

# 새로운 과학 교육 프로그램의 개발과 평가 I

- 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 물리 탐구 실험 연수를 중심으로 -

박종원 · 오희균 · 김두현

(전남대학교 물리교육과) (전남대학교 과학교육연구소)

## A development and evaluation of new training program for science teacher

- focused on computer simulation inquiry experiments in physics -

Park, Jongwon · Oh, Heegyun · Kim, Doohyun

(Department of Physics Education, Chonnam National University)

(Chonnam National University, The Science Education Institute)

### ABSTRACT

This study was designed to develop an in-service training programme using Interactive Physics™ simulation for science teachers and to evaluate the effect of programme. The purposes of training programme are the improvement of scientific inquiry teaching ability as well as enhancement of the understanding of scientific concepts, inquiry skills, and the computer manipulation skills. The developed programme was implemented four times with 15 hours for each courses. The questionnaire for evaluating the programme after the last course showed that many teachers (1) voluntarily participated in this programme with internal motivation, (2) were satisfied with the level of programme difficulty, professionalism of lecturer, and classroom environment, (3) gave positive responses about the achievement of the purposes of this programme, (4) showed strong intention for applying simulation to their school teaching. And future studies were proposed.

**Key words :** in-service training programme, science teacher, simulation, Interactive Physics, evaluation

### I. 연구 동기 및 필요성

교사 교육에 관한 연구는 새로운 발전과 중요한 진보와 함께 활발한 연구 분야가 되어가고 있다. 교사 교육에 대한 방법론적인 진보와 함께 팽창하는 주요 문제들은 교사 교육 연구자들에게 새로운 영역에서의 많은 연구 기회를 제공해 주고 있다. 더구나 교육 연구 위원회에서는 교사 교육에 대한 연구와 실제, 그리고 정책간의

통합을 지속적으로 요구하고 있다. (Lee & Yager, 1996).

교사 연수는 교사의 전문성 향상을 위한 실행적 측면뿐 아니라, 연구적 측면을 지니고 있다. 즉, 좋은 연수 프로그램을 개발해서 교사를 대상으로 연수를 실행하는 측면뿐 아니라, 어떠한 근거에 기초해서 어떤 특성의 프로그램을 개발해야 하며, 개발한 연수

\* 1999년 7월 6일 받음.

\*\*본 연구는 1998년도 전남대학교 연구소 육성과제 지원비에 의해 수행된 연구의 일부임.

프로그램에 대해 교사는 어떠한 반응을 보이는지, 교사의 전문성 향상 과정과 그 결과는 구체적으로 어떠한지, 교사 연수 프로그램의 개발과 실행에 대한 체계적인 평가는 어떻게 이루어질 수 있는지 등에 대한 연구적인 측면도 포함하고 있다. 이러한 측면에서 본 연구는 새로운 형태의 교사 연수 프로그램을 개발하고, 이에 대한 교사의 반응을 보다 체계적으로 조사하기 위한 연구이다.

우리나라에서 실시된 교사 연수에 대한 일반 연구로는 교사 연수의 실태에 대한 연구(문병택, 1992), 교원 연수의 문제점과 개선방안에 대한 연구(임현진, 1992), 교사 교육의 개선방안에 대한 연구(이윤식 등, 1993), 교사 연수 프로그램의 평가 준거 개발 연구(고재천, 1997) 등이 있다. 또한 교내 연수를 통해 교사의 전문성 신장을 위해 원기호(1994)가 연구한 바 있으며, 원격교육을 통한 교원연수 체제에 대해 최상근(1995)이 연구하였고, 교사교육 평가 인정제에 관해 정일환, 김우우, 조준래(1991)가 연구한 바 있다.

특별히 과학 분야의 연수에 대한 연구로는 현충기(1993)가 생물분야에서 중학교 과학교사를 대상으로 한 실험 연수에서 사용한 연수 교재의 내용을 분석한 연구가 있고, 박종원 등(1997)이 통합과학 지도를 위해 자체적으로 새로운 프로그램을 개발하여 실시하고 그 결과를 평가한 연구가 있었다. 그리고 이학동 등(1996)이 과학교사의 양성과 관련지어 재교육에 대한 개선방향에 대해 연구한 바 있다. 그러나 그 외에 과학 분야에서 다양하고 새로운 연수 프로그램을 개발하고, 그에 대한 평가를 실시한 연구는 매우 적은 편이다.

특히, 최근에 과학 지도에서는 시뮬레이션을 이용한 실험 등을 새롭게 도입하고 강조하고 있다. Lehman(1994)의 연구에 의하면, 미국의 179개 중등학교를 대상으로 조사한 결과, 컴퓨터를 과학 수업에 통합하여 사용하는 과학 교사 중에서는 시뮬레이션을 가장 많이(70%) 활용하는 것으로 나타났다.

Hanson과 Bug(1995)는 직접 수행하는 실험과 시뮬레이션을 통합한 전략을 개발하여 대학생들을 대상으로 실제로 학생들이 시뮬레이션 환경을 구축하도록 하는 방식으로 지도한 결과 학생들의 개념적 이해에

도움이 된다고 보고하였다. Doerr(1977)도 전문가가 개발해 놓은 시뮬레이션을 학생들이 활용하게 하는 것보다는 학생들이 직접 시뮬레이션 환경을 통해 모델을 구축하는 것이 효과적이라는 주장을 하면서, 실험과 시뮬레이션, 그리고 분석의 3요소를 포함한 비선형적 모델 구축에 대한 이론적 틀을 개발하고 실제 적용하여 학생의 행동을 분석하였다.

그리고, Windschitl과 Andre(1998)은 구성주의적 관점에 기초하여 시뮬레이션을 활용한 수업을 통해 학생의 개념변화를 촉진시키는 연구를 수행하였다. Weller(1995)도 아리스토텔레스적 오개념을 변화시키기 위해 이상화된 상황에 대한 시뮬레이션 프로그램을 개발하여 학생의 개념변화를 돕는 연구를 실시하였다. 탐구 학습과 관련지은 연구로는 Njoo & Jong(1993)가 있다. 그들은 대학생을 대상으로 학생들의 탐색적 또는 발견적 학습을 구성하는 요소를 추출하기 위해 컴퓨터 시뮬레이션을 사용하였고, 학생들의 탐색적 또는 발견적 학습에 수업 전략들이 어떠한 영향을 미칠 수 있는지를 조사하였다.

그리고, McDermott(1990)는 컴퓨터 시뮬레이션이 어떻게 학생의 개념적 이해를 조사하기 위한 연구 도구로 활용될 수 있는지에 대한 연구도 수행하였다.

이와 같이 시뮬레이션을 과학 학습에 적용하는 연구가 확대되고 있으나, 정작 교사가 직접 이러한 시뮬레이션 프로그램을 과학 지도에 활용할 수 있도록 연수 프로그램을 개발하고 지도한 예는 찾아보기 힘들다. 실제로 과학 교사들이 학교 수업에서 컴퓨터를 활용하지 않게 되는 이유를 조사해 보아도, 하드웨어와 소프트웨어의 충분한 보급 다음으로 컴퓨터를 수업에 활용할 수 있는 훈련의 필요성을 언급하는 것을 볼 수 있다(Lehman, 1994).

따라서, 본 연구에서는 물리 영역에서 시뮬레이션 프로그램을 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 교사 연수 프로그램을 개발하고, 연수를 직접 시행하여 그에 대한 평가를 실시하고자 한다.

## II. 연구목적 및 연구 내용

본 연구는 새로운 내용의 과학 교사를 위한 연수

프로그램을 개발하고 평가하기 위한 연구이다. 이를 위해 본 연구는 내용과 방식에 따라 크게 3부분으로 나누었다.

- (1) 컴퓨터를 이용한 탐구 실험 연수의 개발과 평가
  - (1-1) 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 물리탐구 실험 연수의 개발과 평가
  - (1-2) 컴퓨터 인터페이스를 이용한 화학탐구 실험 연수의 개발과 평가
- (2) 열린 탐구활동을 위한 생물 탐구 실험 연수 자료의 개발과 평가

위 3개 영역 중에서 본 논문은 첫 번째 영역인 '컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 물리탐구 실험 연수의 개발과 평가'에 관한 것이다. 이를 위해서, Interactive Physics II 프로그램을 이용하여, 시뮬레이션 프로그램을 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 과학 교사 연수 프로그램을 개발하고, 연수를 시행하며 연수 효과를 평가하였다. 구체적인 연구 내용은 다음과 같다.

- (1) Interactive Physics II 시뮬레이션 활용을 위한 연수 프로그램을 개발한다.
- (2) 교사들이 자율적으로 참여하는 방식으로 연수를 실시한다.
- (3) 연수에 대한 평가를 실시한다.

### Ⅲ. 연구 방법

#### 1. 연수 프로그램의 개발

연수 프로그램에서 다룰 내용은 물리학의 여러 영역 중에서 가장 기본적이고 많이 다루어지는 영역인 역학 분야이다. 그리고 역학 분야에서 사용될 시뮬레이션 프로그램으로는 Interactive Physics II를 선정하였다.

##### 시뮬레이션 프로그램의 소개

Interactive Physics II는 knowledge Revolution사에서 개발한 역학 시뮬레이션 프로그램이며 현재는

version 5.0 까지 업그레이드되어 있다.

Interactive Physics II를 이용하여 교사와 학생은 스크린 상에 여러 가지 모양의 물체를 놓고, 물체에 여러 가지 속성(위치나 속도, 작용하는 힘 등)을 주어 물체의 운동을 분석할 수 있다. 특히, 공기 저항을 주거나, 중력의 값을 변화시키는 등 외부 환경을 자유롭게 조절할 수 있게 하여 줌으로써, 실제로는 불가능한 실험들을 쉽게 실행할 수 있다. 이와 같이 학습자가 스스로 실험 환경을 구축할 수도 있으므로, Hanson & Bug(1995)나 Doerr(1977)가 주장한 바와 같이 모델링(modelling) 학습에 적용할 수 있다 (그림 1 참고).

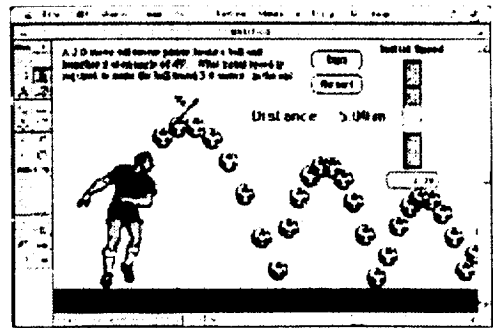


Fig. 1 Interactive Physics II

실험환경을 구축하고 나면 실험을 실행하게 되는데, 이때, 물체 운동에 대한 속도나 가속도 등의 벡터 표시를 할 수도 있으며, 물체의 위치, 속도, 가속도, 에너지 등의 값을 측정하여 숫자나 그래프 등으로 기록하게 된다. 그리고 그 결과는 Excell 등과 같은 스프레드시트 프로그램으로 전환되어 보다 다양하게 분석할 수도 있으며, 실행 장면을 avi 동영상으로 저장할 수도 있다.

##### 연수 프로그램 내용

본 연수 프로그램은 총 15시간용이며, 3시간씩 5회에 걸쳐 지도하도록 개발되었다(표 1 참고). 그리고 중등 교육과정 중에서 역학 영역의 내용 중 중요 8개의 내용을 선정하여(표 2 참고) 예제 프로그램을

만들고 이를 탐구활동에 사용할 수 있도록 하였다. 매 회별 연수 내용은 다음 <표 1>과 같다.

특히, 4회 째 실시하는 탐구활동에는 <표 2>와 같이 8개 탐구활동을 직접 교사들이 수행해 보고, 5회 째에는 직접 그러한 탐구활동을 개발해 보는 실습을 하도록 하여, 단순히 컴퓨터의 기능을 배우는 연수가 아닌, 컴퓨터와 탐구활동의 실제적 지도가 서로 통합될 수 있도록 하였다(표 2 참고). 연수 교재는 효율적인 연수 프로그램의 운영을 위하여 본 연구자들이 직접 개발하였다.

## 2. 연수 실시

'교사의 전문성 향상에 있어서 긍정적인 경향 중의 하나는 교사가 다른 교사를 지도하는 것이다.' (Coble & Koballa, 1996, p.476)

Lawrenz & McCreath(1988)는 지도자 교사(master teacher)가 내용과 방법 면에서 훈련을 받

고, 연수에 참여한 동료 교사를 위한 지도 과정을 직접 개발할 수 있도록 지원해 줄 때, 연수에 보다 효과적이었음을 보고한 바 있다. 그리고, Rowland & Ross(1990)도 교사가 다른 교사에게 탐구 기능을 지도하기 위한 모델을 제시하고, 연수 효과를 검증한 결과, 탐구기능을 명시하는 능력이나 관찰 및 분류 능력에서 효과가 있음을 확인하였다.

이러한 연구 결과들에 의하면, 전문 훈련을 받은 다른 교사를 지도할 수 있도록 하는 것이 연수 효과 면에서 긍정적인 것이라고 생각할 수 있다. 따라서, 본 연구에서도 연수 이전에 연구자로 참여한 교사와 함께 연수 자료를 개발하고, 지도방법에 대해 함께 논의한 후에 그 교사가 직접 연수를 지도할 수 있도록 하였다.

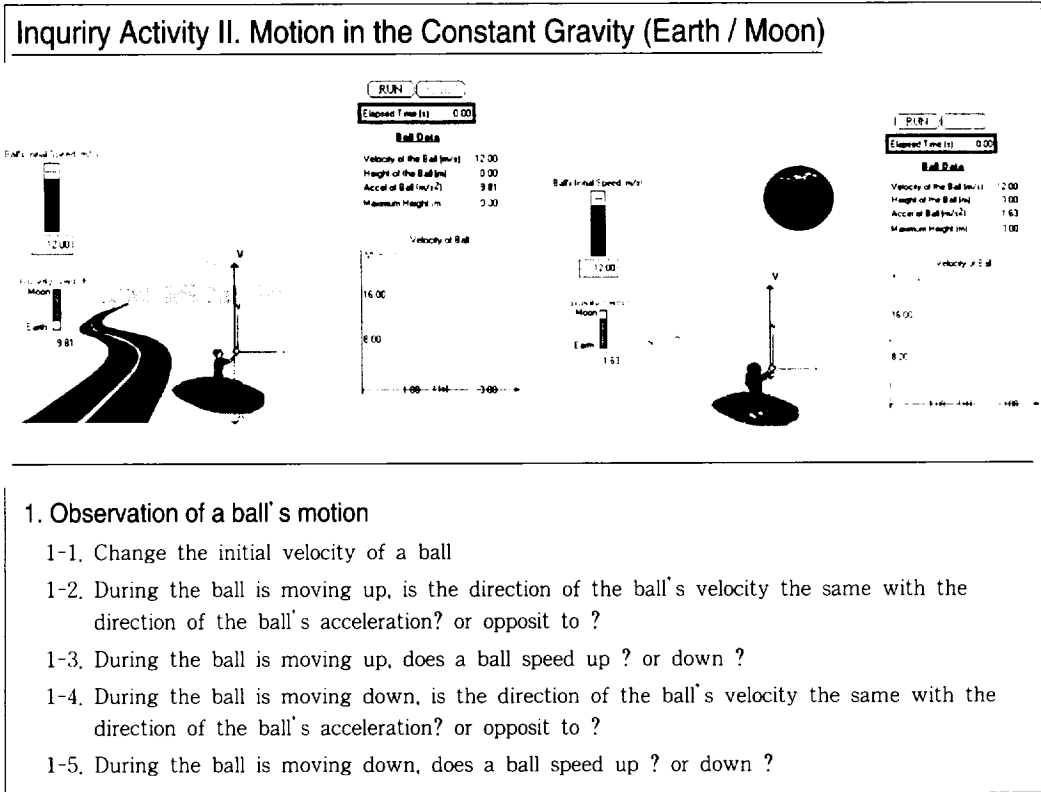
이와 같이 교사가 다른 교사를 지도하도록 하는 데에는 또 다른 목적도 있었다. 그 하나는 대학에서 교사연수를 실시할 때 교수만이 연수를 담당한다면, 보다 다양하고 지속적인 연수활동에 어려움이 있기 때문이다. 두 번째는 교사가 다른 교사를 지도할 만큼

**Table 1.** Contents of In-service Programme Using Simulation

stage	Contents
1(3 hours)	Introduction and examination of Interactive Physics II simulation
2(3 hours)	Practice of Tool Box of simulation
3(3 hours)	Practice of Main Menu of simulation
4(3 hours)	Eight inquiry activities using simulation
5(3 hours)	Development of Inquiry activities using simulation

**Table 2.** Inquiry Activities Using Simulation

Activity	Inquiry Activities
activity 1	Constant acceleration motion in horizontal straight line
activity 2	Vertical motion in constant gravity
activity 3	Projectile motion in constant gravity (Earth/Moon)
activity 4	Constant circular motion
activity 5	Motion of simple Pendulum
activity 6	Application of the Newton's 2nd law
activity 7	Motion in the inclined plane
activity 8	Motion of oscillating spring



#### 1. Observation of a ball's motion

- 1-1. Change the initial velocity of a ball
- 1-2. During the ball is moving up, is the direction of the ball's velocity the same with the direction of the ball's acceleration? or opposite to ?
- 1-3. During the ball is moving up, does a ball speed up ? or down ?
- 1-4. During the ball is moving down, is the direction of the ball's velocity the same with the direction of the ball's acceleration? or opposite to ?
- 1-5. During the ball is moving down, does a ball speed up ? or down ?

Fig. 2 Example of Inquiry Activity Using Simulation

의 능력을 가지게 되면, 비단 대학에서의 연수뿐 아니라 그 교사가 소속된 학교나 기타 기관에서도 자체적으로 연수를 실시할 수 있는 능력을 함양하게 되기 때문이다. 즉, 연수를 계속 확대해 나갈 수 있기 때문이다. 이러한 이유로 본 연수에서는 총 15시간 중에서 '시뮬레이션을 이용한 탐구활동 (표 1 참고)'를 제외한 12시간을 직접 교사가 지도하도록 하였다.

연수는 총 4회에 걸쳐 시행되었다. 먼저, 2회에 걸친 사전 연수를 통하여 수정 보완되어 98학년도 여름 방학과 겨울 방학을 이용하여 1, 2차에 걸쳐서 실시되었다. 1차 사전 연수는 97학년도 겨울 방학에 전남대학교 교육대학원에 재학 중인 학생을 대상으로, 2차 사전 연수는 학기말 방학을 이용하여 전남 및 광주광역시에 근무하는 과학 교사를 대상으로 실시하였다. 1차 연수는 1998년 8월 여름 방학 중에 이루어졌

다. 연수 대상 교사는 광주광역시 교육청 및 전라남도교육청의 도움을 받아 각 학교로 소개 공문을 발송하여 참여 교사를 모집하였으며 그 결과 9명의 교사가 참여하였다. 2차 연수는 겨울 방학 중인 1월 중에 이루어졌는데, 27명의 교사가 참여하였다. 2차 연수에서는 오전 반 오후반으로 2개의 반 (한 반에 15명 내외)을 편성하여 이루어졌다.

#### 3. 평가 연구

연수의 평가를 위해서는 본 연구자들이 개발한 설문지를 이용하였다. 설문지는 1, 2차 사전 연수 후 실시한 설문지와 연수자들과의 상담 결과, 그리고 연수 평가에 대한 선행 연구물 등(예를 들면, 고재천, 1997)을 참고하여 작성하였다. 설문지는 15시간의

**Table 3.** Questionnaire for Evaluation of In-service Training Programme

Category	Content	Item #
Background	Gender	1
	Teaching years	2
	major	3
	status of school(middle or high school)	4
Participation Motivation	motivation for participation	5
Curriculum	appropriateness of training course fee	6
	appropriateness of training course time	7
	appropriateness of training course time according to the contents	8
	appropriateness of difficulty level	9
	contents being difficult to understand	10
	interests about curriculum	11
Instruction Process	professionalism of lecturer	14
	appropriateness of teaching method	15
	interaction between lecturer and student teachers	16
	interaction between student teachers	17
	comfortableness of learning environment	18
Effects	learning aids from training course	13
	degree of satisfaction	19
	improvement of computer manipulation skills	20
	improvement of understanding of scientific concepts and inquiry abilities	21
	improvement of scientific inquiry teaching skills	22
Application	applicability to school teaching	12
	application plane to school teaching	23
	conditions for application to school teaching	24

연수가 모두 끝난 후 투입되었으며 약 30분간에 걸쳐 실시되었다.

설문지의 내용과 문항은 <표 3>과 같다.

참여한 27명만을 대상으로 분석하였다.

**1. 연수 대상자 배경**

**IV. 결과**

연수 자료의 개발과 연수의 실시에 대한 내용은 연구 방법에서 다루었으므로, 여기에서는 연수 평가 결과만을 제시하겠다. 연수 평가 결과는 <표 3>과 같은 내용에 대한 설문지로 조사되었으며, 마지막 연수에

연수 참여자는 고등학교 교사가 많았으며, 물리교사가 많았다. 본 연수가 직접 자신이 연수비를 내면서 자발적으로 참여하도록 한 연수임에도 불구하고, 경력 별에서 11년 이상 경력 교사가 64%나 되어, 오랫동안 교직에 있었으면서도 최근에 대두되는 변화되는 교육 환경에 적응하려는 노력이 있음을 알 수 있었다.

**Table 4.** Backgrounds of Participants (N = 27)

Status of school		Major				Teaching Years				
middle	high	Phy.	Chem.	Bio.	Earth	1-5	6-10	11-15	16-20	20 more
33%	66%	53%	31%	11%	6%	22%	14%	31%	22%	11%

curriculum

2. 참여 동기

참여 동기를 조사한 결과(그림 3), 첫째, 교사 자신의 자질 향상을 위한 동기에 못지 않게 (예를 들면, 새로운 것을 배우고 싶어서, 컴퓨터 활용능력을 높이기 위해서, 개념 이해와 실험능력의 향상을 위해서), 직접적인 교수학습 능력의 향상에 큰 관심을 가지고 있었음(60%)을 알 수 있었다. 그리고, 인사 및 연구 평점을 위해서라는 응답이 전혀 없는 것으로 나타나, 본 연수에 참여한 교사들은 모두 매우 자율적으로 선택하였음을 알 수 있었다. 이와 같은 사실은 새로운 연수 프로그램을 개발하고 실시하는 것이 매우 바람직하다는 것을 시사하고 있다.

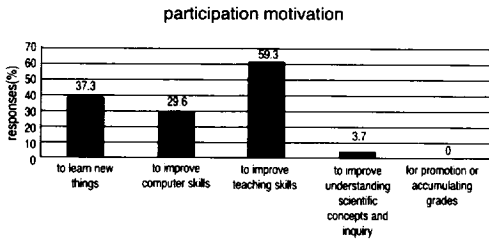


Fig. 3 Participation Motivation

3. 교육과정

교육과정에 대해서는 6개 문항이 있었는데, 먼저 객관식으로 질문한 5개 문항에 대해 문항별 응답결과를 나타내면 <그림 4>와 같다. 특징으로는 첫째, 흥미도가 매우 높은 것으로 나타났고, 내용 수준도 적당한 것으로 나타났다. 그러나 연수 시간과 내용별 시간 배정에 대해서는 대부분이 부족하다고 응답하여, 앞으로 연수 시간을 확장할 필요가 있었다. 시간이 부족한 이유는 연수 중 연구자의 관찰과 간헐적 면담에 의해서도 알 수 있었는데, 많은 교사들이 자신이 직접 시뮬레이션 프로그램을 실습해 보는 시간이 부족했기 때문이었다. 연구 결과 30시간 짜리로 확장할 계획이다. 마지막으로 연수 비용은 연수자 자신이 부담하였음에도 불구하고 연수비에 대해서는 많

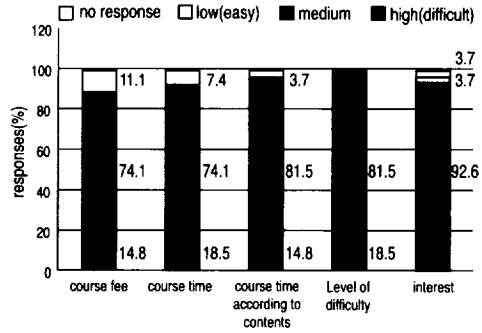


Fig. 4 Participation Motivation (N = 27)

은 교사가 특별한 의견을 제시하지 않았다.

그리고, 교육과정에 대한 설문에서 특별히 이해하기 어려웠던 부분에 대해서 주관식으로 서술하도록 하였는데 응답 결과는 <표 5>와 같다. 표에 의하면, 교사들은 컴퓨터의 조작이나 프로그램 사용법뿐 아니라, 구체적으로 시뮬레이션 프로그램을 이용한 탐구 활동의 개발이 어려웠다고 응답한 경우가 많아 컴퓨터 연수에서도 실제적인 지도와 관련된 부분에 대해 교사의 요구가 많고 따라서 이러한 부분에 대한 확장이 필요하다는 것을 알 수 있었다.

4. 운영 방법

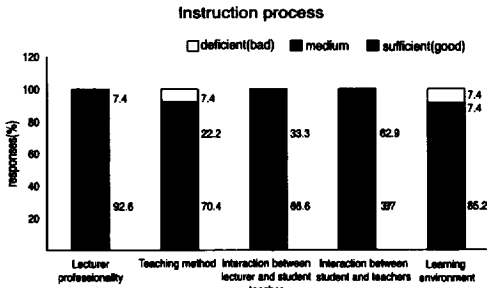
운영방법에 대해서는 5개 문항이 포함되어 있으며, 각 문항별 응답 결과는 <그림 5>와 같다. 결과를 요약하면, 첫째, 교사의 전문성이나 교수방법, 연수 환경에 대해서는 많은 응답자들이 적절하다고 하였다. 단, 교수 방법에 대해서 30% 정도가 보통이거나 미흡하다고 하여, 교수 방법에 대한 개선이 어느 정도는 필요함을 알 수 있었다. 이 점은 차후 연수 자료의 개발과 적용에서 보완되어야 할 것이다. 본 연수에서는 강사가 먼저 시뮬레이션 작동에 대한 설명과 시범을 보이면, 교사들이 곧 따라하는 방식으로 진행되었는데, 연수 중 연구자의 관찰과 간헐적 면담에 의하면, 강사 외에 보조 강사가 돌아다니면서 개인별로 잘 따라하지 못하는 경우에 지도하기를 바라고 있었다. 둘째, 강사와 교사 사이, 그리고 교사들 사이의 의사소통에 대해서도 조사하였는데, 이것은 연수 내

용을 잘 따라가지 못하거나 의문이 생기면 그 점에 대해서 충분히 질문하고 지도해 주기 위해 필요한 측면이라고 생각되어 조사한 항목이었다.

그러나, 37%에서 66%정도만이 의사소통이 충분하다고 응답하여 이 점에 대해서도 어느 정도의 개선이 필요함을 알 수 있었다. 즉, 강의 중, 의도적으로 교사의 질문이나 의견을 제시할 수 있는 기회를 제공해 주는 방법도 하나의 방법이 될 수 있을 것이다.

**Table. 5** Contents Being Difficult to Understand (N=27)

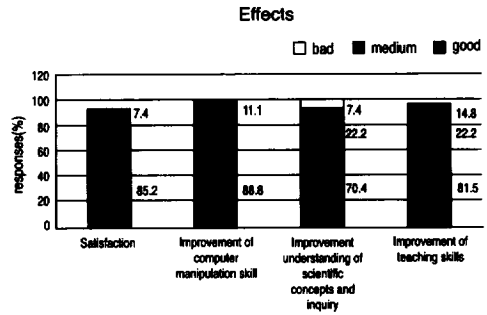
Difficulty Aspects	No. of Responses
Developing practice of inquiry activities	6(22%)
Deficit of practice time	4(15%)
Deficit of skills to manipulate computer	3(11%)
Practice of Main Menu	2(7%)
Deficit of physics concept understanding	2(7%)



**Fig. 5** Instruction Process

### 5. 연수 효과

연수 효과를 평가하기 위해서는 5개 문항이 포함되어 있다. 여기에서는 전반적인 만족도 외에도 개념적인 측면, 탐구 기능적 측면, 컴퓨터 활용적 측면, 교수학습 지도 측면에 대한 질문이 포함되어 있다. 먼저, 객관식으로 응답하도록 한 문항에 대한 결과는 <그림 6>에 제시되어 있다.



**Fig. 6** Effects of Training Course (N=27)

결과를 요약하면, 첫째, 80% 이상이 연수에 대해 만족하고 있음을 알 수 있었다. 둘째, 개념적 이해나 탐구기능의 향상(70%)뿐 아니라, 교수학습 지도 능력 향상(81%)에 대해서도 본 연수가 적절하였다고 응답한 것으로 나타나, 본 연수가 단순히 컴퓨터 기능을 익히는 과정이 아닌, 구체적으로 개념이나 탐구능력의 향상, 나아가 탐구 지도 능력의 함양이라는 본 연수의 기본 목적에 잘 부합되도록 실시되었음을 알 수 있었다.

그리고, 구체적으로 연수로부터 도움을 받은 것을 서술하도록 하였는데, 응답결과를 요약하면 <표 6>과 같다. 표에 의하면, 교사들이 받은 도움은 크게 4 영역으로 나눌 수 있었다: (1) 실제 지도에 적용할 수 있다, (2) 물리개념을 보다 잘 이해하게 되었다, (3) 컴퓨터 프로그램 조작 기능을 길렀다, (4) 그러한 유용한 프로그램이 있다는 것을 알게 되었다. 이 중에서 많은 교사들이 과학 개념의 이해와 과학 지도에 대한 도움을 많이 언급한 것으로 보아 본 연수가 단순한 컴퓨터 기능 습득 연수가 아니었음을 알 수 있었다. 이러한 점은 일반적이고 교과에 무관하게 진행되고 다른 종류의 컴퓨터 연수와 비교한다면 매우 바람직한 연수 방향이라고 생각된다.

### 6. 활용도

활용도에 대해서는 3가지를 조사하였고, 먼저 2개 객관식 문항에 대한 응답결과는 <그림 7>에 제시되어 있다. 분석 결과, 대부분의 교사들이 본 연수가 현

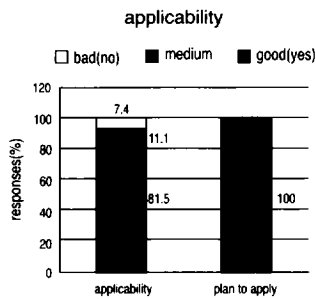


**Table. 6** Learning Benefits form Training Course

Learning Benefits form Training Course
Applicability to school teaching
I want to use this simulation in the form of demonstration
I get to know new teaching method (using simulation)
I will apply this programe to develope teaching materials
Simulation can be used for idealized experiment
This program can be used for encouraging students' interests
Improvement of understanding of physics concepts
from visual representations rather than formula or mathematical symbols
by checking the change of the graph
by changing the misconception about pendulum motion
by observe the path of motion visually
Improvement of computer manipulation skills
Recognition of the existence and applicability of useful program

**Table. 7** Applicability to School Teaching

Applicability	No. of Responses
as a demonstration, supplementary materials after theoretical instruction, or teaching aids at the final stage of school term	6 (22%)
by developing teaching materials based on the level of students, or on the school curriculum	4 (15%)
to show imaginary situations or to conduct experiments being difficult in real world	4 (15%)



**Fig. 7** Applicability (N = 27)

장에 활용할 수 있다고 생각하고, 모두가 앞으로 활용할 것이라고 응답하였다. 2개 객관식 문항에 대해서는 추가적으로도 서술하도록 하였는데, 그 결과는

각각 <표 7>과 <표 8>과 같다.

마지막으로 현장에서 활용되기 위해서 필요한 조건이 무엇인지에 대해서 주관식으로 조사한 결과는 <표 9>에 제시되어 있다. 조사 결과, 하드웨어와 소프트웨어의 구비가 가장 중요한 문제로 언급되었고(74%), 교사의 능력 향상과 연수의 필요성을 그 다음으로 지적하였다(15%). 이것은 응답수에 대해서는 다르지만, 순서에 있어서는 앞선 연구(예를 들면, Lehman, 1994)와 비슷한 결과를 보여주었다.

## V. 결론 및 논의

본 연구는 새로운 형태의 교사 연수 프로그램을 개발하여 직접 실시하고 그 효과를 평가한 연구였다.

**Table. 8** Plan of Application to School Teaching

Plan of Application	No. of Responses
for science class, outdoor classroom activities, or special class	6 (22%)
as a demonstration for classroom teaching	4 (15%)
by developing simulations by myself	4 (15%)

**Table. 9** Conditions for Application to School Teaching (N = 27)

Conditions for Application	No. of Responses
sufficient hardware and software	20 (74%)
improvement of teachers' ability and necessity of in-service training	4 (15%)
computers in science lab	3 (11%)
various and concrete teaching materials	2 ( 7%)
new minds of teacher and the principals of school	1 ( 4%)
modification of the number of students in a class and lesson hour	1 ( 4%)

본 연구에서 개발한 교사 연수 프로그램의 특징을 요약하면 다음과 같다: (1) 미래의 교육 환경을 위한 시뮬레이션을 이용한 탐구 실험 연수였다, (2) 연수의 효과를 높이기 위해 전문가 교사를 양성하여 전문가 교사가 교사를 지도하도록 하였다, (3) 연수 목적을 컴퓨터 기능의 습득뿐 아니라, 과학 개념과 탐구 기능의 습득, 나아가 탐구지도 능력의 함양에 두었다.

연수는 총 4회에 걸쳐 실시되었으며, 마지막에 실시한 연수에 대해 설문지를 개발하여 실시한 결과 주요 특징들은 다음과 같다: (1) 11년 경력 이상의 많은 교사들도 자발적으로 참여하였다, (2) 참여동기가 주로 내적인 동기였으며, 점수와 같은 외적인 동기는 없었다, (3) 연수의 내용 수준이 적절하였고, 연수자들이 모두 연수를 흥미로와 했다. 그러나 시간은 부족한 편이어서, 앞으로 2배(30시간)정도로 확장할 필요가 있었다, (4) 강사의 전문성과 연수 환경에 대해서는 만족하였으며, 부분적으로 교육방법의 개선이나 교육자가 의사소통을 원활하기 위한 개선점이 발견되었다. (5) 연수자들은 모두 연수를 만족하였으며, 컴퓨터 활용 능력뿐 아니라, 개념이해나 탐구기능 습득, 나아가 탐구의 지도능력 함양에 대해 긍정적으로 응답하여 연수 목적이 달성되었음을 알 수 있었다. (6) 대부분의 교사들이 현장에서 시뮬레이션을 활용하고

싶고 활용할 계획이라고 응답하였다.

시뮬레이션 프로그램이 현재의 교육 방법을 대신할 수 있다든가, 특히 실험을 대신할 수 있다라는 주장은 과장된 주장이다. 문제는 어떻게 활용하는가가 중요하다. 예를 들면, Windschitl & Anre(1998)도 시뮬레이션을 활용한 수업에서는 교사의 형이상학적 태도, 즉 구성주의적 태도를 가지고 있는가가 컴퓨터를 이용한 수업에서 효과를 볼 수 있기 위한 조건이라고 하였으며, Derr(1997)는 전문가가 이미 제작해 놓은 시뮬레이션보다는 학생이 스스로 구축할 수 있는 활동이어야 한다는 주장을 하기도 하였다. Driver 역시 시뮬레이션은 실험을 대체하는 방법으로 도입되어서는 안 된다고 지적하였다. 따라서, 보다 중요한 것은 시뮬레이션을 이용한 학습이 분명히 효과적이라는 단정보다는 어떻게 적용되고 구체적으로 어떻게 지도에 활용되어야 하는지, 그리고 그때 학생의 학습 과정은 어떠한 지에 대한 보다 깊은 이해라고 할 수 있다. 그리고 시뮬레이션을 활용한 수업에 대한 교사의 능력과 이해 역시 학생의 학습의 질에 영향을 미치는 중요한 변인이 될 것이다.

현재 본 연구에 참여한 연구자들은 연수의 내용과 시간을 확장하기 위한 연구를 실행 중에 있으며, 학생 지도에 직접 활용될 수 있는 지도 자료로서의 시

플레이션 프로그램들도 개발 중에 있다. 그리고 그것을 직접 학생들에게 적용하여 학생의 반응을 조사하고, 학생의 학습에 미치는 영향 등을 조사할 연구가 진행 중에 있다.

## 적 요

본 연구에서는 Interactive Physics 시뮬레이션 프로그램을 이용한 교사 연수 프로그램을 개발하여 실시하고 그 효과를 분석하였다. 본 연수 프로그램의 목적에는 시뮬레이션 프로그램 활용 능력의 배양뿐만 아니라, 물리개념의 이해와 탐구 기능의 습득, 나아가 과학적 탐구 학습 지도 능력의 향상이 포함되었다. 연수 프로그램은 15시간 동안 실시되었으며, 연수 후 설문지를 통해 효과를 조사하였다. 주요한 조사 결과는 다음과 같다: (1) 11년 경력 이상의 많은 교사들도 자발적으로 참여하였다. (2) 참여동기가 주로 내적인 동기였으며, 점수와 같은 외적인 동기는 없었다. (3) 연수의 내용 수준이 적절하였고, 연수자들이 모두 연수를 흥미로워 했다. 그러나 시간은 부족한 편이어서, 앞으로 2배(30시간) 정도로 확장할 필요가 있었다. (4) 강사의 전문성과 연수 환경에 대해서는 만족하였으며, 부분적으로 교육방법의 개선이나 교육자가 의사소통을 원활하기 위한 개선점이 발견되었다. (5) 연수자들은 모두 연수를 만족하였으며, 컴퓨터 활용 능력뿐 아니라, 개념이해나 탐구기능 습득, 나아가 탐구의 지도능력 함양에 대해 긍정적으로 응답하여 연수 목적이 달성되었음을 알 수 있었다. (6) 대부분의 교사들이 현장에서 시뮬레이션을 활용하고 싶고 활용할 계획이라고 응답하였다.

## 참 고 문 헌

고재천 (1997). 학교중심 교사 연수 프로그램의 평가 준거 설정 연구. 한국교원대학교 박사학위 논문.  
 문병택 (1992). 중등교원의 현직교육 실태와 그 개선에 관한 연구. 전남대학교 석사학위 논문.  
 박종원, 이종백, 고영구 (1997). 통합과학 탐구실험 연수 프로그램 개발과 평가. 전남대학교 과학교

육 연구소 과학교육연구지, 21(1), 1-14.  
 원기호 (1994). 교사의 전문성 신장을 위한 교내 연수 프로그램 개발. 한국교원대학교 석사학위 논문.  
 이윤식 외 (1993). 교원 연수 제도 개선 방안 연구. 한국교육개발원.  
 이학동, 손연아, 노경임, 송진웅 (1996). 과학교사의 양성·임용·재교육에 대한 개선 방향. 한국과학교육학회지, 16(1), 103-120.  
 임현진 (1992). 교원현직교육의 문제점과 개선방안에 관한 연구. 청주대학교 석사학위 논문.  
 정일환, 김용우, 조준래 (1991). 교사교육 평가 인정 제도 도입 방안 연구. 한국교육개발원.  
 최상근 (1995). 원격교육을 통한 교원 연수체제 개발. 한국교육개발원.  
 현충기 (1993). 중학교 과학 교사를 위한 과학 실험 연수 교재에서 생물분야 분석. 한국교원대학교 석사학위 논문.

Coble, C.R., Koballa, Jr. T.R. (1996). Science education. In J. Sikula, T.J. Buttery, & E. Guyton. (Ed.) *Handbook of Research on Teacher Education*. New York: Macmillan LIBRARY Reference USA.  
 Doerr, H. M. (1997). Experiment, simulation and analysis: an integrated instructional approach to the concept of force. *International Journal of Science Education*, 19(3), 265-282.  
 Lawrenz, F., & McCreath, H. (1988). Integrating quantitative and qualitative evaluation methods to compare two teachers inservice training programs. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(5), 397-407.  
 Lee, O., & Yager, S.J. (1996). Modes of inquiry in research on teacher education. In, Sikula, T.J. Buttery, & E. Guyton. (Ed.) *Handbook of Research on Teacher Education*. New York: Macmillan

LIBRARY Reference USA.

- Lehman, J.R. (1994). Secondary science teachers' use of microcomputers during instruction, *School Science and Mathematics*, 94(8), 413-420.
- McDermott, L.C. (1990). Research and computer-based instruction: Opportunity for interaction, *American Journal of Physics*, 58(5), 452-462.
- 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.
- Rowland, P., & Stuessy, C.L. (1990, March). The effectiveness of mentor teachers providing basic science process skills in-service workshop. *School Science and Mathematics*, 90(3), 223-231.
- Susan, R. (1997). The role of it in secondary school science: an illustrative review. *School Science Review*, 79(287), 35-40.
- 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 epistemological beliefs, *Journal of Research in Science Teaching*, 35(2), 145-160.