

과학기술 관련 사회쟁점(SSI) 기반 수업이 중학교 3학년 과학 학습부진 학생의 기초 학업성취도, 과학학습에 대한 태도 및 과학적 참여와 평생학습 역량에 미치는 효과

허진경 · 강남화^{1*}

대전 관평중학교 · ¹한국교원대학교

The Effects of Socioscientific Issue (SSI)-Based Instruction on Underachieving 9th-Grade Students: Achievement, Attitudes, and Scientific Participation and Lifelong Learning Competency

Jin-Kyong Hur · Nam-Hwa Kang^{1*}

Daejeon Gwanpyeong Middle School · ¹Korea National University of Education

Abstract : In this study, we examined the effect of socioscientific issue (SSI) based science lessons on underachieving 9th-grade students. A total of seven lessons centered on two SSIs related to the national science curriculum were developed and implemented during the first semester of 2021. Data were collected from 185 9th-grade students in one middle school in a mid-sized city of South Korea. Among them, 37 were identified as achieving far below the standards (underachieving students hereafter). Quantitative data were collected from pre- and post-tests on basic science content and attitudes and competency measures. To supplement quantitative data, lesson observation notes were recorded, and student interviews with a selected number of students were conducted. The analysis of quantitative data was conducted through the Wilcoxon Signed Rank Test and paired t-tests. Qualitative data were analyzed to find reasons for changing attitudes. The findings showed that the SSI-based lessons were more effective on underachieving students than the others in enhancing basic academic achievement, while there was no significant effect on all in attitudes and competency. Lesson observation data showed that underachieving students were more engaged in SSI-based lessons than before. Student interviews demonstrated several reasons why they were engaged, suggesting the aspects of SSI-based lessons that facilitated underachieving students' learning. Further research topics are suggested.

keywords : SSI-based science learning, students with science learning difficulties, attitude toward science learning, scientific participation and lifelong learning competency

I. 서론

2020년 이후 장기간의 감염병 위협으로 인해 학사 일정이 정상적으로 운영되지 못하면서 학생 성취도의 양극화가 사회적 문제로 대두되었다. 매년 11월에 실시하는 국가 수준의 학업성취도 평가 결과에 따르면 기초학력 미달 수준으로 학습부진에 해당(Seo & Park, 2022)하는 1수준 비율이 중학교 3학년 수학 평

가의 경우 2018년도 11.1%, 2019년 11.8%에서 2020년 13.4%로 증가하였고, 고등학교 2학년 수학 평가의 경우 2018년도 10.4%, 2019년도 9.0%에서 2020년 평가에서 13.5%로 증가하였다. 중학교 과학 평가의 경우 기초학력 미달 비율이 2019년 8.4%에서 2020년 9.8%로 증가하지만 우수학력 수준은 4.5%에서 8.7%로 증가하여 학업성취의 양극화에 대한 우려를 확인할 수 있다(Ahn, Lee, & Kim, 2020; Kim, Baek,

* 교신저자: 강남화 (nama.kang@knue.ac.kr)

** 이 논문은 허진경의 2022년도 석사학위논문의 자료를 재분석하였음.

*** 2022년 6월 10일 접수, 2022년 9월 12일 수정원고 접수, 2023년 2월 1일 채택

<http://dx.doi.org/10.21796/jse.2023.47.1.11>

Lee, & Kim, 2021). 인지적 성취뿐만 아니라 정의적 부분에서도 학교생활 적응도와 만족도로 구성된 학교생활 행복도는 중학생의 경우 2018년 62.7%에서 2020년 59.5%로 감소한 것으로 드러났다(Ministry of Education, 2021).

전염병으로 인해 온라인 학습이 증가하면서 학생이 스스로 학습을 하고자 하는 학습 동기나 학습에 대한 흥미가 중요한 요인으로 강조되고 있다. 학생들의 학습에 대한 동기나 흥미는 학업성취의 중요한 요인이다. 그러나, 목표의 부재 등 다양한 이유로 학습 동기나 흥미가 적은 학생들은 종종 과학학습에 참여할 이유를 찾지 못하고 과학 수업에서 자신을 적극적으로 소외시키기도 하고, 누적된 기초 학습량 부족으로 과학학습에 인지적으로 참여할 수 있는 기반이 부족해 의미 있는 학습 참여를 못 하기도 한다(e.g., Davies *et al.*, 2017; Kim & Park, 2017; Lee & Kang, 2018). 과학학습 동기나 흥미의 결여에 관한 여러 요인 중 학습의 상황이나 내용과 학생의 일상과의 연계 부재는 가장 강력하게 학업성취도에 부적인 영향을 미친다(Kim & Park, 2017).

학생들의 일상을 과학학습과 연계할 필요성은 학습 동기나 흥미뿐만 아니라 미래 역량과 과학적 소양에 관한 과학교육의 목표와도 관련이 있다. 2015 개정 과학과 교육과정에서 목표로 하는 핵심역량 중 ‘과학적 참여와 평생학습 역량’은 과학기술과 관련된 쟁점을 이해하고 관련된 의사결정에 참여할 수 있는 능력을 의미한다. 이는 교육과정 문서에 “사회에서 공동체의 일원으로 합리적이고 책임 있게 행동하기 위해 과학기술의 사회적 문제에 관심을 가지고 의사 결정 과정에 참여하며 새로운 과학기술 환경에 적응하기 위해 스스로 지속적으로 학습해 나가는 능력”으로 정의되어 있다(Ministry of Education, 2015). 이 역량은 우리나라의 모든 학생이 최소한의 기초 과학지식을 갖추어 과학기술 관련 사회적 문제를 이해하고 민주 시민으로서의 의사결정 과정에 참여할 수 있어야 한다는 필요성을 강조한다(Song *et al.*, 2019). 따라서 기초학력의 결여는 과학적 소양을 위한 과학교육의 목표 달성의 실패와 같다. 결국 과학적 참여와 평생학습의 역량을 함양하는 수업에서 학생들이 자신들의 일상에서 마주하거나 앞으로 마주하게 될 문제를 해결하고, 실천적으로 참여하는 경험을 한다면 학습의 필요성, 흥미 또는 동기를 학생들 스스로 느낄 수 있을 뿐 아니라 (Tsai & Jack, 2019) 과학적 소양의 기본 요소로서의 과학적 참여 역량을 기를 수 있을 것이다.

과학적 참여와 평생학습 능력 함양을 위해서는 과학과 관련된 사회 문제에 대해 의견을 정립하고 자신과 다른 의견을 가지고 있는 사람들과 토의하는 경험

이 필요하다. 또한, 변화하는 사회에 맞춰 여러 쟁점에 대해 의사결정을 내리고 행동으로 옮길 수 있는 실천적 역량을 함양하기 위한 교육이 필요하다. 이러한 목표와 관련된 과학 수업의 전략으로 과학기술 관련 사회쟁점(Socioscientific Issue, 이하 SSI)의 활용이 효과적일 수 있다. 첨단 과학기술의 발달이 빠른 속도로 일상에 적용이 되면서 관련된 사회·윤리·도덕적 쟁점 역시 증가하고 있고, 이는 미래 시민의 과학적 소양 개발을 위해 다루어야 할 주제가 되었다. 이러한 쟁점들을 SSI로 통칭하며, 이를 주제로 하여 학생들이 합리적이고 책임감 있게 의사결정하고 실천적 역량을 함양하도록 하는 수업을 SSI 기반 수업이라 정의할 수 있다(Lee, 2018).

중학생들의 과학학습에서 SSI 수업의 효과에 관한 연구는 있지만 (e.g., Park, Ko, & Lee, 2020), SSI 수업의 운영 시간이 길어 강의식 수업과 비교해 교과서 속 과학지식을 학습하는데 비효율적이라는 비판이 있을 수 있다. 이러한 이유로 SSI 수업이 과학 내용 이해를 목표로 한 수업에 적합한 것인가에 대한 의문이 있고, 대부분의 연구에서 지식 이해보다는 태도, 과학의 본성에 대한 이해, 과학적 의사결정 역량 등의 성취를 연구해왔다(Klosterman & Sadler, 2010; Park *et al.*, 2020; Sadler, 2009; Sadler, Amirshokoochi, Kazempour & Allspaw, 2006). 그러나, 일부 연구에서 SSI 수업이 과학지식 이해에도 효과가 있다는 결과를 찾을 수 있다. 가령, Klosterman & Sadler (2010)는 고등학교 환경 교과에서 3주에 걸친 SSI 기반 수업이 과학지식 향상에도 효과가 있다는 것을 확인하였다. Jho, Yoon, & Kim (2014)은 우리나라의 대학생을 대상으로 하는 한 학기의 SSI 기반 수업에서 태도나 역량보다 지식 이해에 더 큰 효과를 확인하였다.

SSI 기반 수업이 과학을 구체적인 일상적 상황에서 학습하게 한다는 점에서 과학학습 동기를 증가시키는데 효과적일 수 있다. 학생들에게 친숙하고 일상에서 쉽게 접할 수 있는 주제로 진행되기 때문에 학습 성취가 낮은 학생들도 비교적 쉽게 토의에 참여하여 자유롭게 의견을 제시할 수 있고, 수업에 흥미를 느낄 수 있으며, 그 결과 과학학습에도 긍정적으로 영향을 미칠 수 있다. 이러한 긍정적인 효과는 특히 학습에 의욕이 없는 학업성취도가 낮은 학생들에게 더 큰 효과가 있을 것이다.

이 연구는 최근 논의되고 있는 성취도 양극화를 배경으로 학교 정규 과학교육에서 일상적 상황을 활용한 SSI 기반 수업을 구안하고 학생들에게 적용한 후 과학 학습부진 학생의 학업성취도, 과학학습에 대한 태도 및 관련 역량에 미치는 효과를 확인함으로써 과학 학습부진 학생에게 효과적인 교수·학습 전략에 대

한 시사점을 얻고자 하였다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, SSI 기반 수업이 과학 학습부진 학생의 과학 성취도에 어떤 영향을 미치는가?

둘째, SSI 기반 수업이 과학 학습부진 학생의 과학 학습에 대한 태도 및 과학적 참여와 평생학습 역량에 어떤 영향을 미치는가?

II. 문헌 연구

1. 과학적 소양과 과학적 참여 역량

국내외 과학 교육과정에서 논의된 학교 과학교육의 목표는 미래 이공계 인력을 준비하는 것과 과학적 소양을 갖춘 준비된 미래 시민을 만드는 두 갈래에 초점이 맞추어져 왔다(Millar & Osborne, 1998; Ministry of Education, 2015; NGSS Lead States, 2013; Sadler, 2009; Song *et al.*, 2019). 미래 이공계 인력을 준비하는 것은 국가경쟁력 측면에서 강조되어 온 목표이지만 과학에 관심이 있는 일부 학생에만 해당이 된다는 점에서 한계가 있다. 그러나, 과학적 소양을 갖춘 시민을 준비한다는 목표는 모든 학생을 대상으로 한다는 점에서 공통교육과정의 핵심 목표가 된다. 과학적 소양의 필요성은 국가적으로 소양 있는 민주시민 양성에서부터 개인적 개발, 사회 및 문화적 개발 등에서 찾을 수 있다. 이와 관련하여 몇몇 연구자들은 과학교육의 내용을 과학자들의 실천에만 맞추는 것은 미래 이공계 인력을 위한 교육에 치중하는 것이라 비판하면서, SSI를 다루는 과학 수업이 미래 시민을 위한 과학적 소양 교육에 필요하다고 주장한다(Kolstø *et al.*, 2006; Park *et al.*, 2018; Ryder, 2001; Sadler, 2009).

과학적 소양의 구체적인 모습을 통해 과학적 소양을 위해 필요한 과학교육의 내용을 찾기 위한 노력으로 Ryder (2001)는 학교 밖 일상에서 과학의 비전문가들이 과학자들과 과학기술 관련 논의를 진행하는 다양한 사례를 수집하여 일반 시민으로서 적절한 의사결정을 하는데 필요한 과학 지식 또는 과학에 관한 지식을 탐색하였다. 그의 연구에서 과학적 소양은 일반인들이 “과학과 관련된 구체적인 상황에서 충분히 기능하는 데 필요한 과학적 지식”(p. 3)으로 정의되었다. 연구 결과 그러한 기능이 필요한 구체적인 상황으로 언론 매체의 뉴스, 법정 사례, 가정생활, 개인 건강, 지역 사회, 직장 업무 등이 밝혀졌으며, 이는 의사결정이 필요한 쟁점이 되는 문제들이 제시되는 상황이었다. 이 쟁점에 관련된 과학 지식은 물리, 화학, 생물학, 지구과학의 영역과 관련되었고, 학교 과학 교

육과정에서 다루고 있는 내용부터 학교 교육과정에서 다루기에는 수준이 너무 높은 내용까지 관여되는 것으로 밝혀졌다. 한편, 각 사례분석 결과 논의에 참여한 시민이 과학 내용에 대해 자세히 이해하기보다는 전문가의 의견을 청취하여 그 신뢰성을 평가한 후 의사결정에 반영한다는 것이 발견되었다. 이에 연구자는 과학 지식 자체보다는 과학의 인식론적 측면에 대한 지식이 더 중요하다는 점을 지적하였다. 즉, 자료의 타당성 검증에 필요한 과학 연구 설계에 대한 이해나 이론적 모델의 한계에 대한 인식, 과학적 지식의 불확정성에 대한 이해 등이 의사결정을 내리는 사람들에게 필요한 지식이라는 점이다. 따라서, 학생들이 과학적 주장의 타당성을 평가하고 의사결정을 하기 위해서는 과학이 어떻게 작동하는가에 대해 이해해야 한다(Allchin, 2013). 이처럼 과학적 소양의 요소로서의 과학의 과정에 대한 이해의 필요성에 대한 논의와 과학적 소양을 위한 교육 내용을 일상에서 발견되는 경험적 자료에 근거하여 모색한 연구는 현명한 과학 소비자로서의 미래 시민을 준비하기 위한 교육과정의 내용에 대한 구체적인 시사점을 도출한다는 점에서 의의가 있다. 그러나, 역량을 중심으로 하는 최근의 교육과정 경향에 비추어 이 연구의 결과에 학생들의 실천적 역량이 추가되어야 할 것으로 보인다(Song *et al.*, 2019).

최근 과학 교육과정과 과학 교육정책에 관한 지침을 제공하기 위해 마련된 ‘미래세대 과학교육표준’(Korean Science Education Standards for the Next Generation [KSES])은 미래 과학교육이 추구하는 인간상에 과학적 소양을 포함한다(Song *et al.*, 2019). 그리고 모든 이가 갖추어야 할 과학적 소양을 “과학 관련 역량과 지식을 지니고 개인과 사회의 문제해결에 민주시민으로 참여하고 실천하는 태도와 능력”으로 정의하였다(Song *et al.*, 2019, p. 466). 따라서 과학적 소양의 핵심 요소로서 과학의 기초 지식을 갖추고, 과학 관련 역량을 통한 사회적 문제해결에 참여하는 것이 모든 이를 위한 과학교육의 핵심 목표로 강조된다.

과학적 참여라는 실천적 역량을 중심으로 하는 민주적 시민을 준비하기 위한 과학교육 방안으로 Kolstø (2000)는 SSI에 대한 합의된 의사결정을 도출하는 학생 활동 중심 교수법을 제안하였다. 이 연구는 Ryder (2001)와 유사하게 실제 사회에서 진행되는 SSI에 대한 합의된 의사결정 과정을 모델 삼아 학교 과학교육을 위한 교수학습모형을 제시하였다. 이 교수학습모형의 핵심은 정답이 없는 쟁점 문제(예, 발전소 위치 결정, 유전 조작을 통해 생산된 식품의 안전성)를 통해 학생들이 과학 지식을 권위에 의해 받아들이는 것이 아니라 비판적으로 평가할 수 있는 지위를

가지고, 과학 내용 및 과학의 인식론적 측면에 대한 이해를 바탕으로 과학 지식을 평가하여 토론을 통해 합의된 의사결정을 내리는 과정에 참여하고, 그 결과를 실천으로 옮기는 것(예, 개인적 선택, 지역 사회 홍보)을 최종 목표로 한다. 따라서 SSI 기반 수업은 일상 또는 사회 관련 중요 문제에 관한 과학 정보의 타당성 평가와 쟁점 문제에 대한 비판적 사고를 통한 논의 과정을 통해 과학적 소양과 참여를 강조한다.

과학교육의 목표로서의 과학적 소양에 대한 논의는 그 구체적인 정의와 과학적 소양을 위한 과학교육의 내용의 측면에서 지속되어 왔고, 변화하는 사회와 함께 과학적 소양의 구체적인 의미 역시 진화하고 있다(Shamos, 1995; Song *et al.*, 2019). 가령, Park *et al.* (2018)은 중학교 2학년 학생을 대상으로 하는 SSI 수업을 통해 증진할 수 있는 과학적 소양의 요소로 ICT와 관련된 정보기술 및 미디어 활용 능력을 포함함으로써 과학적 소양의 요소를 확장하였다. 사회적 변화에 따른 미래사회 시민으로서 갖추어야 할 역량과 그에 관한 과학적 참여 역량의 구체적인 모습은 지속해서 바뀔 것이고 그에 따른 역량 목표도 변화할 것이다. SSI 기반 수업은 이러한 변화를 반영할 수 있는 효과적인 과학 교수학습 도구가 된다(Lee *et al.*, 2021).

2. SSI 기반 과학 수업

과학적 소양을 위한 과학교육 방법이나 전략, 학교 실행의 효과에 관한 대표적인 연구 프로그램으로 SSI 기반 과학 교수학습 연구를 국내외에서 찾을 수 있다(Klosterman & Sadler, 2010; Lee, 2018; Park *et al.*, 2018; Park *et al.*, 2020; Ratcliffe & Grace, 2003; Sadler, 2009). SSI 기반 수업의 설계에서 핵심은 SSI의 성격에 대한 이해와 과학 수업에 적절한 SSI의 선정에 있다. SSI는 비구조화된 문제로 다면적이고 복잡하여 다양한 해결책이 가능하다. Ratcliffe & Grace (2003)에 따르면 SSI는 다음과 같은 특성을 갖는다(pp. 2-3).

- 과학 특히 첨단 과학에 기초를 두고 있으며, 미완성 증거나 이해 충돌 등으로 정보가 완전하지 않음.
- 의견을 형성하거나, 개인적 또는 사회적 선택을 요구함.
- 보통 대중 매체에 보도되면, 정치 및 사회적 틀로 지역적, 국가적, 전지구적 차원에서 다루어짐.

- 위험과 가치가 상충해서 비용 대비 이익을 평가할 필요성이 있음.
- 지속 가능한 발전이나 가치판단, 도덕적 사고와 관련됨.
- 확률이나 위험에 대한 이해가 요구됨.

이렇게 SSI는 과학 지식에 기반을 두지만, 사회적, 도덕적 문제와 연결이 되어 그 해결 방안이 상황에 따라 달라질 수 있어서 다양한 입장에서 협상을 위한 논의가 필요하다. 이러한 점에서 과학적으로 정보를 처리하여 의사결정을 하는 역량을 위한 교육에 효과적인 소재가 된다(Park *et al.*, 2018).

SSI 기반 과학 수업을 위한 방법으로 Kolstø (2000)는 시민 참여 의사 결정 과정을 모델로 하는 수업 과정을 제안하였다. 이 수업 과정은 우선 학생들과 함께 수업에서 다룰 SSI 주제를 결정하고, 학생들이 모둠별로 서로 다른 입장의 역할(과학자, 환경 운동가, 정치가 등)을 맡아서 각 역할에서 필요로 하는 정보를 수집하여 공부하고, 보고서를 작성하여 발표한 후, 시민 역할의 모둠에서 비판적으로 정보를 평가하기 위한 질문을 통해 각 입장을 명확히 한 후 논의를 통해 합의된 결정을 내리고 전체 학생들이 취해야 할 행동을 결정하여 실행하는 순서로 구성되어 있다. 최근에는 Lee, Choi & Ko (2014)가 SSI 수업에서 학생들의 개인적 의사결정과 다양한 시각을 고려하여 집단으로 의사결정에 참여하는 경험을 강조하는 학습 모형을 제안하였다. 의사결정을 강조하는 SSI 기반 수업모형을 연구자들은 발산적 모형, 탐색적 모형, 의사결정 모형의 세 가지 유형으로 구분하고, 각 유형에 따른 수업모형을 제안하였다. 이들에 따르면 발산적 모형은 학생들이 SSI로 인한 미래 상황을 다양하게 예측하거나, 다양한 해결책을 고안하는 수업을 위한 모형이다. 탐색적 모형은 SSI에 내재한 복잡한 입장 자체를 이해하거나 실제 사례를 분석하는 수업을 위한 모형이고, 의사결정 모형은 SSI의 다양한 입장을 고려한 의사결정 과정을 거쳐 해결책이나 대안을 도출하는 수업을 위한 모형이다. 이와 같은 다양한 수업모형은 SSI 기반 수업이 과학적 소양의 다양한 측면을 목표로 수행이 될 수 있음을 나타내는 동시에 교사의 입장에 따라 같은 SSI 주제에 대해서도 다양한 수업 목표를 위해 활용될 수 있음을 보여준다. 따라서 SSI 수업의 구성과 운영 과정에서의 교사의 교육적 지향점과 수업에서의 역할이 중요하다(Lee *et al.*, 2014; Sadler *et al.*, 2006).

Ⅲ. 연구 방법

이 연구는 연구 시작 전 연구자의 소속기관의 연구 윤리 지침에 따른 절차에 따라 승인을 받고, 연구 윤리 지침에 따라 수행되었다. 연구는 연구팀의 연구자 중 한 명이 근무하는 광역시의 한 중학교 학생을 대상으로 수행되었고, 해당 연구자가 연구 참여 학생을 대상으로 연구를 위해 설계한 수업을 수행하고 모든 연구 자료를 수집하였다. 수업을 실시한 연구자는 연구 대상자를 중학교 2학년부부터 가르쳐서 학습자 개별 특성에 대한 이해도가 높았다.

1. 연구 대상

1) 연구 참여 학생

연구 대상은 편의표집으로 선정한 중학교 3학년 185명으로 남학생은 100명, 여학생은 85명으로 구성되었다. 연구 대상자들은 중학교 2학년 1학기에는 코로나19로 인해 주로 원격으로 수업을 받았고, 2학기에는 대면 수업을 받았으나 감염병 확산 방지 규정에 따라 개인별 실험 수업과 강의식 수업을 경험하여 과학을 주제로 한 토론·토의 경험을 거의 갖지 못하고 중학교 3학년에 진학하였다.

2) 과학 학습부진 학생 선별

학습부진(underachievement) 학생은 연구 문헌과 교육 조례 등에서 평균적인 학습 성취를 할 수 있는 잠재능력이 있음에도 불구하고 환경, 정서, 태도 등의 다양한 요인으로 기초학력 수준에 도달하지 못하는 학습자로 정의된다 (Oh *et al.*, 2011; Seo & Park, 2022). 따라서 이 연구에서는 과학학습에 대한 흥미도가 낮아 평소 수업 시간에 참여도가 매우 낮으며, 국가 수준 성취도 평가 기준에서 성취 수준 ‘하’ 수준 (Kim *et al.*, 2016)에 도달하지 못하는 학생 중 선정하였다. 선정 기준은 과학 교과 내용 지식, 과학학습에 대한 태도(흥미와 즐거움), 과학적 참여와 평생학습 능력을 진단하여, 모든 평가에서 연구 대상 학생의 하위 20%에 해당하는 학생 37명을 선별하였다.

과학 교과 내용 지식은 원격수업 기간 중 수업 종료 후 비대면 개별 면담으로 학생당 1분 내외로 기초 개념 조사를 통해 진단하였다. 과학학습에 대한 태도 조사 역시 면담으로 과학학습에 대한 흥미와 즐거움에 관한 질문을 통해 부정적으로 인식하는 학생을 선별하였다. 3차 선별 과정은 중간고사 이후 본 연구에

서 개발한 단원의 사전 평가를 활용하여 지필로 진단하였다. 3차 선별을 위한 평가 문항은 국가 수준 학업 성취도 평가의 성취도 ‘하’ 수준에 해당하는 문항 중 수업 내용의 기초가 되는 개념을 평가하는 문항을 활용하여 초안을 작성하고, 연구진과 과학교육 석박사 학위 과정 중인 현직 교사의 검토를 여러 차례 거쳐 문항의 표현 방식, 유형 등을 성취도가 낮은 학생의 선별에 적절하도록 수정 보완하여 사용하였다. 이들을 세 가지 진단을 통해 학습부진으로 선정된 학생들은 교과 내용 지식과 역량 평가에서 모두 낮은 성취를 보였으며, 과학학습에 대해 부정적인 태도를 보인다는 공통점이 있다.

2. 연구 절차

1) SSI 수업 개발 및 운영

이 연구를 위한 SSI 기반 수업은 Lee *et al.* (2014)이 제시한 수업모형 중 발산적 모형에 속하는 아이디어 생성 수업모형을 적용하고, 과학적 참여 역량을 위한 요소를 추가하여 개발하였다. 이 모형을 선택한 이유는 저자들이 제시한 모형의 장점을 고려한 결과이다. 발산적 모형은 “학생들의 입장 결정에 대한 심리적 부담을 줄일 수 있고....학생들이 작은 실천이라도 행동으로 옮길 수 있는 원동력을 제공해 줄 수 있다”(Lee *et al.*, 2014, p. 527)라는 장점이 있다. 따라서, 이 연구에서 목표로 하는 과학 학습부진 학생의 참여를 독려하기 유리하고, 과학적 참여 역량을 위한 수업 설계가 가능하다. 문헌에서 제안된 수업모형은 “문제 상황의 명료화 → 자료 탐색 → 해결책의 발산적 제시와 공유”(Lee *et al.*, 2014, p. 527)의 3가지 단계로 구성이 되어 있는데, 여기에 과학적 참여 요소를 더해 사회적 참여 활동을 위한 산출물 제작을 최종 결과물로 추가하여 수업을 설계하였다. SSI 기반 수업의 단점 중 하나인 긴 활동 시간을 해결하기 위해 관련 자료를 읽기 자료 형태로 교사가 제시하고 검색과 질문을 통해 궁금한 점을 해결하도록 수업을 설계하였다. 모든 단계는 집단지성의 활용을 위해 모둠 활동으로 구성하였고, 두 개의 주제에 관해 총 7차시의 수업을 개발하였다. 수업 과정의 설계는 연구진이 개발한 초안을 과학교육 석·박사 학위 과정 중인 현직 교사 검토를 받아 수정 보완하여 확정하였다. 검토 내용으로는 지면으로 교육과정 내용과 수준에 적절한 활동 구성 여부, 수업모형 적용의 적절성, 학생의 참여 유도를 위한 수업 활동 구조의 적절성, 수행 평가를 위한 안내문의 적절성 및 기타 의견을 받은 후, 수정된 설계안을 발표하고 피드백을 받는 과정을 세 차례 거쳤다.

수업의 내용 결정에 있어서는 연구 기간 중 정규 교육과정에서 다루어야 할 중학교 3학년 ‘기권과 날씨’와 ‘운동과 에너지’ 단원의 성취기준과 관련된 SSI를 탐색하여 학생들의 흥미 유발과 수업 참여도를 높이기 위해 지역 사회와 연계된 주제 세 가지를 선정하였다. 이 중 본 연구에 참여하는 학습부진 학생의 선호도를 바탕으로 수업 주제를 결정하기 위해 과학 학습에 대한 태도 조사 면담 중 학생들의 선호도를 조사하여 ‘기후변화를 늦추기 위한 일상생활 속 실천 방법’과 ‘어린이 보호구역에서 속력 제한 30km/h는 적절할까?’로 선정하였다. 수업은 연구 참여 학생 전체에 대해 같은 방식으로 이루어졌다.

(1) 기권과 날씨: 기후변화를 늦추기 위한 일상생활 속 실천 방법

이 주제에 관해서는 3차시 분량의 SSI 기반 수업을 개발하고, 실시하였다. 이 수업을 통해 달성하고자 한 교육과정 성취기준은 ‘[9과18-01] 온실 효과와 지구 온난화를 복사 평형의 관점으로 설명할 수 있다.’이다. SSI 수업 전 학생들은 원격수업 주간에 온실 효과와 복사 평형에 대한 강의식 수업에 참여하여 핵심 개념에 노출되었고, SSI 활동 중 개념을 적용하는 활동에 참여하였다. SSI 기반 수업 중 차시별 수업 목표와 관련 학생 활동 내용은 Table 1에 제시하였다.

(2) 운동과 에너지: 어린이 보호구역에서 속력 제한 30km/h는 적절할까?

이 주제에 관해서는 실험을 포함한 4차시 분량의 SSI 수업을 개발하고, 실시하였다. 이 주제는 연구 수행 시점에 연구가 수행되는 학교 주변에 새로운 횡단

보도와 속력 제한 표지의 설치가 이루어진 사건을 배경으로 선정하였다. 이 수업을 통해 달성하고자 한 교육과정 성취기준은 ‘[9과19-01] 등속 운동과 등속이 아닌 운동을 구분할 수 있다.’와 ‘[9과19-03] 과학에서 사용하는 의미의 일과 일상적인 의미의 일을 구별할 수 있다.’이다. 해당 성취기준은 실험을 요구하므로 학생들의 정보 탐색 과정은 실험을 중심으로 이루어졌다. SSI 기반 수업 전 학생들은 원격수업 주간에 일과 에너지 개념에 대한 강의식 수업에 참여하여 핵심 개념에 노출되었고, SSI 활동 중 개념을 적용하는 활동에 참여하였다. SSI 기반 수업 중 차시별 수업 목표와 관련 학생 활동 내용은 Table 2에 제시하였다.

수업 진행 중 교사의 역할은 각 주제에 관한 활동의 도입부, 학생 활동 과정, 활동의 종결부에 따라 강조점에서 차이가 있었다. 활동의 도입에서는 관련 개념의 설명, 실험이나 활동의 안내를 중점적으로 하였고, 활동 과정에서는 정보 탐색이나 실험 방법 설명 및 원활한 탐색 및 실험 진행을 위한 도움 제공, 정보 종합 또는 실험 결론 도출과정의 지원, 모둠 내 토의 지도, 토론 중 과학적 오류의 점검을 중심으로 순회지도 중 촉진자 역할을 하였다. 활동 종결부에서는 모둠별 결과 해석 공유를 촉진하고, 산출물의 적절성을 평가할 수 있도록 지원하였다. 일반적으로 과학적 오류의 수정을 제외하고 학생들이 발산적 사고를 할 수 있도록 지원하였다.

2) 검사 도구 개발

수업의 효과로 수업 내용에 관한 기초 이해를 평가하기 위한 사전, 사후 검사를 개발하였다. 학습부진 학생들의 기초학력 달성 여부를 진단하는 것을 목표로 하여 사전 검사는 국가 수준 학업성취도 평가의

Table 1. ‘Earth’s Atmospheric Layers and Weather’ unit

차시	수업 목표	개념 목표와 SSI 관련 학생 활동 내용
1차시	문제 상황의 명료화 및 정보 탐색	[목표 학습 개념: 온실 효과, 온실 기체, 지구 온난화] 1. 자료에 제시된 문제 상황을 파악 2. 자료 조사를 통한 관련 과학 내용 정리(개념 학습 유도)
2차시	정보 탐색 및 해결책의 발산적 제의 공유(토의)	[목표 학습 개념: 온실 기체] 1. 기후변화를 늦추기 위한 일상생활 속 실천 방법 논의 2. 감소 가능한 온실 기체 조사(개념 적용 학습 유도) 3. 모둠 의견 도출 및 온라인 게시판 의견 게시
3차시	산출물 제작	[목표 학습 개념: 온실 효과, 온실 기체, 지구 온난화] 1. 지역 사회 홍보물 제작 - 산출물에 감소 가능한 온실기체 표시(개념 적용 학습 유도) 2. 학교 및 지역 사회에 홍보물 부착

Table 2. 'Motion and Energy' Unit

차시	수업 목표	개념 목표와 SSI 관련 학생 활동 내용
1차시	문제 상황의 명료화	[목표 학습 개념: 속력] 1. 자료에 제시된 문제 상황을 파악(개별 활동) 2. 문제 상황에 관련된 개념 설명(개념 적용 학습 유도)
2차시	정보 탐색	1. 자유낙하 하는 추의 속력 측정 실험 수행 실험 목표: 자유낙하 물체가 지면에 도달하는 속력이 낙하 높이에 따라 다름을 알고, 지면 도달 속력을 조절할 수 있다.
3차시	정보 탐색	1. 충돌 시 물체가 받는 피해 측정 실험 수행 실험 목표: 운동 에너지가 클수록 물체가 할 수 있는 일의 양이 증가함을 알고, 충돌 시 물체가 받는 피해와 관련지어 설명할 수 있다.
4차시	해결책의 발산적 제시와 공유(토의) 및 산출물 제작	[목표 학습 개념: 일, 운동 에너지] 1. 수행한 두 개의 실험 결과 정리(개념 적용 학습 유도) 2. 문제 상황과 실험 결과를 연결하기 위한 모둠 토의 3. 어린이 보호구역 교통안전 표어 및 포스터 제작을 위한 모둠 의견 도출 및 산출물 제작

평가 기준 '하' 수준에 해당하는 문항 중 수업 내용의 기초가 되는 개념을 평가하는 문항을 활용하였고, 사후 검사는 학교에서 사용하는 교과서와 출판사 제공 학습 자료를 활용하여 국가 수준 성취도 평가의 '하' 수준(Kim *et al.*, 2016, pp. 302-304)에 해당하는 평가 수준으로 수업 내용에 관한 문항을 개발하였다. 따라서, 개발한 성취도 평가는 수업에서 목표로 한 성취 기준 전체에 대한 평가는 아니었다. 사전·사후 검사 문항 초안은 연구팀과 과학교육 석박사 과정에 있는 현직 교사의 검토를 거쳐 수정·보완하여 확정하였다(Table 3).

과학학습에 대한 태도 평가는 PISA 평가에서 활용하는 학생의 과학학습 동기 관련 문항 중 과학학습에 대한 흥미와 즐거움을 조사하는 문항 5개(Ku *et al.*, 2016, p. 140; Kwak *et al.*, 2006)를 중학생들이 이해하기 쉬운 문장으로 편집하여 5점 리커트 척도로 활용하였다. 문항은 “과학 수업은 재미있다.”, “과학 수업 시간이 기다려진다.”, “내가 과학을 하는 이유는 과학을 좋아하기 때문이다.” 등으로 SSI 기반 수업 적

용 전·후 같은 문항으로 조사하였다. 과학적 참여와 평생학습 능력 평가 문항은 과학과 핵심역량 평가 문항 개발 연구에서 해당 역량 측정을 위해 개발한 5개 문항(Ha *et al.*, 2018, p. 497)을 그대로 활용하여 5점 리커트 척도로 사용하였다. 문항에서 제시한 진술 문은 “나는 과학기술로 생기는 사회 문제와 그 해결 방안을 찾는 것에 관심이 많다” 등이다. 사전·사후 검사는 같은 문항으로 진행하였다.

연구 대상 학생으로부터 얻은 자료를 통해 과학학습에 대한 태도와 과학적 참여와 평생학습 역량 검사 문항의 신뢰도는 충분한 것으로 확인되었다(Table 4).

3) 자료 수집

자료 수집은 개발한 검사지를 활용한 사전·사후 검사, 교사의 관찰 일지, 학생 면담으로 이루어졌다. 관찰일지, 학생 면담과 같은 질적 자료는 양적 자료를 이해하고, 보완하기 위해 수집하였다. 사전·사후 검사는 개발한 7차시 수업의 실행 전후에 지필로 실시하

Table 3. Science achievement assessment

종류	평가 시기	평가 내용	문항 개발 기준과 문항의 예시
사전 검사	3월	중학교 1~2학년 내용	평가 기준 '하': "물질의 상태가 변할 때 나타나는 현상을 관찰하여 말할 수 있다." (Kim <i>et al.</i> , 2016, p. 287) 문항: 6개의 상황에서 물의 증발과 물의 응결 해당 사례 표시하기
사후 검사	5월	중학교 3학년 내용	평가 기준 '하': "온실 효과와 지구 온난화의 의미를 말할 수 있다." (Kim <i>et al.</i> , 2016, p. 302) 문항: 6개의 진술문 중에서 온실 효과와 지구 온난화에 대한 설명으로 옳은 것과 옳지 않을 것 표시하기

였다.

교사의 관찰일지는 학습부진 학생들의 참여 수준과 활동 중 인상 깊은 발언을 기록하고, 그 내용을 면담 과정에서 활용하였다. 면담 자료는 수업과 평가가 모두 끝난 10월에 학습부진 학생 중 모든 영역에서 유의미한 향상을 보인 학생과 수업에서 모둠을 이끌어 가는 리더 역할을 맡은 학생을 대상으로 수집하여 활용하였다. 연구에 활용된 면담은 학생별 평균 15분 내외의 시간이 소요되었다. 학습부진 학생과의 면담 자료의 경우 3가지 검사에서 모두 긍정적인 변화가 나타난 학생 5명의 수업 참여 소감 및 수업 태도 변화의 이유에 대한 진술 자료가 연구에 활용되었다. 평가에서 긍정적인 변화를 보이지 않은 학생들의 경우 방과 후에 진행되는 면담 참여를 거부하거나 면담 시 진지한 답변을 들을 수 없어 연구 분석에서 활용하지 못했다. 모둠 리더 학생의 경우 2명을 선별하여 수업 중 학습부진 학생의 학습 태도에 대해 질문하여 교사 관찰 자료의 교차 검증에 활용하였다.

4) 자료 분석

자료의 분석은 첫 번째 연구 문제인 과학 학습부진 학생의 과학 성취도에 미치는 영향과 두 번째 연구 문제인 과학 학습부진 학생의 과학학습에 대한 태도 및 관련 역량에 미치는 영향을 중심으로 수행되었다. 과학 성취도에 대한 영향은 학습부진 학생의 집단이 보이는 변화와 그 외 다른 학생들이 보이는 변화를 비교함으로써 SSI 수업의 학습부진 학생에 대한 상대적 효과성을 탐색하였다. 이를 위해 수업 전 성취 수준 검사 결과와 수업 후 수업 내용에 대한 이해 검사 결과를 두 집단(학습부진 학생으로 판별된 집단, 그 외 학생집단)에서 각각 비교하였다. 두 평가 모두 기초학력 수준의 평가 문항을 사용하였기 때문에 평가 문항의 난이도가 낮아 검사 결과는 두 집단 모두 정규분포가 아니라 학생이 고득점에 몰리는 분포를 이루었다. 이는 정규분포 검증에서도 확인이 되었다 (Table 5). 또한, 수업 전·후 문항이 같은 문항이 아니

기 때문에 점수의 평균차를 단순히 비교하는 대응표본 *t* 검정을 사용할 수 없었다. 따라서, 일측성 부호순위 검정(Wilcoxon signed ranks test)을 사용하여 수업 전·후 평가의 차이를 유의수준 0.05로 판단하였다. 일측성 부호순위 검정은 대응표본 *t* 검증의 비모수 방법이다. 중앙값(median)으로부터의 거리를 순위로 전환하여 집단의 중앙값에 대한 분포의 변화가 사전과 사후 검사에서 유의한 지를 검증하는 방법으로 학생의 성취도 증가율 또는 감소율을 알 수 있다. 또한, 자료 분포의 형태(정규분포)에 대한 가정이 불필요하고, 사전과 사후 검사의 동일성을 요구하지 않는다 (Yoo, 2022, pp. 426-433). 다만, 사용할 수 있는 변인의 성질이 순위 또는 연속 변인이어야 하는데 이 연구에서 과학 성취도에 관한 평가는 연속 변인으로 사전, 사후 모두 10개의 문항으로 10점 만점의 성적으로 처리하였으므로 통계분석을 위한 최소한의 가정을 만족하였다. 일측성 부호순위 검증을 통한 성취도 변화의 확인은 전체 집단, 학습부진 학생집단, 그 외 집단으로 나누어 검정하여 학습부진 집단에 대한 상대적 효과를 탐색하였다.

과학학습에 대한 태도 및 역량 변화는 동일 검사지를 사용하였고, 정규성을 만족하여 대응 표본 *t*-검정으로, 유의수준 0.05로 판단하였다. 학습부진 집단에 대한 상대적 효과를 탐색하기 위해 전체, 학습부진 학생집단, 그 외 집단으로 나누어 검정하여 비교하였다.

IV. 연구 결과

이 연구에서 개발한 학생의 일상 상황에 기초한 SSI 기반 수업이 학습부진 학생에 미치는 영향의 진단을 위해 학생들의 성취도 변화, 과학학습에 대한 태도와 관련 역량 변화를 조사하여 분석한 결과를 제시하였다. 학습부진 학생에 대한 수업의 영향을 상대적으로 판단하기 위해 학습부진 학생집단과 그 외의 학생집단을 구분하여 분석한 결과를 제시하였다.

Table 4. Reliability of attitudes and competency tests

영역	Cronbach's α	문항 수
과학학습에 대한 흥미와 즐거움	사전	0.911
	사후	0.925
과학적 참여와 평생학습 능력	사전	0.808
	사후	0.816

Table 5. Test of normality

집단	Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	
학습부진 학생 (n = 37)	사전	.880	37	.001
	사후	.858	148	.000
그 외 학생 (n = 148)	사전	.931	37	.024
	사후	.756	148	.000

1. 과학 성취도의 변화

과학 성취도 검사에서 학습부진 집단의 성적은 사전, 사후 모두 다른 학생보다 낮았지만 사전 검사의 평균 차이(4.43 vs. 8.79) 보다 사후 검사의 평균 차이(6.54 vs. 8.84)가 더 적어서 수업 중 관찰되었던 참여율의 향상이 학습 성취에 반영된 듯 보였다 (Table 6). 이러한 변화를 통계적으로 검증하기 위해 분석한 결과 전체 학생의 사전-사후 변화는 통계적으로 유의한 것으로 드러났고, 이러한 유의한 변화는 과학 학습부진 집단에 의한 것으로 드러났다(Table 7). 과학 학습부진 학생의 경우 사전-사후 변화가 통계적으로 유의하게($p < .05$) 향상된 것으로 나타났는데, 과학 학습부진 집단을 제외하고 보았을 때는 유의한 변화를 보이지 않았다. 즉, 전체의 분포 변화가 과학 학습부진 학생집단에 의한 것임을 확인할 수 있었다.

면담에서 학생들은 강의식으로 진행된 수업에 비해 SSI 기반 수업에서 모둠 토론을 통해 내용 이해가 수월했다는 점과 참여를 더 많이 하게 됨으로써 내용 학습에 노력을 더 기울였던 점을 지적하였다.

Table 6. Descriptive statistics of science achievement

집단 (n)	평균 (SD)
전체 학생 (185)	사전 7.92 (2.14)
	사후 8.38 (2.03)
과학학습 부진 학생 (37)	사전 4.43 (1.46)
	사후 6.54 (2.57)
과학학습 부진 학생 이외 (148)	사전 8.79 (1.17)
	사후 8.84 (1.57)

Table 7. Group comparison in science achievement

집단	등위	n	평균 순위	순위 합	Z ^d	p
전체 학생	음의 순위	45 ^a	60.74	2733.50	-3.023 ^d	0.003
	양의 순위	80 ^b	64.27	5141.50		
	동률	60 ^c				
	합계	185				
과학학습 부진 학생	음의 순위	5 ^a	14.30	71.50	-3.752 ^d	0.000
	양의 순위	28 ^b	17.48	489.50		
	동률	4 ^c				
	합계	37				
과학학습 부진 학생 이외	음의 순위	40 ^a	49.30	1972.00	-0.669 ^d	0.503
	양의 순위	52 ^b	44.35	2306.00		
	동률	56 ^c				
	합계	148				

a. 사후 성적이 낮음, b. 사후 성적이 높음, c. 성적 변화 없음, d 음의 순위 기반

저는 원래 모둠 활동을 좋아해요. 애들끼리 같이 문제 해결하는 과정을 좋아해요. 평소 수업에는 선생님 설명 듣고 혼자 학습지 빈칸 채우고 해야 하는데 이때는 친구들이랑 같이 이야기하면서 모르는 것도 물어보면서 하는 게 좋았어요. 기존에 하던 수업보다 훨씬 재미있어서 열심히 참여했었어요. (학생 A)

혼자 앉아서 수업 들으면서 학습지 빈칸을 채우다 보면 졸리기도 하고 이해 안 되는 내용이 나오면 쉽게 포기하고 자기도 했었는데, 이 수업에서는 학습지 빈칸 채우는 활동이 친구들과 같이하기도 했고, 내용도 쉽게 이해돼서 좋았어요. (학생 D)

학생들은 혼자서 듣는 수업보다 모둠과 함께 수업에 참여함으로써 학습 내용을 동료의 도움을 통해 더 잘 이해할 수 있었고, 보다 활발하게 수업에 참여함으로써 학습에 더 많은 노력을 기울이게 되어 수업 내용이 쉽다는 인식까지 할 수 있음이 확인되었다. SSI 기반 수업은 기초 학업성취도 변화에 효과를 미치는 요인임을 알 수 있다.

2. 과학학습에 대한 태도 및 역량 변화

대응 표본 t 검정 결과 전체 학생 및 학업 부진 학생 모두 통계적으로 유의한 차이가 없어($p > .05$) 이 두 영역에서의 영향은 드러나지 않았다(Table 8). 이는 단기간의 수업을 통해 태도나 역량의 변화가 쉽지 않다는 것을 보여준다.

Table 8. Attitudes and competence test results

집단 (n)	영역	평균(SD)		t	p
		사전	사후		
전체 학생 (185)	과학학습에 대한 태도	3.20 (0.940)	3.18 (0.988)	0.336	0.738
	과학적 참여와 평생학습 능력	3.54 (0.746)	3.56 (0.732)	-0.457	0.649
과학학습 부진 학생 (37)	과학학습에 대한 태도	2.44 (0.768)	2.48 (0.909)	-0.239	0.813
	과학적 참여와 평생학습 능력	3.30 (0.649)	3.14 (0.603)	-1.441	0.158
과학학습 부진 학생 이외 (148)	과학학습에 대한 태도	3.39 (0.884)	3.36 (0.930)	0.578	0.564
	과학적 참여와 평생학습 능력	3.60 (0.759)	3.67 (0.725)	-1.254	0.212

(p >.05)

이러한 정량적 분석의 결과에도 불구하고 수업 관찰 결과 학습부진 학생들은 수업에 흥미를 보이며 적극적으로 참여하고, 과학 지식을 바탕으로 문제 상황에 대한 의사결정을 위해 적극적으로 토의하고, 의견을 제시하는 모습을 보였다. 또한, 면담에서 학생들은 기존의 강의식 수업보다 SSI 기반 수업이 더 흥미롭고 수업 이후 과학학습에 대한 태도가 긍정적으로 바뀌었다고 응답하였다. 면담에서 학생들은 강의식으로 진행된 수업에 비해 SSI 기반 수업에서 참여율이 더 높은 이유로 모둠으로 활동했다는 점, 주제가 재미있었다는 점, 일상과 관련된 내용을 다루었다는 점을 지적하였다.

옛날에는 과학이 아예 싫었는데 그래도 지금은 싫지는 않고 조금 좋아진 것 같아요.

(학생 C)

원래는 과학에 별생각이 없었는데 지금은 좀 좋아진 것 같아요. 모둠 활동을 좋아하는 편은 아니지만 그래도 모둠 활동에 참여하면서 수업을 들어보니 괜찮더라고요.

(학생 D)

어렵지 않은 주제가 제시되어 친구들이랑 농담처럼 다양한 의견을 제시하며 수업 중 토의가 활발하게 이루어질 수 있었어요.

(학생 F)

면담 자료를 통해 학생들의 생활과 연계된 주제의 SSI를 활용한 모둠 토론 수업이 전통적 수업보다 상대적으로 학생들의 적극적 참여를 유도했음을 확인할 수 있다. 따라서, 과학 학습부진 학생들이 이전 수업에서보다 더 적극적으로 참여했고, 수업을 더 즐긴 것으로 드러났다. 하지만 면담을 거부하고 여전히 태도의 변화를 보이지 않은 학생들에 대한 다른 대안의 필요성도 확인되었다. 학생들의 태도나 역량의 변화를 좀 촘촘히 진단할 수 있는 보다 섬세한 진단 도구의 개발과 학생들의 과학학습에 대한 태도와 역량의 변화를

정성적으로 심도 있게 진단하여 변화를 이끌 수 있는 요인을 분석할 필요가 있다.

V. 결론 및 제언

이 연구에서는 중학교 3학년을 대상으로 2가지 주제의 SSI 기반 수업을 개발하고 적용하여 그 효과를 검증하였다. SSI 기반 수업은 학생들에게 익숙한 주제를 중심으로 학생들이 모둠에서 쉽게 토의에 참여할 수 있으며, 내용이해가 일어날 수 있는 활동과 산출물을 제작하게 함으로써 수업에 흥미를 느끼고 적극적으로 참여할 수 있도록 개발하였다. 수업의 효과 검증에 있어서 과학 학습부진 학생의 학업성취도와 과학 학습에 대한 태도 및 과학적 참여와 평생학습 역량에 미치는 영향을 살펴보았다.

연구 결과, SSI 기반 수업이 다른 학생들보다 과학 학습부진 학생의 학업성취도에서 통계적으로 유의미한 차이로 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다. 성취도 평가 문항이 기초적인 내용 지식을 확인하는 문항이었으므로, 학습부진 학생 이외의 학생집단에서는 천정 효과 때문에 유의한 변화가 없었을 수 있기 때문이다. 하지만 과학학습에 대한 태도가 부정적이고, 기초학력이 부족한 학생들의 기초 내용 지식의 향상이 유의미했다는 결과는 기초학력에 관한 최근의 우려에 한 가지 해결책을 제시한다. 기초학력은 과학적 소양의 기본적인 요건이다(Kolstø *et al.*, 2006; Ministry of Education, 2015; Song *et al.*, 2019). 과학의 기초 지식을 기반으로 한 과학적 소양이 없다면 사회적으로 필요한 다양한 과학기술 관련 의사결정에 적절히 참여할 수 없어, 민주적 의사결정 과정에서 소외될 수 있다. 따라서 과학 학습부진 학생들의 기초 지식에 긍정적인 영향을 미친다는 결과는 SSI 기반 과학 수업이 학생의 개인적 성취뿐만 아니라 사회적으로 필요한 과학적 소양인 육성을 위한 기반 마련에 이바지할 수 있음을 보여준다.

한편, 과학학습에 대한 태도와 과학적 참여 역량에서는 유의한 변화를 확인할 수 없었다. 이는 한 학기 34차시 수업 중 7차시의 짧은 수업으로 진행되어 과학학습에 대한 태도를 변화시키거나 역량을 향상하게 하는 데 한계가 있었음을 알 수 있다. 그러나 대학생들을 대상으로 한 한 학기 동안의 SSJ 기반 수업에서도 태도나 역량보다 지식 이해 측면에서 더 효과가 있음이 드러났다(Jho *et al.*, 2014). 따라서 태도의 변화나 역량의 개발을 위한 수업에는 많은 시간과 노력이 필요함을 알 수 있다.

SSJ 기반 수업 중 학습에 흥미를 잃고 자신의 능력에 못 미치는 성취를 보이는 학생들이 적극적으로 과학 수업에 참여했다는 관찰 결과와 그 이유에 관한 면담 결과는 과학 학습부진 학생을 위한 수업 설계에 중요한 시사점을 제시한다. 과학학습 동기와 흥미에 관한 문헌(Davies *et al.*, 2017; Lee & Kang, 2018; Tsai & Jack, 2019)과 일관되게 과학학습에 긍정적인 변화를 보인 학습부진 학생들은 면담에서 SSJ 주제가 일상과 관련된 점, 모둠 토론의 과정이 수업을 재밌게 하고, 수업 내용에 대한 이해를 수월하게 했다는 점이 적극적인 수업 참여의 이유임을 제시하였다. 과학 학습부진 학생들의 과학학습에 대한 태도에 긍정적 영향을 미치는 이러한 요인들 사이의 관계에 관한 연구는 학습에 의욕을 보이지 않고, 기초학력에 도달하지 못하는 학생들을 대상으로 하는 효율적인 수업 설계를 위한 방안을 제시할 수 있을 것이다. 또한, 이러한 태도 변인들과 SSJ 기반 수업이 기초개념 이해에 기여한 점이 어떤 관계가 있는지를 이해하는 것이 필요하다. 이를 통해 지식 이해와 태도 모두 효과적으로 향상하게 시킬 수 있는 수업의 설계가 가능할 것이다.

비록, 과학적 참여 역량의 변화에서 유의한 효과를 보이지는 않았지만, 학생들이 과학 관련 사회 문제에 관한 의사결정에 참여한 경험은 앞으로의 과학적 참여에 관한 태도와 가치관에 중요한 기초로 작용할 수 있다. 과학기술이 사회의 다양한 영역에서 더 많이 관련됨에 따라 SSJ가 더욱더 많아지고 일상과 가까워지고 있는 현실을 고려할 때 과학 교육과정 전반에 걸쳐 SSJ가 다루어질 필요가 있다. SSJ가 여러 학년에서 다루어지고 광범위하게 활용된다면 태도와 역량을 개발하는 데 효과적일 수 있다.

지금까지 SSJ 기반 과학 수업 연구는 과학 내용의 이해보다는 과학적 의사 결정 능력, 의사소통 능력, 인성 등의 함양을 강조해왔다(e.g., Kim & Lee, 2017; Lee *et al.*, 2021; Park *et al.*, 2018). SSJ 기반 수업이 과학 학습부진 학생의 학습 참여를 유발하고, 학업성취도를 향상시킬 수 있다는 이 연구의 결과는 앞으로 SSJ 기반 수업 연구의 방향을 SSJ에서의 과학적 참여에 소외되지 않도록 모든 학생의 과학적

소양을 위한 기초 지식의 성취와 과학적 의사결정의 경험을 제공하는 데 둘 수 있음을 보여준다.

SSJ는 전지구적 문제도 포함하지만 국내 문제, 학교가 위치한 지역 사회 문제와 같은 작은 규모의 문제도 포함한다. 따라서 SSJ 기반 수업을 학생들과 연계된 문제 중심으로 개발하기 위해서는 Ryder (2001)와 Kolstø (2000)의 연구와 같이 교육과정의 내용과 우리나라에서 다루고 있는 SSJ와의 연계를 탐색하는 연구부터 교사들이 학교가 위치한 지역에서 학생들이 필요성을 인식하여 학습 동기가 부여될 수 있는 논쟁을 찾을 수 있는 역량과 안목을 키우는 전문성 개발 프로그램에 관한 연구도 필요하다.

학습격차에 관한 해결책 모색이 한창인 현재 시점에서 이 연구와 같이 교육과정에 기반하여 학습부진 학생들의 과학적 기초개념 이해와 소양을 위한 다양한 SSJ 기반 수업 프로그램 개발과 효과 검증 연구가 지속해서 필요하다.

국 문 요 약

이 연구에서는 과학기술 관련 사회쟁점(SSJ) 기반 과학 수업이 중학교 3학년 과학 학습부진 학생들에게 미치는 효과를 조사하였다. 연구를 위해 과학 교육과정과 연계된 2개의 SSJ를 중심으로 총 7차시의 수업을 개발하여 실시하고, 그 효과를 진단하였다. 연구 자료는 광역시의 한 중학교 3학년 학생 185명을 대상으로 수집하였다. 그중 37명을 과학 학습부진 학생으로 판별하여 연구의 초점으로 하였다. 양적 자료는 과학성취, 태도 및 역량 측정에 대한 사전 및 사후 검사로 수집하였다. 정량적 데이터를 보완하기 위해 교사의 수업 관찰지, 일부 학생과의 면담을 통해 정성적 자료를 수집하였다. 정량적 자료 분석은 일콕슨 부호순위 검정과 대응 표본 t 검정으로 진행하였다. 분석 결과 SSJ 기반 수업이 과학 성취도에서는 학습부진 학생집단에 유의한 효과를 보이는 것으로 드러났지만 태도와 역량의 변화에는 유의한 영향이 없는 것으로 나타났다. 수업 관찰 자료는 학습부진 학생들이 SSJ 기반 수업에 더 적극적으로 참여하는 모습을 보여줬으며, 학생의 면담에서 과학 학습부진 학생의 성취에 긍정적 영향을 미치는 수업의 성격을 밝힐 수 있었다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 추가 연구 주제를 제안하였다.

주제어: 과학 관련 사회쟁점 기반 수업, 과학 학습부진, 과학학습에 대한 태도, 과학적 참여 및 평생학습 역량

References

- Ahn, Y., Lee, J., & Kim, D. (2020). *2019 National Academic Achievement Assessment Results-Middle School Science*. Jincheon: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- Allchin, D., & Zemplén, G. (2020). Finding the place of argumentation in science education: Epistemics and whole science. *Science Education*, 104(5), 907-933.
- Davies, S., Rizk, J., Kim, A. Y., Sinatra, G. M., & Seyranian, V. (2017). Developing a STEM identity among young women: A social identity perspective. *Review of Educational Research*, 88(4), 331-365.
- Ha, M., Park, H., Kim, Y.-J., Kang, N.-H., Oh, P. S., Kim, M.-J., Min, J.-S., Lee, Y., Han, H.-J., Kim, M., Ko, S.-W., & Son, M.-H. (2018). Developing and applying the questionnaire to measure science core competencies based on the 2015 Revised National Science Curriculum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(4), 495-504.
- Jho, H., Yoon, H.-G., & Kim, M. (2014). The relationship of science knowledge, attitude and decision making on socio-scientific issues: The case study of students' debates on a nuclear power plant in Korea. *Science & Education*, 23(5), 1131-1151.
- Kim, Y., Baek, J., Lee, J., & Kim, D. (2021). *2020 National Academic Achievement Assessment Results-Middle School Science*. Jincheon: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- Kim, K., & Lee, H. (2017). Effects of Community-Based SSI Programs on Promoting Middle School Students' Understanding of Issues Character and Values and Citizens: Focused on Fine Dust Issues. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(6), 911-920.
- Kim, H., Lee, M., Lee, J., Lee, S., Lee, Y., Kwak, Y., Shin, Y., Kim, J., Park, S., Kim, K., Hwang, Y., & Kim, K. (2016). *2015 개정 교육과정에 따른 초중학교 과학과 평가기준 개발 연구* [Research and Development of the Assessment Standards of the 2015 Revised National Science Curriculum at the Primary and Middle School Levels] (CRC 2016-2-7). Seoul: Korea Institutes for Curriculum and Evaluation.
- Kim, N., & Park, H. (2017). Longitudinal interplay between self-determined motivation and achievement for underachieved children. *The Journal of Humanities and Social Sciences* 21, 8(2), 439-455
- Kolstø, S. D. (2000). Consensus projects: Teaching science for citizenship. *International Journal of Science Education*, 22(6), 645-664.
- Kolstø, S. D., Bungum, B., Arnesen, E., Isnes, A., Kristensen, T., Mathiassen, K., Mestad, I., Quale, A., Tonning, A. S. V., & Ulvik, M. (2006). Science students' critical examination of scientific information related to socioscientific issues. *Science Education*, 90(4), 632-655.
- Klosterman, M. L., & Sadler, T. D. (2010). Multi-level assessment of scientific content knowledge gains associated with socioscientific issues-based instruction. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1017-1043.
- Ku, J., Kim, S., Lee, H.-W., Cho, S., & Park, J. (2016). *OECD Programme for International Students Assessment: An analysis of PISA 2015 Results*. Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- Kwak, Y., Kim C., Lee, Y., & Jeong, D. (2006). Investigation of Elementary and Secondary Students' Interest in Science. *Journal of Korean Earth Society*, 27(3), 260-268.
- Lee, H. (2018). *What is SSI Education*. Seoul: Pagyong Story.
- 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, N., & Kang, N. H. (2018). Korean high school students' physics identities and STEM career aspirations. *New Physics: Sae Mulli*, 68(8), 899-908.
- Lee, J., Ryu, K., & Lee, S. (2021). Educational

- approach of 'socio-scientific issues' as convergence practice pursuing 'participation and action' in science education: Proposal of the 'actor-network theory' perspective. *Culture & Convergence*, 43(10), 765-787.
- Millar, R., & Osborne, J. (Eds.) (1998). *Beyond 2000: Science education for the future* (the report of a seminar series funded by the Nuffield Foundation). London, England: King's College London.
- Ministry of Education [MOE]. (2015). *2015 Revised Science Curriculum*. Sejong, Korea: Author.
- Ministry of Education [MOE]. (2021). *2020 National Evaluation of Academic Achievement Results and Policy Response for Supporting Student Learning*. Sejong, Korea: Author.
- NGSS Lead States (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: Author.
- Oh, I., Kim, Y., & Yoo, J. (2011). Development and utilization of diagnostic questionnaire assessing characteristics of underachievement. *Asian Journal of Education*, 12(4), 145-170.
- Park, D., Ko, Y., & Lee, H. (2018). Flipped learning in socioscientific issues instruction: Its impact on middle school students' key competencies and character development as citizens. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(4), 467-480.
- Park, S., Ko, Y., & Lee, H. (2020). Video production as an instructional strategy for socioscientific issues: Its impact on middle school students' media literacy and understanding of SSI. *Journal of Research in Curriculum & Instruction*, 24(5), 511-522.
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science Education for Citizenship: Teaching Socioscientific Issues*. Berkshire, England: Open University Press.
- Ryder, J. (2001). Identifying science understanding for functional scientific literacy. *Studies in Science Education*, 36(1), 1-44.
- Sadler, T. D. (2009). *Situated learning in science education: Socio-scientific issues as contexts for practice*. In *Studies in Science Education* (Vol. 45, Issue 1).
- Sadler, T. D., Amirshokoochi, A., Kazempour, M., & Allspaw, K. M. (2006). Socioscience and ethics in science classrooms: Teacher perspectives and strategies. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 353-376.
- Seo, J., & Park, Y. (2022). Analysis of ordinances related to learning difficulties: Focusing on 4 regional ordinances in Seoul, Gyeonggi-do, Jeollanam-do and Jeju. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 22(2), 705-719.
- Shamos, M. H. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Song, J., Kang, S., Kwak, Y., Kim, D., Kim, S., Na, J., Do, J., Min, B., Park, S., Bae, S., Son, Y., Son, J., Oh, P., Lee, J., Lee, H., Lim, H., Jeong, D., Jeong, Y., Jeong, J., & Kim, J. (2019). *Scientific Literacy for All Koreans: Korean Science Education Standards for the Next Generation*. Seoul: Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity.
- Tsai, C.-Y., & Jack, B. M. (2019). Antecedent factors influencing ethics-related social and socio-scientific learning enjoyment. *International Journal of Science Education*, 41(9), 1139-1158.
- Yoo, J. E. (2022). *A One Semester Course on Quantitative Research and Statistical Methods* (2nd ed.). Seoul: Hakgisa.

저 자 정 보

허진경 (대전 관평중학교 교사)

강남화 (한국교원대학교 교수)