한국학교수학회논문집 제 15 권, 제 1 호
Journal of the Korean School Mathematics Society
Volume 13, Number 3, 109-135, March 2012

국제성취도 평가에 기초한 중학교 확률과 통계 내용 관련 탐구 - PISA와 TIMSS 문항 분석을 중심으로-

손복은[1] · 고호경[2]

2009 개정에 따른 수학과 교육과정은 수학적 창의성과 더불어 인성을 갖춘 미래 사회의 인재 양성을 목표로 하며, 이러한 목표를 위하여 실생활과 연계된 수학 교육 내용을 구성하고, 학생 활동을 유도하여 수학을 체험할 수 있도록 권장하고 있다. 본 연구에서는 학교 수학에서 실생활과 연계성이 강한 확률과 통계 영역 내용에 해당하는 국제성취도 평가인 PISA 2003, TIMSS 2007의 일부 문항 분석을 통해 우리나라 학교수학에서의 효율적인 교수·학습 활동의 방향을 제안해 보고자 한다. 본 연구에서 두 국제성취도 평가를 분석 대상으로 삼은 이유는 PISA는 단순히 학생의 학업성취도만을 비교하는 것이 아니라 교육 환경이나 학습자와 관련된 여러 배경 변인들이 학업성취도에 어떤 영향을 미치는지에 대한 정보를 제공하고, TIMSS 또한 수학·과학 성취도를 국제적인 수준에서 파악하고 그 변화를 살펴 연구 참여국들의 교수·학습의 실제와 교육정책을 상호 비교할 수 있는 정보를 제공하는 연구이기 때문이다.

주요용어 : 국제성취도 평가, 2009 개정 수학과 교육과정, 확률과 통계

Ⅰ. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

지난 2009년 12월 교육과학기술부에서 2009 개정 교육과정을 고시하고, 2011년 8월 2009 개정 교육과정에 따른 수학과 교육과정(이하 2009 개정 수학과 교육과정이라 칭함)이 최종 확정 및 공표되면서 우리나라는 아홉 번째 개정 교육과정의 실행을 앞두고 있다. 2009 개정 교육과정의 주된 방향은 '하고 싶은 공부', '즐거운 학교'가 될 수 있도록 학생들의 지나친 학습 부담을 감축하고, 학습 흥미를 유발하여 단편적 지식·이해 교육이 아닌 학습하는 능력을 기르고, 지나친 암기 중심 교육에서 배려와 나눔을 실천하는 창의 및 인재를 양성하는 교육으로서의 변화를 추구하고 있다.

이에 따라, 2009 개정 수학과 교육과정에서도 수학적 창의성과 더불어 인성을 갖춘 미래 사회의 인재 양성을 목표로 하고 있으며, 이러한 목표를 위하여 실생활과 연계된 수학과 목

1) 아주대학교 대학원 (joey81@nate.com)
2) 아주대학교 (kohoh@ajou.ac.kr)

표 및 내용을 구성하고, 학생 활동을 유도하여 수학을 체험할 수 있도록 강조하고 있다. 이러한 교육 목표를 실현하기 위해 학교 수학에서 실생활과의 연관성이 밀접한 영역 중의 하나가 '확률과 통계' 영역일 것이다. 확률과 통계 영역은 실생활 관련의 소재 및 문제 상황과 연계지어 수학의 실질적인 활용과 가치를 충분히 경험할 수 있고, 스스로의 탐구와 과제 수행 등을 통한 활동 중심의 학습이 유용하도록 구성될 수 있는 내용이라 하겠다.

Barnett이 통계학을 "우리가 살고 있는 세계를 이해할 수 있는 열쇠"라고 언급하였듯이 통계는 우리 생활에서 필수적인 학문의 분야로 대두되고 있다. 결국, 자료로부터 정보를 얻으려는 사회적 요구와 우연 사건에 대한 수학적 연구에 의하여 발달한 실질 과학으로써, 불확실성이 내재된 현상을 해석하고 합리적인 의사결정을 할 수 있는 방법을 찾기 위한 노력과 수학적 논리와 결합한 것이 통계학이며, 이러한 통계학을 제대로 이용하는 것은 정보 산업 사회에서의 삶을 영위하는데 있어서 반드시 필요하다고 할 수 있을 것이다. 또한 오늘날의 정보화 · 산업화 시대에서는 학생들이 일상생활에서 접하는 일기예보, 스포츠 기록, 광고 등에서부터 증권 지수의 변화, 정치적 여론 조사 결과와 같이 전문적 분야까지 그 내용을 올바르게 이해하기 위해서는 기초적인 통계 지식의 습득 및 활용이 요구된다고 하겠다. 이러한 시대적인 필요성 때문에 통계는 우리나라뿐만 아니라 주요 국가의 수학과 교육과정에서도 빠짐없이 등장하며, 현대 수학교육에서 없어서는 안되는 내용으로 자리잡고 있다(이수정, 2000, 재인용).

그럼에도 불구하고, 우정호(2006)는 우리나라 통계 교육이 학생들에게 통계적 사고의 본질을 적절히 교육하지 못하고 있으며, 수학 이론에 모든 통계적 사고가 포함된 것으로 간주되어 실제적인 통계적 사고 경험이 적절히 제공되지 못하고 있음을 지적하였다. 실제로 평균이나 분산 등을 구하는 알고리즘만이 학생들에게 제시되고, 통계적 사고보다는 공식을 이용하여 기계적인 결론만을 내리는 활동이 학교 교육에서 이루어지고 있다. 그러므로 학교수학에서 확률과 통계 교육의 알고리즘적인 문제 풀이만 제시되는 것보다는 실생활에서 접근 가능한 소재를 도구로 학생들이 실제적인 확률과 통계의 유용성을 이해하고 사고하는 방식을 학습하도록 하는 방향이 모색되어야 한다고 하였다.

이에 본 연구에서는 대표적인 국제성취도 평가인 PISA(Programme for International Student Assessment)와 TIMSS(Trends in International Mathematics and Science Study)에서의 확률과 통계 영역의 문항 분석을 통하여 확인하고 이는 우리나라 확률과 통계교육의 실제적인 콘텐츠 개발에 의미가 있을 거라 기대한다. PISA는 경제협력개발기구(OECD)에서 하는 학업성취도 국제비교연구를 뜻하며, 이 연구의 목적은 41여개의 참여국들의 만 15세 학생들의 읽기, 수학, 과학 소양을 측정하여, 참여국의 교육 체계의 효과를 평가하고 참여국의 교육정책 입안에 도움이 되는 정보를 산출하고 있다. 한편, TIMSS는 국제교육성취도평가협회(IEA)가 주관하는 수학과학 성취도 추이변화 국제비교연구를 뜻하며, 이 연구의 목적은 50여개의 참여국들의 수학과 과학 성취도를 국제적인 수준에서 파악하고 교육체제를 점검하며 발전시킬 수 있는 정보를 제공하기 위한 것이다.

본 연구에서 두 국제성취도 평가의 연구 결과를 다루는 이유는 PISA는 단순히 학생의 학업성취도만을 비교하는 것이 아니라 교육 환경이나 학습자와 관련된 여러 배경 변인들이 학업성취도에 어떤 영향을 미치는지에 대한 정보를 제공하고 있고, 또 TIMSS는 수학 · 과학 성취도를 국제적인 수준에서 파악하고 그 변화를 살펴 연구 참여국들의 교수 · 학습의 실제와 교육정책을 상호 비교할 수 있는 정보를 제공하려는 연구이기 때문이다. 또한, 두 연구 모두 결국에 더 나은 국가 교육 정책을 수립하고, 교육 환경을 개선해 나가는데 유용한 정

보로 활용된다는 점에서 우리나라 교육과정에 시사하는 바가 있을 것으로 사료되기 때문이다. 한 마디로, 본 연구는 국제 성취도 평가인 PISA 2003과 TIMSS 2007[3]에서 우리나라의 확률과 통계 영역에 해당하는 일부 문항을 분석하고, 이를 우리나라 2009 개정 교육과정에서 확률과 통계와 연계하여 우리나라 학교수학에서의 효율적인 교수·학습 활동의 방향을 제안하고자 한다. 이로써, 향후 교수 학습 자료 개발이나 교육과정 개정 방향 및 설계에 일말의 보탬이 되고자 한다.

Ⅱ. 이론적 배경

이 장에서는 PISA 2003(이미경 외, 2007)과 TIMSS 2007(김경희 외, 2008)에 관한 평가틀에 관한 내용을 개략적으로 소개하고, 아울러, 우리나라의 2009 개정 수학과 교육과정에서의 확률과 통계 영역에 관해 간단히 소개하고자 한다(교육과학기술부, 2011; 신이섭 외, 2011).

1. PISA 2003의 평가틀

PISA는 학교 교육을 받은 학생들이 장차 사회에 나가서 생산적인 역할을 할 준비가 되어 있는가를 점검하기 위한 연구로, 학생들이 미래 사회의 시민으로 살아가는데 필요한 읽기, 수학, 과학적 소양을 측정하는 것을 목적으로 한다. 수학적 소양은 다양한 상황에서 수학 문제를 제기하고 형식화하고 해결하고 해석함으로써 여러 가지 아이디어를 효율적으로 분석하고 추론하고 의사소통을 하는 학생들의 능력과 관련되는 개념이다(이미경 외, 2004). PISA는 교실에서 다루는 전형적인 상황과 문제들이 아닌 실생활 문제에 초점을 맞추고 있기 때문에, PISA에서는 수학적 소양을 수학이 세계에서 담당하는 역할을 인식하고 이해하는 능력, 수학적으로 근거가 충분한 판단을 하는 능력, 건설적이고 사려 깊고 반성적인 시민으로서의 개인의 생활의 필요성을 만족시키는 방식으로 수학을 관련짓고 이용하는 능력 등으로 간주되고 있다(이미경 외, 2007).

PISA 2003에서는 수학적 소양을 강조한 평가틀을 적용하고 있으며, 수학 평가틀은 '수학적 내용', '수학적 과정', '상황과 맥락'으로 구성된다. 수학적 내용은 특별한 아이디어들을 통합하여 문제를 해결할 때에 가장 중요하게 사용되고 조직되어야 하는 수학적 내용을 말한다. 수학적 과정은 문제가 발생한 상황을 수학과 연결하고 문제를 해결하는 데에서 활성화되어야 하는 능력과 관련되며, 상황과 맥락은 문제가 되는 배경을 말한다.

수학적 내용은 '영역통합적 개념(overarching idea)'하에 양(quantity), 공간과 모양(space and shape), 변화와 관계(change and relationship), 불확실성(uncertainty)의 네가지 하위 영역으로 구분한다. 수학적 과정 측면에 있어서, PISA에서는 수학적 능력을 수학적 사고와 추

3) PISA 연구에서는 주기별로 주영역을 설정하여 심층 분석을 수행하는데, PISA 2000에서는 읽기, PISA 2003에서는 수학, PISA 2006에서는 과학이 주영역이었다. 수학의 경우, 현재 PISA 2012를 앞두고 있다. 본고에서는 수학 영역이 주영역으로 수행되었던 PISA 2003의 문항분석을 다루었다. 한편, TIMSS 연구에서는 시행연도를 중심으로 TIMSS 1995, TIMSS 1999, TIMSS 2003, TIMSS 2007이 시행되었다. 현재는 TIMSS 2011 본검사 시행직후라 이 연구에서는 TIMSS 2007을 다루었다.

론, 수학적 논쟁, 수학적 의사소통, 모델링, 문제 제기와 문제해결, 표현, 상징적·형식적·기법적인 언어와 조작의 활용, 보조 교구와 도구의 활용 등의 8가지로 분류하고 있다. 또한 PISA에서는 이러한 능력을 포괄하여 세 가지의 '능력군(competency clusters)'인 재생군(reproduction), 연결군(connection cluster), 반성군(reflection cluster)으로 제시하고 있다. 상황과 맥락은 개인적(personal) 상황, 교육적(educational) 상황, 직업적(occupational) 상황, 공적(public) 상황, 학문적(scientific) 상황의 네 가지 하위 영역으로 구분한다. 이러한 PISA 2003의 수학 영역 평가틀과 평가틀에 따른 주요 주제를 정리하면 다음 <표 Ⅱ-1>과 같다.

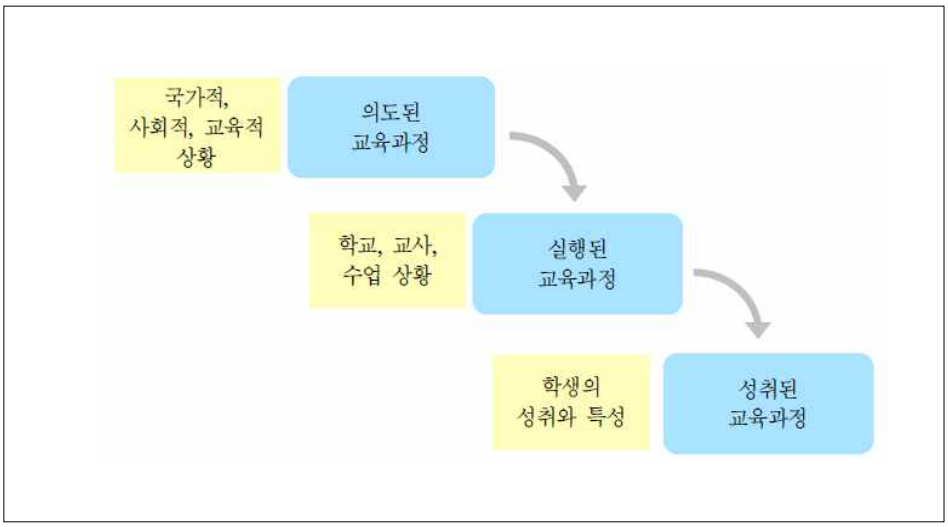
<표 Ⅱ-1> PISA 2003 수학 영역 평가틀

차원	하위 영역	
수학적 내용	영역	주요 주제
	• 양	수 감각, 수를 나타내는데 다양한 방식으로 나타내기, 연산의 의미를 이해하기, 수의 크기에 대한 감각 갖기, 수학적으로 우아한 계산, 암산, 어림하기
	• 공간과 모양	모양과 패턴 인식하기, 시각적 정보를 설명하고 기호화하고 해석하기, 모양의 동적인 변화 이해하기, 유사성과 차이점 인식하기, 상대적 위치 이해하기, 2차원 표현방식과 3차원 표현 방식을 이해하고 그것들 사이의 관계 알기, 공간에서 진행하기
	• 변화와 관계	이해하기 쉬운 형태로 변화를 표현하기, 기본적인 변화의 유형을 이해하기, 특정한 변화가 발생할 때 그 변화의 유형을 인식하기, 이러한 기법들을 외부 세계에 적용하기, 변화하는 세계를 자신에게 최대한 유리한 방향으로 통제하기
	• 불확실성[4)]	**자료 수집** **자료 분석** **자료 제시와 자료의 시각화** **확률** **추론**
수학적 과정	능력군	수학적 능력
	• 재생 • 연결 • 반성	• 사고와 추론 • 수학적 논쟁 • 수학적 의사소통 • 모델링 • 문제 제기와 문제해결 • 표현 • 상징적·형식적·기법적인 언어와 조작의 활용 • 보조 교구와 도구의 사용
상황과 맥락	분류	구체적 내용
	• 개인적	학생들의 일상적인 개인 생활
	• 교육적	학교 생활
	• 직업적	일과 여가 활동
	• 공적	지역 공동체 및 사회 생활
	• 학문적	구체적인 실생활 장면이 결합되지 않은 수학-내적인 맥락이나 실생활에서 가능하지 않을 수도 있는 가상의 맥락인 수학-외적인 맥락을 포함

4) 불확실성과 관련된 현상은 통계와 확률 영역에서 주로 연구되는 자료와 우연성이라 할 수 있으므로, 본 연구에서는 불확실성에 속한 문항 내용을 확률과 통계 영역 내용과 관련된 것으로 간주하였음.

2. TIMSS 2007의 평가틀

TIMSS는 국제 공통의 교육과정에 근거한 평가 연구이다. 이러한 TIMSS 평가모형은 아래 [그림Ⅱ-1]과 같이 크게 의도된 교육과정(intended curriculum), 실행된 교육과정(implemented curriculum), 성취된 교육과정(attained curriculum)으로 구성된다. 의도된 교육과정은 학생들이 성취하기를 바라는 것이며, 실행된 교육과정은 의도된 교육과정을 달성하기 위하여 학교와 교실에서의 조직과 활동을 말하고, 성취된 교육과정은 학교 교육의 결과로 학생들의 교육적 경험에서 얻은 것들을 말한다.



[그림Ⅱ-1] TIMSS 평가모형

위에 언급하였듯이 TIMSS는 국제 공통 교육과정에 근거한 평가이기 때문에, 각 참여국에서 학생들의 성취도를 국제적인 수준에서 지속적으로 점검하고 자국의 교육과정의 실효성을 판단할 수 있는 중요한 정보를 제공해 준다는 점에 그 의의가 있다. 이러한 평가 모형을 토대로 TIMSS 2007의 평가틀은 수학, 과학, 배경변인 평가틀로 구성되었다. 이는 TIMSS 2003에서 사용하였던 평가틀을 유지하면서 부분적으로 수정 보완하는 절차를 걸쳐 개정되었으며 내용 영역과 인지 영역으로 구성된다. 내용 영역은 수, 대수, 기하 자료와 가능성의 4개 영역이며, 인지 영역은 알기, 적용하기, 추론하기의 3개 영역이다. 수학 영역의 본 검사는 내용 영역별로는 수 57, 대수 55, 기하 44, 자료와 가능성 32개 문항이며 문항 유형별로는 선다형 문항 117개, 구성형 문항 71개로 총 188 문항이 출제되었다. 다음은 4개의 영역에 대한 하위 영역을 정리한 표이다.

5) 본 연구에서는 자료와 가능성이 확률과 통계 영역에서 주로 다뤄지는 자료, 자료의 표현 및 해석, 가능성이라는 확률에 관한 내용이라 할 수 있으므로, 이를 우리나라의 확률과 통계 영역 내용과 관련된 것으로 간주하였음.

<표Ⅱ-2> TIMSS 2007 수학 내용·인지 영역별 하위 영역

내용 영역	**하위 영역**		
수	• 범자연수 • 정수		• 분수와 소수 • 비, 비례식, 백분율
대수	• 규칙성	• 대수식	• 방정식, 식, 함수
기하	• 도형	• 측정	• 위치와 이동
자료와 가능성[5)]	**• 자료 조직과 표현** **• 자료 해석** **• 가능성**		
인지 영역	**하위 요소**		
알기	• 회상하기 • 계산하기 • 측정하기		• 인식하기 • 재발견하기 • 분류. 정렬하기
적용하기	• 선택하기 • 모델화하기		• 표현하기 • 실행하기	• 정형적인 문제해결
추론하기	• 분석하기 • 종합 통합하기		• 일반화하기 • 정당화하기	• 비정형적인 문제해결

한편, TIMSS 2007 자료와 가능성 영역 주제별 평가 목표를 살펴보면 다음과 같다. 자료와 가능성 영역은 학생 자신 또는 다른 사람이 수집한 자료를 조직하는 방법, 그래프와 차트로 자료를 나타내는 방법을 아는 것과 관련된다. 이 영역에는 자료의 잘못된 해석과 관련된 이슈를 이해하는 것도 포함되어 있다. 학생들은 간단한 자료 수집 계획에 참여하거나 다른 사람이 모은 자료나 모의실험에 의해 생성된 자료를 다룰 수 있어야 한다. 자료를 제시할 때 학생들은 여러 가지 수, 상징, 점이 의미하는 바를 이해해야 한다. 예를 들어 어떤 수는 자료의 값을 나타내고, 어떤 수는 그 값이 나타나는 빈도를 나타냄을 인식해야 한다. 학생들은 자료를 막대그래프, 표, 선 그래프로 표현할 수 있고, 다양한 표현방법의 장점을 인식하고 비교할 수 있어야 한다. 학생들은 자료의 특성(모양, 퍼짐, 중심경향)을 묘사하고 비교할 줄 알아야 하며, 자료 표현에 기초하여 결론을 이끌어 낼 수 있어야 한다. 학생들은 자료에서 경향성을 파악하고, 자료에 근거해 예측하며, 해석의 타당성을 평가할 수 있어야 한다. 가능성(초보적인 확률)에 대한 인식은 똑같이 가능한 결과가 나온다는 가정 하에 실험에서 얻어진 자료나 주어진 결과가 나올 가능성을 예측하는 것으로 확장되어야 한다. 자료와

<표 Ⅱ-3> 자료와 가능성 영역의 주제별 평가 목표 (TIMSS 2007)

자료 조직과 표현 (Data Organization and Representation)
1. 표, 그림그래프, 막대그래프, 원그래프, 꺾은선그래프에서 자료를 읽는다.

2. 표, 그림그래프, 막대그래프, 원그래프, 꺾은선그래프를 사용하여 자료를 조직하고 표현한다. 3. 같은 자료를 여러 가지로 표현한 것을 비교하고 짝지어 본다.
자료 해석 (Data Interpretation)
1. 평균, 중앙값, 범위, (일반 용어로 표현된) 분포 모양을 포함하여 모인 자료의 특성을 확인하고 계산하며 비교한다. 2. 자료를 사용하고 해석하여 질문에 답하고 문제를 해결한다(예: 결론을 이끌어 낸다, 예측을 한다, 주어진 자료 점 사이나 그 외부의 값을 추정한다.). 3. 오해를 일으킬 수 있는 자료를 조직하고 표현하는 여러 접근법을 인식하고 묘사한다(예: 그룹을 부적절하게 조직했거나 잘못된 판단을 하게 하는 눈금 또는 왜곡된 눈금).
가능성 (Chance)
1. 어떤 결과가 나올 가능성을 확실함, 그럴 듯함, 똑같이 그럴 듯함, 덜 그럴 듯함, 불가능함으로 판단한다. 2. 실험에서 나온 자료를 사용하여 미래 결과의 가능성을 예측한다. 3. 주어진 맥락에서 특정 결과가 나올 가능성을 사용하여 문제를 해결한다. 어떤 결과가 나올 가능성을 결정한다(예: 주사위를 던진 후에 특정한 면이 위로 나올 가능성은 1/6이다.).

가능성 영역의 주제별 평가 목표는 <표 Ⅱ-3>과 같다.

3. 우리나라 2009 개정 수학과 교육과정의 확률과 통계

확률과 통계는 중학교 수학에서 실생활과 관련성이 매우 깊은 영역이다. 중학교에서는 자료의 정리와 표, 그래프의 해석, 통계적 확률과 수학적 확률의 관계, 확률의 계산, 대푯값과 산포도의 내용이 다루어진다. 또한, 2009 개정 수학과 교육과정의 중학교 1~3학년군에서의 확률과 통계 영역 내용의 변화는 학생들이 통계를 학습함으로써 분석적이고 비판적인 사고를 도모할 수 있도록 내용의 변화는 최소화하면서, 교수·학습 방법의 변화를 도모하였다(교육과학기술부, 2011; 신이섭 외, 2011) <부록 1 참조>. 이에 대해 좀 더 자세히 살펴보면 다음과 같다.

1) 통계 교수·학습 방법의 변화

통계는 어떤 목적을 위해 자료를 수집하고, 정리하고, 분석하고, 해석하는 일련의 과정을 경험함으로써 학습할 수 있다. 잘못된 방법으로 자료를 수집하거나 자료를 정리하는 과정에서 저지른 실수는 분석과 해석에서 오해를 일으킬 수 있다. 따라서 학생들은 통계를 학습하면서 일련의 과정을 경험하고, 그 속에서 잘못된 판단과 실수를 했다면 그러한 것을 찾아내며, 자료를 정리한 표나 그래프, 축도를 분석하고 상황에 맞게 해석할 수 있어야 한다. 이 내용은 TIMSS의 평가틀과 문항에서 다루어지는 것으로, 실생활 맥락에 적용되는 통계의 의의를 살리는 것이라 할 수 있다. 또한 상대도수를 학습하는 의의를 살릴 수 있도록 두 집

단의 비교를 통해 상대도수를 다루도록 하였다. 그리고 실생활의 여러 소재를 이용하여 대푯값과 산포도를 도입하고, 자료의 형태에 따라 적절한 대푯값을 선택할 수 있는 활동을 내용에 포함하였다. 본 연구는 이러한 내용을 교육과정 문서에서 '교수·학습 상의 유의점'에 제시하였다.

2) 누적도수의 분포 삭제

누적도수의 분포 내용은 도수분포표를 이해하는 학생이라면 굳이 학습 내용으로 다루지 않아도 이해할 수 있다. 그리고 누적도수의 분포 내용은 중, 고등학교의 확률과 통계 내용에서 연계성이 부족한 편이다. 이에 본 연구에서는 누적도수의 분포를 삭제함으로써 학습량 감축을 도모하였다.

3) 줄기와 잎 그림 추가

현행 교육과정에서는 1학년의 도수분포와 그래프, 상대도수의 분포에서 자료를 그래프로 표현하는 방법으로서 히스토그램을 가르치고 있다. 히스토그램은 연속적인 자료의 분포를 그림으로 표현하는 한 가지 방법으로서, 수백 개 이상의 대단원 관측값 들로 이루어진 자료의 분포의 모양을 파악하기 위해서 히스토그램은 매우 유용하다. 그러나 소규모 자료에서 히스토그램은 계급의 크기에 따라 그 모양이 현저하게 달라질 수 있다. 이에 자료를 손쉽게 정리하고 소규모 자료의 분포 모양도 표현할 수 있는 탐색적 자료 분석 방법인 '줄기와 잎 그림'을 도수분포와 그 그래프에 추가하였다. '줄기와 잎'의 양끝 어느 쪽으로부터 자료의 절반까지 세어 봄으로써 분포의 중심(자료의 중심위치 측도의 하나인 '중앙값')을 알아낼 수 있다. 그리고 분포의 전체적인 모양으로부터 현저한 차이를 보이는 '이상치'라 부르는 관측값을 포착할 수 있다. '이상치'는 자료의 대푯값을 결정하는 데 매우 큰 영향력을 미치므로 이를 파악하는 것이 중요하다. 줄기와 잎 그림의 내용의 현행 교육과정의 5학년에서 다루어지던 것이지만, 초등학교에서는 해석이 어렵고 중학교에서 분포를 다룰 때 함께 다루는 것이 적합하여 중학교 확률과 통계 영역에 추가되었다.

Ⅲ. PISA 2003과 TIMSS 2007의 문항 분석

이 장에서, PISA 2003과 TIMSS 2007에 대한 평가 문항 분석 결과는 한국교육과정평가원에서 마련된 「OECD/PISA 평가틀 및 공개 문항 분석」 보고서 내용 근간으로 하였으며(이미경 외, 2007), 이를 토대로 각 문항에 대한 분석과 함께 학습 시 요구되는 내용이나 활동을 간략히 제안하였다.

1. PISA 2003 문항 분석

1) 문항 정보

PISA 2003의 수학 평가 문항은 총 85개이며, PISA 2000에서 사용했던 20개의 문항과 2002년 예비검사에 사용한 문항 65개로 구성되어 있다. 85문항 중, 변화와 관계는 21문항, 불확실성은 23개, 공간과 모양은 20개, 양은 21개로 구성되어 있다(이미경 외, 2003). PISA 2003의 불확실성 영역에 해당하는 문항에 관한 정보를 간략히 소개하면 다음과 같다.

<표 Ⅲ-1> PISA의 '불확실성' 영역에 관한 문항 정보

번호	과제	수학적 내용	수학적 과정	상황과 맥락
1	강도 사건*	불확실성	연결	공적 상황
2	수출*	불확실성	재생	공적 상황
3	알록달록 알사탕	불확실성	재생	개인적 상황
4	과학 시험*	불확실성	재생	교육적 상황
5	폐기물	불확실성	반성	학문적 상황
6	지진	불확실성	반성	학문적 상황
7	시험 결과	불확실성	연결	교육적 상황
8	피자 선택*	불확실성	연결	직업적 상황
9	대통령에 대한 여론조사*	불확실성	연결	공적 상황
10	봄 축제	불확실성	연결	공적 상황
11	탁구 시합	불확실성	재생	교육적 상황
12	co^2배출량 감축*	불확실성	연결	학문적 상황

본 연구에서는 <표 Ⅲ-1>에 제시된 문항들 중에서 6개의 문항<표 Ⅲ-1에서 *표시가 붙은 문항 참조>을 분석 대상으로 삼았는데, 이는 해당 문항들이 자료로부터 정보를 얻어 실질적인 활용과 가치를 경험할 수 있고 합리적인 의사결정을 할 수 있도록 꾀하는 통계 학습의 유의미함을 보여주기에 적당하다고 판단되었기 때문이다. 각 문항은 '강도 사건', '수출', '피자 선택', '시험 결과', '대통령에 대한 여론 조사', '이산화탄소' 라는 주제를 다루고 있다.

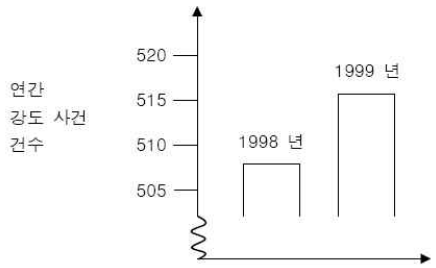
2) 문항 분석

(1) 문항 소재 : 강도 사건

이 문항은 강도 사건을 소재로 한 문항으로, 그래프 해석 능력을 확인하기 위해 신문의 일부를 발췌한 내용이 제시되어 있다. PISA의 평가틀에 따르면 '수학적 내용'은 불확실성, '수학적 과정'은 연결, '상황과 맥락'은 공적 상황으로 분류할 수 있다.

강도 사건

한 TV기자가 아래 그래프를 보여 주면서 다음과 같이 말하였다.



"1996년과 1999년 사이에 연간 강도 사건 건수가 급격하게 증가하였습니다."
그래프에 대한 기자의 해석이 적절하다고 생각하는지 쓰시오.
제시한 답에 대한 이유를 설명하시오.

이 문항의 유형은 개방형 서술형인데, 이것은 학생들에 의한 다양한 해석을 유도하는 것이라 볼 수 있다. 이 문항의 채점기준에 따르면, '예'나 '아니오'로 코드를 나타내고 있는데, 이는 단답형으로 보는 것이 아니라 '예'나 '아니오'가 해석에 대한 모든 진술을 포함하고 있다고 볼 수 있다. 예시 답안으로서 그래프의 설명이 타당하지 않다고 생각하거나 만일 이 그래프의 전체가 제시되었다면 강도 사건의 증가율은 '극히 미미하다는 것을 알 수 있기 때문이다' 또는 '타당하지 않다', '퍼센트로 따지면 증가량은 단지 약 2%에 불과하다'는 반응 등이었다. 이러한 반응은 보이는 그대로 그래프를 보지 않고 보이지 않은 그래프의 내용에 대한 것까지 추론해 볼 수 있는 능력을 요구하는 것이다. 이 유형은 우리나라의 교육과정에서 거의 다루지 않는 내용이라고 할 수 있으며, 이로 인해 국내 정답률은 27.6%로 다른 문항들에 비해 상대적으로 낮게 나타났다.

우리나라 학생들 중에서 가장 많은 반응을 보인 반응은 부분점수를 받게 되는 '아니오, 타당하지 않다고 대답했지만, 상세한 설명이 부족하거나 단지 강도 사건의 증가 숫자에만 초점을 맞춘 경우였다. 우리나라 학생들은 자료를 해석하지만 타당한 근거를 설명하는데 미숙하거나 숫자로써 표현하는 학습은 학습 시 그런 부분에 대한 연습이 부족하다고 본다.

이 문항에서 요구하는 것은 그래프를 스스로 바로 해석하는 것이 아니라 기자의 해석을 봄으로써 오류를 찾는 활동이라고 볼 수 있다. 이는 교수·학습 방법의 유의점에 해당하는 내용이며, 이러한 학습이 잘 되지 않았던 학생들에게는 반복 훈련을 해 봄으로써 자료를 정확하게 보는 안목을 기를 수 있을 것이다.

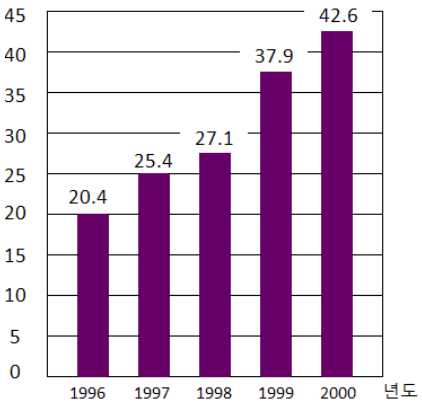
(2) 문항 소재 : 수출

이 문항은 수출을 소재로 하고 있으며, '수학적 내용'은 양, '수학적 과정'은 연결, '상황과 맥락'은 직업적 상황을 반영한 것이다. 이 문항 역시 숙달된 소재의 통합, 적절한 확장이라는 연결 능력군에 해당하는 문항이다.

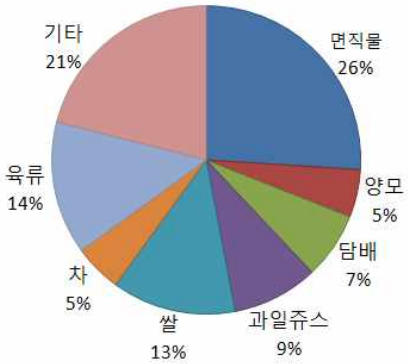
수 출

다음 그래프는 제드(zed:화폐 단위)를 화폐로 사용하는 제드랜드(Zedland:지명)의 수출 현황을 나타낸 것이다.

1996~2000년 제드랜드 연간 수출액 총계



2000년 제드랜드 수출 품목 비율



1998년 제드랜드의 총 수출액(단위: 백만 제드) 은 얼마인가?

이 문항의 국내 정답률이 상대적으로 낮은 것은, 우리나라 학생들이 '27.1 백만제드' 라는 표현에 익숙하지 않음으로 인해 나타난 결과일 수 있다. 백만이라는 단위는, 세 자리 단위로 숫자를 끊어 읽는 서양에서는 매우 익숙한 단위이다. 허나, 우리나라 학생들은 순수한 소수로서의 27.1에는 익숙하지만 '27.1 백만제드'와 같이 소수와 큰 단위가 결합된 표현 방식은 학교에서 거의 다루지 않음으로 인해 어려움을 겪었을 가능성이 크다.

이 문항의 제시는 막대그래프와 원그래프로써 우리나라의 초등학교 교과서에서 전형적으로 다루는 내용이지만 낯선 소재로 인한 어려움의 소지를 간과하지 않고 다양한 상황에서 수학 문제를 제기함으로서 여러 가지 아이디어들을 효율적으로 추론, 의사소통해야 할 필요가 있을 것이다. 국제사회에서 경쟁력을 키우기 위해서는 문화적인 것에서 오는 이질적인 내용들을 함께 학습해보는 것도 필요할 것이다.

(3) 문항 소재 : 피자 선택

이 문항은 피자 선택을 소재로 한 것으로, 수학적 내용이나 개념들 사이의 관련성을 이끌어 내어 문제를 해결하거나 정보를 통합하고 조합하는 능력 여부를 묻고 있다. 이 문항의 '수학적 내용'은 불확실성, '수학적 과정'은 연결, '상황과 맥락'은 공적 상황으로 분류되는데, 수학적 과정에서 연결 능력군의 핵심어는 숙달된 소재의 통합, 연결, 적절한 확장이라고 할 수 있다. 여기에는 서로 다른 수학적 내용 영역들이나 다른 영역 통합적 개념들 사이에서 관련성을 이끌어 내어 문제를 해결하는 능력, 문제를 해결하기 위해 정보를 조합하고 통합하는 능력이 포함된다.

피자선택
한 피자 가게에서는 기본적으로 치즈와 토마토 2가지가 토핑되어 있는 피자를 손님에게 제공하고 있다. 손님은 자신의 피자에 몇 가지 추가 토핑을 직접 선택할 수도 있다. 이 피자 가게가 추가로 제시하고 있는 토핑은 올리브, 햄, 버섯, 소시지 등 4가지이다. 영우는 2가지 토핑을 추가하여 피자를 주문하려고 한다. 영우가 선택할 수 있는 방법은 모두 몇 가지인가? 답: _____가지

이 문항의 국내 정답률은 남녀 각각 61.2%, 56.4% 로 여학생이 남학생보다 4.8% 높고, 국제 정답률도 남녀 각각 48.4%, 44.6%로 여학생이 남학생보다 3.8%높다. 그 이유로 추정해 볼 수 있는 것은 문제의 소재가 여성적이라는 점이다. 문제를 해결하는데 있어 가장 큰 영향력을 미치는 것은 문항 소재의 측면이다. 그러나 문제를 해결하기 위해 동원되는 수학적 개념이 복잡하지 않을 경우에는 문제를 제시하는 상황이나 맥락이 중요하게 작용한다. 이 문제의 수학적 해법은 만 15세 수준에 비추어 볼 때 비교적 평이하기 때문에 문제의소재가 문제의 소재가 문재를 해결하는데 결정적인 역할을 할 수 있다. 그런 측면에서 여학생의 정답률이 높은 점을 설명할 수 있을 것이다. 이 문항에 대한 국내 정답률 58.4%는 국제 정답률 46.5%보다 12.1% 높기는 하지만, 이 문항은 문화적 편파성의 소지가 있는 것으로 보였다. 요즘 우리나라에서 피자와 피자에 올리는 토핑을 생소하게 여기는 학생들이 많지는 않지만 여전히 농어촌에서는 피자가 일상적인 음식으로 간주되지 않는다고 보기 때문이다. PISA 검사의 표집이 전국적으로 이루어졌다는 사실을 감안하면 서양 중심적인 생소한 소재로 인해 우리나라 학생들에게 불리한 점이 없지는 않았을 것이다.

문제 해결에 있어서는 학습의 유무 여부도 영향을 미치겠지만 위 문항과 같이 그 소재도 중요하다고 하겠다. 피자의 토핑이라는 소재는 남성보다 여성에게 더 강하다는 성별의 영향이 있는가 하면 피자를 자주 접하게 되는지 아닌지의 지역적인 영향도 있을 것이라고 보는 것이다. 다양한 문제들을 가르치는 교과서와 같은 교수 · 학습 자료에서는 소재적인 부분에서도 이런 다양한 면들을 고려해 실제적인 소재를 선택하여 구성해야 할 것이다.

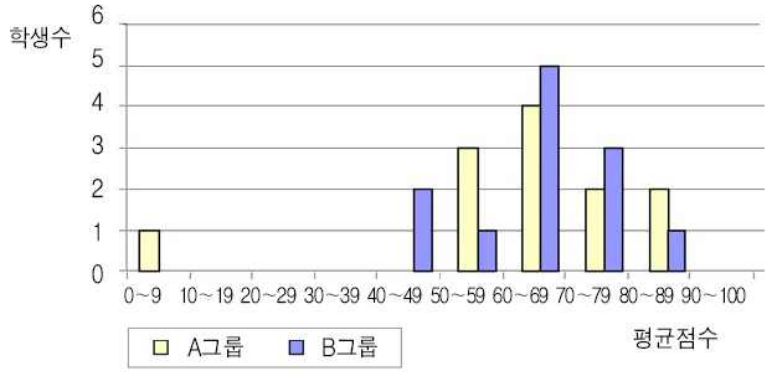
PISA 2003년에 시행된 점을 간주하면 PISA 2012의 결과가 어떨지 주목되는 가운데 이러한 소재를 떠나서 여학생과 남학생의 성차에 정답률에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 김경희 외(2010)는 기존 PISA 주기의 성차와 비교해보면 우리나라의 남녀 학생 간 점수 차이는 PISA 2000에서 27점으로 참여국 중 두 번째로 컸으나, PISA 2003에서 23점, PISA 2006에 9점, PISA 2009에서 3점으로 나타난 것을 볼 때, 수학에서의 남녀 학생 간 성차가 급격하게 줄어들고 있다고 하였다. 이러한 결과를 보이게 된 원인 등을 탐색하는 연구를 통해 우리나라 학생들의 전체 성취도를 전반적으로 향상시킬 수 있는 방안을 찾는데 도움이 될 것이다.

(4) 문항 소재 : 과학시험 결과

이 문항은 과학시험 결과를 소재로 하고 있으며, ‘수학적 내용’은 불확실성, ‘수학적 과정’은 연결, ‘상황과 맥락’은 교육적 상황을 반영한 것이다.

과학시험 결과

아래 그래프는 A그룹과 B 그룹 학생들을 대상으로 과학 시험을 실시할 후 그 결과를 나타낸 것이다. A 그룹의 평균 점수는 62.0이고, B 그룹의 평균 점수는 64.5점이다. 그리고 점수가 50점 이상일 때 학생들은 이 시험을 통과하게 된다.



위 그래프를 토대로 선생님은 B 그룹이 A 그룹보다 더 잘 했다고 말씀하신다.
그러나 A 그룹 학생들은 선생님의 의견에 동의하지 않는다. 그들은 B 그룹 학생들이 반드시 더 잘한 것은 아니라고 선생님을 설득시키려고 한다.
위 그래프를 이용해서 A 그룹 학생들이 제시할 수 있는 수학적 주장을 하나만 쓰시오.

이 문항에 대한 채점기준에서는 통과한 학생 수, 극단적으로 점수가 낮은 학생의 영향, 최상위에 포함된 학생 수 등과 관련되어야 만점이라는 기준을 세우고 있다. 예를 들어 B조보다 A조의 학생이 더 많이 시험에 통과했다, A조에서 가장 점수가 낮은 학생을 제외한 나머지 A조의 학생들은 B조 학생들 보다 성적이 좋다, 80점 이상의 성적을 받은 학생이 A조에 더 많다 등과 같은 근거이다. 두 집단의 시험 점수 평균과 점수대별 분포가 막대그래프로 주어지고, 자료값을 해석하는 능력이 요구되는 문항인데 평균을 중심으로 보면 B그룹이 잘한 것으로 볼 수 있지만, 다른 관점에서 보면 A 그룹이 더 우수하다고 해석할 수 있다. 이 문항에서 요구하는 바는 A그룹이 더 잘했다고 결론 내리기 위해서 어떤 다른 기준을 동원해야 하는지를 기술하는 것이다. 평균을 구하는 알고리즘적인 방법으로 문제를 해결할 시 명백하게 어느 그룹이 잘 했는지 알 수 있지만 대푯값으로 평균 이외에 중앙값과 최빈값을 학습하고 주어진 자료를 다양한 관점에서 해석하는 능력을 길러야 한다는 것이다. 그러나 현행 우리나라 교육과정에서는 대푯값으로 평균만을 소개하고 자료값들을 해석하는 기준을 세우는 것은 취급하지 않고 있다. 2009 개정 교육과정 내용을 보면 변화된 교수·학습상의 유의점에 다양한 상황의 자료를 표나 그래프로 나타내고, 그 분포의 특성을 설명할 수 있게 한다는 내용을 명시하고 있다. 학생들이 일상생활에서 유용하게 적용해 볼 수 있도록 이러한 내용을 학습 시 여러 가지 상황의 설정을 통해 유도하는 활동이 필요한 것으로 판단된다.

(4) 문항 소재 : 대통령에 대한 여론조사

이 문항은 대통령에 대한 여론조사를 소재로 한 것으로, '수학적 내용'은 불확실성, '수학적 과정'은 연결, '상황과 맥락'은 공적 상황을 반영한 것이다.

대통령에 대한 여론조사

제드랜드 (Zedland: 지명) 에서는 차기 선거에서 대통령의 지지도에 대한 여론 조사를 실시하였다. 다음은 네 신문사에서 발표한 여론 조사 결과이다.

신문사 A : 36.5%(임의로 선발된 500명의 유권자를 대상으로 1월 6일에 실시한 조사 결과임)
신문사 B : 41.0%(임의로 선발된 500명의 유권자를 대상으로 1월 20일에 실시한 조사)
신문자 C : 39.0%(임의로 선발된 1000명의 유권자를 대상으로 1월 20일에 실시한 조사 결과임)
신문사 D : 44.5%(신문사로 전화를 걸어온 1000명의 독자를 대상으로 1월 20일에 실시한 조사 결과임)

선거가 1월 25일에 실시된다면, 대통령의 지지도를 가장 정확하게 예상할 수 있는 여론 조사 결과를 제시한 신문사는 어디인가? 제시한 답에 대한 근거를 두 가지만 쓰시오.

이 문항은 여론 조사의 조건을 비교하여 보다 신뢰할 만한 조사를 가려내는 능력을 측정하는 문제로, 통계적 지식과 더불어 사회과학적인 지식이 함께 요구되는 영역 통합적인 내용을 다루고 있다. 이 문제에서 주어진 네 신문사의 여론 조사는 표본의 개수, 표본의임의성, 조사의 실시 시기라는 세 가지 조건이 약간씩 다르다. 흔히 여론 조사에서는 표본의 개수가 많을수록, 표본이 임의로 추출되었을수록, 조사의 실시 시기가 투표일에 가까울수록 정확도가 높고 신뢰할 만한 조사이다. 이러한 기준을 적용하면 문제에서 요구하는 신문사를 찾을 수 있는데, 이 문제에서는 학생들의 이해정도를 보다 정교하게 파악하고자 답에 대한 근거도 두 가지 제시하도록 요구하고 있다.

위의 '과학시험 결과'와 '대통령에 대한 여론조사'를 주제로 한 문항과 같이 '주장하시오', '근거를 두 가지만 쓰시오'와 같이 문제를 제시하거나, 다양한 상황들을 고려해야 하는 과제는 우리나라 학생들에게 익숙하지 않은 소재일 수 있다. 그러나 이러한 소재를 수반하는 문항을 다룸으로서 우리가 주변에서 적용해 볼 수 있는 내용이 소개되고 이처럼 통계적 지식과 사회 과학적인 지식이 함께 요구되는 문항을 접할 기회를 가져봄으로써 통계 영역의 본질적인 학습의 목표에 잘 도달할 수 있을 것으로 여겨진다.

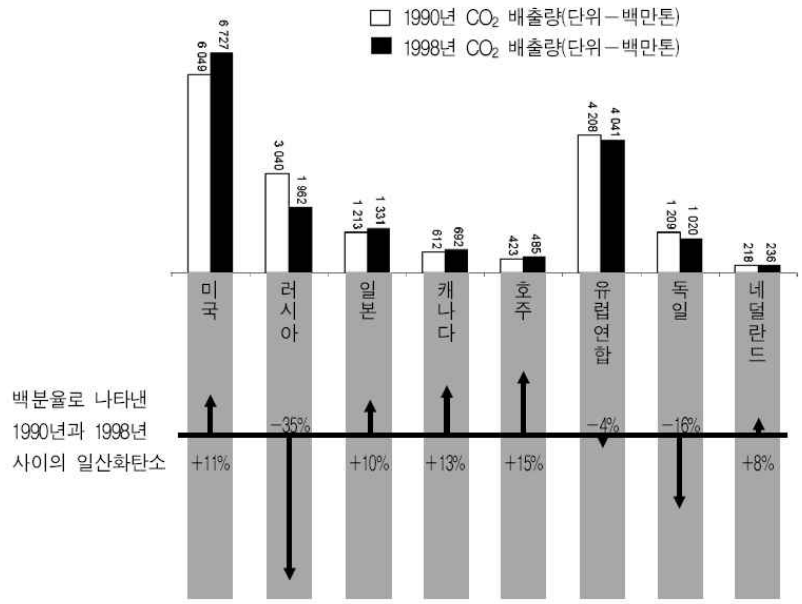
(5) 문항 소재 : 이산화탄소 배출량 감축

이 문항은 이산화탄소 배출량 감축을 소재로 한 것으로, '수학적 내용'은 양, '수학적 과정'은 연결, '상황과 맥락'은 학문적 상황을 반영하고 있다.

co_2 배출량 감축

수많은 과학자들은 대기중의 이산화탄소 농도가 점점 진해져서 기후에 이상 변화가 일어난다고 우려하고 있다. 아래 그래프는 여러 국가와 지역에서의 1990년 이산화탄소 배출량(흰색 막대)과 1998년 이산화탄소 배출량(검은색 막대)을 나타낸 것이다. 그리고 1990년과 1998년 사이의 이산화탄소 배출량 비율 변화가 화살표로 표시되어 있다.

□ 1990년 CO_2 배출량(단위-백만톤)
■ 1998년 CO_2 배출량(단위-백만톤)



백분율로 나타낸 1990년과 1998년사이의 일산화 탄소

위의 그래프를 보면 미국에서 1990년과 1998년 사이의 이산화탄소 배출 비율이 11% 증가했다는 것을 알 수 있다.
11% 라는 값이 어떻게 나왔는지 풀이 과정을 제시하시오.

이 문항을 통해 구체적인 실생활 장면이 결합되지 않은 수학적 맥락이나 실생활에서 가능하지 않은 수도 있는 가상의 맥락이라고 학문적 상황을 설명할 수 있는지를 묻고 있다. 즉, 이산화탄소 배출량이 막대그래프로 주어지고, 이 그래프로부터 기준량과 비교량을 찾아 11%가 계산된 과정을 설명하도록 하였다. 이 문항에 대한 국내 정답률은 13.1%로 낮은 편이다. 백분율은 일상생활에서 자주 사용되는 친근한 개념임에도 불구하고, 이에 대한 학생들의 이해 정도가 극도로 낮은 것은 여러 가지 백분율을 구하는 연습을 다양하게 하지만 대개는 소금물의 백분율을 구하는 식으로 정형화된 문제 상황만 접했기 때문인 것으로 풀이된

다. 학습 시, 실제적인 자료를 그래프로 제시하고, 학생들이 값들을 파악하여 백분율을 구하는 연습의 기회를 다양하게 제공할 필요가 있다. 2009 개정 교육과정에서도 실생활 등 다양한 상황에서 자료를 수집하도록 교수· 학습상의 유의점으로 명시하고 있는데 이는 개념의 이해 후, 다른 상황에 접목시켜보는 것보다는 학습 시 실생활과 관련한 내용을 통해 보는 것이 중요하다는 시사하고 있다고 하겠다.

2. TIMSS 2007

1) 문항 내용

TIMSS 2007의 수학 평가 문항은 총 188개이며, 그 중 자료와 가능성 영역은 32문항이다. TIMSS는 수학 성취도가 국제적인 수준에서 파악되어 교수·학습의 실제와 교육 정책을 상호 비교할 수 있는 정보 제공을 목적으로 하는 연구이기 때문에, 문화적 측면이나 특수한 유형의 문제보다는 일반적인 주제를 다루었다. 특히, TIMSS 2007 자료와 가능성 영역은 학생 자신 또는 다른 사람이 수집한 자료를 조직하는 방법, 그래프와 차트로 자료를 나타내는 방법을 아는 것과 관련되는 바, 자료의 잘못된 해석과 관련된 이슈를 이해하는 것도 포함되어 있다. 학생들은 간단한 자료 수집 계획에 참여하거나 다른 사람이 모은 자료나 모의실험에 의해 생성된 자료를 다룰 수 있는 능력을 평가하는데 주안점을 두었다(TIMSS 2007). 또, 학생들은 다양한 그래프로 자료를 표현하거나, 어떤 수가 자료의 값이나 수가 나타내는 빈도인지, 자료를 표현하는 방법들의 장점을 인식하고 비교할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

본 연구에서는 TIMSS 2007의 5문항[6]만을 다루는데 이는 문항의 소재보다는 문항 제시를 할 때, 자료의 다양한 표현들을 보여주는 것에 초점을 두었다. <표 Ⅲ-3에서 *표시가 붙은 문항 참조> 해당 문항은 '과목인기도', '버스 시간표'라는 주제를 다루고 있다.

<표 Ⅲ-3> TIMSS 2007의 '자료와 가능성' 영역에 관한 문항 정보

자료와 가능성		
하위영역	**인지영역**	**문항**
• 자료 조직과 표현	적용하기	표의 정보를 나타내는 그래프
	적용하기	스포츠 센터/직선에 이름 써 넣기
	알기	스포츠 센터/몇째 주
	적용하기	스포츠 센터/24주 동안의 이용료
	적용하기	막대그래프 만들기
	알기	팔린 입장권의 수
	적용하기	그래프에 자료 표현하기
• 자료 해석	추론하기*	도시방문/A도시에 대한 표 완성하기

6) <과목인기도 1>과 <과목인기도 2>는 연계된 문항이지만 그래프가 다르게 제시되어 문항을 분리하였고, <버스시간표> 내에 1), 2), 3) 이 연계된 문항이면서 표 또한 같이 제시되어 한 문항으로 제시하였다. 그래서 총 5문항으로 구성되었다.

	추론하기*	도시방문/C도시에 대한 표 완성하기
	알기*	도시방문/조건에 맞는 도시
	추론하기	도시방문/조건에 맞는 도시
	알기*	각 과목의 평점 평균
	추론하기*	참/거짓 판단
• 가능성	알기	17을 꺼낼 가능성이 더 높은 상자
	적용하기	파란 구슬을 꺼낼 확률
	적용하기	표를 활용하여 회전판에서 선 그리기
	알기	세 번째의 구슬의 색

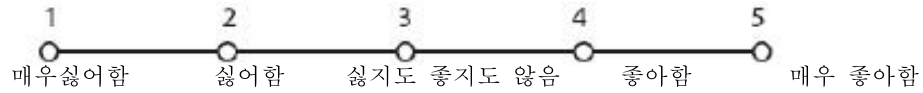
2) 문항 분석

(1) 문항 소재 : 과목인기도-1

이 문항은 과목인기도의 소재를 다룬 것으로, '자료 해석'에서 알기에 해당하며, 알기 영역에는 인식하기, 계산하기, 재발견하기 등의 하위 요소를 포함하고 있다.

과목인기도-1

10명의 학생들이 수학과 국사 중 어느 과목이 더 인기가 있는지를 알아보려 한다.
학생들은 다음의 척도를 이용하여 각 과목의 인기도를 평가했다.



그 결과는 다음 표와 같다.

학생	수학 평점	국사 평점
철수	1	2
영희	4	4
미정	5	4
경미	2	2
병철	4	2
지민	3	3
현아	2	1
태경	1	1
상진	5	3
수경	3	2
합계	30	24

1) 각 과목에 대하여 평점의 평균을 계산하시오.
수학 평점 평균 = _____
국사 평점 평균 = _____
위의 평점에 따르면, 학생들에게 더 인기가 있는 과목은 무엇인가?
더 인기 있는 과목 : _____

이 문항은 우리나라 학생들에게 익숙한 평균을 구하는 내용이고, 국내 정답률과 국제 정답률이 각각 81.7%, 35.3%로 유의한 차이로 높은 정답률을 보였다고 한다. 계산을 하고 그러한 정보를 바탕으로 학생들에게 더 인기가 있는 과목을 물어보는 형식은 다양한 자료를 수집하고 해석하는 능력을 향상시킬 수 있는 유형이라 할 수 있다.

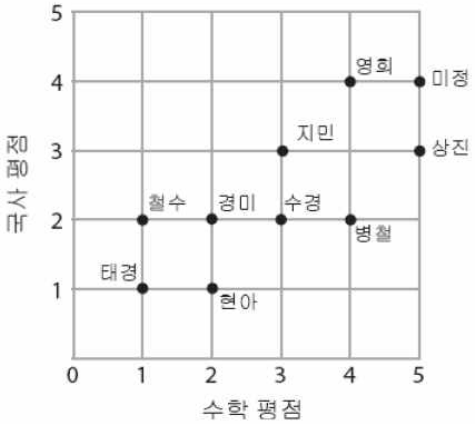
이 문항에서 평균을 구하는 알고리즘적인 문제 해결방법 보다는 자료의 표현 방법에 집중해야 한다. 학생들의 과목 인기도 척도를 살피기 위해 매우 싫어함, 싫어함, 싫지도 좋지도 않음, 좋아함, 매우 좋아함 이라는 5단계로 구성하였는데 이렇게 표현된 자료를 우리 주변에서 살펴보거나 학생 스스로 이러한 표가 적용될 수 있는 예를 찾아보는 것은 실질적으로 자료를 구성해 보는데 도움이 될 것이다.

(2) 문항 소재 : 과목인기도-2

이 문항 또한 과목인기도를 소재로 한 것으로, '자료 해석'의 추론하기이며, 이때 추론하기는 분석하기, 일반화하기, 종합/통합하기 등의 하위 요소를 포함하고 있으며, 학생들의 평점을 산점도 형식으로 표현한 것을 해석하는 것이다.

과목 인기도-2

다음 그래프는 학생들의 평점을 나타낸다. 예를 들면, 철수의 이름은 그의 평점(수학1, 국사2) 바로 옆에 적혀 있다/



다음의 각 문장 끝에 '참' 또는 '거짓'을 쓰시오.
이 학생들은 모두 국사보다 수학을 더 좋아한다._____
이 학생들 중 거의 반 정도가 두 과목에 같은 평점을 주었다._____
두 명의 학생은 두 과목을 좋아하지도 싫어하지도 않았다._____

이 문항의 첫 번째 문장 "학생들은 모두 국사보다 수학을 더 좋아한다"는 반례가 있으면 거짓이 되는데, 철수의 경우는 국사를 더 좋아하는 학생이므로 거짓이다. 두 번째 문장 "이 학생들 중 거의 반 정도가 두 과목에 같은 평점을 주었다"에서 '거의 반 정도'라는 표현이

다소 애매할 수 있다. 학생들이 모두 10명인데, 두 과목에 같은 평점을 준 학생들은 4명이다. 우리 학생들은 이런 애매한 표현을 수학에서 경험하지 않아, 두 번째 문장에서 참, 거짓을 잘못 판단했을 수도 있다. 세 번째 문장 "두 명의 학생은 두 과목을 좋아하지도 싫어하지도 않았다"는 평점에서 '좋지도 싫지도 않음'이라는 3점을 택한 경우에 해당하는 것으로, 그런 학생은 경민이 한 명인 것이다. 이러한 문항은 다양한 해결 요소가 필요한데 일단은 그래프를 해석하는 능력과 해석에서 얻은 정보로 추론하여 정확한 결과를 이끌어 내는 것이다.

우리나라 2009 개정 수학과 교육과정에는 어떤 목적을 위해 자료를 수집하고, 정리하고, 분석하고, 해석하는 일련의 과정을 경험함으로써 학습을 할 수 있도록 도모하는 것이 통계 교수·학습 방법의 변화라고 명시하고 있다. 위와 같은 문항을 경험하고 해석하는 과정도 중요하지만 자료를 나타내는 방법으로 산점도를 사용할 수 있도록 하는 사고의 전환도 하나의 학습이 될 수 있으면서 자료를 표현하는 방법들의 장점을 인식하고 비교할 수 있도록 함을 권장함도 의미 있을 것이다.

(3) 문항 소재 : 버스 시간표

이 문항은 버스 시간표를 소재로 한 것으로, 자료와 가능성의 자료 해석의 추론하기와 알기 영역이다.

버스 시간표

선생님께서 도시를 방문할 때 다음 세 가지 조건을 반드시 지키라고 말씀하셨다.
1. 오전 9시 이후에 O도시에서 출발해야 한다.
2. 오후 5시까지 O도시에 돌아와야 한다.
3. 최소한 3시간 동안은 방문한 도시에 머물러야 한다.

정호네 반 학생들은 세 가지 조건에 맞는 도시를 찾기 위해 버스 시간표를 이용하였다. 학생들은 아래 표를 만들기 시작하였으나 완성하지 못하였다.

1) 다음 쪽의 버스 시간표를 참고하여 아래 표에서 A도시의 빈칸을 채우시오.

2) 다음 쪽의 버스 시간표를 참고하여 아래 표에서 C도시의 빈칸을 채우시오.

	가장 적당한 버스 시간					세 가지 조건		
목적지	O도시에서 출발시작	목적지에 도착 시간	O도시로 되돌아오는 출발 시간	O 도시에 도착 시간	목적지에 머무르는 시간	오전 9시 이후 시간	최소 3시간 방문	오후 5시까지 도착
A도시	오전 9시	오전 11시 15분						
B도시	오전 9시 15분	오후 12시 20분	오후 2시 30분	오후 5시 35분	2시간 10분	예	아니오	아니오
C도시	오전 9시 25분							
D도시	오전 9시 10분	오전 11시 15분	오후 2시 40분	오후 4시 45분	3시간 25분	예	예	예

A도시 버스 시간표

O도시에 A도시까지의 버스 시간표	
출발: O도시	도착 : A도시
오전 8시	오전 10시 15분
오전 9시	오전 11시 15분
오전 10시	오후 12시 15분
오전 11시	오후 1시 15분
오후 12시	오후 2시 15분
오후 1시	오후 3시 15분
오후 2시	오후 4시 15분
오후 3시	오후 5시 15분
오후 4시	오후 6시 15분

A도시에서 O도시까지의 버스 시간표	
출발: A도시	도착 : O도시
오전 8시 30분	오전 10시 45분
오전 9시 30분	오전 11시 45분
오전 10시 30분	오후 12시 45분
오전 11시 30분	오후 1시 45분
오후 12시 30분	오후 2시 45분
오후 1시 30분	오후 3시 45분
오후 2시 30분	오후 4시 45분
오후 3시 30분	오후 5시 45분
오후 4시 30분	오후 6시 45분

C도시 버스 시간표

O도시에 C도시까지의 버스 시간표	
출발: O도시	도착 : C도시
오전 8시 25분	오전 10시 40분
오전 9시 25분	오전 11시 40분
오전 10시 25분	오후 12시 40분
오전 11시 25분	오후 1시 40분
오후 12시 25분	오후 2시 40분
오후 1시 25분	오후 3시 40분
오후 2시 25분	오후 4시 40분
오후 3시 25분	오후 5시 40분
오후 4시 25분	오후 6시 40분

A도시에서 C도시까지의 버스 시간표	
출발: A도시	도착 : C도시
오전 8시 35분	오전 10시 50분
오전 9시 35분	오전 11시 50분
오전 10시 35분	오후 12시 50분
오전 11시 35분	오후 1시 50분
오후 12시 35분	오후 2시 50분
오후 1시 35분	오후 3시 50분
오후 2시 35분	오후 4시 50분
오후 3시 35분	오후 5시 50분
오후 4시 35분	오후 6시 50분

3) 선생님께서 제시한 세 가지 조건에 맞는 도시들은 어디인가?

이 문항은 선생님이 제시한 세 가지 조건에 맞춰 추론을 통해 자료를 채우고 그 결과를 바탕으로 도시를 알아보도록 하고 있다. 주어진 표를 잘 해석해야 하므로 출발시간, 도착시간, 목적지에 머무는 시간, 조건의 성립 여부가 모두 정확해야 한다. 이와 같이 문항에서 제시한 표에서 필요한 정보를 얻어 내는 과정은 자료의 일부만 보는 것이 아니라 전체적인 흐름을 파악하는 데에도 좋은 학습이라 할 수 있다. 버스 시간표라는 상황 설정은 실제로 전철이나 기차, 버스 시간표를 보고 약속시간과 장소를 설정해서 그러한 조건을 지킬 수 있는 방법들을 찾아보는 것으로 접목시켜 보면 흥미로운 활동수업을 할 수 있을 것이다.

Ⅳ. 확률과 통계 관련 교수·학습 활동 탐색

앞에서 언급한 바와 같이, 본 연구는 국제성취도 평가로서 PISA 2003과 TIMSS 2007의 문항 분석을 통하여 상호 문항 내용 및 소재 등을 살펴보고, 또한 우리나라 2009 개정에 따른 수학과 교육과정의 내용과의 연계성에 터하여, 곧 운영될 새로운 교육과정에 다른 실제 교수·학습 활동에의 효율적인 운영 방향 내지 지침을 제안하고자 하였으며, 이 결과는 다음 <표 Ⅳ-1>과 <표 Ⅳ-2>과 같다.

<표 Ⅳ-1> PISA 2003 문항 분석에 따른 교수·학습 활동 제안

PISA		비교 (우리나라 2009 개정 수학과 교육과정		권장되는 교수·학습 활동(안)
문항 주제	문항 내용			
강도 사건	• 그래프를 보고 논리적으로 해석한다.	• 다양한 상황의 자료를 표나 그래프로 나타내고, 그 분포의 특성을 설명할 수 있게 한다. (교수·학습상의 유의점)	⇨	• 학습자 자신의 탐구 및 추론 과정을 통하여 그래프의 해석을 이끌어 내고, 이러한 일련의 과정 및 결과를 설명할 수 있는 의사소통을 제안한다. • 오류를 찾는 활동이 원활히 잘 이뤄지지 않는 학습자를 대상으로, 유사한 자료를 찾게 하고 그 자료의 의미 및 결과를 해석하는 활동을 제안한다.
수출	• 수출이라는 상황에서 그래프를 해석하고 요구하는 정보를 찾을 수 있게 한다.	• 다양한 상황의 자료를 표나 그래프로 나타내고, 그 분포의 특성을 설명할 수 있게 한다. (교수·학습상의 유의점) • 줄기와 잎, 도수분포표, 히스토그램, 도수분포다각형을 이해하고 해석할 수 있다. (성취기준)	⇨	• 확률과 통계 관련의 소재들을 학습자 스스로 학교 안팎의 주변에서 찾아보게끔 하고, 이러한 활동의 의미 및 중요성을 제안한다. • 주어진 문제 상황에 부합하는 다양한 자료를 탐색하는 활동을 제안한다. • 여러 가지 상황이나 현상에서 확률과 통계와 관련된 문제를 해결해 보는 활동을 제안한다. • 익숙하지 않은 소재를 다양한 상황에서 찾아내고 사회적, 문화적 차이에서 야기될 수 있는 내용들을 접해 보게 하는 경험을 제안한다.
피자 선택	• 피자의 토핑을 통해 수학의 내용적인 측면을 이해하고 해결하게 한다.	• 경우의 수를 구할 수 있다. (성취기준) • 다양한 상황에서 자료를 수집하게 하고, 수집한 자료가 적절한지 판단하는 활동을 하게 한다.(교수·학습상의 유의점)	⇨	• 학습자로 하여금 다양한 소재를 스스로 선택하게 하고, 아울러 문제 만들기 활동을 제안한다.

과학 시험	• 그래프를 해석하고, 이를 이용하여 수학적 주장을 쓰게 한다.	• 중앙값, 최빈값, 평균의 의미를 이해하고, 이를 구할 수 있다.(성취기준) • 자료의 특성에 따라 적절한 대푯값을 선택하여 구할 수 있게 한다.(교수 · 학습상의 유의점) • 다양한 상황에서 자료를 표나 그래프로 나타내고, 그 분포의 특성을 설명할 수 있게 한다.(교수 · 학습상의 유의점)	⇨	• 주어진 막대그래프를 보고 대푯값으로 평균 이외에 중앙값과 최빈값을 사용하고, 주어진 자료를 다양한 관점에서 해석하는 능력을 기르는 활동을 제안한다. • 여러 가지 상황을 설정하여 해당 상황에 맞는 대푯값을 선택하는 활동을 제안한다.
대통령에 대한 여론 조사	• 여론 조사의 조건을 비교하여 보다 신뢰할 말한 조사를 가려내는 능력을 확인한다.	• 다양한 상황에서 자료를 수집하게 하고, 수집한 자료가 적절한지 판단하는 활동을 하게 한다.(교수 · 학습상의 유의점) • 다양한 상황에서 자료를 표나 그래프로 나타내고, 그 분포의 특성을 설명할 수 있게 한다.(교수 · 학습상의 유의점)	⇨	• 통계적 지식과 사회과학적인 지식이 함께 요구되는 통합형의 자료를 수집하고 이를 활용한 문항을 다루어 보게 하는 활동을 제안한다. • 자료를 주어진 또는 스스로 설정한 상황에 맞게 해석해 보는 활동을 수행하게 하고, 이에 관해 논의해 보는 의사소통 활동을 제안한다.
co_2 배출량 감축	• 이산화탄소 배출량이라는 소재가 막대그래프로 주어지고, 이 그래프로부터 기준량과 비교량을 찾아 비율이 계산된 과정을 설명하게 한다.	• 다양한 상황에서 자료를 표나 그래프로 나타내고, 그 분포의 특성을 설명할 수 있게 한다.(교수 · 학습상의 유의점)	⇨	• 백분율을 구할 때 농도를 구하는 것과 같은 정형화 된 상황보다는 주변에서 볼 수 있는 실제의 상황을 찾아보도록 제안한다.

<표 Ⅳ-2> TIMSS 2007 문항 분석에 따른 교수·학습 활동 제안

TIMSS		비고 (우리나라 2009 개정 수학과 교육과정)		권장되는 교수·학습 활동(안)
문항 주제	문항 내용			
과목 인기도 -1	• 과목의 평균을 보며 자료를 해석하는 능력을 확인한다.	• 도수분포표로 주어진 자료의 평균을 구할 수 있다.(성취기준) • 다양한 상황에서 자료를 표나 그래프로 나타내고, 그 분포의 특성을 설명할 수 있게 한다.(교수·학습상의 유의점)	⇨	• 평균을 구하는 것과 같은 알고리즘적인 학습뿐만 아니라 문제에 제시된 자료의 표현 방법을 확인해 봄으로써 학습자 스스로 자료를 수집하고 적용해 보는 활동을 제안한다.
과목 인기도 -2	• 자료의 산점도 형태를 보고 해석하게 한다.	• 다양한 상황에서 자료를 표나 그래프로 나타내고, 그 분포의 특성을 설명할 수 있게 한다.(교수·학습상의 유의점)	⇨	• 주어진 자료를 보고 학생 스스로 수학적 과정을 다른 사람에게 논리적으로 명확하게 설명하는 의사소통 활동을 제안한다. • 주어진 또는 설정한 자료의 여러 가지 표현 방법의 장단점을 확인하고, 학습자 스스로 다른 상황에 적용해 보는 활동을 제안한다.
버스 시간표	• 조건에 맞는 도시를 찾기 위해 주어진 자료들을 보고 조건의 성립 여부를 확인하게 한다.	• 다양한 상황에서 자료를 수집하게 하고, 수집한 자료가 적절한지 판단하는 활동을 하게 한다.(교수·학습상의 유의점) • 다양한 상황에서 자료를 표나 그래프로 나타내고, 그 분포의 특성을 설명할 수 있게 한다.(교수·학습상의 유의점)	⇨	• 버스 시간표 등과 같은 실제적 자료를 이용하는 문제를 해결해 보는 활동을 제안한다. • 문제 상황에 조건을 추가 시키면서 상황의 변화에 따라 논리적으로 해결해 나아갈 수 있는 활동을 제안한다.

Ⅴ. 결론 및 제언

2009 개정 수학과 교육과정은 확률과 통계 영역의 교수·학습 방법의 변화는 학생들이 통계 또는 확률을 학습함에 따라 분석적이고 비판적인 사고를 할 수 있도록 강조하고 있다. 이러한 학습 자료로서 국제성취도 평가인 PISA와 TIMSS의 일부 문항을 확인해 보고 우리나라 교육과정 및 이에 따른 실제의 수업 운영에 시사하는 바를 탐색해 보고자 하였다. 두

평가 모두 국제적으로 시행되는 평가 연구로서, 이는 우리나라 교육과정의 위치를 살펴보는 데 좋은 도구가 될 것으로 판단되었다. 그동안 우리나라는 PISA나 TIMSS에서 높은 성취도를 보여 왔지만, 상대적으로 낮은 성취 결과를 보였던 일부 문항에 대한 분석 결과를 보면 자료를 다양한 시각으로 해석하는 능력이 비교적 부족하다는 것, 우리나라와의 문화차에서 오는 생소한 소재가 등장 했을 때 분석적 사고를 능동적으로 하지 못한다는 것, 또 교육과정에서 다루지 않는 내용들의 이유 등을 들 수 있다. 그러나 성취도의 높고 낮음의 결과보다는 학생들에게 통계적 사고의 본질을 적절히 교육하지 못하고 실제적인 통계적 사고를 할 수 있는 경험의 기회가 적절히 제공되지 못하고 있음에 보다 근본적인 이유를 생각해 볼 수 있다.

이러한 입장에서 볼 때, 신중한 교육과정의 개발은 물론 교수·학습 방법 내지 교수·학습 자료의 역할 역시 중요하다는 점을 간과할 수 없다. 이번 2009 개정에 따른 수학과 교육과정의 확률과 통계 영역에서는 이러한 교수학적 측면에서나 교과서와 같은 교수·학습 자료의 변화를 '교수·학습 상의 유의점'에 보다 명료히 명시함으로써 무엇을 배우고 가르쳐야 하는지를 보다 분명히 인식하도록 하였으며, 이에 따라 본연의 학습 의미를 살리며 올바른 교수·학습 활동으로의 변화를 유도할 수 있으리라 여겨진다.

PISA는 다양한 상황에서 가능한 한 문화적 편파성이 적은 내용을 사용하여 수학적 소양을 평가하는 연구이다. 단순한 수학적 과정에 대한 내용은 선다형 문항을 사용하지만 서술형 문항은 고등 수준의 사고능력이 필요한 수학적 활동을 평가할 때 주로 사용한다고 하겠다. 이러한 형태의 문항은 대부분이 학생들이 해결해 나가는 단계를 보여주거나, 어떻게 그 답에 이르렀는지 설명하는 형태이므로, 이에 해당하는 문항들은 학생들이 수학적으로 어느 정도 복잡한 과정에서 해를 구하게 함으로써 학생들의 능력 수준의 차이가 나타나도록 제시시할 수 있는 장점을 지니고 있다고 하겠다. 이와 같이 학생들의 능력 수준의 차이를 확인하는 문항으로 평가를 한다면 수준별 교수학습에도 중요한 자료가 될 것이다. 또한 각기 다른 학생들의 응답 결과는 학생들의 아이디어라는 유용한 정보를 제공하는 동시에 교육과정 계획에 피드백 할 수 있다. 또한, TIMSS는 서론에서 언급했던 것과 같이 각 나라의 교육과정을 기반으로 실시되기 때문에 우리나라에 제한된 것이 아니라 국제적으로 그 실효성과 정당성을 확인해 볼 수 있는 좋은 비교 판단이 될 수 있다.

수학이라는 학문은 현실에서 동떨어진 단절된 학문이 아니라 실생활에서 충분히 유용하게 접목시켜 볼 수 있는 학문이고 이를 위해 교수·학습이나 그에 대한 평가가 그 취지에 맞아야 한다. 앞의 3장에서와 같은 문항 분석을 통해 본 연구에서 얻고자 했던 부분은 그러한 국제성취도 평가에서 실생활과 관련된 문항들을 통해 우리나라 확률과 통계 학습에서도 이와 유사한 문제해결, 추론, 의사소통 등의 활동을 제안함으로써, 내년부터 시행될 새로운 교육과정에의 적용은 물론 향후 교육과정 및 교수·학습 자료 개발 시에 적용해 봄을 제안하고자 하였다. 가령, 다양한 상황의 자료를 보고 부정확하게 제시된 그래프에서 오류를 찾게 하고, 사회현상에 대해 스스로 자료를 조직, 해석할 수 있으며, 성이나 문화의 차이에서 오는 자료들에서도 적절한 특성을 파악할 줄 알아야 하는 문항들을 통해 실생활에 유용한 콘텐츠를 골라내고 실제 교수·학습 자료에 접목시켜 보고, 이로써 좀 더 효율적인 교수·학습이 유도될 수 있도록 함이었다. 궁극적으로, 국제성취도 평가인 PISA 2003과 TIMSS 2007 문항, 그리고 우리나라 2009 개정에 따른 수학과 교육과정을 살펴보면서 개정 교육과정과 상응하는 부분도 있고 그렇지 못한 부분도 있음을 알 수 있었다. 우리나라는 국가적으로 교육과정을 개정하고 있는 상황이지만 국제적 흐름을 반영하게 되면 보다 발전적인 교육과정 운영 및 개발이 가능하리라 기대한다.

참고 문헌

교육과학기술부 (2009). **2009 개정 교육과정 총론**. 교육과학기술부 고시 제2009 - 41호.

교육과학기술부 (2011). **수학과 교육과정.** 교육과학기술부 고시 제 2011-361호 별책 8.

김경희・김선희・김지영・박선용・김수진・김남희・박효희・정송 (2008). **TIMSS 2007 공개문항 분석 자료집**. 연구자료 ORM 2008-32 . 서울 : 한국교육과정평가원.

김경희・시기자・김미영・옥현진・임해미・김선희・정송・정지영・박희재 (2010). **OECD 학업성취도 국제비교 연구(PISA 2009) 결과 보고서**. 연구자료 RRE 2010-4-2. 서울 : 한국교육과정평가원.

우정호 (2006). **학교 수학의 교육적 기초**. 서울: 서울대학교출판부.

이미경・곽영순・민경석・채선희・최성연・최미숙・나귀수 (2004). **PISA 2003 결과 분석 연구-수학적 소양, 읽기 소양, 과학적 소양 수준 및 배경변인 분석**-. 연구보고 RRE 2004-2-1. 서울 : 한국교육과정평가원.

이미경・손원숙・노언경 (2007). **OECD/PISA 평가틀 및 공개 문항 분석**. 연구자료 ORM 2007-24. 서울 : 한국교육과정평가원.

이수정 (2000). **통계지도에 관한 고찰**. 서울대학교석사학위논문.

신이섭 외 (2011). **2009 개정 교육과정에 따른 수학과 교육과정 연구**. 정책연구 2011-11. 서울 : 한국과학창의재단

Suggestions on the instructional activities relevant to the area of Probability and Statistics based on the result of TIMSS and PISA Items

Son, Bok Eun[7] · Ko, Ho Kyoung[8]

Abstract

In December of 2009, General Curriculum Revised in 2009 was announced and research on corresponding mathematics curriculum revision has been initiated from that period. Finally, in August 2011, Mathematics Curriculum Revised in 2009 was announced. In this new curriculum, Creativity is emphasized as the ability pursued in General Curriculum Revised in 2009. Accordingly, for the purpose of fostering students with creative and challenging minds, teaching and learning methods including the objectives and content should be more carefully implemented in math class.

In case of the area of Probability and Statistics closely related to real life situations, it is suggested that school curriculum in mathematics would not deal with only mathematical problems on algorithm, but rather present teaching and learning materials related to the real life in order to recognize the usefulness of the content of Probability and Statistics and to learn how to think about it.

In this paper, effective guidelines for teaching and learning the content of Probability and Statistics and its activities that follows the direction on Mathematics Curriculum Revised in 2009′ are suggested based on the analysis of the PISA and TIMSS international assessments items. Thus, the guidelines suggested in this study would be used efficiently and appropriately for developing instructional materials or planning curriculum revision and setting its direction in the future.

Key Words : Mathematics Curriculum Revised in 2009, PISA, TIMSS, Probability and Statistics

7) Ajou University (joey81@nate.com)
8) Ajou University (kohoh@ajou.ac.kr)

<부록 1> 2009 개정 수학과 교육과정의 중학교 '확률과 통계' 영역

■ 확률과 통계의 교육 목표

① 줄기와 잎 그림, 도수분포표, 히스토그램, 도수분포다각형, 상대도수를 이해한다.
② 확률의 의미를 이해하고, 그 계산을 할 수 있다.
③ 중앙값, 최빈값, 평균, 분산, 표준편차의 의미를 이해하고, 이를 구할 수 있다.

■ 확률과 통계의 내용체계

학교급 / 학년군 / 영역	중학교		
	1~3학년군		
확률과 통계	· 줄기와 잎 그림, 도수분포표, 히스토그램, 도수분포다각형 · 도수분포표에서의 평균 · 상대도수의 분포	· 경우의 수 · 확률의 뜻과 기본 성질 · 확률의 계산	· 중앙값, 최빈값, 평균 · 분산, 표준편차

■ 확률과 통계의 성취기준

[1] 도수분포와 그래프

① 줄기와 잎 그림, 도수분포표, 히스토그램, 도수분포다각형을 이해하고 해석할 수 있다.
② 도수분포표로 주어진 자료의 평균을 구할 수 있다.
③ 상대도수를 구하며, 이를 그래프로 나타내고, 상대도수의 분포를 이해한다.

[2] 확률과 그 기본 성질

① 경우의 수를 구할 수 있다.
② 확률의 의미와 그 기본 성질을 이해한다.
③ 확률의 계산을 할 수 있다.

[3] 대푯값과 산포도

① 중앙값, 최빈값, 평균의 의미를 이해하고, 이를 구할 수 있다.
② 분산과 표준편차의 의미를 이해하고, 이를 구할 수 있다.

■ 확률과 통계의 용어와 기호

변량, 줄기와 잎 그림, 계급, 계급의 크기, 도수, 도수분포표, 계급값, 히스토그램, 도수분포다각형, 상대도수, 사건, 확률, 중앙값, 최빈값, 대푯값, 산포도, 편차, 분산, 표준편차

■ 확률과 통계의 교수·학습상의 유의점

① 다양한 상황에서 자료를 수집하게 하고, 수집한 자료가 적절한지 판단하는 활동을 하게 한다.
② 다양한 상황의 자료를 표나 그래프로 나타내고, 그 분포의 특성을 설명할 수 있게 한다.
③ 눈금 등을 잘못 사용하여 자료를 부정확하게 나타낸 표나 그래프에서 오류를 찾는 활동을 하게 한다.
④ 상대도수는 도수의 총합이 다른 두 집단의 분포를 비교하는 상황에서 다룬다.
⑤ 경우의 수는 두 경우의 수를 합하거나 곱하는 경우 정도로만 다룬다.
⑥ 확률은 실험이나 관찰 상황에서 구한 상대도수로서의 의미와 경우의 수의 비율로서의 의미를 연결하여 이해하게 한다.
⑦ 경우의 수의 비율로 확률을 다룰 때, 각 경우가 발생할 가능성이 동등하다는 것을 가정한다는 점에 유의한다.
⑧ 확률의 계산에서는 경우의 수를 활용하는 것을 다룬다.
⑨ 자료의 특성에 따라 적절한 대푯값을 선택하여 구할 수 있게 한다.
⑩ 공학적 도구를 활용하여, 표와 그래프를 그리고 대푯값과 산포도를 구할 수 있게 한다.
⑪ 경우의 수 용어는 교수·학습 상황에서 다루어질 수 있다.