

컴퓨터 인터페이스와 센서를 이용한 화학 탐구 실험 연수 프로그램의 실시와 평가¹⁾

李鍾栢* · 朴鍾源 · 吳喜均 · 文炅煥[†]

전남대학교 사범대학 과학교육학부, 전남대학교 과학교육연구소

[†]전남대학교 대학원 화학과

(1999. 7. 21 접수)

A Practice and Evaluation of New In-Service Training Program for Science Teachers about Computer Inquiry Experiments Using Interface and Probes in Chemistry

Jongbaik Ree*, Jongwon Park, Heegyun Oh, and Kyunghwan Moon[†]

Department of Science Education, College of Education,
Chonnam National University, Kwangju 500-757 Korea

[†]Department of Chemistry, Graduate School,
Chonnam National University, Kwangju 500-757 Korea

(Received July 21, 1999)

요 약. 본 연구에서는 컴퓨터 인터페이스와 센서를 이용하는 화학 탐구 실험 교사 연수를 실시한 후 연수 프로그램을 평가하였다. 이 프로그램의 목적은 교사들의 컴퓨터와 프로그램의 사용 능력 개발뿐 아니라, 화학 탐구 학습 능력을 배양하고 화학 개념의 이해를 증진시키기 위한 것이다. 먼저, 컴퓨터 인터페이스와 여러 가지 센서를 이용하는 10개 실험으로 구성된 연수 프로그램을 9명의 교사를 대상으로 사전 실험을 실시하여 문제점을 보완하였다. 그 다음 27명의 교사를 대상으로 하루에 3시간씩 5일간 연수를 실시하였다. 연수 후 프로그램을 평가하기 위한 설문조사를 통해 다음과 같은 결과를 얻었다: (1) 교사들은 내적인 동기를 가지고 자발적으로 참여하였다. (2) 연수의 내용 수준이 적절하였고, 강의의 전문성 및 연수환경 등이 충족되었다. (3) 컴퓨터 활용능력, 화학 개념 이해 및 탐구기능 습득, 탐구 지도 능력의 함양에 대해 모두 긍정적이었다. (4) 대부분의 교사들이 현장에서 컴퓨터와 인터페이스를 이용한 탐구실험의 활용에 긍정적이었다.

ABSTRACT. This study was designed to evaluate the effectiveness of an in-service training program using computer interface and probes for science teachers. The purposes of the training program are the improvement of scientific inquiry teaching ability in chemistry, the understanding of scientific concepts, inquiry skills, and the computer manipulation ability. This training program consists of ten experiments using computer interface and various kinds of probes. Before practicing, the program was tested and modified by 9 science teachers. Then, 27 science teachers participated in the 5 days of in-service training, which ran for three hours a day. The questionnaire for investigating the effectiveness of the program after the training showed that many teachers (1) voluntarily participated in this program with internal motivation, (2) were satisfied with the level of program difficulty, professionalism of lecturer, and classroom environment, (3) gave positive responses about the achievement of the purposes of this program, (4) showed strong intention for applying this program to their school teaching.

¹⁾본 연구는 1998년도 전남대학교 연구소 육성 과제 지원비에 의해 수행된 연구의 일부임.

서론

교사 연수는 교사의 전문성 향상을 위한 실행적 측면 뿐 아니라, 연구적 측면을 지니고 있다.¹ 즉, 좋은 연수 프로그램을 개발해서 교사를 대상으로 연수를 실행하는 측면뿐 아니라, 어떠한 근거에 기초해서 어떤 특성의 프로그램을 개발해야 하며, 개발한 연수 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 새로운 형태의 교사 연수 프로그램을 개발하고, 이에 대한 교사의 반응을 보다 체계적으로 조사하는 연구가 절실히 필요하다고 하겠다.

지금까지 우리 나라에서 실시된 교사 연수에 대한 일반 연구로는 교사 연수의 실태에 대한 연구를 비롯하여,² 교원 연수의 문제점과 개선방안에 대한 연구,³ 교사 교육의 개선방안에 대한 연구,⁴ 교사 연수 프로그램의 평가 준거 개발 연구⁵ 등이 있다. 또한 원기호는⁶ 교내 연수를 통해 교사의 전문성 신장을 위해 연구한 바 있으며, 최상근은⁷ 원격교육을 통한 교원연수 체제에 대해 연구하였고, 정일환 등도⁸ 교사교육 평가 인정제에 관해 연구한 바 있다.

이와 더불어 특별히 과학 분야의 연수에 대해서는 현충기가⁹ 생물분야에서 중학교 과학교사를 대상으로 한 실험 연수에서 사용한 연수 교재의 내용을 분석한 연구가 있고, 박종원 등은¹⁰ 통합과학 지도를 위해 자체적으로 새로운 연수 프로그램을 개발하여 실시하고 그 결과를 평가한 바가 있다. 또한 이학동 등이¹¹ 과학교사의 양성과 관련지어 재교육에 대한 개선방향에 대해 연구하였다. 그러나 이 밖에는 과학 분야에서 다양하고 새로운 연수 프로그램을 개발하고, 그에 대한 평가를 실시한 연구는 매우 적은 편이다.

한편, 최근에 과학 지도에서는 인터페이스와 센서를 이용한 실험 등을 새롭게 도입하고 강조하고 있다. 인터페이스와 센서를 이용한 실험은 매우 빠르게 진행되는 현상을 측정할 뿐 아니라,¹² 매우 느리게 진행되는 현상을 측정하는 데에도 유용하다. 또한 복잡한 계산을 해야 하는 양들을 직접적이고 즉각적으로 측정할 수 있게 해준다.¹³ 그리고 실시간으로 결과를 얻음과 동시에 방대한 양의

자료를 기억시킬 수 있으며, 첨단 기술을 이용하므로 신뢰성도 높다는 이점이 있다.¹⁴ 뿐만 아니라, 실험실 밖에서 주변에 일어나는 일상적인 현상을 직접 탐색하도록 도와주기도 한다.¹⁵ 이 외에도 인터페이스와 센서 활용에 있어서의 잠재적인 이점에 대한 논의는 많이 있다.¹⁶

이러한 이점에 따라, 몇몇 연구자들은 자료를 얻고 기초적인 분석에 소요되는 시간을 줄이고 대신 과학개념과 고차적인 분석과정에 더 많은 활동을 하도록 하기 위해 인터페이스와 센서를 이용한 실험의 개발에 대해 연구하였다.¹⁷⁻¹⁹ 또한, Newton은 컴퓨터를 이용한 실험에서도 수동적인 자료의 수집이 아닌, 자료의 즉각적인 관찰, 질문하기, 다른 정보와 연계하기, 비교하기, 예측하기, 상황 파악하기 등의 활동과 함께 할 때 의미 있는 탐구활동이 진행될 수 있다는 지적을 하였다.²⁰

화학 분야에서는 Nakhleh와 Krajcik이²¹ 15세 고등학생을 대상으로 세 그룹(pH 지시약을 사용한 그룹, pH 미터를 사용한 그룹, 인터페이스와 센서를 이용한 그룹)으로 나누어 화학 수업에 대한 연구를 실시하여, 인터페이스와 센서를 이용한 학생들이 산과 염기에 대한 자신들의 지식을 가장 잘 통합시킨다는 것을 관찰하였다.

이와 같이 인터페이스와 센서를 이용한 과학 탐구 실험에 대한 연구가 확대되고 있으나, 정작 교사가 직접 이러한 인터페이스와 센서를 과학 탐구 실험의 지도에 활용할 수 있도록 연수를 실시하고 연수 프로그램을 평가한 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.

따라서, 본 연구에서는 화학 영역에서 인터페이스와 센서를 활용하여 탐구 실험을 지도할 수 있는 능력을 기르기 위한 교사 연수를 실시하고, 연수 프로그램을 평가하고자 하였다.

연구내용 및 방법

본 연구는 컴퓨터 인터페이스와 센서를 이용한 화학 탐구 실험 연수를 실시하고 연수 프로그램을 평가하기 위한 연구이다. 이를 위해서, 본 연구에서는 『Science Workshop』²⁾ 프로그램과 인터페이스 및 센서를 활용하

²⁾ 『Science Workshop』 프로그램은 PASCO 사(<http://www.pasco.com>)에서 개발한 센서와 인터페이스를 이용하는 과학분야 실험 프로그램이다.

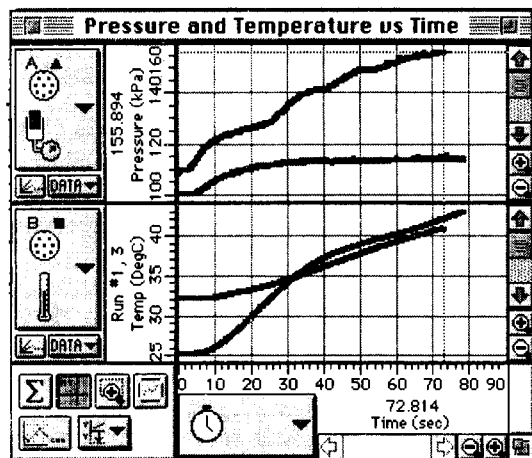


Fig. 1. Science Workshop demonstration.

여 중등학교 화학 탐구 실험에 적용할 수 있는 능력을 기르기 위한 과학 교사 연수를 교사들이 자율적으로 참여하는 방식으로 시행한 후 연수 프로그램을 평가하였다.

연수 프로그램의 개발

Science workshop 프로그램의 소개. Science Workshop 프로그램은 PASCO사에서 개발한 센서와 인터페이스를 이용하는 과학분야 실험 프로그램이다. 화학분야에는 현재 33개의 실험주제가 개발되어 있으며, 계속 개발 중에 있다. 이 프로그램을 이용하여 실험자는 실험을 실행하면서 센서와 인터페이스를 통해 Fig. 1과 같이 실험데이터를 원하는 형태와 정밀도로 컴퓨터에 받아들이기 기록하게 된다. 센서로는 온도센서, 압력센서, pH센서, 광센서 등이 있는데, 실험에 알맞게 선택해서 사용한다. 인터페이스에는 3가지 유형(300, 500 및 700 유형)이 있으며 이 또한 실험에 알맞게 선택해서

사용한다. 실험결과는 선형회귀(Linear regression) 등의 조작이 가능하고, 저장할 수도 있다.

연수 프로그램 내용. 본 연수 프로그램은 총 15시간 용이며, 3시간씩 5회에 걸쳐서 지도하도록 개발되었다. 본 연구에서는 우리 나라 중등 교육과정에 적용할 수 있는 내용으로 지금까지 개발된 Science Workshop 프로그램 중 10개의 화학 실험 내용을 선정하여 연수 프로그램으로 사용하였다. 탐구 실험의 내용은 Table 1과 같다.

연수 프로그램은 효율적인 운영을 위하여 본 연구자들이 우리 나라 교육과정에 맞도록 직접 번안하고 수정하여 사용하였다.

연수 실시 및 운영 방법

연수는 2차에 걸쳐서 실시하였다. 1차 연수는 '98학년도 여름방학에 전남 및 광주광역시에 근무하는 과학 교사 9명을 대상으로 실시하였는데, 이 연수는 사전 연수로서 컴퓨터 인터페이스와 여러 가지 센서를 이용하는 10개 실험으로 구성된 연수 프로그램을 시행하여 문제점을 보완하였다. 그 다음 2차 연수는 27명의 교사를 대상으로 '99. 1월중에 이루어졌다. 2차 연수는 오전 반과 오후 반 2개 반(한 반에 15명 미만)을 편성하여 시행하였는데, 각 반에 대해 하루에 3시간씩 5일간, 즉 하루 3시간 동안 2개의 실험을 수행하는 방법으로 연수를 실시하였다. 연수의 운영은 총 10개 실험을 동시에 시행하였는데, 한 명의 강사와 4명의 실험 보조 요원을 연수 현장에 동시에 투입하여 연수를 실시하였다. 인터페이스와 센서를 활용하는 실험은 대부분의 교사에게 특히 생소한 분야이고 각 실험마다 실험장비 설치 및 데이터의 수집 방법이 다르기 때문에 각 실험 보조를 위해 많은 보조 요원을 투입하였다. 실험 보조 요원들은 실험장치 설치 및 Science

Table 1. Contents of computer inquiry experiments using interface

Number	Contents
Experiment 1	Determination of the Vapor Pressure of a Compound
Experiment 2	Determination of R, the Gas Constant
Experiment 3	Rate of a Chemical Reaction
Experiment 4	Heat of Combustion - Magnesium
Experiment 5	Determination of the Molecular Mass of a Compound
Experiment 6	Determining the Concentration of a Solution-Beer's Law
Experiment 7	Reduction Potentials: Micro-Voltaic Cells
Experiment 8	Acid-Base Titration
Experiment 9	A Pseudo First Order Reaction
Experiment 10	Determination of pKa by Half Titration

Table 2. 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 skill	20
	improvement of understanding of scientific concepts and inquiry ability	21
	improvement of scientific inquiry teaching skill	22
Application	applicability to school teaching	12
	application plan to school teaching	23
	conditions for application to school teaching	24

Workshop 프로그램 활용 등의 전반적인 보조를 하였다. 또한 실험은 1명의 연수자가 실험기구 조작과 인터페이스를 통한 데이터의 수집을 동시에 하기에는 너무 벅차기 때문에 2인 1조로 하여 실시하였다.

연수 프로그램의 평가

연수 프로그램을 평가하기 위해서는 본 연구자들이 개발한 설문지를 이용하였다. 설문지는 1차 사전 연수 후 실시한 설문 조사 및 연수자들과의 상담 자료, 그리고 연수 평가에 대한 선행 연구물 등⁵⁾을 참고하여 작성하였다. 설문 조사는 15시간의 2차 연수가 모두 끝난 후 약 30분간에 걸쳐 실시되었다. 설문지의 내용은 Table 2와 같다.

결과 및 고찰

연수 프로그램의 평가 결과는 Table 2와 같은 내용에 대해 조사하였으며, 2차 연수에 참여한 27명만을 대상으로 분석하였다.

연수 대상자 배경

연수 대상자 배경을 보면(Table 3), 연수 참여자는 고등학교 교사가 많았으며, 특히 물리교사가 많았다. 여기서 물리교사가 많은 이유는 본 연수가 동일 교사들을 대상으로 물리 분야의 *Interactive Physics II* 프로그램을 이용하여 시뮬레이션 프로그램을 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 과학 교사 연수 프로그램과 함께 시행되었기 때문이다.²² 본 연수가 직접 자신이 연수비를 내면서 자발적으로 참여하도록 한 연수임에도 불구하고, 경력별에서 11년 이상 경력교사가 64%나 되어, 오랫동안 교직에 있었으면서도 최근에 대두되는 변화되는 교육환경에 적응하려는 노력이 있음을 알 수 있었다.

참여 동기

참여 동기를 조사한 결과(Fig. 2), 교사 자신의 자질 향상을 위한 동기과 못지 않게(예를 들면, 새로운 것을 배우고 싶어서, 컴퓨터 활용능력을 높이기 위해서가 각각 29.4%, 26.5%이다), 직접적인 교수 학습 능력의

Table 3. 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%	67%	52%	31%	11%	6%	22%	14%	31%	22%	11%

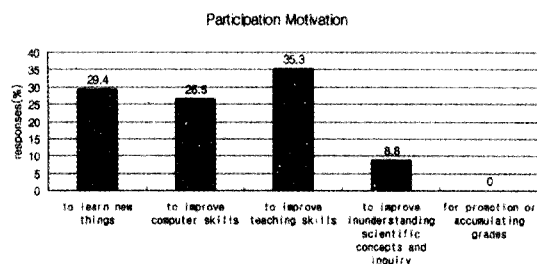


Fig. 2. Participation motivation.

향상에 큰 관심을 가지고 있었음(35.3%)을 알 수 있었다. 그리고, 인사 및 연구 평점을 위한다는 응답이 전혀 없는 것으로 나타나, 본 연수에 참여한 교사들은 모두 매우 자율적으로 선택하였음을 알 수 있었다.

교육과정

교육과정에 대해서는 6개 문항이 있었는데, 먼저 객관적으로 질문한 5개 문항에 대해 문항별 응답결과를 나타내면 Fig. 3과 같다. 특징을 살펴보면, 무엇보다도 흥미도가 매우 높은 것으로 나타났고, 연수 시간과 내용별 시간 배정에 대해서도 대부분이 적당하다고 응답하였다. 그러나 내용 수준은 어렵다고 응답한 비율이 상당히 많은 것으로 미루어 보아 어렵게 생각하는 교사가 많음을 알 수 있었다. 그 이유로는 연수자 중 물리교사 등 화학적인 배경이 부족한 교사가 많았기 때문인 것도 있겠지만, 대부분의 교사들이 지금까지 이러한 인터페이스와 센서를 활용하는 실험에 대해서는 전혀 접해보지 못한 상태에서 실험장치의 구성 및 조작에 익숙하지 못하였기 때문인 것으로 생각된다. 연수비에 대해서는 연수자들이 연수비를 직접 부담하였음에도 불구하고 많은 교사가 특별한 의견을 제시하지 않았다.

그리고, 교육과정에 대한 설문에서 특별히 이해하기 어려웠던 부분에 대해서 주관식으로 서술하도록 하였는데 대부분 어려웠다고 응답한 부분은 colorimeter를 이용하여 반응속도를 측정하는 실험이었다. 이 실험은 기본 지식이 부족한 상태에서 시간도 오래 걸리고 결과로 기록된 그래프의 해석도 용이하지 못하였기 때문

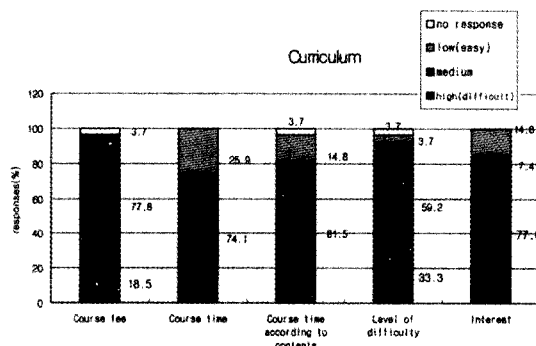


Fig. 3. Curriculum.

인 것으로 생각되어, 앞으로 연수내용을 교사의 수준에 맞추어 조정할 필요가 있다고 생각된다.

운영 방법

운영 방법은 총 10개 실험에 대해서 한 명의 강사와 4명의 실험 보조 요원이 연수 현장에 투입되어 연수를 실시하였다. 인터페이스를 활용하는 실험은 대부분의 교사에게 특히 생소한 분야이고 각 실험마다 실험장비 설치 및 데이터의 수집 방법이 다르기 때문에 각 실험 보조를 위해 많은 보조 요원을 투입하였다. 또한 실험은 1명의 연수자가 실험기구 조작과 인터페이스를 통한 데이터의 수집을 동시에 하기에는 너무 벅차기 때문에 2인 1조로 하여 실시하였다. 이러한 운영 방법에 대해서 설문 내용에 5개 문항이 포함되어 있으며, 각 문항별 응답 결과는 Fig. 4와 같다. 결과를 살펴보면, 첫째, 교사의 전문성이나 교수 방법, 의사 소통에 있어서 대부분의 응답자들이 적절하다고 하였고, 연수 환경에 대해서도 대부분의 응답자들이 적절하다고 하였다. 둘째, 강사와 교사 사이, 그리고 교사들 사이의 의사소통에 대해서도 조사하였는데, 이것은 연수 내용을 잘 따라가지 못하거나 의문이 생기면 그 점에 대해서 충분히 질문하고 지도해 주기 위해 필요한 측면이라고 생각되어 조사한 항목이었다. 그런데, 대부분의 교사가 적당하다고 응답하여 이러한 연수 운영 방법이 매우 효과적이었음을 알 수 있다.

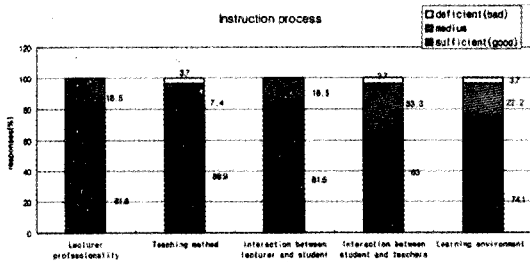


Fig. 4. Instruction process.

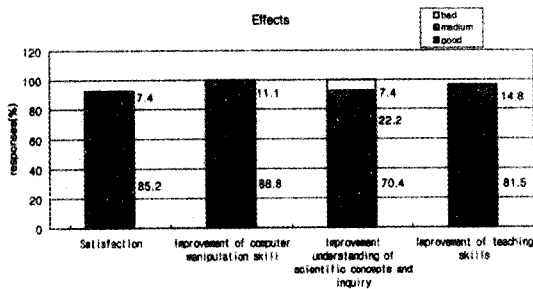


Fig. 5. Effects of training course.

연수 효과

연수 효과는 설문 내용에 5개 문항을 포함시켜 평가하였다. 여기에는 전반적인 만족도, 개념적인 측면, 탐구 기능적 측면, 컴퓨터 활용적 측면, 교수학습 지도 측면에 대한 질문이 포함되어 있다.

먼저, 객관적으로 응답하도록 한 문항에 대한 결과는 Fig. 5에 제시되어 있다. 결과를 살펴보면, 첫째, 63%

정도가 연수에 대해 만족하고 있음을 알 수 있었다. 둘째, 개념적 이해나 탐구기능의 향상(63%) 뿐 아니라, 교수학습지도 능력 향상(67%)에 대해서도 본 연수가 적절하였다고 응답한 것으로 나타나, 본 연수가 단순히 실험 기능을 익히는 과정이 아닌, 구체적으로 개념이나 탐구능력의 향상, 나아가 탐구 지도 능력의 함양이라는 본 연수의 기본 목적에 잘 부합되도록 실시되었음을 알 수 있다.

그리고, 구체적으로 연수로부터 도움을 받은 것을 서술하도록 하였는데, 응답결과를 요약하면 Table 4와 같다. Table 4에 의하면, 교사들이 받은 도움은 크게 3 영역으로 나눌 수 있었다: (1) 실제 지도에 적용할 수 있다, (2) 화학 개념의 이해에 도움이 되었다, (3) 새로운 실험방법을 접하게 되었다. 이 중에서 많은 교사들이 새로운 실험방법을 접할 수 있었고 또한 실제 지도에 적용할 수 있다고 언급하고 있는 점으로 보아, 교사들이 현장에서 실험을 지도하는 과정에서 정확한 데이터를 얻을 수 있는 실험방법과 새로운 실험방법의 개발에 갈급하고 있는 심경을 엿볼 수 있다. 따라서, 본 연수가 단순한 컴퓨터 기능 습득 연수가 아니었음을 알 수 있으며, 이러한 점은 일반적으로 교과에 무관하게 진행되고 있는 다른 종류의 컴퓨터 연수와 비교한다면 매우 바람직한 연수 방향이라고 생각된다.

활용도

활용도에 대해서는 3가지를 조사하였는데, 먼저 2개 객관식 문항에 대한 응답결과는 Fig. 6에 제시되어 있다. 분석 결과, 본 연수가 현장에 활용될 수 있다고

Table 4. Learning Benefits form Training Course

Learning Aids form Training Course	No. of Responses
*Applicability to school teaching	12(44%)
I found the new method for teaching experiment.	3(11%)
I could obtain new experimental results which could not be obtained in usual school experiments.	6(22%)
I realized the utilization of interface and probes to school experiment	2(7%)
I drilled new teaching strategy	1(4%)
*Improvement of understanding of chemistry concepts	7(26%)
Interests about chemistry are increased	1(4%)
I could understand chemical concepts.	4(15%)
Experiment could confirm the theoretical concepts.	2(7%)
*Recognition of the new experimental method	9(33%)
I realized new inquiry method using interface and probes	3(11%)
I experienced alternative experimental method.	2(7%)
I made a new experience.	2(7%)
I could find new and various experimental techniques.	2(7%)

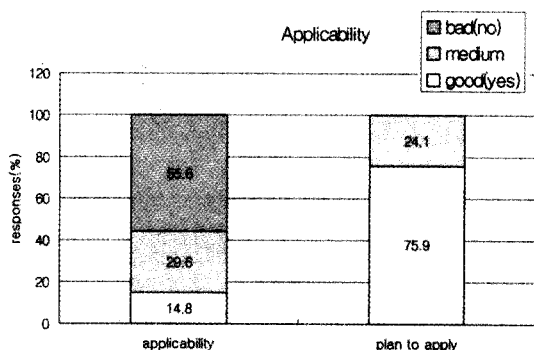


Fig. 6. Applicability.

생각하는 교사들은 매우 적게(15%) 나타났다. 오히려 활용되지 않을 것이라고 응답한 교사가 매우 높게(56%) 나타났는데, 그 이유는 무엇보다도 실험장치가 구비되어 있지 않기 때문임을 지적하고 있다. 비록 대부분의 학교 현장에 컴퓨터는 갖추어져 있다고 하더라도 인터페이스를 포함한 실험장비가 갖추어져 있지 않고 또한, 구입비용이 고가인 이유로 쉽게 구입할 수 없기 때문이라고 응답하였다. 그렇지만, “여건이 허락한다면 교육현장에서 이 연수내용을 활용하고 싶습니까?”라는 질문에는 매우 많은(74%) 교사가 활용할 계획이라고 응답하였다. 이 객관식 문항에 대해서는 추가적으로 서술하도록 하였는데, 그 결과는 Table 5와 같이 매우 다양하게 활용될 수 있음을 알 수 있다. 따라서, 본 연수가 교사들에게 학교 현장에서 실제로 적

용 가능한 새로운 학습 방법을 제시하였다는 것을 알 수 있다.

마지막으로 현장에서 활용되기 위해서 필요한 조건이 무엇인지에 대해서 주관식으로 조사한 결과는 Table 6에 나타내었다. 조사 결과, 인터페이스를 비롯한 실험 기기의 구입이 가장 중요한 문제로 나타났으며(59%), 더 많은 프로그램의 개발 및 교사의 전문지식의 확보를 그 다음으로 지적하였다.

결론 및 제언

본 연구는 새로운 형태의 교사 연수 프로그램을 직접 실시하고 그 효과를 평가한 연구였다. 본 연구에서 사용된 교사 연수 프로그램의 특징을 요약하면 다음과 같다:

- (1) 미래의 교육 환경을 위한 컴퓨터 인터페이스와 센서를 활용하는 탐구 실험 연수였다.
- (2) 연수 목적을 컴퓨터 처리 기능의 습득뿐 아니라, 과학 개념과 탐구 기능의 습득, 나아가 탐구지도 능력의 함양에 두었다.

연수는 2차에 걸쳐 실시되었으며, 2차에 실시한 연수에 대해 설문지를 개발하여 실시한 결과 주요 특징으로는 다음과 같다. (1) 11년 이상의 교육 경력이 많은 교사들도 자발적으로 참여하였다. (2) 참여동기가 주로 내적인 동기였으며, 점수와 같은 외적인 동기는 없었다. (3) 연수의 내용 수준이 적절하였고, 연수자들

Table 5. Plan of application to school teaching

Plan of Application	No. of Responses
for science class, outdoor classroom activities, or special class	12(44%)
as a demonstration for classroom teaching	5(19%)
for showing detailed and exact graph	3(11%)
to provoke interests	1(4%)
to use to special experiment of which results cannot be obtained easily	1(4%)

Table 6. Conditions for application to school teaching (N=27)

Conditions for Application	No. of Responses
sufficient hardware and software	18(67%)
various and concrete teaching materials	4(15%)
deep knowledge in major	3(11%)
modification of the number of students in a class and lesson hour	2(7%)
improvement of teachers' ability and necessity of in-service training	1(4%)
development of method to visualize data using computer	1(4%)

이 모두 연수에 흥미를 가졌다. 그러나 내용 수준은 어렵다고 응답한 비율이 비교적 많은 것으로 미루어 보아 약간 어려운 편이라고 생각된다. (4) 실험 보조 요원을 많이 투입한 결과 강의 전문성과 연수 환경에 대해서는 매우 만족해하였다. (5) 연수자들은 모두 연수를 만족하였으며, 컴퓨터 활용능력 뿐만 아니라 개념 이해나 탐구기능 습득, 나아가 탐구 지도 능력의 함양에 대해 긍정적으로 응답하여 본 연수의 목적이 달성되었음을 알 수 있었다. (6) 대부분의 교사들이 여건이 활용된다면 현장에서 컴퓨터와 인터페이스를 이용한 탐구실험을 활용하고 싶다고 하였다.

사실, 본 연구에서 다룬바와 같은 교사연수는 교사로서의 전문성 향상을 위해 필요한 것이다. 더구나, 앞으로의 실험 환경을 대비한 컴퓨터를 이용한 탐구 실험의 기초적인 소양과 능력을 위한 연수는 더욱 그러할 것이다. 이러한 점에서 교사의 요구에 맞는, 그리고 교사의 전문성을 향상시킬 수 있는 연수 프로그램의 개발과 적용은 앞으로도 계속되어야 할 것이다. 물론, 컴퓨터를 이용한 실험이 기존의 실험을 모두 대체한다거나, 기존의 실험보다 모든 면에서 우월하다는 것을 의미하는 것은 아니다. 중요한 것은 컴퓨터를 이용한 탐구 실험을 직접 경험해 봄으로서, 중·고등학교 교육현장에서 활용가능한 방법과 실험 주제들은 무엇이 될 수 있는지, 또 구체적으로 어떻게 실질적으로 활용될 수 있는지 등을 교사 자신이 결정하고 계획할 수 있는 기초적인 소양과 능력을 갖출 것을 기대해 본다.

인 용 문 헌

1. Lee, O.; Yager, S. J. Modes of inquiry in research on teacher education, In *Handbook of Research on Teacher Education*; Sikula, J.; Buttery, T. J.; Guyton, E., Eds.; Macmillan LIBRARY Reference U.S.A: New York, 1996.
2. 문병택 *중등교원의 현직교육 실태와 그 개선에 관한 연구*, 전남대학교 석사학위 논문: 1992.
3. 임헌진 *교원현직교육의 문제점과 개선방안에 관한 연구*, 청주대학교 석사학위 논문: 1992.
4. 이윤식 외 *교원 연수 제도 개선 방안 연구*, 한국교육개발원: 1993.
5. 고재천 *학교중심 교사 연수 프로그램의 평가 준거 설정 연구*, 한국교원대학교 박사학위 논문: 1997.
6. 원기호 *교사의 전문성 신장을 위한 교내 연수 프로그램 개발*, 한국교원대학교 석사학위 논문: 1994.
7. 최상근 *원격교육을 통한 교원 연수체제 개발*, 한국교육개발원: 1995.
8. 정일환; 김용우; 조준래 *교사교육 평가 인정제도 도입 방안 연구*, 한국교육개발원: 1991.
9. 현충기 *중학교 과학 교사를 위한 과학 실험 연수 교재에서 생물분야 분석*, 한국교원대학교 석사학위 논문: 1993.
10. 박종원; 이종백; 고영구 *전남대학교 과학교육연구지* **1997**, 21, 1.
11. 이학동; 손연아; 노경임; 송진웅 *한국과학교육학회지* **1996**, 16, 103.
12. Winters, L. M. *The Physics Teacher* **1991**, 32, 518.
13. Rogers, L. T.; Wild, P. *School Science Review* **1994**, 75, 21.
14. Scaife, J. *Physics Education* **1993**, 28, 21.
15. Albergoti, C. *The Physics Teacher* **1994**, 32, 206.
16. Rogers, L. T.; Wild, P. *Journal of Computer Assisted Learning* **1996**, 12, 130.
17. Summers, M.; Solomon, J.; Bevan, R.; Frost, A.; Reynolds, H.; Zimmerman, C. *Physics Education* **1991**, 26, 345.
18. Linn, M.; Songer, N. B. *Journal of Research in Science Teaching* **1991**, 28, 761.
19. Friedler, Y.; Nachmias, R.; Linn, M. C. *Journal of Research in Science Teaching* **1990**, 27, 173.
20. Newton, L. R. *School Science Review* **1997**, 79, 49.
21. Nakhleh, M. B.; Krajcik, J. S. *Journal of Research in Science Teaching* **1994**, 31, 1077.
22. 박종원; 오희균; 김두현 *한국과학교육학회지* **1999**, 19, in press.