

## PISA 2주기 검사에서 한국 학생들의 문제해결 영역 성취도 분석

곽 영 순\*

한국교육과정평가원, 110-230 서울특별시 종로구 삼청동 25-1

### Korean Students' Performance in Problem Solving Literacy in PISA 2003

Yongsun Kwak\*

KICE, 25-1 Samchung-dong, Chongro-ku, Seoul 110-230, Korea

**Abstract:** PISA (Program for International Student Assessment) 2003, the second cycle of PISA, collected data with respect to students' cross-disciplinary problem solving capabilities. Problem solving is defined as the ability to use cognitive processes to solve real cross-disciplinary problems. For the purpose of PISA 2003 assessment, three problem types were chosen: Decision Making, System Analysis and Design, and Trouble Shooting. For this paper, a preliminary analysis on Korean student's responses to the PISA 2003 problem-solving items was conducted. The quantitative analysis mainly focused on the difficulties of the PISA 2003 items, while the qualitative analysis dealt with students' responses to open-ended items, which helped understand Korean students' cognitive style and reasoning processes. According to the item analysis result, Korean students had difficulty in representing their answers with pictures or graphs, and interpreting long and complex text. They also showed low achievement with relatively unfamiliar topics or tasks. The paper concluded with several suggestions on how to improve the quality of science education.

**Keywords:** PISA, problem solving literacy, item analysis, cross-disciplinary

**요약:** PISA의 두 번째 주기에 해당되는 PISA 2003에서는 문제해결 영역에 대한 평가가 새로이 도입되었다. PISA 2003 본검사 문제해결 영역에서는 (1) 의사 결정, (2) 체제 분석 및 설계, (3) 문제점 해결 등의 세 가지 문제해결 유형에 따라 학생들의 범교과적 문제해결 능력을 평가하였다. 본 논문에서는 PISA 2003 본검사에 포함된 문제해결 영역 문항들에 대한 우리나라 학생들의 정답률을 살펴보고, 문제해결 문항들 중 개방형 서술형 문항에 대한 학생들의 답안을 상세하게 분석하였다. 분석 결과에 따르면, 우리나라 학생들은 그림이나 그래프로 표시하는 과제에 취약하며, 긴 문장으로 제시된 지문 해석에서 어려움을 겪은 것으로 보인다. 또한, 우리 나라 학생들에게는 다소 낮은 맥락이나 소재를 활용한 과제의 경우 낮은 정답률을 기록하였다. PISA 2003 문제해결 영역을 분석한 결과가 과학교육에 주는 시사점도 논의하였다.

**주요어:** 학생성취도 국제비교, 문제해결 소양, 문항분석, 간화문적

## 도 입

PISA의 두 번째 주기에 해당되는 PISA 2003에서는 문제해결(Problem-Solving) 영역에 대한 평가가 새로이 도입되었다. 따라서 OECD/PISA 2003 본검사에서 평가하는 영역은 기존 읽기, 수학, 과학 영역과 함께 문제해결 영역이 추가되어 총 4개 영역에

대한 평가가 이루어졌다(OECD, 2003a).<sup>1)</sup>

문제해결 능력은 각국에서 학교 교육과정의 주요 교육 목표중의 하나이다. 교육자나 정책 입안자들은 특히 실생활 상황에서 학생들의 문제해결 능력을 중요시한다(OECD, 2001). 즉, 제시된 정보를 이해하고, 중요한 특징이나 관련성을 파악하며, 외적 표상을 구성하거나 적용하고, 문제를 해결하고, 문제에 대한 해결책을 평가, 정당화하고 의사소통하는 등의 문제해결 과정은 과학, 수학, 언어학, 사회과학 등을 비롯한 많은 교과 영역에서 발견된다(OECD, 2003c). PISA의 문제해결 영역은 학생들의 범교과적(cross-

\*E-mail: ykwak@hanmir.com

Tel: 82-2-3704-3577

Fax: 82-2-3704-3570

curricula)이고 여러 가지 학문영역에 걸치는(cross-disciplinary) 문제해결 능력을 측정하고자 한다.

OECD/PISA 평가 프로그램은 읽기, 수학 및 과학 영역에서 학생들의 소양 수준을 반영한 자료를 수집함과 동시에, 학생들의 범교과적인 문제해결 능력과 관련된 자료를 수집하려는 목적을 지니고 있다. 그러한 노력의 일환으로 2003년도 본검사에서는 기존의 전통적인 교과와 경계를 초월한 범교과적인 문제 상황들을 해결할 수 있는 능력을 측정하려고 하였다. 다양한 선행연구 분석 결과와 독일 PISA 연구팀의 사전 검증을 거쳐서 PISA 2003의 소양 영역의 하나로 포함된 문제해결 영역에서, 학생들은 실생활 맥락 속으로 확장된 문제를 해결하기 위하여 다양한 교과 영역으로부터의 지식과 전략을 통합하도록 요구된다. 따라서 PISA 2003의 문제해결 영역은 다른 세 가지 주요 영역(수학, 과학, 읽기 소양)을 보완하게 된다. 요약하면, 문제해결 영역은 다양한 학문영역에 걸치는 내용으로 구성되며, 실생활 속의 문제 상황을 강조한다. 문제해결 영역을 특징짓는 '범교과적'이라는 표현은 읽기, 수학 및 과학 등과 같이 특정한 교과영역을 지칭하는 것과는 대조적인 의미로 사용된다.

PISA 2003에 새로이 도입된 문제해결 영역은 하나의 특정 교과영역에 대한 것이 아니라, 교육과정을 총괄하여 적어도 2가지 이상의 학문영역에 걸친 기술과 능력을 평가하기 위하여 고안된 것이다. 문제해결 영역은 다양한 학문영역에 걸치는 내용으로 구성되며, 실생활 속의 문제 상황을 강조한다. OECD/PISA에서 정의내린 '문제해결 소양(problem solving literacy)의 정의는 다음과 같다(채선희 외, 2002).

문제해결 소양이란 해결과정이 명료하지 않으면서 적용 가능한 소양 영역이나 교과 영역이 수학, 과학 및 읽기 가운데 어느 하나의 영역 내에 국한되지 않는, 실제적이고 범교과적 문제 상황을 직면했을 때, 이를 해결하기 위하여 인지적 과정들을 활용할 수 있는 개인의 능력을 말한다.

PISA 2003 본검사 문제해결 영역에서는 (1) 의사결정(Decision Making), (2) 체제 분석 및 설계

(System Analysis and Design), (3) 문제점 해결(Trouble Shooting) 등의 세 가지 문제해결 유형에 따라 학생들의 범교과적 문제해결 능력을 평가하였다. 의사결정 유형의 과제에서 학생들은 많은 대안들 가운데 하나를 선택하도록 요구된다. 이러한 선택의 과정에서 학생들은 다양한 출처로부터의 정보를 종합하여 최선의 해결책을 골라야 한다. 체제분석 및 설계 유형의 과제에서 학생들은 복합적인 상황을 분석하여 문제점을 확인하거나 목적을 달성할 수 있는 체제를 고안해 내어야 한다. 이 유형의 과제에서는 주어진 상황이 복잡할수록, 즉 관련된 변인들의 숫자가 많고 변인들간의 상호 관련성이 증가할수록 어려워진다(OECD, 2003b). 문제점 해결 유형의 과제는 학생들로 하여금 오류가 있거나 목표 미달인 체제나 메커니즘을 진단하도록 요구한다. PISA 2003에서는 의사결정 유형이 7문항, 체제분석 및 설계 유형이 7문항, 문제점 해결 유형이 5문항 등 총 19개 문항이 출제되었다.

본 논문에서는 PISA 2003 본검사에 포함된 문제해결 영역 문항들에 대한 우리나라 학생들의 정답률을 먼저 살펴보고, 문제해결 문항들 중 개방형 서술형 문항에 대한 학생들의 답안을 보다 상세하게 분석하려고 한다. 아울러 PISA 2003 문제해결 영역을 분석한 결과가 과학교육에 주는 시사점을 제시하려고 한다. 여기서, 국내 수준에서 연구팀이 수행한 정답률 분석이 우리나라 학생들의 국제적 수준에서의 성취도를 의미하는 것은 아님을 기억해야 한다. PISA 2003의 최종 분석 결과가 국제본부 차원에서 공식적으로 발표되는 것은 2004년 12월로 예정되어 있다. 따라서 우리나라 학생들의 국제적 수준에서의 성취도 분석은 PISA의 공식적인 국제 비교 결과가 나와야 가능할 것이다.<sup>3)</sup>

## 연구방법 및 절차

2주기 검사인 PISA 2003 본검사에 참여한 우리나라의 만 15세 학생수는 총 5,612명이었고, 이들이 13종의 검사지를 골고루 나누어서 시험을 보았으므로,

<sup>3)</sup>PISA(Programme for International Student Assessment)는 경제개발협력기구인 OECD에서 만15세 학생들의 읽기, 수학, 과학 소양(literacy) 수준을 파악하기 위하여 시행하는 학업성취도 국제비교 연구이다. 2000년에 1주기 평가(PISA 2000)가 처음 시행되었으며, 2003년에 2주기 평가(PISA 2003)가 시행되었다. 2006년에는 3주기 평가(PISA 2006)가 시행될 예정이다. 후주의 교육연구위원회(ACER)를 중심으로 한 세계 5개 기관으로 구성된 연구연합체가 PISA 시행을 담당하고 있으며, 연구연합체의 PISA 참가국들이 함께 문항을 개발하고, 예비 검사를 통하여 검증과정을 거친다. PISA 2000에 대한 검사결과, 산출된 국제비교 보고서, 영역별 예시문항을 포함한 PISA 2003 평가들 등에 대한 자세한 내용은 OECD/PISA의 공개 웹사이트(<http://www.pisa.oecd.org>)를 참조하기 바란다.

약 430여명의 학생들이 같은 검사지로 시험을 보게 된다(채선희 외, 2003). 13종의 검사지 중에서 4종의 검사지에 문제해결 영역이 포함되었다. 따라서 각 문항별로 약 1720명의 학생들이 답을 하게 된다. 앞으로 논의하는 결과는 이들 1720여명의 응답 결과를 기초로 한 것이다.

PISA 2003 문제해결 문항들을 문항 유형(item format)별로 살펴보면, 선택형 문항, 폐쇄형 서술형 문항, 개방형 서술형 문항으로 구성되어 있다. 여기서 폐쇄형 서술형이란 요구되는 정답이 명확한 단답형 문항을 가리킨다. 개방형 서술형은 학생들에게 주어진 문제의 해결책과 함께 의사결정 과정을 적도록 한 것이다. 총 19개의 문제해결 문항들을 문항 유형별로 살펴보면, 개방형 서술형이 전체 19문항 중 9개로 47%를 차지하고, 나머지는 폐쇄형 서술형 3개 문항(16%)과 선택형 7개 문항(37%)으로 구성되었다. 즉, PISA 2003 문제해결 영역의 경우 상대적으로 개방형 서술형의 비중이 높음을 확인할 수 있다.

## 연구결과 및 논의

### 문항 유형별 정답률 분석

문제해결 영역 문항들에 대한 정답률을 문항 유형별로 나타내면 Fig. 1과 같다. Fig. 1에서 볼 수 있듯이, 복합선택형을 포함하여 선택형 문항이 7개, 단답형인 폐쇄형서술형 문항이 3개, 개방형 서술형 문항이 9개 등 총 19개의 문항들에 해당하는 점이 분포되어 있다.

문항 유형별 정답률 분포를 살펴보면, 폐쇄형서술형의 정답률이 상대적으로 높고, 선택형이나 개방형 서술형의 정답률이 상대적으로 낮음을 알 수 있다.

선택형 중에서 가장 낮은 정답률을 기록한 2개 문항은 모두 복합선택형으로서, 냉동고 과제에 속한 문항들이다. 냉동고 과제에서는 2개 문항이 출제되었는데, 우리 나라 학생들이 41.0%의 정답률을 기록한 1번 문항은 새로 구입한 냉동고의 사용 설명서에 적힌 지시 사항을 따랐음에도 불구하고 경고등이 계속 켜져 있어서, 경고등이 제대로 작동하는지를 점검하기 위하여 취할 수 있는 행동들을 판별하는 문항이

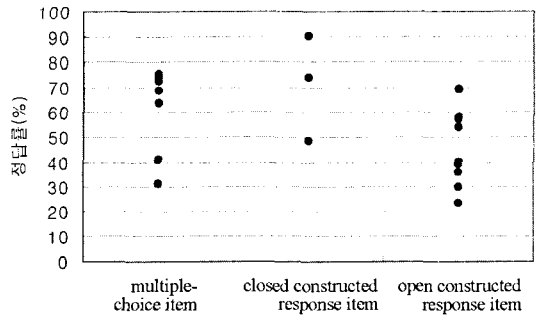


Fig. 1. Percentage of correct responses by item format.

다. 이 문항에서 우리 나라 학생들은 무응답 4.0%를 포함하여 59.0%의 학생들이 영점을 받았다.

역시 복합 선택형인 2번 문항에서는 사용설명서에 적힌 6가지 주의사항 중에서 어떤 사항을 지키지 않은 것이 경고등이 꺼지는 것을 지연시켰는지를 판단하도록 하는 문항인데, 우리 나라 학생들은 31.6%의 다소 낮은 정답률을 기록하였다. 보기에 제시된 6가지 주의사항 중에서 냉동고의 온도가 지정한 온도만큼 낮아지는 것을 방해한 원인을 찾는 것인데, 6개의 진술문에 대하여 진위 여부를 판단하는 문항에서, 6개 모두를 다 맞힌 경우에는 2점, 6개 중에 하나만 틀린 경우에는 1점을 받게 된다. 우리 나라 학생들의 응답 경향을 살펴보면, ‘환기 그릴이 막혀서는 안됩니다. 이는 냉동고의 냉각기능을 저하시킬 수 있습니다.’라는 진술문과 ‘냉동고의 문을 너무 자주 열지 마세요.’라는 진술문에 대한 정답률이 상대적으로 낮음을 확인할 수 있다. 다른 4개의 진술문에 대해서는 옳게 대답한 학생들의 비율이 70%이상인데 반하여, 이 두 가지 진술문에 대해서는 각각 54.3%와 57.5%의 정답률을 기록하였다. 즉, 두 가지 모두 냉동고의 온도가 설정한 온도만큼 빨리 낮아지는 것을 방해한 원인일 수 있음에도 불구하고, 상당수의 학생들이 정확한 판단을 내리지 못한 것으로 보인다.

선택형 중에서 가장 높은 정답률(75.6%)을 기록한 문항은 ‘영화보러 가기’ 과제에 속한 것으로서 3명의 15세 남학생들이 서로의 일정을 고려하여 함께 관람할 수 있는 영화 제목과 날짜를 고르는 5지 선다형 문항이다.

<sup>2</sup>PISA 2000의 국제적인 분석방법을 살펴보면, 각 학생에게 배정된 문항의 총점 대비 실제 학생이 받은 점수를 백분율로 환산하여 정답률을 구하였다. 이는 서로 다른 검사지를 배정 받은 학생의 점수를 동일 척도로 상호 비교하기 위한 것이다(노국향 외, 2000). PISA 본부에서와 같은 방법을 실행하기 위해서는 매우 정교한 처리 과정이 필요하며 또한 2004년 12월에 국제 분석 결과가 발표될 것이므로, 본 연구에서는 문항별 정답률만으로 국내 결과를 분석하였다.

PISA 2003 본검사 문제해결 영역에서 출제된 폐쇄형서술형, 즉 단답형 문항은 모두 3개였는데, 각각 48.5%, 73.9%, 90.3%의 정답률을 기록하였다. 단답형 중에서 가장 낮은 정답률(48.5%)을 나타낸 문항은 '휴가' 과제에 속한 1번 문항으로서 어떤 지역의 여러 도시들 간의 도로와 거리를 나타낸 지도와 표를 보고, 지정된 두 도시 사이의 가장 가까운 거리를 계산하는 문항이다. 인접하지 않은 이들 두 도시 사이의 거리는 먼저 출발 도시에서부터 도중에 경유하게 될 도시들까지의 거리를 표에서 찾고, 경유지들 사이의 거리값을 더해서 가장 작은 값을 구하면 되는 비교적 쉬운 문항이었음에도 불구하고, 51.5%에 해당하는 학생들이 영점을 받았다. 단답형 문항에서 가장 높은 정답률(90.3%)을 보인 것은 앞서 언급한 대로 에너지 요구량을 표에서 찾아서 읽어내는 문항이었다.

개방형 서술형의 경우에는 23.7%부터 69.4%에 이르는 정답률 분포를 보였다. 문제해결 유형별로 개방형 서술형 문항의 상세한 정답률 분석 결과는 다음 절에서 논의한다.

### 서술형 문항에 대한 답안 분석

PISA 2003 문제해결 영역의 개방형 서술형 문항은 의사결정 유형에서 3문항, 체제분석 및 설계 유형에서 4문항, 문제점 해결 유형에서 2문항 등 총9개 문항이 출제되었다.

#### 1) 의사결정 유형

의사결정 유형에서는 3개 과제에서 한 문항씩 출제되었다.

##### ① 환승체계 과제

가장 낮은 정답률(29.9%)을 기록한 것은 환승체계 과제에 속한 1번 문항이다. 이 문항은 어느 도시의 지하철 3개 노선으로 구성된 대중 교통망의 일부 구간을 나타낸 그림에서 지정된 출발점에서 도착점까지 시간과 비용을 가장 적게 들일 수 있는 최선의 경로를 그림 위에 표시하고, 지불해야 하는 요금과 대략의 여행시간을 묻는 문항이다.

이 문항에서 3가지 조건(경로 표시, 지불해야 할 요금, 여행에 걸리는 시간)을 모두 정확하게 제시한 경우에는 만점 2점을 준다.

최선의 경로가 표시되어 있으면서, 요금이나 소요

시간 중에 하나만 정확한 경우에는 부분 점수 코드 11, 시간과 비용을 가장 적게 들일 수 있는 최선의 경로는 아니지만, 출발점과 도착점을 연결하는 다른 두 가지 가능한 경로를 표시하고, 선택한 경로별로 정확한 요금과 소요 시간을 제시한 경우에는 부분 점수 코드 12, 경로는 표시되어 있지 않지만, 대안적인 두 가지 경로들 중의 하나에 해당하는 정확한 요금과 시간이 제시된 경우에는 부분 점수 코드 13을 준다.

한편, 최선의 경로가 표시되어 있지만, 요금과 시간이 둘 다 틀렸거나 누락된 경우에는 영점 코드 01, 이밖에 다른 오답의 경우에는 영점코드 02를 준다.

우리 나라 학생들은 16.7%에 해당하는 학생들이 만점에 해당하는 2점을 받았고, 26.6%의 학생들이 부분 점수 1점을 받았다. 부분 점수를 받은 답안 유형을 살펴보면, 최선의 경로를 파악했지만 추정건대 계산 착오로 소요되는 요금이나 시간을 잘못 제시한 경우에 해당하는 코드 11의 비율이 가장 높았다. 영점 코드 02를 받은 학생들은 (1) 최선의 경로가 아닌 대안적인 경로를 그림에 표시를 하고, 소요되는 시간과 비용 중의 하나를 잘못 계산하거나 (2) 환승역이 있는 경우 환승할 때 소요되는 시간의 의미를 정확하게 파악하지 못한 것으로 보인다. 즉, 구간당 소요되는 2분에다가 환승에 필요한 5분을 추가로 더해야 하는데, 대개의 경우 환승시 소요되는 시간을 감안하지 않았거나 잘못 계산한 경우가 많았을 것이다. 일례로, 환승역에서 노선B에서 노선A로 갈아타는 과정에서만 순수하게 5분이 소요된다는 뜻인데, 노선B에서 노선A로 갈아탄 후 한 역을 진행하는 데 소요되는 시간이 5분이라고 판단하였다면 2분의 시간이 줄어들게 된다. 이 문항의 경우에는 무응답을 포함하여 영점을 받은 학생들이 56.7%에 이른다.

##### ② 휴가 과제

휴가 과제는 어떤 지역의 여러 도시들 간의 거리와 위치를 나타낸 지도를 보고, 여러 가지 조건들을 만족시키면서(예: 하루에 300 km까지만 여행할 수 있고, 밤에는 두 도시 사이에 위치한 야영지에서 묶는 등) 어떤 사람의 7일 동안의 여행 일정을 완성하는 문항이다.

여기서, 7일간의 여행일정을 모두 정확하게 답한 경우에는 만점인 2점을, 이 가운데 하나가 틀린 경우(해당되는 날짜와 머물게 될 마을의 이름이 바르게

연결되지 않은 경우마다 하나의 오답으로 간주함)에  
는 부분 점수 1점을 준다.

우리 나라 학생들은 부분 점수 3.1%를 포함하여  
정답률 39.3%를 기록하였다. 따라서 무응답을 포함  
하여 영점을 받은 학생들의 비율이 59.2%에 이른다.  
학생들의 오답 유형을 살펴보면, 각 도시에 2일 밤씩  
머문다는 규정을 어긴 경우나, 야영지에 머물러야 될  
6일째에 해당하는 칸을 비워둔 경우가 많았다. 7일의  
여행일정 동안 각 날짜별 야간 숙소를 적도록 요구  
한 것인데, 오답을 한 대부분의 학생들은 7일 동안  
어디서 무엇을 했는지를 사건의 순서대로 칸을 채운  
경우가 많았다(예: 3일째에 라파트에서 2일간 관광).

가장 흔한 오답 유형은 문항에서 제시한 제한조건  
을 충족시키지 못한 것이었다. 즉, 오답 유형에는 하  
루에 300km까지만 여행할 수 있다는 조건을 어긴  
경우, 각 도시에서 이틀 밤씩 머물러야 한다는 조건  
을 어긴 경우, 두 도시가 아닌 모든 도시를 여행하도  
록 계획을 짰 경우 등이 있었다. 이러한 오답이 나온  
가장 큰 이유는 1번 문항과 관련하여 표에 나타난  
거리를 지도상에 옮기지 못했기 때문일 것이다. 즉,  
라파트와 안가즈 사이의 거리가 500km라는 것을 모  
르는 학생들은 여행 6일째에는 라파트와 안가즈 사  
이에서 야영을 해야 한다는 점을 파악하지 못하게  
된다. 또 다른 이유는 우리 나라 학생들이 여러 가지  
제한 조건이 주어지는 문항에 익숙하지 않기 때문이  
다. 즉, 한 문항에서 하나의 제한 조건을 고려해서  
해답을 찾는 데 익숙한 우리 나라 학생들의 경우 문  
항의 지문이 갖는 의미를 정확하게 파악하지 못했을  
가능성이 있다.

휴가 과제의 1번 문항은 폐쇄형서술형(단답형)으로  
서, 멀리 떨어져 있는 두 도시 사이의 가장 가까운  
거리를 구하라는 문항으로서 단답형 중에서 가장 낮  
은 정답률(48.5%)을 나타내었다. 이들 두 도시 사이  
에는 경유해야 할 도시가 2~3개가 있으며 그 중에서  
가장 짧은 거리를 구하는 문항이었다. 무응답 16.8%  
를 감안하더라도 우리 나라 학생들이 계산 착오나  
인접한 도시들 사이의 거리 파악에 실패함으로써 영  
점을 받은 학생들의 비율이 51.5%나 된다. 우리 나  
라 학생들은 이 문항에서 지문의 표에 제시된 각 도  
시들 사이의 최단 거리를 실제 지도 위에 옮기는 과  
정에서 가장 큰 어려움을 겪었을 것이다. 여러 도시  
들 사이의 거리를 보여주는 지문의 표는 열차 요금  
표 등에서 흔히 활용되는 것으로서 우리 나라 학생

들에게는 생소한 것이다. 따라서 우리 나라 학생들은  
주어진 표를 제대로 해석해내지 못한 까닭에 정답률  
이 저조한 것으로 보인다. 만약 이 문항을 지도 위에  
두 인접 도시 사이의 거리를 직접 기입하여 제시하  
였다면 정답률이 아주 높았을 것이다.

### ③ 에너지 요구량 과제

에너지 요구량 과제에서는 폐쇄형서술형 1개와 개  
방형 서술형 1개 등 총 2문항이 출제되었다. 개방형  
서술형 문항은 다양한 직종과 연령의 사람들에 대한  
1일 권장 에너지 요구량을 나타낸 표를 참고로 하여  
19세의 여자 높이뛰기 선수가 특정 저녁 메뉴를 먹  
었을 때 자신의 1일 에너지 섭취 권장량에서  $\pm 500$   
kJ의 범위 안에 머무를 수 있을지를 판단하도록 요구  
하는 것이다. 정확한 계산과정과 함께 정해진 가격의  
특별 메뉴가 여자 선수의 하루 에너지 섭취량을 유  
지할 만큼 충분한 에너지를 포함하고 있지 않다는  
결론을 제시한 경우에는 만점 2점을, 정확한 계산 방  
법을 따랐지만 사소한 실수나 계산 과정에서 한 단  
계를 누락하여 충분한 에너지를 포함하는 것으로 결  
론을 내리거나 아무런 결론을 내리지 않은 경우에는  
부분 점수 1점을 준다. 아무런 설명도 없이 답만 제  
시했거나, 정확한 이유를 말로 설명했지만 계산 과정  
을 명시하지 않은 답안은 영점을 준다.

우리 나라 학생들은 33.7%가 정확한 계산과정과  
결론을 제시함으로써 2점을 받았고, 13.5%가 부분  
점수를 받아서 전체 정답률 40.5%를 나타내었다. 반  
면에, 무응답 16.1%를 포함하여 영점을 받은 학생들  
은 52.8%에 이른다.

채점과정에서 자주 발견된 오답으로는 특별요리의  
에너지량을 계산하는 과정에서 토마토 스프의 에너지  
량을 355kJ이 아닌 335kJ로 잘못 계산한 것이다. 단  
순한 숫자의 조합이었으나 같은 두 숫자가 연속해서  
나오면 오류를 범할 수 있다는 심리학적 분석이  
가능하다. 또 다른 가능성은 ‘ $\pm 500$ kJ의 범위 안에서’  
라는 표현을 제대로 이해하지 못한 경우이다. 계산  
결과를 보고 결론을 내릴 때, 이 표현의 의미를 잘못  
판단하여 오류를 범한 경우가 많았다. 특히, 이 문항  
의 경우 많은 표가 제시됨으로써 학생들은 표 해석  
과정에서 집중력이 낮아지고 계산에 대한 부담감이  
커져서 낮은 정답률을 기록했을 것이다.

한편, 다양한 사람들에 대한 권장 에너지 요구량을  
나타낸 자료를 보고 45세의 남자 교사의 1일 에너지

요구량을 표에서 찾아서 적도록 요구한 폐쇄형 서술형(단답형) 문항에서 우리 나라 학생들은 90.3%의 정답률을 기록함으로써 문제해결 영역에서 가장 높은 정답률을 보였다.

#### ④ 어린이 캠프 과제

어린이 캠프 과제에서는 개방형 서술형 1문항이 출제되었다. 어린이 캠프에 참가한 학생 46명과 어른 8명을 모든 공동침실 규칙을 지키면서, 침실에 배치하기 위한 표를 완성하도록 한 문항으로서, 모든 조건을 지키면서 7개의 방에 사람들을 배치한 경우에는 만점 2점, 만점에 포함되어야 할 조건이 한 개 또는 2개가 위반된 경우에는 부분 점수 1점을 준다. 이 문항에서 우리 나라 학생들은 만점 41.6%, 부분 점수 25.4%를 포함하여 정답률 54.3%를 기록하였다.

이 문항의 경우 명시적으로 제시된 세 가지 제한 조건 이외에도 각 공동 침실의 침대 수를 고려해야 하기 때문에 사실상 네 가지 조건이 있는 셈이다. 이 문항도 우리 나라 학생들이 여러 가지 조건을 동시에 고려하면서 해답을 찾는 과제에서 정답률이 저조함을 보여주는 또 다른 사례이다.

#### 2) 체제분석 및 설계 유형

체제분석과 설계 유형에서는 4개 과제에서 한 문항씩 출제되었다.

##### ① 도서관 관리체제 과제

도서관 관리체제 과제에서는 폐쇄형서술형 1문항과 개방형 서술형 1개 문항 등 총 2개 문항이 출제되었다. 전체 문제해결 영역에서 가장 낮은 정답률인 23.7%의 정답률을 기록한 개방형 서술형 문항은 어느 고등학교의 도서관에서 대출되는 책과 학습지를 관리할 수 있도록 도서대출 자동 관리체제를 위한 의사결정 순서도를 직접 그리도록 요구한 것이다.

대출자가 반납일이 지난 책을 가지고 있는지, 대출할 책이 제한목록에 있는 것인지, 대출할 책이 정기간행물인지, 대출자가 교직원인지 학생인지 등을 점검하는 4단계로 구성된 가장 효율적인 체계를 제시한 답안은 만점인 3점을 준다.

부분 점수를 주는 답안의 유형을 살펴보면, 4단계가 순서대로 기재되었으나 사소한 오류(예: 대출기간 중 하나를 잘못 기재하거나 누락한 경우, 순서도의 예/아니오 표시가 잘못된 경우 등)가 있을 경우에는

부분 점수 코드 21, 다른 점검 단계들은 정확한 순서로 완벽하지만, 반납일이 지난 책을 가지고 있는지를 점검하는 문장을 도표 안에 넣지 않고 바깥에 적어 놓은 경우에는 부분 점수 코드 22, 점검 단계의 순서가 잘못되거나 추가 점검 단계가 필요하게 되어 5단계의 다소 덜 효율적인 순서도를 제시한 경우에는 부분 점수 코드 23, 그림은 정확하지만 처음 3단계의 순서가 틀려서 비효율적인 순서도를 제시한 경우에는 부분 점수 코드 11, 반납일이 지난 책에 대한 점검 단계가 누락된 경우에는 부분 점수 코드 12를 준다. 이 밖에 시스템은 완전하지만 5단계 보다 더 많은 경우에는 영점 코드 01, 기타 오답의 경우에는 영점 코드 02를 준다.

우리 나라 학생들은 만점인 3점을 받은 학생들은 전체의 17.5%에 불과하다. 부분 점수를 받은 답안 유형을 살펴보면, 4단계의 효과적인 순서도를 만들었지만 (1) 반납일에 대한 점검 부분을 도표 안에 넣지 않고 바깥에 그냥 적어두고, 다른 의사 결정 단계들에서 사소한 오류가 있는 경우나 (2) 반납일이 지난 책에 대한 점검 단계가 누락된 경우인 코드 12를 받은 학생들이 12.2%로 가장 많았고, 부분 점수 2점을 받은 답안 중에는 4단계가 순서대로 기재되었으나 사소한 오류가 있는 코드 21의 비율이 1.6%로 상대적으로 높았다. 영점 코드 02를 받은 학생들의 답안 유형을 살펴보면, 부분 점수 코드 12 상태에서 추가로 오류를 범한 경우로서 전체 학생들의 44.7%에 이른다. 결국, 전체적인 정답률은 23.7%였으며, 따라서 무응답 22%를 포함하여 67%의 학생들이 영점을 받았다.

이 문항에서 가장 흔한 오답은 ‘반납일이 지난 책이 있는 경우 대출이 불가능하다’는 항목을 생략하거나 잘못된 위치에 삽입한 것이었다. 그 이유를 찾아보면, 대출자가 반납일이 지난 책을 가지고 있는지에 대한 점검 내용이 순서도 상에서는 첫 번째 판단 단계임에도 불구하고, 문항의 지문에서는 가장 나중에 연체된 책에 대한 점검 내용이 나온다. 즉, 학생들은 문항의 지문에 제시된 진술문의 순서대로 순서도를 그려나간 상태에서, 마지막에 나와 있는 ‘연체된 책에 대한 점검’ 단계를 누락하거나 아니면 순서도 바깥에 추가로 그려 넣은 것으로 판단된다. 이 과정에서 순서도 상에서 추가로 사소한 실수를 범한 경우에는 영점 코드 02를 받게 된다. 이러한 응답 결과에서, 우리 나라 학생들이 ‘순서도’에 대하여 오개념을

지니고 있음을 알 수 있다. 즉, 대부분의 학생들이 순서도란 지문에 제시된 순서대로 그려나가는 것으로 파악하고 있는 것이다. 만약 이 문항에서 마지막 지문을 제일 앞에 제시했다라면 다소 높은 정답률을 보였을 것이다.

요약하면, 순서도를 작성해나가면서 논리적으로 오류가 생기면 재조정을 해야 하는데, 학생들은 단순히 단계를 새로 추가하거나 누락시켜 오류를 해결하려고 함으로써 ‘최대한 효율적인 관리 체계’라는 과제를 해결하지 못한 것으로 보인다. 즉, 순서도의 흐름을 전체적으로 이해하고 조정하는 능력의 부족으로 정답률이 낮아졌을 것이다.

한편, 도서관 관리체제 과제에 속한 폐쇄형서술형 문항은 도서대출 기간을 결정하는 몇 조건들을 설명한 뒤에, 어떤 학생이 대출하려는 책의 구체적인 대출 기간을 적도록 요구한 것이다. 이 문항에 대하여 우리 나라 학생들은 73.9%의 정답률을 기록하였다.

## ② 교육과정 설계 과제

교육과정 설계 과제는 어떤 기술전문 대학에서는 3년 동안 제공하는 12개 과목들을 수강할 수 있는 조건들을 제시하고, 몇 학년 때 어떤 과목을 수강할지를 결정한 교육과정 설계표를 완성하도록 요구하는 문항이다.

채점은 각 학년별로 들어야 할 4과목이 모두 정확한 경우에는 만점 2점을, 다른 모든 조건들은 충족하는데 기계공학이 전자공학 앞에 오지 않은 경우에는 부분 점수 1점을, 그 밖의 답안에 대해서는 영점을 준다. 이 문항에 대한 우리 나라 학생들의 정답률은 35.9%로서, 만점을 받은 학생들이 29.2%, 부분 점수를 받은 학생들은 13.3%이다. 이 문항에 대해서는 무응답 7.1%를 포함하여 57.5%의 학생들이 점수를 얻지 못했다.

이 문항에서 지켜야 할 규칙은 첫째, 하위 단계를 먼저 수강해야 하고, 둘째, 기계공학을 전자공학보다 먼저 들어야 한다는 것이다. 이 문항의 경우 대부분의 학생들이 문항을 풀려고 시도를 했으나 50.3% 이상이 오답을 제시하였다. 학생들의 오답 유형을 살펴보면, 같은 학년에서 같은 과목이 순차적으로 동시에 들어간 경우가 가장 많았고(예: 기계공학 1과 2, 또는 전자공학 1과 2 등), 둘째 규칙을 어긴 경우도 상당수를 차지하였다. 이 문항 역시 다중 조건을 제시한 경우로서, 우리 나라 학생들이 다중 조건을 포함

한 문항에 취약함을 보여준다.

## ③ 어린이 캠프 과제

어린이 캠프 과제에서는 개방형 서술형 1개 문항이 출제되었다. 어린이 캠프에 참가한 학생 46명과 어른 8명을 모든 공동침실 규칙을 지키면서, 침실에 배치하기 위한 표를 완성하도록 한 문항으로서, 모든 조건을 지키면서 7개의 방에 사람들을 배치한 경우에는 만점 2점, 만점에 포함되어야 할 조건이 한 개 또는 2개가 위반된 경우에는 부분 점수 1점을 준다. 이 문항의 경우 명시적으로 제시된 세 가지 제한 조건 이외에도 각 공동 침실의 침대 수를 고려해야 하기 때문에 사실상 네 가지 조건이 있는 셈이다.

이 문항에서 우리 나라 학생들은 만점 41.6%, 부분 점수 25.4%를 포함하여 정답률 54.3%를 기록하였다. 이 문항도 우리 나라 학생들이 여러 가지 조건을 동시에 고려하면서 해답을 찾는 과제에서 정답률이 저조함을 보여주는 또 다른 사례이다.

## ④ 수에 의한 디자인 과제

수에 의한 디자인 과제에서는 4지 선택형 2 문항과 개방형 서술형 1 문항 등 총 3개 문항이 출제되었으며, 3 문항 모두 체제분석 및 설계 유형이다. 컴퓨터 그래픽을 만들어내는 디자인 프로그램에서 그림 생성에 필요한 일련의 명령어들의 규칙을 파악한 뒤에, 그림으로 제시한 그래픽을 생성하는 데 필요한 일련의 명령어를 직접 적도록 요구한 문항이다.

정확한 명령어를 제시한 답안은 만점 2점, 정확한 명령어를 작성했지만 선을 그리는 명령어에서 선의 범위를 표시하는 수치가 바뀐 경우나 사소한 실수가 있는 경우에는 부분 점수 1점, 그 밖의 오답에 대해서는 영점을 준다.

우리 나라 학생들의 응답 유형을 살펴보면, 만점인 2점을 받은 학생들이 53.1%, 1점은 10.9%로서 정답률 58.5%를 나타내었다. 무응답 15.9%를 포함하여 영점을 받은 학생들은 36%에 이른다. 이 문항은 전체 정답률에서 만점이 차지하는 비율이 가장 높은 경우로서, 문제의 의도를 파악한 대부분의 학생들이 만점을 받았음을 알 수 있다. 이는 보기에서 예시한 디자인과 동일한 형태이면서 X축과 Y축의 좌표값만 상황에 맞게 바꾸어 넣어주면 정답이 되는 비교적 간단한 문항이라는 점에서 그 이유를 짐작할 수 있다. 우리 나라 학생들이 이와 같은 컴퓨터 프로그래

밍에 익숙하다는 점도 정답률이 높은 또 다른 이유일 것이다. 대부분의 학생들이 어릴 때부터 컴퓨터를 접하고, 간단한 프로그램을 직접 작성해본 학생들도 있으므로 이러한 유형의 문항에 쉽게 접근할 수 있었을 것이다. 오답의 유형을 살펴보면, 프로그램의 명령어를 작성할 때 수치를 잘못 기입한 경우가 많았다. 이는 문항의 진술문을 자세히 살펴보지 않고 풀이에 임한 결과일 것이다.

한편, 수에 의한 디자인 과제에 속한 2개의 선택형 문항들은 제시된 그래픽을 생성한 명령어를 4지 선다형에서 고르도록 하는 것으로서, 우리 나라 학생들은 각각 72.6%와 64.1%의 정답률을 기록하였다.

### 3) 문제점 해결 유형

관개 과제에서는 1개의 복합선택형 문항과 2개의 개방형 서술형 문항이 출제되었으며, 개방형 서술형 2개 문항의 경우 각각 69.4%와 57.6%의 정답률을 나타내었다. 69.4%의 정답률을 기록한 문항은 어느 관개수로 체계에서 보기에 제시한대로 수문들의 개폐 상태를 설정하였을 때, 물이 흘러갈 수 있는 가능한 경로들을 그림에 직접 그려 넣도록 한 문항으로서 대부분의 우리 나라 학생들은 열려 있는 수문을 관통하는 물의 경로를 정확하게 그려 넣었음을 알 수 있다.

또 다른 개방형 서술형 문항에서는 막혀 있는 것으로 추정되는 수문 D의 상태를 점검할 수 있도록 다른 모든 수문들의 개폐 상태를 적도록 한 문항이며, 우리 나라 학생들은 57.6%의 정답률을 기록하였다. 이 문항의 경우 무응답 11.9%를 포함하여 영점을 받은 학생들이 42.4%에 이른다. 즉, 문항을 해결하려고 시도한 학생들의 비율이 높음에도 불구하고 오답을 한 학생들이 많음을 알 수 있다. 학생들의 오답 유형을 살펴보면 수문 D에만 물이 흐르도록 조절해야 하는데 다른 수문에도 물이 흐르도록 설정했거나, 수문 D조차도 물이 흐르지 않도록 조절한 경우였다. 이는 우리 나라 학생들이 여러 조건을 고려하고 다양한 단계를 밟아야 하는 과제에 취약함을 보여주는 결과이다.

관개 과제에 속한 복합선택형 문항에서는 보기에 제시된 세 가지 문제 상황이 발생한 경우에, 물이 입구에서 출구까지 통과하여 흐를 수 있을지 여부를 각각 판단하도록 한 것으로, 우리 나라 학생들은 69.1%의 정답률을 기록하였다. 종합하면, 우리 나라

학생들은 관개 과제에서 비교적 양호한 정답률을 보이고 있음을 알 수 있다.

## 결론 및 제언

개방형 서술형 문항의 정답률 분석 결과를 토대로 우리 나라 학생들의 응답 경향을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 우리 나라 학생들은 직접 그림이나 그래프로 표상하는 과제에 취약함을 알 수 있다. PISA 2003 문제해결 영역에서 가장 낮은 정답률을 기록한 개방형 서술형 3개 문항은 (1) 어느 고등학교의 도서관에서 대출되는 책과 학술지를 관리할 수 있도록 도서 대출 자동 관리체계를 위한 의사결정 순서도를 직접 그리게 한 과제와, (2) 어느 도시의 지하철 3개 노선으로 구성된 대중 교통망의 일부 구간을 나타낸 그림에서 지정된 출발점에서 도착점까지 시간과 비용을 가장 적게 들일 수 있는 최선의 경로를 그림 위에 표시하고, 지불해야 하는 요금과 대략의 여행시간을 적도록 한 과제, 그리고 (3) 어느 기술전문 대학에서는 3년 동안 12개 과목들을 수강하기 위한 교육과정 설계표를 주어진 조건을 준수하며 완성하도록 한 과제였다. 따라서 우리 나라 학생들은 같은 개방형 서술형 문항이라도 주어진 그래프를 해석하여 문장으로 진술하도록 한 과제에서는 비교적 높은 정답률을 기록한 반면에, 진술문이나 학생들의 이해 수준을 그림이나 그래프로 전환하여 나타내도록 한 과제에서는 어려움을 겪고 있는 것으로 보인다(노국향 외, 2001). 문제해결 영역 채점에 참여한 현장 교사들도 작도 문항은 다른 개방형 서술형 문항보다도 학생들에게 더 큰 중압감을 주게 되며, 이런 유형의 문항을 학교 시험에서는 거의 연습하지 않기 때문에 정답률이 낮을 수밖에 없다고 지적하였다.

둘째, 우리 나라 학생들은 긴 지문을 제시한 문항이나 여러 가지 정보가 한꺼번에 주어진 문항에서 주어진 정보를 분별해내는 능력이 부족한 것으로 보인다. 즉, 우리 나라 학생들의 장문(長文) 읽기 능력 부족과 집중력 부족으로 인해 일부 문항에서 낮은 정답률을 기록하였다. 이는 PISA 2000 결과와 비교할 때 전반적으로 무응답률이 2배 이상 증가한 사실과도 연결된다. 이러한 문항들에서 우리나라 학생들의 정답률이 낮은 것은 학생들의 문장 독해 능력 부족에서 기인한 것으로 볼 수 있다. 즉, 우리 나라 학



생들은 긴 문장으로 제시된 지문 해석에서 어려움을 겪은 것으로 보인다.<sup>3)</sup>

셋째, 우리 나라 학생들은 다소 낮은 맥락이나 소재를 활용한 과제의 경우 낮은 정답률을 기록하였다. 같은 문제해결 유형이라고 하더라도 문항에서 제시된 상황이나 환경 설정이 친숙하지 않은 경우에 우리나라 학생들은 낮은 성취 결과를 보였다. 가령 주어진 제한 조건을 충족시키면서 3년 동안 12개 과목을 수강할 수 있는 시간표를 편성하도록 한 문항(교육과정설계 과제)에서 스스로 수강할 과목에 대한 시간표를 편성해본 경험이 없는 우리나라의 만15세 학생들은 35.9%라는 낮은 정답률을 보였다. 또한 어느 도시의 지하철 노선도를 보고 특정 구간을 여행하는데 필요한 경비와 시간을 계산하도록 한 과제(환승체계 과제)에서도 요금 계산 체제가 우리나라 지하철체제와 차이가 있었던 까닭에 29.9%라는 낮은 정답률을 기록하였다.<sup>4)</sup>

요약하면, 우리 나라 학생들은 새로운 상황에 적용하는 능력이 다소 부족한 것으로 보인다. 즉, 교육 과정에 제시되지 않은 문제 상황이나 맥락이 주어질 경우, 기존 지식을 토대로 개념을 새로운 상황에 적용하는 훈련이 부족함을 알 수 있다.

이밖에도 과학 및 문제해결 영역에서 우리나라 학생들은 (1) 다중조건이나 여러 가지 정보가 제시되거나 (2) 여러 단계를 논리적으로 밟아나가야 하는 과제에서 낮은 정답률을 기록하였다. 특히 정답률이 낮았던 도서관 관리체계 과제, 교육과정 과제, 휴가 과

제 등이 이런 유형에 속한다고 볼 수 있다. 따라서 학교 과학 교육을 통하여 탐구과정 설계와 논리적 사고를 증시하는 문제해결 활동을 강조해야 할 것이다.

## 참고 문헌

- 노국향, 최미숙, 최승현, 박경미, 신동희, 2001, PISA 2000 평가 결과 분석 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2001-9-4, 219 p.
- 노국향, 최승현, 신동희, 이소영, 2000, 2000년 OECD 학업 성취도 국제비교 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2000-8-1, 386 p.
- 채선희, 나귀수, 박영순, 김재철, 2003, 2003년도 OECD 학업 성취도 국제 비교 연구-본검사 시행 및 국내 결과 분석. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2003-2-2, 252 p.
- 채선희, 김왕규, 나귀수, 박영순, 최성연, 2002, 2002년도 OECD 학업성취도 국제 비교 연구 예비검사 시행보고서. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2002-4, 184 p.
- OECD, 2001, Knowledge and Skills for Life: First Results from PISA 2000, OECD, Paris, France, 322 p.
- OECD, 2003a, PISA 2003 Main Study National Project Manager's manual, OECD, Paris, France, 104 p.
- OECD, 2003b, The PISA 2003 assessment framework-mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills, OECD, Paris, France, 200 p.
- OECD, 2003c, Literacy Skills for the World of Tomorrow - Further results from PISA 2000, OECD, Paris, France, 390 p.
- OECD, 2003d, Preliminary Report of main study cognitive Data Analysis. OECD, Paris, France, 47 p.

2004년 1월 16일 원고 접수  
2004년 3월 30일 수정원고 접수  
2004년 11월 13일 원고 채택

<sup>3)</sup>문제해결 영역과 수학, 과학, 읽기 영역 문항들 사이의 상관 계수는 각각 0.911, 0.842, 0.792이다(OECD, 2003d) 수학과 문제해결 영역의 상관계수가 높은 것은 두 영역의 문제해결에 요구되는 능력이 같기 때문이다. 아울러 문제해결 영역과 읽기 영역 사이의 상관 계수가 높은 점도 주목할 필요가 있다.

<sup>4)</sup>OECD/PISA에서는 양질의 문항을 선별하기 위하여 예비검사 결과를 분석하여 문항 적합도나 문화적 친숙도 등 여러 가지 측면에서 과제나 문항의 타당도를 평가하여 본검사 문항들을 선정하였다. 즉, 예비 검사결과에 기초한 정량적 문항 분석과 함께 각 예비검사 문항에 대한 질적 검토도 병행하였다. 문항의 질적 검토를 위하여 교육과정 포함여부, PISA 평가목적 및 평가틀과의 적합성, 학생들의 흥미도 수준, 문화적 관련성, 문화적 편파성이나 남녀 차별적 편견과 관련된 문제점, 번역이나 번안상의 오류, 코딩이나 채점 관련 문제점 등의 측면에서 각 문항을 검토하였다. 일례로, 예비검사 문항 중에서 '문화적 관련성' 준거에서 낮은 평가를 받았던 일부 문항들은 본검사에서 제외되었다. 요약하면, 문항에서 설정된 상황이 여러 참가국의 실생활 상황과 같음을 일으키거나, 생소한 맥락이어서 문항의 질적 평가에서 낮은 점수를 받았던 예비검사 문항들의 경우 참가국들의 의견을 충분히 반영하여 본검사에서 제외시켰다. 그럼에도 불구하고, 심각한 문화적 편파성 문제가 제기되지 않아서 본검사에 포함된 환승체계 과제의 경우, 우리나라 지하철 요금 체제와 다소 차이가 있었을 뿐만 아니라, 지하철이 없는 지역의 학생들의 경우에는 문화적 친숙도 측면에서 불이익을 받았을 것으로 사료된다.