

문제중심 학습의 모델 설정

신현성¹⁾ · 윤재연²⁾

이 연구는 변화하는 산업사회의 요구에 알맞은 창의적이면서 자기 주도적인 교실의 수업환경을 개선하는 프로그램의 일환이며, 보다 구체적인 목표는 학교에 알맞은 문제 중심 학습의 모델을 만들고, 이를 실험하여 그 효과를 논하는데 있었다. 기존의 PBL 모델을 파일럿 실험을 거쳐 우리 교실 환경에 알맞게 수정하고, 이 모델을 중학교 심화 반 36을 대상으로 8주간 실험했다. 그 결과 이 모델을 적용한 실험 반 학생이 문제 해결 검사지 와 문제해결 태도 검사지에서 비교 반에 비해 통계적으로 유의미한 차이를 보였으며, 다양한 상황 설정을 해석하여 상황의 단순화(수학적 의미부여)로 가는 능력이 탁월했다. 또, 이해를 생성하는 기법이 독특했으나, 문제 설정활동에서 학교성적 중간수준의 학생의 효과는 부정적이었다.

주요용어 : 문제중심학습, 문제설정, 문제중심학습 모델

I. 서론

학교에서 산업사회의 요구에 알맞은 창의적이면서 자기주도적인 학생을 기르기 위해서는 교실의 교육방법이 변해야한다는 사회적 요구는 자주 있었다(경향신문, 2007). 이러한 사회적 요구에 알맞게 학생들이 스스로 문제를 발견하고 해결하려는 태도를 기르며, 실제적 상황에서 문제해결자로 개인의 주도적 학습능력을 키우는 교실환경을 재구성하는 일은 현재 학교 교육에서 해결해야할 시급한 과제로 등장했다.

이러한 사회적 요구에 부응하여 인적자원의 개발모델로 Barrow & Myers(1986)가 만든 PBL 프로그램은 문제중심 학습을 선호하는 개인 및 단체에서 크게 환영하였다(Delisle, 1997). 이 프로그램은 실제적 과제를 설정하고 협력학습을 통해 과제분담과 실행을 하며, 추후 활동으로 문제에 대한 재평가를 하는 과정으로 구성되었다. 물론 프로그램의 학습과정은 큰 아이디어 중심활동, 다양한 관점과 해석 활동, 개인의 흥미 있는 탐구활동을 강조한다. 교수과정에서도 학생들이 창의적인 사고능력을 기를 수 있도록, 교사는 발문중심의 수업을 이끌어간다. 또 의사소통을 중심으로 협력학습을 강조한 것도 이 프로그램의 특징이다. 이러한 문제중심 학습은 우리 학교의 교실환경과 크게 차이가 있음을 알 수 있다. 즉 교사 주도의 수용학습을 강조하는 교실환경에서는 의사소통을 강조하는 협력학습, 문제설정 활동, 실

1) 강원대학교 (hsshin@kangwon.ac.kr)
2) 가평중학교 (yjy9420@hanmail.net)

생활 과제 학습 등을 효과적으로 수행할 수 없다. 그러나 국가의 인적자원 개발이라는 측면에서는 문제중심 학습을 교실에 도입하는 문제는 아무리 강조해도 부족하다.

이 연구의 목적은 연구자의 학교에 알맞은 문제중심 학습의 모델을 만들고, 이를 실험하여 그 효과를 논하는데 있다. 또 문제중심 학습에서 한국 학생들이 적응하기 힘든 과정을 인터뷰를 통하여 분석하는 것도 연구의 목적에 들어간다.

II. 이론적 배경

문제중심 학습의 중요한 관점은 학습의 전이에 대한 인식론적인 배경으로 Lave(1993)는 상황학습의 이론에서 “ 학습자는 한 상황에서 배운 수학지식을 다른 상황에 이용하지 못한다. 이유는 연습의 환경이 서로 다르기 때문이다.”라고 말했다. 다시 말하면, 학습자가 한 상황설정에서 배운 수학지식을 다른 상황설정에 활용하려 할 때는 비슷한 방법으로 두 상황설정을 해석하고 인지해야한다는 의미이다. 이것은 구성주의에 바탕을 둔 견해이다. 이들에 의하면 학습은 개인이 자기 경험에 근거하여 의미를 개발하는 능동적 과정이며, 이 의미는 경험한 세계를 해석하는 방법에 의해 만들어진다는 것이다(Lave, 1993; Gibson, 1982).

따라서 이러한 수업에서는 종전의 전통적인 시각에서 본 과제 선정과 수업방식, 학생과 교사의 활동은 크게 다르다. 특히, 과제설정에 대하여 Schank(1982)는 “ 수업은 항상 사례와 문제 상황, 영성하게 정의한 질문, 프로젝트로 시작하며 교사는 이러한 활동 중에 학생들이 스스로 정보와 지식을 배우기 바란다. 이를테면, 어떤 학생이 트럭에 대해 흥미를 가지면 트럭을 생산하는 산업현장을 교실에서 창출할 수 있다.”라고 말했다. 이와 같이 문제중심 학습은 과제설정을 매우 중요시하며 과제활동에서 학생과 교사 모두에게 수준 높은 사고력을 발휘하기를 바란다.

수업에서도 4-5명을 한 단위로 하는 협력학습을 통해 구성원의 큰 아이디어를 토론하게 하여 서로 아이디어를 보완하고 책임감 있는 행동을 하게 한다(Johnson, 1983; Tobias, 1998).

문제중심 학습은 Barrow & Myers의 모형에서 중심 아이디어를 읽을 수 있지만, 연구단체에 따라 이를 변형한 프로그램이 나왔다. 이를테면, 일리노이 대학에서 연구한 IMSA 프로그램이 이들 중 하나이다. IMSA는 앞의 프로그램과 약간 다른 문제중심 학습인데, 이 모델은 “문제로그”란 저널형식의 기록장으로 학습자의 문제해결에 필요한 자신의 생각을 기록하는 방법을 택했다. 먼저 문제중심 학습에 대하여 소개하면서 학습자가 비판적인 생각을 할 수 있는 기회를 마련한다. 다음에는 문제를 설정하여 이를 분석하는 과정으로 들어간다. 이어서 관련된 자료를 수집하고 집단 구성원과 토론을 통하여 자신의 큰 아이디어를 반성하고 활용하게 한다. 마지막은 바람직한 해결 방법이 나왔을 때 수행평가를 하게한다(Sage, 2002).

위의 두 프로그램의 효과는 많은 실험을 통해 검증이 되었다. 첫째는 비 구조화된 문제 상황을 통해 학습자의 관심과 흥미를 자극하여 학습활동에 적극 참여하게 하고, 그들 스스로 탐구과정에 들어가 의미 있는 과제활동을 한다는 것이다. 둘째는 학습자는 문제해결을 위해 필요한 정보를 모으고 그 정보를 활용할 가치를 판단하면서 비판적 창의성을 가진다. 또, 한발 더 나가 문제정의, 정보수집, 자료 분석, 가설 설정과 검증을 위한 전략을 세우고 이를 다른 학생의 것과 공유하고 비판한다. 셋째는 그들이 이해를 어떻게 생성하는지를 알

수 있으며 문제해결에 연결하는 과정을 알 수 있다(이명화, 2004).

우리나라 학교교육에 어떤 프로그램이 알맞은 지는 신문과 방송, 잡지, 교육 전문지, 대기업 연수 프로그램 등에서 많은 논의가 있었다. 이들의 요구를 간단히 요약하면 우리의 산업구조에 알맞은 인적자원을 개발하기 위한 프로그램으로 자주적이고 창의적이면서 변화에 적응을 잘하는 프로그램 또는 교육과정을 만드는 것이었다. 그러나 몇 편의 보고서를 보면 국내의 중등학교에서 실시하는 프로그램 또는 교육과정이 이러한 사회적 요구에 크게 미흡하다는 지적이 있다(윤재연, 2003; 이명화, 2004; 서준경, 2006). 이들 보고서는 한결같이 학교교육의 약점으로 첫째, 지나친 성취도 강조 둘째, 수업의 다양성 문제 그리고 셋째, 경직된 교육과정 운영을 들고 있다. 반면 학교에서 재량활동 또는 특별활동과 같이 자기 주도적 이면서 창의적인 프로그램을 운영하려는 시도도 있다고 말했다.

한편, 이명화 와 윤재연(2006)은 모델링 수업이 중학교에 가능한 지 교사들과 면담하는 과정에서 현 교육과정의 틀에서 가능하게 이들 프로그램이 운영될 수도 있다고 말했다. 이 연구는 이들의 부분적인 연구결과와 밀접한 관련이 있다.

III. 가설화된 문제중심 학습 모델

문제중심 학습의 모델은 보통 Sage(1996)의 정의에 따른다. 즉, 실생활의 문제 상황을 중심으로 교육과정과 수업을 구조화한 교육적 접근으로 학습자가 문제를 해결해 나가는 과정을 통해 비판적 사고 능력과 협동기술을 신장시키는 학습으로 보고 있다. 앞에서 논의한 두 프로그램도 이 범주를 벗어나지 않는다. 이 연구의 중심아이디어인 가설화된 문제중심 학습 모델을 만들기 위해, 연구자는 우선 Myers의 프로그램이 우리 교실상황에 얼마나 적용성이 있는지

중학교 3학년 여학생을 대상으로 간단한 파일럿 실험을 했다. 물론 이 필드 워크(Field work)에서 다양한 학생층과 인터뷰는 필수적이었다. 여기서 얻은 데이터와 국내의 연구결과를 가지고 중학교 현직교사와 토론을 통해 이 연구에 알맞은 가설화된 문제중심학습 모델을 만들 수 있었다.아래와 같이 이 모델은 여섯 단계로 짜여져 있다.

도입 : 수업 분위기 조성

전개 : 문제 상황 설정- 실생활의 문제 상황으로 비전문적인 표현을 강조함.

문제 상황의 단순화 -정의된 수학열린 문제로 변환.

문제해결- 모둠별 협력학습으로 해결함.

결과 토론- 모둠별 단일안으로 정리한 후에 종합토론을 거침.

반성 : 자기평가 - 모둠 내에서 모둠의 계획에 대한 반성.

이 모델의 특징은 학생들 자신이 생성한 수학적으로 덜 정의된 실생활 상황으로부터 학습이 시작된다는 점이다. 학생들은 자기들 생활 주변 또는 자연현상에서 일어나는 실제적이고 비 구조화된 상황을 모둠별로 도입하며, 이 도입 상황은 교사와 협의에 의하여 학습소재로 선택이 된다. 이것이 바로 문제 상황 설정이다. 때로는 교사가 이미 개발된 문제 상황을 모둠별로 주면서 그 문제 상황이 적용될 수 있는 현장을 방문하여 이를 확인하게 할 수 있다.

이와 같이 선택된 문제 상황은 수학적으로 엄밀하게 정의를 해야만 문제 상황의 단순화로 넘어가며 이 단계에서 내적 해결과정을 거친다. 이 후 각 모둠별로 정리된 산출결과는 종합적인 결과 토론에서 표준적인 해법이 결정되며, 각 개인의 풀이과정은 곧 자가 평가 과정을

거치는 절차를 가진다.

원래 Myers의 프로그램은 이 연구가 가지는 문제 상황 설정과 문제 상황의 단순화 단계가 없다. 이 두 단계는 수학의 교수학습의 특징이기 때문에 이 모델에 대한 파일럿 실험에서 수정한 것이다.

또, 이 연구의 모델이 앞에서 소개한 Myers와 IMSA 프로그램과 크게 차이점은 반성단계에 문제 설정 활동을 삽입한 점이다. 문제설정은 문제 만들기 또는 문제 포즈라고 하며 문제해결에서 상위 개념이다. 위의 문제 상황의 단순화를 해결한 모둠은 자기 해결에 대한 반성을 하고 교사의 적절한 인도에 따라 문제설정으로 들어가 문제구조 파악, 문제설정 전략, 문제 설정을 반성하는 과정을 밟는다.

IV. 연구방법 및 절차

1) 표본

연구는 00중학교 3학년의 비교적 우수학생 36명을 중심으로 진행이 되었다. 실험은 학교에서 특수반으로 수학적 특성이 있고 성취도 수준이 전교 상위인 집단이며 무작위 추출로 실험집단 19명, 비교집단 17명으로 분류하였다. 실험은 총 8차시 수업으로 진행되었으며, 1주일에 1차시씩 연구자가 직접 실험집단을 운영했고 비교집단의 수업은 중학교 수학기초의 경력이 같은 동료교사에게 맡겼다. 엄격하게 예상되는 여러 변인(수업방법, 연습량, 과제량과 질 등)이 통제되었으며 실험 차시 안은 연구자가 만들고 연구위원(5명의 현직교사)으로부터 본 논문의 목적에 알 맞는지 또는 학년수준에 알 맞는지 타당성의 검증을 끝냈다.

실험집단은 앞의 문제중심 학습 모델을 충실히 따라갔고, 비교집단은 학교의 전통적인 교수방법을 택했으며, 수업할 수학내용, 연습량과 질 등은 모두 엄격하게 통제되었다. 실험 중에 실험집단의 활동 지 활용을 관찰하고, 학생들의 대화내용을 녹음하였으며, 이들 결과 중 필요한 부분은 프로토콜 형식으로 자료를 남겼다.

2) 연구내용

실험집단에 투입되는 차시 안을 만들기 위하여 연구자를 중심으로 하는 실생활 문제 연구를 운영하였다. 이 연구회는 본 실험학교가 소속되어 있는 수학교사와 일부 같은 교육청 관내 수학교사들로 짜여졌다. 연구자가 자료를 수집하여 정리한 총 12과제는 연구회에서 토론과정을 거쳐 최종 10개의 과제로 정리 되었다. 이 과제는 NCTM에서 정리한 과제도 2개 포함되어 있으며, 나머지는 연구자가 여러 자료를 보며 만든 과제였다. 최종 정리된 과제는 크게 두 가지 종류로 분류할 수 있다.

제1종 : 자동차 부속품을 생산해 내는 00공장에서는 원통모양의 컨테이너 175개를 2개월간 보관할 창고를 찾고 있다. 한 개의 원통은 밑면의 반지름이 1이고 높이가 3이다. 그런데, 창고는 세 종류가 있다고 한다.

- (1) 한 단위면적이 11×11 - 월 임대료 67달러
- (2) 한 단위면적이 11×22 - 월 임대료 105달러
- (3) 한 단위면적이 11×33 - 월 임대료 130달러

이 창고는 높이 10까지 원통을 쌓을 수 있다. 원통을 쌓는 방법을 고려하며 최소경비를

계산 하여라 (NCTM, 1993)

제2종 : 영희는 친구들과 같이 걸스카우트 야영대회를 00호수에서 가졌다. 대회가 끝난 후 친구 2명과 함께 먹 거리 백화점에 들려 친구들과 식사를 아려 메뉴판을 보니 다음과 같았다.

라면 900원,	떡볶기 1200원,	백반1인분 3500원
탕수육 1인분 4500원,	짜장면 3500원,	김밥 2000원
튀김 1500원,	냉면 4500원,	볶음밥 5000원
설렁탕 5500원,	칼국수 3500원,	옥수수 콘 1500원
애플파이 2500원,	아이스크림 600원	햄버거와 튀김 4500원
토스트와 우유 2500원		

위의 글을 잘 읽고 재미있는 문제 한 개를 만들어 보시오.

나머지 과제는 제1종과 비슷한 모델링 소재에서 나온 과제이거나 제2종과 비슷한 실생활 상황에서 문제설정을 하는 것이었다. 다만, 난이도 하인 2 문제는 제 1,2종과는 다르며, 거의 수학적 추상문제에 가까운 설정을 하였다(집합, 드모르간). 수학적 추상문제를 제외한 나머지 과제는 음악 및 오락, 농작물 경작지, 도시교통, 산업현장 등에서 얻을 수 있는 소재로 구성되었다. 이 실험에서는 이들 소재를 모듈별 협력학습에 활용할 수 있게 활동지 형태로 개발하였고, 각 모듈별 활동지를 토론수업용으로 이용하였다.

3) 검사도구 및 데이터 수집

연구에 활용한 검사도구로 문제해결 태도에 대한 사전·사후 검사지, 실험 중·후에 투입된 문제 중심 검사지, 인터뷰를 위한 검사지를 들 수 있다. 특히 인터뷰자료에 학생의 대답은 녹음으로 자료를 남겼고, 이를 번역하여 프로토콜로 연구의 결과 분석에 활용했다.

V. 연구결과 분석

앞에서 제시한 연구목적을 달성하기 위하여 이들을 연구문제로 세분화 하여는 데, 하나는 성취도와 관련하여 두 집단 사이에 문제해결 및 문제 설정의 성취도에는 차이가 있는지이고, 다른 하나는 수학적 태도에 관련된 연구 문제였으며, 마지막 하나는 실험집단의 표본에 대한 수학적 모델을 정하는 과정에서 생기는 이해생성, 변수설정, 발견전략의 활용, 발문의 성격 등을 알아보는 질적 연구문제였다.

1) 성취도 분석

여기서 분석하려는 자료는 다음

연구문제 1 : 실험집단과 비교집단 사이에 실생활 문제해결 및 문제 설정의 성취도에는 차이가 있는가?

에 관련된 데이터를 수집, 분석하는 과정이 있다.

이 연구문제를 통계적으로 처리하기 위해 귀무가설 H_0 를 설정하여 실험중과 실험후의 2

차례 문제중심 검사를 실시 한 결과 다음과 같았다.

[표 1] 처치 후 2차 평가 성적(실험 후 평가)(유의수준 : 0.05)

집단	N	평균	표준편차	자유도	t값	유의확률
실험 반	19	73.37	5.237	34	2.031	0.046
비교 반	17	65.36	4.954			

[표 2] 처치 후 1차 평가 성적 (실험 중간 평가) (유의수준 : 0.05)

집단	N	평균	표준편차	자유도	t값	유의확률
실험 반	19	64.47	6.231	34	1.407	0.168
비교 반	17	55.65	5.012			

표에서 실험 중 평가는 실험 기간의 반이 지났을 때 실시한 것으로 유의확률이 0.168은 귀무가설 H_0 를 기각 할 수 없는 것이다. 이때만, 해도 아직은 실험반의 문제중심 검사가 결과가 비교반 보다 통계적으로 의미 있는 차이는 보이지 않았다. 그러나 실험 후 평가에서는 양 집단의 성취도의 차이가 크게 변했음을 알 수 있다. 이어서

실험 후에 실시한 문제중심 검사에서는 귀무가설 H_0 가 기각되었다. 따라서 문제 중심 학습을 투입한 실험 반 학생들의 성취도가 통계적으로 유의미한 차이를 보였다고 말할 수 있다. 물론, 엄격한 변인 통제에 의한 결과라고 하지만 실험기간이 짧다는 약점이 있기 때문에 좀 더 기간을 확대하고, 표본을 바꾸어서 실험을 해볼 필요가 있다.

2) 문제해결 태도분석

문제중심 학습 프로그램을 이수한 학생들에게 의미 있는 태도변화가 있는 지를 알아보기 위하여 문제해결 태도검사를 실험 후에 실시했다. 이 검사는 미국 인디애나대학교의 수학문제해결 프로젝트팀에서 개발한 것으로 20문항으로 구성되어있다. 비교반과 실험 반 각각 전후 태도검사의 결과를 알아볼 필요가 있어서 각 집단의 실험 시작 전과후의 태도검사를 실시했다.

[표 3] 실험반의 문제해결 태도검사 전 · 후 비교 (유의수준 :5%)

집단	구분	N	평균	자유도	값	유의확률
실험반	사전	19	6.71	18	-2,503	0.017
	사후	19	6.91			

이 표는 연구문제를 위하여 귀무가설 H_0 로 설정하고 통계 처리를 한 결과이다. 유의수준 0.05아래서 H_0 가 기각되었음을 알 수 있다. 즉, 실험 반은 종합적인 문제해결 태도검사에서 사후검사 성취가 사전검사보다 통계적으로 유의미한 차이를 보였음을 알 수 있다. 이후 연구는 비교반의 경우로 사전 · 사후의 검사 결과를 알아보았는데 표에서 보는 것처럼 유의미

한 결과를 얻지 못했다.

[표 4] 비교반의 문제해결 태도검사 전 · 후 비교 (유의수준:0.05)

집단	구분	N	평균	자유도	t값	유의확률
비교반	사전	17	6.67	16	-1.435	0.16
	사후	17	6.72			

3) 문제중심의 특성분석

실생활문제의 구조과약을 하는 것은 문제중심 학습의 프로그램에서는 가장 중요한 관심사이다. 파일럿 실험에서 예측한대로 본 실험의 여러 데이터를 보면 학생들은 문제 상황 설정에서 문제 상황의 단순화로 가는 과정이 매우 어렵다고 말했다. 난이도 상인 과제에서는 많은 오류가 발생했다(19명 중 14명 실패). 이를테면, 다음 TV 광고는 가장 난이도가 높은 문제 상황 설정이었다.

..... 이러한 조건에서 A기획사가 고민하는 문제는 가장 효과적인 광고 전략을 어떻게 계획할까?

이 상황설정은 모둠활동에서 계산기를 가지고 해결하는 수치해석적인 상황으로, 실험집단에서 문제된 점은 학생들이 문제 상황의 단순화로 가기위하여 기획사의 질문 “가장 효과적인 광고 전략을 어떻게 계획할까?”를 수학적으로 명료하게 정의하는 일이었다(74% 이상 실패). 연구자가 바라는 것은 “이익함수(목적함수)를 정하여 이 함수의 최댓값을 계산기로 구하라”와 같은 질문이었다. 그러나 이 보다 쉬운 “2달 동안 175개의 원통형의 드립을 2 개월 창고에 보관하는 창고 보관”의 상황설정에서는 앞 과제보다 문제 상황의 단순화가 무난하게 마무리 되었다.

따라서 이 프로그램에 바탕을 둔 문제중심 학습에서는 학생들이 어떻게 구조가 복잡한 문제상황 설정에서 수학적으로 명료하게 정의하는 문제 상황 단순화로 가게 할 것인가에 대한 교수학습 계획이 필요하다. 그러나 구조가 단순한 상황설정에서는 이러한 문제가 크게 나타나지는 않았다. 간단한 예를 들어보자.

다음은 학생들이 이미 문제 상황 설정을 문제 상황 단순화로 변형한 경우이다. 이 과제의 경우 상황 설정 안에 수학적으로 명료하게 정의 할 수 있는 정보들이 있어서 학생들은 쉽게 단순화 과정으로 들어왔다. 이때 학생들이 고민 할 문제 상황 설정은 “....인 상황에서 두 사람은 8시 이후 같은 시각에 역에서 만나 한 사람은 전철을 타고 다른 사람은 버스를 타려고 한다. 어떻게 해야 할까?”였으며 대부분 모둠에서 다음과 같이 대답했다.

(전철문제) 어느 전철역에서 전철은 8분마다 출발하고 버스는 10분마다 출발한다. 오전 8시에 전철과 버스가 동시에 출발하였을 때, 전철과 버스가 처음으로 다시 동시에 출발하는 시각을 써라.

모둠에 따라서는 질문이 위와 약간 다르게 한 경우가 있었다. 이들의 질문을 보면 “ 8시

이후 첫 번째로 전철과 버스가 동시에 떠나는 시각은 몇 시 몇 분인가?”로 정의한 경우가 있었고 “같은 시각을 4개만 써라”와 같은 질문도 있었다. 어느 경우든 수학적으로 잘 정의된 질문으로 보았다. 이 문제에 대한 풀이는 두 종류가 나왔다. 하나는

(풀이1) 버스8시 : 10 분, 20 분 , 30 분 , 40 분 ,.....
 전철8시 : 8 분 , 16 분 , 24 분 , 32 분 , 40분 ,.....
 따라서 버스와 전철이 다시 동시에 출발하는 시각은 8시 40분.

이 문제 풀이 표상을 보면 산술적인 방법으로 세기를 이용하여 문제구조를 간편하게 나타내려 했다. 초등학교 학생들이 즐겨 사용하는 문제해결 전략이기도 하다. 다른 하나는 이 문제를 아래와 같이 해결했는데 문제 풀이 표상이 위와는 약간 다름을 알 수 있다. 문제의 상(image)을 중요시 했고 수학의 개념과 강하게 연결하여 규칙(최소공배수)을 생각해 냈다.

(풀이2) 전철 8:00, 8:08, 8:16,.....8의 배수
 버스 8:00, 8:10, 8:20,.....10의 배수
 (8 : 40 분)

$$\begin{array}{r} 2 \quad 8 \quad 10 \\ \hline 4 \quad 5 \quad = \quad 40\text{분} \end{array}$$

실험 집단만 보면 (풀이1)을 선호한 학생이 많았으며 수학 성취 능력이 약간 떨어지는 학생 집단에서 많이 발생했다.

전체적으로 풀이형식을 택한 학생수를 비교해 보면 실험집단 학생들이 처음형식을 택했고, 비교집단 학생들은 나중의 풀이형식을 택했다. 실험집단 학생들이 문제를 풀때 구성적인 방법으로 풀이과정을 이끌어 가고 비교반 학생들은 수학적 공식에 문제를 맞추려하는 경향이 있었으나 이 결과는 다른 사례를 좀 더 관찰해 볼 필요가 있다. 실험이 끝난 후 최소공배수를 구하는 알고리즘을 사용하지 않은 학생들을 대상으로 간단한 인터뷰를 해 보았다.

연구자 : 6 과 8의 최소공배수를 구할 수 있어요?
 학생 S : 2로 두수를 각각 나누고 모두 곱하지요.
 연구자 : 그런데 이 방법을 왜 이용하지 안했어요?
 학생 S: 생각나지 안했어요.... 이와 같이 지문이 있는 여러 문제를 풀면 잘 알 수 있을 텐데.

이상에서 학생들의 사고를 관찰 해 보면 다양한 수학적 또는 물리적 상황을 경험하는 것은 이해를 생성한다는 것과 관련이 크게 있음을 느낄 수 있다. 학생들은 한 수학 개념이 적용된 서로 다른 상황에서 같은 개념이 아니라고 대답을 한다.

다음은 문제중심 학습의 반성단계에서 학생들이 문제설정을 어떻게 하는지 조사하였다.

이번에도 모든 학생이 다 알 수 있는 난이도 하의 쉬운 문제 상황 설정을 예를 든다. 아래 문제는 이미 모든 학생이 문제상황의 단순화를 끝낸 것이어서 수학적으로 잘 정의된 문제

이다.

현재 아버지와 아들 나이의 차는 26 세이다. 지금부터 10년 후에 아버지의 나이는 아들 나이의 3배 보다 2 세가 적다고 한다. 현재 아버지의 나이와 아들의 나이는 각각 얼마인가?

연구자는 이 문제를 풀고 반성하게 하는 것은 의미가 없다고 판단하여, 곧 바로 문제설정 활동으로 들어갔다. 학생들은 Walter(1983)의 “ 조건 수정(What if not) ” 전략을 사용했다.

연구자 : 조건 수정(What if not) 전략을 사용 했어요 ?

학생 A : 예. 처음에는 전체 정보를 새로운 것으로 바꾸려 했으나, 잘되지 않아 그 전략에서 속성만 바꾸었어요.

연구자 : 어디 한 번 볼 수 있어요? 문제 상황을 많이 바꾸었어요?

학생 A :

연구자 : 만든 문제와 비슷한 문제를 전에 본적 있어요?

학생 A : 참고서에서 언뜻 본 적이 있으나 기억이 나지 않아요. 우리 동네 친구 집을 생각했어요.

연구자 : 그런데, 주어진 문제하고는 많이 다르네요.

학생 A : 사실은 전번 수업시간에 이와 똑 같지는 않지만 어떤 나이 문제를 잘 풀었던 기억이 나서 그걸 이용했어요.

다음은 이 학생이 원 문제를 해결하고 새 구조를 가진 문제설정을 한 결과이다(8분소요).

우리 가족의 나이를 모두 합하면 97세이다. 엄마와 아빠의 나이 차는 4살이고, 엄마의 나이는 나의 나이의 3 배보다 6 살이 적다. 아빠와 엄마의 나이는 ?

이러한 문제설정 후 이 학생은 곧 자기 방식의 풀이를 시작했다.

아빠의 나이 x , 엄마의 나이 y , 나의 나이 z

$$x + y + z = 97$$

$$x - y = 4$$

$$y = 3z - 4$$

$$x - (3z - 6) = 4$$

$$x - 3z = -2$$

$$y = 45-6 = 39, x + 39+ 15 = 97$$

$$x + y + z = 97$$

$$x - y = 4$$

$$2x + z = 101$$

$$-2x + 6z = 4$$

$$7z = 105, z=15$$

한편 간단한 속성만 바꾸어 문제 설정을 한 학생들이 대부분이었기 때문에 연구자는 좀 더 문제구조를 복잡하게 바꾸도록 권장했다.

연구자 : 문제를 다시 만들었군요. 좀 더 원 문제를 많이 벗어난 문제를 만들어요.

5 분의 시간을 다시 주면서 원 문제의 구조를 변경하도록 다시 주의를 주었다. 그러나 이 학생의 문제설정은 더 이상 진전이 없었다.

학생 B : 조금 전 내가 한 것은 쉬었는데 문제 전체를 바꾸어 복잡하게 만들려 하니 떠오르지 않아요.....글쎄, 잘 모르겠습니다. 더 이상 풀리지 않네요. 뭐가 잘못된 것 같아요.

원 문제가 복잡하고 어려울 수록 문제 설정은 진행이 더디었다. 가장 큰 이유는 원 문제의 구조파악이 완전히 이루어 지지 못 하였기 때문이었다. 이러한 현상은 문제 상황이 복잡한 “TV 광고 문제 ” 또는 “ 창고 보관 문제 ” 등에서 자주 볼 수 있었다.이 들 문제에서는 문제 상황 설정에서 문제 상황 단순화로 넘어가는 과정이 매우 어렵고, 시간이 많이 걸렸다. 이 들 문제는 문제의 구조파악이 매우 어려웠던 관계로 원 문제를 풀었지만 문제 설정 은 무척 어렵게 진행되었다.

이들 실험을 통해 연구자는 몇 가지 사실을 관찰 할 수 있었다.

하나는 이해의 생성이라는 관점에서 보면 우수학생에게 문제중심 학습은 대단히 중요하다는 점이다. 이 연구에서는 모델링과정에 이어 자연스럽게 문제 설정이 이어졌는데 , 문제구조파악이 정확한 학생은 원 문제를 정리한 다음에 문제 설정으로 옮기는 시간이 짧고, 그 속도가 빠르게 진행되었다. 실험이 끝난 후 우수학생 S 와 대화에서도 이를 알 수 있다.

연구자 : 어때요? 이러한 수업이 지금 공부하는데 방해가 될까요?

학생 S: 시험이 아니면 이런 수업이 재미있어요. 실제 생활에서 꼭 일어나는 것이기 때문에 실감이 나고....친구와 대화도 많이 나누고, 생각도 많이 하는 것 같고.

연구자 : 또?

학생 S : 시간에 항상 조용한 학생도 좋은 이야기 많이 하는 것 같고요.

연구자 : 싫어하는 애들도 있어요?

학생 S : 예.

연구자 : 이유는 ?

학생 S : 어떤 아이는 문제를 푸는 것도 어려운데 문제를 어떻게 만드나 하고 불평해요.

하나는 학습자의 기억이 오래 지속된다는 것이다. 이를 증명할 수 있는 많은 자료가 더 필요하지만, 실험이 끝난 후 일주일 후 재 면담을 실시했고, 대부분 학생들이 자기가 풀이한 과정을 기억하고 있었다. 그러나 비교집단에서는 이러한 인터뷰를 실시하지 못하였기 때문에 이 관찰은 좀 더 많은 자료를 요한다.

하나는 문제중심 학습은 의사교환이 활발한 협력학습이 알맞다는 점이다. 실험 초기에는 모둠활동이 다소 활발하지 못했으나, 시간이 지남에 따라 자기의 견해를 활발하게 발표하고 남의의견을 듣는 태도가 좋아졌다. 다음 단순화를 거친 문제는 다소 이 연구의 목적에 알맞지 않지만 그 들의 대화를 의미 있게 볼 수 있다.

어느 학급의 학생 20명 중 사과와 배를 좋아하는 학생을 조사하였다. 사과를 좋아하는 학생은 12명, 배를 좋아하는 학생은 10명 둘 다 좋아하는 학생은 6명이다. 둘 다 좋아하지

많은 학생은 몇 명인가?

다음은 모둠 내에서 학생들이 서로 의견을 교환하면서 주어진 문제를 해결하는 과정을 녹음한 결과이다.

신○○: “사과와 배를 모두 좋아하지 않은 학생”이라....자세히 말하면 사과를 좋아하지 않는다. 그리고 배도 좋아하지 않는다. 그럼...

홍○○: 사과 와 배를 모두 좋아하지 않은 학생이라면 과일에 대한 알레르기 때문에 손을 들지 않은 건대..

천○○:우리 앞에서 “사과를 좋아 한다”를 A로 나타내면 “ 사과를 좋아하지 않다”는 여 집합 A라 쓰고, 마찬가지로 “배를 좋아 한다”를 B로 나타내면, “배도 좋아하지 않다”는 여집합 B 로 나타낼 수 있고,“그리고”를 대신하여 공통기호를 쓰면 “사과와 배 모두 좋아하지 않은 학생“은 여집합 A 공통 여집합 B라고 나타낼 수 있어.

진○○; 그럼, 여집합 A 와 여집합 B 각 각을 구한다음 교집합해야 하나 ?

조○○:(친구의 필통을 얼굴에 갖다 대며) 너 이거 훔쳤지 ?

진○○: 내가 왜 훔쳐.

조○○: 네가 이것을 훔치지 않았다면 이 필통 뿐 아니라 이 안의 연필 지우개도 훔치지 않았다는 것이야 전체의 부정은 각각의 모 두를 부정하는 것이기 때문에중학교에서 배운 드○○라는 법칙이 있지.....너희들 아니 ?

연구자: 그래. 두 집합의 합의 여집합은 각각의 여집합의 공통과 같지.

전○○: 그러면 A 와 B 의 공통을 빼면 되겠네.

진○○: 그럼 전체에서 두 집합의 합을 손으로 가리면 맞다 4명이다.

VI. 결론 및 토론

이 연구는 중·고등학교에서 운영하고 있는 교육과정이 우리의 산업사회 발전과 그 맥을 같이 할 수 있도록 학교 프로그램을 개발하는 연구이다. 현행 8차 수학과 교육과정은 문제중심 학습을 거의 반영할 수 없게 만들었다. 그러나 교실 밖을 보면 8차 수학과 교육과정이 변화하는 산업사회에 잘 적응 할 수 있는 학생을 기르기 위한 잘 조직된 프로그램은 아니라는 것을 쉽게 알 수 있다. 이 연구는 이 목표에 가능하게 접근 할 수 있는 프로그램을 개발하는데 그 가치를 둔다. 이 연구에서 얻을 수 있는 결론으로 몇 가지 사항을 논의 하고자 한다.

하나는 학교 수학의 힘은 학교에서 배운 수학적 개념 및 문제해결을 실생활 문제 또는 물리적 자연현상의 한 부분으로 이해될 때 얻어진다고 본다. 이 연구에서는 이를 검증할 수 있는 자료가 있었다. 먼저, 비교집단의 관찰에서 상황이 없는 추상적인 지문으로 주어진 문제는 곧잘 풀 수 있는 학생이 같은 개념에 대하여 실생활 또는 자연세계의 현상이 결부되면 풀지 못하는 경우가 일관성 있게 관찰되었다. 한편, 실험집단에서는 어떤 수학의 개념 또는 문제해결의 기술이 다양한 실생활 상황 또는 수학적 문제 장면에 접했을 때 이해의 생성 또는 문제 접근 방식이 좋아진 경우가 지속적으로 관찰되었다. 비교집단은 종전의 교육처럼 추상적인 수학개념 과 문제해결 기법을 연습한 다음 활용으로 잘 정의된 또는 다듬어진 응용문제를 해결 한 반면, 실험 집단은 상황 속에서 개념 과 문제해결 기법, 구조파악 등이 함께 이루어지도록 활동했다. 이 경우 성취도 및 태도에서 실험집단이 좋은 결과를 가져왔다

고 본다.

하나는 국지적 관점에서 보면 문제중심 학습의 문제 상황 설정에서 문제 상황의 단순화로 변환하는 능력이 우리 학생들에게 많이 부족하다는 점이다. 이결과는 충분히 예측 할 수 있는 결과이다. 왜냐하면 학교수학이 학생들의 이러한 능력의 개발에 취약했고 학교 교육 목표가 이러한 능력 개발을 멀리했기 때문이다. 그러나 학교교육이 개념과 문제해결을 상황 속에서 얻는 방향으로 수정이 되면 이 결론은 새로운 교육과정을 수립하는 데 중요한 자료가 될 수 있다.

하나는 문제설정이 이 모델 속에서 어떤 역할을 하는 지에 대한 검증 자료는 좀 더 보충해야 한다는 점이다. 분명 실험집단속에서 우수한 학생은 문제설정을 통해 문제의 구조파악과 문제해결에 대한 창의적인 발상을 얻는데 많은 도움을 받았다. 또, 친구들과 활발한 의사소통을 통해 새로운 아이디어를 창출하는데 프로그램의 도움을 받았다고 말했다. 그러나 우수하지 않은 학생들에게는 프로그램 효과를 논할 수 없었다. 이 문제는 연구의 제언으로 남길 수밖에 없다.

참고문헌

- 서준경 (2006). 구성주의 관점에서 개념적 학습 지도가 성취도 및 태도에 미치는 영향, 강원 대학교 교육대학원.
- 이명화 (2004). 중학교에서 모델링 수업이 실생활 문제해결에 미치는 영향, 연구보고서.
- 윤재연 (2006). 중등수학과 교육과정에서 수학적 모델링의 프로그램의 운영. 교실교육의 수업환경 개선 세미나.
- Barrow, H. S & Myers, A. C (1986). Large group problem based learning: A possible solution for the 2 sigma problem, *Medical Teacher*, 8(6).
- Brown, J. S & Collins, A (1989). Situated cognition and the culture of learning, *Educational Researcher*, 18.
- Delisle, R (1997). How to use problem based learning in the classroom, Alexandria,VA: Ascd.
- Cohn, F. G. (1986). Designing group work: Strategies for the heterogeneous classroom, Teachers College Press, New York, NY: 10027.
- Gibson, J. J. (1979). The ecological approach to visual perception, Boston: Houghton Mifflin.
- Johnson, D & John, R. S. Learning together and alone, NY: Prentice Hall, 1983.
- Lave, J. & Wenger, E. (1993). Situated learning in communities of practices, I. Resnick(Eds.) Perspectives on socially shared cognition, Washington: Aps, Sage, S. M. (1996). A qualitative examination of problem based learning at the K-8level, New York: ED 398263.
- Savery, J. & Duffy, I. M. (1995). Problem based learning :An instructional model and its constructivist framework, *Educational Technology*.
- Schank, R. C. (1997). Virtual learning, New york: McGraw-Hill.

A Study on Constructing the Model of Problem Based Learning in the View of Situated Learning

Shin, Hyun-Sung³⁾ · Yun Jae-Ueun⁴⁾

Abstract

This study was some part of the main program making better the lessons in the classroom in which those should focus on the creative and self-leading method. The purpose of study was to create the model of Problem Based Learning and investigate its efficiency. For the purpose, those researchers tried to reform the Myers' PBL model through the pilot experiment and could get the Model of Korean School PBL appropriate to the our classroom situations. Thirty six students from the enriched class in the junior high school 3rd grades was involved in the experiment for 8 weeks. The results showed that the experimental group had statistically significant difference in the real problem solving test and attitude test.

Specially, those students also showed that the ability to translate the variety of problem situations mathematically was so excellent and they also had their own technique to generate the understand of problem solving situations, but they did not show the significant ability to pose the meaningful problem.

Key Words : Problem based learning, Problem posing, Model of PBL.

3) Kangwon National University (hsshin@kangwon.ac.kr)

4) Gapyeong Middle School (ygy9420@hanmail.net)