

PISA 설문 결과에 나타난 우리나라 과학 수업의 실태 분석¹⁾

김 현 정(한국교육과정평가원 부연구위원)*

구 남 옥(한국교육과정평가원 부연구위원)**

<요 약>

본 연구에서는 PISA 설문 결과를 분석하여 우리나라 과학 수업에서 이루어지는 교수법의 실태를 분석하고자 하였다. 이를 위해, 일본, 캐나다, 에스토니아, 핀란드를 비교국으로 선정하고, 이들 국가의 PISA 2006과 PISA 2015 학생 설문 자료를 분석하였다. 주요 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 우리나라는 과학 교수법 관련 활동 전반에 대해 응답 평균이 낮게 나타났다. 과학 수업에서 교사 주도의 설명이 다른 국가에 비해 상대적으로 적게 이루어지고 있으며, 수업에서의 피드백 제공과 과학 탐구의 실행과 관련한 수업 활동이 적게 이루어지는 것으로 나타났다. 둘째, 학생들이 자신의 생각을 과학 수업에서 설명할 수 있는 수업 활동은 PISA 2006에 비해 크게 늘었으나, 실험 실습 및 실험 설계, 결론 도출, 토론 활동 등 탐구의 실행과 관련된 수업 활동은 PISA 2006 이후 지속적으로 과학 수업에서 적게 이루어지는 것으로 나타났다. 이런 분석 결과를 토대로 향후 과학 수업을 위한 개선 방향과 시사점을 논의하였다.

주제어: PISA, 과학 교수법, 학생 설문

I. 서론

2015 개정 교육과정의 도입과 함께 학생 참여 중심 수업과 과정 중심 평가가 강조되고 있다(교육부, 2015). 학교 현장에서는 수업과 평가에 대한 혁신을 통해 지식 전달을 위한 수업을 넘어 함께 탐구하고 새로움을 만들어가는 수업을 만들고, 학생들의 전인적 성장과 학습의 과

1) 이 논문은 한국교육과정평가원(2019)에서 수행한 ‘PISA 2015 설문 결과에 나타난 우리나라 과학 수업의 실태(조성민 외, 2019)’의 일부 내용을 수정·보완하여 재구성한 것임.

* 제 1저자, chem95@kice.re.kr

** 교신저자, gu9971@kice.re.kr

정을 평가하려고 노력하고 있다(서울시교육청, 2018). 수업과 평가를 개선하여 학교 교육의 질을 향상하고자 하는 노력은 우리나라뿐 아니라 세계적으로 나타나는 추세로, 국제학업성취도(Programme for International Student Assessment, 이하 PISA)에서도 학생들의 인지적 성취 뿐 아니라 참여국의 교수법을 비롯한 교육관련 변인을 조사하여 이변인들이 인지적 성취에 어떤 영향을 미치는 지에 주목하고 있다.

구성주의 학습 이론의 영향으로 학교 현장은 지식 전달 중심의 교사 주도 수업에서 학생 참여 중심 수업으로 변화되고 있다. 효과적인 수업, 좋은 수업, 학생들의 인지적·정의적 성취에 긍정적 영향을 주는 수업에 대한 관심이 커지면서 다양한 수업 모형과 학습 전략이 개발되었다. 과학은 실험으로 대표되는 과학 탐구를 통하여 자연 현상에 대한 궁금증을 해결하고 과학 개념을 학습할 수 있어, 그동안 여러 연구들에서 효과적인 과학 학습을 위하여 탐구 기반 수업 등을 적용하였을 때 전통적인 수업에 비해 어떤 효과가 있는지를 알아보는 여러 연구가 수행되었다(Hofstein & Lunetta, 2004; Hmelo-Silver, Duncan, & Chinn, 2007). 이런 맥락으로 PISA 2006에서도 전통적인 수업과 탐구 기반 수업에 해당하는 문항들을 이용하여 참여국들의 과학 교수법을 조사하였으며, PISA 2015에서는 학생들의 전인적 성장을 평가하고자 하는 세계적인 추세를 반영하여 피드백 제공과 학생 맞춤형 수업에 해당하는 문항을 추가하여 참여국들의 과학 교수법을 조사하고 이를 학생들의 성취와 연계하여 분석하였다(OECD, 2016). 국제 교육성취도 평가협회(International Association for the Evaluation of Educational Achievement: IEA)에서 주관하는 수학·과학 성취도 추이변화 국제비교 연구(Trends in International Mathematics and Science Study, 이하 TIMSS)에서도 설문을 통해 참여국의 과학 교수법을 조사하고 학생 성취와의 관계를 분석하고 있다. 이에 TIMSS의 과학 교수법 설문 결과와 학생들의 과학 성취사이의 관계를 알아보하고자 하는 연구 등이 시행되었다(Gao, 2014).

그러나 과학 수업에서 실험, 탐구 활동, 특정 수업 모형 등을 진행하였을 때의 효과를 알아본 연구들과 달리 우리나라 과학 수업의 전반적인 실태에 관심을 가지고 과학 교수법을 중심으로 우리나라 과학 수업을 진단한 연구는 찾기 어렵다. 학교 현장에서 수업과 평가에 관심을 가지고 교사들의 수업 전문성을 키워야한다는 데에는 동의하고 있으나, 우리나라 과학 수업의 실태를 국제적인 수준과 비교하여 진단하고 우리나라 과학 수업의 특징을 분석하여 개선점을 찾고자 하는 연구는 이루어지지 않았다. 우리나라는 PISA 2000년에 처음 PISA에 참여하여 최우수의 성적을 보인 이후로 주기가 거듭될수록 과학 영역의 성취가 전반적으로 하락하는 경향이 나타났다. 학생들의 과학 성취를 향상시키기 위한 방법으로 과학 수업 방식의 개선을 고려해볼 수 있으므로, 우리나라 과학 수업의 일반적인 실태를 분석하기 위해서 주요 국가들의 과학 교수법에서 보이는 특징을 파악해 볼 필요가 있다. 이를 위해 3년을 주기로 시행되는 표준화된 평가인 PISA를 활용하는 것이 가능하다.

PISA와 같은 표준화된 국제 평가를 이용하여 국가 간의 교육 성취를 비교할 수 있게 되면서, 그동안 다양한 연구에서 PISA 결과를 활용한 국가 간 비교 연구를 수행하거나 각국의 교육환경이나 성취 특성을 분석하는 연구가 수행되었다. 주로 교육 환경이 유사하거나 비교가 의미 있는 국가들과의 비교 분석을 통해 참여국 학생들의 성취 특징을 분석하여 시사점을 찾고자 하였다. 과학 영역에서 이루어진 주요 국제 비교 연구들을 살펴보면 다음과 같다. Lau & Lam(2017)은 PISA 2015 상위 10개국의 과학 교수법과 과학 성취 사이의 관계를 분석하여 교사 주도 수업과 학생 맞춤형 수업이 과학 성취와 긍정적 연관이 있다는 것을 밝혔으며, 손원숙(2017)은 과학 교수법 중 피드백 제공 수업과 학생 맞춤형 수업을 과학수업에서 교사가 수행하는 형성평가의 실제로 정의하고 7개국의 형성평가 유형과 학생의 과학 성취와의 관련성을 분석하였다. 최혁준(2012)은 한국, 일본, 핀란드의 PISA 2012 과학 결과를 비교 분석하여 우리나라 학생들이 과학 성취 특성을 분석하고자 하였으며, 김현정과 구남옥(2019)은 상위 6개국의 PISA 2015 과학 결과를 분석하여 과학 영역 성취가 하락하는 원인을 각국의 성취 수준별 비율, 성별에 따른 성취 차이, 문항 분석 등을 통해 해석하였다.

PISA 결과를 토대로 우리나라를 비롯한 상위국들의 과학 영역 성취를 비교하는 연구들이 수행되었고 과학 교수법 관련 결과들을 분석하는 연구들도 일부 수행되었다. 그러나 PISA 과학 교수법 관련 설문을 항목별로 분석하여 우리나라의 과학 수업의 실태를 주요국과 비교하고, 과학이 주영역이었던 PISA 2006과 PISA 2015 결과를 비교하여 과학 수업에서 이루어지는 교수법의 변화를 비교한 연구는 수행되지 않았다. 이에 본 연구에서는 우리나라 과학 수업에서 이루어지는 교수법의 실태를 파악하고자 우리나라를 포함한 5개국의 PISA 2006과 PISA 2015의 과학 교수법 관련 설문 결과를 비교 분석하였다. 이를 통해 우리나라 과학 수업의 특징을 분석하여 향후 우리나라 과학 수업 개선을 위한 시사점을 도출하고자 한다.

II. 이론적 배경

PISA 과학 교수법

과학 교사는 과학 수업의 목적과 학생들의 반응에 따라 설명, 토론, 실험, 피드백 등 어떤 수업 전략을 얼마만큼 어떻게 사용할지 등을 결정하여 수업을 진행해야하며, 이는 학생들의 인지적·정의적 성취에 영향을 미친다. PISA 2015에서는 과학 교수법의 유형을 교사 주도(teacher-directed), 피드백 제공(perceived feedback), 학생 맞춤형(adaptive instruction), 탐구 기반(enquiry-based) 수업 4가지로 구분하고, 과학 수업에서 특정 활동의 발생 빈도를 기준으

로 학생들의 인식을 통해 각국에서 이루어지는 과학 교수법을 조사하였다(OECD, 2016).

교사 주도 수업은 수업 내용 및 과정을 교사가 주로 통제하는 방식으로, 교사에 의해 분명하게 구조화된 내용이 전달되고 설명, 토론, 질의 응답 등 수업 방법도 효율적으로 진행된다. 교사가 학생들을 관리하기 쉽고, 과목에서 다루는 내용을 폭넓게 다룰 수 있으며, 표준화된 시험을 준비하기가 용이한 장점이 있다(Ormrod, 2012). 이에 반해 교사 주도 수업에만 노출되는 경우 학생들이 과목 학습에 대한 동기부여가 덜하고 태도도 부정적일 수 있으며, 협력과 의사소통 기술을 거의 사용하지 않을 수 있다(Mostafa, Echazarra, & Guillou, 2018).

PISA 2015에서 교사 주도 수업으로 분류된 설문 항목들은 교사 위주의 강의식 수업 보다는 과학 수업에서 이루어지는 교사들의 아이디어 설명, 전체 토의, 질문에 대한 논의 등을 묻는 문항으로 구성되어 있다. 교사 주도 수업이 감소하고 있다는 일반적인 인식에도 불구하고(Swaak, de Jong, van Jooligen, 2004), 여전히 대부분의 국가에서 교사 주도 수업이 많이 이루어지고 있으며, 학생 중심 수업보다 더 자주 사용되는 것으로 알려져 있다(Echazarra et al., 2016; Weiss, 1997).

피드백 제공 수업은 수업 중에 교사들이 학생들에게 피드백을 제공하고 격려하는 것이다. 교사는 학생들의 학습 과정과 개인적 상황을 잘 알고 있기 때문에 내용, 타이밍, 방법의 측면에서 학생들에게 가장 적절한 피드백을 제공할 수 있다. 교사의 피드백은 학생이 어떻게 행동해야 하는지를 알려주며, 현재 상태와 기대되는 성취 사이의 간극을 좁히기 위한 목적을 가지고 학생들에게 제공되는 정보이다(Hattie & Timperley, 2007; Tunstall & Gipps, 1996).

교사의 피드백은 학습 성과에 많은 영향을 미치며(Hattie, 2009). 가장 효과적인 피드백은 학습 내용과 관련되며 목표 지향적인 것으로, 과제를 어떻게 수행하고 발전하기 위해서는 무엇을 해야 하는지에 대하여 풍부한 정보를 제공할 수 있는 것이다(Hattie & Timperley, 2007). 교사 피드백의 예로는 숙제 검사 및 채점, 어떻게 하면 더 잘할 수 있는지 말해 주기, 좋은 행동에 대하여 칭찬하기 등이 있으며, 교사 피드백은 다양한 방법으로 범주화될 수 있다. 피드백은 칭찬과 보상과 같은 긍정적 피드백, 채점과 같은 중립적 피드백, 비판과 벌과 같은 부정적 피드백으로 분류될 수 있다. 피드백은 학생의 성취에 영향을 미치는 주요 요인 중 하나이나 모든 종류의 피드백이 동일하게 효과가 있는 것은 아니다(Kluger & DeNisi, 1996; Hattie, Gan, & Brooks, 2017).

학생 맞춤형 수업은 교사들이 수업의 구성과 내용을 학생들의 지식, 능력, 관심사와 같은 특징에 맞추어 조정하고, 개별 학생들에게 그에 맞는 다양한 교수 전략을 제공하는 것이다(Borisch, 2011). 학생의 개인차를 고려하여 수업 목표에 도달하고자 하는 교수 전략이나 수업에 참여하는 교실의 인원 전체를 위한 전략이라는 점에서 개별화된 교육과는 다르다(Ikwumelu, Oyibe, & Oketa, 2015). 모든 교사들은 교실에서 학생들의 다양성에 직면할 수밖에 없고, 다양한 학생들의 지식, 능력, 관심사를 어느 정도 고려하여 수업을 조정해야할지 결

정해야 한다(Ikwumelu, Oyibe, & Oketa, 2015). 교사들이 학생들의 수업 내용에 대한 이해 정도를 확인하지 않고 진도를 서둘러 나가게 되면 많은 학생들이 수업 중 갈피를 잃고, 흥미와 집중력, 자기효능감 등이 약화될 수 있다(Mostafa, Echazarra, & Guillou, 2018). 교사들은 몇 가지 방법을 활용해 수업 내용을 조정할 수 있는데, 학생들이 해당 수업을 이해하는 데 어려움을 겪는다면 교사들은 수업의 구성이나 설명 방식, 즉 교육과정을 재구성할 수 있다(Ikwumelu, Oyibe, Oketa, 2015). 학생 맞춤형 수업의 대표적인 예로는 수업 내용 간소화하기, 게임으로 수업을 시작하여 학생들의 참여를 돕기, 학생들이 주로 어려워하는 개념을 실험을 통해 도입하기 등이 있다. 학생 맞춤형 수업은 교사들이 학생들의 반응이나 제안에 따라 수업을 수정하게 되기 때문에, 학생들에게 제공하는 피드백과 밀접히 관련되어 있다.

탐구 기반 수업은 학생들을 다양한 탐구 활동에 참여시킴으로서 학생 스스로 과학 지식을 얻거나 의미를 구성하도록 하는 수업이다. 과학 탐구 수행의 필요성은 피아제, 오수벨, 비고츠키를 비롯한 구성주의 학자들의 학습 이론이 뒷받침하고 있으며(Cakir, 2008; Minner, Levy & Century, 2010). 오랫동안 과학 교육에서 중요성이 강조되어 왔다. 우리나라 과학 교육과정에서도 과학 교과는 학생이 과학의 개념을 이해하고 과학적 탐구 능력과 태도를 함양해야 한다는 것을 명시하여 과학 교과에서의 과학 탐구의 중요성을 강조하고 있으며, 과학과 교과 능력으로 과학적 탐구 능력을 제시하여 과학적 문제 해결을 위하여 실험, 조사, 토론 등 다양한 방법으로 증거를 수집, 해석, 평가하여 새로운 과학 지식을 얻거나 의미를 구성하는 능력을 기르도록 하고 있다(교육부, 2015).

탐구 기반 수업은 의사소통과 협력을 촉진하고, 학생들이 자기 주도 학습이 가능하게 하며, 과학 과목에 대한 진정한 관심을 발전시키는 이점을 가지고 있다(Crawford, 2007). 그러나 개방형 탐구부터 구조화된 탐구 또는 프로젝트 기반 학습까지 탐구 기반 수업에 대한 접근이 다양할 뿐 아니라 교사의 역할 및 개입의 정도에 대한 합의가 이루어지지 않았다. 안내 되지 않은 탐구 기반 수업의 경우, 학생들은 한 번 강화되면 바꾸기 어려운 잘못된 지식을 전개하거나 추론할 수 있다. 교사의 개입이나 가이드가 적은 발견 학습인 경우 실제로 학생의 학습이 거의 이루어지지 않는다는 비판이 있으며, 탐구 기반 수업이 실제로는 탐구 기능에서 초점이 맞추어져있다는 비판도 있다(Hmelo-Silver, Duncan, & Chinn, 2007). 또한 탐구 기반 수업은 다양한 탐구 수행을 위하여 실험 기자재, 실험실, 1인용 실험을 위한 충분한 실험 도구, 실험 재료, 스마트 기기 등 학교 현장의 물리적 환경, 제도적, 행정적 지원도 탐구 기반 수업의 성공적 실현에 영향을 미친다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 분석 자료

본 연구는 PISA 자료 중 과학 영역이 주영역이었던 2006과 2015의 학생 설문 자료를 활용하였다. PISA에서는 참여국 학생들의 인지적 성취에 영향을 미치는 다양한 교육맥락변인들에 대한 자료를 설문 조사를 통해 수집하여 이를 인지적 성취와 연계하여 분석할 수 있도록 정보를 제공하고 있다. 각 주기마다 주영역인 영역의 경우 주영역 관련 과목의 교수학습 상황에 대한 정보를 추가로 수집하는데, 과학 영역의 경우 주영역인 2006과 2015에서 참여국의 과학 과목 교수법에 대한 정보를 설문을 통해 추가로 조사하였다. 이에 본 연구에서는 우리나라 과학 수업에서 이루어지는 교수 활동에 대한 실태를 파악하고자 PISA 2006과 2015 학생 설문 중 과학 교수법에 해당하는 문항의 응답 원자료를 이용하였으며, 이 수치의 적절한 해석을 위하여 PISA 성취 상위국 중 PISA 2006과 PISA 2015에 모두 참여한 일본, 캐나다, 에스토니아, 핀란드의 학생 설문 응답 자료를 우리나라 자료와 함께 분석하였다.

PISA 2015의 경우 국가 간의 비교를 위한 가중치 변인을 사용하여 각 국가에서 5,000명의 학생을 분석하였으며, PISA 2006의 경우에는 국가 간의 비교를 위한 가중치 변인이 제공되지 않아 각 국가별 모집단을 추정하는 가중치 변인을 사용하여 분석을 수행하였다.

2. 검사도구 및 분석 방법

과학 수업의 실태를 분석하기 위하여 학생 설문에서 과학 교수법 관련 문항을 활용하였다. PISA 2015의 경우 학생 설문 중 <학교에서의 과학 학습> 파트의 21개 문항을 이용하였으며, PISA 2006의 경우 학생 설문 중 <과학에서의 교수와 학습> 파트의 34번의 하위 문항 17개 문항을 이용하였다. PISA 2006의 과학 교수법 관련 문항은 유형을 구분하고 있지 않으며, PISA 2015에서는 과학 교수법을 교사 주도 수업, 피드백 제공 수업, 학생 맞춤형 수업, 탐구 기반 수업 4가지 유형으로 분류하였다. PISA 2015에서 교사 주도 수업 관련 문항은 4문항, 피드백 제공 수업 관련 문항은 5문항, 학생 맞춤형 수업 관련 문항은 3문항, 탐구 기반 수업 관련 문항은 9문항이었다.

과학 수업에서 이루어지는 교수법의 실태를 파악하기 위하여 학생들에게 ‘과학 수업에서 다음 내용들이 얼마나 자주 발생합니까?’라고 물었으며, 설문 문항별로 4점 리커트 척도(1=전혀 또는 거의 없다, 2=일부 수업에서, 3=대부분의 수업에서, 4=모든 또는 거의 모든 수업에서)

로 코딩하여 교수법 하위 문항별 응답 평균 점수를 일본, 캐나다, 에스토니아, 핀란드의 학생 설문 응답 평균 점수와 비교하였다. 또한 결과 해석의 타당성을 확보하기 위하여 2개 학교를 방문하여 학생 면담과 과학 교사 면담을 실시하였으며, 4명의 과학 교육전문가와 분석 결과를 공유하고 연구자와 논의하는 과정을 거쳐 결과 해석의 타당성을 확보하였다.

IV. 연구 결과

1. PISA 2015 상위 5개국의 과학 수업

PISA 2015 학생 설문 중 과학 교수법에 해당하는 문항들에 대한 학생들의 응답 결과는 <표 IV-1>~<표 IV-4>와 같다.

가. 교사 주도 수업

PISA 2015의 ‘교사 주도 수업’은 교사들의 아이디어 설명, 질문에 대한 대답, 전체 학급 토의 등과 관련된 것으로, 우리나라 과학 수업에서 과학 교사 주도의 아이디어, 개념, 원리 등에 대한 설명과 질문에 대한 논의 등이 비교국에 비해 적게 이루어지는 것으로 나타났다(<표 IV-1> 참조).

<표 IV-1> 상위 5개국 학생들의 ‘교사 주도 수업’에 대한 인식

문항 내용	대한 민국	일본	캐나다	에스 토니아	핀란드
선생님은 과학적인 아이디어를 설명하신다.	2.12	2.51	3.01	2.53	2.90
선생님과 함께 전체 학급 토의를 한다.	1.67	1.69	2.57	2.50	2.46
선생님은 우리의 질문에 대해 논의하신다.	2.10	2.53	2.88	2.61	2.82
선생님은 아이디어(주제, 절차, 개념)를 설명해 주신다.	2.45	2.67	2.93	2.41	2.81
교사 주도 수업 평균	2.09	2.35	2.85	2.51	2.75

우리나라의 경우 ‘교사 주도 수업’ 중 응답 평균이 가장 높은 문항은 ‘선생님은 아이디어(주제, 절차, 개념)를 설명해 주신다.’이며(2.45), 가장 낮은 문항은 ‘선생님과 함께 전체 학급 토의를 한다.’로 나타나(1.67), 과학 수업에서 선생님과 함께 전체 학급 토의를 하는 경우는 학생들이 경험하기 힘든 것으로 나타났다. 캐나다와 핀란드가 상위국 중 ‘교사 주도 수업’ 각 항목의 응답 평균이 상대적으로 높게 나타나 대부분의 과학 수업에서 과학 교사들의 아이디어 설명,

질문에 대한 논의 등이 이루어지고 있는 것으로 나타났으며, 우리나라는 상위국들에 비해 ‘교사 주도 수업’ 각 항목의 응답 평균이 낮게 나타나 과학 수업 중 일부 수업에서 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 일본은 ‘선생님과 함께 전체 학급 토의를 한다.’의 경우 응답 평균 점수가 1.69로 우리나라와 함께 매우 낮은 점수가 나타나 과학 수업에서 선생님과 함께 전체 학급 토의를 경험하는 것은 드물게 일어나는 것으로 나타났으나 과학 수업에서 아이디어의 설명, 질문에 대한 논의 등은 우리나라에 비해 활발히 이루어지고 있는 것으로 파악되었다. 캐나다, 에스토니아, 핀란드는 ‘교사 주도 수업’의 모든 항목에서 고루 응답 평균이 높았으며, 특히 캐나다와 핀란드 응답 평균이 2점대 후반인 항목이 많아 대부분의 수업에서 ‘교사 주도 수업’ 관련 활동이 이루어지는 것을 확인할 수 있었다. 수업에서 학생들의 질문과 이에 대한 논의가 우리나라에 비해 많이 이루어지는 것은 주목할 만하다.

우리나라에서 ‘교사 주도 수업’에 해당하는 수업 활동이 상대적으로 적게 이루어지는 이유로 과학 교사들의 경우 고등학교에서 이루어지는 대학입시 위주의 수업으로 인하여 과학적인 아이디어의 설명, 학생들의 질문에 대한 논의, 전체 학생들과 과학 수업 주제에 대한 학급 토의 등이 중심이 되는 수업은 현실적으로 진행하기 어렵다고 설명하였으며, 특히 수업 중 전체 학급 토의가 이루어지는 활동은 교육과정이나 교과서의 구성에서 거의 찾을 수 없다고 응답하였다. 과학 교육 전문가들은 구성주의의 영향과 학생 중심 수업의 강조로 과학 수업에서 교사의 역할이 축소되는 경향이 나타나고 있으며, 과학 수업에서 교사의 다양한 역할에 대한 안내가 부족하기 때문이라는 의견을 제시하였다.

나. 피드백 제공 수업

PISA 2015의 ‘피드백 제공 수업’은 과학 수업을 통해 나타나는 학생들의 과학 과목 성취, 강점, 성취도를 향상시키고 학습 목표에 도달할 수 있는 방법 등에 대한 피드백과 조언을 묻는 것으로, 우리나라는 피드백 제공 수업 항목 모두의 응답 평균이 낮게 나타나 상위국들에 비해 적게 이루어지는 것으로 나타났다(<표 IV-2> 참고).

<표 IV-2> 상위 5개국 학생들의 ‘피드백 제공 수업’에 대한 인식

문항 내용	대한 민국	일본	캐나다	에스 토니아	핀란드
선생님은 내가 이 과학 과목에서 보이고 있는 성취수준에 대해 말씀해 주신다.	1.76	1.70	2.30	1.99	1.86
선생님은 나에게 이 과학 과목에서 나의 강점이 무엇인지에 대한 피드백을 주신다.	1.63	1.43	2.19	1.99	1.81
선생님은 나에게 어떤 영역에서 성취도를 더 높일 수 있는지에 대해 말씀해 주신다.	1.72	1.61	2.22	1.80	1.81
선생님은 나의 성취를 향상시킬 수 있는 방법을 말씀해 주신다.	1.84	2.07	2.26	2.07	1.86
선생님은 학습목표의 도달 방법에 대해 조언해 주신다.	1.98	1.99	2.24	2.01	1.88
피드백 제공 수업 평균	1.78	1.76	2.24	1.97	1.84

우리나라는 ‘피드백 제공 수업’ 각 항목의 응답 평균이 모두 2점 미만으로 학생 개별 피드백의 발생 빈도가 낮은 것으로 나타났다. 이중 응답 평균이 가장 높은 문항은 ‘선생님은 학습 목표의 도달 방법에 대해 조언해 주신다.’이며(1.98), 응답 평균이 가장 낮은 문항은 ‘선생님은 나에게 이 과학 과목에서 나의 강점이 무엇인지에 대한 피드백을 주신다.’였다(1.63). 캐나다 가 상위국 중 피드백 제공 수업 각 항목의 응답 평균이 상대적으로 높았으며, 우리나라와 일본은 피드백 제공 수업에 해당하는 항목들의 응답 평균이 전반적으로 낮았다. 캐나다, 에스토니아, 핀란드의 경우 각 항목의 응답 평균이 유사한데 비하여, 우리나라와 일본의 경우 ‘선생님은 나에게 이 과학 과목에서 나의 강점이 무엇인지에 대한 피드백을 주신다.’의 응답 평균이 가장 낮게 나타나, 과학 과목에서의 학습 목표 도달과 성취 향상을 위한 피드백에 비하여 학생 개개인의 강점을 살피는 개별 맞춤형 피드백이 상대적으로 부족한 것으로 나타났다. 일본은 피드백 제공 수업의 항목들이 우리나라보다 낮은 항목들이 있으나 ‘선생님은 나의 성취를 향상시킬 수 있는 방법을 말씀해 주신다.’의 경우 응답 평균 점수는 캐나다 다음으로 두 번째로 상대적으로 높게 나타나 과학 수업 중에 과학 성취 향상을 위한 과학 교사들의 노력과 피드백이 상대적으로 활발하게 이루어지는 것으로 보인다.

우리나라에서 ‘피드백 제공 수업’에 해당하는 항목들의 응답 평균이 전반적으로 낮은 이유로 과학 교사들의 경우 수업에서는 진도를 나가는데 급급하여 학생들을 개별 피드백을 제공할 시간이 거의 없다고 설명하였으며, 그동안 이루어지는 피드백은 생활기록부의 과목별 세부능력 및 특기사항란에 학생들의 과목에서 보이는 강점 등을 서술해주는 것이 대부분으로 수업을 진행하면서 학생들에게 수시로 피드백을 할 여력이 없었다고 설명하였다. 또한 피드백을 해야 하는 필요성과 의무, 제도적 장치 등이 마련되지 않아 거의 피드백이 거의 이루어지지 않았다는 의견을 제시하였다. 그러나 최근 교육현장에서는 과정 중심 평가가 강조되고 있어 점차 학생들에게 수시 피드백을 제공하기 위한 노력이 이루어지고 있으며, 향후 수업을

통한 피드백은 더 확대될 것이라고 인식하고 있었다. 학생 면담에서도 학생들은 과학 과목에서 본인의 강점 등을 피드백 받은 경험이 거의 없었으며, 향후 학교 수업에서 개별 맞춤형 피드백을 받고 싶다는 의견을 제시하였다.

다. 학생 맞춤형 수업

PISA 2015의 ‘학생 맞춤형 수업’은 학생들의 요구, 상황 등에 맞추어 수업을 조정하는 것으로 우리나라는 학생 맞춤형 수업 각 항목의 응답 평균이 상위국들과 유사하게 나타났다(<표 IV-3>참고).

<표 IV-3> 상위 5개국 학생들의 ‘학생 맞춤형 수업’에 대한 인식

문항 내용	대한민국	일본	캐나다	에스토니아	핀란드
선생님은 학생의 요구와 지식 수준에 맞추어 수업을 진행하신다.	2.49	2.55	2.53	2.09	2.29
선생님은 주제나 과제를 이해하지 못하는 학생들을 위해 개별적인 도움을 제공해 주신다.	2.37	1.95	2.78	2.40	2.57
선생님은 대부분의 학생이 이해하기 어려운 주제에 대한 수업을 할 때 수업 내용이나 방식을 바꾸신다.	2.21	2.12	2.47	2.21	2.27
학생 맞춤형 수업 평균	2.35	2.21	2.59	2.23	2.37

우리나라의 경우 학생 맞춤형 수업 중 응답 평균이 가장 높은 문항은 ‘선생님은 학생의 요구와 지식 수준에 맞추어 수업을 진행하신다.’이며(2.49), 응답 평균이 가장 낮은 문항은 ‘선생님은 대부분의 학생이 이해하기 어려운 주제에 대한 수업을 할 때 수업 내용이나 방식을 바꾸신다.’(2.21)로 나타났다. 캐나다가 학생 맞춤형 수업 각 항목의 응답 평균이 상대적으로 높았으며, 일본과 에스토니아가 일부 항목에서 응답 평균이 낮게 나타났다. 캐나다와 핀란드의 경우 학생 맞춤형 수업의 항목 중 ‘선생님은 주제나 과제를 이해하지 못하는 학생들을 위해 개별적인 도움을 제공해 주신다.’의 응답 평균이 가장 높게 나타나 과학 학습을 따라가지 못하는 학생들을 효과적으로 지도하기 위한 노력을 우선시하고 있으며, 이에 비해 우리나라는 ‘선생님은 학생의 요구와 지식 수준에 맞추어 수업을 진행하신다.’의 수치가 가장 높게 나타나 개별 학생을 위한 전략을 따로 제공하기보다는 학생들의 요구와 수준에 맞추어 수업의 진행을 조절하는 것이 주로 이루어지는 나타났다.

대체로 우리나라 과학 교사들은 학생들의 상황을 파악하고 이를 반영한 수업을 진행하고 있으나 학생들의 이해 상황에 따라 수업 방식을 적극적으로 재구성하지는 않는 것으로 나타나 향후 적극적인 교육과정과 수업 방식의 재구성을 위한 지원이 필요한 것으로 보인다.

라. 탐구 기반 수업

PISA 2015의 ‘탐구 기반 수업’은 학생들을 실험, 토론, 조사 등 다양한 탐구 활동에 참여시켜 과학에 대한 이해를 증진시키는 것으로, 우리나라는 탐구 기반 수업 중 탐구 실행에 해당하는 항목들의 응답 평균이 매우 낮게 나타났다(<표 IV-4> 참조). 과학 과목에서 과학 탐구의 중요성을 뒷받침하듯 과학 교수법 설문 문항 중 가장 많은 9개 문항이 ‘탐구 기반 수업’과 관련한 문항이며, PISA 2006의 과학 교수법 설문에서도 다수의 문항이 ‘탐구 기반 수업’과 관련한 문항이었다.

<표 IV-4> 상위 5개국 학생들의 ‘탐구 기반 수업’에 대한 인식

문항 내용	대한민국	일본	캐나다	에스토니아	핀란드
학생들에게 자신의 생각을 설명할 기회가 주어진다.	2.36	2.47	3.08	2.93	2.97
학생들이 실험실에서 실험 실습을 한다.	1.58	1.81	2.19	1.75	1.94
학생들은 과학 문제에 대해 토론해야 한다.	1.57	1.55	2.08	1.74	1.68
학생들은 자신이 한 실험으로부터 결론을 도출해야 한다.	1.64	2.09	2.58	2.20	2.23
과학 과목에서 배우는 과학 개념이 다양한 현상에 어떻게 적용될 수 있는지를 선생님께서 설명해 주신다.	2.61	2.30	2.95	2.68	2.58
학생들이 자기 나름대로 실험을 설계하는 것이 허용된다.	1.54	1.46	1.84	1.56	1.28
탐구 조사에 관해 토론을 한다.	1.57	1.38	1.95	2.15	1.59
선생님께서는 과학 개념이 일상 생활과 관련 있음을 분명하게 설명해 주신다.	2.38	2.15	2.76	2.65	2.47
학생들은 아이디어를 점검하기 위해 탐구 조사할 것을 요구 받는다.	1.59	1.51	2.18	1.73	1.58
탐구 기반 수업 평균	1.87	1.86	2.40	2.15	2.04

우리나라의 경우 ‘탐구 기반 수업’ 중 응답 평균이 가장 높은 문항은 ‘과학 과목에서 배우는 과학 개념이 다양한 현상에 어떻게 적용될 수 있는지를 선생님께서 설명해 주신다.’이며(2.61), 응답 평균이 가장 낮은 문항은 ‘학생들이 자기 나름대로 실험을 설계하는 것이 허용된다.’(1.54)로 나타났다. 우리나라 학생들은 ‘학생들이 실험실에서 실험 실습을 한다.’, ‘학생들은 과학 문제에 대해 토론해야 한다.’, ‘학생들은 자신이 한 실험으로부터 결론을 도출해야 한다.’, ‘학생들이 자기 나름대로 실험을 설계하는 것이 허용된다.’, ‘탐구 조사에 관해 토론을 한다.’, ‘학생들은 아이디어를 점검하기 위해 탐구 조사할 것을 요구 받는다.’와 같은 탐구의 실행과 관련된 항목들의 응답 평균이 1.54~1.64로 낮게 나타나, 우리나라 학생들은 과학 수업에서 탐구를 수행하는 활동은 일부 수업에서 이루어지거나 거의 이루어지지 않는다고 인식하고 있었다.

캐나다가 탐구 기반 수업과 관련된 대부분의 문항에서 응답 평균이 높게 나타나 과학 수업

에서 다양한 탐구 활동을 경험할 수 있는 수업이 이루어지는 것으로 나타났으며, 우리나라와 일본은 상대적으로 탐구 활동을 수행하는 수업이 적게 이루어지는 것으로 나타났다. ‘학생들이 자기 나름대로 실험을 설계하는 것이 허용된다.’의 경우 상위국 모두 응답 평균이 낮게 나타나 과학 수업에서 많이 이루어지지 않는 것을 확인할 수 있었으나, 캐나다의 경우는 다른 국가에 비해선 상대적으로 높은 평균 점수를 보이고 있었다. ‘학생들은 과학 문제에 대해 토론해야 한다.’, ‘탐구 조사에 관해 토론을 한다.’, ‘학생들은 아이디어를 점검하기 위해 탐구 조사할 것을 요구 받는다.’의 경우 우리나라, 일본, 핀란드의 응답 평균이 매우 낮게 나타나 과학 수업에서 상대적으로 토론 활동이나 자신의 아이디어를 점검하기 위한 탐구 활동 등을 경험하기 어려운 것으로 나타났다. 우리나라는 실험의 설계와 수행 뿐 아니라 의사소통 능력이 중요한 토론 활동 등이 과학 수업에서 전반적으로 적게 이루어지고 있는 것으로 나타났다.

우리나라에서 ‘탐구 기반 수업’ 중 탐구의 실행에 해당하는 항목들의 응답 평균이 전반적으로 낮은 이유로 과학 교사들은 과학 수업 중 진행되는 탐구 활동은 수행 평가를 위한 최소한의 실험 실습 등을 진행하는 경우가 많아 탐구의 실행에 해당하는 수업 활동들이 적게 일어나며, 이는 고등학교의 상위 학년으로 갈수록 더욱 심화된다고 설명하였다. 그러나, 학교 평가에서 수행평가의 비중이 계속 증가되고, 2015 개정 교육과정에서 도입된 과학탐구실험 등으로 학교 과학 수업에서 탐구 활동이 강조되고 있어 향후 탐구의 실행과 관련된 수업 활동은 계속 증가될 것으로 예상하고 있었다.

<표 IV-1>~<표 IV-4>를 종합적으로 살펴보면, 우리나라는 네 가지 교수법 학생 맞춤형 수업을 제외한 모든 교수법에서 응답 평균이 낮게 나타났다. 캐나다가 교수법의 대부분의 항목에서 응답 평균이 높게 나타나 과학 수업에서 교사들의 적극적인 역할을 예상할 수 있었다. 비교국 모두에서 피드백 제공 수업은 다른 교수법에 비해 상대적으로 적게 이루어지고 있었으며, 탐구 기반 수업의 경우 탐구의 실행과 관련된 실험 실습, 실험 설계, 토론 등의 활동들이 전반적으로 과학 수업에서 적게 이루어지는 것으로 나타났다.

2. PISA 2006 상위 5개국의 과학 수업

PISA 2006에서 과학 교수법을 묻는 문항은 PISA 2015와 유사하게 ‘학교에서 과학 과목을 배울 때, 다음과 같은 상황이 얼마나 자주 일어납니까?’라는 질문으로 4단계 리커트 척도(거의 없다, 일부 수업 시간에, 대부분의 수업 시간에, 모든 수업 시간에)로 학생들의 인식을 조사하였다. ‘학생들에게 자신의 생각을 설명할 기회가 주어진다.’, ‘학생들이 실험실에서 실험 실습을 한다.’와 같은 17개 문항으로 전통적인 교수법에 대한 문항과 과학 탐구에 초점을 둔 문항으로 과학 교수법에 대한 정보가 조사되었다. PISA 2006 5개국 학생들의 과학 교수법에 대한 인식은 <표 IV-6>과 같다.

<표 IV-6> PISA 2006 5개국 학생들의 과학 교수법에 대한 인식

번호	문항 내용	대한 민국	일본	캐나다	에스토 니아	핀란드
Q34_a*	학생들에게 자신의 생각을 설명할 기회가 주어진다.	1.94	2.16	3.00	2.86	2.82
Q34_b*	학생들이 실험실에서 실험 실습을 한다.	1.73	1.67	2.21	1.77	1.99
Q34_c	학생들은 과학 과목에 제시된 과학 문제를 실험실에서 조 사할 수 있는 방법을 설계해야 한다.	1.71	1.46	2.18	1.73	1.60
Q34_d	학생들은 과학 과목에서 배우는 과학 개념을 일상생활 문 제에 적용해야 한다.	1.88	1.52	2.50	2.24	2.09
Q34_e	해당 주제에 대한 학생들의 의견이 수업에 반영된다.	1.88	1.74	2.56	2.60	2.53
Q34_f*	학생들은 자신이 한 실험으로부터 결론을 도출해야 한다.	2.02	1.97	2.83	2.47	2.57
Q34_g*	과학 과목에서 배우는 과학 개념이 다양한 현상(예:물체의 운동, 비슷한 성질을 가진 물질)에 어떻게 적용될 수 있는 지를 선생님께서 설명해 주신다.	2.68	2.00	2.98	2.80	2.71
Q34_h*	학생들이 자기 나름대로 실험을 설계하는 것이 허용된다.	1.58	1.44	1.73	1.68	1.30
Q34_i	수업 시간에 토론이나 논쟁을 할 수 있다.	1.62	1.27	2.23	2.47	1.79
Q34_j	선생님께서 시범 실험을 하신다.	1.93	1.81	2.43	2.31	2.01
Q34_k	학생들은 자신들이 할 조사 활동을 선택할 수 있는 기회가 있다.	1.60	1.45	1.75	1.84	1.56
Q34_l	선생님께서는 과학 과목을 이용하여 학생들이 학교 밖의 세상을 이해하도록 도와주신다.	1.78	1.60	2.58	2.41	2.18
Q34_m	학생들이 해당 주제에 대하여 토론을 한다.	1.49	1.45	2.58	2.63	2.26
Q34_n	학생들이 선생님의 지도를 받으면서 실험을 한다.	2.09	2.25	2.80	2.36	2.51
Q34_o*	선생님께서는 과학 개념이 일상 생활과 관련 있음을 분명 하게 설명해 주신다.	2.20	1.83	2.68	2.69	2.34
Q34_p	학생들은 자신의 생각을 검증하기 위하여 조사 활동을 해 야 한다.	1.62	1.83	2.02	1.97	1.73
Q34_q	선생님께서는 기술적으로 응용된 사례를 이용하여 과학 과 목이 사회와 어떻게 관련되어 있는지를 설명해 주신다.	1.98	1.72	2.48	2.30	1.94

* 2006과 2015 동일 문항

우리나라는 PISA 2006 과학 교수법 관련 문항 17개에서 평균 점수가 1.58~2.68점으로 나타났다. 과학 수업에서 가장 많이 이루어지는 것은 ‘과학 과목에서 배우는 과학 개념이 다양한 현상(예:물체의 운동, 비슷한 성질을 가진 물질)에 어떻게 적용될 수 있는지를 선생님께서 설명해 주신다.’(2.68)였으며, 가장 적게 이루어지는 것은 ‘학생들이 해당 주제에 대하여 토론을 한다.’(1.49)였다. 우리나라와 일본은 캐나다, 에스토니아, 핀란드에 비해 과학 수업에서 토론 활동이 매우 적게 이루어지는 것으로 나타났으며, 우리나라의 경우 ‘학생들에게 자신의 생각을 설명할 기회가 주어진다.’(1.94)도 상대적으로 낮게 나타나 학생들이 과학 수업에서 자신의

생각을 설명할 기회가 상대적으로 적은 것으로 나타났다. 캐나다가 17개 항목 모두에서 과학 수업에서 해당 항목에 해당하는 활동이 가장 많이 이루어지는 것으로 나타났으며, ‘학생들이 자기 나름대로 실험을 설계하는 것이 허용된다.’와 ‘학생들은 자신들이 할 조사 활동을 선택할 수 있는 기회가 있다.’는 5개국 모두에서 과학 수업에서 상대적으로 자주 수행되지 않는 것으로 나타났다.

PISA 2006과 PISA 2015의 과학 교수법 문항 중 동일 문항에 대한 학생 설문 결과를 비교해보면, <표 IV-7>과 같다.

<표 IV-7> PISA 2006과 PISA 2015 동일 문항에서 나타난 상위국 학생들의 인식 비교

동일 문항	한국		일본		캐나다		에스토니아		핀란드	
	2006	2015	2006	2015	2006	2015	2006	2015	2006	2015
Q34_a	1.94	2.36	2.16	2.47	3.00	3.08	2.86	2.93	2.82	2.97
Q34_b	1.73	1.58	1.67	1.81	2.21	2.19	1.77	1.75	1.99	1.94
Q34_f	2.02	1.64	1.97	2.09	2.83	2.58	2.47	2.20	2.57	2.23
Q34_g	2.68	2.61	2.00	2.30	2.98	2.95	2.80	2.68	2.71	2.58
Q34_h	1.58	1.54	1.44	1.46	1.73	1.84	1.68	1.56	1.3	1.28
Q34_o	2.20	2.38	1.83	2.15	2.68	2.76	2.69	2.65	2.34	2.47

우리나라의 경우 PISA 2006과 PISA 2015에서 동일한 문항의 결과를 비교해보면, ‘Q34_g. 과학 과목에서 배우는 과학 개념이 다양한 현상에 어떻게 적용될 수 있는지를 선생님께서 설명해 주신다.’와 ‘Q34_h. 학생들이 자기 나름대로 실험을 설계하는 것이 허용된다.’의 경우 수치가 약간 감소하였으나 유사한 것으로 나타났다. ‘Q34_a. 학생들에게 자신의 생각을 설명할 기회가 주어진다.’, ‘Q34_o. 선생님께서는 과학 개념이 일상 생활과 관련 있음을 분명하게 설명해 주신다.’의 경우는 응답 평균이 상승하였다. ‘Q34_b. 학생들이 실험실에서 실험 실습을 한다.’와 ‘Q34_f. 학생들은 자신이 한 실험으로부터 결론을 도출해야 한다.’의 응답 평균은 PISA 2015에서 감소하였다.

‘Q34_a. 학생들에게 자신의 생각을 설명할 기회가 주어진다.’의 경우 우리나라는 PISA 2006에서 PISA 2015로 가면서 0.42가 증가하며 과학 수업에서 변화가 가장 많이 생긴 문항이었으며, 일본, 캐나다, 에스토니아, 핀란드의 과학 교수법 설문 문항 중 높은 응답 평균을 나타내고 있어 각국의 과학 수업에서 중요한 활동으로 판단하고 지속적으로 강조하는 것으로 판단된다. ‘Q34_f. 학생들은 자신이 한 실험으로부터 결론을 도출해야 한다.’의 경우 우리나라는 PISA 2006에서 PISA 2015로 가면서 응답 평균이 0.38 감소하여 과학 수업에서 학생들이 자신이 한 실험으로부터 결론을 도출하는 활동이 크게 줄어든 것으로 나타났다. 학생 면담에서 학생들은 실험을 수행한 후에 교과서에 제시되는 실험 결과와 비교하여 실험 결과를 교과서

에 맞추는 경향이 나타나 자신이 한 실험으로부터 결론을 도출한다고 생각하지 않을 수 있다는 의견이 제시되었으며, 교사들과 과학 교육 전문가의 경우 우리나라 교과서에 제시된 실험이 실험 과정부터 결론까지를 일련의 흐름으로 제시하고 있어 결론을 스스로 도출하기 보다는 교과서에 탐구 활동에서 제시된 질문에 답을 하는 방식으로 결론을 도출하게 되는 것이 학생 스스로 결론을 도출하지 않는다고 생각할 수 있다는 의견이 제시되었다.

캐나다, 에스토니아, 핀란드의 경우 Q34 문항을 제외하고는 PISA 2006과 PISA 2015에서 과학 교수법 문항의 응답 평균이 거의 유사하였으며, PISA 2015에서 과학 영역 순위가 연구 비교 대상국 중 순위가 가장 높은 일본이 동일 문항 모든 항목에서 PISA 2006에 비해 PISA 2015의 응답 평균이 상승한 것이 주목할 만하다.

PISA 2006에서 우리나라 과학 수업 중 가장 적게 이루어지고 있는 것은 ‘학생들이 해당 주제에 대하여 토론을 한다.’이며, 토의와 토론 관련 수업은 PISA 2015에서도 학생들의 응답 평균이 매우 낮은 것으로 나타났다. 우리나라와 일본은 PISA 2006과 PISA 2015 모두에서 과학 수업에서 토의, 토론 활동이 상대적으로 적게 이루어지고 있어 ‘과학적 문제해결력’과 ‘과학적 의사소통능력’ 등을 키우기 위한 수업이 과학 수업에서 활발하게 이루어지지 못하는 것으로 나타났다. 캐나다와 에스토니아는 토의, 토론 수업에 대한 응답 평균도 상대적으로 높게 나타나 과학 수업에서 의사소통능력을 키우기 위한 수업 활동이 많이 이루어지고 있었다.

V. 결론 및 논의

본 연구는 PISA 설문 자료를 분석하여 우리나라 과학 수업에서 이루어지는 교수법의 실태를 파악하고 이를 바탕으로 향후 우리나라 과학 수업을 위한 시사점을 도출하고자 하였다.

연구 결과 우리나라 과학 수업은 교사 주도 수업의 응답 평균이 매우 낮게 나타나 과학 수업에서 과학적인 아이디어의 설명과 학생들의 질문에 대한 논의 등이 적게 이루어지는 것으로 나타났다. 교사 주도 수업의 경우 선생님이 과학 수업에서 아이디어(주제, 절차, 개념)를 설명해 주는 활동이 많이 이루어지는 것으로 나타났으며, 선생님과 함께 학급 전체가 토의를 하는 수업은 거의 이루어지지 않는 것으로 나타났다. 피드백 제공 수업에 해당하는 문항들은 모두 응답 평균이 매우 낮게 나타나 과학 수업에서 학생들에게 피드백의 제공이 부족한 것으로 나타났다. 상대적으로 선생님이 학습목표의 도달 방법에 대해 조언이 많이 이루어졌으며, 선생님은 학생 개개인의 과학 과목의 강점 등에 대한 피드백은 매우 부족한 것으로 나타났다. 학생 맞춤형 수업의 경우 과학 수업에서 학생의 요구와 수준에 맞추어 수업이 진행되고 있으나 수업 방식의 재구성까지의 변화는 부족한 것으로 나타났다. 탐구 기반 수업의 경우 실험

설계 및 실험 실습, 과학 문제에 대한 토론 등 과학 탐구의 설계 및 수행과 관련한 항목들이 모두 응답 평균이 상대적으로 낮게 나타났다.

우리나라는 PISA 2006에 비하여 PISA 2015의 과학 수업에서 학생들에게 자신의 생각을 설명할 기회를 제공하는 기회가 크게 늘었으나, 학생들이 실험실에서 실험 실습을 하는 활동과 스스로 수행한 실험으로부터 결론을 도출하는 활동은 과학 수업에서 감소한 것으로 나타났다. 또한 지속적으로 토의, 토론 관련 활동이 과학 수업에서 적게 이루어지는 것으로 나타났다. 캐나다가 계속해서 과학 교수법 관련 모든 항목에서 학생들의 응답 평균이 고르게 높게 나타나 교사들이 적극적으로 다양한 교수법을 과학 수업에서 적용하고 있는 것으로 보인다. 또한 PISA 2015 과학 영역에서 최상위의 성적을 보인 일본이 PISA 2006에 비해 2015에서 과학 교수법 항목들의 응답 평균이 상승한 것을 볼 때, 우리나라도 과학 수업에서 지속적으로 적게 수행되는 과학 교수법을 파악하고 이를 보완하는 노력이 필요하다.

연구를 바탕으로 제언을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 우리나라의 경우 피드백 제공 수업의 모든 항목들의 응답 평균이 매우 낮게 나타나므로, 과학 학습에 대한 동기 및 자존감의 향상을 도모할 수 있도록 학습 과정 중 지속적이고 긍정적인 피드백을 제공할 필요가 있다. 모든 학생들이 학습 목표에 도달하기 위해서는 학생들의 다양한 선지식, 능력, 관심사 등에 맞추어 피드백을 제공하고 수업을 조정하는 것은 교육에 있어 필수적인 요소이고(Hofstein & Lunetta, 2004), 2015 개정 교육과정에서 강조하는 과정 중심 평가에서도 학생 개별로 이루어지는 피드백이 중요하므로, 인지적 성취뿐 아니라 정의적 성취를 자극하는 다양한 피드백과 학생의 학습 단계를 발달시킬 수 있는 질적 피드백을 학생들에게 맞춤형으로 지속적으로 제공할 필요가 있다.

둘째, 우리나라는 PISA 2015에서 학생 맞춤형 수업을 제외한 교사 주도 수업, 피드백 제공 수업, 탐구 기반 수업의 학생 응답 평균이 매우 낮게 나타나 과학 수업에서의 교사의 역할에 대한 제고가 필요하다. 과학 수업에서 교사의 역할은 단순히 지식을 전달하는 것이 아닌 다양한 역할이 존재하나, 교사 주도 수업에 대한 부정적 인식으로 인해 수업에서 교사의 역할이 너무 축소되고 학생 활동에만 치우친 수업이 이루어지는 경향도 있다. 그러나 구성주의와 2015 개정 교육과정에서 강조하는 학생 참여 중심 수업에서의 교사 역할은 방관자가 아니라 학습의 적극적인 촉진자이어야 한다. 또한, 미래의 과학 수업은 인공지능 활용, 가상현실 적용 등 끊임없이 변화하는 과학 기술의 발달로 인해 혁신적으로 변화할 것이다. 과학 수업은 새로운 테크놀로지의 적용으로 계속해서 진화할 것이며 이 안에서 과학 교사의 역할도 계속해서 변화할 것이다. 이에 과학 수업에서 교사의 적절한 개입, 스캐폴딩의 제공, 학생 지원 및 안내 등 과학 교사들의 역할을 재정립하고 이에 부응하는 교사의 역할을 재정립할 필요가 있다.

셋째, 우리나라 학생들은 탐구 기반 수업에 해당하는 활동이 지속적으로 과학 수업에서 적게 이루어지는 것으로 나타나, 탐구 기반 수업의 활성화를 위한 교사 연수와 지원이 필요하다.

다. 과학 탐구는 과학 과목이 다른 과목과 다른 가장 큰 특징으로 학생들은 탐구 기반 수업을 통해 과학에 대한 태도, 학습 의향 등을 개선하여 과학 학습에 대한 자존감을 향상시킬 수 있으며, 이는 학생들의 인지적 성취에도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(OECD, 2016). 그러나 탐구 활동이 단순히 학생의 흥미와 호기심을 불러일으키거나 탐구의 수행에만 초점을 두는 것이 아니라, 탐구를 통한 과학 개념 학습으로 이루어져 진정한 탐구 기반 수업이 되기 위해서는 차세대 과학표준(Next Generation Science Standards)에서 제시한 바와 같이 과학 교사의 탐구 기반 과학 수업을 위한 수업 전문성 함양이 필수적이다(NRC, 2014). 탐구의 수행에서 더 나아가 탐구 기반 수업을 통해 과학 학습이 이루어지기 위하여 탐구 기반 수업을 위한 수업 전문성 함양 교사 연수가 진행될 필요가 있다. 또한 탐구 기반 수업은 과학실 및 활동 공간의 확보, 사용이 편리하고 학생 개별로 탐구 활동이 가능한 실험 도구 및 기자재 등의 확보가 필요하며, 4차 산업혁명에 부응하는 첨단 디바이스를 통한 가상 실험 및 조사 탐구 등이 가능하려면 시설 및 재정 지원 등도 필수적이다. 앞으로 우리나라 과학 수업에서 지속적으로 다양한 탐구의 실행이 적게 이루어지는 것을 해결하기 위한 지속적인 지원과 관심이 필요하다.

넷째, 2015 개정 교육과정에서 강조하는 교과 역량이 고루 길러지기 위해서는 각 교과 역량을 기르기 위한 성취기준을 교육과정에 고루 포함할 필요가 있다. 2015 개정 과학과 교육과정에서도 ‘문제 인식, 탐구 설계와 수행, 증거에 기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가’ 등의 8가지 기능을 통해 과학과 교과 역량을 함양하도록 강조하고 있으나, 우리나라 과학 수업에서 의사소통능력에 필수적인 토의, 토론 수업 등은 지속적으로 적게 이루어지는 것으로 나타났다. 또한 교육과정의 기능에서 강조하고 있는 문제 인식을 비롯한 8가지 기능은 단순히 탐구를 수행하는 것에서 더 나아가 가설, 이론 등 과학 지식의 구성 요소와 과학에 의해 생산된 지식을 정당화하는 인식론적 지식 등에 대한 성취기준을 필요로 한다. 실험의 수행과 함께 실험 과정에서의 신뢰도와 정확도, 협력의 역할 등을 다루고 자신이 수행한 탐구를 통해 과학적 주장이 설득력을 얻는 방법 등을 과학 수업을 통해 기를 수 있도록 교육과정 성취기준에서 명시한다면, 우리나라에서 매우 적게 실행되는 것으로 나타난 실험 설계, 자신이 한 실험으로부터의 결론 도출, 과학 문제 또는 탐구 조사에 대한 토론 등의 과학 탐구 활동도 자연스럽게 과학 수업에서 늘어날 것이다.

참 고 문 헌

- 교육부(2015). **초·중등학교 교육과정 총론**. 교육부 고시 제2015-74호 [별책1].
- 김현정, 구남욱(2019). PISA 2015 과학 영역 성취 특성 분석: 상위국 비교 및 문항 분석을 중심으로. **학습자중심교과교육연구**, 19(16), 849-869.
- 서울시교육청(2018). **창의지성·감성을 갖춘 미래인재를 기르는 교실혁신 방안 발표**. 서울시교육청 보도자료(2018. 12. 12).
- 손원숙(2017). 중등교사의 형성평가 유형에 대한 국제비교분석-PISA 2015 자료의 활용. **교육평가연구**, 30(2), 269-290.
- 조성민, 김현정, 구남욱, 이소연, 이인화(2019). **PISA 2015 설문 결과에 나타난 우리나라 과학 수업의 실태(ORM 2019-54-1)**. 한국교육과정평가원.
- 최혁준(2012). 한국, 일본, 핀란드의 PISA 2012 과학 결과 비교. **교원교육**, 31(3), 379-399.
- Borisch, G. (2011). *Effective teaching methods : research-based practice*. Pearson: Boston.
- Kakir, M. (2008). Constructivist approaches to learning in science and their implications for science pedagogy: *A literature review. International journal of environmental and science education*, 3(4), 193-206.
- Crawford, B. A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of research in science teaching*, 44(4), 613-642.
- Echazarra, A., Salinas, D., Méndez, I., Denis, V., & Rech, G. (2016). *How teachers teach and students learn (No. 130)*. OECD Publishing.
- Gao, S. (2014). Relationship between science teaching practices and students' achievement in Singapore, Chinese Taipei, and the US: An analysis using TIMSS 2011 data. *Frontiers of Education in China*, 9(4), 519-551.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning : a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge: New York & London.
- Hattie, J., Gan, M., & Brooks, C. (2017). "Instruction based on feedback", in Mayer, R. and P. Alexander (eds.), *Handbook of Research on Learning and Instruction*. Routledge: New York & London.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81 - 112.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations

- for the twenty first century. *Science education*, 88(1), 28-54.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: a response to Kirschner, Sweller(2006). *Educational psychologist*, 42(2), 99-107.
- Ikwumelu, S., Oyibe, O., & Oketa, E. (2015). Adaptive teaching: An invaluable pedagogic practice in social studies education. *Journal of Education and Practice*, 6(33), 140 - 144.
- Kluger, A. N., & DeNisi, A. (1996). The effects of feedback interventions on performance: A historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory. *Psychological bulletin*, 119(2), 254.
- Lau, K. C., & Lam, T. Y. P. (2017). Instructional practices and science performance of 10 top-performing regions in PISA 2015. *International Journal of Science Education*, 39(15), 2128-2149.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- Mostafa, T., Echazarra, A., & Guillou, H. (2018). *The science of teaching science: An exploration of science teaching practices in PISA 2015 (No. 188)*. OECD Publishing.
- National Research Council. (2014). *Developing assessments for the next generation science standards*. National Academies Press.
- OECD (2016). *PISA 2015 results (Volume II): Policies and practices for successful schools*. OECD Publishing.
- Ormrod, J. E. (2012). *Essentials of Educational Psychology: Big Ideas to Guide Effective Teaching (3rd ed.)*. Pearson: Boston.
- Swaak, J., De Jong, T., & Van Joolingen, W. R. (2004). The effects of discovery learning and expository instruction on the acquisition of definitional and intuitive knowledge. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20(4), 225-234.
- Tunstall, P., & Gipps, C. (1996). Teacher feedback to young children in formative assessment: A typology. *British educational research journal*, 22(4), 389-404.
- Weiss, I. R. (1997). The status of science and mathematics teaching in the United States: Comparing teacher views and classroom practice to national standards. *Nise Brief*, 1(3), n3.

ABSTRACT

Analysis of Science Instruction in Korea based on the Results of PISA Questionnaire

Hyunjung Kim

Associate Research Fellow, Korea Institute for Curriculum and Evaluation

Namwook Koo

Associate Research Fellow, Korea Institute for Curriculum and Evaluation

The purpose of this study was to investigate the actual situation of science instruction in Korea based on the results of PISA student questionnaire. To this end, Japan, Canada, Estonia, and Finland were selected to be compared with Korea, and the results of these countries' student questionnaire in both PISA 2006 and 2015 were analyzed. The main findings are as follows. First, the overall item means associated with science instruction for Korean students were relatively low. In Korea teacher-directed instruction was less frequently conducted and also feedback and class activities related to scientific inquiry practices were less frequent compared to other countries. Second, class activities to explain students' ideas during science class in PISA 2015 have much increased compared to PISA 2006, however, class activities related to practices of scientific exploration such as experimental practice, experimental design, drawing conclusion, and discussion were consistently less frequent since PISA 2006. Based on these results improvement plans and implications for future science instruction are discussed.

Key Words: PISA, science instruction, student questionnaire