



천문학적 사고와 학습 발달과정에 기초한 초등 과학 탐구 활동 제안 - 지구와 우주 영역 중심으로

오현석¹, 권유지²

《 요 약 》

이 연구는 천문학적 사고와 천문 영역의 학습 발달과정에 관한 선행 연구를 바탕으로 교육과정의 변화에 따른 초등 과학에서의 천문학적 사고 수준과 특성을 분석하였다. 분석 결과를 바탕으로 지구와 우주 영역 중 천문 관련 주제에 대한 탐구를 제안하였다. 지구와 우주 영역에서 다루는 천문 주제별로 2007 개정 교육과정부터 2022 개정 교육과정까지 비교 및 분석을 하였으며, 각 교육과정의 변화에 따른 천문학적 사고 수준과 특성을 파악하였다. 또한, 탐색된 천문학적 사고 기반 학습 발달과정을 반영하여 천문 영역의 세부 주제별 탐구를 제안하였다. 이 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 천문 영역의 학습 발달과정에 관한 연구와 비교해 보았을 때, 2022 개정 교육과정에서 초등 과학의 내용 수준은 2007 개정 교육과정과 2009 개정 교육과정에 비해 초등학생 수준에 적절한 수준으로 적정화했음을 알 수 있다. 둘째, 2022 개정 초등 교육과정에서 천문 관련 주제 탐구는 학생들의 실제적 관찰에 중심을 둔 탐구를 제안하였다. 이 연구는 교과서에 바로 기술될 수 있는 탐구활동을 구체적으로 제안하지는 않았다. 다만, 2022 개정 초등 교육과정을 반영한 검정 교과서에서의 탐구활동 구성이나 실제 학교 현장에서 수업을 진행할 때 탐구 활동지 등에 포함하여 구현할 수 있는 내용을 제공하는 것을 목적으로 하였다.

주제어 : 천문학적 사고, 학습 발달과정, 2022 개정 초등 과학과 교육과정, 탐구

1. 춘천교육대학교 조교수, bsohs@cnu.ac.kr (주저자)
2. 경산동부초등학교 교사, kmj3910@nate.com (교신저자)

I. 서론

과학 탐구란 과학자들이 자연을 탐구하는 방법이며, 과학 교과에서의 탐구는 과학자들이 과학을 탐구하는 방법에 대해 이해하고 과학적인 아이디어를 확장해나가는 학생들의 활동이다(송신철과 심규철, 2020). 과학 탐구는 과학 교육에서 꾸준히 강조해왔으며, 과학 탐구 기능의 이해를 강조하기 위해 2015 개정 교육과정에서는 초등학교 3학년부터 탐구 기능 관련 내용을 학습 내용으로 담아 단원으로 제시하였다. 초등학교 3~4학년군에서는 기초 탐구 기능(관찰, 분류, 측정, 예상, 추리, 의사소통)을, 초등학교 5~6학년군에서는 통합 탐구 기능(문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 변환, 자료 해석, 결론 도출)을 학생들이 탐구 과정에서 필수로 익혀야 할 활동으로 제시하였다. 특히, 초등학교 과학 교육과정에서는 학생들의 과학 개념에 대한 이해를 돕기 위해 탐구 활동 중심으로 학습하는 것을 강조하고 있으며, 탐구 활동에는 2~3가지의 탐구 기능을 활용할 수 있도록 구성되었다. 초등학생들은 다양한 탐구 활동을 통해 과학 개념을 학습하고 있다. 탐구 활동은 과학의 본성에 대해 학생들의 이해를 높일 수 있는 중요한 활동이다(김윤경 외, 2016; Anderson, 2002).

한편, 초등학교 과학 교과서는 과학과 교육과정의 목표를 달성하기 위한 주요한 학습 도구이며(김진한과 박일우, 2016), 학습 동기 유발, 학습 문제 제시, 탐구 활동 안내 및 과학 개념 제시를 하는 등 교수·학습 방법을 연결하는 역할을 한다. 과학 교과서에 제시된 탐구 활동을 바탕으로 교사는 교수·학습 방법과 학습 내용을 결정하며, 학생들은 과학 개념에 대한 학습을 한다(Abruscato, 1988). 이러한 과학 교과서에 대한 중요성 인식과 의존도는 타 학교급보다 초등학교에서 더 높으며(김남훈 외, 2022, 박진용 외, 2014), 초등학교 교사들은 과학 교과서에 제시된 탐구 활동을 중심으로 수업의 흐름과 내용을 구성한다. 따라서 초등 과학 교과서에 수록된 탐구 활동은 학생, 교사에게 큰 비중을 차지하므로, 탐구 활동은 과학과 교육과정 성취기준을 달성하고 학생들의 탐구 기능을 신장시켜줄 수 있는 활동과 경험이 되어야 한다.

교육부의 교과용도서 다양화 및 자유발행제 추진 계획으로 2022년부터 초등 과학 교과에도 검정 교과서 체제를 도입하였으며, 검정 과학 교과서는 수업에서 다양하고 풍부한 학습 도구로 활용되고 있다. 교육부에서 교육과정의 성취기준, 성취기준 해설, 성취기준 적용 시 고려 사항을, 한국과학창의재단에서 초등학교 검정 교과서 편찬 상의 유의점과 검정기준을 제시하기 때문에 각 출판사에서는 그 기준에 맞게 집필한다. 과학 교육과정은 탐구를 통한 학습을 강조하고 성취기준과 탐구 활동을 명시해주지만(교육부, 2022a), 교과서 집필자가 성취기준 해석 방법과 탐구 활동의 소재나 주제 선택에 따라 교과서의 내용 흐름이 달라질 수 있으며 다양한 형태를 보일

수 있다(김은정 외, 2022, 신정윤 외, 2022).

최근 2022 개정 교육과정이 고시되었으며, 2022 개정 교육과정은 미래 교육에 적합하고 삶과 연계한 역량 교육을 강조하고 있다(교육부, 2022b). 2022 개정 과학과 교육과정은 ‘과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람 육성’을 목적으로, 디지털 및 AI 교육환경에 기반한 교수·학습 방법을 강조하고 있으며 감염병과 기후 위기 및 생태계 변화 등 급변하는 사회적 변화를 반영하였다. 특히, 2022 개정 초등 과학과 교육과정의 지구와 우주 영역에서는 현상 관찰 중심으로 학습 내용을 다루면서 생태전환교육의 일환으로 신설된 ‘지구와 바다’ 단원에서는 밀물과 썰물 개념, 갯벌의 가치와 보전 필요성에 대해 언급하였다. 또한, 천문교육을 통한 과학소양교육의 필요성을 반영하고 특정 학년군에서 편중되었던 우주 관련 단원이 재배치하며 3~4학년군에서 ‘밤하늘 관찰’ 단원이 신설되었다. 이는 2015 개정 과학과 교육과정의 현장 적용 연구와 학습 발달과정과 발달 단계를 고려한 여러 연구에서 천문 관련 학습 내용이 어렵다고 지적되었던 바를 반영한 결과라 볼 수 있다.

교육과정이 개정될 때마다 과학 교과서의 탐구 활동 분석에 관한 연구는 지속적으로 이루어져 왔다. 초등 과학 교과서에서 제시되는 탐구 활동을 살펴보면, 과학과 교육과정이 여러 차례 개정이 되었지만 탐구 활동의 소재가 달라지는 것 외 탐구 활동에 큰 변화가 나타나지 않았음을 지적하였다(임성만, 2018, 김경호와 심규철, 2019, 송신철과 심규철, 2019). 특히, 임성만(2015, 2018, 2020)은 지구와 우주 영역을 중심으로 초등학교 과학 교과서를 분석하였는데, 교육과정이 개정될 때마다 지구와 우주 영역의 개념과 탐구 활동 중심의 교수·학습 방법은 거듭 강조되었지만 실질적인 탐구 활동에는 많은 변화가 없었다고 보고하였다. 이러한 맥락에서, 2022 개정 교육과정을 반영한 검정교과서가 개발되어지는 시기에 맞추어, 교과서에서 다루어진 탐구 활동 분석 및 탐구 활동의 개선 방안 모색 연구가 필요하다.

한편, 지구와 우주 영역에서 다루는 천문 관련 개념과 탐구 활동은 다른 영역에 비해 추상적이며 직접 관측하기 어려운 것이 많아(김범기 외, 1996, 손준호, 2015), 학생들은 학습 내용을 이해하는데 많은 어려움을 겪고 오개념이 많이 나타나는 영역이다. 천체의 운동과 구조를 효과적으로 이해하기 위해서는 천문학적 사고(astronomical thinking)가 필요하다(NRC, 2006, Plummer, 2014, 맹승호 외, 2014). 천문학적 사고는 천체의 운동과 구조에 대해 과학 탐구 능력을 신장하기 위해 도입된 개념으로, 천문학적 사고를 반영한 탐구 개발 관련 연구가 지속적으로 이어지고 있다. 천문학적 사고는 공간적 사고와 시스템 사고로 구분된다. 공간적 사고는 공간적 개념, 형태나 구조를 시각화하고 표현화하여 사물의 구조와 성질, 기능에 대해 이해하고 설명하는 종합적인 사고능력이다(NRC, 2006). 공간적 사고를 ‘천체의 위치 변화와 지리적 방향을 판

단하는 능력, 2차원의 평면 자료를 3차원의 공간적 자료로 전환하는 능력, 지구에서 보는 천문 현상을 우주에서 보는 관점으로 재구성해 천체의 상대적 운동을 파악하는 능력'으로 정의하였다(맹승호 외, 2014, 이정아 외, 2015). 시스템 사고는 전체 시스템을 구성하는 각각의 요소들이 전체 시스템에 주는 영향을 미쳐 시스템이 작동하게 되는지 이해하는 능력으로, 시스템 과정 속에서 각각의 요소들이 상호작용하는 것에 대한 판단과 의사결정, 분석, 평가 및 추론하는 사고 능력이다(NRC, 2006). 시스템 사고를 '천문 현상의 시스템 구성 요소를 이해하는 능력, 시스템 구성요소 간의 상호관계를 이해하여 에너지나 물질의 흐름을 파악하는 능력, 시스템 구성요소의 관계를 전체적으로 종합하여 경향성이나 주기성을 이해하는 능력, 공간적 사고 능력을 바탕으로 모델로 표현할 수 있는 능력'으로 정의하였다(맹승호 외, 2014, 오현석 외, 2015).

최근 과학교육에서는 핵심개념을 중심으로 학습 발달과정(Learning Progression) 연구가 국내에서 활발히 이루어지고 있으며, 교육과정 구성에서 학습 내용과 체계를 선정할 때 일련의 학습 발달과정 연구를 근거로 할 것을 제안하고 있다(성연선 외, 2013). 학습 발달과정은 핵심 개념과 탐구 활동에 대한 학생들의 이해가 적절한 교수-학습 활동으로 시간에 따라 더 정교화 되어가는 가설적인 발달 경로로 정의된다(Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007; NRC, 2007). NRC (2007)는 교수-학습 활동을 통해 학생들의 이해 수준이 하위 정착점(lower anchor)에서 시작하여 학습의 목표인 상위 정착점(upper anchor)에 도달하게 되는데, 하위 정착점과 상위 정착점 사이에 중간 단계(intermediate steps)를 거치게 된다고 주장한다. 하위 정착점은 학생들이 핵심 개념에 대한 학습을 시작하기 전 가지고 있는 이해 수준이며, 상위 정착점은 핵심 개념에 대해 학습을 할 경우 학생들이 가지게 될 이해 수준의 기대치 수준으로 정의한다. 학습 발달과정은 학생들의 개념 이해에 대한 발달 과정을 제공하므로 교육과정 내용의 선정과 조직, 교수-학습 방법 및 평가 수립에 유용한 준거가 될 수 있다(Stevens et al., 2010). 특히, 천문 영역에 대한 학습 발달과정 연구에서는 천문학적 사고를 기반을 두고 있으며, 천문학적 사고를 기반한 학습 발달과정 연구는 학생들의 과학적 개념에 대한 이해 수준과 단계를 검증할 수 있다. 또한, 미국의 차세대 과학교육표준은 학습 발달과정의 연구를 근거로 하고 있으며(맹승호 외, 2013), 우리나라 과학과 교육과정에서 다루고 있는 천문 영역과 관련된 개념 수준의 적절성은 천문학적 사고를 기반한 학습 발달과정 연구를 근거로 판단할 필요가 있다.

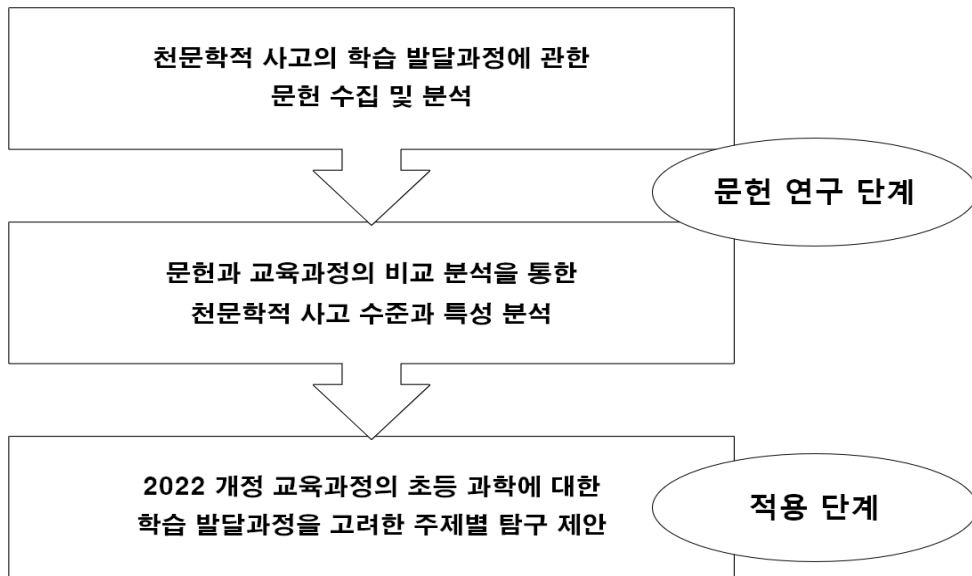
이에 본 연구에서는 2022 개정 과학과 교육과정에서 천문 영역의 탐구 단원인 '밤하늘 관찰' 단원이 신설되고 천문교육을 통한 과학소양교육의 흐름에 맞추어 지구와 우주 영역의 학습 내용이 적절화된 만큼, 2022 개정 과학과 교육과정의 학습 내용이 천문학적 사고와 학습 발달과정이 고려되었는지 탐색할 필요가 있다. 또한, 학생들이 천체의 운동을 쉽게 이해하기 위해서는 모델

링, 친체관측프로그램 및 VR·AR 활용 등 다양한 교수·학습 방법을 활용해야 하는데, 다양한 디지털 기반의 교수·학습 방법을 중심으로 지구와 우주 영역의 과학 탐구 활동을 제안하여 의미 있는 과학 교과서 집필과 과학 수업 실천에 방향성을 제시하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 절차

이 연구는 천문학적 사고와 천문 영역의 학습 발달과정에 관한 선행 연구를 바탕으로 교육과정의 변화에 따른 초등 과학에서의 천문학적 사고 수준과 특성을 분석하여, 지구와 우주 영역 중 천문 관련 주제에 대한 학습 발달과정과 2022 개정 과학과 교육과정의 특징을 고려한 탐구를 제안하는데 목적이 있다. 연구의 목적을 달성하기 위하여 천문학적 사고를 기반한 학습 발달과정 문헌 연구를 수행하였다. 지구와 우주 영역에서 다루는 천문 주제별로 2007 개정 교육과정부터 2022 개정 교육과정까지 비교 및 분석을 하였으며, 각 교육과정의 변화에 따른 천문학적 사고 수준과 특성을 파악하였다. 또한, 탐색된 천문학적 사고 기반 학습 발달과정을 반영하여 천문 영역의 세부 주제별 탐구를 제안하였다. 이 연구의 전체적인 절차는 그림 1과 같다.



[그림 1] 연구 절차

2. 연구 방법

천문학적 사고 기반의 학습 발달과정에 대한 문헌 연구를 위하여, 이 연구에서는 과학교육의 주요 학술지에서 검색어로 천문학적 사고, 공간적 사고, 시스템 사고, 학습 발달과정 등을 이용하였으며 최근 10년 이내 지구와 우주 영역 교육 관련 논문을 검색하였다. 검색된 논문 중 본 연구의 연구 문제에 적합한 논문을 선정한 뒤, 연구 대상 논문을 천문학적 사고와 내용적 세부 영역, 주요 특징에 따라 정리하였다(표 1).

〈표 1〉 천문 영역 학습 발달과정 연구 논문 목록

저자	천문학적 사고	천문 영역의 세부 영역	주요 특징
맹승호 외(2014)	천문학적 사고	천문 영역 전체	천문 시스템 학습 발달과정 개발 및 타당화 연구
오현석 외(2015)	시스템 사고	별과 우주	교사의 교수 실행에서 나타나는 시스템 사고 분석 연구
이정아 외(2015)	공간적 사고	태양계와 별	초등 과학수업에서 나타나는 공간적 사고 사례 연구
이기영 외(2016)	천문학적 사고	지구의 운동과 태양계	맹승호 외(2014)의 후속 연구
이기영과 이정아(2016)	시스템 사고	태양계 행성의 크기와 거리	초등 교사의 PCK 발달과정 탐색 연구
이기영과 박재용(2017)	-	-	통합 탐구 기능에 대한 학습발달과정 탐색 연구
맹승호와 이기영(2018)	공간적 추론	지구의 공전과 별자리 겹보기 운동	
오현석과 이기영(2018)	시스템 사고	달의 위상 변화	
최준태 외(2018)	천문학적 사고	지구와 달의 운동	초·중·고등학생의 천문학적 사고 분석 연구
허재완과 이기영(2018)	-	계절의 변화	학습발달과정 탐색 연구
오현석과 이기영(2020)	시스템 사고	태양계 구조	학습발달과정 개발 및 타당성 검토 연구
경동권(2020)	천문학적 사고	별의 일주운동	탐구 모형 개발과 적용 연구
김종욱(2022)	공간적 사고	천문 영역 전체	교과서 삽화 및 탐구활동에 대해 예비교사가 인식한 문제점과 개선안 연구

천문학적 사고 기반의 학습 발달과정에 대한 문헌을 분석한 후, 2009 개정부터 2022 개정 초등 과학과 교육과정의 천문학적 사고의 수준을 분석하였다. 특히, 2022 개정 초등 과학 교육과정의 지구와 우주 영역에서 천문과 관련된 내용을 반영하여 분석하였으며, 2022 개정 초등 과학과 교육과정의 각론에 기술된 단원의 성취기준과 탐구 활동을 분석하였다. 이를 토대로 천문학적 사고 기반의 학습 발달과정을 고려한 탐구 활동을 제안하였다. 표 2는 2022 개정 초등 과학 교육과정의 지구와 우주 영역 중 천문과 관련된 단원과 천문학적 사고 기반의 학습 발달과정에서 해당되는 세부 영역을 정리한 것이다.

<표 2> 2022 개정 초등 과학 교육과정의 지구와 우주 영역

	3~4학년군	5~6학년군
단원	밤하늘 관찰	지구의 운동
세부 영역	태양계, 달의 위상변화	지구의 자전, 지구의 공전

본 연구는 지구과학교육을 전공한 교육대학교 교수 1인과 지구과학을 전공으로 교육학 박사 학위를 가진 초등학교 현장 교사가 연구진으로 참여하였다. 문헌 연구는 공동으로 진행하였다.

탐구 활동 제안은 상호 검토하여 의견이 일치하는 부분만 제시하였다. 탐구 활동 제안 부분은 지구과학을 전공으로 교육학 박사학위를 지닌 현장 교사 2명으로부터 검토를 받아 현장 적용 가능한 부분만을 기술하였다. 탐구 활동 제안에서 참고한 교과서는 2015 개정 과학과 교육과정이 적용된 초등 과학 검정 교과서로 채택률이 높은 교과서 7권을 선정하였으며, A부터 F까지 임의의 교과서 명칭을 부여하였다.

III. 연구 결과

1. 초등 과학 교육과정에서의 천문학적 사고 수준과 특성 분석

문헌 연구를 통해 초등 과학 교육과정에서의 천문학적 사고 수준과 특성을 분석하였으며, 태양계, 지구의 운동, 달의 위상 변화 개념별로 분석한 결과는 다음과 같다.

가. 태양계

우리나라 초·중등 교육과정에서 태양계에 대한 개념은 계속해서 제시되었다. 2009 개정 및 2015 개정 초등 과학과 교육과정에서는 5~6학년군 ‘태양계와 별’ 단원에서 태양, 태양계의 개념과 구성원, 태양계 행성의 상대적 크기와 거리를 학습하도록 하고 있다(교육부, 2009a; 2015). 이 단원에서는 태양계에 대한 학생들의 관심과 호기심을 바탕으로 하였으며, 태양계 구성원 중 태양과 행성을 중심으로 태양계 시스템의 기초적인 이해를 목적으로 한다. 한편, 2009 개정 및 2015 개정 중등 과학과 교육과정에서는 초등 교육과정에 비하여 태양계 시스템의 이해를 확장하고 있다. 즉, 중등 교육과정에서는 태양계 행성의 물리적 특성을 기반으로 지구형 행성과 목성형 행성을 분류하는 것을 목적으로 하며, 태양계 구성원의 범위도 소행성, 혜성 그리고 위성으로 확장하였다. 우리나라 초·중등 과학과 교육과정에서는 태양계 형성 과정에 대한 내용은 다루고 있지 않다. 초등학교에서 다루어지는 주요 개념은 태양계 구성 물체의 물리적 특성과 운동적 특성이며, 태양계의 구조에 대한 지식과 태양계 구성원의 운동에 대한 개념으로 구성되어 있다. 태양계 구성 물체의 물리적 특성, 태양계 행성의 구성 물질과 행성 분류에 대한 개념은 천문학적 사고 중 시스템 사고로 분류할 수 있으며, 태양계 행성의 운동적 특성은 천문학적 사고 중 공간적 사고에 해당한다.

맹승호 외(2014)가 수행한 학습 발달과정 연구는 Plummer & Krajcik(2010)의 연구에 기반을 두었으며 순위 선다형 문항을 이용하여 천문 시스템 학습 발달과정을 개발하였다. 이기영 외(2016)는 맹승호 외(2014) 연구에 대한 타당화 연구를 수행하며 천문학적 사고의 학습 발달과정을 보완하였다. 특히, 이기영 외(2016)는 태양계에 대한 학생들의 이해 수준을 천문학적 사고인 공간적 사고와 시스템 사고로 구분하였으며, 4개의 이해 수준으로 학습 발달과정을 진술하였다. 한편, 천문학적 사고 중 주로 시스템 사고로 구성된 태양계 구조에 대한 학습에 대하여 오현석과 이기영(2020)은 다층 서답형 문항을 이용하여 표집 집단에 대하여 시스템 사고 수준을 조사하였으며, 5개의 수준으로 태양계에 대한 시스템 사고에 대한 학습 발달과정을 분류하였다.

〈표 3〉 태양계 개념에 대한 공간적 사고 학습 발달과정(이기영 외., 2016)과 교육과정 분석

수준	태양계 공간적 사고 LP	교육과정
1	화성과 토성의 운동 방향을 2차원 평면 자료에서 보이는 대로 왼쪽과 오른쪽으로 표현함. 지구를 중심으로 지구와 행성이 서로 반대 방향으로 돌고 있어 행성들의 움직임이 관측됨.	2015 개정 초등 2015 개정 중등 2022 개정 중등
2	2차원 평면 자료에서 화성과 토성의 운동 방향을 정확한 방 위로 나타낼 수 있으나, 지구에서 바라본 관점으로만 이해함. 행성이 공전하는 동안 화성, 토성의 위치 변화를 인식하지만, 배경 별자리에 대한 상대적인 운동 방향을 파악하지 못하고, 2차원 평면에서 보이는 그대로 표현함.	2015 개정 중등 2022 개정 중등
3	태양 중심의 태양계 모델에 대한 지식을 바탕으로 화성과 토성의 공전 방향을 서술할 수 있음. 우주에서 내려다 본 관점에서 작성된 태양 중심의 태양계 모델에 화성, 토성의 운동 방향을 나타낼 수 있으나, 두 행성의 정확한 상대적인 위치를 파악하지 못함.	2015 개정 중등 2022 개정 중등
4	2차원 평면 자료에서 화성과 토성의 배경 별자리에 대한 상대적인 위치 변화를 근거로 화성과 토성의 공전 속도와 운동 방향을 설명할 수 있음. 화성과 토성의 운동을 배경 별자리에 대한 상대적 위치 변화로 파악하여, 우주에서 내려다본 관점으로 작성된 태양계 모델에 두 행성의 운동 방향과 상대적인 위치를 정확히 표현할 수 있음.	2015 개정 중등 2022 개정 중등

표 3은 이기영 외(2016)의 태양계 개념에 대한 공간적 사고 학습 발달과정과 교육과정의 내용을 분석한 결과이며, 표 4는 오현석과 이기영(2020)의 태양계 개념에 대한 시스템 사고 학습 발달과정과 교육과정의 내용을 분석한 결과이다.

2009 개정, 2022 개정 초등 과학과 교육과정에서는 공간적 사고를 기반으로 한 태양계 행성의 운동 개념 학습 발달과정의 수준 1에 해당하는 내용을 다루어지고 있지 않다. 2015 개정 초등 과학과 교육과정에서는 수준 1에 해당하는 내용이 초등 5~6학년군 ‘밤하늘에서 행성과 별의 관측상의 차이점 찾아보기’ 탐구 활동에서 다루어졌다. 이 탐구 활동에서는 여러 날 동안 같은 시각에 하늘을 관찰하였을 때 행성은 별과 다르게 천구상의 위치가 달라짐을 다루고 있다. 하지만, 김종욱(2022)의 연구에서는 탐구 활동이 학생들의 공간적 개념 이해에 오개념이 발생할 수 있다고 보았으며, 이정아 외(2015)의 연구에서도 학생들이 천체의 운동을 이해하는 데 공간적 사고가 중요한데 ‘밤하늘에서 행성과 별의 관측상의 차이점 찾아보기’ 탐구 활동은 공간적 사고를 충분히 고려한 탐구로 보이지는 않는다고 비판하였다. 행성의 공전 방향에 대하여 관측의 기준점을 명확히 제시하고 이를 공유하는 것이 중요하다는 것을 강조하였다. 즉, 우주 기반 관점에서 지구 주위를 공전하는 행성의 운동을 지구 기반 관점에서 현상학적으로 별과 행성의

차이점을 찾는 탐구 활동이라고 하더라도, 초등학생의 발달 수준에서는 지구 기반 관측으로 별과 행성의 운동을 구분하는 탐구를 하는 것은 학생 수준을 상회하는 것으로 판단된다. 이러한 점을 반영하여, 2022 개정 초등 과학과 교육과정에서는 성취기준 [4과 13-03]에 대한 해설에서 ‘별의 정의는 행성과 비교하여 스스로 빛을 내는 천체라는 수준에서만 다룬다.’라고 밝히고 있다(교육부, 2022a). 이처럼 공간적 사고 기반 운동 개념에 대한 학습이 초등학교에서 적게 다루어지는 이유는 초등학생의 공간적 추론 능력이 부족과 관련 있는 것으로 해석된다.

〈표 4〉 태양계 개념에 대한 시스템 사고 학습 발달과정(오현석과 이기영, 2020)과 교육과정 분석

수준	태양계 LP - 시스템 사고			교육과정
	구성요소	크기와 거리	태양계 모델링	
1	태양계 구성 천체들을 전혀 파악할 수 없으며, 이들과 우주에 분포하는 천체들의 규모를 전혀 비교할 수 없다.	행성들의 분류 기준을 정하지 못하며, 거리에 따른 행성 분포의 경향성을 전혀 파악하지 못한다.	태양을 중심으로 태양계에 속한 행성으로 표현하지 못한다.	
2	태양계 구성 천체들을 일부 파악할 수 있으나, 이들과 우주에 분포하는 천체들의 규모를 전혀 비교할 수 없다.	합리적인 기준에 따라 행성들을 분류하지 못하며, 거리에 따른 행성 분포를 경향성이 아닌 현상으로 기술한다.	태양을 중심으로 태양계에 속한 행성을 표현하나, 크기를 상대적으로 비교하지 못하며, 거리의 경향성도 나타내지 못한다.	2022 개정 초등
3	태양계 구성 천체들을 모두 파악할 수 있으며, 이들과 우주에 분포하는 천체들의 규모를 일부 비교할 수 있다.	행성들을 크기에 따라 두 그룹으로 분류할 수 있고, 거리에 따른 행성 분포를 경향성이 아닌 현상으로 기술한다.	행성 크기를 상대적으로 비교할 수 있으나, 거리의 경향성을 나타내지 못한다.	2009 개정 초등 2015 개정 초등
4	태양계 구성 천체들을 모두 파악할 수 있으며, 이들과 우주에 분포하는 천체들의 규모를 비교할 수 있다.	행성들을 크기에 따라 두 그룹으로 분류할 수 있고, 거리에 따른 행성 분포의 경향성을 크기와 연관 지어 설명한다.	행성 크기를 상대적으로 비교할 수 있고, 거리의 경향성을 나타낼 수 있지만, 행성의 크기와 거리 비율의 통합적 표현이 미흡하다.	2015 개정 중등 2022 개정 중등
5	태양계 구성 천체들을 모두 파악할 수 있으며, 이들과 우주에 분포하는 천체들의 규모를 모두 완벽하게 비교할 수 있다.	행성들을 크기에 따라 두 그룹으로 분류할 수 있고, 거리에 따른 행성 분포의 경향성을 파악할 수 있다.	행성 크기를 상대적으로 비교할 수 있고, 거리의 경향성을 나타낼 수 있으며, 행성의 크기와 거리 비율을 통합적으로 표현할 수 있다.	

한편, 시스템 사고를 기반으로 한 태양계에 대한 개념에 대한 학습 발달과정 연구에서는 이기영 등(2016)은 맹승호 등(2014)의 연구에서 제시한 학습 발달과정 수준에서 시스템 요소 파악, 시스템 요소 연관, 시스템 패턴 파악 등을 추가 진술하여 구체화시켰다. 태양계 개념을 초등 과학과 교육과정과 비교·분석해보면, 공간적 사고 기반에 비해 시스템 사고 기반이 다루어지고 있음을 확인할 수 있다. 태양계 시스템의 요소를 파악하는 수준 1과 수준 2는 2009 개정, 2015 개정, 2022 개정 과학과 교육과정에서 모두 다루어진다. 이는 2022 개정 초등 교육과정에서는 공간적 사고보다는 시스템 사고를 강조하고 있는 것으로 판단된다. 하지만, 수준 3에 해당하는 시스템 패턴 파악의 경우, 2009와 2015 개정 초등 과학과 교육과정에서 다루어지지만 2022 개정 초등 과학과 교육과정에서는 거리나 무게에 대한 패턴을 파악하는 활동은 명시적으로 제시되어 있지 않다. 2022 개정 초등 과학과 교육과정의 성취기준 [4과 13-02]에 대한 성취기준 해설에서는 ‘태양과 행성의 실제 크기나 태양에서 행성까지의 실제 거리, 행성의 질량, 자전 속도, 대기 성분 등과 같은 구체적인 물리량은 다루지 않는다.’라고 명시하고 있으며(교육부, 2022a), 태양을 중심으로 한 행성 간의 배열로 표현되는 행성의 위치와 각각 행성의 물리적 성질이 아닌 표면의 성질만을 학습 내용으로 다루고 있다. 또한, 2015 개정 초등 과학과 교육과정에서 다루던 행성 간의 크기와 거리의 실제 비율은 다루지 않고 있으며, ‘태양계 행성 모형 만들기’ 활동을 탐구 활동으로 명시하여 시스템 사고 학습 발달과정의 수준 3에 해당하는 태양계 모델링 요소를 포함하고 있다.

태양계에 대한 학습 발달과정 연구를 바탕으로 우리나라 과학과 교육과정을 종합적으로 비교해 보면, 2009, 2015 개정 과학과 교육과정에서 다루어지는 학습 내용은 학습 발달과정의 1~3 수준 정도로 볼 수 있으며, 2022 개정 초등 과학과 교육과정은 2009, 2015 개정 과학과 교육과정에 비해 학습 발달과정 수준이 다소 낮아졌다고 할 수 있다. 이러한 2022 개정 초등 과학과 교육과정의 학습 내용 수준의 조정은 기존 5~6학년군에서 다루어지던 학습 내용이 3~4학년군으로 내려와 ‘밤하늘 관찰’ 단원으로 새롭게 신설되었으며, 중학교 교육과정과의 중복을 피하기 위한 것으로 판단된다.

나. 지구의 운동

지구의 운동 개념은 과학과 교육과정의 지구의 우주 영역에서 핵심 주제 중의 하나이며, 학생들은 지구에서 있는 관측자가 되어 지구의 운동으로 인한 여러 천문 현상을 학습한다. 2015 개정 과학과 교육과정에서는 5~6학년군에서 지구의 자전으로 인하여 태양이 지고 뜨는 현상, 지구의 공전으로 인하여 계절에 따라 별자리의 변화, 계절의 변화에 대해 학습한다(교육부, 2015). 관찰과 실험 활동을 중심으로 지구의 운동과 관련된 개념을 이해하고, 지구의 운동으로

일어나는 여러 현상을 탐구할 수 있도록 목표를 두고 있다. Plummer(2014)는 학생들이 관측자가 되어 지구의 운동을 개념적으로 이해해야 하는 필수적인 내용이라고 강조하였으며, Plummer & Maynard(2014)는 학생들이 지구에서 보는 관점과 우주 밖에서 내려다보는 관점을 서로 전환하여 천문 현상을 이해하는 능력이 필요함을 강조하였다.

학생들이 지구의 운동과 관련된 개념을 이해하기 위해서는 공간적 추론 능력(Liben & Downs, 1993; 맹승호와 이기영, 2018), 시스템 사고 능력(Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2010; 맹승호 외, 2014)이 필요하다. 공간적 추론 능력은 천체의 위치 변화와 방향을 파악하는 능력, 2차원의 평면적 자료를 3차원의 공간적 자료로 전환하는 능력, 천문 현상을 지구에서 보는 관점, 우주에서 보는 관점으로 재구성하는 능력 등을 포함한다. 시스템 사고 능력은 하나의 천체만의 운동만을 파악하는 것이 아니라 여러 천체 간의 구조와 운동을 이해하여 천체들의 상호 관계와 천체 시스템을 이해하는 것이다.

지구의 공전 개념에 대한 초등학교 6학년 학생들의 공간적 추론 발달 경로의 연구(맹승호와 이기영, 2018)에 따르면, 학생들의 이해 수준을 수준 0부터 수준 6까지 분류하였다. 수준 0은 지구의 공전 운동을 이해하기 위한 하위 정착점에 해당하며, 눈에 보이는 관측 사실대로 천체가 움직인다고 사고하는 지구 중심 우주관을 가진 학생들이다. 수준 1 정도의 학생은 지구의 운동을 평면적으로 이해하여, 아직 태양 중심 우주관에 근거하여 천체의 운동을 이해하지 못하는 수준이다. 수준 2에 해당하는 학생들은 직관적인 태양 중심 우주관을 가지며, 자전과 공전을 혼동하지만 별자리의 움직임을 지구의 공전 운동과 연결시킬 수 있는 공간적 추론 발달 과정의 경로에 있다고 파악하였다. 수준 3에 해당하는 학생들은 초보적인 겉보기 운동을 인식할 수 있는 수준이며, 오개념과 오류는 있지만 지구에서 보는 관측 관점과 지구 밖 우주에서 내려다보는 관점 사이의 변환이 낮은 수준에서 이루어진다고 하였다. 수준 4는 별자리의 겉보기 운동을 인식하고 지구에서 보는 관점에서 관측 결과를 지구 밖 우주에서 내려다보는 관점으로 전환해서 사고할 수 있는 단계, 수준 5는 태양 중심 우주관으로 천체의 겉보기 운동을 인식하여 지구가 태양을 중심으로 시계 반대 방향으로 공전하는 것을 확실하게 인지하지만, 시간 스케일을 구분하지 못하고 자전과 공전을 혼동하는 수준으로 정의하였다. 수준 6에 해당하는 학생들은 지구의 공전을 과학적으로 이해하고 정확한 관점을 가진 경우로 파악하였다.

초, 중학생을 대상으로 한 순위 선다형 문항을 이용한 천문 시스템 학습 발달과정 연구(맹승호 외, 2014)와 초등학생의 지구의 운동 학습 발달과정 연구(이기영 외, 2016) 결과를 토대로 학생의 이해 수준을 공간적 사고와 시스템 사고로 분류하였으며, 공간적 사고와 시스템 사고를 기반으로 한 학습 발달과정을 교육과정의 내용을 비교하여 표 5, 표 6에 정리하였다.

〈표 5〉 공간적 사고 기반 지구의 운동 개념 학습 발달과정
(맹승호 외, 2014; 이기영 외, 2016)과 교육과정 분석

수준	지구의 자전 LP		지구의 공전 LP		교육과정
	맹승호 외, 2014	이기영 외, 2016	맹승호 외, 2014	이기영 외, 2016	
1	지구가 자전할 때 태양과 지구의 운동 방향을 서→동으로 기술한다.	지구가 자전할 때 태양, 달, 별과 지구가 왼쪽에서 오른쪽으로 움직인다.	지구가 공전할 때 별자리의 운동 방향을 동→서로 기술한다.	지구가 공전할 때 별자리는 동에서 서로 움직인다.	2015 개정 초등 2022 개정 초등
2	우주에서 본 관점에서 지구의 자전(반시계방향), 태양의 일주운동(동→서)을 서술한다.	지구가 자전할 때 태양, 달, 별과 지구는 서에서 동으로 움직인다.	우주에서 본 관점에서 지구의 공전(반시계방향), 별자리의 연주운동(동→서)을 서술한다.	지구와 별자리는 1년 동안 동에서 서로 또는(반)시계방향으로 움직인다.	2015 개정 초등 2022 개정 초등
3	우주에서 내려다 본 관점에서 지구의 자전을 모델을 적용하여 지구에서 바라본 태양의 일주운동을 관점 전환하여 설명한다.	우주에서 보는 관점에서 지구의 자전과, 태양, 달, 별의 일주운동은 동에서 서 방향 또는(반)시계방향이다.	우주에서 내려다 본 관점에서 지구의 공전 모델을 적용하여 지구에서 바라본 별자리의 연주운동을 관점 전환하여 설명한다.	지구의 공전 때 문에 별자리의 연주운동 방향이 반대 방향이 된다.	2007 개정 초등 2009 개정 초등 2015 개정 중등
4		우주에서 보는 관점에서 지구의 자전 모델을 적용하여 지구에서 바라본 태양, 달, 별의 일주운동을 관점 전환하여 설명한다.		지구의 공전에 의한 별자리의 연주운동을 우주 기반과 지구 기반 관점을 전환하여 정확하게 설명한다.	2015 개정 중등

공간적 사고를 기반으로 한 학생들의 지구의 운동 개념에 대한 학습 발달과정과 교육과정 내용을 살펴보면 표 5와 같다. 맹승호 외(2014)는 학생들의 이해 수준을 3단계로, 이기영 외(2016)은 4단계로 구분하였다. 수준 1에 해당하는 이해 수준은 지구가 자전하고 공전할 때 지구의 운동 방향을 평면 자료에서 보이는 그대로 기술할 정도의 수준이다. 중간 단계에 해당하는 수준 2에 해당하는 이해 정도를 맹승호 외(2014)는 우주에서 내려다 본 관점을 지닌다고 하였으며, 이기영 외(2016)은 지구의 자전 및 공전 방향을 왼쪽, 오른쪽이 아닌 서쪽, 동쪽으로 서술한

다고 보았다. 수준 3에 해당하는 이해 정도에서는 맹승호 외(2014)는 우주에서 내려다 본 관점에서 지구의 자전과 공전을 모델링할 수 있다고 보았으며, 이기영 외(2016)는 우주에서 내려다 본 관점에서 지구의 자전을 설명하고, 지구의 공전 때문에 별자리의 운동에 대해 설명할 수 있는 수준으로 기술하였다. 이기영 외(2016)은 상위 정착점으로 수준 4에 해당하는 학생들은 지구에서 보는 관점, 우주에서 보는 관점을 서로 전환하여 지구의 자전과 공전을 정확하게 설명할 수 있다고 파악하였다.

표 6은 시스템 사고를 기반으로 한 지구의 운동 개념에 대한 학습 발달과정과 교육과정 내용을 분석한 표이다. 이기영 외(2016)의 연구 결과는 맹승호 외(2014)의 후속 연구로 학생들의 이해 수준을 좀 더 세분화하고 정교화하였다고 볼 수 있다. 이기영 외(2016)의 연구 결과를 살펴보면, 시스템 사고 기반으로 지구의 운동 개념을 4 수준으로 나누었으며, 수준 1에 해당하는 학생들은 지구 기반 관점으로만 파악하여 태양, 달, 별의 움직임과 같은 시스템 요소를 파악하는 단계, 수준 2에 해당하는 학생들은 지구가 태양 주위를 공전하며, 지구의 공전으로 별자리 변화와 태양의 연주 운동을 파악하며 시스템 요소를 서로 연관 짓는 단계, 수준 3에 해당하는 학생들은 지구의 자전과 공전으로 인하여 일어나는 천체 현상을 시스템 패턴으로 파악하는 단계로 보았다. 수준 4에 해당하는 학생들은 지구의 자전, 공전 현상을 과학적으로 설명하고 시스템 모델링을 하여 별자리 변화, 태양의 연주 운동 패턴을 천체의 상대적 위치 관계에서 인식할 줄 아는 단계로 설명하였다.

지구의 운동 개념과 관련하여, 2015 개정 교육과정에서는 ‘하루 동안 태양과 달의 위치가 달라지는 것을 지구의 자전으로 설명할 수 있다.’, ‘계절에 따라 별자리가 달라지는 것을 지구의 공전으로 설명할 수 있다’의 성취기준을 제시하였다(교육부, 2015). 2007 개정과 2009 개정 교육과정에서는 태양, 지구의 운동 모형을 만드는 탐구활동을 통하여, 지구에서 천체를 보는 관점, 지구 밖 우주에서 내려다보는 관점을 강조하였으나, 2015 개정 교육과정에서는 천체들의 상대적인 위치를 다루는 활동을 삭제하여 학습량을 적정화하였다. 이와 같은 적정화 노력에도 불구하고, 2015 개정 교육과정에 따른 초·중학교 수학과 과학 교과 교육내용의 적정성(주형미 외, 2020) 연구 결과를 살펴보면 여전히 ‘지구와 달의 운동’ 단원은 눈으로 직접 관찰이 어려운 학습 내용이라 학생들에게 학습하기 어려운 단원이며 초등학교 학생들이 공간적 사고, 시스템 사고로 천체의 운동을 추론하는 것이 어렵다.

〈표 6〉 시스템 사고 기반 지구의 운동 개념 학습 발달과정
(맹승호 외, 2014; 이기영 외, 2016)과 교육과정 분석

수준	지구의 자전 LP		지구의 공전 LP		교육과정
	맹승호 외, 2014	이기영 외, 2016	맹승호 외, 2014	이기영 외, 2016	
1	태양 중심의 지구계 모델로 일주운동을 표현하지만, 태양, 달, 별의 상대적 위치 관계를 인식하지 못한다.	(시스템 요소 파악): 지구에서 태양, 달, 별의 움직임이 관측됨을 안다(지구 기반 관점으로만 파악).		지구에서 별자리 변화와 태양의 연주 운동이 관측됨을 안다.	2015 개정 초등 2022 개정 초등
2	하루 동안 태양의 위치 관계를 우주에서 내려다 본 2차원적 태양 중심 모델로 설명한다.	(시스템 요소 연관): 지구가 태양 주위를 공전하고 달이 지구 주위를 공전하고 있기 때문에 움직임이 관측됨을 안다.	계절에 따라 태양의 일주권이 길이와 높이가 변하는 패턴을 인식하고, 낮의 길이가 변화함을 인식한다.	지구의 공전으로 별자리 변화와 태양의 연주 운동이 생김을 안다.	2015 개정 초등 2022 개정 초등
3	하루 동안 태양, 달의 상대적 위치 관계를 우주에서 내려다 본 3차원적 모델로 묘사하여 지구에서 관측한 자료와 연관시킬 수 있다.	(시스템 패턴 파악): 하루 동안 태양, 달, 별의 움직임은 지구의 자전에 의한 주기적인 패턴임을 파악한다.	계절에 따라 태양 일주운동시 남중고도의 변화에 따라 낮의 길이가 달라지는 상호 연관성을 파악할 수 있다.	계절별 별자리 변화와 태양의 연주 운동이 지구가 기온 채로 공전하는 것에 의한 주기적인 패턴임을 파악한다.	2007 개정 초등 2009 개정 초등 2015 개정 중등 2022 개정 중등
4		(시스템 모델링): 하루 동안 관측되는 태양, 달, 별의 움직임 패턴은 지구의 자전과 달의 공전 궤도 기울어짐에 의한 것임을 설명한다.	우주에서 내려다 본 관점에서 모델을 적용하여 태양의 일주권의 변화와 낮의 길이 변화의 관계를 설명할 수 있다.	계절별 관측되는 별자리 변화와 태양의 연주 운동 패턴이 지구, 태양, 별자리의 위치 관계에 의한 것임을 설명한다.	2015 개정 중등 2022 개정 중등

이러한 현장의 목소리와 학습 발달과정의 연구 결과를 반영하여, 2022 개정 교육과정에서는 2015 개정 교육과정의 ‘지구와 달의 운동’ 단원을 3~4학년군의 ‘밤하늘 관찰’ 단원, 5~6학년군의 ‘지구의 운동’으로 구분한 것으로 사료되며, ‘지구의 운동’ 단원에서는 달의 위치 변화와 관련

된 성취기준과 탐구활동을 삭제하여 학습량의 감소로 내용을 적정화하였다. 또한, 학생들의 이해 수준 및 학습 발달과정을 고려해 볼 때, 2022 개정 초등 과학과 교육과정에서는 성취기준 [4과 13-01]에 대한 해설에서 달 위상의 원인을 설명하는 과정을 직접적으로 다루지 않게 교육과정 해설에 기술하였으며, 성취기준 적용 시 고려 사항에서도 명시하였듯이 지구에서의 관측자 중심에서 지구의 자전과 공전 현상만을 학습하도록 강조하였다.

다. 달의 위상 변화

달의 위상 변화와 관련된 개념은 지식이나 정보들을 하나의 추론 과정으로 묶여있는 단순한 개념이 아니다. 우주 시스템 속에서 달과 지구와 태양의 서로의 상대적 운동을 고려해야 하며, 광원인 태양 빛의 개념 이해를 토대로 지구와 달의 상대적 위치에 따라 지구에서 관측되는 달의 위상을 이해해야 하는 복잡한 개념이다. 이기영(2008), 이미애와 최승언(2008), Feigenberg et al(2002), Trundle et al. (2007a, 2007b)의 연구 결과를 종합해보면, 태양, 지구, 달의 스케일 모형과 광학적 모형, 천체 운동 모형이 모두 결합되어야 하는 복합적 개념 이다. 천문학적 사고로 접근하더라도 기본적으로 태양-지구-달의 시스템적 사고뿐만 아니라, 지구에서 관측되는 지구 기반의 2차원적인 달의 위치 변화를 우주 기반 관점의 3차원적인 달의 궤도 운동으로 설명해야하는 공간적 사고를 모두 포함하고 있다.

표 7은 오현석과 이기영(2018)의 달의 위상 변화에 대한 초등학교 6학년 학생들의 학습 발달 과정을 천문학적 시스템 사고를 기반으로 탐색한 연구 결과와 오현석 외(2015)의 천문학적 시스템 사고 연구 결과를 분석하였으며, 이를 교육과정의 내용과 비교하여 정리한 표이다. 수준 1에서는 지구 기반 관점에서의 달의 위상에 대한 관찰을 바탕으로 매일매일 달의 모양이 바뀐다는 내용으로 정하였으며, 상위 정착점으로 수준 5 단계에서는 달의 모양 변화와 위치 변화를 공전 궤도 상에서 달의 운동으로 완전하게 설명하는 수준으로 정하였다. 수준 2는 매일 달의 모양이 바뀔 뿐만 아니라 다른 날 같은 시각에 관찰되는 달의 위치 또한 바뀐다는 것을 파악하는 수준으로 정하였으며, 수준 3에서는 날짜에 따른 달의 모양 변화와 위치 변화의 경향성을 파악하는 수준이다. 수준 4에서 달의 모양 변화와 위치 변화를 공전 궤도 상에서 달의 운동으로 불완전하게 설명할 수 있다. 이는 천구 상의 관찰인 지구 기반 관점에서 달의 공전 궤도를 이용하여 관찰 사실을 설명할 수 있는 우주 기반 관점에서의 관점 전환이 필요하며, 수준 4에서는 다소 불완전한 형태의 시스템 모델링으로 해석할 수 있다. 오현석과 이기영(2018)의 연구에서는 초등학교 6학년 학생들이 수준 5의 단계인 달의 공전 궤도 상에서의 달의 운동을 완전하게 설명하는 사례는 없었다고 밝혔다.

**<표 7> 달의 위상 변화 개념 학습발달과정(오현석과 이기영),
천문학적 시스템 사고(오현석 외, 2015)와 교육과정 비교**

수준	달의 위상 변화 LP(오현석과 이기영, 2018)	천문학적 시스템 사고 LP (오현석 외, 2015)	교육과정
1	매일 달의 모양이 바뀐다.	1. 구성요소 확인	2022 개정 초등
2	매일 달의 모양이 바뀔 뿐만 아니라 매일 같은 시간에 관측되는 달의 위치도 바뀐다.	2. 연관(관계 맺기)	2015 개정 초등
3	날짜에 따른 달의 모양 변화와 위치 변화의 경향성을 파악한다.	3. 경향의 일반화	2007 개정 초등 2009 개정 초등
4	달의 모양 변화와 위치 변화를 공전 궤도 상에서 달의 운동으로 불완전하게 설명한다.	4. 시스템 모델링	2015 개정 중등
5	달의 모양 변화와 위치 변화를 공전 궤도 상에서 달의 운동으로 완전하게 설명한다.		

초등 과학과 교육과정에서 다루고 있는 달의 위상 변화의 내용 수준을 분석하면, 2007, 2009 개정 초등 과학 교육과정에서는 학습발달 과정의 3 수준 정도로 학습 내용을 다루고 있다. 2007 개정 초등 과학과 교육과정에서는 ‘여러 날 동안 해가 진 직후 같은 시각에 보이는 달 모양과 위치 변화를 알고, 그 이유를 설명할 수 있다.’라는 성취기준을 제시하였으며, ‘여러 날 동안 해가 진 직후 같은 시각에 보이는 달의 모양과 위치 변화 관찰하기’와 ‘해가 진 직후 같은 시각에 보이는 달의 모양 변화 실험하기’의 탐구활동을 명시하였다(교육부, 2007). 유사하게 2009 개정 초등 과학과 교육과정에서는 ‘여러 날 동안 해가 진 직후, 같은 시각에 보이는 달의 모양과 위치 관찰하기’ 탐구 활동을 통해 ‘여러 날 동안 관찰한 달의 모양이 달라지는 것을 달의 공전으로 설명할 수 있다.’라는 성취기준으로 제시하였으며, 달의 모양 변화와 위치 변화를 공전 궤도 상에서 달의 운동으로 설명하게 하고 있다(교육부, 2009a).

반면, 2015 개정 초등 과학과 교육과정에서는 ‘달의 모양과 위치가 주기적으로 바뀌는 것을 관찰할 수 있다.’라는 성취기준을 제시하고, ‘여러 날 동안 같은 시각에 보이는 달의 모양과 위치 관찰하기’ 탐구 활동을 제시하였다. 달의 모양과 위치가 주기적으로 바뀌는 현상을 관찰하여 확인하는 데 초점을 두고 있음을 확인할 수 있다(교육부, 2015). 또한, 성취기준 적용 시 고려 사항에 ‘지구에서 보이는 달의 모양, 즉 위상이 변하는 까닭은 다르지 않는다.’라고 기술하여, 2007 개정 초등, 2009 개정 초등 교육과정과 차별화하였으며 학습 발달과정의 3단계 수준인 날짜에 따른 달의 모양 변화와 위치 변화의 경향성을 파악하는 수준에 머무르고 있다. 하지만,

중학교 과학과 교육과정에서의 성취기준에서 ‘달의 위상 변화와 일식과 월식을 설명할 수 있다.’로 제시하여 달의 위상 변화의 원인은 초등학교가 아닌 중학교에서 학습할 수준으로 설정하였다.

2022 개정 초등 과학과 교육과정에서는 ‘달의 모양과 표면, 달의 위상 변화를 관찰하여 밤하늘 관찰에 즐거움을 느낄 수 있다.’로 성취기준을 제시하고 해당 성취기준 해설에서 ‘달의 위상 변화 원인을 다루지 않고, 달의 모양이 주기적으로 바뀌는 현상을 관찰하여 확인하는 데 초점을 둔다.’로 제시하였다(교육부, 2022). 이는 2022 개정 초등 과학과 교육과정에서 학습 발달과정의 수준 1 단계인 매일 달의 모양이 바뀐다는 가장 낮은 수준에서 학습 내용을 다루고 있음을 확인할 수 있다. 2022 개정 초등 교육과정에서는 기존 2007, 2009, 2015 개정 초등 과학과 교육과정과 다르게, 달의 위상 변화에 대한 학습 내용이 5~6학년군이 아닌 3~4학년군으로 이동을 했기 때문에 학습 내용의 수준을 확연히 낮춘 것으로 해석할 수 있다.

2. 학습 발달과정을 고려한 주제별 탐구 활동 제안

전문학적 사고 수준 기반의 학습 발달과정 분석 결과를 고려하여, 2022 개정 초등 교육과정에서 제시한 단원 순으로 탐구 활동을 제안하였다. 3~4학년군의 ‘밤하늘 관찰’과 5~6학년군의 ‘지구의 운동’ 단원에 초점을 두고 서술하였다.

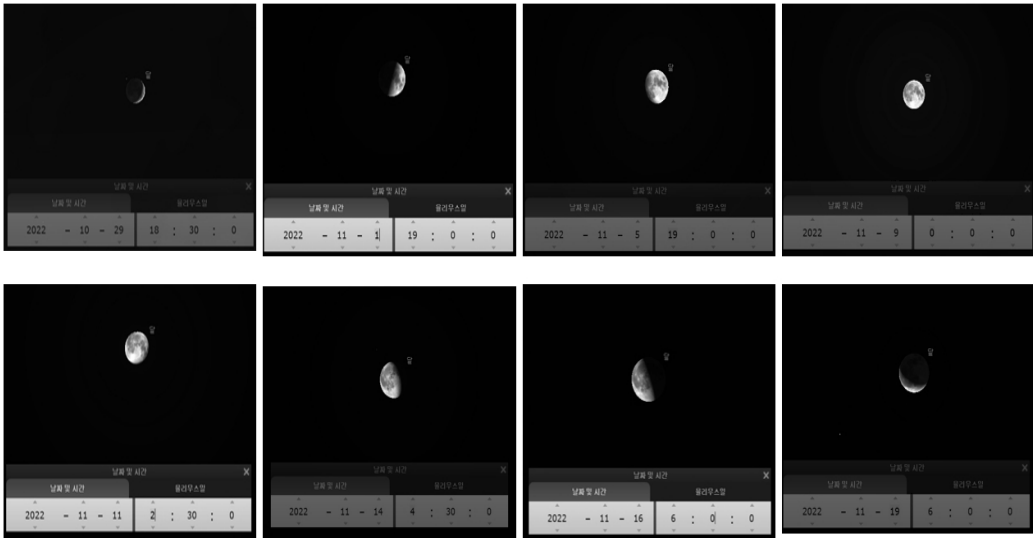
가. 밤하늘 관찰 단원

2022 개정 초등 과학과 교육과정에서 성취기준 [4과13-01]은 ‘달의 모양과 표면, 달의 위상 변화를 관찰하여 밤하늘 관찰에 즐거움을 느낄 수 있다’이며, 이 성취기준에 드러나는 달의 위상 변화에 대한 학습 발달과정(오현석과 이기영, 2018)의 수준은 수준 1 단계인 ‘매일 달의 모양이 바뀐다.’이다. 기존 2015 개정 초등 과학과 교육과정의 성취기준은 수준 2 단계인 ‘매일 달의 모양이 바뀔 뿐만 아니라 매일 같은 시간에 관측되는 달의 위치도 바뀐다.’에 해당한다고 볼 수 있다. 2022 개정 초등 과학과 교육과정에서는 2015 개정 초등학교 교육과정과 달리 6학년이 아닌 4학년에서 해당하는 성취기준에 대해 학습한다. 2015 개정 초등 교육과정을 기반으로 한 6학년 과학 국정 교과서의 탐구 활동의 수준을 낮추고, 4학년 수준의 학습 발달과정을 고려하여 다음과 같은 탐구활동을 제안한다.

2015 개정 초등 과학과 교육과정의 6학년 과학 교과서를 살펴보면, ‘지구와 달의 운동’ 단원에서 달의 위상 변화에 대한 학습 내용은 2개의 차시로 구성되어 있다. 1차시는 ‘여러 날 동안

달의 모양은 어떻게 달라질까요?’이고 2차시는 ‘여러 날 동안의 위치는 어떻게 달라질까요?’이다. 1차시는 달의 모양이 매일 바뀌는 것을 관측으로 확인하며, 오현석과 이기영(2018)이 제시한 학습 발달과정의 수준 1에 해당한다. 학생들이 달의 위치 변화를 다루는 2차시를 학습하면, 매일 달의 모양이 바뀔 뿐만 아니라 매일 같은 시간에 관측되는 달의 위치도 바뀌는 것을 이해하게 되며 학습 발달과정의 수준 2 단계에 도달할 수 있게 된다. 2022 개정 초등 과학과 교육과정에서는 학습 발달과정의 수준 1 정도에 달성하면 되기 때문에, 기존 2015 개정 초등 과학과 교육과정의 국정 교과서에서 2개 차시로 구성된 학습 내용을 1차시로 구성하면 된다. 이에 따라 교육 내용의 수준뿐만 아니라 교육 내용의 양도 줄어들기에 학생들뿐만 아니라 이를 가르쳐야 하는 교사에게도 부담이 줄어들 수 있다.

그림 2는 2015 개정 초등 과학과 교육과정의 6학년 국정 교과서에서 달의 모양 변화를 관찰하기 위한 탐구활동 장면이다(교육부, 2009b). 달을 실제로 육안으로 관찰하고 달의 모양을 기록하는 탐구활동을 제시하고 있으며, 실험 관찰 교과서에 28일 동안 관찰한 달의 모양을 기록할 수 있도록 구성되어 있다. 학생들이 관찰한 달의 모양을 그대로 그리거나 사진을 촬영하여 촬영 결과물을 붙이는 것이 아니라, 학생들이 관찰한 달과 같은 모양의 붙임딱지를 찾아 날짜에 맞게 붙여 보는 활동으로 구성되어 있다. 이는 초등학생들의 조작적 수준과 편의성을 고려한 것으로 사료되며, 탐구 기능 중 관찰을 사용하기 때문에 학생들이 학습 발달과정의 수준 1 단계에 적절하게 도달할 수 있도록 구성 된 것으로 판단된다. 하지만, 탐구 활동의 말미에 ‘더 생각해볼까요’에서 ‘오늘 밤에 보름달을 보았다면 언제 다시 보름달을 볼 수 있을까요?’라는 물음을 제시하였는데, 이는 달의 위상 변화의 경향성을 파악하여 주기를 예상하게 하는 활동이다. 학습 발달과정에서 수준 3 단계인 ‘날짜에 따른 달의 모양 변화와 위치 변화의 경향성을 파악한다.’의 일부에 해당하며, 경향성을 이해하고 이를 일반화를 하는 비교적 상대적으로 높은 수준으로 해석된다. 따라서, 2022 개정 초등 과학과 교육과정에서는 달의 위상 변화 관련 학습 내용이 4학년으로 하향 조정되기에, 학습 발달과정의 수준 1 단계에 해당하는 달의 모양 변화 관찰하기 정도의 탐구 활동을 다루며 현상학적 수준에서 다루어야 할 것으로 보인다. 또한, 국정 교과서에서 제시한 탐구 활동 방법인 ‘관찰한 달과 같은 모양의 붙임딱지를 찾아 날짜에 맞게 붙여 보는 활동’으로 탐구 활동을 구성하면 초등학교 4학년 학생들도 탐구 문제 해결에 큰 어려움이 없을 것으로 보인다.



[그림 3] 천체 관측 프로그램(스텔라리움)에서의 달의 위상 변화 관찰 결과

나. 지구의 운동 단원

2022 개정 초등 교육과정의 ‘지구의 운동’ 단원에서는 성취기준 [6과12-01]에서 ‘하루 동안 태양과 별을 관찰하여 위치가 일정하게 변화하는 것에 대해 말할 수 있다.’, [6과12-02]에서 ‘지구의 자전을 알고, 낮과 밤이 생기는 이유를 모형으로 설명할 수 있다.’, [6과12-03]에서 ‘지구의 공전을 알고, 계절에 따라 달라지는 별자리를 관찰할 수 있다.’를 제시하고 있으며, 태양과 별의 위치 변화, 지구의 자전과 지구의 공전에 대해 학습한다. 기존 2015 개정 초등 과학과 교육과정과 다르게 ‘지구의 운동’ 단원에서는 달과 관련된 학습 내용을 삭제하였고 성취기준 또한 변형된 형태로 기술하였다.

맹승호 외(2014), 이기영 외(2016)가 연구한 공간적 사고 기반 지구의 운동 개념 학습 발달과정 결과를 살펴보면, 맹승호 외(2014)는 지구의 자전 관련 개념에 대하여 우주에서 본 관점에서 태양과 지구의 운동 방향을 서→동으로 기술하는 것을 수준 1으로, 이기영 외(2016)는 수준 2로 정하였다. 지구의 공전 관련 개념에 대해서는 맹승호 외(2014), 이기영 외(2016) 모두 지구가 공전할 때 별자리의 운동 방향을 동→서로 기술하는 것을 수준 1으로, 우주에서 본 관점에서 지구의 공전 방향을 서→동, 별자리의 운동 방향을 동→서로 기술하는 것을 수준 2로 제시하였다.

〈표 8〉 교과서별 지구의 자전 방향, 공전 방향 기술 방법

교과서	지구의 자전 방향 기술	지구의 공전 방향 기술
A	서쪽에서 동쪽(시계 반대 방향)	서쪽에서 동쪽
B	서쪽에서 동쪽(시계 반대 방향)	서쪽에서 동쪽(시계 반대 방향)
C	서쪽에서 동쪽(시계 반대 방향)	서쪽에서 동쪽
D	서쪽에서 동쪽(시계 반대 방향)	서쪽에서 동쪽
E	서에서 동(시계 반대 방향)	서에서 동
F	서쪽에서 동쪽(시계 반대 방향)	서쪽에서 동쪽

표 8은 검정교과서별 지구의 자전 방향, 공전 방향 기술 방법에 대해 정리한 표이다. 2015 개정 교육과정을 적용한 6종의 검정 과학교과서에서는 지구의 자전 개념을 ‘지구가 서쪽에서 동쪽으로 자전하기 때문에, 지구에 있는 우리가 하루 동안 태양과 달이 동쪽에서 서쪽으로 움직이는 모습을 보게 됨’으로 설명하였으며, 지구의 자전 방향 기술을 서쪽에서 동쪽(시계 반대 방향)으로 기술하였다. 지구의 공전 개념에 대해서는 ‘지구가 태양을 중심에 두고 일 년에 한 바퀴씩 서쪽에서 동쪽으로 움직이는 것’으로 설명하였으며 지구의 공전 방향 기술을 서쪽에서 동쪽으로 기술하였다. 6종의 검정 과학교과서에서는 모두 지구의 자전 방향을 서쪽에서 동쪽(시계 반대 방향)으로 기술하였으나, 지구의 공전 방향을 기술하는 부분에 있어서는 B 출판사만 서쪽에서 동쪽(시계 반대 방향)으로 제시하였고 A 출판사 외 4종의 교과서에서는 시계 반대 방향이라는 문구를 생략한 채 서쪽에서 동쪽으로 기술하였다.

2015 개정 초등 교육과정을 적용한 검정 교과서 분석 결과, 맹승호 외(2014), 이기영 외(2016)가 제시한 학습 발달과정의 수준 1과 수준 2의 이해 수준에서 우주에서 바라보는 관점으로 지구의 자전, 공전 개념을 기술하였다. 그러나 역량 함양 과학과 교육과정 재구조화 연구(신영준 외, 2021)와 2015 개정 교육과정에 따른 초·중학교 교과 교육내용의 적정성 분석(주형미 외, 2020) 결과에 따르면, 지구의 자전과 공전에 대해 학습하는 ‘지구와 달의 운동’ 단원이 학생들의 학습 발달 수준에 비하여 학습량과 학습 내용의 수준이 적정하지 않다고 발표하였다. 이는 ‘지구와 달의 운동’ 단원에서 학습하는 개념들이 다른 개념과 달리 직접 관찰 활동이 불가능하여 모형을 통해 학습해야 하고, 시뮬레이션 실험이나 가상 세계의 활용으로 우주에서 일어나는 현상과 새로운 용어에 대한 개념을 학습해야 하므로 학생의 부담이 크다는 것으로 사료된다. 2015 개정 초등 과학과 교육과정과 2022 개정 초등 과학과 교육과정에서 제시한 ‘지구의 운동’과

위에 서 있다고 가정을 하고, 지도에서의 남쪽을 바라보고 싶을 때 제주도 부근, 왼쪽이 동쪽임을 알고 방향을 잡을 필요가 있다.

2022 개정 교육과정에서의 성취기준 적용 시 고려사항에 ‘관찰과 실험을 중심으로 지구의 운동과 관련된 개념을 이해하고, 지구의 자전과 공전에 의하여 일어나는 현상을 지구의 관측자 중심으로 탐구할 수 있는 활동이 필요하다’, ‘탐구 활동을 하기 전, 교실이나 운동장과 같은 공간에서 관측자가 남쪽을 바라보는 기준으로 방위를 설정할 필요가 있다’라고 명시되어 있다. 학생들이 관측자가 되어 남쪽을 바라보는 기준으로 동서남북에 대한 방향감을 가지는 것이 필요하다. 이를 반영하여 학생들에게 익숙한 지도를 통해 동서남북 방향에 대해 학습한 후, 지구의 자전 방향에 대해 학습할 때는 다음과 같은 탐구 활동을 하면 도움이 될 수 있다. 우주적 관점을 반영하여, 학생들은 자신이 지구가 되어보는 역할극을 한다. 태양이 동쪽에서 서쪽으로 진다는 현상을 학생들이 이미 알고 있다. 교실에 있는 칠판을 태양으로 가정하고, 학생들이 지구가 되어 태양을 바라본다. 학생들의 몸이 태양(칠판)을 향하면 낮이 되고 태양을 등지면 밤이 되고 다시 태양을 향하면 낮이 되어보면서 회전해본다. 회전한 방향을 손가락으로 땅에 그려보면, 학생들이 회전한 방향이 시계반대방향이고 지구는 시계반대방향으로 회전함을 확인할 수 있다.

또한, 그림 5와 같이 우리나라 지도에서의 남쪽을 바라보고 싶을 때 왼쪽이 동쪽, 오른쪽이 서쪽임을 나타내는 모습과 태양의 사진을 접목시킨 학습 자료를 통해 지구의 자전 방향과 태양이 뜨고 지는 방향을 확인할 수 있다.



[그림 5] 지구의 자전 방향을 설명하는 학습 자료

지구의 자전 방향과 태양의 겉보기 운동 개념에 대한 선행연구(김수정 외, 2012, 이경훈과 임종욱, 2010, 정진우 외, 2004)에서는 초등학생들이 방위 개념(오른쪽과 왼쪽, 동쪽과 서쪽, 시계방향과 시계반대방향)에 대한 이해가 부족하다고 지적하였다. 이에 따라, 남쪽을 바라보는

기준으로 방위 개념에 대해 먼저 학습한 후, 스스로 지구가 되어 자전하는 역할극을 해보는 탐구 활동은 학생들의 지구의 자전 개념을 이해하는 데 도움이 된다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 천문학적 사고와 천문 영역의 학습 발달과정에 관한 선행 연구를 바탕으로 교육과정의 변화에 따른 초등 과학에서의 천문학적 사고 수준과 특성을 분석하였다. 분석 결과를 바탕으로 지구와 우주 영역 중 천문 관련 주제에 대한 탐구를 제안하였다. 지구와 우주 영역에서 다루는 천문 주제별로 2007 개정 교육과정부터 2022 개정 교육과정까지 비교 및 분석을 하였으며, 각 교육과정의 변화에 따른 천문학적 사고 수준과 특성을 파악하였다. 태양계, 지구의 운동, 달의 위상 변화 개념에 대한 초등 과학 교육과정에서의 천문학적 사고 수준과 특성을 분석한 결과, 2022 개정 초등 과학과 교육과정은 2009, 2015 개정 과학과 교육과정에 비해 학습 발달과정 수준이 낮아졌음을 확인하였다. 또한, 탐색된 천문학적 사고 기반 학습 발달과정을 반영하여 2022 개정 초등 교육과정의 3~4학년군 ‘밤하늘 관찰’과 5~6학년군 ‘지구의 운동’ 단원에 해당하는 탐구를 제안하였다. ‘밤하늘’ 관찰 단원에서는 현상학적 수준에서의 달의 모양 변화 관찰하기, 천체관측프로그램을 활용해 여러 날 동안 달의 모양 변화 관찰하기 탐구활동을 제안하였으며, ‘지구의 운동’ 단원에서는 우주 관점에서 지구를 바라보는 시각과 공간적 사고를 가지게 하기 위한 방향에 대한 기준 설정에 대한 이해활동, 우주적 관점을 반영한 역할극 활동을 제안하였다. 이 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 천문 영역의 학습 발달과정에 관한 연구와 비교해 보았을 때, 2022 개정 교육과정에서 초등 과학의 내용 수준은 학습 발달과정의 수준 1과 수준 2에 해당하며, 2007 개정 교육과정과 2009 개정 교육과정에 비하여 초등학생 수준에 적절한 수준으로 교육 내용의 수준이 적정화되었음을 알 수 있다. 전반적으로 2015 개정 교육과정과는 수준의 측면에서는 유사하지만, 2022 개정 교육과정에서 달의 위상 변화 개념의 수준이 더 낮아졌다. 특히, 초등 과학에서는 현상학적 관점에서 달의 모양 변화에만 초점을 두어 이전 교육과정에 비하여 내용 수준이 낮아졌으며, 2015 개정 교육과정과 비교해서도 달의 위치 개념에 대해서는 다루지 않는다. 이로써 그동안 오현석과 이기영(2018)과 같은 여러 선행연구 결과와도 유사한 수준으로 기술된 것으로 분석되었다.

둘째, 2022 개정 초등 교육과정에서 천문 관련 주제 탐구는 학생들의 실제적 관찰에 중심을

둔 탐구를 제안하였다. 3~4학년군의 밤하늘 관찰 단원의 경우, 달의 위상 변화 관찰 중 달의 모양 변화에만 초점을 둔다. 학생들이 초저녁에 직접 관찰할 수 있는 달의 위상 범위와 스마트 기기의 관측 프로그램을 이용하여 간접 관찰할 수 있는 달의 위상 범위를 보름을 기준으로 나누어 제시하였다. 한편, 이정아 외(2015) 연구 결과와 유사하게 5~6학년군의 지구의 운동 단원에서도 학생들이 사회 교과에서 지리적 방위를 먼저 학습했기 때문에 발생할 수 있는 방위에 대한 어려움을 고려한 탐구를 제안하였다. 기존의 교과서와 학습 도구에서 주로 등장하는 천구 모형은 교사 입장에서는 지구 표면에서 지구의 자전과 공전에 의하여 관찰되는 현상을 설명하기에 편리한 과학적 모형일 수 있다. 하지만, 초등학생들의 학습 발달과정의 수준에 비추어 보면, 실제 학생들의 이해 과정에서는 천구 모형 자체를 이해하는 것이 어려울 수 있다. 그래서 방위의 기준을 설정할 수 있도록 탐구를 제안하였다.

이 연구는 교과서에 바로 기술될 수 있는 탐구활동을 구체적으로 제안하지는 않았다. 다만, 2022 개정 초등 교육과정을 반영한 검정 교과서에서의 탐구활동 구성이나 실제 학교 현장에서 수업을 진행할 때 탐구 활동지 등에 포함하여 구현할 수 있는 내용을 제공하는 것을 목적으로 하였다. 이 연구의 결론을 통한 제언은 다음과 같다.

달의 위상 변화 개념의 경우, 초등학교에서는 수준을 낮추어 달의 모양 변화를 현상학적 관점에서 관찰하는 수준에 그치고 있는 반면, 중학교에서는 달의 위상변화의 원인까지 다루고 있다. 이는 2022 개정 과학 교육과정에서는 명확하게 초등 과학과 중등 과학의 수준이 구분되었음을 확인할 수 있다. 그럼에도 불구하고, 지구의 운동 개념 중 지구의 공전과 같이 일부의 내용에서 초등학교 과학과 중학교 과학의 교육과정상 내용과 성취기준의 수준이 명확히 구분되지 않는 경우가 있다. 후속 연구와 면밀한 검토를 통하여 향후 개정 교육과정에서는 초등과 중등의 수준을 내용과 성취기준에서 명확히 구분할 필요가 있다.

※ 논문 투고일: 2023. 12. 28. ※ 논문 수정일: 2024. 2. 21 ※ 게재 확정일 : 2024. 2. 28.

〈참고문헌〉

- 교육부(2007). **과학과 교육과정**. 교육부 고시 제 2007-79호.
- 교육부(2009a). **과학과 교육과정**. 교육부 고시 제 2009-41호.
- 교육부(2009b). **초등학교 교과서 6학년 1학기 과학 6-1**. 교육부.
- 교육부(2015). **과학과 교육과정**. 교육부 고시 제2015-74호.
- 교육부(2022a). **과학과 교육과정**. 교육부 고시 제2022-33호.
- 교육부(2022b). **2022 개정 교육과정 총론 주요사항**. 교육부 교육과정정책과.
- 김범기, 이항로, 김기정(1996). 천문 개념 추도와 공간 능력과의 상관관계에 관한 연구. **한국초등과학교육학회지**, 24(2), 216-225.
- 김수정, 김형범, 한신, 정진우(2012). 초등학생의 공간능력 수준차이에 따른 지구자전에 관한 개념 분석. **대한지구과학교육학회지**, 5(1), 20-30.
- 김윤경, 김종영, 신명경(2016). 한국 2009 개정 초등 과학과 교육과정과 미국 초등 과학과 교육과정 비교분석 - 3~4학년군 지구와 우주영역을 중심으로. **초등과학교육**, 35(3), 362-376.
- 김종욱(2022). 공간적 사고 관점에서 천문 분야 교과서 삽화 및 탐구활동에 대한 예비교사가 인식한 문제점과 개선안. **초등과학교육**, 41(3), 501-520.
- 김진한, 박일우(2016). 초등과학 교과서 앞표지 및 이에 대한 초등학생들의 흥미도 분석. **현장과학교육**, 10(3), 294-318.
- 명전옥(2001). 예비교사들의 지구과학 문제 해결 실패요인: 달과 행성의 운동을 중심으로. **한국지구과학회지**, 22(5), 339-349.
- 맹승호, 이기영, 박영신, 이정아, 오현석(2014). 순위 선다형 문항을 이용한 천문 시스템 학습 발달과정 개발 및 타당화 연구. **한국과학교육학회지**, 34(8), 703-718.
- 맹승호, 이기영(2018). 지구의 공전과 별자리의 겉보기 운동에 대한 초등학생들의 공간적 추론 발달 경로의 사례 연구. **한국과학교육학회지**, 38(4), 481-494.
- 박진용, 권영락, 김정효, 이동엽(2014). 교육환경 변화에 따른 미래 교과서 개발방안. **한국교육과정평가원**. 연구보고 RRC 2014-4-14.
- 성연선, 맹승호, 장신호(2013). 순위 정렬 선다형 평가 문항을 적용한 초등학교 4~6학년 학생들의 물의 순환에 대한 학습 발달 과정. **초등과학교육**, 32(2), 139-158.
- 손준호(2015). 초등학생들의 달의 위상변화에 대한 개념 유형과 수업 방법의 제안 및 효과. **한국과학교육학회지**, 35(2), 289-301.
- 송신철, 심규철(2019). 초등 5~6학년군 과학 교과서에 제시된 탐구 활동 유형 분석. **초등과학교육**, 38(4), 453-464.
- 송신철, 심규철(2020). 초등학교 과학 교과서의 탐구 활동에 나타난 과학 탐구 기능 요소 분석 -5~6학년군 과학 교과서를 중심으로-. **생물교육**, 48(4), 546-558.
- 신영준, 곽영순, 김영학, 송오준, 심규철, 유아람, 이재봉, 이준기, 임성민, 최애란, 최원호, 추교형, 홍옥수(2021). 역량 함양 과학과 교육과정 재구조화 연구 최종보고서. **교육부**. 교육부-용역-2021-13.
- 신정윤, 박상우, 정현지, 홍민아, 김현재(2022). 2015 개정 교육과정에 따른 초등 과학 검정 교과서 내용 다양성 분석- '물체의 무게' 단원을 중심으로. **초등과학교육**, 41(2), 307~324.
- 오현석, 이기영(2015). 다층 서답형 문항을 이용한 태양계 구조 학습 발달과정 개발 및 타당성

- 김중. **한국지구과학회지**, 41(3), 291-306.
- 오현석, 이기영, 박영신, 맹승호, 이정아(2015). 중학교 과학 천문 수업에서 나타나는 시스템 사고 분석: 별과 우주 단원에 대한 과학 교사의 교수 실행 사례. **한국지구과학회지**, 36(6), 591-608.
- 오현석, 이기영(2018). 달의 위상 변화에 대한 초등학교 6학년 학생들의 학습 발달과정 탐색; 천문학적 시스템 사고를 중심으로. **한국지구과학회지**, 39(1), 103-116.
- 오현석, 이기영(2020). 다층 서답형 문항을 이용한 태양계 구조 학습 발달과정 개발 및 타당성 검증. **한국지구과학회지**, 41(3), 291-306.
- 이기영(2008). 통합적 접근이 필요한 지구과학 개념에 대한 예비 교사의 이해: 현상론적 초안과 국면 분석을 통한 식 현상에 대한 정신모형 탐색. **한국과학교육학회지**, 29(4), 352-362.
- 이기영, 맹승호, 박영신, 이정아, 오현석(2016). 초등학교의 지구의 운동과 태양계 학습 발달과정의 타당성 검증: 구인 타당도 및 결과 타당도를 중심으로. **한국과학교육학회지**, 36(1), 177-190.
- 이수환, 한강민, 윤소영, 서윤경, 안미경, 장지현, 김양균, 한은정, 서유지, 김두식, 김인철, 지경준, 강대훈, 정현민, 오동석, 한홍수, 이정민, 이대현, 윤명숙, 허희선, 김계형, 문승환 (2022). **초등학교 교과서 과학 6-1**. 비상교육.
- 이미애, 최승언(2008). 중·고등학생이 이해하는 달의 위상 변화 모델 분석을 통한 보완 모델 제안. **한국지구과학회지**, 29(1), 60-77.
- 이정아, 이기영, 박영신, 맹승호, 오현석(2015). 초등학교 태양계와 별 수업에서 나타나는 공간적 사고 사례 연구. **한국과학교육학회지**, 35(2), 179-197.
- 임성만(2015). 우리나라 역대 초등학교 교과서에서 다루어진 ‘지구과학’ 영역의 중심개념과 탐구활동 분석 및 차기 교과서 개선 방안 모색. **초등과학교육**, 34(3), 288-296.
- 임성만(2018). 우리나라와 싱가포르 초등과학교과서에 제시된 개념 및 탐구 활동 요소 비교 분석: 지질 관련 내용을 중심으로. **대한지구과학교육학회지**, 11(1), 38-54.
- 임성만(2020). 초등학교 과학교과서에 제시된 탐구 활동의 교수전략, 유형, 개념과의 연관성 분석-지구과학 영역을 중심으로-. **초등과학교육**, 39(3), 449-463.
- 장서연(2015). **초등학교의 지구자전에 대한 개념과 이해도 분석**. 서울교육대학교 석사학위청구 논문.
- 주형미, 김종운, 배화순, 변희현, 유금복, 서지영, 장근주, 박소영, 배주경(2020). 2015 개정 교육과정에 따른 초·중학교 교과 교육내용의 적정성 분석: 수학. **과학한국교육과정평가원**. 연구 보고 RRC 2020-6-2.
- Abruscato, J. (1988). *Teaching children science*. Englewood Sliffs. Prentice Hall Inc.
- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: Whatresearch says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
- Duschl, R.A., Schweingruber H.A., & Shouse A.W. (2007) *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. In Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council[NRC] (2006). *Learning to think spatially*. Washington, D.C.: National Academies Press.
- National Research Council[NRC] (2007). *Taking science to school*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Ben-Zvi Assaraf, O., & Orion, N. (2010). System thinking skills at the elementary school level. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 540-563.

- Feigenberg, J., Lavrik, L. V., & Shunyakov, V. (2008). Space scale: models in the history of science and students mental models. *science & Education*, *11*(4), 377-392.
- Plummer, J. D., & Krajcik, J. (2010). Building a learning progression for celestial motion: Elementary levels from an Earth-based perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, *47*(7), 768-787.
- 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., & Maynard, L. (2014). Building a learning progression for celestial motion: An exploration of students' reasoning about the seasons. *Journal of Research in Science Teaching*, *51*(7), 902-929.
- Stevens, S. Y., Delgado, C., & Krajcik, J. S. (2010). Developing a hypothetical multi-dimensional learning progression for the nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, *47*(6), 687-715.
- Trumper, R. (2000). University students' conceptions of basic astronomy concepts. *Physical Education*, *35*(1), 9-16.
- Trundle, K. C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. (2007a). Fourth grade elementary students' conceptions of standards-based lunar concepts. *International Journal of Science Education*, *29*, 595-616.
- Trundle, K. C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. (2007b). A longitudinal study of conceptual change: preservice elementary teachers' conceptions of moon phases. *Journal of Research in Science Teaching*, *44*, 303-326.

〈Abstract〉

The Proposal for Elementary Scientific Inquiry based on Astronomical Thinking and learning progression – Centered on the Earth and the space

Oh, Hyunseok¹, Kwon, YooJi²

This study analyzed the level and characteristics of astronomical thinking in elementary science according to the change of the curriculum based on previous studies on the learning and learning progressions in the field of astronomical thinking and astronomy. Based on the analysis results, it was proposed to explore astronomy-related topics among the Earth and space fields. Comparisons and analyses were conducted from the 2007 revised curriculum to the 2022 revised curriculum by astronomical topics covered in the Earth and space fields, and the level and characteristics of astronomical thinking according to the changes in each curriculum were identified. In addition, an inquiry by detailed subject in the astronomical field was proposed by reflecting the searched astronomical thinking-based learning progressions. The results of this study are as follows.

First, compared with research on the learning development process in the astronomy field, it can be seen that the content level of elementary science in the 2022 revised curriculum was relatively lower than that of the 2007 and 2009 revised curriculum. Second, in the 2022 revised elementary curriculum, the exploration of astronomy-related topics was proposed focusing on students' practical observations. This study did not specifically suggest inquiry activities that could be directly described in textbooks. However, the purpose of this study is to provide content that can be implemented by including inquiry activities in the qualification textbook reflecting the 2022 revised elementary curriculum or the inquiry activity sheet when conducting classes in the actual school field.

Keywords : Astronomical thinking, learning development process, 2022 revised elementary science curriculum, exploration

1. Associate Professor, Chuncheon National University of Education, bsohs@cnue.ac.kr(Lead Author)
2. Teacher, GyeongsanDongbu Elementary School, kmj3910@nate.com(Corresponding Author)