

## 고등학교 화학 수업에서 CAI의 효과성 연구 - 화학 평형 단원을 대상으로<sup>1)</sup> -

성숙경 · 김주래 · 한인옥<sup>1</sup> · 이진승 · 정대홍 · 서정쌍

(서울대학교) · <sup>1</sup>(서울북공고)

### The Effects of CAI on Achievement and Attitudes in High School Chemistry - in Chemical Equilibrium -

Seong, Suk Kyoung · Kim, Ju Rae · Han, In Ok<sup>1</sup> · Lee, Jin Seung  
Jeong, Dae Hong · Suh, Jung Sang  
(Seoul National University) · <sup>1</sup>(Seoul North Technical High School)

#### ABSTRACT

In this study, the multimedia CAI program for chemical equilibrium in high school grade 3 was developed and the effect of CAI on achievement and attitude toward chemistry instruction and computer was investigated. Before instruction, the test of attitudes toward chemistry instruction and computer were administered, and the grade in the mid-term examination was obtained. These scores were used as covariates. Mid-term science score was used as blocking variable. For chemical equilibrium instruction, traditional and computer assisted instruction were used. After instruction, the achievement test and the test of attitudes toward science instruction and computer were administered.

The results indicated that students in the treatment group achieved significantly better than those in the control group, but did not show improvement of attitude to chemistry instruction and computer compared to those in the control group. No significant interaction between the treatment and the level of students' prior achievement was found. Female achieved significantly better under CAI than under traditional instruction. In two subtests(understanding and application), treatment group achieved better in the subtest of application than control group. CAI had an effect on chemical equilibrium state (about reversibility) significantly. While female of the treatment group did not show more positive attitude toward both chemistry instruction and computer significantly than that of the control group, male showed more positive attitude significantly. Educational implications are discussed.

**Key words** : CAI, chemical equilibrium, achievement, attitude, effect.

\*1998년 2월 23일 받음

<sup>1)</sup> 본 연구는 서울대학교 과학교육연구소의 지원으로 수행하였음.

## I. 서 론

1950년대 말, 컴퓨터가 교육에 도입되면서 많은 사람들은 수업 현장에서의 커다란 변화를 전망했다. 컴퓨터라는 매체가 가질 수 있는 시각, 청각적인 효과나 학습자의 능력에 따른 개별적인 학습 등의 장점을 최대한 이용하여, 학습 내용에 결함이 없는 이해를 도울 수 있을 뿐만 아니라 최신 정보와 기술을 즉각적으로 활용할 수 있다는 장점을 기대했기 때문이다(박성익, 1988). 그러나 컴퓨터 보조 수업(CAI)에 대한 논의가 활발해지면서 과연 컴퓨터를 이용한 수업이 다른 매체를 통한 수업보다 더 효과적이겠는가 하는 문제가 제기되었다.

외국에서는 CAI의 효과성에 대한 많은 연구들이 진행되어 왔다. CAI가 학업 성취도에 미치는 영향에 관한 연구를 메타 분석한 결과들은 대부분의 CAI가 전통적인 수업에 비해 긍정적인 효과가 있으나, 언제나 전통적 수업보다 더 효과가 있다고 주장할 만큼 일관되지 못하다는 것을 보여준다(Fletcher & Gravatt, 1995; Rupe, 1986). 따라서, 컴퓨터를 수업에 이용할 경우 언제나 모든 학습자에게 효과적일 수는 없다는 인식 하에, 가장 효과적인 학습자 상황과 프로그램의 형식 및 학습 내용을 연관시켜 밝히려는 노력이 진행되고 있다(장정아, 1997; Hannafin & Sullivan, 1995; Salerno, 1995; Morrell; 1992). Morrell(1992)은 생물수업에서 CAI의 질에 따라 성취도와 태도가 달라진다고 하였으며, Raptis(1993)는 비기득권층(less-privileged) 학습자가 기득권층(privileged) 학습자보다 CAI를 선호하고 성취도의 증가도 크다고 보고하였다.

국내에서 CAI의 효과에 관한 연구는 제한된 분야만이 진행되고 있을 뿐이며(박성익, 1985; 김종수, 1990; 구자옥, 1995; 심재규, 1997), 고등학교 화학을 대상으로 한 연구 결과는 거의 없다. 따라서 외국의 교육 현실과는 차이가 있는 국내의 교육 상황에서 화학분야의 CAI 효과에 관한 연구가 필요하다. 특히 단순히 전통적인 수업과 비교한 CAI의 효과뿐 아니라, 학습자의 이전 성취수준, 성별 그리고 학습내용 등에 따른 CAI의 효과에 관한 연구도 필요하다.

본 연구의 수업 내용으로 선정된 화학 평형은 80% 정도의 학습자가 오인을 갖고 있는 매우 어려운 개념이다(이해련, 1985). 이것은 직접 관찰할 수 없는 분자운동의 설명과 이해가 어려워 부적절한 예시를 사용하여 설명하기 때문이다(Gorodetsky & Gussarsky, 1990). 연

구자들은 이러한 오인을 극복하고 화학 평형을 바르게 이해하기 위해서는 그래프나 모델을 통한 구체적인 대상을 주거나(Wheeler & Kass, 1978), 화학 평형을 동적이고 가역적인 계의 관점에서 직접적이고 명확하게 설명해야 한다고 제안한다(Gorodetsky & Gussarsky, 1990). 따라서 본 연구에서는 분자의 움직임을 시뮬레이션(simulation)으로 직접 제시하는 컴퓨터를 이용한 수업이 화학 평형을 이해하는 데 도움을 줄 수 있는지 알아보고자 한다. CAI의 효과성에 대한 이번 연구는 과거 컴퓨터 환경에 비해 월등한 멀티미디어(multimedia) 환경에서 이루어지는 것이므로 기존의 CAI 효과성 연구와는 차별성이 있다.

위와 같은 필요에 의해 본 연구에서는 화학 평형에 대한 멀티미디어 수업 프로그램을 제작하고 고등학교 3학년 정규 수업 시간에 투입함으로써 그 효과를 조사하였다.

구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

- 1) 전통적 수업을 받은 학생과 CAI를 받은 학생들의 학업 성취도에 차이가 있는가?
- 2) 시뮬레이션으로 분자의 움직임을 제시하는 CAI가 화학 평형에 관한 학업 성취도의 향상에 효과가 있는가?
- 3) 전통적인 수업과 CAI의 수업 방식과 학습자의 사전 성취 수준이 성취도에 미치는 상호작용 효과가 있는가?
- 4) 전통적 수업을 받은 학생과 CAI를 받은 학생들의 화학 수업에 대한 태도와 컴퓨터에 대한 태도에 차이가 있는가?
- 5) 성별에 따라 CAI가 미치는 효과에 차이가 있는가?

## II. 연구 내용 및 방법

### 1. 연구 대상 및 수업 내용

본 연구는 서울시 소재 인문계 고등학교 3학년 이과 반 중 4개 학급 169명을 대상으로 하였으며, 통계 집단과 처치 집단은 남학생 1학급, 여학생 1학급씩 학급별로 무선 할당(random assignment)하였다.

고등학교 이과 화학의 마지막 단원인 <화학 반응>중 <화학 평형>을 연구 단원으로 하였다. 화학 평형 단원의 수업은 총 4시간 동안 진행되는데 이 중 (1)화학 평형 상태 (2)온도와 압력에 의한 평형 이동 (3)농도에 의한

평형 이동과 Haber법을 각 1시간씩, 총 3시간동안 CAI를 실시하였다.

## 2. 연구 절차

CAI 프로그램은 제작 후 연습반에게 투입하여 수정하는 과정을 거쳤으며, 본 프로그램의 사용 방법에 대해서는 수업 전 약 10분 동안 연구자가 간단히 설명하였다. 수업 처치 전에 두 집단에게 「화학 수업과 컴퓨터에 대한 태도 검사」를 실시한 후, 통제 집단은 전통적인 수업을, 처치 집단은 CAI를 실시하였다. 수업 처치의 효과를 조사하기 위하여 수업 처치 후에 두 집단에게 「성취도 검사」와 「화학 수업과 컴퓨터에 대한 태도 검사」를 실시하였다.

## 3. 수업 도구

본 연구의 수업 도구로 사용된 CAI 프로그램은 멀티미디어 저작 도구인 디렉터(director)를 사용하여 제작하였다. 연구 목적이 CAI의 효과를 알아보는 데 있으므로, 전통적인 수업의 지도안도 기본적인 내용은 CAI와 동일하게 작성하였다.

다음은 CAI 프로그램의 제작에 중점을 둔 사항이다.

- 1) 컴퓨터의 시각적인 장점을 최대한 이용하도록 하였다. 여러 연구에 의하면 화학 평형은 구체적인 대상을 제공하여 직접적이고 명확하게 설명하여야 한다고 제안하고 있으므로, 화학 평형 상태에 접근할 때 입자들의 운동을 시뮬레이션(simulation)으로 보여주었다.
- 2) 실험 과정을 화면에 담아 설명이나 질문 등과 함께 제시하여 학습자가 실험을 진행하면서 스스로 생각하는 탐구적인 학습을 이끌어 낼 수 있도록 하였다.
- 3) 학습자의 능력에 따라 개별적인 학습을 진행할 수 있도록 고안하였다. 미진한 학습자는 원하는 단위로 돌아가서 반복 학습할 수 있으며, 더 깊게 알고 싶은 학습자는 참고자료를 보며 도움을 받을 수 있게 하였다. 단원의 마지막에 적절한 피드백(feed-back)을 주는 형성 평가문제를 두어 학습 정도를 확인할 수 있다.
- 4) 학습 동기 유발을 중요한 부분으로 고려하였다. 단원의 처음에 학습 동기를 유발할 수 있는 생활 소재나 역사적 내용 등을 글이나 만화로 도입하였다.

또한 학습자가 직접 클릭(click)하여 학습을 진행함으로써 지속적으로 학습에 흥미를 가질 수 있도록 하였다.

## 4. 검사 도구

### 1) 학업 성취도 검사지

선다형의 16문항으로 연구자가 개발하였으며, 오스트레일리아에서 개발되어 타당도를 인정받고 난이도가 제시된 문재은행의 화학 평형 부분을 참고하였다(The Australian Chemistry Test Item Bank Project, 1987). 검사지는 단순한 회상만을 요구하는 지식의 범주를 제외하고 지적 능력 및 기능의 범주 중 이해와 적용에서 선정하였으며, 문항 내용은 수업의 목표에 따라 화학 평형 상태(가역성)와 평형의 이동을 같은 비율로 하였다.

본 검사지는 화학 교사 3인과 과학 교육 전문가 2인으로부터 안면타당도를 검증 받았고 사후에 구한 검사지의 내적 신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ )는 0.76이었다. 현직 교사의 의견을 물어 난이도를 조정하였으나, 개념 자체의 어려움으로 인하여 평균 난이도는 중·상에 가까웠다.

### 2) 태도 검사지

태도 검사는 사전과 사후에 같은 검사지를 사용했는데, 문항에 대한 응답은 4단계의 리커트 척도(Likert scale)로 되어 있다.

화학 수업에 대한 태도를 측정하기 위해, TOSRA (Test Of Science-Related Attitude) 중 화학 수업의 즐거움에 관한 10문항을 번역하여 검사지로 사용하였다. 사후에 구한 이 검사지의 내적 신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ )는 0.84였다.

컴퓨터에 대한 태도를 측정하기 위해서, CAS (Computer Attitude Scale)(Loyd & Gressard, 1984) 중 12문항을 번역하여 검사지로 사용하였으며, 컴퓨터에 대한 불안감, 자신감 그리고 컴퓨터 선호도의 3가지 항목을 같은 비율로 하였다. Gardner, Discenza, Dukes (1993)의 연구에서 구해진 CAS의 신뢰도는 0.73이었고, 사후에 구한 내적 신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ )는 0.92였다.

태도 검사지는 모두 번역 후 과학 교육 전문가 2인에게 의뢰하여 수정하였고 안면타당도를 검증 받았다.

## 5. 분석 방법

CAI가 학업 성취도에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 학업 성취도와 가장 상관이 높은 중간고사 전체성적을 공변인으로, 중간고사 과학성적을 구획 변인으로 하여 이원 공변량 분석(2-way ANCOVA)을 실시하였다. 이때 과학 성적의 중앙값(median)을 기준으로 하여 상하 두 집단으로 나누었다. 또한 성별에 따라 처치의 효과에 차이가 있는지 알아보기 위하여 남학생과 여학생으로 각각 나누어 동일한 방법으로 분석해 보았다.

컴퓨터를 사용한 수업이 화학 수업에 대한 태도와 컴퓨터에 대한 태도에 변화를 주었는지 알아보기 위해 사전 검사를 공변인으로 하는 공변량 분석(ANCOVA)을 하였고, 공변량 분석의 조건이 만족되지 않는 경우에는 Mann-Whitney 분석을 실시하였다. 모든 결과의 분석에는 SPSSWIN 통계 프로그램을 사용하였다.

### III. 결과 및 논의

#### 1. 성취도 검사 결과

##### 1) 전체 집단의 수업 효과 분석

수업 처치 후 교수 방법에 따른 학업 성취도의 평균 및 교정 평균과 이원 공변량 분석 결과를 Table 1과 Table 2에 제시하였다. 컴퓨터를 이용하여 수업한 학생들의 성취도는 전통적인 수업을 받은 학생들보다 유의미하게 높았으며( $p < .05$ ), 수업 처치와 학습자의 이전

성취 수준 사이에 상호작용 효과는 없었다. 즉 컴퓨터를 이용한 화학수업이 전통적 수업에 비해 성취도를 향상시키는 데 효과적이었으며, 이 효과는 모든 성취수준의 학생들에게서 나타났다.

##### 2) 하위 영역별 비교

학생들의 성취도 점수를 Bloom의 분류 영역 중 이해, 적용 문항으로 나누어 분석하였다(Table 3). 모든 영역에서 CAI 집단의 평균이 전통적 수업 집단보다 높았으나, 이해 문항에서는 그 차이가 유의미하지 않은 반면 적용 문항에서는 유의미한 차이가 있었다( $p < .01$ ). 특히 적용 문항에서 하위 집단의 성취도의 증가가 가장 컸으나, 두 영역 모두 학습 방법과 상위, 하위 집단간의 상호작용 효과는 없었다. 이것은 CAI가 고차원적인 사고능력의 향상에 더 큰 효과가 있음을 의미한다. 따라서 단순한 지식보다 고차원적인 사고를 필요로 하는 내용에 CAI가 이용되었을 때 더 좋은 효과를 기대할 수 있겠다. 이 결과는 수학, 과학 영역이 읽기-쓰기 영역보다 CAI에서 더 좋은 효과를 보인다는 Fletcher(1995)의 분석이나, CAI가 추론, 일반화, 수학 문제 풀이 등에 적합하다는 Orabuchi(1995)의 연구와 일치한다.

##### 3) 문항 내용에 따른 비교

성취도 검사지를 목표에 따라 화학 평형 상태와 화학 평형의 법칙 그리고 화학 평형의 이동 세 부분으로 나누

Table 1 Means for achievement test

	Level	Obs. Mean	SD	Adj. Mean
Control group (n=85)	High(n=41)	55.17	21.13	47.95
	Low(n=44)	31.82	16.16	38.91
	Total	42.87	21.85	43.43
Treatment group (n=85)	High(n=47)	58.64	21.04	51.06
	Low(n=38)	40.30	21.49	48.00
	Total	50.44	23.02	49.53

Table 2 Two Way-ANCOVA for achievement test

Source	SS	df	MS	F
Covariate	5893.10	1	5893.10	16.06*
Treatment	1561.30	1	1561.30	4.25*
Level	600.65	1	600.65	1.64
Treatment × Level	373.70	1	373.70	1.02

\*  $p < .05$

**Table 3** 2 Way-ANCOVA for substests

	SS	df	MS	F
〈Understanding〉				
Covariate	1003.41	1	1003.41	9.87**
Treatment	209.24	1	209.24	2.06
Treatment × Level	32.55	1	32.55	.32
〈Application〉				
Covariate	1122.16	1	1122.16	13.03**
Treatment	652.65	1	652.65	7.58**
Treatment × Level	171.96	1	171.96	2.00

\*\* p<.01

**Table 4** 2 Way-ANCOVA for problem content

	SS	df	MS	F
〈C.E State〉				
Covariate	33.54	1	33.54	13.02**
Treatment	615.66	1	615.66	6.12*
Treatment × Level	.07	1	.07	.03
〈Law of C.E〉				
Covariate	.50	1	.50	.96
Treatment	15.76	1	15.76	6.12
Treatment × Level	.74	1	.74	1.43
〈Shift of C.E〉				
Covariate	33.45	1	33.45	9.44**
Treatment	6.75	1	6.75	1.90
Treatment × Level	3.90	1	3.90	1.10

\* p<.05, \*\* p<.01

어, 중간 고사의 평균을 공변인으로 이원 공변량 분석을 한 결과를 Table 4에 제시하였다. 화학 평형 상태에 관한 문항에서는 수업 방법에 따른 유의미한 차이가 있었으나(p<.05) 나머지 영역에서의 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다.

이 결과는 컴퓨터에서 시뮬레이션을 사용한 학습이 화학 평형의 학습에서 모든 요소를 하나의 동적이고 가역적인 계의 관점에서 직접적이고 명확하게 설명하여야 한다는 제인(Gorodetsky & Gussarsky, 1990)을 잘 반영하고 있음을 보여준다. 즉 가상적인 입자들의 움직임을 보면서 학습한 결과, 동적이고 가역적이라는 화학 평형 상태의 기본적인 의미를 더 쉽고 정확하게 이해하게 된 것이다. 그러므로 학습자가 어려워하는 미시적인 분자의 움직임으로 설명되는 내용이 많은 화학 수업에서

사하는 바가 크다.

#### 4) 성별에 따른 수업효과 분석

남학생과 여학생을 나누어 본 학업 성취도 검사의 교정평균과 이원 공변량 분석 결과를 Table 5과 Table 6에 제시하였다. 분석 결과 남학생은 CAI가 전통적 수업에 비해 성취도의 의미 있는 향상이 없었으나, 여학생은 유의미한 향상이 있는 것으로 나타났다(p<.05).

이 결과는 CAI가 대체적으로 남학생이 여학생보다 좋은 성취도의 향상을 보인다는 연구들(Hativa & Shorer, 1989; Salerno, 1995)과 상충하고 있다. 하지만 Kinzie, Sullivan, Berdel(1992)의 연구에 의하면 학습자 통제형 과학 CAI에서 여학생은 남학생에 비해 많이 선택하고 더 오랜 시간동안 학습하기 때문에, 남학생은

**Table 5** Means of achievement test for gender

		Male(n=85)			Female(n=84)		
		Obs.M	SD	Adj.M	Obs.M	SD	Adj.M
Treatment group	High	46.31	24.67	39.37	60.71	17.02	56.74
	Low	30.68	13.76	37.67	33.55	17.70	38.51
	Total	38.49	21.27	38.52	47.56	21.74	46.62
Control group	High	49.73	18.89	41.23	66.96	18.56	62.61
	Low	36.84	21.13	43.99	47.55	23.97	50.94
	Total	43.60	20.70	41.33	56.82	23.46	56.77

**Table 6** 2 Way-ANCOVA for gender

		Source	SS	df	MS	F
Male		Covariate	4015.52	1	4015.52	11.36*
		Treatment	445.69	1	445.69	1.26
		Level	10.11	1	10.11	.03
		Treatment × Level	156.36	1	156.36	.44
Female		Covariate	1209.51	1	1209.51	3.21
		Treatment	1720.68	1	1720.68	4.57*
		Level	2124.41	1	2124.41	5.64*
		Treatment × Level	223.84	1	223.84	.59

\* p < .05

프로그램 통제, 여학생은 학습자 통제가 더 유리한 것으로 밝혀졌다. 본 연구는 학습자가 대부분의 과정을 통제하는 학습자 통제형이므로, 위의 연구결과에서 그 유사성을 찾을 수 있다.

## 2. 태도 검사 결과

4점 만점의 리커트 척도로 이루어진 화학수업에 대한 태도와 컴퓨터에 대한 태도의 사전 검사 평균과 t-test 결과는 Table 7과 같다. t-test 결과 통제 집단과 처치 집단은 화학 수업에 대한 태도와 컴퓨터에 대한 태도에

서 모두 차이가 없는 동질 집단이었다(p > .05).

수업 처치 후 태도검사의 평균과 Mann-Whitney 분석결과를 Table 8과 Table 9에 제시하였다. CAI가 학습자의 태도에 미치는 효과에 관해서는 긍정적, 부정적, 변화 없음 등의 다양한 결과가 있는데(Hativa, 1989; Huppert, 1991; Mable, 1992; Morrell, 1992), 본 연구에서는 CAI가 컴퓨터에 대한 태도와 화학 수업에 대한 태도 모두를 유의미하게 변화시키지 못하였다.

남학생과 여학생 집단을 나누어 사전 검사를 공변인, 교수 방법을 독립변인으로 하여 공변량 분석을 수행한 결과는 Table 10과 Table 11과 같다. 남학생의 경우

**Table 7** T-test for prior-attitude test

		Mean	SD	t
Chemistry instruction	Treatment(n=84)	2.29	.591	1.48
	Control(n=81)	2.15	.685	
Computer	Treatment(n=84)	2.91	.443	1.07
	Control(n=81)	2.82	.592	

**Table 8** Means for post-attitude test

	Chemistry instruction		Computer	
	Mean	SD	Mean	SD
Control (n=58)	2.22	.505	2.89	.494
Treatment (n=84)	2.34	.747	2.93	.665

**Table 9** Mann-Whitney for post-attitude test

	U	W	Z	2-Tailed P
Chemistry	2394.5	4105.5	-.1727	.8629
Instruction computer	2345.5	4056.5	-.3760	.7069

**Table 10** Means of attitude test for gender

		Chemistry instruction			Computer		
		Obs.M	SD	Adj.M	Obs.M	SD	Adj.M
Control	M	2.18	.557	2.19	2.97	.521	3.00
	F	2.26	.457	2.27	2.81	.463	2.80
Treatment	M	2.60	.880	2.59	3.25	.619	3.26
	F	2.10	.485	2.09	2.63	.564	2.64

**Table 11** ANCOVA of attitude for gender

		SS	df	MS	F	
Male	〈Chemistry instruction〉					
		Covariate	.12	1	.12	.20
		Treatment	3.03	1	3.03	4.89*
		〈Computer〉				
		Covariate	8.62	1	8.62	45.09
		Treatment	1.05	1	1.05	5.49*
Female	〈Chemistry instruction〉					
		Covariate	.02	1	.02	.11
		Treatment	.51	1	.51	2.24
		〈Computer〉				
		Covariate	.18	1	.18	.64
		Treatment	.48	1	.48	1.74

\* p<.05

CAI를 받은 학생들은 전통적 수업을 받은 학생들보다 화학 수업에 대한 태도와 컴퓨터에 대한 태도 점수가 모

두 유의미하게 높았다(p<.05). 남학생은 CAI에 의해 컴퓨터에 대한 태도와 과목 수업에 대한 태도가 긍정적

으로 변화되었다. 하지만 여학생은 통계적으로 유의미한 태도의 변화를 나타내지 않았다.

CAI에서 남학생은 대부분의 학습을 자율적으로 진행하였으나 여학생은 학습 진행에 어려움이 많은 것을 관찰할 수 있었는데, 이것은 남학생이 여학생보다 평균적으로 컴퓨터와 접하는 기회가 많아서(김옥순, 1995) 더 자신 있어하기 때문이다. Hativa, Shorer(1989)는 컴퓨터를 사용하는 경험이 많을수록 CAI에 잘 적응하고 흥미를 갖게 된다고 보고한 바 있다.

남학생의 태도가 유의미하게 향상되었다는 사실은 컴퓨터의 보급이 증가하고 학습자가 컴퓨터와 친밀해짐에 따라 CAI를 통한 학습이 학습자의 학습에 대한 태도를 더욱 긍정적으로 변화시킬 것임을 암시한다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 화학 평형 단원에 대한 멀티미디어 CAI를 제작하고, 고등학교 화학수업에 적용하여 성취도와 태도 면에서 전통적 수업과의 효과를 비교하였다. 전체적으로 컴퓨터를 이용하여 화학수업을 받은 학생은 전통적인 화학 수업을 받은 학생에 비하여 성취도가 더 높았으며, 특히 상위 집단보다 하위 집단의 성취도가 더 많이 향상되었다. 하지만 학습자의 사전 성취수준과 수업 처치와의 상호작용은 관찰되지 않았다. 성별로 분석해보니 여학생은 CAI에 의해 성취도가 향상되었으나, 남학생은 차이를 보이지 않았다. 여학생이 남학생보다 학습자 통제형 CAI에서는 더 많이 선택하고 오랜 시간동안 학습한다는 연구와 일치하는 결과로, 성별에 따라 CAI 프로그램도 달라져야 한다. 이해와 적용의 하위범주에서 이해문제는 CAI에 의한 성취도의 향상이 없었으나 적용문제에서는 효과가 있었다. 화학 평형 상태(가역성에 관한), 화학 평형의 법칙, 화학 평형의 이동세 부분으로 나누었을 때 CAI는 화학 평형 상태에서 성취도의 향상이 가장 컸다. 시뮬레이션을 통한 분자들의 반응을 보여주는 방법이 개념의 학습에 효과를 거둔 것으로 보인다. 특히 화학에서는 학습자가 어려워하는 미시적인 분자의 움직임으로 설명되는 내용이 많으므로 이러한 시뮬레이션의 활용은 화학 분야 성취도 향상에 효과가 있을 것이다.

전체적으로 CAI가 컴퓨터에 대한 태도와 화학수업에 대한 태도에 긍정적인 변화를 주지는 않았으며, 남학생은 CAI에 의해 화학수업에 대한 태도와 컴퓨터에 대한 태도 모두 긍정적으로 변했으나 여학생은 긍정적인 변

화가 없었다. 남학생은 여학생에 비해 컴퓨터의 보유나 이용경력이 앞서기 때문에 컴퓨터를 두려워하지 않고 수업을 자신 있게 진행하는 반면 여학생은 CAI 진행에 어려움이 많았는데, 이것이 학습자의 태도에 영향을 주었다고 생각한다. 따라서 컴퓨터의 보급이 대중화되고 컴퓨터와 친밀해짐에 따라 CAI가 학습에 대한 학습자의 태도를 긍정적으로 변화시키는데 더 크게 기여할 것이다.

이상의 연구에서 CAI는 학업 성취도와 태도 면에서 모두 가치 있는 매체일 수 있음이 확인되었다. 하지만 상위 집단과 하위 집단, 남학생과 여학생에게서 다른 결과가 나타났듯이 동일한 CAI 프로그램이 모든 학생에게 적합할 수는 없다. 따라서 학습자의 흥미와 학업 성취도를 증가시키는 데 컴퓨터가 좋은 매체일 수는 있으나 개인차와 학습 내용을 고려하여 적절한 수업을 해야 한다.

#### 적 요

본 연구는 화학 평형 단원에 대한 멀티미디어 CAI를 제작하고, 고등학교 화학수업에 적용하여 성취도와 태도 면에서 전통적 수업과의 효과를 비교하였다.

이를 위하여 수업처치 전에 화학수업과 컴퓨터에 대한 태도 검사를 하였고, 중간고사 성적을 공변인으로, 중간고사의 과학성적을 구변인으로 사용하였다. 화학 평형 단원을 대상으로 각각 전통적인 수업과 CAI를 수행한 후에 성취도 검사와 태도 검사를 실시하였다.

컴퓨터를 이용하여 화학수업을 받은 학생은 전통적인 수업을 받은 학생에 비하여 성취도는 유의미하게 향상되었으나, 태도의 향상은 유의미하지 않았다. 또한 학습자의 사전 성취수준과 수업처치와의 상호작용은 관찰되지 않았다. 성별로 분석해보니 여학생은 CAI에 의해 성취도가 향상되었으나, 남학생은 차이를 보이지 않았다. 이해와 적용의 하위범주 중 적용문제 영역에서 CAI에 의한 성취도의 향상이 있었으며, 화학 평형의 법칙, 화학 평형의 개념, 평형 이동의 적용 세 부분으로 나누었을 때 화학 평형의 개념에서 성취도의 향상이 가장 컸다.

CAI가 컴퓨터에 대한 태도와 화학수업에 대한 태도에 긍정적인 변화를 주지 않았으며, 남학생은 CAI에 의해 화학수업에 대한 태도와 컴퓨터에 대한 태도 모두 긍정적으로 변했으나 여학생은 그렇지 못하였다. 이상의 결과에 대한 교육적 의미를 논의하였다.



## 참고 문헌

- 강석진(1993). 화학 평형에 대한 학생들의 개념 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 구자옥(1995). 지구과학 학습에서 컴퓨터 보조 수업의 효과. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 김옥순, 최익선, 이경아, 변종아(1995). 정보화 사회에서의 건전 청소년 문화 육성 방안. 문화체육부.
- 나일주, 정인성(1996). 교육공학의 이해. 학지사. 189-214.
- 문장진(1981). 과학자와 발명가. 현암출판사. 258-259.
- 박성익(1988). 컴퓨터 보조 교육공학. 과학교육사.
- 오옥환(1996). 교육과 사회변동 - 교육사회학 논문 묶음 II. 교육과학사. 220-233.
- 유재봉, 백영균(1990). 교육방법과 교육공학. 동문사. 249-282.
- 이경숙(1996). 음악교육에 있어서 컴퓨터 보조 학습의 적용에 대한 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 이혜련(1985). 화학 평형 교육에 대한 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 장정아(1997). CAI 환경에서 목표유형, 능력수준, 시간 통제 방식이 과제 해결시간에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- Austrian chemistry test item bank. (ERIC Document Reproduction Service. No. ED 224819, 189193).
- Azevedo, R. & Bernard, R. M. (1995). The effects of computer-presented feedback on learning from computer-based instruction: A meta-analysis. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 385235).
- Chiu, M. H. (1993). Developing problem-solving skills in chemical equilibrium-A constructive model. (ERIC Document Reproduction Service ERIC No. 362402).
- Duin, A. H. Computer assisted instructional displays: Effects on students' computing behaviors, pre-writing and attitudes. *Journal of Computer-Based Instruction*, 15(2), 48-56.
- Fletcher-Flinn, C. M. & Gravatt, B. (1995). The efficacy of computer assisted instruction(CAI): A meta-analysis. *Journal of Computing Research*, 12(3), 219-242.
- Gadner, D. G., Discenza, R. & Dukes, R. L. (1993) The measurement of computer attitudes: An empirical comparison of available scales. *Journal of Educational Computing Research*, 9(4), 187-507.
- Gussarsky, E. & Gorodetsky, M. (1988). On the chemical equilibrium concept: Constrained word association and conception. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(5), 319-333.
- Gussarsky, E. & Gorodetsky, M. (1990). On the concept "chemical equilibrium": The associative framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(3), 197-204.
- Hannafin, R. D. & Sullivan, H. J. Learner control in full and lean CAI programs. *Education Technology Research and Development*, 43(1), 19-30.
- Hativa, N. & Shorer, D. (1989). Socioeconomic status, aptitude, and gender differences in CAI gains of arithmetic. *Journal of Educational Research*, 83(1), 11-22.
- Huppert, J. & Lazarowitz, R. (1991). Training student-teachers in the use of computers in science classrooms. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 342616).
- Kinzie, M. B., Sullivan, H. J. & Berdel, R. L. (1992). Motivational and achievement effects if learner control over content review within CAI. *Journal of Educational Computing Research*, 8(1), 101-114.
- Morrell, P. D. (1992). The effect of computer assisted instruction on student achievement in high school biology. *School Science and Mathematics*, 92(4), 177-181.
- Orabuchi, I. I. (1995). Effect of using interactive CAI on primary grade students' higher-order thinking skills: Inference, generalization, and math problem solving. (ERIC Document Reproduction Service)
- Quilez-Pardo, J. & Solaz-Portoles, J.J. (1995). Students' and teachers' misapplication of Le Chatelier's Principle: Implications for the teaching of chemical equilibrium. *Journal of Re-*

- search in *Science Teaching*, 32(9), 939-957.
- Raptis, N. (1993). CAI as a means for educational justice in primary schools: A Greek experience. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 393438).
- Rupe, V. S. (1986). A study of CAI: Its uses, effects, advantages and limitation. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 282513).
- Salerno, C. A. (1995). The effect of time on computer-Assisted instruction for at-risk students. *Journal of Research Computing in Education*, 28(1), 85-97.
- Yalcinalp, S. (1995). Effectiveness of using computer-assisted supplementary instruction for teaching the mole concept. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(10), 1083-95.