

## 자기조절학습 전략을 이용한 교수-학습 효과: 과학고 학생들을 중심으로

정시화 · 곽옥금 · 김봉곤 · 박종근\*

경상대학교 사범대학 화학교육과  
(접수 2014. 5. 7; 게재확정 2014. 7. 23)

### Teaching-Learning Effects Using Self-Regulated Learning Strategy: For Students of Scientific High School

Si Hwa Jeong, Ock Keum Kwak, Bong Gon Kim, and Jong KeunPark\*

Department of Chemistry Education and Educational Research Institute Teachers College,  
Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

\*E-mail: mc7@gnu.ac.kr

(Received May 7, 2014; Accepted July 23, 2014)

**요 약.** 본 연구는 과학계고등학교 11학년 ‘산화-환원’ 단원에 대해 자기조절학습 전략을 활용한 실험수업을 실시한 후, 과학탐구능력, 과학적 태도 및 학업성취도에 대한 교수-학습 효과를 분석하였다. 통제집단에 대해 교과서 및 교사용 지도서에 따라 실험수업을 실시하였으며, 실험집단에 대해서는 자기조절학습 전략을 활용한 실험수업을 실시하였다. 사전검사에서 두 집단 간에 유의미한 차이가 없었으나, 사후검사에서 실험집단의 평균값이 유의미하게 차이가 나타났다. 자기조절학습 전략을 활용하여 실험수업을 치치한 후, 과학고 학생들의 성향에 따른 자기조절학습 요소의 평균값 차이를 조사하였다. 사후검사의 인지조절 및 동기조절에서는 유의미한 차이가 나타났으나, 행동조절에서는 차이가 없었다. 과학탐구능력의 실험설계, 가설 설정, 변인통제 및 일반화에 대해 두 집단사이에 유의미한 차이가 나타났다. 까다로운 변인통제가 실험의 성공여부와 직결된다는 생각에, ‘변인통제’를 신중하게 처리하였다. 이런 경향성은 실험횟수가 진행될수록 자기조절학습 전략에 대한 자신감이 생겼으며, 실험활동을 스스로 통제·조절하려는 노력이 더 적극적으로 나타났다. 이 같은 결과에 의해, 이들 요소에서 유의미한 차이가 생겼을 것으로 생각된다. 자기조절학습 세부요소와 과학탐구능력 사이에 상관성이 유의미하게 나타났으며, 인지요소에서 가장 높게, 행동조절에서 가장 낮은 상관관계를 나타내었다. 과학적 태도에서 두 집단 간에 평균값의 차이가 유의미하게 나타났다. 신중성, 자신성 및 호기심에서 평균값의 차이가 크게 나타났다. 자기조절학습 능력과 과학적 태도 사이에 유의미한 상관관계가 나타났으며, 인지조절과 동기조절에서 유의미한 상관관계가 나타났다. 과학적 태도의 하위변인인 신중성, 자신성 및 호기심에서 높은 상관성을 나타내었다. 학업성취도에 대해 실험집단의 평균점수가 약간 높게 나타났다. 자기조절학습 요소들과 학업성취도 사이에 유의한 상관성이 나타났으며, 인지조절과 동기조절에서 유의미한 상관관계를 나타내었다.

**주제어:** 학생들의 특성, 과학적 탐구, 과학적 태도, 수행평가, 자기조절학습 전략

**ABSTRACT.** The purpose of this study is to investigate the teaching-learning effects in the experimental classes for the ‘Redox’ unit of science textbook of 11th grade using self-regulated learning strategy. Simultaneously, the effects of teaching-learning through the student’s characteristics of the scientific high school were also included. The experimental and the controlled groups were selected by the teaching-learning method established on self-regulated learning strategy and regular laboratory activity based on the teacher’s instruction, respectively. The questionnaires of the scientific inquiry and scientific attitude were examined by the student. For their achievement, the total score which was obtained from the formative evaluation and performance assessment was utilized. After the laboratory activity for the unit grounded on the self-regulated learning strategy, the mean values of the scientific inquiry, scientific attitude, and achievement by the experimental group were higher than those of the controlled group. There was significant difference between the two groups in the post-test. By the results of the post-test for the experimental group, there has been somewhat relationship between the self-regulated learning strategy and the scientific inquiry, the scientific attitude, and the scientific achievement.

**Key words:** Student’s characteristics, Scientific inquiry, Scientific attitudes, Performance assessment, Self-regulated learning strategy

## 서 론

지식과 정보량이 기하급수적으로 증가하고 있는 정보화 사회에서, 학습자는 자신의 학습능력과 학습방법을 이해하고, 자신의 능력과 적성에 알맞은 교수-학습을 조절할 수 있는 자기조절학습이 필요하다. 미래를 지향하는 과학 교육은 개념중심 교육뿐만 아니라, 융합 교육을 통한 창의성·인성 교육이 요구되고 있는 실정이다. 또한 과학기술과 관련된 복합적인 사회 문제를 합리적이고 원만하게 해결할 수 있는 인재양성 교육이 필요한 실정이다. 이러한 필요성에 따라, '2009 개정 과학과 교육과정'은 '융합형' 교육을 통해,<sup>1</sup> 모든 학생들에게 현대 과학의 의미, 가치 및 역할을 이해시키는 동시에, 완성도 높은 심화 교육으로 미래 과학기술 사회가 요구하는 높은 수준의 창의성과 인성을 고루 갖춘 인재 양성을 목표로 삼고 있다. 미래 과학사회가 요구하는 인재양성 목표는 학습자 스스로 학습 능력과 학습방법을 이해하고, 조절할 수 있는 자기조절학습이 그 대안으로 제시되고 있다. 이러한 시대적 요구에 따라, 현재 과학고등학교에서는 창의성, 문제해결력 및 인성이 복합된 융합 과학교육을 자기주도적인 학습방법으로 실시하고 있다. 따라서 과학고에서 실시하고 있는 자기조절학습 실행 및 효과를 파악한 후, 미래 과학사회가 요구하는 과학교육 및 과학 인재양성의 방향을 제시하는 것이 필요하다.

자기조절학습의 중요한 요인에는 ㉠ 학습내용에 대해 집중도, ㉡ 학습이해 정도에 따른 속도 조절, ㉢ 새로운 정보를 이해하려는 학습과정 등으로 나누어 볼 수 있다. 이들 요인에 대해 효과적인 전략을 사용하면, 학습자의 능력에 상관없이 학업성취도를 높일 수 있다고 보고하였다.<sup>2,3</sup> 하지만 자기조절학습에 영향을 미치는 요인들이 다양하기 때문에 학습자들의 특성에 따라 여러 가지 형태로 연구들이 진행되어 왔다. 자신에게 알맞은 인지조절 요소를 취사선택한 후, 효과적이고 다양한 전략을 사용하는 학습자들은 성취수준이 높게 나타난다고 보고하였다.<sup>4-7</sup> 높은 학습동기를 갖는 학습자는 진취적이고 의욕적으로 학습과제를 해결하므로, 높은 학업성취도를 나타낸다고 보고하였다.<sup>8</sup> 자기조절학습은 여러 가지 요소들이 모두 통합되어 나타나는 학습현상이므로, 최근 연구에서는 인지적, 동기적 및 행동적 가치가 높다고 학습자가 판단할 때 자기조절 학습에 의한 학업성취가 효과적으로 나타났다고 보고하였다.<sup>9-11</sup> 따라서 일반학생들은 복합적이고 통합적인 문제 해결을 어려워하므로, 과학탐구 능력 향상 프로그램으로 학습자의 지적 호기심을 자극한 후, 과학적 탐구과정과 개념을 스스로 습득하게 하는 자기조절학습 능력을 학습자들에게 배양해 주어야 한다고 보고하였다.<sup>6,12,13</sup>

한편 영재학생들의 연구결과에 의하면, 자기효능감이 강한 영재학생들은 일반학생들보다 자기조절학습 전략을 효율적으로 사용하여 높은 학업성취를 보인다고 보고하였다.<sup>14</sup> 종단적으로 분석한 연구결과에 의하면, 영재학생들도 일반학생들과 마찬가지로 과학탐구능력의 하위요인에서 학년이 올라감에 따라 정체되거나 선형적으로 감소되며, 학습과 훈련에 의해 발달하게 된다고 보고하고 있다.<sup>15-17</sup> 경쟁적인 학습환경으로 동기적 신념이 떨어져, 자기조절 학습 전략 사용이 감소한 결과로 인하여 기초 및 통합탐구의 하위요소에서 유의미하지 않게 나타났다. 연령 증가에 따른 자기조절학습 능력의 변화여부에 대한 과학탐구능력과의 상관성 연구가 절실하다. 지금까지 초·중 영재학생들에 대한 연구는 많이 진행되어 왔으나, 과학고 학생(고교영재)들을 대상으로 자기조절학습과 과학탐구능력과의 상관성에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 차별화된 교육 프로그램(창의성·인성, 및 문제해결력 등 과학 심화교육)으로 자기주도적인 과학탐구 학습을 실제 적용하고 있는 과학고 학생들을 중심으로, 자기조절학습 전략이 과학탐구능력, 학업성취도 및 과학적 태도에 미치는 효과에 대한 연구가 필요한 실정이다.

본 연구는 과학·수학 영재들이 대부분인 과학고 학생들을 연구대상으로, 비교적 수준 높은 산화·환원 실험수업을 처치한 후, 과학탐구능력, 과학적 태도 및 학업성취도를 자기조절학습 요인의 변인으로 선택하여 교수-학습효과뿐만 아니라, 이들 사이의 상관관계를 연구하고자 하였다.

이러한 연구목적을 달성하기 위해서 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

첫째, 실험수업에 자기조절학습 전략을 적용했을 때, 과학탐구능력, 과학적 태도 및 학업성취도에 어떤 효과가 나타났는가?

둘째, 실험수업에 자기조절학습 전략을 적용했을 때, 자기조절학습의 세부요소(인지적, 메타인지적, 동기적, 행동적 요소)와 과학탐구능력, 과학적태도 및 학업성취도 사이에 상관관계가 나타났는가?

셋째, 자기조절학습으로 융합교육을 실시하고 있는 과학고 학생들의 교수-학습 효과가 다른 연구결과와의 차이가 있는가?

## 연구 방법

### 연구 대상 및 절차

본 연구는 경남에 소재한 G과학고등학교 11학년 각각 2개 학급씩 모두 4개 학급 92명을 대상으로, 실험집단 46명과 통제집단 46명으로 구성하였다. G과학고등학교는 경

남 전지역의 우수한 학생들이 선 지원하여 다단계의 종합적 선발과정을 거쳐 입학하였다. 이들은 중학교 3학년 동안 과학 교과서에 나오는 실험수업을 다양하게 실시한 것으로 조사되었다. 선발된 학생들로 구성된 모집단은 수준이 비슷하며, 특별한 조정 없이 전체 4개 학급 중 통제집단 2개 학급과 실험집단 2개 학급으로 나누었다. 1학기 기말 평가(100점 만점) 결과를 학업성취도에 대한 사전검사로 활용하였다. 또한 종합석차에 따라 학급을 편성하므로 4개 학급이 동질집단으로 판단하였다.

자기조절학습 전략을 구현한 화학실험 수업에서 과학고 학생들의 성향이 반영된 과학탐구능력, 과학적 태도 및 학업성취도의 효과를 조사하기 위해, 11학년 화학실험 교과서 '산화·환원' 단원 중에서 자기조절학습 전략이 잘 실현될 수 있는 6개 실험주제를 선정하였다. ① 철의 부식, ② 염다리의 역할, ③ 간단한 화학전지 만들기, ④ 전기분해, ⑤ 산화·환원 전위의 pH 의존성, ⑥ 산화·환원 적정(과망간산 법) 등이다. 선정된 실험주제들은 모두 세기성질을 측정한다. 세기성질은 크기성질과 달리, 실험과정이 복잡하여 모두 내 협동이 필요하며, 실험결과를 정량화하기가 비교적 어렵다. 이들 실험 주제들에 대해 자기조절 학습 전략이 실현될 수 있도록 12차시 수업지도안을 작성하였으며, 염다리의 역할 실험수업에 대한 자기조절 학습 수업지도안(예시)을 부록 1에 나타내었다. 이전의 연구에서와 비슷하게 자기조절학습 요소들을 선정하여,<sup>11</sup> 실험과정 중에 실천해야 할 각 전략 요소들의 활동을 마련하였다.

세기성질을 갖는 화학실험 수업에서 자기조절학습 전략과 과학탐구능력, 과학적 태도 및 학업성취도 사이의 상관성으로 연구주제를 설정하였다. 6개 실험주제에 대해 구체적인 실험수업 과정 및 방법을 설계한 후, 실험수업 지도안을 작성하였다. 통제집단에는 실험교과서의 수업 과정과 방법에 따라 학생중심, 교사보조 형식으로 실험 활동을 실시하였으며, 실험집단에는 자기조절학습 전략에 기초하여 실험활동 지도안을 작성하여 실험수업을 수행하였다. 수업처치 기간은 2010년 9월 2일부터 11월 30일까지 3개월간, 12차시에 걸쳐 이루어졌다. 매 실험수업 동안 학생들의 실험활동을 태도 체크리스트에 기록하였다. 실험 수업 후, 실험활동 결과에 대해 형성평가 및 수행평가를 실시하였으며, 이것을 학업성취도로 활용하였다. 수행평가는 실험수업에 대한 서술형 지필 시험 및 실험활동에 따른 실험보고서로 구성하였다. 12차시 실험 수업을 끝낸 후, 두 집단에 대해 과학탐구능력 및 과학적 태도에 대한 사후검사를 실시하였다. 또한 매 실험수업이 끝난 후, 자기보고서 형태의 실험소감문을 작성하도록 하였다.

## 연구방법

### 검사도구

화학실험 수업에서 과학탐구(실험) 능력 및 과학적 태도에 영향을 미칠 수 있는 자기조절학습 능력에 대한 검사도구를 개발하였다. 자기조절학습 능력을 측정하기 위한 검사도구는 정시화,<sup>11</sup> 정미선,<sup>10</sup> 양명희,<sup>7</sup> Zimmerman & Martinez-Pons<sup>6</sup> 등의 자기조절학습 검사도구를 바탕으로, G과학고등학교 11학년 '산화·환원' 실험수업의 특성에 맞게 수정한 후, 동료교사 3명 및 전문가 2명과 협의하여 수정·보완 하였다. 본 검사도구는 인지조절(시연, 정교화, 조직화)과 메타인지 조절(계획, 점검, 조절) 6개 분야 26문항, 동기조절(목적지향성, 자아효능감, 성취가치, 학습불안) 4개 분야 26문항 및 행동조절(행동통제, 학업시간관리, 도움구하기, 학습환경, 자기강화) 5개 분야 26문항으로, 총 78개 자기조절학습에 관한 검사문항을 개발하였다. 이를 전문가들에게 의뢰하여 타당도를 검증받았으며, 신뢰도를 분석하여 내적합치도(Cronbach,  $\alpha$ )는 0.91로 나타났다. 각 문항은 5점 척도로 구성하였다.

화학실험 수업으로 인한 과학탐구(실험) 능력에 미치는 영향을 밝히기 위하여, 선행연구를<sup>11</sup> 바탕으로 과학고 화학실험 특성에 맞게 검사도구를 개발하였다. 개발된 과학탐구(실험) 능력 검사도구의 구성은 기초탐구 4개 요소(예상, 추리, 인과관계, 평가)와 통합탐구 7개 요소 [실험설계, 가설설정, 변인통제, 자료변환(숫자계산), 자료변환(그래프), 결론, 일반화]로 구성하였다. 검사문항 개발은 이종기<sup>18</sup>의 과학 탐구기능 검사도구에 바탕을 두고, 각 항목별 3 문항씩 총 33 문항으로 구성하였다. 이들을 과학교사 3인과 화학분야 교수 2인에게 의뢰하여 내용타당도를 검증받았다. 과학적 태도에 관한 검사도구는 10개 영역, 30개 문항으로 구성하였다. 이들은 송영욱<sup>19</sup>의 과학적 태도 검사도구를 활용하였다. 각 문항은 5점 척도로 구성하였으며, 내적합치도(Cronbach,  $\alpha$ )는 0.89로 나타났다.

자기조절학습 전략에 의한 과학탐구능력 및 과학적 태도에 미치는 효과를 알아보기 위해, 두 집단에 대해 화학 실험 수업을 실시한 후, 사후검사를 실시하였다. 통제집단과 실험집단에는 실험활동 외의 다른 변인(실험내용, 강의 시수 및 진도, 교사변인, 실험환경, 등)은 동일하게 유지되었다. 실험수업 직후 형성평가와 수행평가(서술형 지필 시험, 실험활동에 따른 실험보고서)를 학업성취도로 활용하였다. 실험활동에 따른 실험보고서는 수행평가 척도표에 의해 실험태도(25점), 실험보고서(70점) 및 실험소감(5점)으로 구성하였다. 실험태도는 실험설계 및 준비(5점), 실험수행(15점), 실험 후 뒷정리(5점) 등으로 이루어졌다. 실험태도 체크리스트의 개발은 과학적 태도와 자기조절학

습의 세부요소에 기초하여, 연구자가 직접 실험활동에서 중점적으로 점검해야 할 요소 20개로 구성하였다. 실험보고서는 실험목적(10점), 실험수행 및 자료처리(40점), 결론 및 토의(20점)로 구성하였다. 실험수행 및 자료처리는 탐구설계, 변인통제, 실험과정 수행, 실험결과 처리, 자료변환 및 해석, 결론정리, 문제해결 및 응용, 탐구태도 등 8개의 세부 분야로 분류하여, 각 요소들에 대해 기준을 마련하였다. 그리고 실험소감은 자기보고서 형태의 실험만족도(5점)를 작성하도록 하였다. 형성평가 및 수행평가의 지필 문제와 실험활동에 따른 실험보고서의 채점기준은 수업 자료를 참고로 연구자가 제작하였다. 수행평가의 실험태도, 실험보고서 및 실험소감은 모두 5점 척도로 각 문항들을 구성하였으며, 이들에 대해 화학교과 교사 2명과 협의의 통해 논의·심의한 후, 채택하여 실행하였다. 학업성취도의 점수 비율은 형성평가(100점 만점) 10%, 수행평가의 서술형 지필시험(100점 만점) 20% 및 수행평가의 실험활동에 따른 실험보고서(실험태도, 실험보고서 및 실험소감, 100점 만점) 70%의 비율로 구성하여, 전체 100점을 만점으로 하였다.

### 자기조절학습 전략에 의한 실험수업

자기조절학습 전략을 활용한 실험수업을 실험집단에 처치한 후, 학생들의 과학탐구(실험) 능력 및 과학적 태도에 미치는 영향을 조사하였다. 과학고 11학년 화학실험 교과서 ‘산화·환원’ 단원 중에서 6개 실험주제를 선정하였다. 이들 주제들은 지금까지 실험에서 많이 접하지 않았으며, 세기성질의 전기화학적 방법에 바탕을 두고, 정성·정량적인 성질을 확인하는 비교적 수준 높은 실험들이다. 이들은 실험조건에 따라 산화·환원 반 반응이 생기며, 작은 변화에도 변인사이의 관계가 달라지는 비교적 까다로운 실험들이다. 자기조절학습 전략을 학습자에게 인식시키기 위하여, ‘자기조절학습 전략의 세부요소’를 실험공책에 붙여 두고, 실험활동 중에 수행해야 할 인지조절, 동기조절 및 행동조절의 세부요소들을 숙지하도록 하였다. 실험활동 전(前) 및 중(中)에도 학습 전략의 각 요소들을 실천하면서, 실험을 수행하게 지도하였다. 실험수업이 진행됨에 따라, 자기조절학습 전략에 의한 실험수업이 비교적 잘 수행되었다. 통제집단에는 교사용 지도서에 의한 실험수업을, 실험집단에는 자기조절학습 전략을 활용한 실험수업을 실시하였다. 두 집단에 대해, 지도 교사가 실험활동 시작 전에 시작할 실험내용과 각 요소들과의 관련성, 특징 및 점검사항 등 기본 사항들은 동등하게 설명하였다. 모든 실험수업을 끝낸 후, 과학탐구(실험) 능력 및 과학적 태도에 관하여 사후검사를 실시하였다. 수업처치 후, 이들 사후검사 결과가 통계적으로 유의미한 차이가 있는지 검증

하기 위하여, SPSS WIN ver.14를 활용하여 각 집단별 사후검사 결과를 ANOVA 통계처리 하였다.

## 연구 결과 및 논의

### 산화·환원 실험 수업에서 과학고 학생들의 자기조절학습 분석

과학고 학생들의 성향에 따른 자기조절학습 요소의 변화를 알아보기 위해, 두 집단에 대해 사전·사후 검사를 실시한 후, 그 결과를 통계 처리하여 Table 1에 나타내었다. 사전검사에서 두 집단 간에 유의미한 차이는 없었다.

사후검사에서 유의미한 차이가 나타났다. 통제집단은 과학고의 일반적인 실험수업 방식에 따라, 실험교과서와 참고자료에 의존하여 실험을 설계하였으며, 실험설계에 따라 조원별 임무를 부여하여 실험수업을 수행하였다. 그러나 익숙하지 않은 변인 통제로 인하여 최적의 반응조건을 찾는데 어려움을 겪었을 뿐만 아니라, 실험과정에서 적절한 대응이 늦어져 실험결과도 만족스럽지 못한 경우가 가끔 생겨났다. 반면, 자기조절학습 전략에 바탕을 둔 실험집단 학생들은 변인통제와 최적의 반응조건을 찾는데 조금 더 신중하였으며, 실험과정에서 나타나는 예상치 못한 현상을 기록하고 이해하려 하였다. 그 결과, 실험집단 학생들이 실험과정 및 내용뿐 만 아니라, 실험수업도 더 만족스러워 하였다. 그 결과 인지 및 동기조절 요소에서 두 집단 사이에 평균값 차이가 나타난 것으로 생각된다. 목적지향성이 높은 아동은 능력과 관계없이 도전적 과제를 선택하고, 높은 성취가치는 인지전략의 사용을 촉진하여 학습과제를 효율적으로 완수할 수 있게 한다는 이전의 연구결과와<sup>20</sup> 비슷하다.

메타인지와 행동조절 학습요소에서 두 집단 간에는 유의미한 차이가 없었다. 자기조절학습 프로그램에 의해, 실험집단은 실험과정에 집중하기, 실험계획 대로 진행과정 점검하기 등 실험과정에 좀 더 관심을 가졌다. 이러한 적극성에 의해, 메타인지의 ‘점검’에서만 유의미한 차이가 나타난 것으로 생각된다. 한편, 화학실험은 ‘지식과 이해’ 및 ‘탐구사고력’ 영역뿐만 아니라, 실험과정에서 여러 가지 변인들 (농도, 온도, 압력 등)을 정확하게 통제해야 한다는 것과 실험기구를 다루는 ‘수공적 조작 능력’ 등이 실

**Table 1.** T-test for the ability of self-regulated learning between comparative and experimental groups

	Group	M	SD	t	p
Pre-test	Comparative	3.34	.34	-.391	.323
	Experimental	3.26	.34		
Post-test	Comparative	3.57	.36	1.103	.034
	Experimental	3.86	.37		

험의 중요한 요인이라 것을 알고 있었지만, 가볍게 취급했다. 이처럼 최소한의 노력으로 실험수업을 완성하려는 과학고 학생들의 성향에 의해서, 행동조절에서 두 집단 간에 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

자기조절학습 능력이 뛰어난 학습자들은 스스로 학습 계획 및 학습과제를 세우고, 교수-학습에서 인지조절(시연, 정교화, 조직화), 동기조절 및 환경조절 전략도 효율적으로 사용하는 것으로 보고되고 있다.<sup>21</sup> 영재들을 대상으로 한 종단 연구결과에 의하면,<sup>22</sup> 자기조절학습의 모든 하위요소에서 유의한 차이가 나타났으며, 인지조절 및 동기조절은 학년이 올라갈수록 증가하였으나, 행동조절은 감소하였다. 영재들을 대상으로 한 다른 종단연구에 의하면,<sup>15,23</sup> 학년이 증가함에 따라 경쟁적인 학습환경과 학습내용에 대한 스트레스 증가 등으로 자신의 능력과 가치에 대한 동기적 신념이 감소하였다. 또한 학습과정에서 자기조절 행동의 불안으로 동기적 요인이 감소하므로, 자기조절학습 전략 사용이 감소한다고 보고하였다. 조선미의 연구결과에 의하면,<sup>24</sup> 연령이 증가할수록 교육환경이 자기주도적 학습을 방해하여 자기조절학습 전략이 정체되거나 감소된다고 보고하였다.

실험집단 학생들은 자기조절학습 전략에 의해, 자신만의 방법으로 중요개념에 주의집중하고, 실험현상 및 결과에 대해 기존지식과 관련지어, 결과에 따른 개념정리를 더 논리적이고 체계적으로 수행하였다. 또한 실험수업에서 실험목적은 확실히 인지하고, 성공적 수행할 수 있다는 자신감으로 더 많은 노력을 기울였다. 한편 과학고 학생들은 대체로 행동통제, 시간관리 및 도움구하기 등에서 소극적으로 대처하였다. 이런 연유로, 선행연구와 비슷하게 인지조절 및 동기조절은 유의미하였으나, 행동조절 전략은 유의미하지 않게 나타난 것으로 판단된다.

**자기조절학습 전략에 기초한 실험수업이 과학탐구능력에 미치는 효과**

자기조절학습 전략을 활용한 산화-환원 실험수업이 과학탐구능력에 미치는 효과를 알아보기 위해, 두 집단에 대해 사전·사후 검사를 실시하였다. 그 결과를 통계 처리하여 Table 2에 나타내었다. 사전검사에서 두 집단 간에 유의미한 차이가 없었으며, 과학탐구 점수의 평균도 비슷하게

나타났다.

사후검사에서도 기초탐구능력과 통합탐구의 자료변형 및 결론 부분을 제외한 나머지 탐구요소에서 유의미한 차이가 나타났다. 두 집단 모두에게 교사는 실험내용 및 실험과정의 전체 흐름만 간략히 설명해 주고, 실험설계, 실험수행, 결과정리 및 보고서 작성까지 스스로 실험을 전개해 나가도록 유도하였다. 세기성질을 갖는 산화-환원실험에서 여러 변인들(금속의 종류, 농도, 온도, 압력, 촉매, 표면적 등)을 잘 통제하려고 노력하였으나, 여러 가지 어려움으로 시행착오를 겪었다. 실제 변인 통제(부식에서 공기 차단 정도, 금속판의 광택 정도, 한천을 굳히는 시간 및 온도, 한천과 KCl 용액의 부피비 등)에 의해서 실험결과들이 달라지므로, 실험집단 학생들은 자기조절학습 프로그램에 의해 변인통제를 가장 민감하게 처리하였다.

실험설계 및 가설설정 단계에서 핵심적인 개념(이온화 경향, 전위차, 음극화 보호 등)은 이해하였으나, 산화-환원 실험에서 전자 이동에 영향을 주는 요인들(pH에 의한 자발성, 용액의 전해성 및 온도, 금속 전극의 특성 등)과 그 영향으로 나타나는 미묘한 변화들(이온의 이동도 차이, 색깔 변화, 기체발생, 고체석출 등)에 대한 신중함과 정교함이 필요하다. 용도에 알맞은 실험기구 선택 및 실험기구의 정확한 용도 등도 실험설계에 중요하였다. 초기에는 이들 현상의 원인 파악에 어려움을 겪었으나, 실험횟수가 많아질수록 실험과정에 대해 더 구체적으로 설계하고 준비하려고 노력하였다. 이처럼 생각지 못한 현상에 대한 원인이 규명되고 인과관계가 증명이 될수록 더 많은 즐거움을 가지고 자세히 실험과정을 이해하려 하였다. 또한 자기조절 학습에 대한 자신감이 생겨, 실험활동을 스스로 통제·조절하려는 노력이 돋보였다. 이 같은 노력에 의해, 실험설계, 가설설정 및 변인통제 단계에서 두 집단사이에 유의미한 차이가 생겼을 것으로 여겨진다. 일반화 단계는 실험적 결론에서 확률적 추리과정을 거친 보편적인 결론이며, 일반적인 실험수업에서는 잘 언급하지 않고 결론단계를 끝으로 실험수업을 끝낸다. 실험집단은 일반화에 대한 응용성이 더 넓게 적용되어, 유의미한 차이가 발생한 것으로 판단된다.

과학고 학생들이 산화-환원에 대한 실험내용을 대략적으로 알고 있었지만, 실험과정의 중간 현상(전지가 닳는

**Table 2.** T-test for the ability of scientific inquiry between comparative and experimental groups

	Group	N	M	SD	t	p
Pre-test	Comparative	45	31.68	2.51	-.017	.612
	Experimental	45	31.67	2.51		
Post-test	Comparative	45	32.23	2.48	.525	.048
	Experimental	45	32.36	2.51		

현상과 같은 예상치 못한 현상, 부반응, 등이 실험과정에서 필연적으로 나타나는 현상인지? 아니면 다른 요인이나 변인통제의 잘못으로 나타나는 현상인지?)에 대한 이해도가 낮아, 실험과정 중에 그 원인을 파악·점검하려는 노력이 진행되었다. 이처럼 두 집단 모두 좋은 실험 결과를 얻으려고 노력을 하였으나, 12차시의 길지 않은 실험수업으로 평균값 차이는 크지 않았다. 이전의 연구결과에 의하면,<sup>25</sup> 탐구사고력의 세부요소들(문제인식, 가설설정, 변인파악, 실험설계, 자료해석 및 일반화)은 장기간 수업처치에 의해 서만 향상될 수 있는 변인으로 판단하였다.

중학 과학영재들을 대상으로 한 자기조절학습 연구결과에 의하면, 정보분석, 가설설정, 변인통제 및 실험설계 등에서 일반학생에 비하여 높게 나타났다.<sup>21,26-28</sup> 다른 연구결과에 의하면, 중학 과학영재들은 과학탐구능력 하위요소의 측정, 관찰, 자료해석, 등에서 통계적으로 유의한 차이를 발견하였다.<sup>29</sup> 초등 과학영재들의 경우, 과학 기초탐구 및 통합탐구능력에서 영재학생들이 일반학생들에 비하여 높은 유의수준을 나타내는 것으로 밝혀졌다.<sup>30-32</sup> 이상의 연구처럼, 과학고 학생들이 과학탐구능력에서 높은 유의수준을 나타내었는데, 이는 장기적으로 실시하고 있는 자기주도적 학습 효과 및 자기조절학습 전략의 효과에 의한 것으로 판단된다.

자기조절학습 능력과 과학탐구능력 사이의 상관성( $r=0.276$ )이 유의미하게 나타났으며, 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 실험집단 학생들은 자기조절학습 능력에 의해, 계획 및 점검, 변인통제, 현상에 대한 원인파악 등에서 적절하게 실험적인 처리를 하였기 때문에 유의미한 상관성이 나타난 것으로 판단된다. 중학생들을 대상으로 한 연구결과에서, 이들 사이에 상관성이 나타났으며, 과학탐구능력의 자료정리 및 해석 영역이 가장 높게, 결론도출 및 변인통제 영역이 가장 낮게 나타내었다.<sup>33</sup> 최근 연구에서,<sup>21,29</sup> 더 효율적인 자기조절학습 전략을 사용하면 할수록 과학탐구력이 향상되므로, 이들 사이에 정적인 상관관계가 나타난다고 보고하였다. 한편, 초등학생들을 대상으로 한 연구에서,<sup>34</sup> 학습전략(학습환경 변인)은 과학탐구능력과의 상관관계

에서 유의미하지 않았으며, 상하집단 간에 과학탐구능력의 차이도 보이지 않았다.

이론적으로 배운 산화-환원 개념이 시연(실험이 진행될수록 실험내용을 잘 숙지하기 위한 과정), 정교화(충분히 이해하기 위한 과정) 및 조직화(인지구조 속에 잘 정리하는 과정) 등으로 확인하려는 노력이 강화되어 나타났다. 그 결과 인지요소와 과학탐구능력 사이에 높은 상관관계가 나타난 것으로 판단된다. 한편, 실험을 성공적으로 끝내기 위하여, ‘실험과정 중의 지속적 변화’(발생하는 기체와 금속의 양, 변화되는 pH 값 읽기, 등) 및 ‘문제가 생겨 재실험하기’ 등은 약간 소홀히 하였다(조절과정). 이런 과학고 학생들의 특성에 의해, 메타인지에서 낮은 상관성을 나타낸 것으로 생각된다.

성취가치에 대한 학생 소감: 이론적으로 알고 있었지만 실제 실험을 해보니 감회가 새로웠으며, 앞으로 더 많은 내용을 실험해 보고 싶다.

자아효능감에 대한 학생소감: 배경지식이 풍부하지는 못했지만 조원들 간에 역할분담이 잘된 덕분에, 실패 없이 비교적 정확하게 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

목적지향성에 대한 학생소감: 새로운 것을 배우다는 것은 궁금중에 대한 답을 얻는 것이므로, 성공적으로 끝내기를 열망하며 노력하였다.

이처럼 동기조절의 세부요소인 성취가치, 자아효능감 및 목적지향성 등이 강화되어 상관성에 영향을 준 것으로 판단된다. 자아효능감이 강한 학생은 과제 자체를 잘 수행할 뿐만 아니라 학습전략도 다양하게 구사하므로, 동기전략이 과학탐구능력과 높은 상관관계를 나타낸다는 Pintrich의 연구결과와 비슷하다.<sup>35</sup> 또한 교사는 학습자에게 목표 의식과 관련된 동기를 부여하는 것이 필요하다고 주장한 이전의 연구결과와 비슷하다.<sup>10,11</sup>

A 학생의 실험소감: 플라스크를 계속해서 흔들며 주는 것을 힘들며 귀찮게 생각되었다.

**Table 3.** Correlation between abilities of scientific inquiry and self-regulated learning

Component		Basic process skills	Designing experiment	Formulating hypothesis	Controlling variables	Transforming experimental data		Drawing conclusion	Formulating generalization	Total of science inquiry skills
						Numerically	Graphically			
Cognitive-regulated	Cognitive	.203	.365*	.348**	.384**	.178	.156	.131	.322**	.331**
	Meta-cognitive	.101	.148*	.137*	.166*	-.059	-.069	.071	.139*	.076*
	Subtotal	.152	.297**	.273*	.326**	.092	.083	.102	.245**	.282**
Motivated-regulated		.140	.245**	.230**	.288**	.077	-.071	.098	.228**	.216**
Behavioral-regulated		.086	.164*	.161*	.202*	-.071	.066	-.070	.146*	.069*
Total of self-regulated		.032	.260**	.249**	.293**	.078	-.075	.071	.237**	.276**

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

B 학생의 실험소감: 작은 한방울에 의해 종말점이 크게 바뀌는 것에 대해 인내심을 체크하는 것 같은 기분이 들었다.

C 학생의 실험소감: 모듈끼리 협조가 잘 되면 더 쉽게 끝낼 수 있을 텐데.

이처럼 행동조절에서 낮은 상관관계는 과학고 학생들의 몇가지 행동특성에 의한 것으로 판단된다. ㉠ 각자에게 분담된 역할만 수행하며, 대체로 소극적이다. ㉡ 행동적으로나 시간적으로 얽매이는 일들을 싫어하는 경향이 있다. ㉢ 모듈내 토론이나 타 모듈에 대한 도움요청은 비교적 꺼려하였다. 이러한 특성은 학습을 수행하는데 있어 주의집중, 지속적인 노력 등과 같은 학습자의 의지가 필요하다는 Kuhl의 연구결과와는<sup>36</sup> 거리가 있다.

자기조절학습 전략 연구결과들을 분석해 보면,<sup>21,28,29,37-40</sup> 과학영재들이 일반학생보다 인지적으로 더 효과적인 정보처리를 하며, 동기적으로 자신감과 과제집착 능력이 더 뛰어난 것으로 알려졌다. 과학영재들의 연구결과에 의하면,<sup>41,42</sup> 자기조절학습 능력은 높으나, 과학탐구능력과의 상관계수는 비교적 낮게 나타났다. 과학탐구능력에서 탐구기능을 제외한 문제발견능력 및 탐구설계능력 수준이 낮아, 자율적인 탐구에는 한계가 있는 것으로 나타났다.

### 자기조절학습 전략에 따른 과학적 태도의 영향

자기조절학습 전략을 활용한 실험수업이 과학적 태도에 미치는 영향을 알아보기 위해, 두 집단에 대해 사전·사후 검사를 실시하였으며, 그 결과를 Table 4에 나타내었다. 사전검사에서 두 집단 간에 유의미한 차이가 없었으나, 사후검사에서 평균값의 차이가 약간 유의미하게 나타났다. Table 4에서, 신중성, 자신성 및 호기심에서 두집단 간 평균값의 차이가 비교적 크게 나타났다.

실험집단 학생들은 자기조절학습 전략에 의해, 실험과정(전류의 흐름을 향상시키기 위하여 철과 구리전극의 표면부분을 더 깨끗이 사포질하기, 정확한 중화점을 찾기 위하여 뷰렛에서 떨어지는 방울 크기 줄이기, 한천과 KCl 용액을 최대한 끓여 좋은 염다리 제작하기 등)을 귀찮게 생각하는 가운데서도 더 좋은 결과도출을 위해 신중하게 진행하였다. 또한, 예상치 못한 현상이나 궁금한 점(전기분해 실험에서 pH 변화에 따라 어떤 종류의 기포와 금속이 발생하며 이때 석출되는 양은 얼마인가? 철의 부식에 영향을 끼치는 요인에서 전극용액의 색변화, 금속의 부식정도, 이온화경향에 의한 기포 발생정도 등이 왜 달라지는가?)에 대한 원인을 파악하기 위해, 스스로 인터넷이나 참고자

**Table 4.** Comparison between comparative and experimental groups for the scientific attitude

	Scientific attitude (number of question)	Group	N	M	SD	t	p
Pre-test	Total (30)	Comparative	45	3.72	.35	-.029	.961
		Experimental	45	3.69	.35		
	Open-mindedness (3)	Comparative	45	3.79	.34	.095	.494
		Experimental	45	3.87	.35		
	Objectivity (3)	Comparative	45	3.91	.35	-.071	.885
		Experimental	45	3.85	.35		
Perseverance (3)	Comparative	45	3.81	.35	.063	.896	
	Experimental	45	3.86	.35			
Critical-mindedness (3)	Comparative	45	3.88	.35	.081	.778	
	Experimental	45	3.95	.36			
Prudential-mindedness (3)	Comparative	45	3.82	.34	1.593	.027	
	Experimental	45	4.03	.37			
Post-test	Being voluntary (3)	Comparative	45	3.87	.35	1.187	.039
		Experimental	45	3.99	.37		
	Honesty (3)	Comparative	45	3.89	.35	.079	.781
		Experimental	45	3.95	.36		
	Preparation (3)	Comparative	45	3.77	.35	-.017	.821
		Experimental	45	3.76	.34		
	Cooperation (3)	Comparative	45	3.75	.34	-.022	.805
		Experimental	45	3.74	.34		
	Curiosity (3)	Comparative	45	3.83	.35	1.398	.043
		Experimental	45	4.01	.31		
	Total (30)	Comparative	45	3.87	.35	1.103	.046
		Experimental	45	4.06	.36		

료에서 관련 자료를 찾으려고 노력하였다. 이와 같이 실험 집단 학생들의 조금 더 적극적인 자세와 태도에 의해, 신중성, 자신성 및 호기심에서 두 집단 간의 평균점 차이가 난 것으로 판단된다.

Newman의 연구결과에 의하면,<sup>43</sup> 실험결과의 수정이나 타인의 의견을 받아들이는 긍정적 자세나 질문하는 행동을 꺼려하는 부정적인 자세는 과학적 태도의 개방성과 관계가 깊다고 주장하였다.

실험보고서에서 학생소감: 잘 알려진 결과를 굳이 실험으로 확인할 필요가 있나? 그냥 읽고 지나가면 되지!

실험보고서에서 나타난 학생의 소감과 같이, 과학고 학생들은 실험하는데 있어 대체로 소극적이었으며, 자아적 성향이 강하여 각자에게 맡겨진 역할만 수행하려는 경향이 나타났다. 이러한 과학고 학생들의 성향에 의하여, 준비성 및 협동성에 있어서, 두 집단사이의 평균값의 차이가 나타나지 않은 것으로 사료된다.

실험집단에 대한 자기조절학습 능력과 과학적 태도 사이의 상관관계를 Table 5에 나타내었다. 이들 사이에 유의한 상관관계가 나타났으며, 인지조절에서 높게, 동기조절에선 낮게 나타났다. 인지조절이 과학적 태도와 가장 높은 상관관계를 나타내는 것은 과학지식을 과제의 특성에 적합하도록 구성하는 인지능력이 깊게 관여한다는 Wilson의 연구결과와 비슷하다.<sup>44</sup> 일반계 고교생들을 대상으로 한 연구 결과에서 행동조절이 과학적 태도와 크게 상관관계를 나타내었다.<sup>11</sup> 이는 과학수업에서 주위의 유혹이나 방해가 되는 행동을 통제하여, 학습활동에 집중하게 함으로서 과학 관련 태도에 긍정적인 효과를 미친다고 보고하였는데, 이러한 점이 과학고 학생들의 결과와 차이가 있다.

과학적 태도의 하위요소인 신중성, 호기심 및 자신성에서 자기조절학습 요소들과 높은 상관성을 나타내었다. 산화-환원은 정성적인 실험 결과 값을 측정하므로 재현성(미세한 전압-전류값 변화, 산화-환원 포텐셜 차이 등은 실험 때마다 측정값이 조금씩 다름)이 비교적 낮다. 재현성을 높

이고 더 좋은 결과 값을 얻기 위하여, 스스로 도전하려는 자신성과 호기심이 발동되어, 실험과정을 더 신중하게 수행하였다. 그 결과 이들 요소에서 높은 상관관계가 나타난 것으로 생각된다. 중학영재들을 대상으로 한 연구에 의하면,<sup>14</sup> 과학교과에 대한 긍정적 태도가 강할수록 호기심, 자신성, 협동성 등의 하위요소에서 긍정적인 효과가 나타났다고 보고하였다. 또한 과학영재와 일반학생 간의 비교에서, 과학영재들의 과학탐구능력 및 자기주도적 학습능력은 긍정적인 과학적 태도를 갖는 행동특성에 의해 나타난다고 보고하였다.<sup>26,28</sup> 다른 연구 결과에 의하면, 과학영재들의 비판성과 과학성적 사이에 관련성이 있으나, 전체 과학적 태도와 과학성적 사이에는 낮은 정적 상관관계가 있는 것으로 보고하였다.<sup>45</sup>

### 자기조절학습과 학업성취도 사이의 상관관계 분석

자기조절학습 전략을 활용한 실험 수업이 두 집단의 학업성취도에 미치는 영향을 알아보기 위해, 사전검사(1학기 기말평가)와 사후검사(형성평가와 수행평가)를 실시하였다. 그 결과를 Table 6에 나타내었다. 사후검사에서 실험 집단의 평균점수가 약간 높게 나타났다. 전기화학적 장치를 이용한 산화-환원 실험수업에서, 학습자 스스로 실험내용을 미리 숙지한 후, 실험설계에 따라 실험과정을 수행하고 결론을 도출하였다. 각 실험단계가 진행될 때마다 이론적으로 배운 산화-환원 내용과 연관지어가면서 그 내용을 이해하도록 노력하였다. 그 결과 실험수업 횟수가 증가함에 따라 산화-환원 실험내용에 대한 지식뿐만 아니라, 실험 장치의 역할 및 기능적인 면에서도 차츰 적응되어져 갔다.

실험집단 학생들은 자기조절학습 전략에 의해, 산화-환원반응에서 세기성질의 특성이나 예기치 않은 현상에 관심을 가지는 학생들이 좀 더 많았으며, 이들 특성이나 현상을 잘 이해하려는 의지가 생겨, 참고자료나 인터넷상에서 추가적인 정보를 구하려고 노력하였다. 이들은 통제집단과 달리, 전기화학적 원리뿐만 아니라, 자신들이 알지 못했던 조작적 기능이나 절차적인 지식을 섭렵하려는 의지도 보였다. 즉, 실험에서 얻은 결과 값(전압값, 전류값)

Table 5. Correlation between scientific attitude and ability of self-regulated learning

Component		Open-mindedness	Objectivity	Perseverance	Critical-mindedness	Prudential-mindedness	Being voluntary	Honesty	Preparation	Cooperation	Curiosity	Total of scientific attitude
Cognitive-regulated	Cognitive	.249*	.242*	.233*	.251*	.322**	.312**	.232*	.126	.114	.319**	.281**
	Meta-cognitive	.128*	.123	.129*	.126	.132*	.135*	.119*	.082	.079	.136*	.129*
	Subtotal	.229*	.226*	.208*	.229**	.279**	.281**	.218**	.103	.097	.284**	.256**
Motivated-regulated		.175*	.187	.176*	.172*	.184**	.189**	.174*	.123	.135	.179**	.175**
Behavioral-regulated		.106	.100	.117	.103*	.121*	.105	.103*	.084	.071	.112*	.107
Total of self-regulated		.188*	.186	.184*	.185*	.207**	.212**	.182*	.106	.104	.208**	.196**

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

**Table 6.** Comparison between comparative and experimental groups for the scientific achievement

Kinds of evaluation		Group	N	M	SD	t	p
Pre-test	Total score of scientific achievement for first semester	Comparative	45	79.09	11.13	-.008	.938
		Experimental	45	78.94	11.11		
Post-test	Scientific achievement for laboratory activity	Comparative	45	83.80	11.64	0.769	.043
		Experimental	45	84.43	11.82		

이 모듈별로 조금씩 달랐을 때, “왜 그럴까?” 라며 그 원인을 파악하려고 노력하였다. 자기조절학습 전략에 의해 학생들의 인지적 및 동기적 요소 뿐만 아니라, 과학적 태도(신중성, 호기심)에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 예로서 전지반응에서 환원전위는 세기성질(전자수에 관계없이 각 전하의 쿨롱당 주울수는 같음)이므로, 전극이나 전해질의 환경에 따라 전위차 값이 변하지 않는다는 사실을 실험으로 확인하였다. 이처럼 자기조절학습 전략의 효과로, 실험집단이 형성평가와 수행평가에서 높은 점수를 받은 것으로 생각된다. 한편, 일반고 학생들을 대상으로 한 연구에서,<sup>11</sup> 학생들은 모듈내 토론과 의사소통을 촉진하는 자기조절학습 전략이 학생들의 인식 변화와 호기심 향상으로 이어졌다. 그 결과 실험수업 내용이나 여러 가지 현상에 대해 심도있는 내용 파악으로, 실험집단이 통제집단보다 학업성취도가 높았다고 보고하였다. 이처럼 일반고 학생들은 전체 모듈원들이 집단적으로 문제를 해결하려는 성향이 나타난 반면, 과학고 학생들은 개별적으로 문제를 해결해가려는 성향을 보였다.

자기조절학습 요소들과 학업성취도 사이에 유의한 상관성이 나타났으며, 이들 상관관계를 Table 7에 나타내었다. 인지조절이 상대적으로 높게, 동기조절은 낮게 유의미한 상관관계를 나타내었다. 몇몇 연구에선 인지조절이 과학성취도와 유의한 상관관계가 있고,<sup>10,11,16,22,46</sup> 다른 연구결과에선 동기조절의 자아효능감이 높은 학생일수록 학업성취도가 높다고 보고하였다.<sup>7,16,47,48</sup> 한편, 학업성취도가 상위집단인 경우, 자기효능감이 높을지라도 통계적으로 유의미하지 않았으며,<sup>49</sup> 학습동기가 충분한데도 불구하고 학업성취도도 낮게 나타났다. 이는 실제 학습을 실행하려

**Table 7.** Correlation between scientific achievement and self-related learning for the experimental group

Components of strategy		Scientific achievement for laboratory activity
Cognitive-regulated	Cognitive	.381**
	Metacognitive	.103
	Subtotal	.277**
Motivated-regulated		.184**
Behavioral-regulated		.119
Total of self-regulated		.226**

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

는 의지 능력이 부족하여 계속적으로 학습을 유지시키지 못한다고 하였다.<sup>50</sup> 종단적인 연구결과에 의하면, 연령이 증가함에 따라 자기조절학습 능력은 선형적으로 감소하는 반면, 학업성취도는 증가하는 것으로 나타났다.<sup>14,23,29,51-53</sup> March의 연구결과에선,<sup>53</sup> 자기조절 개념은 장기간의 훈련을 통해 배양되어지므로, 이에 적합한 학습전략을 제공해야 한다고 제안하고 있다. 인지조절(시연, 정교화, 조직화) 전략에 의해, 비교적 어려운 개념들을 산화-환원 실험으로 확인하려 노력하였다. 그 결과 실험횟수가 증가할수록 산화-환원에 대한 내용 이해도가 깊어지고, 실험활동에 대한 성취감이 강화되었다. 따라서 인지조절 전략이 학업성취도에 효과적으로 영향을 미쳤으며, 유의미한 상관관계가 나타난 것으로 판단된다. 또한 과학고에서 실시해 오고 있는 자기주도적 문제해결력 학습 프로그램의 영향으로, 인지적 및 동기적 전략이 학업성취도에 더 큰 효과를 나타낸 것으로 판단된다.

## 결론 및 제언

과학계고등학교 11학년 ‘산화-환원’ 실험단원에 대해, 실험교과서에 따라 전통적 실험수업을 실시한 통제집단과 자기조절학습 전략으로 실험수업을 실시한 실험집단 간의 교수-학습 효과를 연구하였다. 과학고 학생들의 성향이 반영된 자기조절학습 능력, 과학탐구능력, 과학적 태도 및 학업성취도 등에서 두 집단 간의 차이를 분석하였다. 사전검사에서, 두 집단 간에 유의미한 차이가 없었다.

과학고 학생들은 과학에 대한 지적 호기심이 높고 자기조절학습 전략에 의해, 도전적인 실험수업 과제를 성공적으로 해결하려는 노력(실험에 관심과 주의 집중, 신중한 실험설계 및 변인통제 등)이 돋보였다. 그 결과 자기조절학습의 인지요소에서 가장 크게, 성취목표와 성취가치 강화로 인하여 동기조절 순으로 강화되었다. 실험집단 학생들은 자기조절학습 전략에 따라 실험과정 수행 및 변인통제에서 비교적 잘 대처하였으며, 실험결과뿐만 아니라 실험수업 내용도 더 만족하였다. 따라서 인지조절 및 동기조절에서 두 집단 사이에 유의미한 평균값 차이가 난 것으로 판단된다. 지금까지 연구결과에서도 인지적 요소가 자기조절학습 능력에 가장 크게 영향을 미쳤다.<sup>10,11,47,51</sup> 한편 학

년과 연령이 증가함에 따라 여러 가지 교육환경에 의해 자기주도적 학습이 방해받으므로, 자기조절학습 능력이 정체되거나 감소된다고 보고하였다.<sup>15,23,24,54</sup> 따라서 도전적 과제에 의한 인지적 사고력을 고취시켜, 자기주도적 학습 강화에 의한 자기조절학습 능력 향상을 꾀하는 교수-학습 전략이 필요함을 암시하고 있다.

과학탐구능력에 대한 사후검사에서 두 집단 간에 평균점의 차이가 나타났으며, 변인통제에서 평균값이 가장 크게 나타났다. 세기성질을 갖는 산화-환원반응에서 변인통제를 가장 어려워하였으며, 실험횟수가 거듭될수록 향상된 결과를 얻기 위해 실험수행을 신중하게 처리하였다. 또 실험과정에서 일어나는 예기치 못한 현상에 대한 원인 파악으로, 산화-환원 실험의 이해와 응용성이 더 확대되었다. 이러한 노력에 의해, 실험설계, 가설설정, 변인통제 및 일반화 단계 등 통합탐구에서 두 집단 사이에 유의미한 차이가 생겼을 것으로 여겨진다. 자기조절학습 요소들과 과학탐구능력 사이에 유의미한 상관성이 나타났으며, 인지요소 및 동기조절에서 비교적 높은 상관관계를 나타내었다.

일반고 학생들을 대상으로 한 연구에서, 동기조절 요소에서 가장 높게, 그 다음으로 인지조절과 행동조절 순으로 상관관계를 보였다.<sup>10,11,20,21,29</sup> 중학 과학영재들의 경우, 기초탐구기능에서 유의한 차이를 보였으나, 통합탐구에선 유의한 차이가 나타나지 않았다.<sup>29</sup> 이는 중학영재들일지라도 인지수준이 낮아, 수준 높은 통합탐구의 문제해결 능력이 부족하기 때문으로 판단하였다. 또한, 중학영재들의 과학탐구능력이 일반학생들보다 우위를 보이는 경우<sup>28</sup>와 우위를 보이지 않는 경우<sup>29</sup> 및 자기조절학습 능력과 과학탐구능력 사이에 부적 상관관계가 나타난 연구결과도 보고되었다.<sup>41,55</sup> 이러한 결과는 과학탐구능력 요소들은 장기간 수업처치에 의해서만 향상될 수 있는 변인으로 판단한 연구결과와 비슷하다.<sup>25</sup> 이처럼 자기조절학습 능력과 과학탐구능력 사이의 긍정적 관계는 교육방법, 교육환경에 따라 서로 다른 결과들이 보고되고 있는 실정이다. 본 연구 대상인 과학고 학생들도 실험횟수가 거듭됨에 따라 자기조절학습 전략에 대한 자신감이 생겼으며, 과학탐구능력에서 두 집단 사이에 유의미한 차이가 생겼을 것으로 판단된다.

과학적 태도에서 두 집단 간에 평균값의 차이가 약간 유의미하게 나타났다. 신중성, 자진성 및 호기심에서 비교적 크게, 준비성 및 협동성에서 평균값 차이가 적게 나타났다. 실험집단 학생들은 자기조절학습 전략에 의해, 실험과정을 소극적으로 대처하는 가운데서도 실험을 좀 더 신중하게 수행하였다. 또한 예상치 못한 현상이나 원인에 대해 호기심을 갖고 적극적으로 이해하려고 노력하였다. 이와 같은 과학고 학생들의 과학적 태도에 의해서, 두 집단 사이에 평

균점 차이가 나타난 것으로 판단된다. 인지조절 요소가 과학적 태도와 가장 큰 상관성을 나타내었으며, 그 다음으로 동기조절과 행동조절 순으로 나타났다. 이는 이론적으로 배운 산화-환원 개념들과 연관시켜, 스스로 실험결과를 예측해 보기도 하고, 실험 현상에 대해 호기심을 가지고 관련 자료들을 찾아보려는데 인지능력이 관여하게 된 것으로 판단된다.

자기주도적 학습능력은 과학교과에 대한 긍정적 태도가 강할수록 호기심, 적극성, 협동성 등 모든 과학태도의 하위요소와 긍정적인 효과가 나타난다고 보고하였다.<sup>14,26,43-45</sup> 또한 과학적 태도에서 과학영재들의 평균이 일반학생보다 높게 나타났으며,<sup>26,28</sup> 집단내 학생들 사이에 지적능력의 차이가 클수록 과학관련 태도와 지능사이에 유의미한 결과를 나타내었다.<sup>26</sup> 이런 결과는 중학영재나 과학고 학생들과 비슷한 경향성을 나타내었다. 한편, 일반계 고교생들은 행동조절이 과학적 태도와 가장 크게, 다음으로 인지조절 및 동기조절 순으로 상관성을 나타내었다.<sup>11</sup> 과학고와 일반고 학생들의 과학적 태도에 미치는 효과가 자기조절학습의 세부요소에 따라 다르게 나타났듯이, 학생들의 행동 특성과 자기주도적 학습능력 정도에 따라 적절한 탐구내용 프로그램을 구성한 후, 자기조절학습의 세부요소들과 과학적 태도 사이에 긍정적인 효과가 나타날 수 있도록 교수-학습 전략과 방법을 다르게 수립하고 지도하여야 함을 암시하고 있다.

실험집단 학생들은 자기조절학습 전략에 의해, 실험내용(반응, 현상)을 잘 파악하려는 정교화(조직화) 뿐만 아니라, 실험과정 상의 조작적 기술이나 절차적인 지식을 섭렵하려는 노력이 돋보였다. 궁금한 부분에 대해 참고자료나 추가적인 정보도 자세히 찾았으며, 실험횟수가 증가할수록 산화-환원에 대한 응용성이 넓어졌다. 또한 실험활동에서 자신감과 중요성을 인식하게 되어, 학업성취도의 평균점에서 차이가 났으며, 자기조절학습과 유의미한 상관관계를 보인 것으로 판단된다. 자아효능감이 높은 학생들은 더 효과적인 자기조절학습 전략을 사용하여 학업성취도가 높았으며,<sup>7,16,47,48</sup> 일반고 학생들은 모둠내 토론과 의사소통이 활발하여 실험내용 이해가 잘 되어 학업성취도가 높았다고 보고하였다.<sup>10,11</sup> 한편, 학업성취가 상위집단인 학생들은 자기효능감 변화의 강도가 의미있게 나타나지 않았다는 결과도 보고하였다.<sup>49</sup>

지금까지 연구결과에 의하면, 학습자들의 처한 상황에 따라 자기조절학습 능력과 학업성취도, 과학탐구능력 및 과학적 태도 사이에 상관관계가 다르게 나타났다. 자기조절학습의 하위요소 모두 학업성취도에 영향을 미치는 경우, 인지조절 전략만 과학성취도에 영향을 미치는 경우, 학습동기는 충분한데 학습 실행의지가 부족하여 학업성

취도가 낮은 경우, 연령이 증가함에 따라 자기조절학습 능력은 선형적으로 감소하나 학업성취도는 증가하는 경우, 장기간 자기조절학습 훈련을 통해 학업성취도 향상시키는 전략 등 여러 가지 연구결과들이 보고되었다. 또한 일반고 학생들은 각 모둠원들의 토론 및 의사소통을 통하여, 어렵거나 해결하기 힘든 실험내용을 집단적으로 해결하려는 성향이 강하게 나타난 반면, 과학고 학생들은 인지요소, 동기요소, 행동요소 등의 개인적 특성들이 각각 다르므로, 각자의 비교적 높은 과학적 선행지식 및 능력을 이용하여 개별적으로 문제를 해결해가려는 성향이 나타나 두 집단 간에 대별되었다.

현재, 과학고에서는 과학 탐구교육 강화(과학탐구능력향상)에 따라, 학생들 스스로 자유탐구 과제를 선정하여 교수-학습을 진행하도록 유도하고 있다. 자유탐구 과제를 자기주도적으로 수행할 수 있도록 고가기자재를 포함한 최첨단 실험환경을 갖춰, 과학 탐구 교수-학습 실험에 노력하고 있다. 하지만 자기주도적 탐구 과제 수행이 보다 효과적으로 이루어지기 위해서는, 체계적이고 구체적이며, 차별화된 교수-학습전략이 필요하다. 또한 자기조절학습 능력을 향상시키기 위하여, 더 도전적이고 피드백적이며, 창의적인 과학학습 내용이 필요한 실정이다. 따라서, 학년 및 인지수준을 고려한 교육내용 구성, 학습자 특성을 고려한 자기조절학습 전략 등 학습자들의 교육적 상황을 충분히 연구한 후, 과학고 학생들의 자기조절학습 능력이 신장될 수 있는 교수-학습이 적용되어야 함을 의미하고 있다.

## REFERENCES

1. Ministry of Education and Science Technology. *The 2009 Revised National Curriculum of Science*; Seoul, Korea, 2009.
2. Corno, L.; Mandinach, E. B. *Educational Psychologist* **1983**, *18*(2), 88.
3. Zimmerman, B. J. *Contemporary Educational Psychology* **1986**, *11*(4), 307.
4. Flavell, J. H. *Cognitive development*; Prentice-Hall Inc.: Englewood Cliffs, NJ, 1979.
5. Brown, A. L.; Branford, J. D.; Camoione, J. C.; Ferrara, R. A. Learning, Remembering, and Understanding. In *Handbook of Child Psychology: Cognitive Development*; Flavell, J. H., Markham, E. H., Eds.; Wiley: New York, 1983.
6. Zimmerman, B. J.; Martinez-Pons, M. *American Educational Research Journal* **1986**, *23*(4), 614.
7. Yang, M. H. The Study on Development and Validation of Self-Regulated Learning Model. Ph.D. Dissertation, Seoul National University, Seoul, Korea, 2000.
8. Senecal, C.; Koestner, R.; Vallerand, R. J. *J. Social Psycho.* **1995**, *135*, 607.
9. Hwang, S. H. *The Korean Society for the Study of Elementary Education* **2004**, *17*(2), 345.
10. Jeong, M.-S. The Effect of Self-Regulated Learning Program on the Science Process Skill, Achievement, Scientific Attitude, and Inquiry Motivation. Ph.D. Dissertation, Pusan National University, Busan, Korea, 2007.
11. Jeong, S. H.; Kim, B. G.; Koo, I. S.; Park, J. K. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2010**, *30*(6), 681.
12. Pines, A. L.; West, L. H. T. *Science Education* **1986**, *70*(5), 583.
13. Kim, K.-H. *Korean J. Edu. Psychol.* **2001**, *15*(4), 23.
14. Kim, M. S.; Han, K. S. *J. Gifted/Talented Edu.* **2008**, *18*(1), 23.
15. Kim, S.-Y.; Han, K.-S. *Korea Youth Research Association* **2011**, *18*(12), 299.
16. Jo, S. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2011**, *31*(6), 958.
17. Zimmerman, B. J.; Martinez-Pons, M. *Journal of Educational Psychology* **1990**, *82*, 51.
18. Lee, J.-K. The Development of a Test of Science Inquiry Skills for High School Students. Master Thesis, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea, 1988.
19. Song, Y.-W. Effects of Problem-Solving Activities on Science Process Skills and Scientific Attitudes of Middle School Students. Ph.D. Dissertation, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea, 2005.
20. Dweck, C. S.; Leggett, E. L. *Psychological Review* **1988**, *95*(2), 256.
21. Lee, J.-A.; Park, S.; Kim, Y. *J. Gifted/Talented Edu.* **2011**, *21*(3), 773.
22. Kim, H. S. The Grade Differences of Self-regulated Learning and the Relationship between Self-regulated Learning and Academic Achievement. Ph.D. Dissertation, Mokpo National University, Mokpo, Korea, 2009.
23. Kim, H. W. Multivariate Second-Order Latent Growth Modeling of the Longitudinal Relationship between Self-Regulated Learning and Academic Achievement. Ph.D. Dissertation, Sookmyung Women's University, Seoul, Korea, 2009.
24. Jo, S. *J. Korean Soc. Gifted and Talented* **2011**, *10*(3), 33.
25. Jeong, J. S.; Chung, W. H. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **1995**, *15*(3), 284.
26. Yang, T.-Y.; Bae, M.-R.; Han, K.-S.; Park, I.-H. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2003**, *23*(5), 531.
27. You, J.-S.; Shim, K.-C. *J. Soc. International Gifted in Science.* **2007**, *1*(2), 109.
28. Lee, H.-R. *J. Korean Earth Sci. Soc.* **2011**, *32*(3), 294.
29. Cho, H.-C.; Yu, S.-C. *J. Korean Soc. Gifted and Talented* **2011**, *10*(3), 97.
30. Cho, E. B.; Paik, S. H. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2006**, *26*(3), 307.
31. Kim, E.-J. *Elementary Science Education* **2006**, *25*(2), 179.
32. Lee, S.-J.; Bae, J.-H.; Kim, E.-J. *Elementary Science Education* **2007**, *25*(5), 567.
33. Hwang, S.-W.; Kim, H.-K.; Yoo, J.-H.; Pak, S.-J. *J. Korean*

- Assoc. Sci. Edu.* **2001**, 21(3), 506.
34. Kim, Y.-S.; Cho, E.-S.; Chung, W-H. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2002**, 22(1), 1.
35. Pintrich, P. R. *Learning and Individual Difference* **1999**, 11(3), 335.
36. Kuhl, J. Volitional Mediators of Cognition-behavior Consistency: Self-regulatory Processes and Action Versus State Orientation. In *Action Control from Cognition to Behavior*; Kuhl, J.; Bechmann, J. Eds.; Springerlin Berlin Verlag, 1985.
37. Kim, Y.; Ryu, S. R. *J. Elementary Mathematics Edu. Korea* **2010**, 14(2), 217.
38. Lee, J. M.; Lee, K. H.; Lee, J. H. *Korean Soc. Sports Science* **2010**, 19(4), 609.
39. Kim, S. H.; Kim, K. Y.; Lee, C. H. *J. Korea Soc. Math Ed. Ser. A: The Mathematical Education* **2005**, 44(1), 113.
40. Kim, M. S.; Yoon, C. H.; Cho, S. H. *Asian J. Edu.* **2005**, 6(3), 25.
41. Jung, H.-C.; Yoon, C.-H.; Hur, N.-Y. CR 2005-37; Korean Education Development Institute: Seoul, Korea, 2005.
42. Yoon, C.-H.; Jung, H.-C. *Korean J. Edu. Psychol.* **2006**, 20(2), 321.
43. Newman, R. S. *J. Educational Psycho.* **1990**, 82(3), 71.
44. Wilson, J. T. *Science Education* **1974**, 58(1), 127.
45. Lee, J. B. Study on the Correlation among Science Class Grade, Scientific Attitudes, and Science Anxiety of Secondary School Students. Master Thesis, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea, 2000.
46. Kim, B.-S.; Kim, Y.-S.; Chung, W-H.; Lee, K.-J. *Korean Soc. Bio. Edu.* **2001**, 29(4), 300.
47. Ryou, K. R.; Eom, W. Y.; Choi, S. Y. *Korean J. Edu. Psychol.* **2010**, 24(3), 661.
48. Britner, S. L.; Pajares, F. J. *Research Sci. Teaching*, **2006**, 43(5), 485.
49. Ryu, S.; Kim, Y.; Lee, J.; Moon, S. J. *Korean Assoc. Sci. Edu.* **2011**, 31(2), 225.
50. Ko, Y. K.; Kim, H. K.; Choi, B. S. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2006**, 26(3), 376.
51. Moon, B.-S.; Koh, J.-S. *Korean J. Edu. Psychol.* **2009**, 23(3), 581.
52. Lee, S. R. Study on Relation Between Self-regulated Learning Ability and Learning Achievement of Middle School and High School Students. Master Thesis, Kyungwon University, Seongnam, Korea, 2000.
53. Marsh, H. W. *J. Educational Psycho.* **1990**, 82(4), 646.
54. Jeong, J. Study on Relationship Between Goal Orientation and Self-regulated Learning of the Elementary and Secondary School Students. Master Thesis, Seoul Women's University, Seoul, Korea, 2005.
55. Lee, J. H. Analysis of Learners' Variables Effects on Scientific Thinking and Science Process Skills. Master Thesis, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea, 2000.
-

## 부록 1. 산화·환원 실험수업에서 자기조절학습 전략의 세부요소

전략	세부요소	실험 수업에서 자기조절학습 전략의 세부 활동 사항
인지조절	시연	· 실험 수업에서 실험내용, 과정 및 방법을 소리 내어 여러 번 읽게 하고, 중요한 부분에 관심과 주의를 집중하게 함.
	인지	· 실험내용, 현상 및 결과 등에 대해 이미 알고 있는 것과 관련성 찾기, 여러 가지 예들과 관련 지어 이해하기 등과 같이 실험에 대한 내용을 알고 있는 지식과 관련시켜 이해함.
	조직화	· 실험목적, 실험과정 및 방법, 자료수집 및 변환, 실험결과 등을 나름대로 조직하고 논리적으로 정리하게 함.
	계획	· 실험활동을 어떻게 실행할지를 계획하고, 관련 자료를 수집해 오게 한 후, 실험시작 전에 발표하게 함.
메타인지	점검	· 실험활동에 대해 잘못 이해했는지 확인 해보기, 실험에 집중하는지 점검하기, 실험이 제대로 되는지 확인 해보기 등 실험활동에 대한 자신의 상태를 확인-점검하게 함.
	조절	· 실험활동에 대해 잘못 이해된 부분 고치기 등과 같이 실험활동을 하다가 문제가 생기면 실험을 중단하고 다시 확인하게 함.
동기조절	목적지향성	· 실험활동에서 새로운 현상이나 실험결과를 얻어야 하는 목적을 인식시켜, 실험을 성공적으로 마무리 할 수 있도록 시작부터 끝까지 높은 수준의 노력과 주의 집중을 하게 함.
	자아효능감	· 실험을 다른 모둠보다 더 성공적으로 수행할 수 있다는 자신감을 가지게 함.
	성취가치	· 실험의 중요성, 활용성 및 내재적 가치들을 지각하게 하여, 실험활동에 시간과 노력을 더 많이 투자하게 함.
행동조절	학습불안	· 실험 내용이 어려워 이해가 잘 되지 않는 부분을 천천히 이해시키거나 실험도중에 실패할 경우, 실패의 원인을 찾아내어 이해한 후, 재 실험할 기회를 제공함.
	행동통제	· 실험활동 과정에서 여러 어려움에 부딪혀도 포기하지 않고 실험을 계속해 나가도록 함. 또 주위의 유혹이나 방해받지 않고 실험에 집중하도록 함.
	학업시간관리	· 주어진 시간동안 실험활동을 어떻게 전개시켜, 가장 효율적인 실험결과를 얻을 수 있는지 주지시킴.
	도움구하기	· 적극적인 실험활동을 위해 모둠 내 역할을 분담하였으며, 원활한 실험활동을 위해 모둠 내 토론 및 도움 요청을 하게 하였음.
	학습환경	· 확인실험을 할 수 있는 기구, 재료 및 시약뿐 아니라 자료를 찾을 수 있는 컴퓨터 등도 설치해 놓았음.
	자기강화	· 실험 도중 호기심이 생기면 확인실험을 하게 하였고, 실험을 실패하면 성공할 때까지 계속해서 실험을 할 수 있게 하였음.

## 부록 2. 염다리의 역할 실험수업에 대한 자기조절 학습 수업지도안 (예시)

학습단원	산화·환원	학습내용	염다리의 역할	차시 : 1/2
학습목표	1. 다니엘 전지에서 염다리를 사용하는 이유를 알 수 있다. 2. 염다리가 화학 전지에서 구체적으로 어떠한 역할을 하는지 알 수 있다.			학습유형 : 개념학습
학습과정(분)	요소 및 학습전략	탐구학습내용 교사활동	학생활동	지도 및 유의점
자기준비(10)	행동조절 -환경구성 동기조절 -자아효능감	-오늘은 염다리의 역할에 대해 알아보시다. 교재를 준비 하세요. -여러분이 알고 있는 염다리의 역할에 대해 말해 봅시다.	교과서 및 참고자료 준비 -각자의 대답	교재 준비 확인
자기점검(20)	동기조절 -성취가치 -목표설정 인지조절 -시연 -정교화 행동조절 -환경구성	-이온의 이동에 따른 전하 불균형을 해소하려면 어떻게 해야 할까요? -실생활에서 염다리를 어떻게 사용하고 있을까요? -시범실험 제시, 활동기록지 제시 -물음에 답해볼까요? -관찰 사실을 정리하세요. -모르는 내용을 질문하세요.	-각자의 대답 -각자의 학습목표 기록하기 -관찰 -관찰내용 정리 및 과제 분석하기 -동료나 교사의 도움구하기	시범실험 관찰을 제안 활동기록지 작성을 제시
자기실행(12)	행동조절 -행동통제 인지조절 -정교화 -조직화 행동조절 -자기점검	학습내용 정리(강의) -염다리가 화학 전지에서 구체적으로 하는 역할은 무엇인가요? 왜 그렇게 생각했나요? -오늘의 학습목표를 성취했나요?	강의내용 기록하기 -염다리의 역할이란? -이해가 되지 않는 부분 질문하기	활동기록지에 자신이 필요한 부분을 기록하도록 주지시킴
자기평가(8)	인지조절 -정교화 -조직화 -조절 행동조절 -자기강화 -자기점검 동기조절 -성취가치	-학습 내용을 요약해 보세요. -형성평가를 풀어보세요. -학습 내용 중 이해가 되지 않는 부분이 나 자신이 틀린 문제는 활동 기록지에 기록해 두세요. 차시예고 -오늘 실험으로 여러분이 발견한 것을 소재로 제안문을 작성해서 제출해 주세요.	-염다리의 역할 -염다리의 쓰임새 -형성평가 풀기 -학습내용 중 부족한 부분을 기록해 두기 / 보충하기 -각자의 의견을 기록하기	완성된 활동 기록지를 회수하고 기록내용 확인하기

**부록 2. 염다리의 역할 실험수업에 대한 자기조절 학습 수업지도안 (예시) – Continued**

학습내용	염다리의 역할	학습유형	자기조절 학습 전략	차시 : 2/2
학습자료	니켈판, 구리판, 비커, 황산니켈 1M용액, 황산구리 1M용액, 전압계, 철사, 눈금 실린더, U자관, 한천, KCl용액(포화, 2M, 0.5M), 집게 달린 전선, 자			
학습과정(분)	요소 및 학습전략	탐구학습내용 교사활동	학생활동	지도 및 유의점
자기준비(5)	행동조절 -환경구성	실험 주제의 소개 -염다리의 역할	-실험 주제 및 준비상태 확인	반복 실험을 위해 충분한 양의 실험 도구와 재료를 준비
	동기조절 -자아효능감	-탐구활동을 위한 모둠을 구성하고 테이블을 선택하세요.  -이 실험에 관해 의문점이 있으면 질문하세요.	-실험과 관련된 의문 사항이나 필요한 것 등에 관해 질문하고 해결한다.	실험보고서 (자기조절 학습전략활동기록지)배부
자기점검(15)	동기조절 -성취가치 -목표설정	-염다리의 역할을 아는 것이 우리에게 어떤 의미를 지닐까요? -제시된 목표 중 모둠과 토의하여 자기 모둠의 실험 목표를 선정하세요.	-염다리를 제작하는 KCl 용액의 농도에 따른 차이를 통해 염다리의 역할을 분석한다.	토의를 통해 합의에 이를 수 있도록 자유로운 분위기 조성
	인지조절 -시연 -정교화  행동조절 -환경구성	-목표 성취를 위해 꼭 알아야 할 것들을 제시해 보세요.  실험자료 제공  실험과정 설계 -실험 목표 성취를 위한 실험과정을 토의해 보세요. -염다리의 역할에 관련된 정보와 자료를 선정하세요.	-각자 실험 목표를 확인하고 목표 성취를 위한 탐구과정을 제안한다.  -모둠별 토의를 통해 탐구에 필요한 도구 및 재료를 선택한다.	정보 수집 및 자료를 다양하게 제시함.
자기실행(25)	행동조절 -행동통제	-각자 실험과정을 설계 하세요. -설계한 내용을 동료와 토의 -동료 협의를 거쳐 실험과정 설계 완성하기	-토의 결과를 토대로 실험을 설계 한다.  실험수행	반복 실험 제시  모둠별 토의를 촉진
	인지조절 -정교화 -조직화 -조절  행동조절 -자기점검	-실험수행  -실험목표에 부합된 결과인지 확인하세요. -필요하다면 반복실험을 하거나 실험 과정을 변경해 보세요.	-실험수행 -실험과정에 따라 탐구 수행 -실험과정 중 지속적인 토의	탐구 내용에 대한 책임감을 인식
자기평가(5)	인지조절 -정교화 -조직화 -조절	-실험 결과 작성 및 결론 도출	-결론에 대한 모둠별 토의  -실생활 활용방안 제안하기	실험 보고서 (자기조절 학습전략 활동기록지)회수
	행동조절 -자기강화 -자기점검  동기조절 -성취가치	-탐구 제안 -미비한 점이나 이를 보완할 수 있는 실험을 제안하세요. -오늘 실험으로 여러분이 발견한 것을 소재로 제안문을 작성해서 제출해 주세요.	-제안문 작성하기	