더불어 다문화와 다양성 존중(14.4%), 사회학과 인문학 소양(7.9%) 등의 역량이 필요하다고 응답하였다. 의료·보건 분야에서는 100세 시대에 대비하여, 의료기술(28.8%), 기초의학, 생명공학 및 질병(19.2%), 의료 정책(10.2%) 등에 대한 지식을 필요로 하며, 관련된 핵심역량으로 건강관리(12.7%), 통일시대 예방의학(7.6%), 생명윤리(6.7%) 등의 역량을 필요로 한다고 응답하였다.

기술 분야에서는 과학·정보 통신 기술발전과 더불어 정보통신 관련 과학기술의 이해와 활용(33.4%), 과학기술의 원리 이해(14.6%), 과학기술의 부정적 측면 이해(9.8%) 등의 지식을 필요로 하며, 관련된 핵심역량으로는 과학기술의 책임감과 윤리의식(15.8%), 과학기술 재정지원 및 정책에 대한 관심(7.5%), 타 분야와의 융합 역량(7.0%), 과학기술에 대한 관심과 태도(4.5%) 등을 필요로 한다고 응답하였다. 즉, 과학기술이 인간 삶에 미치는 영향과 책임감, 윤리의식 및 관심 등의 역량을 강조하였다.

환경 분야의 환경·자원 문제와 관련하여 환경문제 및 기후변화와 관련된 지속가능성(41.8%), 에너지 관련 지식(35.4%) 등을 필요로 하며, 관련 역량으로 개인과 사회 차원의 인식 변화와 실천 의지(7.7%), 환경문제가 나의 삶과 터전에 주는 영향(5.0%), 감수성, 민감

성, 윤리관, 책임감 등(4.3%) 등을 강조하였다.

경제 환경 변화와 관련하여 과학기술이 경제에 미치는 영향과 상황 이해(14.8%), 직업의 변화와 다양화, 구조변화(16.1%), 각종 사회과학적 지식(12.4%) 등을 필요로 하며, 관련된 핵심역량으로 부의 분배의 불평등, 갈등과 관련된 문제의식(31.4%), 경제 관련 정책의 변화와 제도에 대한 이해(13.5%), 사고력(과학적 사고력, 분석력, 비판적 사고력)과 의사결정능력(6.6%) 등의 역량을 강조하였다.

정치·문화 분야에서는 국제 관계, 남북관계, 민족갈등, 종교 갈등, 소수자와 약자, 사회갈등, 계층갈등, 지역갈등 이해(34.6%) 등과 같이 다양한 관계 및 배경을 지닌 사람과 더불어 살아갈 때 생겨나는 갈등에 대한 이해를 필요로 하고, 관련된 핵심역량으로 윤리의식, 공동체의식, 배려와 도덕성(15.6%), 문화의 변화와 다양성 인식(11.4%) 등을 강조하였다. 이상의 응답 결과를 반영하여 과학소양 범주별로 담아야 할 소주제를 도출하는 기초 자료로 활용하였다.

3. 2050년 과학소양 교육 주제

2050년 미래 사회에 대비하여 분야별로 학교에서 다루어야 할 과학소양의 내용이나 주제를 제안해달라고 요청하였다. 즉, 수학 및 기초

Table 6. Contents and topics of science literacy to be covered in school study field

분야별 응답자 수(%)							
(1) 수학 및 기초과학		(2) 생명, 의료과학		(3) 환경, 지구·우주과학		(4) 인간과 사회 (인간과학, 사회과학)	
기초과학(물리학, 현대물리 등)과 순수과학	137 (16.3)	줄기세포	193 (18.6)	기후변화, 기상학	207 (25.2)	소통(공감, 비언어적 소통)	97 (14.1)
빅데이터, 통계, 확률	130 (15.4)	인공장기, 장기복제	143 (13.8)	천문학, 우주 항공학(행성 탐사)	164 (20.0)	인문학(인류학, 언어학, 철학, 윤리학, 역사학, 고고학 등)	89 (12.9)
수학(합수, 방정식, 이산수학, 행렬, 수열, 급수, 선형대수 등)	111 (13.2)	생물학(기초과학), 기초의학, 의료과학	113 (10.9)	환경보호(지구의 지속가능성)	69 (8.4)	사회과학(정치, 경제, 심리, 인간행동학)	89 (12.9)
화학과 약학(유기화학, 약물오남용 등)	64 (7.6)	생명존중, 생명윤리	102 (9.8)	생태계와 생물다양성	66 (8.0)	디지털 소양, 정보통신 발달	85 (12.3)
인공지능	48 (5.7)	첨단기술과 의료기기, 바이오산업	40 (3.9)	기초과학(환경학, 생태학)	58 (7.1)	공동체와 윤리(협동, 통합)	81 (11.7)
생활 속 과학과 수학	41 (4.9)	생물다양성, 생물자원보존	36 (3.5)	신재생에너지	55 (6.7)	인지 및 뇌과학	53 (7.7)
분야별 응답자 수(%)							
(5) 공학과 기술		(6) 융·복합 과학		(7) 과학의 본성, 태도, 탐구		(8) 핵심역량	
인공지능 (VR, AR, IoT 등)	120 (20.8)	융·복합적 사고	62 (14.0)	호기심	8617 (94.3)	창의성과 과학적 상상력	8498 (93.2)
기초 공학과 기술	64 (11.1)	인공지능	40 (9.0)	과학과 사회 및 과학과 생활	79 (0.9)	정보처리(관리, 수집) 능력	144 (1.6)
인간중심의 공학과 기술	49 (8.5)	인공생물(인공뇌, 바이오 생물)	40 (9.0)	과학사(역사 속 과학자) 및 과학철학	72 (0.8)	인문학(논리학, 철학 등), 사회과학(심리학 등)	107 (1.2)
정보처리(IT, 디지털소양, 보안 등)	41 (7.1)	인문학(문학, 철학, 논리학, 인간행동학 등)과의 융합	35 (7.9)	기초 과학 원리 및 이해	69 (0.8)	융합적 사고와 응용(적용)	87 (1.0)
빅데이터(통계)	39 (6.8)	빅데이터(통계)	27 (6.1)	창의성과 상상력	41 (0.4)	디지털 소양(코딩, 프로그래밍)	55 (0.6)
컴퓨터공학(프로그래밍, 코딩)	36 (6.2)	디지털 융합(ICT, IT소양)	27 (6.1)	인문학(고전, 논리학, 역사 등)	41 (0.4)	인공지능	45 (0.5)

과학, 생명/의료과학, 환경/지구·우주과학, 인간과 사회(인간과학·사회과학), 공학과 기술, 융·복합과학, 과학의 본성/태도/탐구, 핵심역량 등의 분야별로 학교교육에서 다루어야 할 과학소양 주제를 질문하였으며, 이에 대한 서술형 응답결과를 제시하면 Table 6과 같다.

1) 수학 및 기초과학

수학 및 기초과학 분야에서는 기초과학과 순수과학(16.3%), 빅데이터, 통계, 확률(15.4%), 수학(13.2%), 화학과 약학(7.6%), 인공지능(5.7%) 등과 관련된 내용을 학교에서 교육해야 한다고 제안하였다. 이 밖에 소수 응답으로 상대성이론(시공간 여행, 4차원 등), 신소재, 과학사와 수학기, 나노과학, 융합과학 등을 다루어야 한다고 제안하였다.

2) 생명, 의료과학

생명 및 의료과학 분야에서는 줄기세포(18.6%), 인공장기와 장기복제(13.8%), 기초 생물학 및 기초의학, 의료과학(10.9%), 생명존중 및 생명윤리(9.8%), 첨단기술과 의료기기, 바이오산업(3.9%) 등을 교육해야 한다고 제안하였다. 소수 의견으로는 전염병(감염병), 영양, GMO, 응급처치와 안전교육, 안락사 등이 제안되었다.

3) 환경 및 지구·우주과학

환경 및 지구·우주과학 분야에서는 기후변화, 기상학(25.2%), 천문학, 우주 항공학(20.0%), 환경보호(8.4%), 생태계와 생물다양성(8.0%) 등을 교육해야 한다고 제안하였다. 소수 의견으로는 지속가능한 발전, 자원의 한계, 신소재, 토양학 등이 제안되었다.

4) 인간과 사회(인간과학, 사회과학)

인간과 사회 분야에서는 소통(14.1%), 인문학(12.9%), 사회과학(12.9%), 디지털 소양, 정보통신 발달(12.3%), 공동체와 윤리(11.7%) 등을 교육해야 한다고 제안하였다. 소수 의견으로는 인공위성과 우주공학, 과학적 문제해결력, 과학기술의 부작용, 신소재 등이 제안되었다.

5) 공학과 기술

공학과 기술 분야에서는 인공지능(20.8%), 기초 공학과 기술(11.1%), 인간중심의 공학과 기술(8.5%), 정보처리(7.1%), 빅데이터(6.8%) 등을 교육해야 한다고 제안하였다. 소수 의견으로는 로봇과 기계, 과학적 사고, 융합 등이 제안되었다.

6) 융·복합 과학

융·복합 과학 분야에서는 융·복합적 사고(14.0%), 인공지능(9.0%), 인공생물(9.0%), 인문학(7.9%), 빅데이터(6.1%) 등을 교육해야 한다고 제안하였다. 즉 일반인을 포함한 설문 응답자들은 미래사회 융·복합 과학의 동향에 비추어 인공지능과 인공생물에 대한 인식과 더불어 인문학 및 빅데이터 등에 대한 체계적인 학교교육이 필요하다고 응답하였다. 소수 의견으로는 신재생 에너지, 생활 속 과학, 사회과학과의 융합, STEAM(융합)교육, 나노공학, 디지털 인간관계 등이 제안되었다.

7) 과학의 본성, 태도, 탐구

과학의 본성, 태도, 탐구 분야에서는 호기심(94.3%), 과학과 사회 및 과학과 생활(0.9%), 과학사 및 과학철학(0.8%) 등을 교육해야 한다고 제안하였다. 과학 태도와 관련하여 호기심을 미래 과학소양 교육에서 강조해야 한다고 응답자의 94.3%가 답변하였다. 소수 의견으로는 기초 과학 원리 및 이해, 빅데이터, 창의성과 상상력 등이 제안되었다.

8) 핵심역량

핵심역량 분야에서는 창의성과 과학적 상상력(93.2%), 정보처리 능력(1.6%) 등을 교육해야 한다고 제안하였다. 소수 의견으로는 인문학과 사회과학, 융합적 사고와 응용, 디지털 소양 등이 제안되었다. 미래 과학소양 교육에서 창의성과 과학적 상상력을 강조해야 한다고 응답자의 93.2%가 답변하였다.

요컨대 응답자들은 미래사회로 갈수록 과학소양 교육을 통해 과학과 관련된 다양한 배경지식과 더불어 호기심, 창의성과 과학적 상상력, 융·복합적 사고, 소통 능력 등을 길러주어야 한다고 강조하였다.

4. 2050년 미래 학교 과학소양 교육을 위한 교과목

2050년 미래사회를 살아갈 학생들에게 지금처럼 ‘물리학, 화학, 생명과학, 지구과학, 수학 등’의 교과로 구분하여 과학소양 교육을 하는 것이 적절한지를 질문한 결과를 살펴보면 Table 7과 같다.

전체적으로는 현재가 적절하다고 응답한 경우와, 변화가 필요하다는 응답의 비중이 유사하게 나타났다. 직업군별로 살펴보면 과학기술 전문가 집단(51.9%)과 일반인(53.2%)의 경우에는 절반 이상이 현재 교과목이 적절하다고 응답하였고, 그 밖의 직업군에서는 미래 과학소양 교육을 위한 교과목 변화가 필요하다고 응답하였다. 한편, 교육 분야 전문가의 67.8%, 전체 숫자는 적지만 예술분야 전문가의 81.3%

Table 7. Adequacy of current science subjects for future science literacy education

직업군	응답자 수(%)		
	현재 교과목이 적절함	교과목 변화가 필요함	소계
초·중·고등학교 교사	9 (32.1)	19 (67.9)	28 (100.0)
교육 분야 전문가	39 (32.2)	82 (67.8)	121 (100.0)
과학기술 전문가	446 (51.9)	414 (48.1)	860 (100.0)
인문사회 전문가	70 (33.3)	140 (66.7)	210 (100.0)
예술분야 전문가	3 (18.8)	13 (81.3)	16 (100.0)
일반인	92 (53.2)	81 (46.8)	173 (100.0)
소계	659 (46.8)	749 (53.2)	1,408 (100.0)

가 미래 과학소양 교육을 위한 교과목 변화가 필요하다고 응답하였다.

응답자들 중 총 646명이 서술형 답변을 통해 2050년 학교 과학소양 교육을 위한 교과목을 제안하였는데, 응답 결과를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 대부분의 참여자는 융합·통합 교과 운영을 강조하였으며 구체적으로 중고등학교 수준에서는 융합과학을 배우는 것이 충분하며, 그 밖에 인문, 사회, 경제와의 융합, 과학사, 윤리, 과학철학, 지속가능성, 심리학, 기업이 정신과 같은 관련 학문과의 융합의 중요성을 강조하였다.

둘째, 과학지식은 기초 과학에 비해 응용과학 관련 교과를 강조하였으며, 구체적으로는 생명공학, 지구 환경 등의 교과를 제안하였다. 다른 직업군에 비해 과학기술 전문가들은 기초과학 교과를 강조하였으며, 그 이유로는 중고등학교 수준에서 학습한 기초과학을 바탕으로 응용과학 및 융합이 가능할 것이라고 설명하였다.

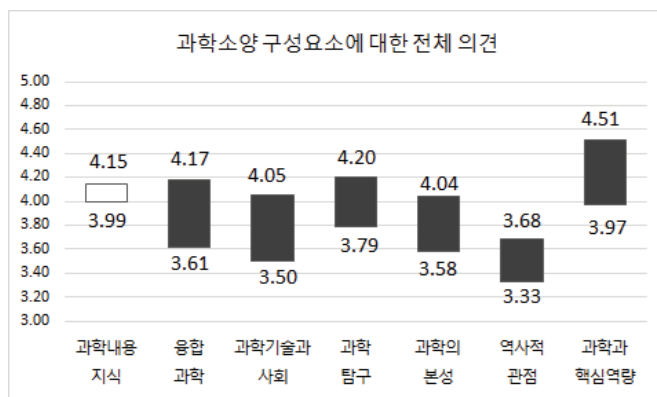
셋째, 교과 내용을 제시할 때, 지식의 나열보다는 빅아이디어 중심의 내용 구성을 강조하였다. 구체적으로 인공지능, 사물인터넷, 로봇과 같은 미래이슈와 관련된 주제와 에너지, 보건과 같은 주제를 비롯하여 실생활 중심의 주제와 과학, 기술과 사회의 관련성과 적용을 강조하였다.

이밖에도 서술형 응답을 통해, 교과 내용을 구성할 때 지식이나 주제 중심이 아니라 탐구, 창의성, 공동체에 대한 이해와 같은 역량을 중심으로 구성해야 하며, 과학교과와 더불어 수학, 공학(기술), 컴퓨터 교과의 필요성을 강조해야 한다고 제안하였다. 기타 의견으로는 교과를 통합하기보다는 세분화할 필요성을 강조하거나 학생 선택의 자율성 보장, 학습 수준 하향 조정 등의 의견을 제안하였다.

5. 과학소양 구성범주별 중요도 변화

본 연구에서는 과학소양을 구성하는 범주로 (1) 과학 내용지식, (2) 융합과학, (3) 과학기술사회(STS), (4) 과학탐구, (5) 과학의 본성, (6) 역사적 관점(과학사), (7) 과학과 핵심역량 등으로 설정하고 현행 학교 과학교육에서의 중요도와 2050년 미래 과학교육에서의 중요도 변화에 대한 요구를 조사하였다(Table 8 참고).

구성범주별로 살펴보면, 과학 내용지식 범주는 현행 교육과정에서의 중요도는 평균 4.15로 가장 높게 나타났으나 미래 과학교육에서는 오히려 그 중요도가 낮아졌다(평균 3.99). 응답자들은 현행 학교 과학교육에서 과학 내용지식을 제외한 나머지 과학소양 구성범주 전반에



□: 미래 학교교육에서의 중요도가 하락함. p<.001
 ■: 미래 학교교육에서의 중요도가 높아짐. p<.001

Figure 1. 현재와 미래 학교교육에서 과학소양 구성범주별 중요도 평균 차이

대해 평균 3.63으로 중요하게 인식하고 있었다. 구성범주별로 살펴보면, 과학과 핵심역량(평균 3.97)의 중요도를 가장 높이 평가하였고, 이어서 과학탐구(평균 3.79), 융합과학(평균 3.61), 과학의 본성(평균 3.58), 과학기술사회(평균 3.50), 역사적 관점(평균 3.33) 순으로 중요도를 평가하였다. 이러한 경향성은 미래 과학교육에서도 유사하게 유지되고 있으며, 과학 내용지식을 제외한 나머지 과학소양 구성범주들의 평균은 4.11로 중요도가 더 높아지고 있다.

구성범주별 현재와 미래 과학교육에서의 중요도 차이를 쌍별비교 검정(paired t-test)한 결과 모든 요소에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다(p<.001). 즉, 응답자들은 미래에는 과학 내용지식의 중요도가 감소하고 과학과 핵심역량이 더욱 강조될 것이며 과학탐구, 융합과학, 과학기술사회(STS), 과학의 본성 등의 중요성이 높아지고, 역사적 관점도 현행 교육과정에서에 비해 중요하게 다루어야 한다고 인식하고 있었다. 보리치 요구도를 살펴보면, 과학과 핵심역량(1.93), 융합과학(1.83), 과학기술과 사회(1.77)에 대한 교육요구도가 높고 역사적 관점(1.06)에 대한 교육요구도가 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 과학 내용지식에 대해서는 중요도가 낮아져야 한다고 요구하였다(-0.87). 현행과 미래 과학교육에서 과학소양 구성범주별 중요도 변화에 대한 인식을 직업군별로 살펴보면 Table 9와 같다.

직업군별로 과학소양 구성범주별 중요도를 조사한 결과를 살펴보면, 직업군을 막론하고 과학 내용지식 분야를 제외한 나머지 분야는 미래사회로 갈수록 그 중요도가 더 높아진다는 의견이 일반적이었으며, 특히 과학기술 분야 전문가들은 미래 과학교육에서 과학 내용지

Table 8. Comparison of the importance of science literacy categories across the present and the future science education

구분	N	과학소양 요소의 중요도 평균(S.D.)		중요도 차이 (미래-현행)	t	범주별 Borich 요구도
		현행 과학교육	미래 학교교육			
과학 내용지식	1419	4.15 (0.85)	3.99 (0.91)	- 0.16	6.90*	- 0.87
융합과학	1408	3.61 (1.09)	4.17 (0.93)	0.56	21.14*	1.83
과학기술과 사회	1393	3.50 (1.04)	4.05 (0.90)	0.56	20.21*	1.77
과학탐구	1392	3.79 (1.05)	4.20 (0.82)	0.41	14.28*	1.36
과학의 본성	1399	3.58 (1.14)	4.04 (0.90)	0.46	15.31*	1.50
역사적 관점	1412	3.33 (1.14)	3.68 (1.03)	0.35	12.26*	1.06
과학과 핵심역량	1414	3.97 (1.12)	4.51 (0.76)	0.54	18.52*	1.93

*p <.001

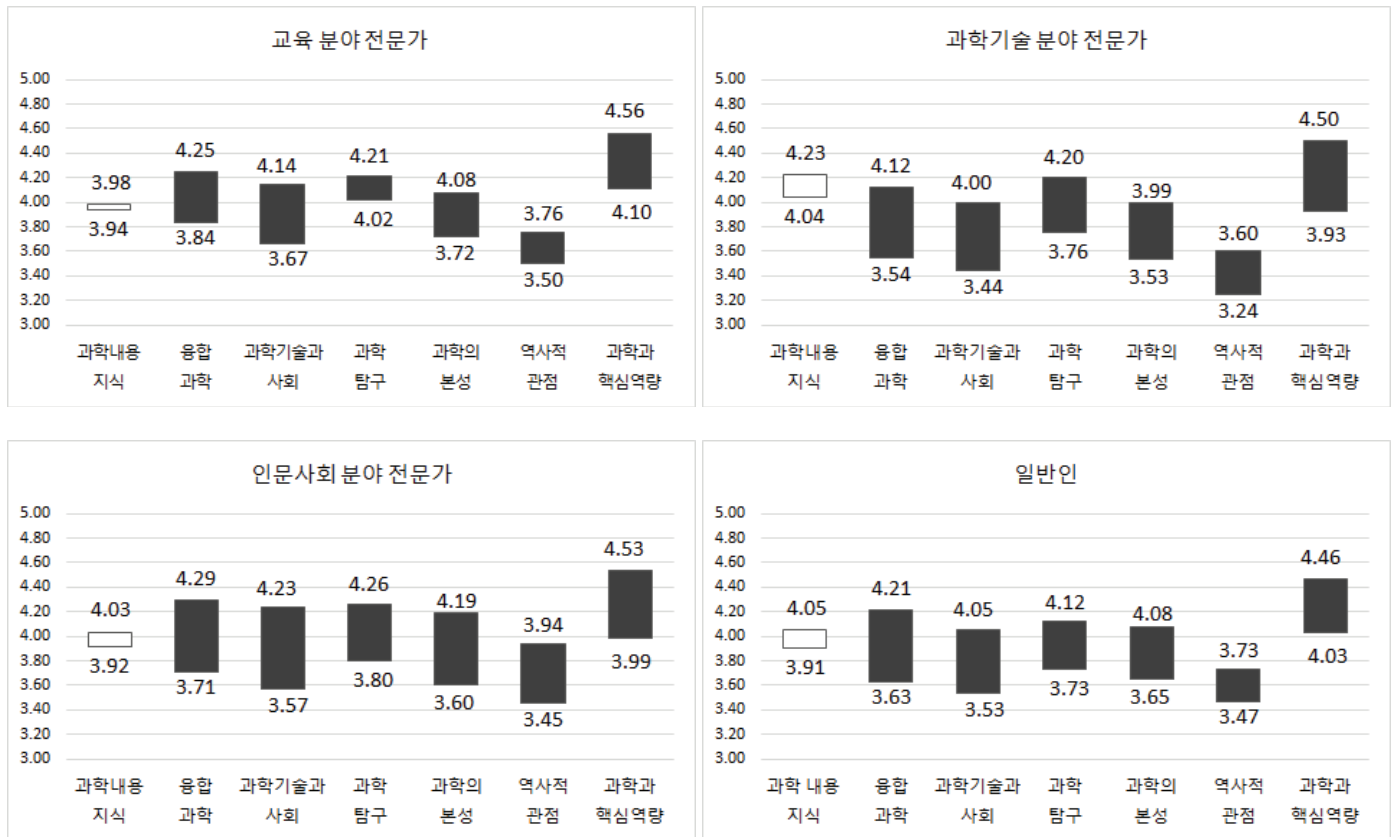
Table 9. Comparison of the importance of science literacy categories across the present and the future science curriculum between occupational groups

과학소양 구성범주	직업군별 과학소양 요소의 중요도 평균											
	교육 전문가 (N=149)			과학기술 전문가 (N=848)			인문사회 전문가 (N=203)			일반인 (N=188)		
	현행	미래	Borich 요구도	현행	미래	Borich 요구도	현행	미래	Borich 요구도	현행	미래	Borich 요구도
과학 내용지식	3.98	3.94	- 0.28	4.23	4.04	- 1.01	4.03	3.92	- 0.42	4.05	3.91	- 1.20
융합과학	3.84	4.25	1.71	3.54	3.92	1.83	3.71	3.91	2.20	3.63	4.25	1.48
과학기술과 사회	3.67	4.14	1.84	3.44	4.00	1.72	3.57	4.23	2.24	3.53	4.05	1.43
과학탐구	4.02	4.21	1.08	3.76	4.20	1.38	3.80	4.26	1.73	3.73	4.12	1.03
과학의 본성	3.72	4.08	1.61	3.53	3.99	1.43	3.60	4.19	2.00	3.65	4.08	1.22
역사적 관점	3.50	3.76	0.89	3.24	3.60	1.02	3.45	3.94	1.76	3.47	3.73	0.61
과학과 핵심역량	4.10	4.56	2.00	3.93	4.50	1.99	3.99	4.53	2.17	4.03	4.46	1.30
요구도 크기 평균			1.26			1.19			1.67			0.84

식의 중요도가 훨씬 더 낮아질 것이라고 평가하였다.

직업군별 중요도 변화에 대한 요구도를 살펴보면, 다른 직업군과 비교하여 일반인의 요구도가 상대적으로 낮게 나타났는데, 특히 역사적 관점에 대한 요구도(0.61)가 낮았으며, 융합과학(1.48)이나 과학기술의 사회(1.43)에 대한 요구도도 다른 직업군에 비해 높지 않았다. 반면에 과학 내용지식에 대한 일반인의 변화 요구도(- 1.20)는 다른 직업군에 비해 높았는데, 이는 미래 과학교육에서 과학 내용지식의 중요도가 낮아져야 한다는 일반인의 요구가 높음을 의미한다.

교육 분야 전문가의 경우 과학과 핵심역량 분야의 요구도가 2.00으로 가장 높게 나타났으며, 과학기술과 사회(1.84)가 그 뒤를 이었다. 이는 최근 개정된 2015 과학과 교육과정에서 핵심역량을 반영하였고 학교교육에서 핵심역량을 강조하는 경향과 맞닿은 것으로 보인다. 과학기술 분야 전문가들도 과학과 핵심역량을 중시해야 한다는 요구가 1.99로 가장 높았으며, 이어서 융합과학(1.83)과 과학기술과 사회(1.72)에 대한 요구도가 높게 나타났다. 한편, 과학 내용지식의 중요도가 낮아져야 한다는 것에 대한 과학기술 분야 전문가의 요구도가 교



□: 미래 학교교육에서의 중요도가 하락함. p<.001 (과학기술 집단에서 차이가 유의함)
 ■: 미래 학교교육에서의 중요도가 높아짐. p<.001 (전 영역에서 차이가 유의함)

Figure 2. Difference in importance of science literacy categories across the present and the future science curriculum between occupational groups

육이나 인문사회 전문가에 비해 높았다(- 1.01). 다른 직업군과 비교하여 인문사회 분야 전문가들의 경우 전반적으로 모든 범주에 대한 중요도 변화 요구도가 높았다(평균 1.67). 특히 과학기술과 사회(2.24)를 중시해야 한다는 요구도가 가장 높았으며, 이어서 융합과학(2.20), 과학과 핵심역량(2.17), 과학의 본성(2.00)의 순으로 요구도가 높게 나타났다.

설문조사에서 마지막으로 미래 ‘한국인으로서’ 강조해야 할 과학소양을 질문하였는데, 서술형 응답결과를 살펴보면 Table 10과 같다.

Table 10. Suggestions for the future science literacy for Koreans

응답자 수(%)		
과학윤리와 인성	106	(24.6)
인문학(문화, 예술)과의 융합(인간과 과학)	56	(13.0)
과학적 사고력(논리력, 추론 등)	36	(8.4)
과학철학	32	(7.4)
기술과 공학(응용과학, 인공지능 등 과학 활용)	29	(6.7)
과학과 사회의 관계	20	(4.6)
기초(자연)과학	19	(4.4)
토론과 글쓰기(표현력, 소통)	18	(4.2)
수학(통계)	18	(4.2)
정보통신(프로그래밍, 정보처리, 디지털)	18	(4.2)
창의력(상상력)	13	(3.0)
생활과 관련된 과학	11	(2.6)
과학에 대한 흥미와 태도	4	(0.9)

응답 결과를 살펴보면, 미래 한국인으로서 과학소양을 개발함에 있어서 1) 과학윤리와 인성(24.6%), 2) 인문과학과의 융합(13.0%), 3) 과학적 사고력(8.4%) 등을 고려해야 한다고 응답하였다. 특히 과학기술의 윤리적 측면, 책임을 지는 윤리, 과학의 오류 등 ‘과학윤리와 인성’에 대한 요구가 높음을 알 수 있다. 이는 그동안의 과학과 교육과정에서 과학윤리 측면에 대한 고려가 부족했다는 점에 대한 반성과 미래 과학기술의 발달에 대한 기대감과 두려움이 공존함을 보여준다. 또한 과학기술 관련 사회적 이슈에 대한 대중들의 요구와 인식이 높아진 것으로 파악할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

연구결과에 따르면 과학소양의 정의에는 기존 과학지식 이외에 과학적 사고, 과학적 문제해결력, 협업과 상호작용 등과 같은 과학적 사고방식과 작업 방식 그리고 과학기술의 활용, 과학기술과 인류 발전, 과학기술의 영향력과 책임 등과 같은 과학의 응용을 포함해야 한다고 응답자들은 강조하였다. 변화하는 미래사회 전망 속에서 한국인이 갖추어야 하는 과학소양으로는 지식 측면에서는 복지와 삶의 질, 의료기술과 기초의학, 정보통신 관련 과학기술의 이해와 활용, 환경문제 및 기후변화와 관련된 지속가능성, 과학기술이 경제에 미치는 영향, 국제 관계 및 다양한 관계에서 발생하는 갈등 상황 등에 대한 지식을 필요로 한다고 응답하였다. 2050년 미래사회에서 한국인이 갖추어야 할 과학소양의 일환으로 다문화와 다양성 존중, 건강관리, 과학기술의 책임감과 윤리의식, 개인과 사회 차원의 인식 변화와

실천 의지, 불평등 및 갈등과 관련된 문제의식, 윤리의식, 공동체의식, 배려와 도덕성 등과 같은 핵심역량을 필요로 한다고 응답하였다.

또한, 2050년 미래 사회에 대비하여 수학 및 기초과학, 생명과 의료 과학, 인간과 사회 등의 분야별로 학교에서 다루어야 할 과학소양 교육의 주제를 수립하였다. 2050년 미래 학교 과학소양 교육을 위한 교과목에 대해 과학기술 전문가와 일반인은 현재와 같은 교과목 편성이 적절하다고 응답하였고, 나머지 직업군에서는 변화가 필요하다고 응답하였다. 과학소양 교육을 위한 교과목 개선 방안으로는 융합·통합 교과 운영, 기초 과학에 비해 응용과학 관련 교과 편성, 지식의 나열보다는 빅아이디어 중심의 내용 구성 등을 제안하였다. 과학소양 구성범주별로 현행 학교 과학교육에서의 중요도와 2050년 미래 과학교육에서의 중요도 추이변화를 조사한 결과에 따르면, 미래 과학교육에서는 과학 내용지식의 중요도가 감소하고 과학과 핵심역량이 더욱 강조될 것이며 과학탐구, 융합과학, 과학기술사회(STS), 과학의 본성 등의 중요성이 높아질 것이라고 응답하였다. 직업군별로 과학소양 구성범주의 중요도에 대한 인식의 차이가 나타났다. 한편, 세계시민으로서의 과학소양이 아니라 ‘한국인으로서’ 강조해야 할 과학소양으로는 과학윤리와 인성, 인문과학과의 융합, 과학적 사고력 등을 고려해야 한다고 응답하였다.

연구결과를 토대로 과학소양의 범주를 크게 과학의 방법, 과학지식, 과학의 응용 등으로 구성할 것을 제안하고자 한다. 여기서 과학의 방법은 과학의 본성, 과학의 언어 및 도구, 과학의 방법 등으로 구성하고, 핵심역량과 과학적 사고와 작업 방식, 과학적 태도 등을 강조할 필요가 있다. 대중들이 제안하는 2050년 과학소양 교육 주제를 반영하여 과학지식 분야를 물질계, 생명계, 수리정보계, 사회계 등으로 구성하되, 과도한 지식을 담아내기보다는 핵심개념을 중심으로 영역 간 연계를 강조할 필요가 있다. 설문결과를 반영하여, 융·복합 과학이나 공학과 기술 관련 지식을 ‘과학의 응용’이라는 별도 범주로 설정하고, 2050년 미래사회 변화 전망에 발맞추어 메가트렌드별 융복합적 지식과 더불어 인간사회에서 과학의 응용 등을 조망할 필요가 있을 것이다. 끝으로 한국인을 위한 제안을 별도의 챗터로 구성할 필요가 있을 것이다.

연구결과를 토대로 2050년 미래사회를 살아갈 한국인을 위한 과학소양 범주 및 구성요소 도출에 주는 시사점과 한국인을 위한 과학소양 개발의 방향을 제안하면 다음과 같다.

첫째, 모두를 위한 과학소양에서 누구나 알아야 할 과학이란 무엇인지에 대한 논의가 필요하다. 본 연구에서는 설문조사를 통해 2050년 미래사회 메가트렌드를 예시하고, 각 분야별로 미래 한국인이 갖추어야 할 과학소양을 수립한 결과, 각 분야별 과학지식과 더불어 다문화와 다양성 존중, 건강관리, 과학기술의 책임감과 윤리의식, 개인과 사회 차원의 인식 변화와 실천 의지, 불평등 및 갈등과 관련된 문제의식, 윤리의식과 공동체의식 등이 제안되었다. 따라서 설문조사 결과를 반영하여 모든 한국인을 위한 과학소양을 개발함에 있어서 ‘과학탐구의 창의적 방법, 질문 능력, 방법론, 핵심역량’ 등에 초점을 둘 필요가 있다. 과학은 결과로서의 지식뿐만 아니라, 과학적 방법과 사고, 핵심역량과 태도 등으로 특징지을 수 있다. 따라서 과학의 방법으로 대변되는 과학탐구, 실증적 과학 연구방법, 과학탐구를 기업교육과 평생학습의 맥락에서 재해석한 과학과 핵심역량, 과학에 대한 태도와 과학적 태도를 포괄하는 과학 태도 등은 그 자체로 과학교육

의 목적이기도 하다. 즉, 과학과의 실험 설계 및 가설 설정 능력, 과학적 증명과 경험적 증거에 기초한 설득의 능력, 과학적 근거의 타당성 분석능력 등과 같은 탐구능력과 과학태도, 과학의 핵심역량 등은 그 자체로 과학지식과 더불어 과학교육을 통해 학생들에게 길러주어야 할 과학소양이다. 이러한 맥락에서 한국인을 위한 과학소양을 개발함에 있어서 과학적 방법과 사고, 과학 역량과 태도를 과학소양의 별도 범주로 설정할 필요가 있다. 예컨대 핵심역량으로서 과학의 방법론과 사고방식 등을 포괄하는 과학의 방법, 자연과 사회현상을 이해하기 위한 다양한 과학지식, 삶의 질 향상을 위한 과학의 응용 등으로 한국인의 과학소양을 구성할 수 있을 것이다. 특히 설문조사 결과를 반영하여, 미래의 환경과 에너지 및 첨단 과학기술 등과 관련된 이슈뿐만 아니라, 다양성 존중, 글로벌 리더십 등과 같은 세계시민 의식을 포괄하는 과학소양을 제안할 필요가 있다.

둘째, 본 연구에서 목적으로 한 모든 한국인을 위한 과학소양을 규명함에 있어서, ‘모든 한국인’은 누구를 대상으로 하는지에 대한 논의가 필요하다. 미국의 ‘모든 미국인을 위한 과학’에서는 개인적 배경이나 상황을 막론하고 모든 청소년들이 공통으로 배워야 할 핵심 내용으로 과학소양을 구성하였고(AAAS, 1989), 일본의 ‘과학기술의 지혜 프로젝트’에서는 2030년에 성인으로서 사회를 책임질 사람들이 갖추어야 할 과학기술의 지혜를 과학소양으로 구성하였다(Project on the Wisdom of Science & Technology, 2008). 즉, 미국의 경우에는 고등학교를 졸업할 때까지 도달해야 할 목표로 과학소양을 설정하였고, 일본의 경우에는 초·중등학교는 물론 사회생활 등을 통해 도달해야 할 목표로 과학소양을 설정하였다. 설문조사와 선행연구 사례를 종합하여 본 연구에서는 ‘한국인을 위한 과학소양’에서 한국인이란 2017년 현재 태어나고 학교를 다닐 아이들이, 성인으로서 사회를 책임져나갈 2050년을 내다볼 때 필요로 할 과학소양을 규명하고 이를 초·중등 학교교육을 통해 길러주는 것을 목표로 설정할 필요가 있다. 한편, 미국 혹은 일본의 과학소양과 차별화되는 한국인을 위한 과학소양을 개발하기 위해 한국의 과학 문화를 비롯하여 한국 고유의 전통과 정서를 반영할 필요가 있을 것이다. 이러한 맥락에서 통일 한국의 미래에 대한 대안을 포함하여 한국적 특수성을 반영한 미래 전망을 토대로 미래사회에서 필요로 하는 한국인의 과학소양을 도출할 필요가 있다. 설문결과에서도 응답자들은 한국 과학사와 과학의 발전에 대한 이해, 한국인으로서의 정체성과 역사적의식, 한국의 경제와 사회 및 지정학적 특성에 대한 이해, 통일로 인해 야기될 수 있는 변화 등을 반영한 과학소양 제안이 필요하다고 강조하였다. 즉, 미래사회의 세계시민으로서 갖추어야 할 과학소양에 추가하여, 한국인의 정체성과 문화적 토양을 지속할 수 있는 과학소양을 규명할 필요가 있다.

셋째, 2050년 미래사회를 살아갈 한국인을 위한 과학소양을 개발함에 있어서 각계각층으로부터 과학소양에 기대하는 것을 수렴할 필요가 있다. 본 연구에서는 2050년 미래사회 변화를 전망한 메가트렌드에서 출발하여 개인의 삶과 공동체 및 국제사회를 위한 방향성과 필요를 제시하고, 이러한 필요를 구현하기 위한 과학기술 영역을 파악하고, 해당 과학기술 발전을 뒷받침할 기초과학소양과 역량을 조사하였다. 설문조사 결과에 따르면, 2050년 미래 사회에 대비하여 분야별로 학교에서 다루어야 할 과학소양으로 과학과 기술 분야별 기초 지식과 더불어, 과학의 본성과 핵심역량으로 창의성과 과학적 상상력, 과학적 문제해결력, 빅데이터에 대한 체계적인 학교교육 등을 교육해

야 한다고 제안하였다. 따라서 한국인을 위한 과학소양을 개발함에 있어서 설문조사, 토론회, 델파이 조사 등을 통해 각계각층으로부터 과학소양에 대해 기대하는 것을 수렴할 필요가 있다. 특히 미래 한국인을 위한 과학소양을 제안함에 있어서 미래사회의 환경, 에너지, 첨단 과학기술 등에 대한 이해와 더불어 다양성 존중, 세계 시민의식 등과 같은 핵심역량과 미래사회의 기후변화, 자원 부족 등과 같은 글로벌 위기에 대처하기 위해 개인적, 사회적, 글로벌 차원에서 필요로 하는 과학소양을 도출할 필요가 있다.

끝으로, 과학소양을 어떻게 함양할 것인지에 대한 논의가 필요하다. 과학소양 교육과 관련하여 미래사회에 대비한 과학소양 교육에서는 과학을 지식으로 습득하기보다는, 과학소양을 토대로 다른 상황에서 창의적 응용이 가능하도록 교육할 필요가 있다고 전문가들은 지적하였다. 따라서 2050년 미래 학교에서는 과학소양 교육을 위한 교과목 구성에서도 통합 교과를 편성·운영하여 빅아이디어를 중심으로 실생활 중심의 주제와 함께 과학, 기술과 사회의 관련성과 적용을 강조할 필요가 있을 것이다. 요컨대 하향식(top-down)이 아니라 상향식(bottom-up) 접근을 통해 각계각층의 모든 한국인이 제안하는 그리고 모든 한국인의 미래 행복과 가치 있는 삶을 위해 과학이 제공할 수 있는 해결책과 필요한 역량을 규명하여, 이를 과학소양의 형태로 개발할 필요가 있을 것이다.

국문요약

본 연구의 목적은 2050년 미래사회를 살아갈 한국인을 위한 과학소양 범주 및 구성요소 도출에 앞서서, 설문조사를 통해 2050년 미래 사회 변화 전망에 따라 요청되는 과학소양의 구성요소를 탐색하고, 2050년 미래학교 과학교육을 통해 다루어야 할 과학소양 주제와 과학소양 구성범주별 중요도 변화 등을 전망하려는 것이다. 본 연구는 보다 큰 프로젝트인 ‘모든 한국인을 위한 과학(Science for All Koreans) 개발’이라는 연구의 일환으로 수행된 것으로 미래 한국인을 위한 과학소양을 규명하기 위한 기초연구에 해당한다. 연구결과에 따르면 과학소양의 정의에는 기존 과학지식 이외에 과학적 사고방식과 작업 방식 그리고 과학의 응용 등을 포함해야 한다고 응답자들은 강조하였다. 2050년 미래사회 변화 전망에 따라 요청되는 과학소양을 지식과 핵심역량으로 구분하여 제안하고, 2050년 미래 학교 과학소양 교육을 위한 교과목 편성, 과학소양 구성범주별로 중요도 추이변화 등을 분석하였다. 연구결과를 토대로 미래 한국인을 위한 과학소양의 범주로 과학의 방법, 과학지식, 과학의 응용 등을 제안하였다. 또한 2050년 미래사회를 살아갈 한국인을 위한 과학소양 범주 및 구성요소 도출에 주는 시사점과 한국인을 위한 과학소양 개발의 방향을 제안하였다.

주제어 : 과학소양, 메가트렌드, 과학의 방법, 과학지식, 과학 응용, 핵심역량

References

- AAAS (1989). Science for All Americans. New York: Oxford University Press.
Borich, G. D. (1980). A Needs Assessment Model for Conducting Follow-up

- Studies. *The Journal of Teacher Education*, 31(3), 39-42.
- Brown, B. A., Reveles, J. M. & Kelly, G. J.(2005). Scientific Literacy and Discursive Identity: A Theoretical Framework for Understanding Science Learning. *Science Education*, 89(5), 770-802.
- Bybee, R. W. (1997). Towards an Understanding of Scientific Literacy. In W. Graber & C. Bolte(Eds.), *Scientific literacy* (pp. 37-68). Kiel, Germany: Institute for Science Education (IPN).
- Bybee, R., McCrae, B., and Laurie, R. (2009). PISA 2006: An Assessment of Scientific Literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 865-883.
- Chiapetta, E., Sethna, G. & Fillman,D.(1993). Do Middle School Life Science Textbooks Provide a Balance of Scientific Literacy Themes? *Journal of Research in Science Teaching*, 30(7), 787-797.
- Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S., and 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.
- Chung, Y. L., & Choi, J. M. (2007). An Assessment of the Scientific Literacy of Secondary School Students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 27(1), 9-17.
- DeBoer, G. E.(2000). Scientific literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Gilley, J. W., & Egglund, S. A. (1989). *Principles of Human Resource Development*. Cambridge, MA: Perseus Books.
- Holbrook, J., Rannikmae, M.(2007). The Nature of Science Education for enhancing Scientific Literacy. *International Journal of science education*, 29(11), 1347-1362.
- Hurd, P. D. (1958). Science literacy: Its Meaning for American Schools. *Educational Leadership*, 16, 13-16.
- Jeon, S., Koh, H., Lee, Y., Kwak, Y., & Choi, S. (2017). Development for 'Science for All Koreans'. (KOFAC Research Report). Seoul: KOFAC.
- KEDI (2010). "Future Vision 2040", Retrieved May 15, 2016 from http://17future.pa.go.kr/data/forumdata/p_20100614113252.pdf, (accessed February 1, 2017).
- KICE (2012). Design of the Competencies-based National Curriculum for the Future Society. (Research Report RRC 2012-4). Seoul: KICE.
- Kim, D. (2016). Future Human Resources and Milestones of Key Science Competencies (KOFAC Research Report). Seoul: KOFAC.
- Kim, H. J., Choi, S. Y., Hwang, Y. J., Lee, J. E., Kim, S. W., & Lee, M. K. (2006). An Analysis of Middle School Science Textbooks Based on Scientific Literacy. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 26(4), 601-609.
- Kim, K., & Choi, T. (2014). US NIC "Global Trends 2030". Report 2014-001. Seoul: KISTEP.
- Kwak, Y. (2016). Competency-based Curriculum in Science. Cooperative association of Korean science education contents. *Science Education Monograph Series No. 11*.
- Laughsch, R. C.(2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.
- Lee, C., & Jung, B. (2016). A Study on the Talent Development of Geoscience and Mineral Resources in IS-Geo of KIGAM: Focusing on the Training Needs Analysis and Training Performance Assessment. *Journal of The Korean Earth Science Society*. 37(4), 230-242.
- Lee, M. J. (2009). Toward the Definition of 'Scientific Literacy'. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(4), 487-494.
- Lee, M. J. (2014). Characteristics and Trends in the Classifications of Scientific Literacy Definitions. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(2), 55~62.
- Manhart, J. J.(1998). Gender Differences in Scientific Literacy. Paper presented at the Annual Meeting of the National Council on Measurement in Education.
- Miller J. D. (2004). Public Understanding of and Attitudes Toward Scientific Research: What We Know and What We Need to Know. *Public Understanding of Science*, 13(3), 273-294.
- Ministry of Education & Human Resources Development (2007). 2007 Science Curriculum (Notification No. 2007-79 of the Ministry of Education & Human Resources Development).
- Ministry of Education (2015). 2015 Science curriculum (Notification No. 2015-74 of the Ministry of Education).
- Mun, K., Mun, J., Cho, M., Chung Y., Kim, S- W. & Krajcik, J. (2012). Development and Application of 21st Century Scientific Literacy Evaluation Framework on Korean High School Science Text Books. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(5), 789-804.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2016). *Science Literacy: Concepts, Contexts, and Consequences*. Washington, DC: The National Academies Press. doi: 10.17226/23595.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D. C.: The National Academies Press.
- NIPA (2010). Fifteen Mega Trend in Korean Society: Meta Analysis. Retrieved May 15, 2016 from <http://www.nipa.kr/now/trandInformationView.it?identifier=02-004-110406-000001&menuNo=26&page=10>
- Norris, S., Phillips, L.(2003). How Literacy in Its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy. *Science Education*, 87(2), 224-240.
- OECD (2005). The Definition and Selection of Key Competencies: Executive Summary. OECD: DeSeCo Project. Retrieved May 29, 2016, from <http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf>
- OECD. (2013). The PISA 2015 Draft Science Framework. Retrieved May 29, 2016, from <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>
- Park(2016). Discussions About the Three Aspects of Scientific Literacy: Focus on Integrative Understanding, Settlement in Curriculum, and Civic Education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(3), 413-422.
- Project on the Wisdom of Science & Technology (2008). Reports of the Project on the Wisdom of Science & Technology. Retrieved May 11, 2016, from <http://www.science-for-all.jp/>
- Ryu H. S. & Choi, K. H. (2010). Perception Survey on Characteristics of Scientific Literacy for Global Science-Technology-Society for Secondary School Students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 30(6), 850-869.
- Shin D. H. & Ro, K. H. (2002). Korean Students' Achievement in Scientific Literacy. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 22(10), 76-92.
- Song, M., Choi, H., Im, H., & Park, H. (2012). OECD Programme for International Student Assessment: Establishing PISA 2015 Field Trial. (Research Report RRE 2013-6-2). Seoul: KICE.
- World Economic Forum (2015). The Global Competitiveness Report: 2014-2015, Retrieved May 11, 2016, from http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2014-15.pdf