

Flipped Learning을 위해 제작한 과학 학습 동영상에서 초등예비교사들이 사용한 시각화 구성 전략 탐색 - 지구 영역을 중심으로 -

고민석*
서울신남성초등학교

Exploration of the Strategy in Constructing Visualization Used by Pre-service Elementary School Teachers in Making Science Video Clip for Flipped Learning - Focusing on Earth Science -

Min Seok Ko*
Shinnamsung Elementary School

ARTICLE INFO

Article history:

Received 26 January 2015

Received in revised form

25 February 2015

20 March 2015

Accepted 23 March 2015

Keywords:

flipped learning,
visualization strategy,
pre-service teachers education,
earth science learning,
science video clip

ABSTRACT

Flipped learning can be used as an innovative teaching method in science education. This study analyzes video clip produced by pre-service elementary school teachers for flipped learning and explore strategies to organize effective visualization. The pre-service elementary school teachers focused on providing information on macroscopic natural phenomenon using concrete case selection strategy for earth science class. They used marker and spatial transformation elements effectively, but their efforts to link the elements to the experience of students were not sufficient. In addition, it was very rare to put the contents into simplified drawing or provide extreme cases to enhance the imagery of students. In addition, it is necessary to provide specific case of multi-modal and link the material to the experience of students closely through familiar cases or analogical model to establish an effective visual teaching material. It may also be needed to present simplified drawing for enhancing imagery and provide extreme cases to make students have an opportunity to infer a new situation.

1. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

플립 러닝(Flipped learning)은 교실 수업과 복습 형태의 전통적인 수업 방법을 사전 학습과 교실 수업의 형태로 바꾼 수업 방법으로 최근 테크놀로지 기반의 교수 학습 환경의 발달 및 보급과 함께 혁신적인 교수 방법으로 소개 및 적용되고 있다(Sams & Bergmann, 2013). Bishop & Verleger (2013)는 플립 러닝의 다소 광범위한 의미를 명확히 하고자 테크놀로지 기반의 명료한 동영상 강의를 통한 교사 중심의 사전 학습과 협력 및 상호작용이 강조되는 학생 중심의 교실 수업으로 이루어진 수업을 플립 러닝으로 정의하였다. 플립 러닝을 적용하면 기존의 교실수업에서 강조했던 개념의 습득을 선행학습에서 수행함으로써 교실 수업에서 문제해결학습, 협력학습 등의 학생 중심 활동을 통해 개념을 사용하고 문제를 해결할 수 있는 기회를 갖게 된다(Bishop & Verleger, 2013; Davies *et al.*, 2013; Dixon, 2010; Gannod *et al.*, 2008; Jamaludin & Osman, 2014; Long *et al.*, 2013; Warter-Perez & Dong, 2012). 즉 플립 러닝은 교사 중심 교수학습 이론에서 강조하는 명료한 교수학습 방법의 장점과 구성주의 관점의 학생 중심 교수학

습 이론에서 강조하는 교수학습 방법의 장점을 모두 구현할 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 플립 러닝은 역동적인 학습 활동을 강조함에 따라 학습에 대한 학습자들의 인지적, 행동적, 감성적, 주체적 참여 태도에도 긍정적인 영향을 미치며(Reeve & Tseng, 2011), 학습 활동에 대한 흥미를 높여주고, 학습자 개개인의 학습 속도를 조절해 줌으로써 완전학습을 가능하게 해 주는 장점을 가지고 있다. 따라서 과학교육에 플립 러닝 방법의 적용은 개념을 명료하게 이해시키고, 또 개념을 사용할 수 있는 기회를 부여함으로써 과학의 기본 개념의 이해와 더불어 과학적 사고력, 창의적 문제해결력을 강조하는 과학 교육의 목표를 효과적으로 달성하게 할 것이다.

이와 같은 플립 러닝의 장점들을 실현하기 위해서는 사전 학습과 교실 수업의 2가지 단계의 틀이 잘 준비되고, 실행되어야 한다. 하지만 플립 러닝과 관련된 많은 선행 연구들이 플립 러닝의 교수 모델을 탐색하거나 교실 수업을 중심으로 수업의 효과와 참여도, 인식 등을 연구한 것이 대부분이며, 사전 학습과 관련하여 실천적 사례를 연구한 것은 매우 부족한 실정이다. 플립 러닝에서 사전학습은 기본 개념을 명료하게 학습하여 학생 중심의 교실 수업을 위한 기반을 다지는 단계이며, 사전학습을 통해 효과적인 학습이 이루어지지 않는다면 학생 중심의 교실 수업이 이루어지기 어렵게 된다. 따라서 플립 러닝의 사전

* 교신저자 : 고민석 (komin99@hanmail.net)
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2015.35.2.0231

학습 단계에서 교사가 사용하는 동영상의 질적인 부분을 제고하기 위한 노력이 요구된다(Dixon, 2010; Long *et al.*, 2013).

플립 러닝의 사전학습 단계에서 사용되는 동영상의 가장 중요한 특징은 테크놀로지의 사용과 개념의 명료한 전달을 들 수 있다(Bishop & Verleger, 2013). 이에 본 연구는 이와 같은 2가지 관점에서 사전학습을 위해 제작된 과학 학습 동영상의 사례를 탐색하고자 한다.

첫째, 사전학습에 사용되는 과학학습 동영상을 제작하기 위해 다양한 테크놀로지를 어떻게 사용할 것인가에 대하여 탐색이 필요하다. 동영상은 여러 가지 외적 표상을 종합할 수 있는 특징을 가지고 있어 효과적인 교수학습 방법으로 사용된다. 외적 표상은 영역 특수적인 도식, 모델, 사진, 컴퓨터 시뮬레이션 등을 포함하며, 문제 해결과 관련된 공간적 정보를 제공한다(Stieff & Raje, 2010). Nersessian(2002)은 추론 과정을 돕기 위해 사용되는 외적 표상이 과학에서 인지 활동의 중요한 부분이며, 인간의 인지 시스템과 분리하여 생각할 수 없는 인지 시스템의 한 부분이라고 이야기 하였다. 따라서 테크놀로지의 발달로 외적 표상이 발달하면 인간의 인지 시스템도 발달하게 된다. 또한 외적 표상은 단순히 기억에 도움을 주는 것 이상으로 추론을 하는 동안 모델의 중요한 측면에 주의 집중하게 하며 인지 활동에 도움을 줄 수 있다. 하지만 다양한 테크놀로지의 사용만으로 어려운 개념에 대한 학생들의 이해를 보장하는 것은 아니다. 무분별한 테크놀로지의 사용은 오히려 학습을 산만하게 하고, 인지적으로 수준에 맞지 않는 자료들의 사용은 학습 과정에서 또 다른 문제점들을 야기할 수 있다. 이에 교수 학습에 테크놀로지를 적용할 때 교사는 교육과정, 교육학, 주제와의 관련성을 이해하고, 교육학적 전략에 기반하여 명확한 목적에 따라 사용해야 한다(Grandgenett, 2008; Hughes, 2005). 또한 사전학습 동영상은 학생들의 흥미를 유발하고, 피로를 예방할 수 있도록 간결하고 재미있는 멀티미디어 자료로 구성되어야 한다(Park, 2014). 따라서 초등 예비교사들이 다양한 테크놀로지를 이용하여 만들어진 과학 학습 동영상에서 다양한 시각화 자료를 어떻게 구성하여 사용하는지 탐색해 봄으로써 사전 학습에 효과적으로 기여할 수 있는 방안을 찾을 수 있을 것이다.

둘째, 플립 러닝의 사전 학습에 사용되는 동영상은 수업 전 학습하게 될 개념을 명료하게 설명하여 교실 수업을 지지해야 한다(Long *et al.*, 2013; McGarr, 2009). 이를 위해서는 교수학습 과정에서 다양한 수준의 표상을 효과적으로 활용하여 과학적 지식을 통합할 수 있도록 지도함으로써 교육적으로 학생들의 변화를 이끌어 내야 한다(Slotta & Chi, 2006). 학생들이 과학적 개념을 이해한다는 것은 과학적 개념을 외적 표상(물리적 모델, 표, 그림)에 기반하여 내적으로 심상을 떠올리고 실행하여 시각화하는 것을 의미한다(Ko & Yang, 2014). 여기서 심상(imagery)은 학생들이 내적으로 시각화한 표상이며, 개념에 대한 심상을 떠올려 실행하는 것을 심상 시뮬레이션(imagistic simulation)이라고 한다(Clement, 2009). 과학 개념을 이해하는 데 있어 외적 표상의 사용은 문제 해결에 있어 중요한 역할을 하며(Stieff & Raje, 2010), 잘 만들어진 표상은 학생들이 어려운 개념을 인지적으로 명료하게 이해하는 것을 돕는다. Hegarty(2004)는 내적 표상으로서 시각화(심상)와 외적 표상으로서의 시각화의 관계를 다음과 같이 설명하였다. 첫째, 외적 시각화는 내적 시각화를 대체할 수 있다. 둘째, 외적 시각화의 이해는 내적 시각화에 의존한다. 셋째, 학습에서 내적 시각화와 외적 시각화의 연결이 논쟁과 인지적 능력을 향상시킨다. 하지만 학습

과정에서 외적 표상이 항상 내적 표상(심상)을 대체하는 것은 아니라 는 점에 주의해야 한다(Hegarty, 2003). 이와 같은 점은 지구과학 교육의 선행 연구들에서 분명히 드러난다. 지구과학교육 내용과 관련하여 많은 교사들이 공간적 관계의 추론에 대한 어려움을 줄이기 위해 그림, 삽화, 물리적 모델과 같은 다양한 시각화 자료들을 사용하고 있으나, 학생들은 여전히 시각화 자료를 이용하여 지구와 달, 태양의 관계를 이해하는데 어려움을 겪고 있다(Abell *et al.*, 2001; Kastens & Rivet, 2008; Katz *et al.*, 2005; Rivet & Kastens, 2012; Zeilik & Bisard, 2000). 최근 국내 과학교육에서도 Ko *et al.* (2014)은 시선추적 연구를 통해 달의 위상 변화 원인을 학습한 초등학생들이 달의 위상 변화 원인을 언어적으로 기억할 뿐 내적으로 시각화하지 못하고 있음을 보고하였다. 따라서 동영상 자료를 이용하여 학생들의 이해를 돕기 위해서는 개념에 대한 학생들의 심상을 강화할 수 있는 특별한 전략이 필요하다(Stephens *et al.*, 2006; Ko & Yang, 2014). 이상과 같은 논의에 기반하여 플립 러닝의 사전 학습 단계에서 사용되는 과학학습 동영상에 과학적 개념에 대한 이해를 돕기 위해 외적 표상들이 어떻게 구성되어야 하는지를 탐색해 볼 필요가 있다.

이에 본 연구는 초등 예비교사들을 대상으로 플립 러닝을 위한 과학 학습 동영상을 직접 제작하도록 요청하였으며, 문헌 연구를 통하여 시각화 전략의 사용을 분석할 수 있는 틀을 개발하고, 초등 예비교사들이 만든 과학 학습 동영상을 비교 및 분석하여 효과적인 시각화 전략의 사용을 탐색하였다. 학습자들이 직접 개념을 전달하기 위한 동영상을 제작하고, 소셜 미디어 플랫폼에 탑재하는 과정은 지식의 소비자가 아닌 공급자의 관점에서 자신들의 생각을 자유롭게 표현하게 하고, 창의적으로 생각할 수 있는 기회를 부여한다는 점에서 높은 교육적 활용 가치를 가진다(Lee & Kim, 2007). 또한 과학 개념과 관련하여 표상을 만드는 것은 예비교사 자신의 과학적 개념을 확고히 하는 측면과 만들어진 표상을 이용하여 어려운 과학적 개념에 대한 학생들의 이해를 도모할 수 있는 2가지 측면에 기여한다(Ainsworth *et al.*, 2007; Ainsworth *et al.*, 2011; Prain *et al.*, 2009; Prain & Tytler, 2012; Hoban *et al.*, 2011; Hubber *et al.*, 2010). 특히 초등 과학교육에서 계절의 변화 원인, 달의 위상변화, 낮과 밤 등 지구 영역의 여러 개념에 대하여 초등 예비교사들은 불완전한 개념을 가지고 있으며, 가르치기 어려움을 겪고 있는 부분이다(Atwood & Atwood, 1997; Trundle *et al.*, 2002). 따라서 예비교사들은 과학적 개념에 대한 표상을 만드는 과정을 통해 그들 자신의 불완전한 과학적 개념을 확고히 하게 해 줄 수 있으며, 완성된 표상을 교육적으로 활용할 수 있다(Hoban *et al.*, 2011).

이상과 같은 연구의 필요성 및 목적에 따라 본 연구에서 확인할 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 플립 러닝을 위해 만든 과학학습 동영상에서 초등예비교사들이 표상을 선택하기 위해 사용한 시각화 전략은 무엇인가?

둘째, 플립 러닝을 위해 만든 과학학습 동영상에서 초등예비교사들이 심상을 강화하기 위해 사용한 시각화 전략은 무엇인가?

마지막으로 연구 문제 1, 2에 따라 확인한 시각화 전략의 사례를 문헌 연구의 결과와 비교하여 외적표상(동영상)을 학습자의 내적표상(심상)으로 전환하기 위한 효과적인 시각화 구성 방안에 대해 논의하였다.

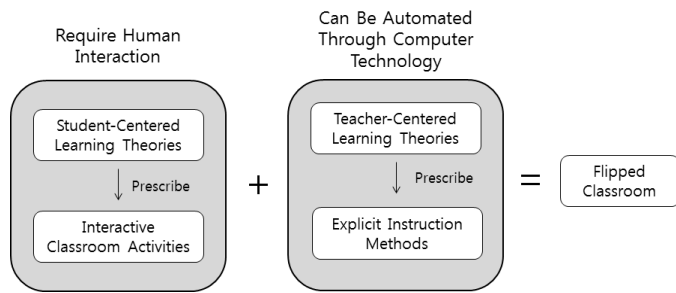


Figure 1. Flipped learning model

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 절차

본 연구는 초등학교 예비교사들이 플립 러닝을 위해 제작한 과학 학습 동영상상을 분석하여 개념을 명료하게 설명하기 위해 어떠한 외적 표상을 선택하고, 심상을 강화하기 위해 어떠한 시각화 전략을 사용하였는지 탐색하는 것이다. 이에 S고대 초등교육과 3학년 학생 30명을 연구 참여자로 선정하였으며, 3인 1조로 편성하여 플립 러닝을 위한 동영상상을 제작하도록 하였다. 연구 참여자로 선정된 예비교사들은 2014년 2학기 본 연구자의 강의를 듣는 학생들이었으며, 연구자는 연구에 앞서 Bishop & Verleger (2013)가 제시한 플립 러닝 교실 모델 (Figure 1)에 기반하여 플립 러닝의 개념과 적용 사례, 과학교육에서 효과적인 시각화 전략에 대해 강의를 통해 설명하였다. 이후 연구자는 플립 러닝 단계에 따라 사전학습(video lecture)과 교실수업(pre-assessment, practice exercises & problem solving, post-assessment)으로 구분하여 각각의 단계에 대한 학습 과제를 부여하였다. 사전학습을 위해 교사 중심의 명료한 강의 동영상을 만들도록 하였으며, 교실 수업을 위해 핵심 성취 기준을 평가할 수 있는 사전/사후 온라인 평가문항과 학생 중심의 협력과 상호작용을 이끌 수 있도록 핵심 성취 기준을 재구성한 문제 상황을 개발하도록 요청하였다. 이 중 본 연구는 사전 학습을 위해 예비교사들이 제작한 과학학습 동영상 자료를 분석하는데 초점을 맞추어 진행되었다.

2. 자료 수집

먼저 예비교사들은 초등학교 2009 개정교육과정에 따른 과학과 교과서 및 실험본 교과서 3-6학년 지구 영역의 8개 단원 중 1개 단원을 선택하고, 교육과정 및 교사용 지도서를 분석하여 선택한 단원에서 플립 러닝에 적합한 차시를 정하였다(Table 1). 예비교사들은 교과서의 내용만으로 이해하기 어려운 개념, 교실에서 학습하기에 시공간적으로 제약이 있는 개념, 동영상을 통해 효과적으로 설명할 수 있는 개념 등을 고려하여 플립 러닝에 적합한 차시를 선택하였다.

연구에 참여한 예비교사들은 사전학습과 교실수업의 2가지 단계로 수업을 준비하였다(Table 2). 먼저 사전 학습 단계의 수업 준비를 위해 예비교사들은 조별로 선정한 차시의 핵심 성취 기준을 해당 학년의 초등학교생에게 명료하게 이해시킬 수 있는 과학 학습 동영상을 제작하였다. 일반적으로 플립 러닝의 사전학습 동영상은 핵심 개념을 명료하게 전달할 수 있어야 하며, 개별 학습을 통해 진행되므로 학생들이

Table 1. Choosing a topic for making science-learning video clips

조	단원	차시	핵심 성취 기준
A	5-1-2. 태양계와 별	7/11	복두칠성과 카시오페이아 자리를 이용하여 북극성을 찾을 수 있다.
B	6-2-3. 계절의 변화	7~8/11	계절의 변화 원인을 설명할 수 있다.
C	4-1-3. 화산과 지진	3/12	화산이 분출할 때 나오는 물질을 알아봅시다.
D	3-1-4. 지표의 변화	8/11	흐르는 물에 의한 지표의 변화를 말할 수 있다.
E	3-1-4. 지표의 변화	10/11	바다도 강처럼 지표를 변화시킬 수 있음을 말할 수 있다.
F	6-1-1. 지구와 달의 운동	8/11	달의 공전에 의하여 여러 날 안 달의 모양이 변한다는 것을 설명할 수 있다.
G	3-2-2. 지층과 화석	3/11	지층이 어떻게 만들어지는지 설명할 수 있다.
H	4-1-3. 화산과 지진	10/12	지진의 발생 원인을 설명할 수 있다.
I	5-2-1. 날씨와 우리생활	7/12	고기압과 저기압의 의미를 알고, 기압과 날씨의 관계를 설명할 수 있다.
J	6-1-1. 지구와 달의 운동	6/11	계절별로 보이는 별자리가 다른 이유를 설명할 수 있다.

Table 2. Overview of the flipped learning design

Step	Sub-step	Description	technology
Onside Class	video lecture	핵심 개념에 대한 명료한 강의 동영상 제작	padlet, 유튜브, litecam, 동영상 편집 프로그램 등
Outside Class	Pre-assessment	사전/사후 평가문항 개발, 핵심 성취 기준에 따라 재구성한 문제상황 개발	socrative app
	Practice exercises & problem solving		
	Post-assessment		

주의 집중할 수 있는 시간을 고려하는 것이 중요하다(Dixon, 2010; Long et al., 2013). 또한 개별 학습 과정을 효과적으로 수행하기 위해서는 다양한 멀티미디어를 활용하여 흥미와 적극적인 참여를 유도할 수 있어야 한다(Park, 2014). 이에 동영상의 학습 대상자가 초등학교생인 점을 감안하여 개념을 명료하게 전달할 수 있는 5분 이내의 동영상을 만들고, 다양한 멀티미디어 자료를 활용하여 흥미를 높일 수 있도록 요청하였다.

과학학습 동영상의 제작은 Hoban et al. (2011)이 제시한 표상의 구성 과정에 따라 <문헌연구>, <스토리보드 작성>, <개념 모델 선정하기>, <개념 모델을 동영상으로 만들기>의 단계에 따라 진행되었다. <문헌연구 및 스토리보드 작성>단계에서 초등 예비교사들은 모두 별로 모여 차시를 선정하였으며, 교육과정 및 교사용 지도서를 분석하여 핵심 성취 기준을 명료하게 이해시킬 수 있는 방안에 대해 토의하고, 스토리보드를 작성하였다. <개념 모델 선정하기>단계는 핵심 성취 기준을 명확하게 설명하기 위한 효과적인 표상을 선정하는 단계이다. 초등 예비교사들은 인터넷을 통해 사진이나 이미지 자료를 검색하였으며, 직접 그림과 도식을 그려 나타내기도 하였다. <개념 모델을 동영상으로 만들기>단계는 각각의 선정된 개념 모델들을 시각적으로 나타내는 단계이다. 그림을 촬영하여 정지된 사진으로 나타내거나 컴퓨터 화면에서 설명하는 과정을 영상으로 나타내고, 애니메이션이나 시뮬레이션 프로그램이 사용되기도 하였다. 이 과정에서 litecam, 윈도우 무비메이커, 다음 팟 인코더, 유튜브, padlet app 등의 비교적 편리하게

Table 3. A framework for creating the visualization

유형	하위요소	설명	예시	Code	참고 문헌
표상 선택	친숙한 사례 선택하기	개념 설명을 확고하게 하기 위해 학생들이 이미 알고 있는 친숙한 상황을 제시하는 것	만원 지하철 사진을 보여 주며 공기는 사람과 같아서 밀집되어 있는 다고 이야기 함	FC	Gentner & Markman, (1997) Ko & Yang (2013), Miller (2000), Stephens et al. (2006)
	자연현상	심상을 떠올릴 수 있게 하기 위해 경험하기 어려운 자연현상을 직접 보여주는 것	실제 화산의 모습을 보여줌	C-NP	
	구체적 사례 선택하기	심상을 떠올릴 수 있게 하기 위해 시뮬레이션의 실행을 보여주는 것	천체의 운동을 시뮬레이션으로 보여줌	C-S	
	애니메이션	심상을 떠올릴 수 있게 하기 위해 애니메이션을 보여주는 것	천체의 운동을 애니메이션으로 보여줌	C-A	
	교과서	심상을 떠올릴 수 있게 하기 위해 교과서에 제시된 표상을 보여주는 것	교과서에 제시된 표상을 보여줌	C-T	
비유 모델 선택하기	이론을 설명하기 위해 관계, 시스템, 메커니즘과 관련된 비유 사례를 제시하는 것	지진이 생기는 이유를 물리적 모델을 이용하여 실험하는 장면을 보여줌	AM		
심상 강화	극단적 사례 제시하기	심상의 대비를 분명하게 하여 개념을 보다 쉽게 이해하도록 하기 위해 표상의 요소를 의도적으로 최대, 최소화하여 특별한 사례를 고안하는 것	자전축이 기울어져있지 않았다면 어떻게 될지 생각하여 보게 하고 시각적 표상으로 제시함	EC	Ko & Yang (2014), Miller (2000), Stephens et al. (2006), Stephens & Clement (2010), Trickett & Trafton (2002)
	간단하게 도식화하기	구체적 사례를 시각적 특징이 잘 드러나도록 간단하게 도식화하여 제시하는 것	지진이 일어나는 이유를 도식으로 정리하여 쉽게 설명함	Sc	
	마커를 표시하기	표상의 특정 요소를 상상하기 쉽게 하기 위해 표기를 추가하는 것	시뮬레이션 프로그램에서 북두칠성을 이용하여 북극성을 찾는 방법에 대한 표기를 추가함	Mk	
	공간변환 요소를 사용하여 특징을 강조하기	설명을 돕기 위해 크기나 모양을 바꾸거나 회전하기, 움직임 요소를 넣기, 표상의 차원을 바꾸기 등의 공간변환 요소를 사용하는 것	화산이 폭발하는 장면에서 움직임 요소를 추가 하고, 분출의 모습을 각각 확대하여 보여줌	ST	

이용할 수 있는 무료 공개 소프트웨어 등의 다양한 테크놀로지가 사용되었다. 사진으로 촬영되거나 인터넷을 통해 공유된 다양한 시각자료들을 캡처하는 스크린캐스트 소프트웨어로 litecam이 사용되었으며, 이를 편집하고 동영상화 하는 과정에 윈도우 무비메이커, 다음 팟 인코더 등의 무료 공개 소프트웨어가 사용되었다. 특히 스크린캐스트 소프트웨어는 컴퓨터 화면의 파워포인트 슬라이드, 동영상 화면, 인터넷 웹 사이트 등을 그대로 동영상으로 만들어 주며, 간단한 필기 도구, 웹캠 등의 사용과 함께 화면의 확대 및 축소 등을 지원해 주는 소프트웨어로 플립러닝을 위한 사전학습 동영상 강의를 만드는데 매우 효과적으로 사용될 수 있다(Sams & Bergmann, 2013). 이와 같은 과정을 통해 만들어진 동영상은 유튜브와 padlet app(동네 담벼락처럼 자신의 생각을 다양한 방법으로 표현하고, 생각을 공유하며, 협업을 지원해 줄 수 있는 웹 서비스로 다양한 자료를 로그인 없이 탑재 및 링크하여 공유할 수 있으며, 의견을 쉽게 올릴 수 있도록 만들어진 앱)을 통해 수업에 참여한 학생들에게 공유되었다.

다음으로 교실 수업 준비를 위해 예비교사들은 학생 중심의 활동을 위해 핵심 성취 기준 중심의 문제 상황으로 수업을 재구성하도록 하였고, 학습 목표를 정확히 인지하게 하고, 이해도를 점검할 수 있는 사전/사후 평가 문항을 개발하도록 하였다. 이 과정에서 socrative app(학생들의 평가와 설문 조사에 활용할 수 있는 유용한 앱으로 안드로이드, iOS, PC 환경에서 동일하게 적용되는 멀티플랫폼)을 이용하여 개발된 사전/사후 평가 문항을 탑재하여 사용하도록 하였다. 이와 같은 플립 러닝 수업의 과정을 Table 2와 같이 나타내었다.

3. 자료 분석

먼저 연구문제 1을 해결하기 위해서는 동영상에 선택된 표상이 무엇인지가 분류되어야 하며, 연구문제 2를 해결하기 위해서는 심상을 강화하기 위해 사용된 전략이 무엇인지가 확인할 수 있어야 한다. 이에 Stephens et al. (2006)이 과학교수학습에서 학생들의 심상 시뮬레이션

을 지원하기 위해 교사들이 사용할 수 있는 전략에 기반하여 분석틀을 개발하였다. 첫째 Stephens et al. (2006)은 심상 시뮬레이션의 사례를 선택하기 위한 전략으로 설명을 확고하게 하기 위해 학생들이 이미 알고 있는 친숙한 상황을 제시(Familiar Case), 신체적, 시각적으로 심상을 떠올릴 수 있는 구체적 사례를 제시(Concrete Case), 물리적 이론을 설명하기 위해 적합한 사례를 찾기(Analogical Model)를 제시하였다. 이와 같은 3가지 하위 전략들의 공통점은 사용되는 표상들이 시각적 감각 경험으로 부터 생긴 이미지인 감각기반 표상이라는 점이다 (Miller, 2000). 둘째 Stephens et al. (2006)은 심상 시뮬레이션에 대한 확신을 높이기 위한 심상 강화 전략으로 극단적 사례와 같은 도식을 시뮬레이션에 적용하기, 마커 및 간단한 도식화 사례를 적용하여 공간적 추론을 향상시키기를 제시하였다. 이와 같은 2가지 하위 전략들의 공통점은 사용되는 표상들이 순수 심상기반 표상, 형식적 표상의 사용과 관련된 표상의 사용이다(Miller, 2000). 이에 본 연구자는 Stephens et al. (2006)의 2가지 전략의 틀에 기반하여 동영상에 사용된 시각화 전략의 의미를 명확하게 하기 위하여 표상 선택과 심상 강화 전략의 2가지 유형으로 구분하였다.

이후 예비 연구를 통하여 분석한 결과 의미가 모호한 부분을 명확하게 구분하기 위해 다음과 같은 선행연구들에 기반하여 시각화 전략의 하위 요소들을 다음과 같이 구분하였다. 표상 선택 전략의 하위요소는 설명을 확고하게 하기 위해 학생들이 이미 알고 있는 친숙한 상황을 선택하기(Familiar Case), 신체적, 시각적으로 심상을 떠올릴 수 있는 구체적 사례를 선택하기(Concrete Case), 이론을 설명하기 위한 비유 모델을 선택하기(Analogical Model)로 구분하였다. 먼저 Ko & Yang (2013)에 따라 비유의 수준을 친숙한 사례와 비유 모델 선택하기로 구분하였다. 비유 모델 선택하기(AM)는 이론을 설명할 수 있는 속성 간의 관계, 시스템, 메커니즘을 드러낼 수 있는 수준의 비유 사례이며, 사물의 특징을 확고히 하기 위해 사용된 속성, 움직임 수준의 비유는 친숙한 사례 선택하기(FC)로 분석하였다. 하지만 자연현상을 그대로 보여 주거나 시뮬레이션으로 재연하는 것은 완전 유사에 해당되는 것

Table 4. The representation types, visualization strategies observed in the video clips

동영상	주제	표상의 유형	생성/차용	표상 선택 전략	심상 강화 전략
A	북극성 찾기	시물레이션	차용	C-S	Mk
		이미지	차용	C-NP	/
B	계절의 변화 원인	이미지	차용	C-T	Mk
		3D 애니메이션	차용	C-A	ST
C	화산 분출물	3D 애니메이션	차용	C-A	ST, EC
		스톱-모션 애니메이션	생성	C-A	Mk, ST
D	물에 의한 지표 변화	동영상	차용	C-NP	/
		동영상	생성	AM	Mk
E	파도에 의한 지표 변화	스톱-모션 애니메이션	생성	C-A	Mk, Sc, EC
		동영상	차용	C-NP	/
F	달의 위상 변화 원인	동영상	차용	AM	/
		시물레이션 앱	차용	C-S	/
G	지층의 생성	스톱-모션 애니메이션	생성	C-A	ST, Mk
		이미지	차용	C-NP	/
H	지진의 발생원인	애니메이션	차용	C-A	Mk, ST
		동영상	생성	AM	Mk
		이미지	생성	AM	/
		이미지	차용	C-NP	/
		동영상	차용	C-NP	/
		동영상	차용	C-NP	/
I	기압과 날씨의 관계	3D 애니메이션	차용	C-A	ST
		동영상	차용	AM	/
		동영상/3D 애니메이션	차용	C-A/AM	Sc
		이미지	차용	FC	/
J	계절에 따라 보이는 별자리가 다른 이유	스톱-모션 애니메이션	생성	C-A	Mk, ST, Sc
		이미지	차용	FC	/
		시물레이션	차용	C-S	Mk
		3D 애니메이션	차용	C-A	ST

으로 관계, 시스템, 메커니즘 수준의 비유 모델과 구분하여 구체적 사례 선택하기로 분류하였다(Gentner & Markman, 1997).

다음으로 심상 강화 전략의 하위 요소는 순수 심상기반 표상의 사용과 관련되며, 학생들의 이해를 돕기 위해 표상에 공간적 변환(Spatial Transformation) 요소를 사용하여 특징을 강조하기, 극단적 사례(Extreme Case) 제시하기, 간단하게 도식화하기(Schematization), 마커를 표시하기(Using Makers)로 구분하였다. 극단적 사례(EC)는 장기 기억 속의 암묵적 지식을 좀 더 쉽게 이끌어내어 심상을 강화할 수 있는 전략으로 사용되며(Stephens & Clement, 2010; Ko & Yang, 2014), 이 연구에서는 시각적 표상에서 심상의 대비를 분명하게 만들기 위해 표상을 의도적으로 변화시킨 특별한 사례를 고안한 경우로 분석하였다. 표상을 공간적으로 변환하기(ST)는 동영상 자료의 장면에서 개념 설명을 돕기 위해 크기나 모양을 바꾸거나 회전하기, 움직임 요소를 넣기, 표상의 차원을 바꾸기 등의 공간변환 요소가 포함된 경우로 분석하였다(Stephens *et al.*, 2006; Trickett & Trafton, 2002). 간단하게 도식화하기(Mk)는 구체적 사례를 시각적 특징이 잘 드러나도록 간단하게 도식화하여 제시하는 것, 마커를 표시하기(Mk)는 표상의 특정 요소를 상상하기 쉽게 하기 위해 표기를 추가하는 것으로 분석하였다(Stephens *et al.*, 2006).

이와 같이 개발된 시각화 전략 분석틀은 과학교육 전문가 2인에 의해 2차에 걸쳐 내용타당도를 확인받은 후, 수정 보완하였다. 수정된 최종 분석틀은 Table 3과 같다. 이 후 자료의 분석을 위해 초등예비교사들이 만든 과학학습 동영상상을 보면서 동영상상에 선택된 표상의 유형이 바뀌거나 개념 설명에 대한 맥락이 전환되는 때를 찾아 의미 단위로

장면을 분절하였다. 분절된 동영상을 여러 차례 반복하여 보고, 개발된 분석틀에 따라 코딩하였다. 이 과정에서 자료 분석의 신뢰도를 높이기 위해 초등 과학교육 전문가 2인과 함께 분석된 자료를 검토하여 최종적으로 하나의 의견으로 조정될 때 까지 분석이 진행되었다. 마지막으로 문헌연구를 통하여 인식론적 차원, 교육학적 접근에서 효과적인 시각화 구성 전략 모델을 도출하였으며, 시각화 구성 전략 모델에 따라 각 조의 시각화 구성 전략의 차이를 분석 한 후 시각화 구성 전략에 대비되는 차이를 보이는 결정적 사례를 추출하였다. 이를 통하여 플립러닝을 위한 과학학습 동영상에서 사용될 수 있는 효과적인 시각화 구성 방안에 대하여 논의하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 플립 러닝을 위한 과학학습 동영상에서 확인된 표상 선택 전략의 사례

Table 4는 각각의 동영상 주제에 사용된 표상의 유형과 표상 선택 전략, 심상 강화 전략, 표상을 직접 생성하였는지 여부를 나타내고 있다. 표상 선택 전략에 대한 하위 유형은 친근한 사례 선택하기, 구체적 사례 선택하기, 비유 모델 선택하기였으며, Figure 2는 각각의 사례에 해당되는 장면을 캡처하여 나타낸 것이다. 초등 예비교사들은 과학 학습 동영상 제작에 구체적 사례를 가장 많이 선택하여 사용하였으며, 대부분의 조에서 핵심 성취 기준을 설명하기 위해 2가지 이상의 구체적 사례를 선택하였음을 알 수 있다. 비유 모델은 10개 조 중 4개

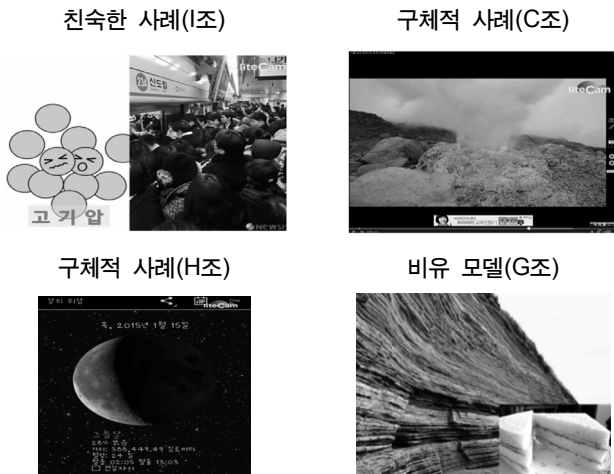


Figure 2. Examples of visualization strategies for choosing the representation

조에서 선택되었으며, 친근한 사례를 시각적 표상으로 선택한 조는 단 1개 조(I조) 뿐이었다.

가. 구체적 사례 선택하기

사람들은 문제를 해결하고, 질문에 답하기 위해 시각적 심상을 주로 사용한다. 특히 사물을 직접 보고 기억하면 사물에 대한 심상을 갖게 하여 기억에 높은 효과가 있다(Kosslyn & Rabin, 1999). 따라서 플립러닝을 위한 과학학습 동영상에서 신체적/시각적 구성요소를 가진 심상을 불러일으키기 위해 자연 현상과 관련된 구체적 표상을 시각화하여 보여주는 것은 학생들의 이해를 돕기 위한 효과적인 전략이 될 수 있다. 학생들이 추상적 개념을 이해하기 위해서는 심상을 떠올릴 수 있는 구체물이 필요하며, 테크놀로지의 발달은 이러한 구체적 사례를 제시할 수 있는 방법을 다양하게 해 준다. 다음은 초등 예비교사들이 사용한 구체적 사례를 선택하기 전략의 사례이다.

첫째, 과학 학습 동영상에서 핵심 성취 기준과 관련된 자연의 실제 모습을 시각적 표상으로 직접 보여주는 경우가 있었다. C조 예비교사들 화산 다큐 동영상 자료의 일부를 litecam(스크린 캐스트 소프트웨어)으로 캡처하여 동영상 자료에 삽입하여 보여줌으로써 앞에서 그린 표상을 통하여 알게 된 개념을 실제 모습과 비교하여 확고히 하도록 도왔다. 또한 E조 예비교사들은 바닷가 지형의 실제 모습을 직접 보여줌으로써 교실 안에서 직접 관찰할 수 없는 실제 자연의 모습을 관찰할 수 있도록 하였다.

둘째, 천체 시뮬레이션 프로그램, 3D 애니메이션 등을 이용하여 거시적인 자연 현상을 시각화하여 나타내고 있었다. 예를 들어 A조 예비교사들은 천체 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 가상의 공간에서 밤하늘의 별과 별자리를 설명하는 과정을 시각화하여 나타내었고, B조 예비교사들은 계절의 변화 원인을 설명하기 위해 인터넷에 공유된 태양-지구의 위치 관계에 따른 계절의 변화 원인을 설명한 3D 애니메이션 자료를 부분적으로 캡처하여 시각화하였으며, G조 예비교사들은 스마트 폰의 달 위상 앱을 이용하여 달의 위상 변화를 보여주었다.

셋째, 예비 교사들은 동영상 촬영 및 편집과 관련된 테크놀로지를 이용하여 핵심 성취 기준과 관련된 구체적 사례를 직접 생성하여 시각화하여 나타내고 있었다. 예를 들어 C조 예비교사들은 화산의 모습을

정지된 이미지로 그린 후 촬영하고, 이를 연결하여 화산이 분출하는 장면을 스톱-모션 애니메이션을 표상하였다. 또한 여러 가지 테크놀로지를 이용하여 화산이 움직이는 것처럼 표상을 조작 및 변환함으로써 성취 기준과 관련된 특징적인 부분을 강조하고, 실감나는 영상을 만들고 있었다. Hoban *et al.* (2011)은 스톱-모션 애니메이션은 전문가가 아니더라도 스마트 폰과 같은 비교적 간단한 테크놀로지를 이용하여 움직이는 표상을 손쉽게 만들 수 있기 때문에 과학 개념을 설명하는데 매우 유용한 방법이라고 보고하였다.

이와 같이 구체적 사례 선택하기 전략은 지구영역의 과학수업에서 거시적인 자연현상을 시각화하여 나타내기 위하여 다양한 방법으로 사용되고 있었으며, 여러 가지 멀티미디어 자료를 이용하여 학생들이 경험하기 힘든 자연현상에 대한 심상을 떠올릴 수 있는 기반을 마련하여 주고 있었다. 또한 예비교사들은 동영상 캡처 및 편집과 관련된 다양한 테크놀로지 관련 지식을 알고 있었으며, 이를 이용하여 핵심 성취 기준과 직접적으로 관련된 장면을 효과적으로 강조하여 보여주고 있었다.

나. 친근한 사례 선택하기

과학 개념과 관련하여 친근한 사례를 선택하는 것은 사물의 속성과 움직임 수준에서 지각적 경험의 해석을 도와 개념에 대한 이해를 돕는다. 과학교수학습에서 사용될 수 있는 비유의 수준에 관하여 Ko & Yang (2013)은 속성/실체 수준, 움직임/공간적 배치 수준, 메커니즘/인과성 수준으로 구분하였는데, 이 연구에서 친근한 사례 선택하기는 속성/실체 수준, 움직임/공간 수준의 비유와 관련되며, 메커니즘/인과성 수준의 비유는 비유 모델 선택하기 전략과 관련된다.

친근한 사례 선택하기 전략의 사례로 I조 예비교사들은 고기압과 저기압의 의미를 설명하기 위하여 Figure 2처럼 복잡한 출퇴근 시간의 모습을 시각적 표상으로 제시하였다. 또한 C조 예비교사들은 시각적 표상으로는 제시하지 않았지만, 마그마가 지표로 나오게 되는 이유를 설명하면서 “마그마가 풍선이 떠오르듯이 지표를 향해 올라오려고 한다”고 말로 제시하여 학생들의 이해를 돕는 모습이 나타났다.

이와 같이 친근한 사례의 제시는 과학 학습 동영상에서 추상적 개념의 속성에 대한 이해를 돕기 위해 학생들이 이미 잘 알고 있는 경험을 표상하는 방법으로 사용될 수 있다. 하지만 본 연구에서 예비교사들이 제작한 동영상에는 학생들의 이해를 돕기 위해 친근한 사례를 제시하는 단 2가지 표상에서만 확인되었으며, 예비교사들은 친근한 사례 선택보다는 주로 구체적 사례를 선택하여 학생들의 이해를 돕는 전략을 주로 사용하고 있는 것이 확인되었다. 즉 예비교사의 설명 과정에서 학생들이 가지고 있는 경험을 고려하고, 이를 이용하기보다는 학습목표와 관련된 새로운 정보를 제공하는 데 중점이 되고 있는 것으로 보인다. 유의미한 학습이 학습자의 경험과 관련되어진다고 볼 때 동영상에 제시될 표상들이 좀 더 학습자의 관련 경험을 활용할 수 있도록 제작되어야 할 것이다.

다. 비유 모델 선택하기

비유 모델 선택하기는 핵심 성취 기준과 관련된 메커니즘 수준의 개념을 비유 모델로 제시하는 것이다(Rivet & Kastens, 2012; Stephens

et al., 2006). 핵심 성취 기준을 달성하기 위해 비유 모델을 사용하는 것은 지구과학 영역의 과학 수업에서 효과적으로 사용되고 있는 방법이다(Rivet & Kastens, 2012). 본 연구에서도 초등 예비교사들이 플립 러닝의 사전학습 단계를 위해 만든 과학학습 동영상에도 비유 모델을 선택한 사례가 확인되었다. 예비교사들은 물리적 모델을 만들고 개념을 설명하기 위한 시각적 자료로 이용하여 실험 과정을 동영상으로 촬영하고 편집하였다. 예를 들어 D조 예비교사들은 물에 의한 지표의 변화를 설명하기 위해 유수대 실험장치를 이용하여 지표의 모델을 만들어 실험 장면을 촬영하였으며, E조 예비교사들은 파도에 의한 지표의 변화를 알아보기 위한 실험 장면의 일부를 캡처하여 보여 주었고, G조 예비교사들은 고무 찰흙과 샌드위치를 이용하여 지층 모델을 만들고, 이를 이용하여 지층이 만들어지는 과정을 설명하였다. 특히 초등 예비교사들은 사진 및 동영상 편집 프로그램을 이용하여 핵심 성취 기준에 관한 비유 모델의 특징적인 잘 드러나도록 부분을 확대하거나 비교 사진을 제시하는 모습 등이 나타났다. 즉 동영상으로 비유 모델을 제시할 때 불필요한 부분들이 제거되어 모델 실험을 수업 과정 중에 보여주는 것 보다 간결하고 명확하게 개념을 전달할 수 있는 장점을 보여 주고 있었다. 이와 같이 사진 학습을 위한 과학 학습 동영상에 비유 모델을 제시함으로써 자연현상의 거시적인 메커니즘을 쉽게 이해할 수 있도록 돕고 있었다.

그러나 본 연구에서 대부분의 초등 예비교사들이 비유 모델을 제시하는 방법은 교과서의 비유 모델을 보여주고, 비유 모델의 움직임이나 작동하는 과정을 보여주며 설명하는 식이었으며, 학생들의 이해를 돕기 위해 비유 모델을 개선하거나 효과적인 모델로 대체하는 모습은 확인되지 않았다. 한편 비유 모델을 선택한 예비교사들 중 일부는 교실 수업 단계에서 학생들이 직접 비유 모델을 개선하는 방안 대해 탐색하고, 협력 학습을 통해 만들어 보는 학생 중심의 모델링 수업으로 이어질 수 있도록 플립 러닝을 설계하여 교사 중심의 명료한 사전 학습의 장점과 학생 중심의 교실 수업의 장점을 실천할 수 있도록 구성하는 모습을 확인할 수 있었다. 생산적인 패러다임에서 비유 모델을 만들고 개선하는 활동은 설명적 모델을 재구성하는데 도움을 주며(Ko & Yang, 2013), 플립 러닝의 사전학습 동영상을 명료하게 만들고자 하는 교사와 플립 러닝의 교실수업에 참여하는 학생들 모두에게 유용한 활동이 될 것으로 판단된다.

2. 플립 러닝을 위한 과학학습 동영상에서 확인된 심상 강화 전략의 사례

플립 러닝을 위해 만든 과학 학습 동영상에 확인된 심상 강화 전략은 Table 4에 제시하였다. 심상을 강화하기 전략의 하위 유형은 마커를 표시하기(Mk), 공간변환 요소를 사용하여 특징을 강조하기(ST), 간단하게 도식화하기(Sc), 극단적 사례 제시하기(EC)였으며, Figure 3은 각각의 사례에 해당되는 장면을 캡처하여 나타낸 것이다. 초등 예비교사들은 핵심 성취 기준에 대한 명료한 설명을 돕기 위해 주로 이미지나 애니메이션, 시뮬레이션 프로그램을 이용하면서 마커나 공간변환 요소를 사용하여 특징적인 부분을 부각시키고 있었다. 반면 간단하게 도식화하기, 극단적 사례 제시하기는 상대적으로 적게 사용되었다. 각각의 전략에 대한 사례는 다음과 같다.

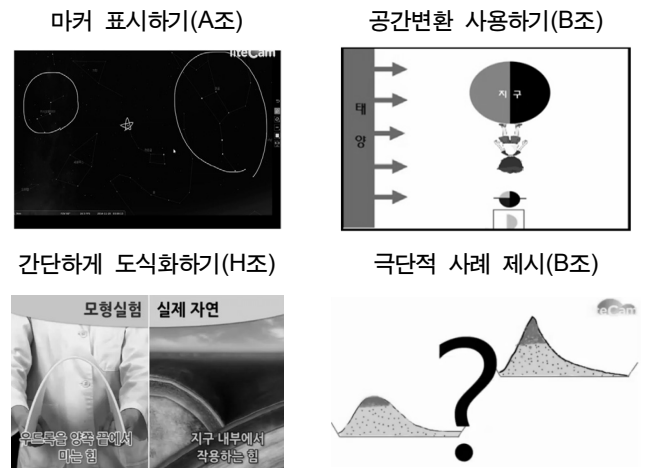


Figure 3. Examples of visualization strategies for enhancing imagery

가. 마커를 이용하여 구체적 사례를 설명하기

마커의 표시는 공간적 추론을 돕기 위해 교수 과정에서 효과적으로 사용되는 전략이다(Stephens et al., 2006). 초등 예비교사들의 경우에도 동영상에서 사진이나 이미지, 애니메이션, 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 핵심 개념을 설명하는 과정에서 마커를 표시함으로써 개념에 대한 이해를 돕고 있었다. 스크린 캐스트 소프트웨어, 화면 캡처 소프트웨어 등의 테크놀로지의 발달과 보급으로 인해 일반적인 사용자들도 손쉽게 마커를 사용하여 화면이나 동영상 자료를 편집할 수 있다. 예를 들어 A조 예비교사들은 북두칠성과 카시오페아 자리를 이용하여 북극성을 찾는 방법을 설명하는 동영상 제작에서 천체 시뮬레이션 프로그램을 사용하였는데, 이 과정에서 북두칠성의 위치, 북두칠성과 북극성 사이의 거리 등을 나타내는 데 마커를 효과적으로 사용하여 이해를 돕고 있었다(Figure 3). 이와 같이 마커의 사용은 예비교사가 개념 설명을 위해 강조하고 싶은 부분에 대한 선택적 주의를 유발함으로써 주의 집중에 도움을 주고 있는 것으로 판단된다.

나. 공간변환 요소를 사용하여 특징을 강조하기

공간 변환은 표상에 대하여 공간 변환 요소(수정, 제거, 회전, 비교, 차원 향상 등)를 적용하여 심상을 동적으로 만들고, 변형하며, 비교를 만들어 정신적인 수행을 도와준다(Bogacz & Trafton, 2005; Trafton et al., 2005; Trickett & Trafton, 2007). 초등 예비교사들이 만든 동영상에는 핵심 성취기준을 보다 명료하게 설명하기 위하여 다양한 공간 변환 요소들이 사용되고 있었다. 특히 예비 교사들은 동영상 캡처, 편집 등의 테크놀로지를 다양하게 사용하고 하여 시각적 표상을 공간 변환함으로써 구체적 사례에 대한 특징적인 부분을 부각시키고 있었다. 예를 들어 F조 예비교사들은 달의 위상 변화 원인을 설명하기 위해 만든 동영상에서 여러 위치의 달을 한꺼번에 보여 주는 것이 아니라 위치마다 하나씩 확대하여 보여줌으로써 설명하고자 하는 달의 위상을 보다 분명하게 드러내어 주었다. 또한 상현달의 위치를 설명할 때 지구에서 본 달의 모양과 시각자료에서 태양에 의해 밝게 보이는 달의 모양이 반대로 보이게 되는데, 이에 대한 이해를 돕기 위해 지구의 지표면 위치에 사람 모양 아이콘을 첨가하여 설명을 돕고 있었다

(Figure 3). 이처럼 개념을 이해시키기 위하여 기존 모델의 구조(구성 요소)를 변환시키는 것은 기능과 작용에 대한 이해에 도움을 준다 (Griffith *et al.*, 2000). 또한 선행 연구에서 공간 변환의 사고는 과학자들의 자료해석 과정에 중요한 역할을 하며(Trafton *et al.*, 2005), 탐구 과정(Ramadas, 2009), 멘탈 모델링(Ko & Yang, 2014) 등에도 관련되는 중요한 추론 능력으로 보고 된다. 이와 같은 선행 연구들은 모두 과학자 또는 학습자들의 자발적인 공간변환의 추론 능력과 관련된다. 따라서 플립 러닝을 위해 명료하게 개념을 전달할 수 있는 과학학습 동영상상을 만들기 위해서는 이를 제작하는 교사 자신에게도 공간변환의 추론 능력이 요구됨을 시사한다.

다. 간단하게 도식화하기

간단하게 도식화하기는 표상을 이해하기 쉽게 시각화함으로써 학습자의 공간적 추론을 향상시키고, 학습자의 시각적 작동 지식을 적용하기 쉽게 만든다(Stphens *et al.*, 2006). 이러한 도식화하기는 새로운 표상을 구성하는 창의적인 시각화의 과정으로 새로운 시각적 표상을 구성하기 위해서는 생성성(generativity), 통합성(integration), 정당화(justification)가 고려되어야 하며, 주어진 자료에서 패턴을 찾고 구조를 변환하며, 과정을 나타내는 시각적 추론이 요구된다(Gooding, 2004). 이와 같은 관점에 비추어 과학학습 동영상에서 교사가 효과적인 도식을 제공하기 위해서는 새로운 표상을 구성하려는 교사의 태도, 관련 개념들을 분석하여 통합할 수 있는 능력, 관련 개념의 이해를 지지할 수 있는 경험적 증거의 사용이 필요하다.

본 연구에서는 10개 조 중 4개 조의 예비교사들만이 도식화를 위해 표상을 구성하려는 노력을 시도하였으며, 관련 개념을 분석하여 효과적으로 통합된 도식을 보여주지 보다는 구체적 사례에서 제시된 결과를 종합하는 정도에 그쳤다. 예를 들어 H조 예비교사들은 모델실험과 실제자연의 모습을 비교하여 지진이 발생하는 모습을 실험장면과 그림 자료로 제시하였고, B조 예비교사들은 간단한 그림으로 실험 장면을 요약하여 설명할 수 있는 그림으로 제시하였다.

이처럼 예비교사들이 만든 과학학습 동영상에는 효과적인 도식 사용에 대한 고민이 부족하였으며, 이에 새로운 표상 구성에 대한 필요성 인식과 표상을 구성하는 반복적인 경험을 통해 도식화하기에 필요한 시각적 추론 능력을 함양하기 위한 노력이 요구된다.

라. 극단적 사례를 제시하기

극단적 사례는 특징이 잘 드러나도록 변인을 최대화하거나 최소화하는 방법으로 심상을 수정하는 전략이다(Ko & Yang, 2014; Stphens *et al.*, 2006). 본 연구에서는 초등 예비교사들이 만든 동영상에서 학생들을 명료하게 이해시키기 위하여 극단적 사례를 제시한 경우를 확인하였다. 극단적 사례는 B조, D조 예비교사들의 동영상에서 확인하였다. 먼저 B조 예비교사들이 계절의 변화 원인을 설명하는 과정에서 나타났다. 자전축이 공전 궤도 면에 23.5도 기울어져 있는 것이 계절의 변화를 만드는 중요한 요인임을 설명한 이후에 기울기가 0도인 극단적인 상황을 가정하여 설명을 더욱 확고히 하고 있었다. 이와 같이 극단적 사례는 문제 상황과 관련된 요소를 최소, 최대화함으로써 심상의 대비를 분명하게 하여 이해를 돕는다. 하지만 B조 예비교사들이 사용

한 극단적 사례는 학생들의 이해를 돕기 위해 이미 교과서 및 교사용지도서에 포함된 설명을 시각 자료로 만든 것이며, 학생들의 이해를 돕는 극단적 사례를 자발적으로 구성한 것은 아니라는 점에서 한계가 있다. 다음으로 D조 예비 교사들은 과학 학습 동영상에 자신들이 생성한 간단한 극단적 사례를 제시하였다. D조 예비교사들은 과학학습 동영상의 마지막 부분에서 시각적 표상을 변환하여 ‘언덕이 더 높아진다면 색 모래는 어떻게 될 것인가?’ 라는 극단적 사례를 제시하고 있었다. 이처럼 극단적 사례의 제시는 핵심 성취 기준에 대한 이해를 보다 명확하게 하기 위하여 새로운 가정(what if) 상황을 부여한 것이다. 과학교육에서 가정(what if) 전략의 제시는 학생들의 정신 모델에 새로운 조건을 부여하여 정신 모델을 검토하도록 하고, 정교화 하는 것을 돕는다(Khan, 2008).

본 연구의 결과는 플립 러닝 수업을 위하여 명료한 과학교수학습 동영상상을 제작할 때 교사들이 사용할 수 있는 전략을 탐색하였다. 이를 통하여 몇 가지를 논의하고자 한다.

첫째, 플립 러닝의 사전학습에 참여를 높이기 위해서는 동영상의 질적인 부분을 고려하여야 한다(Dixon, 2010; Long *et al.*, 2013). 최근 스마트 기기들을 이용한 동영상 캡처 및 편집 등 테크놀로지의 발달로 인하여 교사들은 비교적 손쉽게 교수학습에 사용할 수 있는 동영상을 제작할 수 있다. 예를 들어 스톱-모션 애니메이션을 이용하면 교사들 뿐 아니라 학생들이 직접 과학 학습 내용을 동영상을 만들 수 있다(Hoban *et al.*, 2011). 이러한 방법을 이용하면 플립 러닝의 사전 학습 단계를 위하여 교사가 직접 동영상을 만들고, 플립 러닝의 교실 수업 단계에서 학생들이 디지털 기기들을 이용하여 표상을 만들고, 표상을 개선하여 나가는 모델링 수업이 가능할 것이다(Hoban *et al.*, 2011; Prain & Tytler, 2012). 하지만 교사들이 과학학습 동영상을 만들 때 참고할 만한 교육학적 전략들이 제시되어 있지 않아 동영상의 질적인 부분을 판단하는 것이 쉽지 않다. 따라서 이 연구를 통하여 확인된 마커의 사용, 공간변환 요소의 적용, 도식화하기, 극단적 사례를 제시하기 전략들이 효과적으로 반영된다면, 플립 러닝을 위한 사전 학습에서 명료한 개념을 이해시킬 수 있을 뿐 아니라 가정 상황의 제시를 통하여 학생들에게 새로운 상황을 추리할 수 있는 기회를 부여함으로써 학생들의 심상을 강화할 수 있을 것이다.

둘째, 지금까지 심상 강화 전략의 사례를 살펴본 결과 심상 강화 전략을 통하여 학생들을 명료하게 이해시킬 수 있는 동영상을 만들려면 예비 교사들에게 공간변환 추론 능력을 포함한 공간적 추론 능력이 요구됨을 알 수 있다. 특히 극단적 사례는 예비교사들에게 매우 제한적으로 사용되고 있음을 알 수 있었다. 개념 설명을 확고히 할 수 있는 효과적인 극단적 사례를 구성하기 위해서는 개념을 명료하게 이해하고 있어야 할 뿐 아니라, 창의적으로 지식을 생성하는 능력이 요구된다. 예를 들어 과학의 역사에서 나타난 뉴턴의 대포알 사고 실험은 극단적 사례의 제시를 통한 상상의 세계를 구성하는 특징을 가지고 있다. 이와 같은 결과에 비추어 볼 때 예비 교사들이 플립 러닝을 위한 과학학습 동영상을 만들기 위해서는 심상 강화 전략을 어떻게 구성할 것인지 사전에 미리 계획되어야 하며, 교수 학습 자료를 개발하는 과정에서 공간적 추론을 향상시킬 수 있는 방안이 체계적으로 연구되어야 할 것이다.

3. 초등 예비교사들이 플립 러닝을 위해 만든 동영상에서 확인된 시각화 구성 전략의 특징

본 연구의 마지막 연구 문제는 테크놀로지의 사용과 명료한 개념 전달의 2가지 관점에서 플립 러닝을 위한 과학 학습 동영상에 요구되는 시각화 자료들을 어떻게 구성해야하는가를 탐색하는 것이다. 플립 러닝의 사전학습 단계에 사용되는 동영상은 핵심 성취 기준에 따른 개념을 명료하게 설명하여 줌으로써 협력과 상호작용이 활발하게 이루어지는 학생 중심의 교실 수업을 지원해 줄 수 있다. 하지만 테크놀로지에 기반하여 다양한 멀티미디어 자료를 사용하였다고 모두 효과적인 동영상이라고 할 수 없다. 이에 외적 표상(과학 학습 동영상)을 내적 표상(심상)으로 효과적으로 전환시킬 수 있는 시각화 구성 전략을 탐색하기 위하여 인식론적 차원에서 논의하고, 교육학적으로 접근할 수 있는 이론적 모델을 도출하였으며, 실천적 탐색의 과정으로 시각화 구성 전략의 사례를 살펴보았다.

가. 인식론적 차원 : 지각적 작동 도식과 상황지어진 개념화 과정

최근 인지과학에서 대두되고 있는 체화된 인지(embodied cognition)는 정신적 표상과 표상의 처리 과정에 대해 인간의 지각 체계와 환경의 상호작용의 의미에 초점을 맞추어 지각적 경험을 통해 어떻게 추상적 개념을 생성하게 되는지를 설명하고 있다. 이들은 지각적 작동 과정이 인지 과정에서 중요한 역할을 하고 있으며, 정신 표상이 지각적 경험으로 구성된다고 주장한다(Barsalou, 1999, 2003, 2004, 2009; Caeyenberghs *et al.*, 2009; Gabbard, 2012; Glenberg, 2009; Kosslyn, 1994; Stevens, 2005). 특히 Barsalou (1999)는 정신적 표상이 무형(amodal)의 상징들로 구성되어 있다는 전통적 생각에 이의를 제기하고 지각적 상징 시스템(perceptual symbol system)에 대한 이론을 체계적으로 나타내었다. 본 연구에서는 장기 기억의 표상 양식 논쟁에(아날로그 부호 vs 명제적 부호)에 대하여 표상이 유형 또는 무형에 관계없이 영상적 표상으로 떠올려 질 수 있으며, 조작될 수 있다는 중립적 관점(Nersessian, 2008)을 따르며, 인간의 인지 체계가 환경과의 상호작용을 통하여 어떻게 추상적 개념을 가지게 되는지에 중점을 두어 살펴보았다.

Barsalou (2003)는 추상적 개념이 형성되는 과정을 지각적 상징 시스템(perceptual symbols system)의 시뮬레이터(simulator)와 시뮬레이션(simulation)에 의해 무의식적이며 자동적으로 실행된다고 설명하였다. 시뮬레이터는 어떠한 추상적 개념이 감각의 다양한 양식(multi-modal)으로 뇌의 신경(neural)에 분산된 시스템을 말한다. 다양한 속성, 관계 등으로 분산된 시뮬레이터는 상황이 주어지면 자동적으로 해석되어 시뮬레이션 되는데, 시뮬레이터의 전체 내용은 한 번에 즉시 활성화 될 수 없다. 지각적 상징 시스템에서 추상화된 개념은 기억에서 회상하는 것이 아니라 다양한 감각 작동 경험으로 분산된 개념을 상황의 유형에 적합하게 해석(type-token interpretation)되어 조직화 된다. 이러한 의미에서 본 연구에서는 인간이 가지고 있는 지각적 경험의 총체를 지각적 작동 도식(perceptual motor system)의 용어로 사용하였다.

Barsalou (2009)는 지각적 경험이 주어졌을 때, 관련 시뮬레이터가

해석되어 추상적 개념이 형성되는 과정을 상황지어진 개념화(situated conceptualization)라고 하였다. 추상적 개념이라는 것은 언어의 형태로 기억 속에 저장되는 것이 아니라 개개인의 경험과 개개인에게 주어진 상황에 따라서 각각 다르게 개념화 되기 때문이다. 예를 들어 자전거를 지각하였을 때 떠오르는 생각들은 사람마다 다를 것이다. 이러한 의미에서 상황지어진 개념화 과정이라는 용어를 사용한다. 상황지어진 개념화 과정은 다중 표상 시뮬레이션 실행(multi-modal simulation implement), 상황지어진 개념화를 확고히 하기(entrenched situated conceptualization), 패턴 완성을 통한 추리(inference via pattern completion)의 과정으로 이루어진다.

다중표상 시뮬레이션 실행(multi-modal simulation implement)은 상황이 주어질 때, 관련된 사물 지각(perceptions of relevant people and objects), 행동(actions), 내부평가(introspections), 환경(setting)에 관한 시뮬레이터가 해석되는 과정이다. 예를 들어 고장난 자전거를 보면, 여러 가지 지각적 경험들이 떠오르게 된다. 이러한 다양한 양식의 시뮬레이션이 함께 작용하여 그 상황에 맞는 여러 가지 경험들이 떠오르게 되는데 이를 상황지어진 개념이라고 한다. 상황지어진 개념화를 확고히 하기(entrenched situated conceptualization)에서는 유사한 상황을 떠올리는 것에 의해 개념이 확고해진다. 예를 들어 자전거를 수리하였던 경험을 떠올림으로써 개념이 확고해진다. 마지막으로 패턴 완성을 통한 추리 단계에서는 반복적인 시뮬레이션에 의해 구성 성분들의 패턴이 형성되고, 패턴의 구성성분이 이전 경험과 일치할 때 더 큰 패턴이 기억에서 활성화되어, 상황이 제시한 패턴이 완성된다. 이러한 패턴은 다양한 형식으로 표상되며 새로운 상황의 추리, 즉 의식적인 심상의 사용을 허용하게 해 준다. 예를 들어 무엇인가를 수리하였던 여러 가지 경험을 반복적으로 활성화하여 패턴을 만들고, 이에 기반하여 의식적으로 심상을 떠올려 어떻게 행동해야 할지 추리할 수 있게 된다.

나. 교육학적 접근 : 심상 강화를 위한 시각화 구성 전략 모델

플립 러닝의 사전학습을 위한 과학학습 동영상은 전략적인 구성을 통해 학생들의 명료한 개념의 습득을 이끌어야 한다. 시각적 자료는 정보를 확인하고, 문제를 해결하는 데 중요한 역할을 한다(Kosslyn & Rabin, 1999). Kosslyn (1994)은 심상의 효율성에 대하여 시각적으로 심상을 떠올리는 것이 기억에 매우 효과적이라고 하였다. 하지만 학습 과정에서 보게 되는 시각적 정보들이 항상 내적 표상(심상)으로 남게 되는 것은 아니다(Hegarty, 2003). 따라서 과학적 개념에 대한 명료한 이해를 위해서는 시각적 자료를 구성함에 있어 심상을 강화할 수 있는 특별한 전략이 사용되어야 한다. 이에 본 연구에서는 상황지어진 개념화 과정에 따라 플립 러닝을 위한 과학 학습 동영상에서 외적 표상과 내적 표상(심상)을 긴밀하게 연결하기 위한 4단계의 심상 강화를 위한 시각화 구성 전략 모델을 도출하였다(Figure 4). 각각의 단계는 다중 표상의 구체적 사례 제시, 개념을 확고히 하기, 개념을 도식화 하기, 새로운 상황 추리하기이다.

첫째, 다중 표상의 구체적 사례 제시 단계는 학습자에게 자연현상, 교과서, 애니메이션, 시뮬레이션 등의 외적 표상을 제공함으로써 개념과 관련된 구체적 심상을 마련해 주는 단계이다. 과학 교수학습에서 표상을 전환하여 다중 표상을 이용하여 학습하는 것은 중요하다

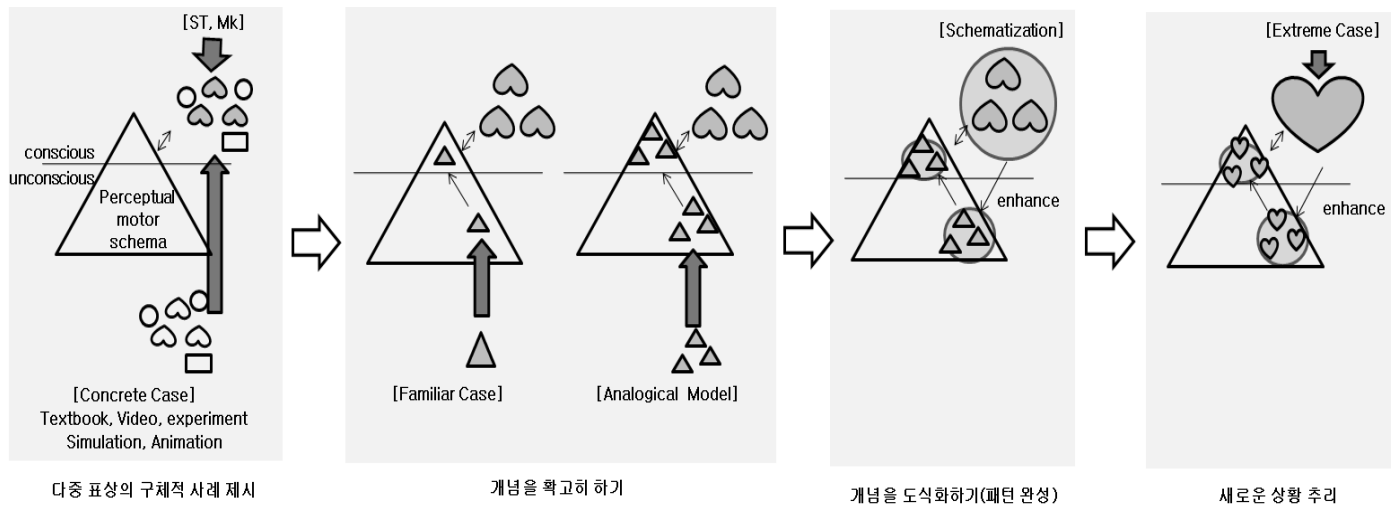


Figure 4. A Strategy for Constructing Visualizations by Enhancing Imagery(CVEI)

(Pineda & Garza, 2000). 과학 학습 동영상을 통하여 보여 줄 수 있는 자연 현상의 부분은 제한되어 있고, 제한된 부분으로 자연현상의 실체를 이해하여야 하기 때문이다. 따라서 과학학습 동영상에서 교사는 개념과 관련된 다중 표상을 이용하여 지각적 경험을 제공할 때 학습자는 여러 각도에서 자연현상의 실체를 확인할 수 있다. 또한 외적 표상에 테크놀로지를 활용하여 공간변환 요소를 적용함으로써 학습자는 교사가 제공하는 외적 표상에서 중요한 부분이 무엇인가를 파악할 수 있게 된다. Figure 4의 첫 번째 단계 그림을 보면, 학습자는 동영상을 통하여 시뮬레이션, 애니메이션, 사진 등의 여러 가지 구체적 표상을 이용하여 새로운 개념을 처음으로 받아들이게 된다. 이 때 공간변환(ST)이나 마커(Mk)의 사용에 의해 특징적인 부분(♣)에 주의 집중하는 것을 도와 명료한 이해를 돕는다. 하지만 단지 여러 가지 표상을 사용하는 것만으로는 효과적인 학습이 될 수 없다(Pineda & Garza, 2000). 이후 단계를 통하여 다중 표상으로 제공되는 새로운 정보가 학습자가 이미 가지고 있는 지각적 경험과 연결될 수 있도록 긴밀하게 연결지어 주어야 한다.

둘째, 개념을 확고히 하기 단계는 친근한 사례를 제시하여 개념과 관련된 속성의 이해를 돕거나 관계, 시스템, 메커니즘을 설명할 수 있는 비유 모델을 제시하여 학습자가 이미 알고 있는 지각적 경험과 관련지음으로써 개념에 대한 이해를 확고히 하는 단계이다. 과학 학습에서 비유의 사용 효과는 널리 연구되어 있으며(Noh et al., 2009; Rivet & Kastens, 2012; Yang et al., 2012), 과학 학습 동영상에도 구체적 사례를 제시한 이후 친근한 사례 또는 비유 모델을 제시하여 학습자가 가지고 있는 지각적 경험과 관련지음으로써 확고히 하는 과정이 필요하다. Figure 4의 두 번째 단계를 보면, 친근한 사례(FM) 또는 비유 모델(AM)은 지각적 작동 도식(PMS)의 무의식적인 장기적으로 저장된 지각적 경험과 관련지음으로써 새로운 정보(♣)를 해석하여 이와 유사한 심상(▲)을 떠올릴 수 있다.

셋째, 개념을 도식화하기 단계는 학습자가 구체적 사례의 패턴 요소를 확인하도록 구성되어야 한다. 따라서 교사는 학습자들이 개념에 대한 패턴을 쉽게 확인할 수 있도록 구조와 과정을 고려하여 간단하게 도식화하여 제시하여야 한다. Figure 4의 세 번째 단계를 보면, 새로운 정보를 긴밀하게 연결(○)해 줌으로써 심상을 떠올리게 쉽게 해준다.

마지막으로 새로운 상황 추리 단계는 새로운 정보(♠)에 가정적인

조건(what if-?)을 부여하여 표상을 바꾸어 주거나, 극단적인 사례(♥)를 제시함으로써 지각적 작동 도식의 암묵적 기억을 활성화하여 심상을 강화하게 된다. 지각적 작동 도식은 의식적인 심상의 사용 즉, 심상 시뮬레이션의 실행을 통하여 활성화 될 수 있다. 즉 암묵적 지식으로 저장된 여러 가지 지각적 경험들이 심상의 사용을 통해 작업 기억에서 의식적으로 표상을 구성하는 것을 돕는다(Clement, 2009; Gilbert & Reiner, 2000; Reiner & Gilbert, 2000). 예를 들어 Stephens et al. (2006)은 다음과 같은 극단적인 사례를 제시하여 심상 사이의 비교와 대비를 증가시킴에 의해 지각적 작동 도식에서 암묵적 지식을 활성화하는 것을 돕는다고 이야기 하였다.

사례1 : 만약 용수철의 직경을 매우 좁게 만든다면 철사와 같이 곧게 될 것이고, 그것은 거의 늘어나기 어려울 것이다.



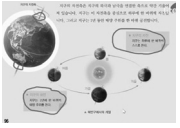
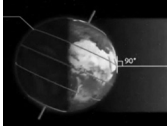
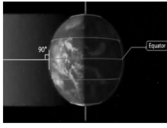

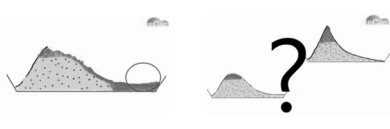






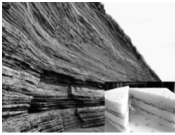


사례2 : 만약 내가 아주 긴 만대를 구부린다면 그것은 좀 더 쉽게 구부러질 것이다.

위 사례에서처럼 극단적인 사례를 통해 공간적으로 변환된 심상은 지각적 작동 도식에서 지각적 경험을 해석하는 것을 돕는다. 즉 극단적인 사례의 제시는 심상을 향상하여 시스템의 효과를 분명하게 해 주며, 그 결과 예측을 더욱 명료하게 상상할 수 있도록 해 주며, 심상 시뮬레이션의 실행 또는 비교를 통해 시뮬레이션의 능력을 향상하고 높은 자신감을 갖게 한다. 또한 Ko & Yang (2014)은 정교화 된 설명을 만드는 과정에서 초기표상에 대한 심상 시뮬레이션의 실행을 통하여 설명과 예측을 만드는데, 이 때 공간변환 실행에 기반한 시뮬레이션 전략을 사용함으로써 지각적 작동 도식에서 새로운 심상을 발견하도록 도와 설명을 정교화 할 수 있다고 하였다. 따라서 외적 표상이 학습자들에게 의미있게 연결되기 위해서는 단순히 정보를 제공하는 것 이상으로 극단적인 사례 제시처럼 학습자의 지각적 경험을 활성화할 수 있는 특별한 전략이 사용되어야 할 것이다.

다. 실천적 탐색 : 플립 러닝을 위한 과학학습 동영상의 시각화 구성 사례

Table 5는 초등 예비교사들이 플립 러닝을 위해 제작한 과학학습

Table 5. Analysis of the video clip based on the Strategy for Constructing Visualization

조	구분	구체적 사례 제시하기1	구체적 사례 제시하기2	개념을 확고히 하기1	개념을 확고히 하기2	개념을 도식화 하기	새로운 상황 추리
A	동영상			null	null	null	null
	설명	북극성을 중심으로 한 밤하늘 사진 제시	시뮬레이션 프로그램에서 북극성 찾는 방법을 제시	null	null	null	null
B	동영상			null	null	null	
	설명	지구의 자전과 공전에 대한 교과서 내용 설명	자전축이 계절의 변화에 미치는 영향 설명	null	null	null	그렇다면 만약에 자전축이 기울어져 있지 않다면 어떻게 될까요?
C	동영상			null	null	null	null
	설명	화산 분출물을 스톱-모션 애니메이션으로 설명	화산의 실제 자연 현상을 보여줌	null	null	null	null
D	동영상	null	null		null		null
	설명	null	null	썩은 흙은 물에 의해 화학표 방향으로 이동하여 아래쪽에 쌓입니다.	null	물에 의해 운반된 색모래는 아래쪽에 쌓입니다. 더 높게 하였을 때 흙과 색모래는 어떻게 될까요?	null
E	동영상		null		null	null	null
	설명	파도에 의해 생긴 실제 지형의 모습 제시	null	파도 모델 실험 장면 설명	null	null	null
F	동영상			null	null	null	null
	설명	달의 위상 변화 앱 이용하여 위상변화 제시	달 위상 변화를 스톱-모션 애니메이션으로 설명	null	null	null	null
G	동영상					null	null
	설명	지층의 실제 모습	애니메이션을 통해 지층이 만들어지는 모습 설명	지층 모델을 만드는 과정 설명	샌드위치 모델을 제시함	null	null
H	동영상				null		null
	설명	지진의 실제 모습 제시	3D애니메이션으로 지진 발생 원인 설명	우드락으로 지진 발생 실험	null	모델 실험과 실제 지진을 비교하여 제시	null

동영상을 시각화 구성 전략의 단계에 따라 분석한 결과이다. 각 조의 시각화 구성 전략을 분석한 결과 C조와 F조가 만든 동영상은 D조가

만든 동영상과 대비되는 차이를 보이고 있어 결정적 사례로 선정하였다. 이에 2가지 결정적 사례로 선정된 동영상을 플립 러닝의 사전 학습

을 위한 명료한 개념 전달의 관점에서 살펴보고, 시각화 구성 전략의 차이를 비교하였다.

(C, F조 동영상 사례 : 구체적 사례를 다중표상으로 제시하였으나 심상을 강화하는 모습이 확인되지 않음)

C조와 F조의 예비교사들이 플립 러닝을 위해 만든 과학학습 동영상은 학생들의 지각적 경험을 대체해 줄 수 있는 구체적 사례를 제시하는데 중점을 두고 있었다. C조와 F조의 예비교사들은 애니메이션, 시뮬레이션, 실제 자연의 모습 등의 표상을 다중으로 제공하여 학습자들이 추상적 개념을 형성하는 데 필요한 지각적 경험을 제공하고 있었다. 예를 들어 C조의 경우 애니메이션으로 설명한 이후 실제 자연의 모습을 보여 주었으며, F조의 경우 달 위상 변화 앱으로 달의 위상을 관찰한 후 애니메이션으로 달 위상 변화 원인에 대한 개념을 떠올릴 수 있는 심상의 근거를 만들어 주고 있었다(Table 5). 학생들이 사용하는 심상 기반 표상은 이전에 지각적으로 경험하거나 이전 실험에서 사용하였던 시각적 표상에 기인한다(Miller, 2000). 따라서 지구과학교육에서 직접 관찰하기 어려운 거대한 자연현상을 다중 표상으로 보여줌으로써 자연 현상의 실체에 대한 심상을 갖게 해 줄 수 있다. 하지만 C조와 F조의 예비교사들이 만든 과학 학습 동영상은 구체적 사례를 제시하는데만 중점을 두고 있으며, 개념을 확고히 할 만한 친근한 사례나 비유 모델을 선택하여 사용하는 사례가 부족하였다. 이러한 특징은 C조와 F조 뿐 아니라 Table 5에서 보여지는 것과 같이 대부분의 예비교사들이 만든 동영상에서 확인되었다. 이와 같은 결과로 비추어 볼 때 예비교사들은 과학학습 동영상을 통하여 새로운 정보를 제공하려는 데 중점을 두고 있었으며, 학습자의 경험과 관련짓지 못하고 있음을 판단해 볼 수 있다. 또한 외적 표상에 기반하여 내적인 심상을 강화하기 위해 도식화하기 전략이나 극단적인 사례를 제시하여 새로운 상황을 추리하기 전략을 효과적으로 사용하고 있지 않았다. C조와 F조의 초등 예비교사들은 비교적 테크놀로지를 잘 알고 사용할 수 있었지만, 과학 성취 기준의 내용을 어떻게 학생들에게 명료하게 전달해야 할지에 대한 과학 교과 교육학 지식이 부족하였다. 교수 학습에서 테크놀로지 자체보다 더욱 중요한 것은 그것을 교육학적으로 사용하는 교사의 역할이다(Grandgenett, 2008; Hughes, 2005). 어려운 과학 개념은 학생들의 경험을 고려하여 시각적으로 구성될 때 학생들에게 의미있는 지각적 경험으로 형성될 수 있다. 이를 위해서는 시각화 구성 전략 도출과정에서 논의한 것처럼 외적표상(동영상)을 통해 구체적 사례 제시하여 단순히 새로운 정보를 제공하여 주는 것만으로는 학생들이 내적 표상을 생성하기는 어렵다. 구체적 사례를 제시한 이후, 학생들의 경험과 연결하여 확고히 하고, 도식화하여 패턴을 갖게 해주어야 하며, 이후 새로운 상황에 적용하여 심상을 강화하는 것이 필요하다.

(D조 동영상 사례 : 극단적 사례로 심상을 강화하고 있으나 구체적 사례를 보여주지 않음)

D조의 예비교사들이 플립 러닝을 위해 만든 과학학습 동영상은 구체적 사례 제시보다 심상을 강화하는 데 중점을 두고 있었다.

Table 5에서 보여지는 것과 같이 구체적 사례는 제시되지 않았으며,

개념을 확고히 하기 단계에서 비유 모델이 제시되고, 개념을 도식화하고, 새로운 상황을 추리하는 과정으로 동영상상이 만들어졌다. 예를 들어 D조의 예비교사들은 물에 의한 지표의 변화를 설명하기 위하여 유수대를 이용하여 실험하는 과정을 동영상으로 만들고, 이를 그림으로 도식화하여 정리하는 과정이 나타났다. 또한 동영상의 마지막 부분에서 D조 예비교사들은 물에 의해 색모래가 아래로 운반되는 애니메이션을 만들어 지표의 변화를 설명한 이후, “모래 언덕의 높이를 더 높게 한다면 흙과 색모래는 어떻게 될 것인가?” 라는 극단적 사례를 제시하였다. 이와 같은 극단적 사례의 제시는 심상을 강화하여 외적 표상을 내적 표상(심상)으로 전환하는데 기여할 것이다. 이처럼 외적 표상(동영상)이 내적 표상(심상)으로 연결되기 위해서는 개념을 확고히 할 만한 친근한 사례나 비유 모델이 제시되어 학습자의 경험과 관련지어져야 하며, 학생들의 수준을 고려하여 이해하기 쉽게 만들어진 도식이 사용되어야 한다. 또한 극단적인 사례의 제시와 같이 새로운 상황을 추리할 수 있는 조건을 부여하여 심상을 강화하려는 노력이 요구된다. 하지만 D조의 동영상의 경우 심상을 강화하는 데에만 중점을 두었으며, 다중 표상의 구체적 사례를 통하여 자연 현상의 실체에 대한 지각적 경험을 갖게 하지는 못하였다.

IV. 결론 및 제언

플립 러닝의 사전학습 단계에서 사용되는 동영상의 가장 중요한 특징은 테크놀로지의 사용과 개념의 명료한 전달이다. 본 연구는 초등 예비교사들이 플립 러닝의 사전 학습 단계를 위하여 제작한 과학학습 동영상에 사용된 시각화 전략을 테크놀로지의 사용과 개념의 명료한 전달의 관점에서 분석하고, 시각화 구성 전략을 탐색하였다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 초등 예비교사들이 플립 러닝을 위해 만든 과학학습 동영상에 사용된 표상 선택 전략은 주로 구체적 사례 선택하기 전략이었다. 예비교사들은 구체적 사례 선택하기 전략을 통하여 지구영역의 과학수업에서 거시적인 자연현상을 여러 가지 테크놀로지를 이용한 표상을 직접 제작하거나 차용하여 시각화함으로써 학생들이 자연현상에 대한 심상을 떠올릴 수 있는 기반을 마련하여 주었다. 또한 이 과정에서 확대, 움직임, 첨가 등의 공간변환 요소를 적용하여 특징을 강조하고, 마커를 사용하여 핵심 개념에 대한 선택적 주의를 이끌어 이해를 돕고자 하였다. 하지만 친근한 사례를 제시하기는 예비 교사들이 제작한 동영상 중 단 2가지 표상에서만 확인되었고, 예비 교사들이 선택한 비유 모델의 대부분은 교과서에 제시된 비유 모델을 그대로 보여 주는 것이었으며, 학생들의 이해를 돕기 위해 비유 모델을 개선하거나 효과적인 모델로 대체하지는 않았다. 이와 같은 결과를 통하여 초등 예비교사들이 플립 러닝을 위해 만든 과학학습 동영상은 학습자의 경험을 고려하기 보다는 자연 현상의 구체적인 정보를 다양한 표상으로 보여 주는 데 중점을 두고 있음을 판단해 볼 수 있다.

둘째, 초등 예비교사들이 플립 러닝을 위해 만든 과학학습 동영상에서 마커의 사용, 공간변환 요소의 적용, 도식화하기, 극단적 사례를 제시하기의 심상강화 전략들의 사례를 확인하였다. 대부분의 초등 예비교사들이 마커와 공간변환 요소를 사용하여 구체적인 사례를 효과적으로 전달하고자 하였으나, 개념에 대한 이해를 돕기 위해 도식을 효과적으로 만들어 사용하거나, 학생들이 가지고 있는 지각적 경험을

강화하여 개념과 연결짓기 위해 극단적인 사례를 제시하는 경우는 매우 드물었다. 플립 러닝을 위한 과학학습 동영상은 명료하게 개념을 전달할 수 있는 특징을 가져야 하며, 이를 위해서는 스크린 캐스트 소프트웨어와 같은 테크놀로지가 교사의 교육학적 이해에 기반하여 효과적으로 사용되어야 한다. 따라서 본 연구를 통하여 확인된 심상강화 전략들이 효과적으로 반영되어, 명료한 개념 전달을 지지할 수 있을 것이다. 또한 교육학적 기반이 약한 예비 교사의 경우 플립 러닝을 위한 과학학습 동영상을 만들기 위해서는 교수 학습 자료를 개발하는 과정에서 심상 강화 전략을 어떻게 구성할 것인지 사전에 미리 계획되어야 하며, 공간적 추론을 향상시킬 수 있는 방안이 체계적으로 연구되어야 할 것이다.

마지막으로 테크놀로지의 사용과 명료한 개념 전달의 2가지 관점에서 플립 러닝을 위한 과학 학습 동영상에 요구되는 시각화 자료들을 어떻게 구성해야하는지를 인식론적 차원, 교육학적 접근, 실천적 탐색의 과정을 통해 살펴보았다. 플립 러닝의 사전학습 단계에 사용되는 동영상은 핵심 성취 기준에 따른 개념을 명료하게 설명하여 줌으로써 협력과 상호작용이 활발하게 이루어지는 학생 중심의 교실 수업을 지원해 주어야 한다. 따라서 과학학습 동영상을 통하여 내적 표상(심상)을 갖게 해 줄 수 있는 효과적인 시각화 구성 전략이 필요하다. 이를 위해 인식론적 차원에서 시각적 정보를 통하여 추상적 개념을 형성하는 과정을 살펴보았으며, 다중 표상의 구체적 사례 제시, 개념을 확고히 하기, 개념을 도식화 하기, 새로운 상황 추리하기의 시각화 구성 전략 모델을 도출하였다. 이 후, 초등 예비교사들이 플립 러닝을 위해 만든 과학학습 동영상을 분석하여 2가지 대비되는 결정적 사례를 확인하였다. C조와 F조를 비롯한 대부분의 초등 예비교사들이 만든 과학 학습 동영상은 지구 영역의 자연 현상과 관련된 개념을 설명하기 위하여 구체적 사례 선택에 집중하여 새로운 정보를 제공하는 데 중점을 두고 있었으며, 외적 표상(동영상)을 내적 표상(심상)으로 효과적으로 전환하기 위해 학습자의 경험과 긴밀히 연결 짓거나, 심상을 강화하기 위해 도식화하기(패턴완성), 새로운 상황 추리하기(극단적 사례 제시) 등의 시각화 구성 과정을 효과적으로 고려하지 못하고 있었다. 반면 D조 초등 예비교사들이 만든 동영상은 비유적 모델을 통하여 개념을 확고히 하고, 개념을 도식화하였으며, 극단적 사례를 제시하여 심상을 강화하기한 과정이 포함되었다. 하지만 D조 예비교사들은 자연 현상의 실체를 보여줄 수 있는 다중 표상의 구체적 사례를 제시하지 않았다.

이상과 같은 결론을 통해 다음과 같은 교육적 함의를 시사한다. 과학 학습 동영상 제작에 개념을 명료하게 설명하기 위한 효과적인 시각화 전략 및 구성 전략이 반영되어 사용되어야 할 것이다. 플립 러닝의 사전학습 단계에 사용되는 과학 학습 동영상은 사전학습에서 명료하게 개념을 전해 줌으로써 교실 수업에서 학생 중심의 탐구의 기회를 만들어 줄 수 있는 효과적인 교수 학습 수단이다. 따라서 교사가 사전 동영상 강의를 통해 개념을 명료하게 전해 주었을 때, 교실 수업에서 학생 중심의 활동도 효과적으로 이루어 질 수 있다. 본 연구에서 초등 예비교사들은 초등학교 지구 영역의 다양한 자연 현상과 관련된 개념에 대하여 비교적 테크놀로지를 능숙하게 이용하여 다양한 표상으로 구체적 사례를 제시하였지만, 명료하게 개념을 전해 주기 위한 교과 교육학 지식이 부족함을 알 수 있었다. 이에 본 연구에서 제시한 시각화 전략은 플립 러닝을 위해 동영상을 제작하거나 과학

수업을 설계하는 교사 및 예비교사들에게 인지적 측면에서 명료하게 개념을 전달할 수 있는 효과적인 시각화 전략 요소들이 무엇이고, 또 다양한 시각적 표상들을 어떻게 구성해야 하는지에 대하여 시사한다.

국문요약

과학 교육에서도 플립 러닝은 혁신적인 교수 방법으로 사용될 수 있다. 본 연구에서는 초등 예비교사들이 플립 러닝을 위해 제작한 동영상을 분석하고, 효과적인 시각화 구성 전략을 탐색하였다. 초등 예비교사들은 지구 영역의 과학수업을 위해 구체적 사례 선택하기 전략을 사용하여 거시적인 자연현상에 대한 정보를 제공하는 데 중점을 두고 있었다. 구체적 사례를 전달하기 위해 마커와 공간변환 요소를 효과적으로 사용하였으나, 학생들의 경험과 관련지으려는 노력이 부족하였다. 또한 학생들의 심상을 강화하기 위해 간단하게 도식화하거나 극단적인 사례를 제시하는 경우는 매우 드물었다. 마지막으로 효과적인 시각화 자료를 구성하기 위해서는 다중 표상의 구체적 사례를 제시하고, 친숙한 사례나 비유 모델을 통하여 학생들의 경험과 긴밀히 연결지어 주어야 한다. 또 심상을 강화하기 위해 간단하게 도식화하기, 극단적 사례를 제시하여 새로운 상황 추리할 수 있는 기회를 부여해야 한다.

주제어 : 플립 러닝, 시각화 전략, 예비교사 교육, 지구과학 교육, 과학 학습 동영상

References

- Abell, S., Martini, M., & George, M. (2001). That's what scientists have to do: Preservice elementary teachers' conceptions of the nature of science during a moon investigation. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1095-1109.
- Ainsworth, S., Musgrove, S., & Galpin, J. (2007). Learning about dynamic systems by drawing for yourself and for others, Paper presented at the EARL I conference, Budapest.
- Ainsworth, S., Prain, V., & Tytler, R. (2011). Learning through drawing in science. *Science*, 333, 1096-1097.
- Atwood, R. K., & Atwood, V. A. (1997). Effects of instruction on preservice elementary teachers' conceptions of the causes of night and day and the seasons. *Journal of Science Teacher Education*, 8(1), 1-3.
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and Brain Sciences*, 22(4), 577-660.
- Barsalou, L. W. (2003). Abstraction in perceptual symbol systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 358(1453), 1177-1187.
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, 59(1), 617-645.
- Barsalou, L. W. (2009). Simulation, situated conceptualization, and prediction. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 364(1521), 1281-1289.
- Bishop, J. L., & Verleger, M. A. (2013). The flipped classroom: A survey of the research. 120th American Society for Engineering Education National Conference Proceedings, Atlanta, GA.
- Bogacz, S., & Trafton, J. G. (2005). Using dynamic and static displays: Using images to reason dynamically. *Cognitive Systems Research*, 6(4), 312-319.
- Caeyenberghs, K., Tsoupas, J., Wilson, P. H., & Smits-Engelsman, B. C. M. (2009). Motor imagery in primary school children. *Developmental Neuropsychology*, 34(1), 103-121.
- Clement, J. (2009). The role of imagistic simulation in scientific thought experiments. *Topics in Cognitive Science*, 1(4), 686-710.

- Davies, R. S., Dean, D. L., & Ball, N. (2013). Flipping the classroom and instructional technology integration in a college-level information systems spreadsheet course. *Education Technology Research Development*, 61, 563-580. doi: 10.1007/s11423-013-9305-6
- Dixon, M. D. (2010). Creating effective student engagement in online courses: What do students find engaging? *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 10(2), 1-13.
- Gabbard, C. (2012). The role of mental simulation in embodied cognition. *Early Child Development and Care*, 183(5), 643-650.
- Gannod, G., Burge, J., & Helmick, M. (2008). Using the Inverted Classroom to teach Software Engineering Using the Inverted Classroom to Teach Software Engineering. Paper presented at The 30th International Conference on Software Engineering. Leipzig, Germany.
- Gentner, D., & Markman, A. B. (1997). Structure mapping in analogy and similarity. *American Psychologist*, 52(1), 45-56.
- Gilbert, J., & Reiner, M. (2000). Thought experiments in science education: potential and current realization. *International Journal of Science Education*, 22(3), 265-283.
- Glenberg, A. M. (2009). Prediction and emotion in dialog. *European Journal of Social Psychology*, 39, 1169-1172.
- Gooding, D. (2004). Visualization, inference and explanation in the sciences. In G. Malcolm (Ed.), *Studies in multidisciplinaryity* (Vol. 2, pp. 1-25). Amsterdam: Elsevier.
- Grandgenett, N. F. (2008). Perhaps a matter of imagination: TPCK in mathematics Education. In AACTE (ed.), *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators*. (p. 145-165). New York: Routledge.
- Griffith, T. W., Nersessian, N. J., & Goel, A. (2000). Function-follows-form transformations in scientific problem solving. In *Proceedings of the Cognitive Science Society* 22, 196-201. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Hegarty, M., Kriz, S., & Cate, C. (2003). The roles of mental animations and external animations in understanding mechanical systems. *Cognition & Instruction*, 21(4), 325-360.
- Hegarty, M. (2004). Diagrams in the mind and in the world: Relations between internal and external visualizations. In A. Blackwell et al. (Eds.) *Diagrams 2004 Conference Proceedings*. LNAI 2980 (pp. 1-13). Berlin and Heidelberg: Springer-Verlag.
- Hoban, G., Loughran, J., & Nielsen, W. (2011). Slowmation: Preservice elementary teachers representing science knowledge through creating multimodal digital animations. *Journal of Research in Teaching*, 48(9), 985-1009.
- Hubber, P., Tytler, R., & Haslam, F. (2010). Teaching and learning about force with a representational focus: Pedagogy and teacher change. *Research in Science Education*, 40(1), 5-28.
- Hughes, J. E. (2005). The role of teacher knowledge and learning experiences in forming technology-integrated pedagogy. *Journal of Technology and Teacher Education*, 13(2), 277-302.
- Yang, C-H., Kim, K-S., & Noh, T-H. (2012). Influence of Method Using Analogy on Students' Concept Learning. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 30(8), 1044-1059.
- Jamaludin, R. & Osman, S. Z. (2014). The use of a flipped classroom to enhance engagement and promote active learning. *Journal of Education and Practice*, 5(2), 124-131.
- Kastens, K., & Rivet, A. (2008). Multiple modes of inquiry in earth science. *The Science Teacher*, 75(1), 26-31.
- Katz, R., Ragnarsson, R., & Bodenschatz, E. (2005). Tectonic microplates in a wax model of sea-floor spreading. *New Journal of Physics*, 7, (37), doi:10.1088/1367-2630/7/1/037.
- Ko, M-S., & Yang, I-H. (2013). Analysis on the relationship between the construct level of analogical reasoning and the construction of explanatory model observed in small group discussions on scientific problem solving. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 33(2), 522-537.
- Ko, M-S., & Yang, I-H. (2014). An analysis on the roles and strategies of imagistic simulation observed in mental simulation about problematic situations of prediction. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(3), 247-260.
- Ko, M-S., Yang, I-H., Kim, O-B., & Lim, S-M. (2014). The differences in eye movement of pre-service teachers and elementary school students in SBF question about a visual material of the change on the lunar phases. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(2), 273-285.
- Kosslyn, M. S. (1994). *Image and brain: The resolution of imagery debate*. MIT Press.
- Kosslyn, S. M. and Rabin, C. (1999). The representation of left-right orientation: A dissociation between imagery and perceptual recognition. *Visual Cognition*, 6, 497-508.
- Lee, K-J., & Kim, M-J. (2007). A cultural study of UCC(User Created Contents) from the perspective of performance studies as a 'participatory model'. *Korean Journal of Broadcasting and Telecommunication Studies*, 21(4), 217-254.
- Long, T., Logan, J., & Waugh, M. (2014). Students' perceptions of pre-class Instructional video in the flipped classroom model: A survey study. In M. Searson & M. Ochoa (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2014* (pp. 920-927). Chesapeake, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- McGarr, O. (2009). A review of podcasting in higher education: Its influence on the traditional lecture. *Australasian Journal of Educational Technology*, 25(3), 309-321.
- Miller A. I. (2000). *Insights of genius: Imagery and creativity in science and art*. New York, NY: First MIT Press.
- Noh, T-H., Yang, C-H., & Kang, H-S. (2009). Characteristics of student-generated analogies, mapping understanding, and mapping errors on saturated solution of scientifically-gifted and general elementary students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(3), 292-303.
- Nersessian, N. J. (2002). The cognitive basis of model-based reasoning in science. In P. Carruthers, S. Stich, & M. Siegal (Eds.), *The cognitive basis of science* (pp. 133-153). Cambridge: Cambridge University Press.
- Nersessian, N. J. (2008). Mental modeling in conceptual change. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of conceptual change* (pp. 391-416). New York, NY: Routledge.
- Park, K-B. (2014). Exploration of the possibility of Flipped Learning in social studies. *Social Studies Education*, 53(3), 107-120.
- Pineda, L., & Garza, G. (2000). A model for multimodal reference resolution. *Computational Linguistics*, 26(2), 139-193.
- Prain, V., Tytler, R., & Petersen, S. (2009). Multiple representation in learning about science. *International Journal of Science Education*, 31(6), 787-808.
- Prain, V., & Tytler, R. (2012). Learning through constructing representations in science: A framework of representational construction affordances. *International Journal of Science Education*, 34(17), 2751-2773.
- Ramadas, J. (2009). Visual and Spatial Modes in Science Learning. *International Journal of Science Education*, 31(3), 301-318.
- Reiner, M., & Gilbert, J. (2000). Epistemological resources for thought experimentation in science learning. *International Journal of Science Education*, 22(5), 489-506.
- Reeve, J., & Tseng, M. (2011). Agency as a fourth aspect of student engagement during learning activities. *Contemporary Educational Psychology*, 36(4), 257-267.
- Rivet, A. E., & Kastens, A. K. (2012). Developing a construct-based assessment to examine students' analogical reasoning around physical models in earth science. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(6), 713-744.
- Sams, A., & Bergmann, J. (2013). *Flip Your Students' Learning. Technology-Rich Learning*. 70(6), 16-20
- Slotta, J. D., & Chi, M. T. H. (2006). Helping students understand challenging topics in science through ontology training. *Cognition and Instruction*, 24(2), 261-289.
- Stephens, L., Clement, J., & Oviedo, M. (2006). Using expert heuristics for

- the design of imagery-rich mental simulations for the science class. Proceedings of the 2006 Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. San Francisco, CA.
- Stephens, L., & Clement, J. (2010) Documenting the use of expert scientific reasoning process by high school physics students. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 6(2), doi: 10.1103/PhysRevSTPER.6.020122
- Stevens, J. A. (2005). Interference effects demonstrate distinct roles for visual and motor imagery during the mental representation of human action. *Cognition*, 95(3), 329-350.
- Stieff, M., & Raje, S. (2010). Expert algorithmic and imagistic problem solving strategies in advanced chemistry. *Spatial Cognition & Computation*, 10(1), 53-81.
- Trafton, J. G., Trickett, S. B., & Mintz, F. (2005). Connecting internal and external representations: Spatial transformations of scientific visualizations. *Foundations of Science*, 10(1), 89-106.
- Trickett, S., & Trafton, J. G. (2002). The instantiation and use of conceptual simulations in evaluating hypotheses: Movies in the mind in scientific reasoning. Proceedings of the 24th Annual Conference of the Cognitive Science Society, Mahwah, NJ.
- Trickett, S. B., & Trafton, J. G. (2007). "What if...": The use of conceptual simulations in scientific reasoning. *Cognitive Science*, 31(5), 843-875.
- Trundle, K., Atwood, R. K., & Christopher, J. (2002). Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases before and after instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 633-658.
- Warter-Perez, N., Dong, J. (2012). Flipping the classroom: How to embed inquiry and design project into a digital engineering lecture. Proceedings of American Society for Engineering Education-Pacific South West Section Conference, San Luis Obispo, CA.
- Zeilik, M., & Bisard, W. J. (2000). Conceptual change in introductory-level astronomy courses. *Journal of College Science Teaching*, 29(4), 229-232.