

CRESST 형성평가 프로그램(PowerSource©)의 효과성 - 중학교 1학년 대수 관련 내용을 중심으로 -

최승현¹⁾ · 황혜정²⁾ · 류현아³⁾

미 연방정부 교육부로부터 재정지원을 받고 있는 평가·기준·검사 전문연구센터인 CRESST(The National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing at UCLA)에서는 지속적인 형성평가 실시에 따른 결과 반영을 통하여 교사의 수업 개선과 학생의 내용 숙달을 지원하고, 투입한 형성평가 프로그램의 교육 효과성을 검증하고자 하는 5년 일정(2007년~2011년)의 장기적 연구를 수행 중에 있다. 이를 위하여, 일차년도인 2007년에 대수 영역의 내용을 중심으로 중학교 1학년 자료를 개발하였으며, 개발한 자료를 그 해 7월부터 우리나라와 공유하면서 본격적으로 공동 연구가 착수되었다. 이차년도인 2008년도에는, 2009년의 본 연구에 앞서 사전적 의미에서의 연구가 실시되었다. 본 논문에서는 CRESST의 PowerSource© 프로그램을 토대로, 우리나라 중학교 1학년 학생들을 대상으로 하는 대수 영역 성취도를 분석하고, 해당 프로그램의 활용에 대한 교사와 학생의 반응을 탐색하고자 하였다.

주요용어 : CRESST, 형성평가, 핵심 개념, 대수 영역

I. 연구의 목적

국내·외 교실 학습 연구 결과에 따르면 영국, 프랑스, 일본 학생에 비하여 우리나라 학생은 교사로부터 학습 과정이나 결과에 대하여 적절한 피드백을 받지 못하고 있으며, 학습 과정에서 자신이 공부를 제대로 하고 있는지에 관심을 두기보다는 얼마나 과제를 빨리 해결하느냐에 초점을 두는 경향이 있는 것으로 나타났다(전호선 외, 2007). 이는 학습이 끝난 다음에 학생의 학습 결과에 대해 평점을 매기는 총괄평가가 강조되어 온 것에 기인한 것으로 학기 중에 수시로 형성평가를 실시하고 이에 대한 피드백을 적절히 받을 수 있다면 학생 입장에서 자신이 공부를 제대로 하고 있는지에 대하여 좀 더 관심을 기울이게 될 것이다. 또한 교사 입장에서도 학습자의 성취 수준을 파악할 수 있고 이를 반영하여 수업 전략 및 구체적인 실천 방식을 변화시켜나갈 수 있을 것이다. 따라서 형성평가 체제는 학생 중심 교육과정을 표방하는 국가 수준 교육과정 지원 체제의 일환이기도 하다.

1) 한국교육과정평가원 (jhtina@kice.re.kr)
2) 조선대학교 (sh0502@chosun.ac.kr), 교신저자
3) 한국교육과정평가원 (ryuha29@kice.re.kr)

한편, NAEP(National Assessment of Educational Progress)의 2000년 당시 연구 결과에 따르면, 높은 수준의 학생들의 점수는 시간이 흐르면서 향상되어온 반면 낮은 수준의 학생들의 점수는 계속 하강하고 있었다(NAEP, 2007) 또한 미국의 고등학교 학생들은 41개국에 참여한 PISA 평가 결과에서 31위로 나타났으며, 대학 신입생 중 약 1/3 정도는 정규 대학 강좌를 시작하기 전에 교정 교육을 받아야만 하는 상황에 처해 있었다. 이러한 점은 CRESST(The National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing at UCLA)⁴⁾가 교수·학습 방법 및 평가에 대한 지속적인 연구에 대한 당위성을 강조하게 하였다. 이로써, CRESST는 수업 방법의 변화와 함께 형성평가의 활용을 제안하고, 형성평가 체제 도입의 교육 효과를 제고하기 위하여 5년(2007년~2011년) 일정으로 연구를 추진하게 되었다. 이는 지속적으로 형성평가를 투입하고, 그 결과를 반영하여 교사의 수업 개선과 학생의 내용 숙달을 지원하고, 투입한 형성평가 프로그램의 교육 효과성을 검증하려는 연구이다. 즉, 학기말이나 학년말에 실시되는 1회성의 평가 결과에 기초하여 학생들을 지도하기보다는 수시로 형성평가를 실시하고 그 결과를 토대로 교사의 수업전략 및 구체적인 실천을 변화시켜 나갈 필요가 있다는 지적에서 이 연구가 시작되었다.

이를 위하여, CRESST에서는 일차년도인 2007년에 대수 영역의 내용을 중심으로 중학교 1학년 자료를 개발하였으며, 개발한 자료를 그 해 7월부터 우리나라와 공유하면서 본격적으로 공동 연구가 착수되었다. CRESST 연구에서 대수 영역을 선택한 이유는 대학 입학에 포함할 후속되는 학업에서 대수에서의 성취 수준이 중요함에도 불구하고, 미국 학생들이 다른 영역에 비해 이 영역에서 성취 수준이 낮기 때문인 것으로 나타났으며(Brown & Niemi, 2007), 이에 따라 CRESST 연구는 해당 학교급에서 관련된 대수 영역 성취도가 보장되어야 한다는 문제의식에서 출발되었다.

또한, 이차년도인 2008년도에는, 2009년의 본 연구에 앞서 사전적 의미에서의 연구가 실시되었다. 즉, 우리나라의 경우, 13개 중학교의 1학년 학생 800여명을 대상으로 PowerSource©를 시행하였으며, 그 결과 형성평가 실시 후 계속적으로 발전하는 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다. 이러한 긍정적인 효과는 기존 학습 방법이나 1회성 평가 방법과는 달리 형성평가와 이를 기초로 한 피드백을 중시하는 형태로 진행되는 데서 비롯된 것으로 판단된다. 2009년도 연구에서는 우리나라 중학교 1, 2학년 학생들에 PowerSource©를 투입하여 대수 영역 성취도의 변화 추이를 분석하고, 해당 프로그램의 활용에 대한 교사와 학생의 반응을 탐색하고자 하였다.⁵⁾ 이 중에서, 본 논문에서는 지면 관계상 CRESST의 PowerSource© 프로그램을 토대로, 중학교 1학년 학생들을 대상으로 하는 대수 영역 성취도를 분석하고, 형성평가 전략의 활용이 교사의 교실 수업에 미치는 영향과 학생들의 반응을 탐색하는 데 초점을 두고자 한다.⁶⁾

4) CRESST는 미 연방정부 교육부로부터 재정지원을 받고 있는 평가·기준·검사 전문연구센터로, UCLA의 교육·정보학 대학원 및 평가연구센터(CSE)와 제휴하여 운영되고 있다. CRESST는 설립 이래 주로 공교육의 주요 문제를 다루어왔으며, 교육의 질 평가, 평가 시스템의 설계와 활용에 있어서의 문제를 해결하기 위한 다양한 방안 제시 등의 평가 및 책무성 분야의 발전에 도움이 되는 연구를 선도적으로 수행하였음.

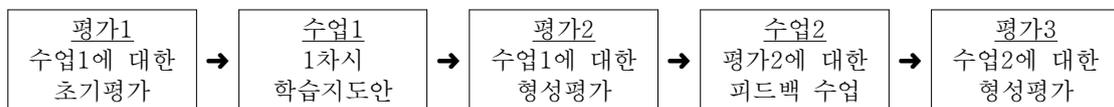
5) CRESST의 연구 계획에 따르면 2008년에 1학년, 2009년에 1, 2학년, 2010년에 1, 2, 3학년을 대상으로 시행하여 점차적으로 학생 개인별 성장 변화를 보고자 하였다. 이에 우리나라도 2009년에 1학년과 2학년에 동시에 투입하였음.

6) CRESST의 PowerSource© 프로그램에 관한 소개는 중학교 2학년 대상의 연구 결과와 함께 타학회

II. 대수 영역의 형성평가 문항 및 수업 자료

1. PowerSource©의 구성 및 절차

현재, 미국에는 국가 수준의 교육과정이 존재하지 않고 주 단위에서 교육과정을 마련하여 운영하고 있다. 그럼에도 CRESST에서는 어느 한 주에만 국한하여 사용되는 것이 아닌 핵심 개념(Big Idea)을 대수 영역을 중심으로 도출하여 PowerSource©를 개발하였다. 핵심 개념은 수학의 한 영역을 이루는 기본적인 개념을 일컫는 것으로, 예를 들어 대수 영역에서는 수, 정수, 유리수, 집합, 수식, 등식, 부등식 이외의 여러 가지 내용을 포함하고, 이 개념들 간의 연계성 내지는 상호 관계를 대수 지식 내지 내용의 지도로 나타낸 것이다(최승현 외, 2008b). 실험 연구에 앞서, PowerSource©에서 제공하는 교수 학습 목표, 내용, 방법 등이 우리나라 교육 현장에서도 활용 가능한지 살펴보기 위하여, 우리나라 제7차 개정 교육과정 내용을 바탕으로 하는 핵심 개념도를 마련하고 CRESST의 것과 비교하였다. 그 결과 CRESST에서 마련한 대수에 관한 핵심 개념도와 한국교육과정평가원의 것의 유사함을 인식하고,⁷⁾ 이에 따라 미국 측에서 제안한 핵심 개념도를 그대로 적용하여 실험 연구를 실시하였다. CRESST에서 제공하는 중학교 1학년 PowerSource© 자료는 ‘유리수 동치’, ‘분배법칙’, ‘방정식 풀이’, ‘복습과 활용’ 영역으로 구분되어 있으며, 각각 2차시 분량의 수업 자료와 3회의 형성평가로 구성되어 있다. 각 주제별로 [그림 II-1]과 같이 그 주제에 대한 초기 평가(평가1), 1차시 학습지도안(수업1), 1차시 학습지도에 대한 형성평가(평가2), 평가2의 결과에 대한 피드백 위주의 2차시 학습지도안(수업2), 2차시 학습지도안에 대한 형성평가(평가3)로 구성되어 있다.⁸⁾



[그림 II-1] PowerSource©의 자료 구성

지에서 다루었으며, 이는 투고 중에 있음.

7) 차이점이라면 우리나라는 수에서 정수, 유리수, 실수로 주제를 나누고 유리수에서는 유한소수를, 실수에서는 무한소수와 제곱근을 핵심 개념으로 연결할 수 있고, 유리수에서 근삿값 개념을 이해하고 이를 활용하여 측정으로 이어짐을 알 수 있었다. 또한 부등식의 종류를 일차부등식과 연립일차부등식으로 세분화 할 수 있으며, 함수는 사상을 통한 대응 보다는 변환을 통한 그래프 개념과 연계지를 수 있었음.

8) 평가1은 초기평가로 학습시키고자 하는 내용에 기초한 문항들로 이루어져 있고, 수업1은 각 주제별로 다뤄야 할 개념 및 성질에 대하여, 교사 발문, 설명 내용, 구체적인 예 등을 들어 상세히 수록한 것이다. 허나, 이 지도안에 나와 있는 표현이나 구조를 정확하게 따르지 않고 교사 자신의 아이디어를 융통성 있게 활용하여 수업하도록 허용하되, 수업 자료에 제시된 개념들은 반드시 모두 다루도록 하였다. 평가2는 수업1에서 다룬 내용에 기초한 것으로 평가1에 포함된 문항 중 일부와 유사한 형태를 취하고 있다. 수업2는 개별 학습이나 소집단 학습 그리고 전체 학습하는데 모두 이용할 수 있도록 구성되어 있으며, 평가1의 결과에 따라 지도안의 활용 방법을 교사가 결정할 수 있도록 하였다. 평가3은 수업2에서 다룬 내용을 기초한 것으로 평가1에 포함된 문항 중 일부와 유사한 형태를 취하고 있음.

2. 형성평가 문항 및 수업 자료

가. 형성평가 문항

CRESST는 수 년 간의 평가 모델로부터 효과적이었던 문항들을 모아 PowerSource© 평가 문항들을 개발하였다(Baker, Freeman, & Clayton, 1991; Baker, 1997; Chi, et. al., 1989; Niemi, Baker, & Sylvester, 2007; Niemi, 1996; Renkl, Atkinson, & Maier, 2000; Sweller, van Merriënboer, & Paas, 1998; VanLehn, 1996). 수식의 사용, 계산 능력, 문제 풀이, 그리고 중요 요소의 이해와 설명 등을 사용하여 각 핵심 개념 영역에 필요한 지식을 평가하기 위한 문항들을 개발하였다. 수학 교육자들과 평가 전문가들로 이루어진 평가 문항 개발 팀이 기본 문항들을 개발한 후 이를 수학 교육자들과 연구자들이 각 문항들의 일관성과 편향성을 검토하였다. 평가 문항은 7가지 유형으로 기초 계산과 기호 표현 문제, 풀이 과정을 빈칸에 채우는 문제, 풀이 과정에 대한 이유를 쓰는 문제, 설명하는 문제, 문장제, 그림이 포함된 문제, 이야기가 포함된 문제이며, 평가에 사용하기 쉽고 문항 간 신뢰도를 높일 수 있는 형태로 개발하였다.

각각의 형성평가는 서로 다른 유형의 3~5개 문제로 15분간 해결할 수 있는 간단한 평가지 형태이며, 문제와 풀이의 예를 일부 제시하면 다음 [그림 II-2]와 같다.

형성 평가 (check your understanding)	유리수 동치
<p>※ 다음 문제에 답하시오. 풀이과정을 모두 적으시오.</p> <p>① $\frac{x}{5} = 16$</p> $5 \cdot \frac{x}{5} = 16 \cdot 5$ $x = 80$ <p>② $27 = x - 7$</p> $27 = x - 7$ $7 + 27 = x - 7 + 7$ $34 = x + 0$ $34 = x$ <p>a) 이 방정식의 풀이가 끝난 것인지 어떻게 알 수 있는가? <i>미지수 x만 따로 남으면 방정식의 풀이가 끝난 것이다.</i></p> <p>b) 풀이 과정을 설명하시오. <i>덧셈은 뺄셈의 역 연산이므로 양쪽에 7을 더하였다. 우변 $x - 7 + 7$에서 $-7 + 7 = 0$이므로 $x + 0$ (또는 x)만 남는다. 방정식의 균형을 맞추기 위해 좌변에서 27에 7를 더하고 34가 되었다. 따라서 $x = 34$이다.</i></p>	

[그림 II-2] 중1 유리수 동치 형성평가의 일부

나. 수업 자료

PowerSource©는 교사가 진행할 수업을 지원하기 위해 판서와 도식 자료, 설명 방법 및 내용을 포함하여 수업 방법을 상세하게 제시하고 있다. [그림 II-3]은 유리수 동치의 기본 개념 및 원리를 학습시키기 위한 수업 자료로써 1차시에 해당하며, [그림 II-4]은 전 평가에 대한 피드백을 제공하는 수업 자료로써 2차시에 해당한다. 이전 평가의 결과에 따라 교사가 개별 학습이나 조별 활동 등 선택적으로 사용할 수 있다.

화면	시각자료
발문	이 두 길이간의 비율을 어떤 분수로 나타낼 수 있을까요? 맞아요. 6분의 3. 이것을 다른 분수로 말할 수 있겠어요?
	(중략)
해설	분모와 분자가 0이 아닌 수로 같을 때 1이 되는 사실에 대한 토론을 이끈다. 그리고 학생들에게 값이 1인 분수의 예를 더 들어보도록 질문한다. 분수 주위에 큰 1자를 그린다.
	(중략)
판서	
	(이하 생략)

[그림 II-3] 중1 유리수 동치 수업 자료1의 일부

2차시	유리수 동치
4)	곱셈의 항등원 법칙을 자신의 말로 설명하시오. <u>곱셈의 항등원은 1을 곱한 수는 원래의 수와 같다는 것을 말한다.</u>
5)	a) "동치"의 뜻이 무엇인가? <u>동치란 값이 같다는 뜻이다.</u> b) 첫 번째와 마지막 분수의 값이 같은가? 예 / 아니오 c) 그것을 어떻게 아는가? <u>분수를 1과 같은 2/2로 곱했기 때문에 두 분수는 값이 같다.</u> 값이 같은 분수를 만드는 연습을 해 봅시다!
6)	a) $\frac{3}{8} \cdot \frac{\bigcirc}{\bigcirc} = \frac{\square}{24}$ b) $\frac{2}{7} \cdot \frac{\bigcirc}{\bigcirc} = \frac{6}{\square}$ c) $\frac{6}{9} \cdot \frac{\bigcirc}{\bigcirc} = \frac{\square}{36}$ d) $\frac{8}{10} \cdot \frac{\bigcirc}{\bigcirc} = \frac{40}{\square}$

[그림 II-4] 중1 유리수 동치 수업 자료2의 일부

3. 연구 방법 및 절차

가. 표집 선정

미국의 경우 최소한 2개 주 이상을 선정하여 연구를 실시하였으며, 우리나라 연구에서는 학교 및 지역 분포를 고려하여 총 9개 학교(서울 3개, 경기 2개, 부산 2개, 인천 1개, 광주 1개)를 선정하고, 각 학교에서 무작위로 2개 반을 선정하여 한 반은 실험반, 다른 한 반은 통제반으로 배정하였다. 총 실험반 학생의 수는 287명이고 통제반 학생의 수는 247명이다.⁹⁾ 이 실험 연구에 참여할 교사들에게 두 차례 연수를 실시하였다. 첫 번째는 PowerSource© 자료의 개발 배경, CRESST의 연구 내용 및 결과에 대한 연수이며, 두 번째는 PowerSource© 자료의 내용과 활용 방법, 형성평가 실시 방법 및 사후 조치에 대한 연수이다. 이때 제시된 자료들은 PowerSource© 평가 문항 및 교수 학습 지침서에 대한 활용 방법 뿐만 아니라 CRESST가 교사 연수 시 사용하였던 연수 자료 및 관련 연구물도 포함되었다.

나. 연구 실행 절차

실험반과 통제반 모두 유리수 동치, 분배법칙, 방정식 풀이 세 주제 각각에서 1차시 수업 전에 평가1을 실시하였다. 실험반은 PowerSource© 프로그램의 1차시 수업을 진행하고, 통제반은 특별한 조치 없이 수업을 진행한 후 형성평가로서 평가1과 동형인 평가2를 실시하였다. 실험반에서는 학생들의 부족한 부분을 보충하기 위하여 평가 결과를 각 문항에 대한 오답 수와 응답 유형을 정리함으로써 복습하거나 다시 가르쳐야 할 개념을 파악하여 다음 수업에 반영하도록 하였다. 이어서 개별 학습, 소집단 학습, 전체 학습에 모두 사용할 수 있는 PowerSource© 프로그램의 2차시 수업(이하 수업2)을 진행하고, 형성평가(이하 평가3)를 실시하였다.

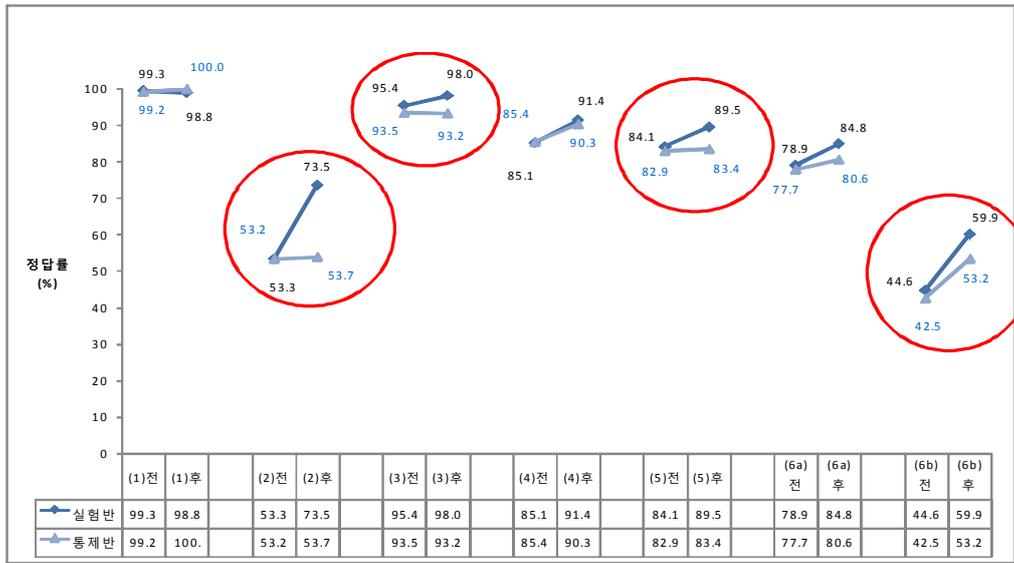
Ⅲ. 대수 영역 성취도 결과

각 영역에서 도형 문항의 평가1과 평가2에 대한 정답률로부터 실험반과 통제반의 학습의 효과성을 비교하고, 통제반에 비해 실험반의 정답률이 급등한 문항의 응답 유형을 비교·분석하였다.

1. 유리수 동치

전체적으로 실험반과 통제반 모두 평가2의 결과가 평가1의 결과보다 상승한 것으로 나타났다. 특히 대체적으로 평가2에서 통제반 보다는 실험반이 훨씬 좋은 결과를 보였으며, [그림 III-1]에서와 같이 2, 3, 5, 6b 문항에서 실험반 학생들의 정답률 상승이 단연 돋보였다.

9) 실험반과 통제반 모두 평가 시간의 학생 출결 상황에 따라 각 평가에 참여하는 전체 학생 수에 다소 차이가 있음.



[그림 III-1] 중1 실험반과 통제반의 유리수 동치 평가1과 평가2 결과 비교

2번 문항은 ‘ $75 \times 1 =$ ’의 답을 얻기 위해 사용한 법칙의 이름을 쓰고 설명하는 문항이다. 우리나라 교육과정에는 ‘곱셈의 항등원 법칙’이라는 용어가 제시되어 있지 않고 ‘곱셈 법칙’이라는 용어로 제시되어 있다. 그러나 PowerSource© 자료에서는 곱셈의 항등원 법칙을 사용하고 있기 때문에 실험반 수업에서 이 용어를 포함시켰다. 이 결과 2번 문항에서 실험반 학생들의 52.9%가 항등원 법칙을 답하였으며, 또 다른 정답으로 인정할 수 있는 곱셈 법칙은 20.6%의 학생이 답하여 전체 73.5%가 정답을 맞힌 결과를 보였다. 이에 비해 통제반에서는 항등원 법칙은 1.4%의 학생, 곱셈 법칙은 52.3%의 학생이 답하여 전체 53.7%가 정답을 맞힌 것으로 볼 때 학습 효과가 있음을 알 수 있다. 또 정확하게 알지 못하여 답하지 못하거나(무응답), 전혀 수학적이지 않은 답을 말하는(기타) 경우가 실험반 23.4%, 통제반 38.4%로 나타났으며, 이 또한 수업의 효과로 볼 수 있다. 특히 대부분의 우리나라 학생들은 계산이나 이를 활용한 문제의 답을 잘 구하는 반면 이에 대한 설명이나 과정, 정의 등은 정확하게 알지 못하는 경우가 많다.

다음 <표 III-1>은 5번 문항에 대한 실험반과 통제반의 응답 유형을 나타낸 것이다. 학생들의 응답 유형에서 정답으로 인정할 수 있는 응답을 합하면 PowerSource©로 수업한 실험반의 정답률은 89.5%이고 통제반의 정답률은 82.4%로 나타났다. 정답률만을 비교했을 때는 큰 차이로 보이지 않을 수도 있으나, 오답률로 살펴보면 실험반 학생들의 오답률은 10% 내외로 나타나지만, 통제반 학생들의 오답률은 18% 가까이 되어 거의 실험반의 두 배 정도의 학생들이 오답을 답한 것으로 나타났다.

다음 6b)번 문항은 $\frac{2}{3}$ 와 값이 같은 분수를 어떻게 찾았는지 설명하는 문제이다. <표 III-2>와 같이 응답 유형 중에 정답으로서 ‘분모 분자에 같은 수를 곱함’이라 답한 학생은 실험반은 59.9%, 통제반은 53.2% 이었다. 한편 앞선 문제 6a)에서 $\frac{2}{3}$ 와 값이 같은 분수를 쓰도록 했을 때 실험반은 84.8%, 통제반은 80.6%의 학생들이 바른 답을 하였다. 학생들은 6a)

에서 $\frac{2}{3}$ 와 값이 같은 분수를 바르게 쓰긴 하지만 그것을 어떻게 찾았는지 설명하는데 있어서 ‘ $\frac{2}{3}$ 에 수를 곱한다’, ‘약분하면 같다’, ‘ $\frac{2}{3}$ 배수를 구한다’ 등으로 부정확한 설명을 하고 있었다. 이는 평소 계산하는 수학에는 능숙하지만 그 과정이나 이유를 설명하는 수학에는 익숙하지 못하였기 때문으로 사료된다. 이런 점을 감안할 때 PowerSource©가 우리나라 학생들로 하여금 용어나 정의 등을 정확하게 학습하는 습관을 갖게 하는 자료로 매우 효과성이 높은 것으로 사료된다.

<표 III-1> 실험반과 통제반의 응답 유형 비교 - 중1 유리수 동치 평가2의 5번 문항

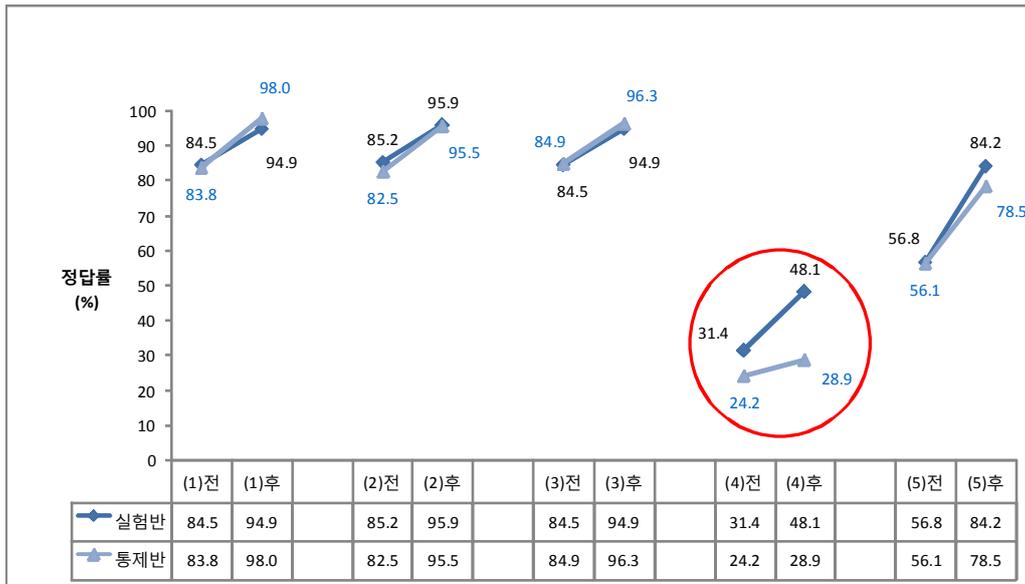
문5) 다음 분수의 값들이 같은 이유를 설명하십시오. $\frac{2}{2}$, $\frac{100}{100}$, $\frac{1232}{1232}$			
실험반		통제반	
응답 유형	응답률(%)	응답 유형	응답률(%)
분모 분자의 크기가 같기 때문	37.1	분모 분자의 크기가 같기 때문	25.3
분수들의 값은 모두 1이다	13.3	분수들의 값은 모두 1이다	6.0
약분하면 1이 됨	32.0	약분하면 1이 됨	47.9
항등원을 곱해서 같음	5.9	항등원을 곱해서 같음	1.8
전체 중에 몇 개로 설명(1임을 설명)	1.2	전체 중에 몇 개로 설명(1임을 설명)	2.3
부정확한 설명	3.1	통분하면 같다	0.9
기타	5.1	부정확한 설명	8.3
무응답	2.3	기타	1.8
계	100.0	무응답	5.5
		계	100.0

<표 III-2> 실험반과 통제반의 응답 유형 비교 - 중1 유리수 동치 평가2의(6b)번 문항

문6b) $\frac{2}{3}$ 와 값이 같은 분수를 어떻게 찾았는지 설명하십시오.					
실험반			통제반		
응답 유형	응답수	응답률(%)	응답 유형	응답수	응답률(%)
분모분자에 같은 수를 곱함	154	59.9	분모분자에 같은 수를 곱함	115	53.2
$\frac{2}{3}$ 에 수를 곱함	34	13.2	$\frac{2}{3}$ 에 수를 곱함	30	13.9
약분하면 같기 때문	15	5.8	약분하면 같기 때문	11	5.1
$\frac{2}{3}$ 의 배수 찾기	4	1.6	$\frac{2}{3}$ 의 배수를 구함	10	4.6
$\frac{2}{3}$ 에 $\frac{2}{3}$ 를 계속 더함					
2배를 곱한다	2	0.8	기타	26	12.0
기타	19	7.4	무응답	24	11.1
무응답	26	10.1	계	216	100.0
계	257	100.0			

2. 분배 법칙

전체적으로 실험반과 통제반 모두 평가2의 결과가 사전 평가의 결과보다 상승한 것으로 나타났다. 특히 4번 문항은 통제반에 비해 실험반의 학습 효과가 두드러짐을 알 수 있었다. 분배 법칙에 대한 실험반과 통제반 각각의 문항별 평가1과 평가2의 정답률을 살펴보면 [그림 III-2]와 같다.



[그림 III-2] 중1 실험반과 통제반의 대수의 성질 평가1과 평가2 결과 비교

다음 <표 III-3>에서 보는 바와 같이 4번 문항은 실제 계산하여 답을 푸는 문제라기보다는 분배법칙을 설명하고 이를 사용하는 방법에 대한 예를 제시하는 문제이다. 응답 유형을 살펴보면 실험반 학생들의 48.1%가, 통제반에서는 28.9%의 학생들만이 ‘괄호 밖의 수를 괄호 안의 수에 곱(분배)한다’고 설명하고 $a(b+c) = ab+ac$ 꼴의 예를 들어 정확하게 답하였다. 실험반 학생들이 분배법칙을 제대로 설명하는 것에 비해 통제반 학생들은 설명 없이 분배법칙의 예만 제시한 비율이 29.3%로 나타났다. PowerSource©의 수업을 받을 실험반에 비해 우리나라 교육과정에 따른 일반 수업을 받을 통제반 학생들은 분배법칙을 알고 예를 들어 제시할 수는 있으나 법칙 자체를 말로 설명하는 데 다소 어려움이 있는 것으로 여겨진다.

<표 III-3> 실험반과 통제반의 응답 유형 비교 - 중1 대수의 성질 평가2의 4번 문항

문4) '분배법칙'을 설명하고 이것을 사용하는 방법에 대한 예를 하나 쓰시오.

실험반			통제반		
응답 유형	응답수	응답률(%)	응답 유형	응답수	응답률(%)
괄호 밖의 수를 괄호 안의 수에 곱(분배)한다 $a(b+c) = ab+ac$ 꼴의 예	143	48.1	괄호 밖의 수를 괄호 안의 수에 곱(분배)한다 $a(b+c) = ab+ac$ 꼴의 예	71	28.9
괄호 밖의 수를 괄호 안의 수에 곱(분배)한다 예 없음	33	11.1	괄호 밖의 수를 괄호 안의 수에 곱(분배)한다 예 없음	24	9.8
설명 없음 $a(b+c) = ab+ac$ 꼴의 예	50	16.8	설명 없음 $a(b+c) = ab+ac$ 꼴의 예	72	29.3
분배법칙을 역으로 설명 $ab+ac = a(b+c)$ 꼴의 예	6	2.0	분배법칙을 역으로 설명 $ab+ac = a(b+c)$ 꼴의 예	3	1.2
설명 없음 $ab+ac = a(b+c)$ 꼴의 예	3	1.0	설명 없음 $ab+ac = a(b+c)$ 꼴의 예	3	1.2
기타	26	8.8	기타	26	10.6
무응답	36	12.1	무응답	47	19.1
계	297	100.0	계	246	100.0

3. 일차방정식의 풀이

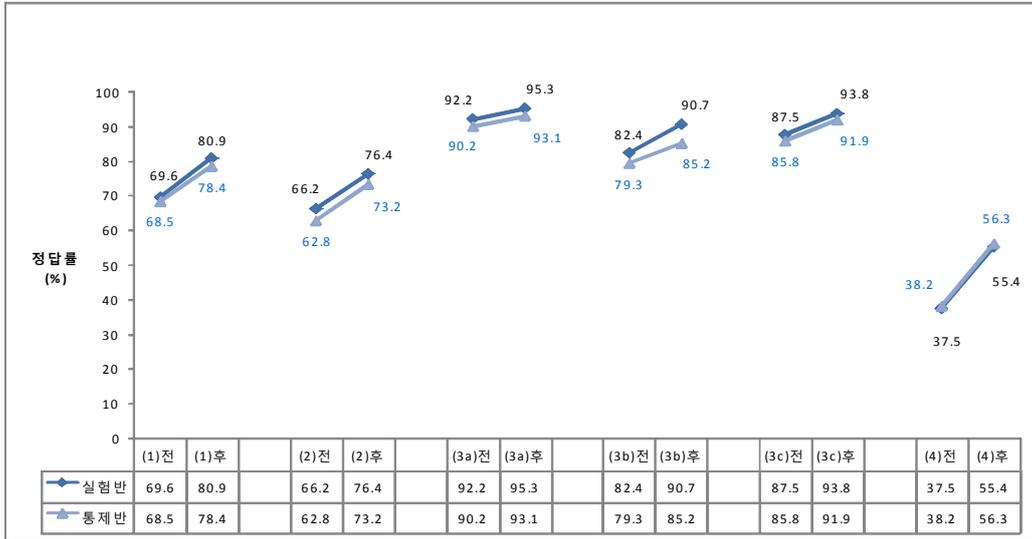
중학교 1학년 일차방정식의 풀이에 대한 실험반과 통제반 각각의 문항별 평가1과 평가2의 정답률을 나타낸 그래프는 [그림 III-3]과 같다. 일차방정식의 풀이에서 평가1의 결과를 비교하면 실험반이 약간 높거나 거의 비슷한 수준이었으며, 평가2에서는 실험반과 통제반 모두 전 문항에 대하여 전반적으로 정답률이 10% 전후로 상승하였음을 알 수 있었다. 일차방정식의 풀이에서는 실험반이 통제반에 비해 학습의 효과가 뛰어나다고 할 만큼 정답률의 차이가 크지는 않았다. 이에 PowerSource© 수업이나 우리나라 교육과정에 따른 일반 수업이나 큰 차이가 나지 않음을 알 수 있다.

4. 복습과 활용

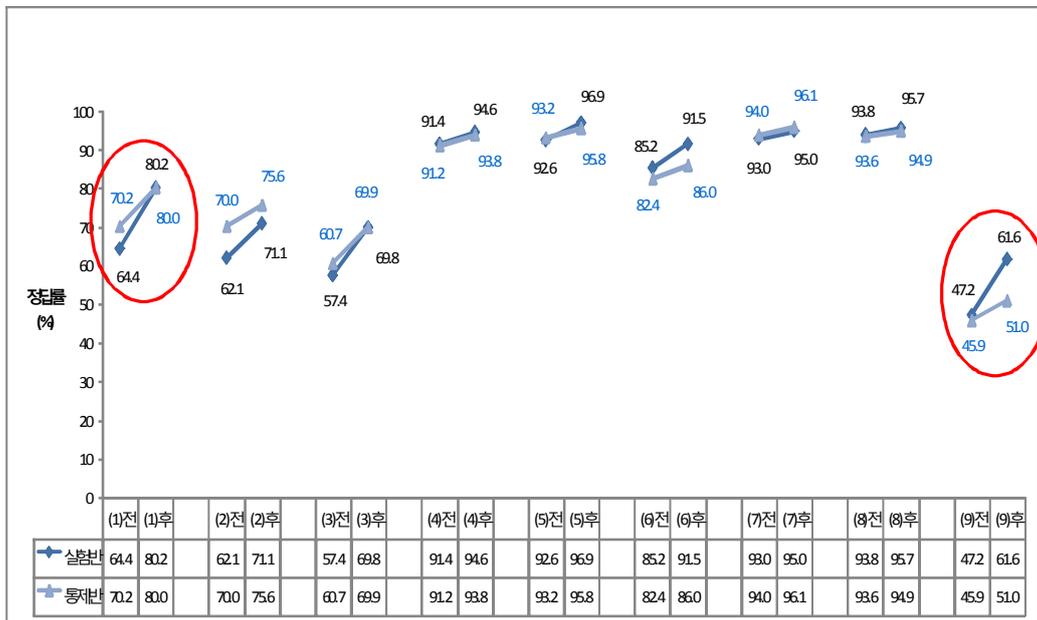
중학교 1학년 복습과 활용 평가1에 대한 실험반과 통제반 각각의 문항별 사전·사후 정답률을 나타낸 그래프는 [그림 III-4]와 같다. 복습과 활용 영역에서는 실험반과 통제반 모두 전 문항에서 전반적으로 정답률이 상승하였고, 대체적으로 실험반 상승률이 더 높았다. 특히 1번과 9번 문항에서 정답률의 상승 정도가 훨씬 높게 나타났다. 1번 문항은 방정식 ($x-19=24$)의 풀이 문제이고, 9번은 유리수 동치에 관련된 것으로 $-\frac{3}{7}$ 과 같은 값의 분수를 세 개 쓰는 문제로서 내용적으로 서로 공통점은 없었으나 풀이 과정을 자세히 쓰도록 하는 유형이다. 1번 문항에서 실험반은 64.4%에서 80.2%로, 통제반은 70.2%에서 80.0%로

CRESST 형성평가 프로그램(PowerSource©)의 효과성 -중학교 1학년 대수 관련 내용을 중심으로-

향상되었고, 9번 문항에서 실험반은 47.2%에서 61.6%로, 통제반은 45.9%에서 51.0%로 향상되었다. 두 문항 모두 평가1의 결과에서는 실험반이 성취도가 통제반에 비해 낮은 편이었으나 평가2에서는 더 높은 성취도를 보였다. 이는 실험반에서 풀이 과정을 쓰는 활동을 한 학생들이 해결 과정을 정확하게 서술한 것으로 판단된다.



[그림 III-3] 중1 실험반과 통제반의 일차방정식의 풀이 평가1과 평가2 결과 비교



[그림 III-4] 중1 실험반과 통제반의 복습과 활용 사전·사후1 결과 비교

IV. PowerSource© 프로그램 투입에 대한 교사와 학생의 반응

PowerSource© 활용 수업에서 교사의 효과성과 관련하여 살펴보기 위해 본 연구에 참여한 교사 19명에게 설문 조사 및 면담을 실시하였다. 설문 내용은 PowerSource© 자료의 효과성에 관련된 질문과 교사와 학생의 특성 부분, 학생의 태도로 나누어 구성하고, 설문 결과를 중심으로 교사 및 학생 대상의 면담을 실시하였다.

1. 자료의 효과성

가. PowerSource©를 활용함으로써 수업 효과에 영향을 미치는 요소

PowerSource©를 활용함으로써 수업 효과에 영향을 준다고 생각하는 요소를 <표 IV-1>의 목록에서 각자 3개씩 선택하도록 하였다.

교사들은 PowerSource©를 활용함으로써 학습 효과에 영향을 준다고 생각하는 요소로 평가 결과의 확인을 첫 번째로 들었다. 두 번째로는 보충과정의 처치와 교수 방법의 적용이다. 이러한 요소들이 학생들의 이해도를 향상시키는데 어떤 영향을 주는지에 대하여 대부분의 교사들이 형성평가의 결과를 통해 학생들의 수준을 파악함으로써 교수 자료 및 방법을 재검토하고, 이를 다음 수업에 반영하여 학생들의 어려움을 처치해 줄 수 있다고 하였다. 또, 수업 후 형성평가를 실시하여 평가 결과를 확인함으로써 학생들의 내용 결손 부분을 파악하여 이에 대한 보충 학습을 시행함으로써 효율적인 피드백이 되어 학생들의 수업 내용에 대한 이해도를 향상시키는데 영향을 주었을 것이라고 생각하였다. 뿐만 아니라 평가 결과로부터 학생들이 쉽게, 바르게 이해하고 있는 내용과 빈번하게 나타나는 오류, 오개념, 난개념을 파악할 수 있어 알맞은 교수 방법을 적용할 수 있다는 점 또한 학생들의 이해도 향상에 기여했다고 하였다. 다시 말하면, 교사들은 PowerSource© 활용 수업에서 수업의 효과를 높이는 데 가장 많은 영향을 주는 요소는 평가 결과의 확인이며, 이로부터 보충과정의 처치와 교수 방법의 적용이라고 진술하였다.

<표 IV-4 > PowerSource©를 활용하여 수업 효과에 많은 영향을 미친 요소

요 소	응답자 수	비율(%)
1) 수업목표의 재확인 과 인식	5	8.77
2) 학습동기 유발	3	5.26
3) 선수학습과 관련짓기	5	8.77
4) 새로운 자료 제시	6	10.53
5) 교수방법 적용	8	14.04
6) 교수자료 활용	5	8.77
7) 수업내용 심화	4	7.02
8) 학습내용의 정리 및 요약	0	0.00
9) 평가 결과의 확인	12	21.05
10) 보충과정의 처치	9	15.79
11) 기타	0	0.00

나. PowerSource© 수업 자료와 평가 문항의 적절성

다음 <표 IV-2>는 양, 수준, 연계성 및 타당성에 있어서 PowerSource© 수업 자료와 평가 문항의 적절성에 대한 교사들의 응답 결과이다. 교사들은 PowerSource© 수업 자료의 연계성과 평가 문항의 타당성이 매우 적절하다고 답하였다. 또 수업 자료의 양과 수준, 평가 문항의 양과 수준에 대해서도 대체적으로 적절하다는 생각을 갖고 있었다. 특히 PowerSource© 활용 수업이 효과적인 경우 수업 자료의 연계성과 평가문항의 타당성 때문이라고 답하였다.

<표 IV-2> PowerSource© 수업 자료와 평가 문항의 적절성

수업 자료와 평가문항	매우 적절하다		매우 부적절하다		
1) 수업 자료의 양	1	10	5	3	0
2) 수업 자료의 수준	1	10	5	3	0
3) 수업 자료의 연계성	6	10	3	0	0
4) 평가문항의 양	1	11	3	4	0
5) 평가문항의 수준	3	8	6	2	0
6) 평가문항의 타당성	7	9	2	1	0
7) 기타	0	0	0	0	0

2. 교사와 학생의 특성 및 태도

가. PowerSource© 활용 수업의 효과에 관련된 교사의 특성

본 연구에 참여한 교사들은 ‘PowerSource© 활용 수업이 효과적인 경우 교사의 어떤 특성 때문인가’ 질문에 대하여 <표 IV-3>과 같이 답하였다. 의사소통 능력이 가장 많았고 수업 방법과 기법, 교과 내용 지식, 수업 준비, 헌신도, 학생 성취에 대한 기대감의 순이었다.

<표 IV-3> 효과적인 PowerSource© 활용 수업과 교사 특성의 관련성

교사의 특성	응답수
1) 의사소통 능력	9
2) 학생 이해 능력	3
3) 수업 방법과 기법	3
4) 교과 내용 지식	2
5) 수업 준비	2
6) 헌신도	2
7) 학생성취에 대한 기대감	1
8) 교수 효능감(만족감)	0

연구에 참여한 교사들은 교사의 의사소통 능력이 PowerSource© 활용 수업의 효과에 많은 영향을 미친다고 여겼다. 교사들이 지적인 것과 같이 의사소통 능력은 학생들을 충분히 이해시키기 위한 중요한 특성이 아닐 수 없다. 익숙하지 않은 PowerSource© 수업 자료를 학생들이 잘 이해할 수 있는 용어로 교사가 설명할 수 있을 때 수업의 효과를 극대화시킬 수 있을 것이다. 두 번째로 학생 이해 능력, 수업 방법과 기법을 선택한 교사는 각각 3명이었다. 학생 이해 능력을 선택한 교사의 이유를 살펴보면 첫 번째에서 언급한 의사소통 능력과 같은 맥락으로 볼 수 있다. 즉 학생들과 의사소통이 잘 이루어져야 학생의 학업 및 동기 수준을 잘 파악할 수 있고 학습의 효과로 이어질 수 있다는 것이다. 학생의 이해 능력도 의사소통과 마찬가지로 기본적으로 교사들이 높은 편이라 생각하는 특성 중 하나이다.

또한 수업 방법과 기법을 선택한 교사의 이유를 종합하면 수업 방법과 기법에 대한 자료와 정보 및 경험이 풍부하지 않다'고 스스로를 판단하는 상황에서 수업 방법이나 안내가 친절하게 제공되는 PowerSource© 활용 수업은 수업 준비에 대한 부담이 크지 않고 교사에게 특별한 창의성을 요구하지 않기 때문이라는 것이다.

그 밖에도 수업 준비를 선택한 교사는 '수업지도안이 체계적으로 잘 짜여 있어 짧은 시간 수업 준비로 수업의 활용도를 높인다'로 답하여, 체계적으로 구성되어 있는 PowerSource© 수업지도안이 수업 준비 시간을 줄여준다는 의견이었다. 또 '학생들의 성취도를 매번 확인하여 학생의 학업 수준을 파악하여 수업준비에 활용함으로써 효과적이었다'는 이유로 설명한 교사들은 형성평가 결과를 통해 학생들의 성취도를 확인함으로써 수업 준비에 효과적으로 활용할 수 있다는 점이라고 설명하였다. 한편, PowerSource© 활용 수업이 효과적이지 못한 경우는 교사 자신의 어떤 특성 때문인가에 대하여 교사들은 <표 IV-4>과 같이 대답하였다.

<표 IV-4> 효과적이지 못한 PowerSource© 활용 수업과 교사 특성의 관련성

교사의 특성	응답수
1) 수업 방법과 기법	6
2) 학생 성취에 대한 기대감	4
3) 수업 준비	3
4) 의사소통 능력	2
5) 교과 내용 지식	1
6) 학생 이해 능력	1
7) 만족감	1
8) 기타	1

교사들의 수업 방법과 기법의 미약함이 PowerSource© 활용 수업의 효과를 높이지 못할 것이라고 답한 교사가 가장 많았다. 교사들의 생각을 살펴보면 학생들의 흥미를 불러일으켜 줄 수 있는 수업 방법을 시도하지 못한 점과 학생들의 수준에 맞는 수업 기법을 행하지 못한 점을 아쉬워하고 있었다. 다음으로 학생 성취에 대한 기대감이 영향을 준다고 답한 교사는 4명으로 기본적으로 학생들의 학습 의욕이 낮거나 성취 수준이 높지 않은 경우 교사 또한 학생에 대한 기대감이 크지 않음을 말하고 있으며, 이것이 수업의 효과에도 영향을 미치고 있음을 인지하고 있었다.

또한, 수업 준비를 충분히 하지 못하였기 때문이었다고 답한 교사는 3명이었다. PowerSource© 활용 수업은 수업 후 형성평가를 실시하고 평가 결과를 확인한 후 다음 수업에 반영하는 등 지속적인 준비가 필요하다. 그러나 교사들은 이러한 과정을 이행하기 위한 준비가 충분치 못한 경우 수업의 효과를 높이지 못한다고 생각하고 있었다. 그 밖에도 의사소통 능력 때문이라고 2명의 교사가 답하였다. 이 교사들은 특별히 의사소통 능력의 부족함이 PowerSource© 활용 수업의 효과를 높이지 못했다기보다는 평소 학생들과의 의사소통이 자연스럽게 못함에 대한 아쉬움과 의사소통을 원활히 하기 위한 노력이 필요함을 언급하는 정도로 재진술하였다. 또한 그 밖에 교사의 교과 내용 지식, 학생에 대한 이해 능력, 교수 효능감이 있었고, 기타 의견으로 우리나라 교육과정이나 학교의 여건상 PowerSource© 활용 수업을 위한 환경이 조성되어 있지 않다는 점을 들면서 이런 이유로 두드러진 효과를 보이기는 힘들 수도 있을 것이라고 말하였다.

나. PowerSource© 활용 수업의 효과에 관련된 학생의 특성

다음 <표 IV-5>는 목록에 있는 학생의 특성들이 PowerSource©를 활용한 수업 효과에 어느 정도 영향을 주는가에 대한 질문과 학생들의 특성 중에 PowerSource© 활용 수업이 효과적인 경우와 효과적이지 못한 경우 어떤 특성 때문인지에 대한 교사 설문 결과이다.

<표 IV-5> PowerSource©를 활용한 수업 효과에 영향을 미치는 학생의 특성

학생의 특성	매우 높게 영향을 미침				매우 낮게 영향을 미침		효과적인 경우	효과적이지 못한 경우
	0	8	9	2	0	0		
1) 지능	0	8	9	2	0	0	2	
2) 학습 준비도(예습 정도)	1	4	7	7	0	0	2	
3) 학습 양식	3	6	9	1	0	1	1	
4) 학습 흥미	8	10	1	0	0	8	6	
5) 학습 동기	8	7	4	0	0	4	2	
6) 자아 존중감	5	10	2	2	0	1	1	
7) 학습 욕구	9	9	1	0	0	7	4	
8) 학습 전략	2	11	5	1	0	2	2	
9) 기타	0	0	0	0	0	0	1	

위의 <표 IV-5>에서와 같이 교사들은 PowerSource© 활용 수업이 효과적인 경우와 효과적이지 못한 경우 학생들의 흥미나 학습에 대한 욕구가 많은 영향을 미친다고 말하였다. 그러나 학습 양식이나 자아 존중감은 PowerSource© 활용 수업의 효과에 영향을 미친다고 하였으나 특별하게 효과적이게 또는 비효과적이게 하는 이유는 되지 못하였다. 그리고 지능이나 학습의 준비도는 수업이 효과적인 경우 전혀 영향을 미치지 않았고 오히려 효과적이지 못한 경우에 영향을 미쳤다는 결과이다. 교사들은 학습의 준비도의 경우는 학생들이 예습을 하거나 선수 학습의 경험이 있으면 개념 이해에 오히려 방해가 되었음을 지적하였다.

다. 학생의 태도

본 연구에 참여한 학생 중 담당 교사가 자신의 생각을 조리 있게 잘 설명할 수 있다고 추천하는 학생들 10명을 선정하여 면담을 실시하였다. 학생들에게 PowerSource©를 사용한 수업처럼 수업 후에 간단한 테스트(형성평가)를 하고 피드백을 주는 수업이 좋았던 점과 힘들었던 점으로 구분하여 질문하였다. 학생들은 PowerSource©를 사용한 수업이 좋았던 점을 다음과 같이 답하였다.

문제가 그렇게 풀기 어려운 문제는 아니었는데 실수한 부분을 알려주어서 그것이 좋았어요. 수학은 그냥 무조건 푸는 게 아니라 기초를 다져야 되는 거라 생각하거든요.

테스트를 하면서 내가 알고 있다고 생각했었는데 자세히 알고 있지 못했다는 것을 느끼게 되었고, 그것에 대해 정확히 알 수 있는 계기가 되었어요. 테스트하기 전에 쉬운 문제라고 생각해서 대충 풀거나 좀 그런 것도 있었는데 풀고 나니까 헛갈리거나 몰랐던 것도 많아서 나중에 정확히 알게 되었어요.

내가 다 아는 줄 알았었는데, 옛날에는 찍어서 맞았을 수도 있고 풀어서 맞았을 수도 있는데 어쨌든 맞았다고 생각하니까 다시 안 보게 되잖아요. 그런데 이런 거 하면서(평가를 다시 하는 것) 그 전 단계를 다시 한 번 보고 하니까 좋았던 거 같아요.

복습할 수 있는 기회도 생기고 서술형은 습관화 되지 못해서 어려운데 풀어야 하는 문제 중에 서술형이 꼭 하나 들썩은 있어서 할 수 있어서 좋았어요. 제 생각엔 수학은 이해도 중요하지만 문제를 많이 풀어보는 것이 중요하다고 생각하는데 복습할 기회도 생기고 모르는 것을 확실하게 할 수 있어서 좋았어요.

배웠던 내용을 복습하는 차원에서 다시 한 번 되돌아볼 수 있었어요. 내가 알고 있다고 생각했던 것들이 시간이 지난 후에 풀어 보니까 헛갈리는 것들이 있었는데 다시 한 번 알게 되어 기억에 오래 남을 것 같아요.

평소에 당연한 것이라고 알고 있었던 것에 대해 의문점을 가질 수 있었던 것예요.

진도 안 나가는 거고... 아무 이유 없이 그냥 좋아요.

문제의 원리를 알 수 있어서요. 한 다음에 다시 또 설명을 하니까... 그 바로 뒤에 다시 설명을 들으니까 몰랐던 것을 알 수 있었던 것 같아요.

진도를 안 나갔던 점과 지금까지 배웠던 것을 되돌아 볼 수 있었던 점이 좋아요. 엄청 기초적인 건데요. 선생님이 이유도 쓰라고 하시니까요. 대충 들었다는 생각이 들었어요. 그러니까 방식만 알고요 그 뜻을 몰랐었던 거 같아요.

문제를 풀어보면서 어떤 점에서 제가 부족한 지 알 수 있어서 좋았어요.

그럼에도 일부 학생들은 PowerSource©를 사용한 수업이 힘들었던 점에 대해 다음과 같이 답하였다.

이유 쓰기에요. 당연한 것으로 여겼던 것이라 아무래도 이유 쓰기가 힘들었습니다. 아무래도

평소에 주입식 교육이라고나 할 때 그런 거 때문에 원리를 제대로 이해하는 기회가 적었던 것 같아요. 그래서 이유 쓰기가 힘들니다.

이유 안 쓰는 문제는 귀찮고 이유 쓰는 문제는 힘들었어요. 쉬운 문제를 그냥 기계적으로 풀다 보니까 이유는 그냥 모르고 넘어가고 그러니까 이유 쓰기가 힘들었어요.

이유 쓰기가 힘들었어요. 푸는 방법은 그렇게 배워서 하는데 왜 그렇게 푸는지를 알지 못했거든요.

이유 쓰는 것처럼 응용문제 같은 것은 어려웠어요. 이유는 만약에 그냥 $2+2$ 는 2가 2개 있으면 4라고 배워서요. 이유를 어떻게 써야할지 몰랐어요.

선생님의 설명이 조금 이해하기 힘들었던 부분도 있었어요. 기억은 잘 안 나지만 그때 좀 힘들었어요.

PowerSource© 수업을 경험한 학생들은 대체적으로 수업 후의 형성평가를 통해 자신이 잘못 이해하고 있는 내용이 무엇인지 파악할 수 있고 그것을 확실하게 이해할 수 있어서 좋았다고 하였다. 한편 형성평가 문항 중에 문제 풀이 과정에 대한 이유를 쓰는 부분이 어려웠다는 의견이 많았다. 이것은 학생들이 평소대로 이유는 알려고 하지 않고 그저 당연하게 받아들이거나 알고리즘에 따라 기계적으로 계산하는 습관에 주요 원인이 있는 것으로 사료된다. 이와 같이 학생들로 하여금 문제를 접근하는 방법이나 그 과정에 대한 이유 쓰기 등이 수학 학습에 있어서 근원적 요소임을 인식하고, 이를 근거로 언어적으로 수학적으로 설명할 수 있어야 함을 깨닫게 하는 것이 중요하겠다.

V. 요약 및 제언

CRESST에서 개발한 PowerSource©로 우리나라 중학교 1학년 학생들을 대상으로 유리수 동치, 분배법칙, 일차방정식에 관한 내용에 관한 수업 및 형성평가를 실시하였다. PowerSource© 수업을 받은 학생들이 우리나라 교육과정에 따른 일반 수업을 받은 학생들에 비해 유리수 동치와 분배법칙에서 성취도가 향상되었음을 알 수 있었다. 이러한 결과를 통해 우리나라 학생들은 계산이나 이를 활용한 문제의 답을 잘 구하는 반면 이에 대한 설명이나 과정, 정의, 성질 등을 명확하게 표현하는 데에는 어려움을 겪고 있음을 엿볼 수 있다.

PowerSource© 프로그램에는 설명이나 과정의 상세한 진술 등에 대한 지도 방법이나 평가가 포함된 점을 감안할 때 우리나라 학생들이 용어나 정의 등을 정확하게 학습하는 습관을 갖게 하는 자료로 효과가 있다고 판단된다. 대체적으로 연구에 참여한 교사들은 자신이 의사소통 능력이 높은 편이라 생각하고 있었으며, 이러한 능력이 PowerSource© 활용 수업의 효과에도 많은 영향을 미친다고 여겼다. 교사들이 지적한 것과 같이 의사소통 능력은 학생들을 충분히 이해시키기 위한 중요한 특성이 아닐 수 없다. 익숙하지 않은 PowerSource© 수업 자료를 학생들이 잘 이해할 수 있는 용어로 교사가 설명할 수 있을 때 수업의 효과를 극대화시킬 수 있을 것이다. 이러한 결과에 터하여, 본 연구로부터 도출될 수 있는 결론 및 제언은 다음과 같다.

계통성을 갖는 수학은 형성평가를 실시하여 적절하게 피드백을 받을 수 있으면 학생의 입장에서 보자 충실한 학습을 할 수 있고 나아가 수학의 학업 성취 수준을 높이는데 매우

중요한 역할을 할 것으로 판단된다. 이러한 학습 방법이 바로 CRESST에서 개발한 PowerSource©에서 추구하는 것이며, 이러한 수업 방법에 따라 수업 자료들을 개발하여 재조직하는 노력들이 지속된다면 학생들의 수학 성취 수준은 점차 높아질 것으로 사료된다.

본 연구의 PowerSource© 형성평가 결과에서도 현재 우리나라 학생들이 특정의 수학적 개념이나 원리에 대한 정확한 이해와 적용 능력이 다소 미흡함을 알 수 있었다. 학생들이 수학 공식을 암기하여 문제를 해결하는 방식으로 수학을 학습하고 있으나 이러한 학습 방법으로는 의미 있는 수학적 능력이 신장되기는 어려울 것이다. 학생들의 수학 성취 수준과 수학적 소양이 신장되기 위해서는 수학적 개념에 대한 정확한 이해와 그 개념이 적용되는 다양한 맥락에서 활용해 보는 경험을 충분히 쌓는 것이 필요하다. 이를 위해 수학 수업의 개선뿐만 아니라 수학 학습 평가에서도 수학적 개념이나 원리와 관련된 이해 및 적용 능력의 평가를 위한 형태로 문제해결 과정을 설명하는 문항이 보다 적극적으로 활용되어야 할 것이다. 이러한 관점에서 볼 때, 답에 대한 근거나 풀이 과정을 제시하는 문항으로 구성된 PowerSource© 형성평가는 학생들로 하여금 자신의 수학적 개념에 대한 이해를 보다 확고히 할 수 있도록 하는데 도움이 된다고 하겠다.

또한, 수학적 사고를 글이나 수식으로 표현하는 것은 수학적 의사소통 능력과 관계되며 제7차 개정 교육과정에서도 강조하고 있는 요소이다. 그런데, 2006년의 PISA 연구에서도 이미 나타난 바와 같이(이미경 외, 2007), 본 연구의 PowerSource© 평가 결과에서도 우리나라 학생들의 수학적 의사소통 능력이 여전히 미흡한 것으로 나타났다. 따라서 수학적 의사소통 활동이 충분히 반영된 교수 학습 자료가 개발되어 보다 적극적으로 수학적 의사소통이 활발하게 일어날 수 있는 수업 분위기가 조성되어야 함은 중요한 수학교육 과제일 것이다.

한편, 본 연구의 수업 분석 협의회에 참여한 교사들은 PowerSource©에서 제공한 수업 자료나 평가 방법 운영에 대한 연수가 다른 연수들과 달리 실제적인 방법으로 제공되었다고 하였다. 그 이유로 PowerSource© 수업 자료나 평가 방법 운영 경험을 포함한 특정한 수업 방법이나 평가 방법의 필요성을 인식하고 활용하는데서 더 나아가 이를 실천적 아이디어로 발전시키고자하는 반성적 논의가 포함되었음을 꼽았다. 뿐만 아니라 PowerSource© 수업 방법을 실천하기 위해 자료와 방법에 대한 심층적인 이해와 교수 활동시 문제되는 측면에 대하여 질문하고, 탐구하고, 재구조화하여 수업을 진행하고 그 결과를 평가하는 방법이 효과적이었음을 강조하였다. 따라서 새로운 연수 방법으로 수업 관련 분석 협의회를 실시하고, 교사들은 무슨 내용을 어떻게, 왜 가르치는지를 인지하여 학생들의 학습과 교사의 교수활동에서 중요한 사항과 연계하여 설명하게 함으로써 참여 교사들의 수업 방법에 대한 반성적 실천의 기회가 제공되어야 할 것이다. 교사들이 다양한 교수 활동을 활용하는 방법을 새로이 배울 수 있는 것과 마찬가지로, 교사들이 교실 상호작용을 뒷받침하는 교수 목표를 수궁하고 관심을 가진다면 교실에서 교수·학습을 위한 다양한 유형의 상호작용을 개발하는 방법도 학습할 수 있다. 궁극적으로 연수의 출발점은 교사들이 수업에 대해 논의하고 고민하는 기회를 통하여 개선의 필요와 방향을 공유하는 것이라 하겠다.

참고문헌

- 이미경, 손원숙, 노언경 (2007). PISA 2006 결과 분석 연구 - 과학적 소양, 읽기 소양, 수학적 소양 수준 및 배경 변인 분석. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2007-1.
- 전효선, 오상철, 박진용, 권순달, 정미경, 김이성 (2007). 국내외 교실 학습 연구(I) - 한국, 영국, 프랑스, 일본의 초등학교를 중심으로. 한국교육과정평가원 연구보고 RRI-2007-1.
- 최승현, 광영순, 김주훈 (2008b). 2008년 CRESST 형성평가 프로그램(PowerSource©)과 한국교육과정평가원 공동 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 RRI-2008-6.
- Baker, E. L.(1997). Model based performance assessment. *Theory into Practice*, 36(4), 247-254.
- Baker, E. L., Freeman, M., & Clayton, S. (1991). Cognitive assessment of history for largescale testing. In M. C. Wittrock & E. L. Baker (Eds.), *Testing and cognition* (pp. 131-153). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Brown, R. S. & Niemi, D. N. (2007). Investigating alignment of high school and community college assessments in California. San Jose, CA: National Center for Public Policy in Higher Education
- Chi, M. T. H., Bassok, M., Lewis, M., Reimann, P., & Glaser, R. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, 13, 145-182.
- NAEP(2007). [Http://www.ed.gov/print/nclb/overview/intro](http://www.ed.gov/print/nclb/overview/intro)(검색일: 2009.5.1)
- Niemi, D. N. (1996). Instructional influences on content area explanations and representational knowledge: Evidence for the construct validity of measures of principled understanding. (CRESST Tech. Rep. No. 403). Los Angeles: University of California, National Center for Research on Evaluation, Standards and Student Testing (CRESST).
- Niemi, D. N., Baker, E. L., & Sylvester, R. (2007). Scaling up, scaling down: seven years of performance assessment development in the nation's second largest school district. *Educational Assessment*, 12, 195 - 214.
- Renkl, A., Atkinson, R. K., & Maier, U. H. (2000). From studying examples to solving problems: Fading worked-out solution steps helps learning. In L. Gleitman & A. K. Joshi (Eds.), *Proceeding of the 22nd Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 393-398). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sweller, J., van Merriënboer, J., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251 - 296.
- VanLehn, K. (1996). Cognitive skill acquisition. In J. Spence, J. Darly & D. J. Foss (Eds.), *Annual review of psychology* (Vol. 42, pp. 513-539). Palo Alto, CA: Annual Reviews.

A Study on the Effectiveness of Formative Assessment Program in CRESST Focused on the Algebra Domain in the 7th Grade

Choe, Seung-Hyun¹⁰⁾ · Hwang, Hye Jeang¹¹⁾ · Ryu, Hyun Ah¹²⁾

Abstract

CRESST(the National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing at UCLA) is now carrying out the research, which was scheduled for a five year period from 2007 to 2011. This research aimed at testing the effectiveness of the formative assessment program by continuously conducting the program on the target group and steadily applying the recurring feedback, in order to reform the teachers' teaching and to facilitate students' learning. To do this, CRESST has set out to develop the material for 7th graders since January 2007, and KICE(Korea Institute of Curriculum and Evaluation) have been running a collaborated research since July 2007, while sharing the instructional materials developed by CRESST. In 2008, the pre-test was conducted prior to this study in 2009. Especially, this paper deals with the Korean 7th graders' scholastic achievements in algebra domain measured by PowerSource©. In addition, this study would examine the responses of teachers and students on its application.

Key Words : CRESST, Formative Assessment, Big ideas, Algebra domain

10) Korea Institute of Curriculum and Evaluation (jhtina@kice.re.kr)

11) Chosun University (sh0502@chosun.ac.kr)

12) Korea Institute of Curriculum and Evaluation (ryuha29@kice.re.kr)