

# 델파이 조사 방법을 이용한 물리 영재교육과정 구성

김영민(부산대학교)

minkiyo@pusan.ac.kr

이성이(부산대학교)

lsungy94@hanmail.net

정성오(부산과학고등학교)

jso77@pusan.ac.kr

## 요 약

과학기술부가 2001년 11월 부산과학고등학교를 최초의 영재학교로 지정하여 2003년 3월 개교하게 됨으로써, 본 연구는 과학 영재 학생들을 위해 설립될 '과학 영재 학교'를 비롯하여 다른 영재교육 기관에서 영재 학생의 특성과 능력에 알맞은 과학 교육을 체계적으로 제공할 수 있도록 고등학교 수준의 물리 영역 교육 과정을 개발하였다. 폭넓게 합의된 교육과정을 개발하고자 문헌분석과 11명의 전문가 집단을 구성하여 델파이 조사방법을 이용하였다. 1차 설문조사에서는 교육과정 목표, 내용, 방법, 평가 등으로 영역을 구성하여 그 각각에 전문가들이 자유롭게 기술할 수 있는 방법을 채택하였으며, 2차 설문은 1차 설문조사에서 수합된 의견을 분석, 종합하여 작성하였고, 2차 설문 결과는 빈도 수 또는 우선 순위 방식으로 분석하여 물리영재교육과정을 제시하였다.

주요어 : 과학 영재아, 물리 교육과정, 델파이 조사

## I. 연구의 필요성 및 목적

우리나라에서 본격적으로 영재 교육 연구를 수행하기 시작한 것은 교육 평준화 실시 이후 우수아에 대한 차별적 교육의 필요성이 대두되면서부터라고 할 수 있다. 1983년에는 영재들만으로 편성한 경기 과학고등학교가 처음으로 설립됨으로써 영재에게 적절한 교수/학습 방법, 학습 속도와 개념 수준 등에 관한 연구가 활발해지기 시작했다(한중하 외, 1988; 조석희 외, 1996; 임장규, 2000).

또한 전국 16개 시·도 교육청별로 시범학교를 정해 과학 영재 프로그램을 운영하고 있으며, 1998년부터는 서울대학교를 비롯한 15개 대학에서도 한국과학재단의 지원을 받아 초, 중학생들을 대상으로 과학 영재 교육 및 연구를 계속해오고 있다(부산교육과학연구원, 2002).

그러나 이러한 프로그램들은 정규교육과정과는 독립적으로 운영되어 한시적인 성격이 강하기 때문에 과학 분야의 영재 육성을 위한 보다 장기적이고 지속적인 교육 계획의 필요성이 대두되었다. 그러던 중 2000년 1월에 영재교육진흥법이 제정됨에 따라(한국영재학회, 2000), 과학기술부는 2001년 11월 부산과학고등학교를 최초의 영재학교로 지정하여 2003년 3월 개교를 하게 됨으로써 영재학교, 영재 학급, 영재 교육원을 통한 영재교육이 본격적으로 실시될 것으로 예상된다(조석희 외, 2000).

현 시점에서는 이에 대한 적극적인 대비가 필요하며, 특히 영재교육의 방향, 목표, 내용, 방법 등에서 구체적인 근거와 지침이 될 수 있는 영재교육과정의 개발이 시급하다고 생각된다. 이에 본 연구는 영재 학생들을 위해 설립된 ‘과학 영재 학교’를 비롯한 과학 영재교육 기관에서 영재 학생의 특성과 능력에 알맞은 물리 교육을 체계적으로 제공할 수 있도록 고등학교 수준의 물리 영역 교육과정을 개발하고자 하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 문헌 분석

문헌 분석을 통해서도 과학 영재 교육에 관한 이론적 고찰(Brandwein, 1981; Feldhusen, 1992; Hunt, 1994; Screen, 1986; 조석희 외, 1996; 임경순, 2000), 제7

학과 교육과정 분석(교육부, 1997a; 1997b), 국내외 영재 교육과정 실태 파악(구자익 외, 1999, 2000; 김명환, 2000; 김주훈과 이은미, 1997) 등을 수행하였다. 이러한 문헌 분석을 통해 물리 영재 교육과정 개발의 주안점 등을 고찰하는 근거로 사용하였다.

또한 제7차 과학과 교육과정을 분석하여 과학과 교육과정의 기본 틀을 설정한 후 국내외 영재 교육 단체에서 운영하고 있는 과학과 영재 교육과정 실태 파악을 통해 과학과 영재 교육과정의 비교 자료로 활용하였다.

## 2. 델파이 조사

어떤 교과든 교육과정을 개발하는 데 있어서는 그 사회를 구성하는 전문가 집단의 합의점을 찾는 일이 중요하다. 소규모의 전문가 협의회를 통한 안은 좀더 폭넓게 지지될 필요가 있다. 본 연구에서는 델파이 조사 방법에 의해 좀더 폭넓게 합의된 교육과정을 개발하고자 하였다.

### 가. 전문가 집단의 선정

본 연구에서의 전문가 집단은 과학 고등학교 교사 2명, 과학 영재교육에 관심 있는 대학 교수로 물리학 교수 4명, 물리교육학 교수 3명, 기타 영재교육 연구소나 단체 등에 종사하는 전문가 2명 등 전체 11명으로 구성하였다.

### 나. 조사 도구 개발

본 연구에서는 우선 1차 조사 도구를 개발하였다.

1차 설문 조사 도구를 개발하는 데 있어, 일반적인 교육과정 체제를 따라 교육과정 목표, 내용, 방법, 평가 등으로 영역을 구성하고 그 각각에 대해 전문가들이 자유롭게 기술할 수 있는 방법을 채택하였다. 이렇게 구성된 1차 조사 도구는 [그림1]과 같다.

본 연구진은 2차 설문 조사 도구 개발을 위해 우선 1차 설문에서 수합된 의견들을 분석하고 종합하였다. 이러한 과정을 통해 개발한 2차 조사 도구는 부록에 제시하였다.

[1차 설문 조사 도구]

1. 과학 영재를 위한 고등학교 과정의 물리교육 목표는 어떻게 설정하면 좋겠는지 자유롭게 진술하여 주십시오.
  2. 과학 영재를 위한 고등학교 과정의 물리교육 내용은 어떤 것들이 포함되었으면 좋겠는지 자유롭게 진술하여 주십시오.
  3. 과학 영재를 위한 고등학교 과정의 물리교육 방법은 어떤 것들이 포함되었으면 좋겠는지 자유롭게 진술하여 주십시오.
  4. 과학 영재를 위한 고등학교 과정의 물리교육 평가는 어떤 것들이 포함되었으면 좋겠는지 자유롭게 진술하여 주십시오.
- \* 기술하시는 분량에는 제한이 없습니다. 평소 가지고 계신 생각을 정리하시는 입장에서 기술하여 주십시오.

[그림 1] 델파이 조사를 위한 1차 설문조사 도구

#### 다. 제한점

일반적으로 교육과정 체제는 목표, 내용, 방법, 평가 수준을 갖출 필요가 있으며, 그 중 내용은 교과목 명칭 뿐 만 아니라 구체적인 내용의 제시가 필요하지만 본 연구에서는 물리 영역 교육과정을 개발하는 데 있어 목표, 내용, 방법, 평가 영역을 골고루 망라하지만 내용에 있어서는 교과목 명칭 수준에서 그쳤다. 그것은 본 연구의 주된 방법이 델파이 조사 방법이기 때문에 내용의 구체적인 수준까지 접근하는 것이 매우 어려우며 경우에 따라서는 무의미할 수도 있기 때문이다.

### III. 델파이 조사 1차 응답 결과의 분석

1차 설문에 대해 전문가 집단의 의견을 종합한 결과는 다음과 같다. 전문가 집단의 의견을 종합하는 데 있어서는 중복되는 내용 및 비슷한 내용은 통합하여 한 가지로

묶어 제시하였으나 약간이라도 다른 의미를 가진다고 생각되는 의견은 다른 항목으로 제시하였다. 이러한 방식으로 하여 제시된 의견은 가급적 2차 설문 조사에서 모두

---

50 英才教育研究(第12卷 第4號)

나열하도록 하였다.

## 1. 물리 영재교육 목표

연구 방법의 조사 도구에서 제시한 바와 같이 1차 설문 조사 도구의 첫 번 설문은 “과학 영재를 위한 고등학교 과정의 물리교육 목표는 어떻게 설정하면 좋겠는지 자유롭게 진술하여 주십시오”로, 물리 영재 교육 목표 설정에 관한 설문이었다. 이에 대한 응답을 분석한 결과는 [그림2]와 같다.

전문: 고등학교 수준의 물리 영재교육을 통하여 세계적인 물리학자로 성장할 수 있는 기초 능력을 갖춘다.

- (1) 물리학의 개념을 체계적으로 이해한다.
- (2) 물리학에 관련된 연구 논문을 쓸 수 있다.
- (3) 물리학 연구를 통해 자아 실현과 인류 공영에 이바지할 수 있다.
- (4) 역학, 전자기, 양자 영역에서 대학의 물리학 전공 4학년 수준의 물리학 지식을 이해하고 문제를 해결할 수 있다.
- (5) 물리학에 대해 전문가와 토론할 수 있는 의사소통 능력을 갖춘다.
- (6) 물리학 및 물리학 인접 학문에서의 창의성을 계발한다.
- (7) 자연의 다양한 물리 현상을 탐구하여 문제를 해결하는 능력을 기른다.
- (8) 과제에 대한 강한 집념과 끈기 있는 연구 태도를 기른다.
- (9) 타인의 의견에 대해 개방적인 태도를 가진다.
- (10) 자연과학에 대해 지적인 관심과 지속적인 호기심을 가진다.
- (11) 다양한 물리적 현상을 경험하고 확산적 사고를 가진다.
- (12) 현재 진행되고 있는 물리 연구의 동향을 파악할 수 있다.
- (13) 논리적 사고와 수리적인 능력을 기른다.

[그림2] 물리 영재교육과정 목표 설정에 대한 1차 설문 응답 결과

## 2. 물리 영재교육 내용

연구 방법의 조사 도구에서 제시한 바와 같이 1차 설문 조사 도구의 두 번째 설문은 “과학 영재를 위한 고등학교 과정의 물리교육 내용은 어떤 것들이 포함되었으면

**텔파이 조사 방법을 이용한 물리 영재교육과정 구성 51**

좋겠는지 자유롭게 진술하여 주십시오”로, 물리 영재 교육 내용 설정에 관한 설문이었다. 이에 대해 응답한 내용을 분석한 결과는 [그림3] 및 [그림4]와 같다.

- 물리학 내용의 수준에 대한 의견
- ① 대학 수준의 물리학 과정
  - ② 고등학교 물리II 내용에 대학의 기초 내용(일반물리학)을 추가한 수준
  - ③ 고등학교 물리II 내용에 심화과정의 고급물리 내용과 대학의 기초 내용(일반물리학)을 추가한 수준
  - ④ 기존의 고등학교 교과과정

**[그림3] 물리학 내용 수준에 대한 1차 의견 조사 결과**

- 가르쳐야 할 물리학 과목에 대한 의견
- 역학 /전자기 /현대물리 /양자물리 /물성
  - 광학 /플라즈마 /음향학 /열역학 /고체물리학
  - 수리물리학/전산물리 /통계물리 /실험물리 /과학사
  - 물리학사 /과학철학 /핵물리학 /생물물리학
  - 천체물리학 /물리관련 공학 /컴퓨터 기술(프로그래밍/인터페이스 등)
  - 물리 탐구 과제 /개인 연구 과제 /예술 /체육 /철학
  - 문학 /의학 /봉사활동 /최근의 물리연구이슈
  - 물리학 세미나(전문가와의 만남)
  - 방학중 산학연 방문 단기 프로젝트 /물리학 논문 강독

**[그림 4] 가르쳐야 할 물리학 과목에 대한 1차 의견 분석 결과**

### 3. 물리 영재교육 방법

연구 방법의 조사 도구에서 제시한 바와 같이 1차 설문 조사 도구의 세 번째 설문은 “과학 영재를 위한 고등학교 과정의 물리교육 방법은 어떤 것들이 포함되었으면 좋겠는지 자유롭게 진술하여 주십시오”로, 물리 영재 교육 방법 설정에 관한 설문



## IV. 델파이 조사 2차 응답 결과의 분석

1차 설문에 대해 전문가 집단의 의견을 종합한 결과를 이용하여 2차 설문 도구를 구성하였다. 이 설문에 응답한 결과는 빈도 수 또는 우선 순위 방식으로 분석되었다. 이 결과는 뒤에 제시되는 물리 영재교육과정 제시에 사용되었다. 목표, 내용, 방법, 평가에 대해 2차 설문 응답 내용을 분석한 결과는 다음과 같다.

### 1. 물리 영재 교육과정 목표

물리 영재 교육과정 목표를 좀더 정교화하기 위해 다음과 같이 질문하였다: “아래 내용은 과학 영재를 위한 고등학교 과정의 물리교육 목표에 대한 전문가 집단의 응답을 정리한 결과입니다. 아래 각 항목에 대해 그 중요성을 고려하여 가장 중요하다고 생각되는 것부터 1, 2, 3, ... 으로 순서를 적어 주십시오.” 이와 같은 요구와 함께 1차 설문에 응답한 내용들을 정리한 목표들을 제시하였다. 먼저 목표 전문에 대한 의견을 물은 결과 이에 대해 ‘고등학교 수준의’라는 표현이 어색하고 의미가 없다는 지적이 3명 있었으며, ‘세계적인’을 ‘창의적이고 뛰어난’으로 수정하는 좋겠다는 의견(1명)이 있었다. 이에 본 연구자는 전문을 “물리 영재교육을 통하여 창의적이고 뛰어난 세계적 물리학자로 성장할 수 있는 기초 능력을 갖춘다”로 수정하는 것으로 결정하였다. 또, 구체적인 목표 설정에 대해 의견을 수렴하였는데, 이에 대한 2차 설문 응답을 분석한 결과는 <표 1>과 같다.

&lt;표1&gt; 물리 영재 교육과정 목표에 대한 우선 순위 응답 결과

목 표	순 위 평 균
(1) 물리학의 개념을 체계적으로 이해한다.	1.9
(2) 물리학에 관련된 연구 논문을 쓸 수 있다.	8.9
(3) 물리학 연구를 통해 자아 실현과 인류 공영에 이바지할 수 있다.	12
(4) 역학, 전자기, 양자 영역에서 대학의 물리학 전공 4학년 수준의 물리학 지식을 이해하고 문제를 해결할 수 있다.	8.8
(5) 물리학에 대해 전문가와 토론할 수 있는 의사소통 능력을 갖춘다.	9.9
(6) 물리학 및 물리학 인접 학문에서의 창의성을 계발한다.	2.4
(7) 자연의 다양한 물리 현상을 탐구하여 문제를 해결하는 능력을 기른다.	5.3
(8) 과제에 대한 강한 집념과 끈기 있는 연구 태도를 기른다.	5.4
(9) 타인의 의견에 대해 개방적인 태도를 가진다.	8.3
(10) 자연과학에 대해 지적인 관심과 지속적인 호기심을 가진다.	5.5
(11) 다양한 물리적 현상을 경험하고 확산적 사고를 가진다.	5.8
(12) 현재 진행되고 있는 물리 연구의 동향을 파악할 수 있다.	9.8
(13) 논리적 사고와 수리적인 능력을 기른다.	7.7

<표1>에서 보는 바와 같이 전문가 집단은 ‘물리학의 개념을 체계적으로 이해하게 한다’를 가장 우선적으로 설정해야 하는 목표로 생각하고 있었으며, 그 다음으로는 ‘물리학 및 물리학 인접 학문에서의 창의성을 계발한다’, ‘자연의 다양한 물리 현상을 탐구하여 문제를 해결하는 능력을 기른다’, ‘과제에 대한 강한 집념과 끈기 있는 연구 태도를 기른다.’ 등이 2, 3, 4 순위를 차지하였다. 위의 결과에 따라 상위 7개의 목표를 순위에 따라 정리하면 <표 2>와 같다.

**<표2> 우선 순위에 따른 목표 제시**

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 물리학의 개념을 체계적으로 이해한다.</li> <li>(2) 물리학 및 물리학 인접 학문에서의 창의성을 계발한다.</li> <li>(3) 자연의 다양한 물리 현상을 탐구하여 문제를 해결하는 능력을 기른다.</li> <li>(4) 과제에 대한 강한 집념과 끈기 있는 연구 태도를 기른다.</li> <li>(5) 자연과학에 대해 지적인 관심과 지속적인 호기심을 가진다.</li> <li>(6) 다양한 물리적 현상을 경험하고 확산적 사고를 가진다.</li> <li>(7) 논리적 사고와 수리적인 능력을 기른다.</li> </ul> |
|--|

**텔파이 조사 방법을 이용한 물리 영재교육과정 구성 55**

**2. 물리 영재 교육과정 내용**

과학 영재를 위한 고등학교 과정의 물리 교육 내용에 대한 응답을 정리한 결과는 두 가지로 분류하여 제시하였다. 먼저 물리 영재 교육과정 내용 수준을 좀더 정교화하기 위해 다음과 같이 질문하였다: “물리학 내용의 수준에 대해서는 아래 4가지의 의견이 있었습니다. 가장 적절하다고 생각하시는 항목에 v 표를 해 주십시오.” 이와 같은 요구와 함께 1차 설문에 응답한 내용들을 정리한 내용 수준들을 제시하였다. 구체적인 내용 수준 설정에 대해 의견을 수렴하였는 바, 이에 대해 2차 설문 응답을 분석한 결과는 <표 3>과 같다.

**<표 3> 물리 내용 수준 설문에 대한 2차 응답 결과**

물리 내용 수준	동의를 한 응답자 수
① 대학 수준의 물리학 과정	5
② 고등학교 물리II 내용에 대학의 기초 내용(일반물리학)을 추가한 수준	1
③ 고등학교 물리II 내용에 심화과정의 고급물리 내용과 대학의 기초 내용(일반물리학)을 추가한 수준	4
④ 기존의 고등학교 교과과정 ( )	0

위의 응답 외에 별도로 기록할 수 있는 기타 기록란에 “수준에 제한을 두지 말고 학생의 능력껏 진급할 수 있게 해야 한다”라는 의견(1명)도 있었다.

위의 표에서 볼 때 대학 수준의 물리학 과정을 물리학 내용의 수준으로 해야 한다

는 의견이 가장 많았고 거의 같은 수로 “고등학교 물리II 내용에 심화과정의 고급물리 내용과 대학의 기초 내용(일반물리학)을 추가한 수준이어야 한다는 의견이 있음을 알 수 있다.

두 번째로 물리 영재 교육과정에서 가르쳐야 할 교과목을 좀더 정교화하기 위해 다음과 같이 질문하였다: “가르쳐야 할 물리학 과목에 대해서는 아래와 같은 과목들이 제시되었습니다. 이 과목 중에서 필수로 해야 할 것은 ‘필’, 선택으로 했으면 하는 과목은 ‘선’, 교양으로 했으면 하는 과목은 ‘교’, 필요 없다고 생각되는 과목은 ‘기’라고 표시해 주십시오.” 이와 같은 요구와 함께 1차 설문에 응답한 교과목들을 제시하였다. 이에 대한 2차 설문 응답을 분석한 결과는 <표 4>와 같다.

**56 英才教育研究(第12卷 第4號)**

---

<표4> 필수, 선택, 교양 과목 분석 결과

과목	동의한 응답자 수				과목	동의한 응답자 수			
	필수	선택	교양	불필요		필수	선택	교양	불필요
역학	9	2			전자기	9	2		
현대물리	9	1		1	양자물리	6	5		
물성	1	6	1	3	광학	4	6		1
플라즈마	0	9		2	음향학	0	8	2	1
열역학	5	6			고체물리학	1	10		
수리물리학	4	7			전산물리	2	9		
통계물리	3	8			실험물리	8	3		
과학사	3	5	3		물리학사	2	7	2	
과학철학	1	4	6		핵물리학	0	9	1	1
생물물리학	0	9	2		천체물리학	1	8	1	1
물리관련공학	1	9	2		컴퓨터 기술(프로그래밍/인터페이스 등)	3	8		
물리 탐구 과제	11				개인 연구 과제	8	3		
예술	1	2	6	2	체육	0	4	5	2
철학	0	4	5	2	문학	0	3	6	2
의학	0	3	4	4	봉사활동	3	1	5	2
최근 물리 이슈	5	5	1		물리학 세미나	4	5	1	1
방학중 산학연 방문 단기 프로젝트	6	4		1	물리학 논문 강독	4	6		1

11명의 전문가 의견 중에서 가장 많은 수가 동의한 것을 근거로 각 과목에 대해 필수, 선택, 교양 선정 여부를 표시해 보면 <표 5>와 같다.

<표5> 필수, 선택, 교양 과목 선정

필수 과목	선택 과목		교양 과목
역학	물성	광학	과학철학 예술 체육 철학 문학 봉사활동
전자기	플라즈마	음향학	
현대물리	열역학	고체물리학	
양자물리	수리물리학	전산물리	
실험물리	통계물리	과학사	
물리 탐구 과제	물리학사	핵물리학	
개인 연구 과제	생물물리학	천체물리학	
최근의 물리연구이슈	물리관련 공학		
방학중 산학연 방문 (단기 프로젝트)	컴퓨터 기술(프로그래밍/인터페이스 등) 물리학 세미나 물리학 논문 강독		

광학, 열역학, 물리학 세미나(전문가와의 만남), 물리학 논문 강독은 각각 11명 중 4명, 5명, 4명, 4명이 필수로 부과하는 것이 좋겠다는 의견이 있었으나 그보다 다수인 6명(광학, 열역학, 물리학 논문 강독) 및 5명(물리학 세미나)이 선택으로 부과하는 것이 좋겠다는 의견이 있어 다수 의견을 받아들여 선택과목으로 책정하였으며, 또한 양자물리에 대해서는 11명중 5명이 선택으로 부과하는 것이 좋겠다는 의견이 있었으나 그보다 다수인 6명이 필수로 부과하는 것이 좋겠다는 의견이 있어 이를 받아들여 필수로 부과하였다.

또, 교양 과목으로 설정된 과목 중에서 체육과 봉사 활동에 대해서는 11명중 3명이 필수로 부과하는 것이 좋겠다는 의견을 피력하였다.

이밖에 “기타 더 추가하시고 싶으신 과목이나 의견이 있으시면 아래에 기술하여 주십시오.”라는 응답에 대해 선택과목으로 ‘환경물리학’, ‘물리학 고전 읽기’, 교양 과목으로 ‘물리학과 현대사회’를 두자는 의견(1명)이 있었다.

### 3. 물리 영재 교육 방법

과학 영재를 위한 고등학교 과정의 물리 교육 방법에 대해 좀더 정교화하기 위해 2차 설문에서는 다음과 같이 질문하였다: “다음은 <과학 영재를 위한 고등학교 과정의 물리교육 방법>에 대한 응답을 정리한 결과입니다.

이들 중에서 물리 영재 교육 방법으로 반드시 포함되어야 한다고 생각되는 것에는 ( )속에 A, 비교적 포함되는 것이 좋겠다고 생각되는 것에는 B, 포함되지 않는 것이 좋겠다고 생각되는 것에는 C라고 표시해 주시기 바랍니다. ” 이와 같은 요구와 함께 1차 설문에 응답한 내용들을 정리한 내용 수준들을 제시하였다. 구체적인 내용 수준 설정에 대해 의견을 수렴하였는 바, 이에 대해 2차 설문 응답을 분석한 결과는 <표 6>과 같다.

**<표 6> 물리 교육 방법에 대한 2차 설문 응답 결과**

물리교육 방법	동의를 한 응답자 수		
	A	B	C
소집단 프로젝트 중심 연구/ 발표/ 토론	11		
자신의 취미, 특기와 관련되는 물리학 심화 탐구	4	6	1
강연	4	7	
강의	6	5	
세미나	7	4	
탐구 토론 대회 운영	6	5	
기말 과제물	2	9	
연구소 방문	4	6	1
개인 연구 및 논문 작성	6	4	1
연습문제 풀이	7	4	
물리학 연구를 수행하는 연구자와 개별 교류(사사 제도)	4	5	2
영재 학생들 대상의 학술지 발간	2	4	4
실험	9	2	
방학중 대학 강의 참여 및 학점 인정	5	2	4

이상의 분석 결과를 토대로 설정된 물리교육 방법은 다음과 같다. 필수적으로 행해져야 할 물리교육 방법으로는, 소집단 프로젝트 중심 연구/ 발표/ 토론, 실험, 강의, 세미나, 탐구 토론 대회 운영, 개인 연구 및 논문 작성, 연습문제 풀이 등이며, 이 밖에 방학중 대학 강의 참여 및 학점 인정, 자신의 취미, 특기와 관련되는 물리학 심화 탐구, 강연, 연구소 방문, 물리학 연구를 수행하는 연구자와 개별 교류(사사 제도) 등이 병행될 필요가 있다.

이들 중에서 물리 영재 교육 방법으로 반드시 포함되어야 한다고 생각되는 것에는 ( )속에 A, 비교적 포함되는 것이 좋겠다고 생각되는 것에는 B, 포함되지 않는 것이 좋겠다고 생각되는 것에는 C라고 표시해 주시기 바랍니다. ” 이와 같은 요구와 함께 1차 설문에 응답한 내용들을 정리한 내용 수준들을 제시하였다. 구체적인 내용 수준 설정에 대해 의견을 수합하였는 바, 이에 대해 2차 설문 응답을 분석한 결과는 <표 6>과 같다.

<표 6> 물리 교육 방법에 대한 2차 설문 응답 결과

물리교육 방법	동의한 응답자 수		
	A	B	C
소집단 프로젝트 중심 연구/ 발표/ 토론	11		
자신의 취미, 특기와 관련되는 물리학 심화 탐구	4	6	1
강연	4	7	
강의	6	5	
세미나	7	4	
탐구 토론 대회 운영	6	5	
기말 과제물	2	9	
연구소 방문	4	6	1
개인 연구 및 논문 작성	6	4	1
연습문제 풀이	7	4	
물리학 연구를 수행하는 연구자와 개별 교류(사사 제도)	4	5	2
영재 학생들 대상의 학술지 발간	2	4	4
실험	9	2	
방학중 대학 강의 참여 및 학점 인정	5	2	4

이상의 분석 결과를 토대로 설정된 물리교육 방법은 다음과 같다. 필수적으로 행해져야 할 물리교육 방법으로는, 소집단 프로젝트 중심 연구/ 발표/ 토론, 실험, 강의, 세미나, 탐구 토론 대회 운영, 개인 연구 및 논문 작성, 연습문제 풀이 등이며, 이 밖에 방학중 대학 강의 참여 및 학점 인정, 자신의 취미, 특기와 관련되는 물리학 심화 탐구, 강연, 연구소 방문, 물리학 연구를 수행하는 연구자와 개별 교류(사사 제도) 등이 병행될 필요가 있다.

## 1. 물리 영재 교육 평가

과학 영재를 위한 고등학교 과정의 물리 교육 평가에 대해 좀더 정교화하기 위해 2차 설문에서는 두 가지로 분리하여 조사하였다. 그것은 영재 교육 평가 내용과 영재 교육 평가 방법에 관한 것이다. 먼저, 물리 영재교육 평가 내용에 대한 의견을 수렴하기 위해 다음과 같이 질문하였다: “다음은 <과학 영재를 위한 고등학교 과정의 물리교육 평가>에 대한 응답을 정리한 결과입니다. (1) <평가 내용>에 대해서는 아래와 같은 의견이 있었습니다. 이중 그 중요도를 고려하여 4항목만 골라 중요하다고 생각되는 것부터 ( )안에 1, 2, 3, 4로 우선 순위를 적어주십시오.” 이와 같은 요구와 함께 1차 설문 응답한 내용들을 정리한 내용 수준들을 제시하였다. 구체적인 내용 수준 설정에 대해 의견을 수렴하였는 바, 이에 대해 2차 설문 응답을 분석한 결과는 <표 7>과 같다.

<표 7> 물리교육 평가 내용 분석

평가 내용	우선 순위 평균
① 물리학 지식 및 이해력 평가	( 1.6 )
② 창의적 사고력과 비판적 사고력 평가	( 2.2 )
③ 토론 참여도 평가	( 0 )
④ 의사소통 능력 평가	( 0 )
⑤ 실험 능력 평가	( 3.3 )
⑥ 자료 수집 능력 평가	( 0 )
⑦ 팀웍 및 리더십 평가	( 0 )
⑧ 문제해결력 평가	( 2.5 )
⑨ 끈기성, 실험 결과에 대한 정직성 평가	( 0 )

<표 7>에서 ( )안은 평균 순위를 나타내며, 순위를 1, 2, 3, 4까지만 적도록 하였으므로 순위에 들지 못하는 영역이 나타난다. 그러므로 여기서는 5명 이상의 전문가가 4순위 안으로 체크한 영역을 대상으로 그 평균을 구하였으며, 그렇게 했을 때 가장 높은 순위는 ‘물리학 지식 및 이해력 평가’로 평균 순위 1.6이었으며, 그 다음으로는 ‘창의적 사고력과 비판적 사고력 평가’, ‘문제해결력 평가’, ‘실험 능력 평가’가 2, 3, 4 순위를 차지하였다.

그리고 더 추가하고 싶은 평가 영역을 기술하게 했을 때 그에 대해서는 ‘프로젝트

수행 능력'을 평가 영역에 포함시켜야 한다는 의견(1명)이 제시되었다.

다음으로는, 물리 영재교육 평가 방법에 대한 의견을 수렴하기 위해 다음과 같이 질문하였다: “ 다음은 <과학 영재를 위한 고등학교 과정의 물리교육 평가>에 대한 응답을 정리한 결과입니다. (2) <평가 방법>에 대해서는 아래와 같은 의견이 있었습니다.

이들 중에서 물리 영재 교육 평가 방법으로 반드시 포함되어야 한다고 생각되는 것에는 ( )속에 A, 비교적 포함되는 것이 좋겠다고 생각되는 것에는 B, 포함되지 않는 것이 좋겠다고 생각되는 것에는 C라고 표시해 주시기 바랍니다.” 이와 같은 요구와 함께 1차 설문에 응답한 내용들을 정리하여 평가 방법들을 제시하였다. 구체적인 평가 방법 설정에 대해 의견을 수합하였는 바, 이에 대해 2차 설문 응답을 분석한 결과는 <표 8>과 같다.

이상의 분석에서 볼 때 반드시 고려해야 할 평가 방법으로는, ‘논술 및 보고서 검토 평가’, ‘탐구 수행 능력 검사 평가’, ‘작품, 논문 등의 산출물 검토 평가’, ‘지필 평가’, ‘면담을 통한 평가’, ‘연구 결과 발표 경연 대회 성적으로 평가’ 등이 있으며, 부가적으로 고려해야 할 평가 방법으로는 ‘외부 및 내부의 각종 경시 대회 입상 성적으로 평가’, ‘학회에서의 논문 발표 성적으로 평가’, ‘학술지 발표 논문 성적으로 평가’ 등이 있으며, 중요하게 고려하지 않아도 될 평가 방법으로는 ‘앞으로의 물리학 분야 .

기타 더 추가하시고 싶으신 평가 방법이나 의견이 있으시면 기술해 달라는 요구에 대해 추가 의견이 있었는데, 그것은 ‘컴퓨터를 이용한 평가’가 무슨 의미인지 잘 모르겠으며, 6번과 7번도 비슷한 내용인 것 같습니다(1명)라는 것과 위의 C 항목은 현실성이 그리 많지 않다는 의미에서 그렇다는 것이지, 그러한 능력이 평가에서 제외되어야 한다는 것은 아닌데 즉, 만약 이러한 능력이나 성과가 발생하였다면, 이를 적극적으로 특별한 항목으로서 추가로 평가 점수에 포함시켜야 할 것이다(1명)라는 의견이 있었다.

## I. 물리 영재 교육과정

이상의 1차와 2차 설문 응답을 분석한 결과로부터 구안된 물리 영재 교육과정을 제시하는 데 있어 몇 가지 제한은 다음과 같다. 첫째, 본 물리 영재 교육과정을 구안하기 위한 아이디어를 수집하기 위해 선정된 전문가 집단 11명이 모두 한국의 물리 영재 교육과정에 대한 전문가라고 객관적으로 평가하기는 어렵기 때문에 그로 인한 제한을 피하기 어렵다. 둘째, 전문가 집단 11명은 수적으로 충분하지 않은 제한을 가진다. 셋째, 좀더 타당성을 확보하기 위해 3차 설문을 통해 최종적인 안에 대해 전문가 집단의 검토를 받는 것이 바람직했으나 전문가들의 해외 출장, 시간적인 제약 등으로 인해 3차 검증을 거치지 못한 것 또한 본 연구의 제한에 속한다.

이러한 제한에도 불구하고 지금까지 조사된 결과를 바탕으로 물리 영재 교육과정을 제시하면 다음과 같다.

### 물리 영재 교육과정(안)

#### 1. 물리 영재 교육과정 목표

전문: 물리 영재교육을 통하여 창의적이고 뛰어난 세계적 물리학자로 성장할 수 있는 기초 능력을 갖춘다.

- (1) 물리학의 개념을 체계적으로 이해한다.
- (2) 물리학 및 물리학 인접 학문에서의 창의성을 계발한다.
- (3) 자연의 다양한 물리 현상을 탐구하여 문제를 해결하는 능력을 기른다.
- (4) 과제에 대한 강한 집념과 끈기 있는 연구 태도를 기른다.
- (5) 자연과학에 대해 지적인 관심과 지속적인 호기심을 가진다.
- (6) 다양한 물리적 현상을 경험하고 확산적 사고를 가진다.
- (7) 논리적 사고와 수리적인 능력을 기른다.

#### 2. 물리 영재 교육과정 내용

##### 가. 내용 수준

고등학생 연령을 대상으로 하는 물리 영재 교육과정 내용의 수준은 고등학교 물리Ⅱ 내용을 기초로 하고 이에 연계적으로 대학 수준의 물리학 과정으로 발전시키는 내용으로 한다.

**나. 물리 영재교육 과정 과목**

필수 과목	선택 과목	교양 과목
역학	물성 광학	과학철학 예술 체육 철학 문학 봉사활동
전자기	플라즈마 음향학	
현대물리	열역학 고체물리학	
양자물리	수리물리학 전산물리	
실험물리	통계물리 과학사	
물리 탐구 과제	물리학사 핵물리학	
개인 연구 과제	생물물리학 천체물리학	
최근의 물리연구이슈	물리관련 공학	
방학중 산학연 방문 (단기 프로젝트)	컴퓨터 기술(프로그래밍/인터페이스 등) 물리학 세미나 물리학 논문 강독	

**3. 물리 영재 교육 방법**

물리 영재교육 방법은 다음과 같이 다양한 방법을 활용한다.

다음의 방법은 필수적으로 활용한다:

- (1) 소집단 프로젝트 중심 연구/ 발표/ 토론
- (2) 실험
- (3) 강의
- (4) 세미나
- (5) 탐구 토론 대회 운영
- (6) 개인 연구 및 논문 작성
- (7) 연습문제 풀이

이 밖에 아래 방법을 필요한 경우 병행하여 활용한다:

- (1) 방학중 대학 강의 참여 및 학점 인정
- (2) 자신의 취미, 특기와 관련되는 물리학 심화 탐구
- (3) 강연

(4) 연구소 방문

(5) 물리학 연구를 수행하는 연구자와 개별 교류(사사 제도)

#### 4. 물리 영재 교육 평가

가. 물리 영재 교육 평가에 있어서는 다음의 영역을 필수적으로 균형 있게 평가한다.

- ① 물리학 지식 및 이해력 평가
- ② 창의적 사고력과 비판적 사고력 평가
- ③ 실험 능력 평가
- ④ 문제해결력 평가

나. 물리 영재 교육 평가에 있어서는 다음의 방법들을 필요에 따라 균형 있게 활용한다.

(1) 다음의 방법들은 필수적으로 균형 있게 활용한다.

- ① 논술 및 보고서 검토 평가
- ② 탐구 수행 능력 검사 평가
- ③ 작품, 논문 등의 산출물 검토 평가
- ④ 지필 평가
- ⑤ 면담을 통한 평가
- ⑥ 연구 결과 발표 경연 대회 성적으로 평가

(2) 다음의 평가 방법들은 필요에 따라 활용을 고려한다.

- ① 외부 및 내부의 각종 경시 대회 입상 성적으로 평가
- ② 학회에서의 논문 발표 성적으로 평가
- ③ 학술지 발표 논문 성적으로 평가

## 참고 문헌

- 교육부(1997a), 제 7차 교육과정-고등학교 교육과정(I), 대한교과서 주식회사
- 교육부(1997b), 제 7차 교육과정-고등학교 교육과정(II), 대한교과서 주식회사
- 구자익 외(1999), 과학과 영재교육과정 시안. 영재교육과정 개발 연구의 별책부록 IV, 수탁연구 CR 99-20-4, 한국교육개발원
- 구자익 외(2000), 영재교육과정 개발 연구(II). 한국교육개발원
- 김명환(2000), 일반 초중등학교에서 과학영재를 위한 과학 심화학습 프로그램의 탐색, 박승재외, 물리교육학 연구, 교육과학사
- 김주훈·이은미(1997), 영재를 위한 심화 학습 프로그램 개발 연구(II), 한국교육개발원
- 부산교육과학연구원(2002), 부산교육총서-영재교육의 이론과 실제, 부산교육과학연구원
- 이군현(1995), 한국의 과학 영재교육 현황과 발전 방향에 관한 연구, 한국과학재단.
- 임경순(2000), 양자역학의 형성과 학문적 스타일의 문제 - 막스 플랑크, 닐스 보어, 막스 보른, 파울리, 하이젠베르크를 중심으로-, 제2회 과학교육 연합 학술대회 자료집, 한국과학교육학회
- 임장규(2000), 영재학교와 과학고등학교, 2000년도 한국영재학회 춘계 학술세미나 자료집: 지식기반사회에서의 영재교육의 방향, 한국영재학회
- 조석희 외(1996), 영재 교육의 이론과 실제: 교사용 연수 자료, 한국교육개발원
- 조석희·박성익·오영주(2000), 대학 및 교육청에서의 지역 공동 영재교육 운영방안, 2000년도 한국영재학회 춘계 학술세미나 자료집: 지식기반사회에서의 영재교육의 방향, 한국영재학회
- 한국영재학회(2000), 영재교육진흥법(국회본회의 통과, 1999. 12. 28>, 2000년도 한국영재학회 춘계 학술세미나 자료집: 지식기반사회에서의 영재교육의 방향, 한국영재학회
- 한중하 외(1988), 과학영재의 발굴과 교육, 서울특별시 교육위원회
- Brandwein, P. F.(1981), The gifted student as future scientist. New York: Harcourt Brace and Jovanovich.
- Feldhusen, J. F.(1992), Excellence in educating the gifted, Love Pub. Co.
- Hunt, E.(1994), Problem Solving. In: Steinberg R. J. (ed), Thinking and Problem

Solving. Academic Press Ltd.

Screen, P.(1986), Warwick Process Science, Southhampton: Ashford Press  
Publishing.

## 부 록

### 물리영재교육과정 개발을 위한 2차 설문

지난번 1차 설문에 응답해 주셔서 대단히 감사합니다.

다음은 11명의 자문위원께서 보내주신 내용을 종합적으로 정리한 것입니다. 아래 각 영역에 대해 나열한 항목들은 자문위원들께서 응답하신 내용을 정리하여 순서 없이 나열한 것입니다. 이 내용들을 좀더 정교화하기 위해 한 번 더 설문에 응답해 주시면 고맙겠습니다.

1. 이것은 <과학 영재를 위한 고등학교 과정의 물리교육 목표>에 대한 응답을 정리한 결과입니다.

아래 각 항목에 대해 그 중요성을 고려하여 가장 중요하다고 생각되는 것부터 1, 2, 3, ... 으로 순서를 적어 주십시오.

전문: 고등학교 수준의 물리 영재교육을 통하여 세계적인 물리학자로 성장할 수 있는 기초 능력을 갖춘다.

- (1) 물리학의 개념을 체계적으로 이해한다.(    )
- (2) 물리학에 관련된 연구 논문을 쓸 수 있다.(    )
- (3) 물리학 연구를 통해 자아 실현과 인류 공영에 이바지할 수 있다.(    )
- (4) 역학, 전자기, 양자 영역에서 대학의 물리학 전공 4학년 수준의 물리학 지식을 이해하고 문제를 해결할 수 있다. (    )
- (5) 물리학에 대해 전문가와 토론할 수 있는 의사소통 능력을 갖춘다.(    )
- (6) 물리학 및 물리학 인접 학문에서의 창의성을 계발한다.(    )
- (7) 자연의 다양한 물리 현상을 탐구하여 문제를 해결하는 능력을 기른다.(    )
- (8) 과제에 대한 강한 집념과 끈기있는 연구 태도를 기른다.(    )
- (9) 타인의 의견에 대해 개방적인 태도를 가진다.(    )
- (10) 자연과학에 대해 지적인 관심과 지속적인 호기심을 가진다.(    )

- (11) 다양한 물리적 현상을 경험하고 확산적 사고를 가진다.(    )
- (12) 현재 진행되고 있는 물리 연구의 동향을 파악할 수 있다.(    )
- (13) 논리적 사고와 수리적인 능력을 기른다.(    )

전문: “고등학교 수준의 물리 영재교육을 통하여 세계적인 물리학자로 성장할 수 있는 기초 능력을 갖춘다.”에 대해 수정이 필요하면 수정할 내용을 아래에 적어 주십시오.

---



---

2. 이것은 <과학 영재를 위한 고등학교 과정의 물리 교육 내용>에 대한 응답을 정리한 결과입니다.

(1) 물리학 내용의 수준에 대해서는 아래 4가지의 의견이 있었습니다. 가장 적절하다고 생각하시는 항목에 v 표를 해 주십시오.

- ① 대학 수준의 물리학 과정 (    )
- ② 고등학교 물리II 내용에 대학의 기초 내용(일반물리학)을 추가한 수준 (    )
- ③ 고등학교 물리II 내용에 심화과정의 고급물리 내용과 대학의 기초 내용(일반물리학)을 추가한 수준 (    )
- ④ 기존의 고등학교 교과과정 (    )

(2) 가르쳐야 할 물리학 과목에 대해서는 아래와 같은 과목들이 제시되었습니다. 이 과목 중에서 필수로 해야 할 것은 ‘필’, 선택으로 했으면 하는 과목은 ‘선’, 교양으로 했으면 하는 과목은 ‘교’, 필요 없다고 생각되는 과목은 ‘기’라고 표시해 주십시오.

- |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|
| 역학 (    )   | 전자기 (    )  | 현대물리 (    ) |
| 양자물리 (    ) | 물성 (    )   | 광학 (    )   |
| 플라즈마 (    ) | 음향학 (    )  | 열역학 (    )  |
| 고체물리학(    ) | 수리물리학(    ) | 전 산 물 리     |

( )

- |                           |                 |              |
|---------------------------|-----------------|--------------|
| 통계물리 ( )                  | 실험물리 ( )        | 과학사          |
| ( )                       |                 |              |
| 물리학사 ( )                  | 과학철학( )         | 핵물리학 ( )     |
| 생물물리학( )                  | 천체물리학( )        | 물리관련 공학 ( )  |
| 컴퓨터 기술(프로그래밍/인터페이스 등) ( ) |                 | 물리 탐구 과제 ( ) |
| 개인 연구 과제 ( )              | 예술 ( )          | 체육 ( )       |
| 철학 ( )                    | 문학 ( )          | 의학 ( )       |
| 봉사활동 ( )                  | 최근의 물리연구 이슈 ( ) |              |
| 물리학 세미나(전문가와의 만남) ( )     |                 |              |
| 방학중 산학연 방문 단기 프로젝트 ( )    | 물리학 논문 강독       | ( )          |

\* 기타 더 추가하시고 싶으신 과목이나 의견이 있으시면 아래에 기술하여 주십시오.  
오.

3. 다음은 <과학 영재를 위한 고등학교 과정의 물리교육 방법>에 대한 응답을 정리한 결과입니다.

이들 중에서 물리 영재 교육 방법으로 반드시 포함되어야 한다고 생각되는 것에는 ( )속에 A, 비교적 포함되는 것이 좋겠다고 생각되는 것에는 B, 포함되지 않는 것이 좋겠다고 생각되는 것에는 C라고 표시해 주시기 바랍니다.

- (1) 소집단 프로젝트 중심 연구/ 발표/ 토론 ( )
- (2) 자신의 취미, 특기와 관련되는 물리학 심화 탐구 ( )
- (3) 강연 ( ) (4) 강의 ( ) (5) 세미나 ( )
- (6) 탐구 토론 대회 운영 ( ) (7) 기말 과제물 ( )
- (8) 연구소 방문 ( ) (9) 개인 연구 및 논문 작성 ( )



\* 기타 더 추가하시고 싶으신 평가 내용이나 의견이 있으시면 아래에 기술하여 주십시오.

---

---

(2) <평가 방법>에 대해서는 아래와 같은 의견이 있었습니다.

이들 중에서 물리 영재 교육 평가 방법으로 반드시 포함되어야 한다고 생각되는 것에는 ( )속에 A, 비교적 포함되는 것이 좋겠다고 생각되는 것에는 B, 포함되지 않는 것이 좋겠다고 생각되는 것에는 C라고 표시해 주시기 바랍니다.

- ① 외부 및 내부의 각종 경시 대회 입상 성적으로 평가 ( )
- ② 학회에서의 논문 발표 성적으로 평가 ( )
- ③ 학술지 발표 논문 성적으로 평가 ( )
- ④ 연구 결과 발표 경연 대회 성적으로 평가 ( )
- ⑤ 앞으로의 물리학 분야 종사 업적으로 평가(추후 계속 평가) ( )
- ⑥ 작품, 논문 등의 산출물 검토 평가 ( )
- ⑦ 논술 및 보고서 검토 평가 ( )
- ⑧ 탐구 수행 능력 검사 평가 ( )
- ⑨ 교사에 의한 평가 뿐만 아니라 학생들 상호 평가 ( )
- ⑩ 지필 평가 ( )    ⑪ 면담을 통한 평가 ( )
- ⑫ 컴퓨터를 이용한 평가 ( )

\* 기타 더 추가하시고 싶으신 평가 방법이나 의견이 있으시면 아래에 기술하여 주십시오.

## Abstract

### Development of a High School Level Physics Curriculum for the Gifted in Science

Young-Min Kim(Pusan National Universtiy)

minkiy@pusan.ac.kr

Sung-Yi, Lee(Pusan National University)

lsungy94@hanmail.net

Jeong Seong Oh(Busan Science High School)

jso77@pusan.ac.kr

The purpose of this study was to develop a high school level physics curriculum for the gifted in science. The research method for this study was Delphi Survey, which is appropriate for social agreement of experts in a certain area. For the Delphi survey, 11 experts of gifted education in physics field, who consist of 4 physics professors, 3 physics education professors, and 2 science high school teachers, and 2 experts in other institutes, were sampled intendedly.

In first survey, free description questions about objectives, contents, teaching methods, and achievement test methods were asked, and their answers were analyzed by frequency. And then, frequent answers were adopted and elaborated.

In second survey, they were asked to write numbers according to priority(degree of agreement) for the adopted and elaborated answers in each area.

Finally, by analyzing the results of second survey, the physics curriculum for

the gifted was developed.

Key words : gifted children in science, physics curriculum, Delphi survey