

PISA 문항을 활용한 예비 수학교사의 평가 전문성 신장 방안

이 민 희* · 임 해 미**

교사는 평가하고자 하는 내용에 대한 명확한 이해를 바탕으로 평가방법을 선택하고, 평가의도에 따라 적절한 평가문항을 개발하며, 학생들의 응답을 평가의도에 따라 해석할 수 있는 평가 전문성을 갖추어야 한다. 특히 수학교사는 교육과정에 대한 이해를 토대로 학생의 수학적 지식과 사고를 평가할 수 있는 평가 전문성을 가져야 하는데, PISA의 삼차원 평가틀과 문항은 평가 전문성 신장을 위한 자료로 활용될 수 있을 것으로 보인다. 본 연구에서는 34시간 동안 이루어진 강의에서 예비 수학교사에게 2009 개정 수학과 교육과정의 내용 영역과 수학적 과정, PISA 2012 평가틀의 맥락을 축으로 갖는 평가틀을 제시하고, 이 평가틀을 토대로 1, 2차에 걸쳐 문항을 개발하도록 하였다. 개발 문항을 분석한 결과, 수학적 내용에 대한 충분한 이해를 토대로 수학적 과정과 맥락을 평가하는 문항을 개발하고, 상세한 채점 기준을 개발하는 평가 전문성이 신장하였음을 확인할 수 있었다.

1. 서론

교사가 수업에서 무엇을 가르칠 것인지를 명확하게 파악하고, 수업을 통해 학생들이 어느 정도 이해하고 습득했는지를 평가할 수 있는 평가 전문성은 교사가 갖추어야 할 중요한 역량 중 하나이다. 교사가 평가 전문성을 가지고 수업에서 가르치는 것과 일관된 평가를 할 때, 학생들은 수업에서 중요하게 다루어진 것을 중심으로 학습하며 평가 결과도 정당하다고 받아들일 것이다.

또한 교사는 현행 교육과정에 대한 충분한 이해를 토대로 평가할 수 있어야 한다. 제 7차 교육과정 이후 우리나라의 수학과 교육과정에서는 수학적 지식과 더불어 수학적 사고 과정을 중요하게 다룰 필요성을 강조하고 있으며, 특히 2009

개정 수학과 교육과정에는 수학적 과정을 수학적 문제해결, 수학적 추론, 수학적 의사소통으로 구체화하여 이를 가르치고 평가하도록 명시하고 있다(교육부, 1999; 교육과학기술부, 2011). 교사는 현행 교육과정의 강조점과 변화 방향을 인지하여 수학적 내용 지식뿐만 아니라 수학적 과정을 평가할 수 있는 평가 전문성을 갖추어야 할 것이다.

한편, 단편적인 지식만 요구하는 문항으로는 학생들의 수학적 사고 과정을 충분히 평가할 수 없다. 수학적 지식과 더불어 수학적 과정을 평가하려면 학생들의 수학적 사고 과정이 충분히 드러낼 수 있는 맥락을 기반으로 한 문항이 개발되어야 한다. 또 수학적 내용과 과정을 고르게 평가하기 위해서는 평가 문항 개발에 앞서 평가 목적에 부합하는 평가틀(assessment framework)이 수립되어야 한다.

* 충남대학교, hussy1213@cnu.ac.kr

** 한국교육과정평가원, rimhm@kice.re.kr (교신저자)

본 연구에서는 수학교사가 수학과 교육과정에서 강조하고 있는 수학적 내용, 수학적 과정을 이해하고 이를 평가할 수 있는 평가 전문성 신장을 위해, 평가틀에 준해 다양한 평가 문항이 개발·활용되는 PISA 수학 평가를 예비 수학교사 교육에 도입하는 방안을 제안하고자 한다.

국제 학업성취도 평가 PISA의 수학 문항은 학생들에게 요구되는 수학 소양을 평가하기 위해 맥락, 수학적 내용, 수학적 과정으로 구성된 삼차원의 평가틀을 갖는다. 이 평가틀을 토대로 개발된 문항은 세 차원의 특성을 내포하고 있다. 또한 PISA 문항은 구성형 문항을 면밀히 채점할 수 있는 채점 기준을 수립하여 학생들의 수학 소양을 면밀히 평가할 수 있도록 하였다. 우리나라 교육과정에서의 수학적 과정보다 PISA에서 제시하는 수학적 과정이 좁은 의미를 갖기는 하지만, PISA 문항은 평가틀을 토대로 평가 문항을 개발하고, 엄밀한 채점 기준을 수립하는데 좋은 예시 자료로 활용되어 교사의 평가 전문성을 개발하는 데 도움이 될 수 있을 것으로 보인다.

II. 이론적 배경

1. 수학과 교육과정에서의 평가 방향

학교 수학에서는 수학 교과의 내용 지식과 더불어 수학적 사고 기능이나 전략을 가르쳐야 한다. 강옥기(2007)는 우리나라의 수학교육이 교육과정의 목표와는 다르게 단편적 지식과 문제풀이 기능 숙달에만 치중하고 있으며, 수학적 사고력과 문제해결력 지도에는 소홀하다고 지적하면서, 학습자의 성장을 촉진시키고 학습지도를 개선할 수 있는 방향으로 평가가 변화되어야 한다고 하였다. 즉, 학교에서 이루어지는 교수 학습과 평가는 교육과정을 기반으로 이루어져야 한

다. 특히 우리나라와 같이 평가 결과에 관심이 높은 경우, 평가가 교육과정에서 제시한 바에 따라 충실히 이행될 때 교수 학습의 변화도 이끌어올 수 있을 것이다.

제 7차 수학과 교육과정에서는 ‘수학적 힘’의 신장을 목표로 학생들의 지식과 더불어 수학적 문제해결력, 추론 능력, 의사소통 능력 등을 포함한 사고 능력과 적용 능력을 중하게 다루어야 함을 역설하면서, 고등사고능력을 평가할 수 있는 과정 중심의 평가를 강조하기 시작하였다(교육부, 1999). 이후 김도한 외(2009)는 우리나라 학생들이 보다 의미 충실한 수학적 사고과정과 수학적 사고 활동을 경험할 수 있도록 학교 수학의 모습을 개선할 필요가 있다고 보고, 수학과 교육과정에 ‘수학적 과정’을 신설하고 우리나라 학생들의 수학적 능력의 미흡한 측면을 개선할 필요가 있다고 했으며, 이는 2009 개정 수학과 교육과정(교육과학기술부, 2011)에 반영되었다.

‘수학적 과정’은 다양한 현상을 수학과 연결하고 다양한 상황에서 발생하는 문제를 해결할 때 활성화되어야 하는 수학적 능력을 의미하며, 수학적 문제해결, 수학적 추론, 수학적 의사소통 등을 구성 요소로 포함하는 개념으로(김도한 외, 2009), 황선욱 외(2011)는 김도한 외(2009)의 연구를 토대로 수학적 과정의 의미를 <표 II-1>과 같이 규정하였다. 또한 2009 개정 수학과 교육과정에서는 수학적 과정별로 교수 학습에서의 유의점을 제시하고, 평가에서도 학생들의 수학적 사고력 신장을 위해 결과뿐만 아니라 과정을 중시하여 문제해결, 추론, 의사소통 능력을 평가할 것을 명시하면서 수학적 과정을 평가할 것을 강조하였다.

<표 II-1> 황선욱 외(2011)의 수학적 과정

기준	내용
수학적 문제해결	가. 주어진 문제의 해결에 필요한 정보를 확인 또는 보완하고 적절한 전략이나 사고 과정을 활용하여 문제를 해결할 수 있다. 나. 수학적 방법으로 문제해결의 과정과 결과의 타당성을 설명할 수 있다. 다. 문제해결 과정이나 완결 후 문제제기를 통하여 문제해결을 발전적으로 이끌 수 있다. 라. 문제해결에서 얻은 결과와 사용된 전략을 일반화하여 새로운 문제 상황에 적용할 수 있다.
수학적 추론	가. 수학적 추측이나 주장을 만들고, 수학적 지식에 근거하여 정당화할 수 있다. 나. 수학적 아이디어나 사고 과정을 수학적으로 검증할 수 있다. 다. 다양하고 독창적인 아이디어를 통하여 수학적으로 추론할 수 있다.
수학적 의사소통	가. 수학적인 방법을 활용하여 자신의 생각을 논리적으로 정확하게 표현하고, 다른 사람을 이해시킬 수 있다. 나. 자신의 수학적 생각을 다른 사람과 주고받는 활동의 중요성을 인식하고, 이를 통하여 자신의 생각을 개선시킬 수 있다. 다. 다른 사람의 수학적 아이디어나 사고 과정을 이해하고 평가할 수 있다.

수학과 교육과정의 변화와 더불어 최근 수학적 과정을 어떻게 평가할 것인지에 대한 연구가 확대되고 있다. 신준식 외(2011)는 2007 개정 수학과 교육과정에서 요구되는 고차적 사고력으로 문제해결, 추론, 의사소통의 세 영역을 설정하고 각 영역에 대한 평가도구를 개발했으며, 도종훈 외(2014)는 서술형 문항에서 수학적 과정을 평가하기 위해 채점 기준과 채점 요소를 세분화하는 방안을 제시하였다. 정상권 외(2012)는 교사를 대상으로 수학적 과정에 가장 적절한 평가 요소와 평가 방법을 조사했는데, <표 II-2>는 설문 결과를 각 영역별로 비율이 높은 순으로 정리한 것이다. 설문에 참여한 교사들은 수학적 과정 중 수학적 문제해결과 추론을 평가하는 방법으로 서술형·논술형 문항을 사용한 지필평가가 대체로 적합하다고 보았으며, 수학적 의사소통도 토

론법에 이어 서술형·논술형 문항을 사용한 지필평가가 적합하다고 응답하였다.

<표 II-2> 수학적 과정 평가요소

기준	내용	평가방법
수학적 문제해결	1. 이미 배운 수학적 지식과 사고 방법을 활용하여 문제해결 전략을 찾는 능력 2. 적절한 전략을 활용하여 문제를 해결할 수 있는 능력	1. 서술형·논술형 문항을 사용한 지필평가 2. 연구보고서/프로젝트법
수학적 추론	1. 문제 상황에 포함된 수학적 관계를 파악하는 능력 2. 귀납, 유추 등을 통해 수학적 사실을 추측하는 능력	
수학적 의사소통	1. 수학 용어, 기호, 표, 그래프 등의 수학적 표현을 이해하고 사용하는 능력 2. 문제해결 또는 추론 과정을 논리적으로 설명하는 능력	1. 토론법 2. 서술형·논술형 문항을 사용한 지필평가

본 연구에서는 이상의 선행 연구 결과를 토대로 예비 교사들이 수학적 내용과 더불어 수학적 과정을 평가하는 문항을 개발할 때 문항의 형태는 서술형·논술형으로 개발하도록 하며, 수학적 과정의 정의를 충분히 이해하는 과정, 문항 개발 시 채점 기준도 함께 제작하는 과정을 포함하여 교사의 평가 전문성을 신장하는 방안을 제시하고자 한다.

2. PISA 수학 평가틀 및 문항의 특징

PISA(Programme for International Student Assessment)는 2000년부터 3년 주기로 수학, 읽기, 과학 영역을 평가하는 OECD 주관의 국제 학업성취도 평가이다. PISA는 매 주기 동일한 추이 문항을 사용하여 추이 변화를 살펴봄과 동시에 9년을 주기로 주영역을 두어 해당 영역에 대해서는 새 문항을 개발하고 면밀히 평가하고 있다. 수적이 주영역인 주기는 PISA 20003과 PISA 2012로, 이 주기에는 수학 평가틀을 새로

개발하여 이를 토대로 추이 문항을 재분류하고 새 문항을 개발하였다.

PISA 문항은 OECD 국제 본부와 국제 수학 전문가 그룹을 주축으로 평가들의 초안을 구성하며, OECD 회원국을 중심으로 한 참여국의 교육부 및 국가 센터, 전문가의 의견을 수렴하여 평가들을 확정한다. 개발된 평가들을 토대로 국제 수학 전문가 그룹과 문항 개발을 희망하는 참여국에서 문항을 개발하며, 국제 본부는 개발된 문항 중 양질의 문항을 선별한 뒤 모든 참여국에 문항의 양호도를 검증하는 절차를 거쳐 최종 평가 문항을 선정하고 있다. PISA 문항은 국제적 수준에서 여러 단계의 검증과 수정 과정을 거치면서 정련된 양질의 문항으로 볼 수 있을 것이다.

PISA 수학 평가의 목표는 만 15세 학생의 수학 소양을 평가하는 것이다. 이때 수학 소양이란 다양한 맥락에서 수학을 형식화하고, 이용하고, 해석하는 개인적인 능력, 현상을 기술하고 설명하며 예측하기 위해 수학적 추론과 수학적 개념, 절차, 사실, 도구를 사용하는 능력, 개인이 실제 세계에서 수학의 역할을 인식하고, 건설적이고 참여적이며 반성적인 시민에게 요구되는 근거 있는 판단과 결정을 할 수 있도록 하는 능력(조지민 외, 2012, p.2)을 말한다. 다시 말해 PISA는 실제적 맥락에서 마주하는 문제를 수학적 지식과 방법을 활용하여 해결하는 역량을 평가한다.

PISA의 수학 문항을 개발하기 위한 평가들은 맥락, 수학적 내용, 수학적 과정의 세 가지 축을 갖는다. 첫째, 맥락은 문제가 배경으로 하고 있는 개별적인 세계의 유형으로, 평가 문항이 배경으로 하고 있는 소재가 어떤 것인지에 따라 개인적, 과학적, 사회적, 직업적 맥락으로 구분된다(OECD, 2013; 조지민 외, 2012). 이는 다양한 실제적 맥락에서 학생들의 수학 소양을 평가하고자 하는 PISA의 목표가 반영된 것이라 볼 수 있

다.

둘째, 수학적 지식과 관련된 수학적 내용은 공간과 모양, 변화와 관계, 불확실성과 자료, 양으로 구분된다. 학교의 수학과 교육과정은 대수, 수, 기하 등의 내용 계열로 구조화되어 있지만, 학교 밖에서 마주하게 되는 문제들은 보다 복잡적이고 도전적인 상황이 많으며 문제해결을 위한 창의적 사고를 요구한다. PISA에서는 수학 소양을 평가하는 목적을 위한 수학의 영역을 조직하기 위해서는 역사적 발전에서 요구하는 것, 수학 영역을 아우르는 것, 학교 교육과정의 주된 내용을 반영하는 것이어야 한다고 보고, 대수, 수, 기하 등의 내용 영역 구분이 아닌 공간과 모양, 변화와 관계, 불확실성과 자료, 양으로 구분하고 있다(OECD, 2013; 조지민 외, 2012).

셋째, 수학적 과정은 문제가 발생한 상황을 수학과 연결하고 문제를 해결하기 위해 요구되는 능력과 관련되며, 형식화하기, 이용하기, 해석하기로 구분된다. ‘형식화하기’는 학생들이 얼마나 효과적으로 문제 상황에서 수학을 사용하는 능력을 인식하고 구체화할 수 있는지, 그리고 맥락화된 문제에서 수학적 형식을 형식화하기 위해 요구되는 수학적 구조를 찾을 수 있는지를 나타낸다. ‘이용하기’는 학생들이 얼마나 연산과 조작을 잘 수행하는지, 수학적으로 형식화된 문제로부터 수학적 해를 구하기 위해 그들의 개념과 지식을 얼마나 잘 적용할 수 있는지를 나타낸다. ‘해석하기’는 학생들이 수학적 해와 결과를 어느 정도 파악하고 있으며, 이를 실제세계의 문제 맥락에서 해석할 수 있는지, 그 결과나 결론이 합리적인지 아닌지를 판단할 수 있는지를 나타낸다(OECD, 2013; 조지민 외, 2012). 이 세 가지 수학적 과정은 실제적 맥락의 문제를 수학적으로 해결 가능한 형태로 만들고, 이를 해결하고, 그 해를 활용하여 실제적 맥락의 문제를 해석하여 해결하는 과정을 반영하고 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 PISA의 수학 평가들의 세 차원은 실제 맥락에서의 문제해결을 위해 요구되는 수학적 지식과 과정을 평가하려는 PISA의 평가 목적과 관련된다. 평가들을 세 차원으로 구분하고 다시 하위 요소로 구분함으로써 평가 목적에 부합하는 학생의 소양을 빠뜨리지 않고 세밀하게 평가할 수 있는 기초가 된다고 할 수 있다. 맥락의 4가지 하위요소, 수학적 내용의 4가지 하위요소, 수학적 과정의 3가지 하위요소들은 총 48가지 형태의 평가 문항을 구성할 수 있도록 해준다.

PISA는 실제적 맥락에서의 수학 소양을 평가하기 위한 목적을 갖기 때문에, 우리나라의 수학과 교육과정에서 다루는 포괄적인 수학적 지식을 포함하지 않는다. 특히 PISA 평가들의 수학적 과정은 실제 문제 상황에서의 수학적 모델링 또는 수학화 단계를 구분한 것으로, 문제해결, 추론, 의사소통으로 제시한 우리나라 수학과 교육과정에서 수학적 과정과 비교하여 좁은 범주에 한정된다. PISA의 수학 평가들과 우리나라 수학과 교육과정을 개괄적으로 비교하면 <표 II-3>과 같다.

<표 II-3> PISA와 우리나라 수학과 교육과정 비교

기준	우리나라 수학과 교육과정 (중학교 기준)	PISA
수학적 내용	수와 연산 문자와 식 함수 확률과 통계 기하	양 변화와 관계 불확실성과 자료 공간과 모양
수학적 과정	수학적 문제해결 수학적 추론 수학적 의사소통	형식화하기 이용하기 해석하기

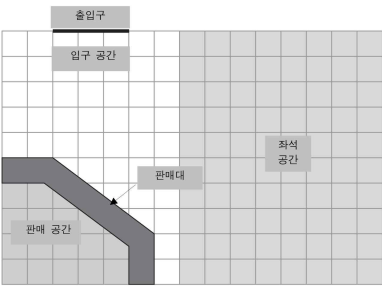
한편, PISA 문항 유형은 크게 선다형과 구성형으로 구분되며, 구성형 문항에 대해서는 채점

기준을 상세히 제시하고 있다. 채점 기준 개발은 문항 개발 단계부터 함께 진행되는데, 구성형 문항은 부분 점수가 없는 문항은 코드 1, 오답은 코드 0으로 구분하고, 부분 점수가 있는 문항은 만점은 코드 2, 부분 점수는 코드 1, 오답은 코드 0으로 구분된다. 각각의 경우에 대한 모범 답안과 예시를 제시하여 학생 응답이 어떤 코드에 해당하는지 충분히 설명하고 있는데, 일부 문항은 학생의 정답 및 오답을 세부적으로 분류하여 11, 12, 21, 22 등의 코드로 분류하기도 한다. PISA의 채점 기준 및 코드 분류의 특징을 교사의 평가 전문성과 관련지어 볼 때, 교사가 학생의 정답과 오답을 예측하여 유형화한 채점 기준을 작성하고, 채점 과정을 통해 대조, 검토하는 과정은 평가 문항에서 평가하고자 한 바에 대한 학생들의 인지 상태를 파악할 수 있을 뿐만 아니라 교수 학습에 대한 정보를 얻을 수 있다는 점에서 매우 의미 있다고 볼 수 있다.

다음 <표 II-4>는 PISA 2012 예비검사에 사용된 ‘아이스크림’ 문항의 도입부, 문제, 채점 기준을 나타낸 것이다(송미영 외, 2013). PISA의 단위 문항은 문제 상황이 제시되는 도입부와 제시된 문제 상황과 관련한 여러 개의 하위 문항을 풀이하도록 되어있다. <표 II-4>에는 ‘아이스크림’ 문항의 도입부와 하나의 하위문항, 그리고 이 하위문항에 대한 채점기준이 제시되어 있다. 이 하위문항은 ‘직업적’ 맥락에서 ‘공간과 모양’에 대한 지식을 잘 ‘이용’할 수 있는지를 묻고 있으며, 만점과 부분점수를 구분하여 채점하도록 채점기준이 제시되어 있다.

PISA는 국제적인 기준에서 선도적인 평가의 방향을 제시하고 있으며, 평가들을 토대로 문항을 개발하고 있다. 수학교사는 PISA 수학 평가들과 개발된 문항에 대한 이해를 토대로 우리나라의 수학과 교육과정에 부합하는 평가 문항을 개발할 수 있을 것으로 보인다.

<표 II-4> PISA 2012 예비검사 문항

구분	내용
단위 문항	<p>다음 그림은 미주의 아이스크림 가게 도면이다. 미주는 가게를 다시 꾸미고 싶다. 아이스크림 판매 공간은 판매대로 둘러싸여 있다.</p>  <p>모든 하나는 0.5m x 0.5m를 나타냄.</p>
하위 문항	<p>미주는 가게에 새 바닥재를 깔려고 한다. 판매 공간과 판매대를 제외한 가게의 전체 바닥 넓이는 얼마인가? 풀이 과정을 쓰시오.</p>
채점 기준	<p>[만점] 코드 2 : 31.5 (단위는 쓰지 않아도 상관없음.)</p> <p>[부분점수] 코드 1 : 넓이를 계산하기 위해 모눈을 일부 옮겨 사용하였으나 축척 오류 또는 계산 실수가 있는 경우</p> <ul style="list-style-type: none"> • 126 [넓이 계산은 옳게 했으나 축척을 반영하여 실제 값으로 바꾸지 않음.] • $7.5 \times 5 (=37.5) - 3 \times 2.5 (=7.5) - \frac{1}{2} \times 2 \times 1.5 (=1.5) = 28.5m^2$ [전체 넓이를 부분 넓이로 쪼개서 삼각형의 넓이를 더하지 않고 뺀 경우] <p>[영점] 코드 0 : 기타 코드 9 : 무응답</p>

3. 교사의 평가 전문성

Shulman(1987)은 교사의 교수학적 내용지식(PCK: Pedagogical Content Knowledge)을 강조하면서 교사의 교수학적 추론이 필요하며 이때 학생의 학습과 수업자체의 이해와 개선을 위해 평가가 PCK에 포함되어야 한다고 언급하였다. 동일한 맥락으로 최승현, 황혜정(2008)도 수학교사의 수업전문성을 구성하는 범주로 평가에 대한 지식을 포함하였다. 이와 같이 교사의 평가능력

은 교수 학습의 발전을 위해 필요한 역량이라 할 수 있다. 따라서 교사의 평가 전문성이 강조된 배경과 그 정의, 그리고 연구의 흐름을 탐색하며 교사의 평가 전문성 함양을 위한 구체적인 기준 및 요소들에 대하여 살펴보고자 한다.

평가영역에서 교사의 지식과 기능 함양의 필요성을 인식하게 되면서 미국교사연합(American Federation of Teachers, AFT), 미국교육측정학회(National Council on Measurement in Education, NCME), 미국교육협회(National Education Association, NEA)는 공동으로 학생평가에 있어 교사의 역량을 위한 기준을 개발하는데 착수하였다(AFT, NCME, NEA, 1990). 동시에 이들은 평가소양(Assessment literacy)이라는 용어를 사용하면서 이를 교사에게 요구되는 평가와 관련한 핵심역량이라 정의하였다. 한편, Stiggins(1995)는 타당한 평가와 그렇지 못한 평가의 차이를 아는 것으로, Paterno(2001)는 평가방법의 사용과 개발 능력뿐 아니라 질적 평가의 기준과 전통적 측정 방식의 대안적 방법에 정통한 것과 같이 타당한 평가 실행에서 기본적인 원리에 대한 지식을 보유하는 것을 평가소양이라 정의하였다. 이와 같이 교사의 평가역량에 대하여 평가소양이라는 용어를 사용하고 있으나 이러한 평가소양이 함양된다면 교사의 전문성이 향상될 수 있으므로 국내 연구들에서는 평가 전문성이라는 용어를 사용하였다. 따라서 본 연구에서는 평가하고자 하는 내용에 대한 명확한 이해를 바탕으로 평가 방법을 선택하고 평가의도에 따라 적절한 평가 문항을 개발하며 학생들의 응답을 평가의도에 따라 해석할 수 있는 역량을 평가 전문성이라 정의한다.

한편, Plake et al. (1993)은 미국교사들을 대상으로 국가적으로 대규모 설문을 실시하였다. 그 결과 예비 교사교육 단계에서 평가와 관련된 교육프로그램에 참여한 교사의 평가 전문성이 그

렇지 않은 교사보다 높게 나타났다. 또 현직교사이지만 스스로 평가 전문성이 미흡하다고 생각하는 경향이 나타났다. 이 결과는 Mertler와 Campbell(2005)의 연구에서 교사의 책무 중 학생들의 수학학습 성취를 정확하게 평가하는 것은 중요하지만 많은 교사들은 평가에 대한 책무에 잘 준비되어 있다고 느끼지는 못하는 경향이 나타난 것과도 일맥상통한다. 또한 김신영(2007)은 국내 예비 교사 교육 프로그램들을 조사한 결과 평가 전문성신장을 위한 충분한 기회를 제공한다고 판단할 수 없다고 언급하였다. 이와 같이 예비 교사와 현직 교사의 평가 전문성 함양을 위한 능력요소들을 구체적으로 제공해야함은 필연적이다.

이러한 요구들은 1990년대 이전부터 나타나게 되었고 그 필요성을 강조하게 되면서 AFT, NCME, NEA(1990)은 교사의 평가 전문성 함양을 위한 기준들을 개발하였다. 그 기준으로는 평가방법의 선택과 개발, 관리, 채점, 평가결과의 해석, 의사결정과 성적부여에 평가결과의 이용, 평가결과에 대한 의사소통, 비윤리적인 평가실행에 대한 인식을 할 수 있는 능력들이며 이 기준들은 예비 교사뿐만 아니라 현직 교사들에게도 요구되는 것들이다. 이후 Stiggins(1999)는 기존의 평가 전문성에 대한 기준 구분은 학생들이 실제로 나타내는 현상에 대한 해석과 이해에 대하여 교사가 어떻게 준비되어야 하는지 그 범위가 불충분하다고 판단하여 기존 기준을 개선하여 제시하였다. 그 기준으로는 명확한 목적을 가진 평가와 연결하기, 성취기대수준을 명확히 하기, 적절한 평가방법 적용하기, 질적 평가 개발과 채점 기준구성하기, 평가에서 선입견 피하기, 학생성취에 대해 효과적으로 의사소통하기, 교수적 중재로서 평가 활용하기를 제시하였다. 또한 Mcmillan(2000)은 교사와 학교행정가를 위한 평가의 기본 원리로 11가지를 제시하였다. 그 원리

들은 다음 <표 II-5>와 같다.

<표 II-5> 평가의 기본원리(Mcmillan, 2000)

-
1. 평가는 본질적으로 전문적 판단의 과정이다.
 2. 평가는 독립되어 있지만 측정 및 평가 준거와 관련된다.
 3. 평가의사결정은 갈등에 의해 영향을 받는다.
 4. 평가는 학생의 동기와 학습에 영향을 준다.
 5. 평가는 오류를 포함한다.
 6. 좋은 평가는 수업을 개선한다.
 7. 좋은 평가는 타당해야 한다.
 8. 좋은 평가는 공정하고 윤리적이어야 한다.
 9. 좋은 평가는 다양한 방법들을 사용해야 한다.
 10. 좋은 평가는 효과적이고 실현가능 해야 한다.
 11. 좋은 평가는 적절한 테크놀로지를 포함해야 한다.
-

평가의 기본원리에 기반하여 교사의 평가 전문성 함양을 위한 구체적인 요소를 중심으로 한 연구들이 수행되었다. Campbell et al.(2002)는 220명의 예비교사를 대상으로 서술형 평가에 대한 평가 전문성 기준을 적용하였고 Mertler(2003)은 예비 교사와 현직 교사의 평가 전문성에 대하여 이 기준들을 활용한 연구를 수행하였다.

이와 같이 교사의 평가 전문성에 대한 범주화된 기준들은 교사의 평가지식과 기능을 확인하고 함양 및 신장시키는데 유용하였다. 따라서 Brookhart(2011)는 AFT, NCME, NEA(1990)의 기준과 동일한 목적을 추구하면서 교사를 위한 교육적 평가 지식과 기능의 목록을 개정하여 11가지로 정리하였으며 구체적인 기준의 내용은 다음 <표 II-6>과 같다.

<표 II-6> 평가 전문성 기준(Brookhart, 2011)

기준	내용
1	교사는 가르치고자 하는 내용영역에서 학습을 이해해야만 한다.
2	교사는 교육과정에 근거하여 적절한 학습내용과 사고의 깊이를 성취하게 하고 평가할 수 있도록 의도를 명확히 나타낼 수 있어야 한다.
3	교사는 학습의도에 따른 성취수준이 무엇인지 학생들과 의사소통할 수 있는 전략을 가지고 있어야 한다.
4	교사는 평가가능성이 있는 범위 안에서 평가 방법을 선택하고 그 목적을 이해해야 한다.
5	교사는 학생들에게 요구되는 특정 지식과 사고기능을 확인할 수 있도록 수업 중의 질문이나 평가문항, 수행평가과제를 분석할 수 있는 능력을 가져야 한다.
6	교사는 학생의 성적에 효과적이고 유용한 피드백을 제공할 수 있는 능력을 가져야 한다.
7	교사는 학생의 학습, 성장 및 발전을 개선하기 위한 평가기준을 구성할 수 있어야 한다.
8	교사는 학생, 교실, 학교, 지역에 대한 판단의 결과를 해석하고 객관적 평가의 관리자가 될 수 있어야 한다.
9	교사는 평가결과를 해석하고 평가결과에 근거한 교육적 판단을 추론할 수 있어야 한다.
10	교사는 교육적 의견을 만들기 위해 평가결과의 정보를 활용하여 학생을 도울 수 있어야 한다.
11	교사는 자신이 수행한 평가에 합법적이고 윤리적인 책임에 대해 이해해야 한다.

이 기준들은 평가 전문성 함양을 위해 가르쳐야 하는 교과 내용의 내용에 대한 깊이 있는 이해를 시작으로 학생들이 학습한 내용의 성취수준을 설정하고 교사가 평가하고자 하는 목적을 토대로 효과적인 평가방법을 선택하여야 하며, 구체적인 평가방안 및 채점기준을 구성하여 그 결과를 타당하게 해석하고 활용할 수 있는 역량을 포함한다. 즉, 평가 전문성은 내용지식과 평가에 대한 방법적 지식, 그리고 실천적 지식을 모두 포함하는 것으로 전반적인 교수 학습과 연관이 깊다고 할 수 있다. 본 연구에서는 예비 수학교사들의 평가 전문성의 변화를 탐구하기 위해 Brookhart(2011)의 기준에 근거하여 분석하였다.

III. 연구 방법

1. 연구목적과 연구문제

PISA와 우리나라의 2009 개정 수학과 교육과정 모두 미래사회에 필요한 창의적이고 글로벌한 인재 양성을 강조하고 있으며, 수학적 개념에 대한 이해를 토대로 실생활 상황이나 실제 맥락에 이를 적절히 활용할 수 있는 능력을 보유할 것을 강조하고 있다. 즉, PISA와 2009 개정 수학과 교육과정에서는 수학교육의 목적을 동일한 관점에서 강조하고 있다고 할 수 있다. 교육과정의 강조점이 교수 학습에 제대로 반영되었는지는 교육과정을 근거로 한 평가 결과를 통해 살펴볼 수 있을 것이다. 또한 평가는 교수 학습의 변화를 가져올 수 있는 중요한 견인차의 역할을 한다고 볼 때, 평가의 선도적인 역할 또한 중요할 것으로 보인다.

이에 본 연구는 수학교사가 수학과 교육과정에 제시된 수학적 내용, 수학적 과정을 이해하고 이를 평가할 수 있는 평가 전문성을 갖추어야 된다고 보고, 이를 위해 PISA의 수학 평가틀과 수학 문항이 어떤 역할을 할 수 있는지를 알아보고자 하였다. 또한 그 결과를 토대로 PISA의 수학 평가틀과 수학 문항을 수학교사 교육에 활용하는 방안을 제시하고자 한다.

2. 연구 대상

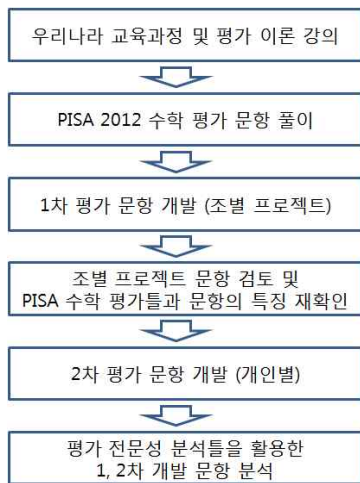
본 연구에 처음 참여한 대상은 충청남도 소재 대학의 교육대학원에 재학 중인 32명의 예비 수학교사로, 최종적인 분석은 모든 연구 과정에 지속적으로 참여한 27명을 대상으로 하였다. 이때 32명 중 5명은 조별 문항개발과정에 간헐적으로 참여하여 평가 전문성에 대한 변화를 분석하는데 타당하지 않아 제외하였다. 27명의 예비 수학교사들은 학부에서 수학을 전공하였고 실제 학

교현장에서 평가를 실행한 경험이 없었다.

평가 전문성 강의는 2014년 8월 여름 학기에 총 9일 동안 이루어졌는데, 1일차부터 8일차까지는 하루에 4시간씩, 마지막 9일차는 2시간 동안 총 34시간에 걸쳐 진행되었다.

3. 연구 절차

본 연구는 PISA 문항을 활용하였을 때 예비 수학교사의 평가 전문성 신장의 변화를 탐구하고자 [그림 III-1]에 제시된 연구절차에 따라 수행되었다.



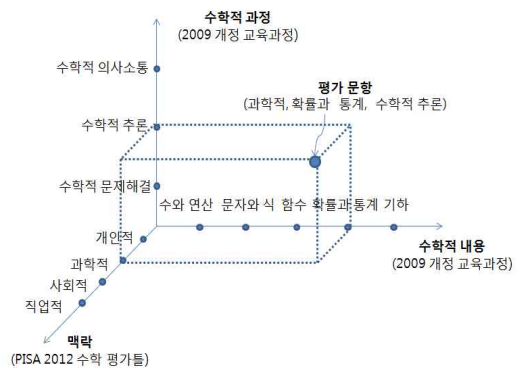
[그림 III-1] 연구 절차

우선 수학과 평가에 대한 이론에 대한 강의가 진행되었다. 첫째, 예비 수학교사가 우리나라 수학과 교육과정에 제시된 평가의 목적과 평가와 관련한 중점 사항을 이해하고, 수학과 평가를 적절히 수행할 수 있도록 평가에 대한 학문적 이해를 돕는 이론 강의를 하였다.

둘째, 송미영 외(2013)에 제시된 공개 문항 중 PISA 2012에 해당하는 문항들을 예비 수학교사들에게 직접 풀어보도록 함으로써 평가의 경향에 대하여 스스로 파악하도록 하였다. 이때 예비 수학교사들이 PISA의 평가들이 각 문항에 어떻

게 반영되어 나타나는지, 그리고 채점기준이 어떻게 제시되는지를 파악할 수 있도록 하였다.

이후 본 연구에 참여한 예비 수학교사들을 대상으로 [그림 III-2]의 평가들을 제시하고 이를 토대로 평가 문항을 1, 2차에 걸쳐 개발하도록 하였다. 본 연구에서 예비 수학교사에게 제시한 평가들은 PISA의 삼차원 평가들을 토대로 한다. 이때 수학적 내용과 수학적 과정은 2009 개정 수학과 교육과정을 하위 요소로 갖고, 맥락은 수학적 과정을 풍부하게 관찰하고 평가할 수 있는 다양한 맥락을 포괄하도록 PISA 2012 평가들의 맥락을 하위요소로 갖도록 구성하였다. 수학교육은 교육과정에서 제시하고 있는 내용으로 분석하였다. 중학교는 ‘수와 연산, 문자와 식, 함수, 확률과 통계, 기하’로 영역이 분류되어 있으나 고등학교는 내용영역을 교과목에 따라 분류하고 있기 때문에 평가들에 세분화하여 제시하지 않고 기술하도록 하였다. 이 평가들을 토대로 개발한 문항은 우리나라의 수학과 교육과정에 부합하는 수학적 지식을 물으면서 동시에 학생들의 다양한 수학적 역량을 평가하고 채점할 수 있을 것으로 기대된다.



[그림 III-2] 본 연구의 문항 개발을 위한 평가들

셋째, 1차 문항개발은 예비 수학교사들은 평가 문항개발의 경험이 충분하지 않기 때문에 교수

자와 동료의 도움을 구할 수 있는 조별 프로젝트를 통해 수행하였다. 그룹은 총 7개(A조~F조)로 구분하였으며, 총 7개의 문항이 개발되었다.

넷째, 조별로 1차 문항개발에서 개발한 문항 발표하고, 개발한 문항 및 채점기준을 검토하면서 좋은 평가 문항이 무엇인지, 학생들의 다양한 응답을 채점하기 위해서 채점기준은 어떻게 제시해야 할 지를 논의해보도록 하였다. 이는 1차 문항개발에서 예비 수학교사들의 평가 전문성의 형성에 미흡한 점이 나타났기 때문에 평가 전문성 향상을 위해 수행한 과정이다. 이때, 강의 초반에 접했던 PISA 수학 문항을 다시 제시하고 평가들과 대조하여 살펴보도록 하여 평가들의 중요성을 재인식하도록 하였다.

다섯째, 개인 과제로 평가 문항을 개발하도록 했으며, 평가들은 1차 개발 때와 동일하게 제공하였으며, 총 27개의 문항이 개발되었다.

여섯째, 1차에서 개발된 문항과 2차에서 개발된 문항을 분석하여 예비 수학교사의 평가 전문성의 변화를 살펴보았다. 이때 예비 수학교사의 평가 전문성은 Brookhart(2011)가 제시한 평가 전문성 기준 중 기준 1, 2, 5, 7을 중심으로 세 범주로 구분하였으며 다음 <표 III-1>과 같다.

<표 III-1> 평가 전문성 분석틀

범주	내용
1	내용의 이해 평가하고자 하는 내용에 대한 명확한 이해로 수학적 오류가 없는 문항 개발
2	교육과정 기반 내용 및 과정 평가하고자 하는 수학적 내용 및 수학적 과정이 2009 개정 수학과 교육과정에 적절하게 표현된 문항 개발
5	평가들 평가들에 제시된 수학적 내용, 수학적 과정, 맥락에 적합한 문항 분석 및 개발
7	채점기준 문항과 채점기준의 일관성 및 타당성

Brookhart(2011)가 제시한 기준 1은 교사의 수

학적 내용에 대한 충분한 이해를 토대로 수학적 오류가 없는 문항을 개발할 수 있는 역량으로 볼 수 있으며, 기준 2는 2009 개정 수학과 교육과정에 제시된 수학적 내용 및 수학적 과정을 평가할 수 있는 문항을 개발할 수 있는지와 관련된다. 또한 기준 5는 평가들에 근거하여 평가 문항을 개발하고 분석할 수 있는 역량과 관련된다. 마지막으로 기준 7은 채점기준 개발 능력으로 문항과 채점 기준의 일관성과 타당성을 고려하여 채점 기준을 개발할 수 있는 능력과 관련된다. <표 III-1>의 평가 전문성 분석틀은 본 연구에서 예비 수학교사의 평가 전문성의 변화를 분석하는 기준으로 활용하였다.

IV. 연구 결과

예비 수학교사의 평가 전문성의 변화를 살피기 위해 본 연구에서는 1차 문항개발에서는 7개의 조별 프로젝트를 수행하였다. 7개의 문항을 평가 전문성 범주에 따라 분석하면 다음 <표 IV-1>과 같다. 예비 수학교사들이 개발문항에 따른 평가들을 제시하지 않은 경우 본 연구의 연구자들의 분석을 통해 괄호 안에 제시하였다.

<표 IV-1> 1차 문항개발 결과

조	내용의 이해	교육과정 기반	평가들			채점 기준
			수학적 내용	수학적 과정	맥락	
A	-	적합	(기하)	문제해결	(개인적)	-
B	-	판단불가	(문자와식)	(문제해결)	(개인적)	-
C	-	적합	집합과 명제	문제해결	(직업적)	-
D	오류	판단불가	(확률과 통계)	(추론)	(개인적)	-
E	-	적합	기하	문제해결	(과학적)	제시
F	-	부적합	이차곡선	추론 (문제해결)	(과학적)	-
G	-	판단불가	(기하)	(추론)	(개인적)	-

평가문항에 해당하는 수학적 내용은 중학교는 수와 연산, 문자와 식, 함수, 기하, 확률과 통계로 교육과정에서 제시하고 있지만 고등학교 내용영역은 별도로 제시하지 않고 학습 내용에 따라 제시하고 있다. 따라서 본 연구에서는 개발문항이 중학교에 해당되면 다섯 가지 영역으로 구분하여 제시하고 고등학교내용에 해당되면 학습 내용을 제시하도록 하였다. 이때, 예비 수학교사들은 1차 문항개발에서 수학적 내용을 평가틀에 정확히 나타내지 못한 경우가 나타났다. 이 중 1개 조는 문항을 해결하기 위한 조건을 제시하지 않아 평가하고자 하는 내용을 명확하게 평가에 부적절한 문항을 개발하였다. 또한, 수학적 과정도 4개 조는 표현하였으나 바르지 않게 표현한 경우도 나타났으며 나머지 3개 조는 표현하지 않았다. 개발문항에 따른 맥락을 제시한 조는 없었으며 채점기준을 제시한 조는 단 한 조에 불과하였다.

한편, 1차에서 개발한 문항을 평가틀에 따라 재분석하고 나타날 수 있는 학생들의 응답과 평가의도를 고려하여 채점기준을 구성하고 발표하면서 재수정하는 활동을 수행한 후 개별 2차 문항개발을 수행하였다. 그 결과, 예비 수학교사들은 2009 개정 수학과 교육과정에 기반한 개발문항에 따라 수학적 내용과 수학적 과정을 제시하고 문항내용을 포함하는 맥락을 제시하였으며 이에 따른 채점기준을 일관성 있게 제시하는 변화가 나타났다. 이때, 맥락 측면에서는 1차 개발에서 나타나지 않은 직업적, 사회적 맥락을 토대로 한 문항이 개발되었다. 즉, 2차 문항 개발에서 예비 수학교사들은 수학적 내용에 적합한 맥락을 선정하고 평가하고자 하는 수학적 과정에 초점을 두어 문항을 개발하는 경향이 나타났다. 특히, 본 연구에서는 A, B, D, F조를 중심으로 2차 개발연구에서 현저한 변화가 나타난 예비 수학교사들을(각 조별 1인) 대상으로 다음

네 가지 범주별로 분석하였다.

따라서 다음에서는 예비 수학교사가 내용을 명확히 이해하고 충실히 평가할 수 있는 문항개발능력, 수학적 과정을 적합하게 평가할 수 있는 문항개발능력, 다양한 맥락을 고려한 문항개발능력, 개발문항과 일관성 있는 세밀한 채점기준구성능력을 중심으로 예비 수학교사의 평가 전문성 향상에 대하여 면밀히 분석한다.

1. 내용을 충실히 평가하는 문항 개발

1차 문항개발에서 D조는 학생의 흥미를 촉진할 수 있는 주제를 중심으로 문항을 개발하였으나 문항을 해결하기 위한 조건을 명확히 제시하지 못하는 오류를 나타내어 평가하고자 하는 내용을 충실히 평가하는 문항이 될 수 없었다.

수학적 내용		수학적 과정	맥락
영역	-	-	-
핵심 개념	경우의 수	-	-

지호 미니

500m 800m



지호와 미니가 카트라이더를 하고 있다. 미니가 지호에게 재빠르게 물파리와 바나나껍질 아이템을 사용하여 미니가 출발선에서 500m 가는 동안 원호는 정지해 있었다. 그때, 지호가 출발점과 500m 후 아이템을 사용할 수 있을 때 지호가 미니를 이길 수 있는 경우는 모두 몇 가지인가?

물파리 상대방 3초 정지	부스터 3초동안 속력 2배	바나나껍질 뒷차 속력 2초간 정지	우주선 5초간 상대편 속력 반 감소

[그림 IV-1] D조의 1차 개발문항

[그림 IV-1]에서와 같이 이 문항은 학생들이 일상생활에서 접하기 쉬운 게임소재를 중심으로

게임에서 승리하기 위한 경우의 수를 다양한 아이템사용으로 찾아보도록 하는 문항이다. 즉, 이 문항은 확률과 통계영역에 해당하며 개인적 맥락을 토대로 추론능력을 평가하는 문항으로 소재가 학생들의 정의적 영역에 긍정적 영향을 미칠 수 있는 문항이다. 그러나 이 문항은 1초당 움직이는 거리에 대한 조건을 제시하지 않아 문제해결에 혼란을 발생시킬 가능성이 있는 문항이다. 따라서 D조의 예비 수학교사들이 개발한 문항은 적절한 조건제시의 미흡함으로 학생들이 문항을 해결함에 있어 확률과 통계영역 중 경우의 수에 대한 성취를 평가하기 위한 충분한 문항이 될 수는 없었다. 즉, 평가 전문성 중 내용의 이해 측면에서 미흡한 점이 나타난 것으로 볼 수 있다. 또한 이 문항을 통해 평가할 수 있는 수학적 과정, 맥락을 제시하지 않았으며 정답안은 제시하였으나 채점기준을 제시하지 않아 평가 전문성이 함양된 것으로 보기 어려웠다.

수학적 내용		수학적 과정	맥락
영역	기하	추론	개인적
핵심 개념	삼각비		
			<p>경사 30도 아파트</p>
<p>고리는 매일 아침마다 계단이 나선형으로된 10층짜리 아파트에서 계단을 10층까지 올라갔다 내려온 뒤에 등교를 한다. 하루는 계단이 나선형으로된 아파트의 계단이 보수공사로 인해 그냥 등교를 하던 중, 계단의 경사가 30도인 20층짜리 아파트를 발견하고 그 아파트 계단에서 오르내리는 왕복운동을 한 뒤 다시 등교를 하려한다. 평소의 오르내리던 거리만큼 운동을 하려면 고리는 몇 층까지 올라갔다 내려와야 하는지 다음 단계에 맞추어 서술하여라 (단, 모든 아파트는 한층 당 3m이며 건설비를 줄이기 위해 계단역시 최단거리로 제작하였다. 원주율$\pi=3$으로 계산한다.)</p> <p>단계 1 나선형 계단을 한층 올라가는 거리와 경사가30도인 계단을 한층 올라가는 거리를 구하여라 단계 2 나선형 계단을 10층 왕복하는 거리를 구하여라 단계 3 단계 2를 바탕으로 경사30도인 계단과의 관계식을 세워라</p>			

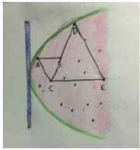
[그림 IV-2] 예비 수학교사 D-1의 개발문항

그러나 2차 문항개발에서 D조에 속하였던 예비 수학교사 D-1은 이미 학습한 내용과 평가하고자하는 삼각비에 대한 명확한 이해를 기반으로 추론하여 해결해야 하는 문항을 개발하면서 수학내용에 대한 이해 및 평가하고자 하는 내용에 대한 이해가 향상된 것을 알 수 있었다.

[그림 IV-2]와 같이 이 문항은 일상생활에서 접할 수 있는 나선형 계단과 직선형 계단의 건물에서 일정한 거리만큼 이동한다고 할 때 올라갈 수 있는 높이를 구하는 문항으로 학생들의 추론능력이 필요하다. 나선형계단 10층을 올라갈 때의 거리인 78m를 구하고 총 이동거리인 156m를 직선형계단으로 3층까지 올라갔다 내려올 수 있음을 구하는 것으로 정량적 추론에 해당하는 문항이다. 또한, 예비 수학교사 D-1은 문항을 개발한 의도를 실생활에서 흔히 접할 수 있는 소재이지만 많이 다루어보지 문제 상황에서 학생이 이미 알고 있는 수학적 개념이나 원리들을 토대로 추론하여 해결하도록 함으로써 추론능력을 향상시키기 위한 의도라고 서술하여 수학내용이해에 대한 평가능력이 향상된 것으로 볼 수 있다. 그리고 예비 수학교사 D-1은 문항에 대하여 추론과정에 따른 답안과 채점기준을 제시함으로써 문항과 채점기준의 일관성을 나타내어 1차 문항개발에서 보다 내용이해를 포함한 평가 전문성이 신장되었음을 알 수 있다.

2. 수학적 과정을 평가하는 문항 개발

1차 문항개발에서 F조는 이차곡선 중 포물선에 대한 개념을 수박모양과 연계하여 수학적 모델링을 사용하여 해결하는 문제해결력 평가를 위한 문항을 [그림 IV-3]과 같이 개발하였다.

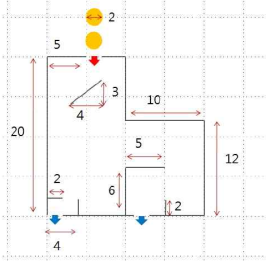
수학적 내용		수학적 과정	맥락
영역	이차곡선	추론 (문제해결)	-
핵심 개념	포물선		
<p>중현이가 수박을 먹으려고 수박을 칼로 잘랐더니 수박껍질의 모양이 포물선 $y = 8x^2$의 형태를 띠고 있었다.</p> <p>수박의 가장 볼록한 부분에 쟁반을 받쳤을 때, 씨C와 씨E는 쟁반과 수직을 이루는 연장선 위에 위치하고 있었다. 씨 A와 씨 D는 수박 껍질표면에 거의 붙어있었다. 씨 C를 포물선형태의 초점이라 한다면 씨로 만들어진 두 정삼각형 $\triangle ACB$와 $\triangle CDE$의 넓이의 비를 구하여라.</p> <p>(단, 수박껍질의 두께와 쟁반의 두께는 무시한다.)</p>			
			

[그림 IV-3] F조의 1차 개발문항

그러나 [그림 IV-3]과 같이 F조의 예비 수학교사들은 이 문항을 수학적 과정 중 추론을 평가하는 문항으로 표시하였다. 정상권 외(2012)에 의하면 추론은 문제 상황에 포함된 수학적 관계를 파악하는 능력이라 하였는데 F조가 개발한 문항은 문제 상황 속에서 수학적 개념을 활용하는 문항이다. 즉, 2009 개정 수학과 교육과정에서 제시하는 수학적 과정에 대한 명확한 이해가 미흡한 것으로 볼 수 있다.

한편, 예비 수학교사 F-1은 2차 문항개발에서 문제해결 및 의사소통 능력에 대한 평가를 핵심으로 개인적 맥락에 토대를 둔 문항을 개발하면서 수학적 과정에 대한 이해가 향상되어 평가 전문성 또한 향상된 것으로 볼 수 있다.

[그림 IV-4]에서와 같이 예비 수학교사 F-1은 문항을 통해 평가할 수 있는 핵심개념을 제시하지 않았다. 그 이유로 개발문항이 중학교 1학년에서 중학교 3학년 학생이 학습하는 내용에 모두 부합될 수 있기 때문이었다.

수학적 내용		수학적 과정	맥락
영역	기하	문제해결/ 의사소통	개인적
핵심 개념	-		
<p>< 출구 만들기 !! ></p>  <p>그림과 같이 노란색 공을 빨간색 화살표 위에서 떨어뜨려, 두 개의 파란색 화살표로 빠져 나올 수 있도록 장치를 만들려고 합니다. 다음 경우에 따라, 빈 공간을 자유롭게 채워 넣고, 수학적으로 논리적으로 표현해 봅시다.</p> <p>(조건: 수학시간에 배운 내용을 참고하여 적을 것)</p> <p>난이도(*) 경우1) 노란색 공 한 개를 파란색 화살표 한 군데로 빠져 나오게 할 경우</p> <p>난이도(***) 경우2) 노란색 공 두 개를 파란색 화살표 두 군데 모두 빠져 나오게 할 경우</p>			

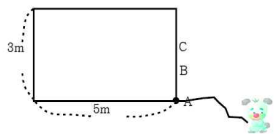
[그림 IV-4] 예비 수학교사 F-1의 개발문항

이 문항은 공을 입구에 떨어뜨렸을 때 장치를 자유롭게 구성하여 출구로 나오도록 하는 문항인데 장치 내부는 일차함수를 활용하여 직선모양으로 구성할 수 있고, 또는 부채꼴을 활용하여 구성할 수도 있으며 삼각비를 활용하여 구성할 수도 있다. 따라서 이 문항은 열린 문항으로 답이 여러 가지 나올 수 있다. 이러한 문항은 학생들이 가지고 있는 수학적 개념을 토대로 문제해결 전략을 세우고 해결하며 그 과정에서 자신의 전략에 대한 표현과 장치내부를 정확히 나타낼 수 있는 의사소통 능력도 요구되는 문항이다. 따라서 채점기준은 하나의 정답이 존재하지 않으므로 총합적 채점법에 따라 문제를 이해하고 해결전략을 세웠는지, 그리고 해결전략에 따라 문제를 해결하고 잘 표현하였는지를 중심으로 구성하였다. 또한 이 문항은 PISA 문항과도 유사

성이 높은 문항으로 예비 수학교사 F-1은 PISA 문항 해결 경험과 유사문항 분석의 경험을 적극적으로 반영하면서 평가 전문성이 향상되었다고 볼 수 있다.

3. 다양한 맥락을 반영한 문항 개발

1차 문항개발에서 A조는 학생들이 어렵지 않게 접할 수 있는 부채꼴의 넓이와 관련된 문제에서 조건을 추가하여 문항을 개발하였다. 학생들에게 문제제기를 요구한 문항은 아니지만 A조의 예비 수학교사들은 문제제기를 통해 문제해결능력을 평가하고자 [그림 IV-5]와 같은 문항을 개발하였다.

수학적 내용		수학적 과정	맥락
영역	-	문제해결	-
핵심 개념	부채꼴의 넓이		
<p>아버지가 강아지 한 마리를 사오셔서 강아지집 옆면에 묶으려고 한다. 다음과 같은 세 지점 A, B, C 중 한 곳에 묶었을 때 가장 넓은 활동영역과 가장 좁은 활동영역의 차이를 구하고 각각의 묶은 지점을 쓰시오.</p> 			

[그림 IV-5] A조의 1차 개발문항

그러나 개발한 문항에 적합한 맥락을 제시하지 않아 A조의 개발문항이 평가하고자 하는 모든 요소를 명확히 파악한 것으로 볼 수 없었다. A조는 개발문항에 대한 발표에서 맥락은 단지 실생활 상황이라고 생각하는 경향으로 구체적인 맥락의 유형을 구분하지 못하는 것을 알 수 있었다.

하지만, 2차 문항개발에서는 1차 문항개발에서

어떤 조에서도 나타나지 않았던 사회적 맥락을 기반으로 하는 문항을 예비 수학교사 A-1이 개발하였다. 즉, [그림 IV-6]과 같이 사회적 맥락을 기반으로 연립방정식을 활용하여 문제를 해결할 수 있는 능력을 평가하는 문항을 개발하였다.

수학적 내용		수학적 과정	맥락
영역	문자와 식	문제해결	사회적
핵심 개념	연립방정식		
<p>윤일병과 김병장은 야간 경계근무를 서다 간첩을 발견했습니다. 윤일병은 간첩으로부터 2000m에서 사격을 하고, 사격 9초 후 사람이 쓰러지는 소리를 들었습니다. 반면 김병장은 윤일병으로부터 980m 간첩으로부터 2300m 떨어진 곳에 있었습니다. 김병장은 윤일병의 총소리를 들은 후 7초가 지나 사람 쓰러지는 소리를 들었습니다. 그럼 총알의 속력을 얼마인가요?</p>			

[그림 IV-6] 예비 수학교사 A-1의 개발문항

[그림 IV-6]과 같이 이 문항은 문항개발 당시 사회적 이슈였던 총기사건을 수학 내용에 통합한 문항이다. 예비 수학교사 A-1은 수학이 실생활과 매우 밀접한 관계가 있지만 학생들은 활용 문제라는 인식으로 어려워하는 경향이 있어 사회적 사건을 중심으로 수학 문제를 해결해 봄으로써 학생들에게 수학의 실용성 및 흥미를 유발하는데 도움이 되고자 문항을 개발하였다고 언급하였다. 이 문항은 윤일병과 김병장이 간첩을 잡기 위해 총을 쏘았을 때의 시간과 간첩이 낸 소리의 시간차를 이용하여 총의 속도를 구하는 것으로 학생들이 많이 접하였던 거리-시간-속도와의 관계를 이용하여 연립방정식을 활용해야 한다. 또한 연립방정식의 해를 구한 후 문제 상황에 맞게 다시 해석하여 답을 하는 경우까지 채점기준에 제시하면서 문제해결력을 평가하고자 함이 명확히 나타나도록 하였다. 따라서 예비 수학교사 A-1은 1차 개발에서는 문항에 내포되어 있는 맥락에 대한 구체적 이해가 낮았지만 이후 개발문항에 대한 검토 및 평가들에 기반한 문항의 재분석으로 평가 전문성이 향상된 것을

알 수 있었다.

4. 세밀한 채점 기준 개발

1차 문항개발에서 B조는 학생들의 실제 상황에서 접하기 쉬운 소재를 중심으로 [그림 IV-7]과 같은 문항을 개발하였다. 그러나 B조는 개발 문항이 포함되는 2009 개정 수학과 교육과정 내에서의 수학적 영역과 수학적 과정, 그리고 구체적인 맥락을 명시하지 않아 평가들에 대한 중요성을 인식하지 못하고 있음을 알 수 있었다.

수학적 내용		수학적 과정	맥락
영역	-	-	-
핵심 개념	일차방정식		
수민이네 중학교에서 5월에 있을 수학여행 안내를 위한 가정통신문을 나누어주었다. 그런데 집에 와서 확인해보니 날짜부분이 찢어져 있어서 출발 날짜를 알아볼 수 없었다. 하지만 기억력이 좋은 수민이는 수학여행 날짜들의 합이 선생님의 나이와 같다고 이야기했던 친구의 말이 생각났다. 수학여행은 2박 3일이고, 선생님의 나이는 54세 이다. 수민이네 중학교의 수학여행 출발날짜는 몇 월 며칠 인가?			

[그림 IV-7] B조의 1차 문항개발

한편, B조는 개발문항에 대한 정답안을 제시하였으나 채점기준은 제시하지 않았다. 평가하고자 하는 목표가 분명히 나타나도록 평가들을 구성하고 이에 부합되는 채점기준을 구성할 수 있는 능력은 교사의 평가 전문성에서 중요한 요소이다. 그러나 B조는 평가들에 대한 중요성을 인식하지 못하였고 이에 따른 평가하고자 하는 의도나 목표에 따라, 그리고 문항 내용과의 일관성 있는 채점기준을 구성하지 못하였다.

채점기준의 구성능력의 미흡은 단지 B조에서만 나타난 것은 아니다. 1개의 조를 제외한 모든 조에서 정답안을 제시하지만 이에 따른 채점기준을 제시하지 못하였다. 따라서 한 번의 문항개발경험으로 평가 전문성의 향상을 논의하기는 어렵다고 할 수 있다.

그러나 예비 수학교사 B-1은 2차 문항개발에서 채점기준 구성에 있어 학생들이 나타낼 수 있는 다양한 경우를 고려한 사고실험이 잘 나타나 있다. 이 문항은 개인적 맥락을 기반으로 하여 일차부등식을 활용하여 문제를 해결하는 문항으로 전형적인 문항으로 보이지만 경우에 따라 답이 구분되는 문항이다. 예비 수학교사 B-1은 개인적 맥락에 기반하여 부등식을 세우고 해결하며 그 해가 갖는 의미를 추론하는데 학생들이 어려움을 갖는다는 자신의 경험을 바탕으로 [그림 IV-8]과 같은 문항을 개발하였다.

수학적 내용		수학적 과정	맥락
영역	문자와 식	문제해결	개인적
핵심 개념	일차부등식		
생일이 다가온 명수는 친구들과 뷔페를 가려한다. 뷔페의 1인당 가격은 15000원이고 다음과 같은 두 종류의 할인혜택이 있다. 명수의 생일 파티 참석 인원은 명수를 포함하여 5명 이상 10명 이하로 예상될 때, 참석 인원 따라 어느 할인 혜택을 받는 것이 더 저렴한지 비교하고 과정을 자세히 서술하여라. (hint, 부등식을 활용하여 계산하시오.)			
할인방법	회원카드를 만들시 할인	생일 이벤트쿠폰	
요금	회비 5000원 지불 후 전체 식사비의 30% 할인	생일자 포함 4인 50% 할인쿠폰 제공	

[그림 IV-8] 예비 수학교사 B-1의 개발문항

[그림 IV-8]과 같이 문제를 해결하고 그 해의 해석에서 친구를 5명에서 7명까지 초대하였을 때는 회원카드를 사용하여 할인을 받고, 8명에서 10명을 초대하였을 때는 이벤트 쿠폰을 사용하는 것이 더 합리적이라는 답을 추론할 수 있어야 한다. 따라서 예비 수학교사 B-1은 이 문항을 해결하는데 학생들의 답안이 다양하게 나올 것을 예상하고 사고 실험하여 다음 [그림 IV-9]와 같은 채점기준을 구성하였다.

항 목	배 점	기 타
회원카드를 사용하여 계산 시 지불 비용에 관한 식	0.5점	* 미지수가 의미하는 것에 대한 언급이 없을 경우 : -0.2점
생일할인 쿠폰을 사용하여 계산 시 지불비용에 관한 식	0.5점	
지불할 수 있는 경우의 수 두 가지에 대해 부등식을 올바르게 세운 경우	1점	* < , ≤ 기호 모두 점수 부여 (답안에 영향 없음)
자신이 세운 부등식에 대하여 계산이 올바르게 되었을 경우	1점	* 계산이 완벽한 경우에만 1점 부여 * 계산과정 중 오류가 발견될 경우 0.5점만 부여
결과를 올바르게 적었을 경우	1점	* 두 가지 경우 중 한 가지만 적었을 경우 0.5점 * 인원에 대한 이하, 이상 등 표기 오류가 있다면 틀린 것으로 간주.
계	4점	
* 예상인원의 수를 대입하여 계산을 한 경우 : 부등식과 부등식의 풀이가 존재하지 않으므로 2점 감점 후 2점 만점으로 채점 시작		
* 이외의 답안이 나올 경우 : 상의 후 점수 부여		

[그림 IV-9] 예비 수학교사 B-1의 개발문항

[그림 IV-9]와 같이 예비 수학교사 B-1은 문제 해결을 위한 수학적 모델로 부등식을 선택하고 그 부등식의 미지수가 의미하는 바를 이해하며 적절히 표현하였는지에 초점을 두어 평가하려고 하였다. 또 문제해결과정에서 발생할 수 있는 계산의 착오로 학생들이 오답을 나타내더라도 문제를 바르게 이해하고 해결하였다면 부분점수를 부여하였다. 그리고 문제해결의 결과를 문제 상황에 적합하게 해석하였는지도 채점기준에 세분화하여 제시함으로써 학생들의 답안의 다양성에 대한 사고실험을 한 것임을 알 수 있었다. 한편, 이 문항이 일차부등식을 이해하고 활용할 수 있는지 평가하기 위한 문항이지만 수학적성취가 낮은 학생들의 경우 부등식을 활용하기보다는 특정 수치들을 대입하여 해결을 시도할 수도 있어 이러한 경우는 만점 점수를 50%로 하여 문제해결과정에 따라 채점하도록 할 것을 나타내었다. 이와 같이 채점기준을 세분화하고 학생들이 나타낼 수 있는 답안을 예상하면서 채점기준을 구성함으로써 예비 수학교사 B-1의 평가 전문성은 향상되었다고 할 수 있다.

2차 문항개발을 통해 예비 수학교사들은 평가

하고자 하는 내용영역의 면밀한 이해능력, 수학적 과정을 이해하고 개발문항을 통해 핵심적으로 평가할 수 있는 수학적 과정을 선정할 수 있는 능력, PISA에서 제시하는 맥락의 범주와 같이 개발문항이 근거를 두는 맥락을 구분하고 문항을 개발할 수 있는 능력, 개발문항의 의도와 학생들이 나타낼 수 있는 다양한 답안을 고려한 채점기준의 구성능력이 향상되었음을 알 수 있었다. 따라서 본 연구에 참여한 예비 수학교사들의 평가 전문성은 전반적으로 함양되고 신장되고 있음을 알 수 있다.

V. 결론

평가는 교사의 수업과 학생의 학습을 연결 짓는 역할을 한다. 즉, 교사는 평가를 통해 학생의 학습에 대한 정보를 수집하고 수업에 반영하게 된다. 따라서 교육과정의 목표를 반영한 충실한 평가 문항을 개발하고 평가할 수 있는 교사의 평가 전문성은 교사가 교육과정에 충실한 수업을 운영하는 데 있어 중요한 역량이라 볼 수 있다.

2009 개정 수학과 교육과정에서 수학적 과정을 강조하고 있지만, 여전히 평가의 대부분은 수학적 지식을 평가하는 데 초점을 두고 있다. 학생이 수학 문제를 해결하는 중에 나타나는 수학적 과정을 면밀히 평가하기 위해서는 풍부한 맥락과 명확한 채점기준이 요구된다. 본 연구에서는 이러한 필요성에 더해 평가틀이 명확하게 수립되어 있으며, 상세한 채점 기준이 제시되는 PISA 평가틀과 문항을 예비 교사의 평가 전문성 신장의 도구로 사용하였다. PISA의 평가틀과 평가문항이 양질의 문항의 절대적인 기준이 될 수는 없지만, OECD 회원국을 필두로 하여 세계 각국의 전문가 집단이 함께 개발하고 검토하는

과정을 거쳤다는 점에서 우리나라의 수학과 평가에서 참조할 가치는 충분하다고 볼 수 있다.

본 연구는 여름학기에 집중적으로 이루어진 강의에서 1, 2차에 걸쳐 개발한 결과만을 분석한 것이기 때문에, 예비 수학교사가 개발한 최종 문항이 학교 현장에 그대로 적용되기에는 미흡한 면이 있다. 그러나 삼차원 평가들을 토대로 수학과 교육과정의 내용과 과정, 그리고 다양한 맥락을 반영한 문항을 개발하는 경험은 교사들이 추후에 실제적인 문항을 개발하고 평가함에 있어서 좋은 양분이 되었을 것으로 보인다. 이는 본 연구에서 제시한 교사 전문성 분석틀을 통해 분석 결과로 뒷받침 될 수 있다. 본 연구에서는 교사가 평가 문항을 개발하는 것까지 다루었다면, 향후 교사가 개발한 문항을 학생 평가에 직접 활용하여 문항을 개선해가는 과정에서 교사의 평가 전문성의 변화를 면밀히 조사하는 연구를 후속 연구로 제안하는 바이다.

참 고 문 헌

강옥기(2007). **수학과 학습지도와 평가론**. 경문사.
 교육과학기술부(2011). **수학과 교육과정**. 교육과학기술부 고시 제 2011-361호 [별책 8].
 교육부(1999). **고등학교 수학과 교육과정 해설서**.
 김도한 외 18명(2009). **창의 중심의 미래형 수학과 교육과정 모형 연구**. 한국과학창의재단.
 김신영(2007). 교사의 학생평가 전문성과 중등교사 양성과정. **교육평가연구**, 20(1), 1-16.
 도중훈, 박운범, 박혜숙(2014). 수학적 과정 평가를 위한 서술형 문항 및 채점기준 개발 연구. **한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>**, 28(4), 553-571.
 송미영, 임해미, 최혁준, 박혜영, 손수경(2013). **OECD 국제학업성취도 평가 문항 자료집** :

PISA 2000-PISA 2012 지필평가. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE, 64-1.
 신준식, 고정화, 박문환, 박성선, 서동엽(2011). 수학적 사고력 측정을 위한 수학과 평가 도구의 개발. **한국초등수학교육학회지**, 15(3), 619-640.
 정상권, 이경화, 유연주, 신보미, 박미미, 한수연(2012). 수학적 과정 중심 평가에 대한 교사들의 인식 조사. **대한수학교육학회지 수학교육학연구**, 22(3), 401-427.
 조지민, 동효관, 옥현진, 임해미, 정혜경, 손수경, 배제성(2012). **OECD 국제 학업성취도 비교 연구: PISA 2012 본검사 시행보고서**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2012-3-1.
 최승현, 황혜정(2008). 수학과 내용 교수 지식(PCK)의 의미 및 분석틀 개발에 관한 연구. **한국학교수학회논문집**, 11(4), 569-593.
 황선옥 외 32명(2011). **창의 중심의 미래형 수학과 교과내용 개선 및 교육과정 개정 시안 연구**. 한국과학창의재단 2011-4.
 American Federation of Teachers (AFT), National Council on Measurement in Education (NCME), & National Education Association (NEA) (1990). *Standards for Teacher Competence in the Educational Assessment of Students*. Online: <http://www.unl.edu/buros/bimm/html/article3.html>.
 Brookhart, S. M. (2011). Educational assessment knowledge and skills for teachers. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 30(1), 3-12.
 Campbell, C., Murphy, J. A., & Holt, J. K. (2002). *Psychometric analysis of an assessment literacy instrument: Applicability to preservice teachers*. Paper presented at the annual meeting of the Mid-Western Educational Research Association, Columbus, Ohio.

- McMillan, J. H. (2000). Fundamental assessment principles for teachers and school administrators. *Practical Assessment, Research & Evaluation, 7*(8). Retrieved from <http://PAREonline.net/getvn.asp?v=7&n=8>, accessed November 21, 2009.
- Mertler, C. A. (2003). *Preservice versus inservice teachers' assessment literacy: Does classroom experience make a difference?* Paper presented at the annual meeting of the Mid-Western educational research association, Columbus, Ohio.
- Mertler, C. A., & Campbell, C. (2005). *Measuring Teachers' Knowledge & Application of Classroom Assessment Concepts: Development of the "Assessment Literacy Inventory"*. Online Submission.
- OECD (2013). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. Paris: OECD.
- Paterno, J. (2001). *Measuring success: A glossary of assessment terms*. Building cathedrals: Compassion for the 21st century.
- Plake, B. S., Impara, J. C., & Fager, J. J. (1993). Assessment competencies of teachers: A national survey. *Educational Measurement: Issues and Practice, 12*(4), 10-12.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational review, 57*(1), 1-23.
- Stiggins, R. J. (1995). Assessment literacy for the 21st century. *Phi Delta Kappan, 77*, 238-238.
- Stiggins, R. J. (1999). Are you assessment literacy ?. *The High School Journal, 6*(5), 20-23.

Development of Preservice Mathematics Teacher' Assessment Literacy Using PISA Items

Lee, Minhee (Chungnam National University)

Rim, Haemee (Korea Institute for Curriculum and Evaluation)*

This study was conducted with the aim to develop and improve the assessment literacy of teachers which enables it to develop and utilize the assessment items using a wide range of contexts on the basis of an understanding of math contents and mathematical process specified in the math curriculum and to analyze the results in an effective way. To analyze the changes in the development and improvement of the assessment literacy of preservice math teachers, the author of this study, using PISA items and assessment

framework, analyzed the changes through the 1st and 2nd development of assessment items.

The results showed the assessment literacy of preservice math teachers and their ability have been improved, implying that there is the necessity to develop a wide range of programs to improve the assessment literacy of preservice math teachers and provide such programs on a regular basis, which will facilitate effective math teaching and learning.

* Key Words : assessment literacy(평가 전문성), PISA(국제 학업성취도 평가 PISA), preservice mathematics teacher education(예비 수학교사 교육), assessment framework(평가틀)

논문접수 : 2015. 3. 30

논문수정 : 2015. 5. 13

심사완료 : 2015. 5. 13

* Corresponding Author