

정책연구 2002-26

실험활동 중심의
초·중등 과학 탐구교육 진흥방안

한국교육과정평가원
연구책임자 박승재

세로 표지

2002
126

정책 연구

실험활동

중심의

초·중등

과학

탐구교육

진흥방안

한국교육과정평가원

정책연구 2002-26

실험활동 중심의
초·중등 과학 탐구교육 진흥방안

2002. 12.

한국교육과정평가원
연구책임자 박승재

이 정책연구는 2002년도 교육인적자원부의 연구개발비 지원에 의한 것임.

실험활동 중심의 초·중등 과학 탐구교육 진흥방안

연구 책임자 : 박승재 (한국교육과정평가원 초빙연구위원, 서울대학교 명예교수)

공동 연구원 : 임성민 (서울대학교 교육종합연구원 연구원)

공동 연구원 : 구수정 (과학문화교육연구소 연구원, 한국과학문화재단 전문위원)

공동 연구원 : 윤진 (강현중학교 과학교사)

초청 연구원 : 유준희 (한국교육과정평가원 연구원)

연구책임자 박승재

이 정책연구는 교육인적자원부의 연구개발비 지원에 의한 것이나, 연구에서 제시된 정책대안이나 의견 등은 교육인적자원부의 공식의견이 아니라 본 연구진들의 개인 견해임을 밝혀 둡니다.

차 례

요약	1
I. 서언	25
1. 연구의 배경과 목적	25
2. 연구의 내용과 범위	27
3. 연구의 방법과 한계	27
II. 학생의 참다운 과학 탐구 실험활동	29
1. 과학적 탐구와 실험활동	29
2. 실험활동 중심의 과학 탐구교육의 가치	33
3. 정책 방향과 수행 조건	42
III. 학교별 과학 실험활동 교육 현황 분석과 개선 과제	46
1. 초등학교	46
2. 중학교	62
3. 고등학교	73
IV. 국가적 학교 과학 실험활동 교육의 정책 지향과 진흥 사업	85
1. 과학 실험활동 교육 연구개발 체제 수립과 시행	85
2. 과학교사의 양성에 실험활동 지도 역량 제고	94
3. 과학 교육과정과 입시제도 속에 실험활동의 위상 확립	106
4. 과학 실험활동 교육을 위한 지원 정책과 행재정 및 장학 강화	113
5. 과학 실험활동 교육을 위한 가정과 사회의 과학문화 풍토 조성	126
6. 예산 어림과 추진 방법 및 재원 확보 방안	131
V. 결어, 계속 연구과제 및 제언	134
참고문헌	135
붙임 1. 과학교육 관련 몇 가지 기본통계	137
붙임 2. 과학교육진흥법	149
붙임 3. 대규모 과학교육 연구체제 확립 방안 예시	155

본문 표 차례

표 III-1. 법령으로 규정한 과학실의 수 예시	4
표 III-2. 과학탐구활동의 정상화를 위한 바람직한 과학실 수의 산출 예시	4
표 III-3. 과학활동실에 요구되는 기본시설 및 비용 어림 예시	5
표 III-4. 과학활동실에 요구되는 기본 교구 및 가격 어림 예시	5
표 III-5. 과학활동에 필요한 실험 기자재와 가격 어림 예시(7차 교육과정 3학년의 경우) 2	8
표 III-6. 실험활동비 산출 예시	5
표 IV-1. 실험실 현대화를 위한 시설 및 설비비 세부 목록과 가격 어림 예시	117
표 IV-2. 실험 교구 세부 목록과 가격 어림 예시	118
표 IV-3. 지원액의 소요 기준 산출 예시	120
표 IV-4. 과학교실 운영에 대한 지원 금액 예시	125

붙임 표 차례

표 1-1-1. 학교수, 학생수 및 교원수(2002)	3
표 1-1-2. 학급당 학생수(2002)	3
표 1-1-3. 교원 1인당 학생수(2000)	3
표 1-1-4. 여교원 비율(2000)	3
표 1-1-5. 진학율 및 취업율(2000)	3
표 1-1-6. 교육재정규모(1965 ~ 2000)	7
표 1-2-1. 과학실험실 확보현황(2001)	8
표 1-2-2. 과학교구 확보현황(2001)	9
표 1-2-3. 과학실험보조원 배치현황(2001)	10
표 1-2-4. 과학실험재료비 확보현황(2001)	11
표 1-2-5. 과학교사 연수 및 연구학교 운영현황(2001)	12
표 1-2-6. 과학교사 모임 활동 현황(2001)	13
표 1-3-1. 서울시 과학실험실 확보 현황 (2002. 12.)	4
표 1-3-2. 서울시 과학교구 확보율(2002. 12.)	4
표 1-3-3. 서울시 과학실험실 현대화 기자재 확보 현황(2002. 7)	5
표 1-3-4. 서울시 2002년도 과학실험보조원 임용 현황(2002. 12)	5
표 1-3-5. 서울시 실험·실습재료비 현황(2002. 12.)	15

표 1-3-6. 서울시 초등교사 과학교과 관련 실험연수 현황(2001~2003)	611
표 1-3-7. 서울시 초·중등교사 과학교과 관련 실험연수 현황(2001~2003)	47
표 1-3-8. 서울시 과학교사 국외연수 실시 계획(2001~2003)	811
표 1-3-9. 서울시 과학관련 특기적성교육 실시 현황(2001~2002)	811
표 3-1. 대규모 과학교육센터(안)의 연도별 소요 예산안	160

본문 그림 차례

그림 II-1. 실험활동의 범주와 영향 계열 (과학문화진흥회, 2001)	73
--	----

붙임 그림 차례

그림 3-1. 과학교육연구센터(안) 조직도(과학재단, 2002)	5
---	---

요 약

실험활동 중심 과학 탐구교육의 의미와 의의

과학 탐구와 실험

자연 세계에 대해 알고 싶은 마음과 생활상의 필요로부터 손과 머리가 의미 있게 어울리는 창의적이고 실증적인 과학 탐구 활동은 이론과 실험이 멋있게 조화를 이루는 사회문화적 과정.

청소년들은 참다운 과학 탐구활동을 통해 자연세계의 질서와 아름다움을 느끼며 아끼는 마음을 기르고, 인내 및 성실을 바탕으로 한 합리적 태도인 현대적 덕망을 바탕으로 누구에게나 앎과 삶에 필요한 실증적 창의력 함양이 중요.

“실험활동”의 교육적인 확장적 의미 규정

본 연구에서 “실험활동”은 실험실 활동을 포함하여 넓은 뜻으로 사용, 즉, 과학교육에 있어서 “실제 체험 활동”에 해당되는 것으로 사용하며 탐구적인 다음 활동을 포함.

·몸놀이나 완구놀이하며 생각해보기, 간단한 물건으로 해보거나 모형 조작하며 궁리,
간단히 만들어 해보고 따져보기, 설계해서 만들어 시험하기

·확인 실험실 실험, 발견 실험실 실험,

(실험실에서 무지개) 재현 실험, (상대론, 양자론 현상) 구현 실험

·지질답사, 해양실습, 천체관측, 식물채집, 탐조활동, 오염조사,

과학관 탐구, 박물관 방문, 유적지 탐방, 연구소 견학, 산업체 방문

·정보전산 놀이, 전산 실험, 전산 탐방,

과학 실험활동 시연, 공연, 경연 활동 등

실험활동 중심의 과학 탐구 교육의 가치

·자연의 대면과 실험활동을 통한 탐구의 즐거움

·실험활동의 중요성 인식과 과학의 이해: 자연질서와 법의식의 향상

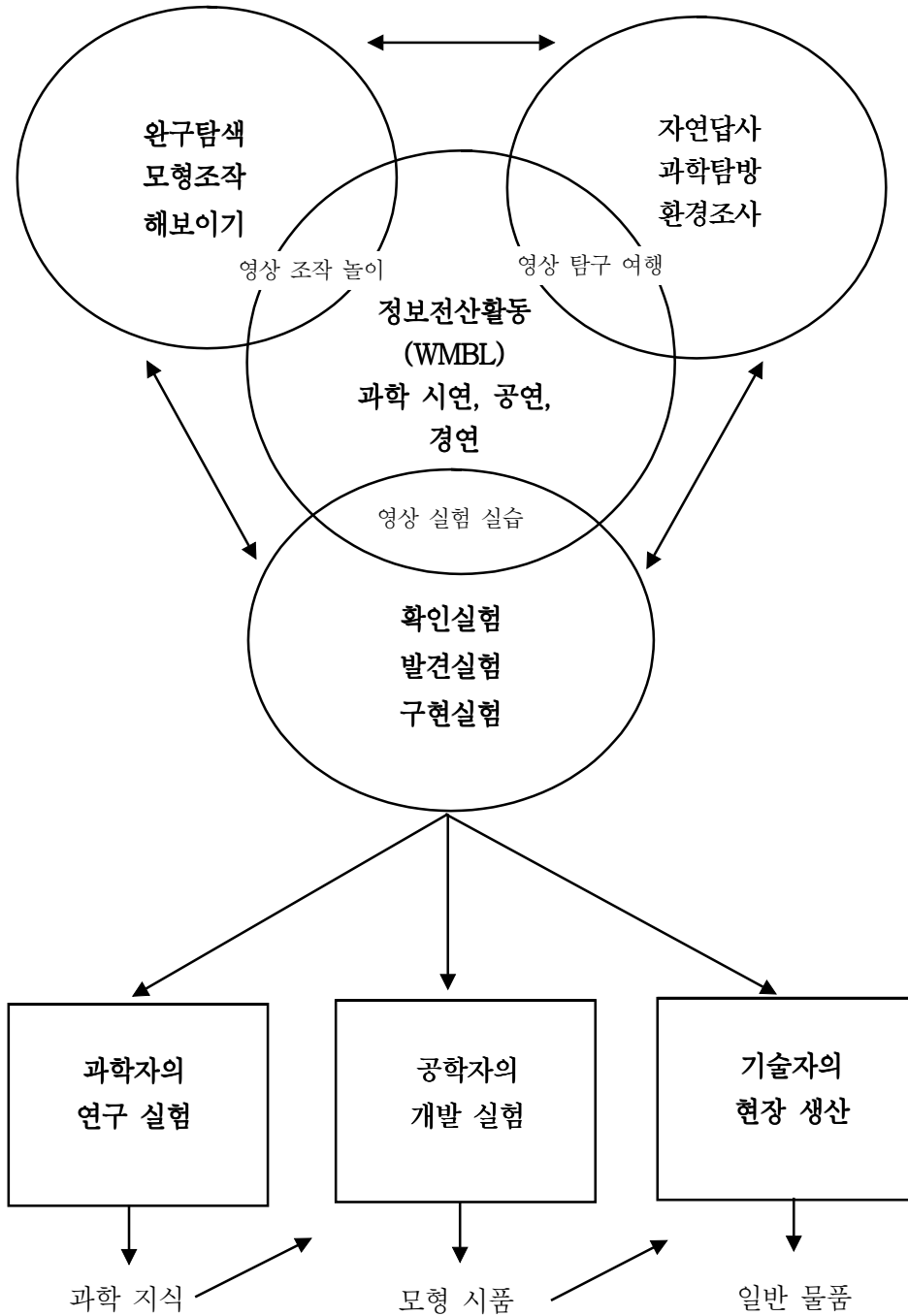
·과학적 지력 향상: 모든 사람의 창의력 함양과 고급 과학인력의 양과 질 확보

·증거의 존중: 근거 없는 주장과 궤변의 근절

·성실과 인내심의 향상 : 노작천사와 3D 기피의 타파

·물자와 에너지의 절약 그리고 자연의 보호와 생명의 존중

실험활동의 범주와 영향 계열



초중등 학생의 과학 학습 성취 면모

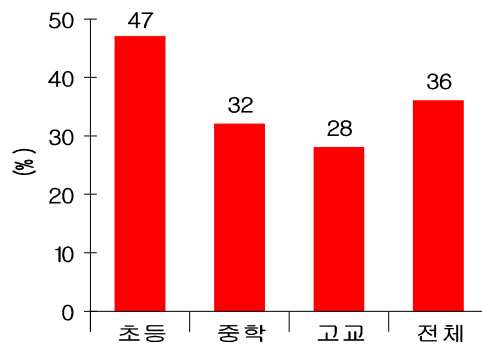
·2000년 OECD 학업성취도 국제비교 연구(PISA) 결과 학업 성취도는 상위이나 흥미도는 하위

·2001년도 국가수준 과학교육 성취도(한국교육과정평가원, 2001)

구분	초등6학년	중3학년	고등1학년
전체평균	57.92	49.89	50.42
성차(남-여)	-2.11	2.14	2.58

·국내 청소년의 과학선호도 연구(국가과학기술자문위원회, 2002)

“과학을 좋아한다”는 응답(%)이 다음과 같음



·과학을 좋아하는 이유 순위: 1.‘실험 때문에’ > 2.‘재미있어서’ > 3.‘논리적이어서’

·과학을 싫어하는 이유 순위: 1.‘어려워서’ > 2.‘재미없어서’ > 3.‘실험 때문에’

- 과학의 **흥미**를 높이는 관건이 실험교육을 쉽고 재미있게
- 과학을 좋아하여 계속 탐구하면 **지구력**도 증가할 것이며
- 과학에 흥미를 가지고 끈기 있게 탐구함으로 **창의력**도 함양 기대

그러나 , 특히 실험활동을 포함한 한국의 초중등 과학교육의 현황은 어떠한가?

실험활동을 포함한 과학교육의 미흡한 현황

과학교육의 연구 개발 체제의 낙후

- 종합적, 장기적 과학교육 전문적 연구 기관 부재(P.6 독일 IPN연구소 참조)
- 과학교육학 석박사 과정과 지도교수 지원 빈약으로 고급 연구 활동 미진
- 국제적 수준의 과학교육학 연구 논문도 손꼽을 정도로 소수
- 한국문화 바탕의 고유한 이론적 및 실제적 연구도 미흡
- 과학교육 개선 운운하면, 실험여건 지원 운운하지만 이에 대한 연구는 빈약
- 기본적으로 과학교육계 학과 교수와 교사의 과학교육 연구 기회 적음 등

과학교육 인력 양성의 미흡

- 구태의연한 과학교사 양성과 계속교육 기관의 타성적 안이 (과학교사들로 하여금 과학활동과 지도에 대해 지적 희열을 갖게 하지 못하며, 참다운 깊은 탐구와 실험의 기회가 없어 적합한 실력과 지적 지구력을 갖추지 못한 것이 아닌가?)
- 획일적 학부제의 부작용: 입학생의 소속감 결여로 대학생활과 전공 학습에 흥미 잃고 방향, 인기/비인기 학과간의 심한 불균형, 기초학문 외면, 학문간 편중심화
- 학부 교육과정의 편협: 복합화, 거대화하는 과학기술발전에 뒤떨어진 좁은 전공 위주의 부분 지식, 요소기술 편중, 그럼에도 기초 학력, 현대적 전공 실력 부실
- 과학교육계 학과 교수 부족 및 교수의 과학 연구 편중과 교육의 등한시, 과학 연구 실적 중시하며 학부 교육, 특히 실험지도 담당 회피하고 학생 지도 미흡
- 적합한 학부 교재의 부실 : 외국 교재 번역하여 획일적 강의를 하는 경우 많음
- 실험실과 기자재 빈약하고 현대화되지 못하여 실험활동 부실
- 대학에서 과학, 과학학, 과학교육학 연구와 교육의 가치 및 비전 제시 미흡 등

초중고 국가 교육과정과 입시에 과학 교과서의 위상 낮음

- 교육과정과 입시에서 국영수 강조
(영국 국가교육과정에 과학이 국영수와 같이 기본과목)
- 과학교과가 탐구·실험을 중시하나 내용이 많고 어려우면서도 현대적이지 못함
- 2005년 대입에서 과학은 3범주 중 선택
- 중1 주당 4시간(6차 교육과정) → 3시간(7차 교육과정)
- 교과서 소과정을 마쳐야하는데 시간이 부족하여 실험중심의 탐구활동 곤란
- 교육과정과 평가에 구체적으로 실험활동의 시간, 점수 배점 등이 명시되지 않음 등

과학학습지도의 여건이 매우 취약

- 과학교사의 계속 교육 미흡, 근무조건 악화, 여러 이유로 사기 저하
- 실험반 학생 수 평균 40여명으로 과다한 경우 많음(미국 24명, 영국 20명 지향)
- 조교 부족, 빈약한 실험실, 부실한 시설과 기자재
- 교과내용 확인식 기능적 실험으로 학생 흥미 및 참여도 저조
- 학교에서 활용 가능한 실험 지도방법 및 과학수업 보조 자료 부족 등

과학교육 정책, 행재정 및 장학의 미진

- “과학교육진흥법”은 거의 사장되어 시행되지 않았으며 국가의 과학교육 정책이 없었다고 여겨짐
- 교육인적자원부의 과학기술교육과 폐지(1999) 하고, 시·도교육청에 과학교육 이관 후 국가차원에서 과학교육 진흥을 위한 총괄조정 기능 취약
- 과학교육을 위한 국가 수준의 예산 지원이 거의 없음
- 행정 관계자는 정보전산 교육 강화가 과학교육 강화로 착각하는 경우도 있음 등

심각한 비합리적, 반과학적 사회문화 풍조

- 방과후 과학활동(과학반 등)에 학생 참여가 감소 추세
- 질 높은 프로그램 및 열의 있는 지도 교사의 부족
- 특별활동보다 학원에서 교과수업 보충을 선호 - 평가방법과 입시제도 관련
- 자연현상이나 과학내용에 대한 호기심은 있고 과학기술 발전의 중요성과 필요성은 인식하나, 인문 중심의 전통과 안이한 소비 풍조로, 지적 흥미와 지구력이 요구되고 증거와 질서를 존중하며 수리와 논리를 구사해야 하는 과학적 탐구 활동 어려워하고 회피하려는 경향, 학교 밖 과학활동과 학교 과학교육의 괴리 등

외국의 과학교육 관련 몇 가지 사례

(초·중·등 학교 과학교육 활성화 방안 연구, 2002)

미국의 청소년 과학교육을 위한 국가적 노력

- 1957년 스푸트니크 충격후 초·중·등 학교 과학교육 개선을 국가적 차원에서 추진
과학교육 강화를 위한 National Defense Education Act 제정(1958)
Project 2061 추진(1985),
National Science Education Standards 제정(1995) 등 실시
- 학생들의 고급 과학과목 선택과 과학교과 성취도 향상 노력, 특히 과학교사의 전문성
신장과 학생의 흥미유발 과학교육에 중점
- 초·중·등 학교법에 따라 2002 회계년도에 총 265억달러를 투입
학생들의 성취도(과학 포함)를 위해 학교 재정지원 및 교원인사에 반영 등

독일의 거국적 과학교육연구소 활동

IPN (Instituts fuer die Pedagogik der Naturwissenschaften)

- 행정체제 : 교육이 주정부 중심이나 IPN은 거국적 지원받고 활동
- 인원조직 : 전임연구원 35명, 계약연구원 36명, 사무직원 35명
물리교육실, 화학교육실, 생물교육실, 교육심리실, 연구방법실
- 연구과제 : 개인, 대학, 등이 하기 어려운 국가적 대규모 과제
교육과정의 기초연구, 거국적 실태조사와 평가,
학습지도 과정의 장기 분석 등
- 시설설비 : 각 변의 길이 10m 정도 사각형 형태의 5층 건물
- 대학관계 : Kiel 대학 겸임교수, 교사교육/석박사지도 참여
- 재정지원 : 고정재원(년9.5백만 마르크)-연방정부 2/3+ 주정부 1/3,
위탁재원-4백만 마르크
합계 : 년 1천4백만 마르크(약 80여억원)

일본의 국립교육정책연구소 연구

·한국과 유사한 상황

학생들의 과학 교과 성취도는 세계적으로 상위 수준이나 과학과목을 기피하고 동기유발이 미흡함

·학생들이 쉽게 과학과목을 이해하도록 하기 위하여 관찰실험과 과제학습 등 체험적·문제해결적 학습을 중시하고, 디지털 교재와 교사용 지도자료 작성 및 실험용 기기를 비롯한 과학교과 설비의 계획적 증설 등 추진

·최근 들어 학생들의 탐구심을 높이기 위하여 대학·연구기관 등의 시설과 인력을 학교 과학수업에 투입하는 프로젝트 추진 중

- 특별 과학고등학교(Super Science High School)

2002년도부터 26개 고등학교를 지정 운영 (예산액 : 72억원)

실험 보조원 파견, 각종 기기 지원, 클럽활동 육성, 성과발표 등을 실시

- 과학계 참여사업(Science Partnership Project)

2002년도부터 심사 방법으로 지원 사업 실시(예산액: 166억원)

대학·연구기관과 중·고등학교 연대를 통하여 전문가 특별강의, 교재개발, 특별학습 프로그램 운영, 교원연수 등 실시

이스라엘의 과학 교수·학습 방법의 특징

·지도에는 다양한 교수·학습 방법, 즉, 탐구, 발견, 강의, 토의, 논증, 실험활동, 야외활동, 프로젝트 수업, 시뮬레이션 등을 개별 또는 그룹별 활동으로 실천

·실험활동은 가장 핵심적 방법. 이론 속에 실험 활동이 포함되도록 계획. 즉 이론 강의와 실험이 분리되어서는 안 됨. 실험활동은 대부분의 경우 학생들 스스로 실제 수행하도록 하고 교사의 시범실험이나 시뮬레이션은 최소화

·수업진행에 컴퓨터를 도구로 사용. 실험활동 과정에서 측정 전 정보를 수집하며, 데이터뱅크 이용하고 모의 실험을 실행하는 활동에 컴퓨터를 활용

·프로젝트 학습은 학교 교사진의 논의에 따라 결정하고 실행. 교사진은 주제선정, 다양한 학습 방법, 소요 수업시간, 학생의 능력 등을 고려하여 결정

·현장 답사와 야외 활동은 기본개념을 구체화하고, 탐구 조사 기능을 향상시키는 학습 방법으로 실시

초중등 과학교육 정책의 기본 방향과 수행 조건

학교 과학교육 진흥의 기본 입장과 방침

·초중등 기초 과학교육에 있어서 “**실험활동 중심 탐구교육의 강화**”로 기초 과학교육 혁신의 실마리를 찾음.

·바람직한 실험활동은 이론과 멋지게 어울려야 됴므로, 쉽지는 않지만 지적인 흥미를 느껴 해볼만해야 하며, 의미있는 활동으로 여겨지게 해야 하고, 몰두하여 창의력을 발휘하도록 지도해야 함.

·과학교육에 있어서, 실험활동 **학습조건**의 범주에 대한 “**목결이 원리**”, 학교현장의 실험지도에 필요한 **학교조건**의 범주에 대한 “**유효숫자 원리**”, 그리고 실험활동 교육을 위한 국가적 실험활동 교육 **정책조건**의 범주에 대한 “**순위효과 원리**” 적용 중요 (다음 세 페이지 참조)

즉 학생들이 필요한 자료를 가지고 자연을 대면하여 참다운 실험활동의 탐구학습을 하도록, 시설과 교재 등을 갖추고 실력있는 교사가 의욕을 가지고 학교현장에서 실천하게 하려면, 국가적인 정책을 세우고 대책 방안을 강구하여 순리적인 조치를 강구한 다음 점점 평가할 것이 절실하게 요청됨.

교재 없이 학습할 수 없으며, 좋은 교사 없이 학교교육이 바람직하게 되지 않고, 연구 없이 급히 마련한 단기 조치나 부분적인 지원은 효과가 적거나 보람이 없을 것임.

·국가와 행정부는 실험활동 중심의 과학 탐구교육 진흥을 위한 정책 결정에 있어서 순위 효과 원리를 현명하게 적용해야 하며,

학교 행정 담당자와 과학교사는 학교 실험활동의 유효숫자 원리에 따라 실험활동 지도에 절실한 조건을 고르게 갖추고 최선을 다함으로써,

학생들이 실험활동에 필요한 조건을 충분히 갖추어 참다운 탐구적 실험활동을 하도록 해야 할 것임.

실험활동 학습조건과 목걸이 원리

실험활동 학습조건외 범주

첫째, 실험활동 주체 - 동기와 기초학력 등

둘째, 실험활동 대상 - 자연 현상과 사물, 인위 구조물과 장치, 또는 기자재 등

셋째, 실험활동 공간 - 개인방, 교실, 과학실, 강당, 마당, 산 또는 바다 등

네째, 실험활동 시간 - 자유시간, 과학시간, 특활시간, 또는 재량시간 등

다섯째, 실험활동 지도 - 부모, 과학교사, 과학자, 교재, 또는 정보전산체제 등

다섯 가지 조건 중 한가지 조건만이라도 충족되지 못하면 실험활동 중심의 탐구학습이 되기 어려움

목걸이 원리

진주 10개 중 9개를 잘 꿰어도 한 개를 못 꿰면, 또는 한군데만 끊어져도 목에 걸 수 없음.

실험활동 학습조건에 목걸이 원리 적용 구체적 예시

전구에 불 켜기 회로 실험활동의 학습조건

비싼 전지와 전구를 사준다해도 싹 도선을 사주지 않으면 무슨 공부가 되는가?
다 사주고 실험실에 데려다 놔도 전기에 대해 알려 하지도 않고 더구나 안내(서)가 없으면 무슨 과학 공부가 어떻게 될 것인가?

실험 기구가 90% 갖춰지면 90%의 실험 활동이 되는가? 극단의 경우는 10%가 부족하여 실험활동이 전혀 안 될 수 있으며, 100% 갖춰도 공부 안하려 하고 지도가 없으면 소용이 없다.

(실험활동 학습조건에 목걸이 원리 적용 절실)

실험활동 학교조건과 유효숫자 원리

실험활동 지도 학교조건외 범주

- 첫째, 실험활동 지도교사 - **신념**, 실력, 태도, 여건 등
- 둘째, 학교계획 속 실험활동 - 교육과정, 학교운영방침 등에 **과제와 시간 배정**
- 셋째, 실험활동 평가 - 구체적인 방법과 도구, 성적과 입시에 **반영 비율** 상향조절 등
- 넷째, 실험활동 교재 - 교과서, **실험안내서**, 탐독서, 정보전산체제 등
- 다섯째, 실험활동 기자재 - 공구, **측정기기**(MBL 기구 포함), 소모품
- 여섯째, 실험활동 공간 - 교실, **실험실**, 공작실, 강당, 마당 또는 산과 들 등
- 일곱째, 실험활동 조교 - 수, 수준, 대우, **신분** 등
- 여덟째, 실험활동 예산 - 교재/기자재/소모품 **구입비와 수선비** 등
- 아홉째, 실험활동 안전 - 보험, 편안, 운영편이, 학부모/행정담당자 **이해**

유효숫자 원리

유효숫자가 서로 다른 여러 측정값의 연산 결과는 가장 낮은 유효숫자의 자리수를 넘을 수 없음.

실험활동 지도 학교조건외 구체적 예시

중학교 실험활동 중심의 과학 탐구 지도의 실시 조건(목결이 원리 만족 전제)

1. 중학교 과학 교사의 사기 진작과 실력
2. 중학교 실험실 전임 조교 확보
3. 중학생의 실험활동, 기구, 공간, 시간 확보
4. 중학생 실험 활동 교육과정과 학교 계획서에 명시
5. 중학교 과학 성적과 고교 입시에 실험 활동 평가 일정비율로 포함
6. 중학생 실험 활동에 적합한 교재와 정보전산 체제 확립
7. 중학생 과학 공부는 항상 안전하고 안락하게 할 수 있게 조치
8. 중학교 실험비 확보 및 실험 보험 제도 제정
9. 중학교 실험 기자재 등의 구입, 보관, 사용, 감사에 편이 체제 확보 등

상기 조건 중 어느 한가지라도 미흡하면 결과는 미흡함

(학교 실험 지도의 유효숫자 원리 적용 절실)

실험활동 교육의 국가 정책조건과 순위효과 원리

실험활동 교육 국가 정책조건의 범주

- 첫째, 과학실험교육 연구개발 - 체제 확립 및 적극 운영
- 둘째, 과학교육인력의 실험교육 능력과 여건 - 양성과 연수 및 근무 조건 향상
- 셋째, 학교 교육과정과 평가 속 실험활동 - 과학교육, 특히 실험활동 위상 제고
- 넷째, 실험교육 정책과 행재정 및 장학 - 체제 강화
- 다섯째, 실험교육의 학교 조건 충족(유효숫자 원리 만족할 것)
- 여섯째, 가정과 사회의 과학실험 및 실험교육 환경 - 풍토 조성

순위효과 원리

실험활동 교육의 진흥을 위한 중요 조치에 있어서 우선 순위를 고려하지 않고 수행하는 행정은 비효과적일 것임. 학교 실험실에 대한 연구 없이 보통 교실을 짓고 후에 실험실로 개축하는 것은 예산 낭비로 비 효과적임.

실험활동 교육의 구체적 국가 정책 순위 예시

1. 실험활동 중심의 과학 탐구교육 연구 개발 체제 확립
연구기관 지정과 지원 등
2. 실험지도 교사 양성 교육과 연수 체제 확립
교육대학과 사범대학 실험교육 강화와 현직교사 실험 연수 등
3. 교육과정과 입시제도에 실험활동의 위상 강화
교육과정과 평가에 실험활동 내용과 시간 배정 및 비율 명시 등
4. 실험활동 교육을 위한 정책과 행재정 체제 확립
실험활동을 위한 입법 제도, 정책 수립, 행정 체제 확립 등
5. 실험활동을 위한 학교조건 충족(유효숫자 원리 만족할 것)
실험활동의 학습조건(목걸이 원리 만족할 것), 교사사기, 안전조치, 등
6. 실험활동 교육을 위한 가정과 사회의 풍토 조성
방과후와 방학 중 학교 밖 과학 실험활동 기회 확대
거국적 캠페인과 과학교육 봉사 및 지원 분위기 조성 등

(실험활동 교육 정책에 순위효과 원리 적용 절실)

초등학교 실험교육의 개선과제

초등과학 실험활동 전담교사와 조교 확보 및 연수

- 초등교사의 지속적이고 체계적인 과학 연수과정 제공 : on/off-line 병행하면서
- 모든 초등학교에서 교사들 실험지도 자율 연수와 과제별 선택 기관 연수체제 확립
- 과학(실험활동)전담교사 전국 초등학교 당 1명씩 증원
- 초등교사 양성에 실험교육 강화(교육대학 과학교육의 종합적인 강화 요)
- 모든 초등학교에 과학실험 조교 정규직 1명 확보 및 지역구청 단위로 실험조교 연수
- 구청별로 과학교육 선도화 학교 장기적 운영 등

초등 실험활동실과 기자재의 확보 및 현대화

- 초등학교 실험실과 시설의 여러 모형과 운영체제 및 전산화 방안(적절한 MBL 포함)
연구 개발 보급(과학교육 연구체제 확립 요)
- 모든 초등학교에 평균 1개 현대적 실험활동실 추가 확보 및 기존 시설 현대화
중장기적으로 초등학교 학년 당 실험활동실 1개 갖추기 제도화
- 초등 실험 기구, 교구, 재료 연구 개발 보급(과학교육 연구체제 확립 요)
기자재 품질 인증제 도입, 우수 기자재 생산 격려, 기자재 유통구조 개선
- 과학 기자재 및 교수학습 자료관리의 전산화 등

초등 실험활동 교재의 확보와 정보전산 체제 확립 및 장학체제 강화

- 질 높은 교사용 실험활동 지도서 연구 개발 보급(과학교육 연구체제 확립 요)
- 초등학생에 적절한 탐독서 연구 개발 보급(과학교육 연구체제 확립 요)
- 학생 및 교사를 위한 실험활동 관련 (거국적) 정보전산체제 확립
- 실험활동 장학/지원단 체제 강구(예 : 원로/어머니 과학자 봉사단 활용) 등

과학 실험활동비 증액과 보험제도

- 초등학교 과학 실험활동비 증액(예 : 학교당 평균 연 2천만원 이상)
- 중장기적으로 실험 실습비의 확보와 사용의 제도화(보험제도 포함)
(기준 제시 예 : 학교 운영비의 7% 이상 실험실습비로 사용) 등

실험활동 속고한 초등 교육과정과 평가

- 단기적으로 재량활동 시간 중 1시간 이상 과학탐구 실험활동 시간으로 배정
- 장기적으로 60%이상 실험활동 중시 초등 과학교육 과정과 평가 개선(과학교육 연구체제 확립 요) 등

중학교 실험교육의 개선과제

중학교 교육과정과 평가 속에 실험활동의 위상 강화

- 중학교 교육과정에 과학 실험활동 시간 및 평가에 실험활동 반영 비율 명시
(예 : 7차 교육과정에서 중1 과학시간 감소한 것 대신 교과재량 시간 1시간 확보 및 평가에 실험활동 비율 50% 이상 명시)
- 실험활동 숙고한 교육과정 및 평가 방법 개선(과학교육 연구체제 확립 요) 등

중학교 과학교사와 조교 증원 및 연수와 여건 조성

- 실험 준비, 뒤처리 및 보고서 평가 시간(예 : 주당 6시간)포함하여 과학교사 담당 시간 결정 (전국 중학교 당 평균 2명 과학교사 증원 요)
- 특히 실험지도 우수 교사 표창, 보상 등을 통한 사기 앙양
- 중학교 과학교사 양성 및 임용교사에 실험활동 강화(사범대학 등 중등교사 양성기관 실험교육 강화)
- 모든 중학교 실험조교 정규직 1명 이상 확보 및 교육청에서 연수
- 교사와 조교에 지속적, 체계적 연수과정 제공:on/off-line 병행과 전문기관에 연계 등

중학교 과학실험실과 기자재 확보 및 수리체제의 확립

- 컴퓨터 활용하는 현대적 실험활동실(MBL), 준비실, 과학교사실, 설비 등 확보
(과학교육연구체제 확립, 실험실과 설비 확보 제도화 요)
- 장기적으로 중학교 과학교사 1명당 1과학실 갖추기 제도화
- 중학교 과학 기구, 교구, 재료 확보(과학교육 연구체제 확립, 기자재 확보 제도화 요)
- 제도적 기자재 품질 향상책 - 인증제 도입, 과학교사에 의한 평가제, 우수산업체 장려, 기구구입 유통구조 개선, 우수교재 시상, 전시
- 실험활동 기자재 편리한 수선 체제 확립 등

중학교 과학실험활동 교재의 확보와 정보전산화

- 중학교 과학교사 실험활동 지도서, 학생 탐독서 연구 개발 보급
- 중학생과 과학교사 위한 정보전산 체제 확립 및 컴퓨터 활용방안(MBL)연구보급 등

중학교 과학 실험활동비 증액과 보험제도

- 실험활동 보험제도 정착
- 중학교 과학 실험활동비 증액(예 : 학교 당 평균 연 3천만원 이상)
- 중장기적으로 실험활동비 확보와 사용의 제도화(예 : 학교 운영비의 7% 이상) 등

고등학교 실험교육의 개선과제

고등학교 교육과정과 평가 속에 실험의 위상 제고 및 실험시간의 확보

- 교육과정 속에 실험활동의 위상 강화하도록 연구 개정하고 필요시간 확보
(예 : 고등학교 1학년 교과 재량 시간 중 2시간은 과학실험 수업에 배당)
- 물리 I, II, ... 등 선택 과목의 위상제고 및 심도 있는 탐구 실험교육 여건 조성
- 실험활동 위주의 탐구 능력을 제대로 평가할 수 있는 평가도구의 연구개발 보급
- 학교의 정기적인 평가에 실험활동 최소 반영 비율(예 : 40%)을 반영
- 대학수학능력고사 등 대입 체제에서 과학을 선택 범주가 아닌 국영수와 같이 핵심교과로 지정하고 각 대학 전형 시 이공계에서는 실험수행 능력을 적극 평가 등

고등학교 과학교사와 조교 증원 및 연수와 근무여건 개선

- 실험활동 준비 및 정리 시간(주당 6시간)을 과학교사의 법정 수업시수에 포함
- 실험활동 지도 우수 교사 발굴, 포상, 연구비 지원 등으로 사기 앙양
- 공통과학, 물리/화학/생물/지구과학 교사양성(사범대학) 및 임용고사에 실험교육 강화
- 모든 고등학교는 정규직 1명 이상의 실험조교 확보 및 정기적 연수 실시 등

고등학교 과학 실험활동실과 기자재의 확보 및 수선체제 확립

- 모든 고등학교 컴퓨터 활용하는 현대화된 과학, 물리, 화학, 생물, 지구과학 실험실(MBL), 준비실, 과학교사실 등 확보-중장기적으로 “1과학교사 1실험실” 확보 제도화
- 고등학교 과학 기자재 연구개발 보급 - 과학 기자재 품질 인증제 도입
과학 교구의 품질에 대한 교사의 평가 체제 확립, 인터넷 평가 사이트 운영
과학 기자재 구입 관행의 개선(예: 직접 인터넷 공동구매)
- 기자재의 편리하고 경제적인 수선 체제 확립 등

고등학교 실험활동 교재와 정보전산화 및 실험실습비 증액과 보험제도

- 컴퓨터(MBL) 활용 포함 과학 실험활동 연구 개발 보급
- 실험활동 및 자료 개발 공유를 위한 과학교사 모임 지원 및 전문기관에 연계
- 과학교사의 실험활동 수업 지원을 위한 정보전산 체제 확립, 운영
- 중장기적으로 학교 운영비의 일정비율(예 : 7%) 이상의 실험 예산 확보
- 실험 예산 중의 일부는 보수 관리 및 안전 보험을 위한 비용으로 책정 등

실험활동 중심의 과학 탐구실험교육 국가정책 방안

실험교육 연구개발 체제 확립

·과학교육연구 기관 지정 방안

초·중등 과학교육 전담 과학교육연구기관

- 단기적으로는 지정하여 과학 실험활동 내실화 연구개발 기능을 중점 수행
- 연차적으로 경쟁적 선발로 기능을 확충하고 정부 지원을 확대
- 장기적으로는 독립적인 국제적 수준의 종합적인 “한국과학교육원”을 설립하고 선발된 연구기관과 밀접하게 연계된 체제 확립(붙임 3. 참조)

주요 기능

- 과학 실험활동 교수·학습 자료와 프로그램 및 진로교육 자료 등을 연구 개발
- 지역별, 학교별, 교사별로 개발된 실험활동 관련 자료나 프로그램을 수집 평가하고 지원하며 과학교사들에게 필요한 자료와 정보 제공
- 장기적으로는 국제활동을 추진하여 과학교육 기초 및 응용 연구의 질적 향상을 추구하며 세계에서 가장 높은 학생 과학성취도 달성에 공헌

·실험활동 지도서, 안내서 등 연구 개발 방안

지정기관은 교사들의 실험수업을 지원하기 위한 지도서를 연차적으로 개발 보급

- 과학 교과서를 분석, 단위별 실험활동 수업에 필요한 내용 중심으로 구성
- 학생들의 흥미를 끌 수 있는 다양한 실험활동 모형과 구체적 예 제시

쉽고 재미있는 과학 실험활동 보조 교재를 연차적으로 연구 개발

- 과학 교과 단위와 관계된 탐구적 실험활동 안내서 연구 개발
- 실생활 문제의 과학 원리를 쉽게 이해시키는 탐독서 연구 개발

실험활동 교육의 기반 연구

- 실험활동실, 준비실, 교사실 등의 여러 모형 연구 개발 제시
- 컴퓨터 활용을 포함한 (MBL) 과학 시설 설비에 대한 연구 개발 제시
- 과학교사 연수과정 개발 및 제공 : on/off-line 방법 등

교육과정과 입시제도에 실험활동의 위상 강화

·과학 교과교육과정 운영과 개선 방안

중학교 및 고등학교의 과학수업 시수 확보와 시간 편성 개선

- 중학교는 재량활동 시간 중 1시간을 과학시간으로 배정(7차에서 감소)
- 고등학교의 경우 인문계 8단위 이상, 자연계 26단위 이상 이수를 권장
- 2시간 블록 수업, 수업+실험 2시간을 1단위로 운영 등 융통성 있게 과학실험 수업 시간을 연장할 수 있도록 수업 시간표 조절에 우선권 권장

교육과정 개편 시 실험활동 중요시

- 총 과목 수와 교육내용을 줄이고 과학교과는 탐구 중심으로 하며, “관찰”, “실험”, “답사”, “탐방”등을 명시적으로 포함
- 실험활동 시간을 별도로 운영하는 교육과정 개선 방안 연구
- 10학년까지 과학기술 교과와 시간을 전체의 20% 이상이 되게 조치
- 실험 활동 안내서를 포함한 교과서를 자유롭게 집필하고 선택하게 함으로 학교의 여건에 따라, 그리고 학생의 수준별에 따라 실험 교재 선택하게 함

·평가 및 입시에서 실험활동 중심의 과학 탐구교육 비중 강화 방안

- 과학 교과 평가에 있어서 실험활동 일정 비율(예 : 30~60%) 반영 의무화
- 대학 수학 능력 시험에서 “언어력”이나 “수리력” 이상으로 “과학적 탐구력”의 수준과 비중을 높이고 필수화
- 특히 과학기술계 대학 입시에서는 실험활동 시험을 실시하거나 면접 등에서 실험 활동을 평가하여 30% 이상 반영

교사 양성 기관의 실험활동 교육 강화

·초등(교대) 예비교원 양성에 있어서 실험수업 능력 배양 방안

실험 활동 강화를 비롯한 초등 과학교사 양성체제 개선

- 교육대학 입학생의 과학계열 출신 우대로 예비 초등교원의 자연과학배경 강화
- 교육대학 교육과정 편성에서 교양과목에 자연과학 교과 강화(20% 이상 비율)
- 교육대학 교과교육학 과목에서 실험활동 시수 강화(학점의 2배수)
- 교육대학 자연과학 관련 심화과정 내실화(심화과정/부전공 21학점 이상 도입)

초등 과학교사 양성 교수요원 확보

- 현재 교육대학 교수의 법정 정원을 모두 채울 뿐만 아니라 교육대학에 과학교육 담당 교수 현 정원보다 1.5배 증원
- 교수는 과학(실험활동 포함), 과학학(과학사 포함) 및 과학교육학(초등 과학교육론 포함) 연구 필요 - 특별연구비 지원 절실

초등 교원 양성기관 실험교육 관련 시설 및 기자재 지원

- 현대적 실험실(MBL 포함)과 시설 완비
- 초등과정 이수 교대 학생의 과학실험 체험기회 확대 등

·중등(사대) 교원 양성에 있어서 실험 지도 능력 배양 방안

실험교육을 강화한 과학교사 양성 교육과정

- 수학Ⅱ, 물리Ⅱ, 화학Ⅱ, 생물Ⅱ, 지구과학Ⅱ 이수생 과학교육계열 선발로 예비 중등교사의 과학 배경 강화
- 실험활동 교육 시수 보강하여 철저히 시행

중등 과학교사 양성 교수요원 증원과 지원

- 과학교육, 물리교육, 화학교육, 생물교육, 지구과학교육 전공교수 각 7명 이상 확보
- 사대 과학교육계 교수 과학, 과학학, 과학교육학 연구개발 활동 체제 확립 및 지원

중등 과학교원 양성기관 실험교육 관련 시설 및 기자재 지원

- 공통과학, 물리, 화학, 생물, 지구과학 등 중등학교 과학실험 전용 현대화 실험실 (MBL 포함)을 1개 이상 확보
- 중등과정 과학실험 체험기회 확대 등

과학교육 인력의 증원과 실험지도 역량 제고

·과학교사의 증원과 수업 시수 조정 및 연수 등으로 자질과 위상 강화 방안

- 모든 초등학교에 과학 전담 교사 2명 이상 증원 확보
- 초중고에 과학부장제 유지 및 적극 권장
- 중·고 과학교사의 실험활동 준비, 뒤처리 및 보고서 평가 주당 6시간 포함으로 인한 교사 충원 등
- 교사 대상 수요조사 실시 및 그에 기초한 연수 프로그램 개발·운영
시범 프로그램 개발, 단계적으로 확대 실시
- 과학교사의 자율 연구모임 지원 및 전문기관과의 연계로 실험중심 수업모형, 학습 자료개발 및 자율연수 실시하며, 개발된 자료는 매년 연구대회 개최 등으로 확산
- 교육과학연구원, 교육청 자료실, 대학, 지역 거점학교 등에 과학교사 활동을 위한 공간 제공
- 과학실험 관련 정보 제공 및 의사 교환을 위한 과학교사 실험사이트 구축 : 실험 옴부즈맨, 실험 클리닉, 실험기자재 평가 등의 자료를 공유, 정보의 활용

·실험보조인력 증원과 보충 방안

초등학교에 실험보조원 증원 배치

- 일정규모 이상의 모든 초등학교에 실험보조원 배치
- 실험보조원에 대한 직무연수 등 실시로 전문성 보강(시도교육청 담당)
- 이공계 부모 실험활동 보조 체제 강구
- 중장기적으로 모든 학교에 정규직 조교 배치 제도 확립

중등학교 실험보조원 지원을 위한 인력 활용 방안

- 임용고사를 준비중인 예비과학교사, 사범대학교 과학교육학과 재학생 활용
- 이공계 출신 및 3학년 이상 재학생 공익요원 근무를 실험보조원으로 활용
- 중장기적으로 실험보조원을 정규직으로 선발 배치 등

실험활동 교육을 위한 지원 행재정과 장학

·국가 지도층의 과학교육 관심 제고와 행정 지원체제 강화 방안

- 대통령 직속 “과학기술 및 과학기술교육 담당 수석 보좌관” 배치
- 국가과학기술위원회에 “청소년 과학교육진흥추진위원회”를 설치하여 국가 정책과 각 부서의 역할을 합리적으로 조정 분담하게 하고 실시하게 하며 점검 평가
- 교육인적자원부에 “과학기술교육국”을 설치
- 과학기술부의 “과학기술문화과”를 국으로 격상하여 전 국민의 과학소양과 잠재적 과학기술인력 확보를 국운의 사업으로 전개
- 과학교육진흥법의 활성화로 실험 중심의 탐구교육이 정착하도록 지원
- 과학교육진흥법의 실행과 점검, 평가를 위한 전담 부서 강화 및 체계적인 점검 지원체제 확립
- 시·도 교육청 평가 시 과학부문 배점 확대(예: 500점 중 50점)

·실험실 확충과 현대화 방안

단기적으로 실험수업이 가능한 학교 실험실 구축과 설비

- 1개교에 최소 1개의 현대화된 실험실을 확보(예: 5년 간 10,000개 이상)
- 실험실 설비 : 공기순환시설, 냉난방장치, 수도·전기시설, 폐수처리시설, 조명시설, 안전(방염처리)한 실험대, 약품상자, 과학수업 운영에 필요한 실험(MBL 관련)기자재, 방탄유리, 인터넷, PC, LCD 프로젝터, 관련 S/W 등

중기적으로 실험실과 시설 확보기준 연구 설정과 확보

- 각 시·도교육청 설정, 실험실 확보기준에 맞춰 각 학교에 필요한 실험실 확보
예 : 초등은 각 학년에 1개, 중고등학교는 과학교사 1명당 1개 실험실 확보
- 과학교육 선도학교 운영

장기적으로 지역별 “과학교육관” 설립

- 시군교육청에는 “과학교육관”을 건립하여 필요한 기자재를 100% 갖추게 함.
- “과학” 공부는 언제나 실험활동, 영상시청, 토론활동이 가능한 “과학실”이나 “과학교육관”에서 하게 할 뿐 아니라, “과학교육관”은 그 마을 주민의 과학활동 중심 기관의 역할을 하도록 함

·실험활동에 필요한 기자재 확보와 질 향상 방안

- 제 7차 교육과정에 따른 과학 기자재 목록 및 실험실 권장모형(안) 보급
각 교육청에서는 권장 모형을 참고, 자체 기준을 제정·운영
- “1학생 1실험교구 세트화” 등 현장 교사의 의견을 수렴한 대안 방안에 대한 연구 및 가능성 있으면 보급 추진(예 : 2007년까지 필수적인 기구, 교구, 재료 확보)
- 과학기자재 사이버 물에 훌륭한 과학교구를 추천 받아 이용할 수 있는 구매방법 등 구매 관행의 혁신

·과학교육 선도학교 육성과 장학 방안

실험실에서 직접 과학수업을 진행하는 과학교육 선도학교를 시범 운영하고 효과적이면 장기적으로 지원

- 각 지역별로 과학교육 개선 위한 거점학교 기능 수행
- 지역사회 전문기관 및 인력을 총 결집, 실험수업의 성과를 극대화
- 실험수업 중심 혁신적 과학수업 모형 확산
- 과학교과 교수-학습자료 지원센터
- 과학교사 연수 및 교사모임 연구공간
- 학생대상 과학체험 프로그램 운영
- 장기적 지원 및 운영

선도학교 선정, 집중 육성 후 단계적으로 확대

- 각 지역 교육청 당 최소 3개교(초·중학교 중심)를 선정, 5년 간 운영
- 실질적 기능 수행에 필요한 첨단 실험실 환경 조성 및 운영비 등 필요경비를 최대한 지원
- 2년 차 활동 후 중간평가로 계속 지원여부 및 지원금액을 조정 등

실험교육을 위한 가정과 사회의 풍토 조성

·방과 후 또는 방학중 ‘과학교실’ 운영

- 교육청 개설, 대학 및 연구소 등과 공동개설, 과학교사 모임 등에 위탁 운영
학교에서 접하기 어려운 과학실험, 현장 탐방, 진로지도 등 프로그램 제공
현행 프로그램을 업그레이드, 학생들의 참여도를 제고
- 학교별로 과학동아리 및 과학반 활동 육성 등

·학교 밖 및 대중매체를 통한 과학활동 지원

- 각종 과학경연대회 지원 및 우수대회 개선 및 참여도 제고에 주력
- 과학탐방 활동 등 ‘온누리 과학교육장화’ 지원
- 과학자와의 만남, 과학 앰버서더, 이공계 진로 EXPO, 과학 싹 잔치, 과학축전, 과학 인터넷활용, 지역과학관 건설 등 지원

·과학 활동을 위한 협동 프로그램 운영

- 대학, 연구소 등의 우수 인력과 시설 등을 초중고 과학 수업 개선에 활용
- 교육청, 학교, 동아리 단위로 제휴
- 시범활동 평가 후 확대 실시 지원 등

·거국적 캠페인과 과학교육지원 분위기 조성

- 모든 학교의 졸업생 각자와 동창회는 모교 실험시설기구 증정 캠페인
- 모든 산업체와 기업체는 각각 한 개의 “과학실” 또는 한 개의 “과학교육관” 지어주기 캠페인
- 과학교육 NGO는 바람직한 실험활동 교육 진흥을 위하여 실험시범, 강연, 투고 등으로 거국적 캠페인을 주동
- TV, 라디오, 신문 등 모든 대중매체는 학교 실험활동 교육의 진흥을 위한 과학 실험활동 시범과 기금 조성 캠페인 프로그램을 적극적으로 편성, 방영 등

몇 가지 예산 어림

·과학교육 연구 개발 예산

기존의 타 연구 제안(붙임 3 참조)

중앙의 1개의 “과학교육연구센터” 운영비 4년간	약 37억원
사업비 4년간	약 267억원
합계	약 304억원

2003년 교육인적자원부 확보 예산 운영비 1년간	1억원
가능한 사업비 1년간	7억원
합계	8억원

·과학교사들의 공동 활동 지원 예산

2003년 교육인적자원부 확보 예산(가능 사업비)	1억원
-----------------------------	-----

·실험실 현대화 관련 예산(건축비 제외)

기존 연구(1997) 어림

- 실험실 1실과 준비실 1실 신설(시설비, 비품비, 교구비)	약 9천만원
- 유희 교실 개축	약 11천만원
- 기존 과학실 1실 보수비	약 8천만원
- 실험실 2실과 준비실 1실 및 교사 연구실 1실	약 21천만원

본 연구(2002) 어림

- 실험실 1실과 준비실 1실(시설, 비품, 교구)	약 12천만원
- 초중고 평균 1개교 당 연 최소 실험활동비 어림	약 3천만원
(1개교 당 실험활동비 현재 확보된 것 평균)	약 5백만원)

추진 원칙과 방법

추진원칙

중앙정부, 시·도교육청 및 단위학교는 실험활동 중심의 과학탐구교육 진흥을 위하여 다음의 원칙에 따라 추진

- “목걸이 원리”, “유효숫자 원리”, “순위효과 원리”에 준하여 정책수립, 수행기획, 강력한 시행, 점검과 평가 체제 속에서 추진
- 지역사회 내 대학 등과 협력 네트워크 구축을 통해 가용자원을 최대한 활용
- “선택과 집중”원칙에 따라 우수 사례 육성에 더하여 기본인프라 구축은 열의가 있는 학교와 교육청을 우선 지원하고 점차 전체로 확대
- 탐구중심 과학교육이 용이한 초·중학교에 우선적으로 투자하여 그 성과를 고등학교 이후 단계로 확산
- 각 시·도 교육청별, 그리고 각 학교별 “과학교육 활성화 계획”수립으로 구체적 시행 등

교육인적자원부 추진사업

실험활동 중심의 탐구적 과학교육 활성화에 필요한 전국단위 공통자료 개발 및 지원체제 정비 등 담당 대상 사업 예시

- 과학교육연구기관 운영 지원
- 실험활동실 및 실험 기자재 권장모형 연구개발 보급
- 실험활동 지도서, 안내서 및 과학수업 보조교재 개발
- 과학교사의 실험활동 지도 역량 배양
- 과학 교육과정, 수업방법 및 평가 개선 지원
- 과학수업 협동 프로그램 운영 등

과학기술부 추진사업

초중등 학생인 청소년의 학교 과학교육과 연계하여 다양한 학교 밖 과학활동을 계획하고 추진하며 지원

- 과학 연구기관의 청소년 및 초중등 과학교사의 현대적 과학활동 기회 제공 제도화
- 한국과학문화재단 등을 통한 각종 과학축전, 과학 경연대회 및 국제적 활동 사업 수행
- 과학관 설립과 운영을 통한 각종 활동
- 과학활동 NGO 지원을 통한 여러 활동 사업 지원
- TV, 라디오, 신문, 잡지 등 대중매체를 통한 과학활동의 지원 등

시·도교육청 추진사업

각 시·도교육청은 실험실 현대화 등에 소요되는 경비의 일부가 지원됨에 따라 그 대응 경비 이상으로 확보하고 다음 사업 시행

- 실험활동 중심 교사 연수 프로그램 운영
 - 과학교사 모임 지원
 - 실험활동 지도서, 안내서 및 과학수업 보조교재 보급
 - 과학교육 선도학교의 장기적 운영
 - 실험실의 단계적 확충
 - 실험활동 기자재 확보 및 실험활동비 지원과 기자재 유지보수 체제 확립과 운영
 - 실험활동 보조원 배치
- 이와 함께 시·도교육청은 본 계획 실행을 위한 각 시(도) 과학교육 활성화 계획을 수립, 시행 등

단위학교 추진사업

각급 학교는 연간 학교운영계획서에 '실험중심의 과학탐구교육 활성화'를 중점 사항으로 반영하고 다음과 같은 활동을 실행

- 실험활동 중심 과학탐구 수업 실행
- 실험실 현대화, 과학동아리 등 공모사업에 적극 참여
- 실험 기자재 구입비 및 실험활동비를 학교운영비에 반영
- 지역사회와 협력체제 운영(전문가 특강, 과학시설·인력 활용 등)
- 과학 답사, 과학 탐방 등 과학체험활동 강화

계속 연구과제와 제언

- 계속적인 학습성취, 학교상황, 국가정책과 행재정의 분석적 실태 조사 연구
- 분석적 실태를 통한 예산 어림의 상세화와 확보 대책 강구
- 진흥사업의 점검 평가 체제 확립

I. 서언

1. 연구의 배경과 목적

1) 연구의 배경

고도로 발전하는 과학기술사회에서 초중등 과학교육의 중요성은 더욱 부각되어 세계적으로 이에 대한 국가사회적 관심과 지원이 집중되고 있는 추세이다.

우수한 과학기술 인력을 바탕으로 고도의 성장을 이룬 우리나라의 경우는 국가의 생존과 번영을 위해 우수한 잠재적 과학기술인력의 양성 뿐 만 아니라 전국민의 바른 과학소양 함양을 위해서 초중등 과학교육의 우수성이 매우 중요하다.

우리나라 초중등 학생의 과학 학습 성취는 그간의 국제 수학·과학 학업도달도 비교 연구(SIMSS, TIMSS, TIMSS-R)나 최근의 OECD-PISA 연구에서도 학업 성취도는 우수한 성적을 보이고 있다. 그러나 이들 국제비교연구에서 우리나라 학생들의 과학 학업성취도가 상위권임에 비해서 과학에 대한 태도와 흥미는 매우 저조한 편이다.

2002년 국내 연구에서는 과학 선호도와 과학 관련 진로 의향은 높지 못하고 학년이 올라갈수록 과학을 좋아한다는 응답 비율이 낮아짐을 알 수 있다(국가과학기술자문위원회, 2002). 더욱이 지난 몇 년간 대학 입학에서 이공계열 선택 학생수의 격감은 국가사회적인 문제가 되어, 정부 차원의 다양한 대책 방안이 논의되고 있다(과학교육발전위원회, 2002). 초중등 학생들이 이공계열 진로 선택을 기피하는 경향에 대한 다양한 원인 분석들이 있으며, 대학입학 전형 등 제도적인 문제점과 상대적으로 인문·예체능계를 우대하는 사회문화적 분위기, 경제적 문제 등이 언급되고 있지만, 근본적으로는 초중등 과학교육에서 그 문제를 분석하고 해결하기 위한 방안을 모색해야 할 것이다.

최근 연구에 따르면 과학을 좋아하는 가장 중요한 이유로 초중등 학생들이 직접 언급한 내용은 ‘실험 때문에’라는 응답이 가장 많으며, 그 다음으로 ‘재미있어서’와 ‘논리적이어서’가 차지하고 있다. 한편으로 과학을 싫어하는 이유로서 가장 중요한 이유가 ‘어려워서’와 ‘재미없어서’이며 또한 ‘실험때문에’도 싫어하는 이유가 되고 있다. 또한 통계적인 분석을 바탕으로 학생들이 과학을 선호하는 요인으로 교육적 요인이 가장 근본적인 요인임을 연구 결과에서 밝히고 있다. 실험활동을 중심으로 하는 재미있는 과학교육이 학생들의 과학 선호에 중요한 영향을 미침을 간접적으로 알 수 있다.

그러나 학교 교육에서 과학교육은 국가 교육과정과 입시 등에서 점점 위상이 낮아지고 있다. 2005년 대입에서 과학은 3범주 중 선택일 뿐이며, 교육과정에서 과학 교과의 주당 수업 시수는 이전에 비해 줄어들었지만 교육 내용이 여전히 많고 어려워면서도 현대적이지 못하여, 제한된 시간에 실험중심의 탐구활동 곤란하고 그러한 수업이 대학 입시에 도움

이 안 된다는 현실적 인식이 학생들이나 교사들에게 만연하다. 게다가 과학교사의 계속 교육 미흡과 근무조건 악화 등 여러 이유로 사기 저하가 심각하다. 특히 실험 교육의 경우 실험반 학생수 평균 40여명으로 과다한 데 비해 반드시 필요한 실험 조교 부족과 채용의 경우도 임시직으로 보수가 낮은 수준이며 빈약한 과학실험실 시설과 기자재, 교과내용 확인식 기능적 실험으로 학생 흥미 및 참여도 저조, 학교에서 활용 가능한 실험 지도방법 및 과학수업 보조 자료 부족, 실험 준비시간 소요로 교사들이 실험수업을 기피하고 있다.

이에 대해 국가적인 초중등 과학교육에 대한 장기적 안목의 정책과 지원은 부족하다. 종합적이며 장기적인 과학교육 전문적 연구기관이 없고 과학교육의 연구 개발 체제가 낙후하여 국가적인 과학교육 정책 수립이나 현장의 과학교육 개선의 기본적인 지원 체제가 미진하다. 구태의연한 과학교사 양성과 계속교육 기관의 타성적 안이로 과학교사들로 하여금 과학활동과 지도에 대해 지적 희열을 갖게 하지 못하며, 깊은 참다운 탐구의 기회가 없어 적합한 실력과 지적 지구력을 갖추지 못한 경우가 많다. 또, 과학교육진흥법은 시행도 거의 하지 않았으며 사장되어 있고, 교육인적자원부의 과학기술교육과 폐지와 시도교육청에 과학교육 이관 등 정책적으로 과학교육의 위상이 크게 약화됨에 따라 국가차원에서 과학교육 진흥을 위한 총괄조정 기능이 취약해졌으며, 과학교육을 위한 국가 수준의 예산 지원도 거의 없는 등 과학교육 정책, 행재정, 장학은 취약하다. 더군다나 자연현상이나 과학내용에 대한 호기심은 있고 과학기술 발전의 중요성과 필요성은 인식하나, 인문 중심의 전통과 안이한 소비 풍조로 지적 흥미와 지구력이 요구되고 증거와 질서를 존중하며 수리와 논리를 구사해야 하는 과학적 탐구 활동을 회피하는 경향이 있는 사회문화적 풍조도 초중등 과학교육의 중요한 문제점이다.

2) 연구의 목적

청소년들의 기초적인 과학소양 바탕 위에 이공계 진출을 촉진하기 위해서는 초·중고에서 과학에 대한 흥미와 관심을 갖게 하는 실험활동 중심의 탐구교육을 하는 것이 필수적이다. 이를 위해서는 자연을 직접 대면하고 과학적 현상과 원리를 직접 경험하며 이해하는 탐구적 과학교육으로의 개선이 절실하게 필요하다. 과학 교과를 탐구 중심으로 개편한 제7차 교육과정 시행과 학급당 학생수 축소에 따라 가능해진 실험활동 중심의 탐구학습이 실제적으로 이루어지도록 하기 위한 여건 마련이 한국 과학교육의 당면과제라 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 일반 교실에서 강의중심으로 이루어지던 기존의 과학교육을 실험활동 중심의 탐구활동으로 전환하기 위해 이에 필요한 연구개발, 교사연수, 각종 교재 배포와 정보전산망 체제 확립, 실험실과 기자재 및 소모품과 실험비 확보, 보조인력 배치 등 탐구활동의 기회를 획기적으로 개선할 방안을 제안하여, 초·중고 기초 과학교육에 있어서 참다운 “실험활동 중심 탐구교육의 강화”로 기초 과학교육 혁신의 실마리를 모색한다.

2. 연구의 내용과 범위

1) 연구의 내용

의미있는 청소년 과학 탐구교육이 자리잡을 수 있는 이론적 근거 및 정책 방안을 제공하려는 것으로 연구의 주요 내용은 다음과 같다.

첫째, 과학 실험활동의 의미규정과 중요성을 논의하여 실험 중심 과학 탐구교육의 이론적 근거를 마련한다.

둘째, 과학 실험활동의 내용, 교구와 시설, 지도 인력, 교육 운영, 교육 평가 등 과학 실험 활동의 여러 방면에 대한 포괄적 현황 분석을 통하여 우리나라 청소년 과학 탐구교육의 문제점을 진단한다.

셋째, 실험활동 중심의 과학탐구교육 혁신을 위한 국가적 정책 수립의 기본 방향을 제안한다.

넷째, 각 방면의 포괄적 현황 분석에 따른 구체적인 대처 방안을 제시한다.

다섯째, 과학 실험활동을 중심으로 하는 과학 탐구교육의 혁신을 위한 국가적 정책안을 제시한다.

2) 연구의 범위

본 연구는 우리나라 초중등 과학 실험활동 교육의 혁신을 목적으로 하므로 연구 범위는 초중등 학교 과학교육을 중심으로 한다. 특히 실험 중심 과학 탐구교육 혁신을 중심으로 하여, 실험 활동 중심의 과학교육 연구 지원 체제, 학교 실험교육 지도, 과학교사의 양성과 여건, 과학교육 행재정 및 정책, 사회문화적 분위기를 중심으로 논의한다.

구체적인 현황 분석과 개선 방안 제시는 초등학교, 중학교 및 고등학교 실험 중심 과학교육의 현황과 개선 방안 등 각각 대상별로 구분하여 논의한다.

3. 연구의 방법과 한계

1) 연구의 방법

첫째, 실태 분석

기존 실험교육 관련 정책 연구들과 실험교육 관련 과학교육연구 논문들을 분석하여 선행 연구의 성과와 의의를 고찰한다. 면담, 방문, 전화 등의 설문 조사와 인터넷을 통한 관련 기관과 활동을 탐색함으로써 현재 실험교육 관련 현황을 포괄적으로 조사한다. 또, 실험교육 현황 및 정책과 관련한 국외의 실태를 예시적으로 조사하여 우리나라의 현황과 비교

하며 개선안 도출에 참고한다.

둘째, 의견 수렴

교육대학 교수, 사범대학 교수, 이공계 대학 교수, 출연연구소 연구원 등 각계 전문가로 구성된 자문회의를 구성하여 정책 자문을 하는 한편, 학교 현장의 과학 교사, 학생, 교장 등 관련자들을 면담, 방문, 전화, 인터넷 설문 등 다양한 경로를 통해 현장의 의견을 수렴 반영한다.

셋째, 진흥 정책 방안 수립

현황 조사와 문제점 분석으로부터 개선 내용을 도출하고, 연구단의 브레인스토밍과 집중작업을 통해 대상별, 영역별 진흥 방안을 제안한다. 제안된 정책방안은 전문가단의 정책 자문과 교육인적자원부의 실무진 협의를 거쳐 진흥 정책 방안을 수립한다.

넷째, 여론 수렴

연구단과 자문위원 이외의 각 지역의 장학진, 학교 교장, 과학교사, 학생, 연구자 등 광범위한 관련자들을 대상으로 한 토론회 또는 공청회를 개최하여 제안된 진흥 정책 방안에 대한 토론 검증은 거치며, 구체적인 실행 방안을 확립한다.

2) 연구의 한계

본 연구는 국가적으로 중요하고 시급한 과제라는 점으로 인해 제한된 시간 안에 최소한의 인력으로 수행하게 되어 포괄적 실태 조사 분석, 국외의 사례 수집과 분석, 다양한 계층의 의견 수렴, 정책 제안에 대한 구체적인 검증 등을 충분히 하기에는 미흡한 점이 있다. 앞으로 장기적인 안목에서 이 연구를 바탕으로 각 방면에 대한 보다 집중적이고 포괄적인 분석과 정책 제안 및 검증 과정이 요청된다.

3) 연구의 의의

이와 같은 한계에도 불구하고 본 연구는 초중등 학생들의 과학계열 진로 이탈에 대한 보다 적극적인 국가적 대응책으로서 실험활동 중심 탐구교육의 강화로 학교 과학교육 현장에서 기초 과학교육 혁신의 실마리를 찾는 데 기여할 것으로 기대한다. 구체적인 정책 실현으로 인해 일반 교실에서 강의중심으로 이루어지던 기존의 과학교육이 실험활동 중심의 탐구활동으로 전환될 것이며, 이에 필요한 연구개발, 교사연수, 각종 교재 배포와 정보 전산망 체제 확립, 실험실과 기자재 및 소모품과 실험비 확보, 보조인력 배치 등 탐구활동의 기회가 획기적으로 개선될 것이다.

II. 학생의 참다운 과학 탐구 실험활동

과학 탐구활동을 통해 자연세계의 질서와 아름다움을 느끼고 아끼는 마음과 인내 및 성실을 바탕으로 한 합리적 태도의 현대적 덕망을 바탕으로 누구에게나 필요한 실증적 창의력 함양에 공헌하는 것이 청소년 과학교육의 지향이라 하겠다. 이 점에서 실험 활동 중심의 과학교육 활성화는 과학 탐구교육의 가장 중요한 부분이라고 할 수 있다.

본 장에서는 과학 탐구에서 실험의 의의와 과학교육적 가치 등을 논의하고, 실험 활동 중심의 과학 탐구교육 활성화를 위한 정책 방향과 수행 조건을 제시한다.

1. 과학적 탐구와 실험활동

과학은 자연 세계에 대해 알고 싶은 마음과 생활상의 필요로부터 손과 머리가 의미 있게 어울리는 창의적이고 실증적인 활동이며, 이론과 실험이 멋있게 조화를 이루는 사회 문화적 과정이다.

과학에서 탐구 및 실험 활동의 의미와 의의를 역사적 및 철학적으로 고찰하여 학교 과학교육에서 실험 활동 중심의 과학 탐구교육의 위상을 정립하고자 한다.

본 절의 주요 논저는 웰링턴의 저서 「Practical Work in School Science」(황성원 역, “과학실험실습교육-주장과 비판”, 2001)를 참고하였으며, 한국과학문화재단의 “전국 초중등학교 과학 실험교육 실태분석과 혁신정책 방안 연구”(과학문화진흥회, 2001)의 이론적 논의에서 일부를 발췌 요약함을 밝혀둔다.

1) 과학 탐구에서 실험 활동의 역사적 의의

지금은 ‘과학’과 ‘실험’이 뗄 수 없는 관계라는 것을 누구나 인정하지만, 실험이 중요한 위치를 차지하게 된 것은 과학의 역사에 비해 그리 길지 않다. 고대의 물리과학 분야에서 일반 사람들이 알지 못하는 전문 용어와 기법, 그리고 그 분야에 종사하는 전문가들만을 대상으로 하는 문헌들을 가지고 연구 전통을 형성한 분야는 천문학, 정역학, 광학이었으나 당시에는 이 세 분야가 다른 두 분야 즉, 수학 및 화성학과 밀접하게 연관되어 있었다. 고대에 있어서 이 다섯 분야는 모두 선형적이기 보다는 경험적이었지만, 이들이 후에 상당한 수준까지 발전하는 과정에서 정교한 관찰이나 실험은 별로 필요하지 않았다. 비교적 행하기 쉽고 정성적인 몇 가지 관찰, 예를 들면, 그림자, 거울, 지레, 별과 행성의 운동에 대한 관찰만으로도 상당한 이론을 이끌어낼 수 있었다. 즉, 수학을 포함한 고전 과학은 경험적이기는 했지만, 그들이 발달하는데 필요한 자료는 일상적인 관찰, 혹은 간소한 조작과 체

계화에 의해 얻어낼 수 있는 정도의 것이었다.

고대와 중세의 철학적 전통 내에서 이미 고도로 발달해온 운동의 문제는 일반적인 성질의 변화를 다루는 전통적인 철학의 문제에서 분리되어 그 자체로서 연구되는 독자적인 분야가 되었고 천문학, 정역학, 광학, 수학, 화성학, 운동학으로 이루어진 고전 과학은 르네상스 이래 계속해서 잘 짜여진 집합체를 이루어왔다. 자세히 살펴보면 고대와 중세의 전통 내에서 이루어진 많은 실험들은 사고실험(thought experiment)이었다. 사고실험은 이미 가지고 있는 일상 경험으로부터 그 결과를 예측할 수 있는 잠재적 실험상황을 머릿속에서 구성해보는 것이었다. 갈릴레오는 실험으로도 유명하지만 그보다는 중세의 사고실험의 전통을 아주 높은 차원으로 발전시킨 사람으로서 훨씬 더 주목할만하다. 고대에 행해졌던 실험들의 목적은 대개 다른 방법으로 이미 알려져 있는 결론을 증명하려는 의도로 행해졌거나, 당시에 존재하던 이론에 의해 제기된 문제들에 구체적인 해답을 주기 위해 행해졌다.

이러한 고대와 중세의 실험이 17세기를 거치면서 경험과 관찰을 강조하는 ‘베이컨주의’의 영향을 받아 질적으로 새로운 경험적 전통을 형성했다(Kuhn, 1977). 당시에 시작된 실험 운동이 실험의 역할과 지위에 대해 과거와 다른 특징을 가지고 있었다. 첫째, 길버트(Gilbert), 보일(Boyle), 후크(Hooke) 등과 같은 전문가들은 고대와 같이 이미 알려진 것을 증명하기 위해서나 존재하는 이론을 확장하는 데 필요한 세부 사항을 알아내기 위해 실험을 행하지는 않았다. 오히려 그들은 예전에는 관찰되지 않았던 상황, 때로는 존재하지 않았던 상황에서 자연이 어떻게 작용하는지를 알고 싶어했다. 둘째, 자연에 외적인 제약을 가해서 사람의 개입 없이는 있을 수 없는 조건 하에서 자연이 어떻게 작용하는지 보여주는 실험이 크게 강조되었다. 셋째, 1590년 이전에는 대부분의 과학 실험기구가 천문관측기구였던 반면, 이후 백년 동안에 망원경, 현미경, 온도계, 기압계, 공기펌프, 전하 측정기 및 수많은 새로운 실험기구들이 급속하게 도입되고 이용되었다. 베이컨주의는 고전과학 분야의 개념적 변혁에는 공헌한 바가 적었지만, 다른 많은 새로운 과학 분야들이 형성되게 해 주는 역할을 하였다. 전기에 대한 연구와 자기에 대한 연구가 그 예이며, 이 두 분야는 모두 강력하고 세련된 실험 도구들을 이용함으로써 그 이후의 발전이 가능했다.

정교한 예측을 얻어낼 수 있는 일관성 있는 이론 체계를 갖추는 것이 발전된 과학 분야의 표상이라면, 베이컨주의의 과학 분야들은 17세기 전체와 18세기 대부분을 통해서 미개발 상태에 머물러 있었다. 그러나 18세기에 이르러서는 이런 분야들에서의 실험이 보다 체계적이 되었고 점차로 특히 의미가 있다고 생각되는 몇 가지 현상으로 집중되었다. 이와 같은 이론들은 대체로 정성적이었다. 따라서 모호한 상태로 남아있었지만, 18세기 초에는 베이컨 과학 분야에서 볼 수 없었던 정밀도를 지닌 실험들을 대할 수 있게 되었다. 이러한 점점을 가능하게 해 준 이론적 발전은 18세기의 끝 무렵까지 계속되어 이것이 점차로 해당 분야의 중심이 되어가면서 베이컨 과학 분야들은 빠른 속도로 고대에 있어서의 고전과학 분야와 아주 비슷한 상태에 올라섰다.

맥스웰(Maxwell, 1871)은 실험을 두 가지로 구분하였는데, 하나는 ‘학생들이 물리 개념을 이해할 수 있도록 개념을 분명히 해주는’ 예시 실험(an experiment of illustration)이었

고, 다른 하나는 ‘어떤 양에 대해 수치적인 값을 얻음으로서 우리가 알고 있는 무언가를 측정’하는 연구 실험(an experiment of research)이었다. 당시에 연구를 위해 행하던 실험의 목적이 완성된 이론 체계로부터 유도된 값을 정밀하게 측정하는 것이었음을 알 수 있다. 이것은 물리학 연구에서 실험의 역할이 변화하고 있었음을 보여준다. 17세기의 실험이 수식화된 이론적 배경 없이 새로운 현상을 보이고 만들어내는 탐색적인 성격을 띄고 있었던 반면, 19세기의 실험은 그 영역의 이론이 급속히 수식화 되면서 이미 예측된 값을 보다 정밀히 측정하는 것과 같이 이론적 바탕 위에서 부족한 부분을 메꾸는 역할을 하고 있었던 것이다. 그러나 이것이 19세기 이후 현대 물리학의 모든 실험이 가설과 같은 이론적인 산물을 검증하는 것으로 제한되었음을 의미하는 것은 아니다.

2) 과학 탐구에서 실험 활동의 역할

과학 이론의 형성과정에서 실험이 하는 역할은 과학 지식의 형성 과정에 대한 과학철학적 관점에 따라 달라질 수 있다. 19세기에 과학 지식의 형성 과정에 대한 과학철학자들의 관점은 크게 두 가지로 나누어져 있었다. 하나는 관찰과 실험에 의해서 새로운 사실들을 발견한다는 소박한 귀납주의 입장이고, 다른 하나는 이론과 생각에 의해서 유도된 실험만이 의미가 있다는 연역주의 입장이었다.

귀납주의와 연역주의는 실험과 이론 중 어느 것이 우선인가에 대해, 즉 과학 이론 형성에서 실험의 역할이 무엇인가에 대해 서로 다른 전통을 형성한다. 그러나 이후 논리 실증주의에서 과학철학의 영역을 가설을 제안하는 ‘발견의 맥락’이 아니라 ‘정당화의 맥락’으로 한정지으면서, 실험은 가설을 검증하는 수단으로만 다루어지게 된다. 험펠(Hempel, 1966)은 정당화의 맥락에서 귀납적 방법의 한계를 지적하고 이를 가설-연역적인 방법으로 해석하였다. 그는 귀납법의 첫 단계인 사실을 관찰하고 기록하는 단계에서 어떤 자료가 수집되어야 하는지를 결정하기 위해서는 가설이 존재해야 하며, 자료의 분석 역시 가설에 근거할 수밖에 없다고 지적하였다. 가설-연역적인 방법에서는 가설을 평가하기 위해 과학적 가설로부터 예측할 수 있는 관찰 혹은 실험결과를 연역적으로 도출해 내고, 그것을 실제의 관찰 및 실험 결과들과 비교한다. 논리 실증주의자들에게 있어서 실험의 의미는 가설의 참과 거짓을 검증하기 위한 객관적인 자료를 제공하는 도구이다. 이것은 객관적 자료를 통한 가설의 논리적 검증에서 한 발 물러서서 경험적인 지지, 즉 입증(confirmation)을 주장했던 논리 경험주의에서도 마찬가지였다. 또한 논리 실증주의의 검증가능성에 반대하고 반증가능성을 새로운 기준으로 제시하였던 반증주의에서도 실험에 대해서는 근본적으로 같은 입장을 가지고 있었다.

그러나, 관찰과 실험을 통해 가설을 검증 혹은 반증할 수 있다는 주장은 몇 가지 다른 견해에 의해 논의될 수 있다. 첫째, 실험은 과학 이론을 충분히 결정하지 못한다는 주장이다(Duhem-Quine Thesis). 예측한 것과 일치하는 긍정적인 결과가 나왔다고 해서 이론이 참이라고 할 수 없고, 예측이란 검토하고 있는 이론에서만 아니라 그 이론 및 이를

뒷받침하는 배경이론으로부터 나오기 때문에 예측한대로 결과가 나오지 않았다고 해서 이론이 거짓이라고 할 수 없다는 점이다. 이러한 맥락에서 뒤엠은 물리학에서 결정적 실험이 존재할 수 없다고 주장하였다(Duhem, 1996). 결정적 실험을 부정하는 뒤엠의 주장은 이후 라카토슈(Lakatos)와 쿤(T. Kuhn)에게서도 찾아볼 수 있다.

둘째, 발견의 맥락에 주목하던 과학철학자들은 관찰의 이론의존성(theory-laden)을 들어 실증주의의 오류를 지적하면서 과학 지식 검증에서 실험 활동의 의의에 대한 다른 견해를 제기하였다. 헨슨(Hanson, 1965)에 따르면 관찰한다는 것 또는 본다는 것은 경험으로서 이는 단순히 사람의 안구와 사물의 상이 만난다는 것 이상의 즉, 관찰에 대한 해석이 포함된 활동이라고 보았다. 이것은 관찰자가 이미 소유하고 있는 지식, 개념 또는 이론 등에 좌우된다. 따라서 본다는 것은 대상이 되는 어떤 것을 독립적으로 보는 것이 아니라 그것과 관련된 맥락 전체를 보는 것이며, 그렇기 때문에 이론 의존적이라는 것이다.

셋째는 과학지식의 사회적 성격에 대한 논의로서, 실험 자료만으로는 과학 이론을 충분히 결정하지 못하며 사회적 이해관계가 실험 자료와 결합해서 이론을 “충분히” 결정한다는 “사회적 결정론”, 즉, 과학이 정치나 법률처럼 인간의 서로 다른 이해의 타협의 산물이라는 주장에서 실험 활동에 대한 고전적 의의를 비판할 수 있다. 특히, 연구자들이 집단적으로 연구를 수행하는 실험실 과학에서는 실험결과에 대한 과학자들의 합의가 중요하다고 보았다. 어떤 실험의 결과가 제대로 나온 것인지 여부를 알려면 실험을 반복해야 하는데 이 때 다시 한 실험이 성공적인지를 판단하게 해주는 기준은 일정치가 않으며, 실험의 성공은 실험 장치의 안정성 등에 대한 믿음에 의존하므로 서로 다른 이론을 믿고 서로 다른 장치를 쓰는 다른 실험집단간에는 반복된 실험의 성공에 대한 논쟁이 계속될 수밖에 없는 데, 이를 ‘실험자의 회귀(regress)’라고 불렀다. 실험자의 회귀가 해소되고 실험이 끝나는 것은 바로 이해관계에 의한 실험과학자간의 사회적 동맹 때문이라고 주장하면서 사회학적 결정론을 옹호하였다(이상원, 2000).

과학 탐구에서 실험 활동의 역할에 대한 논의는 정당화의 맥락에서, 즉 실험이 이론을 시험하는 역할을 한다는 맥락에서 제기되는 문제이나, 최근에는 발견적 맥락에서 실험의 역할, 즉 이론을 야기하는(theory-generating) 역할에 주목하는 경우도 있다. 이 주장에 따르면(Hacking, 1983), 어떤 이론에 앞서는 실험들이 과거에 많이 존재했고 이 실험들이 훗날 이론을 구성하게 하는 역할을 했다는 것이다. 또 실험의 중요한 기능이지만 그간 간과되어 왔던 것으로 ‘현상을 창조하는’ 역할을 언급하면서, 실험이란 도구를 고안하고 언제 작동하는지를 알아내는 관찰 이상의 것이라고 주장한다. 예를 들어, 뉴턴의 빛의 분산에 대한 연구, 후크와 뉴턴의 얇은 막 색깔에 대한 연구는 모두 이론에 앞선 것이었으며 뉴턴 링이라는 간섭현상으로 이어졌다. 그러나 이 현상들에 대한 최초의 정량적 설명은 백년 후인 1802년 토마스 영(Thomas Young)에 의해 비로소 이루어졌다.

과학 이론과 실험의 관계를 정당화의 맥락에서 바라보던 논리 실증주의에서 관찰과 실험은 단지 이론을 검증하기 위해 객관적인 자료를 얻는 수단이었다. 이론이 실험에 의해 검토될 수 없다는 주장, 관찰이 이론 의존적 성격을 가진다는 주장, 그리고 과학자들의 합

의를 중시하는 과학사회학의 주장이 제기된 이후에 실험을 통해 이론을 검증할 수 있다는 주장은 공격을 받아왔다. 그러나, 최근에 들어 일부 과학철학자들이 발견의 맥락에서 실험과 이론의 관계를 파악하려고 노력하면서, 실험이 나름의 독자적 성격을 지니고 있다는 주장이 제기되고 있다.

3) 학교 과학교육에서 실험 활동의 의의

과학자들의 연구를 대상으로 하는 과학철학의 논의를 과학교육 상황에 바로 적용할 수는 없겠지만 이를 간과할 수 없는 이유는, 학교 과학 실험이 과학학습을 도우면서 동시에 과학의 본성을 올바르게 반영하고 있어야 하기 때문이다. 실제로 과학 철학의 논의들은 학교 과학 교육과정에 영향을 주어왔다. 과학교육의 목적이 과학의 내용과 방법을 가르치는 것이라는 점을 고려하면 과학철학이 교육과정에 영향을 주는 것이 당연한 일이다. 그러나 1950년대 말 이후 과학철학이 비약적으로 발달했음에도 불구하고 과학교사나 과학교육과정 개발자들이 과학의 본성이나 방법론에 대한 논의를 잘 반영하지 못하고 있는 것도 사실이다(Hodson, 1986). 과학교육과정 및 교과서는 객관적인 자료를 수집하여 결과를 해석하면 과학 이론을 얻을 수 있는 것처럼 여전히 실험을 묘사하고 있고(Monk and Dillon, 2000), 교사들도 실험에 대한 현대의 논의를 뒤쫓지 못한 채 고전적인 수준에서 경험주의 사고에 머물러 있다. 이러한 상황에서 과학교육 연구자들과 교사들이 실험에 관한 과학철학적 논의를 이해하는 것은 과학 학습에 효과적이면서 동시에 과학의 본성을 왜곡하지 않는 학교 실험을 위해 중요하다.

실험이 어떠한 학습 목표를 성취하는데 도움을 줄 수 있는가를 중심으로 학교 과학교육에서 실험의 목적과 역할은 인지적, 정의적, 기능적, 과학본성 이해의 네 가지로 나누어 생각해 볼 수 있다.

가. 인지적 영역 관련 사항

실험이 과학 이론을 학습하는데 인지적으로 도움이 된다는 주장이 있다. 이러한 주장에 따르면, ‘실제적 활동(practical work)’이 과학에 대한 학생의 이해를 증진시키고 과학 법칙 및 이론을 시각화 할 수 있기 때문에 개념 발달을 증진시키는 것이다. 실험실습을 통해 이론을 예시하거나, 증명하거나, 확증할 수 있다’라고 요약할 수 있다(Wellington 1998). 이러한 주장들을 자세히 살펴보면 실험을 통해 학습자가 과학 개념을 구성해나갈 수 있다고 생각하는 이른바 ‘탐구 학습’ 혹은 ‘구성주의’ 주장과, 개념을 예시하는 역할을 강조하는 주장으로 나눌 수 있다.

‘발견학습’ 혹은 ‘탐구학습’에서는 학습자가 혼자 현상을 주의 깊게 탐색함으로써 과학적인 이해에 도달할 수 있다고 생각한다. 교사가 활동을 제시하고, 적절한 소재와 예시를 제시하면서 경험을 구체화하면, 실험의 결과로 무엇이 나와야 하는지를 말하지 않고도 학습

자를 안내할 수 있다는 것이다. 전문가의 권위를 강조하지 않으면서 아동들의 자연적인 호기심을 자극하여 자연스럽게 지식을 확장하게 한다는 점에서 매력적인 방법이 아닐 수 없다. 그러나 경험을 잘 구조화하고 배열한다면 과학 이론에 도달할 수 있다는 생각은 ‘소박한 경험주의’로서 비판받을 수 있다. 실제로 과학자들이 어떠한 과학적 결론에 도달하기 위해서는 오랫동안의 몰두와 특별한 통찰을 필요로 한다. 학교 실험에서 학생들에게 이러한 몰두와 통찰을 기대하기는 어렵다.

비록 학생이 실험을 통해 개념을 스스로 발견하는 것이 불가능하고 인식론적으로 타당하지 못하더라도, 실험에서 얻은 결과는 개념을 지지하는 증거로 사용된다고 생각할 수 있다. 실제로 많은 교사들은 교실에서 개념을 지도할 때 실험의 결과를 인용하면서 증거로 사용한다. 그러나, 학교 실험에서 이론과 일치하는 결과를 얻기란 매우 힘들다.

학교 실험이 개념 학습에서 하는 또 한가지 역할은 개념을 예시하는 것이다. 옴의 법칙 실험은 ‘전류’, ‘전압’, ‘저항’ 등에 대해 구체적인 지시물을 제공한다. 만일 한 번도 전기회로나 저항을 본 적이 없는 사람에게 옴의 법칙을 설명한다고 상상해보자. 당연히 실제 사물을 보여주면서 의사 소통하는 것이 훨씬 더 쉬울 것이다. 그러나 실험이 이론을 가르치는 데에 좋은 도구가 되지 못한다는 지적도 있다. 이론은 개념에 관한 것이지 사물에 관한 것이 아니고, 이론은 물리적으로 예시될 수 없는 추상적인 개념을 포함하고 있기 때문이라는 것이다(Wellington, 1998).

나. 정의적 영역 관련 사항

실험이 과학학습에 정의적으로 도움이 된다는 주장이 있다. ‘실제적 활동(practical work)은 동기를 부여하고, 흥미와 열정을 불러일으키고, 학습자가 기억하는 것을 돕는다’라고 요약할 수 있다(Wellington, 1998). 실제로 많은 교사들은 인지적 목적보다도 학생들의 흥미를 불러일으키는 것과 같은 정의적 목적으로 실험수업을 한다. 울노우는 탐구를 통해 학습되는 동기, 자신감과 같은 정의적 요소가 가장 높은 전이가능성을 지닌다고 주장하면서, 탐구가 학생들에게 만족스러운 경험이 되어야 함을 지적한 바 있다(Woolnough, 1991). OPENS 프로젝트에서는 개방적 탐구가 학생들의 흥미와 동기를 고무시키고, 소유 의식과 책임감을 길러준다 하였고(Jones et al., 1992), 티틀러(Tytler, 1992)는 호주 빅토리아주의 과학영재발굴대회에서 수상한 학생들을 면담한 한 뒤, 성공적인 결론을 이끌어내는 연구에서 학생의 지력보다 흥미와 동기가 중요한 요소임을 밝힌 바 있다. 국내에서는 윤혜경이 연속성, 실제성, 개방성을 특징으로 하는 확장적 과학 탐구가 정적 탐구 동기를 바람직한 방향으로 변화시켰다고 보고하였다(윤혜경, 2000).

그러나 실험이 모든 학생들에게 정의적으로 긍정적 영향을 주는 것은 아니다 (김재우, 2000). 어떤 학생들은 실험실습 때문에 흥미를 잃는다. 특히 실험이 잘 안되고 이를 행하는 목적을 알 수 없을 때 더욱 그러하다. 정의적 요인이 개념 학습 및 실험 수행에서 중요한 역할을 함에도 불구하고 중요하게 다루어지지 않았고, 과학 실험과 정의적 요인 사이의

관계는 아직도 밝혀지지 않은 부분이 많다.

다. 기능 관련 사항

실험이 과정 기능(process skill)을 학습하는데 중요한 역할을 한다는 주장이 있다. '실제적 활동(practical work)이 조작적이거나 수공적 기능을 길러줄 뿐만 아니라 좀더 높은 수준의 전이가능한 기능, 즉 관찰, 측정, 예상, 추리와 같은 기능의 발달을 장려한다. 전이가능한 기능들이 장래의 과학자들에게 가치 있을 뿐 아니라, 일반인들에게도 유용하고 직업적 가치를 지닌다는 것이다.

이러한 주장들은 타당한 면도 있겠지만 한편으로는 과학에서 배우는 기능들이 일반적이고 전이가능 하거나 직업적인 가치를 가진다는 증거는 거의 없다는 점, 실험 활동을 면밀히 관찰하고 분석해보면 소집단 내에서 힘있는 학생들이 약한 학생들을 지배하거나 경쟁적인 분위기, 역할 편중 등 실제 실험 활동에서 부정적인 요소들도 있다는 점, 어떤 영역으로든 쉽게 전이될 수 있는 과학적 방법이란 존재하지 않는다는 점 등으로 인해 비판의 주장도 있다(Wellington, 1998).

라. 과학의 본성 관련 사항

많은 연구자들은 과학교육이 학생들에게 과학의 본성을 가르쳐야 한다는 데에 동의한다. 과학 활동에 대해 아는 것이 과학적 소양의 일부이고, 또한 과학이 포함된 민주주의 사회의 시민으로서 자질을 갖추는 데에 필요하다는 것이다(Wellington, 1998). 실험 활동이 과학의 본성 학습에 도움이 된다는 주장에서는 과학의 목적은 무엇이고 과학은 어떤 질문을 제기하는가, 과학 지식이 어떻게 형성되고 이들은 자연현상과 어떻게 관련이 있는가, 과학자들의 활동인 탐구는 어떤 특성을 가지는가, 과학자들의 활동은 보다 넓은 사회적 활동과 어떻게 연관지어지는가, 과학자들은 어떻게 상호작용하면서 연구하는가 등과 같은 문제가 실험을 통해 지도될 수 있다고 생각한다(Leach, 1998).

과학의 본성은 과학철학적 입장과 개별 학문마다 다른 배경과 이론을 가지고 있어서 한 가지로 정의하기 어렵기 때문에 지도에 어려움이 있다. 실제로 과학 본성을 지도하려고 할 때는 단일한 한가지로 정의하고 이를 확일적으로 적용하는 것은 문제가 될 수 있고, 학교에서 행하는 실험에 대한 통념들로 인해 과학의 본성 지도에 장애가 되기도 한다. 그럼에도 불구하고 과학의 실천적인 측면을 반영하고 있는 실험은 학생들이 과학의 본성에 대한 이해를 형성하는데 영향을 줄 수 있다.

4) 실험중심 과학 탐구교육에서 '실험활동'의 규정

과학교육에서 실험의 중요성은 앞서 논의에서와 같이 역사적으로나 철학적으로도 강조

되었으며, 교육 현장에서도 과학교육의 필수적인 활동으로 인정받아 왔다. 그러나, 실험, 실험실습, 실험실 활동, 실제적 활동, 탐구활동 등과 같이 다양한 용어와 개념들이 서로 의미가 중첩되거나 다른 면을 강조하여 사용되고 있으며 이에 대한 엄밀한 학문적인 정의와 구분은 별로 없이 혼용하여 사용되고 있다.

전통적으로 ‘실험(experiment)’은 실험에 대한 과학철학적 정의에 가까운 뜻으로 쓰여왔다. 실험을 ‘가설이나 이론, 혹은 이론부터 도출된 특정한 예측을 검사할 목적으로 행해지는 계획된 간섭이나 구조화된 관찰’이라고 정의하거나(Millar, 1989), ‘대안 가설을 제거할 수 있는지 확인하기 위해 변인을 체계적으로 변화시키거나 통제하는 것’으로 정의하기도 한다. 그러나 이 정의는 다분히 논리 실증주의 측면에서 이론을 시험하는 실험의 역할만을 강조하고 있을 뿐 이론을 야기하는 실험의 특성은 반영하고 있지 않다. 따라서 이것을 ‘좁은 의미의 실험’이라고 할 수 있을 것이다. 반면 ‘넓은 의미의 실험’은 이론의 시험 뿐 아니라 ‘현상을 탐색하고 창조하는’ 이론 야기적 성격이 포함된 것이다.

전통적인 실험의 의미보다 좀더 포괄적인 활동을 지칭하는 용어로 ‘실제적인 활동(practical work)’과 ‘실험실 활동(laboratory work)’이 있다. ‘실제적인 활동’은 수업의 어느 시점에서 학생들이 실물 재료를 직접 손으로 만지거나 관찰하는 것을 포함하는 모든 종류의 과학 학습 활동을 일컫는다(Millar et al., 1999). 매우 포괄적인 용어로 대개 장소의 제약이 없고, 교사의 시범을 관찰하는 것도 포함되며, 실제 사물이 아닌 비디오 자료나 전산 시뮬을 활용하는 것도 포함된다.

‘실험실 활동(laboratory work, 혹은 labwork)’ 역시 다양한 종류의 활동을 모두 포함하며, ‘의도적으로 고안된 환경에서 이루어지는 실천적인 활동으로, 학생들은 계획된 학습 경험에 몰두하고, 현상을 관찰하고 이해하기 위해 사물과 상호작용 한다’라고 정의하기도 한다. 실험실습을 포함하는 이 두 가지 용어는 상당히 포괄적이기 때문에 앞서 이야기한 실험보다 넓은 의미이며, 실험은 특별한 실제 실천활동이라 할 수 있다.

좁은 의미의 실험과 달리 탐구(investigation, inquiry, enquiry)는 문제 해결의 전 과정을 지칭한다. 본래 과학적 탐구라는 말은 과학자들의 연구 활동 전반을 일컫는 것으로 반드시 실물을 다루는 활동이 포함되어야 하는 것은 아니다. 그러나 과학교육의 상황에서 탐구라는 용어를 사용할 때에는 대개 실제적 활동을 포함한다. ‘탐구는 학생들에게 다양한 정도의 자율성을 허용하면서 해가 명확하지 않은 문제를 다루는 문제해결의 한 형태’라는 정의에는 개방적 활동의 중요성을 강조하는 관점이 내포되어있다. 한편 미국과학교육표준에서는 ‘탐구(inquiry)’를 ‘과학자들이 자연세계를 연구하여 자신의 연구로부터 얻은 증거에 기초하여 설명을 제안하는 다양한 방식, 또한 과학적 개념 및 과학자들의 연구 방식에 대한 학생들의 이해를 발달시키는 활동’으로 지칭한다(National Research Council, 1996). 즉 탐구라는 용어는 과학자들의 연구 활동 및 학생들의 과학 학습 활동을 총칭하는 뜻으로 쓰이기도 하고, 구체적으로는 문제의 설정부터 해결에 이르는 문제 해결의 전 과정을 일컫기도 한다. 이러한 의미의 탐구는 ‘넓은 의미의 실험’과 유사하다고 볼 수 있는데, 왜냐하면 ‘현상을 탐색하고 창조하는 과정’은 문제 해결의 맥락 속에 존재할 수밖에 없기 때문이다.

본 연구에서 실험, 실험실습, 실제적 활동, 실험실 활동, 탐구 활동 등의 개념을 포함하여 “실험활동”이라는 용어를 사용한다. 즉, 과학교육에 있어서 “실제 체험 활동”에 해당되는 것으로 사용하며 탐구적인 다음 활동을 포함하는 것으로 규정한다.

- 몸 놀이나 완구 놀이하며 생각해보기, 간단한 물건으로 해보거나 모형 조작하며 궁리, 간단히 만들어 해보고 따져보기, 설계해서 만들어 실험하기
- 확인 실험실 실험, 발견 실험실 실험, 실험실에서 무지개 재현 실험
- 지질답사, 해양실습, 천체관측, 식물채집, 탐조활동, 오염조사
과학관 탐구, 박물관 방문, 유적지 탐방, 연구소 견학, 산업체 방문
- 정보전산 놀이, 전산 실험, 전산 탐방
과학 실험활동 시연, 공연, 경연 활동 등

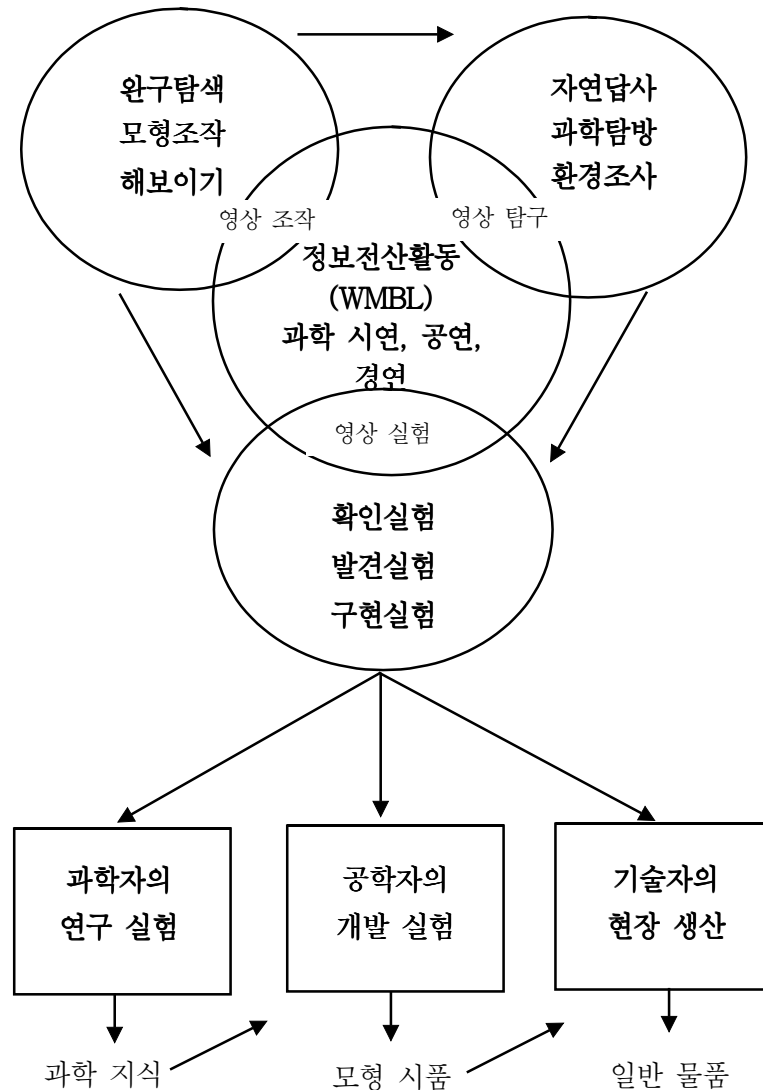


그림 II-1. 실험활동의 범주와 영향 계열 (과학문화진흥회, 2001)

2. 실험활동 중심의 과학 탐구교육의 가치

1) 바람직한 실험 교육의 신념

과학을 한다고 하면서 교실에서 이론만 강의하며 공부한다면, 또는 무조건 실험과 관찰과 같은 활동만 한다면 그것은 과학의 참모습이 아니다. 과학의 발달하는 모습은 이론의 발전과 실험의 진전이 서로 상보적으로 도와주면서 발전되고 있다. 진정한 과학 탐구는 이론과 실험이 서로 의미있게 어울리는 활동이다.

과학 탐구는 혼자서 문제를 해결하는 활동만이 아니다. 여러 사람이 함께 어울려 서로의 생각을 드러내고 서로의 탐구 결과를 발표하고 비판하면서 함께 탐구해 나가는 사회적 활동이다. 한편으로 과학은 언제 어디서나 최선을 다해 검증가능하고 객관적이며 합리적인 것을 추구함으로써 인해 시대와 문화를 초월한 진리를 지향한다. 그러나 실제로 과학을 가르치고 배우는 과정이나 과학을 탐구하는 것은 그가 속한 지역과 사회 환경 그리고 문화적 배경에서 이루어지는 활동이다. 과학은 일반적인 보편성을 지향하지만, 과학교육은 사회문화적 지역성을 바탕으로 구현된다. 따라서 과학 탐구는 개인적으로는 손과 머리가 함께 어울리는 창의적이고 실증적인 활동이며, 사회적으로는 여럿이 함께 문화 속에서 구현되는 사회문화적 과정이다. 과학 탐구는 창의적이고 실증적인 인간이 알고 싶은 마음으로부터 발현되며 손과 머리가 함께 의미 있게 어울리는 사회문화적 과정이라고 하겠다.

바람직한 실험교육이 필요하다는 것은 그것이 바람직한 과학탐구의 이와 같이 결정적인 요소이기 때문이다. 특히 상상력이 풍부한 청소년의 과학 실험은 자연 속의 경험과 체계적 이론을 관련 지우도록 돕기 위해 의도적으로 고안된 환경에서 물질 세계를 조작하는 활동이다.

2) 바람직한 탐구 실험활동의 개인적 가치

탐구 실험을 통한 초·중등 과학교육은 학생들로 하여금 “기쁘게 실천하는 지성”을 갖추게 함으로써, 인간 발달에 공헌하는 것으로 자아실현의 주요 기능이요 사회 발전의 원동력이라 하겠다. 과학 실험 교육의 가치를 좀더 항목화 해 보면 다음과 같다.

첫째, 자연의 이해와 탐구의 기쁨

자연 속에서 물질 생활과 정신 생활을 하며 살아가는 인간이 자연의 사물과 현상을 알고 싶어하고 적절히 사용하려는 것은 자연스러운 일이다. 정지한 팽이는 세우기 어려운데 빠르게 돌아가는 것은 꼬덕거리면서도 왜 잘 안 쓰러지는가, 어떻게 해서 고양이는 고양이 같은 새끼를 낳으며 그 새끼는 이것저것 먹고 큰 고양이로 자라나는가, 고운 무지개가 이

중으로 생기는 까닭은 무엇인가, 밤하늘에 반짝이는 별들은 몇 개나 있는가, 우주는 끝이 있는가, 어떻게 이런 것들을 알 수 있는가 등 주변의 사물과 현상에 대해 잘 안내된 탐구 실험활동의 과학 학습은 알고 싶어하는 어린이에게 자연을 이해하는 지적 흥미를 줄 수 있다.

둘째, 지력의 향상과 증거의 존중

자연에 대해 알고 싶어할 뿐만 아니라, 꼼꼼이 생각해 보며 남과 따져도 보고 책을 읽어보며 다시 관찰하고 실험을 하여 증거를 찾고 자료를 분석하는 활동은 아동의 지력을 향상시키고 증거를 존중하며 그 뜻을 찾도록 한다. 인간이 자연을 이해하고 사용한 것은 우리의 완력이 강하여 된 것이 아니라 지력의 힘으로 오늘의 문화를 창출한 것임을 상기할 때, 탐구 실험을 통한 지력의 향상은 인류 문화의 원천적 재산이라 하겠다. 과학 이외에도 많은 학문과 활동 분야에서 지적 활동을 하지만 과학 활동은 지적 활동과 실증적 활동을 어울려 하는 특징으로 어느 분야보다 실질적이면서도 이론적인 성격을 띠므로 인류 문화에 강하게 부각되었다.

셋째, 창의적인 인내심의 함양

과학 실험 활동은 예술가에 못지 않게 창의적이어야 하고 기술자에 못지 않게 기계 장치를 다뤄야 하며 철학자에 못지 않게 따져야 하고 수학자에 못지 않게 계산을 해야 하지만 그에 한정되지 않고 실제, 실험, 증거, 자료와 어울려야 하기 때문에 그 만큼 더 오랜 시간 많은 어려움을 극복하는 인내심이 필요하다. 생물학자들은 인내심이 필요한 들판의 농부와 같이 밭이나 실험실에서 식물을 키우는 일도 하지만 항상 엄밀한 통제와 지속적인 관찰, 기록, 데이터 분석 등 많은 시간과 에너지를 실험 활동에 쏟아야 된다. 이와 같이 실험을 하는 과학자나 과학 실험을 하는 학생들은 지적 지구력이 있어야 하고 육체적으로 강인해야 한다. 과학 실험 교육은 어린이의 정신적, 육체적 그리고 도덕적 인내력까지 향상될 것으로 기대한다.

이와 같이 자연의 세계를 대상으로 하는 청소년의 탐구적 실험활동은 우주에는 질서가 있다는 신념을 갖게 하는 것을 바탕으로 자연의 아름다움을 느끼고 아끼는 마음을 기르게 한다. 또한 탐구적 실험 활동은 청소년의 실증적인 창의력을 함양하도록 함으로써 개인의 성장과 그 결과로 다음과 같이 민주 사회에 공헌하게 한다.

3) 바람직한 탐구 실험활동의 사회문화적 공헌

초·중등 과학교육은 원천적으로 학생 개개인의 성장과 자아 실현을 목표로 하고 그 목표 달성에 가치가 있다고 하겠다. 그러나, 이러한 목표의 달성은 결과적으로 개인의 생활로부터 국가 사회에 의미있게 공헌할 것이 기대되며 요청된다고 하겠다. 현재 한국 사회에 있어서 여러 가지 문제가 제기 되고 있는데, 그 중에서 특히 과학 실험 교육과 관련하여 원천적으로 해결될 수 있는 문제들이 다음 사항이라 생각된다.

첫째, 노작 천시 사상과 성급한 황재 추구의 단절

우리의 전통 속에 너무나 깊이 박혀 있는 노작 천시의 사상은 실험 교육, 기술교육, 실과 교육뿐 아니라 국어, 사회 등 모든 과목 교육과 특별 활동을 통해 철저히 청산해야 할 과제이다. 노작 천시 사상은 실업 고등학교의 실태와 관련되며, 근래에 이르러 기능공은 부족하고 서비스업에 많은 사람이 몰리는 추세도 이와 무관하지 않을 것이다. 성급하게 황재를 추구하는 것이 많은 경우 비합리적인 태도와 노작 천시로부터 비롯되는 허망한 욕심으로 말미암은 경우가 많다. 철저한 실험 중심의 과학 탐구교육이 초·중등 학교에서 잘 수행된다면 참을성 없는 청소년, 지적 지구력 없는 대학생, 무모한 서구 모방, 정당한 노동보다 많은 대우를 바라는 근로자, 일확천금으로 돈벌겠다는 기업가, 무모한 정책 입안자가 줄어들 것이다. 철저한 과학 실험교육은 전통 속에 뿌리깊은 노작 천시 사상과 근래의 3D 기피 풍조를 불식하여 인력구조의 불균형을 바로 잡을 것이다. 한편, 실제로는 탐구적인 노력을 하지 않고 게으르면서 욕심으로 비롯되는 투기 등 성급한 황재의 추구를 단절시키고 인내와 성실을 바탕으로 하는 현대적 의미로서의 합리적으로 실천하는 덕망을 갖추게 할 것이다.

둘째, 근거 없는 주장과 비합리적 행동의 타도

계속해서 쏟아지는 대중매체와 인터넷망의 혼란한 정보 속에 얼마나 불확실한 정보와 근거없는 주장이 많으며 퀘변과 독선의 소리가 높은가? 지성적 대화의 빈곤, 점점 심각해지는 교통의 혼잡, 아직도 여전한 비위생적 공중변소, 각종 미신 행위, 무모한 모략 등등의 사회적 문제들은 물론 전 국민의 도덕심과도 관련 있지만 무엇보다도 참다운 과학 소양의 부족과 깊은 관계가 있다고 하겠다. 실험과 이론을 조화롭게 관련 지우는 과학 탐구 활동은 혼란한 대중매체의 불확실한 정보와 근거 없는 주장에 현혹되지 않고 증거를 바탕으로 합리적으로 가치판단하고 의사결정하게 함으로써 퀘변과 독선을 타파할 것이다. 이로 말미암아 무질서한 교통, 비위생적 공중 도덕, 각종 미신 행위, 무모한 모략의 근절을 도모하게 한다. 그러하기에 바람직하게 실험을 하는 과학학습은 더욱 절실한 국가 사회적 과제요 역사적 과업이라 하지 않을 수 없다.

셋째, 생명의 존중과 자연 환경의 보호

불행한 일이지만 근래에 이르러 생명을 경시하고 어떤 명목으로든 자연을 훼손하는 일이 많아졌으며 물질과 에너지를 낭비하는 풍조와 오염을 증가시키는 일들이 만연되고 있다. 만일 우리 국민이 바람직한 탐구 실험을 통해서 과학학습을 철저히 했다면, 그리하여 자연의 생태계에 대한 이해가 깊고 엔트로피의 증가가 무엇을 뜻하는지 인식하며 생체에 미치는 오염의 영향이 어떤지 실험해 보았다면 지금과 같이 이렇게 무모한 자연 생태계 파괴를 자행하거나 방치하지 않았을 것이다. 바람직한 과학 실험 활동은 인간생명의 경시 풍조와 자연 생태계의 파괴, 그리고 과학기술의 오용을 배경으로 한 인류 몰살의 전쟁을 막고, 물질과 에너지 소비를 줄이며, 오염과 엔트로피 증가를 둔화시키는데 원천적으로 공헌할 것이다. 이제부터 우리 모두가 쾌적한 환경 속에 적절한 물질 생활과 품위있는 정신 생활을 영위하기 위해서는 무엇보다도 공중도덕심을 바탕으로 한 인간교육 속에 바람직한 학교 내외의 과학활동과 연계적인 철저한 과학적 실험교육이 중요하다. 결국, 바람직한 환경교육은 바람직한 과학 실험교육의 바탕에서 가능하다.

넷째, 이론과 실험 실력이 출중한 잠재적 과학기술 인력의 양과 질 고양

초중등 과학 실험 교육의 잘못은 과학의 참모습을 굴절시켜, 과학 기술계로의 진로 교육에 지장을 주어 잠재적 과학기술 인력 양성을 위한 전문 과학 교육을 어렵게 하고 비효과적으로 이끌게 하고 있다. 이와 같은 현상은 과학기술이 곧 국가의 생존과 부강을 위한 가장 중요한 자원인 현대 사회에서 심각한 문제가 아닐 수 없다. 따라서, 초중등 과학 실험 교육은 고급 과학기술 인력의 양적인 확보는 물론 질적 수준을 좌우하여 한국 과학 기술계와 산업 경제계에 큰 영향을 끼칠 것이므로 절실한 시대적 과업이다. 특히 고급 과학기술 인력의 양성을 목적으로 하는 경우에는 무엇보다도 참다운 실험교육을 중시해야 할 것이다.

여러 어려움을 지닌 한국 사회의 문제는 각 가지 요인에 의한 것으로 많은 사람에 의해 다각적으로 연구되고 상당한 시간을 노력해야 개선되고 발전할 것이다. 그 중에 분명히 그리고 하나의 핵심 과제로서 바람직한 과학 실험활동 교육은 중요한 역할이 요청되며 기대된다. 합리적인 생활인, 과학응용력 있는 직장인, 특히 인내심 있는 기술자, 창의력 있는 과학자를 현재 한국 사회가 절실히 필요로 하는 국민상의 모습이라고 하면 "기쁘게 실천하는 지성"을 갖추게 하는 과학 실험활동 교육은 참으로 가치 있는 역사적 과업이다.

3. 정책 방향과 수행 조건

1) 학교 과학교육 진흥의 기본 입장과 방침

학교 과학교육 진흥의 기본 입장은 초중고대학 기초 과학교육에 있어서 참다운 “**실험활동 중심 탐구교육의 강화**”로 기초 과학교육 혁신의 실마리를 찾는 것이다. 바람직한 실험 활동은 이론과 멋지게 어울려야 됴므로, 쉽지는 않지만 해볼만하며 의미있는 활동으로 여겨지게 해야 하고 몰두하여 창의력을 발휘하도록 지도해야 한다.

그러나 시행에 있어서 교재 없이 학습할 수 없으며, 좋은 교사 없이 학교교육이 바람직하게 되지 않고, 연구 없이 급히 마련한 단기 조치나 부분적인 지원은 효과가 적거나 보람이 없을 것이다. 따라서, 필요한 자료와 자연을 대면하여 학습을 하며, 필요한 교재와 교사 등을 갖추고 학교현장에서 실천하고, 그것을 위해 국가적인 대책 방안을 강구하고 순리적인 조치를 강구한 다음, 점검 평가할 것이 절실하게 요청된다.

실험 중심의 과학 탐구교육 활성화를 위한 정책 방안 수립과 실천에 있어서 학교 실험 교육과 실시 조건 및 국가적 정책과 행재정 지원에 대해서 다음과 같은 ‘원리’를 적용하여 실시하는 것이 중요하다.

- 실험활동 교육에 있어서 학습조건외 범주에 대한 “**목걸이 원리**”,
- 학교현장 실시조건외 범주에 대한 “**유효숫자 원리**”
- 국가적 실험활동 교육 정책조건외 범주에 대한 “**순위효과 원리**”

다음 각 절에서는 이상의 논의를 중심으로 실험 활동 중심의 과학 탐구교육 활성화를 위한 시행 조건들을 부연한다.

2) 학생의 실험활동 중심 과학탐구 학습조건과 목걸이 원리

학습조건외 범주로는 다음을 지적할 수 있다.

- 첫째, 실험활동 주체 - 동기와 기초학력 등
- 둘째, 실험활동 대상 - 자연 현상과 사물, 인위 구조물과 장치, 또는 기자재 등
- 셋째, 실험활동 공간 - 개인방, 교실, **과학실**, 강당, 마당, 산 또는 바다 등
- 네째, 실험활동 시간 - 자유시간, **과학시간**, 특활시간, 또는 재량시간 등
- 다섯째, 실험활동 지도 - 부모, **과학교사**, 과학자, 교재, 또는 정보전산체제 등

다섯 가지 조건 중 한가지 조건만이라도 충족되지 못하면 실험활동 중심의 탐구학습이 되기 어렵다.

(목걸이 원리)

“진주 10개 중 9개를 잘 꿰어도 한 개만 못 꿰면, 또는 한군데만 끊어져도 목에 걸 수 없다.”

실험활동 학습의 다섯 조건 중 한가지 조건이라도 충족되지 못하면 실험활동 중심의 탐구학습이 이루어지기 어렵다. 예를 들어 ‘전구에 불 켜기 회로 학습’의 조건을 들어 보면, 비싼 전지와 전구를 사준다해도(90% 지원) 싼 도선을 사주지 않으면(10% 부족), 그리고 안내서가 없으면 무슨 과학 공부가 어떻게 될 것인가?

간혹 일부에서는 실험 기구가 90% 갖춰지면 90%의 실험 활동이 행해지는 것으로 착각하는 경우도 있다. 그러나 과연 그것이 가능한가? 극단의 경우는 90%가 갖춰져도 10%가 부족하여 실험활동이 전혀 안 될 수 있다. 따라서 실험활동의 학습조건에 대한 ‘목걸이 원리’의 적용은 절실하다.

3) 학교별 실험활동 중심 과학탐구 지도의 실시조건과 유효숫자 원리

학교별 실험 활동 중심의 과학 탐구 지도의 실시조건은 다음과 같이 아홉가지 범주를 지적할 수 있다.

첫째, 실험활동 지도교사 - **신념**, 실력, 태도, 여건 등

둘째, 학교계획 속 실험활동 - 교육과정, 학교운영방침 등에 **과제와 시간 배정**

셋째, 실험활동 평가 - 구체적 방법과 도구, 성적과 입시에 **반영 비율** 상향조절 등

넷째, 실험활동 교재 - 교과서, **실험안내서**, 탐독서, 정보전산체제 등

다섯째, 실험활동 기자재 - 공구, **측정기기**(MBL 기구 포함), 소모품

여섯째, 실험활동 공간 - 교실, **실험실**, 공작실, 강당, 마당 또는 산과 들 등

일곱째, 실험활동 조교 - 수, 수준, 대우, **신분** 등

여덟째, 실험활동 예산 - 교재/기자재/소모품 **구입비와 수선비** 등

아홉째, 실험활동 안전 - 보험, 편안, 운영편이, 학부모/행정담당자 **이해**

(유효숫자 원리)

“유효숫자가 서로 다른 여러 측정값의 연산 결과는 가장 낮은 유효숫자를 넘을 수 없다.”

예를 들어 중학교 실험활동 중심의 과학 탐구 지도의 실시 조건은 다음 아홉가지 조건들을 만족시켜야 한다.

1. 중학교 과학 교사의 사기 진작과 실력
2. 중학교 실험실 전임 조교 확보
3. 중학생의 실험활동, 기구, 공간, 시간 확보
4. 중학생 실험 활동 교육과정과 학교 계획서에 명시
5. 중학교 과학 성적과 고교 입시에 실험 활동 평가 일정비율로 포함
6. 중학생 실험 활동에 적합한 교재와 정보전산 체제 확립
7. 중학생 과학 공부는 항상 안전하고 안락하게 할 수 있게 조치
8. 중학교 실험비 확보 및 실험 보험 제도 제정
9. 중학교 실험 기자재 등의 구입, 보관, 사용, 감사에 편이 체제 확보 등

상기 조건 중 어느 한가지라도 미흡하면 다른 조건들이 만족스럽다 할지라도 전체 결과는 미흡하게 나타날 것이다. 따라서 학교 실험 지도의 유효숫자 원리 적용이 절실하다.

4) 실험 활동 교육의 국가 정책 조건과 순위효과 원리

실험 활동 중심의 국가적 과학교육 진흥의 정책조건은 다음과 같이 여섯 범주를 지적할 수 있다.

- 첫째, 과학실험교육 연구개발 - 체제 확립 및 적극 운영
- 둘째, 과학교육인력의 실험교육 능력과 여건 - 양성과 연수 및 근무 조건 향상
- 셋째, 학교 교육과정과 평가 속 실험활동 - 과학교육, 특히 실험활동 위상 제고
- 넷째, 실험교육 정책과 행재정 및 장학 - 체제 강화
- 다섯째, 실험교육의 학교 조건 충족(유효숫자 원리 만족할 것)
- 여섯째, 가정과 사회의 과학실험 및 실험교육 환경 - 풍토 조성

(순위효과 원리)

“실험활동 교육의 진흥을 위한 중요 조치에 있어서 우선 순위를 고려하지 않고 수행하는 행정은 비효과적이다. 학교 실험실에 대한 연구 없이 보통 교실과 같이 짓고 후에 개축하는 것은 바람직하지 않다.”

즉, 실험활동 중심의 과학 탐구교육 활성화를 위한 국가의 진흥 정책은 다음과 같은 범주의 연계 조건의 순위효과를 고려하고 우선 순위를 정하여 추진해야 할 것이다.

1. 실험활동 중심의 과학 탐구교육 연구 개발 체제 확립
연구기관 지정과 지원 등
2. 실험지도 교사 양성 교육과 연수 체제 확립
교육대학과 사범대학 실험교육 강화와 현직교사 실험 연수 등
3. 교육과정과 입시제도에 실험활동의 위상 강화
교육과정과 평가에 실험활동 내용과 시간 배정 및 비율 명시 등
4. 실험활동 교육을 위한 정책과 행재정 체제 확립
실험활동을 위한 입법 제도, 정책 수립, 행정 체제 확립 등
5. 실험활동을 위한 학교조건 충족(유효숫자 원리 만족할 것)
실험활동의 학습조건(목걸이 원리 만족할 것), 교사사기, 안전조치, 등
6. 실험활동 교육을 위한 가정과 사회의 풍토 조성
방과후와 방학 중 학교 밖 과학 실험활동 기회 확대
거국적 캠페인과 과학교육 봉사 및 지원 분위기 조성 등

Ⅲ. 학교별 과학 실험활동 교육 현황 분석과 개선 과제

1. 초등학교

1) 지향 목표

초등학교에서의 과학교육은 실험활동 중심의 과학 탐구교육 중심으로 이루어져 학생들의 과학에 대한 흥미와 선호도를 높이고, 과학 탐구활동을 통해 자연세계의 질서와 아름다움을 느끼며 아끼는 마음과 인내 및 성실을 바탕으로 한 합리적 태도를 갖추어 누구에게나 필요한 실증적 창의력을 함양하는 것을 목표로 한다. 또한, 탐구력을 향상시켜 자신의 생활주변의 문제들을 탐구를 통하여 답을 찾으려는 태도와 능력을 기름으로써 장래 민주 시민으로서의 과학소양을 기르고, 이를 바탕으로 우수한 학생들은 과학관련 진로를 적극적으로 탐색하여 올바른 정보와 판단으로 과학진로를 개척해 나갈 수 있도록 함으로써, 우수 과학인력의 양과 질 확보가 가능하도록, 초등학교 과학교육을 실험활동 중심의 탐구 과학 교육으로 질적 개선을 이루어야 한다.

2) 국내외의 현황과 문제점

초등교사들은 실험을 통한 과학교육의 중요성을 인식하고 있으면서도 현실 여건들로 인하여 교실 강의 중심의 과학교육을 실시하게 되는데, 그 주요 이유는 다음과 같다.

가. 실험수업 지도의 어려움 및 전문 연구 지원의 부족

실험 수업 지도의 어려움: 교육대학에서 과학 심화 과정을 선택하지 않은 대다수의 교사들이 자연과학의 이해 정도의 강좌를 이수하고 교사 본인들이 해보지 않은 과학 탐구 실험을 지도하고 연간 과학 탐구 실험교육 계획을 세우고 실행하고 있다. 또한 매년 담당학년이 변경되고 이와 더불어 교육과정도 변하기 때문에, 심한 경우 교직 생활동안 한번만 지도하게 되는 내용도 많다. 그 한번의 지도를 위해 교재연구를 충실히 하는 것은 어려우므로, 상세하고 다양한 교수 학습 자료 및 교사용 자료가 요구된다.

교수 학습 자료/보조 자료의 부족: 조잡한 실험을 피하기 위한 과학실험 자료나 보조 자료에 대한 지원과 정보제공도 필요하다.

교사용 자료의 필요성: 과학실험수업이 제대로 이루어지기 위해서는 교사의 지식과 탐구 능력이 필요하나 이에 대한 지원이 제대로 이루어지지 않고 있다. 따라서 교사용 지도서 등 교사용 자료에 심도있는 해설과 이론적 배경이 요구된다.

나. 과학전담인력인 과학전담교사와 조교의 수적 부족 및 전문성 부족

과학 전담 인력의 부족: 현재 한 학교의 과학교과 전담교사 1명, 혹은 자료실 조교 1명이 4개 학년, 30여개 학급의 과학 수업을 준비하고 진행하고 있다. 학교에 따라서, 과학조교가 없거나 과학전담교사가 없는 경우도 많다. 앞 항목에서 지적하였듯이 4개 학년에서 다루는 주제와 소재를 소화하기에는 과학전담교사의 수가 부족하다. 또한 초등학교의 특성상 많은 종류의 준비물과 잔손이 요구되며, 이를 담임교사가 모두 담당하기에는 업무가 과중하다.

과학 전담 인력의 전문성 부족: 초등학교의 과학 실험 교육에서는 과학 부장의 역할이 결정적이다. 그러나 과학부장에 따라 다양한 능력 차이를 보이고 있다. 컴퓨터 정보 요원 연수처럼 과학실 요원 연수를 만들어 관심있는 교사들에게 과학실 운영에 대한 전반적인 연수가 요구된다. 연수 내용에는 물품 구입부터 시작해 약품의 농도 조절법 등 실제적인 것을 포함할 필요가 있다.

과학실험보조원의 자질 문제: 현재 초등학교 과학실은 자료실 담당에 의해 운영되고 있다. 자료실 담당은 일용잡직으로 분류되며 과학과 무관한 전공의 대졸자 또는 고졸정도의 학력을 지닌 1명이 운영한다. 이 사람이 카세트, 교육용 비디오, 심지어는 전선 같은 물건까지 같이 관리하며 법적으로는 전혀 책임의 소지가 없어 과학실 사고 발생시 책임이 없다. 간혹 시약을 헛갈려 사고가 나는 경우도 있는데, 적어도 전학급에서 적절하게 실험이 진행되려면 과학 전공자가 1명 정도 상주하여 3-6학년의 실험 내용을 어느 정도 숙지하고 시약을 제대로 배양할 줄 아는 사람이 근무해야 한다. 또한 만약의 사고를 대비하여 어느 정도 책임감을 가지고 근무할 수 있는 사람으로 과학실 실험 교사와 같은 정식 직원으로 1교당 1명 정도가 반드시 필요하다. 책임감 있고 한 학교에 오래 머물면서 준비를 제대로 해줄 사람이 필요한 것이다.

과학실 보조원에 대한 지속적인 교육이 부족하며, 나아가서 과학실 전문 교사의 배치가 요구된다.

현행 과학실험보조원의 법정 인원수	학교당 1명
전국적으로 필요한 실험보조원 수	5,423명
확보된 실험보조원 수	3,225명
전국 과학실험보조원의 확보율	64 %
바람직한 과학실험보조원의 수	과학 전담 교사 당 1인
현재 부족한 과학실험보조원의 수	2198명

다. 과학교사의 실험 수업 지도 연수 내용의 방만함과 시간 과다

연수의 질 및 내용 개선: 과학과 실험연수에서 연수의 질을 향상시킬 필요가 있다. 내용을 좀더 자세히 깊이 들어가고, 강사의 경우도 교수님을 초빙하거나 좀더 다양한 전문가의

강의가 필요하다. 과학실험에서 한 주제를 좀더 밀도있게 다루는 것이 바람직하다.

연수 내용 및 시간 단위의 세분화: 현행은 60시간으로 되어 있는 실험연수는 시험에 대한 부담과 열흘이라는 시간 부담이 있는데 이것을 30시간으로 두 과정을 개설하는 것이 바람직하다. 예를 들면 ‘물리 및 화학’과 ‘생물 및 지구과학’의 두 과정으로 편성하는 것이 시험부담과 기간에 대한 부담이 없고 선택 폭을 넓힐 수 있다. 또는 학년 단위로 모여서 실험 위주의 연수를 하면서 원리 이해와 지도 방법 등을 집중하는 것도 한가지 방안이다.

과학과 일반연수 과제 과중: 과학과 일반 연수는 5-6년마다 한번 정도 배정되는데, 실제 필요한 능력을 배양하기에는 시간 및 횟수가 부족하다. 연수성적에 얽매어 탐구 실험이 이루어지지 못하고, 실험보고서를 작성하느라고 급급한 연수가 되는 실정이다.

연수대상자의 선정 및 운영: 현재와 같이 강제적으로 선발하여 모든 학년 내용을 다 다루어서 효율을 낮추기보다는 자율연수로 전환하거나 연수 내용을 학년 중심으로 조직, 운영하는 것이 바람직하다. 즉, 연수 대상자 선정시기를 3월로 하여 각 학년별로 1명 내외의 교사를 선발하여 같은 학년의 교사를 연수 단위로 하여 해당 학년의 교육과정에 나오는 실험을 위주로 연수를 진행하되 교육과정 운영에 지장을 최소화하기 위해 연수 기간을 15-30시간으로 줄이는 방법도 가능하다.

남산 과학교육원에서 이루어지는 실험 기구 다루기에 대한 연수는 긍정적인 평가를 받았다. 시중에 나와 있는 책은 많으나 직접 해 보지 않고서는 과학에 전문적인 소양을 가진 교사가 아니라면 아이들에게 적용해 보기 어려운 면이 많기 때문에 학년별, 또는 내용별 집중 실험연수가 요구된다.

라. 과학실의 문제

절대적으로 부족한 과학실의 수: 현재 초등학교 당 평균 1개의 과학실을 확보하고 있는 정도이다. 표 III-1에서 보는 바와 같이 주당 전체 수업시수 대 과학수업 시수비를 계산하면, 한 개의 과학실로 충분한 것으로 계산된다.

그러나 실제의 운영에서 보면 학년당 8개 학급을 포함하는 경우 다음과 같은 문제점이 발생한다. 초등 3, 4학년의 경우 각 학년의 주당 전체 순수업시수는 25-26시간이고 이 시간 동안 한 학년의 과학 수업시수인 24시간을 소화해야 한다. 또한 실험이 바뀔 때 등 준비 시간을 고려한다면, 1개 학년당 1개의 과학실을 배정해야 원활하게 과학 수업이 과학실에서 이루어질 수 있다(표 III-2 참조).

표 III-1. 법령으로 규정한 과학실의 수 예시

<p>폐지된 관련 법령 예시 ; 학교시설·설비기준령 [일부개정 1996.2.22 대통령령 제14920호 교육부] 중 제5조 제1항, 제4항 및 [별표 1] [별표 1]<개정 1992-10-1, 1996-2-22>특별 교실 및 그 준비실의 기준수(제5조제4항 관련)</p>	
<p>초등학교 과학실(물리·화학·생물 또는 지학실)</p>	
<p>(1) 24학급까지는 1개 교실을 둔다.</p>	
<p>(2) 24학급을 초과하는 경우는 24학급을 초과할 때마다 1개 교실을 가산한다.</p>	
<p>(3) 특별교실 1실마다 1개의 준비실을 설치하되, 교육상 지장이 없다고 인정될 때에는 특 별교실 2실마다 1개의 준비실을 둘 수 있다. 18학급 미만의 초등학교와 12학급 미만의 중학교 및 고등학교는 하나의 특별교실 및 그 준비실을 다른 특별교실과 준비실로 겸용 할 수 있다.</p>	
<p>예) 서울시 소재 A 초등학교의 과학실 수(규정에 의한 확보율 100%)</p>	
<p>법정 과학실 수: 전체 학급 47개</p>	<p>(1)의 경우에 해당 1개 교실</p>
<p>확보 과학실 수:</p>	<p>1개 교실</p>
<p>상기 기준령은 폐지되고 대신 고등학교 이하 각급 학교 설립·운영규정(1997. 9.23 제정, 대통령령 제15483호)이 제정되면서 동 규정 제8조 제2항에 의거하여 교구의 종목 및 기준 은 시·도교육감이 정하고 고시하도록 규정되어 있다.</p>	

표 III-2. 과학탐구활동의 정상화를 위한 바람직한 과학실 수의 산출 예시

학년	3	4	5	6	전체
학급수	8	8	8	7	46
학급당 인원수	30	30	30	30	-
학년당 인원수 조수(3인1조)	240명 80조	240명 80조	240명 80조	210명 70조	903명 310조
주당과학 수업시수	3	3	3	3	-
주당과학실필요시간	24	24	24	21	93
주당 실제총수업시수 (주당 총수업시수-재량 및 특별활동시수)	26 (29 - 3)	25 (29 - 4)	28 (32 - 4)	28 (32 - 4)	107 (122 - 15)
필요과학실 수	$24/26 =$ 0.9개	$24/25 =$ 1개	$24/28 =$ 0.9개	$21/28 =$ 0.8개	$93/107 =$ 0.9개×4 = 3.6개
	<p>각 학년마다 0.8개에서 1개의 과학실을 필요로 한다. 따라서 학년마다 1개의 과학 실을 확보하는 것이 바람직하다. 최소한 3개가 필요하다고 할 수 있다.</p>				

과학실의 시설: 과학실험실이 기본적으로 갖추어야 할 공기 순환 시설, 급배수 시설, 전기 시설, 냉난방 장치, 조명 시설, 폐수 처리 시설, 안전한 실험대 등은 물론이고, 컴퓨터, 인터넷, LCD 프로젝터 등의 멀티미디어 활용을 위한 기자재가 제대로 갖추어지지 않은 실험실이 많다. 표 III-3과 표 III-4에 과학활동실에 필요한 기본 시설 및 기본교구에 대한 예시안을 기존의 연구(참고문헌) 결과를 약간 수정하여 예산과 함께 예시하였다.

과학실의 위치: 대부분 층고 외진 곳에 위치하고 있어서, 학생들이 즐거운 마음으로 가서 안전하고 쾌적하게 실험할 수 있도록 위치에 대한 배려가 필요하다.

안전상의 문제: 주의력이 부족한 초등학교 학생들이 안전하고 성공적으로 실험을 할 수 있는 실험실의 안전 시설 지원과 관리가 필요하다. 특히 수업 시간 중 학생이 다치는 경우 학생의 치료 뿐 만 아니라 민사상의 문제를 책임질 수 있는 보험 등이 보장되지 않았다.

표 III-3. 과학활동실에 요구되는 기본시설 및 비용 어림 예시

품명	규격 및 사양	소요 수량	예산 가격	
			단 가	금 액
상하수도시설	2꼭지, 눈세척기	1실	4,000,000	4,000,000
가스시설	실험대, 보조 실험대 내장	1실	4,000,000	4,000,000
전기 시설	실험대, 보조실험대 내장	1실	3,000,000	3,000,000
교사용 실험대		2대	1,500,000	3,000,000
학생용 실험대	8명용(4명용+ 싱크+ 4명)	5대	1,500,000	7,500,000
시청각 교구대	컴퓨터, 시청각기기용	1대	1,000,000	1,000,000
측면 실험대	양측면, 뒷면	3대	2,500,000	7,500,000
교사용 의자	사무용 의자	1개	150,000	150,000
학생용 의자	원형, 회전식	40개	50,000	2,000,000
약품 및 기구장	1800×600×900	8개	1,000,000	8,000,000
건조대	소, 대	2개	1,500,000	3,000,000
암막	커튼 포함	1조	2,000,000	2,000,000
소화기		2개	100,000	200,000
폐수 처리시설		1조	900,000	900,000
후드 시설		1조	700,000	700,000
스피커	천장 부착	4개	200,000	800,000
앰프	카세트라디오, 무선마이크	1조	1,000,000	1,000,000
냉장고	550L	1대	1,200,000	1,200,000
환풍기		4개	150,000	600,000
냉온풍기	40평형	1대	4,000,000	4,000,000
조명 시설	전체 조명, 부분 조명	18조	100,000	1,800,000
실험기구운반대	스텐레스, 3층, 바퀴부착	2대	400,000	800,000
화이트보드	앞벽면 부착, 일반칠판크기	1개	1,500,000	1,500,000
계			32,450,000	58,650,000

표 III-4. 과학활동실에 요구되는 기본 교구 및 가격 어림 예시

품명	규격 및 사양	소요 수량	예상 가격	
			단 가	금 액
스크린	전동식, 천장 부착, 1800×1200	1대	1,500,000	1,500,000
LCD 프로젝터	1600만색, 1024×768	1대	15,000,000	15,000,000
VTR	8헤드	1대	500,000	500,000
실물화상기		1대	2,500,000	2,500,000
컴퓨터	멀티미디어용, 20in모니터	2대	1,500,000	3,000,000
인터넷 연결망	LAN 시설		500,000	500,000
프린터	A3용지 인쇄 가능, 칼라	2대	1,500,000	3,000,000
스캐너	A3용지 스캔 가능	1대	500,000	500,000
캠코더	8mm, 8배 전동줌	1대	1,500,000	1,500,000
디지털 카메라	140만 화소	1대	900,000	900,000
계			25,900,000	28,900,000

마. 과학기자재의 문제

과학기자재의 다양성: 초등 과학기자재는 다음의 표 III-5에서 보는 바와 같이 다양한 종류의 과학기자재를 필요로 한다. 또한 과학실험을 하는 3-6학년까지 4개 학년의 모든 영역을 포함하는 다양한 종류의 기자재를 관리하고 실험을 준비하는 데 조교가 절실히 필요하다.

교사의 사전준비를 요구하는 일상 생활용품의 활용: 특히 7차 교육과정에서는 고가의 실험세트보다는 폐품과 같은 다양한 일상생활의 물품을 이용하는 것을 권장하는 활동이 많기 때문에 보다 많은 교사의 준비가 요구된다. 주변의 생활용품 중 과학 실험이 가능한 것을 찾고 이를 활용하는 일은 고가의 장비를 구입하는 것보다 더 값비싼 전문인력을 필요로 한다.

초등학생의 경우는 특히 어느 정도 시일이 지나면 스스로 실험준비물을 준비할 수 있는 중고등학생과는 달리 매 실험마다 실험준비물을 준비하고 실험 가능여부를 확인하고 조단위로 포장하여 제공해야 한다. 따라서 보다 많은 사전 준비를 필요로 한다.

학생에게 부담되는 실험준비물: 위와 같은 이유로 많은 교사들이 과학실험 재료를 학생 또는 학부모에게 과제로 부과한다. 많은 학부모는 학교 앞 문방구에서 조악한 수준의 실험 재료를 사비로 구입하게 되는데, 이로써 실험이 제대로 이루어지지 않으며, 한번 사용한 재료는 그대로 방치 또는 폐기되므로, 전국적인 낭비가 된다.

표 III-5. 과학활동에 필요한 실험 기자재와 가격 어림 예시(7차 교육과정 3학년의 경우)

분류	실험 기자재, 재료, 기구와 가격 예시	학년전체 소모량
조당 필요 소모적 비품	자석 4개(4,400원×4개 = 17,600원), 나침반8개(3,300원×8개 = 26,400원), 둥근막대 4개(100원×4=400원), 온도계(2,200원×3개 = 6,600원), 삼각플라스틱2개(1,700원×2=3,400원), 둥근 플라스틱 2개(1,400원×2=2,800원), 채집병 2개(4,500원×2=9,000원) 어항(27,500원), 시계접시(1,100원×2=2,200원), 비커4개(1,300원×4 = 5,200원), 시험관 6개(100원×6 = 600원), 유리판 4개(300원×4=1,200원), 유리막대 4개(1,000×4=4,000원), 주사기2개(25,000원×2=50,000원),스포이트4개(800원×4=3,200원),	160,100원 ×10개조×8개반 ×1/3 = 4,269,333원
반별 필요 소모품	알코올(33,000원), 증류수(8,000원), 철가루(9,900원), 스티커(1,000원×30명=30,000원), 무명실(10,000원), 물감(3,000원×10개=30,000원), 분무기(1,000원×10개=10,000원), 빨대(1,000원×10개=10,000원), 종이컵(100개×20원=2,000원), 고무줄(1000원), 셀로판테잎(1,300원×10개조=13,000원), 쇠자(1,000원×10개=10,000원), 주전자(5000원), 색연필 또는 크레파스(2000원×10=20,000원), 종이, 지우개, 나무젓가락 또는 이쑤시게(1000원×10개=10,000원), 색소(200원×3색×10개조=6,000원), 향(2,000원), 풍선(20원×100개=2,000원)	211,900원
반별 소모품 중 일상생활 용품 및 폐품 활용하는 것	각종공작재료와 도구, 신문지, 여러 가지 물체, 여러 가지 고체, 휴지통, 지하철표, 전화카드, 파이프, 고무호스, 알루미늄 깡통, 종이상자,	수집 인건비
반별 소모품 중 자연 자료	과일껍질, 초파리, 물풀, 모래, 돌, 여러 가지 물속의 생물, 여러 가지 나뭇잎, 봉숭아, 백합, 여러 가지 돌과 흙, 흙과 모래,	수집 인건비 50,000원×8개반 ×4건=1,600,000 원
조당 필요 비품	시험관대(12구, 8,800원), 알코올램프1개(12,000원), 스탠드(26,400원) 링(3,700원), 클램프(3,700원), 삼발이(3,300원), 석면(세라믹)1540원, 공기주입장치1개(11,000원), 막자사발(8,800원), 여러 가지 크기의 체(4종, 26,400원) 확대경(5,500원), 손전등(5,500원), 암석 표본 1조(22,000원×8종 =176,000원), 유수대(66,000원), 바구니(1,900원)	288,440원×10개 조= 2,884,400원
반별 필요 비품	디지털온도계(55,000원) 자화기(55,000원), 간이풍향풍속계(154,000원),보호안경(13,100원×30명×4개반=1,572,000원), 시청각자료(550,000원×2질) 멀티미디어자료(KERIS 무료 사용), 운반용수레(2,936,000원
생활용품 대신 완제품세트 구입시	(어둠상자(24,200원), 그림자관찰세트(14,300원), 종이상자(4,300원), 조명장치(55,000원), 바늘구멍사진(7,700원), 자석회전대(13,200원)	118,700원×10개 조=1,187,000원
학년당 연간소모품비용	-	6,081,233원
비품비	-	7,007,400원

생물 자료의 확보 및 유지: 물속의 생물과 같은 다양한 생물 자료를 필요로 한다. 이는 교육과학원 등에서 체계적으로 지원해야 한다. 또한 생물 단원 실험시 교사들이 식물을 재배하거나 동물을 사육하는 것을 번거롭다고 여겨서 아예 교실에 식물 재배를 하지 않거나 동물을 사육하지 않는 경우가 있는데, 이를 해결하기 위해서는 적절한 공간과 관리 체제가 유지되어야 한다.

과학 기자재의 유지와 보수: 과학실험 기구를 제대로 다루지 못하는 초등학생의 경우 비품으로 잡힌 현미경이나 자석 등도 거의 소모품과 같은 형태로 사용된다. 따라서 적절한 유지와 보수에 전문인력이 필요할 뿐 만 아니라 충분한 재고를 확보해야 한다.

과학기자재의 질: 고가의 실험장비들이 조잡하고 부실하다는 점이 언제나 지적되는 문제이다.

약품의 관리와 폐기: 유효날짜, 약품의 회석, 폐기 등에 지침이 필요하고 이를 관리할 인력이 요구된다.

초자 폐기와 처리: 학교 실험실에서 나오는 다량의 초자 폐기물을 안전하고 적법하게 처리할 수 있도록 수거 지침이 요구되며, 과학실 조교가 유리세공을 할 수 있을 정도의 능력을 갖추도록 한다.

과학 기자재 구입의 연간 계획과 분기별 실행: 연초에 연간 구매 계획을 세우고 각 분기마다 시의 적절하게 구매할 수 있는 체제를 구축할 수 있어야 한다. 또한 돌발 사태에 대비하여 필요한 것을 그때 그때 구입할 수 있는 융통성도 고려되어야 된다.

과학 실험실습 예산 부족 및 구매의 어려움: 과학실험 실습을 위한 예산 확보가 제대로 되어 있지 않아, 과학실험활동에 필요한 과학기자재 및 실험 실습 재료 구입에 어려움이 크다. 아래의 표 III-6에 1개교당 실험실습비 부족 현황을 산출하였다.

표 III-6. 실험활동비 산출 예시

현재 1개교의 과학 실험활동비 예산: 전국 평균	5,300,000원
탐구 실험교육정상화에 필요한 예산	
학년당 연간 소모품비용 6,081,233원 × 4개학년 =	24,324,932원
비품비 7,007,400원 × 1/3 =	2,335,800원
(3년마다 재구입이 필요하다고 가정)	
1개교당 연간 실험활동비용	26,660,732원
1개교당 과학 실험실습비 부족액	21,360,000원
	(만원단위에서 절삭)

바. 과학교육과정 운영의 문제

차시당 내용 과다: 과학을 전공하지 않은 초등교사가 1시간에 소화하기에 수업 차시당 내용이 많은 편으로 판단된다.

시간 부족 및 연차시 구성의 어려움: 차시에 따라 연차시 구성이 요구되고 필요하나 학교교육과정 운영상 연차시 운영이 쉽지 않으므로, 보다 공식적으로 과학 연차시 배정을 인정하고 운영을 할 수 있는 지원이 요구된다.

사. 행재정 지원의 문제

영어교육시범학교는 있는데, 과학교육시범학교는 없다는 것, 영어 교육을 중점으로 내세우는 교육청도 있는 데 비해 과학교육을 중점으로 내세우는 교육청이 없다는 것은, 영어는 그렇게 강조해서 가르치는 데 비해 학교에서 과학 교육의 비중이 점차 축소되고 있음을 말해준다. 이는 과학교육에 대한 행정적 지원이 필요함을 시사한다.

과학부장을 없애고 정보부장으로 가는 추세이며, 과거의 과학부장이 지금은 교육정보부장으로 실제 과학관련 일보다 컴퓨터에 관련된 일에 밀려 그만큼 과학이 위축되거나 무시되고 있다. 현재 발명은 강조하고 있으나 과학 쪽도 강조할 필요가 있다. 과학 관련 일들이 학교에서 컴퓨터에 밀려 제대로 충분히 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

아. 학교밖 과학활동과의 연계가 부족함

과학의 달 행사의 개선: 많은 학생들이 자발적으로 기쁘게 참가할 수 있는 과학의 달 행사나 과학 경진대회가 없다. 현재 실시하고 있는 4월 과학의 달 행사는 시도 대회 및 전국 대회와 연계된 그리기, 글짓기, 모형 항공기 날리기, 과학상자 조립 등을 포함하는데, 그리기와 글짓기대회는 과학에 관한 흥미를 갖게 하기 어렵다. 또 모형 항공기 날리기와 과학상자 조립은 일부 학생만 참가하는 데 그치고 있다. 과학의 달 행사 자체도 점차 축소되고 있으며, 학교에서 많은 대회들을 생략하며 귀찮게 생각하고 있어서 보다 적극적인 과학 붐 조성이 요구된다.

학교밖의 과학 관련 단체나 기관에서 시행하고 있는 다양한 학교밖 과학활동들은 학교와의 연계가 없이 이루어지고 있어서 학교 과학활동과의 연계를 살릴 수 있는 방향으로 참가 학생수를 늘리도록 개선될 필요가 있다.

학교 과학활동장의 상설화: 과학의 달을 맞이하여 과학 싹 큰 잔치 같은 행사를 상설적으로 1주일 정도 실시를 하여 현장학습에 활용하는 것이 바람직하다. 또는 국립과학관, 서울 과학관 같은 곳에 상설적으로 실험 교실을 설치하여서 1, 2달 정도 재미있는 실험을 진행하여 현장학습을 온 아동들이 실험활동을 할 수 있도록 하는 것이 한 방안이다.

개선과제 1. 탐구 실험 지도 인력의 체계적 양성 및 연수

가. 필요성과 방침

초등학교에서의 과학 탐구 실험 지도 인력을 2단계로 세분화하여 체계적으로 양성하고 조직하여 활용하고 지속적인 연수를 통해 질 관리가 이루어지도록 한다.

탐구 실험 관련 핵심 교사 : 교육대학교에서 과학 심화 과정을 이수한 교사, 또는 사범대학 과학교육과 출신의 교사를 주축으로 한다. 이들은 초등학교의 과학 탐구 실험을 충분히 수행할 수 있고, 이를 학교의 다른 일반 교사에게 연수할 수 있는 능력을 갖추도록 한다. 새학기나 새로운 단원이 시작될 때 이들 핵심교사가 일반교사에게 주요 내용을 학년별로 연수할 수 있도록 한다. 또한 학교의 연간 실험 계획을 세우고 전교생의 탐구 실험이 차질없이 진행될 수 있도록 일반 교사를 지원하는 역할을 수행할 수 있도록 한다. 또한 이들 중 일부는 지역 교육청 등에서 선도적인 역할을 담당할 수 있게 지속적으로 교육대학 및 연구기관과 연계 활동을 하도록 한다.

탐구 실험 관련 핵심 교사의 연수: 과학 탐구 실험 지도, 과학실 운영 등 초등학교의 과학 탐구 실험을 정상적으로 운영할 수 있도록 이들에게 세분화되고 차별화된 연수 과정을 제공한다. 예를 들면, 학년초에는 학년별 초등 과학 탐구 실험 지도, 물상 과학 탐구 실험 지도, 생명과학 탐구 실험 지도 등을 제공하여 이들이 소속학교의 해당학년 교사들에게 전달 연수를 할 수 있게 한다. 또한 화학 약품의 관리 및 폐기, 과학 기자재의 사용법 등 과학실 운영에 필요한 연수 과정을 2년 정도의 기간 안에 체계적으로 제공한다.

일반교사: 과학심화과정을 이수하지 않은 교사라도 담당 학년의 과학 탐구 실험 활동을 수행할 수 있도록 교육대학교에서 기초 능력을 수학하도록 한다. 교육대학교에서는 일반교사에게 요구되는 기초 과학 능력을 파악하고 이에 준하는 교육과정을 제공하도록 한다.

일반 교사의 연수: 탐구실험 관련 핵심 교사로부터, 학교 내의 자율 연수 형태로 학기당 4회 이상 학년별 초등 과학탐구 실험 지도 등의 연수를 받을 수 있도록 연수시간을 확보하고, 자율연수 기록이 관리될 수 있도록 한다.

나. 개선 내용과 방법

학교당 2명 이상의 과학 전담교사 및 과학부장을 배치: 일반교사의 과학 탐구 실험을 지원하고 고학년의 과학 지도를 담당하는 초등학교의 과학 탐구 실험 교육의 핵심인력이 되도록 한다. 이들의 수업 시수에 실험 준비 시간을 포함시켜 다른 교사보다 수업시수를 적게 하며, 보상체계를 마련한다. (예: 연수기회 우선 부여, 근무 평점에 반영 등).

일반교사: 교육대학 교육과정을 실험활동을 강화하는 방향으로 개선하고, 실험활동 지도를 강화한 현직 연수, 학교내의 자율 연수 등의 다양한 연수 기회를 통해 실험 활동 지도 역량을 강화할 수 있도록 한다.

다. 필요 예산

과학 전담 교사의 증원

학교당 1명씩 증원할 경우: 5,423교 × 3000만원/명 = 1627억원

(* 교사 연봉을 3000만원으로 계산)

자율 연수비 책정

각 학교에서 연 4회 자율 연수시: 5,423교 × 5만 × 4회 = 10억 8천만원

라. 기대효과와 점검평가 기준

과학 수업에 임하는 교사가 실험활동 중심의 과학 탐구 교육을 해야 한다는 기본적인 태도를 가지고 실험 수업 지도 능력을 갖추고, 학습지도 여건을 개선하여 의욕을 가지고 실험 수업지도를 한다.

과학교사 양성과정이나 현직 교사 연수가 실험지도 능력의 강화에 중점을 두고 시행되고 있는가?

과학 전담교사의 수업 시수가 실험 준비시간을 포함하여 기준이 정해지고 기준대로 시행되고 있는가?

각 학교에서 과학실험 핵심관련 핵심교사가 지정되고, 자율 연수가 적기에 이루어지고 있는가?

개선과제 2. 실험 조교 확보

가. 필요성과 방침

실험조교는 과학실 각종 기자재 관리 및 각 학급에서 필요로 하는 각종 실험재료 및 기구들을 조별로 세팅하여 수업에서 원활히 사용할 수 있도록 제공하는 일을 전문적으로 담당하여야 한다. 실험 수업의 준비와 실험 기구의 정리정돈, 실험실의 정비 등의 업무를 담당하는 실험조교가 반드시 학교당 1명 이상씩 확보되어야 실험 활동 중심의 탐구과학교육이 실현 가능하다.

초등학교 과학교육과정에서 요구하는 다양한 실험 재료를 준비하는 데는 조교의 역할이 필수적이다. 핵심교사 1인당 1명의 실험조교를 배치한다. 실험조교의 대우를 일급직에서 월급직으로 전환하여 이들의 전문성을 확보하고 적절한 연수를 통해 실험실 운영이 효율적으로 이루어지도록 한다.

나. 개선 내용과 방법

과학 조교의 보수수준을 상향 조정하고 일용직이 아닌 정규직으로 전환한다.

실험 조교의 연수: 지역 교육청 단위로 실험 조교의 전문성 확보를 위한 연수를 학기당 1회 이상 실시한다. 연수 내용은 과학 탐구 실험 지도를 위한 과학실 및 과학 기자재 관리 요령, 기본 약품 취급법, 실험 기구 다루기 등을 포함한다.

다. 예산 조치사항

과학실험조교 확보 및 적정 수준의 인건비 확보

과학조교 부족 인원 2198명 × 1200만원 = 263억 7600만원

(*월 100만원의 월급직으로 계산)

과학실험조교의 업무를 조정하여 정규직으로의 전환 추진

과학실험조교의 연수 실시

각 교육청 별로 학기당 1회 이상 실시, 연 100만원

라. 기대효과와 점검평가 기준:

과학실험조교가 실험실에 상주하면서 실험수업의 준비를 돕고, 실험기구의 정비와 정리 정돈을 맡아 실험에 필요한 교구들을 관리하여 실험수업이 원활히 진행될 수 있다.

과학실험조교가 확보되어 있는가?

과학실험조교의 보수 수준이 적당한가?

과학실험조교의 연수가 이루어지고 있는가?

개선과제 3. 교육대학 및 전문 연구기관의 연구활동지원 및 초등학교와의 연계성 강화

가. 필요성과 방침

효율적인 탐구 실험 활동 위주의 과학수업 지도를 위해 교사용 지도서 개발이 반드시 필요하다.

실험 활동 안내 자료와 실험 활동 수업의 실제 경험에서 얻어지는 정보나 의견 교환이 이루어질 수 있는 정보 전산체제의 확립이 필요하다.

나. 개선 내용과 방법

적합한 실험활동 지도서 및 교사 위한 정보전산 체제(MBL 포함)를 확립한다.

교육과학연구원이나 과학교육연구소 등에 의뢰하여 실험활동 지도서를 개발한다.

교내외의 과학교사 모임을 활성화하여 실험 활동 자료의 개발을 적극 권장하고 우수 실험 활동 자료를 개발하는 교사나 교사 모임 장려한다.

과학교사를 위한 정보 전산 체제를 공개 경쟁을 통해 개발하고, 운영한다.

다. 예산 조치사항

실험 활동 지도서 개발

우수 실험 활동 자료 개발 시상

과학교사를 위한 정보전산 체제 개발

라. 기대효과와 점검평가 기준

과학 교사가 실험 활동 위주의 과학수업을 진행할 수 있도록 잘 구성된 실험 활동 지도서가 보급되어 실험활동을 쉽게 지도할 수 있으며, 필요한 정보와 자료를 정보전산체제를 통하여 교환할 수 있다.

실험활동지도서가 개발 보급되었는가?

과학교사를 위한 정보전산 체계가 활발하게 운영되고 활용되고 있는가?

개선과제 4. 실험활동실의 증설 및 현대화

가. 필요성과 방침

탐구활동 중심의 초등학교 과학수업이 이루어지기 위해서는 탐구활동에 적합한 공간, 시설 및 기자재를 구비한 과학활동실에서 모든 과학수업을 진행하는 것이 요구된다.

과학활동실의 환경을 획기적으로 개선하여 학생들이 와서 실험하고 수업하고 싶은 장소로 바뀌도록 시설과 설비를 개선한다.

준비실을 부속시켜 과학 전담교사 및 과학조교가 상주하며 실험 수업을 준비하고 수업하고 자료개발을 하며 학생들을 지도하는 장소로 개발한다.

나. 개선 내용과 방법

3학년 이상 학년당 1개의 과학활동실, 총 4개의 과학활동실을 확보(학년당 학급이 8개 학급인 규모의 학교)한다.

최소한 물상과학활동실과 생명과학활동실 등 2개의 과학활동실을 확보(학년당 학급이 7개 이하인 규모의 학교)한다.

각 과학실에서는 전교생을 위한 과학실험기자재를 충분히 보관할 수 있는 공간과 수납 시설을 가진 부속 준비실을 확보한다.

초등학생의 과학학습에 적합한 실험실 환경 기준을 정하여 실험실 내의 환경이 안전하고 쾌적하여 실험활동을 하기에 불편함이 없도록 설비를 갖춘다.

과학활동 결과의 발표, 토론, 멀티미디어 강의 등을 지원할 수 있는 멀티미디어시설을 완비한다.

다. 필요 예산 및 추진 방침

과학활동실 확보에 요구되는 예산

예시) 1 과학활동실	시설 비품비	58,000,000원
(기존연구, 1997)	기본 교구비	28,900,000원
	계	86,900,000원
(본연구 어림, 2002)		120,000,000원
1 개교 (평균 2개 교실 확충)		120,000,000원×2 = 240,000,000원
전국의 초등학교	5,423개교×240,000,000원	
	≈ 1조원	

5개년 계획을 세워 기존의 과학 실험실을 리모델링하고 교실을 과학실로 전환하도록 한

다. 또한 신설 학교는 새로운 기준에 적합한 과학실의 수와 여건을 조성하도록 한다.

라. 기대효과와 점검평가 기준

안정된 공간과 시설 속에서 학생들이 과학탐구 및 실험활동을 지속적이고 체계적으로 수행할 수 있다.

실험실 수가 확보되었는가?

실험실 설비와 환경이 기준에 맞게 갖추어 졌는가?

개선과제 5. 과학실험재료비의 확보

가. 필요성과 방침

현재는 학생들에게 문방구에서 해당 차시의 실험재료를 구입하도록 하는 경우가 많다. 대개의 경우 조약하고 실험이 제대로 되지 않는 일회용 실험재료 및 기구를 준비물로 구입하여 한번 사용하고는 버리는 일이 많다. 과학탐구교육의 정상화 뿐 만 아니라 공교육의 정상화 차원에서도 과학탐구실험에 필요한 질 높은 준비물을 학교에서 제공하는 것이 필요하다.

따라서 모든 학생이 실험을 할 수 있는 양의 필요한 교구와 재료 구입이 충분히 이루어 질 수 있도록 예산을 확보하도록 해야 한다. 이 예산 규모는 전국에서 학부모가 문방구에서 학교 준비물로 조약한 실험재료를 구입하는데 사용하는 비용을 고려한다면 훨씬 적을 수 있다.

나. 개선 내용과 방법

학교 운영비의 일정비율 이상(예 : 7%)을 실험 실습을 위한 예산으로 확보한다.

실험 예산 중의 일부는 안전 보험을 위한 비용으로 책정한다.

다. 필요예산 및 추진 방침

1개교당 과학 실험재료비 어림액	21,360,000원
전국의 초등학교	$5,423\text{개교} \times 21,360,000\text{원}$
	$= 115,800,000,000\text{원}$
	$\approx 1\text{천억}$

라. 기대효과와 점검평가 기준

실험 예산이 확보되어 실험 활동에 필요한 교재 교구의 구입과 실험에 필요한 재료의 구입이 적기에 이루어져 실험 활동 위주의 탐구과학교육이 제대로 이루어진다. 학부모가 개별적으로 지출하는 준비물 비용이 없어진다. 문방구에서 판매되고 있는 조약한 과학기자재가 과학탐구교육에 사용되지 않는다.

실험 예산이 제대로 확보되고 적기에 시행되는가?

개선과제 6. 필요한 실험시간 확보와 평가

가. 필요성과 방침

실험활동 중심의 탐구 과학교육을 실행하기 위해서는 충분한 과학 수업 시간의 확보가 중요하다.

교육과정 상의 기본 시수는 반드시 확보하도록 하고 모자라는 시간은 재량 활동시간을 통해서 확보한다.

나. 개선 내용과 방법

6차에 비해 탐구 활동 중심으로 개편된 7차 교육과정의 시간 배당이 1, 2학년에서 0.5단위, 4, 5, 6학년에서 1단위씩 줄어든 문제는 재량 활동 시간의 일부를 과학 탐구 활동 시간으로 확보할 수 있도록 하여 해결한다.

실험 수업을 위해 두 시간 연속 편성 등으로 심도있는 실험 수업의 여건을 조성한다.

다. 비 예산 조치사항

재량 활동 시간 중 1시간은 과학 탐구활동 시간으로 운영하도록 권장한다.

장기적으로는 60% 실험활동 중시 교육과정과 평가 체제 확립을 중요시 한다.

라. 예산 조치사항

재량 활동 시간에 활용할 수 있는 과학 탐구활동 자료집을 개발하여 보급한다.

마. 기대효과와 점검평가 기준

실험 활동 위주의 과학수업을 진행할 수 있는 충분한 수업 시간이 확보되어 교과서의 심화, 보충 내용까지 충분히 다룰 수 있으며, 학생들의 생활 주변의 관련 문제들까지도 다룰 수 있어서 과학에 대한 관심과 흥미를 높인다.

재량 활동 시간의 일정 비율이 과학 탐구활동 시간으로 확보되었는가?

개선항목 7. 실험재료 및 기구의 질 향상

가. 필요성과 방침

탐구적 실험 활동이 가능한 양질의 실험활동 교재를 개발, 보급하여 실험 활동 중심의 과학교육이 실현될 수 있는 여건을 마련한다.

생활 주변에서 쉽게 구할 수 있는 재료를 가지고 재미있는 활동을 통하여 과학의 개념과 원리를 익힐 수 있는 실험 활동들을 위한 교재, 교구의 개발로 재미있게 과학실험을 지도하도록 안내한다.

질적으로 우수한 실험 교재가 개발될 수 있도록 관련업계를 장려하여 양질의 교재가 만

들어지고, 구입 관행을 개선하여 학교 과학수업에 적절한 가격으로 공급될 수 있는 체계를 확립한다.

교육과정에 맞추어 탐구 실험 활동이 가능한 교재를 개발하도록 장려하고, 구입, 사용, 보관, 관리할 수 있는 체계를 확립한다.

나. 개선 내용과 방법

과학교구품질 인증제를 도입하여 일정한 수준 이상의 과학교구가 생산될 수 있도록 기준을 강화한다.

우수한 과학교구 생산업체에 장려금을 주거나, 세제혜택을 주는 등의 방법을 통하여 우수한 과학교구를 생산하도록 한다.

과학교구 구입의 관행을 개선하여 생산자로부터 중간 업자를 거치지 않고 직접 학교로 과학교구가 공급될 수 있는 체계를 확립한다.

필요한 과학교재, 교구의 구입을 위한 실험실습비가 확보되도록 한다.

실험실 내에 과학교구 교재의 보관 공간이 확보되어 소재 파악이 쉽고 사용이 편리하게 보관, 관리될 수 있는 체계를 확립한다.

다. 비 예산 조치사항

과학교구 품질 인증제 도입

우수 과학교구 생산업체 장려

과학 교구 구입 관행의 개선

라. 예산 조치사항

실험실습비의 확보(명확한 기준 제시- 예: 학교 운영비의 7%)

(개선과제 2 참고)

마. 기대효과와 점검평가 기준

양질의 과학교구 교재가 생산, 보급될 수 있는 체계가 확립되고 학교 실험 수업에 쓰일 수 있도록 구입, 관리된다.

과학교구의 품질 인증제가 제대로 시행되고 있는가?

우수 과학교구 생산업체가 선정되어 혜택이 주어지고 있는가?

투명한 과학교구의 유통체계가 확립되어 있는가?

학교별로 실험실습비의 예산이 확보되고 적기 시행되고 있는가?

과학교구가 수업에 사용하기에 편리하도록 관리되고 있는가?

2. 중학교

1) 지향 목표

중학교에서의 과학교육이, 자연을 직접 대면하고 과학적 현상과 원리를 직접 체험을 통해서 이해하는, 실험활동 중심의 과학 탐구교육 중심으로 이루어져, 중학생들의 과학에 대한 흥미와 선호도를 높일 수 있도록 한다.

또한, 과학 탐구활동을 통해 자연세계의 질서와 아름다움을 느끼고 아끼는 마음과 인내 및 성실을 바탕으로 한 합리적 태도를 갖추어, 누구에게나 필요한 실증적 창의력을 함양하는 것을 목표로 한다. 주변의 사물과 현상에 대한 잘 안내된 탐구 실험 활동을 통해, 자연을 이해하는 지적인 흥미와 탐구의 기쁨을 알게 한다. 탐구적 실험 활동을 통해 지력의 향상과 증거를 존중하는 태도를 기르며, 합리적으로 실천하는 덕망을 기른다.

탐구력을 향상시켜 자신의 생활주변의 문제들을 탐구를 통하여 답을 찾으려는 태도와 능력을 기름으로써 장래의 민주시민으로서의 과학소양을 기르고, 이를 바탕으로 우수한 학생들은 과학관련 진로를 적극적으로 탐색하여 올바른 정보와 판단으로 과학진로를 개척해 나갈 수 있도록 함으로써, 이론과 실험 실력이 출중한 잠재적 과학기술 인력의 양과 질을 고양시킬 수 있도록, 중학교 과학교육을 실험활동 중심의 탐구 과학교육으로 질적 개선을 이룬다.

2) 국내외의 현황과 문제점

과학교사들은 실험을 통한 과학교육의 중요성을 인식하고 있으면서도 현실 여건들로 인하여 교실 강의 중심의 과학교육을 실시하는 경우가 많다. 그 주요 이유는 다음과 같다.

가. 실험 수업은 준비와 평가 및 정리에 많은 노력과 시간 요구

실험 수업은 과학교사에게 교실 강의 수업에 비해 준비, 실시, 평가 및 정리에서 몇 배의 시간과 노력을 요구한다. 준비단계에서는 실험 준비물의 확인, 실험기구, 실험재료의 구입, 실험보고서의 준비(기존에 개발된 실험보고서가 교과서와 잘 맞지 않거나 교사의 평가 목적과 맞지 않으면, 알맞은 형태로 바꾸어서 실험 수업 시간이 되기 전에 학생용 보고서를 인쇄해 두어야 함), 사전 실험(처음 해 보는 실험인 경우는 반드시 해보아야 함), 실험기구와 장치의 셋팅, 평가 계획세우기 등 반드시 해야 할 일만 해도 교실 강의보다는 훨씬 더 많은 시간과 노력을 요한다.

교사는 실험 수업의 진행에서 과다한 학생수로 인한 어려움은 별도로 하고, 평가 계획에서 구체화 해 놓은 항목에 따라 실험시간의 태도, 실험 참여도, 실험 수행을 바르게 하는지 등을 실험 시간 동안 평가하고 결과를 제대로 얻고 그 의미를 제대로 해석하였는지를 실험 시간 동안의 토론 내용이나 제출한 실험보고서 등을 통하여 평가를 하게 된다. 많은

학생들을 평가해야 하므로 올바르게 정확한 평가가 이루어지기가 쉽지 않다. 실험 진행과 실험 후의 정리 및 평가 단계에서도 많은 시간과 노력을 요한다.

나. 실험 수업의 학생 조직 문제

30명이 넘는 학급당 인원으로 4-5명이 한 조를 이루어 7-8개조로 진행되는 실험 수업에서 교사의 적절한 지도는 매우 어려운 상황이다.

조별로 모여 앉은 학생들은 실험 내용에 집중하기 보다는 교사의 눈을 피해 실험기구로 하고 싶은 장난을 하거나, 잡담과 수다로 빠지기가 쉽다. 4-5명 중에서 실험을 주도하는 학생 1-2명을 제외하고는 구경만 하거나 결과 기록만 하게 되고 실험 장치를 만져 보지도 못하고 실험 시간을 보내게 되는 학생들도 있다. 이로 인해 주도적인 학생을 제외한 많은 학생들은 들러리 역할만 하게 되고, 실험 수업 태도와 참여도가 저하된다.

태도와 참여도를 평가하게 되면 성적에 관심이 있는 학생들은 실험에 참여하려는 태도를 보이거나, 일부 활동적인 중학생들은 실험에의 참여도가 낮다. 실험 보고서나 교과서의 실험과정을 따라 실험을 진행하기는 하나, 학생들은 무엇을 알기 위한 실험인지, 왜 지금과 같은 실험과정을 수행해야 하는지 알지 못하고 그저 순서를 따라 하고, 얻어진 결과의 의미를 해석하지 못하는 경우가 많다. 실험보고서를 작성하는 것은 평가를 전제로 작성되는 경우가 많아서 짧은 실험 시간 동안 보고서 작성은 결과정리 및 토의할 과제로 주어진 질문의 정답 찾기에 급급한 경우가 대부분이다. 이러한 문제의 많은 부분은 실험 수업의 학생 수 과다로 인해 생기는 것이다.

다. 과학교사의 근무 여건 열악

주당 20시간 이상의 과학수업 이외에도 학급담임 업무, 기타 소속 부서의 소관 학교 업무를 맡아서 해야 하는 과학교사는 웬만한 용기와 소신이 아니고는 실험 수업을 자주 하기가 어려운 실정이다. 앞서 언급한대로 과학 실험 수업은 교실 강의 수업이나, 다른 교과 수업에 비하면, 훨씬 많은 시간과 노력이 요구되지만 이에 대한 아무런 배려가 없으며, 결국, 과학교사들은 학기당 최소 40%의 수행 평가 결과를 반영해야 한다는 등과 같이 평가 기준에서 제시하는 기준을 만족하기 위한 최소한의 실험만 하게 된다. 실험 수업이 과학교사에게 큰 시간적 부담을 주므로 이미 많은 과중한 업무를 안고 있는 과학교사는 실험 수업을 피하게 된다.

다. 과학교사의 실험 수업 지도 역량과 자신감 문제

하드웨어적인 준비가 잘 갖추어 지더라도 실험 수업을 지도하는 교사의 실험 수업 지도 역량과 의욕이 없다면 실험 수업이 제대로 이루어 질 수 없다. 실험 수업을 힘들게 준비하여 실행하더라도 의미있는 학습활동이 이루어지지 못하고, 결과도 제대로 나오지 않는 확인실험을 되풀이하게 되면 오히려 실험을 통하여 학생들의 과학에 대한 흥미는 떨어지고 교사의 학습지도 의욕은 더욱 저하될 수 있다. 탐구적 실험활동을 위한 교재가 개발되어

교사가 수업에 바로 활용할 수 있도록 보급이 되고, 과학교사 연수를 통하여 탐구적 실험 활동 지도 능력을 갖추고 과학학습에 있어서의 실험의 중요성을 교사와 학생 모두 올바르게 인식하고, 그 의의를 실제 가르치고 배우는 과정에서 실감해 나갈 수 있어야 할 것이다. 단순한 확인 실험만이 아니라 진정한 의미에서의 탐구 실험이 가능해져야 현재 계속되고 있는 과학실험 교육에 대한 비판들-지나치게 기능만을 강조하거나, 확인 실험에만 치우쳐 있다는 점 등-이 가라앉는 대신 과학교육에서의 실험이 제 기능을 되찾을 수 있을 것이다.

라. 실험 수업을 위한 시설 및 기자재 빈약

실험실 수의 부족과, 실험실 내의 설비 부족은 실험 수업이 제대로 이루어지지 못하는 중요한 원인이다. 멀티미디어 자료를 구현하기 위한 컴퓨터 시설이 안되어 있다던가, 냉난방 시설, 급배수 시설, 마이크-스피커 시설 등의 미비로 과학 교사들은 실험실에서의 과학 수업을 피하게 된다. 한편, 실험결과를 제대로 얻을 수 없을 정도의 부실하고 조잡한 실험 기구는 학생들에게 실망을 안겨 주고, 실험 수업을 회피하게 만들며, 실험 기구와 재료의 구입에 있어서의 예산 부족은 실험 수업 자체를 축소시키는 실정이다.

개선항목 1. 실험 지도교사의 사기진작-의욕, 실력, 태도

가. 필요성과 방침

학생들로 하여금 ‘과학공부의 참 맛’을 알도록 탐구적 실험활동을 통하여 과학을 가르치고자 하는 의욕과 실력과 태도를 갖춘 과학교사야말로 실험 활동을 통한 탐구 과학교육의 실천에 있어서 가장 중요한 요소이다.

이를 위해 실험을 지도하는 과학교사의 사기 진작은 무엇보다 중요하다.

과학교사들에게 실험 활동을 통하여 과학수업을 지도하는 일의 중요성을 일깨우는 일부 터 시작할 필요가 있으며, 그 실행을 위한 과학학습 지도여건 개선이 필요하다.

나. 개선 내용과 방법

과학교사들에게 실험 활동을 통하여 과학수업을 지도하려는 의욕과 태도와 실력을 기를 수 있도록 교사 양성과정과 현직 연수를 실험 지도 능력 배양에 중점을 두고 시행한다.

실험활동을 통한 과학수업지도를 열심히 하는 과학교사에 대한 보상체계를 마련한다(예: 연수기회 우선 부여, 근무 평점에 반영 등).

실험지도 우수사례를 발굴하여 표창하고, 보급한다.

과학교사의 수업시수에 실험 준비시간을 포함시켜 다른 과목 교사보다 기준시수를 적게 배정(예: 주당 법정 수업 시수 18시간인 경우, 과학교사는 12시간+ 실험 준비 6시간)

다. 비 예산 조치사항

교사양성과정과 현직연수의 실험 지도능력 배양 중심으로의 개선
과학실험지도 우수 교사에 대한 보상

라. 예산 조치사항

실험 중심 과학교육을 위한 과학 교사 수의 확보: 중학교의 교원 수급 결정에서 과학교사 수는 별도로 규정하고, 이를 확보하기 위한 교육인적자원부의 예산 확보가 필요하다. 실험준비 시간을 주당 4시간만 인정한다고 해도

예) 중학교의 과학교사 수 = (학급수)×4÷(과학교사 주당 수업 시수) 보다 큰 정수

* 이 식의 과학교사 주당 수업 시수는 실험 수업 준비 시간을 시수에 포함하여 책정한다. 28학급, 5명의 과학교사가 있는 중학교의 경우, $28 \times 4 \div 14 = 8$ 이므로 8명의 과학교사가 필요하고 3명의 증원이 필요하다. 학교별로 차이가 있겠으나, 현재의 과학교사 수의 20-30%의 증원이 필요하다.

전국적으로 학교당 2명씩의 과학교사를 증원한다면,

$$2,771\text{개교} \times 2\text{명} \times 3,000\text{만} = 1,662\text{억 } 6\text{천만원}$$

마. 기대효과와 점검평가 기준

과학교사가 실험활동 중심의 과학 탐구 교육을 해야 한다는 기본적인 태도를 가지고 실험 수업 지도 능력을 갖추고, 학습지도 여건을 개선하여 의욕을 가지고 실험 수업지도를 한다.

과학교사 양성과정이나 현직 교사 연수가 실험지도 능력의 강화에 중점을 두고 시행되고 있는가?

과학교사의 수업 시수가 실험 준비시간을 포함하여 기준이 정해지고 기준대로 시행되고 있는가?

개선항목 2. 실험조교 확보

가. 필요성과 방침

실험 수업의 준비와 실험 기구의 정리·정돈, 실험실의 정비 등의 업무를 담당하는 실험조교가 반드시 학교당 1명 이상씩 확보되어야 한다.

낮은 보수로 실험조교 확보가 곤란하거나 잦은 전직으로 업무의 효율이 저하되고 있으므로, 일용직의 낮은 보수 문제를 개선하여 정규직으로 전환하여 실험 조교가 안정적으로 확보될 수 있도록 한다.

나. 개선 내용과 방법

과학실험 조교의 보수 수준을 상향 조정하고 일용직이 아닌 정규직으로 전환한다.

실험 조교의 질적 수준 제고 필요: 예비 과학교사를 활용하거나, 사범대학 과학계열 학생들을 활용하는 방안 또는 과학실험조교에 대한 연수를 통해 과학실험조교의 질적 수준을 향상시킨다.

다. 예산 조치사항

과학실험조교의 적정 수준의 인건비 확보

(예: 월 100만원의 정규직으로 전환시 - 학교당 연 1200만원 예산)

과학실험조교의 업무를 조정하여 정규직으로의 전환 추진

학교당 1명씩 배치를 기준으로 필요예산을 계산하면,

2002년, 2771개교 중 707명이 배치

부족 인원 $2064명 \times 1,200만원 = 247억 6천8백만원$

기존 조교의 정규직 전환 비용 $707명 \times 400만원 = 28억 2천8백만원$

총 필요예산 합계 $275억 9천 6백만원$

과학실험조교의 연수 실시

(교육청에서 연2회, 학기초에 과학조교의 업무에 대한 연수 실시-교육청 별 1회 50만원, 연 100만원)

라. 기대효과와 점검평가 기준

과학실험조교가 실험실에 상주하면서 실험수업의 준비를 돕고, 실험 기구의 정비와 정리정돈을 맡아 실험에 필요한 교구들을 관리하여 실험수업이 원활히 진행될 수 있다.

과학실험조교가 확보되어 있는가?

과학실험조교의 보수 수준이 적당한가?

과학실험조교의 연수가 이루어지고 있는가?

개선험목 3. 실험 활동의 평가

가. 필요성과 방침

실험 활동을 제대로 평가하는 일은 실험 활동 위주의 과학수업의 진행에 있어서 그 성과를 결정짓는 중요한 일이다.

학생들은 평가에 매우 민감하게 반응하는 편이며, 평가에 반영되지 않는 활동에는 의욕을 내지 않는 실정이다.

학생들의 탐구활동의 과정이나 결과를 제대로 평가할 수 있는 구체적인 방법과 도구의 확립이 필요하다.

나. 개선 내용과 방법

과학실험활동의 여러 측면을 제대로 평가할 수 있는 평가도구를 개발한다.

교사 1인당 대면 학생 수가 많음을 고려하여 현실 속에서 적용이 가능한 평가도구를 개발한다.

실험실 이외에서 다양하게 이루어지는 여러 가지 탐구활동에 대해서도 구체적인 방법과 평가도구를 개발한다.

평가의 결과는 피드백되어 탐구활동 중심의 과학교육의 개선에 쓰일 수 있어야 하고 동시에 성적에 반영되어 상급학교의 진학에 활용될 수 있도록 한다.

특히 탐구 능력이 뛰어난 학생들은 과학교사의 관찰 평가에 의한 평가 자료도 과학고 등의 입시에 반영될 수 있는 체제가 필요하다.

다. 비 예산 조치사항

학교의 과학수업 현장에서 적용 가능하도록 개발된 평가도구가 활용될 수 있도록 보급한다.

학교의 정기적인 평가에 최소 반영 비율(예 : 5%)을 확정하여 과학실험 활동에 대한 평가가 성적에 반영되도록 한다.

상급학교의 입시에서 과학교사가 평가한 탐구능력 평가가 반영될 수 있는 체제를 확립한다.

라. 예산 조치사항

실험활동 위주의 탐구 능력을 제대로 평가할 수 있는 평가도구의 개발 및 보급(예: 교육과정 평가원 등의 연구기관에서 수행 평가 지도서 및 평가도구 개발, 보급 - 학년별로 800만원, 중학교 3개 학년 2400만원)

마. 기대효과와 점검평가 기준

실험 활동 위주의 탐구 과학교육의 여러 측면이 평가에 반영됨으로써, 과학 탐구 교육이 제대로 이루어 질 수 있다.

과학실험 활동이 제대로 평가되어 학생들의 성적에 반영이 되고 있는가?

상급학교의 진학에서 학생들의 뛰어난 탐구 능력이 반영되는가?

개선과제 4. 적합한 실험활동 지도서 및 교사 위한 정보전산 체제확립

가. 필요성과 방침

효율적인 탐구 실험 활동 위주의 과학수업 지도를 위해 단원별, 그리고 학교별 교사용 지도서 개발이 반드시 필요하다.

실험 활동 안내 자료와 실험 활동 수업의 실제 경험에서 얻어지는 정보나 의견 교환이

이루어질 수 있는 정보 전산체제의 확립이 필요하다.

나. 개선 내용과 방법

교육과학연구원이나 과학교육연구소 등에 의뢰하여 실험활동 지도서를 개발한다.

교내외의 과학교사 모임을 활성화하여 실험 활동 자료의 개발을 적극 권장하고 우수 실험 활동 자료를 개발하는 교사나 교사 모임을 장려한다.

과학교사를 위한 정보 전산 체제를 공개 경쟁을 통해 개발, 운영한다.

다. 비 예산 조치사항

우수 실험 활동 자료 개발 시상

라. 예산 조치사항

실험 활동 지도서 개발(예 : 학년별 2억원, 중학교 3개 학년 6억원)

과학교육 관련 대학이나 연구소에 용역 사업으로 개발을 의뢰하거나 과학 교사 모임에 개발을 의뢰. 학생들의 탐구 활동 중심의 실험 지도가 가능하도록 기본적인 이론을 포함하고 각 단원의 학습 내용을 탐구적 실험 활동으로 재구성하여 가르칠 수 있도록 학생 활동지와 교사용 안내가 함께 포함된 실험 활동 지도서를 개발. 기존의 각 교과서 출판사에서 제공하는 교사용 지도서와는 실험 활동 중심의 지도서라는 점에서 차별화될 수 있도록 함. 학년별로 물리, 화학, 생물, 지구과학 분야별로 8-10개의 탐구 실험 활동을 선정하여 개발.

분야별 개발비 2천만원×4 = 8천만원, 편집 및 CD-ROM 제작비 2천만원 합계 1억원

최종적인 형태는 보급이 쉽게 CD-ROM 형태가 되도록 함.

과학교사의 실험 수업 지원을 위한 정보전산 체제 개발, 운영 (개발비 1000만원, 운영비 월 100만원)

마. 기대효과와 점검평가 기준

과학 교사가 실험 활동 위주의 과학수업을 진행할 수 있도록 잘 구성된 실험 활동 지도서가 보급되어 실험활동을 쉽게 지도할 수 있으며, 필요한 정보와 자료를 정보전산체제를 통하여 교환할 수 있다.

실험활동지도서가 개발 보급되었는가?

과학교사를 위한 정보전산 체계가 활발하게 운영되고 활용되고 있는가?

개선과제 5. 필요한 실험시간 확보

가. 필요성과 방침

실험활동 중심의 탐구 과학교육을 실행하기 위해서는 충분한 과학 수업 시간의 확보가 중요하다.

교육과정 상의 기본 시수는 반드시 확보하도록 하고 모자라는 시간은 교과재량 시간을 통해서 확보한다.

나. 개선 내용과 방법

6차에 비해 탐구 활동 중심으로 개편된 7차 교육과정의 시간 배당이 7학년에서 1시간이 줄어든 문제는 교과재량 시간을 우선적으로 1시간 과학으로 확보할 수 있도록 하여 해결한다.

실험 수업을 위해 두 시간 연속 편성 등으로 심도있는 실험 수업의 여건을 조성한다.

다. 비 예산 조치사항

7학년 교과 재량 시간 중 1시간은 과학과목 선택 의무화

라. 예산 조치사항

교과재량 시간을 담당할 수 있는 충분한 수의 과학교사를 확보한다.(개선항목 2 참고)

마. 기대효과와 점검평가 기준

실험 활동 위주의 과학수업을 진행할 수 있는 충분한 수업 시간이 확보되어 교과서의 심화, 보충 내용까지도 충분히 다룰 수 있으며, 학생들의 생활 주변의 관련 문제들까지도 다룰 수 있어서 과학에 대한 관심과 흥미를 높인다.

과학수업 시간이 충분히 확보되었는가?

개선과제 6. 실험활동실

가. 필요성과 방침

실험 활동실의 환경을 획기적으로 개선하여 학생들이 와서 실험하고 수업하고 싶은 장소로 바뀌도록 시설과 설비를 개선한다.

교사 준비실을 부속시켜 과학교사가 상주하며 실험 수업을 준비하고 수업하고 자료개발을 하며 학생들을 지도하는 장소로 개발한다.

나. 개선 내용과 방법

학교당 최소 1개씩의 현대화한 실험실을 시설 기준을 정하여 구비한다.

장기적으로 1 과학교사당 1실험실을 지향하여 순차적으로 실험실 수를 증대시킨다.

실험실 환경이 갖추어야 할 기준을 정하여 실험실 내의 환경이 안전하고 쾌적하여 실험 활동을 하기에 불편함이 없도록 설비를 갖춘다.

다. 예산 조치사항

학교당 최소 1개씩의 현대화한 실험실 시설 구비

1 과학교사당 1실험실 갖추기

실험실의 환경 및 설비 갖추기

예시)	1 과학활동실	시설비	70,870,000원
	(P. 122, 123 참조)	주요 기본 교구비	24,550,000원
		계	95,420,000원

전국의 중학교 2,771개교에서

현재 확보된 실험실 수는 4,134실로 83.22%의 확보율

새로 확보할 실험실들을 아래의 예시안대로 시설하고 기본교구를 갖추려면,
 $833\text{실} \times 95,420,000\text{원} = 79,484,860,000\text{원} \approx 800\text{억원}$

각 학교 당 1실험실을 현대화하기 위한 비용은

$2,771\text{개교} \times 70,870,000\text{원} = 196,380,770,000\text{원} \approx 2\text{천억원}$

라. 기대효과와 점검평가 기준

제대로 된 시설이 갖추어진 실험실에서 과학교사가 상주하며 학생들이 실험실에 와서 쾌적하고 안전한 실험활동을 통하여 탐구적으로 과학 학습을 한다.

실험실 수가 확보되었는가?

실험실 설비와 환경이 기준에 맞게 갖추어 졌는가?

개선험목 7. 실험활동 기자재 확보

가. 필요성과 방침

탐구적 실험 활동이 가능한 양질의 실험활동 기자재를 개발, 보급하여 실험 활동 중심의 과학교육이 실현될 수 있는 여건을 마련한다.

생활 주변에서 쉽게 구할 수 있는 재료를 가지고 재미있는 활동을 통하여 과학의 개념과 원리를 익힐 수 있는 실험 활동들을 위한 교재, 교구의 개발로 재미있게 과학실험을 지도하도록 안내한다.

MBL 등 현대화된 측정장비 구비 및 자료처리 및 분석에 있어서 컴퓨터나 인터넷 활용이 가능한 실험활동을 위한 교재 및 활동 프로그램의 개발과 보급이 이루어지도록 한다.

질적으로 우수한 실험 기자재가 개발될 수 있도록 관련업계를 장려하여 양질의 기자재가 만들어지고, 구입 관행을 개선하여 학교 과학수업에 적절한 가격으로 공급될 수 있는 체계를 확립한다.

교육과정에 맞추어 탐구 실험 활동이 가능한 교재와 기자재를 개발하고, 구입, 사용, 보

관, 관리할 수 있는 체제를 확립한다.

나. 개선 내용과 방법

과학교구품질 인증제를 도입하여 일정한 수준 이상의 과학교구가 생산될 수 있도록 기준을 강화한다.

우수한 과학교구 생산업체에 장려금을 주거나, 세제혜택을 주는 등의 방법을 통하여 MBL 실험 장비를 비롯한 현대화된 우수한 과학교구가 생산되도록 한다.

과학교구 구입의 관행을 개선하여 생산자로부터 중간 업자를 거치지 않고 직접 학교로 과학교구가 공급될 수 있는 체제를 확립한다.

필요한 과학교재, 교구의 구입을 위한 실험실습비를 확보한다.

실험실 내에 과학교구 교재의 보관 공간이 확보되어 소재 파악이 쉽고 사용이 편리하게 보관, 관리되는 체제를 확립한다.

다. 비 예산 조치사항

과학 기자재 품질 인증제 도입

우수 과학 기자재 생산업체 장려

과학 기자재의 품질에 대한 교사의 평가 체제 확립(예: 인터넷 평가 사이트 운영, 우수 과학 기자재 추천 등 교구 품질 평가 결과를 공유)

과학 기자재 구입 관행의 개선(예: 과학교사가 필요한 실험 기자재를 직접 구매할 수 있는 인터넷 공동 구매 방법 이용)

라. 예산 조치사항

실험실습비의 확보

(명확한 기준 제시-예: 학교 회계 예산 편성 지침에 학교 운영비의 7% 이상을 과학 실험 기자재 및 실험실습 재료비로 사용하도록 규정)

2002년에 확보된 실험 실습비는 1개교당 평균 467만원(교구비 227만원+ 재료비 240만원)
학교당 최소 실험실습비:교구비 7,600만원(신규구입 및 낙후교구교체)+ 재료비 3,000만원
= 10,600 만원

전국적으로는 전국 중학교 수 2,771개교 × 3,000만원 = 831억 3천만원

마. 기대효과와 점검평가 기준

양질의 과학 기자재와 교재가 생산, 보급될 수 있는 체제가 확립되고 학교 실험 수업에 쓰일 수 있도록 구입, 관리된다.

과학 기자재의 품질 인증제가 제대로 시행되고 있는가?

우수 과학 기자재 생산업체가 선정되어 혜택이 주어지고 있는가?

투명한 과학 기자재의 유통체계가 확립되어 있는가?
학교별로 실험실습비의 예산이 확보되고 적기 시행되고 있는가?
과학 기자재가 수업에 사용하기에 편리하도록 관리되고 있는가?

개선과제 8. 실험비와 안전보험 제도

가. 필요성과 방침

실험에 필요한 교구와 재료의 구입이 필요한 만큼 충분히 이루어질 수 있도록 예산을 확보한다.

실험에서의 안전사고에 대비한 안전 보험제도를 마련하여 시행한다.

나. 개선 내용과 방법

학교 운영비의 일정비율 이상을 실험 실습을 위한 예산으로 확보한다.

실험 예산 중의 일부는 안전 보험을 위한 비용으로 책정한다.

다. 예산 조치사항

학교 운영비의 일정비율 이상의 실험 예산 확보

학교 회계 예산 편성 지침에 학교 운영비의 7% 이상을 과학 실험 교구 및 실험실습 재료비로 사용하도록 규정하여 실행 여부를 확인한다. (개선항목 1 참고)

라. 기대효과와 점검평가 기준

실험 예산이 확보되어 실험활동에 필요한 교재 교구의 구입과 실험에 필요한 재료가 필요한 만큼 공급되어 실험활동이 활성화되며, 안전 보험을 통하여 만일의 사고에 대비한다.

실험실습비가 학교 운영비의 7% 이상 확보되었는가?

안전 보험제도가 마련되어 시행되고 있는가?

3. 고등학교

1) 지향 목표

고등학교 과학교육을 현대화된 실험활동 중심의 과학탐구교육으로의 개선을 통하여, 현대적인 장비의 효율적인 사용과 다양한 정보의 효과적인 처리를 익히고, 생활과 자연의 다양한 상황에서 문제를 발견하고 탐구하여 해결하는 능력을 배양함으로써 과학기술사회에 능동적으로 대처하는 시민을 양성한다.

모든 고등학생에게 실험활동 중심의 과학탐구교육을 실시함으로써 실천적 탐구력을 배양하고 이를 바탕으로 현대 과학기술사회에 대처하는 과학소양인 양성 및 우수한 과학기술계 인력 확보로 국가 경쟁력을 제고한다.

2) 국내외의 현황과 문제점

가. 교육과정에서 과학교과의 위상 저하

고등학교 1학년의 경우 국민공통기본교육과정의 ‘과학’ 과목을 필수로 연간 6단위를 이수하도록 되었는데 이는 6차 교육과정에 비해 2단위가 감소한 것이며, 고등학교 2-3학년의 경우 7차 교육과정에서 과학 교과의 선택과목 중 일반선택 과목인 ‘생활과 과학’ 4단위, 그리고 심화선택 과목은 물리, 화학, 생물, 지구과학이 I과 II과목이 각각 4단위와 6단위로 책정되어있는데 이는 6차 교육과정의 각 과학 과목 I과 II가 4단위와 8단위였는데 비하면 역시 이수 단위가 감소한 것이다. 이와 같이 국가교육과정에서 과학 교과의 위상 약화로 수업 시수가 줄어들어다가 심화보충 과정 운영으로 인하여 기본 내용에 할당되는 시수는 더욱 감소되어 탐구 활동에 필요한 시간을 충분히 할애할 수 없다.

나. 평가에서 과학교과의 위상 저하 및 실험능력 평가 미흡

2005학년도 대입 제도에 따르면 인문계나 예·체능계는 수학능력시험에서 과학 시험을 보지 않아도 되므로, 1학년 때 과학을 6단위 이수한 후에 선택 과목을 하나도 이수하지 않아도 되게 되었다. 자연계의 경우에도 최소 4단위(각 과목 I을 1개 선택)에서 최대 20단위(4단위인 각 과목 I 2개, 6단위인 II과목 2개 선택)까지 선택이 가능한데, 이것은 사회과목에서 최소 4단위에서 최대 32단위와 비교하면 매우 약화된 것이다.

대학 입시가 고등학교 교육에 미치는 현실적 영향을 고려할 때 대입 제도에서 과학교과의 위상 저하는 고교 과학교육의 비중 감소와 학생들의 선택 외면을 초래할 가능성이 매우 높다. 또한, 실제 실험 수행 능력이 평가에 적절히 반영되지 않으므로 지식 암기 위주의 교육으로 치우치고 있다.

다. 실험 중심 과학 학습 지도의 현황과 문제

과학수업은 대체적으로 학교 교실에서 강의식으로 이루어지고 있으며, 실험실 수업은 1

년 기간동안 2-3회 정도에 그치는 경우가 대부분인 실정이다. 한편 실험 수업은 교실 강의 수업에 비해 훨씬 많은 노력과 시간을 요한다. 그러나 현실 상 30명이 넘는 학급당 인원으로 4-5명이 한 조를 이루어 7-8개조로 진행되는 실험 수업에서 교사의 적절한 지도는 어려우며, 주도적인 학생을 제외한 많은 학생들은 들러리 역할만 하게 되어, 실험 수업 태도와 참여도가 저하된다. 한 예로 결과를 모르고 탐구하여 발견실험을 한 고등학생은 15%, 집에서 스스로 실험을 한 경우도 12%에 지나지 않았다는 실태 조사 결과도 있다(박승재, 1988)

라. 과학교사의 근무 여건 열악

실험 수업이 교실 강의 수업보다 많은 노력과 시간이 소요됨에 비해 일반 교과 교사와 같은 수업 시수 배정 및 기타 수업 무관 업무까지 고려하면 과학교사의 업무는 매우 과중하다. 2001년도 설문에 따르면 일반계 고등학교 과학교사의 평균 주당 수업시수는 16.3시간이며 여기에 과학수업과 무관한 업무가 주당 평균 14시간이나 된다(과학문화진흥회, 2001). 또, 원활하고 안전한 실험수업 지도를 위해 반드시 필요한 조교 확보가 아직 미미하여 학교당 1명 이상의 실험조교를 확보한 경우가 일반계 고등학교 기준 평균 36%에 불과하고, 그나마 조교 자질저하와 잦은 교체로 인한 효율성문제를 교사들이 지적하고 있다.

마. 과학 탐구교육을 위한 시설 기자재 빈약

학생들이 사용하는 학습 자료는 교과서에 국한되며, 교과서 내용과 연결하여 참고할 수 있는 학습자료들이 도서실에 잘 갖추어져 있지 못하다. 실험실 확보의 경우 폐지된 '학교 시설 설비 기준령(1996. 2. 22. 개정. 대통령령 제14920호)'에 따르면 고등학교의 경우 9개 학급마다 1개의 실험실과 1개의 준비실을 갖추도록 되어있으나, 이와 같은 실험실 수는 부족하다는 것이 여러 연구결과이다(곽병선 외, 1983, 김창식 외, 1997). 이러한 기준을 적용한다 하더라도 한 학교에 최소 2개 내지 3개의 실험실과 각각에 대응되는 실험준비실이 있어야 하지만, 고교에서 과학 수업의 비중과 물리, 화학, 생물, 지구과학 등의 분과 과학을 고려하면 각 교과별로 최소 1개의 실험실이 필요하다. 그럼에도 불구하고 현실적인 여건은 더욱 열악하여, 실험실이 1개밖에 없는 경우가 13%에 달하며 실험준비실이 없는 경우는 26%나 된다(이윤종 외, 1998). 2001년 연구에 따르면 일반계 고등학교의 경우 학교당 평균 실험실 수는 2.2개에 불과하다(과학문화진흥회 2001). 또, 실험실 구비 시설이 열악하고 현대적이지 못하여 이를테면 멀티미디어 자료를 구현하기 위한 컴퓨터 시설이 안되어 있다던가(모든 교과에서 사용하는 정보실에만 IT 시설 구비), 냉난방 시설, 급배수 시설, 마이크-스피커 시설 등 기본 실험실 시설이 미비하다. 실험기자재 구비의 경우도 마찬가지로 이전의 실험기자재 기준령에 대해서 90% 이상을 확보한 고교는 39%에 불과하며, 그나마 실험에 필요한 소모품도 충분하다고 답한 경우가 34%에 불과하다. 또, 고등학교 과학교사 중 45%는 기자재의 품질이 조잡하다고 불만을 나타냈다(이윤종 외, 1998).

학생들의 실험실습비에 대한 실태는 집계하기 어려우나, 1994년도의 연구조사에 따르면 고등학생의 경우 일인당 주당 실험실습비가 평균 70원이라는 결과가 있으며(장희익 외,

1994), 그나마 교과교육에 대한 실행과 관리가 시도교육청으로 이관된 이후는 더욱 파악하기 어렵다. 과거에는 학교예산 중 기성회비의 5%를 실험실습비로 사용할 것에 대한 권고 사항이 있었지만, 지금은 없어져 결국 각 학교 단위에서 실험실습비를 책정하게 된다. 2001년 조사한 중학교의 예를 들면 학교 예산의 1.8%에 불과하다. 교육부가 매년 집계하는 자료에 따르면 고등학교의 경우 학급당 실험실습비는 연간 13만원에 못미친다(교육부 자료, 2002). 학생 일인당 수업주당 실험실습비로 따져보면 약 90원 정도로 1994년의 조사 보다는 증가했으나 여전히 적은 액수임을 알 수 있다.

바. 과학교사의 실험 수업 지도 역량과 자신감 문제

과학교사의 양성 과정이나 현직연수에서 탐구 실험 수업 지도에 대한 연수가 제대로 이루어지지 않고 있으며, 구태의연한 기존 실험 연수 등은 과학교사의 실험 수업 지도 역량 부족과, 실험을 통해 과학 수업을 지도하려는 의욕의 감소로 이어지고 있다. 2001년 연구 결과에 따르면 실험지도에 자신이 없다고 대답한 고등학교 과학교사가 12.5%에 달한다. 또, 한 학기당 실험수업 횟수는 초등학교가 21.5회이고 중학교가 10.2회인 반면, 고등학교의 경우는 5.8회로 급격히 줄어든다. 이는 입시에 대한 부담 등 제도적 또는 사회문화적 요인도 작용하겠지만, 과학교사의 실험수업 지도 역량 및 연수, 근무 여건 등에서 원인을 찾을 수 있다. 또한, 실험교육에 대한 연구 개발 부족으로 획일적 확인 실험을 되풀이하는 현실이며 탐구적 실험 활동과 실험 지도에 대한 적절한 안내, 교재, 연수 등이 매우 부족하다.

개선험목 1. 실험 지도교사의 사기 진작 - 의욕, 실력, 태도

가. 필요성과 방침

참다운 과학탐구 지도를 위한 과학교사의 과학탐구 능력 신장이 필요하며 이를 위해 실험을 지도하는 과학교사의 사기 진작은 무엇보다 중요하다.

모든 과학수업은 직접 대면하고 탐구하는 과학실험 수업이 되어야 하며, 주어진 여건과 환경에서 가능한대로 이를 실천하려는 과학교사의 태도가 중요하다.

나. 개선 내용과 방법

과학교사들에게 실험 활동을 통하여 과학수업을 지도하려는 의욕과 태도와 실력을 기를 수 있도록 교사 양성과정과 현직 연수를 실험 지도 능력 배양에 중점을 두고 시행한다(MBL 등 현대 장비와 실험활동에 대한 연수 기회 확대와 교육수준 대폭 제고).

실험활동을 통한 과학수업지도를 열심히 하는 과학교사에 대한 보상체계 마련한다(예: 연수기회 우선 부여, 근무 평점에 반영 등).

실험지도 우수사례를 발굴하여 표창하고, 보급한다.

과학교사의 수업시수에 주당 6시간의 실험 준비 및 정리시간을 포함시켜 다른 과목 교사보다 기준시수를 적게 배정한다(예: 주당 법정 수업 시수 18시간인 경우, 과학교사는 12

시간+ 실험 준비 6시간).

다. 비 예산 조치사항

교대 및 사대 교사양성과정을 MBL을 포함하여 현대화된 장비를 사용한 과학 실험지도 능력 배양 중심으로 개선한다.

교사 현직연수에서 MBL 및 컴퓨터-인터넷 기반의 과학 실험지도 능력 교육 등 최신 과학실험지도에 대한 적극적 업데이트 노력과 연수 교육의 질적 개선을 도모한다.

실험활동을 통한 과학수업지도를 열심히 하는 과학교사에 대한 보상체계 마련한다(예: 연수기회 우선 부여, 근무 평점에 반영 등).

중등 과학교원 임용고사에서 실험지도 능력을 대폭 강화한다.

라. 예산 조치사항

과학교사의 기준 수업 시수 감소를 위한 고등학교 과학교원 증대

주당 법정 시수를 14시간으로 감축하고 과학수업 무관 업무를 줄일 경우, 기존 교사 일인당 주당 시수 2~5시간 감소. 학교 당 과학교사의 수가 평균 8명일 경우 추가로 과학교사 2~3명 증원 필요

학교당 교사 2명 증원 경우 $2\text{명/교} \times 2000\text{교} \times 3,000\text{만원/명} = 1200\text{억원}$

(참고: 2002년 통계, 전국 고교수 1974개교)

실험지도 우수사례를 발굴하여 표창, 보급

예) 기존의 교육청 추천 방식에서 탈피한 공모 형태의 '우수 과학교사상' 시상 및 보상으로 승진만이 아니라, 해외 연수 또는 안식(연구)년 제공 등 계속 연구 교육을 위한 인센티브 제공

연 10명 선발하고, 연수와 포상 등에 드는 비용을 일인당 500만원

$10\text{명} \times 500\text{만원/명} = 5,000\text{만원}$

마. 기대효과와 점검평가 기준

과학교사가 실험활동 중심의 과학 탐구 교육을 해야 한다는 기본적인 태도를 가지고, 현대화된 과학실험 장비 사용에 능숙하며 실험 수업 지도 능력을 갖추고 실험 수업지도를 한다.

중등 과학교사 양성과정이나 현직 교사 연수가 실험지도 능력의 강화에 중점을 두고 시행되고 있는가?

과학교사의 수업 시수가 실험 준비시간을 포함하여 기준이 정해지고 기준대로 시행되고 있는가?

우수 과학교원을 위한 다양한 사기 진작책이 바람직하고 실효성있게 시행되고 있는가?

개선항목 2. 실험조교 확보

가. 필요성과 방침

실험 수업의 준비와 실험 기구의 정리·정돈, 실험실의 정비 등의 업무를 담당하는 실험 조교가 반드시 과학 과목당(과학, 물리, 화학, 생물, 지구과학) 1명 이상씩 확보되도록 한다.

낮은 보수로 실험조교의 확보가 곤란하거나 잦은 전직으로 업무의 효율이 저하되고 있으므로 일용직의 낮은 보수 문제를 개선할 필요가 있다.

실험 수업의 준비와 과학교사의 보조 역할을 담당할 과학조교의 질적 수준을 제고한다.

나. 개선 내용과 방법

실험 조교의 보수수준을 상향 조정하고 일용직이 아닌 정규직으로 전환하여 필요한 인력을 안정적으로 확보한다.

실험 조교의 질적 수준 제고를 위해 예비 과학교사 활용 방안 또는 이공계 대학생 병역 특례 방안의 검토가 필요하다.

MBL 등 현대화된 과학실험 장비 등에 대한 과학실험조교 대상 연수를 통해 과학실험조교의 질적 수준을 향상시킨다.

다. 비예산 조치사항

과학실험조교의 업무를 조정하여 정규직으로의 전환 추진(예: 과학교사의 수업 무관 행정 업무 분담 등)

예비 과학교사의 일정 기간 과학실험조교 봉사 참여 방안: 중등 과학교육과정에서 교육 실습수업과 같이 필수 이수 학점화

이공계 대학생의 병역특례복무로서 고등학교 과학실험조교 근무 방안 (병무청의 군인력 수급 정책, 과학기술부의 이공계 대학생 사기진작책과 함께 고려 필요)

라. 예산 조치사항

과학실험조교 최소 인원 확보 및 인건비 상향 조정

- 현 과학실험조교 확보 현황은 학교당 1인 기준으로 27% 수준으로 총 477명
- 학교당 최소 2명의 과학조교(물리 및 지구과학 1명, 화학 및 생물 1명) 필요하며 부족인원은 $1974교 \times 2명 - 477명 = 3,471명$
- 실험조교의 정규직화 및 인건비 상향: 현 연봉 800만원에서 1,200만원으로.
- 총 소요예산액

기존 조교 정규직화: $477명 \times 400만원 = 190,800만원$

신규 조교 확보: $3,471명 \times 1,200만원 = 4,165,200만원$

총 4,356,000만원 (435억 6천만원)

과학실험조교의 연수 실시

- 각 시도교육청 단위 연 2회 실시 및 예산 집행

마. 기대효과와 점검평가 기준:

과학실험조교가 실험실에 상주하면서 실험수업의 준비를 돕고, 실험기구의 정비와 정리 정돈을 맡아 실험에 필요한 교구들을 관리하여 실험수업이 원활히 진행될 수 있다.

과학실험조교가 일정 수 이상 확보되어 있는가?

과학실험조교의 보수 수준이 적당한가?

과학실험조교의 연수가 이루어지고 있는가?

과학실험조교가 학교 과학실험 수업에 도움이 되는가?

개선험목 3. 실험 활동의 평가

가. 필요성과 방침

대학 입시에 가장 직접적인 영향을 받는 고등학교 교육 현실을 고려할 때, 고등학교에서의 실험활동 중심의 과학 탐구 교육 활성화를 위해서는 대입 등의 주요 평가에 과학 실험 활동 평가는 필수적이다.

학생들의 실험활동의 과정이나 결과를 제대로 평가할 수 있는 구체적인 방법과 도구의 확립이 필요하다.

나. 개선 내용과 방법

대학수학능력고사 등 대입 체제에서 과학을 선택 범주가 아닌 국영수와 같이 핵심교과로 지정하는 방안(7차 교육과정 및 2005년 이후 대입 제도는 이미 정해졌으므로 추후 최우선 개선 과제로 보완 필요)이 실행될 수 있도록 한다.

2005년도 이후 대학수학능력고사 지침 또는 교육부 해석에서 과학 교과를 선택한 학생들이 상대적 불이익을 받지 않도록 제도적 보완책을 강구한다.

각 대학 전형시 이공계 학과에서는 고등학교 과학교과의 실험수행 능력을 적극 평가하도록 전형 방법을 개선한다.

고등학교 학교 과학학습 평가에서 과학실험활동의 여러 측면을 제대로 평가할 수 있는 평가도구를 개발한다(교사 1인당 대면 학생 수가 많음을 고려하여 현실 속에서 적용이 가능한 평가도구의 개발 필요).

MBL 등 현대 장비의 적극 보급 활용과 더불어 이러한 현대적 실험 수행 능력을 평가할 수 있는 평가 체제를 확립한다.

다. 비 예산 조치사항

교육과정 및 평가에서 과학실험수행능력 적극 반영을 위한 제도적 개선 방안 연구

2005년도 이후 대학수학능력고사 지침 또는 교육부 해석에서 과학 교과를 선택한 학생들이 상대적 불이익을 받지 않도록 제도적 보완책 강구

각 대학 전형 시 이공계 학과에서는 고등학교 과학교과의 실험수행 능력을 적극 평가하도록 전형 방법 개선

학교의 과학수업 현장에서 적용 가능하도록 개발된 평가 도구가 활용될 수 있도록 보급
학교의 정기적인 평가에 최소 반영 비율(예: 30%)을 확정하여 과학실험 활동에 대한 평
가를 성적에 반영

라. 예산 조치사항

실험활동 위주의 탐구 능력을 제대로 평가할 수 있는 평가도구의 개발 및 보급(예: 교육
과정평가원, 과학교육연구기관 등에서 수행평가 지도서 및 평가도구 개발, 보급)

마. 기대효과와 점검평가 기준

실험 활동 위주의 탐구 과학교육의 여러 측면이 평가에 반영됨으로써, 과학 탐구 교육이
제대로 이루어 질 수 있다.

교육과정과 평가에서 실험 활동이 적절히 반영되었는가?

학교 과학 학습평가에서 과학실험 활동이 학생들의 성적에 적절히 반영이 되고 있는가?

대학 전형에서 학생들의 탐구(실험) 능력이 반영되는가?

개선과제 4. 적합한 실험활동 지도서 및 교사 위한 정보전산 체제확립

가. 필요성과 방침

효율적인 탐구 실험 활동 위주의 과학수업 지도를 위해 교사용 지도서 개발이 반드시
필요하다.

실험 활동 안내 자료와 실험 활동 수업의 실제 경험에서 얻어지는 정보나 의견 교환이
이루어질 수 있는 정보 전산체제 확립이 필요하다.

나. 개선 내용과 방법

국가 수준의 과학교육연구기관에서 주요 사업의 일환으로 고등학교용 과학실험활동 지
도서를 연구 개발한다.

고등학교 과학실험수업의 MBL도입에 따른 안내서 및 교사 지도서를 개발, 보급한다.

교내외의 과학교사 모임을 활성화하여 실험 활동 자료의 개발을 적극 권장하고 우수 실
험 활동 자료를 개발하는 교사나 교사 모임을 장려한다.

과학교사를 위한 정보 전산 체제를 공개 경쟁을 통해 개발하고 운영한다.

다. 비 예산 조치사항

기존 과학교육 관련 정보 사이트의 적극 홍보와 효율적인 활용

라. 예산 조치사항

MBL 과학실험활동 안내서 및 교사지도서 개발

고등학교용 과학실험활동 지도서 개발

과학교사의 실험 수업 지원을 위한 정보전산 체제 개발, 운영
(이상은 국가적 과학교육연구기관에서 핵심 사업으로 전개할 것을 제안)

마. 기대효과와 점검평가 기준

과학 교사가 실험 활동 위주의 과학수업을 진행할 수 있도록 잘 구성된 실험 활동 지도서가 보급되어 실험활동을 쉽게 지도할 수 있으며, 필요한 정보와 자료를 정보전산체제를 통하여 교환할 수 있다.

현대적 장비를 적극 활용할 수 있는 실험활동지도서가 개발 보급되었는가?

과학교사를 위한 정보전산 체제가 활발하게 운영, 활용되고 있는가?

개선과제 5. 필요한 실험시간 확보

가. 필요성과 방침

실험활동 중심의 탐구 과학교육을 실행하기 위해서는 충분한 과학 수업 시간의 확보가 중요하다.

교육과정 상의 기본 시수는 반드시 확보하도록 하고 모자라는 시간은 교과재량 시간을 통해서 확보한다.

나. 개선 내용과 방법

6차에 비해 탐구 활동 중심으로 개편된 7차 교육과정의 시간 배당이 고등학교 1학년에서 2단위가 줄어들고, 2,3학년의 경우에도 학교마다 선택의 사정이 다르지만 6차에 비해 2단위 정도 감소하게 되는데, 이 문제는 교과재량 시간 등을 우선적으로 2시간 추가 확보하여, 추가 확보된 시간은 반드시 실험수업을 하도록 한다.

실험 수업을 위해 두 시간 연속 편성 등으로 심도있는 실험 수업 여건을 조성한다.

과학교사의 기준 시수 감소와 과학교원 증대와 더불어 시행되어야 한다.

다. 비 예산 조치사항

고등학교 1학년 교과 재량 시간 중 2시간은 과학과목 선택 의무화 및 과학실험 수업에 배당

실험 수업을 위해 두 시간 연속 편성 등으로 심도있는 실험 수업 여건 조성

라. 예산 조치사항

교과재량 시간을 담당할 수 있는 충분한 수의 과학교사 확보 ('개선과제 2' 참조)

마. 기대효과와 점검평가 기준

실험 활동 위주의 과학수업을 진행할 수 있는 충분한 수업 시간이 확보되어 교과서의 심화, 보충 내용까지도 충분히 다룰 수 있으며, MBL 등 현대적 측정장비와 자료분석을 다

를 수 있어서 과학에 대한 관심과 흥미를 높인다.

과학수업 시간이 충분히 확보되었는가?

개선과제 7. 실험활동실

가. 필요성과 방침

실험 활동실의 환경을 현대적으로 개선하여 MBL 수업, 인터넷과 컴퓨터를 활용한 수업을 할 수 있도록 획기적으로 개선한다.

학생들이 와서 실험하고 수업하고 싶은 장소로 바뀌도록 각종 시설과 설비를 연구를 바탕으로 개선한다.

교사 준비실을 부속시켜 과학교사가 상주하며 실험 수업을 준비하고 수업하고 자료개발을 하며 학생들을 지도하는 장소로 개발한다.

나. 개선 내용과 방법

학교 당 각 과학 교과별 최소 1개씩의 현대화한 실험실을 시설 기준을 정하여 구비한다 (예: 통합과학실험실, 물리실험실, 화학실험실, 생물실험실, 지구과학실험실).

장기적으로 1 과학교사당 1실험실을 지향하여 순차적으로 실험실 수를 증대시킨다.

실험실 환경이 갖추어야 할 기준을 정하여 실험실 내의 환경이 안전하고 쾌적하여 실험 활동을 하기에 불편함이 없도록 설비를 갖춘다.

다. 예산 조치사항

학교 당 각 과학 교과별 최소 1개씩의 현대화한 실험실을 시설 기준을 정하여 구비(예: 통합과학실험실, 물리실험실, 화학실험실, 생물실험실, 지구과학실험실)

실험실 추가분: 현재 확보수는 전국 1974교에 총 4036실. 각 교에 5개의 실험실을 구비하려면 부족분은 $1974교 \times 5실/교 - 4036실 = 5,834실$

실험실의 환경 및 설비 갖추기

가스, 배수, 냉난방, 도서보관함, 교구보관함, 실험대 및 의자, 전력, LAN, PA 시스템, 프로젝터와 스크린, 실물화상기 등의 커뮤니케이션 시설 등

·실험실 1실의 시설, 설비비 소요예산액: 7천만87만원 (P. 122, 123 참조)

실험실 현대화에 따른 기본 교구 설비 구비

컴퓨터 및 기본 인터페이스, 인터넷 및 네트워크망, 전산실험용 기본 소프트웨어와 저작도구, 디지털 센서 등 MBL 장비세트 등 구비

·기본교구: 앞절의 중학교 자료를 참조하면(중학교 실험실의 경우 1교실당 2,455만원)

각 실험실당 평균 2,500만원 소요 예상

·현대화 교구: 실험실당 1,300만원 (표 참조)

품명	규격 및 사양	수량	단가	소요액
MBL 세트	(가능하면)국산제품 속도, 온도, 소리, 빛, 저항, 전류, 전압, pH농도 등 기본 물리량 측정	10	1,000,000원	10,000,000원
보조센서	광센서, 온도센서 등 보조센서 추가구입	2인당 1 세트	세트당 100,000	2,000,000원
소프트웨어	LabView, Excel 등 (업그레이드 비용포함)	교실당 1 copy (교육용)	1,000,000	1,000,000원
합계				13,000,000원

과학실험실 현대화 및 확충 소요예산안(기존연구참조)

- 1 과학활동실당
 - 시설비 70,870,000원
 - 기본 교구비 25,000,000원
 - 현대화 교구비 13,000,000원
 - 총 약 1억원 (교실건축비 제외)

·부족한 과학실험실 추가를 위한 예산

신규제안 기준 대비 부족분 5834교실 ×1억원 = 5834억원
(기존 기준대비 부족분 1000교실×1억원 = 1000억원)

·기존 실험실 개보수 비용

신규 개설의 50% 비용으로 계산
4036교실 × 1억원 × 50% = 2018억원

·신설 및 개보수 포함 총 예상 비용 : 5834억원+ 2018억원 = 7,852억원
(기존 기준대비 경우 3,018억원)

라. 기대효과와 점검평가 기준

제대로 된 시설이 갖추어진 실험실에서 과학교사가 상주하며 학생들이 실험실에 와서
쾌적하고 안전한 실험활동을 통하여 탐구적으로 과학 학습을 한다.

실험실 수가 확보되었는가?

실험실 설비와 환경이 MBL 실험 등 현대적 실험수업 기준에 맞게 갖추어졌는가?

개선항목 8. 실험활동 교구 및 교재 확보

가. 필요성과 방침

탐구적 실험 활동이 가능한 양질의 실험활동 교재를 개발, 보급하여 실험 활동 중심의

과학교육이 실현될 수 있는 여건을 마련한다.

MBL 등 현대화된 측정장비 구비 및 자료처리 및 분석에 있어서 컴퓨터나 인터넷 활용이 가능한 실험활동 교재의 개발, 보급이 필요하다.

질적으로 우수한 실험 교재가 개발될 수 있도록 관련업계를 장려하여 양질의 교재가 만들어지고, 구입 관행을 개선하여 학교 과학수업에 적절한 가격으로 공급될 수 있는 체계를 확립한다.

나. 개선 내용과 방법

과학교구품질 인증제를 도입하여 일정한 수준 이상의 과학교구가 생산될 수 있도록 기준을 강화한다.

과학교구 구입의 관행을 개선하여 생산자로부터 중간 업자를 거치지 않고 직접 학교로 과학교구가 공급될 수 있는 체계를 확립한다.

MBL 과학실험을 적극적으로 보급하고, 실험활동을 개발하고 관련 자료를 개발한다.

다. 비 예산 조치사항

과학교구 품질 인증제 도입

과학 교구의 품질에 대한 교사의 평가 체제 확립(예: 인터넷 평가 사이트 운영, 우수 과학교구 추천 등 교구 품질 평가 결과를 공유)

과학 교구 구입 관행의 개선(예: 과학교사가 필요한 실험교구를 직접 구매할 수 있는 인터넷 공동 구매 방법 이용)

온라인 동호회 등을 이용한 MBL 관련 과학실험교육 자료 공유

라. 예산 조치사항

학교 예산 중 일정 비율을 실험실습비의 확보로 명시화

예) 학교운영예산 대비 7%이상 과학실험교육 지원을 권고

MBL 세트 보급 등 실험교구의 현대화 지원

국가적으로 고등학교 과학실험실 현대화 지원계획에 맞추어 실험기자재 시설 일정 부분 지원 (예산은 개선과제7 '실험활동실' 참조)

MBL 활용 과학실험 활동과 교재 개발 연구 및 보급

예) 과학교육연구센터 등 국가적 지원기관의 주요 사업으로 시행

각 시도에서는 개발된 자료의 보급 및 활용 지도

MBL 등 과학실험 활동 및 자료 개발 공유를 위한 과학교사 모임 또는 학회 등 단체 지원(지원조건으로 연간 일정량 이상의 자료 개발 및 공개 등)

마. 기대효과와 점검평가 기준

현대화된 과학실험 교구 및 교재가 개발, 보급될 수 있는 체계가 확립되고 학교 실험 수업에 쓰일 수 있도록 구입, 관리한다.

- 과학교구의 품질 인증제가 제대로 시행되고 있는가?
- 투명한 과학교구의 유통체계가 확립되어 있는가?
- 학교별로 실험실습비의 예산이 확보되고 적기 시행되고 있는가?
- MBL 등과 같은 현대적, 선진국형 과학실험 활동이 원활히 시행되는가?
- 과학교구가 수업에 사용하기에 편리하도록 관리되고 있는가?

개선과제 9. 실험비와 안전보험 제도

가. 필요성과 방침

실험에 필요한 교구와 재료의 구입이 필요한 만큼 충분히 이루어질 수 있도록 예산을 확보한다.

실험에서의 안전사고에 대비한 안전 보험제도를 마련하여 시행한다.

나. 개선 내용과 방법

학교 운영비의 일정비율 이상을 실험 실습을 위한 예산으로 확보한다.

실험실습비의 일부는 실험장비의 보수 관리 및 업데이트 비용으로 책정한다.

실험 예산 중의 일부는 안전 보험을 위한 비용으로 책정한다.

다. 예산 조치사항

학교 운영비의 일정비율 이상의 실험 예산 확보

학교 회계 예산 편성 지침에 학교 운영비의 7% 이상을 과학 실험 교구 및 실험실습 재료비로 사용하도록 규정하여 실행 여부를 확인(개선항목 1 참조)

라. 기대효과와 점검평가 기준

실험 예산이 확보되어 실험 활동에 필요한 교재 교구의 구입과 실험에 필요한 재료의 구입이 적기에 이루어져 실험 활동 위주의 탐구과학교육이 제대로 이루어진다.

실험 예산이 제대로 확보되고 적기에 시행되는가?

실험 안전 보험 제도가 바르게 시행되는가?

IV. 국가적 학교 과학 실험활동 교육의 정책 지향과 진흥 사업

1. 과학 실험활동 교육 연구개발 체제 수립과 시행

1) 배경 및 근거

최근 학교 현장에서 적용되기 시작한 제7차 교육과정은 보다 많은 탐구·실험활동을 담고 있으나, 새로운 교육내용에 의한 어려움, 적절한 교수-학습자료의 부족, 특별활동 및 재량활동 등에 대한 자료의 부족, 실생활 중심의 흥미있는 탐구실험의 미개발 등의 문제로 인해 많은 어려움을 겪고 있다. 제한된 행재정력을 어디에 우선 순위를 두고 실마리를 풀어가야 할 것인가에 우선 순위는 연구개발 활동일 것이다. 국내의 여러 대학에 존재하던 과학교육연구소들은 최근 대학 연구소의 통폐합 과정에서 대부분이 크게 축소되거나 폐지되었으며 그나마 전임연구원이 전무한 유명무실한 상태에 놓여 있다. 또한 국립교육과정평가원 등의 연구기관에서도 전문연구인력의 부족으로 실질적인 과학교육 관련 연구기능을 수행하기 매우 힘든 상황이다.

이에 이공계 기피의 문제, 제7차 교육과정의 정착, 탐구·실험활동 중심의 과학교육 실천, 학생의 과학선호도 증진, 실생활 중심의 교수-학습 자료의 개발 등 초·중등 과학교육을 장기적 안목에서 전문적으로 연구개발하는 국가 차원의 연구기관이 절실히 필요하다.

2) 핵심방향

과학교육계는 오랫동안 대규모의 국가적인 과학교육 연구개발 체제의 확립을 갈구해왔다. “청소년 과학교육 내실화 종합대책 방안(박승재 외, 2002)”에서는 과학기술부 산하에 대규모의 “한국과학교육연구원”설립이나 교육인적자원부 산하의 거국적인 중앙“과학교육 연구센터”를 제안하였다(붙임 3. 참조). 연간 수십억원의 예산이 필요한 이러한 연구개발 체제의 설립은 지속적인 과제이나, 교육인적자원부는 2003년에 과학교육연구센터를 지정하고 단기간에 학교현장의 실험교육을 돕는 연구활동을 지원할 가능성이 있게 되었다. 현실적으로 지원할 수 있는 운영비 1억원과 교재개발비 7억원으로 초·중등 학교 과학 교사와 학생의 실험활동을 중심으로 과학학습에 직접 도울 수 있는 방안과 교재를 강구한다.

3) 실행 조치

과제 1. 과학교육연구 기관 지정 및 지원

가. 연구기관의 성격과 기능

국가적 수준에서 실험활동 중심의 과학탐구 교재의 연구개발을 조속히 시행하기 위해서는 대학교수와 대학원생은 물론 현장교사와 과학교육 전문직 등의 관련 전문가들이 함께 일할 수 있는 공동의 개방적 연구의 기관이며, 동시에 과학교육학 분야의 석·박사 수준의 전문 인력을 양성·훈련하는 교육의 기관이어야 할 것이다.

나. 목표와 과제

대학이나 학교 및 교육청에서 추진하기 어려운 종합적, 포괄적, 과제를 수행할 수 있는 연구개발 기관의 선정이 필요하다. 지정된 연구기관은 국내의 핵심 과학교육 전문 연구기관이며, 동시에 우리나라의 과학교육과 과학교육연구를 주도해 온 대학 또는 기관이어야 한다. 이러한 목표를 달성하기 위해서는 장기적 계획 아래에서 초등 및 중등 과학교육의 전 영역에 걸쳐 다음과 같은 분야에 대한 체계적인 연구 개발 및 보급이 이루어져야 할 것이다.

시작 과제 : 초등 및 중학 각 1~2개 학년 단원별 및 학년별

- 정규 과학 탐구실험 지도의 연구 및 교재와 교구 개발 보급
- 과학 특별활동과 재량활동 및 방과후와 학교 밖 활동 연구개발 및 보급
- 실험활동 공간 확보와 운영 방법 연구 및 단계적 보급
- 과학 탐구실험 평가방법의 연구와 도구 개발 및 보급
- 과학교사 안내자료 및 연수 프로그램의 개발 및 수행
- 과학교육 협력체제 인프라 구축 및 온라인 지원 시스템의 구축 및 운영
- 연구개발 결과 현장 실천 연구와 그 결과에 의한 수정보완 활동
- 창의적이고 새로운 개념의 IT 기반 과학 교수-학습 자료의 개발 및 보급 등

다. 조직과 운영

‘초등과학교육’과 ‘중등과학교육’을 전담하는 두 연구센터 체제로 출발하는 것이 현시점에서 효과적일 것이다. 설립 후 추진과정을 점검 후, 그 성과를 판단하여 계속지원, 확대지원, 추가설립 등의 여부를 결정해야 할 것이다.

양 연구센터의 사업계획을 협의하고 그 활동을 지원하며 전체적 운영과정을 점검하는 일명 ‘통합운영위원회’를 두고, 여기에는 양 센터의 핵심 운영진을 비롯하여 중앙과학교육심의위원회, 교육인적자원부, 교육청 등의 유관 기관의 대표들이 참여해야 한다. 또, 양 연구센터에는 4~6개의 연구분과를 두며, 각 연구분과는 연구책임교수, 연구참여교수, 박사후 전임연구원, 외부전문가, 현장과학교사, 대학원생 등으로 구성한다.

각 연구분과에는 1명(이상의) 박사후 전임연구원(혹은 연구교수)을 두고, 박사후 전임연구원은 각 분과의 연구과제를 계획, 수행, 발표, 보급하는 전반적 업무에 참여해야 한다. 이를 통해 박사후 연구원은 풍부한 연구 및 과제수행의 경험을 갖추어, 향후 과학교육학

분야의 핵심 연구인력으로 성장할 수도 있을 것이다.

각 연구분과에는 해당 연도의 예산 및 연구과제의 성격에 따라 그 산하에 복수의 연구팀을 구성할 수 있고, 이 경우 각 연구팀은 연구팀장을 중심으로 적절한 규모로 단위 과제를 수행하며, 센터장, 분과별 연구책임교수, 기타 전문가 등으로 구성하는 ‘센터운영위원회’를 중심으로 운영이 이루어지도록 한다.

각 센터에는 1명 이상의 전임사무인력을 두어 센터의 행정적 업무를 담당하도록 한다.

연구센터의 운영은 기본적으로 1년을 단위로 하되, 3년 단위를 중기 발전계획 및 9년 단위의 장기 발전계획에 따라 종합적 체계적으로 운영한다.

라. 예산

원칙적으로 연구센터의 기본 예산은 교육인적자원부를 통한 국고를 통해 지원 받고, 센터의 역량과 발전계획에 따라 교육인적자원부 및 과학기술부 등으로부터의 수탁과제 또는 한국학술진흥재단, 한국과학재단, 산업체와 기업체의 재원 등을 확보한다.

마. 연구소의 지정

(1) 연구소 지정의 방법

과학교육 연구 및 연구성과의 현장보급에 대한 지원은 일회적이고 산발적인 지원 사업에 그쳐서는 안 된다. 즉, 과학교육연구센터의 운영은 장기적인 안목을 가지고 체계적이고 지속적으로 추진되어야 한다. 그러므로, 과학교육 연구를 획기적으로 강화시키기 위해서는 연구, 개발, 교육, 네트워크를 기반으로 하고, 과학교육 연구와 연구성과의 보급을 전담하는 전문적이고 전국적인 규모의 연구센터를 운영할 필요가 있다.

특히 이들 연구센터는 그 사안의 중대성에 비추어 핵심전문인력이 집중되어 있고 성장 잠재력이 우수한 대학 또는 연구기관에 설치하여 운영할 필요가 있다. 또 이들 연구센터는 전문연구인력, 현장교사, 예비전문연구인력, 예비교사와 연구기반시설 등을 네트워크형식으로 유기적으로 연결하여 운영할 수 있는 기반이 갖추어져 있어야 한다. 더 나아가, 이러한 기반을 바탕으로 수준 높은 연구를 수행함과 동시에 그러한 연구결과를 인력 연수 및 양성에 직접 활용할 수 있어야 하고, 또한 현장과학교육에 효과적으로 보급할 수 있는 전국적인 체계를 갖추고 있어야 한다.

그러므로, 이러한 역할을 수행할 이들 연구센터는 일회적인 연구프로젝트의 수행과 같은 형식으로 진행되어서는 안되며, 한 두명의 전문 연구인력의 수행능력에 의존되어서도 안 된다. 또한 사안의 시급함과 중대성에 비추어 이러한 기반을 갖출 계획만 가지고 설치되어서도 안 된다.

따라서, 본 연구단은 이들 연구센터의 설치를 프로젝트 형식의 공모에 의한 선발보다는 과학교육 연구기관에 대한 검토에 의해 상기 조건에 부합하는 적절한 연구기관을 이들 연구센터로 지정하여 운영하는 방안이 보다 효과적인 연구센터 설치방안으로 판단된다. 이러한 지정 방안은 장기적인 안목에서 과학교육연구의 성장 잠재력과 능력이 우수한 연구기

관을 중앙교육심의회가 선정하여 제안하도록 하는 것이 경제적인 것이다.

(2) 연구소 지정기관의 분야

학교 과학교육은 크게 초등학교와 중등학교의 과학교육으로 나눈다. 더 나아가 우리나라의 경우 학생선발, 교사양성, 교사임용뿐만 아니라 교육과정, 교수학습 등에서 초등과학교육과 중등과학교육으로 나누어 운영한다. 특히, 학습자인 학생의 지적발달이나 관심, 태도 등에서도 초등과학교육과 중등과학교육은 차별성을 보인다.

따라서, 과학교육의 탐구실험 중심 과학교육 활성화 방안을 위해서뿐만 아니라 장기적 안목에서 초등과학교육과 중등과학교육을 보다 전문적으로 연구하기 위해서는 이들을 분리하여 연구하는 것이 필요하다. 이러한 판단에 의거해서 본 연구단은 국가적 과학교육 종합연구센터를 초등과학교육연구센터와 중등과학교육연구센터로 나누어 지정하는 것을 제안한다. 이들 연구센터는 각각 초·중등 과학의 교육과정, 평가, 교수-학습방법, 교육자료 등 다양한 측면의 과학교육 연구개발을 수행한다.

(3) 지정 연구센터의 자격 기준

국가적 과학교육 전문 연구체제를 체계적으로 확립하기 위한 방안으로 과학교육연구센터를 본 연구단은 첫째, 공모보다는 빠른 시간내에 지정해서 운영할 것을 추천하며, 둘째, 지정방법은 과학교육연구의 전문성을 확보한 본 위원회에서 선정하여 제안하는 방안을 추천하며, 셋째, 연구센터는 체계적이고 전문성을 확보하기 위하여 초등과 중등으로 나누어 지정·운영할 것을 제안한다. 따라서, 본 위원회는 가칭 한국초등과학교육연구센터와 한국중등과학교육연구센터를 다음과 같이 지정하여 운영할 것을 제안한다.

지정될 연구센터는 과학교육계 학과가 있어, 2003년 1-2학기에 연구개발에 참여할 가능성이 있는 전임강사, 조교수, 부교수, 정교수, 퇴직/명예교수가 20여명 이상, 그 중에 과학교육학 박사 학위 소지자를 적어도 5명 이상 보유하고 있으며, 다양한 과학교육 관련연구를 장기간 수행해온 실적이 있고, 또 과학교육에 관련된 고급 전문인력의 양성과 이러한 연구 결과를 다방면으로 학교 현장에 활용한 실적이 적어도 최근 수년 이상이 된 대학이 되어야 한다. 또한 연구센터의 원활한 운영을 위해 공간, 시설, 그리고 기타 지원을 효과적으로 제공 할 수 있는 대학이어야 한다. 이러한 자격 조건에 대해서 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

- 대학 내에 과학교육연구소가 최근 5년 이상 설치되어 있는 대학
- 설치된 과학교육연구소에 과학교육계 학과 교수 20여명 이상, 그 중에 최소 5명 이상의 과학교육학 박사학위 전공 교수가 연구부원으로 소속된 대학
- 설치된 과학교육연구소 소장이 과학교육의 연구와 실천에 열성인 대학
- 설치된 과학교육연구소가 이들 연구인력들이 참여하여 전국 규모 연구 지원 기관 단

체의 지원으로 과학교육과정, 과학교수학습자료개발, 멀티미디어 관련 연구를 여러 건 이상 수행한 실적이 있는 대학

- 과학교육연구소 소속 전임교원들이 전국규모 연구 지원 기관 단체의 지원으로 과학교육 연구를 여러 건 이상 수행한 실적이 있는 대학
- 과학교육학 전공의 학부과정과 전일제 대학원 석·박사 과정이 설치되어 운영되고 박사 졸업생을 배출한 대학
- 과학교육 전공 현장교사를 대학원 과정에서 교육시킨 실적이 최근 5년 이상인 대학
- 연구센터를 위해 필요한 공간과 시설을 지원할 수 있는 대학

특히, 국내의 여러 대학 및 연구기관의 관련 전문인력 분포, 연구실적 현황, 전문연구인력의 양성 현황, 현장교사와의 연계 현황, 센터에 대한 지원 등을 고려하여 지정해야 한다.

(4) 시설

각 센터가 원활하게 운영되기 위해서는 최소한의 시설 및 공간이 필요하고, 해당 기관은 이러한 시설 및 공간을 제공해야 한다. 각 센터에 필요한 최소한의 공간과 시설은 다음과 같다.

- 센터 행정사무실(1곳 이상)
- 박사후 전임연구원용 전용(공동)연구실(1곳 이상)
- 교수-학습자료실(1곳 이상)
- 세미나실 및 회의실(1곳 이상)

(5) 지원

소속 기관은 센터의 원활한 운영을 위해 다음과 같은 지원을 제공해야 한다.

- 도서관과 전산 사용
- 전기 및 난방
- 전화 및 각종 통신 지원 시스템
- 보안 및 안전 시설

과학교사 양성기관(사범대학 과학교육계) 교수와 박사과정 상황

대학교명	과학교육계학과교수	과학교육학박사학위자	박사과정(졸업생)
	* * * *		
강원대학교	물3, 화2, 생2, 지2	생1	x
경북대학교	물4, 화7, 생5, 지5 명3, 명1, 명1, 명1	물1	x
경상대학교	물5, 화5, 생6, 지7		x
공주대학교	물5, 화5, 생5, 지5	물1, 지1	x
부산대학교	물2, 화5, 생4, 지6	물1, 화1,	△
서울대학교	물5, 화5, 생5, 지5 명2 명2 명1 명1	물3, 화1, 생2, 지1	0(80여명배출)
전남대학교	물5, 화5, 생5, 지4	물1, 생1	x
전북대학교	물5, 화5, 생4, 지4	지1	x
제주대학교	물3, 화3, 생3		x
충북대학교	물4, 화4, 생5, 지4	물2, 지1	x
한국교원대학교	물6, 화6, 생5, 지5	물2, 화2, 생2, 지1, 초2	0(40여명배출)
단국대학교	물1, 화1, 생1, 지1	지1	0(10여명배출)
대구대학교	물3, 화3, 생3		△
이화여자대학교	물5, 화4, 생3, 지3	물1, 화1, 생1	△
조선대학교	물4, 화4, 생4, 지4	화1	x

(서울대 등 몇 개 대학은 전화로 문의하였으나 대부분 인터넷에 의한 조사 자료임)

* : 물 : 물리교육과/전공 교수, 화 : 화학교육과/전공 교수,

생 : 생물교육과/전공 교수, 지 : 지구과학교육과/전공 교수, 명 : 명예/퇴직 교수

△ : 박사과정 있으나 졸업생 없음, x : 박사과정 없음

초등교사 양성기관(교육대학교 과학교육계) 교수와 대학원과정 상황

대학교명	과학교육계학과교수	과학교육학박사학위자	박사과정(졸업생)
	* * * *		
서울교대	물1, 화2, 생1, 지3	-	X
부산교대	물2, 화1, 생1, 지1	-	X
대구교대	물2, 화2, 생2, 지2	2	X
인천교대	물2, 화2, 생2, 지2	5	X
광주교대	물2, 화2, 생1, 지1	-	X
춘천교대	물1, 화1, 생2, 지2	3	X
청주교대	물1, 화2, 생1, 지2	3	X
전주교대	물1, 화1, 생1, 지1	-	X
공주교대	물2, 화2, 생2, 지1	2	X
진주교대	물1, 화1, 생2, 지1	-	X
제주교대	물1, 화-, 생1, 지-	-	X

x : 교대에는 박사과정이 설치되어 있지 않음. 석사과정은 1996년도부터 개설 운영중이며 대부분 야간 또는 계절제로 현직교원 대상으로 운영

과제 2. 실험활동 지도서 및 과학수업 보조교재 개발

가. 개발 방향

지정된 연구기관의 핵심 사업으로 교사 및 학생들을 위한 실험활동 지도서 및 과학수업 보조교재를 개발 보급하도록 한다.

첫째, 과학담당 교사들의 실험활동 수업을 지원하기 위한 지도서를 연차적으로 개발 보급한다. 제7차 교육과정 과학 교과서를 분석, 실험활동 수업에 필요한 내용을 단원 중심으로 구성하여, 학생들의 흥미를 끌 수 있는 다양한 실험활동 모형과 예시를 구체적으로 제시한다.

둘째, 학생들에게 쉽고 재미있는 과학 탐독서를 연차적으로 개발 보급한다. 실생활 문제 중심으로 과학에 대한 원리를 이해하고 간편하게 해볼 수 있게 하며 읽을 거리가 있는 책자로 바로 실험활동 학습에 활용할 수 있는 형태로 개발한다.

나. 탐구실험안내서의 개발

지정 연구센터의 2003년도 중점사업은 초등과 중등 탐구실험안내서를 개발하는 것을 목표로 한다. 탐구실험안내서는 교과서에 제시된 내용과 관련된 해보기, 시범, 실험을 탐구적으로 수행하는 방법에 관한 안내책자와 이를 CD-ROM으로 제작한 제작물을 개발하여야 한다. 이러한 탐구실험안내서 개발의 범위를 구체적으로 예시하면 다음과 같다.

- 초(중)등 과학교과서에 제시된 내용에 대한 탐구적인 해보기, 시범, 실험 안내서 책자와 CD-ROM 개발
- 2003년도의 개발가능 범위는 연구센터당 1개 학년 자료를 개발
- 2004년도 이상에서는 연차적으로 1개학년보다 많이 개발한다.

초등과 중등의 2개 연구 기관은 주관 연구기관의 전임 연구 인력, 다른 교·사대 과학 교육 전문 인력, 현장경력 교사인력을 포함한 연구팀을 구성하여 개발

개발 대상 : 국민 교육 공통 과정인 1학년에서 10학년까지를 주 개발 대상으로 하여야 함.

개발 단위 : 단원이나 주제 수준으로 개발

개발 내용 : 각 단원 수준에서 필요한 해보기, 시범, 실험 활동 등

- 추정소요금액

자료개발소요 : 학년 당 3억 X 10개 학년 = 30억

다. 과학수업보조자료의 개발

CD-ROM 등 형태로 제작 보급해 실험수업이 어려운 부분에서 학습보조자료로 활용토록 하기 위한 것이다.

- 개발 방법

초등과 중등의 2개 연구 기관에서 각 주관 연구 기관의 전임 연구 인력과 다른 교대, 사대 과학교육 전문 인력과 교사 등을 포함한 연구팀을 구성하여 개발 위탁

- 담아야 할 내용, 개발대상(초등용/중학생용/고등학생용 등)

개발 대상 : 국민 교육 공통 과정인 1학년에서 10학년까지를 주 개발 대상으로 하여야 함

개발 단위 : 단원이나 주제 수준으로 개발

개발 내용 : 각 수준에서 필요한 실험활동 수업 보조 자료 일체

예) 동기유발 자료, 시범 실험, 컴퓨터 모의 실험, 모델, 비유 자료, 개념 설명 자료 등

보급 방법 : 1안) 인쇄물(책자)로 개발하고 CD-ROM 첨부

2안) EDUNET에서 on-line으로 제공(또는 두 안 모두)

- 추정 소요재원(과목별/학교급별/아이템별 등)

자료개발소요 예산 : 학년 당 2억 X 10학년 = 20억

2. 과학교사의 양성에 실험활동 지도 역량 제고

1) 배경 및 근거

국가적으로 과학기술과 실험에 대한 강조가 계속 되어온 것에 비해 실험교육의 실제 지도와 평가에 대한 연구는 빈약한 형편이다. 그나마 선행연구에서는 교사들을 대상으로 설문한 결과 교과서의 실험 실시 정도에 대해서 중학교와 고등학교 모두에서 30% 정도만 한다는 응답이 가장 많다. 행해지는 실험의 형태를 보면 분단 대표실험이 중학교 54%와 고등학교 62%, 확인실험이 중학교 21%와 고등학교 11%로 나타나 학생 개개인의 실험이 매우 부족한 형편이다(이윤종 외, 1997, 1998). 여기에는 교과서의 분량이 너무 많다는 지적과 입시제도와 같은 외적인 압력 등 여러 가지 원인이 있을 수 있겠으나 근본적으로는 실험수업을 실제 지도해야 하는 과학 교사의 자신감 결여와 업무과다가 중요한 요인이 된다. 과다한 교육과정 내용과 적은 배당 시간, 그리고 빈약한 교과서는 대학에서 철저한 실험 교육과 실험 지도 교육을 받지 못한 과학교사로서는 벅찬 일이다. 선행 연구 결과에 따르면 조사 대상 과학교사 중 실험 지도에 자신이 없다는 중학교 과학교사가 25%, 고등학교 과학교사가 12%나 된다. 또 과학 실험 실습 교재 개발을 해본 경험이 있는 중학교 과학 교사는 18%, 고등학교 과학교사는 34%에 불과하다(이윤종 외, 1997, 1998). 대부분의 과학 교사들도 실험교육이 과학교육의 가장 중요한 부분으로 생각하고 있지만, 교사가 실험이 중요하다는 걸 알고 지도 능력에 대해서 자신감이 있다 하더라도 실제 교사 여건이 실험 지도하기에는 너무 열악하기 때문에 실험을 원하는 만큼 자주 하기 어렵다는 조사 결과도 있다.

과학교사를 위한 교사 재교육 프로그램이 있어 모든 교사가 여기에 참여하도록 되어 있지만, 현실적으로 과거의 교사 재교육방법과 전혀 다를 바 없이 시행되고 있다. 설문에 참여한 교사들 과반수는 과학교사 연수 기회가 과학 실험지도에 실제적인 도움이 된다고 응답하였다. 반면 주관식으로 실험교육을 위한 자유 제안에서 많은 교사들은 설문 결과와는 달리 형식적인 교사 연수가 실제 실험지도에는 도움이 안되며 과학교사에게 실제로 도움이 되는 실험지도 연수를 요구하고 있어 이 부분에 대해서는 보다 신중한 해석이 요구된다. 그럼에도 불구하고 많은 교사들은 연구교육기관의 연수 프로그램 혁신 및 개발에 대해 필요하다는 입장을 보였다(과학문화진흥회, 2001).

학교 현장의 상황이 이러함에도 불구하고 과학교육, 특히 실험교육의 연구 개발활동이 미진하고 국가 수준의 전문 연구기관도 여태까지 없는 상황이다. 전문적으로 연구하지 않고 그 비싼 과학교육을 잘할 것이라고 기대할 수 없다. 과학교사를 양성하는 주된 기관으로서 교육대학이나 사범대학의 교사양성과정에서 교수들은 실험교육을 등한시하여 교수의 연구가 과학교사 양성 교육과정에 연결되지 못하고 있다. 그나마 교원양성 목적대학인 교육대학과 사범대학의 실정이 이 정도이니 일반 대학의 교직과정은 더 말할 것도 없다. 현

직 과학교사 연수에 있어서도 몇 가지의 단편적인 전통적 확인 실험을 짧은 시간 내에 형식적으로 하는 경우가 대부분이어서 많은 교사들은 교사연수를 도움으로 여기기는커녕 오히려 부담스러워 하고 있다.

2) 핵심 방향 I (교육대학 실험활동 중심의 과학 탐구교육)

현재 우리나라 초등교사 양성 체제는 전국 11개 교육대학교, 한국교원대학교 제1대학, 이화여자대학교 초등교육과로 한정되어 있다. 초등교원의 실험수업 역량을 강화하는 길은 바로 초등 교사 양성 기관에서의 실험수업 교육 강화 문제로 집중되며 단순화시킬 수 있다. 그러므로 실험 활동 중심의 초등 과학교육을 위한 초등 교원 양성을 위해 해결해야 할 시급한 문제는 다음과 같다.

첫째, 교대 신입생들의 자연과학 배경 강화

둘째, 실험 활동을 강화한 초등 과학교사 양성 체제 개선

셋째, 초등 과학교사 양성 교수 요원 확보

넷째, 초등 과학교사 양성 기관 실험 교육 관련 시설 및 기자재 지원

이의 실행을 위해서는 혁신적인 사고의 전환과 행·재정적인 지원이 필요하다. 이러한 생각을 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

개선과제 1. 교육대학 입학생의 자연과학 배경 강화

가. 실태와 문제점

초등과학교육의 핵심은 교사양성에 있으나, 초등교사양성 계열 입학생의 자연과학 배경이 급감한 실정이다. 그 이유로는 자연계열 이수과정이 어렵고 수능시험 문제가 상대적으로 어려우며, 표준점수를 사용하는 현행 체제로, 특히 교원양성대학에서 교차지원을 허용하므로, 자연계열 이수자는 이중의 손해를 보고 있는 실정이다.

교육대학의 입학생의 거의 대부분이 인문계열 이수자로, 초등교사 양성교육에서 과학교과를 지도하는 데 많은 어려움이 따른다. 뿐만 아니라 초등교사로서의 교과 지식 자질에서도 문제점이 드러난다.

나. 핵심 제안

교육대학 입학생 중 자연계열 출신을 우대한다. (최소한 손해는 보지 않도록 조치함 => 원점수 활용 방안 강구).

교육대학 입시 전형에서 자연 계열(수능시험) 응시자 학생 입학 할당제(30% 이상)를 도입한다.

다. 배경 근거와 실행 조치

30% 할당제는 초등학교 교과 개설의 비율을 고려한 것이다.

초등학교 개설 교과목은 국어, 도덕, 사회, 수학, 과학, 실과, 체육, 음악, 미술, 영어(7차 교육과정)이다.

입학생의 학업 능력을 고려하여 30% 이상의 자연과학 관련 계열 이수자를 초등 과학교육의 활성화를 위한 예비 교원 자원으로 확보할 필요가 있다.

실제 (춘천)교육대학의 경우 성비(예를 들어 한 성이 3/4를 넘을 수 없다)의 규정을 두어 입학전형을 하는 사례도 있다.

교육부의 지침 사항으로 각 교육대학에, 그리고 교육대학 총장 및 교무처장(입시 관련 업무 담당자) 회의 시 자연과학 배경 학생 입학에 적극적으로 유도하도록 강력하게 권고한다.

이에 대한 초등교사, 교감 및 교장 등을 포함한 관리자, 교육대학교 교수 등의 설문조사 및 심층적인 실태조사와 대안책에 관한 연구가 요구된다.

라. 소요 예산 어림

연구비(교육대학교 입학생의 자연과학 배경 강화 연구) : 5천만원

개선과제 2. 초등 과학교사 양성체제 개선

가. 실태와 문제점

초등교사양성계 대학 교육과정(특히 교양과정)에서 자연과학 관련 교과가 지극히 적다. 예를 들어, 춘천교육대학교의 경우 2002학년도 교육과정에서 교양과정 중 11.7%(4/34 학점)에 불과하다.

교과교육학 비율 역시 타교과에 비해 시수가 작은 형편이다. 뿐만 아니라 과학교과는 실험이 필수임에도 불구하고 이에 대한 배려가 없다.(예체능과 영어의 경우는 실기 시간이 따로 배정되고 있음) 이러한 추세는 타 교육대학도 마찬가지이다.

그 결과 교육대학을 졸업한 교사들의 과학교과 지도에 대한 전문성 확보나 자신감이 결여되어, 교수하기 어려운 교과로 과학교과를 꼽는다. 물론 예체능계열의 어려움을 호소하는 교사도 많으나 이것은 성격이 다르다. 즉, 예체능은 주로 기능을 위주로 하는 것이고, 과학은 내용뿐만 아니라 기능이 요구되는 것임을 고려해야 할 것이다.

나. 핵심 제안

교육대학 교육과정 편성에서 교양과목에 자연과학 교과 할당제(예 : 30% 비율)를 도입한다.

교육대학 교과교육학 과목에서 실험 및 실습 시수를 확보, 강화한다(예 : 학점의 1.5 또

는 2배수).

교육대학 자연과학 관련 심화과정을 내실화 한다(심화과정 또는 부전공 21학점 이상 도입). 이를 통하여 과학 전담 교사 양성이 가능하도록 한다.

이를 위해서 교육대학 과학교육과(또는 과학 심화과정) 학생들에게, 예를 들면 21학점 이상(교대 교육과정 15%이상)의 과학 관련 교과를 이수하도록 한다.

다. 배경 근거와 실행 조치

초등 교사로서 과학 실험 지도 역량을 갖추기 위해서는, 교사 양성 과정에서의 실험활동 강화가 반드시 필요하다(교육대 예체능 과목의 경우 보통 2배수의 시간수를 배정한다).

과학 심화과정은 부전공의 개념이 도입되어야 한다. 즉, 교육대학의 경우 초등학교에서 전 교과를 담당하는 교사를 양성하는 것이 기본이나, 이와 더불어 부전공의 개념으로 특정 교과의 전문성이 요구된다. 이러한 추세는 세계적인 추세이며, 또한 초등교원의 수업시수를 줄여주는 효과가 있다.

1990년대 초의 경우 정보화세계화의 물결에 의거하여 컴퓨터 관련 교과나 영어 관련 교과의 강화 조치가 이루어진 바 있었다. 같은 맥락으로 과학기술 지식기반 사회를 지향하는 의미에서 과학관련 교과의 강화 조치가 필요하다.

일반 대학에서 부전공은 보통 21학점 이상을 요구하고 있다.

교육대학 및 초등교원양성계 대학의 과학 교육과정 운영에 대한 교육인적자원부의 강력한 권고와 전국 초등 과학교육계 교수 및 연구자의 공동 노력 절실

실태 조사 연구 결과에 의한 실행 부족 대학에 강력한 행정적 조치와 학계의 권고

라. 소요 예산 어림

연구비(자연과학 배경 강화를 위한 교육대학교 교육과정 연구) : 1억원

개선과제 3. 초등 과학 교과 관련 교수 확보

가. 실태와 문제점

초등교원 양성 기관의 초등 과학 교과 관련 교수의 법정 인원이 확보되지 않아, 실험활동 중심의 과학 탐구교육을 위한 시수 확보뿐만 아니라, 질 높은 실험활동 중심의 과학 탐구교육이 불가능한 상태이다.

나. 핵심 제안

교육대학에 과학교육 담당 교수 확보(예 : 현 정원보다 1.5배 증원)

다. 배경 근거와 실행 조치

과학교과는 다른 교과와 달리 내용(과학의 내용), 실증(실험 및 실습), 적용(교수, 학습이

론 및 교육실습) 등이 요구되는 교과이다.

현재 교육대학 교수의 법정 정원을 모두 채우며 증원할 필요가 있다.

교육대학 교수 정원 충원에 대한 교육인적자원부의 강력한 권고 및 행정 조치
교육대학 과학교육학 전공 교수 평균 2명씩 증원

라. 소요 예산 어림

11개 교육대학 * 과학교수 (1-2명) 증원 (10억원/년)

개선과제 4. 초등 과학 교원 양성 기관 실험교육 관련 시설 및 기자재 지원

가. 실태와 문제점

교대생들이 4년간 공부하면서 자연과학을 공부하고 실험활동을 할 절대적인 시·공간이 확보되지 않았다. 더 나아가, 초등학교 과학교육과정의 실험을 위한 전용 시설은 전무한 형편이다.

초등학교에 임용된 신입교사들의 어려움은 초등학교 실험을 전혀 경험해보지 못한 상태에서 대학을 졸업하고, 곧바로 학생의 실험지도를 담당해야 한다는 점이다.

나. 핵심 제안

전국의 모든 교육대학 과학교육과에 해당 전공의 실험실을 확보한다.

교육대학 과학교육학과에 해당 전공 관련 <초등과학 실험실>에 초등학교 실험용의 기자재 등을 지원하여 초등 과학교육과정의 과학실험 체험기회를 제공한다.

각 교육대학에 <초등과학실험실>을 1개씩 확보하고, 초등학교 과학에 적합한 표준 실험기구를 확보해야 한다.

다. 배경 근거와 실행 조치

과학교과는 다른 교과와 달리 내용(과학의 내용), 실증(실험 및 실습), 적용(교수, 학습이론 및 교육실습) 등이 요구되는 교과이다.

교사들이 과학을 배울 때, 실험활동 중심의 탐구 과학교육을 배우지 않고서 과학 수업을 실험활동 중심의 탐구 과학교육을 실행하기는 매우 어렵다.

초등학교 교사로서 지도하게 될 초등과학실험을 직접 체험하면서 실험 수업의 지도 방법을 익히는 것은 교사의 실험 수업 지도 능력의 배양에 필수적이다.

교대에 마련되는 <초등 과학실험실>은, 예비 초등교사들에게는 실험 활동 지도를 위한 전문교육의 계기가 되며, 교대 교수들에게는 초등학교의 교육 내용과 현실에 대한 이해의 폭을 넓혀 줄 것이고, 교사를 위한 실험 실습 재교육의 공간으로 활용될 수 있다.

교육인적자원부 또는 해당 교육청 단위로 지역 교육대학의 초등 과학실험실 확보와 초등 과학 실험용 기자재 구비를 지원한다.

지역교육청 단위로 교육대학과 연계하여 교사 실험연수를 강화하고, 초등 과학실험실을 적극 활용한다.

라. 소요 예산 어림

각 교육대학내에 첨단시설이 갖춰진 초등과학실험실을 확보한다(2억×13개 교대=26억).

3) 핵심방향 II (사범대학 실험활동 중심의 과학 탐구교육)

최근 부분적인 개선에도 불구하고, 여전히 현재의 사범대학 과학교육의 현실은 매우 어려운 상황에 있다. 과학교육 계열 학과의 소속 전임 교수가 소수에 불과하며, 소속 교수 중 과학교육 전공자의 비율이 낮고, 교육과정은 사범대학의 정체성을 확보하고 중등교사 양성의 본연의 임무를 수행하기에는 부적절하며, 시설 및 재정적 지원은 턱없이 부족하다. 기존의 자연과학대학과 차별화되지 못한 교육내용으로 졸업생들은 전문성을 갖추지 못한 경우가 많으며, 대학원 교육은 과학교육의 발전을 위한 새로운 비전 제시 등을 제대로 못하고 과학교육학의 연구와 실천이 적절하게 융합되지 못하고 있다.

사범대학의 과학교육은 곧바로 중등과학교사의 양성과 재교육의 문제이며, 따라서 중등 과학교육이 획기적으로 개선되기 위해서는 이에 선행하여 사범대학의 과학교육 계열의 혁신이 이루어져야 할 것이다. 그렇다면 실험활동 중심의 과학 탐구교육이 정착되기 위해서는 사범대학에서 어떠한 문제들이 시급하게 해결되어야 할 것인가?

첫째, 실험교육을 강화한 과학교사 양성 교육과정의 정상화

둘째, 실험과 탐구 중심의 교육이 이루어지기 위한 시설 및 기자재 지원

셋째, 중등 과학교사 양성 교수요원의 확보와 연구 지원

넷째, 과학교육연구소의 활성화와 실험 중심의 교재개발 및 교사재교육

다섯째, 중등 과학교사 수급 체제 개선

여섯째, 방과후 과학탐구 활동을 위한 전문가 및 프로그램의 개발

이러한 문제점들을 해결하고 개선하기 위해서는 혁신적인 사고의 전환과 함께 매우 적극적인 행·재정적인 지원이 필요하다. 이들을 구체적으로 나열하면 다음과 같다.

개선과제 1. 실험 교육을 강화한 과학교사 양성 교육과정 정상화

가. 실태와 문제점

교차 지원의 허용 및 7차 교육과정에서의 과학 과목의 선택 방식의 도입으로 사범대학 과학교육계열 입학생들의 과학배경의 약화가 우려된다. 사범대학에서의 수학 및 중등학교에서의 과학실험 수업의 지도를 위해서는 이들의 과학배경이 보다 강화될 수 있도록 수학

II, 물리II, 화학II, 생물II, 지구과학II 이수생을 우대할 필요가 있다.

실험을 통해 과학을 배우는 것은 과학을 실험을 통해 가르치는 밑바탕이 되므로, 사범대학 과학계열의 교육과정에서 교과 내용학의 학습에는 반드시 실험 시간이 확보될 수 있도록 하고, 실험실 및 기자재 등의 시설, 설비를 지원한다.

중등학교의 과학교사로서 실험 수업을 탐구과학 교육으로 진행하기 위해, 중등학교의 과학교육 과정에 있는 실험을 직접 해 보고 어떻게 가르쳐야 하는지를 학습할 필요가 있으나, 사범대학 과학교육계열의 교육과정에서 이러한 중등학교의 실험을 직접 하고, 실험 수업 지도 방법을 포함한 경우는 매우 드물다.

나. 핵심 제안

수학II, 물리II, 화학II, 생물II, 지구과학II 이수생 과학교육계열 선발로 예비 중등교사의 과학 배경을 강화한다.

사범대학 과학계열의 교육과정에 실험 실습 교육 관련 시수를 보강한다.

학교 교육과정에 따른 실험수업으로 실험역량을 배양한다.

다. 배경 근거와 실행 조치

중등 과학교사가 학교 과학수업을 실험 중심의 탐구 과학교육으로 진행하려면, 그 자신이 먼저 과학을 탐구로서 배워야 하며, 이를 위해서는 사범대학 과학계열의 교육 과정에서 실험 교육이 더 강화되어야 한다.

중등학교의 과학교육과정에 있는 실험들을 직접 체험하고, 가르치는 방법을 배우는 것이 실험 수업 지도 역량을 기르는 데 필수적이다.

교육인적자원부에서 실험 활동을 강화한 사범대학 과학교육계열의 교육과정 모형을 연구 개발을 통해 제안하고, 각 사범대학에 권장한다.

각 사범대학 과학교육과의 교육과정 구성 및 실행을 점검하고 실행 여건 마련을 지원한다.

라. 소요 예산 어림

실험활동을 강화한 사범대학 과학계열의 교육과정 모형 연구 개발, 보급(1억원)

실험 실습 관련 시수 보강을 위한 시설 및 설비 지원(개선 과제 2 참조)

개선과제 2. 중등 과학교원 양성기관 실험교육 관련 시설 및 기자재 현대화 지원

가. 실태와 문제점

대개 학과별로 1~3개씩 있는 실험실은 학부생의 교과내용학 교육을 담당하기에도 부족하며, 정작 중등학교 해당 전공의 실험을 위한 전용 시설은 전무한 형편이다.

실제로 중등학교에 임용된 신입 과학교사들이 공통적으로 지적하는 사범대 교육의 가장 중요한 문제점은 중등학교 실험을 전혀 경험해보지 못한 상태에서 대학을 졸업하고, 곧바

로 학생의 실험지도를 담당해야 한다는 점이다.

실험실습 활동이 과학교육의 핵심이지만, 중등용 과학 실험실과 관련 기자재의 부족으로 과학교사의 전문성 확보에 심각한 장애 요인으로 작용하고 있다.

나. 핵심 제안

최소한 모든 과학교육 계열 학부(과)에는 해당 전공(공통과학, 물리, 화학, 생물, 지구과학, 환경 등)의 중등학교 과학실험 전용 실험실이 반드시 1개 이상 확보되어야 한다.

사대 과학교육 계열 학부(학과)에 해당 전공 관련 중등학교 전용 실험실에 중등학교 실험용의 기자재 등을 지원하여 중등 과학교육과정의 과학실험 체험기회를 제공한다.

(1단계) 각 사범대학에 <공통과학실험실>을 1개씩 확보하고, 중학교 과학 및 고교 공통 과학에 적합한 표준 실험기구를 확보해야 한다.

(2단계) 각 사범대학에 해당 전공의 <고교 ○○실험실>을 1개씩 확보하고, 해당 고교 과학에 적합한 표준 실험기구를 확보해야 한다.

다. 배경 근거와 실행 조치

사범대학의 본질적 목표는 중등학교 과학교육의 내실화 및 충실화이며, 졸업생들은 교사로 임용되는 즉시 중등학교의 실험수업지도를 담당해야 하는 것이 현실이다.

중등 과학실험실이 마련된다면, 예비 과학교사들에게는 과학교사로서의 정체성 확립 및 실험 활동 지도를 위한 전문교육의 계기가 되며, 교수들에게는 중등학교의 교육 내용과 현실에 대한 이해의 폭을 넓히게 될 것이고, 과학교사를 위한 실험실습 재교육의 공간으로 활용될 수 있다.

교육인적자원부 또는 해당 교육청 단위로 지역 사범대학의 중등 과학실험실 확보를 지원한다.

지역교육청 단위로 사범대학과 연계하여 과학교사 연수를 강화하고, 중등 과학실험실을 적극 활용한다.

라. 소요 예산 어림

국립사범대 내 첨단 시설이 갖춰진 중등과학실험실 확보한다
(1억×5개 실험실×11개 사범대 = 55억).

개선과제 3. 중등 과학교사 양성 교수요원의 확보와 연구 지원

가. 실태와 문제점

전국 과학교육 계열 학과의 전임교수는 2~6명에 불과하며, 이는 학부 교육, 대학원 교육, 연구, 교사 재교육 등을 담당하기에는 많이 부족한 상태이다.

학과 전임교수의 구성원 중 과학교육 전공의 교수 수는 0~3명으로 사범대학의 특수성을 고려할 때 매우 낮은 수준이다. 특히, 아직도 절반 이상의 학과(또는 학부의 전공)에서 교과교육 전공의 전문가가 없는 것은 매우 심각한 문제가 아닐 수 없다.

이러한 교과교육 전공 전임교수의 부족은 사범대학 교육과정의 구성에 심각한 영향을 미치는 것으로, 여전히 대다수의 강좌와 교육내용이 과학교육 또는 과학교사양성과 상당한 거리가 있는 것이 현실이다.

나. 핵심 제안

사범대학의 과학교육계 교수 요원의 확대 (정부의 강력한 지원 필요)
사범대학 과학교육 계열의 평가제 실시

다. 배경 근거와 실행 조치

교육과정, 교수방법, 시설 및 기자재 등의 많은 문제점들은 현실적으로 해당 교수진의 구성과 규모에 의해 결정적으로 영향을 받는다.

현장 교육의 경험을 갖춘 과학교육 전문가들이 교수요원으로 적극 활동할 때, 학교 현장 교육과 보다 밀접한 교육내용, 실험실습 활동, 교사연수 등이 이루어질 수 있다.

사범대학 과학교육계 교수 확보(일정 비율의 교과교육학 전공자 확보)

전국 사범대학 과학교육 계열에 대한 실태조사 및 발전방안 탐색

사범대학 과학교육 계열의 교육과정 및 실험실습 탐구활동의 여건에 대한 비교평가 실시

라. 소요 예산

사범대학 과학교육계 교수 증원 : 5명 × 10개 대학 × 5천만원 = 25억원

실태조사 및 발전방안 연구 : 1억원

비교평가 실시(매 3년마다) : 연평균 3천만원

개선과제 4. 과학교육연구소의 활성화와 실험 중심의 교재개발 및 교사재교육

가. 실태와 문제점

현재의 과학교육연구소의 역량과 기반이 매우 열악한 형편이다. 많은 대학의 과학교육연구소는 통폐합되었고, 대다수의 연구소에는 전임연구원조차 없으며, 연구소 운영을 위한 예산과 시설이 대단히 부실하다.

과학교육연구소의 운영과 활동을 위한 교육인적자원부, 지방교육청, 소속 대학 등으로부터의 외적인 지원이 거의 없다.

나. 핵심 제안

대학의 과학교육연구소가 초중고 과학교육을 위한 기초 및 실천 연구를 수행함으로써

수준 높은 과학교사를 양성하고 지역의 현직 과학교사 재교육 기관으로서의 본연의 기능을 할 수 있도록 지원한다.

과학교육연구소가 점차 증대되고 있는 대학 이공학 교육의 연구와 실천에 도움을 줄 수 있도록 지원한다.

다. 배경 근거와 실행 조치

중등학교의 과학교육이 실험 활동 중심의 탐구 과학교육으로 개선되고, 정착되기 위해서 연구를 바탕으로 한 개선 방안의 제시가 필요하다.

과학교과의 지도는 다른 교과와 달리 내용(과학의 내용), 실증(실험 및 실습), 적용(교수, 학습이론 및 교육실습) 등이 요구되는 교과이므로, 학습 이론, 교수 방법, 평가 방법 등에 대한 현장과 연계된 종합적인 연구가 필요하며 이를 담당할 기관으로 과학교육 연구소의 활성화가 필요하다.

‘선택과 집중’의 원칙에 따라 수도권, 중부권, 동부권, 서부권 등 권역별로 거점 과학교육 연구소를 지정하고, 전임연구원이 근무할 수 있도록 조치한다.

각 거점 과학교육연구소별로 특성화차별화 될 수 있도록 주기적으로 평가하고 지원한다.

특히, 실험 중심의 과학탐구 활동에 대한 연구개발을 위해 교육부 및 교육청 단위의 정책과제를 지원한다.

라. 소요 예산 어림

4개 거점 과학교육연구소×2억 (8억/년)

개선과제 5. 중등 과학교사 수급체제 개선

가. 실태와 문제점

현재, 중등학교의 과목별 교사 수는 학급 수를 기준으로 학교 교사 수 전체가 결정된 후, 교육과정 상의 과목별 이수 단위에 따라 결정이 된다. 실험 수업이 없는 타교과 교사들과 동일한 법정 시수를 적용하는 한, 과학교사의 수업 부담은 줄어들 수 없고, 실험 수업이 활성화되기 어렵다.

실험 활동 중심의 탐구 과학교육 활성화가 현실화되려면, 각 학교의 과학교사 수는 실험 수업을 고려한 법정 시수를 적용한 별도의 과학교사 정원의 확보가 필요하다.

나. 핵심 제안

실험 수업을 위해 과학교사의 법정 시수를 감축하고 실험 수업 배당 시수를 증대시킨다. 이와 연계하여 부족한 과학교사 보충을 위해 과학교사 임용을 증대시킨다.

다. 배경 근거와 실행 조치

실험 수업은 교실 강의 수업에 비해 그 준비, 실행, 평가, 정리에 많은 시간과 노력을 요하므로, 과학수업의 실험 활동 중심의 탐구 과학교육으로의 전환과 개선을 위해서는 과학실험 수업의 준비, 평가, 정리에 실제로 소요되는 과학교사의 시간과 노력을 명시적 수업 활동과 동일하게 인정할 필요가 있다.

구체적 방법으로, 과학교사의 주당 수업 중 실험 수업을 명시적으로 배정하고, 예를 들면 1.5배의 시수를 적용하거나, 주당 6시간은 실험 준비 및 평가 시간으로 수업 시간과 동일하게 배정한다.

각 중등학교의 과학교사 수는 과학실험 수업에 실제 소요되는 준비, 평가, 정리 시간을 고려한 법정 시수를 적용하여 별도로 정한다.

별도로 정한 과학교사 정원에 부족한 과학 교사의 보충을 위해 과학교사 임용을 증대한다.

라. 소요 예산 어림

각 학교별로 증원해야 할 과학교사 수가 다르겠지만, 현재 과학교사 수의 20-30% 정도의 증원이 필요하다.

개선과제 6. 방과후 과학탐구 활동을 위한 전문가 양성 및 프로그램의 개발

가. 실태와 문제점

현재의 사범대학은 중·고등학교 정규 학교교육에만 치중하고 있다.

주 5일제 근무제의 도입에 의한 방과후 과학활동 공간의 확대, 학교 재량 및 특별활동 시간의 증대 등에 따른 비정규 혹은 특별 과학활동 프로그램의 필요성이 증대하고 있다.

나. 핵심 제안

사범대학의 대학원 과정에 방과후(및 학교밖) 과학활동 및 탐구를 연구하고 개발할 수 있는 전공의 신설을 행·재정적으로 지원한다.

과학관, 박물관, 교육과학연구원 등의 학교밖 과학활동 지원 시설에서 청소년 과학탐구 및 과학문화 활동을 효과적으로 운영할 수 있도록 인력 및 프로그램을 지원한다.

다. 배경 근거와 실행 조치

시대적 변화에 따라 과학교육의 범위가 정규 교육과정상의 학교교육의 범위를 넘어, 특별 및 재량 과학활동, 과학탐방, 방문 및 야외학습, On-line을 통한 과학교육 등으로 대폭 확장되고 있다.

학교밖 과학활동 지원 시설(과학관 등) 등은 과학교육에의 잠재적 활용가능성에도 불구하고 체계적이고 적극적인 과학교육의 연구, 개발, 지원이 매우 부족하다.

전국의 2~3개 사범대학을 선정하여 방과후(학교밖) 과학교육을 위한 연구개발과 전문인력 양성을 위한 대학원 과정의 전공이 개설되도록 지원한다.

국립중앙과학관, 국립서울과학관 등 핵심적인 학교밖 과학시설에 과학교육 전문가(과학교사)를 파견 근무케 한다.

과학관 및 과학 관련 특수박물관(예: 농업박물관, 통신박물관, 등대박물관, 수목원 등)에서 학교 밖 과학탐구 활동을 할 수 있도록 과학교육 프로그램의 개발을 위한 지원을 한다.

라. 소요 예산 어림

대학원 학교밖 과학교육 전공 지원 (연 3억)

국립과학관 등에 과학교사 파견 근무 (연 4억)

박물관 등 과학교육 프로그램 개발 지원 (연 3억)

3. 과학 교육과정과 입시제도 속에 실험활동의 위상 확립

1) 배경 및 근거

과학 교육과정은 과학교육의 목적을 달성할 수 있게 설계된 활동 프로그램, 의도되고 계획된 목표와 내용의 체계, 학습을 위한 계획 등 다양한 의미를 지니고 있다. 과학 교육과정의 의미와 내용은 과학철학 및 심리학적 배경과 신념에 따라 변화된다. 현대와 같은 고도 산업사회에서는 일반적으로 산업의 기반이 되는 기초 과학을 토대로 국가 경쟁력을 갖추기 위해서 학생들이 새로운 과학 지식과 기술을 기르고, 배운 과학 지식과 기술을 활용하여 정치·경제·사회 각 분야에서 합리적 의사 결정을 할 수 있는 민주 시민으로 자라나도록 하는 데에 그 목적을 두고 있다.

전 세계적으로 국가 교육과정의 존재 유무나 개발 방식, 내용 등은 나라마다 차이가 있다. 영국과 호주 등 유럽 지역 국가들에는 대부분 국가 교육과정은 있으나 현장에 적용하도록 강제되어 있지는 않다. 한편 미국에는 국가 교육과정이 없으며 연구단체들에서 가르칠 내용과 방법을 제시하고 있는데, 우리나라와 일본 등 극동 지역 국가들은 대부분 국가 교육과정을 운영한다. 국가 교육과정은 대개 학교 수준의 교육과정의 목적을 달성하기 위해 선정한 문화나 실생활의 경험을 교육적인 관점에서 편성하여 학습 활동의 시기, 장소, 방법 등을 규정한다.

현행 우리나라 제7차 교육과정은 제6차 교육과정에 비하여 학습량을 30% 감축하려 시도하였으나 실제 초·중·고 학교 현장에서는 단위 수는 줄고 탐구활동은 증가하여 결과적으로 주어진 시간 내에 가르쳐야 할 학습량의 증가를 초래하게 되었다고 주장한다. 이러한 상황에서 많은 시간을 투입해야 하는 내실 있는 실험활동을 실시하기는 어려운 실정이다. 따라서 실험활동의 위상을 강화하기 위해서는 과학 교육과정의 편제와 내용을 제고해야 한다.

한편 과학 실험실습교육에 대한 연구 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 과반수 이상이 과학교육에 만족하지 못한다고 응답한 것을 알 수 있다(이윤종 외, 1997, 1998). 대다수의 학생들이 실험을 많이 하고 싶어함에도 불구하고 일선 학교 현장에서 학생들의 이에 대한 기대에 부응하지 못하는 이유에는 실험실습 기자재의 부족, 실험실의 열악한 환경, 교사의 실험실습 지도 역량의 부족 등 여러 가지를 들 수 있을 것이다. 그러나 특히 상급학년 일수록 실험실습을 많이 실시하지 못하는 원인으로서는 교사, 학부모, 학생들 모두 단연 가장 큰 관심이 있는 현행 입시제도에 의하면 실험실습을 내실 있게 실시한다는 것이 입시에 궁극적으로

아무런 도움이 되지 못한다는 것이다. 따라서 실험활동의 위상을 강화하기 위해서는 현행 입시제도 속에 학교 현장에서의 실험실습 경험을 어떻게 반영할 수 있을지 그 방안을 제고해야 한다.

2) 핵심 방향

·탐구학습이 가능한 적정 과학교육 시간 확보
실험수업이 가능하도록 과학교과 시간 편성
중학교 및 고등학교의 과학수업 시수 확보

·과학 교과교육과정 개정
향후 교육과정 개편 시 과학교과에 탐구중심 내용 보강
실험·탐구 중심 과학교육이 실제적으로 이루어지도록 하는데 주안

·입시 및 평가에서 실험활동 중심의 과학 탐구교육 비중 강화
대학 수학 능력 시험에서 “언어력”이나 “수리력” 이상으로 “과학적 탐구력”의 수준과 비중을 높임

3) 실행 조치

과제 1. 탐구학습이 가능한 적정 과학교육 시간 확보

가. 실험 수업이 가능하도록 과학 교과 시간 편성

2시간 블럭수업, 수업+실험 2시간을 1단위로 운영 : 제7차 교육과정에서 정하는 1시간의 수업량은 초등학교 40분, 중학교 45분, 고등학교 50분을 원칙으로 하고 있다. 교육 과정상의 시간(단위) 배당 기준 표에서는 국민 공통 기본 교육 과정은 34주를 기준으로 한 연간 최소 수업 시간 수를 제시하고 있으며, 고등 학교 선택 중심 교육 과정은 17주 동안 이수하는 수업량을 단위수로 제시하고 있다. 1단위는 통상 주당 수업 시수를 의미한다. 학교에서 과학 시간에 실험실습을 실시하기 어려운 이유 가운데 하나가 교과 시간의 운영이 매 시간 단위로 조직되어 있다는 점이다. 보통 실험을 실시하는 목적은 학생들이 수업을 통해 배우는 과학 원리 및 개념을 피상적이고 추상적인 차원에서가 아니라 매우 구체적인 체험 활동을 통해 배우면서 과학적 탐구 사고력을 길러 합리적인 인간으로 성장 발달시키는 데 있다. 이와 같은 실험실습 교육의 목적을 효과적으로 달성하기 위해서는 직접적인 실험 활동에 소요되는 시간뿐만 아니라 학생들의 열린 사고 훈련과 토의의 시간이 필요하며 실험 활동 내용을 과학 원리 및 개념과 구체적으로 연결 지어야 하는데 이를 위한 충분한 시

간의 확보가 어려운 실정이다. 실험 활동을 의미 있게 마무리하기에 부족한 시간을 늘리면서 실험 활동과 관련 있는 과학 원리 및 개념을 배우는 이론 시간이 떨어져 설정되어 있는 괴리감을 줄일 수 있는 대처 방안이 필요한 것이다. 매 시간 단위로 진행되는 학교 수업의 운영의 묘미를 살리면서 이를 극복하기 위해서는 과학 과목은 2시간 블록 수업, 수업 + 실험 2시간을 1단위로 운영하는 등의 현실적인 방안을 실현시켜야 한다. 교육과정에서도 기후, 계절, 학생의 발달 정도, 학습 내용의 성격 등을 고려하여 실정에 알맞도록 조절할 수 있음을 명기하고 있으므로 운영의 융통성을 살려 실험 수업이 가능하도록 과학 교과 시간을 편성해야 할 것이다.

나. 과학실험 수업 시간을 연장할 수 있도록 수업 시간표 조절에 우선권 권장 : 학교 현장에서는 각 교과 과목별로 교육 과정이 정하는 시간(단위) 배당에 따라 매 시간별로 수업 시간표를 작성하여 운영하게 되므로 수업 시간표를 조절하는 것이 용이하지 않다. 그러나 과학 교과는 학습 내용의 성격상 실험실습을 실시할 때에는 1시간을 초과하여 긴 시간이 필요할 때도 있고, 특히 생물 영역의 관찰 및 실험은 계절의 특성에 따른 영향을 많이 받으므로 시간표 조절은 당위적이라 할 수 있다. 제7차 교육 과정의 ‘교육 과정의 편성·운영 지침’에 따른 학교에서의 편성을 위한 공통 지침 (가)의 ①, ②, ③항에 의하면 교과 시간의 편성 및 운영의 융통성을 발휘할 수 있음을 알 수 있다. 교과의 특성과 내용에 따라서는 시간을 통합하여 연속적으로 운영할 수는 있지만 교과 간의 균형이 유지되도록 해야 하므로 과학교과에서 실험을 준비 및 실시하는 데에 실제로 많은 시간이 소요되더라도 실험 수업 시간을 연장할 수 있도록 교과간의 협조를 통해 수업 시간표를 조절하는 것은 현실적으로 많은 어려움이 있을 수밖에 없다. 따라서 이러한 과학 실험을 실시하는데 따른 어려움을 덜어주기 위해서는 학교에서의 수업 시간표 조절에 우선권을 부여하는 조항을 신설하여 과학실험의 위상을 높이고 과학교사들에게 실험을 자주 실시할 것을 권장해야 한다. 과학실험 수업 시간을 연장할 수 있도록 수업 시간표 조절에 우선권을 부여하게 되면 과학 교과에 배당된 연간 수업 시간 수를 월별, 주별 및 1일의 시간 배정 시 관찰 및 실험 내용에 따라 활동에 필요한 시간 수 및 차시를 고려하여 우선적으로 가능한 만큼 연장할 수 있도록 먼저 배정한 후 타 교과의 시간을 배정하게 될 것이므로 수업 시간 조절이 용이하게 되어 현실적으로 실험을 권장할 수 있게 될 것이다.

다. 중학교 및 고등학교의 과학수업 시수 확보

중학교는 재량활동 시간 중 1시간을 과학시간으로 배정(7차에서 감소) : 중학교 1학년(7학년)의 시간 배정이 제6차 교육 과정에서는 주당 4시간이었으나 제7차 교육 과정에서는 주당 3시간으로 배정됨에 따라 결과적으로 제6차 교육 과정에 비해 주당 1시간이 축소되었다. 과학 수업 시수 면에서 살펴보면 거기에다가 과학과는 심화보충형 수준별 교육 과정을 운영해야 하므로 단원별로 7시간은 기본(공통) 과정을 운영하는 데 사용하고 1~2시간을 심화보충 시간으로 운영해야 하므로 학습 내용을 종전보다 30%이상 축소해야 하

게 되었다. 따라서 제7차 교육 과정에서는 과학 교과에서 그렇지 않아도 많은 시간이 소요되는 실험 수업을 실시하기에는 현실적인 어려움과 제약이 더 커진 셈이 되었다. 그럼에도 불구하고 제7차 과학과 교육 과정에서는 탐구를 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리 등 기초 탐구 요소 및 가설 설정, 변인 통제, 자료 변환, 자료 해석, 결론 도출, 일반화 등과 같은 통합 탐구 요소를 교수-학습할 뿐만 아니라 토의, 실험, 조사, 견학, 과제 연구 등 다양한 교수-학습 활동의 유형을 제시하여 다양한 학습활동을 하도록 하고 있다. 이러한 현실적 상황을 고려할 때 많은 실험을 실시하기 위해서는 연 102시간 이상이 배정되어 있는 교과 재량 활동 시간을 활용함으로써 과학수업 시수를 확보할 수 있어야 한다. 중학교 재량 활동 시간은 한문, 컴퓨터, 환경, 생활외국어, 기타의 선택 과목 학습 시간에 우선 배정한 후, 나머지 시간은 국민 공통 기본 교과의 심화보충 학습 시간으로 활용할 수 있다. 따라서 교육 과정 편성·운영 지침을 바탕으로 주당 1시간을 과학교과의 심화보충 활동에 우선적으로 사용할 수 있도록 시·도교육청, 지역 교육청을 통해 중학교에 권장하는 규정을 둔다면 과학 교과에서 실험을 실시하는 데 드는 많은 시간을 일부 확보할 수 있을 것이다.

고등학교의 경우 인문계 8단위 이상, 자연계 26단위 이상 이수를 권장 : 고등학교의 경우 10학년 때 국민 공통 기본 교과로서 과학을 6단위로 배우고, 11, 12학년 때 일반 선택 과목으로 생활과 과학을 4단위로 배울 수 있다. 그리고 심화선택 과목으로서 물리I, 화학I, 생물I, 지구과학I 과목을 각각 4단위로 이수하고, 물리II, 화학II, 생물II, 지구과학II 과목을 각각 6단위로 이수할 수 있다. 그리고 고등학교 1학년의 교과 재량 활동 시간 중 국민 공통 기본 교과의 심화보충 학습에 4~6단위, 선택 중심 교육 과정의 선택 과목에 4~6단위를 배정할 수 있다. 이와 같이 제7차 교육 과정에서는 과학 교과 중에서도 어떤 교과를 어떻게 선택하느냐에 따라 최소 6단위에서 최고 50단위 이상까지 과학 교과 선택의 폭이 다양해졌으며 각 II 단계의 과목을 이수하기 위해서는 먼저 I 단계 과목을 이수하도록 제도화되었다. 따라서 자연계 과정이라면 물리I, 화학I, 생물I, 지구과학I 과목의 이수 단위를 모두 합한 16단위에다가 생활과 과학 과목 4단위와 과학 과목 6단위를 더하여 최소 이수를 26단위로 설정하고 그 이상을 이수할 수 있도록 권장하는 것이 바람직할 것이다.

과제 2. 과학 교과교육과정 개정

가. 향후 교육과정 개편 시 과학교과에 탐구중심 내용 보강

총 과목 수와 교육 내용을 줄이고 과학 교과는 탐구 중심으로 하며, “관찰”, “실험”, “답사”, “탐방”을 적절하게 명시적으로 포함시켜야 함 : 제7차 교육 과정의 심화 선택 과목 중에서 같은 과학기술 과목군에 속해있는 수학이 5개 과목을 제시하고 있고, 기술·가정 역시 5개 과목을 제시하고 있음에 비하여 과학은 총 8개 과목을 제시하고 있다. 이는 결과적으로 학생들의 과학 과목의 선택 비율을 낮추게 되며 선택되지 않은 과학 과목에서 배워야 할 내용을 전혀 배우지 못하게 되는 결과를 초래하게 될 것임을 의미한다. 그러므로 향후 교육 과정 개편 시에는 총 과목 수와 교육 내용을 줄여야 할 것이다. 그리고 과학 교

과를 탐구 중심으로 하며 관찰, 실험, 답사, 탐방 등 활동 유형을 적절하게 명시적으로 포함시킴으로써 학교 실험실 뿐만 아니라 학교 밖 야외에서의 과학 실험 실습도 광범위하게 일어날 수 있도록 유도해 내야할 것이다.

실험시간을 별도로 운영하는 교육과정 개선 방안 고려 : 지금까지는 실험을 장려해 왔다고는 하지만 실험 시간이 과학 교과 시간 안에서 한 가지 활동 시간으로서 간주되어 왔었다. 이에 따라 과학 수업을 실시했다고 해서 시간과 노력을 많이 요하는 권장된 실험 활동을 실시했다고는 볼 수 없는 형편이었다. 이와 같은 현실적인 문제점을 극복하기 위해서는 과학과 교육 과정에 과학 교과 시수와는 별도로 실험 시수를 배정함으로써 반드시 일정량의 실험을 실시할 수 있도록 유도해야 할 것이다.

나. 실험·탐구 중심 과학교육이 실제적으로 이루어지도록 하는데 주안

10학년까지 과학 교과의 시간을 전체의 20% 이상이 되게 하며, 고정된 주간 시간표 제도에서 벗어나 과학 탐구 실험 활동을 융통성 있게 운영 : 제7차 교육 과정에서 과학 교과가 차지하는 시간은 전체의 10%도 되지 못한데다 학습 내용이 많아서 현실적으로 과학 수업을 실험·탐구 중심으로 실시하기에는 많은 어려움이 있다. 실험·탐구 중심의 과학 수업은 많은 시간이 소요되기 때문이다. 그리고 실험·탐구 활동의 내용과 규모에 따라 고정된 1시간 안에 활동이 다 끝나지 않을 경우도 있고, 때로는 교실이나 실험실에 국한되지 않고 야외로 나가 관찰 및 실험 활동을 하기도 하고 또 멀리 답사나 견학을 실시하는 가운데 실험실습 활동을 할 수도 있게 된다. 그런데 학교에서는 매 시간 단위로 짜여져 있는 고정된 주간 시간표로 인해 제약을 받지 않을 수 없는 실정이다. 따라서 과학 탐구 실험 활동을 수시로 실시할 수 있도록 주간 수업 시간표를 탄력적으로 짜서 융통성 있게 운영할 수 있어야 한다.

실험 활동 안내서를 포함한 교과서를 자유롭게 집필하고 선택하게 함으로써 학교의 여건에 따라, 그리고 학생의 수준별에 따라 실험 교재 선택 : 현행 교과서 제도에 의하면 현재 각급 학교에서 사용하고 있는 교과서의 종류로는 교육인적자원부가 저작권을 가진 교과용도서인 국정도서, 교육인적자원부장관의 검정을 받은 교과용도서인 검정도서, 그리고 국정도서·검정도서가 없는 경우 또는 이를 사용하기 곤란하거나 보충할 필요가 있는 경우에 사용하기 위하여 교육인적자원부장관의 인정을 받은 교과용도서인 인정도서가 있다. 과학 과목 교과서는 교육인적자원부장관이 정하여 고시하는 교과목의 교과용 도서에 해당하므로 제7차 과학과 교육 과정에 의한 학년별 내용과 검정 기준에 따라 출판사별 저자들에 의해 집필되어 교육인적자원부장관의 검정을 통과한 교과서들이 사용되고 있다. 중학교와 고등학교의 도서 검정 기준에는 공통 기준과 교과 기준이 있는데, 공통기준은 모든 교과용 도서에 적용될 수 있는 보편기준으로서 대한민국의 법질서와 교육과정 총론 및 교과용 도서 집필상의 유의점과 관련된 기준이다. 한편 각 교과별로 교과목의 특성에 부합하는 교과 기준을 제시하고 있는데 심사영역을 살펴보면 교과서의 경우에는 교육과정의 준수, 내용 선정 및 조직, 교수·학습 방법, 표현·표기, 편집 및 외형 체제, 독창성의 6개 영역

으로 구분되어 있고, 교사용 지도서의 경우에는 교육과정 및 교과서 안내, 구성 체제, 교수·학습 방법, 자료의 활용과 안내, 표현·표기, 편집체제, 독창성의 7개 영역으로 구분되어 있다. 그리고 고등학교 도서 검정 기준은 공통 기준과 교과목별 기준으로 구분하여 공통 기준은 모든 교과용 도서에 적용될 수 있는 보편 기준으로서 대한민국의 법질서와 교육과정 총론 및 교과용 도서 집필상의 유의점과 관련된 기준을 제시하고 있다. 교과목별 기준의 심사 영역으로 교과서의 경우에는 교육과정의 준수, 내용 선정 및 조직, 교수·학습 방법, 표현·표기, 편집 및 외형 체제, 독창성의 6개 영역으로 구분하여 제시하고 있으며, 교사용 지도서의 경우에는 교육과정 및 교과서 안내, 구성 체제, 교수·학습 방법, 자료의 활용과 안내, 표현·표기, 편집 체제, 독창성의 7개 영역으로 구분하여 제시하고 있다. 이와 같은 검정 기준이 적용되는 상황 하에서는 실험 활동 안내서를 포함한 교과서를 자유롭게 집필할 수 있는 여지가 별로 없으며 따라서 일선 학교 및 교사와 학생들이 선택권을 가지고 있다 하더라도 검정에 통과한 출판사별 교과서들이 별반 내용과 구성이 다르지 않기 때문에 큰 의미가 없게 되는 현실적인 문제가 발생하게 된다. 그러므로 실험 활동 안내서를 포함한 교과서를 자유롭게 집필하고 선택하게 함으로써 학교의 여건에 따라, 그리고 학생의 수준에 따라 실험 교재를 자유롭게 선택할 수 있도록 환경을 조성해야 한다.

과제 3. 입시 및 평가에서 실험활동 중심의 과학 탐구교육 비중 강화

가. 대학 수학 능력 시험에서 “언어력”이나 “수리력” 이상으로 “과학적 탐구력”의 수준과 비중을 높임

특히 과학기술계 대학 입시에서는 실험 시험을 실시하거나 면접 등에서 실험활동을 평가하여 30% 이상 반영해야 함 : 현행 대학 수학 능력 시험의 평가 영역은 언어, 수리, 사회탐구, 과학탐구, 외국어(영어)의 5개 영역과 원하는 경우 제2외국어 6개과목 중 택1(선택과목명 미표기)하도록 되어 있다. 영역별 배점을 살펴보면 언어는 60문항에 120점, 수리는 30문항에 80점, 사회탐구와 과학탐구는 80문항에 120점, 외국어(영어)는 50문항에 80점으로서 총 220문항에 400점 만점이 되도록 배정되어 있다. 따라서 과학적 탐구력을 측정하고자 하는 과학탐구영역이 차지하는 비중은 언어 영역이나 수리 영역에 비하여 낮은 것을 알 수 있다. 한편 제7차 교육과정이 2002년부터 실시됨에 따라 교육과정에 따라 배우는 과목(필수와 선택과목이 달라짐)이 달라지므로 대학수학능력시험을 비롯한 대학입시가 2005학년도부터 달라지게 된다. 평가 영역에는 현행 언어, 수리, 외국어(영어), 사회탐구, 과학탐구 등 5개 영역 외에 직업탐구 영역을 신설하고, 제2외국어 영역은 제2외국어/한문 영역으로 개편되는 것이 주요 골자이다. 개편안에 의하면 영역별로 임의 선택이 가능하게 되었는데, 즉 현재는 5개 영역 모두를 응시하도록 하고 제2외국어 영역만 임의선택으로 하고 있으나, 개편안에서는 모든 영역이 임의선택 영역이 되어 1개 영역만 선택할 수도 있게 된다. 그러나 대학에서 여러 영역을 반영하기 때문에 대다수가 여러 영역을 응시하게 될 것이지만 사실상 언어, 수리, 외국어(영어)는 필수가 되고 사회/과학/직업 탐구는 영역 중에

서 하나를 선택하게 된다. 사회/과학/직업 탐구 영역의 선택과목이 달라지는 점이 현행 제도에 비해 큰 차이점인 셈인데 사회탐구, 과학탐구, 직업탐구 영역은 세 영역 중에 하나를 선택하도록 사회/과학/직업 탐구 영역으로 통합 운영된다. 출제 범위에 직접 포함되는 교과목의 형태는 영역에 따라 다양하게 주어지며, 주로 심화선택과목 중심으로 구성되는데 언어와 외국어(영어) 영역은 범교과적인 주제와 소재를 활용할 것이므로 출제 범위를 특정한 교과목으로 한정하지 않는다. 수리와 사회/과학/직업탐구 영역에서는 원칙적으로 대학에서의 수학능력 측정에 필요하고 또 지필 시험에 의한 평가가 적절하다고 판단되는 선택과목 중에서 선택할 수 있도록 되어 있다. 이에 따라 수리 '가'형은 필수 과목 외에 3과목 중 한 과목, 사회탐구에서는 11과목 중 4과목, 과학탐구에서는 8과목 중 4과목을 각각 선택할 수 있다. 따라서 대학 수학 능력 시험에서 “언어력”이나 “수리력”에 비해 “과학적 탐구력”의 수준과 비중은 여전히 낮게 설정되어 있는 것을 볼 수 있다. 이와 같은 상황에서 과학 탐구력의 수준과 비중을 높이려면 대학 수학 능력 시험 이외의 대학 입시 제도 속에 반영이 되어야 할 것이다. 특히 과학기술계 대학 입시에서는 지필 시험 위주로 치러지는 대학 수학 능력 시험에서 평가하지 못하는 실험 시험을 실시하거나 면접 등에서 실험활동을 평가하여 30% 이상 반영해야 실험활동 중심의 과학 탐구교육 비중이 강화될 수 있을 것이다.

4. 과학 실험활동 교육을 위한 지원 정책과 행재정 및 장학 강화

1) 배경 및 근거

우리나라의 과학교육에 대한 정책적인 지원은 초기에는 적극적이다가 현재에 이르기까지 점점 미미해지고 있다. 과학교육에 대한 국가적 관심과 지원의 변화는 교육인적자원부에서 초중등 과학교육을 위한 과학교육국이 ‘과’로 바뀌고 급기야 없어졌으며, 과학교육원 등의 행정부서도 축소되었다는 점에서 여실히 보인다. 국가적으로는 과학교육의 중요성을 역설하지만 대학 이상의 고급 과학기술인력 지원에 편중되고 근원이 되는 초중등 과학교육에 대한 재정 지원도 빈약하다(한국교육개발원, 1993). 그나마 한국과학교육단체총연합회가 주동이 되어 과학교육계가 애써서 모은 과학교육기금도 IMF 이후 국고로 환수되어 현재 그 중에서 일부를 지원받고 있는 형편이며, 1993년까지 교육부의 과학기술교육 담당 부서가 있을 때의 자료로 교육부 예산 중 0.8%가 과학교육 예산으로 배정되었다는 자료가 있었으나 현재는 담당 부서마저 없어져서 집계조차 할 수 없다(장회익 외, 1994). 다만, 시도교육청에서 각급 학교에 과학교육진흥실적을 보고받아 각 학교에서 집행된 과학실험교육 예산집행 내역을 파악할 뿐이다. 총 19조원 가량의 2001년 교육예산 중 공식적으로 과학교육을 위한 예산인 과학교육활동 지원액은 7억원대로 그 액수는 전체 교육예산이 0.004%에 불과하며 이 예산 중에서 과학실험교육에 관계된 것은 4천3백만원에 불과하다(과학문화진흥회, 2001).

이미 1967년도에 우리나라의 과학교육 진흥을 위해 국민의 과학지식·탐구능력 및 창의력을 키움으로써 국가사회발전에 이바지하게 함을 목적으로 “과학교육진흥법”을 제정하였으나 그동안 자문위원회도 구성하지 않고 수십 년째 사문화되어 있다가 최근 2001년 9월에 와서 초기의 구체적인 내용이 대폭 줄어들며 전문 개정되기 이르렀다. 개정된 과학교육진흥법 및 동법 시행령에는 과학교육을 진흥하기 위해 국가 및 지방자치단체에서 정책 및 행재정적인 지원을 하도록 하고 있다. 구체적으로 과학교육진흥법 제3조에는 ‘국가 및 지방자치단체는 과학교육을 진흥하기 위하여 이 법 그 밖의 관계법령이 정하는 바에 따라 다음 각 호의 사항에 관한 시책을 마련하여야 한다.’고 명시되어 있으며 이에 관계되는 사항으로는 다음과 같다; (1) 과학교육에 관한 종합계획의 수립, (2) 과학교원의 양성·확보·처우 및 교육, (3) 과학교재·교구의 개발·보급 및 실험·실습시설의 확충, (4) 과학교육과정과 교육프로그램의 개발, (5) 원격 과학교육을 위한 기반구축, (6) 과학관의 설치·운영, (7) 실험·실습비, 연구조성비 및 장학금의 지급, (8) 과학교육연구단체의 지원, (9) 청소년 과학행사의 개최와 지원, (10) 그 밖에 과학교육진흥에 필요한 사항

또, 국가는 과학교육진흥에 관한 시책의 추진이 부진하거나 예산조치가 부족하다고 인정되는 지방자치단체에 대하여 예산의 증액 등 필요한 조치를 권고할 수 있다고 명시되어 과학교육을 위한 재정적인 지원에 대한 근거를 마련하였다(붙임 2 참조).

2) 핵심 방향

- 국가 지도층의 과학교육 관심 제고와 지원체제 강화
- 과학교사의 증원과 자질 향상 및 여건 개선
- 실험보조 인력의 배치와 연수
- 실험실 현대화 및 과학교구 확충
- 과학교육 선도학교 육성

3) 실행 조치

개선과제 1. 국가 지도층의 과학교육 관심 제고와 행정 지원체제 강화 방안

대통령 직속 “과학기술 및 과학기술교육 담당 수석 보좌관”을 배치한다.

국가과학기술위원회에 “청소년 과학교육진흥촉진위원회”를 설치하여 국가 정책과 각 부서의 역할을 합리적으로 조정 분담하게 하고 실시하게 하며 점검 평가한다.

교육인적자원부에 “과학기술교육국”을 설치하고, 과학기술부의 “과학기술문화과”를 국으로 격상하여 전국민의 과학소양과 잠재적 과학기술인력 확보를 국운의 사업으로 전개한다.

과학교육진흥법의 활성화로 실험 중심의 탐구교육이 정착하도록 지원하고, 과학교육진흥법의 실행과 점검, 평가를 위한 전담 부서 강화 및 체계적인 점검 지원체제 확립한다.

시·도 교육청 평가 시 과학부문 배점을 확대(예: 500점 중 50점)한다.

개선 과제 2. 과학교사의 증원과 실험활동 지도 역량 제고

과학교육전문연구기관 또는 국가차원에서 초·중등 과학교사들의 실험교육 지도를 위한 현직 교사연수 프로그램 개발 및 실행에 특별 지원한다. 과학 교사에게 단순한 실험 지도나 단체적 연수뿐 아니라 장기적으로 개인별, 집단별 실험지도 연구 기회를 제공한다.

교원양성기관에서는 효과적으로 실험을 지도할 우수한 과학교사 양성을 위해 교육대학은 초등교사 양성과 연수에서, 그리고 사범대학은 중등과학교사 양성과 연수에서 합당한 실험교육을 철저히 실시한다.

대상별로 효율적인 실험 활동 중심의 과학 탐구교육을 위해서 다음과 같이 전문화하여 실험교육 자료 및 활동을 개발하고 이에 대한 지원 및 교사 연수를 실시한다.

- 예) 초등: 완구의 과학탐구
- 중학: 과학문화탐방 활동
- 고교: MBL 과학실험

실험 수업을 고려한 기준 시수 감축

과학교사의 수업시수에 실험 준비시간을 포함시켜 다른 과목 교사보다 기준시수를 적게 배정한다. 예를 들어 주당 법정 수업 시수 18시간인 경우, 과학교사는 12시간에 실험 준비를 6시간 두도록 한다.

중등 과학교사 주당 법정 수업시수 중 6시간을 실험준비 시간으로 배정하여, 배정된 6시간을 탐구활동, 실험활동의 수업준비, 정리, 보고서 평가 시간으로 활용하도록 명문화하여 실험 수업을 적극적으로 실천하도록 의무화하고 이에 따른 중고등학교 과학교사를 증원한다.

개선과제 3. 실험보조인력 증원과 보충 방안

모든 실험 수업에 실험조교 반드시 배치

실험 조교의 양적 확보 및 질적 수준 제고를 위해 예비 과학교사 활용 방안 또는 이공계 대학생 병역특례 방안 검토하여 모든 과학 수업에 반드시 일정 수준 이상의 과학실험 조교가 배치되도록 한다. 또, MBL 등 현대화된 과학실험 장비 등에 대한 과학실험조교 대상 연수를 통해 과학실험조교의 질적 수준 향상 방안을 고려한다.

초등학교에 실험보조원 증원 배치

일정규모 이상 초등학교에 실험보조원 배치한다. 현재는 3,225명 배치로 약 2,198명의 추가배치가 필요하다. 다음과 같은 방안을 강구할 수 있겠다.

실험보조원에 대한 직무연수 등 실시로 전문성 보강

이공계 부모 실험활동 보조 체제 강구

중장기적으로 모든 학교에 정규직 조교 배치 제도 확립

개선과제 4. 실험실 현대화

가. 실험실 현대화의 필요성 및 기준

과학실험실은 학교의 과학수업에서 학생들이 탐구를 직접 체험하는 활동의 중심적 장소이다. 간단한 시범실험이나 학생 활동 중 단순한 활동은 실험에 필요한 준비물을 갖고 교실로 이동하여 수업을 진행할 수도 있겠지만, 실험 장치나 시약 등의 운반에 따르는 위험 등의 문제가 따를 수 있다. 따라서, 교사의 시범 실험을 보여 주거나, CD-Rom 이나 인터넷의 영상 자료를 보여 주거나 학생들이 직접 체험하는 탐구 활동의 공간으로서 시설이 제대로 갖추어진 현대화된 과학 실험실은 반드시 확보되어야 한다.

과학 실험실은 호기심과 지적 흥미가 유발되어 안전하고 쾌적한 가운데 실험을 진지하게 수행하며, 실험 활동의 결과를 얻고 그 의미를 해석하여 지적인 희열을 맛 볼 수 있는, 과학자들의 탐구를 학생들이 직접 체험할 수 있는 공간으로서 기능할 수 있어야 한다. 그

리기 위해서는 전기, 급배수 시설, 조명, 마이크 및 앰프, 스피커, 암막, 냉난방 장치, 환기 시설 등의 기본적 시설은 물론이고 휘발성 약품으로 실험하는 경우의 안전을 위한 후드 시설, 편안하고 안전하게 실험하고 결과를 정리할 수 있는 학생용 실험대와 학생용 의자 등이 갖추어져야 한다.

실험 수업의 도입, 탐구 수행의 안내, 결과 정리 등의 단계에서 활용하기 위한 멀티미디어 시설이 기본적으로 갖추어져야 함은 물론이다. 최근 들어 개발되거나 보급되는 많은 과학 교육 자료들은 CD-Rom의 형태이므로 텍스트 문서 뿐만 아니라 영상 및 동영상 자료까지 빠르게 접근하여 읽어들이 수 있는 성능 좋은 인터넷 연결 가능한 컴퓨터 시설은 기본이고, 대형 전동 스크린과 LCD 프로젝터 또한 기본적으로 갖추어져야 한다. 그밖에 VTR, 실물 화상기, 프린터, 스캐너 등도 기본적으로 갖추어져야 한다. 학생들의 실험대에는 MBL 실험이 가능하기 위한 컴퓨터가 설치되어야 한다. 실험의 측정값들을 인터페이스를 이용해 컴퓨터로 읽어들이 후 결과 처리를 컴퓨터를 이용하여 그래프화하고 변인들을 변화시킨 결과를 컴퓨터의 모니터로 비교하고 결과 보고서를 출력해 보는 등의 MBL 활동을 위해서도 학생용 실험대에 조별로 성능 좋은 컴퓨터와 프린터가 설치되어야 한다.

그리고, 실험의 준비를 위한 공간으로 실험실에 부속되어 실험에 필요한 약품이나 장치를 준비할 수 있는 실험준비대와 교구와 시약 등을 보관하는 시약장 및 교구 보관장을 갖춘 실험준비실이 있어야 한다.

이상과 같은 기본 시설 및 설비 외에 실험에 필요한 기본교구가 있어야 한다. 다음의 표 IV-1은 실험실의 완전 개조에 필요한 비용을 예시한 것이다.

완전개조의 비용 문제로 부분 현대화를 한다면 어떤 방식으로 할 것인가를 먼저 결정해야 한다. 기존의 실험실에서 보완해야 하거나 새로 갖추어야 할 시설을 선정하되, 우선적으로 갖추어야 할 시설을 정하여야 한다.

예를 들어, 전기, 급배수 시설이 안되어 있는 실험실의 경우는 우선적으로 그 시설을 먼저 하고, 안전을 위한 흡 후드 장치가 없으면 그것을 우선으로 한다. 멀티미디어 자료의 활용을 위해서 멀티미디어 시설을 갖추는 것을 우선적으로 하는 경우는 컴퓨터와 인터넷 연결망, LCD 프로젝터, 전동 스크린, VTR을 우선적으로 갖추어 나간다. 각 학교의 실험실마다 사정이 다를 수 있으나, 앞서 언급한 멀티미디어 시설을 갖추는 데만 2,960만원 정도가 소요된다.

표 IV-1. 실험실 현대화를 위한 시설 및 설비비 세부 목록과 가격 어림 예시

구분	품명	규격	단위	수량	예상단가(원)	금액(원)
기본 시설	급·배수시설	폐수수거장치 포함	1	식	3,000,000	3,000,000
	전기/바닥/천정보수	-	1	식	1,500,000	1,500,000
	씽크대	900×750×800	3	개	500,000	1,500,000
	흡후드	1500×800×2350	1	개	3,600,000	3,600,000
	에어컨	525×1830×320	1	개	2,000,000	2,000,000
	축열식전기난방기	1071×270×685	4	개	640,000	2,560,000
	암막시설	방염, 암막	1	식	600,000	600,000
	진공청소기	진공흡입기	1	대	150,000	150,000
주요 실험 설비	학생용실험대	1600×450×700	12	개	250,000	3,000,000
	교사용실험대	1800×900×770	1	개	400,000	400,000
	벽면 실험대	1200×750×770	4	개	250,000	1,000,000
	벽면실험대선반	1200×750×770	5	개	500,000	2,500,000
	실험준비대	1800×900×770	2	개	450,000	900,000
	교사용책상	1600×1200×730	1	개	400,000	400,000
	학생용의자	하이그로시	40	개	40,000	1,600,000
	교사용의자	레자, 회전식	2	개	80,000	160,000
	교구보관장	1800×450×1950	4	개	650,000	2,600,000
	밀폐시약장	1800×360×1950	2	개	3,300,000	6,600,000
	자료보관대	900×450×1200	4	개	200,000	800,000
	자료운반대	800×500×800	1	개	200,000	200,000
초음파세척건조기	650×650×1200	1	개	1,000,000	1,000,000	
멀티 미디어 시설	스크린	전동식, 천장 부착, 1800×1200	1	대	1,500,000	1,500,000
	LCD 프로젝터	1600만색, 1024×768	1	대	12,000,000	12,000,000
	VTR	8헤드	1	대	300,000	300,000
	실물화상기		1	대	2,300,000	2,300,000
	컴퓨터	멀티미디어용, 20in모니터	10	대	1,200,000	12,000,000
	인터넷 연결망	LAN 시설	1	식	800,000	800,000
	프린터	A3용지 인쇄 가능, 칼라	2	대	1,500,000	3,000,000
	스캐너	A3용지 스캔 가능	1	대	500,000	500,000
	캠코더	8mm, 8배 전동줌	1	대	1,500,000	1,500,000
	디지털 카메라	140만 화소	1	대	900,000	900,000
총 소요액						70,870,000

나. 실험실 현대화 소요액 중 실험교구비 산출내역

실험실을 현대화하면서 같이 넣어 주어야 할 실험교구의 목록을 선정함에 있어서의 기준은 각 학교에서의 실험에 필요한 기본적인 실험교구를 우선적으로 포함하여야 한다. 그리고, 최근 들어 새로이 개발된 정밀도와 기능이 향상된 교구, 교육과정 개편에 의해 새로 포함되어야 할 교구 등이 포함되어야 한다. 각 학교의 사정에 따라 실험 교구가 갖추어진 정도가 다를 것이므로, 다음의 표 IV-2에서 예시하고 있는 실험 교구 중 학교에 없는 것을 사는 것으로 하여 실험 교구비 지원액을 산정하여야 할 것이다.

표 IV-2. 실험 교구 세부 목록과 가격 어림 예시

영역	교구 목록	규격	소요 기준	수량	단가(원)	예산(원)
측정용 교구	얇은뱅이 저울	칭량 2kg, 감량 0.5%	학교당 1	1	24,200	24,200
"	전류계	DC 0~500mA/5A	2명당 1	20	88,000	1,760,000
"	검류계	(+ -) 50mA	4명당 1	10	55,000	550,000
"	디지털 온도계		학교당 1	1	132,000	132,000
"	시간 기록계	AC 220V, 타점주기 60Hz	2명당 1	20	33,000	660,000
"	양팔 저울		학교당 1	1	143,000	143,000
"	전압계	DC 0~3V/15V/30V	2명당 1	20	88,000	1,760,000
"	전자 저울	칭량 300g~400g, 감량 0.01g	4명당 1	10	165,000	1,650,000
"	윗접시 저울	칭량 100~200g, 감량 0.1%	4명당 1	10	24,200	242,000
일반 교구	간이 분광기		4명당 1	10	12,100	121,000
"	디지털 회로 시험기	AC 0~19.99A	학교당 1	1	55,000	55,000
"	물 합성 장치		학교당 1	1	242,000	242,000
"	발열량 측정 장치	니크롬선, 단자부, 온도계 포함	4명당 1	10	16,500	165,000
"	실체 현미경	10X~40X	4명당 1	10	462,000	4,620,000
"	천체 망원경	구경 6인치 이상			990,000	990,000
"	현미경	접안렌즈 10X, 20X, 대물렌즈 5X, 10X, 40X,	2명당 1	20	352,000	7,040,000
"	수면과 투영장치	반사판 30×40mm, 스크린 540×540mm,	4명당 1	10	275,000	2,750,000
"	기체 분자 운동 실험 장치	속도 조절 가능 (AC220V, DC6~9V)	4학급당 1	5	44,000	220,000
"	직류 전원 장치	입력 AC 220V, 출력 DC 20V, 5A이상	4명당 1	10	121,000	1,210,000
도해 자료	행성 사진 세트	행성, 위성, 혜성, 태양계 등 30종	4명당 1	10	22,000	220,000
계						24,554,200

과제 5. 실험중심 과학수업 선도학교

가. 실험중심과학수업 선도학교의 필요성과 그 기능

실험 중심의 과학수업이 각 학교에서 정착되기 위해서 실험 중심 과학수업을 모범적으로 실시하는 선도학교를 지정하여 운영할 필요가 있다. 선도학교에서는 실험 중심 과학수업의 모범적 전형을 보여 주면서 그 운영의 방법과 결과를 주변 지역의 학교에 보급할 수 있어야 한다. 선도학교에서는 모든 과학 수업이 실험실에서 이루어지되, 단지 장소만 실험실에서 이루어지는 과학 수업이 아니라, 모든 과학 수업이 탐구활동 중심으로 이루어질 수 있어야 한다.

이를 위해서 단계적으로 이루어져야 할 일들은 다음과 같다.

실험실을 현대화하고, 실험교구들을 갖춘다.

실험 중심 탐구 과학 수업의 다양한 모형을 개발한다.

탐구 활동 중심의 과학수업 실시에 도움이 될 교사용 지도서를 개발한다.

탐구 활동 중심의 학생 활동지를 개발한다.

탐구 활동 중심의 과학학습의 평가를 위한 평가틀을 개발한다.

실제 수업 및 평가를 실시해 나가면서 발견되는 문제점과 개선점을 수정 보완한다.

이와 같은 연구 개발 및 수업의 실행과 평가 그리고 수정 보완 작업들은 그 작업량이 방대하여 한 학교에서 단기간에 해 내는 일이 불가능하다. 위의 여러 작업 단계 중 ①, ② 항목이 우선적으로 이루어져야 할 항목이며, 이와 동시에 ③, ④ 항목이 시급하게 이루어져야 한다. 탐구 활동 중심의 과학 수업이 실효를 거두려면, 학생들의 탐구 중심의 학습 활동이 제대로 평가될 수 있어야 하므로 ⑤ 항목 또한 중요하게 이루어져야 할 사항이다. 이러한 일련의 과정은 일회성의 연구 개발로 그쳐서는 안되며, 그 실행과정에서의 점검과 수정 보완이 반드시 뒤따라야 한다. 따라서 실험중심 과학수업 선도학교의 지정과 운영은 5년 정도의 장기간에 걸쳐 이루어져야 한다.

1차 년도에는 실험실 현대화와 실험 중심 탐구 과학수업의 모형 개발에 중점을 두고 선도 학교를 운영하며 실험실 현대화에 6천만원, 다양한 실험 중심 탐구 과학수업의 모형 개발에 4천만원 정도를 지원한다. 이 때, 예시적으로 학년별로 1-2 단원의 교사용 지도서 및 학생용 활동지를 개발하는 것을 동시에 할 수 있도록 한다.

2차년도에서 4차년도에 이르는 동안에는 1차년도에 예시적으로 하였던 교사용 지도서와 학생용 활동지의 개발을 전 학년 전 단원에 걸쳐서 완성할 수 있도록 한다. 동시에 실험 중심 탐구 과학 학습 활동의 평가틀을 개발하여 평가를 실시하고 그 결과를 개발 과정으로 피드백 할 수 있도록 한다. 이러한 개발과정 및 결과를 보급함에 대한 지원액을 매년 5천만원 정도로 책정한다.

마지막 5차년도에는 실험 중심 탐구 과학교육이 정착될 수 있도록 개발된 자료들의 현장 적용 가능성을 높이는 방향으로 수정 보완이 이루어 지는 데 중점을 둔다. 개발 자료들을 실제 수업에 적용 실행하여 그 효과를 점검하여 수정 보완하고 보급하는 데 대한 지원액을 5천만원 정도로 책정한다.

나. 연도별 지원액의 소요 기준 산출 예시

표 IV-3. 지원액의 소요 기준 산출 예시

연도	항 목	비용(단위: 만원)
1차년도	실험실 현대화를 위한 시설 교구비	6,000
	수업 모형 개발비	
	연구활동비	1,200
	참고자료 구입비	100
	유인물비	400
	회의비 및 자문료	600
	예시적 지도서 및 활동지 개발	800
	운영 결과 보고회	400
	개발 자료의 보급	500
	소 계	10,000
2-4차년도	각 1년간의 비용	
	교사용 지도서, 학생 활동지 개발비	
	연구활동비	1,500
	참고자료 구입비	100
	유인물비	800
	회의비 및 자문료	900
	평가틀 개발	800
	운영 결과 보고회	400
	개발 자료의 보급	500
	소 계	5,000 ×3년=15,000
5차년도	연구개발 결과의 점검, 수정 보완	
	연구활동비	1,200
	유인물비	800
	회의비 및 자문료	900
	운영 결과 보고회	800
	개발자료의 보급	1,300
소 계	5,000	
총 계		30,000

다. 지정기준 및 방법

- 시도교육청에서 학교별 공모를 받아 지정토록 함
- 교육청 당 초등학교/중학교 각 3개교 예정
- 지정기준

실험중심 과학수업 선도학교의 지정과 운영은 위와 같은 연구 개발을 담당할 수 있는 역량과 열정을 갖춘 과학교사들을 필요로 한다. 선도학교의 과학교사들은 모든 과학 수업을 실험실에서 진행하면서 탐구 활동 중심의 과학 수업을 위한 자료들을 수집하거나 개발하여 수업을 준비하고 실제 수업에 활용하면서 실행 상의 문제점이나 개선점을 찾아 수정 보완을 해 나가야 한다.

이러한 과정을 원활히 수행하려면 과학 교사의 주당 수업 시간 부담이 적어야 가능하다. 따라서 선도학교의 과학교사 수는 특별히 전 과학교사의 주당 수업 시간의 부담이 14시간을 넘지 않도록 확보되어야 한다. 과학교사 수가 확보된 다음에는 과학 교사의 인적구성에서 연구 개발의 책임 역할을 담당할 교사가 반드시 포함되어야 한다. 실험중심 탐구 과학수업 모형 개발, 교사용 지도서 개발, 학생용 활동지 개발, 평가를 개발 등의 역할을 선도학교의 모든 과학교사가 담당하여야겠지만 주요 역할을 분담하여 주된 역할을 담당할 사람을 정하고 서로 원활한 협의 하에, 수업을 실행하고 결과를 분석 정리하여 다음 개발 과정에 피드백 될 수 있도록 해야 한다. 이에는 선도학교의 전 과학교사들의 자발적 참여 의식이 밑바탕에 자리잡아야 한다. 모든 과학 수업이 과학실험실에서 이루어지기 위해서는 1과학교사 당 1실험실을 갖추는 것을 목표로, 현대화된 실험실이 확보되어야 한다. 아울러 실험 활동 중심의 과학수업이 매 시간 이루어지기 위해서는 실험 교구 및 실험 재료와 시약이 갖추어져야 함은 물론이다. 그밖에 선도학교가 지역 사회의 거점 역할을 하기 위해서는 지역적 안배도 고려해야 할 것이다.

과제 6. 과학수업 개선 협력사업

가. 필요성 및 지원금액

과학수업의 개선에는 현장의 과학교사들에 의한 노력 이외에도 과학교육을 연구하고 있는 대학이나 연구소 등에서 현장의 과학수업의 개선에 초점을 둔 다양한 프로그램을 개발하여 실시함으로써 현장의 과학교사들의 노력과는 또 다른 과학수업 개선의 효과를 가져올 수 있다. 과학교육 연구를 전문적으로 하고 있는 대학은 비교적 쉽게 과학의 최전선에서 연구하는 과학자들, 산업의 현장에서 일하는 기술자들과의 연결점이 될 수 있으므로, 과학교사들이 하기 어려운 학교 과학수업의 개선을 위한 다양한 프로그램을 마련하여 시행하는 주축이 될 수 있다.

대학에서 초 중등학교의 과학수업 개선을 위하여 개발하여 시행할 수 있는 프로그램들은 학생 대상 특강, 교원연수, 특별 과학체험 프로그램 운영, 각종 자료개발 등이 있다. 과

학수업 개선을 위해 전국 각 지역별로 대학이 중심이 되어 산업계와 학계를 연결하는 각종 프로그램을 개발하고 개발된 프로그램들을 초중고 학교와 연계하여 운영함으로써, 학생들의 과학, 기술, 수학에 대한 관심과 흥미를 높이고 교육과정 속에서의 중요성을 새롭게 인식할 수 있도록 한다.

영국의 사례를 보면, SETNET(Science Engineering Technology Mathematics Network)라는 정부, 산업계, 학계, 교육계, 교육재단 등의 조직 58개를 구성원으로 하는 국가적 단체를 설립하고, 영국 전역에 걸쳐 53개의 SETPOINT라는 주로 대학을 거점으로 하는 조직을 두어 과학 기술 수학 교육과정의 개선과 증진을 위한 각종 프로그램들에 대한 정보를 수집하고 전파하는 중심 역할을 하면서, 교사들과 산업계에 과학 기술 수학에 관한 모든 정보를 제공하고 있다. 각 지역의 SETPOINT는 산·학·교육계의 연계 프로젝트나 기획 행사의 일정을 잡고 협조적으로 조직하고, 학교 교육에서의 성공적 사례를 보급하는 모임을 주관하며 10여개의 국가적 프로그램들을 시행하는 거점이 되고 있다.

이들 프로그램 중, 학생들의 과학기술분야의 탐구 수행 능력에 대해 등급에 따라 백금, 금, 은, 동,의 자격증을 주는 CREST 제도는 학생들의 탐구 수행에 산업계나 대학의 구성원들을 멘토로 하여 함께 일할 수 있으며, 지역적 국가적 활동이 조직되어 있다. 다른 예로 영국 과학진흥협회에서는 학교에서 영국 청소년 탐구자 협회에 가입하면, 학교의 교사들에게 점심시간/방과후 클럽 활동을 할 수 있는 탐구 프로그램들을 제공하며, 소식지를 제공하고 지역의 박물관이나 대학 개방일을 정하여 탐방할 수 있게 한다. 또, 입자 물리학자들이나 천문학자들의 협회로부터 지원을 받아 6에서 10세의 학생들을 위하여 ‘원자’, ‘에너지’ 등을 주제로 하는 시범 강의를 개발하기도 하였다. 과학교사들을 대상으로 전공 분야별 첨단 학문을 접할 수 있는 다양한 현직 연수 프로그램이나, 휴직을 하고 보조금이나 장려금을 받으면서 산업체, 대학 또는 해외에서의 연수 프로그램들도 다양하게 제공되고 있어 과학교사들의 탐구 중심의 과학 학습지도 능력을 배양할 수 있게 하고 있다. 프로그램 중 하나인 과학기술대사(Science and Engineering Ambassadors)는 과학기술자들이 자원하여 중고등학교로 가서, 학교에 따라 다양하게 과학 기술 수학 부문에 프로젝트 지원 활동, 학생에 대한 멘토링, 탐방 일정 조정 등의 도움을 제공하는 것이다. 이러한 다양한 프로그램들은 각종 재단이나, 산업체, 정부의 지원을 받으며 시행되고 있으며 각 지역의 대학을 거점으로 하는 SETPOINT에서 프로그램들을 개발하여 시행하는 주도적 역할을 하고 있다.

이와 같이 대학이나 연구소에서 주도하여 학계와 산업계의 참여를 이끌어내어 다양한 학교 과학수업을 개선할 수 있는 프로그램들을 개발하고 시행하는 데는 프로그램에 따라 비용이 달라질 수 있으며, 지원 가능한 예산 범위에 따라 개발 가능한 프로그램이 달라질 수 있다. 예산이 많이 지원될수록 다양한 프로그램이 개발 가능하다고 할 수 있다. 매년 4 억원씩 지원이 가능하다면, 개발 첫 해에는 프로그램 개발에 주력하고 시행의 폭을 시범적인 학교들로 한정하고 그 성공 여부에 따라 다음 해엔 시행을 더 확산시켜 나가는 방향으로 지원액을 사용할 수 있을 것이다. 구체적인 소요액 산출은 예산 한도액을 제시하고 참여 대학들로부터 그 예산 범위에서 개발 가능한 프로그램의 소요액을 신청받아 산정할 수

있을 것이다. (참고로, 영국의 과학기술대사 프로그램에 영국 정부는 향후 2년간 60만 파운드(약 12억원)를 지원할 예정이다.)

나. 지정기준 및 방법

지정 기준

각 대학에서 구체적인 프로그램 개발 안을 받아서 프로그램 자체에 대한 평가, 프로그램 개발 주체에 대한 평가, 프로그램의 실현 가능성에 대한 평가 등을 기준으로 지정할 수 있도록 한다. 전국적인 확산 효과를 위해 지역적 안배를 고려할 필요가 있다.

프로그램 자체에 대한 평가로는 각 프로그램들이 학교 과학수업에 얼마나 개선 효과를 줄 수 있을지, 과학 교육과정의 개선에 얼마나 기여할 수 있을지, 학생들의 탐구활동 능력을 얼마나 증진시킬 수 있을지, 학생들의 호응과 참여를 이끌어내어 과학 기술에 대한 관심과 흥미를 얼마나 높일 수 있을지 등을 평가한다.

프로그램 개발 주체에 대한 평가로는 개발 주체의 인적 구성을 통해 프로그램 개발 가능성을 평가한다.

프로그램의 실현 가능성에 대한 평가로는 각 프로그램들의 구체적 시행 방안이 얼마나 학교와의 연계성을 통해 실현 가능한 구체성을 지니고 있는지, 참여를 이끌어 낼 수 있는 지역 사회의 전문적 자원인사를 얼마나 활용하는지 등에 대한 평가를 한다. 실현가능성을 높이기 위한 행·재정적인 지원 방안을 구체화할 필요가 있다.

지정 방법

교육부가 교육청 추천을 받아 심사 지정하는 방법

교육부 직접 지정은 사업효과를 살리고 전국적인 시행에 있어서의 조정이 가능하다는 면에서 효과적이다. 그러나 각종 학교선정을 중앙부처가 직접 핸들링하게 될 경우 교육청의 관심/책임도 저조, 교육부의 부담 과중 등 문제가 예상된다

교육청에서 해당 대학/연구소 등과의 약정 체결을 통해 직접 지정하는 방안

학교와의 연계성을 통해 대학/연구소에서 개발된 프로그램들을 시행함에 있어서 교육청이 중간 매개 역할을 하여 대학/연구소에서 개발된 프로그램들의 실행 가능성을 높이고, 지속적인 관심을 가지고 책임 있게 각 학교에서의 실행을 독려하는 방향으로, 각 지역의 학교에 좀 더 밀착된 행정적인 지원을 할 수 있다. 그러나 지역적인 불균형이 초래될 염려가 있다.

지정방법에 대한 절충안으로, 지정은 교육부에서 각 시도 교육청의 추천을 받아 전국적으로 각 지역에서 실현 가능하고 보급의 효과가 고루 나타날 수 있도록 대학/연구소를 지정하고, 프로그램의 개발 및 그 후에 이어지는 실행의 부분에서는 교육청에서 실행 가능성을 높일 수 있는 행정적인 지원을 다 하는 방법을 생각할 수 있다.

과제 7. 과학교실(교육청 단위 사업)

가. 지원 필요성

학교의 정규 과학수업에서 접하는 실험 이외에 다양한 실험을 할 수 있는 과학교실을 교육청 단위로 운영하는 것은, 학교에서 그들의 흥미와 욕구를 만족시켜 줄 수 없는 과학 기술 분야에 흥미와 적성이 높은 학생들에게 심화된 다양한 탐구 실험의 기회를 제공하게 된다. 과학교실의 프로그램을 다양화하여 탐구적 실험 뿐만 아니라 MBL 실험 활동 등을 통하여 자료를 컴퓨터로 읽어 들여 다양한 처리를 함으로써 컴퓨터를 활용하여 실험할 수 있는 능력을 기를 수 있도록 한다. 또, 단 시간의 활동을 통하여 결과를 얻는 실험에서 벗어나, 구체적인 탐구 문제를 가지고 지속적으로 탐구를 수행하여 결과를 얻는 프로젝트형 프로그램도 동시에 수행할 수 있도록 할 때, 수준 높은 탐구능력이 길러질 수 있을 것이다.

과학 교실 프로그램을 다양하게 개발하여 운영을 담당할 교수진으로 현행의 각 학교의 과학교사들을 활용하는 방법 외에 대학의 대학원생들이나 과학 기술 관련 산업계의 자원 인사 등 지역 사회 인사를 활용하는 방법이 있다. 학생들은 과학교실에 참가하여 탐구적 실험 활동을 통하여 기본적인 탐구능력을 배양하는 것 뿐만이 아니라, 대학이나 산업 현장에서 연구 활동을 하고 있는 과학기술자들과의 직접적인 만남을 통해 프로젝트형 탐구 수행에서 개별적인 도움을 얻거나, 과학기술 관련 진로의 준비와 선택의 전망에 대한, 경험에서 우러나는 안내를 받을 수 있는 장점이 있다. 이러한 과학교실 프로그램은 대상 학생을 입시에 대한 부담이 적은 초등학교 고학년, 중학생들 중 과학 기술 분야에 대한 흥미와 적성이 높은 학생들로 특성화하여 운영하는 것이 그들의 향후 과학 탐구 능력의 향상 및 과학 기술 진로 설정에 있어 효과적이다.

나. 지원금액 산정(예시 각 지역 교육청 당 3개소 기준 총 500개 지원)

교육청 단위로 과학교실을 운영할 때, 교육청에서 직접 운영 가능한 시설이 갖추어진 실험실이 있는 경우는 그대로 이용할 수 있겠으나, 그렇지 못한 경우는 시설이 잘 갖추어진 학교를 활용하는 방법이 있다. 그러나, 어느 경우든 특별한 프로그램의 시행(예를 들면, MBL 실험 활동에 필요한 컴퓨터, 인터페이스 기기 등)에 필요한 실험 기자재가 준비되지 않은 경우에는 실험 기자재를 구입하는 데 예산 지원이 필요하다. 또, 실험에 필요한 재료 구입비도 지원되어야 함은 물론이다.

기존의 프로그램을 사용하지 않고 새로운 프로그램을 운영할 경우, 프로그램 개발 비용이 필요하다. 프로그램 개발은 대학, 연구소, 산업계 등에 공모하여, 학계와 산업 현장에서 활용하고 있는 다양한 탐구 활동들을 학생들의 눈높이에 맞추어 개발하여 학계와 산업계가 교육의 현장과 연결될 수 있는 프로그램으로 구성한다. 프로그램의 개발과 아울러 프로그램을 담당하여 지도할 인력 또한 학계와 산업계의 자원 인사를 활용할 수 있도록 한다.

학생들의 개별 프로젝트형 프로그램을 운영할 경우, 프로젝트마다 필요한 경비가 추가될 수 있다.

다음의 표는 프로그램 당 1천만원 이상 지원하는 것을 기준으로 과학교실 프로그램의 운영 지원 금액 산정에 대한 예시 안이다.

표 IV-4. 과학교실 운영에 대한 지원 금액 예시

항 목	금액(단위: 만원)
실험 교구 구입비: 부족 교구 구입비	500
실험 재료 구입비: 1회 1인 1만 × 20명 × 10회	200
프로그램 개발비: 1회 활동분 40만 × 10회	400
프로그램 지도비: 1회 지도비 10만 × 10회	100
프로젝트형 프로그램 운영비: 1인당 10만원 × 20명	200
총 계	1400
지원 기준액	1000

다. 지원대상 프로그램 운영기준

- 과학 교실 프로그램 당 최소 15-20명 학생 대상
- 최소 기간:
 - 방과 후 시간을 활용하는 경우: 1회 2시간-3시간으로 최소10회 이상 실험활동
 - 방학 기간을 이용하는 경우: 하루에 5-6시간씩 연속하여 최소 5일 이상의 활동
- 들어가야 할 프로그램 : 교과서에서는 다루고 있지 않으나 교육 과정 목표에 부합하면서 첨단 과학 기술의 면모를 경험할 수 있는 탐구적 활동 중심의 실험.
 - 실생활과의 관련성이 높아 생활 주변의 사물이나 현상에 대해, 학생들의 흥미를 이끌어 내어 계속 탐구하려는 의욕을 불러일으킬 수 있는 활동.
 - 학생들의 구체적 탐구 과제를 지속적인 탐구를 통해 해결해 나가는 프로젝트형 활동.

5. 과학 실험활동 교육을 위한 가정과 사회의 과학문화 풍토 조성

1) 배경 및 근거

학생들은 학교에서 과학 시간에 실험을 선호함에도 불구하고 실험 기자재 부족, 실험실 구비 여건의 미비, 교사의 실험실습 지도 역량 및 열의의 부족, 대학입시에 대한 강박관념 등 여러 요인에 의해 실험을 많이 해보지 못하는 것이 우리나라 학교 과학교육의 현실이다. 과학교육에서 의도하고 목적하는 실험교육의 당위성과 효과를 고려하고, 학교에서 실험을 많이 실시하지 못하고 있는 현실을 극복하기 위한 한 가지 방안으로서 학교 밖 과학 활동의 의의와 교육 효과에 주목할 필요가 있다. 학생들의 학교 밖 과학 활동은 청소년기의 학습자 특성에 비추어 교육 효과가 큼에도 불구하고 그동안 학교 안에서의 정규 과학 활동에 비해 큰 주목을 받지 못한 것이 사실이다. 학생들이 좋아하는 실험활동 기회의 부족으로 중·고등학생들의 과학과목 자체에 대한 선호도가 떨어지고 있다면 이를 극복하기 위한 대안으로서 실험활동을 포함하는 학교 밖 과학 활동 경험을 증대시킴으로써 과학에 대한 흥미와 올바른 과학 정신을 심어줄 필요가 있다.

한편 학교 밖 과학 활동에서는 지역 사회의 다양한 요소를 활용할 수 있어 과학 교수-학습 자원의 폭을 한층 넓힐 수 있는 이점이 있다. 지역사회는 학습의 기회를 증진시키고, 과학교육의 목적을 종합적으로 달성하게 해 주며, 학생들의 과거 경험과 현재의 경험을 관련시키고, 교사와 학생이 과학 교수-학습에 대한 개인적인 의미를 갖게 한다(조희형외, 2001). 그리고 어느 지역 사회나 과학자·공학자·교수 등을 포함하여 다양한 직종의 전문가들이 많이 살고 있거나 지역 사회 내 관공서나 기관에 근무하고 있는데, 이들 지역사회 인사들은 교사가 가지고 있지 않는 전문적인 식견과 기능을 가지고 있어서 효과적인 과학 교수-학습뿐만 아니라 청소년들의 진로 탐색에도 실질적인 지도와 안내를 해 줄 수 있다.

교육과정 편제 속에서 실시하고 있는 야외 과학활동과 관련하여 한국청소년 개발원(1997)에서 초등학교 5학년과 중학교 2학년 학생 993명을 대상으로 실시한 설문 조사 결과에 의하면 학교 내에서 실시하는 특별활동에 대해서는 과반수 이상(60%)이 유익하면서도 재미있다고 생각하는 것으로 나타났다. 그러나 학교급별로 볼 때, 초등학생의 경우는 76%가 재미있고 유익하다고 생각하지만 중학생의 경우는 46%만이 재미있고 유익하다고 하여 초등학생이 중학생에 비해 특별활동에 대해 재미있다고 느끼는 비율이 더 높음을 알 수 있다.

특별활동의 기능에 대해서는 응답자의 2/3이상이 특별활동을 통해 취미·특기활동과 관련된 지식을 습득할 수 있다고 생각하고 있으며, 앞으로 참여하길 희망하는 특별활동 영역은 모험탐사활동(42%)인 것으로 나타났다. 그리고 특별활동이 보다 활성화되기 위해서는 과반수 이상(61%)이 다양한 프로그램이 마련되어 자유롭게 선택할 수 있어야 한다고 생각하는 것으로 조사되었다.

한편 교육과정 편제를 벗어나 평일 하교 후나 주말 시간에 실시하고 있는 방과 후 과학 활동과 관련하여 한국청소년개발연구원의 연구 조사에 의하면 청소년들은 방과후에 과반수 정도(42%)가 선생님의 지도 없이 학교에서 친구들과 하는 활동을 즐긴다. 주로 하는 활동은 축구, 농구, 야구시합과 같은 스포츠활동(43%)이나 음악, 미술, 무용 등의 예술활동(32%)인 것으로 나타났으며, 남녀별로 보면 남학생의 66%가 스포츠활동을 즐기고, 여학생의 63%는 예술활동을 즐기는 것으로 나타났다. 주말 활동으로서 일요일과 토요일 활동에서 큰 차이는 보이지 않지만 일요일 오전에는 10% 정도가 종교활동을 하고 있고 토요일보다 일요일에 공부하는 비율이 높은 것으로 나타났다. 또한 토요일에는 친구들과 활동하는 비율이 높은 반면 일요일에는 가족들과 함께 활동하는 비율이 높은 것으로 나타났다.

학교 밖에서 실시하는 야외 과학활동이나 방과 후 학교 외 기관에서 실시하는 과학활동들은 청소년기 학생들의 심리적 특성상 보다 좋은 효과를 낼 수 있음에도 불구하고 학교에서는 이동에 걸리는 시간, 교사의 업무 부담 증가 및 안전사고 위험 가능성에 대한 부담, 과학활동의 중요성에 대한 학부모들의 인식 부족 등 여러 이유로 자주 실시하지 않는 실정이다. 학교는 학생들이 학교 밖 과학활동에 대한 경험을 많이 쌓을 수 있도록 과학활동 유형별로 팀을 구성하여 조직망을 형성하게 함으로써 상호 정보교환 및 공동 참여 기회를 확대하고, 이들 과학활동을 정규 과학활동으로 대체할 수 있도록 평가 및 학점 인정제도와 연계하여 줌으로써 학교 밖 활동을 격려할 필요가 있다. 한편 학부모, 사회, 국가가 합심하여 학교 밖 과학활동 시설의 안전화 및 법제화를 이루어 학생들이 안심하고 안전하게 과학활동을 경험할 수 있도록 기반 조성을 해 주어야 한다.

학교 밖 과학 활동으로 과학 캠프, 과학 테마 여행, 과학문화탐방, 현대 과학시설탐방, 계절학교, 국토순례, 현장 과학체험, IT(정보통신) 동호회 활동 등이 있다. 프로그램 전문가들은 청소년들의 과학 분야 선호도를 고려하여 다양한 과학 분야를 특성화하여 소개하고, 한편 학습 매체 선호도를 고려하여 잡지, TV, 컴퓨터 인터넷 등 대중 매체를 적극적으로 활용함으로써, 학교 밖의 자연 및 문화 환경을 효과적으로 접할 수 있도록 프로그램을 다양하게 개발해 주어야 한다.

학교 밖 과학활동은 학교 밖의 풍부한 물적 및 인적 자원을 적극 활용함으로써 구체적이고 실제적인 과학활동 경험을 할 수 있도록 프로그램을 내실화하고, 효과적으로 운영될 수 있도록 제도화하여, 학생들의 과학 선호도를 증진시키고 아울러 이공계 진로 탐색의 기회가 제공될 수 있는 방향으로 추진되어야 한다.

2) 핵심 방향

- 방과 후 또는 방학중 ‘과학교실’ 운영
 - 교육청 또는 지역교육청 단위로 개설
- 학교 밖 및 대중매체를 통한 과학활동 지원

- 각종 과학경연대회 및 우수대회 장려
- 과학탐방 활동 등 ‘온누리 과학교육장화’ 지원
- 거국적 캠페인과 과학교육지원 분위기 조성
 - 모든 학교의 졸업생 각자와 동창회는 모교 실험시설기구 증정 캠페인
 - 모든 산업체와 기업체는 각각 한 개의 “과학실” 또는 한 개의 “과학교육관” 지어주기 캠페인
- 과학교육 NGO는 바람직한 실험교육 진흥을 위하여 실험시범, 강연, 투고 등으로 거국적 캠페인을 주동
- TV, 라디오, 신문 등 모든 대중매체는 학교 실험 교육의 진흥을 위한 과학적 실험시범과 기금 조성 캠페인 프로그램을 적극적으로 편성, 방영

3) 실행 조치

개선과제 1. 방과 후 또는 방학중 ‘과학교실’ 운영

가. 교육청 또는 지역교육청 단위로 개설

교육청 직접 개설 또는 대학 및 연구소 등과 공동개설, 과학교사 모임 등에 위탁운영 : 학교에서 정규 과학교과 시간에 실험 활동을 많이 실시하지 못하는 현실을 극복하기 위한 대안으로서 방과후나 방학중에 과학교실을 개설하여 운영할 필요가 있다. 교육청 단위로 실험 기자재와 실험실을 구비하여 직접 과학교실을 개설하거나 관내 대학 및 연구소의 시설과 기자재를 활용할 수 있도록 공동 개설하여 과학교사 모임에 위탁하여 운영하게 한다면 관내에 있는 단위 학교에서 실험을 실시하지 못하는 여건을 극복할 수 있을 것이다. 혹은 학생들은 실험을 선호하지만 해당 학교 과학교사의 실험실습 지도 역량 및 열의의 부족으로 실험을 실시하지 않은 경우나 대학입시에 대한 강박관념 등 여러 요인에 의해 실험을 많이 해보지 못하는 경우에도 이러한 학생들에게 교육청에서 개설하는 과학교실을 이용할 수 있도록 해 줄 필요가 있다. 이를 통해 학교 울타리를 벗어난 가정과 사회 속에서의 실험 활동이 활성화되는 풍토가 조성될 수 있을 것이다.

학교에서 접하기 어려운 과학실험, 현장 탐방, 진로지도 등 프로그램 제공, 현행 프로그램을 업그레이드, 학생들의 참여도를 제고 : 방과후나 방학중에 운영되는 과학교실에서 평소 학교 과학교육을 통해 제공받지 못했던 다양한 프로그램을 개발하여 실시한다면 학생들의 참여율을 높일 수 있을 것이다. 지역 사회 현장에서만 실시할 수 있는 고유하고 독창적인 실험을 하게 한다거나 지역사회 현장을 탐방하여 관련된 실험을 하는 기회를 제공한다면 학교 과학교육을 보충하고 지원하는 효과도 거둘 수 있을 것이다. 그리고 학교 울타리와 정규 교과 시간이라는 제한된 시공간을 벗어나서 자유로운 분위기 속에서 지역사회 현장을 접하는 가운데 진로 지도 등 프로그램을 자연스럽게 도입하여 적용한다면 일석이

조의 효과를 거둘 수 있을 것이다.

지역교육청 당 3개소 내외로 개설 : 지역교육청 단위로 개설하는 과학교실의 수는 관내 3개소 내외가 바람직하다. 평균적인 지역 내 학교 수와 거리를 고려할 때 교육청 내에 1개소, 관내 연구소 내에 1개소, 그리고 관내 대학 내에 1개소 등 3개소에 과학교실을 설치하여 특색 있는 시설 및 기자재와 프로그램을 개발하여 실험 활동을 실시한다면 수준을 달리하면서 관내에 있는 학생들의 실험 활동 선호도를 다양하게 충족시킬 수 있을 것이다.

1~2학기 또는 1주일 집중과정 등 지역여건에 적합한 프로그램으로 운영 : 방과후나 방학을 이용하여 과학교실을 운영하는 점을 고려할 때 운영 기간은 지역 여건과 시기에 맞추어 조정할 필요가 있다. 지역교육청, 연구소 대학 등의 공간과 과학교사 모임 등 자원 인력을 활용하여 운영하므로 상설 운영에는 많은 어려움이 있을 것이다. 그리고 지역 내 여러 학교가 참여하게 되므로 간헐적으로 1주일 집중 과정 등 단기 과정 프로그램을 개발하여 운영하면서 1~2학기에 해당하는 기간제 수료를 권장한다면 보다 많은 학생들의 참여를 유도할 수 있을 것이다.

개선과제 2. 학교 밖 및 대중매체를 통한 과학활동 지원

가. 각종 과학경연대회 및 우수대회 장려

각종 대회 프로그램 개선 및 참여도 제고에 주력 : 과학전람회, 과학발명품대회, 청소년 과학경진대회, 전국모형로켓발사대회, 학생과학탐구올림픽대회, 창의력대회, 과학공동탐구토론대회, 물리공동탐구토론대회, 물리올림피아드, 생물올림피아드 등 과학경연대회 및 우수대회들을 적극 장려하여 자라나는 청소년들이 학교 밖에서 다양한 행사에 자유롭게 참여할 수 있는 기회를 제공하고 이를 통하여 가정과 사회에서의 과학탐구활동 분위기를 활성화해 주어야 한다.

나. 과학탐방 활동 등 ‘온누리 과학교육장화’ 지원

과학자와의 만남 및 과학시설 방문행사 등 지원 확대 : 과기부는 과학 앰버서더를 임명하고 활용하여 학생들과 함께 전국 어디든 어느 시설이든 과학탐방이 가능한 곳을 찾아 둘러보면서 안내 및 지도와 강연을 하게 하고, 학생들의 이공계 진로 촉진을 위한 이공계 진로 EXPO 등 행사를 전국적으로 순회하여 개최할 수 있도록 추진함으로써 전국 방방곡곡 온누리를 과학교육장화 하는 일을 적극 지원함으로써 사회 속에서의 과학탐구활동을 활성화해 주어야 한다.

개선과제 3. 거국적 캠페인과 과학교육지원 분위기 조성

가. 모든 학교의 졸업생 각자와 동창회는 모교 실험시설기구 증정 캠페인

각급 학교의 졸업생과 동창회는 기금을 조성하여 해당 출신학교의 자라나는 후배들이

즐거하는 과학실험활동을 충분히 할 수 있도록 모교에 실험기구를 사서 증정하는 캠페인을 벌인다면 학교 과학교육을 지원하는 분위기 조성에 일조하게 될 것이다.

나. 모든 산업체와 기업체는 각각 한 개의 “과학실” 또는 한 개의 “과학교육관” 지어주기 캠페인

전국의 산업체와 기업체가 훌륭한 미래의 산업과학기술인력 육성의 차원에서 1사 1과학실 혹은 1사 1과학교육관 지어주기 캠페인을 벌인다면 학교 과학교육을 지원하는 분위기 조성에 일조하게 될 것이다.

다. 과학교육 NGO는 바람직한 실험교육 진흥을 위하여 실험시범, 강연, 투고 등으로 거국적 캠페인을 주동

과학문화진흥회, 과학문화교육연구소, 과학탐방연구회, 동아사이언스, 한국과학교육단체총연합회, 각종 과학교육관련학회 등 NGO 단체들이 자체 인력과 네트워크를 활용하여 실험시범, 강연, 투고 등으로 과학실험교육 진흥을 위한 거국적 캠페인을 벌인다면 학교 과학교육을 지원하는 분위기 조성에 일조하게 될 것이다.

라. TV, 라디오, 신문 등 모든 대중매체는 학교 실험 교육의 진흥을 위한 과학적 실험시범과 기금 조성 캠페인 프로그램을 적극적으로 편성, 방영

우수 과학교육 관계자들은 제2의 과학기술입국 건설의 바탕이 되는 초중등 학교에서의 실험 교육이 원활히 실시될 수 있도록 고가의 실험 기자재를 사용하는 실험이나 일선 학교 교사가 실시하기 어려운 실험 등 학교에서 실시하기 어려운 실험 테마들을 선별하여 각종 인쇄 및 영상 매체들을 활용하여 소개하거나 시범 실험으로 실시하고, 과학실험 교육의 활성화를 위한 기금 조성 캠페인을 지원할 수 있는 프로그램에 참여하여 해당 언론사들이 적극적으로 편성, 방영할 수 있도록 노력한다면 학교 과학교육을 지원하는 분위기 조성에 일조하게 될 것이다.

6. 예산 어림과 추진 방법 및 재원 확보 방안

1) 예산 어림 예시

·과학교육 연구 개발 예산

기존의 타 연구 제안(붙임 3 참조)

중앙의 1개의 “과학교육연구센터” 운영비 4년간	약 37억원
사업비 4년간	약 267억원
합계	약 304억원

2003년 교육인적자원부 확보 예산 운영비 1년간	1억원
가능한 사업비 1년간	7억원
합계	8억원

·과학교사들의 공동 활동 지원 예산

2003년 교육인적자원부 확보 예산(가능 사업비)	1억원
-----------------------------	-----

·실험실 현대화 관련 예산(건축비 제외)

기존 연구(1997) 어림

- 실험실 1실과 준비실 1실 신설(시설비, 비품비, 교구비)	약 9천만원
- 유휴 교실 개축	약 11천만원
- 기존 과학실 1실 보수비	약 8천만원
- 실험실 2실과 준비실 1실 및 교사 연구실 1실	약 21천만원

본 연구(2002) 어림

- 실험실 1실과 준비실 1실(시설, 비품, 교구)	약 12천만원
전국 1만여 초중고 당 1개 신설	약 12천억원
- 1개교 당 연 최소 실험활동비 어림	약 3천만원
전국 1만여 초중고 당 연 최소 실험활동비 어림	약 3천억원
(1개교 당 실험활동비 현재 확보된 것 평균)	약 5백만원

2) 추진의 기본 방향

교육인적자원부, 과학기술부, 시도교육청 및 단위학교는 실험활동 중심의 과학탐구교육 진흥을 위하여 다음의 원칙에 따라 이 정책을 추진한다.

첫째, “목걸이 원리”, “유효숫자 원리”, “순위효과 원리”에 준하여 정책수립, 수행기획, 강력한 시행, 점검과 평가 체제 속에서 추진한다.

둘째, 탐구중심 과학교육이 용이한 초·중학교에 우선적으로 투자하여 그 성과를 고등학교 이후 단계로 확산한다.

셋째, 지역사회 내 대학 등과 협력 네트워크 구축을 통해 가용자원을 최대한 활용한다.

넷째, ‘선택과 집중’ 원칙에 따라 우수 사례 육성에 주력하되, 기본인프라 구축은 전체 학교 대상으로 추진한다.

다섯째, 각 시도 교육청별, 그리고 각 학교별 “과학교육 활성화 계획”을 수립하고 구체적인 활동을 시행하고 평가한다.

3) 현실적인 추진 단위와 분담

가. 교육인적자원부 추진사업

실험활동 중심 과학탐구교육 활성화에 필요한 연구개발과 일부 실천사업을 기획하고 지원하여 실천하며 점검 평가한다. 구체적인 사업의 예를 들면 다음과 같다.

- 과학교육연구기관 운영 지원
- 실험교구 및 실험실 권장모델 보급
- 실험활동 지도서, 안내서 및 과학수업 보조교재 개발
- 과학교사의 실험수업 역량 배양
- 과학교육 교육과정, 수업방법 및 평가 개선 지원
- 과학수업 협동 프로그램 운영 등

나. 과학기술부 추진사업

초·중등 학생인 청소년의 학교 과학교육과 연계하여 다양한 학교 밖 과학활동을 계획하고 추진하며 지원

- 과학 연구기관의 청소년 및 초·중등 과학교사의 현대적 과학활동 기회 제공 제도화
- 한국과학문화재단 등을 통한 각종 과학축전, 과학 경연대회 및 국제적 활동 사업 수행
- 과학관 설립과 운영을 통한 각종 활동
- 과학활동 NGO 지원을 통한 여러 활동 사업 지원
- TV, 라디오, 신문, 잡지 등 대중매체를 통한 과학활동의 지원 등

다. 교육인적자원부와 시도교육청의 현실적인 공동추진 사업 예시

2003년부터 5년간 국가(교육부)와 지방자치단체(시도교육청) 공동으로 추진 사업
실험실 현대화(예 : 매년 1,200교씩 총 6,000개교, 5년간)
실험중심 과학교육 선도학교 육성(예 : 16시도×3개교, 5년간)
방과후 또는 방학중 ‘과학교실’ 운영(예 : 총 500개)
과학교실 및 과학동아리 지원(예 : 총 500개)
위 사업들은 단위학교 제안서를 근거로 각 교육청이 심사·선정

라. 시도교육청 추진사업

각 시도교육청은 실험실 현대화 등에 소요되는 경비의 일부가 지원되면 그 대응 경비를 마련하여 다음 사업에 투입·집행한다.

실험중심 교사 연수 프로그램 운영
과학교사 모임 지원
실험실습 매뉴얼 및 과학수업 보조교재 보급
실험실의 단계적 확충
실험교구 확보 및 실험실습비 지원
실험교구 유지보수 서비스 개선
실험보조원 배치

마. 단위학교 추진사업

각급 학교는 연간 학교운영계획서에 ‘실험활동 중심 과학탐구교육 활성화’를 중점사항으로 반영하고 다음과 같은 사업을 실행한다.

실험활동 중심의 과학탐구수업 실행
실험실 현대화, 과학동아리 등 공모사업에 적극 참여
실험교구 구입비 및 실습재료비를 학교운영비에 반영
지역사회와 협력체제 운영(전문가 특강, 과학시설·인력 활용 등)
과학체험활동 강화

4) 재원 확보

교육인적자원부, 과학기술처, 시도교육청 기타 관련 재단 뿐 아니라 기업체, 민간단체, 개인 등의 재원을 총동원하여 구국의 과제로 과학교육 개선에 행정적 및 재정적 지원을 해야 한다.

우선은 교육인적자원부의 특별교부금과 지방비를 1:1로 투자하여 실마리를 찾고 거국적인 과제로 재원을 확보하여 사업을 시행해야 한다.

V. 결어, 계속 연구과제 및 제언

청소년들의 실험활동을 중심으로 한 과학탐구교육은 우리나라의 사회문화적 과제요 시대적으로 생존과 번영을 위한 절실한 과제이나, 매우 복잡하고 어려운 과제이다.

국가적으로는 교육인적자원부와 과학기술부, 지역적으로는 각 시도교육청과 학교, 그리고 개개인 학습지와 과학교사의 역할 분담이 조화롭게 수행되며 협조적으로 성실히 노력해야 참다운 실험활동 중심의 과학탐구교육이 가능할 것이다.

좀더 심층적인 과학교육의 실태분석과 국제적 비교 활동이 계속 되어야 하며, 우리의 전통과 현대의 여건을 충분히 고려한 지혜로운 판단과 창의적인 연구가 바탕이 되어 정책을 수립하고 강력하게 실천해야 할 것이다.

특히, 정량적인 분석적 실태 조사를 통한 구체적 예산 어림을 하고 중요한 사업을 대규모로 실효성 있게 수행해야 한다. 이것을 위해서는 철저한 점검 평가체제가 확립되어 냉철하게 수행됨이 전제되어야 할 것이다.

관계되는 현장 과학교사와 과학교육계의 전문가들은 긍지를 가지고 현대의 애국정신으로 어려움을 극복하는 노력이 절실하며 국가 사회의 지도자들이 시대적 과제를 지혜롭게 파악하고 적극적으로 지원해야 할 것이다.

참고문헌

- 과학문화진흥회 (2001). 전국 초중등학교 과학 실험교육 실태분석과 혁신정책 방안 연구, 한국과학문화재단.
- 광주광역시교육청(1998). 과학 실험실의 현대화를 위한 과학 실험실의 기준치 설계안
- 김재우 (2000). 중학생의 과학적 탐구 문제 설정 과정에 대한 사례적 분석, 서울대학교 대학원 박사학위논문, 미간행.
- 김창식 외 (1997). 열린교육을 위한 과학 실험실 표준모형 및 기본 실험주제 개발, 교육부 중앙교육심의회 과학기술분과
- 김희백, 김도옥 (1996). 중·고등학생의 과학실험실 환경에 대한 인식과 과학 및 과학교과에 대한 태도, 한국과학교육학회지 제16권 제2호, 210-216
- 김희백, 이선경 (1997). 과학교사의 과학 및 학교 과학에 대한 신념과 실험실 환경에 대한 인식, 한국과학교육학회지 제17권 제4호, 501-510
- 노태희 외 (2002). 과학교구 기준 목록 및 과학실험실 표준 모형 개발, 서울대학교 사범대학 과학교육연구소
- 박승재 (1991), 초중등 과학실험 교육의 가치와 혁신적 과제, 꿈나무 과학도 육성을 위한 과학교육자 대토론회, 1991. 6. 26. 한국과학기술진흥재단, 한국과학교육단체총연합회
- 박승재 외 (2000), 청소년 학교밖 과학활동 진흥방안 연구, 과학기술부
- 박승재 외 (2002), 청소년 과학교육 내실화 종합대책 방안, 과학교육발전위원회, 과학기술부
- 박승재 외 (2002). 초중등학생의 과학선호도 증진 방안, 국가과학기술자문회의
- 박승재 외(1988), 학교 과학교육의 실태 분석과 진흥 방안 및 점검 체제 확립 연구, 교육부
- 서정아 (2000). 정량적 물리개념에 대한 어림 활동과 측정활동이 문제해결 과정에 미치는 영향, 서울대학교 대학원 박사학위 논문, 미간행
- 손병길 외 (1998). 교육정보화 기자재 활용 실태 조사 연구. 멀티미디어교육 지원센터
- 오원근 외 (2001). 중등학교 과학 실험실 및 기자재 실태에 대한 교사들의 인식
- 윤혜경 (1999). 확장적 과학 탐구 활동을 통한 중학생의 탐구 동기 변화 과정, 서울대학교 대학원 박사학위논문, 미간행.
- 이상원 (1996). 실험철학의 기획, 과학과 철학, 7, pp.63-90.
- 이상원 (2000). 실험의 성격과 구조: 이론망에 기초한 인식적 접근, 서울대 박사학위논문, 미간행
- 이윤중 외 (1997). 현행 중등학교 과학실험·실습교육 실태조사 및 그 운영진단(I) - 중학교 실태분석, 한국과학교육학회지, 제17권 4호, pp.435-450
- 이윤중 외 (1998). 현행 중등학교 과학실험·실습교육 실태조사 및 그 운영진단(II) - 고등학교 실태분석, 한국과학교육학회지, 제18권 3호, pp.383-398
- 장희익 외 (1994). 과학교육 진흥을 위한 정책 대안 연구 -과학교육 진흥 5개년 계획을 중심으로-, 교육부 정책연구과제, 교육부
- 전라남도교육청(2001). 과학과 교수, 학습방법 개선을 위한 과학실험실 표준모형

- 하수영 (2001). 중학교 과학 실험실 안전에 관한 과학교사들의 인식, 한국교원대학교 교육대학원
- 한국교육개발원 (1993). 과학교육 진흥재원 확충을 위한 정책방안 연구, 교육부
- 황성원 역 (2001). 과학실험실습교육-구장과 비판, 시그마프레스; Wellington, J., *Practical Work in School Science*, Routledge, 2001.
- Duhem, P. (1996). Some reflections on the subject of experimental physics(1894), in *Essays in the history and philosophy of science*, Hackett Publishing Company, Inc.
- Hodson, D. (1996). Laboratory work as scientific method: three decades of confusion and distortion, *Journal of Curriculum Studies*, Vol. 28(2), pp.115-135.
- IEA(1988), *Science Achievement in Seventeen Countries : A Preliminary Report*. Toronto : Pergamon Press.
- Kuhn, T. S. (1977). Mathematical versus experimental traditions in the development of physical science, in *The essential tension*, The University of Chicago Press, pp.31-65.
- Millar, R. H. (1989). Bending the Evidence: The Relationship between Theory and Experiment in Science Education, in *Doing Science: Images of Science in Science Education*, The Falmer Press, p.42.
- Monk, M. & Dillon, J. (2000). The nature of scientific knowledge, in Martin Monk and Jonathan Osborne (eds), *Good practice in science teaching: what research has to say*, Open University Press
- National Commission on Excellence in Education(1983), *A Nation at Risk : The Imperative for Educational Reform*. Washington, D.C. : U.S. Government Printing Office.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*, National Academy Press.
- National Science Board Commission on Precollege Education in Mathematics, Science and Technology (1983) *Educating Americans for the 21st Century (a report & source materials)*. Washington, D.C. :National Science Foundation.
- Wellington, J. J. (1989). *Skills and processes in science education: A critical analysis*, Routledge.
- Wellington, J. J. (1994). *Secondary Science: Contemporary issues and practical approaches*, Routledge.
- Woolnough, B. E. (1991). Practical science as a holistic activity, in J. J. Wellington (eds) *Practical Science: The role and reality of practical work in school science*, Open University Press, pp.181-8

붙임 1. 과학교육 관련 몇 가지 기본통계

1-1 학교 개황과 주요 교육 지표

표 1-1-1. 학교수, 학생수 및 교원수(2002)

구분	유치원	초등학교	중학교	고등학교	전문대학	대학교	합계
학교수	8,343	5,384	2,809	1,995	159	163	19,124
학생수	550,256	4,138,366	1,841,030	1,795,509	963,129	1,771,738	11,957,388
교원수	29,673	147,497	95,283	114,304	12,156	44,177	452,387

표 1-1-2. 학급당 학생수(2002)

구분	유치원	초등학교	중학교	고등학교
학급당 학생수	26	35	37	34

표 1-1-3. 교원 1인당 학생수(2000)

구분	유치원	초등학교	중학교	고등학교
교원 1인당 학생수	19.5	28.7	20.1	19.7

표 1-1-4. 여교원 비율(2000)

구분	유치원	초등학교	중학교	고등학교	전문대학	대학교
여교원 비율	97.6	66.4	57.6	29.7	23.6	13.7

표 1-1-5. 진학율 및 취업율(2000)

(단위 : %)

구분	유치원	초등학교	중학교	고등학교	전문대학	대학교	합계
진학률		100	99.5	68			
취업률				일고 15.5 실고 88.8	79.4	56	

표 1-1-6. 교육재정규모(1965~2000)

(단위 : 백만원)

구분	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1999	2000
교육부 예산	15,331	78,478	227,926	1,099,159	2,492,308	5,062,431	12,495,810	17,456,265	19,172,027

1-2 각 시도교육청별 과학설비 확보

(교육인적자원부 자료, 2001)

표 1-2-1. 과학실험실 확보현황(2001)

(단위:백만원)

구분	전체					초등학교		중학교		고등학교	
	학교수	기준수	확보수	확보율	예산	확보수	확보율	확보수	확보율	확보수	확보율
서울	1,164	2,976	2,144	72.0	463	679	66.9	724	72.2	741	77.3
부산	556	1,329	1,020	76.7	96	367	79.8	310	77.1	343	73.5
대구	368	796	641	80.5	253	245	83.6	195	73.9	201	84.1
인천	364	850	552	64.9	371	206	66.2	162	66.9	184	65.0
광주	245	489	464	94.9	215.5	149	96.8	141	99.3	174	90.2
대전	236	526	378	71.9	1,713.4	157	80.9	104	64.6	117	68.4
울산	163	319	204.5	64.1	64	94	67.6	55	64.0	55.5	59.0
경기	1,564	2,573	2,263	88.0	4,396	1,067	93.8	582	91.1	614	77.1
강원	737	948	758	80.3		388	80.0	183	81.0	187	80.0
충북	438	548	570	104.0	555	278	99.1	168	109.4	124	108.8
충남	727	1,001	910	90.9	543	484	93.8	238	93.7	188	81.4
전북	742	1,049	942	89.8	988	452	94.4	243	86.2	247	85.8
전남	860	1,353	1,133	83.8	542	542	90.9	332	80.2	259	75.5
경북	970	1,376	1,225	89.0	493	611	89.6	355	91.3	259	84.9
경남	859	1,227	1,055	86.0	388.5	472	89.6	297	86.9	286	79.9
제주	175	219	211	96.3	732	109	98.2	45	93.8	57	95.0
계	10,168	17,579	14,470.5	82.31	11,813.4	6,300	85.70	4,134	83.22	4,036.5	80.36

표 1-2-2. 과학교구 확보현황(2001)

(단위:백만원)

구분	전체					초등학교		중학교		고등학교	
	학교수	기준수	확보수	확보율	예산	확보수	확보율	확보수	확보율	확보수	확보율
서울	1,164	3,419	3,070	89.8	4,661	1,895	91.5	699	91.3	476	81.7
부산	556	1,309	1,220	93.2	1,586	573	90.6	407	96.7	240	94.5
대구	368	489	445	91.0	1,925	187	94.5	157	89.1	101	87.8
인천	364	921	626	67.9	2,019	289	78.7	201	67.0	136	57.9
광주	245	631.3	605.1	95.8	1,239	337.6	94.9	116.3	100	151.2	94.7
대전	236	592.4	530.6	89.6	925.1	252.2	94.0	170.9	83.7	107.5	89.7
울산	163	389	314	80.7	700	177	77.9	63	88.2	74	81.9
경기	1,564	2,743	2,540	92.3	7,705	1,264	94.1	607	95.0	669	88.0
강원	737	1,388	1210	86.5	1,668	746	91.7	221	95.2	243	72.5
충북	438	667	623	93.5	965	354	97.0	161	91.7	108	85.9
충남	727	2,071	1,640	79.2	1,989	886	89.0	460	69.9	294	70.5
전북	742	1,081	956	88.4	1,605	443	94.3	314	85.6	199	81.3
전남	860	1,840	1,583	86.0	2,056	812	87.5	504	86.9	267	80.4
경북	970	1,498	1,275	85.1	2,738	639	90.5	378	81.6	258	78.4
경남	859	1,535	1,289	84.0	1,206	581	89.1	396	81.5	312	78.5
제주	175	252	235	93.3	359	133	93.0	55	94.8	47	92.2
계	10,168	20,825.7	18,161.7	87.20	33,346.1	9,568.8	90.51	4,910.2	87.38	3,682.7	82.24

표 1-2-3. 과학실험보조원 배치현황(2001)

(단위:백만원)

구분	학교수	실험보조원 배치											
		초			중			고			기타	계	예산
		학교수	배치 인원	비율	학교수	배치 인원	비율	학교수	배치 인원	비율			
서울	1,164	532	525	98.7	353	210	59.5	279	156	55.9	15	906	6,968
부산	556	270	258	95.6	158	36	22.8	128	23	18.0	3	320	2,357
대구	368	184	183	99.5	108	97	89.8	76	67	88.2	6	353	2,594
인천	364	181	153	84.5	98	61	62.2	85	30	35.3	6	250	1,744
광주	245	115	113	98.3	72	12	16.7	58	8	13.8	3	136	972
대전	236	113	101	89.4	72	18	25.0	51	12	23.5	2	133	1,091.8
울산	163	87	66	75.9	42	22	52.4	34	4	11.8	1	93	875
경기	1,564	865	657	76.0	396	40	10.1	303	10	3.3	24	731	5,416
강원	737	465	190	40.9	160	47	29.4	112	34	30.4	24	295	2,537
충북	438	246	85	34.6	116	36	31.0	76	25	32.9	14	160	999
충남	727	433	130	30.0	185	6	3.2	109	7	6.4	15	158	1,144
전북	742	421	135	32.1	194	32	16.5	127	14	11.1	15	196	1,208
전남	860	456	136	29.8	256	16	6.3	148	19	12.8	24	195	1,457
경북	970	495	243	49.1	277	56	20.2	198	49	24.7	32	380	3,315
경남	859	455	209	45.9	243	-	-	161	3	1.9	21	233	2,355
제주	175	105	41	39.1	41	18	43.9	29	16	55.2	4	79	542
계	10,168	5,423	3,225	59.4	2,771	707	25.5	1,974	477	24.1	209	4,618	35,574.8

표 1-2-4. 과학실험재료비 확보현황(2001)

구분	학교수	지원비(백만원)					학급당평균지원비(천원)				
		초	중	고	기타	계	초	중	고	기타	평균
서울	1,164	1,964	1,505	887		4,356	101	141	104		115.33
부산	556	609	904	374		1,887	75	228	93		132.00
대구	368	481	415	356		1,252	102	156	157		138.33
인천	364	456	317	272	14	1,059	72	124	116		104.00
광주	245	417	249	288		954	126	164	176		148.00
대전	236	293	151	163		607	89	101.4	120.3		98.9
울산	163	198	129	94		421	71	119	124		104.66
경기	1,564	2,184	904	1,142		4,230	100	110	150		112.0
강원	737	343	233	201		777	80	150	160		130.00
충북	438	265	195	160		620	68	128	130		108.66
충남	727	641	360	347		1,348	124	178	160		154.00
전북	742	659	334	311		1,304	125	151	133		133.0
전남	860	403	254	218		875	71	118	102		97.00
경북	970	1,410	363	309		2,082	55	173	125		117.66
경남	859	552	265	208		1,025	71	86	76		77.66
제주	175	140	88	74		302	94	151	145		117.0
계	10,168	11,015	6,666	5,404		23,099	89.00	142.40	129.45		118.01

표 1-2-5. 과학교사 연수 및 연구학교 운영현황(2001)

(단위:백만원)

구분	과학교사 실험연수 실적					연구·시범학교 운영					자료실운영		
	초	중	고	계	예산	초	중	고	계	예산	교육 청수	운 영 수	예 산
서울	1,836	154	115	2,105	276	3	3	5	11	132	11	11	
부산	1,261	100	90	1,451	60	5	3	3	11	34	6	4	
대구	478	79	80	637	80	1	1		2	10	4	4	
인천	2,938	1,064	18	4,020	74	5	2	1	8	41.5	4	4	
광주	600	80	-	680	82	-	-	1	1	5	2	2	
대전	160	38	72	270	45.8	-	1	1	2	16	2	-	
울산	138	40	36	214	26	1	1	1	3	16	2	-	
경기	2,580	160	160	2,900	626	16	15	5	36	291	24	24	
강원	568	60	60	688	149	1	1	2	4	20	17	17	
충북	473	40	39	552	36	1	3		4	28	11	11	
충남	453	80	80	613	320	1	-	1	2	14	15	15	
전북	157	64	51	272	48	3	3	-	6	26	14	14	
전남	840	120	80	1,040	286	4	2	2	8	245	22	22	
경북	837	79	40	956	180	16	8	4	28	89	23	23	
경남	320	120	160	600	347	3	2	3	8	82	20	20	
제주	201	40	40	281	50	1	1	-	2	14	3	3	
계	13,840	2,318	1,121	17,279	2,685.8	61	46	29	136	1,063.5	180	174	

표 1-2-6. 과학교사 모임 활동 현황(2001)

교육청	교과연구회						과학캠프		
	연구회 수				회원수	지원예산 (천원)	운영수	지원예산	비고
	초등	중등	초중등	계					
서울	5	10	4	19	3235	47,000	4	103,144	
부산	4	8	-	12	189	44,000	18	204,087	
대구	2	33	1	36	1,216	130,500	5	33,436	
인천	4	8	1	13	1,202	20,306	14	127,676	
광주									
대전	2	2	-	4	27	8,000	1	1,600	
울산	1	3	-	4	321	2,400			
경기	1	1	3	5	590	40,000			
강원									
충북	1	1	-	2	55	12,000	2	5,440	
충남	-	5	-	5	543	21,000	2	60,362	
전북	2	10	-	12	561	21,700	5	26,450	
전남									
경북									
경남	1	4	-	5	916	30,300	9	133,570	
제주	-	1	1	2	351	12,900	3	1,280	
계	23	85	9	117	8,855	377,206	63	697,045	

1-3 서울시 초·중등 과학교육의 면모

서울시 과학실험실 및 과학교구·설비 확보 현황

- 서울시 과학실험실 보유현황: 초·중·고등학교 전체 보유율이 60.0%이며, 초등학교 보유율이 저조함

표 1-3-1. 서울시 과학실험실 확보 현황 (2002. 12.)

(단위 : 실)

구 분	초등학교		중 학 교		고등학교		계	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002	2001	2002
기준실수	1,015	1,773	1,003	1,025	958	822	2,976	3,620
확보실수	679	757	724	722	741	693	2,144	2,172
확보율(%)	66.9	42.7	72.2	70.4	77.3	84.3	72.0	60.0

※ 과학실험실 확보기준이 제6차 교육과정에서는 초 24학급당 1실, 중 12학급당 1실, 고 9학급당 1실이었으나, 제7차 교육과정에서는 **초·중·고등학교 모두 12학급당 1실로 변경**되었음.

- 과학교구 확보현황 : [학교교구·설비기준]에 의거 조사된 확보율은 75.8%로 저조함

표 1-3-2. 서울시 과학교구 확보율(2002. 12.)

(단위 : 천점)

구 분	초등학교		중 학 교		고등학교		계	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002	2001	2002
기준점수	2,071	1,344	765	713	583	538	3,419	2,595
확보점수	1,895	1,034	699	577	476	356	3,070	1,968
확보율(%)	91.5	76.9	91.3	80.9	81.7	66.2	89.8	75.8

- 과학실험실 현대화 기자재 확보현황 : 컴퓨터, 실물화상기, VTR 등은 40% 이상 확보되었으나, LCD프로젝터는 확보율이 20% 수준임

표 1-3-3. 서울시 과학실험실 현대화 기자재 확보 현황(2002. 7)

구 분	실험실수	LCD프로젝터	컴퓨터	실물화상기	VTR
초등학교	665	191 (29%)	363 (55%)	329 (49%)	393 (59%)
중 학교	706	137 (19%)	270 (38%)	333 (47%)	348 (49%)
고등학교	702	132 (19%)	208 (30%)	228 (32%)	239 (34%)
계	2,073	460 (22%)	841 (41%)	890 (43%)	980 (47%)

과학실험보조원 임용 현황

- 공립초등학교는 과학실험보조원 인건비를 교특회계 예산으로 서울시교육청에서 지원하고 있음
- 사립초등학교 및 국·공·사립 중·고등학교 학교별 임용 적극 권장

표 1-3-4. 서울시 2002년도 과학실험보조원 임용 현황(2002. 12)

구 분	초등학교	중학교	고등학교	교육과학 연구 원	과학과실 험연수실	계
학교 수	547	357	282	1	11	1,198
인원(명)	537	282	131	0	14	964
임용률(%)	98.2	79.0	46.5	0	127.3	80.5
예산지원 (천원)	4,366,150	.	.	.	95,480	4,461,630

과학실험·실습 재료비 집행현황: 과학실험·실습 재료비를 현재 1개 학급당 연간 평균 11만8천원 사용하고 있으며, 중학교에서 과학실험이 상대적으로 활발하게 이루어지고 있음

표 1-3-5. 서울시 실험·실습재료비 현황(2002. 12.)

구 분	초등학교	중 학교	고등학교	계
대상학급수	20,839	10,751	8,750	40,340
예산(백만원)	2,517	1,286	961	4,764
학급당 평균 예산액(천원)	121	120	110	118

지역교육청 과학과 실험연수실 운영 현황

- 초등학교 교사를 대상으로 다양한 영역의 연수과정 운영
- 실험연수실 환경 개선 : 기자재 현대화 및 냉·난방기 설치

표 1-3-7. 서울시 초·중등교사 과학교과 관련 실험연수 현황(2001~2003)

년도	연 수 명		주관	시간	인원	예 산 (천원)	비 고
2001	중학교과학교사 실험연수		연구원	60	78	17,356	
	고등학교 과학실험연수		연구원	60	80	14,815	
	발명반 지도교사 직무연수		연구원	30	77	9,336	초·중등
	계				235	41,507	
2002	중학교과학교사 실험연수		연구원	60	90	18,961	
	고등학교 과학실험연수		연구원	60	90	18,960	
	발명반 지도교사 직무연수		연구원	30	59	8,610	초·중등
	전자현미경 직무연수		연구원	30	15	5,020	초·중등
	암석박편제작 및 편광현미경 직무연수		연구원	15	15	5,620	중등교사
	과학교육 운영 관련 과학부 장 연수		교육과	10	1,186	38,561	초·중등
	계				1,455	95,732	
2003 (계획)	중등과학교사 실험연수	물리	연구원	60	30	36,824	
		화학		60	30		
		생물		60	30		
		지구과학		60	30		
	발명반 지도교사 직무연수		연구원	30	30	7,602	초·중등
	전자현미경 직무연수		연구원	30	15	5,130	초·중등
암석박편제작 및 편광현미경 직무연수		연구원	15	15	5,160	중등교사	
과학교육 운영 관련 과학부 장 연수		교육과	10	1,186	44,840	초·중등	
계				1,366	99,556		

과학교사 국외 테마연수 실시

- 선진국 과학과 교육과정 및 과학실험실 운영 연구
- 과학교사의 전문성 신장 및 사기 진작

표 1-3-8. 서울시 과학교사 국외연수 실시 계획(2001~2003)

(단위 : 천원)

연 수 명	2001년		2002년		2003년(계획)	
	인원	예산	인원	예산	인원	예산
과학교육 유공교원 국외테마연수	12	30,000	14	35,000	20	77,000
과학특기적성교육담당교원 국외연수	40	180,000
계	12	30,000	14	35,000	60	257,000

다양한 과학관련 행사 운영

행 사 명	참가대상	시 기	주 관	비 고
자연관찰탐구대회	초·중	5월	지역교육청	
과학의 달 행사	초·중·고	4월	각급학교	과학놀이 지도자료 탑재
청소년과학경진대회	초·중	5월-7월	서울시교육청	전국대회 9월
수학·과학경시대회	중·고	6월	서울시교육청	
과학전람회	초·중·고	6월	서울시교육청	전국대회 9월
학생과학발명품경진대회	초·중·고	6월	서울시교육청	전국대회 9월
서울학생탐구발표대회	초·중·고	9월-10월	서울시교육청	

방과후 과학관련 특기적성교육 실시

행 사 명	참가대상	시 기	주 관	비 고
과학교실	초·중	연 중	지역교육청	
발명교실	초·중·고	연 중	시·지역교육청	
과학동산	초·중	여름·겨울방학	지역교육청	
과학캠프	초·중·고	여름방학	각급학교	

표 1-3-9. 서울시 과학관련 특기적성교육 실시 현황(2001~2002)

(단위 : 명)

행사명	2001학년도				2002학년도(3월~12월)				비고
	초	중	고	계	초	중	고	계	
과학교실	5,248	3,708		8,956	5,936	4,040		9,976	
과학동산	6,390	4,696		11,086	5,015	3,507		8,522	
발명교실	61,290	32,976	8,808	103,074	57,299	38,123	4,375	99,797	
계	72,928	41,380	8,808	123,116	68,250	45,670	4,375	118,295	

붙임 2. 과학교육진흥법

2-1 과학교육진흥법

제정 1967. 3.30 법률제1927호

일부개정 1990.12.27 법률제4268호(정부조직법)

일부개정 1999.12.31 법률제6101호(기금관리기본법)

일부개정 2001. 1.29 법률제6400호(정부조직법)

전문개정 2001. 3.28 법률 제6432호

1. 개정이유

21세기 지식정보화사회에 효율적으로 대처하기 위하여 과학교육진흥에 관한 국가와 지방자치단체의 임무를 확대하고, 교육연구기관지정제도를 신설하여 과학교육에 필요한 연구개발을 강화하는 등 과학교육진흥정책을 종합적·체계적으로 추진할 수 있도록 필요한 법적·제도적 장치를 마련하려는 것임.

2. 주요골자

가. 과학교육의 진흥을 위하여 국가 및 지방자치단체의 임무에 원격 과학교육을 위한 기반구축 등을 추가하고, 국가는 과학교육진흥에 관한 예산조치 등이 부족한 지방자치단체에 대하여 예산을 늘리는 등의 필요한 조치를 권고할 수 있도록 함(법 제3조)

나. 과학교육진흥의 세부계획 및 집행에 관한 사항을 심의하기 위하여 교육감 소속하에 지방과학교육심의회를 두도록 함(법 제5조).

다. 과학교육의 내용·방법 및 평가, 과학우수학생의 발굴과 교육에 관한 연구 등 과학교육 진흥에 필요한 연구·개발 업무를 수행하도록 하기 위하여 과학교육관련 연구기관 또는 단체를 과학교육연구기관으로 지정할 수 있도록 함(법 제6조).

라. 국가 및 지방자치단체는 외국의 과학교육기관 및 연구기관 등과의 국제협력을 증진시킬 수 있는 계획을 수립·시행하도록 함(법 제9조).

3. 시행일

이 법은 공포후 6월이 경과한 날(2001.9.29.)부터 시행한다.

과학교육진흥법 (개정전문)

제1조 (목적) 이 법은 과학교육진흥에 필요한 사항을 정하여 국민의 과학지식·탐구능력 및 창의력을 키움으로써 국가사회발전에 이바지하게 함을 목적으로 한다. [[시행일 2001.9.29]]

제2조 (정의) 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. "과학교육"이라 함은 과학교육기관에서 실시하는 자연과학에 관한 교육을 말한다.
2. "과학교육기관"이라 함은 과학교육을 실시하는 다음 각목의 1에 해당하는 학교 또는 기관을 말한다.
 - 가. 초·중등교육법 제2조의 규정에 의한 학교
 - 나. 고등교육법 제2조의 규정에 의한 학교중 고등학교 이하 각급 학교의 과학교원을 양성하는 학교
 - 다. 교육관계 법령 또는 조례에 의하여 설치되는 교육연수기관·학생수련기관 및 교육연구기관
3. "과학교원"이라 함은 과학교육기관에서 자연과학에 관한 교육을 실시하는 교원과 교육공무원법 제9조의 규정에 의한 교육전문직원을 말한다. [[시행일 2001.9.29]]

제3조 (국가와 지방자치단체의 임무) ①국가 및 지방자치단체는 과학교육을 진흥하기 위하여 이 법 그 밖의 관계법령이 정하는 바에 따라 다음 각호의 사항에 관한 시책을 마련하여야 한다.

1. 과학교육에 관한 종합계획의 수립
 2. 과학교원의 양성·확보·처우 및 교육
 3. 과학교재·교구의 개발·보급 및 실험·실습시설의 확충
 4. 과학교육과정과 교육프로그램의 개발
 5. 원격 과학교육을 위한 기반구축
 6. 과학관의 설치·운영
 7. 실험·실습비, 연구조성비 및 장학금의 지급
 8. 과학교육연구단체의 지원
 9. 청소년 과학행사의 개최와 지원
 10. 그 밖에 과학교육진흥에 필요한 사항
- ②국가는 과학교육진흥에 관한 시책의 추진이 부진하거나 예산조치가 부족하다고 인정

되는 지방자치단체에 대하여 예산의 증액 등 필요한 조치를 권고할 수 있다. [[시행일 2001.9.29]]

제4조 (연구시설의 이용) ①과학교육기관은 과학에 관한 연구·실험 및 학습을 하기 위하여 시설의 이용이 필요한 경우 국가, 지방자치단체, 국·공영기업체 및 국가 또는 지방자치단체의 출연이나 보조를 받는 기관 또는 단체에 대하여 그 시설의 이용을 요구할 수 있다.

②제1항의 규정에 따라 시설의 이용에 관한 요구를 받은 기관이나 단체의 장은 특별한 사유가 없는 한 이에 적극 협조하여야 한다. [[시행일 2001.9.29]]

제5조 (과학교육심의회) ①과학교육에 관한 중요사항을 심의하기 위하여 교육인적자원부장관 소속하에 중앙과학교육심의회(이하 "중앙심의회"라 한다)를, 그 세부계획 및 집행에 관한 사항을 심의하기 위하여 특별시·광역시 또는 도 교육감(이하 "교육감"이라 한다) 소속하에 지방과학교육심의회(이하 "지방심의회"라 한다)를 둔다.

②중앙심의회 구성 및 운영 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로, 지방심의회 구성 및 운영 등에 관하여 필요한 사항은 당해 지방자치단체의 조례로 정한다.

[[시행일 2001.9.29]]

제6조 (과학교육연구기관의 지정) ①교육인적자원부장관은 다음 각호의 업무를 수행하도록 하기 위하여 과학교육관련 연구기관 또는 단체를 과학교육연구기관으로 지정할 수 있다.

1. 과학교육의 내용·방법 및 평가에 관한 연구
2. 과학 우수학생의 발굴 및 교육에 관한 연구
3. 과학적 창의력의 개발 및 평가에 관한 연구
4. 과학교육의 학습방법 및 교재의 개발
5. 원격 과학교육 프로그램의 개발 및 운영
6. 과학교육에 관한 국제협력의 증진
7. 그 밖에 과학교육진흥에 필요한 사항

②제1항의 규정에 의한 과학교육연구기관의 지정 및 운영 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

[[시행일 2001.9.29]]

제7조 (경비지원 및 보조) ①국가 및 지방자치단체는 과학교육기관에 대하여 예산의 범위 안에서 과학교육에 필요한 재정상의 지원을 할 수 있다.

②국가 및 지방자치단체는 학생 및 교원의 과학교육에 관한 탐구활동과 연구활동을 지원하기 위하여 관련 법인 또는 단체에 대하여 예산의 범위안에서 필요한 경비를 보조할

수 있다.

[[시행일 2001.9.29]]

제8조 (국제협력) 국가 및 지방자치단체는 다음 각호의 사항에 대한 외국정부·국제기구 또는 외국의 과학교육·훈련기관, 과학연구기관, 산업체 등과의 국제협력에 관한 계획을 수립·시행하여야 한다.

1. 과학교육에 관한 정보교류
2. 과학교원의 교류 및 연수
3. 과학교육과 관련된 각종 활동에의 참가
4. 그 밖에 과학교육진흥에 필요한 국제협력의 증진 [[시행일 2001.9.29]]

제9조 (과학교재·교구의 확보 등) ①국가 및 지방자치단체는 과학교육의 진흥을 위하여 과학교육기관이 과학교재·교구를 확보하는데 필요한 조치를 하여야 한다.

②제1항의 규정에 의한 필요한 조치중 과학교재·교구의 종류 및 기준은 지방심의회 의 심의를 거쳐 교육감이 정한다.

[[시행일 2001.9.29]]

부칙

이 법은 공포후 6월이 경과한 날부터 시행한다.

2-2 과학교육진흥법 시행령

제정 69.11.25 대통령령제4308호

일부개정 78. 6.27 대통령령제9060호

일부개정 91. 2. 1 대통령령제13282호(교육부와그소속기관직제)

일부개정 93. 3. 6 대통령령제13870호(상공자원부와그소속기관직제)

일부개정 94.12.23 대통령령제14438호(재정경제원과그소속기관직제)

일부개정 99. 5.24 대통령령제16326호(기획예산처직제)

전문개정 01.9. 29 대통령령 제17368호

1. 개정이유 및 주요골자

과학교육진흥법의 개정(2001. 3. 28, 법률 제6432호)으로 과학교육에 관한 중요사항을 심의 하기 위하여 과학교육심의회가 중앙교육과학심의회와 지방과학교육심의회로 확대개편됨에 따라 중앙과학교육심의회 의 구성 및 운영에 관한 사항을 정하고, 교육인적자원부장관이 과

학교육연구기관을 지정하는 경우에는 동심회의 심의를 거치도록 하려는 것임.

2. 시행일

이 영은 2001년 9월 29일부터 시행한다.

3. 개정내용-전문

과학교육진흥법 시행령 (개정전문)

제1조(목적) 이 영은 과학교육진흥법에서 위임한 사항과 그 시행에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조(중앙과학교육심의회 구성) ①과학교육진흥법(이하“법”이라 한다) 제5조의 규정에 의한 중앙과학교육심의회(이하 “심의회”라 한다)는 위원장 1인을 포함한 15인 이내의 위원으로 구성한다.

②위원장은 교육인적자원부차관이 되고, 부위원장은 위원중에서 호선한다.

③위원은 다음 각호의 1에 해당하는 자 중에서 교육인적자원부장관이 위촉 또는 임명한다.

1. 교육인적자원부·과학기술부·기획예산처 그밖에 교육인적자원부장관이 과학교육의 진흥을 위하여 필요하다고 인정하는 관련부처의 3급 이상 또는 이에 상당하는 공무원중에서 해당 부처의 장이 지명하는 자

2. 그밖에 과학교육에 관한 학식·경험이 있는 자

④위원의 임기는 3년으로 하되, 연임할 수 있다. 다만, 제2항제1호의 규정에 의한 위원의 임기는 당해 직에 재직하는 기간으로 한다.

제3조(위원장등의 직무) ①위원장은 심의회를 대표하고, 심의회 업무통할한다.

②부위원장은 위원장을 보좌하고, 위원장이 부득이한 사유로 직무를 수행할 수 없는 때에는 부위원장이 그 직무를 행한다.

제4조(심의회 기능) 심의회는 다음 각호의 사항을 심의한다.

1. 과학교육에 관한 기본정책

2. 과학교육 종합계획의 수립에 관한 사항

3. 과학교육 제도개선에 관한 사항

4. 법 제6조의 규정에 의한 과학교육연구기관의 지정에 관한 사항

5. 그밖에 과학교육의 진흥을 위하여 교육인적자원부장관이 부의하는 사항

제5조(심의회회의 회의) ①위원장은 심의회회의 회의를 소집하고 그 의장이 된다.

②위원장은 교육인적자원부장관으로부터 회의의 소집요구가 있을 때에는 지체없이 이를 소집하여야 한다.

③회의는 재적위원 과반수의 출석과 출석위원 과반수의 찬성으로 의결한다.

제6조(간사) ①심의회에 간사 1인을 둔다.

②간사는 교육인적자원부소속 공무원중에서 교육인적자원부장관이 임명한다.

③간사는 위원장의 명을 받아 심의회회의 사무를 처리한다.

제7조(위원의 수당등) 심의회회의 회의에 출석한 위원에 대하여는 예산의 범위안에서 수당·여비 그밖의 필요한 경비를 지급할 수 있다. 다만, 공무원인 위원이 그 소관업무와 직접 관련되어 출석하는 경우에는 그러하지 아니하다.

제8조(운영세칙) 이 영에 규정한 것외에 심의회회의 운영에 관하여 필요한 사항은 심의회회의 의결을 거쳐 위원장이 이를 정한다.

제9조(과학교육연구기관의 지정) 교육인적자원부장관이 법 제6조제1항의 규정에 의하여 과학교육연구기관을 지정하는 때에는 심의회회의 심의를 거쳐야 한다.

부 칙

이 영은 2001년 9월 29일부터 시행한다.

붙임 3. 대규모 과학교육 연구체제 확립 방안 예시

과학기술부 정책 연구 안 “청소년 과학교육 내실화 종합대책 방안”(2002)에는 과학교육 연구기관 설립에 대해 두 가지 안을 제시하고 있다.

방안 1은 “한국과학기술교육연구원”설치에 대한 것으로, 과학기술부 산하에 초중등 과학 기술 교육, 영재, 이민인, 과학기술인 양성, 여성 과학 인력 등 광범위한 대상을 전제로, 5년 간 110억 5천만원 예산의 연구원 설치 운영을 제시하고 있다.

방안 2는 교육인적자원부 산하의 중앙 “과학교육 연구센터”설립 제안으로 다음과 같다.

과학교육연구센터 지정 방안

1. 과학교육연구센터 지정·운영의 필요성

- 21세기 지식 기반 사회에서 국가의 국제 경쟁력은 첨단 과학기술 수준에 의해 좌우됨
- 국가의 첨단과학기술분야에서의 경쟁력 확보는 고급인력 확보와 적극적 지원을 통해 이루어짐. 이는 초·중등학교에서의 기초과학 교육의 활성화와 일반 국민의 과학기술에 대한 이해와 지원을 필요로 함.
- 현재 학생들이 초·중등학교 과학을 어려워하고 흥미 없어하며, 특히 고등학교에서 자연계 진학을 기피하는 경향이 있어서 기초과학 분야에 대한 우수 인력 확보가 우려됨
- 기초 과학분야의 교육을 활성화하고 학생의 흥미를 제고하기 위해서는 과학 교육 내용, 방법, 평가, 교수-학습 자료 연구 개발을 위한 상시 체제 필요
- 현재 과학교육연구 개발 관련 기관으로는 시도교육과학연구원, 한국교육과정평가원, 한국교육개발원, 각 대학의 사범대학 및 교육대학의 과학교육연구소 등이 이미 존재하고 있으나 과학교육연구가 체계적으로 이루어지지 않고 있음
- 과학교육진흥법(2001, 3, 28 공포) 제6조에 있는 7개항을 수행하려면 기존의 조직이나 기관을 과학교육 연구기관으로 지정하는 것보다 독립 기관이 수행하도록 하는 것이 업무 면에서 훨씬 효율적임
- 그러나 현 정부 하에서 새로운 별도의 기관을 설립하는 것은 예산이나 인력의 구조 조

정 측면에서 매우 어려운 일로 판단됨

- 과학교육진흥법(2001. 3. 28 공포) 제6조에 의해 과학교육 관련 연구기관 또는 단체를 과학교육연구 기관으로 지정할 수 있게 되어 있음.
- 따라서 별도의 기관을 설립하는 것보다는 기존의 조직이나 기관을 연구센터로 지정하여 지원하는 방안이 업무 중복을 피하고, 예산을 절약할 수 있는 보다 합리적인 방안이라 할 수 있음.
- 초·중등 과학교육은 일차적으로 교육인적자원부 소관이므로 기존 관련기관과의 유기적 업무 협조 체제 구축을 위해서는 교육인적자원부가 연구센터를 지정 운영하는 것이 바람직함.

2. 과학교육연구센터의 지정 목적 및 역할

1) 과학교육연구센터 지정 목적

- 과학교육연구센터는 과학교육진흥법에 따라 과학교육의 질적 강화 방안 수립 및 수행, 과학영재의 발굴 및 육성 등을 체계적, 종합적으로 추진하는데 그 목적이 있다.
- 과학교육연구센터는 목적달성을 위해 다음과 같은 연구개발 및 사업을 수행할 수 있다.
 - 과학교육 과정, 교수-학습 방법 및 평가 기초 연구
 - 과학교육과정 및 평가 관련 국제 비교 연구
 - 과학 교수-학습 자료 및 평가 도구 개발
 - 과학 영재 교육 기초 연구 및 교수-학습 자료 연구 개발
 - 중장기 사업 수행계획 수립
 - 과학기술 대중화의 저변 확대를 위한 연구개발 및 사업 활동
 - 과학교사 모임망 구성 및 지원 방안 계획 수립
 - 과학교사 전문성 함양을 위한 계속교육 강화방안 연구개발
 - 과학교사 국제교류 지원
 - 과학관련 부처나 각 연구소에서 수행하는 과학기술 교육 및 대중화 관련 사업 지원 협력
 - 협력연구센터와 유기적 협조 체제 구축 및 사업 수행
 - 연간 사업 계획을 작성하여 중앙과학교육심의회에 제출하여 심의를 거쳐 사업 확정 및 수행
 - 센터 사업결과 보고

○ 협력연구센터

- 과학교육연구센터와 공동으로 사업 수행
- 필요한 경우 협력연구센터별로 연구사업을 특화하여 수행

2) 과학교육연구센터 지정

○ 우선 기존의 조직인 정부 출연연구원, 대학교, 시도교육과학연구원을 대상으로 과학교육연구센터 지정 신청을 받아 평가를 통해 지정

- 과학교육연구기관, 단체 등 지원 신청
- 중앙과학교육심의회 심의를 거쳐 지정
- 사업 시행 초기에는 과학교육연구센터를 1개 지정하고, 소수의 협력연구센터를 지정
- 과학교육연구센터 지정신청서를 낸 기관이 지정에서 탈락한 경우 협력연구센터로 지정 가능
- 과학교육연구센터의 1개 부서가 1개 이상의 협력연구센터와 연계하여 운영할 수 있다.
- 협력연구센터의 지정과 그 수는 탄력적으로 조정
- 3년 주기로 지정된 센터의 사업운영 실적을 평가하고, 신규 지원 신청자와 비교하여 재지정

3) 과학교육연구센터 지원신청서 심의 평가 기준

○ 기존 연구 인력 구성 및 확보 방안

○ 연구 사업 수행 실적

○ 중장기 사업 수행계획

3. 과학교육연구센터의 조직

○ 과학교육연구센터의 구성

- 조직은 크게 연구개발, 사업지원, 협력·조정 3가지 기능을 과학교육연구부, 과학대중화사업연구부, 과학교육현장연구부, 과학인력육성지원연구부의 4개 부서로 구분하여 수행한다.
- 과학교육연구센터는 총 22명으로서 책임자는 겸임으로 1명, 연구직원 16명, 행정직원 5명으로 한다. 각 부의 부장급은 박사, 연구원은 석사급 이상으로 한다.

- 과학교육연구센터의 각 부서별 기능
 - 과학교육연구부는 기획업무, 과학교육 과정, 교수-학습 방법 및 평가 기초 연구, 과학 교육과정 및 평가 관련 국제 비교 연구, 센터 사업결과 보고 등의 기능을 갖는다.
 - 과학교육현장연구부는 과학교사 모임망 구성 및 지원 방안 계획 수립, 과학 교수-학습 자료 및 평가 도구 개발, 과학교사 전문성 함양을 위한 계속교육 강화방안 연구개발, 과학교사 국제교류 지원 등의 기능을 갖는다.
 - 과학인력육성지원연구부는 과학영재학교 지원, 과학고등학교 지원, 과학올림피아드, 과학영재 캠프 사업 등의 기능을 갖는다.
 - 과학대중화사업연구부는 과학기술 대중화의 저변 확대를 위한 연구개발 및 사업 활동, 과학관련 부처나 각 연구소에서 수행하는 과학기술 교육 및 대중화관련 사업 지원 협력 등의 기능을 갖는다.
- 협력연구센터는 책임자 겸임으로 1명, 상근연구원 2명, 행정직원 1명, 필요에 따라 겸임 연구원 약간 명을 둘 수 있다. 단, 소요 인건비는 협력연구센터 사업비에서 충당한다.
- 과학교육연구센터와 협력연구센터에는 필요에 따라 현직교원 약간 명이 연수 형태 등으로 근무할 수 있게 함.
- 교육인적자원부는 과학교육연구센터를 지도, 감독, 지원함
- 중앙교육심의회는 과학교육연구센터의 장단기 연구 방향 및 사업 선정, 연구 사업을 심의함.
- 협력연구센터는 대학 연구소, 출연연구기관, 시도 교육과학연구원을 대상으로 지정 운영
- 과학교육연구센터는 교육인적자원부, 협력연구센터 직원을 포함하는 운영위원회를 설치하여 센터의 운영, 사업 선정 등에 대한 협의를 통하여 운영

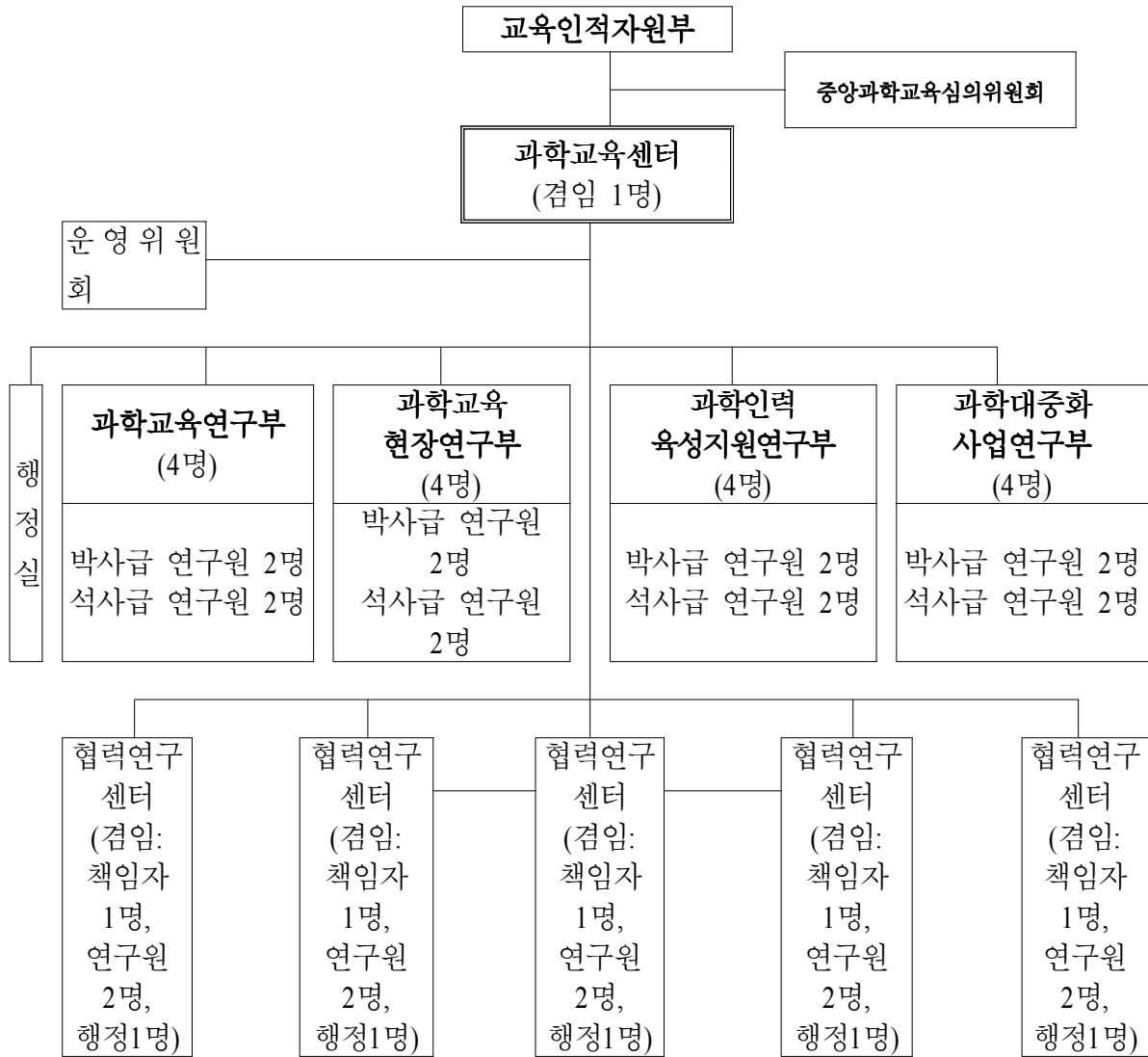


그림 3-1. 과학교육연구센터(안) 조직도(과학재단, 2002)

4. 과학교육연구센터의 예산지원

○ 운영비(838,000,000원)

* 매년 60,000,000(약 7.1%)씩 증액

- 센터책임자의 업무추진비

1,500,000만 x 12월 = 3,600,000원

- 상근 연구원 인건비(박사급)

연봉 40,000,000원 x 1년 x 16인 = 640,000,000

- 행정요원 인건비

1,800,000원 x 12개월 x 5인 = 108,000,000원

- 연구센터 운영위원회 운영 경비
15인 x 200,000원 x 4회 = 12,000,000원
- 사무기기 등 물품 구입비
3,000,000원 x 12개월 = 36,000,000원
- 교통, 통신비 등
1,000,000원 x 12개월 = 12,000,000원
- 기타 잡비
1,000,000원 x 12개월 = 12,000,000원

○ 사업비

- 연간 6,000,000,000원
- 연차적으로 42,000,000원 증액
- * 사업의 규모나 성격에 따라 조정

표 3-1. 대규모 과학교육센터(안)의 연도별 소요 예산안

(단위: 천원)

연 도	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도
운 영 비	838,000	900,000	963,000	1,032,000
사 업 비	6,000,000	6,420,000	6,870,000	7,390,000
계	6,838,000	7,320,000	7,833,000	8,422,000

참고: 외국의 과학교육연구원 지정·운영 사례

○ 미국

- 미국은 국가차원에서 'National Academy of Science'와 'National Research Council' 산하 과학교육연구소를 운영하고 있으며, 국가차원의 국가과학교육기준을 비롯하여 연방차원에서 다양한 과학교육 정책, 과학교원 정책과 질적 수준 높은 과학교육의 교수·학습 자료를 개발하여 전국에 배포하고 있음. 즉 연방차원에서 과학교육 개혁의 성공적 실천의 구심점 역할을 수행하고 있음.
- 또한 미국은 1996년부터 연방교육부(US Department of Education)의 지정·설치 하에 The University of Wisconsin-Madison에 ‘국가수학과과학학습성취도개발연구소(NCISLA: National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science)를 운영하고 있음. 연구소는 교사와 상호 협력 하에 국가차원의 연구 프로그램을 수행하여 K-12 수학과과학교육을 개혁하는 데 목적을 두고 있다. 특히, 이 연구소는 교사들과의 상호협력에 초점을 두고 다양한 학생집단을 대상으로 혁신적인 수학, 과학 학습환경과 교사 전문성 개발 모형을 개발·연구하고 있다.

○ 독일

키엘대학교에 위치하고 있는 자연과학연구소(Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften: IPN)는 국가차원에서 과학교육에 대한 기초연구를 수행하여 전국의 과학교육의 현황을 분석하고 있음. 매년 연방교육과학부 장관회의를 주관하여 국가차원의 과학교육의 방향을 계획하고 전국에 산재되어 있는 교수·학습 자료를 수집·소장하여 전국으로 보급하고 정보를 제공하고 있음.

○ 이스라엘

- The Weizmann Institute of Science 는 국립 과학연구소이며 과학교육과를 설치 운영하고 있으며, 그 규모는 4개 과학영역별 5-10명의 총 30여명의 과학교육 전문가로 구성되어 국가차원의 과학교육을 이끌어 가고 있음. 이는 이스라엘 전체 인구가 6백만이며 유치중고 및 대학교육의 학생수가 1,858,000명으로서, (우리나라의 경우 2000년도 기준 총 인구 45,985,289명 가운데 학생수는 약 19,031,000명) 매우 높은 비율의 과학교육 전문인력을 배치하고 있음. 특히, 과학교육의 첨단 교수·학습 자료를 개발하고 대학수능고사에 상응하는 실험중심 프로젝트 학습 자료를 개발하여 고등학교 학생들이 수능고사를 치지 않고 대학을 입학할 수 있는 과학수행평가를 체제를 확립하였으며, 통합적, 다학문적 접근방법을 강조하는 과학기술교육을 혁신적으로 도입하여 첨단과학기술 인적자원을 효율적으로 제공하는 데 요구되는 연구 개발을 전문적으로 담당하고 있음.

○ 태국

- 1972년 왕립학술원에서는 국가차원에서 교육부 산하 과학기술교육진흥연구소(Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology: IPST)를 설립하였으며, 1988년도 IPST 법을 제정하여 독립기관으로 운영. 1999년 개정된 교육법에 의거하여 과학·수학·기술 교육 교육과정을 개발하고, 과학·수학·기술교육의 탁월성을 추구하고 있으며, 지역별 특성일 살린 교과서와 교수·학습 자료를 연구개발하고, 과학교육성취도 평가 및 과학교육 행·재정적 지원체제를 구축, 운영하고 있음. 또한, 과학·수학·기술 영역의 영재교육을 담당하고 있음. 태국은 이 국립과학교육연구소를 중심으로 2007년도까지 세계 수준의 탁월성을 달성하고자 노력하고 있음.

요약 및 시사점

- 미국, 독일, 이스라엘뿐만 아니라 태국, 필리핀 등을 포함한 개발도상국에서도 과학교육연구는 국가차원의 단일 연구소 형태로 수행되고 있음.
- 과학교육연구는 과학교육을 전공한 수준높은 전문가로 구성된 집단을 중심으로 과학교육연구에 전적으로 모든 인력을 투자하고 있음.
- 과학교육의 생물, 물리, 화학, 등의 영역별 전문가 4-5명도 확보되지 않은 국가 수준의 과학교육연구원을 운영하는 국가 사례는 찾아보기 힘들.
- 우리나라에서 1967년 과학교육진흥법을 제정하고 1983년 과학교육기금을 설치한 바, 과학교육발전에 대한 지속적 투자와 부단한 노력을 기울여 왔으며, 최근 IMF로 인해 주춤한 경험은 있으나, 정부와 국가차원에서 세계 초일류 국가로의 도약을 추구하는 즈음에 과학교육의 혁신적 발전을 꾀하는 노력을 더욱 기울여야 할 것임.
- 국가차원의 ‘과학교육연구원’을 신설·운영함으로써 과학교육의 수준높은 전문가 집단을 중심으로 첨단 과학기술 인적자원 기반 구축을 하기 위한 이론적·실천적 기반을 확고히 하여, 질적 측면에서 세계 최고의 과학교육을 성공적으로 실현하고 세계를 주도하는 과학기술 인력을 양성하는 것이 국가가 최우선으로 해결해야 할 교육개혁의 과제임.

후 기

이상과 현실 그리고 이론과 실체는 일반적으로 괴리가 있어, 이 두 범주의 일을 연결시키는 일은 필요하지만 어려운 일입니다. 과학교육도 이 점에 있어서 예외는 아니겠습니다. 과학교육의 이상과 현실을 잘 조화시키고 과학의 탐구 과정과 같이 과학교육학의 이론과 실체가 잘 어울리게 하려면 과학교육계의 연구자, 현장교사, 그리고 행재정 담당자 등 우리 모두의 상호 이해와 협동적인 노력이 계속 필요합니다.

본 연구자는 한 때, 마치 연구는 잘 하는데 교육행정이 잘못되어 과학교육이 미흡하다고 생각한 적이 있지만, 지금 정권의 인계 인수와 연말 연초 등의 어려운 상황에서 과학교육 행재정을 담당하신 분들이 애쓰는 것을 보면, 상당한 시간동안 과학교육을 연구하고 강의하며 개선활동 한다고 부르짖던 사람으로서 오히려 남부끄러움을 느끼며 반성하지 않을 수 없습니다.

요청된 본 정책 연구를 일개월 안에 해야하는 일은 무모한 일로 여겨, 안 하는 것이 낫다고 하는 사람도 있었지만, 이 시점에 있어서 연구 책임자의 생각은 명분을 내세워 안 하는 것보다는 주어진 여건에서 최선을 다하는 것이, 그래도 한국의 과학교육을 위하여 도움이 되는 일이라 판단하고 가까이 있는 몇 사람과 “연구”를 하였습니다. 어려운 여건에서 애쓰는 연구원들에게 감사한 마음 새겨 둡니다.

부족한 면이 많을 것이지만 일단 끝내고 보고서를 제출합니다. 행정 담당 책임자와 관계자는 물론이지만 과학교육계의 여러분께서 이 보고서의 미흡함을 냉혹하게 지적하시고 비판하시는 동시에, 보다 바람직한 이론과 개선 안을 제시하시고 토론을 하시어 바람직한 방향으로 의견을 모으고 우리나라 과학교육의 발전을 위해 계속 공헌하시기를 간절히 바랍니다.

2002년 12월

박 승 재