

# 경험 귀추적 실험을 활용한 순환학습 전략이 중학교 전기 단원 과학 성취도에 미치는 효과

강 순 희(이화여자대학교 교수)

홍 혜 인(이화여자대학교 박사과정)

## 《 요약 》

본 연구에서 사용한 총 12차시 중학교 2학년 '전기' 단원에 대한 탐구학습 전략은 학생 중심의 탐구활동을 교사 중심의 교실 수업 활동보다 항상 앞서서 시작하는 순환학습이다. 그 중 학생 중심의 탐구활동을 하는 탐색 단계는 실험실에서 이루어지는 경험 귀추적 탐구 실험 다섯 차시와 교실에서 이루어지는 한 차시 경험 귀추적 탐구 수업으로 구성되었다. 실험집단에는 본 연구에서 개발한 '전기' 단원 탐구학습 전략을, 그리고 통제집단에는 전통적인 교과서 중심의 과학 수업을 투입한 후에 '전기' 단원 과학 학업성취도, 과학적 사고력, 과학 관련 태도에 대하여 공변량 분석(ANCOVA)으로 적용 효과를 알아보았다. 본 연구에서 개발한 전기 단원 탐구학습 전략에 의한 학생들의 전기 관련 학업성취도의 향상, 과학적 사고력 신장, 과학 관련 태도의 긍정적인 변화가 전 학기 과학 성적이 평균 점수 이하인 하위 수준 학생들보다는 평균 점수 이상인 상위 수준 학생들에게 유의미하게 효과가 있었다( $p < .05$ ). 중학교 전기 단원에 대하여 학생이 능동적으로 스스로 탐구해야 하는 본 연구에서 개발한 전기 단원 탐구학습 전략은 경험 귀납적 사고 수준 학생들의( $p < .05$ ) 과학적 사고력의 향상보다는 가설 연역적 사고 수준과 과도기적 사고 수준 학생들의 과학적 사고력의 향상에 도움을 주고 있음도 알 수 있었다( $p < .05$ ).

주제어 : 탐구학습 전략, 전기 단원 순환학습 전략, 경험 귀추적 탐구 실험, 과학 학업성취도, 과학적 사고력, 과학 관련 태도

## I. 서론

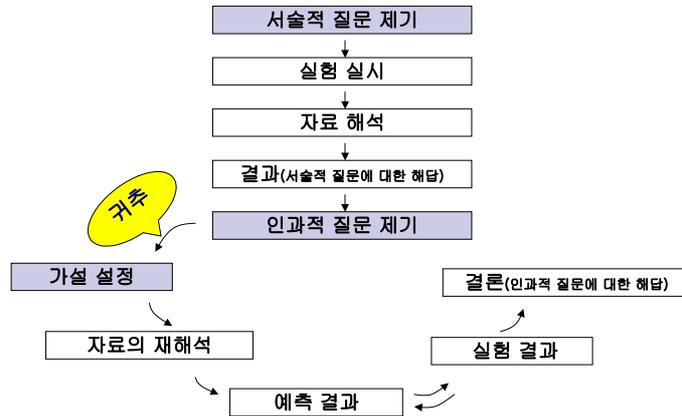
탐구 수업이란 마치 과학자가 모르는 무엇을 알아내기 위하여 더듬어 연구하는 탐구 과정과 같이 만들어진 탐구학습 모형에 의하여 학교에서 이루어지는 수업이다(강순희, 2005, pp.

8~23). 그러므로 탐구 중심 수업은 지식 획득뿐만 아니라 학생들의 내면적 변화 즉, 과학적 사고력(탐구 사고력)이나 문제 해결력의 신장과 바람직한 과학적 태도 변화에도 관심을 두게 되는 것이다(김찬중·채동현·임채성, 1999, pp. 177~183; 정완호 외, 1997 pp. 41~53; 조희형, 2003, pp. 320~324; 조희형·박승재, 1995 pp. 257~275; 조희형·최경희, 2001, pp. 357~362; 한안진, 1987, pp. 229~234; Kauchak & Eggen, 1980/1986 pp. 366~367; Puntambekar & Kolodner, 2005). 결국 이러한 탐구 중심의 과학 탐구학습과 과학 실험 활동은 떼어 놓을 수 없는 밀접한 관계이다. 본 연구에서는 탐구학습의 한 방법인 순환학습 전략을 활용한 실제 수업 방법을 개발하고 현장에 적용해 본 효과를 알아보려고 한다.

순환학습 전략은 좋은 탐구학습 모형 중 하나이다(과학교육학 용어 해설, 2005, pp. 333~339; Lawson, 1995, pp. 139~147). 그 이유는 순환학습 전략의 절차에서 가장 중요하게 여기는 관점으로 학생들이 중심이 되어 스스로 더듬으면서 탐구하도록 하는 탐색 단계를 교사 중심의 용어 도입 단계보다 반드시 선행되어야 한다고 강조하기 때문이다. 로슨은 학생들의 탐구 사고력의 향상을 위하여 탐색 단계에서의 탐구 실험으로 세 가지 형태인 서술적 탐구 실험(Descriptive Inquiry Experiment), 경험 귀추적 탐구 실험(Empirical-Abductive Inquiry Experiment), 가설 연역적 탐구 실험(Hypothetical-Deductive Inquiry Experiment)을 제시하고 있다. 그는 이러한 탐구 실험들을 경험한 학생들은 탐구 사고력(로슨은 창의적이고 비판적인 사고력이라고 함)이 향상된다고 제안하고 있다. 그는 고등학교용 탐구 화학 실험서를 개발하여 출간하였는데, 여기에는 서술적 탐구 실험, 경험 귀추적 탐구 실험, 가설 연역적 탐구 실험들이 각각 13개, 11개, 11개로 총 35개의 탐구 실험들을 탐색 단계로 사용하고 있다(Lawson & Birk, 1994, pp. 1~210). 그러나 이러한 탐구적인 순환학습 자료들은 과학에 대한 이론 수업과 실험 수업이 모두 과학 실험실에서 이루어지는 미국의 중등 과학 교육 현장에 합당하게 적용할 수 있도록 구성되어 있다. 그러나 우리나라의 과학 교육 현장에서는 이러한 로슨의 순환학습 전략을 적용하기는 매우 힘들다. 왜냐하면 우리는 실험 수업과 이론 수업을 합한 전체 과학 수업 활동을 과학 실험실에서 진행하지 못하는 상황이기 때문이다. 현재 우리 중등 과학 교육 현장에서는 대부분 이론 수업은 교실에서 진행되며, 오로지 실험 수업만이 과학 실험실에서 진행하고 있다.

따라서 본 연구에서는 우리의 과학 교육 현실에 사용할 수 있도록 학생이 중심이 되어 진행되는 탐색 단계를 실험실에서 탐구 실험으로 진행하고, 이어서 교사가 주도하는 용어 도입 단계와 역시 학생이 중심이 되어 적용 문제를 풀어보는 적용 단계는 교실 수업으로 진행하도록 만든 ‘우리나라에서 사용 가능한 순환학습 전략’을 활용하였다(강순희·김지영·박은미, 2004, pp. 107~111; 강순희 외, 2005, pp. 21~25; 강순희 외, 2006, pp. 20~25). 그중에서도 경험 귀추적 탐구 실험을 활용한 순환학습 전략에 대한 구체적인 실례는 강순희 외(2006, pp. 27~29)의 자료에 자세히 소개되어 있다.

다음의 [그림 1]과 같은 형태의 실험을 경험 귀추적이라고 부르는 이유는 귀추라는 추론 과정을 거치기 때문이다(강순희, 2003a, pp. 19, pp. 25; Lawson, 1995, pp. 140~143). 귀추는 관찰한 현상의 원인을 찾는 과정에서 이전의 경험과의 유사성을 바탕으로 인과적 질문에 대한 잠정적인 해답인 가설을 제안하는 과정이다(권용주 외, 2003; 박종원, 2004; Cunningham, 1992, pp. 165~194; Deely, 1986, pp. 5~34; Kehle, & Lester, 2003, pp. 100~107; Peirce Edition Project, 1998; Shank, & Cunningham, 1996). 로슨(1995, pp. 140~143)은 탐색 단계의 초반에 얻어진 실험 결과들을 재해석(귀추)함으로써 제안한 가설의 수용과 기각 여부를 결정하는 일련의 과정에 의하여 학생들의 과학적 사고력이 신장된다고 하였다. 학생들에게 적용하기에 합당한 가설 연역적 탐구 실험의 개발이 어려울 뿐만 아니라, 더 나아가서 적용할 때의 소요 시간이 장시간이기 때문에 현실적으로 학교 수업에 적용하기도 어려운 것이 사실이다. 본 연구에서는 [그림 1]의 과정인 경험 귀추적 탐구 실험을 1차시용으로 다섯 과제를 개발하였다. 그렇기 때문에 본 연구에서 개발한 탐구 실험들은 학교 실험 수업에 실제로 사용 가능하다.



[그림 1] 경험 귀추적 탐구 실험 절차

중등학교 과학 단원 내용 중에서 ‘전기’ 단원은 학습 내용으로 볼 때, 앞에서 제시한 경험 귀추적 탐구 실험([그림 1] 참조)들로 합당하게 구성할 수 있을 것으로 판단되었기 때문에 본 연구의 대상 단원으로 사용하였다. 그동안 학생들의 전기 관련 개념 연구(권재술·김범기, 편, 1998, pp. 1~113; 문충식·최병순, 1991; Driver, Guesne, & Tiberghien, Eds., 1985, pp. 34~51) 들이 국내외로 많으며, 더불어 전기 관련 개념 변화에 초점을 둔 그동안의 여러 연구들(김영민·박윤희·박승재, 1990; 김영민·권성기, 1992; 이형철·남만희, 2001)이 보고되어 있으나, 이와 관련된 외국에서의 전기 개념 관련 순환학습 전략에 대한 연구는 없었다. 우리나라 제7

차 교육과정하의 중학교 2학년 ‘전기’ 단원 전체에 대한 탐구 수업 전략으로 항상 한 주제를 학습하는데 있어서 처음을 탐색 단계로 탐구하게 하는 순환학습 전략을 개발하는 것은 시기적절하다. 개발한 교수 전략들을 현실적으로 학교 현장에 적용하여 긍정적인 교수 효과들이 나타난다면, 그러한 교수 전략들은 ‘전기’ 단원을 교수하는 과학 교사들에게 직접적인 도움이 될 것이라고 생각된다. 본 연구에서 개발한 ‘전기’ 단원 전체에 대한 12차시 탐구 수업 전략은 아래의 연구 과정에 구체적인 설명과 함께 [그림 2], [그림 3], [그림 4]로 나타내었다.

## II. 연구 대상 및 연구 과정

### 1. 연구 대상

본 연구 대상 단원은 제7차 교육과정에 의한 중학교 2학년 ‘전기’ 단원 정규 수업이며, 연구 대상 학생은 서울 남녀공학 중학교 2학년 4개 학급 학생들이다. 탐구 수업(경험 귀추적 순환학습 수업) 전략을 도입한 실험집단에는 2개 반 61명의 학생들이 참여하였고, 교과서 위주의 강의식 수업, 즉 연역적 교수 방법을 도입한 통제집단에는 2개 반 67명의 학생들이 참여하였다. 학생들의 전 학기 과학 성적 평균을 기준으로 하여, 평균 이상(71.99점)의 성적의 학생들은 해당 집단의 상위 수준 소집단, 그리고 평균 이하의 성적의 학생들은 해당 집단의 하위 수준 소집단으로 분류하여 소집단을 분석할 때에 사용하였다. 과학적 사고력 검사지의 분석에서는 정답 수가 9개 이상이면 가설 연역적 사고 수준 소집단, 5~8개이면 과도기적 사고 수준 소집단, 4개 이하이면 귀납적 사고 수준 소집단으로 분류(Lawson, 1995, pp. 100~130)하여 소집단을 분석할 때에 사용하였다.

### 2. 연구 과정

본 연구의 탐구학습 전략인 순환학습은 다음과 같은 몇 가지 관점을 바탕으로 만들었다.

첫째, 수업 처치 이전에 투입한 학업성취 문항분석에서 도출해 낸 학생들의 전기 관련 사전 개념들과 이미 선행 연구에서 밝혀진 관련되는 사전 개념들을 합하여 총 12차시 분량의 전기 단원에 학습 전략을 개발하는 기초 자료로 사용하였다.

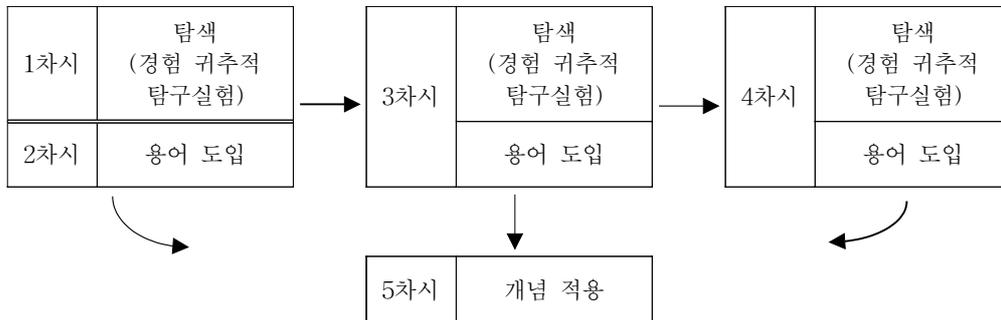
둘째, 학생들의 탐구활동을 항상 과학 수업 전략의 초기인 탐색 단계로 시작하였으며, 이어서 용어 도입 단계와 개념 적용 단계를 거치도록 하였다. 탐색 단계에서의 수업은 경험 귀추적 탐구 실험 5회와 교실에서의 경험 귀추적 탐구 수업은 1회이다([그림 2], [그림 3],

[그림 4] 참조).

셋째, 교수하려는 내용에 대하여 세 단계 순환학습 전략으로 소요되는 수업 시간이 1차시로는 현실적으로 부족할 수가 있다. 따라서 본 연구에서는 세 단계 순환학습 전략을 2차시분량 이상이 되는 수업 시간이 되기도 하였으나, 반드시 학생 중심의 실험실 수업이 진행된 후에 이어서 교사 중심의 교실 수업을 하였다.

넷째, 하나의 용어를 도입하기 전에 학생들은 반드시 매번 탐색 단계를 선행하게 하였다. 때로는 개념 적용 단계에 와서 앞의 여러 종류의 용어를 함께 사용하기도 하였다([그림 2]와 [그림 3] 참조). 예를 보면, [그림 2]에서는 세 용어(정전기의 종류, 정전기 유도, 방전)들이 제5차시 개념 적용 단계에서 세 용어를 함께 사용하고 있음을 보여 주고 있다.

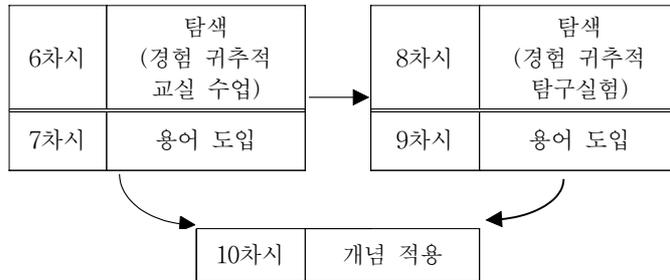
총 다섯 차시가 소요되는 [그림 2]의 수업 전략 및 수업 과정은 다음과 같다. 정전기 종류에 대한 제1차시 탐색 단계를 실험실에서 경험 귀추적 탐구 실험으로 진행하였으며, 이어서 용어 도입 단계인 제2차시는 교실 수업으로 교사가 중심이 되어 수업을 하였다. 학습 내용상 바로 개념 적용 단계를 하지 않고, 다시 실험실에서 정전기 유도에 대한 경험 귀추적 탐구 실험으로 탐색 단계와 용어 도입 단계를 합하여 제3차시로 진행하였다. 이어서 또 실험실에서 방전에 대한 경험 귀추적 탐구 실험으로 탐색 단계와 용어 도입 단계를 제4차시로 진행하였다. 드디어 제5차시에는 교실 수업으로 정전기의 종류, 정전기 유도, 그리고 방전의 내용을 통합한 개념 적용 단계로 마무리하였다.



[그림 2] 1차시에서 5차시까지 순환학습 수업 과정

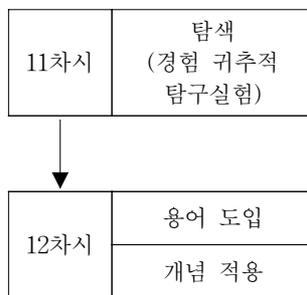
총 다섯 차시가 소요되는 [그림 3]의 수업 전략은 [그림 2]의 수업 전략과 유사하나 차이가 있다. 전류의 개념에 대한 학생 중심의 탐색 단계가 제6차시로 맨 먼저 학생들이 중심이 되어 진행되는 경험 귀추적 토론 수업 전략이 교실에서 진행된다. 이어서 교사가 중심이 되어 진행되는 용어 도입 단계인 제7차시를 교실 수업으로 진행하면서 학생들에게 용어를 교수한다. 다시 전하량 보존과 전압에 대한 학생 중심의 탐색 단계 제8차시가 경험 귀추적 탐

구 실험 수업으로 진행되고, 그 다음에 교실 수업으로 용어 도입 단계 제9차시를 진행하게 된다. 드디어 전류, 전하량 보존, 전압 개념들을 종합적으로 다루는 개념 적용 단계 제10차시로 마무리 된다. [그림 3]의 전략에도 항상 탐색 단계의 다음 차시에 용어 도입 단계가 위치하고 있다.



[그림 3] 6차시에서 10차시까지 순환학습 수업 과정

옴의 법칙을 가르치려면 총 두 차시가 소요된다([그림 4] 참조). 실험실에서 학생 중심의 경험 귀추적 탐구 실험 수업으로 옴의 법칙에 대한 탐색 단계인 제11차시가 진행된다. 그 다음 교실 수업에서 교사가 이전 실험 수업에서 탐색한 자료들을 토대로 하여 옴의 법칙이라는 용어를 도입하고, 이어서 옴의 법칙 개념에 대한 개념 적용을 하는 제12차시로 마무리 하게 된다. [그림 4]의 전략에도 탐색 단계의 다음 차시에 교사 중심의 용어 도입 단계가 위치하고 있다.



[그림 4] 11차시와 12차시 순환학습 수업 과정

‘전기’ 단원을 총 12차시로 개발한 본 연구의 수업 전략에서의 탐색 단계는 총 6회였으며, 경험 귀추적 탐구 실험 5회와 경험 귀추적 토론 교실 수업 1회였다. 또한 본 연구에서 사용한 탐구 실험들은 중2 탐구 실험지도서(강순희, 2001, pp. 114~121)에 실려있는 탐구 실험들을 강순희 외(2006, pp. 20~25)가 제시하는 경험 귀추적 탐구 실험 [그림 1]의 형태로 수정·보완하여서 사용하였다.

### Ⅲ. 검사도구 및 결과 분석 방법

수업 처치 이전에 학업성취도, 과학적 사고력, 과학 관련 태도에 대한 사전 검사를 실시하였다. 실험집단과 통제집단에 각각 중학교 2학년 ‘전기’ 단원을 12차시용으로 개발한 순환학습 전략을 투입한 수업과 전통적인 수업을 처치하였다. 수업 처치 후에 수업의 효과를 알아내기 위하여 학업성취도, 과학적 사고력, 과학 관련 태도에 대한 사후 검사를 실시하였다. 사용한 사전 검사지와 사후 검사지는 동일한 검사지를 사용하였다. 두 집단의 모든 수업은 동일한 교사에 의해 진행되었다.

‘전기’ 단원 관련 학업성취도 검사 도구는 강순희(2003, pp. 301~340)가 개발한 ‘전기’ 단원에 대한 학습목표를 참고하여 지식영역과 탐구영역에 고르게 분포되도록 수정·보완하여 사용하였고, 경험이 많은 과학 교육전문가 3인에게 내용 타당도를 검증받았다. 총 20개 문항으로 구성되어 있으며 문항당 5점을 부여하여 100점 만점으로 하였다. 여기에는 ‘전기’ 단원을 학습하기 전에 이미 형성되어 있는 개념으로 해결할 수 있는 문항과 ‘전기’ 단원을 학습해야만 해결할 수 있는 문항들로 구성되어 있다. 이 검사지를 사전과 사후 학업성취도를 알아내는 검사지로 사용하였다. 제작한 이 검사문항에 대한 내적 신뢰도인 Cronbach's  $\alpha$  값은 사전과 사후 검사에서 각각 .71과 .85였다.

과학적 사고력을 측정하기 위한 검사 도구는 로슨(Lawson, 1995, pp. 436~445)이 개발한 과학적 사고력 검사지(classroom test of scientific reasoning)를 사용하였다. 이 과학적 사고력 검사지는 보존, 비례 관계, 변인 통제, 확률, 조합, 상관에 대한 사고력을 측정할 12문항으로 구성되어 있으며, 문항당 5점을 부여하여 60점 만점으로 하였다. 이 검사지를 사전과 사후 과학적 사고력을 알아내는 검사지로 사용하였다. 이 검사 문항에 대한 내적 신뢰도인 Cronbach's  $\alpha$  값은 사전과 사후 검사에서 각각 .79와 .80이었다.

학생들의 과학에 관련된 태도 검사 도구는 최경희·김추령(1995)이 개발하여 사용한 설문지를 사용하였다. 이 태도 설문지는 총 14문항으로 구성되어 있으며, 평가 범주에 따라 과학 수업(science class) 관련 3문항, 과학 수업 내용(science course content) 관련 3문항, 과학 공부

(studying science) 관련 4문항, 과학의 가치(the value of science) 관련 4문항으로 구분되어 있다. 이 태도 설문지는 긍정적인 문항과 부정적인 문항이 고르게 혼합하여 구성되어 있으며, 각 문항에 대해 ‘완전 반대’는 1점에서부터 ‘완전 동의’의 5점으로 채점하였고, 부정적 태도 문항 검사지는 각 문항에 대해 ‘완전 동의’의 1점에서부터 ‘완전 반대’의 5점으로 채점하였다. 내적 신뢰도인 Cronbach’s  $\alpha$  값은 사전과 사후 검사에서 각각 .84와 .85이었다.

본 연구의 결과는 SPSS/PC+ 통계 프로그램(version 10.0)을 사용하여 공변량 분석(ANCOVA)을 실시하였다.

## IV. 연구 결과 및 논의

### 1. 과학 학업성취도에 대한 효과

순환학습 수업 전략을 도입한 탐구 수업과 교과서 위주의 강의식 수업 처치에 따른 학업성취도 검사 점수의 평균과 교정 평균은 <표 1>과 같다. 분석 결과 사전 검사에서는 통제 집단의 전체 평균이 실험집단의 전체 평균보다 4.04점 높았으나, 사후 검사 교정 평균은 실험집단이 1.85점 높게 나타났다. 그러나 통계적으로는 유의미한 차이가 없는 것( $p > .05$ )으로 <표 1>에서 보여주고 있다.

그러나 전 학기 기말 고사의 과학 성적의 평균 이상의 상위 수준 소집단 학생들에 대한 사전·사후 학업성취도 검사 결과는 <표 1>과 같다. 상위 수준 학생들이 실험 소집단과 통제 소집단의 사후 검사 점수인 교정 평균이 각각 72.93점과 60.52점으로 실험 소집단의 교정 평균이 12.41점 높게 나타났고, 통계적으로도 유의미한 차이가 있는 것( $p < .05$ )으로 <표 1>에 나타났다.

전 학기 과학 학업성취도가 평균 이하인 하위 수준 소집단 학생들의 수업 처치에 대한 사전·사후 학업성취도 결과는 <표 1>과 같다. 하위 수준 학생들이 실험 소집단과 통제 소집단의 사후 검사 점수인 교정 평균이 각각 45.19점과 52.24점으로 실험집단의 교정 평균이 오히려 6.91점 낮게 나타났고, 역시 통계적으로도 유의미한 차이가 없는 것( $p > .05$ )으로 <표 1>에서 보여주고 있다.

〈표 1〉 과학 학업성취도에 대한 평균, 표준편차, 교정 평균 및 공변량 분석 결과

집단		사례 수 (명)	사전 검사		사후 검사		교정 평균	ANCOVA	
			평균	표준 편차	평균	표준 편차		F	p
전체	실험반	61	22.30	16.14	55.08	29.23	57.01	.190	.664
	통제반	67	26.34	16.50	57.11	24.25	55.16		
상위 수준	실험반	24	38.33	13.41	73.54	17.72	72.93	5.974	.018*
	통제반	38	37.37	12.72	60.13	26.50	60.52		
하위 수준	실험반	37	11.76	6.89	44.86	29.56	45.19	1.148	.288
	통제반	29	11.90	6.87	52.69	20.21	52.24		

\*  $p < .05$

‘전기’ 관련 학업성취도의 변화를 위 세 가지 측면으로 분석한 결과를 토대로 하여 다음과 같은 잠정적인 결론을 내릴 수 있다. 교사가 개입하기 이전에 학생이 능동적으로 스스로 탐구해야 하는 탐구학습 전략인 순환학습 전략은 과학 성적 평균 이하인 하위 수준 학생들 보다는 평균 이상인 상위 수준 학생들에게 보다 유의미하게 전기 관련 학업성취도에 미치는 효과가 있었다고 말할 수 있겠다. 다시 말하면, 능동적인 학습 형태가 수용 가능하고 그 효과가 드러나는 학생들의 집단이 ‘전기’ 관련 과학 학업성취가 평균 이상의 학생들이라는 결론이다. 이러한 연구 결과는 최근에 과학과에서 요구되는 집단 내 심화·보충형 수준별 학습 방법에 대한 수업 전략의 개발에 도움이 되리라 여겨진다.

평균 이상인 상위 수준 학생들의 학업성취도가 향상되었다는 본 연구 결과와 비교해 볼 수 있는 연구는 다음과 같다. 제6차 교육과정에서의 ‘전기와 자기’ 단원의 소단원인 전류의 방향과 세기에 대한 김준형과 박윤배(2002)의 연구 결과이다. 탐색 단계에서의 탐구 실험의 형태를 1차시 가설 연역적 실험으로 개발하여, 총 2차시 수업 처치를 한 결과 실험반 전체 학생들의 학업성취도가 향상되었다고 보고되어 있다. 이 연구의 수업 절차는 2차시여서 탐구 수업을 순환적으로 진행하지는 못하였으나, 역시 좋은 탐구학습 전략이라고 여겨진다. 그래도 이들은 연구 결과 전체 학생의 학업성취도가 향상되었음을 보았다고 한다. 반면, 정진수와 정완호(1995) 연구의 경우는 한 학기용 순환학습 전략에 의하여 학생들의 전체 과학 학업성취도가 의미 있게 향상되지는 않았다고 보고하고 있다. 이 연구는 전기와 자기 단원이 포함되어 있으나, 본 연구 결과의 자료와는 실질적으로 비교하기가 어려워 보인다. 여기에는 순환학습 전략의 구체적인 형태가 제시되어 있지 않고 있으며, 한 학기 동안의 과학 시간 전체 단원 중 한 단원이 전기와 자기였다. 한편, 전류와 전기장 연구(위성백·백성혜, 1997)는 관찰 귀납적(본 연구에서의 경험 귀추적) 순환학습에 대한 결과로서 수업 처치 후의 초등학교 6학년 실험반 학생들의 학업성취도가 전체적으로 유의미하게 향상되었다고 보고하고 있다.

## 2. 과학적 사고력에 대한 효과

순환학습 수업 전략을 도입한 수업과 교과서 위주의 강의식 수업 처치에 따른 과학적 사고력 검사 점수의 평균과 교정 평균은 <표 2>와 같다. 분석 결과 사전 검사에서는 통제집단의 전체 평균이 실험집단의 전체 평균보다 1.82점 높았으나, 사후 검사 교정 평균은 실험집단이 6.15점 높게 나타났다. 그리고 통계적으로도 매우 유의미한 차이가 <표 2>에 나타났다( $p < .001$ ).

평균 성적 이상의 상위 수준 소집단 학생들에 대한 사전·사후 과학적 사고력 검사 결과는 <표 2>와 같다. 상위 수준의 학생들이 실험 소집단과 통제 소집단의 사후 검사 점수인 교정 평균이 각각 38.88점과 29.05점으로 실험 소집단의 교정 평균이 9.83점 높게 나타났고, 통계적으로도 유의미한 차이가 있는 것( $p < .001$ )으로 <표 2>에 나타났다. 그러나 평균 성적 이하의 하위 수준 소집단 학생들에서는 통계적으로는 유의미한 차이가 없는 것( $p > .05$ )으로 <표 2>에 나타났다.

<표 2> 과학적 사고력에 대한 평균, 표준편차, 교정 평균 및 공변량 분석 결과

집단		사례 수 (명)	사전 검사		사후 검사		교정 평균	ANCOVA	
			평균	표준 편차	평균	표준 편차		F	p
전체	실험반	61	26.98	14.38	31.98	15.75	32.41	11.814	.001**
	통제반	67	28.08	15.88	26.14	15.56	26.26		
상위 수준	실험반	24	31.74	13.02	39.17	13.16	38.88	13.924	.000**
	통제반	38	30.69	17.69	27.63	16.71	29.05		
하위 수준	실험반	37	25.14	14.79	28.19	16.04	28.19	2.554	.115
	통제반	29	24.82	12.85	24.10	13.88	24.12		
가설 연역적 사고 수준	실험반	12	48.85	5.06	48.46	10.68	50.03	5.990	.022*
	통제반	13	50.77	4.00	41.15	14.60	39.59		
과도기 사고 수준	실험반	23	30.00	5.00	36.09	9.04	36.71	6.027	.018*
	통제반	29	32.14	5.68	30.89	9.53	30.39		
경험 귀납적 사고 수준	실험반	26	13.89	5.94	20.00	13.49	18.53	1.245	.270
	통제반	25	11.04	6.42	13.48	11.22	15.14		

\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .001$

사고력 수준이 가설 연역적 사고 수준인 소집단 학생들에 대한 과학적 사고력 검사 결과는 <표 2>와 같다. 가설 연역적 사고 수준의 학생들이 실험집단과 통제집단의 사후 검사 점수인 교정 평균이 각각 50.03점과 39.59점으로 나타나서, 실험집단의 교정 평균이 통제집단의

교정 평균보다 10.44점 높으며, 통계적으로도 유의미한 차이가 <표 2>에 나타났다( $p < .05$ ). 그리고 사고력 수준이 과도기적 사고 수준인 소집단 학생들에서는 통계적으로도 유의미한 차이를 <표 2>에 나타냈다( $p < .05$ ). 그러나 사고력 수준이 경험 귀납적 사고인 수준 소집단 학생들에, 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것( $p > .05$ )으로 <표 2>에 나타났다.

과학적 사고력의 변화를 평균 성적 이상의 상위 수준 소집단과 평균 성적 이하의 하위 수준 소집단의 비교로 분석한 결과를 토대로 하여 다음과 같다. 두 집단 전체 학생들을 비교하였을 때 실험집단이 유의미하게 효과가 있는 것( $p < .05$ )으로 <표 2>에 나타났다. 그런데 평균 성적 이상의 상위 수준 소집단의 비교에서는 매우 유의미하게 효과가 있는 것( $p < .001$ )으로 나타난 반면, 평균 성적 이하의 하위 수준 소집단의 비교에서는 효과가 없는 것( $p > .05$ )으로 <표 2>에 나타났다. 결국, 평균 성적 이상의 상위 학생들의 과학적 사고력의 신장이 전체 학생들의 신장으로 나타났음을 알 수 있었다.

과학적 사고력의 변화를 사고력 수준별 소집단의 비교로 분석한 결과를 토대로 하여 다음과 같은 잠정적인 결론을 내릴 수 있다. 실험집단 전체 학생들이 통제집단 학생들보다 과학적 사고력의 변화에 효과가 있어 보이나, 사고력 수준별 소집단을 비교해 보면, 경험 귀납적 사고 수준 소집단의 비교에서는 유의미한 효과가 없었으며( $p > .05$ ), 가설 연역적 사고 수준 소집단과 과도기적 사고 수준 소집단의 효과( $p < .05$ )가 전체 학생들의 과학적 사고력의 신장으로 나타났음을 알 수 있었다(<표 2>참조).

본 연구의 중학교 ‘전기’ 단원에 대하여 교사가 개입하기 이전에 학생이 능동적으로 스스로 탐구해야 하는 본 연구에서 개발한 경험 귀추적 순환학습 전략은 가설 연역적 사고 수준과 과도기적 사고 수준 학생들에게 좋은 효과가 있었음을 보여 주고 있다.

본 연구의 ‘전기’ 과제와 동일하지는 않으나, 사고력 수준이 높은 학생들에게 순환학습이 효과적으로 나타났다는 논문들이 많이 있으며, 한 예로 39개의 관련 연구들을 메타 분석(Lott, 1983)한 것이 있다. 본 연구에서 적용한 경험 귀추적 형태에는 필수적으로 귀추적 과정에서 가설적 사고가 요구되기 때문에(강순희 외, 2006 pp. 20~25) 이미 가설적 사고를 할 수 있는 수준의 학생들이 보다 더 나은 사고력의 향상을 보여 주었을 것으로 판단이 된다. 반면, 능동적이고 학생 주도적인 여섯 차례나 되는 탐구활동이 인지 수준이 낮은 학생들에게는 힘든 과정이었을 것이라고 여겨진다.

정진수와 정완호(1995)의 연구에서도 순환학습 전략에 의하여 중학생들의 형식적이고 과도기적 인지 수준의 학생들의 탐구 능력이 향상되었다고 하였다. 그러나 본 연구 대상보다는 하위 학교급인 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 관찰 귀납적(본 연구에서의 경험 귀추적임) 순환학습 연구는 전체 학생들의 탐구 능력에 효과적이었다고 보고하고 있다(위성백·백성혜, 1997). 그러나 김준형과 박윤배(2002)의 ‘전기’ 관련 가설 연역적 순환학습 연구는 충분한 수업 처치가 없어서인지 모르나, 탐구력에서는 차이가 없었다고 보고하고 있다.

### 3. 과학과 관련된 태도에 대한 효과

순환학습 수업 전략을 도입한 수업과 교과서 위주의 강의식 수업 처치에 따른 태도 검사 점수의 평균과 교정 평균은 <표 3>과 같다. 분석 결과 사전 검사에서는 통제집단의 전체 평균이 실험집단의 전체 평균보다 1.36점 높았으나, 사후 검사 교정 평균은 실험집단이 0.14점 높게 나타났으나, 통계적으로는 유의미한 차이를 나타내지 않았다( $p > .05$ )(<표 3> 참조).

평균 성적 이상의 상위 수준 소집단 학생들에 대한 사전·사후 학업 관련 태도 검사 결과는 <표 3>과 같다. 상위 수준의 학생들이 실험 소집단과 통제 소집단의 사후 검사 점수인 교정 평균이 각각 49.99점과 47.76점으로 실험 소집단의 교정 평균이 2.23점 높게 나타났으나, 통계적으로는 유의미한 차이를 나타냈다( $p < .05$ )(<표 3> 참조). 그러나 평균 성적 이하의 하위 수준 소집단 학생들에 통계적으로도 유의미한 차이가 없는 것( $p > .05$ )으로 나타났다.

중학교 ‘전기’ 단원에 대하여 교사가 개입하기 이전에 학생이 능동적으로 스스로 탐구해야 하는 순환학습 전략은 하위 수준 학생들보다는 상위 수준 학생들의 태도 변화에 보다 긍정적인 효과가 있었다고 말할 수 있다. 이러한 경향이 탐구 능력의 변화에서도 비슷하게 나타나고 있었다. 역시 수업이 흥미가 있을 때 참여하고 싶을 것이고, 학습하고 싶은 태도도 형성될 것이며, 따라서 열심히 탐구활동에 참여하게 된다고 본다. 그러한 학생들의 ‘전기’ 단원 학업성취도가 결국 보다 향상되고 있음을 보여 주고 있다. 그러나 정진수와 정완호(1995)의 연구를 보면, 과학에 대한 흥미와 태도도 긍정적이었고, 탐구 능력도 향상되었으나, 학업성취도의 향상은 나타나지 않는 경우도 있다.

<표 3> 과학과 관련된 태도에 대한 평균, 표준 편차, 교정 평균 및 공변량 분석 결과

집단		사례 수 (명)	사전 검사		사후 검사		교정평균	ANCOVA	
			평균	표준 편차	평균	표준 편차		F	p
전체	실험반	61	43.61	8.93	45.90	8.87	46.14	.020	.889
	통제반	67	44.97	7.22	46.42	8.01	46.28		
상위 수준	실험반	24	47.31	6.65	50.06	6.04	49.99	5.831	.018*
	통제반	38	47.21	7.47	47.73	7.19	47.76		
하위 수준	실험반	37	38.28	8.42	39.52	8.91	40.81	2.168	.148
	통제반	29	41.62	5.38	44.42	8.90	43.88		

\*  $p < .05$

## V. 결론 및 제언

본 연구의 첫 번째 목적은 우리나라 과학 교육 현장에 실제로 사용하도록 구성되어진 ‘전기’ 단원 전체에 대한 탐구학습 전략을 만드는 것이었다. 이러한 목적에 합당한 탐구학습 모형으로 로슨의 순환학습 모형을 선택하였으며, 교수하고자 하는 내용에 따라 우리나라에서 사용 가능하도록 수정하고 보완한 ‘전기’ 단원에 대한 총 12차시([그림 2], [그림 3], [그림 4])를 개발하였다. 두 번째 목적은 본 연구에서 개발한 총 12차시 ‘전기’ 단원 수업 전략을 현장에 적용한 후에 나타난 학생들의 학업성취도, 과학적 사고력, 과학 관련 태도를 분석하는 것이었다. 이러한 분석 결과들을 종합해 보면 다음과 같다.

본 연구에서 개발한 ‘전기’ 단원 순환학습 수업 전략을 적용한 수업과 교과서 위주의 강의식 수업, 즉 연역적 교수 방법을 투입한 두 집단 간 학생들의 학습성취도에 미치는 효과를 통계적으로 분석해 본 결과, 평균 성적 이상의 상위 수준 학생들의 과학 학업성취도는 순환학습 수업에 의하여 효과적으로 향상되었으나, 평균 성적 이하의 하위 수준 학생들의 과학 학업성취도는 유의미하게 효과적이지 않았다. 역시 상위 수준 학생들의 탐구 능력을 향상시키는 데 있어서 순환학습 수업은 매우 효과적이었으나, 하위 수준 학생들의 경우는 그렇지 않았다. 과학 관련 태도에 미치는 효과도 통계적으로 상위 수준의 학생들에게는 순환학습 수업에 의하여 긍정적인 태도 변화를 보였으나, 하위 수준 학생들은 그렇지 않았다. 위와 같은 연구 결과로부터 얻어지는 결론과 활용 방안을 보면 다음과 같다.

결론적으로, 본 연구에서 개발한 탐구적인 ‘전기’ 단원 과학 교수 전략을 경험한 학생들의 경우, 긍정적인 태도 변화를 보였던 평균 성적 이상의 상위 수준 학생들이 탐구 능력도 향상되었으며, 더 나아가서 그들의 과학 학업성취도가 향상되었음을 볼 때, 이 세 요인들은 ‘전기’ 단원 교수 효과에서 밀접한 상관이 있음을 보여 주었다. 또한 학생들의 사고력 수준 측면으로 볼 때는 가설 연역적 사고 수준과 과도기적 사고 수준의 학생들이 탐구 능력의 신장이 효과적이었음도 보여 주었다. 다시 말하면 능동적으로 스스로 탐구하는 수업 절차나 인과적 질문에 대한 잠정적인 가설들을 생산해 내는 데는 본 ‘전기’ 단원 수업 전략에서 가설 연역적 사고 수준과 과도기적 사고 수준이 요구되었다고 말할 수 있다.

따라서 본 연구에서 보여 주었듯이 우리나라 중학교 2학년의 ‘전기’ 단원은 해당 학습 내용으로 볼 때, 가설적 사고를 포함하는 경험 귀추적 탐구학습 전략으로 만들기에 적합하다고 할 수가 있다. 그러므로 이러한 ‘전기’ 단원 탐구 수업 전략에 의하여 학생들의 전반적인 학업성취도 즉, 과학적 태도의 긍정적인 향상과 탐구 능력의 신장에 이어서 궁극적으로 전기 관련 개념 성취도의 향상이 된다고 할 수 있겠다. 이러한 결론을 중학교 과학에 관한 모든 개념에 적용할 수는 없는 것이기 때문에, 앞으로도 끊임없이 또 다른 과학 개념에 대한

연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

본 연구의 결과는 교사들로 하여금 집단 내 심화·보충 수준별 학습을 하고 있는 과학 과목 학습 지도 방법에 유용한 시사점을 제공해 주고 있다. ‘전기’ 단원의 경우, 심화 그룹에는 본 연구 전략과 같은 탐구학습 전략을 적용하는 것이 좋으나, 평균 성적 이하의 하위 수준 학생들인 보충 그룹에 대한 학습 지도 방안의 형태나 방향에 대해서는 본 연구와 같은 탐구 학습 전략은 학생들에게 부담만 줄뿐 아니라, 결국 성취도의 향상을 가져오지 못한다는 사실을 제공해 주고 있다. 이들 하위 수준 학생들의 경우, 과거의 전통적 지식 전달자로서의 교사의 역할이 순환학습에서는 관찰자나 인도자의 역할로 바뀔으로서 수업 대부분이 학습자 중심으로 진행된다. 결국 교사의 이론적 설명이 부족하기 때문에 과학에 대한 기초적인 지식이 부족한 하위 수준의 학생들에게 탐구활동을 통하여 스스로 새로운 원리를 찾도록 하는 것은 무리한 요구였을 것이다. ‘전기’ 단원에 대한 본 연구는 평균 성적 이하의 하위 수준 학생들에게는 무리이나, 평균 성적 이상의 상위 수준의 학생들은 스스로 발견한 규칙성을 바탕으로 그 시간에 학습해야 할 수업 내용을 잘 소화하고 있음을 보여주는 결과라고 할 수 있겠다. 따라서 중학교 ‘전기’ 단원의 경우, 탐구 수업과 강의식 수업을 적절히 사용하면 보다 나은 학습 효과를 얻을 수 있으리라 사료된다.

## 참 고 문 헌

- 강순희(2001). **중학교 2학년 탐구 실험서 및 지도서-제7차 교육과정 과학 탐구 실험 및 실험 수행 평가 도구**. 서울: 자유아카데미.
- 강순희(2003a). **탐구적 일반 화학 실험-우수한 과학교사 양성을 위한(개정판)**. 서울: 자유아카데미.
- 강순희(2003b). **중학교 2학년 과학과 수행 평가 문항-제7차 교육과정 수행 평가 도구**. 서울: 자유아카데미.
- 강순희(2005). 실험 및 탐구 중심의 과학 교육, **경기과학 통권 제117호**, 8-23.
- 강순희 · 김지영 · 박은미(2004). **에너지 때문에 상태가 변했어요** - 중학교 1학년 과학 탐구 수업 지도자료. 서울: 교육인적자원부 · 서울대학교 과학교육연구소.
- 강순희 · 김지영 · 박은미 · 방답이 · 채명희 · 이은주 · 이윤하 · 김효진(2005). **혼합물을 어떻게 분리할까요** - 중학교 2학년 과학 탐구수업 지도자료. 서울: 교육인적자원부 · 서울대학교 과학교육연구소.
- 강순희 · 김덕희 · 김효진 · 박인숙 · 윤이진 · 이선향 · 이윤하 · 이은주 · 홍혜인(2006). **물질 변화에서의 규칙성** - 중학교 3학년 과학 탐구수업 지도자료. 서울: 교육인적자원부 · 서울대학교 과학교육연구소.
- 권용주 · 정진수 · 박윤복 · 강민정(2003). 선언적 과학 지식의 생성 과정에 대한 과학 철학적 연구 -귀납적, 귀추적, 연역적 과정을 중심으로-. **한국과학교육학회지**, 23(3), 215-228.
- 권재술 · 김범기 편(1998). **전기에 관한 학생들의 개념**. 한국교원대학교 물리교육과.
- 김영민 · 권성기(1992). 전류 개념 변화를 위한 순환학습의 효과. **한국과학교육학회지**, 12(3), 21-35.
- 김영민 · 박윤희 · 박승재(1990). 전류에 대한 학습전 개념과 관계 현상 관찰후의 설명. **한국과학교육학회지**, 10(1), 47-55.
- 김준영 · 박윤배(2002). 중학교 ‘전류의 방향과 세기’ 실험수업에서 순환학습 모형의 효과. **새 물리**, 45(5), 286-291.
- 김찬중 · 채동현 · 임채성(1999). **과학 교육학 개론**. 서울: 북스힐.
- 김추령 · 최경희(1995) STS 수업 방법과 전통적 수업 방법에 의한 중학교 학생들의 과학 성취도 및 과학과 관련된 태도에 관한 연구. **물리 교육**, 13(1), 17-22.
- 문충식 · 최병순(1991). 전류에 관한 학생들의 오인 유형 변화의 종단적 연구. **한국과학교육학회지**, 11(1), 1-14.
- 박종원(2004). 과학적 창의성 모델의 제안-인지적 측면을 중심으로. **한국과학교육학회지**,

- 24(2), 375.
- 위성백·백성혜(1997) 초등학교 과학수업에서 순환학습 모형의 적용이 과학 개념과 탐구능력 및 흥미·태도에 미치는 영향. **한국초등과학교육학회지**, 16(1), 11-24.
- 이형철·남만희(2001). 순환학습 모형 적용이 초등학생의 전기개념 변화에 미치는 효과. **초등과학교육**, 20(2), 217-228.
- 정완호·권재술·정진우·김효남·최병순·허명(1997). **과학과 수업 모형**. 서울: 교육과학사.
- 정진수·정완호(1995). 중학교 과학수업에서 학습자 특성에 따른 순환학습 모형의 효과. **한국과학교육학회지**, 15(3), 284-290.
- 조희형(2003). **일반 과학 교육학**. 서울: 교육 과학사.
- 조희형·박승재(1995). **과학 학습 지도**. 서울: 교육 과학사.
- 조희형·최경희(2001). **과학 교육 총론**. 서울: 교육 과학사.
- 한국과학교육학회(2005). **과학교육학 용어 해설**. 서울: 교육과학사.
- 한안진(1987). **현대 탐구 과학 교육**. 서울: 교육과학사.
- 홍순경·최병순(1991). 밀도의 개념 변화에 미치는 순환학습의 효과. **한국과학교육학회지**, 11(1), 15-24.
- Cunningham, D. (1992). Beyond Educational Psychology: Steps toward an Educational Semiotic. *Educational Psychology Review*, 4, 165-194.
- Deely, J. (1986). The Coalescence of Semiotics consciousness. In J. Deely, B. Williams, & F. Kruse (eds.), *Frontiers of Semiotics* (pp. 5-34). Bloomington, IN: Indiana University Press.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A., (eds.) (1985). *Children's ideas in science*. Open University, Press, England.
- Kauchak, D. & Eggen, P. (1980). 최돈형 역(1986). **과학과 학습 모형의 이론과 실제**. 서울: 교육과학사.
- Kehle, P. E., & Lester, Jr., F. K. (2003). A Semiotic Look at Modeling Behavior. In R. Lesh & H. M. Doerr (eds.), *Beyond Constructivisms-Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problems Solving, Learning, and Teaching* (pp. 100-107). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching*. Wadsworth Publishing Company. Belmont, California.
- Lawson, A. E. & Birk, J. P. (1994). *Chemistry: A critical thinking approach*. National Science Foundation. Printed in the United States of America.
- Lott, G. W. (1983). The effect of inquiry teaching and advance organizers upon student outcomes in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(5), 437-449.
- Peirce Edition Project (eds.). (1998). *The Essential Peirce-Selected Philosophical Writings*,

2(1893-1913). Bloomington and Indianapolis: Indiana University Press.

Puntambekar, S. & Kolodner, J. L. (2005). Toward implementing distributed scaffolding: Helping students learning science from design. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2), 185-217.

Shank, G. & Cunningham, D. (1996). *Modeling the Six Modes of Peircean abduction for Educational Purposes*. Available at <http://www.indiana.edu/~cunningh/>

• 논문접수 : 2006년 3월 23일 / 수정본 접수 : 2006년 5월 15일 / 게재 승인 : 2006년 5월 24일

## ABSTRACT

### The Effect of Learning Cycle Strategy Based on Empirical Abductive Experiment in Electricity Section of Junior High School for Students' Science Achievement

Soon-Hee Kang(Professor, Ewha Womans University)

Hye-In Hong(Ph. D. Candidate, Ewha Womans University)

This study investigates students' achievement science achievement, scientific reasoning, and science-related attitude on learning cycle strategy in electricity section of junior high school Science 2. Four 8th grade co-ed junior high school classes participated in this study; two control groups and two treatment groups. After being taught for 12 class periods during the second semester, ANCOVA analysis revealed no significant difference( $p > .05$ ) between the low level groups of two groups' achievement test, scientific reasoning test and science related attitude test. However, analysis by ANCOVA showed that the scores of achievement test, scientific reasoning test and science related attitude test in the high level groups of treatment groups were significantly higher than those of the high level groups in the control group( $p < .05$ ). Also, analysis by ANCOVA showed that the scores of students' scientific reasoning for the hypothetical-deductive thinking group and the transitional thinking group in the treatment group were significantly higher than those of the hypothetical-deductive thinking group and the transitional thinking group in the control group( $p < .05$ ). But ANCOVA analysis revealed no significant difference( $p > .05$ ) between empirical-inductive thinking groups of two groups' scientific reasoning test.

Key Words : inquiry learning instruction, learning cycle strategy in electricity, empirical abductive inquiry experiment, students' achievements in electricity, scientific reasoning, science-related attitude