

英才教育研究

Journal of Gifted/Talented Education

2006. Vol 16. No 1, pp. 43-61

## 과학영재의 선발과 과학수행과의 관련성 연구: 지구과학의 사례

김희수(공주대학교)

신명경<sup>1)</sup>(경인교육대학교)

### 요약

과학영재교육의 사례를 살펴보는 것은 영재교육의 형성적 평가라는 차원에서 의미가 있다. 이에 본 연구에서는 학생들의 선발과정에서 얻어진 성취도검사자료, 구술시험, 창의력 검사, 문제해결능력 검사 결과와 학생들이 입학 후의 과학수행이 어떤 관계가 있는지를 알아보고자 했다. 과학영재 특히 지구과학반 7학년과 8학년을 대상으로 한 본 연구는 과학탐구의 기본적인 요소인 실험설계능력에 초점을 맞추었다. 실험설계능력으로 나타난 실제적인 과학 활동 수행의 결과가 선발과 어떤 관계를 갖는가를 알아봄으로써 과학영재프로그램의 재조명을 꾀하고자 하였다.

주요어: 과학영재, 실험설계능력, 과학성취도

<sup>†</sup> 교신저자 : 신명경(mkshin@ginue.ac.kr)

본 연구는 공주대학교 과학영재교육원의 지원으로 이루어졌습니다.

## I. 서론

1998년부터 전국적으로 초등, 중등학생을 대상으로 하는 영재교육프로그램이 시작되었다. 이는 국외의 여타 우수 영재교육원이 영재교육관련 기초연구와 소규모의 시험적 영재교육프로그램을 운영하면서 오랜 시간에 걸쳐 규모를 확장하고 프로그램의 기틀을 다져왔던 방식과는 다소의 차이를 보인다. 국내의 영재교육원은 영재교육프로그램의 운영과 제반 관련 연구가 동시에 이루어져야하는 상당한 부담감을 안고 있음을 배제하지 않을 수 없다. 그러나 이러한 상황은 현장에 터한 연구 즉, 현장연구(action research)의 묘미를 살릴 수 있다는 점에서 제한점으로만 볼 일은 아니다.

과학영재교육프로그램에 대한 심층적 파악을 위한 기초자료 수집을 위해 영재아들을 대상으로 하는 탐구능력에 대한 분석연구는 매우 중요하게 간주되어오고 있다. 이에 본 연구에서는 영재아들의 실천적인 탐구능력인 실험설계능력과 기존의 과학 성취도간의 관계를 알아보고자 한다. 장기적으로는 이러한 연구 결과를 바탕으로 영재교육 현장에서 '학생은 실제적인 연구를 수행하는 능력을 향상시키며, 교수-학습의 과정이 곧바로 창의적인 연구'로 연결될 수 있는 교육이 이루어지도록 하는 프로그램의 종용과 방안마련에 기초자료로 활용될 것이다. 이는 기존의 모형을 이해하고 답습하는데 의존해왔던 하향식 연구행태를 탈피하고 우리의 영재교육의 현장에서 나타나는 문제들을 토대로 해결의 방안을 제시된다는 점에서도 의의를 둘 수 있다.

## II. 이론적 배경

### 가. 영재아에 대한 기초연구로서의 실험설계능력의 분석연구

실험설계능력을 창의적 문제해결능력의 일부로 간주할 때 이와 관련된 연구는 다음과 같이 정리될 수 있다.

우선 Torrance(1962)는 창의력을 실험설계과정에서 사용되는 다음과 같은 특성을 이용하여 보여주려 하였다: 문제에 대한 직감력, 문제점의 파악, 해결방법의 모색, 가설설

정, 실험을 통한 검사. 이러한 특성들은 여러 가지 자연과학교육과정의 개발을 위한 기본적인 아이디어를 제공하는 것으로 이해되고 있다. 한편 일반적인 창의력 측정은 언어 혹은 비언어적 자극에 대해 언어적 대응을 하는 양식으로 많이 이용된다(Taylor and Getzels, 1975). 창의력을 이해하는 양식이 다양하므로 창의력을 측정하는 기술 역시 다양하기 마련이다.

Hu와 Adey (2002)는 과학적 창의력은 삼차원적으로 이해될 수 있다고 제안하였다. 즉 1차원은 유창성, 융통성, 독창성으로 구성된 '특성(trait)', 2차원은 사고와 상상력의 과정 그리고 3차원은 기술적 산출물, 과학지식, 과학현상과 과학문제의 산출물이다. 여기서 유창성이란 독창적 아이디어를 얼마나 많이 만들어 내는가 이고, 융통성은 방향이나 진로를 얼마나 유연하게 바꾸는가이다. 즉 기존의 방식에 얽매이지 않는 것을 의미한다. 독창성은 통계적으로 해석이 가능한 것으로 대다수의 사람이 생각하지 못하는 극히 드문 답을 제안하는 것이다. 유창성, 융통성, 그리고 독창성은 일반적으로 Torrance(1990)에 의해 제시되어온 기본적인 창의력의 요소이나 과학적 창의력은 이외에 다른 두 차원을 추가한 보다 복잡하고 Subject Dependent 한 것으로 이해되고 있다.

Findley 와 Lumsden (1988)은 7세 아동에서 일반 성인을 대상으로 조사했을 때 창의력이 점진적으로 감소하는 것을 보고하고 있다. 그 이유로 사회적인 전통에 점차로 익숙해짐에 따라 그런 감소의 경향을 보였다고 덧붙이고 있다. 그러나 Chein(1982)은 영재학생의 창의적 사고능력은 나이에 따라 증가하고 있음을 역설하였다.

### 나. 실험설계능력을 통한 문제발견의 의미

실험설계능력은 과학문제를 해결하는 가장 중요한 단계이다. 특히나 문제 상황을 보다 구체적으로 발전시켜가는 것으로 문제 발견으로 해석하는 것이 큰 무리는 아닐 것이다. 문제발견을 존재론적이고 심리학적인 세 가지 차원으로 이해하려한 Dillon(1982)에 의하면 첫 번째 차원은 확실한 문제로 문제가 인식되는 것이고 두 번째 차원은 암묵적인 문제로 문제를 발견하는 것이고 세 번째는 잠재적인 단계로 문제를 발명하는 것이다. 기실 실제의 상황에서 이를 구분하는 것조차 어려울 것이다. 적어도 실험설계능력을 통해 나타나는 문제발견의 단계는 첫 번째와 두 번째 의 중간에 놓일 것으로 보인다. 첫 번째로 보지 않는 이유는 응답자가 실험을 설계하는 과정에서 서로 다르게 문제를 인식하고 서로 다른 변인을 사용할 가능성을 배제하기 어렵기 때문이다.

Runco와 Okuda(1988)는 문제발견과 발산적 사고에 대한 관계를 규명하는 연구를 하였다. 이를 위해 일단의 성인들에게 세 개의 언어적 발산적 사고 검사지를 투여하였다. 각 검사지는 세 개의 제시된 문제와 하나의 발견적 문제로 구성되었다. 제시된 문제는 예를 들어 “정사각형으로 생각될 수 있는 세 가지를 말해보시오”와 같은 유형의 문제고 발견적 문제는 학생들에게 과제를 규정해보라고 하고 나서 문제를 해결하도록 하는 형태의 문제이다. 결과적으로 성인들은 제시된 문제보다 발견적 문제에 대해 더 많은 응답을 한 것으로 나타났고 발견적 문제가 창의적 성취와 훨씬 유의미한 상관관계를 가지고 있음을 알게 되었다. 즉 회귀분석결과는 발견적 문제가 창의적 성취의 예측에 훨씬 뛰어난 영향을 알게 되었다고 할 수 있다.

Okuda, Runco와 Berger(1991)는 기존의 과제 예를 들면 감자와 당근은 비슷한가와 같은 문제에서 생각해 내는 것과 자연환경에서 맞닥뜨리는 문제를 해결하는 경우의 생각하기를 비교하였다. 이 두 종류의 과제 사이의 낮거나 혹은 적당한 상관관계가 예측되었다. 그 이유는 전통적인 문제와 실제세계에서의 문제는 서로 다른 전략과 동기유발을 일으키기 때문이다. 이들의 연구는 사고적 창의력(ideational creativity)의 경우 실제세계에서의 발견적 문제로 평가되어야 한다는 결론을 내리고 있다.

문제의 설정은 또한 문제의 해결보다 더 필수불가결한 것으로 이해된다. 즉 단순한 수학적이거나 실험적 기능을 통해 해결되는 것이 아닌란 것이다. 새로운 문제를 제시하고, 가능성을 설정하고, 새로운 시각으로 기존의 문제를 조명해 보는 것은 무한한 상상력을 요구하며 이를 통해 과학의 진보가 이루어질 수 있다는 것이다(Einstein and Infeld, 1938). 이렇듯 문제 발견과 문제형성의 과정은 모든 분야에 있어 창의적 사고와 창의적 수행의 중요한 측면이고 거듭 말하지만 문제해결보다 더 중요하고 문제해결과 뚜렷하게 구분되는 것이다.

물론 실험설계능력을 가지고 과학탐구능력의 전부를 표현하거나 과학적 창의력의 잣대로 보려는 시도는 무리이다. 그러나 과학실험설계는 탐구문제를 구조화하고 해결방안을 모색하는 과정의 중요한 핵심이며 문제해결과 실험의 수행을 전제로 한다는 점에서 다른 기타 과학탐구능력의 하위요소들에 비해 높게 평가될 수 있다. 특히나 1차적 지식(first hand knowledge)를 경험하게 하는 핵심과정이라는 점에서 의의를 갖는다. 일반적으로 데모실험이 큰 효과가 없으며, 과학이론을 검증하는 과정으로서의 실험은 그다지 만족스럽지 못한 학습결과로 이어지는 것을 알 수 있다(Milar, 1989). 즉 이 문제는 근본

적으로 실질적 실험을 통한 1차적 지식과 이미 검증된 과학지식의 저장소로서의 교과서에 담겨있는 2차적 지식사이의 관계를 과학교육자들이 적절히 해결해 내지 못한 데 기인한다.

이런 의미에서 본 연구에서 부차적으로 기대하는 것은 다이어트콜라 테스트가 실질적인 지식을 얻어가는 실험하기(experimentation)를 통한 1차 지식을 그리고 기존의 영재 선발을 위한 시험이 주로 2차적 지식을 묻고 있다고 가정할 때 이러한 1차와 2차 지식간의 관련성에 대한 논의를 할 수 있는 기회가 될 것으로 생각한다.

### III. 연구방법 및 과정

본 연구의 대상은 영재교육원에 등록된 7학년과 8학년 지구과학반 학생 22명이다. 이들 학생의 입학 시의 선발시험 결과 중 내용학에 대한 결과, 창의적 문항에 대한 결과, 문제해결력에 대한 결과를 Folwer(1990)이 개발한 비구조화된 문제로부터 문제해결을 위한 실험을 설계하는 능력을 살펴보는 Diet Cola Test의 실시 결과와 비교할 것이다.

Diet Cola Test(DCT)에 대해 살펴보면 다음과 같다. DCT는 Fowler(1990)에 의해 개발된 것으로서, 학생들의 실험 설계 능력을 볼 수 있는 개방적(open-ended) 검사 도구이다. DCT는 최근 들어 영재 프로그램의 적절성을 평가하는 목적으로도 자주 사용되고 있다. DCT는 사전·사후 검사로 구성되어 있고, 여러 가지 대체 형식이 존재한다. Adams와 Callahan(1995)의 연구에서 DCT의 대체 형식간 신뢰도는 0.76, 채점자간 신뢰도는 0.90~0.95 등, 대체로 높은 것으로 나타났고, 과학적 탐구 능력의 평가 도구로서 DCT를 사용하는 것도 타당한 것으로 밝혀졌다.

#### “별은 다이어트 콜라에 이끌리는가?”

위의 의문을 해결할 수 있는 실험을 구상해보시오. 자신이 작성한 실험 계획을 가지고 다른 사람도 실험해 볼 수 있도록 실험을 계획하시오.

[그림 1] DCT 검사

본 연구에서는 프로그램 투입 후에 <그림 1>와 같은 DCT를 실시하여 학생들의 과학적 탐구 능력의 향상 정도를 보고자 하였다. 사전 검사는 DCT 대체 양식 중 한 종류이며, 검사 시간은 15분이었다. Fowler(1990)가 제시한 DCT의 채점 기준을 다소 우리에게 맞도록 수정하였다. 즉 각 항목에 해당하는 기능(skill)이 나오면 1점씩을 부여한다. 아무것도 쓰지 않았거나, 실험을 기술하는 데 실패한 경우에 0점이 주어진다. 매우 드물게 아주 창의적이면서 올바르게 제시한 경우가 있는 데 이 경우는 2점을 부과한다. 본 연구에서는 그런 사례가 22명의 학생의 14개 기능 가운데 2회 정도 나타났을 뿐이다.

채점기준으로 제시된 실험설계와 관련된 총 14개의 과학탐구항목은 다음과 같다.

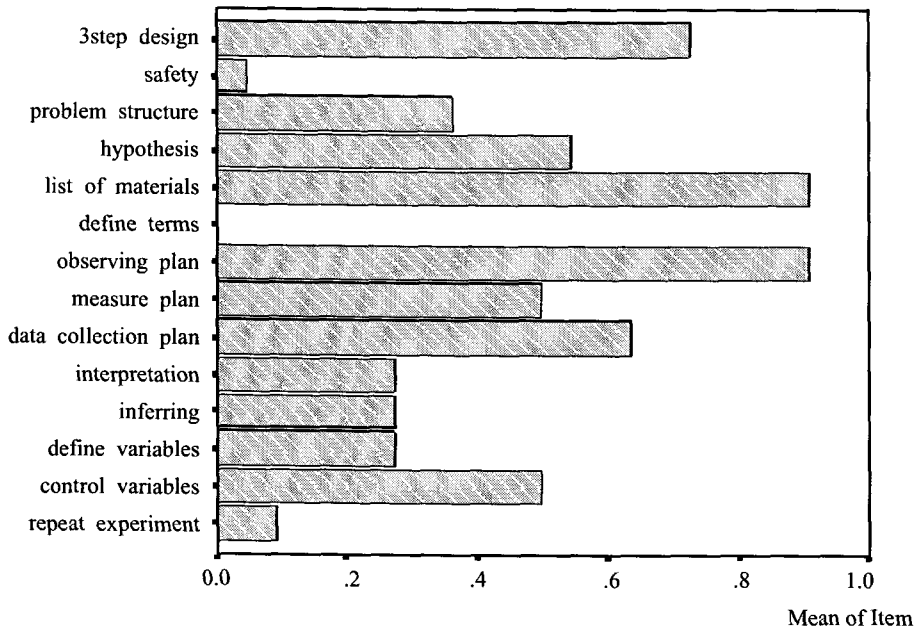
1. 3단계 이상의 순차적 실험과정을 기술하고 있는가?
2. 실험 시 안전 사항을 고려하고 있는가?
3. 문제나 질문을 진술하고 있는가?
4. 결과를 예측하고, 가설을 설정하고 있는가?
5. 실험 준비물 목록을 작성하고 있는가?
6. 실험의 각 용어들을 정의하고 있는가?
7. 관찰 계획이 있는가?
8. 측정 계획이 있는가?
9. 데이터 수집 계획이 있는가?
10. 데이터 해석을 위한 계획이 있는가?
11. 데이터에 근거하여 결론을 도출하기 위한 계획이 있는가?
12. 변인을 확인하고 있는가?
13. 변인을 통제하기 위한 수단을 계획하고 있는가?
14. 반복 실험을 계획하고 있는가?

각 항목별로 서술적 분석을 하고 선발평가의 결과와 실험설계능력 검사결과를 토대로 SPSS 11.5에 의해 ANOVA 분석을 실시하였다. 선발평가 항목은 지식을 묻는 객관식 문제, 문제해결에 초점을 맞춘 주관식 문제, 실험평가, 구술평가, 창의력 검사, 탐구기능 검사이며 선발과정의 두 개 학년의 차이를 고려하여 각 점수를 척도화 하였다. 그리고 이렇게 척도화(1점에서 10점으로)된 점수를 실험 설계능력과 비교하였다.

## IV. 연구결과 및 논의

### 가. 영재아의 DCT 검사 결과

다음의 그림은 간단하게 DCT의 결과를 종합하여 나타낸 것이다. 14개의 항목에 따른 학생들의 점수 경향을 알아볼 수 있다.



[그림2] 지구과학영재학생들의 DCT 검사결과

그림을 살펴보면 학생들이 저조한 점수를 보인 기능과 높은 수준의 성취를 이룬 것으로 나누어 볼 수 있다. 대표적으로 성공적인 항목은 실험을 순서대로 정리하기, 실험준비물 제시하기, 관찰계획 수립하기, 자료수집계획 수립하기 등이다. 이들 항목은 일반적인 학교실험에서도 주로 강조하여 제시되는 것으로 학생들에게 매우 익숙한 것으로 보인다. 반면에 그리 높은 점수를 얻지 못한 항목을 살펴보면, 우선 실험계획에서 사용된 용어를 정리한다거나, 안전수칙에 대한 언급을 하는 것은 한명의 학생에서도 나타나지 않았다.

이는 기존의 실험설계단계나 소개 과정에서 안전수칙을 크게 강조하지 않는 우리의 수업 문화와 관계가 있는 것으로 보인다. 또한 DCT에서 매우 중요하게 생각하는 실험에서 제시되는 문제의 구조화와 가설설정은 저조한 편이었다.

다음은 학생들이 제시한 실험 설계의 사례이다.

### 영재원 2년차-학생 1

실험주제: 벌은 다이어트콜라에 끌릴까?

준비물: 콜라, 다이어트 콜라, 벌들의 협조(동일한 양의 콜라)

실험장소: 벌집에서 약 10m 떨어진 곳.

실험과정:

1. 실험장소에 콜라와 다이어트 콜라를 나란히 놓는다.
2. 1분 간격으로 벌의 마릿수를 센다(단, 콜라캔에 거의 근접한 벌).

(콜라와 다이어트 콜라 그림을 그리고 벌을 그려놓았다.)

위의 예를 보면 실험설계에 대해 학생이 비현실적이거나 해결해야 할 문제로 인식하지 못하는 것을 알 수 있다. 위의 예처럼 단순히 그림을 그린 것으로 설계를 대신하거나, 실험문제에서 제기한 것을 문자 그대로 옮기기 만한 수준의 설계가 대부분이었다. 이는 문제가 다소 학생들의 적극적인 참여를 일으키거나 인지적 갈등을 일으킬 수 있는 상황을 제시하지 못하고 오히려 매우 비현실적인 것으로 이해될 수 있기 때문에 풀이된다. 특히나 국내에서 다이어트 콜라가 시판된 것이 극히 최근의 일이고, 학생들의 관심을 끌만한 소재가 아닐 수도 있다.

반면 다음의 경우처럼 1년차 학생의 실험 설계에는 진지함이 엿보인다.

### 영재원 1년차-학생 3

다이어트 코크(다이어트 콜라)에는 일반 콜라에 비하여 벌이 덜 올까?

다이어트 콜라에 일반 콜라에 비해 벌이 덜 올지 알 수 있는 실험을 설계한다.



### 실험1

1. 여러 가지 꽃을 야외에 놓고 벌들이 오기를 기다리다 15마리 정도의 벌을 잡는다.
2. 이 벌들을 하나의 플라스틱 상자에 넣고 상자의 양쪽에 다이어트 콜라와 콜라를 놓고 몇 마리의 벌들이 어느 쪽으로 가는지 알아본다.

### 실험2

1. 다이어트 콜라와 일반 콜라를 야외에 직접 놓고 몇 마리의 벌들이 오는지 알아본다.

### 실험3

1. 여러 종류의 음료수들을 놓고 벌들이 모이는 음료의 성분을 분석하여 공통된 구성요소를 알아본다.
2. 다이어트 콜라의 성분을 조사해 앞의 과정에서 찾는 공통의 구성요소를 알아본다.

### 예상결과:

다이어트 콜라에서도 단향이 나기 때문에 벌이 올 것이다.

예상결과를 언급하거나, 콜라의 어떤 성분들이 벌을 유인하는가에 대한 실험은 매우 높게 평가할 만하다. 적어도 영재원 프로그램에서 실험을 해본 경험이 훨씬 많은 2년차 학생들이 1년차 학생들과 큰 차이를 보이지 않거나 오히려 보다 정교하고 세심한 설계가 1년차 학생들에게서 발견되는 것은 반복적이거나, 틀에 박힌 실험에 익숙해져서 탐구문제에 대한 진지함과 참신함이 감소했기 때문일 것으로 추정된다.

학생들은 이 탐구문제를 실제로 해볼 것이라는 가정을 하지 않았기 때문에 실험 설계가 정교하지 않거나 구체적이지 않을 수도 있다. 만일 다이어트 콜라와 같은 유형의 문제를 실제 실험을 해보는 것을 전제로 해보게 한다면 다른 결과가 나왔을 것으로 생각된다.

또한 탐구문제를 이해하기 위해 살펴보아야 할 변인이 무엇인가에 대한 언급은 2년차 학생의 예에서는 거의 찾아볼 수 없으며, 1년차 학생의 예에서는 '공통요소'라는 변인으로 구체화되는 것을 볼 수 있으나 여전히 구체화되었다고 보기는 어렵다. 대체로 많은 피험자들은 변인설정에 대한 과정을 건너뛰거나 거의 언급하지 않은 채 탐구문제를 문자 그대로 적용하였다.

평균적으로 볼 때 이러한 결과를 통하여 학생들이 비구조화된 문제를 구조화 시켜서

실험을 통해 문제해결에 이르는 과정을 제대로 이수했다고 보기는 어렵다. 그러나 일부 학생들에게서는 구조화된 문제의 접근이 발견되기도 했다. 다음의 사례를 통해 살펴본다.

#### 2년차-학생 4

벌은 다이어트 콜라에 끌릴까를 확인하는 방법

- 1) 다이어트 콜라와 실제 콜라의 성분 확인을 한 후 그 차이를 비교한다.  
(다이어트 콜라에는 설탕이 빠져있다. 그럼에도 맛은 똑같다.)
- 2) 설탕과 같이 단맛을 내는 여러 가지 물질을 놓고 벌의 행동을 관찰한다.  
(꿀, 초콜릿이나 과일 과즙 등)
- 3) 오차를 줄이기 위해 벌 5마리를 가지고 관찰한다.
- 4) 당분이 높은 음식 중 무냄새(냄새가 없는)와 냄새가 나는 것을 두고 벌이 두 곳에 다가는가를 본다.
- 5) 실제 콜라와 다이어트 콜라를 두고 벌의 행동을 관찰한다.  
(콜라와 다이어트 콜라의 단맛이 차이가 무엇인가를 ...)

이 경우 비구조화된 문제를 나름대로 구조화한 노력이 보인다. 특히나 냄새라는 변인을 통제하려는 시도 또한 실험설계를 돋보이게 한다.

이런 맥락에서 다음의 1년차 학생의 예는 매우 흥미롭다.

#### 1년차-학생 3

실험목적:

1. 벌이 콜라주위에 모이는 목적을 알 수 있다.
2. 콜라와 다이어트 콜라를 비교하고 공통점과 차이점을 안다.
3. 콜라와 다이어트 콜라에 벌이 생기는지 생기지 않는지 알 수 있다.

가설:

1. 벌은 꿀이 많은 꽃에 모인다. 그는 꽃이 단 꿀을 함량하고 있음이다. 그래서 벌이 콜라 주위에 모이는 목적도 단 냄새를 맡고 모인다고 생각한다.
2. 콜라와 다이어트 콜라의 공통점은 단맛이 나는 물질이 있다는 것이고, 차이점은 콜라는 칼로리가 높은 반면에 다이어트 콜라는 칼로리가 낮다는 것이다.
3. 콜라에는 벌이 모일 것이며, 다이어트 콜라 또한 벌이 모일 것이다.

실험준비물:

1. 단맛이 나는 물질들(꿀, 설탕물, 사탕을 녹인 것, 콜라), 칼로리가 높은 물질들(밥, 콜라, 햄버거), 샬레, 벌 20마리정도, 막힌 공간
2. 콜라, 다이어트 콜라
3. 콜라, 다이어트 콜라, 벌 20마리정도, 막힌 공간

실험과정:

- 1-1. 단맛이 나는 물질과 칼로리가 높은 물질들의 성분을 측정한다.
- 1-2. 막힌 공간에 벌 20마리를 풀어놓고, 샬레에 있는 물질들 중 어느 곳에 모이는지 확인한다. (많은 벌을 풀어놓았으므로 이상한 벌을 신경 쓰지 않아도, 상대적으로 많이 모이는 곳을 보면 된다.)
  - 2-1. 콜라와 다이어트콜라의 성분을 알아본다(캔에 써있는 것 확인)
  - 2-2. 공통점과 차이점을 정리해본다.
- 3-1. 콜라와 다이어트콜라를 샬레에 넣는다.
- 3-2. 막힌 공간 안에 벌20마리를 풀어놓고 어느 쪽에 많이 모이는지 확인한다.

=> 이 세가지 실험을 통해 벌이 잘 모이는 물질의 성분을 알고, 벌이 좋아하는 성분을 안다. 이 성분을 넣지 않은 콜라를 만들어 낸다면 더 이상 콜라주위에 벌이 꼬이지 않을 것이다.

이 실험계획서는 콜라주위에 벌이 꼬이는 문제 상황을 가상하여 해결방법까지 제시하고 있다. 매우 구체적이고 개인적인 실제 상황으로 접근한 것이 매우 이채롭다. 그리고 실험설계의 전개과정이 비교적 분석적이고 구조화 되어 있다. 이 학생은 같은 등급의 학생들이나 2년차 학생들의 계획서 중에서도 가장 높은 점수를 받았다. 이 학생은 과학탐구토론대회에 참가한 경험을 가지고 있다. 그 과정에서 비교적 열린 탐구문제를 가지고 문제를 재구조화하고, 변인을 찾고, 문제 해결을 위한 실험이나 탐구과정을 고안하고, 탐구수행결과를 보고 및 발표 그리고 더 나아가 토론하는 경험을 했었다. 이러한 경험이 다이어트콜라 검사에서의 높은 점수와 관련이 있을 것으로 보인다. 즉 해결을 전제로 한 열린 혹은 비구조화된 탐구를 경험하는 것이 실험설계능력과 같은 과학탐구과정능력의 향상과 상당한 연관성을 갖고 있음을 보여주는 사례가 된다.

이 사례에서 또 하나 생각할 것은 진지한 탐구를 통해 학생이 경험하게 되는 것은 1차적 지식(First hand knowledge)을 경험하게 된다는 점이다.

#### 나. 영재아의 선발평가 결과와 DCT의 비교

영재학생들의 선발평가 결과와 DCT의 결과를 하나의 그림으로 다음과 같이 제시해 보았다. 선발에서의 각 평가항목들과의 일반적인 경향은 유사한 듯 보인다. 보다 정확한 통계적 분석을 실시한 결과 실제적으로 유의미한 상관은 없었던 것으로 보인다. 즉 DCT의 결과를 지식내용을 묻는 객관식 문제, 구술평가, 문제해결을 강조한 주관식 문제, 창의력 검사, 탐구능력검사, 실험평가와 비교하여 보았으나 어떤 상관도 유의미하지 않았다.

한편 학생의 변인인 남녀간, 학년 간 차이를 DCT 검사와 선발과정의 다양한 검사에 따라 차이를 조사한 결과가 <표1>과 <표2>에 나타나있다. 두 개의 표에서 알 수 있듯이 선발 총점의 차이에서의 학년별 차이를 제외하고는 모두 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

<표1> 영재학생들의 나이별(7학년, 8학년) 비교

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DCT점수	Between Groups	10.188	1	10.188	1.127	.301
	Within Groups	130.767	20	9.038		
	Total	130.955	21			
객관식 문제	Between Groups	1.274	1	1.274	1.319	.264
	Within Groups	19.317	20	.966		
	Total	20.591	21			
탐구능력	Between Groups	1.364	1	1.364	.665	.424
	Within Groups	41.000	20	2.050		
	Total	42.364	21			
주관식 문제해결	Between Groups	.002	1	.002	.001	.977
	Within Groups	35.817	20	1.791		
	Total	35.818	21			
구술문제	Between Groups	.002	1	.002	.004	.951
	Within Groups	7.817	20	.391		
	Total	7.818	21			
실험평가	Between Groups	4.418	1	4.418	1.968	.176
	Within Groups	44.900	20	2.245		
	Total	49.318	21			
창의력검사	Between Groups	.947	1	.947	.644	.432
	Within Groups	29.417	20	1.471		
	Total	30.364	21			
선발총점	Between Groups	35.006	1	35.006	10.331	.004
	Within Groups	67.767	20	3.388		
	Total	102.773	21			

<표2> 영재학생들의 성별 차이 비교

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DCT접수	Between Groups	5.455	1	5.455	.588	.452
	Within Groups	185.500	20	9.275		
	Total	190.955	21			
객관식 문제	Between Groups	1.024	1	1.024	1.047	.318
	Within Groups	19.567	20	.978		
	Total	20.591	21			
탐구능력	Between Groups	.547	1	.547	.262	.615
	Within Groups	41.817	20	2.091		
	Total	42.364	21			
주관식 문제해결	Between Groups	.668	1	.668	.380	.544
	Within Groups	35.150	20	1.757		
	Total	35.818	21			
구술문제	Between Groups	.218	1	.218	.574	.457
	Within Groups	7.600	20	.380		
	Total	7.818	21			
실험평가	Between Groups	1.552	1	1.552	.650	.430
	Within Groups	47.767	20	2.388		
	Total	49.318	21			
창의력검사	Between Groups	.947	1	.947	.644	.432
	Within Groups	29.417	20	1.471		
	Total	30.364	21			
선발총점	Between Groups	.256	1	.256	.050	.825
	Within Groups	102.517	20	5.126		
	Total	102.773	21			

## V. 연구 결론 및 제언

본 연구의 결과는 사례가 되는 영재교육원의 과학교육프로그램의 교육과정과 교육활동에 대한 총체적 평가(summative assessment)인 동시에 앞으로의 운영방향에 대한 기초자료가 될 형성적 평가(formative assessment)의 역할을 수행할 것으로 기대한다. 한편 과학실험설계능력의 검사지 개발과 시행을 통해 과학문제 발견력 및 실천적 과학탐구라는 새로운 영재교육 연구 분야를 활성화시킬 수 있을 것이다. 그러나 본질적으로 과학교육의 측면에서 1차 지식과 2차 지식간의 활발한 연계성을 풀어가는 향후 연구의 필요성이 더욱 고조되었다고 할 수 있다.

그러나, 1차 지식을 얻는 경험으로서 제시한 다이어트 콜라 테스트는 실제 피험학생들의 결과에서는 문제점이 나타났다. 학생들이 지식을 만들어가는 경험을 하기위해 그 첫 단계로서 실험 설계를 제안한 것이지만, 학생들은 실질적으로 다이어트 콜라에 벌이 끌리는 문제를 해결할 것으로 생각하지 않고 형식적으로 실험설계를 했던 것으로 해석된다. 1차 지식이 만들어지는 과정으로서의 실험설계가 이루어지려면, 우선 학생들이 그 문제가 실제 실험과정으로 이어져서 문제의 해결에 이르도록 해야 한다는 의무감이 없다. 이는 1년차 학생과 2년차 학생에게서 매우 비현실적인 단어와 어휘가 실험설계에서 사용 되는 것과, 대체로 회화화 한 점 그리고 두 학년간의 차이가 나타나지 않았다는 점들로부터 유추할 수 있다. 즉 실험설계를 통해 알아보고자하는 능력이 제대로 발휘되기 위해서는 피험자들에게서 현실감과 해결해야한다는 긴박감이 수반될 수 있는 상황이어야 함을 제안해 볼 수 있다.

이는 토마스 쿤의 과학적 훈련에 대한 설명과 맞닿아 있다. 즉 쿤에 의하면 '이전의 교과서에 의존해서 진행되는 과학적 훈련은 독단적이며, 권위적이다. 연구의 실재를 바탕으로 학생들을 가르치지 못하며, 대신에 기존의 지식과 과정의 전달에 급급하다' 고 하였다(Barnes, 1982:16). 여기서 이러한 전이가 어떻게 일어나는가를 설명하면서 쿤은 과학적 패러다임의 개념을 소개하였다. 결론적으로 쿤은 과학을 학습하는 것은 어떻게 하라는 식의 처방적인 형태를 띠지 않아야한다고 강조하고 있다(Milar, 1989).

영재 학생들의 선발과정의 여러 평가들이 실제 학생들의 비구조화된 문제의 실험설계를 통한 해결이라는 부분에 적절한 예측적도가 되지 못하였다. 이는 연구의 여러 가지 제

한점으로 인한 오차요인이 개입될 수 있다고 볼 수도 있다. 그러나 대체로 학생들의 실험 설계능력의 학년별 차이가 없다는 것으로부터 기존의 지식을 습득한 후 이를 연구를 통해 사용할 수 있다는 식의 안이한 태도가 문제가 있다는 것을 암시한다. 그 대안 중의 하나는 학생들에게 비구조화된 문제를 제시하여 실제로 이러한 연구 상황에 노출시키는 것이다. 이에 대한 시사점은 피험학생 중 가장 높은 DCT 점수를 획득한 학생이 과학탐구토론대회를 통해 이런 경험을 많이 하였다는 것으로부터 추론해 볼 수 있었다.

실험이라는 활동으로 상당부분 과학영재 프로그램이 진행된다. 그러나 쿤이 말한 '과학은 ~해야 한다'라는 처방적인 성격을 벗어나기 어렵다. 이는 내용이 심화되었거나 복잡한 형태의 실험이나, 구하기 어려운 실험기구를 쓰는 것과는 별개의 논점이다. hands-on활동만으로 충분치 않은 것은 brains-on의 활동을 통해 비로소 학습이 일어날 수 있기 때문이다. 기계적인 실험설계가 아닌 문제에 대한 해결의 의지가 그리고 지식이 내면화 및 개인화되는 상황의 제시와 설정이 무엇보다 과학영재프로그램에서 강조되어야 함을 다음의 인용구로 대신한다.

'학습자는 이미 어느 정도는 과학자이다. 학습자와 과학자의 차이는 종류라기보다는 정도의 차이라고 본다. 그들은 다음에서 차이가 난다:

- 가설을 구성하는데 어느 정도의 신경을 쓰는가?
- 가설을 시험해 보는데 있어서의 준비
- 그리고 자신의 아이디어와 이해한 바를 정교하게 다룰 수 있는 정도'

(Crooks et al., 1985).



## 참고문헌

- Adams, C. M., & Callahan, C. M. (1995). The reliability and validity of a performance task for evaluating science process skills. *Gifted Quarterly*, 39(1), 14-20.
- Barnes, B. (1982). *T. S. Kuhn and social science*, London, Macmillan.
- Chein, M. F. (1982). Creative thinking abilities of gifted children in Taiwan. *Bulletin of Education Psychology*, 15, 97-110.
- Crookes, J. et al., (1985). *Science as a process: encouraging the scientific activity of children*, The Science Curriculum Review in Leicestershire, Leicester, Leicestershire Education Authority.
- Dillon, J. T. (1982). Problem finding and solving. *Journal of Creative Behavior*, 16(2), 97-111.
- Einstein, A. & Infeld, L. (1938). *The evolution of physics*, New York: Simon and Schuster, Inc.
- Finlay, C. S. & Lumsden, C.J.(1988). The creative mind: toward an evolutionary theory of discovery and innovation. *Journal of Social and Biological Structures*, 11, 3-55.
- Fowler, M. (1990). The diet cola test. *Science Scope*, 13(4), 32-34.
- Hu, W. & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24 (4), 389-403.
- Milar, Robin (1989). *Doing science: images of science in science education*, The Falmer Press, Taylor & Francis Inc.:PA, 53-57, 216p.
- Okuda, S.M., Runco, M. A., & Berger, D. E. (1991). Creativity and the finding and solving of real-world problems. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 9, 45-53.
- Runco, M. A. & Okuda, S. M. (1988). Problem-discovery , divergent thinking, an the creative process, *Journal of Youth and Adolescence*, 17, 211-220.
- Taylor, I. A., & Getzels, J. W. (1975). *Perspectives in creativity*. Aldine Publishing Company, Chicago.
- Torrance, E.P. (1962). *Guiding creative talent*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Torrance, E.P. (1990). *Torrance test of creative thinking*, Beaconville, IL: Scholastic Testing Services.

## **Abstract**

### **A Study of Exploring Relation between Talent Search Procedure and Scientific Experiment Designing of the Gifted : A Case of Earth Science**

Hee-Soo Kim  
(Kongju National University)  
Myeong-Kyeong Shin  
(Gyeongin National University of Education)

This study mainly intended to investigate the relation between scientific inquiry and several entrance exam results of the gifted in earth science gifted program. The scientific inquiry was tested with their experiment designs. Entrance exams included achievement scores, creativity scores, problem solving, and oral test of high ability students. Student entrance scores were used to judge the level of students' competency in science. Recently students' ability of 'doing science' as measured by their designing experiments has been highly appreciated as a criteria of scientifically gifted students. One of the well known tests was Diet Cola Test developed by Fowler(1990). We used it as a test to figure out students' experiment design ability. We selected 22 gifted students in earth science. We compared their entrance test scores and Diet Cola Test results. Based on the comparison results we proposed several guideline of science education program for high ability students.

**Key words** : scientifically gifted, experimental design, science achievement