

## 지구과학 수업에서 MBL이 중학생들의 그래프 능력과 과학탐구능력에 미치는 효과

조미희 · 김종희\*

전남대학교 사범대학 지구과학교육과, 500-757, 광주광역시 북구 용봉동 300

### The Effects of MBL on the Middle School Students' Graphing Skill and Science Process Skill in Earth Science Class

Mi-Hee Jo and Jong-Hee Kim\*

Department of Earth Science Education, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

**Abstract:** The purpose of this study was to investigate the effects of Microcomputer Based Laboratory (MBL) on the middle school students' graphing skill and science process skill in Earth Science classes. MBL teaching materials for inquiry-based instructions were developed to teach five experimental topics related to the middle school 'Earth Science.' Thirty three middle school students participated in this study, and the pre- and post-tests were conducted. Results indicated as follow: First, MBL classes were effective in developing the graphing skill of middle school students. They were efficient both in graph construction and graph interpretation, especially in data transformation. Second, MBL classes were effective in helping participants to use science process skills, especially, in the subordinate areas including formulating hypotheses, making operational definition, graphing, and interpreting data.

**Keywords:** MBL (Microcomputer Based Laboratory), science process skill, graphing skill, data transformation

**요약:** 이 연구의 목적은 지구과학 수업에 적용한 MBL(Microcomputer Based Laboratory, 이하 MBL)이 중학생의 그래프 능력, 과학탐구능력에 미치는 효과를 알아보고자 하는 것이다. 중학교 지구과학 내용 중 5개의 실험 주제에 대하여 MBL 활용 탐구 활동 자료를 개발하였다. 이 MBL 수업자료를 33명의 중학생들에게 적용하고 사전 검사와 사후 검사를 실시하였다. 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, MBL 수업은 중학생의 그래프 능력 향상에 유의미한 효과가 있었다. 그래프 능력의 하위 영역인 그래프 작성, 그래프 해석 능력 모두에서 유의미한 향상을 보였다. 특히 자료 변환하기 영역에서 유의미한 효과가 크게 나타났다. 둘째, MBL 수업은 중학생의 과학탐구능력 향상에 유의미한 효과가 있었다. 특히 가설설정, 조작적 정의, 그래프화/자료해석 영역에서 유의미한 향상을 보였다.

**주요어:** MBL, 과학탐구능력, 그래프 능력, 자료 변환

## 서론

과학기술과 정보통신의 급속한 발달로 과학교육의 패러다임이 크게 달라지고 있다. 이에 따라 각 선진국에서는 국가의 미래 경쟁력 제고를 위해 과학교육 교수·학습에 대한 혁신적인 연구와 투자가 이루어지고 있다. 또한 여러 가지 이론과 모형을 통하여 과학교육의 질적 향상을 모색하고 있으며, 탐구실험 수업

에서도 다양한 변화를 시도하고 있다. 이러한 새로운 수업 방식의 하나로 컴퓨터 기반 실험(Microcomputer Based Laboratory, 이하 MBL)이 학교 현장에 도입되어 다양한 연구와 교육에 활용되고 있다. MBL은 센서에 의해 자동으로 측정된 물리량이 인터페이스를 통해 직접 컴퓨터로 전송되어 실험을 실시함과 동시에 컴퓨터 화면에 엑셀 파일로 데이터가 기록되며 또한 그래프로 그려지는 실험 방식이다.

과학자들과 과학 교육자들은 실험 경험이 효과적인 과학 교수·학습에 중요하다고 여기고 있지만, 과학실험에서 데이터를 수집하고 분석하는 일은 긴 시간이

\*Corresponding author: earthedu@chonnam.ac.kr

Tel: 82-62-530-2515

Fax: 82-62-530-2519

걸리는 지루한 과정이기도 하다. 따라서 과학 실험에서 탐구의 중요한 요소인 데이터의 수집, 분석 및 해석은 학생들에게 지루하고 무의미한 실습으로 간주될 수 있기 때문에 치밀하게 계획하고 조정하여야 할 필요가 있다(Good and Berger, 1998). 전통적인 과학 실험 수업은 과학적 원리와 이론에 부합되지 않는 실험결과에 따른 당혹감, 실험 활동의 시·공간적 제약 등의 어려움으로 인해 학생들의 실험 활동이 교실 수업을 통해 배운 지식을 확인해 보는 정도의 차원에 그친다는 비판이 있어 왔다(Gangoli, 1995). 또한 교육현장의 과학실험 수업은 학습자의 사고과정에 대한 충분한 피드백 없이 교과서에 제시된 보편적 실험 절차에 따라 순서대로 실험을 수행하고 결과를 확인하는 방법으로 진행되고 있는 실정이다(최성봉, 2008). 전통적인 과학실험에서는 감각 기관에 의존하는 측정법을 사용하므로 데이터를 수집하여 표를 만들고 그래프로 변환하여 분석하는 데 많은 시간이 소모되었다. 따라서 주어진 수업시간 내에 과학개념을 획득하기 어렵다는 문제점이 있었다. 그러나 MBL은 컴퓨터를 이용하여 정확하고 빠르게 측정하고 자료를 수집하여 그래프로 변환하므로 시간은 적게 걸리면서 실험 결과에 대한 신뢰성을 높여준다. 특히 자료정리와 그래프 작성이 동시에 이루어지므로 데이터 분석과 결론 도출에 걸리는 시간을 현저히 줄일 수 있어 과학개념을 형성하는 데 보다 많은 시간을 투자할 수 있다. 따라서 MBL은 학생들의 호기심을 유발시키는 데 유리하며 즉각적인 피드백을 주기 때문에 과학에 대한 탐구적 접근을 용이하게 한다.

MBL은 빠르고 정확하게 데이터를 수집하고, 실험 종료 후 뿐만 아니라 데이터를 수집하는 중에도 실험 결과를 곧바로 그래프를 통해 알 수 있다는 것이 가장 큰 매력이라 할 수 있다. 그러나 데이터를 빠르고 쉽게 수집하며 데이터를 그래프로 자동으로 변화하는 것이 학생들의 그래프 작성과 해석 능력에 미치는 영향에 대한 선행 연구의 결과는 다르게 보고되었다. Adams and Shrum(1990)은 고등학생 20명을 대상으로 MBL이 그래프 그리기와 해석에 미치는 효과에 대해 연구한 결과, 그래프 그리기 능력에서는 전통적 실험 집단이, 그래프 해석 능력에서는 MBL 집단이 수업 효과가 있었다고 보고하였다. 또한 최성봉(2008)은 중학교 1학년생을 대상으로 「해수의 성분과 운동」 단원에서 6차시에 걸쳐 MBL을 실시한 후 그래프 작성 및 해석 능력에 대해 연구한 결과, MBL

집단과 통제 집단 간에 그래프 작성 능력에서는 유의미한 차이를 보이지 않았으나, 그래프 해석 능력에서는 두 집단 간 유의미한 차이를 나타냈다고 보고하였다. 그러나 이항미(2002), 박금홍(2007)은 그래프 작성 능력에서는 MBL 집단이 통제 집단보다 유의미하게 높은 점수를 보였으나 그래프 해석 능력에서는 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 이와 같이 MBL 활용 수업이 학습자의 그래프 능력 향상에 미치는 효과는 선행연구에서는 일치된 결과를 보이지 않았다.

따라서 이 연구에서는 선행 연구 결과에서 일치된 결과를 보이지 않는 MBL 활용 수업이 학습자의 그래프 능력 향상에 미치는 효과에 대해서 보다 심도 있는 연구를 하고자 하였다. MBL의 장점 중의 하나인 실험 결과를 실시간으로 그래프를 통해 확인할 수 있다는 것이 오히려 학습자들의 탐구 능력 중 그래프 작성 능력 향상에 도움이 되지 않는다고 생각하고, 자료변환, 그래프 그리기 등 그래프 능력을 향상 시킬 수 있는 MBL 탐구활동 자료를 개발하고자 한다. 개발한 MBL 탐구활동 자료를 수업에 적용하고 이것이 중학생들의 그래프 능력, 과학탐구 능력에 미치는 효과를 살펴보는 것이 이 연구의 목적이었다.

이를 위하여 이 연구에서는 다음과 같은 두 가지 연구 문제를 설정하였다.

첫째, 개발한 MBL 탐구활동 자료를 활용한 수업이 중학생들의 그래프 능력 향상에 효과가 있는가?

둘째, 개발한 MBL 탐구활동 자료를 활용한 수업이 중학생들의 과학탐구 능력 향상에 효과가 있는가?

## 연구 방법

MBL을 활용한 수업이 중학생들의 그래프 능력, 과학탐구 능력에 미치는 효과를 알아보기 위한 이 연구의 절차는 Fig. 1과 같다.

이 연구는 2009년 2월부터 11월까지 이루어졌다. 먼저 MBL에 관련된 문헌을 조사한 후, 제7차 중학교 과학과 교육과정 중에서 지구과학 영역의 단원을 분석하여 그 중에서 MBL을 적용할 수 있는 학습 주제를 선정하고 그 주제에 알맞은 탐구활동 자료를 개발하였다. 그래프 능력, 과학탐구 능력에 대한 사전 검사를 실시한 후 개발한 MBL 탐구활동 자료를 활용한 수업을 하고 2주후 사후 검사를 실시하여 그 결과를 비교 분석하였다.

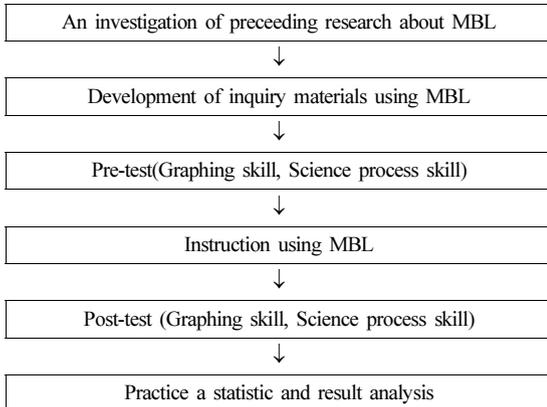


Fig. 1. Research procedure.

### 연구 대상

MBL을 활용한 수업이 중학생의 그래프 능력, 과학탐구능력에 미치는 효과를 알아보기 위하여 광주광역시 소재한 C중학교 과학반 33명을 연구 대상으로 선정하였으며, 이들은 2학년 15명, 3학년 18명으로 구성되어 있다.

중학교 제7차 과학과 교육과정 중에서 학년 구별 없이 지구과학 영역의 단원을 분석하여, 그 중에서 MBL을 적용할 수 있는 학습 주제를 선택하였기 때문에 특정 학년에 적용하기 어려워 과학반 학생들을 대상으로 연구를 실시하였다.

### 연구 설계

연구에서 사용한 결과 분석 방법은 단일집단 사전·사후검사 설계(one-group pre test-post test design)로 일회적 사례 연구의 설계보다는 더 과학적이고 더 좋은 방법으로 교육학적 연구의 현장에서 더 광범위하게 활용되고 있다. 이 실험의 독립변인은 개발한 MBL 탐구활동 자료를 활용한 수업이고, 종속변인은 중학생들의 그래프 능력, 과학탐구 능력이다. 이 연구의 실험 설계를 도식화하면 Fig. 2와 같다.

이 실험의 설계는 처치의 효과가 사전검사 점수( $O_1$ )와 사후검사 점수( $O_2$ )에 의해 결정된다는 것을 보여주며, 피험자의 사후검사 점수가 사전검사 점수에 비해 높을 때 그 원인을 처치에 둔다. 단일집단 사전사후검사 설계는 사전검사를 통한 종속변인의 측정, 피험자의 실험처치에 노출, 사후검사를 통한 종속변인 측정의 세 단계를 거쳐 수행되며, t 검정을 통해 그래프 능력, 과학탐구 능력에 미치는 효과를 확인하고자 한다.

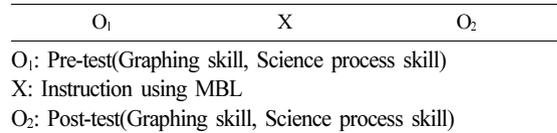


Fig. 2. One-group pre test-post test design.

### 검사 도구

지구과학 관련 내용에 MBL을 적용한 수업이 중학생들의 그래프 능력, 과학탐구능력에 미치는 효과를 알아보기 위하여 다음과 같은 검사 도구를 사용하였다.

연구에 사용한 그래프 능력 검사 도구는 7-12학년 학생의 그래프 능력을 측정하기 위해 Mckenzie and Padillar(1986)가 개발한 선다형 평가자인 TOGS(The Test of Graphing Skills in Science)로 검사에 소요되는 시간은 45분이다. TOGS는 그래프 작성 및 해석 능력을 측정하기 위해 9개의 요소에 따라 과학적 개념을 배제한 일상적인 용어로 서술된 총 26문항으로 구성되어 있다. 그래프에 어려운 과학 개념이 포함되어 있을 경우 과학적인 개념이 학생들의 그래프 작성과 해석에 적지 않은 영향을 미칠 것으로 생각되어 일상적인 용어로 서술한 TOGS를 사용하였다. 그래프 능력의 측정 도구인 TOGS의 내용은 Table 1과 같다.

이 검사 도구는 각 문항당 1점으로 26점 만점이다. 이 검사 도구를 지구과학교육을 전공하는 5명의 지구과학 전공 교사에게 의뢰하여 구한 신뢰도 지수는 0.83(그래프 작성 0.68, 그래프 해석 0.73)이며, 평균 변별도와 난이도는 각각 0.43, 0.51이다. 사후 검사지는 사전 검사지와 동형 검사 문항으로 구성하였다.

과학탐구 능력 검사 도구는 Bruns et al.(1985)이 7-12학년의 과학탐구 능력을 측정하기 위해 개발한 선다형 평가자인 TIPSⅡ(Test of Integrated Process Skills)로 검사 소요시간은 45분이다. TIPSⅡ는 가설 설정, 변인 확인, 조작적 정의, 실험 설계, 그래프화/자료 해석 등의 탐구요소로 구성된 총 36문항으로 이루어져 있다. 과학탐구 능력의 측정 도구인 TIPSⅡ의 내용은 Table 2와 같다.

실험 집단 외 중학교 3학년 한 학급 36명에 이 검사도구를 투입한 결과 신뢰도는 크론바하  $\alpha$  계수가 0.86, 평균 난이도와 평균 변별도는 각각 0.53, 0.35이다. 모든 문항들은 과학의 다양한 분야에서 선택했기 때문에 어떤 특정 과학의 상세한 지식과는 무관

**Table 1.** The subskills of TOGS

Skills tested	Subskills of TOGS	Number of items
Graph construction	Scaling axes	1, 20
	Assigning variables to the axes	8, 10
	Plotting points	6, 7
	Using a best fit line	9, 24
	Translating a graph that display the data	11, 16, 17, 18, 21, 22
Graph interpretation	Selecting the corresponding value for Y	3, 12
	Interrelation/extrapolation graphs	2, 5, 14, 15
	Describing the relationship between variables	4, 13
	Interrelation the results of the two graphs	19, 23, 25, 26

**Table 2.** Domains of process skills of TIPS II

Process skills	Number of items
Formulating hypotheses	6, 7, 8, 13, 17, 18, 25, 29, 31
Controlling variables	1, 3, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 32, 33, 34, 35
Operational definition	2, 5, 11, 23, 27, 28
Experimenting	10, 22, 24
Graphing and interpreting data	4, 9, 12, 26, 30, 36

**Table 3.** The application of experiment contents using MBL

Grade	Unit	Experiment contents
2	The earth and stars	Distance and light
3	Water circulation and weather change	Humidity change according to temperature
		Making clouds
		Land and sea breeze
	Solar system	The amount of solar radiation energy according to sun's angle

한 문항이다. 사후 검사는 사전 검사와 동형 검사 문항으로 구성하였다.

### MBL 탐구활동 자료의 개발

중학생의 그래프 능력, 과학탐구 능력에 미치는 MBL의 효과를 알아보기 위해 제7차 중학교 과학과 교육과정 중 지구과학 관련 단원을 학년 구분 없이 분석하여 그 중에서 MBL을 적용할 수 있는 탐구활동 주제를 선정하였다. 본 연구에서 선정된 탐구활동 주제는 모두 5개로 그 내용은 Table 3과 같다.

MBL 탐구활동 자료는 선정된 탐구활동 주제에 대하여 교육과정이 요구하는 학습목표를 달성할 수 있도록 연구자와 지구과학교육 전공자 및 현장 지구과학 교사들의 협의를 거쳐 다양한 방법으로 예비 실험 활동을 거친 후 여러 번의 수정 과정을 거쳐 제작하였다. 탐구활동 자료의 내용 체계는 학습 목표, 준비물, 유의점, 실험하기, 결과 정리 및 토의하기 순으로 구성하였다. 학생들이 보다 쉽게 MBL을 수행

할 수 있도록 [실험하기] 단계를 보다 상세히 서술하였다. 특히 학생들의 그래프 능력 중 그래프 그리기 능력의 향상을 위하여 마이크로소프트사의 엑셀 프로그램에서 데이터를 그래프로 변환하는 과정을 Fig. 3과 같이 단계별로 상세하게 안내하여 서술하였다. 일반적으로 MBL에서는 그래프가 자동으로 그려지므로 데이터를 보고 직접 그래프로 그려보는 활동을 하지 못한다는 점을 감안하여, 본 연구에서는 학습자가 수동으로 데이터를 그래프로 변환하도록 하였으며, 그래프의 의미를 잘 파악할 수 있도록 차트 이름, 가로축과 세로축의 이름을 적을 수 있도록 한 것이다. 개발한 탐구활동 자료 중 한 주제를 부록에 제시하였다.

### MBL을 적용한 수업 실시

개발한 MBL 탐구활동 자료를 활용한 수업의 적용은 4인 1모둠으로 구성된 총 33명의 학생들을 대상으로 선정된 주제에 대하여 2009년 5월 2주부터 6월 2주까지 주당 1차시의 수업을 총 5회 실시하였다.

(생략)

6. 측정된 데이터를 그래프로 변환하고 온도와 압력의 변화를 분석한다.

① 시간에 따른 온도와 압력 변화 그래프

[과학실험-차트 만들기] 클릭→[차트 옵션-제목]에서 차트 제목, X축 이름, Y축 이름을 쓰고 [확인] 클릭

차트 제목	X축 이름	Y축 이름

② 시간에 따른 압력 변화 그래프

ctrl키를 이용하여 시간과 압력의 데이터 범위 지정→[삽입-차트] 클릭→[차트마법사 1단계 차트 종류]에서 [분산형-곡선으로 연결된 분산형] 선택하고 [다음] 클릭→[차트마법사 2단계 차트 원본 데이터]에서 [다음] 클릭→[차트마법사 3단계 차트 옵션-제목]에서 차트 제목, X축 이름, Y축 이름을 쓰고 [다음] 클릭→[차트마법사 4단계 차트 위치]에서 [마침] 클릭

차트 제목	X축 이름	Y축 이름

(생략)

Fig. 3. Sample of materials for graph construction.

MBL 수업 적용을 하기에 앞서 2시간에 걸쳐 MBL에 대한 사전 교육을 별도로 실시하였다. 사전 교육을 통해 MBL에 대한 전반적인 사항 즉 MBL의 개념, 인터페이스와 센서의 사용법, 엑셀 프로그램 다루기에 대해 안내하였다. 특히 각 실험에 사용하는 센서에 대한 상세한 사용법과 주의사항에 대하여 설명해 주었고, 온도 센서를 이용하여 간단히 수온과 체온을 측정해 보는 시간을 가짐으로써 MBL을 수업에 쉽게 활용할 수 있도록 충분한 연습 기회를 제공하였다.

본격적인 탐구활동에서는 먼저 각 실험에 알맞게 각 모듈별로 구성원들의 역할 분담을 정한 다음 탐구활동 자료의 순서에 따라 수업을 실행하였다. MBL을 이용하여 물리량을 측정하면 데이터 수집과 처리를 자동으로 해주는 프로그램에 의하여 컴퓨터 화면에 측정하고자 하는 데이터가 표와 그래프로 나타나게 된다. 그러나 학생들은 표로 제시된 데이터를 적절한 형태의 그래프로 직접 변환하기 위해 그래프의 제목 이름, 가로축과 세로축의 이름을 입력한 뒤 그래프를 다시 작성하고, 이 실험 결과에 대하여 분석 및 토의를 하였다.

**자료 수집 및 분석**

연구의 결과는 통계 패키지 SPSS 12 프로그램을 사용하여 분석하였다. 그래프 능력 검사는 총 26문항의 4지 선다형으로 구성되었으며, 정답은 1점, 오답은 0점으로 채점하여 t 검정을 통해 평균과 표준편차 및 유의 수준을 알아보았다. 과학탐구능력 검사는 총 36문항의 4지 선다형으로 구성되었으며, 정답은 1점, 오답은 0점으로 채점하여 t 검정을 통해 평균과 표준편차 및 유의 수준을 알아보았다.

**결과 및 논의**

개발한 MBL 탐구활동 자료를 적용한 수업이 중학생의 과학탐구 능력, 그래프 능력 및 정의적 특성에 미치는 효과를 알아보기 위해 사전·사후검사를 실시하여 얻은 연구 결과에 대한 분석 및 논의는 다음과 같다.

**그래프 능력에 대한 효과**

MBL이 중학생의 그래프 능력에 미치는 효과를 알아보기 위하여 단일집단 사전·사후검사를 실시하여

**Table 4.** Pre and post-test results on the ability about graph

Skills tested	M (N=33)		SD		t	p	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test			
Graph construction	Scaling axes	1.03	1.18	.684	.769	-1.305	.201
	Assigning variables to the axes	.64	1.09	.653	.631	-3.004	.005**
	Plotting points	1.70	1.91	.637	.384	-2.031	.051
	Using a best fit line	.67	.67	.645	.645	.000	1.000
	Translating a graph that display the data	3.09	4.21	1.843	1.596	-4.138	.000**
Sum	7.12	9.06	3.180	2.474	-4.864	.000**	
Graph interpretation	Selecting the corresponding value for Y	1.39	1.73	.609	.452	-2.966	.006**
	Interrelation/extrapolation graphs	2.52	3.03	1.149	1.075	-2.410	.022*
	Describing the relationship between variables	1.21	1.27	.820	.674	-.403	.690
	Interrelation the results of the two graphs	1.85	2.58	1.121	1.146	-3.143	.004**
Sum	6.97	8.61	2.744	2.436	-3.690	.001**	
Total score	14.09	17.67	5.508	4.608	-5.047	.000**	

\*p&lt;0.05 \*\*p&lt;0.01

**Table 5.** Pre and post-test results on the inquiry ability

Process skills	M (N=33)		SD		t	p
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test		
Formulating hypotheses	4.39	5.42	1.749	1.601	-3.974	.000**
Controlling variables	6.33	7.00	2.026	2.016	-1.665	.106
Operational definition	3.00	3.70	1.620	1.357	-2.429	.021*
Experimenting	1.94	2.12	.998	.927	-.947	.351
Graphing and interpreting data	3.64	4.30	1.342	1.571	-2.174	.037*
Total score	19.30	22.55	5.860	5.438	-3.894	.000**

\*p&lt;0.05 \*\*p&lt;0.01

유의미한 차이를 조사하였다. 사전·사후검사의 결과는 Table 4와 같다.

그래프 능력에 대한 사전·사후검사 결과, 사전 점수 평균 14.09에서 사후 점수 평균 17.67로 상승하였으며, 이는 유의수준 .01에서 유의미한 차이를 나타내므로 MBL 수업이 학생들의 그래프 능력 향상에 효과적임을 알 수 있다.

Adams and Shrum(1990), 최성봉(2008)의 연구에 의하면 그래프 해석 능력에서는 MBL 활용 집단이 전통적 실험 집단보다 유의미하게 높은 점수를 보였으나 그래프 작성 능력에서는 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다고 하였다. 이항미(2002), 박금홍(2007)의 연구에서는 그래프 작성 능력에서는 유의미한 차이를 보였으나 그래프 해석 능력에서는 유의미한 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 그래프 작성 능력의 p값은 .000, 그래프 해석 능력의 p값은 .001로 나타나 모두 유의미한 차이가 나타난 것으로 보아 MBL 수

업이 그래프 작성 능력, 그래프 해석 능력 향상에 효과적임을 알 수 있다.

이는 정확한 변인 통제로 이루어진 실험 결과가 즉각적으로 확인되어 과학 현상에 대한 올바른 이해와 함께 그래프를 작성하고, 분석하는 과정에서 학생들의 사고활동이 촉진되어 긍정적인 결과가 도출된 것으로 보인다. 그리고 본 연구에서 개발한 탐구 활동 자료의 경우, 엑셀 프로그램에서 데이터를 그래프로 변환하는 과정을 상세히 단계별로 서술하여 학생들로 하여금 빠르고 정확하게 측정된 데이터를 직접 그래프로 변환할 수 있도록 하였다. 일반적으로 MBL에서는 그래프가 자동으로 그려지므로 데이터를 보고 직접 그래프로 그려보는 활동을 하지 못하지만, 본 연구에서는 데이터를 그래프로 직접 변환하는 과정을 수행하여 완성된 그래프의 제목 이름, 가로축과 세로축의 이름을 직접 표시하기 때문에 그래프의 의미를 올바르게 파악할 수 있었기 때문에 그래프 작성 능력을 향상시킨 것으로 생각한다. 또한 실험 시

간의 단축으로 그래프를 분석할 수 있는 시간이 많아졌기 때문으로 여겨진다.

그래프 능력을 하위 요소별로 살펴보면 축에 변수 지정하기, 자료 변환하기, 변수의 대응값 찾기, 내삽과 외삽, 종속 변수간 관련짓기 영역에서 유의미한 차이가 나타났고, 축에 눈금 매기기, 점찍기/좌표값 찾기, 적절한 하나의 선 그리기, 변인간의 관계 진술 영역에서는 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

특히 자료 변환하기 영역에서 MBL이 매우 효과적인 임을 알 수 있었는데 이는 본 연구에서 개발되어 적용된 탐구 활동 자료의 실험하기 과정을 통해 학생들이 데이터를 직접 그래프로 변환하는 과정을 거쳤기 때문으로 여겨진다.

또한 적절한 하나의 선 그리기 영역은 MBL의 효과가 매우 낮게 나타나는 것으로 보아 상대적으로 다른 요소에 비해 학생들이 매우 어려워하는 기능이라는 것을 알 수 있다.

#### 과학탐구 능력에 대한 효과

개발한 MBL 탐구활동 자료를 적용한 수업이 중학생의 과학탐구 능력에 미치는 효과를 알아보기 위하여 단일집단 사전·사후검사를 실시하여 유의미한 차이를 조사하였다. 사전·사후검사의 결과는 Table 5와 같다.

과학탐구 능력에 대한 사전·사후검사 결과, 사전 점수 평균 19.30에서 사후 점수 평균 22.55로 상승하였으며, 이는 유의수준 .01에서 유의미한 차이를 나타내므로 MBL 수업이 학생들의 과학탐구 능력 향상에 효과적임을 알 수 있다.

송인범(2005), 유병길(2006), 이승민(2006), 박금홍(2007), 허은영(2007), 최성봉(2008)의 연구에서도 MBL을 적용한 집단의 과학탐구 능력이 통계적으로 유의한 차이를 보여 긍정적인 효과를 주는 것으로 나타나 본 연구의 결과와 같은 결과를 보이고 있다.

과학탐구 능력을 영역별로 살펴보면 가설 설정, 조작적 정의, 그래프화/자료해석 영역에서 유의미한 차이가 나타나는 것으로 보아 MBL 수업이 가설 설정, 조작적 정의, 그래프화/자료해석 영역의 과학탐구 능력 향상에 효과적임을 알 수 있다. 반면에 변인 확인, 실험 설계 영역에서는 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

이는 학생들이 컴퓨터를 실험에 이용한다는 것에 대해 호기심을 가지고 실험에 적극 참여하였고, 인터

페이스와 센서를 이용한 데이터 수집은 학생들로 하여금 보다 정확하게 자료를 수집하게 하고 실험 결과에 대한 신뢰성을 높여주며, 정확하고 빠르게 측정된 데이터를 이용하여 그래프로 변환하는 과정을 거쳤기 때문으로 보인다. 또한 짧은 시간에 여러 번 반복 실험이 가능하여 실험의 전반적인 과정에 관심을 가지고 현상에 대한 가설 설정과 확인의 연속적인 활동이 자연스럽게 이루어졌기 때문으로 여겨진다.

## 결론 및 제언

이 연구에서는 중학생들의 그래프 능력을 향상시킬 수 있도록 MBL이 자동으로 측정하여 수집한 자료를 이용하여 학생들이 직접 그래프로 변환하는 과정을 수행하도록 하는 MBL 탐구활동 자료를 개발하였고, 이를 적용한 수업이 중학생들의 그래프 능력, 과학탐구 능력에 미치는 효과에 대하여 알아보았다. 연구의 결과에 따른 결론은 다음과 같다.

첫째, 개발한 MBL 탐구활동 자료를 적용한 수업은 중학생의 그래프 능력 향상에 유의미한 효과를 나타냈다. 그래프 능력의 영역인 그래프 작성 능력, 그래프 해석 능력 모두에서 유의미한 효과를 보였다. 이로써 개발한 MBL 자료를 활용한 수업은 그래프 능력 향상에 영향을 미쳤음을 알 수 있다. 특히 그래프 능력의 하위 요소인 축에 변수 지정하기, 자료 변환하기, 변수의 대응값 찾기, 내삽과 외삽, 종속 변수간 관련짓기 영역에서 유의미한 향상이 나타났다.

둘째, 개발한 MBL 탐구활동 자료를 적용한 수업은 중학생의 과학탐구 능력 향상에도 유의미한 효과를 나타냈다. 특히 가설 설정, 조작적 정의, 그래프화/자료해석 영역에서 유의미한 향상을 보였다.

지구과학 수업의 탐구활동에 첨단 과학의 기능을 가진 실험 기기를 활용한다고 할지라도 그 방법이 적절하지 못하면 탐구활동을 통하여 학습하기를 원하는 탐구능력을 획득할 수 없다. 그러므로 탐구활동에 사용하는 실험 기기의 특성을 정확하게 파악한 후 가장 효과적으로 학습목표를 달성할 수 있도록 탐구활동을 계획하고 운영하는 것이 필요하다고 사료된다.

## 참고문헌

- 박금홍, 2007, 중학교 과학수업에서 MBL실험 수업 효과. 전북대학교 박사학위논문, 132 p.

- 송인범, 2005, 물질의 상태 변화 수업에 적용한 MBL 실험의 효과 연구. 공주대학교 석사학위논문, 68 p.
- 유병길, 2006, 초등학교 학생의 컴퓨터 기반 실험 수업 효과. 한국과학교육학회지, 25, 1-13.
- 이승민, 2006, MBL 프로그램을 적용한 과학수업이 초등학교 학생의 과학탐구능력에 미치는 효과. 경인교육대학교 석사학위논문, 98 p.
- 이향미, 2002, 고등학생의 역학적 에너지 보존 학습에서 컴퓨터를 기반으로 하는 상호작용적 시범실험 수업의 효과. 한국고원대학교 석사학위논문, 58 p.
- 최성봉, 2008, MBL 활용 수업이 중학교 학생들의 과학탐구능력과 그래프 작성 및 해석능력에 미치는 효과. 한국지구과학회지, 29, 487-494.
- 허은영, 2007, MBL 시범 수업이 초등학교 학생의 학업성취도, 과학탐구능력, 정의적 특성에 미치는 영향. 부산교육대학교 석사학위논문, 89 p.
- Adams, D.D. and Shrum J.W., 1990, The effects of micro-computer-based laboratory exercises on the acquisition of line graph construction and interpretation skills by high school biology students. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 777-787.
- Bruns, J.C., Okey, J.R., and Wise, K.C., 1985, Development of an integrated process skill test: TIPS II. *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 169-177.
- Gangoli, S.G., 1995, A study of the effect of a guided open-ended approach to physics experiments. *International Journal of Science Education*, 17, 233-241.
- Good, R. and Berger, C., 1998, The computer as a powerful tool for understanding science. In Mintzes, J.J., Wandersee, J.H., and Novak, J.D. (eds.), 1998, *Teaching Science for Understanding: A Human Constructivist View*. Academic Press, San Diego, USA, 384 p.
- McKenzie, D. and Padilla, M., 1986, The construction and validation of the test of Graphing in Science (TOGS). *Journal of Research in Science Teaching*, 23, 369-383.

---

2010년 9월 3일 접수  
2010년 9월 28일 수정원고 접수  
2010년 10월 6일 채택

부록. 개발한 MBL 탐구활동 자료 예시

## MBL을 이용한 별의 거리와 밝기

◆ 실험목표

별의 거리와 밝기의 관계를 MBL을 이용하여 정확하게 측정하고 그래프화할 수 있다.

◆ 준비물

- 손전등, 우드락, 스탠드, 클램프, 1 m 자, 계산기
- 조도센서, 운동센서, 인터페이스, 컴퓨터

◆ 유의할 점

1. 손전등과 조도센서의 높이를 같게 하고 일직선상에 놓이도록 한다.
2. 주변의 빛에 따라 실험에 영향을 줄 수 있으므로 실내를 어둡게 한다.

◆ 실험하기



그림 1



그림 2

1. 스탠드에 손전등을 고정한 후, [그림 1]과 같이 우드락과 1 m 자를 설치한다.
2. 컴퓨터, 인터페이스, 운동센서, 조도센서를 연결한다.

▶ 인터페이스의 CH A에 운동센서, CH B에 조도센서를 연결한다.

3. [그림 2]와 같이 운동센서 위에 조도센서를 부착한 후, 손전등으로부터 15 cm 떨어진 곳에 운동센서와 조도센서를 놓는다.
4. 엑셀 프로그램을 실행하고 손전등의 전원을 켜 후 [과학실험-실험하기-실험시작]을 클릭한다.
5. 운동센서와 조도센서를 손전등으로부터 점점 멀리 이동하여 밝기를 측정한다.
6. 측정된 데이터를 그래프로 변환하고 거리에 따른 밝기 변화를 분석한다.

▶ ctrl키를 이용하여 거리와 밝기의 데이터 범위 지정→[삽입-차트] 클릭→[차트 마법사 1단계 차트 종류]에서 [분산형-곡선으로 연결된 분산형] 선택하고 [다음] 클릭→[차트 마법사 2단계 차트 원본 데이터]에서 [다음] 클릭→[차트 마법사 3단계 차트 옵션-제목]에서 차트 제목, X축 이름, Y축 이름을 쓰고 [다음] 클릭→[차트마법사 4단계 차트 위치]에서 [마침] 클릭

차트 제목	X축 이름	Y축 이름

7. 거리에 따라 측정한 밝기의 데이터 중 일부를 선택하여 엑셀 프로그램에서 표로 정리하고 그래프로 변환한다.

거리 <sup>2</sup>					
밝기					

▶ 거리<sup>2</sup>과 밝기의 데이터 범위 지정 → 6. ①과 같은 방법으로 그래프 작성

차트 제목	X축 이름	Y축 이름

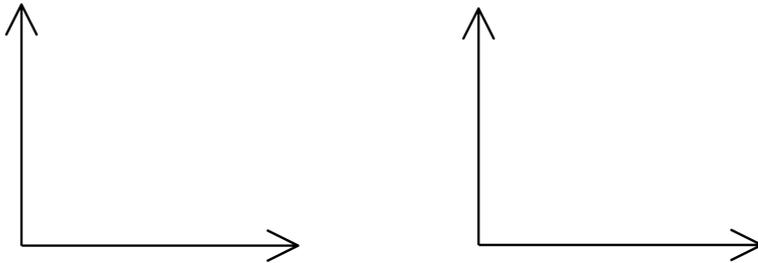
◆ 실험 결과 정리 및 토의하기

1. 실험에서 같게 해준 조건과 다르게 해준 조건은 무엇인가?

• 다르게 해준 조건:

• 같게 해준 조건:

2. [거리-밝기], [거리<sup>2</sup>-밝기]의 관계를 각각 그래프로 나타내 보자(X축 이름, Y축 이름, 단위를 포함하시오.).



3. 빛의 밝기와 거리는 어떤 관계가 있는가?