

英才教育研究

*Journal of Gifted/Talented Education*

1999, Vol. 9 No. 2, pp. 103~130

## 청주교대 과학영재교육센터의 초등학교 과학 영재아 선발을 위한 실기능력 평가 연구

이 태 리(청주교육대학교)

정 병 훈(청주교육대학교)

### I. 서 론

지금 우리가 살고 있는 시대 그리고 우리가 살아가야 할 21세기는 국제적 두뇌 경쟁의 시대, 즉 정보화, 다양화, 개성화의 시대이다. 또한 우주 과학, 정보 과학, 유전 공학 등 새로운 학문 분야가 급속히 자리잡으면서 첨단 과학 기술이 하루가 다르게 고도화, 전문화되면서 이를 충실히 소화해 낼 수 있는 개인적 능력이 더욱 필요하게 되었다. 그러나 우리 나라의 교육은 타고난 우리 학생들의 재능과 창의성을 갈고 닦을 수 있는 교육 환경을 제공해 주지 못하고 있으며 오랜 기간에 걸친 교육 평준화 정책으로 인해 능력 수준, 학습 방법, 사고 방법 등이 서로 다른 특수 재능아, 일반아, 학습 부진아가 한 교실에서 똑같은 내용을 똑같은 시간에 똑같은 방법으로 배울 수밖에 없는 상황에 놓여 있다. 이에 대한 반성으로 제 7차 교육과정에서는 수준별 교육과정을 기본 방향으로 설정하게 되었으며 영재교육 진흥법을 입법 예고하기까지 이르렀다. 이러한 사회적 분위기에 부응하여 많은 사람들이 영재 교육에 관심이 집중되어 있지만 정작 영재 교육의 중핵이라고 할 수 있는 영재를 정확히 판별

하는 도구의 개발에는 소홀히 해 왔다. 이제까지 과학 영재를 판별하는 도구로써 우리나라는 주로 지능 검사, 교사의 추천, 창의력 검사, 과학과 수학 교과목의 성적 등의 수준에 머물러 있으나 세계적 흐름을 살펴보면 다단계 평가 방법과 다양한 평가 방법 - 포트폴리오, 자기 평가, 과학적 태도 검사, 실기 능력 평가 등- 을 시도하고 있다. 본 연구에서는 이런 평가 방법들 중 그 실용성(비용과 시간)에 제약을 많이 받은 실기능력 평가를 초등학교 과학 영재아 선발에 실시하고 그 결과를 분석하였다.

## II. 연구의 목적과 내용

### 1. 연구 목적

21세기 영재교육이 지향하고 있는 창의적인 인재 양성을 위해서는 우선 뛰어난 잠재력이 있는 학생들을 판별하는 일에 무엇보다 초점을 맞추어야 하지만 기존의 선다형 지필 검사가 지식의 양을 단편적으로 평가할 뿐만 아니라 문제해결을 위해 필수적인 지식 활용의 효율성, 창의적인 사고, 과제집착력, 과학적 태도와 같은 요소를 평가하는데 많은 한계를 갖고 있다는 점이 많은 연구자들의 지적이다.(이군현 1998; 이종승 1985) 본 연구에서는 초등학교 수준의 과학영재 선발에서 지필 평가 이외에도 실기능력 검사 문항을 개발하여 과학영재 선발에 적용하였고 이를 분석하였다.

이 검사에서 학생들은 스스로 문제 파악에서 시작하여 가설 설정, 실험 계획, 실험 수행, 결론 도출, 보고서 작성에 이르는 일련의 과정을 수행하며, 학생들의 문제해결 결과와 보고서, 평가자의 관찰기록 등을 토대로 학생들이 지닌 과학적 사고 능력과 지식, 실험수행능력 등을 측정하였다.

### 2. 연구 내용

본 연구는 과학 영재아를 선발하기 위해 이미 실시된 지필 평가와 병행해서 실기능력 평가문항을 적용하였고, 실기능력을 평가하고 그 결과를 분석하였다. 본 연구의 내용은 다음과 같다.

- ① 영재아를 선발하기 위해 평가 목표를 상세화하여 실기능력 평가문항을 만들었다. 평가 영역은 실험문제, 관찰 평가(체크리스트), 보고서 평가로 구성되어 있다.
  - ② 각 집단의 실험문제, 관찰 평가, 보고서 평가에 대해 평균과 표준 편차를 구하고 집단 사이의 유의미한 통계적인 차이를 살펴보았다.
  - ③ 각 집단마다 실험문제, 관찰 평가, 보고서 평가 사이의 상관 계수와 실기능력 평가와 지필 평가의 상관 계수를 분석하였다.
- 이 연구가 지니는 제한점은 다음과 같다.

- ① 과학 실기능력 평가문항은 물리 영역에만 한정하였다.
- ② 연구를 위한 표집에서 충북과 대전지역 초등학교 3-5학년만을 대상으로 하였기 때문에 지역적 제한성을 갖는다.
- ③ 실기능력 평가는 98년도 청주교대영재교육센터의 경시대회 및 학생 선발을 위해 수행되었기 때문에 학생들의 과학적 탐구 사고력을 종합적으로 평가하는데 한계를 지니고 있다.

### Ⅲ. 연구 방법과 절차

#### 1. 청주교대의 과학영재 선발 방법

청주교대의 과학영재교육센터에서는 경시대회와 영재학교 입학자의 선발이라는 목적을 고려하여 다음과 같은 다단계 선발 방식을 택하였다. 여기서 학생들은 과학적 지식뿐만 아니라 과학적 탐구능력을 가능한 한 종합적으로 평가받게 된다.

##### 가. 1차 선발

3, 4, 5학년을 대상으로 지능지수(IQ) 125이상에 전체 성적 상위 20% 이내에 들고 과학과 수학 성적이 10% 이내의 학생들을 학교장과 담임 교사들이 추천하도록 하고 추천서에는 본인과 학부모의 소개서를 첨부하도록 하였다.

### 나. 2차 선발

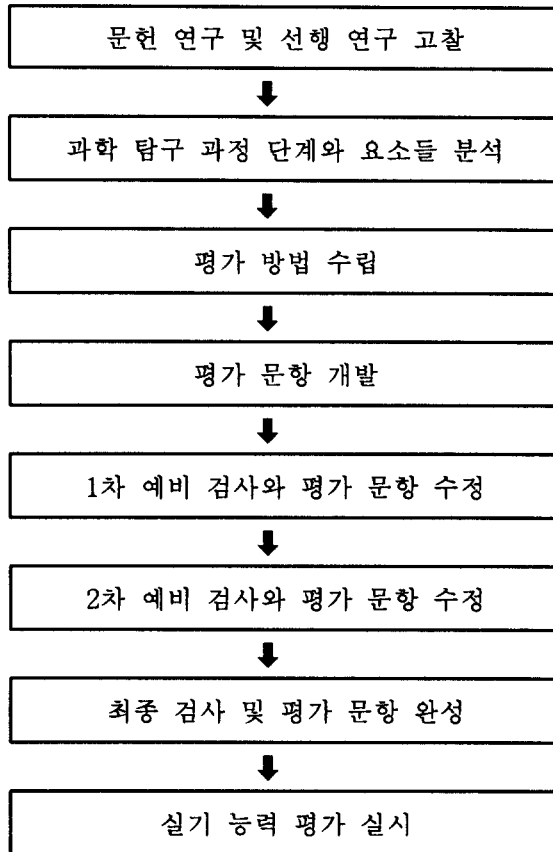
추천된 학생들을 대상으로 과학적 지식과 탐구능력을 측정하는 1차 객관식 시험과 논리력 검사를 실시하였고, 그 중 89명을 선발하였다. 객관식 시험은 5학년 교육과정을 기준으로 출제되었고, 논리력 검사는 GALT의 검사지를 수정하여 사용하였다. GALT의 검사 결과는 경시대회 입상자 선발사정에서는 제외하였으나, 영재학교 입학자 선발에는 포함시켰다.

### 다. 3차 선발

2차 선발된 89명의 학생들은 주관식 시험과 종합적인 실기능력 검사를 받았고, 2차 평가 점수와 합산해서 그 중 47명을 최종 선발하였다.

## 2. 연구 절차

본 연구는 1998년도 청주교육대학교 과학영재교육센터에서 실시한 3단계 과학 영재아 선발 과정 중 마지막 단계에 해당하는 실기능력 평가를 위해 수행된 것이다. 실기능력 평가에 참여한 학생들은 학교장의 추천과 지필 검사에 통과한 과학 우수아로서 선발의 1, 2단계를 거친 학생들이다. 이 학생들을 대상으로 3단계에서는 영역별 과학적 사고력과 지식을 측정하는 높은 수준의 지필 평가와 실기능력 평가가 실시되었으며, 그 중 실기능력 평가는 실험 문제, 관찰 평가(체크리스트), 보고서 평가로 구성되었다. 학생들의 실기능력을 평가하고 분석하기 위해 본 연구는 다음과 같은 절차를 거쳤다.



( 그림 1 ) 연구 절차의 모형

#### 가. 문헌 연구 및 선행 연구 고찰

이 단계에서는 과학 영재 판별에 대한 국내에 발표되어 있는 관련 문헌, 연구결과 보고 등을 중심으로 선행 연구를 조사하였다.

#### 나. 과학 탐구과정 단계와 요소들 분석

이 단계에서는 국내의 문헌 연구를 통해 선행 연구자들이 정의하는 과학 탐구 능력 측정 을 위한 탐구과정 단계와 요소들을 조사하여 목록을 작성하였다. <표 1>은 우종욱(1992)이 밝힌 과학 탐구과정 단계와 요소들을 예시한 것이다.

〈 표 1 〉 과학 탐구 과정단계와 요소들

과학적 탐구 단계		탐구 과정 요소
제 1단계	문제 인식 및 가설 설정	▶주어진 상황에서의 연구 문제 도출 능력 ▶의문을 검증 가능한 형태와 가설로 진술하는 능력
제 2단계	탐구의 설계	▶실험, 조사, 연구의 계획 능력 ▶변인의 통제 방안 모색 능력 ▶실험 장치의 고안 및 배치 능력
제 3단계	탐구의 수행	▶관찰, 측정, 실험 능력 ▶실험 절차 능력 ▶실험 안전 능력 ▶자료의 수집, 전개 능력
제 4단계	자료의 해석	▶정확한 분석(정량적 분석) 능력 ▶정성적 분석 능력 ▶자료의 변환 능력
제 5단계	결론의 도출 및 평가	▶일반화 능력 ▶결론을 사실에 입각하여 비판하는 능력 ▶결론이 주는 의미 분석 능력 ▶과학적 결론이 사회에 미치는 영향 판단 능력

다. 평가 방법 수립

이 단계에서는 과학 탐구능력 내의 실기능력 평가를 위해 관찰 평가(체크리스트)와 보고서 평가로 양분화 하였다.

이 단계에서는 국내의 문헌 연구를 통해 우종욱 외(1992)가 탐구 과정을 <표 1>과 같이 '문제 인식 및 가설 설정', '탐구의 설계', '탐구의 수행', '자료의 해석', '결론의 도출 및 평가'의 5개 영역으로 구성해서 과학 탐구 능력 측정을 위한 행동(탐구과정) 요소와 평가 목표를 상세히 밝혀 이 탐구과정을 채택하였다. 이를 본 연구에서는 평가 절차에 따라 '관찰 평가 영역'과 '보고서 평가 영역'으로 나누었다.

관찰 평가는 '문제 인식 및 가설 설정', '탐구의 설계', '탐구의 수행'을 주축으로 평가한 반면, 보고서 평가는 '자료의 해석', '결론의 도출 및 평가'를 중심으로 평가하였다. <표 2>는

관찰 평가와 보고서 평가할 때 중점적으로 다루는 탐구 요소를 나타낸 것이다.

〈 표 2 〉 관찰 평가와 보고서 평가의 주요 탐구 영역

평가 요소 \ 평가 영역	관찰 평가	보고서 평가
문제 인식	●	○
가설 설정	○	●
탐구의 설계	●	●
탐구의 수행	●	○
자료의 해석	○	●
결론의 도출 및 평가	○	●

● : 중점적으로 평가하는 요소

○ : 평가는 하되, 중점적으로 다루지 않는 요소

〈표 3〉은 보고서의 채점 기준을 나타낸 것인데 우종옥(1992)이 나눈 단계에 평가 요소를 기재하여 각각의 항목에 대해 YES면 1점, NO면 0점으로 배점하여 총점이 15점이 되도록 계획하였다. 그런데 보고서의 특성상 탐구의 수행은 측정이 거의 불가능하므로 이 단계의 평가는 관찰 평가에서 중점적으로 평가하게 되었다.

관찰 평가를 위한 실험활동 평가지를 살펴보면, 평가 범주를 우종옥이 나눈 영역을 크게 3단계로 재조정하였다. 1단계는 '실험 목적과 내용'(문제 인식 및 가설 설정), 2단계는 '실험 계획 및 수행'(탐구 설계 + 탐구의 설정), 3단계는 '자료 해석 및 결론 도출'(자료의 해석 + 결론의 도출 및 평가)로 관련성 있는 영역을 묶어 3개의 범주로 구분하였고, 하위 범주는 12개 항목으로 관찰자가 평가하기 용이하도록 제작했다. 또한 각각의 12개 하위 범주에 대한 배점은 3점 척도로 구분하여 총점 36점이 되도록 하였다. (<부록 2> 참조)

실험문제는 크게 두 문제로서 24점을 배점하여 실험 능력 평가의 총점이 75점이 되도록 구성하였다.

〈 표 3 〉 보고서 평가의 채점 기준들

탐구 단계	평가 요소	YES	NO
문제 인식 및 가설 설정	1. 탐구 과제가 요구하는 바를 인식하여 문제의 범위를 한정하고 탐구 과제를 명확히 서술하였는가?		
	2. 실험 과제를 제대로 인식하고 실험의 목적을 올바르게 진술하였는가?		
탐구의 설계	3. 독립변인과 종속변인이 올바르게 선택되었는가?		
	4. 변인들에 대한 통제를 올바르게 계획하였는가?		
	5. 설정된 가설의 타당성을 검증하기 위한 실험 과정을 자세히 기록하였는가?		
	6. 실험 장치의 고안을 위해 그림이나 간단한 회로도를 이용하여 자세히 기록하였는가?		
자료의 해석	7. 실험 결과에 대한 해석이 타당하고 논리적인가?		
	8. 반복 측정으로 데이터를 정확성을 기하였는가?		
	9. 관찰 결과를 자세히 기록하였는가?		
	10. 실험 자료를 보다 명료하고 조직화된 도표는 그래프로 나타내었는가?		
	11. 측정값을 수학적으로 계산하는 경우 오차 계산의 처리는 잘 하였는가?		
	12. 작성한 그래프를 알기 쉬운 형태로 변형시켰는가?		
결과의 도출 및 평가	13. 정량적인 관계를 제시하여 결론을 도출하였는가?		
	14. 얻어진 결과를 일반화하였는가?		
	15. 예상과 실험결과가 일치하였는 지와 일치하지 않았을 때 그 원인에 대해 서술하였는가?		
점 수 합 계			

라. 평가 문항 개발

이 단계에서는 실기 능력을 평가하기 위해 과학교육 전문가 3명의 도움을 얻어 한 개의 문항을 개발하였는데, 이 문제는 물리 영역에 국한된 실험으로써 실험 주제는 '진자의 운동'에 관한 내용이었다. 진자의 운동에 영향을 미치는 여러 가지 변인들과의 상관관계를 측정



하는 하는 것으로서, 평가문항의 초기 설계에서는 예비 실험 15분, 본 실험 30분, 보고서 작성 30분 등 총 75분으로 설정하였다. 예비 실험은 본 실험 수행에서 영향을 미칠 오류를 제거하기 위한 요인들을 정확하게 파악하고 있는지 여부를 판단하기 위해 설정하였다. 여기서는 측정에 의한 확률 오차와 실험 설계에 따른 계통 오차를 제거할 수 있는 방법을 학생들이 얼마나 판단할 수 있는지를 평가하는 데 목적을 두고 있다. 본 실험에서는 세 개의 독립 변인이 동시에 작용할 때 변인 통제와 측정 능력, 변인에 따른 결과 해석 능력에 중점을 두어 설계하였다.

일차 초안을 가지고 우선 초등 과학교육 대학원에 재학하는 일선 학교 교사 및 과학교육 전공 교수가 함께 예비 실험을 실시하였는데, 그 결과 실험문제의 용어가 초등학생들에게 익숙하지 않다는 지적이 있어 학생들에게 쉬운 용어로 수정하였다.

#### 마. 1차 예비 검사와 문항 수정

대전 소재 S초등학교 3, 4, 5, 6학년 각각의 학년에서 과학에 우수한 학생들을 2명씩 선발하여 2번에 걸쳐 예비 검사를 실시하고 비디오 카메라에 찍어 그 결과를 분석하여 문항을 수정하였다. 그런데, 1차 예비 검사 결과에 의하면, 실기 능력을 측정하는데 많은 시간이 소요될 뿐만 아니라 학생들이 문제를 이해하는데 어려움이 많았기 때문에 70분 이내에 문제를 해결하고 보고서 작성이 가능하도록 문항을 수정하게 되었다.

따라서 처음에 제시되었던 예비 실험을 본 실험과 관련된 주관식 문제로 대체하여 문항을 수정하였으며, 본 실험에서도 변인을 두 개로 제한하여 제시하였다.

#### 바. 2차 예비 검사와 문항 수정

1차로 수정된 문항을 가지고 2차 예비 검사를 실시한 결과, 보고서 작성을 제외하고 실험 시간 40분이 충분하지 못하였다. 따라서, 학생들이 실험을 수행하면서 필요 이상으로 시간을 허비하지 않도록 실험 장치를 간략히 하였다.

#### 사. 최종 검사 및 평가 문항 완성

과학교육 전문가 2명과 일선 과학교사 1명이 최종 검사를 실시하였는데 실험을 수행하는데 있어서 어떤 문제도 나타나지 않아 최종적으로 평가 문항을 완성하였다. 여기서 실험문제와 실험을 수행하는 시간은 40분, 보고서 작성 시간은 30분으로 제한하였다. 최종 완성된 문항은 <부록 1>에 소개되어 있고, 이 문항을 개괄적으로 살펴보면 다음과 같다.

(1) 검사 목적

- ① 측정에 오차가 수반됨을 알고, 오차를 줄이는 방법을 선택할 수 있다.
- ② 진자(추)의 주기에 영향을 미치는 변인들을 알아낼 수 있다.
- ③ 진자의 주기에 영향을 주는 변인들을 알아내기 위해 변인 통제를 할 수 있다.
- ④ 진자의 주기를 측정할 수 있다.
- ⑤ 측정된 값을 해석하여 변인의 영향 정도를 알 수 있다.
- ⑥ 측정 결과를 그래프로 나타낼 수 있다.
- ⑦ 실험 결과를 보고서로 작성할 수 있다.

(2) '실험문제' 내용

학생들이 추의 주기를 측정하는데 오차를 줄이기 위한 적당한 왕복 횟수를 찾는 것과 실험에 알맞은 2개의 추를 실에 매다는 방법을 고안하는 것을 취급한다. 학생들은 자신이 선택한 것에 대한 이유를 진술하여야 한다.

(3) '본 실험' 내용

앞서 푼 '실험문제'를 바탕으로 실험을 수행하도록 하였다. 문항의 내용은 추의 주기에 영향을 주는 변인(추의 무게와 추의 길이)을 제시해 주고 추가 흔들리는 각도는 일정하게 유지시키도록 하였다. 이 두 가지 변인들 중 추의 주기에 영향을 주는 원인을 찾아내기 위해 실험 수행 계획을 세우고 측정 결과를 그래프로 나타내게 하였다.

(4) 보고서 작성

보고서 용지는 각 학생들에게 4장을 나누어주고 그래프를 그리기 위해 모눈종이 2장씩을 따로 배부하였다. 보고서는 미리 '실험 목적→실험 계획→측정 결과→측정 결과에 대한 설명→결론'의 순서대로 작성하도록 하였다.

아. 실기 능력 평가 실시

1, 2차 지필 평가에 합격한 89명을 대상으로 먼저 실험에 대한 이해를 돕기 위한 2개의 실험문제를 제시하고 이 실험문제를 바탕으로 하여 '진자의 운동에 영향을 미치는 요인'에 대해 탐구하도록 하였다. 관찰 평가를 위해 과학교육 대학원 석사과정과 과학교육 심화과정에 있는 4학년 학생들을 관찰 교사로 선정하여 미리 실험에 대한 개괄적인 설명과 함께 평

가해야 할 사항, 주의 사항 등을 주지시켰다.

90명에 가까운 학생들이 동시에 실험을 수행하는 데는 몇 가지 문제점이 따른다. 첫째로 모든 학생들이 실험을 수행할 수 있는 일련의 실험기구 세트가 각자 마련되어야 하고, 둘째로 이들 학생을 모두 동시에 관찰 평가해야 한다는 점이다. 셋째로 또한 이들을 모두 수용할 수 있는 실험실 공간이 마련되어야 하며, 넷째로 시험이라는 점을 감안하여 이들이 서로 남이 하는 것을 볼 수 없도록 해야 한다.

이러한 문제점을 고려하여 전체 학생들을 3개 반으로 편성하여 한번에 1개 반씩 실기 평가를 실시하도록 하였으며, 실험은 될 수 있는 대로 간단한 실험기구를 이용하되 가능하면 학생들의 실기능력을 종합적으로 판단할 수 있도록 문제를 출제하였다.

또한 한 반의 학생들을 실험실 세 곳으로 분산시켜 실험실 당 학생의 밀도를 9명으로 극소화하였고, 한 실험실에 3명의 관찰평가 교사를 투입하여 1명의 관찰평가 교사가 3명의 학생들을 관찰 평가할 수 있도록 하였다.

따라서 90여명의 학생들을 평가하기 위해 총 9명의 관찰평가 교사가 투입되었고, 한 명의 관찰평가 교사가 세 번에 걸쳐 평가하는 학생 수는 총 9~10명이 되었다. 실기평가 시간에는 한 반에 70분씩 총 210분 이상이 소요되었다.

실험에 앞서 관찰 교사들은 학생들에게 미리 초시계 사용 방법을 알려 주어야 했고 '주기'라는 용어에 대한 부연 설명을 해주어야 했다.

또한 실험문제의 노출을 막기 위해 실험을 대기하고 있는 학생과 실험을 다 끝마친 학생 사이에 교류가 전혀 없도록 관리를 하였다. 실험을 다 마친 학생은 보고서를 1층의 다른 교실로 가서 작성하도록 하였으며 이때도 다른 학생들과 교류가 없도록 보안을 유지하였으며 보고서의 형식은 미리 예시로 제시하였다.

### 3. 연구 대상의 표집

본 연구를 위해 통제군으로서 학생의 표집은 2차에 걸쳐 이루어졌는데, <표 4>와 같이 1차 예비검사의 표집은 대전 소재 S초등학교 3, 4, 5학년 학생 각각 2명을 대상으로 문항을 투입하였다. 2차 예비검사는 같은 초등학교 다른 학생들 6명을 대상으로 문항을 투입하였다. 최종검사는 대전 지역의 초등학교 5학년 학생들 40명(남 22명, 여 18명)과 교장 추천에 의해 선발되어 과학영재학교에 지원한 충북 소재 3학년에서 5학년 학생 중 1차 지필 평가(1차 시험+논리적 시험+2차 주관식 시험)에 합격한 89명(남 60명, 여 29명)을 대상으로 문항을 투입하였다.

〈 표 4 〉 연구 대상의 표집

(단위: 명)

	제1차 예비검사			제2차 예비검사			본 검사					
	과학우수아			과학우수아			일반아			과학우수아		
	대전 소재			대전 소재			대전 소재			충북 소재		
	남	여	소계	남	여	소계	남	여	소계	남	여	소계
3학년	2	0	2	1	1	2	0	0	0	3	0	3
4학년	1	1	2	1	1	2	0	0	0	13	4	17
5학년	2	0	2	2	0	2	22	18	40	44	25	69
합계	5	1	6	4	2	6	22	18	40	60	29	89

#### IV. 연구 결과 및 분석

검사 후 자료 분석은 SPSS/PC+ 프로그램을 이용하였다. 검사에 대한 신뢰도  $\alpha$  값은 .64로서, 본 연구에서는 큰 문제가 없는 것으로 판단되었다.(정충영 외, 1997)

〈 표 5 〉 각 집단의 평균과 표준 편차(SD)

( ) 학생수

		일반아(40)*			과학우수아(89)**					
		총점	평균	SD	대전 소재			충북 소재		
					총점	평균	SD	총점	평균	SD
실기 능력 평가	실험문제	24	2.5	4.8	24	7.9	7.1	24	11.0	7.2
	관찰평가	36	19.3	5.5	36	21.2	6.2	36	23.4	6.7
	보고서평가	15	5.0	3.2	15	7.0	3.8	15	8.6	3.4
		75	26.7	10.5	75	36.0	13.2	75	43.0	12.9
	지필평가	실시하지 않음			150	107.5	19.6	150	119.0	17.7

\* 대전 소재 5학년 1개반 학생 집단

\*\* 청주교대 과학영재 센터에서 실시하는 2차 선발된 학생 집단

\*\*\* 최종 단계에 선발된 학생 집단

<표 5>는 실기 능력 평가 즉 실험문제, 관찰평가, 보고서 평가와 지필 평가에 대한 각 집단의 평균과 표준 편차(SD)를 나타낸 것이다. 다만 지필 평가가 경시대회와 영재학교 선발을 위해 평가되었기 때문에 일반아들은 지필 평가를 시행하지 않았다.

## 1. 실기 능력 평가 문항별 분석

### 가. 실험문제에 관한 분석

<표 6>와 같이 실험문제에서 과학 우수아의 경우 일반아보다 넓은 범위로 분포되어 있음이 알 수 있다. 또한, T값에 대해 양측 검정한 결과, 5% 유의 수준에서 두 집단의 평균은 유의한 차이가 있었다.

< 표 6 > 실험문제에 대한 일반아와 우수아의 차이 ( ) 백분위 점수

	N	평균	표준 편차	T-값	p
일반아	40	2.5(10.2)	4.9(20.3)	-5.05	0.00*
우수아	89	7.8(32.5)	7.1(29.6)		

\* p < 0.05

<표 7>에 따르면 우수아와 과학 영재아 사이에는 실험문제 점수에서 의미 있는 차이가 나타나지 않기 때문에 실험문제는 우수아와 과학 영재아의 구분에 영향을 주지 않았다.

< 표 7 > 실험문제에 대한 우수아와 과학 영재아의 차이 ( ) 백분위 점수

	N	평균	표준편차	T-값	p
우수아	89	7.8(32.5)	7.1(29.6)	-2.44	0.16
과학 영재아	47	11.0(46.0)	7.2(30.1)		

### 나. 보고서 점수에 관한 분석

<표 8>에서 각각의 평균을 사이에 두고 우수아와 일반아가 비슷하게 분포되었음을 알 수 있다. 그리고 보고서 평가에서 일반아, 우수아 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

〈 표 8 〉 보고서 점수에서 일반아와 우수아의 차이 ( ) 백분위 점수

	N	평 균	표준편차	T-값	p
일반아	40	5.0(33.1)	3.2(21.5)	-2.94	0.00*
우수아	89	7.0(46.7)	3.8(25.5)		

\* p < 0.05

<표 9>에서 우수아와 과학 영재아도 마찬가지로 평균을 사이에 두고 비슷하게 분포되어 있음을 알 수 있다. 또한 보고서 점수에서 우수아와 과학 영재아를 검정한 결과 p값이 0.05 보다 작으므로 유의도 수준 5%내에서 우수아와 과학 영재아 사이에도 통계적으로 유의미한 차이가 있음을 알 수 있다. 즉 보고서 평가 역시 우수아와 과학 영재아 사이의 변별에 기여하고 있음을 알 수 있다.

〈 표 9 〉 보고서 점수에서 우수아와 과학 영재아의 차이 ( ) 백분위 점수

	N	평 균	표준편차	T-값	p
우수아	89	7.0(46.7)	3.8(25.4)	-2.39	0.02*
과학 영재아	47	8.6(57.3)	3.4(22.6)		

\*p < 0.05

다. 관찰 평가(Checklist)에 관한 분석

<표 10>은 관찰 교사에 의해 평가된 관찰 평가(체크리스트)에 관한 일반아와 우수아간의 비교를 나타내고 있다. 일반아의 경우 평균이 19.3이고 표준편차는 5.5이며 우수아의 경우 평균이 21.2, 표준편차는 6.2로 나타났다. 위 예와 같이 T값이 -1.70이고 양측검정(2-Tail sig)의 유의수준이 .09로 .05보다 크므로 5%의 유의수준에서 두 집단의 평균이 같다고 볼 수 있다. 따라서 관찰 평가에서 일반아, 우수아간에 의미 있는 차이가 없었다.

〈 표 10 〉 관찰 평가에 관한 일반아와 우수아와의 비교 ( ) 백분위 점수

	N	평 균	표준편차	T-값	p
일반아	40	19.3(53.5)	5.5(15.4)	-1.70	0.09
우수아	89	21.2(58.9)	6.2(17.3)		

<표 11>에서 과학 영재아의 경우 관찰 평가에서 평균이 23.4, 표준 편차가 6.7로 과학 영재아로 선발되는 과정에서 평균은 증가했지만, 표준 편차 역시 증가하였다. 또한 관찰 평가에 대한 우수아와 과학 영재아들 사이에도 아래의 표에서 보는 바와 같이 p값이 0.05보다 크므로 의미 있는 차이가 없음을 알 수 있다.

< 표 11 > 관찰 평가에 관한 우수아와 과학 영재아의 비교 ( ) 백분위 점수

	N	평균	표준편차	T-값	p
우수아	89	21.0(58.9)	6.2(17.3)	-1.89	0.06
과학 영재아	47	23.4(65.0)	6.7(18.6)		

<표 12>은 다른 평가 영역과는 달리 관찰 평가에 있어 일반아와 과학 우수아, 과학 우수아와 과학 영재아 집단 사이에 통계적으로 유의미한 결과가 나오지 않았기 때문에 일반아와 과학 영재아 집단의 차이를 알아보았다. 그 결과 p값이 0.05보다 작으므로 두 집단 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

따라서 관찰 평가는 일반아와 과학 우수아, 과학 우수아와 과학 영재아의 변별에는 기여하지 않지만 일반아와 과학 영재아의 변별에는 도움을 주는 것으로 나타났다.

< 표 12 > 관찰 평가에 관한 일반아와 과학 영재아의 비교 ( ) 백분위 점수

	N	평균	표준편차	T-값	p
일반아	40	19.3(53.5)	5.5(15.4)	-3.10	0.003*
과학 영재아	47	23.4(65.0)	6.7(18.6)		

\*  $p < 0.05$

#### 라. 실기능력 평가에 관한 종합적 분석

<표 13>은 실험문제와 보고서 평가 그리고 관찰 평가의 종합 점수 대해 일반아의 경우 평균이 26.7이고 표준편차가 10.5이며 우수아의 경우 평균이 36.1, 표준편차가 13.2로 나타났다. T값이 -4.34이고 양측 검정의 유의수준이 .00으로 .01보다 작으므로 5%의 유의수준에서 두 집단의 평균이 같다고 볼 수 없다. 따라서 실기 능력 평가에서 일반아, 우수아간에 따라 통계적으로 의미 있는 차이가 있다는 결론을 내리게 된다. 즉 실기 능력 평가는 일반아와 우수아를 변별하는 도구로써 사용될 수 있음을 알 수 있었다.

< 표 13 > 실기능력 평가에서 우수아와 일반아의 비교

( ) 백분위 점수

	N	평균	표준편차	T-값	p
일반아	40	26.7(35.6)	10.5(14.0)	-4.34	0.00*
우수아	89	36.1(48.2)	13.2(17.6)		

\*  $p < 0.05$

<표 14>는 실험문제, 관찰 평가 그리고 보고서 평가에 이르는 종합 점수(실기 능력 평가)에서 우수아와 과학 영재아의 차이를 나타낸 것이다. 데이터를 분석해보면 실기 종합 평가에서 우수아, 과학 영재아 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있다는 결론을 얻을 수 있다. 따라서 본 실기 능력 평가지는 일반아와 우수아의 변별뿐 아니라 우수아와 과학 영재아의 변별에도 사용될 수 있다.

실험능력 평가에서 전반적으로 표준 편차의 범위가 넓다는 점을 주목해야 한다. 특히 일반아들보다 우수아들의 평균은 높은데도 불구하고 표준 편차가 크다는 의미는 지필 평가로만 선발된 우수아들 중에 지필 평가로 측정되는 과학적 능력에는 우수하지만 실기 능력에는 다소 떨어지는 학생들이 있는 것으로 해석할 수 있다.

< 표 14 > 실기능력 평가에서 우수아와 과학 영재아의 비교

( ) 백분위 점수

	N	평균	표준편차	T-값	p
우수아	89	36.1(48.2)	13.2(17.6)	-2.92	0.04*
과학 영재아	47	43.0(57.4)	12.9(17.2)		

\*  $p < 0.05$

남명호(1997)는 실기 평가와 선다형 검사간의 상관도에서 선다형 검사에서 높은 점수를 받은 피험자가 실기 평가에서 낮은 점수를 받은 빈도가 상당히 많다는 점을 언급하였다. 그는 현직 교사를 대상으로 “선생님께서 지금까지의 교육 경험에 비추어 볼 때, 학생이 지필 시험은 잘 보는데 실기를 못하거나 지필 시험은 잘 못하는데 실기는 잘 하는 사례는 얼마나 됩니까?”라는 질문에 대해 조사대상 중 ‘종종 있다’가 56%, ‘흔하다’가 14%, ‘매우 흔하다’가 6%로 전체의 76%가 그러한 사례를 경험한 것으로 나타났다. 즉 과학적 지식은 뛰어나나 탐구능력이 다소 떨어지거나 또는 탐구능력은 뛰어나나 과학적 지식이 부족한 학생들이 대



다수임을 알 수 있다.

따라서 과학 우수아나 과학 영재아를 선발할 때, 지필 평가로 측정하지 못하는 과학적 탐구 능력을 실기 능력 평가 또는 다양한 방법을 통해서 측정해야 함을 시사하고 있다.

## 2. 실기 능력에 대한 집단들의 영역별 상관 관계

### 가. 일반아들의 영역별 상관 관계

<표 15>은 일반아들을 대상으로 한 실기 능력 평가에서 실험문제와 관찰 평가, 보고서 평가 점수 사이의 상관관계를 나타낸 것이다. 결과를 보면 실험문제와 보고서 평가, 관찰 평가와 보고서 평가는 p값이 0.01보다 작으므로 유의 수준 1%에서 볼 때 상관 관계가 통계적으로 유의하지만 실험문제와 관찰 평가의 경우 p값이 0.05보다 크므로 통계적으로 유의하지 않다.

〈 표 15 〉 일반아들의 영역별 상관 계수

		실기 능력 평가		
		실험문제	관찰 평가	보고서 평가
실기 능력 평가	실험문제	1.000		
	관찰 평가	0.277	1.000	
	보고서 평가	0.329*	0.584**	1.000

\*  $p < 0.05$  , \*\*  $p < 0.01$

위 표에서 일반아 집단의 실험문제와 보고서 평가는 서로 약한 상관 관계(.329), 관찰 평가와 보고서 평가는 강한 상관 관계(.584)를 보이고 있다.

따라서 과학 탐구능력을 평가할 때에는 다양한 방법으로 평가해야겠지만 담임 교사 혼자서 일반아들을 대상으로 우수아를 선발할 경우 관찰 평가는 시간이 오래 걸리고 아동들을 통제하는 데 어려움을 겪기 때문에 관찰 평가와 호환성이 높은 보고서 평가( $r > .50$ )로 대처할 수 있겠다.

나. 우수아들의 영역별 상관 관계

<표 16>은 1차로 학교장 추천에 의해 선발되고 1, 2차 지필 시험에 통과한 충북 지역의 3, 4, 5학년 학생 89명의 실기 능력 평가의 데이터이다. 우수아 집단의 각각 상관 계수들은 p값이 0.05보다 작으므로 유의 수준이 5%에서 볼 때 통계적으로 유의한 상관관계이다.

〈 표 16 〉 우수아들의 영역별 상관 계수

		지 필 평 가	실기 능력 평가			
			실험문제	관찰평가	보고서	
지필 평가		1.000				
실기 능력 평가	실험문제	0.269*	1.000			
	관찰평가	0.386**	0.385**	1.000		
	보고서	0.413**	0.298**	0.424*	1.000	
		0.446**				1.000

\*p <0.05 , \*\*p <0.01

<표 16>에서 지필 평가와 실기 능력 평가 역시 .446으로 약한 상관 계수이다.

그러나 우수아들은 지필 평가가 상위권인 학생들이기 때문에 실지로 상관계수는 .446보다 낮게 나올 것이다. 일반적으로 강한 상관 계수라고 하면 .50이상인 경우를 일컫는데 우수아들의 상관 계수에서는 강한 상관도가 나타나지 않은 것을 보면 우수아들에게는 실기 평가의 여러 가지 영역들이 각기 다른 과학적 능력들을 측정하고 있음을 알 수 있다.

따라서 과학 우수아에서 과학 영재아를 선발할 경우, 과학 탐구 능력을 측정하기 위해 지필 평가뿐 아니라 실기능력 평가 등 다양한 방법으로 평가되어야 함을 시사하고 있다.

다. 과학 영재아들의 영역별 상관 관계

<표 17>는 1차 학교장 추천과 지필 평가에 통과한 89명의 학생들 중 1, 2차 지필 평가와 실기 시험 평가 점수를 합산해서 선발된 47명의 학생들의 상관 관계를 나타낸 것이다.

실험문제와 관찰 평가 그리고 관찰 평가와 지필 평가는 각각 상관 계수가 0.370과 0.296으로 통계적으로 유의미한 데이터이다. 따라서 과학 영재아 집단으로 좁혀 질수록 영역별 상관 계수가 낮게 나온 것을 보면 과학 영재아를 선발할 경우 지필 평가 위주의 방법을 지양하고 실기 능력 평가도 측정해야 함을 시사하고 있다.

또한 각 영역간의 상관 계수가 낮아서 서로간의 호환성은 없으며 관찰 평가와 실험문제, 지필 평가와 관찰평가의 상관도를 제외한 나머지 상관계수는 통계적으로 유의하지 않은 데이터들이기 때문에 일반화하는데 어려움이 있다.

〈 표 17 〉 과학 영재아들의 영역별 상관 계수

		지 필 평 가	실기 능력 평가			
			실험문제	관찰평가	보고서	
지필 평가		1.000				
실기 능력 평가	실험문제	- 0.097	1.000			
	관찰평가	0.296*	0.370*	1.000		
	보고서	0.205	0.205	0.258	1.000	
		0.154				1.000

\*  $p < 0.05$

## V. 결론 및 제언

본 연구에서는 초등학교 과학 영재아를 선발하기 위해 기존에 비용과 시간의 제약으로 실시하지 않았던 실기능력 평가문항을 개발하여 이것이 영재아 선발 과정에서 실기능력 평가결과를 분석하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

① 실험문제에서 일반아와 우수아 사이의 통계적으로 유의한 차이를 보이지만 우수아와 과학 영재아 사이에는 유의한 차이를 보이지 않았다.

② 관찰 평가에서 일반아와 우수아, 그리고 우수아와 과학 영재아 사이에는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 하지만 일반아와 과학 영재아 집단 사이에는 유의한 차이가 있었다.

③ 보고서 평가에서는 일반아와 우수아, 그리고 우수아와 과학 영재아 사이 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이고 있어 평가 도구로써 가장 실용성이 뛰어나고 신뢰도 역시 높은 것으로 판단된다.

④ 실기능력 평가(실험문제+관찰 평가+보고서 평가)는 일반아와 우수아, 그리고 우수아

와 과학 영재아 사이 모두 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있어 평가 도구로써 타당함을 알 수 있다. 실기능력 평가 문항에 대한 각 집단의 영역별 상관계수는 다음과 같다.

- 일반아 집단: 관찰 평가와 보고서 평가가 강한 상관도를 보여 호환성이 높은 것으로 나타났다.
- 우수아 집단: 각 영역 사이에는 모두 통계적으로 유의한 상관관계를 나타냈지만 약한 상관도를 보였다.
- 과학 영재아 집단: 관찰 평가와 실험문제의 상관도를 제외한 다른 상관도들은 통계적으로 유의하지 않는 상관도를 나타냈다.

⑥ 우수아 집단에서 실기능력과 지필 평가 사이의 통계적으로 유의한 상관관계(0.446)는 실기능력 평가의 타당성과 당위성을 입증한 통계치이다. 하지만 0.446의 상관도는 우수아 집단 즉 지필 평가(2차 선발)에서 상위 점수를 얻은 학생들을 대상으로 상관관계를 구했기 때문에 실지로 지필 평가와 실기능력 평가의 상관도는 0.446보다 낮은 상관도이다.

위의 상관도는 기존의 영재 선발 방식 - 지능 검사, 창의력 검사 즉 선다형이거나 지필 평가 위주의 선발 방식 - 에 대해 새로운 도전과 전환점을 시사하고 있다. 즉 과학 영재아를 선발하려고 할 때 다단계 평가 방식이거나 다양한 측정도구 - 즉 지필 평가, 실기 능력 평가 등 -를 사용하여 선발해야 함을 인식시켜 주고 있다. 특히 과학 영재아를 선발할 때 시간상, 비용상 여러 가지 여건 때문에 지나치게 쉬운 실기능력 평가에 대한 그 커다란 당위성을 암시하고 있다.

따라서 과학 영재아의 효율적이고 타당한 선발을 위해서는 과학분야의 축적된 지식과 동시에 과학자의 자질로서 필수 불가결한 것으로 보이는 과학적 사고과정을 주로 측정하는 검사 즉 전문가에 의한 개별화된 실기능력 평가를 동시에 활용할 필요가 있다. 본 연구의 후속 연구 과제를 제시해 보면 다음과 같다.

① 실기 능력 평가 문항이 물리 영역에만 한정되어 있어 물리에 흥미가 없는 학생들에게는 다소 불리한 점이 있었다. 그러므로 후속 연구로 다른 과학 영역(물리, 화학, 생물, 지구 과학)을 모두 망라할 수 있는 문항을 개발하여 과학 실기능력 평가가 타당하게 이루어지도록 해야 한다.

② 과학 영재아는 실기평가를 포함한 선발 절차에 의해 표집된 집단이므로, 과학 영재아 집단에 대한 실기평가의 타당성을 분석하는 데는 문제점이 있을 수 있으며, 분석에 있어서

이 점이 고려되지 않았다. 현재로는 과학 영재아라는 집단 표집에 대한 적절한 기준을 설정하기 대단히 어렵기 때문에, 이 부분에 대해서는 신뢰성 있는 연구가 요구된다.

③ 또한 과학 영재아를 선발하기 위해서는 지필 평가와 실기 능력 평가뿐 아니라 과학자적 태도와 흥미도를 잴 수 있는 다양하고 다단계적 방법을 모색할 필요가 있으며, 과학 영재아로 선발된 학생들은 전문화된 프로그램으로 지속적인 관심과 관찰로 평가되어야 한다.

## 참 고 문 헌

1. 권재술 외(1994), 초·중학생들의 과학탐구능력 측정도구의 개발, 한국과학교육학회지, 제 14권 3호, pp. 251~264
2. 김정휘 외(1990), 영재학생을 위한 교육, 교육과학사
3. 김재은 외(1990), 영재교육의 이론과 실제, 교육과학사
4. 김주훈 외(1996), 과학 영재 판별 도구 개발 연구( I ) -기초 연구 편-, 한국교육개발원
5. 김창식 외(1992), 과학학습평가, 교육과학사
6. 남도식(1994), 과학적 탐구능력 측정을 위한 자연과 실험 평가도구의 개발, 한국교원대학교 석사학위 논문
7. 남명호(1996), 수행평가의 타당성 연구, 고려대학교 박사학위 논문
8. 서형두 외(1993), 국민학교 과학영재 선발에 관한 연구, 한국과학교육학회지, 제13권 2호, pp. 172~186
9. 백성혜(1995), 과학탐구 실험대회의 문제점 분석, 한국과학교육학회지, 제15권 2호, pp. 173~184
10. 우종욱 외(1992), 대학 수학 능력 시험의 자연과학 탐구 능력 평가를 위한 행동 요소의 유출과 평가 목표의 상세화, 한국과학교육학회지, 제12권 2호
11. 우종욱 외(1993), 과학적 탐구 능력 성취의 종단적 연구, 한국과학교육학회지, 제 13권 3호, pp. 317~326
12. 이군현(1998), 영재 교육학 - 이론과 실제, 박영사
13. 이돈희(1996), 영재를 위한 심화 학습 프로그램 개발 연구, 한국교육개발원
14. 이종승 외(1985), 과학 영재의 선별 방법에 관한 탐색 연구, 한국과학기술대학 KIT 연구 보고서
15. 정완호(1992), 국민학교 과학 탐구능력 측정을 위한 평가도구 개발, 한국교원대학교 석사학위 논문
16. 조석희 외(1990), 중학교 영재를 위한 과학과 심화 학습 프로그램 개발 연구, 한국교육개발원
17. 조석희 외(1993), 고등학교 과학영재 판별도구 개발, 한국교육개발원
18. 조석희 외(1997), 영재 교육 정책 연구, 한국교육개발원

19. 한종하(1991), 과학영재 심화학습 프로그램 개발 연구II, 한국교육개발원
20. 허 명(1984), 과학 탐구 평가표의 개발, 한국과학교육학회지, 제4권 제1호, pp. 57~63
21. 전국교육대학교 과학교육 연구소 협의회(1994), 실험 실력 겨루기, 학생 과학 탐구  
올림픽 대회 중 과학 탐구 실험 대회 보고서
22. Belle Wallace(1983), TEACHING THE VERY ABLE CHILE, Professional Library
23. Derek Hodson(1992). Assessment of Practical Work : Some Considerations in  
Philosophy of science, Science & Education 1, pp. 115-144

<부록 1> - 최종 완성된 검사지

## 청주교육대학교 영재교육센터 과학반 실기시험

### < 주의사항 >

- ① 시험시간은 실험시간 40분과 보고서 작성시간 30분으로 총 70분이다.
- ② 실험시간에 여러분이 실험한 내용과 측정된 값들을 잘 기록하였다가, 실험이 끝나는 대로 방을 옮겨 보고서를 작성한다.
- ③ 실험이 일찍 끝나면 보고서 작성하는 시간을 길게 가질 수 있으나, 실험 시간은 문제풀이까지 포함하여 반드시 모두 40분 이내에 끝내야 한다.
- ⑤ 여러분은 문제지, 연습용지 2장, 답안지 1장, 실험 보고서용지 4장, 모눈 종이 2장씩을 받게 된다. 실험이 끝나면 연습용지를 포함하여 모두 제출한다. 모자라는 종이는 더 받아 사용할 수 있다.

학 교 :

이 름 :

수험번호 :



〈 실험문제 〉

이 실험문제는 여러분이 다음에 하게 될 실험을 수행하는데 도움이 되는 질문입니다. 다음 내용을 잘 읽어보고 물음에 대한 답변을 답안지에 기록하기 바랍니다. 이 문제는 10분 이내에 풀고, 실험을 하시기 바랍니다.

여러분은 실에 추를 매달아 진자를 만들어, 이것이 한번 왕복하는데 걸리는 시간을 측정하려고 한다. 이때 추가 한번 왕복하는데 걸리는 시간을 ‘주기’라고 한다. 여러 방법으로 같은 실험을 하였더니 다음과 같은 결과들이 나왔다. 다음 질문에 답하여라.

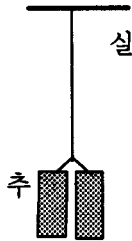
1. 추의 주기를 측정하는데는 여러 가지 방법이 있다. 초시계로 한번 왕복하는 시간을 재는 방법과 여러 번 왕복하는 시간을 재어 왕복한 횟수로 나누는 방법이 있다. 승렬이는 어떤 방법이 더 정확한지 결정하기 위해 방법에 따라 다섯번 반복 측정하여 그 결과를 다음과 같이 얻어냈다.

측정 방법	반복한 횟수					평균
	1회	2회	3회	4회	5회	
① 한번 왕복한 시간	0.84초	0.87초	0.81초	0.83초	0.88초	0.85초
② 5번 왕복한 시간 (총시간 ÷ 5회)	0.87초	0.87초	0.87초	0.86초	0.87초	0.87초
③ 10번 왕복한 시간 (총 시간 ÷ 10회)	0.86초	0.85초	0.86초	0.86초	0.86초	0.86초

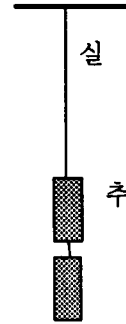
승렬이는 이 결과로부터 주기를 측정하기 위해 두 번째 방법, 즉 5번 왕복한 시간을 재서 5회로 나눈 값을 왕복 주기로 선택하는 방법이 이 실험에서 가장 좋은 방법이라고 생각하게 되었다. 왜 그렇게 생각하게 되었는지 위의 자료에 근거하여, 두 가지 이유를 찾아내어라.

2. 주연이는 실험을 하다가 추의 무게는 똑같은데 추를 매다는 방법에 따라 주기가 약간 달라진다는 사실을 알게 되었다. 즉 방법 1과 방법 2에 따라 주기를 재어보니 다음과 같았다. 이때 실의 길이뿐만 아니라 다른 조건들은 모두 같았고, 5회 왕복한 평균 주기를 이용하였다.

방법 1



방법 2



측정 방법	반복한 횟수					평균
	1회	2회	3회	4회	5회	
① 방법 1	1.26초	1.27초	1.27초	1.29초	1.28초	1.27초
② 방법 2	1.30초	1.31초	1.32초	1.31초	1.31초	1.31초

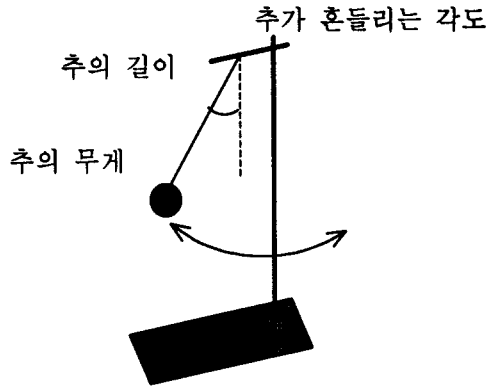
주연이는 측정 결과를 가지고 승렬이와 토론 끝에 여러 개의 추를 매달고 주기를 측정할 때는 첫 번째 방법이 옳은 것이라고 판단하게 되었다. 주연이는 추를 매다는 방법이 주기에 어떤 영향을 주었기 때문에 생각하게 되었는지, 그리고 왜 첫 번째 방법이 옳다고 생각하게 되었는지 그 이유를 써 보아라.

### < 실험 >

여기서는 앞서 푼 문제를 바탕으로 <실험>을 수행합니다. <실험>에서는 측정 결과를 기록한 후 보고서 용지에 실험보고서를 작성하여야 합니다. 이 실험을 30분 이내에 끝내고, 보고서를 작성하시기 바랍니다.

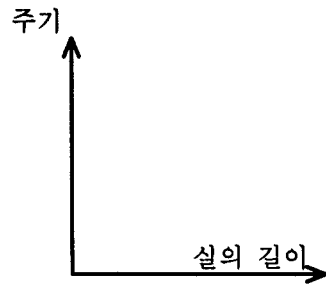
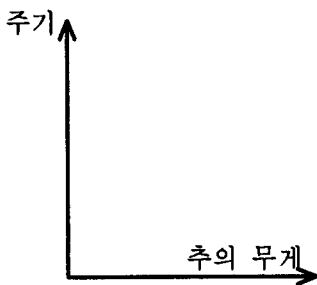
추가 왕복하는 주기에는 여러 가지 원인들이 영향을 주기도 하고 어떤 것은 영향을 주지 않기도 한다. 여기서는 주기에 영향을 줄 것이라고 생각한 요인으로서 두 가지를 선택하였다: 추의 무게(혹은 질량)와 실의 길이

두 가지 요인에는 두 가지 변화가 가능하다. 즉 가벼운 추와 무거운 추, 짧은 길이와 긴 길이로 된 실을 선택할 수 있다. 이때 흔들리는 추의 처음 각도는 모두 일정해야 한다.



이상과 같은 조건에서 어떤 원인이 추의 주기에 영향을 주는지 결정하는 실험을 수행하려고 한다. 앞서 푼 문제를 잘 생각해보고 다음 내용들을 잘 고려하여 실험을 수행하고, 실험보고서에도 그 내용이 포함되어야 한다.

- 1) 두 가지 요인에는 각각 다음과 같은 두 가지 변화가 가능하다.
  - ① 추의 무게: 추 한 개, 추 두 개
  - ② 추의 길이: 20cm, 40cm
- 2) 추의 무게나 길이에 관계없이 추가 처음 흔들리는 각도는 항상 30도에서 시작하였다.
- 3) 두 가지 요인 중 추의 주기에 영향을 주는 원인을 찾아내려고 할 때 어떤 방법으로 어떻게 하면 좋은지 실험을 수행할 계획을 세워야 한다.
- 4) 각 요인의 변화에 대한 주기를 재고 이를 모눈종이에 다음과 같은 그래프로 나타내어 보아라.



- 5) 위의 결과로부터 주기의 변화에 영향을 준다고 판단되는 요인과 주지 않는다고 판단되는 요인을 찾아내고, 그 이유를 설명하라.

<부록 2>

〈실험활동 평가지〉

평가자:

범주	평가 항목	이름: _____			이름: _____			이름: _____		
		번호:	번호:	번호:	번호:	번호:	번호:	번호:	번호:	
실험 목적과 내용	① 무엇을 실험하는 것인지 알고 있는가?(목적) · 비교적 빨리 이해(A) · 꽤 시간이 걸림(B) · 무엇을 하는지 모름(C)	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	② 실험의 내용을 이해하였는가?(TEXT) · 비교적 빨리 이해(A) · 꽤 시간이 걸림(B) · 무엇을 하는지 모름(C)	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	③ 앞서 푼 문제를 제대로 적용하는가? · 앞 문제의 의미를 잘 알고 그대로 적용(A) · 시행착오가 있음(B) · 앞 문제 적용을 전혀 못함(C)	A	B	C	A	B	C	A	B	C
실험 계획 및 수행	① 실험을 설계하고, 그에 따라 수행하는가? · 실험계획과 설계를 하고 그에 따라 수행(A) · 계획과 설계가 있으나 수행은 그와 다름(B) · 계획과 설계는 있으나 그대로 잘 안됨(B) · 되는대로 함(C)	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	② 측정 오차를 줄이기 위해 노력하는가? · 5번 왕복시간(A) · 한번 왕복하는 시간(B) · 10번 왕복시간(B) · 일관성이 없음(C)	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	③ 각도를 항상 일정하게 유지하는가?(30도) · 각도를 30도 이내에서 항상 일정(A) · 각도가 10-40도 이내에서 약간 변화(B) · 각도가 일정하지만 50도 이상이거나 10도 이하(C) · 각도 변화가 큼(C)	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	④ 변인통제를 하는가? · 네 경우 모두 측정하되 변인통제(A) · 네 경우 모두 측정하였으나 변인통제를 모름(B) · 네 경우 모두 하지 않음(C)	A	B	C	A	B	C	A	B	C
자료 해석 및 결론 도출	① 얻은 자료를 표로 만들었는가? · 자료를 표로 잘 만들(A) · 표를 만들었으나 복잡하고 일목요연하지 않음(B) · 자료를 대충 기록(C)	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	② 얻은 자료를 그래프로 만들었는가? · 그래프로 만들고 그 의미를 안다(A) · 그래프를 만들었으나 의미를 모른다(B) · 그래프를 만들 줄 모른다(C)	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	③ 얻은 자료의 의미를 해석할 줄 아는가? · 무슨 의미인지 잘 안다(A) · 해석하는데 어려움이 다소 있다(B) · 무슨 뜻인지 거의 모르고 있다(C)	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	④ 얻은 자료로부터 결론을 논리적으로 내렸는가? · 자료와 결론이 논리적으로 일치한다(A) · 결론을 얻는데 다소 어려움이 있다(B) · 자료와 결론이 전혀 다르다(C)	A	B	C	A	B	C	A	B	C
종합	전체적으로 보아 실험활동을 잘 하였는가?	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<b>점수 합계</b>										

특이한 소견: