

PISA 2006 과학적 소양 성취도 하락 이후 변화추이 (2006-2008)*

서혜애^{1**}, 박윤배², 정은영³

¹부산대학교, ²경북대학교, ³전남대학교

Trends of 2006-2008 after Results of PISA 2006 Scientific Literacy Achievement Decreased

Hae-Ae Seo¹, Yun-Bae Park², Eun-Young Jeong³

¹Pusan National University, ²Kyungpook National University, ³Jeongnam National University

ABSTRACT

The study aimed to investigate the trends in scientific literacy achievement after PISA 2006 results. For this end, a scientific literacy test was developed using public released six items from PISA 2006 test and was administered to 1,409 students at age of 15 from 41 high schools nationwide. The scores of 2008 test was analyzed by comparing to those of PISA 2006. It was found that students in 2008 scored lower in the test than those in PISA 2006. In 2008 scientific literacy achievement by girls was lower than boys, whereas vis versa was true in PISA 2006. According to PISA 2006 framework for scientific literacy, for the domain of scientific contexts, scores by students in 2008 decreased from PISA 2006, in particular personal level, although scores of items related to global level was increased. For the domain of scientific competencies, scores of items related to 'identifying scientific issues', and 'using scientific evidence' were decreased in 2008 from 2006. For the domain of scientific knowledge, scores of items related to living system were decreased while earth and space system were increased. In conclusion, effective policies of science education should be strengthened in terms of girls preferred, real life relevant, scientific inquiry process, and contents of living system.

Key words: PISA 2006, scientific literacy, science achievement, scientific contexts, scientific competencies, scientific knowledge

I. 서론

국제사회에서 한 국가의 경쟁력은 첨단 과학기술을 혁신적으로 창출하는 창의적 과학기술인재의 역량에 좌우된다. 21세기 지식기반사회의 첨단 과학기술은 그 어느 때보다 더욱 예기치 못할 속도로 변

* 본 논문은 2008년도 교육과학기술부 과학교육정책연구의 일환으로 수행된 '2006 PISA 학생 성취, 흥미도 비교 조사 연구' 최종보고서의 일부 내용을 재구성한 논문입니다.

** 교신저자: 서혜애, E-mail: haseo@pusan.ac.kr

화하며, 새로운 과학기술의 혁신에 도전장을 던지고 있다. 따라서 사회는 창의적 과학기술 혁신을 창출하는 과학자·공학자 집단을 확보해야 할 것이며, 첨단 과학기술사회를 살아가는 일반인들은 합리적으로 사고하고 과학기술 관련 정보를 올바르게 활용할 수 있는 과학적 소양을 함양해야 할 것이다.

우리나라는 국가 과학기술 혁신체계 구축을 통해 창의적 과학기술인재 양성에 주력해 오고 있다. 지난 정부는 ‘과학기술중심사회 구축’ 및 ‘제2과학기술입국’을 최우선 국정과제로 발표하였고, 첨단 과학기술 연구에 대한 투자를 확대해 왔다. 나아가 일반인의 과학기술에 대한 이해를 향상시키고 아울러 우수학생의 이공계 진출을 촉구하는 과학교육 정책 구축 및 실천에 노력을 기울여 왔다. 이러한 정책 방향은 현 실용정부에서는 더욱 구체적으로 추진되고 있다. 교육인적자원부가 과학기술부와 통합된 부처로서 교육과학기술부로 재조직되었고, 지난 정부의 초·중·등 과학교육 활성화 사업의 맥을 유지하면서 과학수학교육 내실화 사업을 추진하고 있으며, 나아가 과학영재교육을 강화하고 있다. 창의적 과학기술 인적자원의 저변 확대와 고급 과학기술 인적자원 풀을 구축하는데 주력하고 있다.

그러나 2000년 초 우리나라 사회는 초·중·등 우수학생 이공계 기피현상으로 인한 고급 과학기술 인력의 질적 하락 현상을 경험하였으며(이장무·김태유·허은영, 2001), 학교 과학교육은 여전히 대학입시 위주의 학습으로 인해 탐구·실험중심의 참 학습(real learning)이 제대로 이루어지지 않는 문제점을 안고 있다(이양락, 2004). 이러한 과학교육의 문제점은 경제협력개발기구, OECD (Organization for Economic Cooperation & Development)에서 주관하는 학업성취도 국제비교연구, PISA (Programme for International Student Assessment)에서 여실히 드러났다. 우리나라 만 15세 학생들의 과학적 소양 성취도는 PISA 2000에서 1위이었으나, PISA 2003에서는 4위로, PISA 2006에서는 7~13위로 추락하는 현상을 초래했다(이미경·손원숙·노연경, 2007).

우리나라 학생들은 PISA 2000에서 최고로 높은 과학 성취도 점수를 성취했음에도 불구하고 과학 탐구에 대한 긍정적 태도, 과학 학습자로서의 자신감, 자기 효능감, 과학에 대한 흥미 등의 국제비교 지수는 모두 매우 저조하여 최하위 수준이며, 과학탐구·실험중심 교수방법의 실천은 국제 평균 이하 수준이었다. 이러한 현상들은 PISA 2003, PISA 2006에서도 지속적으로 나타났다. 더욱이 최상위 집단 학생들의 성적은 최상위를 유지하지 못하였으며 하락하는 현상으로 보였다. 이와 같은 과학 성취도의 하락 현상과 과학 흥미도의 최하위 수준은 우리나라 미래 이공계열 인적자원 양성을 심각히 저해하는 것으로 고찰된다. 결론적으로, PISA 과학 성취도 국제 비교연구의 결과에서, 우리나라 과학교육은 첨단 과학기술 산물로 넘쳐나는 미래 지식기반사회를 살아갈 학생들에게 올바른 과학적 소양을 충분히 함양할 수 있는 기회를 제공하지 못하는 것으로 결론내릴 수 있다.

우리나라 과학교육이 학생들의 과학적 소양을 효과적으로 함양시키지 못하는 문제점을 해결하기 위해서는, PISA 과학 성취도 하락 현상에 관련된 여러 변인을 심층 분석하고 이에 근거한 개선 방향을 모색해야 할 것이다. 이에 본 연구에서는 PISA 2006 과학적 소양 영역의 문항 가운데 공개문항의 성취도 결과가 2년 후인 2008년에는 어떻게 변화되었는지를 살펴보는 데 목적을 두었다. 구체적으로 PISA 2006 과학적 소양 평가틀에 따라, 남녀차이, 과학적 맥락, 과학 능력, 과학 지식 영역의 성취도 추이를 살펴보았다. 본 연구의 결과는 우리나라 학생들이 학교 과학교육을 통해 과학적 소양을 효과적으로 신장시키는 과학교육 정책 수립의 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

II. PISA 2006 과학적 소양 평가틀

1. PISA 2006 과학적 소양

과학적 소양은 전 세계적으로 과학교육의 목적을 설명하는 포괄적인 용어로 받아들여지고 있다. 과학적 소양은 1847년 윌킨슨이 ‘모두를 위한 과학(Science for all)’이라는 강의에서 처음 사용한 용어이다(Wilkinson, 1847, 재인용, Hurd, 1998). 후에 1946년 코난트(Conant, 1946, 재인용 Hurd, 1998)는 ‘일반인을 위한 과학교육(the science education for the layman)’이라는 논문에서 시민은 과학자와 과학자의 충고를 평가할 필요가 있다고 주장했다. 또한 과학에 대해 최소한 수준에서 지적으로 의사소통이 가능한 사람을 과학적 소양을 갖춘 사람이라고 할 수 있으며, 경험을 많을수록 과학적 소양도 증가한다고 설명하였다.

1958년 Hurd (Hurd, 1958, 재인용 Hurd, 1998)는 과학교육에서 과학적 소양을 본격적으로 사용하기 시작하였는데, 그는 과학적 소양을 과학을 이해하고 이를 사회 경험에 적용하는 것으로 설명하였다. 과학과 과학을 기술에 적용하는 것은 사회에 많은 영향을 주며, 과학을 언급하지 않고 인간의 가치, 정치, 경제, 교육 등을 논할 수 없으며, 바람직한 시민은 상식 이상의 수준에서 과학을 인식하고 이해해야 한다고 주장하였다(Hurd, 1970; 1997). 따라서 과학적 소양은 Hurd에 의해 바람직한 시민을 양성하는 과학교육의 목적으로 도입되기 시작했으며, 그의 초기 주장은 최근 받아들여지고 있는 과학적 소양에 많은 영향을 주었다고 볼 수 있다.

학교 과학교육의 목적으로 받아들여지고 있는 과학적 소양에 대한 보편적 정의는 1996년 발표된 미국과학교육기준에서 찾아볼 수 있다. 이 기준에서는 과학교육의 비전을 과학적 소양을 지닌 시민으로 제시하면서 과학적 소양의 영역을 다음과 같이 분류하고 있다: ① 과학의 통합 개념과 과정, ② 탐구로서의 과학, ③ 물상과학, ④ 생명과학, ⑤ 지구 및 우주과학, ⑥ 과학기술, ⑦ 개인적·사회적 견해에서의 과학, ⑧ 과학의 본성과 과학사(NRC, 1996).

이 미국과학교육기준은 과학적 소양을 다음과 같이 설명하게 된다(서혜애, 오필석, 홍재식, 2000, pp.32-33). “과학적 소양이란 개인적 의사결정, 사회적, 문화적 사건의 참여, 경제적 생산성을 위해 필요한 과학적 개념과 과정에 대한 지식과 이해를 의미한다. 과학적 소양을 갖추고 있다는 것은 한 개인이 일상 경험에 관한 호기심으로부터 문제를 제기하고, 이에 대한 해답을 찾거나 결정을 할 수 있다는 것을 의미한다. 이는 또 자연현상을 관찰하고, 설명하고, 예측하는 능력을 갖추고 있음을 의미한다. 과학적 소양에는 대중 출판물에 실린 과학에 관한 글을 읽고 이해할 수 있으며, 특정한 결론의 타당성에 대하여 공적인 대화를 나눌 수 있는 능력도 필요하다. 과학적 소양은 국가와 지역사회의 문제에 대한 결정을 내리는 과정에서 과학 관련 쟁점을 확인하고 과학 및 기술적 정보를 토대로 자신의 입장을 표명할 수 있다는 것을 의미한다. 과학적 소양을 가진 시민이라면 정보의 원천과 정보를 얻기 위해 사용한 방법을 토대로 과학적 정보의 질을 평가할 수 있어야 한다. 과학적 소양은 또한 증거를 토대로 주장하며, 증거에 비추어 제시된 주장을 평가하고 이와 같은 주장들로부터 얻어진 결론을 적절하게 적용할 수 있는 능력을 의미한다.” 이 정의는 PISA 2006 과학적 소양

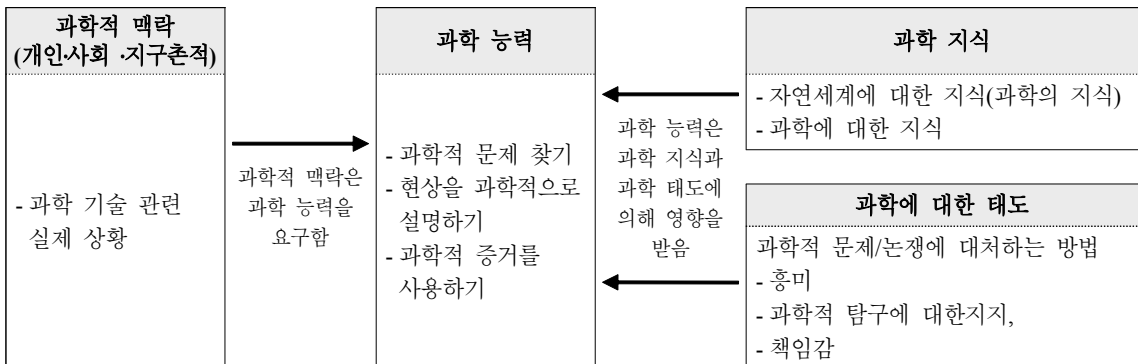
의 정의에 많은 영향을 준 것으로 고찰된다.

PISA 2006에서 정의하는 과학적 소양은 다음의 네 가지를 포함한다. 첫째, 과학 지식을 이해하고, 이 과학 지식을 이용하여 문제를 찾아내고, 새로운 지식을 획득하며, 과학적 현상을 설명하고, 과학 관련 논쟁거리에 대해 증거에 기반한 결론을 도출하는 데 활용하는 것이다. 둘째, 인간의 지식 및 탐구의 한 형태로 과학의 특징을 이해하는 것이다. 셋째, 과학기술이 우리 사회의 물질적·지적·문화적 환경을 어떻게 만들어 가는지를 인식하는 것이다. 넷째, 사려깊고 높은 관심을 가지고 반성적인 시민으로서, 과학에 대한 아이디어를 가지고 과학관련 논쟁거리에 기꺼이 참여하려는 태도이다(OECD, 2006, p.23).

이상에서 살펴본 바, PISA 2006 과학적 소양의 정의는 학교 과학교육의 목적으로서 바람직한 미래 시민을 교육하는 데 중점을 두고 있다. 과학적 소양에 대한 초기 논의에서 강조한 내용은 과학이 사회에 미치는 영향과 사회의 모든 시민들은 이 과학의 영향을 인지하고 지적으로 참여하는 능력을 갖추어야 한다는 점이다. 21세기 들어서면서 과학적 소양은 과학교육의 가장 주요한 목적으로 자리잡고 있다. 첨단 과학기술기반 지식사회에서 살아갈 모든 시민들에게 필요한 교양교육의 의미를 더욱 강화시키고 있다. 이러한 관점에서 OECD 회원 국가들은 학생들이 미래 사회를 대비하여 반드시 갖추어야 할 지식과 능력으로서 과학적 소양을 강조하며, 과학적 소양의 성취도 수준은 학생, 학교, 교육시스템이 얼마나 성공적인가를 측정하는 척도로 활용하고 있다(Bybee, McCrae, & Laurie, 2009).

2. PISA 2006 과학적 소양의 평가틀

PISA 2006에서 정의하는 과학적 소양은 과학 관련 실생활 상황의 문제를 과학적으로 이해하고 해결하는 것에 핵심을 두고 있다(OECD, 2006). 이러한 PISA 2006의 과학적 소양을 평가하는 틀은 [그림 1] 과 같이 과학적 맥락(개인·사회·지구촌적 맥락), 과학 능력, 과학 지식, 과학에 대한 태도의 4가지 요소로 제시된다.



[그림 1] PISA 2006 과학적 소양 평가 틀

자료원 : OECD. (2006). p.26.

<표 1> PISA 2006 과학적 소양 평가틀의 과학적 맥락

구분	개인적(자신, 가족, 동료집단)	사회적(지역사회)	지구촌
건강	건강유지, 사고대처, 영양관리	질병 통제, 사회적 전염, 식품 선택, 지역사회 건강	전염병, 전염성 질병의 확산
천연자원	개인적으로 물질, 에너지를 소비하는 것	인구크기 유지, 삶의 질, 안전, 식품생산 및 유통, 에너지 공급	재생품, 비재생품, 자연계, 인구성장, 종의 지속가능한 이용
환경	환경 친화적 행위, 물질 사용 및 처리	인구분포, 폐기물 처리, 환경영향, 지역별 기후	생물체 다양성, 오염규제, 생태적 지속 가능성, 토양의 생성과 유실
재해	자연과 인간이 초래하는 재해, 주택에 대한 결정	급격한 변화(지진, 악천후) 그리고 점진적 변화(해안침식, 퇴적), 위험에 대한 평가	기후변화, 현대전쟁의 영향
과학기술 개척정신	자연현상의 과학적 설명에 대한 흥미, 과학 취미, 운동, 여가, 음악, 개인적 기술	새로운 물질, 장치, 과정, 유전자 변형, 무기기술, 수송	멸종, 우주탐사, 우주의 기원과 구조

자료원 : OECD. (2006). p.27.

<표 2> PISA 2006 과학적 소양 평가틀의 과학 능력

구분	내용
과학적 문제 찾기	- 과학적 조사가 가능한 문제를 인식하기 - 과학적 정보를 검색하기 위해 핵심어를 파악하기 - 과학적 조사의 핵심적 특징을 인식하기
현상을 과학적으로 설명하기	- 주어진 상황에 과학 지식을 적용하기 - 현상을 과학적으로 설명/해석하고 변화를 예측하기 - 적절한 묘사, 설명, 예측을 파악하기
과학적 증거 이용하기	- 과학적 증거를 해석하고, 결론을 도출하며 이를 의사소통하기 - 결론의 근거가 되는 가정, 증거, 논리를 인식하기 - 과학기술의 발전이 가지는 사회적 의미를 반성적으로 고찰하기

자료원 : OECD. (2006). p.29.

과학적 맥락(scientific contexts)은 과학과 기술이 관련된 다양한 일상생활의 맥락으로 건강, 천연자원, 환경, 재해, 과학기술의 새로운 분야 등이 포함된다(<표 1>). 학생들은 이러한 맥락을 개인적, 사회적, 지구촌 차원에서 직면하게 된다. 따라서 PISA 2006의 과학적 소양 성취도 평가에서는 학문적 과학 지식의 획득에 국한하지 않고 일상생활의 상황에서 과학 지식을 활용하는 능력과 과학에 대한 태도를 평가한다. 한 개인이 다양한 맥락에서 과학 지식과 능력을 적용하는 것은 개인의 삶의 질을 높일 뿐만 아니라 사회 발전에 기여하게 된다.

<표 3> PISA 2006 과학적 소양 평가틀의 과학 지식

구분		내용
자연 세계의 지식	물상계	- 물질의 구조(입자 모델, 화학결합) - 물질의 속성(상태변화, 열과 전기 전도율) - 물질의 화학적 변화(반응, 에너지 전환, 산/염기) - 운동과 힘(속도, 마찰) - 에너지와 에너지 전환(보존, 소실, 화학반응) - 에너지와 물질의 상호작용(빛과 전파, 음파와 지진파)
	생물계	- 세포(구조와 기능, DNA, 식물과 동물) - 인간(건강, 영양, 하위시스템-소화, 호흡, 순환, 배설 및 각 상호관계, 질병, 생식) - 군집(종, 진화, 종의 다양성, 유전변이) - 생태계(먹이사슬, 물질과 에너지의 흐름) - 생물권(생태계의 혜택, 지속가능성)
	지구 우주계	- 지구계의 구조(암석권, 대기권, 수권) - 지구계의 에너지(자원, 지구온 기후) - 지구계의 변화(판 구조론, 지구화학적 주기, 건설적이면서 파괴적인 힘) - 지구의 역사(화석, 기원과 진화) - 우주 속의 지구(중력, 태양계)
	기술계	- 과학에 기초한 기술의 역할(문제해결, 인간요구 충족에 도움, 조사를 설계·추진) - 과학과 기술의 관계(기술이 과학발전에 기여하는 것) - 개념(낙관주의, 무역, 비용, 위험, 이익) - 중요한 원칙(준거, 제한점, 혁신, 발명, 문제해결)
과학에 대한 지식	과학 탐구	- 출발점(호기심, 과학적 질문) - 목적(과학적 질문에 답하고 기존 과학의 개념/모델/이론을 설명하는데 도움이 되는 증거를 생성) - 실험(문제에 따라 서로 다른 과학적 조사와 설계를 수행.) - 자료 유형(양적 자료-측정, 질적 자료-관찰) - 측정(측정 장치와 절차의 본질적 불확실성, 반복측정, 변화범위, 정확성/정밀성) - 결과의 본성(경험적, 임시적, 검증/반증, 자기수정)
	과학적 설명	- 유형(가설, 이론, 모형, 법칙) - 형성(자료 표상, 기존지식과 새로운 증거의 역할, 창의성과 상상력, 논리) - 규칙(논리적으로 일관적; 증거에 기초하며 과거와 현행 지식에 근거) - 산출(새로운 지식, 방법, 기술을 생성; 이는 새로운 문제와 조사를 이끌어 감)

자료원 : OECD. (2006). pp.32-33.

과학 능력(scientific competencies)은 학생들이 과학적 문제를 찾아내고, 현상을 과학적으로 설명하며, 과학적 증거를 사용하는 능력이다. 이를 구체적으로 살펴보면 <표 2>와 같다. 과학적 문제는 과학적 증거를 활용하여 해결할 수 있는 문제를 의미한다. 과학적 탐구가 가능한 문제이다. ‘과학적 문제 찾기’영역에서는 주어진 상황에서 과학적 증거를 활용하여 답을 할 수 있는 문제와 답을 할 수 없는 문제를 구분하는 능력이 포함된다. 또한 과학적 조사과정에서 무엇을 비교할 것인가, 어떤 변인을 처치하거나 통제할 것인가, 어떤 정보를 추가할 것인가를 아는 것이다.

‘현상을 과학적으로 설명하기’영역은 주어진 상황의 현상을 적절한 과학 지식을 적용하여 과학적으로 설명하는 능력이다. 현상을 묘사하거나 해석하고 변화를 예측하고 또는 현상에 대한 적절한 묘사,

해석, 예측을 인식하거나 찾아내는 능력이다. ‘과학적 증거 이용하기’영역은 학생들이 과학적 발견을 증거로 활용하여 주장이나 결론을 도출하고 의미를 만들어내는 능력이다. 여기에는 과학 지식과 과학에 대한 지식이 요구되며, 과학적 정보를 평가하고 과학적 증거에 대한 논쟁과 결론을 생성하는 능력이 포함된다. 증거에 근거한 대안적 결론을 선택하는 능력, 자료에 근거한 결론을 반대하는 이유를 제시하는 능력, 결론 도출을 위한 가설을 생성하는 능력 등이 포함된다. 과학 기술의 발전이 사회적으로 어떤 의미를 가지는 지에 대해 반성적으로 사고하는 능력도 요구된다. 학생들은 자신의 언어로 표현하고 도표, 그래프, 모형 등으로 발표할 수 있어야 한다. 즉 학생들은 과학적 증거와 결론을 명확하고 논리적으로 연계할 수 있어야 한다.

과학 지식(scientific knowledge)은 자연세계의 지식, 즉 과학 지식과 과학에 대한 지식을 포함한다(<표 3>). 학생들이 자신의 실생활과 연계된 상황에서 과학 지식을 어느 정도 적용할 수 있는지를 측정하는 관점에서 ‘과학 지식’을 평가하는 데 목적을 둔다. 따라서 평가하는 과학 지식은 학생들의 실생활에 적용할 수 있는 지식, 미래에도 유용하게 적용할 수 있는 중요한 과학 개념, 만 15세 학생의 발달단계에 적절한 지식이다. 하위 영역으로 물상계, 생물계, 지구·우주계, 기술계로 구분된다. ‘과학에 대한 지식’은 과학 탐구와 과학적 설명으로 구분된다. 과학 탐구는 과학의 핵심 과정인 탐구를 의미하며, 탐구 과정에는 여러 구성요소를 포함한다. 과학적 설명은 과학 탐구의 결과이다. 과학 탐구는 과학자들이 자료를 수집하는 방법이며, 과학적 설명은 과학의 목적이라 설명할 수 있다.

과학에 대한 태도는 과학기술에 대한 일반적 측면과 특정 논쟁거리에 대해 한 개인의 흥미, 관심, 반응에서 중요한 역할을 한다. 과학교육의 주요 목적 중 하나는 학생들이 과학에 대한 태도를 함양하여, 과학 관련 논쟁에 참여하고 과학기술 관련 지식을 획득하여 개인적, 사회적, 지구촌 이익을 추구하는 데 활용하게 된다. PISA 2006에서는 과학에 대한 태도를 성취도 평가에 포함시키지 않았으며 따라서 이 내용은 이론적 배경의 논의에서 제외된다.

III. 연구방법

1. 연구대상

연구대상은 2008년 기준 우리나라 전국 고등학교(일반계, 전문계, 과학고, 외국어고, 예체능고 포함) 1학년 학생을 모집단으로 선정하고 16개 시도별 층화표집방법으로 표집하였으며, <표 4>와 같다. 전국 고등학교는 일반계 1,457개교(64.8%), 전문계 702개교(31.2%), 과학고 20개교(8.9%), 외국어고 29개교(12.9%), 예체능계 42개(18.7%)의 총 2,250개교 가운데 표집한 학교수는 총 76개교(3.38%; 일반계 49개교, 64.5%; 전문계 28개교 36.8%; 과학고 1개교 1.3%, 외국어고 1개교 13.1%)를 표집하였다. 본 연구에서 실시한 과학적 소양 성취도 검사지 응답자료 가운데 유효한 자료로 이용할 수 있는 것을 추출하였으며, 그 결과 인문계 41개교 1,409명(여학생 907명, 64.4%)로 나타났다. 우리나라 PISA 2006의 표집대상 학교는 154개교(고등학교 150개교, 중학교 4개교)의 5,520명의 학생들이었으

며, 과학적 소양 성취도 검사지의 최종자료 분석대상 총 학교수 79개교 1,485명(학교당 약20명)이었다(이미경 외, 2006, p173). 본 연구의 연구대상은 실제 PISA 2006 표집 대상과는 학교 수 및 학교당 학생수, 남녀비율에는 차이가 있으며, 이는 연구의 제한점으로 간주된다.

<표 4> 학생성취도 검사 대상 고등학교 1학년 학생수와 전체학생수 대 비율

시도	총고등학교수*	총학생수*	표집학교수	표집학생수	학생수비율(%)	분석학교수**	분석학생수	학생수비율(%)
서울	302	127,151	12	472	0.371	6	212	0.17
부산	140	49,116	5	164	0.334	3	95	0.19
대구	89	38,010	3	128	0.337	3	116	0.31
인천	109	40,138	3	120	0.299	2	76	0.19
광주	62	23,343	2	84	0.360	2	77	0.33
대전	60	22,666	2	86	0.379	1	37	0.16
울산	48	18,141	2	88	0.485	2	80	0.44
경기	380	159,726	13	530	0.332	5	194	0.12
강원	114	19,739	4	144	0.730	2	66	0.33
충북	82	20,945	3	100	0.477	2	66	0.32
충남	116	26,221	4	129	0.492	0	0	0.00
전북	130	25,820	4	127	0.492	2	63	0.24
전남	153	25,424	4	124	0.488	3	78	0.31
경북	194	34,008	8	274	0.806	4	134	0.39
경남	181	44,609	6	212	0.475	3	80	0.18
제주	30	8,124	1	40	0.492	1	34	0.42
합계	2,190	683,181	76	2,822	0.413	41	1,409	0.21

*총학교수 및 총학생수는 2008년 교육통계연보 자료에서 인용

**분석학교 수는 본 연구에서 수집한 설문조사지 가운데 인문계 41개를 분석하였음,
일부 외국어 및 전문계 고등학교 응답자료는 부분 완성으로 분석에서 제외하였음

2. 과학적 소양 성취도 검사지

2006년 OECD PISA 과학적 소양 영역의 공개문항은 총8개 과제(온실효과, 의복, 그랜드 캐년, 자외선 차단제, 메리 몬태규, 산성비, 신체운동, 유전자 조작 농작물)로 알려지고 있다(이미경·손원숙·노연경, 2007). 이 가운데 우리나라 학생들의 문항별 정답률이 국제평균보다 낮은 문항들을 선정하여 6개 주제의 21개 문항(과학 지식 관련 18개 문항 + 태도 관련 문항 3개)으로 구성된 과학적 소양 성취도 검사지를 개발하였다(<표 5>). 과학 능력 및 문항유형별 문항분포는 <표 6>에 제시하였다. PISA 2006연구에서 사용한 과학적 소양 문제지는 클러스터로 구분하여 S1(유전자 조작 농작물 포함 6주제 21개 문항), S2(심장수술 포함 5주제 19개 문항), S3(메리 몬태규 포함 5주제 20개 문항), S4(자기부상열차 포함 5주제 20문항), S5(순가락 포함 6주제 19개 문항), S6(얼음 속 미이라 포함 5주제 19개 문항), S7(신체운동 포함 6주제 2개 문항)로 구분되어 있으며, 이와 유사한 비율로 본 연구의 과학적 소양 성취도 검사지를 작성하였다.

<표 5> 과학적 소양 성취도 검사 문항의 특징

주제	교육과정 연계	문항	맥락	과학 능력	유형
문항1 온실효과	10학년 환경단원 지구우주계	1-1	지구촌	과학적 증거 이용	개방서술형
		1-2	지구촌	과학적 증거 이용	개방서술형
		1-3	지구촌	현상의 과학적 설명	개방서술형
문항2 자외선 차단제	10학년 탐구과정 과학지식 요구 없음 과학적 설명	2-1	개인적	과학적 문제 찾기	선택형
		2-2	개인적	과학적 문제 찾기	선택형
		2-3	개인적	과학적 문제 찾기	선택형
		2-4	개인적	과학적 증거 이용	개방서술형
문항3 신체운동	10학년 생물계	3-1	개인적	현상의 과학적 설명	복합선택형
		3-2	개인적	현상의 과학적 설명	복합선택형
		3-3	개인적	현상의 과학적 설명	개방서술형
문항4 메리 몬태규	10학년 생물계	4-1	사회적	현상의 과학적 설명	선택형
		4-2	사회적	현상의 과학적 설명	선택형
		4-3	사회적	현상의 과학적 설명	개방서술형
		4-4	태도	내용에 대한 동의	선택형
문항5 그랜드 캐년	10학년 과학 탐구	5-1	사회적	현상의 과학적 설명	복합선택형
	7학년 풍화 작용	5-2	사회적	현상의 과학적 설명	선택형
	8학년 지구 우주	5-3	사회적	과학적 문제 찾기	선택형
		5-4	태도	내용에 대한 동의	선택형
문항6 유전자조작 농작물	과학에 대한 일반지식	6-1	사회적	과학적 문제 찾기	복합선택형
		6-2	사회적	과학적 문제 찾기	선택형
		6-3	태도	내용에 대한 동의	선택형

*자료원 : 이미경·손원숙·노연경(2007). pp.267-323.

<표 6> PISA 2006 공개문항 중 본 연구 성취도 검사지 문항의 문항유형별 분포 비교

과학능력	PISA 2006					2008년 본 연구			
	문항수 (%)	문항유형				문항수 (%)	문항유형		
		선택형	복합 선택형	폐쇄형 서술형	개방형 서술형		선택형	복합 선택형	개방형 서술형
과학적 문제 인식	24(22.2)	9	10	0	5	6(33.3)	5	1	0
현상의 과학적 설명	53(49.1)	22	11	4	16	9(50.0)	3	3	3
과학적 증거 이용	31(28.7)	7	8	1	15	3(16.7)	0	0	3
합계(%)	108(100)	38(35.2)	29(26.9)	(4.6)	36(33.3)	18(100)	8(44.4)	4(22.2)	6(33.3)

*자료원 : 이미경·손원숙·노연경(2007). pp.267-323.

3. 조사방법 및 조사시기

본 연구의 과학적 소양 성취도 검사지는 2008년 7월 14일(월요일)부터 7월 19일(토요일)의 1주일에 걸쳐 실시되었다. 이 검사지 조사는, 먼저 표집한 76개 고등학교 1학년 전체학급 가운데 무선표집 1개 학급 전체학생(35명 내외)수에 해당되는 부수를 각 학교로 우편으로 발송했으며, 완성한 검사지

는 회송용 봉투로 활용하여 회송하였다. PISA 2006 검사는 2006년 6월 7일(수요일)부터 6월 13일(화요일)의 1주간에 걸쳐 표집학교별로 실시하였으며(이미경 외, 2006), 본 연구에서는 1개월 후에 실시한 바, 고등학교 1학기 종료시점에 근접하여 과학과 교육과정의 교육내용을 학습한 정도는 유사한 것으로 간주하였다. 검사지의 실시시간은 고등학교 1학년 학생들이 6개 문항을 적절히 응답할 수 있는 30분으로 설정하였다. 설문지 실시 요강은 PISA 2006 성취도 검사 실시 요강을 참조하여 작성하였으며, 각 학교별 1학년 담당 과학교사가 실시 요강에 따라 조사를 실시하였다. 회수된 성취도 검사지는 정답지 및 채점 요강에 따라 채점하였다(이미경·손원숙·노언경, 2007).

IV. 연구결과

1. PISA 2006 대 2008년 정답률 및 성차 비교

전반적으로 본 연구의 2008년도 고등학교 1학년 학생 과학적 소양 성취도 검사지의 정답률은 2006년도의 57.1%보다 하락하여 55.5%를 보였다(<표 7>). 한편 과학적 소양 성취도의 성차는 두드러져 남학생의 정답률이 여학생에 비해 4.4%가 높게 나타났다. 이는 PISA 2006 과학적 소양 성취도의 성차에서 남학생 521점에 비해 여학생이 523점으로 2점이 높았으며(OECD, 2007; p.27), 본 연구에서 실시한 6개 공개문항에 대한 PISA 2006의 정답률의 성차가 남학생보다 여학생이 1.9%가 높은 것과는 상반되는 결과이었다. 과학적 소양 성취도는 2006년도와 반대로 2008년도에는 남학생보다 여학생이 낮아졌음을 알 수 있다.

<표 7> 학생성취도 검사지 6개 공개문항 정답률의 PISA 2006년 대비 2008년 비교

주제	문항 번호	맥락	과학능력	PISA 2006 정답률(%)				2008년 본 연구 정답률(%)			
				전체	여	남	차이	전체	여	남	차이
문항1 은실효과	1-1	지구촌	과학적 증거 이용	63.9	65.9	61.8	4.1	△*63.7	61.1	68.5	-7.4
	1-2	지구촌	과학적 증거 이용	49.2	48.7	49.8	-1.2	△ 57.2	55.1	61.1	-6.0
	1-3	지구촌	현상의 과학적 설명	18.3	19.0	17.5	1.5	△ 31.3	30.2	33.3	-3.1
문항2 자외선 차단제	2-1	개인적	과학적 문제 찾기	43.2	42.8	43.5	-0.8	▽ 24.9	25.1	24.6	0.5
	2-2	개인적	과학적 문제 찾기	56.3	57.7	55.0	2.7	△ 56.8	55.6	59.1	-3.5
	2-3	개인적	과학적 문제 찾기	42.4	49.2	35.7	13.5	▽ 37.0	36.5	37.9	-1.4
	2-4	개인적	과학적 증거 이용	46.0	49.7	42.3	7.4	▽ 29.1	27.9	31.5	-3.6
문항3 신체운동 (생물계)	3-1	개인적	현상의 과학적 설명	35.6	34.9	36.2	-1.3	▽ 33.2	33.2	33.3	-0.1
	3-2	개인적	현상의 과학적 설명	67.6	66.8	68.4	-1.6	▽ 59.7	56.7	65.3	-8.6
	3-3	개인적	현상의 과학적 설명	42.8	39.6	46.0	-6.4	△ 49.6	46.6	54.9	-8.3
문항4 메리몬태규 (생물계)	4-1	사회적	현상의 과학적 설명	69.0	69.3	68.8	0.5	△ 74.1	73.0	76.2	-3.2
	4-2	사회적	현상의 과학적 설명	63.1	59.4	66.7	-7.3	△ 68.6	63.8	77.2	-13.4
	4-3	사회적	현상의 과학적 설명	63.3	67.5	59.2	8.3	△ 65.6	66.5	63.9	2.6
	4-4	선택형	내용에 대한 동의	-	-	-	-	-	-	-	-

주제	문항 번호	맥락	과학능력	PISA 2006 정답률(%)				2008년 본 연구 정답률(%)			
				전체	여	남	차이	전체	여	남	차이
문항5 그랜드 캐년	5-1	사회적	현상의 과학적 설명	72.2	77.6	67.0	10.6	▽ 64.8	66.2	62.3	-3.9
	5-2	사회적	현상의 과학적 설명	70.0	69.1	71.0	-1.9	△ 73.4	71.2	77.2	-6.0
	5-3	사회적	과학적 문제 찾기	85.6	84.8	86.4	-1.6	▽ 82.0	80.8	84.0	-4.0
	5-4	선택형	내용에 대한 동의	-	-	-	-	-	-	-	-
문항6 유전자조작 농작물	6-1	사회적	과학적 문제 찾기	76.8	79.8	73.9	5.9	▽ 64.5	62.5	68.1	-5.6
	6-2	사회적	과학적 문제 찾기	63.0	63.8	62.2	1.6	△ 63.2	61.5	66.3	-4.8
	6-3	선택형	내용에 대한 동의	-	-	-	-	-	-	-	-
평균(%)				57.1	58.1	56.2	1.9	▽ 55.5	54.1	58.0	-4.4

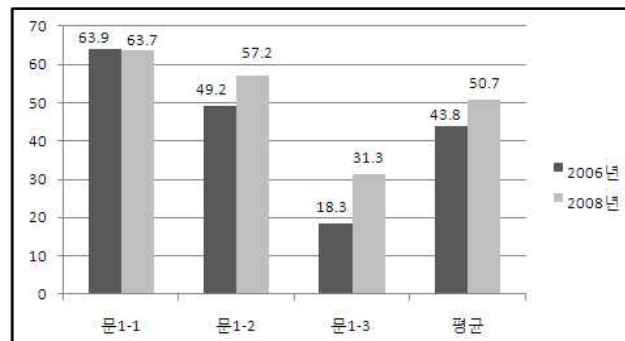
*자료원 : 이미경·손원숙·노연경(2007). pp.267-323.

*2006년 정답률에 비교하여 2008년 정답률의 증가(△) 또는 감소(▽)한 경우를 표시한 것이다.

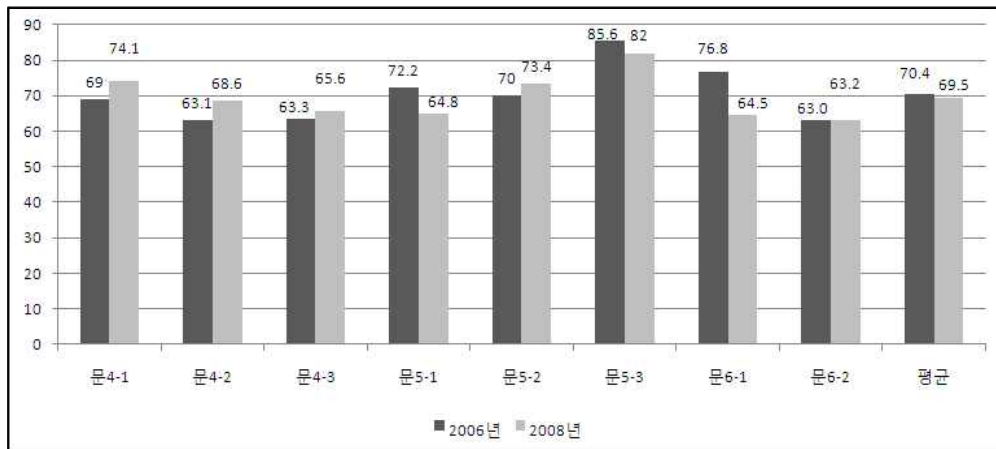
2. 과학적 맥락 문항에 따른 PISA 2006 대 2008년 정답률 비교

과학적 맥락의 ‘지구촌’ 차원에서 문항1 온실효과에 대해, 2006년도 정답률 43.8%보다 증가하여 2008년도 정답률은 50.7%를 보였다([그림 2]). 특히, 문2-3의 정답률은 18.3%에서 31.3%로 증가하였다. 지구의 평균기온을 상승시키는 원인으로 이산화탄소 이외 요인들은 태양으로부터 오는 복사에너지와 지구표면에서 반사되는 에너지이며, 자연적 요인들은 수증기, 구름, 화산분출 등이며, 인위적 요인들은 인간이 만들어내는 오염원으로 배기가스의 양, 대기오염 등을 제시할 수 있다. 2006년도에 비해 2008년도 학생들이 이러한 내용을 더 잘 이해한 것을 알 수 있다.

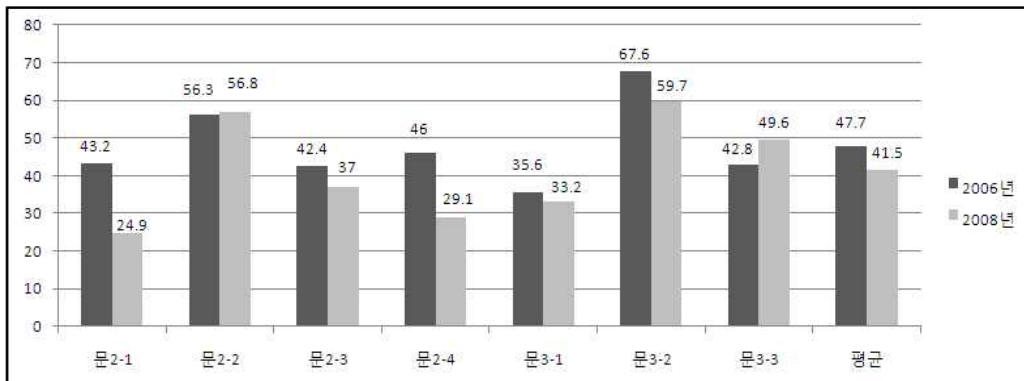
‘사회적’차원의 문항4 메리몬테규, 문항5 그랜드 캐년, 문항6 유전자 조작 농작물의 정답률은 2006년도 70.4%에서 2008년도에는 69.5%로 약간의 감소를 보였다([그림 3]). ‘개인적’차원의 문항2 자외선 차단제, 문항3 신체운동의 정답률은 2006년도 47.7%에서 2008년도 41.5%로 하락하였다([그림 4]). 특히 문항3 신체운동에서 근육운동을 하면 일어나는 현상으로 근육에 혈액이 더 많이 흐르며 근육 속에 지방이 생기지 않음을 이해한 정답률은 2006년도 67.6%에서 2008년도에는 59.7%로 감소되었다. 2006년도에 비해 2008년도 학생들의 과학적 맥락의 지구촌 차원의 과학적 소양의 성취도 수준은 증가한 반면 개인적 차원의 과학적 소양은 감소한 것을 알 수 있다.



[그림 2] PISA 2006 과학적 소양의 ‘지구촌’ 맥락 문항 정답률의 2006년 대 2008년 차이



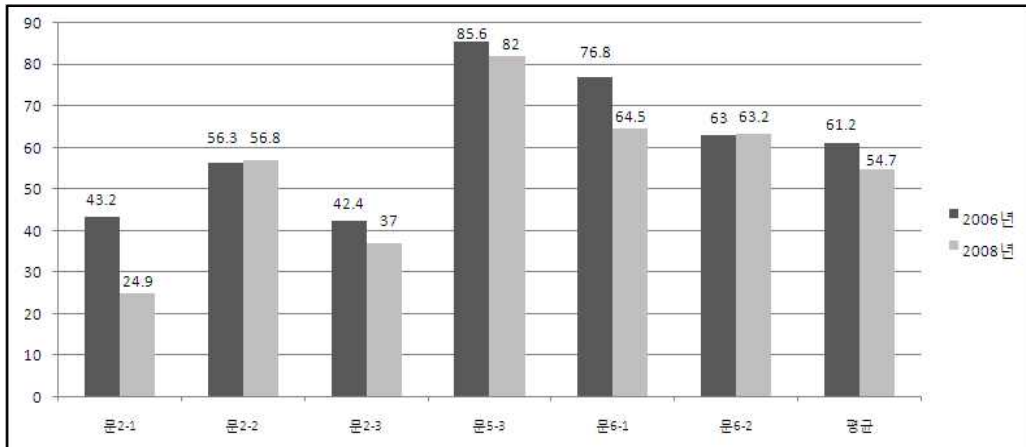
[그림 3] PISA 2006 과학적 소양의 ‘사회적’ 맥락 문항 정답률의 2006년 대 2008년 차이



[그림 4] PISA 2006 과학적 소양의 ‘개인적’ 맥락 문항 정답률의 2006년 대 2008년 차이

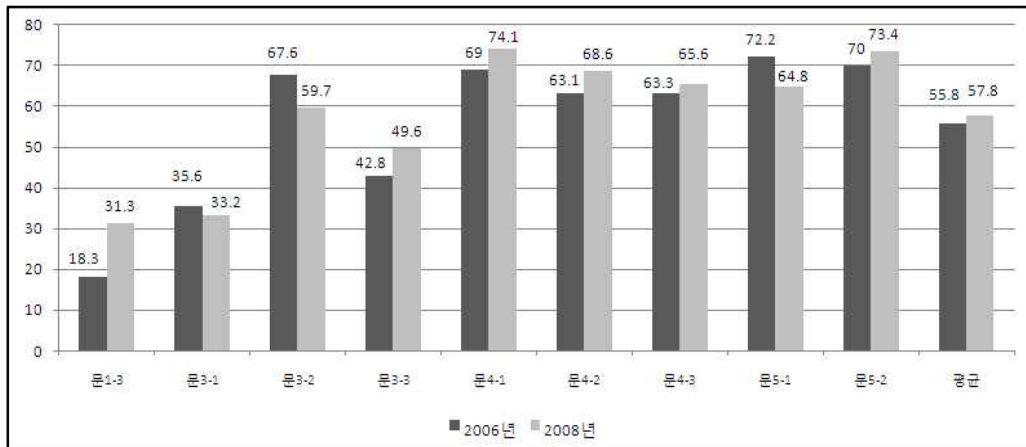
3. 과학 능력 문항에 따른 PISA 2006 대 2008년 정답률 비교

‘과학적 문제 찾기’와 관련된 문항의 경우, 2006년도 정답률은 61.2%이었으나 2008년도에는 54.7%로 감소하였다([그림 5]). 특히 문항2 자외선 차단제에서 어떤 변인을 처리하거나 통제할 것인가에 대한 정답률은 2006년도 43.2%에서 2008년도 24.9%로 하락하였다. 문항6 유전자 조작 농작물에서 어떤 변인이 독립변인으로 처리되었는지에 대한 정답률도 2006년도 76.8%에서 2008년도 64.5%로 감소하였다. ‘과학적 문제 찾기’에서 2006년도 학생들에 비해 2008년도 학생들은 독립변인과 통제변인을 파악하는 수준이 현저히 감소한 것을 알 수 있다.

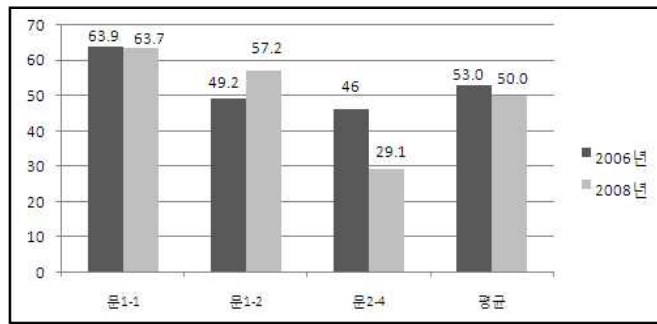


[그림 5] PISA 2006 과학적 소양의 ‘과학적 문제 찾기’ 문항 정답률의 2006년 대 2008년 차이

‘현상을 과학적으로 설명하기’와 관련된 문항의 경우, 2006년도 정답률은 55.8%이었으나 2008년도에는 57.8%로 약간 증가하였다([그림 6]). 그러나 일부 문항에서는 감소하는 경향이 두드러졌다. 문항3 신체운동에서 근육운동을 하면 일어나는 현상에 대한 정답률은 2006년도 67.6%에서 2008년도 59.7%로 감소하였고 문항5 그랜드 캐년의 공원이 보행로 사용으로 침식이 일어나 훼손될 수 있는지 여부에 대한 정답률은 2006년도 72.2%에서 2008년도 64.8%로 감소하였다. ‘현상을 과학적으로 설명하기’에서 전반적으로 2006년도에 비해 2008년도 학생들은 현상을 과학적으로 해석하고 변화를 예측하는 수준이 증가한 것을 알 수 있다.

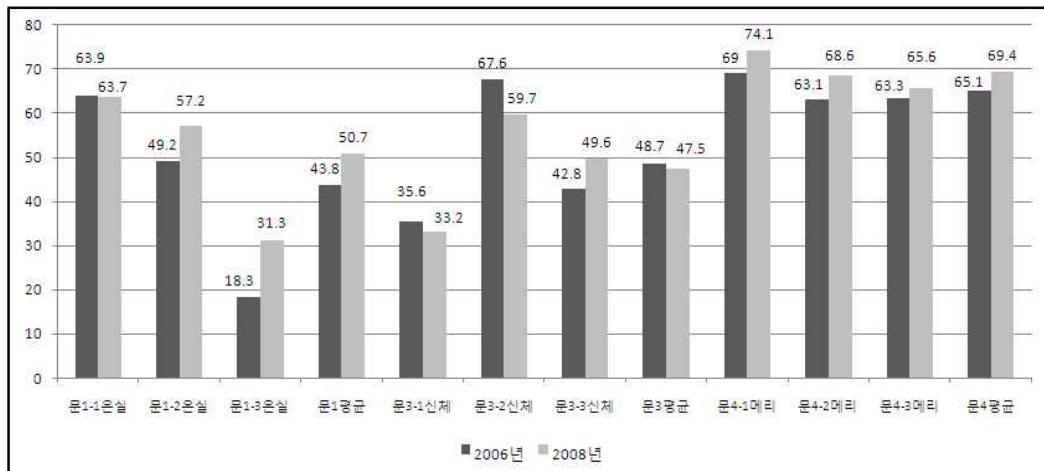


[그림 6] PISA 2006 과학적 소양의 ‘현상의 과학적 설명’ 문항 정답률의 2006년 대 2008년 차이



[그림 7] PISA 2006 과학적 소양의 ‘과학적 증거 이용’ 문항 정답률의 2006년 대 2008년 차이

‘과학적 증거 이용하기’와 관련된 문항의 경우, 2006년도 정답률은 53.0%이었으나 2008년도에는 50.0%로 감소하였다([그림 7]). 특히 문항2 자외선 차단제에서 빛을 통과시키는 물질과 차단시키는 물질이 햇빛에 노출될 때 나타나는 현상을 해석하여 결론을 도출하는 내용에 대한 정답률이 2006년도 46.0%에서 2008년도 29.1%로 감소되었다. ‘과학적 증거 이용하기’에서 2006년도에 비해 2008년도 학생들은 과학적으로 내린 결론의 근거가 되는 증거를 인식하는 수준이 감소한 것을 알 수 있다.



[그림 8] PISA 2006 과학적 소양의 ‘과학 지식’ 문항 정답률의 2006년 대 2008년 차이

4. 과학 지식 문항에 따른 PISA 2006 대 2008년 정답률 비교

과학 지식의 지구·우주계에 해당되는 내용은 문항1 온실효과이며, 2006년도에 비해 2008년도 정답률은 43.8%에서 50.7%로 증가하였다([그림 7]). 2008년도 학생들은 2006년도 학생들에 비해 이산화탄소 배출량과 지구 평균기온의 증가에 영향을 줄 수 있는 요인들을 추출하고 해석하는 과학 지식이 증가했음을 알 수 있다. 한편 생물계에 해당되는 내용으로 문항3 신체운동은 2006년도에 비해 2008년도 정답률은 48.7%에서 47.5%로 감소하였다. 특히 문3-2의 근육운동을 하면 일어나는 현상에 대한 정답률은 2006년도 67.6%에서 2008년도 59.7%로 감소하였다. 생물계 내용으로 문항4 메리몬테규는

2006년도에 비해 2008년도 정답률은 65.1%에서 69.4%로 증가하였다. 과학 지식의 생물계 영역에서 2006년도 학생들에 비해 2008년도 학생들의 이해 수준이 증가한 것을 알 수 있다.

5. PISA 2006 OECD 평균, 2006년 국내, 2008년 국내 정답률 비교

2008년도 정답률을 PISA 2006의 OECD 평균과 우리나라 국내 정답률에 비교해 보았다. PISA 2006 OECD 국제 평균에 비해 2008년도 정답률이 감소하는 경향을 보이는 문항들은 문항2 자외선 차단제와 문항3 신체운동이었다(<표 8>). 문항2 자외선 차단제의 문2-1, 문2-3의 2008년도 정답률은 2006년도 OECD 평균 및 국내 정답률보다 낮았다. 이 두 문항 모두 ‘과학적 문제 찾기’와 관련된다. 문2-1은 실험대상과 비교대상을 구분하는 과학탐구에 대한 문항과 관련된다. 이 문항의 2008년도 정답률은 PISA 2006 OECD 평균 39.9%, PISA 2006 국내 평균 43.2%보다 현저히 낮아 24.9%로 나타났다. 문2-3은 실험설계에서 특정 부분을 관찰하고자 다른 조건들을 통제하는 것에 대한 내용이다. 이 문항의 2008년도 정답률은 PISA 2006 OECD 평균 39.8%, PISA 2006 국내 평균 42.4%보다 낮아 37.0%를 보였다.

<표 8> 학생성취도 검사지 6개 문항의 정답률의 PISA 2006년 OECD, 국내, 2008년 비교

주제	문항번호	PISA 2006 OECD	PISA 2006 - 국내	2008년 국내 연구
문항1 온실효과	1-1	52.7	63.9	▼ 63.7
	1-2	33.6	49.2	57.2
	1-3	18.2	18.3	31.3
문항2 자외선차단제	2-1	39.9	43.2	▽/▼ 24.9
	2-2	56.6	▽ 56.3	56.8
	2-3	39.8	42.4	▽/▼ 37.0
	2-4	26.8	46.0	▼ 29.1
문항3 신체운동	3-1	45.2	▽ 35.6	▽/▼ 33.2
	3-2	79.4	▽ 67.6	▽/▼ 59.7
	3-3	42.4	42.8	49.6
문항4 메리 몬태규	4-1	73.8	▽ 69.0	74.1
	4-2	72.1	▽ 63.1	▽ 68.6
	4-3	58.8	63.3	65.6
문항5 그랜드 캐년	5-1	62.3	72.2	▼ 64.8
	5-2	66.3	70.0	73.4
	5-3	73.9	85.6	▼ 82.0
문항6 유전자 조작 농작물	6-1	61.0	76.8	▼ 64.5
	6-2	70.7	▽ 63.0	▽ 63.2
평균 정답률(%)		54.1	57.1	▼ 55.5

*자료원 : 이미경손원숙노연경(2007). pp.267-323.

**▽는 PISA 2006 OECD 평균을 우리나라 2006년, 2008년에 비교하여 정답률이 감소한 것을 표시하였음

▼는 PISA 2006 우리나라에 비교하여 우리나라 2008년의 정답률이 감소한 것을 표시하였음

문항3 신체운동의 문3-1은 규칙적인 운동의 장점을 묻는 문항으로 ‘신체운동은 심장 및 순환기 질병을 예방하는데 도움이 된다.’, ‘신체운동은 건강한 식습관을 낳는다.’, ‘신체운동은 과체중이 되지 않도록 해준다.’를 판단하는 것이다. 2008년도 정답률은 33.2%로 나타났으며, 이는 PISA OECD 평균 45.2%, PISA 2006 국내 34.9%보다 낮았다. 문3-2는 근육운동을 했을 때 일어나는 일로서 ‘근육에 더 많은 혈액이 흐른다.’와 ‘근육 속에 지방이 생긴다.’의 옳고 그름을 판단하는 내용이다. 2008년도 정답률은 59.5%로 PISA OECD 평균 79.4%, PISA 2006 국내 67.6%보다 낮았다. 이 문항의 과학 지식은 생물계의 내용과 연관되며, 학습한 과학 지식을 실생활에 적용할 수 있는 내용이다.

문항4 메리 몬태규의 문4-2는 동물이나 사람이 박테리아 감염 질환을 앓고 난 후 회복된 후, 그 질환을 유발했던 박테리아로 인해 다시 앓게 되는 일이 거의 없는 이유에 대한 설명을 선택하는 문항이었다. 2008년도 정답률은 68.6%로 PISA 2006 국내 정답률 63.1%보다 증가하였으나 여전히 PISA 2006 OECD 평균의 72.1%보다 낮았다. 이 문항은 현상을 과학적으로 설명하는 것이며, 생물계 영역의 과학 지식을 측정한다.

문항6 유전자 조작 농작물의 문6-2는 과학자들이 실험에서 변인을 통제하는 이유에 대한 질문이었으며, 2008년도 정답률 63.2%는 PISA 2006 국내 정답률 63.0%과 거의 유사했으나, 여전히 PISA 2006 OECD 정답률 70.7%보다 여전히 낮게 나타났다. 이 문항은 과학적 문제 찾기의 과학 탐구 능력을 측정하는 문항이다.

V. 결론 및 논의

PISA 2006 과학적 소양 성취도 평가에서 우리나라 학생들의 점수는 PISA 2000, PISA 2003에 비해 하락하였다. 이러한 과학적 소양 성취도 하락 현상의 원인을 분석하고, 이에 근거하여 과학교육의 개선 방향을 모색해야 할 것이다. 본 연구는 PISA 2006 이후 과학적 소양 성취도 수준의 변화 추이를 구체적으로 살펴보는 데 목적을 두었다. 따라서 본 연구에서는 PISA 2006 과학적 소양 평가들에 따라, 과학적 소양을 과학적 맥락, 과학 능력, 과학 지식으로 구분하여 PISA 2006 이후 2008년도 학생들의 과학적 소양 성취도를 측정하고 2006년 대 2008년도 변화 추이를 분석하고, 이에 근거하여 과학교육의 개선 방향을 제안하고자 한다.

PISA 2006 과학적 소양 성취도 국제비교 결과에서 우리나라 고등학교 1학년 학생들의 전체 성적은 11위이었으며, 과학 능력별로 ‘과학적 문제 찾기’는 9위, ‘현상에 대한 과학적 설명’은 18위, ‘과학적 증거 이용’은 5위를 기록했다(이미경 · 손원숙 · 노언경, 2007; p.53). 이러한 결과는 PISA 2006 OECD 평균에 비해 우리나라 고등학교 1학년 학생들이 자료를 해석하고 결론을 도출하며 결론의 근거가 되는 가정이나 증거를 인식하고, 추론하는 능력이 높은 반면, 과학 지식을 적용하여 과학적으로 현상을 기술하고 해석하는 능력은 상대적으로 낮은 것으로 고찰되었다. PISA 2006의 과학적 소양 성취도 결과의 과학 내용 영역별로 지구·우주계는 5위, 물상계는 10위인 반면, 생물계는 27위를 나타냈다(이미경 · 손원숙 · 노언경, 2007; pp.58-59). PISA 2006 OECD 평균에 비해 우리나라 학생들의 과

학 지식의 영역 가운데 생물계의 성취도 수준은 거의 하위 수준으로 평가되었다. 이러한 점들을 고려하여 PISA 2006 과학적 소양 성취도 결과를 2008년도의 변화 추이를 분석하였다.

먼저, PISA 2006에 비해 2008년도 고등학교 1학년들의 과학적 소양 성취도 수준은 하락한 것으로 고찰되었다. PISA 2006 정답률 57.1%에서 2008년도에는 55.5%로 하락하였다. 또한 남학생들에 비해 여학생들의 과학적 소양 성취도는 감소되었다. 과학적 소양 평가틀에 따라, 과학적 맥락 측면에서는 지구촌 차원의 성취도 수준은 증가한 반면, 개인적 차원의 성취도는 감소하였다. 지구촌 차원에서의 온실효과를 감소시키는 요인에 대한 이해 수준이 증가한 반면 개인적 차원에서의 신체운동의 효과 등에 대한 이해 수준이 감소하였다.

과학 능력별 문항에 따른 성취도 분석에서, 과학적 문제 찾기 영역의 성취도 수준은 2006년도 정답률 61.2%에서 2008년도에는 54.7%로 감소하였다. 2006년도에 비해 2008년도 학생들의 과학적 문제에서 무엇을 비교하고 어떤 변인을 통제하거나 처치할 것인가에 대한 이해 수준이 현저히 감소하였다. 현상을 과학적으로 설명하기 영역에서는 특정 문항에서 감소하였으나, 전반적으로 2006년도 정답률 55.8%에서 2008년도에는 57.8%로 증가하였다. 반면 과학적 증거를 이용하기 영역에서는 2006년도 정답률 53.0%에서 2008년도에는 50.0%로 감소하였다. 2006년도에 비해 2008년도 학생들은 과학적으로 내린 결론의 근거가 되는 증거를 인식하는 수준이 감소하였다.

과학 지식 측면에서는 2006년도에 비해 2008년도 학생들의 지구·우주계에 대한 이해 수준은 증가한 반면 생물계에 대한 이해 수준은 감소하였다. PISA 2006 OECD 평균에 비해 2008년도 정답률이 낮은 문항들로 자외선 차단제와 신체운동은 과학 능력의 과학적 문제 찾기에 대한 내용이며, 과학 탐구와 생물계에 대한 내용이었다. 메리 몬태규 문항에서는 현상을 과학적으로 설명하기와 생물계에 대한 내용이었고 유전자 조작 농작물은 과학적 문제 찾기와 과학 탐구에 대한 내용이었다.

PISA 2006 과학적 소양 성취도가 하락한 결과가 보도된 후 과학교육을 강화하는 정책과 수업현장의 노력이 있어왔다. 그러나 아직 가시적 성과를 거두지 못하고 있으며, 여전히 2008년도 학생들의 과학적 소양의 성취도 수준은 감소하고 있는 것으로 드러났다. 이러한 하락 현상의 결과에 근거하여 다음과 같은 과학교육의 개선 방향을 도출할 수 있겠다.

첫째, 여학생들의 성취도 수준은 남학생들에 비해 감소하여, 여학생들이 선호하는 과학 교육내용 및 학습활동을 강화해야 함을 시사하고 있다. 둘째, 과학적 맥락의 개인적 차원에 대한 이해 수준의 하락은 우리나라 학생들이 학습한 과학 지식을 개인 실생활 상황에 제대로 활용하지 못하는 것으로 고찰되었다. 이는 과학교육에서 학생들이 실생활 상황에 적용하는 교육내용과 학습활동을 강화해야 함을 시사하고 있다. 셋째, 과학 능력의 과학적 문제 찾기와 과학적 증거 이용 영역의 하락 현상은 학생들에게 과학실험에서 실험대상과 비교대상에 대한 설명과 변인을 통제하는 이유에 관련된 내용을 강화시키고 실험에서 얻은 결과를 증거로 활용하여 결론을 도출하는 과학탐구활동을 강화시켜야 함을 제시하고 있다. 이 결과는 우리나라 과학수업이 명제식 암기위주이고 실험수업이 확인위주이며, 왜 그런지 등에 대한 충분한 설명과 이유에 대한 논의가 부족한 것을 재확인 시켜주었다. 넷째, 여전히 과학 지식의 생물계 영역의 이해 수준은 감소하고 있는 결과에서, 학생들이 학습한 특정 과학지식을 실생활에 적용할 수 있는 능력이 부족하거나 과학수업의 특정 과학내용을 실생활과 연관시켜

학습하지 못한 것을 알 수 있다. 생물계 영역의 교육내용은 보다 학생들의 실생활과 연계되고 이를 학생 개인의 실생활에 활용할 수 있는 학습활동을 강화시켜야 함을 시사하고 있다.

결론적으로 PISA 2006 이후 2008년도 과학적 소양 성취도 수준은 여전히 낮았으며, 하락 현상 이후 적용된 여러 과학교육 정책들의 성과를 거두지 못하고 있는 것으로 고찰된다. PISA 2006 과학적 소양 성취도 하락 결과가 2007년 12월에 보도된 지 이제 2년의 시간이 지났다. 물론 2년의 단기간에 많은 성과를 거두기는 어려울 것이다. 그럼에도 불구하고 지속적으로 나타나는 감소 현상의 영역들을 신장시키는 과학교육 정책들을 더욱 강화시키고 보다 효과적인 과학교육 정책을 수립하고 실천해야 할 것이다.

요약

본 연구는 PISA 2006 이후 과학적 소양 성취도 수준의 변화 추이를 구체적으로 살펴보는 데 목적을 두었다. 이를 위해 PISA 2006 과학적 소양 공개문항 6개로 구성된 검사지를 개발하였으며 2008년 전국 인문계 고등학교 41개교 1학년 1,409명을 대상으로 실시하였고, 그 결과를 PISA 2006 과학적 소양 성취도 결과와 비교하였다. 연구 결과, PISA 2006에 비해 2008년도 고등학교 1학년들의 과학적 소양 성취도 수준은 하락한 것으로 고찰되었다. 또한 남학생들에 비해 여학생들의 과학적 소양 성취도는 감소되었다. 과학적 소양 평가틀에 따라, 과학적 맥락 측면에서는 지구촌 차원의 성취도 수준은 증가한 반면, 개인적 차원의 성취도는 감소하였다. 과학 능력 차원에서는 과학적 문제 찾기 영역과 과학적 증거를 이용하기 영역의 성취도도 감소하였다. 과학 지식 측면에서는 지구우주계에 대한 이해 수준은 증가한 반면 생물계에 대한 이해 수준은 감소하였다. 연구결과에 근거하여, 여학생들이 선호하는 교육 내용 및 학습활동, 실생활에 연계되며, 과학적 문제 찾기와 과학적 증거 이용하기를 강조하는 과학 탐구활동, 생물계 영역의 교육내용에 대한 이해를 증진시키는 과학교육 정책이 수립되어야 할 것이다.

주제어: PISA 2006, 과학적 소양, 과학 성취도, 과학적 맥락, 과학 능력, 과학 지식

참고문헌

- 서혜애, 오필석, 홍재식 역(2000). 국가과학교육기준 : 미국의 과학교육 개혁. 서울 : 교육과학사.
- 이양락(2004). 제7차 과학과 교육과정의 문제점과 개선 방향. 교과 교육과정 개선 방안. 연구자료 ORM 2004-29. 서울 : 한국교육과정평가원, 179-207.
- 이미경, 박선화, 손원숙, 남민우(2006). 2006년도 OECD 학업성취도 국제 비교 연구(PISA) - PISA 2006 본검사 시행 -. 연구보고 RRE 2006-3. 서울 : 한국교육과정평가원.
- 이미경, 손원숙, 노연경(2007). OECD/PISA 평가틀 및 공개문항 분석 - PISA 2000, PISA 2003, PISA 2006 공개문항 -. 연구자료 ORM 2007-25. 서울 : 한국교육과정평가원.

- 이장무, 김태유, 허은녕(2001). 자연계열 수능 지원자의 지속적인 감소 추세, 그 원인과 해결책. 과학 기술정책, 11(6), 2-12.
- Bybee, R., McCrae, B., & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 1-19.
- Conant, J. (1946). The science education of the layman. *Yale Review*, 36, 15-36.
- Hurd, P. (1958). Scientific literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16(1), 13-16&52.
- Hurd, P. (1970). Scientific enlightenment for an age of science. *Science Teacher*, 37, 13.
- Hurd, P. (1997). *Inventing science education for the new millennium*. New York, NY: Teachers College Press.
- Hurd, P. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, 82(3), 407-416.
- Hurd, P. (2000). Science education for the 21st century. *School Science and Mathematics*, 100(6), 282-288.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. National Academy Press: Washington, DC.
- OECD. (2006). *Assessing scientific, reading, and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: OECD.
- OECD. (2007). *PISA 2006 Volume 2: Data*. Paris: OECD.
- Wilkinson, J. (1847). *Science for all*. London: William Newberry.