

# 관찰과 실험에서 기구의 조작 기능에 관한 연구

박재호 · 문정대 · 조운복 · 황수진 · 이영주  
심정애 · 성정희 · 김 영 · 박종길

(부산대학교 사범대학)

(1989년 10월 15일 받음)

## I. 서 론

### 1. 연구의 목적

교육의 궁극적 목적은 홍인 인간의 이념 아래 인격을 완수하고 자주적 생활능력과 공민으로서의 자질을 구현하는데 있다.<sup>1</sup> 이를 실현하기 위하여 문교부와 학교에서는 학습자의 지적 발달에 필요한 다양한 교과운영과 그 교과를 최대한으로 심도있게 전개하기 위하여 전력을 기울이고 있다.

각 교과의 운영은 교과과정 구성의 기본방침에 명시<sup>2</sup>되어 있으나 이를 효과적으로 운영하기 위한 방법은 교사의 기능과 학습자의 기능을,<sup>3</sup> 상호유기적인 인간관계를 형성하면서 최대한으로 신장할 수 있도록 배려가 되어야 한다.

따라서 본 연구에서는 중학교 과학과 학습을 중심으로 관찰과 실험에서 기구조작기능을 구체화하여 이를 학습지도의 자료로 제공하는데 그 목적을 두고 연구한다.

## 2. 연구의 필요성

학교 교육에서는 모든 교과활동을 통하여 학습자의 균형있는 심신의 발달과 아울러 가치관의 확립, 인격의 함양 등 교육이념을 일생을 두고 계속 추구할 수 있고 인격과 자질을 향상시키기 위한 재발 교육과정이 구성되어 있다.

많은 교과중에서 중학교 과학과의 목적은 자연과학의 지식을 학습하는 것만이 아니고, 자연계의 여러 사물현상을 탐구함으로써, 그 속에 숨겨져 있는 자연의 법칙을 발견해내는 능력을 배양하는데 있다. 이렇게 하기 위해서는 가능한 한 학습자들에게 자연의 사물현상을 직접 경험시켜, 사실에서 귀납될 수 있도록 실험을 중시해야만 된다는 중학교 과학의 본질적인 면을 강조하여야만 될 것이다. 그러므로 학습활동 역시 실험활동을 중시하지 않을 수 없다.

오늘날의 과학교육은 과학자 육성을 위한 것만이 아니고, 전국민이 과학적 교양<sup>4</sup>을 갖추는데도 그 역할이 매우 크므로 과학교육에서 취급되어지는 관찰과 실험의 기능은 학습의 핵심이라 보아야 할 것이

다.

과학과 학습활동에서는 관찰과 실험을 중시해야 하므로 교사의 시범실험, 학습자의 Group 또는 개별 실험활동을 활성화해야 한다. 교사와 과학진흥을 담당하고 있는 많은 사람들은 끊임없이 새로운 실험 기구, 장치와 재료를 개발하여 학습효과를 최대한으로 신장시켜야 된다는 것은 자명한 사실이다. 이와 같은 일련의 일들을 계획하고 실천하는 데는 막대한 노력이 소요되나, 더욱 중요한 것은 자연에 대한 학습자 개개인이 실험하고 관찰하여 자연을 과학적으로 사고하고 과학적으로 처리할 수 있는 힘을 배양함과 동시에, 실험과 관찰의 즐거움을 체험시켜 과학에 대한 탐구의 동기가 유발될 수 있도록 지도되어야 한다. 그러므로 최첨단의 과학기술시대를 맞이한 오늘날 학교 교육에서 과학을 중시하고 이를 뒷받침하기 위한 재정지원과 이에 대한 연구는 일사라도 중단되어서는 아니될 것이며 계속적인 연구가 요청된다.

## II. 연구내용 및 방법

### 1. 연구내용

과학은 자연의 사물현상을 탐구하는 교과이므로 관찰과 실험은 과학의 출발점이 된다. 그러나 실제 학습자의 발달단계나 학교의 시설, 기구의 종류와 수량, 약품이나 소모품 등의 종류와 수량, 수업시간 등의 관계로 Group 실험과 교사의 시범실험에 의한 것이 많다. 이들은 각각 특유의 목적이 있으므로 과제에 따라 특징지워진다.

관찰과 실험은 자연현상을 올바르게 이해하기 위한 조작이며 관찰과 실험에 의하여 지식을 정확하게 파악하고, 기억도 확실하게 정착되어 진다. 또 기구를 바르게 조작하는 기술과 과학적 태도 등은 실험과 관찰에 의해서만이 몸에 배일 수 있는 것이다.

특히 과학이 다른 교과와 다른 점은 실험을 필수적으로 수반하는 점이기 때문에 실험활동을 매우 중요시하고 있으며 이에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다.<sup>3)~9)</sup> 실험에는 반드시 관찰이 따르므로 실험과 관찰은 불가분의 관계에 있다. 그러나 관찰과 실험은 분명한 차이점을 가지고 있다. 실험은 어떤 양사이의 관계를 조사하기 위하여 통제하면서 독립변수와 종속변수 사이의 인과관계를 규명하는 것이고 이

인과관계를 찾기 위하여 우리의 5감을 총동원하고 또 여러가지 사실을 지각하면서 일정한 목적으로 사물현상을 인식하는 과정이라 할 수 있다. 자연사물을 추궁해 나가는 과정에는 관찰만으로 그 현상의 인과율이 규명되어지기도 하며 또 어떤 경우에는 반드시 조건을 통제하여야만 그 인과율이 규명되어지는 경우도 있다. 전자의 경우는 관찰에 속하고 후자의 경우에는 관찰과 실험이 동시에 수반된다.

따라서 본 연구에서는 주로 중학교 학습자의 지적 발달과 과학과 교과운영에 따른 관찰과 실험에 대한 구체적인 지도 방법과 기구의 조작기능의 향상을 위한 방법을 모색하고 다음과 같은 내용으로 연구한다.

- (1) 중학교 과학과 교과내용에 수록된 관찰과 실험의 유형 분류
- (2) 관찰의 지도방법 모색
- (3) 실험의 지도방법 모색
- (4) 과학적 능력에 따른 기구조작 기능의 지도와 평가

### 2. 연구방법과 제한점

본 연구는 중학교 과학과에 국한하고, 참고문헌, 교과서 및 과학교사의 설문내용을 중심으로 연구하고, 다음과 같은 방법으로 수행하였다.

- (1) 국내외 문헌 연구 및 선행 연구 결과를 분석하였다.
- (2) 관찰과 실험에 대한 현장의 실태를 파악하기 위하여 40개 중학교 114명의 과학교사의 고견을 설문지를 통하여 조사하였다.
- (3) 실험과 관찰에 대한 학습자의 실태를 16개 중학교 1,120명의 학습자를 대상으로 조사 분석하였다.
- (4) 교사와 학습자의 설문 내용을 분석하고, 실험과 관찰 및 실험조작 기능에 대한 실태를 분석, 실험활동에 대한 문제점을 추출하고 이에 대한 개선방안을 제시하였다.
- (5) 현행 중학교 과학과 교과서를 중심으로 관찰과 실험의 효율적 지도방향을 모색하였다.

### Ⅲ. 논의 및 고찰

#### 1. 교과내용에 수록된 관찰과 실험의 유형

##### (1) 실험의 유형

중학교 과학과 학습지도는 국민학교 자연과에서의 학습경험을 전제한 바탕위에서 교과가 운영되고 있다. 새로운 사실과 지식은 어떠한 형태로든지 학습 경험 또는 생활경험을 전제로 한 학습이 이루어져야만 이해를 가속화시킬 수 있다. 그러나 중학교 과학과 교육에서 중요한 사실이나 개념에 대한 학습경험은 분야(물리, 화학, 생물, 지구과학)에 따라 다소의 차이점은 있으나 주로 실험과 관찰이 주가 되고, 학습자들은 이를 통하여 자연의 복잡성을 단순화하고, 통일된 하나의 체계를 형성할 수 있다. 그러나 과학과 교육과정을 통하여 자연의 모든 현상을 검증할 수는 없으며 그 중 가장 기초적이고 기본적인 개념을 정선하여 교과가 운영되고 있다. 과학과 실험에는 다음과 같이 3가지로 분류된다.

- 어떤 현상 자체를 이해하기 위한 실험이 있다. 이 종류의 실험에는 spectrum, 음극선, 진공방전, 박테리아, 마그마 등과 같은 현상을 경험한 적이 없는 학생에게 그러한 교과내용을 지도한다는 것은 곤란할 때가 있다. 이와같이 어떤 사실을 이해시키기 위하여 경험시키는 실험이다.
- 이미 알고 있는 현상을 정확히 이해하고 현상론적인 법칙을 확인하기 위한 실험이다. 이것은 이미 주어진 법칙들을 검증하기 위한 실험으로서 대부분의 학생실험은 여기에 속한다.
- 어떤 이론을 실험적으로 확인하고, 검증하기 위한 실험이다. 이 종류의 실험에는 두번째의 유형과 비슷한 점도 있지만 이론 자체에 모순이 내포되어 있다면 실험으로 확인이 불가능할 때도 있을 것이고 경우에 따라서는 실험을 통하여 이론을 수정할 수도 있을 것이다. 학생들이 세운 가설과 그 가설을 검증하기 위하여 실험을 계획하고 실험을 통하여 그 가설이 입증되었을 때 과학을 배웠다는 감동과 동기가 유발되기 때문에, 과학교육에 특히 주목되는 실험이며, 학생의 인식을 비약적으로 향상시킬 수 있는 방법이다.

일반적으로 과학의 탐구에서는 일정한 문제와 방법이 명시된 것이 아니고 탐구자 스스로가 복잡한 자연현상에서 탐구되어야 할 문제를 포착하고 관련된 사상에 대해서 인과율을 찾아내어야 한다. 그러나 이와 같은 일련의 과정을 중학교 학습자에게 적용시킨다는 것은 거의 불가능하고, 학습의 효과도 기대할 수 없기 때문에 현행 중학교 교과서에 기술되어 있는 관찰과 실험은 이미 주어져 있는 문제에 대해서 과학의 방법이 순서있게 제시되어 있다. (이것을 유도된 탐구학습이라 부르기도 한다) 이 방법은 위의 3번째 실험과는 약간 다르지만, 처음부터 학습자가 가설을 설정하고, 유도된 방법에 따라 학습자가 세운 가설을 검증 및 수정하여 결론을 유도한 다른 점에서는 그 의미가 크고 3번째 실험에 접근시킬 수 있다.

##### (2) 실험 수행능력의 분류

실험을 수행하는데 필요한 요소들의 분류는 그 분류 목적과 관점에 따라 다르다.<sup>10)</sup> <표>은 관찰과 실험을 수행하는데 치밀한 사고능력과 정교한 기구의 조작능력을 분류한 것이며, 부록1-A는 물리 영역, 1-B는 화학 영역(과학1,2), 1-C는 생물 영역(과학1)의 실험 수행능력을 분류한 것이다. 그리고 부록2-A는 중학 과학1의 힘과 운동단원, 2-B는 현미경의 구조와 그 사용법에 대한 실험수행능력을 위한 교육과정을 나타낸 것이다.

표1 실험과 관찰의 사고능력과 조작능력의 분류

BO : 실험 계획능력	B1. 실험절차의 계획능력 B2. 기구재료의 선정능력
CO : 실험 실시능력	C1. 안전조작능력 C2. 기구조작능력 C3. 데이터 취합능력
AO : 관찰과 추정능력	A1. 대상과 현상의 관찰 능력 A2. 관찰사항의 분류능력 A3. 대상과 변화의 추정능력 A4. 추정값의 평가능력
DO : 결과 처리능력	D1. 데이터 분석 및 해석 능력 D2. 결과평가능력 D3. 이론 및 모델형성능력

### (3) 실험 수행능력의 조사분석

학습자의 실험 수행능력을 분석하기 위하여 물리, 화학, 생물 및 지구과학 영역별로 현장에 적용하여 탐구수행 능력별로 분석하였다. 그리고 분석을 위한 영역별 문항의 성질은 부록3과 같다.

#### ① 물리영역

물리 영역의 사례는 부록3-A1과 3-A2와 같이 중학교2학2의 내용중 자기장내에서 전류가 흐르고 있는 도선이 받는 힘의 방향을 지필검사로 조사하였으며, 적용대상은 중학교 2년(3개교, 3학년, 178명) 학생을 대상으로 하였다. 학습자의 학습과정은 본 단원을 학습한 후 실험과 관찰 그리고 조작기능이 어느 정도 형성되어 있는가를 평가하였다.

#### ② 화학 영역

화학 영역의 사례로는 부록3-A2와 같이 과학1의 교과내용을 1,2학년(1개교, 440명)에 적용하였다.

#### ③ 생물 영역

생물 영역의 사례는 부록3-B와 같이 현미경의 조작기능과 꽃에 대한 관찰능력, 광합성을 위한 조작기능에 관한 사항이다. 적용대상은 4개 중학교 총 333명의 학생에게 총 53문항을 적용하여 그 결과를 분석하였다.

#### ④ 지구과학 영역

지구과학적 영역은 부록3-B와 같이 과학1의 복사에너지 실험을 통하여 학습자의 탐구수행능력을

조사하였다. 표본대상은 5개교, 169명이다. 표2는 부록3의 문항에 대한 평가결과를 나타낸 것이다.

표에서 알 수 있는 바와 같이 실험수행능력은 각 영역에 따라 많은 차이점이 있었고 특히 물상영역에서는 결과처리능력이 저조하였다.

물리 영역에서 부록2의 1차 평가문항 조사에서는 회로를 안전하게 조작할 수 있는 능력 38%로 매우 저조하였다. 그리고 자료의 선택능력에서, 회로에 전원이 있어야 된다고 응답한 학생은 85%로 대다수의 학습자들이 전기회로에는 전원이 있어야만 된다는 것을 이해하고 있다. 그러나 실험에서 관찰의 중심대상인 코일이 있어야 된다고 응답한 학생은 74%로서 나머지 26%는 문제의 핵심을 파악하지 못하고 있었다. 또 관찰대상(자료의 명칭)의 파악능력은 90%로 자료의 명칭은 대다수 이해하고 있었다.

## 2. 관찰과 실험의 지도방법

(1) 과학과 수업에서 관찰과 실험의 위치  
수업평가라 하면 교과활동을 통하여 형성되어지는 인격과 학력의 성취여부를 의미하고, 이를 위해 그에 따른 평가목표가 설정된다.

과학과 평가의 유형을 크게 나누면, 지식과 이해, 탐구능력, 과학적 태도, 관찰과 실험의 기능 등이 다.

과학과 교육과정이 새로 공포될 때마다 “자연을 탐구하는 과학적 방법의 습득과 기본적인 실험 및 실습의 기능”을 기르게 한다는 과학의 본질을 강조하고 있다. 이러한 사실은 관찰과 실험을 통하여 자연을 체험하므로써 목적을 달성시키기 위한 것이다. 즉 관찰과 실험을 수행하므로써 자연의 변화과정을 인식하여 올바른 자연관을 몸에 베이게 하자는 것이다. 따라서 관찰과 실험은 과학과 학습과정의 각 단계에서 중요한 역할을 하게 된다.

자연현상을 하나의 지식으로 이해하기 위해서는 다음의 5가지 과정을 거친다.

1. 듣고 2. 보고 3. 행동으로 실시하고 4. 자기가 정리한 것을 설명하고 5. 정리한 것을 다른 현상에 응용하고 적용할 수 있을 때 비로소 이해하게 된다. 그러므로 구축된 지식은 여러가지 실험과 관찰을 중심으로 한 행동이 따르지 않으면 안된다. 또 조작기능적인 면에서도 관찰과 실험이 중요한 위치를 차지

표2. 실험수행능력의 조사 결과

탐구수행 항목	평가의 관점	성취율 (%)			
		물리	화학	생물	지구과학
문제과안 능력	문제의 인지능력	48		91	98
	대상의 분석능력	41			0.6
실험계획 능력	실험절차의 계획능력	48	30	77	72
	기구재료의 선정능력	85	1129		14
실험실시 능력	안전조작능력	34	67	67	77
	Data 취득능력	58	2456		
관찰과 측정능력	대상과 현상의 관찰능력	76	75	54	
	관찰사항의 분류능력	57	22		54
	대상과 변화의 측정능력	65	46	65	90
	측정값의 평가능력	45	41		
결과처리 능력	Data분석 및 해석능력	38	27	57	81
	이론 및 모형 형성능력	35	32		56

\* ) 내는 2학년 학습자의 성취율

하며 이러한 일련의 과정은 과학습에서 필수조건이라 할 수 있다.

### (2) 관찰의 지도방법

자연을 본다는 것도 관찰의 일종이라고 할 수 있으나 이것을 관찰이라고는 할 수 없다. 관찰이란 사물의 전체와 부분과의 관계를 구조적으로 파악하고, 일정한 목적의식을 가지고 사물현상을 지각하여 인식하는 과정이다. 그러므로 관찰을 한다는 것은 자연의 사물현상에 대한 인식의 기초이며 어떤 선입관을 가지고, 자연의 사물현상을 오감의 감각을 총동원하여 지각을 통해 의식적으로 경험하는 일이며, 그 중에서도 시각과 청각에 의한 관찰이 모든 정보의 85% 이상이 된다고 한다." 이것은 정보의 종류에 따라 다르므로 정확한 근거가 있는 수치는 아니다. 그러나 일생생활에서 시각과 청각에 의한 정보가 가장 많고, 정보량의 관점에서 본다면 기본적인 감각이라고 생각된다. 사물을 관찰할 때 처음에는 자연 그대로 관찰하고, 여기에서 문제를 발견하여 그 문제에 대해서 관찰의 초점을 집중시켜 문제의 해결책을 찾는 것이다.

관찰의 지도에는 오감을 총동원 시켜 관찰을 한다. 즉, 눈으로 보는 이외 촉각, 청각, 후각, 미각 등의 감각기관을 충분히 활용할 수 있도록 지도가 되어야 한다. 이렇게 함으로써 학습자의 감각이 한층 더 민감해지고, 감각기관도 발달하여, 정보의 수집이 효과적으로 이루어진다. 이와같은 훈련은 학습자의 지능을 발달시키는데도 유효한 방법이 된다. 그리고 관찰에는 관찰의 대상에 따라 정량적 관찰, 변화과정의 관찰 및 부정적 관찰을 할 때도 가끔 있게 된다.

정량적 관찰을 할 때는 관찰의 관점을 분명히 하여 다른 사물현상과 비교하면서 관찰을 한다. 이 경우 사물현상이 닮아 있을 때는 그 양과 수, 원근, 농

도, 무게 등의 관점에서 관찰을 하게 하고, 또 차이점을 발견하게 한다. 비교는 과학의 기본적인 방법 중의 하나이고, 측정의 기본이 된다. 또 비교는 탐구의 모든 과정에서 유효하며 특히 문제의식의 확립과정에서 그 효과가 크다. 그리고 변화과정의 관찰에서는 사물현상의 변화과정을 관찰하는 것이고, 이 경우에는 측정된 데이터, 기록, 사진 등을 촬영해 두었다가 다음 관찰시 이 자료를 이용하게 한다.

부정적 관찰에는 어떤 사물을 관찰하였을 때 색, 맛, 냄새 등이 없다는 부정적 관찰 사실이 의외로 중요한 경우가 많다. 어떤 사물현상에 대해 부정적 사실의 기록이 없다면 제3자가 그 기록을 보았을 때 색, 맛, 냄새에 대해서 의문을 가질 수 있다. 이와 같이 기록이 있는 경우와 없는 경우에 따라 그 해석이 달라지게 된다.

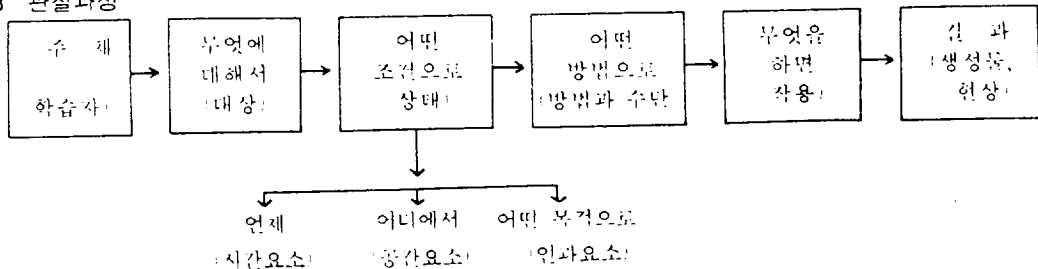
관찰된 사실은 시간이 경과한 후에도 남기어야 하고 또 다른 사람에게 전달하기 위해서도 빠짐없이 기록하도록 지도가 되어야 한다. 특히 계속적인 관찰, 기상, 천문관측, 시공간 등의 기록은 문제 해결에 중요한 자료가 된다. 또 관찰된 내용은 정확한 문장으로 표현할 수 있도록 지도가 되어야 한다.

<표3>은 관찰의 과정을 도표로 나타낸 것이다."

### (3) 실험의 지도방법

실험은 자연의 사물현상을 인위적으로 조건을 통제해서 실시하는 관찰이므로 실험지도에서 가장 중요한 것은 학습자가 스스로 조건을 통제할 수 있도록 하는 것이다. 그러므로 실험을 할 때는 가급적 사상을 단순화하여 편리하게 관찰할 수 있도록 하고, 임의의 장소에서 언제라도 재현할 수 있어야 하며, 관측하기 힘든 내용은 그 사물현상을 변경하여 관측할 수 있도록 되어야 한다. 실험은 사물현상의 생성과정을 명확히 할 수 있고, 현상 상호간의 인과관계

표3 관찰과정



를 파악하는데 주된 역할을 한다. 이와같이 실험은 자연현상의 성질을 명확히 한다는 실질도야적인 면 외에도 과학적인 여러조작에서 자발적인 탐구의 정신을 배양할 수 있는 형식도야적인 면에서도 의미가 크다.

실험은 학습자 개개인이 조건을 통제하면서 실시하는 것이 이상적이지만, 학습자의 발달단계, 실험기구 및 소모품의 종류와 수량, 수업시간 등을 고려하여 학생실험(개별실험, Group 실험), 교사에 의한 시범실험 등으로 구분하여 실시한다.

학생실험은 그 내용에 따라 다음과 같은 목표를 가지고 실험하여야 한다.<sup>12)</sup>

1. 원리와 법칙의 응용을 목표로 하는 실험
2. 자연현상의 이해를 목표로 하는 실험
3. 과학의 연구방법을 학습하는 것을 목표로 하는 실험
4. 실험기술의 습득을 목표로 하는 실험
5. 과학적 창조 능력을 신장시키기 위한 것을 목표로 하는 실험

등으로 분류되어진다. 또 교재의 내용에 따라 발견적 실험과 검증실험으로 구분되며 발견적 실험은 관찰을 통하여 법칙과 결론을 귀납하는, 발견의 과정이므로, 실험에 의해 지식이 정확하게 정착되고, 기억도 확실해지기 때문에 학습자에게는 대단히 중요한 학습과정이다. 또 실험을 통하여 기구를 정확히 조작하는 기술과 기능, 과학적 방법과 태도 등이 점차 함양된다. 그러나 교재내용의 난이도가 높고 이해하기 힘든 내용은 사전에 법칙과 결론을 유도한 후 검증실험에 의하여 그것을 확인하는 것도 학습을 정착시키는데 좋은 결과를 가져올 수 있다. 그러므로 교사는 학습자의 발달상황과 교과내용의 난이도를 충분히 검토하여 선택적인 실험을 실시하여야 한다. 실험과정에서 주의하여야 할 점은 현상 자체에 대한 즐거움과 만족감에 도취되어 사고를 도외시키는 경우이다. 특히 Group 실험에서는 특정의 아동에 의하여 실험이 독점되고, 타학생들이 방관자가 되지 않도록 지도하고 Group의 편성에 유의하지 않으면 안된다. 진실한 실험은 사고를 요하는 실험만이 과학적인 의미가 있는 실험이 된다. 사고는 원래 의문에 대한 발상이므로 실험과정에서 현상의 변화에 대한 의문을 해결하려는 태도가 있어야 한다.

학생 실험에 비하여 교사의 시범실험 또는 학생

대표자에 의한 시범실험 역시 중요하다. 교사에 의한 시범실험은 실험과정에서 위험이 따른다든가, 기술적으로 힘들 경우, 기구가 고가이고 그 수가 적은 경우 실시한다. 시범실험에서도 학생실험의 경우와 마찬가지로 실험의 목표, 관찰의 핵심 등을 명확히 하여 실시하는 것이 중요하다. 또 실험과정에서는 현상이 현시하게 나타나고, 전학생이 다 같이 관찰할 수 있도록 하여야 한다.

#### (4) 관찰과 실험의 평가관점

관찰과 실험의 평가방법은 평가의 관점<sup>13)</sup>에 따라 여러가지 방법을 모색할 수 있으나 그중 Performance<sup>14)</sup>는 실험의 실시능력, 기구의 조작기능, 정보수집능력 등 관찰과 실험의 평가방법으로 각광을 받고 있으나 단시간내에 교사 한 사람이 많은 학습자를 평가하기가 힘들다는 결점이 있다.

일반적으로 자연을 조사하는 능력을 항목별로 분류하면<sup>15)</sup>

- 가. 정보취득능력
  - 가) 관찰할 수 있는 능력
  - 나) 측정할 수 있는 능력
  - 다) 문제를 발견하는 능력
  - 라) 자료를 수집하는 능력
  - 마) 기초지식과 용어를 이해하는 능력
  - 바) 새로운 정보를 발견하는 능력
- 나. 정보를 조직화하는 능력
  - 가) 비교 분류하는 능력
  - 나) Data를 해석하는 능력
  - 다) 추론하는 능력
  - 라) 조작적 정의를 할 수 있는 능력
- 다. 창조적 능력
  - 가) Model화 하는 능력
  - 나) 새로운 것을 생각해 내는 능력
  - 다) 가설을 설정하고 이것을 검증하는 능력
  - 라) 실험을 계획하고 이것을 연구하여 실시하는 능력
  - 마) 계속적인 연구를 할 수 있는 능력
- 라. 조작적 능력
  - 가) 조작기술을 습득하는 능력
  - 나) 새로운 기술을 사용하는 능력
  - 다) 안정성에 대해서 주의를 기울이는 능력
  - 라) 기구를 제작하는 능력
  - 마) 사육과 재배를 할 수 있는 능력

마. 전달능력

- 가) 수식화 할 수 있는 능력
- 나) 기호화 할 수 있는 능력
- 다) 기록, 보고서를 작성할 수 있는 능력
- 라) 발표할 수 있는 능력

등으로 세분화된다. 이중 관찰과 실험의 평가로서는

- ㄱ. 관찰과 실험의 계획
- ㄴ. 기구와 장치의 조작
- ㄷ. 관찰과 실험의 기록

등이 평가의 주된 내용이 된다.

이상과 같은 관찰과 실험에 대한 평가의 관점은 실험의 주제에 따라 다소의 차이점이 있는 것은 당연하다. 즉 과학자가 탐구과정 중에서 필연적으로 실시하는 관찰과 실험의 공통점이 있는 것은 당연하지만 완전히 동일한 것은 아니다. 학교교육에서의 관찰과 실험은 학습자 자신에게는 미지의 탐구이지만 교사의 입장에서는 탐구의 결과, 혹은 지도목표를 가진 유도된 탐구이다. 또 학습자의 입장에서는 이미 결과를 알고나서 실험을 실시하는 경우도 적지 않기 때문에 이러한 점에 대해서 평가의 관점을 설정해야만 한다. 또 관찰과 실험에는 계층이 있다는 것도 분명하게 해야 된다. 즉, 조건을 통제하고, 단순화하므로써 직관적인 관찰에서 논리적인 사고를 할 수 있다.<sup>14</sup> 즉 <표4>에서와 같이 세로축에 조건통제의 능력, 가로축에 사고의 수준을 취하여 Matrix 내에서 관찰과 실험에 대한 행동목표를 설정할 수 있다. 표의 A, B, C는 사고의 수준이고 1, 2, 3은 조건통제의 능력을 의미한다. 즉 Matrix중 A1은 사물현상을 직감적으로 보는 경우이고, A3은 실험에서 조건은 통일되어 있으나, 현상이 어떻게 되어 있는지 알 수 없는 경우이다. C1은 관점은 명확하지만 사물현상에 대해서 조건을 통제 못하는 경우이고, C3은 조

표4 조건통제능력과 사고의 수준

탐구에 필요한 조건 ↑ 단순화 ↑ 복잡한 자연 현상	A3	BC	C3
	A2	B2	C2
	A1	B1	C1
조건통제의 능력 사고의 수준	직관적 사고	지각적 사고	논리적 사고

건을 통제하여 논리적으로 사고할 수 있는 경우이다. A2, B1-B3, C2는 이들의 중간에 위치한다.

관찰과 실험에서 이상과 같은 평가의 관점을 설정하여 평가하는 것도 관찰과 실험의 평가방법의 한 방법이 된다.

(5) 현장 조사 연구

실험, 관찰, 기구조작의 실태를 분석하기 위하여 부록4와 같은 설문내용을 현장 과학과 교사에게 조사하였다.

조사대상 학교수 40개교, 응답자수 114명(물리17, 화학64, 생물24, 지구과학9).

① 수업실태조사

학습지도 방법에서 수업형태에 따른 이해도는 주입식 방법 24%, 실험을 통한 학습 68%, 토의식 방법 4%로서 대부분의 학습자에게는 실험을 통한 학습에 매력을 느끼고 이해도 잘 된다는 것을 알 수 있다. 그리고 나머지 소수는 교과내용의 성격에 따라 교사의 지도 재량에 따라 조절하는 경우이다.

이에 반하여 교사가 본 학습자들은 실험과 관찰을 통하여 학습하는 것이 학습의 동기유발이 잘 된다고 응답한 교사가 88%로서 학습자의 욕구충족을 만족시키지 못하고 있다. 나머지 14%는 시범실험, 시청각 기재를 매체로 한 수업이 효과적이라고 반응하고 있었다.

그리고 현재 준비되어 있는 실험시설로서 실험과 관찰을 할 수 있는 것은 불과 56%로서 실험지도에 다소 문제점이 있다.

야외 관찰 수업은 19% 정도이고, 18%가 시청각 기재 및 야외에서 채집된 자료로 대신할 뿐 대부분 하지 않고 있었다.

② Data 처리 실태 조사

Data 처리는 분단 실험결과와 평균치의 이용이 39%, 개개의 Data로 처리하는 경우가 60%로서 Data 분석에 문제점이 있었다. 그리고 가설의 설정은 48%가 교사에 의해 이루어지고 41%만 학습자가 가설은 내리고 있었다. 또 Data가 두 개의 변수로 되어 있을 때 추론과정을 거쳐 가설을 설정하는 경우는 26%이며 이 중 69%는 검증과정을 거치지 않고 있다. 따라서 Data 처리에 대한 과학적 방법의 지도가 요청된다.

Data 처리과정에서 77%가 오차를 고려하고 있다고 응답하고 있으나 이것은 앞의 분단실험의 평균치

를 이용하여 Data를 처리하는 학습자보다 개개인이 각자의 Data만 가지고 처리하는 것과는 상반되고 있으므로 설문응답에 대한 신뢰성이 떨어지고 있다.

### ③ 실험기자재의 난이도

현재 보유하고 있는 실험기자재로서 교과운영을 하는데 지장이 없다고 응답한 수는 불과 11%이고 78%는 보안을 해야만 된다고 응답하고 있다. 이것은 교육용 실험기자재는 검인정을 거쳐야 된다고 응답한 91%와 매우 좋은 비교가 되지만, 기자재 구입 후 몇 차례의 교육과정의 개정, 기자재의 활용에도 문제점이 있다고 본다.

### ④ 교과서 실험 단원의 체제

실험과 관찰의 내용은 현행 교육과정이 적절하다는 반응이 74%로 나타났으며, 8%는 실험을 모두 없애고 주입식 체제를 지향하고 있으나 앞의 수업실태 조사에서 주입식 방법을 지지한(24%) 수에 미치지 못하고 있으므로 응답에 대한 신뢰성이 떨어지고 있는 것은 사실이다. 그러나 현행 교과서의 실험과 관찰단원의 내용이 구체화 되어 있다고 응답한 수와 되어 있지 않다고 응답한 수는 다 같이 50%이고, 현재체로서는 탐구력을 신장시키려는데는 부족하다고 응답한 수가 73%로 나타났다. 이러한 사실은 관찰과 실험이 이론의 검증과정으로 활용되고 있는 것에 지나지 않는다는 것을 입증하고 있다.

이상은 과학교사의 주관에 의한 설문조사 내용이었으나 학습자의 입장에서 관찰과 실험에 대한 행동요소를 교사가 수업과정을 통하여 판단한 결과는 다음과 같다.

### ⑤ 실험의 조작 과정 실태 조사

실험을 조작할 때 대부분의 학습자(89%)는 교사의 지시에 의해 조작되고, 학습자 스스로 실험기구를 순서있게 조작하는 학생은 극소수(9%)에 지나지 않았다. 그러나 안정도에 대해서는 63%가 호의적인 반응을 보이고 있다. 실험을 실시할 때 조건을 통제하는 학습자, 하지않는 학습자 그리고 주의력을 집중하여 신중을 기하는 학습자의 비율은 다같이 50% 정도이다.

### ⑥ 관찰 과정

측정기기를 사용할 때 영점보정을 한 후 측정치를 읽는 경우는 불과 47%로서 Data의 신뢰성에 대한 주의력이 부족하였다. 그리고 사물현상을 관찰할 때 5 감각을 총동원하여 목적의식을 가지고 관찰하는 학

습자는 약 55%이고 그 외는 대부분 단순 관찰을 하고 있다.

관찰된 내용을 가지고 자연현상을 의미있게 설명하려는 학습자는 불과 37%이고 59%는 관찰된 내용 그 자체의 진술로 그치는 경우가 대부분이다.

이상의 설문 내용 분석에 의하면 관찰과 실험의 필요성은 강조하고 있으나 대부분의 학습자들은 교사의 지도계획에 따라 수동적이고, 교과내용의 이해 목적에 중점을 두고 있으며 과학적 방법의 획득은 부족하였다. 그리고 응답자의 신뢰성을 조사하기 위하여 동일 성격을 가진 설문 내용을 무작위로 배치한 결과 전후 응답의 내용에 많은 차이점이 있는 것으로 보아 응답자의 신뢰성이 부족하였다.

## 3. 기구 조작 기능의 지도 방법

### (1) 과학교육에서 기구 조작 기능의 필요성

과학교육은 과학자의 육성만이 아니고 모든 사람에게 과학의 교양으로서도 필요하기 때문에 과학교육에서 다루게 될 관찰과 실험에 관한 기능은 과학자 육성을 위한 것만이 아니다. 과학과 수업에서 다루었던 실험기구의 취급방법과 조작기능은 정보화 사회의 일상 생활에서 과학적 교양으로서도 필요한 것이다.

과학적인 지식은 단순하고 단편적인 지식이 아니라 과학적 현상 상호간에 체계화 된 지식이며, 이러한 지식으로부터 연역되는 지식이다. 기구의 사용방법과 조작기능은 단순히 그 기구만에 적용되는 지식이 아니라, 이것과 유사한 장면에서 적용될 수 있는 지식이 아니면 안된다. 그리고 관찰과 실험기구는 단순한 과학적 지식을 획득하기 위한 도구에 지나지 않지만, 이것이 과학적 지식과 능력을 육성할 수 있는 교재로서는 그 의미가 크다.

또 관찰과 실험기구의 사용방법은 일반적으로 합리적으로 구성되어 있기 때문에 그 기구의 올바른 사용방법을 습득했다면 이것과 관련된 과학적 지식은 물론 기구의 조작기능적인 면과 과학적 사고력이 육성됨과 동시에 여러가지 장면에 응용할 수 있게 된다.

### (2) 관찰과 실험에서 조작기능의 지도

기구의 조작기능의 발달은 한두번 정도의 조작으로 육성되는 것이 아니다. 학습자의 발달상황에 따



른 기구의 선택이 필요하고, 또 기구를 취급하는 활동이 연속적으로 꾸준히 취급되어지는 과정에서 육성되어지기 때문에 교과운영에서 기구의 조작기능의 육성이라는 관점에서 관찰과 실험에 대한 공백기간이 없도록 교과가 운영되어야 한다. 과학교육에서 조작적 기능을 세분화하면 다음과 같다.<sup>16)</sup>

- ① 실험의 기초적인 조작이 가능한가?
- ② 실험장치를 정확히 조립할 수 있는가?
- ③ 새로운 기술을 발휘할 수 있는가?
- ④ 안전성을 가지고 조작할 수 있는가?
- ⑤ 목적에 맞는 것을 제작할 수 있는가?
- ⑥ 목적에 맞는 동·식물의 사육과 재배를 할 수 있는가?

이 중 학습지도에서 특히 유의해야 할 내용은 (1), (2), (3)의 내용이며 그 지도상의 유의점을 고찰하면 다음과 같다.

#### ① 실험의 기초적인 조작 기능

과학교육에서 사용되어지는 기구 중 가장 기초적이고 기본적인 조작방법의 육성은 국민학교, 중학교 과정에서 주로 이루어지고 있기 때문에 이 기간에서 기구의 조작기능에 대한 정확한 지도가 요망된다.

중학교 과정에서 각 영역별에 따른 가장 중요하고 기초적인 조작기능의 한 사례로서 힘과 운동에서 기록타이머의 조작방법, 안전성에 대한 태도, 역학수레에 일정한 힘의 작용 방법 등에 대해 다음과 같은 것을 지적할 수 있다. 이 실험에 사용되어지는 기구는 기록타이머이다.

기록타이머는 시판용을 사용하던가 또는 제작하여도 좋으나 한 타점 사이의 시간 간격을 정확히 측정할 수 있는 능력이 중요하다. 실험에 사용되는 대부분의 기록 타이머는 시판 교류용이며 한 타점 사이의 간격이 1/60(S)로 하고 있으나, 가정용 교류의 주파수가 정확히 60Hz가 아니고 60Hz 전후인 것이 일반적이므로 수초 동안 타점을 기록하여 그 평균값으로 한 타점 사이의 시간 간격을 기록하지 않으면 안될 것이다. 타이머의 조작만 아니고 안전성(위험방지)에 대해서도 관심을 가져야 한다.

이 실험의 목적은 운동의 법칙을 검증하던가 아니면 운동의 법칙을 발전시키는 과정이다. Data 취득에 대한 오차의 범위를 검토하고 오차를 줄일 수 있도록 수레와 면 사이의 마찰력을 줄일 수 있는 방법을 연구한다. 또 이 실험에서 가장 중요한 것은 일정한 힘을 작용시키는 방법이다.

실험 수행 시간은 실험장치가 준비되어 있다면 불과 1분 미만에 끝나는 실험이지만 실험조작에 대한 기능이 충분히 훈련되어 있지 않으면 결과 처리를 제대로 할 수 있는 data가 얻어지지 않는다. 대부분의 학생들은 수레에 일정한 힘을 작용시켜 수레를 끌 때 수레의 속력이 점점 빨라지기 때문에 속력 증가에 따른 일정한 힘을 작용시키지 못하고 불규칙적인 힘을 작용시키는 경우가 대다수이다. 그러므로 수레에 일정한 힘을 작용시킬 수 있도록 많은 시행착오를 거쳐야 한다.

이와 같은 훈련은 실험에 대한 안정감과 실험수행에 대한 정확한 Data를 얻어야겠다는 과학적 태도가 함양되지 않으면 쉽게 이루어지지 않으므로 초보적이고, 기초적인 실험에 대한 조작기능과 과학적 태도가 중요한 요인이 된다.

#### ② 목적에 입각한 실험 자료의 선택과 조립

실험결과에 대한 Data 처리과정도 중요하지만, 이 처리를 위해서는 정확한 Data 취득이 있어야 한다. 이러한 Data를 얻기 위해서는 실험에 필요한 여러가지 조건을 통제하는 것은 물론, 자료의 선택도 대단히 중요하다. 그러므로 실험규격에 맞는 자료를 선택하고, 처음부터 계획된 실험의 단계에 준하던가 아니면 교과서에 지시된 실험의 순서에 따라 실험장치를 정교하게 조립할 수 있도록 되어야 한다.

#### ③ 새로운 기술의 발휘

실험 장치를 조립할 때 또는 실험자료가 교과서에 명시되어 있는 실험자료와 규격이 같지 않을 때가 가끔 있게 된다. 이와 같은 경우는 과학기술이 발달하면 할수록 더욱 더 심하다. 그러므로 교과서에 주어진 실험자료와 규격이 다를 때도, 주어진 자료로서 훌륭한 Data가 얻어질 수 있도록 배려가 되어야 한다. 이와 같은 훈련이 몸에 배이게 될 때 실험조작에 대한 기능의 발달은 물론 실험에 대한 동기가 유발될 수 있다.

## IV. 결 론

본 연구는 중학교 과학과 교수-학습지도에서 관찰과 실험, 기구의 조작 기능에 관한 내용이다. 연구의 내용은 중학교 과학과 교과내용에 수록된 관찰과 실험을 탐구 수행능력별로 분류하였다.

현장 학습자의 실태를 파악하기 위하여 16개 중학

교 1120명의 학습자를 대상으로 관찰, 실험, 기구조작에 대한 학습자의 성취도를 각 분야별로 조사하였다. 조사 결과는 각 분야에 따라 편차가 많았으며, 특히 물상(물리, 화학) 영역에서 결과 처리능력은 평균 33%로 매우 저조하였다.

관찰과 실험에 대한 목표를 분류하고, 조건통제 능력과 사고 수준을 계층적으로 나타냈다.

관찰과 실험 및 조작 기능의 지도방법을 모색하고, 그 사례로서 힘과 운동단원에 대한 교육과정을 명시하였다. P지역40개교, 114명의 중학교 과학교사의 설문에 의해 현장 과학과 실험실태를 분석한 결과 과학과 교수 학습과정에서 실험을 통한 수업이 학습동기를 유발시킨다는 것을 인식하면서도 교육현장의 제반여건 때문에 이를 효율적으로 운영하지 못하고 있었다. 또 실험을 통한 학습과정에서도 학습자가 주체적으로 행동하지 않고 대부분 교사에 의하여 이루어지고 있다는 것이 밝혀졌다.

이 연구는 문교부 학술 연구조성비에 의해 연구되었음을 밝혀 두며, 문교 당국에 깊이 감사 드립니다. 그리고 본 연구 수행에 적극 협력해 주신 현장 과학과 담당 선생님, 과학과 주임, 교감, 교장 선생님께서 심심한 사의를 드립니다.

### 참 고 문 헌

1. 문교법전, 교육법 제1조
2. 대한교과서 주식회사, 중학교 제5차 교육과정
3. 學校理科研究會 理科教育要論(中高編), みずうみ書房(1980), p.125
4. 전국 교육자 대회 및 분과협의회, 전국민 과학화의 길 1973, 10. 문교부.
5. 조희형외, 과학교육학회지, Vol. 9, No. 1, p.75-89, 1989.
6. Science Education Monthly, 1983/Vol. 32, No. 372, p.21-43.
7. Science Education Monthly, 1984/Vol. 33, No. 383, p.13-18.
8. Science Education Monthly, 1985/Vol. 34, No. 398, p.9-35.
9. Society of Japan Science Teaching, Vol. 29, No. 2, 1988, p.45-53.
10. 박 재호외, 부산대학교 과학교육연구보 Vol. 10, p.3-19, 1983.
11. Science Education Monthly, 1989/Vol. 38, No. 447, p.10.

12. 高野恒雄; 理科教育の理論と實踐, 東洋館出版社(1983), p.183
13. 八並勝正; 理科教育の原理と方法, 建帛社(1981), p.162
14. 大谷要治; 中學校理科の新しと評價, 東京書籍(1980), p.21
15. Science Education Monthly, 1985/vol. 34, No. 399, p.13-21.
16. Science Education Monthly 1988/vol, 37, No. 434. p.17.

## 부록 1. 실험수행능력의 분류

### 부록1-A. 물리적 영역의 실험 수행능력의 분류

영역	실험항목	A 0				B 0		C 0			D 0		
		A1	A2	A3	A4	B1	B2	C1	C2	C3	D1	D2	D3
물리	* 힘의 크기의 측정			○			○		○		○	○	
	* 두 물체 사이의 힘	○	○					○				○	
	* 힘의 압력					○	○		○	○	○	○	○
	* 두 힘의 평행			○		○	○				○	○	
	* 평균 속력의 측정					○	○			○	○		
	* 힘과 속도의 변화	○					○				○		○
	* 힘과 운동방향의 변화	○					○				○		○
	* 자기력의 세기						○				○	○	○
	* 힘의 크기를 재는 방법						○		○	○	○	○	
	* 등속운동의 기록								○	○	○	○	
* 빗면에서의 수레의 운동								○	○	○	○	○	
* 진자의 주기	○		○		○	○				○	○	○	
* 힘의 효과	○	○											
* 두 자석 사이에 작용하는 힘	○	○											
* 강철판을 이용한 힘의 측정	○		○		○	○							
* 힘의 크기와 용수철의 늘어남							○			○	○	○	
* 평면을 구르는 유리공	○	○	○			○							
* 무게와 질량					○	○				○	○	○	



## 부록 2. 실험수행능력 교육과정

### 부록2-A : 힘과 운동단원에 대한 관찰과 실험의 조작 교육과정

#### (가) 총괄적 목표

힘은 물체의 운동변화의 원인이라는 것을 파악시키고, 가속도, 가한 힘의 크기, 물체의 질량과의 관계를 이해시키는 동시에 질량과 무게와의 차이점을 명확히 한다.

#### (나) 추론

① 일정한 질량을 가진 물체에 힘이 작용하면 가속도가 생기고, 힘의 크기가 일정하면, 가속도도 일정하다는 것을 추론시킨다.

② 물체에 작용하는 힘의 크기가 일정할 때 생기는 가속도는 질량에 반비례한다는 것을 추론시킨다.

#### (다) 검증

추론을 검증하기 위하여 실험방법, 데이터 처리와 해석방법, 힘이 변화할 때의 가속도 관찰, 물체의 질량과 가속도와의 관계를 실증하는 과학의 방법을 체험시켜 뉴턴의 운동법칙을 발전시킨다.

#### (라) 학습목표

① 수레에 가한 힘의 크기와 수레에 생긴 가속도와의 관계를 조사시켜, 가속도는 가한 힘의 크기에 비례한다는 것을 이해시킨다.

② 수레에 힘을 가할 때 가속도와 수레의 질량과의 관계를 조사시켜 가한 힘이 일정할 때 생기는 가속도는 질량에 반비례한다는 것을 이해시킨다.

③ 가속도는 가한 힘의 크기에 비례하고, 물체의 질량에 반비례한다는 것을 이해시킨다.

④ 조작적으로 정의된 질량과 무게와의 차이점을 운동의 법칙을 사용하여 명확하게 구별한다.

#### (마) 실험수행 능력

##### 1. 문제파악 능력

##### (1) 문제의 인지능력

- ① 가속도에 대한 조작적 정의를 할 수 있다.
- ② 물체에 힘이 작용(마찰이 없을 때)하면 항상 가속도가 생긴다는 것을 인식할 수 있다.

##### (2) 대상의 분석능력

- ① 운동하는 물체 중에서 가속도 운동하는 것을 식별할 수 있다.

##### 2. 실험계획 능력

##### (1) 실험절차의 계획능력

① 일정한 길이로 늘어뜨린 고무줄로 수레를 당길 때 수레에 작용하는 힘의 크기가 항상 일정하다는 것을 지적할 수 있다.

② 수레에 작용하는 힘이 작아도 장시간 동안 작용하면 큰 속도변화가 일어난다는 것을 추론할 수 있다.

③ 물체에 작용하는 힘의 대소와 가속도의 대소 관계를 파악할 수 있다.

④ 질량의 대소와 가속도의 대소관계를 파악할 수 있다.

⑤ 수레에 작용하는 힘의 크기를 일정하게 작용할 수 있는 계획을 수립할 수 있다.

#### (2) 기구재료의 선정능력

① 마찰력을 최소로 줄일 수 있는 방법을 모색할 수 있다.

② 오차를 줄일 수 있는 수레, 고무줄, 기록타이머, 기록테이프 등을 선정할 수 있다.

#### 3. 관찰과 측정능력

##### (1) 대상과 현상의 관찰 능력

① 수레에 작용하는 힘과 가속도와의 관계를 조사한다.

② 질량과 가속도와의 관계를 조사한다.

③ 관찰의 대상이 힘-가속도, 질량-가속도임을 안다.

##### (2) 관찰사항의 분류능력

① 힘의 크기를 변화시킬 줄 안다.

② 타점수와 타점간의 간격을 표로 작성할 수 있다.

##### (3) 대상과 변화의 측정 능력

① 타점 사이의 간격이 변하는 이유를 파악할 수 있다.

② 타점은 분명하게 찍힐 수 있도록 한다.

##### (4) 측정값의 평가능력

① 측정치의 오차원인은 수레가 운동할 때 생기는 마찰, 기록타이머의 기록테이프와의 마찰에 의한다는 것을 지적한다.

② 같은 수의 타점거리를 가위로 오려 그래프화할 수 있다는 것을 지적한다.

③ 그래프에서 힘-가속도, 질량-가속도와의 관계를 추론할 수 있다는 것을 지적한다.

#### 4. 실험실시 능력

##### (1) 안전조작능력

- ① 고무줄 사용에 대한 안전대책을 가진다.
- ② 수레를 안전하게 끌 수 있도록 한다.
- ③ 기록타이머의 조작을 조심성 있게 다룬다.
- ④ 기록 테이프에 찍힌 타점간의 간격이 일정한 비율로 증가될 수 있도록 수레에 일정한 힘을 작용한다.

(2) 데이터 취득능력

- ① 고무줄의 수를 증가시켜 가한 힘을 2배, 3배로 하였을 때 수레에 생긴 가속도를 측정한다.
  - ② 수레에 작용하는 힘을 일정하게 하고, 수레의 질량과 가속도와의 관계를 측정한다.
  - ③ 테이프의 타점(같은 타점수)을 가지고 도표화할 수 있다.
  - ④ 작성된 도표를 올바르게 해석할 수 있다.
- 5 결과처리 능력

(1) 데이터 분석 및 해석 능력

- ① 수집된 수레의 가속도 운동의 데이터를 분석하고, 힘과 가속도, 질량과 가속도와의 관계를 표시하는 그래프를 그린다.
- ② 그래프에서 가속도와 가한 힘, 가속도와 질량 사이의 관계를 추론할 수 있다.(수식화)
- ③ 가속도를 a, 가한 힘의 크기를 F, 수레의 질량을 m이라 할 때, 질량이 일정할 때

$$a \propto F$$

가한 힘이 일정할 때

$$a \propto 1/m$$

를 유도할 수 있다.

(2) 결과평가 능력

- ① 힘-가속도, 질량-가속도와의 관계를 검증하려는 계획을 세울 수 있다.
- ② 추론에서 가설( $F=kma$ )을 설정할 수 있다.
- ③  $F=kma$ 에서  $k=1$ 이 되도록 단위를 설정한다.
- ④ 다른 문헌을 통하여 운동의 법칙을 조사하고 학생들이 내린 가설과 비교한다.
- ⑤ 가속도-고무줄 수 그래프에서 a와 F사이의 관계를 수식화한다.

⑥ 가속도-수레의 질량 사이의 관계를 그래프화하고 이 그래프를 다시 가속도-1/질량 그래프로 변형하여 가속도와 질량이 반비례한다는 것을 파악한다.

⑦ 한 타점 사이의 시간 간격을 초단위로 환산하고 타점사이의 거리를 m단위로 나타내고, 속력-시

간 그래프를 작성하여 그래프의 기울기에서 가속도를 구한다.

⑧ 위의 그래프에서 시간-속도 그래프로 둘러싸인 넓이는 그 시간동안에 이동한 거리임을 검증시킨다.

## 부록2-B : 현미경의 구조와 조작기능에 대한 교육과정

(가) 총괄적 목표

생물학습의 기초적이고 필수적인 기구인 현미경의 구조와 사용법, 특성을 알고 관찰태도와 기록방법을 알며 광합성이 빛, 이산화탄소 등 여러물질이 작용됨을 파악한다.

(나) 추론

1. 감각기관에 의한 관찰에 한계가 있으므로 보다 정확한 관찰을 위해 기구 사용의 필요성을 추론시킨다.

2. 소나무와 다른 속씨식물의 생김새를 보아 속씨식물과 겉씨식물의 차이점을 추론시킨다.

③ 생태계의 생산자 역할을 맡고 있는 녹색식물의 광합성은 여러가지 물질이 필요하다는 것을 추론시킨다.

(다) 검증

이상의 추론을 검증하기 위해 현미경의 구조와 기능, 사용법을 체험시키고 소나무의 생김새와 꽃, 화분등을 관찰하게 하며, 광합성에는 빛과 물, 이산화탄소가 필요함을 확인시킨다.

(라) 학습목표

- 1. 현미경의 구조를 설명할 수 있으며, 조작하여 실제 관찰할 수 있으며 그 주의점을 설명할 수 있다.
- 2. 속씨식물과 겉씨식물의 구조적 특징을 비교 설명할 수 있다.
- ③ 광합성에는 빛과 물 이외에도 이산화탄소가 원료로서 필요함을 확인할 수 있다.

(마) 실험 수행 능력

1. 실험 실시 능력

1) 실험기구 인지상태

- (1) 현미경의 각 부분 명칭을 알고 있다.
- (2) 현미경의 각 부분을 지적할 수 있다.
- (3) 현미경의 각 부분 기능을 설명할 수 있다.

2) 실험기구 조작능력

- (1) 현미경 관찰에 적절한 장소를 선정할 수 있다.
- (2) 조동나사로 상을 맞추고 미동나사로 정확한 상을 맞출 수 있다.
- (3) 반사경을 조절하여 시야를 조절할 수 있다.
- (4) 회전판을 돌려 현미경 배율을 바꾸어 상을 맞출 수 있다.
- (5) 생물체를 얇게 잘라 프레파라아트를 만들 수 있다.

3) 실험기구 안전조작

- (1) 현미경의 운반법을 알고 있다.
- (2) 배율별 관찰순서와 회전판 회전시 경통의 조절방법을 알고 있다.
- (3) 현미경 관찰 후 현미경 보관상태로 렌즈와 경통을 조절할 수 있다.
- (4) 렌즈가 불결할 때 처리방법을 알고 있다.
- (5) 현미경 보관시 주의해야할 장소를 알고 있다.
- (6) 현미경의 검경과 기록을 같이 할 수 있다.

2. 실험 계획 능력

1) 실험기구, 재료 선정 능력

- (1) 소나무의 꽃피는 시기를 알며 암, 수꽃을 구별할 수 있고 현미경 관찰시 필요한 재료를 선정할 수 있다.
- (2) 광합성 실험에 필요한 비이커, 시험관, 물풀 등 재료선정과 실험에 적절한 광원이 있는 장소 내 지 광원을 설정할 수 있다.

3. 관찰과 측정 능력

1) 대상과 현상의 관찰능력

- (1) 소나무 잎의 생김새와 잎 수 등을 조사하게 한다.
- (2) 소나무 암꽃과 수꽃의 위치와 모양등을 구별하게 한다.
- (3) 소나무 꽃밥을 현미경으로 관찰하여 그 모양과 특징을 스케치할 수 있다.
- (4) 소나무 암꽃에서 씨방과 밑씨의 모양을 관찰하여 그 특징을 안다.

2) 관찰변화에 대한 측정능력

- (1) 광합성 실험에서 청색의 B. T. B 용액에 입김을 불어넣을 때 어떤 색으로 변화하는지 관찰하게 한다.

- (2) 입김을 불어넣은 용액을 가열할 때 어떤 색으로 변하는지 관찰하게 한다.

- (3) 시험관을 1개로 나누고 물풀을 넣은 시험관과

은박지로 싸 시험관의 색깔을 관찰한다.

4. 결과처리 능력

1) 데이터 분석 및 해석능력

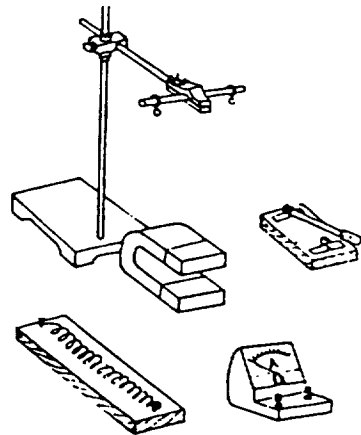
- (1) 4개 시험관에 빛을 비추어 그 색깔변화를 관찰하며 그 이유를 안다.
- (2) 광합성에 있어 필요한 물질을 유도해 낼 수 있다.
- (3) 광합성에 있어 물과 이산화탄소, 빛과의 상호관계를 유도해 낼 수 있다.

**부록 3. 실험 수행능력을 평가하기 위한 영역별 문항**

**부록 3-A1. 문제의 인지능력, 회로구성**

물리적 영역의 평가문항의 성질

다음 평가방법은 다음과 같이 1, 2차로 구분하여 실시하였다. 1차에는 자기장내에서 전류가 흐르고 있는 도선이 받는 힘의 방향을 조사하는 내용으로서, 실험의 목적을 제시하고, <그림1>과 같이 미완성된 실험자료를 적당히 배치한 후 실험목적을 수행하는데 추가해야할 자료와 배치해야할 위치, 실험목적 달성을시키기 위한 회로의 작성, 각 자료의 명칭을 기입하는 문항이고 2차에는 자기장 내에서 전류가 받는 힘의 방향을 조사하기 위하여 부록3-A2와 같은 내용을 지필검사로 실시하였다.



<그림1> 자기장 내에서 전류가 받는 힘

**부록 3-A2, 물리, 화학영역에 대한 평가문항의 성질**

영역	물리	화 학
탐구 수행항목	자기장 내에서 전류가 받는 힘의 방향	물질의 성질
실험계획 능력	○ 전류계의 영점보정 ○ Data 취득을 위한 실험의 순서 (안정성고려) ○ 전류계의 눈금 읽기	○ 밀도 측정 ○ 녹는점 측정 ○ 실험장치의 설명
실험실시 능력	○ 전원의 연결 ○ 자기장의 방향 구하기 ○ 전류의 방향 구하기 ○ 코일의 운동방향 구하기 ○ 도선의 연결방법	○ 고체용질의 용해 ○ 용해도 측정에서 실험방법의 순서 ○ 아세톤의 취급 ○ 유리기구의 취급 ○ 에탄올의 증탕
관찰과 측정 능력	○ 전류의 세기를 변화시키는 조작 ○ 코일의 운동방향을 변화시키는 조작 ○ 자기장의 세기를 변화시키는 조작 ○ 자기장의 방향을 변화시키는 큰 조작 ○ 전류의 방향을 변화시키는 큰 조작	○ 피펫의 사용법 ○ 저울의 사용원리와 방법 ○ 온도계 측정 장치 설치 ○ 기구의 정확한 사용법
결과처리 능력	○ 자기장 내에서 도선의 운동 방향에 대한 추론 ○ 도선의 운동방향과 전류의 방향, 자기장의 방향과의 추론	○ 물과 이소프로판올 혼합 용액의 가열 곡선 ○ 고체물질의 냉각 곡선 ○ 용해도 곡선

**부록 3B, 생물, 지구과학에 대한 평가문항의 성질**

영역	생 물	지구과학
탐구 수행항목	현미경의 구조와 사용법, 소나무 꽃과 열매	태양복사에너지와 지구의 평균온도
실험계획 능력	○ 현미경의 구조 ○ Data 취득을 위한 현미경 조작 순서 ○ 광합성의 실험조작 순서	○ 복사에너지의 흡수, 방출 실험장치의 명칭 ○ 자료의 선정능력
실험실시 능력	○ 현미경의 조작법 ○ 안전조작 ○ 현미경으로 소나무 꽃과 열매의 관찰	○ 복사에너지 실험장치 조작 능력 ○ 온도계의 보정과 눈금 읽기 ○ 검증실험의 방법

관찰과 측정 능력	○ 현미경 시야에서 스케치 ○ 현미경의 배율 맞추기 ○ 소나무 꽃밥 속의 화분 관찰	○ 복사에너지의 측정과 정확도 ○ 복사에너지와 평형
결과처리 능력	○ 스케치 결과 분석 ○ 소나무 암술에서 씨방과 밑씨의 추출 ○ 물품에 빛을 쬐었을 때 물품의 색깔과 빛의 추론	○ 많은 양의 복사에너지를 얻기 위하여 광원과 흡수체와의 추론 ○ 시간에 따른 복사에너지의 온도 분포 ○ 실험설계능력

**부록 4. 과학과 탐구수행능력 조사를 위한 현장 조사 설문**

\* 선생님의 전공은

(1) \_\_\_ 물리, (2) \_\_\_ 화학, (3) \_\_\_ 생물, (4) \_\_\_ 지구과학, (5) \_\_\_ 공업, (6) \_\_\_ 기타

\* 과학수업에서 이해가 잘되는 수업은 어느 것이라고 생각하십니까?

(1) \_\_\_ 선생님의 자세한 설명을 통하여 수업을 진행한다. (2) \_\_\_ 실험을 통하여 수업한다. (3) \_\_\_ 친구들과 의논하면서 공부하도록 한다. (4) 기타 \_\_\_\_\_

\* 학생들이 가장 즐기는 수업은?

(1) \_\_\_ 선생님께서 후관에 판서하면서 수업할 때  
(2) \_\_\_ 직접 실험과 관찰을 하면서 수업할 때  
(3) \_\_\_ 선생님께서 시범 실험을 할 때  
(4) \_\_\_ 비디오를 보면서 공부할 때  
(5) 기타 \_\_\_\_\_

\* 야외활동이 필요로 하는 수업은 야외 나가서 한다 \_\_\_\_, 하지 않는다 \_\_\_\_, 영화나 비디오를 통하여 보여준다. \_\_\_\_  
기타 \_\_\_\_\_

\* 시판되고 있는 실험자료로서 교과서에 나와있는 실험을 하는데는 아무런 지장이 없다. \_\_\_\_, 지장은 없으나 신뢰성이 떨어진다고 \_\_\_\_, 많은 지장이 있다 \_\_\_\_  
기타 \_\_\_\_\_

\* 교육용 실험기구는 검인정을 거쳐 판매하는 것이 옳다 \_\_\_\_, 현재상태로 하여도 무방하다 \_\_\_\_  
기타 \_\_\_\_\_

\*선생님께서 직접 수업경험을 통하여 교과서의 실험단원을 어떻게 생각하십니까?

- (1) 실험과 관찰 단원을 모두 없애고 실험결과에 대한 지식체계를 계통성있게 서술하는 것이 좋다\_\_\_\_, 현행대로 하는 것이 좋다\_\_\_\_.  
기타 \_\_\_\_\_
- (2) 교과서 전분량의 지도내용에 비하여 현행 실험과 관찰의 종목수가 많다\_\_\_\_, 적다\_\_\_\_, 적당하다\_\_\_\_.  
기타기타 \_\_\_\_\_
- (3) 교과서 전단원 중 실험과 관찰내용이 알맞는 단원에 삽입되어 있다\_\_\_\_, 되어 있지 않다\_\_\_\_.  
기타 \_\_\_\_\_
- (4) 추가 하고저 하는 실험단원이 있다면 \_\_\_\_\_ 단원
- (5) 교과서의 실험과 관찰내용의 서술방법이 상세하게 기술되어 있다\_\_\_\_, 되어 있지 않다\_\_\_\_.  
기타 \_\_\_\_\_
- (6) 교과서의 실험과 관찰내용의 서술방법으로는 탐구력이 부족하다\_\_\_\_, 충분하다\_\_\_\_.  
기타 \_\_\_\_\_

\*실험과 관찰수업은 어떻게 진행하고 있습니까?

- (1) 실험과 관찰을 할 때 실험자료를 선생님께서 준비하여 준다\_\_\_\_, 학생들이 자료실에서 가지고 와서 실험한다\_\_\_\_.  
기타 \_\_\_\_\_
- (2) 학생들이 교과서에 기술되어 있는 내용대로 실험과 관찰을 한다\_\_\_\_, 선생님의 지도에 따라한다\_\_\_\_.  
기타 \_\_\_\_\_
- (3) 실험은 선생님께서 시범 실험을 한 후 실험하도록 한다\_\_\_\_, 시범실험 없이 선생님의 지도에 따라한다\_\_\_\_.  
기타 \_\_\_\_\_
- (4) 데이터 처리는 학생들이 수집한 자료로서 처리한다\_\_\_\_, 각 분단에서 나온 데이터의 평균치를 선정하여 처리한다\_\_\_\_.  
기타 \_\_\_\_\_
- (5) 데이터가 두 변수로 되어 있을 때는 그래프화한다\_\_\_\_, 그래프화하지 않고 관찰결과를 토의

하여 가설을 내린다\_\_\_\_.

- 기타 \_\_\_\_\_
- (6) 가설의 설정은 선생님이 한다\_\_\_\_, 학생이 한다\_\_\_\_.  
기타 \_\_\_\_\_
- (7) 검증 실험을 한다\_\_\_\_, 하지 않는다\_\_\_\_  
기타 \_\_\_\_\_
- (8) 데이터 해석할 때 반드시 오차를 고려한다\_\_\_\_, 고려하지 않는다\_\_\_\_  
기타 \_\_\_\_\_
- (9) 시간이 많이 소요되는 실험과 관찰은 시간 단축을 위하여 빨리하도록 한다\_\_\_\_.  
기타 \_\_\_\_\_
- (10) 처음 취급되는 기구는 선생님께서 그 조작 방법을 설명한다\_\_\_\_, 학생 스스로 그 조작 방법을 알 수 있도록 한다\_\_\_\_.  
기타 \_\_\_\_\_

\*학생들의 입장에서는 어떻게 생각한다고 봅니까?

- (1) 실험기구조작은 순서있게 잘한다\_\_\_\_, 선생님의 지도를 요한다\_\_\_\_  
기타 \_\_\_\_\_
- (2) 학생들이 기구를 다룰때 안정도를 고려한다\_\_\_\_, 하지 않는다\_\_\_\_.  
기타 \_\_\_\_\_
- (3) 실험할 때 조건을 통제한다\_\_\_\_, 통제하지 않고 실험한다\_\_\_\_.  
기타 \_\_\_\_\_
- (4) 실험할 때 주의력을 집중한다\_\_\_\_, 집중하지 않고 현상의 변화만을 관찰한다\_\_\_\_.  
기타 \_\_\_\_\_
- (5) 눈금을 읽는 기구는 영점을 보정한 후 실험을 실시한다.  
기타 \_\_\_\_\_
- (6) 관찰은 5감각을 총 동원하여 관찰한다\_\_\_\_, 하지않는다\_\_\_\_.  
기타 \_\_\_\_\_
- (7) 관찰된 내용은 어떤 방법으로도 처리하여 이것을 조리 있게 진술하려한다\_\_\_\_, 관찰된 내용만 진술한다\_\_\_\_.  
기타 \_\_\_\_\_
- (8) 관찰을 할 때는 목적 의식을 가지고 관찰한다\_\_\_\_, 목적의식 없이 현상에 나타나는 것은 모



두 관찰한다 \_\_\_\_.  
기타 \_\_\_\_\_  
(9) 관찰한 내용을 종합하여 결론을 도출하려 한다\_\_\_\_, 종합하지 않고 관찰결과에서 결론을 내린다\_\_\_\_.

기타 \_\_\_\_\_  
(10) 관찰된 실험 결과의 분석 과정은 탐구력 신장에 중점을 둔다\_\_\_\_, 교과내용의 이해목적에 중점을 둔다\_\_\_\_.  
기타 \_\_\_\_\_

## Abstract

# A Study on the Operational Skills of Apparatuses in Observation and Experiments

Jae-Ho Park, Jung-Dae Moon, Un-Bock Jo, Soo-Jin Hwang Young-Joo Lee, Jeong-Ae Sim, Jeong-Hie Seong, Young Kim, Jong-Kil Park.

The purpose of this paper is to study the operational skills of apparatuses in observation and experiments a point of view of the teaching-learning guidance of the middle school science.

In order to understand the actual condition of the field learner, the achivment levels of learner have been investigated on the operational skills of apparatuses, observation and experiments through 1120 students of 16 middle schools.

The results showed that there were large differences at each item and especially, in animate natural part (physics and chemistry), the handling ability was very low to average 33 percentage.

By the result of analyzing the actual condition of the experiment and field science from the question of 114 science teachers who work in 40 middle schools in P distriet, it has been recognized that though the lessons through the experiments stimulate the motivation of learning, it couldn't be managed effciently because of all the educational conditions. And it was revealed that the major part of Experiment was performed not by student who is subjective in the course of learning but by teacher through experiments.