

# 과학 실험 수업에서 MBL의 적용이 초등학생의 학업 성취도 및 과학 관련 정의적 특성에 미치는 효과

박상용<sup>†</sup> · 박재근 · 여상인  
(김포감정초등학교)<sup>†</sup> · (경인교육대학교)

## The Effects of MBL Programs on Academic Achievement and Science-Related Affective Characteristics of Elementary School Students in Laboratory Instructions

Park, Sang-Yong<sup>†</sup> · Park, Jae-Keun · Yeo, Sang-Ihn  
(Gimpo Kamjung Elementary School)<sup>†</sup> · (Gyeongin National University of Education)

### ABSTRACT

The purpose of this study was to develop MBL(Microcomputer Based Laboratory) programs for sixth-grade elementary students in science laboratory instructions and to ascertain the effects of this program on academic achievement and science-related affective characteristics.

In laboratory instructions, using the MBL was found to be effective in improving academic achievement for elementary students, especially in the domain of knowledge. In addition, it helped students to improve science-related affective characteristics. The experimental group showed higher levels, especially in the domains of cognition and interest. When our findings were analyzed in detail, the sub-domains that showed positive effects included 'cognition of science' in the domain of cognition, and 'interest toward science', 'interest toward science learning', 'interest toward science related activities', and 'anxiety for science' in the domain of interest. Male students exhibited improvement in the domain of cognition, while female students showed improvement in the domain of interest.

In conclusion, utilizing MBL programs as an experimental measurement in the real field of elementary science education can be said to be both positive and desirable.

**Key words** : MBL(Microcomputer Based Laboratory), science laboratory instruction, academic achievement, science-related affective characteristics

## I. 서론

지식·정보화로 대변되는 미래 산업의 진입을 눈앞에 둔 시점에서 컴퓨터 및 정보 통신, 그리고 첨단 과학이 주도하는 현대 사회는 확실성, 동일성으로 인식되던 전통적 교육에 대해 변화된 사회에 걸맞는 새로운 패러다임을 요구하고 있다. 이에 따라 과학 교육의 목적도 단순한 정보만의 습득보다는 미래 정보화 시대에 학생이 필요로 하는 논리적

사고, 추론 능력, 창의적 문제 해결력 등을 향상시킬 수 있는 방향으로의 전환이 요구된다.

과학 교육에서 과학 실험 수업은 종합적인 사고력과 과정적 지식을 습득하는데 있어서 중요한 가치를 지니며(구양삼 등, 2005; Leonard, 1983; Tobin, 1990), 과학적이고 합리적 사고의 향상을 위한 중심적인 교수-학습 활동으로 인식되고 있다(Garnett & Hackling, 1995; Hofstein, 2004).

그러나 전통적인 과학 실험 수업에 있어서는 수

업 준비상의 어려움, 과학적 원리와 이론에 부합되지 않는 실험 결과에 따른 당혹감, 실험 활동의 시·공간적 제약, 실험 실습 기자재의 부족 등과 같은 어려움으로 인해 실험 활동이 교실 수업에서 배운 지식을 확인해 보는 정도의 차원에서 그친다는 비판이 있어 왔다(Gangoli, 1995). 또한 과학 실험 수업을 하는 동안에 학습자의 사고에 대한 충분한 피드백이 주어지지 않아도 불구하고(Barron et al., 1998), 교과서에 제시된 보편적 실험 절차에 따라 순서대로 실험을 수행하고 결과를 확인하기에 급급한 것이 실제 학교 현장의 현실이다.

이에 따라 최근 과학 교사들은 이러한 제한점을 극복하고 과학 실험 수업의 효과적인 진행과 흥미 유발을 위해 새로운 방안에 대한 다양한 접근을 시도해 왔는데, 이러한 도구적 실험 방법의 하나로 제시된 것이 바로 MBL(Microcomputer-Based Laboratory)이다.

MBL의 활용은 수집된 데이터를 도표나 그래프의 형태로 즉각적으로 시각화하여 학습자에게 제시해 줌으로써 정확한 데이터 수집에 소비되는 시간을 단축시킬 수 있고, 측정하고자 하는 물리량을 인간의 오감 대신 감지 소자를 이용하여 획득함으로써 측정의 객관성을 확보할 수 있게 해준다(구혜원, 1993; 박금홍 등, 2005; Nakhkeh, 1994). 또한 학습자의 의욕을 환기시켜 학습 동기와 흥미를 유발하고, 문제 인식에서부터 실험 활동까지에 이르는 과정이 거의 동시에 이루어짐으로써 실험 시간의 많은 부분을 자료 해석과 토론 등과 같은 사고 중심의 활동으로 변화시켜 줄 수 있는 장점을 가지고 있다(Thornton & Sokoloff, 1990).

MBL 실험 방식의 교육적 활용은 1980년대 중반부터 미국에서 도입되어 이에 대한 체계적이고 효율적인 연구가 이루어짐으로써 이 방법이 갖고 있는 잠재적 가능성이 입증되고 있다(구혜원, 1993). 그러나 이 MBL이 우리나라에서 도입된 지는 불과 얼마 되지 않아 실제 학교 현장에 MBL 관련 기자재들의 보급이 충분하지 않고, 과학 실험에 바로 적용할 수 있는 콘텐츠의 개발이나 교사를 위한 연수 프로그램도 부족한 실정이다. 또한 실험이 컴퓨터를 기반으로 기계적으로 이루어지고, 실험 자료의 처리를 학생 대신 컴퓨터가 대신함으로써 데이터를 구하는 원리를 이해할 수 없으며, 적합한 하드웨어 및 소프트웨어의 부족에 따른 제한점을 가지고 있는 것도 사실이다.

MBL은 실험실 환경과 직접적으로 연결되어 있고 가상이 아닌 실제 데이터를 측정하고 수집하는 활동이란 측면에서 이전의 CAI나 웹 기반 프로그램과는 그 성격이 다르다. MBL을 활용한 실험이 교사에게 특정 기술에 대한 지식 등을 요구하는 부담에도 불구하고 MBL은 실험 시간의 절약, 객관적인 관찰, 흥미 유발을 가능하게 하고 이를 과학 실험에 활용했을 때 기존 실험 활동에서 나타나는 문제점들을 상당 부분 상쇄시킬 수 있으며 또한 새로운 교수-학습 방법의 기회도 제공할 수 있을 것으로 생각된다(이항미, 2002).

외국에서는 이미 오래 전부터 Vernier나 Pasco사에서 인터페이스와 센서를 이용한 과학 실험의 개발이 활발하게 이루어져 왔고(Thornton & Sokoloff, 1990), 국내에서도 이와 관련된 관심과 연구 활동이 늘어나는 추세에 있다. 지금까지 진행된 MBL 관련 선행 연구들을 살펴보면 우선 과학과 수업에서 MBL 실험 방식의 적용 효과를 살펴본 연구(구혜원, 1993; 박금홍 등, 2005; 송인범, 2004)가 있고, MBL의 현장 적용 방안(전재록, 2004), MBL을 이용한 실험 매뉴얼 작성 및 적용(김덕곤, 2005), 그리고 MBL을 활용한 교수-학습 개선 자료의 개발(구양삼 등, 2005)등을 들 수 있다. 이들 연구는 대부분 중·고등학생을 대상으로 이루어진 것으로, 중등의 경우엔 이미 MBL을 과학 교육에 실제 적용한 시도들이 많이 있어 온 것을 알 수 있으나 초등의 경우엔 프로그램의 개발이나 이의 적용과 관련된 연구가 아직은 미진한 실정이다.

초등 과학 실험 수업에서도 MBL은 기계적인 반복 실험이나 긴 측정 시간으로 인해 학습자가 데이터 수집 과정에 몰입한 결과 실험 실행의 목적을 잃을 가능성이 있거나, 사람의 감각 기관에 의존해서 측정할 때 정밀한 데이터를 얻는 과정이 어려운 실험 주제 등에 적용하면 아주 유용하다.

따라서 본 연구에서는 MBL을 초등학교 과학 실험 수업에서 실질적인 도구로서 활용할 수 있도록 MBL 적용에 적합한 몇 가지 주제에 대해 MBL을 효과적으로 활용할 수 있는 프로그램을 개발하고 이를 과학 실험 수업에 직접 투입해 봄으로써 초등학생의 학업 성취도와 과학 관련 정의적 특성에 어떠한 효과가 있는지 알아보았다. 또한, 이러한 연구를 통해 MBL의 초등 과학 교육 현장에의 적용 가능성을 탐색해 보고, 전통적 실험 수업이 안고 있

는 문제점을 보완해 줄 수 있는 대안적 수단으로서의 MBL의 가치를 확인해 보고자 하였다.

## II. 연구 내용 및 방법

### 1. 연구 대상 및 연구 설계

본 연구의 대상은 경기도 김포시에 소재한 초등학교 6학년 4개 학급의 학생들로 실험 집단이 68명(남 39명, 여 29명), 비교 집단은 64명(남 34명, 여 30명)으로 구성되어 있다. 이들을 대상으로 2005년 9월 초부터 12월 말까지 MBL을 활용한 수업 처치 전후에 각각 학업 성취도와 과학 관련 정의적 특성 검사를 실시하여 MBL을 활용한 실험 수업의 효과를 검증하였다. 또한 학습자가 교육 과정 및 교과서에 제시된 탐구 활동에 따라 전통적인 실험 도구, 측정 기구 및 장치를 사용하여 실험 데이터와 결과를 수집하고 실험을 수행하는 학급을 비교 집단으로 설정하여 결과를 비교하였다.

본 연구를 위한 연구의 설계는 그림 1과 같다.

### 2. 수업에 사용된 단원 및 주제

MBL의 적용 효과를 검증하기 위해 초등학교 6학년 과학과 교육 과정에 포함된 실험 중에서 기존의 실험 수업을 통한 데이터의 획득이 다소 어렵다고 판단된 단원 및 실험 주제를 선정하여 총 8차시에 걸쳐 MBL 프로그램을 개발하였고 이를 적용하였다(표 1). 또한 본격적인 프로그램의 적용 전에 MBL에 적응하기 위한 적응 활동을 2차시에 걸쳐 진행하였다.

### 3. MBL 프로그램의 개발

본 연구의 과학 실험 수업에서 활용한 MBL 기어는 Vernier사의 제품으로 인터페이스는 LabPro

실험 집단	O <sub>1</sub> O <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>3</sub> O <sub>4</sub>
비교 집단	O <sub>1</sub> O <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	O <sub>3</sub> O <sub>4</sub>

X<sub>1</sub>: MBL 프로그램 적용 수업

X<sub>2</sub>: 전통적 실험 수업

O<sub>1</sub> & O<sub>2</sub>: 사전 검사(학업 성취도 검사, 과학 관련 정의적 특성 검사)

O<sub>3</sub> & O<sub>4</sub>: 사후 검사(학업 성취도 검사, 과학 관련 정의적 특성 검사)

그림 1. 연구의 설계

표 1. MBL 프로그램의 개발·적용 단원 및 실험 주제

단원	실험 주제	주 사용 센서
MBL 적용 활동	우리 몸의 온도 알아보기	온도 센서
	남학생과 여학생의 목소리 차이 알아보기	마이크로폰
물속에서의 무게와 압력	여러 가지 물체를 물속에서 들어보기	이중 작용력 센서
	물속에 잠긴 모양에 따라 물체의 무게가 어떻게 달라지는지 알아보기	이중 작용력 센서
일기 예보	물속에 넣었을 때 줄어든 물체의 무게와 밀어낸 물의 무게 비교하기	이중 작용력 센서
	기압과 공기의 움직임 알아보기	기체 압력 센서
연소와 소화	초가 연소할 때 생기는 물질 알아보기	이산화탄소 센서
	물질을 연소시킬 때 필요한 것 알아보기	산소 센서
편리한 도구	도르래를 사용하여 물건 들기	이중 작용력 센서
	빗면과 축바퀴(심화)	이중 작용력 센서

와 Go! Link를 사용하고, 센서는 이중 작용력 센서와 기체 압력 센서, O<sub>2</sub> 센서 그리고 CO<sub>2</sub> 센서 등을 사용하며, 소프트웨어는 Logger Pro를 사용하였다.

개발된 프로그램은 MBL을 활용한 실험 수업이 원활하게 진행될 수 있도록 적절한 인터페이스와 센서 그리고 소프트웨어의 구성과 활동 과정을 안내할 뿐만 아니라 활동의 결과를 기록할 수 있는 학습지를 겸하는 형태로 제작하였는데, 프로그램의 세부 구성 요소와 내용은 표 2와 같다. 논문 마지막 부분의 <부록>에는 ‘초가 연소할 때 생기는 물질 알아보기’라는 주제에 대한 MBL 프로그램의 예를 제시하였다.

### 4. 검사 도구

학업 성취도의 사전 비교를 위해서는 해당 학교의 2005학년도 1학기 중간고사 과학 점수를 활용하였고, 사후 학업 성취도 검사 도구는 각 시·도교육청에서 제작한 문항들 중 과학 교육을 전공한 교수 2명과 경력 5년 이상의 초등학교 교사 8명에게 의뢰하여 타당도가 확보되었다고 판단

표 2. MBL 프로그램의 세부 구성 요소와 내용

구성 요소	내용
타이틀	◦ 실험 주제 ◦ 단원명, 실험 일시, 인적 사항
공부할 문제	◦ 학습 목표
준비물	◦ MBL 관련 인터페이스, 센서, 소프트웨어 등을 제시(사진) ◦ 실험 재료
실험 장치 및 활동 과정	◦ MBL 기자재를 이용하여 실험 장치를 꾸미는 방법 ◦ 실험 활동 절차 및 과정 제시(사진, 캡처 화면)
실험 및 활동 결과	◦ 활동의 결과 기록
알게 된 사실	◦ 실험 및 활동으로부터 알게 된 사실
느낌이나 소감	◦ 실험 및 활동으로부터의 느낌, 소감

되는 20문항(지식 영역 10문항, 탐구 영역 10문항)을 사용하였다. 탐구 영역의 검사지는 과학과 교육 과정의 6학년 2학기에 제시된 탐구 활동에 대해 학습자의 기초 탐구 기능과 통합적 탐구 기능을 측정하는 문항으로 구성되어 있으며, 전체 검사지의 Cronbach  $\alpha$  값은 0.62이다.

과학 관련 정의적 특성 검사를 위한 도구로는 김효남 등(1998)이 개발한 검사지를 변형하여 사용하였는데, 이 검사지에는 과학과 관련된 정의적 특성을 인식, 흥미, 과학적 태도의 3가지 범주로 구분하고 있다. 인식 범주는 4가지 하위 요소, 흥미 범주는 5가지 하위 요소, 그리고 과학적 태도 범주는 7가지 하위 요소로 구성되어 있으며, 각각 12문항, 15문항, 그리고 21문항 등 총 48문항으로 구성되어 있다. 과학에 대한 인식에 관한 검사지의 Cronbach  $\alpha$  값은 0.68, 흥미는 0.75 그리고 과학적 태도는 0.86이다.

### III. 연구 결과 및 논의

#### 1. 학업 성취도에 미치는 효과

실험 처치 전 실험 집단과 비교 집단 사이의 학업 성취도 사전 검사에 대한  $t$ -검정의 결과 두 집단 사이에는 유의미한 차가 없어( $p=0.388$ ) 동질의 집단으로 간주할 수 있으며, 실험 집단에 대한 MBL 프

로그램 처치 후의 학업 성취도 검사 결과는 표 3과 같다. 두 집단의 평균을 비교해 볼 때 지식 영역과 탐구 영역에서 모두 실험 집단의 평균 점수가 비교 집단에 비해 높게 나타나며, 특히, 지식 영역에서는 통계적으로 유의미한 차이를 보인다( $p<0.01$ ).

따라서 MBL 프로그램을 적용한 수업은 전통적인 실험 수업에 비해 학업 성취도 향상에 효과적이고, 특히 지식 영역의 학업 성취도 향상에 더 효과적인 것으로 나타났다. 이는 구혜원(1993)이 지적한 바와 같이 가상이 아닌 실제 데이터가 센서를 통해 수집되고 컴퓨터 화면을 통해 그래프화 되는 과정들이 생생하게 전달됨으로써 실험에 대한 객관적인 관찰 및 체험이 가능하고 이에 따라 주어진 실험에 대한 지식적 이해도가 높아졌기 때문인 것으로 여겨진다.

이러한 결과는 김형수(1994)가 초등학교 학생들의 속력 개념 형성에서 MBL을 활용하면 운동의 방향 전환이나 정지의 개념(학습)에 효과적이었다는 연구, 이동준(2001)이 동영상을 이용한 상호 작용적 시범 실험의 적용이 물체의 운동에 작용하는 힘의 크기와 방향 및 물체의 가속도에 대한 이해도를 높인다는 연구, 이항미(2002)가 학생들이 컴퓨터 기반의 상호 작용적 시범 실험에서 과학적 지식을 쉽게 얻을 수 있었다는 연구 등과도 대체로 일치하는 결과이다.

송인범(2004)은 물질의 상태 변화 수업에 적용한 MBL 실험의 효과 연구에서 MBL을 활용한 실험이 과학 탐구 능력 향상에 영향을 주며, 특히 관찰 영역에서 유의미한 차이를 보인다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 MBL 프로그램의 적용이 탐구 영역의 학업 성취도에 있어서 의미 있는 변화를 가져오지는 않는 것으로 나타났다. 이러한 사실은 컴퓨터를 활용한 수업에 있어서 학습자에게 제공되는 프로그램의 내용과 형태, 그리고 통제 유형 등에 따라 탐구 능력의 향상에 미치는 효과가 달라질 수

표 3. 집단별 학업 성취도 사후 비교 검증

	M(SD)		$t$	$p$
	실험 집단 ( $N=68$ )	비교 집단 ( $N=64$ )		
지식 영역	42.57( 7.20)	38.59( 8.38)	2.932	.004
탐구 영역	34.26( 9.40)	32.03(10.02)	1.321	.189
전체	76.84(15.08)	70.63(16.20)	2.282	.024

있음을 보여준다(Hannafin & Sullivan, 1995; Salerno, 1995).

동일한 수업 처치에 대해 성별에 따른 학업 성취도 사후 검사 결과를 비교한 결과는 표 4와 같다.

학업 성취도 사전 비교를 위한 *t*-검증에서는 남학생( $p=.216$ )과 여학생( $p=.940$ )이 모두 실험 집단과 비교 집단 사이에 동질적인 것으로 나타났지만, MBL을 적용한 후 이루어진 사후 검사에서는 남녀가 모두 지식 영역의 학업 성취도에 있어서 실험 집단이 비교 집단에 비해 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 따라서 MBL 프로그램을 활용한 과학 실험 수업은 전통적인 실험 수업에 비해 남녀 학생 모두의 지식 영역 학업 성취도 향상에 효과적임을 알 수 있다.

이러한 결과는 실험 집단과 비교 집단의 학업 성취도를 남학생과 여학생의 구분 없이 집단별로 비교 검증한 표 3의 결과와도 크게 다르지 않으며, 따라서 MBL의 적용은 성별에 관계없이 지식 영역의 학업 성취도를 향상시키는 데 효과가 있다고 볼 수 있다.

MBL의 적용에 의한 과학적 탐구 능력의 차이를 검증한 박금홍 등(2005)의 연구에 의하면 MBL 프로그램은 과학적 탐구 능력에 있어서 남학생의 기초 탐구 능력과 여학생의 기초 탐구 능력 그리고 통합 탐구 능력의 향상에도 기여하는 것으로 보고 하였다. 그러나 본 연구에서는 탐구 영역의 학업 성취도 향상에 있어서 통계적으로 의미 있는 결과가 나타나지는 않았고, 단지 남학생과 여학생 모두 비교 집단에 비해서 실험 집단의 평균 점수만 높은

것으로 나타났다.

## 2. 과학 관련 정의적 특성에 미치는 효과

과학 관련 정의적 특성의 범주를 인식, 흥미, 과학적 태도 등의 하위 요소로 구분하여 실험 집단과 비교 집단의 사전 차이를 검증한 결과 각 하위 요소에 대해 두 집단 사이의 유의한 차이는 없었으며 정의적 특성의 전체 차원에서도 차이는 나타나지 않았다( $p=.448$ ). 따라서 두 집단의 사전 과학 관련 정의적 특성 수준은 동일한 상태인 것으로 간주할 수 있다.

MBL 프로그램 처치 후의 집단별 과학 관련 정의적 특성에 대한 사후 검사 결과는 표 5와 같다.

과학 관련 정의적 특성에 대한 사후 비교 검증 결과 실험 집단은 비교 집단에 비해 통계적으로 유의미한 차이로 평균 점수가 높게 나타났으며( $p<.05$ ), 각각의 세부 범주에 대해서도 과학적 태도를 제외한 인식, 흥미 범주에서 모두 유의미가 차이가 있는 것으로 나타났다.

표 5. 과학 관련 정의적 특성 사후 비교 검증

범주	M(SD)		<i>t</i>	<i>p</i>
	실험 집단 (N=68)	비교 집단 (N=64)		
인식	3.62(.43)	3.44(.41)	2.435	.016
흥미	3.09(.49)	2.78(.58)	3.307	.001
과학적 태도	3.21(.52)	3.12(.56)	.979	.330
전체	3.27(.38)	3.10(.44)	2.503	.014

표 4. 성별에 따른 학업 성취도 사후 비교 검증

성별	영역	M(SD)		<i>t</i>	<i>p</i>
		실험 집단(N=39)	비교 집단(N=34)		
남학생	지식 영역	43.08( 7.31)	39.41( 8.14)	2.026	.046
	탐구 영역	34.36( 9.68)	32.94( 9.14)	.641	.524
	전체	77.44(15.42)	72.35(14.16)	1.459	.149
성별	영역	M(SD)		<i>t</i>	<i>p</i>
		실험 집단(N=29)	비교 집단(N=30)		
여학생	지식 영역	41.90( 7.12)	37.67( 8.68)	2.042	.046
	탐구 영역	34.14( 9.17)	31.00(11.02)	1.187	.240
	전체	76.03(14.84)	68.67(18.29)	1.696	.095

이러한 결과는 방상영(2002)이 초등학교 과학과 지구 영역에서 수행한 ICT 관련 활용 연구나 박금홍 등(2005)이 중학생을 대상으로 MBL 적용 과학 수업을 통해 얻은 연구 결과와 유사한 경향을 보여 주는 것이다. 따라서 MBL의 활용은 과학 관련 정의적 특성의 변화에 효과적인 영향을 미치는 것으로 판단할 수 있으며 특히, 인식 및 흥미 범주에서의 의미 있는 변화를 가져올 수 있음을 시사한다.

MBL 실험 처치 후의 인식 범주 및 그 하위 요소에 대한 사후 검사 결과는 표 6과 같다. 인식 범주에 대한 하위 요소는 과학에 대한 인식, 과학 교육에 대한 인식, 과학과 관련된 직업에 대한 인식, 과학-기술-사회의 상호 관련성에 대한 인식 등의 4개 하위 요소로 구성되어 있다.

MBL 프로그램을 적용한 후 과학관련 정의적 특성의 인식 범주에 대한 실험 집단과 비교 집단의 차이를 검증한 결과, 표 6과 같이 인식 범주의 모든 하위 요소에서 실험 집단의 평균이 비교 집단보다 높게 나타나고, 특히 ‘과학에 대한 인식’에 대해서는 두 집단 사이에 통계적으로 의미 있는 차이가 나타났다( $p < .05$ ).

따라서 실험 집단에 적용한 MBL 프로그램은 비교 집단에 적용된 전통적인 실험 방법에 비해 인식 범주의 과학 관련 정의적 특성의 향상에 긍정적인 영향을 미치며, 이러한 효과는 주로 ‘과학에 대한 인식’의 변화에 기인함을 알 수 있다. 즉, MBL의 과학적 활용은 과학의 실생활에의 기여도, 과학의 발전과 부작용 등에 대한 생각의 질적 수준에 변화를 가져올 수 있음을 보여준다.

다음으로 흥미 범주 및 그 하위 요소에 대한 사후 검사 결과는 표 7과 같다. 흥미 범주에 대한 하위 요소로는 과학에 대한 흥미, 과학 학습에 대한 흥미, 과학과 관련된 활동에 대한 흥미, 과학과 관련된 직업에 대한 흥미, 과학 불안 등의 5개 요소로 구성되어 있다.

MBL 프로그램을 적용한 후 과학 관련 정의적 특성의 흥미 범주에 대한 실험 집단과 비교 집단의 차이를 검증한 결과, 인식 범주와 마찬가지로 모든 하위 요소에서 실험 집단의 평균이 비교 집단보다 높고, ‘과학과 관련된 직업에 대한 흥미’를 제외한 나머지 요소들에 대해서는 모두 비교 대상이 된 두 집단 간에 유의미한 차이를 나타내었다.

이러한 결과로 볼 때, 실험 집단에서 사용한 MBL 프로그램은 비교 집단에 적용된 전통적 실험 방법에 비해 ‘과학에 대한 흥미’, ‘과학 학습에 대한 흥미’, ‘과학과 관련된 활동에 대한 흥미’를 향상시켜 주고, ‘과학 불안’을 감소시켜 주는 효과가 있는 것으로 생각된다.

과학과 관련된 흥미는 일반적으로 학년과 학교급이 올라갈수록 감소하는 경향이 있는 것으로 보고되는데(김효남 등, 1998; 이경훈, 1998), 이러한 면에서 과학 수업에의 MBL의 적용은 학습자가 상급 학년 혹은 학교에서 과학을 학습할 때 과학 및 과학 학습, 그리고 과학 활동에 대한 흥미를 자극하고 과학에 대한 불안감을 상쇄시키는 수단으로서의 가치를 충분히 지니고 있다 할 것이다.

그러나 MBL 프로그램의 적용이 흥미 범주의 요

표 6. 인식 범주에 대한 사후 비교 검증

하위 요소	M(SD)		t	p
	실험 집단 (N=68)	비교 집단 (N=64)		
과학에 대한 인식	3.54(.58)	3.34(.54)	1.990	.049
과학 교육에 대한 인식	3.62(.58)	3.44(.63)	1.762	.080
과학과 관련된 직업에 대한 인식	3.61(.57)	3.49(.56)	1.193	.235
과학-기술-사회의 상호 관련성에 대한 인식	3.69(.56)	3.51(.66)	1.703	.091
인식 범주 전체	3.62(.43)	3.44(.41)	2.435	.016

표 7. 흥미 범주에 대한 사후 비교 검증

하위 요소	M(SD)		t	p
	실험 집단 (N=68)	비교 집단 (N=64)		
과학에 대한 흥미	3.10(.95)	2.71(1.08)	2.173	.032
과학 학습에 대한 흥미	2.93(.73)	2.56(.81)	2.764	.007
과학과 관련된 활동에 대한 흥미	3.20(.71)	2.85(.84)	2.578	.011
과학과 관련된 직업에 대한 흥미	3.16(.69)	2.98(.65)	1.519	.131
과학 불안	3.06(.45)	2.80(.53)	3.071	.003
흥미 범주 전체	3.09(.49)	2.78(.58)	3.307	.001

소 중 '과학과 관련된 직업에 대한 흥미'에 대해서는 별다른 영향을 미치는 않는 것으로 나타났는데, 이것은 MBL의 활용이 미래의 직업으로서의 과학자에 대한 이미지를 제고시키거나 비전을 심어줄 만한 요인으로 작용하기에는 한계가 있고, 또한 연구 대상이 된 초등학생들이 평상시에 활용에 익숙한 컴퓨터를 단순히 과학 시간에 다루는 것만으로 미래 직업에 대한 흥미와 관심도에 있어서 변화를 가지기를 기대하기는 사실상 어렵기 때문인 것으로 판단된다.

과학적 태도 범주 및 그 하위 요소에 대한 사후 검사 결과는 표 8과 같다. 과학적 태도의 하위 요소

표 8. 과학적 태도 범주의 하위 요소 사후 비교 검증

하위 요소	M(SD)		t	p
	실험 집단 (N=68)	비교 집단 (N=64)		
호기심	3.53(.62)	3.54(.63)	-.113	.911
개방성	3.15(.69)	3.14(.84)	.124	.901
비판성	3.19(.72)	3.05(.87)	1.005	.317
협동성	3.23(.70)	3.14(.72)	.768	.444
자진성	3.30(.68)	3.06(.71)	1.975	.050
끈기성	2.82(.80)	2.89(.78)	-.541	.589
창의성	3.09(.76)	2.95(.76)	1.021	.309
과학적 태도 범주 전체	3.21(.52)	3.12(.56)	.979	.330

는 호기심, 개방성, 비판성, 협동성, 자진성, 끈기성, 창의성 등의 7개 항목으로 구성되어 있는데, MBL의 적용 결과, 각 항목에 대해서 실험 집단이 비교 집단에 비해 더 나은 결과를 나타내지는 않았다. 즉, MBL의 활용이 과학적 태도 범주 및 각 하위 요소들의 변화에 대해서는 별다른 효과가 없음을 알 수 있었다.

MBL 프로그램을 과학 실험에 적용한 후 과학관련 정의적 특성에 대한 변화를 성별에 따라 비교한 결과는 표 9와 같다.

실험 집단의 평균 점수가 인식과 흥미 범주에서 남학생과 여학생 모두 비교 집단보다 높게 나타났고 이러한 평균 점수의 차이를 통계적으로 검증한 결과 남학생의 경우엔 인식 범주, 여학생의 경우엔 흥미 범주에서 성별에 따른 유의한 차이가 있었다.

인식 범주는 개인의 경험에 의해서 지식을 획득하는 작용, 또는 하나의 대상을 식별하는 작용으로 (김효남 등, 1998), 이는 과학과 관련된 대상이나 활동에 대해 어떻게 생각하느냐의 문제이기 때문에 인지적인 면이 포함되며, 태도의 초기 단계라는 점이 감안되어야 한다. 이영미(1997)의 연구에서는 인식 범주에 대한 평가에서 여학생보다 남학생이 더 높은 평가 값을 가질 수 있다고 지적하였는데, 본 연구에서도 MBL의 적용 결과 여학생보다는 남학생이 인식 범주에서 더 큰 변화를 가져올 수 있음을 잘 보여주고 있다.

반면에, 실험 집단의 여학생이 비교 집단의 여학

표 9. 성별에 따른 과학 관련 정의적 특성의 사후 비교 검증

성별	범주	M(SD)		t	p
		실험 집단(N=39)	비교 집단(N=34)		
남학생	인식	3.69(.45)	3.45(.37)	2.512	.014
	흥미	3.23(.51)	3.04(.52)	1.565	.122
	과학적 태도	3.24(.51)	3.28(.48)	-.318	.751
	전체	3.35(.38)	3.25(.38)	1.123	.265
성별	범주	M(SD)		t	p
		실험 집단(N=29)	비교 집단(N=30)		
여학생	인식	3.51(.39)	3.42(.46)	.800	.427
	흥미	2.91(.40)	2.49(.51)	3.470	.001
	과학적 태도	3.17(.54)	2.93(.60)	1.554	.126
	전체	3.17(.36)	2.92(.45)	2.378	.021

생에 비해 흥미 범주의 과학 관련 정의적 특성 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보인 것은 컴퓨터 관련 환경에 대한 친숙함의 정도나 실험을 위한 소집단 구성의 특수성에 기인하는 것으로 보인다. 즉, 여학생은 남학생에 비해서 상대적으로 컴퓨터 환경에 덜 친숙한 편이라고 할 수 있기 때문에(반승록과 박재근, 2004; Kirby & Styron, 1994), 컴퓨터나 MBL 관련 기자재를 좀 더 새롭고 신기한 것으로 받아들여지게 되고, 이에 따라 과학이나 과학 활동 및 학습에 대한 흥미의 유발이 더 컸을 것으로 추정된다. 또한, 실험 수업을 위한 남녀 혼성의 소집단 구성에서는 대부분의 경우, 남학생들이 실험 활동을 주도하고 여학생들은 수동적으로 관망하는 경향이 있어 여학생들의 참여도가 낮은 것이 사실이다. 그러나 본 연구에서는 실험을 위한 소집단 구성을 성별에 따라 각각 구성함으로써 여학생들이 남학생의 주도나 간섭으로부터 독립적인 위치에서 좀 더 실험 실습 활동에 흥미를 갖고 적극적으로 실험 활동에 참여할 수 있었던 것으로 보인다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 과학 실험에서 MBL의 적용이 초등학생의 학업 성취도와 과학 관련 정의적 특성에 미치는 효과를 알아보기 위하여 8차시에 걸쳐 MBL 프로그램을 개발하고, 이를 수업에 적용한 결과를 분석하였다. 이와 관련한 연구 결과를 정리해 보면 다음과 같다.

첫째, MBL 프로그램을 적용한 과학 실험은 초등학생의 학업 성취도의 향상에 긍정적인 효과를 미친 것으로 나타났다. MBL 프로그램을 적용한 실험 집단의 학생들은 전통적 실험 방법을 적용한 비교 집단의 학생들보다 지식 영역에 대한 학업 성취도의 평균 점수가 통계적으로 유의미하게 높았고, 탐구 영역에 대해서는 유의미한 차이를 보이지 않았다. 학업 성취도를 성별에 따라 비교 검증한 결과에서도 실험 집단의 남학생과 여학생이 모두 비교 집단에 비해 지식 영역의 학업 성취도가 높은 것으로 나타났다. 이는 가상이 아닌 실제 데이터가 센서를 통해 수집되고 컴퓨터 화면을 통해 그래프화되는 과정들이 생생하게 전달됨으로써 실험에 대한 객관적인 관찰 및 체험이 가능하고 이에 따라 실험을 통한 과학 지식의 이해도가 높아졌기 때문

인 것으로 여겨진다.

둘째, MBL 프로그램을 적용한 과학 실험은 초등학생의 과학 관련 정의적 특성에도 긍정적인 효과를 미친 것으로 나타났다. MBL 프로그램을 적용한 실험 집단의 학생들이 비교 집단 학생들에 비해 과학 관련 정의적 특성 수준이 높았으며, 특히 인식 범주와 흥미 범주의 과학 관련 정의적 특성 수준이 향상된 것으로 나타났다. 긍정적인 영향을 미친 범주별 하위 요소는 인식 범주의 ‘과학에 대한 인식’과 흥미 범주의 ‘과학에 대한 흥미’, ‘과학 학습에 대한 흥미’, ‘과학과 관련된 활동에 대한 흥미’, ‘과학 불안’ 등이었다. 이에 비해 과학적 태도 범주에 대해서는 두 집단간 유의미한 차이가 존재하지 않았다.

과학 관련 정의적 특성을 남녀별로 각각 비교한 결과에서도 실험 집단의 남학생과 여학생이 모두 비교 집단에 비해 높은 평균값을 보였고, 남학생의 경우에는 인식 범주, 여학생의 경우에는 흥미 범주의 과학 관련 정의적 특성 수준이 각각 향상된 것으로 나타났다. 연구 과정에서 MBL 프로그램을 적용한 과학 실험이 비교적 짧은 기간 동안 제한적으로 이루어졌음에도 불구하고 인식 범주 및 흥미 범주의 과학 관련 정의적 특성에 긍정적인 효과를 미친 것은 MBL의 교육적 활용과 관련하여 과학 교육에 시사하는 바가 크다고 할 수 있겠다.

본 연구를 통해 초등 과학교육 현장에서 MBL 프로그램 적용의 긍정적인 효과를 확인한 만큼 앞으로 초등 과학교육 현장에도 MBL 관련 기자재의 도입과 과학 실험에 투입할 수 있는 다양한 MBL 프로그램의 개발 및 보급이 있어야 될 것으로 기대하며 다음과 같은 후속 연구가 진행되어야 할 것이다.

첫째, 본 연구의 결과는 정량적인 검사 도구로부터 얻어진 것이므로 구체적으로 어떤 과정을 통해 학업 성취도 및 과학관련 정의적 특성에 영향을 미치는지 분석하는데 있어 제한점이 있다. 따라서 좀 더 심층적이고 정성적인 방법의 사례 연구가 뒷받침 될 필요가 있다.

둘째, MBL 프로그램의 적용이 단기적으로는 학생의 과학적 개념 습득에 긍정적인 영향을 미친 것으로 확인되었지만, 장기적인 관점에서 습득한 과학적 개념의 지속성에도 효과가 있는지에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

셋째, 초등 과학교육 현장에서 MBL 프로그램이

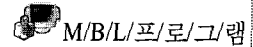


성취 수준별로 어떤 수준의 학생들에게 특히 효과적인인지에 대한 후속 연구 또한 이루어져야 할 것으로 보인다.

## 참고문헌

- 구양삼, 박금홍, 이국행(2005). MBL을 활용한 과학과 교수-학습 개선 자료 개발에 관한 연구. 전북대학교 과학교육논총, 30, 93-103.
- 구혜원(1993). 과학과 수업에 적용한 MBL실험 방식의 효과 연구. 이화여자대학교 박사학위 논문.
- 김덕곤(2005). MBL을 이용한 전기회로 실험 매뉴얼 작성 및 적용. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 김형수(1994). 초등학교 아동들의 속력 개념 형성에서 컴퓨터 인터페이스의 활용 효과. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 김효남, 정완호, 정진우(1998). 국가수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가 체제 개발. 한국과학교육학회지, 18(3), 357-369.
- 박금홍, 구양삼, 고석범(2005). 컴퓨터 기반 실험교육(MBL)이 과학과 관련된 탐구능력과 과학에 대한 태도에 미치는 영향. 전북대학교 과학교육논총, 30, 93-103.
- 반승록, 박재근(2004). 중학교 식물의 증산 작용 단원에서 가상 실험실 프로그램을 활용한 수업의 효과. 한국 생물교육학회지, 32(3), 213-223.
- 방상영(2002). 초등학교 과학과 지구영역에서 ICT 활용 수업의 효과. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 송인범(2004). 물질의 상태 변화 수업에 적용한 MBL 실험의 효과 연구. 공주대학교 석사학위 논문.
- 이경훈(1998). 고등학생의 과학에 관련된 태도와 과학 성취도와의 관계. 한국과학교육학회지, 18(3), 415-425.
- 이동준(2001). 고등학교 물리 실험에서 동영상을 이용한 상호작용적 시범 실험의 적용. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 이영미(1997). 초등학교 고학년 학생들의 과학과 관련된 정의적 특성 평가 도구 개발. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 이향미(2002). 고등학생의 역학적 에너지 보존 학습에서 컴퓨터를 기반으로 하는 상호작용적 시범실험 수업의 효과. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 전재록(2004). 운동 제 2법칙에서 MBL의 현장 적용에 관한 연구. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- Barron, B. J. S., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L. & Bransford, D. J. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem and project-based learning. *The Journal of the Learning Science*, 7, 271-311.
- Gangoli, S. G. (1995). A study of the effect of a guided open-ended approach to physics experiments. *International Journal of Science Education*, 17(2), 233-241.
- Garnett, P. J. & Hackling, M. W. (1995). Refocusing the chemistry lab: A case for laboratory-based investigations. *Australian Science Teachers Journal*, 41(2), 26-32.
- Hannafin, R. D. & Sullivan, H. J. (1995). Learner control in full and lean CAI programs. *Educational Technology Research and Development*, 43(1), 19-30.
- Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3), 247-264.
- Kirby, P. C. & Styron, R. (1994). Inequity in school computer use. *Journal of At-Risk Issue*, 1(2), 13-17.
- Leonard, W. H. (1983). An experimental study of a BSCS-style laboratory approach for university general biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 807-813.
- Nakhkeh, M. B. (1994). A review of microcomputer-based labs: How have they affected science learning? *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 13(4), 368-381.
- Saleno, C. A. (1995). The effect of time on computer-assisted instruction for at-risk students. *Journal of Research Computing in Education*, 28(1), 85-97.
- Tobin, K. (1990). Research on science laboratory activities. *School Science and Mathematics*, 90(5), 403-418.
- Thornton, R. & Sokoloff, D. (1990). Learning motion concepts using real-time microcomputer-based laboratory tools. *American Journal of Physics*, 58(9), 858-866.

<부록> MBL 프로그램의 예시



## 초가 연소할 때 생기는 물질 알아보기

단원	5. 연소와 소화	차시	2/7
실험일시	2005년 ( )월 ( )일 ( )요일		
학년 반	6학년 ( )반	이름	

### 1. 공부할 문제

- 연소할 때 생기는 물질을 실험을 통해 확인할 수 있다.

### 2. 준비물

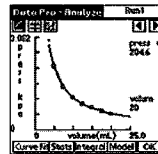
- 노트북, LabPro, 이산화탄소 가스 센서, Logger Pro, 석회수, 성냥, 초, 편셋, 집기병, 촛대, 염화코발트 종이



LapPro

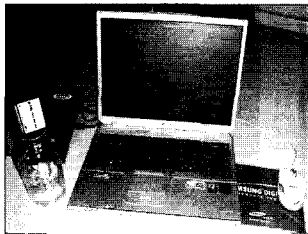


CO<sub>2</sub> Gas Sensor

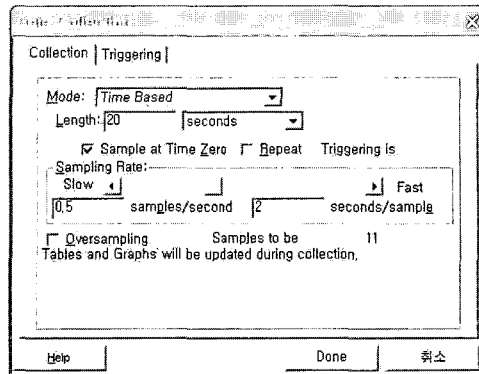




Logger Pro

### 3. 실험장치 및 활동과정



- ① 노트북의 USB단자에 LabPro를 장착한다.
- ② LabPro의 Port에 CO<sub>2</sub> Gas Sensor를 연결한다.
- ③ 노트북 바탕화면에 있는 Logger Pro를 실행시킨다.
- ④ Logger Pro 화면에서 Data Collection( )을 클릭하고, 아래 그림과 같이 숫자를 입력하고 Done 버튼을 클릭한다.)



- ⑤ Logger Pro 화면에서 Collect( )를 클릭하여 빈 집기병속의 CO<sub>2</sub>의 양을 측정한다.  
(측정을 중지하고자 할 때 Stop( )을 클릭하여 측정을 중지한다.)
- ⑥ 집기병 속에 초를 놓고 촛불을 켜다.
- ⑦ 집기병 입구에 이산화탄소 가스 센서를 장착하여 ⑤와 같은 방법으로 초가 연소함에 따른 집기병속의 이산화탄소 양의 변화를 측정한다.
- ⑧ 푸른색 염화코발트 종이를 집기병 안쪽 벽면에 대어보고 변화를 살펴본다.
- ⑨ 집기병에 석회수를 조금 붓고 변화를 살펴본다.

#### 4. 실험 및 활동 결과

	초의 연소 전 (ppm)	초의 연소 후 (ppm)
CO <sub>2</sub> 의 양의 변화		
염화코발트 종이와 석회수의 변화		

#### 5. 실험 및 활동 결과 알게 된 사실

- .
- .
- .

#### 6. 실험 및 활동 후의 느낌이나 소감