

# 과학교과교육의 변화와 교육환경 요건

## The Educational Environment of Teaching Facilities, According to Changes in Science Education



손 정 우 / 경상대 물리교육과 부교수  
 Son, Jeong-Woo / Associate Professor, Gyeongsang National University  
 cnbe@gnu.ac.kr

2009년부터 시작된 'B-1 과학·수학 특성화 교과교실'과 과학중점학교 지정은 과학교육계에 새로운 바람을 일으키고 있다. 단순한 실험실로 여겨졌던 과학실이 강의와 실험이 결합된 새로운 형태의 수업이 가능한 과학교과교실로 전환이 시작되었기 때문이다. 그동안 'B-1 과학·수학 특성화 교과교실(과학중점학교) 지원연구단'의 일원으로 여러 학교들을 직접 방문하여 컨설팅을 한 결과, 대부분 학교는 과학교육의 새로운 변화와 과학교과교실에 대한 이해 부족으로 제대로 된 교과교실을 구축하지 못하고 있었다. 또한, 학교 시설을 담당하는 교육청의 담당부서도 기존 시설에서 책상과 실험 테이블을 함께 배치하는 수준에서 접근하고 있었다. 이에 과학교육의 새로운 변화에 부응하는 과학 교과교실의 조건과 전망에 대해서 제시해보고자 한다.

구비하기 보다는 학생들이 보다 쾌적한 환경에서 탐구 실험을 할 수 있는 여건 조성에 더 중점을 둔 리모델링 사업이었다.

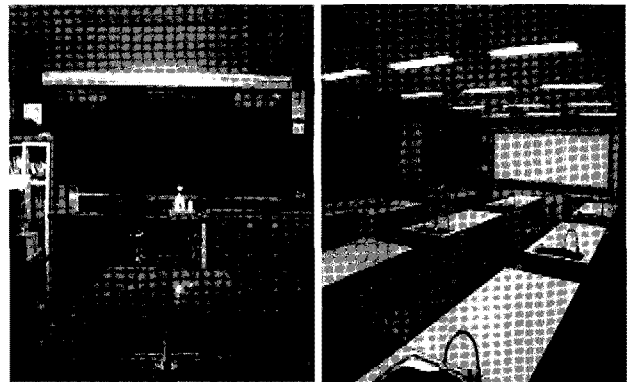


사진 1. 서울 성신여자고등학교 실험실 비교  
 현대화사업 전(좌) 후(우) (2007.9 완료)

### 1. 과학실험실의 변천과 현황

#### 1.1 과학실험실 현대화 사업

##### 1) 사업의 성격

2003년부터 2009년까지 전국의 모든 초·중·고 학교 실험실들 중 최소 1실은 과학실험실 현대화 사업에 의해 실험실 환경이 개선되었다. 이 사업의 목적은 탐구 실험 중심의 과학 교육이 내실 있게 이뤄지도록 하기 위한 것이었다. 이 사업으로 인해 학교마다 밀폐 시약장, 실험대별 환풍 장치, 폐수 처리 장치 등의 시설이 구비되었다. 이와 함께 2인 1조 실험과 인터넷 정보 검색이 가능하도록 과학실을 현대화함으로써 학생들이 쾌적하고 안전한 환경 속에서 과학 수업을 받도록 할 수 있었다. 하지만, 여전히 과학교육의 변화에 맞춘 새로운 교수법에 적합한 시설을

##### 2) 교육적 활용

이 사업을 진행할 당시 실험실을 적극 활용하고자 했던 일부 교사들은 '강의와 실험이 모두 가능한 교과교실의 개념으로, 밝고 환하여 학생들이 오고 싶어 하는 실험실을 만들자'라는 생각으로 다음과 같은 수업을 진행할 수 있는 실험실로 꾸몄다<sup>1)</sup>.

- 실험수업을 실시한다. 실험에 따라 2인 1조, 4인 1조, 6인 1조 등 책상을 재배치하여 사용한다.
- 발표수업을 실시한다. 학생들이 PPT자료와 인터넷자료, 동영상으로 프레젠테이션 할 수 있게 멀티미디어 환경을 제대로 갖춘다. 이를 위해 통합제어시스템을

1) 한문정. 실험실 현대화, 그 이후. 과학과 기술. 2005.6월호. 한국과학기술단체총연합회

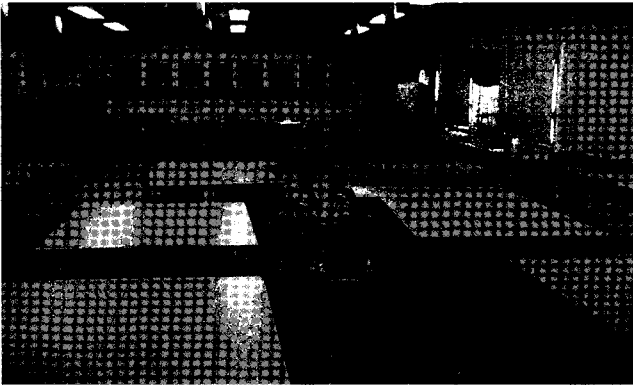


사진 2. 숙명여자고등학교 화학실험실(2004.8 완료)

이용하여 한 곳에서 제어할 수 있게 하고, 카메라를 설치하여 바로 동영상 녹화가 가능하도록 한다.

- ‘영화를 이용한 과학수업’을 실시한다. 수업 중 잠깐 수업내용과 관련된 영화 속 장면을 보여주어 흥미를 유발하고, 과학자의 태도에 대해 논술하는 시간을 가진다.
- 방과 후 특기적성인 ‘과학탐구반’ 수업을 실시한다.
- 과학동아리 활동이 가능하다. 매주 1회 방과 후 실험을 하며, 각종 외부대회나 교내축제 준비가 수시로 이루어진다.
- 과학완구 전시가 이뤄진다. 뒤쪽 벽면 실험대에 과학 완구를 전시하여 쉬는 시간에 아이들이 자유롭게 장난감을 만지며 놀 수 있도록 한다.
- 과학문화체험이 이뤄진다. 실험자료와 과학 잡지 등 서적을 배치하여 ‘과학놀이터’나 과학문화체험의 공간으로 활용한다.

이러한 관점으로 실험실을 운영한 경우는 지금의 과학 교과교실과 유사한 목적을 달성하였다고 볼 수 있다.

## 1.2 B-1 과학·수학 특성화 교과교실 사업

### 1) 사업의 성격

2009년부터 시작된 ‘B-1 과학·수학 특성화 교과교실’ 사업은 단순히 실험실을 교과교실로 리모델링하는 것 이외에 과학·수학 교육이 강화된 교육과정 편성 지침을 따라야 하는 사업이다. 다른 유형의 교과교실(A: 전교과, B-2: 영어, C: 수준별)과 달리 ‘B-1 과학·수학 특성화 교과교실’은 과학중점학교의 1학년 교육과정 지침을 의무적으로 수행하도록 하고 있다. 그 교육과정은 과학·수학 관련 비교과체험활동(창의적 체험활동) 연간 60시간 이상 이수, 특별교과 2단위 이수, 과학·수학 최대 이수 단위 확보, 수학 수준별 수업 등 과학·수학이 특화된 교육과정이다.

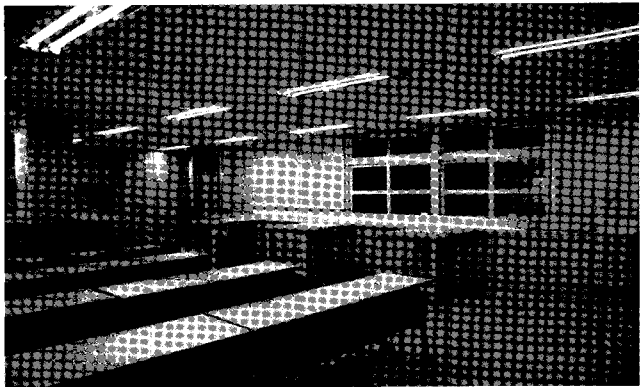
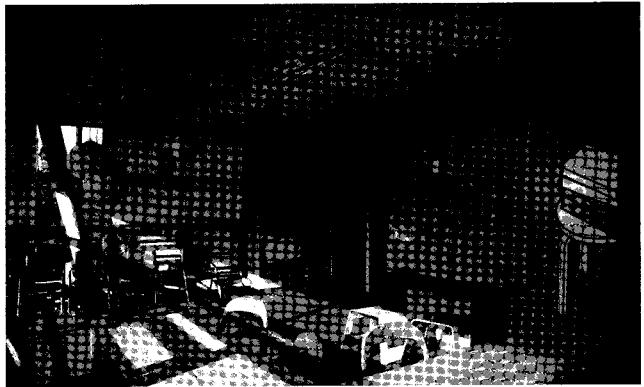


사진 3. 천안 복지여자고등학교 리소스센터와 물리교과교실

또한 이 사업은 과학 교과교실 4실(물리실, 화학실, 생명과학실, 지구과학실), 수학 교과교실 2실(강의/토론형, 멀티미디어형)을 클러스터링하여 과학·수학 교과교실군 (Science & Math Zone)으로 배치하는 것을 권장하였다. 이는 공간적 인지성을 높여 학생들에게 학습 의욕을 고취하기 위함이다. 이를 위해 교사연구실과 리소스센터 등을 추가로 설치하는 것을 권장하고 있다.

‘B-1 과학·수학 특성화 교과교실’은 2009년에 교과부에 의해 100개 학교가 지정되었고, 2010년에는 과학중점학교로 지정된 학교(47개교)는 모두 시·도 교육청에 의해 교과교실 학교(35개교; 12개교는 2009년에 B-1으로 이미 지정)로 중복 지정되었다.

### 2) 교육적 활용

과학교과교실은 수업 공간, 비교과 체험활동 공간의 역할을 동시에 하게 된다. 따라서 과학교과교실은 한 교실 내에 강의 공간과 실험 공간을 가지도록 구성되어야 한다. 대부분 학교는 교실 면적의 부족으로 수업 상황에 따라 책상을 이동하는 방식을 택하고 있지만, 점진적으로 2개의 공간을 별도로 마련해야 한다.

수업 시간에는 이론 위주의 개념학습, 시범실험, 실험수업, 컴퓨터 활용수업, 토론학습, 협동학습이 이뤄진다. 이

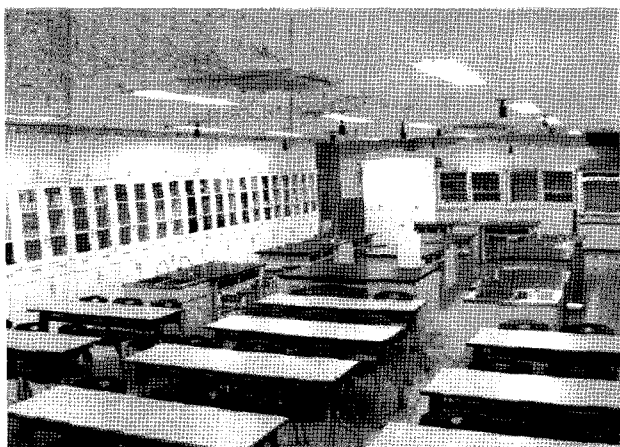


사진 4. 서울 방산고등학교 화학교과교실  
(강의 공간과 실험공간이 분리됨)

들 각 수업은 <표 1>과 같은 특징을 가지고 있다.

비교과 체험활동 공간으로서 과학 교과교실은 학생들의 자발적인 과학 활동을 수행할 수 있는 공간이 되어야 한다. 또한 과학동아리 활동, 과학 경진대회 준비를 위한 공간으로 활용될 수 있고, 자유탐구를 수행할 수 있는 공간이 되어야 한다.

표 1. 과학교과교실의 수업 특징

수업종류	수업의 특징
개념학습	강의 공간에서 지속적으로 교재와 기자재를 이동시키지 않고 효과적인 수업 가능
시범실험	학생들이 직접 수행하기 어렵거나 위험한 실험, 개념학습에서 이해를 돕기 위해 시연 등의 활동을 교과교실에 비치된 실험 장치를 이용하여 수행함
실험수업	실험 공간에서 학생들이 탐구기능과 지식을 배울 수 있는 실험을 수행함
컴퓨터 활용수업	전자교탁을 활용하여 멀티미디어 자료를 제공하거나 실험 공간에 노트북과 MBL장치를 설치하여 실험을 수행함
토론학습 협동학습	강의 공간의 책상을 재배치하거나 실험 공간의 실험 테이블에서 소집단 토론 및 협동학습을 수행함

## 2. 과학교육에 대한 이해

### 2.1 과학교육의 목표

과학교육은 '의사소통과 창의적 문제해결 능력'을 함양하는 것을 목적으로 한다. 이 목적을 달성하기 위해 전통적으로 크게 세 가지 목표를 가진다. 첫째, 과학적 지식을 실생활에 응용한다. 둘째, 과학적 탐구 능력으로 실생활 문제 해결에 활용한다. 셋째, 과학적 태도를 향상시킨다.

그런데 1980년대 이후부터 최근까지 가장 중요시하는 과학교육의 목표는 새롭게 도입된 네 번째 목표이다. 바로

'과학과 기술이 사회에 미치는 영향(STS 교육)을 이해한다.'이다.

이 네 가지 목표를 달성하기 위해 다양한 과학 교수법이 개발되고 있기 때문에 그 교수법을 담아 낼 수 있는 교실 환경으로 과학 교과교실이 그 역할을 담당해야 한다. 지금의 과학 교과교실의 강의 공간과 실험 공간은 이 네 가지 목표를 달성하기 위한 최소한의 공간이다. 강의 공간에서 과학적 지식을 배우고, STS 학습을 위해 토론 수업을 하게 된다. 실험 공간에서 과학적 탐구 능력을 키우게 된다. 이러한 수업들을 통해 과학적 태도를 기르게 된다.

### 2.2 과학적 방법

17세기 과학혁명이 시작된 이후로 과학지식을 창출해내기 위해 귀납법과 연역법이 사용되었다. 18세기 이후에는 이전에 생산된 과학지식을 검증하기 위해 가설-연역법이 활용되었다. 그런데 연역논리에 의해 가설 검증이 확률적이고 개연성이 있는 결론밖에 내릴 수 없다는 것이 알려진 다음, 과학자들은 과학지식의 변화에 관심을 가지게 되었다. 그래서 20세기부터는 그 시대의 지배적인 과학지식으로 받아들여지게 하는 사회적 합의방법이 중요하게 되었다. 여기서 사회적 합의란 전문가들에 의해 과학지식이 확인되고, 받아들여지는 것으로 학회의 학술지와 같은 방식으로 이해될 수 있다. 사회적 합의 방법에 의해 과학지식이 결정된 대표적인 예는 태양계에서 행성을 지위를 박탈한 명왕성 퇴출이다. 이 결정은 국제천문연맹에서 천문학자 2,500여명의 투표에 의한 합의로 결정된 것이다.

이들 과학적 방법 중 귀납법은 주로 초등학교에서 관찰, 분류, 측정이란 탐구 과정을 통해 익히게 된다. 연역법은 중학교 이상에 과학개념, 과학법칙을 배우면서 예상, 추리란 탐구 과정을 통해 익히게 된다. 가설-연역법은 고등학교에서 문제인식-가설설정-탐구설계-변인통제-탐구수행-자료해석-결론도출-일반화의 탐구 전과정을 통해 익히게 된다.

한편 사회적 합의는 최근에 강조된 과학적 방법으로 주로 토론이나 과학글쓰기를 통해 익히게 된다.

## 3. 과학교육 변화와 교과교실

### 3.1 과학교육의 변화 방향

과학교육에서 비중이 점차적으로 높아지는 변화는 사회에서 의사결정을 과학적으로 할 수 있는 과학적 소양을 높이는 교육 목표를 달성할 수 있게 과학적 방법을 익히

게 하는 것이다. 이를 위해 학교 과학교육에서는 자기주도적인 탐구 실험의 강조, 토론 및 과학글쓰기 수업이 강조되고 있다.

### 3.2 과학교육 변화에 따른 교과교실의 활용

#### 1) 자기주도적인 탐구 실험

과학교과에서 탐구 실험이 충분하게 이뤄지기 위해서는 2시간을 연속으로 진행하는 블록타임제가 필요하다. 일부 학교에서는 이를 적극적으로 수용하고 있지만, 대다수 학교에서는 타 교과와의 형평성 문제로 쉽게 적용되지 못하고 있다.

고등학교에서의 블록타임제는 100분의 수업시간이 진행되는 것으로 강의와 실험이 적절하게 분배되어 진행된다. 과학 교과교실에서는 다음과 같이 활용할 수 있다.

<표 2>처럼 과학 교과교실 내의 강의 공간과 실험 공간을 수업 진행 과정에 따라 적절히 활용하고, 휴식 시간에도 리소스센터에서 자유롭게 정보를 이용하게 하기 때문에 과학 교과교실을 클러스터링하는 것은 꼭 필요하다.

표 2. 과학 교과교실에서 블록타임제 활용

시 간	장 소	내 용
10분	강의 공간	수업 도입, 실험 내용 설명
40분	실험 공간	학생 주도적 실험 및 보고서 작성
10분(휴식)	리소스센터	정보이용, 모둠활동 등 자율 학습
20분	실험 공간	실험 결과 발표 및 논의
30분	강의 공간	실험 관련 이론 강의 및 토론

#### 2) 토론학습 및 협동학습

그동안 실험실에서 제대로 하지 못했던 수업의 형태는 바로 토론학습과 협동학습이다. 이를 과학 교과교실에서는 2개 공간의 분리로 인해 자유롭게 진행할 수 있다.

일례로 JigsawII 협동학습을 들어 보면, <표 3>과 같이 진행될 수 있다.

JigsawII 협동학습은 모둠에서 역할을 정하고, 각 모둠

표 3. 과학 교과교실에서 협동 학습 활용

시간	장소	협동학습과정	내 용
5분	실험 공간	과제 제시	주제 제시
15분	강의 공간	전문가 토의	각 모둠의 대표끼리 전문가 토의 실시
10분	실험 공간	조원 지도	토의 내용을 모둠으로 돌아가 가르쳐줌
10분	실험 공간	조별 요약	조별 요약 및 질의응답 실시
10분	강의 공간	평가 및 보상	개인퀴즈 실시 후 모둠별 보상

마다 같은 역할을 맡은 학생들끼리 따로 모여서 학습을 하고, 그 내용을 다시 자기 모둠에 돌아가 전하는 방식으로 진행된다. 기존의 교실이나 실험실 환경에서는 전문가 토의를 할 수 있는 공간이 없었기 때문에 이러한 수업을 진행할 엄두를 내지 못하였다. 하지만, 과학 교과교실은 강의 공간과 실험 공간을 적절히 활용함으로써 다양한 토론 및 협동학습이 가능하게 할 수 있다.

## 4. 교과교실의 발전 방향

### 4.1 과학 교과교실의 문제점

현재 신설되는 학교들은 실험실 공간이 넓어 강의 공간과 실험 공간이 분리된 과학 교과교실을 만들 수 있다. 하지만, 대부분의 학교는 교실 공간 확보가 어려워 실험테이블과 강의 책상을 공용으로 쓸 수 있는 방식으로 과학 교과교실을 꾸미고 있다. 게다가 과학 교과교실은 4실은 물리, 화학, 생명과학, 지구과학으로 구분되어 있다. 이는 각 과목별 특성 때문에 갖춰야 할 시설과 기자재가 차이가 나기 때문이다. 하지만, 이들 4개 교과교실은 물을 많이 쓰지 않는 건식 교과교실과 물을 많이 쓰는 습식 교과교실로 나눌 수 있다. 물리와 지구과학이 건식에 해당하고, 화학과 생명과학이 습식에 해당한다. 따라서 모든 수업을 교과교실에서 하지 않는다고 전제한다면, 4개실의 공간으로 2개실을 만들어 보다 다양한 수업이 가능하도록 구현할 수도 있다.

### 4.2 과학 교과교실의 새로운 대안

4개의 교과교실을 다양한 수업 형태에 따른 기능적인 면을 강조하여 구성할 수 있다면, 다음과 같이 새롭게 나눌 수 있다.

현재 수학 교과교실은 강의/이론형과 멀티미디어형으로 기능적 구분을 하고 있다. 이처럼 과학도 <표 4>와 같이 과목보다는 기능적 구분을 한다면, 보다 과학교육의 방향에 맞게 수업이 가능하리라 본다. 또한, 여러 과학교과교실에 공통적으로 설치되는 시설(싱크대, 환풍기, 실험 테이블 등)에 대한 중복 투자를 줄이고, 다양한 교수·학습이

표 4. 과학 교과교실의 새로운 대안

교과교실명	기능
건식	물리, 지구과학 탐구 실험
습식	화학, 생명과학 탐구 실험
토론/협동	STS 교육, 사회적 합의
강의/글쓰기	이론 강의, 과학 논술

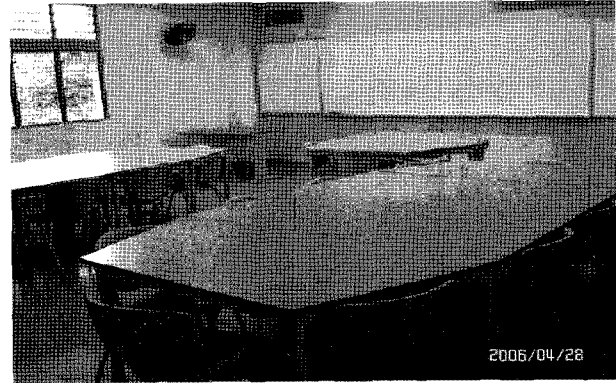
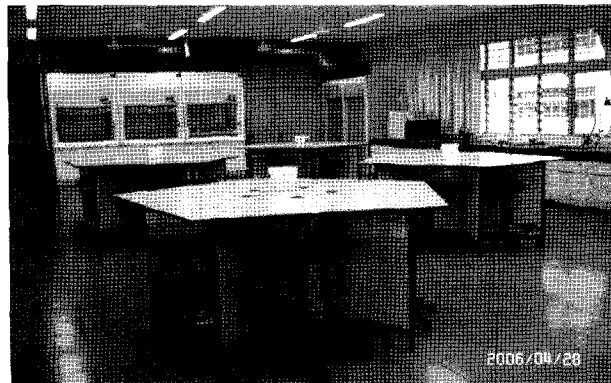
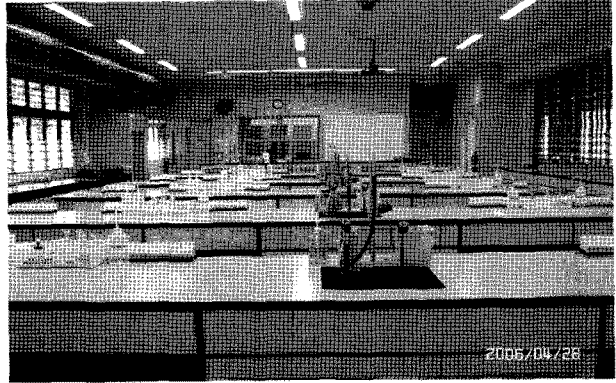
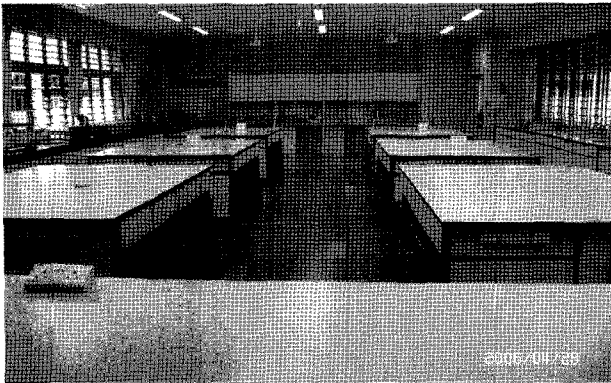


사진 5. 싱가포르대학 부속 수학과 고등학교의 교과교실(위에서부터 건식, 습식, 토론, 강의 교과교실)

가능해질 수 있다. 이러한 형태의 과학 교과교실은 이미 싱가포르의 싱가포르대학 부속 수학과 고등학교(NUSHS : National University of Singapore High School of Mathematics and Science)에 구현되어 있다.

#### 4.3 과학 교과교실과 첨단 교육기기

과학 교과교실에서 강의 공간과 실험 공간을 구분하는 것은 이제 많이 인식되어 그와 같은 방식으로 구현하려고 노력을 한다. 그런데 여기서 한 가지 변수는 나날이 발전하는 첨단 교육기기이다. 이 기기들에 의해 시설의 배치나

테이블의 배치가 달라질 수 있다. 각 과목마다 필요한 기구들은 다를 수 있고, 이를 고려한 시설은 달라야 한다. 한 예로 <사진 6>과 같이 화학 실험실의 실험테이블에 각종 화학약품을 바로 쓸 수 있는 밸브가 있도록 할 수 있다. 이 경우는 테이블 밑이나 건물 지하에약품 저장탱크를 시설하여 마치 수도물처럼 쓸 수 있게 한 것이다.

#### 5. 맺음말

지금의 과학 교과교실은 완성형이 아니다. 진행형으로 점차 진화되어야 한다. 이 진화방향을 결정하는 것은 크게 과학교육의 목표 달성을 위한 다양한 교수법이고, 이 교수법을 뒷받침하는 첨단 교육기기이다. 또한, 과학 교과교실의 철학을 과목별 분류 이외에 기능적 분류의 관점에서 다시 살펴볼 필요가 있다. 따라서 과학 교과교실을 처음 구상할 때 과학교육 전문가와 건축 전문가가 힘을 합쳤듯이, 앞으로 진화될 과학 교과교실 역시 이들의 공동 노력이 필요하다.

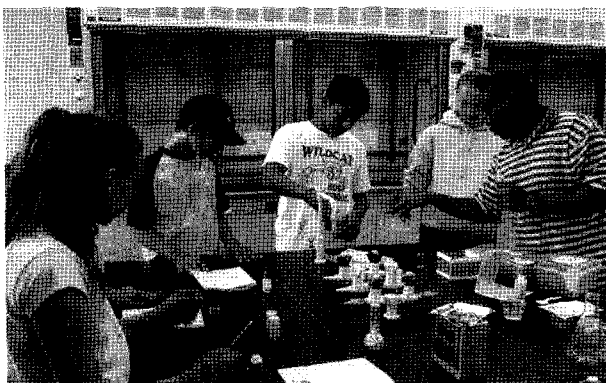


사진 6. 미국 학교 실험테이블 (실험테이블 중심에 전원 콘센트, 증류수 등 각종 화학약품 밸브가 설치되어 있음)