

개념 학습에서 학생들의 개념 이해 수준에 적응적인 CAI의 효과

김경순[†] · 강이영^{**} · 권혁순^{***} · 왕혜남^{****} · 노태희^{*****}

요 약

본 연구에서는 개념 학습에서 학생들의 개념 이해 수준에 적응적인 CAI의 효과를 개념 이해도, 개념 파지, 학습 동기, 컴퓨터 보조 수업에 대한 인식 측면에서 조사하였다. 서울시의 한 남녀 공학 중학교 1학년 94명의 학생들을 통제 집단, CAI 집단, 적응적 CAI 집단에 임의로 배치하고, 7차시 동안 '분자의 운동'에 대하여 수업을 실시하였다. 이원 공변량 분석 결과, 적응적 CAI 집단의 개념 검사 점수 및 학습 동기 검사 점수가 통제 집단의 점수들에 비하여 유의미하게 높았다. 개념 파지 검사에서는 적응적 CAI 집단의 점수가 다른 두 집단의 점수에 비하여 유의미하게 높았다. 개념 이해도, 개념 파지, 학습 동기 검사에서 수업 처치와 사전 성취 수준 사이의 상호작용 효과는 없었다. 컴퓨터 보조 수업에 대한 인식에서는 적응적 CAI 집단의 학생들이 CAI 집단의 학생들보다 긍정적인 것으로 나타났다.

키워드 : 컴퓨터 보조 수업, 적응적 교수 방법, 개념 이해

The effects of CAI adapting to the level of students' conceptual understanding in concept learning

Kyung-sun Kim[†] · Yi-young Kang^{**} · Hyeok-soon Kwon^{***} ·
Hye-nam Wang^{****} · Tae-hee Noh^{*****}

ABSTRACT

This study investigated the effects of computer-assisted instruction adapting to the level of students' conceptual understanding upon students' conceptual understanding, retention of conceptions, learning motivation, and perception about computer-assisted instruction in concept learning. 94 seventh grade students from a coed middle school in Seoul were randomly assigned to control, CAI, adaptive CAI groups, and were taught about 'motion of molecules' for 7 class periods. Two-way ANCOVA results revealed that the scores of a conception test and a learning motivation test for the adaptive CAI group were significantly higher than those for the control group. The scores of a retention test of conceptions for the adaptive CAI group were significantly higher than those for other two groups. There were no significant interactions between the instruction and the level of previous achievement in the scores of the conception test, the learning motivation test, and the retention test of conceptions. The perception about computer-assisted instruction for the students of the adaptive CAI group were more positive than those for the students of the CAI group.

Keywords : computer-assisted instruction, adaptive instruction, conceptual understanding

1. 서 론

오늘날 교육 현장에서는 효과적인 교수-학습을 위한 도구로써 컴퓨터를 활용하는 경우가 점차 늘어나고 있다. 컴퓨터는 많은 양의 정보를 빠르고 정확하게 제공하며, 과학적 개념, 원리, 이론을 가시적으로 보여주어 거시세계 및 미시세계를 현실감 있게 관찰할 수 있게 해준다[1]. 이에, 직접적인 관찰이 불가능한 분자의 운동 같은 미시적인 수준의 개념들을 다루는 화학 교과에서도 컴퓨터의 활용이 더욱 중요하게 인식되고 있다[2]. 예를 들어, 동영상, 애니메이션 등과 같은 멀티미디어를 활용하여 물질의 입자성을 시각적으로 제시하는 교수 방법의 효과를 검증하기 위한 연구들이 다양하게 진행되고 있다[3][4].

이 연구들에 따르면, 애니메이션을 활용한 컴퓨터 보조 수업(Computer-Assisted Instruction; CAI)이 전통적인 수업보다 학생들의 물질의 입자성에 대한 이해를 향상시킨다고 한다[3][4]. 그러나 일부 학생들은 프로그램의 학습 장면에 제시된 목표 개념을 제대로 포착하지 못하거나, 그 장면을 정확하게 파악할 수 없어 그 개념을 제대로 이해하지 못하기도 한다[4]. 왜냐하면, 학생들의 경험이나 학습 준비도 뿐만 아니라 컴퓨터를 통해 제시된 정보를 자신의 관점이나 요구에 맞게 재구성하는 능력이 학생 개개인마다 다름에도 불구하고, 현재 일반적으로 활용되고 있는 대부분의 프로그램들이 이러한 학생들의 다양성을 고려하지 않고 획일적으로 학습을 진행하는 형태가 많기 때문이다[5][6]. 따라서 CAI의 교수 효과를 높이기 위해서는 학생들 개개인의 차이를 반영하는 적응적인 교수 방법을 CAI에 도입할 필요가 있다[7].

적응적인 교수 방법은 학습 진행 과정에서 학생들 개개인의 수준에 맞는 교수 활동을 제공하

는 것이다[8]. 즉, 이 교수 방법은 학습 과정 중에 나타나는 학생들의 반응에 기초하여 학생들의 학습 상태와 수준을 진단하고, 그에 맞게 학습 내용의 순서나 사례의 양, 사례의 제시 순서 등을 조정하여 제공해 주는 것으로, 효과적인 개별 학습을 가능하게 해준다[8][9]. 따라서 적응적인 교수 방법을 CAI 프로그램에 적용한 적응적 CAI(Adaptive Computer-Assisted Instruction)는 개인의 학습 과정에 상응하는 적절한 학습 환경을 학생들에게 제공해줌으로써 개념 이해나 학업 성취도와 같은 인지적 측면[10][11]뿐만 아니라 학습 동기와 같은 정의적 측면[12]도 향상시킬 수 있다고 한다. 그러나 개념 학습에서 진행된 대부분의 연구들은 적응적 CAI 프로그램을 설계 및 구현[13]하거나, 사례를 제시하는 순서나 통제 소재(locus of control)에 따른 교수 효과를 조사[10][11]하는 데에만 초점을 두었을 뿐, 학생들의 개념 이해 수준에 따라 학습 내용을 다르게 제공하는 적응적 CAI 프로그램의 교수 효과를 조사한 바는 거의 없다. 또한 그 연구들도 심리학, 의학, 물리 분야에서 강화[10], 쇼크[11], 역학[13] 등 거시적인 현상의 개념에 대해서만 진행되었을 뿐, 물질의 입자성과 같은 미시적 수준의 개념 학습에서 그 교수 효과를 조사한 경우는 없다.

이에 본 연구에서는 학생들의 물질의 입자성에 대한 이해를 돕기 위한 방안으로 학생들의 개념 이해 수준에 적응적인 CAI 프로그램을 개발하고, 그 교수 효과를 개념 이해도, 개념 파지, 학습 동기, 컴퓨터 보조 수업에 대한 인식 측면에서 조사하였다. 또한 사전 성취 수준에 따라 적응적 CAI의 효과가 달라지는지도 조사하였다.

본 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 적응적 CAI 프로그램과 CAI 프로그램 및 강의식 수업이 학생들의 개념 이해도, 개념 파지, 학습 동기에 미치는 효과에 차이가 있는가?

둘째, 적응적 CAI 프로그램 및 CAI 프로그램이 학생들의 컴퓨터 보조 수업에 대한 인식에 미치는 효과에 차이가 있는가?

셋째, 개념 이해도, 개념 파지, 학습 동기 측면에서 학생들의 사전 성취 수준과 수업 처치 사이에 상호작용 효과가 있는가?

† 준 회 원: 서울대학교 교육종합연구원 선임연구원
 †† 비 회 원: 전곡중학교 교사
 ††† 비 회 원: 청주교육대학교 과학교육과 교수
 †††† 비 회 원: 삼각산중학교 교사
 ††††† 준 회 원: 서울대학교 화학교육과 교수(교신저자)
 논문접수: 2005년 4월 18일, 심사완료: 2005년 11월 28일
 * 본 논문은 2004년 한국학술진흥재단의 학술연구비에 의하여 지원되었음(KRF-2004-030-B00026)

2. 연구 방법

2.1. 연구 대상

본 연구는 서울시의 한 남녀 공학 중학교 1학년 94명(남: 53명, 여: 41명)을 대상으로 실시하였다. 중간고사 과학 성적 평균이 유사한 세 학급을 선정한 후 통제 집단, CAI 집단, 적응적 CAI 집단에 임의로 배치하고, 중간고사 과학 성적 중앙값에 기초하여 학생들을 상위와 하위로 구분하였다. <표 1>에 제시한 것과 같이 각 집단별 사례수가 크지 않으므로 결과 해석에 주의를 요한다.

<표 1> 연구 대상

	통제 집단	CAI 집단	적응적 CAI 집단
상위	17	14	18
하위	15	17	13
계	32	31	31

2.2. 연구 절차 및 수업 방법

수업 처치에 앞서 학습 동기 검사를 실시하였다. 두 CAI 집단에는 본 차시 수업 전에 학생들이 해당하는 CAI 프로그램에 익숙해지도록 하기 위해, 컴퓨터의 사용 방법과 전반적인 수업 과정에 대한 오리엔테이션 및 연습 수업을 1차시 동안 실시하였다. 본 차시 수업은 ‘분자의 운동’ 단원에 대하여 총 7차시에 걸쳐 진행하였다.

두 CAI 집단에는 학생들이 개별적으로 해당하는 CAI 프로그램을 학습하면서 활동지를 작성하게 한 후, 수업이 끝나기 직전에 퀴즈 문제를 풀도록 하였다. 이 때, 교사는 계속 순회하면서 학생들의 학습 상황을 점검하고, 학생들의 질문에 응답해 주는 조력자의 역할을 담당하였다. 통제 집단의 수업은 학생들이 교사의 시범 실험 및 강의력을 보고 들은 후 교사의 지도에 따라 활동지를 작성하며 학습하도록 진행하였다. 통제 집단의 활동지는 처치 집단의 활동지와 동일한 내용으로

구성하였다. 수업 처치가 계획대로 진행되는지 점검하기 위해 연구자 중 1인이 모든 집단의 수업을 3차시 이상 참관하였다.

본 차시 수업이 끝난 직후 개념 이해도 검사, 학습 동기 검사를 실시하였고, 두 CAI 집단에는 컴퓨터 보조 수업에 대한 인식 검사를 추가로 실시하였다. 마지막으로 3주 뒤에 개념 파지 검사를 실시하였다.

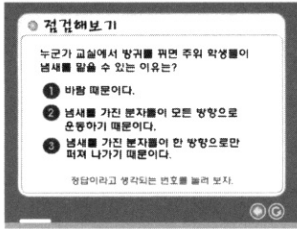
2.3. CAI 프로그램

본 연구에서 사용한 프로그램은 선행 연구[14]에서 사용한 프로그램을 바탕으로 개발하였으며, 과학 교육 전문가 2인의 검토를 통해 수정 및 보완하였다. 저작 도구로는 Flash MX를 사용하였고, 프로그램 전반에 걸쳐 분자 수준의 애니메이션으로 분자의 동적인 성질을 구현하였다. CAI 집단의 프로그램은 학생들의 개념 학습을 돕기 위해 도입과 내용 학습의 2단계로 구성하였다. 도입 단계에서는 실생활과 관련된 상황을 제시하여 학생들의 흥미를 유발하도록 하였고, 내용 학습 단계에서는 학생들이 학습에 능동적으로 참여할 수 있도록 하기 위해 POE(Prediction-Observation-Explanation)의 학습 과정으로 구성하였다.

한편, 적응적 CAI 집단의 프로그램은 CAI 집단의 프로그램과 기본 내용 및 구성은 동일하나, CAI 집단의 프로그램과 달리 학습 과정에서 학생들의 개념 이해 수준을 진단하고, 그에 맞는 학습 내용을 학생들에게 제공하는 적응적 교수 방법을 포함하여 구성하였다. 적응적 CAI 프로그램의 구체적인 내용은 다음과 같다.

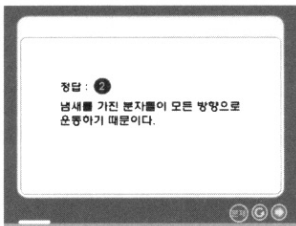
(1) 개념 이해 수준 진단 문제

매 차시마다 1-2개의 목표 개념을 설정하고, 프로그램의 도입 부분에는 이전 시간에 배운 개념에 대한 학생들의 이해 수준을 진단하는 문제를, 학습이 끝난 후에는 목표 개념에 대한 학생들의 이해 수준을 진단하는 문제를 학생들에게 제공하였다. 이 때, 사용한 진단 문제는 화학 개념 학습에서 학생들의 오개념을 조사한 선행 연구들에 기초하여 개발하였다<그림 1>.



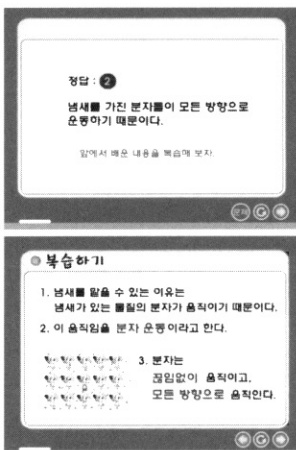
<그림 1> 진단 문제 예시

(2) 학생들의 개념 이해 수준에 따른 학습 내용 답지 선택 시에 제공되는 첫 화면에는 정답과 함께 문제, 다시 보기, 다음 화면으로 이동할 수 있는 버튼을 제공하였다. 학생들이 진단 문제의 정답을 선택한 경우에는 추가 학습 내용의 제공 없이 정답만을 확인한 후 다음 학습 단계로 넘어가도록 하였다<그림 2>.



<그림 2> 정답 선택 시 제공되는 화면 예시

오답을 선택한 학생들에게는 정답을 제공한 후, 이 학생들이 목표 개념을 확실히 이해할 수 있도록 앞에서 배운 학습 내용을 학생들의 수준에 맞게 재구성하여 제공하였다<그림 3>.



<그림 3> 오답 선택 시 제공되는 화면 예시

2.4. 검사 도구

개념 이해도 검사지는 ‘기체의 확산’, ‘기체의 압력과 부피 관계’, ‘기체의 온도와 부피 관계’를 분자 수준에서 이해한 정도를 측정하기 위해, 주어진 현상을 분자 수준의 그림으로 표현하고, 이에 대해 글로 설명하는 서술형 4문항으로 구성하였다. 모든 문항은 선행 연구[15]를 참고하여 개발하였으며, 개발한 검사지는 과학 교육 전문가 3인과 중학교 과학 교사 2인으로부터 안면 타당도를 검증 받았다. 개념 파지 검사지는 개념 이해도 검사지와 동일한 검사지를 사용하였다.

사전 학습 동기 검사지로는 Course Interest Survey[16] 34문항을, 사후 학습 동기 검사지로는 Instructional Materials Motivation Scale[12] 16문항을 사용하였다. 이 검사 도구들은 모두 주의집중, 관련성, 자신감, 만족감의 네 가지 측면에서 학생들의 학습 동기를 측정하기 위해 개발된 것이며, 5단계 리커트 척도로 구성되어 있다. 본 연구에서의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 사전, 사후 검사에서 각각 .89와 .92였다. 컴퓨터 보조 수업에 대한 인식 검사지는 컴퓨터 보조 수업에 대한 선호도와 난이도를 리커트 척도로 묻는 문항에 답하고 그렇게 선택한 이유를 자세히 적도록 구성하였다.

2.5. 분석 방법

개념 이해도 및 개념 파지 검사는 각 문항에 2-4개의 목표 개념을 설정하고, 학생들의 응답을 ‘비과학적인 이해’는 0점, ‘오개념이 하나 포함된 충분한 이해’ 및 ‘부분적 이해’는 1-2점, ‘과학적 이해’는 2-3점으로 분류하여 총 10점 만점으로 분석하였다[15]. 분석의 신뢰도를 높이기 위해 3인의 분석자가 무작위로 선정한 답안지를 각각 채점하고 비교하는 과정을 반복하여 분석자간 일치도가 .95이상이 된 후, 분석자 중 1인이 모든 답안지를 채점하였다.

통계 분석은 수업 처치를 독립 변인으로 하고, 사전 성취 수준을 구획 변인으로 하는 3×2 요인 방안에 의한 이원 공변량 분석(two-way

ANCOVA)을 실시하였다. 이 때, 개념 이해도와 개념 파지 검사 점수는 이 점수와 유의미한 상관이 있는 중간고사 수학 성적(개념 이해도: $r=.46, p<.01$; 개념 파지: $r=.35, p<.01$)을, 학습 동기 검사는 사전 검사 점수($r=.63, p<.01$)를 공변인으로 사용하였다. 수업 처치의 주 효과가 있는 경우에는 사후 검증으로 LSD 검증을 실시하였다. 컴퓨터 보조 수업에 대한 인식 검사 결과는 빈도로 분석하였다.

3. 연구 결과 및 논의

3.1. 개념 이해도 및 개념 파지에 미치는 효과

개념 이해도 및 개념 파지 검사 점수의 평균, 표준편차 및 교정평균을 <표 2>에 제시하였다. 이원 공변량 분석 결과, 개념 이해도에서는 수업 처치의 주 효과가 유의미하였고($MS=11.29, F=5.94, p=.004$), 수업 처치와 사전 성취 수준 사이의 상호작용 효과는 통계적으로 유의미하지 않았다($MS=4.90, F=2.58, p=.082$). 사후 검증 결과, 통제 집단의 교정평균(6.50)에 비해 적응적 CAI 집단의 교정평균(7.66)이 통계적으로 유의미하게 높았으며($p<.01$), CAI 집단의 교정평균(7.17)은 높았으나 통계적으로 유의미하지 않았다($p=.063$).

이는 사전 성취 수준에 관계없이 CAI, 특히 적응적 CAI가 학생들의 개념 이해에 효과적임을 의미한다. 기대와는 달리 적응적 CAI 집단과 CAI 집단의 교정평균 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다. 그러나 그 효과 크기(effect size)가

작지 않았으므로($ES=.31$), 차후에 다른 상황에서의 반복 연구를 통해 적응적 CAI의 효과를 추가적으로 조사해 볼 필요가 있다.

개념 파지 검사에서는 수업 처치의 주 효과가 유의미하였으며($MS=7.21, F=3.32, p=.041$), 수업 처치와 사전 성취 수준 사이의 상호작용 효과는 없었다($MS=2.75, F=1.27, p=.287$). 사후 검증 결과, 통제 집단(7.08)이나 CAI 집단(7.25)에 비해 적응적 CAI 집단의 교정평균(8.05)이 유의미하게 높았으며($p<.05$), CAI 집단과 통제 집단의 교정평균 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다. 즉, 사전 성취 수준에 관계없이 적응적 CAI가 교사 중심의 수업 및 기존의 CAI보다 개념을 오래 기억하는데 효과적임을 알 수 있다.

이러한 결과들은 적응적 CAI가 학습 과정에서 학생들의 개념 이해 수준을 진단하고 그에 맞게 재구성한 학습 내용을 제공해줌으로써, 학생들이 학습 과정에서 이해하지 못했던 주요 개념들을 명확히 파악할 수 있도록 해주었기 때문인 것으로 보인다.

3.2. 학습 동기에 미치는 효과

학습 동기 검사 점수의 평균, 표준편차 및 교정평균은 <표 3>과 같다. 이원 공변량 분석 결과, 수업 처치의 주 효과가 유의미하였으며($MS=.84, F=3.21, p=.045$), 상호작용 효과는 나타나지 않았다($MS=.32, F=1.21, p=.408$). 사후 검증 결과, 적응적 CAI 집단의 교정평균(3.76)이 통제 집단의 교정평균(3.46)보다 유의미하게 높았으며($p<.05$), 나머지 집단 간의 교정평균 차이는 통계

<표 2> 개념 이해도 및 개념 파지 검사 점수의 평균, 표준편차, 교정평균

		통제 집단		CAI 집단		적응적 CAI 집단	
		평균(표준편차)	교정평균	평균(표준편차)	교정평균	평균(표준편차)	교정평균
개념 이해도	상 위	7.53(1.46)	7.09	7.71(1.27)	7.16	7.94(1.26)	7.56
	하 위	5.47(1.51)	5.82	6.65(1.69)	7.14	7.23(1.48)	7.76
	계	6.56(1.80)	6.50	7.13(1.59)	7.17	7.65(1.38)	7.66
개념 파지	상 위	7.53(1.50)	7.36	8.29(1.44)	8.06	8.37(1.34)	8.22
	하 위	6.58(1.62)	6.73	6.28(1.27)	6.49	7.58(1.78)	7.77
	계	7.16(1.59)	7.08	7.16(1.67)	7.25	8.07(1.55)	8.05

<표 3> 학습 동기 검사 점수의 평균, 표준편차, 교정평균

	통제 집단		CAI 집단		적용적 CAI 집단	
	평균(표준편차)	교정평균	평균(표준편차)	교정평균	평균(표준편차)	교정평균
상 위	3.57(0.58)	3.52	3.74(0.83)	3.65	3.74(0.40)	3.67
하 위	3.45(0.42)	3.37	3.48(0.88)	3.52	3.63(0.82)	3.88
계	3.52(0.50)	3.46	3.60(0.86)	3.59	3.76(0.60)	3.76

적으로 유의미하지 않았다.

60-70년대의 CAI와 관련된 연구들에 의하면 CAI를 통해 학생들의 학습 동기가 효과적으로 향상된다고 하였으나, 최근에는 본 연구 결과에서처럼 효과적이지 않다는 연구들이 보고되고 있다[12]. 이는 컴퓨터의 많은 보급으로 인해 학생들의 컴퓨터 활용 경험이 많아졌을 뿐 아니라, 컴퓨터 보조 수업이 단조로운 패턴으로 진행됨에 따라 컴퓨터 보조 수업에 대한 신기성 효과(novelty effect)가 감소되었기 때문이라고 생각할 수 있다[12]. 그러나 적용적 CAI 프로그램은 기존의 CAI 프로그램과는 달리 학생들의 개념 이해 수준에 맞는 개별화된 학습을 제공하여 학생들의 주의집중 및 흥미를 지속시켰기 때문에 학생들의 학습 동기를 향상시켜 준 것으로 해석할 수 있다.

3.3. 컴퓨터 보조 수업에 대한 학생들의 인식

두 CAI 집단의 학생들에게 실시한 컴퓨터 보조 수업에 대한 인식 검사의 분석 결과를 <표 4>에 제시하였다. '과학 수업에서 컴퓨터를 사용하는 것이 좋다고 생각합니까?'라는 질문에 대해 사전 성취 수준에 상관없이 적용적 CAI 집단의 학생들은 모두 보통 이상의 긍정적인 응답을 한 반면, CAI 집단의 일부 학생들(상위 21.4%, 하위 11.8%)은 부정적인 응답을 하였다. 긍정적인 응답을 한 적용적 CAI 집단의 학생들 중 많은 학생들이 그 이유로 '이해가 잘 된다', '공부하는데 흥미를 가지게 된다'라는 것을 들었으며, 부정적인 응답을 한 CAI 집단의 일부 학생들은 그 이유로 '집중이 안 된다', '선생님의 설명이 더 이해하기 쉽다'라는 응답을 많이 하였다.

'컴퓨터 프로그램을 사용한 수업이 재미있었습니까?'라는 질문에 대해서는 사전 성취 수준에 상관없이 적용적 CAI 집단의 학생들(상위 100%, 하위 92.3%)은 대부분 보통 이상의 긍정적인 응답을 한 반면, CAI 집단의 학생들(상위 14.3%, 하위 17.6%)은 일부 부정적인 응답을 하였다. 적용적 CAI 집단의 학생들이 긍정적인 응답을 한 이유로는 '지루하지 않다'라는 응답이 많았고, CAI 집단의 학생들이 부정적인 응답을 한 이유로는 '지루하다'라는 응답이 많았다.

'컴퓨터 프로그램의 학습 내용이 어려웠습니까?'라는 질문에 대해서는 사전 성취 수준에 상관없이 두 집단 학생들 대부분이 컴퓨터 프로그램이 어렵지 않았다고 응답하였다(적용적 CAI 집단: 상위 100%, 하위 100%; CAI 집단: 상위 92.8%, 하위 88.2%). 그 이유로는 대부분이 '설명이 잘 되어 있다', '동영상으로 실험을 볼 수 있어 이해가 잘 된다'라고 응답하였다.

'컴퓨터 프로그램이 과학 공부를 하는데 도움이 되었습니까?'라는 문항에서는 사전 성취 수준에 상관없이 CAI 집단(상위 71.4%, 하위 88.2%)과 적용적 CAI 집단(상위 94.4%, 하위 84.6%)의 학생들 대부분이 도움이 되었다고 응답하였다. 그 이유로는 대부분이 '집중이 잘 된다', '그림과 동영상이 있어 이해가 잘 된다'고 응답하였다.

'컴퓨터를 사용한 과학 수업을 자주 했으면 좋겠습니까?'라는 질문에 대해서는 적용적 CAI 집단의 학생들(상위 72.2%, 하위 92.3%), 특히 하위 학생들이 CAI 집단의 학생들(상위 50%, 하위 47.1%)보다 자주 사용하였으면 좋겠다고 더 많이 응답하였다. 긍정적인 응답을 한 적용적 CAI 집단의 학생들은 그 이유로 '이해하기 쉽고 재미있다', '집중이 잘 된다'라는 응답을 많이 하였으며, 부정적인 응답을 한 CAI 집단의 학생들은 그 이

<표 4> 컴퓨터 보조 수업에 대한 인식 검사의 빈도(%)

문항	응답	CAI 집단			적응적 CAI 집단		
		상위 (n=14)	하위 (n=17)	계 (n=31)	상위 (n=18)	하위 (n=13)	계 (n=31)
1. 과학 수업에서 컴퓨터를 사용하는 것이 좋다고 생각합니까?	그렇다	8(57.2)	15(88.2)	23(74.2)	16(88.9)	11(84.6)	27(87.1)
	보통이다	3(21.4)	0(0.0)	3(9.7)	2(11.1)	2(15.4)	4(12.9)
	그렇지 않다	3(21.4)	2(11.8)	5(16.1)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
2. 컴퓨터 프로그램을 사용하는 수업이 재미있었습니까?	재미있었다	11(78.6)	14(82.4)	25(80.6)	18(100)	12(92.3)	30(96.8)
	보통이다	1(7.1)	0(0.0)	1(3.2)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
	재미없었다	2(14.3)	3(17.6)	5(16.1)	0(0.0)	1(7.7)	1(3.2)
3. 컴퓨터 프로그램의 학습 내용이 어려웠습니까?	쉬웠다	10(71.4)	10(58.8)	20(64.5)	7(38.9)	8(61.5)	15(48.4)
	보통이다	3(21.4)	5(29.4)	8(25.8)	11(61.1)	5(38.5)	16(51.6)
	어려웠다	1(7.1)	2(11.8)	3(9.7)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
4. 컴퓨터 프로그램이 과학 공부를 하는데 도움이 되었습니까?	되었다	10(71.4)	15(88.2)	25(80.6)	17(94.4)	11(84.6)	28(90.3)
	보통이다	3(21.4)	1(5.9)	4(12.9)	0(0.0)	2(15.4)	2(6.5)
	안되었다	1(7.1)	1(5.9)	2(6.5)	1(5.6)	0(0.0)	1(3.2)
5. 컴퓨터를 사용하는 과학 수업을 자주 했으면 좋겠습니까?	자주	7(50.0)	8(47.1)	15(48.4)	13(72.2)	12(92.3)	25(80.6)
	때때로	6(42.9)	7(41.2)	13(41.9)	4(22.2)	1(7.7)	5(16.1)
	안했으면	0(0.0)	1(5.9)	1(3.2)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
	관심 없다	1(7.1)	1(5.9)	2(6.5)	1(5.6)	0(0.0)	1(3.2)

유로 '지루하다', '집중해서 공부할 수 없다'라는 응답을 많이 하였다.

이상의 결과를 종합하면 대체로 사전 성취 수준에 상관없이 두 집단 학생들이 모두 컴퓨터 보조 수업에 대해 긍정적으로 인식하고 있으나, 적응적 CAI 집단의 학생들이 CAI 집단의 학생들보다 좀 더 긍정적으로 인식한다는 것을 알 수 있다. 이는 적응적 CAI 프로그램이 학생들의 개념 이해도 및 개념 파지, 학습 동기를 향상시킨다는 본 연구의 결과와 같은 맥락으로 설명할 수 있다. 즉, CAI 집단의 학생들은 반복되는 고정된 형태의 학습 진행으로 인해 처음의 흥미나 주의 집중이 지속되지 않아 지루함을 느낀 반면, 적응적 CAI 집단의 학생들은 개별적인 학습 내용의 제공으로 인해 흥미가 지속되고, 주의집중을 할

수 있어 개념 이해가 잘 되었기 때문에 컴퓨터 보조 수업에 대해 보다 긍정적으로 인식했다고 생각할 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 학생들의 물질의 입자성에 대한 학습 과정에서 학생들의 개념 이해 수준에 맞는 학습 내용을 제공하는 적응적 CAI가 학생들의 개념 이해도 및 개념 파지, 학습 동기, 컴퓨터 보조 수업에 대한 인식에 미치는 영향을 조사하였다. 또한 사전 성취 수준에 따른 수업 처치의 효과도 조사하였다.

연구 결과, 학생들의 개념 이해 수준에 맞게 학습 내용을 제공한 적응적 CAI가 교사 중심의

수업이나 기존 CAI보다 사전 성취 수준과 상관없이 학생들의 화학 개념의 파지에 효과적인 것으로 나타났다. 개념 이해도에서는 기존의 CAI보다 효과가 있음을 통계적으로 입증할 수는 없었지만, 적응적 CAI 집단의 점수가 CAI 집단의 점수보다 높았으며, 그 효과의 크기가 작지 않았다 ($ES=.31$). 물질의 입자성은 직접 관찰이 불가능하므로 학생들이 이를 이해하는데 어려움을 느끼며, 학생들마다 이해 수준이 다르다. 그럼에도 불구하고 모든 학생들에게 똑같은 학습 내용을 제공한다면 학생들의 물질의 입자성에 대한 이해를 향상시키지 못할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 적응적 CAI가 학생들의 개념 이해 수준을 진단하고 그 결과에 따라 서로 다른 학습 내용을 제공함으로써 물질의 입자성을 학생들에게 보다 잘 이해시키고 지속시키는데 도움을 줄 수 있었던 것으로 보인다.

학습 동기에서는 사전 성취 수준에 상관없이 적응적 CAI 집단이 통제 집단보다 유의미하게 향상되었고, CAI 집단은 통제 집단보다 통계적으로 유의미하게 향상되지 않았다. 이는 적응적 CAI 프로그램의 학습 형태가 고정되어 있지 않아, 학생들의 주의집중 및 흥미를 유지시키고 학생들의 학습에 대한 요구를 충족시켰기 때문인 것으로 보인다. 기존 CAI가 전통적인 수업에 비해 학습 동기를 향상시키지 못한다는 최근 연구 결과들과 비교해 볼 때, 이런 결과는 매우 고무적이다. 컴퓨터 보조 수업에 대한 인식 검사 결과에서도 사전 성취 수준에 관계없이 처치 집단의 학생들 대부분이 컴퓨터 보조 수업에 대해 인지적, 정의적 측면에서 긍정적인 인식을 가지고 있는 것으로 나타났다. 특히, 적응적 CAI 집단의 학생들은 CAI 집단의 학생들보다 컴퓨터 보조 수업에 대해 더 긍정적으로 인식하고 있는 것으로 나타났다.

이러한 본 연구의 결과는 효과적인 개별화 학습을 위한 교육용 소프트웨어 및 웹 기반 학습 자료의 개발 방향에 대한 시사점을 줄 것으로 기대된다. 즉, 학생들의 개념 이해를 돕기 위한 수준별 학습 프로그램을 개발할 때에 개념 이해 수준에 따라 학습 내용을 제공하는 적응적인 교수 방법을 적용할 수 있을 것이다.

한편, 본 연구에서는 적응적 CAI와 CAI 및 전통적 수업과의 효과만을 비교하였으므로, 자기주도적 학습이나 수준별 학습과 같은 다른 학습 방법들을 활용한 CAI와 비교하는 연구도 진행하여 그 효과를 알아볼 필요가 있다. 또한 적응적 CAI 프로그램을 사용한 수업의 효과를 정량적인 측면에서만 조사하였으므로, 학생들이 이 프로그램을 어떤 과정으로 학습하며, 프로그램의 어떤 부분이 학생들의 학습에 도움이 되었는지 심층적으로 알기 어렵다. 따라서 이에 대한 연구를 진행한다면 학생들의 특성에 보다 적응적인 프로그램의 개발에 도움을 줄 수 있을 것이다. 마지막으로 본 연구에서는 다양한 형태의 적응적 교수 방법 중 학생들의 개념 이해 수준에 따라 학습 내용을 다르게 제공하는 적응적 교수 방법만을 사용하였다. 따라서 학생들의 다른 특성이나 자료의 제시 순서, 피드백 형태와 같은 다양한 적응적 교수 방법을 고려한 프로그램을 개발하여 그 효과를 조사해 볼 필요가 있다.

참 고 문 헌

- [1] 조희형, 박승재(1999). 과학 교수-학습. 교육과학사, pp. 392-423.
- [2] Bunce, D. M. & Gabel, D.(2002). Differential effects on the achievement of males and females of teaching the particulate nature of chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 911-927.
- [3] Ardac, D. & Akaygun, S.(2004). Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasizes molecular representations on students' understanding of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 317-337.
- [4] 노태희, 차정호, 김창민, 최용남(1998). 중학교 과학수업에서 입자수준의 애니메이션을 이용한 컴퓨터 보조 수업의 효과. *한국과학교육학회지*, 18(2), 161-171.
- [5] 한선관, 이철환, 김영기(2003). 지능형 교수시스템의 학습자 모듈에 관한 연구. *과학교육논총*, 15, 369-392.

[6] Jonassen, D. H. & Grabowski, B. L. (1993). Handbook of individual differences, learning, and instruction. NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

[7] 박종선(2002). 웹 기반의 적응적 조연 학습 시스템에서 개인차 변인이 학습과정 및 학습 성과에 미치는 효과. 박사학위논문, 한양대학교.

[8] Zangyuan, O.(2003). The application of adaptive learning environment on oxidation-reduction reactions web-title. International Journal of Instructional Media, 30(4), 383-405.

[9] Williams, M. D.(1996). Learner control and instructional technology. In D. H. Jonassen(ed.), Handbook of research for Educational Communication and Technology. New York: Macmillan, pp. 957-983.

[10] Tennyson R. D., Park O. C., & Christensen, D. L.(1985). Adaptive control of learning time and content sequence in concept learning using computer-based instruction. Journal of Educational Psychology, 77(4), 481-491.

[11] Murphy, M. A. & Davidson, G. V.(1991). Computer-based adaptive instruction: Effects of learner control on concept learning. Journal of Computer-Based Instruction, 18(2), 51-54.

[12] Song, S. H. & Keller, J. M.(2001). Effectiveness of motivationally adaptive computer-assisted instruction on the dynamic aspects of motivation. Educational Technology Research and Development, 49(2), 5-22.

[13] 강종천(2001). 적응적 교수설계모형을 적용한 수준별 코스웨어 설계 및 구현. 석사학위논문, 인제대학교.

[14] 노태희, 차정호, 김경순(2004). 시각적 학습 선호도에 따른 정화상 CAI와 애니메이션 CAI의 효과 비교. 컴퓨터교육학회지, 7(5), 1-8.

[15] Noh, T. & Scharmann, L. C.(1997).

Instructional influence of a molecular-level pictorial presentation of matter on students' conceptions and problem-solving ability. Journal of Research in Science Teaching, 34(2), 199-217.

[16] Keller, J. M. & Subhiyah, R.(1993). Course interest survey. Doctoral dissertation, Florida State University College of education.

김 경 순



1990 서울여자대학교
화학과(이학사)
1995 고려대학교
과학교육과(교육학 석사)
2005 서울대학교 과학교육과
(교육학 박사)

2005~현재 서울대학교 교육종합연구원
선임연구원
관심분야: CAI, WBI, 과학교육
E-Mail: chemstar@paran.com

강 이 영



2000 건국대학교 화학과(이학사)
2001~현재 전곡중학교 교사
2004~현재 서울대학교 대학원
과학교육과 석사과정
관심분야: CAI, 과학교육

E-Mail: mirium96@nate.com

권혁순



1989 서울대학교 화학교육과
(이학사)
1991 서울대학교 과학교육과
(교육학석사)
2000 서울대학교 과학교육과
(교육학박사)
2000~2002 미국 Ohio 주립대
방문 연구원

2002~현재 청주교육대학교 과학교육과 교수
관심분야: 컴퓨터 활용 교육, 과학영재교육
E-Mail: hskwon@cje.ac.kr

왕혜남



1999 한국교원대학교 화학교육과
(교육학학사)
2003~2004 서울대학교 과학교육과
(교육학석사)
2005~현재 삼각산중학교 교사
관심분야: 과학교육, 협동학습

E-Mail: w_hyenam@hanmail.net

노태희



1985 서울대학교
화학교육과(이학사)
1988 미국 시카고대학교
화학과(이학 석사)
1991 미국 시카고대학교
화학과(이학 박사)

1991~1992 미국 콜롬비아대학교(Postdoctor)
1995 미국 캔사스주립대학(교육학 박사)
1994~현재 서울대학교 화학교육과 교수
관심분야: 과학교육, 문제 해결, CAI, 협동 학습
E-Mail: nohth@snu.ac.kr