

# 그림자 원리에 대한 초등 과학 수업 지도안 분석 - 시각적 표상의 유형과 인지 과정을 중심으로 -

윤혜경

## Analysis of Elementary Science Lesson Plans on Shadow Principle - Focusing on the Types and Cognitive Processes of Visual Representations -

Yoon, Hye-Gyoung

### ABSTRACT

Visual Representation Competence Taxonomy (VRC-T) was developed in previous study(Yoon, 2018) to provide a framework conducive to assess visual representation competence and to devise appropriate educational activities for it. This study is an extension of the previous study. It aimed to explore the usefulness of VRC-T and revise it by analyzing the patterns of visual representation use in science lessons. The researcher collected lesson plans on shadow principle from 11 pre-service and 13 in-service elementary teachers and conducted individual interviews regarding what visual representations they considered and how they tried to use them in science lessons. VRC-T was used as an analytical framework to examine the types and cognitive processes of visual representations. As a result, new categories were added and the revised VRC-T was completed (VRC-TR). It was also found that both pre- and in-service teachers mainly focused on ‘interpreting’ the ‘descriptive representation’ while designing their lesson plans. Additionally, in-service teachers showed more limited use of visual representations compared to pre-service teachers. In-service teachers largely relied on the national science textbooks, while pre-service teachers reflected their own learning experiences in their teacher-training program. These results showed that teachers’ use of visual representations heavily relied on their prior learning and teaching experiences. The VRC-TR presented in this study and examples of class activities in each category can be helpful for teachers and researchers who want to use visual representations more effectively.

**Key words:** shadow principle, elementary teachers, science lesson plan, visual representation, visual representation competence taxonomy

## I. 서 론

교육목표 분류체계는 교육활동을 계획하고, 실행하고, 평가하는 과정에서 유용한 기준틀의 역할을 한다(Kim, 2006). 대표적으로 블룸의 교육목표 분류체계(Bloom, 1956)는 지난 수십 년간 여러 교과 영역에서 유용하게 활용되어 왔다. 2001년에는 블룸의 제자들에게 의해 개정되기도 했으며(Anderson *et al.*, 2001), 정보통신기술 요소를 반영한 ‘블룸의

디지털 텍사노미(Bloom’ Digital Taxonomy)’가 제안되기도 하였다(Churches, 2010).

교육목표 분류체계가 교육적 실행과 연구 과정을 체계적으로 계획하고 점검하는 것을 돕는다는 점에 착안하여 Yoon (2018)은 ‘시각적 표상 능력의 교육목표 분류체계(Visual Representation Competence Taxonomy: 이하 VRC-T)’를 개발, 제안하였다. 이는 말이나 글과 같은 언어적 표상뿐 아니라, 표, 그래프, 사진, 그림, 다이어그램 등의 시각적 표상이 과

학 교수학습 과정에서 중요하다는 점, 시각적 표상이 과학 학습과 과학적 추론을 촉진하는 다양한 어포던스를 가지고 있다는 점(Tytler *et al.*, 2019), 그리고 학생이 ‘표상을 생성하고, 연결하고, 전환하고, 문제 해결의 도구로 사용할 수 있는’ 표상 능력(Schneid *et al.*, 2013)을 길러주어야 한다는 점에 기초한 것이었다.

과학 수업에서 시각적 표상을 학생 중심으로 활용할 때 교수 학습이 혁신적으로 변화하고(Tytler *et al.*, 2013), 진정한 과학적 대화가 가능하다는 연구 결과(Parnafes & Trachtenberg-Maslaton, 2014)는 과학 수업을 시각적 표상 활용 관점에서 분석해야 할 필요성을 지지해 준다. 블룸의 교육목표 분류체계가 학생을 평가하거나 수업을 계획, 분석할 때 유용하게 활용되듯이 VRC-T는 시각적 표상을 중심으로 학생의 역량이나 성취를 평가할 때, 과학 수업에서 시각적 표상 활용을 계획하고 분석할 때 유용하게 사용할 수 있을 것으로 기대되었다.

선행 연구(Yoon, 2018)에서 VRC-T는 이론적 고찰과 전문가의 타당도 검토 과정을 통해 개발되었으며 시각적 표상 유형과 인지 과정, 2개 차원으로 구성되어 있다. 시각적 표상 유형은 크게 ‘기술적 표상’, ‘과정적 표상’, ‘설명적 표상’으로, 시각적 표상의 인지 과정은 크게 ‘해석하기’, ‘통합하기’, ‘구성하기’로 구분되어 있다. 각각의 범주는 2개의 소범주로 구성되어 있어 총 6개의 표상 유형과 6개의 인지 과정 범주를 갖는다. 이러한 교육목표 분류체계는 이론적 관점에서 일관적이고 논리적이어야 할 뿐만 아니라, 실제 교육 활동을 분석하거나 연구하는데 유용해야 한다. 즉 실제 교육 활동이나 연구에 적용하는 과정에서 범주 구분이 용이한지, 분석 결과가 교육 활동의 개선에 시사점을 줄 수 있는지, 분류체계의 유효성을 검증하는 과정이 필요하다. 그리고 이 과정에서 필요하면 분류체계를 수정, 보완해야 한다.

VRC-T의 유효성을 탐색하기 위한 노력의 첫 번째로 Yoon (2019)은 그림자 현상에 대한 초등학생의 시각적 표상 능력을 조사하였고, 이 데이터를 이용해 VRC-T 인지 과정 사이의 위계 관계를 탐색하였다. 서열화 이론에 따라 인지 과정의 위계 관계를 분석한 결과, 허용오차를 느슨하게 하는 경우, 6개 인지 과정 사이에 직선적인 위계 관계가 발견되었고, 인지 과정의 범주 구분이 어느 정도 타당하

다는 것을 확인하였다. 본 연구는 VRC-T의 유효성을 탐색하기 위한 두 번째 연구이며, VRC-T를 통해 과학 수업을 분석하여 그 유효성을 탐색하고자 하는 목적을 가지고 있다. 또 그동안 과학 수업 분석은 교사와 학생 간의 담화 분석, 즉 언어적 상호작용을 분석하는 연구(예를 들면 Scott *et al.*, 2006)가 많았기 때문에 수업에서 사용되는 시각적 표상의 유형과 인지 과정을 VRC-T를 통해 분석하면, 새로운 각도에서 수업을 조망할 수 있을 것으로 기대하였다.

과학 교사의 시각적 표상 활용과 관련된 몇몇 선행 연구 결과를 살펴보면 교사의 시각적 표상 활용이 대부분 표면적이고 제한적임을 알 수 있다(Eilam & Gilbert, 2014). 교과서나 학습 자료에 있는 시각적 표상을 교사가 언급하는 정도라면 이용하거나(Coleman *et al.*, 2011), 수업의 도입 부분에서만 주로 활용하였다(Liu *et al.*, 2014). 또 과학 개념을 예시하기 위한 목적으로 주로 사용하였고(Ozcelik & McDonald, 2013), 학생들이 시각적 표상을 적극적으로 생성하거나 활용하도록 하는 활동은 잘 나타나지 않았다. 국내에서도 초등교사와 중등교사를 대상으로 전자기 관련 수업에서 시각적 표상을 어떻게 활용하고 있는지, 활용 실태에 대한 설문 조사가 실시된 바 있다(Yoon & Park, 2018; Yoon *et al.*, 2017). 설문 분석 결과, 중등교사와 초등교사의 경우 모두 학생 중심 활용보다 교사 중심 활용이 두 배 정도 많은 것으로 나타났다(Yoon *et al.*, 2017), 초등 교사들은 시각적 표상의 기능을 ‘정보 전달 기능’으로 제한하여 인식하고 있는 것으로 나타났다(Yoon & Park, 2018). 이러한 선행 연구들은 Ozcelik and McDonald (2013)의 연구를 제외하고는 대부분 자기보고식 설문을 활용하고 있다. 국내에서 초등 교사를 대상으로 했던 연구(Yoon & Park, 2018) 또한 온라인 설문을 이용한 것이었다. 전자기 관련 단원에서 시각적 표상의 활용 방식에 대한 구체적인 예시를 제시하고, 예시와 같은 방식으로 교사 자신이 시각적 표상을 활용하고자 하는지, 그 이유는 무엇인지를 분석하였다. 이와 같은 자기보고식 설문 결과는 실제 교사의 수업과는 차이가 있을 수 있으므로 교사의 시각적 표상 활용 유형을 파악하기 위해서는 과학 수업 자체를 좀 더 구체적으로 살펴볼 필요가 있다. 수업 관찰은 교사의 수업을 분석할 수 있는 가장 직접적인 연구 방법이지만 연구자가 직접 수업을 관찰하려면 연구 대상의

사례 수가 제한될 수밖에 없고, 같은 주제에 대한 다수의 수업 사례를 살펴보거나 예비교사와 현직 교사의 수업을 비교하기도 어렵다. 따라서 본 연구에서는 교사의 수업 지도안을 분석하고, 이에 대해 면담을 실시하는 방식을 택하였다.

또한 학생의 시각적 표상 능력에 대한 선행 연구(Yoon, 2019)와 같은 주제인 그림자 현상을 수업 주제로 택하였다. 교사가 시각적 표상을 어떻게 활용하는가는 수업 주제에 따라 달라질 수 있어(Cook, 2011) 수업 주제를 제한하는 것이 필요했고, 학생의 시각적 표상 능력과 수업 중 시각적 표상 활용 방식을 비교해서 논의할 수 있기 때문이다. ‘그림자 현상’은 2015 개정 교육과정 4학년 2학기 3단원 ‘거울과 그림자’에서 다루고 있으며, ‘여러 가지 물체의 그림자를 관찰하여 그림자가 생기는 원리를 설명할 수 있다.’는 성취기준이 제시되어 있다. 또 해당 단원의 ‘평가 방법 및 유의사항’에서는 ‘학생의 사고 과정이나 추리 능력을 평가하기 위해서 학생들이 빛의 진행 경로를 그려 보도록 하는 평가가 바람직하다’고 서술하고 있다(Ministry of Education, 2015). 그림자 현상을 이해하기 위해 빛의 진행을 직선과 확산표로 나타내는 것이 효과적일 수 있지만 2015 개정 교육과정에 따른 초등 과학 교과서에는 그림자의 원리를 광선을 이용해 명시적으로 나타내고 있지는 않다.

이러한 배경하에 본 연구에서는 선행 연구에서 개발된 VRC-T를 활용하여 초등 예비교사와 현직 교사의 과학 수업 지도안을 시각적 표상 활용 측면에서 분석하고, 그 과정에서 VRC-T가 과학 수업 분석에 적절한지 그 타당성을 검토하고자 하였다. 더불어 예비교사와 현직교사의 시각적 표상 활용 패턴을 비교하여 교사 전문성과 시각적 표상 활용 패턴의 관계도 탐색하고자 하였다. 수업 지도안은 수업 실행의 토대로서 수업에서 시각적 표상의 여러 활용 가능성을 보여줄 수 있기 때문이다. 본 연구의 구체적인 연구 목표는 다음과 같다. 1) 선행연구에서 개발된 VRC-T 범주 구분의 유효성을 검토하고 이를 수정, 보완한다. 2) 그림자 원리에 대한 초등 과학 수업 지도안에 나타나는 시각적 표상의 유형과 인지 과정을 분석하고, 각각에 해당되는 구체적인 사례를 추출한다. 3) 그림자 원리에 대한 초등 과학 수업에서 예비 교사와 현직 교사의 시각적 표상 활용 양상을 비교한다.

## II. 연구 내용 및 방법

### 1. 연구 참여자

연구 참여자는 총 24명이다. 예비교사는 참관실습과 실무실습을 마친 C 교육대학교 4학년 학생 중 자원자 11명(남 2, 여 9)이 참여하였으며, 현직교사는 교육대학원 초등 과학교육 전공으로 석사 학위를 취득한 교사 중 자원자 및 이들을 통해 추천받은 교사 13명(남 8, 여 5)이 참여하였다. 현직교사의 경우 총 교육 경력은 8~29년으로 다양했고, 과학교과 지도 경력은 5년 미만이 2명, 5년 이상~10년 미만이 6명, 10년 이상이 5명이었다.

### 2. 지도안 작성과 면담

먼저 연구 참여자는 연구의 목적과 내용에 대한 설명문을 읽고, 연구 참여 동의서에 서명하였다. 연구자는 이들에게 2015 과학과 교육과정의 한 성취기준(‘여러 가지 물체의 그림자를 관찰하여 그림자가 생기는 원리를 설명할 수 있다’)을 달성할 수 있는 과학 수업 지도안 작성을 요청하였다. 수업 지도안 작성 시 과학 교과서를 참고할 수 있으나 교과서에 얽매이지 않고 자유롭게 수업을 구상할 수 있도록 하였으며, 지도안 분량이나 형식 또한 자유롭게 수정하거나 변형하여 사용할 수 있도록 했다. 또 수업 과정에서 시각적 표상을 활용하는 부분이 있다면 구체적으로 어떠한 자료를 어떻게 사용할 것인지 지도안에 가급적 자세하게 쓰도록 당부하였다. 지도안 작성 시간은 별도로 제한하지 않고 자유롭게 제출하도록 하였다. 면담 과정에서 확인한 바에 의하면 지도안 작성에 대개 1시간 내지 2시간 정도의 시간이 소요된 것으로 보인다.

연구 참여자들이 지도안을 제출한 후 연구자는 각 참여자와 면담 시간을 정하고, 약 30분 내외의 개별 면담을 실시하였다. 개별 면담은 예비교사의 경우 직접 대면 면담을 실시했고, 현직교사의 경우 인터넷에 기반한 화상통화 프로그램(Skype)을 이용하거나 전화 면담을 실시하였다. 개별 면담에서는 우선 도입 질문으로 지도안 작성에 걸린 시간, 지도안 작성 시 어려웠던 점 등을 질문하였다. 이어서 수업 개요와 흐름을 설명하도록 한 후 구체적으로 시각적 표상이 활용되는 부분이 어느 부분인지 묻고, 직접 지도안에 색깔이 있는 펜으로 표시하거나 해당 부분을 지적하도록 하였다. 그리고 참여자

가 표시한 부분과 관련해서 구체적으로 어떤 시각적 표상을 어떻게 활용하고자 하는지 자세히 설명하도록 요청하였으며, 그렇게 활용하고자 하는 이유를 질문했다. 연구자는 교사가 활용하고자 하는 구체적인 시각적 표상의 유형과 활용 방법을 파악하는데 중점을 두고 필요 시 추가 질문을 하였으며, 교사가 사용하고자 하는 시각적 표상이 어떤 것인지 불분명한 경우 직접 그려줄 것을 요청하기도 하였다.

### 3. 지도안 분석

연구자는 개별 면담 이전, 수업 지도안에서 시각적 표상이 활용된 장면을 추출하였다. 이후 연구 참여자와의 개별 면담을 통해 수업 지도안에서 시각적 표상이 활용되는 부분을 확인하면서 연구자가 놓친 부분은 추가하고, 연구자가 잘못 추출한 부분은 제외하였다. 이와 같이 개별 면담을 통해 시각적 표상이 활용된 수업 장면을 확인한 후 각 장면에 대해 식별 기호를 붙였다. 예를 들면 P11, P12는 예비교사1이 시각적 표상을 활용한 장면1과 장면2를 뜻한다. E11, E12는 현직교사1이 시각적 표상을 활용한 장면1과 장면2를 뜻한다. 이후 엑셀에 수업 장면 번호와 그 장면의 개요를 순서대로 기록하였고, 기존 연구에서 개발된 VRC-T를 활용해서 연구자가 각 장면에 해당되는 표상 유형과 인지 과정 유형을 코딩하였다(1차 코딩). 약 한 달 후 연구자가 같은 방식으로 2차 코딩을 하였고, 1, 2차 코딩 과정에서 VRC-T로 구분하기 어려운 장면들을 추출하였다. 이렇게 추출된 장면들을 포함할 수 있는 새로운 범주를 추가하여 기존의 VRC-T를 개정한 VRC-TR(Visual Representation Competence Taxonomy Revised: 이하 VRC-TR)을 완성하였다. 이후 VRC-TR를 활용하여 전체 데이터를 다시 코딩하였다(3차 코딩). 이때 자료 분석의 신뢰도를 높이고, 새로운 범주의 타당성을 검토하기 위해 과학교육 박사학위를 취득하고 초등 과학교과서 개발 경험과 초등 과학영재 지도 경험이 있는 전문가 1인이 독립적으로 지도안의 수업 장면을 코딩하도록 하였다. 연구자가 VRC-TR의 각 범주 개요를 설명하고, 예비교사 2명의 지도안과 현직교사 2명의 지도안을 함께 코딩하면서 각 범주에 대한 이해를 공유하였다. 이후 전체 데이터를 독립적으로 분석하도록 하여 연구자의 코딩과 일치도를 확인하였다. 총 74개의 수업 장면에 대해 표상 유형 코딩에서 일치도는 89.2%,

인지 과정 유형에서 코딩 일치도는 87.8%로 나타났다. 코딩이 일치하지 않는 것에 대해서는 상호 간 논의를 통해 최종 코딩을 결정하였다(4차 코딩).

### 4. 코딩 지침

4차례의 코딩 과정에서 연구자는 수업 장면 코딩을 위한 기본 지침을 마련하였고, 일관된 방식으로 이를 적용하고자 노력하였다. 이러한 지침은 분석의 신뢰도를 높이기 위한 것이기도 하지만, 다른 연구자나 교사가 분류체계를 활용하고자 할 때 도움이 될 수 있다. 구체적인 내용은 다음과 같다.

#### 1) 수업 장면의 구분

여러 개의 시각적 표상이 사용되어도 동시에 유사한 표상이 사용되면 하나의 장면으로 볼 수 있다. 예를 들어 하나의 그림자 사진을 보여주든, 여러 개의 그림자 사진을 보여주든 하나의 장면으로 구분할 수 있다. 반대로 하나의 시각적 표상이라도 다른 목적으로 여러 번 사용되기도 하는데, 이런 경우 각 목적에 따라 다른 장면으로 코딩할 수 있다. 예를 들면 학생들이 사진을 찍어서 자신의 활동내용을 발표하도록 하고, 이후 이것의 공통점을 학급 전체가 토론하도록 한 경우, 활동내용을 기록하고 공유하는 장면과 공통점을 토론하는 장면은 별개의 장면으로 코딩 가능하다. 또 같은 표상을 수업 초반부에서 사용하고, 후반부에서 다시 사용하는 경우도 별개의 장면으로 코딩 가능하다.

#### 2) 시각적 표상의 유형 구분

시각적 표상의 유형은 완전히 배타적으로 구분되는 것은 아니다. 특히 사실적 표상은 다른 유형의 표상에 기본적으로 포함되어 있는 경우가 많다. 예를 들면 현미경을 사용법과 같이 기구 조작 방법을 설명하는 ‘과정적 표상’은 대부분 실험 기구의 생김새와 구조를 보여주는 ‘사실적 표상’을 포함하고 있다. 하나의 시각적 표상이 두 가지 이상의 유형에 해당되는 경우, 시각적 표상의 유형은 그것이 활용되는 수업 맥락에서 교사나 사용자의 의도를 고려하여 결정할 수 있다. 즉 시각적 표상이 어떤 맥락에서 어떠한 의도로 제시되거나 사용되고 있는지를 고려하여 표상의 유형을 구분할 수 있다.

#### 3) 시각적 표상의 인지 과정 구분

시각적 표상의 인지 과정 범주도 완전히 배타

적으로 구분되는 것이 아니다. 예를 들면 같은 그림자 사진이라도 교사가 수업 주제에 학생을 주목시키기 위해 사용하는 경우도 있고, 그림자의 모양이나 크기를 자세히 관찰하도록 하기 위해 사용하는 경우도 있다. 그런데 후자의 경우 대부분 전자를 포함하고 있기도 하다. 시각적 표상을 자세히 관찰하기 위해서는 주목하는 것이 선결 요건이기 때문이다. 이와 같이 하나의 시각적 표상이 두 가지 이상의 인지 과정 범주에 해당되는 경우, 수업 맥락과 학생의 실제 활동 내용, 사고 내용을 고려하여 인지 과정 범주를 결정할 수 있다. 예를 들면 학생이 여러 가지 물체의 그림자 사진을 보기만 하도록 하는 경우 ‘주목하기’로 구분할 수 있으며, 이 사진을 보면서 여러 그림자의 차이점과 공통점을 말하는 경우 ‘개념적 정보 해석’으로 구분할 수 있다.

### III. 연구 결과 및 논의

#### 1. 시각적 표상 능력 교육목표 분류체계의 개정

기존 연구(Yoon, 2018)에서는 시각적 표상 능력, 시각화 과정에 대한 이론적 검토, 교사와 전문가의 타당도 검토를 통해 VRC-T의 두 차원과 각 차원의 범주를 유목화하였다. 그러나 본 연구에서 이를 적용하여 과학 수업 지도안을 분석하는 1, 2차 코딩 과정에서 VRC-T로 구분할 수 없는 수업 장면들이 포착되었고, 이를 포괄할 수 있는 새로운 범주의 필요성이 대두되었다. 1, 2차 코딩을 통해 시각적 표상 유형에는 ‘공감적 표상’이 추가되었고(Table 1 참고), 인지 과정에는 ‘주목하기’와 ‘감성에 기초하여 표상 구성하기’를 추가하게 되었다(Table 2 참고).

우선 시각적 표상의 유형에는 ‘공감적 표상’이 추가되었다. 이는 주로 이야기, 인물, 예술작품 등을 통해 친근감과 호기심, 경이로움 등을 불러일으키기 위한 시각적 표상이다. 공감적 표상의 유형은 크게 ‘Da 인물과 서사를 통한 공감’, ‘Db 심미적 표현을 통한 공감’으로 구분되었다. 동화책의 주인공

Table 1. Categories of the type of visual representation

대범주	소범주	개요	예시
A. 기술적 표상: 사물이나 현상을 기술하여 사실을 전달하고자 하는 표상	Aa 사실적 기술	자연 현상, 물체의 외형적 특징과 내부 구조, 동식물의 행동 등을 사실적으로 표현한 것	여러 가지 동식물 그림, 전구의 내부 구조, 식물 줄기의 단면도 등
	Ab 기호나 상징을 통한 기술	자연 현상, 물체의 외형적 특징과 내부 구조, 동식물의 행동 등을 기호체계나 상징을 통해 나타낸 것	전기 회로도, 기호를 이용한 화산 분포도 등
B. 과정적 표상: 어떤 일을 수행하는 과정이나 시간에 따른 변화 과정을 나타내기 위한 표상	Ba 수행 방법이나 수행 과정	어떤 일을 수행하기 위한 일련의 방법이나 순서를 설명한 것	전자석을 만드는 과정, 실험기구 조작 매뉴얼 등
	Bb 시간에 따른 변화 과정	시간이나 계절에 따른 변화나 물체의 시간에 따른 이동을 표현한 것	계절에 따른 별자리 모습, 동식물의 성장 모습, 시간에 따른 물의 온도변화 그래프 등
C. 설명적 표상: 현상의 원인이나 규칙성, 과학 개념 사이의 관계를 설명하기 위한 표상	Ca 과학적 모델을 통한 설명	특정 현상을 설명하기 위해 비가시적인 과학 개념이나 원리, 가설적 아이디어 등을 표현한 것	빛의 반사에 대한 광선 다이어그램, 물의 순환에 대한 다이어그램, 기체의 부피변화에 대한 입자 표현 등
	Cb 개념 사이의 관계 설명	개념을 비유적으로 설명하거나 개념 사이의 연관관계, 위계관계, 포함관계 등을 표현한 것	전기회로 물 흐름 비유, 식물 분류 계층도, 빛의 성질에 대한 개념도 등
D. 공감적 표상: 이야기, 사진, 인물, 예술작품 등을 통해 호기심, 친근함, 경이로움 등의 감정을 불러일으키기 위한 표상	Da 인물과 서사를 통한 공감	친근한 인물이나 캐릭터, 스토리를 통해 특정 상황이나 내용을 표현한 것	만화 캐릭터나 역사적 인물이 화자로 등장하는 삽화, 학습 내용을 요약한 만화 등
	Db 심미적 표현을 통한 공감	예술 공연, 예술 작품, 아름다운 장식품이나 풍광 등을 표현한 것	유명 화가의 그림, 도시의 야경 사진 등

\* 음영으로 표시된 부분이 본 연구에서 추가된 것임.

Table 2. Categories of the cognitive process of visual representation

대범주	소범주	주요 서술어	개요
1. 시각적 표상 해석하기: 주어진 시각적 표상에 제시된 정보와 의미를 해석한다.	1.0 주목하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주목하기, 회상하기, 기억하기, 감상하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제시된 시각적 표상에 주목한다.</li> <li>• 제시된 시각적 표상과 관련된 사건이나 사물, 경험을 회상하거나 연관성을 인식한다.</li> <li>• 제시된 시각적 표상을 감상한다.</li> </ul>
	1.1 명시적 정보 해석하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 확인하기</li> <li>• 기호/값 읽기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시각적 표상에 제시된 기호나 상징의 의미를 안다.</li> <li>• 시각적 표상에 제시된 값이나 명시적 정보를 읽을 수 있다.</li> </ul>
	1.2 개념적 정보 해석하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 내삽/외삽하기</li> <li>• 과학 개념과 용어를 통해 해석하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시각적 표상에 제시된 정보를 통해 결론, 일반화, 예상 등의 추론을 수행하여 의미를 해석할 수 있다.</li> <li>• 주요 과학 개념과 용어를 통해 시각적 표상의 정보를 해석할 수 있다.</li> </ul>
2. 시각적 표상 통합하기: 주어진 시각적 표상을 사전 지식, 개념, 경험과 연결하여 재구성하거나 평가한다.	2.1. 표상 전환하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다른 양식으로 나타내기</li> <li>• 간단하게 나타내기</li> <li>• 자세하게 나타내기</li> <li>• 조직하여 나타내기</li> <li>• 유사한 상황에 대해 나타내기</li> <li>• 대응시키기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시각적 표상을 실물 모형과 같은 다른 양식의 표상이나 다른 유형의 시각적 표상으로 전환하여 나타낼 수 있다.</li> <li>• 여러 시각적 표상을 조직하여 간단히 나타내거나 하나의 표상을 더 자세한 표상으로 나타낼 수 있다.</li> <li>• 주어진 표상을 유사한 상황에 적용해서 나타낼 수 있다.</li> <li>• 같은 현상을 나타내는 여러 가지 시각적 표상의 대응 관계를 인식할 수 있다.</li> </ul>
	2.2. 표상 평가하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 선택하기</li> <li>• 비판하기</li> <li>• 평가하기</li> <li>• 정당화하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 여러 개의 시각적 표상을 비교하여 보다 적절한 것을 선택하거나 주어진 표상의 적절성을 평가할 수 있다.</li> <li>• 주어진 상황이나 정보를 표현하는데 적절한 표상 방법을 선택할 수 있다.</li> <li>• 과학적 표상이 항상 실재를 복사하는 것은 아니며, 과학적 의사소통과 사고의 도구임을 인식할 수 있다. (표상의 본성에 대한 인식)</li> </ul>
3. 시각적 표상 구성하기: 관찰한 사물이나 현상의 특징, 그에 대한 과학적 아이디어를 시각적 표상으로 나타낸다.	3.0 감성에 기초하여 표상 구성하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 꾸미기</li> <li>• 감정, 느낀 점 표현하기</li> <li>• 작품으로 표현하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자신의 감성을 다양한 색과 모양의 시각적 표상으로 나타낼 수 있다.</li> </ul>
	3.1 감각, 규칙, 사실에 기초하여 표상 구성하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일회적인 혹은 연속적인 관찰 내용을 나타내기</li> <li>• 수행 방법이나 과정을 나타내기</li> <li>• 모양, 특징 나타내기</li> <li>• 위치, 분포 나타내기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현상이나 사물을 관찰하고 그 특징을 시각적 표상으로 나타낼 수 있다.</li> <li>• 적합한 기호나 색을 이용해 사물이나 사건의 분포나 위치 등을 나타낼 수 있다.</li> <li>• 여러 관찰 결과나 실험결과를 조직하여 나타낼 수 있다.</li> <li>• 과학적 활동의 수행 과정, 현상의 변화 과정 등을 시각적 표상으로 나타낼 수 있다.</li> </ul>
	3.2 추론에 기초하여 표상 구성하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과학 개념이나 원리를 나타내기</li> <li>• 비가시적 속성이나 현상을 나타내기</li> <li>• 과학 개념 사이의 관계를 나타내기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과학의 상징 기호(예: 힘을 나타내는 화살표, 전하를 나타내는 +, -)를 사용할 수 있다.</li> <li>• 과학 개념이나 원리를 나타내는 표상을 구성할 수 있다.</li> <li>• 개념도, 위계도 등으로 과학 개념 사이의 관계를 나타낼 수 있다.</li> <li>• 자신의 과학적 아이디어(가설)를 시각적 표상으로 나타내고 이를 통해 추론할 수 있다.</li> </ul>

\* 음영으로 표시된 부분이 본 연구에서 추가된 것임.

이 나와서 그림자에 대한 자신의 생각을 소개하는 것은 전자로, 음악에 맞추어 다양한 그림자의 전환을 보여주는 예술 공연은 후자로 구분할 수 있다.

다음으로 인지 과정의 ‘해석하기’ 범주에는 소범주로 ‘1.0 주목하기’가 추가되었다. 기존에는 명시적 정보나 개념적 정보 해석하기만 있었으나, 특별한 정보 해석을 요구하지 않고 단순히 주목하게 하

거나, 관련된 경험을 회상하도록 하거나, 감상하도록 하는 경우이다. 또 ‘구성하기’ 범주에는 ‘3.0 감성에 기초하여 표상 구성하기’가 추가되었다. 과학 수업에서는 주로 관찰이나 실험 등의 과정에서 ‘감각, 규칙, 사실에 기초’하여 표상을 구성하거나 과학적 원리나 과정을 설명하기 위해 ‘추론에 기초’하여 표상을 구성하는 과정이 있다고 보았으나, 자

신의 감정이나 느낀 점을 나타내거나 꾸미기 활동을 하는 경우가 발견되었기 때문이다.

새로운 범주를 추가하여 개정된 VRC-TR의 각 범주를 요약하여 Table 1과 Table 2에 제시하였다.

## 2. 시각적 표상의 유형과 인지 과정에 대한 구체적 사례

새로운 범주를 추가하여 개정된 VRC-TR에 기초하여 시각적 표상의 각 유형과 인지 과정에 해당하는 구체적인 수업 장면을 추출하였다.

### 1) 기술적 표상의 활용

그림자 원리 수업에서 가장 많이 활용된 표상은 ‘Aa 사실적 기술’에 해당되는 표상이었다. 예를 들면 불투명 물체인 머그잔과 투명 물체인 유리잔의 그림자 사진, 맑은 날과 흐린 날 운동장에 있는 아이들의 그림자 사진 혹은 삽화 등이 대표적인 것이다. 그러나 같은 표상이라도 이것을 활용할 때 요구되는 인지 과정은 다양하게 나타났다.

먼저 시각적 표상을 해석하는 활동의 예를 들면 교사가 그림자의 진하기가 다른 사진(Fig. 1)을 제시하고 a) 단순히 오늘 수업 주제가 그림자임을 언급하는 경우도 있고, b) 사진을 통해 그림자의 차이를 자세히 관찰하도록 한 경우도 있고, c) 더 나아가 사진을 보면서 왜 그림자의 진하기가 차이가 날지 생각해 보도록 한 경우도 있다. a)와 같이 수업 주제에 대한 학생의 흥미를 유발하기 위해 시각적 표상을 제시하는 경우 학생들에게 요구되는 인지 과정은 ‘1.0 주목하기’이다. 학생들은 제시된 시각적 표상에 주목하고 제시된 시각적 표상과 관련된 사건이나 사물, 경험을 회상하게 된다. b)와 같이 그림자의 사진을 관찰해서 그림자의 진하기가 다르다는 사실을 발견하도록 하는 경우 학생들에게



Fig. 1. Different degree of darkness of shadows.

요구되는 인지 과정은 ‘1.1 명시적 정보 해석하기’이다. 학생들은 그림에 나타나 있는 명시적인 정보, 즉 그림자의 진하기가 다르다는 사실을 ‘읽어 내야’ 한다. c)와 같이 그림자의 진하기가 차이가 나는 이유를 설명해 보도록 하는 경우 학생들은 자신의 기존 지식과 개념을 적용해 현상의 원인을 추론하게 되며, 이것은 ‘1.2 개념적 정보 해석하기’에 해당된다. 교사들은 양산, 모자, 파라솔, 커튼 등 그림자를 활용하는 사물의 사진을 보여주고 공통점을 찾도록 하거나(E4), 다양한 모양의 그림자 사진(예를 들면 Fig. 2)을 제시하고 학생이 직접 같은 모양의 그림자를 만들어 보도록 했다(E11, E12). 또 그림자 사진을 보고 어떤 물체인지 맞추는 활동도 있었다(P7). 이와 같은 예는 모두 ‘그림자’를 사실적으로 보여주는 사진이나 그림을 보고 학생이 자신의 개념과 지식을 이용해 시각적 표상이 가지는 의미를 해석하도록 하는 ‘1.2 개념적 정보해석’에 해당된다.

‘Aa 사실적 기술’ 유형의 표상을 학생들이 구성하도록 하는 경우도 나타났다. 학생들이 직접 그림자를 관찰하고 활동지에 그 특징을 그림으로 나타내는 것이 이에 해당된다. 불투명한 물체와 투명한 물체의 그림자를 관찰하고, 그것을 활동지에 그리기(P11), 운동장에서 여러 가지 물체의 그림자를 만들고 사진으로 찍어 온라인 게시판에 올리기(E1), 여러 가지 그림자를 만들어 보고 손전등, 물체, 그림자의 스티커를 순서대로 알맞게 배열하기(P6) 등의 활동은 학생이 현상이나 사물을 관찰하고, 그 특징을 시각적 표상으로 구성해 내는 것이다. 이 경우 학생 자신이 직접 관찰한 내용을 토대로 표상을 구성하므로 ‘3.1 감각, 규칙, 사실에 기초하여 구성하기’에 해당된다. 다음 절에서 구체적으로 살펴 보겠지만 이러한 활동은 현직교사의 수업보다 예비교사의 수업에서 월등하게 많이 나타났다. 사실적 표상을 ‘3.2 추론에 기초하여 구성’하게 하는 것은 유일하게 한 사례가 발견되었다. 투명하거나 불



Fig. 2. Various shadow shapes.

투명한 여러 가지 물체의 그림자 모양, 빛의 방향이 바뀌었을 때 그림자의 모양을 예상해서 학생이 그리도록 한 것이다(P10).

‘Aa 사실적 기술’ 유형의 표상을 ‘3.1 감각, 규칙, 사실에 기초하여 구성’하는 활동과 관련해서 한 가지 주목할 것은 관찰 사실을 직접 그리지 않고 사진을 찍거나 붙임 스티커를 이용해서 나타내도록 하는 경우이다. 사진을 찍는 것은 학생이 직접 표상을 구성하는 것은 아니지만, 무엇을 찍어야 할지, 언제 찍어야 할지 학생 자신이 선택한다는 점에서 표상 구성에 해당된다고 볼 수 있다. 교사들은 사진을 찍으면 신속하게 관찰 결과를 기록할 수 있고, 학생들의 적극적인 참여를 촉진하며, 학습 과정과 결과를 다른 학생들, 학부모와 공유하기에 편리하고 효과적이라고 생각하고 있었다(P6, P7, E1). 또 손전등, 물체, 스크린을 붙임 스티커를 이용해 배열해 보도록 하는 경우가 있었다(P6, P8). 면담 과정에서 교사는 학생들이 그림을 직접 그리면 시간이 많이 들기 때문에 붙임 딱지나 사진을 배열하도록 하면 시간을 절약할 수 있다고 하였다.

모둠별로 학생들이 그림자를 만들 때 사진을 찍어서 모니터에 띄워 보여주고... (중략) 이것만으로 부족할 수 있으니까 스티커를 이용해서 물체, 광원, 스크린의 배열 순서를 칠판에 붙여서 표시해 보도록 하면 될 것 같아요. (중략) 사진으로 해야겠다고 생각한 이유는 학생들이 공유하기에 가장 편하고 무엇보다 애들이 재미있어 할 것 같아서요. 깔깔거리고... (중략) 그림을 그리기에는 시간이 너무 짧기 거 같아요. (P6)

학생들이 운동장에서 볼 수 있는 그림자를 사진으로 찍고, 학급 커뮤니티에 올리도록 합니다. 교실에 들어와서 사진을 가지고 공통점을 토의해 보도록 하고... (중략) 광원, 물체, 그림자의 위치를 생각해 보도록 합니다. (중략) 사진을 찍도록 하면 경험을 통해 확인하는 것이 쉽고, 빨리빨리 할 수 있고, 커뮤니티에 올리면 바로바

로 보여주고 활용할 수 있고, 학습 결과물을 커뮤니티에 올리면 아이들도 좋아하고 학부모님들도 좋아하시더라구요. (E1)

위와 같이 사진을 찍거나 붙임 스티커를 이용해서 관찰 결과를 표현하도록 하는 것은 학생이 빠르고 쉽게 표상을 구성할 수 있도록 도와주는 일종의 스캐폴딩이라고 볼 수 있다. 물론 이러한 스캐폴딩이 모든 상황에서 항상 효과적이라고 할 수는 없겠으나, 사진이나 붙임 스티커의 활용은 초등교사가 고려할 수 있는 중요한 수업 방략으로 보인다.

### 2) 과정적 표상의 활용

어떤 일을 수행하는 과정이나 시간에 따른 변화 과정을 나타내기 위한 과정적 표상은 그림자 수업에서는 거의 사용되지 않았고, 매우 드물게 나타났다. 한 예비교사는 그림자가 생기기 위해서는 광원-물체-스크린이 일직선상에 있어야 함을 알려주기 위해 광원이나 물체를 움직여 보는 활동을 계획했다. 이 활동에서 광원을 움직이는 방법, 물체를 움직이는 방법을 명확하게 알려주기 위해 광원과 물체에 좌우 화살표를 표시하여 활동 방법을 안내했는데(Fig. 3, P8), 이는 과정적 표상에 해당된다. 광원-물체-스크린의 거리에 따라 그림자의 크기가 달라지는 것을 실험하기 위해 교과서에 제시된 실험 장면 사진을 참고해서 활동 방법을 설명한 경우도 있었다(Fig. 4, E10). 교과서의 그림 Fig. 4는 손전등의 위치를 어떻게 바꾸어야 하는지 활동 방법을 안내하는 과정적 표상이라고 할 수 있다. 이 외에도 실험 동영상을 제시하면서 실험 방법을 설명하는 경우(E5)도 있었는데, 이러한 경우 학생들에게 요구되는 인지 과정은 시각적 표상에서 제시하고 있는 실험 방법 혹은 활동 방법을 ‘읽는 것’이었으며 이는 ‘1.1 명시적 정보 해석하기’에 해당된다.

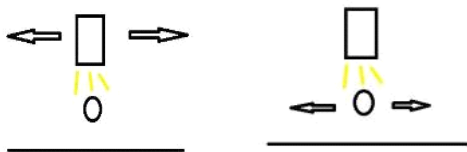


Fig. 3. Way of moving light sources and objects.



Fig. 4. Way of moving light sources.



3) 설명적 표상의 활용

그림자 수업에서 사용되는 대표적인 설명적 표상은 빛이 어떻게 진행하는지 직선이나 화살표로 나타낸 그림이며, 이것은 ‘Ca 과학적 모델’에 해당된다. 여러 가지 물체에 손전등을 비추어 그림자를 만들어 보는 활동을 한 후, 빛은 직진하며 물체가 빛의 일부를 가려 그림자가 생긴다는 것을 설명하기 위해 교사가 Fig. 5와 같은 그림을 칠판에 직접 그리거나(E2, E4, E6), Fig. 6과 같은 시뮬레이션을 이용해서 빛의 진행에 대해 설명하기도 했다(P3). 이 경우 학생에게 요구되는 인지 과정은 교사의 설명을 들으며 시각적 표상을 ‘1.2 개념적으로 해석’하는 것이다. 광선은 직접적으로 관찰 가능한 명시적 정보가 아니기 때문이다.

학생 자신이 설명적 표상을 구성하도록 한 사례는 하나에 불과했는데, 그림자가 생기는 이유를 학생이 직접 그림을 통해 설명하도록 하였다(P2). 과정적 표상과 마찬가지로 설명적 표상의 활용은 전체적으로 매우 적은 수에 불과했다. 대부분의 수업 지도안에서는 광원, 물체, 그림자의 순서만 강조되었고, 빛의 직진을 통해 그림자가 생기는 원리를 다루지 않았다. 즉 성취기준에서 말하는 ‘그림자가 생기는 원리’는 광원, 물체, 그림자의 배열 순서로 이해되고 있었다. 이는 교사들이 빛의 진행을 광선 그림으로 나타내는 것이 너무 어렵고, 초등학생에게 불필요한 것이라고 생각했기 때문일 수도 있고, 지도안을 작성하면서 주로 교과서를 참고했기 때문일 수도 있다. 현재 사용되고 있는 4학년 2학기 교과서(Ministry of Education, 2018)에는 빛이 곧게 나아가는 성질이 빛의 직진이며, 직진하는 빛이 물체를 통과하지 못하면 그림자가 생긴다는 것을 텍스트로 설명하고 있지만, 이것을 광선 그림으로 나타내고 있지는 않다. 그러나 2015 교육과정에서는

이 단원의 ‘평가 방법 및 유의사항’에서 ‘학생의 사고 과정이나 추리 능력을 평가하기 위해서는 선다형 문항보다는 학생들이 빛의 진행 경로를 그려보도록 하는 서답형 문항을 활용한 평가가 바람직하다.’고 기술하고 있기 때문에(Ministry of Education, 2015) 빛의 직진을 직선이나 화살표로 나타내는 것이 교육과정을 넘어서는 것이라고 단언할 수는 없다.

4) 공감적 표상의 활용

교사들은 주로 수업 초반에 동화 주인공이 그림자에 대해 말하는 장면을 제시하거나, 엄마와 아이가 그림자 밟기 놀이를 하는 동영상상을 시청하도록 하거나, 손가락으로 다양한 그림자를 만드는 그림자극 동영상상을 활용했다. 동화 주인공을 등장시켜 친밀감을 높이고, 엄마와 아이의 그림자 밟기 놀이를 통해 학습 주제에 대한 학생들의 흥미와 학습 동기를 유발하고자 하였다. 이 경우 학생들에게 요구되는 인지 과정은 대부분 ‘1.0 주목하기’라고 할 수 있다. 교사들은 학생들이 이러한 표상을 통해 자신의 경험을 회상하거나, 즐거움을 느끼거나, 수업 주제에 관심을 갖기를 바랐다. 대표적으로 교과서에 제시된 Fig. 7은 사람이 손가락에 매달려 있는 재미있는 모습을 통하여 그림자에 대한 학생의 관심과 흥미를 높이기 위한 것이며 ‘공감적 표상’에 해당된다고 볼 수 있다. 물론 학생이 이러한 공감적 표상을 보면서 그림자가 어떻게 생기는지 추론하는 활동, 즉 개념적 해석이 일어날 수 있지만 교사의 발문이나 지시가 없는 경우 그러한 개념적 해석이 자연스럽게 일어난다고 보기 어렵다. 수업의 맥락과 교사의 의도를 고려하여 분석한 결과, 이러한 공감적 표상은 대개 ‘1.0 주목하기’에 활용되었다.

예외적으로 그림자극 공연을 보면서 그림자가 어떻게 만들어졌는지 추측해 보도록 하는 ‘1.2 개념

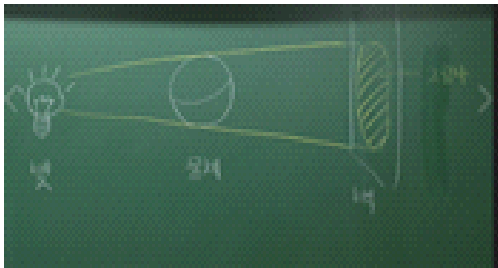


Fig. 5. Ray diagram illustrating the principle of shadow on blackboard.

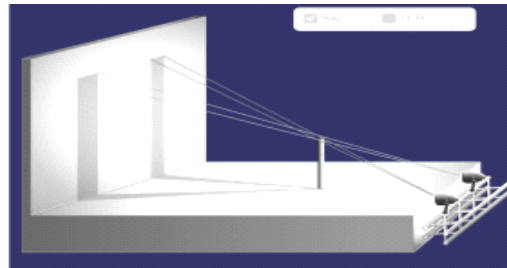


Fig. 6. Simulation illustrating the principle of shadow. (from <https://www.edumedia-sciences.com/en/media/154-multiple-shadows>)



Fig. 7. Art works using shadows.

적 정보 해석하기' 사례가 하나 있었고(P9), '3.0 감성에 기초한 구성' 사례가 하나 있었다(P1). '3.0 감성에 기초한 구성'이 단 하나의 사례만 나타났음에도 불구하고, 별도의 범주로 설정한 것은 초등 과학 수업에서 이와 같은 장면이 어느 정도 있을 수 있다고 판단되었기 때문이다. 예비교사 P1은 미완의 그림자 예술 사진을 학생들에게 배부하고, 학생들이 그림자를 만들어 작품을 완성해 보는 활동을 계획했다. 예를 들면 사람의 옆모습이 그려진 그림을 학생들에게 배부하고, 학생들이 그림자를 이용해서 이 그림에 머리카락을 자유롭게 만들어 보도록 하는 것이었다. 학생들이 직접 그림을 완성하기 때문에 '구성하기'에 속한다고 할 수 있지만 이 경우 관찰이나 감각, 추론에 의한 것이라기보다 감성에 기초한 창작 활동이라고 할 수 있다. 초등 과학

시간에는 이와 같은 활동이 어느 정도 있을 수 있다고 보았다. 예를 들면 자석으로 장난감을 만들 때 자신의 장난감을 꾸미기 위해 캐릭터를 붙이거나, 무늬를 넣거나, 색칠하는 활동이 있을 수 있다. 과학 수업에서 이러한 '3.0 감성에 기초한 구성' 활동이 반드시 필요한 것은 아니지만 과학 활동을 더 재미있게 하고, 학생들이 참여하도록 하는 요소가 될 수 있다.

다음 절에서 구체적인 결과가 제시되지만 그림자 원리에 대한 수업에서 공감적 표상은 기술적 표상 다음으로 많이 활용되었다. 이와 같이 초등 과학 수업에서 공감적 표상이 많이 활용되는 것은 대상이 아직 어린 초등학생이기 때문에 나타나는 특성일 수도 있고, 실제 교사들이 학생의 흥미를 가장 중요한 요인으로 생각하고 있기 때문일 수도 있다.

### 3. 예비교사와 현직교사의 시각적 표상 활용 양상

본 연구 과정에서 개발된 VRC-TR를 활용해 그림자 수업 지도안을 분석한 결과는 Table 3과 같다. Table 3을 살펴보면 예비교사의 경우 가장 높은 빈도로 나타난 것은 'Aa 사실적 기술'에 해당되는 표상을 '3.1 감각, 규칙, 사실에 기초하여 구성'하는 활동(26.5%)이며, 현직교사의 경우 'Aa 사실적 기

Table 3. Analysis of lesson plan for shadow using VRC-TR

	1.0	1.1	1.2	2.1.	3.0	3.1	3.2	전체
Aa	1( 2.9%)		5(14.7%)	1(2.9%)		9(26.5%)	1(2.9%)	17(50.0%)
	1( 2.5%)	5(12.5%)	16(40.0%)	3(7.5%)		4(10.0%)		29(72.5%)
Ba		2( 5.9%)						2( 5.9%)
		2( 5.0%)						2( 5.0%)
Ca			5(14.7%)				1(2.9%)	6(17.6%)
			4(10.0%)					4(10.0%)
Da	3( 8.8%)							3( 8.8%)
	2( 5.0%)							2(5.0%)
Db	4(11.8%)		1( 2.9%)		1(2.9%)			6(17.6%)
	3( 7.5%)							3( 7.5%)
전체	8(23.5%)	2( 5.9%)	11(32.4%)	1(2.9%)	1(2.9%)	9(26.5%)	2(5.9%)	34(100.0%)
	6(15.0%)	7(17.5%)	20(50.0%)	3(7.5%)		4(10.0%)		40(100.0%)

- 1) 음영된 부분이 현직 교사를 나타냄.
- 2) 수업 장면 분석에서 전혀 나타나지 않은 범주는 표에서 제외함.

술'에 해당되는 표상에 대해 '1.2 개념적 정보를 해석'하는 것이다(40.0%). 또 시각적 표상 활용이 특정 유형의 표상과 특정 유형의 인지 과정에 편중되어 있고, 이러한 쏠림 현상은 예비교사보다 현직교사에서 두드러지게 나타남을 알 수 있다.

시각적 표상 유형 중 'Bb 시간에 따른 변화 과정', 'Cb 개념 사이의 관계 설명'은 두 집단 모두에서 전혀 나타나지 않았고, 인지 과정 범주 중 '2.2 표상 평가하기'도 두 집단 모두에서 전혀 나타나지 않았다. 수업 주제와 수업 목표에 따라 특정 유형의 표상이나 특정 유형의 인지 과정이 다른 것에 비해 많이 나타날 수는 있지만, 많은 교사의 수업 지도안이 편중된 분포를 보이는 것은 그만큼 수업이 다양한 방식으로 이루어지지 않는다는 것을 의미하기도 한다.

시각적 표상 유형과 인지 과정 차원의 대범주에 대해서 예비교사와 현직교사별로 비교한 결과는 Fig. 8 및 Fig. 9와 같다.

대범주별로 묶어서 먼저 표상 유형을 살펴보면 두 집단 모두에서 '기술적 표상'이 가장 많이 사용되었는데, 전체 표상 사용의 절반 이상이 기술적 표상에 해당된다(예비교사 50.0%, 현직교사 72.5%). 그 다음으로 활용된 것은 '공감적 표상', '설명적 표상', '과정적 표상'의 순이며, 이러한 순서는 두 집단에서 같게 나타났다. '과정적 표상'의 활용이 가장 적은 이유는 그림자를 만들어 보는 활동이 특별히 과정에 대한 설명을 필요로 하지 않기 때문이라고 해석할 수 있다. 만약 산소 발생 실험이나 현미경을 이용한 관찰과 같이 장치나 실험 과정에 대한 설명이 많이 요구되는 수업이었다면 '과정적 표상'이 많이 활용되었을 것이다. 그림자 수업에서 '설명적 표상'이 많이 사용되지 않은 것은 전술했

듯이 대부분의 교사가 그림자가 생기는 원리를 빛의 직진과 연관 지어 설명하지 않는다는 것을 의미한다. 빛의 직진을 광선으로 나타내고, 이를 통해 그림자의 원리를 설명하고자 하는 '설명적 표상'의 활용은 현직교사보다는 예비교사에게서 좀 더 높게 나타났다(예비교사 17.6%, 현직교사 10.0%). 공감적 표상의 활용도 예비교사가 현직교사에 비해 많았는데(예비교사 26.5%, 현직교사 12.5%), 예비교사가 학생의 동기유발을 더 중요하게 생각하고 이를 지도안에 반영하고 있다고 짐작할 수 있다.

다음으로 인지 과정을 살펴보면 두 집단 모두에서 '해석하기'가 압도적으로 많다(예비교사 61.8%, 현직교사 82.5%). 그 다음이 '구성하기', '통합하기' 순이다. 역시 이러한 순서는 두 집단에서 동일하게 나타났다. '해석하기'는 제시된 시각적 표상에 주목하고, 시각적 표상의 정보를 '읽는' 활동이다. 시각적 표상은 주로 교사나 교과서에 의해 학생에게 제시된다. 따라서 학습자가 관찰한 사물이나 현상의 특징, 그에 대한 과학적 아이디어를 시각적 표상으로 나타내는 '구성하기'나 주어진 시각적 표상을 사전 지식, 개념, 경험과 연결하여 재구성하거나 평가하는 '통합하기'에 비해서는 수동적인 것이라고 할 수 있다. '해석하기' 활동이 압도적으로 많은 것은 교사의 교수 방법이나 시각적 표상 활용 역량과 관련된 것일 수도 있지만, 과학 수업이 이루어지는 시간, 물리적 공간, 시설 등의 현실적 여건에 기인한 것일 수도 있다. 시각적 표상 활용이 '해석하기'에 치중되는 이유를 추후 연구를 통해 살펴보는 것도 의미가 있을 것이다.

한 가지 주목할 것은 예비교사가 현직교사에 비해 '구성하기' 활동이 3배 이상 많다는 것이다(예비교사 35.3%, 현직교사 10.0%). 즉 학생이 관찰한 것,

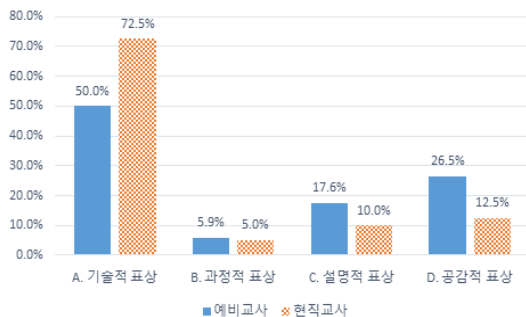


Fig. 8. Types of representation showed in lesson plan for shadow.

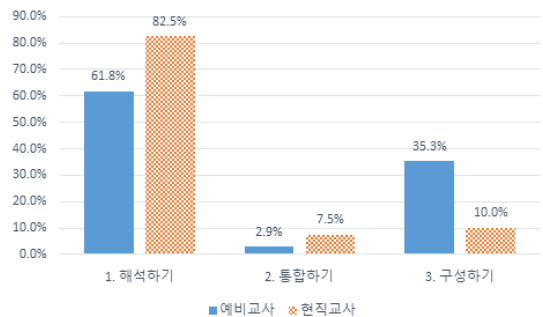


Fig. 9. Types of cognitive process showed in lesson plan for shadow.

생각한 것을 직접 그림으로 표현해 보도록 하는 활동을 예비교사가 더 많이 도입하고 있었다. 이것은 교사의 경력이 증가할수록 시각적 표상의 활용 방식이 다양해지거나 발전하는 것은 아니라는 점을 시사한다. 오히려 현직교사의 시각적 표상 활용 패턴은 수동적인 쪽에 더 편중되어 있다. 물론 본 연구에 참여한 현직교사의 과학 교과 지도 경력은 매우 다양하고 교사의 전문성을 다른 구인으로 측정하거나 비교한 것이 아니어서 이러한 주장을 일반화할 수는 없다. 예비교사가 현직교사에 비해 ‘설명적 표상’을 많이 활용하고, ‘구성하기’ 활동이 더 많은 것은 대학에서 수강한 강좌의 영향일 수 있다. P3와 같은 경우 대학 수업에서 자신이 학습할 때 시뮬레이션이 많은 도움이 되었던 경험을 바탕으로 초등 수업에서도 적절한 시뮬레이션을 활용하고자 했다.

지난 학기에 물리는 시뮬레이션이 없으면 저도 공부할 때 이해를 잘 못했어요. 그래서 저도 아이들에게 보여줄 만한 시뮬레이션 사이트를 찾아보았어요. 아이들이 가 시적으로 자료가 있으면 이해가 더 쉬울 거라고 생각해서... (중략) 아이들이 시뮬레이션 보면서 빛의 진행을 설명할 수 있도록 유도하면...(중략) (P3)

위와 같이 교사 자신의 학습 경험은 교수 전략에 어느 정도 영향을 준다. 본 연구에서 교사의 시각적 표상 활용 패턴이 특정 영역에 편중되어 나타나는 이유는 교과서에 의존한 수업 계획 때문일 수도 있지만, 교사 자신이 시각적 표상을 중심으로 한 학습 경험이 부족하기 때문일 수 있다.

또 한 가지 주목할 만한 것은 이전 연구(Yoon, 2019)에서 그림자 현상에 대한 초등학생의 표상 능력을 조사, 분석한 결과 ‘해석하기’, ‘구성하기’, ‘통합하기’의 순으로 점수가 낮아졌는데, 본 연구에서도 교사들의 시각적 표상 활용 빈도가 ‘해석하기’, ‘구성하기’, ‘통합하기’의 순으로 감소하는 것으로 나타난 것이다(Fig. 9). 이는 학생의 표상 능력이 수업에서 시각적 표상의 활용 양태와 직, 간접적으로 관련이 있음을 시사한다.

#### IV. 결론 및 제언

시각적 표상은 언어적 표상과 함께 과학 교수 학습 과정을 매개하는 주요한 매개 수단이다. 수업

중 어떠한 시각적 표상을 어떻게 활용하는가는 학습자의 사고와 행위에 직접적인 영향을 줄 수 있고, 따라서 과학 수업을 시각적 표상 활용 측면에서 분석해 보는 것은 수업 개선에 시사점을 줄 수 있다.

본 연구에서는 초등 예비교사와 현직교사의 과학 수업 지도안을 시각적 표상 활용 측면에서 분석하였다. 예비교사 11명과 현직교사 13명에게 그림자가 생기는 원리를 가르치기 위한 수업 지도안을 작성하도록 하고, 지도안에 대한 개별 면담을 통해 어떠한 시각적 표상을 어떻게 활용하고자 하는지 구체적인 내용을 조사하였다. 연구자는 이 과정에서 기존 연구에서 개발된 VRC-T의 유효성을 탐색하였고, 예비교사와 현직교사의 시각적 표상 활용 패턴을 비교하였다.

연구 결과로 첫째, 선행 연구(Yoon, 2018)에서 개발된 VRC-T에 새로운 범주를 추가하여 VRC-TR을 완성하였다. 수업 지도안을 분석하는 과정에서 VRC-T로 구분할 수 없는 수업 장면이 발견되었고 이에 따라 새로운 범주를 추가하여 VRC-TR을 완성하였다. 새롭게 추가된 표상 유형의 대범주는 ‘공감적 표상’이며, 이것의 세부 범주는 ‘인물과 서사를 통한 공감’, ‘심미적 표현을 통한 공감’이다. 또 새롭게 추가된 인지 과정은 ‘해석하기’ 범주의 세부 범주인 ‘주목하기’, ‘구성하기’ 범주의 세부 범주인 ‘감성에 기초하여 구성하기’이다.

둘째, VRC-TR의 각 범주에 해당되는 수업 장면의 구체적 예를 추출하고 기술하였다. 그림자 원리에 대한 수업에서 활용되는 ‘기술적 표상’, ‘과정적 표상’, ‘설명적 표상’, ‘공감적 표상’의 예를 제시하였고, 같은 표상이라도 어떻게 다른 인지 과정 수준으로 활용될 수 있는지 기술하였다. 다만 그림자 수업에서 특정 유형, 특정 인지 과정은 나타나지 않아 모든 가능한 조합을 설명하지는 못하였다. 수업 주제에 따라 교사가 활용할 수 있는 시각적 표상의 유형은 달라질 수 있다. 예를 들면 현미경 사용법을 배우는 수업에서는 현미경의 구조를 나타내는 ‘기술적 표상’과 일련의 조작 순서를 나타내는 ‘과정적 표상’이 주요한 시각적 표상일 수 있고, 물의 순환에 대해 배우는 수업에서는 물의 순환 과정을 도식화한 설명적 표상이 주요한 시각적 표상일 수 있다. 따라서 하나의 과학 수업에서 다양한 유형의 표상이 활용되어야 한다거나 사실적 표상이 설명적 표상에 비해 쉽거나 바람직하지 않은 것

이라고 말할 수 없으며, 수업에서 다루는 과학 개념이나 주제에 따라 적합한 시각적 표상의 유형은 달라질 수 있다. 그러나 같은 ‘기술적 표상’을 활용하더라도 본 연구에서 보인 것과 같이 다양한 수준의 인지 과정이 가능하다. 단순히 학생이 시각적 표상에 ‘주목’하도록 할 수도 있고, 시각적 표상을 보고 원인이나 결과를 추론하도록 이끌 수도 있다. 그래서 과학 수업의 분석에서는 시각적 표상의 유형보다 인지 과정에 대한 분석이 좀 더 중요하다고 생각된다. 수업 중 학생이 그림자와 관련된 시각적 표상을 직접 나타내 보거나 그 적절성을 평가해 보도록 하는 것은, 단순히 주어진 시각적 표상에 주목하거나 주어진 그림자 사진의 진하기를 말해 보는 것에 비해 학생의 참여와 사고를 더 많이 끌어낼 것이기 때문이다.

셋째, 수업 지도안에 나타난 시각적 표상 활용 패턴을 분석한 결과, 예비교사와 현직교사 모두 ‘기술적 표상’을 ‘해석하는’ 활동에 치우쳐 있었다. 시각적 표상 활용 방법이 특정 범주에 편중되어 있는 현상은 예비교사에 비해 현직교사의 경우가 더 심한 것으로 나타났다. 또 그림자가 생기는 원리를 광선으로 표현한 ‘설명적 표상’을 활용하거나 학생이 자신이 관찰한 것, 생각한 것을 직접 그림으로 나타내도록 하는 ‘구성하기’ 활동은 현직교사보다 예비교사의 지도안에서 좀 더 많이 나타났다. 현직교사의 경우, 교과서와 지도서에 의해 수업 내용이 다소 제한된 반면 예비교사의 경우는 현 과학 교과서뿐 아니라 대학에서 자신의 학습 경험을 반영하여 수업지도안을 작성한 경우가 많았기 때문으로 보인다. 이러한 결과는 교사 자신의 학습 경험이나 교과서가 시각적 표상 활용 방식에 영향을 많이 준다는 점을 시사한다.

본 연구에서 제시된 VRC-TR과 각 범주에 해당하는 수업 활동 예시는 시각적 표상을 좀 더 효과적으로 사용하고자 하는 교사나 연구자에게 도움이 될 수 있다. 수업 주제와 관련해서 ‘기술적’, ‘과정적’, ‘설명적’ 표상 중 어떤 유형의 표상을 도입할 것인지, 같은 표상이라도 ‘해석하기’를 주로 할 것인지, ‘통합하기’나 ‘구성하기’를 시도해 볼 것인지 수업 계획 단계에서 다양한 가능성을 생각해 볼 수 있다. 또 과학 수업을 VRC-TR의 관점에서 분석해 보면 시각적 표상의 활용이 특정 영역에 편중되지 않았는지 반성해 볼 수 있다.

본 연구는 수업 지도안과 면담에 기초한 연구이기 때문에 직접적인 수업 관찰을 통해 교사의 시각적 표상 활용 패턴을 분석해 볼 필요가 있다. 또 새롭게 개정된 VRC-TR이 그림자가 아닌 다른 수업 주제에 대해서도 유효한지 좀 더 다양한 수업 주제에 대해 탐색할 필요가 있다. 현재 대부분의 초등학교 교실에는 컴퓨터와 모니터가 구비되어 있다. 몇몇 학교에는 스마트 칠판이 보급되어 있기도 하다. 이러한 테크놀로지가 수업 중 시각적 표상 활용 방식에 어떠한 영향을 주고 있는지도 연구할 필요가 있다.

## 참고문헌

- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J. & Wittrock, M. C. (2001). A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives: Abridged edition. New York: Longman.
- Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives. Handbook I: Cognitive domain. New York: David McKay Company.
- Churches, A. (2010). Bloom's digital taxonomy. Retrieved from <http://burtonslifelearning.pbworks.com/f/BloomDigitalTaxonomy2001.pdf>
- Coleman, M. & Smolkin L. (2011). Elementary teachers' use of graphical representations in science teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 22(7), 613-643.
- Cook, M. (2011). Teachers' use of visual representations in the science classroom. *Science Education International*, 22(3), 175-184.
- Eilam, B. & Gilbert, J. K. (2014). The significance of visual representations in the teaching of science. In Science teachers' use of visual representations (pp. 3-28). Springer International Publishing.
- Kim, O.-N. (2006). The comparative analysis of educational taxonomies in cognitive domain. *The Korea Educational Review*, 12(2), 165-189.
- Liu, Y., Won, M. & Treagust, D. F. (2014). Secondary biology teachers' use of different types of diagrams for different purposes. In Science teachers' use of visual representations (pp. 103-121). Springer International Publishing.
- Ministry of Education. (2015). 2015 revised curriculum: Science. Seoul: Ministry of Education.

- Ozcelik, A. T. & McDonald, S. P. (2013). Preservice science teachers' uses of inscriptions in science teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 24(7), 1103-1132.
- Parnafes, O. & Trachtenberg-Maslaton, R. (2014). Transformed instruction: Teaching in a student-generated representations learning environment. In Science teachers' use of visual representations (pp. 271-290). Springer International Publishing.
- Scheid, T., Mueller, A., Hettmannsperger, R. & Schnotz, W. (2013). Fostering the understanding of scientific experiments and phenomena through representational analysis tasks. In Constantinou, C. P., Papadouris, N. & Hadjigeorgiou, A. (eds), *The Proceedings of 2013 European Science Education Research Association* (pp. 102-108). Cyprus, Nicosia.
- Scott, P. H., Mortimer, E. F. & Aguiar, O. G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, 90(4), 605-631.
- Tytler, R., Prain, V., Aranda, G., Ferguson, J. & Gorur, R. (2019). Drawing to reason and learn in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(2), 209-231.
- Tytler, R., Prain, V., Hubber, P. & Waldrup, B. (2013). Constructing representations to learn in science. Sense publisher: Rotterdam.
- Yoon, H.-G. (2018). Development and validation of visual representation competence taxonomy. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(2), 161-170.
- Yoon, H.-G. (2019). Analysis of elementary school students' visual representation competence for shadow phenomenon. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 39(2), 295-305.
- Yoon, H.-G., Jo, K. & Jho, H. (2017). Secondary teachers' perception about and actual use of visual representations in the teaching of electromagnetism. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(2), 253-262.
- Yoon, H.-G. & Park, J. (2018). Elementary school teachers' use of visual representations and their perceptions of the functions of visual representations. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 37(2), 219-231.