



학습전이 촉진을 위한 교류기억체계(TMS)기반 협력학습모형의 개발과 적용

이지원*
한국교원대학교

Developing and Applying TMS-Based Collaborative Learning Model for Facilitating Learning Transfer

Jiwon Lee*
Korea National University of Education

ARTICLE INFO

Article history:

Received 27 September 2017

Received in revised form

2 November 2017

29 November 2017

1 December 2017

Accepted 04 December 2017

Keywords:

collaborative learning model,
learning transfer, transactive
memory system

ABSTRACT

Teachers expect team-based project learning to help students develop collaborative and real-world problem solving skills. In practice, however, students tend to solve problems with simple division of labor, and there is a tendency that learning transfer does not occur in solving problems. The purpose of this study is to develop a collaborative learning model based on the transactive memory system (TMS) and to verify its effectiveness. The collaborative learning model based on the TMS is composed of three stages. The first stage is developing TMS. In this stage, the students learn physics concepts and make knowledge about the expertise of group members through peer instruction. The second stage, activating TMS, is building trust through solving well-defined problems for developing near-transfer. And in the third stage, applying TMS, the students solve an ill-defined problem based on real-world context for practicing far-transfer. Based on this model, a 15-week program including two projects on geometric optics and sound waves was developed and applied to 60 college students. The data for five weeks of one project were collected and analyzed. As a result, the TMS of the experimental group with the TMS-based collaborative learning model improved stepwise. Whereas, the difference between the first week and the last week was statistically significant, while the TMS change of the comparison group using the general project learning model was not significant. Also, the experimental group showed that the learning transfer occurred better in the project than the comparison group. A collaborative learning model based on TMS can be used to learn how students gain synergy through collaboration and how students collaboratively transfer the learned concepts in problem solving.

1. 서론

4차 산업혁명 시대를 대비하는 교육에서 가장 큰 화두 중 하나는 ‘협력’이다. 협업이 강조되는 이유는 개인의 기억용량과 수행능력에 한계를 가지는데 비해, 그룹의 경우 그 한계를 뛰어넘을 수 있을 것으로 기대하기 때문이다. 협업 상황에서 집단 구성원들이 다른 구성원들의 전문성을 외부기억공간처럼 사용할 때, 이를 교류기억체계(Transactive Memory System: TMS)라고 한다. 교류기억체계에서는 개개인이 다른 사람의 지식을 일일이 받아들이고 기억할 필요 없이, 누가 어떤 지식을 가지고 있고 어떤 전문성, 어떤 기술을 지니고 있는지를 알면 된다(Oshri *et al.*, 2008; Zhang *et al.*, 2007). 즉, 교류기억체계는 그룹 구성원의 기억의 집합체이자 구성원 간의 상호작용과 의사소통에 대한 포괄적 시스템이다(Wegner, 1987). 이러한 교류기억체계는 개인의 기억체계가 갖는 한계를 극복하도록 해주기 때문에, 구성원 모두가 보다 풍부한 양질의 정보를 공유하는 효과가 있다. 또한 구성원 개개인이 가진 전문성을 집단이 사용할 수 있기 때문에(Shin & Suh, 2010), 높은 수준의 교류기억체계를 가지고 있을수록 그룹은 더 높은 성과를 보인다(Austin, 2003; Faraj & Sproull, 2000; Lewis,

2004; Lewis *et al.*, 2005; Moreland & Myaskovsky, 2000). 즉 학생들이 협업의 역량을 갖춘다는 것은, 높은 수준의 교류기억체계를 가지고, 이를 효율적으로 활용하여 과제를 해결하는 방법을 익히는 것이라고 볼 수 있다.

협업이 미래 과업 수행의 기본적인 형태이기 때문에(Lee *et al.*, 2012), 미래 사회 구성원인 학생들의 협업능력을 강화할 수 있도록 지도하는 것이 필요하다. 이렇듯 협업능력에 대한 교육의 중요성이 강조됨에 따라 최근에는 팀기반 프로젝트 학습이 각광을 받고 있다. 팀기반 프로젝트 학습은 협력적인 학습을 통해 실제 세계와 관련된 과제에 대한 심도 있는 탐구를 할 수 있도록 하는 교육적 접근 방법(Chard, 1998; Diehl *et al.*, 1999)이다. 따라서 팀기반 프로젝트 학습을 통해 학생들이 얻기를 기대하는 것은 첫째, 단순분업이 아닌 협업으로 시너지 효과를 창출하는 과정의 경험을 통한 협업 역량의 강화, 둘째, 학습한 내용을 새로운 상황과 맥락에 맞게 전이하여 문제를 해결할 수 있는 역량을 갖추는 것이다. 그런데 실제 교육 현장에서 팀 기반 프로젝트 학습의 경험과 효과에 대한 보고는 긍정적 반응과 부정적 반응이 혼합되어 있다. 긍정적 반응은 학생들의 창의적 문제 해결력의 향상(Jin & Son, 2011), 협력에 대한 인식의 긍정적인 변화,

* 교신저자 : 이지원 (jiwonlee@knu.ac.kr)

** 이 논문은 2017년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2014S1A5B5A02014557).

http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2017.37.6.993

유의미한 학습의 촉진(Woo *et al.*, 2007) 등이 있다. 부정적 반응으로는 첫째, 협업적 지식 생성은 프로젝트 학습의 가장 기본적이고 중요한 목표임에도 불구하고(Barrows, 1996), 학생들은 다른 구성원들과 잘 협업하지 않는다(Henry *et al.*, 2012; Hmelo *et al.*, 1998; Barron *et al.*, 1998)는 점이다. 학생들은 제출해야 하는 보고서에 집중해서 그 부분을 물리적으로 분할해서 그것을 각자 맡아 작성하는 방식, 즉 단순분업 방식으로 문제를 해결하려고 한다. 이는 결과적으로 역할분담에 대한 불만을 낳게 되고(Jung, 2011) 결국 협업 자체에 대해서 부정적인 인식을 갖게 만들기도 한다(Park, 2007; Jang & Lee, 2012; Jang, 2004). 둘째, 내용 학습 측면에서의 문제점은 프로젝트를 통해서 학습전이가 잘 이루어지지 않는 점이다(Henry *et al.*, 2012). 학습전이는 교육프로그램을 통하여 학습한 내용을 문제해결에 적용하는 행동이나 또는 적용할 수 있는 능력을 의미한다(Baldwin & Ford, 1988; Holton & Baldwin, 2003). 많은 학생들이 프로젝트에서 해결해야 할 문제 상황과, 성적을 얻기 위해 풀어야 하는 시험문제 간의 관계를 잘 파악하지 못한다. 프로젝트를 통해 배우는 내용은 시험과 상관없이 기 때문에 오히려 학점을 얻는데 방해가 된다고 여기기도 한다(Henry *et al.*, 2012).

팀 기반 프로젝트 학습에서 위와 같은 문제가 발생하는 원인은 다음과 같이 생각해볼 수 있다. 우선, 다른 구성원과 잘 협력하지 않는 이유는 여러 가지가 있지만 그 중에서 가장 근본적인 원인 중 하나는 구성원들이 서로 무엇을 잘하는지에 대한 정보가 없거나, 혹은 구성원들의 전문성에 대한 신뢰가 부족하기 때문이다. 팀 구성원의 전문성에 대한 정보, 즉 교류기억은 다른 구성원들의 과업활동에서 그들의 활동과 성과를 예측하게 해준다. 하지만 교류기억체계가 없거나 그룹 구성원 간에 신뢰가 없다면 구성원의 전문성을 문제해결에 이용하지 못하거나 이용하고자 하지 않는다. 학생들이 서로의 전문성에 대해 잘 모를 때 구성원들과 자신의 차이점을 인식하지 못하고 서로를 비슷한 지식수준이라 여긴다(Henry *et al.*, 2012). 이 경우 협력을 통해서 얻을 수 있는 이득은 단순한 노동의 분할 이외에 없기 때문에, 학생들은 노동의 양이 동일하도록 분담하는 것에 가장 중점을 두고 역할을 나누려고 할 것이다. 따라서 학생들이 효과적인 협력을 하기 위해서는 서로의 전문성에 대한 정보와 서로에 대한 신뢰, 즉 교류기억체계의 구성이 필요하다.

다음으로 프로젝트 학습에서 학습전이를 통한 문제해결이 잘 이루어지지 않는 이유는 세 가지를 생각해볼 수 있다. 우선 문제해결에 적용할 지식 이해 자체가 부족하여 전이가 일어나지 않는 경우이다. 이는 학습이 충실히 일어나도록 수업을 구성함으로써 해결할 수 있다. 다음으로 학습을 통한 지식획득에는 성공하였으나 이를 새로운 상황과 연결시키지 못하는 경우이다. 이는 구성원들 모두가 함께 공유하고 있는 지식이나 정신모형을 새로운 상황에 적용하지 못한다는 의미이다. 학습상황에서 접하는 문제는 매우 잘 정의된 문제임에 반해, 프로젝트에서 제시되는 실생활 문제는 빈약하게 정의된 문제이다. 따라서 학습자들이 문제를 스스로 분석해야 할 뿐 아니라, 정의내리고 결정하여야 하는 것들이 늘어나게 된다. 하지만 학생들은 이렇게 개방된 상황이나 비구조화된 문제를 푸는 것을 어려워한다(Barron *et al.*, 1998; Torp & Sage, 1998). 이와 같은 어려움은 학습맥락과 프로젝트 수행의 맥락은 매우 다른데 비해, 학습자가 이 차이에 적응할 수 있는 연습 기회가 부족하기 때문에 발생한다고 볼 수 있다.

마지막으로 학습 전이에는 성공했지만 학습한 지식 이외에 프로젝트에서 요구하는 다른 아이디어나 지식이 문제해결에 이용되지 않은 경우이다. 만약 프로젝트에서 주어진 문제 상황이 학습하여 공유한 지식만으로 해결이 되는 종류라면 이 경우는 논의할 필요가 없다. 하지만 프로젝트 학습에서 제시하는 문제 상황은 일반적으로 복잡적이고 융합적인 접근이 필요하기 때문에, 개별 구성원이 가진 전문 지식이나 기술이 문제해결에 사용된다. 즉, 개별 구성원의 전문성 발현은 문제해결에서 창의성의 수준을 좌우한다.

따라서 팀 기반 프로젝트에서 학습전이를 통해 협력적으로 문제를 해결하도록 하기 위해서는, 기본적인 학습단계를 통해 지식을 획득한 후, 교류기억체계를 구성하고 학습전이를 연습할 수 있는 단계가 필요하다. 그룹 단위에서 서로의 전문성을 어떤 방식으로 문제해결에 적용하여야 할지에 대한 교류기억이 불분명한 상황에서 연습 없이 빈약하게 정의된 문제를 푸는 것은 매우 어렵기 때문에, 팀 구성원의 전문성에 맞게 문제해결 전략을 세우는 것에 대한 연습이 필요하다. 또한, 과학과의 프로젝트 학습은 일반적인 학습상황에서 주어지는 문제와 같이 머릿속에서 하는 사고 실험이나 기억된 지식을 인출하는 것이 아니라, 실제로 실험도구를 다루거나 산출물을 제작하고 이를 이용하여 문제를 해결하여야 하기 때문에 문제와 관련된 여러 가지 도구를 다룰 수 있는 능력이 필요하다. 하지만 이러한 도구 사용과 제작에 능숙하지 않을 경우에는 학습한 내용을 적용하고자 할 때 실제로 구현한 현상과 괴리가 생길 수 있다. 이러한 실제적인 기능과 관련된 교류기억은 문제해결에서 매우 중요한 역할을 하지만 이는 문제해결 과정을 직접 함께 경험해보지 않으면 얻기 어렵다. 따라서 문제해결의 기능에 대한 팀 구성원의 교류기억을 얻기 위한 단계가 필요하다.

이에 따라 이 연구에서는 학생들이 구성원 간 협업을 통한 시너지를 얻고 학습전이를 촉진할 수 있도록 교류기억체계 기반 협력학습모형을 개발하여 적용하고자 한다. 이를 위해서 팀 구성원이 서로 간에 무엇을 잘하는지 알고 서로의 지식을 신뢰할 수 있도록 하는, 즉 교류기억을 구성할 수 있는 단계와 학습전이를 연습할 수 있는 단계가 포함된 모형을 개발할 것이다. 모형을 기반으로 과학과 교수학습 프로그램을 제작하여 학생들에게 적용한 후 다음을 알아보하고자 한다.

첫째, 교류기억체계 기반 협력학습모형은 학생들의 교류기억체계를 발달시키는가?

둘째, 교류기억체계 기반 협력학습모형은 학생들의 학습전이를 돕는가?

II. 교류기억체계 기반 협력학습모형의 개발 절차

1. 이론적 근거

교류기억체계 기반 협력학습모형은 학생들이 그룹의 교류기억체계를 이용하여 학습한 내용을 프로젝트라는 새로운 상황에 전이하여 해결하도록 돕는 것을 목적으로 한다. 학습전이는 앞서 설명한 바와 같이 학습한 것을 새로운 상황에 적절하게 적용할 수 있는 능력이나 적용하는 행위, 혹은 과정을 일컫는다. 협력적 학습전이는 이 과정이 개인이 아니라 그룹에 의해 행해지는 것을 의미한다.

협력적인 학습전이가 일어나기 위한 조건은 다음의 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 첫째, 그룹 구성원들은 전이되어야 할 지식을 학습을 통해 배워서 알고 있어야 한다. 이상적으로는 모든 구성원들이 교수자가 의도한 수준과 양의 지식을 공유하고 있어야 한다. 현실적으로는 이러한 이상적인 학습이 일어나기 어렵기 때문에, 문제 상황에서 학습한 지식을 전이하여 문제를 해결하려고 할 때 학습한 과학 지식의 내용 때문에 그룹 구성원 간에 이견이 생기지 않는 수준이 최소한의 조건이 될 수 있다. 즉 문제 해결자들이 문제 해결에 필요한 지식을 가지고 있고 그 지식이 과학적으로 올바른 지식이어야 한다. 과학적으로 올바르다는 것은 단일 개념 뿐만 아니라 그 개념을 적용할 수 있는 조건과 맥락에 대한 지식도 가지고 있다는 의미이다. 다음으로, 학습전이가 일어나기 위해서는 학습한 지식과 새로운 상황의 유사점을 인지할 수 있어야 한다. 팀 기반 프로젝트 학습에서 주어지는 과제는 빈약하게 정의된 문제로서, 학생들이 교육상황과 문제상황의 유사점을 발견하기가 어렵다. 주어진 상황이 지식을 학습할 때의 상황과 유사하면 유사할수록 학습전이가 일어나기 쉽다. Laker(1990)는 학습한 내용을 창의적으로 적용하는 수준에 따라 학습전이를 근전이(near transfer)와 원전이(far transfer)로 구분하였고, Clark과 Voogel(1985)은 교육상황과 전이 상황이 유사할 때를 근전이, 교육상황과 전이 상황의 유사성이 낮을 때를 원전이라고 보았다. 빈약하게 정의된 문제일수록 문제를 해결하기 위하여 더 많은 정보를 탐색하여야 하기 때문에 문제 해결자 개인의 선행 지식이나 기술이 관여하는 정도가 높아지게 된다. 이 때 그룹 구성원 각자가 가지고 있는 전문성을 살려 유사점을 발견함으로써 학습전이가 일어난다면 창의적인 산출물이 나올 확률이 높다. 즉 그룹 구성원의 전문적 지식과 기술, 즉 교류기억을 이용하면 개인의 기억체계가 가지는 한계를 뛰어넘어 문제해결에 창의적으로 접근할 수 있다.

교류기억체계는 세 가지 요소로 구성되어 있다. 첫째는 전문성(specialization), 둘째는 신뢰(credibility), 셋째는 협업(coordination)이다(Moreland & Myaskovsky, 2000; Kanawattanachai & Yoo, 2007). 전문성은 그룹 구성원 개개인이 가지고 있는 차별화된 지식과 기술을 의미하고, 신뢰는 다른 구성원의 지식 혹은 기술의 확실성에 대한 믿음, 그리고 협업은 그룹 구성원 간에 효과적으로 일을 수행할 수 있도록 조직화된 지식처리를 의미한다. 그룹의 수행에 영향을 미치는 요인으로서 공유된 정신모형과 비교하여 보면, 교류기억체계는 그룹 구성원 각각의 전문성, 즉 차이점을 강조하는 반면, 공유된 정신모형은 그룹 구성원 간에 공통적으로 가져야 하는 과업, 혹은 구성원에 대한 인식에 초점을 맞춘다. 따라서 협업에 의한 시너지 효과나 집단 창의성의 발현은 교류기억체제로 더 잘 설명할 수 있다. 교류기억의 과정을 설명할 때, 일반적인 개인의 기억 과정과 마찬가지로 부호화, 저장, 인출의 단계로 설명할 수 있다. 우선 교류기억체계에서 부호화는 전문성의 위치와 주체에 어떻게 표시를 할지를 결정하여 목록을 작성하여 공유하는 것이다. 즉, 주어진 과제와 관련된 맥락, 과정, 언어 등의 정보를 범주화하는 공유된 시스템을 만드는 과정이다. 다음으로 저장은 개인의 기억 속에 누가 무엇을 아는지와 누가 무엇을 하고 있는지, 혹은 할 수 있는지를 저장하는 것이다. 마지막으로 인출은 협업이 필요한 전문성을 찾아낼 수 있는 능력을 개발하는 것이다(Oshri et al., 2008). 따라서 그룹에서 문제를 해결할 때 교류기억체계를 사용하지 못하는 이유는 크게 세 가지로 나누어 볼 수 있다.

첫째, 그룹 구성원이 무엇을 잘하는지, 무엇을 할 수 있는지, 전문성에 대해 부호화해서 저장해놓은 것이 없기 때문이다. 둘째, 저장은 되어 있는데 이를 사용하는 것을 연습할 기회가 없어서 인출이 안 되기 때문이다. 셋째, 저장은 되어 있지만 이를 신뢰하지 않기 때문이다. 인출하여 사용할 수 있는 기회가 주어진다 해도 그룹 구성원의 전문성을 신뢰하지 않는다면 문제해결에 이용하지 않는다. 즉, 교류기억체계를 사용하여 효과적으로 협업을 하기 위해서는, 교류기억체계를 개발하고 이를 인출하여 사용할 기회를 가지면서 구성원 간 신뢰를 가질 수 있는 기회를 많이 제공하여야 한다.

2. 개발의 기준

이 연구에서 개발하고자 하는 교류기억체계 기반 협력학습 모형의 목표는 학생들이 문제를 해결할 때 교류기억체계를 이용하여 효과적인 학습전이를 함으로써 단순분업이 아닌 진정한 의미의 협업을 배우도록 하는 데 있다. 이에 따른 모형의 개발 기준은 다음과 같다.

첫째, 팀 구성원 서로가 무엇을 잘 아는지(지식), 또 잘 하는지(기능)에 대해 파악함과 동시에, 이들이 서로의 전문성에 대해 신뢰하는 교류기억체계를 개발하도록 한다. 교류기억체계를 갖추기 위해서는 이에 대한 교육 프로그램과 지속적인 문제해결 연습이 필요하다(Yoo & Kanawattanachai, 2001; Majchrzak & Malhotra, 2005). 구성원 간에 서로의 전문성을 파악할 수 있도록 돕기 위하여, 동료 간 협업적으로 문제해결을 경험할 수 있는 기회를 제공한다. 또, 구성원 간 신뢰를 쌓기 위하여 문제해결에서 성공의 경험을 공유하도록 한다. 구성원 모두의 역량을 이용한 협력을 통해 문제해결이 성공할 수 있도록 하는 문제를 제공한다.

둘째, 교류기억체계를 이용하여 협력적으로 학습전이가 일어나도록 한다. 학습상황에서 자기주도적 프로젝트 상황은 역할과 책임감이 급격하게 전환된다. 학습 주도성 측면에서 봤을 때, 일반적으로 교사 주도적인 수업을 예상하는 학생들이 자기주도적으로 학습해야 하는 상황에 대해서 큰 문화충격을 느낀다(Henry et al., 2012). 따라서 학습에서 원전으로 전환될 때 ‘구조화가 잘 된 문제’를 해결하는 비계단계를 제공함으로써 원전이를 연습할 수 있도록 한다. 이를 통해 그룹 구성원들은 효과적이고 조직화된 협업적 지식처리 과정을 연습할 수 있다.

3. 개발된 교류기억체계 기반 협력학습 모형

이러한 기준에 따라 개발된 교류기억체계 기반 협력학습 모형은 그림 1과 같다. 각 단계를 자세히 살펴보면, 가장 먼저, 교류기억체계 개발단계(Developing TMS)는 동료교수법을 사용하여 서로 논의를 통해 프로젝트 수행에 필요한 내용 지식을 배움과 동시에, 팀 구성원들이 어떤 내용지식에 전문성을 보이는지 파악하고 이를 기억함으로써 교류기억체계를 만드는 단계이다. 동료교수법은 논의를 통해 자신의 생각을 정교화하고 동료의 의견을 들음으로써 개념변화가 일어날 수 있기 때문에 위의 두 가지 목적을 달성하는데 매우 적합한 교수법이다.

다음으로 교류기억체계 정교화단계(Elaborating TMS)는 학생들이 팀단위로 수행하여야 하는 잘 정의된 문제를 주어 팀 구성원과 함께

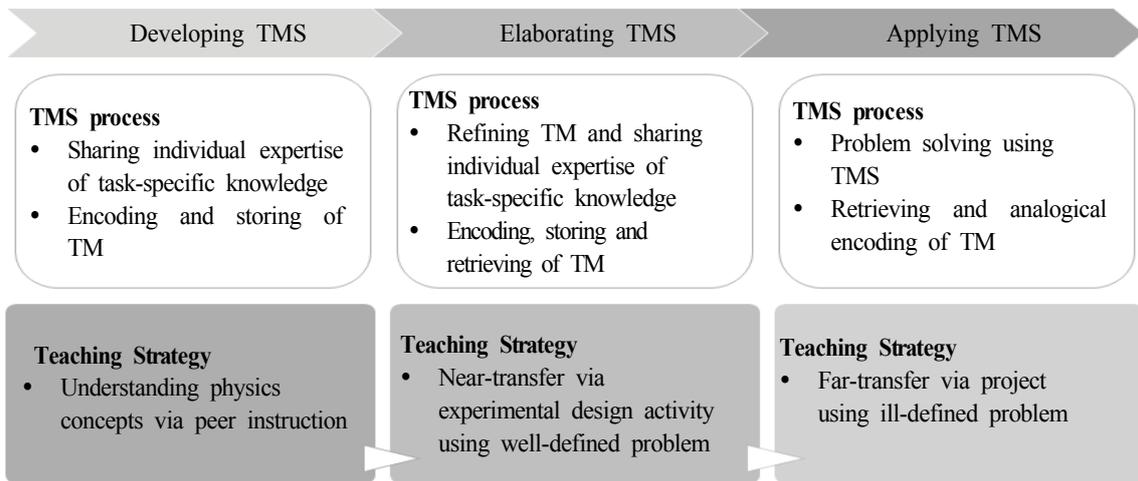


Figure 1. TMS-based Collaborative Learning Model

실험을 수행하고 데이터를 측정, 분석하거나 시뮬레이션하는 연습을 수행한다. 앞서 배운 개념을 근전이하여 해결할 수 있는 문제가 주어지기 때문에, 그룹 구성원들이 어떤 실행지식의 전문성을 가지고 있는지에 대한 교류기억을 정교화함과 동시에, 다음 단계에서 원전이를 통해 빈약하게 정의된 문제를 해결하는 방법에 대한 연습을 수행한다. 또한 교류기억체계 개발단계에서 저장한 지식을 활용하여 팀구성원들이 각자의 전문성에 맞게 협력하여 문제를 해결하는 연습을 수행한다. 여기서 주어지는 잘 정의된 문제는 도전적이긴 하지만 이전 단계에서 개념학습을 잘 수행하였으면 해결할 수 있는 수준의 문제이기 때문에, 그룹 구성원들은 문제해결의 성공 경험을 통해 팀 구성원의 전문성에 대한 신뢰 또한 쌓을 수 있다.

마지막으로 교류기억체계 적용단계(Applying TMS)는 앞 단계에서 학습한 개념과 팀의 교류기억체계를 바탕으로 실생활 문제해결에 적용하는 단계이다. 여기에서 주어지는 문제는 빈약하게 정의된 문제로서, 문제의 분석을 통한 목표의 설정, 문제해결전략의 선택 등 모든 과정이 팀 구성원에 의해 이루어져야 한다. 따라서 앞 선 단계들을 통해 개발하고 정교화한 교류기억체계를 최대한 활용하여 팀의 시너지 효과가 나도록 하는 것이 중요하다.

4. 모형을 기반으로 개발된 교수학습 프로그램

개발된 교류기억체계 기반 협력학습 모형에 맞추어 교수학습 프로그램을 설계하였다. 총 15주의 수업을 수행하기 위하여 두 가지 프로젝트를 기획하였다. 이를 중심으로 프로그램이 두 번 수행되었는데, 각 프로그램은 다루어야 하는 개념의 종류에 따라 5~7주가 소요된다. 이 연구에서는 5주차 프로그램 하나와, 7주차 프로그램 하나를 수행하였고, 프로그램 안내를 포함한 오리엔테이션 1주, 평가 2주를 포함하여 총 15주로 구성되었다. 그림 2는 5주차 프로그램의 예시이다.

가. 교류기억체계 개발단계

이 단계에서 학생들은 학습하여야 할 과학 개념에 대하여 동료교수법을 통하여 학습한다. 동료교수법은 개인적 문제풀이, 그룹 상호토론, 재투표, 정답 확인의 과정을 거치는 교수법으로서, 전통적인 학습과는 달리 학생들이 각자의 의견을 드러내는 과정에서 자신의 개념을 정교화하고 다른 사람의 의견을 들음으로서 학습한다. 이를 통해 학

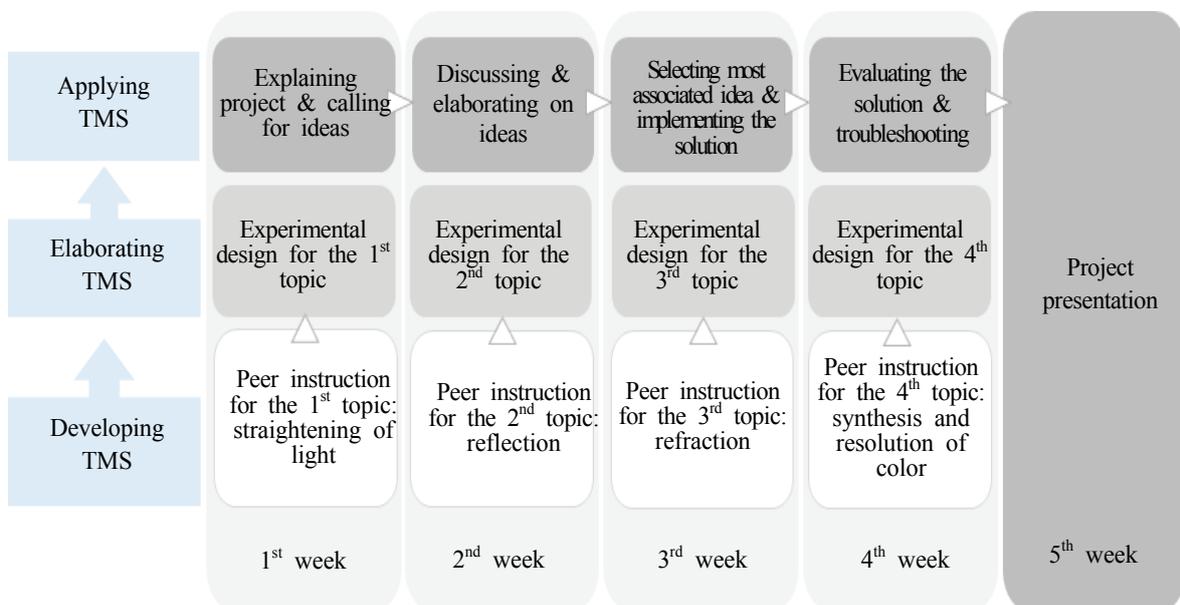


Figure 2. Example of the program using TMS-based Collaborative Learning Model

1. 삼각형 구멍이 뚫린 가림판 앞에 LED를 1개 켜면 스크린에는 어떤 모습의 그림자가 나타나는가?
2. 한 번의 길이가 1cm 정도인 삼각형 구멍이 뚫린 가림판 앞에, 밝기가 같은 LED 2개를 위, 아래로 나란히 놓으면 스크린에는 어떤 모습의 그림자가 나타나는가?
3. 한변이 1cm정도인 삼각형 구멍이 뚫린 가림판 앞에 오른쪽 그림과 같이 선광원을 놓으면, 스크린에는 어떤 모습의 그림자가 나타나는가?

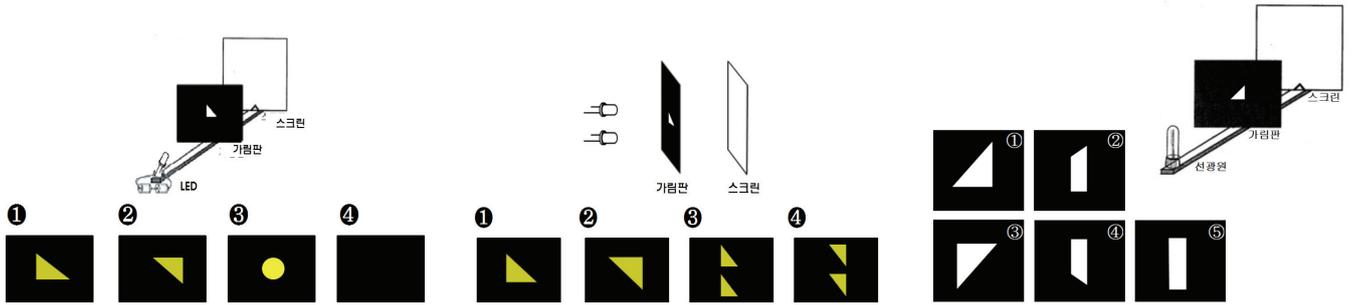


Figure 3. Examples of clicker questions for learning physics concepts

생들은 개념 학습 뿐 아니라, 그룹 구성원들이 프로젝트와 관련하여 어떠한 지식을 가지고 있는지 전문성을 파악하게 된다. 3시간의 학습 시간 중 2시간 가량이 소요되고, 그 동안 5~9문항의 클릭어 질문을 푼다. 그림 3은 첫째 주에 사용된 빛의 직진에 대한 클릭어 질문의 예시이다.

나. 교류기억체계 정교화 단계

이 단계에서는 학생들에게 잘 정의된 문제가 주어진다. 각 학습내용 별로 실험을 설계하거나 시뮬레이션을 수행하여야 하는 문제를 제시하여 실험 디자인과 도구 사용, 실험 수행에 관련된 기술을 익힘과 동시에, 그룹 구성원의 기능적 전문성을 확인할 수 있도록 하였다. 문제를 제시한 후 학생들이 이 문제를 해결하기 위하여 아이디어를 내어 설계하고 예상도를 그린 후 필요에 따라 도구 사용법을 익힌다. 그 후 예상도에 기반하여 제작을 하여 제출하는 단계를 거친다. 명확한 답이 있기 때문에 답을 먼저 제출하는 팀이 승리하는 팀 경쟁 체제를 사용하여 모든 그룹 구성원이 몰입하여 참여할 수 있도록 돕는다. 학습자들이 앞 선 단계에서 개념 이해를 잘 하였다면 충분히 풀 수 있는 수준의 문제이기 때문에, 그룹 구성원 모두가 성공의 경험을 할 수 있다는 특징이 있다. 이 단계는 팀 구성원이 어떤 지식과 전문성을 가지고 있는지를 파악하게 할 뿐만 아니라, 서로가 가지고 있는 지식을 활용하여 문제를 해결할 수 있다는 경험을 통해 서로에 대한 신뢰를 갖게 한다. 수행 결과는 웹으로 제출되어 교수자에 의해 실시간으로 평가된다. 주어진 시간 내에 모든 팀이 문제를 해결하도록 하며 문제를 해결한 순서에 따른 경쟁 체제를 도입한다. 그림 4는 빛의 직진을 학습하고 난 다음에 제시한 잘 정의된 문제이다.

다. 교류기억체계 적용단계

이 단계에서는 학생들에게 빈약하게 정의된 문제를 제시한다. 프로젝트 주제에 맞추어 문제를 스스로 설정하여야 하기 때문에, 문제의 열린 정도는 매우 높은 수준이다. 이 프로그램에서는 조명 만들기가 주제로 주어졌고, 학생들은 자신의 전문성을 살려 문제를 찾고 이를 해결할 수 있는 조명을 설계하고 제작하였다. 각 단계는 일반적인 프로젝트 학습의 과정과 동일하다. 즉, 문제설계, 문제해결, 발표의 순서로 진행하였다. 학생들이 아이디어를 생성, 공유하고 상호 평가, 수정하는데 그룹 구성원 모두의 접근성을 높이기 위해 온라인 마인드 맵핑 앱인 마인드맵(mind map)을 이용하였다. 그림 5는 그룹 구성원들이 아이디어를 생성, 공유, 평가, 수정한 예시의 일부이다.

5. 연구 참여자

이 연구에는 교류기억체계 기반 협력학습모형을 적용할 실험그룹 30명과 비교그룹 30명, 총 60명이 참여하였다. 이들은 과학 교양수업에 참여한 다양한 전공의 대학생이다. 인문, 사회, 예술, 자연과학, 응용과학 전공자가 골고루 섞여있기 때문에 각자의 전문성을 발휘할 수 있는 다양성이 확보되었다. 학년은 1학년부터 4학년까지 다양하게 참여하였다. 두 그룹 모두 서로 다른 전공의 학생 3명씩 10개의 팀을 구성하였다.

실험집단에는 이 연구에서 개발한 교류기억체계 기반 협력학습 모형을 적용하고, 비교집단에는 내용학습을 포함한 일반적인 프로젝트 학습모형을 적용하여 진행하였다. 일반적인 프로젝트 학습의 구조는 대체로 목표/주제 선정, 계획, 탐구실행/수행, 표현/발표, 평가의 과정으로 이루어진다. 지식학습을 기반으로 문제를 해결하여야 할

정육면체의 종이 상자를 만들어 윗면 가운데에 구멍을 뚫고 점광원을 설치한다. 정육면체의 나머지 면에 각각 구멍을 뚫어, 윗면에서 비춘 빛이 그 구멍을 통과하여 크기가 동일한 정사각형 5개가 바닥에 비치도록 하려고 한다. 각 면에는 구멍을 하나씩만 뚫을 수 있다. 구멍을 어떻게 뚫을지 설계도를 그리고, 설계도에 따라 구멍을 뚫고 바닥에 비친 빛을 사진으로 찍어 제출하시오.

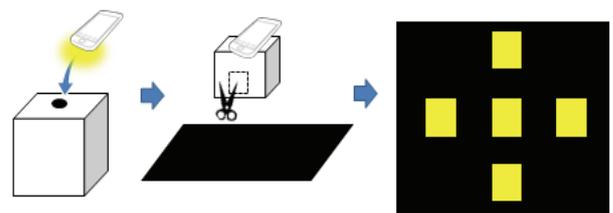


Figure 4. Example of well-defined question for practicing near-transfer

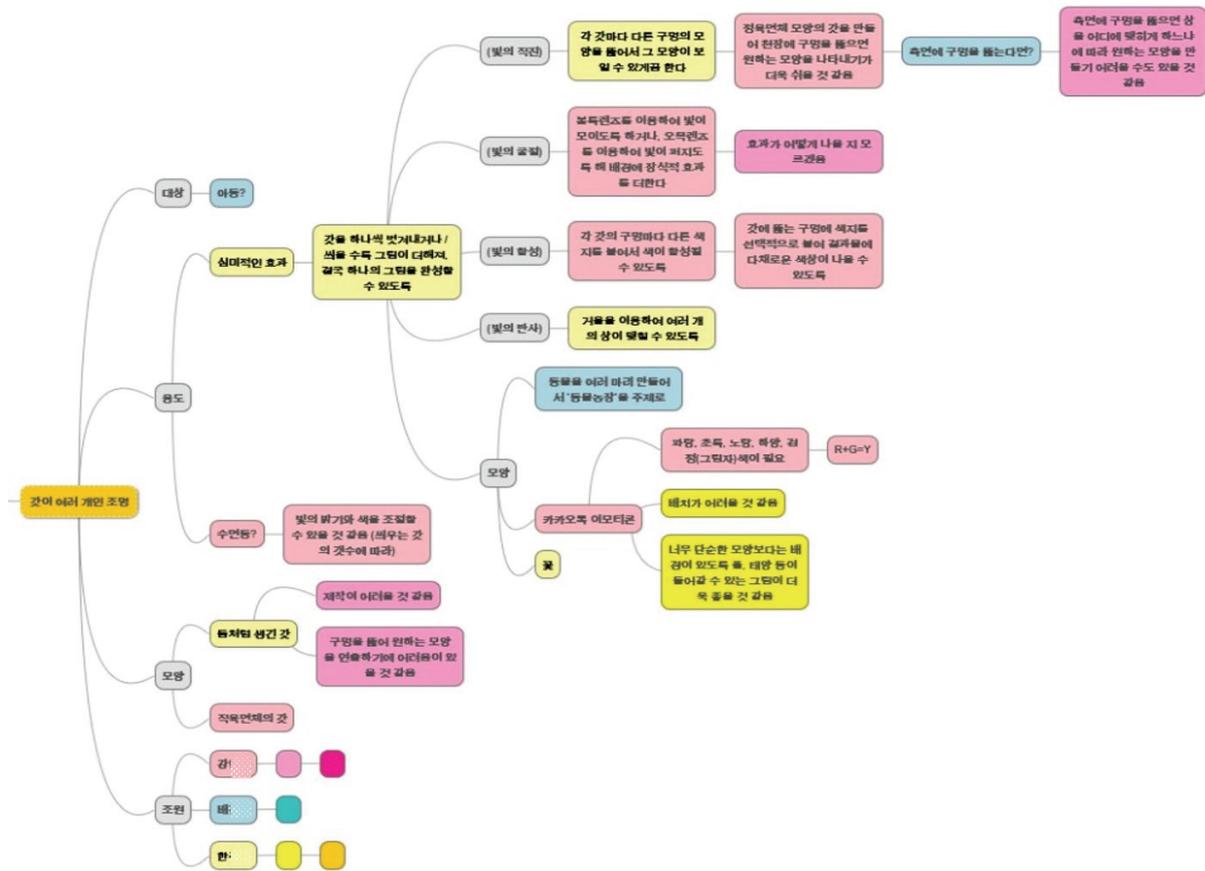


Figure 5. Example of suggesting, evaluating and sharing students' ideas

때에는 주제관련 지식학습을 포함하는 경우(Jung et al., 2012)도 있다. 이에 따라 비교집단의 수업은 주제선정, 주제관련 지식학습, 연구문제설계, 문제해결, 평가, 발표 순으로 구성하였다. 실험집단에 적용하는 모형과 가장 큰 차이점은 2단계, 즉 교류기억체계 정교화 단계의 유무이다. 실험 집단이 2단계를 수행하는 데에는 주제에 따라 20분에서 30분 정도 소요되었는데 비교집단에게는 이 시간이 프로젝트의 준비, 즉 3단계를 수행하는데 할당되었다. 내용학습의 콘텐츠와 프로젝트의 주제는 두 그룹에 동일하게 적용하였다. 즉, 비교집단은 교류기억체계 정교화 단계만 제외하고 그림 2에서 제시된 실험 집단의 주별 활동과 동일한 내용을 학습하였다.

6. 자료 수집 및 분석

이 연구에서는 우선, 앞서 개발한 교류기억체계 기반 협력학습모형이 학생들의 교류기억체계를 발달시키는지 알아보려고 한다. 따라서 학생들의 교류기억체계가 어떻게 변하는지, 일반적인 프로젝트 학습을 수행하였을 때와 어떻게 다른지를 조사하였다. 다음으로, 교류기억체계 기반 협력학습모형이 학생들의 학습전이를 돕는지 알아보려고 한다. 이를 위하여 일반적인 프로젝트 학습을 적용한 학생들과, 이 모형을 기반으로 한 교수학습 프로그램을 적용한 학생들의 산출물을 평가하여 학습전이가 어느 정도로 일어났는지를 비교하였다. 두 그룹 모두 15주간 두 개의 프로젝트를 수행하였으나, 이 연구에서는 하나의 프로젝트가 진행되는 5주간의 과정동안 발생한 자료를 수집하고 분석하였다.

가. 교류기억체계 측정

두 그룹의 교류기억체계의 변화양상을 측정하여 비교하기 위하여 Lewis(2003)가 개발한 교류기억체계 검사지를 사용하였다. 이 검사지의 Cronbach α 는 .92이다(Lin et al., 2014). 두 그룹의 교류기억체계는 각 주별로 수업이 끝난 후, 총 5회에 걸쳐 측정되었다. 모든 문항은 리커트 5점 척도를 사용하였다(1점-매우 그렇지 않다, 2점-그렇지 않다, 3점-보통이다, 4점-그렇다, 5점-매우 그렇다). 부정문항은 역코딩하였고, 각 카테고리별 합계점수와 총점을 산출하였다. Lewis(2003)가 개발한 교류기억체계 검사문항은 표 1에 제시하였다.

나. 학습전이 평가

두 그룹에서 학습전이가 잘 이루어졌는지, 어느 정도 수준으로 이루어졌는지 파악하기 전에 먼저, 학생들이 배워야 할 개념을 제대로 이해하였는지를 확인할 필요가 있다. 앞서 학습전이가 일어나기 위한 조건 중 첫 번째 조건, 즉 전이할 지식이 있는지를 파악하기 위함이다. 이를 위해 이 연구에서는 사전, 사후 검사 각 20문항씩을 개발하여 학생들의 개념 이해 정도를 평가하였다. 사전과 사후에 사용된 문제는 동일한 개념을 다른 맥락에서 질문하는 형태로 구성하였다. 사전, 사후 검사지 모두 과학교육 전문가 2인이 내용 타당도를 확인하였고, 사전검사 신뢰도(Cronbach α)는 .84, 사후검사 신뢰도는 .82였다.

본격적으로 교류기억체계를 이용한 학습전이가 일어났는지를 알아보기 위하여, 제작된 프로젝트 산출물을 전문가들이 체크리스트를

Table 1. Transactive Memory System Scale Items (Lewis, 2003)

Category	Items
Specialization	1. Each team member has specialized knowledge of some aspect of our project. 2. I have knowledge about an aspect of the project that no other team member has. 3. Different team members are responsible for expertise in different areas. 4. The specialized knowledge of several different team members was needed to complete the project deliverable. 5. I know which team members have expertise in specific areas.
Credibility	6. I was comfortable accepting procedural suggestions from other team members. 7. I trusted that other members' knowledge about the project was credible. 8. I was confident relying on the information that other team members brought to the discussion. 9. When other members gave information, I wanted to double-check it for myself. (reversed) 10. I did not have much faith in other members' "expertise." (reversed)
Coordination	11. Our team worked together in a well-coordinated fashion. 12. Our team had very few misunderstandings about what to do. 13. Our team needed to backtrack and start over a lot. (reversed) 14. We accomplished the task smoothly and efficiently. 15. There was much confusion about how we would accomplish the task. (reversed)

이용하여 평가하였다. 평가에는 세 가지 측면이 고려되었다. 첫째는 학습한 개념을 프로젝트를 수행하는데 얼마나 적용하였는지 그 적용 빈도를 알아보았다. 이 연구에서 연구 참여자들은 빛의 직진, 반사, 굴절, 색의 합성과 분해라는 네 가지 과학적 개념을 학습하였다. 조명 만들기 프로젝트에서 이 개념들이 모두 사용되었는지, 혹은 한, 두 가지의 개념만 사용되었는지를 평가하였다. 실제로 어떤 산출물을 만들 때 모든 개념을 도입할 필요는 없지만, 프로젝트 학습에서는 프로젝트를 수행하는 과정에서 과학개념을 이해하고 적용하는 능력을 기르는 것이 매우 중요한 목표 중 하나이기 때문에 이러한 조건을 포함시켰다. 평가 기준을 안내할 때, 두 그룹의 학생 모두에게 학습한 개념을 최대한 도입하여 프로젝트를 수행하도록 안내하였다. 둘째는 집단적으로 창출해 낸 산출물이 얼마나 창의적인지를 평가하였다. 창의성은 그룹 구성원 각각이 전문성을 발휘하여 학습한 지식과 문제 상황과의 유사점을 찾고 이를 문제 상황에 연결하였는지 보여준다. 학습전이, 그 중에서도 특히 원전이는 창의성과 직접적인 관련을 가지며, 창의성은 집단의 학습전이가 전문성에 의하여 이루어졌는지를 가늠할 수 있다는 점(Hyun, 2011)에서 평가요소로서 중요하다. 셋째는 프로젝트 산출물에 대한 과학적 설명이 정확한지를 알아보았다. 앞서 설명한 사전, 사후 개념 검사와는 별개로, 학생들이 프로젝트 상황에서 적용한 과학적 지식이 올바른지를 지필평가 맥락이 아니라 문제 상황의 맥락에서 확인하기 위함이다. 이러한 범주에 따라 전문가 평가를 위한 5간척도 체크리스트를 개발하였다. 개발된 체크리스트의 신뢰도(Cronbach α)는 .91이었고, 체크리스트의 내용 타당도는 과학교육 전문가 2인이 2회에 걸쳐 확인하였다. 표 2는 학습전이를

평가하기 위한 세 가지 범주와 이에 속한 항목들을 나타낸 것이다. 과학 개념의 정확성과 창의성을 평가할 수 있는 2명의 전문가가 독립적으로 학생들의 산출물을 평가하였다. 평정자간신뢰도(interrater reliability)는 82%이다.

III. 결과 및 논의

1. 교류기억체계 기반 협력학습모형의 적용에 의한 학생들의 교류기억 체계의 발달 양상

첫째 주와 마지막 주에 측정한 교류기억체계 지수를 비교하였을 때, 교류기억체계기반 협력학습모형을 적용한 실험집단(group A)의 경우 그 차가 13.17, 일반적인 프로젝트 모형을 적용한 비교집단(group B)의 경우 5.8로 실험집단의 변화가 더 크게 나타났다. 이는 실험집단의 교류기억체계 향상도가 비교집단보다 현저하게 크다는 것을 의미한다. T-test를 수행하였을 때, 실험집단은 통계적으로 유의한 차이를 보였으나, 비교집단은 유의한 차이가 없었다. 즉, 실험집단은 교류기억체계 기반 협력학습모형을 통해 교류기억체계가 향상되었으나, 비교집단의 경우 큰 차이를 보이지 않았다.

두 그룹의 차이를 자세히 알아보기 위하여 각 주별 교류기억체계를 비교하였을 때, 첫째 주에는 두 그룹 간 유의한 차이가 없다(표 3). 하지만 2주차에 접어들면서부터 두 그룹 간에 유의미한 차이가 나타나기 시작하여 차이가 점점 벌어지다가 마지막 주에 약간 좁혀지는 양상을 보임을 알 수 있다(그림 6). 즉 실험집단의 교류기억체계는

Table 2. Learning-transfer scale item

Category	Items
Frequency of application of the concepts (15 points)	How many concepts do students use to create their output? (Straightening of light, reflection, refraction, synthesis and resolution of color)
Group creativity (15 points)	Is it a new idea? How complete is it? Is it purposeful?
Accuracy of scientific explanations on outputs (20 point)	Does it describe the straightness of the light used in the output in scientific terms? Does it explain the reflection of the light used in the output with a scientific concept? Does it explain the refraction of light used in output with scientific concepts? Does it describe the synthesis and resolution of colors used in output with scientific concepts?

Table 3. Comparison of the TMS's of experimental group(group A) and comparison group(group B) for each week

	Mean		Std. Deviation		t	p
	Group A (n=30)	Group B (n=30)	Group A	Group B		
Week 1	50.30	48.20	5.19	4.50	1.67	.100
Week 2	54.83	51.03	4.71	2.75	3.82	.000*
Week 3	59.60	51.87	2.93	3.13	9.88	.000*
Week 4	62.23	52.43	2.70	2.13	15.61	.000*
Week 5	63.47	54.00	2.54	2.52	14.49	.000*

*p<.05

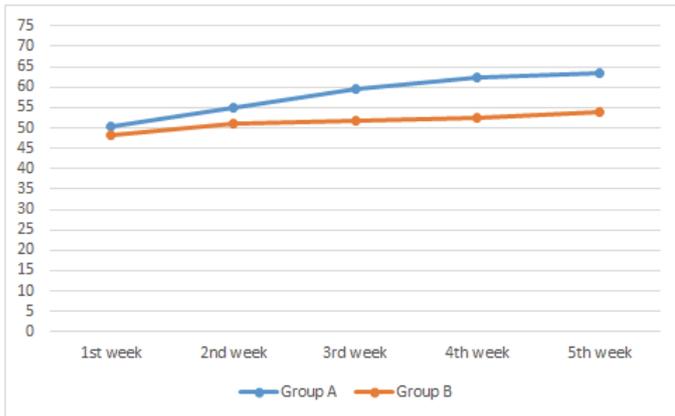


Figure 6. TMSs of experimental group(group A) and comparison group(group B)

수업을 거치면서 점점 더 정교화 되어감에 비해, 비교집단의 경우 프로젝트 시작 부분과 발표 직전에 다소 향상되는 경향을 보일 뿐, 큰 변화가 없다고 볼 수 있다.

교류기억체계의 하위범주별로 살펴보면 다음과 같다. 먼저 전문성의 경우, 두 그룹 모두 전반적으로 전문성 점수가 상승하는 패턴을 보였다(그림 7). 즉, 프로그램을 거치면서 그룹 구성원의 전문성에 대한 지식이 향상되었다는 것을 알 수 있다. 시간이 지날수록 두 그룹 간에는 격차가 발생하였다. 그 이유는 교류기억체계 기반 협력학습 모형을 적용한 group A의 경우에는 교류기억체계 정교화 단계를 거치면서 학생들이 자신의 지식, 기능적 전문성을 드러내 보였기 때문으로 생각된다. 이 단계는 모두가 적극적으로 해결에 참여하여야 보다 빠르게 문제를 해결할 수 있는 경쟁체제이기 때문에 자신의 전문

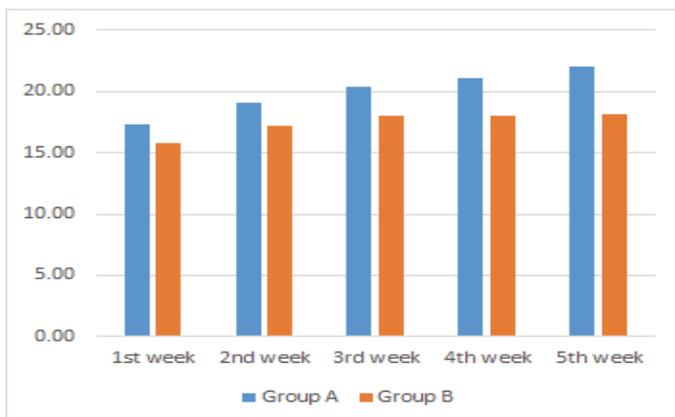


Figure 8. Credibility of experimental group(group A) and comparison group(group B)

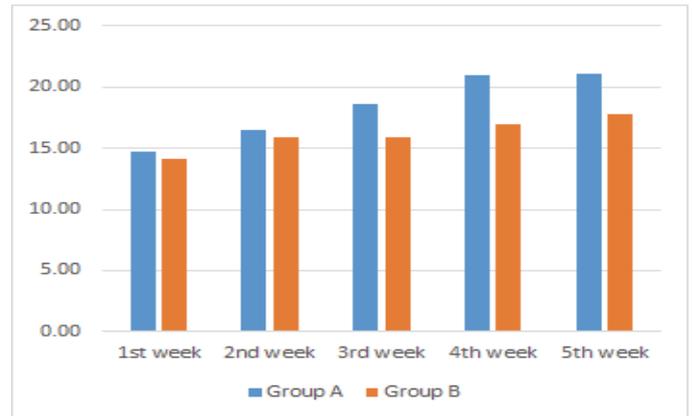


Figure 7. Specialization of experimental group(group A) and comparison group(group B)

성을 드러낼 기회가 잦다. 그에 반해 교류기억체계 정교화 단계가 없는 일반적인 프로젝트 학습모형을 적용한 group B의 경우, 2, 3주차에는 전문성 지수의 상승폭이 주춤하다가 프로젝트 마무리 단계인 4, 5주차에 약간 향상된 것을 볼 수 있는데 이는 내용 지식을 학습하는 상황에서는 전문성을 보여줄 기회가 적고, 프로젝트 수행 중에는 적극적으로 참여하려는 구성원의 전문성만 파악 가능하기 때문으로 해석할 수 있다.

신뢰 지수를 살펴보면, group A의 경우는 계속적으로 향상되었지만, group B의 경우는 3주차 이후에 신뢰가 더 이상 향상되지 않고 정체됨을 알 수 있다(그림 8). Group A는 교류기억체계 정교화 단계에서 계속되는 성공의 경험을 하면서 그룹 구성원 간 신뢰가 향상된 것으로 생각된다. 이 단계는 앞서 설명한 바와 같이 개념을 이해하면

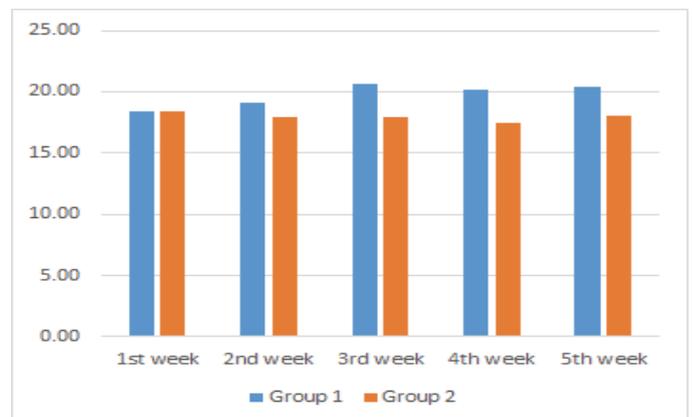


Figure 9. Coordination of experimental group(group A) and comparison group(group B)

충분히 해결할 수 있는 실험이나 시뮬레이션 과제가 제공되기 때문에 학생들은 모두 성공을 경험할 수 있다. 순서에 따른 경쟁에서 지더라도 과제 수행 자체는 모두가 성공하기 때문에, 그룹 구성원의 전문성을 이용하여 문제를 해결한 경험이 쌓인 것이 구성원 간 신뢰감을 형성하는데 좋은 영향을 끼친 것으로 생각된다.

협력의 경우, 두 그룹 모두 4주차에 약간 낮아졌다가 5주차에 다시 높아지는 경향이 있음을 관찰할 수 있다(그림 9). 3주차보다 4주차에 협력 지수를 더 낮게 보고한 학생의 비율은 group A는 30.00%, group B는 40.00%로 나타났다. 4주차는 5주차에 프로젝트 발표하고 평가를 받기 전, 최종적으로 프로젝트를 마무리하고 발표를 준비하는 단계이다. 하지만 그룹별로 각 2개 조가 발표 전에 주제가 바뀌었다. 주제가 바뀐 이유는, 계획을 할 때에는 될 것 같았는데 하다 보니 구현이 어렵다는 것을 느꼈거나, 제작을 하다가 중간에 유사한 것이 이미 상품화되어 있다는 것을 발견한 경우, 혹은 둘 다에 해당하는 경우가 있었다. 이 중 중간에 산출물 주제를 변경한 조의 구성원은 전원이 3주차에 비해 4주차에 1점에서 최대 5점까지 협력 지수를 더 낮게 보고하였다. 즉, 협력 지수를 더 낮게 보고한 학생들의 66.67%(group A)와 50%가 제작하던 산출물의 주제를 변경한 것을 알 수 있다. ‘우리 팀은 되돌아와서 많은 것을 시작하여야 했다’는 부정 문항에 대해 그렇다 혹은 매우 그렇다라고 응답하거나 ‘우리는 작업을 원활하고 효율적으로 수행하였다’라는 문항에 보통이다, 혹은 그렇지 않다고 대답하는 등, 시행착오와 마감에 의한 스트레스가 학생들의 협력에 대한 인식에 부정적인 영향을 주었기 때문에 산출물 주제를 변경한 조의 구성원들이 보고한 협력 지수가 다소 낮아지는 경향을 보이는 것으로 생각된다. 하지만 5주차에 프로젝트 발표를 마치고 그룹 활동이 최종적으로 마무리된 후에는, 4주차에 협력 지수를 더 낮게 보고하였던 학생들 중 75%가 이보다 더 높은 값을 보고하였고, 25%가 4주차의 값을 유지하였다. 즉, 학생들은 시행착오를 문제해결의 과정으로 인식하기보다, 낮은 효율성이나 비협력적 상태로 인식하고 있음을 알 수 있다.

2. 교류기억체계 기반 협력학습모형에 의한 학생들의 학습전이 양상

학습전이가 일어났는지 알아보기 이전에, 배워야 할 개념이 제대로 학습 되었는지를 확인할 필요가 있다. 우선 두 그룹 모두 프로그램을 시작하기 전에 사전 검사를 실시하였다. 그 결과, 표 4에 나타난 바와 같이, 두 그룹의 사전 검사 결과는 통계적으로 유의한 차이가 나지 않았다. 즉, 두 그룹은 초기에 개념이해측면에서 동질집단이다. 프로그램 종료 후 사후 개념검사를 실시하였더니, 역시 두 그룹 간의 유의한 차가 나타나지 않았다. 이는 적용한 두 프로젝트 학습모형 모두 개인의 개념 이해적인 측면에서는 유사한 수준의 효과를 보임을 의미한다.

개념이해 측면에서 두 그룹이 차이가 없기 때문에 학습전이가 어떻게 일어났는지를 비교하는 것이 가능하다. 학습전이는 세 가지 측면에서 측정하였는데, 우선 학습한 개념의 적용빈도는 두 그룹에서 유의미한 차이가 없었다. 개념의 적용 빈도는 평가항목에 포함된다고 학생들에게 미리 안내하였기 때문에 학생들이 개념들을 의도적으로 프로젝트에 적용하고자 노력하였기 때문으로 추측된다. 그에 반해, 집단 창의성과 산출물에 대한 과학적 설명의 정확성은 비교집단에 비해 통계적으로 유의미하게 높았다. 집단 창의성의 경우, 독창성, 정교성, 유용성을 평가하였는데, 이 중 독창성에서 두 그룹 간 가장 큰 차이를 보였다. 즉, 프로젝트와 같이 빈약하게 정의된 문제 상황에서 학습자들이 교류기억체계를 잘 사용하면, 구성원 각각의 전문성이 모여져 기존에 없던 새로운 아이디어를 더 잘 생산함을 알 수 있다. 한편, 과학적 설명의 정확성은 그 개념을 얼마나 잘 이해하였는가를 평가함과 동시에, 그 개념을 얼마나 잘 적용하였는가를 보여준다. 교류기억체계 기반 협력학습 모형을 적용한 그룹이 통계적으로 유의하게 높은 점수를 획득하였다는 것은, 두 그룹 간 학습전이의 차를 보여 줌과 동시에, 사후검사와 같은 지필평가 형태에서는 드러나지 않았지만 두 그룹 간의 개념 이해 정도에도 차이가 존재함을 의미한다.

Table 4. Comparison of pre and post test results between experimental group(group A) and comparison group(group B)

	Mean		Std. Deviation		t	p
	Group A (n=30)	Group B (n=30)	Group A	Group B		
Pre-test	46.33	45.79	15.35	13.85	.144	.886
Post-test	73.11	72.06	13.28	12.69	.315	.754

*p<.05

Table 5. Comparison of the scores of learning-transfer between experimental group(group A) and comparison group(group B)

	Mean		Std. Deviation		t	p
	Group A (n=30)	Group B (n=30)	Group A	Group B		
Frequency of application of the concepts (15 points)	13.09	12.94	1.27	1.17	.487	.628
Group creativity (15 points)	11.38	10.17	1.12	1.13	3.466	.001*
Accuracy of scientific explanations on outputs (20 point)	13.38	11.90	1.86	1.42	4.168	.000*

*p<.05

IV. 결론 및 제언

팀 기반 프로젝트 학습은 그 중요성에도 불구하고 실제 적용하고자 할 때 많은 현실적인 문제에 부딪치게 된다. 사회 전반적으로 개별화, 개인주의화 추세가 강화되고 있기 때문에, 학습자들을 협력의 장으로 이끌어내는 것 자체가 쉬운 일이 아니다. 또한 학생들은 종종 기존 경험에 근거해 협력학습이나 조별과제에 대하여 부정적인 인식을 가지기도 한다. 뿐만 아니라 학습자들은 교수자가 가르치고 자신들은 그 내용을 받아들이는 역할이라는 수동적인 인식을 가지는 경우가 있고, 프로젝트 학습은 시험에 도움이 안 된다고 생각하기 때문에 (Herny *et al.*, 2012), 현실적으로 프로젝트 학습을 수업에서 사용하는 데에는 많은 어려움이 따른다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 학습 전이 촉진을 위한 교류기억체계 기반 협력학습 모형을 개발하여 대학 생에게 적용하였다.

이 연구에서 개발된 교류기억체계 기반 협력학습 모형의 가장 큰 특징은 그룹 구성원끼리 서로의 전문성을 파악하고, 이를 이용할 수 있도록 연습하며, 이 과정에서 성공을 경험함으로써 서로의 지식을 신뢰할 수 있도록 돕는 전략이 포함되어 있다는 점이다. 이러한 전략이 포함된 모형을 적용함으로써 실제로 학생들의 교류기억체계가 향상되는지 검증한 결과, 비교집단에 비해 유의미하게 향상된 것을 확인할 수 있었다. 그룹 구성원들이 각자 무엇을 잘하는지 더 잘 파악하게 되었고 서로에 대한 신뢰와 협력도 높아졌다. 특히 협력적으로 수행하는 작은 도전이 성공하는 경험을 지속적으로 가진 것이 신뢰 형성에 긍정적인 영향을 미쳤다고 보인다. 서로에 대한 신뢰감은 역할분담에서 오는 갈등과 긴장을 다소 완화시킨다는 점에서도 매우 중요하다고 볼 수 있다. 한편, 두 그룹 모두 프로젝트를 진행하고 있음에도 불구하고 협력 지수가 증가하지 않는 현상은 학생들에게 좀 더 많은 프로젝트 수행 경험이 필요함을 시사한다. 개방정도가 높은 수준의 문제를 해결할 때에는 시행착오를 필연적으로 겪으며 이것은 실패가 아니라 해결의 한 과정이라는 것을 알 필요가 있다. 이는 좀 더 많은 문제해결의 경험이 쌓임으로서 극복 가능하다고 생각된다.

다음으로 교류기억체계 기반 협력학습을 통해 학생들의 학습 전이가 일어났는지를 확인한 결과, 집단 창의성과 과학적 설명의 정확성 측면에서 비교집단과 유의미한 차이가 나타났다. 이를 통해, 비교집단에 비해 높은 수준의 학습 전이가 일어났음을 알 수 있었다. 집단 창의성이 높은 이유는, 모형을 통해 교류기억을 정교화하고 구성원 간 신뢰를 쌓음으로서 자신의 전문 지식을 효과적으로 인출하였고, 이를 조합하여 독창적이고 유용한 산출물을 내었기 때문으로 생각된다. 또, 교류기억 정교화 단계에서 근전이를 연습하였기 때문에, 과학 개념이 실생활 현상에서 어떻게 나타나는지를 알고 이를 과학적으로 잘 설명할 수 있었기 때문으로 해석할 수 있다. 한편, 개념이해정도를 측정하는 사후 검사 결과는 두 그룹 간 차이가 없었으나, 학습 전이 점수에서는 교류기억체계 기반 협력학습 모형을 적용한 그룹이 통계적으로 유의하게 높은 점수를 획득하였다는 것은, 사후검사와 같은 지필평가 형태에서는 드러나지 않았던 개념 이해와 학습 전이의 차이가 프로젝트 산출물의 전문가 평가를 통해 드러났다는 것을 의미한다. 따라서 개념의 이해와 학습 전이를 평가하기 위해서는 다면적 평가 방식에서의 변화가 필요하다.

이 연구에서 제안한 교류기억체계 기반 협력학습 모형은 학습자의

협력 역량 향상과 학습 전이를 돕는데 사용될 수 있을 것이다. 이 연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 후속 연구를 제안한다. 연구를 수행하는 과정에서 두 그룹의 역할 분담의 양상이 다른 것을 관찰할 수 있었다. 그룹의 교류기억체계의 수준에 따라 그룹 내 상호작용과 역할 분담의 양상이 어떻게 다른지 질적 연구를 통하여 밝힐 필요가 있다. 이는 학생들이 진정한 의미의 협업을 경험하고 시너지를 낼 수 있도록 하기 위한 전략을 수립하는데 도움이 될 것이다.

국문요약

교수자들은 팀 기반 프로젝트 학습을 통해 학생들이 협업 능력과 실생활 문제해결력을 기르기를 기대한다. 하지만 프로젝트 학습에서 학생들은 단순분업방식으로 문제를 해결하려 할 뿐 아니라 학습 전이가 잘 일어나지 않는 경향이 있다. 학생들이 협업의 시너지를 내고 서로의 지식을 이용하여 학습 전이를 일어나게 하기 위해서, 이 연구에서는 교류기억체계(TMS) 기반 협력학습 모형을 개발하여 적용하고 그 효과를 검증하고자 한다. 교류기억체계 기반 협력학습 모형은 과학개념을 학습하면서 동료의 전문성을 파악하는 교류기억체계 개발 단계, 간단한 협력적 문제해결을 통해 신뢰를 기르는 교류기억체계 정교화 단계, 마지막으로 조직화된 지식처리를 하는 교류기억체계 적용의 3단계로 이루어져 있다. 첫 번째 단계에서 동료교수법을 통해 과학개념을 학습함과 동시에 그룹 구성원이 서로 어떤 지식을 잘 알고 있는지 전문성을 파악한다. 두 번째 단계에서 잘 정의된 실험 문제를 협력적으로 해결하며 근전이를 경험한다. 세 번째 단계에서 근전이 경험을 바탕으로 프로젝트 수행을 위한 원전이를 통해 빈약하게 정의된 문제를 해결한다. 이 모형을 기반으로 기하광학과 음파에 관한 15주 교육 프로그램을 만들어 대학생들에게 적용하였다. 이 중 프로젝트 1개를 적용한 5주간의 자료를 수집하고 분석하였다. 적용 결과, 일반 프로젝트 학습을 적용한 그룹의 TMS 변화는 유의하지 않았음에 비해, 교류기억체계 기반 협력학습모형을 적용한 그룹의 TMS는 단계적으로 향상되었고, 첫째 주와 마지막 주의 차이는 통계적으로 유의하였다. 또한 실험집단은 비교집단에 비해 프로젝트 수행에서 학습 전이가 더 잘 일어난 것을 확인할 수 있었다. 학생들이 협력을 통해 시너지를 얻는 방법을 익히고, 학습한 내용을 문제해결에 잘 적용하도록 하는데 교류기억체계 기반 협력학습 모형이 사용될 수 있을 것이다.

주제어 : 협력학습모형, 학습전이, 교류기억체계

References

- Austin, J. R. (2003). Transactive memory in organizational groups: the effects of content, consensus, specialization, and accuracy on group performance. *Journal of applied psychology*, 88(5), 866.
- Baldwin, T. T. & Ford, J. K. (1988). Transfer of training: A review and directions for future research. *Personnel psychology*, 41(1), 63-105.
- Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New directions for teaching and learning*, 1996(68), 3-12.
- Barron, B. J., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., & Bransford, J. D. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem- and project-based learning. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3-4), 271-311.
- Chard, S. (1998). *The Project Approach: Book Two, Managing Successful*

- Projects. NY: Scholastic Inc
- Clark, R. E., & Voogel, A. (1985). Transfer of training principles for instructional design. *Ectj*, 33(2), 113.
- Diehl, W., Grobe, T., Lopez, H., & Cabral, C. (1999). *Project-based learning: A strategy for teaching and learning*. Boston, MA: Center for Youth Development and Education, Corporation for Business, Work, and Learning
- Faraj, S., & Sproull, L. (2000). Coordinating expertise in software development teams. *Management science*, 46(12), 1554-1568.
- Henry, H. R., Tawfik, A. A., Jonassen, D. H., Winholtz, R. A., & Khanna, S. (2012). "I Know This is Supposed to be More Like the Real World, But...": Student Perceptions of a PBL Implementation in an Undergraduate Materials Science Course. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 6(1), 43-81.
- Hmelo, C. E., Guzdial, M., & Turns, J. (1998). Computer-support for collaborative learning: Learning to support student engagement. *Journal of Interactive Learning Research*, 9(2), 107-129.
- Holton III, E. F., & Baldwin, T. T. (2003). *Improving learning transfer in organizations*. John Wiley & Sons.
- Hyun, Y. S. (2011) The Interactive Effects of Team Trust and Supports for Innovation on the Relationship between Creative Personality and Far Transfer. *The Korean Journal of Human Resource Development*, 13(1), 75-97.
- Jang, E. J. (2004). The Effects of goal structure strategy and team effectiveness on performance of students in wbe-based Project-Based Learning. *Journal of Educational Technology*, 20(2), 53-82.
- Jang, S. Y. & Lee, M. (2012). Development of Scaffolding Design Model for Supporting Learners' Task Performing in an Online Project-based Learning Environment. *Journal of Educational Technology*, 28(2), 371-408.
- Jin, Y. H., & Son, J. W. (2011). Effects of gifted students' creative problem solving ability by team-based learning. *Journal of Gifted/Talented Education*, 21(3), 703-718.
- Jung, H. H. (2011). A Study on the Team Based Learning in University -Focusing on Team Environment, Team Dynamics, Knowledge Sharing, and Team performance. *Journal of research in education*, 40, 81-114.
- Jung, H. C., Ryu, C. R., & Chae, Y. J. (2012). Research and Education (R&E) Programs in the Science High Schools and Gifted High Schools: Based on the Interview Results with the R&E Coordinators. *Journal of Gifted/Talented Education*, 22(2), 243-264.
- Kanawattanachai, P., & Yoo, Y. (2007). The impact of knowledge coordination on virtual team performance over time. *MIS quarterly*, 783-808.
- Laker, D. R. (1990). Dual dimensionality of training transfer. *Human Resource Development Quarterly*, 1(3), 209-223.
- Lee, S. M., Olson, D. L., & Trimi, S. (2012). Co-innovation: convergenomics, collaboration, and co-creation for organizational values. *Management Decision*, 50(5), 817-831.
- Lewis, K. (2003). Measuring transactive memory systems in the field: Scale development and validation. *Journal of applied psychology*, 88(4), 587-603.
- Lewis, K. (2004). Knowledge and performance in knowledge-worker teams: A longitudinal study of transactive memory systems. *Management science*, 50(11), 1519-1533.
- Lewis, K., Lange, D., & Gillis, L. (2005). Transactive memory systems, learning, and learning transfer. *Organization Science*, 16(6), 581-598.
- Lin, T. C., Cheng, K. T., & Wu, S. (2014). Knowledge Integration in ISD Project Teams: A Transactive Memory Perspective. *Open Journal of Business and Management*, 2(4), 360-371.
- Majchrzak, A., Malhotra, A., & John, R. (2005). Perceived individual collaboration know-how development through information technology-enabled contextualization: Evidence from distributed teams. *Information systems research*, 16(1), 9-27.
- Moreland, R. L., & Myaskovsky, L. (2000). Exploring the performance benefits of group training: Transactive memory or improved communication?. *Organizational behavior and human decision processes*, 82(1), 117-133.
- Oshri, I., Van Fenema, P., & Kotlarsky, J. (2008). Knowledge transfer in globally distributed teams: the role of transactive memory. *Information Systems Journal*, 18(6), 593-616.
- Park, M. J. (2007). Learning experience of graduate students through project-based instruction. *The journal of curriculum studies*, 25(3), 265-288.
- Shin, K. S., & Suh, A. (2010). Transactive Memory System of a Virtual Team: Theoretical Exploration and Empirical Examination. *The Journal of Society for e-Business Studies*, 15(2), 137-166.
- Torp, L., & Sage, S. (1998). *Problems as possibilities: Problem-based learning for K-12 education*. ASCD.
- Wegner, D. M. (1987). Transactive memory: A contemporary analysis of the group mind. In *Theories of group behavior* (pp. 185-208). Springer New York.
- Woo, Y., Herrington, J. A., Agostinho, S., & Reeves, T. C. (2007). Implementing authentic tasks in web-based learning environments. *Educause Quarterly*, 30(4), 36-43.
- Yoo, Y., & Kanawattanachai, P. (2001). Developments of transactive memory systems and collective mind in virtual teams. *The International Journal of Organizational Analysis*, 9(2), 187-208.
- Zhang, Z. X., Hempel, P. S., Han, Y. L., & Tjosvold, D. (2007). Transactive memory system links work team characteristics and performance. *Journal of Applied Psychology*, 92(6), 1722-1730.