East Asian Math. J.
Vol. 32 (2016), No. 2, pp. 217-232
http://dx.doi.org/10.7858/eamj.2016.018

초등 예비교사와 현직교사의 수학 평가문항 개발사례 연구[1)]

A Study on Pre-service and In-service Teachers' of Primary School, Competence in Designing Mathematical Assessment Item Development

박미영

ABSTRACT. The purpose of this study is to investigate the assessment expertise of Mathematics' teachers, focusing on the competence in designing assessment item development. In this present research, I analysed how the teachers' competence appears in designing assessment items development when they generated problems the given problem into a new one. To examine this assumption, the following research questions were posed and investigated in the present study : How do Pre-service and In-service Teachers in primary schools develop the assessment item when generating problems the given problems into new problems? The result from the case study of metamorphosing the given problem into a new problem teachers used similar patterns switching numbers or changing units in order to develop new problems. Also, teachers in primary schools tend to develop problems as commonly as in the mathematics workbooks. In-service teachers tend to have better skills developing assessment items, but there were quite much of variability between individuals.

Ⅰ. 서 론

최근 교육평가의 패러다임은 창의인성교육을 위해 '경쟁 중심 교육'에서 '협력 중심 교육'으로 교육내용 및 방법의 전환이 이루어짐에 따라 학생평가도 더 이상 줄 세우기를 위한 도구가 아닌 '학생의 학습과 성장을 돕는 평가' 및 수업의 한 형태로 변화하고 있다(김희경 외, 2014). 이렇듯 평가는 교수와 학습을 통합하는

1) 이 내용은 박사학위 논문의 일부를 재구성한 것임.
Received January 28, 2016; Revised February 25, 2016; Accepted February 29, 2016.
2010 Mathematics Subject Classification: 97B50
Key words: Designing Mathematical assessment items, Assessment competence

(pISSN 1226-6973, eISSN 2287-2833)

중요한 역할을 한다. 최근 우리나라 교육과정에서는 선택형 위주의 평가를 지양하고 서술형 평가, 관찰, 면담, 자기평가 등의 다양한 평가 방법을 활용하여 수학 학습에 대한 종합적인 평가를 권장하고 있다. 또한, NCTM의 Standards(1991, 1995, 2000, 2007)에서도 수업 과정에서 활동으로서의 평가의 중요성을 강조한다. 이러한 평가는 교사에게 학생이 학습목표에 어떻게 도달하는지 모니터할 수 있게 해준다. 그리고 평가는 교사에게 있어 학생에게 제공하는 학습활동의 유용성을 판단할 수 있도록 해주는 도구이자, 자신의 수업을 평가하고 변화시키는 데 도움을 주는 도구이다. 그래서 수학교사가 평가능력을 갖출 수 있도록 평가 전문성을 기르는 것은 교사의 책무이다. 교사는 평가 목적에 따라 평가도구를 결정하고, 적절한 평가도구를 구성하게 되는데, 이때 평가문항은 평가 목적을 달성하게 하는 중요한 도구이다. 평가능력 중에서도 평가문항을 개발하는 역량은 교수-학습의 질을 높이고 평가의 질을 높이는 것이다. 이에 본 연구는 평가문항 개발의 역량에 교사의 교과목에 대한 충분한 이해와 학생에 대한 이해, 문항 제작에 대한 이해, 풍부한 문항 제작 및 검토 경험이 영향을 줄 것 판단하여 예비교사와 현직교사의 수학 평가문항 개발 사례를 분석하고자 한다.

본 연구는 수학교사의 평가 전문성 중에서 평가문항 개발과 관련된 능력을 조사하는 것이다. 구체적으로 초등학교 예비교사와 현직교사의 평가문항 사례를 비교분석하는 것으로 주어진 문제를 새로운 문제 상황으로 변형하는 과정에 대하여 수학교사의 평가문항 개발사례를 분석하고, 교사의 평가전문성 개발 방안에 대한 시사점을 제공하고자 한다.

Ⅱ. 이론적 배경

교사는 교과 전문가이자 내용전문가로써 학습내용에 대한 배경지식과 정보가 풍부하여 참신하면서도 사고력을 요할 수 있는 평가문항의 아이디어를 생성할 수 있어야 한다. 또한, 좋은 문항을 개발하려면 평가하고자 하는 내용에 대한 배경 지식과 정보를 갖고, 문항 제작 연습과 경험이 좋은 문항 제작자가 되는 필수 작업이다. 평소 문항에 대한 아이디어가 떠오를 때마다 메모하여 평가문항으로 전환하는 습관을 기르고 동료와 정기적으로 문항을 개발하고 검토하는 작업을 통해 공동 작업을 거치는 등의 연습과 경험이 요구된다(양길석, 2005; Mcmillan, 2001; 2002). 좋은 평가문항은 평가의 목적을 달성하는데 준거가 되며, 평가의 성공여부를 좌우한다. 하지만 좋은 문항은 단순한 작업이 아니라 다양한 상황을 고려해야하므로 절대적 판단 기준을 세울 수가 없는 복합적인 작업이다(성태제, 2010; 전영주, 2012). 또한, 좋은 문항을 개발하기 위해서는 평가하려는 교과목에 대한 충분한 이해와 학생에 대한 이해, 문항 제작에 대한 이해, 풍부한 문항 제작 및 검토 경험을

갖춰야한다고 보았다(성태제, 2004).

이와 같이, 좋은 평가문항을 제작하기 위해서는 수학교과에 대한 지식과 학습자의 특성과 학습발달 수준을 파악하는 등의 학생에 대한 이해가 있어야 한다. 또한, 문항 제작에 대한 지식, 기술, 기능과 훌륭한 언어구사력과 문장력을 통해 문항제작과 검토에 대한 풍부한 경험을 쌓는 것이 필요하다. 교사가 전문적인 평가능력과 평가문항 개발능력을 갖추었다는 것은 교수학습의 질을 높이고 학교교육의 질도 향상시킬 수 있다는 의미를 준다(김신영, 2007; Chamberlin, Farmer & Novak, 2008). 특히 평가문항을 다양하게 만들고 평가의 질을 높일 수 있는 평가문항 개발능력을 교사들이 갖추게 되면 수학적 과정을 가르치고 평가하는 데 많은 도움이 될 것이다. 이러한 평가문항 개발 과정에서 Stenmark(1991)는 문제가 교육과정에 부합하는지, 학생에게 얼마나 시간이 주어져야 하는지, 문제를 해결하기 위하여 어떤 재료나 도구가 필요한지, 어떠한 문제점이 발생할 수 있는지, 교사가 어느 정도 지침을 주고 제공할 것인가를 고려해야 한다고 하였다.

또한, 평가문항의 개발 능력을 향상시키기 위해서는 문항제작과 관련된 이론이나 저서를 통하여 기초 지식을 쌓고, 검증된 문항을 분석하여 문항을 바라보는 안목을 기를 것이 필요하며, 다양한 문항 창작을 통한 문항제작의 노하우도 쌓고, 문항제작의 절차를 계획하고 실천하는 것이 필요하게 된다(전영주, 2012). 평가문항이 개발되고 나면 그 문항의 질에 대한 수준을 구분하기 위하여 Lin(2006)은 교사가 출제한 문제의 질을 평가하기 위하여 11개의 채점기준을 문제의 특징과 목적에 따라 '좋지 않음(not good)', '보통(medium)', '좋음(good)'의 3단계로 나누어 평가하였다. 이러한 평가문항이 질은 수학적 개념 또는 기술(Skill)과 수학적 사고를 분리하지 않고, 학생들의 호기심을 포착하며, 학생들이 추측하게 하고 그런 추측을 더 깊이 탐색하게 하는 과제의 특징을 포함한다고 할 수 있다. 이러한 과제들의 특징은 한 가지 이상의 흥미롭고 합리적인 문제해결 방법으로 접근 가능하고 또한 어떤 과제는 한 가지 이상의 합리적인 해답을 가지기도 한다. 교사들은 이때 학생들이 특정한 영역에서 이해를 누적해 가고 이전에 배운 개념과 미래에 배우게 될 아이디어를 연결할 수 있도록 과제의 잠재 가능성을 고려함으로써 교육과정에 기초한 관점을 가지고 있어야 한다(NCTM, 1995).

수학교사는 학습 경험을 설계해야 하고, 탄탄하고 유의미한 수학에 기초한 과제 및 다음과 같은 과제를 설정해야 한다(NCTM, 1995). 학생들의 사고력을 향상시키는 과제, 수학적 이해와 기능을 개발하는 과제, 학생들이 수학적 아이디어를 연결하고 일관된 체계를 개발하도록 자극하는 과제, 문제만들기, 문제해결, 수학적 추론을 요구하는 과제, 수학에 대해서 의사소통을 증진하는 과제, 지속적인 인간 활동으로서의 수학을 나타내는 과제, 학생들의 다양한 배경 경험과 성향에 민감하고 여기에 기초한 과제이다.

특히, 문제만들기는 평가문제를 개발하는 것에 출발이 될 수 있는데, 이를 통한 교사의 역할은 문제를 통하여 잘못된 개념을 교정하거나 학생이 특정 문제를 뛰어 넘어서 사고가 확장될 수 있도록 격려할 수 있다. 또한 문제를 다양한 풀이방식으로 해결하게 함으로써 초기에 갖고 있는 개념을 변경할 수 있도록 도울 수 있다(Silver, 1997). 최근 연구에서 교사들에게 문제만들기 능력은 강조되고 있는데, 교사를 대상으로 한 선행연구에서 문제만들기의 유형을 분류한 것은 다음 <표 Ⅱ-1>과 같다.

<표 II-1> 선행연구에 제시된 문제만들기 유형 분류

연구	문제만들기 분류
Brown &Walter(1990)	▪ 속성변경
Crespo(2003, 2008)	▪ 풀기 쉬운 문제를 만드는 것 ▪ 유사한 문제를 만드는 것 ▪ 맹목적으로 문제를 만드는 것
Stickles(2006)	▪ 맥락변경 ▪ 단순화하기 ▪ 문제의 확장 ▪ 가정이나 조건을 추가하기
VISRTO-YU(2007)	▪ 교체 ▪ 추가 ▪ 수정 ▪ 문제의 방향을 바꾸거나 문제를 거꾸로 하는 것 ▪ 재설정

Crespo(2003)는 초등학교 예비교사들이 만든 문제들의 유형을 풀기 쉬운 문제, 유사한 문제, 맹목적인 문제의 형태로 구분하였고, VISRTO-YU(2007)는 기존의 문제에서 일부의 내용을 교체하거나, 조건을 추가, 질문을 수정하는 것, 문제의 방향을 바꾸거나 문제를 거꾸로 하는 것, 재설정하는 것으로 형태를 구분하였다.

또한, 교사의 문제만들기 능력은 수학적 문제해결력을 향상시키고, 수업과 평가에도 활용될 수 있는 능력으로 보았다(Stickles, 2006). 문제만들기 기술을 향상시키면 전통적인 수업방식에서 전환하는 수학교육의 변화에 새로운 기폭제가 되는 것으로 보고 있다. 초등교사 수학문제 만들기 능력 분석연구에서 문제만들기의 유형을 다음 <표 Ⅱ-2>와 같이 분류하였다.

<표 Ⅱ-2> Stickles의 문제만들기 유형

문제만들기 유형	세부내용
문맥변경 (Change of Context)	문제의 수학적 구조는 변함없고, 단지 문맥만 변경됨
단순화(Simplified)	원래 문제보다 풀이과정이 단순해짐
문제 확장 (Extension of Problem)	가정이나 조건을 추가함
조건, 가정 전환 (Switching the Given and Wanted)	주어진 정보나 조건을 변경
조합 (Combination)	위의 유형들이 2가지이상 조합

Stickles의 문제만들기 유형에서 문맥변경은 문제의 수학적 구조는 변함없고 단지 문맥만 변경시킨 것을 말하고, 단순화는 원래 문제보다 풀이과정이 단순해지도록 문제를 설정한 것이다. 또한, 문제 확장은 가정이나 조건을 추가하여 난이도가 높아지도록 설정한 것이다. 그리고 주어진 정보나 조건을 변경하기도 하고 이상의 두 가지 유형을 조합한 형태로도 유형을 분류하였다.

지금까지 최근 수학교육의 평가동향을 살펴보고, 수학평가의 문제유형과 평가문항 개발에 관련된 연구를 고찰하였다. 또한 수학교사의 평가능력에 대한 국내외의 평가 전문성 개발 신장을 위한 프로젝트에 대한 고찰도 하였다. 또한, Lin의 채점기준은 본 연구의 초등 예비교사와 현직교사의 평가문항 개발사례에서 문항의 질을 평가하기 위한 분석틀의 기초가 되었다.

Ⅲ. 연구방법

1. 검사도구

‘주어진 문제를 새로운 문제로 변형하는 것’은 문제 자체가 새로운 문제의 출처가 될 수 있다(Kilpatrick, 1987)는 근거로 제시되었다. 학생들이 접하는 거의 모든 수학 문제들은 다른 사람 - 교사 또는 교과서 저자 - 이 제안하고 만든 것이다. 수학 문제는 수학 교사나 교과서로부터 기인하므로, 좋은 수학 문제는 좋은 수학 교사와 좋은 수학 교과서로부터 기인하는 것임에 틀림없다. 그러므로 문제에 대해 수학적 모델이 구성됨에 따라, 새로운 문제가 나올 수 있도록 문제의 조건을 일부 또는 전부를 변경시켜서 평가문항 개발도구로 구성하였다.

평가문항 개발검사는 교사들에게 제시된 문제의 조건을 변경하여 새로운 문제를 만들어 보게 하는 것이었다. 이 도구는 새로운 문제를 만들거나 주어진 문제를 재명료화하여 교사들의 문제만들기를 통한 문항개발 역량을 조사하기 위한 것이다. 교사에 의해서 만들어진 새로운 문제는 서술형 또는 논술형 문제로 확장하여 변형

해 보도록 하였으며, 다양한 풀이의 예시와 채점기준까지 작성해 보도록 하였다.

2. 분석방법

본 절은 수학교사의 평가문항 개발능력을 알아보기 위하여 초등학교 예비교사와 현직교사가 주어진 문제를 새로운 문제로 변형할 때 사례를 분석한 방법은 다음과 같다.

평가문항 개발검사 도구는 초등학교 교사용 2문항으로 구성되었다. 예비교사 27명, 현직교사 21명을 대상으로 실시되었다. 그 결과를 <표 Ⅲ-4>에서 제시한 평가문항 개발검사 분석 기준으로 분석하였다. 평가문항 개발검사의 분석은 수학교육전문가 4인의 채점을 통해 문제의 유형과 특징이 점수화되었다. 수학교육전공 석사과정 2명, 중학교 현직교사 1명, 고등학교 현직교사 1명으로 구성된 4인의 채점자에 의해 독립적으로 채점되었으며, 채점자간 신뢰도는 4인의 문항별 채점 결과의 평균으로 Pearson의 상관계수를 산출하여 알아보았다. 본 연구의 검사 도구에 채점자간 신뢰도는 다음의 <표 Ⅳ-3>과 같이 높은 신뢰도를 나타났다.

<표 Ⅳ-3> 채점자간 신뢰도

	채점자1	채점자2	채점자3
채점자2	.906*		
채점자3	.910*	.875*	
채점자4	.849*	.851*	.906*

* $p< .05$

첫 번째 채점자와 두 번째 채점자의 채점자간 신뢰도는 .906이며, 첫 번째 채점자와 세 번째 채점자의 채점자간 신뢰도는 .910으로서 가장 높다. 또한 다른 채점자 간의 신뢰도는 모두 .8 이상으로 전반적으로 매우 높은 신뢰도를 보임을 알 수 있다.

초등교사가 주어진 문제를 새로운 문제로 변형할 때 개발검사 결과 등급 기준은 피험자의 집단 특성 평가에 의한 절대적 준거설정 방법으로 경계선 방법을 사용하였다. 경계선 방법은 완전학습자로 규명하기 위한 기준점수(확실한 최저 점수)를 설정하고, 어느 점수 미만이면 불완전학습자로 분류할 수 있는 확실한 최고 점수, 즉 불완전학습자로 분류하기 위한 기준점수를 설정하는 방법이다(성태제, 2010).

본 연구의 평가문항 개발검사의 분석틀과 채점기준은 다음 선행연구를 통하여 추출하였다. Gonzales(1996)는 좋은 문제를 평가하는 기준을 ‘부족함(poor)’, ‘보통(mediocre)’, ‘좋음(good)’, ‘매우 좋음(excellent)’ 4단계로 나타내었고, Lin(2006)은 교사가 출제한 문제를 평가하기 위하여 11개의 채점기준을 제시하였는데 문제의 특징과 목적에 따라‘좋지 않음(not good)’, ‘보통(medium)’, ‘좋음(good)’의 3단계로 나누어 평가하였으며 이러한 채점기준을 분석틀에 반영하였다.

본 연구에서는 사용된 평가문항 개발검사 분석틀은 다음 <표 Ⅲ-4>와 같다.

<표 Ⅲ-4> 평가문항 개발검사 분석틀

분석준거
▪ 문제의 속성을 변경하여 새로운 문제로 변형하였다.
▪ 숫자나 대수적 기호를 사용하여 새로운 문제에 적용하였다.
▪ 가정이나 조건을 추가하여 문제의 난이도를 조절하였다.
▪ 서술형 또는 논술형 문제로 변형하였다.
▪ 정답과 풀이를 제시하였다.
▪ 채점기준을 제공하였다.

평가문항 개발검사 분석틀은 개발검사의 유형과 문항에 따라 분석내용을 구성하였다. 새로운 문제로 변경, 수나 대수적기호의 사용정도, 새로운 문제를 서술형 또는 논술형 확장, 적절한 풀이와 채점기준까지 작성할 수 있는지 분석되었다.

본 연구에서도 평가문항 개발검사의 문제를 평가하는 기준을 ‘전혀 아니다’, ‘아니다’, ‘그렇다’, ‘매우 그렇다’ 4단계로 ‘0점’~‘3점’으로 점수를 부여하고 총점으로 나타냈으며, 채점자 4인 점수의 평균으로 채점결과를 나타냈다. 이러한 개발검사의 결과 등급 기준은 피험자의 집단 특성 평가에 의한 절대적 준거설정 방법으로 경계선 방법을 사용하였다. 경계선 방법은 완전학습자로 규명하기 위한 기준점수(확실한 최저 점수)를 설정하고, 어느 점수 미만이면 불완전학습자로 분류할 수 있는 확실한 최고 점수, 즉 불완전학습자로 분류하기 위한 기준점수를 설정하는 방법이다(성태제, 2010).

이와 같이 수학 평가문항 개발검사 점수가 최고 점수 대상자를 A, 보통인 집단을 B, 최저 점수를 C로 구분하였다. 구체적인 초등교사의 주어진 문제를 새로운 문제로 변형할 때 개발검사 결과 등급 기준은 다음 <표 Ⅳ-5>와 같다.

<표 Ⅳ-5> 평가문항 개발검사 결과 등급 기준

등급	해당점수
A	13점 이상
B	7점 이상-13점미만
C	7점미만

Ⅳ. 연구결과

수학교사의 평가 전문성 중에서 평가문항 개발과 관련된 능력을 조사하기 위하여 문제만들기의 방법으로 주어진 문제를 새로운 문제로 변형할 때 수학교사의 평가문항 개발에 대한 사례를 분석한 결과는 다음과 같다.

초등학교 예비교사와 현직교사가 새로운 문제를 만든 사례를 분석틀에 따라 채점한 결과를 등급으로 구분하였고, 집단 간 차이를 비교하였다. 예비교사와 현직교

사 간 주어진 문제를 새로운 문제로 변형할 때 평가문항 개발능력의 문항별 평균 점수의 차이를 알아보기 위하여 두 독립표본 t 검정을 실시한 결과는 <표 Ⅳ-6>과 같다.

<표 Ⅳ-6> 초등학교 예비교사와 현직교사의 평가문항 개발능력 문항별 평균점수

		교사(명)	평균	표준편차	t	p
<문항 1>	예비교사	27	7.18	2.349	-3.196*	.003
<문항 2>	현직교사	21	9.13	1.730		

* $p<.05$

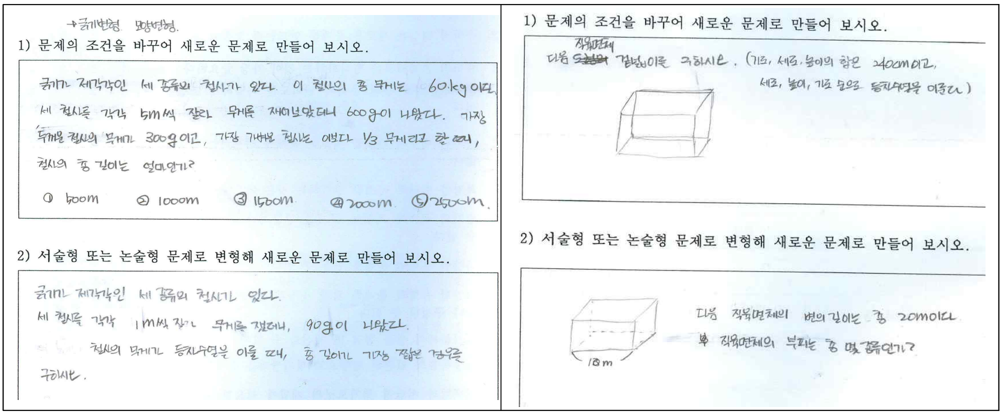
주어진 문제를 새로운 문제로 변형할 때 평가문항 개발능력을 검사하는 문항은 <문항 1>과 <문항 2>이다. <문항 1>과 <문항 2>에 대한 예비교사의 평균 점수는 7.18, 표준편차 2.349이며, 현직교사의 평균 점수는 9.13, 표준편차는 1.730이다. 예비교사와 현직교사의 평가문항 개발능력 점수 차이에 대한 t 통계값은 -3.196, 유의확률 .003으로 유의수준 .05에서 두 집단 간의 <문항 1>과 <문항 2>의 평가문항 개발능력에는 차이가 나타났다.

EP-12는 초등학교 예비교사로서 개발검사 등급이 낮은 사례이다. EP-17은 초등학교 예비교사의 개발검사는 A등급인 사례이다. 또한, 초등학교 현직교사의 개발검사는 A등급으로 높은 사례, 초등학교 현직교사 EI-10의 개발검사는 B등급인 사례이다.

<표 Ⅳ-7> EP-12 개발검사 사례

ID	개발검사		
	점수		등급
EP-12	문항 1	5.5	C
	문항 2	6.5	

초등학교 예비교사 EP-12는 개발검사 점수에서 <문항 1> 5.5점, <문항 2> 6.5점이다. <문항 1>에서 주어진 문제를 새로운 문제로 변형할 때, 문제의 속성에서 ‘길이’를 ‘무게’로 변경하여 새로운 문제를 만들었다. 또한, 평가유형의 변화는 없으면 교체의 방법을 선택하여 주어진 문제에서 숫자와 단위를 변경하고, 조건을 추가하였다. 문제가 확장되어 난이도가 좀 더 높아진 것을 알 수 있다. 서술형 문제로 변형한 문제는 동일한 맥락이지만 성취기준 비례식의 성질을 구하는 것이 아닌 등차수열을 구하는 문제로 제시되었다. <문항 2>에서 주어진 문제를 새로운 문제로 변형할 때, 문제의 속성을 ‘부피’를 구하는 문제에서 ‘겉넓이’로 변형하여 새로운 문제를 만들었다. 그림이 제시된 문제를 같은 그림이 제시된 문제로 변형하여 새로운 평가문항을 만들었다. 예비교사의 대부분은 풀이과정에 채점기준을 제시하지 못하였다. EP-12의 사례에서도 풀이과정과 채점기준을 제시하지 못한 미완성의 상태였다.

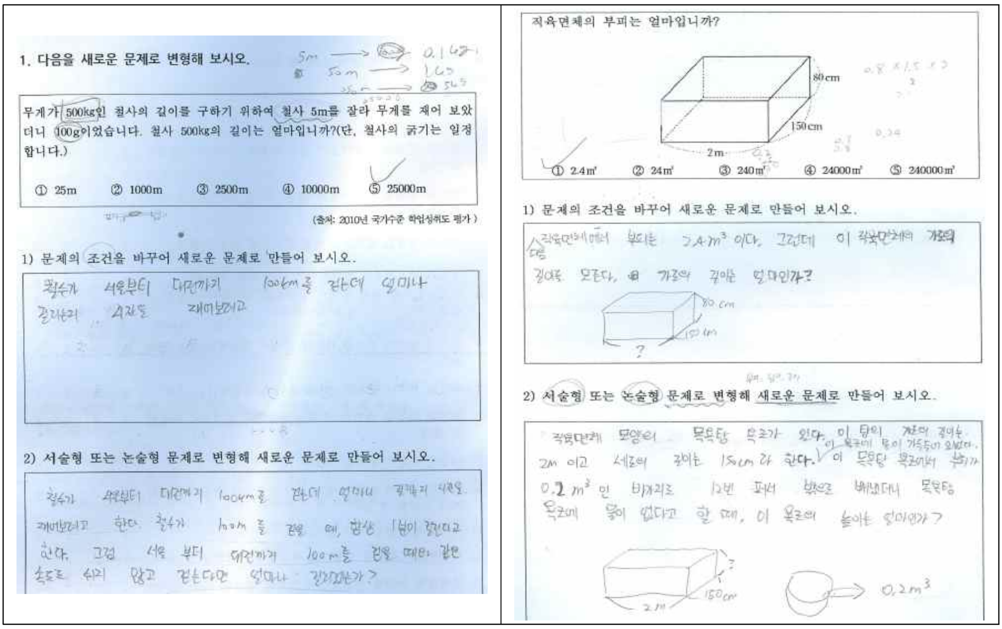


[그림 Ⅳ-3] EP-12의 <문항 1>, <문항 2> 사례

<표 Ⅳ-8> EP-17 개발검사 사례

ID	개발검사		
	점수		등급
EP-17	문항 1	6.5	B
	문항 2	7.5	

초등학교 예비교사 EP-17은 개발검사 점수에서 <문항 1> 6.5점, <문항 2> 7.5점, 개발검사에서는 B등급이다.



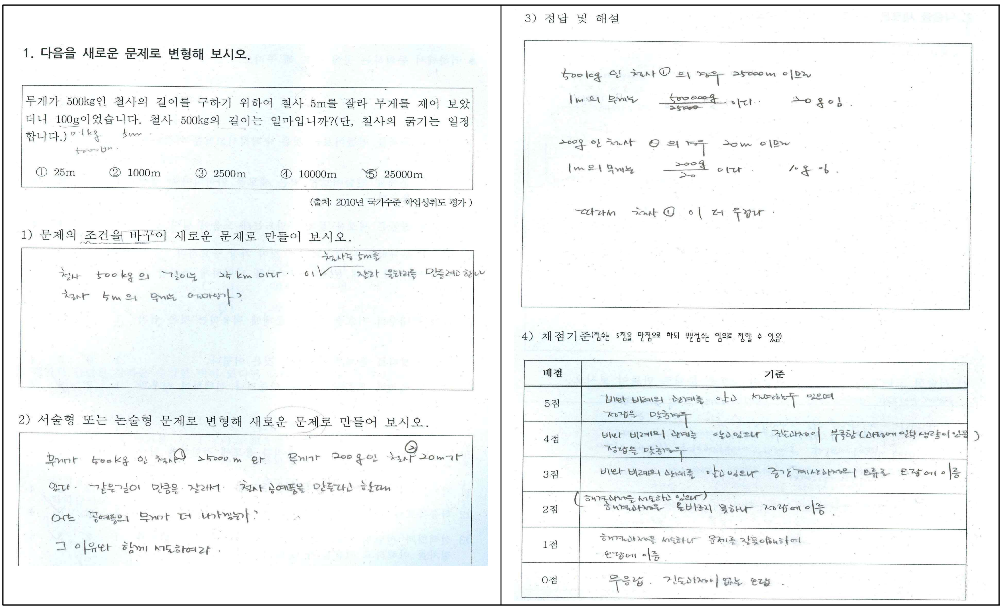
[그림 Ⅳ-4] EP-17의 <문항 1>, <문항 2> 사례

초등학교 예비교사 EP-17은 <문항 1>에서 주어진 문제를 새로운 문제로 변형할 때, 문제의 속성에서 단위나 숫자를 변경하여 새로운 문제를 개발하였다. 서술형 문제를 제시할 때는 가정이나 조건을 추가하여 문제의 난이도를 높여서 새로운 문제로 만들었다. <문항 1>에서는 부피를 제시하고 직육면체의 한 변의 길이를 구하는 문제로 변형하였고, 서술형 문제는 조건을 추가하여 문제이해력과 추론, 증명을 필요로 하고, 이러한 문제해결과정이 요구되는 형태로 개발하였다.

<표 Ⅳ-9> EI-17 개발검사 사례

ID	개발검사		
	점수		등급
EI-17	문항 1	12.5	A
	문항 2	13.5	

초등학교 현직교사 EI-17은 개발검사 점수에서 <문항 1> 12.5점, <문항 2> 13.5점 A등급이다.


1. 다음을 새로운 문제로 변형해 보시오.

무게가 500kg인 철사의 길이를 구하기 위하여 철사 5m를 잘라 무게를 재어 보았더니 100g이었습니다. 철사 500kg의 길이는 얼마입니까?(단, 철사의 굵기는 일정합니다.) 0.1kg 5m

① 25m ② 1000m ③ 2500m ④ 10000m ⑤ 25000m

(출처: 2010년 국가수준 학업성취도 평가)

1) 문제의 조건을 바꾸어 새로운 문제로 만들어 보시오.

철사 500kg의 길이는 25km이다. 이 철사를 5m를 잘라 울타리를 만들려고 한다. 철사 5m의 무게는 얼마인가?

2) 서술형 또는 논술형 문제로 변형해 새로운 문제로 만들어 보시오.

무게가 500kg인 철사① 25000m와 무게가 200g인 철사② 20m가 있다. 같은길이 만큼을 잘라서 철사 공예품을 만든다고 할때 어느 공예품의 무게가 더 나가겠는가? 그 이유와 함께 서술하여라.

3) 정답 및 해설

500kg인 철사①의 경우 25000m이므로 1m의 무게는 $\frac{500000g}{25000}$ 이다. 20g임.

200g인 철사②의 경우 20m이므로 1m의 무게는 $\frac{200g}{20}$ 이다. 10g임.

따라서 철사①이 더 무겁다.

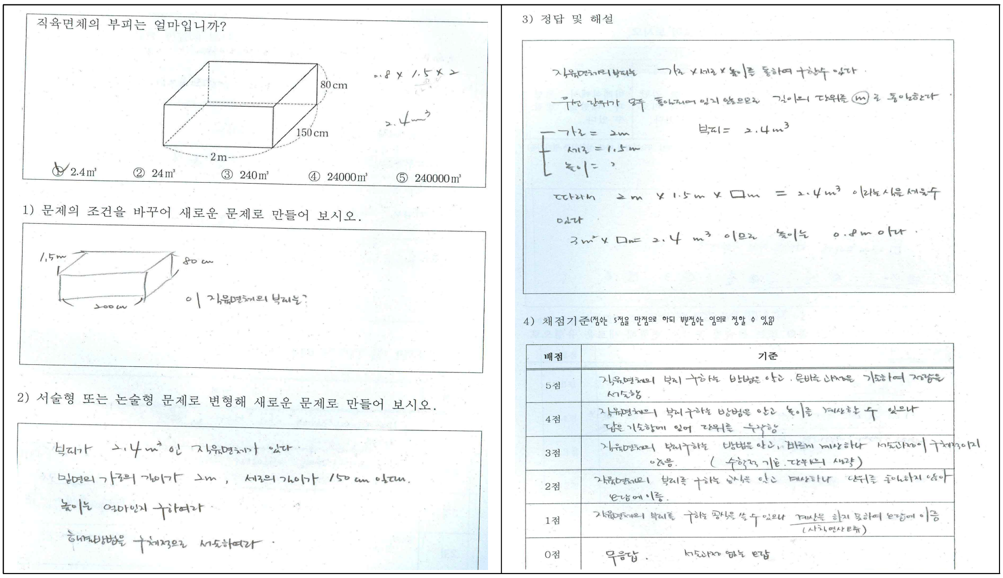
4) 채점기준(점수는 5점을 만점으로 하되 부분점수는 임의로 정할 수 있음)

배점	기준
5점	비와 비례의 관계를 알고 사용할 수 있으며 정답을 맞춘 경우
4점	비와 비례의 관계는 알고있으나 진술과정이 부족함(과정에 일부 생략이 있음) 정답을 맞춘 경우
3점	비와 비례의 관계를 알고있으나 중간 계산과정의 오류로 오답에 이름
2점	(해결과정을 서술하고 있으나) 해결과정을 올바르게 못하나 정답에 이름.
1점	해결과정을 서술하나 문제를 잘못이해하여 오답에 이름
0점	무응답. 진술과정이 없는 오답.

[그림 Ⅳ-5] EI-17의 <문항 1>사례

EI-17 교사는 <문항 1>의 사례에서 문제의 조건을 길이를 구하는 문제에서 무게를 구하는 문제로 변형하여 새로운 문제로 만들었다. 서술형 문제는 2가지 조건을 추가하여 의사결정을 요구하는 문제로 변형하였으며 그 이유도 서술하게 하였

다. 풀이와 구체적인 채점기준까지 모두 작성하였다.



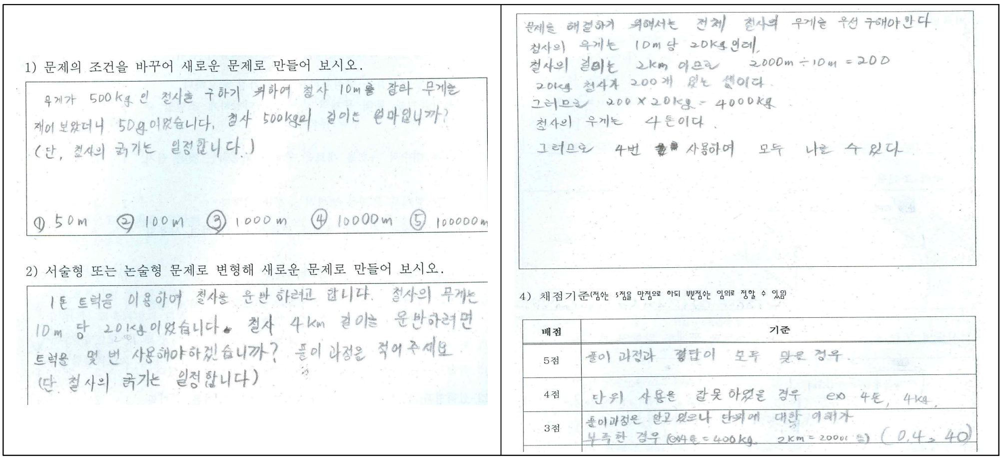
[그림 Ⅳ-6] EI-17의 <문항 2> 사례

EI-17 교사는 <문항 2>의 사례에서 직육면체의 변의 길이의 속성을 변형하여 새로운 문제를 개발하였다. 서술형 문제를 개발하는 과정에서는 부피를 제시하여 문제해결 상황을 거꾸로 풀기의 전략으로 바꾸었으며, 직육면체의 부피를 구하는 문제로 변형하였다. 기존의 그림이 주어진 문제에서 그림을 제시하지 않았으며, 문제해결과정을 서술하도록 요구하고 있다. 또한 학생이 문제해결 과정에서 ㎝, ㎤, ㎥ 단위를 변환할 수 있어야 하며, 단위에 변환에 따라 직육면체의 부피를 구하는 식을 바르게 새울 수 있는 것이 중요한 요소이므로 이러한 과정을 채점기준에 반영하여, 문제와 풀이와 채점기준이 일관된 사례이다.

<표 Ⅳ-10> EI-10 개발검사 사례

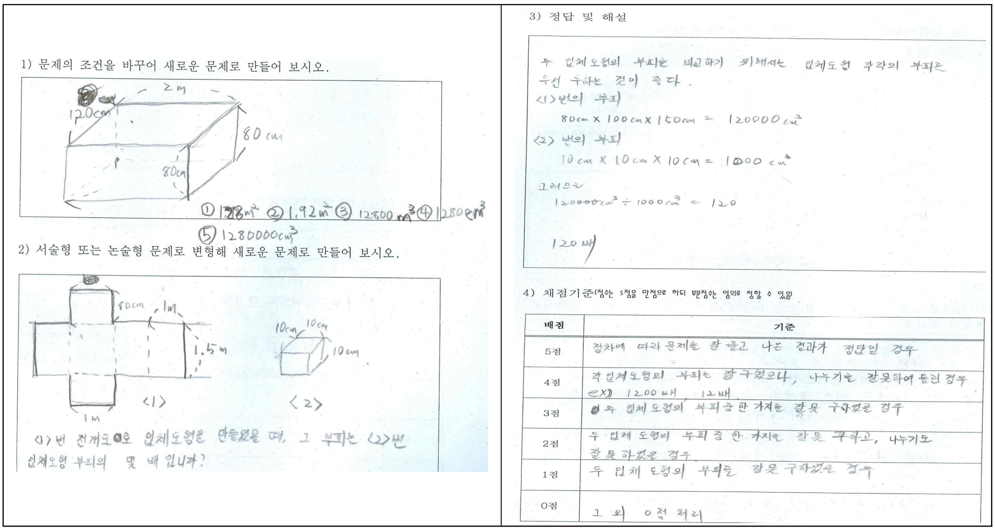
<table>
<tr><th rowspan="2">ID</th><th colspan="2">개발검사</th></tr>
<tr><th>점수</th><th>등급</th></tr>
<tr><td>EI-10</td><td>문항 1 10.5
문항 2 11</td><td>B</td></tr>
</table>

초등학교 현직교사 EI-10의 개발검사 점수에서 <문항 1> 10.5점, <문항 2> 11점, 개발검사에서는 B등급이다.



[그림 Ⅳ-7] EI-10의 <문항 1> 사례

EI-10 교사는 <문항 1>에서 문제의 조건을 숫자의 속성만 변형하여 제시된 문제와 유형이 같은 선택형 문제를 제시하였고, 평가문항 개발 사례에서도 서술형 문제, 풀이, 채점기준까지 모두 작성하였다. 또한, 서술형 문제는 기존의 문제에서 단위를 변형하고, 조건을 추가하여 문제의 난이도를 높였으며, 풀이과정을 기술하도록 하였다. 채점기준에서는 단위사용, 풀이과정을 반영하여 분석적 채점기준을 적용하였다.



[그림 Ⅳ-8] EI-10의 <문항 2> 사례

EI-10 교사는 <문항2>에서 문제의 조건을 숫자의 속성만 변형하여 제시된 문제와 유형이 같은 선택형 문제를 제시하였다. 서술형 문제에서는 직육면체의 전개도를 제시하여 부피를 구하는 문제로 개발하였는데, 단위부피를 이용하여 해결하도록

하였다. 채점기준에서는 문제해결의 절차, 단위사용, 풀이과정을 반영하여 계산의 오류에서 감점을 하는 기준을 적용하였다.

이와 같이 수학교사가 주어진 문제를 새로운 문제로 변형할 때, 예비교사와 현직교사의 평가문항 개발 사례를 분석한 결과는 다음과 같다. 초등학교 예비교사와 현직교사의 평가문항 개발능력은 <문항 1>과 <문항 2>에 의하여 측정된 개발검사와 개발검사의 총점은 모두 현직교사가 예비교사보다 평균점수가 높았으며 이 차이는 통계적으로 유의미하였다. 예비교사와 현직교사의 개발검사 점수 차이에 대한 t 통계값은 -3.343, 유의확률 .002로 유의수준 .05에서 두 집단 간의 <문항 1>과 <문항 2>의 개발검사에는 차이가 나타났다.

V. 결론 및 시사점

본 연구는 수학교사의 평가 전문성 중에서 평가문항 개발과 관련된 능력을 조사하기 위하여 문제만들기의 방법으로 주어진 문제를 새로운 문제로 변형할 때 수학교사의 평가문항 개발에 대한 사례를 분석하였다. 그 결과 초등학교 예비교사와 현직교사의 평가문항 개발능력은 주어진 문제를 새로운 문제로 변형할 때 모두 현직교사가 예비교사보다 평균점수가 높았으며 이 차이는 통계적으로 유의미하였다. 또한 문항개발 검사의 사례분석에서도 현직교사는 문제의 조건을 바꾸거나 서술형으로 변형하여 새로운 문제로 바꾸어 보는 시도를 하고, 정답과 해설을 기술하고 채점기준을 작성하여 사례분석이 가능했으나, 예비교사의 경우 정답과 해설을 기술하거나 채점기준을 완성한 사례가 거의 없었다.

예비교사들은 대체로 주어진 문제의 유형과 비슷한 형태로 숫자나 단위를 변경하거나 문제 내의 정보의 순서를 변경함으로써 새로운 문항을 개발하는 것으로 나타났다. 이는 주어진 문제를 새로운 문제로 변형하는 평가문항 개발 사례분석 결과, 교사들은 주어진 문제의 유형과 비슷한 형태로 숫자나 단위를 변경하거나 문제의 순서를 변경함으로써 새로운 문항을 개발하는 것을 볼 수 있었다. 반면에 현직교사들은 주어진 문제에서 맥락을 변경하거나 문제를 확장시키기 위하여 조건을 추가하는 등으로 문제의 수준과 형태가 모두 확장되는 것을 확인할 수 있다. 특히 서술형 문제로 평가문항을 개발할 때, 교사가 평가하고자 하는 기준을 문장으로 서술하여 나타냈으며, 이러한 요소를 채점기준에도 반영하는 것으로 나타났다. 이는 예비교사에 비해 현직교사는 교과목에 대한 충분한 이해와 학생에 대한 이해, 문항제작에 대한 이해, 풍부한 문항 제작 및 검토 경험을 통해 그 차이가 나타난 것으로 해석된다.

교사들은 수학적으로 훌륭한 가치 있는 문제를 만들려는 것은 수학적 상황을

탐구함으로써, 기존의 문제를 새로운 문제로 변경하는 것은 그 상황을 좀 더 이해하고 교사의 경험과 훈련을 통하여 자신의 것으로 만들 수 있도록 노력함을 알 수 있었다. 평가목적이 어떤 부분에 초점을 맞추느냐에 따라 학생들의 교수·학습에 크게 영향을 미칠 수 있고, 교사에게는 다양한 평가방법에 따라 문항을 개발해야한다는 부담과 함께 좋은 문항을 만들어 내는 것에는 어려움을 겪게 된다. 최근 교육이 지향하는 미래사회 핵심역량들을 타당하게 평가할 수 있는 방법과 평가도구를 찾는 것은 쉬운 일이 아니지만, 이에 적절한 평가문항을 개발할 수 있는 교사의 평가전문성은 계속적으로 요구되고 있다. 그러므로 학생들의 성장을 도울 수 있는 방향으로 교육평가가 적용되는 방향이 될 수 있는 교사의 평가역량이 강화될 수 있는 교사교육은 예비교사와 현직교사 모두에게 지속적으로 필요하다고 볼 수 있다. 본 연구는 통해 미래 사회가 요구하는 역량 함양에 대비한 교사의 평가문항 개발능력 향상을 위한 교육에 시사점을 제공하며, 미래형 교육과정을 대비한 평가문항의 개발 방향 제시하는 2015년 미래 사회가 요구하는 역량 함양이 가능한 교육과정에 맞는 학생평가 체제 구축에 대한 기초연구가 될 것으로 기대한다.

참고문헌

김신영(2007). 교교사의 학생평가전문성과 중등교사 양성과정. **교육평가연구, 20**(1), 1-16.

김희경, 박상욱, 박종임, 정연준(2014). **창의인성교육을 위한 학생평가 어떻게 할까요?** 한국교육과정평가원, PIM 2014-7

박미영(2013). **초·중등 예비교사와 현직교사의 수학과 평가문항 개발에 대한 자기인식과 실제 개발능력 연구**. 이화여자대학교 박사학위논문.

성태제(2004). **문항제작 및 분석의 이론과 실제**. 서울: 학지사.

성태제(2010). **현대교육평가**. 서울: 학지사.

양길석(2005). **좋은 문항 제작자가 되려면**. 한국교육과정평가원 웹진, 통권 12호.

이봉주, 조윤동, 김미경, 김보경(2010). **2010년 국가수준 학업성취도 평가 연구-수학-**. 한국교육과정평가원. 연구보고 RRE 2011-3-4.

전영주(2012). 수학과 평가 문항제작의 실제. **한국학교수학회논문집, 15**(2), 281-297.

Brown, S. I., & Walter, M. I. (1990). *The art of problem posing.* Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Chamberlin, M. T., Powers, R., & Novak, J. (2008). Teachers' perceptions of mathematics content knowledge assessments in professional development courses. *International Electronic Journal of Mathematics Education, 3*(3), 155-178.

Crespo, S. (2003). Learning to pose mathematical problems: Exploring changes in preservice teachers' practices. *Educational Studies in Mathematics*, *52,* 243-270.

Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology, 15*, 1-38.

Gonzales, N. A. (1996). Problem formulation: Insights from student generated questions. *School Science and Mathematics, 96*(3), 152-157.

Kilpatrick, J. (1987). Problem Formulating: Where do Good Problems Come From?. In A. H. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive science and mathematics education* (pp. 123-148). Hillsdale, NJ: Erlbaum Assoc.

Leung, S. K. (1996). Problem posing as assessment: Reflections and Re-constructions. *The Mathematics Educator, 1*(2), 159-171. Singapore.

Leung, S. K., & Silver, E. A. (1997). The role of task format, mathematics knowledge, and creative thinking on the arithmetic problem posing of prospective elementary school teachers. *Mathematics Education Research Journal, 9,* 5-24.

Lin, P. J. (2004). Supporting Teachers on Designing Problem-Posing tasks as a tool of assessment to understand students' mathematical learning. In Hoines, M. J., & Fuglestad, A. B. (Eds.), *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 3*, (pp. 257-264). July 14-18. Norway: Bergen University College.

Lin, P. J. (2006). Conceptualizing teachers' understanding of students' mathematical learning by using assessment tasks. *International Journal of Science and Mathematics Education, 4*(3), 545-580.

McMillan, J. H. (2001). Secondary teachers' classroom assessment and grading practices. *Educational Measurement: Issues and Practice, 20*(1), 20-32.

McMillan, J. H. (2002). Elementary school teachers' classroom assessment and grading practices. *Journal of Educational Research, 95*(4), 203-214.

National Council of Teachers of Mathematics. (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, VA: Author.

National Council of Teachers of Mathematics. (1995). *Assessment standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.

National Council of Teachers of Mathematics. (2007). Mathematics teaching today: Improving practice, improving student learning (2nd ed.). Reston, VA: Author.

Silver, E. A. (1994). On Mathematical Problem Posing. *For the Learning of Mathematics, 14*, 19-28.

Silver, E. A., & Cai, J. (2005). Assessing students' mathematical problem posing. *Teaching Children Mathematics*, *12*(3), 129-135.

Silver, E. A., Mamona-Downs, J., Leung, S. S., & Kenney, P. A. (1996). Posing mathematical problems: An exploratory study. *Journal for Research in Mathematics Education, 27*(3), 293–309.

Stenmark. J. K. (1991). *Mathematics assessment: Myths, models, good questions, and practical suggestions.* Reston, VA: NCTM.

Stickles, P. R. (2006). *An analysis of secondary and middle school teachers' mathematical problem posing.* Unpublished doctoral dissertation, University of Indiana.

Vistro-Yu, C. (2009). Using innovation techniques to generate 'new' problems. In Kaur, B., Yeap, B. H., & Kapur, M. (Eds.), *Mathematical Problem Solving*: Yearbook 2009 (pp. 185-207). Singapore: Association of Mathematics Education and World Scientific.

Park, Mi-Yeong
Hanyang University
55 Wangsimni-ro, Seongdong-gu, Seoul, Republic of Korea
e-mail : joel1108@hanyang.ac.kr