

PISA 2006에서의 과학 성취도 조사 및 문항 분석 결과

이양락

한국교육과정평가원 선임연구위원

한국교육과정평가원은 지난 12월 4일에 PISA 2006 과학성취도 조사 결과를 발표하였다. 그러나 PISA 2006에 대한 구체적인 연구보고서는 국내외에서 아직 발표되지 않았기 때문에 기 발표된 보도 자료를 중심으로 과학 성취도 결과를 제시하고자 한다.

1. PISA 시험 개요

가. 평가 대상

PISA(Programme for International Student Assessment)는 경제협력개발기구(OECD)가 주관하는 학업성취도 국제비교 연구이다. PISA는 1998년부터 3년 주기로 시행되는 장기 연구로서, 만 15세 학생들을 대상으로 읽기, 수학, 과학적 소양을 측정하여 각국 교육시스템의 효과를 평가하고, 각국의 교육정책 입안에 도움이 되는 정보를 제공한다. 우리나라의 경우 주요 검사 대상은 대부분 고등학교 1학년이다(표 1).

PISA의 주요 특징은 실생활 상황에 기초한 평가, 교과서적 지식 그 자체보다는 지식을 활용할 수 있는 기초적인 소양 강조, 학교 교육과정과의 독립성, 자기주도적 학습 능력의 강조, 의무 교육기간의 교육성과에 대한 누적적 점검 등이다. 따라서 PISA를 통해 평가하고자 하는 능력은 기존 학업성취도 평가

표 1. PISA 시험의 특징과 연구 대상

연구 특징	지식을 상황과 목적에 맞게 활용할 수 있는 기본적인 소양(literacy) 강조
연구 목적	만 15세 학생들의 읽기, 수학, 과학적 소양 파악 및 소양 수준에 영향을 주는 배경 변인과의 관계 분석을 통한 각국 교육 정책 수립의 기초 자료 제공
대상	만 15세 학생(우리나라의 경우 검사 대상의 98%가 고등학교 1학년)

에서 다루었던 능력과는 그 성격이 다르다. 국제교육성취도평가협회가 주관하는 제3차 수학 과학 성취 국제비교연구(TIMSS, TIMSS-R)에서의 평가는 학교에서 배운 내용을 중심으로 하기 때문에 참여국의 교육과정과 밀접하게 연계된 평가들을 갖는다. 이에 반해 PISA는 학교 교육을 받은 학생이 실생활에서 당면하는 문제를 해결할 수 있는가를 평가하는 것이므로 평가 내용 자체가 학교 교육과정에 의해서 선정된 것이 아니다. 즉, 교과에서 배운 지식은 그 자체로서 의미를 갖는 것이 아니라 심화된 학습을 수행하거나 관련 분야의 지식의 폭을 넓혀가는 데 필요한 기초로서의 의미를 갖는다. 따라서 각국의 교육과정에서 다루지 않는 지식이나 능력이라 할지라도 21세기 지식기반 사회의 구성원으로서 살아가는데 반드시 필요한 지식이라고 판단될 경우, 평가에서 다루게 된다(노국향, 2000).

나. 평가 주기

PISA 시험은 표 2와 같이 3년 주기별로 주영역과 부영역으로 구분하여 시행되며, 주영역의 경우에는 심층 분석이 이루어진다. 과학은 2006년에 실시된 PISA 2006에서 주영역이었다.

표 2. PISA 시험의 검사 주기별 주영역과 부영역 구분

구분	PISA 2000	PISA 2003	PISA 2006
주영역	읽기	수학	과학
부영역	수학, 과학	읽기, 과학, 문제해결력	읽기, 수학
본검사 시행 연도	2000년	2003년	2006년

다. 평가 참여 국가

PISA에는 OECD 국가뿐만 아니라 비OECD국가도 참여하고 있는데, 비OECD 국가의 참여가 점점 증가하고 있다(표 3, 표 4 참조). 우리나라는 PISA 2000부터 참여하고 있다.

표 3. PISA 참여 국가 수

평가	참여 국가 수		
	OECD	비OECD	계
PISA 2000	28	4	32
PISA PLUS ¹⁾	28	15	43
PISA 2003	30	11	41
PISA 2006	30	27	57

표 4. PISA 2006 참가국

평가 주기	참 가 국	계
3주기 (2006시행)	OECD 국가 호주, 오스트리아, 벨기에, 캐나다, 체코, 덴마크, 핀란드, 프랑스, 독일, 그리스, 헝가리, 아이슬란드, 아일랜드, 이탈리아, 일본, 한국, 룩셈부르크, 멕시코, 네덜란드, 뉴질랜드, 노르웨이, 폴란드, 포르투갈, 슬로바키아, 스페인, 스웨덴, 스위스, 터키, 미국, 영국	30개국
	비OECD 국가 아르헨티나, 아제르바이잔, 브라질, 불가리아, 칠레, 대만, 콜롬비아, 크로아티아, 에스토니아, 홍콩-중국, 인도네시아, 이스라엘, 요르단, 키르기스스탄, 라트비아, 리히텐슈타인, 리투아니아, 마카오-중국, 몬테네그로, 카타르, 루마니아, 러시아, 세르비아, 슬로베니아, 태국, 튀니지, 우루과이	27개국

* 밑줄로 표시된 국가는 PISA 2006에 새로 참가

라. 과학적 소양 평가 틀

PISA 과학 평가틀에서는 그림 1과 같이 과학 영역을 과학적 능력, 과학지식, 과학 태도로 구분한다. 과학적 능력은 과학 문제인식, 현상에 대한 과학적 설명, 과학적 증거 이용으로 나누며, 과학지식은 물상계, 생물계, 지구·우주계와 같은 내용 영역과 과학에 대한 지식으로 나눈다.

2. PISA 2000 및 PISA 2003에서의 과학성취도

PISA 2000에서 우리나라는 전체 집단에서는 평균 552점으로 1위를 차지하였으며, 그 뒤를 이어 일본(550점), 핀란드(538점), 영국(532점), 캐나다(529점)순이었다. 상위 5% 집단에서는 평균 674점으로 일본(688점), 영국(687점), 뉴질랜드(683점), 호주(675점) 다음으로 핀란드와 공동 5위를 차지하였다(신동희와 노국향, 2001).

한편, PISA 2003에서 우리나라는 표 5에서 보는 바와 같이 전체 집단에서는 평균 538점으로 4위를 차지하였다. 성취도 점수는 PISA 2000과 비교할 때 통계적으로 유의미하게 하락하였다(신뢰도 95% 수준). 핀란드와 일본이 548점으로 공동 1위, 홍콩²⁾이 539점으로 3위를 차지하였고 리히텐슈타인과 호주, 마카오가 525점으로 그 뒤를 이었다. 상위 5% 집단에서는 우리나라는 695점으로 일본(715점)에 이어 2위를 차지하였으나 점수차가 20점이나 된다. 그 뒤를 이어 핀란드(691점), 리히텐슈타인(690점), 뉴질랜드(687점), 호주와 체코(686점) 순으로 나타났다(이미경 외, 2004).

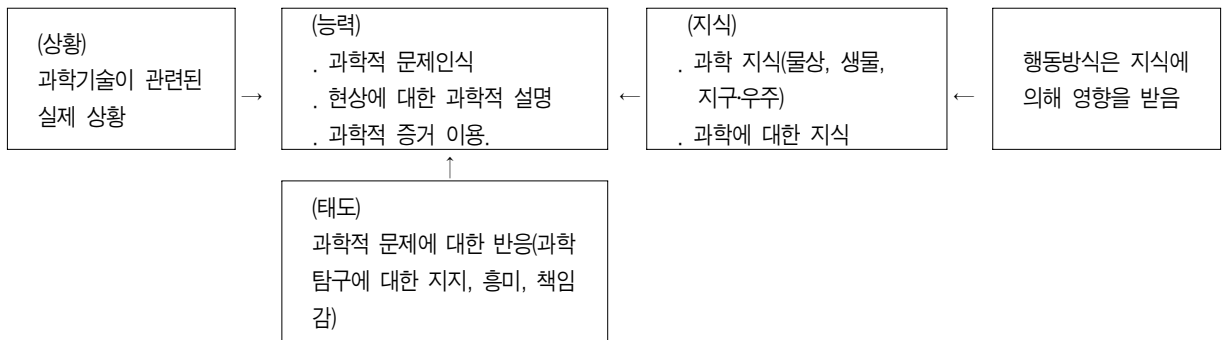


그림 1. PISA에서의 과학적 소양 평가틀

1) PISA에 참여하기를 원하는 비OECD국을 대상으로 2001년에 PISA 2000과 동일한 평가도구로 평가를 시행한 후, PISA 2000참여국의 데이터와 합하여 결과를 분석한 연구임

2) 홍콩은 2001년에 시행된 PISA PLUS에서는 우리나라, 일본에 이어 541점으로 3위를 하였음.

표 5. PISA 2000 및 PISA 2003에서의 우리나라의 과학성취도

		PISA 2000	PISA 2003
전체	우리나라 등수	1	4
	평균점수	552	538
	OECD 평균	500	500
상위 5%	우리나라 등수	공동 5위	2
	평균점수	674	695
	OECD 평균	662	668

제7차 교육과정에 따른 교과서는 2001년에 초등학교 3, 4학년, 중학교 1학년, 2002년에 초등 5, 6학년, 중학교 2학년, 고등학교 1학년, 2003년에 중학교 3학년과 고등학교 선택과목이 적용되었다. 따라서 PISA 2000은 제6차 교육과정의 영향을 받았다고 할 수 있으며, PISA 2003은 제7차 교육과정의 영향을 일부 받았다고 볼 수 있다.

한편, 남녀 학생의 성차를 보면 PISA 2000에서 우리나라는 남학생 561점에 비해 여학생은 541점으로 남학생의 점수가 19점이나 높아 참여 국가 중 그 차이가 가장 큰 것으로 나타났었고, PISA 2003에서는 남학생 546점에 비해 여학생은 527점으로 차이가 18점으로 리히텐슈타인의 26점에 이어 세계에서 두 번째로 성차가 크게 나타났으며, OECD 국가 평균은 남학생이 여학생보다 6점 높게 나타났다.

PISA 2003에서 과학 내용별로 국제 평균 정답률과 비교하면, 우리나라 학생들은 생명 건강 영역에서 상대적으로 낮은 성취수준을 보였다. 국내 평균 정답률이 국제의 경우보다 유의미하게 낮게 나타난 3개 문항 중 2개가 생명건강 과학 영역(복제 과제)이었고, 전체 34개 과학 문항 중 두 번째로 정답률이 낮은 문항도 생명건강 과학 영역(주파수 맞추기 과제)에 속한 문항이었다(이미경 외, 2004).

3. PISA 2006 과학적 소양

가. 전체 집단의 과학 성취도

PISA 2006은 2006년 6월에 무선 표집된 154개국 약 5,000명을 대상으로 읽기, 수학, 과학의 인지 검사를 2시간에 걸쳐 시행하였다. 표 6에서 보는 바와 같이 우리나라는 평균 점수로는 리히텐슈타인과 함께 공동 10위를 차지하였으며, 점수에서의 오차를 고려한 95% 신뢰수준에서는 7-13위에 해당한다³⁾.

3) PISA의 각 영역별 평균 점수는 표본을 통하여 얻어진 모집단 추정치

표 6. PISA 2006에서 주요국의 과학적 소양 평균점수 및 순위

국가명	PISA 2006		비 고		
	등수 범위		평균 점수	PISA PLUS 순위	PISA 2003순위
	OECD 국가	전체 국가			
핀란드	1	1	563	4(538)	1(548)
홍콩 중국	-	2	542	3	3
캐나다	2~3	3~6	534	6	11
대만	-	3~8	532	-	-
에스토니아	-	3~8	531	-	-
일본	2~5	3~9	531	2	2
뉴질랜드	2~5	3~9	530	7	10
호주	4~7	5~10	527	7	6
네덜란드	4~7	6~11	525	분석제외	8
리히텐슈타인	-	6~14	522	25	5
대한민국	5~9	7~13	522	1(552)	4(538)
슬로베니아	-	10~13	519	-	-
독일	7~13	10~19	516	21	19
영국	8~12	12~18	515	5	분석제외
체코	8~14	12~20	513	12	9
스위스	8~14	13~20	512	19	12
미카오 중국	-	15~20	511	-	7
오스트리아	8~15	12~21	511	9	22
벨기에	9~14	14~20	510	16	14
아일랜드	10~16	15~22	508	10	16
OECD 국가별 평균			500		

* 미국: PISA 2006 -29위, 2000 -15위, 2003-22위

* PISA 점수는 평균이 500점이고 표준 편차가 100인 표준 점수임.

* OECD에서는 PISA 2006에서 95% 신뢰 수준에서 각 국가의 등수 범위를 제공하고 있음.

* 진한고딕으로 표시된 국가는 비OECD국을 의미함.

이러한 결과는 PISA 2000 또는 PISA PLUS의 1위, PISA 2003의 4위에 비해 평균 점수나 순위에서 하락한 것이다. PISA 2006에서 주요 경쟁국의 순위를 보면 1위는 핀란드, 2위 홍콩, 3위 캐나다, 4위 대만, 5위 에스토니아, 6위 일본 등이다. 대만과 에스토니아는 PISA 2006에 처음 참여한 국가로 높은 성취도

임. 다시 말하면, 이 값은 모집단의 참값이 아닌 오차를 포함하고 있는 추정치임. 따라서 PISA 2006에서는 각 국가별로 평균점수에 따라 정확한 등수를 제공하는 대신, 95% 신뢰수준에서 그 국가가 위치할 수 있는 최고 등수와 최하 등수를 추정함. 즉, 각 국가의 평균이 놓여질 수 있는 가능한 등수의 범위를 95% 신뢰수준에 의거하여 제공함

표 7. PISA 2006에서 주요국의 과학적 소양 백분위 점수

순위	국가명	전체 학생 평균 점수	백분위 점수					
			5th	10th	25th	75th	90th	95th
1	핀란드	563	419				673	700
2	뉴질랜드	530	347				667	699
3	영국	515	337				652	685
4	호주	527	358				653	685
5	일본	531	356				654	685
6	홍콩-중국	542	380				655	682
7	캐나다	534	372				651	681
9	대만	532	369				651	676
10	리히텐슈타인	522	358				643	675
11	네덜란드	525	362				646	675
12	독일	516	345				642	672
13	체코	513	350				641	672
14	에스토니아	531	392				640	668
15	스위스	512	340				636	665
17	대한민국	522	367				635	662
18	미국	489	318				628	662
21	스웨덴	503	347				622	654
22	프랑스	495	320				623	653
30	이스라엘	454	275				601	636
31	마카오-중국	511	378				611	635
37	러시아	479	333				596	627
	OECD 국가별평균	500	340				622	652

* 상위 5% 학생의 점수 순위임.

를 보였으며, 캐나다는 PISA 2003에 비해 많이 향상되었다. 핀란드는 PISA 2000에서 4위, PISA 2003에서 1위를 하였었고, 일본은 PISA 2000과 PISA 2003에서 각각 2위였으나 이번엔 6위로 하락하였다.

나. 상위 집단 성취도

PISA 2006에서의 주요 국가별 백분위 점수를 보면 표 7과 같다.

최상위 5% 학생의 점수를 보면, 우리나라는 662점으로 17위에 해당한다. 이는 상위 5%의 순위가 전체 집단에 비해서도 더 낮다. PISA 2000이나 PISA PLUS의 5위, PISA 2003의 2위와 비교할 때도 상위 5%의 경우 과학 영역은 성적이 하락하였는데, 읽기와 수학 영역에서는 학생의 성적이 향상된 것과 대비된다(표 8 참조).

한편, PISA 2006에서는 과학적 소양을 “과학적 소양이란 자연 세계와 인간 활동으로 초래된 자연의 변화를 이해하고 의사 결정을 하기 위하여, 과학적 지식을 활용하고 문제를 인식하며

표 8. PISA의 최상위 5% 학생의 소양 수준 비교

PISA 평가 (비교국 수)	읽기 영역		수학 영역		과학 영역		문제 해결력 영역	
	상위 5% 순위	점수	상위 5% 순위	점수	상위 5% 순위	점수	상위 5% 순위	점수
PISA 2006 (57개국)	1	688	2	694	17	662	해당 사항 없음	
PISA 2003 (40개국)	7	660	3	690	2	695	3	686
PISA PLUS (41개국)	21	629	6	676	5	674	해당 사항 없음	
PISA 2000 (31개국)	20	629	5	676	5	674	해당 사항 없음	

증거에 기초한 결론을 내릴 수 있는 능력을 말한다”라고 정의하고, 학생들의 과학 성취도를 보다 구체적으로 파악하기 위하여 학생들의 소양 수준을 ‘1수준’에서 ‘6수준’까지로 구분하여 설명하고 있다(표 9 참조).

표 9. PISA 2006 과학 영역 성취 수준의 의미

수 준	의 미
수준 6	여러 가지 복잡한 일상생활의 상황에서 일관성있게 과학적 지식과 과학에 대한 지식을 찾아내고, 이를 설명하고 적용할 수 있다. 지속적으로 수준 높은 과학적 사고와 추론을 하고 있음을 보이며, 친숙하지 않은 과학적, 기술적 상황에 대한 해결책을 지지하기 위하여 가까이 과학에 대한 이해를 사용한다.
수준 5	복잡한 일상생활 상황에서 과학적 요소를 찾아낼 수 있고, 과학적 지식과 과학에 대한 지식을 이들 상황에 적용할 수 있다. 증거에 기초한 설명과 비판적 분석에 근거한 논쟁을 할 수 있다.
수준 4	과학과 기술의 역할에 대한 추론을 요구하는 명백한 현상을 포함하는 상황과 이슈를 효과적으로 다룰 수 있다. 자신의 행동을 숙고할 수 있고, 과학적 지식과 증거를 이용하여 의사 결정을 하고 이를 다른 사람과 의사소통할 수 있다.
수준 3	주어진 상황에서 분명하게 기술된 과학적 이슈를 찾아낼 수 있고, 현상을 설명하기 위하여 과학적 사실과 지식을 선택할 수 있으며, 간단한 모델이나 탐구 전략을 적용할 수 있다. 과학적 사실을 사용하여 짧은 문장을 만들 수 있고 과학적 지식에 기초하여 의사 결정을 할 수 있다.
수준 2	친숙한 상황에서 가능성 있는 설명을 제공하거나 간단한 조사에 기초하여 결론을 도출하는데 필요한 적절한 과학적 지식을 가지고 있다. 직접적인 추론을 할 수 있다.
수준 1	적은 수의 친숙한 상황에 적용할 수 있는 제한된 과학적 지식을 가지고 있다.

과학 영역의 경우, 최상위 수준인 '수준6'에 속하는 학생의 비율은 1.1%로 18위이다. 이는 최상위 5%의 과학적 소양 점수의 순위인 17위와 유사하다. 그리고 읽기 영역의 최상위 수준인 '수준5'에 속하는 학생 비율은 21.7%로 1위, 수학 영역의 최상위 수준인 '수준6'에 속하는 학생의 비율은 9.1%로 2위인 것과 대비된다(표 10, 표 11 참조).

표 10. PISA 2006에서 소양 영역별 최상위 수준에 속하는 학생의 비율

PISA 평가 (비교국 수)	읽기 영역		수학 영역		과학 영역	
	수준5 학생 비율 순위	비율	수준6 학생 비율 순위	비율	수준6 학생 비율 순위	비율
PISA 2006 (57개국)	1	21.7%	2	9.1%	18	1.1%
PISA 2003 (40개국)	7	12.2%	4	8.1%	해당 사항 없음	
PISA PLUS (41개국)	21	5.7%	해당 사항 없음			
PISA 2000 (31개국)	21	5.7%	해당 사항 없음			

* 주영역이 되는 주기부터 성취 수준이 설정됨.

표 11. PISA 2006에서 과학 성취 수준별 비율 국가비교

순위	국가명	수 준						
		1수준 미만 (334.94점 미만)	1수준 (334.94~ 409.54점)	2수준 (409.54~ 484.14점)	3수준 (484.14~ 558.73점)	4수준 (558.73~ 633.33점)	5수준 (633.33~ 707.93점)	6수준 (707.93점 초과)
		백분율 (표준오차)	백분율 (표준오차)	백분율 (표준오차)	백분율 (표준오차)	백분율 (표준오차)	백분율 (표준오차)	백분율 (표준오차)
1	뉴질랜드	4.0 (0.4)	9.7 (0.6)	19.7 (0.8)	25.1 (0.7)	23.9 (0.8)	13.6 (0.7)	4.0 (0.4)
2	핀란드	0.5 (0.1)	3.6 (0.4)	13.6 (0.7)	29.1 (1.1)	32.2 (0.9)	17.0 (0.7)	3.9 (0.3)
3	영국	4.8 (0.5)	11.9 (0.6)	21.8 (0.7)	25.9 (0.7)	21.8 (0.6)	10.9 (0.5)	2.9 (0.3)
4	호주	3.0 (0.3)	9.8 (0.5)	20.2 (0.6)	27.7 (0.5)	24.6 (0.5)	11.8 (0.5)	2.8 (0.3)
5	일본	3.2 (0.4)	8.9 (0.7)	18.5 (0.9)	27.5 (0.9)	27.0 (1.1)	12.4 (0.6)	2.6 (0.3)
6	캐나다	2.2 (0.3)	7.8 (0.5)	19.1 (0.6)	28.8 (0.6)	27.7 (0.6)	12.0 (0.5)	2.4 (0.2)
7	리히텐슈타인	2.6 (1.0)	10.3 (2.1)	21.0 (2.8)	28.7 (2.6)	25.2 (2.5)	10.0 (1.8)	2.2 (0.8)
8	슬로베니아	2.8 (0.3)	11.1 (0.7)	23.1 (0.7)	27.6 (1.1)	22.5 (1.1)	10.7 (0.6)	2.2 (0.3)
9	홍콩-중국	1.7 (0.4)	7.0 (0.7)	16.9 (0.8)	28.7 (0.9)	29.7 (1.0)	13.9 (0.8)	2.1 (0.3)
10	독일	4.1 (0.7)	11.3 (1.0)	21.4 (1.1)	27.9 (1.1)	23.6 (0.9)	10.0 (0.6)	1.8 (0.2)
11	체코	3.5 (0.6)	12.1 (0.8)	23.4 (1.2)	27.8 (1.1)	21.7 (0.9)	9.8 (0.9)	1.8 (0.3)
12	대만	1.9 (0.3)	9.7 (0.8)	18.6 (0.9)	27.3 (0.8)	27.9 (1.0)	12.9 (0.8)	1.7 (0.2)
13	네덜란드	2.3 (0.4)	10.7 (0.9)	21.1 (1.0)	26.9 (0.9)	25.8 (1.0)	11.5 (0.8)	1.7 (0.2)
14	미국	7.6 (0.9)	16.8 (0.9)	24.2 (0.9)	24.0 (0.8)	18.3 (1.0)	7.5 (0.6)	1.5 (0.2)
15	에스토니아	1.0 (0.2)	6.7 (0.6)	21.0 (0.9)	33.7 (1.0)	26.2 (0.9)	10.1 (0.7)	1.4 (0.3)
16	스위스	4.5 (0.5)	11.6 (0.6)	21.8 (0.9)	28.2 (0.8)	23.5 (1.1)	9.1 (0.8)	1.4 (0.3)
17	오스트리아	4.3 (0.9)	12.0 (1.0)	21.8 (1.0)	28.3 (1.0)	23.6 (1.1)	8.8 (0.7)	1.2 (0.2)
18	아일랜드	3.5 (0.5)	12.0 (0.8)	24.0 (0.9)	29.7 (1.0)	21.4 (0.9)	8.3 (0.6)	1.1 (0.2)
18	대한민국	2.5 (0.5)	8.7 (0.8)	21.2 (1.0)	31.8 (1.2)	25.5 (0.9)	9.2 (0.8)	1.1 (0.3)
20	스웨덴	3.8 (0.4)	12.6 (0.6)	25.2 (0.9)	29.5 (0.9)	21.1 (0.9)	6.8 (0.5)	1.1 (0.2)
22	프랑스	6.6 (0.7)	14.5 (1.0)	22.8 (1.1)	27.2 (1.1)	20.9 (1.0)	7.2 (0.6)	0.8 (0.2)
23	이스라엘	14.9 (1.2)	21.2 (1.0)	24.0 (0.9)	20.8 (1.0)	13.8 (0.8)	4.4 (0.5)	0.8 (0.2)
32	러시아	5.2 (0.7)	17.0 (1.1)	30.2 (0.9)	28.3 (1.3)	15.1 (1.1)	3.7 (0.5)	0.5 (0.1)
38	마카오-중국	1.4 (0.2)	8.9 (0.5)	26.0 (1.0)	35.7 (1.1)	22.8 (0.7)	5.0 (0.3)	0.3 (0.1)
	OECD 국가별 평균	5.2 (0.1)	14.1 (0.1)	24.0 (0.2)	27.4 (0.2)	20.3 (0.2)	7.7 (0.1)	1.3 (0.0)

다. 과학적 능력과 과학 지식별 성취도

과학 능력에 따른 영역별 성취도를 비교하면, 우리나라 학생들은 과학적 증거 이용 영역에서 상대적으로 높은 성취도를 보이며, 현상에 대한 과학적 설명에서 낮은 성취도를 보인다. 즉, 우리나라 학생은 과학적 증거 이용 영역의 평균 점수는 과학 전체 평균점수보다 16점 높은 반면, 현상에 대한 과학적 설명 영역과 과학적 문제 인식 영역에서는 각각 11점과 3점이 낮다. 과학 지식에 따른 성취도를 비교하면, 우리나라는 지구·우주계의 평균 점수가 과학 전체 평균 점수보다 11점 높은 반면 생물계에서는 24점이 낮은 것으로 나타났다(표 12 참조).

이상의 결과는 우리나라 학생들이 과학적 증거 이용이나 과학적 문제 인식 능력이 상대적으로 강함을 보여주며 일반적으로 생각해온 낮은 탐구 능력과는 반대됨을 보여준다. 오히려 현상에 대한 과학적 설명 능력이 프랑스 다음으로 낮아 어떤 현상을 과학적으로 설명하는 기회가 적었거나 과학의 기본 개념에 대한 이해 부족에 기인할 수 있음을 보여준다.

표 12. PISA 2006에서 과학적 능력과 과학 지식별 성취도

국가명	평균 점수	능력			지식5			
		과학적 문제 인식	현상에 대한 과학적 설명	과학적 증거 이용	물상계	생물계	지구우주계	과학에 대한 지식
핀란드	563	-8	3	4	-4	11	-9	-6
홍콩-중국	542	-14	7	0	3	15	-17	-1
캐나다	534	-3	-4	7	-5	-4	6	3
대만	532	-24	13	-1	13	17	-3	-7
일본	531	-9	-4	13	-1	-5	-1	0
에스토니아	531	-16	9	0	4	8	9	-8
뉴질랜드	530	6	-8	6	-15	-2	-1	9
호주	527	8	-7	4	-12	-5	3	7
네델란드	525	8	-3	1	6	-15	-7	5
대한민국	522	-3	-11	16	8	-24	11	4
리히텐슈타인	522	0	-6	13	-7	2	-9	4
독일	516	-6	3	0	0	8	-5	-4
영국	515	-1	2	-1	-6	11	-10	2
체코	513	-12	15	-12	21	12	13	-14
스위스	512	3	-4	7	-5	1	-9	3
마카오-중국	511	-21	9	1	7	14	-5	-6
스웨덴	503	-5	6	-7	14	8	-5	-5
프랑스	495	4	-14	16	-13	-5	-33	12
미국	489	3	-3	0	-4	-2	15	3
러시아	479	-17	4	1	0	10	2	-4
이스라엘	454	3	-10	6	-11	5	-37	13

※ 과학 전체 평균 점수와 해당 영역 평균 점수와의 차이를 나타낸 것임

라. 과학 성취도에서 학교 간, 학교 내 격차

학교 간 격차가 성취도를 설명하는 변량은 우리나라의 경우 약 31.8%로 OECD 평균 변량 약 33.0%에 비해 낮은 것으로 나타났다. 학교 내 격차에 의한 설명량은 우리나라의 경우 59.3% 정도로 OECD 평균 학교 내 격차의 설명량 68.1%보다 작은 것으로 나타났다.

학교간 성취도 차이가 작은 국가는 핀란드, 아이슬란드, 노르웨이 등이고, 학교간 성취도 차이가 큰 국가는 불가리아, 독일, 슬로베니아 등이다. 독일은 일반적으로 학교간 격차가 없는 것으로 알려져 있으나 이와는 달리 큰 것으로 나타났다.

마. 과학 성취도의 남녀 학생간의 차이

PISA 2006에서 과학성취도의 남녀 학생간 차이는 OECD 평

균에서는 여학생 평균이 499점, 남학생 평균 501점으로 남학생이 평균 2점 높으며 이 차이는 통계적으로 유의하다. 우리나라의 경우 여학생 평균이 523점, 남학생 평균이 521점으로 여학생 평균이 2점 높았으나, 이 차이는 통계적으로 유의하지 않다. PISA 2000에서 참여 국가 중 가장 성차가 큰 것으로 나타났었고, PISA 2003에서는 세계 2위의 성차를 보인 것과 비교해 볼 때 PISA 2006에서 남녀 학생의 성차이가 감소한 원인을 알아보는 것도 중요한 과제이다.

과학 능력별 남녀 학생의 성취도 차이의 국제 경향을 보면, 과학적 문제 인식 영역과 과학적 증거 이용 영역에서는 여학생의 성취도가 높은 경향이 있는 반면에 현상에 대한 과학적 설명 영역에서는 남학생이 잘 하는 경향이 있다. 이 같은 경향은 우리나라에서도 동일하게 나타난다.

과학 내용 영역별 남녀 학생의 성취도 차이를 보면, 물상계와 지구·우주계에서는 남학생의 성취도가 높은 경향이 국제적으로 나타났으며, 생물계에서는 일관적인 경향성을 보이지 않았다. 우리나라의 경우에는 모든 과학 내용 영역에서 남학생의 성취도가 여학생보다 높았다.

바. 사회 경제적 배경 과학 성취도

우리나라는 핀란드, 홍콩-중국, 일본, 캐나다 등과 함께 과학 성취도는 높고, 사회 경제적 배경과 성취도와의 관계는 OECD 평균보다 낮은 집단에 포함된다. 뉴질랜드, 벨기에, 독일 등은 과학 성취도는 높지만 사회 경제적 배경과 성취도와의 관계가 OECD 평균보다 높은 집단에 속한다. 미국, 프랑스, 슬로바키아, 룩셈부르크 등은 과학 성취도가 낮고 사회 경제적 배경의 영향이 OECD 평균 이상이다.

사. 과학에 대한 태도

과학에 대한 태도는 '과학 탐구에 대한 지지', '과학 학습자로서의 개인의 신념', '과학에 대한 흥미', '자원과 환경에 대한 책임감'으로 나누어 설문지를 통해 조사하였다. 과학에 대한 태도 설문 문항의 예는 표 13과 같으며, 조사 결과를 OECD 평균과 비교한 것은 표 14와 같다. OECD 평균을 0, 표준편차 1로 하여 비교할 때 우리나라는 과학의 일반적 가치 인식 0.27, 지속 가능한 자원에 대한 책임감 0.43으로 OECD 평균보다 높으며 다른 항목은 모두 OECD 평균보다 낮다. 특히 과학에 대한 자아 개념은 -0.71로 매우 낮다.

각 영역별로 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

우리나라 학생들은 과학의 일반적인 가치에 대해서는 OECD 평균 이상으로 긍정적으로 인식하고 있으며, 특히 과학 기술의 발전은 사회에 이익이 된다는 데 동의하는 비율이 OECD 평균과 비교할 때 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

과학의 개인적 가치에 대해서 긍정적으로 답한 OECD 평균 비율은 모든 문항에서 50% 이상으로 OECD 국가 학생수 과반수 이상이 과학의 개인적 가치에 대하여 긍정적으로 인식하였다.

표 13. 과학에 대한 태도 학생 설문 예시 문항

설문 내용 예
과학에 대한 일반적인 가치 • 일반적으로 과학과 기술의 발전은 사람들의 생활 여건을 개선한다. • 과학은 우리가 자연 세계를 이해하는 데 중요하다. • 과학과 기술의 발전은 경제 발전에 도움이 된다. • 일반적으로 과학과 기술의 발전은 사회에 이익에 된다.
과학 탐구에 대한 개인적인 가치 • 나는 과학이 내 주변의 일들을 이해하는 데 유익하다고 느낀다. • 나는 어른이 되면 여러 가지 방법으로 과학을 이용할 것이다. • 내가 학교를 졸업 하면 과학을 이용할 기회가 많을 것이다. • 과학은 나와 관련이 깊다.
과학에 대한 자아 개념 • 나는 과학 과목 시험 문제에 답을 잘 쓰는 편이다. • 나는 과학을 배울 때 그 개념을 아주 잘 이해할 수 있다. • 나는 과학 내용을 금방 배운다. • 나는 과학 과목이 쉽다.
과학에 대한 흥미 • 나는 새로운 과학 지식을 알게 되는 것을 즐긴다. • 나는 과학 공부에 흥미가 있다. • 나는 과학에 관한 책을 읽는 것을 즐긴다. • 나는 과학 문제를 푸는 것이 즐겁다.
과학 학습에 대한 외적 동기 • 과학 과목은 내가 나중에 하고 싶은 일을 하는 데 도움이 될 것이므로 노력할 가치가 있다. • 나는 과학 과목이 내게 쓸모 있기 때문에 공부한다.
환경 문제에 대한 인식 • 산성비에 대해 얼마나 알고 있는가? • 유전자 조작 생물에 대해 얼마나 알고 있는가?
지속 가능한 자원에 대한 책임감 • 기업들은 위험한 폐기물을 안전하게 처리하고 있음을 증명해 보여야 한다. • 멸종 위기에 처한 동식물 종의 서식지를 보호하는 법을 제정하는 것을 지지한다. • 쓰레기를 줄이기 위해서 플라스틱 포장의 사용을 최소화 해야 한다. • 가전제품이 불필요하게 사용되어 에너지가 낭비될 때 마음이 편치 않다.

표 14. PISA 2006에서 우리나라 학생의 과학에 대한 태도 조사 결과

과학에 대한 태도		지수
과학 탐구에 대한 지지	과학의 일반적 가치 인식	0.27
	과학의 개인적 가치 인식	-0.06
과학 학습자로서의 개인의 신념	과학에 대한 자아 효능감	-0.21
	과학에 대한 자아 개념	-0.71
과학에 대한 흥미	과학에 대한 일반적인 흥미	-0.24
	과학에 대한 즐거움	-0.17
	과학 학습에 대한 외적 동기	-0.26
자원과 환경에 대한 책임감	환경 문제에 대한 인식	-0.22
	지속 가능한 자원에 대한 책임감	0.43

* 지수는 OECD 평균 0, 표준 편차 1의 표준 점수임

우리나라의 경우 과학이 유익하며 어른이 되었을 때 활용할 것이라는 것에 대해서 70% 이상이 동의하였다. 과학이 나와 관련이 있다고 생각하는 학생은 50% 정도인 것으로 나타났다. 과학의 개인적 가치에 대한 긍정적인 인식 정도는 OECD 평균 이하인 것으로 나타났다.

과학에 대한 자아 개념과 관련하여 긍정적으로 답한 OECD 평균 비율은 47-65%로 나타났으나 우리나라 학생들은 15-34% 정도로 매우 낮게 나타났다. 특히 우리나라 학생들은 나는 과학 과목 내용을 금방 배운다고 생각하는 학생은 31%, 과학과목이 쉽다고 생각하는 학생은 20% 정도로 대부분의 학생들이 과학을 어려워하는 것으로 나타났다. 특기할만한 것은 미국은 성취도는 낮지만 과학 개념을 아주 잘 이해할 수 있다에 70% 이상, 과학 내용을 금방 배운다는 것에 60% 이상, 과학 과목이 쉽다는 것에도 50% 이상 답하여 주요 조사국 중에서 2위를 차지하였다. 그리고 캐나다는 과학에 대한 자아 개념 4개 조사 항목 모두 매우 높은 긍정적 반응을 보였다. 반면에 일본은 주요 경쟁국에 비해 4개 조사 항목에서 동의한 비율이 낮게 나타났는데, 과학 과목이 쉽다는 항목에서는 가장 낮은 긍정 반응을 보였다.

우리나라 학생 중 새로운 과학 지식을 알게 되는 것을 즐기는 학생의 비율은 70% 정도로, 다수가 새로운 과학 지식을 알게 되는 것을 즐기는 것으로 나타났다. 그러나 과학 공부에 흥미가 있는 학생의 비율은 47%로 OECD 평균 63%보다 낮다. 특히 과학 문제를 푸는 것이 즐겁다고 한 우리나라 학생의 비율은 27%로 OECD 평균인 43%에 비하여 상대적으로 낮다. 과학에 대한 흥미는 주요 경쟁국에 비해 우리나라와 일본이 가장 낮고, 홍콩이 가장 높으며, 대만도 상당히 높은 편에 속한다.

즉, 우리나라 학생들은 과학에 대한 흥미, 동기 등은 상대적으로 낮은 것으로 나타났는데, 이 같은 결과는 PISA 2003의 수학에 대한 태도에서 나타난 것과 유사하다.

환경 문제에 대한 낙관 정도에 대해서는 에너지 부족, 물 부족, 대기오염, 핵폐기물, 동식물 멸종 문제 해결에 대해 낙관하는 정도를 조사한 것이다. 낙관적인 태도는 OECD 평균이 대체로 20% 미만으로 나타났다. 우리나라 학생들은 OECD 평균보다 환경 문제에 낙관적인 태도를 가지고 있으며, 특히 에너지 부족 문제가 개선될 것으로 기대하는 학생 비율이 43%로 OECD 평균 21%보다 높게 나타났다.

우리나라 학생들은 지속 가능한 발전에 대한 책임감과 관련된 문항에 대하여 긍정적으로 답한 비율은 모든 문항에서 80% 이상으로, 다수의 학생들이 환경 문제에 대하여 책임감을 갖고 있는 것으로 나타났다.

4. PISA 2006 결과가 주는 시사점

PISA 2006 결과를 요약하면 우리나라 학생들의 과학 성취도는 2000년 이후 지속적으로 하락하고 있으며, 특히 최상위권에서 대폭 하락하였다. 따라서 이에 대한 체계적인 분석과 대책이 필요하다.

또한 과학에 대한 태도에 있어 우리나라 학생들이 “과학에 대한 일반적인 가치”는 긍정적으로 인식하고 있으나, 과학과 관련한 자아 효능감, 자아 개념, 흥미 등이 낮은 것으로 나타났는데, 이러한 요소가 과학 성취도에 미치는 영향을 고려할 때 과학에 대한 긍정적인 태도를 함양하려는 노력이 필요하다.

독일은 PISA 2000, PISA 2003에서의 낮은 성취도에 자극을 받아 학교 중심 아비투어 시험에서 주 중심의 중앙아비투어 체제를 도입하는 등 교육개혁에 박차를 가하였고(Gerdi Jonen, 2006), 일본도 PISA 2006의 낮은 성취도를 미리 예상하고, 그동안 표방해 온 “여유 있는 교육” 방침을 철회하고, 과학 등의 시간 수 증가 등 다양한 대책을 세우고 있다.

우리나라에서도 교육인적자원부는 지난 12월 15일에 “창의적 인재 육성을 위한 초·중등 과학교육 내실화 계획(‘08~’12)”을 발표하였다. 이 계획은 2003년부터 시작된 1차 과학교육 활성화 계획의 후속 대책으로서 2008년부터 5년 동안 추진되는 초·중등 과학교육의 기본 정책으로 이 속에는 PISA 2006 결과에 대한 대책을 포함하고 있다. 과학 교육 내실화 계획은 다음과 같은 6개 중점 과제를 설정하고, 그 아래에 세부 과제를 제시하였다(교육인적자원부, 2007).

- 과제 1. 과학 수업·평가 방법 개선: 새로운 과학과 교수법 및 평가 방법 개발 보급, 과학 수업·평가 방법 개선 장학 강화(실험이 필요한 강의 내용은 강의·실험 동시 진행하기, 2012년까지 실험평가 비중 50%까지 확대), 과학교육 선도학교 운영.

- 과제 2. 과학교사 전문성 신장: 과학교사의 탐구·실험 수업 지도능력 향상 연수 강화, 과학교사 전문성 향상을 연구 지원, 과학교사 상시 연수체제 도입, 예비 과학교사 실험 지도 능력 배양(임용시험에 과학실험 지도능력 반영, 교대 신입생 전형에 수리가형 및 과학탐구 영역 지정과 가산점 부여 권장).

- 과제 3. 과학교육 여건 개선 지속 추진: 실험실 현대화, 실험 수업에 필요한 교구 및 실습 재료 확보, 초등학교 과학교과 전담교사제 운영 확대, 과학실험보조원 연수 강화.

- 과제 4. 과학 마인드 확산: 미디어를 통한 과학 흥미도 제고, 과학동아리(과학반) 활동 육성, 과학교실 운영 지원, 지역·기업·대학 연계 과학 탐구 활동 추진. 과학 탐구 활동 국제 교류 및 학교 밖 과학 탐구 활동 지원, 여학생 대상 과학 체험 활동 및 진로지도 프로그램 운영, 과학기술부 추진 과학교육문화사업 협조.

- 과제 5. 과학과 수월성 교육 강화: 중학교 및 일반계 고등학교에 학교 단위 ‘우수학생 심화 과학반’ 개설 운영, 과학과 ‘자유 탐구’ 수행.

- 과제 6. 과학교육 지원 체제 강화: 과학교육연구기관 지정·운영, 과학교육심의회 운영 강화, 과학교육 담당 조직 강화(교육부 전담부서 기능강화 추진, 시도교육청의 과 단위 과학교육 전담 부서 운영 권장, 시도교육청 산하 과학교육원 독립 운영 권장).

과학교육학회 등에서도 교육부의 계획의 타당성을 검토하여 적극 협조하거나 개선 의견을 제시할 필요가 있고, 또한 이번 계획에 포함되지 않은 중요한 과제가 있으면, 적극 건의하는 활동이 필요하다. 특히, 현행 과학교육의 문제점 진단과 개선 방안 제시에서는 학교 현장에서의 과학교육 운영 실태에 대한 포괄적이고 객관적인 자료 수집이 병행될 필요가 있다.

참고문헌

교육인적자원부 (2007) 보도자료. ‘과학, 알기 쉽게 가르치기’- 창의적 인재 육성을 위한 초·중등 과학교육 내실화 계획(‘08~’12).

노국향 (2000) 한국의 국제학업성취도 지표 개발 현황과 활용

방안-OECD 학업성취도 국제비교연구를 중심으로. OECD 국제 학업성취도 세미나 자료집. 한국교육과정평가원 연구자료 ORM 2000-2, 77-131.

신동희, 노국향 (2001) PISA 2000 과학평가 결과 분석 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2001-9-4.

이미경, 박영순, 민경석, 채선희, 최성연, 최미숙, 나귀수 (2004)

PISA 2003 결과 심층 분석 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2004-2-2.

한국교육과정평가원 (2007) PISA 2006을 통해 본 우리나라 학생의 학업성취도 국제 수준. 한국교육과정평가원.

Gerdi Jonen(ed.) (2006) The Education System in the Federal Republic of Germany. KMK, Bonn.