

전류에 관한 학생들의 오인 유형변화의 종단적 연구

문 충 식

(경기 광남중학교)

권 재 술

(한국교원대학교 물리교육과)

(1991년 4월 15일 받음)

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

Novak(1977)은 지금까지 편견없는 관찰과 통제된 실험의 본질 즉, 과학적 탐구의 방법이 강조되어 왔지만, 자연 현상에서 사건이 일어날 때 우리가 보는 것은 주로 이 사건을 해석하기 위해 우리가 사용하는 개념의 기능이라는 사실을 간과해 왔다고 지적하여 경험론적 사고를 탈피한 구성주의적 견해를 기초로 개념 학습의 중요성을 강조하고 있다.

이것은 교사가 올바른 개념을 가르치기만 하면 학생들은 그 개념을 이해할 것이라는 생각에 반하여, 학생들이 이미 가지고 있는 지식과 앞으로 배울 지식 사이의 상호 작용에 의해 학습이 이루어 진다고 하는 것이다(Pines & West, 1986).

이런 관점에서 볼 때 수업에 임하기 전에 학습자가 이미 가지고 있는 개념은 어떤 것인가, 개념 또는 오인이 어떻게 형성되고 변화되는가, 또 이런 요인들을 고려한 가장 효과적인 수업 방법은 무엇인가에 관한 연구는 보다 나은 학습 경험을 제공하여 효과적인 학습 성과를 기대하려는 요구에 크게 부응할 것이다.

이 가운데 개념이 어떻게 형성되고 변화되는가에 대한 연구는 과학 개념의 발달사와 학생들의 개념 발달 사이의 유사성에 근거한 연구(Wanderssee, 1985), 횡단적 연구(Erickson, 1985), 사례 제시 면담법(Gilbert, Watt & Osborne, 1985), 예측 관찰 설명(P. O. E)식 방법(Champagne, Gunstone & Klopfer, 1985) 등이 있다.

그러나 사례 제시 면담법이나 예측 관찰 설명식의 방법은 단 시간의 변화나 반응에 대한 분석이므로 장시간의 변화에 대한 결과로 일반화하기가 어렵다. 또 횡단적 연구는 변인들에 대한 고려없이 표집을 하게 되는 문제점이 있고(Brog & Gall, 411-413, 1983), 과학 개념의 발달사와 학생들의 개념 발달 사이의 유사성에 근거한 연구 역시 모든 개념이 모두 그렇다고 보장하기는 어려울 것이다. 그러므로 장 시간이 흐른 뒤의 개인별 개념 변화를 추적 조사하는 종단적 연구는 중요한 의미가 있다.

또한 오인이 지속적이고 안정적이라는 사실은 정적인 의미보다 역동적 의미를 갖고 있다. 문제 내용에 따라 오인이 다를 수 있다(Clough & Driver, 1986)는 것은 맥락(context)이나 시간에 따라 오인은 변하면서도 안정한 성질을 갖고 있다고 할 수 있다. 이런 오인의 역동적 특성을 밝히고 그 오인 변화의 인지 심리

학적 접근을 위해서는 장 시간이 지나면서 오인 유형이 어떻게 변화하는가를 추적 조사하는 종단적 연구가 필요하다.

따라서 본 연구는 개인별 추적에 의한 종단적 연구를 통하여 장 시간이 지나면서 전류에 관한 오인 유형이 어떻게 변하는가를 밝히고, 문항의 종류와 선수 연구에서 현상 관찰 전에 가졌던 오인 유형 그리고 학습자의 특성(학교급별, 성별, 수업 유무별)에 따라 어떻게 다른가를 밝히는데 그 목적이 있다.

2 연구 문제

안수영(1989)의 연구(선수 연구)에서 얻은 자료와 본 연구에서 얻은 자료를 분석하고, 개인별로 추적하여 그 변화를 연구하기 위해 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

1) 장 시간(약 9개월)이 지난 뒤에 오인 유형은 어떻게 변화하는가?

- ① 문항의 종류에 따라 차이가 있는가?
- ② 선수 연구에서 현상 관찰 전에 학생들이 나타냈던 오인 유형에 따라 차이가 있는가?
이 문제를 해결하기 위해 선수 연구에서 현상을 관찰하기 전과 본 연구에서 현상 관찰 전에 나타났던 오인 유형을 개인별로 분석한다.

2) 단 시간(현상 관찰 전과 후)의 오인 유형 변화 형태에 따라 장 시간(약 9개월)이 지난 뒤의 오인 유형은 어떤 변화 특성을 보이는가?

- ① 문항의 종류에 따라 차이가 있는가?
- ② 선수 연구에서 현상 관찰 전에 학생들이 나타냈던 오인 유형에 따라 차이가 있는가?
이 문제를 해결하기 위해 선수 연구의 현상 관찰 전과 후의 오인 유형 변화 형태에 따라 본 연구에서 현상 관찰 전에 나타나는 오인 유형을 개인별로 분석한다.

3. 연구의 제한점

본 연구는 사례 연구(case study)의 성격을 띠고 있으며 다음과 같은 제한점을 지니고 있다.

- (1) 본 연구는 전류 개념에 관해서만 연구하였으므로 일반적인 과학 개념의 특성으로 보기는 어렵다.

- (2) 본 연구는 울산 지역의 중고등 학생과 충북 지역 대학교의 자연 계열 학생만을 대상으로 하였으므로 이 결과를 학습자의 특성으로 확대 해석할 때는 주의가 필요하다.

- (3) 본 연구에서 분류한 오인 유형은 연구자에 따라 다른 방식으로 분류될 수 있으며, 분류 방식에 따라 다소 다른 해석이 가능할 수도 있다.

II. 선행 연구의 조사

본 연구와 관련하여 개인의 개념 변화 과정에 대한 종단적 연구, 맥락(context)에 따른 오인의 안정성에 관한 연구, 그리고 전류 개념의 변화에 관한 연구를 중심으로 조사하였다.

1. 종단적 연구

Bliss등(1988)은 영국의 중고등 학생들을 대상으로 힘과 에너지 개념에 대하여 3년 동안에 걸친 종단적 연구를 하였다. 이 연구에서 개인별 추적을 통하여 시간-속력의 관계 그래프, 원운동에 대한 이해와 일과 에너지의 적용 문제에서는 학년이 높아져도 이해정도가 높아지지 않음을 보이고 있다.

Ault등(1988)은 면담법에 의해 에너지 개념에 관한 개인의 Vee도를 작성하여 2년사이(국 6, 중 2)의 변화를 종단 비교하여 개념의 분화 정도와 개념 이해 정도를 비교하였다.

그러나 위 두 연구에서 학생들의 개념 변화와 이해의 차이에 대한 분석이 고려되지 않고 있다.

2. 맥락(Context)의 효과에 관한 연구

Watts(1983)은 12세~16세를 대상으로 한 면담 연구에서 주어지는 문제 상황에 따라 에너지 개념이 어떻게 다른가를 밝히고 있다. 언덕 위로 물체를 밀어 올리는 문제 상황, 전구를 연결한 문제 상황, 얼음이 녹는 상황 등에서 에너지에 대한 이해를 각각 다르게 하고 있음을 밝히고 있다.

Clough와 Driver(1986)는 압력 개념과 열의 전도 개념에 대한 이해에서 문제 상황에 따라 학생들에게 어떤 차이가 있는가를 조사하였고, Goldberg와 McDermott(1986)는 렌즈를 이용하여 스크린에 물체의 상이 생기도록 하는 상황의 문제에 대하여 정성적인 문제인지 정량적인 문제인지에 따라 정답율에 차이가

있음을 밝히고 있다.

그리고 오푸스(1987)는 Newton의 제3법칙에 관한 오인 연구에서 대상 물질의 질량 차에 따른 영향, 대상 물질이 생물이나 무생물이나에 따른 영향, 물리적 접촉이 있는 경우와 없는 경우 그리고 당기는 원인 행위에 따른 영향을 조사 하였다.

Driver와 Warrington(1985)은 면담법을 이용하여 에너지 보존에 관한 개념에 대하여 도르래, 지레, 경사면 등을 이용한 문제에서 각각 에너지 보존에 관한 이해가 다름을 보이고 있고, Stepan 등(1986)은 유치원부터 대학생까지 학생을 대상으로 한 부력 개념에 관한 면담 연구에서 문제에 주어지는 물질에 따라 부력에 관련된 개념들 즉, 질량, 체적, 밀도, 표면 장력, 물의 압력 등의 개념에 대한 이해가 다름을 보여 주고 있다.

위 연구들 모두는 각 개념마다 맥락에 영향을 받는다는 사실에 대한 보고이다. 그러나 수 많은 현상의 개념에 의존적인 오인을 모두 찾는 것이 쉬운 일이 아니기 때문에 보다 근본적이고 원인적인 심리학적 접근이 필요하다고 여겨진다.

3. 전류 개념의 변화에 관한 연구

Cosgrove와 Osborne(1985)은 전류 개념에 대한 오인 해소를 위하여 3단계(촉점 단계, 도전 단계, 적용 단계)의 수업 전략을 중학생에게 적용하였다. 이 연구에서 소모성 모형은 86%에서 14%로 감소되었지만 1년 후의 재검사에서 40%로 증가되었고, 충돌 모형은 수업전에 7%에서 수업 직후에는 모두 해소되었지만, 1년 후의 재검사에서 오히려 13%로 높은 비율을 보이고 있다.

Licht(1987)은 6단계 수업 전략을 적용하는 실험 연구에서 실험 집단은 소모성 모형이 수업 전에 54%, 수업 후에 11%, 5개월 후의 검사에서 14%였지만, 통제 집단은 수업 전에 52%, 수업 후에 37%, 5개월 후의 검사에서 43%로 증가하는 경향을 보였다.

Gould(1988)는 중학교 남학생들에게 3단계 수업 전략(Cosgrove, Osborne, 1985)을 적용한 후의 면담 연구에서, 수업에 의해 바르게 이해되었던 개념이 3개월 후의 소모성 모형으로 되돌아가는 경우와, 강의 후에 인지 구조 자체내에 변형된 순차적 흐름 모형이 있음을 보고하고 있다.

그 외에도 Dupin과 Tohsua(1987), Heller(1987), 그리고 Danusso와 Dupe(1987) 등의 연구가 있으나

변화를 나타내는 비율은 개인별 변화를 고려하지 않은 전체에 대한 비율이다. 그러므로 개인별 특성이 고려되지 못하고 전체의 특성 속에서 나타나지 않을 우려가 많다. 개념 학습에 대한 인지 심리학적 접근을 위해서는 개개인의 개념 변화 특성이 대단히 중요하다.

III. 연구 방법 및 절차

1. 연구 방법

선수 연구와 동일한 방법(P.O.E식 방법), 동일 문항으로 동일 대상에게 재 투입하여 얻은 자료와 선수 연구에 얻은 자료를 분석하여 개인별로 추적 비교하는 종단적 연구를 실시하였다.

2. 검사 도구

선수 연구와 동일 문항을 사용하였고, 검사 문항은 문헌 연구(Tasker & Osborne, 1985; Shipstone, 1985; Dupin & Johsua, 1987; Shipstone, 1988)와 예비 검사 그리고 전문가의 조언을 토대로 개발하였다(안수영, 1989).

3. 검사 대상

검사 대상은 울산 지역에 있는 중학교 3학년 학생 75명(남 37명, 여 38명)과 고등학생 59명(남고 19명, 여고 40명) 그리고 충북 내의 대학생 110명(남 66명, 여 44명)을 대상으로 하였다. 선수 연구 후에 중학생은 고교 입시에 대비하여 전류 단원을 복습하였고 남고생 역시 대학 입학 학력 고사에 대비하여 전류 단원을 복습하였으나, 여고생은 전류 단원에 대하여 수업을 받지 않았다. 그리고 대학생은 선수 연구 후에 80명은 전류 단원을 정상적으로 배웠으나, 30명은 선수 연구 후에 전류 단원에 대하여 수업을 받지 않았다.

4. 검사 절차

선수 연구와 동일한 장소에서 검사를 실시하였으며, 동일한 관찰 도구를 사용하였다. 그리고 검사 시기는 중학생이 1990년 2월 13일 오전, 고등학생은 1990년 2월 13일 오후에 실시하였고, 대학생은 1990년 3월 6~15일 사이에 실시하였다. 남고생은 졸업을 했으

므로 반창회를 소집하여 1990년 5월 5일에 실시하였다.

5. 자료의 분석 및 처리

이유 진술에 대한 분석을 통하여 오인 유형을 결정하였으며, 분석된 자료를 컴퓨터에 입력하여 선수 연구와 본 연구의 오인 유형 변화를 개인별로 추적하였다. 그리고 그 변화 특성을 변인별로 분류하여 SPSS/PC+를 이용하여 X2 통계 처리하였다.

IV. 연구 결과 및 논의

선수 연구에서 현상 관찰 전과 본 연구에서 현상 관찰 전의 오인 유형 비교시간이 지난 후의 오인 변화를 알아보기 위하여 선수연구에서의 현상 관찰 전과 본 연구에서 현상 관찰 전에 오인을 개인별로 추적하여 그 변화를 종합한 것이 <표 1>이다.

<표 1> 선수 연구의 관찰 전과 본 연구의 현상 관찰 전 오인 유형 변화(전체)

A \ B	과학	단일	충돌	소모	분배	순차	일정	기타	합
과학	446* (75.5)	14 (2.4)	6 (1.0)	47 (8.0)	3 (0.5)	15 (2.5)	42 (7.1)	18 (3.0)	591 (48.4)
단일	20 (52.6)	16* (42.1)	2 (5.3)						38 (3.1)
충돌	10 (43.5)	3 (13.0)	9* (39.1)				1 (4.3)		23 (1.9)
소모	29 (28.7)			49* (48.5)	1 (1.0)	1 (1.0)	17 (16.8)	4 (4.0)	101 (8.3)
분배	3 (12.0)			2 (5.4)	7* (28.0)		10 (40.0)	3 (12.0)	25 (2.0)
순차	29 (51.8)			3 (5.4)		18* (32.1)	1 (1.8)	5 (8.9)	56 (4.6)
일정	52 (18.1)			22 (7.6)	21 (7.3)	1 (0.3)	164* (56.9)	28 (28.6)	288 (23.6)
기타	31 (31.6)	1 (1.0)		9 (9.2)	3 (3.1)		26 (26.5)	28* (28.6)	98 (8.0)
합	620 (50.8)	34 (2.8)	17 (1.4)	132 (10.8)	35 (2.9)	35 (2.9)	361 (21.4)	86 (7.0)	1220

A: 선수 연구 관찰 전 오인 유형, () 안: 가로 비율

B: 본 연구 관찰 후 오인 유형:

과학; 과학자 모형, 단일; 단일극 모형,
소모; 모성 모형, 분배; 분배 모형,
순차; 순차적 흐름 모형, 일정; 일정 전류 모형, 기타

이 표에서 선수 연구(관찰 전)의 각 오인 유형별 전체 비율과 본 연구(관찰 후)의 각 오인 유형별 전체 비율이 거의 같은 것으로 나타나고 있다(과학자 모형; 선수 연구에서 48.8%, 본 연구에서 50.8%). 그러나 개인별 변화를 추적해 보면 다양한 변화를 확인할 수 있다. 특히 분배 모형은 72.0%, 순차적 흐름 모형은 67.9%가 변화하고 있는 것으로 나타나고 있다.

이처럼 개인별로는 다양한 변화를 보이지만 전체적인 비율에서 큰 변화가 없는 것으로 나타나는 것은 횡단적 연구(cross-sectional study)나 오인 해소를 위한 수업 전략 등과 같은 연구에서 비율 비교의 의미 해석에서 시사하는 바가 크다.

선수 연구(현상 관찰 전)에서 과학자 모형을 나타냈던 경우와 오인을 나타냈던 경우로 나누고 각 경우마다 본 연구(현상 관찰 전)에서 어떤 변화 특성을 보이는가를 변인별(문항, 오인 유형 등)로 분석하였다.

1. 문항에 따른 분석

선수 연구(현상 관찰 전)에서 과학자 모형을 나타내는 경우를 본 연구(현상 관찰 전)에서 과학자 모형을 유지하는 경우(변화특성 S:S)와 오인으로 바뀌는 경우(변화 특성 S:M)로 나누어 문항에 따라 분석하고 있는 것이 <표 2>이다. 앞으로 변화 특성의 기호에서 S는 과학자 모형, M은 오인, M는 다른 오인, M는 또 다른 오인 그리고 :는 선수 연구와 본 연구의 경계를 표시하는 것으로 하겠다.

이 표에 의하면 변화 특성이 문항에 따라 유의한 차이를 나타내고 있다($P < 0.01$). 오인으로 변화하고 있는 비율은 문항 3이 40.6%, 문항 4가 49.1%로 다른 문항에 비하여 더 높다. 이것은 문항 3과 문항 4를 접할 때 각각 나타낼 수 있는 두 인지 구조 즉, 오인과 과학자 모형이 공존할 가능성이 높기 때문이다. Hashweh (1986)나 권재술(1989) 등이 주장하는 인지 구조(개념 구조) 사이의 갈등(3)이 해소 되지 않은 채 병존하고 있는 것으로 해석될 수 있다.

선수 연구(현상 관찰 전)에서 오인을 나타내던 경우를 본 연구(현상 관찰 전)에서 같은 오인을 보이는 경우(변화특성 M:M)와 다른 오인으로 바뀌는 경우(변화 특성 M:S)로 나누어 문항에 따라 분석하고 있는 것이 <표 3>이다.

〈표 2〉 선수 연구(관찰 전)에서 과학자 모형을 나타내는 경우, 문항에 따른 본 연구(관찰 전)에서의 특성 변화

A \ B	S : S	S : M	합
1	167(89.3)	20(10.7)	187(31.6)
2	131(71.6)	52(28.4)	183(31.6)
3	19(59.4)	13(40.6)	32(5.4)
4	27(50.9)	26(49.1)	53(9.0)
5	102(75.0)	34(25.0)	136(23.0)
합	446(75.5)	145(24.5)	591
통계치	$X^2 = 42.5, df = 4, P < 0.01$		

A: 문항 번호, B: 변화 특성
S:S; 과학자 모형 유지, S:M; 오인으로 바뀜

〈표 3〉 선수 연구(관찰 전)에서 오인을 나타내는 경우, 문항에 따른 본 연구(관찰 전)에서의 특성 변화

A \ B	M : M	M : M'	M : S	합
1	24(40.4)	6(10.5)	28(49.1)	57(9.1)
2	28(45.9)	5(8.2)	28(45.9)	61(9.7)
3	120(56.6)	58(27.4)	34(16.0)	212(33.7)
4	81(42.4)	77(40.3)	33(17.3)	191(30.4)
5	39(36.1)	18(16.7)	51(47.2)	108(17.2)
합	291(46.3)	164(26.15)	174(27.7)	629
통계치	$X^2 = 89.3, df = 8, P < 0.01$			

A: 문항 번호, B: 변화 특성
M:M; 선수 연구와 같은 오인을 나타냄
M:M'; 선수 연구와 다른 오인을 나타냄
M:S; 과학자 모형으로 바뀜

이 표에서 보면 변화특성 M:M 비율이 46.3%로 오인이 지속적이고 안정하다고 하는 다른 연구 결과들과 대체로 같다고 할 수 있다. 그러나 개인별 추적에 의한 결과이므로 전체의 평균 비율과는 다른 의미를 가지고 있다고 할 수 있다.

2. 선수 연구의 현상 관찰 전 오인 유형에 따른 분석

선수 연구의 현상 관찰 전에 학생들이 가지고 있던 오인에 따라 본 연구에서 어떤 변화 특성을 보이는가를 분석한 것이 〈표 4〉이다.

이 표에서 보면 안정성이 강한 오인 유형(변화 특성

〈표 4〉 선수 연구(관찰 전)의 오인 유형에 따른 본 연구에서의 변화 특성

A \ B	M : M	M : M'	M : S	합
단일	16(42.1)	2(5.3)	20(52.6)	38(6.0)
충돌	9(39.1)	4(17.4)	10(43.5)	23(3.7)
소모	49(48.5)	32(22.8)	29(28.7)	101(16.1)
분배	7(28.6)	15(60.0)	3(12.0)	25(4.0)
순차	18(32.1)	9(16.1)	29(51.8)	56(8.9)
일정	164(56.9)	72(25.0)	52(18.1)	288(45.8)
기타	28(28.6)	39(39.8)	31(31.6)	98(15.6)
합	291(46.3)	161(26.1)	174(27.7)	629
통계치	$X^2 = 81, df = 12, P < 0.01$			

A: 선수 연구 관찰 전 오인 유형
단일; 단일극 모형, 충돌; 충돌 모형
소모; 소모성 모형, 분배; 분배 모형
순차; 순차적 흐름 모형
일정; 일정 전류 모형, 기타
B: 본 연구(관찰 전)의 변화 특성
M:M; 선수 연구와 같은 오인
M:M'; 선수 연구와 다른 오인
M:S; 과학자 모형으로 바뀜

M:M)은 일정 전류 모형(6.9%)과 소모성 모형(48.5%) 등이다. 이 결과는 중, 고등 학생을 대상으로한 Tasker와 Osborne(1985)의 연구와 순차적 추론 속에 소모성 모형을 포함시켜 순차적 추론과 일정 전류 모형이 수업 후에도 지속적으로 나타나는 오인 유형임을 밝힌 Danusso와 Dupre(1987)의 연구 결과와 비슷한 결과를 보여주고 있다.

3. 선수 연구의 현상 관찰 전과 후의 오인 유형 변화 형태에 따른 본 연구 관찰 전의 오인 유형 분석

선수 연구의 현상 관찰 전에 가지고 있던 오인 유형이 현상 관찰 후 어떤 오인 유형으로 변화되는가를 다섯 가지 변화 형태로 나누어 개인별 변화를 추적한 것이 〈표 5〉이다.

첫번째 변화 형태는 현상 관찰 전에 오인을 나타냈다가 현상 관찰 후에 과학자 모형으로 바뀐 경우(157 사례), 두번째 변화 형태는 현상 관찰 전에 오인을 나타냈다가 관찰 후에 관찰 전과 다른 오인을 나타낸 경

(표 5) 선수 연구의 관찰 전과 후의 오인 유형 변화 형태 (전체)

A	B	과학	단일	총돌	소모	분배	순차	일정	기타	합
과학	35#	5□	1□	12□			5□	1□	2□	59(48.4)
단일	11°	17°	3i							38(31)
총돌	1°		2°							23(19)
소모	18°			7i	2i		1i	8i		109(83)
분배				7i	9°				9i	25(20)
순차	22°		1i	3i			21°		9i	56(46)
일정	62°			85i	16i		15°	90i		288(236)
기타	23°			6i	1i			1i	67°	98(80)
합	72°	22°	27°	185°	38°	26°	18°	192°		1220
	(592)	(18)	(22)	(152)	(23)	(21)	(15)	(157)		

A: 선수 연구 관찰 전 오인 유형

B: 선수 연구 관찰 후 오인 유형

	선수연구 관찰 전→	선수연구 관찰 후	사례수
1) °	오 인	과학자 모형	157
2) i	오 인	관찰전 오인과 다른 오인	249
3) °	오 인	관찰전 오인과 같은 오인	223
4) #	과학자 모형	과학자 모형	565
5) □	과학자 모형	오 인	26

우(249사례), 세번째 변화 형태는 현상 관찰 전후에 같은 오인을 가진 경우(223사례), 네번째 변화 형태는 현상 관찰 전과 후에 과학자 모형을 나타낸 경우(565 사례) 등으로 나누고 있다.

각 경우 별로 본 연구(현상 관찰 전)에서 어떤 변화 특성이 있는가를 알아본다.

가. 선수 연구의 현상 관찰 전에 오인을 갖고 있다가 현상 관찰 후에 과학자 모형으로 바뀐 경우에 대한 분석

1) 문항에 따른 분석

선수 연구의 현상 관찰 전에 오인을 갖고 있다가 현상 관찰 후에 과학자 모형으로 바뀐 사례 중에서 본 연구의 현상 관찰 전에 과학자 모형을 그대로 나타내는 경우(변화특성 MS:S)와, 선수 연구의 현상 관찰 전에 나타냈던 오인으로 되돌아 가는 경우(변화특성 MS:M), 그리고 선수 연구 관찰 전에 나타냈던 오인과 다른 오인으로 바뀌는 경우(변화특성 MS:M')를

나누어 문항에 따라 분석하고 있는 것이 (표 6)이다.

(표 6) 선수 연구 관찰 전에 오인을 나타내다가 관찰 후에 과학자 모형으로 바뀐 경우, 문항에 따른 본 연구(관찰 전)에서의 변화 특성

A \ B	MS:S	MS:M	MS:M'	합
1	8(66.7)	2(16.7)	2(16.7)	12(7.6)
2	8(44.4)	10(55.6)		18(11.5)
3	15(30.0)	28(56.0)	7(14.0)	50(31.8)
4	10(24.4)	16(39.0)	15(36.8)	41(26.1)
5	21(58.3)	8(22.2)	7(19.4)	36(22.9)
합	62(39.5)	64(40.8)	31(19.7)	157

통계치: $X^2 = 28.0$ df = 8, Min E. F = 2.4, $p < 0.01$

A: 문항 번호 B: 변화 특성

MS:S; 과학자 모형

MS:M: 선수 연구 관찰 전과 같은 오인

MS:M': 선수 연구 관찰 전과 다른 오인

이 표에 의하면 문항에 따라 변화 특성에 차이가 있음을 나타내고 있다(최소 기대 빈도수가 5이하이므로 보수적인 기준으로 통계적인 의미가 없다). 변화 특성 MS:S는 40.8%로 중요한 변화 특성임을 나타내고 있다. 선수 연구의 현상 관찰 후에 과학자 모형으로 바뀐 것은 현상의 관찰(갈등 상황의 존재)로 스스로 새로운 개념을 도입하여 설명하고 있는 것이다. 그러나 권재술(1989)의 개념변화 모형에 의하면 스스로 도입한 개념구조(C2)로 어떤 현상(R1)과의 갈등(2)는 해소될 수 있으나 오인(C1)과의 갈등(3) 즉, 인지 구조 사이의 갈등 상황은 해소되었다고 볼 수 없기 때문에 원래에 가지고 있던 오인으로 되돌아 가는 것이라고 해석할 수 있다. 그러므로 C1과 C2의 두 인지구조 사이의 갈등을 해소하지 못하는 것이 오인이 안정한(지속적인) 중요한 원인이 될 수 있다.

문항 1과 문항 5가 16.7%, 22.2%로 변화특성 MS:M의 특성이 적은 것은 단순한 현상 관찰만으로도 인지구조 사이의 갈등이 해소될 수 있기 때문이라고 해석할 수 있다. 문항 1에서 보면 현상의 관찰만으로도 스스로 도입한 새로운 개념(한 극만의 연결로는 불이 켜지지 않는다)과 오인(한 극만의 연결로도 전류가 흐를 수 있다)의 갈등이 해소될 수 있다.

2) 선수 연구(현상 관찰 전)의 오인 유형에 따른 분석

(1) 의 변화 특성을 선수(현상 관찰 전)의 오인 유형에 따라 분석한 것이 <표 7>이다(최소 기대 빈도가 5이하이므로 보수적인 기준으로 통계적 의미가 없다).

<표 7> 선수 연구 관찰 전에 오인을 나타내다가 관찰 후에 과학자 모형으로 바뀐 경우, 선수 연구의 오인 유형에 따른 본 연구(관찰 전)에서의 변화 특성

A \ B	MS : S	MS : M	MS : M'	합
단 일	8(72.2)	2(18.2)	1(9.1)	11(7.0)
총 돌			1(100)	1(0.6)
소 모	9(50.0)	9(50.0)		18(11.5)
순 차	9(40.0)	8(36.4)	5(22.7)	22(14.0)
일 정	26(31.7)	40(48.8)	16(19.5)	82(52.2)
기 타	10(43.5)	5(21.7)	8(34.8)	24(14.6)
합	62(39.5)	64(40.8)	31(19.7)	157

통계치 $X^2 = 21.1$, $df = 10$, $Min E. F = 0.2$, $P < 0.05$

A : 선수 연구 관찰 전 오인 유형

B : 변화 특성

MS : S ; 과학자 모형

MS : M ; 선수 연구 관찰 전과 같은 오인

MS : M' ; 선수 연구 관찰 전과 다른 오인

단일극 모형을 가졌던 학생들은 변화특성 MS : S 가 72.2%로 높다. 이것을 현상 관찰로 단일극 모형의 생각과 새로 도입한 개념(과학자 모형)사이의 갈등이 잘 해소되는 결과라고 할 수 있고, 일정 전류 모형을 가졌던 학생들은 변화특성 MS : S 의 비율이 31.7%로 가장 낮다.

이것은 어떤 현상과 일정 전류 모형 사이의 갈등 상황(2)은 스스로 새로운 개념을 도입(과학자 모형)하여 해소되었어도 일정 전류 모형의 인지구조와 과학자 모형의 인지구조 사이의 갈등 상황(3)은 해소가 어려워서 시간이 흐른 후 원래 가지고 있던 일정 전류 모형으로 되돌아가는 것이라고 할 수 있다.

나. 선수 연구의 현상 관찰 전과 후에 다른 오인을 나타냈던 경우에 대한 분석

1) 문항에 따른 분석

선수 연구의 관찰 전에 나타냈던 오인이 현상 관찰 후 다른 오인으로 바뀐 사례 중에 본 연구(현상 관찰

전)에서 선수 연구의 현상 관찰 후와 같은 오인을 나타내는 경우(변화특성 MM' : M'), 과학자 모형으로 바뀌는 경우(변화특성 MM' : S), 선수 연구의 현상 관찰 전후와 다른 오인으로 바뀌는 경우(변화특성 MM' : M'')로 나누어 문항에 따라 분석한 것이 <표 8>이다.

<표 8> 선수 연구 관찰 전에 나타나는 오인 유형과 관찰 후의 오인 유형이 다른 경우, 문항에 따른 본 연구 관찰 전의 변화 특성

A \ B	MM' : M'	MM' : S	MM' : M	MM' : M''	합
1	1(10.0)	4(40.0)	5(50.0)		10(4.0)
2	2(16.7)	5(41.7)	5(41.7)		12(4.8)
3	15(13.2)	13(11.4)	74(64.9)	12(10.5)	114(45.8)
4	17(17.7)	11(11.5)	46(47.9)	22(22.9)	96(38.6)
5	4(23.5)	6(35.3)	3(17.6)	4(23.5)	17(6.8)
합	39(15.7)	39(15.7)	133(53.4)	38(15.3)	249

통계치 $X^2 = 34.4$, $df = 12$, $Min E. F = 1.5$, $P < 0.01$

A : 문항 번호

B : 변화 특성

MM' : M' ; 선수 연구 관찰 후와 같은 오인을 나타내는 경우

MM' : S ; 과학자 모형으로 바뀌는 경우

MM' : M ; 선수 연구 관찰 전 오인으로 되돌아가는 경우

MM' : M'' ; 선수 연구의 관찰 전후와 다른 오인으로 바뀌는 경우

() 안 ; 가로 비율(%)

이 표에 의하면 변화특성 MM' : M의 비율이 53.4%로 가장 높다. 예측과 다른 결과를 관찰했을 때, 스스로 새로운 개념(다른 오인)을 도입할 수도 있지만 그 개념은 예측한 것이 관찰에 의해 틀렸음을 확인하고 다른 개념을 일시적으로 도입한 것이기 때문에 주어지는 문제에서 잘 구조화된 오인이라고 할 수 없다.

문항 5의 변화특성 MM' : M은 17.6%로 가장 낮게 나타나고 있다. 이것은 이 문제 상황에 의존적인 오인이 존재하지 않음을 의미한다고 할 수 있다. 그리고 변화특성 MM' : M'의 비율이 23.5%로 높은 것은 현상의 단순한 관찰로 변화된 오인을 자신의 견고한 개념 체계로 구축 할 수 있는 것이다.

다. 선수 연구의 현상 관찰 전과 후에 같은 오인을 보이는 경우에 대한 분석

1) 선수 연구(현상 관찰 전)의 오인 유형에 따른 분석

선수 연구에서 현상 관찰 전과 후에 같은 오인을 보이는 경우의 사례 중에 본 연구의 현상 관찰 전에 선수 연구에서 가졌던 오인을 그대로 유지하는 경우(변화 특성 MM:M), 과학자 모형으로 바뀌는 경우(변화 특성 MM:S), 선수 연구와 다른 오인으로 바뀌는 경우(변화 특성 MM:M')로 나누고 선수 연구(현상 관찰 전)의 오인 유형에 따라 분석한 것이 <표 9>이다(최소 기대 빈도수가 5이하이므로 보수적인 기준으로는 통계적 의미가 없다).

<표 9> 선수 연구의 관찰 전과 관찰 후에 같은 오인을 보이는 경우, 선수 연구의 오인 유형에 따른 본 연구(관찰 전)에서의 변화 특성

A \ B	MM : M	MM : S	MM : M'	합
단 일	9(52.9)	8(47.1)		17(7.6)
충 돌	9(40.9)	10(45.5)	3(13.6)	22(9.9)
소 모	34(47.2)	17(23.6)	21(29.2)	72(32.3)
분 배	3(33.3)	1(11.1)	5(55.6)	9(4.0)
순 차	8(38.2)	13(61.9)		21(9.4)
일 정	10(66.7)	3(20.0)	2(13.3)	15(6.7)
기 타	21(31.3)	21(31.3)	25(37.3)	67(6.7)
합	94(42.2)	73(32.7)	56(25.1)	223
통계치	$X^2 = 36.0, df = 12, \text{Min E. F} = 2.3, P < 0.01$			

A : 선수 연구관찰 전 오인 유형

B : 변화 특성

- MM:M ; 선수 연구와 같은 오인
- MM:S ; 과학자 모형으로 바뀐 경우
- MM:M' ; 선수 연구와 다른 오인
- () 안 ; %

이 표에 의하면 변화 특성 MM:S는 소모성 모형을 가졌던 학생이 23.6%, 일정 전류 모형을 가졌던 학생은 20.0%로 다른 오인에 비하여 오인 해소가 어려운 오인임을 보여 주고있다. 일정 전류 모형은 전하량 보존 법칙에 대한 교과서 실험의 영향이 매우 크고, 소모성 모형은 $V = IR$ 에서 저항의 증가는 전류를 적게 흐르게 한다는 의미를 맹목적으로 받아들여서 저항이 전

류를 소모시키는 것으로 과일반화 시키는 경향에서 생겨 날 수 있는 오인이다.

변화특성 MM:S의 비율의 32.7%는 <표 8>에서의 변화특성 MM:S의 15.7%보다 높게 나타나고 있다. 선수 연구에서 현상 관찰 전후에 다른 오인을 나타내고 있을 때보다 선수 연구에서 현상 관찰 전후에 같은 오인을 나타낼 때가 더 높은 오인 해소율을 나타내는 것은 두 가지 측면에서 해석해 볼 수 있다. 그 중의 한 가지는 변화특성 MM:S인 경우 견고한 오인을 가지고 있어서 선수 연구 후의 학습 경험에 의해 갈등을 더 강하게 느끼고 오인을 해소하기가 쉬울 수 있다는 것이고, 또 한가지는 선수 연구의 현상 관찰 전후에 같은 오인을 나타냈던 경우 선수 연구의 현상 관찰 전에 객관식 문항에서 정답을 하고 오인을 나타내어 현상 관찰 후에도 그 생각을 바꾸지 않는 경우로 객관식 문항에 대한 정답을 알고 있을 때가 더 쉽게 오인을 해소할 수 있다는 측면이다. 이 문제에 대하여는 더 구체적인 연구가 필요하다.

이들 변화 특성을 학교급별로 분석한 <표 10>, <표 11>에 의하면 변화특성 MM:S와 변화특성 MM:S의 차이가 대학생보다 중·고등학생들에서 차이가 현저하게 나타나고 있다.

<표 10> 선수 연구의 관찰 전에 나타나는 오인 유형과 관찰 후의 오인 유형이 다른 경우, 학교급 별에 따른 본 연구 관찰 전의 변화 특성

A \ B	MM' : M'	MM' : S	MM' : M	MM' : M''	합
중	26(24.1)	7(6.5)	57(52.8)	18(16.7)	108(43.4)
고	9(13.2)	2(2.9)	43(63.2)	14(20.6)	68(27.3)
대	4(5.5)	30(41.1)	33(45.2)	6(8.2)	73(29.3)
합	39(15.7)	39(15.7)	133(53.4)	38(15.3)	249
통계치	$X^2 = 58.9, df = 6, \text{Min E. F} = 10.4, P < 0.01$				

A : 학교급

B : 변화 특성

- MM':M' ; 선수 연구 관찰 후와 같은 오인
- MM':S ; 과학자 모형으로 바뀌는 경우
- MM':M ; 선수 연구 관찰 전 오인으로 되돌아가는 경우
- MM':M'' ; 선수 연구의 관찰 전후와 다른 오인으로 바뀌는 경우
- () 안 ; 비율(%)

(표 11) 선수 연구의 관찰 전과 관찰 후에 같은 오인을 보이는 경우, 학교급에 따른 본 연구(관찰 전)에서의 특성 변화

A \ B	MM : M	MM : S	MM : M'	합
중	47(61.8)	14(18.4)	15(19.7)	76(34.1)
고	22(39.3)	14(25.0)	20(25.7)	56(25.1)
대	25(27.5)	45(49.5)	21(23.1)	91(40.8)
합	94(42.2)	73(32.7)	56(25.1)	223
통계치	$X^2 = 28.8, df = 4, \text{Min E. F} = 14.1, P < 0.01$			

A : 학교급별

B : 변화 특성

MM:M ; 선수 연구와 같은 오인

MM:S ; 과학자 모형으로 바뀐 경우

MM:M' ; 선수 연구와 다른 오인

() 안 ; %

V. 결론 및 제언

선수 연구와 본 연구에서 조사된 자료를 비교 분석하는 중단적 연구에서 얻은 결과를 요약하고 논의하면 다음과 같다.

1) 선수 연구에서의 현상 관찰 전과 본 연구의 현상 관찰전의 오인 유형 비교

(1) 각 오인 유형의 전체 비율은 선수 연구와 비교하여 큰 변화가 없지만 개인별 추적 비교에서는 39.6%의 변화를 보이고 있다.

이 결과에서 실험연구 및 비교 연구 등에서의 전체 평균 비율의 의미 해석에 중요한 시사점을 주고 있다고 할 수 있다.

(2) 선수 연구에서 과학자 모형을 보였어도 본 연구에서 오인으로 바뀌는 문항 전체 비율이 24.5%이며, 문항의 성격에 따라 큰 차이 보이고 있다.

이것은 한 문제 상황에 대하여 과학자 모형과 오인을 모두 파지한 즉, 개념간 갈등(3)(권재술, 1989)을 해소하지 못하고 공존하고 있는 것이라고 할 수 있다.

(3) 일정 전류 모형과 소모성 모형이 비교적 오인 해소가 어렵다.

2) 선수 연구의 현상 관찰 전과 후의 오인 유형 변화 형태에 따른 본 연구 관찰 전의 오인 유형 분석

(1) 선수 연구에서 현상 관찰 전에 오인을 갖고 있

다가 현상 관찰 후에 과학자 모형으로 바뀐 경우, 본 연구(현상 관찰 전)에서 다시 원래의 오인으로 되돌아가는 비율이 40.8%이다.

이것은 선수 연구에서 현상의 관찰(갈등 상황의 존재)로 스스로 새로운 개념을 도입하여 설명하고 있으나, 새로운 개념(C2)와 현상(R1)과의 갈등(2)는 해소될 수 있어도 오인(C2)과의 갈등(3)은 해소되었다고 볼 수 없기 때문에 본 연구에서 원래의 오인으로 되돌아가는 것이라고 할 수 있다.

그러므로 갈등(2)의 해소 뿐만 아니라 갈등(3)의 해소 역시 수업 전략에서 중요한 요인으로 간주할 필요가 있다.

(2) 선수 연구에서 현상 관찰 전과 후에 다른 오인을 나타냈던 경우, 본 연구에서 현상 관찰 전의 오인으로 되돌아가는 비율이 53.4%로 높다.

이것은 예측과 다른 결과를 관찰했을 때 스스로 새로운 개념(다른 오인)을 도입할 수도 있지만, 이 개념은 예측하여 답한 것이 관찰에 의해 틀렸음을 확인하고 다른 개념을 일시적으로 도입한 것이기 때문에 인지 구조에서 잘 구조화된 오인으로 되돌아가는 것이라고 볼 수 있다.

그러므로 오인은 맥락(context)에 의존하여 주어지는 문제 상황에 따라 다른 오인을 나타낼 수 있는 것이다. 일반적인 오인 유형을 찾는 것도 중요하지만 맥락에 의존된 오인을 찾고 그 속에 내재된 인지 심리학적 성질을 규명하려는 노력이 필요하다.

(3) 선수 연구에서 현상 관찰 전후에 다른 오인을 보이는 사례 중에서의 오인 해소 비율 15.7%는 선수 연구에서 현상 관찰 전후에 같은 오인을 보이는 사례 중에서의 오인 해소 비율 32.7%보다 훨씬 낮게 나타나고 있다.

이 문제에 관하여 구체적인 연구가 이루어져야 하겠지만 견고한 오인 체계를 구축한 학생이 그 이후의 학습 경험에 의해 오인해소가 쉬워질 수 있다고 하는 것은 학습 경험을 할 때 더 강한 갈등을 느끼기 때문에 오인해소가 쉬워질 수 있음을 보여주는 예라 하겠다.

참고 문헌

- 권재술(1989), 과학 개념 변화의 한 인지적 모형, 물리 교육 7(1) : 1-9.
- 안수영(1989), 전류 현상 관찰 전후에 있어서 학생들의 오인 유형 및 그 변화, 한국교원대학교 석사학위 논문,

한국교원대학교

- 오광수(1989), Newton의 제3법칙에 대한 오인의 원인 분석, 한국교원대학교 석사학위논문, 한국교원대학교
- Ault, C. R., Novak, J. D., Gowin, D. B.(1988), Constructing Vee maps for clinical interviews on energy concepts, *Science Education* 72(4) : 515-545.
- Bliss, J., Monk, M., & Ogborn, J.(1983), *Qualitative data analysis for educational research*, Croom Helm, London & Canberra.
- Brog, W. R., Gall, M. D.(1983), *Educational research : An introduction*, Longman, New York & London.
- Champagne, A. B., Gunstone, R. F., & Klopfer, L. E.(1985), Instructional consequences of students' knowledge about physical phenomena, in *Cognitive structure and conceptual change*, West, Leo H. T., Pines, A. L., Academic Press, Inc., Orlando, 61-90.
- Clough, E. E., Driver, R.(1986), A study of consistency in the use of student' conceptual frameworks across different task contexts, *Science Education*, 70(4) : 473-496.
- Cosgrove, M., Osborne, R.(1985), A teaching sequence on electric current, in *Learning in science. The implications of children's science*, Osborne, R., Freyberg, P., Heinemann, Auckland London Portsmouth N. H., 112-123.
- Danusso, L., Dupre, F.(1987), Student representation of simple electric circuits, *Proceedings of the second International seminar : Misconceptions and educational strategies in science and mathematics*, Cornell University, Ithaca, NY, USA, 3 : 111-115.
- Driver, R., Warrington, L.(1985), Students' use of the principle of energy conservation in problem situations, *Phys. Educ.* 20 : 171-175.
- Dupin, J. J., Johsua, S.(1987), Conceptions of French pupils concerning electric circuits : structure and evolution, *Journal of Research in Science Teaching*, 24(9) : 791-806.
- Erickson, G. L.(1979), Children's conceptions heat and temperature, *Science Education*, 63(2) : 221-230.
- Gauld, C. F.(1988), The cognitive context of pupils' alternative frameworks, *Int. Sci. Educ.* 10 (3) : 267-274.
- Gilbert, Watts, D. M., Osborne, R. J.(1985), Eliciting student views using an interview-about-instances technique, in *Cognitive structure and conceptual change*, West, Leo H. T., Pines, A. L., Academic Press, Inc., Orlando, 11-27.
- Goldberg, F. M., McDermott, L. C.(1987), An investigation of student understanding of the real image formed by a converging lens or concave mirror *Am. J. Phys.* 55(2) : 108-119.
- Hashweh, M. Z.(1986), Toward an explanation of conceptual change, *Eur. J. Sci. Educ.* 8(3) : 229-249.
- Heller, P.(1987), Use of core propositions in solving current electricity problems, *Proceedings of the second international seminar : Misconceptions and educational strategies in science and mathematics*, Cornell University, Ithaca, NY, USA, 3 : 225-235.
- Licht, P. A.(1987), A strategy to deal with conceptual and reasoning problems in introductory electricity education, *Proceedings of the second international seminar : Misconceptions and educational strategies in science and mathematics*, Cornell University, Ithaca, NY, USA, 2 : 275-284.
- Novak, J. D.(1977), An alternative to Piagetian psychology for science and mathematics education, *Science Education*, 61(4) : 453-477.
- Pines, A. L., West, Leo H. T.(1986), Conceptual understanding and learning : An interpretation of research within a sources-of-knowledge framework, *Science Education*, 70(5) : 583-604.
- Shipstine, D.(1985), Electricity in simple circuits, in *Children's ideas in science*, Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A., Open University Press, Milton Keynes. Philadelphia, 33-51, 1985.
- Shipstone, D. M., Rhoneck, C. V., Jung, W., Karrqvist, C., Dupin, J. J., Johsua, S., Licht, P.(1988), A study of students' understanding of electricity in five European countries, *Int. J. Sci. Educ.*, 10(3) : 303-316
- Stepans, J. I., Beiswenger, R. E., & Dyche, S.(1986), Misconceptions Die Hard, *The Science Teacher* /September : 65-69.

Tasker, R.(1985), Osborne, R., Science teaching and science learning, in Learning in science, The implications of children's science, Osborne, R., Freyberg, P., Heinemann, Auckland London Portsmouth N. H., 15-27.

Wandersee, J. H.(1985), Can the history of science

help science educators anticipate students' misconceptions ?, Journal of Research in Science Teaching, 23(7) : 582-597.

Watts, D. M.(1983), Some alternative view of energy, Phys. Edu. 18 : 213-217.

ABSTRACT

A Longitudinal Study on Students' Misconception patterns of Electric Current

Moon, Choong Sik

(Kyungki kwangnam middle school)

Kwon, Jae Sool

(Korea National University of Education)

The objectives of the study is to examine students concepts changes using a longitudinal study. The study compared two data sets collected in 1989 and in 1990 using the same instrument and subjects. The first data set was collected by Ahn(Ahn, 1989).

In the study, students' patterns of misconceptions were examined in the following aspects :

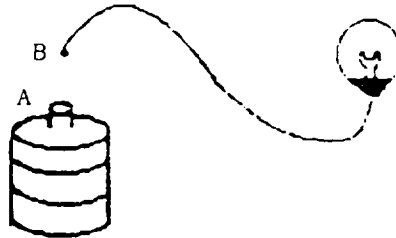
1) Comparison of the students' misconception before observation of actual phenomenon in the first data between the two data sets.

2) The analysis of the patterns of students misconceptions of the second data set in terms of students' patterns of conceptual change before and after observation in the first data set.

In the study, overall patterns of students' misconceptions appeared in the second data set were similar to those of the first data set ; however, about 40% of individual student's patterns of misconceptions were changed. Even the students who changed their opinion from misconception to scientific by observing the give phenomenon in the previous study(the first data set) returned to their original misconception after one year. The researcher interpreted this phenomenon in terms of the characteristics of the three kinds of cognitive conflict suggested by Kwon(Kwon, 1989).

(부록) 검사 도구

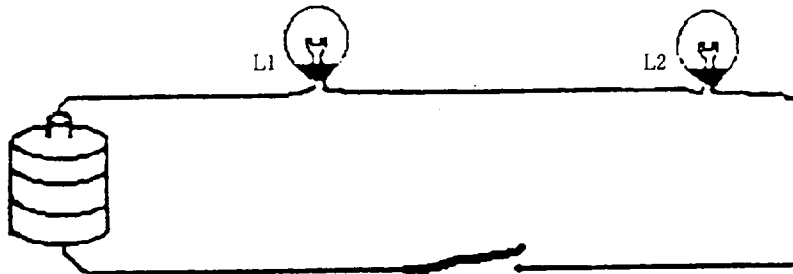
(문항 1) 그림과 같이 전구에 도선을 연결하였다.
 도선 B를 전지A에 연결하면 전구는 어떻게 되겠는가?



- 가) 불이 켜진다.
- 나) 불은 켜지나 곧 꺼진다.
- 다) 불은 켜지지 않는다.
- 라) 기타(보기와 다른 경우)

선택 이유 : _____

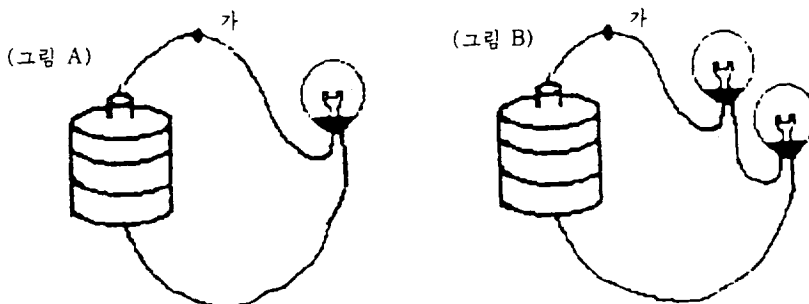
문항 2) 동일한 전구 L1, L2가 전지에 그림과 같이 연결되어 있다.
 스위치를 닫으면 전구 L1, L2의 밝기는 어떻게 되겠는가?



- 가) L1이 L2보다 밝다.
- 나) L1, L2의 밝기는 같다.
- 다) L1이 L2보다 어둡다.
- 라) 기타(보기와 다른 경우)

선택 이유 : _____

(문항 3) (그림 A)와 같이 전전지에 전구가 연결된 회로가 있다. 이 회로에 (그림 B)와 같이 전구 하나를 더 연결 하였을 때 "가"점에 흐르는 흐르는 전류는 어떻게 되겠는가?

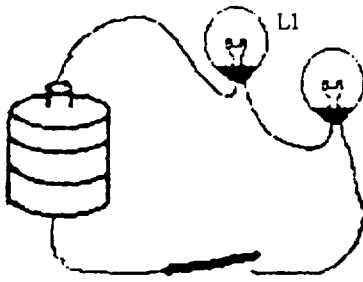


- 가) 더 많이 흐른다.
- 다) 더 적게 흐른다.

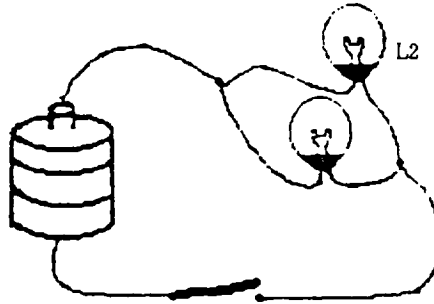
- 나) 변함 없이 같은 양이 흐른다.
- 라) 기타(보기와 다른 경우)

선택 이유 : _____

(문항 4) 동일한 전전지, 전구를 사용하여 그림과 같이 회로 A, B를 만들었다.
스위치를 닫으면 회로 A, B에서 전구 L1, L2의 밝기는 어떻게 되겠는가?



(회로 A)

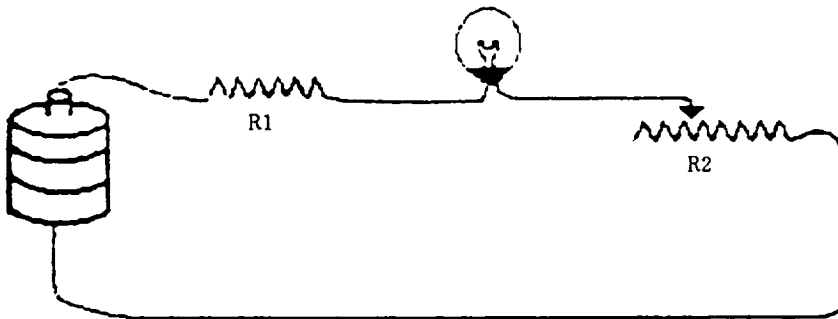


(회로 B)

- 가) 회로 A의 전구 L1이 회로 B의 전구 L2보다 밝다.
- 나) 회로 A의 전구 L1과 회로 B의 전구 L2의 밝기는 같다.
- 다) 회로 A의 전구 L1이 회로 B의 전구 L2보다 어둡다.
- 라) 기타(보기와 다른 경우)

선택 이유 : _____

(문항 5) 전전지, 가변 저항, 전구가 회로와 같이 연결되어 불이 켜져 있다.
만약 저항 R2를 증가 시킨다면 전구의 밝기는 어떻게 될까?



- 가) 밝아진다.
- 나) 그대로 변함이 없다.
- 다) 어두워진다.
- 라) 기타(보기와 다른 경우)

선택 이유 : _____