

과학관련 신문기사 분석을 통한 과학적 소양인의 과학적 소양 발현 메커니즘

구민아 · 박다혜¹ · 박종석*

경북대학교 · ¹대구운암초등학교

Examination of the Development Mechanism of Scientific Literate Person through Analysis of Science-Related Newspaper Articles

Mina Koo · Dahye Park¹ · Jongseok Park*

Kyungpook National University · ¹Daegu Woonam Elementary School

Abstract: In this study, we examine how scientific background is developed in order to raise the systematic strategy of scientific literate person's training, and provide the necessary foundation for the structure of future scientific literate person's training programs. For this purpose, we analyzed newspaper articles at the expert workshop of science education, discussed the true nature of scientific literate person, and derived the mechanism of manifesting scientific background. The derived mechanism was ranked in the order of understanding, empathy, execution, and sympathy. Using the presented stages and the parameters of stage transition, it is possible to construct an educational program and train the actual scientific literate person through science education when it is applied to school sites.

keywords: Scientific Literacy, Scientific Literate Person, Newspaper articles, development mechanism

I. 서론

과학교육에서 지속적으로 강조하고 있는 것은 과학 지식의 습득, 탐구능력의 획득, 과학적 태도의 함양이다. 이처럼 과학교육에서 과학지식과 탐구가 강조되고 있는 것은 과학은 우리가 살고 있는 자연 세계를 이해할 수 있는 지식을 제공하고, 과학적 방법을 통해 지식을 체계적으로 획득하거나 기존의 지적 자산들을 통찰할 수 있는 안목을 키우는 데 도움을 주기 때문이다(Schöler, 2014). 다시 말해 과학은 우리들이 살고 있는 세계를 이해하는 도구의 역할을 한다. 하지만 학교 현장에서 과학교육은 도구로서의 과학, 즉 과학 지식의 습득이나 탐구능력의 획득이 목적이 되고 있다.

그렇다면 과학교육의 본질은 무엇인가? 과학교육도 교육의 한 부분이라는 점에서 교육의 본질과 일맥상 통한다. 교육은 인간을 대상으로 한다. 그러기 때문에 교육의 본질은 삶과 사람에 주목해야 한다. 교육의 본

질은 삶다운 삶, 사람다운 사람을 떠나서는 안 된다. 대학에 “마음이 없으면 보기는 하지만 보질 못하고, 듣기는 하지만 듣질 못하고, 먹기는 하지만 그 맛을 모른다.”라고 하였다. 이와 같이 ‘바른 마음(正心)’이 갖춰지지 않는다면 무엇도 제대로 하지 못하게 된다(Lee, 2004). 루소 또한 교육의 목적은 기계를 만드는 것이 아니라 사람을 만드는 것이라고 하였으며(Rousseau, 2007), 칸트도 각 개인이 자신의 자율적 판단에 따라 성숙한 인간으로 살도록 하는 것이 교육의 가장 큰 목표라고 하였다(Kant, 2007).

이러한 교육의 본질을 바탕으로 과학교육에서도 인간을 교육하는 것이 과학지식이나 탐구능력의 획득보다 우선되어야 한다. 따라서 과학교육에서 강조되어야 하는 것은 ‘과학하는 사람’을 만드는 것이라고 할 수 있는데, 그것은 학자로서의 ‘과학자’를 포함하는 넓은 의미로서의 ‘과학적 소양인’을 말한다(Kwon, 2003).

과학적 소양은 자연세계와 인간 활동으로 초래된

* 교신저자: 박종석 (parkbell@knu.ac.kr)

** 2021년 2월 10일 접수, 2021년 3월 30일 수정원고 접수, 2021년 4월 8일 채택

http://dx.doi.org/10.21796/jse.2021.45.1.42

자연의 변화를 이해하고 의사결정을 내리는 데 도움을 주기 위하여 과학적 지식을 활용하고 문제를 인식하며 증거에 기초한 결론을 내릴 수 있는 능력을 말한다(PISA, 2013). 과학교육의 목표로서의 과학적 소양은 Hurd (1958)에 의해 처음으로 부각되었으며, 미국의 국가 과학교육기준에서도 과학적 소양을 갖춘 시민을 교육의 이상으로 제시하고 있다(NRC, 1996). 또한 과학적 소양은 ‘모든 사람을 위한 과학’의 주요 개념 중 하나이다(AAAS, 1989). 모든 사람들이 과학적 소양을 갖춘다면 과학교육은 소기의 목표를 달성했다고 할 수 있다. 즉, 과학적 소양인의 양성이 과학교육의 목표라는 것이다. 이와 같은 교육적 흐름에 따라 미국이나 우리나라에서는 과학교육에서 과학적 소양을 갖춘 인간 교육이 강조되고 있다. 하지만 과학적 소양인의 양성이 강조되고 있는 것에 비하여 실제 과학교육에서는 인간 교육으로서의 과학적 소양인 양성보다 과학적 소양 그 자체에 집중해왔다.

과학적 소양의 정의는 Hurd (1958)가 과학의 이해와 이를 사회 경험에 적용하는 것으로 설명한 이래로 다양하게 제시되었다(Bybee, 1997; Chiappetta *et al.*, 1991; Laugksh, 2000; Norris & Philips, 2003; Roth & Barton, 2004; Shamos, 1995; Shen, 1975). 미국의 경우는 과학적 소양의 함양을 위한 2061 프로젝트인 모든 사람을 위한 과학(1989)을 시작으로 과학소양을 위한 단계별 기준(1993), 과학적 소양 단계별 연계도(2001)와 유치중등 과학교육의 체계(2012)에서 차세대 과학교육 표준(2013)까지 실천을 위한 구체화된 연구가 이루어졌다(AAAS, 1989, 1993, 2001, 2007, 2012). 국내에서는 과학적 소양 정의와 관련한 연구들과(Choi *et al.*, 2011; Lee, 2009; Lee, 2010; Lee, 2013; Lee, 2014; Seo, Hwang, & Kwack, 1999; Shin, 2004) 교과서 및 대학수학능력시험에 나타난 과학적 소양의 분석(Gao *et al.*, 2012; Kim *et al.*, 2006; Kwon & Chang, 1996; Mun *et al.*, 2012; Seo, 2010), 과학적 소양의 평가(Cho & Kang, 2010; Choi, Lee, & Ko, 2004; Chung & Choi, 2007; Chung & Lee, 2010; Hong & Woo, 2009; Kim, 2009; Lim, 2001; Park, 2006; Park & Lee, 2005; Shin & Ro, 2002), 과학적 소양에 대한 학생들의 인식(Ryu & Choi, 2010), 과학적 소양의 함양을 위한 교수-학습법에 관한 연구(Kim, 2004; Kim, 2010; Kim, 2012; Kim *et al.*, 2012; Kwak, 2005; Kwon, 2003; Yu, Oh, & Kim, 2008) 등이 있다. 그러나 과학적 소양에 대한 다양한 연구에도 불구하고, 과학적 소양의 함양, 즉 과학적 소양인 양성이라고 하는 과학교육의 본질적인 측면의 연구는 아직 부족한 상황이다. 실제로 7차 교육과정에서부터

과학적 소양이 제시되고 2015 개정 교육과정까지도 학생들의 과학적 소양 함양을 목표로 제시하고 있지만, 과학적 소양을 어떻게 함양할 수 있으며 과학적 소양인을 어떻게 양성할 것인가를 연구하는 하는 것은 앞으로 남은 과제라고 할 수 있다.

지금까지 선행 연구를 살펴본 바와 같이 현재 과학 교육 연구에서는 과학적 소양인을 양성할 수 있는 체계적 전략 마련이 필요하다. 이를 위해 과학적 소양인 양성의 체계적 전략 마련을 위해 과학적 소양이 어떻게 발현되는가를 확인해 볼 필요가 있다. 과학적 소양의 정의 분류의 특성 및 경향 연구에서 과학개념이나 교과 내에서의 문제해결뿐만 아니라, 일상생활, 지역 사회, 국가, 나아가 지구를 아우르는 과학 관련 사회적 문제를 염두에 둔 과학적 소양의 의미를 정립하는 게 필요하고, 사회적 기능으로서의 과학적 소양 목표를 다른 과학적 소양의 하위목표와 바람직한 관계를 설정하고, 위계구조가 있다면 구체적인 관련성을 찾아 보는 것이 중요하다(Lee, 2014). 이에 본 연구에서는 과학적 소양인의 사고와 행동 형태과정인 과학적 소양 발현 메커니즘을 과학적 소양인의 소양을 위계적 형태 과정인 것을 검증하고, 관련성을 분석하여 정의하고 앞으로의 과학적 소양인 양성 교육 프로그램 구성에 필요한 기반을 마련하고자 한다. 이 연구는 가설연역법에 기반한 연구 단계로 설계되었고, 설계된 단계에서 가설은 과학관련 신문기사를 분석하면 과학적 소양인의 소양 발현 메커니즘을 알 수 있다고 설정하였다. 신문기사를 분석하는 이유는 학생들이 학교교육에서 과학적 소양을 함양한 후 그것이 발현되는 상황과 연계되기 때문이다. 물론 다른 상황이나 매체도 있겠지만, 이 연구에서는 신문기사를 통해서 과학적 소양인의 소양이 발현될 것이라고 조건을 설정했다.

이를 위한 연구 문제는 첫째, 신문기사 분석을 통해 고찰되는 과학적 소양인의 모습은 어떠한가? 둘째, 과학적 소양인의 소양 발현 메커니즘은 어떤 과정으로 진행되는가?로 설정하였다.

II. 연구 방법

이 연구는 ‘연구 단계 설계-신문기사 수집-신문기사 분석-과학적 소양인의 소양 발현 메커니즘 검증’의 단계를 거쳐 수행되었다(Figure 1).

과학적 소양인의 소양 발현 메커니즘을 도출하기 위하여 가설연역법에 기반한 ‘일반화된 진술-초기조건-가설 설정-가설 검증-가설 적용’의 과정으로 연구 단계를 설계하였다(Table 1).

가설연역법은 칼 포퍼에 의해 과학적 방법으로 소

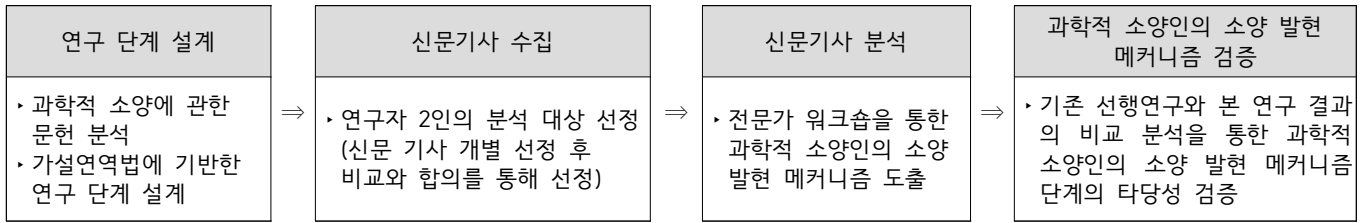


Figure 1. Research procedure

개된 것으로 과감한 가설을 설정하고 이를 검증함으로써 이론을 확립한다(Popper, 2013). 그러나 가설연역법에 의한 이론은 반증에 의해 새롭게 수정된다는 점에서 불안정하지만 이는 앞으로의 발전 가능성도 존재한다는 것을 의미하기도 한다. 현재 과학 교육에서 과학적 소양에 대한 중요성이 지속적으로 강조되고 연구가 계속되고 있기에 가설연역법은 과학적 소양인의 소양 발현 메커니즘의 발전과 변화에 가능성을 열어둔다는 측면에서 가장 적절한 연구방법이라고 판단하였다.

일반화된 진술로는 ‘과학적 소양은 사회생활 속에서 발현된다. 과학적 소양을 함양한 학생들은 장차 사회생활을 하게 된다.’를 각각 설정하였다. 이와 같은 일반화된 진술은 ‘모든 사람을 위한 과학’의 주요 개념으로(AAAS, 1989), 과학교육이 과학자 양성 보다 사회 속의 생활인을 기르는 것에 집중되어야 함을 강조한 것이다.

초기조건은 ‘과학교육은 과학적 소양인을 양성한다. 과학적 소양인의 과학적 소양은 대중매체(과학관련 신문기사)를 접할 때 발현된다.’로 설정하였다. 앞서 진술된 바와 같이 사회생활을 하면서 발현되는 과학적 소양은 과학교육을 통해 길러지고 그 결과 과학적 소양인이 양성되기 때문이다. 또 Shamos (1995)가 제시한 가장 낮은 단계의 과학적 소양이 언론과 같은 일상 생활에서 사용하는 과학 용어를 불편없이 이해

하는 수준으로 제시하였으므로 과학 관련 신문기사 분석을 통해 최소한의 과학적 소양을 갖춘 모든 사람의 과학적 소양 발현 과정을 고찰해보고자 하였다.

이를 분석하는 과정에서는 단일 연구자에 의한 편향을 극복하고 연구의 객관성과 신뢰도를 높이기 위해 연구자와 이론에 의한 삼각검증(triangulation)을 실시하였다(Noble & Heale, 2019). 먼저 신문 기사의 수집과 분석 과정에서는 연구자에 의한 삼각검증 방법을 활용하였다. ‘과학관련 신문기사를 분석하면 과학적 소양인의 소양 발현 메커니즘을 알 수 있다.’로 설정된 가설을 검증하기 위해 국내의 주요한 3개 신문사(J1, J2, D신문사)의 과학 관련 기사 134편(Table 2)을 분석하여 현대 사회에서 요구되는 과학적 소양인의 바람직한 모습을 고찰하였다. 분석 대상은 2020년 1월-2월 사이 제목과 내용에 ‘과학’이라는 키워드를 포함한 기사(1,818건)를 검색한 뒤 연구자 2인이 각자 기사 내용을 이해하는 데에 과학적 지식을 필요로 한다고 판단한 기사를 1차로 선정하였다. 차후에 상호 비교하여 동일하게 선정된 기사는 분석 대상에 바로 포함시키고 이견을 보인 기사는 합의를 통해 최종 대상에서 제외하거나 포함시켰다(134편). 분석은 과학교육전문가 1명, 박사과정생 4명, 석사과정생 1명으로 이루어진 전문가 워크숍을 통해 이루어졌다. 전문가 워크숍에서도 각자 과학 관련 신문 기사를 읽고 과학적 소양인의 과학적 소양 발현 모습을 파악한 뒤 상

Table 1. Details by research stage

연구 단계	세부 내용
일반화된 진술	<ul style="list-style-type: none"> · 과학적 소양은 사회생활 속에서 발현된다. · 과학적 소양을 함양한 학생들은 장차 사회생활을 하게 된다.
초기 조건	<ul style="list-style-type: none"> · 과학교육은 과학적 소양인을 양성한다. · 과학적 소양인은 대중매체(과학관련 신문기사)를 접할 때 과학적 소양이 발현된다.
가설 설정	<ul style="list-style-type: none"> · 과학관련 신문기사를 분석하면 과학적 소양인의 소양 발현 메커니즘을 알 수 있다.
가설 검증	<ul style="list-style-type: none"> · 과학적 소양에 대해 잘 알고 있는 과학교육 전문가 1명, 박사 4명, 석사 1명이 과학관련 신문기사 분석을 통해 과학적 소양인의 참모습을 고찰한다. · 과학적 소양인의 소양 발현 메커니즘을 도출한다.
가설 적용	<ul style="list-style-type: none"> · 과학적 소양 및 과학적 소양인의 정의에 대한 문헌들을 분석하여 과학적 소양인의 과학적 소양 발현 메커니즘을 적용해 본다.

Table 2. An example of a science-related newspaper article used to analyze the mechanism of manifestation of scientific literacy

순	제목	출처
1	탈원전에... '월성 2,3,4호기 스톱'의 초유의 사태온다.	https://news.joins.com/article/23676545
2	이탈리아 법원 "휴대전화 장기 사용이 암유발" 연관성인정	https://news.joins.com/article/23683255
3	세 번의 산업혁명보다 더 큰 충격 온다. 2020년 AI 7대 트렌드	https://news.joins.com/article/23687167
4	'비만원흉'알려진 장미생물, 알고보니 발달,정신장애도 초래	https://news.joins.com/article/23689950
5	대화없이 '1분'...승강기서 확진자 마주했는데 '감염'	https://news.joins.com/article/23718711
6	지구 온난화의 현장, 하루 40m 녹아 흐르는 그린란드 빙하	https://news.joins.com/article/23695532
7	신종 코로나 가짜뉴스에 이어 '가짜논문'까지...과학자들 반박	https://news.joins.com/article/23697620
8	19일 발사 '천리안 2B호', '세계 최초 미세먼지 관측 위성'이라는데, 진실은?	https://news.joins.com/article/23709221
9	의심이 확산 됐다... '코로나 무증상 감염' 獨 연구팀 규명	https://news.joins.com/article/23712321
10	쓰레기에 뒤덮인 지구, '바이오플라스틱' 대안될까	https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2020/02/28/2020022803269.html
11	마스크를 전자레인지에 돌려라?... 재사용 어디까지	https://news.chosun.com/site/data/html_dir/2020/02/28/2020022803273.html
12	IAEA 사무총장, 日 후쿠시마오염수 해양방류 지지발언 논란	https://news.chosun.com/site/data/html_dir/2020/02/27/2020022701987.html
13	"3시간 뒤 우리 동네에 비 올까?" AI 예보관에게 물어보세요	http://www.donga.com/news/article/all/20200209/99609313/1
14	'방·단 갑옷' 입은 태양 극지 탐사선, 600도 고열 속으로!	http://www.donga.com/news/article/all/20200214/99684538/1
15	보이지 않는 지구온난화의 역습	http://www.donga.com/news/article/all/20200215/99697740/1
16	환경위성 '천리안 2B호' 발사 성공...대기·해양 환경 정보 제공	http://www.donga.com/news/article/all/20200219/99771077/2
17	"제주녹차로 만든 유산균, 장내 생존율 7~8배 높아"	http://www.donga.com/news/article/all/20200220/99785413/1
18	'원자력연구 안전 불감증' 총선 이슈로 떠오르나	http://www.donga.com/news/article/all/20200219/99784518/1
19	오해와 편견 없는 과학이 바이러스 물리친다	http://www.donga.com/news/article/all/20200227/99896199/1
20	고수온 겨울바다에... 전남도 해조류 생산량 급감	http://www.donga.com/news/article/all/20200219/99784537/1
이하 생략		

호 논의 과정을 거쳤다. 이후 연구자 1인이 상호 논의 과정을 발췌하여 논리적으로 명료화하였고 이를 다시 전문가 워크숍을 통해 검증함으로써 과학적 소양인의 소양 발현 메커니즘으로 도출하였다. 이를 통해 '과학 관련 신문기사를 분석하면 과학적 소양인의 소양 발현 메커니즘을 알 수 있다.'는 가설을 검증하였다.

마지막으로 가설 검증 단계에서는 기존 과학적 소양 및 과학적 소양인 정의 연구들을 분석하여 이전 단계에서 도출된 과학적 소양인의 소양 발현 메커니즘을 구성하는 각 단계의 타당성을 확인하였다. 이는 이론에 의한 삼각검증에 해당되는 방법으로(Noble & Heale, 2019), 과학적 소양에 대해 연구한 다수의 이론과 본 연구를 통해 밝힌 과학적 소양인의 소양 발현 메커니즘 단계의 공통점을 파악함으로써 다시 한번 검증하게 되는 것이다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 신문기사 분석을 통한 과학적 소양인의 참모습(롤모델) 고찰

과학관련 신문기사를 수집하고 분석하는 과정에서 과학관련 기사에 나타나는 과학적 소양을 특징에 따라 분류해야 한다는 합의에 이르게 되었다. 신문기사의 큰 주제는 '과학'으로 모두 동일하지만 그 세부적인 내용이 '독자의 실생활과 밀접한 관련을 맺고 있는가?' '개인적인 삶에 대한 내용인가?' '범시민적인 삶에 대한 내용인가?'에 따라 분류할 수 있었다. 이에 각 과학관련 신문기사에서 요구하는 과학적 소양을 기사를 읽는 사람들에게 영향을 미치는 범위에 따라 문화적 과학적 소양, 실제적 과학적 소양, 시민의 과학적 소양으로 분류하고 각 유형에서 과학적 소양인의 참모습이 어떻게 발현될 것인가를 고찰해보았다.

1) 문화적 과학적 소양

문화적 과학적 소양을 요구하는 기사는 독자의 일상적인 삶에 직접적으로 영향을 미치지 않지만 과학적 내용을 담고 있어 독자의 호기심을 자극하고 문화적 소양을 향상 시킬 수 있는 내용을 말한다. 예를 들어 환경위성 ‘천리안 2B호’ 발사 성공...대기·해양 환경 정보 제공들은 IT 관한 내용들로 독자가 이를 모른다고 해서 문제가 되지는 않을 것이다. 그러나 그 내용을 읽게 됨으로써 우주에 호기심을 갖고 우주 과학에 대한 소양을 쌓게 되는 것이다. Table 3은 ‘방·단 갑옷’ 입은 태양 극지 탐사선, 600도 고열 속으로! 라는 내용을 담고 있다.

전문가 워크숍을 통해 과학적 소양인이 Table 3의 기사를 읽고 어떤 과정을 거쳐 과학적 소양을 발전하게 되는지 논의하였다(Table 4). 과학적 소양 발전의 첫 번째는 전문가 B가 말한 바와 같이 과학적 소양인이 태양 극지탐사선에 관한 신문 기사를 읽고 난 후 기사의 내용을 ‘이해’하는 것이라고 볼 수 있다. 그러나 신문기사에 읽고 이해하기 위해서는 전문가 A의 의견과 같이 기사 제목을 읽고 ‘흥미’를 느끼는 상황이 필요하다. 따라서 과학관련 신문 기사를 읽고 과학적 소양이 발전되는 첫 번째 단계는 기사의 내용을 이해하는 것이지만 그 이전에 기사에 대한 흥미가 선행되어야 하는 것이다. 기사를 이해하는 다음 단계에는 전문가 D가 주장한 바와 같이 이해하는 것 이상의 더 적극적인 행동이 이어져야 한다. 이 적극적인 행동이란 주기혜성을 관측할 수 있는 방법을 찾아보는 등

해당 이슈를 적극적으로 ‘참여탐색’ 하는 것으로 이 역시 ‘관심’이 선행되어야 한다. 다음은 신문기사에서 이해한 내용을 바탕으로 자기 스스로 탐색한 내용을 더하여 솔라오비터와 같은 새로운 아이디어를 생각해 보는 등의 ‘실행’ 단계이다. ‘참여탐색’에서 ‘실행’ 단계로 이어지기 위해서는 역시 ‘실천의지’가 있어야 한다. 마지막으로 자신의 실행 결과의 ‘가치’를 인정하고 자신의 관측결과와 그에 대한 생각을 의미있게 대화하거나 서술하여 다른 사람들과 ‘교감’하게 된다. 이와 같이 과학적 소양을 발전하는 과학적 소양인의 모습은 위계적인 단계로 도출되고 각 단계를 정리하면 ‘이해-공감-실행-교감’이 될 것이다. 그러나 이전 단계에서 다음 단계로 이행되기 위해서는 ‘흥미, 관심, 실천의지, 가치’와 같은 정의적인 요인이 발현되어야 한다.

2) 실제적 과학적 소양

실제적 과학적 소양은 독자의 일상적인 삶과 직접적으로 관련된 과학적 내용을 담고 있고 있는 신문 기사를 읽을 때 발현되는 과학적 소양을 말한다. 예를 들어 “‘비만원흉’ 알려진 장 미생물, 알고 보니 발달, 정신장애도 초래”와 같은 기사의 내용을 잘 이해하고 유념할 경우 독자들의 실생활에 도움이 된다. Table 5는 실제적 과학적 소양을 요구하는 신문기사의 구체적인 예로 코로나 바이러스의 단시간 밀폐된 공간에서의 감염경로에 대한 기사이다.

Table 3. Newspaper articles on cultural scientific literacy

‘방·단 갑옷’ 입은 태양 극지 탐사선, 600도 고열 속으로!
<p>인류 최초로 태양 남극과 북극을 관측할 우주탐사선 ‘솔라 오비터’가 10일 오후(한국 시간) 성공적으로 발사됐다. 유럽우주국(ESA)과 미 항공우주국(NASA)이 함께 개발한 솔라 오비터는 앞으로 3년에 걸쳐 태양에서 가장 가까운 행성인 수성의 공전궤도 안쪽까지 진입한 다음 본격적인 임무에 들어간다. 인류가 보지 못하던 태양 북극과 남극에서 일어나는 태양 자기장 변화, ‘플레어’ 등 태양 표면 폭발 활동, 폭발 과정에서 방출되는 입자 분석 임무를 맡고 있다. 조경석 한국천문연구원 우주과학본부 책임연구원은 “솔라 오비터를 통해 태양 극지점의 자기장을 관측하면 어떤 이유로 11년이라는 태양 활동 주기가 결정되는지 실마리를 찾을 수 있다”며 “위성 교란이나 통신 등에 영향을 주는 태양풍, 태양 입자를 예측할 수 있을 것”이라고 말했다. 솔라 오비터는 태양 표면으로부터 4200만 km 떨어진 궤도를 돌며 임무를 수행한다. 이는 태양 지름의 약 60배이자 태양과 수성 간 거리의 4분의 3에 해당하는 거리다. 태양과 가까운 거리에서 성공적으로 임무를 수행하려면 600도가 넘는 고열을 견뎌야 한다. 수성은 태양에 가장 근접할 때 태양과의 거리가 약 4600만 km로 이때 수성 표면은 430도까지 올라간다. 납을 녹일 수 있을 정도의 뜨거운 온도다.</p> <p>약 15억 달러(약 1조7700억 원)를 투입해 개발한 솔라 오비터에는 다양한 열 차폐 기술이 들어간다. ESA와 NASA 연구진은 혹독한 온도를 견디는 우주선을 만들기 위해 고열에 강한 부품과 태양을 바라보는 방향에 따라 다양한 방열과 내열 기술을 사용했다. 기존 태양 탐사선이 태양 적도 위에서 태양 주위를 돌았던 것과는 달리 솔라 오비터는 비스듬한 궤도면을 돈다.</p>

Table 4. Part of the expert workshop on the process of manifesting scientific literacy

A: 과학적 소양인이 신문기사를 접할 때 발현되는 참모습에 대해 논의해 봅시다. 일단 과학적 소양인이라면 ‘방·단 갑옷’ 입은 태양 극지 탐사선, 600도 고열 속으로!이라는 제목을 보고 **흥미**를 느껴 기사를 읽을 것 같아요. 흥미가 없으면 이 기사도 읽지 않을 것이고 그러면 과학적 소양의 발현도 할 수 없겠죠(Roth & Barton, 2004). 흥미를 가진 과학적 소양인에게 다음으로 요구되는 것은 무엇일까요?

B: 일단 신문기사를 살펴보니 과학적 소양인에게 신문기사를 읽는 동안 요구되는 것은 신문기사에 대한 **이해**인것 같아요. 이 기사의 경우엔 태양 자기장 변화, 플레어, 태양풍, 태양 입자 등의 과학용어에 대한 이해가 과학적 소양인에게 요구 됩니다(Hazen & Trefil, 2006; Norris & Phillips, 2003).

C: 흥미를 가지고 신문을 읽으면서 이해하고... 그것 이상의 무엇이 과학적 소양인에게 요구되어야 할 것 같네요. 2009개정교육과정에서도 추구하는 인간상이 **흥미**인간의 이념을 바탕으로 하고 있듯 과학교육에서 양성하려고 하는 과학적 소양인의 모습이 신문을 읽고 이해하는 것만으로 끝나는 인간상을 목표로 하는 것은 아닙니다. 현대사회에서 요구하는, 과학교육에서 양성해야하는 과학적 소양인에게 다음으로 요구되는 것은 무엇이어야 할까요?

D: 좀 더 적극적인 행동이 있어야 한다고 생각이 됩니다. 예를 들면 기사를 읽고 태양, 솔라오비터, 통신에 대한 정보를 과학적인 방법으로 찾아보거나 과학적 탐구과정을 조직하는 것처럼 과학관련 이슈에 **관심**을 가지고 **몰입**하게 되어 적극적으로 **참여**하고 **탐색**하는 단계가 요구된다고 봅니다. 그 이슈에 대해 공감하게 되는 거죠(Chiappetta, 1991; NSTA, 1971; Shamos, 1995).

A: 그런 것 같아요. 그 다음으로는 **실천**하는 단계가 있어야 하지 않을까요?! 탁상공론하는 과학적 소양인은 의미가 없어 보여요. 찾아낸 방법으로 **실천의지**를 가지고 직접 관측하러 가는 **실행**단계가 있어야 해요 (Miller & Iadeavis, 1989).

E: 과학적 소양인에게 마지막 단계로 요구되는 참모습은 자신이 몰입된 그 이슈에 대해 실행까지 한 후 그것을 가치롭게 여겨 자신의 관측결과와 그에 대한 생각을 의미있게 대화하거나 서술할 수 있어야 해요. 그것으로 사회와의 소통이 되었을 때 진정한 과학적 소양인, 과학적 소양의 발현이 완성되었다 볼 수 있어요(Roth & Barton, 2004; Shamos, 1995).

F: 과학적 소양을 발현하는 과학적 소양인의 모습은 **위계적인 단계**가 도출되네요. 이해, 몰입이나 공감, 실천이나 실행, 사회와의 교감정도의 단계로요.

실제적 과학적 소양의 발현 단계는 앞서 이루어진 것과 마찬가지로 과학적 소양인의 과학적 소양 발현 단계를 논의한 결과를 도식으로 나타내면 Figure 2와 같다. 먼저 비밀, 감염 등과 같은 과학용어를 이해하고 신문기사의 내용을 과학관련 대중문제로 인식하는

단계를 거쳐 주어진 신문기사 내용을 넘어 전염병의 감염경로의 진실성을 확인하기 위해 스스로 조사하게 된다. 다음으로는 자신의 일상생활에서 돼지고기 섭취 여부를 결정하여 실천한 뒤 자신의 결정에 대해 의미 있게 대화하고 공유하게 하며 대중과 교감한다.

Table 5. Newspaper articles on practical scientific literacy

대화없이 ‘1분’...승강기서 확진자 마주쳤는데 ‘감염’

서울 성동구청은 어제부터 출입을 통제하고 있습니다. 구청 직원인 40대 여성이 코로나19 확진판정을 받았기 때문입니다. 이 여성은 지난 18일 오전 서울 강동구의 한 아파트에서 명성교회 부목사와 함께 엘리베이터를 탔습니다. 체류 시간은 1분 정도였고, 마스크를 쓰지 않은 상태였습니다. 강동구는 "두 사람은 대화를 하지 않았고, 함께 탄 자녀 2명은 마스크를 썼다"고 밝혔습니다. 엘리베이터 안은 좁고 밀폐된 공간입니다. 2m 이상 안전 거리를 두기가 어려워 대화를 나누지 않아도 감염 가능성이 있습니다.

[최재욱/대한의사협회 과학검증위원장: 미세한 침방울에서 똥똥 공기를 타고 내 코로 직접 들어와서 폐까지 갈 수 있습니다.] 엘리베이터 내부의 손잡이나 버튼을 매개로 감염될 수도 있습니다.

[최재욱/대한의사협회 과학검증위원장 : 환자의 비밀, 즉 침으로 인해서 튀는 곳에 묻어 있을 가능성이 있잖아요. 손이 닿는 곳이 감염 위험이 높습니다. 전문가들은 지역 전파가 확산되는 상황이기 때문에 마스크를 철저히 써야 한다고 강조합니다. 또 엘리베이터 버튼과 손잡이에 세정제를 뿌리거나, 손 세정제를 수시로 사용하면 감염 위험을 줄일 수 있다고 조언합니다.

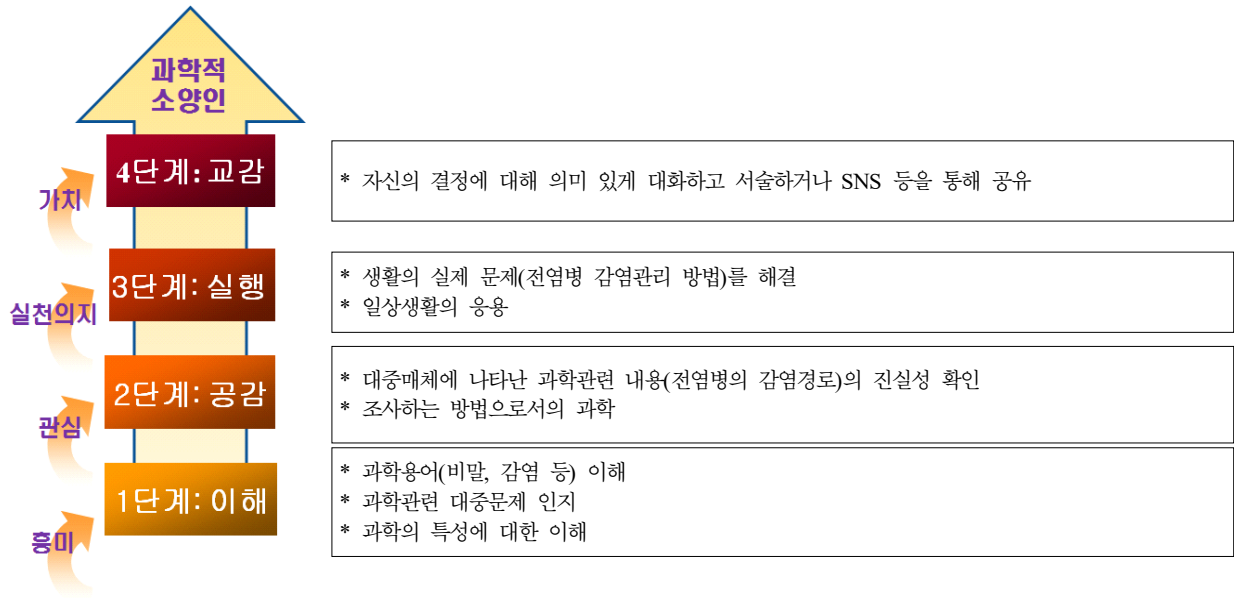


Figure 2. Development scientific literacy stage (The realities of scientific literacy)

3) 시민의 과학적 소양

시민의 과학적 소양은 사회적 문제와 관련된 과학 관련 신문기사를 읽을 때 발견되는 과학적 소양을 말한다. 사회적 문제는 독자의 일상생활에도 어느 정도 영향을 미치지만 그 영향의 범위가 크고 영향을 미치는 지속 기간이 길기 때문에 사회적으로 중요한 이슈가 된다. 이러한 문제에 대하여 올바르게 판단하고 실천할 수 있는 과학적 소양을 기르는 것은 개인적인 삶에서 뿐만 아니라 다양한 정책 결정에도 영향을 미

칠 수 있는 것이기 때문에 과학적 소양 중에서도 중요한 것에 속한다고 볼 수 있다. 예를 들어 “탈원전에...‘월성 2·3·4호기 스톱’ 초유의 사태 온다.”와 같은 기사는 그 내용을 명확하게 이해하고 사회 구성원의 올바른 판단과 합의가 이루어지지 않을 경우 사회적인 문제가 발생할 수 있다. Table 6은 시민의 과학적 소양을 요구하는 신문기사의 구체적인 예로 IAEA 사무총장, 日 후쿠시마오염수 해양방류 지지발언 논란에 대한 내용을 담고 있다.

시민의 과학적 소양 발현 단계는 Figure 3과 같다. 먼저 오염수, 방류, 원전, 방사성 등과 같은 과학용어

Table 6. Newspaper article about citizen's scientific literacy

IAEA 사무총장, 日 후쿠시마오염수 해양방류 지지발언 논란
<p>26일 교도통신에 따르면 그로시 사무총장은 이날 일본 후쿠시마 제 1원전을 시찰한 뒤 열린 기자회견에서 "(원전 오염수의 해양 방류는) 기술적 관점에서 볼 때 국제 관행에 부합한다"며 "전 세계 원전에서 해양 방류는 비상사태가 아닐 때도 일상적으로 이뤄지고 있다"고 했다. 현재 일본 정부는 후쿠시마 원전 오염수를 희석해 바다(태평양)으로 흘려보내는 해양 방류를 적극 추진하는 상황이다. 지난 2011년 동일본대지진 때 발생한 폭발사고 이후 빗물, 지하수 등 유입으로 생긴 후쿠시마 제 1 원전 오염수가 하루에 170t씩 늘어나고 있기 때문이다. 후쿠시마 원전을 운영하는 도쿄전력은 올해 말까지 20만t 규모의 저장 탱크를 증설하겠다고 밝혔지만 오는 2022년 여름이 되면 이마저도 한계에 이를 전망이다. 이에 도쿄전력 측은 일본 정부가 하루 빨리 오염수 처분 방안을 결정해야 한다는 입장이다.</p> <p>그로시 사무총장은 "일본 정부가 원한다면 IAEA는 언제든지 조언이나 도움을 줄 수 있다"며 "오염수 내 방사성 물질 모니터링 등을 통해 국제 기준에 부합한 해양 방출이 이뤄질 수 있도록 담보하고, 전 세계에 이와 관련된 정확한 정보를 제공할 것"이라고 했다. 그러면서 "(해양 방출 등 처분 방식을) 최종적으로 결정하는 것은 일본 정부"라며 해양 방출이 최선의 방법인지에 대한 구체적인 의견을 밝히지는 않았다. 다만 그는 해양 방출이 실행되기 위해서는 반드시 과학에 근거한 실증된 방식을 적용해야 한다고 강조했다. 한편 환경단체, 후쿠시마 주민들은 해양 방출에 대해 강하게 반대하고 있다. 오염수 내 방사성 물질이 완전히 제거되지 않아 해양 생태계는 물론 인체에도 치명적일 수 있다는 것이다. 우리 정부는 지난해부터 일본 후쿠시마 원전 오염수의 안전한 처리를 촉구하는 한편 IAEA에 공동 대응을 요청했다</p>

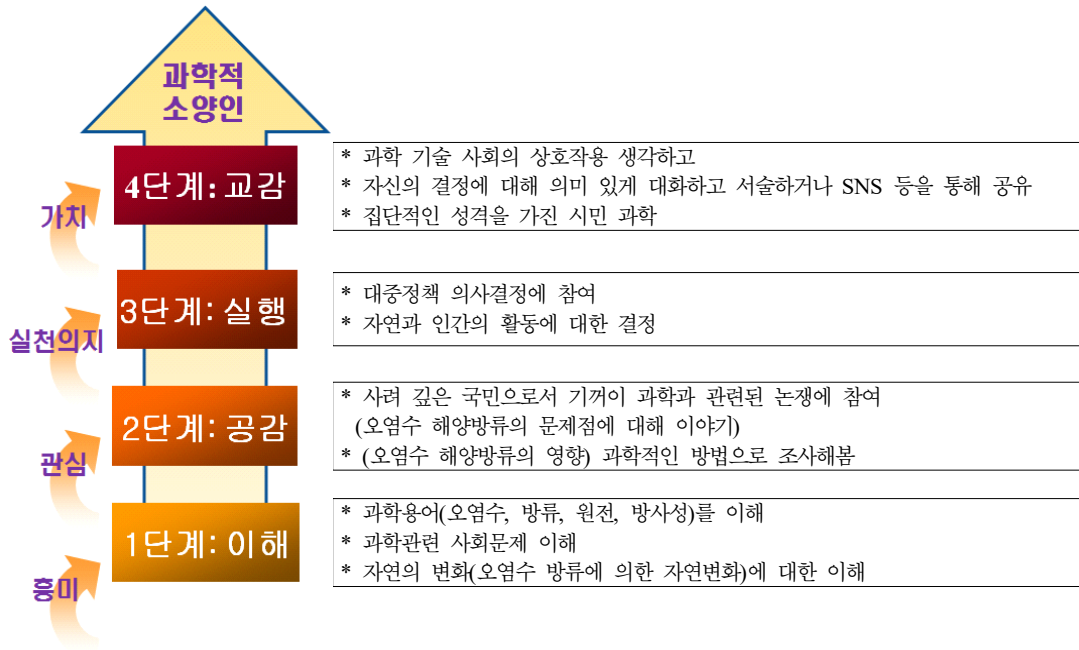


Figure 3. Development scientific literacy stage(citizen's scientific literacy)

를 이해하고 사려 깊은 국민으로서 기꺼이 과학과 관련된 논쟁에 참여하는 단계를 거쳐 대중정책 의사결정에 참여하게 된다. 다음으로는 과학 기술 사회의 상호작용 생각하고 자신의 결정에 대해 의미 있게 대화하고 서술하거나 SNS 등을 통해 공유함으로써 집단적인 성격을 가진 시민 과학을 대중과 교감한다.

2. 과학적 소양 발현 메커니즘

과학관련 신문기사 분석을 통해 목적, 대상, 내용, 형태, 공급방법에 따라 과학적 소양인에게 요구되는 과학적 소양을 '문화적 과학적 소양, 실제적 과학적 소양, 시민의 과학적 소양'으로 분류(Shen, 1975)하고 각각의 과학적 소양이 요구되는 신문기사 분석을 통해 과학적 소양인의 소양 발현 메커니즘을 분석하였

다. 이를 통해 과학적 소양의 종류와 상관없이 과학적 소양인의 소양 발현 메커니즘은 '이해, 공감, 실행, 교감'의 위계적인 단계로 모두 동일하게 나타남을 확인하였다(Figure 4).

과학적 소양인은 과학관련 기사나 문제에 '흥미'를 가지게 되면 관련 지식을 이해하는 '이해' 단계에 들어선다. 다음 자신이 이해한 내용에 '관심'을 갖게 되면 과학관련 이슈에 몰입하게 되어 자기주도적으로 그 내용을 탐색하는 '공감' 단계에 이른다. 또 자기 스스로 탐색하면서 개인적·사회적 목적으로 과학을 실생활에 응용하고자 하는 '실천의지'가 생길 때 행동으로 '실행'하게 된다. 마지막으로 자신이 실행한 결과가 '가치'롭다고 판단하면 실천한 결과물을 다양한 방법으로 사회와 소통하는 '교감' 단계에 도달하게 된다. 모든 사람이 '이해, 공감, 실행, 교감'의 4단계를 거치



Figure 4. Development scientific literacy stage of scientific literacy person

는 것은 아니다. 각 단계는 단순히 순차적으로 진행되는 것이 아니라 과학적 소양을 발현하는 개인의 정의적이고 심리적인 판단에 의해 모든 단계를 거치기도 하고 일부 단계만 거치다가 끝나기도 한다. 그래서 Figure 3에 계단의 형태로 도식화한 것과 같이 이전 단계에서 다음 단계로 이행하기 위해서는 ‘단계 이행의 매개’로서 ‘흥미, 관심, 실천의지, 가치’가 존재하는 것이다. 뿐만 아니라 이 연구에서는 과학적 소양을 제대로 갖춘 ‘과학적 소양인’을 실행자로 가정하고 연구를 시작한 것이기에 과학적 소양인으로서 이행할 수 있는 모든 단계를 과학적 소양 발현 메커니즘으로 제시한 것이다.

3. 과학적 소양 관련 문헌 분석을 통한 과학적 소양인의 과학적 소양 발현 메커니즘 검증

신문기사 분석을 통해 도출한 과학적 소양인의 소양 발현 메커니즘의 각 단계가 논리적으로 구성되었는지 그 타당도 확인을 위하여 기존 과학적 소양 관련 문헌을 분석하여 이를 검증하였다(Table 7).

Table 7에서 보듯이 1960년대부터 2000년대까지 개념의 의미, 표현양식, 하위 과학적 소양들 사이의 관계 등에 따라 다양하게 정의된 과학적 소양(Lee, 2014) 관련 대부분의 선행연구는 본연구의 과학적 소양에서 ‘이해, 공감, 실행’의 단계를 포함하고 있다는 것을 확인할 수 있다. Laugksch (2000)는 과학적 소양의 정의를 ‘literate’의 세 가지 분화된 뜻인 ‘학습됨’, ‘능력 있음’, ‘사회에서 최소 기능을 할 수 있음’을 과학적 소양으로 분류하고 있는데, 본 연구의 이해 단계는 지적능력이 요구되는 학습, 공감 단계는 적절한 의사소통을 위한 상호작용이 필요한 것으로 표현된 능력, 실행단계는 사회에서 특정 역할을 하도록 요구되는 경우(예; 소비자, 시민)와 특정한 사회적 목적이 제시되는 경우를 통해 검증하였다. 따라서 과학적 소양인의 소양 발현 메커니즘의 단계가 이론적으로 잘 구성되었다는 사실을 검증할 수 있었다.

반면 대중과 공유하는 ‘교감’ 단계와 각 단계 이행의 매개인 ‘흥미/관심/의지/가치’는 일부 선행 연구에서만 나타났다. 자신의 생각을 이야기하고 대중과 소통하는 ‘교감’은 인터넷, 스마트폰, SNS가 발달한 오

Table 7. Each stage of the mechanism of Scientific literacy manifestation of Scientific literacy person included in previous studies

'과학적 소양인의 과학적 소양 발현 메커니즘'의 각 단계	이해	공감	실행	교감	흥미/관심/의지/가치
	선행연구				
Pella <i>et al.</i> (1966)	/				
NSTA (1971)	/	/			
Shen (1975)	/	/	/		
Rubba & Anderson (1978)	/	/	/		
Branscomb (1981)	/	/	/		
Arons (1983)	/		/		
Hirsch (1987)	/				
AAAS (1989)		/			
Miller (1989)		/	/		
Hazen & Trefi l(1991)	/	/	/		
Chiappetta <i>et al.</i> (1991)		/			
Layton <i>et al.</i> (1986, 1993)	/	/	/	/	
Shamos (1995)			/		
Bybee (1997)	/	/		/	
OECD (1998)	/	/			
Laugksh (2000)	/	/	/		
Norris & Philips (2003)	/	/	/		
Roth & Barton (2004)	/	/			
PISA (2006)			/		/
OECD (2007)	/	/			
Robert (2007)	/	/	/		/
MEHRD (2008)	/	/	/		
Choi <i>et al.</i> (2011)	/	/			

늘날의 환경에서 '실행' 이후에 이어질 수 있는 새로운 단계로 제시될 수 있다는 점에서 이 연구의 독창성으로 볼 수 있다. 또한 '흥미/관심/의지/가치'라는 단계 이행의 매개를 제시한 것은 과학적인 문제가 있다고 해서 무조건 과학적 소양이 발현되는 것은 아니라는 점을 보여주는 것으로 과학교육에서 이를 활용하여 적절한 교육 프로그램을 구성할 수 있음을 보여주는 것이다.

IV. 결론 및 제언

오늘날 과학교육에서 과학적 소양 함양에 대한 요구가 점점 커지면서 과학적 소양 교육에 대한 연구가 이어지고 있다. 이에 이 연구에서는 과학적 소양인 양성의 체계적 전략 마련을 위해 과학적 소양이 어떻게 발현되는가를 확인하고 앞으로의 과학적 소양인 양성 교육 프로그램 구성에 필요한 기반을 마련하고자 '과학적 소양인의 소양 발현 메커니즘'을 도출하였다.

먼저 과학교육 전문가 워크숍에서 신문기사를 분석하고 이를 통해 과학적 소양인의 참모습을 논의하여 과학적 소양 발현 메커니즘을 도출하였다. '과학적 소양인의 소양 발현 메커니즘'은 이해, 공감, 실행, 교감 순으로 위계적으로 나타났다. '이해'는 과학 관련 지식을 이해하는 단계, '공감'은 과학 관련 이슈에 몰입하게 되어 참여를 위한 탐색을 수행하는 단계, '실행'은 개인적·사회적 목적으로 과학을 실생활에 응용하는 단계, '교감'은 실천한 결과물을 사회와 소통하는 단계를 이른다.

또한 이 연구에서는 '과학적 소양인의 과학적 소양 발현 메커니즘'은 하위 단계에서 상위 단계로 이행되기 위한 매개를 제시하였다. 학생은 대상에 대해 '흥미'를 가지고 있어야 '이해'하고자 하고 이해한 과학 지식에 대한 '관심'을 가져야 참여를 준비하는 '공감' 단계로 들어서게 된다. 또 자신이 관심을 갖고 참여를 준비한 내용에 대해 '실천의지'가 있어야 '실행'하게 되며 마지막으로 자신이 실행한 결과의 '가치'를 느껴야 실천한 결과물을 사회와 소통하는 '교감'의 단계에 이르게 되는 것이다.

이렇게 '과학적 소양인의 소양 발현 메커니즘'에 제시된 각 단계와 단계 이행의 매개를 활용하여 교육 프로그램을 구성하고 이를 학교 현장에 적용한다면 과학교육을 통해 실제적인 과학적 소양인을 양성할 수 있을 것이다.

따라서 앞으로의 연구를 통해 과학적 소양인의 소양발현 메커니즘의 각 단계별로 나타날 수 있는 학생들의 수준을 고찰해 보고 과학적 소양 발현 메커니즘

을 바탕으로 학습 모듈을 개발하여 이를 바탕으로 교과서를 개발하는 연구가 이어진다면 과학교육에서 과학적 소양인을 양성할 수 있는 실제적인 방안이 될 것이다.

국 문 요 약

이 연구는 과학적 소양인 양성의 체계적 전략 마련을 위해 과학적 소양이 어떻게 발현되는가를 확인하고 앞으로의 과학적 소양인 양성 교육 프로그램 구성에 필요한 기반을 마련하는 것이 목적이다. 이를 위해 과학교육 전문가 워크숍에서 신문기사를 분석하고 과학적 소양인의 참모습을 논의하여 과학적 소양 발현 메커니즘을 도출하였다. 도출된 메커니즘은 이해, 공감, 실행, 교감 순으로 위계적으로 나타났다. 제시된 각 단계와 단계 이행의 매개를 활용하여 교육 프로그램을 구성하고 이를 학교 현장에 적용한다면 과학교육을 통해 실제적인 과학적 소양인을 양성할 수 있을 것이다.

주제어: 과학적 소양, 과학적 소양인, 신문기사 분석, 과학적 소양 발현 메커니즘

References

- American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (1989). *Project 2061-Science for all Americans*. Washington, DC: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (1993). *Benchmarks for science literacy*. Washington, DC: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (2001). *Atlas of science literacy 1*. Washington, DC: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (2007). *Atlas of science literacy 2*. Washington, DC: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*.

- Washington, DC: Oxford University Press.
- Arons, A. B. (1983). Achieving wider scientific literacy. *Daedalus*, 112(2), 91-122.
- Branscomb, A. W. (1981). Knowing How to Know. *Science, Technology, & Human Values*, 6(36), 5-9.
- Bybee, R. (1997) Toward an understanding of scientific literacy. In W. Gräber, & C. Bolte (Eds.), *Scientific literacy* (pp. 37-68). Kiel: IPN.
- Chiappetta, E., Fillman, D., & Sethna, G. (1991). *Procedures for conducting content analysis of science textbooks*. Available from the University of Department of Curriculum and Instruction, Houston, TX.
- Cho, I. Y., & Kang, Y. J. (2010). High school students' water science literacy and environmental attitude. *Journal of Korean Society for Environmental Education*, 23(4), 70-81.
- Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S. W., & Krajcik, J. (2011). Re-conceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st century. *Journal of research in science teaching*, 48(6), 670-697.
- Choi, S. U., Lee, E. A., & Ko, S. Y. (2004, August). Development of a pool for test-items to assess students' understanding of the history of science: based on AAAS "Benchmarks for science Literacy". *Proceeding of The Korean Earth Science Society*, 2004(1), 56-64.
- Chung, Y. L., & Choi, J. M. (2007). An assessment of the scientific literacy of secondary school students. *Journal of the Korean Association for in Science Education*, 27(1), 9-17.
- Chung, Y. L., & Lee, J. K. (2010). The scientific literacy of secondary school students by TBSL (Test of Basic Scientific Literacy) and SLT (Scientific Literacy Test). *Journal of Research in Curriculum & Instruction*, 14(3), 669-680.
- Dick, W., Carey, L., & Carey J. O. (2009). *Systematic design of instruction* (7th ed.). (Kim, D. S., Kang, M. H., & S. Y. H. Trans.). Seoul: Academy Press.
- Gao, L., Kim E. J., Mun, K. J., Kim, S. W., & Krajcik, J. (2012). Exploration of science teachers' informal mentoring experience in their first years and their professional development. *Journal of Research in Curriculum & Instruction*, 16(2), 517-537.
- Hazen, R. M., & Trefil, J. (2006). *Science matters. Achieving scientific literacy*. (Lee, C. H. Trans.). Seoul: Gyoyangin. (Original work published 1991).
- Hirsch, Jr. E. D., (1987). *Cultural literacy: What every American needs to know*. Boston: Houghton Mifflin.
- Hong, S. H., & Woo, A. J. (2009). An assessment of the scientific literacy and pseudoscience belief of high school and university students. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 9(3), 331-346.
- Hurd, P. D. (1958). Science education for new age: The reform movement. *NASSP Bulletin*, 69(482), 83-92.
- Kant, I. (2007) *Immanuel kant eine vorlesung über pädagogik. On pedagogy lectures on philosophical theology* (Jo, K. S Trans.). Philosophy and Reality History. (Original work published 1803).
- Kim, D. R. (2012). The effects of T-diagram applied inquiry lessons on elementary school pre-service teachers' perception of T-diagram and scientific literacy and attitude. *Educational Research*, 55, 175-205.
- 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 in Science Education*, 26(4), 601-609.
- Kim, H. S. (2010). Scientific qualifications reflected in the exploration of space geometry utilizing 4D frame. *Journal of the Korean School Mathematics Society*, 13(4), 595-618.
- Kim, J. I. (2004). Investigating the relationships among substantive understanding, scientific literacy and learning intention in

- CSILE-based inquiry learning and inquiry ability. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 7(5), 57-70.
- Kim, J. Y., & Kim, K. H. (2009). An analysis of trends in high school students' scientific literacy achievement. *Journal of Research in Curriculum & Instruction*, 13(3), 457-473.
- Kim, S. Y., Lee, M. J., Ahn, K. S., Kim, J. H., & Cha, Y. S. (2012). A study of influence of R-learning based integrative activity on child's scientific ability and creativity. *Korean Journal of Early Childhood Education*, 32(6), 525-541.
- Kwak, S. J. (2005). Problem-solving model to improve scientific literacy of youth. *Journal of Korean Library and Information Science Society*, 36(3), 21-38.
- Kwon, K. O., & Chang, N. K. (1996). A quantitative analysis of high school biology textbooks for scientific literacy themes. *The Korean Journal Of Biology Education*, 24(2), 181-197.
- Kwon, N. J. (2003). Task-learning strategy for scientific literacy and enriched/supplementary activity of the 7th national science curriculum. *The Bulletin of Science Education*, 15, 245-263.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84, 71-94.
- Layton, D., Jenkins, E., Macgill, S., & Davey, A. (1993). *Inarticulate science?* Nafferton: Studies in Science Education.
- Lee, K. H. (2004). *Alpha and omega of education*. Seoul:Cheonggye.
- Lee, M. J. (2009). Toward to the definition of "Scientific literacy". *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(4), 487-494.
- Lee, M. J. (2010). A study of the kinds and frequency characteristics of descriptors in the articles related to scientific literacy. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(4), 401-413.
- Lee, M. J. (2013). Current content analysis of scientific literacy concepts research based-on the references of high frequencies cited in related articles. *The Journal of Education Studies*, 50(1), 1-15.
- Lee, M. J. (2014). Characteristics and trends in the classifications of scientific literacy definitions. *Journal of the Korean Association for in Science Education*, 34(2), 55-62.
- Lim, B. K. (2001). On enhancing science culture and evaluating scientific literacy: Focusing on PISA's projects. *Journal of Science & Technology Studies*, 1(1), 51-68.
- Miller, J. D. (1989, February). *Scientific literacy*. Paper presented at the annual meeting of the American Association for the Advancement of Science, San Francisco, CA.
- Ministry of Education & Human Resources Development [MEHRD]. (2008). *2007 Science education curriculum guide*. Seoul: Author.
- Mun, K. J., Mun, J. Y., Cho, M. Y., Chung, Y. S., 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 in Science Education*, 32(5), 789-804.
- National Research Council [NRC]. (2013). *NGSS: Next Generation Science Standards*. Retrieved from <http://www.nextgenscience.org/>
- National Science Teachers Association [NSTA]. (1971). School science education for the 70s. *Science Teacher*, 38, 46-56.
- Noble, H., & Heale, R. (2019). Triangulation in research, with examples. *Evidence-Based Nursing*, 22(3), 67-68.
- Norris, S., & Phillips, L. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224-240.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (1998). *Framework for assessing scientific literacy*. OECD PISA National Project Manager Meeting, Amhen,

- The Netherland, May, 1998.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2007). *PISA 2006: Science competencies for tomorrow's world* (volume 1: Analysis). Paris: OECD.
- Park, C. (2006). Differential functioning of Korean boys and girls in OECD/PISA scientific literacy items. *Journal of the Korean Association for in Science Education*, 26(3), 440-449.
- Park, H. J., & Lee, K. H. (2005). University students' understanding of the nature of science. *Journal of the Korean Association for in Science Education*, 25(3), 390-399.
- Pella, M. O., O'Hearn, G. T., & Stiles, L. J. (1966). *Scientific literacy in the aerospace age*. Retrieved from ERIC database. (ED. 010002).
- Popper, K. R. (2013). *Conjectures and refutations: The growth of scientific knowledge*. (Lee, H. G. Trans.). Seoul: Minumsa. (Original work published 1963).
- Program for International Student Assessment [PISA]. (2006). PISA 2006 scientific literacy framework. Retrieved from http://pisa.nutn.edu.tw/download/sample_papers/Sci_Framework-en.pdf.
- Robert, D. A. (2007). Scientific literacy. In Abell, S. K., & Lederman, N. G. (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729-780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Roth, W. M., & Barton, A. C. (2004) *Rethinking scientific literacy*. NY: Routledge Falmer.
- Rousseau, J. J. (2007). *Jean-Jacque Rousseau. Émile ou de l'éducation Classiques Gamier*. (Lee, Y. C., & Moon, K. J., Trans.). Gyeonggi: Hangilsa. (Original work published 1999)
- Rubba, P. A., & Anderson, H. O. (1978). Development of an instrument to assess secondary school students' understanding of the nature of scientific knowledge. *Science Education*, 62(4), 449-458.
- 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 in Science Education*, 30(6), 850-869.
- Schöler, W. (2014). *Geschichte des naturwissenschaftlichen unterrichts*. (Jeong, B. H. Tran.). Gyeonggi: Hangilsa. (Original work published 1970).
- Seo, H. A. (1999). Scientific literacy and goals of science education in the United States. *The Journal of Korean Education*, 26(2), 453-469.
- Seo, H. S., Hwang, J. S., & Kwack, D. O. (2010). An analysis of scientific literacy covered in testing items on the biology section of the scholastic achievement test. *Journal of Research in Curriculum & Instruction*, 14(3), 601-620.
- Shamos, M. (1995) *The myth of scientific literacy*. NJ: Rutgers University.
- Shen, B. S. P. (1975) Science literacy and the public understanding of science. In S. B. Day (Ed.), *Communication of scientific information*. Basel: S. Karger AG.
- Shin, D. H. (2004). The new world-wide trend in science education: Science literacy. *Korean Language Education Research*, 21, 95-120.
- Shin, D. H., & Ro, K. H. (2002). Korean students' achievement in scientific literacy. *Journal of the Korean Association for in Science Education*, 22(1), 76-92.
- Yu, E. J., Oh, H. S., & Kim, C. J. (2008). The influence of global science literacy-oriented instruction on students' views of the nature of science. *The Journal of The Korean Earth Science Society*, 29(7), 602-616.

저 자 정 보

구민아 (경북대학교 강사)

박다혜 (대구운암초등학교 교사)

박종석 (경북대학교 교수)