

과학 컴퓨터 보조 학습 프로그램의 효과분석에 관한 연구

양일호 · 정진우

(한국교원대학교 과학교육과)

(1991년 4월 30일 받음)

I. 서론

정보화 사회로 발전하고 있는 현대사회에서 정보화의 총아라고 할 수 있는 컴퓨터는 신속하고 정확하게 많은 양의 정보를 처리하고 기억할 수 있는 특성 때문에 지난 15여 년 동안 가정, 사무실, 실험실, 산업 분야 등에 응용되었고 교육현장에도 서서히 자리를 잡아가고 있다.

과학교육 측면에서 과학지식의 폭발과 사회적 요구는 과학교과와 구조화를 요구하였으며, 이에 따라 과학의 원리를 중심으로 한 교육과정이 발달하였다. 이러한 교육과정은 많은 장점에도 불구하고 중요한 학습요인의 하나인 학습자의 지적발달 수준을 간과하는 실수를 범하였고, 학생들은 원리화로 말미암아 추상화된 내용을 이해하지 못하고 과학교과를 어려운 과목으로 인식하게 되었다(유경로 외, 1984). 학습자가 과학교과를 어려워 하는 문제점을 인간의 사고력에 초점을 맞추어 해결하고자 많은 연구자들이 Piaget 이론을 과학교육에 도입하였으며(Lawson, 1983; Stever et al., 1988; 한중하, 1982), 이러한 시도는 과학교과 내용의 추상성과 학습자의 구체적 사고력 사이의 괴리를 잘 설명하기에 이르렀다(이원식 외, 1985).

Piaget의 '인지발달 이론'에 의하면 모든 아동들은 4 단계, 즉 감각운동기, 전조작기, 구체적 조작기, 형식적 조작기 순으로 발달하는데 그 발달 속도는 개인에 따

라 다르다고 하였다(Ginsburg & Opper, 1979). 이는 인지능력 수준이 서로 다른 개인에게 알맞는 구별된 교육을 실시하는 것이 가장 이상적인 교육임을 시사하고 있다.

능력 수준이 다른 학생들이 모인 다인수 학급에서 일정한 수업 목표를 다양한 능력 수준과 학습 경험 및 학습 태도를 가지고 있는 학습자들 각각에 가장 적합한 수업 계열을 제공해 줌으로써 결국에 가서는 모든 학습자가 주어진 수업목표를 성취할 수 있도록 하는 개별화 수업(정택희 외, 1985) 측면에서 볼 때 현실적으로 수업의 개별화를 어렵게 하는 요인이 많기 때문에 실제로 많은 과학수업이 일제수업으로 이루어지고 개별화 수업은 학교교육의 이상으로만 그치고 있다.

이러한 구조적, 체제적 과학교육의 결함을 보충하기 위한 한 가지 대안이 CBE system (Computer Based Education System)이다. CBE System을 이용한 수업방법은 효율적인 개별화 학습모형의 설계에 기초가 될 수 있는 다양한 교수-학습 이론을 컴퓨터 프로그램에 통합함으로써 개별 학생의 능력수준과 사고유형에 따라 학습자의 보조를 맞추어 나갈 수 있고, 역동적인 수업활동을 전개할 수 있다.

그러나 컴퓨터의 교육적 활용이 기대되었던 만큼 효과를 나타내지 못하고 있다. 이는 교육심리(학습심리), 교수설계(instructional design) 그리고 교육과정에

대한 지식 또는 교육학적 기초 지식 없이 그들의 전문 지식을 적용하려는 경향(Scheffler, 1986)과 교육용 소프트웨어(s/w)의 내용이 단순히 교과서나 참고서의 내용을 그대로 옮겨 놓은 것과 같은 상태이며, 또한 학습자의 내적 학습과정을 돕거나 촉진하고 잘못된 인지 과정을 교정해 줄 수 있는 조치가 결여되어 있어(정택희 외, 1985), 단지 컴퓨터가 교과서의 내용을 자동적으로 보여주는 Page Turner 역할 밖에 하지 못하기 때문이다.

이러한 지적들은 교육용 소프트웨어(S/W)가 교수-학습 이론에 충실하지 못했고, 교육현장에서 컴퓨터의 응용에 대한 필요성 및 가치에 대한 연구들이 거의 선행되지 못하고 있다(Stanford/UNESCO, 1986)는 데서 보다 근본적인 문제를 인식해야 할 것이다. 지금까지 많은 연구들은 학습과제에 따라 가장 효과적인 교육매체를 달리 투입해야 하는데, 이러한 고려 없이 전통적 수업 방법과 CAI를 도입한 수업과의 단순한 학습 성취도 차이 분석에 머무르고 있다. 따라서 본 연구는 CAI가 수업에 도입되었을 때 어떠한 학습자들에게 가장 효과가 있는가를 알아봄으로써 과학 교수학습 증진에 기여 하고자 한다.

1. 연구의 목적

본 연구는 학습자 특성에 따라 CAI를 이용한 수업의 결과, 학습성취도에 미치는 영향을 분석하는데 초점을 두었으며 구체적 연구 목적은 다음과 같다.

- 1) 과학 학습 성취 수준에 따라 CAI가 투입된 후 학업 성취도와의 관계가 있는지 알아본다.
- 2) CAI 적용 후 나타난 학업 성취도에서 논리적 사고력 수준에 따라 유의미한 차이가 있는지 분석한다.
- 3) CAI 적용 후 나타난 학업 성취도에서 과학태도 수준에 따라 유의미한 차이가 있는지 분석한다.
- 4) CAI 적용 후 나타난 학업 성취도에서 성취동기 수준에 따라 유의미한 차이가 있는지 분석한다.
- 5) CAI 적용 후 나타난 학업 성취도에서 탐구능력 수준에 따라 유의미한 차이가 있는지 분석한다.
- 6) CAI 적용 후 나타난 학업 성취도에서 성별에 따라 유의미한 차이가 있는지 분석한다.

2. 연구 가설

다음의 가설들이 본 연구에서 제시된다.

- 1) CAI를 이용한 수업은 특정 탐구능력 수준의 학생들에게 주는 학습 성취도 증진의 효과는 없을 것이다.
- 2) CAI를 이용한 수업 결과 논리적 사고력 수준에 따라 유의한 학습 성취도의 차이는 없을 것이다.
- 3) CAI를 이용한 수업 결과 과학 학습 성취도 수준에 따라 학습 성취도의 차이는 없을 것이다.
- 4) CAI를 이용한 수업은 과학 교과에 대하여 지니고 있는 태도 수준에 따라 학습 성취도의 차이는 없을 것이다.
- 5) CAI를 이용한 수업은 성취동기 수준에 따라 학습 성취도의 차이는 없을 것이다.
- 6) CAI를 이용한 수업에서 남학생과 여학생의 학습 성취도 차이는 없을 것이다.

3. 연구의 제한점

본 연구를 수행하는 데 있어서 몇 가지 제한을 두었다.

- 1) 본 연구에서는 연구대상을 중학교 2학년 학생만을 대상으로 하였다.
- 2) 컴퓨터 기기와 시설 등 최소한도의 실험 조건을 갖춘 실험학교를 찾기 어려워 인위적 표집을 하였다. 이는 일반화(generalizability)에 영향이 있다.
- 3) 학습자에게 투입할 3개의 CAI 프로그램 중에서 1개만 연구자가 개발하였다.
- 4) 본 연구에서는 실험기간이 짧아 학생들에게 신체적, 정서적, 태도의 변화는 측정하지 않고 CAI가 학업 성취도에 미치는 영향만을 분석하였다.

II. 문헌 연구

컴퓨터를 활용한 수업방법의 효과 분석에는 다각적 측면에서 분석 제시될 수 있다. 본 연구에서는 1980년대 이후의 문헌들을 중심으로 전통적인 수업방법과 CAI 수업의 효과, 성별에 의한 CAI 수업의 효과 차이 및 태도, CAI 수업 형태와 학습자의 특성에 따른 효과, 효율적인 화면구성 등을 고찰하고자 한다.

1. 전통적인 수업방법과 CAI 수업의 효과

전통적인 수업(traditional instruction)방법과 컴퓨

터를 활용한 수업에서의 효과 분석은 많은 연구들이 진행되어 왔다. Kulik 등(1980)은 59개의 문헌들을 재분석한 결과 대학 수준에서 학생들의 학업 성취도가 전통적인 수업방법보다 CAI 수업에서 의의 있는 증진 효과를 얻었다. 아울러 CAI 수업에 대한 태도 증진도 밝혔다. 국민학교 6학년에서 고등학교 3학년까지의 학생들에 대한 CAI 수업 효과를 연구한 Kulik 등(1983)은 51개 CAI 관련 연구들을 재분석한 결과 39개의 연구물에서 성취도의 증진에 CAI 수업이 효과적임을 보고했다.

Wainwright(1989), Willett 등(1983), Kulik, Bangert 그리고 Williams(1983) 등의 연구에서도 컴퓨터를 교육에 이용한 후 학생들의 성적이 향상되었다.

Burns과 Bozeman(1981)은 반복연습형(drill & practice), 개인교수형(tutorial) CAI의 효과에 관한 40여 편의 연구들을 분석한 결과 전통적인 수업방법과의 의미 있는 차이를 나타내었고, 이와 비슷한 연구로 Stennett(1985)도 개인교수형, 반복연습형 CAI를 학생들에게 제공하였을 때 역시 학업 성취도에 통계적으로 의의 있는 효과를 얻었다.

Wesley, Krockover, Devita(1985)는 프로그램 학습과 CAI와의 효과 비교 연구에서 차이를 얻어내지 못하였으며, 문헌연구 결과 초등에서는 정규 수업의 보조용으로, 중등학교 이상의 수준에서는 전통적인 수업 방법과 대치하였을 때 효과가 있다고 제안하였다(Jamison, Suppes & Wells, 1974).

한편 Summerlin 등(1973)과 Wainwright(1989)는 수업에 CAI를 도입한 결과 전통적인 수업 방법에 의한 효과 보다 CAI를 이용한 수업에서의 학습 성취도가 낮다고 발표하였다. 또한 Magidson(1978)은 기존 연구들을 분석한 결과 전체의 55% 정도의 연구들이 CAI에 의한 수업효과가 전통적인 수업 방법에 의한 효과에 비하여 통계적으로 의의 있는 차이를 보이지 않는다고 했다.

2. 성별에 의한 CAI 효과 차이 및 태도에 관한 연구

컴퓨터를 이용한 Simulation Game과 Worksheet Program을 활용한 결과 Simulation Game의 사용 능력이 낮은 여학생이 Worksheet를 사용한 경우에 비하여 높은 점수를 얻었고, 남학생은 Worksheet의 사용 능력이 낮은 학생이 높은 점수를 얻어(Spraggins

and Rowsey, 1986), 성별에 따라 컴퓨터에 대한 인식, 적용, 응용 능력에 차이가 있음을 보여주고 있다.

Johnson 등(1985)은 CAI 수업을 비교한 결과 여학생 보다는 남학생의 성취도가 높음을 밝혔고 Harvey와 Wilson(1985)도 남학생이 여학생 보다 컴퓨터를 이용한 수업에 더 호의적인 반응을 보인다는 결과를 발표하였다. Kulik, Kulik과 Williams(1983)는 기존의 연구들을 분석한 결과 80% 정도가 과목에 대한 태도 증진 효과를 얻었고, 75%의 연구들에서는 컴퓨터에 대한 태도 증진이 있었음을 분석하였다. Swartz(1983), Skinner(1983), Steinkamp(1982) 등의 연구에 의하면 남학생이 여학생 보다 수업에서 컴퓨터의 사용에 긍정적 태도를 지니고 있다. Johnson 등(1985)은 과학수업에 컴퓨터를 활용하였을 때 남학생이 보다 높은 성취도와 호감을 보이고 있으며, 그들의 능력을 확신하고 있다고 한다. Kolata(1984)에 의하면 유치원에서 대학원까지의 모든 학교 수준에서 여학생이 남학생에 비하여 컴퓨터를 이용한 학습에 뒤떨어지며, 그 차이는 국민학교에서 시작하여 고등학교로 올라갈 수록 커진다고 한다.

그러나 Waugh(1985), Vermette, Orr과 Hall(1986), Johnson, Johnson과 Stanne(1985)의 연구 결과에 의하면 남학생과 여학생의 성별에 따른 CAI 사용에 대한 태도는 의의 있는 차이가 없다. Nelson(1988)의 연구에서는 성별에 따라 컴퓨터에 대한 태도 차이가 없으며, 컴퓨터를 집에 보유하고 있는 학생이 보유하고 있지 않는 학생 보다는 긍정적인 태도를 지니고 학년이 낮을 수록 보다 긍정적인 태도를 보인다고 한다.

3. CAI 수업 형태와 학습자의 특성에 따른 효과

연구 결과에 의하면 학생의 성취동기 수준에 따라 학습의 성취 속도가 다르며(Harvey, Wilson, 1985), CAI 수업의 효과에 영향을 준다(Duby, Giltrow, 1978). Kulik, Bangert 그리고 Williams(1983), Calvin과 Lagowski(1978)에 의하면 성취 수준이 낮은 학생과 구체적 조작기에 있는 학생들에게 효과적이며, 프로그램 학습과 비교하여 적성수준이 낮은 학생들에게 CAI를 이용하게 하는 것이 효과적이라는 연구 결과를 얻었다.

한편, 인지발달 수준에 따라 CAI를 이용한 수업과 전통적 수업 방법을 이용한 학생들의 성취도를 비교한 Wainwright(1989)는 의의 있는 차이를 얻지 못했고,

Waugh(1985)는 CAI를 이용한 수업에서 인지발달 수준이 미치는 영향이 없음을 보여주고 있다. Spragins와 Rowsey(1986)는 Simulation Game과 Worksheet의 사용 능력이 성취도에 의의 있는 효과를 미치지 못한다고 보고했다.

CAI를 이용한 수업에서 학생들을 경쟁 집단, 협동 집단, 개인별로 구분하여 수업한 결과 협동집단의 학생들의 성취도가 경쟁 집단 또는 개인별 보다 높은 성취를 보이고 있다(Johnson, Johnson and Stanne, 1985; Sharan, 1980). 이들은 2명씩 짝을 짓거나 그 이상의 학생들을 그룹으로 CAI 수업을 하였을 때 개인별 수업보다 더욱 효과적이라고 보고하고 있다. 그러나 Johnson 등(1985)에 의하면 여학생이 남학생과 비교하여 성취도가 높다는 보고도 있다.

한편, Splaine(1980)에 의하면 학생집단을 대그룹과 소그룹으로 나누어 비교한 결과 성취도에 차이를 나타내지 않았으며, Justen III, Adams II 그리고 Waldrop (1988)에 의하면 그룹으로 나누어 수업한 것과 개인별로 CAI 수업을 한 경우에서 성취도에 차이가 없음을 지적하고 있다.

Baird와 Koballa(1988)의 연구에서는 인지 수준이 높을 수록 개인별로 인지 수준이 낮을 수록 칼라 화면이나 협동 그룹에서 CAI를 이용한 수업을 하였을 때 효과가 높음을 보여주고 있다.

Kulik, Kulik 그리고 Cohen(1983), Kulik, Kulik 그리고 Williams(1983)의 연구결과에서는 전통적 수업 방법에 의한 수업 시간 보다 CAI 수업에서 40%에서 88%의 수업시간 절감의 효과를 얻고 있다. 박성익(1983)은 컴퓨터를 이용한 교수-학습 시간 변인의 효율적 적정화 방안이 학습자 능력 수준에 미치는 영향 분석에서 PLT(Process Learning Time Control Strategy)가 50%의 수업시간 절감을 가져 온다고 한다.

4. 효율적인 화면 구성

Cohen(1985)는 피이드백에 관한 연구에서 오답 후의 피이드백이 효과적이며, Carter(1981)에 따르면 즉각적인 피이드백이 가장 효과적이라고 말하고 있다. Graynor(1981)은 초기 학습 수준에서 피이드백의 지연 정도는 별 의미가 없으나, 고차원 수준에서는 피이드백의 지연은 교육매체에 주의 집중을 하는 효과를 얻을 수 있다고 한다. Waldrop(1984)의 연구 결과에 의하면 정답과 오답에 수반되는 즉각적이고 확장된

(immediate extended) 피이드백이 가장 효과적이었다고 하며, 이것은 Gilman(1989)의 제안처럼 오답 다음의 정답을 진술하고 정답의 이유를 가르쳐주는 것이 필수적이라는 제안과 일치한다.

또한 Cohen(1985)의 제안과 같이 즉각적 피이드백이 필요하며 특히 정보적 피이드백(informational feed-back)이 오답 후 가장 효과적일 것이다. 화면의 문장간의 간격은 문장간의 간격을 한 줄 떼어서 제시하는(double space) 형태가 정확도가 높으며 빨리 읽을 수 있고(Kolers et al., 1981; Hazen, 1985), 문장은 화면의 중심 또는 왼쪽에, 화면 내용의 제시는 위에서 아래로 또는 왼쪽에서 오른쪽 방향으로 흐르는 것과 같이 제시하는 것이 효과적이다(Hazen, 1985).

III. 연구 절차와 방법

1. 피험자

피험자는 충북 청원군 소재 중학교에서 2학년 남학생 30명과 충남 천안시 소재 중학교에서 2학년 여학생 30명을 선정하였다. 본 연구에서 피험자를 선택하는데 있어서 현실적인 제한점이 크게 작용하였다. 즉, CAI를 투입하기 위해서는 특정기종(IBM/XT 호환기종)과 디스크 드라이브가 부착된 컴퓨터를 보유하고 있는 학교이어야 하고, 컴퓨터의 수도 10대 이상을 갖고 있는 학교이어야 했기 때문이다.

따라서, 이러한 시설 조건을 갖추고 있는 학교를 살펴보고, 담당교사의 협조를 얻어 다음과 같이 피험자를 선정하여 통계분석을 하였다. 피험자 선정은 무작위로 한 학급을 선정하고, 담임교사에 의해서 30명씩 선정받았다.

소 재	학년	성별	인원
충북 청원군	중 2	남	30명
충남 천안시	중 2	여	20명

2. CAI 프로그램 개발

1) 개발절차

'물질의 상태변화에 따른 질량보존' CAI프로그램을 다음과 같이 개발하였다. 이 프로그램의 개발은 한국교육개발원의 CAI모형프로그램(정택희, 1985)을 참고로 하여 1) 교안 개발, 2) 교과 내용 위계 분석, 3) 시스템

분석, 4) 순서도 작성, 5) 프로그램 작성, 6) 수정 및 보완의 단계를 거쳤다. 교안 개발은 '학생탐구과학교 실험실습서(인천시 과학연구원, 1987)를 참고로 하였다.

이 교재는 중학교 2학년을 대상으로 하였으며, 한 실험당 2시간 동안에 할 수 있는 분량으로 구성되어 있다.

2) 수업설계

수업설계는 Gagné 등(1981)의 9단계 학습사태와 수업사태 모형을 근거로 하여 개발된 한국교육개발원의 수업설계 지침에 따라 개발하였다.

- (1) 학습 주제: 물질의 상태 변화에 따른 질량 변화
- (2) 학습 자: 중학교 2 학년
- (3) 학습 목표: 물질의 상태가 변할 때 질량이 보존됨을 설명할 수 있다.
 - ① 고체에서 액체로 물질의 상태가 변할 때 질량이 보존됨을 설명할 수 있다.
 - ② 액체에서 고체로 물질의 상태가 변할 때 질량이 보존됨을 설명할 수 있다.
 - ③ 액체에서 기체로 물질의 상태가 변할 때 질량이 보존됨을 설명할 수 있다.
- (4) 학습 위계(과제분석결과)
 - ① 액화, 기화, 승화, 응고, 응해의 개념을 정의할 수 있다.
 - ② 물질의 질량을 측정할 수 있다. 물질의 상태 변화에 관계 없이 질량이 보존됨을 실험을 통하여 발견할 수 있다.
 - ③ 물질의 상태 변화와 질량의 변화와의 관계를 설명할 수 있다.
- (5) 출발점 행동
 - ① 질량과 무게의 차이
 - ② 액화, 기화, 응해, 승화, 응고의 개념 확인 학습
- (6) 수업 사태
 - ① 주의 유도: 물과 에테르의 상태 변화에 따른 부피 변화
 - ② 학습목표소개: 이번 시간에는 물질의 상태가 변할 때 부피의 변화가 생기는데 이 때의 질량변화는 어떻게 될 것인지 실험을 통하여 알아보자.
 - ③ 출발점 행동 평가
 - 질량의 개념
 - 무게의 개념
 - 질량의 측정 도구
 - 응해, 응고, 기화, 액화, 승화의 개념

* 애니메이션 제시

④ 물질의 상태 변화와 질량의 변화 측정 실험

a) 고체가 용해될 때 질량 변화

고체에서 액체로 물질의 상태가 변할 때 질량이 보존됨을 설명할 수 있다.

- 물과 소금이 준비되었다(그림제시).
 - 어떻게 실험을 하면 질량의 변화를 알아볼 수 있을까?
 - 소금의 질량 측정(저울 시뮬레이션 제시)
 - 측정값의 확인
 - 틀리면 저울을 이용하여 다시 측정(피이드백 제시)
 - 소금을 녹인 후 다시 질량 측정
 - 측정값의 확인
 - 지금까지의 실험으로 알 수 있는 사실은? (결과 도출)
- b) 고체가 생성될 때 질량 변화

액체에서 고체로 물질의 상태가 변할 때 질량이 보존됨을 설명할 수 있다.

- 요오드화나트륨과 질산납이 준비되었다(그림제시).
 - 어떻게 실험을 하면 질량의 변화를 알아볼 수 있을까?
 - 액체의 질량 측정(저울 시뮬레이션 제시)
 - 측정값의 확인
 - 틀리면 저울을 이용하여 다시 측정(피이드백 제시)
 - 두 용액을 섞어 고체 생성 후 다시 질량 측정
 - * 그래픽을 이용한 그림 제시
 - 측정값의 확인
 - 지금까지의 실험으로 알 수 있는 사실은? (결과 도출)
- c) 기체가 발생될 때 질량 변화

액체에서 기체로 물질의 상태가 변할 때 질량이 보존됨을 설명할 수 있다.

- 액체 알콜이 준비되었다(그림제시).
- 어떻게 실험을 하면 질량의 변화를 알아볼 수 있을까?
- 액체의 질량 측정(저울 시뮬레이션 제시)
- 측정값의 확인
 - 틀리면 저울을 이용하여 다시 측정(피이드백

제시)

- 알콜을 증발시킨 후 질량 측정
- 측정값의 확인
- 지금까지의 실험으로 알 수 있는 사실은?

(결과 도출)

- ⑤ 실험 결과의 종합을 보고 알 수 있는 사실은?
그림 및 도표의 제시

⑥ 강화

정답: 칭찬

오답: 교정적 피드백 및 재 실험

(7) 평가

- 물질의 상태 변화와 질량의 변화의 관계
- 올바른 읽습시 저울의 사용법

(8) 강화: 결과의 지식 제공

평가 결과에 대한 정보 제공

(9) 의미의 풍부화: 많은 예제의 제시

3) 프로그램 제작

위의 수업설계에 의거하여 프로그램화 하였다. 화면 구성은 효과적인 결과를 나타낸 문헌 연구 결과들을 참고하였는데 그 내용은 다음과 같다.

- 한 화면으로 전달 되는 내용의 양은 학생들이 받아들일 수 있는 양이어야 한다.
- 프로그램의 오류나 작동이 중간에 끊기는 일이 없도록 한다.
- 사용자가 프로그램을 통제하도록 한다
- 주의 집중을 유도하기 위한 반짝거리는 문자, 소리, 애니메이션을 사용한다.
- 화면의 문자 제시는 한 줄 씩 띄어 쓰기(double space)를 하였고, 제시 방향은 왼쪽에서 오른쪽으로, 위에서 아래 방향 순으로 제시하도록 한다.
- 그림, 도표 등을 이용한다.
- 피이드백은 교정적, 즉각적 피이드 백을 사용한다.

3. 실험처치

본 연구에서 사용된 기본 실험설계는 단일 집단 사전,사후 검사 설계(one group pretest-posttest design)로 다음과 같다.

O1 X O2

여기서 O1은 과학학력검사(학업성취) 점수이고, O2는 CAI 성취도 검사 점수이다. X는 CAI 프로그램의 처치를 나타낸다. 즉, CAI가 투입되기 전의 학업성적과 비교하여 CAI가 투입됨으로써 학습자의 학업 성

취도를 알아보는 실험설계이다.

4. 실험 절차

1) 검사 실시

학업 성취도, 논리적사고력 검사, 교과태도 검사, 탐구능력검사, 성취동기점사와 CAI 성취도 검사는 1990년 9월 1일에서 1990년 10월 13일 사이에 각 학교별로 실시하였다.

2) CAI 적용방법

본 연구에서 개발된 CAI 및 한국교육개발원에서 개발한 CAI 프로그램은 모두 개별학습이 가능하도록 개발되었다. 따라서 컴퓨터 1대당 2-3명의 학생이 무작위로 배정되어 각 학생 그룹별로 CAI 프로그램을 이용하여 수업을 하였다. CAI 프로그램의 적용을 1990년 9월 22일에서 10월 13일 사이에 실시하였다.

5. 도 구

1) 성취동기 검사

한국교육개발원(정택희, 1986)에서 개발한 성취도 검사 문항을 도입하여 사용하였다. 검사 문항은 38문항이며 신뢰도는 Cronbach α 계수 0.75이다.

2) 교과에 대한 태도 검사

한국교육개발원(1986)에서 만든 교과 태도 검사지를 도입하였다. 검사 문항은 38문항이며 신뢰도는 Cronbach α 계수 0.89이다.

3) 논리적 사고력 검사

본 연구에서 사용된 논리적 사고력 측정도구는 1982년 미국 Georgia 대학교 과학교육학과에서 Roadranka 등에 의하여 개발된 GALT(Group Assessment Test of Logical Thinking) (Roadranka, et al., 1982)이다. 이는 1985년 서울대 사범대학에서 논리적 사고력 검사라는 이름으로 사용되었다(이원식 외, 1985). GALT검사 도구는 신뢰도가 0.85이며 문항별 난이도는 0.02에서 0.78 사이이며 전체 평균 난이도는 0.40이다.

4) 탐구능력 검사

이연우(1989)가 개발한 과학 탐구능력측정 표준화 검사지를 이용하였다. 개발된 검사지는 총 20문항으로

신뢰도(K-R20)는 0.69 변별지수는 0.39이다.

5) 과학학력검사와 CAI 성취도검사

과학학력검사는 IEA(International Association for the Evaluation of Educational Achievement)의 SISS(Second IEA Science Study) 검사지 내용 중 중학교 2학년 1학기까지의 과정에서 학습한 내용을 중심으로 만든 20문항의 검사지이다. CAI 성취도검사는 투입된 CAI 프로그램의 내용에 대하여 정보를 가지고 있는 현직 과학교사 3명과 협의하여 개발하였다. 각 검사에 대한 난이도, 변별도, 타당도는 <표 1>과 같다.

<표 1> 과학학력검사와 CAI 성취도 검사

	신뢰도	변별지수	타당도
과학학력검사	KR-21 = 0.76 Cronbach α = 0.71	0.46	
CAI성취도 검사	KR-21 = 0.82 Cronbach α = 0.83	0.31	0.85

6) 통계분석

통계 분석 과정에서 성취동기검사, 교과태도검사, 탐구능력검사, 논리적 사고력 검사, 과학성적의 평균을 기준으로 하여 상, 하 두 집단으로 나누어 분석을 하였다. 통계 처리는 SPSS/PC (Statistical Package for the Social Science/Personal Computer)를 이용하여 필요한 통계 분석을 하였다.

IV. 연구결과

앞에서 제시한 연구 가설의 순으로 실험결과를 제시하면 다음과 같다.

1. 성취동기 수준에 따른 CAI 효과

학습자의 성취동기 수준에 따라 CAI를 이용한 수업의 성취도를 분석한 결과는 <표 2>와 같다.

<표 2> 성취 동기 수준에 따른 CAI 효과

성취동기수준	상(N=31)		하(N=29)		Oneway
	평균	표준편차	평균	표준편차	F값
과학학력검사	65.00	13.29	61.83	15.12	0.75
CAI성취도검사	71.67	13.99	70.52	16.11	0.10

* significant P < 0.05

성취동기 수준이 높은 학생의 과학학력검사는 평균 65.00이고 성취동기 수준이 낮은 학생의 평균은 61.83으로 일원 변량 분석 결과 F값 0.75이며 유의한 차이는 나타나지 않았다.

CAI 성취도 검사에서도 성취동기 수준이 높은 학생의 평균(71.77)과 성취 수준이 낮은(70.52) 학생 집단간의 유의한 차이를 보이지 않고 있다.

한편, 성취동기 수준이 높은 학생이 CAI 성취도검사에서 5.23점의 평균 점수가 상승 되었으나 성취동기 수준이 낮은 학생은 CAI 성취도 검사에서 8.69점의 평균이 상승되어 성취동기 수준이 낮은 학생에게 통계적으로는 유의하지 않지만 약간의 성취 향상을 얻었다고 할 수 있다.

따라서 CAI를 이용한 수업은 특정 성취동기 수준의 학생들에게 학습 성취도 증진의 효과가 없다는 가설을 받아들일 수 있다.

2. 논리적 사고능력 수준에 따른 CAI 효과

GALT에 의한 논리적 사고력 수준에 따라 CAI를 이용한 수업에서 학습성취도를 분석한 결과는 <표 3>과 같다.

과학학력검사에서 논리적 사고력 수준이 높은 학생의 CAI 수업에 의한 학습성취도 평균은 68.75이고 논리적 사고력 수준이 낮은 학생의 성취도 평균은 57.43으로 평균차이 11.32를 나타내고 있다. 논리적 사고력 수준별 학업 성취도 차이를 일원변량분석한 결과 F값 14.77로 유의수준 P=0.01에서 유의한 차이를 나타냈다. 따라서 과학학력검사 결과 논리적 수준에 따라 학업성적에 차이를 나타내고 있음을 알 수 있다.

<표 3> 논리적 사고력 수준에 따른 CAI 효과

논리적 사고력 수준	상(N=32)		하(N=28)		Oneway
	평균	표준편차	평균	표준편차	F값
과학학력검사	68.75	11.43	57.43	14.77	11.17**
CAI성취도검사	75.78	14.09	65.89	14.34	7.23**

** significant P < 0.01

CAI를 이용한 수업 후 CAI 성취도 검사에서는 논리적 사고력 수준이 높은 학생의 CAI 성취도 검사 평균이 75.78, 낮은 학생의 평균이 65.89로(9.89의 평균 차이) 논리적 사고력 수준에 따라 CAI 수업의 성취도에 차이를 나타내고 있다. 이러한 결과는 CAI가 논리적 사고력 수준에 관계없이 모두 학습성취도 증가의

효과를 나타내고 있으나, 인지수준이 낮은 학생에게 CAI가 효과적이라는 선행연구(Kulik, Bangert & Williams, 1983 ; Cavin & Lagowski, 1978)의 연구 결과와는 달리 CAI가 특정 논리적 사고력 수준에 만 주는 효과는 없다고 할 수 있다.

따라서 논리적 사고력 수준에 따라 CAI를 이용한 수업의 성취도 증가는 통계적으로 유의한 차이가 없을 것이라는 가설은 성립한다.

3. 탐구능력 수준에 따른 CAI 효과

탐구능력 수준에 따라 CAI 수업효과를 분석한 결과는 <표 4>와 같다.

<표 4> 탐구능력 수준에 따른 CAI 효과

탐구능력수준	상(N=34)		하(N=26)		Oneway F값
	평균	표준편차	평균	표준편차	
과학학력검사	67.59	14.37	58.08	12.17	7.35**
CAI성취도검사	73.68	15.14	67.88	14.30	2.26

** significant P < 0.01

과학학력검사 결과 탐구능력 수준이 높은 학생(평균 = 67.59)과 낮은 학생(평균 = 58.08)의 평균 차이는 9.51점으로 일원 변량 분석 결과 F값 7.35, 유의도 P = 0.01 수준에서 두 집단간 유의한 차이를 나타내었다.

즉, 과학 성적에 탐구능력이 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 수업에 CAI를 이용한 결과 탐구능력이 높은 학생의 평균은 73.68, 낮은 학생의 평균은 67.88, 평균차이는 5.80을 보였다. 변량 분석 결과 두 집단간의 차이는 F = 2.26에서 유의한 차이를 나타내지 않았다.

이러한 결과는 CAI를 이용한 결과 탐구능력 수준이 낮은 학생의 경우 CAI 성취도 검사에서 성취수준이 높아져 CAI 성취도 검사 결과에 유의한 차이를 보이지 않는다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서 제시한 CAI 수업은 특정 탐구능력 수준의 학생에게만 성취도 증가의 효과는 없을 것이라는 가설은 기각된다.

4. 과학교과 태도에 따른 CAI효과

학습자가 과학교과에 가지고 있는 태도의 정도에 따라 CAI 효과 정도를 알아본 결과는 <표 5>와 같다.

<표 5> 과학교과 태도에 따른 CAI 효과

교과태도수준	상(N=30)		하(N=30)		Oneway F값
	평균	표준편차	평균	표준편차	
과학학력검사	68.67	13.13	58.27	13.43	9.20**
CAI성취도검사	72.83	13.69	69.50	16.15	0.74

** significant P < 0.01

과학학력검사에서 교과 태도 점수가 상인 집단의 평균은 68.67점, 하인 집단의 평균은 58.27점으로 유의 수준 P = 0.01에서(F=9.20) 유의한 차이를 보이고 있다. 따라서 교과 태도의 정도에 따라 과학학력검사에서 두 집단간 차이가 있음을 알 수 있다.

이러한 두 집단에 CAI를 이용한 수업을 실시하고 성취도 검사를 한 결과 교과태도 점수가 상인 집단의 평균은 72.83 하인 집단의 평균은 69.50로서 F값이 0.74을 나타내었는데 유의도 P=0.01 수준에서 유의한 차이를 보이지 않는다. 과학학력검사에서 교과 태도에 따른 두 집단의 차이가 CAI 성취도 검사에서는 나타나지 않는 것은 CAI를 이용한 수업 결과 교과 태도가 낮은 학생에게 성취도 증진의 효과를 준 것으로 해석할 수 있다.

따라서 위의 결과로 CAI는 특정 교과 태도 수준의 학생들에게 성취도 증진의 효과가 없을 것이라는 가설은 기각된다.

5. 과학 학습 성취도에 따른 CAI 효과

CAI가 평소 과학 학업 성적 수준에 따라 어떠한 학생에게 효과가 있는지 알아본 결과는 <표 6>와 같다.

<표 6> 과학학업 성적에 따른 CAI 효과

과학성적	상(N=31)		하(N=29)		Oneway F값
	평균	표준편차	평균	표준편차	
과학학력검사	72.84	9.42	53.45	11.27	52.54**
CAI성취도검사	74.52	12.54	67.59	16.61	2.35

** significant P < 0.01

과학 성적이 높은(평균 = 72.84) 학생 집단과 낮은(평균 = 53.45) 학생 집단을 일원변량 분석한 결과 F 값 52.54로 유의수준 P = 0.01에서 유의한 차이를 얻었다. CAI 성취도 검사에서는 과학 성적이 높은(74.52) 학생 집단과 낮은(67.59) 학생 집단간의 차이는 유의수준 P = 0.01에서 유의한 차이를 보이지 않았다.

이러한 결과는 과학 성적이 높은 학생이 과학학력검사와 비교하여 CAI 성취도 검사에서 평균이 1.68점 상승되었으나 과학 성적이 낮은 학생 사후 검사 평균이 사전 검사에 비하여 14.14점 상승한 자료에서 볼 수 있는 바와 같이 과학 성적이 낮은 학생에게 CAI가 효과적임을 말한다. 즉, CAI는 과학 성적이 낮은 학생에게 효과적이어서 수업에 CAI를 이용하였을 때 성취도 증진에 유의하다고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서 제시한 CAI를 이용한 수업은 특정 과학 성적의 학생에게 성취도 증진에 미치는 효과가 없을 것이라는 가설은 기각된다.

6. 성별에 따른 학업 성취도 차이

CAI를 수업에 이용한 결과 학습자의 성별에 따라서 학업 성취도에 차이가 있을 것이라는 가설을 검증하기 위하여 본 연구에서 통제된 주요 독립변인과 학습 성취도에 대하여 성별로 T 검증을 하였다. 그 결과는 <표 7>과 같다.

<표 7>에서 보는 바와 같이 남, 여별 각 주요 변인들 중에서 논리적 사고력, 탐구능력, 교과 태도, 과학학력 검사에서는 성별에 의한 차이를 얻지 못하였고, 성취동기만 성별로 유의수준 $P = 0.05$ 에서 유의미한 차이를 나타내고 있다. 또한 과학학력검사에서 남학생(평균 = 64.83)과 여학생(평균 = 62.10)의 평균차이가 2.73으로 유의수준 $p = 0.05$ 에서($T = 0.74$) 차이를 보이고 있지 않으나 CAI 성취도 검사에서는 남학생이 64.00, 여학생이 78.33으로 14.33의 평균차이를 나타내고 있다.

<표 7> 성별에 따른 주요변인과 CAI 성취도 검사 결과

	논리적 사고력		탐구 능력		성취 동 기		교과 태도		과학학 력검사		CAI성취 도검사	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
남 (N=30)	61.83	20.99	69.33	17.94	44.13	12.94	65.90	8.54	64.83	15.95	64.00	14.59
여 (N=30)	61.50	18.62	72.67	10.32	58.60	14.04	70.63	13.05	62.10	12.10	78.33	11.62
계 (N=60)	61.67	19.67	71.00	14.61	51.37	15.25	68.27	11.19	63.47	14.17	71.17	14.94
T값	0.95		0.88		4.15*		1.66		0.74		4.21*	

* significant $P < 0.05$

<표 7>에서 보는 바와 같이 남, 여별 각 주요 변인들 중에서 논리적 사고력, 탐구능력, 교과 태도, 과학학력

검사에서는 성별에 의한 차이를 얻지 못하였고, 성취동기만 성별로 유의수준 $P = 0.05$ 에서 유의미한 차이를 나타내고 있다. 또한 과학학력검사에서 남학생(평균 = 64.83)과 여학생(평균 = 62.10)의 평균차이가 2.73으로 유의수준 $p = 0.05$ 에서($T = 0.74$) 차이를 보이고 있지 않으나 CAI 성취도 검사에서는 남학생이 64.00, 여학생이 78.33으로 14.33의 평균차이를 나타내고 있다.

따라서 CAI를 이용한 수업에서 학업성취도는 여학생이 남학생보다 높은 성취도를 보인다고 할 수 있으며 이러한 결과는 여학생 보다는 남학생이 CAI 수업에서 성취수준이 높다는 선행연구(Johnson, et al., 1983; Spraggins & Rowsey, 1986)의 결과들과 상반되는 결과를 얻었다.

<표 2>에서 성별에 따라 유의미한 차이를 발견할 수 있었던 성취동기와 성별이 CAI 성취 검사에 미치는 주효과와 상호작용 효과를 알아보기 위하여 변량분석을 한 결과 <표 8>와 같다.

<표 8> 성별과 성취동기의 주효과 및 상호작용 효과

	SS	DF	F
주 효과	3126.83	2	9.29*
성 별	3103.16	1	18.44*
성취동기	45.17	1	.27
상호작용	616.52	1	3.66

* significant $P < 0.05$

<표 8>에서 볼 수 있는 바와 같이 주효과는 유의도 수준 $P = 0.05$ 에서 유의하고, 성별에서 유의 수준 $P = 0.05$ 에서 유의한 것으로 나타났다. 이것은 성별에 따라 CAI 수업효과에 차이가 있다고 말할 수 있다. 상호작용 효과에서는 유의수준 $P = 0.05$ 에서 F 값이 3.66으로 유의하다고 할 수 없으므로 성별 효과와 성취동기 수준 효과의 조합에 따른 CAI 수업효과에는 차이가 없음을 알 수 있다.

이상의 결과로 본 연구에서 제시한 'CAI를 이용한 수업에서 남학생과 여학생의 학습 성취도 차이는 없을 것'이라는 가설은 기각된다.

V. 요약 및 결론

본 연구에서는 CAI를 이용한 수업에서 학습자에게 어떠한 변인이 학업 성취도 증진에 효과를 줄 수 있는지 알아보기 위하여 성별, 논리적 사고력, 과학학습성

적, 탐구능력, 과학교과 태도, 성취동기 등을 주요 변인으로 선택하여 연구하였다.

연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 성취동기 수준에 따라 CAI 수업의 효과는 과학학력검사와 CAI 성취도 검사에서 모두 유의한 차이를 나타내지 않았다. 따라서 성취동기 수준에 따른 CAI는 특정 수준에만 미치는 효과는 없을 것이라고 생각된다.

2. 논리적 사고력 수준에 따른 CAI 수업 효과는 논리적 사고력 수준에 관계 없이 학습 성취도가 높아진 것으로 사료된다.

3. 탐구능력 수준에 따른 CAI 수업 효과는 탐구능력 수준에 따라 과학학력검사에서 유의한 차이를 나타냈으나, CAI 수업 후 실시한 CAI 성취도 검사에서는 차이를 보이지 않았다. CAI가 탐구능력 수준이 낮은 학생에게 효과적임을 보여준다.

4. 과학교과 태도에 대한 CAI 수업의 효과는 과학학력검사에서 교과에 대한 태도 수준에 따라 유의한 차이를 보였다. 그러나 CAI 수업 후 CAI 성취도 검사를 실시한 결과 과학교과에 대하여 학습자가 가지고 있는 태도 수준에 따라 유의한 차이를 찾지 못하였다. CAI가 과학교과 태도 수준이 낮은 학생에게 효과적이라는 사실을 제공하여 준다.

5. 과학학습 성취도에 따른 CAI의 효과는, 과학학력 검사에서는 과학성적에 따라 유의한 차이를 보였으나, CAI 성취도 검사에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 CAI를 이용한 수업은 과학 성취도가 낮은 학생에게 효과적이라고 할 수 있다.

6. 남학생과 비교하여 여학생이 CAI를 이용한 수업에서 유의미한 성취도를 보였다.

학습자의 변인을 살펴 본 결과 성별에 따른 성취동기는 유의미한 차이를 보였다. 성취동기와 성별의 상호작용 효과는 보이지 않았다.

VI. 논의 및 과학교육에의 시사점

이상의 연구 결과를 토대로 하여 다음과 같은 논의 및 시사점을 얻을 수 있다.

1. CAI가 일반적으로 남학생이 여학생보다 교과목의 태도 증진 및 성취도 증가에 효과적이라는 선행 연구들의 결과와 달리 여학생이 CAI 수업결과 남학생들보다 높은 성취도 증가가 있었다.

이러한 결과에 따라, 연구에 투입된 CAI는 여학생이 남학생들보다 높은 성취도를 나타낸 것으로 해석을 할 수도 있으나, 수업 방법이 학업 성취도 변량의 20% 이상을 설명하지 못하는 것으로 보고되고 있어(정택희 외, 1986), 이러한 결과가 나타난 정확한 원인을 찾아 규명하는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

2. 선행 연구에서는 인지수준이 낮은 학생에게 CAI가 성취도에 효과적이라는 연구가 있으나, 본 연구 결과 인지수준에 따라 CAI 수업의 차이는 보이지 않았다. 이는 중학생들의 논리적 사고력 수준을 조사한 연구 결과에 의하면 대다수의 중학생이 구체적 조작기에 머무르고 있는 것으로 보고되어 있다(한중하, 1983; 권재술 외, 1987; Marek, 1981 등). 따라서 본 연구의 결과는 논리적 검사 점수에 의해 나눈 상, 하 두 집단의 대다수 학생이 구체적 조작기 수준에 있어 CAI 효과가 두 집단 모두에서 나타난 것으로도 해석할 수 있다. 따라서 앞으로의 연구에서는 논리적 사고력 발달 단계별로 CAI 효과를 분석하는 것이 보다 의의 있겠다.

3. CAI 수업이 탐구능력, 교과태도 그리고 과학 성취도가 낮은 학생들에게 학업 성취도 증진에 효과적이라는 본 연구 결과는 과학교수학습에 많은 시사점을 준다.

즉, 많은 학생들이 과학과목을 어려운 교과로 인식하고 있는데, 특히 탐구수행능력이 낮은 학생, 과학교과에 부정적인 태도를 가지고 있는 학생, 과학 성취도가 낮은 학생에게 개별화 수업을 시켜줌으로써 과학 성취도 향상에 유의하는 결과를 가져올 것으로 기대된다. 더 나가서는 학습부진아들에게 보충수업용으로 활용하는 방안, 과학을 어려워 하는 학생 또는 과학과목에 대하여 부정적인 학생들의 태도 증진 등에 이용될 수 있을 것으로 생각 된다.

4. CAI 수업 효과에 의한 학업성취도는 CAI 자체의 효과 이외에도 새로운 수업방법이 도입되는데 따른 학생들의 호기심에 의한 영향과 수업과정에서 학생들 상호간의 학습 효과도 어느 정도 작용하였다고 생각할 수 있다.

그러나 이러한 효과도 CAI 수업을 실시하여 얻는 하나의 효과이며, 이러한 효과를 고려한 CAI 교육은 과학교육에 많은 잇점을 줄 것으로 생각된다.

5. 본 연구에서는 CAI 수업의 효과로 학업 성취도만을 측정하였는데, 앞으로의 연구에서 CAI가 과학에 대한 태도, 학생들의 정서 등에 미치는 영향을 분석하는 연구가 실시되었으면 한다.

참고 문헌

- 권재술 외(1987), 중학교 과학과 교육과정 및 그 운영진단, 한국교원대학교 교육연구원, 연구보고 '87-1.
- 박성익(1983), Effects of process learning time as an adaptive strategy on learner's ability level in concept acquisition using computer-based instruction. 교육개발, 한국교육개발원, Vol 21(1).
- 유경로 외(1984), 고등학교 과학교육의 실태 조사 및 개선방안, 서울대학교 과학교육연구논총, 9(1), 1-88.
- 이연우(1989), 과학 탐구능력 측정을 위한 표준화 검사지 개발, 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 이원식, 최병순, 최영준(1985), 중고등학생들의 논리적 사고력 형성에 관한 연구 I, 한국과학교육학회지, 5(1).
- 인천직할시 과학연구원(1987), 학생탐구과학교실 실험실습서: 중학교 2학년용.
- 정택희, 이남호, 손병길(1985), CAI 모형 프로그램 개발연구, 한국교육개발원.
- 정택희, 이남호, 손병길(1986), CAI 현장적용 실험연구, 한국교육개발원.
- 한중하(1982), 중고등학교 학생의 과학적 사고 발달에 관한 조사연구, 한국교육개발원 연구보고, RR82-24.
- Baird, W. E., and Koballa, T. R.(1988), Changes in preservice elementary teachers' hypothesizing skills: following group or individual study with computer simulations. Science Education, 72 (2).
- Burns, P. K., and Bozeman, W.(1981), Computer-assisted instruction and mathematics achievement: Is there relationship? Educational Technology, 21, 32-39.
- Carter, J.(1984), Instructional learner feedback: A literature review with implication for software development. The Computer Teacher, 12(2), 53-55.
- Cavin, C. S., and Lagowski, J. J.(1978), Effects of computer simulation or laboratory experiments and students aptitude on achievement and time in a college general chemistry laboratory course, Journal of Research in Science Teaching, 15, 455-463.
- Cohen, V. B.(1985), A reexaminations of feedback in computer based instruction: Implications for instructional design, Educational Technology, 25(1), 33-37.
- Duby, P. B., and Giltrow, D. P.(1978), Predicting student withdrawals in open learning courses. Educational Technology, 18(2).
- Gagné, R. M. Wager, W., & Rojas, A.(1981), Planning and authoring computer-assisted instruction lessons, Educational Technology, 21 (9).
- Garynor, P.(1981), The effect of feedback delay on retention of computer-based mathematical material, Journal of Computer-Based Instruction, 8, 28-34.
- Gilman, D.(1989), Comparison of several feedback methods for correcting errors by CAI, Journal of Educational Psychology, 60, 503-508.
- Ginsburg, H., and Opper, S.(1979), Piaget's theory of intellectual development, Englewood Cliffs, N. J.: Practice-Hall, Inc.
- Harvey, T. J., and Wilson, B.(1985), Gender differences in attitudes towards microcomputers shown primary and secondary school pupils. British Journal of Educational Technology, 16 (10).
- Hazen, M.(1985), Instructional software design principles, Educational Technology, 25(1E), 18-23.
- Jamison, E., Suppes, P., and Wells, S.(1974), The effectiveness of alternative instructional media: A survey, Review of Educational Research, 44(1).
- Johnson, R. T., Johnson, D. W., and Stanne, M. B. (1985), Effects of cooperative, competitive and individualistic goal structures on computer-assisted instruction, Journal of Educational Psychology, 77(6).
- Justen III, J. E., Adams II, T. M., and Waldrop, P. B. (1988), Effects of small group versus individual computer-assisted instruction on student achievement. Educational Technology, 28(2).
- Kolata, G.(1984), Equal time for women, Discover, January, 24-27.
- Kolers, P. A., Duchnicky, R. L., and Ferguson, D. C. (1981), Eye movement measurement of readability of CRT displays, Human Factors, 23, 517-527.
- Kulik, J. A., Bangert, R. L., and Williams, G. W. (1983), Effects of computer-based teaching on secondary school student. Journal of Edu-

- cational Psychology, 75, 19-26.
- Kulik, J. A., Kulik, C. C., and Cohen, P. A.(1980), Effectiveness of Computer-based college teaching : A meta-analysis of findings. Review of Educational Research, 50(4).
- Kulik, J. A., Kulik, C. C., and Cohen, P. A.(1983), Effects of computer-based teaching on secondary school students, Journal of Educational Psychology, 75, 19-26.
- Lawson, A. E.(1983), Predicting science achievement, Journal of Research in Science Teaching, 20(2), 117-129
- Magidson, E. M.(1978), Issue overview : trends in computer-assisted instruction. Educational Technology, 18.
- Marek, E. A.(1981), Correlations among cognitive development, IQ and achievement of high school biology student. Journal of Research in Science Teaching, 18(1), 9-14.
- Nelson, L. R.(1988), Attitudes of western Australian students towards microcomputers, British Journal of Educational Technology, 19(1).
- Roadrangka, V., Yeany, R. H., and Padilla, M. J. (1983), The construction and validation of group assessment of logical thinking, paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, Texas, April.
- Scheffler, I.(1986), Computers at school?, Teachers College Record, Summer, 87(4).
- Sharan, S.(1980), Cooperative learning in teams : Recent methods and effects on achievement, attitudes, and ethnic relations, Review of Educational Research, 50.
- Skinner, M. E.(1983), Attitudes of college students toward computer-assisted instruction : An essential variable for successful implementation, Educational Technology, 28(2).
- Splaine, J. E.(1980), A comparison between large-group and small-group instruction in a media course, Educational Technology, 20(3).
- Spraggins, C. C., and Rowsey, R. E.(1986), The effect of simulation games and worksheets on learning of varying ability groups in a high school biology classroom, Journal of Research in Science Teaching, 23(3), 219-229.
- Stanford/UNESCO(1986), Symposium. computers and education : which role for international research?, Stanford Univ. School of Education. March.
- Steinkamp, M.(1982), Sex-related differences in science attitude and achievement : A quantitative synthesis of research. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, New York, April.
- Stennett, R. G.(1985), Computer Assisted Instruction : A review of the reviewers. Research report 85-01(ERIC : ED 260-687).
- Steuer and Jacks(1988), The influence of cognitive reasoning level, cognitive restructuring ability, disembedding ability, work memory capacity, and prior knowledge on student's performance on balancing equations by inspection, Journal of Research in Science Teaching(1988), 25 (9), 763-775.
- Summerlin, L., and Gardner, M.(1973), A study of tutorial-type computer assisted instruction in high school chemistry, Journal of Research in Science Teaching, 10, 75-82.
- Swartz, H. J.(1983), Hypothesis Testing with Computer-Assisted Instruction. Educational Technology, 23.
- Vermette, S. M., Orr, R. R., and Hall, M. H.(1986), Attitudes of elementary school students and toward computers in education, Educational Technology, 26(1).
- Wainwright, C. L.(1989), The effectiveness of a computer assisted instruction package in high school chemistry, Journal of Research in Science Teaching, 26(4).
- Waldrop, P. B., Justen II, J. E., and Adams II, T. M. (1986), A comparison of three types of feedback in a computer-assisted instruction task, Educational Technology, 26(11), 43-45.
- Waugh, M. L.(1985), Effects of microcomputer-administered diagnostics testing on immediate and continuing science achievement and attitudes, Journal of Research in Science Teaching, 22 (9), 793-805.
- Wesley, M. E., Krockover, G. H., and Devito A. (1985), The effects of computer-assisted instruction and locus of control upon preservice

elementary teachers' acquisition of the integrated science process skills. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol 22, 8.

Willett, E., Yamashita, J. J. M., and Anderson, R. D.

(1983), A meta-analysis of instructional systems applied in science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 20.

ABSTRACT

An Analysis of the Effectiveness of Tutorial CAI Programs According to the Learner's Characteristics in Science Teaching

Il-Ho Yang, Jin-Woo Jeong
(Korea National University of Education)

The CAI (Computer-Assisted Instruction) system for science teaching has been increasing both in quantity and in quality during the last two decades. However, science learning by computer has not played a leading role in the science teaching process.

Therefore, the purpose of this study was to analyze the effectiveness of tutorial CAI programs according to the learner's characteristics such as sex, inquiry skills, attitudes toward science subject, logical thinking skills, achievement motivation, science content achievement in science teaching.

One group pretest-posttest design was used as an experimental design. The three tutorial science CAI programs were used for thirty males and females selected in grade eight.

According to the analysis of CAI achievement scores the female students showed significantly higher ($P < 0.05$) than the male students. Also, one-way analysis of variance was used to investigate the effects of interaction between sex and achievement motivation. The significant difference on the effects of interaction between sex and achievement motivation has not found.

The effects of tutorial CAI between logical thinking skills, attitudes toward science subject, inquiry skills, achievement motivation, science content achievement according to upper and lower levels were investigated by using the statistical analysis of one-way ANOVA. The results indicate that tutorial CAI might provides a good opportunities for the improvement of science achievement to the lower level students of attitudes toward science subject, inquiry skills, science content achievement.