

참여수학을 통한 수학교육 활성화를 위한 모델 개발¹⁾

박만구²⁾

본 연구의 목적은 학생들이 주어진 수학을 피동적으로 사용하는 기존의 입장을 넘어 수학적 개념을 실생활에 적용하고 참여하는 수학적 경험을 통하여 수학의 힘을 체험하도록 하는 모델을 적용하여 보다 발전된 모델을 만드는 데 기초 자료를 제공하는데 있다. 이를 위해 실생활에 적용할 수 있는 소재를 가지고 서울 시내 초등학교 6학년 2개 반을 선정하여 60차시의 수학 수업을 한 후 교사 및 학생들의 반응을 분석하였다. 처음에 학생들은 익숙하지 않은 수업의 방식에 쉽게 적응하지 못했으나 몇 차시의 수업을 하고 난 후에는 매우 적극적인 참여를 하였으며, 수학이 이상생활에 적용되고 수학이 생활을 바꾸어 나갈 수 있음을 체험하며 수학적 힘을 경험하며 이를 흥미를 가지고 활발히 수학 학습에 임하였다. 이 모델은 전통적인 수업의 보완적인 학습으로 일반 학급에서도 한 학기에 몇 번이라도 적용하여 학생들로 하여금 단순히 주어진 수학의 연습에서 벗어나 보다 적극적인 참여자로 그리고 사회를 바꾸어 나가는 데 수학을 사용하는 시민으로 나아가도록 할 필요가 있다.

주요용어 : 참여수학, 수학교육, 모델 개발

I. 서론

본 연구의 목적은 학생들로 하여금 수학활동에 현실적으로 참여하여 수학의 내용의 학습뿐만 아니라 실제로 수학의 활동의 결과를 실생활에 적용함으로써 진정한 의미에서의 참여수학을 통하여 수학에 대한 긍정적인 태도를 고양시키는 물론 생활 속에서 수학을 사용하여 삶을 변화시키는 체험을 통하여 수학의 힘을 경험하도록 하기 위한 모델을 적용해 보고 그 결과를 분석하여 보다 세련된 모델의 개발을 위한 자료를 제공하는데 있다.

수학은 인류사만큼이나 인류와 함께 해 온 장구한 역사를 가지고 있다(Eve, 1990). 수학이 인간에게 여러모로 필요하다는 것을 부인하는 사람은 많지 않으나 교사들마저도 초등학교 고학년 수준 이상의 수학이 실제 생활에서 구체적으로 어디에 어떻게 쓰이는지에 대하여 설득력 있게 말하여 학생들의 수공을 얻기가 쉽지 않을 수 있다. 많은 학생들이 수학을 배워서 어디에 쓰이는지 실감하지 못하고 단지 대학입시에서 중요한 비중을 차지하는 하나의 교과로만 생각하여 지겨운 숫자의 풀이만을 반복하는 교과로 여기고 수학학습에 별로 흥미를

1) 이 논문은 2005년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2005-041-B00584).

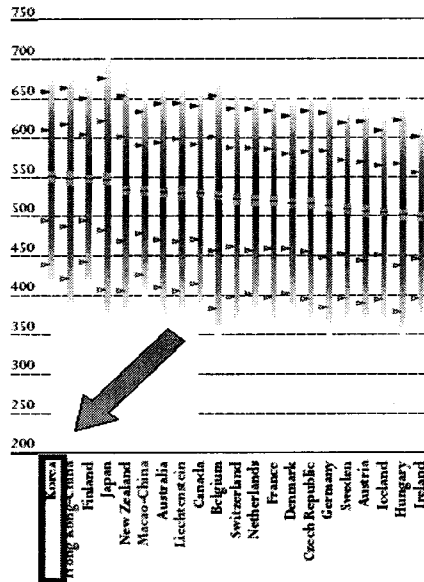
2) 서울교육대학교 수학교육학과 (mpark29@hanmail.net)

가지지 못하고 있다.

이런 사실은 각종 국제수학학력평가인 TIMSS(The Third International Mathematics and Science Study)와 PISA(Programme for International Student Assessment) 에서도 잘 나타나고 있다. 아래 <표 1>에서 보는 것과 같이 우리나라 학생들은 전통적으로 수학의 성취도에서는 매우 우수한 성적을 거둬 오고 있지만 수학에 대한 자신감과 태도는 일관되게 매우 낮게 나오고 있다. 최근에 들어서 전미수학교사협의회(National Council of Teachers of Mathematics: 이하 NCTM)의 학교수학을 위한 원리와 기준(Principles and Standards for School Mathematics, NCTM, 1989, 2000)에서 수학에서의 관련성을 강조하면서 우리나라의 제7차 수학과 교육과정에서도 수학과 현실 세계와의 관련성을 강조하고 있다(교육인적자원부, 1998). 수학적인 개념을 현실 세계의 현상과 연결 짓는 것은 학생들로 하여금 수학이 우리의 생활과 유리된 것이 아님을 느끼도록 하고, 수학의 눈으로 세상을 볼 수 있도록 하여, 수학의 힘을 경험하게 함으로써 수학의 유용성을 깨닫고 수학에 대한 흥미를 갖도록 할 수 있다.

<표 1> 수학에 대한 자신감 및 성취도
(한국교육과정평가원, 2000; Watanabe & McGraw, 2004)

수학에 대한 자신감				
순위	국가명	상	중	하
2	캐나다	35	56	9
4	미국	31	58	11
5	호주	30	57	13
6	영국	30	61	9
7	헝가리	28	60	13
8	뉴질랜드	27	59	14
10	네덜란드	27	65	8
23	싱가포르	15	74	11
30	대만	11	75	14
32	대한민국	10	85	5
34	일본	6	82	12
	국제평균	18	67	15



Source: OECD PISA 2003 database, Table 2.2.

그러나 교과서에 있는 많은 자료들은 학생들의 입장에서 보면 그 자료가 여전히 피상적인 관련성을 가지는 경향이 있고, 교사들에게는 적절한 교수 모델의 부재와 유용한 자료의 부재로 인하여 교사들이 학생들에게 수학을 어떻게 지도해야 하는지에 대하여 어려움을 가지고 있다(박만구, 안희진, 남미선, 2005). 우리나라에서도 수학의 내용을 현실세계의 장면과 연계시키려는 시도들(김민경, 이명희, 김성미, 2004; 김지영, 2002; 백석운, 2003; 전영자, 2003; 정영옥, 1997; 한국교육과정평가원, 2000)이 있지만 아직도 현장에서 직접 적용하기에는 어려운 점들이 있다. 이들 대부분의 경우 많은 시도들이 네덜란드에서 개발한

RME(Realistic Mathematics Education) 교재나 미국의 MIC(Mathematics in Context)등의 자료를 이용하는 경우가 많이 있어서 상황 자체가 우리의 그것과는 잘 맞아 들어가지 못함으로 인하여 본래의 취지에 부합하는 상황을 만들지 못하고 따라서 기대하는 성과를 거두지 못하는 경우가 많이 있다.

본 연구는 기존의 연계에 관한 연구들과의 차별화되는 것으로 학생들이 실용성과 연결성에 관한 이해를 바탕으로 수학 시간에 수학을 배우는 것으로만 끝나는 것이 아니라 학교 밖의 실제 생활 속에서 참여적인 경험(Participatory Experiences)을 제공하여 수학에 대한 흥미와 자신감을 증대시키고 수학의 힘을 느끼도록 하기 위한 모델을 적용하는 것이다.

용어의 정의

참여수학(Participatory Mathematics)이란 용어는 본 연구자가 만든 용어로 학생들이 수학 자체를 위한 수학 활동뿐만이 아니라 수학적 아이디어와 해결 방안을 가지고 현실적인 문제와 관련하여 실생활의 문제를 해결해 가도록 하는 수학을 말한다. 참여수학은 학생들의 현실적인 수학 문제해결뿐만 아니라 수학의 유용성과 아름다움을 체험함으로써 수학에 대한 신념과 태도를 긍정적으로 바꾸어 수학에 대한 자신감을 고취시키기 위한 일련의 수학 활동을 일컫는다.

II. 이론적 배경

수학교육의 최근의 동향은 기존의 편협적인 관점에서 벗어나 일부 뛰어난 학생들만이 아니라 모든 학생들에게 수학적 힘(Mathematical power)을 갖도록 하는데 있다. 수학적인 힘은 일반적으로 비정형적인 문제를 풀고, 수학을 사용한 의사소통을 하고, 수학적인 사고를 수학 내뿐만이 아니라 일상생활의 문제와 관련시키기 위하여 탐구하고, 가정하고, 논리적으로 추론하는 능력을 말한다(NCTM, 1991, 2000). 수학 학습의 목적을 주로 두뇌 단련의 기능으로 보던 관점에서 이제는 실용성, 심미성, 문화전수 등의 수단으로 보는 경향이 더 커지고 있다. 최근의 수학교육 분야의 박사 학위 논문이나 학술지를 살펴보면 이런 분야의 주제가 계속하여 늘고 있다. 이는 세계적으로도 상당히 오래 전부터 생각해 오고 때로는 구체적인 프로젝트로 진행된 경우도 있다. 예를 들면, 아래에 예로 든 프로젝트들은 미국의 과학재단의 지원을 받아서 수학과 생활과의 연계성을 강조하는 프로그램들이다.

수학의 실용적인 측면은 네덜란드의 수학자이면서 수학교육학자인 Freudenthal의 현실주의적 수학교육에 관심을 가지게 되면서 수학을 새롭게 보는 관점을 제공하고 있다. 물론 여기에서의 '현실'이라 함은 학생이 상황을 '현실적'으로 인식하는 것을 포함하지만 기본적으로 학생의 일상생활과 밀접하게 관련되는 것으로 볼 수 있을 것이다. 현실적 수학교육에서는 학생들을 "기성수학의 수용자가 아니고 교수 학습과정의 능동적인 참여자로 간주"(van den Heuvel Panhuizen, 1998; 백석윤, 2003, p.2에서 재인용)하여 학생들을 자기 주도적 학습자로 보고 있다. 이는 주어진 문제 상황에서 적극적으로 문제 상황에 참여하여 문제의 해결자가 됨을 의미한다.

1989년 NCTM의 표준(Standards) 이후에 이 정신에 의한 여러 수준에서의 미국에서는 과학재단(NSF)의 지원으로 교육과정 혁신 프로젝트들이 수행되었다. 예를 들면, Everyday Mathematics, Mathematics in Context[MIC], Math Trailblazer, Connected Mathematics

Project[CMP], Interactive Mathematics Project[IMP], Core Plus (Forman, 1997) 등이 수학과 학생들의 생활을 의미 있게 연결 짓도록 하는 것을 핵심으로 하고 있다.

우리나라에서도 이런 교육과정 개혁 운동의 영향으로 특히 제 7차 수학과 교육과정에서 수학에서 연결성을 강조하게 되었고, 일부에서는 외국의 MIC 교재 등을 그대로 번역을 하여 적용해 보려는 시도를 하였다. 그러나 그 자료들이 문맥(Context) 또는 상황과 아주 밀접하게 관련이 있는 것으로 대부분 외국의 상황을 그대로 직역하다시피 하여 쓰고 있어 처음에 의도한 것만큼 그 효과를 충분히 발휘하고 있지 못하고 있는 실정이다.

우리나라의 수학과 교과서도 매우 많은 강점을 가지고 있는 반면 실생활과의 연계라는 측면에서는 그리 만족스럽지 못한 면이 있다. 우리나라 수학교육의 목표는 “여러 가지 생활 현상을 수학적으로 고찰하는 경험을 통하여 수학의 기초적인 개념, 원리, 법칙과 이들 사이의 관계를 이해 할 수 있다”고 규정하고 있다(교육인적자원부, 1998). 이는 우리나라 수학과 교육과정의 기본적인 정신으로 학생의 능동적인 지식의 구성과 참여를 권장하는 것으로 일상생활과의 연결성과 수학을 생활에 이용하는 실용성을 강조하고 있다. 이 정신에 의하여 제작된 현행 초등학교 수학교과서도 “생활에서 알아보기”([그림 1] 참조)라는 부분을 의도적으로 넣어서 수학을 생활에서 이끌어 내려는 시도를 하고 있다.

원그래프를 그려 봅시다.

생활에서 알아보기

예은이네 반 학생들이 가장 좋아하는 과목을 조사한 표입니다.

학생들이 가장 좋아하는 과목

과 목	국어	수학	사회	과학	체육	기타	계
학생 수(명)	6	12	2	4	10	6	40

[그림 1] 초등학교 6-가 단계 수학교과서의 예시 (p. 119)

그러나 우리나라의 교과서는 여러 가지 한계로 말미암아 많은 제시 문제들이 “문제를 위한 문제”의 식으로 억지로 꿰맞춘 경우가 많이 있어서 진정한 의미의 현실적인 수학이 되지 못하고 학생들의 흥미를 자극하기에는 부족한 감이 있는 경우가 있다. 그리고 학생들의 실생활에서 가져왔다고 하더라도 그 소재를 단순히 도입하는 데서 끝남으로써 학생들의 실생활과 의미 있게 연결시키지 못하고 있다. 특히 [그림 1]과 같은 경우 많은 교사들이 교과서의 내용을 재구성하거나 학급의 실정에 맞게 바꾸어 제시하는 경우는 많지 않아서 원래의 의도를 충분히 살리지 못하고 있다. 예를 들면, 교과서의 자료는 지도하고 있는 학급의 학생들로부터의 ‘실’자료를 기반으로 할 때 자료에 생기를 불어 넣을 수 있다. 학습에 있어서 모

든 상황은 가능한 유목적적이어야 한다. 그리고 이 목적은 수학활동을 통하여 효과적으로 해결하여야 한다. 그런데 현행의 초등학교 수학교과서나 지도방법은 이런 측면에서 이를 충분히 살리지 못한 경우가 많이 있다. 수학의 장면이나 개념이 다른 과목이나 학생들의 생활과 의미 있게 연결하지 못하면 정의적 측면에서 부정적인 인식을 심어 주게 되고 장기적으로는 학습의 효과도 떨어뜨리게 된다. 교육개발원에서 조사한 OECD 국가들 간의 문해력 국제비교에서 우리나라 성인들이 거의 최하위를 기록하고 있는데(교육개발원, 2004), 이는 초등 및 청소년기에 가지고 있는 태도나 관심이 성인이 되어서도 지속적인 관심과 자기 발전으로 연결되지 못한 요인도 작용한다고 볼 수 있다.

그러므로 학생들에게 보다 의미 있게 다가오기 위하여, 예를 들면, 각 운동 경기의 선호도를 조사하는 표를 가지고 수업을 하는 경우에 교사는 학급뿐만 아니라 학교 전체의 선호도를 조사하여 반 대항 운동 경기를 정한다든가, 학교 앞 문구점에 이 사실을 정리하여 알려 줌으로써 보다 효과적으로 운동기구를 비치할 수 있게 돕는 등 배운 수학적 사실을 실제적으로 쓰도록 하는 기회를 제공할 필요가 있다. 이것이 학생들이 사회 속에 참여하는 '참여수학'으로 우리나라뿐만 아니라 어느 곳에서도 이런 시도는 거의 하지 않는 것으로 이는 학생들로 하여금 수학에 참여하여 수학을 '하도록(do)'하여 수학의 힘을 경험하게 하는 진정한 기회를 제공해 줄 수 있다.

우리나라와 같이 하나의 수학과 교육과정을 채택하고 획일적인 입시 제도를 가지고 있는 상황에서는 학생들로 하여금 보다 의미 있는 접근 방식을 통하여 수학을 깊이가 있으면서도 일상생활과의 관련을 지으면서 흥미를 가지고 유의미하게 배울 수 있도록 할 필요가 있다. 이를 효과적으로 실현하기 위해서는 적절한 자료의 개발과 자료를 어떻게 사용할 지에 대한 효과적인 모델을 만드는 것이 필요하고 또한 이런 과정은 일관된 정책으로 뒷받침이 될 필요가 있다(박교식, 1996). 본 연구에서는 이를 위한 모델을 만들고 이 모델을 통한 현장에서의 수업을 통하여 얻은 장점과 야기될 수 있는 문제점 및 개선 방안을 제시하여 보다 세련된 모델을 만들어 가는데 지침을 제시하고자 하였다.

III. 연구 방법

이 연구의 목적을 위하여 모델의 개발이라는 측면과 이를 실제 수업에 적용하여 연구자를 포함한 두 명의 교사와 2개 반 6학년 학생들의 반응을 분석하였다. 이를 위한 자료의 수집은 강운수 외(2005)에서 제시한 여러 가지 정성연구 방법 중 관찰 및 비형식적인 면담을 주로 사용하였다.

1. 모델의 개발

참여수학을 위한 모델의 개발은 문제해결의 일반적인 순서와 비슷하지만 시간의 단위는 한 문제, 한 차시 또는 한 프로젝트 단위로 다양하게 적용할 수 있다. 본 모델은 Polya(1954)의 문제 해결 학습 단계와 Steffe와 Wiegel(1992) 등 구성주의자들이 자기 주도적 학습자로서의 유목적적인 학습에 기반을 두고 있다. 그리고 이 모델은 본 연구자가 10여 년 이상의 교실에서의 실생활 연계 교수-학습의 경험을 기반으로 하여 개발한 것이다.

2. 연구 참여자

본 연구의 참여자는 모델 개발을 주도하고 직접 수업에 임한 10년 이상의 초등학교 교사 경력을 가진 교수와 이 모델을 적용하여 수업에 임한 10년 이상 경력의 2명의 초등학교 교사 그리고 수업에 참여한 서울시내 외각의 초등학교 6학년 2개 반 학생 72명이다. 그리고 캠프 기간 동안 학생들의 학습을 돕고 관찰에 참여한 도우미 보조 학생 3명이 참여하였다.

3. 자료의 내용 및 수집

자료는 수학과 관련한 60차시 분량의 주제를 선정하여 연구진과 협의를 통하여 각 차시별 지도안을 만들어 수업에 임하였으며, 지도안의 개발시 참여수학의 가장 핵심적인 부분인 실생활과의 연결성 및 생활을 바꾸는 부분에 초점을 맞추었다. 그리고 가능한 학생들의 수준에 접근이 가능한가에 대한 요소도 고려를 하였다.

자료의 수집은 여름의 캠프기간을 포함하여 2학기 말까지 6개월 동안에 60차시 분량의 수업을 수행하였으며, 대부분의 수업은 주제의 특성상 2차시 또는 3차시를 연속하여 수업을 진행하였다. 여름 캠프기간에는 오전 오후 모두 활용하였으며 학기 중에는 방과 후와 토요일을 이용하여 수업에 임하였다. 자료의 수집은 수업 중 교사 및 도우미의 관찰과 학생들의 수업 중 반응 및 결과물, 그리고 비형식적인 면담의 방법을 통하여 참여수학의 방법에 대한 의견을 수집하였다.

4. 자료의 분석

자료는 분석은 주로 참여수학의 교수-학습에 참여한 학생들의 반응, 산출물, 그리고 면담으로 이루어졌다. 거기에 수업에 임한 교사들과 학습과 진행을 돕고 진행을 보조했던 도우미 조교들의 관찰 일지와 비형식적인 면담으로 구성되었다. 분석은 주로 일반적으로 학교에서 이루어지는 수업에서는 자주 나타나지 않는 학생들의 반응과 산출물 등을 중심으로 범주화하여 분석하였다.

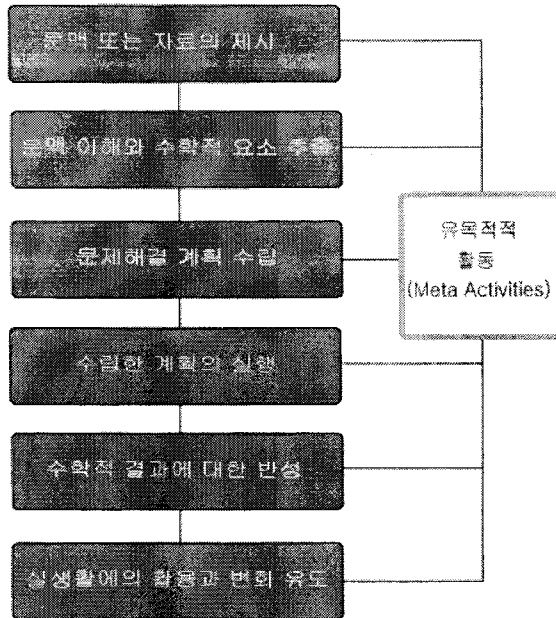
IV. 참여수학을 위한 모델

이 연구의 목적은 수학학습을 통하여 학생들로 하여금 수학 자체의 지식 습득은 물론 수학이 다른 교과나 우리의 일상생활의 문제와 밀접하게 관련 되어 있음을 수학에 진정으로 참여함으로써 몸으로 체험하게 하고, 이를 통하여 수학에 대하여 보다 긍정적인 태도와 자신감을 가지게 하여 스스로 주도적인 학습자가 되도록 돕기 위한 적절한 학습 모델을 개발하고 이를 적용해 가면서 보다 세련된 모델을 만들어 가는데 자료를 제공 하는데 있다. 이 모델의 이론적인 근거인 앞에서 언급한 Polya(1954)와 Steffe와 Wiegel(1992)의 이론을 적용하여 본 연구자는 참여수학의 모델을 크게 다음과 같은 6개의 순차적인 요소와 이를 모니터링 하는 또 하나의 요소로 나누었다.

일반적으로 문맥 또는 자료의 제시 → 문맥 이해와 수학적 요소 추출 → 문제해결 계획 수립 → 수립한 계획의 실행 → 수학적 결과에 대한 반성 → 실생활에의 활용과 변화 유도

참여수학을 통한 수학교육의 활성화를 위한 모델 개발

로 이루어져 있고, 각 단계마다 보다 거시적인 안목으로 문제해결의 방향과 목표를 상시적으로 체크하는 유목적적인 메타활동으로 구성되어 있다. 이 모델은 작게는 한 차시에서 한 주제 또는 프로젝트 단위로 적용할 수 있다.



[그림 2] 참여수학을 통한 수학교육의 활성화를 위한 모델

가. 문맥 또는 자료의 제시

모든 문맥 또는 상황의 시작은 학생들에게 의문을 제시하는 상황으로 시작하기를 권장한다. 이 의문은 학생들의 인지수준이나 정의적 수준과 너무 동떨어지지 않고 적절히 도전감을 줄 수 있는 상황이 되도록 할 필요가 있다. 주어진 상황은 의미 있는 수학과 관련한 에피소드 및 문제를 제공한다. 이는 주로 신문, 잡지, 문학작품, 통계 자료, 다른 교과 내용, 실생활 경험 내용 등과 관련한 상황을 연극 등 다양한 방법에 의하여 제시할 수 있다. 이는 시사적인 문제도 포함될 수 있다. 예를 들면, 실제 통계 자료를 이용한 출생률의 증진 방안과 예측 등이 될 수 있다. 그런데 중요한 것은 이들 상황은 학생들이 주어진 문제를 ‘현실적’으로 인식할 수 있어야 하고, 해결할 필요성이 있도록 제시하여야 한다. 물론, 모든 상황이 일단 교실 안으로 들어오면 그것은 학생들에게 진정한 의미이서 더 이상 ‘현실적’인 문제가 되지 않을 수 있다. 따라서 가능하면 교실을 벗어나 직접 현장에 가서 문제를 해결하도록 상황 안에 빠뜨릴 필요가 있다. 이 상황 안에서 학생들은 기꺼이 문제 해결자가 되기를 원하고 문제를 해결할 필요성을 느껴야 한다.

나. 문맥 이해와 수학적 요소 추출

학생들은 주어진 문맥, 에피소드와 상황을 자신들의 입장에서 이해하고, 자신들이 속한 소그룹 안에서 자신들의 의견을 수학적 의사소통을 통하여 문제에 대한 이해를 바르게 하도록 한다. 여기에서는 문맥 속에서 수학적 요소를 추출하고, 문맥 안에서 수학적 구조를 이해

한다.

다. 문제해결 계획 수립

문맥의 이해 및 추출한 수학적 아이디어를 활용하여 문제의 구조를 수학적으로 해석하고 수학의 문제를 해결하기 위한 계획을 수립한다. 이 모든 과정은 단독으로 수행하기보다는 소그룹 단위로 서로 적극적인 의사소통을 통하여 합의된 방식으로 진행되는 것을 권장한다.

라. 수립한 계획의 실행

수립한 계획을 실제로 수학적인 해석을 기반으로 식 또는 기하적인 수단을 활용하여 수행한다. 물론, 수학적 수단뿐만 아니라 다른 요소들을 고려해야만 하는 경우도 있을 수 있는데 이는 타당한 이유가 있으면 얼마든지 고려할 수 있도록 한다.

마. 수학적 결과에 대한 반성

수행하여 도출한 결과에 대하여 원래의 문맥이나 상황에 비추어 반성적으로 확인하고 점검한다. 또한 상황 속에서 도출한 결과가 의미 있는지를 확인한다.

바. 실생활에의 활용과 변화 유도

다른 교수-학습 모델과는 구별되는 것으로 본 모델의 가장 핵심적인 부분 중의 하나로 학생들이 수학적 사실들을 학습한 후 주변에서 일어나는 현상을 수학적 사실에 근거하여 바꾸어 나가도록 하는 것이다. 주어진 문제의 해결을 통하여 얻어진 정보를 활용하여 실생활에 적용하고, 실제로 학생 또는 일반인에게 유용한 정보를 제공하는 데까지 확장한다. 예를 들면, 통계를 위하여 M&M 안의 초코렛의 색깔이 왜 그렇게 분포(평균, 중앙치, 최빈치,...)되는지 알아보고, 학년 또는 전교생을 대상으로 초코렛의 색, 맛, 모양 등의 선호도를 조사하여 회사에 유용한 정보를 제공하고, 회사에서는 직접적인 매출의 신장을 가져오는 수준까지 확장하는 것을 진정한 '참여수학'으로 보는 입장이다. 수학을 하고(do), 자신들이 수행한 수학적 결과가 우리의 삶을 보다 윤택하거나 개인이나 회사에 유익함을 제공해 줄 수 있음을 체험함으로써 학생들은 '수학의 힘'을 체험하게 된다.

사. 유목적인 메타활동

위의 각 단계의 전체적인 흐름에 있어서 모든 활동이 유목적적인 메타활동이 되도록 계속적인 모니터링을 하도록 한다. 물론, 각 단계를 순차적으로 진행하는 것이 일반적이거나 이를 압축하거나 경우에 따라서는 생략하여 진행 할 수도 있을 것이다.

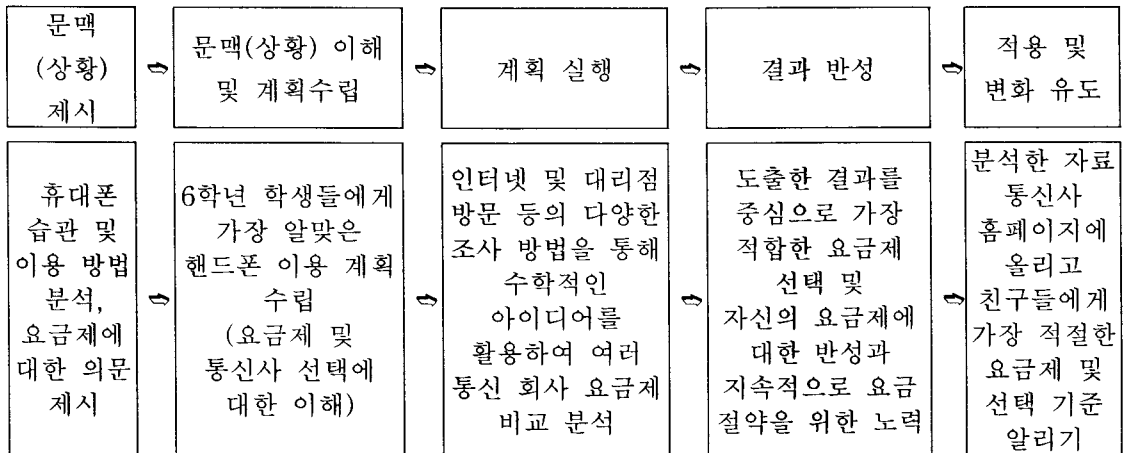
V. 참여수학의 실제 적용 사례

참여수학은 6개월여에 걸쳐서 총 60차시분의수업을 진행하였으나 본 논문에서는 한 주제인 “휴대폰 이용 방법에 맞는 가장 경제적인 휴대폰 요금제는 어떤 것일까?”의 사례를 중심으로 살펴보고 기타의 예도 함께 제시하였다. 본 주제는 초등학교 6학년 정도의 학생들의 약 30%가 이미 휴대폰을 소지 하고 있고, 이들이 휴대폰에 매우 관심이 많이 있고 잠재적인 소비자라는 측면에서 학생들의 흥미를 끌 수 있는 적절한 주제라고 생각되었다. 이 주제

참여수학을 통한 수학교육의 활성화를 위한 모델 개발

는 [그림 3]과 같은 흐름으로 진행되었다.

본 차시 수업에서는 학생들은 교사로부터 주어진 학습지 형태의 질문지를 받아서 이를 기본으로 문제를 해결해 가는 전략을 사용하였다. 본래의 참여수학에서는 보다 개방적인 참여로 학습자가 주체적으로 모든 흐름을 주도해 나가도록 권장하고 있는데 이를 교사와 학생들의 훈련과 노력이 필요한 것으로 실제 교실에서 적용하기는 쉽지 않았다. 일반 학급에서 전통적으로 어느 정도 정해진 틀 안에서 수학적 작업을 수행해 오던 학생들에게 자율적인 탐구를 해 가도록 요구하는 것 보다는 점진적인 훈련을 거치면서 점차 완전히 개방적인 접근으로 유도하는 것이 바람직함을 경험하였다.



[그림 3] 단위 학습 주제의 흐름도

③ 사용 습관이 다른 요금제 분석

사용 습관	요금제 이름	통신사 요금 비교 분석			
		SK	KTF	LG	기타
주말 1시간에 제한 통화할 경우	저렴요금제	22000	17000	20000	
어플리케이션이 많은 3~5년생	남성 요금제	15500			
통화시간이 길	다양 요금제	16000	13000	20000	20000
가벼운 통화량과 저렴한 인터넷	일반 요금제	11000	9200	10000	10000
인터넷이 많이 필요할 때	유선 인터넷	10000	10000	10000	10000
월 2~3만원 가량	과몰락 요금제	13000	14500	16000	
휴가 사용량이 많은	TTL 통신사 요금	25000	16500	30000	
인터넷 주용도에 통신량이 많은 사람	24개월간 사용권	11000	16500		
인터넷 많이 사용	인터넷 전용 요금	10000	13000		

④ 나에게 가장 경제적인 요금제는 무엇이며 우리 프로그램 학생들이 선호하는 요금제는?
 나. TTL 통신사 요금
 프로그램: TTL 통신사 요금, 통신사 A, B, C
 휴대폰 요금을 절약하기 위해 우리가 할 수 있는 일을 정리

① 좋아하는 것과 싫어하는 것
 ② 자신에게 맞는 요금제를 선택한다
 ③ 인터넷을 많이 사용한다

③ 내가 구매하고 싶은 책을 선정해 보아요. 내일의 리더십 시간

④ 내가 사고 싶은 책을 인터넷에 찾아 정리해 보아요

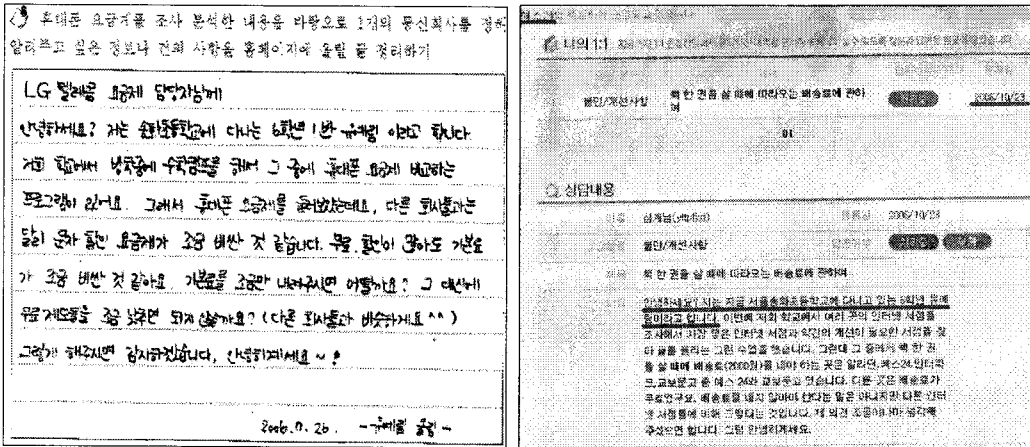
사이트	알라딘	Yes24	교보문고	인터파크
정가	9500원	9500원	9500원	9500원
할인율	20%	20%	20%	20%
할인금	7600원	6800원	7600원	7600원
세합액	380원(5%)	380원(5%)	380원(5%)	380원(5%)
배송료	무료	2000원	2000원	무료
최종 가격	7600원	8600원	9600원	7600원

참고: 할인율 구하는 방법
 $\frac{\text{할인금액}}{\text{정가}} \times 100 = (\%)$

⑤ 도통 선구들과 비교하여 가장 경제적으로 책을 구입할 수 있는 곳 선정해 보기

도통 선구 이름	사고 싶은 책	가장 경제적인 곳	이유
수리민	내일의 리더십 시간	알라딘	다른 곳은 배송료가 있지만 배송료가 무료이다
나주민	내일의 리더십 시간	알라딘	배송료가 무료이다
오연나	알라딘	알라딘	배송료가 가장 저렴
조수민	내일의 리더십 시간	알라딘	배송료가 무료이다

[그림 4] 각 통신사 및 인터넷 서점의 비교를 위한 수학 계산 적용



[그림 5] 홈페이지 등에 글을 올려서 학습한 내용을 적용하고 변화를 유도하기의 예

참여 수학의 핵심적인 부분 중의 하나인 ‘수학을 통한 우리의 삶을 바꾸는’ 부분에 대해서도 일반적인 주장보다는 수학적 아이디어를 보다 밀도 있게 사용하도록 하는 교육이 계속 되어야 한다. 학생들은 작은 것에서부터 수학이 우리의 삶을 바람직한 방향으로 이끄는 중요한 도구의 역할을 할 수 있음을 체험하는 경험이 무엇보다 중요하다.

몇몇 학생들은 기존의 수업과 대비하여 스스로 생각해 볼 수 있는 기회를 가진 것과 홈페이지에 자신들이 얻은 수학적 결과를 바탕으로 글을 쓰는 경험은 매우 색다른 것으로 기억하였다. 그리고 한 학생은 다음과 같이 학습한 결과를 가지고 자기 가족 구성원에게 도움이 되는 것으로 여기고 적용하려는 마음을 표현하기도 하였다.

잘 몰랐던 요금제에 대해서 알게 되어 좋았고, 나에게 잘 맞는 요금제를 선택할 수 있게 되어 좋았다. 이렇게 좋은 요금제들이 많은 것을 처음 알게 알아서 가족들에게도 전해 주고 싶다.

또, 힘들었지만 얻은 것이 많은 과제 또는 수업이었음을 표현하기도 하였다.

힘들었지만 그 만큼 나에게 도움이 되었다고 생각한다. 상점의 물건 가격을 조사하면서 어떤 것이 합리적이고 저렴한지 생각하고, 내가 구입할 때 어떻게 구입할까 생각할까 하고, 생각도 많이 하고, 계산, 그리고 돈의 소중함까지 알게 해 주었다.

참여수학 모델에 의한 수업은 학생들에게는 그 동안 경험해 보지 못한 것이었고, 수업을 담당하는 교사들도 논의과정에서 새로운 경험이었다. 다음은 수업에 임한 한 교사와의 비형식적인 면담의 일부이다.

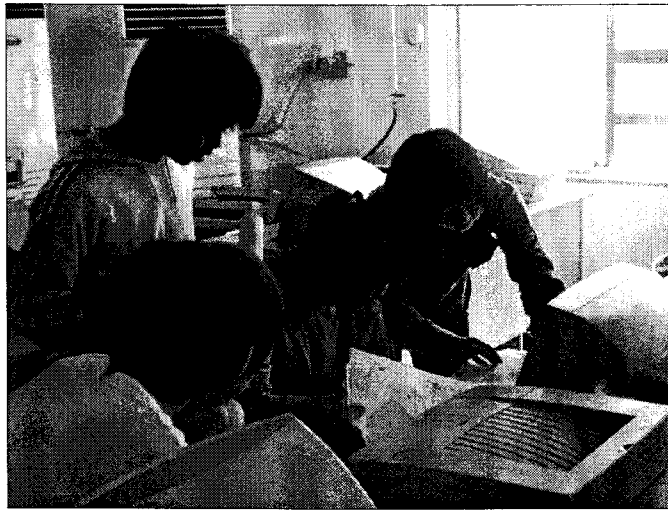
면담자: 참여수학 모델에 의한 수업을 하면서 느낀 점은 무엇이었습니다?

교사: 처음에 이 프로젝트에 참여하면서 참여수학이라는 것에 대한 다소 간의 이해 부족으로 인하여 소재와 주제를 찾는 것이 쉽지 않았고, 수업을 하면서도 원하는 결과를 얻기가 쉽지 않았습니다. 그리고 학생들도 처음 접하는 수업 방식이라서 마지막 부분의 자신들이 얻은 수학 지식을 실제의 생활에 적용하는

참여수학을 통한 수학교육의 활성화를 위한 모델 개발

부분이 중요한데 처음에는 이를 잘 이해하지 못하는 학생들이 있었습니다. 또 하나의 문제는 정규 시간 이외에 수업을 하다 보니 쉽지 않았고, 일반적인 수업을 더 많은 시간 동안 수업을 해야 하다 보니 시간적인 압박이 오는 것 같습니다. 그러나 학생들에게 그리고 저에게는 새로운 경험이었고 힘들었지만 의미 있는 경험이었다는 것 같습니다. 앞으로의 수학 수업에도 좋은 영향을 줄 수 있을 것 같습니다.

도우미로 활동한 학생들도 어느 정해진 범위 안에서 돕는 활동을 한 것이 아니었기 때문에 언제 어떻게 도와야 할지에 대하여 혼란을 겪었지만 점차 자연스럽게 끼어들어서 도움을 주는 활동에 익숙해졌다. 물론, 이들은 적극적인 도움을 주지 말 것을 연구자로부터 들었기 때문에 간섭과 방임을 적절히 해 가는 것이 중요했다. 그들의 관찰에 의하면 각 그룹별로 주도적으로 있는 학생들이 있는 반면 소극적으로 참여하는 학생들이 있는데 참여에 소극적인 학생들의 보다 적극적으로 참여하도록 하는 것이 필요함을 지적하였다. 이를 위하여 소그룹별로 각 구성원에게 적절한 임무를 주고 이를 수행하도록 하는 것이 한 방법이기도 하였다. 그러나 이를 극복하기는 쉽지 않았다.



[그림 6] 소그룹별 인터넷 조사를 하고 있는 모습

참여수학에서는 소그룹 단위로 과제를 해결해 가는 것을 권장하고 있고, 자료의 조사를 위하여 직접 방문, 전화, 인터넷 등 다양한 수단을 동원하여 종합적인 자료를 수집하고 분석하도록 권장하고 있다. 특히, 쉽지는 않을 지라도 원하는 분야의 전문가를 찾아가 직접 면담을 통하여 고급 정보를 얻을 수 있음을 알게 되었다.

VI. 결 론

본 연구에서는 참여수학을 통하여 학생들은 수학의 힘을 체험하고 수학이 우리의 생활과 밀접한 관련을 가지고 있고 더 나아가 수학적 사실들을 이용하여 우리 주변에서 일어나고

있는 여러 가지 문제들을 소재로 하여 학생들이 흥미를 가지고 능동적으로 수업에 참여 생산적인 산출물을 얻어 내기 위한 모델을 적용한 사례를 살펴보았다. 이의 과정 중 하나로 수학적 사실을 기반으로 하여 행정적 제도를 포함하여 담당자에게 편지 등을 써서 불합리한 제도를 고쳐 나가도록 하면서 학생들은 수학이라는 것이 우리의 생활과 유리된 것이 아니라는 것을 깨닫고 이를 더 깊게 탐구하고 의미 있게 이용하려는 태도를 가지게 되었다.

본 연구의 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 참여수학의 모델의 적용은 교사나 학생들에게 수학의 유용성에 대한 새로운 눈을 가지게 하고, 특히 학생들은 자신들이 학습한 결과가 바로 피드백 되면서 수학적 힘의 경험을 통하여 수학에 보다 흥미를 가지게 되었다.

둘째, 참여수학 모델의 도입은 현행 교육과정상의 수학 수업과 조화를 이루면서 적용이 가능할 수 있었다. 본 연구의 경우 주로 정규 교과 외에 수업에 적용하였지만, 일부 수업의 경우 정규교과에서도 수행되었다. 따라서 현행교육과정에서 주제별로 관련 있는 부분과 적절히 연계하여 2-3시간의 단위로 한꺼번에 수업을 해 가는 방식으로 도입하면 충분히 적용 가능하다. 다만, 전반적인 적용은 힘들 것이고 한 달에 한두 번 정도의 이 모델을 활용할 수 있다.

셋째, 학생들 사이에 수학적으로 의미 있는 의사교환을 촉진하였다. 본 참여수학 모델에서는 소그룹 단위로 계획, 실행, 의사의 결정 등에 모든 그룹의 구성원들이 적극적으로 참여하여 결정해 가도록 하고 있는데 이는 자연스런 수학적 의사소통으로 이끌었다. 다만 초기의 수업에서는 이를 원활히 수행하는 것이 쉽지 않았고, 그룹별로 한 두 명이 논의를 주도하는 경향이 많이 있었다.

참여수학 모델을 적용한 수업은 기존의 수업과는 매우 다른 것으로 수학 수업한 것을 근거로 회사의 홈페이지에 불편사항이나 시정사항을 편지로써 쓰거나 교통관계 경찰관에게 편지를 썼다. 수학교육자나 교사들은 그 동안 학생들의 생활과 유리된 채 학생들에게 더 이상 의미를 제공하지 못하는 수학에서 벗어나 보다 의미 있는 수학교육을 할 수 있는 자료를 개발하여 보급하고 지속적인 실험을 통하여 보다 세련된 자료로 학생들에게 유의미한 수학이 되도록 지속적인 노력을 할 필요가 있다.

참여수학 모델을 수업에 적용하면서 제안 사항으로는 다음과 같다.

첫째, 참여 수학 모델에 대한 수업자의 보다 깊은 이해가 있어야 한다. 사전에 이에 대한 설명을 하였음에도 불구하고 초기에 수업 지도안을 짜거나 직접 수업에 임할 때에는 기존의 수업 방식과 흐름을 답습하려는 경향이 있었다. 이를 실행하기 위해서는 사전 연수 및 수업 후의 토론 과정을 거치면서 이해를 더욱 깊게 해 나갈 필요가 있다. 일본에서 보편적으로 쓰고 있는 수업연구 방법으로 사전 설명-수업-수업 후 분석 및 토론은 이에 유용하게 적용할 수 있다.

둘째, 기존의 수업 시수와 균형을 이루는 것이 필요하다. 본 연구의 경우 여름 방학, 방과 후와 토요일업일의 수업을 하였으나 이보다는 정규 수업 안에서 모든 시간을 이렇게 하기는 불가능하므로 한 달에 2번 정도라도 이와 같은 수업을 시도해 보는 것이 학생들에게나 교사들에게 수학에 대한 새로운 눈을 가지도록 하는데 좋을 것이다. 이는 von Glasersfeld(1995)가 구성주의적인 수업을 시간상의 제약 상 교실의 수업에 도입하기 힘들다는 일선 학교의 교사들의 불만에 한 달이나 한 학기에 몇 번을 수업하더라도 학생들에게는 귀중한 경험이 될 것이라는 것과 일치하는 생각이다.

셋째, 수업에 임하는 교사 및 학습자인 학생들이 참여수학이라는 새로운 교수-학습 모델

에 익숙해 질 필요가 있다. 이를 위해서 일정기간 동안 훈련을 하도록 할 필요가 있고, 교사들은 보다 진지한 자세로 이를 자기 학급에서 적용해 볼 필요가 있다.

마지막으로, 이 모델의 보다 광범위한 검증 및 확산 발전을 위해서는 보다 유용한 자료 개발이 선행되어야 할 것이다. 막상 이를 도입하여 시행하고 싶어도 적절한 자료의 개발이 쉽지 않다. 이를 위해서는 수학이라면 멀리 달아나려고만 하는 학생들을 붙잡아 두기 위해서는 교사들의 지속적인 자료 개발 및 실제의 수업에서의 적용을 통하여 문제점을 찾고 개선점을 제시해 주는 것이 필요하다. 우리나라 수학교육의 고질적인 문제인 수학에 대한 학생들의 부정적인 태도와 신념을 긍정적으로 변화시킬 수 있는 시도로 학생들에게는 신나는 수학 학습을, 교사들에게는 수학 지도에서의 반성적인 기회를, 교사 연수기관에는 보다 새로운 관점에서의 예비 또는 현직 연수를 담당하도록 하도록 하는 기회와 정보를 제공할 필요가 있다.

아무췌록, 참여수학을 적용한 수학수업이 학생들에게 진정한 수학을 체험하도록 하여 학생들로 하여금 우리의 삶속에서 이를 적절히 활용하면서 우리의 삶을 보다 편리하게 바꾸는데 필요한 것이라는 것을 수학을 하면서(do) 깨닫도록 할 필요가 있다. 특히 우리나라에 있는 학생들에게 가장 취약한 부분인 수학에 대한 태도를 바꾸어 수학은 더 이상 기피의 대상이 아닌 친근하고 유용한 친구로서 다가올 수 있도록 후속적인 연구가 계속되어야 할 것이다.

참고문헌

- 강윤수 외 (2005). 정성연구방법론과 사례연구. 서울: 교우사.
- 교육인적자원부 (1998). 수학과 교육과정. 서울: 대한교과서주식회사.
- 김민경, 이명희, 김성미 (2004). 또 하나의 교재 MIC. 대한수학교육학논총. 1-19.
- 김지영 (2002). 창의성 신장을 위한 초등학교 수학 영재 학급용 프로그램 개발에 관한 연구. 석사학위논문. 경인교육대학교.
- 박교식 (1996). 지난 50년간의 우리나라 초·중·고등학교 수학교육의 현상적 특징과 그 원인. 대한수학교육학회논문집, 12(6), 59-70.
- 박만구, 안희진, 남미선 (2005). 초등학교 초임교사들이 수학수업에서 겪는 어려움. 한국학교수학회논문집, 8(2), 291-314.
- 백석윤 (2003). 초등 수학 학습 지도에 현실적 수학교육(RME) 원리의 적용. 초등수학교육연구회 직무연수 자료집. 1-31.
- 전영자 (2003). 생활수학 수업 사례 발표 및 자료개발. 초등수학교육연구회 직무연수 자료집. 277-307.
- 정영옥 (1997). Freudenthal의 수학적 학습-지도론 연구. 박사학위논문. 서울대학교.
- 한국교육개발원 (2004). 2004 한국의 교육인적자원지표. 28-29.
- 한국교육과정평가원 (2003). 생활수학.
http://classroom.kice.re.kr/kice/content07/index.jsp?MENU_NO2=4
 (2007년 7월 1일 현재).
- 한국교육과정평가원 (2000). 교수학습개발센터 정의적 영역의 결과: 교과에 대한 자신감 및 태도 (TIMSS-R). <http://classroom.kice.re.kr/kice/content02/index.jsp>에서 2005년

7월 1일 받췌.

- Eve, H. (1990). *An introduction to the history of mathematics*. Philadelphia: Saunders. College Publishing.
- Forman, S. L. (1997). NSF comprehensive curriculum projects for reform of mathematics education. Retrieved June 27, 2007 at <http://www.stolaf.edu/other/extend/Resources/nsfproj.html>.
- Glaserfeld, E. von (1995) *Radical constructivism: A way of knowing and learning*. London: Falmer Press.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Polya, G. (1954). *How to solve it?* Princeton, NJ: Princeton University.
- Steffe, L. P., & Wiegel, H. G. (1992), On Reforming Practice in Mathematics Education, *Educational Studies in Mathematics*, 23(5), 445-482.
- van den Heuvel-Panhuizen, M. (1994). Improvement of didactical assessment by improvement of problems: An attempt with respect to percentage. *Educational Studies in Mathematics*, 27(4), 341-372.
- Watanabe, R., & McGraw, B. (2004). *Problem Solving for Tomorrow's World*. Retrieved June 24, 2007 at <http://www.pisa.oecd.org/dataoecd/25/12/34009000.pdf>.

The Development of a Model for Enhancement of Mathematics Education Using Participatory Mathematics³⁾

Park, Mangoo⁴⁾

Abstract

The purpose of this paper was to develop a model for enhancement of mathematics education using participatory mathematics. Traditionally, mathematics has been considered ready-made and students need to practice it without real applications of mathematics. The 6th grade students in the two classrooms participated in the 60 class hours and the researcher and observers investigated students' achievements and reactions. In this model, students actively apply mathematics to real-life problems and furthermore change our life, which is one of the unique elements. Thus, students can experience mathematical power while they do mathematics. Every student need to experience with this model several times in a semester so that he or she can be active a citizen to change society a better place.

Key Words : Participatory mathematics, Development of a model, Mathematics education

3) This work was supported by the Korea Research Foundation Grant funded by the Korean Government(MOEHRD)"(KRF-2005-041-B00584).

4) Department of Mathematics Education, Seoul National University (mpark29@hanmail.net)