

## 10학년의 화학반응속도 학습에서 스캐폴딩 전략을 적용한 코스웨어 수업의 효과

조향숙<sup>†</sup> · 최병순\* · 박국태\*

<sup>†</sup>당곡고등학교

한국교원대학교 화학교육과

(2004. 3. 17 접수)

## The Effects of Courseware Instruction Using Scaffolding Strategy on 10th Grade Students' Learning Chemical Reaction Rate

Hyang-Sook Cho<sup>†</sup>, Byung-Soon Choi\*, and Kuk-Tae Park\*

<sup>†</sup>Dang Gok High School, Seoul 151-821, Korea

Department of Chemistry Education, Korea National University of Education, Chungbuk 363-791, Korea

(Received March 17, 2004)

**요 약.** 이 연구의 목적은 과학 개념 학습 환경에서 스캐폴딩 전략을 적용한 코스웨어와 활동지를 개발하고 적용하여, 코스웨어 수업이 개념 이해도와 노력, 자기 점검 등을 포함한 정의적 영역에 미치는 효과를 알아보는 것이었다. 연구 대상은 충북 청원군에 소재한 인문계 고등학교 10학년 2개 반으로 실험집단과 통제집단으로 나누어, 실험집단에는 코스웨어와 활동지를 이용한 수업을, 통제집단에는 교사 중심의 설명식 수업을 화학반응속도 단원에 대해 3차시에 걸쳐 실시하였다. 수업 처치 전에 사전 문제 해결 능력 하위 변인 검사를 실시하고, 중간고사 과학 성적을 조사하였다. 수업 처치 후에는 개념 이해 검사와 사후 문제 해결 능력 하위 변인 검사를 실시하였다. 연구 결과에 의하면, 스캐폴딩 전략을 적용한 코스웨어와 활동지로 학습한 실험집단은 교사 중심의 설명식 수업을 받은 통제집단과 통계적으로 비슷한 수준의 개념 이해 점수를 획득하였다. 이는 스캐폴딩 전략을 적용한 코스웨어가 학습자의 개념 발달을 위한 개별화 수업의 도구로 활용될 수 있음을 나타내준다. 한편, 문제 해결 능력 하위 변인 검사에서 실험집단은 통제집단에 비해 노력과 자기 점검 그리고 인지전략 변인에서 통계적으로 유의미하게 향상되었는데, 이는 스캐폴딩 전략이 학습의 책임을 학습자에게 이양함으로써 자기 조절력이 향상된 것으로, 자기 주도적인 학습 능력의 향상을 위해 스캐폴딩 전략을 수업에 활용할 수 있음을 나타내준다.

**주제어:** 스캐폴딩, 코스웨어, 자기 조절력

**ABSTRACT.** The purpose of this study were to develop of courseware using scaffolding strategy and to investigate the effect of courseware instruction upon students' conceptual understanding and affective domain including effort and self-checking. 10th grade students in the experimental and control groups were selected from high school at Cheongwon-gun in Chungbuk, and taught about chemical reaction rate for 3 class hours. The students in the experimental group studied individually through courseware using scaffolding strategy and worksheet and teacher-centered expository lesson was used in the control group. Prior to the instructions, test specification for problem-solving assessment (TSPSA) was administered and the scores of the previous science achievement test were obtained. After the instructions, the posttest on conceptual understanding and TSPSA were administered. Results of this study revealed that the mean score of the experimental group in the conceptual understanding test was similar to that of the control group at statistically significant level. This result implies that the courseware using scaffolding strategy could be a tool of the individualized instruction.

The experimental group improved significantly better in three components of the TSPSA such as effort, self-checking, and cognitive strategy. From this result, it is considered that learners' self regulation is improved by being taken over responsibility of learning. So, it is suggested that instruction using scaffolding strategy is needed in science class to improve self-leading learning ability.

**Keywords:** Scaffolding, Courseware, Self-regulation

## 서 론

학습맥락에서의 사회적 상호작용이 지식을 구성하는 가장 중요한 요소로 인식한 Vygotsky는 인간의 인지적 발달과 기능은 사회적 상호작용이 내면화되어 이루어지는 것(internalization of social interaction)으로 보았다.<sup>1</sup> Vygotsky는 인지발달에 있어 사회적 상호작용 즉, 성인이나 유능한 또래의 도움을 강조하였는데, 그의 이런 생각은 ZPD (zone of proximal development)의 구인으로 정리될 수 있다. ZPD란 아동이 혼자서 문제를 해결할 수 있는 실제적인 발달수준과 성인이나 유능한 또래와의 상호작용에 의한 도움으로 문제를 해결할 수 있는 잠재적 발달 수준간의 거리라고 정의된다. Vygotsky는 수업이 바로 이 ZPD 안에서 이루어져야하며, 학습에 의해 발달을 이끌 수 있다고 보았다.<sup>2</sup> Vygotsky는 또한 일상적 경험으로부터 얻을 수 있는 비체계적이고 조직화되지 않은 일상적 개념(everyday concept)의 반대개념으로 체계적이며 위계적인 지식 체계를 갖는 자연과학과 같은 개념을 과학개념(scientific concept)이라는 용어를 사용하였으며, 학교에서 배우는 개념은 위계적인 체계를 갖춘 과학개념이 주를 이룬다고 하였다.<sup>3</sup>

이런 점에서 본다면, 학습자의 발달에 영향을 주는 학습맥락에서 상호작용의 대상이 되는 것은 과학개념이 된다. Vygotsky의 동료였던 Alexei Leont'ev는 학생들이 일상적 경험에서 얻어 수업장면으로 갖고 오는 일상적 개념과 학교수업에서 획득되어야 할 과학개념간의 차이로 ZPD를 확장하여 설명하였다.<sup>4</sup> 따라서 학생들은 교사나 좀 더 유능한 또래의 도움에 의한 사회적 상호작용에 의해 수업이라는 사회적 맥락 안에서 학습을 하게 되는 것이다. 그러나 상호작용 그 자체만으로 아동의 발달이 성취되는 것은 아니다.

학습자의 발달을 선도하는 구체적인 교수방법에 대해 Vygotsky 연구자들은 학습자의 근접발달 영역 내에서 스캐폴딩을 통해 가능하다고 보았다. 스캐폴딩은 Vygotsky의 이론을 적용하여 효과적인 개별화 교수의

주요 요소를 파악하려 했던 Wood 등에 의해 소개된 개념이다.<sup>5</sup> 스캐폴딩은 학습자의 ZPD 내에서 효과적인 교수-학습을 위해 교사가 학습자와의 상호작용 중 학습자의 실제 발달수준을 고려해가면서 적절한 상호작용을 통해 처음에는 학습자의 능력밖에 있었던 과제를 완수할 수 있도록 도움을 제공하는 것을 의미한다. 교육에 많은 시사점을 주고 있는 Vygotsky 이론에 근거한 사회적 구성주의에 기초해 본다면, 교수-학습이란 교사가 학습자의 ZPD 이내에서 체계적인 스캐폴딩을 제시하여 학습에 대한 책임을 점차 학습자에게 이양하여 학습자의 목표행동을 독립적으로 수행하도록 돕는 과정으로 이해할 수 있다.<sup>6</sup>

지금까지 스캐폴딩에 관한 국내 연구들은 주로 유아를 대상으로 부모 혹은 교사와의 상호작용에 따른 스캐폴딩 유형을 구분하거나 역동적 평가도구로서 ZPD의 가능성을 탐구하는 것이었다.<sup>7</sup> 그러나 과학개념의 이해와 적용을 수업 목표로 하는 개념 학습 상황에서 스캐폴딩 교수 전략의 효과성에 대한 연구는 거의 이루어지지 않은 상태이다. 이는 스캐폴딩 전략이 효과적이며 유용한 교수 전략으로 밝혀지고 있음에도 불구하고 다인수 학습 체제에서 교사가 학습자의 ZPD 내에서 적절한 발문을 통해 도움의 수준을 조절하면서 개별화된 지원을 제공한다는 것이 현실적으로 어렵기 때문이다.

따라서 이 연구에서는 개념 학습 환경에서 수준을 달리한 여러 단계의 도움을 제시하고 학습자 스스로 자신의 수준과 요구에 따라 도움의 양을 조절할 수 있도록 하는 스캐폴딩 전략을 도입한 학습자 통제 방식의 코스웨어와 활동지를 개발하고 적용하여, 이 코스웨어 수업이 전체 학생을 대상으로 한 교사 중심의 설명식 수업과 비교하여 개념 이해 정도와 자기 점검이나 자발적 노력 등과 관련된 정의적 영역에 미치는 효과를 알아보았다.

이 연구에서 다룬 화학반응속도 개념은 10학년 과학 교과서의 물질 단원 중에서 화학반응과 관련된 중요한 개념들 중의 하나이다. 일상경험에서 쉽게 관찰할 수

있는 연소 반응이나 철의 부식 등의 거시적인 현상을 미시적인 수준에서 이해하고 설명할 수 있기 위해서는 체계적인 도움이 필요하다. 고등학생들이 화학반응속도에 대해서 학습량에 관계없이 기본 개념에 대한 이해가 부족하며 관련 문제를 해결할 때 기계적으로 접근하는 경향성이 높은 편이다.<sup>8</sup> 이는 개념 학습을 한 후에도 분자수준에서 화학반응을 생각하지 않고 일상 경험으로부터 형성된 일상적 개념을 문제 해결 상황에 그대로 적용하려고 하기 때문이다. 따라서 학습자의 ZPD 내에서 체계적으로 안내하여 개념이해를 돕고 자신이 이해한 바를 다시 점검해 볼 수 있도록 하는 스캐폴딩 전략의 교수방법이 화학반응속도 개념 학습에 영향을 미칠 것으로 생각하여 연구 주제로 삼았다.

### 연구 방법

**연구 대상 및 시기.** 이 연구의 대상은 충북 청원군에 소재하고 있는 남녀 공학 인문계 고등학교 10학년 2개 반 71명으로, 과학 수업 시간대가 비슷한 두 학급을 컴퓨터와 상호 작용하면서 학습하게 될 실험집단 1개 반 ( $n = 35$ )과 교사 중심의 설명식 수업을 받게 될 통제집단 1개 반 ( $n = 36$ )으로 선정하였다. 연구 대상자들의 1학기 중간고사 과학 성적에 대해 t-검증을 실시한 결과 두 집단은 동질한 집단이었다(Table 1).

스캐폴딩 전략을 적용한 코스웨어 수업은 2003년 6월 초부터 2003년 6월말까지 화학반응속도 단원에 대해 3차시에 걸쳐 실시하였다.

**연구 절차.** 10학년의 화학반응속도 학습에서 스캐폴딩 전략을 적용한 코스웨어 수업의 효과를 알아보기 위해, 제7차 교육과정 10학년 과학 교과서 6종<sup>9-14</sup>의 화학반응속도 관련 단원을 분석하여 코스웨어 상에서 구현될 교수-학습 지도안을 작성하였고, 지도안에 근거하여 스토리보드를 제작하였다. 제작된 스토리보드를 바탕으로 코스웨어를 설계하여 화학교육 전문가 3인과 교육공학을 전공한 현장 교사로부터 피드백을 받아 최종적

으로 코스웨어를 완성하였다. 수업을 실시하기에 앞서 각 집단에 대해 사전 TSPSA (test specification for problem-solving assessment) 검사를 실시하고, 과학 담당 교사로 부터 중간고사 과학 성적을 구하였다. 연구 대상 2개 반의 과학을 담당한 17년 경력의 과학 교사가 두 집단의 수업을 모두 실시하였고, 연구자는 수업을 참관하였다. 실험집단의 경우 수업에 앞서 연구자가 코스웨어의 사용 방법과 버튼 이용 방법, 활동지 작성 요령 등에 관해 안내를 하였으나, 수업은 과학 교사의 별도 지도 없이 개별적으로 코스웨어로만 학습하면서 활동지를 완성하도록 하였다. 화학반응속도 단원에 대해 3차시에 걸쳐 실험집단은 코스웨어 수업을, 통제집단은 교사 중심의 설명식 수업을 실시한 후 개념 이해 검사와 사후 TSPSA 검사를 실시하였다.

**수업 처치.** 실험집단은 수업 전에 코스웨어 사용법에 대해 연구자가 안내를 한 후 컴퓨터 한 대 당 한 명의 학생이 개별적으로 코스웨어로만 학습하였고, 학습하는 동안 활동지를 작성하였다. 학습 후에 과학 교사의 내용 정리나 추가적인 개념 설명은 없었다. 통제집단은 실험집단과 수업 계열을 동일하게 하였으나, 코스웨어에 있는 그림은 OHP나 실물화상기로 제시하였다. 수업은 모두 3차시에 걸쳐 실시하였는데, 1차시에는 일상적 경험으로부터 화학반응속도의 의미를 되짚어 보게 하고, 이를 화학반응에 연결 지어 화학반응속도의 개념을 이끌어 내는 것을 목표로 하였다. 2차시에는 화학반응속도에 영향을 주는 농도 요인에 대한 학습을 하여, 농도 요인을 화학반응을 하는 입자들 간의 충돌로 이해하는 것을 목표로 하였다. 3차시에는 화학반응속도에 영향을 주는 온도와 촉매에 대한 학습으로 구성하였다.

**검사 도구.** 이 연구에서는 사전검사로 학업성취도와 TSPSA 검사를 실시하였고, 사후검사로 화학반응속도 개념 이해 검사와 TSPSA 검사를 실시하였다. 사전 검사와 사후 검사로 사용된 TSPSA 검사 도구는 미국의 CRESST (center for research on evaluation, standard & student testing) 보고서 중 UCLA 대학의 CSE Technical Report 463에서 제안한 test specifications for problem-solving assessment (TSPSA)를 사용하였다.<sup>15</sup> 이 설문지는 모두 5개 범주 40개의 리커트 척도(Likert scale)식 문항으로 구성되어 있으며, 5개의 범주로는 계획, 인지 전략, 자기 점검, 노력, 자기 효능감의 변인이 포함되어 있다. TSPSA 검사지에 포함된 변인들은 이 연구에서 알아보고자 했던 자기 조절능력과 관련된 변인들이

Table 1. Results of t-test on the score of the previous science achievement test

Group	n	M*	SD	t	p
Control	36	69.9	10.41	1.03	0.459
Experimental	35	72.7	12.34		

\*Perfect score is 100.

Table 2. Components and reliability of TSPSA

	Component	Cronbach's $\alpha$
TSPSA	Planning	0.72
	Cognitive strategy	0.73
	Self-checking	0.76
	Self-efficacy	0.83
	Effort	0.70

기 때문에 채택하였다. 총 40문항으로 구성된 질문지에서 같은 하위 요소를 포함하도록 하여 각각 20문항씩 나누어 사전검사와 사후검사로 사용하였다. 이 질문지를 이용하여 각 학습 집단의 화학반응속도 학습 후에 각 하위 변인에 대해 어떤 변화가 있는지 알아보았다. TSPSA 검사지의 각 하위 변인들의 신뢰도와 TSPSA 검사지의 문항은 Table 2와 Table 3과 같다.

사후검사로 사용된 화학반응속도 개념 검사지는 선행연구<sup>16</sup>에서 사용된 문항을 바탕으로 제7차 교육과정에 적합하게 수정 보완하여 화학교육 전문가 5인으로 부터 안면 타당도를 검증받았으며, 검사지의 신뢰도 (Cronbach's  $\alpha$ )는 0.51 이었다. 개념 검사지는 수업 처치 기간 동안 학습한 화학반응속도의 의미에 대한 한 문항, 화학반응속도에 미치는 농도의 영향에 대한 두 문항, 그리고 화학반응속도에 미치는 온도의 영향과 촉매가 반응속도에 미치는 영향에 대하여 각각 한 문항씩 총 다섯 문항으로 구성하였다.

**자료의 분석.** 연구 결과를 분석하기 전에 실험집단과 통제집단의 동질성을 확인하기 위해 1학기 중간고사 과 학성적으로 t-검증을 하였으며 (Table 1), 자료의 통계처 리는 SPSS WIN 8.0 프로그램을 이용하였다. 화학반응 속도 개념 검사 다섯 문항에 대하여 답과 그에 대한 이 유진술이 모두 맞는 경우에는 1점, 답지와 이유진술 중 에서 하나가 틀리거나 모두 틀리면 0점으로 채점하여 된 점수 5점으로 분석하였다. TSPSA 검사는 사전검사와 사후검사 각각 20문항에 대하여 바람직한 태도를 나 타내는 경우인 항상 그렇다는 4점, 자주 그렇다는 3점, 때때로 그렇다는 2점, 그리고 거의 그렇지 않다는 1점으 로 하여 긍정적인 태도일수록 높은 점수를 받게 하였다.

## 연구 결과 및 논의

**코스웨어와 활동지 개발.** 스캐폴딩 전략을 적용한 코 스웨어 개발은 제7차 교과과정 10학년 교과서 6종<sup>9-14</sup>의 화학반응속도 관련 단원을 분석하고 선행연구들<sup>6-8,17,18,19-21</sup>

을 조사함으로써 이루어졌다. 코스웨어는 Macromedia 사의 FLASH 5.0 version으로 제작되었으며, 웹기반으 로 인터넷 익스플로어의 표준 화면과 같은 환경에서 학 습이 진행되도록 설계하였다. 코스웨어가 HTML (hyper text markup language) 형태로 제작되어 상단의 메뉴버 튠을 클릭하면 학습자가 원하는 내용의 학습 화면으로 이동할 수 있도록 하였으며, 초기 화면은 Fig. 1과 같다.

코스웨어는 크게 화학반응속도 학습에 대한 개요와 도우미 사용 방법을 포함한 안내 부분과 화학반응속도 의 의미와 화학반응속도에 영향을 주는 요인을 학습하 는 부분으로 구성하여, 과학 교과서에 제시된 학습 전 개 과정에 맞추어 진행할 수 있도록 하였다. 학습의 진 행은 과학 교사가 주도하는 교수-학습 상황과 유사한 환경을 조성하기 위해, 제7차 교육과정 10학년 과학 교 과서<sup>10</sup>에 나오는 만화 캐릭터를 도우미로 등장시키고 일 상적인 대화체를 사용하여, 수준을 달리한 2-3 단계로 화학반응속도 개념에 대한 도움말을 제시하였다. 도움 말의 전개는 추상적 수준에서 구체적 수준으로 하였고, 마지막 단계의 도움말은 학습 진행시 제시되는 발문의 정답을 알아낼 수 있는 수준으로 제시하였으나 정답은 제시해주지 않았다.

스캐폴딩 전략을 적용한 코스웨어 학습 자료의 구성 은 화학반응속도와 관련된 일상 경험을 발문으로 제시 하되, 학습자 혼자의 힘으로는 쉽게 해결할 수 없는 수 준으로 하여 도움을 필요로 하는 상황을 만들었다. 제 시된 발문에 대한 답과 이유를 학습 전개 시에 제시되 는 문제 화면을 감무리하여 제작한 활동지에 적도록 하 였으며, 관련 개념을 알아야 문제에 대한 답과 이유를 쓸수 있도록 하였다. 관련 개념에 대한 설명이 교사 중 심의 설명식 수업이나 기존의 코스웨어 학습 자료에서 는 학습자의 수준을 고려하지 않은 일괄적인 제시나 프 리젠테이션으로 제공되었으나, 스캐폴딩 전략을 적용한 코스웨어 자료에서는 도우미 캐릭터를 발문을 제시한 화면 하단에 버튼으로 제공하여, 학습자가 도움이 필요 한 경우에만 버튼을 클릭하여 도움말 화면으로 이동할 수 있도록 했다. 도움말 화면에서도 세 가지 기능의 버 튠을 제공하여, 이전 도움말, 다음 도움말, 도움 종료를 선택할 수 있게 하여 도움의 양을 학습자가 조절할 수 있도록 하였다.

코스웨어의 상단에는 소단원으로 이동할 수 있는 메 뉴를 버튼으로 제시하였고, 하단에는 학습 진행 버튼과 현재의 학습 위치를 알려주는 인디케이터(indicator)를

Table 3. Trait thinking questionnaire of TSPSA

Scales	Items
Planning	1, 8, 11, 19, 25, 28, 33, 36
Cognitive strategy	2, 7, 12, 17, 21, 29, 34, 38
Self-checking	3, 6, 13, 16, 22, 30, 35, 39
Effort	4, 9, 14, 18, 23, 26, 31, 40
Self-efficacy	5, 10, 15, 20, 24, 27, 32, 37
PLANNING	
1. I determine how to solve a task before I begin.	
8. I carefully plan my course of action.	
11. I try to understand tasks before I attempt to solve them.	
19. I try to understand the goal of a task before I attempt to answer.	
25. I figure out my goals and what I need to do to accomplish them.	
28. I imagine the parts of a task I have to complete.	
33. I make sure I understand just what has to be done and how to do it.	
36. I try to determine what the task requires.	
COGNITIVE STRATEGY	
2. To understand a task, I draw a graph if at all possible.	
7. I think through the steps of a plan in my mind.	
12. While solving a task, I try more than one way to do it.	
17. I think through the meaning of tasks before I begin to answer them.	
21. I select and organize relevant information to solve a task.	
29. I spend more time trying to understand difficult tasks.	
34. I attempt to discover the main ideas in a task.	
38. I ask myself how this task relates to what I already know.	
SELF-CHECKING	
3. I check how well I am doing when I solve a task.	
6. I ask myself questions to stay on track as I do a task.	
13. I check my work while I am doing it.	
16. I almost always know how much of a task I have to complete.	
22. I judge the correctness of my work.	
30. I correct my errors.	
35. I check my accuracy as I progress through a task.	
39. I ask myself, how well am I doing, as I proceed through tasks.	
EFFORT	
4. I work hard to do well even if I don't like a task.	
9. I put forth my best effort on tasks.	
14. I work as hard as possible on tasks.	
18. I am willing to do extra work on tasks to improve my knowledge.	
23. I concentrate as hard as I can when doing a task.	
26. I work hard on a task even if it does not count.	
31. A task is useful to check my knowledge.	
40. Practice makes perfect.	
SELF-EFFICACY	
5. I believe I will receive an excellent grade in this course.	
10. I'm certain I can understand the most difficult material presented in the readings for this course.	
15. I'm confident I can understand the basic concepts taught in this course.	
20. I'm confident I can understand the most complex material presented by the teacher in this course.	
24. I'm confident I can do an excellent job on the assignments and tests in this course.	
27. I expect to do well in this course.	
32. I'm certain I can master the skills being taught in this course.	
37. Considering the difficulty of this course, the teacher, and my skills, I think I will do well in this course.	



Fig. 1. The introductory scene of courseware instruction.



Fig. 2. The example of questions.

두었다. 학습은 교과서의 학습 계열에 맞추어 진행하되 화학반응속도와 관련된 거시적 현상을 학습자 혼자의 힘으로 해결하기 어려운 발문으로 제시하고, 각 발문에 대한 답과 이유를 얻어 활동지에 적어가면서 진행하도록 하였다. 화면 하단에는 도우미 캐릭터를 버튼으로 제시하여, 세 단계의 도움말을 얻을 수 있도록 하였다. 이 연구에서 개발한 스캐폴딩 전략을 적용한 10학년의 화학반응속도 학습에 대한 코스웨어 화면의 예시가 Fig. 2와 Fig. 3에 나타나 있다.

#### 스캐폴딩 전략을 적용한 코스웨어 수업의 효과

**개념 이해도에 미치는 효과 분석.** 스캐폴딩 전략을 적용한 코스웨어 수업이 화학반응속도 개념 이해에 미치는 효과를 알아보기 위해 수업 처치 후 화학반응속도 개념 검사를 실시한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4의 t-검증 결과, 실험집단의 점수가 통제집단의 점수보다 높았으나 이 둘 점수사이에는 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것은 아니었다. 그러나 이것은 스캐폴딩 전략을 적용한 코스웨어 수업이 과학 교사의 내용 정리나 개념 설명과 같은 지도 없이도 코스웨어로



Fig. 3. The stepwise guidance by chemistry character about the question.

만 상호작용하면서 과학 교사와의 상호작용 집단과 비슷한 수준으로 개념 이해를 하도록 했다는 것이다. 그러므로 스캐폴딩 전략을 적용하여 설계한 코스웨어가 학습자의 과학 개념 학습 상황에서 개념 발달을 돕는 개별화 도구로 사용될 수 있는 가능성이 있음을 나타내 주는 것이다. 그리고 스캐폴딩 전략을 적용한 코스웨어 수업이 학습자의 개념 형성에 더욱 더 효과적이기 위해서는 학습자에게 필요한 여분의 도움말이 두 가지 측면에서 보완되어야 할 것으로 생각된다. 한 가지는 구체적인 개념 학습 환경에서 좀 더 세분화되고 표준화된

Table 4. Results of analysis of t-test in the chemical reaction rate concepts test

Group	n	M*	SD	t	p
Control	36	1.92	1.31	1.68	0.972
Experimental	35	2.46	1.38		

\*Perfect score is 5.

스캐폴딩 기법이 필요하며, 개념 학습 환경에서 어떤 도움말을 학생들이 필요로 하는지 알아내어 이를 도구 화해야 할 필요가 있다고 생각된다. 또 다른 한 가지는 학습자에게 필요한 여분의 도움말을 교사가 제공해 주도록 하는 것이다.

**정의적 영역에 미치는 효과 분석.** 스캐폴딩 전략을 적용한 학습자 통제 방식의 코스웨어 수업이 학습자의 계획, 인지전략, 노력, 자기 점검, 자기 효능감 등의 변인에 영향을 줄 수 있는지 알아보기 위해서, TSPSA 사후 검사 점수에서 사전 검사 점수를 뺀 값을 항상 점수로 하고, 이 항상 점수를 종속변인으로 하여 t-검증을 하였다. 이러한 방식에 의한 통제집단과 실험집단에 대한 항상 점수에 대한 t-검증 결과는 Table 5와 같다.

Table 5에 의하면, 노력, 자기 점검, 인지전략 영역에서 실험집단이 통제집단에 비해 통계적으로 유의미한 향상을 보여 주고 있다. 이는 과학 교사의 설명에 의존하여 화학 개념을 이해하는 방식과는 달리 코스웨어의 설계가 학습의 조절과 통제가 학생에게 전적으로 주어져 있었기 때문에, 학습에 대한 책임이 학습자 자신에게 달려있었으므로 학습자의 자발적인 노력 변인을 더 향상시켰던 것으로 판단된다. 또한, 코스웨어에서 제시한 체계적인 도움을 스스로 조절해가면서 활동지에 답과 이유를 적는 활동들이 학습을 다시 되돌아볼 수 있

게 하여 학습자의 자기 조절과 관련된 영역에서 향상을 보인 것으로 판단된다.

학습자가 수동적으로 과학 교사의 설명을 듣는 방식과는 달리 코스웨어 수업에서는 학습의 진행을 스스로 결정하고 도움을 받는 양 또한 스스로 통제했어야 했기 때문에 코스웨어 학습 과정을 통해 학습자의 자발적 노력의 여지가 더 많았던 것으로 생각된다. 이는 읽기와 관련된 초인지를 체계적으로 안내한 읽기 동료(reading partner) 컴퓨터 도구가 읽기 자료에 대한 스캐폴딩 전략이 내면화되어, 자기 점검력이 향상되었다는 선행연구 결과<sup>2)</sup>와 일치하는 것이다. 컴퓨터 도구와 상호 작용하는 수업 방식이 모든 학습자의 자발적인 노력 증대를 가져오지는 않았지만, 스캐폴딩 전략을 적용한 코스웨어 수업은 학습자에게 많은 선택의 여지를 주므로 학습 과정에서 자발적 노력을 이끌었다고 생각된다.

## 결론 및 제언

이 연구에서는 10학년의 화학반응속도 개념 학습에 대하여 체계적인 도움을 제시하는 스캐폴딩 전략을 적용한 코스웨어 수업의 효과를 알아보았다. 충북 청원군에 소재한 인문계 고등학교 10학년 2개 반 71명을 대상으로 실험집단은 개별적으로 컴퓨터로 학습하면서 활동지를 작성하는 수업을, 통제집단은 실험집단과 동일한 수업 계열로 교사 중심의 설명식 수업을 하였다. 수업 처치 전에 학업 성취도를 조사하였고 TSPSA 사전 검사를 실시하였다. 수업 처치 후에는 화학반응속도 개념 검사와 TSPSA 사후 검사를 실시하여 스캐폴딩 전략을 적용한 코스웨어 수업이 화학 학습에 미치는 효과를 알아보았다.

Table 5. Results of analysis of t-test in the scores of components of TSPSA

Component	Group	n	Score'	SD	t
Planning	Control	36	-0.021	0.519	1.633
	Experimental	35	0.214	0.478	
Cognitive strategy	Control	36	-0.389	0.559	4.450**
	Experimental	35	0.164	0.485	
Self-checking	Control	36	-0.097	0.461	2.808**
	Experimental	35	0.300	0.709	
Effort	Control	36	-0.083	0.554	2.620**
	Experimental	35	0.421	0.535	
Self-efficacy	Control	36	0.264	0.655	0.389
	Experimental	35	0.200	0.727	

\*Perfect score is 4, \*\*p &lt; 0.05.

연구 결과에 의하면, 스캐폴딩 전략을 적용하여 설계한 코스웨어로 수업한 실험집단의 화학반응속도 개념 이해 점수가 통제집단의 점수와 통계적으로 비슷하였다. 그리고 코스웨어로 학습한 실험집단은 통제집단에 비해 문제 해결 능력 하위 변인 중 노력, 자기 점검, 인지전략 변인에서 통계적으로 유의미한 향상을 보였다. 이러한 연구 결과들은 스캐폴딩 전략을 적용한 코스웨어가 학습자의 과학 개념 학습 상황에서 개념 발달을 돕는 개별화 도구로 사용할 수 있음을 나타내주며, 또한 학습의 책임을 학습자에게 이양함으로써 학습을 주도할 수 있는 능력을 향상시켜 준다. 따라서 코스웨어 수업이 학습자에게 필요한 스캐폴딩을 도구로 설계한다면 개별화 수업을 다인수 학급 체제에서도 효과적으로 적용할 수 있을 것이다.

한편, 스캐폴딩 전략이 수업에 적용되지 못하는 여러 가지 이유 중의 하나는 다인수 학급 환경이다. 그러므로 대략적인 도움을 도구화하고 도구에서 제시된 도움 이상을 필요로 하는 학습자에게 교사가 개별적으로 도움을 주는 방법도 개별화 수업의 가능한 한 가지 방법일 수 있다. 그러나 이를 위해서 교사는 학습자의 ZPD를 파악해서 어떻게 도움을 주어야 하는 지를 잘 알고 있어야 한다. 따라서 학습자에게 효과적인 스캐폴딩을 제시해 주기 위해서, 교사는 학습자의 ZPD를 알아낼 수 있는 발문 기술을 익혀야 하며, 또한 교수적 대화를 이끌어 갈 수 있는 전문성이 요구됨으로 이에 대한 교사 교육이 이루어져야 할 것이다.

## 인 용 문 헌

- Kang, I.-A. *Why constructivism?* Moonyem Publishing: Seoul, Korea, 1997; pp 68-80.
- Hur, H.-K. *J. Kor. Edu. Res.* **1996**, 34, 314.
- Vygotsky, L. S. *Thought and language*; A. Kouzulin (Trans.); MIT Press: Cambridge, 1978; pp 146-209.
- Howe, A. C. *Sci. Educ.* **1996**, 80, 46.
- Han, S.-M. *Vygotsky and education*; Kyoyuokkwahak Publishing: Seoul, Korea, 1999; pp 139-146.
- Reiser, B. J. *Proceedings of CSCL (Computer Support for Collaborative Learning) 2002*; 2002; p 258.
- Song, S.-H. *Kor. Res. Educ. Psychology* **2000**, 14, 89.
- Choi, B.-S.; Kim, J.-K. *Chem. Educ. of Kor. Chem. Soc.* **1994**, 21, 85.
- Woo, G.-H.; Lee, C.-W.; Oh, D.-H.; Kim, Y.-Y.; Keong, J.-B.; Lee, K.-H.; Park, T.-H.; Lee, Y.-J.; Baik, S.-K.; Kim, B.-I.; Kim, B.-R.; Lee, K.-Y. *High School Science*; Jungang Publishing: Seoul, Korea, 2002; pp 164-183.
- Lee, G.-S.; Cho, H.-H.; Park, B.-S.; Park, M.-S.; Sim, K.-S.; Sim, J.-S.; Choi, J.-B.; Jang, J.-C.; Lee, C.-J.; Lee, Y.-J. *High School Science*; Daehan Publishing: Seoul, Korea, 2002; pp 156-175.
- Lee, M.-W.; Jeon, S.-Y.; Chio, B.-S.; Kwon, S.-M.; Noh, T.-H.; Hur, S.-I.; Kim, C.-B.; Kang, S.-J.; Park, H.-H.; Kim, K.-H.; Kim, G. *High School Science*; Kumsung Publishing: Seoul, Korea, 2002; pp 174-196.
- Lee, Y.-W.; Kang, S.-B.; Kim, I.-S.; Kim, S.-J.; Lee, J.-W.; Ahn, J.-J.; Bae, M.-J.; Jeon, H.-Y. *High School Science*; Seoul Goeyuk Publishing: Seoul, Korea, 2002; pp 136-148.
- Jeong, W.-H.; Kwon, J.-S.; Kim, D.-S.; Kim, B.-K.; Sin, Y.-J.; Woo, U.-O.; Lee, K.-J.; Jeong, J.-W.; Choi, B.-S.; Hwang, W.-K. *High School Science*; Hyohaksa Publishing: Seoul, Korea, 2002; pp 156-173.
- Kim, C.-J.; Seo, M.-S.; Kim, H.-B.; Sim, J.-H.; Hyeon, J.-O.; Han, I.-Y.; Kwon, S.-K.; Park, S.-S. *High School Science*; Didimdol Publishing: Seoul, Korea, 2002; pp 146-158.
- O'Neil, H. F. Jr.; Schacter, J. *Test specifications for problem-solving assessment*; CSE (Center for the Study of Evaluation) Technical Report 463: 1997.
- Kim, K.-H. *The effects of social interaction using ARCS strategies on the development of learning motivation and reaction rate concept*; Ph.D. Thesis, Korea National University of Education: 2002.
- Bell, P.; Davis, E. A. *Fourth International Conference of the Learning Sciences*; 2000; p 145.
- Jackson, S. L.; Krajcik, J.; Soloway, E. *Proceedings of CHI (computer-human interaction) 98*; 1998; p 190.
- Kim, K.-S. *The correlation between concepts on reaction rate and concepts on chemical equilibrium in high school students*; M. Ed. Thesis, Korea National University of Education: 2003.
- Noh, T.-H.; Cha, J.-H.; Kim, C.-M. *J. Kor. Assoc. Res. Sci. Educ.* **1999**, 19, 134.
- Salomon, G.; Globerson, T.; Guterman, E. *J. Educ. Psychology*. **1989**, 81, 626.