교 육 학 석 사 학 위 논 문

고등학생들의 반응속도 선개념 교정을 위한 개념변화·교수 학습효과에 관한 연구

지도교수 김 주 창

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함

2002년 8월

부경대학교 교육대학원

화학교육전공

갈 재 순

갈재순의 교육학석사 학위논문을 인준함

2002년 8월 일

주 심 이학박사 심 현 관

위 원 이학박사 김 주 창

위 원 이학박사 강 영 수

목 차

Abstract 1
Ⅰ. 서 론 3
1. 연구의 필요성과 목적 3
2. 용어의 정의 4
1) 선개념 4
2) 화학반응 속도의 개념 6
3. 연구의 제한점 6
Ⅱ. 이론적 배경 및 선행연구 8
1. 전통적 교수 학습관 8
2. 구성주의적 교수·학습관 10
1) 구성주의의 역사 10
2) 지식에 대한 구성주의 관점 11
3. 구성주의 학습모형 16
Ⅲ. 연구방법 및 절차 21
1. 반응 속도에 대한 공통과학 교과서 내용분석 21
2. 연구대상 23
3. 연구설계 23
4. 연구절차 24
Ⅳ. 결과 및 고찰 27
1. 실험반 학생들의 학습전후의 개념변화 분석 27
1) 화학반응속도의 정의 27
2) 화학반응에서 농도의 영향 29
3) 온도의 영향에 대한 그래프 해석 32

4) 촉매와 활성화에너지의 관계 34
5) 반응속도와 촉매와의 관계 36
6) 반응속도와 온도와의 관계 38
7) 반응속도와 표면적과의 관계 40
2. 수업방법에 따른 학생들의 개념형성 비교분석 42
1) 개념 유형별 변화 42
2) 수업 전 후의 과학적 개념 변화 44
V. 결론 및 제언 45
1. 결론 45
2. 제언 46
참고문헌 47
부 록 50
사전학력 검사지 50
통제반 수업 지도안 예시 58
실험반 수업지도안 예시 60
감사의 글 63

표 목 차

(표 1) 연구설계 방법 23
(표 2) 연구 대상 학생 24
(표 3) 반응속도 정의에 대한 응답률 (인원수, %) 29
(표 4) 반응속도 정의에 대한 학습전후 개념변화 (인원수, %) 29
(표 5) 반응 속도와 농도와의 관계 응답률 (인원수, %) 31
(표 6) 반응속도와 농도 관계에 대한 학습전후 개념변화 31
(표 7) 반응 속도와 온도와의 관계 응답률 (인원수, %) 33
(표 8) 반응속도와 온도와의 관계 학습전후 개념변화(인원수, %) 33
(표 9) 촉매와 활성화 에너지와의 관계 응답률 (인원수, %) 35
(표 10) 촉매와 활성화 에너지와의 관계 학습전후 개념변화 (인원수, %) 35
(표 11) 반응속도와 촉매와 관계 응답률 (인원수, %) 37
(표 12) 반응속도와 촉매와의 관계 학습전후 개념변화 (인원수, %) 37
(표 13) 반응속도와 온도와의 관계 응답률 (인원수, %) 39
(표 14) 반응속도와 온도와의 관계 학습전후 개념변화 (인원수, %) 39
(표 15) 반응속도와 표면적과의 관계 41
(표 16) 반응속도와 표면적과의 관계 학습 후 개념변화 (인원수, %) 41
(표 17) 반응속도 의미에 대한 학습 전 후의 개념 변화 (%) 43
(표 18) 수업전 후의 과학자적 개념 변화 (%) 44

The Study of the Effects of Concept Change about Preconceptions of High School Students Related to the Rate of Reaction

Jae-Soon Kal

Graduate School of Education
Pukyong National University

Abstract

The purpose of this study is to investigate the preconceptions of high school students related to the rate of reaction and to analyze the effects on correcting their misconceptions that are unscientific. Two groups are selected. One is an experimental group where the students are taught through the Driver's Conceptual Change Model focusing on correction of misconceptions and the other is a control group where the students are taught through a text-based class. After the class, each effect on correction of preconceptions in both groups is analyzed. The result of the analysis shows that the educational achievement in the experimental group is higher in seven questionnaires. This indicates that the conceptual change model's teaching method in which the students are able to recognize their own misconceptions for themselves is more effective in students' conceptual change than the teacher-based teaching method. In science class, it is important to change students' preconceptions into scientific conceptions in class. So, for students to form new ideas for themselves, various teaching methods that are suitable for the quality of each unit of a subject are required along with teachers' continuous effort. Students' misconceptions shown in each questionnaire are as follows:

1. Students believe that a large amount of product implies a fast reaction.
2. Students believe that the rate of reaction increases as the reaction proceeds.
3. Students have a variety of misconceptions about the activation energy.
4. Students have a variety of misconceptions about the thermo chemistry and the rate of reaction after the instruction.

Ⅰ. 서론

1. 연구의 필요성과 목적

과학교육의 중요한 과제 중 하나는 과학적 개념의 올바른 이해이다. 학생들이 자신에게 주어진 문제를 해결하려면 그 문제에 포함되어 있는 개념들을 바르게 이해해야 한다. 그러나 자신의 생각이 과학적 개념과 다를 때 학생들은 어려움을 느끼게 된다. 이러한 어려움을 해결하기 위해 최근 구성주의(Constructivism) 교육사조에 영향을 받은 개념학습(Concept learning)이 강조되면서 학생들의 개념형성 과정에 많은 관심을 가지게 되었다. 그래서 과학수업에서 교사는 수업 전에 학생들이 이미 가지고 있는 선행 개념을 파악하는 것이 수업 진행에서 중요하게 대두되었다. 학생들의 선개념(Preconception)은 대부분의 경우 과학자의 개념과 매우 상이하게 다름을 알 수 있다. 또한 그 들의 선개념은 자신의 관점에서 보면 매우 의미심장하고 그럴듯한 사고이기에 설사 잘못된 선개념 즉 오개념(Misconception)이라 하더라도 과학학습에 의해서 쉽게 고쳐지지 않는 것으로 알려져 있다.

학생들이 가지고 있는 선개념들은 일상생활의 경험을 통해 얻어진 지식과 언어적인 연관성에 바탕을 두고 있기 때문에 과학적 개념에 비하여 덜 분화되어 있거나, 현재 과학자들의 세계에서 인정하는 과학지식과 큰 차이가 있을 수 있다. 이러한 잘못 된 개념들을 일반적으로 오개념 또는 대안개념(Alternative conception)이라고 한다.

고교과정을 거치는 동안 학생이 가지고 있는 개념체계는 효과적인 과학학습에 대해서도 개인에 따라서 특이한 형태로 발달하게된다. 그러므로 교사들은 이러한

학생들의 선개념을 먼저 파악하여 비과학적인 오인을 올바른 과학자의 개념으로 전환시킬 수 있는 수업전략을 개발해야할 것이다. 오인에 관하여 국내의 몇몇 연구결과는 선개념의 유형과 오인유형을 찾아내는 것이 대부분이었으며 오인을 고려한 수업적용에 관한 논문은 상대적으로 적은 실정이다. 그러므로 과학의 기본개념을 체계적으로 이해시키고 학생들의 지적발달 수준을 고려하여 주요 개념을 이해하도록 지도하는 교수활동이 요구된다. 또한 교사들은 실험에서 학생들이 적절한 과학개념을 적용할 수 있도록 도울 수 있는 새로운 교수방법인 구성주의에서의 교수방법에 관심을 갖고 적용할 필요가 있다.

화학반응속도에 관한 국내의 오개념연구는 학생들의 '학습정도에 따른 화학반응속도에 관한 개념형성' 이 있으나 오개념 퇴치를 위한 학습프로그램은 부족하다. 본 연구에서는 학생들이 공통과학의 반응속도 단원을 효과적으로 학습 할 수 있는 지도방법을 제시하기 위하여 먼저 학생들이 갖고 있는 선개념을 조사 분석한 후 이중에서 과학적 개념과 다른 오개념을 분류하고 학생들이 지니고 있는 오인을 과학적 개념(Scientific Conception)으로 전환시키기 위해 Driver의 개념변화 학습모형의 학습지도안을 개발하여 학습의 효과를 증진시키고 극대화하기 위해 연구에 임하였다.

2. 용어의 정의

본 연구에 자주 사용되는 용어상의 개념을 다음과 같이 정의를 한다.

1) 선개념(Preconception)

선개념은 학생들이 자연 현상을 경험하거나 사회적인 상호 작용을 통하여 자기 나름대로 형성한 개념을 말한다. 학생들은 과학적 탐구 능력이 부족하기 때문에 나

름대로 형성한 선개념들은 대부분 올바른 과학 개념에 위배되는 경우가 많다. 올바른 과학개념에 위배되는 선개념 중에는 학교수업을 통하여 형성된 경우도 많은 것으로 나타난다. 이는 교과서의 오류나 모호성, 교사의 오류, 동료와의 의사소통과정 등에 의해서 야기되는 것으로 밝혀졌다. 연구자들 중에는 선개념 대신에 같은 의미를 가진 용어로, 직관적 개념이나 선행지식, 오개념 등의 용어를 사용하기도 한다. 학생들은 이전에도 주위 환경과의 상호작용을 통해 자연 현상에 대해 나름대로의 생각을 지니고 있다. 이러한 학생들의 생각은 과학적 개념과 일치하기도 하지만, 많은 경우 현저한 차이를 보인다. 학생의 오개념은 과학의 영역에 따라 다양하지만, 많은 학생에게서 공통적으로 나타나는 일반적인 특징이 있는 것으로 알려져 있다. 우선, 학생들은 관찰 가능한 특징에 주목하여 추론하는 경향이 있는데, 예를 들어 설탕이 녹으면 눈에 보이지 않기 때문에, 작은 입자로 존재한다고 생각하기보다는 단순히 설탕이 없어졌다고 생각한다. 둘째, 학생들은 현상의 제한된 측면에만 주목하는 경향이 있다. 예를 들어, 물이 담긴 밀폐된 플라스크 내에서 인을 연소시킨 후의 질량에 대한 예측에서, 학생들은 인의 연소로 발생한 연기가 물에 녹아 사라지는 것에만 초점을 두기 때문에 흔히 질량이 감소한다고 생각한다. 셋째, 학생들은 정적인 상태보다는 동적인 상황에 주목한다. 주사기의 피스톤을 누르거나 피스톤이 밀려나올 때에만 주사기 속의 기체 분자가 운동한다고 생각하거나, 화학 평형 상태와 같이 시간에 따른 변화를 볼 수 없는 경우 그 현상을 설명할 필요성을 느끼지 못하는 것이 그 예이다. 넷째, 학생들은 어떤 변화를 설명할 때 단순한 인과 관계로 설명하려는 경향이 있다. 즉, 여러 사건들을 자신이 좋아하는 방향으로만 설명함으로써 그 사건들의 가역성을 이해하는데는 어려움을 겪는다. 예를 들어, 고체가 에너지를 흡수해서 액체로 변하는 것은 이해하지만, 액체가 고체로 될 때 에너지를 방출한다는 것을 이해하는 데에는 큰 어려움을 겪는다. 다섯째, 학생들이 사용하는 개념은 과학자들의 개념에 비해 상당히 포괄적인 경향이 있다. 실제로 학생들이 사용하는 '무게' 라는 개념 속에는 밀도, 압력, 힘 등의 개념이 포함되어 있는 경우가 많

다. 이러한 사실은 학생들이 하나의 개념에 대하여 정확하게 이해하지 못한 채 다른 개념을 학습하며, 결과적으로 현상이나 개념을 명확하게 구분하지 못함을 의미한다. 마지막으로, 에너지가 과학적 상황과 일상적 상황에서 서로 다른 의미를 지니는 것과 같이 학생들은 같은 개념을 상황에 따라 다르게 적용하기도 한다 (Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985) Children's ideas in science. Milton Keynes: Open University Press.).

2) 화학반응 속도의 개념

화학 반응은 반응의 종류에 따라 빠른 반응도 있고 느린 반응도 있다. 예를 들어 석탄 덩어리는 불이 잘 붙지 않지만 석탄 가루는 불이 잘 붙는다. 또 음식은 냉장고에서 꺼내 놓으면 빨리 상한다. 공통과학 단원에서는 화학 반응이 진행되는 동안 빠르기를 어떻게 측정하여 나타내는지를 알아보고, 또 어떤 종류의 반응이 빠른 반응이고 느린 반응인지 구별하는 것이 도입 부분으로 전개된다. 화학 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 농도는 시간에 따라 변화한다. 반응이 진행됨에 따라 반응물의 농도는 감소하고 생성물의 농도는 증가한다. 따라서 반응 속도는 단위 시간 동안 생성물질의 변화량 또는 단위 시간당 반응물질의 변화량으로 정의된다.

3. 연구의 제한점

본 연구를 수행함에 있어서 다음과 같은 제한점이 있다.

1) 본 연구는 부산광역시내의 1개의 고등학생을 대상으로 한 학습 설계를 사용하였기 때문에 표집 대상의 특이성을 벗어나 전체 고등학교 학생들에게 확대 해석하는 것은 무리가 있다.

2) 드라이버의 개념변화수업은 학생들에게 생소한 것이므로 그에 대한 학생들의 이해도에 따라 연구 결과에 영향을 줄 수 있다는 것을 배제할 수 없다.

3) 본 연구는 극히 제한된 표집 대상에 대하여 알아보았기 때문에 연구결과를 표집 대상의 특이성을 벗어나 일반화하는 데 제한이 따른다.

Ⅱ. 이론적 배경 및 선행연구

1. 전통적 교수·학습관

전통적 교수·학습관은 근본적으로 객관주의 인식론에 근거하고 있다. 객관주의는 진리 또는 지식을 이를 활용하는 개인의 의지와 관계없이 독립적으로 존재하는 고정된 실체로 보고 모든 상황에 적용할 수 있는 보편 타당한 절대적 진리와 지식을 추구하는 것을 최종목표로 설정해 두고 있다. 객관주의 인식론 하에 한때 교육계를 지배해 왔던 행동주의와 인지주의 교수·학습관의 핵심 아이디어는 다음과 같다.

1) 행동주의

먼저 행동주의는 학습을 겉으로 드러나는 외형적 행동의 변화로 보고 학습자를 단순히 외부의 환경적 자극에 따라 반응하는 수동적인 학습관을 택하고 있다. 교수학습목표를 학습자들의 의사와는 관계없이 교사가 일방적으로 설정 진술한 다음 목표성취에 필요한 자극과 이에 따른 반응 그리고 반응의 결과에 대한 강화를 통해 학습이 이루어지도록 배열한다. 교수학습의 주도권은 교사에게 주어지며 수업은 사전에 목표에 명시한 바람직한 행동의 변화를 유도하는데 초점을 둔다. 교사는 지식과 정보의 일방적 전달자, 학습의 배타적 관리자로서 학습효과를 극대화하기 위해 다양한 외형적 수업 방법을 동원하게 된다.

수업설계에 있어서도 수업이 시작되기 전에 미리 관찰 가능한 구체적인 행동 목표를 설정해 두고 이를 바탕으로 전체 수업 계획을 꾸리게 된다. 목표성취에 필요

한 하위과제 분석을 통한 수업내용의 계열화와 학습자의 출발점 행동 진단을 위한 학습자의 특성분석이 강조된다. 외재적 보상을 통한 강화와 즉각적인 피드백(Feed Back)을 강조한다. 수업평가 역시 행동목표에 근거한 준거 지향적 평가관에 따라 객관식 평가 위주로 이루어진다.

2) 인지주의

인지주의는 마음이라는 요인을 학습방정식에 대입하여 학습을 학습자의 인지구조의 변화 즉, 학습자가 외부에서 주어지는 정보를 내적인 정보처리과정을 통하여 인지구조를 변화시키는 것으로 본다는 점에서 행동주의보다는 다소 능동적이고 적극적인 학습자관을 취하고 있다. 그러나 인지주의 역시 행동주의와 마찬가지로 지식을 학습자의 의지와는 관계없이 외부에 독립적으로 존재하는 것으로 보고 이를 학습자에게 전이시키는데 초점을 두고 있다. 인지주의 자들이 즐겨 사용하는 컴퓨터의 비유 그 자체도 학습자들이 처리하고 저장해야할 입력정보가 독립된 지식임을 시사하고 있다. 따라서 교수 학습의 목적은 새로운 정보가 기존의 인지구조에 잘 흡수 동화될 수 있도록 하는데 있으며, 정보처리활동을 촉진하는 학습자의 내적 사고활동과 교사의 약호와 방략을 강조한다. 수업설계와 관련하여 인지과제 분석 기법과 정보처리 활동촉진을 위한 정보의 구조화와 계열화를 강조하며 이미 학습된 내용을 효과적으로 일반화시킬 수 있는 학습환경을 조성하는데 초점을 두고 있다.

이상과 같이 객관주의에서는 지식을 독립된 실체로 보고 학습을 외부로부터의 지식을 학습자의 내부로 전이시키는 것으로 본다. 이에 따라 사전에 목표를 설정해 두고 주어진 조건의 특성을 분석하여 이를 성취하기 위해 체계적 노력과 목표의 성취여부를 확인하기 위한 준거지향 평가라는 사전 설계의 틀 속에서 가르치고 배우는 활동이 전개된다. 따라서 변화하는 실 상황의 특성을 제대로 반영하지 못하며 자신의 지식을 스스로 구성하고 다양한 정보와 문제를 효율적으로 처리하고 해결할 수 있는 고등정신 능력의 연마는 자연 등한시 되게 된다.

2. 구성주의(Constructivism)적 교수· 학습관

1) 구성주의의 역사

구성주의는 실험심리학 즉, 심리학의 실험적 접근법을 거부하고, 사회적 인식론을 지지하는 견해의 총칭이다. 구성주의는 세계가 인간에 의해 창조되었으며, 그 본질이 인간에 달려있다고 주장하는 관념주의 본체론과 모든 것을 상대적으로 보는 상대주의 인식론에 이론적 배경을 두고 있다. 일반적으로 구성주의의 기원을 심리학과 사회학에 두고, 각 분야에서 형성된 구성주의를 심리적 구성주의와 사회적 구성주의로 대별한다(Matthews, M.R. 1994). 오늘날의 심리학·과학교육학·과학철학·과학·사회학·교육학 등에서는 구성주의를 교수-학습에 관한 형이상학적·인식론적·방법론적·심리학적·인지론적·교육론적 견해로 인식한다. 과학철학·심리철학·교육철학에서는 구성주의의 기원을 피아제·오슈벨등의 인지론, 독일의 형태심리학(Gestalt psychology), 러시아의 비곳스키(Vygotsky, L.)의 사회역사심리학(Social Historical Psychology), 듀이의 진보주의에 둔다. 그러나 관점에 따라서는 그 기원을 18세기의 반 과학 혁명론자 비코(G. Vico)와 버클리(Berkely, G.)의 주관적 경험주의, 또는 프랑스 사회학자 뒤르켐(Durkheim, E.)의 진화적 과학사회학에 두기도 한다. 개인적·개별적 지능의 발달을 강조하는 인지론에 근원을 둔 심리적 구성주의는 다시 개인적 특성을 상대적으로 더 강조하는 폰 글래서스펠드(von Glasersfeld, 1993)의 주관적 구성주의와 비곳스키의 영향을 받아 개인의 인지적 구성에 있어서 언어의 중요성을 강조하는 사회적 구성주의로 분파된다 (Matthews, M.R. 1994).

2) 지식에 대한 구성주의 관점

지식은 인식론과 철학적 사고의 핵심대상으로 사회적 영향을 주고받으며 계속되는 변화를 거쳐왔다. 지식에 대한 개념변화는 수업과 학습의 이론과 실제에 많은 영향을 주고있다. 따라서 지식에 대한 구성주의 관점을 구성주의 지식의 개념과 구조를 중심으로 살펴보고, 구성주의의 지식관을 토대로 구성주의의 학습과 수업의 관점을 다음과 같이 살펴보았다.

(1) 지식의 개념

개관주의와 구관주의의 시각을 넘어선 상대주의에서 Eisner에 의하면 "지식이란 언제나 사고의 틀, 표상의 형태, 문화적 약호, 개인적 약력에 따라 상대적으로 구성된다." Guba에 의하면 "상대주의는 구성주의 탐구 패러다임의 존재론적, 인식론적 전제를 세우는 핵심요소이다." 특히 사회적으로 구조화된 현실을 주장하는 존재론적 상대주의는 과학 철학에서 매우 중요한 인식론으로 본다. 구성주의를 경험주의 시각에서 보거나 존재론적 상대주의의 시각에서 보거나 간에 구성주의가 절대적이 아님은 틀림없다. 그러므로 구성주의의 지식 습득에 대한 기본적인 과정은 다음과 같이 할 수 있다.

첫째, 지식은 인식의 주체에 의해 구성된다. Cunningham은 "지식은 발견되기보다는 구성된다" 라고 했고, Glasersfeld도 "지식(Knoeledge)은 지각을 통하거나 의사소통을 통하여 수동적으로 얻어지는 것이 아니며, 사고할 수 있는 주체에 의해 능동적으로 구성되는 것이라고 한다" 에서 이런 과정은 개인이 지식을 구성한다는 가정에는 인식 주체의 능동성을 내포하고 있으므로 지식은 개인이 수동적으로 구성하는 것이 아니라 스스로의 경험을 바탕으로 능동적으로 구성한다는 것이다.

둘째, 지식은 개인적 및 사회적으로 구성된다. 그러므로 이론이란 절대적인 것이 아니라 잠정적인 것으로 간주되며 Glaserfeld는 "개인들의 지식이 객관적인 실체를 얼마나 잘 묘사하였는가 또는 일치하는가의 관점에서보다는 그 지식이 현상에 얼마

나 잘 어울리고 타당한가의 측면에서 고려되어야 함을 제시한다." 즉 각 개인들이 구상한 지식은 타인들과의 상호작용 속에서 그 타당성이 검토되어 지식으로 형성된다고 할 수 있다.

셋째, 지식은 상황에 따라 인지되는 맥락이라 할 수 있다. Collines는 "학습은 그것이 발생하는 상황에 영향을 받는다." 고 가정한다. 이것은 지식이 인식주체에 의해서 항상 상황 안에서 구성되어지며 습득된 상황과 뗄 수 없는 관계를 형성하며, 습득하는 지식은 어떤 맥락에서 학습했느냐에 개인이 소유한 선수지식에 따라 다르게 학습되고 전이되는 것이기 때문이다.

(2) 구성주의에서의 학습의 관점

학습자들이 자신의 위치한 맥락에서의 능동적인 경험을 통하여 자신에게 적합한 지식을 구성한다는 점을 강조한다. 실재는 구성된 것이며, 실재의 구성은 문화와 전통을 통하여 형성된 의미 구성의 산물이다. 이런 의미에서 교육은 학습자들로 하여금 맥락에 적합한 의미를 구성하고 실재를 구성하는 방법을 학습하도록 도와서 자신이 살고 있는 세상에서 보다 잘 적응하고 필요에 따라 세상을 의도하는 대로 변화시킬 수 있도록 해주어야 한다.

구성주의 관점에서 학습은 Perkins는 "학습환경의 변화에 따른 변인들 중 학습자 변인은 구성주의의 핵심" 이라고 하며, 이는 학습자가 능동적인 유기체로서 경험에 대한 잠정적인 해석을 만들고 정교화 하기 때문이다. 또한 급진적인 구성주의자로서 자처하는 Duffy와 Cunningham의 구성주의 학습에 대한 기본적인 가정은 다음과 같이 주장하고 있다.

첫째, 모든 지식은 구성되며, 모든 학습은 구성의 과정이다.

둘째, 지식은 상황 의존적이어서 학습은 적절한 상황에서 일어나야 한다.

셋째, 학습은 도구와 신호에 매개되어야 한다.

넷째, 학습은 원래 사회적이고 대화적인 활동이다.

다섯째, 학습자들은 사회 문화적인 과정에서 분산되고 여러 차원의 참여자들이다.

따라서 학습은 의미 있는 경험을 토대로 발전하는 활발한 구성화 과정으로써 실제 세상을 반영하는 풍부한 맥락 속에서 상황화 되어야 한다. 이것은 학습을 학습자가 지식을 내부로 표상하여 개인의 경험적 해석을 통하여 구성해 가는 과정으로 보기 때문이다. 그래서 구성주의에서 학습은 학습자들이 자신이 위치한 물리적, 사회적 체계와 능동적으로 상호 작용하는 해석적이고 순환적인 과정이다. 학습은 지식의 단순한 획득과 재생산 과정이 아니라 능동적인 구성과정이며, 인지적 과정일 뿐만 아니라 사회적 문화적 과정이다. 요컨대 주어진 상황에서의 개인의 주관적 경험과 사회적 상호작용을 통한 의미 구성이 곧 학습이다. 지식의 구성이 반드시 외부세계와 대응되는 것이 아니라 직접 외부세계에 대한 의미를 구성한다는 점에서 그야말로 적극적이고 능동적인 학습자관을 택하고 있다. 학습자들은 마치 빈 그릇과 같아서 그 속에 무언가를 담아 채우기만 하면 되는 것이 아니라 맥락에 적합한 의미를 탐색 추구하는 행동적인 유기체이다. 따라서 교수 학습의 중심은 당연히 구성의 주체인 학습자에게 있다. 무게중심만 있는 것이 아니라 자신의 세계를 직접 구성할 수 있는 재량이 학습자에게 주어진다. 그래서 교사는 학생들이 학습자료를 유의미하게 적합하게 잘 다룰 수 있도록 도와주는 훨씬 더 중요한 역할을 수행하게되며 단지 전통적으로 수행하던 역할이 바뀌어질 따름이다. 그러므로 교사는 학습환경의 조성자이자 안내자 동료학습자로 풍부하고 다양한 학습환경을 조성하고 상황적 맥락에 따라 참 과제(Authentic Task)를 제시함으로써 의미구성을 촉진시키는 역할을 한다.

(3) 구성주의에서의 학습원리

Merrill에 의하면 첫째로 학습은 학습자에 의해 능동적으로 일어나고, 둘째로 학습은 경험의 개인적 해석이며, 셋째로 학습은 공동으로 협력하여 일어나며, 넷째로

지식은 학습자에 의해 구성되며, 다섯째로 학습은 실제 세상에서 상황화 되어야 하고, 여섯째로 학습의 측정은 학습의 맥락 자체에 통합하여 이루어 져야 한다. 이러한 관점에서 구성주의 학습원리는 다음과 같이 다섯 가지로 볼 수 있다.

첫째, 학습자들끼리의 상호작용을 촉진하는 환경이 되어야 한다. 학습자들은 교수과정에서 듣기위주의 환경보다는 스스로 참여할 수 있는 능동적인 환경이 효과적이며, 의미를 수동적으로 받아들이기보다는 적절하게 자신의 맥락에서 의미를 능동적으로 구성해나가는 것이 효과적이기 때문이다.

둘째, 학습환경은 실제환경의 복잡함을 그대로 반영해야 한다. 그것은 " 대학을 졸업할 때 우수한 성적을 거두었다고 해서 사회에서 꼭 성공하는 것은 아니다" 라는 사실에서 알 수 있다. Bransford와 동료들은 이러한 문제가 발생하는 이유로 "공교육의 비 맥락화 된 학습환경, 즉 사실의 학습이 그 사실에 의미를 부여하는 맥락에서 분리된 학습환경에서 비롯된다" 고 주장한다. 이러한 주장은 인지적 활동은 상황과 분리된 것이 아니라 상황 내에서 이루어진다고 주장하는 Brown의 의견과도 일치한다.

셋째. 학생의 교과내용 이해의 성패는 학습자의 적극적 개입 여하에 달려있다. 다시 말하면 교사가 아무런 역할을 하지 않는 것이 아니고, 교사와 학생이 상호 문제 해결과정을 거치게 될 때 학습자의 이해력이 증진된다. 교사는 교육내용에 대한 단순한 처방보다는 학습자에 대한 정교한 전략을 자극하는 적용 적 질문을 활용하는 지시적 절차가 학습자의 이해력이 증진된다.

넷째, 학습에 대한 주인의식을 가져야 한다. 학습에 대한 주인의식은 흔히 스스로 자율학습 할 수 있는 인지적 기술과 능력을 의미한다. 즉 학습자가 자율적으로 자신감을 갖고 책임감 있게 자신의 학습을 관리하고 학습의 목표와 방향을 설정해나갈 수 있다는 능력 즉 학습에 대한 주인의식이 필요하다.

다섯째, 직접경험을 통한 학습은 언제나 가능하거나 바람직한 것은 아니므로 때로는 모의세계에서 활동하거나 정신적 조작을 통하여 경험을 중재하는 것도 필요하

다. 구성주의 학습의 이상적인 상황은 학습자들로 하여금 대안적 견해의 필요한 시기와 그들이 언제 마음대로 탐구하는 지를 결정하도록 하는 것이 중요하며, 학습자들이 어떤 시점에서 그들이 원하는 대안적 견해의 유형을 말할 수 있어야 하며, 진행됨에 따라 마음대로 바꿀 수 도 있어야 한다.
결국 구성주의학습 관은 행동주의처럼 수업과 학습환경 설계에 대한 특정의 함의를 제시하며, 수업전략의 설계는 물론이고 설계단계 이전의 목표 설정 및 설계후의 평가에도 새로운 함의를 제시하고 있다.

(4) 구성주의에서의 수업관점

구성주의에서 가장 급진적인 중요한 원칙중의하나가 교사의 역할이다. 종래 전통적으로 교사에게 부여되었던 지식의 전달자로서의 절대적인 힘과 권위를 최근에 들어서는 대폭 학습자에게 이양해야함을 인식하였기 때문이고, 구성주의에서는 교사는 학습자가 필요로 할 때 도움을 주는 조언자 역할을 하는데 주로 일련의 질문을 통해 학습자의 인지적 활동을 자극하도록 한다든지, 학습자가 풀어야 하는 과제의 전 과정을 시연해 줌으로써 학습자에게 그가 배워야할 문제의 전반적인 개념 틀을 제공한다든지, 혹은 학습자가 문제해결에 필요한 여러 가지 자료를 주는 역할을 맡게되며 학습자는 집단 상호작용에서 협동을 통해 학습에 대한 공유된 책임을 경험할 수 있게 하고 학습자는 확인하고 다듬고, 기술하고, 비교하고, 협의하는 과정을 통해 다양한 경험의 의미에 대한 합의점을 도달할 수 있게 된다. 이러한 구성주의에서의 수업의 장점은 크게 네 가지로 생각해 볼 수 있다.
첫째, 구체적인 상황(Context)을 중시한다는 것이다. 구성주의를 객관주의와 구분해 주는 가장 중요한 두 단어가 바로 '상황' 과 '실제적 성격의 참 과제' 이며 객관주의가 가장 비난을 받는 부분이 상황' 이라는 것이 지니고 있는 구체적인 성격을 배제하고 일반화와 보편성만을 추구했다는 것이다.
둘째, 구성주의 수업에서는 협동학습을 중시한다. 지식의 습득과 형성은 단지 인간

의 개인적인 인지적 작용으로만 이루어지는 것이 아니고 개인이 속한 사회 문화적 배경과의 상호작용을 전제로 하고 있다.

셋째, 구성주의적 수업과 동기유발 전략을 적용한 구성주의적 수업이 교사중심 수업보다 과학성취도에 효과적이라는 것이다. 따라서 과학 개념의 획득을 높이고 과학 오개념을 감소시키기 위해서는 학습자가 자신의 선개념을 확인하고 새로운 개념을 능동적으로 형성하도록 하는 구성주의적 수업전략과 동기유발 전략을 동시에 활용할 필요가 있다. 그리고 구성주의적 수업자체가 학습동기 유발에 효과적이지만 탐구능력의 차이에 따라 다양한 교수법을 적용해야 한다. 즉 탐구능력이 높은 학습자는 구성주의적 수업만으로 학습효과에 긍정적인 효과가 나타나지만, 탐구능력이 낮은 학습자는 구성주의적 수업에 동기유발 전략을 적용해야 학업성취에 효과를 나타낸다.

3. 구성주의 학습모형

인지적 구성주의를 바탕으로 개발된 학습모형에는 오개념의 교정에 초점을 맞춘 개념변화 학습모형이 있다. 초인지에 관심을 둔 발생학습 모형과 인지주의를 바탕으로 한 순환학습모형, 실생활과의 관련성을 강조한 STS (Science, Technology and Society) 학습모형 등이 구성주의 학습 모형으로 분류된다.

1980년대 이후 활발하게 연구된 학생들의 선개념에 대한 연구는 여러 측면에서 매우 충격적인 결과를 보여주었다. 그것은 학생들이 과학을 배운 후에도 여전히 많은 오개념 또는 오인을 가지고 있으며, 이러한 오인은 과학학습에 심각한 장애 요인이라는 사실이다. 자연 현상에 대한 학생들의 오인도 국내외에서 많이 연구보고되고 있다. 학생들의 오인은 지금과 같은 과학수업으로는 쉽게 과학 개념으로 대체되거나 변화되지 않으므로 특수한 수업모형이 필요하다. 이를 위해 여러 과학교

수·학습모형이 제시되고 있으며, 이러한 수업모형을 가리켜서 개념변화학습이라고 부른다.

개념변화학습을 위해서는 학생들이 자신의 오개념을 과학적 개념으로 바꾸어야 한다. 학생들은 자신의 생각을 쉽사리 바꾸지 않는다. 학생들이 생각을 바꾸기 위해서는 특정한 조건이 만족되어야 할 것이다. 포스너(Posner, 1992) 등은 개념변화를 위한 4가지 조건을 제안하였다.

① 현재의 가진 개념에 대하여 불만족을 느껴야 한다 (dissatisfaction).

② 새 개념은 지적으로 이해할 수 있는 수준이어야 한다 (intelligent).

③ 새 개념은 처음에 그럴 듯하게 보여야 한다 (plausible).

④ 새 개념은 유용하여야 한다 (fruitful).

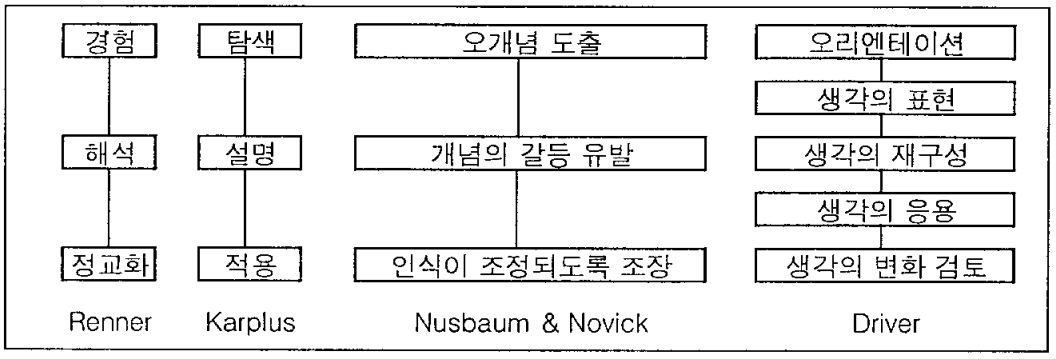
이 4가지 조건은 이후 개발된 개념변화학습모형의 기초를 이루었다. 그 동안 제안된 여러 개념변화 학습모형들은 다음과 같은 많은 공통점을 가지고 있다.

우선 학생들이 자신의 생각을 충분히 인식할 수 있도록 하기 위하여 표현할 수 있는 기회를 초기에 제공하고, 인지적 갈등을 일으켜서 자신의 생각에 불만을 갖도록 한 다음, 학생들의 생각을 변화시킬 수 있도록 과학 개념을 이해 가능하고, 그럴듯하고, 활용 가능성이 많음을 보여주도록 제시하는 과정을 포함하고 있다. 이러한 개념변화 학습모형에는 반성적 모형, 인지갈등 학습모형, 구성주의 학습모형 등이 있다.

1) 구성주의 학습모형

구성주의에서는 학생들이 가지고 있는 선개념의 변화를 학습으로 본다. 따라서 구성주의 학습모형은 학습자에게 새로운 개념이 형성되거나 선개념이 조절, 분화, 그리고 대체되는 과정에 주안점을 두고 제시된다. 구성주의 학습모형은 여러 가지가 있다. 구성주의자의 학습 모형 중 대표적인 학습 모형은<그림1>과 같다. 이 학습 모형 중 Renner의 학습 모형은 Piaget의 이론에 기초한 것으로서 학습자가 파지

하고 있는 인지 구조를 발달시키는데 근본적인 목적이 있다. Karplus는 Piaget가 제시한 지능 발달 이론을 근거로 과학의 학습과정은 학습자가 새로운 추리 형식을 형성하는 자기 조절 과정으로 보아야 한다고 주장한다. 효과적인 과학 학습은 반복과 연습의 순환적 과정을 통해서 이루어진다는 가정에 기초하여 세 단계로 이루어진 학습모형을 제기하고 있다. Nussbaum과 Novick은 대체적 개념틀의 중요성을 강조한다. Driver가 제시한 학습지도 모형은 학습자들이 자신들의 오개념을 확인하고 갈등을 일으키기 위하여 생각을 응용하고 검토하는 등의 단계들로 구성된다.



< 그림 1> 구성주의 학습모형

2) Driver의 개념변화 학습모형

<그림2>에 나타난 이 모형은 학생들이 자신들의 생각을 표현하고, 재구성하며, 재구성한 생각의 타당성을 평가하며, 재구성된 생각을 응용하고 검토하는 단계로 이루어져 있다.

첫째 단계인 생각의 표현에서는 학생들이 학습할 내용과 관련된 각자의 생각(오개념)을 표현한다. 교사는 학습내용과 관련된 현상이나 예를 제시하고, 학생들은 이를 관찰하고, 자신의 언어로 설명하도록 한다. 학생들은 자신의 생각을 정리하여 공책

에 적도록 한다.

두 번째 단계인 생각의 재구성은 다시 여러 가지 하위단계로 세분된다. 첫 번째 하위단계인 '명료화와 교환'에서는 학생들이 자신의 생각을 서로 발표하도록 한다. 학생들은 다른 학생들의 생각에 비추어 자신들이 가지고 있는 생각의 의미를 명료화한다. 또한 서로의 생각이 가지고 있는 장점과 단점을 생각해 볼 기회를 가질 수 있다.

이어지는 '상충된 상황에 노출' 단계에서는 학생들의 생각과 상충되는 현상이나 사건을 제시한다. 학생들은 자신의 생각으로 제시된 상황을 잘 설명할 수 없다는 것을 깨닫게 된다. 이를 통해서 자신의 생각이 부족하다는 것을 인식하고 불만을 갖게된다. 이러한 과정은 자신의 생각을 바꾸려는 동기를 제공한다.

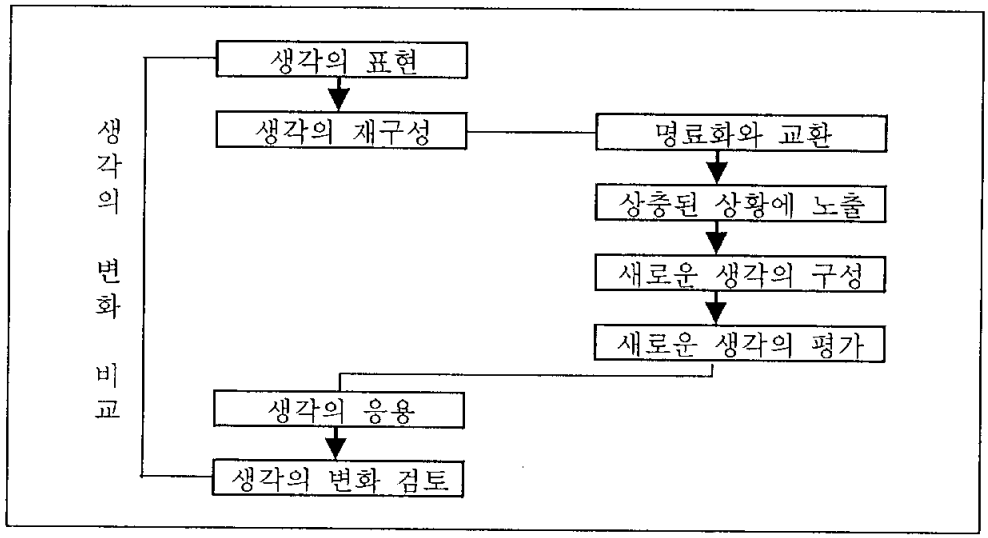
'새로운 생각의 구성' 단계에서는 부족한 자신의 생각을 대체할 수 있는 새로운 생각을 구성한다. 학생들이 스스로 새로운 과학적 생각을 구성할 수 있다면 바람직한 일이겠지만 그러한 경우는 그다지 많지 않을 것이다. 따라서 학생들이 스스로 구성하기 어려운 과학 개념은 교사가 제시해 준다. 이때 제시되는 과학개념은 학생들이 쉽게 이해할 수 있어야 하며, 학생들의 생각과 비교할 때 어떤 장점이 있는지를 잘 드러나게 계획을 해야 한다.

새로운 생각의 구성이나 도입이 이루어지면 그 다음에는 새로운 생각이 얼마나 타당한지를 평가하게 된다. 생각의 평가에서 유의해야 할 점은 학생이 얼마나 성취하였는지를 알아보는 것이 아니라, 새로운 생각이 얼마나 적절한지를 평가하는 것이다. 사람을 평가하는 것이 아니라 새로운 생각을 평가한다는 뜻이다. 평가를 위해서는 특정한 상황을 이용하게 되며, 새로운 생각이 이 상황을 설명하는 데 얼마나 적절한지를 드러낼 수 있는 기회를 제공하여야 한다. 평가 단계를 통해서 학생들은 새로운 생각이 옳다는 것을 충분히 인식해야 한다.

셋째 단계인 생각의 응용에서는 학생들에게 새로운 소재나 상황을 제시하여 재구성한 생각을 적용하게 한다. 이 과정은 새로운 생각이 얼마나 활용 가능성이 많은지

를 인식하게 한다.

마지막 단계인 생각의 변화 검토에서는 학생들의 생각이 어떻게, 어느 정도 변화되었는지를 검토한다. 이는 재구성된 생각을 처음 생각과 비교하여 알 수 있다.



< 그림 2 > 드라이버의 개념변화 교수·학습모형

Ⅲ. 연구방법 및 절차

본 연구는 고등학교 공통과학수업에서 드라이버의 개념변화교수·학습모형을 적용하여 선개념의 변화와 학습 지속도를 분석하려는 것이 주목적이다. 본 연구를 효율적으로 진행시키기 위해 반응 속도에 대한 공통과학 교과서 내용을 분석하고, 대상, 연구설계, 연구방법, 검사도구(선개념 문항지, 사전 학력검사지), 결과 분석 방법은 다음과 같이 진행하였다.

1. 반응 속도에 대한 공통과학 교과서 내용분석

공통과학은 교육부에서 공포한 제 6차 교육과정에 따라 편찬된 것으로 모든 고등학교 학생들이 이수하는 필수 공통 과목으로서, 중학교에서 배운 개념을 바탕으로 실생활 문제나 첨단 기술과 관련된 내용·생활·경험 등을 도입한다. 공통과학 내용은 물질, 힘, 에너지, 생명, 지구, 환경, 과학의 탐구, 현대 과학과 기술 등의 지식 영역과 분류, 측정, 예상, 실험, 조사, 토의, 자료해석 등의 기본적인 탐구영역으로 구성되어 있다. 이들은 기존의 개념 체계보다 소재 중심으로 구성하며 실생활 문제와 기술적 응용문제를 도입하여 기본적인 과학 지식과 탐구과정을 이해하도록 한다. 공통과학의 학습은 탐구활동을 중심으로 하여 문제 해결력을 기르게 하며 특히 학생이 스스로 문제를 발견하고 이를 해결하는 것을 중시한다 (제 6차 교육과정, 1992).

이런 성격을 지니 교과서 중에서 연구대상으로 선정된 학교의 교과서 내용을 분석한 선행연구의 자료를 참고로 하였다. 학생들은 수업하기 전 이미 선개념을 가지

고 있으며, 중학교 1학년 과정에서 물질의 특성 및 분리, 3학년 과정에서 물질의 반응을 학습함으로 일상 생활에서 쉽게 접할 수 있는 화학 반응을 이해하였고, 현재 고등학교 공통과학과정에서 화학반응시 반응 조건에 따른 반응 속도의 변화를 배우게 된다.

그러나 반응속도라는 개념은 이전에 배운 단순한 화학 개념으로 설명되기에는 높은 수준의 과학자적 개념이다. 이에 비해 공통과학은 고등학교의 모든 학생을 대상으로 하는 낮은 과학자적 수준으로 개념을 설명하는 교과목이다. 따라서 공통과학은 학생들에게 과학의 개념 체계를 이해시키기보다는 과학적인 소양을 신장시키는데 비중을 둔다. 또한 소재 중심으로 학습내용이 구성되어 실생활 문제나 기술적 응용문제를 통한 기본 과학 지식과 탐구과정을 이해하도록 하고 있다. 그리고 활동 중심, 탐구중심으로 교재를 구성하고 다양한 형태의 탐구활동을 시도하고 있다.
이러한 공통과학 교과목 성격에 부합하면서도 높은 인지 수준을 요구하는 반응 속도 개념이 과학자적 유형으로 형성되도록 적절하게 구성되었는지 살펴본 선행연구의 결과 중에서 연구대상으로 선정된 학교에서 사용하는 교과서의 내용을 분석한 부분만을 실었다.

교과서는 (주)지학사 :정해문 외 11 인이고 분석내용은 다음과 같다. 반응속도는 일정 시간 동안에 생성되는 물질의 양, 일정시간 동안에 줄어드는 반응 물질의 양으로 나타난다. 반응물 농도가 진해지면 단위 부피 속에 들어 있는 입자 수가 많아져서 충돌 횟수도 많아지고 그러면 반응을 입자의 수도 많아져서 반응속도도 빨라진다. 그러나 입자들이 충돌한다고 해서 모두 반응을 일으킬 수 있는 것은 아니다. 어느 크기 이상의 에너지를 가진 입자들이 효과적으로 충돌하여야만 화학 반응이 일어 날 수 있다. 이와 같이 화학 반응을 일으키려면 일정한 크기이상의 에너지를 필요로 하는데 이러한 에너지를 활성화 에너지라고 한다. 촉매를 가하면 반응물은 활성화 에너지가 낮은 경로를 따라 반응이 진행될 수 있기에 반응이 빨라진다 (엄준원, 1998).

2. 연구대상

본 연구의 대상은 부산광역시 소재 사하구에 위치한 B여자고등학교 제 1학년 2개반을 임의로 선택하여 통제반과 실험반으로 선정하였다. 피험자 선정은 중도 전입자와 전출자는 연구의 대상에서 제외 시켰으며, 통제반과 실험반은 각각 35명으로 구성하였다.

3. 연구설계

본 연구의 설계는 연구 대상 학교의 정상적인 교육과정 운영을 위하여 본 실험연구만을 이유로 기존 학급을 재조직하지 않고 교육이 정상적으로 진행되는 상태에서 있는 그대로의 학급을 실험목적에 맞게 실험반과 통제반으로 구분하여 수업처치를 하였다.

(표 1) 연구설계 방법

실험반	O_1	X_1	O_2
통제반	O_1	X_2	O_2

O_1: 반응속도 사전 선개념 검사지, 사전 학력 검사지

O_2: 반응속도 사후 선개념 검사지

X_1: 개념변화 수업모형을 적용

X_2 :교수자 중심의 탐구수업모형을 적용

위 설계에서의 O_1은 수업처치이전에 실시한 학력검사, 사전 선개념 문항지 검사를 나타내고 O_2는 수업처치 이후에 실시한 사후 선개념 문항지를 나타낸다. X_1 은 실험집단에서 드라이버의 개념변화 교수·학습모형을 처치한 것을 의미하며 X_2 는 통제집단에서 교수자 중심의 탐구수업을 의미한다. 본 연구대상 집단은 두 집단의 사전 학력검사를 통한 과학 성취도를 비교하여 두 집단이 동일 집단임을 제시한다.

(표 2) 연구 대상 학생

구분	인원수	과학성취도			
		평균	표준편차	T점수	유의확률
통제집단	35	55.68	14.3	-1.379	.172
실험집단	35	60.76	16.54		

4. 연구절차

1) 오개념분석 검사도구 개발

학생들의 오개념을 분석하는 방법으로 널리 이용하는 Piaget 의 개별면접법 및 여러 가지 면접 방법들이 고안되어 있다. 평가방법상에서의 어려움뿐 만 아니라 결과를 해석하고 분석 검토하는데 전문지식이 필요하므로 짧은 시간동안에 많은 학생들을 대상으로 평가를 실시하기에 적당한 지필 평가방법으로 실시한다.

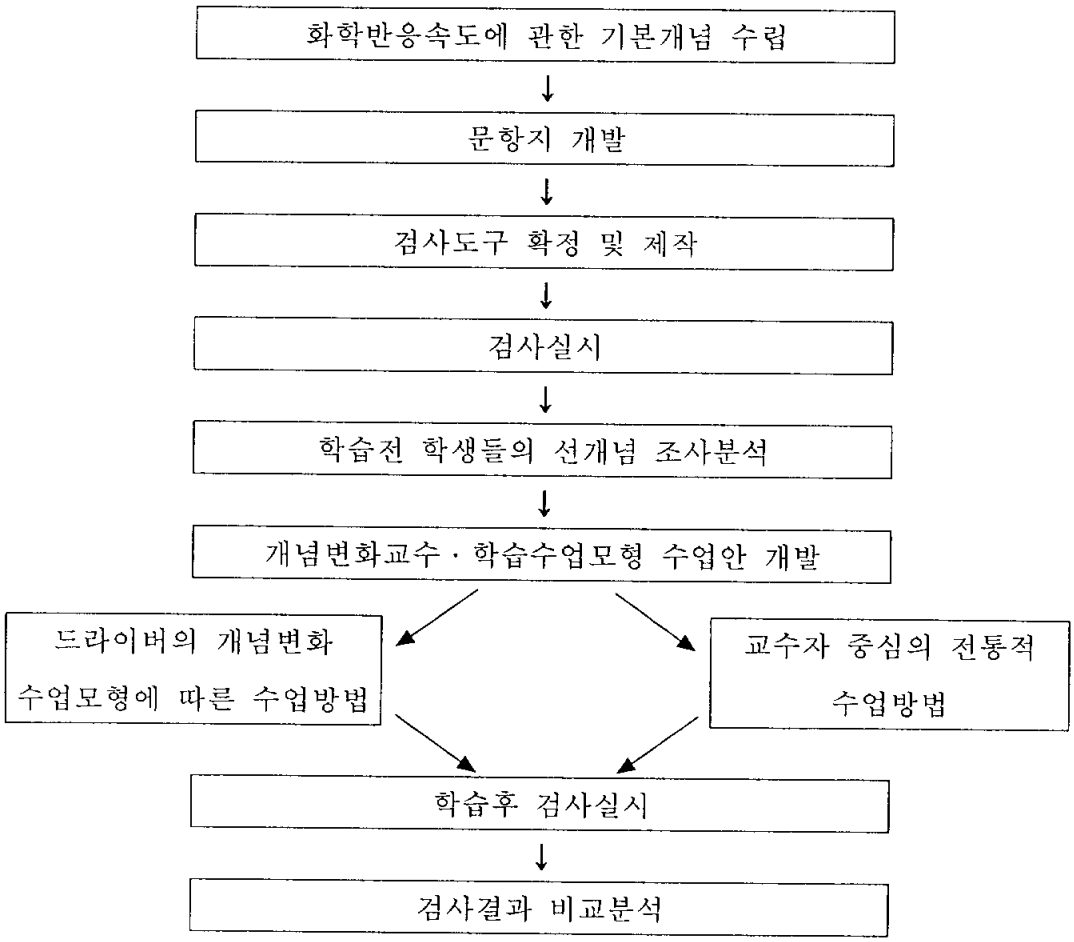
본 연구에서 사용한 반응속도 오개념 문항과 학력검사 문항을 개발하기 위하여 먼저 고등학교 교육과정의 공통과학 교육과정에서 다루고 있는 화학반응속도에 대한 기본개념을 분석하고, 학습목표에 따른 평가 개념을 선정하여 개발하였다. 오개

념 평가문항의 유형은 2단 평가로 처음인 탐구내용을 묻고 뒷부분에서 개념적 측면인 답을 선택한 이유를 묻는 부분으로 나누었다. 사전 사후 오개념 문항을 같이하여 조사하였고 일부의 문제는 선행연구를 참고하였다. 학력 검사지는 고등학교 공통과학의 반응속도 단원의 학습목표에 맞추어 개발하였고 객관식 5지 선다형으로 하였다. 개발된 문항지는 과학 담당교사2명 및 2명의 화학과 교수의 검토를 거쳐 최종적으로 7문항의 오개념 검사지와 사전 학력진단문항 20문항을 완성하였다. 오개념 문항의 영역별 분류는 다음과 같다.

① 반응속도 정의에 관하여 1문항
② 농도요인에 의한 속도변화에 관해서 2문항
③ 온도요인에 의한 속도변화에 관해서 2문항
④ 촉매요인에 의한 반응속도에 관해서 1문항
⑤ 촉매와 활성화에너지와의 관계에 대한 1문항

2) 학습지도 모형의 개발 및 적용

개념변화교수·학습을 위한 학습지도안 개발은 <그림3>과 같이 먼저 화학반응속도의 5개 주제에 대하여 정의, 농도의 영향, 온도의 영향, 촉매의 영향, 활성화에너지를 드라이버의 개념변화 학습모형을 이용한 학습지도안을 작성하여 실험 반에 적용한 후 사후 검사를 하였고 통제 반은 교수자 중심의 탐구수업 형태로 진행하여 사후 검사를 하였다.



<그림 3> 검사도구개발절차

3) 학습 후 개념형성 조사

학습 후 개념형성 조사는 실험집단과 통제집단에게 사전 오개념 형성 문항지를 동일하게 사용하였고, 화학 반응속도 단원을 학습한 후 2주일이 지난 뒤에 실시하였다.

Ⅳ. 결과 및 고찰

연구결과는 수업전의 화학반응 속도에 대한 학생들의 오개념 을 조사분석 한 후 통제집단은 전통적인 수업방식으로 학습하고 실험집단은 Driver의 개념교환 수업모형의 학습지도안을 개발하여 학습한 후 개념변화에 대해 먼저 실험집단의 학습 전·후의 개념변화를 살펴보고, 다음 단계에서 통제집단과 실험집단의 과학적 개념 변화에 대해 알아보았다. 표에 나타난 통계처리는 SPSS/Window 프로그램을 사용하였다.

1. 실험반 학생들의 학습전후의 개념변화 분석

1) 화학반응속도의 정의

문항1. 금속아연(Zn) 가루와 묽은 염산(HCl)을 반응시키면 수소기체가 발생한다.

$$Zn_{(S)} + 2HCl \longrightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_2\uparrow$$

이 반응에 대해서 시간에 따라 발생한 수소의 총 양(부피)을 다음 표에 나타내었다.

시간 (초)	0	50	100	150	200	250	300	350
부피 (cm^3)	0	32	55	68	74	78	80	80

수소기체의 생성속도는 시간이 지남에 따라 어떻게 되겠는가? ( )

① 빨라질 것이다.

② 느려질 것이다.

③ 변화가 없을 것이다

그 이유는 ? ( )

㉠ 수소의 부피변화가 증가하기 때문이다.

㉡ 수소의 부피변화가 감소하기 때문이다.

㉢ 수소의 부피가 증가하기 때문이다.

㉣ 수소의 부피가 감소하기 때문이다.

㉤ 잘 모르겠다.

문항1은 화학 반응 내에서 반응 시간에 따른 생성물의 양 변화로부터 반응속도의 빠르기를 예측하는 문항이다. 표 3을 보면 실험반의 경우 사전에 정답을 택한 학생이 82.9%이었고 사후에 정답을 택한 학생이 88.6%로 상승하였다. 정답률이 학습 전에 높게 나타난 것은 같은 시간 구간에서 부피가 많이 나오면 반응 속도가 빠르다는 반응속도의 개념을 제대로 가지고 있음을 알 수 있다. 이는 유의도가 .110이므로 학생들의 개념변화에 차이가 나타나지 않았음을 알 수 있다. 그러나 이유진술에서는 정답의 비율이 사전 37.2%에서 82.9%의 상승이 나타나고 유의도가 .000으로 이는 반응속도가 시간이 지날 수록 느려지는 이유에 대한 개념변화에 상당한 효과가 있음을 의미한다. 이유의 진술에서 수소의 부피가 증가하기 때문에 반응속도가 빨라진다고 선택한 학생은 수소의 부피변화를 고려하지 않고 단순히 시간이 지날수록 수소의 양이 증가하는 현상을 보고 답한 것으로 생각된다. (표4)를 보면 과학자적인 개념변화를 알 수 있는데 선택과 이유가 다 맞는 학생이 31.4% 에서 65.7%로 증가하고 유의도가 .001로 개념변화수업이 상당히 효과가 있는 것으로 나타났다.

(표 3) 반응속도 정의에 대한 응답률 (인원수, %)

구분		물음의 선택			p-값	이유의 선택					p-값	합계
		①	*②	③		㉠	*㉡	㉢	㉣	㉤		
실험 집단	사전	4	29	2	.110	4	13	8	6	4	.000	35
		11.4	82.9	5.7		11.4	37.2	22.9	17.1	11.4		100
	사후	1	31	3		4	29	0	2			35
		2.9	88.6	8.5		11.4	82.9	0	5.7			100

(표 4) 반응속도 정의에 대한 학습전후 개념변화 (인원수, %)

구분	*A	B	C	D	합계	카이제곱값	p-값
사전	11	16	0	8	35	17.096	.001
	31.4	45.7	0	22.9	100		
사후	23	5	5	2	35		
	65.7	14.3	14.3	5.7	100		

* A는 선택과 이유가 다 맞을 경우

B는 선택은 맞고 이유는 틀린 경우

C는 선택은 틀리고 이유는 맞는 경우

D는 선택과 이유가 모두 틀린 경우

2) 화학반응에서 농도의 영향

문항2. 반응 용기 속에 반응물질인 A와 B가 있다. A의 분자 수를 2배 증가시키면 이는 반응속도에 어떤 영향을 주는가? ( )

① 반응속도는 2배로 빨라진다.

② 반응속도는 2배로 느려진다.

③ 몰(mol)비로 결합해서 합성하기에 반응속도와는 관계가 없다.

그 이유는 ? ( )

㉠ 반응물의 농도가 진해지면 분자수가 증가되어 빨라진다.

㉡ 반응물의 농도가 진해지면 분자수가 감소되어 빨라진다.

㉢ 반응물의 농도와 반응속도와는 관계가 없다.

㉣ 반응속도를 빠르게 하는 요인은 압력과 온도, 촉매뿐이다.

㉤ 잘 모르겠다.

문항 2는 반응속도에서 농도의 변화에 따른 반응속도를 묻는 문항으로서 과학자적 개념은 같은 부피에서 입자수가 증가하면 충돌 횟수가 증가하여 반응 속도가 빨라진다는 것으로 분자들이 충돌할 때마다 반응이 일어나는 것은 아니지만, 충돌하는 분자 중에서 일정한 분율이 반응하게 될 것이므로 단위 시간에 일어나는 충돌수가 증가하면, 반응속도도 그에 비례하여 증가한다. 이 문항에서는 학습 후 모든 학생이 정답을 선택했고 이유를 묻는 문항에서는 91.4%의 정답률을 보였으며, 유의도가 .000으로 나타났다. 반응속도와 농도의 관계 문항에서는 과학자적 개념변화가 상당히 유의한 것으로 나타났다.

(표 5) 반응 속도와 농도와의 관계 응답률 (인원수, %)

구분		물음의 선택			p-값	이유의 선택					p-값	합계
		*①	②	③		*㉠	㉡	㉢	㉣	㉤		
실험 집단	사전	18	6	11	.000	18	1	5	6	5	.001	35
		51.4	17.2	31.4		51.4	2.9	14.3	17.1	14.3		100
	사후	35				32		3				35
		100				91.4		8.6				100

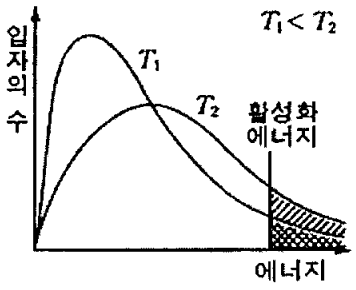
(표 6) 반응속도와 농도 관계에 대한 학습전후 개념변화

구분	*A	B	C	D	합계	카이제곱값	p값
사전	14	3	2	16	35	23.564	.000
	40.0	8.6	5.7	45.7	100		
사후	31	3		1	35		
	88.1	8.5		2.9	100		

* A는 선택과 이유가 다 맞을 경우
B는 선택은 맞고 이유는 틀린 경우
C는 선택은 틀리고 이유는 맞는 경우
D는 선택과 이유가 모두 틀린 경우

3) 온도의 영향에 대한 그래프 해석

문항3. 아래 그래프는 온도 변화에 따른 입자의 운동 에너지와 분자수의 관계를 나타낸 것이다. 반응속도는 어떠한가? (단,$T_1 < T_2$)



① T_2가 빠르다.

② T_1이 빠르다.

③ 별 차이가 없고 같을 것이다.

그 이유로 볼 수 없는 것은?( )

㉠ 온도는 $T_2 > T_1$ 이기 때문이다.

㉡ 유효 충돌 수는 $T_2 > T_1$ 이기 때문이다.

㉢ 온도가 높아지면 활성화에너지 이상을 가지는 입자수가 증가하기 때문이다.

㉣ 반응에 참여한 분자 수는 $T_2 > T_1$ 이기 때문이다.

㉤ 촉매를 사용하면 빗금 면적은 $T_2 > T_1$ 이기 때문이다.

문항 3은 온도가 반응속도에 미치는 영향에 대한 그래프 해석 문제로서 문항 6과 유사하나 질문에 대한 답의 표현을 달리하여 문항을 제시하였다. 학생들이 활성화 에너지에 대한 선개념이 없어서 그래프를 보고 직관적으로 답을 선택하였으나 답의 비율은 선택문항에서 사전 사후에 각각 71.4%, 88.6%로 높게 나타났으며 이는 학습 후에 유의미한 차가 없는 것으로 나타났다. 이는 학생들이 반응속도와 온도에 대한 그래프 해석을 잘하는 것으로 보인다. 그리고 이유의 선택에서는 사전에 다양한 답을 선택하였으나 학습 후에 74.3%가 정답을 선택함으로써 과학자적 개념변화가 .000으로 매우 유의하게 나타났다.

(표 7) 반응 속도와 온도와의 관계 응답률 (인원수, %)

구분		물음의 선택			p-값	이유의 선택					p-값	합계
		*①	②	③		㉠	㉡	㉢	㉣	*㉤		
실험 집단	사전	25	7	3	.401		5	11	14	5	.000	35
		71.4	20.0	8.6			14.3	31.4	40.0	14.3		100
	사후	31	3	1				5	4	26		35
		88.6	8.6	2.8				14.3	11.4	74.3		100

(표 8) 반응속도와 온도와의 관계 학습전후 개념변화(인원수, %)

구분	*A	B	C	D	합계	카이제곱값	p-값
사전	3	23		9	35	36.425	.000
	8.6	65.7		25.7	100		
사후	22	10	2	1	35		
	62.8	28.6	5.7	2.9	100		

* A는 선택과 이유가 다 맞을 경우

B는 선택은 맞고 이유는 틀린 경우

C는 선택은 틀리고 이유는 맞는 경우

D는 선택과 이유가 모두 틀린 경우

4) 촉매와 활성화에너지의 관계

문항4. 다음 보기는 어떤 요인에 의해 반응 속도가 변화되는 예를 나타낸 것이다.

> · 막걸리를 만들 때 누룩을 사용한다.
> · 녹말은 침에 의해, 단백질은 위액에 의해 쉽게 분해된다.

위의 보기는 반응속도 영향을 주는 요인 중 무엇을 변화시킴으로써 반응 속도를 빠르게 한 경우인가?( )

① 농도를 높여 입자수를 증가시켜서

② 온도를 높여 분자운동을 활발하게 해서

③ 활성화에너지를 변화시킴으로서

위의 보기 현상으로 그 이유는? ( )

㉠ 반응속도는 수용액의 농도에 비례하기 때문이다.

㉡ 효소가 존재할 때 반응 속도는 빨라진다.

㉢ 반응물질의 표면적이 넓을수록 반응속도는 빨라진다.

㉣ 잘 모르겠다.

문항 4는 촉매가 반응속도에 영향을 미칠 때 활성화에너지와 관련이 있음을 알아보는 문항이다. 과학적 사고는 촉매는 활성화에너지를 낮추어 반응속도를 빨라지게 한다는 것으로 학습 전에 74.3%의 학생들이 촉매가 활성화에너지를 낮추어 반응속도가 빨라진다고 인지하고 있었다. 20%의 학생들은 막걸리에 누룩이 가해지면 반응물이 증가하기 때문에 반응속도가 빨라진다고 답하였다. 이는 촉매를 반응물로 생각하는 오개념에서 나온 것으로 보여진다. 이 문항의 선택에 대한 신뢰도가 .747로서 매우 높아 문항의 채택에서 변별력이 떨어지는 것으로 보이나 이유의 선택과 과학자적 개념변화는 매우 유의하게 나타났다.

(표 9) 촉매와 활성화 에너지와의 관계 응답률 (인원수, %)

구분		물음의 선택			p-값	이유의 선택					p-값	합계
		①	②	*③		㉠	*㉡	㉢	㉣	㉤		
실험 집단	사전	7	2	26	.747	6	17	3	6	3	.003	35
		20.0	5.7	74.3		17.1	48.6	8.6	17.1	8.6		100
	사후	5	2	28			32		2	1		35
		14.3	5.7	80.0			91.4		5.7	2.9		100

(표 10) 촉매와 활성화 에너지와의 관계 학습전후 개념변화 (인원수, %)

구분	*A	B	C	D	합계	카이제곱값	p-값
사전	12	11	4	8	35	12.884	.012
	34.3	31.4	11.4	22.9	100		
사후	23	3	5	4	35		
	65.7	8.6	14.3	11.4	100		

* A는 선택과 이유가 다 맞은 경우
B는 선택은 맞고 이유는 틀린 경우
C는 선택은 틀리고 이유는 맞는 경우
D는 선택과 이유가 모두 틀린 경우

5) 반응속도와 촉매와의 관계

문항5. 실험실에서 산소를 만드는 한가지 방법은 $KClO_3$에 촉매로 MnO_2를 섞 어서 가열하는 것이다. MnO_2를 섞어서 가열하면 반응속도의 변화는?( )

① $KClO_3$의 분해가 느려질 것이다.

② $KClO_3$의 분해가 빨라질 것이다.

③ MnO_2는 과산화수소의 분해촉매이기에 반응속도가 일정할 것이다.

그 이유는 ? ( )

㉠ KCl의 분해를 막는데 더 소모하였기 때문

㉡ KCl과 O_2를 더 많이 얻을 수 있기 때문

㉢ 반응의 활성화 에너지를 낮추어 주었기 때문에

㉣ 반응의 활성화 에너지를 높혀 주었기 때문에

㉤ MnO_2가 분해되어 산소가 많이 생기기 때문

문항 5는 반응속도와 촉매와의 관계를 묻는 문항으로 학생들은 촉매를 넣어 줄 경우 반응 속도가 빨라진다는 내용을 중학교 2학년에서 선행학습을 하였기 때문에 정답을 고르는 비율에서는 사전 사후에 큰 변화가 없었다. 그러나 이유의 선택에서 85.7%의 학생이 정답을 선택함으로써 과학자적 개념변화에서 매우 유의하게 나타났다.

(표 11) 반응속도와 촉매와 관계 응답률 (인원수, %)

구분		물음의 선택			p-값	이유의 선택					p-값	합계
		①	*②	③		㉠	㉡	*㉢	㉣	㉤		
실험 집단	사전	2	29	4	.172	1		10	4	20	.000	35
		5.7	82.3	11.4		2.9		28.1	11.4	57.1		100
	사후		34	1			1	30	3	1		35
			97.1	2.9			2.9	85.7	8.5	2.9		100

(표 12) 반응속도와 촉매와의 관계 학습전후 개념변화 (인원수, %)

구분	*A	B	C	D	합계	카이제곱값	p-값
사전	9	18	1	7	35	24.603	.000
	25.7	51.4	2.9	20.0	100		
사후	28	4	1	2	35		
	80.0	11.4	2.9	5.7	100		

* A는 선택과 이유가 다 맞을 경우
B는 선택은 맞고 이유는 틀린 경우
C는 선택은 틀리고 이유는 맞는 경우
D는 선택과 이유가 모두 틀린 경우

6) 반응속도와 온도와의 관계

문항6. 반응 용기 속에 반응물질인 A, B 두 기체가 있다. 부피는 일정하게 하고 온도를 올리면 이들 기체의 반응에 어떤 영향을 미치겠는가? ( )

① 10° C 상승할 때마다 2배 느려진다.

② 10° C 상승할 때마다 2배 빨라진다.

③ 부피가 일정하니 온도변화에 따른 반응속도는 아무런 관계가 없다.

그 이유는? ( )

㉠ 온도가 상승하면 활성화에너지가 높아지기 때문이다.

㉡ 온도가 상승하면 활성화에너지가 낮아지기 때문이다.

㉢ 온도가 상승하면 활성화에너지 이상을 지닌 입자수가 증가하기 때문이다.

㉣ 온도가 상승하면 분자수가 증가하기 때문이다.

㉤ 온도가 상승하면 분자수가 감소하기 때문이다.

문항 6은 온도가 상승할 때 반응속도에 대해 알아보는 문항으로 온도가 상승하면 반응속도가 빨라진다는 것을 선개념을 통해 가지고 있는 것으로 파악된다. 문항 3과 다르게 그래프를 제시하지 않고 문항을 제시한 결과 그래프로 인한 오인이 줄어서 유사한 문항임에도 불구하고 정답률이 높게 나타났다. 이는 학생들이 표나 그래프를 보면서 문제를 풀 때 직관적 사고를 하는 경향이 높다는 것을 알 수 있었다.

(표 13) 반응속도와 온도와의 관계 응답률 (인원수, %)

구분		물음의 선택			p-값	이유의 선택					p-값	합계
		①	*②	③		㉠	㉡	*㉢	㉣	㉤		
실험 집단	사전	5	29	1	.052	1	5	27	2		.098	35
		14.2	82.9	2.9		2.9	14.3	77.1	5.7			100
	사후		34	1			1	34				35
			97.1	2.9			2.9	97.1				100

(표 14) 반응속도와 온도와의 관계 학습전후 개념변화 (인원수, %)

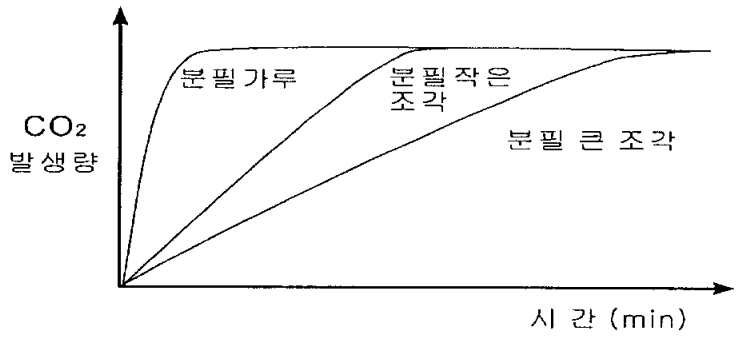
구분	*A	B	C	D	합계	카이제곱값	p-값
사전	24	5	1	5	35	3.612	.306
	68.6	14.3	2.9	14.3	100		
사후	29	2		4	35		
	82.9	5.7		11.4	100		

* A는 선택과 이유가 다 맞음 경우
B는 선택은 맞고 이유는 틀린 경우
C는 선택은 틀리고 이유는 맞는 경우
D는 선택과 이유가 모두 틀린 경우

7) 반응속도와 표면적과의 관계

문항7. 염산 50ml에 분필($CaCO_3$) 10g을 크기를 달리하여 반응시켰더니 발생하는 CO_2와 시간과의 관계는 그림과 같았다. 가장 빠른 반응은 어느 것인가? ( )

① 분필가루
② 분필 작은 조각
③ 분필 큰 조각



그 이유는? ( )

㉠ 입자가 표면적이 클수록 반응속도가 느리다.
㉡ 입자가 클수록 충돌수가 많아져서 빠르다.
㉢ 입자의 표면적이 커질수록 충돌수가 많아져서 반응속도가 빠르다.
㉣ 입자의 표면적이 작을수록 충돌수가 많아져서 반응속도가 느리다.
㉤ 잘 모르겠다.

문항7은 표면적이 반응속도에 미치는 영향에 관한 문항이다. 과학자적인 개념은 고체물질의 경우 반응속도는 표면적이 증가하면 입자끼리 충돌수가 증가하여 반응속도가 빨라진다는 것으로 학습 전에는 22.9%의 학생들이 분필이 클수록 반응속도가 빨라진다고 응답하였다. 이는 그래프와 관계없이 큰 조각은 농도가 진하다라는 선개념에서 답을 한 것으로 보여진다. 고체물질의 경우 같은 농도라도 입자의 표면적이 넓을 경우 반응속도가 빠르고 최종생성물의 양은 같다. 이유의 선택에서는 입자가 크면 충돌을 많이 한다는 선개념을 가진 학생의 비율이 학습 전에는 45.7%로 표면적이 커져서 충돌 수가 많아진다고 답을 한 37.1%보다 다소 높게 나타났으며 학습 후에도 여전히 28.6%의 학생이 입자가 크면 충돌을 많이 한다는 개념을 가지고 있는 것으로 나타나고 있는데 이는 저학년에서부터 큰 물체에 충돌할 경우 속도가 증가한다는 개념과 혼돈한 것으로 보인다.

(표 15) 반응속도와 표면적과의 관계

구분		물음의 선택			p-값	이유의 선택					p-값	합계
		*①	②	③		㉠	㉡	*㉢	㉣	㉤		
실험 집단	사전	21	6	8	.006	1	16	13		5	.057	35
		60.0	17.1	22.9		2.9	45.7	37.1		14.3		100
	사후	29	5	1		2	10	18	4			35
		82.9	14.3	2.9		5.7	28.6	51.4	11.4			100

(표 16) 반응속도와 표면적과의 관계 학습후 개념변화 (인원수, %)

구분	*A	B	C	D	합계	카이제곱값	p-값
사전	6	14	7	8	35	12.181	.007
	17.1	40.0	20.0	22.9	100		
사후	15	13	1	6	35		
	42.9	37.1	2.9	17.1	100		

* A는 선택과 이유가 다 맞을 경우
B는 선택은 맞고 이유는 틀린 경우
C는 선택은 틀리고 이유는 맞는 경우
D는 선택과 이유가 모두 틀린 경우

2. 수업방법에 따른 학생들의 개념형성 비교분석

반응속도 단원의 내용을 드라이버의 개념변환 학습모형을 이용한 수업지도안으로 실험반에 적용하고 통제반은 전통적인 수업지도안을 작성하여 수업한 결과를 비교하여 학생들의 생각이 어떤 수업 방법에서 좀 더 과학자적인 개념으로 바뀌었는지를 살펴보았다.

1) 개념 유형별 변화

(표 17)의 자료해석을 통한 반응속도의 정의에서는 과학자적 개념이 실험반에서는 31.4%에서 65.7%의 개념변화를 가져와 31.4%의 성취를 보였고 통제반에서는 34.3%에서 58.6%의 개념변화로 24.3%의 성취를 보였다. 농도가 미치는 요인에 대한 분석에서는 실험반이 과학적 개념이 40.0%에서 88.1%로 48.1%의 성취도를 보였고 통제반에서는 39.2%에서 71.4%의 개념변화를 가져와 32.2%의 성취를 보였다. 실험반에서의 성취도가 각각 7.1% 15.9% 높게 나타났다.

온도의 영향에 대한 그래프 해석에서는 실험반이 8.6%에서 62.8%로 54.2%의 아주 높은 성취도가 나타났다. 통제반에서는 11.4%에서 20.7%로 9.3%의 성취도를 보였다. 그래프 해석에 대한 내용은 학생들이 답은 알지만 이유에 대해서는 틀리는 경향이 높게 나타났다. 비 과학자적 개념인 C와 D는 비교적 적은 반면 선택은 맞고 이유가 틀린 경우의 학생이 많았으며 수업 후에 이 학생들이 과학자 개념인 A로 바뀐 것으로 나타났다. 촉매와 활성화 에너지와의 관계에 대한 문항에서는 실험반에서는 34.3%에서 65.7%의 개념변화로 31.4%의 성취를 보였고 통제반에서는 31.1%에서 48.6%로 17.5%의 성취도를 보였다. 표에서 촉매와 반응속도의 관계를 묻는 문항에서는 실험반이 25.7%에서 80.0%의 개념변화로 54.3%의 높은 성취도가 나타났으며 통제반은 34.3%에서 65.5%의 개념변화로 31.2%의 성취도를 나타냈다. 온도와 반응속도와의 관계 문항에서는 대부분의 학생들이 선택을 정확하게 한 것으

로 나타나고 있다. 실험반과 통제반에서 각각 14.3% 6.9%의 성취를 보였다. 이는 온도와 반응속도의 관계는 학생들이 학습하기 이전에 선개념을 정확히 가지고 있는 것으로 보여진다. 표면적과 반응속도와의 관계에서는 실험반에서는 개념변화가 17.1%에서 42.9%로 25.8%의 성취도를 보였고 통제반의 경우에는 17.2%에서 31.1%로 13.9%의 성취를 보였다. 실험반의 경우 비과학적 개념인 C와 D를 선택한 경우가 학습후에 많이 줄어든 반면 통제집단에서는 12.6%의 감소를 보였다. 이는 면적이 크다는 개념을 질량이 큰 것으로 오인을 하고 있기 때문에 나타나는 것으로 보인다.

(표 17) 반응속도 의미에 대한 학습 전 후의 개념 변화 (%)

영역		실험반(N=35)				통제반(N=35)			
		A(%)	B(%)	C(%)	D(%)	A(%)	B(%)	C(%)	D(%)
자료해석을 통한 반응속도의정의	사전	31.4	45.7		22.9	34.3	17.1	20.0	28.6
	사후	65.7	14.3	14.3	5.7	58.6	10.3	20.7	10.3
농도가 미치는 요인	사전	40.0	8.6	5.7	45.7	39.2	2.9	25.7	32.2
	사후	88.1	8.5		2.9	71.4	10.3	10.3	8.0
온도의 영향에 대한 그래프 해석	사전	8.6	65.7		25.7	11.4	54.3	5.7	28.6
	사후	62.8	28.6	5.7	2.9	41.4	27.6	20.7	10.3
촉매와 활성화 에너지와의 관계	사전	34.3	31.4	8.6	22.9	31.1	21.4	31.8	15.7
	사후	65.7	8.6	14.3	11.4	48.6	20.7	13.4	17.3
촉매와 반응속도 관계	사전	25.7	51.4	2.9	20.0	34.3	22.9	22.9	20.0
	사후	80.0	11.4	2.9	5.7	65.5	17.1	10.3	7.1
온도와 반응속도의 관계	사전	68.6	14.3	2.9	14.3	65.5	20.7	3.4	10.3
	사후	82.9	5.7		11.4	72.4	20.0	2.9	4.7
표면적과 반응속도와의 관계	사전	17.2	40.0	20.0	22.9	17.2	39.2	26.5	17.1
	사후	42.9	37.1	2.9	17.1	31.1	37.9	10.3	20.7

* A는 선택과 이유가 다 맞을 경우　　B는 선택은 맞고 이유는 틀린 경우

C는 선택은 틀리고 이유는 맞는 경우　　D는 선택과 이유가 모두 틀린 경우

2) 수업 전 후의 과학적 개념 변화

(표 18)을 보면 실험반과 통제반의 각 문항에 대한 과학자적 개념변화를 나타낸 것으로 모든 문항에서 실험집단이 통제 집단에 비해 과학자적개념변화 성취율이 높게 나타났다.

(표 18) 수업전 후의 과학자적 개념 변화 (%)

문항구분		A	B	C	D	X	Y	Z	평균
실험집단	사전	31.4	40.0	8.6	34.3	25.7	68.6	17.1	32.2
	사후	65.7	88.1	62.8	65.7	80.0	82.9	42.9	69.7
통제집단	사전	34.3	39.2	11.4	31.1	34.3	65.5	17.2	33.2
	사후	58.6	71.4	20.7	48.6	65.5	72.4	31.1	52.6

A:자료해석을 통한 반응속도의 정의

B:반응속도에서 농도가 미치는 요인

C:온도의 영향에 대한 그래프 해석

D:활성화에너지와 반응속도의 관계

X:촉매와 반응속도와의 관계

Y:온도와 반응속도와의 관계

Z:표면적과 반응속도와의 관계

V. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구에서는 화학반응속도에 대한 선개념을 분석하여 학생들의 주요 개념에 대한 오인을 분석하여 과학학습에서 개념이해를 돕는 도구로서의 드라이버의 개념변화 학습모형으로 수업을 한 후 결과를 분석하였다.

각각의 문항에 대한 분석으로 얻은 종합적인 결론은 다음과 같다.

1) 학생들은 반응속도의 정의에 대해서 시간이 지남에 따라 반응속도가 느려진다는 개념은 가지고 있으나 이유에 대해서 정확히 파악하지 못했다. 이는 학생들이 단위 시간에 대한 개념 없이 시간이 지날수록 수소의 부피가 증가하는 것이 반응속도가 빨라지는 것으로 생각하기 때문인 것으로 보인다. 지나면 속도가 느려진다는 생각을 하였기 때문이다.

2) 온도가 높아지면 반응속도가 빨라진다는 개념을 가지고있으나 그래프를 해석할 때 온도가 높아지면 활성화에너지가 높아지거나 작아진다는 오개념을 가지고 있었다. 온도가 높아지면 총 입자 수는 변함이 없지만 활성화 에너지이상을 지닌 반응할 수 있는 입자수가 증가하기 때문이라는 개념이 추상적이기 때문에 학생들의 오답이 많은 것으로 보인다.

3) 촉매와 반응속도와의 관계에서 학생들은 촉매를 반응물양의 증가로 오인하여 반응물의 양이 많아지기 때문에 반응속도가 빨라진다는 오개념을 가지고 있었다. 촉매는 활성화 에너지를 낮추어 주기 때문에 반응속도가 빨라진다는 과학자적인

개념변화가 필요하다.

4) 농도와 반응속도와의 관계에서 입자의 크기가 크면 충돌수가 증가한다는 오개념을 가지고 있었다. 표면적의 크기와 입자의 크기를 구별하는 학습이 필요한 것으로 보인다.

5) 개념변화수업이 전통적인 수업보다는 학습 성취율이 전체적으로 높게 나타났다. 이는 교사가 일방적으로 진행하는 수업 방식보다는 학생들의 자발적인 참여를 유도하는 구성주의 수업이 효과가 있는 것으로 보인다.

6) 선행연구보다 학습 성취율이 높게 나타난 이유는 본 수업방법 외에 학생들이 평가 시간이 2주 후에 검사를 실시하여 성취율이 높게 나타나고 그 외 지역적인 이유도 있는 것으로 보인다.

2. 제언

1) 과학수업에서 중요한 것은 학생들이 가지고 있는 선개념을 수업을 통하여 과학자적인 개념으로 변화시키는 것이 중요하다. 이러한 효과를 거두기 위해서는 각 단원의 특성에 맞게 다양한 수업이 학생들에게 제시되어야 할 것으로 보인다.
2) 학생들의 학습성취도는 교사의 수업방법에 따라 달라질 수 있으므로 교사의 지속적인 수업에 대한 연구와 노력이 필요한 것으로 보인다.
3) 본 연구의 결과는 제한된 인원과 한 학교만을 선정하여 얻은 결과이므로 이를 확대 해석하는 것은 무리가 있는 것으로 보인다. 효과적인 교수방법을 찾기 위해서는 여러 학기에 걸쳐서 지속적인 연구가 필요한 것으로 보인다.

참고문헌

강인애 (1997). 왜 구성주의인가? 문음사.

권재술, 김범기, 우종옥, 정완호, 정진우, 최병순.1988.과학교육론, 교육과학사.

김봉곤, 개념도와 Vee diagram을 이용한 과학 학습지도방안, 경상대학교.

김일곤, (1997), Vee diagram활용수업이 중학생들의 과학적태도와 학업성취도에 미치는 영향, 한국교원대학교, 석사학위논문.

박승재, 조희형, 교수-학습 이론과 과학교육제 2판, 교육과학사.

백순근 편 (1998). 수행평가의 이론과 실제, 원미사.

백성혜, 강대현, 김혜경, 화학 변화 개념에 대한 중학교 2학년 학생들의 선개념 조사및 선개념 갈등상황 제시를 통한 개념변화 학습이론의 효과분석, 대한화학회지 April 20, 1999.

석문주 외7 (1997). 학습을 위한 수행평가, 교육과학사.

송해덕 (1998). 구성주의적 학습환경설계 모형들의 특성과 차이점 비교분석 연구. 교육학 연구. 36(1). 187-212.

유승아, 김봉곤 기체성질에 대한 중·고등학생들의 오개념에 관한 연구, 대한화학회지 October, 1999.

임준원, 화학반응속도에 대한 고등학생들의 개념 조사, 이화여자대학교 석사학위 논문, 1998.

조희형 한국과학교육학회지 1985, 5(1), 11.

조희형, 이문원, 조영신, 한인숙 한국교육학회지 1991, 11(2), 49.

최대룡, 김봉곤, 구인선 강대호, 고등학생의 화학속도 개념 형성에 관한 연구,1999.

육영해 (1998). 구성주의의 본질적 측면에 대한 몇 가지 고찰. 교육학 연구, 36(1), 171-186.

Brown, J. S., Collins, A., Duguid, S.(1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*. 18(1). 32-42.

Bruner, J.(1996). *The culture of education*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Campbell, R. & Monson, D.(1994). Building a goal-based scenario learning environment. *Educational Technology*. no. 9. 9-14.

Choi. J. I. & Hannafin, M.(1995). Situated cognition and learning environments .

Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). Children's ideas in science. Milton Keynes: Open University Press.

Hashw, M. G. Science Education 1985, 70(2), 159.

Jonassen, D. H.(1997). Instructional design models for well-structured and ill-structured problem learning outcomes. *ETR & D*. 45(1). 65-94.

Lebow, D.(1993). Constructivism values for systems design : five principles toward a new mindset. *ETR & D*. 41(3). 4-16.

Mathews, M.R.(1994). Science teaching: The role of hisotry and philosophy of

science. New York: Routledge.

Martin, M.(1972). Concepts of science education: A philosophical analysis. Glenview, IL: Scott, Foresman and Company.

Roles, structures and implications for design. *ETR & D*. 53-69.

Steffe, L. P. & Gale, J.(1995). *Constructivism in education*. NJ: Lawrence Erlbaum: 조연주 외 2인 공역(1997). 구성주의와 교육. 학지사.

Tripp, S. D.(1993). Theories, traditions, and situated learning. *Educational Technology*. 3. 71-77.

Winn, W. D.(1991). The assumptions of constructivism and instructional design. *Educational Technology*. 9. 38-40.

부 록

사전학력 검사지

1. 묽은 염산과 마그네슘의 반응에서 발생하는 수소기체의 부피를 1분 간격으로 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 이 실험을 하는 동안 부피를 잘 못 측정한 것은 ?

시간(분)	0	1	2	3	4	5
발생한기체(ml)	0	8	13	19	21	23

① 8 ② 13 ③ 19 ④ 21 ⑤ 23

2. 화학 반응속도는 초기에는 빠르나 반응이 진행될수록 점점 느려진다. 그 까닭은 무엇인가?

① 반응물질의 농도가 줄어들기 때문

② 활성화에너지가 감소하기 때문

③ 활성화에너지가 증가하기 때문

④ 유효충돌 횟수가 증가하기 때문

⑤ 압력이 증가하기 때문

3. 화학 반응 속도는 온도가 상승함에 따라 증가한다. 이 현상이 나타나는 가장 알맞은 이유는?

① 반응 물질들 간에 유효충돌 횟수가 증가하기 때문

② 생성물질이 안정한 상태를 유지하기 때문

③ 활성화 에너지 이상을 갖는 분자수가 증가하기 때문

④ 압력이 증가하여 부피가 감소하기 때문

⑤ 분자들의 운동이 활발해 지기 때문

4. 반응 속도를 결정짓는 요인은 충돌 횟수와 활성화 에너지이다. 다음 중 활성화에너지를 변화 시켜 반응 속도를 변화시키는 요인은?

① 반응 물질의 농도

② 고체물질의 표면적

③ 기체물질의 압력

④ 촉매

⑤ 반응물질의 상태

5. 다음 중에서 촉매에 의해서 반응 속도가 빨라지는 현상을 모두 고르면?

① 두통 약을 알약으로 먹을 때보다 가루 상태로 먹으면 빨리 통증이 사라진다.

② 석탄 가루는 공기 중에서보다 산소 중에서 훨씬 빠르게 연소한다.

③ 단백질은 위액을 혼합한 용액에서 쉽게 가수 분해된다.

④ 겨울철보다 여름철에 김치가 빨리 익는다.

⑤ 된장이나 막걸리를 만드는 데 곰팡이나 누룩을 넣는다.

6. 다음은 우리 주위에서 관찰되는 현상을 나타낸 것이다.

[보기]
(가) 과산화수소수를 상처에 바르면 거품이 발생한다.
(나) 촛불에 비커를 씌어 놓으면 잠시 후에 불이 꺼진다.
(다) 여름철에 음식물을 냉장고에 보관하면 잘 상하지 않는다.
(라) 수소와 산소의 혼합 기체는 백금 가루가 있으면 상온에서도 잘 반응한다.
(마) 마그네슘은 묽은 염산보다 진한 염산에서 같은 양의 수소 기체를 빠른 시간에 발생한다.

위 현상들 중 농도가 반응 속도에 영향을 주는 예를 모두 고르면?

① (가), (나) ② (가), (다) ③(나), (마)

④ (가), (라), (마) ⑤ (다), (라), (마)

7. 다음 보기는 어떤 요인에 의해 반응 속도가 변화되는 예를 나타낸 것이다.

[보기]
(가) 막걸리를 만들 때 누룩을 사용한다.
(나) 녹말은 침에 의해, 단백질은 위액에 의해 쉽게 분해된다.
(다) 약을 덩어리로 먹는 것보다 가루로 먹으면 효과가 더 빠르다.

보기 중 활성화 에너지를 변화시킴으로써 반응 속도를 변화시키는 경우를 모두 고르면?

① (가) ② (다) ③ (가), (나)
④ (나), (다) ⑤ (가), (나), (다)

8. 우리는 편리한 생활을 하기 위해 화학 반응의 속도를 빠르게 하기도 하고, 느리게 하기도 한다. 다음 중 반응 속도를 느리게 하기 위해서 실시하는 조작은?

① 압력 밥솥을 이용하여 밥을 짓는다.
② 여름철에 음식물을 냉장고에 넣어 보관한다.
③ 산소와 수소의 혼합 기체에 불을 붙이면 폭발한다.
④ 질소 산화물을 질소와 산소로 분해시킬 때 백금을 가한다.
⑤ 자동차의 배기 가스 정화를 위해 촉매 변환기를 사용한다.

9. 정량의 탄산칼슘을 삼각 플라스크에 넣고 묽은 염산을 가하여 이산화탄소 발생 장치를 꾸민 후 아래 표와 같은 조건에서 실험하였다.

실험	A	B	C	D	E
염산의 부피(mL)	60	30	30	15	60
물의 부피 (mL)	60	30	30	15	60
용액의 온도(℃)	40	40	20	40	40
탄산칼슘의 상태	조각	조각	조각	조각	가루

실험 결과를 이용하여 온도와 표면적이 반응 속도에 미치는 영향을 알아내려고 한다. 비교해야 할 실험을 각각 바르게 짝지은 것은?

	온도	표면적
①	A와C	B와D
②	A와C	C와D
③	A와E	B와C
④	B와C	A와E
⑤	B와C	C와E

10. 다음 보기의 반응들은 우리 주변에서 쉽게 관찰되는 현상들이다. 느리게 진행되는 반응을 모두 고르면?

[보기]

(가) 페인트가 벗겨진 철문이 녹슨다.

(나) 종이 위에 잉크로 쓴 글자의 색이 바랜다.

(다) 상처난 곳에 과산화수소수를 바르면 기포가 생긴다.

(라) 사진기 플래시의 마그네슘이 공기 중에서 연소한다.

① (가), (나) ② (가), (다) ③ (나), (다)

④ (나), (라) ⑤ (다), (라)

11. 다음 표와 같은 몇 가지 실험 조건에서 탄산칼슘과 묽은 염산을 반응시킬 때, 시간에 따라 발생하는 CO_2의 부피를 측정하였더니 가루가 가장 반응속도가 빨랐다.

실험	염산의 농도(%)	염산의 부피(mL)	온도(℃)	탄산칼슘의 상태
Ⅰ	5.0	50	20	큰 조각
Ⅱ	5.0	50	20	작은 조각
Ⅲ	5.0	50	20	가루

우리 주변에서 일어나는 보기의 현상중 위의 실험 결과로 설명할 수 있는 것을 모두 고르면?

[보기]

(가) 겨울철보다 여름철에 김치가 쉽게 시어진다.

(나) 모닥불을 지필 때 나무를 잘게 쪼개어서 불을 피운다.

(다) 입 안에서 잘게 부수어진 음식물일수록 소화가 잘 된다.

(라) 빨갛게 달군 철사를 산소가 들어 있는 집기병 속에 넣으면 밝은 빛을 내며 탄다.

① (가), (나) ② (가), (다) ③ (나), (다)

④ (나), (라) ⑤ (다), (라)

12. 우리는 편리한 생활을 하기 위해 화학 반응의 속도를 빠르게 하기도 하고, 느리게 하기도 한다. 다음 중 반응 속도를 느리게 하기 위해서 실시하는 조작은?

① 압력 밥솥을 이용하여 밥을 짓는다.

② 여름철에 음식물을 냉장고에 넣어 보관한다.

③ 산소와 수소의 혼합 기체에 불을 붙이면 폭발한다.

④ 질소 산화물을 질소와 산소로 분해시킬 때 백금을 가한다.

⑤ 자동차의 배기 가스 정화를 위해 촉매 변환기를 사용한다.

13. 서로 다른 화학반응인 A와 B가 있다. 같은 농도와 온도 조건에서 반응 시켰을 때 A반응이 B반응보다 빠르게 진행되었다. 그 이유로 타당 한 것은?

① A는 흡열반응이고 B는 발열 반응이다.
② A는 발열반응이고 B는 흡열반응이다.
③ A보다 B의 활성화 에너지가 더 높다.
④ A보다 B에서 흡수하는 열량이 크다.
⑤ A보다 B에서 방출하는 열량이 작다.

14. 두 기체 반응 A, B에 대해 다음과 같은 변화를 줄 때 반응 속도가 느려지게 되는 것은?

① A의 분자 수를 두 배로 한다.
② 온도를 일정하게 하고 압력을 2배로 한다.
③ 부피는 일정하게 하고 온도를 낮춘다.
④ 반응용기에 정촉매를 넣어 준다.
⑤ 반응용기의 부피를 줄여 준다.

15. 같은 질량의 철 조각과 철가루를 공기 중에서 방치하면 철 조각보다 철가루가 훨씬 빨리 녹이 슨다. 이런 현상에 대한 원인으로 가장 타당 한 것은?

① 온도 ② 농도 ③ 표면적 ④ 압력 ⑤ 촉매

16. 다음 표는 일정한 온도에서 같은 양의 아연조각을 서로 다른 농도의 산에 넣어 반응이 끝날 때까지 걸린 시간을 나타낸 것이다. 염산의 농도는 클수록 진한 것이다. 반응속도가 가장 느린 것은 어느 경우인가?

실험	가	나	다	라	마	바
염산농도	3.03	2.25	1.66	1.50	1.32	1.10
시간(초)	16	48	180	225	402	680

① 가 ② 나 ③ 다 ④ 라 ⑤ 마

17. 집안에 가스가 누출되면 창문을 열어 환기시킨다. 이 현상에 영향을 끼치는 반응 속도 요인 은 무엇인가?

① 농도 ② 온도 ③ 활성화에너지 ④촉매 ⑤ 압력

18. 다음 표는 여러 조건에서 묽은 염산에 티오황산나트륨 용액을 넣었을 때 반응 속도를 측정한 결과를 나타낸 것이다.

실험	10% 염산의 양(mL)	티오황산나트륨 용액의 농도(%)	온도(℃)	반응 속도
I	50	12.0	20	0.0180
II	50	3.0	30	0.0090
III	50	3.0	20	0.0045
IV	50	6.0	20	0.0091
V	50	3.0	40	0.0180

이 실험에서 농도가 반응 속도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 비교해야 할 실험끼리 묶어진 것은?

① I, II, III ② I, III, IV ③ I, IV, V

④ II, III, V ⑤ III, IV, V

19. 다음은 묽은 염산과 마그네슘의 반응 속도를 측정하기 위한 실험 장치이다. 반응속도를 알아보기 위한 방법으로 가장 적당한 것은?

① 반응이 끝나는데 걸리는 시간을 측정한다.

② 반응이 끝났을 때 발생한 기체의 총 부피를 측정한다.

③ 일정시간 간격으로 발생하는 기체의 부피를 측정한다.

④ 일정시간 간격으로 마그네슘의 질량변화를 측정한다.

⑤ 일정시간 간격으로 묽은 염산의 농도 변화를 측정한다.

20. 염산과 아연이 반응하면 수소 기체가 발생한다. 미희는 실험 온도와 염산의 온도가 이 반응 속도에 미치는 영향을 각각 알아보기 위해 동일한 실험 장치에서 다음과 같이 4 가지 실험을 준비하였다

반응 조건 / 실험	온도	염산의 농도
ㄱ	10℃	5%
ㄴ	30℃	10%
ㄷ	20℃	10%
ㄹ	40℃	20%

염산의 온도가 반응 속도에 미치는 영향을 알아보기 위해 미희가 비교해야 할 2 가지 실험으로 가장 적절한 것은? (단, 각 실험에서 사용하는 아연의 양과 염산의 부피는 4 경우 모두 같다.)

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄷ, ㄹ

< 통제반 수업 지도안 예시>

대 단 원	Ⅱ.물질	중 단 원	반응속도에 영향을 끼치는 요인
소단원	촉매와 반응속도		
학 습 목 표	1. 촉매의 표면적이 반응속도에 미치는 영향을 알아 낼 수 있다. 2. 화학반응에서 촉매의 작용을 활성화에너지와 연관시켜 설명할 수 있다.		
준비물	과산화수소용액, 메스실린더, 감자, 강판, 고무관, 유리관		

학습 단계	학습 과정	교 수 - 학 습 활 동 교 사 활 동	학 생 활 동	시간	자 료 및 유의점
도입	선 수 학 습 확 인 및 흥미 유발	o 만약 우리가 우리학교에서 대신동을 넘어간다면 버스를 타지 않고 가장 빠른 방법은 ? o 산을 빨리 넘기 위해 우리는 무엇을 하는가 ? o 그럼 우리학교를 반응물, 대신동쪽을 생성물이라고 하면 대신동을 빨리 가는 방법은 ? o 화학반응에서 터널을 뚫는 역할을 하는 물질을 우리는 전에 배웠는데 이것을 무엇이라고 하는가 ? 예) 막걸리를 만들때의 누룩 상처의 과산화수소 o 촉매의 상태가 반응속도에 영향을 줄까 ?	o 승학산을 넘어 간다. o 터널을 판다. o 촉매라고 한다.	7분	OHP 자료
	가 설 설정	o 가설을 설정하게 한다. (실험을 주제를 명확하게 밝혀 준다.)	o 가설을 세운다.	5분	실험에 필요한 준비물

학습 단계	학습 과정	교 수 - 학 습 활 동		시 간	자료 및 유의점
		교 사 활 동	학 생 활 동		
전개	실 험 설계	o 과산화수소가 분해하면 기체가 나온다.(대답유도) o 기체 발생 시 반응속도는 어떻게 측정하면 되나 ?(발문)	o토의를 거친 답변 o시간과 부피를 측정	2 8 분	(과산화수소용액, 메스실린더 감자, 강판, 고무관, 유리관)
	실 험 수행	o 조별 고안한 방법에 의한 실험 수행(기본 틀 제시) o 결과를 도출	o 실험 실시 o 보고서를 참조하되 조별 토의를 거쳐 가장 합리적이라고 생각되는 방안을 선택한다. o 결과를 보고서에 기입		적극적인 실험이 되도록 유도
	결 과 해석	과산화수의 분해에 감자가 영향끼쳤는가 ? o 어느 촉매가 걸린 시간이 적은가 ? o 결국 어떤 촉매가 반응속도가 빠르다고 할 수 있었나 ? o 실험 시 양쪽에 다르게 해 준 요인은 무엇인가 ?	o 결과를 보고 답변 o 반응속도와 걸린 시간을 비교하여 답변 o 촉매의 표면적, 유무		
정리	정리	반응이 일어날 조건과 촉매의 상태를 연결하여 정리	o 정리, 요약	5분	
	형성 평가	형성평가 실시	o 형성평가 실시		
	차시 예고	영양과 건강	o 인지		

<실험반 수업지도안 예시>

◈학습주제 : 촉매와 반응속도

<생각의 표현>

교 사 :똑 같은 사탕을 토치로 가열할 때, 그냥 가열했을 때 보다 사탕에 담뱃재를 조금 묻히면 훨씬 빨리 탄다는 것을 보여준다. 위험한 실험이 아니므로 시범 실험으로 보여주고 흥미를 유발한다. 여기서 담뱃재는 이미 타고남은 물질이므로 더 이상 타지 않는 다는 사실을 설명하고 담뱃재의 역할에 대해 생각하게 하고 질문한다.

학생들 : "담뱃재가 묻은 것이 양이 많아서 잘 탑니다."라고 대답한다. 이 밖에도 특이한 생각을 제시한 학생들도 있을 것이다. 학생들은 자신들의 생각을 공책에 정리한다.

<생각의 재구성>

명료화와 교환

교사는 학급 전체 토의를 이끈다. 먼저 학생들에게 자신의 생각을 발표하도록 한다. 또 발표한 여러 생각을 서로 비교하도록 한다. 나아가서는 여러 생각의 장단점을 이야기하도록 한다.

상충된 상황의 노출

앞 단계에서 확인한 여러 가지 오개념을 인식하고 이 오개념으로 설명하기 어려운 상황을 제시한다. 제시 방법은 시청각 매체를 활용하거나 시범 실험, 또는 실제 실험 등의 방법을 활용할 수 있다. 이 시간에는 시범 실험을 보여준다.

【준비물】 과산화수소용액, 메스실린더, 감자 강판, 고무관, 유리관

【실험절차】

① 수상치환을 준비한다.

② 과산화수소를 넣고 감자의 표면적을 달리하여 과산화수소를 분해시킨다.

③ 발생한 기체가 일정한 부피에 도달할 때까지 시간을 측정한다.

④ 포집한 기체에 성냥불씨를 가져가 보도록 한다.

【실험결과】

감자의 표면적에 따라 반응속도가 다르다.

감자를 잘게 할수록 거품의 양이 많다.

성냥불씨에 불이 붙는 것으로 보아 산소가 발생하였다.

새로운 생각의 구성

이 실험 결과를 설명하기 위해서는 어떻게 하면 좋을지 학생들에게 생각하게 한다. 학생들 스스로 감자가 촉매의 작용을 했다고 생각을 구성하기는 어렵다. 따라서 교사가 촉매의 작용이라는 것을 설명한다. 감자를 넣지 않고 과산화수소만 있을 때의 변화를 물어 본다. 학생들은 아무런 변화가 없었다고 대답한다. 교사는 반응 전후의 감자의 양의 변화에 대해 질문한다. 학생들 스스로 감자의 양이 변화 없음을 확인하도록 지시한다. 확인 후에 학생들에게 질문을 통하여 실험결과를 정리하도록 한다.

감자조각은 자신은 변화하지 않으면서 과산화수소의 분해반응을 빠르게 하였으므로, 촉매로 작용한 것이다라는 것을 각 조의 실험결과를 가지고 설명한다. 촉매는 활성화에너지를 낮추어 반응속도를 빠르게 한다는 사실을 설명한다.

새로운 생각의 평가

새로운 생각이 정말 옳은 지를 평가한다. 평가를 위해서는 여러 가지 활동이 가능하다. 실험이나 시범실험, 또는 토의 등의 방법을 사용할 수 있다. 여기에는 새로운 실험을 도입하였다. 교사가 시범 실험을 보여주면 학생들의 흥미를 높일 수 있다.

【준비물】 과산화수소수원액 50㎖, 장갑, 1L 둥근 플라스크, 주방용 세제 20㎖, 요오드화칼륨(약수저 한 숟가락 정도), 큰 수조, 색소

【실험 절차】

① 큰 수조 안에 1L 둥근 플라스크를 놓는다.

② 주방용 세제와 요오드화칼륨을 잘 섞어 둥근 플라스크에 색소를 넣는다.

③ 여기에 과산화수소 원액 50㎖를 넣는다.

이 실험에서 과산화수소 원액을 붓자마자 거품기둥이 솟아오르게 된다. 이때의 거품기둥은 산소기둥이다. 즉 요오드화칼륨은 촉매로 작용하였으며 이때 요오드화칼륨은 활성화에너지를 낮추게되어 반응이 빨리 진행되게 된다. 학생들은 촉매로 들어간 요오드화칼륨이 반응물이라는 오개념을 가지고 있어서 반응물이 많아지기 때문에 반응속도가 빨라진다고 생각한다. 감자의 양이나 요오드화칼륨이 반응 후에도 남아있는 것을 직접 확인함으로써 이러한 오개념으로 돌아가는 것을 막을 수 있다.

<생각의 응용>

생각의 응용은 새로 구성한 생각이 활용 가능성이 많음을 보여주는 것이다. 생활에서 높은 산을 넘어갈 때 터널을 뚫으면 자동차가 더 빨리 지나가는 것에 비유하여 활성화 에너지를 낮추는 것을 설명하면 학생들이 시각적으로 이해 할 수 있다.

<생각의 변화 검토>

처음 생각인 "담뱃재가 묻은 것이 양이 많아서 잘 탑니다."를 실험후의 결과와 비교함으로서 학생들은 한시간 동안 일어난 자신의 변화를 느끼게 된다.' 반응물의 양이 많아져서 반응이 빨리 진행된다는 오개념을 여러 실험의 결과를 보여주면서 촉매로 들어간 물질이 반응 후에도 그대로 존재하고 있음을 확인하고 촉매의 역할에 대해 인지하게 된다.

감사의 글

나이가 들어서 공부한다는 것이 쉽지 않다는 것을 알면서도 겁 없이 일을 저질러 어느덧 논문을 완성하게 되었습니다. 대학원 생활을 하면서 힘든 일도 많았지만 논문을 마치면서 보람을 느끼게 됩니다. 입학을 결심한 이후로 옆에서 조언을 해준 동기 이 돈근에게 감사함을 전합니다. 논문을 준비하는 일년 동안 어떻게 방향을 잡아야 할 지 모를 때 길을 가르쳐 주신 성 윤제 선생님께 깊은 감사를 드리고 부족한 상태에서 공부 할 때 따뜻하게 가르쳐 주신 강 영수 교수님, 김 주창 교수님, 문 성두 교수님, 변 상용 교수님, 심 현관 교수님께 감사함을 전합니다. 변상용 교수님이 안 계시는 동안 논문을 지도해 주신 김 주창교수님께 진심으로 감사드립니다. 그리고 마지막까지 함께 공부한 김 윤수 선배, 전 신영, 권 재삼 선생님께도 용기를 준 것에 감사합니다. 설문지 조사를 도와주신 이 은자 선생님과 경성대 조 장식 교수님께도 감사합니다. 여러분의 도움이 헛되지 않도록 노력하여 좋은 결과로 도와주신 분들에게 보답을 대신 하겠습니다. 무사히 졸업 할 수 있도록 외조를 잘 해준 남편과 아이를 돌봐주신 시부모님, 옆집 현진이 어머니께도 다시 한번 깊은 감사를 전합니다. 별 탈없이 커 준 두 아이에게도 고맙고, 격려해주고 걱정해주는 친구들도 고맙습니다. 친정아버지의 건강이 회복되기를 바라며 지금까지도 걱정하시는 어머니께 고맙다고 말씀드리며 감사의 인사를 맺습니다.