

ORIGINAL ARTICLE

# 지구 자전과 태양의 겉보기 운동 학습을 위한 역할놀이 활동의 학습 효과 및 학생들이 겪는 어려움

김성운

(한국교원대학교 박사과정)

## Learning Effects and Difficulties of Role Play Activities to Learn Earth Rotation and Sun's Apparent Motion

Seong-Un Kim

(Korea National University of Education)

### ABSTRACT

In this study, to find out the learning effects and difficulties of role play activities to learn the earth's rotation and the sun's apparent motion, the degree of concept understanding through role play activities, difficulties arising from activities collected by interview, and eye movement during activities are analyzed. 22 fifth graders participated in this study and collected and analyzed experimental behaviors, post-interviews, and eye movement data during the role play of the students. The study found that students could explain the rotation and direction of the Earth through role play activities, but it was difficult to explain the apparent motion of the sun. Since it is difficult to perceive the sun's apparent motion through role play activities, the learning effect of the earth rotation role play activity is low.

**Key words** : earth rotation, sun's apparent motion, role play, eye-tracking method

### I. 서론

학생들은 천문현상을 과학적으로 설명하는 것을 어려워한다(Plummer *et al.*, 2014; Sharp & Grace, 2004). 이러한 어려움은 학생들이 천체의 운동에 대해서 갖게 되는 초보적인 정신 모형으로부터 비롯된다(Vosniadou & Brewer, 1994). 세상에 대한 관찰로부터 구성되는 학생들의 정신 모형은 학생들의 제한적인 지식과 경험(Flavell *et al.*, 1993) 때문에 천문현상에 대한 다양한 오개념을 갖게 한다(김수정 외, 2012; 이경훈과 임종욱, 2010; 정진

우 외, 2004; 하옥선과 이용복, 1997; Chiras, 2008; Plummer *et al.*, 2011; Plummer *et al.*, 2014; Valanides *et al.*, 2000; Vosniadou & Brewer, 1994).

최근 천문 교육 연구에서는 학생들이 천체의 운동에 대한 과학적 모형을 구성할 수 있도록 돕기 위해서는 지구 기반 관점과 우주 기반 관점을 통합하고 전환할 수 있는 능력을 길러주어야 하는 것에 일반적으로 동의하고 있다(Cole *et al.*, 2018; Jee & Anggoro, 2019; Plummer, 2014; Plummer *et al.*, 2014; Yu *et al.*, 2015). 지구 기반 관점(earth based perspective)이란 학생들이

경험하는 첫 번째 기준틀로, 태양이 동쪽에서 떠오르는 것처럼 보이는 것, 북극성 주위의 별들이 반시계 방향으로 도는 것처럼 보이는 것 등 실제 지구에서 천체를 관측하는 것에 기초한다. 한편, 우주 기반 관점(space based perspective)은 학생들이 직접 관찰할 수 없는 우주 공간의 기준틀로, 지구가 자전하는 것, 행성이 태양을 중심으로 공전 하는 것 등 실제 우주 공간에서 어떻게 움직이는지 상상하는 것에 기초한다. 학생들이 지구에서 관측할 수 있는 천체가 어떻게 움직이는지를 명확하게 설명하기 위해서는 이 두 가지 기준틀을 이해하고 전환할 수 있어야한다(Plummer *et al.*, 2014).

태양이 동쪽에서 서서히 떠오르는 것을 관측하면서 우주 기반 관점인 지구와 태양의 상대적인 위치가 계속해서 변해감을 상상하기 위해서는 지구가 자전하면서 관측자가 향하는 방향이 계속해서 바뀔을 추리해야 한다. 이러한 두 가지 기준틀을 동시에 떠올리고 수시로 전환하기 위해서는 심적 회전(mental rotation) 및 공간 시각화(spatial visualization)와 같은 특정한 공간능력이 필요하다(Black, 2005). 그러나 발달의 과정에 있는 학생들과 공간능력이 낮은 학생들은 이와 같은 공간적인 추론능력이 부족하므로 학습에서 어려움을 겪게 된다(이용섭, 2013; Plummer *et al.*, 2011).

이에 이러한 어려움을 해결하기 위해 두 기준틀 사이의 전환을 도울 수 있는 여러 교수학습 전략이 사용되어 왔다. 모형(Plummer *et al.*, 2011), 플라네타리움 프로그램(Plummer, 2009; Plummer *et al.*, 2014), 제스처(Plummer, 2009; Plummer *et al.*, 2014), 컴퓨터 기반 시뮬레이션(Hobson *et al.*, 2010; Plummer *et al.*, 2011)이 효과적인 전략으로 검증되었다. 이러한 전략들은 지구 기반 관점과 우주 기반 관점 사이에 매개체를 두어 학생들이 두 기준틀 사이를 쉽게 전환할 수 있도록 돕는다(Padalkar & Ramadas, 2011).

교수학습 전략 중의 하나인 KLA(Kinesthetic Learning Activities)는 학생들이 신체적 움직임을 활용하여 학습 과정에 참여하는 활동으로 초중등 학교의 학습에서 널리 사용되고 있는 전략이다(Richards, 2012). KLA는 신체의 일부를 물리적인 은유로 사용하거나(McSharry & Jones, 2000; Morrow, 2000), 신체를 이용해 물리적인 장치와 상호작용을 하기도 하고(Trout & Gaston, 2001), 특정한 관점을 갖거나 특정 역할을 맡는 형태의 전략

으로(Chinnici *et al.*, 2004; Ross *et al.*, 2008), 학습의 성과를 높이는 효과적인 수단으로 확인되었다(Begel *et al.*, 2004).

천문 교육에서도 KLA는 여러 가지 형태로 적용되고 있다. Morrow(2000)는 학생이 직접 지구가 되어 스스로 제자리에서 회전해보는 활동을 하면서 지구의 자전, 정오, 자정같은 현재의 시각, 일출과 일몰, 별의 일주운동 등을 학습하도록 했다. Richards(2012)는 학생이 지구가 되어 행성의 역행운동을 시각적으로 경험하도록 하였고, 신체 움직임을 통해 천동설과 지동설을 설명하도록 했다. Jee & Anggoro(2019)는 학생들이 역할 놀이를 통해 지구의 자전, 낮과 밤, 천체의 겉보기 운동을 학습하도록 하였다. Plummer(2009), Plummer *et al.*(2011), Plummer *et al.*(2014)은 학생들이 지구가 되어 지구의 자전과 태양의 겉보기 운동, 달의 위상 변화, 별의 일주 운동 등 천체의 움직임을 이해할 수 있도록 하였다. Slater & Gelderman(2017)은 학생들이 지구가 되어 일식과 월식이 생기는 이유를 학습하도록 하였다. 이상 선행연구들에서는 KLA 전략이 천문 학습에 효과가 있는 것으로 나타났으며 초중등교육의 현장에서 널리 사용되는 것으로 보고하고 있다. 우리나라도 지난 2009개정 초등 과학 교과서에서 지구의 자전 개념을 학습하는 차시에서 학생 스스로 지구가 되어 자전을 하면서 태양의 겉보기 운동을 확인하는 역할놀이를 탐구활동으로 도입하였다.

한제준과 채동현(2019)이 최근에 수행한 지구의 자전 실험에 대한 예비교사의 인식연구에서는 예비교사들이 초등학생 수준에서 자전을 학습하는데 가장 효과적인 실험 활동으로 지구 자전 역할놀이를 꼽았다. 그 이유로 학생들이 직접 체험하여 흥미롭게 참여할 수 있고 실험과정이 쉽다고 응답하였다. 그러나 이 활동이 효과적인 실험인지에 대해서는 아직 검증된 것이 없다(한제준과 채동현, 2019).

본 연구에서는 지구의 자전과 태양의 겉보기 운동을 학습하기 위한 역할놀이 활동의 학습효과와 나타나는 어려움은 무엇인지 확인하고자 한다. 초등학교 5학년을 대상으로 역할놀이 활동을 수행하도록 하여 학생들의 실험 행동을 관찰하고 학생들이 언급한 어려움을 분석한다. 그리고 시선추적방법을 적용하여 학생들이 지구 역할을 하면서 태양의 겉보기 운동을 시각할 수 있는지 알아본다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 참여자

연구 참여자는 울산광역시 소재 초등학교 5학년 학생 22명(남 12, 여 10)이다. 초등학교 6학년 1학기 교과서에는 ‘지구와 달의 운동’ 단원이 2단원에 제시되어 있다. 과제의 특성상 연구 참여자들이 지구 자전과 태양의 겹보기 운동 개념을 학습하기 전에 실험이 이루어져야 하므로 6학년 1학기 1단원 학습 시기가 적절하다. 그러나 새 학년 초기에 현장 대상 실험이 어려운 점과 1단원 ‘과학자처럼 탐구해 볼까요?’의 학습기간이 짧은 것을 고려하여 5학년을 대상으로 5학년 2학기 11월에 자료를 수집하였다. 5학년 학생들은 3학년 교육과정에서 지구의 모양을 학습하여 지구가 둥글다는 것에 대한 이해가 있다. 그리고 실험 과제를 아직 학습하지 않았으므로 연구 참여에 적절하다. 또한 연구 참여자로부터 자료를 수집한 기간은 2학기 후반이므로 연구 참여자들에게 있어 인지 발달상의 어려움은 없는 것으로 가정하였다.

본 연구에서는 연구 참여자가 태양의 겹보기 운동을 지각하는지 분석하기 위하여 시선추적장치를 이용해 시선추적을 하였다. 이에 연구 참여자의 안구병력 여부와 나안시력을 사전에 확인하였다. 실험 중 연구 참여자 22명 중 2명은 시선추적을 위한 시점조정(calibration)에서 실패하였으므로 시선이동 자료는 수집하지 못했으며 실험 중 수집한 실험행동과 사후면담자료를 분석에 활용하였다. 연구 참여자들에게는 사전에 담임교사를 통해 실험내용을 안내하면서 시선추적이 인체에 무

해함을 고지하였고, 학부모 및 학생 본인의 연구 참여 동의서를 확보하였다.

### 2. 실험 과제

실험과제는 2009개정 초등학교 과학교과서를 수정하여 개발하였다(Fig. 1). 6학년 1학기 지구와 달의 운동 단원의 ‘지구의 자전이란 무엇일까요?’ 차시에서는 지구의 자전 개념과 태양의 겹보기 운동을 학습한다. 이 차시의 탐구활동은 ‘역할놀이를 하면서 지구의 자전이해하기’로 두 사람이 짝을 지어 한 사람은 태양 역할, 다른 한 사람은 지구 역할을 맡아 머리띠를 쓰고, 지구 역할을 맡은 사람은 제자리에서 서쪽에서 동쪽으로 자전하면서 태양 역할을 맡은 사람이 어느 방향으로 움직이는 것처럼 보이는지 확인하는 활동으로 구성되어 있다. 이 탐구활동을 본 연구의 과제로 개발하기 위하여 1인 활동으로 수정하였다. 한 사람이 태양 역할을 맡는 대신에 전등을 사용하고, 역할을 구분하기 위한 지구 머리띠를 생각하였다.

실험 매뉴얼은 활동을 대표하는 사진 1장과 5개의 순서로 구성하였으며(Fig. 2), 과학교육전문가 3인의 검토를 통해 확정되었다. 또한 실험 매뉴얼을 이용해 대학생 2명을 대상으로 예비실험을 하여 매뉴얼 이해와 실행에서 어려움을 점검하였다.

### 3. 자료 수집

본 연구에서 수집한 자료는 연구 참여자의 실험행동자료, 사후 면담자료, 시선이동자료이다. 실험행동자료는 실험에 참여 중인 연구 참여자의 전신 모습과 전

**탐구 활동** 역할놀이를 하면서 지구의 자전 이해하기

**무엇이 필요할까요?** 도화지, 그림 도구, 가위, 셀로판테이프

**어떻게 할까요?**

- 1 도화지를 사용하여 태양·지구 머리띠와 동·서 이음표를 만듭니다.
- 2 두 사람이 짝을 지어 한 사람은 지구 역할을 맡고, 다른 한 사람은 태양 역할을 맡습니다.
- 3 각 역할에 맞는 머리띠를 합니다.
- 4 지구 역할을 맡은 사람의 오른손에는 ‘서’ 이음표를 붙이고, 왼손에는 ‘동’ 이음표를 붙입니다.
- 5 두 사람이 마주 보고 선 뒤에 지구 역할을 맡은 사람은 팔을 펼칩니다.
- 6 지구 역할을 맡은 사람은 제자리에서 서쪽에서 동쪽(시계 반대 방향)으로 한 바퀴를 돌면서 태양 역할을 맡은 사람이 어느 방향으로 움직이는 것처럼 보이는지 확인합니다.



Fig. 1. Activities inserted in the 2009 revised curriculum science textbook



Fig. 2. Experimental manual

등을 함께 녹화하기 위해서 연구 참여자로부터 일정한 거리를 두고 비디오카메라로 촬영하였다.

사후 면담자료는 실험 과제를 해결한 후, 반 구조화된 면담질문지를 이용해서 진행하였다. 면담에서는 실험 중 어떤 점이 어려웠는지, 다른 친구는 어떤 점을 어려워 할 것 같은지를 질문하였고, 지구의 자전에 대한 설명, 태양의 겉보기 운동에 대한 설명, 지구 자전과 태양의 겉보기 운동의 관계에 대한 설명과 같이 역할놀이를 통해 학습한 내용에 대해서 설명을 요청하였다. 면담에서는 실험 과제의 정답을 유추할 수 있는 질문은 일체 하지 않았고, 연구 참여자가 몸짓이나 그림으로 자유롭게 응답할 수 있도록 허용적인 분위기를 조성하고 충분한 시간을 주었으며, 실험과정에 대한 회상이 필요한 경우 실험 매뉴얼을 단서로 제공하였다.

시선이동자료는 Tobii사의 Tobii Pro Glasses 2를 이용하여 수집하였다. 본 연구 과제의 특성상 연구 참여자가 손을 뻗거나 제자리에서 회전하는 등 신체활동이 포함된다. Tobii Pro Glasses 2는 가벼운 헤드 유닛이 있는 모바일 형 시선추적장치로, 컴퓨터와 분리시킨 채로 프로세스 유닛 자체로만 시선이동자료의 수집이 가능하므로 본 연구에 적합하다.

자료 수집 과정은 다음과 같다. 실험은 교실과 떨어져 있어 소음의 방해가 적은 초등학교 내 도서실에서 진행하였다. 실험실에 들어온 연구 참여자는 전반적인 실험 내용에 대한 설명을 듣고 시선추적가능여부를 확인하기 위하여 시점조정과정(Calibration)을 거쳤다. 연구 참여자는 지구 역할을 맡아 제자리에서 회전해야 하므로 프로세스유닛을 허리에 장치하였다. 실험은 전등이 놓아진 책상 앞에서 실시하였고, 실험매뉴얼은 태블릿pc를 이용해서 제시하였다(Fig. 3). 연구 참여자



Fig. 3. Experiment environment

가 실험과제에 참여하는 동안 실험행동과 시선이동자료가 수집되었다. 연구자는 연구 참여자가 과제를 이해하지 못해 도움을 요청하면 실험매뉴얼을 이해할 수 있는 선에서만 도움을 제공하였고, 실험에는 일체 관여하지 않았다. 실험과제를 해결하는 시간은 정하지 않았으며, 연구 참여자가 자율적으로 과제 완료를 선언할 수 있도록 안내하였다. 실험을 마친 후, 사후 면담을 실시하였다. 연구 참여자들의 대략적인 과제 수행과 면담에 걸린 시간은 각각 5분 내외였다.

#### 4. 자료 분석

자료 분석은 탐구 활동을 통한 개념 이해 정도, 실험에서 나타나는 어려움, 시선이동을 분석하였다.

연구 참여자의 탐구 활동을 통한 개념 이해 정도를 분석하기 위해서 지구 자전 및 태양의 겉보기 운동 개념에 대한 이해를 점검하기 위한 분석틀을 제작하였다. 분석틀은 Plummer *et al.*(2014)이 지구의 자전과 태양의 겉보기 운동에 대한 학생들의 성취수준을 분석하기 위해 사용하였던 분석틀을 바탕으로 실험 행동을 추가하여 작성하였다. 분석틀의 범주는 ‘실험 행동’, ‘자전’, ‘태양의 겉보기 운동’, ‘자전과 태양의 겉보기 운동의 상대성’으로 구분하였다. 연구 참여자들의 실험 행동, 사후 면담결과를 종합하여 연구 참여자 개인 별로 각 항목을 설명가능한지 여부를 확인하여 기록하였다.

실험에서 나타나는 어려움을 분석하기 위해서 연구 참여자와의 면담을 전사하였고, 전사한 내용을 바탕으로 중점적으로 언급된 내용을 중심으로 귀납적 범주화하였다.

시선이동 분석은 Tobii사의 분석프로그램인 Tobii pro lab(ver 1.92)을 사용하였다. 모바일 형 시선추적장치로 수집한 자료를 정량적으로 분석하기 위해서는 먼저 시



Fig. 4. Snapshot and AOI

선고정위치를 스냅샷에 맵핑하는 과정을 거쳐야 한다. 스냅샷은 전등을 가운데로 하여 150° 파노라마 사진을 촬영하여 활용하였다. 맵핑에서는 전체 시간 구간에서 실제 실험 수행에 해당하지 않는 시간 구간(실험 매뉴얼을 읽고 이해하기 등)을 제외하였으며, 맵핑 위치도 과제와 관련 없는 위치(실험매뉴얼, 연구자 등)는 제외하고 맵핑하였다. 또한 서와 동의 방위가 적힌 종이를 보거나 손에 붙이는 구간도 자료 분석에서 제외하였다. 최소고정시간은 100ms로 설정하였다. 정량적 분석을 위한 AOI(Area of Interest)는 전등이 있는 가운데를 중심으로 각 30°씩 5개 구역으로 설정하였으며(Fig. 4), 분석매트릭스는 각 AOI별 전체 고정 지속시간(Total Fixation Duration)을 사용하였다.

### Ⅲ. 연구 결과

#### 1. 지구 자전 역할놀이 활동을 수행한 학생들의 지구 자전 및 태양의 겉보기 운동에 대한 이해는 어떠한가?

연구 참여자들의 지구 자전 및 태양의 겉보기 운동에 대한 이해 여부를 알아보기 위해 역할 놀이 실험 활동 수행 중 나타난 실험 행동, 사후 면담 내용을 중

합하여 분석틀에 따라 분석한 결과는 Table 1과 같다.

실험 행동과 관련해서 연구 참여자들은 동과 서 이름표를 왼손과 오른손에 각각 붙이는 활동을 대부분 성공적으로 수행했다. 실패한 연구 참여자 중 1명은 오른손과 왼손을 헷갈려 했으며, 다른 1명은 실패한 원인을 찾을 수 없었다.

역할놀이 활동에서 지구처럼 자전하기 위해서는 제 자리에서 서에서 동(시계반대방향)으로 회전해야 한다. 18명의 연구 참여자는 정확한 방향으로 회전했지만, 4명의 연구 참여자는 시계방향으로 회전하거나 정해진 방향 없이 시계방향과 시계반대방향을 번갈아 회전하였다. 앞선 절차에서 서와 동 이름표를 양손에 잘못 붙인 학생은 반대방향으로 회전하여 정확한 수행에 실패했으며, 다른 연구 참여자들의 실패한 원인을 정확하게 파악할 수는 없었지만, 실험 매뉴얼 사진의 화살표를 거울상으로 보고 따라서 행동했을 가능성과 매뉴얼에 적힌 서에서 동 방향을 이해하지 못했을 가능성이 있다.

지구의 자전과 관련해서 22명 중 15명의 연구 참여자들은 지구 자전의 방향을 ‘서’와 ‘동’의 방위를 나타내는 용어를 사용해서 설명하였다. 설명에 실패한 연구 참여자들은 방위를 나타내는 용어를 사용하여 언어로 표현하기 보다는 손가락이나 몸짓, 이쪽 또는 저쪽과 같은 용어로 방향을 표현하였으며, 방향이 틀린 경우가 있었다. 그리고 한 연구 참여자는 오른쪽과 동쪽

Table 1. Analysis of understanding of the Earth's rotation and the Sun's apparent motion concept

범주	이해 여부를 확인하기 위한 질문	O	X
실험 행동	실험에서 동, 서 이름표를 정확하게 붙였는가?	20	2
	실험에서 정확한 방향으로 회전하는가?	18	4
지구의 자전	지구 자전의 방향을 설명할 수 있는가?	15	7
태양의 겉보기 운동	태양의 겉보기 운동의 방향을 설명할 수 있는가?	8	14
자전과 태양의 겉보기 운동의 상대성	지구가 자전하기 때문에 태양이 움직이는 것처럼 보인다는 것을 설명할 수 있는가?	9	13
	지구 자전 방향과 태양의 겉보기 운동 방향이 서로 반대임을 설명할 수 있는가?	7	15

을 같은 것으로 혼동하기도 하였다. 연구 참여자의 일부는 자신이 회전한 방향과 지구 자전의 방향을 반대로 설명한 경우가 있었으나 이러한 실패 사례의 정확한 원인은 파악할 수 없었다.

태양의 겉보기 운동과 관련해서 22명 중 8명의 연구 참여자만이 태양의 겉보기 운동의 방향을 정확한 방위 용어를 사용해서 응답하였다. 연구 참여자 중 2명은 연구자와의 사후 면담에서 정확한 방위 용어를 사용하지 않고 설명하였으나, 문답 중 설명하는 과정에서 질문의 의도를 파악하여 태양의 겉보기 운동 방향을 정확하게 설명하기도 하였다. 태양의 겉보기 운동의 방향은 학생들에게는 일반적인 지식으로 쉽게 인출할 수 있는 지식이지만, 역할놀이 활동과 관련지어 이해하기는 어려운 것으로 보인다.

자전과 태양의 겉보기 운동의 상대성과 관련해서는 22명 중 9명의 연구 참여자만이 지구가 자전하기 때문에 태양이 움직이는 것처럼 보인다는 것을 정확하게 설명했으며, 13명은 설명하지 못했다. 설명에 실패한 연구 참여자들은 태양이 움직이는 것처럼 보임은 설명하였으나 지구의 자전 여부와 상관없이 태양이 실제로 움직이는 것으로 설명하였다. 태양의 움직임에 대해서는 태양 스스로 자전하거나, 태양과 지구는 같은 방향으로 움직인다고 설명하기도 하였다.

지구 자전 방향과 태양의 겉보기 운동 방향이 서로 반대인 것은 22명 중 7명의 연구 참여자만이 정확하게 설명하는데 그쳤다. 설명에 성공한 7명 중 3명은 실험 중에 고개를 가우뚱 거리거나, 실험을 하지 않고 생각에 잠기는 등의 행동을 보였으나, 사후 면담에서 연구자가 요구한 설명을 진행하면서 설명이 점차 정확하게 발전했다. 이를 통해 추론해 볼 때, 이 3명은 역할놀이 활동을 통해서 자전과 태양의 겉보기 운동을 정확하게 이해했기 보다는 실험과제의 본디 의도를 파악해서 자전과 태양의 겉보기 운동의 관계를 추론하여 대답한 것으로 생각된다.

연구 참여자들로부터 지구 자전과 태양의 겉보기 운동 개념에 대한 선행연구(김수정 외, 2012; 이경훈과 임종욱, 2010; 정진우 외, 2004; Chiras, 2008; Plummer et al., 2011)에서 언급되었던 방위개념의 혼동, 오른쪽과 동쪽을 혼동하는 것, 시계방향과 시계반대방향에 대한 이해 부족에 의한 응답이 나타났다. 또한 본 연구의 실험 과제인 역할놀이와 관련해서 학생들이 역할놀

이에서 스스로 지구가 되어 자전하는 것은 크게 어려움이 없는 것으로 나타났다. 그러나 전등이 어느 방향으로 움직이는 것처럼 보이는지 확인하여 겉보기 운동을 확인하는 것과 방위 용어를 이용해서 현상을 설명하는 것은 연구 참여자들에게 어려운 것으로 나타났다.

## 2. 지구 자전 역할놀이 활동에서 나타나는 초등 학생들의 어려움은 무엇인가?

지구 자전 역할놀이 활동에서 나타나는 초등학생들의 어려움은 크게 3가지 범주로 범주화 할 수 있었다. 범주의 순서는 사후 면담에서 어려웠던 것에 대한 질문에 먼저 응답한 순과 빈도의 순이다. 실험 매뉴얼 이해 범주는 일부 연구 참여자들에게서만 나타났다.

### 가. 어지러움

연구 참여자들은 역할놀이 활동 중 어지러움이 가장 큰 어려움이었음을 호소하였다.

참여자 C: 애가 어떻게 움직이는지 보기 위해서 계속 돌아야 해서 어지러웠어요.

참여자 D: 도는 게 제일 힘들었어요.

참여자 K: 이렇게 계속 하니깐 멀미가 날 것 같았어요.

연구 참여자들은 실험 매뉴얼에 제시된 것처럼 한 바퀴 회전해서는 전등의 겉보기 운동을 쉽게 파악할 수 없었으므로 여러 바퀴 회전했다. 이 과정에서 빠르게 회전한 학생들은 활동을 멈추고 어지러워하는 행동을 보였다. 또한 회전하면서 전등을 계속 봐야하기 때문에 어지러웠다는 응답이 있었다. 한편, 시선추적장치를 착용한 채 활동을 해서 어지러웠던 것 같다는 응답도 있었다.

### 나. 전등의 겉보기 운동을 지각하기 어려움

연구 참여자들은 전등이 움직이는 것을 확인하는 것이 어렵다고 응답하였다.

참여자 A: 전등이 어디로 움직이는지 보라했는데 안 움직이는데 뭘 어떻게 하라는 건지 모르겠어요.

참여자 L: 내가 이렇게 도는데 전등이 움직여요? 가만히 있는데.

참여자 U: 태양이 도는 것 같기도 하고 지구가 도는 것 같기도 하고 헷갈렸어요.

연구 참여자들은 여러 번 반복해서 회전하고, 회전할 때 빠르고 느린 정도를 변화시키면서 전등을 바라보는 행동을 보였다. 연구 참여자들이 전등이 어떻게 움직이는지 확인하는데 대부분의 시간을 보냈고, 다수의 학생들이 그 활동을 통해서 전등의 움직임을 확인하는 것을 어려워했다. 연구 참여자들은 전등이 가만히 있는 것으로만 지각하였고, 일부 연구 참여자들만이 지구의 자전과 겹보기 운동의 상대성을 설명하였지만, 전등의 겹보기 운동을 지각하여 이해하기보다 추리해서 확인한 것으로 보인다.

#### 다. 실험 매뉴얼 이해의 어려움

연구 참여자들은 실험 매뉴얼이 이해하기 어렵다고 응답했다.

참여자 R: 동, 서, 왼손, 오른손, 서에서 동 이런 게 계속 나오니까 어려웠어요.

참여자 J: 1, 2번까지는 이해가 되는데... 다른 건 사실 무슨 말인지 잘 이해가 안됐어요.

참여자 C: 2m 떨어져서 서야 하는 게 어려웠었어요. 어떻게 서야 하는지 어떤 뜻인지 몰라서...

연구 참여자들은 방위 용어에 대해 낯설어 했고, 그렇기 때문에 방위 용어로 실험 매뉴얼의 절차가 제시된 부분을 이해하는데 시간이 걸렸다. 본 연구의 실험 매뉴얼 개발과정은 2009개정 과학 교과서를 바탕으로 초등학교 수준으로 제작하였으며 과학교육전문가들의 검토를 받았고, 대학생들을 대상으로 수행 점검을 하여 타당한 과제 개발 절차를 거쳤다. 그러나 다수의 연구 참여자들에게서 실험 매뉴얼이 이해하기 어려운 것으로 확인되었으므로, 그 원인을 파악하기 위해서는 추가적인 연구가 필요해 보인다.

### 3. 지구 자전 역할놀이 활동에서 나타나는 초등 학생들의 시선이동은 어떠한가?

이상의 연구 결과 1과 2를 통해서 확인할 수 있는 것은 연구 참여자들이 전등의 겹보기 운동을 확인하는 것에 어려움을 겪는다는 것이다. 본 연구에서는 연구 참여자들이 겹보기 운동을 확인하기 어려운 원인을 파악하기 위하여 시선이동을 분석하여 살펴보고자 한다.

Goldstein & Brockmole(2016)에서는 움직임 지각과 관련하여 움직임의 세 가지 상황을 다음과 같이 제시한다(Table 2).

첫 번째 상황은 관찰자가 움직이지 않고 정면을 바라보고 있을 때 물체가 움직이는 상황이다. 이 때 관찰자의 망막은 고정되어 있지만 물체가 움직이며 시간의 흐름에 따라 망막에 맺힌 물체의 상 위치가 바뀌게 된다. 이때 관찰자는 물체의 움직임을 지각하게 된다.

두 번째 상황은 관찰자는 움직이지 않은 채, 시선이 물체를 따라가고 있는 상황이다. 이 때 관찰자의 망막 위에 물체의 상은 움직이지 않는다. 그러나 물체는 배경과 다르게 움직이기 때문에 물체가 움직이면서 배경이 가려졌다가 물체가 지나가면 다시 보이게 되는 부분이 있다. 이를 빛 배열의 부분적 교란(local disturbance in optic array)이라 하며, 이로 인해 관찰자는 물체가 움직이는 것으로 지각하게 된다(Gibson, 2014).

세 번째 상황은 물체와 배경은 고정되어 있고 관찰자의 시선만 움직이는 상황이다. 이 때 물체와 배경은 시선의 이동에 따라 시선이 움직이는 반대 방향으로 모든 것이 한꺼번에 움직인다. 이 현상을 전역적 빛 흐름(Global optic flow)이라 한다. 이 전역적 빛 흐름은 물체나 환경이 고정되어 있음을 알리는 신호로 지각되므로 관찰자의 시선이 움직이지만 물체의 움직임은 지각하지 못하게 된다(Gibson, 2014).

본 연구의 과제인 역할놀이에서 연구 참여자들은 제자리에서 회전해 시선을 움직였다. 이 같은 조건은 위의 세 번째 상황과 동일하다. 물체와 배경이 고정된

Table 2. Motion perception in each situation (Goldstein & Brockmole, 2016).

	상황	물체	눈	관찰자의 망막 위 맺힌 상	움직임 지각
1	정면을 바라볼 때 물체가 지나감	움직임	고정	움직임	O
2	움직이는 물체를 따라 시선이 움직임	움직임	움직임	고정	O
3	시선을 움직임	고정	움직임	움직임	X

Table 3. Total fixation duration by AOI

	Left 1	Left 2	Center	Right 2	Right 1
전체 고정 지속시간(s)	0.78	2.50	17.33	1.01	1.99
전체 시간에 대한 비율(%)	3.51	8.43	77.97	3.39	6.70

체로 연구 참여자의 시선만 움직이는 상황에서는 전역적 빛 흐름에 따라 물체의 움직임을 지각하지 못한다. 따라서 학생들은 자신이 움직임에 따라서 전등이 반대쪽으로 회전하는 겉보기 운동을 지각하지 못한 것이다.

또한 두 번째 상황은 물체가 움직임에 따라서 물체에 의해 배경이 가려졌다가 다시 드러나는 부분이 시간의 흐름에 따라 달라져 보아야 하므로 전등이 실험대 위에 고정되어 있는 지구 자전 역할놀이 활동에는 적용할 수 없다.

즉, 역할놀이 활동 상황에서 전등의 상대적인 움직임을 지각하기 위해서는 첫 번째 상황인 망막위에 맺힌 물체의 상의 위치가 시간의 흐름에 따라서 달라져야 한다는 것을 알 수 있다. 이에 본 연구에서는 망막에 맺힌 상의 위치가 바뀌는지 검증하기 위해서 시선 추적방법을 이용하였다. 시선추적방법은 망막 중 시력적으로 가장 예민한 중심와에 상으로 맺힌 물체를 추적하는 방법이다(Rodrigues & Rosa, 2015). 이를 통해 시선의 위치를 추적해 망막에 맺힌 물체의 상의 위치가 시간의 흐름에 따라 바뀌는지 추리할 수 있다.

연구 참여자들의 AOI별 전체 고정 지속시간(Total Fixation Duration)으로 분석한 결과는 다음과 같다(Table. 3).

이 결과를 보면, 역할놀이 활동 중 연구 참여자의 대부분의 시선은 전등이 있는 가운데 AOI에 분포해 있다는 것을 알 수 있다. 즉, 연구 참여자는 아래 그림과 같이 제자리에서 회전하면서도 전등을 지속적으로 보고 있기 때문에 연구 참여자의 중심와에는 전등의 상이 가장 오래 맺힌다(Fig. 5). 이 결과는 연구자가 개입하지 않은 연구 참여자의 실험 행동이므로 연구 참여자는 전등이 어떤 방향으로 움직이는지 알아보려는 실험 매뉴얼의 요구에 따라서 본성적으로 전등을 추적한다는 것을 알 수 있다.

Goldstein & Brockmole(2016)에서 언급했던 움직임을 지각하기 위한 첫 번째 상황에서는 전등의 움직임을 지각하기 위해서는 망막위에 맺힌 전등의 상의 위치가 시간의 흐름에 따라서 달라져야 한다. 그러나 시선이동 분석 결과로 알 수 있는 것은 연구 참여자들의 중심와



Fig. 5. Examples of experimental behavior of participants

에는 몸의 회전과는 관계없이 전등의 상이 계속해서 맺혀있으므로 전등의 움직임을 지각할 수 없는 것이다.

지구 자전 역할놀이 활동에서는 연구 참여자들로 하여금 전등이 어디로 움직이는 것처럼 보이는지 확인하라고 요구한다. 이에 따라 연구 참여자들은 전등의 움직임을 확인하기 위해서 전등을 계속해서 바라보게 된다. 인간은 물체를 명확하게 보기 위해서 본성적으로 관심 있는 물체를 망막의 중심와로 가져온다(Liversedge et al., 2011). 역할놀이를 하는 동안 전등의 상은 연구 참여자의 중심와에 계속 머물게 되고 망막상의 위치 변화는 나타나지 않기 때문에 전등의 움직임을 지각할 수 없는 것이다. 오히려 전등을 바라보지 않아야 망막상에서 전등의 위치 변화가 나타나므로 전등의 움직임을 지각할 수 있다.

#### IV. 논의

과학실험활동의 목적 중 하나는 과학적 개념을 실제적인 현상의 사례를 확인하여 과학적 지식을 습득하는 것이므로(Reid & Shah, 2007), 자연 현상의 관찰을 통해서 과학적 지식을 학습하기 위해서는 현상을 먼저 지각해야만 의미 있게 과학적 지식으로 통합할 수 있다. 그러나 지구 자전 역할 놀이 활동으로는 근본적으로 전등의 겉보기 운동을 지각하는 것이 어렵기 때문에 지구의 자전에 의해 태양이 움직이는 것처럼 보인다는 원리를 학습하기 어렵다. 특히 역할 놀이 활동은



지구 기반 관점과 우주 기반 관점을 전환하기 어려워하는 학생들의 이해를 돕는 수단으로 제공해야 함에도 (Jee & Anggoro, 2019), 학생들에게 전등의 움직임을 살펴보도록 지시하여 망막상 전등의 위치를 중심좌에 고정시키도록 하기 때문에 전등의 겹보기 운동을 더 지각하기 어렵게 만드는 역효과를 낳는다. 또한 학생들에게 이 활동으로부터 학습할 수 있는 것이 무엇인지 유추하는데 노력을 기울이도록 만들어 오히려 학습을 방해한다.

Plummer *et al.*(2011)의 연구에서는 본 연구의 결과와 마찬가지로 학생들이 전체의 겹보기 운동을 설명하기 어려웠다고 언급했다. 학생들이 역할 놀이 활동을 통해서 태양의 경로와 지구 자전에 대한 각각의 설명은 가능했지만 두 관점을 통합시켜 설명하는 것을 어려워했으며, 학습 이후에도 천체가 실제로 움직이지 않는 믿지는 못했다고 언급했다.

역할 놀이 활동이 두 관점의 전환에 효과적이었음을 검증했던 선행연구의 과제는 본 연구의 과제와 약간 차이가 있는 것으로 보인다. Jee & Anggoro(2019), Plummer *et al.*(2014)의 연구의 과제는 각각 6주와 1주간의 프로그램으로 제작되었으며, 프로그램의 세부 활동 중 하나로 역할 놀이 활동을 구성하였다. 특히 Jee & Anggoro(2019)의 연구에서는 학생이 스스로 지구가 되어 특정한 위치 상태에서 구체적인 지시(예. 현재 위치에서는 태양이 동쪽에 있습니다. 태양이 동쪽에서 나타나는 것처럼 보이는 이유는 무엇입니까?)와 답변을 요구하는 형태로 구성하여 개념 이해를 위한 스캐폴딩 전략을 적용하였음을 알 수 있다.

본 연구의 과제로 사용된 역할 놀이 활동은 실험활동의 유형 중 발견실험에 해당하는 것으로(양일호 외, 2006), 학생들은 현상을 관찰하여 귀납적으로 개념을 발견할 수 있도록 구성되었다. 연구 결과, 학생들이 전등의 겹보기 운동을 지각할 수 없으므로 현상 관찰을 통해 귀납적으로 개념을 발견하게 할 수는 없다. 따라서 역할 놀이 활동의 학습 효과성을 높이기 위해서는 확인실험 유형으로 구성해야 한다. 학생이 향하는 방향에 따라서 자신의 시야에 나타난 태양의 상대적인 위치를 확인하여 자전에 따른 겹보기 운동을 순차적으로 학습할 수 있도록 상세히 구조화 시켜 과제로 제작해야 한다.

## V. 결론 및 제언

본 연구는 지구의 자전과 태양의 겹보기 운동을 학습하기 위한 역할놀이 활동의 학습효과를 확인하였다. 이를 위해 역할놀이 활동에서 나타나는 학생의 어려움을 분석하고 학생들이 지구 역할을 하면서 태양의 겹보기 운동을 어떻게 지각하는지를 시선추적방법으로 분석하였다. 연구 결과로부터 다음과 같은 결론을 도출할 수 있다. 첫째, 학생들은 역할 놀이 활동으로 지구의 자전과 자전방향은 설명할 수 있지만 태양의 겹보기 운동을 설명하는 것은 어려워했다. 둘째, 학생들은 역할 놀이 활동을 통해서 태양의 겹보기 운동을 지각하기 어렵기 때문에 학습의 효과가 낮다.

본 연구를 통해 얻은 시사점은 다음과 같다.

첫째, 역할 놀이를 효과적인 교수학습방법으로 적용하기 위해서는 절차를 상세하게 구조화 시킨 확인실험으로 구성해야 한다. 학생들은 지구 자전 역할 놀이 활동을 통해서 현상을 관찰하여 태양의 겹보기 운동을 귀납적으로 학습하는 것이 어렵다. 이 활동의 학습효과를 높이기 위해서는 Jee & Anggoro(2019)의 연구에서 활용한 프로그램과 같이 학습내용을 구조화시켜 단계적으로 접근할 수 있도록 구성해야 한다.

둘째, 교수학습방법의 효과를 학생의 관점에서 검증하기 위해서 시선추적방법을 활용할 수 있다. 본 연구에서는 태양의 겹보기 운동을 지각하는지 여부를 확인하기 위해 시선추적방법을 사용하였다. 이와 같이 시선추적방법을 활용하면 학습의 효과를 학생 본인의 관점에서 정밀하면서도 과학적으로 분석할 수 있다.

## 국문요약

본 연구에서는 지구 자전과 태양의 겹보기 운동을 학습하기 위한 역할놀이 활동의 학습 효과 및 어려움을 알아보기 위해서 역할 놀이 활동을 통한 개념 이해 정도, 면담으로 수집한 활동에서 나타나는 어려움, 활동 중 시선이동을 분석하였다. 연구 참여자는 초등학교 5학년 학생 22명이며, 역할 놀이 중 실험 행동과 사후 면담, 시선이동자료를 수집하여 분석하였다. 연구 결과, 학생들은 역할 놀이 활동을 통해 지구의 자전과 자전방향은 설명할 수 있지만 태양의 겹보기 운동을

설명하는 것은 어려워했다. 학생들은 역할 놀이 활동을 통해 태양의 겉보기 운동을 지각하기 어려워하기 때문에, 자전에 의해 나타나는 태양의 겉보기 운동 개념을 학습하기 위한 역할 놀이 활동은 학습 효과가 낮다.

주제어: 지구 자전, 태양의 겉보기 운동, 역할 놀이, 시선추적방법

## References

- 김수정, 김형범, 한신, 정진우(2012). 초등학생의 공간능력 수준차이에 따른 지구자전에 관한 개념 분석. 대한지구과학교육학회지, 5(1), 20-30.
- 양일호, 정진우, 허명, 김석민(2006). 실험수업 유형 분류틀 개발. 한국과학교육학회지, 26(3), 342-355.
- 이경훈, 임종옥(2010). 9학년 학생의 공간 능력 차이에 따른 지구자전 개념의 획득. 한국지구과학회지, 31(3), 267-275.
- 이용섭(2013). 초등과학의 '지구와 우주'영역에서 초등예비교사의 지식수준과 공간지각 능력과의 관계. 대한지구과학교육학회지, 6(3), 252-260.
- 정진우, 정재구, 문상연, 문병찬(2004). 흥미와 학습양식에 따른 고등학교 1학년 학생들의 지구의 자전 관련 개념. 한국지구과학회지, 25(7), 532-544.
- 하옥선, 이용복(1997). 지구 자전에 대한 초등학교 학생들의 개념 유형에 관한 연구. 초등과학교육, 16(1), 103-122.
- 한제준, 채동현(2018). 학교 급별에 적합한 '지구의 모양' 실험에 대한 예비교사의 인식 연구. 대한지구과학교육학회지, 11(2), 107-115.
- Begel, A., Garcia, D. D., & Wolfman, S. A. (2004). Kinesthetic learning in the classroom, SIGCSE '04: Proceedings of the 35th SIGCSE technical symposium on computer science education. Norfolk, VA, ACM Press, 183-184.
- Black, A. A. (2005). Spatial ability and Earth science conceptual understanding. Journal of Geoscience Education, 53(4), 402-414.
- Chinnici, J. P., Yue, J. W., & Torres, K. M. (2004). Students as human chromosomes in role-playing mitosis & meiosis. The American Biology Teacher, 66(1), 35-39.
- Chiras, A. (2008). Day/night cycle: Mental models of primary school children. Science Education International, 19(1), 65-83.
- Cole, M., Cohen, C., Wilhelm, J., & Lindell, R. (2018). Spatial thinking in astronomy education research. Physical Review Physics Education Research, 14(1), 010139.
- Flavell, J. H., Miller, P. H., & Miller, S. A. (1993). Cognitive development. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Gibson, J. J. (2014). The ecological approach to visual perception: Classic edition. Boston, MA: Houghton-Mifflin.
- Goldstein, E. B., & Brockmole, J., 광호완 등 역 (2016). Sensation and perception. New York: Brooks Cole. 감각 및 지각심리학, 서울: 박학사.
- Hobson, S. M., Trundle, K. C., & Saçkes, M. (2010). Using a planetarium software program to promote conceptual change with young children. Journal of Science Education and Technology, 19(2), 165-176.
- Jee, B. D., & Anggoro, F. K. (2019). Relational scaffolding enhances children's understanding of scientific models. Psychological Science, 30(9), 1287-1302.
- Liversedge, S., Gilchrist, I., & Everling, S. (2011). The Oxford handbook of eye movements. Oxford: Oxford University Press.
- McSharry, G., & Jones, S. (2000). Role-play in science teaching and learning. School Science Review, 82(298), 73-82.
- Morrow, C. A. (2000). Kinesthetic astronomy: The sky time lesson. The Physics Teacher, 38(4), 252-253.
- Padalkar, S., & Ramadas, J. (2011). Designed and spontaneous gestures in elementary astronomy education. International Journal of Science Education, 33(12), 1703-1739.
- Plummer, J. D. (2009). Early elementary students' development of astronomy concepts in the planetarium. Journal of Research in Science Teaching, 46(2), 192 - 209.
- Plummer, J. D. (2014). Spatial thinking as the dimension of progress in an astronomy learning progression. Studies in Science Education, 50(1), 1-45.
- Plummer, J. D., Kocareli, A., & Slagle, C. (2014). Learning to explain astronomy across moving frames of reference: Exploring the role of classroom and planetari-

- um-based instructional contexts. *International Journal of Science Education*, 36(7), 1083-1106.
- Plummer, J. D., Wasko, K. D., & Slagle, C. (2011). Children learning to explain daily celestial motion: Understanding astronomy across moving frames of reference. *International Journal of Science Education*, 33(14), 1963-1992.
- Reid, N., & Shah, I. (2007). The role of laboratory work in university chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 172-185.
- Richards, T. (2012). Using kinesthetic activities to teach Ptolemaic and Copernican retrograde motion. *Science & education*, 21(6), 899-910.
- Rodrigues, P., & Rosa, P. J. (2017). Eye-tracking as a research methodology in educational context: A spanning framework. In Christopher, W., Frank, S., & Bradley, M., (Eds), pp. 1-26. *Eye Tracking Technology Applications in Educational Research*.
- Ross, P. M., Tronson, D. A., & Ritchie, R. J. (2008). Increasing conceptual understanding of glycolysis & the Krebs cycle using role-play. *The American Biology Teacher*, 70(3), 163-168.
- Sharp, J. G., & Grace, M. (2004). Anecdote, opinion and whim: Lessons in curriculum development from primary science education in England and Wales. *Research Papers in Education*, 19(3), 293-321.
- Slater, T. F., & Gelderman, R. (2017). Addressing students' misconceptions about eclipses. *The Physics Teacher*, 55(5), 314-315.
- Trout, K. P., & Gaston, C. A. (2001). Active-learning physics experiments using the Tarzan swing. *The Physics Teacher*, 39(3), 160-163.
- Valanides, N., Gritsi, F., Kampeza, M., & Ravanis, K. (2000). Changing pre-school children's conceptions of the day/night. *International Journal of Early Years Education*, 8(1), 27-39.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18(1), 123-183.
- Yu, K. C., Sahami, K., Sahami, V., & Sessions, L. C. (2015). Using a digital planetarium for teaching seasons to undergraduates. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education*, 2(1), 33-50.