



집단지성을 강조한 과학기술 관련 사회쟁점 수업이 중학교 영재학급 학생들의 역량 함양에 미치는 효과

이현주^{1*}, 최윤희², 고연주¹
¹이화여자대학교, ²송문중학교

Effects of Collective Intelligence-Based SSI Instruction on Promoting Middle School Students' Key Competencies as Citizens

Hyunju Lee^{1*}, Yunhee Choi², Yeonjoo Ko¹
¹Ewha Womans University, ²Soongmoon Middle School

ARTICLE INFO

Article history:

Received 29 April 2015
 Received in revised form
 2 June 2015
 8 June 2015
 Accepted 9 June 2015

Keywords:

Socioscientific issues, SSI teaching, collective intelligence, instructional model, key competencies

ABSTRACT

SSI instruction can be an effective tool to promote key competencies for future citizens. Our assumption of the study is that applying the concept of collective intelligence in the context of SSI learning would facilitate the learning. Thus, we designed and implemented Collective Intelligence-based SSI instruction over almost a year and observed the effects of the instruction on enhancing students' collaboration, information management, critical thinking, and communication skills. Twenty 9th grade students enrolled in a science-gifted program voluntarily participated. Data was collected by administering a questionnaire to examine the skills before, in the middle of, and after the instruction, and by conducting classroom observations and focus student group interviews. The results indicated some degree of improvement in their targeted skills. First, they experienced the expansion of their thoughts by actively sharing information and ideas using the web platform. Second, they became more flexible and open to different points of views in order to accomplish a common goal. Third, they appreciated having independent time and space to explore their own positions on the issues and to search necessary information, and believed that the process encouraged them to more pro-actively participate and communicate in the group debates. Lastly, they positively perceived the values that collaboration with diverse group members could produce.

1. 서론

첨단 과학기술이 급속하게 발전하는 21세기 글로벌 사회에서 학습자가 갖추어야 하는 역량에 대한 논의는 2000년대 초반부터 여러 학문 영역에서 진행되고 있다. 대표적 연구 중 하나로 미국의 The partnership for 21st century skills(P21)을 들 수 있으며, 이는 정부기관을 비롯한 대학, 비영리 단체, 그리고 여러 분야의 교육실천가들이 컨소시엄을 형성하여 산출한 결과물이다(Trilling & Fadel, 2009). 이들이 제시한 역량 중 학습자 역량은 핵심교과(3Rs)와 21세기 주제(Core subjects and 21st century themes), 학습 및 혁신 능력(Learning and innovation skills), 정보·미디어·테크놀로지 능력(Information, media and technology skills), 생애 및 경력 개발 능력(Life and career skills)을 포함한다. 이 중 학습 및 혁신 능력에는 비판적 사고력과 문제해결력, 의사소통 및 협동능력, 창의성과 혁신성 등이 포함되어 있다. 이를 기반으로 Heo *et al.*(2011)은 미래학교(스마트 환경) 지원을 위한 21세기 학습자 및 교수자 역량 모델링 연구를 수행하였으며, 이 연구에서도 학습자 역량으로 문제해결, 협력, 창의력, 의사소통 등의 역량

을 강조하였다. Lee *et al.*(2009)도 미래 사회 대비 핵심역량으로 유사한 역량들을 제시하였다.

과학교육분야에서도 과학기술 사회에서 요구되는 역량에 대한 관심이 높아지고 있다. 최근 발표된 미국의 차세대과학표준(Next Generation Science Standards)에는 컴퓨팅 사고(computational thinking), 증거기반 사고(engaging in argument from evidence), 정보의 수집, 평가 및 교환 등의 새로운 역량을 포함하고 있다(NRC, 2012). Choi *et al.*(2011)은 글로벌 사회에서 갖추어야 하는 과학 소양을 다섯 가지 차원으로 제시하였는데, 그 하위 요소들을 살펴보면 문제해결을 위한 체계적 사고, 의사소통 및 협업능력, 증거기반 사고 능력, 정보관리 능력 등이 포함되어 있다. Mun *et al.*(2015)은 Choi *et al.*(2011)에 기반하여 GSLQ 검사지를 개발하여 이를 여러 국가의 학생들을 대상으로 비교 분석하기도 하였다.

이와 같은 여러 문서들에서 공통적으로 강조하고 있는 역량들은 주로 비판적 문제해결력, 의사소통 능력, 정보와 미디어 활용 능력, 협업능력 등이다. 비판적 문제해결력은 학자에 따라 차이는 있으나 주어진 문제에 대해 여러 가지 방안을 고려하면서 최적의 합리적 방안을 찾는 능력으로 넓게 정의될 수 있다. 최근에는 문제해결 수행과정과

* 교신저자 : 이현주 (hlee25@ewha.ac.kr)

** 본 논문은 2013년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2013S1A5A2A01019415).
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2015.35.3.0431>

관련하여 초인지적 사고나 반성적 사고도 중요한 요소로 언급하고 있다(Choi *et al.*, 2011; Duschl, Schweingruber, & Shouse, 2007). 의사소통 능력은 자신의 생각이나 감정 등을 효과적으로 표현하고 상대방의 의견을 적극적으로 경청하는 능력으로(Chung *et al.*, 2014; Dillenbourg, 1999), 과학교육에서는 글쓰기나 토의·토론과 같은 담화 활동에서 주로 강조되고 있다. 협업능력은 서로 다른 지식과 기술, 배경을 갖춘 사람들이 공동의 문제를 함께 해결해 나가는 과정에서 시너지 효과를 창출할 수 있다는 집단지성의 개념으로도 활용되고 있다(Lee, Choi, & Ko, 2014; Lévy, 1997; Roth, 2003; Roth & Lee, 2004; Surowiecki, 2004). 정보나 미디어 활용 능력은 정보화 사회의 발전에 따라 학습자가 필요한 정보를 수집하고 해석할 수 있는 능력을 의미하며, 테크놀로지를 새로운 창조물을 산출하기 위한 도구로 사용할 수 있는 능력을 의미한다(Choi *et al.*, 2011; NRC, 2012).

이와 같은 역량들을 함양할 수 있는 방안들은 여러 방면으로 모색되어 왔으나, 본 연구에서는 과학기술 관련 사회쟁점(socioscientific issues, 이하 SSI)을 도입한 수업을 제안하고 그 효과를 살펴보고자 한다. SSI는 과학기술의 발달로 인해 야기되는 사회적·윤리적·도덕적 문제들을 의미한다(Zeidler *et al.*, 2005). 미래 사회를 이끌어갈 학생들은 이러한 문제들에 관심을 갖고 현명하게 대처할 수 있는 역량을 갖추어야 하며, 이에 여러 학자들은 SSI의 교육적 효과에 대해 탐색해왔다. 실제로, SSI 수업이 논증 및 근거에 기반을 둔 의사결정 능력이나(e.g. Albe, 2008; Dawson & Venville, 2010; Hogan, 2002), 의사소통능력(Chung *et al.*, 2014), 시민으로서 갖추어야 할 인성적 측면에도 긍정적 효과가 있다고 보고되고 있다(Lee *et al.*, 2013).

특히, 본 연구에서는 SSI 교수의 교육적 효과를 높이기 위해 집단지성(Collective Intelligence, CI)의 원리를 도입한 Lee *et al.*(2014)의 ‘집단지성을 강조한 과학기술 관련 사회쟁점 수업’(이하 CI기반 SSI수업)을 적용하고자 하였다. Lee *et al.*(2014)은 SSI의 본성과 SSI에 대한 의사결정과정의 특성을 문헌을 통해 분석한 뒤, SSI 수업이 집단지성의 원리를 적용하기에 적합하다고 판단하였다. 집단지성은 Lévy(1997)를 시작으로 Surowiecki(2004) 및 Leadbeater(2008)와 같은 학자들이 ‘대중의 지혜’나 ‘군중의 지성’ 등으로 소개된 이래 사회 각계에서 주목하고 있는 개념이다. 특히, 웹 환경의 발달로 인해 소수의 전문가가 독점했던 지식의 산출과정에 일반인들이 참여할 수 있는 기회의 장이 마련됨으로써 ‘집단창의성’, ‘집단문제해결’ 등의 개념으로도 확장되어 사용되고 있다. 집단지성은 우리 사회가 직면한 문제들에 대해 서로 다른 지식과 경험, 기술을 갖춘 여러 사람들이 모여 함께 문제 해결할 때 더 좋은 해결책을 마련할 수 있다는 가정에서 시작된다. 이는 SSI가 지닌 특성과 자연스럽게 연결된다. SSI는 그 본성상 정답이 없는 논쟁적 주제로서(Sadler, Barab, & Scott, 2007; Zeidler & Nichols, 2009), 주제를 둘러싼 다양한 입장들이 참여하게 대립하거나 복잡하게 얽혀져 있기 때문에 서로 다른 관점을 갖고 있는 사람들끼리 협력적 대화를 통해 문제해결과 의사결정의 과정을 필요로 한다(Sadler & Zeidler, 2005; Zeidler *et al.*, 2005). 즉, 다양한 가치관과 지식, 기술 등을 지닌 이질적인 집단 구성원이 모여 협력적 토의과정을 수행하면, 더 나은 해결책을 도출할 수 있는 가능성이 높아질 수 있다.

이에, Lee *et al.*(2014)은 집단지성의 원리를 SSI 수업에 도입하면 SSI 교육의 효과를 높일 수 있을 것이라는 가정에서, SSI 수업에 적용이 가능한 집단지성의 원리를 다음과 같이 네 가지로 도출하였다. 첫

째, ‘문제 해결을 위한 공유된 가치나 신념의 형성’은 주어진 SSI를 우리가 함께 해결해야 하는 이유에 대해서 공유된 가치를 형성하여, 문제해결에 주체적으로 참여하도록 하는데 목적이 있다. 둘째, ‘개인의 독립적인 문제 탐색’은 다양한 관점이 복잡하게 얽혀 있는 SSI의 특성 때문에 학생들이 의사결정에 어려움을 느낄 수 있다는 점을 고려하여, 개별적으로 필요한 자료를 수집하고 자신의 입장을 성찰해보는 기회와 시간을 제공하는 것이다. 셋째, ‘다양한 지식, 기술 및 관점의 집중과 공유’는 학생들이 개별적으로 구성한 내용을 공유하고 피드백을 주고받음으로써 주어진 SSI에 대한 다양한 입장을 이해하고 더 좋은 해결책을 모색할 수 있도록 하는 것이다. 마지막으로, ‘협력적 대화를 위한 네트워크 매체와 환경의 마련’은 협력적 대화가 진행될 수 있도록 웹 환경이나 서로 공유할 수 있는 매체를 찾아 활용함으로써 집단의 끊임없는 상호작용을 촉진하고, 서로 다름에 대해 개방적일 수 있는 전체적인 분위기를 형성하고자 하는 것이다.

이에, 본 연구에서는 Lee *et al.*(2014)이 개발한 ‘집단지성 촉진 전략을 활용한 SSI 수업모형(CI기반 SSI 수업모형)’을 중학교 영재학급 학생들을 대상으로 적용하여 그 효과를 탐색해 보았다. 특히, 집단지성의 원리를 적용했을 때 더욱 향상될 것으로 기대되는 21세기 역량 즉, 협업능력, 정보 기술 및 미디어 활용 능력, 비판적 사고력과 문제 해결력, 의사소통 능력에 초점을 맞추어 수업 전후의 역량 변화를 검사를 활용하여 살펴보았다. 또한 학생들이 SSI 수업 맥락에서 집단지성을 강조한 교육의 효과를 어떻게 인식하는지도 그룹면담을 통해 함께 살펴보았다. 본 연구의 연구 문제는 다음과 같이 요약될 수 있다.

첫째, CI기반 SSI 수업모형을 적용한 수업은 학생들의 협업능력, 정보 기술 및 미디어 활용 능력, 비판적 사고력과 문제 해결력, 의사소통 능력을 향상시키는데 어떠한 효과가 있는가?

둘째, 학생들은 SSI 수업 맥락에서 집단지성을 강조한 교육의 효과를 어떻게 인식하는가?

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구에는 서울시에 위치한 S중학교에서 운영하는 영재 학급 20명의 학생들이 참여하였다. S중학교는 관찰 추천을 통해서 선발된 20명의 중학교 3학년 학생을 대상으로 영재 학급을 운영하고 있다. 이 학생들은 4월부터 12월까지 거의 격주 토요일에 2-4시간에 걸쳐 과학 관련 사회·윤리적 쟁점 수업에 참여하였다. 본 연구는 단일집단 연구로, 현장 학교의 실정으로 인해 비교반을 따로 설정하지 못했다. 일반 학급이 아닌 영재 학급 학생을 대상으로 연구를 수행한 이유는 연구자가 의도하는 수업모형을 자유롭고 충실히 적용해 볼 수 있는 학급을 섭외하여 그 효과를 탐색해 보기 위함이었다. 또한 집단지성의 네 번째 원리의 경우 웹 환경의 조성이 매우 중요하기 때문에 이러한 환경적 여건이 충분히 마련되어 있는 학급이 요구되었다. 연구 참여 학생들은 학교에 재학 중인 동일 학년 일반 학생들에 비해 과학 성적이 우수한 편이며, 본 연구에서 탐색하고자 하는 과학기술 사회의 시민역량(협업 능력, 정보기술 및 미디어 활용능력, 비판적 사고력과 문제 해결력, 의사소통능력)에서도 우수하였다(<Appendix> 참조). Table 1은 동일

Table 1. Comparison of the competencies between participants and normal students before the CI-based instruction

영역	영재 (N=20)		일반 (N=142)	
	평균	표준편차	평균	표준편차
협업능력	4.32	.353	3.61	.604
협업을 위한 노력	4.32	.417	3.57	.630
협업에 대한 가치인식	4.25	.517	3.72	.745
정보기술 및 미디어 활용능력	4.22	.636	3.49	.554
자료수집 및 관리	4.39	.533	3.83	.625
정보 교환	3.70	.185	3.67	.620
비판적 사고력과 문제해결력	4.08	.544	3.25	.590
비판적 문제해결	4.16	.490	3.20	.617
초인지적 사고	3.93	.769	3.37	.724
의사소통 능력	4.22	.542	3.46	.565
의사표현 및 의견조정	4.18	.624	3.36	.650
적극적 청취	4.23	.658	3.59	.701
핵심역량 전체	4.22	.429	3.50	.487

학년 일반 학급 네 개 반 학생들(142명)과의 사전 비교 조사 결과이다.

2. CI기반 SSI 수업모형을 이용한 교수·학습 프로그램

본 연구에서는 집단 지성을 강조한 과학 관련 사회·윤리적 쟁점 수업 모형(Lee *et al.*, 2014)을 통해 제시된 발산적 모형, 탐색적 모형, 의사 결정 모형에 맞는 교수 학습 프로그램을 개발하였다. 각 수업 모형에 해당하는 주제는 Table 2와 같으며, 각 주제별로 2~3주(1주 약 3시간)에 걸쳐 진행되었다(이 중 '우주개발' 주제는 수업 시간 부족으로 진행하지 못했음).

수업은 CI기반 SSI 수업모형에 대한 이해가 높은 연구자 중 1인이 진행하였다. 수업을 진행하는 동안 교사는 집단지성의 원리가 충분히 적용될 수 있도록 수업단계를 고려하여 수업을 진행하였다. 또한 일반적으로 집단지성의 효과는 집단의 크기, 구성원의 인지 수준 및 성향 등 다양한 요인들에 의해 영향을 받는다(Leadbeater, 2008; Lévy 1997; Surowiecki, 2004). 이에, 본 연구에서는 3~5명의 소집단 활동에서부터 학급 전체 활동까지 집단의 크기를 다양하게 경험할 수 있도록 수업을 운영하였으며, 조원의 구성도 주제에 따라 같게 혹은 다르게 구성해줌으로써 참여 학생들이 조원들의 특성에 따른 집단지성의 효과를 인식할 수 있는 기회를 제공하고자 하였다. 그리고, 수업이 진행될 때 학생들에게 조별로 아이패드를 제공하여 필요시 자유롭게 아이패드를 활용하여 자료를 검색할 수 있게 하였으며, '리노잇¹⁾'을 매개로 학생들이 자료를 조직하고, 조별활동을 기록하며 공유할 수 있는 환경을 마련하였다. 교사는 개방적인 환경에서 조별 토의 및 토론이 원활히 진행될 수 있도록 최소한의 안내자 역할을 하였다. 또한, 토론이 활성화 되고 학생들 간에 의사소통이 적극적으로 이루어 질 수 있도록 분위기를 유도하고 격려하는 촉진자 역할을 하였다. 수업 진행의 대표적 사례는 Figure 1과 같다.

Figure 1은 집단적 합의 수업 모형을 활용하여 “맞춤아기, 찬성하는가? 반대하는가?”를 주제로 진행한 수업의 개요이다. Lee *et al.*(2014)가 제시한 대로 총 네 단계로 구성되어 있으며, 각 단계마다 집단지성

1) '리노잇'은 큰 코르크판에 포스트잇을 활용하여 메모를 붙이고 생각을 모으고 정리하는 것과 같은 플랫폼의 형식을 제공한다. 학생들은 수집한 자료(텍스트, 그림, 동영상 등)를 포스트잇을 붙이듯이 자유롭게 붙일 수 있으며, 조원끼리 공유하면서 수정·보완·재구성 할 수 있음(www.linoit.com 참조).

Table 2. CI-based SSI instructional models applied in the study

	수업 모형	수업 주제
발산적 모형	아이디어 생성 수업 모형	식품 첨가물을 줄일 수 있는 방안은?
	미래 상황 예측 수업 모형	나노 기술이 발전하면 우리는 행복해 질 수 있을까?
탐색적 모형	쟁점 탐색 수업 모형	우주개발, 이대로 계속 해야 하는가?
	실제 사례 탐색 수업 모형	안락사를 허용해야 하는가?
의사결정 모형	집단적 합의 수업 모형	맞춤아기, 찬성하는가? 반대하는가?
	대안 결정 수업 모형	원자력 발전 폐기물 처리 방안은?

의 원리가 적용되어 있다. 일반적인 SSI 수업에 비해, 본 수업에서는 '문제 해결을 위한 공유된 가치나 신념의 형성'(원리1)의 과정을 강조하여 '문제 상황의 명료화' 단계에서 학생들과 명시적으로 왜 우리가 이 문제에 관심을 갖고 함께 해결해나가야 하는지에 대해 의견을 나누며 공유된 가치를 형성하고자 하였다. 그리고 주제에 대한 토론을 시작하기 전에 '개인의 독립적인 문제 탐색'(원리2)의 시간을 제공하였다. 즉, 학생들이 자신의 입장을 성찰하고 필요한 자료 등을 개인적으로 탐색할 수 있는 충분한 시간을 '잠정적 가치판단'과 '가치판단의 구체화' 단계에 걸쳐 제공하였다. '다양한 지식, 기술 및 관점의 집중과 공유'(원리3)을 위해 학생 간 서로의 생각을 나눌 수 있는 기회를 마지막 두 단계를 통해 제공하였다. 수업 전체 과정에서 리노잇을 활용하여 웹 플랫폼이 '협력적 대화를 위한 네트워크 매체와 환경'(원리4)이 될 수 있도록 조성하였다. 즉, 학생들은 리노잇 플랫폼에서 개인적으로 수집한 자료들이 조원과 학급 동료들에 의해 확장 및 보충되어 나가는 것을 직접 확인할 수 있으며, 자유롭게 피드백을 주고받을 수 있도록 했다. Lee *et al.*(2014)는 이러한 과정을 통해서 일반적인 SSI 수업에서 자칫 간과될 수 있는 개인의 도덕적 갈등, 주제가 갖고 있는 복잡성(complexity)으로 인해 학생들이 느끼는 좌절감, 문제해결에 대한 책임감 부족이나 무관심, 그리고 불충분한 자료에 기반한 의사결정 등의 문제들이 다소 보완될 수 있을 것이라고 보았다.

3. 자료 수집 및 분석

가. 검사도구

본 연구는 중학교 영재 학급 학생들의 과학기술 사회에서 요구되는 시민 역량에 대한 인식을 알아보기 위해 선행연구(예: Heo *et al.*, 2011; Mun *et al.*, 2015; Trilling & Fadel, 2009)를 활용하여, 검사도구를 개발하였다. 검사도구는 협업능력, 정보 기술 및 미디어 활용 능력, 비판적 사고력과 문제 해결력, 의사소통 능력에 초점을 두었다. 선행연구들에 기반하여 연구자들은 각 핵심 역량의 요소를 정의하였고, 각각을 구성하는 하위 요소들을 도출하였다. 1차적으로 각 하위 요소들을 설명할 수 있는 5점 Likert 척도 53개 문항을 개발하였고, 과학 교육 전문가 2인과 박사 과정 학생 2인의 검토를 통해 내용 타당도를 확보하였다. 53개의 문항을 193명의 중학생에게 투입한 후 요인 분석을 실시한 결과, Table 3과 같이 8개의 하위 요인으로 구분되었다. 53문항

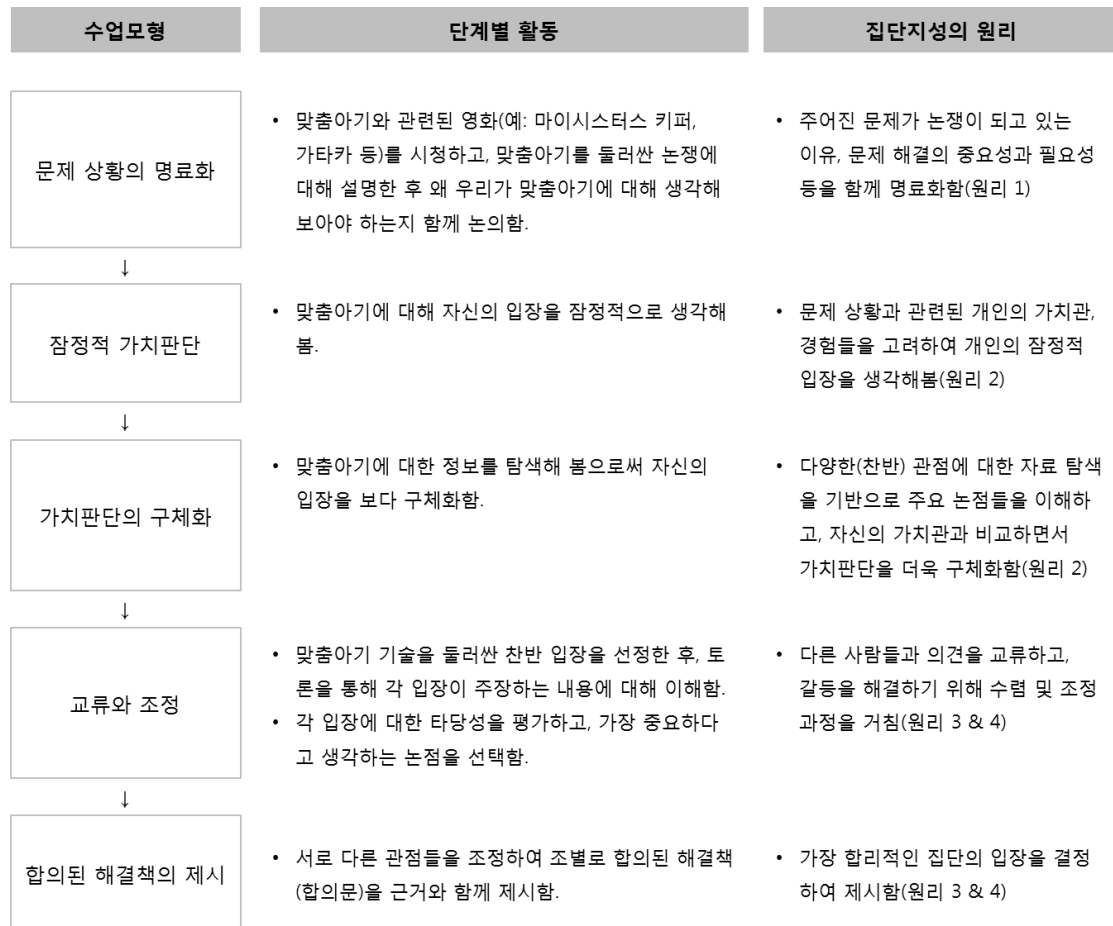


Figure 1. Example of a consensus-making model: Designer baby

Table 3. Reliability of the questionnaire

영역 (문항수)	하위영역 (문항수)	신뢰도 (Cronbach's α)	
협업능력 (14)	협업을 위한 노력 (11)	.908	.911
	협업에 대한 가치 인식 (3)	.668	
정보기술 및 미디어 활용능력 (8)	자료수집 및 관리 (6)	.836	.822
	정보 교환 (2)	.853	
비판적 사고력과 문제 해결력 (10)	비판적 문제해결 (7)	.845	.875
	초인지적 사고 (3)	.738	
의사소통능력 (7)	의사표현 및 의견조정 (4)	.755	.794
	적극적 청취 (3)	.694	
전체 (39)		.946	

중 14문항은 특정 하위 요인에 속하지 않아 삭제하여 최종 39문항으로 구성하였다. 8개 하위요인의 설명력은 63.36%이다. 각 영역에 해당하는 신뢰도(Cronbach's α)는 협업능력 .911, 정보 기술 및 미디어 활용능력 .822, 비판적 사고력과 문제 해결 .875, 의사소통 능력 .794, 핵심 역량 전체는 .946로 높게 나타났다.

검사지는 CI기반 SSI 수업이 적용되기 전, 중간, 후에 투입되었다. 사전 검사는 CI기반 SSI 수업을 시작하기 직전인 4월 중순에 측정하였으며, 한 학기 정도의 수업이 진행된 7월 중순에 두 번째 측정을 하였다. 이는 SSI 수업의 효과를 살펴본 대부분의 연구들이 SSI 수업의 투입 기간을 현장 여건을 고려하여 1학기 정도로 하고 있으며, 그 수업의 효과가 일부 나타나는 것을 보고하고 있기 때문이다. 그리고 수업이 모두 끝난 12월 중순에 사후 검사를 진행하였다. 사전·중간·사후 설

문 조사를 통해 수집된 자료는 SPSS 18.0 프로그램을 활용하여 반복측정으로 분석하였다.

나. 수업관찰 및 그룹면담

비교 집단이 없는 단일집단 연구 설계의 한계를 보완하고, 동시에 학생들의 입장에서 집단지성의 적용 효과에 대해 어떻게 인지하고 있는지 살펴보기 위해 질적 연구 자료를 수집하였다. 우선, CI기반 SSI 수업이 진행되는 동안의 모든 과정은 비디오 녹화를 하여 수업이 Lee et al.(2014)에서 제시한 대로 집단지성의 원리가 효과적으로 적용되어 진행되었는지를 확인하는 자료로 활용하였다. 그 과정에서 연구자는 수업에 참관하여 비참여관찰의 형태로 수업의 분위기와 학생들의 반응에 대해 자세히 관찰 일지를 작성하였다. CI기반 SSI 수업을 거의 1년 동안 진행하는 과정에서 연구자들은 참여 학생들과 비정기적으로 그룹면담을 수차례 실시하여 과학과 관련된 사회 문제에 대한 수업을 하면서 배운 점과 느낀 점, 수업 방식에 대한 의견, 함께 문제를 해결해 나가는 과정에서 배운 점과 느낀 점, 함께 문제를 해결하는 과정에서 어려웠던 점과 어려운 점을 해결할 수 있었던 방법 등에 대해서 질문하였다. 면담내용은 모두 녹음 및 전사되었다. 면담자료는 학생들이 집단 지성의 원리를 적용한 효과에 대해 어떻게 인식하고 있는지 등을 파악하고자 하였다.

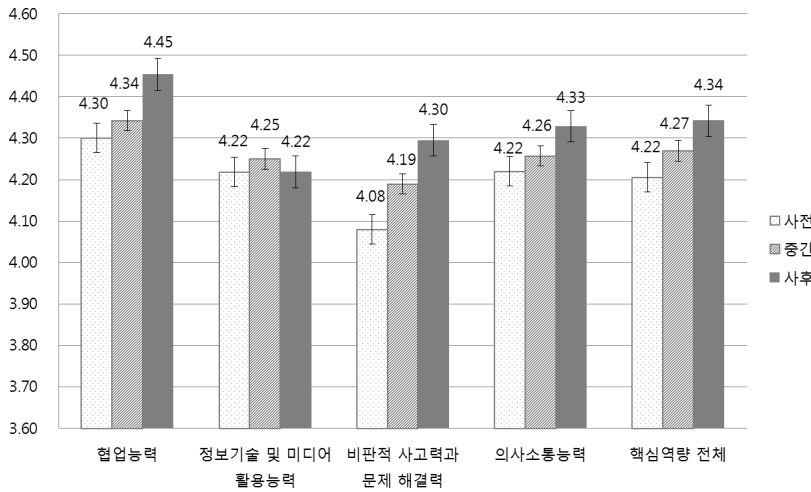


Figure 2. Comparison of average scores on competencies: Pre-test, mid-test, and post-test

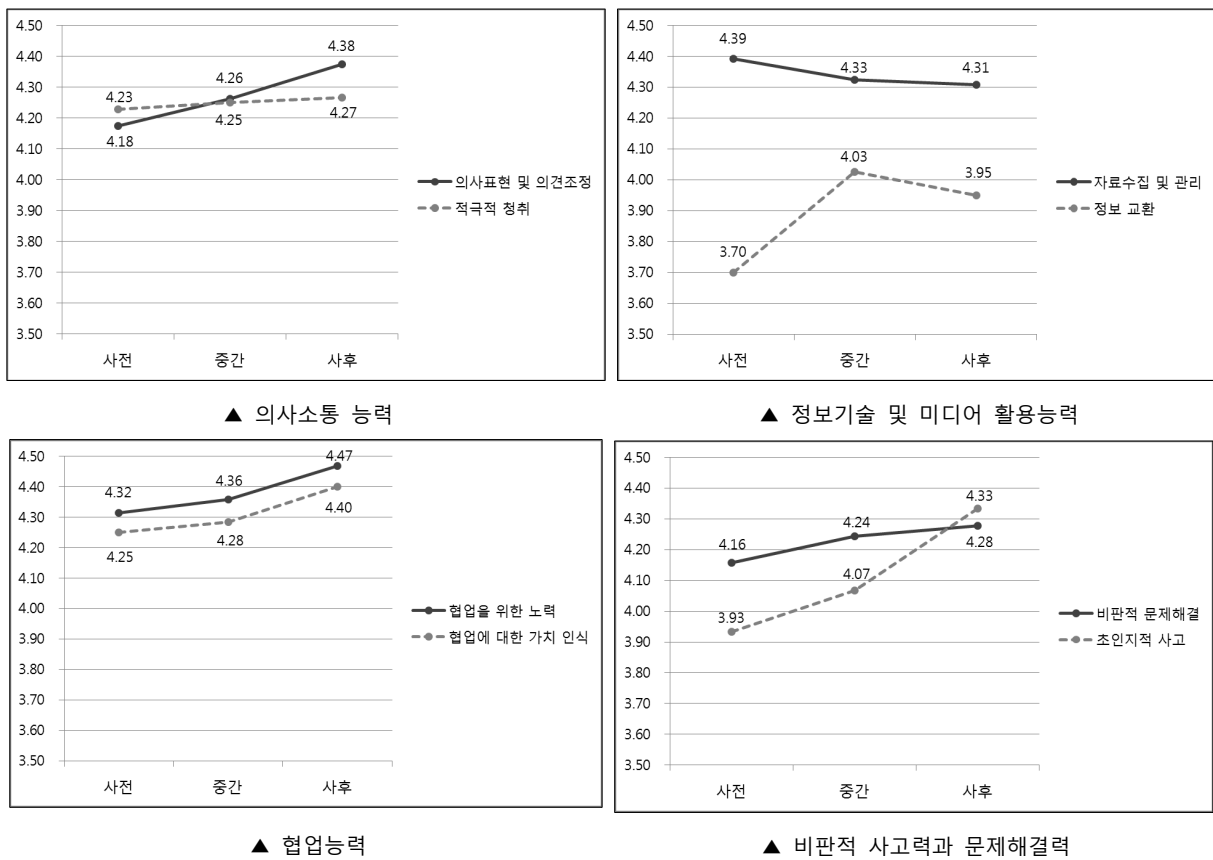


Figure 3. Change patterns of average scores for sub-competencies

III. 연구 결과

1. CI기반 SSI 수업이 과학기술 사회의 시민 역량 함양에 미치는 영향

중학교 영재학급 학생들을 대상으로 CI기반 SSI 수업을 진행한 결과, 학생들의 과학기술 사회 시민으로서 갖추어야 할 핵심 역량의 여러 요소들이 Figure 2와 같이 다소 향상됨을 보였다. 정보기술 및 미디어 활용능력을 제외한 협업능력, 비판적 사고력과 문제해결력, 의사소통 모두 수업이 진행됨에 따라 평균점수가 증가하는 경향을 보였다. 그러나 이러한 향상은 Table 4에서 제시된 바와 같이 ‘초인지적 사고’를

제외하고는 통계적으로 유의미한 정도의 차이는 아니었다. 그러나 Table 1에서 영재학급 학생들의 수업 전 점수가 많은 영역에서 4점 이상의 점수분포를 보였다라는 점을 고려할 때, 천정효과(ceiling effect) 일 수 있는 가능성도 고려해볼 수 있다.

역량별로 살펴보면, 수업 후 가장 높은 평균 점수를 보인 것은 협업 능력이다(사후 평균 4.45점). 수업 전에 비해 가장 향상된 점수를 보이는 역량은 비판적 사고력과 문제해결력이다(사후-사전 평균차 0.22점). 정보기술 및 미디어 활용 능력의 경우, 사전 검사에서 상당히 높은 점수를 보였으나(4.22점) 수업이 진행되어도 거의 유사한 수준의 평균을 보였다. 각 역량의 하위 요소별 분석 결과는 Figure 3, Table 4와

Table 4. Repeated measure analysis of average scores on competencies

영역	사전	중간	사후	F	p
협업능력	4.32(.353)	4.34(.481)	4.45(.480)	.916	.409
협업을 위한 노력	4.32(.417)	4.36(.487)	4.47(.482)	1.041	.363
협업에 대한 가치인식	4.25(.517)	4.28(.660)	4.40(.568)	.431	.653
정보기술 및 미디어 활용능력	4.22(.636)	4.25(.622)	4.22(.615)	.049	.953
자료수집 및 관리	4.39(.533)	4.33(.586)	4.31(.588)	.338	.659
정보 교환	3.70(1.185)	4.03(1.094)	3.95(.958)	1.056	.358
비판적 사고력과 문제해결력	4.08(.544)	4.21(.497)	4.30(.533)	2.810	.073
비판적 문제해결	4.16(.490)	4.24(.520)	4.28(.574)	.914	.410
초인지적 사고	3.93(.769)	4.07(.578)	4.33(.592)	3.389	.044*
의사소통 능력	4.22(.542)	4.26(.600)	4.33(.520)	.716	.496
의사표현 및 의견조정	4.18(.624)	4.26(.593)	4.38(.503)	1.196	.314
적극적 청취	4.23(.658)	4.25(.666)	4.27(.617)	.164	.849
핵심역량 전체	4.22(.429)	4.27(.417)	4.34(.473)	2.027	.147

같다.

통계적으로 유의미한 차이는 없으나, 학생들의 문항별 응답 (<Appendix> 참조)이나 면담자료를 살펴보면 수업의 효과를 간접적으로 추론해 볼 수 있다. 협업능력 중 ‘협업을 위한 노력’과 ‘협업에 대한 가치 인식’은 수업이 진행됨에 따라 완만히 증가함을 알 수 있다. ‘협업을 위한 노력’에 관련된 문항 중에서 특히 조별과제를 수행할 때 함께 문제 해결의 중요성과 필요성에 대해 이야기 하고(문항3), 공동의 목적을 효과적으로 달성하기 위해 서로 자료를 공유하고 피드백을 주고받아 더 좋은 결과물을 내기 위해 노력한다는 문항(문항7, 10, 11)에 대한 답변이 긍정적으로 변화한 폭이 컸다. ‘협업에 대한 가치 인식’에서는 수업 후 개인보다 공동으로 과제를 수행할 때 더 좋은 결과물을 낼 수 있음을 인식하게 되었다고 응답하였다(문항14). 예를 들어, S9는 “과학을 하는 경우는 혼자서는 할 수 없다고 생각해요 다른 입장의 자료를 찾아 보면은 이게 내가 하던 주장의 단점이나 허점이 보이고 그것을 더 완벽하게 메꿀 수도 있고 자신의 주장이 확고해 지기도 하죠”와 같이 협업이 개인의 생각을 확장시키는데 도움을 준다고 응답하였다.

정보기술 및 미디어 활용 능력에서 ‘자료 수집 및 관리 능력’은 전반적으로 높은 점수를 보였으나 수업 진행에 따라 다소 감소하는 경향을 보였다. 특히 미디어(예: 신문, 뉴스, 인터넷 등)에서 내가 필요로 하는 자료를 검색할 수 있는 지를 묻는 문항15에 대해 수업 전에 4.80점의 높은 점수를 보였으나 수업 후에 다소 감소하여 4.65점을 보였다. 예를 들어 S7은 “너무 한쪽으로 치우친 자료를 찾게 되고 그래서 정작 인터넷으로 찾으려는 것은 다른 의견을 알려고 하는 건데 그런 부분을 찾지 못했던 것이 힘들었어요”라고 응답하였다. 즉, 그동안 해왔던 단순한 검색에 비해 본인의 생각을 정리하고 설득력 있게 재구성하기 위해 필요한 정보를 찾는 자료 검색은 학생들에게 다소 어려웠을 수 있다. S12는 인터넷에서 검색하는 자료가 너무 많아서 원하는 정보를 찾기가 힘들었다고 하였고, S6을 비롯한 일부 학생들은 인터넷에는 본인의 생각과 비슷한 정보와 전혀 다른 정보가 함께 있기 때문에 자료를 다양하게 접할 수 있는 기회는 되지만, 그 자료들을 정리해서 자신의 입장과 근거로 제시하는 과정이 쉽지는 않다는 것을 깨닫게 되었다고 응답하였다. 이와 같은 반응을 살펴볼 때, 비록 학생들의 점수는 수업 후 다소 감소하였으나 타당한 정보를 찾아 정리하고 평가하는 과정이 생각처럼 단순한 과정은 아님을 인식하는 긍정적 계기가 되었다는 해석을 내릴 수도 있겠다. ‘정보교환’의 경우 수업의 중반까

지 가파르게 증가하였으나 수업 후에 약간 줄어드는 경향을 보였다. 학생들은 특히 동료들과 SNS를 활용하여 다양한 의견을 얻을 수 있게 되었다는 반응을 보였다(문항21). S4와 일부 학생들은 친구들과 토론을 하는 과정이 의미 있다고 보고, “토론하면서 서로 몰랐던 부분을 보완할 수 있어서 좋았고, 아이패드와 리노잇을 이용하여 수업을 할 수 있어서 가장 좋았어요”와 같이 인터넷을 기반으로 한 정보탐색과 공유에 긍정적 평가를 내렸다.

‘비판적 문제 해결력’의 경우 수업 진행에 따라 큰 변화를 보이지 않았으나, 여러 가지 과학적 설명을 비판적으로 판단해 보는 능력(문항 25)이나 타당한 결론을 이끌어내기 위해 자료를 다양한 각도에서 살펴 보는 능력(문항29)을 묻는 문항들에 대한 평균점수는 수업 후에 긍정적으로 변화하였다. 수업 후 S6을 비롯한 대부분의 학생들이 “제가 다른 입장에서도 생각해 보게 되는 계기가 된 것 같아요”와 같은 응답을 보였다. 보다 구체적으로 S1은 “토론을 하다보면 자신과 반대되는 입장의 아이의 의견을 적고, 그것의 반박되는 의견을 찾아서 반박을 하기도 하고, 자신과 입장이 같은 다른 애들의 의견 중에서 자신이 찾은 것과 또 다른 의견을 알고 자신의 것과 합쳐서 새로운 것을 만들어 내서 제시하기도 했어요”라며 그 과정을 묘사하기도 하였다. ‘초인지적 사고’의 경우 수업 후 크게 향상된 것을 관찰할 수 있었으며, 이는 통계적으로도 유의미한 차이였다($p < .05$). 특히, 문제를 해결한 후 수행과정에 대해 되짚어보거나(문항30), 문제해결과정에서 수집한 자료의 타당성을 평가해 보는 능력(문항31)에 대한 인식은 크게 증가한 것으로 보인다. S9는 “이 현상, 저 현상 하면서, 이게 틀린데, 이견 틀리지 않냐? 이견 옳은데 이견 왜 옳지 않냐?” 등 수집한 자료에 대해 끊임없이 질문을 제기하면서 타당성을 평가해본 경험을 이야기 하였다.

‘의사 표현 및 의견 조정’의 경우 수업진행에 따라 완만한 증가를 보였다. 수업이 진행되면서 “자신의 입장만 너무 고집하다보니까 상대방의 의견이 조합도 안 되고 약간 답답한 면이 있었던 것 같아요”(S8)와 같이 서로 다른 의견 속에서 조율해나가는 과정이 쉽지 않다는 것은 인식하게 되었다. 그러나 점점 서로의 생각을 발전시킬 수 있는 방향으로 의사소통을 진행하고(문항35), 갈등이 생겼을 때 서로 조정하는 능력(문항36)이 향상되었다고 인식하였다. 한 예로, S6은 “(다른 친구들의 생각을) 제 생각과 똑같이 만드는 게 저는 정말 옛날에는 가능하다고 믿었는데, 이제는 힘들구나”라는 것을 깨닫게 되었다고 응답하였다. ‘적극적 청취’의 경우에는 큰 변화를 보이지 않았으나,

상대방의 설명이 논리적으로 타당한지를 생각하면서 듣는다는 문항에는 긍정적으로 답하였다(문항38).

2. 집단지성 원리 적용의 효과에 대한 인식

본 연구에서는 Lee *et al.*(2014)이 제시한 집단지성의 원리를 적용하여 SSI 수업을 진행하였다. 그 결과 학생들은 집단지성을 강조했을 때 나타나는 교육적 효과에 대해 다음과 같이 인식하였다.

가. 정보공유로 인한 생각의 확장

수업을 담당한 교사는 학생-학생간, 학생-교사간의 소통을 촉진시키기 위한 공간으로 '리노잇'이라는 웹 플랫폼을 활용하였다. 학생들은 이 플랫폼을 활용하여 인터넷에서 수집한 자료들을 자유로운 형식으로 게시하였으며, 다른 친구들이 수집한 자료들을 서로 공유하며 피드백을 주고받았다. 또한 일부 조들은 공유한 자료를 정리하여 조의 결과물을 산출하는 공간으로도 사용하였다. 선행연구(예: Lee & Lee, 2009; Yang, 2011)에서 언급된 바와 같이, 본 연구에서도 웹 플랫폼의 활용은 학생들의 긍정적 상호작용을 증진시킨 것으로 보이며, 그 결과 학생들이 주어진 SSI에 대한 생각을 확장하고 발전시키는데 도움을 준 것으로 보인다. 다음은 수업 후 그룹면담에서 학생들이 교사와 주고 받은 대화 중 일부이다.

- S1: 제가 이 수업을 하면서 가장 좋다고 느낀 게 정보의 공유예요. 리노잇은 제가 하고(자료를 찾고), 의견을 정리하고 있는 경우에도 다른 팀원들도 들어와서 의견이 제시하니까, 제가 정리하다가도 정보가 뜨니까 좋았어요.
- S2: 얻는 정보의 양은 훨씬 많아져요. 내가 원하는 정보를 바로 바로 찾을 수 있고 그런 점은 좋은 점이라고 생각해요
- S1: 제 생각도 비슷해요. 빠른 정보의 수집과 수업 중에도 대량의 정보를 얻을 수 있다는 점이지요. 인터넷 상에서 정보를 찾아보면 쓸데없는 정보도 몇 개 있잖아요. 그런데 그런 정보를 걸러내는 데도 시간이 걸리고요. 이번 수업을 하면서 쓸데없는 정보와 필요한 정보를 구분하는 능력이 함께 길러진 것 같아요. 제가 그 전에는 쓸 데 없는 정보를 잘 걸러내지 못해서 진짜 필요한 정보를 찾아내는데 긴 시간이 걸려서 혼란 적이 있었어요.
- S3: 일단 저희 조에서 일단 문제에 대한 해결 방안을 내놓고 다른 애들에게 발표를 했을 때 제가 얻는 생각의 확장이 참 컸어요. 그런 수업의 방식이 매우 좋았어요. 왜냐하면 저희에게 나온 생각을 제 생각이 아니더라도 다른 애들 앞에서 발표를 하면, 다른 애들이 코멘트를 달아주고 반론을 해주고 하면 내가 지금까지 생각하지 못했던 것을 다른 애들로 하여금 알게 되는 거예요. 그런 면에서는 좋았던 것 같아요.
- S2: 수업 시간이 끝나갈 때쯤이면 다 각자 조에서 나온 산출물이나 배경이 이렇게 되었다 그런 이야기를 하잖아요. 들어보면 우리 조에서 들어볼 수 없었던 새로운 근거들이 나오니까 그런 부분에서 제가 알고 가는 부분들이 많고 똑같은 근거라도 이런 방법으로 서로 다르게 해석하는 경우가 있어요. 그런 경우에도 '이것을 이렇게 해석할 수 있는 거구나'라고 저희 조에 한정짓는 것이 아니라 조금 더 많은 아이들의 생각을 들어볼 수 있는 거라서 저는 되게 좋았어요.
- S1: 저의 경우에도 생각을 발전시키는 것이 정말 쉬웠어요. 이게 서로 리노잇을

통해서 정리를 하다보면 팀원들 사이에도 제가 생각지 못한 생각이나 정보가 있을 수 있잖아요. 그렇게 해서 팀 내부에서도 자신의 생각과 생각이 확장되고 발전되는데, 이렇게 만든 것을 전체에게 공유하고 발표하니까 팀 내부에서는 나오지 못했던 의견과 정보가 나오니까 같은 정보라 하더라도 해석이 달라지고 여러 가지 관점에서 볼 수 있는 기회가 있으니까. 이 수업을 통해서 정말 쉬웠어요. 다른 수업과는 비교가 안됐어요. 의견을 공유하는게.

면담에 참여한 위의 학생들을 비롯한 대부분의 학생들이 본 수업의 장점으로 필요한 자료를 인터넷으로 바로 검색할 수 있고 수집한 정보를 리노잇을 활용하여 효율적으로 정리하고 공유할 수 있는 환경을 언급하였다. 예를 들어, S9도 위의 S2와 같이 "토론에 집중을 하고 토론하는 순간순간에 자료를 찾는 것은 굉장히 도움이 되었어요"라고 하였다. 뿐만 아니라 자료를 혼자 수집하는 것에 비해 훨씬 풍부하게 효율적으로 얻을 수 있다는 점, 수집한 자료를 공유하고 피드백을 제공하는 과정에서 생각하지 못했던 내용들에 대해 인식하게 되는 점 등을 장점으로 들었다. 위에 언급된 바와 같이 S1은 "같은 정보라 하더라도 해석이 달라지고 여러 가지 관점에서 볼 수 있는 기회"가 있었음을 강조하였으며, 이것이 본인의 생각을 확장해 나가는데 많은 도움이 되었다고 응답하였다. 물론 S14를 포함한 2-3명의 학생들은 리노잇 대신 다른 플랫폼의 사용을 제안하기도 하였으며, 테블릿 PC의 활용이 오히려 의사소통의 기회가 줄어들거나 토의에 집중하는데 방해가 된다는 부정적 의견을 제시하기도 하였다. 그러나 전반적으로 이들 학생들도 토의 시 웹의 활용은 토의를 하는데 필요한 자료를 수집하고 서로 다른 사람의 생각들을 이해하는 데 많은 도움을 준다는 점에서는 동의하였다.

나. 다양성에 대한 관점의 변화

SSI는 그 본성상 문제에 대한 다양한 관점과 해석을 전제로 한다. 다양한 관점에 대한 노출은 학생들에게 인지적·도덕적 갈등을 유발할 수 있다. 따라서 선행연구에 따르면, 학생들은 서로 다른 의견들에 대해 포용할 수 있는 것을 어려워한다. 본 연구에서도 일부 학생들은 "처음에는 (남의 생각에) 관심이 없었고, 그 사람이 처한 상황이 각각 다르기 때문에 그것을 다 고려해야 하는 부분이 어려웠어요"(S4)와 같이 타인의 생각을 인정하고 조율해나가는 과정에 어려움을 경험했음을 표현하였다. 예를 들어, 그룹면담 중 S9는 다음과 같이 조별 토의 시 다양한 관점이 논의될 때의 분위기를 묘사하였다.

- S9: 토론을 하다 보면은 상대방이나 저희 측이나 답답하고 화가 나는 느낌이 들더라고요. 그런 대화(서로 팽팽히 대립되는 대화)가 오고가다 보니까 표정만 봐도 알 수 있죠. '상대편도 심기 불편하고 우리도 심기 불편하구나' 그런게 딱 보이니까 우선 서로 심기 불편한 순간부터 그건 토론이 아니라 말싸움이라고 봐요. 그때부터는 점점 더 쓰잘 데기 없는 치열해 지는 느낌이라고 할까요?

그러나 SSI 수업이 진행되면서 학생들의 인식이 다소 변화하기 시작하였다. 여전히 서로 다른 의견을 조율하는데 어려움을 느끼기는 하였으나, 다양한 관점에 대한 포용력이 다소 향상되었으며, 다양한

관점들이 오히려 더 나은 결과물을 산출할 수 있다는 생각을 하게 된 학생들도 있었다. 다음은 그룹면담에서 진행된 대화의 일부이다.

S6: S7이 (안락사에 대해) 반대였거든요. 찬성은 S8이었는데 S7이랑 S8이 계속해서 말을 하고 S1이 이야기하면 S8이 이야기하고 계속 토의를 하니까 정말 재미있더라고요, ‘애들의 생각이 이렇게 달라질 수 있구나’라는 생각도 했고, 가슴도 먹먹해 지기도 하고 그랬어요. ‘이렇게 까지 안락사 문제가 심해질 수 있구나’, ‘이렇게 심각한 거였나?’ 생각하고. 제가 반대였는데 찬성의 입장에서 생각해 보니까 찬성 입장에서 충분히 생각해 볼 수 있다고 생각도 들어서.

S7: 다른 입장을 아이들의 의견을 듣는다는 게 참 소중하다는 것을 알고는 있었지만 특히 과학에서 이렇게 다른 입장을 아이들의 의견을 듣다 보니까 참 그동안 제가 생각하지 못했던 여러 가지에 대해서 생각해 볼 수 있게 되었어요. 안락사나 맞춤가치처럼 윤리적으로 문제가 있는 것도 다른 한편에서 생각했을 때 충분히 가능하다고 이야기 하는 아이들의 생각을 들으면서 참 이해도 안됐지만 그 아이들은 제가 이해가 안 될 거라는 생각을 하니까 어느 정도 생각을 종합해 볼 수 있는 계기도 되었어요.

S6과 S7의 응답처럼, 학생들은 다른 학생들의 생각에 공감하고 입장을 바꾸어 생각해 보는 태도를 보이기 시작하였으며, 다른 생각을 듣는 것에 대해 흥미를 느끼기도 하였다. 또한 토의과정에서 생각이 변화해가는 조원들도 관찰하게 되고, 다른 친구들의 생각이 설득력 있거나 이해가 되지 않는 상황 등을 경험하면서 본인의 생각을 정교화 하는 계기로 삼는 경우도 나타났다. 본 연구에서 수업을 진행한 교사는 수업 상황에 따라 조원들이 자유롭게 바뀔 수 있도록 운영하였다. 학생들은 그룹면담에서 조원이 계속 바뀌는 것에 대해 다음과 같이 평가하였다.

S1: 조원이 바뀌면 조원의 특성이 바뀌게 되니까 팀원이 교체되다 보니까 팀원들 간에 특성이 있잖아요. 제 생각에는 고정 멤버가 진행되었을 경우에 장점은 예를 들면 서로 간의 멤버의 특성을 알다보니까 제가 발언할 차례가 되면 재가 어떤 애니까 어떤 식으로 발언할 것이라고 머릿속에 정리가 되는데, 팀원이 바뀌게 되면 이 경우에도 장점이 있죠. 예를 들면 새로운 형식의 의사소통이나 다른 팀원이 낸 의견과 다른 의견을 낸다 그런 것도 있겠죠, 팀원이 바뀌니까 원래 있던 팀원과는 다른 특성의 애가 들어오니까 애한테 하면은 애한테 대응을 해야 하니까 적응을 해야 하잖아요.

S3: S1 말이 맞긴 해요. 팀원이 고정되어 있으면 원래 하던 대로 저 사람의 생각을 읽어서 반론을 할 수는 있는데, 그것을 자주 하다 보면 오히려 팀원이 바뀌어야지 다른 사람의 생각을 듣고 그 사람의 생각에 대해서 반론을 하고, 설명 그 사람이 제가 지금까지 겪었던 것과는 전혀 다른 생각을 주장해도 그것에 대해서 반론하고 방어할 수 있어야 하잖아요. 안락사 했을 때는 팀원을 바꿔서 했는데, 그 때문에 저도 많이 배우고 토론에 대해서 많이 배우고, “말은 이렇게 하는구나”라고 많이 배웠던 것 같아요, 팀원은 고정된 것 보다는 바뀌어서 하는 게 좋은 것 같아요.

S1과 S3의 대화는 학생들이 다양성에 대해 긍정적으로 반응하는 것을 보여주는 예시라 할 수 있다. 조원이 바뀐에 따라 예상하지 않은 다른 생각들을 들을 수 있고, 그러한 과정에서 서로의 장점을 배우며,

본인의 생각도 확장할 수 있다고 언급하였다.

다. 독립성 확보로 인한 학생 간 의사소통 촉진

SSI에 대한 의사결정은 쉽지 않은 과정이다. 선행연구들(예: Chang & Lee, 2010; Dreyfus & Roth, 1991; Ratcliffe, 1997)에 따르면 SSI를 접했을 때 사람들은 정보의 부족이나 도덕적·윤리적 갈등을 경험하기 때문에 결정을 내리는 것을 다소 두려워한다. 이와 같은 특성을 고려하여 본 연구에서는 학생들이 의사결정에 앞서 스스로 필요한 정보를 찾고 자신의 생각을 정리할 수 있는 기회를 갖도록 함으로써 독립성을 보장하고자 노력하였다. 즉, 본 연구에 적용한 수업모형의 단계에 개인의 생각을 정리 또는 표현하고 필요한 자료를 찾을 수 있는 단계를 마련하였다(Figure 1 참조). 이에 대해 그룹면담에서 학생들은 다음과 같이 평가하였다.

S1: 저도 제 입장을 정리하고, S11도 자기 의견을 정리하고 그렇게 하다보니까 어느 순간 (토의가) 진행이 되더라고요. 각각의 의견을 정리하고 리노잇을 참고하고 의견도 찾아보고 하면서 서로 의견을 나누었고, 우리 모두 의견을 종합해서 정리하고 이런 식으로 진행했어요. ... 시작 전에 자신의 의견과 근거를 정리하는 것이 필요하다고 생각해요. 초반에 말을 잘 못했던 이유는 제가 (토의에) 적응이 안 된 것도 있었지만 제 의견과 근거가 잘 정리되지 않았기 때문이라고 생각하거든요. 그래서 일단 자신의 의견과 의견에 부합하는 근거를 정리하다 보면 어느새 그것과 관련된 새로운 근거를 찾을 수 있게 되고 아이패드와 같은 매체를 이용하여 정보를 찾는 것도 효율적으로 찾게 되고, 그러다 보면 자연스럽게 발언을 하게 되는 것 같아요.

S3: S1 말대로 저희가 토의를 하면서 문제 해결이 잘 되었던 경우는 일단 저희가 많은 정보를 가지고 있을 때. 예를 들어서 안락사 수업 맨 처음 수업을 했을 때 컴퓨터실에서 자료를 찾아보고 했는데, 토론을 하기 전에 자기가 정보를 일단 많은 정보를 가지고 있고 이것을 구성해 보고 그런 다음에 토론을 하면 잘 되었던 것 같아요.

S1: S9가 집에서 자신의 의견에 대해서 여러 가지로 조사해 왔더라고요. 저도 제가 조사를 했어요. 기본 바탕이 되는 자료가 준비되다 보니까 아무래도 서로 소통도 잘 될 뿐만 아니라 의사소통이 잘 되니까 서로 의견을 정리할 수 있고. 그러다 보니까 서로 합의도 잘 되고 협동도 잘되고요.

S1과 S3의 대화와 같이 학생들은 공통적으로 개별적인 조사 과정이 필요하다고 언급하였다. 수업 진행 초기 단계에서 일부 학생들은 이 과정의 중요성에 대해 충분히 인지하지 못하고 토의에 참여하였다. 그러나 S1과 같이 수업이 진행될수록 이 과정이 본인의 생각을 정립하고 조원 간 의사소통을 촉진하는데 매우 중요하다는 것을 인식하게 된 것으로 보인다. 즉, 학생들은 토의 주제에 대해 미리 자료를 수집하고 정리해보았으며, 스스로 독립적인 시간을 가짐으로써 생각을 정리하고 생각을 뒷받침하는 근거들을 마련해볼 수 있었다. 이들은 주어진 SSI에 대한 정보를 수집하고, 다른 사람들의 생각을 참고하면서 자신의 생각을 정립해보는 것이 토의 과정에서 자신 있게 본인의 의견을 제시하는 데 도움이 되었다고 응답하였다. 일부 학생들은 문제의 성격에 따라서 독립적인 사고 과정을 거쳐도 심도 있는 토론의 진행이

어려웠던 경우도 있었다고 응답하기도 하였다.

라. 협업의 가치에 대한 인지

수업 초기 참여 학생들은 협업의 중요성은 인지하였으나, 협업을 통해 조의 산출물을 내는 과정에 어려움을 겪기도 하였다. 예를 들어, S14는 “사람은 한정되어 있고, 듣기만 하는 사람도 있고, 싸움도 날 것 같기도 했었어요”라고 말하면서 역할 배분이 잘 되지 않거나 효율적인 협업이 되지 않아 어려움을 언급하였다. 그러나 수업이 진행될 수록 참여 학생들은 통해 본인이나 조원들의 새로운 역량들을 확인하게 되는 경험을 하였다. 다음 제시된 그룹면담에서는 같은 조의 친구들이 갖고 있는 장점을 서로 명확히 알게 되고, 이렇게 서로 다른 장점이 더 좋은 결과물을 산출하는 데 도움이 됨을 인식하였다.

S8: 예전에는 못 느꼈던 것인데 S9가 정말 창의적인 아이디어를 많이 가지고 있더라구요. 예를 들어, 초록색 모자가 약간 창의적인 부분을 요구하는 부분이잖아요. 그 때 S9가 가장 창의적인 아이디어를 많이 냈는데, 그런 부분을 보면서 ‘이게 서로 역할을 나누면서 각자의 역량을 많이 발휘할 수 있구나’라는 것을 알게 되었고, 저도 파란색 모자 맞나? 아니 노란색 모자와 검은색 모자를 하면서 서로 상반되는 의견인데 이게 합쳐지면 파란색이 되는 거잖아요. 그런 부분을 보면서 결론 맺을 때가 정말 깔끔하게 맺어지는 것 같은 기분이 들었어요.

S9: S10와 S2는 말 그대로 순수 과학 진짜 그 부분에서가 훨씬 더 장점이 많았어요.

S9는 창의적 아이디어를 산출하는데, S10과 S2는 문제와 관련된 내용을 과학적으로 설명해 내는 데 장점이 있다고 말하고 있다. 그러면서 S8은 “서로 역할을 나누면서 각자의 역량을 많이 발휘할 수 있구나”라는 것을 알게 되었다고 이야기하고 있다. 또한 서로 다르기 때문에 오히려 서로 맞추어 가면서 더 좋은 결론을 맺을 수 있다는 데 다소 놀랐다고 고백하였다. S7의 경우는 “제가 과학 영재학급에서 과학적 지식이나 그동안 학습한 것으로는 특출하다고 생각을 안 했는데 토의 학습을 하다보니까 이런 면에서는 제가 장점을 발휘할 수 있다는 생각이 들어서 이런 면에서는 개인적으로는 즐거웠어요”와 같이 스스로 전체의 과정에 기여했다는 점에 대해 매우 자부심을 느꼈다. 그룹면담에서 나타난 다음 학생들의 응답도 긍정적 변화를 보여준다.

S2: 수업을 하면서 우리가 어떤 주제를 가지고 거기에 대해서 결론적으로 찬성과 반대로 나누게 되잖아요. 찬성과 반대로 나누면서 궁극적으로 우리가 찾아야 될 게 이 문제를 해결해야 할 방안인데, 그런데 찬성과 반대로 나누면서 내 입장을 뒷받침해 줄 수 있는 그런 자기의 입장만 내세우기 급급했던 것 같아요. 궁극적으로 내 입장과 상대방의 입장을 적절히 이렇게 조화를 이뤄서 이런 점은 좋고 이런 점은 나쁘니까 이렇게 보완해서 이렇게 이 문제를 해결해 내면 되겠다가 아니라, 내 의견은 맞고 제 의견은 조금 일방적으로 거부하게 된 것 같기도 하고.

S1: 토론 수업을 하면서 서로 의견을 나누다보면 서로의 의견에서 허점을 찾을 수 있고, 내 의견에서 내가 몰랐던 허점을 찾을 수 있고, 그렇게 의견을 나누면서 허점을 보완하다 보면 애초에 처음 생각했던 것 보다 나중에 가면 갈수록 조금 더 보완되어서 처음 생각보다 나아진 문제

해결 방법을 찾을 수 있었어요. 여섯 색깔 모자(2)에서도 서로 그 색깔 모자에 해당하는 근거를 찾으려 하면서 공유하면서 찾았잖아요. 그러는 경우에도 서로의 의견을 보완하고 보충해 주면서 그러면서 결론적으로 모든 수업이 더 좋은 해결 방안을 찾게 되었고요.

S1과 S2의 대화와 같이 학생들은 직접적으로 협업이 더 나은 산출물을 낼 수 있다는 경험을 하게 되었다. 이것이 그동안 자신의 수행에 대한 자발적 반성으로 이어지는 경우도 있었다. 예를 들어, 위의 S2와 같이 자신의 의견을 제시하고 관찰시키는데 초점을 두었던 토의 방식 보다는 서로 조율하면서 합리적 방안을 마련해가는 과정이 중요하다는 것을 인지하게 되었다.

IV. 결론 및 제언

CI기반 SSI 수업은 학생들이 SSI 수업에서 경험할 수 있는 어려움들(예: 도덕·윤리적 갈등, 관련 정보의 부족 등)을 보완하기 위해 집단 지성의 원리를 도입하여 제안된 모형이다. 이에, 본 연구에서는 Lee et al.(2014)의 개발 의도에 따라 수업 모형의 각 단계에 집단지성의 원리가 효과적으로 반영될 수 있도록 5가지 주제에 대해 각각 수업을 구성하여, 중학교 영재학습 학생들을 대상으로 진행하였다. 그 결과, CI기반 SSI 수업이 학생들의 과학기술 사회 시민으로서 갖추어야 할 핵심 역량의 여러 요소들(협업능력, 정보 기술 및 미디어 활용 능력, 비판적 사고력과 문제 해결력, 의사소통 능력)을 함양할 수 있는 교육적 방안이 될 수 있는 가능성이 있음을 확인할 수 있었다. 비록 참여한 학생의 수가 20명으로 다소 적으며, 반복측정을 통한 수업 전·중간·후의 변화 폭이 통계적으로 유의미할 만큼 크지는 않았다는 한계는 있었으나, 수업 및 면담자료에 대한 추가 분석은 그 가능성에 대해 어느 정도 뒷받침해 주었다.

참여 학생들 또한 SSI 수업 맥락에서 집단지성을 강조한 교육의 효과를 긍정적으로 인식하는 것으로 나타났다. 우선, 학생들이 본격적인 토의나 토론이 시작되기 전에 개별적으로 자료를 탐색하고 자신의 입장을 생각해보도록 하는 방식으로 적용된 ‘개인의 독립적인 문제 탐색’의 원리에 대해 매우 긍정적 반응을 보였다. 학생들은 자신의 의견에 부합하는 근거를 정리해볼 수 있는 기회를 가진 것에 매우 만족하였으며, 이 과정이 토론에 보다 적극적으로 참여하는데 도움이 되었다고 응답하였다. 그리고 조원들이 개별적으로 수집해온 다양한 자료 덕분에 토의나 토론을 할 때 주제에 대한 충분한 탐색이 가능했다고 응답하였다. 둘째, 학생들은 ‘다양한 지식, 기술 및 관점의 집중과 공유’의 원리가 적용된 수업 단계에서 개별적으로 수집한 자료들이 모아지고 공유되면서 자신의 생각이 확장되어가는 것을 경험했으며, 협업 및 다양성이 갖는 긍정적 가치에 대해서도 인식하게 되었다고 응답하였다. 무엇보다도, ‘협력적 대화를 위한 네트워크 매체와 환경의 마련’의 원리 적용을 위해 활용한 아이패드와 리노잇의 효과에 대해서 매우 높은 만족도를 나타냈다. 선행연구들(Brown & Isaacs,

2) ‘여섯 색깔 모자’ 토론 방식은 나노기술 주제에 대해 발산적 모형 중 미래 상황 예측 모형 적용할 때 도입하였던 수업방식임. 여섯 색깔 모자는 색깔에 따라 ‘순수한 사실, 수치 및 정보’, ‘창의적, 변동, 변화’, ‘낙관적, 긍정적, 건설적’ 등의 의미를 지닌. 학생들은 여섯 가지 색깔의 의미에 맞게 역할을 정하고 함께 나노기술의 미래에 대한 이야기를 구성하였음.

2008; Tapscott & Williams, 2006; Yang, 2011)에서 제시한 바와 같이 협력적 대화를 위한 환경은 학생들이 필요한 자료를 바로바로 수집하고 활용하게 할 뿐만 아니라, 리노이트에 게시·정리·조직함으로써 서로 효율적으로 공유하고 소통할 수 있는 기회를 제공하였다. 또한 이러한 환경은 학생들의 지식 창출 및 문제해결 과정을 시각화해줌으로써 학생들로 하여금 집단지성의 효과를 직접적으로 확인하게 하는 역할을 했다. 또 하나의 주목되는 효과는 학생들의 다양성에 대한 관점의 변화를 들 수 있다. 여전히 서로 다른 의견을 수용하고 조정하는 과정에 어려움을 겪고 있지만, 적어도 학생들은 서로 다른 관점이나 지식을 갖고 있는 학생들이 모여 협력적 대화를 수행할 때 생각의 확장과 정교화가 이루어진다는 것을 확인하였다. 또한 나와 다른 관점이 틀린 것이 아니라는 것, 그리고 상대방의 다른 점이 오히려 더 나은 해결책을 마련하는 기반이 될 수 있다는 점도 조금씩 인지해나가기 되었다. SSI 수업에서 강조하고 있는 다양한 관점에 대한 이해와 다양성에 대한 개방적 태도가 집단지성의 원리를 적용함으로써 더욱 촉진될 수 있음을 시사한다.

SSI는 그 본성상 학생들이 자유롭게 협업 및 소통하고, 주어진 문제 해결을 위해 필요한 자료를 수집하고, 이에 대해 비판적으로 사고할 수 있도록 하는 교수·학습 맥락을 제공한다. 즉, 과학교과에서 요구되는 지식이나 탐구 기능의 습득을 넘어, 과학기술 사회를 살아가는 시민들이 갖추어야 하는 다양한 역량들을 함양할 수 있는 교수·학습 방안이 될 수 있음을 의미한다. 다만, 선행 연구들에서 밝혀진 바와 같이 정답이 없고 논쟁적인 SSI의 특성으로 인해 학생들이 겪을 수 있는 어려움들을 스캐폴딩 해줄 수 있는 방안만 충분히 모색된다면 그 효과는 더욱 커질 수 있다. 본 연구에서 도입한 집단지성의 원리가 그 스캐폴딩의 예시가 될 수 있다. 다시 말해서, SSI에 대해 토의·토론 활동이나 역할극만 진행된다고 해서 자연스레 교육적 효과가 나타나는 것이 아니다. 따라서 본 연구에서처럼 집단지성의 원리 적용을 통해 달성하고자 하는 교육적 효과를 이끌어 낼 수 있도록 체계적·단계적으로 접근하는 것이 필요하다.

집단지성의 원리는 SSI 수업에서만 적용될 수 있는 원리는 아니다. Roth와 그의 동료들(Roth, 2003; Roth & Lee, 2004)이 제안한 과학적 소양의 의미에는 집단지성의 원리가 반영되어 있다. 과학적 소양의 함양이 과학교육의 목표라 가정할 때, 확실적인 지식의 전달과 역량을 강조하는 수업 방식을 넘어 학생 개개인이 다양한 지식이나 기술, 역량을 가진 사람들과 협업하면서 지식을 구성하고 탐구활동에 주체적으로 참여할 수 있도록 하는 환경을 조성하는 것은 매우 바람직하다고 본다. 즉, 본 연구에서 보여준 집단지성 원리 적용의 사례가 일반적인 과학 수업에도 적용될 수 있을 것으로 판단되며, 이를 위한 구체적인 노력도 함께 수행되어야 할 것이다.

본 연구는 과학에의 흥미가 높고 학업 성취도가 높은 영재 학급 학생들을 대상으로 진행되었다. 이 학생들은 앞에서 제시한 바와 같이 사전 검사에서도 각 역량에 대한 인식이 높기 때문에 수업에의 참여도가 매우 높았다. 영재 학급 학생들이 아닌 일반 학생들을 대상으로 한 후속 연구도 고려해 볼 필요가 있다. 일반 학급의 경우, 영재 학급 학생들에 비해 교육과정 이수에 대한 부담감이 높으며, 웹 환경도 제한되어 있는 것이 사실이다. 그러나 이러한 환경적 여건을 고려하면서도 집단지성의 원리가 효과적으로 적용될 수 있는 SSI 교수학습 방법에 대한 모색이 필요하다.

국문요약

본 연구에서는 ‘집단지성 촉진 전략을 활용한 SSI 수업모형(CI기반 SSI 수업모형)’을 중학교 영재학급 학생들을 대상으로 적용하여 그 효과를 탐색해 보았다. 특히, 집단지성의 원리를 적용했을 때 더욱 향상될 것으로 기대되는 역량 즉, 협업능력, 정보 기술 및 미디어 활용 능력, 비판적 사고력과 문제 해결력, 의사소통 능력에 초점을 맞추어 살펴보았다. 또한 학생들이 CI기반 SSI 수업모형에 적용된 집단지성의 원리의 효과를 어떻게 인식하는지도 함께 살펴보았다. 본 연구는 서울에 위치한 중학교 영재학급 학생 20명을 대상으로 하였으며, 이 학생들은 약 1년에 걸쳐 토요일마다 격주로 수업에 참여하였다. 학생들은 과학기술 사회에서 요구되는 시민역량 검사지에 수업 전, 중간, 후에 응답하였으며, 수업이 진행되는 동안 수업관찰 및 학생들과의 그룹면담을 실시하였다. 연구결과, CI기반 SSI 수업은 학생들의 과학 기술 사회 시민으로서 갖추어야 할 핵심 역량의 여러 요소들이 향상될 수 있는 가능성을 보여주었다. 비록 통계적으로 유의미한 차이는 아니었으나, 수업 및 면담자료에 대한 추가 분석은 이 가능성에 대해 어느 정도 뒷받침해주었다. 첫째, 학생들은 웹 플랫폼을 활용하여 조원들과 활발하게 정보공유를 함으로써 생각의 확장을 경험하였다. 둘째, 학생들은 수업에 참여하면서 다양한 관점에 대한 포용력이 다소 향상되었다. 셋째, 학생들은 토의주제에 대해 미리 자료를 수집하고 스스로 독립적인 시간을 가짐으로써 조별 토의에 보다 적극적으로 참여하게 되었으며, 조원간의 소통도 더 원활해졌다고 응답하였다. 마지막으로, 학생들은 협업의 가치에 대해 인지하게 되고, 협업을 통해 더 나은 산출물을 낼 수 있다는 경험을 하게 되었다.

주제어: 과학관련 사회쟁점, SSI 교수, 집단지성, 교수학습모형, 핵심 역량

참고문헌

- Albe, V. (2008). When scientific knowledge, daily life experience, epistemological and social considerations intersect: Students' argumentation in group discussion on a socio-scientific issue. *Research in Science Education*, 38, 67-90.
- Brown, J., & Isaacs, D. (2008). The world cafe: Awakening collective intelligence and committed action, In M. Tovey (Ed.). *Collective intelligence: Creating a prosperous world at peace* (pp. 47-54). Oakton, Virginia: Earth Intelligence Network.
- Chang, H., & Lee, H. (2010). College students' decision-making tendencies in the context of socioscientific issues (SSI). *Journal of Korean Association in Science Education*, 30(7), 887-900.
- 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.
- Chung, Y., Yoo, J., Kim, S., Lee, H., & Zeidler, D. L. (2014). Enhancing students' communication skills in the science classroom through socioscientific issues. *International Journal of Science and Mathematics Education*. Online publication.
- Dawson, V. M., & Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. *Research in Science Education*, 40, 133-148.
- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? In p. Dillenbourg (Ed.), *Collaborative-learning: Cognitive and computational approaches* (pp. 1-9). Oxford: Elsevier.

- Dreyfus, A., & Roth, Z. (1991). Twelfth-grade biology pupils' opinions on interventions of man in nature: Agreement, indifference and ambivalence. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(1), 81-95.
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies press.
- Heo, H., Lim, K., Seo, J., & Kim, Y. (2011). Developing 21st century teaching and learning activities for supporting future school 1: Modeling 21st century learner competencies and teacher competencies (KR 2011-2). Korea Education and Research Information Service.
- Hogan, K. (2002). Small groups' ecological reasoning while making an environmental management decision. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(4), 341-368.
- Lee, H., Choi, Y., & Ko, Y. (2014). Designing collective intelligence-based instructional models for teaching socioscientific issues. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(6), 523-534.
- Lee, H., Yoo, J., Choi, K., Kim, S., Krajcik, J., Herman, B. C., & Zeidler, D. L. (2013). Socioscientific issues as a vehicle for promoting character and values for global citizens. *International Journal of Science Education*, 35(12), 2079-2113.
- Lee, J., Jeon, J., Huh, K., Hong, W., & Kim, M. (2009). Redesigning elementary and secondary school curriculum for developing future Koreans' core competences (RRC 2009-10-1). Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- Lee, Y., & Lee, S. (2009). Conceptual design principles of collective intelligence. *Journal of Educational Technology*, 25(4), 213-239.
- Lévy, P. (1997). *Collective intelligence: Mankind's emerging world in cyberspace*. Perseus Books.
- Mun, K., Lee, H., Kim, S., Choi, K., Choi, S., & Krajcik, J. S. (2015). Cross-cultural comparison of perceptions on the global scientific literacy with Australian, Chinese, and Korean middle school students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(2), 437-465.
- National Research Council [NRC] (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academy Press.
- Ratcliffe, M. (1997). Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education*, 19(2), 167-182.
- Roth, W. M. (2003). Scientific literacy as an emergent feature of collective human praxis. *Journal of Curriculum Studies*, 35(1), 9-23.
- Roth, W. M. & Lee, S. (2004). Science education as/for participation in the community. *Science Education*, 88(2), 263-294.
- Sadler, T. D., Barab, S. A. & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education*, 37(4), 371-391.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138.
- Surowiecki, J. (2004). *The wisdom of crowds: Why the many are smarter than the few and how collective wisdom shapes business, economies, societies and nations*. NY: Random House.
- Tapscott, D. & Williams, A. D. (2006). *Wikinomics: How mass collaboration changes everything*. New York: Portfolio.
- Trilling, B. & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Yang, M. (2011). Exploring the principles of collaborative learning for realization of collective intelligence. *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, 23(2), 457-483.
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49-58.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377.

<Appendix> 과학기술 사회의 시민역량 검사와 문항별 응답

		문항	사전	중간	사후		
협업을 위한 노력 (11)	협업을 위한 노력 (11)	1. 나는 조별 과제를 수행할 때, 모두가 원하는 목표를 세우고 공감대가 형성되도록 노력한다.	4.30 (.657)	4.30 (.733)	4.40 (.598)		
		2. 나는 조별 과제를 수행할 때, 문제 해결의 중요성과 필요성에 대해 함께 이야기 한다.	4.35 (.671)	4.30 (.571)	4.40 (.754)		
		3. 나는 조별 과제를 수행할 때, 주어진 문제를 명확히 이해하기 위해 함께 노력한다.	4.35 (.671)	4.40 (.681)	4.65 (.587)		
		4. 나는 조별 과제를 수행할 때, 내가 맡은 부분을 성실히 수행한다.	4.55 (.686)	4.40 (.681)	4.30 (.733)		
		5. 나는 조별 과제를 수행할 때, 내 자신의 입장이나 생각을 명확히 하기 위해 노력한다.	4.60 (.598)	4.55 (.510)	4.60 (.598)		
		6. 나는 조별 과제를 수행할 때, 조원들끼리 서로 도움을 주려고 노력한다.	4.40 (.681)	4.30 (.801)	4.45 (.605)		
		7. 나는 조별 과제를 수행할 때, 조원들이 수집한 자료들을 효과적으로 공유할 수 있다.	4.15 (.875)	4.40 (.754)	4.55 (.686)		
		8. 나는 조별 과제를 수행할 때, 조원들이 수집한 자료들을 바탕으로 좋은 아이디어를 산출할 수 있다.	4.35 (.813)	4.40 (.754)	4.45 (.605)		
		9. 나는 조별 과제를 수행할 때, 다른 사람들과 지식을 공유하고 협업하는 것이 중요하다고 생각한다.	4.45 (.686)	4.55 (.605)	4.50 (.688)		
		10. 나는 조별 과제를 수행할 때, 공동의 목적을 효과적으로 달성하기 위해 서로 피드백을 주고받는다.	3.95 (.911)	4.05 (.945)	4.35 (.671)		
		11. 나는 상대방의 피드백을 수용하여 더 좋은 결과물을 내기 위해 노력한다.	4.00 (.795)	4.30 (.801)	4.50 (.688)		
협업에 대한 가치 인식 (3)	협업에 대한 가치 인식 (3)	12. 나는 조별 과제를 수행할 때, 조원들이 지닌 생각과 능력의 다양성이 더 좋은 결과물을 만들어 내는 원동력이라고 생각한다.	4.45 (.605)	4.10 (.912)	4.40 (.681)		
		13. 나는 조별 과제를 수행할 때, 각각의 조원이 기여한 바를 인정해준다.	4.45 (.686)	4.50 (.607)	4.35 (.671)		
		14. 나는 공동으로 과제를 수행하면 혼자 하는 것보다 더 좋은 결과물을 낼 수 있다고 생각한다.	3.85 (.875)	4.25 (.967)	4.45 (.686)		
정보기술 및 미디어 활용 능력	자료수집 및 관리 (6)	15. 나는 미디어(예: 신문, 뉴스, 인터넷 등)에서 내가 필요로 하는 자료를 검색할 수 있다.	4.80 (.410)	4.55 (.686)	4.65 (.489)		
		16. 나는 내가 수집한 정보가 믿을 만한 정보인지를 판단할 수 있다.	4.40 (.754)	4.50 (.688)	4.45 (.686)		
		17. 나는 다양한 방법을 통해 필요한 자료를 수집할 수 있다.	4.40 (.754)	4.45 (.686)	4.25 (.786)		
		18. 나는 수집한 정보를 효과적으로 관리할 수 있다.	4.20 (.951)	4.25 (.786)	4.20 (.894)		
		19. 나는 내가 알고 싶은 과학 관련 정보를 얻을 수 있는 적절한 미디어를 선택할 수 있다.	4.35 (.671)	4.10 (.852)	4.40 (.754)		
		20. 정보를 검색하고, 조직하고, 평가하고, 전달하는 일에 기술을 활용한다.	4.20 (.894)	4.10 (.968)	3.90 (.968)		
정보 교환 (2)	정보 교환 (2)	21. 나는 SNS를 활용하여 내 아이디어에 대한 다양한 의견을 얻을 수 있다.	3.65 (1.268)	4.10 (1.210)	4.00 (1.124)		
		22. 나는 소셜 네트워크(예: 페이스북, SNS 등)를 활용하여 관심 있는 주제에 대해 다른 사람들과 정보를 교환할 수 있다.	3.75 (1.293)	3.95 (1.146)	3.90 (.968)		
비판적 사고력과 문제해결력	비판적 사고력과 문제해결력 (7)	23. 나는 해결해야 할 문제와 관련된 주요 요인(변인)들을 찾아낼 수 있다.	4.25 (.639)	4.20 (.616)	4.15 (.813)		
		24. 나는 과학적 사실과 추론, 주관적 가치 판단을 구별하여 설명할 수 있다.	4.15 (.875)	4.15 (.671)	4.25 (.716)		
		25. 나는 여러 가지 과학적 설명 중에서 옳은 것과 옳지 않은 것을 구별할 수 있다.	4.05 (.999)	4.40 (.598)	4.35 (.813)		
		26. 나는 과학 관련 문제에 대한 의사결정을 할 때, 과학적 근거와 자료를 활용하여 최선의 방안을 선택하려고 노력한다.	4.35 (.489)	4.40 (.681)	4.45 (.759)		
		27. 나는 과학 관련 문제에 대한 의사결정을 할 때, 다양한 입장을 고려하여 최적의 해결방안을 선택한다.	4.15 (.745)	4.50 (.688)	4.30 (.801)		
		28. 나는 한쪽에 치우친 판단을 피하기 위해 가설에 반대되는 증거도 수집한다.	4.16 (.958)	3.95 (.999)	4.30 (.801)		
		29. 나는 보다 타당한 결론을 이끌어내기 위해 자료를 다양한 각도에서 분석한다.	3.90 (.968)	4.10 (1.021)	4.15 (.813)		
		초인지적 사고 (3)	초인지적 사고 (3)	30. 나는 문제를 해결한 후, 내가 수행했던 해결 과정에 대해 되돌아본다.	3.55 (.999)	3.70 (.801)	4.20 (.894)
				31. 나는 문제 해결을 위해 수집한 정보들이 얼마나 믿을 수 있는 지를 따져본다.	4.00 (.973)	4.30 (.657)	4.45 (.826)
32. 나는 찾아낸 정보들이 문제 해결에 얼마나 필요하고 쓸모 있는 지를 따져본다.	4.25 (.716)			4.20 (.616)	4.35 (.745)		
의사소통 능력	의사소통 능력 (4)	33. 나는 나의 생각과 의견을 표현할 때 타당한 근거를 논리적으로 제시할 수 있다.	4.20 (.834)	4.25 (.639)	4.30 (.657)		
		34. 나는 다양한 목적(예를 들어, 정보 전달, 지시, 동기부여, 설득 등)에 맞게 의사소통 할 수 있다.	4.05 (.887)	4.40 (.598)	4.25 (.716)		
		35. 나는 서로의 생각을 발전시킬 수 있는 대화를 이끌어 나갈 수 있다.	4.30 (.865)	4.20 (.768)	4.50 (.688)		
		36. 나는 조별 과제를 수행할 때, 갈등이 생기면 토론과 협의를 통해 해결하려고 노력한다.	4.15 (.875)	4.20 (.894)	4.45 (.686)		
		37. 나는 상대방 이야기에 담겨있는 의도를 파악하기 위해 귀를 기울인다.	4.35 (.813)	4.45 (.686)	4.30 (.801)		
		38. 나는 상대방의 설명이 논리적으로 타당한지 생각하면서 듣는다.	4.32 (.749)	4.25 (.716)	4.55 (.605)		
적극적 청취 (3)	적극적 청취 (3)	39. 나는 상대방의 이야기를 더 잘 이해하기 위해, 상대방의 얼굴표정이나 목소리, 몸짓도 주의 깊게 살펴본다.	3.90 (1.071)	4.05 (0.999)	3.95 (.945)		