

## 반복연습형 CAI 프로그램을 통한 초등 학생의 전류 개념 변화 연구

김 영 민 · 김 찬 호  
(한국교육개발원) · (창경초등학교)

(1996년 8월 14일 받음)

### I. 서 론

최근 20여년 동안의 물리교육자들에 의한 연구 결과는 많은 학생들이 학습 전에 전류에 대해 몇 가지의 특정한 잘못된 개념을 가지고 있고, 학생들의 전류에 대한 오개념 유형과 정도가 전기 내용에 대해 각급 학교의 형식적 수업을 마친 학생들도 학습 전과 크게 다르지 않으며(Duit & Jung, 1984; 김영민 외, 1990; 김영민 · 박승재, 1992; 문충식 · 권재술, 1991), 오개념 극복을 위한 특별한 처치로서 전류에 관한 실험과 토의를 통한 수업 방법에 의해서나(박윤희, 1990), 순환 학습 방법의 도입을 통한 전류 개념 학습에 의해서나(김영민 · 권성기, 1992), 전류 측정 실험에 의한 방법(김영민, 1993)을 통해서도 전류에 대해 물리학적 개념으로 바뀐 학생들의 비율이 매우 저조했음을 밝히고 있다. 특히, 전구 한 개를 회로에 연결했을 때와 전구 두 개 이상을 병렬 연결했을 때의 전류 개념에 있어서는 초·중등 학생들 뿐만 아니라 이공계 계통의 대학생들조차도 상당수가 오개념을 가지고 있다는 연구 결과(권재술 · 안수영, 1989; Kim & Pak, 1990)는 전류 개념을 학습 시키기 위한 다른 방법의 모색이 필요함을 시사해 준다.

이렇게 일부의 의도적인 처치를 통한 수업에 의해서도 학생들의 전류, 전압, 저항 개념이 잘 변화되지 않는 까닭에 대해, 그리고 그러한 문제를 해결하기 위한 수업 방법에 대해 연구하는 것은 매우 필요한 일이다.

초등학교에서는 대부분 회로에 연결된 전구에 불이 켜지는 것을 보이고 전류가 흐르기 때문에 불이 켜지는 것이라고 설명한다. 그리고 전류가 세게 흐를수록 빛의 밝기가 밝다고 설명한다. 그러나, 여러개의 전지와 전구의 연결에서

밝기에 대한 학습은 실험으로 하기가 어렵다. 실제로 불을 켜보면 동일한 종류의 전구이지만 전구의 저항이 모두 달라 빛의 밝기가 교사가 의도하는대로 나오지 않기 때문이다. 이로 인해 교사가 당황하게 되고 실제 활동을 통한 수업을 기피하게 되기도 한다. 그리고 전지와 전구의 연결 방법에 따른 빛의 밝기는 실제 관찰을 통한 학습을 한 후에도 그 성취도 수준이 매우 낮은 개념 영역에 속한다. 그것은 원하는 밝기를 만들어 실제로 관찰하기가 어렵고, 3학년과 4학년 학생들의 경우 전류 개념이 형성되어 있지 않은 상태여서 원리 설명도 불가능하기 때문이다.

이러한 경우에는 컴퓨터 프로그램을 이용한 반복 관찰이나 반복 연습에 의해 개념을 형성시키는 것도 한 방법이라고 생각된다. 그러므로 본 연구에서는 3학년 내용과 4학년 내용을 연계시켜 CAI 프로그램을 구성하되, 반복 학습의 형태로 구성하며, 반복 학습이 학습의 흥미와 지속성을 떨어뜨리기 쉬운 점을 감안하여 여러 부분에서 학생이 직접 참여하여 진행할 수 있도록 구성하는 방안을 생각하였다.

즉, 본 연구에서는 실제 실험상의 단점을 보완하기 위해 전기 회로의 구성과 밝기에 대한 실제 실험을 통한 학습보다는 실험 시뮬레이션을 사용한 반복 연습에 의한 학습이 어떤 효과를 보이는지를 보고자 하였다.

### II. 연구의 문제

본 연구에서 설정한 연구의 문제는 다음과 같다.

(1) 초등학교 학생들은 정규 교육과정에 의한 수업 후 전기 회로에 대해 어떤 생각을 가지는가?

초등학교 학생들은 정규 교육과정에 의하면 3학년에서

전지와 전구의 연결에 관한 내용을 학습하고, 4학년에서는 전기 회로에 관한 내용을 학습하도록 되어 있다. 이들이 두 단원을 학습한 후에 전기 회로에 대하여 학습한 내용을 얼마나 유지하고 있는지를 알아보려고 하였다.

(2) 정규 교육과정에 의한 수업을 마친 학생들에게 반복 연습형 CAI 프로그램을 투입했을 때의 전기 회로에 대한 개념 변화는 어떠한가?

초등학교 학생들이든 중등학교 학생들이든 전기회로 또는 전류에 관한 학습 후에 과학자적인 생각으로 변화되는 정도가 아주 낮은 것으로 알려져 있다. 여기서는 이러한 점을 극복하기 위한 반복 연습형 CAI 프로그램을 투입하였을 때의 효과를 보고자 하였다.

### III. 연구의 방법

#### 1. CAI 프로그램의 개발

본 연구에서 학습에 투입한 프로그램은 김영민 외(1994)가 개발한 '어느 전구의 빛이 밝을까'라고 하는 CAI 프로그램으로 다음과 같은 구성을 가지고 있다.

##### 1) 학습 계열

본 연구에서 투입한 프로그램은 초등학교 3학년과 4학년의 자연과 학습 내용으로 [그림 1]과 같은 계열을 가지고 있다

##### • 2) 프로그램의 내용

이 프로그램은 '전구의 밝기'와 '밝은 전구 찾기'로 구성되어 있으며, '전구의 밝기'는 다시 '간단한 전기 회로', '전지의 직렬 연결과 병렬 연결', '전구의 직렬 연결과 병

렬 연결', '복잡한 전기 회로'로 구성되어 있으며, 학생들은 이 중에서 선택하여 학습할 수 있도록 되어 있다. 여기서는 간단한 회로를 구성해 보는 것으로부터 시작하여 전지 두 개의 연결 방법에 따른 전구 빛의 밝기, 전구 두 개의 연결 방법에 따른 전구 빛의 밝기, 전지와 전구를 여러 개 연결하는 방법에 따른 전구 빛의 밝기를 비교해 보는 내용으로 구성되어 있다.

'밝은 전구 찾기'에서는 여러 가지 회로에서의 전구의 밝기에 관한 다양한 문제가 제시된다. 문제는 쉬운 문제, 보통 문제, 어려운 문제로 나누어져 있다.

#### 3) 프로그램의 구조

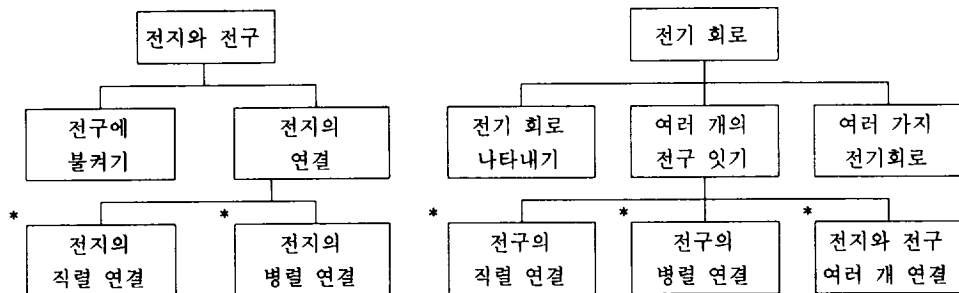
본 CAI 프로그램의 구조는 [그림 2]와 같다.

#### 2. CAI 프로그램의 투입

본 프로그램을 수업에 투입하여 투입의 효과가 어느 정도 인지를 보기 위해서는 투입할 대상이 필요하고, 수업의 절차를 고안해야 하며, 투입의 효과가 어느 정도인지를 보기 위해서는 사전 검사와 사후 검사를 실시해야 한다. 그 각각에 대한 구체적인 내용은 다음과 같다.

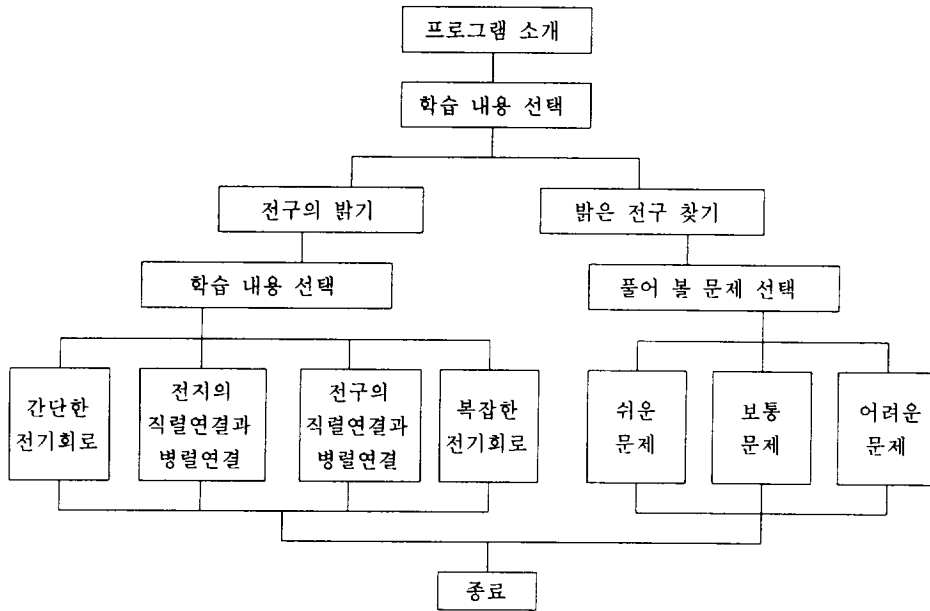
##### 1) 학생 표집

프로그램을 투입할 대상 학생은 서울의 C 초등학교의 5학년 학생으로 선정하였다. 그것은 본 연구의 목적이 이미 교육과정에 의해 본 내용을 학습한 학생들에게 반복 교육을 시켰을 때의 효과를 보고자 하였기 때문이다. 학생수는 한 학급 45명중 20명으로 한정하였는데, 그 이유는 개별학습을 위해서는 학교 컴퓨터실 컴퓨터들을 사용하여야 하는데



\* 이 프로그램의 학습내용임.

[그림 1] CAI 프로그램의 학습 계열



[그림 2] 학습에 투입한 CAI 프로그램의 구조

컴퓨터의 수가 한정되어 있고 서술형 문항들에 대해 연구자의 의도를 이해하고 답을 쓸 수 있는, 문해력이 있는 학생들을 표집하고자 하였기 때문이다.

### (2) 프로그램 투입 시기 및 내용

[전구의 밝기] 메뉴는 4개의 소메뉴인 '간단한 전기 회로'와 '전지의 직렬 연결과 병렬 연결', '전구의 직렬 연결과 병렬 연결', '복잡한 전기 회로'로 구성되어 있다. 투입의 방법은 하루에 방과 후 30분씩 컴퓨터실에서 프로그램을 학습하도록 하였으며 하루에 한 가지 소메뉴를 학습하도록 하였다. 그러므로 4개의 소메뉴를 모두 학습하는 데에는 4일이 소요되었다. 또, 내용을 모두 학습한 다음에는 관련되는 문제를 풀도록 하였다. 문제는 [밝은 전구 찾기]라는 메뉴에 들어 있으며 이 문제들을 푸는 데에는 다시 1일이 소요되었다. 그러므로 총 5일 동안 학습한 셈이 된다.

### 3) 수업 절차

수업은 본 연구진이 직접 담당하였으며 그 절차는 다음과 같다.

- ① 프로그램의 내용을 간단히 소개한다.
- ② 프로그램 내용 중의 어느 부분을 학습할 것인지를 알려 준다.

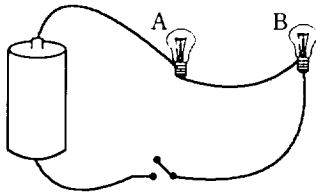
- ③ 일반적으로 사용되는 키 외에 S키가 스위치 조작을 할 때 사용됨을 미리 알려 준다.
- ④ 프로그램을 시작하게 한다.
- ⑤ 그 시간에 학습하고자 하는 내용으로 제대로 진행했는지를 확인하고, 그렇지 못한 학생들을 찾아 적절히 지도한다.
- ⑥ '밝은 전구 찾기' 문제를 푸는 경우에는 풀 결과를 기록하게 하고 다시 풀었을 경우의 결과와 비교하게 한다.
- ⑦ 수업을 마치면서 학생들의 질문에 응답한다.

본 수업은 철저하게 학생 개별 학습 방식을 따랐기 때문에, 교사는 학습 내용에 대해 수업 전이든 수업 후이든 전혀 의도적인 지도를 하지 않았다. 학습을 정리하는 시간도 갖지 않았으며, 단지 프로그램 진행상의 문제 또는 학생이 알고 싶어하는 내용에 대해 질문하는 경우에만 답변하는 방식을 취하였다.

### 4) 사전 사후 검사 실시

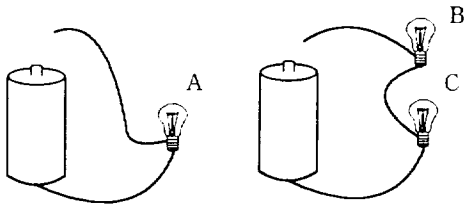
프로그램을 투입하기 전에 사전 검사를 실시하였으며 그 사전 검사 도구는 3개의 문항으로 되어 있으며, 다음과 같이 구성되어 있다.

(1)번 문항: 한 개의 건전지에 두 개의 동일한 전구가 직렬로 연결되어 있는 그림을 제시하고 두 전구의 밝기가 어떠하겠는지를 묻고 그렇게 답한 이유를 쓰도록 하였다.



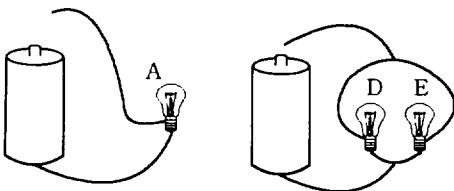
[그림 3] 사전 검사 1번 문항에 제시한 그림

(2)번 문항: 두 개의 회로를 그림으로 제시하였다. 한 회로는 건전지 한 개에 전구가 한 개 연결되어 있는 회로이고, 다른 회로는 건전지 한 개에 전구 두 개가 직렬로 연결되어 있는 회로이다. 이 두 회로에 연결된 전구들의 밝기를 비교하도록 하였으며 그렇게 생각한 까닭을 쓰도록 하였다.



[그림 4] 사전 검사 2번 문항에 제시한 그림

(3)번 문항: (2)번 문항과 마찬가지로 두 종류의 회로를 그림으로 제시하였다. 한 회로는 건전지 한 개에 전구가 한 개 연결되어 있는 회로이고, 다른 회로는 건전지 한 개에 전구 두 개가 병렬로 연결되어 있는 회로이다. 이 두 회로에 연결된 전구들의 밝기를 비교하도록 하였으며 그렇게 생각한 까닭을 쓰도록 하였다.

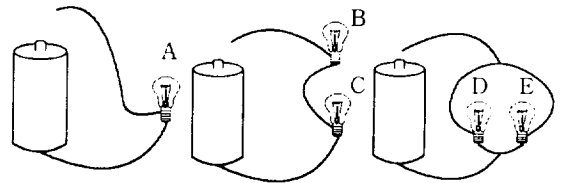


[그림 5] 사전 검사 3번 문항에 제시한 그림

프로그램을 투입한 후 일주일 이 지난 후에 사후 검사를 실시하였으며, 일주일의 기간을 둔 것은 단기 기억의 효과를 줄여보고자 함이었다. 사후검사에서는 사전 검사에서 사용한 도구를 그대로 사용하는 것은 도구의 학습의 효과가 나타날 수 있기 때문에 문제를 약간 변형하여 문항을 2문항으로 구성하였다. 첫째 문항은 사전 검사 문항과 같으나 두 번째 문항에서는 사전 검사에서의 (2)번 문항과 (3)번 문항을 합한 답을 끌어낼 수 있는 복합적인 문항으로 구성하였다. 그러므로 분석에서는 두 문항으로 나누어 분석하였다. 그 사후 검사에 사용된 도구는 다음과 같이 구성하였다.

(1)번 문항: 이 문항은 사전 검사 때의 (1)번 문항과 같다. 즉, 한 개의 건전지에 두 개의 동일한 전구가 직렬로 연결되어 있는 그림을 제시하고 두 전구의 밝기가 어떠하겠는지를 묻고 그렇게 답한 이유를 쓰도록 하였다.

(2)번 문항: 세 종류의 회로를 그림으로 제시하였다. 한 회로는 건전지 한 개에 전구가 한 개 연결되어 있는 회로이고, 다른 한 회로는 건전지 한 개에 전구 두 개가 직렬로 연결되어 있는 회로이며, 나머지 한 회로는 건전지 한 개에 전구 두 개가 병렬로 연결되어 있는 회로이다. 이 세 회로에 연결된 5개의 전구들의 밝기를 비교하도록 하였으며 그렇게 생각한 까닭을 쓰도록 하였다.



[그림 6] 사후 검사 2번 문항에 제시한 그림

### 5) 결과의 분석

학생들의 응답 결과 분석은 객관식 응답과 서술형 응답으로 구분하여 분석하였다. 서술형 응답은 망분석법을 사용하여 얻어진 결과를 줄기-가지(stem and leaf) 방식으로 제시하였다.

본 프로그램의 투입과 표집 학생들의 투입전 상황의 관계는 다음과 같다.

<표 1> CAI 프로그램의 투입과 사전 사후 검사

3-4학년 시기 (94년 2학기 95년 2학기)	사전 검사 (96년 5월8)	CAI 투입 (95년 5. 13-18)	사후 검사 (95년 5. 25)
교육과정에 따라 전지와 전구, 전기 회로 단원 학습	사전 검사 도구 투입	전지와 전구, 전기 회로 단원 복합 내용	사후 검사 도구 투입

이러한 과정에 맞추어 결과 분석에서는 먼저 정규 교육과정에 의한 학습 후 학생들의 개념 소유 경향을 분석하였고, 그 다음으로 CAI 프로그램을 이용한 학습 후의 학생들의 개념 변화를 분석하였다.

#### IV. 학생 응답 결과 분석

학생들의 응답한 결과는 객관식 응답의 경우와 서술형 응답의 경우로 나누어 분석하였다.

##### 1. 객관식 응답의 경우

###### 1) 사전 검사 응답 결과

사전 검사에서 학생들이 응답한 결과는 다음과 같다.

1번 문항에 대해 옳은 응답을 한 학생은 20명 중 14명(70%)이었으며, 5명(25%)이 A가 밝다라고 응답하였고 1명(5%)이 B가 밝다라고 응답하였다.

2번 문항에 대해 옳은 응답을 한 학생은 20명 중 13명(65%)이었으며, 4명(20%)이  $A > B > C$ 라고 응답하였고, 3명(15%)은  $A > C > B$ 라고 응답하였다. 이 7명은 전류의 순차 흐름 생각을 가진 것으로 보이며, 7명 중 4명은 1번 문항에서도 A가 밝다라고 응답한 학생들이다.

3번 문항에 대해 옳은 응답을 한 학생은 20명 중 1명(5%)이었으며, 15명(75%)의 학생이  $A > D = E$ 라고 응답하였고, 2명(10%)이  $D = E > A$ , 다른 2명(10%)은  $A > D > E$ 라고 응답하였다. 이들의 응답에서 볼 때 대부분의 학생이 병렬 연결한 두 전구의 밝기는 같다는 생각을 가지고 있었지만, 병렬 연결한 두 전구는 전지에 전구 한 개를 연결한 경우보다는 어둡다라는 생각을 보였다.

전체적으로 볼 때 3문항 모두에서 옳은 응답을 보인 학생은 1명 뿐이었다.

그런데 지금의 이 문항들은 국민학교 3학년과 4학년의 학습 내용으로 조사 대상인 학생들이 모두 5학년 학생들임을

감안하면 이들은 본 내용을 학습한 지 1년 - 2년밖에 지나지 않았다는 것을 알 수 있다. 그런데도 1명을 제외하곤 모두 틀린 응답을 보였다는 것은 교육과정의 구성이나 지도 방법에 있어 문제가 있지 않은가 생각하게 한다. 특히 3번 문항의 경우는 지금까지의 다른 학교급을 대상으로 한 다른 연구들의 결과(Kim & Pak, 1990; 김영민 외, 1990)와 마찬가지로 정답률이 매우 낮음을 보이고 있는 데 이에 대한 심층적인 원인 분석과 그 대책이 필요하다고 생각된다.

##### 2) CAI 프로그램 투입 후의 변화

사전 사후 검사에서 객관식 문체에 응답한 경향을 비교하여 보면 다음과 같다. 사전 검사는 CAI 프로그램 투입 전의 개념이고 사후 검사 결과는 CAI 프로그램 투입 후의 개념이다.

<표 2> CAI 프로그램 투입 전과후의 객관식 응답 결과 비교  
( )안은 %임

문항	응답	사전 인원수	사후 인원수
1번	같다*	14 (70)	20 (100)
	A가 밝다	5 (25)	0
	B가 밝다	1 (5)	0
2번	$A > B = C$ *	13 (65)	17 (85)
	$A > B > C$	4 (20)	1 (5)
	$A > C > B$	3 (15)	0
	$A = B = C$	0	1 (5)
	$B = C > A$	0	1 (5)
3번	$A = D = E$ *	1 (5)	5 (25)
	$A > D = E$	15 (75)	7 (35)
	$D = E > A$	2 (10)	8 (40)
	$A > D > E$	2 (10)	0

\* 정답

1번 문항에 대한 정답률은 사전 검사시 70%이던 것이 사후 검사에서는 100%로 증가하였고, 2번 문항의 경우도 65%에서 85%로 정답한 학생의 비율이 비교적 높으나, 3번 문항의 경우는 5%에서 25%로 CAI 학습 후에도 전체 학생의 1/4밖에 옳은 응답을 하지 못했다.

이러한 결과는 지금까지의 많은 연구들이 정답률을 높이기 위한 자료들을 개발하고 그 방법을 투입한 후의 개념을 조사하였지만 그 결과는 크게 차이가 없음을 보였던 것과 유사하다. 이러한 연구 결과에서 우리는 이 개념 영역 특히 병렬 연결에서의 빛의 밝기 비교 부분이 학습자의 수준에 비해 높은 수준이거나 그렇지 않으면 제시 방법이 학습자가

의미있게 이해할 수 있도록 제시되어 있지 못하다고 볼 수 있다. 중학생의 경우에도 3번 문항의 경우엔은 김영민 외(1990)의 연구에서 학습 후 정답률이 10%에도 미치지 못하는 응답 결과를 보였다.

2. 서술형 응답의 경우

1) 사전 검사 응답 결과

사전 검사에서의 학생들의 서술형 응답을 보면 정규 교육 과정에 의한 전류 개념 학습 후의 학생들의 개념 소유 경향을 좀더 정확히 파악할 수 있다.

<1번 문항>

1번 문항에 대해 학생들이 서술식으로 응답한 내용을 분석하여 학생들의 생각을 조사하였더니 다음과 같았다.

정규 교육과정에 의한 수업 후에도 1번 문항에 대해 과학자적인 생각을 가지고 응답한 학생은 11명(55%) 뿐이며 7명의 학생이 거리가 가깝기 때문 또는 한 전구에 다른 전구보다 먼저 전류가 닿기 때문으로 설명하였으며, 2명의 학생은 전류가 두 전구에 나누어 흐르기 때문으로 설명하였다. 또, 학생들의 응답을 보면 전기 또는 전류라는 용어는 많이 사용하지 않았고(5명이 전기라는 용어 사용) 비슷한 수(4명)의 학생이 전기의 힘, 또는 전지의 힘이라는 용어를 사용하였다. 몇 가지 응답을 보면 다음과 같다.

“두 전구의 밝기는 같다. 왜냐하면 두 개의 전구는 동일한 것이기 때문이다. 그리고 둘 다 같은 직렬연결이기 때문이다.”(과학자적 생각의 예)

“A전구가 B전구보다 전기가 먼저 닿아서 밝게 빛나는 것이다.”(순차흐름 생각의 예)

“전지의 전기가 두 개의 전구에 고르게 나뉘어 가기 때문이다.”(분배 전류 생각의 예)

<2번 문항>

2번 문항에 대해 학생들이 서술식으로 응답한 내용을 분석하여 학생들의 생각을 조사하였더니 다음과 같았다.

정규 교육과정에 의한 수업 후에도 2번 문항에 대해 과학자적인 생각을 가지고 응답한 학생은 9명(45%) 뿐이며 8명의 학생이 거리가 가깝기 때문 또는 한 전구에 다른 전구보다 먼저 전류가 닿기 때문이라고 하는 순차 흐름 생각으로 설명하였으며, 3명의 학생이 전기가 두 전구에 나누어 흐르

기 때문(전류 분배 생각)으로 설명하였다. 또, 학생들의 응답을 보면 2번 문항에서도 8명의 학생이 그냥 막연하게 힘이라는 용어를 사용하든지, 전기의 힘, 전지의 힘을 용어로 사용하여 설명하였다. 이들의 몇 가지 응답을 예시하면 다음과 같다.

“A는 한 전지가 한 전구에게만 전기를 공급해 주는 것이고, B와 C는 한 전지가 두 전구에게 공급해 주는 것이니까 밝기는 똑같은 것이다. 만약 아이스크림 하나가 있으면 한 사람이 먹을 때와 두 사람이 나누어 먹을 때의 차이와 같다.”(전류 분배 생각)

“A는 같은 전지인데도 하나밖에 없어서 제일 밝다고 생각하고 B, C는 전지가 하나로 두 개가 이어져 있지만 B 전구에 전기가 먼저 가서 B가 C보다 밝다고 생각한다.”(순차 흐름 생각)

“A는 전구 하나만이 있어서 힘을 조금이라도 뺏기지는 않지만 B, C는 같은 전구 둘이 있어 전지의 힘(전압)을 반씩 나누어 가지기 때문에”(과학자적 생각)

두 전구를 직렬 연결하였을 경우 전구 빛의 밝기가 어두워지는 것은 전류의 개념을 학습하지 않은 경우에 설명하기가 매우 어렵다. 학생들이 전기의 힘 또는 전지의 힘이 반으로 나누어지기 때문이라고 설명한 것이 많은 것으로 보아, 학교에서 그런 식으로 설명하면서 가르치고 있는 것이 아닌가 생각된다. 이 경우 전기의 힘은 자칫 전류의 세기로, 전지의 힘은 전압으로 이해될 가능성이 높다. 그렇지 않으면 막연하게 학생들이 전기의 힘 또는 전지의 힘을 사용하고 있는 셈이 된다. 또는 이유에 대해서는 고려하지 않고 단순히 현상만을 가지고 두 전구를 직렬로 연결하면 빛의 밝기가 어두워진다고 암기식으로 설명할 수밖에 없다.

본 연구에서는 전지의 힘이 반으로 나누어 영향을 미친다는 설명에 대해서는 과학적인 설명으로 분류하였으나 이렇게 설명한 학생의 생각이 전류 분배 생각일 가능성이 있는 것은 배제할 수 없다.

<3번 문항>

3번 문항에 대해 학생들이 서술식으로 응답한 내용을 분석하여 학생들의 생각을 조사하였더니 다음과 같았다.

3번 문항에 대해서는 다른 문항에 비해 정답률이 현저하게 낮았다. 정규 교육과정에 의해 3학년과 4학년에서 학습한 내용인데도 3번 문항에 대해 과학자적인 생각을 가지고 응답한 학생은 1명(5%) 뿐이며, 가장 많은 12명(60%)의 학

생이 건전지에서는 전구가 몇 개 연결되든 언제나 일정한 전류가 나오고 두 전구를 병렬로 연결하면 그 전류를 나누어 가지기 때문에 병렬이 어둡다는 생각을 나타냈다. 또, 건전지에서는 일정한 빛이나 에너지가 나오고 그것을 전구 두 개가 병렬로 연결되면 나누어 가지기 때문에 전구 한 개를 연결한 경우보다 어둡다라고 생각하는 학생이 2명(10%), 병렬이 직렬보다 밝고 전구 한 개 연결하는 것은 직렬연결이므로 전구 두 개 병렬 연결이 전구 한 개 연결한 경우보다 밝다라고 생각하는 학생이 2명(10%), 병렬이든 직렬이든 많이 연결할수록 어둡다라고 생각하는 학생이 1명(5%)이었다. 이들의 몇 가지 응답을 예시하면 다음과 같다.

“A전구는 D, E 전구에게 주는 에너지를 합쳐서 에너지를 받을 수 있고, ----”(일정 에너지 분배 생각)

“D, E 전구는 병렬로 연결되어서 밝기가 A전구보다 밝다. 허나 A전구는 직렬 연결이 되어서 D나 E전구보다 밝기가 흐리다고 생각한다.”(병렬이 전구 한 개 연결보다 밝다는 생각)

“A는 한 개의 전지를 한 개의 전구가 사용하고 있지만 D와 E는 한 개의 전지를 두개의 전구가 함께 사용하고 있기 때문이다.”(일정 전류 분배 생각)

두 전구를 병렬 연결하였을 경우 전구 빛의 밝기가 어두워지는 것은 전류의 개념을 학습하지 않은 경우에 설명하기가 매우 어렵다. 그러므로 교육과정과 교과서에서는 그 이유에 대한 만족할만한 설명이 없다. 그러기 때문에 학생들은 자기 나름의 해석을 내릴 수밖에 없고 나름대로의 논리를 가진다고 생각된다.

## 2) CAI 프로그램 투입 후의 변화

앞에서 분석한 것은 교육과정에 따른 정규 학습 후에 학생들의 개념이 어떻게 변화했는지를 분석해 본 것이다. 정규 학습 후에도 학생들의 개념은 여전히 많은 오개념을 가지고 있는 것으로 조사되었다.

이러한 학생들에게 전기회로와 빛의 밝기에 관련된 학습을 반복적으로 할 수 있는 CAI 프로그램을 투입하였다. 이 프로그램을 학습하고 난 후의 학생들의 생각을 조사하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

### <1번 문항>

1번 문항에 대해 학생들이 서술식으로 응답한 내용을 분석한 결과는 다음과 같다.

반복 연습형 CAI를 이용한 학습 후에 1번 문항에 대해 과학자적인 생각을 가지고 응답한 학생은 18명(90%)이며, 이것은 CAI 학습 전보다 35%가 증가된 숫자이다. 1명의 학생이 여전히 순차 흐름 생각을 가지고 있었고, 이 학생은 CAI 학습전의 생각을 그대로 유지하였다. 다른 한 명의 학생이 전류 공급 생각을 가지고 있었으며 이 학생은 학습전에 순차 전류 생각을 가졌던 학생이었다. 또, 학생들의 응답을 보면 대부분의 학생이 전기에너지 또는 에너지(60%), 전류(10%)라는 용어를 써서 설명하였고, 전기의 힘, 또는 전지의 힘이라는 용어를 사용하여 설명한 학생은 2명(10%) 뿐이었다. 몇 가지 응답을 보면 다음과 같다.

“전구에 흐르는 전기의 힘이 같기 때문”(전기의 힘으로 설명)

“전지가 전구에 전류를 같게 공급하기 때문”(전류 공급 생각)

“전지는 두 전구에게 같은 양의 에너지를 주기 때문에 밝기가 같다.”(에너지로 설명:과학자적 생각)

### <2번 문항>

2번 문항에 대해 학생들이 서술식으로 응답한 내용을 분석한 결과는 다음과 같다.

반복 연습형 CAI를 이용한 학습 후에 2번 문항에 대해 과학자적인 생각을 가지고 응답한 학생은 17명(85%)이며, 이것은 CAI 학습 전보다 40%가 증가된 숫자이다. 1명의 학생이 여전히 순차 흐름 생각을 가지고 있었고, 이 학생은 CAI 학습전의 생각을 그대로 유지하였으며 1번 문항에서 순차 전류 생각을 나타냈던 학생과는 다른 학생이다. 기타로 분류된 2명은 ‘전구 직렬 연결은 밝기가 밝다’라고 잘못 암기하고 있었다. 몇 가지 응답을 보면 다음과 같다.

“A는 전구가 한 개이고 에너지가 한 줄로 흐른다. B, C는 한 줄로 가던 전기에너지가 B에게 먼저 에너지를 뺏기고, 그 다음 C가 차지하므로 가장 어둡다.(순차 전류 생각)

“B, C는 직렬 연결이기 때문에 밝기가 밝고 오래 켜지지 않는다.(직렬이 밝다고 잘못 암기하고 있는 경우)

“A 전구는 많은 에너지를 혼자서 사용하여 가장 밝고, B, C는 전지 하나에 전구 두 개인 직렬 연결이기 때문에 어둡다.”(과학자적 생각)

### <3번 문항>

3번 문항에 대해 학생들이 서술식으로 응답한 내용을 분

석한 결과는 다음과 같다.

반복 연습형 CAI를 통한 학습 후에도 3번 문항에 대해서는 과학자적인 생각을 가지고 응답한 학생이 6명(30%) 뿐으로 성취 정도가 매우 낮음을 보였다. 이러한 현상은 지금까지의 다른 연구들에서와 마찬가지로이다. 여기서 객관식 응답의 정답자 수보다 설명식 응답의 정답자 수가 1명 증가한 것은 1명의 학생이 객관식 응답에서는 A전구가 D, E 전구보다 밝은 것으로 체크했지만 실제 설명에서는 A, D, E 전구의 밝기가 같은 것으로 설명하였기 때문이다. 또, CAI 학습 전에는 12명의 학생이 건전지에서는 전구가 몇 개 연결되는 언제나 일정한 전류가 나오고 두 전구를 병렬로 연결하면 그 전류를 나누어 가지기 때문에 병렬이 어둡다라는 생각을 나타냈는데 CAI 학습 후에는 한 명도 나타나지 않았다. 또, 건전지에서는 일정한 정도로 에너지가 나오고 그것을 전구 두 개가 병렬로 연결되면 나누어 가지기 때문에 전구 한 개를 연결한 경우보다 어둡다라고 생각하는 학생이 1명(5%), 병렬이 직렬보다 밝고 전구 한 개 연결하는 것은 직렬연결이므로 전구 두 개 병렬 연결이 전구 한 개 연결한 경우보다 밝다라고 생각하는 학생이 7명(35%)으로 CAI 학습전보다 25%나 증가하였다. 그리고 그 중 한 명의 학생은 CAI 학습 전에도 같은 생각을 나타냈었다. 또, 병렬이든 직렬이든 많이 연결할수록 어둡다라고 생각하는 학생이 1명(5%)이었던 것이 4명(20%)으로 증가하였다. 이들의 몇 가지 응답을 예시하면 다음과 같다.

“두 전구는 병렬 연결이므로 한 전구를 연결했을 때와 빛이 같으며 ....”(과학자적 응답)

“전지는 직렬로, 전구는 병렬로 연결했을 때가 가장 밝기 때문이다.”(병렬이 전구 한 개 연결할 때보다 밝다는 생각)

“두 전구가 병렬이지만 두 개이므로 A보다는 밝지 못하고...)(많이 연결하면 어두워진다는 생각)

CAI 학습 전에서와 마찬가지로 두 전구를 병렬 연결하였을 경우 전구 빛의 밝기가 어두워지는 것은 전류의 개념을 학습하지 않은 경우에 설명하기가 매우 어렵다. 그리고 초등 학교 수준의 학생들에게 이를 설명하기위한 적절한 비유를 찾기 어렵다. 여기서 특기할 것은 학습 전에는 주로 학생들이 전기의 힘 또는 전지의 힘이 반으로 나누어지기 때문이라고 설명한 것이 많았는데 학습 후에는 많은 학생들이 '전구는 병렬 연결인 경우가 가장 밝다'라는 설명을 하고 있는 것으로 보아, 정규 교육과정에 따른 학습 시에 배웠던 내용(전지는 직렬로 연결했을 때, 전구는 병렬로 연결했을

때 가장 밝다라고 하는 설명)이 CAI 학습 후에 다른 방향으로 강화되어 나타난 것이 아닌가 생각된다. 이 생각은 전구 두 개를 병렬로 연결하는 것이 전구 한 개를 연결했을 때보다 밝다는 응답으로 표현되었다.

<세 문항의 종합>

CAI 프로그램을 학습하기 전과 학습 한 후의 경향을 보기 위해 또, 3 개의 문항에 대한 응답을 한 눈에 보기 위해 줄기-가지 형식으로 학생들의 응답 결과를 정리해 보면 [그림 7]과 같다.

CAI 학습전	문항번호			CAI 학습후
	1	2	3	
4	과	과	과	1, 3, 9, 12, 15, 17
5	과	과	병	4, 5, 6, 7, 19, 20
19, 11.	과	과	직	
16, 15, 9	과	과	일	
7	과	순	다	
14	과	순	일	
	과	저	병	2
	과	순	x	10
	과	x	직	14
3	과	분	에	
1	순	과	병	
20, 18, 17, 13, 10, 6.	순	순	일	
12, 8.	분	분	일	
2	과	과	에	13
	과	과	다	8, 11, 16, 18

\* 숫자는 학생의 번호임

- 과: 과학자적 생각
- 병: 병렬 연결한 두 전구가 전구 한 개 연결한 것보다 밝다는 생각
- 다: 병렬로 여러개 연결할수록 어두워진다는 생각
- 순: 순차 흐름 생각
- 저: 저항 무관 생각
- 직: 직렬연결이 병렬 연결보다 밝다는 생각
- 분: 분배 전류 생각/ 일: 일정 전류 분배 생각
- 에: 일정 에너지 분배 생각/ x: 생각을 알 수 없음

[그림 7] 학생 개념의 줄기-가지 방식 표현

CAI 투입 전 검사에서 3문항 모두에서 과학자적 생각을 보인 학생은 1명(5%) 뿐이었는데 CAI 프로그램 학습 후에는 6명(30%)으로 증가하였다. 이렇게 CAI 학습 후에도 정답률이 낮은 까닭은 세 문항 중 3번 문항에서 대부분 오답을 했기 때문이다. 표에서 보는 바와 같이 CAI 프로그램 학



습후에도 6명(30%)의 학생은 전구 두 개를 병렬로 연결하면 전구 한 개를 연결했을 때보다 밝다는 생각을 나타냈으며 다른 4명(20%)의 학생은 병렬로 전구를 많이 연결할수록 밝기가 어두워진다는 생각을 나타내었다. 이 생각은 고등학교 이상의 물리에서 전지 내부저항에 의한 전압 강하를 학습한 학생들에게는 옳은 생각이지만 국민학교 수준에서는 밝기가 거의 같은 것으로 학습하고 있으므로 자신의 직관에 의해 응답한 것으로 해석해야 한다.

사전 검사에서 3문항 모두에 대해 과학자적인 생각을 가지고 응답한 학생 1명은 CAI 프로그램 학습 후에는 오히려 다른 개념을 가지는 것으로 변화하였는데 즉, 3번 문항에 대해 병렬이 직렬보다 밝고, 전구 한 개를 연결하는 것도 직렬 연결에 해당하므로 전구 한 개를 연결한 것보다는 두 개를 병렬로 연결한 전구들이 더 밝다는 생각으로 바뀌었다.

이것은 학교에서 “병렬 연결이 직렬연결보다 밝다”는 것을 강조하여 학습한 것이 되살아 났던 것으로 보인다. 그러나 다른 사람들에게서도 나타났듯이 전구를 한 개만 연결하는 것을 전구의 직렬 연결로 알고 있는 것은 의도적인 설명을 통해서라도 지도되어야 한다는 것을 시사해 주고 있다.

두 문항에 대해 물리화자적인 생각을 가지고 응답한 학생은 8명이었으며, 이 학생들 중 1명은 3번 문항에서 병렬 연결이 직렬 연결보다 밝으며, 전구 한 개도 직렬 연결이므로 전구 두 개를 병렬로 연결한 것이 전구 한 개를 직렬로 연결한 것보다 밝다라는 생각을 가지고 있었으며, 7명은 '병렬 연결이라도 여러 개 연결하면 전구를 한 개 연결했을 때보다 어둡다'라는 생각을 가지고 있었다. CAI 학습 후에는 두 문항에 대해 과학자적인 생각으로 변화된 학생은 17명(85%)으로 증가하였다.

한 문항에 대해 과학자적인 생각을 가지고 응답한 학생은 3명이었던 것이 학습 후에도 역시 3명이었다.

결과적으로 CAI 학습 전에 한 문항에라도 옳은 응답을 보인 학생은 11명(55%)이며 3문항 모두에 옳은 응답을 보인 학생은 1명(5%) 뿐이었던 것이 CAI 학습 후에는 한 문항에라도 옳은 응답을 보인 학생은 20명(100%)으로 증가하였고 3문항 모두에 옳은 응답을 보인 학생은 6명(30%)으로 증가하였다.

## V. 결론 및 논의

### 1. 결론

본 연구에서 설정한 연구 문제에 대해 결론을 맺으면 다음과 같다.

첫번째 문제로 설정한 연구 문제인, 초등학교 학생들은 정규 교육과정에 의한 수업 후에 전기 회로에 대해 어떤 생각을 가지는가에 대해서는 대부분의 학생이 정규 교육과정에 의한 수업 후에도 전류 흐름에 대해 순차적인 생각을 가지고 있으며, 전구(저항)의 연결 방법에 따른 전구 빛의 밝기에 대해서도 직렬 연결에 대해서는 과반수 이상의 학생이 옳은 응답을 보였으나 병렬 연결의 경우에는 거의 전부의 학생이 틀린 응답을 보였다. 이것은 본 학습 내용의 구성에 대해 변화가 필요함을 시사해 준다.

두번째 문제로 설정한 연구문제인, 정규 교육과정에 의한 수업을 마친 학생들에게 반복 연습형 CAI 프로그램을 투입했을 때의 개념 변화는 어떠한가에 대해서는 두 전구의 직렬 연결에 대해서는 대부분의 학생들이 과학자적인 생각으로 변화되었으나 두 전구의 병렬 연결에 대해서는 일부의 학생들만이 과학자적인 생각으로 변화됨을 보였다. 이것을 볼 때 CAI 프로그램을 이용한 반복 연습을 통한 학습도 두 전구의 병렬 연결에서의 전구 빛의 밝기에 대해서는 개념 변화의 효과가 크지 않다고 결론지을 수 있다. 이는 CAI 프로그램의 수정을 요구하는 것일 수도 있고 두 전구의 병렬 연결에 대해서는 반복 연습형 보다는 이해를 바탕으로 한 다른 수업 방법에 의한 학습을 요구한다고 볼 수도 있다.

### 2. 논의

본 연구에서는 반복 연습형 CAI 프로그램을 이용하여 전지와 전구의 연결에서 전구의 밝기에 대한 반복 연습을 통해 학생들의 전류 개념을 변화시키려고 노력하였다. 특히 전지에 병렬로 연결한 전구들은 전구 한 개를 연결했을 때와 거의 같은 밝기를 가진다는 생각으로 변화되는지를 보고자 하였다. 그러나 그 결과는 다른 연구들에서 보인 전류 개념 변화 수준을 넘지 못하였다. 3번 문항에서 30%의 학생만이 옳은 응답을 보였다는 데서 그것을 알 수 있다.

학생들은 전구 한 개를 연결하는 것이 전구 두 개를 직렬로 연결할 때보다 밝고 병렬로 연결할 때보다도 당연히 밝다고 하는 직관적인 생각을 강하게 가지고 있었다. 이들의 이유 설명을 보면 전지의 전류를 전구 한 개가 받을 때가 전구 두 개가 받을 때(병렬이든 직렬이든)보다 밝지 않겠느냐는 것이다.

그리고 학생들은 CAI 학습전에 전류가 전지에서 나와 순차적으로 흐르면서 전구들에 공급된다는 생각을 가지고 있었으며 이러한 생각은 CAI 학습 후에는 거의 없어졌다. 그러나 CAI 학습 전이라 하더라도 학생들은 3학년과 4학년에서 이 내용을 학습한 학생들이라는 점을 감안한다면 조사해

보지는 않았지만 학습 후에는 다시 원래의 생각(순차흐름 생각)으로 돌아가는 경향이 클 것이라고 짐작할 수 있다. 그러므로 앞으로 6개월 이상 후에 같은 학생들을 대상으로 변화 경향을 조사해 볼 필요가 있다.

본 연구자가 학생들의 전류 개념을 조사하고, 조사를 위한 시범 도구를 제작하는 과정에서 또, 실험 연구를 수행하는 과정에서 전류 개념 변화가 어려운 이유를 분석해 본 바에 의하면, 첫째, 전류에 관련된 내용은 실험에 의해 학습을 하기가 어려운 부분이 상당 부분 있다는 점이다. 예를 들면, 본 연구자가 학생들의 전류 개념 조사를 위해 '전류의 세기가 같기 때문에 직렬 연결한 두 전구의 밝기가 같다'는 것을 보이기 위한 시범용 도구를 제작하는 데 오랜 시간이 걸렸으며, 그 까닭은 두 전구의 저항이 거의 같은 것을 찾는 것이 어렵고, 찾았다 해도 납땜으로 연결하지 않으면 접촉 상태에 따라 수시로 밝기가 변하기 때문이었다. 그런데 그 실험을 초.중.고등학교 학생들에게 맡긴다면 많은 학생들이 두 전구의 밝기가 같은 결과를 얻기 어렵고, 밝기가 같지 않은 것을 보고도 밝기가 같다고 학습해야 하는 심리적 갈등을 겪을 것이다. 따라서 그것은 실험을 통해 두 전구에 흐르는 전류의 세기가 같다는 것에 대한 효과적인 학습을 시켰다고 보기가 어렵다. 둘째, 전기회로에서 전구를 직렬 연결하거나 병렬 연결한 두 경우 전구들의 밝기에 대해 직렬 연결한 전구가 병렬 연결한 전구보다 밝다고 생각하는 직관을 가진 학생들이 상당수 있다. 이들의 이 생각은 전하량 보존 법칙과도 연결된다. 즉, 직렬 연결에서는 전하량이 보존되므로 병렬보다 밝다고 생각하고 있다.

사후검사에서 학생들이 응답한 내용을 분석해 본 결과, '병렬로 연결한 두 전구의 밝기가 전구 한 개를 연결했을 때보다 밝다'고 응답한 학생들이 CAI 프로그램 수업 후에 의외로 많았다. 그리고 프로그램에서는 이것을 강조한 적이 없다. 아마도 이 결과는 과거 정규 과정의 학교 수업에서 강조되었던, "두 전구를 병렬로 연결하면 직렬로 연결했을 때보다 밝다"는 설명이 지금 이 프로그램을 공부하면서 강하게 떠올랐던 것이 아닌가 생각된다. 또, 전구를 한 개만 연결하는 것도 직렬 연결로 생각하는 학생들이 많음을 볼 때 이러한 응답이 많이 나올 수도 있다고 본다.

이상의 논의로부터 몇 가지 고려해야 할 사항을 적어보면 다음과 같다.

첫째, 프로그램 자체의 문제를 생각해 볼 수 있다.

본 프로그램은 흑백 화면으로 제시되는 프로그램이었다. 칼라 프로그램이 교육에서 항상 좋은 것은 아니지만 여기서는 빛의 밝기에 대한 사실적인 사진을 이용하여 사실적으로

빛의 밝기를 보여주는 칼라 프로그램을 이용한다면 더욱 효과적일 것으로 생각된다. 앞으로 이에 대한 연구도 필요하다고 생각된다.

둘째, 학생들의 개념 변화가 어려운 원인을 다음과 같이 생각해 보았다. 이러한 원인들이 교육과정 및 교과서 구성 시에 또는 실제 수업을 하는 과정에서 고려되어야 할 것이다.

(1) 학습 내용이 학생들 수준에 합리적이지 않을 수 있다.

전구의 병렬 연결과 전구 한 개 연결에 의한 밝기 차이는 정규 교육과정에 의한 수업 후에 거의 모든 학생들이 바르게 알고 있지 못했다. 어떤 학습 내용이든 학생들의 수준에 어느 정도 적합할 때 의미있는 학습이 일어나게 된다. 그리고 의미있는 학습이 일어났을 때 그 학습의 정도는 1 - 2년이 지났을 때도 0%에 가까운 정답률을 보이는 경우는 거의 없다. 그렇다고 하면 본 학습 내용은 학생들의 수준에 비해 개념 수준이 높을 가능성이 있다고 보여진다.

(2) 학습내용이 학생들에게 그럴듯하게 이해되지 않았을 수 있다.

학생들이 CAI 학습 후에도 3번 문항에 대해서는 아주 낮은 정답률을 보이고 있다. 이것은 단순 기억에 의한 학습이 오래 가지 않는다는 것을 보여 주며 조금은 어렵더라도 과학적인 이해를 바탕으로 한 개념의 형성이 필요하다고 생각된다. 과학적 이해가 바탕이 되지 않으면 암기식 학습으로 끝나버릴 수 있다. 즉, 그냥 단순히 두 전구를 직렬 연결하면 병렬 연결했을 때보다 어둡다고 암기하는 것이다. 부득이 이렇게 암기 방식으로 학습시키는 경우라도 앞에서 언급한 바와 같이 반드시 전구 한 개를 연결하는 것은 직렬 연결이라고 하지 않는다는 것을 의도적으로 지도할 필요가 있다. 왜냐 하면 전구 한 개를 연결하는 것도 직렬 연결이라고 생각하기 때문에 두 전구를 병렬 연결했을 때가 가장 밝고 그 다음이 전구 한 개를 연결한 경우라고 응답하게 된다.

(3) 전류 개념에 대해 교사가 오개념을 가지고 있을 가능성이 있다.

김찬호(1993)에 의하면 교사들도 전류에 대해 다양한 오개념을 가지고 있는 것으로 조사되었다. 이렇게 가르치는 교사가 본 학습 내용에 대해 오개념을 가지고 있다면 그것은 학생들에게 거의 그대로 전수될 가능성이 높다. 그렇지 않으면 학생들에게 갈등을 일으키는 요인이 되었을 수 있다. 그리고 그 갈등이 해소되지 않은 상태라면 학생들은 본 개념에 대해 과학자적 개념을 갖지 못했을 것이다.

(4) 전류, 전압, 저항 등에 관련된 용어 사용에 있어 문제가 있다.

학생들은 CAI 학습 전 조사에서, 이미 정규 교육과정상 전지와 전구, 전기회로 등에 관해 학습했음에도 불구하고

전지의 힘, 전기의 힘이라는 용어를 많이 사용하였다. 그러나 CAI 프로그램 학습 후에는 전기에너지라는 용어가 많이 사용되었다. 그러므로 의도적으로 교사들이 전지의 힘, 전기의 힘이라고 쓰기보다는 어렵더라도 전류, 전기, 전압이라는 용어를 쓰는 것이 좋다고 생각된다.

### 참 고 문 헌

- 권재술 · 안수영(1989), 대학생들의 물리 개념 오인에 관한 연구, 한국물리학회지 물리교육 7(1), 26-41, 한국물리학회
- 김영민(1993), 전류 측정 실험을 통한 전류 개념 변화, 한국물리학회지 물리교육 11(2), 113-120, 한국물리학회
- 김영민 · 권성기(1992), 전류 개념 변화를 위한 순환 학습의 효과, 한국과학교육학회지 12(3), 61-76, 한국과학교육학회
- 김영민 외(1994), CAI 프로그램: '어느 전구의 빛이 밝을까'. 한국교육개발원
- 김영민 · 박승재(1992), 중학생의 전류 개념 변화에 미치는 체계적 비유 수업의 영향, 한국물리학회지 물리교육 10(1), 39-68, 한국물리학회
- 김영민 · 박윤희 · 박승재(1990), 중학생의 전류에 대한 학습 전 개념과 관계 현상 관찰 후의 설명, 한국과학교육학회지 10(1), 47-56, 한국과학교육학회
- 김찬호(1993), 국민학교 교사의 전류 개념, 한국교원대학교 과학교육학과 석사학위논문
- 문충식 · 권재술(1991), 전류에 관한 학생들의 오인 유형 변화의 종단적 연구, 한국과학교육학회지 11(1), 1-14, 한국과학교육학회
- 박윤희 · 박승재(1991), 중학생의 수업 전후 전류에 대한 개념 변화, 한국물리학회지 물리교육 9(1), 1-13, 한국물리학회
- Duit, R., Jung, W. & Rhoeneck, C. v. (1984), Aspects of Understanding Electricity. *Proceedings of an International Workshop, IPN*
- Kim, Y.M. & Pak, S.J.(1990), Secondary and college students' conceptions, observations and explanations in electricity. presentation paper at the workshop II on conceptual structures and change in Physics Learning. University of Philippines, Metro-Manila, Philippines

(ABSTRACT)

## **Elementary School Students' Conceptual Change on Electric Current by Drill and Practice Type CAI Program.**

Young-min Kim · Chan-ho Kim

(KEDI) · (Chang Kyung Elementary School)

The purposes of this study were to investigate what kinds of idea the children have after formal instruction in school, and to investigate what is the children's conceptual change on electric current after implementation of drill and practice type CAI program about electric circuit. The CAI program was developed by KEDI research project team the author of this article was joined.

The subjects were 20 eleven yaers old(elementary fifth year) children sampled from a elementary school in Seoul, Korea. They had already learnt about electric circuits for two years before implementing this CAI program according to the formal science curriculum. The pretest were accomplished before implementing the CAI program, and posttest were accomplished a week after implementation of the CAI program.

The results of this study are as follows:

Even though they had studied electric circuits , only 5% of the students had scientific ideas before pretest, and even after drill and practice type CAI program only 30% of the students have changed their misconceptions into scientific conceptions.