

국가수준 학업성취도 평가와 국제 학업성취도 평가의 연계를 통한 우리나라 학생들의 수학 성취 특성 분석¹⁾

임 해 미* · 김 수 진** · 김 경 희***

본 연구에서는 2009년 5월 시행된 국제 학업성취도 평가인 PISA 2009와 같은 해 10월 시행된 국가수준 학업성취도 평가 NAEA 2009의 평가 결과를 비교 분석하여 우리나라 학생들의 수학 성취 특성을 파악하고 교육 개선을 위한 정보를 산출하고자 한다. 두 평가에서 나타난 우리나라 학생들의 수학 성취 특성을 요약하면 다음과 같다. 첫째, NAEA 2009 우수학력의 분할점수는 PISA에서 상위 성취수준으로 정의하고 있는 5수준의 분할점수를 넘어서고 있으며, 기초학력의 분할점수도 PISA에서 기초학력 수준으로 정의하고 있는 2수준을 넘어서고 있다. 둘째, NAEA 2009와 PISA 2009 모두에서 여학생의 상위수준 비율이 남학생보다 낮았으며, 읍면 지역에서는 상위 수준의 비율이 낮고 하위 수준의 비율이 높은 특성이 나타났다. 셋째, NAEA 2009에서 우수학력 학생들은 PISA 4~6수준, 보통학력 학생들은 PISA 3~5수준, 기초학력 학생들은 PISA 2~4수준, 기초학력미달 학생들은 PISA 3수준 이하를 중심으로 분포하는 것으로 나타났다. 넷째, NAEA 2009와 PISA 2009 수학 점수 간에는 유의한 정적 상관(.69)이 나타났지만, 하위 영역별로는 약한 정적 상관이 나타났다. 다섯째, 비동일 집단에 대한 분석 결과, 유의수준 .001에서 11문항이 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 해당 문항을 중심으로 두 그룹의 차이를 비교해본 결과, 두 그룹은 실제적인 맥락의 문제의 해결과 직접적으로 관련되어 있는 변화와 관계, 불확실성 영역, 그리고 연결 영역에 속하는 문항에서 큰 정답률 차이를 나타냈다.

1. 서론

세계 각국은 국가의 교육 경쟁력을 강화하고 보다 나은 교육을 준비하기 위해 학교 교육의 결과를 점검하고 다양한 정보를 수집하여 분석하고 평가하고 있다. 이 가운데 대표적인 것이 국가가 주도하는 국가수준의 학업성취도 평가와 자국의 학업성취도를 국제적인 수준에서 비교하

는 국제 학업성취도 평가이다.

우리나라에서도 국가수준 학업성취도 평가와 국제 학업성취도 평가를 통해 수집한 데이터를 교육 개선을 위한 자료로 활용해 왔다. 그러나 국가수준 학업성취도 평가와 국제 학업성취도 평가 각각의 특성에 더해 의미 있는 결과를 분석해 왔지만 국가 및 국제 학업성취도 평가 자료를 연계 분석하여 우리나라 학생들의 특성을 보다 심도 있게 파악하지는 못하였다.

국가 및 국제 학업성취도 평가 자료의 연계

* 한국교육과정평가원 부연구위원, rimhm@kice.re.kr

** 한국교육과정평가원 연구위원, sjkim@kice.re.kr

*** 한국교육과정평가원 선임연구위원, khee@kice.re.kr

1) 본 논문은 제11회 KICE 교육과정평가 정책포럼 2011년 한국교육과정평가원·한국교육평가학회 공동 학술 세미나에서 발표한 원고를 토대로 재분석한 것임.

분석에 대한 필요성은 꾸준히 제기되어 왔었고 (김경희 외, 2010a; 김경희 외, 2008), 미국, 호주, 뉴질랜드와 같이 TIMSS와 PISA의 평가들을 벤치마킹하여 국가수준 학업성취도 평가체제로 운영하는 국가들도 있기 때문에(김경희 외 2010a; Greaney & Kellaghan, 2008) 두 가지 대규모 학업성취도 평가 결과의 비교·분석은 교육개선을 위한 유용한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 지난 2009년 5월에 시행된 PISA 2009 수학 점수와, 같은 해 10월에 시행된 국가수준 학업성취도 평가 결과 나타난 고등학교 1학년의 수학 점수에 대한 분석을 토대로 우리나라 학생들의 수학 성취 특성을 파악하고 교육 개선 및 국가수준 학업성취도 평가 개선을 위한 유용한 정보를 산출하고자 한다.

본 연구의 대상을 2009년에 시행된 평가를 기준으로 한 이유는 다음과 같다. 전수 평가가 시행된 이후 국가수준 학업성취도 평가의 대상은 2008년과 2009년에는 초등학교 6학년, 중학교 3학년, 고등학교 1학년이었으며, 2010년부터는 초등학교 6학년, 중학교 3학년, 고등학교 2학년이 참여하고 있다. 국제 학업성취도 평가 가운데 TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study)의 경우, TIMSS 1995와 TIMSS 2011에는 4학년과 8학년(우리나라의 경우, 중학교 2학년)이 모두 참여했고, TIMSS 1999, 2003, 2007에는 8학년만 참여했다. PISA(Programm for International Student Assessment)는 만 15세 학생, 우리나라의 경우 일부의 중학교 3학년과 고등학교 1학년이 참여하고 있다. 따라서 지난 2009년 PISA에 참여한 학생들의 평가 결과를 같은 해에 시행한 국가수준 학업성취도 평가 결과와 연계하여 분석하는 것이 유일하게 연계가 가능한 경우라고 볼 수 있다.

우리나라의 국가수준 학업성취도 평가는 1998년 이후 교육과학기술부의 위탁을 받아 한국교육과정평가원에서 매년 표집 평가로 시행해왔으

며, 지난 2008년부터는 전수평가로 전환 실시하고 있다. 2009년 10월 13일 시행된 국가수준 학업성취도 평가에는 고등학교 1학년 637,139명이 참여하였다. 한편, PISA 2009는 2009년 5월 18일부터 5월 29일 사이에 표집학교별로 시행하였으며, 중학교 20개교, 고등학교 137개교에서 4,990명의 만 15세 학생들이 참여하였다. 본 연구는 위의 두 평가에 모두 참여한 고등학교 1학년 4,205명을 분석 대상으로 한다.

본 연구에서는 국가수준 학업성취도 평가와 국제 학업성취도 평가 결과를 연계하여 우리나라 학생들의 수학 성취 특성을 분석하기 위하여 첫째, 두 평가의 목적, 평가틀, 평가 도구의 특징을 비교한다. 둘째, 평가 결과를 연계 분석한 주요 결과에 대해 살펴본다. 셋째, 성취수준 비동일 집단에 대한 비교 분석을 통해 성취 특성을 세밀하게 파악하고자 한다. 연구의 결과는 추후 우리나라 수학교육과정 및 국가수준 학업성취도 평가 개선을 위한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

II. 평가틀과 평가도구 비교

1. 평가틀 비교

이 절에서는 2009년 시행한 국가수준 학업성취도 평가(National Assessment of Educational Achievement 2009, 이하 NAEA 2009)와 PISA 2009 수학 평가의 특징 및 목적, 평가틀, 평가 도구에 대해 살펴보고자 한다. 우선, NAEA 2009의 특징은 다음과 같다.

2007년 개정 교육과정에서 고등학교 수학과 의 목표는 발전된 수학적 지식과 기능을 습득하고 수학적으로 사고하고 의사소통하는 능력을 길러, 여러 가지 현상과 문제를 수학적으로

고찰하고 합리적으로 해결하는 능력을 기르며, 수학에 대한 긍정적 태도를 기르는 데 있다(교육인적자원부, 2007). NAEA 2009 수학과 평가는 2007년 개정 교육과정을 토대로 학생이 교육과정에서 규정하고 있는 교육 목표를 어느 정도 도달하였는지를 분석하는 데 그 목적이 있다.

NAEA 2009의 수학과 평가들은 내용 영역과 행동 영역의 이차원 구조를 갖는다. 고등학교 1학년 수학의 내용 영역은 2007년 개정 교육과정의 영역 구분인 수와 연산, 문자와 식, 함수, 확률과 통계, 기하의 다섯 영역으로 구분되며, 문항은 고등학교 1학년 교육과정 가운데 10월 중순 이전까지 배운 내용을 중심으로 출제되었다.

행동 영역은 계산, 이해, 추론, 문제해결, 의사소통으로 구분된다. 첫째, 계산은 여러 가지 계산 방법뿐만 아니라 문제 해결에 이루기 위한 명확한 절차, 즉 알고리즘을 능숙하게 구사할 수 있는 능력에 관한 것이다. 둘째, 이해는 기본적인 수학적 개념, 원리, 법칙 및 그 관련성을 이해하여 의미 충실한 개념적 사고를 형성할 수 있는 능력에 관한 것이다. 셋째, 추론은 관찰, 열거, 실험 등을 통한 귀납, 유추, 추측에 의해 수학적 법칙과 문제의 해법을 발견할 수 있는 능력, 조건명제의 증명, 삼단논법에 의한 연역적 추론, 반례에 의한 증명, 간접증명법, 모순법, 동치인 명제의 증명, 수학적 귀납법 등을 이용한 증명을 읽고 이해할 수 있으며 이러한 방법을 사용하여 수학적 명제를 증명할 수 있는 능력에 관한 것이다. 넷째, 문제해결은 수학의 여러 가지 내용 사이의 개념, 원리, 법칙 등의 관련성이 요구되는 수학 내적인 문제를 해결할 수 있는 능력 그리고 수학과 일상생활 및 타 교과와 관련성이 있는 통합교과적인 소재의 응용문제를 해결할 수 있는 능력에 관한 것이다. 다섯째, 의사소통은 계산, 개념, 추론, 문제해결 영역에 관한 문제를 해결하는 상

황에서 주어진 문제 상황과 관련된 수학적 내용을 토대로 수학적 용어, 기호, 문장 등을 이용하여 그 해결과정의 근거와 이유를 표현할 수 있는 능력을 말한다(권점례 외, 2010).

NAEA 2009의 목적이 교육과정에 제시된 내용에 대한 교육 목표의 도달 정도를 평가하는데 있다면, PISA 2009는 학생들이 실생활에서 수학이 담당하는 역할을 인식하고 이해하는 능력, 수학적으로 근거가 충분한 판단을 하는 능력, 건설적이고 사려 깊고 반성적인 시민으로서 개인의 생활에 필요한 방식으로 수학을 관련짓고 이용하는 수학 소양을 평가하는 것을 목적으로 한다. 이와 같은 평가 목적의 차이는 두 평가의 평가틀 및 평가 문항에서 확연하게 드러난다.

PISA 2009 수학 평가틀은 상황과 맥락, 수학적 내용, 수학적 과정의 삼차원 구조를 갖는다. 상황과 맥락(situations and context)은 평가 문항이 배경으로 하고 있는 소재에 따라 구분된다. 상황은 과제가 위치하고 있는 세계의 일부분이며, 맥락은 상황보다 더 좁은 의미로서 어떤 상황 내의 특정한 장면을 말한다. 이는 평가 문항이 배경으로 하고 있는 소재가 학생에게 어떤 거리감을 갖는 지에 따라 개인적 상황, 교육적 상황, 직업적 상황, 공적 상황, 학문적 상황으로 구분된다. 수학적 내용(mathematical content)은 문제를 해결할 때 가장 중요하게 사용되고 조직되어야 하는 수학 개념으로서 공간과 모양, 변화와 관계, 불확실성, 양으로 구분된다. 수학적 과정(mathematical processes)은 문제가 발생한 상황을 수학과 연결하고 문제를 해결하기 위해 활성화 되어야 하는 능력과 관련된다. 학생이 실세계 맥락에 토대를 둔 수학 문제에 직면하고 수학적으로 조사할 수 있는 문제 상황의 특징을 인식하고 적절한 수학적 능력을 적용하기 위해서는 여러 단계의 수학적

(mathematisation)의 과정을 거치게 되는데, 이와 같은 수학을 수행하기 위한 다양한 수학적 능력을 PISA에서는 수학적 사고와 추론, 수학적 논쟁, 수학적 의사소통, 모델링, 문제 제기 와 문제 해결, 표현, 상징적·형식적·기법적인 언어와 조작의 활용, 보조 교구와 도구의 활용 의 여덟 가지로 구분하고 있다. PISA에서는 수학적 능력들이 많은 부분에서 중첩되며, 실제 상황에서 수학을 할 때는 다양한 능력들이 동시에 필요하기 때문에 이들을 개별적으로 평가 하는 문항을 사용하지는 않으며, 이러한 능력

이 포괄하는 인지 능력을 수학화의 정도에 따라 세 수준으로 구분하여 세 가지의 능력군, 즉 재생군, 연결군, 반성군으로 제시하고 있다 (OECD, 2009; 김경희 외, 2010a).

두 평가의 결과 보고 방식을 살펴보면, NAEA 2009는 학생들의 성취 수준은 개별 학생의 원점 수를 척도점수로 변환한 뒤 분할 점수를 기준으로 ‘우수학력’, ‘보통학력’, ‘기초학력’, ‘기초학력미달’의 네 단계의 성취수준으로 구분하고 있다. 이와 비교하여 PISA 2009에서는 학생들의 성취 수준은 평균 500, 표준편차 100인 척도 점수를

<표 II-1> NAEA 2009와 PISA 2009 비교

구분	NAEA 2009		PISA 2009					
평가지기	2009년 10월		2009년 5월					
평가 틀	내용 영역	<ul style="list-style-type: none"> • 수와 연산 • 문자와 식 • 기하 • 함수 • 확률과 통계 	수학적 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 양 • 공간과 모양 • 변화와 관계 • 불확실성 				
	행동 영역	<ul style="list-style-type: none"> • 계산 • 이해 • 추론 • 문제해결 • 의사소통 	수학적 과정	<table border="1"> <thead> <tr> <th>능력군</th> <th>수학적 능력</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 재생 • 연결 • 반성 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 수학적 사고와 추론 • 수학적 논쟁 • 수학적 의사소통 • 모델링 • 문제 제기와 문제 해결 • 표현 • 상징적·형식적·기법적 언어와 조작의 활용 • 보조 교구와 도구의 사용 </td> </tr> </tbody> </table>	능력군	수학적 능력	<ul style="list-style-type: none"> • 재생 • 연결 • 반성 	<ul style="list-style-type: none"> • 수학적 사고와 추론 • 수학적 논쟁 • 수학적 의사소통 • 모델링 • 문제 제기와 문제 해결 • 표현 • 상징적·형식적·기법적 언어와 조작의 활용 • 보조 교구와 도구의 사용
	능력군	수학적 능력						
<ul style="list-style-type: none"> • 재생 • 연결 • 반성 	<ul style="list-style-type: none"> • 수학적 사고와 추론 • 수학적 논쟁 • 수학적 의사소통 • 모델링 • 문제 제기와 문제 해결 • 표현 • 상징적·형식적·기법적 언어와 조작의 활용 • 보조 교구와 도구의 사용 							
대응되는 평가틀 구분 없음	상황과 맥락	<ul style="list-style-type: none"> • 개인적 • 교육적 • 직업적 • 공적 • 학문적 						
평가 결과 보고 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 우수학력 • 보통학력 • 기초학력 • 기초학력미달 		<ul style="list-style-type: none"> • 6수준(669점 초과) • 5수준(607점~669점 이하) • 4수준(545점~607점 이하) • 3수준(482점~545점 이하) • 2수준(420점~482점 이하) • 1수준(358점~420점 이하) • 1수준 이하(358점 이하) 					

기준으로 1수준 미만, 1수준, 2수준, 3수준, 4수준, 5수준, 6수준으로 구분하고 있다.

이상을 종합하면, 하위 영역 구분에서 차이는 있지만 NAEA 2009의 수학과 평가들의 내용 영역은 PISA 2009 평가들의 수학적 내용에 대응되며, NAEA 2009의 행동 영역은 PISA 2009 평가들의 수학적 과정에 대응된다. <표 II-1>은 NAEA 2009와 PISA 2009의 평가 시기, 평가틀, 평가 결과에 대한 보고 방법을 비교하여 나타낸 것이다.

2. 평가도구 비교

고등학교 1학년 검사도구의 총 문항 수는 36 문항으로서 선다형 30문항과 서답형 6문항을 포함한다. 이 가운데 공통문항은 총 10문항으로 선다형 9문항과 서답형 1문항을 포함하며, 전체 출제 문항 가운데 27.8%에 해당한다. 내용 영역에서의 확률과 통계, 행동 영역에서의 의사소통 영역에 해당하는 문항은 출제되지 않았다(권점례 외, 2010). 확률과 통계 영역에서 문항이 출제되지 않은 것은 10월 중순까지 고등학교 1학년 교육과정에서 해당 영역의 교과 진도가 나가지 않았기 때문이며, 이후 평가 대상이 고등학교

<표 II-2> NAEA 2009 평가 문항 구성

구분		문항수 (N=36)	비율 (%)
내용 영역	수와 연산	8	22.2
	문자와 식	12	33.3
	함수	6	16.7
	확률과 통계	0	0.0
	기하	10	27.8
행동 영역	계산	5	13.9
	이해	15	41.7
	추론	8	22.2
	문제해결	8	22.2
	의사소통	0	0.0

교 2학년으로 변경되면서 각 영역이 고르게 출제되고 있다. NAEA 2009 수학 검사도구는 2008년 검사도구와의 동등화를 위해 공통문항 선정 원칙에 따라 2008년 B형 검사도구의 문항에서 공통문항을 선제하였다. 시험은 70분간 실시되었으며, NAEA 2009 문항 구성을 하위 영역별로 나타내면 <표 II-2>와 같다.

한편, PISA 2009 수학 검사도구는 PISA 2003부터 사용되어 온 추이 문항군(link cluster)으로만 구성되었다. 추이 문항은 총 3개 문항군(M1, M2, M3)으로 구성되며, 전체 문항군 안에는 24개의 단위문항(unit), 35개의 하위문항(item)이 포함된다. PISA 2009 검사도구의 문항군 M1에는 단위문항 8개(하위문항 12개), M2에는 단위문항 9개(하위문항 12개), M3에는 단위문항 7개(하위문항 11개)가 포함된다.

PISA에서 사용되는 검사지는 <표 II-3>과 같이 한 학생들이 모든 문항을 푸는 것이 아니라 일부 문항을 풀게 하는 행렬 표집(matrix sampling) 설계로써 학생들이 모든 문항을 풀지 않아도 타당한

<표 II-3> PISA 2009 본검사 문항군 구성

검사지 번호	검사지에 포함된 문항군			
	M1	R1	R3A	M3
1	M1	R1	R3A	M3
2	R1	S1	R4A	R7
3	S1	R3A	M2	S3
4	R3A	R4A	S2	R2
5	R4A	M2	R5	M1
6	R5	R6	R7	R3A
7	R6	M3	S3	R4A
8	R2	M1	S1	R6
9	M2	S2	R6	R1
10	S2	R5	M3	S1
11	M3	R7	R2	M2
12	R7	S3	M1	S2
13	S3	R2	R1	R5

* R1~R7: 읽기 문항군, M1~M3: 수학 문항군, S1~S3: 과학 문항군

평가를 할 수 있도록 구성되어 있다. PISA 2009 본 검사의 지필검사는 읽기, 수학, 과학 문항들이 섞여 있는 한 권의 검사지를 2교시로 나누어 각 60분간 실시하였다.

PISA 2009의 수학 문항 유형은 크게 다섯 가지로 구분된다. 선다형은 숫자, 단어, 문장 등이 포함된 다섯 개의 선택지 가운데 하나를 고르는 문항이며, 복합 선다형은 ‘예/아니요’, ‘참/거짓’과 같이 두 개 이상의 보기 중 하나를 선택하는 일련의 세부 문항들로 구성된다. 단답형은 폐쇄형 구성형과 유사하게 간단한 답을 요구하지만, 폐쇄형 구성형은 비교적 답의 범위가 제한된 반면, 단답형은 가능한 답의 범위가 보다 넓다는 차이를 갖는다. 개방형 구성형은 학생들이 지문에 나타난 정보와 아이디어를 자신의 경험 또는 의견과 관련지어 길게 서술하도록 하는 문항으로서 폭넓은 답의 범위를 갖는다. PISA 2009 수학 검사 도구에는 선다형 문항 9문항, 복합 선다형 7문항, 단답형 8문항, 폐쇄형 구성형 3문항, 개방형 구성형 8문항이 포함되었다(김경희 외, 2010a). 이때, 선다형·복합 선다형은 NAEA의 선다형, 단답형·폐쇄형 구성형·개방형 구성형은 NAEA의 서답형에 대응된다.

PISA 2009의 문항 구성을 수학적 내용, 수학적 과정, 상황과 맥락의 하위 영역별 비율을 중심으로 나타내면 <표 II-4>와 같다.

NAEA 2009의 평가도구는 성취 기준 검토 및 선정, 공통문항 선제 작업을 거친 뒤, 각종 시험의 출제 및 검토 경험이 풍부한 각 학교급별 교사와 대학 교수를 중심으로 출제 위원 및 검토 위원을 구성하여 새로운 문항을 출제하게 된다. PISA 2009의 평가 도구는 국제 본부의 기본 지침에 의거하여 국제 본부에서 자체 개발한 문항과 참여국별로 개발한 문항들 중에서 문항을 선정하게 되므로, PISA 문항에는 다양한 문화적·역사적·사회적 배경이 특정 참여국에 영향을 주

<표 II-4> PISA 2009 문항 구성

구분		문항수 (N=35)	비율 (%)
수학적 내용	공간과 모양	8	22.9
	변화와 관계	9	25.7
	불확실성	11	20.0
	양	8	31.4
수학적 과정	반성	8	22.9
	연결	18	51.4
	재생	9	25.7
상황과 맥락	개인적	4	11.4
	공적	13	37.1
	교육적	4	11.4
	직업적	1	2.9
	학문적	13	37.1

지 않는 선에서 반영되어 나타난다.

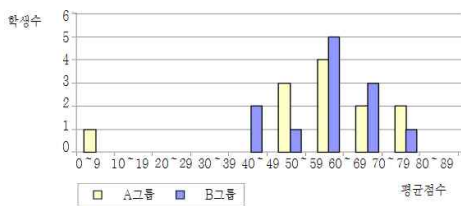
PISA 2009에 사용된 문항은 추이문항으로 PISA 2012에도 사용되기 때문에 평가에 사용된 문항은 모두 공개하지 않고 있다. 그러나, PISA 2009 국제 결과보고서(OECD, 2010)에서는 PISA 2003의 결과를 토대로 PISA 2009의 성취수준을 가늠하게 하는 공개문항을 수준별 대표 문항으로 선정하여 대략적인 문제의 형태나 난이도를 짐작할 수 있게 하고 있다.

[그림 II-1]은 5수준의 대표 문항으로 제시된 ‘시험 결과(test score)’ 문항이다. PISA 2009 평가틀에 비추어 문항 특성을 살펴보면, 이 문항은 수학적 내용은 불확실성, 수학적 과정은 연결, 상황과 맥락은 교육적 맥락에 해당한다. 해당 문항에 대해 OECD 참여국 학생들은 약 32.7%의 정답률을 보였다.

이어지는 [그림 II-2]의 문항은 위의 문항과 유사한 정답률(37.45%)을 보이는 국가수준 학업 성취도 평가의 문항이다. NAEA 2009의 평가틀에 비추어 문항 특성을 살펴보면, 이 문항은 내용 영역은 수와 연산, 행동 영역은 추론에 해당

아래 그래프는 A그룹과 B그룹 학생들을 대상으로 과학 시험을 실시한 후 그 결과를 나타낸 것이다.

A그룹의 평균 점수는 62.0이고, B그룹의 평균 점수는 64.5점이다. 그리고 점수가 50점 이상일 때 학생들은 이 시험을 통과하게 된다



위 그래프를 토대로 선생님은 B그룹이 A그룹보다 더 잘 했다고 말씀하신다.

그러나 A그룹 학생들은 선생님의 의견에 동의하지 않는다. 그들은 B그룹 학생들이 반드시 더 잘한 것은 아니라고 선생님을 설득시키려고 한다.

위 그래프를 이용해서 A그룹 학생들이 제시할 수 있는 수학적 주장을 하나만 쓰시오.

[그림 II-1] PISA 2009의 5수준 대표문항

【서답형 1】 명제

「마름모이면 두 대각선이 서로 수직인 사각형이다.」에 대하여 물음에 답하십시오. [3점]

(3) 마름모는 두 대각선이 서로 수직인 사각형이기 위한 조건이다. 안에 알맞은 말을 쓰시오. [1점]

<답> _____

[그림 II-2] NAEA 2009의 수학 문항

한다. 두 문항을 살펴보면, 두 평가의 목적이 평가 문항에 어떻게 반영되어 나타나는지 알 수 있다.

III. 연계 분석 방법 및 주요 결과

1. 분석 방법

본 연구에서는 NAEA 2009와 PISA 2009의 평가 자료를 연계한 후에 두 검사의 결과를 비교하기 위하여 점수 연계(linking)를 실시하였다. 점수 연계는 검사의 내용이 다르거나 검사의 난이도가 다른 경우, 또는 검사의 내용과 난이도가 모두 다른 두 검사의 점수에 대한 통계적인 조정 방법이라고 할 수 있다.

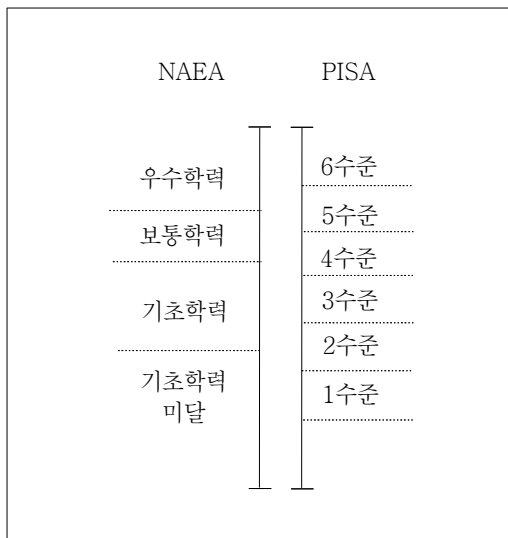
점수 연계는 검사 동등화(equating)와 거의 같은 방법들이 사용되며 검사 간에 존재하는 난이도 차이를 조정하는 것이다(Kolen & Brennan, 2004). 검사 동등화의 경우는 검사의 내용이 동일하며, 동일한 평가들을 가진 두 검사 간, 좀 더 자세히 말하면 같은 검사의 두 유형 간에 나타나는 난이도 차이를 조정하는 것이라고 한다면, 점수 연계는 비슷한 것을 측정하지만 기본적인 평가들부터 검사 난이도 등이 다른 검사 간의 난이도 차이를 조정하는 것이다.

NAEA 2009와 PISA 2009의 자료 특성에 맞는 점수 연계 방법을 선택하기 위하여 두 자료의 관계를 살펴본 결과 수학 성취도에서 비선형 관계를 나타낸 것을 살펴볼 수 있었다. 이에 이 연구에서는 동백분위 동등화 방법을 적용하여 두 검사의 점수를 연계하였다.

NAEA 2009의 성취수준 분할 점수는 우수학력은 371점 이상, 보통학력은 359점 이상 371점 미만, 기초학력은 350점 이상 359점 미만, 기초학력 미달은 350점 미만에 해당한다.

이때, 각 성취수준의 분할점수를 동백분위 동등화 방법을 사용하여 NAEA 2009의 분할점수를 PISA 2009 점수로 전환하면 우수학력의 분할점수인 371점은 637.7점으로 대응되어 PISA 5수준(607점~669점)에 속하게 된다. 보통학력의 분할점

수인 359점은 전환점수 552.8점에 대응되며, PISA 4수준(545점~607점)에 속한다. 기초학력의 분할점수인 350점은 전환점수 456.4점에 대응되며, PISA 2수준(420점~482점)에 속하며, 기초학력미달은 그 이하의 범위에 해당한다. 이를 시각화하면 다음 [그림 III-1]과 같다.



[그림 III-1] 두 평가의 성취수준 비교

이상의 결과를 종합하면, NAEA 2009의 우수학력의 분할점수는 PISA에서 상위 성취수준으로 정의하고 있는 5수준의 분할점수를 넘어서고 있으며, 기초학력의 분할점수도 PISA에서 기초학력 수준(base line)으로 정의하고 있는 2수준을 넘어서고 있음을 알 수 있다. 즉, 수학 영역에서는 NAEA의 성취수준이 PISA의 성취수준보다 다소 높게 설정되어 있다고 볼 수 있다. 또한, NAEA 2009의 보통학력의 분할점수는 PISA의 4수준과 5수준에 위치하고 있으며, 기초학력의 분할점수는 PISA 2009의 2수준, 3수준, 4수준에 위치하고 있음을 알 수 있다. 이는 우리나라의 국가수준 학업성취도 평가가 성취에 대한 높은 기대수준을 가지고 교육과정에서 규정하고 있는 교

육 목표에 대한 도달 정도를 평가하고 있음을 보여준다.

2. 분석 결과

이 절에서는 NAEA 2009와 PISA 2009 결과 나타난 수학 성취수준별 분포와 두 평가의 점수 간 상관 분석 결과 등을 다루고자 한다. 분석 대상은 앞에서 언급한 바와 같이 두 평가에서 공통 표집된 고등학교 1학년 4,205명을 대상으로 한다.

가. 수학 성취수준별 분포

1) NAEA 2009 수학 성취수준별 분포

NAEA 2009에서는 2003년 설정된 기준 점수에 의거하여 학생들의 학업성취도를 보고하고 있는데, 다음 <표 III-1>은 공통 표집된 학생들에게 나타난 NAEA 2009에서의 수학 성취수준별 분포를 나타낸다.

<표 III-1> NAEA 2009 수학 성취수준별 분포

구분		우수	보통	기초	미달	합계
전체	빈도	708	1,561	1,518	418	4,205
	비율	16.8	37.1	36.1	9.9	100
남학생	빈도	390	732	785	260	2,167
	비율	18.0	33.8	36.2	12.0	100
여학생	빈도	318	829	733	158	2,038
	비율	15.6	40.7	36.0	7.8	100
대도시	빈도	343	741	680	162	1,926
	비율	17.8	38.5	35.3	8.4	100
중소도시	빈도	310	656	621	178	1,765
	비율	17.6	37.2	35.2	10.1	100
읍면지역	빈도	55	164	217	78	514
	비율	10.7	31.9	42.2	15.2	100

<표 III-1>에 나타난 바와 같이, 공통 표집된 학생 가운데 우수학력인 학생은 708명(16.8%), 보통학력은 1,561명(37.1%), 기초학력은 1,518명(36.1%), 기초학력미달은 418명(9.9%)으로 나타났으며, 비율이 높은 순으로 정렬하면, 보통학력의 비율이 가장 높고, 그 다음은 기초학력, 우수학력, 기초학력미달의 순이었다. NAEA 2009에서 전수 표집된 고등학교 1학년 전체 학생들의 성취수준별 비율은 우수학력 101,270명(15.9%), 보통학력 225,053명(35.3%), 기초학력 236,902명(37.2%), 기초학력미달 73,914명(11.6%)이었는데(권범례 외, 2010), 이는 공통 표집된 학생들이 전수표집에서와 거의 유사한 분포를 나타내고 있음을 보여준다.

성별을 기준으로 살펴보면, 남학생의 우수학력 비율은 18.0%, 기초학력 이하(기초, 기초학력미달) 비율은 48.2%로 나타났으며, 여학생의 우수학력 비율은 15.6%, 기초학력 이하의 비율은 43.8%로 나타났다. 지역별로 보면, 대도시의 우수학력 비율은 17.8%, 기초학력 이하 비율은 43.7%로 나타났고, 중소도시의 우수학력 비율은 17.6%,

기초학력 이하 비율은 45.3%로 나타났으며, 읍면지역의 우수학력 비율은 10.7%, 기초학력 이하 비율은 57.4%로 나타났다. 이상의 결과를 종합하면, 여학생의 우수 학력의 비율이 남학생보다 낮으며, 읍면지역은 타 지역 구분에 비해 우수 학력의 비율이 낮고 기초학력 이하의 비율이 높아, 이들의 수학 성취를 신장시키기 위한 조치가 필요함을 알 수 있다.

2) PISA 2009 수학 성취수준별 분포

PISA 2009는 성취수준별 분할 점수를 기준으로 성취수준을 구분하여 보고하고 있는데, 다음 <표 III-2>는 공통 표집된 학생들에게 나타난 PISA 2009에서의 수학 성취수준별 분포를 나타낸다.

PISA 2009에서 공통 표집된 학생들의 성취수준별 비율은 6수준 306명(7.3%), 5수준 793명(18.9%), 4수준 1,166명(27.7%), 3수준 1,112명(26.4%), 2수준 597명(14.2%), 1수준 이하 231명(5.5%)로 나타났다. 공통 표집된 학생들은 4수준의 비율이 가

<표 III-2> PISA 2009 수학 성취수준별 분포

구분		6 수준	5 수준	4 수준	3 수준	2 수준	1 수준이하	합계
전체	빈도	306	793	1,166	1,112	597	231	4,205
	비율	7.3	18.9	27.7	26.4	14.2	5.5	100
남학생	빈도	197	451	575	558	267	119	2,167
	비율	9.1	20.8	26.5	25.7	12.3	5.5	100
여학생	빈도	109	342	591	554	330	112	2,038
	비율	5.3	16.8	29.0	27.2	16.2	5.5	100
대도시	빈도	124	381	567	504	250	100	1,926
	비율	6.4	19.8	29.4	26.2	13.0	5.2	100
중소 도시	빈도	146	324	499	478	238	80	1,765
	비율	8.3	18.4	28.3	27.1	13.5	4.5	100
읍면 지역	빈도	36	88	100	130	109	51	514
	비율	7.0	17.1	19.5	25.3	21.2	9.9	100

장 높았고, 그 다음은 3수준, 5수준, 2수준, 6수준, 1수준 미만의 순으로 나타났다. 한편, PISA 2009에 참여한 우리나라 학생 전체에 대해서는 6수준 7.8%, 5수준 17.7%, 4수준 26.3%, 3수준 24.4%, 2수준 15.6%, 1수준 이하 8.1%의 비율을 나타냈는데(김경희 외, 2010a), 각 수준별 학생 비율은 공통표집 학생들에게 나타난 결과와 거의 유사했다.

성별을 기준으로 살펴보면, 남학생의 5수준 이상 비율은 29.9%, 2수준 이하 비율이 17.8%로 나타났다으며, 여학생의 5수준 비율은 22.1%, 2수준 이하 비율은 21.7%로 나타났다. 지역별로 보면, 대도시의 5수준 이상 비율은 26.2%, 2수준 이하 비율은 18.2%로 나타났으며, 중소도시의 5수준 이상 비율은 26.7%, 2수준 이하 비율은 18.0%로 나타났고, 읍면지역의 5수준 이상 비율이 24.1%, 2수준 이하 비율이 31.1%로 나타났다. PISA 2009에서도 앞서 살펴본 NAEA 2009의 결과와 같이 여학생의 상위 수준 비율이 낮으며, 읍면 지역의 상위 수준 비율이 낮고 하위수준 비율이 높아, 이들의 수학 성취를 신장시키기 위한 방안이 요구된다.

3) NAEA 2009와 PISA 2009 수학 성취수준별 분포 비교

다음 <표 III-3>은 NAEA 2009와 PISA 2009의 공통 표집 학생들의 성취수준별 학생 분포를 나

타낸 것이다. 이는 우수학력 학생들은 대체로 PISA 4~6수준, 보통학력 학생들은 PISA 3~5수준, 기초학력 학생들은 PISA 2~4수준, 기초학력미달 학생들은 PISA 3수준 이하를 중심으로 분포되어 있음을 보여준다.

성취수준별 분포를 PISA의 상위 성취수준인 5수준 이상과 기초학력 수준인 2수준 이하로 구분하여 살펴보면, NAEA 2009에서 우수학력으로 판정된 학생 중 PISA 2009에서 5수준 이상의 성취수준을 나타낸 학생은 708명 중 513명으로 72.5%의 비율을 차지했다. 반면 PISA 2009에서 5수준 이상으로 판정된 학생 중 NAEA 2009에서 우수학력의 성취수준을 보인 학생은 1,099명 중 513명으로 46.7%의 비율로 나타났다. 이는 NAEA 2009의 우수 학력의 기준이 PISA의 상위수준 기준보다 높게 설정되어 있음을 나타낸다.

그리고, NAEA 2009에서 기초학력 이하로 판정된 학생 중 PISA 2009에서 2수준 이하의 성취수준을 나타낸 학생은 1,936명 중 747명으로 38.6%의 비율을 차지했다. 반면 PISA 2009에서 2수준 이하로 판정된 학생 중 NAEA 2009에서 기초학력 이하의 성취수준을 보인 학생은 828명 중 747명으로 90.2%의 비율로 나타났다. 이는 NAEA 2009의 기초학력의 기준이 PISA의 기초학력 수준(base line)보다 높게 설정되어 있음을 나타낸다.

<표 III-3> NAEA 2009와 PISA 2009 수학 성취수준별 분포 비교

PISA \ NAEA	6수준	5수준	4수준	3수준	2수준	1수준 이하	합계
우수학력	202	311	151	37	6	1	708
보통학력	96	385	635	371	66	8	1,561
기초학력	8	92	334	579	369	136	1,518
기초학력미달	0	5	46	125	156	86	418
합계	306	793	1,166	1,112	597	231	4,205

나. 수학 점수 간 상관분석 결과

다음 <표 III-4>는 NAEA 2009 수학 점수와 PISA 수학 점수 간 상관관계를 분석한 결과이다.

<표 III-4> NAEA 2009와 PISA 2009 점수간 상관분석

전체	남학생	여학생	대도시	중소도시	읍·면지역
.69**	.71**	.68**	.66**	.71**	.71**

** p<.01

<표 III-4>에서와 같이 두 점수 간 pearson 상관계수가 .69로 나타났는데, 이는 NAEA 2009에서 높은 성취를 보인 학생들이 PISA 2009에서도 대체로 높은 수학 소양을 나타냄을 의미한다. 성별을 기준으로 분석한 결과, 남학생과 여학생 모두 NAEA 2009와 PISA 2009 수학 점수 간에 유의한 정적 상관이 있는 것으로 나타났으며, 이 가운데 남학생의 상관계수는 .71로 여학생의 .68 보다 높은 수치가 나왔다. 지역별로 분석한 결과, 읍면지역, 중소도시, 대도시의 순으로 상관이 높게 나타났다.

다음 <표 III-5>는 NAEA 2009 수학 척도 점수와 PISA 수학 평균 간 상관을 NAEA 2009 성취수준별로 분석한 결과이다.

<표 III-5> NAEA 2009 성취수준별 수학 점수 상관 분석

우수학력	보통학력	기초학력	기초학력미달
.29**	.36**	.31**	.11**

** p<.01

그 결과, 상관계수는 보통학력에서 .36, 기초학력은 .31, 우수학력은 .29, 기초학력미달은 .11의 순으로 높게 나타났으며, NAEA 2009 수학

점수와 PISA 수학 점수 간 상관관계가 NAEA 2009의 모든 성취수준에서 모두 약한 정적 상관을 가지는 것으로 나타났다. 이는 앞서 <표 III-3>에 제시한 두 평가의 성취수준별 분포 차이에서 비롯한 것으로 보인다. 한 예로 NAEA 2009의 우수학력 수준에는 PISA 6수준 28.5%, 5수준 43.9%, 4수준 21.3%, 3수준 이하 6.3%가 포함되어 있어, 수준 내에 4~6수준이 폭넓게 분포하고 있는데, 이는 성취수준별 두 점수 간의 상관이 낮게 나타나는 이유로 볼 수 있다.

다음의 <표 III-6>은 NAEA 2009 수학과 PISA 2009 수학 점수 간 상관을 PISA 2009의 성취수준별로 분석한 결과이다.

<표 III-6> PISA 2009 성취수준별 수학 점수 상관 분석

6수준	5수준	4수준	3수준	2수준	1수준 이하
.297**	.223**	.221**	.158**	.106**	.198**

** p<.01

그 결과, NAEA 2009 수학과 PISA 2009 수학 점수 간 상관관계가 PISA 2009의 모든 성취수준에서 모두 약한 정적 상관을 가지는 것으로 나타났다. 이 중에서 6수준의 상관이 약 .297로 가장 높았으며, 그 다음은 5수준, 4수준, 1수준 이하, 3수준, 2수준의 순으로 높게 나타났다. 그 이유는 앞서 제시한 <표 III-3>에 나타난 두 평가의 성취수준별 분포를 통해 설명될 수 있을 것으로 보인다.

다. NAEA 수학 성취수준별 PISA 하위 영역 정답률 분석

다음은 NAEA 2009의 수학 성취수준별로 PISA 2009 수학 평가들의 하위 영역 정답률을 나타낸 것이다.

1) 수학적 내용

PISA 2009 수학 평가들에서 수학적 내용은 문제를 해결할 때 가장 중요하게 사용되고 조직되어야 하는 수학 개념으로서 공간과 모양, 변화와 관계, 불확실성, 양으로 구분된다. 공통 표집 학생들의 NAEA 2009 수학 성취수준별 PISA 점수를 수학적 내용 영역별로 분석하면 <표 III-7>과 같다.

<표 III-7> NAEA 성취수준별 PISA 수학적 내용 정답률(%)

구분	공간과 모양	변화와 관계	불확실성	양
우수학력	76.6	70.1	69.6	78.9
보통학력	59.5	58.4	56.0	68.6
기초학력	40.0	42.4	44.2	54.4
기초학력미달	31.3	33.0	39.6	44.3
평균	51.9	51.0	52.4	61.6

각 하위 영역에 대한 정답률을 비교했을 때, NAEA 2009 우수학력과 보통학력에 해당하는 학생들은 ‘양’ 영역의 정답률이 높고 ‘불확실성’ 영역의 정답률이 낮았으며, 기초학력 이하 학생들은 ‘양’ 영역의 정답률이 높고, ‘공간과 모양’ 영역의 정답률이 낮은 경향을 나타냈다. 이는 교육 과정에 대한 이해 정도가 보통학력 이상인 학생들이 실제적 맥락에서의 확률과 통계에 대한 소양이 부족하며, 기초학력 이하인 학생들은 도형 및 측정 관련 문항에 대한 소양이 낮음을 의미한다.

2) 수학적 과정

PISA 2009 수학 평가들에서 수학적 과정 영역은 반성, 연결, 재생의 세 가지 능력군으로 크게 구분된다. 공통 표집 학생들의 NAEA 2009 수학 성취수준별 PISA 점수를 수학적 과정 영역별로 분석하면 <표 III-8>과 같다.

<표 III-8> NAEA 성취수준별 PISA 수학적 과정 정답률(%)

구분	반성	연결	재생
우수학력	64.9	70.4	88.8
보통학력	49.3	55.9	80.4
기초학력	31.5	39.7	68.7
기초학력미달	22.9	29.9	63.2
평균	42.2	49.0	75.3

그 결과, 모든 성취수준에서 ‘재생’ 영역의 정답률이 가장 높고, 그 다음은 연결, 반성 순으로 나타났다. 그리고 우수학력 학생들의 ‘재생-반성’ 정답률 차이는 23.1%였으나, 보통학력은 31.1%, 기초학력은 37.2%, 기초학력 이하는 40.3%로 점점 차이가 점차 크게 나타났다. 또 우수학력 학생들의 ‘재생-연결’ 정답률 차이는 18.4%였으나, 보통학력은 24.5%, 기초학력은 29%, 기초학력미달은 33.3%로 차이가 점차 크게 나타났다. ‘재생’은 지식의 재생과 기계적인 조작의 수행과 관련되며, ‘연결’은 학습한 소재의 통합, 연결, 확장, ‘반성’은 고차원적 추론, 논증, 추상화, 일반화 등과 관련됨을 고려할 때, 학생들의 교육과정에 대한 이해 수준에 따라 단순히 지식을 ‘재생’하는 능력에는 큰 차이가 나타나지 않지만, 지식을 종합하고 일반화하는 ‘연결’과 ‘반성’ 능력에는 점차 격차가 벌어짐을 알 수 있다. 따라서 성취수준이 낮은 학생들의 ‘연결’과 ‘반성’ 능력 향상을 위한 교수-학습에 대한 대책이 마련할 필요가 있다.

3) 상황과 맥락

PISA 2009 수학 평가들에서 상황과 맥락은 평가 문항이 배경으로 하고 있는 소재가 학생에게 어떤 거리감을 갖는 지에 따라 개인적 상황, 공적 상황, 교육적 상황, 직업적 상황, 학문적 상황으로 구분된다. 공통 표집 학생들의 NAEA 2009

수학 성취수준별 PISA 점수를 상황과 맥락별로 분석하면 <표 III-9>와 같다.

<표 III-9> NAEA 성취수준별 PISA 상황과 맥락 정답률(%)

구분	개인적	공적	교육적	직업적	학문적
우수학력	78.5	80.5	83.8	69.4	64.1
보통학력	75.3	64.5	70.6	47.0	52.2
기초학력	68.9	46.1	57.5	25.5	60.5
기초학력 미달	66.4	36.8	49.5	18.0	27.1
평균	72.3	57.0	65.4	40.0	51.0

‘개인적’ 상황은 학생들의 개인적 생활, ‘공적’ 상황은 지역 공동체 및 사회 생활, ‘교육적’ 상황은 학교 생활, ‘직업적’ 상황은 직업 현장, ‘학문적’ 상황은 구체적 실생활 장면이 결합되지 않은 수학적 문제 상황과 관련된다. 성취수준 전반에 걸쳐 일관된 특성은 나타나지 않았으나, ‘개인적’, ‘교육적’ 상황의 정답률이 대체로 높고, ‘직업적’, ‘학문적’ 상황의 정답률이 대체로 낮았다. 이는 우리나라 학생들이 자신의 주변에서 일어나는 상황과 관련된 문제에 대한 해결력은 높지만, 통합교과적인 배경에서 수학적 지식을 활용하여 문제를 해결하는 ‘학문적’ 상황에는 다소 어려움을 느끼는 것으로 보인다. ‘직업적’ 상황은 단 한 문제만 출제되었기 때문에 논의에서 제외하기로 한다.

라. PISA 수학 성취수준별 NAEA 하위영역 정답률 분석

1) 내용 영역

NAEA 2009 수학 평가들에서 내용 영역은 기하, 문자와 식, 수와 연산, 함수, 확률과 통계의 다섯 가지로 구분된다. 공통 표집 학생들의 PISA

2009 수학 성취수준별 NAEA 2009 수학 점수를 내용 영역별로 분석하면 <표 III-10>과 같다. 한편, NAEA 2009에서 확률과 통계에 해당하는 문항은 출제되지 않았기 때문에 해당 영역은 분석에서 제외하였다.

<표 III-10> PISA 성취수준별 NAEA 내용 영역 정답률(%)

구분	기하	문자와 식	수와 연산	함수
6수준	65.8	76.4	83.1	66.3
5수준	54.2	61.3	71.4	49.0
4수준	38.4	43.7	56.8	31.8
3수준	27.1	30.7	41.4	21.8
2수준	21.0	21.0	27.9	16.2
1수준 이하	17.7	17.4	22.5	13.6
평균	37.4	41.8	50.5	33.1

그 결과, 6수준에 대해서만 ‘기하’ 영역의 정답률이 가장 낮게 나타난 것을 제외하면, 성취수준 전반에서 ‘수와 연산’ 영역의 정답률이 상대적으로 높고 ‘함수’ 영역의 정답률이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 이때, PISA에서 가장 높은 성취수준인 6수준 학생들의 ‘기하’ 영역 정답률이 65.8%, ‘함수’ 영역의 정답률이 66.3%로 나타난 것은 NAEA 2009 해당 영역의 문항의 난이도가 다소 높았기 때문인 것으로 보인다.

2) 행동 영역

NAEA 2009 수학 평가들에서 행동 영역은 계산, 문제해결, 이해, 추론, 의사소통의 다섯 가지로 구분된다. 공통 표집 학생들의 PISA 2009 수학 성취수준별 NAEA 2009 수학 점수를 행동 영역별로 분석하면 <표 III-11>과 같다. 한편, NAEA 2009에서 의사소통에 해당하는 문항은 출제되지 않았기 때문에 해당 영역은 분석에서 제외하였다.

<표 III-11> PISA 성취수준별 NAEA 행동 영역 정답률(%)

구분	계산	문제해결	이해	추론
6수준	85.4	59.9	82.4	71.3
5수준	73.8	45.2	71.0	55.2
4수준	58.4	30.3	52.6	39.7
3수준	42.2	21.2	36.6	29.0
2수준	28.3	15.2	25.8	21.4
1수준 이하	23.5	12.3	21.1	18.0
평균	51.9	30.7	48.3	39.1

분석 결과, 성취수준 전반에서 ‘계산’ 영역의 정답률이 높고 ‘문제해결력’ 영역의 정답률이 낮은 것으로 나타났다. PISA에서 가장 높은 성취수준인 6수준 학생들의 ‘문제해결’ 영역 정답

률이 59.9%인 것은 국가수준 학업성취도 평가 해당 영역의 문항의 난이도가 높았기 때문인 것으로 보인다. 이때, 정답률 평균만으로 확인할 수 없는 문제점을 점검하기 위하여 해당 영역의 문항들에 대한 문항 반응을 분석하고 재점검하여 다음 주기 문항 개발에 반영해야 할 것이다.

마. NAEA 2009와 PISA 2009의 수학 하위 영역 간 상관분석

1) NAEA 내용 영역과 PISA 수학적 내용

NAEA 2009 내용 영역의 정답률과 PISA 2009 수학적 내용 영역의 정답률 간 상관분석은 두 평가에서 묻고 있는 평가 목적, 평가 문항의 특성

<표 III-12> NAEA 2009와 PISA 2009 하위 영역 간 상관 분석 (** p<.01)

내용 영역과 수학적 내용		NAEA 2009				PISA 2009			
		기하	문자와 식	수와 연산	함수	공간과 모양	변화와 관계	불확실성	양
NAEA 2009	기하	1	.79**	.74**	.72**	.24**	.19**	.16**	.17**
	문자와 식	.79**	1	.82**	.73**	.28**	.23**	.18**	.19**
	수와 연산	.74**	.82**	1	.67**	.28**	.23**	.19**	.19**
	함수	.72**	.73**	.67**	1	.22**	.17**	.14**	.14**
PISA 2009	공간과 모양	.24**	.28**	.28**	.22**	1	.80**	.70**	.71**
	변화와 관계	.19**	.23**	.23**	.17**	.80**	1	.70**	.74**
	불확실성	.16**	.18**	.19**	.14**	.70**	.70**	1	.76**
	양	.17**	.19**	.19**	.14**	.71**	.74**	.76**	1
행동 영역과 수학적 과정		NAEA 2009				PISA 2009			
		계산	문제해결	이해	추론	반성	연결	재생	
NAEA 2009	계산	1	.70**	.76**	.68**	.26**	.23**	.11**	
	문제해결	.70**	1	.79**	.82**	.28**	.24**	.12**	
	이해	.76**	.79**	1	.80**	.30**	.26**	.12**	
	추론	.68**	.82**	.80**	1	.27**	.23**	.11**	
PISA 2009	반성	.26**	.28**	.30**	.27**	1	.76**	.73**	
	연결	.23**	.24**	.26**	.23**	.76**	1	.73**	
	재생	.11**	.12**	.12**	.11**	.73**	.73**	1	

이 어느 정도 연관되어 있는 지를 알려준다. 여기서는 NAEA 2009 내용 영역에 대한 하위 영역 간 상관, PISA 2009 수학적 내용에 대한 하위 영역 간 상관, NAEA 2009와 PISA 2009의 해당 영역 간 상관 분석을 통해 각 평가 내, 평가 간 영역별 상관을 살펴보고자 하였다. 다음 <표 III-12(상)>은 NAEA 2009의 내용 영역과 PISA 2009의 수학적 내용 영역의 하위 영역 간 상관을 나타낸 것이다.

그 결과, NAEA 2009의 내용 영역 간에는 .67 ~ .82의 높은 상관이 나타났으며, 특히 ‘문자와 식’ 영역의 정답률이 높을수록 ‘기하’, ‘수와 연산’, ‘함수’ 영역의 정답률도 대체로 높은 것으로 나타났다. PISA의 수학적 내용 간에도 .70 ~ .80의 높은 상관이 나타났으며, 특히 ‘공간과 모양’ 영역의 정답률이 높을수록 ‘변화와 관계’ 영역의 정답률이 높으며, ‘불확실성’ 영역과 ‘양’ 영역 간의 상관도 대체로 높은 것으로 나타났다.

반면 PISA의 수학적 내용과 NAEA 2009의 내용 영역 간에는 .14 ~ .28의 낮은 상관이 나타났다. 한 예로 PISA ‘공간과 모양’ 영역과 국가수준 학업성취도 평가의 ‘기하’ 영역 사이의 상관이 .24로 낮게 나타났는데, 이는 맥락을 기반으로 한 소양을 평가하는 PISA와 교육과정을 기반으로 한 교과 지식을 평가하는 NAEA의 평가 목적의 차이와 이에 따른 검사 도구의 특성 차이에 의한 것으로 보인다.

2) NAEA 행동 영역과 PISA 수학적 과정

<표 III-12(하)>는 NAEA 2009의 행동 영역과 PISA 2009의 수학적 과정 영역의 하위 영역 간 상관을 나타낸 것이다.

그 결과, NAEA 2009의 행동 영역 간에는 .68 ~ .82의 높은 상관이 나타났으며, 특히 ‘추론’ 영역과 ‘문제해결’, ‘이해’ 영역의 영역 간

상관이 높은 것으로 나타났다. PISA 2009의 수학적 과정 간에도 .73 ~ .76의 높은 상관이 나타났으며, 특히 ‘반성’ 영역과 ‘연결’ 영역의 영역 간 상관이 높은 것으로 나타났다.

반면 PISA 2009의 수학적 과정과 NAEA 2009의 행동 영역 간에는 .11 ~ .30의 낮은 상관이 나타났다. 이는 PISA 평가 문항간, NAEA 2009의 평가 문항간에는 서로 상관이 높지만, 두 평가 간에는 상관이 낮음을 나타낸다. 이는 두 평가의 목적 차이와 검사 도구의 특성 차이에서 기인한 것으로 보인다.

3) 문항 유형간 상관 분석

다음의 <표 III-13>은 NAEA 2009와 PISA 2009의 각 문항 유형별 정답률을 나타낸 것이다.

<표 III-13> 문항 유형별 정답률(%)

구분	전체	성별	
		남	여
NAEA-선다형	47.2	46.9	47.6
NAEA-서답형	27.9	27.6	28.2
PISA-선다형	64.6	66.6	62.5
PISA-서답형	48.2	48.7	47.6

그 결과, PISA 선다형의 정답률이 64.6%로 가장 높았으며, NAEA 서답형의 정답률이 27.9%로 가장 낮았다. 남학생은 PISA 선다형과 PISA 서답형에서 여학생보다 높은 정답률을 나타냈고, 여학생은 NAEA 선다형과 NAEA 서답형에서 남학생보다 높은 정답률을 나타냈으나 그 차이는 매우 적었다.

다음 <표 III-14>는 PISA와 NAEA의 각 문항 유형간 상관분석의 결과를 나타낸 것이다. 그 결과, 두 평가에서의 문항 유형간 유의한 상관은 나타나지 않았다.

<표 III-14> 문항 유형간 상관 분석

	NAEA- 선다형	NAEA- 서답형	PISA- 선다형	PISA- 서답형
NAEA-선다형	1	-.18	.04	.21
NAEA-서답형	-.18	1	.17	.28
PISA-선다형	.04	.17	1	.36
PISA-서답형	.21	.28	.36	1

IV. 성취수준 비동일 집단에 대한 비교 분석

이 절에서는 NAEA 2009에서 상위 수준의 성취를 나타낸 학생들을 중심으로 PISA 결과를 분석하여 우리나라 상위권 학생들의 특성에 대해 알아보려 한다. 이를 위해서는 우선 두 평가에서의 상위 성취 수준에 대해 알아보고 NAEA 2009와 PISA 2009에서 모두 상위 성취 수준을 보인 학생들과 NAEA 2009에서는 상위 성취 수준을 나타냈으나 PISA 2009에서는 상위 성취 수준을 나타내지 않은 학생들을 두 집단으로 구분하고, 두 집단에서 차이가 나타난 PISA 문항을 중심으로 그 특성을 분석하고자 한다.

우선, 두 평가에서 설정하고 있는 상위 성취 수준은 다음과 같다. NAEA 2009에서는 ‘우수학력’을 ‘평가대상 학년급 학생들이 성취하기를 기대하는 기본 내용을 대부분 이해한 수준’으로 정의하고 있으며, 이때 기본 내용을 대부분 이해했다는 것은 학생들이 교육과정의 기본 내용을 80% 이상 이해한 수준을 의미한다(김선희 외, 2005). PISA 2009에서는 평균이 500점이고 표준편차가 100인 척도점수로 학생들의 점수를 산출하고 점수대별로 급간을 두어 1수준부터 6수준을 정의하고 있으며, 633점 이상을 5수준 이상으로 정의하면서 이를 상위 성취 수준으로 보고 있다(OECD, 2009). 즉, NAEA 2009는 교과 내용에 대한 지식

이 성취의 기준이 되고 있으며 PISA 2009는 주어진 문제 상황에서 수학적 능력 또는 수학 소양을 어느 정도 발휘할 수 있는지를 성취의 기준으로 삼고 있다.

본 연구에서는 NAEA 2009의 우수학력이면서 PISA 5수준인 학생들을 A그룹(513명, NAEA 2009 우수학력 중 72.5%), NAEA 2009의 우수학력이면서 PISA 5수준 미만인 학생들을 B그룹(195명, NAEA 2009 우수학력 중 27.5%)으로 구분하여 차이가 나타난 문항을 살펴보고자 한다.

다음 <표 IV-1>은 PISA 2009 수학 문항(총 35 문항) 중 A그룹과 B그룹의 정답률 차이가 유의수준 0.001에서 유의하게 나타난 11문항의 문항 정보 및 두 그룹의 정답률을 나타낸 것이다.

PISA 평가들의 ‘상황과 맥락’을 기준으로 살펴보면, A그룹과 B그룹의 정답률 차이가 나타나는 문항은 총 11문항에 대하여 학문적(5문항, 45.5%), 공적(3문항, 27.3%), 교육적(2문항, 18.2%), 직업적(1문항, 9%)의 순으로 나타났다. ‘수학적 내용’은 변화와 관계(4문항, 29.4%), 불확실성(3문항, 27.3%), 공간과 모양(2문항, 18.2%), 양(2문항, 18.2%)의 순이었다. ‘수학적 과정’은 연결(8문항, 72.7%), 반성(3문항, 27.3%)의 순이었다. 문항 유형으로 구분하면 개방형 구성형(3문항, 27.3%), 선다형(3문항, 27.3%), 단답형(2문항, 18.2%), 복합 선다형(2문항, 18.2%), 폐쇄형 구성형(1문항, 9%)의 순으로 나타났다.

이 가운데 가장 큰 정답률 차이가 나타난 ‘다이빙(Q2)’ 문항은 공적, 불확실성, 연결 영역에 속하는 선다형 문항이다. 다이빙 경기에서의 점수 환산과 관련된 실제적인 상황에서 문제에 주어진 방법과 이를 변형한 방법을 비교하고 판단하는 문항으로, 풀이 과정에서 통계와 관련된 계산이 요구된다. 이때, A그룹은 84.71%, B그룹은 32.61%의 정답률을 나타냈다. 두 번째로 정답률 차이가 크게 나타난 문항인 ‘통조림 캔(Q01)’ 문

<표 IV-1> A그룹과 B그룹 간 유의미한 정답률 차이를 나타낸 문항 (*** p<.001)

문항번호	상황과 맥락	수학적 내용	수학적 과정	문항 유형	A그룹 정답률	B그룹 정답률	A-B
다이빙Q02	공적	불확실성	연결	선다형	84.71	32.61	52.10***
통조림 캔Q01	직업적	불확실성	연결	단답형	78.24	36.96	41.28***
벽돌Q01	교육적	공간과 모양	연결	폐쇄형 구성형	84.12	47.83	36.29***
숫자검사Q01	학문적	양	연결	복합 선다형	73.17	37.74	35.43***
육상트랙Q02	공적	공간과 모양	연결	개방형 구성형	80.49	47.17	33.32***
숫자검사Q02	학문적	양	연결	단답형	72.84	39.62	33.22***
온도계 귀뚜라미Q02	학문적	변화와 관계	반성	개방형 구성형	68.35	35.62	32.74***
리프트Q02	공적	불확실성	반성	선다형	83.95	51.92	32.03***
정지하는 자동차Q01	학문적	변화와 관계	반성	선다형	91.98	60.38	31.60***
인구피라미드Q01	학문적	변화와 관계	연결	개방형 구성형	89.41	60.87	28.54***
통에 물 채우기Q01	교육적	변화와 관계	연결	복합 선다형	88.41	64.15	24.26***

항은 직업적, 불확실성, 연결 영역에 속하는 단답형 문항이다. 통조림 제조 공장에서의 생산품에 대한 자료를 토대로 가능성을 예측하는 문항으로, A그룹은 78.24%, B그룹은 36.96%의 정답률을 나타냈다. 두 문항 모두 불확실성, 연결 영역에 속하는 문항으로, B그룹의 학생들은 확률과 통계 영역의 개념을 실생활 맥락과 연결 짓는데 어려움을 느끼는 것으로 보인다.

PISA 전체 35문항 가운데 A그룹과 B그룹 간 차이가 나타난 11문항의 특성을 전반적으로 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 수학적 내용 영역에서는 변화와 관계, 불확실성 영역에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나는 문항 빈도가 높았다. 변화와 관계 영역에서 국가수준 학업성취도 평가는 함수의 정의, 함수의 성질 등 기본 개념을 묻고 있지만, PISA는 변화를 그래프로 나타내기, 그래프를 통해 예측하기, 실생활 맥락의 그래프 해석하기, 근삿값 계산하기 등과 같이 실제적인 그래프의 활용과 해석에 대한 문제가 출제되었다. 또한 불확실성 영역에서 PISA에는

기본적인 확률과 가능성 개념을 실생활 맥락에 적용·비교·판단하는 문항들이 출제되었다. 변화와 관계, 불확실성 영역은 실제세계의 현상을 표현하고 분석하며 예측하는 데 가장 많이 활용되는 수학 분야이지만, 우리나라의 교육과정에서는 주로 함수 및 통계 관련 개념의 이해와 적용을 중심으로 하는 형식화 추상화된 문항을 많이 다루고 있는 것이 A그룹과 B그룹의 차이가 나타난 원인으로 보인다. 둘째, 수학적 과정 영역에서는 연결(8문항, 72.7%) 영역의 빈도가 가장 높게 나타났다. 이는 A그룹과 B그룹의 차이가 교육과정에서 다룬 수학적 개념을 복합적이고 실제적인 맥락에 연결 짓고 적용하는 수학적 능력에 기인하고 있음을 나타낸다.

다음 <표 IV-2>는 PISA 2009 수학 평가의 전체 35문항에 대한 두 그룹의 정답률 차이 분포를 나타낸 것이다. 그 결과, A그룹과 B그룹간 최대 정답률 차이는 52.10%, 그 다음은 41.28%이며, 나머지 33문항의 정답률은 40% 미만인 것으로 나타났다. A그룹과 B그룹의 정답률 차

<표 IV-2> PISA 영역별 A그룹과 B그룹간 정답률 차이 분포

구분			A그룹과 B그룹간 정답률 차이 분포				
영역	하위영역	문항수	~10% 미만	10% 이상 ~ 20% 미만	20% 이상 ~ 30% 미만	30% 이상 ~ 40% 미만	40% 이상
수학적 내용	공간과 모양	8	1	4	1	2	0
	변화와 관계	9	2	2	3	2	0
	불확실성	7	0	4	0	1	2
	양	11	4	2	3	2	0
	소계	35	7	12	7	7	2
수학적 과정	반성	8	1	1	3	3	0
	연결	18	2	7	3	4	2
	재생	9	4	4	1	0	0
	소계	35	7	12	7	7	2
상황과 맥락	개인적	4	1	3	0	0	0
	공적	13	3	5	2	2	1
	교육적	4	1	1	1	1	0
	직업적	1	0	0	0	0	1
	학문적	13	2	3	4	4	0
	소계	35	7	12	7	7	2

이가 10% 미만인 문항은 7문항(20%), 10% 이상 20% 미만은 12문항(34.3%), 20% 이상 30% 미만은 7문항(20%), 30% 이상 40% 미만은 7문항(20%), 40% 이상은 2문항(5.7%)이었다.

정답률 차이를 영역별로 살펴보면, 수학적 내용에서 불확실성 영역에서는 40% 이상의 차이가 나타나는 문항이 2문항이 있었으며, 수학적 과정에서는 재생 영역의 정답률 차이가 대체로 적게 나타났고, 연결 영역에서는 40% 이상의 차이가 나타나는 문항이 2문항이 있었다. 즉, B그룹 학생들은 A그룹 학생들에 비해 불확실성 영역의 문제를 어려워하며, 수학적 지식을 떠올려서 문제를 해결하는 재생 영역에서는 많은 차이를 나타내지 않았지만, 수학적 지식을 실제적인 맥락이나 다른 교과의 영역과 연결하여 문제를 해결하는 문항에서는 큰 정답률 차이를 나타냈다.

지금까지 NAEA 2009에서 우수학력에 속하지

만 PISA 2009에서는 다른 결과를 나타내는 두 집단의 특성을 문항을 중심으로 비교해보았다. A그룹과 B그룹 학생들은 모두 NAEA 2009 우수학력에 속하지만 이 가운데 27.5%에 속하는 B그룹의 학생들은 PISA에서 낮은 성취를 보이고 있었다. 두 그룹의 차이에 대한 분석 결과는 수학 지식에 대한 충실한 이해와 더불어 이를 실생활에 활용할 수 있는 능력을 신장하기 위한 교육적 노력이 요구됨을 보여준다.

V. 결론

2008년 이후 기초학력향상 지원체계 구축 및 학교 교육의 책무성 점검에 대한 요구가 강해지면서 국가수준 학업성취도 평가가 전수 평가로 전환되었고, 그 결과는 기초학력 부진과 학

습 결손 누적의 방지를 위한 다양한 교육 정책을 실현하는 기초 자료가 되고 있다. 더 나아가 국가수준 학업성취도 평가 결과를 국제 학업성취도 평가인 PISA 결과와 비교하는 것은 우리나라 학생들의 수학 성취 특성을 파악하고 교육 개선을 위한 자료로 활용될 수 있을 것으로 보인다.

2009년 5월 시행된 PISA 2009와 10월 시행된 NAEA 2009 결과 분석을 통해 나타난 우리나라 학생들의 수학 성취 특성을 요약하면 다음과 같다. 첫째, NAEA 2009의 우수학력 분할 점수는 PISA에서 상위 성취 수준으로 정의하고 있는 5수준의 분할 점수를 넘어서고 있으며, NAEA 2009의 기초학력 분할 점수도 PISA에서 기초학력으로 정의하고 있는 2수준의 분할 점수보다 높았다. 이는 우리나라의 국가수준 학업성취도 평가가 성취에 대한 높은 기대 수준을 가지고 교육과정에서 규정하고 있는 교육 목표에 대한 도달 정도를 평가하고 있음을 보여준다. 둘째, NAEA 2009와 PISA 2009 모두에서 여학생의 상위 수준 비율이 남학생보다 낮았으며, 읍면 지역에서는 상위 수준의 비율이 낮고 하위 수준의 비율이 높아 이들의 학업 성취를 신장시키기 위한 노력이 요구된다. 셋째, NAEA 2009 우수학력 학생들은 PISA 4~6수준, 보통학력 학생들은 PISA 3~5수준, 기초학력 학생들은 PISA 2~4수준, 기초학력미달 학생들은 PISA 3수준 이하를 중심으로 분포되어 있다. 넷째, NAEA 2009와 PISA 2009 수학 점수 간에는 유의한 정적 상관(.69)이 나타났지만 하위 영역별로는 약한 정적 상관만 나타났는데, 이는 두 평가의 평가 목적과 평가 문항의 특성의 차이에서 기인하는 것으로 보인다. 다섯째, 비동일 집단에 대한 분석 결과, 유의수준 .001에서 11문항이 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 해당 문항을 중심으로 두 그룹의 차이를 비교한 결과, 두 그룹은

실제적인 맥락에서의 문제 해결과 직접 관련된 변화와 관계, 불확실성, 연결 영역에 속하는 문항에서 차이를 보였다.

본 연구에서는 이상의 분석 결과를 토대로 수학 교육과정 개선 및 국가수준 학업성취도 평가개선을 위한 세 가지 제언을 하고자 한다.

첫째, 수학 교육과정이 수학적 지식을 실제 맥락에 연결 짓고 복합적인 문제 상황을 유연하게 해결할 수 있는 능력을 신장시킬 수 있는 방향으로 변화되어야 한다. 수학에 대한 이해는 학생들이 현대 사회를 살아가기 위한 준비를 하는 데 중심적인 역할을 한다. 학생들이 일상생활, 직업 상황에서 수학적 소양으로 해결해야 할 문제 상황들이 증가함에 따라 수학, 수학적 추론, 수학적 도구에 대한 일정 수준의 이해가 요구되고 있다. 따라서, 학생들은 순수 수학의 개념에 대한 이해와 더불어 실제 맥락에서 수학을 사용하는 능력을 갖추어야 하며 이는 교육과정을 토대로 한 학교 수업을 통해 개발되어야 할 것이다. 그러나 비동일 집단에 대한 분석 결과, 국가수준 학업성취도 평가에서 우수학력에 속하지만 PISA에서 낮은 성취를 보인 27.5%의 학생들은 수학적 개념을 실제적인 맥락에 연결 짓고 이를 적용하여 문제를 해결하는 수학적 및 문제해결능력에 요구되는 문항에서 어려움을 느끼고 있었다. 이는 우리나라 수학교육이 고학년으로 갈수록 더욱 정형화된 문제 풀이에 치중하게 되기 때문인 것으로 보인다. 더불어 김경희 외(2010b)의 연구에 나타난 바와 같이 우리나라 학생들이 PISA에서 지속적으로 높은 성취를 보이고 있지만, 최상위권의 비율이 점차 줄어들고 있음은 우리나라의 수학교육이 변화되어야 할 필요성을 제기하고 있다. 최근의 시대 변화와 요구에 부응하는 인재를 양성하기 위해서는 우리나라 수학 교육 과정이 수학적 개념을 실제적인 맥락에 연결

지고 복잡한 문제 상황을 유연하게 해결할 수 있는 능력을 신장시킬 수 있는 방향으로 변화되어야 할 것으로 보인다. 또한, 수학교육에 컴퓨터 및 계산기를 폭넓게 도입하여 학생들이 실생활의 데이터를 다루고, 표현하며, 문제를 해결하는 데 익숙해질 수 있도록 제반 여건을 마련해주어야 할 것이다.

둘째, 국가수준 학업성취도 평가의 평가들은 향후 다차원적인 변화를 모색할 필요가 있다. 본론에서 상술한 바와 같이 국가수준 학업성취도 평가는 이차원적 평가들을 가지고 있으며, 모든 문항이 PISA의 ‘상황과 맥락’ 중 학문적 상황을 기반으로 하고 있다. 실생활 또는 통합적 상황에서의 문제해결력이 강조되는 최근의 시대적 요구에 비추어 국가수준 학업성취도 평가에서도 다양한 맥락을 배경으로 하는 문항이 도입될 필요가 있다. 최근 세계 여러 선진국에서 OECD PISA의 중요성을 인식하고 PISA에서 목적으로 하고 있는 수학적 소양을 갖춘 인재를 양성하기 위한 교육적 노력을 기울이고 있음을 고려하여, 국가수준 학업성취도 평가에서도 국가 교육과정에 기반하되 최근 수학교육의 세계적 동향을 반영한 유연한 평가들을 지향할 필요가 있다.

셋째, 국가수준 학업성취도 평가 결과가 기초학력보장을 위한 보정적 피드백 이상의 활용도를 주기 위해서는 현재 국가수준 학업성취도 평가에서 설정하고 있는 성취수준 구분의 세분화를 위한 연구가 이루어져야 할 것이다. 전수 평가를 통해 분석된 우리나라 학생들의 학력 수준에 대한 정보는 각 성취수준에 적합한 교육 정책 및 교수 학습 방법을 개발하는 데 중요한 기초 자료가 될 수 있다. 특히 최근 PISA에서 나타난 최상위 수준 학생 비율 감소와 같은 경향을 국가수준 학업성취도 평가를 통해 파악하기 위해서는 우수학력 수준 내에 포함된

최상위 수준을 변별하는 수준 구분이 이루어져야 할 것이다. 국가수준 학업성취도 평가의 성취수준을 세분화하고, 매년 전수 평가로 시행되는 국가수준 학업성취도 평가의 장점을 최대한 살린다면, 3년 주기의 PISA 평가에 비해 보다 즉각적이고 효과적인 교육 정책 수립 및 적용이 가능할 것이다.

참고문헌

- 교육인적자원부(2007). **수학과 교육과정**. 교육인적자원부 고시 제 2007-79호.
- 권점례 · 이창훈 · 정은영 · 고은성 · 김보경(2010). **2009년 국가수준 학업성취도 평가 연구- 수학 -**. 한국교육과정평가원. 연구보고 RRE-2010-6-4.
- 김경희 · 김수진 · 김남희 · 박선용 · 김지영 · 박효희 · 정 송(2008). **국제 학업성취도 평가(TIMSS/PISA)에 나타난 우리나라 중·고등학생의 성취 변화의 특성**. 한국교육과정평가원. 연구보고 RRE-2008-3-1.
- 김경희 · 시기자 · 김미영 · 옥현진 · 임해미 · 김선희 · 정 송 · 정지영 · 박희재(2010a). **OECD 학업성취도 국제비교 연구(PISA 2009) 결과 보고서**. 한국교육과정평가원. 연구보고 RRE 2010-4-2.
- 김경희 · 시기자 · 김미영 · 김부미 · 옥현진 · 임해미(2010b). **OECD PISA에 나타난 학력이 상향평준화 현상 심층 분석**. 한국교육과정평가원. 연구보고 RRE 2010-14.
- 김선희 · 고정화 · 조영미 · 구자형 · 이양락 · 조지민 · 송미영 · 시기자 · 김수진(2005). **2004년 국가수준 학업성취도 평가 연구 -수학-**. 연구보고 RRE 2005-1-4.
- Greaney, V., and T. Kellaghan(2008). *Assessing National Achievement Levels in Education*.

- Washington, DC: World Bank.
- Kolen, M. J., & Brennan, R. L.(2004). *Linking. Test equating, scaling and linking*. New York: Springer, p423-471.
- OECD(2009). *PISA 2009 Assessment Framework : Key Competencies In Reading, Mathematics and Science*.
- OECD(2010). *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do - Student Performance in Reading, Mathematics and Science(Volume I)*.

Analyzing the characteristics of mathematics achievement in Korea through linking NAEA and PISA

Rim, Haemee (Korea Institute for Curriculum and Evaluation)

Kim, Sujin (Korea Institute for Curriculum and Evaluation)

Kim, Kyunghee (Korea Institute for Curriculum and Evaluation)

The purpose of this study is to understand Korea students' characteristics as well as to give important information of improving our education using comparative analysis of framework, test booklets, test results between PISA 2009 and NAEA 2009. PISA 2009 was administered on May of 2009 and NAEA was administered on October of same year. The summary of the results of comparing two assessment is as follows First, cut score of NAEA Advance level is bigger than the cut score of level 5, which is considered as high achievement level. The cut score of Basic level of NAEA is also higher than the level 2 of PISA, which is considered as basic achievement level. This phenomenon can show that NAEA achievement level is set little bit higher than the achievement level of PISA in mathematics domain. Second, the percentage of female students on higher level was higher than that of male students. In suburban area, the percentage

of high level was small and the percentage of low level was big. Third, students of Advanced level are distributed concentrating in PISA levels 4~6, Proficient achievement level concentrating in PISA levels 3~5, Basic achievement level concentrating in PISA levels 2~4, and below basic achievement levels concentrating in below level 1 and level 3 of PISA. Fourth, the correlation between NAEA 2009 and PISA 2009 achievement scores are significantly positive. However, the correlation of subscales were low. Fifth, analysis of non-equivalent group, 11 items located in 'change and relationship', 'uncertainty', 'connection cluster' domains found to be significantly different. The percent correct showed very big difference. The analysis results presents the implication of mathematics curriculum, teaching and learning methods as well as National Assessment of Educational Achievement.

* **Key Words** : NAEA(National Assessment of Educational Achievement, 국가수준 학업성취도 평가), PISA(Programm for International Student Assessment, OECD 국제 학업성취도 평가), linking(연계)

논문접수 : 2011. 11. 4

논문수정 : 2012. 2. 8

심사완료 : 2012. 2. 20