

# 인지갈등을 통한 개념수업 절차 모형의 적용

권 난 주 · 권 재 술

(한국교원대학교)

## Application of the Cognitive Conflict Process Model to Middle School Science Course

Kwon, Nan-Joo · Kwon, Jae-Sool  
(Korea National University of Education)

### ABSTRACT

This study investigated the influences of applying the Cognitive Conflict Process Model (the Procedural Teaching Model using Cognitive Conflict Strategy: Kwon, 1989) upon students' achievement and attitudes in a middle school science concept instruction. For the treatment group, science instruction to apply the Cognitive Conflict Process Model was used. For the control group, traditional instruction was used. Prior to instruction, students' pre-conceptions test and attitudes test related to the science were administered. After instruction, the above two tests and the regular examinations were measured. Also students' perceptions of their teacher's new teaching style was investigated by questionnaire. But, above all, the main purpose of this study was to investigate the principal accompanying matters of general application of the teaching model to science concept instruction rather than conceptual and attitudinal change. Therefore, this study identified necessary conditions of applying the teaching model to science instruction.

**Key words** : cognitive conflict strategy, teaching model, science concept instruction, attitudes related to the science, applying teaching model.

### I. 서 론

과학교육학이 학문으로 자리잡은 이후 교수 학습의 이론과 실계를 잇는 가치있는 많은 연구가 수행되어 왔다. 기본적으로 이론적인 체계가 되는 교수 이론과 학습 이론, 인지 이론 등을 바탕으로, 학생들의 오개념 조사 연구와 그 오개념 교정을 위한 학습모형이나 전략 연구 등이 그것이다. 그러나 이러한 모든 연구는 반드시 실제 활용으로 연결되어야만 이론은 이론대로, 효과는 효과대로 제 기능을 다 할 것이다. 즉 새로운 이론이 개발되

면 예를 들어 한 수업 모형이 발표된 경우, 이후 그 모형이 실제에 더 자주, 더 효과적으로 활용되기 위해서는 모형의 적용에 어떠한 장단점이 있는지 하나하나 짚어 보는 연구가 필요하다. 현재까지의 수업 모형 적용 연구는 대개 연구자가 직접 몇 차시의 지도안을 짜서 수업에 투입한 후, 지필 검사로만 수업 효과를 투입하지 않은 반과 비교해 보는 것이었다. 이러한 경우, 일반화의 문제뿐 아니라 모형의 재적용 또는 확대 적용시 연구자 이외의 교사가 투입하는 데 곤란을 겪을 수 있다.

이러한 문제를 감안하여 본 연구는 오개념 교정에 필

\*1997년 9월 29일 받음

요하다고 가정하는 인지갈등 전략을 기본으로 만들어진 개념수업 절차 모형(The Cognitive Conflict Process Model: 권재술, 1989)을 현장에 적용해 보았다. 먼저 본 연구의 주제인 수업 모형을 이론적 배경으로 설명하고 그 모형을 적용하기 위하여 진행한 연구 과정을 기술하였다. 한편 적용 결과는 효과면과 적용면으로 나누어 기술하되, 효과는 학생들의 개념과 과학에 관련된 태도를 검사하였다. 그리고 교사 연수와 지도안 짜기 등의 수업 준비에서 수업 진행에 이르기까지 적용하면서 일어나는 상황과 새로운 수업에 대한 학생들의 반응과 더불어 그를 토대로 알게 된 효과적인 활용 방안을 진술하였다.

그러나 본 연구 또한 1개 학교, 1개 학급, 1개 단원만을 대상으로 적용반과 비교반에 다른 교사를 투입하여 분석한 것이므로 연구의 결과를 전체 지역, 전체 학년, 전체 과학개념으로 확대 해석하기에는 제한이 따른다.

## II. 이론적 배경

본 연구는 '인지갈등을 통한 개념수업 절차 모형'(이하 인지갈등 과정 모형; 권재술, 1992)의 적용 및 활용에 대한 기초연구이다. 본 모형은 Hashweh의 개념변화 모형(1986)을 수정 보완한 것으로 구성주의를 바탕으로 한 개념변화 조건(Hewson, 1981), 인지구조 비평형(Strauss, 1972; Stavy & Berkovitz, 1980) 이론에 근거한 것이다. 모형에 대한 설명은 여러 논문(김익균, 1991; 권난주, 1994; 김명련, 1994; 심영이, 1994)에 언급되었으므로 여기서는 그 특징만 간단히 기술한다.

Fig. 1에서 인지구조(cognitive structure)는 학생의 사고세계를 말하고, 환경(real world)은 학생에게 제시된 자연현상이나 활동 등 실세계를 말한다. 즉 학생들의 수업전 선개념  $C_1$ 을 새로운 과학자개념  $C_2$ 로 변화시

키기 위해서는  $C_1$ 으로 잘 설명되는(기호:  $\rightarrow$ ) 현상인  $R_1$ 과  $C_2$ 로는 설명 가능하나  $C_1$ 으로는 잘 안되는( $\leftrightarrow$ )  $R_2$ 가 필요하다. 여기서 갈등(conflict)은 Piaget의 인지적 비평형, 즉 인지갈등(cognitive conflict)을 말하며 세 종류가 있다. 한편 이 모형은 갈등의 유발과 해소가 개념변화에 필수적이라는 가정을 가지고 있다.

일반적으로 말하는 인지갈등은 갈등 1을 말하는데, 기존개념  $C_1$ 으로 새로운 현상  $R_2$ 를 잘 설명하지 못할때 일어난다. 이 모형에서 가장 어렵고도 중요한 것이  $R_2$ 의 준비이며 물론 교사의 몫이다.  $R_2$ 는 자신의 생각이 이상하다거나 모순되는 것을 잘 드러내게 되는 것이어야 하되, 문제나 자료, 예시인  $R_2$ 가 복잡하고 어렵거나 이해 또는 인지수준이 맞지 않는 것은 곤란하다. 갈등 2는 과학자나 과학교사는 느끼지 못할 수 있지만 학생들이 개념획득 초기에 새 개념으로 환경을 설명하는 데 느끼는 불편함을 말한다. 이는 Hashweh 모형에는 없으며  $C_1$ ,  $C_2$  각각의 설명 영역을 보여주는 등 인지구조 재구성으로 해소가 가능하다. 갈등 1과 갈등 2가 일어난 후 새 개념이 도입되면 자연스러운 개념변화가 되어야 하는데 갈등 3의 존재때문에 어려울 수 있다. 갈등 3은  $C_1$ 이  $C_2$ 를 받아들이기 어려운 상황일 때 일어나며,  $C_1$ 과  $C_2$ 가 동일한  $R_1$ 을 똑같이 설명하는데도 다른 개념이라는 생각 때문이다. 즉 인지구조간의 갈등으로, 학습한 새 개념이 기존 인지구조에 의미있게 통합되지 않고 병치되어 있다. 기존개념으로 설명이 안되는 불만족을 느끼면서도 학생들은 개념을 쉬 바꾸지 않는다. 이것은 인간인지의 특성이자 오개념 견고성의 원인이 되는 것으로 관찰결과와 거부와 지식의 구획화이다. 즉 과학과 현실을 따로 보며, 모순이 되는 실험결과나 갈등유발 사례를 단순히 변칙으로 여기거나 관련없는 것으로 넘겨버리는 증거들이다. 이 때문에 현상 관찰 직후에는 과학자적 모형을 가졌어도 나중에 다시 오개념이 나타나기도 한다(문충식, 1990). 갈등 3이 해결되지 않으면 새 개념이 형성되었다 하더라도 두 인지구조가 공존하여 완전한 개념변화가 일어나지 못한다.

결론적으로 이 모형은 위와 같은 학생의 인지변화 과정을 모형화한 절차 모형으로서 개념변화 특히 오개념 교정을 목적으로 하여 학생의 인지갈등을 효과적으로 유발함으로써 새 개념을 획득하게 한다. 여기서 수업단계는 인지구조의 변화 과정을 고려하여  $C_1$ 과  $C_2$ 의 관계와 개념유형에 따라 혁명형, 확장형, 상호전환형 개념변화로 세분화하여 진행할 수 있다.

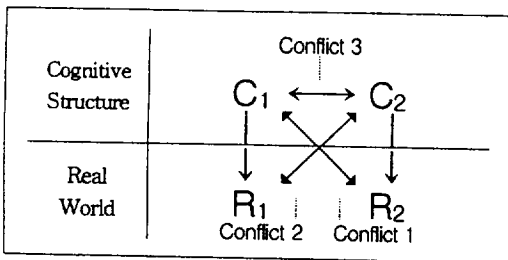


Fig. 1 The cognitive conflict process model (권재술, 1989).

### III. 연구 과정

본 연구는 이론적으로 개발된 수업모형의 적용에 관한 것이므로 다음과 같은 순서로 진행되었는데, 새로운 모형을 수업에 적용해 보고자 할 때 실제로 거쳐야 하는 투입 과정이다.

#### 1. 모형의 이론적 이해 및 교사 연수

먼저 연구자가 모형의 뜻을 제대로 이해하는 것이 가장 중요하다. 인지갈등과 수업모형에 관한 여러 문헌을 충분히 고찰하여 이론적 기반을 쌓는다. 본 연구에서는 교육경력 17년의 교사 1인을 수업자로 선정, 연구자와 연수하였으며 연구의 초과정을 함께 협의, 투입하였다.

#### 2. 지도안 및 수업 점검틀 고안

수업모형을 이해하여 수업내용에 맞게 효율적으로 활용하기 위해서 인지갈등 과정 모형의 구체적인 기준과 점검 방안을 제시하는 지도안 점검틀과 수업 점검틀을 고안하였는데, 정성적인 사항을 좀더 정량적으로 표현하고 재점검에 유리한 리커트 척도이다(권난주와 권재술, 1996). 이는 본 모형의 이론을 잘 이해하여 만들어 진 지도안인지, 모형의 전략을 제대로 사용하였는지, 또 지도안의 계획대로 수업이 진행되었는지 점검하는 것이며 본 연구 이후에도 이 인지갈등 과정 모형을 이용한 수업을 하려는 교사들이 직접 활용할 수 있도록 차시별로 각 1매씩 하게 되어 있다.

#### 3. 대상 선정

학급 선정은 수업자가 재직하는 대도시 지역 여자중학교 1학년 두 학급을 선정하였다. 여기서는 이론적인 수업모형의 실제 적용시의 문제점과 효과적인 활용 방안을 알아보는 정성적인 연구이므로 분석을 위한 적은 인원을 택하였다. 실험반(53명)은 연수반은 수업자가 진행하고 비교반(52명)은 다른 과학교사가 전통적인 수업, 즉 설명하고 실험하고 예를 찾는 등의 수업을 하였다. 이는 한 교사가 두 가지 수업을 적용함으로써 인한 혼란 요소를 감안한 것이지만 연구의 제한점이라 할 수 있겠다. 물론, 비교반 참관과 교사와의 대화면담 결과 선 개념인 오개념을 드러낸 후 갈등 유발과 해소 과정으로 거치는 인지갈등 전략을 사용하지 않은 점은 확인된 것

이다.

#### 4. 단원분석 및 차시 선정

‘대기와 물의 순환’ 대단원의 주 내용을 분석하여 모형의 특성을 가장 잘 나타낼 수 있고 개념변화 효과 또한 클 것이라 예상되는 6개 개념의 10차시를 선정하였다. 즉 문헌연구로 알아낸 오개념으로 분류되는 선개념이 있고 갈등전략을 통하여 옳은 과학자개념으로 변화시킬 수 있는 것들이다.

#### 5. 사전 검사 실시

두 집단은 표준화검사인 과학학습성취도 평가(김병기, 1993) 결과 일반적인 수업전 과학개념 수준이 동질임을 확인하였다. 그리고 수업처치 효과를 비교하기 위하여 수업시 다루게 되는 해당개념에 대한 검사를 실시하였다. 검사지는 기존 문헌들(Herbert & Ruchlis, 1968; Brook *et al.*, 1984; 한국교원대학교 과학교육연구소, 1993)의 것을 수정 보완하였는데, 6가지 개념의 6 문항에 대한 선택후 진술 방식이며 자세한 진술을 하게 하였다. 한편 과학과 관련된 수업전후 태도변화를 보기 위한 검사지는 한국교원대학교 과학교육연구소의 수업모형 연구 최종 보고서(정완호 등, 1996)의 것을 사용하였다.

#### 6. 지도안 작성 및 점검

인지갈등 과정 모형을 적용하는 일반적인 순서인 수업절차 및 단계는 ‘ $C_1$ 과  $R_1$  관계를 통한  $C_1$  확인→ $R_2$  제시→ $C_2$  도입→ $C_2$ 와  $R_2$ ,  $R_1$  관계를 통한  $C_2$  확인 점검 및 적용’ 순이다. 이것은 본 모형의 단계를 규정하는 것이 아니라 이러한 단계가 가장 보편적일 것이라는 의미이다. 분석된 단원내용과 선행연구, 사전개념검사 결과를 중심으로  $C_1$ ,  $C_2$ 를 확인하고 인지갈등 전략에 필요한  $R_1$ 과  $R_2$ 를 준비하여 인지갈등 과정을 계획하였다. 특히  $R$ 의 준비를 위해 많은 교재를 연구한다(Lowery, 1985). 초안 작성시 끝나면 지도안 점검틀을 이용하여 분석한 후 항목당 리커트 기준 ‘좋다’ 이상이 될 때까지 수정보완과 점검을 반복하였다. 모든 지도안과 검사지, 점검틀들은 타당도검사를 거친 것이다(김명연, 1994). 지도안과 수업들은 점검틀을 이용하여 전문가 8인이 분석하였다.

### 7. 수업 실시

총 10차시의 수업을 실시하였으나 단원의 모든 차시에 적용할 수 있는 것은 아니므로 약 2개월이 소요되었다. 실험반과 비교반의 진도는 비슷하였으며, 실험반은 본 모형의 취지에 따라 학생들 자신의 생각을 드러내어 말하게 하고, 갈등 유발과 해소에 중점을 두었다.

### 8. 수업 참관 및 분석

실험반의 모든 수업은 녹화분석하였고 일부는 참관도 병행하여 전문가들이 분석하였다. 이 때 앞서 고안된 수업 점검틀을 사용하였는데, 수업의 진행에 맞춰 단계별로 각 항목을 점검하고 또 전반적인 흐름면에서도 모형의 특징을 살려 제대로 적용하였는지 평가하였다. 이것은 해당 수업 자체의 분석용이면서 동시에 차시수업들의 지도안과 수업전략 운영 수정보완용으로 쓰였다.

### 9. 사후 검사 실시

사전 검사지와 같은 검사지로 개념검사와 태도검사를 실시하였다. 여기서 특이한 사항은 오개념검사에 흔히 쓰이는 위의 개념검사 외에, 전혀 연구와 관련없이 출제, 평가된 학교 자체의 정기시험인 월례고사의 결과를 비교해 보았다. 미리 실험반과 비교반의 수업교사가 협의하여 모두 객관식으로 출제한 후 한 학기중에 실시된 3회 월례고사 문항 중에서 적용수업시 다룬 6가지 개념에 관한 것만 점수를 따로 뽑았다. 이는 학교에서의 일반적 과학성취도와 수업모형 적용과의 관계를 알아보는 것이다. 그리고 수업에 관한 학생의견을 알아보기 위하여 실험반 전학생을 대상으로 설문지 조사를 하였다.

## IV. 결과 및 논의

### 1. 수업의 효과

#### 1) 과학개념 검사 성취도

연구자가 만든 개념검사로 본 성취도 결과는 Table 1과 같다. 여섯 개념에 대한 선택과 진술의 결과를 채점하여 선택은 통계처리하였고, 진술은 경향 분석에 사용하며 계통도분석을 하였다. 객관식 선택이 맞는 경우는 '옳은 선택'이라 하고, 그에 대한 주관식 진술인 선택에

대한 이유까지 완벽한 경우는 '옳은 개념'이라 한다.

실험반과 비교반은 앞서 밝혔듯이 표준화 검사 결과 일반적인 과학개념면에서 동질집단이었으며 수업 해당 개념의 사전검사 총점에서도 같은 결과를 보였다. 따라서 두 반의 사전 차이는 없다. 그러나 사후검사에서 총점과 개념별 점수, 1(열량), 2(비열), 3(열의 이동) 개념에서 실험반이 더 높았다(통계표 생략, 1% 유의수준). 이는 모형을 적용한 실험반의 경우 수업후 6개념 중 3개 개념에 옳은 개념을 가진 학생이 더 많음을 의미한다. 한편 수업의 효과성을 집단내 사전-사후 개념 변화율로 조사해본 결과, Table 1과 같이 비교반의 경우는 2, 4(복사평형), 6(수증기량) 개념이, 실험반은 5(대기압) 개념을 제외한 모든 개념(1, 2, 3, 4, 6)의 변화율이 긍정적으로 나타났다. 문항 5의 누락은 사전의 정답률이 높아 천장효과를 보인 것으로 판단된다. 결과적으로 실험반은 사후 정답률과 사전·후 개념변화율이 비교반보다 높다. 특히 답의 이유 진술에 있어 사전검사에서는 두 반의 차이가 거의 없었으나 사후진술에서는 실험반 학생들의 서술이 비교반보다 내용면에서도 옳은 개념율이 높았고 길이나 서술 형태면에서도 많은 학생들이 더 성의있었으며 나름대로 자신의 개념을 서술하고자 노력한 수가 많았다. 이는 자신의 개념표현을 강조한 수업과정의 특성으로 인한 결과로 보인다.

#### 2) 과학과 관련된 태도(attitude related to the science)

실험반과 비교반을 비교한 결과, 태도검사 총점과 검사지의 4개 범주별 모두 '집단간' 사전과 사후에 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 학생설문이나 수업교사의견(IV-2)으로 보아 2개월의 수업을 진행하면서 감정적인 많은 변화 즉 태도변화가 없었다고 할 수 없어 더 세밀한 분석을 해 보았다. 그 결과 '집단내' 분석에서 실험반에서만 사후에 오히려 점수가 낮아지는 결과를 보였고 특히 '과학교과에 대한 태도(attitude towards science subject)'와 '과학적 태도(scientific attitude)'에서 낮아졌다(Table 2). 가장 흥미로운 것은 과학적 태도 범주에서 '준비성(readiness)'과 '협동성(cooperation)'은 낮아진 반면 '비판성(critical-mindedness)'은 향상된 점이다(Table 3). 이는 인지갈등 수업이 효과적인 개념학습을 피한 것으로 교과서 내용만으로 수업을 진행한 것이 아니므로 수업에 대한 학생들의 준비성이나 실험 준비, 실험기구의 사용, 정리정돈, 결과기록 등의 활동에서 보여질 수 있는 협동성은 낮아진 반

**Table 1** Right answer percentages, by items and concept and difference between pre- and posttest right answers

| Items & concepts    | Control group |                  |              |                  |         | Treatment group |                  |              |                  |         |
|---------------------|---------------|------------------|--------------|------------------|---------|-----------------|------------------|--------------|------------------|---------|
|                     | Pre-test      |                  | Post-test    |                  | t-value | Pre-test        |                  | Post-test    |                  | t-value |
|                     | Right-choice  | Right-conception | Right-choice | Right-conception |         | Right-choice    | Right-conception | Right-choice | Right-conception |         |
| 1. Quantity of heat | 24.5          | 3.8              | 15.1         | 9.4              | 1.40    | 24.5            | 18.9             | 47.2         | 35.8             | -3.04** |
| 2. Specific heat    | 59.6          | 13.5             | 79.2         | 44.2             | -2.06*  | 73.6            | 24.5             | 88.7         | 47.2             | -6.36** |
| 3. Conduction       | 53.8          | 3.8              | 50.0         | 3.8              | 0.47    | 46.2            | 3.8              | 81.1         | 47.2             | -4.22** |
| 4. Radiant balance  | 17.3          | 0                | 51.9         | 30.8             | -4.23** | 9.4             | 1.9              | 58.5         | 39.6             | -6.60** |
| 5. Air pressure     | 86.8          | 5.8              | 96.2         | 7.7              | -1.66   | 75.5            | 5.7              | 90.6         | 11.3             | -0.37   |
| 6. Humidity         | 7.4           | 7.7              | 38.5         | 28.8             | -3.06** | 7.4             | 7.5              | 35.8         | 26.4             | -3.04** |
| Mean                | 41.6          | 5.8              | 55.2         | 20.8             | -3.31** | 42.5            | 10.6             | 67.0         | 35.3             | -8.49** |

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

(%, Percentage of number of students)

**Table 2** Within-group pretest and posttest results of attitude test related to the science

| Category                         | Control group(N=52) |       |          |       |         | Treatment group(N=53) |       |          |       |         |
|----------------------------------|---------------------|-------|----------|-------|---------|-----------------------|-------|----------|-------|---------|
|                                  | Pretest             |       | Posttest |       | t-value | Pretest               |       | Posttest |       | t-value |
|                                  | M                   | SD    | M        | SD    |         | M                     | SD    | M        | SD    |         |
| Total score                      | 125.5               | 17.68 | 124.4    | 19.41 | 0.30    | 126.7                 | 15.46 | 121.1    | 12.57 | 2.30*   |
| Attitude towards science         | 31.92               | 4.70  | 31.65    | 5.27  | 0.27    | 30.75                 | 4.80  | 30.47    | 4.65  | 0.32    |
| Social meaning of science        | 33.25               | 5.79  | 32.62    | 6.80  | 0.50    | 33.23                 | 5.47  | 32.00    | 4.36  | 1.39    |
| Attitude towards science subject | 28.25               | 7.72  | 29.58    | 7.45  | -0.90   | 30.32                 | 5.86  | 27.57    | 5.21  | 2.71*   |
| Scientific attitude              | 32.08               | 4.57  | 30.56    | 4.78  | 1.63    | 32.43                 | 3.38  | 31.08    | 3.27  | 2.41*   |

\*p < .05

면, 선개념확인이나 인지갈등 단계 등에서 어떤 개념의 타당성이나 유효성 등을 검토하고 의견이나 결론을 수정하는 토론과정을 경험함으로써 비판성은 향상된 것이라 할 수 있다.

따라서 본 모형은 실험관련 활동에는 만족스럽지 못하나 학생들의 사고활동에는 유익하다는 것을 알 수 있다. 그러나 과학적 태도가 낮아진 것은, 학생들의 자유로운 토의를 유도하는 수업방식이 성취수준이 낮은 다수 학생들에게는 오히려 지루한 수업이 될 뿐 아니라 교사와 수평한 인간관계를 형성하고 있지 않은 우리나라 수업전통과 다인수 학습의 현상하에서는 어렵다는 것을 뜻한다. 따라서 이 모형을 투입하려면 학생들이 적극적으로 참여하여 토론하고 비판하는 학생중심 수업으로 진행되도록 교사는 계속 강화 고무할 필요가 있다.

이러한 사실은 개념수준과 수업처치에 의한 상호작용이 과학관련 태도 변화에 미치는 영향을 보면 분명하다. 학생들의 개념수준을 사전·후 개념검사 결과의 상, 중, 하로 나누어 사후 태도와 ANOVA 분석한 결과, 비교반의 사전, 사후 개념, 실험반의 사전 개념은 태도와 아무런 관계가 없었으나 실험반의 사후 개념 검사점수는 사후 태도 점수와 상관이 있었다(Table 4). 다시 말해 인지갈등 수업후 개념변화가 잘 일어난 상위 수준의 학생은 태도면에서도 긍정적인 효과가 있었다.

### 3) 월례고사 결과

많은 수업모형이 개발되어도 실제 적용이 잘 되지 않는 이유는 수업준비의 곤란 이외에 교과 진도와 성취도에 난점이 있기 때문이라는 사실에 역점을 두어, 인지갈

**Table 3** Within-group pretest and posttest results of attitude related to the science of treatment group, by item

| Category                         | Content                      | Pretest |      | Posttest |      | t-value |
|----------------------------------|------------------------------|---------|------|----------|------|---------|
|                                  |                              | M       | SD   | M        | SD   |         |
| Attitude towards science subject | Preference towards subject   | 6.26    | 1.58 | 5.58     | 1.51 | 2.28*   |
|                                  | Pleasure of science classes  | 7.02    | 1.54 | 6.55     | 1.25 | 1.79    |
|                                  | Satisfaction towards classes | 10.43   | 2.60 | 9.30     | 2.37 | 2.36*   |
|                                  | Sciences class activities    | 6.60    | 1.29 | 6.13     | 1.19 | 2.05*   |
| Scientific attitude              | Curiosity                    | 3.51    | 0.89 | 3.21     | 0.84 | 1.76    |
|                                  | Readiness                    | 4.36    | 0.90 | 3.83     | 0.99 | 3.60*   |
|                                  | Positiveness                 | 3.09    | 1.06 | 2.85     | 1.13 | 1.21    |
|                                  | Cooperation                  | 4.42    | 0.75 | 4.09     | 0.69 | 2.15*   |
|                                  | Honesty                      | 3.15    | 1.33 | 2.98     | 1.10 | 0.72    |
|                                  | Perseverance                 | 3.51    | 1.15 | 3.60     | 0.93 | -0.41   |
|                                  | Objectivity                  | 3.64    | 0.94 | 3.60     | 0.74 | 0.25    |
|                                  | Critical-mindedness          | 2.15    | 0.91 | 2.51     | 0.89 | -2.43*  |
| Reservation judgment             | 4.60                         | 0.60    | 4.40 | 0.69     | 1.75 |         |

\*p < .05

**Table 4** Two-way ANOVA of post-attitude scores by pre- & post-conceptions (Treatment group)

| Source of variation | Sum of squares | df | Mean square | F      |
|---------------------|----------------|----|-------------|--------|
| GR(preconception)   | 230.550        | 2  | 115.275     | 0.796  |
| G(postconception)   | 958.870        | 2  | 479.435     | 3.313* |
| 2-way interactions  | 495.033        | 4  | 123.758     | 0.855  |
| Residual            | 6368.192       | 44 | 144.732     |        |
| Total               | 8209.321       | 52 | 157.872     |        |

\*p < .05

등 과정 모형의 수업전략 처치후 월레고사 성취도를 비교해 보았다. 연구기간 중 실시된 3회의 월레고사 중에서 모형 투입 수업에서 가르쳐진 개념과 동일 주제로 출제된 문제는 13문항이었는데 결과는 Table 5와 같다. 문항은 주로 지식과 이해를 측정하는 것으로 열량 문제는  $Q = cmt$  등 공식의 단순 암기로 해결할 수 있는 문항들이었으며, 다른 문항들도 대부분 교과서에서 취급하고 있는 실험이나 사례에 한정된 것으로 학생들이 참고서나 문제집에서 흔히 볼 수 있는 문제 유형과 비슷하였다. 따라서 객관식의 월레고사만으로 개념 자체의 옳은 성취도라 하기에는 무리가 있긴 하다.

월레고사 13문항 총점 평균은 비교반이 실험반보다 높았고, 문항별 비교에 있어서도 1(열량), 3(열의 이동), 5(대기압) 개념 점수가 높았다. 이는 정성적 개념들을 용어의 주입식, 설명식으로 가르치고 정량적 문제 풀이에 중점을 두는 전통적인 수업이 일반적인 성취도 검사라 할 수 있는 월레고사에서는 인지갈등 수업보다 높은 성취도를 나타낸다고 볼 수 있다. 그러므로 인지갈등 수업모형의 수업에서는 새 개념의 정착 및 적용에 더욱 주목할 필요가 있음을 시사한다. 또한 수업전략에서 사용된 문항 예시나 내용이 월레고사에 전혀 출제되지 않음으로 인하여 실험반 학생들이 시험 결과 보상 효과가 없었다. 이는 과학수업에 대한 흥미나 관심이 낮아져서 월레고사 성취도뿐만 아니라 태도검사에서도 과학교과에 대한 태도 점수가 낮아지는 것과 통한다.

## 2. 모형의 적용 수업에 대한 의견

인지갈등 모형을 적용한 수업을 받은 실험반 학생들에게 실시한 설문지 조사와 수업교사 연수시 나타난 문제점, 수업지도안과 수업점검틀, 비디오 분석을 토대로 다음과 같은 결과를 얻었다.

**Table 5** Results of the regular examinations

| Concept             | No. of item | Control group |      | Treatment group |      | t-value |
|---------------------|-------------|---------------|------|-----------------|------|---------|
|                     |             | M             | SD   | M               | SD   |         |
| 1: Quantity of heat | 2           | 1.31          | 0.48 | 0.61            | 0.46 | 3.92**  |
| 2: Specific heat    | 2           | 1.56          | 0.61 | 1.30            | 0.77 | 1.89    |
| 3: Conduction       | 4           | 3.00          | 0.97 | 2.26            | 0.98 | 3.86**  |
| 4: Radiant balance  | 1           | 0.94          | 0.24 | 0.92            | 0.27 | 0.36    |
| 5: Air pressure     | 3           | 2.31          | 0.96 | 1.85            | 1.05 | 2.34*   |
| 6: Humidity         | 1           | 0.73          | 0.45 | 0.72            | 0.46 | 0.16    |
| Total               | 13          | 9.85          | 2.94 | 7.66            | 2.99 | 3.78**  |

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

\*Number of item is the full marks.

**Table 6** Students' questionnaire results

(%, Likert Scale)

| Content of item                          | Strongly agree | Agree | Undecided | Disagree |
|--|----------------|-------|-----------|----------|
| Difficulty of science subject            | 5.8            | 55.8  | 30.7      | 7.7      |
| Interest of science subject              | 7.5            | 20.8  | 50.9      | 20.8     |
| Necessity of question                    | 0              | 3.8   | 11.3      | 84.9     |
| Frequency of question & answer           | 1.9            | 5.7   | 15.1      | 77.3     |
| Necessity of reflective thinking         | 25.6           | 62.7  | 7.8       | 3.9      |
| Frequency of reflective thinking         | 8.0            | 42.0  | 46.0      | 4.0      |
| Helping of new teaching model            | 20.8           | 35.8  | 30.2      | 13.2     |
| Understandability of new teaching method | 13.5           | 32.7  | 42.3      | 11.5     |
| Helpfulness to school-exam               | 11.4           | 37.7  | 37.7      | 13.2     |

1) 수업에 대한 학생들의 생각

리커트 척도 선택과 진술을 병행한 설문에서는 크게 과학학습의 난이도와 흥미, 과학수업 중 질문이나 발표의 경험 및 회수, 반성적 사고의 필요성 및 회수, 새로운 수업방식의 유익성과 이해도 등을 물었는데 과학과목 자체에 대해서는 난이도가 높은 만큼 흥미도는 낮았다. 과학과목이 어려운 이유는 내용(47.9%)과 용어(12.5%), 공식(2.1%) 등을 이해하지 못해서라는 응답이 가장 많았고(62.5%) 재미가 없거나(16.6%) 생각을 많이 해야 하나(10.7%) 내용 분량이 많아서(10.4%)라는 답도 있었다. 또한 학생들 스스로 자신의 질문이나 발표의 중요성과 회수가 많지 않다고 답한 반면, 반성적 사고의 중요성은 자각하여 자신의 답으로 설명이 잘 안되는 경우, 포기 또는 회피한다는 학생(27.0%)보다 생각을 다시 해 보거나(35.1%) 책 등의 자료나 선생님, 또

는 친구와 의논하며(18.9%) 일상경험 사례나 다른 예와 연결지어 생각해 본다(19.0%)는 의견의 학생들이 더 많았다.

새 수업방식이 유익하다고 평가한 긍정적 반응의 대부분은 다양한 예시와 자료, 실험활동 덕분에 이해하기 쉽다는 반응(53.2%)과 토론 등으로 생각하게 하는 수업이므로 기억에 도움이 된다(25.0%), 이해가 쉽고 재미와 긴장을 준다(12.5%) 등이었다. 소수 의견은 자기생각과 비교해 볼 수 있다, 교과서보다 다양한 내용을 접한다 등의 장점을 대었다. 특히 학교 시험과 관련해서 새 수업방식이 도움이 되는 이유로는 자료 실험으로 확인하므로 기억에 도움이 되고(43.5%), 생각하는 힘을 길러주며(21.7%), 이해하기 쉬워서(13.0%), 토론, 발표했던 내용(17.4%) 등이 나왔다. 반면 그렇지 못하다고 답한 학생들은 스스로 생각하고 표현하는 사고활동이 지금까지와는 다른 방식이라서 귀찮고 어렵다

고 하였으며 시험에는 교과서 내용 중 이론이나 공식 위주로 출제되므로 생각해서 답하는 것보다 외운 지식으로 답해야 하는 문제가 나온다는 의견도 있었다. 이것은 앞의 월레고사 결과, 과학수업에 대한 만족도와 선호도가 낮아진 태도검사 결과와 일치한다.

## 2) 수업에 대한 교사들의 생각

여기서는 실제 수업에 모형을 적용하는 데 있어 교사 연수에서 수업까지 수업교사와 연구자, 분석자들의 점검틀 채점 및 수업 참관, 녹화 분석의 결과를 종합 기술하였다.

### (1) 수업 준비

수업준비는 연구자와 수업자가 함께 모형 연구를 한 후 단위 분석을 하였다. 모든 수업에 적용할 수 없으므로 사전 개념이 오개념으로 드러날 수 있는 개념변화 수업 차시를 선정하여 적용시켰다. 이 때 교사는 과학자개념인  $C_2$ 를 정확하게 알아야 함은 물론 학생들의  $C_1$ 도 알고 있어야 한다. 특히  $R$ 들의 준비에서는 많은 교재연구와 노력이 필요하며 쉽고 일상적인 간단한 도구를 이용하여 시범이나 전시가능하게 자료나 상황을 고안해야 한다. 수업모형을 이해하는 초기뿐 아니라 지도안 작성시에도 수업자는 상당한 어려움을 호소하였다. 지도안 초안 작성후 점검틀 점검은 필수적인 과정인데, 10차시 중 6차시 이상이  $R$ 의 준비, 특히  $R_1$ 은 '학생들의 생각을 그대로 답하기 쉬운 상황이나 자료인가' 항목에서 '아주 좋다' 척도를 얻지 못하였다.  $R_1$ ,  $R_2$ 는 각각 단 1개만을 말하는 것이 아니다. 모든  $R$ 들은 학생경험과 생활에 맞고 이해할만하고 답하기 쉬운 것이어야 하며,  $R_1$ 은  $C_1$ 을 분명히 드러낼 수 있는 것,  $R_2$ 는 갈등을 확실히 일으킬 수 있는 것이라는 특성을 지닌다. 무엇보다 가장 어려운 것은 교사의 기대대로 갈등을 일으킬 수 있는  $R_2$ 들의 준비 및 고안이었는데, '다양한  $R_2$ 를 갖추었는가'와 '학생의 흥미를 일으켜 스스로 생각하게 자극하는 것인가' 항목에 점검후 만족스러운 척도가 나올 때까지 많은 자료나 아이디어의 구상과 보완을 하였다. 일단 이러한 작업을 거친 다음에는 후의 수업 점검의 같은 항목에서 좋은 평가를 받았다. 또한 이것은 새로운 수업 방식에 대한 학생들의 설문 대답에서 다양한 자료와 예시에 긍정적 반응을 보인 학생들의 대답에서도 볼 수 있었다.

### (2) 선개념확인

구성주의의 출발은 학생개념의 존재 인정이다. 본 연

구에서는 문헌연구와 사전개념검사를 토대로  $C_1$ 을 미리 확인하였고 그 검사문항을  $R_1$ 으로 써서 차시별 진단검사의 형태를 취한 선개념 확인으로 수업을 시작하였다. 단, 이 문항들은 수업 관련 내용이므로 비록 전략은 다르지만 비교반에서도 수업시에 다루어졌다. 개인차가 심한 다인수 학습에서 다양한  $C_1$ 에 대한 합리적인 대응법은 개별학습의 '극대화'가 아니라 가장 대표적인  $C_1$ 을 상대로 한 '최적화'이다(이용남과 이분희 역, 1993). 그러나 이미 한번 접한 문제임에도 불구하고 결과는 달랐다. 토론훈련도 없었고 수줍어 하는 이 여학생반에서는 개인의견을 잘 드러내지 않아서 적용초에는 개인발표를 유도하는 데 시간이 소요되어 효율적이지도 못하고 분위기도 어색해졌다. 간혹 자신의 비슷한 경험을 이유라고 생각하며 심지어 적절한 이유가 없는 무개념의 상태도 발생하여 더 캐물으면 꺼리거나 아예 뒤로 물러서는 경우도 있었다. 물론 여러  $R_1$ 들도 준비하고 그에 따른 학생 예상반응을 기록해두었으나 학습내의 한두 학생이 어떠한 견해를 제시하면 나머지 학생들이 무조건 동의해버린다든지 하는 상황이 빈번히 일어났다. 그러나 무조건 짜내기, 기다리기, 상위학생 시키기 등에서 거수로 동의 표시하기 방법을 거쳐 분단학습을 활용하면서 방안을 찾게 되었다. 이것은 연구자의 대립개념(김익균, 1991) 활용 제안과 수업자의 수업능력이 자연스럽게 일치된 결과로서 조별로 논의한 대표이론을 발표하게 하여  $C_1$ 으로 학생이나 분단명과 함께 판서해 놓고 이후 갈등 유발과 해소, 새 개념 도입 등으로 단계를 진행해 나가면서 변화되는지 확인하고 이유를 묻는 경우 성공적인 수업이 된 것이었다. 그로부터 차시수업들에서는 훨씬 학습분위기나 학생반응 및 발표, 개념변화의 명백한 경로 확인 등이 좋아졌다.

### (3) 갈등의 유발과 해소

본 모형에서 가장 중요한 과정이다. 선개념확인 후 갈등유발 자료인 현상이나 사건들인  $R_2$ 를 제시하면 학생들은 이제껏 활발하게 활동하던 것과는 달리 대답이 없어지면서 조용해진다. 이것이 긴장과 재미를 주어서 생각하는 힘이 길러진다는 학생도 있지만(9.4%) 인지갈등이 실제로 일어났는가 하는 것은 별개 문제이다. 갈등이 일어났는지 알 수 있는 간단한 예는 고개를 가웃거린다, 머리를 굽적인다, 겸연쩍게 웃는다 등의 행동이나 표정으로 알거나 이상하다는 식의 직접적 말을 한다(박용운, 1996). 인지갈등 유발은 10분이 걸릴 수도 있고 1시간이 더 걸릴 수도 있다. 본 연구에서는 1~2차시 분



량의 개념주제를 택했기 때문에 약 10여분이 소요되었다. 그러나 반응이 없거나 갈등이 잘 일어나지 않을 때에는 다양하게 준비된  $R_2$ 로 대응해야 한다. 시범실험이나 영상자료가 효과적인 첫 단계와는 달리 교과서실험을 비롯한 직접실험이 이 단계에서 많이 이용된다. 갈등 유발이라는 계획아래 의도된 것이라 해도 학생들의 인지과정 내에서 스스로 갈등이 일어나는 자극이 없으면 안되므로 관심을 끌어야 한다. 이는 수업에의 학생참여, 학생개념의 능동적 구성과 관계있다.

수업이 점차 진행되면서 중반기부터는 R 관련 교사 질문에 대해 학생 스스로 '선생님, 이번에도 이유 말해요?'라는 말들을 하는 것으로 보아 자기개념 표현에 숙달되어감을 보였다. 반성적 사고인 초인지활동이 본격적으로 시작된 이 단계에서, 특히 갈등해소시에서는 앞서 드러낸 선개념 이유의 수정 여부를 묻고 수정 자체의 이유도 확인하는 것이 가장 좋다.

#### (4) 새 개념 도입

실제로 갈등이 일어났다면 학생의 입을 통해 자연스럽게 개념도입이 되는 경우도 있고, 교사의 강의로 도입하기도 하였다. 요약이나 공식, 정의에 대한 정리는 이 때 가능한데, 교과서읽기가 전통수업에서는 도입단계의 정보제시용으로 쓰이지만, 구성주의 수업에서는 적용 단계에서 이미 이해한 것의 안정과 정교화에 쓰인다 (Renner, 1982). 이 때 이관상 반드시 학생에게 새 개념과 선개념의 한계와 문제를 평가해볼 기회를 주어서 (Driver & Leach, 1993) 개념의 유용성을 느끼게 이어져야 한다. 그러나 본 수업에서도 수업점점들 항목 중 '선개념과의 비교를 유도하는가?'의 실행이 미흡하여 이후 적용에 문제점으로 남았다.

#### (5) 새 개념 적용

인지갈등 과정 모형 자체에는 분명 새 개념 적용이 포함되는데 불구하고 본 모형의  $R_1$ 과  $R_2$ 가 각각 하나라는 오해가 상당히 크다. 이는 본 연구의 수업자 연수나 대학원생, 학부생들과의 의견교환에서도 항상 드러난다. 갈등유발 재료도  $R_2$ 이지만 새 개념 적용을 위한 또 다른 예시나 자료인 다른  $R_2$ 도 역시  $R_2$ 이다. 선개념확인 과 갈등유발에만 주안을 둔 까닭에 이 마지막 정리단계가 다소 소홀한 것과 함께, 1차시 45분이라는 제한으로 인해 지도안에는 계획되어 있었던 형성평가를 대부분 실시하지 못하였는데 이것이 개념의 정착을 제대로 이루지 못한 요인이 되었다. 앞 단계들에 전시되었던 자료

의 대답을 함께 토론해 보는 과정이나 사전개념 문항과 같은 문제에 객관식의 '옳은 선택'을 하는 것은 암기의 효과일 수도 있다. 그러나 '옳은 개념'으로 진술하는 것은 새 개념이 제대로 정착되었을 때에만 가능하다. 성취도 상위수준이 아니거나 인지수준이 낮은 학생들에게는 반드시 시간을 분배하여 이 적용단계를 수업후반에 해주어야 한다. 형성평가나 과제에만 의존하는 것은 좋지 않으며 앞에서 언급되지 않은 새로운 적용 예인  $R_1$ ,  $R_2$ 들을 몇 가지 들어서라도 새 개념이 정착되었는지 확인하는 것이 옳다. 물론 이상적으로는 새 개념의 정착과 적용단계에 이르지 못한 학생들에게는 다시 앞단계로 피이드백하여야 하는데, 개별화 수업이 아닌 현실 여건상 실제로 전부가 그렇게 되지는 못하였다.

#### (6) 전체 수업

차시별 점점들을 통한 수업분석 결과를 보면 '단계의 이동이 자연스러운가'에 점수가 낮은 수업에서는 '전체적으로 보아 본 수업이 인지갈등 과정 모형이라고 판단되는가'에도 점수가 나뉘었다. 첫 단계가 너무 길면 중상위 수준의 학생은 거기서 바로 갈등이 일어나고 해결을 고심하게 된다. 이처럼 시간배당을 적절히 하되 학생개념과 새 개념의 종류와 유형에 따라 그 중 한 단계가 많이 차지할 수도 있다. 수업목표가 어떠한 개념변화만이 목적인지, 어느 진도까지 가르치는 것이 목적인지 분명히 하고 본 모형은 개념수업에 목적을 두고 개발된 것임을 인지한다.

수업의 전체적인 진행을 볼 때 수업현장에서 학생개념을 진단하고 새 개념을 안내하며 학습의욕을 북돋는 조력자로서의 새로운 역할이 쉽지 않았다. 여기에는 학생들이 자신의 생각에 대해 논리적으로 설명할 수 있는 훈련, 다른 사람과 자신의 의견을 비교해 보고 현상에 적용시키는 토론학습의 훈련이 선행된다면 인지갈등 수업모형은 학교 과학수업을 현재 교사중심의 수동적 수업에서 학생중심의 보다 적극적, 능동적인 수업형태로 변화시킬 수 있을 것이다. 그리고 실제로 모형의 적용기간 동안 중반 이후부터는 학생들이 수업모형의 지도단계에 익숙해져서 자신의 생각을 발표할 때에는 교사로부터의 요구가 없어도 자기 생각에 대한 이유를 설명하고 있었으며 개념도입 후 자신의 기존 생각과 교사가 제시하는 새로운 개념과의 차이를 확인해 보는 활동으로 자연스럽게 이동되어 가고 있었다.

## V. 결론 및 제언

본 연구에서는 인지갈등 과정 모형을 적용한 수업의 효과를 보고 아울러 실제로 적용하면서 알게 된 여러 문제점과 효율적인 적용 방안을 알아 보았다.

수업의 효과면은 개념검사와 태도검사로 알아보았는데, 개념검사 결과, 오개념의 교정면에 있어서는 실험반이 비교반에 비해 정답률도 높았고 수업 전후의 개념변화율도 높았다. 그러나 교육과정상 실시되는 월레고사 개념성취도에서는 비교반이 오히려 더 높은 점수를 보였다. 이는 월레고사 문항이 현장에서의 전형적인 시험 문제였으며 옳은 개념을 바로 검사하고 있지는 못함을 말하지만 아울러 개발된 수업모형의 현장 적용에서 반드시 고려해야 할 사항이다.

둘째, 태도검사 결과, 수업 전과 후 각각 실험반과 비교반의 유의미한 점수 차이는 없었다. 한편 실험반과 비교반 각각의 수업전후 변화를 살펴보면 비교반의 태도는 수업 전후에 변화가 없었으나, 실험반은 수업 후의 점수가 수업 전보다 전반적으로는 오히려 낮아졌다. 그러나 개념검사 점수를 수준별로 분석해 본 결과, 수업 후에 개념성취율이 좋은 학생들은 사후 태도도 사전보다 좋아졌음을 알 수 있었다.

이에 대한 논의를 결론내리자면, 이론적으로 개발된 인지갈등을 통한 개념수업 절차 모형을 현장에 적용하기 위해서는 다음과 같은 선행 조건이 필요하다고 할 수 있다.

첫째, 학생들의 수준이다. 발표 및 토론 훈련이 되어 있어야 한다. 이 모형은 토론과 발표없이는 활용될 수 없으며 자칫 불참자가 소외되거나 산만해지기 쉽다. 특히 판서와 필기에 길들여진 학생들에게는 정리가 잘 되지 않아 혼란스러워 할 소지가 있다. 위의 수준별 연구 결과와 관련지어 보면 본 모형이 어느 정도의 인지논리 수준이 필요함을 암시한다.

둘째는 교사의 수준이다. 토론식 수업은 학생 중심이지만 교사의 수업준비는 강의수업보다 더 많다. 이 모형에서는 반드시 많은 교재연구와 학생이해가 선행되어야  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ 라는 모형 요소들이 제 역할을 한다. 표현을 잘 하는 소수만이 대상이 아니므로 실제 수업에서는 각 단계들의 이행시 적절한 정리를 하고 다음 단계로 넘어가게 하는 교사의 교수능력이 필요하다. 전통적으로 출력장치에만 주력하는 지식전이 수업은, 학생들이 토의를 통해 자기 생각을 잘 표현하도록 허용적인 분위기

의 수업으로 바뀌어야 한다. 학생의 발표나 질문에 교사가 어떻게 반응하는지, 교사의 질문이나 활동에 학생들이 생각하고 답할 만한 여유(wait-time)는 적당한지 등의 발문기술과 교사와 학생, 학생과 학생의 의견교환 강화가 요지이다. 발표가 활발하지 못한 학급에 대기시간을 많이 주면 역효과를 일으킨다. 이러한 것이 바로 수업지도안 즉 이론만으로 모형적용을 보는 것과 적용한 수업으로 보는 것의 가장 큰 차이이다.

## 적 요

과학교육학이라는 학문에서 주장하는 이론은 반드시 수업 현장의 실제와 연결되어야만 비로소 이론은 이론대로 수업 효과는 효과대로 제 기능을 다 할 것이다. 그 대표적인 예가 수업모형 연구이다. 본 연구에서는 과학 개념변화 수업모형 중에서, 오개념 교정에 필요한 인지갈등 전략을 기본으로 만들어진 개념수업 절차 모형(권재술, 1989)을 현장에 적용해 보았다. 특히 교사 연수에서 효과 검사에 이르기까지 모형의 투입 전후에 일어나는 여러 제반 사항들도 함께 기술하여 그로부터 알게 된 여러 문제점과 효율적인 적용 방안을 알아보았다. 수업의 효과면은, 비교반과 실험반의 수업 전·후 개념검사와 태도검사 점수, 그리고 학교교육과정상 실시되는 전형적인 월레고사 개념성취도 점수를 비교해 보았으며, 수업의 적용면은 수업 준비와 적용 과정에서 교사와 학생의 의견을 조사하였다. 그 결과, 학생에게 적절한 갈등 자료인  $R_2$ 의 준비가 가장 어려웠으며, 교사에게는 허용적인 수업분위기 유도과 발문 전략 활용의 교수 기술이, 학생에게는 발표 및 토론 훈련이 필요함을 확인할 수 있었다.

## 참 고 문 헌

- 권난주(1994). 과학 개념학습을 위한 수업모형의 비교와 일반 모형 탐색. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 권난주, 권재술(1996). 인지갈등을 통한 개념수업 절차 모형의 점검틀 고안. 한국과학교육학회지, 16(3), 239-248.
- 권재술(1989). 과학개념 형성의 한 인지적 모형. 물리교육, 7(1), 1-9.
- 권재술(1992). 과학 개념학습을 위한 수업 절차와 전략. 한국과학교육학회지, 12(2), 19-29.

- 김명련(1994). 인지갈등 수업전략이 중학생의 과학 개념 변화와 과학적 태도에 미치는 영향. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 김법기(1993). 학생들의 과학교과 불안도와 학습 성취도와의 관계. *한국과학교육학회지*, 13(3), 341-358.
- 김익균(1991). 대립개념의 증거적 비판 논의와 반성적 사고를 통한 대학생의 힘과 가속도 개념 변화. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 문충식(1990). 전류에 관한 학생들의 오인 유형 변화의 종단적 연구. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 박용운(1996). 전기회로에서 갈등상황의 유형이 학생들의 인지적 갈등유발에 미치는 영향. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 심영이(1994). 인지갈등전략이 아동의 힘 개념변화에 미치는 효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 이용남, 박분희 역 (1993). 인지 심리와 교수-학습. 교육과학사.
- 정완호, 권재술, 최병순, 정진우, 허명, 김효남(1996). 과학 수업모형의 이론적 비교·분석 및 현장 적용 연구. 한국교원대학교 과학교육연구소.
- 한국교원대학교 과학교육연구소(1993). 아동의 기본 과학개념에 관한 학술 세미나. 한국교원대학교, 10월 16일.
- Brook, A., Briggs, H., Bell, B., & Driver, R. (1984). *Aspects of secondary students' understanding of heat*. Children's Learning in Science Project Full Report, Center for Studies in Science and Mathematics Education. The University Leeds.
- Driver, R., & Leach, J. (1993). A constructivist view of learning: Children's conceptions and the nature of science. In R. E. Yager (Ed.), *What research says to the science teacher*(Vol. 7): *The Science, Technology, Society Movement*(pp. 103-112). Washington, DC: NSTA.
- Hashweh, M. (1986). Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8(3), 229-249.
- Herbert, D., & Ruchlis, H. Y. (1968). *Mr. Wizards 400 experiments in science*. NY: Book-lab, Inc.
- Hewson, M. G. (1981). *Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning*. Paper presented at the annual meeting of the NARST, 54th, Grossinger's in the Catskills, Ellenville, NY, April 5-8. (ED 204 128)
- Lowery, L. F. (1985). *The everyday science sourcebook*. Dale Seymour Publications.
- Renner, J. W. (1982). The power of purpose. *Science Education*, 66(5), 709-716.
- Stavy, R., & Berkovitz, B. (1980). Cognitive conflict as a basis for teaching quantitative aspects of the concept of temperature. *Science Education*, 64(5), 679-692.
- Strauss, S. (1972). Inducing cognitive development and learning: A review of short-term training studies. *Cognition*, 1, 105.