

과학적 소양에 대한 세 가지 논의 -통합적 이해, 교육과정에서의 정착, 시민교육을 중심으로-

박종원*
전남대학교

Discussions About the Three Aspects of Scientific Literacy: Focus on Integrative Understanding, Settlement in Curriculum, and Civic Education

Jongwon Park*
Chonnam National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 11 April 2016

Received in revised form

4 May 2016

Accepted 12 May 2016

Keywords:

scientific literacy,
three dimensional model of
scientific literacy,
science curriculum,
science knowledge system,
lifelong education

ABSTRACT

There have been many discussions about scientific literacy (SL), which caused many science educators concern for many years. This paper focuses on three aspects about SL. First, there are various opinions, and components or types of SL. Second, it has been pointed out that the reconciliation between curriculum focusing on SL and curriculum focusing on scientific knowledge system is difficult. Third, the level of SL of citizens who learned science in schools is not so high. Related to these aspects, this paper suggests three recommendations. First, the paper suggests three dimensional model of SL and some examples of its application. Second, elementary and middle school focus on SL in their science curriculum and high school focuses on scientific knowledge system in the curriculum for preparing for future jobs. Third, we need to give efforts to lifelong science education for citizens' SL as well as school teachings for SL. In the conclusion section, it is described what aspects should be additionally considered for the discussions and recommendations about three aspects of SL.

1. 서론

과학적 소양(SL: Scientific Literacy)은 이미 1950년대부터 언급되기 시작하였고(Murcia, 2009), 이후 많은 과학자와 과학교육자, 과학 교육정책 입안자들이 SL을 강조하면서 SL을 새로운 교육과정에 도입하고, 수업 모형과 자료 개발에 적용하면서 그 효과에 대한 연구들도 많이 수행해 왔다. 그리고 SL에 대한 여러 가지 관점에서 다양한 논의들도 아직 많이 진행되고 있다.

그럼에도 불구하고, 아직도 SL에 대해 충분히 합의된 관점을 가지고 있다고 보기 힘들며, 실제 과학교육과정에 반영되어 학교 과학학습과 지도과정에서 SL이 잘 반영되고 있다고 보기에 힘들다. 더구나 형식적 학교교육을 마친 후, 일반인들의 SL 수준이 만족할만한 결과가 못 된다는 보고들도 있다. 예를 들어, SL에 대한 의미가 학자들과 상황에 따라 다르게 사용되어 왔으며(DeBoer, 2000; Holbrook & Rannikmae, 2009; Fensham, 2008, p. 27), SL의 정의조차도 명확하지 않다는 지적이 그것이다(Yore, Pimm, & Tuan, 2007; Jim, 2001). 또 학교교육과정에서 SL을 강조하려는 노력들이 영국(Fensham, 2002)이나 호주(Robert, 2007), 캐나다(Blades, 1997) 등 여러 나라에서 실현되지 못한 사례들이 보고된 바 있다. 우리나라의 경우에도 제 7차 교육과정에서 SL을 강조한 '생활과 과학'이라는 과학과목이 다음 교육과정에서 없어진 사례가 있다. 또한 미래 민주시민으로서의

과학적 소양을 강조하면서 학교교육에서 SL을 강조해 왔지만, 실제 성인들의 과학지식 이해가 부족하다는 지적과 함께(Fensham, 2002; Roth & Lee, 2002), 시민들의 학교 과학 학습 정도와 SL 수준 간에 양적 상관을 보기 힘들다는 보고도 있다(Crowell & Schunn, 2015).

그렇다면, SL에 대한 논의와 강조가 이렇게 많은 과학교육학자들에 의해 오랫동안 지속되어 왔음에도 불구하고, SL에 대한 통합적인 이해가 부족하고 학교 과학교육과정 속에 성공적으로 자리잡지 못한 이유, 그리고 시민들의 과학적 소양에 대해 긍정적인 결과를 얻지 못한 이유들은 무엇일까? 본 논문에서는 이러한 3가지 측면에 대해서 문헌 조사를 통해 정리해 보고자 하였다. 그리고 3가지 측면에 대한 가능한 대안을 제안해 보고자 한다. 논의할 세 가지 측면을 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

첫째, SL에 대한 정의와 분류, 수준, 그리고 구성 요소에 대한 다양한 관점들은 무엇인가? SL을 하나의 틀로 이해하고 적용할 수는 없을까? 만일 가능하다면 SL에 대한 하나의 틀을 어떻게 활용할 수 있을까?

둘째, SL에서는 과학 지식의 이해와 탐구 수행과 같은 과학 자체에 대한 것뿐 아니라, 과학과 관련되지만 과학 밖의 내용들(예를 들면, 과학과 기술과의 관계, 과학의 윤리적 태도, 과학사와 과학철학의 이해, 일상적 상황에서의 과학적 의사결정, 공공의 목적을 위한 과학의 사용과 통제 등)을 강조하고 있다. 그렇다면, 여러 가지 과학 밖의 내용들을 강조하면서 과학 자체가 약화되는 것은 아닐까? 한정된 교

* 교신저자 : 박종원(jwpark94@jnu.ac.kr)

** 본 논문은 박종원의 2015년도 과학교육학회 제68차 정기총회 및 하계학술대회 "기조강연 2"에서 발췌 정리하였음.
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2016.36.3.0413>

Table 1. Components of scientific literacy (SL)

출처	SL의 구성요소
Miller (1983)	시민 과학 소양 (civic SL)을 강조: (1) 신문이나 잡지에서 대립되는 관점을 읽는데 충분한 기초과학 용어에 대한 이해, (2) 과학담구의 본성과 과정에 대한 이해, (3) 과학 기술이 개인과 사회에 미치는 영향에 대한 이해 (Miller, 1998에서 인용)
Norris and Phillips (2003)	이전의 연구들로부터 강조되어 왔던 과학적 소양을 정리하면 다음과 같다: (1) 핵심적인 과학내용에 대한 지식과 과학과 비과학을 구별할 수 있는 능력, (2) 과학과 그 응용에 대한 이해, (3) 과학이 무엇인지에 대한 지식, (4) 독립적인 과학학습, (5) 과학적으로 사고하는 능력, (6) 과학지식을 문제해결에 사용할 수 있는 능력, (7) 과학에 기반한 사회적 이슈에 지적으로 참여하는 데 필요한 지식, (8) 과학과 문화와의 관계 및 과학의 본성에 대한 이해, (9) 호기심과 놀라움과 함께 과학을 감상함(appreciation), (10) 과학의 혜택과 위험에 대한 지식, (11) 과학에 대해 비판적으로 사고하고, 과학활동(scientific enterprise)을 할 수 있는 능력.
Chen, Shi, & Xu (2009)	(1) 과학지식-과학개념, 과학이론, 과학과정, (2) 과학적 인식(awareness)-과학기술에 대한 태도, 과학지식과 방법의 의식적 사용과 검증, 과학기술이 개인/사회에 미치는 영향의 인식, (3) 과학적 능력-일반적 능력(과학기술 상황에서 개인적/공공적 의사결정을 위한 과학지식의 사용), 특별한 능력(혁신을 수행할 수 있는 능력)
Murcia (2009)	(1) SL은 다음 세 가지 지식을 통합(blend)적으로 사고할 수 있다: 과학의 본성, 과학과 사회의 상호작용, 주요 과학용어와 개념, (2) SL은 아는 것 뿐 아니라 사고하고 행동할 수 있어야 한다: 과학을 탐구와 발견의 도구로 사용, 문제해결하는 것을 배우고, 문제해결에 필요한 정보를 주거나 문제해결이 기여하도록 과학을 사용, (3) 여러 상황 속에서의 과학의 사용과 역할에 대한 비판적 반추
Choi et al. (2011)	(1) 내용지식(통합적, 상황의존적 과학지식의 이해, 과학지식의 사회-과학적 이슈에의 적용), (2) 과학하는 마음(Habit of mind) (복잡한, 개인적, 사회적, 전세계적 문제를 해결할 수 있는 능력, 자료찾기와 사용, 추론과 증거에 기초한 주장) (3) 특성(character)과 가치(믿음체계와 선호도, 21세기 사회에 적극 참여할 수 있는 동기), (4) 인간활동으로서의 과학(과학의 본성, 과학과 기술과의 관계 및 과학의 간학문적/협업적 본성 이해), (5) 메타인지와 자기주도(self-direction) (자신의 인지상태와 인지능력의 이해, 평생교육의 동기역할)
Five et al. (2014)	(1) 과학의 역할 (문제인식, NOS와 개념의 이해), (2) 과학적 사고와 수행 (여러 가지 탐구기능들의 수행), (3) 과학과 사회 (일상생활에서의 과학 적용, 정책에 포함된 과학 이슈들, 의사결정), (4) 과학매체 (과학보고서의 평가, 과학보고서 출처의 평가), (5) 수학 (수학의 사용, 수학 적용의 이해), (6) 동기와 믿음 (과학의 가치, 자기효능감, 과학에 대한 개인적 인식론)

육과정 속에서 과학 자체의 주요 내용들을 빠뜨리지 않으면서 과학 밖의 내용들을 충분히 강조하는 것이 가능할까? 즉 과학자체의 내용을 강조하는 기존의 과학교육과정 속에 과학 밖의 내용들이 어떻게 조화롭게 도입될 수 있을까?

셋째, 학교교육을 통해 SL을 잘 지도하면 훗날 민주시민으로서 좋은 삶을 지낼 것으로 기대한다. 과연 일반인들의 SL과 그들의 삶의 질과는 양적인 상관관계가 있는 것일까? 그렇지 않다면, 둘 간의 양적인 관계가 가능하기 위해서는 무엇이 더 필요할까?

II. 본론

1. SL에 대한 통일된 관점

Shamos (1996)는 SL이 무엇을 의미하는지, 또 무엇을 의미해야 하는지에 대한 합의가 없다고 하였다. 또한 SL은 관련 집단의 관점에 따라 다양하게 정의되고 강조점이 서로 다르다는 지적이 초창기부터 있었고(Gabel, 1976, p. 61), 최근에도 SL에 대한 하나의 합의된 정의가 없고, 여러 문헌에서 SL에 대한 많은 요소들이 다양하게 논의되고 있다고 하였다(Fives et al., 2014).

예를 들어, 많은 경우에 사회-과학적 이슈들에 대한 의사결정을 SL에서 강조하지만(Holbrook & Rannikmae, 2007; Miller, 1998), Klein (2006)이나 Elliot (2006), Norris & Phillips (2003) 등은 SL에 과학저널을 읽을 수 있는 능력도 포함하여 강조하였다. Gräber et al. (2001)은 SL의 구체적인 요소에 실천하여 나타낼 수 있는 역량(competency)을 포함시켰고(예를 들면, 과목내용에 대한 역량, 윤리적 역량, 사회적 역량 등), Choi et al. (2011)은 SL을 개인적 상황을 포함하여 전세계적(global) 상황까지 확장하여 강조하였다.

이렇게 SL에 대한 요소나 강조하는 범위 등이 다른 이유는, SL이 사회적으로 구성된 것이므로 사회적 상황이나 시대에 따라 변할 수 있기 때문이고(Choi et al., 2011), 과학자나 과학교육자뿐 아니라, 과

학사회학자, 사회과학자, 비형식 과학교육자 등과 같이 서로 다른 집단에서 서로 다른 입장에서 SL의 중요성을 강조할 수 있기 때문이다 (Gabel, 1976; Laugksch, 2000).

이에 SL의 합의된, 공통된 요소들을 제안하려는 노력들이 있어왔다. Five et al. (2014)은 기존의 SL에 대한 대표적인 문헌 13개를 종합하여, 6개의 요소로 구성된 SL들을 제안한 바 있고, Choi et al. (2011)은 이전의 SL에 대한 논의에 추가적으로 4개 측면(big idea의 통합적 이해, 특성과 가치, 메타인지, 글로벌 시민의식)을 강조하여, 5개 요소로 구성된 SL 평가들을 제안하였다 (Table 1). 이외에 SL에 관련된 주요 문헌들에서 강조한 SL의 구성요소들을 정리해 보면 Table 1과 같다.

SL의 구성 요소뿐 아니라, SL의 유형과 수준을 분류하는 연구도 있다(Table 2). Shen (1975)은 과학지식과 기능이 사용되는 범위에 따라 SL을 3가지로 분류하였고, Branscomb (1981)은 과학지식과 기능이 사용되는 맥락이 취미수준의 상황인가, 전문가 수준의 상황인가, 기술적 상황인가, 언론적 상황인가 또는 과학기술 정책 상황인가 등에 따라 8가지로 SL의 맥락을 구분하였다.

또 Shamos (1996), Bybee (1997), Laugksch (2000)와 Lee (2014)는 SL을 수준에 따라 나누었다. Shamos (1996)는 일반인의 SL 수준에서 과학전문가의 SL 수준까지 3단계로 나누었고, Bybee (1997)는 과학 기술 용어 정도를 아는 수준에서부터 철학적, 역사적, 사회적, 문화적 차원을 포괄하여 이해하는 수준까지 SL의 수준을 4단계로 구분하였다. Laugksch (2000)은 1962~1995년 동안의 주요 논문 12편을 정리하여, 과학적 소양을 3가지 수준(학습된 SL, 역량을 갖춘 SL, 시민으로서 기능을 할 수 있는 SL)으로 나눌 수 있다고 하였고, Lee (2014)는 이 분류에 1997~2007년 동안의 논문 7편을 추가하였다(Table 2).

본 연구에서는 위와 같이 SL에 대한 다양한 구성 요소와 수준을 하나의 틀로 이해해 보고자 한다. 물론, 복잡한 현상을 하나의 틀로 제안하면, 다양성이 배제되고, 특별한 강조점이 나타나지 않으며, 소수의 관점이 제외될 위험성이 있다. 그럼에도 불구하고 하나의 틀을

Table 2. Classification of SL

출처	SC의 분류
Shen (1975)	과학지식과 기능이 사용되는 범위에 따라, (1) 실제적 SL, (2) 시민적 SL, (3) 문화적 SL (Laugksch, 2000에서 인용)
Branscomb (1981)	과학지식과 기능이 적용되는 상황과 맥락에 따라, (1) 방법론적 SL, (2) 전문적 SL, (3) 보편적(universal) SL, (4) 기술적 SL, (5) 초심자(amateur) SL, (6) 언론적(journalistic) SL, (7) 과학정책 소양, (8) 공공적 과학정책 소양
Shamos (1996)	과학적 소양의 수준에 따라, (1) 문화적 SL, (2) 기능적 SL, (3) 진정한 SL
Bybee (1997)	과학적 소양의 수준에 따라, (1) 용어적 (nominal) 소양, (2) 기능적 과학 기술 소양, (3) 개념과 과정적 소양, (4) 다차원적 소양
Laugksch (2000), Lee (2014)	과학적 소양의 수준에 따라, (1) 학습된 SL (학습을 통해 얻어진 것이며 지적 가치에 중점을 두고 사용목적이 분명하지 않다), (2) 역량을 갖춘 SL (학습된 지식의 숙달되어 있으나 적용되는 맥락이나 활동이 제한적이다), (3) 사회에서 요구하는 지식과 기능을 갖추고 있으며 사회적 목적에 사용될 수 있고, 사회에서 특정 역할을 수행할 수 있다

제시하는 것은 여러 가지 복잡하고 다양한 관점을 포괄적으로 이해할 수 있고, 쉽게 접근할 수 있으며, 다양한 요구와 맥락에서 일관되게 적용할 수 있다는 장점이 있다.

이를 위해 본 논문에서는 Table 1과 Table 2의 내용과 함께 문헌들에서 논의한 SL의 구성요소와 유형 및 수준 등을 통합하여, Figure 1과 같이 3차원 축으로 구성된 모델 (MSL: Model of Scientific Literacy)을 제안하고자 한다.

Figure 1의 MSL 3개 축에 대한 간단한 정의는 다음과 같다.

첫째, 연관성(Relevance)축은 개인적(personal) 연관성과 공적(public) 연관성으로 나뉘고 각각의 내용은 다음과 같다:

- 개인적 연관성: 개인의 발전, 개인의 흥미와 호기심, 개인의 요구와 필요성, 개인의 안전 등과 관련된 것을 의미한다.
- 공적 연관성: 국가의 발전, 공공의 안전, 자연/환경 보존, 에너지 절약 등 공공의 목적과 관련된 것을 의미한다.

둘째, 범위(Scope)축은 과학 안(inward science) 범위와 과학 밖(outward science) 범위로 나뉘고, 각각의 내용은 다음과 같다:

- 과학 안: 과학 지식, 법칙과 원리 등 과학자체의 내용지식(content knowledge)과 과학적 탐구기능 및 사고기능을 의미한다.
- 과학 밖: 과학과 관련된 과학 밖의 상황이나 학문분야, 예를 들면, 일상생활, 공학/기술, 과학사/과학철학, 과학언론, 윤리 등을 의미한다.

셋째, 역량(competency)축은 인지/마음(cognition/mind) 수준과 수행/실천(performance/execution) 수준으로 나뉘고, 각각의 내용은 다음과 같다:

- 인지/마음: 알기(knowing), 이해하기, 적용하기, 인식하기와 같은 인지적 측면과 함께, 선호하기, 믿기, 태도 갖추기 등의 정의적 측면을 의미한다.
- 수행/실천: 과학 탐구 수행하기, 의사소통하고 논쟁하기, 의사결정하기, 지원하고 투자하기 등과 같은 수행 및 실천적 측면을 의미한다.

사실 본 논문에서 제안한 MSL은 아직 부족한 측면들이 있다. 즉, 축 내의 두 개 항목들이 서로 배타적이 아닌 부분도 있고, 하나의

Model of Scientific Literacy (MSL)

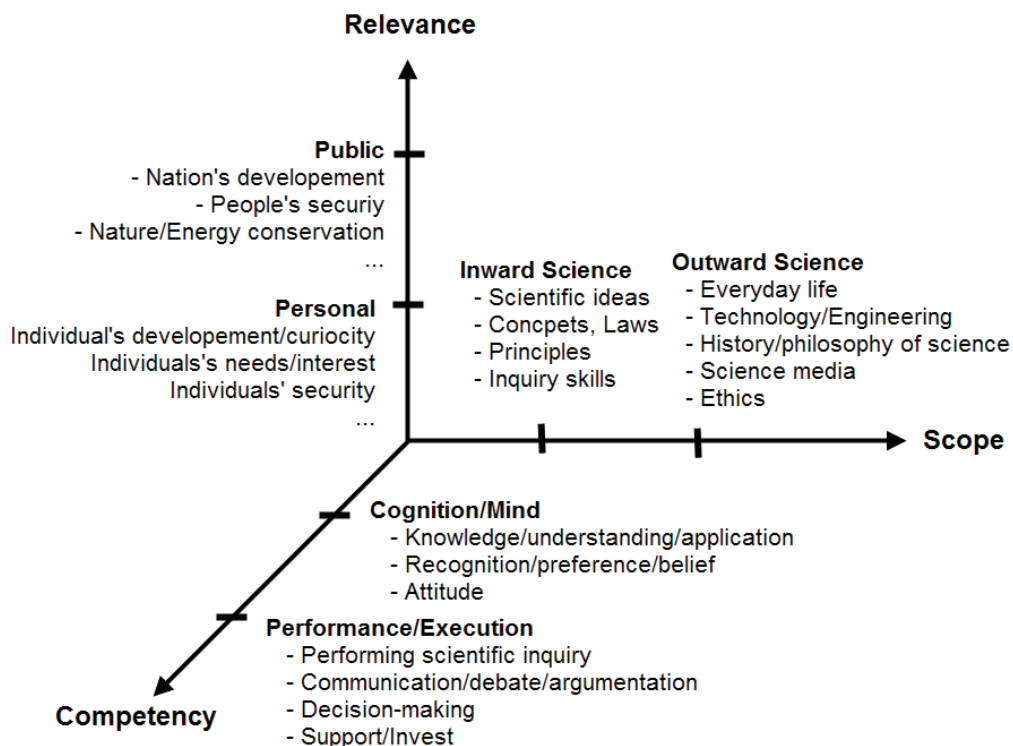


Figure 1. Three dimensional model of scientific literacy

축이 두 개 이상의 항목으로 세분화될 수도 있다. 예를 들면, 연관성을 개인적인 경우와 공적인 경우로 나누는 것이 서로 배타적이지 못할 수 있고(예를 들면, 공적인 연관성을 가지면서 개인적인 연관성을 가질 수 있다), 인지/정의를 하나의 요소로 보기 보다는 인지와 정의로 구분하는 것이 더 정확하다고 볼 수도 있다. 그러나 여기에서는 가능하면 단순한 모델로 출발하는 것이 다양한 측면에서 논의되어 왔던 SL을 이해하는데 도움이 된다고 보았다.

그럼에도 불구하고, 제안한 MSL이 어떤 면에서 타당하고 유용한지에 대한 점검은 필요할 것이다. 따라서 먼저 기존의 연구에서 강조했던 SL 내용들을 본 연구에서 제안한 MSL로 분석해 본 예는 Table 3과 같다.

Table 3. Examples of analysis of purposes of science learning according to MSL

SL 내용	Relevance		Scope		Competency	
	Pe	Pu	In	Out	Cog/Mind	Perform/Exe
과학적으로 사고할 수 있는 능력을 갖춘다 (Norris & Phillips, 2003).	O		O		O	
인간의 복지를 위해 과학과 기술의 유용함뿐 아니라 한계를 인식한다 (NSTA, 1982).		O		O	O	
기술의 응용(안경 또는 핵발전소)과 그때 수반되는 의사 결정을 이해한다 (NSTA, 1982).	O	O		O	O	

Table 3과 같은 분석방법을 이용하면, 기존의 과학교육과정에서 SL의 어떠한 측면들이 어느 정도로 포함되어 강조되어 왔는지를 쉽게 알 수 있을 것이다. 즉 MSL을 과학교육과정이나 과학학습목표를 분류하는데 사용할 수 있다고 본다.

또한 동일한 하나의 틀인 MSL을 이용하면 새로운 SL관련 과학학습목표를 균형있게 제안하는 데에도 활용할 수 있다. 예를 들면, Table 3에서는 ‘역량’ 부분에서 ‘수행/실천’ 요소가 없다는 것을 볼 수 있다. 따라서 Table 4에 제시된 2개의 과학학습 목표와 같이 MSL의 6개 구성 요소들이 균형있게 포함되도록 진술해 볼 수도 있다. 즉 MSL을 과학교육과정이나 과학학습목표를 구성하기 위한 이론적 출발점이나 근거로 활용할 수 있다고 본다.

Table 4. Suggestions of new purposes of science learning using MSL

SL 내용	Relevance		Scope		Competency	
	Pe	Pu	In	Out	Cog/Mind	Perform/Exe
지구 온난화에 대처하기 위한 일상생활 속에서의 생활수칙을 세울 수 있다.	O			O		O
공중위생의 생물학적 지식을 이해하고 생활 속에서 실천한다.		O	O		O	O

물론 특정 과학학습 목표가 MSL의 6개 요소들 중 어느 요소에 속하는지가 명확하지 않을 수도 있고, 또 제시된 과학학습목표들이

MSL의 6개 요소에 모두 균형있게 분포되어야 하는 것은 아닐 수도 있다. 그럼에도 불구하고, 과학교육과정 속에 SL의 어느 요소들이 어느 정도 포함되어 있고, 따라서 부족한 부분들이 있다면 SL의 어느 요소들이 보다 더 강조될 필요가 있는지를 판단하는 데에는 유용할 것으로 기대된다.

2. 과학지식 체계 중심의 교육과정과 SL 중심의 교육과정의 구분

MSL(Figure 1)의 범위(scope)측에서 볼 때, ‘과학 안’의 내용은 SL에서도 기본적으로 강조해 왔다. 즉 Shen (1975)은 과학적 소양의 6가지 요소(기초과학 지식의 이해, 과학의 본성 이해, 과학자의 윤리적 기준 이해, 과학과 사회와의 상호연관성 이해, 과학과 인간성(humanities)과의 상호연관성 이해, 과학기술간의 관계와 차이의 이해) 중에서 ‘기초 과학지식의 이해’를 첫 번째로 제시하였고(Liu, 2009에서 인용), Norris & Phillips (2003)이 정리한 과학적 소양 11가지에서도 과학의 핵심내용에 대한 지식을 첫 번째로 제시하였다. PISA(OECD, 2006, p. 25)에서도 SL을 4가지 요소로 설명하면서 첫 번째 요소로 ‘개인의 과학적 지식, 그리고 문제인식/새로운 지식의 습득/과학적 현상의 설명/과학 관련 이슈에 대한 증거에 기초한 결론 도출을 위한 과학지식의 사용’을 제시하였다.

그러나 SL을 위해서는 ‘과학 안’의 내용뿐 아니라, 과학사 및 과학 철학의 기본이해, 과학신문의 이해, 사회-과학적 이슈에 대한 의사결정, 공공의 목적에 위한 과학의 역할과 기능에 대한 이해와 실천 등과 같은 ‘과학 밖’의 내용도 강조하고 있다.

이때 ‘과학 안’ 내용과 ‘과학 밖’ 내용이 어떻게 조화를 이룰 것인가가 주요 관심이 되어 왔다. Roberts (2007)는 ‘과학 안’ 내용과 ‘과학 밖’ 내용을 각각 Vision I과 Vision II로 구분하고, 과학자체(Vision I)에 대한 학습과 과학 밖(Vision II)에 대한 학습이 서로 잘 융합되지 못하고 대립된 경우가 많았다고 지적하였다.

예를 들면, 1980년대 중반, 영국에서는 A-level 교육과정이 지나치게 전문화되어 있다고 비판하고 ‘science for everybody’라는 슬로건을 내세우면서 미래에 과학기술 분야의 직업으로 진출하지 않을 대다수의 학생을 위한 (STS와 NOS를 강조하는) 교육과정 개혁이 시작되었다. 그러나 1980년대 후반, 실제 과학교육 개혁과정에서는 STS를 도입하려는 시도가 무디어지고 다시 전통적으로 과학개념을 강조하면서, 교육과정에서 물리, 화학, 생물, 탐구의 4영역이 다시 강조되었다고 한다(Fensham, 2002). 따라서 영국의 Beyond 2000에서는 지난 교육과정이 1960년대 GCSE 교육과정과 다를 바 없이 내용중심 교육과정으로 구성되어 있다고 비판 하였다(Millar & Osborne, 1998).

Robert (2007)에 의하면, 호주에서도 SL의 강조와 함께 Vision II가 강조되었으나 과학자가 반대하였다고 하고(Fensham, 1998), 캐나다에서도 Vision II가 시도되었으나 다시 Vision I으로 회귀되었다고 한다(Blades, 1997).

우리나라의 경우에도 1997년 고시된 제 7차 교육과정에서 ‘생활과 과학’이라는 과목이 도입된 바 있다. 이 과목은 ‘건강한 생활’, ‘안전한 생활’, ‘쾌적한 생활’, ‘편리한 생활’로 구성되어 있고, 10학년에서 ‘과학’을 이수한 학생을 대상으로 하는 선택과목으로 도입되었다. 그러나 다음 교육과정에서 폐기되고 없어졌다. 따라서 이러한 대립(과학자체의 내용과 과학 밖의 내용간의 대립)이 과학교육 개혁에

CHAPTER 2 SOUND EFFECTS		28
• CONTEXT 1 SPEAKING AND HEARING		28
• CONTEXT 2 MUSICAL INSTRUMENTS		29
• CONTEXT 3 RECORDING AND REPRODUCTION		30
ECHOES AND OTHER EFFECTS		30
• CONTEXTS 1, 2 AND 3 ACOUSTICS OF BUILDINGS		43

Figure 2. Science textbook table of contents involving 'context'(Jong *et al.*, 1994)

어려움을 준다는 지적이 있어왔다(Dillon, 2009).

이에 본 논문에서는 이러한 두 가지 접근이 서로 조화를 이루기 어려운 관계라는 것을 받아들이고자 한다. 따라서 기본적인 과학학습 목표가 SL이라면, 과학 개념과 과학의 구조가 중심이 되는 것이 아니라, 과학 밖의 내용이 중심이 되어야 한다고 본다. 즉 과학적 소양인을 위해서는 과학을 전공하지 않는/않을 사람을 포함한 일반인들의 경험과 일상생활, 일반인의 요구와 일반인들에게 필요한 것과 관련된 내용을 우선으로 과학과목이 구성되어야 한다는 것이다.

Kolsto (2001)는 SL을 위해서 과학지식 내용이 중요하지만, 그러한 지식들이 성인이 되어 살아갈 삶에서 닥치는 여러 가지 문제에 실제로 어떻게 기여할 수 있는지에 대한 논의가 빠져있다고 지적하였다. 즉 과학의 구조 측면에서 중요하다고 판단되는 과학 내용이 실질적인 상황에서는 일반인들에게 별 기여를 하지 못할 수도 있다는 것이다.

이러한 점에서 일반인의 경험과 생활, 그들의 요구와 그들에게 필요한 것이 구체적으로 무엇인지에 대한 논의와 이해가 필요하다. 예를 들어, Law *et al.* (2000)은 홍콩의 일반시민이 일상적으로 놓이는 대표적인 상황 5가지(가정과 직장에서의 안전, 의학/건강과 위생, 영양과 섭식, 실생활품 선택과 적절한 사용, 레저와 오락)와, 사회적 결정에 참여하게 되는 상황 3가지(환경보호, 도시 계획, 도시 발달)를 제시하였다. 이러한 결과를 활용한다면, SL을 위한 과학교육과정에서는 위의 상황과 관련된 과학지식을 추출하여 과학교육과정을 구성할 필요가 있을 것이다.

우리나라의 경우, Choi & Song (1996)은 학생들이 선호하는 상황이 다음 순서와 같다고 하였다: 일상생활, 생물체, 스포츠, 무기, 실험실, 자연 현상. 또 Park, Park & Jung (1998)은 307명의 고등학생을 대상으로 물리 영역에서 배우고 싶어 하는 내용을 조사하였는데, 약 10% 이상의 학생들이 공통적으로 언급한 내용들을 보면 Table 5와 같이 일상적 상황과 관련된 내용들이 많이 있음을 알 수 있다.

따라서 SL을 위한 교육과정이라면, 학생과 일반인 입장에서 그들과 관련된(관심, 흥미, 요구, 경험 등과 관련된) 상황을 중심으로 내용이 구성되어야 한다. 이를 위해, 교육과정이나 교과서에 [내용지식]과 [탐구활동] 뿐 아니라, [상황]도 주요 목차나 내용으로 포함될 수 있다 (Figure 2).

Table 5. Topics that high school students want to learn in physics class (n=307)

배우고 싶어하는 내용	응답수
음악테이프나 CD 플레이어는 어떻게 녹음을 할까?	124
컴퓨터의 구조와 원리	61
비행기는 어떻게 날 수 있는가?	41
우주의 팽창은 왜 일어나는가?	40
TV는 어떻게 전파를 영상으로 옮길 수 있나?	36
인공위성은 어떻게 뜨고 궤도를 이탈할 수 있는가?	30
자동차의 구조와 움직이는 원리	29
레이저를 이용해 수술하는 방법	28
어떻게 작은 반도체 안에 많은 정보를 넣을 수 있는가?	28
블랙홀이란 무엇이고 그 원리는?	28

즉 제시된 [상황]을 파악하고, [상황]과 관련된 과학지식을 이해하며, [상황] 속에서 탐구하며, [상황]에 필요한 의사결정이나, 토론과 논쟁 활동을 하는 것이다. 이는 교육과정에서 어떤 개념과 탐구활동이 포함되어야 하는지를 정하듯이, 어떤 상황에서 학습해야 하는지도 함께 정한다는 것을 의미한다.

이러한 SL 중심의 교육과정에서는 반드시 실생활적인 상황만 강조되는 것이 아니다. Table 5에서도 실생활적인 상황 외에 우주팽창이나 블랙홀과 같은 주제들을 배우고 싶다는 학생들의 응답이 있다. 특히 이러한 주제들에는 현대과학 내용과 관련된 것들이 많이 있다. 예를 들면, Park *et al.* (2016)이 우리나라 9~10학년 학생들이 과학수업에서 배우고 싶어하는 내용을 조사한 결과, 그들이 배우고 싶어하는 내용들 중에서 현대과학에 해당되는 내용이 전체 내용의 65.9%나 된다고 하였다(Table 6).

구체적인 현대 과학 내용을 보면, 물리 분야에서는 핵/핵스입자, 고에너지 입자 충돌실험, 상대성 이론(블랙홀과 화이트홀 등) 등, 화학 분야에서는 연료전지, 전자현미경 관찰, 신약개발 등, 생물 분야에서는 신종 바이러스, 유전자 조합 및 복제, 환경호르몬, 뇌파, 생명윤리 등, 지구과학 분야에서는 싱크홀, 달의 뒷면 관찰, 온실효과 등, 첨단/현대기술 분야에서는 친환경/대체 에너지, 인공지능/로봇, SF영화, 3D 프린터 등이 있었다.

이러한 측면에서 상황뿐 아니라, 포괄적으로 학생들이 과학과 관련

Table 6. The ratio of modern science that 9-10 grade students want to learn in science class (n=191)

구분	분야별 비율					전체
	Physics	Chemistry	Biology	Earth Science	Technology	
전체	131(28.1*)	31(6.7)	139(29.8)	77(16.5)	88(18.9)	466(100)
현대과학	91(19.5*)	12(2.6)	83(17.8)	44(9.4)	77(16.5)	307(65.9)

* 괄호 안의 %는 전체 응답 466을 기준으로 계산된 것임.

Table 7. Double-layered science curriculum for two goals of science education

과정	목표 및 내용	
	- 모든 이를 위한 과학소양 교육 - 학생/일반인에게 필요한/관련된 내용	- 미래의 이공계 진출을 위한 준비교육 - 과학지식 체계에 따른 전문과학내용
초등학교 과정	교육과정의 핵심	특별활동/동아리/과학반/방과 후, 학교 밖 교육 활동 등을 통해 보완
중학교 과정		
고등학교 과정	특별활동/동아리/과학반/방과 후, 학교 밖 교육 활동 등을 통해 보완	교육과정의 핵심

해서 무엇을 알고 싶고 무엇을 배우고 싶어하는 지(상황뿐 아니라 구체적인 내용에 대해서)에 대한 조사는 필수적이다. 그러나 위와 같이 학생이나 일반인의 관점에서 그들이 필요로 하는, 관심이 있는, 그리고 그들에게 관련된 상황과 주제를 중심으로 과학내용을 선정할 때 다음 두 가지 문제를 생각할 필요가 있다.

첫째, 이러한 과정을 통해 선정된 과학지식은 과학 전문가가 강조하는 지식의 내용이나 수준과 다를 수 있다. 물론 Atkin & Helms (1993)에 의하면, 과학 전문가가 선정한 과학내용도 그것이 정말 핵심적인가에 대해서는 의문의 여지가 있다고 하였다. 그럼에도 불구하고, 과학교육과정에서 선정된 내용들이 과학적 관점에서 보았을 때 자연과 우리 주변의 과학적 현상을 이해하고, 설명하며 예측하는데 핵심적이고 중요하며 기본적인 내용들이인지에 대한 논의는 필요할 것이다.

둘째, 학생과 일반인의 관점에서 선정된 내용들이 과학 지식 체계의 입장에서 구조화될 수 있는가의 문제이다. 선정된 내용들이 위계와 논리, 또는 실험적 증거들에 따라 구조화되지 못한다면, 과거의 백과사전식 또는 낱말집식 내용의 나열에 그칠 수도 있기 때문이다.

이러한 두 가지 문제점을 고려하면, SL을 위해서 과학지식 내용이 어떻게 도입되어야 하는지에 대한 논의가 다시 제기될 수 있다. DeBoer (2000)도 과학 내용과 다른 중요한 내용들간의 합리적인 균형이 해결되어야 할 도전이라고 지적한 바 있다.

이와 관련지어, Millar (1996)는 하나의 교육과정이 앞으로 과학과 관련된 전공으로 진출할 학생과 그렇지 않은 학생들에게 동시에 작용할 것이라는 가정은 정당화되지 않았고 확인되지도 않았다고 지적하였다(Turner, 2008에서 인용). 따라서 SL이 특정한 이공계 진출을 위한 준비과정이 아니라, 일반교육으로서 과학에 대한 폭넓은 이해를 위한 것이라면(Fives *et al.*, 2014), SL이 성공하기 위해서는 모든 학생이 많은 과학지식 내용을 모두 배워야 한다는 짐을 없앨 필요가 있다는 것이다(DeBoer, 2000). 그래서 Fensham (2008)은 과학적 소양을 목표로 하는 Benchmarks for Science Literacy (AAAS, 1993)에서 필요 이상의 과학 내용을 선정하였다고 비판한 바 있고, Millar & Osborne (1998, p. 5)도 Beyond 2000 보고서에서 현재 과학지식 내용이 상황(context)과 무관하게 과도하게 강조되고 있다고 비판하였다. Shamos (1996) 역시 SL을 위한다는 거창한 주장 뒤에는 이공계 진출을 보다 더 격려하기 위한 실제적 목적이 있었고, 그러한 양립불가능한 두 목표 때문에 SL이 성공하지 못했다고 지적하였다. 그래서 그는 진정으로 SL을 위한 교육과정이라면, (1) 모든 것을 다 다루려는 내용 중심이 아닌 과학에 대한 인식(awareness)과 감상(appreciation)을 위해 과학을 지도해야 하며, (2) 이를 위해서는 자연뿐 아니라 인공적인 환경을 포함해서 건강이나 안전과 같은 실제적인 내용이 중심이 되어야 하며(이미 이러한 시도를 위한 좋은 학습자료를 많다고 지적하고 있다), (3) 아직 교육과정에 도입되지 않은 새로운 분야를 다루기 위해

전문 과학자들을 적절하게 활용할 것을 제안하였다.

결론적으로, 미래의 이공계 진출자를 위한 전문교육의 성격이 아닌, 모든 이의 SL을 목적으로 하는 과학학습에서는 과학지식의 체계 보다는 학생과 일반인의 관점을 중심으로 해야 한다는 것이다.

그렇다고 해서 중등학교에서 이공계 진출자를 위한 준비가 필요없다는 것은 물론 아니다. 따라서 교육과정을 SL을 위한 교육과정과 이공계 진출자를 위한 교육과정으로 이원화될 필요가 있고, 각각의 교육과정에서 ‘핵심’적으로 강조해야 할 것과 ‘보조’적으로 다루어져야 할 것을 구별할 필요가 있다. 이러한 측면에서 본 연구에서는 ‘이중 교육과정(double-layered curriculum)’을 제안하고자 한다(Table 7). ‘이중 교육과정’에서는 핵심과 보조가 나란하게 병행되지만 학년에 따라 핵심과 보조의 내용이 서로 다르다.

즉, Table 7에 의하면, 초등학교 및 중학교 과정에서는 ‘핵심’으로 모든 학생을 위한 SL을 다루고, ‘보조’로 이공계 재능과 흥미를 가진 학생들을 위해 특별활동이나 동아리, 방과 후 활동 등에서 과학지식 체계 중심의 내용을 지원해 준다는 것이다. 또 ‘이중 교육과정’에 의하면, 고등학교 과정을 이공계 진출을 위한 준비 과정으로 본다. 따라서 고등학교 교육과정에서는 미래 직업을 위한 준비과정이 ‘핵심’으로 다루어지고, 과학적 소양이나 흥미 등을 위한 내용은 ‘보조’로 다루어져야 한다는 것이다.

초등 및 중학교, 그리고 고등학교 과정에서 각각 강조되어야 핵심 내용이 구분되어야 한다는 이러한 주장은 교육과정의 목표가 나이에 따라 다르다는 것에 기초한다. 외국에서도 SL은 모든 이를 위한 목표로 16세 이전까지만 강조되어야 할 목표라고 명시하고 있다(Millar & Osborne, 1998, p. 9). 그리고 16세 이후(우리나라 고등학교 1학년)의 고등학교 과정부터는 미래 이공계 진출을 계획하는 학생들을 위한 준비과정으로 운영되어야 하며, 이 과정에서는 필수 교육내용이 과학 지식체계 중심으로 다루어져야 한다고 하였다.

이와 같이 ‘이중 교육과정’이 전혀 새로운 주장이 아님에도 불구하고 본 연구에서 강조하는 이유는, 현재의 교육과정 구성과 운영이 이와는 반대인 측면이 있기 때문이다. 예를 들어, 현재의 우리나라 초등 및 중학교 교육과정을 보면, 과학지식 체계가 핵심으로 구성되어 있고, 특별활동이나 동아리, 방과 후 활동 등에서는 과학에 대한 흥미와 관련성을 강조하는 방식으로 ‘보조’ 역할을 하고 있다는 점에서 본 연구에서 제안한 ‘이중 교육과정’과 반대인 측면이 있다.

또한, 새로 개정되는 교육과정에서 고등학교 모든 학생들에게 융합적 사고와 과학적 소양을 중심으로 하는 ‘과학’ 과목을 필수로 부과하는 것도 ‘이중 교육과정’과 반대되는 방향이라고 할 수 있다. 사실 미래의 직업으로 진출하기 위한(예를 들면, 인문과정에서 대학으로 진학하기 위한) 준비과정 차체가 쉬운 것은 아니다. 따라서 Table 7에서 제시한 ‘보조’ 과정이 고등학교 과정에서 효과를 보기는 쉽지 않다.

그래서 제 7 차 교육과정에서 고등학교 일반선택과목으로 등장했던 ‘생활과 과학’이 성공하지 못한 이유가 그것 때문이라고 판단된다. 그렇다고 해서 SL과 융합적 사고를 핵심으로 다루는 ‘과학’ 과목을 고등학생들에게 필수로 지정하는 것은 고등학교 교육과정의 기본역할(즉 미래 직업을 위해 준비를 시켜 주어야 한다는 역할)에 방해가 될 수 있다.

요약하면, 이중 교육과정에서는 SL과 미래 이공계 진출을 위한 준비를 서로 동일한 수준에서 동등하게 강조하는 것이 어렵다고 보고, 초등 및 중학교 교육과정에서는 SL을 핵심으로 하고, 고등학교 교육과정에서는 미래 이공계 진출을 위한 준비를 핵심으로 하여, 과학학습의 기본목표와 내용을 서로 다르게 설정해야 한다는 것이다.

3. 평생교육으로서의 SL 교육

SL에 대한 마지막 논의는 ‘과연 SL이 실제 일반인들의 삶과 밀접한 연관이 있는가?’에서 시작된다.

SL을 강조할 때, 다음 2가지를 가정해 왔다(Fensham, 2002): (1) 현대 사회가 과학기술사회이므로, 미래의 시민은 과학을 잘 알고 확신을 가질 때 미래사회에 잘 대처할 수 있다(pragmatics assumption), (2) 학교교육이 잘 이루어지면 시민으로서 사회과학적 이슈들에 대해 의미있는 결정에 참여할 수 있다 (democratic assumption). 즉 시민이 과학을 잘 이해하면, 사회는 사회과학적 이슈들에 대해서 더 질서 있고 합리적인 방법으로 반응할 것이라는 것이다.

그러나 사회적으로 잘 사는 많은 민주시민들이 실제로는 과학지식에 대한 이해가 약한 경우가 많다는 지적이 있다(Fensham, 2002; Roth & Lee, 2002). Roschelle *et al.* (2011)도 일반 시민의 교육수준과 경제적인 수준과의 상관관계가 쉽게 나타나지 않는다고 지적하면서, 수학 및 과학성취도와 경제적 성장간에 양적 상관이 매우 작다는 Ramirez *et al.* (2006)의 연구결과를 소개하였다. 즉 Ramirez *et al.* (2006)은 1980~2000년 동안의 경제성장률과 수학 및 과학성취도간의 상관관계가 0.062~0.105로 매우 낮은 것으로 보고하였다. 물론 경제 수준을 민주시민으로서 잘 사는 정도의 척도로 보는 데에는 한계가 있지만, 한 단면으로 이해할 수는 있을 것이다.

Crowell & Schunn (2015)도 일반인들을 대상으로 집에서 환경보존과 관련된 행동을 수행하는 정도를 통해 SL을 조사하고, 그들의 일반적인 교육수준, 특히 과학과목 이수 정도와 비교하였다. 그 결과, 교육수준과 SL이 상관이 없었으며 오히려 가장 교육수준이 높은 그룹이 가장 낮은 그룹보다 SL이 약간 낮게 나타나기도 하였다. 또 과학과목을 가장 많이 이수한 그룹의 SL 정도가 가장 조금 이수한 그룹의 SL 정도와 유사한 정도로 나타났다. 이와 관련해, 실제상황에서는 과학이 매우 복잡하기 때문에 실제 상황에서의 의사결정에서는 과학 지식보다 개인적인 가치가 더 큰 영향을 준다는 해석이 있다(Fensham, 2002).

또 Dohm & Schniper (2007)는 2006~2016년 기간에 생길 새로운 직업들의 약 2% 미만만이 박사학위를 필요로 하며, 약 40%는 짧은 기간 동안의 훈련을 통해서 가능할 것으로 예상하였다. 또 2010~2020년 동안 생길 새로운 직업의 경우에도 박사학위를 필요로 하는 직업은 3%정도이고, 고등학교 이하의 학력이면 가능한 직업이 전체의 약 70%라고 보고하고 있다(Lockard & Wolf, 2012). 이것은 높은

수준의 형식적 학교교육이 민주시민으로서의 삶을 결정짓는 것은 아니라는 것을 시사한다.

이와 같이 학교 과학교육과 민주시민으로서의 삶의 양적인 상관 이 낮게 나타나는 결과에 대한 해석은 쉽지 않지만, 다음과 같이 그 원인을 생각해 볼 수 있다: (1) 학교 과학에서 배우는 과학 내용이 과학 지식중심이었고, 따라서 SL과는 무관하다, (2) 학교 과학에서 배우는 과학 내용이 SL을 위해서 중요하지만, 실제적이고 구체적인 상황 속에서의 적용이나 실천으로 연결되지 않았다, (3) 학교에서 배운 과학 내용이 SL과 밀접하지만, 성인이 되어 잊어버렸다.

첫 번째 해석은 앞서 논의한 바와 같이 초중등학교에서 배운 과학 내용이 SL을 위한 내용도 있지만, 과학지식의 체계와 구조 측면에서 중요하다고 보는 지식 위주의 내용이었다는 것이다. 두 번째 해석은, 아는 것(knowing)이 적용하고 실천하는 것과 자동적으로 연결되지 않기 때문이라는 것이다. 즉 학교에서 배운 과학적 내용과 탐구경험을 실제적이고 구체적인 상황 속에 적용할 수 있어야 하고, 나아가 실제 행동과 실천으로 옮겨질 수 있어야 하는데, 이에 대한 과정과 노력이 없었다는 것이다. 마지막으로 학교에서 배운 과학지식이 먼 훗날 일반시민이 되어 적용되기에는 오랜 시간 간격이 있어, 그 기간 동안 잊어버릴 수 있을 수 있다는 세 번째 해석도 가능하다.

이에 대해 본 논문에서는 SL이 일반인에게 실질적인 관련성을 갖기 위해, SL 교육이 학교 교육기간 뿐 아니라 학교 교육 이후의 평생 교육에서도 계속되어야 한다고 제안하고자 한다.

이와 관련해, Roth & Lee (2002)의 연구를 참고할 만하다. 그들은 SL은 개인의 개인적 목표보다는 집단적인 지역 사회 속에 의미있게 참여함으로써 배울 수 있다고 보고, 지역 사회에서 일반인을 대상으로 과학교육 활동을 실시하였다. 그 결과, 성인들이 관심있어 하는 활동에 참여하여 사회운동가, 과학자, 대학생, 학교 학생, 지역 시민 등과 다양한 상호작용을 통해 자신들의 동기과 지적 필요성에 부합하는 방법들을 이끌어낼 수 있었고 문제 해결을 위한 다양한 결과들을 산출해 낼 수 있다는 것을 관찰하였다.

이러한 점에서 SL을 위해서는, 그리고 SL을 통해 민주시민으로서 ‘잘’ 살도록 돕기 위해서는, SL 교육을 학교 교육 안에서만 해결하려 하기 보다는 성인을 대상으로 하는 지역사회교육이나 평생교육을 통해서 수행할 필요가 있다. 그러나 이러한 평생교육 속에서의 과학교육에 대한 관심과 노력 및 연구가 우리나라에서는 거의 없는 편이다. 따라서 이러한 분야에 대한 관심을 강조한다는 측면에서 세 번째 논의가 의미가 있다고 하겠다.

III. 요약 및 결론

본 연구에서는 오랫동안 많은 과학교육학자들이 강조하고 노력해 왔던 SL이 학교 현장에서는 아직 잘 수행되고 있고 성공적인 결과를 보이는 것은 아니라고 보고, 이와 관련된 3가지 측면에 대해서 관련 문헌을 조사하고, 가능한 대안을 제시하였다.

첫째, SL의 구성요소와 수준 및 유형에 대해 다양한 관점과 논의들이 있어왔다. 따라서 그러한 다양한 SL에 대한 관점과 논의들을 종합적으로 이해하기 위해 3개의 축(개인적/공익적, 과학 안/과학 밖, 인지와 마음/수행과 실천)으로 이루어진 3차원 SL 모델을 제안하였다. SL 모델은 현재 교육과정이나 과학학습목표에서 SL의 어떤 요소들

이 얼마나 분포되어 있는지 알기 위한 분석틀로 사용할 수 있고, 보다 균형 잡힌 SL을 위해 필요한 과학학습목표를 결정하기 위한 이론적 틀로도 사용할 수 있다고 본다.

둘째, SL을 강조하면서 ‘과학 밖’의 여러 가지 측면들(과학사/과학 철학, STS, 과학윤리, 일상생활 속의 과학 등)은 기존의 과학개념과 과학탐구중심의 ‘과학 안’ 내용들과 서로 상충되어 왔다. SL이 미래의 직업에 상관없이 모든 이를 위한 과학학습 목표라면, SL은 ‘과학 밖’의 내용들을 기본내용으로 삼아야 하며, 이를 위해서는 과학지식 체계에 따른 내용이 아니라, 학생과 일반인들의 경험과 생활, 그들의 요구와 관심과 관련된 과학내용을 중심으로 교육과정이 정해져야 한다고 제안하였다.

물론 학교 과학교육 목표에는 미래의 이공계 진출자를 격려하고 양성하기 위한 목표도 포함된다. 그러나 모든 이를 위한 과학과 이공계 진출을 위한 과학은 서로 동등하게 양립하기 어렵다고 보고, 본 연구에서는 이 둘의 목표를 달성하기 위해 ‘이중 과학교육과정’을 제안하였다. 즉 초등 및 중학교 과정에서는 모든 이를 위한 SL을 위한 내용(학생의 관심과 흥미, 요구와 삶과 관련된 내용)을 중심으로 운영하고, 고등학교 과정에서는 미래의 이공계 진출을 위한 학생을 대상으로 과학지식 체계에 따른 내용을 중심으로 운영할 것으로 제안하였다. 이 제안에 따르면, 초등 및 중학교 과정에서는 과학개념체계에 따른 내용이 보조적으로 다루어지고, 고등학교 과정에서는 SL이 보조적인 내용으로 다루어진다. ‘이중 교육과정’은 그 동안 과학교육계에서 주장해 왔던 과학교육과정과 유사한 특징을 보이지만, 실제로 현재 운영되고 있는 과학교육과정과는 반대인 측면이 있다고 보았기 때문에 본 연구를 통해 강조하고자 하였다.

셋째, 성인이 민주 시민으로서 지역사회에서 충분히 SL을 갖춘 삶을 살도록 하기 위해서는 SL 교육을 학교 교육 안에서만 해결하려고 하기 보다는 성인을 대상으로 한 평생교육에서도 실시될 필요가 있다. 그러나 이에 대한 연구가 우리나라에서는 거의 없으므로, 이러한 측면에 대한 관심과 연구를 강조하였다.

SL에 대한 본 연구에서의 논의와 제안이 학교 과학학습과 지도에 실제적인 의미를 갖기 위해서는 추가적으로 고려할 점들이 많이 있다. 첫째, 이상의 SL에 대한 세 가지 논의와 제안에 대해서는 그것이 타당한가 아닌가의 문제도 중요하지만, 그러한 제안에 어느 정도로 합의를 하는가도 중요하다. 왜냐하면, SL에 대한 논의가 교육과정과 밀접하게 연관되어 있고, 교육과정이라는 것은 모든 교육기관이 기본적으로 모두 따라야 한다는 것을 전제로 하기 때문이다. 따라서 각 교육기관의 특정한 상황들을 고려하고 교육 관련자들로부터 충분한 의견을 수렴하여 합의된 안을 도출하는 것이 무엇보다도 중요하다. 그러한 측면에서 다양한 상황의 과학교육 관련자를 대상으로 본 연구에서의 논의와 제안에 대해 의견을 수렴하고 분석하는 연구가 필요하다. 사실 본 연구내용은 관련 학회에서 발표하고, 발표 직후 학회원들로부터 간단한 설문을 받은 바 있다. 그 결과, 참여자들이 세 가지 논의와 제안에 대해서 대부분 동의한다는 것을 알 수 있었다. 그러나 참여자가 27명에 불과하고, 대부분이 석사과정 이상의 학업수준을 가진, 따라서 과학교육 연구에 종사하는 사람들을 중심으로 한 특정한 영역의 참여자이므로, 그 결과를 발표하기에는 부족함이 많다. 이에 앞으로 보다 많은, 그리고 다양한 응답자들로부터 의견을 모아 합의된 제안으로 수정 보완하는 과정이 남아 있다고 하겠다.

둘째, Slavin (2008)은 “... 지도 프로그램의 도입과 실행은 대부분 증거보다는 이데올로기나 유행, 또는 정책이나 시장에 의해 추진되어 왔다”고 비판하였고, 이와 관련하여 Biesta (2007)는 “... 교육은 증거에 기반한 실행이 되어야 하고...”라고 강조하였다. 이러한 점에서, SL의 도입과 지도에 대한 이러한 이론적 논의 후에는 주도적으로 이끌어가는 추진력이나 정책적 반영보다는 충분한 실행을 통한 증거가 먼저 필요하다고 하겠다. 실제로 의약품의 개발과 사용이나 공학적 산출물의 제작과 보급과 같은 과정에는 항상 충분한 임상실험과 상용화 과정이 포함되어 있다. 마찬가지로 교육적 논의에서도 새로운 이론이나 주장이 제시되면, 그러한 이론과 주장이 타당하다는 증거를 위한 연구들이 필요할 것이다.

셋째, SL 지도를 위한 방안에 대해서 충분한 실제적 증거가 얻어졌다고 하더라도, 그러한 방안이 학교 현장에서의 과학학습지도에 실제로 그리고 효과적으로 적용된다는 보장이 있는 것은 아니다. 이와 관련하여 많은 교육학자들은 새로운 교육이론과 지도방안이 현장에서의 실질적인 개선으로 나타나지 않으며(De Corte, 2000), 그 이유를 다양한 관점에서 연구해 왔다. 예를 들면, 교육이론과 지도방안이 추상적이며(Vick, 2006; Loughran, *et al.*, 2006), 학교 현장의 다양한 복잡한 요인을 반영하지 않았기 때문(Hoban, 2005)이라는 관점이 한 예이다. 따라서 SL의 이론적 논의와 실제적 증거도 필요하지만, 다양한 상황과 요구 속에서 효과적으로 적용될 수 있는 방안 연구도 필요하다. 이러한 점에서는 현장의 다양한 상황을 반영한 ‘실제적 지식(practical knowledge)’(Driel, *et al.*, 2001; Korthagen, 2007)에 관심을 가질 필요가 있을 것이다.

마지막으로, SL에 대한 많은 논의들 중에서 본 연구에서 선정한 세 가지 논의는 본 연구자가 중요하고, 문헌에서 많은 논의들이 있어왔던, 그러면서 최근에 중요하게 논의가 시작된 것으로 판단되는 것으로 선정한 것이었다. 그러나 SL에 대한 다른 측면에서의 논의들도 필요할 수 있다. 예를 들면, SL을 강조한 교육과정이나 교재의 내용 분석, 또는 모든 이를 위한 SL뿐 아니라 이공계 분야의 학생이나 종사자를 위한 SL이 별도로 필요한지에 대한 논의 등이 그렇다. 이와 같이 다른 관점에서 SL에 대한 새롭고 학술적인 논의도 계속 필요할 것이다.

위에서 논의한 내용들은 비단 SL의 도입과 실행에만 관련되어 있기 보기 보다는 다른 모든 유형의 과학교육과정 도입과 실행에도 관련되어 있다. 즉, 학문중심교육과정의 도입과 실행, STS 교육과정의 도입과 실행, 또는 창의성을 강조하는 교육과정의 도입이나 실행 등, 여러 가지 유형의 교육과정의 도입과 실행과정에서도 공통적으로 고려할 필요가 있는 측면들이다. 이러한 점에서 기존의 과학교육과정의 도입과 실행과정을 분석하여, 새로운 교육과정에 대해서 충분한 합의를 도출하는 과정이 있었는지, 새로운 교육과정의 도입과 실행을 위한 충분한 증거가 있었는지, 현장에서의 실제적이고 효과적인 적용을 위해 어떠한 조건이 필요하고 그러한 조건을 만족시키기 위해 어떠한 노력을 하였는지 등에 대한 분석 연구도 의미가 있을 것으로 생각된다.

국문요약

많은 과학교육학자들이 주요 과학학습목표로 관심을 가져온 과학적 소양(SL: Scientific Literacy)에 대해서는 아직도 많은 논쟁거리가 있다. 본 논문에서는 그러한 다양한 논쟁들 중에서 3가지에 초점을

맞추어 논의하였다. 첫째, SL의 구성요소와 유형에 대한 관점이 다양하다는 점, 둘째, SL 중심의 교육과정과 과학개념체계 중심의 교육과정간의 조화가 어렵다는 점, 셋째, 학교에서 과학학습을 받은 성인의 SL이 특별히 높지 않다는 점. 이에 대해 본 논문에서는 3가지 제안을 제시하였다. 첫째, 3차원틀로 구성된 SL모형을 제안하고, 활용 사례를 제시하였다. 둘째, 초등 및 중학교 과정에서는 SL중심의 교육과정으로 구성하고, 고등학교에서는 미래 직업을 위한 준비과정으로서 과학개념체계 중심의 교육과정을 구성하는 방식으로 이원화된 교육과정을 운영한다. 셋째, 성인들의 SL을 위해서는 학교 안 교육뿐 아니라, 평생교육으로 연계될 필요가 있다. 결론에서는 SL에 대한 3가지 논의와 제안에 대해서 추가적으로 고려할 점들을 기술하였다.

주제어 : 과학적 소양, 3차원 과학적 소양 모델, 과학교육과정, 과학개념체계, 평생교육

References

- AAAS. (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Atkin, J. M., & Helms, J. (1993). Getting serious about priorities in science education. *Studies in Science Education*, 21, 1-20.
- Biesta, G. (2007). Why "What works" won't work: Evidence-based practice and the democratic deficit in educational research. *Educational Theory*, 57(1), 1-22.
- Blades, D. (1997). *Procedures of Power and Curriculum Change: Foucault and the Quest for Possibilities in Science Education*. New York: Peter Lang.
- Branscomb, A. W. (1981). Knowing how to know. *Science, Technology, & Human, Values*, 6(36), 5-9.
- Bybee, R. (1997). *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Chen, F., Shi, Y., & Xu, F. (2009). An analysis of the public scientific literacy study in China. *Public Understanding of Science*, 18(5), 607-616.
- Choi, J., & Song, J. (1996). Students' preference for different contexts in learning science. *Research in Science Education*, 26(3), 341-352.
- Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S., & Krajcik, J. (2011). Re-conceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st century. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 670-697.
- Crowell, A., & Schunn, C. (2015, March 21). Unpacking the relationship between science education and applied scientific literacy. *Research in Science Education*. doi: 10.1007/s11165-015-9462-1
- De Corte, E. (2000). Marrying theory building and the improvement of school practice: a permanent challenge for instructional psychology. *Learning and Instruction*, 10, 249-266.
- DeBore, 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.
- Dillon, J. (2009). On scientific literacy and curriculum reform. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 201-213.
- Dohm, A., & Schniper, L. (2007). Employment outlook: 2006-16: Occupational employment projections to 2016. *Monthly Labor Review*, 130(11), 86-125. Retrieved July 10, 2015, from <http://www.bls.gov/opub/mlr/2007/11/art5full.pdf>
- Driel, J. H., & Beijgaard, D., & Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 137-158.
- Elliot, P. (2006). Reviewing newspaper articles as a technique for enhancing the scientific literacy of students-teachers. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1245-1265.
- Fensham, P. J. (1998). The politics of legitimating and marginalizing companion meanings: Three Australian case stories. In D. A. Roberts & L. Östman (Eds.), *Problems of Meaning in Science Curriculum* (pp. 178-192). New York: Teachers College Press.
- Fensham, P. J. (2002). Time to change drivers for scientific literacy. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(1), 9-24.
- Fensham, P. J. (2008). *Science Education Policy-making: Eleven Emerging Issues*. Paris: UNESCO.
- Fives, H., Huebner, W., Birnbaum, A. S., & Nicolich, M. (2014). Developing a measure of scientific literacy for middle school students. *Science Education*, 98, 549-580.
- Gabel, L. L. (1976). *The development of a model to determine perceptions of scientific literacy*. Unpublished doctoral dissertation, Ohio State University.
- Gräber, W., Erdmann, T., & Schlieker, V. (2001). ParCIS: Partnership between Chemical Industry and Schools. Retrieved July, 10, 2015, from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED466362.pdf>
- Hoban, G.F. (2005). *The missing links in teacher education design: Developing a multi-linked conceptual framework*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2007). The nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347-1362.
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275-288.
- Jim, R. (2001). Identifying science understanding for unctional scientific literacy. *Studies in Science Education*, 36, 1-44.
- Jong, E.D., Armitage, F., Brown, M., Butler, P., & Hayes, J. (1994). *Physics Two*. Melbourne: Heinemann.
- Klein, P. D. (2006). The challenge of scientific literacy: From the viewpoint of second-generation cognitive science. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 143-178.
- Kolsto, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimensions of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291-310.
- Korthagen, F. A. J. (2007). The Gap Between Research and Practice Revisited. *Educational Research and Evaluation*, 13(3), 303-310.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84, 71-94.
- Law, N., Fensham, P. J., Li, S., & Bing, W. (2000). Public understanding of science as basic literacy. *Melbourne Studies in Education*, 41(2), 145-156.
- Lee, M. (2014). Characteristics and trends in the classifications of scientific literacy definitions. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(2), 55-62.
- Liu, X. (2009). Beyond science literacy: Science and the public. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 301-311.
- Lockard, C. B., & Wolf, M. (2012). Occupational employment projections to 2020. *Monthly Labor Review*, 135(1), 84-108.
- Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2006). *Understanding and developing Science teachers' Pedagogical Content knowledge*. Rotterdam: Sense publishers.
- Millar, R. (1996). Toward a science curriculum for public understanding. *School Science Review*, 77, 7-18.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future: A report with ten recommendations*. Retrieved from July, 10, 2015, from <http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Beyond%202000.pdf>
- Miller, J. D. (1983). *The American People and Science Policy*. NY: Pergamon Press.
- Miller, J. D. (1998). The measurement of civic scientific literacy. *Public Understanding of Science*, 7, 203-223.
- Murcia, K. (2009). Re-thinking the development of scientific literacy through a rope metaphor. *Research in Science Education*, 39, 215-229.
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224-240.
- National Science Teachers Association [NSTA] (1982). *Science-Technology-Society: Science Education for the 1980s*. Washington, DC: Author.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literate: A framework for PISA 2006*. Retrieved July, 10 2015, from http://www.oecd-ilibrary.org/education/assessing-scientific-reading-and-mathematical-literacy_9789264026407-en
- Park, C, -I., Park, J., & Jung, H. (1998). A study of high school students' interests and concerns in physics. *Journal of Science Education: Chonnam National University*, 22, 1-10.
- Park, J., Liu, C., Huang, C., Shen, M., & Shin, M. -K. (2016). Introducing modern science and high technology in schools. In H. -S. Lin, J. K. Gilbert, & C, -J., Lien (Eds.), *Science Education Research and Practice in East Asia: Trends and Perspectives* (pp. 391-416). Taipei: Higher Education Publishing Co., Ltd.
- Ramirez, F. O., Luo, X., Schofer, E., & Meyer, J. W. (2006). Student achievement and national economic growth. *American Journal of*

- Education, 113, 1-29.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/Science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman, (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 729-780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Roschelle, J., Bakia, M., Toyama, Y., & Patton, C. (2011). Eight issues for learning scientists about education and the economy. *The Journal of the Learning Sciences*, 20(1), 3-49.
- Roth, W-M., & Lee, S. (2002). Scientific literacy as collective praxis, *Public Understanding of Science*, 11, 33-56.
- Shamos, M. H. (1996). The myth of scientific literacy. *Liberal Education*, 82(3), 44-49.
- Shen, B. S. P. (1975). Scientific literacy and the public understanding of science. In S. B. Day (Ed.), *Communication of Scientific Information* (pp. 44-52). Basel: Karger.
- Slavin, R. E. (2008). Perspective on evidence-based research in education: What works? Issues in synthesizing educational program evaluations. *Educational Researcher*, 27(1), 5-14.
- Turner, S. (2008). School science and its controversies; or, whatever happened to scientific literacy? *Public Understanding of Science*, 17, 55-72.
- Vick, M. (2006). "It's a Difficult Matter": Historical perspectives on the enduring problem of the practicum in teacher preparation, *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 34(2), 181-198.
- Yore, L. D., Pimm, D., & Tuan, H. -L. (2007). The literacy component of mathematical and scientific literacy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5, 559-589.