

# 갈등상황 제시 유형에 따른 학생 개개인의 물리 개념 변화 과정 경로 분석

김지나 · 이영직 · 권재술  
(한국교원대학교) · (충남과학고등학교)

## The Analyses of the Change Process of Students' Physics Conceptions by the Types of Conflict Situations

Kim Jina · Lee Young-Jick<sup>1</sup> · Kwon Jae-Sool  
(Korea National University of Education) · (ChungNam Science High School)<sup>1</sup>

### ABSTRACT

The purpose of the study is to understand the change process of middle school students' physics conceptions by the presented types of conflict situations. 274 middle school students were selected from one school in Pusan, however 257 students were participated in all the procedure of the study. After we classified students' physics conceptions into scientific and unscientific conceptions, presented three types of conflict situations. In this study three different cognitive conflict strategies were adopted; the first one is logical arguments(LCS: logical conflict situation), the second is actual demonstration(DCS: demonstrational conflict situation), and the third is two strategies together(DLCS). In this study, first, we investigated the change process of students' physics conceptions by three types of conflict situations. Second, we compared the effect of three conflict situations presentation, which includes positive effect by conceptual change from misconception to scientific conception and negative effect by conceptual change from scientific conception to misconception. Third, we studied characteristics of conceptual change by characteristics of conflict situations. In result, DLCS group and DCS group were more positive effect than LCS group in mechanics, DLCS group and LCS group were more positive effect than DCS group in electricity. It seems that mechanics are closely related to physical experiences, while electricity are more abstract.

**Key words** : cognitive conflict, conceptual change, effect of conflict situations

### I. 서 론

학생들은 수업 이전에 나름대로의 개념을 가지고 있으며 그 개념이 학습 결과에 영향을 미친다는 것은 교수-학습과정을 재평가하게 한다. 학생들이 가지고

있는 개념은 과학 학습에 영향을 미칠 뿐만 아니라 다음의 관련 학습에 영향을 미치게 된다. 이러한 개념은 정규 수업 후에도 여전히 지속되거나 강화되어 과학적 개념으로 쉽게 변하지 않는다. 그러므로 교수 학습에서 학생들의 개념이 과학적으로 변화할 수 있

<sup>1</sup>1999년 8월 19일 접수.

는 효과적인 방안을 찾는 것이 중요하다.

구성주의 학습이론은 과학교육에 많은 시사점을 주고 있다. 구성주의 학습이론에 따르면, 학생들은 학교 교육을 받기 전부터 일상생활로부터 얻은 경험을 토대로 나름대로 선개념을 형성하고 있다는 것이다. 학생들이 갖고 있는 선개념은 매우 견고하며 많은 경우 과학자들의 개념과는 다른 것들이다(Driver 등, 1985; Osborne & Freyberg, 1985; West & Pines, 1985; Hashweh, 1986; Lawson, 1986).

학습은 학생들이 이미 가지고 있는 지식과 앞으로 배울 지식 사이의 상호작용에 의해 이루어진다. 학생들이 가지고 있는 선개념이 과학적 개념과는 다를 때, 학생들은 수업 후에도 교사가 의도하는 것과는 다른 개념을 형성하게 되거나, 기존에 가지고 있었던 개념을 그대로 고수하기도 한다(Tasker & Osborne, 1985; Watts & Zylbersztajn, 1981; Gilbert & Swift, 1985). 그러므로 학생들이 가지고 있는 선개념을 찾고 이들 개념이 과학적 개념으로 발전시킬 수 있는 교수-학습방법을 모색해야 할 필요가 있다. 개념 변화 과정의 출발점은 학생들이 갖고 있는 '소박한 지식'이다. 이러한 지식은 흔히 과학 지식과는 다르더라도 성공적으로 학생들의 개념 변화에 도움을 주고 있다(Champagne et al., 1983). 그러므로 개념 변화를 일으키기 위해서는 먼저 학생들이 갖고 있는 선개념들을 반드시 파악할 필요가 있고, 그 다음으로 학생들의 오개념을 변화시키려는 교수전략이 필요하다.

개념 변화에 관한 많은 연구결과에서 인지적 갈등을 개념 변화의 중요한 요소로 여긴다. 인지적 갈등을 일으키기 위해서는 학생들이 선개념에 대해 불만족을 느끼도록 해야한다고 제안하고 있다(Posner 등, 1982; Strike & Posner, 1982). Pak (1995)은 학생들의 생각에 반하는 증거를 제시하더라도 항상 의미있는 갈등이 일어나는 것은 아니므로, 선개념을 확인하고 개념 변화를 증진시킬 수 있는 유용한 증거를 창안하는 것이 중요하다고 제안했다. 김범기(1994)는 학생들의 오개념을 치료하기 위해서는 학생들의 개념을 먼저 파악해야하고, 이를 바탕으로 교사는 학생들의 생각과 대립되는 현상이나 자료를 다양하게 제시

하는 것이 바람직하다고 하였다.

본 연구에서는 학생들에게 인지갈등을 유발하는 방법으로서 직접 실험을 통하여 보여주는 현상제시, 논증을 제시하는 논리제시, 그리고 현상을 제시한 다음 논리를 제시하는 현상-논리제시를 사용하여 갈등상황 제시 유형에 따라 갈등상황 제시의 정적효과와 부적효과, 갈등상황 제시의 특성에 따른 개념 변화의 특성, 그리고 학생들의 개념 변화 과정의 경로를 비교해 보았다. 일반적으로 학교에서 이루어지고 있는 수업은 개별면담 보다는 전체적인 수업으로 진행하기 때문에, 본 연구도 전체적인 수업으로 진행하였고 학생들의 생각은 문항지를 사지선다형 선택 후 이유 진술을 쓰게 하여 학생들의 개념을 조사하였다.

본 연구의 연구문제는 다음과 같다.

1. 개인의 물리 개념은 어떤 경로로 변하는가?
2. 갈등상황 제시의 정적효과와 부적효과를 비교하면 어떠한가?
3. 갈등상황 제시의 특성에 따른 개념 변화의 특성은 어떠한가?

## II. 연구내용 및 방법

연구 대상은 부산광역시 소재의 중학교 1학년 274명을 선정하였는데, 사후검사까지 모두 참여한 학생은 257명이다.

갈등상황 제시 유형에 따른 학생들의 개념 변화 경로를 알아보기 위해 현상을 제시할 실험 기구를 제작하고 논리를 개발하여 (Fig 1)과 같은 과정으로 검사를 실시하였다.

검사 문항은 전기의 전류에 관한 5문항과 역학에서 뉴턴의 운동법칙에 관한 5문항을 선정하여 사용하였다. 각 문항은 다음과 같다. 1. 두 개의 전구를 직렬 연결할 때의 전구의 밝기 비교(직렬1). 2. 한 개의 전구를 연결할 때와 두 개의 전구를 직렬 연결 할 때의 밝기 비교(직렬2). 3. 한 개의 전구를 연결할 때와 두 개의 전구를 병렬 연결할 때의 밝기 비교(병렬1). 4. 전구 세 개를 병렬 연결할 때 전구의 밝기 비교(병렬2). 5. 전구와 직렬 연결된 가변저항의 크기를 증가시킬 때의 밝기(가변저항). 6. 직선 운동에서의 관성

(관성 1), 7. 곡선 운동에서의 관성(관성 2), 8. 용수철에서의 작용반작용(작용반작용 1), 9. 질량이 같은 공과 나무토막의 평형(평형), 10. 질량이 같고, 세기가 다른 두 자석의 작용반작용(작용반작용 2). 각 문항은 사지선다 응답후 이유 진술을 쓰게 하여 학생들의 개념을 조사하였다.

갈등상황 제시 유형으로는 직접 시범 기구를 제작해서 현상을 보여주는 현상제시와, 그 문항에 대한 논증들 제시하는 논리제시, 그리고 현상을 보여준 다음 논증을 제시하는 현상-논리제시 방법을 사용하였다.

학생들의 선개념을 조사한 뒤, 세가지 유형의 갈등상황을 제시한 후 사후 검사를 실시하였다. 사후검사 문항은 사전검사 문항과 같은 문항을 사용하였다. 갈등상황을 제시한 다음날, 1시간 동안 전기와 역학에 대한 전반적인 수업을 하였다. 학생들의 개념이 지속적인 알아보기 위하여, 1주일 후와 2개월 후 같은 문항지로 사후 검사를 실시하였다. 갈등상황 제시 후 학생들의 생각이 어떻게 바뀌었는지 분석하였다. 즉, 학생들의 선개념을 과학적개념과 오개념으로 분류한 뒤, 갈등상황이 제시한 후, 학생들의 선개념이 과학적 개념으로 변하는지 오개념으로 변화하는지를 알아보았다. 또한 학생들의 물리 개념이 어떤 경로로 변하는지를 분석하였다.

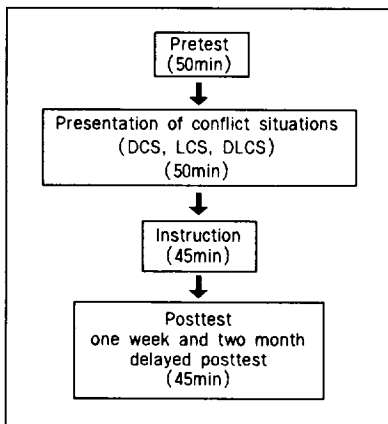


Fig 1. Procedure of reserch

### Ⅲ. 연구결과 및 논의

갈등상황 제시별 각 집단간 학생들의 개념 변화 과정의 경로를 분석하였다. 학생들의 개념을 과학적 개념과 오개념으로 분류하고, 제시 직후와 1주일 후 그리고 2개월 후 학생들의 물리 개념이 어떻게 변화하였는지 조사했다. 정답자 중 응답 이유 진술이 과학적 개념이 아닌 학생도 오개념으로 분류하였다.

갈등상황을 제시하고 난 2개월 후 학생들의 사전 개념이 어떻게 바뀌었는지 분석하였고, 각 학생들의 개념 변화과정의 경로를 분석하였다.

#### 1. 개인별 개념 변화 과정의 경로 분석

각 문항에 대해 학생들 개개인의 개념 변화 과정을 조사하였다.

사전 오개념을 가지고 있던 학생이 제시 2개월 후 과학적 개념으로 바뀐 경우(오개념→과학적 개념), 오개념을 가진 학생이 어떤 경로로 과학적 개념이 생성되었는가를 중점적으로 알아 보았다. 이 경우에 과학적 개념이 형성되는 경로는 4가지가 있다. 즉 ① 오개념→과학적 개념→과학적 개념→과학적 개념으로 변한 경우, 갈등상황을 제시한 직후 오개념이 과학적 개념으로 바뀐 것이다. 이 경우는 갈등상황 제시만으로도 학생들의 개념이 과학적으로 변한 것으로, 바람직한 개념 변화 과정으로 보인다. ② 오개념→오개념→과학적 개념→과학적 개념으로 변한 경우, 갈등상황만으로는 과학적 개념을 이끌어 내지 못하고, 갈등상황과 갈등상황 제시 후 시행했던 전기와 역학에 관한 일반적 수업의 영향을 받아 제시의 효과가 늦게 나타나긴 하지만, 계속적으로 과학적 개념이 형성된 것으로 바람직한 개념 변화의 과정으로 보인다. ③ 오개념→오개념→오개념→과학적 개념으로 변한 경우, 이 경우는 갈등 상황을 제시한 2개월 후에 과학적 개념이 형성되는 경우로, 이 경우는 갈등상황 제시의 효과라고 말하기가 어려울 거라고 본다. ④ 오개념→과학적 개념→오개념→과학적 개념으로 변한 경우, 갈등상황의 제시가 학생들에게 영향을 미치기는 하나 과학적 개념이 학생들의 머리 속에 정착한 것이 아니

라 상황에 맞게 응답한 것으로 보인다.

지면상 10개의 문항중 전기 문항과 역학 문항 각 한 문항씩 개개인별 개념변화 경로를 <Fig 2>와 <Fig 3>에 나타내었다.

(1) 전기 문항의 개념 변화 과정의 경로 분석

사전에 과학적 개념을 가지고 있던 학생이 갈등상황 제시 후에도 일관성 있게 과학적 응답을 하는 경우는 현상-논리제시 집단이 많았고, 논리제시 집단과 현상제시 집단은 차이가 나지 않는 문항이 많으나, 전반적으로 현상제시 집단이 더 많았다.

사전 과학적 개념을 가지고 있던 학생이 갈등상황 제시 직후 오개념이 형성된 경우는 전반적으로 논리제시 집단이 많았다.

사전에 오개념을 가지고 있던 학생들이 갈등상황 제시 직후부터 과학적 개념이 형성되어 2개월 후까지

도 계속 과학적 개념을 가지고 있는 학생 수는 대체적으로 현상-논리제시 집단이 많았고, 그 다음이 논리제시 집단이었다.

사전에 오개념을 가지고 있던 학생들이 갈등상황 제시 후에도 계속 오개념을 가지고 있는 학생 수는 현상제시 집단에서 가장 많았다.

(2) 역학 문항의 개념 변화 과정의 경로 분석

사전 과학적 개념을 가지고 있던 학생이 갈등상황 제시 후에도 일관성 있게 과학적 응답을 하는 경우는 현상-논리제시 집단이 많았고, 논리제시 집단과 현상제시 집단은 차이가 많이 나지는 않으나, 전반적으로 현상제시 집단이 더 많았다.

사전 과학적 개념을 가지고 있던 학생이 갈등상황 제시 직후 오개념이 형성된 경우는 전반적으로 논리제시 집단이 많다.

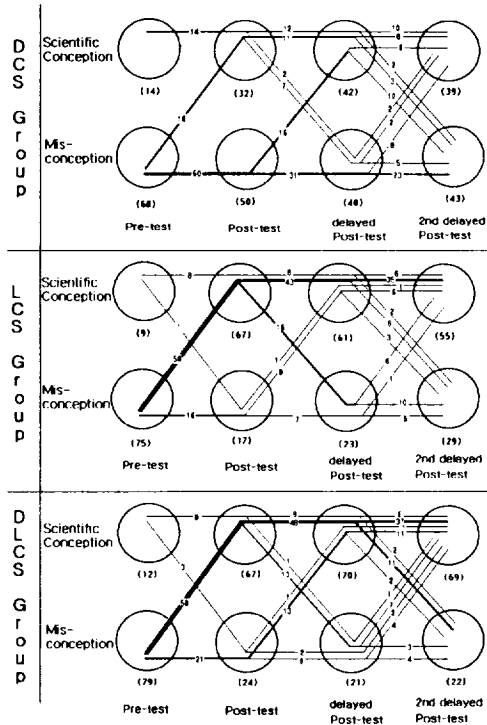


Fig 2. Process of conceptual change (Series 1)

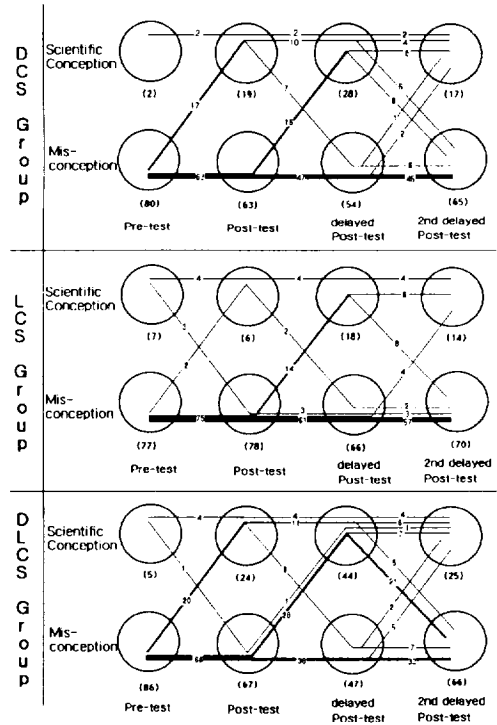


Fig 2. Process of conceptual change (Curvilinear inertia)

사전 오개념을 가지고 있던 학생들이 갈등상황 제시 직후부터 과학적 개념이 형성되어 2개월 후까지도 계속 과학적 개념을 가지고 있는 학생 수는 대체적으로 현상-논리제시 집단이 많았고, 그 다음이 현상제시 집단이었다. 작용반작용2 문항에서만 논리제시 집단이 가장 많았다.

사전에 오개념을 가지고 있던 학생들이 갈등상황 제시 후에도 계속 오개념을 가지고 있는 학생 수는 논리제시 집단에서 가장 많았다.

## 2. 갈등상황 제시의 정적효과와 부적효과 비교

갈등상황을 제시한 2개월 후에, 과학적 개념을 가진 학생들이 계속 과학적 개념을 가지고 있는지 아니면 다른 오개념을 형성하였는지, 오개념을 가진 학생들이 과학적 개념을 가지게 되었는지 아니면 다른 오개념을 계속 가지고 있는지 조사하였다. 이것은 〈Table 1〉을 보면 알 수 있다. 이것을 토대로 갈등상황 제시의 효과를 〈Table 2〉와 같이 알아보았다. 〈Table 2〉에서 정적 효과는 오개념을 가진 학생이 갈등상황 제시 2개월 후 과학적 개념을 가지게 된 학생들의 백분율이고, 부적 효과는 사전에 과학적 개념을 가진 학생들이 갈등상황 제시 2개월 후 과학적 개념이 아닌 오개념이 형성된 경우의 백분율이다.

즉, 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\text{정적효과} = \frac{\text{사전 오개념} \rightarrow 2\text{개월 후 과학적 개념으로 바뀐 학생 수}}{\text{사전 오개념을 가진 학생 수}} \times 100$$

$$\text{부적효과} = \frac{\text{사전 과학적 개념} \rightarrow 2\text{개월 후 오개념으로 바뀐 학생 수}}{\text{사전 과학적 개념을 가진 학생 수}} \times 100$$

학습에서 목표로 하는 것은 오개념을 가진 학생이 학습 후 과학적 개념을 가지게 하는 것이다. 그리고 과학적 개념을 가지고 있던 학생들은 계속 과학적 개념을 간직하기를 기대한다. 각 제시 집단별 정적 효과와 부적 효과를 영역별로 비교해 보면 〈Table 2〉와 같다.

### (1) 전기 문항의 정적효과와 부적효과 비교

오개념을 가진 학생이 갈등상황을 제시한 2개월 후 과학적 개념으로 바뀐 정적 효과를 비교해 보면, 전체적으로 현상-논리제시 집단이 정적 효과가 가장 컸다. 직렬1 문항(문항 1), 병렬1 문항(문항 3), 병렬2 문항(문항 4)에서는 현상-논리제시 집단이 가장 정적 효과가 컸고 그 다음이 논리제시 집단이었다. 직렬2 문항(문항 2)에서는 각 집단간 별 차이가 없었다. 가변 저항 문항(문항 5)에서는 각 집단간 차이가 나지 않았다.

전기 부분의 현상제시는 불의 밝기를 확실하게 눈

Table 1. Conceptual change(Pre-test→2nd delay post-test)

(The number of students)

Items	Group Process	DCS Group				LCS Group				DLCS Group			
		S→S	S→M	M→S	M→M	S→S	S→M	M→S	M→M	S→S	S→M	M→S	M→M
1. series 1		12	2	27	40	7	2	48	27	10	2	59	20
2. series 2		3	0	9	70	0	4	8	72	-	-	11	80
3. parallel 1		1	2	12	67	0	2	27	55	0	2	41	48
4. parallel 2		4	1	24	53	5	0	35	44	10	2	44	35
5. variable resistance		24	7	15	36	21	17	13	33	23	8	19	41
6. linear inertia		4	1	27	50	5	0	33	46	6	0	62	23
7. curvilinear inertia		2	0	15	65	4	3	10	67	5	0	20	66
8. action - reaction 1		1	0	24	57	0	5	17	62	3	1	39	48
9. balance		6	1	43	32	2	4	34	44	9	0	61	21
10. action - reaction 2		4	2	37	39	5	2	64	13	10	1	61	19

(S: Scientific conception, M: Misconception)

DCS: demonstrational conflict situation, LCS: logical conflict situation, DLCS: using the two strategies together

**Table 2.** Conceptual change(Pre-test→2nd delay post-test)

Items	Group Effect	(Percentage)											
		DCS Group				LCS Group				DLCS Group			
		Positive Effect	Negative Effect	No change		Positive Effect	Negative Effect	No change		Positive Effect	Negative Effect	No change	
		S→S	M→M			S→S	M→M			S→S	M→M		
1. series 1		40.2	14.3	85.7	59.7	64.0	22.2	77.8	36.0	74.7	16.7	83.3	25.3
2. series 2		11.4	0	100	88.6	10.0	100	0	90.0	12.1	-	-	87.9
3. parallel 1		15.2	66.7	33.3	84.8	32.9	100	0	67.1	46.1	100	0	53.9
4. parallel 2		31.2	20.0	80.0	68.8	44.3	0	100	55.7	55.7	16.7	83.3	44.3
5. variable resistance		29.4	22.6	77.4	70.6	28.3	44.7	55.3	71.7	31.7	25.8	74.2	68.3
6. linear inertia		35.1	20.0	80.0	64.9	41.8	0	100	58.2	72.9	0	100	27.1
7. curvilinear inertia		18.8	0	100	81.3	13.0	42.9	57.1	87.0	23.3	0	100	76.7
8. action - reaction 1		29.6	0	100	70.4	21.5	100	0	78.5	44.8	25.0	75.0	55.2
9. balance		57.3	14.3	85.7	42.7	43.6	66.7	33.3	56.4	74.4	0	100	25.6
10. action - reaction 2		48.7	33.3	66.7	51.3	83.1	28.6	71.4	16.9	76.3	9.1	90.9	23.8

(S: Scientific conception, M: Misconception)

으로 짚 수 없다는 특징이 있다. 그렇기 때문에 학생들은 자신의 생각에 의존한 관찰을 하게 되고, 그 생각에 부합되는 다른 오개념을 형성하는 학생들이 많다는 것을 알 수 있다.

2개월 후의 학생들의 개념 변화의 정적 효과를 비교해 본 결과 전기 부분은 현상-논리제시가 가장 효과적임을 알 수 있고, 그 다음이 논리제시임을 알 수 있다.

과학적 개념을 가진 학생이 갈등상황을 제시 한 2개월 후 오개념이 형성된 부적 효과를 비교해 보면, 직렬1(문항 1), 직렬2(문항 2), 병렬1(문항 3), 가변 저항(문항 5)에서 논리제시 집단이 부적 효과가 가장 컸고, 그 다음이 현상-논리제시 집단이었다. 병렬2(문항 4)에서는 현상제시 집단이 부적 효과가 가장 컸으며, 그 다음이 현상-논리제시 집단이었다.

논리제시 집단에서 과학적 개념을 가진 학생이 갈등상황 제시 2개월 후 오개념이 형성되었다는 것은, 제시된 논리를 잘못 해석하는 경우가 많기 때문이라고 본다. 이 결과로 보아 논리제시를 할 경우에는 세심한 주의를 해야한다고 본다.

각 집단 내에서 정적 효과와 부적 효과를 비교해 보면, 현상제시 집단과 현상-논리제시 집단에서는 직렬1(문항 1), 직렬2(문항 2), 병렬2(문항 4), 가변 저항(문

항 5)에서 부적 효과보다 정적 효과가 더 컸다. 병렬1(문항 3)에서만 부적 효과가 정적 효과보다 더 컸다. 논리제시 집단에서는 직렬1(문항 1), 병렬2(문항 4)에서 부적 효과보다 정적 효과가 더 컸다. 직렬2(문항 2), 병렬1(문항 3), 가변 저항(문항 5)에서는 부적 효과가 더 컸다.

이 결과로 보아 전기 문항에서 현상-논리제시가 학생들이 과학적 개념을 가지게 하는데 가장 효과적이라는 것을 알 수 있다. 그리고 논리제시는 오개념을 가진 학생들에게 과학적 개념을 가지게 하는데 현상제시 보다 효과적이긴 하지만, 과학적 개념을 가진 학생들에게는 제시된 논리를 잘못 해석할 위험을 가진다는 것도 알 수 있다.

(2) 역학 문항의 정적효과와 부적효과의 비교

역학 문항에서는 전자기 문항과는 다른 결과가 나왔다.

정적 효과를 비교해 보면 곡선 관성 문항(문항 7), 작용반작용 1 문항(문항 8), 평형 문항(문항 9)에서는 현상-논리제시 집단이 가장 정적 효과가 가장 컸으며, 그 다음이 현상제시 집단이었다. 직선 관성 문항(문항 6)에서는 현상-논리제시 집단이 정적 효과가 가장 컸고, 그 다음이 논리제시 집단이었다. 작용반작용2 문

항(문항 10)에서는 논리제시 집단이 정적효과가 가장 컸으며 그 다음이 현상-논리제시 집단이었다.

역학 문항에서도 전체적으로는 현상-논리제시 집단이 정적 효과가 컸고, 그 다음이 현상제시 집단이었다.

역학 문항에서의 현상제시는 전기 문항과는 달리 제시한 현상이 눈으로 확실히 관찰할 수 있는 것이었기 때문에, 인지구조 속에서 관찰한 현상을 왜곡할 수 없어 현상제시가 논리제시보다 정적 효과가 더 큰 문항이 많은 것으로 보인다. 같은 작용반작용 문항인데도, 작용반작용 2 문항(문항 10)에서 논리제시 집단의 정적 효과가 가장 큰 이유는, 작용반작용 2 문항은 질량이 같고 세기가 다른 두 자석의 밀리는 거리 정도를 묻는 문항에서 학생들이 제시된 현상을 인지구조에 맞추어 왜곡되게 받아들였기 때문이라고 본다.

부적효과를 비교해 보면, 곡선 관성 문항(문항 7), 작용반작용1 문항(문항 8), 평형 문항(문항 9)에서 논리제시 집단의 부적 효과가 가장 컸다. 직선 관성 문항(문항 6)에서 논리제시 집단과 현상-논리제시 집단에서는 사전에 과학적 개념을 가진 학생 모두가 2개월 후에도 과학적 개념을 유지하고 있었는데, 현상제시 집단에서는 5명 중 1명(20%)이 오개념이 형성되었다. 작용반작용2 문항(문항 10)에서는 현상제시 집단이 부적효과가 가장 컸는데, 이것은 자석이 밀린 거리를 관찰하는 과정에서 자신의 생각에 확신이 없던 학생이 아주 작은 미세한 차이를 관찰하려 했고, 그 결과 거리에 차이가 난다고 관찰을 했기 때문이라고 본다. 이것으로 보아 현상을 제시 할 때에는 눈으로 확실히 관찰이 되는 것으로 제시되어야 한다고 본다.

각 집단내의 정적효과와 부적효과를 비교해 보면, 현상-논리제시 집단과 현상제시 집단은 5문항 전부 정적효과가 부적효과보다 더 크게 나왔다. 논리제시 집단에서는 직선 관성 문항(문항 6), 작용반작용2 문항(문항 10)에서는 정적효과가 더 크게 나왔으나, 곡선 관성 문항(문항 7), 작용반작용1 문항(문항 8), 평형 문항(문항 9)에서는 부적효과가 더 크게 나왔다.

역학 문항과 마찬가지로 집단내의 정적효과와 부적효과의 크기를 비교해보았을 때, 논리제시 집단은 정적효과보다 부적효과가 큰 문항이 더 많았는데, 이러한 결과로 보아, 과학적 개념을 가진 학생들이 역학

문항에서 제시한 논리를 잘못 이해하고 해석하여 자신의 개념을 오개념으로 바꾼 것이라고 생각한다. 그러므로 논리를 제시할 때에는 학생들이 잘못 해석하지 않도록 학습자 변인을 고려해야 할 필요가 있다고 본다.

### 3. 갈등상황 제시의 특성에 따른 분석

꼬마전구의 불의 밝기 비교라든지, 자석의 밀린 거리를 비교하는 것을 현상으로 보여주면, 아주 미소한 차이에 반응을 하여 자신의 생각을 합리화시키는 경향이 있었다. 그래서 갈등상황 제시의 특성을 현상제시의 특성에 맞추어 가시적인 현상제시와 비가시적 현상제시로 나누어서, 정답을 및 과학적 개념 응답자수를 비교하였다. 즉, 현상제시가 눈으로 확실히 구별되는 것은 가시적 현상제시로, 미소한 차이에 의해 왜곡된 현상을 관찰할 수 있는 문항에 대해서는 비가시적 현상제시 분류하였다. 각각의 경우 제시 직후와 1주일 후 및 2개월 후의 학생들의 개념을 알아보았다.

전기 문항에서 확실히 눈으로 구별할 수 있는 가시적 현상제시의 문항은 가변저항 문항이고, 구별이 잘 가지 않는 비가시적 현상제시의 문항은 직렬1, 직렬2, 병렬1, 병렬2 문항으로 분류하였다.

역학 문항에서 확실히 눈으로 구별할 수 있는 가시적 현상제시의 문항은 직선 관성, 곡선 관성, 작용반작용1, 평형 문항이고, 구별이 잘 가지 않는 비가시적 현상제시의 문항은 작용반작용2 문항으로 분류하였다.

#### (1) 가시적 현상제시의 경우 개념변화 분석

눈으로 왜곡된 현상을 관찰할 가능성이 적은 문항인 가변저항, 관성1, 관성2, 작용반작용1, 평형 문항의 선택형 정답자의 학생 수 및 과학적 개념을 가진 학생 수를 합하여 〈Table 3〉과 같이 백분율을 내어 보았다.

눈으로 확실히 구별 가능한 가시적 현상제시 문항에 대한 정답율은 현상-논리제시 집단과 현상제시 집단이 높았고, 논리제시 집단이 낮았다. 과학적 개념을 가진 학생 수는 현상-논리제시 집단이 가장 많았고, 그 다음이 현상제시 집단이었다.

눈으로 왜곡된 현상을 관찰할 가능성이 적은 가시적 현상제시 문항에 대해서, 학생들의 과학적 개념을 형성하는데는 현상-논리제시가 가장 효과적임을 알 수 있다. 그리고 논리제시보다는 현상제시가 더 효과적임을 알 수 있다.

(2) 비가시적 현상제시의 경우 개념변화 분석

직렬1, 직렬2 병렬1, 병렬2, 작용반작용2 문항을 비가시적 현상제시 문항으로 분류했다. <Table 4>는 비가시적 현상제시 문항에 대한 선택형 정답을 및 과학적 개념을 가진 학생 수를 조사한 것이다. 선택형 정답자 수는 현상-논리제시 집단과 논리제시 집단이 많았으며, 현상제시 집단이 가장 적었다.

정답자 중 과학적 개념을 가진 학생 수는 제시 1주

**Table 3.** The number of students who choice correct answer and the number of students having scientific conception in the observable demonstration situations.

Time of test Group of conflict situations		Pre-test	Post-test	Delayed post-test (1 week)	2nd Delayed post-test (2 months)		
						Number of correct choice	
		LCS Group	139 (33.1%)	183 (43.6%)	306 (73.3%)	253 (60.2%)	22
		DLCS Group	135 (29.7%)	446 (98.0%)	441 (96.9%)	414 (91.0%)	
Number of students' having scientific conception		DCS Group	46 (11.2%)	168 (41.0%)	194 (47.3%)	161 (39.3%)	
		LCS Group	61 (14.5%)	107 (25.5%)	180 (42.9%)	139 (33.1%)	
		DLCS Group	55 (12.1%)	282 (59.8%)	301 (66.2%)	247 (54.3%)	

**Table 4.** The number of students who choice correct answer and the number of students having scientific conception in the unobservable demonstration situations.

Time of test Group of conflict situations		Pretest	Posttest	Delayed post-test (1 week)	2nd Delayed post-test (2 months)		
						Number of correct choice	
		LCS Group	174 (41.4%)	360 (85.7%)	323 (76.9%)	304 (72.4%)	
		DLCS Group	182 (40.0%)	422 (92.7%)	376 (82.6%)	331 (72.9%)	
Number of students' having scientific conception		DCS Group	31 (7.4%)	74 (18.0%)	120 (29.3%)	132 (32.2%)	
		LCS Group	27 (6.4%)	246 (58.6%)	216 (51.4%)	198 (47.1%)	
		DLCS Group	37 (8.1%)	263 (57.8%)	284 (62.4%)	246 (54.1%)	



일 후에는 현상-논리제시 집단이 가장 많았으나, 대체적으로 현상-논리제시 집단과 논리제시 집단이 많았으며, 현상제시 집단이 가장 적었다.

눈으로 왜곡된 현상을 관찰할 가능성이 많은 문항에 대해서, 학생들의 과학적 개념을 형성하는데는 현상-논리제시가 가장 효과적임을 알 수 있다. 그리고 현상제시보다는 논리제시가 더 효과적임을 알 수 있다.

학생들이 가지고 있는 오개념을 과학적 개념으로 바꿔게 하게 위해서, 어떤 갈등상황을 제시하느냐가 중요한데, 갈등상황의 특성에 따라 약간씩 차이가 난다. 전반적으로 현상과 논리를 같이 제시하면 가장 효과적으로 과학적 개념으로 바뀐다는 것을 알 수 있다. 그리고 가시적 현상제시가 가능한 경우는 현상제시가 논리제시에 비해 효과적이며, 현상제시가 가시적이지 못할 경우에는 논리제시가 현상제시에 비해 효과적이다. 그러므로, 교사는 개념의 특성과 갈등상황의 특성을 잘 고려하여, 갈등상황을 적절하게 고안해야한다고 본다.

## V. 결 론

이 연구에서 전류 문제와 역학 문제에서 갈등상황을 현상제시, 논리제시 그리고 현상-논리제시의 세 가지로 제시할 때 각각의 개념 변화 정도를 알아보고, 각 집단간 비교하는 것으로 연구문제와 관련지어 요약하면 다음과 같다.

오개념을 가진 학생이 갈등상황 제시 직후부터 계속 과학적 개념을 가지게 되는 비율은, 현상-논리제시 집단이 가장 많았고, 전기 문항에서는 논리제시 집단이 역학 문항에서는 현상제시 집단이 많았다.

사전 오개념을 가진 학생이 갈등상황을 제시한 2개월 후 과학적 개념을 가지게 된 정적효과를 비교해보면 다음과 같다. 전기 문항에 대해서는 현상-논리제시 집단과 논리제시 집단이 현상제시 집단에 비해 정적효과가 비교적 크게 나타났다. 역학 문항에서는 현상-논리제시 집단과 현상제시 집단이 논리제시 집단에 비해 정적효과가 크게 나타났다. 사전 과학적 개념을 가지고 있던 학생이 갈등상황을 제시한 2개월 후 오개념이 형성된 부적효과를 비교해보면 다음과

같다. 전기 문항에 대해서는 논리제시 집단에서 부적효과가 비교적 크게 나타났고, 현상제시 집단과 현상-논리제시 집단에서는 비슷하게 나타났다. 역학 문항에 대해서는 논리제시 집단, 현상제시 집단, 현상-논리제시 집단 순이었다.

논리제시 집단이 전기 문항에 대해서 정적효과가 컸음에도 불구하고 부적효과도 컸다. 이것은 학생들이 제시된 논리를 잘못 해석하는 경우가 많기 때문이라고 본다. 사전에 오개념을 가진 학생들에게 갈등상황을 제시하여 과학적 개념을 가지게 하는 것도 중요하지만, 사전에 과학적 개념을 가진 학생들에게 갈등상황을 제시하고 나서도 계속 과학적 개념을 지속하게 하는 것도 중요하다. 이 연구의 결과로 보아 논리제시를 할 경우에는 학습자의 특성을 잘 파악하여 세심한 주의를 해야한다고 본다.

갈등상황을 가시적 현상제시 문항(가변저항, 관성1, 관성2, 작용반작용1, 평형)과 비가시적 현상제시 문항(직렬1, 직렬2, 병렬1, 병렬2, 작용반작용2)으로 분류하여, 사후 검사에서 선택형 정답률 및 정답자 중 과학적 개념을 가진 학생 수를 비교해 본 결과 뚜렷한 경향성이 나타났다. 현상-논리제시 집단은 가시적 현상제시 문항과 비가시적 현상제시 문항 모두에 대해 선택형 정답률도 가장 높았고, 과학적 개념을 가진 학생 수도 가장 많았다. 가시적인 갈등상황 제시 문항에 대해서는 현상제시 집단이 논리제시 집단에 비해, 선택형 정답률도 높았고, 과학적 개념을 가진 학생 수도 많았다. 비가시적인 갈등상황 제시 문항에 대해서는 논리제시 집단이 현상제시 집단에 비해, 선택형 정답률도 높았고, 과학적 개념을 가진 학생 수도 많았다. 그러므로 현상을 제시할 때에는 정확한 도구를 이용하여 분명하게 제시해야하며, 학생의 주의를 오도하는 외부 변인은 제거되어야한다

이 연구를 통해, 전기 문항과 역학 문항에서 갈등상황 제시 방법으로 현상-논리제시가 가장 효과적임을 알 수 있다. 하지만, 수업의 특성상 현상이나 논리 중 어느 하나를 갈등상황으로 제시해야 할 경우, 모든 문항에 대해 어느 한 가지의 갈등상황이 더 효과적이라고 구별짓기보다는 문항의 특성과 갈등상황 제시의 특성을 고려하여 제시해야한다고 본다.

## 적 요

본 연구의 목적은 갈등상황을 제시하였을 때, 중학교 학생들의 물리 개념 변화의 경로를 알아보는 것이다. 연구 대상은 부산광역시 소재의 중학교 1학년 274명을 선정하였는데, 사후검사까지 모두 참여한 학생은 257명이다. 검사문항은 논리제시와 현상제시가 용이한 전기와 역학 문항을 각각 5문항씩 선정하였다. 학생들의 물리 개념을 과학적개념과 오개념으로 분류하고 나서, 세가지 유형의 갈등상황을 제시했다. 본 연구에서 사용한 갈등상황으로는 시범기구로 현상을 직접 보여주거나, 논리적인 논증을 제시하거나, 현상을 보여준 뒤 논증을 제시하는 세 가지 갈등 상황을 사용하였다. 갈등상황을 현상, 논리, 현상-논리로 제시한 다음 사후 검사를 실시하였다. 갈등상황을 제시한 다음날 전기와 역학에 대한 수업을 하였다. 개념 변화의 지속성을 보기 위해서 1주일 후와 2개월 후에 같은 문항으로 검사를 실시하였다. 그 검사결과를 토대로, 학생들의 선개념이 과학적개념으로 변하는지 오개념으로 변화하는지를 알아보았다. 본 연구에서는 먼저, 갈등상황을 제시한 직후, 1주일 후, 2개월 후까지 학생들의 물리 개념이 어떤 경로로 바뀌는 지 알아보았다. 두 번째, 오개념을 가진 학생이 갈등상황 제시 2개월 후 과학적개념을 가지게 되는 정적효과와 과학적개념을 가진 학생이 갈등상황 제시 2개월 후 오개념을 가지게 되는 부적효과를 비교해 보았다. 마지막으로, 갈등상황 제시의 특성에 따른 개념변화의 특성을 알아보았다. 역학 문항에서는 현상-논리제시 집단과 현상제시 집단이 긍정적인 효과를 보였으며, 전기 문항에서는 현상-논리제시 집단과 논리제시 집단이 현상제시 집단에 비해 긍정적인 결과를 나타내었다. 이것은 역학 문항은 물리적 현상에 좀더 관련이 있는 반면, 전기 문항은 좀 더 추상적이기 때문으로 본다.

## 참 고 문 헌

권재술(1989). 과학개념형성의 한 인지적 모형. 물리교육, 7(1), 1-9.

- 김범기, 권재술 편저(1993). 오개념 편람. 한국교원대학교 물리교육연구실.
- 김지나(1997). 갈등상황 제시 유형에 따른 학생들의 물리 개념 변화. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 박용운(1996). 전기회로에서 갈등상황의 유형이 학생들의 인지적 갈등 유발에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 안수영(1989). 전류현상 관찰 전후에 있어서 학생들의 오인유형 및 그 변화. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 임이숙(1996). 뉴턴의 운동법칙에 관한 문제에서 갈등상황의 유형이 학생들의 인지적 갈등 유발에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- Brown, D. E. & Clement, J. (1987) Misconceptions concerning Newton's Law of action and reaction: The underestimated importance of the third law. *Proceedings of the 2nd international Seminar: Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, Cornell University, 39-53.
- Champagne, A., Gunstone, R. F. & Klopfer, L. E. (1983). Naive knowledge and science learning. *Research in Science and Technological Education*, 1(2), 173-183.
- Dreyfus, A., Jungwirth, E. & Eliovitch, R. (1990). Applying the "Cognitive Conflict" Strategy for Conceptual Change-Some Implications, Difficulties, and Problems. *Science Education*, 74(5), 555-569.
- 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.
- Eckstein, S. G. & Shemesh, M. (1989). Development of children's idea on motion: intuition vs. logical thinking. *International Journal of Science Education*, 11(3), 327-

- 336.
- Gilbert, J. K., Swift, D. J. (1985). Towards a Lakatosian analysis of the Piagetian and alternative conceptions research programs, *Science Education*, 69(5), 681-696.
- Gunstone, R. F. (1986). Student understanding in mechanics: A large population survey. *American Journal of Physics*, 55(8), 691-696.
- Hashweh, M. (1986). Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8(3), 229-249.
- Heller, P. M., & Finley, F. N. (1992). Variable Uses of Alternative Conceptions: A Case Study in Current Electricity. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(3), 259-275.
- Hynd, C. R., McWhorter, J. Y., Phares, V. L. & Suttles, C. W. (1994). The Role of Instructional Variables in Conceptual Change in High School Physics Topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9): 933-946.
- Lawson, A. E. (1986). Integrating Research on Misconceptions, *Reasoning Patterns and Three Types of Learning Cycle*, Paper presented at the United State-Japan Seminar on Science Education, East-West Center, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, September, 15.
- McDermott, L. (1984). Research on Conceptual Understanding in Mechanics. *Physics Today*, 37(7), 24-32.
- Osborne, R., Freyberg, P. (1985), *Learning in Science*. Heinemann, Auckland, London Portsmouth N. H., 5-14.
- Pak, S. J. (1995). The Students' Evidence-Evaluation in Learning Physics. in *Proceedings of the workshop on students' conceptual change in learning physics*. Seoul National University, Korea, 4-35.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Posner, G. J. & Gertzog, W. A. (1982). The Clinical Interview and the Measurement of Conceptual Change. *Science Education*, 66(2), 195-209.
- Shipstone, D. M., Rhöneck, C. V., Jung, W., Kärrqvist, C., Dupin, J. J., Johsua, S. & Licht, P. (1988). A Study of Students' Understanding of Electricity in Five European Countries. *International Journal of Science Education*, 10(3), 303-316.
- Tasker, R. Osborne, R. (1985). Science teaching and science learning. in *Learning in science*. The implications of childrens' science. Osborne, R., Freyberg, P., Heinemann, Auckland, London Portsmouth N. H., 15-27.
- Thijs, G. D. (1987). Conceptions of force and movement intuitive ideas of pupils in Zymbabwe in comparison with findings from other counties. Proceedings of the Second International Seminar: *Misconceptions and Educational Strategies In Science Mathematics*, Vol 3, (pp. 501-513). Ithace, NY: Cornell university.
- Tiberghien, A. (1983). Critical Review on the Research Aimed at Elucidating the Sense that the Notions of Electric Circuits have for Students aged 8 to 20 years. International summer workshop: Research on Physics Education. *La Londe les Maures*, 109-123.
- Watts, D. M., Zylbersztajn, A. (1981). A Survey of some Children's Idea about Force. *Physics Education*. 16, 360-365.