



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



**저작자표시.** 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



**비영리.** 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



**변경금지.** 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

경영학석사학위논문

과학실험교육에서 지식공유활동의 효과성  
: MBL 실험을 중심으로



2007년 2월

부경대학교 경영대학원

경영학과 (경영학 전공)

최신영

경영학석사학위논문

과학실험교육에서 지식공유활동의 효과성  
: MBL 실험을 중심으로

지도교수 이 현 규

이 논문을 경영학석사 학위논문으로 제출함.

2007년 2월

부경대학교 경영대학원

경 영 학 과 (경영학 전공)

최 신 영

최신영의 경영학석사 학위논문을  
인준함



주 심 공학 박사 한 재 호 (인)

위 원 경영학박사 이 현 규 (인)

위 원 경영학박사 김 영 조 (인)

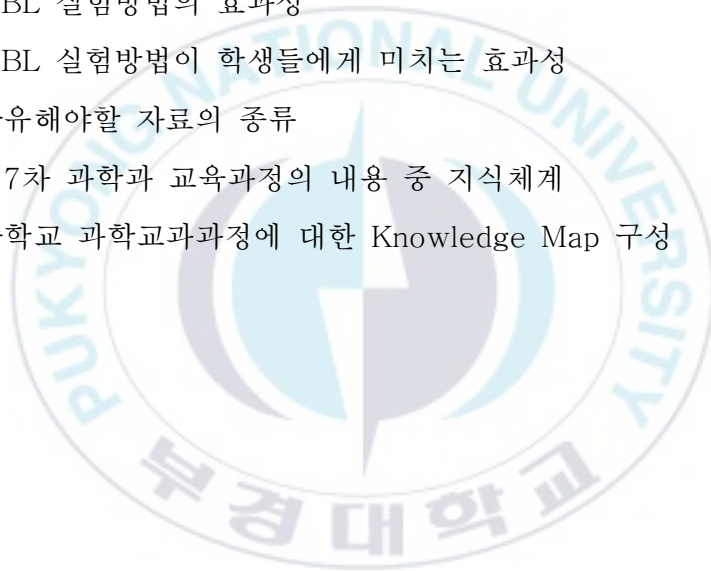
# 제 목 차 례

국문 요약	1
제 I 장 서 론	3
1.1 연구배경	3
1.2 연구 목적 및 범위	5
제 II 장 관련 연구	6
2.1 MBL 실험 방법	6
2.1.1 MBL의 역사적 배경	6
2.1.2 과학실험교육에 있어서의 MBL	7
2.1.3 MBL의 개요	9
2.1.3.1 MBL 실험과정	9
2.1.3.2 MBL 실험의 예	11
2.1.3.3 MBL의 특징	14
2.2 지식, 지식경영시스템, 지식공유	15
2.2.1 지식	15
2.2.2 지식경영과 지식경영시스템	18
2.2.3 지식공유에 대한 정의	20
2.2.4 CoP(Community of Practice)	20
2.3 과학실험교육에서의 지식공유의 필요	23
2.3.1 MBL실험방법 도입의 배경	23
2.3.2 지식공유가 필요한 MBL 실험의 사례	24
2.3.3 실험결과에 대한 지식공유의 필요성	27

제 III 장	과학실험교육 지식공유시스템 개발	29
3.1	시스템개발을 위한 수요조사 분석	29
3.1.1	과학실험수업 현황과 MBL에 대한 이해도	30
3.1.2	MBL 활용에 대한 어려움과 해결방안	33
3.1.3	시스템개발 수요조사 결과	36
3.2	시스템 설계 및 개발	37
3.2.1	시스템 아키텍처	37
3.2.2	메뉴 구성도	38
3.2.3	지식지도(Knowledge Map) 구성	39
3.2.4	과학실험 지식공유시스템 개발	44
제 IV 장	과학실험교육에서 지식공유 활동의 효과성	48
4.1	조사 방법	48
4.2	조사결과 및 분석	48
제 V 장	결론 및 향후 연구 방향	55
	참고 문헌	57
	영문 요약	62
	첨부1 : 시스템 수요조사를 위한 인터뷰조사 문항	64
	첨부2 : 시스템 효과성 측정 설문 문항	74

## 표 차례

[표 2-1] 데이터·정보·지식	16
[표 2-2] 정보시스템과 지식경영시스템의 비교	19
[표 2-3] 거리 0에서 350에 해당하는 조도를 측정한 기록	26
[표 3-1] 설문조사 응답자의 분포	30
[표 3-2] 기존의 실험방법에서 가장 개선되어야 할 부분	31
[표 3-3] MBL 실험방법의 효과성	32
[표 3-4] MBL 실험방법이 학생들에게 미치는 효과성	32
[표 3-5] 공유해야할 자료의 종류	35
[표 3-6] 제7차 과학과 교육과정의 내용 중 지식체계	42
[표 3-7] 중학교 과학교과과정에 대한 Knowledge Map 구성	43



## 그림 차례

[그림 2-1]	MBL 실험의 과정	10
[그림 2-2]	본 연구에 사용한 MBL 장치의 구성도	10
[그림 2-3]	컴퓨터와 실험과정의 구조적 대응	11
[그림 2-4]	MBL장치를 활용한 물과 알코올의 가열실험	12
[그림 2-5]	물의 양에 따른 가열곡선	13
[그림 2-6]	알코올의 양에 따른 가열곡선	13
[그림 2-7]	거리에 따른 빛의 세기 측정	26
[그림 3-1]	MBL실험방법 적용까지의 시행착오	33
[그림 3-2]	실제상황의 통제변인에 의한 예측과 해석의 어려움	34
[그림 3-3]	연수프로그램의 시행 및 다양화에 대한 필요성	34
[그림 3-4]	MBL사용방법과 실험컨텐츠 자료공유의 필요성	35
[그림 3-5]	시스템 아키텍처 구성	37
[그림 3-6]	메뉴 구성도	38
[그림 3-7]	개발한 사이트의 전체 모습	45
[그림 3-8]	사이트 소개 화면	46
[그림 3-9]	과학실험 지식공유의 검증된 실험컨텐츠 검색 화면	46
[그림 3-10]	장비소개 및 사용방법에 대한 자료화면	47
[그림 4-1]	MBL과학실험교육의 빠른정착과 활성화에 대한 유용성	49
[그림 4-2]	MBL실험방법에 적용하기까지의 시행착오를 줄임	50
[그림 4-3]	통제변인에 따른 실험결과의 예측과 해석에 도움	50
[그림 4-4]	학생지도에 도움이 되는 자료들	51
[그림 4-5]	학교수업현장에서 바로 사용가능	51



[그림 4-6]	실험 준비시간의 절약	53
[그림 4-7]	결과 해석시간의 절약	53
[그림 4-8]	학생들의 다양한 질문에 대한 도움	53
[그림 4-9]	학습 목표 도달에 대한 효과성	54
[그림 4-10]	학생과의 토론수업 준비에 도움	54



## 국문 요약

과학 교육에 있어 새로운 도구이며 개념인 MBL(Microcomputer Based Laboratory)실험체제를 기존 교육 시스템에 효과적으로 정착시키기 위하여 지식경영적 관점에서 MBL을 사용하는 교사들을 대상으로 하는 과학실험의 지식공유시스템을 구축하고 그 효과를 평가해 보았다.

MBL 실험체제는 교사들이 사전에 예측하지 못한 상황에 대한 지식을 포함하고 있을 뿐 아니라 그 실험과정 진행 상황에서도 정형화 되지 않은 많은 지식을 발생시킨다. 따라서 MBL을 사용해본 경험이 있는 교사집단이 실험준비, 실험과정, 실험 후 단계에서 습득한 많은 암묵적 지식을 공유하기 위한 「과학실험 지식공유 시스템」은 과학실험의 여러 변인 통제와 해석, 실험조건에 따른 다양한 결과 해석에 유익한 영향을 미쳐 MBL이 기존 교육 시스템으로 정착하는 데 매우 큰 효과가 있는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 지식경영적 개념에 입각한 과학실험 지식공유 시스템을 구축하기 위하여, 우선 기존 유사 사이트에 대한 구조분석을 통하여 일차적인 형식을 갖추고 지속적으로 개선하는 과정에서, MBL의 사용자인 실무 교사들의 의견을 인터뷰와 설문조사를 통해 시스템에 대한 수요조사를 하였다.

수요조사 분석 결과, 초·중등 과학 교과과정에 대한 지식맵(Knowledge Map)을 주제어와 차시별로 구성하고, 사용 센서와 각 실험의 통제 변인을 명기 할 수 있도록 실험컨텐츠를 구성하였다. 그리고 MBL실험을 통해 생성된 산재한 암묵적 지식을 명시적으로 구축하여 갱신하는 효과를 극대화하는 방향으로 웹 시스템을 구축하였다. 이러한 구조에 따라, 본 시스템에 등록된 회원은 누구나 각자 실험 컨텐츠를 등록할 수 있게 하고, 등록된 컨텐츠에 대하여는 실천공동체(CoP)의 역할을 하는 'MBL 연구회'에서 검증 평가하여, 「검증된 실험 컨텐츠 검색」 메뉴를 통하여 과학실험지식을 공유할 수 있는

체제를 구성하였다.

개발한 웹 기반의 「과학실험 지식공유 시스템」은 단순한 정보시스템이 아니라 구성원 간의 활발한 상호작용을 목적으로 하여 현장에서 발생하는 문제를 중심으로, 보다 비구조적인 정보와 노하우, 경험들을 자발적이고 능동적으로 교류할 수 있는 환경을 구성하는데 초점을 맞추었다.

구축된 「과학실험 지식공유 시스템」은 MBL을 사용하는 교사집단의 과학 실험에 대한 지식을 통합적으로 구축하고, 과학실험교육에 바람직한 MBL 시스템 도입에 따른 교사들의 불안감이나, 실험의 몰이해로 야기되는 오개념 등의 문제점들을 제거함으로써, 교육적 효과를 극대화 할 수 있는 것으로 평가되었다.

특히, 통제변인에 따른 서로 다른 실험결과에 대한 예측이나 해석에 큰 도움이 되며, MBL과학실험방법에 적용하기까지의 시행착오를 줄일 수 있고, 이 실험방법의 빠른 정착과 활성화에 매우 유용하게 활용될 수 있겠다고 평가되었다.

# 제 I 장 서론

## 1.1 연구배경

사회의 각 분야에서 컴퓨터와 결합하여 진화되는 이른바 디지털융합(digital convergence)이 이루어지고 있다. 최근에는 전 세계적으로 지식 서비스의 중요성이 부각되는 가운데 우리나라도 교육에서의 컴퓨터와 통신이 결합하는 e러닝(e-Learning)과 관련하여 이것을 단순학습보조도구가 아닌 국가적인 차원의 ‘지식 서비스 산업’으로 육성하는 방안을 마련하는 등[전자신문, 2006.10.17] 범국가적인 전략을 수립하고 있다(한국 U러닝연합회). 우리나라 초·중·고 과학실험 교육에서도 MBL(Microcomputer Based Laboratory:컴퓨터기반 과학실험)방법이 도입된 지 3~4년이 되었다. MBL교육은 실험실에 컴퓨터를 도입한 과학기술분야의 큰 성공에 고무되어, 유사한 학교 과학실험 교육에 컴퓨터를 이용한 계측, 제어를 접목시킨 선진과학실험방법으로서 과학교육 분야에 선구적인 교사들에 의해 추진되기 시작하였다. 최근에 와서는 이의 보급이 전반적으로 확산되어 가고 있는 상황이다. 이 상황에서 필연적으로 발생하는 다양한 시행착오와 변화를 주도하는 선도적인 집단에 비하여 의욕과 능력이 뒤처지는 수동적 집단에 대한 적절한 대응이 이 시도의 성과를 좌우하는 요인이 되고 있다.

현재 MBL은 과학 선도 학교와 영재교육 학교 및 기관을 중심으로 활용되고 있다. 그런데 현장에서의 연수 및 교육과정을 통하여 볼 때, MBL의 적용 과정에서 발생하는 몇 가지 문제 상황을 볼 수 있다. 그 중에는 MBL이라는 새로운 도구에 적응하는데 따르는 어려움도 있지만, 그 동안 실제로는 시도되지 못하였던 정확한 실험 데이터와 분석이 동시에 가능한 실험이 이루어짐

에 따라 과생되는 상황 때문에, 정작 학생들보다 교사들이 MBL을 이용하기를 더 어려워하는 문제가 있음을 볼 수 있다.

교과서에 나와 있는 실험의 예는 과학 원리나 이론이 단순화되고 비교적 이상적으로 통제된 실험환경 아래에서 이루어진 실험에서 나오는 결과 인 것에 반해서, 다양한 변인이 실재하는 실제 실험실 상황에서는 통제변인의 상태에 따라 예상과는 다른 결과가 발생하기도 한다. 이것은 그간 정성적으로만 이루어지던 중등 과학 실험교육이, MBL의 도입과 더불어 발전하여, 실험 결과치가 이론적으로 검토될 만큼 정량화됨으로서 발생하는 자연스러운 상황 이기는 하지만, 충분한 상황적 지식이 부족한 상태에서 예상치 못한 실험결과를 접하게 되면, 학생은 물론 가르치는 교사의 입장에서도 해석에 어려움을 겪게 될 수 있다. 이런 이유 때문에 MBL을 대하는 교사들의 반응도 여러 가지이다.

따라서 MBL을 통하여 획득한 다양한 실험결과에 올바른 해석이 가능하도록 체계적인 지식공유 및 관리 시스템을 제공할 필요성이 대두되는 것이다. 교과서 외적인 변인통제 상황에서 다양하게 나오는 실험결과와 이에 대한 해석을 공유하고자 하는 교육현장의 욕구들을 충족시킴으로서 교사들에게 MBL실험에 쉽게 접근할 수 있는 동기를 부여하게 될 것이다. 실험은 실험자의 노력과 시간이 많이 들어가는 작업이므로 이러한 실험결과를 공유하게 되면 기본적인 실험결과자료는 서로 공유하게 되고 공유된 자료를 바탕으로 보다 창의적인 실험으로의 발전과 새로운 발견이 가능하게 될 것이다.

## 1.2 연구 목적 및 범위

본 연구에서는 MBL을 사용하는 교사집단이 MBL실험 방법이나 장비에 부정적 개념을 형성하지 않고, “왜 기대와는 다른 결과가 나왔을까”에 대한 과학적인 원인규명을 통하여 보다 고도의 실험 교육을 이룰 수 있도록 하는 효율적인 과학실험 지식공유 활동을 시도하고 그 효과를 판단하고자 한다.

과학 실험환경의 선진화와, 보다 정량적인 실험교육이 이루어지기 위해서 도입되고 있는 MBL실험방법에 대한 연구와 지식의 종류 중 암묵지 형태인 과학실험지식의 공유 활동에 대한 연구를 위하여 지식경영적 관점에 대한 관련 연구를 하였다.

관련 연구를 통하여 지식경영적 관점에서 과학실험 지식공유 활동을 보다 효과적이고 효율적으로 하기 위한 상호 연계성과 공유체계를 설계해 보았다. 이러한 기초 설계를 바탕으로, 과연 지식공유시스템이 필요한지, 필요하다면 어떤 형태의 지식공유를 원하는지에 대한 수요조사를 위하여 현장의 교사들을 대상으로 설문문항을 중심으로 한 인터뷰 조사를 하였다.

조사 결과를 분석한 다음, 분석결과를 토대로 일선교사들의 활용도가 높은 과학실험 지식공유시스템을 구현하기 위하여 학교교과서 차시 중심의 콘텐츠를 제공하면서 각 실험에서 원하는 결과를 얻기 위한 준비 및 실험방식에 대한 자료 그리고 그 실험결과 자료를 제공하고, 각 실험의 다양한 통제변인에 따라 서로 다르게 나타난 결과에 대한 지식공유시스템을 개발하였다.

개발 과정에서 각 단계별로 교사의 의견을 묻는 인터뷰조사를 진행하며, 개발 후의 시스템 사용과 관련하여 과학실험교육 지식의 공유 활동이 과학실험교육에 어떠한 영향을 미치는지를 연구하였다.

MBL 실험방법을 기반으로 하는 과학실험 지식공유시스템은 우리나라 과학실험교육의 새로운 패러다임의 발전에 견인차의 역할을 하리라 생각한다.

## 제 II 장 관련 연구

### 2.1 MBL 실험 방법

#### 2.1.1 MBL의 역사적 배경

OECD 선진국을 중심으로 보았을 때, MBL을 활용하고 연구·개발하는 나라는 미국, 영국, 호주, 이스라엘, 네덜란드, 싱가포르, 일본 등을 들 수 있는데 각 나라에서 사용하는 센서와 프로그램 및 교수학습 자료는 그 나라의 과학 교육과정 특성에 따라 다소 차이를 보이고 있다. 미국의 경우 30여년이 넘는 MBL의 역사를 가지고 있고 다양하고 풍부한 센서와 교육 자료가 있으며, 활발한 교사 워크숍 등이 이루어지고 있다. 또한 MBL 활용을 위한 전략과 교육 안내를 전문적으로 다루고 있는데 STS(Science Technology Society) 교육과정과 과학 대중화 정책 등에 힘입어 인문계 일반학교에서도 보편적으로 사용하고 있는 실정이다. 중국과 일본의 경우에는 국가적인 차원에서 과학기술교육을 중시함에 따라 1950년 후반부터 컴퓨터를 과학연구에 이용하기 시작하였으며, 데이터 수집을 위한 첨단 장비들을 실험실에서 활용하고 있다. 우리나라의 경우는 1990년대 초반부터 다양한 MBL 연구와 교육활동이 여러 전문가들을 통해 이루어져 왔으나, 학교현장에서의 본격적인 연구와 보급은 2003년 들어서 시작된 정부의 과학교육 활성화 정책부터라고 할 수 있다. 오늘날 MBL은 컴퓨터 모니터, 노트북과 같은 디스플레이를 의사소통 수단으로 사용하고 있으며, 다양한 개인용 연결형 기기와 결합되어 사용되고 있다.

MBL은 학생으로 하여금 전통적인 개념의 기구조작과 데이터 수집 위주 활동에서 탐구와 사고 중심의 활동으로 변화시켜 줄 수 있다(장방원, 2001).

최혁준과 장세중(1990)은 이러한 활동변화를 전통적인 실험과 비교해 봄으로써 인터페이스를 이용한 실험에서 더 정확한 실험결과를 얻을 수 있다는 것을 확인했다. MBL을 활용한 실험은 결과를 분석하는데 소요되는 시간이 줄어, 결과에 대한 토론을 하는데 시간을 보충할 수 있었다(오형진, 2000). MBL에 대한 대부분의 선행연구들에 따르면, 인터페이스와 센서를 이용해서 학생들로 하여금 데이터의 수집을 보다 정확하게 할 수 있게 해 줌으로써 실험결과에 대한 신뢰성을 높여주어 실험에 대한 학생의 일반적인 태도를 향상시켜준다고 한다.

### 2.1.2 과학실험교육에 있어서의 MBL

과학교육의 목적은 과학에 대한 태도 정립, 과학적 탐구능력 배양, 개념 습득을 지향하고 있다. 이때 과학의 기초적인 개념 습득을 위해서는 실험 체험 중심의 교육활동이 매우 중요하다. 과학을 한다고 하면서 교실에서 이론만 강의하며 공부한다면, 또는 무조건 실험과 관찰과 같은 활동만 한다면 그것은 과학의 참모습이 아니다. 과학은 이론의 발전과 실험의 진전이 서로 상보적으로 도와주면서 발전되어 왔다. 진정한 과학 탐구는 이론과 실험이 서로 의미 있게 어울리는 활동이다. 또한 과학 탐구는 혼자서 문제를 해결하는 활동만이 아니다. 여러 사람이 함께 어울려 서로의 생각을 드러내고 서로의 탐구 결과를 공유하고 비판하면서 함께 탐구해 나가는 사회적 활동이다. 한편으로 과학은 언제 어디서나 최선을 다해 검증가능하고 객관적이며 합리적인 것을 추구함으로써 시대와 문화를 초월한 진리를 지향한다.

바람직한 실험교육이 필요한 이유는 그것이 바람직한 과학탐구의 결정적인 요소이기 때문이다. 특히 상상력이 풍부한 청소년의 과학 실험은 자연 속의 경험과 체계적 이론을 관련 지우도록 돕기 위해 의도적으로 고안된 환경에서



물질세계를 조작하는 활동이다. (박승재외, 2002)

실제로 과학 실험실습교육에 대한 설문 결과, 과학실험이 재미있다고 응답한 학생이 중학생 84%와 고등학생 75%이며, 과학시간에 실험을 많이 하고 싶다고 응답한 학생이 중학생 93%와 고등학생 90%로 나타나 대다수의 학생들이 과학실험을 통한 과학교육을 선호하고 있음을 알 수 있다. 그러나 우리나라 과학교육의 현실이 실험실습교육 보다는 지식 암기 위주의 교육으로 진행되고 있어서 중학교와 고등학교 학생들의 과반수가 과학교육에 만족하지 못한다고 응답한 것을 알 수 있다(이윤종 외, 1997, 1998).

현재 시행되고 있는 제7차 교육과정은 자율과 창의에 바탕을 둔 수준별 교육을 목표로 하는 과정이라 할 수 있다. 여기서 ‘자율’은 자기 주도적 학습력 신장을 강조하는 것이며, ‘창의에 바탕을 둔 수준별 교육과정’은 창의성 신장 교육에 중점을 둔 개인별 선수 능력을 고려한 교육과정이란 것이다.

특히 과학 과에서는 창의성 신장에 중점을 두고 있다는 것은 누구나 알고 있는 사실이다. 이에 정부에서도 초·중등과학교육 활성화 사업을 계속적으로 추진하고 있으며, 탐구·실험 중심의 수업을 전제로 하고 있다. 그 이유는 과학교육에서 체계적인 기초 지식의 체득과 합리적인 결론 도출, 그리고 창의적 문제 해결력을 기르는 가장 효율적이고 보편적인 방법이 탐구·실험이기 때문이다. MBL이 최근에 들어 급속히 보급되는 배경도 과학적 데이터 추출 및 검증의 한 방법으로서 과학교육의 목적에 부합한 학습방법으로 인식되고 있기 때문이라고 볼 수 있다.

### 2.1.3 MBL의 개요

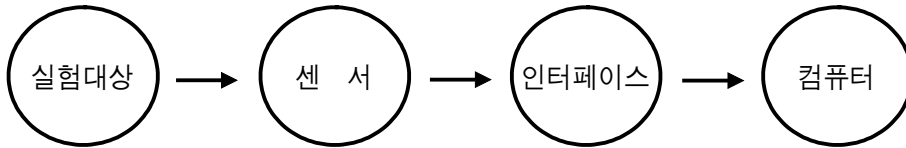
MBL은 ICT(Information Communication Technology) 기반의 과학실험교육으로서 가상의 실험이 아닌 실제적인 과학 체험을 통한 실험교육으로 정의할 수 있다. MBL은 학생들로 하여금 오차 해석, 그래프 분석과 통계적 적용, 변인통제 등의 과학적 학습과 기술적 활용의 방법을 제공하는 도구로써 개념 학습에 있어서 인지적 갈등을 줄이고 빠른 피드백을 제공하며 특히 효율적인 데이터 수집과 실시간 그래프, 시간효율성, 데이터의 정밀한 분석과 같은 컴퓨터 활용 기능을 최대한 이용함으로써 교육과정 개선과 STS(Science Technology Society)와 ICT기반 교육에 적극적으로 활용되어질 수 있는 교육방법이라 할 수 있다.

기존의 전통적인 과학실험은, 대부분이 교사 주도와 지시형태의 실험 활동이어서 학생들의 탐구능력을 신장하는데 도움을 주기보다는 과학의 개념과 방법의 중요성과는 거리가 멀고, 실험 데이터의 처리와 분석에 많은 시간을 소모한다는 문제점이 지적되고 있으며, 이와 같이 시간 소모적인 실험은 개념 변화와 과학의 탐구 사고력 향상 및 과학적 태도의 배양에 도움이 되지 않는다고 볼 수 있다.

#### 2.1.3.1 MBL 실험과정

MBL은 실험상황에서 센서로부터 수집한 자료를 인터페이스를 통해 컴퓨터로 자료를 수집하는 데 사용되는 하드웨어와 수집된 자료를 거의 실시간에 가깝게 분석하고 그래프 화하는 소프트웨어를 포함한 실험방법을 말한다. 즉, MBL실험은 인터페이스, 센서, 프로그램, 컴퓨터 등 4개의 기자재를 이용한

실험방법이다. 이를 도식화해 보면 [그림.2-1]과 같다.



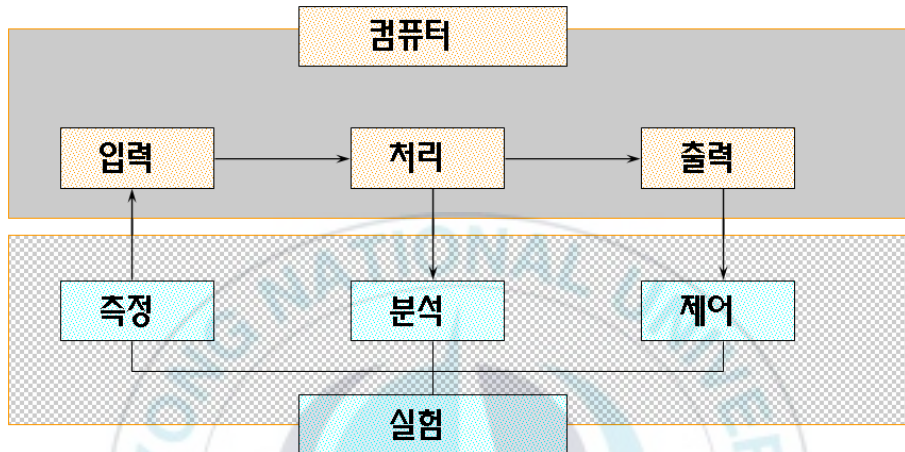
[그림 2-1] MBL 실험의 과정



[그림 2-2] 본 연구에 사용한 MBL 장치의 구성도

인터페이스(interface)란, 센서로부터 받아들이는 자연의 신호(물리량)를 컴퓨터에 입력 또는 출력을 하기 위한 주기능 장치이다. 센서(sensors & probes)란, 자연의 물리량을 측정하여 컴퓨터가 받아들일 수 있는 전기적 신호로 변환하여 컴퓨터에 제공하는 장치이다. 컴퓨터에서는 이러한 장치로부터 받아들인 데이터를 표시하고 가공하는 프로그램이 동작하게 된다. 예로서, 본 연구에서 사용한 MBL 시스템의 컴퓨터용 프로그램은, 실제 측정된 물리량을 PC화면에 표현해주는 프로그램으로 Excel에서 실험이 가능한 프로그램

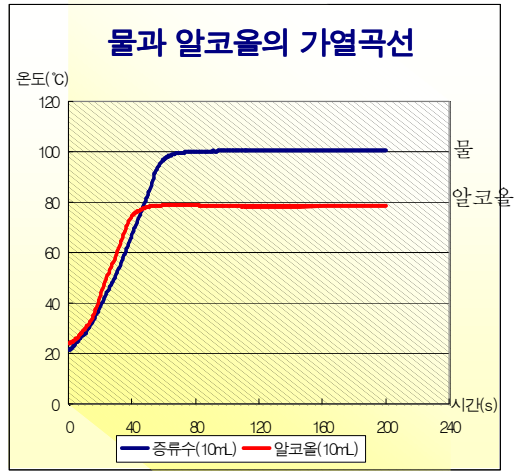
과 독립적인 VI(Virtual Instruments)를 활용한 전문 프로그램으로 구성되어 있다. 이를 통하여 컴퓨터는 인터페이스를 통해 수집된 자료를 받아들여 처리하고 화면상으로 출력한다.



[그림 2-3] 컴퓨터와 실험과정의 구조적 대응

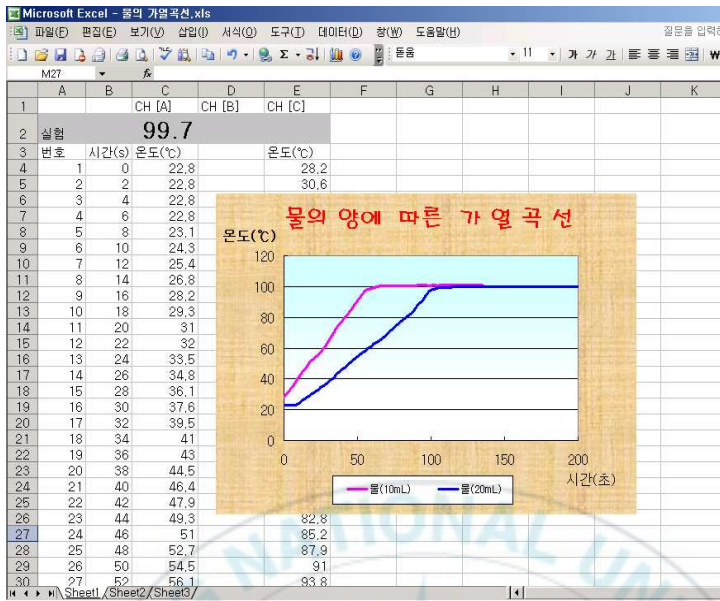
### 2.1.3.2 MBL 실험의 예

MBL로 구현되는 대표적인 실험의 예를 다음에 보였다. [그림 2-3]은 MBL 장치를 사용하여 물과 알코올을 담은 용기를 가열하면서 시간에 따라 온도를 측정하는 실험 장면이다. 학생들은 시간에 따라 온도를 측정하고 그래프로 그릴 필요 없이 용기를 가열하면서 온도의 추이를 관찰하는 실험 본연의 목적에 충실 할 수 있다. MBL이 없으면 온도의 측정에 많은 노력을 들여야 하고, 실험의 목적인 선형적인 온도의 증가와 끓는점의 확인을 위한 그래프의 구현이 실험 도중에 같이 이루어지기 힘들 것이다. MBL은 빠른 측정, 여러 가지 양의 측정 등 사람의 손으로 기록될 수 없는 기록도 자동적으로 할 뿐만 아니라 자동적인 분석도 가능하다.

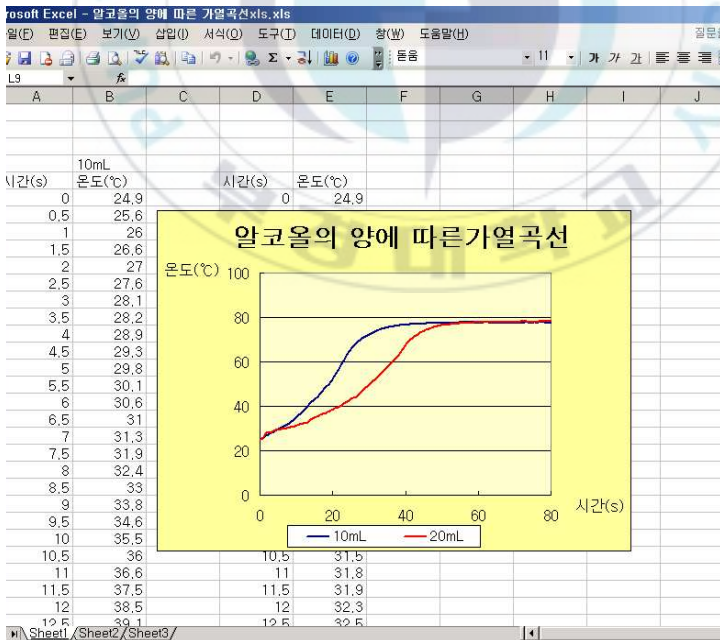


[그림 2-4] MBL장치를 활용한 물과 알코올의 가열실험





[그림 2-5] 물의 양에 따른 가열곡선



[그림 2-6] 알코올의 양에 따른 가열곡선

### 2.1.3.3 MBL의 특징

MBL 실험의 특징을 정리해 보면 다음과 같다.

#### 1) 데이터 수집의 효율성

MBL을 이용하면 원하는 시간 간격으로 정확하게 실험 데이터를 실시간으로 수집하여 통합 및 분석이 가능하다. 그리고 동시에 여러 개의 물리량을 빠르게 측정하거나 또는 매우 오랜 시간 동안 일정하게 측정하는 것이 가능하다. 또한 정밀한 실험 설계를 통하여 얻어진 실험 결과는 과학 이론에 입각한 정확한 실험 예측을 가능하게 함으로써 과학의 개념과 지식의 학습에 있어서 실제적인 도움이 될 수 있다. 이는 전통적인 실험으로 하기 어려운 많은 활동들을 가능하게 한다.

#### 2) 시간 효율성 증가에 따른 토론 중심의 실험 수업

MBL을 이용하면 컴퓨터가 정확하고 빠르게 측정과 분석을 해줌으로써 시간적 효율이 극대화된다. 전통적인 실험방법으로는 데이터를 분석하여 그래프를 그리고 결과를 얻는데 한 시간에도 끝낼 수 없었던 일부 실험이 가능하며, 데이터 분석과 그래프 작성, 결과 도출에 걸리는 시간을 현저히 줄일 수 있으므로 남은 시간에 충분한 실험토의를 할 수 있다. 또한 실험과 동시에 실험결과를 즉각적으로 그래프를 통해 알 수 있으므로 짧은 수업시간에 여러 번 연관된 실험 즉, 심화 보충학습이 가능하며, 다양한 실험설계, 변인통제 등의 과학탐구를 창의적으로 수행할 수 있다.

#### 3) 빠른 피드백을 통한 인지개념 변화

즉각적인 피드백은 실제 실험과정에서도 일어나는데 이는 실험이 진행되는

과정 또는 실험이 끝난 후 곧바로 그래프를 통해 결과를 알 수 있는 방법이다. 실험과정의 기본학습에 해당하는 과제탐구를 수행하며 데이터를 즉각적으로 네트워크를 통해 교사에게 제출하거나 다른 실험조가 열람이 가능하므로 토론 중심의 실험 수업이 가능하다. 이와 같이 빠른 피드백을 통해서 이론과 실험에 있어서 토의를 통해 인지갈등을 해소할 수 있다.

## 2.2 지식, 지식경영시스템, 지식공유

### 2.2.1 지식

지식의 사전적 의미는 “앎의 상태, 혹은 사실, 알고 있는 모든 것, 조직화된 정보” (Oxford사전, 1995)로 정의되고 있지만, Nonaka(1994)가 지식의 다층적이고, 다면적인(multifaceted) 측면을 강조한 것처럼, 그 개념을 명확하게 기술하기가 쉽지는 않다. 실제적으로 지식관련문헌에서 지식과 가장 혼재되어 사용되는 용어는 정보일 것이다.

90년대 들어서서 기업 내 지식이 핵심 경쟁력이라는 인식이 확산되면서부터 일부 학자들이 ‘정보’라는 용어를 ‘지식’과 구분해서 사용하기 시작했다. Wiig(1997)의 조사에 의하면, 지식경영의 개념이 최초로 등장한 것은 Sloan Management Review(1989)에 실린 Stata의 논문이며, 이 후 Havard Business Review(1991)에 실린 Nonaka의 글을 필두로 본격적으로 지식관련 논문이 게재되기 시작했다고 한다. Nonaka 자신도 1988년에 SMR에 기고한 논문에서 지식창조(Knowledge Creation)대신에 정보창조(Information Creation)라는 용어를 사용하게 된 것만 보아도 이를 확인할 수 있다. 이처럼 정보와 지식이 개념적으로 구분되기 시작한 배경에는 지식의 암묵적 특성이 있다. 지식은 구조화 및 전이가 어려운 속성을 내포하고 있기 때문에, 기존에



사용한 ‘정보’의 개념으로는 이러한 지식의 다양한 속성을 설명하는데 한계를 인식했기 때문이다. 90년 중반이후 지식관련 논문을 살펴보면, 정보, 지식간의 개념 구분이 비교적 엄격하게 이루어지고 있음을 알 수 있다.

Nonaka(1994)는 지식을 “정당화된 진실한 믿음(Justified true belief)”이라고 정의하면서, 지식은 단순한 정보와는 달리 믿음이나 약속에 관한 것이고, 행위에 관한 것이며, 의미(meaning)에 관한 것으로 규정하면서, 정보와의 차이점을 분명히 했다. 또한 일부학자들은 지식을 다층적으로 구분해서 제시하고 있는데, Saint-Onge(1996)는 이를 데이터, 정보, 지식, 지혜(wisdom)의 단계로 구분하여 제시하고 있으며, Allee(1997)는 여기에 의미(meaning), 철학(philosophy), 통합(union)등을 추가로 포함시켜 더욱 세분화시키고 있다. 이렇게 지식을 다층적인 구조로 분류하는 이유는 정보에서 지식, 지혜로 가면 갈수록 의미는 깊어지지만, 언어로 형식화하기가 어려워지고, 전이도 힘들어진다는 점을 보여주기 위한 것이다. Davenport & Prusak(1997)은 [표2-1]에서 데이터, 정보, 지식의 개념을 비교해서 제시하고 있는데 지식으로 이동할수록 암묵적 속성이 강해지고, 전이가 어려워짐을 알 수 있다. 결국 지식의 개념이 데이터처럼 하나의 객체로써 쉽게 저장 되고, 전이되는 단계에서 점점 더 구조화하기 어려운 복잡한 프로세스로 인식되어 가는 것을 볼 수 있다.

데이터(data)	정보(information)	지식(knowledge)
세계의 상태에 대한 단순한 관찰들 - 구조화가 용이 - 기계에 저장용이 - 종종 계수화가 용이 - 전이가 용이	관련성과 목적성을 가진 data - 분석단위가 요구됨 - 의미에 대한 공감대 필요 - 사람의 중재역할이 필요	인간의 마음(성찰, 통합, 상황을 포함)에서 나온 가치 있는 정보 - 구조화하기 어려움 - 기계에 저장 곤란 - 종종 암묵적임 - 전이가 어려움

[표 2-1] 데이터 · 정보 · 지식

지식은 그 특성에 따라 여러 가지로 분류된다. 국지적 지식(localized knowledge)과 조직 지식(organizational knowledge), 선언적 지식(declarative knowledge)과 절차적 지식(procedural knowledge) 및 조건적 지식(conditional knowledge), 사물적 지식(knowledge about objects)과 사실적 지식(knowledge about propositions) 및 방법적 지식(knowledge about know-how)등 여러 가지 분류가 제시되고 있지만 가장 보편적으로 받아들여지고 있고, 지식경영과 관련이 깊은 분류는 Polanyi(1966)가 제시한 형식지(形式知)와 암묵지(暗黙知)이다.

언어나 기호로 표현될 수 있는 지식을 형식지라고 하고, 기호로 표시되기 어렵고 주로 사람에게 체화(體化)되어 있는 지식을 암묵지라고 한다. 어떤 학자는 지식경영에 관한 이론적 고찰에서 일본학자들은 주로 암묵지에 관심을 가진데 비해, 미국학자들은 형식지에 더 많은 관심을 두었다고 결론을 내리고 있다. 이러한 차이는 지식경영을 연구하기 시작한 학자들의 배경차이에서 생긴 것이지 지리적 차이에서 생긴 것은 아니다.

일본에서는 조직이론이나 사회학, 인류학적 배경이 강한 학자들이 지식경영 연구를 주도하였기 때문에 형식지 못지않게 암묵지에 관한 깊이 있는 이론들을 개발한데 비해, 미국에서는 주로 정보시스템에 관심을 가진 학자들이 중심이 되어 지식경영을 연구하다 보니 정보시스템으로 전달이 가능한 형식지에 주된 관심이 쏠리게 된 것이다. 그러나 미국에서도 지식경영에 관심을 가진 조직이론학자들은 암묵지 관리의 중요성을 많이 강조하고 있다.

이 두 가지 지식에 관한 연구의 결과를 보면, 지식의 특성, 즉 형식지와 암묵지에 따라 지식경영의 방법이 다를 수 있다. 형식지가 정보통신 기술을 통하여 효과적으로 창출, 유통, 관리 될 수 있는데 비해, 암묵지는 사람들 간의 직접적인 상호교류를 통하여 가장 효과적으로 창출되고 확산된다. 이처럼, 지식의 특성에 따라 지식의 획득, 창출, 전달, 저장, 관리상의 방법이 상

당히 다르기 때문에 지식경영의 영역을 파악하는 데에는 반드시 지식의 특성이 고려되어야 한다.

## 2.2.2 지식경영과 지식경영시스템

지식경영이란 용어는 1986년 인공지능 전문가이자 컨설턴트인 Karl Wigg가 처음으로 사용했다. 지식경영에 대한 이론적 기초와 실천적 방법론 개발에 커다란 공헌을 한 Wigg(1997 Fall Vol.14)는 ‘지식경영이란 기업의 지식관련 효과성과 지식자산으로부터 수익을 극대화시키기 위해 지식을 체계적이고도 명시적으로 또는 의도적으로 구축·갱신·적용하는 것이다’라고 정의하고 있다.

또한, 지식창조과정을 이론화한 Nonaka(1991 HBR69; pp96~104)교수는 ‘지식창조 경영이란 쉽게 외재화 객관화시킬 수 없는 암묵적인 지식을 공유시켜 형식화하고, 이를 통해 새롭게 창조된 형식적인 지식을 다시 암묵적인 지식으로 선순환시킴으로써 조직적 경쟁력을 확보하는 경영활동이다’라고 정의하였다.

본 논문에서 말하고자 하는 지식 경영적 관점은 후자의 의미와 일맥상통한다. 즉, MBL실험을 하는 구성원의 경험이나 노하우를 전사적인 지식으로 통합하고 공유하여 조직의 문제해결 역량을 강화해 나간다는 관점으로 이해할 수 있겠다.

이와 같이 조직원 개개인들의 경험과 학습을 통해 머리 속에 담겨있는 지식을 밖으로 드러내어 형식화하여 체계적으로 정리 공유하며, 이렇게 새로이 창출된 지식을 실천하고 다시 조직원들에게 체득하게 함으로써 조직적 경쟁력을 확보해 나가기 위해서는 도처에 산재되어 있는 지식이나 새롭게 창출해야 할 지식의 영역을 규명하고 창출하여, 필요로 하는 사람이, 필요한 장소에

서, 필요한 때에 이를 활용하게 함으로써 작게는 업무성과를 극대화시키고, 크게는 회사의 경쟁력을 제고시키기 위하여 지식경영시스템을 구축하게 된다.

지식경영시스템은 지식을 관리대상으로 하고 조직구성원간의 활발한 상호작용을 전제로 하기 때문에 기존의 정보시스템과는 차이가 있다. 예를 들어 단일방향의 정보제공 관점의 일반적인 정보시스템과 비교해 볼 때, 지식경영시스템은 사용자간 상호작용성이라는 사회적 맥락을 내포한다. 이러한 관점은 시스템 사용자에게 대하여 정보수혜자라는 소극적 대상으로 인식하기보다는 적극적인 참여가 요구되는 역할로 파악한다. 다음의 [표 2-2]는 기존의 정보시스템과 지식경영시스템의 차이점을 정리한 것이다.

분류	기존의 정보시스템	지식경영시스템
목적	대량의 자료처리 중심	문제해결 중심
대상	구조적 정보	비구조적 정보, 노하우, 경험지
사용자	소극적 (정보, 입출력 및 검색 위주 활용)	능동적 (지식창출, 공유 등 자발성 기반 참여)
방향성	단 방향	양방향
특성	정보공급 기능 위주	활발한 지식교환, 사회맥락성

[표 2-2] 정보시스템과 지식경영시스템의 비교 (유일, 2006)

### 2.2.3 지식공유에 대한 정의

지식경영에 필수적인 지식공유(knowledge sharing)는 구성원들이 자신이 지니고 있는 지식을 서로 나누어 갖는 것을 의미하는 것이지만 이에 대한 학문적 정의는 매우 다양하게 이루어지고 있다.

Liebowitz(2001)는 지식공유는 개인이 소유한 지식을 자신이 속한 조직 내의 다른 구성원에게 전파하는 활동으로 정의하였고, Hendriks(1999)는 지식공유를 지식경영에 있어 핵심영역으로 규명하고, 지식근로자간의 시간적 공간적 장벽을 낮게 하거나, 지식에 대한 정보를 활성화하기 위한 방안으로는 정보통신기술의 필요성을 제시하였다.

박재린, 박재현(2000)은 지식공유는 개인에게 내재화되어 있는 다양한 지식을 학습조직 관점 또는 정보기술매체를 통하여 조직구성원들 상호간에 지식을 축적해가는 과정으로 정의하였고, 최병권(2002)은 지식경영을 크게 신지식의 창출, 지식의 공유, 효과적인 활동 등 3가지의 구성요소로 구분하고, 그중 가장 중요한 핵심요인은 구성원간의 폭 넓은 지식공유라고 주장하였다. 위에서 본 바와 같이 지식공유에 대한 다양한 개념과 정의들이 존재하지만 본 연구에서는 선행연구를 바탕으로 지식공유를 ‘개인이 자신의 지식을 타인들과 실제로 공유하려고 하는 정도’(Bock & Kim, 2002)로 정의하고자 한다.

### 2.2.4 실천공동체(CoP : Community of Practice)

Stein과 Zwass(1995)는 지식을 공유하기 위해서는 우선 시스템에 축적할 수 있는 형식지화 되어 있는 것들을 모으고 인간의 머리에 저장되어 있는 논리적 구조는 의도적으로 추출해 정리하는 활동을 하거나 조직원간의 잦은 상호작용을 통해 전달되어 시스템에 등록해야 한다고 하였는데 이를 위해서는

형식지로 정리할 시간과 직원간의 활발한 정보교류가 필요하다고 하였다

경험지식의 공유는 조직내부지식에 기초하고 있으며 이의 공유를 위해서 인적 네트워크의 활동이 필요하고 단순한 공유차원을 넘는 신지식의 창출 차원에서도 인적 네트워크가 필요하다 경쟁우위의 원천이 되는 새로운 지식창조는 기존 지식의 새로운 적용을 끌어내는 결합능력과 이를 통한 학습에 의해 이루어진다고 하였다. 이러한 결합능력은 조직의 자원과 구조를 재조직하고 기술적 기회를 창출하며 시장 기회에 대응하기 위해 매우 중요하다는 것이 이들의 주장이다. 이렇게 기업 내 지식창출 활동은 시스템 구축 못지않게 인적 네트워크를 기반으로 한 의도적 활동의 중요성을 제안하고 있다.

이러한 인적 활동을 위해서는 자발적 정보교류라는 문화적 측면과 동시에 이러한 장을 만들어 주는 새로운 조직 운영 방식이 요구된다. Nonaka와 Takeuchi(1995)는 효과적인 지식경영을 위해 하이퍼 텍스트형 조직을 제안했다. 이는 계층형 조직과 직능횡단적 프로젝트성 조직을 통합한 유연한 조직으로 차원이 다른 조직이 복수 공존하는 것을 말한다.

기존의 계층형 조직구조는 통상적 업무의 효율성을 높이기 위한 조직의 근간으로 존재하고, 프로젝트성 조직은 지식 창출 필요에 따라 특정 업무와 관계있는 사람들이 직위에 관계없이 모이고 흩어지는 것이 지속되는 조직으로 조직의 효율과 지식창조를 양립하면서 조직원은 조직유지와 혁신업무를 동시에 수행하는 것이다.

Savage(1996) 또한 현재와 같은 급변하는 환경에서의 기업역량 최적화를 위해 가장 적합한 조직모형은 현재와 같은 계층적 팀제에서 그치는 것이 아니라 조직원의 업무를 중심으로 관련된 들과 연계하는 태스크포스식이나 비공식적인 조직이 활성화되는 다중 조직임을 지적한 바 있다.

업무를 중심으로 한 조직 내 혹은 조직을 잇는 커뮤니티는 평소 각자 업무에 대한 능력과 지식지원으로서의 준비를 충실히 하고 경영환경에 따라 자신

이 갖고 있는 기능이나 지식이 필요할 때 혁신 혹은 새로운 사업을 주도하는 조직으로서 역할 해야 한다. 이 조직이 평소에 쌓은 네트워크는 서로에 대한 이해와 협력을 바탕으로 중요사안에 대한 프로젝트를 수행할 수 있고 공식 태스크포스로서 기능할 수 있게 된다.

산업사회에서의 수직적 조직구조에서 조직이 문제를 해결하던 것에서 자신의 기능적 업무를 수행하면서 동시에 변화하는 상황에 따른 복잡한 사안에 대해 각 분야의 역량 있는 개인이 하나의 팀이 되어 문제를 해결하고 혁신을 주도해 가는 다중적 업무를 수행하는 것이 자연스러운 조직구조가 되어야 한다. 즉, 공식적 기능 업무와 조직내외를 잇는 커뮤니티 활동을 동시에 추구하는 조직 형태를 제안한 것이다.

지식공유와 창출을 위해서는 시스템을 통한 공유에 한계가 있으며 이를 보완할 수 있는 인적 네트워크가 필요하고 이러한 인적 네트워크의 공식화는 지식경영을 위한 보조수단이 아니라 새로운 차원의 조직형태라는 관점에서 성공적 KM(Knowledge Management)구현을 위해서는 KM에이전트로서의 실천 공동체(CoP)라고 불리는 조직이 필요하다. 즉 실천공동체(CoP)는 KM의 목표를 정확히 이해하고 이를 효과적으로 조직 내에서 활용하고 KM에 기여하는 조직적 활동을 하는 공동체인데, 이는 조직구성원들이 전문분야(직무), 기술(skill) 혹은 관심주제를 매개로 결합하는 가상조직(virtual group)으로서 특정 전문분야나 비즈니스 목표에 대한 지식, 아이디어와 경험을 생성, 수집, 공유, 활용, 공헌함으로써 업무수행에 도움을 받고 문제를 해결하며 업무수행능력을 향상시키는 주체이다.

실천공동체(CoP)는 공식적인 조직구조나 비공식적 동호회 등의 조직 형태와 비교해 볼 때 조직의 환경대응적 전략과제 수행과 운영상의 자율성 및 개인적 전문성 개발기회 등을 동시에 추구한다는 점에서 근본적인 차이가 있다. 실천공동체(CoP)는 개인수준에서 획득한 학습과 업무수행을 통해 얻은

노하우를 조직적으로 체계화하여 지식으로 자산화(knowledge capital)하는데 기여하는 집단이며, 동시에 조직구성원이 필요로 하는 지식과 기술을 먼저 획득, 전파하는 역할을 수행하는 지식창출집단으로 개인지식을 조직지식화하는 주도적 역할을 담당한다. (Wenger & Snyder, 2000)

## 2.3 과학실험교육에서의 지식공유의 필요성

### 2.3.1 MBL실험방법 도입의 배경

실험은 자체가 과학적 지식탐구의 양대 축의 하나로서 가설 이론을 실제적 측정을 통하여 양적으로 검증하는 행위이다. 이를 위하여 필연적으로 잘 구상된 실험 장치에서 측정된 양의 기록과 분석이 필요하다. 과거 실험에서는 이러한 기록과 분석 자체가 대단한 노력이 소모되었다. 일례로 만유인력법칙을 탄생하게 한 배경이 되었던 케플러의 일정면적의 법칙은, 케플러(Johannes Kepler; 1571-1630)의 스승인 티코 브라헤(Tycho Brache, 1546-1601)가 평생에 걸쳐 측정한 목성의 궤도에 대한 자료를 케플러가 평생에 걸쳐서 계산하여 증명한 이론이다.

만일 오늘날 범용의 컴퓨터로 이러한 계산을 하게 된다면 불과 1초 미만에 처리 할 수 있다. 한편 측정에 있어서도 자동화된 측정장치를 사용한다면 불가피하게 오랜 시간이 소요되는 측정에서도 사람이 직접 장시간 노력하지 않고 대신 장비를 통하여 자동적으로 충실한 측정을 할 수 있다.

MBL은 이러한 측정과 기록을 자동화 할 수 있는 도구이다. MBL을 사용하여 사람의 노력을 대신하여 측정하고, 실수 없이 정확하게 기록까지 하게 됨으로써, 실험자는 실험의 본디 목적인 이론의 검증에 보다 집중하고 충실할 여력을 가지게 된다. 사람을 대신한 기계를 사용함으로써 사람이 인지할



수 없이 빠르거나, 사람이 인내할 수 없는 장시간의 측정, 혹은 사람이 접근하기 힘든 위험한 상황에서의 측정이 가능하며, 보다 정확하고 많은 측정 자료를 획득함으로써 더 정확한 이론의 검증이 구현될 수 있다.

### 2.3.2 지식공유가 필요한 MBL 실험의 사례

대표적인 물리법칙의 하나로서 빛의 세기가 거리의 제곱에 반비례한다는 이론을 실제 측정하게 되었을 때 발생하는 상황에 대한 사례를 살펴보자. 거리의 제곱에 반비례하는 물리 법칙은 전자기력과 중력 등 많은 물리 법칙에 공통적인 형태를 띠고 있다. 예를 들면 광원으로부터의 거리를  $r$ 이라고 할 때 그 위치에서의 조도를  $I$ 라고 하면, 조도는 거리의 제곱에 반비례한다. 즉

$$I \propto 1/r^2 \quad [\text{식 2-1}]$$

이다. 그러므로 학생들은 빛을 내는 광원으로부터 거리를 변화하며 조도를 측정하면 이러한 관계를 얻을 수 있을 것이라고 실험계획을 수립하고 측정을 하게 된다. 좋은 실험이 되려면 거리를 가능한 세밀하게 변화하면서 많은 측정을 하여야 한다. MBL이 도입되지 않으면 거리를 읽고 조도를 읽고 이를 기록하며 분석하는 작업이 만만하지 않은 일임을 다음의 측정치를 기록한 [표 2-3]을 보면 알 수가 있다.

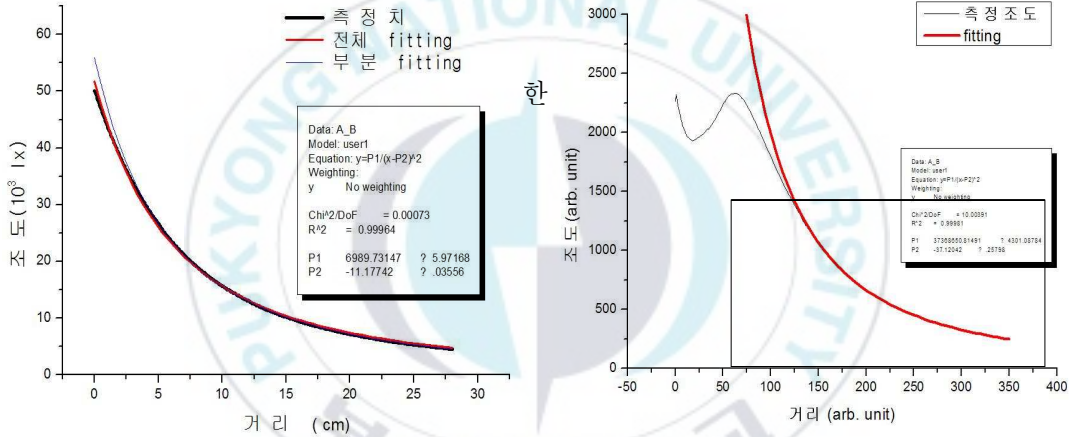
그러나 사람보다 수백만 배 빠른 컴퓨터를 사용하는 MBL을 도입하면 수작업으로 측정하는 것에 비하여 기록의 오류가 없이 자동적으로 훨씬 많은 측정을 훨씬 빠르게 할 수가 있어 실험 경제의 관점에서 매우 효율적이다. 무엇보다도 이러한 점이 실제로 실험에 있어서 수행하지 못할 세밀한 측정을

실행하도록 한다는 점이 결정적으로 중요한 점이다.

거리	조도	거리	조도	거리	조도	거리	조도	거리	조도
0	2263	70	2287	140	1176	210	610	280	371
1	2322	71	2282	141	1164	211	605	281	369
2	2273	72	2272	142	1151	212	600	282	362
3	2227	73	2258	143	1142	213	595	283	360
4	2187	74	2243	144	1131	214	590	284	359
5	2147	75	2232	145	1121	215	588	285	359
6	2112	76	2217	146	1106	216	585	286	354
7	2082	77	2204	147	1096	217	580	287	350
8	2056	78	2187	148	1081	218	575	288	349
9	2032	79	2172	149	1071	219	570	289	345
10	2011	80	2157	150	1061	220	570	290	344
11	1991	81	2137	151	1050	221	565	291	341
12	1976	82	2122	152	1041	222	560	292	340
13	1962	83	2102	153	1030	223	555	293	339
14	1954	84	2087	154	1016	224	550	294	336
15	1946	85	2071	155	1011	225	548	295	335
16	1941	86	2051	156	1000	226	540	296	330
17	1933	87	2032	157	990	227	539	297	330
18	1931	88	2016	158	980	228	535	298	329
19	1936	89	1999	159	971	229	530	299	326
20	1936	90	1981	160	965	230	530	300	324
21	1941	91	1962	161	951	231	520	301	324
22	1946	92	1946	162	945	232	520	302	324
23	1951	93	1926	163	931	233	515	303	320
24	1956	94	1907	164	920	234	510	304	320
25	1961	95	1887	165	911	235	505	305	319
26	1965	96	1867	166	901	236	498	306	319
27	1972	97	1851	167	895	237	495	307	315
28	1981	98	1836	168	885	238	490	308	314
29	1987	99	1817	169	878	239	489	309	314
30	1996	100	1801	170	870	240	485	310	310
31	2002	101	1780	171	861	241	485	311	309
32	2011	102	1766	172	855	242	480	312	304
33	2021	103	1741	173	845	243	475	313	304
34	2027	104	1721	174	836	244	470	314	304
35	2032	105	1706	175	835	245	470	315	301
36	2042	106	1686	176	827	246	470	316	300
37	2055	107	1671	177	820	247	465	317	298
38	2064	108	1656	178	810	248	460	318	295
39	2072	109	1636	179	800	249	455	319	295
40	2085	110	1621	180	800	250	450	320	292
41	2101	111	1601	181	790	251	450	321	289
42	2112	112	1586	182	785	252	445	322	285
43	2127	113	1570	183	775	253	440	323	284
44	2147	114	1553	184	770	254	439	324	284
45	2160	115	1535	185	764	255	439	325	280
46	2176	116	1520	186	755	256	435	326	280
47	2188	117	1505	187	747	257	435	327	280
48	2203	118	1490	188	744	258	430	328	279
49	2218	119	1475	189	735	259	429	329	275
50	2233	120	1460	190	730	260	425	330	274
51	2252	121	1445	191	725	261	424	331	275
52	2262	122	1430	192	719	262	419	332	274

53	2278	123	1415	193	710	263	415	333	274
54	2288	124	1400	194	705	264	410	334	271
55	2298	125	1385	195	699	265	410	335	269
56	2309	126	1370	196	690	266	409	336	269
57	2313	127	1355	197	685	267	404	337	269
58	2323	128	1344	198	680	268	404	338	266
59	2327	129	1330	199	673	269	400	339	264
60	2328	130	1315	200	664	270	400	340	264
61	2328	131	1299	201	659	271	395	341	264
62	2333	132	1289	202	655	272	394	342	260
63	2333	133	1266	203	648	273	390	343	259
64	2331	134	1251	204	642	274	389	344	257
65	2327	135	1236	205	635	275	385	345	255
66	2323	136	1222	206	630	276	384	346	254
67	2315	137	1212	207	625	277	379	347	254
68	2308	138	1201	208	620	278	375	348	249
69	2298	139	1188	209	615	279	375	349	249

[표 2-3] 거리 0에서 350에 해당하는 조도를 측정 한 기록



[그림 2-7] 거리에 따른 빛의 세기 측정

왼쪽 그림은 일반적으로 광원에서 다소 떨어진 거리에서 빛과 거리와의 관계를 측정 한 것으로서 이론적 함수에 맞추어보면 거의 일치하는 잘된 측정으로 생각할 수 있다. 한편 좀더 세밀한 분석으로 먼 거리의 데이터를 바탕으로 이론을 적용해보면 약간의 차이가 있는 것을 발견할 수 있다. 이것으로부터 광원에 대단히 가까운 쪽에서 이론치와 벗어나는 측정치가 있음을 예상한 학생들이 매우 가까운 거리를 포함한 측정을 하면 오른쪽 그림과 같은 결과

를 얻을 수 있다. 실제로 왼쪽 그림은 오른쪽 그림의 사각형 내의 일부분을 측정하는 것이다. 이 경우 가까운 거리에서는 이론치와 실험치가 대단한 차이를 보이는 것을 알 수 있다.

이런 결과는 유한한 광원의 크기와 유한한 측정기의 크기를 고려하면 이러한 결과를 예상할 수 있지만, 통상의 지식을 가진 학생이나 교사들이 실험 전에 예상하지 못하는 경우가 많고, 다양한 환경하의 통제되지 못한 실험 변인의 결과인 경우가 많다. MBL 실험은 이와 같이 예상하지 못한 결과를 측정함을 통하여 보다 깊은 이해에 도달하게 해 주는 큰 교육적 효과를 가지고 있다.

### 2.3.3 실험결과에 대한 지식공유의 필요성

MBL은 새로운 도구, 즉 컴퓨터를 과학실험교육에 도입함으로써, 마치 은행 업무에 컴퓨터를 도입하여 혁명적 생산성의 증가와 새로운 서비스 영역을 확대한 것과 같이, 실험 교육의 양과 질에 큰 변혁을 예고하고 있다. 그러한 효과에도 불구하고, MBL이라는 새로운 개념에 대한 교육시스템의 적응은 여전히 어려운 문제가 되어있다. MBL을 실제로 사용하는 학생들은 컴퓨터라는 시대의 도구에 오히려 잘 적응되고 편리하게 사용하는 반면, 기존 교육체계와는 다른 새로운 시스템의 도입에서 파생되는 새로운 상황은 교사들에게 많은 문제를 제시하게 된다.

MBL 장비 자체의 원리와 사용방법에 대한 이해는 물론이고, 앞의 사례에서 살펴본 바와 같이, 지금까지 다루지 못했던 넓은 실험 영역이 다루어지게 됨에 따라 보다 방대한 실험 교육에 대한 지식이 필요하게 되었다. 특히, 교과서적 과학이론을 실험을 통하여 검증하는 실험실 교육에서, MBL에 의한

엄밀한 측정이 가능하여지게 됨에 따라, 실험실에 산재한 다양한 주변 변수의 효과가 가미되어, 경우에 따라서는 실험 교육자 역시 이해하지 못하는 상황이 종종 발생한다.

이런 상황은 학생에 대한 교육적 관점에서 본다면 이론의 실제적 적용이라는 관점에서 대단히 바람직하지만, 교사의 입장에서 본다면 당혹스러운 경우가 발생할 수 있고, 적절치 못한 대응이나 해석은 오히려 오개념을 학생들에게 심어주게 된다. 이에 대처하기 위하여 정형적이지 못한 다양한 MBL 실험 결과에 대한 올바른 해석 자료가 교육자에게는 간접적 경험 자료로서 공유되고 미리 검토되어야 할 필요가 있다.

실험의 정확한 측정과 반복되는 실험 작업의 생산성을 향상시키기 위하여 MBL이라는 컴퓨터 기반 실험기법을 도입해야 하듯이 교육현장의 각 교실에서 일어나는 실험이라는 작업의 결과를 공유함으로써 좀 더 창의적인, 좀 더 도전적인 다양한 실험을 해 볼 수 있는 인프라(research infrastructure)를 구축한다는 데 큰 의미가 있을 것이다.

## 제 III 장 과학실험교육 지식공유시스템 개발

과학실험 교과서에 나오는 과학적 원리들은 변인들을 완벽하게 통제가 된 상황에서 나오는 것이고, 현실의 실제적인 상황에서는 변인통제를 어떻게 하느냐에 따라서 실험결과가 서로 다르게 나타날 수밖에 없다.

이러한 다양한 변인에 의한 서로 다른 실험결과자료와 이와 관련된 도처에 산재되어 있는 지식, 일종의 암묵지 형태의 지식을 효과적으로 공유할 수 있는 시스템을 구축하여, 이를 공유함으로써 학생들에게 실험을 통한 탐구하고자 하는 마인드를 가지게 함으로 과학실험 학습방법을 혁신하고, 과학지식 창조의 인프라구축을 하는 것이 본 시스템구축의 목적이다.

일선 교사에게 실제적으로 필요한 지식공유시스템을 구축하기 위하여 시스템 수요조사를 위한 설문조사를 실시하고, 설문조사 결과 분석을 토대로 시스템 설계를 하여 개발을 진행하고자 한다.

### 3.1 시스템개발을 위한 수요조사 분석

시스템 개발을 위한 수요조사를 실시하였다. 조사대상은 부산지역의 초·중등교사중 각 지역교육청 및 학교단위의 MBL연수를 받은 경험이 있는 교사들이다. 조사방법은 설문지양식을 가지고 이메일과 면접조사를 통한 개별 인터뷰방식으로 실시하였으며 설문지는 34문항으로 구성되었다. [첨부1 : 시스템 수요조사를 위한 인터뷰조사 문항 원본]

수거된 56건에 대한 인터뷰내용에 대한 결과분석은 아래와 같다. 분석의 필요상 관련문항끼리 묶었다. 주요하게는 3.1.1에서 현재 과학교육의 실험수업에 대한 현황과 MBL실험방법에 대한 이해정도를 조사하고, 3.1.2에서는

MBL 실험방법활용에 대한 어려움과 그 어려움을 해결할 수 있는 방안에 대하여 조사 분석하였다.

설문조사에 응하여 준 응답자의 분포는 다음 [표 3-1]과 같다.

구 분		결과 분석	
성 별	남	19	34%
	여	37	66%
교육 기관	초등	12	21%
	중등	44	79%
연 령	20대	4	7%
	30대	17	30%
	40대	30	54%
	50대 이후	5	9%
합 계		56	100%

[표 3-1] 설문조사 응답자의 분포

### 3.1.1 과학실험수업 현황과 MBL에 대한 이해도

현재 초·중학교에서의 과학교육 실험수업에 대하여, MBL을 사용하지 않는 “기존의 과학실험방법에서 가장 개선되어야 할 부분이 무엇이라고 생각하십니까?”(중복 선택 허용)에 대한 조사결과는, ‘측정결과에 대한 신뢰정도’가 64%, ‘실험결과분석의 어려움(오개념에 대한 해석의 어려움)’ 39%, ‘시간부족으로인한 결론도출의 어려움과 토론 토의시간의 부족’ 30%로 순으로 나타났다.

즉, 무엇보다도 기존의 과학실험교육수업에서는 실험의 측정자체에 대한 신뢰성이 부족한 것으로 나타났다. 이에 따라 실험결과분석이 어려움은 물론

잘못된 데이터로 말미암아 의도하지 않은 오개념도 발생할 수 있고, 실험결과를 도출하기까지의 시간이 상대적으로 길어서 토론 및 토의를 할 시간이 부족한 것으로 조사되었다.

	사례수	비율(%)
측정결과에 대한 신뢰정도	36	64%
실험결과분석의 어려움 (오개념에 대한 해석의 어려움)	22	39%
시간부족으로 인한 결론도출의 어려움 토론 토의시간의 부족	17	30%

[표 3-2] 기존의 실험방법에서 가장 개선되어야 할 부분

앞에서도 언급한 바와 같이 본 조사의 대상을 교육청 및 학교단위의 MBL 연수를 받은 경험이 있는 교사이었으므로, 참여한 교사 56명중 54명이 MBL 실험방법에 대하여 들어본 적이 있으며 48명이 MBL연수를 받아본 적이 있는 교사로 나타났다.

MBL 연수를 받아본 적이 있는 48명의 교사를 대상으로, “MBL 실험방법이 어떤 점에서 효과적이라고 생각하십니까?”(중복 선택 허용) 라는 질문에 대한 조사 결과는 다음과 같다.

‘데이터수집 및 분석까지 걸리는 시간이 빠르다’ 65%, ‘실험결과로 신뢰할 수 있는 데이터 획득과 분석이 가능하다’ 56%, ‘실험결과가 빨리 나오므로 실험분석 및 토론에 많은 시간을 할애할 수 있다’ 48%, ‘정성적인 실험이 아닌 정량적인 실험을 가능하게 한다’ 31% 로 주요 효과성에 대한 조사 결과가 나왔다.



	사례수	비율(%)
데이터수집 및 분석까지 걸리는 시간이 빠르다	31	65%
실험결과로 신뢰할 수 있는 데이터 획득과 분석이 가능하다	27	56%
실험결과가 빨리 나오므로 실험분석 및 토론에 많은 시간을 할애할 수 있다	23	48%
정성적인 실험이 아닌 정량적인 실험이 가능하다	15	31%
STS(Science Technology Society)교육 방법의 일환으로 그 역할을 수행할 수 있다	6	13%
학생들이 직접 주도적인 실험탐구를 할 수 있게 한다	5	10%

[표 3-3] MBL 실험방법의 효과성

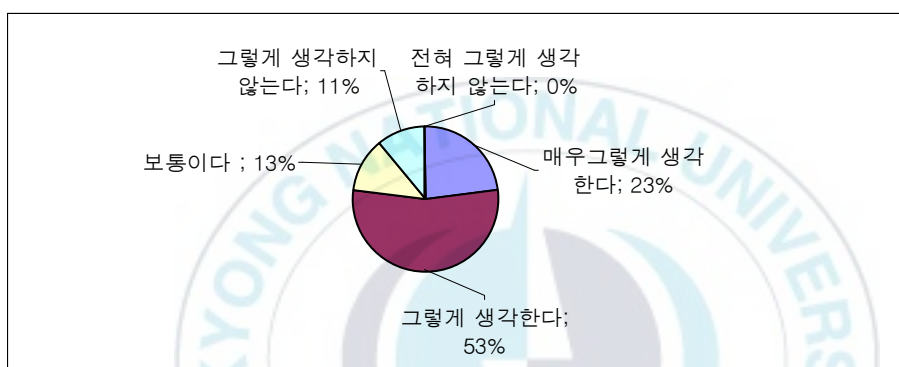
“MBL 실험방법을 활용함으로써 학생들의 어떤 점이 향상될까 ?”(중복 선택 허용)라는 질문에 대하여는, ‘데이터의 조합 및 해석능력’ 79%로 가장 높게 나타났으며, ‘문제 해결력’ 33%, ‘기기 조작 능력’ 25%, ‘발표 토론 능력’ 17% 순으로 나타났다. 이러한 결과가 나오는 것은, 최근에 MBL 실험방법이 시도되는 도입기이기 때문인 것 같다.

	사례수	비율(%)
데이터의 조합 및 해석능력	38	79%
문제 해결력	16	33%
기기 조작 능력	12	25%
발표 토론 능력	8	17%

[표 3-4] MBL 실험방법이 학생들에게 미치는 효과성

### 3.1.2 MBL 활용에 대한 어려움과 해결방안

“MBL이라는 새로운 실험방법에 일선교사들이 적응하기까지는 시행착오를 많이 겪게 될 것이라고 생각하는가 ?”에 대한 질문에 ‘매우 그렇게 생각한다’ 23%, ‘그렇게 생각한다’ 53%, ‘보통이다’ 13%, ‘그렇게 생각하지 않는다’ 11%의 순으로 나타났다.



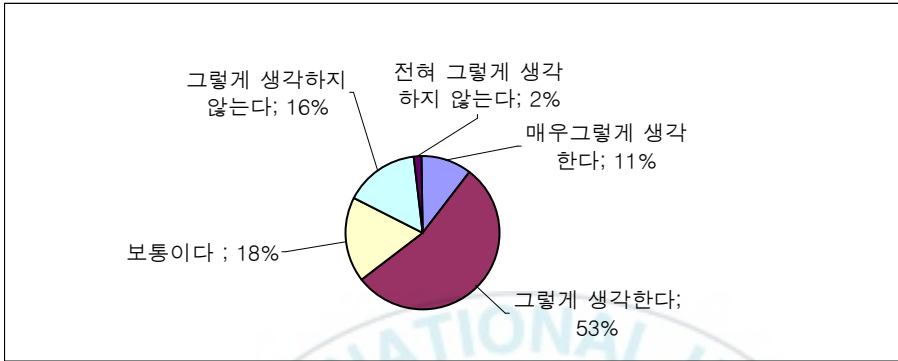
[그림 3-1] MBL실험방법 적응까지의 시행착오

“실제상황의 실험결과를 그대로 측정해 주므로 서로 다른 통제변인에 의한 다양한 실험결과에 대한 예측이나 해석에 어려움이 따를 것이라고 생각하는가 ?”에 대한 질문에, ‘매우 그렇게 생각한다’ 11%, ‘그렇게 생각한다’ 54%, ‘보통이다’ 18%, ‘그렇게 생각하지 않는다’ 16%, ‘매우 그렇게 생각하지 않는다’ 2%, 의 순으로 나타났다.

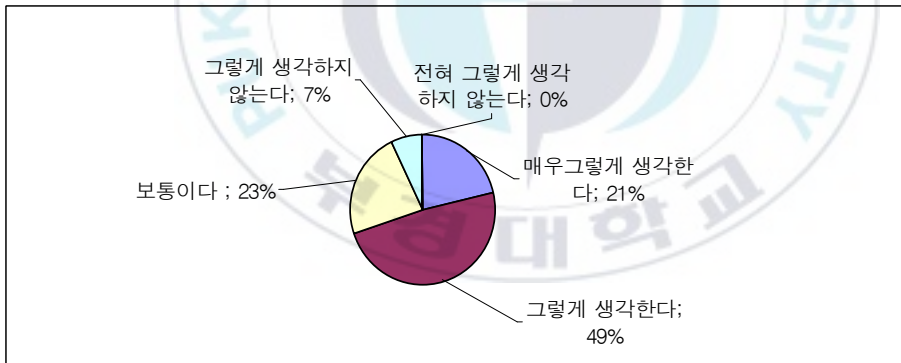
이와 같이 새로운 실험방법에 적응하기 까지 시행착오를 많이 겪게 될 것이고, 다양한 실제 실험상황의 통제변인에 의한 서로 다른 결과에 대한 예측이나 해석상의 어려움이 따를 것이라는 문제에 대한 해결책에 대한 질문에 대한 결과는 다음과 같다.

“과학교육원이나 교육청 단위의 연수프로그램이 자주 시행되고 다양해져야

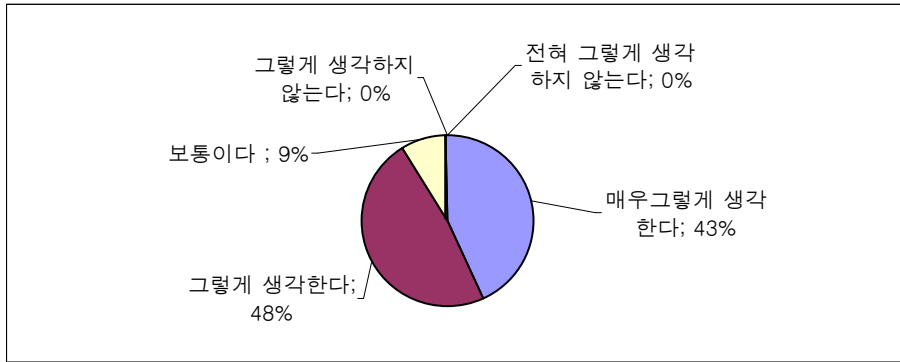
한다”에 대하여 ‘매우 그렇게 생각한다’ 21%, ‘그렇게 생각한다’ 49%, ‘보통이다’ 23%, ‘그렇게 생각하지 않는다’ 7%의 순으로 나타났다.



[그림 3-2] 실제상황의 통제변인에 의한 예측과 해석의 어려움



[그림 3-3] 연수프로그램의 시행 및 다양화에 대한 필요성



[그림 3-4] MBL사용방법과 실험컨텐츠 자료공유의 필요성

	사례수	비율(%)
학교교과과정에 따른 실험컨텐츠	33	59%
각 실험컨텐츠의 실험준비와 과정, 결과에 대한 Q&A	30	54%
학교교과과정 실험을 응용한 사례들	24	43%
MBL실험장비에 대한 상세한 정보	22	39%
각 실험의 서로 다른 통제변인에 따른 실험결과 들	21	38%
MBL실험방법에 대한 소개	21	38%
실험이후의 토론·토의 주제	7	13%

[표 3-5] 공유해야할 자료의 종류

제공하는 실험 컨텐츠를 어떤 형태로 정렬하여 검색이 가능하도록 하는 것이 효과적이겠는가에 대한 응답으로서, 실험주제별 41%, 교과서 차시별 29%, 센서별 5%, 세 가지 형태 모두를 제공하는 것이 좋다 25% 로 나타났다.

“어떤 형태의 자료공유가 가장 효과적이고 효율적일까”에 대한 질문에 독자적인 사이트를 구축하여 다양한 형태의 자료제공과 검색이 원활하도록 데이터 베이스를 구축해야 한다는 의견이 61%로 가장 높았으며, 워크북같은 책이나 문서의 형태가 27%로 두 번째로 나타났는데 이는, 카페나 블로그 이메일과 같은 형태보다 훨씬 높게 나타났다.

또한, 제공되는 정보에 대하여 필요한 관리를 묻는 질문에 대하여 대표적인 관리로는 ‘실험방법과 과정에 대한 Q&A자료에 대하여 중요도를 평가하여, 중요도에 따라 우선적으로 검색이 가능하게 하는 관리’가 32%, ‘회원이 자유로이 올리는 실험 콘텐츠에 대한 검증’이 30%로 나타났다.

### 3.1.3 시스템 개발 수요조사 결과

위의 수요 조사 분석을 바탕으로, 본 시스템에 대한 요구사항을 정리해 보면, MBL 사용방법과 실험 콘텐츠에 대한 자료 공유의 필요성을 91%의 설문 대상자들이 느끼고 있다고 응답하였다.

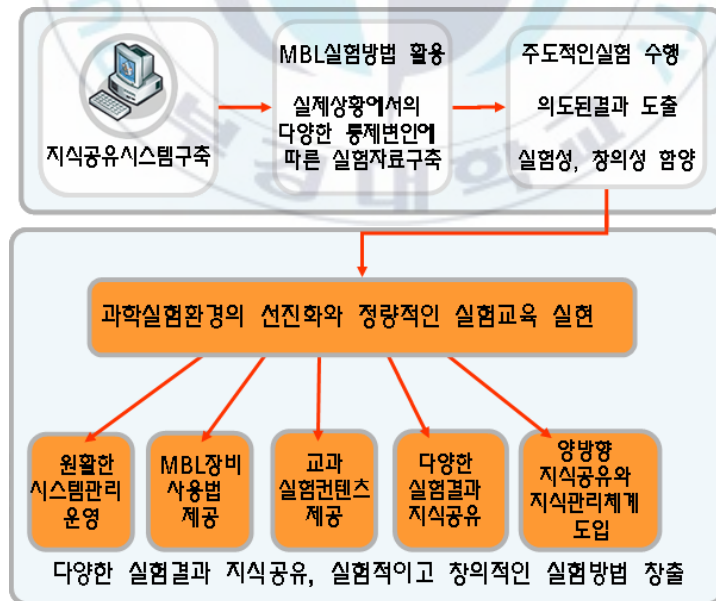
가장 효과적이고 효율적인 자료공유 형태로는 독자적인 사이트를 구축하여 다양한 형태의 동영상자료와 검색이 원활하도록 데이터베이스 구축이 필요하다고 하였으며, 워크북과 같은 책이나 문서자료에 대한 요구도 적지 않았다. 따라서 독자적인 사이트를 구축하되 공유되는 자료들을 쉽게 문서화할 수 있도록 하기 위하여 게시되는 자료를 다운로드할 수 있도록 설계하였다. 공유해야 할 자료의 종류로는 학교교과과정에 따른 실험콘텐츠, 각 실험콘텐츠의 실험준비와 과정, 결과에 대한 Q&A 코너, 학교 교과과정 실험을 응용한 사례들, MBL실험장비에 대한 상세한 정보, 각 실험의 서로 다른 통제변인에 따른 실험결과와 MBL 실험방법에 대한 소개 자료를 공유하기를 원하였다.

## 3.2 시스템 설계 및 개발

### 3.2.1 시스템 아키텍처

MBL 교육에 대한 개념과 현장 교사들에 대한 수요 조사를 통하여 얻게 된 시스템 요구 사항에 따라, 지식공유시스템을 바탕으로 실제 상황에서의 다양한 통제변인에 따른 실험 자료를 구축하여 MBL 실험방법을 쉽게 활용할 수가 있을 것이다. 이를 통하여 주도적인 실험을 수행하고 의도된 결과를 도출함으로써 창의적인 실험을 할 수 있는 인프라 구축을 하게 될 것이다.

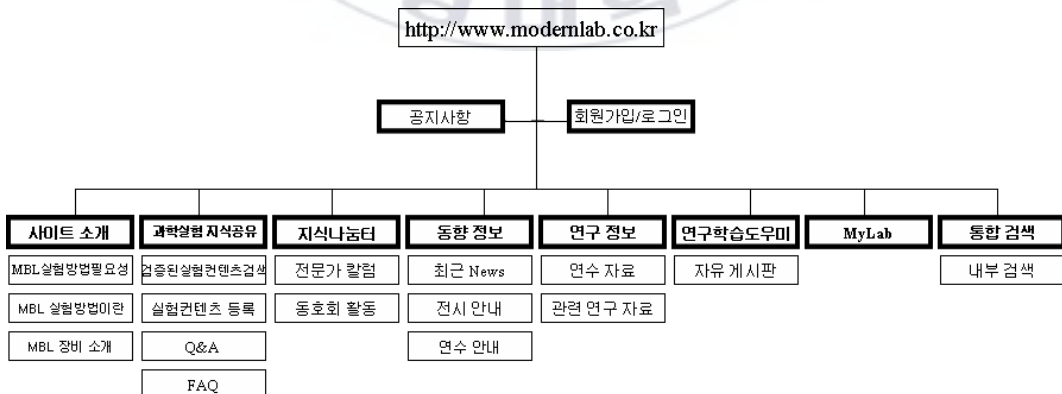
이러한 시스템 구현을 위하여서는 양방향 지식공유와 지식 관리 체계를 도입하여 원활한 시스템 관리 및 운영이 뒷받침이 되어야 한다. 그리하여 과학실험환경의 선진화와 정량적인 실험교육을 실현할 수 있도록 시스템을 구성하였다. 이러한 개념을 [그림 3-5]에 도식으로 요약하였다.



[그림 3-5] 시스템 아키텍처 구성

### 3.2.2 메뉴 구성도

앞 절에 설명한 개념으로 웹 기반의 지식공유시스템을 구성하였다. 주 메뉴에 「사이트 소개」, 「과학실험 지식공유」, 「지식 나눔터」, 「동향 정보」, 「연구 정보」, 「연구학습 도우미」, 「MyLab」, 「통합 검색」으로 구성하였으며, 특히 「과학실험 지식공유」 메뉴에서는 지식공유의 관점에서 등록된 회원이면 누구나 공유하고자 하는 실험 콘텐츠를 등록할 수 있게 하였으며, 다양한 정보 속에 의미가 검증된 내용을 분류하여 검증된 지식으로 재분류하는 방법을 사용하였다. 이러한 메뉴는 앞으로 보다 나은 구성을 위하여 변경될 수 있다. 「연구학습 도우미」에서는 현재 자유게시판으로 운영되고 있으나, 자유로이 게시되는 지원요청 사항들을 종합하여 향후에는 ‘장비 지원 및 감사지원’, ‘강사Pool’ 정보 제공등으로 확장 운영할 예정이다. 「MyLab」은 제공되는 지식 중에서 특별히 회원 개인이 관심있는 내용을 스크랩하여 저장해 놓을 수 있는 기능으로 제공하고 있다. 「통합 검색」에서는 현재 사이트내부의 자료에 대한 검색이 가능하도록 구현되어 있으나, 향후 ‘외부 검색’도 가능하도록 확대 서비스할 계획을 가지고 있다.



[그림 3-6] 메뉴 구성도

### 3.2.3 지식지도(Knowledge Map) 구성

MBL 실험은 굳이 특정한 지식영역에 머무는 것이 아니지만, 일단 중등학교 교육과정에 적용되는 현실적 문제가 있고, 교육과정은 나름의 체계가 있으므로, 특히 필요지식의 활용빈도, 공유범위, 재활용성 등을 분석하여 사용자들이 필요한 지식을 쉽게 찾을 수 있도록 교과과정의 체계를 바탕으로 지식지도를 작성하였다.

지식지도는 자료분류 체계나 코드부여 체계가 아니며, 일반적으로 지식지도를 개발하기 위해서는 지식의 종류와 수준에 대한 구조설계, 특정 업무에 필요한 지식의 정의, 필요지식의 원천 등에 대한 조사가 전제되어야 한다.

또한 성과향상, 핵심역량 증대, 업무효율화에 기여하는 지식을 우선적으로 선정하여 각 구성원에게서 조사를 통해 업무수행에 필요한 지식자원을 산출한 후 체계적으로 분류하여 그룹화하고 홍보하는 것이다. MBL 관련 지식 역시 기존의 교과과정의 틀에 적합하지 않는 수준의 지식을 별도 분류할 수 있는 체계를 제시하였다. 이렇게 함으로써 새로운 MBL 실험이 창출되었을 때 이를 쉽게 추가할 수 있도록 유연한 체계로 설계하고, 기존의 지식지도를 통해 교육과정 자체를 이해하고 상향 표준화를 도모할 수 있게 될 것이다.

또한 지식지도는 전 교과과정 차원에서 구성하되 필요시에는 실험별로도 필요지식을 취합할 수 있도록 설계해야 한다.

[표 3-6], [표 3-7]와 같이 초 중 고등학교 교과과정의 지식체계를 구성(이양락 2004) 하였으며 각 실험에 대해서는 아래의 항목으로 각각 구성하였다.

- ① 제목(Title), 교과서 차시, 주제어, 사용센서, 통제변인
- ② 목적(Purpose)
- ③ 내용(Background Information): 실험에 대한 자세한내용 이론 가정들
- ④ 장비 및 소모품 (Equipment & Supplies)



- ⑤ 소프트웨어 및 장비설치(Software & Probeware Set-up)
- ⑥ 실험과정(Experimental Procedure)
- ⑦ 자료분석(Data Analysis)
- ⑧ 결론 및 후기 (Conclusions and Extensions)
- ⑨ 주의 사항

위의 사항으로 구성된 콘텐츠의 한 사례를 살펴보면 다음과 같다.

▶ **내용(Background Information)**

- ◎ 순물질 가열 곡선으로부터 끓는점을 찾을 수 있다.
- ◎ 물질의 종류에 따라 끓는점이 다른 까닭을 설명할 수 있다.

▶ **장비및소모품(Equipment&Supplies)**

MBL 인터페이스1, 온도센서1, 통신케이블1, 센서케이블1, 보안경, 알콜램프 1, 메스실린더(50mL)1, 시험관2, 시험관대1, 증류수(60mL), 클램프2, 스탠드1,바람막이, 끓임쪽, 점화용 가스라이터,가위, 풀

▶ **소프트웨어및장비설치(Software&ProbewareSet-up)**

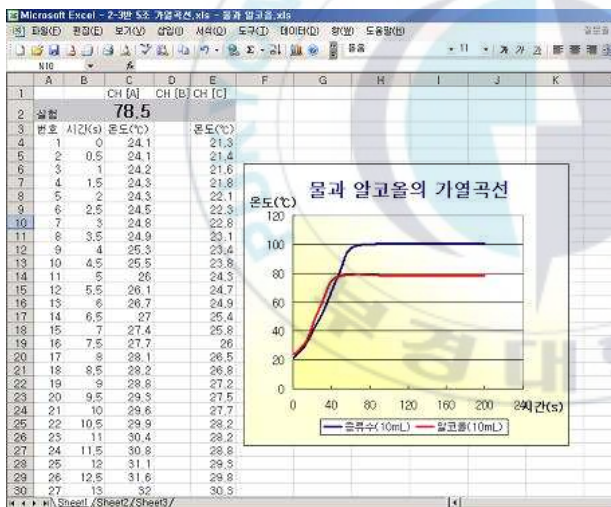
- ① 컴퓨터와 MBL 실험세트를 준비하여 그림과 같이 설치 준비를 한다.  
(컴퓨터 - 통신케이블 - 인터페이스 - 센서케이블 - 온도센서)
- ② 각 시험관에 물(증류수) 과 에탄올10mL씩 준비하고 각 시험관에 끓임쪽을 넣는다.
- ③ 가열장치에 의해 불이 붙지 않도록 온도센서의 케이블(선)을 가지런히 정리하여 둔다.



▶ 실험과정 (Experimental Procedure)

- ① Excell 프로그램을 실행한다.
  - ② [과학실험]메뉴에서 [실험설정]을 클릭 하여 실험시간 등을 입력한다.
  - ③ [과학실험] 메뉴에서 [차트만들기]를 클릭한 후 그래프를 띄운다.
  - ④ 그래프의 제목, 가로, 세로축의 제목과 단위를 입력한다.
  - ⑤ [과학실험] 메뉴에서 [실험하기]를 클릭한 후 실시간으로 화면에 그려지는 그래프와 데이터를 관찰하면서 실험을 실시한다.
  - ⑥ 가열곡선에서 물의 끓는점이 일정하게 유지되는 구간이 나타나면 가열을 중지하고, 실험이 끝나면 [실험중지]를 클릭한 후 그래프를 편집한다.
  - ⑦ 그래프를 출력하여 보고서에 붙이고 보고서를 작성한다
- ※ 위 ②번 단계 후 [실험하기]를 실시하고 실험이 끝난 후 차트마법사를 이용하여 그래프를 그릴 수 있으나 실험도중 데이터의 변화만 보는 것보다 그래프의 변화를 함께 보는 것이 더 가시적이다

▶ 자료분석 (Data Analysis)



▶ 결론및 후기 (Conclusions and Extensions)

증류수의 가열곡선에서 끓는 점은 약 100°C 이고, 에탄올은 약 79°C 로 나타났다. 물질의 종류에 따라 부자간의 인력이 다르므로 물질에 따라 끓는 온도가 각각 다르게 나타난다.

구분	에너지	물질	생명	지구
3	-자석놀이 -소리내기 -그림자놀이 -온도재기	-주위의 물질 알아보기 -여러 가지의 고체의 성질 알아보기 -물에 가루 물질 녹이기 -고체 혼합물 분리하기	-초파리의 한살이 -어항에 생물 기르기 -여러 가지 잎 조사하기 -식물 줄기 관찰하기	-여러 가지 돌과 흙 -운반되는 흙 -둥근 지구, 둥근 달 -맑은 날, 흐린 날
4	-수평잡기 -용수철 늘이기 -열의 이동 볼 -전구에 불 켜기	-여러 가지 액체의 성질 알아보기 -혼합물 분리하기 -열에 의한 물체의 온도 변화 -모습을 바꾸는 물	-강낭콩 기르기 -식물의 뿌리 -여러 가지 동물의 생김새 -동물의 생활 관찰하기	-별자리 찾기 -강과 바다 -지층을 찾아서 -화석을 찾아서
5	-물체의 속력 -거울과 렌즈 -전기회로 꾸미기 -에너지	-용액 만들기 -결정 만들기 -용액의 성질 알아보기 -용액의 변화	-꽃과 열매 -식물의 잎이 하는 일 -작은 생물 관찰하기 -환경과 생물	-날씨 변화 -물의 여행 -화산과 암석 -태양의 가족
6	-물 속에서의 무게와 압력 -편리한 도구 -전자석	-기체의 성질 -여러 가지 기체 -촛불 관찰	-우리 몸의 생김새 -주변의 생물 -쾌적한 환경	-계절의 변화 -일기 예보 -흔들리는 땅
7	-빛 -힘 -과동	-물체의 세 가지 상태 -분자의 운동 -상태 변화와 에너지	-생물의 구성 -소화와 순환 -호흡과 배설	-지구의 구조 -지각의 물질 -해수의 성분과 운동
8	-여러 가지 운동 -전기	-물질의 특성 -혼합물의 분리	-식물의 구조와 기능 -자극과 반응	-지구와 별 -지구의 역사와 지각 변동
9	-일과 에너지 -전류의 작용	-물질의 구성 -물질 변화에서의 규칙성	-생식과 발생 -유전과 진화	-물의 순환과 날씨 변화 -태양계의 운동
10	에너지 탐구, 환경	물질	생명	지구

[표 3-6] 제7차 과학과 교육과정의 내용 중 지식체계

		차시	주제어 (Key word)	사용 센서별
중 학 교	1학년	1.지구의 구조	지구	
		2.빛	에너지	조도센서
		3.지각의 물질	지구	
		4.물질의 세 가지 상태	물질	온도센서
		5.분자의 운동	물질	
		6.생물의 구성	생명	이산화탄소 센서, 산소 센서
		7.상태변화와 에너지	물질	온도 센서
		8.소화과 순환	생명	
		9.호흡과 배설	생명	
		10.힘	에너지	힘센서
		11.해수의 성분과 운동	지구	용존산소센서, 탁도계
		12.파동	에너지	마이크로폰
	2학년	1.여러 가지 운동	에너지	운동 센서
		2.물질의 특성	물질	
		3.지구와 별	지구	
		4.식물의 구조와 기능	생명	이산화탄소센서
		5.자극과 반응	생명	Ph센서
		6.지구의 역사와 지각변동	지구	자기 센서
		7.전기	에너지	자기 센서
		8.혼합물의 분리	물질	
	3학년	1.생식과 발생	생명	
		2.일과 에너지	에너지	
		3.물질의 구성	물질	
		4.물의 순환과 날씨변화	지구	온도, 습도, 조도센서
5.물질 변화에서의 규칙성		물질		
6.전류의 작용		에너지	전압센서, 전류센서	
7.태양계의 운동		지구		
8.유전과 진화		생명		

[표 3-7] 중학교 과학교과과정에 대한 Knowledge Map 구성

### 3.2.4 과학실험 지식공유시스템 개발

이상과 같이 과학실험 지식공유시스템에 대한 일선교사들의 수요조사에 의거하여 초·중 과학교과서를 차시와 주제어를 중심으로 지식맵(knowledge map)을 구성하고, 사용 센서와 통제변인에 따른 실험컨텐츠를 구축할 수 있는 체계를 만들고 이를 중심으로 구성한 메뉴 구성도에 따라 시스템 개발을 진행하였다.

시스템의 개발 환경은 다음과 같이 구성하였다.

- 도메인 <http://www.modernlab.co.kr>
- 개발환경
  - 운영시스템 : Linux(redhat 9.0)
  - Server API : Apache 1.3.33
  - 개발언어 : php 4.4.0, Zend Optimizer v2.5.10
  - DB : Mysql 4.1.13

전체 개발 과정은 기획, 수요조사, 파일럿 시스템 개발, 테스트 및 보완·수정작업을 거쳐 본 시스템을 개발 완료하고 컨텐츠를 입력하면서 계속 수정 보완작업을 통하여 개발완료하게 되었다. 전체적인 개발소요기간은 3개월이 소요되었으며, 개발된 지식 공유 시스템의 전체 화면, 사이트 소개 화면, 과학실험 지식공유의 검증된 실험컨텐츠 검색 화면이 아래 [그림 3-7], [그림 3-8], [그림 3-9]와 같다.

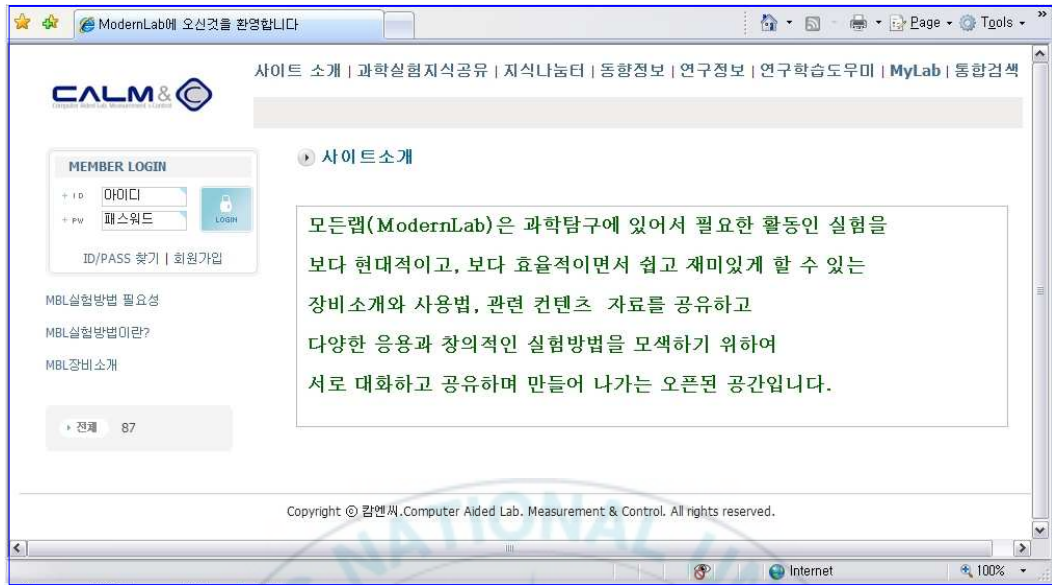
본 시스템의 주요 특징은, 기존의 홈페이지들이 동영상과 화려한 이미지 연출에 주력하고 있는데 반하여, 본 시스템은 지식공유가 주요 목적인만큼 편리하게 컨텐츠를 저장, 공유하며 검색이 원활하도록 하는데 주안점을 두었다. 또한, 각 학교의 실험실에서 MBL방법으로 실험한 컨텐츠를 회원등록을 한 회원이면 누구나 「실험컨텐츠 등록」 메뉴에서 등록함으로 공유할 수 있다.

등록된 지식은 지식관리자가 검증하여, 검증에 합격하게 되면 「검증된 실험컨텐츠 검색」으로 등록이 이루어져 검증된 실험컨텐츠로 널리 활용하게 된다. 그리고 각 실험컨텐츠 내용이 한글 파일로도 첨부되어 있어 일선 수업에서 다양하게 활용할 수 있도록 하였으며, 각 실험컨텐츠 내용의 제일 아랫단에는 각 실험에 대한 질의·문답을 자유자재로 할 수 있도록 되어 있어서 실험을 하면서 생기는 의문점들을 해결할 수 있도록 하였다.

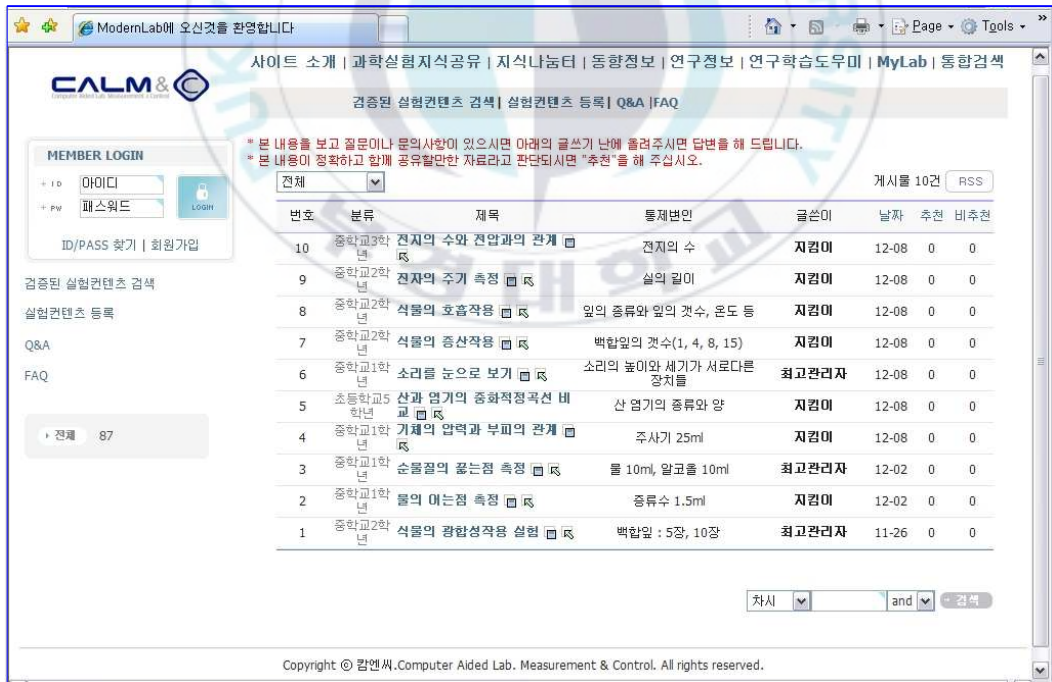
이러한 질의·문답은 각 실험컨텐츠에서도 할 수 있고, 개별적으로 「Q&A」 메뉴를 마련하여 실험컨텐츠 내용과 별도로 각 학년별 차시별로 질의·문답을 할 수 있게 하였다. 이 메뉴를 통하여 축적되는 질의·문답중에서 중요하고 빈번하게 이루어지는 항목에 대해서는 「FAQ」에서 별도로 보다 편리하게 검색할 수 있도록 하였다.



[그림 3-7] 개발한 사이트의 전체 모습



[그림 3-8] 사이트 소개 화면



[그림 3-9] 과학실험 지식공유의 검증된 실험컨텐츠 검색 화면



[그림 3-10] 장비소개 및 사용방법에 대한 자료화면



## 제 IV 장 과학실험교육에서 지식공유 활동의 효과성

MBL관련 제반 지식은 일종의 암묵지 형태로 전체 교사 사회에 분산되어 있었다. 이러한 필요 지식을 명시적으로 조사하기 위한 노력으로 설문조사를 수행하고, 교사사회가 공유할 필요가 있는 지식을 내용으로 하는 웹사이트를 구성하였다. 다음으로 본 연구에서는 이러한 지식 공유 활동에 대한 설문조사를 바탕으로 그 효과성을 평가하였다,

### 4.1 조사 방법

본 시스템의 수요조사를 위하여 조사하였던 부산지역의 초·중등교사중 각 지역 교육청 및 학교단위의 MBL 연수를 받은 경험이 있는 교사들 중에서 수요 조사시 응답하였던 56명을 대상으로 조사하였다.

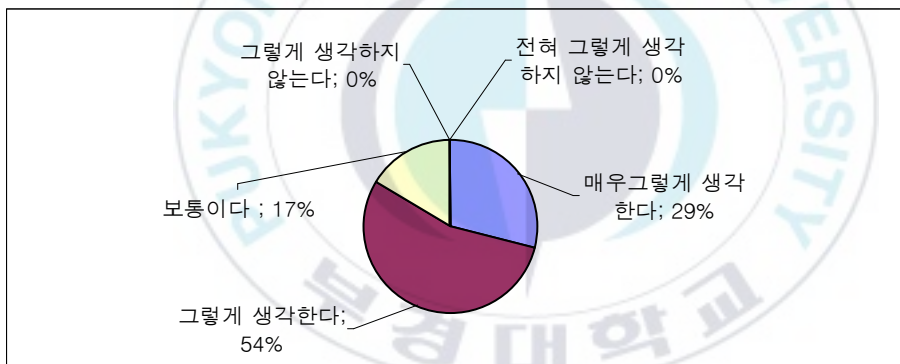
시스템 개발이후 본 시스템에 구축되어 있는 과학실험 콘텐츠와 콘텐츠의 구성 방식, 그 외 공유하는 여러 가지 연수 및 연구자료에 대한 유용성과 효과성을 묻는 14개의 설문문항을 작성하여 조사를 하였다. (첨부 2 : 시스템의 효과성 측정을 위한 설문조사 문항 원본)

### 4.2 조사결과 및 분석

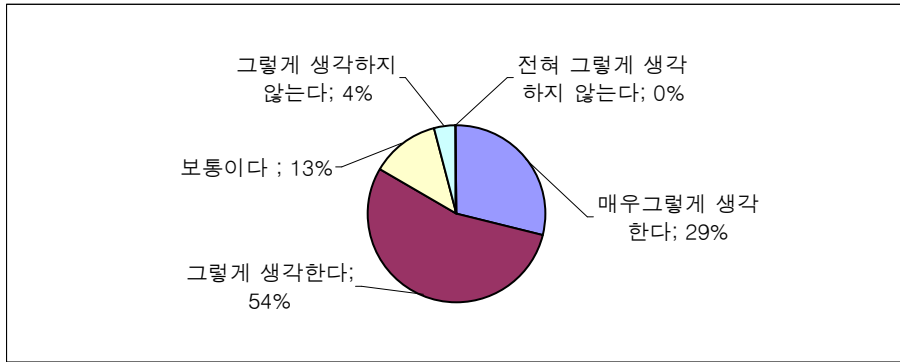
조사결과, “본 사이트에서 제공하고 있는 정보와 콘텐츠들이 MBL 과학실험교육의 빠른 정착과 활성화를 위하여 유용하다고 생각하십니까 ?”에 대하여 ‘매우 그렇게 생각한다’ 29%, ‘그렇게 생각한다’ 54%, ‘보통이다’ 17%로 대부분의 응답자들이 유용하게 생각한다고 응답하였다.

본 사이트에서 제공하는 방식으로 과학실험교육의 지식공유를 하면, “MBL과학실험이라는 새로운 형태의 실험방법에 적응하기 위한 시행착오를 줄일 수 있다고 생각하십니까?”에 대하여, ‘매우 그렇게 생각한다’ 29%, ‘그렇게 생각한다’ 54%, ‘보통이다’ 13%로 대부분의 응답자들이 지식공유를 통하여 시행착오를 줄일 수 있다고 응답하였다.

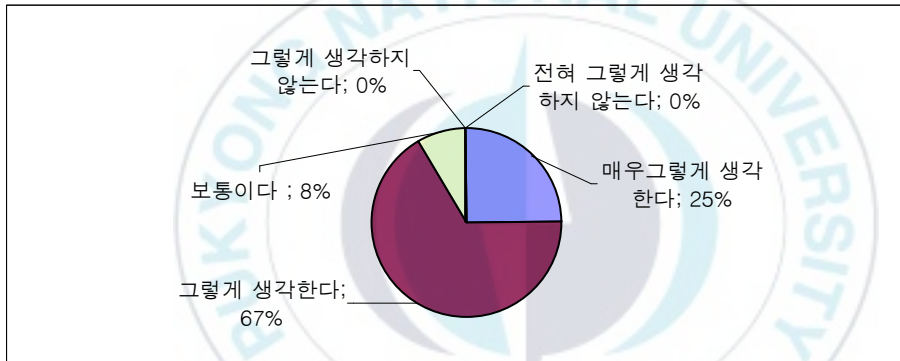
“서로 다른 통제변인에 의한 다양한 실험결과에 대한 예측이나 해석에 도움을 줄 수 있다고 생각하십니까?”에 대하여서도 ‘매우 그렇게 생각한다’ 25%, ‘그렇게 생각한다’ 67%, ‘보통이다’ 8%로써, 90%이상의 응답자들이 이러한 지식공유활동을 통하여 서로 다른 통제변인에 의한 다양한 실험결과에 예측과 해석에 도움이 된다고 응답하였다.



[그림 4-1] MBL과학실험교육의 빠른정착과 활성화에 대한 유용성

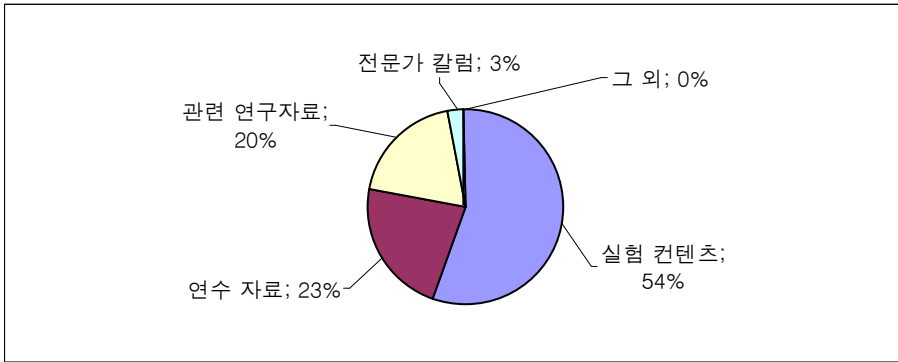


[그림 4-2] MBL실험방법에 적응하기까지의 시행착오를 줄임

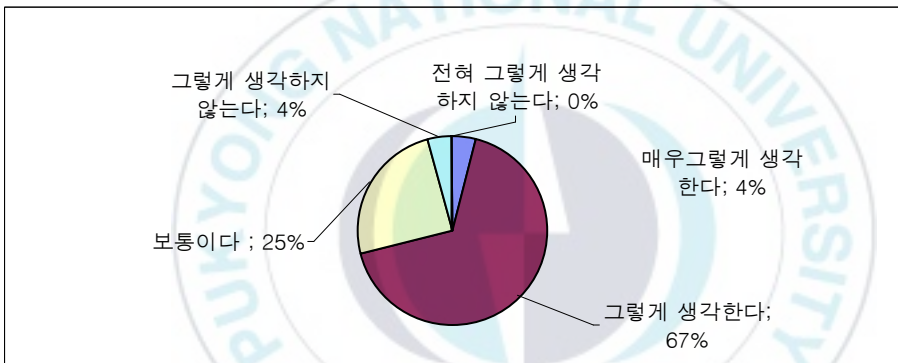


[그림 4-3] 통계변인에 따른 실험결과의 예측과 해석에 도움

“현재 공유되어 있는 자료 중에서 학생지도에 도움이 되는 자료는 무엇이라고 생각하십니까 ?” (복수 선택 허용)에 대하여 실험 콘텐츠가 54%, 연수자료 25%, 관련연구자료 17% 로 나타났다.



[그림 4-4] 학생지도에 도움이 되는 자료들



[그림 4-5] 학교수업현장에서 바로 사용가능

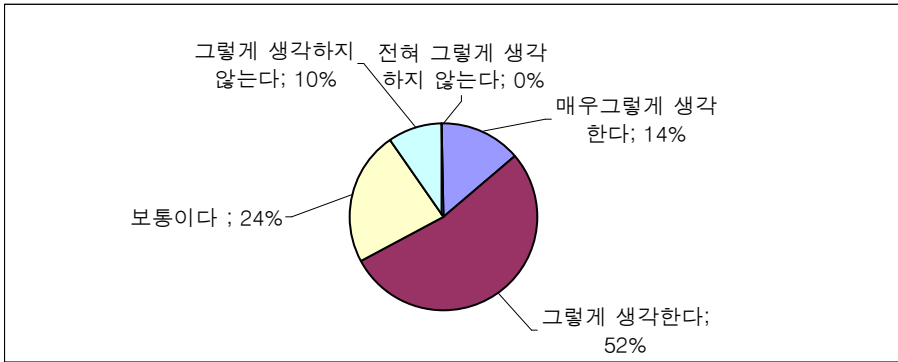
“현재 공유되고 있는 자료의 형태가 학교 수업현장에 바로 투입하기에 적절하다고 생각하십니까 ?”에 대한 질문에 ‘매우 그렇게 생각한다’ 4%, ‘그렇게 생각한다’ 67%, 보통이다 25%로 나타났다.

그 외 공유하고자 하는 자료의 형태로는, 이벤트 실험용 엑셀 파일 공유에 대한 요구가 많았다.

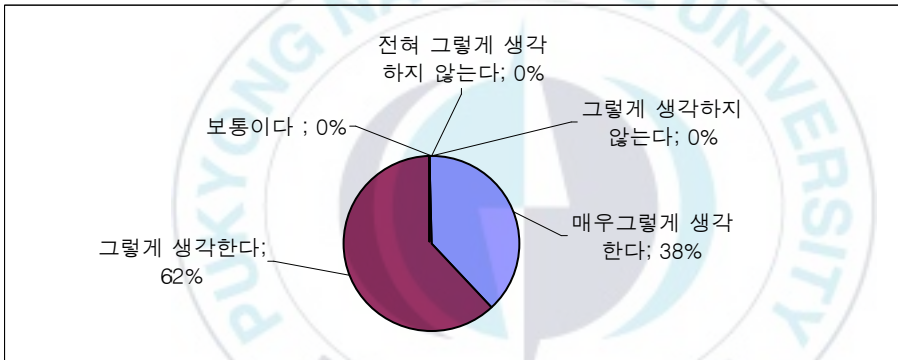
이 사이트를 이용한다면 실험수업의 어떤 면에서 효과가 있다고 생각하십니까 ? 라는 질문에 대하여, “실험 준비시간을 절약할 수 있다”에 66%, “결과 해석시간을 절약할 수 있다”에 100%, “학생들의 다양한 질문에

대한 준비에 도움이 된다” 78%, “학습목표 도달에 효과적이다” 84%, “학생과의 토론회 수업 준비에 도움이 된다” 83%가 “그렇게 생각한다” 고 응답하였으므로, 본 연구 와 관련하여 개발한 「과학실험 지식공유 시스템」을 통한 지식공유 활동의 효과가 매우 큰 것으로 조사 되었다.

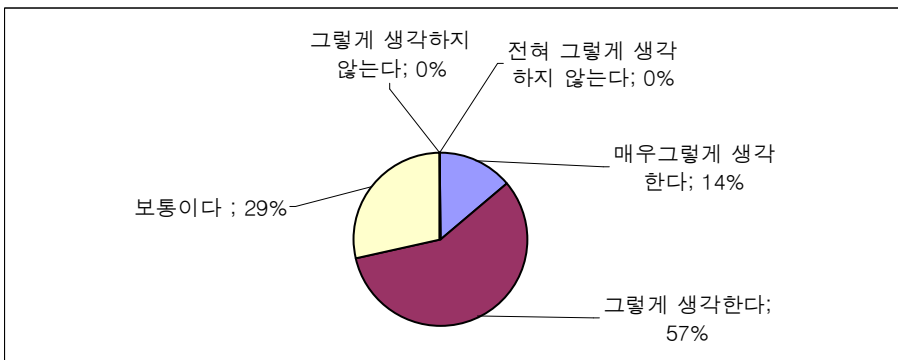




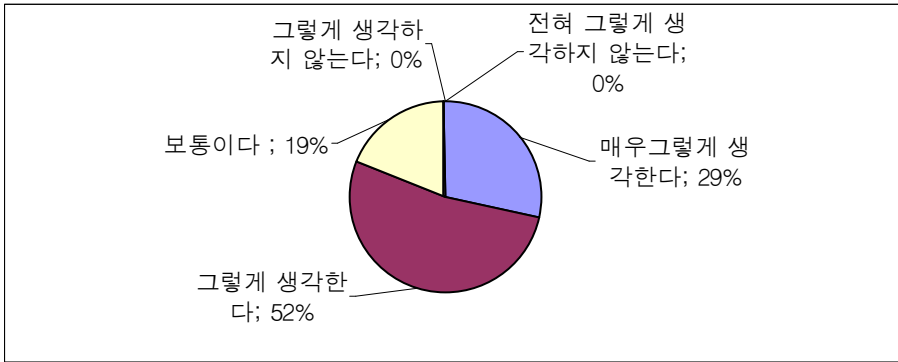
[그림 4-6] 실험 준비시간의 절약



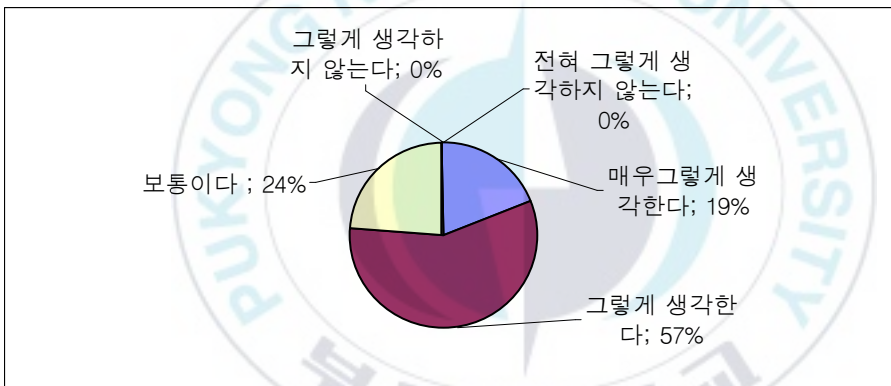
[그림 4-7] 결과 해석시간의 절약



[그림 4-8] 학생들의 다양한 질문에 대한 도움



[그림 4-9] 학습 목표 도달에 대한 효과성



[그림 4-10] 학생과의 토론수업 준비에 도움

## 제 V 장 결론 및 향후 연구 방향

과학 교육에 있어 새로운 도구이며 개념인 MBL 실험체제는 교사들이 학습하지 못한 지식을 많이 포함하고 있을 뿐 아니라 그 운용과정에서도 정형화 되지 않은 많은 신지식을 발생한다. MBL을 사용하고 있는 교사집단이 가진 많은 암묵적 지식을 대상으로 하는 「과학실험 지식공유 시스템」은, MBL이 기존 교육 시스템에 정착하는 데 매우 큰 효과가 있는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 지식경영적 개념에 입각하여 과학실험 지식공유를 위한 웹 시스템을 구축하고 그 효과를 평가하였다. 우선 기존 유사 사이트에 대한 구조분석을 통하여 일차적인 형식을 갖추고 지속적으로 개선하는 과정에서, MBL의 사용자인 실무 교사들의 의견을 인터뷰형식으로 시스템에 대한 수요 조사를 하였다. 수요조사 분석 결과, 초·중등 과학 교과과정에 대한 지식맵(Knowledge Map)을 주제어와 차시별로 구성하고, 사용 센서와 각 실험의 통제 변인을 명기 할 수 있도록 실험컨텐츠를 구성하였다. 도처에 산재한 MBL실험이 가진 많은 암묵적 개념을 명시적으로 구축 갱신하는 효과를 극대화하는 방향으로 웹 시스템을 구축하였다. 이러한 구조에 따라, 본 시스템에 등록된 회원은 누구나 각자 실험 컨텐츠를 등록할 수 있게 하고, 등록된 컨텐츠에 대하여는 CoP의 역할을 하는 ‘MBL 연구회’에서 검증 평가하여, 「검증된 실험 컨텐츠 검색」 메뉴를 통하여 과학실험지식을 공유할 수 있는 체제를 구성하였다.

개발한 웹 기반의 「과학실험 지식공유 시스템」은 단순한 정보시스템이 아니라 구성원 간의 활발한 상호작용을 목적으로 하여 현장에서 발생하는 문제를 중심으로, 보다 비구조적인 정보와 노하우, 경험들을 자발성을 기반으로



하여 능동적으로 교류할 수 있는 환경을 구성하는데 주력하였다.

「과학실험 지식공유 시스템」은 MBL을 사용하는 교사집단의 과학 실험에 대한 지식을 통합적으로 구축하고, 과학실험교육에 바람직한 MBL시스템 도입에 따른 교사들의 불안감이나, 실험의 몰이해로 야기되는 오개념 등의 문제점들을 제거함으로써, 교육적 효과를 극대화 할 수 있는 것으로 평가되었다.

특히, 통제변인에 따른 서로 다른 실험결과에 대한 예측이나 해석에 큰 도움이 되며, MBL과학실험방법에 적응하기까지의 시행착오를 줄일 수 있고, 이 실험방법의 빠른 정착과 활성화에 매우 유용하게 활용될 수 있겠다고 평가되었다.

앞으로, 지식공유 활동이 보다 효과적으로 유지되기 위해서는 시스템의 개선이 지속적으로 이루어져야겠지만, 더욱 중요한 것은 CoP와 같은 인적 네트워크를 기반으로 한 ‘MBL 연구회’ 조직을 더욱 보강하여, 기존의 실험컨텐츠의 서로 다른 통제변인에 의한 실험 컨텐츠를 공유하고, 새로운 실험컨텐츠를 개발해 나가는 활동을 통하여, 웹 시스템과 함께 오프라인적인 다중조직을 구성하여 웹 시스템을 통한 지식 공유의 한계를 극복하도록 개선해 나갈 것이다.

또한 이번 연구에서는 과학실험이라고 하는 암묵적 지식을 공유하는데 주력하였으나, 과학실험 지식공유 활동을 극대화하기 위하여서는 공유되는 지식에 대한 적절한 평가·보상체계를 구상해 나가야 할 것이며, 축적되어 가는 지식의 검색과 활용도를 높이기 위하여서는 보다 효과적인 지식맵(Knowledge Map) 구성에 대한 연구도 뒤따라야 할 것이라고 생각한다.

## [ 참고 문헌 ]

### < 국 내 문 헌 >

고준·전성일(2005), “온라인 공간에서의 문제해결 : 전문가 지식네트워크에 관한 사례연구,” *지식경영연구*, 제6권 제2호, pp.149-167.

김인수(1999), “지식경영 : 학문적 연계성과 연구방향,” *경영학연구* 제28권, 제3호, pp.567-587.

김효근 외(2000), “지식경영연구의 개관 및 향후 연구과제,” *지식경영연구* 제1권 제1호, pp.19-46.

박문수·문형구(2001), “지식공유의 영향요인 : 연구동향과 과제,” *지식경영연구*, 제2권, 제1호, pp.1-24.

박승재 외(2002), “실험활동 중심의 초·중등 과학 탐구교육 진흥방안,” *한국교육과정평가원, 정책연구* 2002-26.

방유성·이명성(2000), “성공적 지식경영을 위한 CoP운영전략 : S사의 지식경영구축 사례를 중심으로,” *지식경영연구* 제1권 제1호, pp.127-137.

서창교·신성호(2005), “지식관리시스템 성과에 영향을 미치는 요인,” *경영정보학연구*, 제15권, 제1호, pp.1-24.

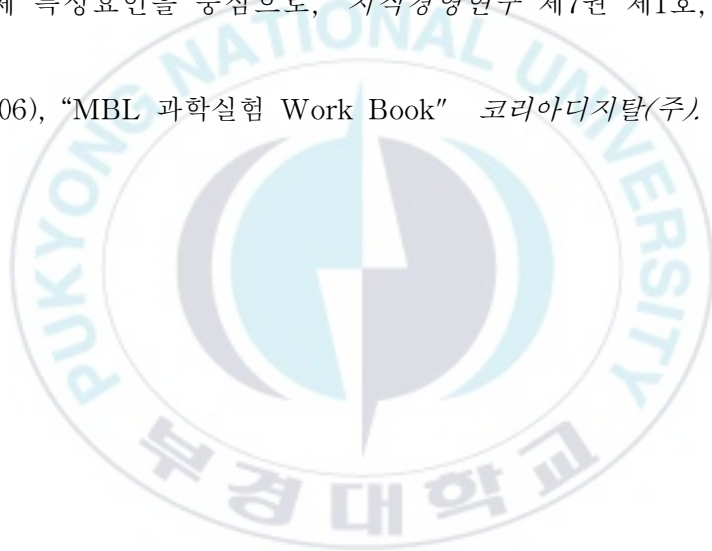
이양락 외(2004), “과학과 교육과정 실태분석 및 개선 방향 연구,” *한국교육과정평가원, 연구보고* CRC 2004-4-7.

이윤종 외(1997), “현행 중등학교 과학실험·실습교육 실태조사 및 그 운영진단(Ⅰ)-중학교 실태분석,” *한국과학교육학회지*, 제17권 4호, pp.435-450.

이윤종 외(1998), “현행 중등학교 과학실험·실습교육 실태조사 및 그 운영진단(Ⅱ)-고등학교 실태분석,” *한국과학교육학회지*, 제18권 3호, pp.383-398.

유일 외(2006), “지식경영시스템의 사용자 성과에 영향을 미치는 요인 : 실행공동체 특성요인을 중심으로,” *지식경영연구* 제7권 제1호, pp.31-48.

임길영 외(2006), “MBL 과학실험 Work Book” *코리아디지털(주)*.



## < 국 외 문 헌 >

- Allee, V.(1997), "The Knowledge Evolution : Expanding Organizational Intelligence," *Boston: Butterworth-Heinemann.*
- Appleyard, M. M.(1996), "How does Knowledge Flow? Interfirm Patterns in the Semiconductor Industry," *Strategic Management Journal*, Vol. 17 (Winter Special issue).
- Bohn, R.(1994), "Measuring and Managing Technological Knowledge," *Sloan Management Review*, Fall 1994, pp. 61-73.
- Butler, (1999), "Trust Expectations, Information Sharing, Climate of Trust and Negotiation Effectiveness and Efficiency," *Group & Organization Management*, pp. 24, 217-238.
- Beckman, (1997), "Methodology for Knowledge Management International Association of Science and Technology for Development", *AI and Soft Computing Conference*, Banff, Canada.
- Chakravarthy & Zaheer(1999), "Knowledge Sharing in Organizations : A Field Study," *Organization Science Research Workshop on Knowledge Management.*
- Davenport, T. H. & L. Prusak(1997), "Information Ecology : Mastering the Information and Knowledge Environment," *New York Oxford University Press.*

Davenport, T. H. & L. Prusak(1998), "Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know," *Boston: Harvard Business School Press.*

Lennard & Sensiper(1998), "The Role of Tacit Knowledge in Group Innovation," *California Management Review.*

McDermott, R(1999). "Learning Across Teams : the Role of Communities of Practice in Team Organization," *Knowledge Management Review, May/June.*

McDermott & O'Dell(2001), "Overcoming Cultural Barriers to Sharing Knowledge," *Journal of Knowledge Management.*

Nonaka, I.(1994), "A Dynamics Theory of Organizational Knowledge Creation," *Organization Science.*

Nonaka, I. & H. Takeuchi(1995), "The Knowledge-Creating Company," *Oxford : Oxford University Press.*

Nonaka, I. & K. Noboru(1998), "The Concept of 'Ba': Building a Foundation for Knowledge Creation," *California Management Review.*

O'Dell & Grayson(1998), "If only we knew what we know: Identification and Transfer of Internal Best Practices," *California Management Review, Vol 40, pp. 3, 154-174.*

- Savage, C.(1996), "Fifth Generation Management: Co-Creating Through Virtual Enterprising, Dynamic Teaming and Knowledge Networking," New York : Butterworth-Heinemann.
- Stata, R.(1998), "Organizational Learning - The Key to Management Innovation," *Sloan Management Review*, Spring.
- Stalk, G., P. Evans and L. E. Schulman(1992), "Competing on Capabilities : The New Roles of Corporate Strategy," *Harvard Business Review*, 70(2), pp. 57-69.
- Stein, E. & V. Zwass(1955). "Actualizing Organizational Memory with Information Systems," *Information Systems Research: ISR: A Journal of the Institute of Management Sciences*, June, 6(2), pp. 85-117.
- Wenger, E. & W. Snyder (Jan-Feb, 2000). "Communities of Practice : The Organizational Frontier," *Harvard Business Review*, pp. 139-145.
- Wiig, K. M.(1997), "Knowledge Management : Where did it come from and where will it go?," *Expert System with Applications*.
- Winter, S.(1987), "Knowledge and Competence as Strategic Assets," in D. Teece (ed.), *The Competitive Challenge: Strategies for Industrial Innovation and Renewal*, New York: Ballinger, pp. 159-184.
- Zuboff, S.(1988), "In the Age of the Smart Machine : The Future of Work and Power," New York : Basic book.

Effectiveness of the knowledge sharing activities on the education of  
laboratory experiment based on MBL

Shin-young Choi

*Department of Business Administration, Major in Business  
Administration, Graduate School of Pukyong National University*

Abstract

In this study, a knowledge sharing system for teachers using MBL(Microcomputer Based Laboratory) is constructed and evaluated from the view point of knowledge management to effectively graft MBL to the existing education system. MBL is a newly introduced concept in the science education area.

MBL experiment system contains a lot of unexpected situations for the teachers, and generates much more just coming up knowledge during its operation. The knowledge sharing system provided by MBL experienced groups to share many tacit knowledge concerning the preparation, processing, and post stages of experiments with other teachers was brought to be very effective for the MBL to get settled on the current education system because the sharing system was very helpful for the control of many variables as well as the analysis of the diverse experimental result.

To construct the knowledge sharing system of science experiment based on the concept of knowledge management, an interview survey was

performed to improve the prototype web system in the process of setting up from similar web sites analysis.

The final system design and constructed to maximize the knowledge sharing effect after the survey includes knowledge map of the school science curricula according to the key words and time tables, at which MBL components and each experimental constraints are stated. Every web member could register his own contents of experiment, and the contents is evaluated by the society of MBL study, which acts like the practice community(CoP), and then listed on the 「Proven contents search」 menu for sharing.

The developed web based knowledge sharing system of science experiment not only shared the information, but also concentrated on providing an infra structure of communication for active interchange of unstructured knowledge, know-hows and experience between members centered on problems occurred at the education field.

The developed knowledge sharing system is proved to maximize the educational effect by systematically constructing knowledge of science laboratory education of teachers, by clearing uneasiness of field educators from introducing new educational MBL system, and by eliminating problems from misunderstanding the process of laboratory experiments.

Especially, it is assessed to be very useful for the prediction and analysis of the different MBL experiment data according to the different control factors, so that it reduces errors and enhances fast adaptation of the introduction of new MBL environment.



## 과학실험교육에서 지식공유활동의 효과성 연구에 대한 인터뷰조사

안녕하십니까?

과학 교육에 있어 새로운 도구이며 개념인 MBL(Micro-computer Based Laboratory) 실험체제가 기존 교육 시스템에 효과적으로 정착하기 위하여 지식 경영적 관점에서 과학실험교육의 지식공유시스템을 구축하고자 본 시스템에 대한 필요성과 요구사항에 대한 수요조사를 목적으로 간단하게 인터뷰형식의 조사를 하고자 합니다.

본 연구의 취지를 이해하여 주시고, 업무수행에 바쁘시더라도 잠시만 시간을 내셔서 본 설문에 응답하여 주시면, 본 연구의 수행에 큰 도움이 되겠습니다. 본 설문서에 기재된 내용은 오직 통계처리의 목적으로만 사용되며, 작성자의 신상이나 학교의 정보는 어떠한 경우에도 공개되지 않습니다.

2006. 10.

지도교수 : 이 현 규 교수

연구자 : 부경대학교 경영대학원

경영학과 경영학 전공

석사과정 최 신 영

연락처 : 011-9323-8572

geos7@hanmail.net

## 1. 현재 과학교육의 실험수업에 대하여

1. 주당 실험수업을 몇 시간씩 하고 계십니까 ?
2. 이 시간은 전체과학수업시간의 몇 %에 해당합니까 ?
3. 기존의 실험방법과는 다른 형태의 방법이 새롭게 도입되어야 한다고 생각하십니까 ?

- ① 매우 그렇게 생각한다
- ② 그렇게 생각한다
- ③ 보통이다
- ④ 그렇게 생각하지 않는다
- ⑤ 전혀 그렇게 생각하지 않는다

\*\*\* ‘① ② ③중에 하나를 선택하셨다면’ 4번을, ‘④ ⑤ 중에 하나를 선택하셨다면’ 〓로

4. 기존의 실험방법에서 가장 개선되어야 할 부분이라고 생각하시는 부분은 무엇이라고 생각하십니까 ? (아래의 예를 보시고 자유롭게 적어 주십시오)

예) 측정 결과에 대한 신뢰정도, 오개념에 대한 해석의 어려움,  
실험결과분석에 대한 어려움, 토론 및 토의시간의 부족 등

## II. MBL실험방법에 대하여

1. MBL실험방법에 대해서 들어보신 적이 있습니까 ?

- ① 있다                      ② 없다

2. MBL 연수를 받아보신 적이 있습니까 ?

- ① 예                          ② 아니오

\*\*\* ‘예’ 라고 대답하셨다면 3번으로, ‘아니오’ 라고 대답하셨다면 III로

3. 연수시간은 몇 회, 몇 시간정도 받으셨습니까 ?

4. 연 수 후, 수업에 적용해 보신 적이 있습니까 ?

- ① 예                          ② 아니오

5. 학생들의 반응은 어떠하였습니까 ? (자유로이 느끼신 그대로 . .)

6. 연 수 후 수업에 아직 적용해 보지 못하셨다면, 여건이 허락한다면 꼭 적용해 봐야겠다고 생각하십니까 ?

- ① 매우 그렇게 생각한다  
② 그렇게 생각한다  
③ 보통이다  
④ 그렇게 생각하지 않는다  
⑤ 전혀 그렇게 생각하지 않는다

7. 실험결과 이후에는 어떤 형태의 수업이 계속되었습니까 ?

(아래의 예를 보시고 자유롭게 적어 주십시오)

예) 설명, 결과해석, 토론, 응용된 실험 등

8. MBL실험방법이 어떤 점에서 효과적이라고 생각하십니까 ?

( 여러 항목 선택 가능합니다 )

- ① 데이터 수집 및 분석까지 걸리는 시간이 빠르다
- ② 실험결과로 신뢰할 수 있는 데이터 획득과 분석이 가능하다
- ③ 학생들이 직접 주도적인 실험탐구를 할 수 있게 한다
- ④ 정성적인 실험이 아닌 정량적인 실험이 가능하게 한다
- ⑤ 실험시간이 빠름으로 인하여 실험분석 및 토론에 많은 시간을 할애할 수 있다
- ⑥ STS(Science Technology Society)교육에 있어서 하나의 방법으로 그 역할을 수행할 수 있다.
- ⑦ 그 외  
( )

9. 이러한 MBL 실험 방법을 도입함으로 학생들의 어떤 점이 향상된다고 생각하십니까 ? ( 여러 항목 선택 가능합니다 )

- ① 학습력    ② 기기조작능력    ③ 발표토론능력    ④ 창의성
- ⑤ 문제해결력    ⑥ 데이터의 조합 및 해석능력
- ⑦ 그 외 다른 의견이 있으시면 자유롭게 적어주시기 바랍니다.  
( )

10. MBL 실험방법을 적용함으로써 발생할 수 있는 문제점 및 단점이 있다면 자유롭게 서술해 주시기 바랍니다.

( )

### III. MBL 실험 방법 활용에 대한 어려움

1. 비용적인 측면 : 특별예산이 편성되지 않은 일반 학교예산으로 구입하기에 가격이 어떠하다고 생각하십니까 ?
  - ① 매우부담 ② 부담 ③ 적당 ④ 저렴 ⑤ 매우저렴
  
2. 현재는 도입 초기단계이므로, 과학 선도 학교나 영재 교육에서 많이 활용되고 있습니다. 학교에 이러한 특별프로그램이 시행이 되면 반드시 MBL실험방법도입이 필요하다고 생각하십니까 ?
  - ① 반드시 필요하다.
  - ② 있으면 좋을 것 같다.
  - ③ 보통이다
  - ④ 필요성을 별로 못 느낀다.
  - ⑤ 전혀 필요하지 않다.
  
3. MBL이라는 새로운 실험방법에 일선교사들이 적응하기까지는 시행착오를 많이 겪게 될 것이라고 생각하십니까 ?
  - ① 매우 그렇게 생각한다
  - ② 그렇게 생각한다
  - ③ 보통이다
  - ④ 그렇게 생각하지 않는다
  - ⑤ 전혀 그렇게 생각하지 않는다
  
4. 실제상황의 실험결과를 그대로 측정해 주므로 서로 다른 통제변인에 의한 다양한 실험 결과에 대한 예측이나 해석에 어려움이 따를 것이라고 생각하십니까 ?
  - ① 매우 그렇게 생각한다
  - ② 그렇게 생각한다
  - ③ 보통이다
  - ④ 그렇게 생각하지 않는다
  - ⑤ 전혀 그렇게 생각하지 않는다



3. 어떤 종류의 자료 공유가 필요하다고 생각하십니까 ? (필요하다고 생각되는 자료 모두를 선택해 주세요.)

- ① MBL실험방법에 대한 소개
- ② MBL실험장비에 대한 상세한 정보
- ③ 학교교과과정에 따른 실험컨텐츠
- ④ 각 실험컨텐츠의 실험준비와 과정, 결과에 대한 Q&A 코너
- ⑤ 각 실험의 서로 다른 통제변인에 따른 실험결과들
- ⑥ 실험이후의 토론 · 토의 주제
- ⑦ 학교과과과정 실험을 응용한 실험 사례들
- ⑧ 그 외 필요한 자료가 있다면 자유로이 서술해 주시기 바랍니다. ( )

4. 어떤 형태의 정보로 공유하는 것이 가장 효과적이고 효율적이라고 생각하십니까 ?

- ① Workbook같은 책이나 문서의 형태
- ② News letter 같은 이메일의 형태로
- ③ 카페나 블로그의 형태로
- ④ 독자적인 사이트를 구축하여 다양한 형태(동영상자료, 검색이 원활하도록 데이터베이스 구축 등)
- ⑤ 그 외 다른 형태가 있다면 ( )

5. 위 4번의 ③, ④번과 같이 인터넷을 통한 자료 공유를 선택하셨다면, 제공되는 정보에 대한 관리 중 필요하다고 생각되는 항목을 선택하여 주십시오.

- ① 별도의 관리가 필요하지 않다
- ② 회원이 자유로이 올리는 실험컨텐츠부분에 대한 검증
- ③ 회원이 자유로이 올리는 실험컨텐츠부분에 대한 평가
- ④ 회원이 자유로이 올리는 실험컨텐츠부분에 대한 보상

- ⑤ 실험방법, 과정에 대한 Q&A(질의 문답형태의 자료)자료에 대하여 중요도를 평가하여, 중요도에 따라 우선적으로 검색이 가능하게 하는 관리
- ⑥ 동호회나 포럼형태의 활동 관리
- ⑦ 그 외 필요한 관리가 있다면,  
( )

6. 제공하는 실험 콘텐츠를 어떤 형태로 정렬하여 검색이 가능하도록 하는 것이 효과적이겠습니까 ?

- ① 교과서 차시별
- ② 실험 주제별
- ③ 센서별
- ④ 위의 3가지 모두 제공하는 것이 좋다
- ⑤ 그 외 다른 형태가 있다면,  
( )

#### V. 현재 사용 MBL 실험장비에 있어서의 개선사항

1. 노트북(데스크탑) 없이 인터페이스로 실험결과와 분석이 이루어졌으면 좋겠다.

- ① 매우 그렇게 생각한다
- ② 그렇게 생각한다
- ③ 보통이다
- ④ 그렇게 생각하지 않는다
- ⑤ 전혀 그렇게 생각하지 않는다

2. 자주 함께 사용이 되는 센서들이 결합되어 하나의 센서로 여러 가지의 실험량을 측정할 수 있으면 좋겠다.

- ① 매우 그렇게 생각한다





3. 현재의 연령대가 어떻게 되십니까 ?

- ① 20대    ② 30대    ③ 40대    ④ 50대 이후

4. 소속되어 있으신 관할 교육청은 어떻게 되십니까 ?

- ① 시 본청    ② 남구교육청    ③ 북부교육청    ④ 해운대교육청,  
⑤ 서부교육청    ⑥ 동래교육청    ⑦ 동부교육청



첨부 2 : 시스템의 효과성 측정을 위한 설문조사 문항 원본

선생님 안녕하세요.

일전에 “과학실험교육에서 지식공유활동의 효과성 연구에 대한 인터뷰조사”에 응하여 주셔서 감사드립니다.

조사 결과 자료를 첨부하오니, 참고하여 주십시오.

조사결과에 의거하여 과학실험교육 지식공유시스템을 구축하였습니다.

<http://www.modernlab.co.kr>에 접속하셔서 회원등록하시고, 이용해 보시면서 아래의 질문에 대하여 간단하게 응답하여 주시기를 부탁드립니다.

본 조사의 결과를 반영하여 앞으로 지속적으로 변화 발전하는 과학실험교육의 산실이 될 수 있도록 노력하겠습니다.

감사합니다.



**개발된 과학실험교육 지식공유사이트에 대한 설문조사**

<http://www.modernlab.co.kr>

1. 현재 공유되어 있는 자료 중에서 학생지도에 도움이 되는 자료는 무엇이라고 생각하십니까 ? 복수로 응답해 주십시오.

1-1. 이외에 추가적으로 필요한 자료의 종류와 개발을 요하는 자료는 무엇입니까 ?

2. 공유된 자료의 형태가 학교 수업현장에 바로 투입하기에 적절하다고 생각하십니까 ?

- ① 매우 그렇게 생각한다
- ② 그렇게 생각한다
- ③ 보통이다
- ④ 그렇게 생각하지 않는다
- ⑤ 전혀 그렇게 생각하지 않는다

2-1. 현재 공유되고 있는 자료의 형태이외에 꼭 필요하다고 생각하시는 자료의 형태가 있다면 어떤 것입니까 ?

3. 만약, 이 사이트를 이용한다면 실험수업의 어떤 면에서 효과가 있다고 생각하십니까 ? 복수로 응답해 주십시오.

- ① 실험 준비 시간을 절약할 수 있다
- ② 결과 해석 시간을 절약할 수 있다

