

英才教育研究
Journal of Gifted/Talented Education
2000. Vol. 10. No. 1, pp. 75~104

과학 영재 교육 프로그램에 대한 분석 연구 I - 물리 영역을 중심으로 -

박 종 원(전남대, 과학교육연구소¹⁾)

이 증 백(전남대, 과학교육연구소)

오 원 근(서울대)

박 증 석(공주대)

I. 서론 및 연구 목적

최근 들어 국가적으로 수학 과학 영재에 대한 관심이 높아지면서 1999년 영재교육진흥법이 통과되고, 현재 전국 12개 (교육)대학에서 한국과학재단 지정 과학영재 교육 센터가 설립 운영되고 있다. 이러한 센터 중의 하나로 전남대학교에서도 1998년부터 중학교 2학년을 대상으로 총 120여명의 학생을 선발하여 수학반, 과학 I반(물리, 지구과학), 과학 II반 (화학, 생물), 정보 과학반을 각각 100시간씩 운영하기 시작하였다. 1999학년도에도 새

1) 이 논문은 1998년도 전남대학교 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

로운 학생을 선발하여 1년차 교육을 실시함과 동시에 98학년도에 1년차 교육을 받은 학생을 대상으로 2년차 교육(수학반, 물리반, 화학반, 생물반, 지구과학반, 정보과학반)을 연속해서 실시하였다.

이러한 영재교육에 대한 관심과 노력이 성공적이기 위해서는 영재교육 프로그램의 개발과 직접적인 적용뿐 아니라, 그에 대한 연구도 함께 이루어져야 한다. 전남대학교 과학영재 교육센터는 이러한 측면에서, 과학영재교육의 철학과 교육목표, 프로그램의 내용과 특성, 학생선발 방법, 교육방법 등에 대한 방안을 논의한 바 있다(조정일 외, 1998). 그러나, 이러한 기본방향의 설정에 대한 논의만으로 과학영재 교육에 대한 연구가 충분한 것은 아니다. 좀더 구체적으로 과학 영재아들의 구체적인 특성에 대한 연구(이해명, 1999)나, 과학 영재 교육 프로그램의 특성과 수업 모형 및 수업 전략에 대한 연구(정원우 외, 1999; 박성익, 1999) 등이 필요하다. 또 이미 개발된 교육 프로그램이라고 하더라도 실제로 적용하면서 학생들이 어떠한 반응을 보였는지, 그러한 반응으로부터 우리나라 중학 과학 영재들을 위한 교육 프로그램의 특성은 어떠해야 하는 지에 대한 연구 등도 필요하다. 특히, 이러한 연구는 과학 영재 교육에 대한 일반론적인 논의와 더불어 실제적이고 구체적인 자료를 제시해 줄 수 있다는 측면에서 매우 중요하다.

이에 본 연구에서는 전남대학교 과학영재교육 센터에서 개발한 물리 영역의 교육 프로그램을 대상으로 다음과 같은 내용의 연구를 실시하였다.

- 전남대학교 과학영재교육 프로그램(물리 영역) 내용의 특징을 4가지 준거(새로움과 기이함, 실제적 상황, 컴퓨터 사용, 인지적 도전)에 따라 분석하고, 활동 수준도 4단계별(단순지시활동, 기본탐구활동, 상위탐구활동, 창의적 활동)로 분석한다.
- 교육 프로그램에 참여했던 학생들의 반응(설문지, 면담지, 연구자 관찰)을 조사 분석한다.
- 학생들의 반응으로부터 앞으로의 과학 영재교육 프로그램 개발에 대한 제안을 제시한다.

II. 이론적 배경

이연섭 외 (조석희 등에서 인용, 1996)는 영재교육과정을 개발할 때 고려해야 할 원칙

으로 12개 요소를 제안하였는데, 이것을 다시 재구성하면 다음과 같이 4개 영역으로 범주화할 수 있다.

- 내용 영역 (다양하고, 통합적이고, 상호연관적이며, 개방적이고 깊이 있는 내용 강조)
- 사고 영역 (연구 기능과 능력, 생산적이며 추상적인, 고급 사고기능 강조)
- 창의성 영역 (새로운 아이디어, 기법, 자료, 형태의 산출 격려)
- 평가 영역 (적절하고 구체적인 증거에 의한 학생 산출물의 평가)

또한, 조석희 등 (1996) 은 개발된 영재교육 프로그램으로 다음 3가지를 소개한 바 있다: 하버드 대학과 BBN 연구소, 그리고 베네주엘라 정부의 합작으로 문제해결력 신장을 위해 개발한 오딧세이(Odyssey) 프로그램, 수평적 사고력 개발을 위한 DeBono의 CoRT (Cognitive Research Trust) 프로그램, 그리고 1994년 창의력 신장을 위해 한국교육개발원에서 개발한 사고, 탐구 창조 프로그램. 그러나, 이와 같이 소개된 프로그램들에 의하면, 주로 사고기능이나 창의적 기능의 향상을 강조하고 있으며, 내용에 대한 분석이나 특징들이 포함되어 있지 않다. 더구나 그것이 특별히 과학영재를 위한 프로그램인지에 대한 명시가 없다.

이에 반해, 오영주(1998)가 소개한 미국 퍼듀대학의 Super Saturday 프로그램에서는 구체적으로 주제 내용을 제시하고 있다. 또, 국내의 시도교육청과 대학의 과학영재교육센터에서 개발 운영하고 있는 과학 영재 교육 프로그램에는 좀더 구체적인 주제들이 소개되고 있다. 그러나, 여기에서도 그러한 주제가 어떠한 특성을 가지고 구조화되어 있는지에 대한 분석결과를 제시한 연구 결과를 찾아보기 힘들다. 따라서, 과학 영재 교육 프로그램의 특성에 대한 실질적인 논의를 위해서는 구체적으로 어떠한 주제 내용이 도입되고 어떻게 구조화되어 있으며 어떠한 특성을 가지고 있는지 등을 분석하고 그 결과를 제시하는 것이 필요하다 하겠다.

영재 교육 프로그램에 대한 학생 및 교사 반응으로부터 프로그램에 대한 분석과 평가를 위해 조석희 등 (1996)은 설문지를 개발하였다. 여기에는 주로 리커트 척도 방식을 사용하였고, 교사용 및 학생용, 프로그램 사전 평가 및 사후평가로 나누어 실시하였다. 그러나 여기에서도 정성적 분석이 부족하고, 특히 실제 학생들의 활동 중에 학생들과 면담하거나 학생들의 활동을 관찰하는 등의 방법이 도입되지 않아 영재 프로그램을 평가하는

데 포괄성이 부족하다.

이 외에 경기과학 교육원과 대구교육청 등 시도교육청에서 시도한 과학 영재 프로그램에 대한 자체 분석 평가결과를 보면, 첫째, 프로그램의 내용이 대학 진학과 직접 관련성이 없다는 이유로 진학에 지장을 초래할까 우려하여 학생과 학부모가 소극적인 자세로 참여하였고, 둘째, 영재교육 지도 프로그램이 부족하고, 자체 개발한 프로그램들도 체계적인 지도가 어려웠으며, 셋째, 영재들의 높은 지적 수요에 맞는 학습 기자재나 지도기술이 미흡했다는 것 등을 볼 수 있다.

이와 같이 과학 영재 프로그램 평가를 위한 몇 가지 분석틀에 대한 연구나, 실제 프로그램에 대한 분석 결과 보고가 있지만, 그것이 포괄적이지 못하거나 체계적으로 분석 결과를 보고하지 않는다는 측면에서 보완될 점이 많이 있었다. 따라서, 본 연구에서는 프로그램 분석을 위한 틀을 제안하고 좀 더 구체적이고 체계적으로 중학 과학 영재 교육 프로그램을 분석하고자 한다.

Ⅲ. 전남대학교 과학 영재 프로그램(물리 영역) 의 특징 및 개발 배경

본 전남대학교 과학 교육 영재 프로그램(물리 영역)은 다음과 같은 세 가지 특징을 갖는다.

- 내용에 기초한(content-based), 확장된 경험(extended-experiences)을 강조하였다.
- 컴퓨터를 통한 가상실험(simulation)을 도입하였다.
- 학생의 인지적 도전(cognitive challenge)을 자극하도록 하였다.

이와 같이 세 가지 특징을 갖도록 개발하게 된 배경은 다음과 같다.

① 내용에 기초한, 확장된 경험과 중학 과학 영재 프로그램

Mumford (1997)는 창의성에 대한 다음과 같은 질문을 하였다: 실제 세계에 대한 경험이 학생들의 창의적 사고기능 발달을 도울 수 있을까? 학생들이 기본 개념과 원리에 대해 분명히 이해할 필요가 있을까? 이러한 질문에 대해 그는 ‘그렇다’라는 답을 내렸다. 즉, 경험적 접근방법은 영재아들을 위한 혁신 프로그램에서 중요한 새로운 요소임을 강조하였고(Renzulli, 1994), 따라서 교육 프로그램은 학생들에게 중요한 사실적 정보를 제공해 주며 기이한 관찰(anomalous observation)을 제공해 줄 수 있어야 한다고 지적하였다.

과학 혁명의 과정, 즉 새로운 패러다임의 창안 과정에서도 기이함 또는 변칙(anomaly)은 중요한 역할을 한다. 즉, 쿤(Kuhn)은 새로운 발견은 변칙(anomaly)에서 시작한다는 것을 다음과 같이 강조하였다.

"발견은 변칙성을 인지함으로써, 즉, 자연이 정상과학을 주도하는 패러다임에 의해 유도된 기대를 깨뜨렸다는 사실을 인정함으로써 비롯된다. ... 그리고 패러다임 이론을 수정하여 변칙적인 상태까지도 예측이 가능해질 때 비로소 그러한 탐구가 끝나게 된다." (Kuhn, 1970. p.52-53)

박종석 등 (1999)도 초등영재를 대상으로 실시한 과학캠프 활동 평가 연구를 통해, 학생들은 신기성, 참여성, 지적 호기심의 3가지 준거 중에서 한가지만 만족되어도 흥미로운 활동으로 생각한다는 것을 관찰하였다.

또한, Mumford (1997)는 창의적 사고기능은 상황의존적임을 주장하였다. 따라서, 기본 개념과 원리들을 명확하게 할 뿐 아니라, 그에 대한 다양한 예시들을 제공해 주어야 한다고 주장하고, 창의적 사고기능들은 구체적으로 다양한 내용 영역에서 적용될 필요가 있음을 강조하였다(Campbell, McCloy, Oppler & Sager, 1993). Sternberg와 Clinkenbeard (1995)도 영재의 주요 기능으로서 분석적 능력과 창의적 능력뿐 아니라 실제적 능력(practical abilities)도 포함시켰다. 즉, 형식적이고 이론적인 내용을 실제 세계에 적용하고 설명할 수 있는 능력을 영재들의 주요 능력의 한 요소로 보았다.

이러한 측면에서 본 영재 프로그램은 구체적인 내용에 기초한 프로그램(content-based program)이라고 할 수 있으며, 다양하고 새로운 현상들을 포함시킨 확장된 경험들

(extended experiences)을 제공하도록 개발되었다. 여기에서 다양성이란, 여러 분야(역학, 전기와 자기, 광학 분야 등)의 내용을 다루었음을 의미한다. 그리고 새로움이란, 컴퓨터를 이용한 실험, 새로운 실험이나 시범 내용, 그리고 첨단 과학의 내용이나 일상생활 속에서의 과학내용 등과 같이 일반적인 교육과정에서는 접해볼 수 없었던 내용이 포함되어 있으며, 그러한 새로운 내용이 학생의 인지적 비평형을 유발하도록 의도되었다.

② 컴퓨터 실험과 중학 과학 영재 프로그램

최근에 과학 연구 활동에서 컴퓨터는 매우 중요하게 활용되고 있으며, 앞으로의 중요한 한 분야로 자리잡을 것으로 강조되고 있다(이구철, 1999). 과학 학습과 연구에서 컴퓨터의 활용은 다양하게 제안되어 왔으며, 특히 시뮬레이션(simulation) 프로그램의 활용과 인터페이스와 센서를 이용한 실험들이 크게 강조되고 있다(Barton, 1998; 박종원 등, 1999; 이종백 등, 2000).

학습면에서도 시뮬레이션을 이용한 실험은 학생의 개념적 이해에 도움이 되거나(Hanson & Bug, 1995), 구성주의적 관점에 기초하여 적용하였을 때 개념 변화에 도움을 준다고(Windschitl & Andre, 1998; Weller, 1995) 보고한 여러 연구들이 있다. 나아가 학생들의 탐색적 또는 발견적 학습을 구성하는 요소를 추출하기 위해 컴퓨터 시뮬레이션을 사용하였을 때 학생들의 탐색적 또는 발견적 학습에 도움을 줄 수 있다는 연구 결과도 있다(Njoo & Jong, 1993). 또한, 박종원 등 (1998)은 창의적인 과학 탐구 활동에서 이상조건의 사용이 중요함을 지적하면서, 이상조건의 사용을 위한 구체적인 전략으로 시뮬레이션 프로그램의 활용을 강조한 바 있다. 이러한 측면에서 시뮬레이션을 이용한 과학적 탐구 활동은 과학 영재교육을 위한 새로운 방법으로 사용될 수 있다고 본다.

이러한 이점들에 의하면, 컴퓨터 실험은 보다 더 고차적인 분석과정과 개념을 이용한 사고활동을 할 수 있게 한다는 측면에서(예를 들면, Summer, et al., 1991; Linn & Songer, 1991; Friedler, et. al., 1990; Newton, 1997) 영재교육에 적용될 수 있는 특성을 가지고 있다. 따라서, 본 프로그램에서는 컴퓨터를 이용한 가상실험을 도입하였다.

③ 인지적 도전과 중학 과학 영재 프로그램

Sternberg와 Clinkenbeard (1995)는 영재의 판별과 교육, 그리고 평가의 일관적 적용을 위한 모델 연구에서 영재들이 특별히 인지적 노력을 필요로 하지 않을 만큼 과제가 평이한 경우에는 영재 교육에 전혀 영향을 주지 않을 수 있음을 지적하였다. Park and Kim (1998)도 과학 고등학교 학생에게 자신들의 선개념(preconception)과 불일치하는 상황으로, 단순탐구기능(단순 관찰)을 통해 얻어지는 실험결과와 고급탐구기능(변인통제)을 통해 얻어지는 실험결과를 각각 제시하고 그들의 개념변화과정을 비교하였다. 연구 결과, 더 많은 인지적 노력을 요구하는 고급탐구기능을 통해 얻어지는 실험결과의 경우에 더 많은 학생의 개념이 변화하였음을 관찰하고, 학생의 개념변화에 인지적 노력이 중요한 요소임을 지적하였다.

개념적 이해에서 인지적 노력과 도전이 필요하다는 것은 피아제의 인지적 비평형 이론에서도 추론할 수 있다. 즉, 학생은 자신의 현재 인지구조로 설명될 수 없는 현상에 접하게 되었을 때, 인지적 비평형 상태가 되며 이러한 인지적 비평형(cognitive disequilibrium)은 평형화 과정이라는 인간의 자율 조정 과정(self-regulatory process)을 통해 새로운 인지구조로 발달해 나가게 된다. 특히, 이러한 인지구조의 발달은 기본적으로 인간의 능동적이고 자발적인 활동에 의한 것임을 강조하였다(Bell-Gredler, 1986).

과학 학습에서도 학생의 인지적 갈등이 개념의 변화에서 중요한 요소임을 강조해 왔다(박종원, 1992; Hasheweb, 1986; Posner et al., 1982). 이러한 인지적 갈등에는 크게 다음 4가지가 있다: 기존의 인지구조와 새로운 현상과의 인지적 갈등, 기존의 인지구조와 다른 인지구조와의 인지적 갈등, 새로운 인지구조의 실제 현상과의 인지적 갈등, 인지구조와 신념체계와의 인지적 갈등. 이와 같은 인지적 갈등은 일반 학생뿐 아니라 과학 영재들에게도 중요한 요소가 될 수 있을 것이다. 즉, 여러 가지 유형의 인지적 갈등을 영재들이 인식하도록 돕는 것, 그리고 그들에게 인지적 도전을 불러일으키도록 돕는 것은 과학 영재교육 프로그램에서 중요한 요소가 될 수 있다.

따라서 영재들을 위한 프로그램은 학생들이 스스로의 행동에 책임을 지고 창의적으로 실험하며 탐구하도록 고안되어야 한다(Cropper, 1998). 그리고 쉽게 결과가 얻어지지 않거나 실험 결과의 해석이 쉽게 이해되지 않더라도 그들의 인지적 도전을 자극할 수 있을 정도의 난이도를 가지는 것도 필요하다고 하겠다. 이에 본 프로그램에서도 학생의 인지적 도전을 불러일으킬 수 있도록 하였다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구에 참여한 학생은 전남대학교 과학영재교육 센터에 참여한 학생들 중에서 과학 I반의 물리영역에 참여한 30명의 학생이다. 이들은 전남대학교 과학영재교육 센터에서 자체 실시한 선발고사를 통해 선발된 학생들로서, 광주시와 전라남도에 거주하며 중학교 2학년으로 각 학교에서 상위 3%에 속한 학생들이다.

이들은 모두 1년 동안 매주 토요일마다 3시간씩 총 100시간의 영재교육을 받았는데 물리영역에 해당되는 시간은 50시간이었다. 30명은 15명씩 2개 반으로 운영하였고, 각 반은 3명씩 한 조로 편성하여 5조로 운영하였다.

2. 분석도구 및 분석방법

본 연구에서의 분석방향은 크게 두 가지이다. 한가지는 과학영재 교육 프로그램의 특징과 활동수준을 분석하는 것이고, 다른 하나는 영재들에게 교재를 적용하였을 때, 학생들의 반응을 분석하는 것이다.

프로그램의 특징 분석을 위해서는, 얼마나 새롭고 기인한 내용이 포함되어 있는가? 내용이 실제적이고 일상적인 내용을 다루고 있는가? 학생들의 지적도전을 불러일으키고 있는가? 컴퓨터를 사용하고 있는가 등을 분석하였고, 프로그램의 활동 수준 분석을 위해서는 프로그램에서 제시되고 있는 활동 지시문의 수준을 4단계로 나누어 분석하였다(단순 지시활동, 기본탐구활동, 상위탐구활동, 창의적 활동) (표 1 참고)

다음으로 영재 교육에 참여한 학생의 반응 분석은 다음 3가지 방법으로 수행하였다: 리커트 척도식의 설문지, 지필설문지, 수업 중 연구자 관찰과 면담. (표 1 참고)

〈표 1〉 중학 과학 영재 프로그램 분석 방향

분석 방향	분 석 내 용
교재의 활동 내용 분석	·활동의 특징 (새로운/기이한 내용, 실제적/일상적 내용, 지적 도전 내용, 컴퓨터 사용 내용 등) 분석
	·활동의 수준 (단순지시활동, 기본탐구활동, 상위탐구활동, 창의적 활동) 분석
수업에 참가 한 학생의 반 응 분석	·리커트 척도 방식의 선택형 설문지
	·서술식 설문 방식의 설문지
	·수업 중 학생 활동을 직접 관찰하고, 학생과의 면담을 통한 심층 적 분석

표 1에 기초해서, 분석 내용을 좀 더 구체적으로 정리하면 다음과 같다.

(1) 교재의 활동 내용 분석

활동 내용의 특징 분석

① 새로움과 기이함

새로움이나 기이함이란, 현행 중학교 교육과정에서 다루지 않는 내용이나 중학생 수준에서 처음 접해보았을 것으로 생각되는 새롭고 흥미로운 내용 등을 의미한다.

② 실제적, 일상적, 주변적 상황에서 탐구활동

실험실 내 상황을 벗어나서, 실제 주변에서 흔히 볼 수 있는 상황이나 현상, 사례 등을 대상으로 수행되는 구체적인 탐구활동을 의미한다.

③ 컴퓨터의 사용

시뮬레이션 프로그램을 이용한 가상실험을 의미한다.

④ 인지적 도전

높은 수준의 추론을 요구하거나, 상위 탐구활동을 수행한 활동, 또는 창의적 활동을 하는 경우, 그리고 학생의 인지구조에서 인지적 갈등을 유발할 수 있도록 의도된 내용을 의미한다.

활동의 수준 분석

① 단순 지시 활동

프로그램에서 학생에게 활동을 하도록 한 내용 중에서 단순히 기구의 조작이나 지시를 위한 활동을 의미한다.

② 기본 탐구 활동

기본 탐구 활동이란, 탐구활동 기능 중에서 기본적인 탐구 활동에 속하는 것으로서, 관찰이나 기록, 표나 그래프 작성, 발표, 토의, 예측하기 등의 활동을 의미한다. 참고로 Science-A Process Approach (SAPA II, 1990)에서는 기본탐구기능으로 관찰, 시간과 공간의 관계, 숫자의 분류, 측정, 의사소통, 예측, 추론을 포함시켰다.

③ 상위 탐구 활동

상위 탐구 활동이란, 탐구활동 기능 중에서 고급 탐구 활동에 속하는 것으로서, 정성적 설명, 추론, 변인통제, 자료해석, 실험설계, 실험방법 고안 등의 활동을 의미한다. SAPA II에서는 통합탐구기능으로 변인통제, 자료해석, 가설설정, 조작적 정의 실험을 포함시켰다.

④ 창의적 활동 (새로운 제안, 고안, 새로운 관찰)

학생들의 창의적 사고를 일으키도록 한 활동으로, 고안하기나 새로운 제안하기, 다른 측면에서 살펴보기, 새로운 관찰하기, 창의적으로 문제 해결하기 등의 활동을 의미한다.

(2) 수업에 참가한 학생의 반응 분석

수업에 참가한 학생의 반응을 분석하기 위해서는 첫째, 조석희 등 (1996)이 제안한 리

커트 방식의 선택형 설문지를 이용하여 프로그램 전반적인 내용에 대해서 조사하였고, 둘째, 좀더 구체적인 내용을 얻기 위해 추가로 두 개 질문을 제시하여 서술식으로 응답하도록 하였다. 셋째, 보다 심층적인 내용을 얻기 위해서 실제 수업에 참여하여 학생의 활동을 관찰하고 학생과 면담을 실시하였다. 구체적인 내용과 분석 결과는 'IV. 결과'에서 제시하였다.

IV. 결 과

1. 영재 교육 프로그램 내용 (물리 영역)의 특징과 활동 수준의 분석

(1) 활동 내용의 특징 분석

본 연구에서 사용한 프로그램은 3시간 단위로 개발하였으며, 크게 4개 영역에서 총 14개 주제를 개발하였다. 물리 내용의 구체적인 영역과 주제는 표 2와 같다.

〈표 2〉 영재 교육 프로그램의 영역과 제목 (물리 영역)

영역	제목	요약
시범/실험을 통한 다중적 탐구	① 자석의 성질	한가지 주제에 대해서 다양한 시범과 실험을 통해 다중적으로 문제를 해결
	② 구리봉 안에서 낙하하는 자석의 운동	
	③ 모터의 비밀	
컴퓨터 실험	④ 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 가상 실험	시뮬레이션 프로그램을 이용한 가상 물리실험
	⑤ 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 가상 실험	
가전제품의 물리탐구	⑥ 액정의 비밀	가전제품에 대한 과학적 분석과 물리적 이해
	⑦ 라디오와 스피커의 원리	
	⑧ 칼라 텔레비전의 원리를 찾아서	
	⑨ VCR의 전파를 TV로 잡아라	
과학자와 함께	⑩ 복병	과학자들이 직접 학생들과 대화하면서 실제 실험하고 토의, 분석
	⑪ 물질의 근원	
	⑫ 개념도 만들기	
	⑬ 빛의 굴절 관찰	
	⑭ 전기 밥솥의 동작 원리는?	

물리 영역에서 영재 프로그램의 활동 특징을 4가지 측면 (새로움과 기이함, 일상적과 실제적, 컴퓨터 활용, 인지적 도전)에서 분석한 결과는 표 3과 같다.

〈표 3〉 중학 과학 영재 프로그램의 활동 내용의 특징 분석 (물리 영역)

영역	활동 내용 특징	활동 예
시범/실험 (3개 주제 총 9시간)	새로움/기이함	·유리가 자석에 밀리는 반자성 현상 ·구리봉 안에서 천천히 떨어지는 자석의 운동
	일상적/실제적	·모터 만들기/실제 여러 가지 모터의 분해 ·신용카드와 전철표의 자기띠
	컴퓨터 활용	·없음
	인지적 도전	·자기 감수율에 의한 상자성과 반자성 설명 ·논리적으로 자석의 극 찾기 ·새로운 탐구 질문 제기하기
컴퓨터를 이용한 물리탐구 (2개 주제 총 6시간)	새로움/기이함	·새로운 시뮬레이션 프로그램의 사용
	일상적/실제적	·달에서 농구를 할 때 상황 분석
	컴퓨터 활용	·Interactive Physics 시뮬레이션 프로그램 활용
	인지적 도전	·컴퓨터로 충돌 도미노 현상 개발하기
가전제품 속의 물리탐구 (4개 주제 총 12시간)	새로움/기이함	·액정의 편광 현상/편광에 의한 색 ·스피커에서 고음과 저음의 분리 ·색필터로 여러 가지 빛의 반사와 투과 ·리모컨 신호를 빛과 소리로 잡아내기 ·VCR의 비디오신호를 무선으로 잡아 TV로 보기
	일상적/실제적	·LCD판 만들기 ·여러가지 저항과 콘덴서 분해하기 ·브라운관의 분해와 관찰
	컴퓨터 활용	·없음
	인지적 도전	·액정의 결정구조 ·라디오에서 반성과, 동조회로 등의 어려운 내용
과학자와 함께 (5개 주제 총 15시간)	새로움/기이함	·기타줄이 얼음을 가르고 지나가기
	일상적/실제적	·전기밥솥의 원리
	컴퓨터 활용	·인터넷의 활용
	인지적 도전	·개념도를 활용한 인지적 사고 요구 ·입자물리와 같은 고수준 내용

(2) 영재 교육 프로그램의 활동 수준 분석

영재 프로그램의 활동 지시문을 그 수준에 따라 4개 수준으로 분석하였다: 단순 지시문, 기본탐구활동, 상위탐구활동, 창의적 활동.

각 수준에 해당되는 활동 지시문의 예를 제시하면 다음과 같다.

① 단순지시활동의 예 : “그림과 같이 얼음 위에 같은 굵기의 추를 매단 철사와 낚시 줄을 얼음 위에 걸친다”, “수조 앞에서 점 p의 바늘을 보면서 --- 바늘 A를 쫓는다” 등

② 기본탐구활동의 예 : “구리봉을 손으로 잡고 자석을 구리봉 안으로 넣었다 뺐다 해보자, 손의 느낌은 어떠한가?”, “--- 관찰 결과를 써라.”, “선분 AD에 대한 선분 AC의 비율을 계산한다”, “스피커를 분해해서 직접 만든 스피커와 비교해 보자” 등

③ 상위탐구활동의 예 : “왜 그런지 설명해 보아라”, “---를 구별할 수 있는 방법을 제안해 보아라”, “달에서 농구경기를 한다면 어떤 일이 벌어질까?”, “관찰한 현상에 대한 의미를 부여해 보아라” 등

④ 창의적 활동의 예 : “이번에는 실험을 하면서 스스로 새로운 탐구질문을 제안해 보아라”, “탐구 1에서 만든 모터를 변형시켜 보는 것입니다. -- 창의적으로 자신만의 작품을 만들어 보자”, “새로운 충돌 도미노를 만들어 보자”, “---에서 관찰한 특징을 이용하여 자신만의 멋진 무늬를 만들어 보자” 등

물리 내용에서 각 주제별로 활동 지시문이 어느 활동 수준에 속하는지 분석하기 위해 프로그램에 제시된 각 활동 지시문들을 분석하였다. 물론 각 활동지시문에 따른 소요시간이 모두 동일한 것은 아니므로, 각 수준에 속한 활동 지시문의 양이 곧 활동 시간의 양을 결정하는 것은 아니다. 활동 지시문의 활동수준 분석 결과는 표 4와 같다.

〈표 4〉 영재 교육 프로그램의 활동 수준 분석 (물리 영역)

영역	제목	활동지시문의 활동수준				소계
		단순지시문	기본탐구	상위탐구	창의적 활동	
시범/실험을 통한 다중적 탐구	①	2(7%)	11(48%)	10(44%)	0(0%)	23
	②	1(6%)	13(76%)	2(12%)	1(6%)	17
	③	4(44%)	1(11%)	1(11%)	3(33%)	9
	소계	7(14%)	25(51%)	13(27%)	4(8%)	49
컴퓨터 실험	④	11(92%)	0(0%)	0(0%)	1(8%)	12
	⑤	0(0%)	4(67%)	2(33%)	0(0%)	6
	소계	11(61%)	4(22%)	2(11%)	1(6%)	18
가전제품의 물리탐구	⑥	6(16%)	28(74%)	3(8%)	1(3%)	38
	⑦	4(11%)	27(75%)	5(14%)	0(0%)	36
	⑧	4(18%)	15(68%)	3(14%)	0(0%)	22
	⑨	12(48%)	10(40%)	3(12%)	0(0%)	25
	소계	26(22%)	80(66%)	14(12%)	1(1%)	121
과학자와 함께	⑩	3(27%)	4(36%)	4(36%)	0(0%)	11
	⑪	이론 내용임				
	⑫					
	⑬	34(71%)	7(15%)	6(13%)	1(2%)	48
	⑭	8(50%)	3(19%)	5(31%)	0(0%)	16
	소계	45(60%)	14(19%)	15(20%)	1(1%)	75
합 계		89(34%)	123(47%)	44(17%)	7(3%)	263

* 제목의 번호는 <표 2>의 제목 번호와 같다.

** 각 활동에 소요되는 활동시간이 모두 동일한 것은 아니므로, 활동량이 곧 활동시간의 양을 의미하는 것은 아니다.

〈표 4〉에 의하면, 전체적으로 기본탐구가 절반정도를 차지하고, 심화탐구는 17%, 그리고 창의적 탐구활동은 3%에 불과한 것으로 나타났다. 영역별로는 시범을 통한 다중적 탐구활동이 상위탐구활동과 창의적 활동이 다른 영역에 비해 많이 포함된 것으로 나타났다. 컴퓨터 실험의 경우에 단순지시문이 많이 나온 이유는 컴퓨터 프로그램의 활용에 대한 활동안내가 많기 때문이었다. 또, 과학자와 함께 영역에서 단순지시문이 많은 이유는 실험장치의 설치를 안내하는 지시문이 많았기 때문이었다.

물론, 앞서 지적한 바와 이러한 분석은 지시문의 숫자를 통해 분석한 결과이므로, 지시문의 양이 곧 활동양(시간)을 뜻하는 것은 아니다. 또한, 실제 탐구활동에 관련된 내용의 수준이 높은 경우가 많으므로, 탐구활동 지시문의 활동수준이 곧 탐구활동 전체의 수준을 나타내는 것은 아니다. 그러나, 전반적으로 상위탐구기능과 창의적 탐구활동이 보다

더 강화될 필요는 있다고 판단되었다.

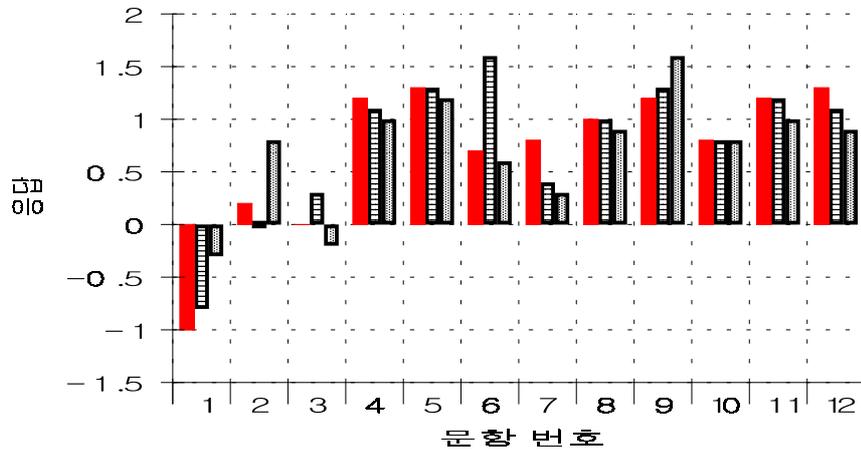
3. 영재 교육 프로그램에 참가한 학생들의 반응 분석

(1) 리커트 방식의 선택형 설문지 분석

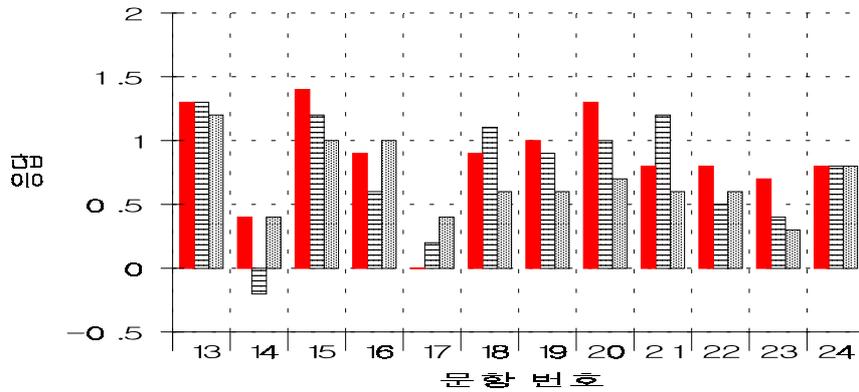
리커트 방식의 설문지는 4개 응답 중 하나를 선택하도록 하였고, 각각의 내용과 점수는 다음과 같다: 전혀 그렇지 않다: -2점, 그렇지 않다: -1점, 그렇다: +1점, 매우 그렇다: +2점. 학생들은 3번(초반, 중반, 후반)에 걸쳐 응답을 하였는데, 각각의 경우에 대한 분석 결과는 표 5와 그림 1, 그림 2와 같다.

〈표 5〉 리커트 방식의 설문지에 대한 학생 반응 분석 (물리 영역)

설 문 내 용	응답평균		
	전반	중반	후반
1. 이 프로그램은 나에게 쉬운 편이다	-1	-0.8	-0.3
2. 이 프로그램은 나에게 적절하였다.	0.2	0	0.8
3. 이 프로그램은 나에게 어려운 편이었다.	0	0.3	-0.2
4. 이 프로그램의 내용은 나에게 흥미가 있었다.	1.2	1.1	1
5. 이 프로그램의 내용과 수업방법, 평가방법 등은 평상시 학교에서 실시되었던 것 보다 좋았다.	1.3	1.3	1.2
6. 이 프로그램의 내용이나 활동들은 과학에 대한 나의 호기심을 충족시켜 주었다.	0.7	1.6	0.6
7. 각 주제에 관하여 깊이있게 배웠다.	0.8	0.4	0.3
8. 프로그램이 실시되는 동안 선생님은 내가 궁금해 하는 것에 대해 잘 안내해 주었다.	1	1	0.9
9. 프로그램이 실시되는 동안 선생님은 열심히 가르치셨다.	1.2	1.3	1.6
10. 수업 도중 질문할 기회가 충분히 있었다.	0.8	0.8	0.8
11. 여러 가지 활동으로 수업이 진행되었다.	1.2	1.2	1
12. 프로그램 실시 동안 선생님 또는 다른 학생들과 의견을 주고받을 기회가 있었다.	1.3	1.1	0.9
13. 한 반의 학생수는 적절했다.	1.3	1.3	1.2
14. 프로그램과 관련된 활동들을 위해 사용한 시간이 충분했다.	0.4	-0.2	0.4
15. 학습에 필요한 시설, 도구, 학습자료가 충분히 있었다.	1.4	1.2	1
16. 나는 이 프로그램에 적극적으로 참여했다.	0.9	0.6	1
17. 프로그램 기간 중에 여러 가지 평가를 받았다.	0	0.2	0.4
18. 프로그램 참여 후 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 능력이 향상되었다고 생각한다.	0.9	1.1	0.6
19. 이 프로그램은 논리적으로 생각하는데 도움을 주었다.	1	0.9	0.6
20. 프로그램 참여 후 과학에 대한 지식이 증가되었다.	1.3	1	0.7
21. 이 프로그램은 과학에 대한 관심을 갖도록 해 주었다.	0.8	1.2	0.6
22. 이 프로그램은 내가 과제를 끈기있게 완수해 내는 기회를 갖도록 해 주었다.	0.8	0.5	0.6
23. 이 프로그램은 내가 나의 의견을 설득력있게 표현하고 다른 사람의 의견을 비판적으로 들을 수 있게 되는데 도움을 주었다.	0.7	0.4	0.3
24. 이 프로그램은 다른 사람들과 협동하는 능력을 키워 주었다.	0.8	0.8	0.8



〈그림 1〉 리커트 방식의 설문지에 대한 학생 반응 분석 (1번 - 12번)



〈그림 2〉 리커트 방식의 설문지에 대한 학생 반응 분석 (13번 - 24번)

<표 5>와 그림 2에 의하면, 프로그램은 쉽지 않았으나 흥미가 있었고 호기심을 충족시켜 주었음을 알 수 있었다. 특히 선생님의 지도가 열성적이라고 응답하였다. 수업을 활동중심으로 진행하였고, 학생과 교사간의 의사소통도 문제가 없었으나 활동 시간이 좀 부족한 것으로 나타났다. 학습준비물도 충분했으며 자신의 사고능력이나 문제해결능력, 표현능력이나 협동능력 등도 향상되었다고 응답하였음을 알 수 있었다. 전반적으로 학생

들은 프로그램의 내용과 진행, 자신의 능력향상 등에 대해서 긍정적인 반응이었다.

(2) 서술식 설문지 분석

본 분석에서 사용된 설문지는 리커트 방식의 선택형 설문지를 보완하기 위해 두 가지 질문(프로그램 실시 후 특히 좋았다고 생각되는 점, 프로그램의 개선되어야 할 점)을 제시하고 학생들에게 자유롭게 서술식으로 기입하도록 한 것이다.

학생의 응답으로부터 크게 프로그램 내용에 대한 응답과 프로그램 운영에 대한 응답으로 나눌 수 있었고, 또 각각의 경우에 긍정적 응답과 부정적 응답으로 구분할 수 있었다. 각각의 구체적인 응답유형과 그에 따른 응답분포를 제시한 결과는 <표 6>, <표 7>과 같다.

<표 6>에 의하면, 전반적으로 프로그램의 특성에 대해서 긍정적인 반응을 하였음을 알 수 있다. 즉, 새로운/다양함/신기함과 컴퓨터의 사용, 인지적 도전에 관련된 긍정적 반응들을 볼 수 있었다. 특히, 컴퓨터 실험은 더 하기를 원하는 것으로 나타났다. 그러나, 학생에 따라서는 새로움이나 인지적 도전이 부족하다는 응답도 있었다. 특히 인지적 도전에 대해서는 간단한 활동에 대한 부정적 태도와 너무 어려운 내용에 대한 것임을 알 수 있었다. 이 외에도 태도뿐 아니라 실력 향상에도 도움이 되었다고 응답하였고, 실험 자체가 좋았다는 응답이 많이 있었다.

표 7에 의하면, 프로그램 운영에 대해서는 준비성이나 수업진행 방식, 교사지도방식에 대한 응답으로 나눌 수 있었으며, 이에 대해서는 많은 학생들이 긍정적인 응답을 하였다. 단지, 수업진행 방식에 대해서 시간이 부족함을 많이 언급하였고, 수업환경에서 의자와 책상의 불편함을 많이 언급함을 알 수 있다.

(3) 수업 중 학생의 활동 관찰과 면담 분석

수업 중 학생의 활동을 관찰하고 관찰 도중 학생과의 면담을 실시하였다. 면담은 비구조화된 방식으로 열린 면담 (open-ended interview)을 실시하였다.

면담에 대한 학생의 응답 분석을 위해서는 먼저 면담에서 연구자가 추출한 주요 특징을 제시하고, 그 특징별로 학생의 반응을 인용하여 제시하는 방법을 사용하였다. 응답 인용에서 I는 면담자를, S는 학생을 의미한다. 번호는 서로 다른 학생임을 나타내기 위한 것이고, 동그라미 번호는 표 3에서 제시한 주제 제목을 의미한다. 면담분석 결과 나타난 학생의 활동 특성은 크게 9가지가 있었으며, 각각의 경우에 대한 학생의 응답 예는 다음과 같다.

① 학생들은 어려운 내용에 대해서도 스스로 생각하려고 하며, 질문을 하려 하지 않는다.

I: 모르는 것이 나오면 스스로 알려고 하니? 친구한테 물어보니? 선생님께 물어보니?

S1(④): 처음에 스스로 생각하다가 ---

S2(④): 스스로 생각해 봐요

S3(④): 혼자 생각해 보고 물어 봐요

S4(④): 혼자서 아는 것이 기억에도 더 남고.

I: 어떻게 생각해?

S(④): 혼자 찾아보면서 그것을 토대로 제 생각하고 ---

I: 친구한테 물어보는 것은?

S(④): 아니오

I: 선생님한테는?

S(④): 정 안 되면요

I: 그래도 모르면

S(④): 일단 친구들과하고 토의하고 결론이 안 나면 선생님께 어쩔 수 없이 질문해요

② 어려운 내용이나 이해되지 않는 내용에 대해서도 인지적으로 스트레스를 크게 받지는 않는다. (교재의 어려운 내용에 대해서도 특별한 불만이 없다)

I: 책이 입어도 이해가 안 간다고 했잖아?

S(⑬): 책은 나중에 내가 혼자서도 생각해 볼 수 있어요.

I: 대개 이렇게 이해가 안되는 것이 있으면 어떻게 해

S1(⑨): 많이 궁금하면 찾아볼 때도 있고요. 너무 어려우면 그냥 넘어갈 때도 있어요.

S2(⑨): 어려워도 재미있으면 찾아보게 되요.

③ 수동적인 활동보다는 인지적인 도전을 좋아한다.

I: 해결하는 실험이 더 재미있어? 아니면 그냥 관찰하는 것이 더 재미있어.

S(⑨): 문제 해결하는 것이 더 재미있어요.

I: 내가 보기에는 관찰하는 것이 더 쉬울 것 같은데

S(⑨): 관찰이 쉽기는 하지만, 해결하고 나면 기분이 더 좋아요.

I: 교재는 관찰하는 것이 많니? 해결하는 것이 많니?

S(⑨): 해결하는 것이 더 많은 것 같아요.

I: 원래 질문보다 이차적인 질문(학생이 응답한 것에 대해 다시 질문하는 경우)이 더 재미있니?

S(⑨): 이차적인 질문이요.

④ 복잡한 기계의 사용보다는 과정과 결과가 명확한 시범실험을 더 좋아하는 경향이 있다.

I: (저런 TV브라운관의 전자총 부분의 기계 같은 것을 보면) 보고 싶은 생각은 안 드니?

S(⑧): 그런가보다 해요

I: 그럼 소금물 넣고 돌아가는 것(자기장 속에서 전하의 운동에 대한 간단한 시범장치) 보면 어때?

S1(⑧): 그건 더 재미있어요.

S2(⑧): 소금물 그것이 더 재미있는 것 같아요.

I: 그 차이가 뭐야

S1(⑧): 기계적인 것이 싫어요

S2(⑧): 실험해서 움직이고 그런 것이 좋아요

I: 브라운관하고 램프(방전관으로서 자기장 속에서 전자빔의 휘는 현상을 관찰하는 간단한 장치)라고 어느 것이 더 재미있는 것 같아?

S(⑧): 이거요(램프를 가리키면서), 직접 눈으로 확인할 수 있고요---

⑤ 읽기 자료나 이론적인 것보다는 직접 실험활동을 통해 탐구하기를 좋아한다.

I: 읽는 자료도 있고 활동하는 자료도 있는데 뭐가 더 좋아?

S1(④): 활동이요

S2(④): 직접 하는 것이 아니라 읽기만 하는 것은 재미없어요.

I: 해보니까 소감이 어떠니?

S(⑨): 재미있고요, 다른 곳에서 안 해 본 것을 하니까, 재미있어요.

I: 여기에서 만일 실험을 안하고 이론적인 것만 하면 어떨 것 같아?

S(⑨): 훨씬 지루할 것 같아요.

I: 해보기는 어때요?

S(⑧): 이론으로만 하면요 별로 잊어버리는 경우가 많거든요. 실험을 하면 기억이 더 잘 돼요.

⑥ 프로그램 내용이 어렵거나 양이 많아도 시간이 있으면 더 하고 싶어한다.

I: (오늘 내용이) 많으면 시간만 있으면 할 것 같니. 지겹니? 부담스러워서 싫니?

S1(④): 시간만 많으면 할 수 있을 것 같아요

S2(④): 시간만 있으면

⑦ 배운 지식을 적극적으로 정리하거나 활용하기 위한 의도된 활동이 필요하다.

I: 어떤 곳에 이용이 되지(편광판 활용에 대해서)?

S(④): 창문 선택하는데요. (별로 깊게 생각한 흔적이 없음)

I: 애정하고 뭘 알게 되었니? 다른 사람이나 친구에게 설명해 보라고 하면?

S1(④): 일상생활에서 애정이 이렇게 복잡하다는 것을 알게 되었어요

S2(④): 애정은 고체와 액체의 성질을 가진 것으로 우리가 알지 못하는 일상생활에서 사용되고 있어요.

S3(④): 애정에 전류를 흘리게 되면 전류의 세기에 비례해서 깜박거리는 정도가 틀려요.

S4(④): (친구들에게) 애정의 뜻을 설명해 줘요. 액체와 고체의 중간 같은 것이라고.

(배운 내용 중 일부를 그대로 인용하거나, 구체적이지 못하게 피상적으로만 표현)

I: 이런 것 배워서 어디에 쓸 수 있을 것 같아?

S: --- 어느 정도는 알아두면 좋을 것 같고 ---

⑧ 일상생활 속에서 영재 프로그램 내용을 적용하려 하거나 학습을 위해 준비하지는 않는다. (기본적으로 일상생활 속에서 과학과 관련된 지적 활동을 하는 경우가 적다)

I: 왜 안 읽어 왔어요? (수업 이전에 내용을 미리 읽어 오도록 하였는데, 읽어보지 않았다고 한 학생에게)

S1(⑧): 시간이 없었어요

S2(⑧): 읽은 것은 아니고, 친구들과 놀았어요

S3(⑧): 읽으려고 했는데, 막상 일주일이 금방 지나갔어요

S4(⑧): 일이 있어서요. 저희 학교 행사가 있어서---

I: 보통 다른 책도 교과서 말고는 읽는 것이 없니

S1(⑧): 국어 책이나 숙제 같은 것

S2(⑧): 뉴턴이랑 과학동아요. 정기적으로 보는 것은 아니고요

S3(⑧): 거의 교과서 중심 아니면, 친구들을 통해서 ---

S4(⑧): 그냥 친구들이 빌려오면 같이 읽거나

⑨ 지적으로 깊게 사고하거나 주위 현상에 예리한 관심을 가지도록 훈련받을 필요가 있다.

I: 반사경의 특징을 설명해 볼래

S(⑧): ---

I: 램프에서 나오는 색은 같은 데 왜 비치는 색은 다 달라

S(⑧): 모르겠어요

I: 여기 필터에 숫자가 쓰여진 것 보고 궁금해 했던 사람은 없었어?

S1(⑧): ---

S2(⑧): 선생님 그런데 이거 나노미터가 그거 아닌가요?

I: 빨간 색은 어떤 색을 빨간색이라고 말할 수 있니?

S(⑧): ----- 글썬요----- 뭐라고 얘기해야 할지.

I: 그렇게 생각하는 것을 좋아하니? 귀찮니?

S(⑨): 너무 깊이 생각하는 것은 싫어요.

V. 논의 및 결론

본 연구는 중학생을 대상으로 개발하여 실시한 과학영재교육 프로그램(물리영역)을 분석하고 평가하기 위한 연구이다.

이를 위해 먼저 프로그램의 내용을 활동의 특징은 얼마나 반영되었고, 탐구활동의 수준이 어느 정도인지를 분석하였다. 활동의 특징 분석은 새로운 내용, 기이한 내용, 지적 도전 내용, 컴퓨터 사용 내용이 얼마나 반영되어 있는지를 분석하였다. 분석결과, 네 영역에 대한 내용들이 모두 적절하게 포함된 것으로 나타났고, 설문지를 통한 학생의 응답으로부터 확인할 수 있었다. 그러나 컴퓨터 사용에 대해서는 학생들이 더 원하는 것으로 나타났다.

탐구 활동의 수준 분석을 위해서는 각 활동들이 단순지시활동인지, 기본탐구활동인지, 상위탐구활동, 또는 창의적 활동인지를 분석하였다. 분석 결과, 상위탐구활동과 창의적 활동이 부족한 것으로 나타나, 내용에 대한 수준은 별 문제가 없었으나, 탐구활동에 대한 수준은 좀 더 높일 필요가 있음을 알 수 있었다.

프로그램 평가는 학생으로부터의 반응을 통해서도 이루어졌다. 이를 위해서 리커트방식의 설문지와 서술식 응답지를 사용하였고, 수업 중 학생활동의 관찰과 학생과의 면담을 실시하였다.

리커트 방식의 설문지에 대한 응답을 분석한 결과, 여러 영역에 대해서 대체적으로 긍정적으로 생각하고 있음을 알 수 있었다. 서술식 응답을 분석한 결과, 크게 프로그램의 내용에 대한 응답과 프로그램의 운영에 대한 응답으로 나눌 수 있었고, 각각의 경우에서 긍정적인 응답과 부정적인 응답으로 나눌 수 있었다. 프로그램 내용에 대한 응답을 분석

한 결과, 본 프로그램이 특징으로 삼았던 4가지 영역(새로운, 기이함, 지적 도전, 컴퓨터 활용)에 대해서 모두 긍정적인 응답이 많았다. 단지 컴퓨터의 활용을 더 요구하는 것으로 나타났다. 이 외에 사고력 향상이나 실험 자체에 대한 긍정적 응답도 많이 있었다. 프로그램 운영방식은 크게 수업의 준비성, 수업진행방식, 교사진행방식 등에 대해서 긍정적인 반응이 많았으며, 시간부족에 대한 언급도 많이 있었다.

실제 활동 중에 학생의 활동을 관찰하고, 학생들과 면담을 실시한 결과, 학생들의 특징이 크게 9가지로 관찰되었다. 학생들은 어려운 것에 대해서 별로 부담감을 가지지 않았으며, 수동적인 활동보다는 인지적 도전을 좋아함을 알 수 있었다. 그리고 복잡한 기계보다는 과정이 명확한 실험과 시범을 선호하였고, 이론적인 측면보다는 직접 실험하는 것을 좋아하는 것으로 관찰되었다. 그리고 프로그램 분량이 많아도 더 하고 싶어했다. 그러나, 어려운 것이 있어도 질문하려 하지 않았으며, 배운 지식을 적극적으로 활용하려 하지 않았으며, 학습을 위한 준비도 부족하였다. 또한 지적으로 깊이 사고하고 주위 여러 현상에 예리한 관심을 가지는 부분이 부족한 것으로 관찰되어, 이러한 측면에서의 훈련과 연습도 필요함을 알 수 있었다.

영재교육을 위한 프로그램은 나름대로의 특별한 목적과 의도를 가지고 개발되기 마련이다. 그러나 중요한 것은 그러한 목적과 의도가 실제 프로그램에 잘 반영이 되어 있는지, 또 잘 반영되었다고 해도 실제 학생들에게 도움이 되었는지 등을 평가해야 할 것이다. 또한 그러한 평가를 위한 자료들이 구체적인 프로그램의 분석과 실제 학생의 반응으로부터 얻어져야 할 것이다. 이러한 측면에서 본 연구의 의미가 있다고 하겠다. 물론, 본 연구에서 평가를 위해 개발한 분석틀이 완벽하다고 하기에는 아직 부족하고, 다른 프로그램의 분석을 통한 비교 결과가 없어 프로그램의 평가결과를 일반화시키기에는 무리가 있을 것이다. 그러나, 이러한 연구 결과가 우리나라에서 아직 많이 이루어지지 않았다는 측면에서 앞으로의 계속된 연구를 통해 점차 완성되어 나갈 수 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- 박성익 (1999) 영재교육과정의 모형과 운영방식에 관한 고찰. 영재교육연구, 9(1), 1-36.
- 박종석, 오원근, 박종욱, 정병훈 (1999). 과학캠프 활동 평가를 통해 추출한 과학 영재 프로그램의 적절성 증거. 한국과학교육학회지, 19(2), 329-339.
- 박종원 (1992). 인지적 갈등의 이론적 모형, 전남대학교 과학교육연구지 16(1), 17-35.
- 박종원, 오희균, 김두현 (1999). 새로운 과학 교육 프로그램의 개발과 평가 I : 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 물리탐구 실험 연구를 중심으로. 한국과학교육학회지, 19(4), 653-664.
- 박종원, 정병훈, 권성기, 송진웅 (1998) 물리학에서 이론적 설명과 실험에 포함된 이상조건에 대한 고등학생과 과학교사의 이해 조사 II: 이상화가 물리학습에 주는 시사점을 중심으로. 한국과학교육학회지, 18(2), 245-256.
- 오영주 (1998) 대학 부설 영재교육센터의 설립 및 운영 방안. 영재교육연구, 8(2), 121-148.
- 이구철 (1999) 전산물리의 새로운 가능성. 물리학과 첨단기술, 8(11).
- 이종백, 박종원, 오희균, 문경환. (2000, 인쇄중). 컴퓨터 인터페이스와 센서를 이용한 화학탐구실험 연수의 실시와 평가. 대한화학회지.
- 이해명 (1999) 과학영재 교육과정 구성을 위한 기초연구. 영재교육연구, 9(1), 37-62.
- 정원우, 권용주, 황석근 (1999) 과학영재교육센터 교육체제의 효율적인 운영방안에 관한 연구. 영재교육연구, 9(2), 73-101.
- 조석희, 박경숙, 김홍원, 김명숙, 윤지숙 (1996). 영재교육의 이론과 실제. 한국교육개발원 연수 자료 CR 96-28. 서울: 한국교육개발원.
- 조정일, 이종백, 김인수, 박종원, 윤석태, 주동기, 임형석 (1998) 과학영재교육의 목표와 실제-전남대학교 과학영재교육센터 프로그램. 영재교육연구, 8(2), 175-190.
- Barton, R. (1998). IT in practical work: assessing and increasing the value-added. In J. Wellington (Ed.), *Practical work in school science: which way now?* London: Routledge.
- Bell-Gredler, M.E. (1986). *Learning and instruction: Theory into practice*. Macmillan

Publishing Company, New York.

- Campbell, J.P., McCloy, R.A., Oppler, S.H., & Sager, C.E. (1993). A theory of performance. In N. Schmitt & W.C. Morman (Eds.), *Personel selection in organizations* (pp.35-70). San Francisco. CA: Jossey Bass.
- Cropper C.(1998), Is competition an effective classroom tool for the gifted student?, *Gifted Child Today*, May/June, 28-30.
- Friedler, Y., Nachmias, R., & Linn, M.C. (1990). Learning scientific reasoning skills in microcomputer-based laboratories, *Journal of Research in Science Teaching*, 27(2), 173-191.
- Hanson, B., & Bug, L.R. (1995). Hands-on and computer simulations. *The Physics Teacher*, 33, 230-236.
- Hashweb, M.Z. (1986) Toward an explanation of conceptual change, *European Journal of Science Education*, 8(3), 229-249.
- Kuhn, T.S. (1970) *The structure of scientific revolutions* (2nd ed.) The University of Chicago Press.
- Linn, M., & Songer, N.B. (1991). How do students' views of science influence knowledge integration? *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 761-784.
- Mumford, M.D. (1997). Creating thought: Structure, components, and educational implications. *Roeper Review*, 21(1), 14-19.
- Newton, L.R. (1977). Graph talk: some observations and reflections on students' data-logging. *School Science Review*, 79(287), 49-54.
- Njoo, M., & Jong, T. (1993). Exploratory learning with a computer simulation for control theory: Learning processes and instructional support, *Journal of Research in Science Teaching*, 30(8), 821-844.
- Park, J., & Kim, I. (1998). Analysis of students' responses to contradictory results obtained by simple observation or controlling variables. *Research in Science Education*, 28(3), 365-376.

- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P.W., & Gertzog, W. A. (1982) Accommodation of a scientific conception : Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Renzulli, J.S. (1994). Schools for talent development: A practical plan for total school improvement. Mensfield Center, CT: Creative Learning Press.
- SAPA II (1990). *Science - A Process Approach II*. Hudson, NH: Delta Education.
- Sternberg, R.J., & Clinkenbeard, P.R. (1995). The triarchic model applied to identifying, teaching, and assessing gifted children. *Roeper Review*, 17(4), 255-261.
- Summers, M., Solomon, J., Bevan, R., Frost, A., Reynolds, H., & Zimmerman, C. (1991). Can pupils learn through their own movement? A study of the use of a motion sensor interface. *Physics Education*, 26, 345-349.
- Weller, H.G. (1995). Diagnosing and altering three Aristotelian alternative conceptions in dynamics: Microcomputer simulations of *scientific models*, *Journal of Research in Science Teaching*, 32(3), 271-290.
- Windschitl, M., & Andre, T. (1998). Using computer simulations to enhance conceptual change: The roles of constructivist instruction and student epidemiological beliefs, *Journal of Research in Science Teaching*, 35(2), 145-160.