

천체투영관 수업이 학생들의 천문 개념 이해에 미치는 효과

김완수^{1,2} · 심현진^{1*}

¹경북대학교 · ²별마로천문대

Effects of the Planetarium Lesson on Students' Understanding of Astronomical Concepts

Wansoo Kim^{1,2} · Hyunjin Shim^{1*}

¹Kyungpook National University · ²Byeolmaro Observatory

Abstract : Astronomy is the subject that can easily draw students' interest in studying science, therefore plays an important role in developing scientific core competence. However, it is difficult to develop spatial thinking that is required in understanding astronomical concepts through the classroom lessons. Planetarium, along with the science museum, is one of the most representative informal educational institution where astronomical concepts can be taught beyond time and space constraints. In this study, we developed the astronomy education program that is operated in the planetarium and applied the program to the elementary, middle and high-school students to investigate the effects of the planetarium lesson compared to the classroom lesson. The duration of this research was about 8 months, and the number of the students involved is 761, including participants of the 1 night and 2 days camps in the Daegu National Science Museum. The newly developed planetarium lesson is comparable to the previous classroom lesson of which topics are cardinal points, constellation, and the rotation of the earth. Test items were developed to evaluate the understanding of the astronomical concepts. The study was conducted based on the pre- and post-test with non-equivalent groups design comparing classroom and planetarium lessons. The results of this study are as follows. First, planetarium lesson is more effective for understanding astronomical concepts such as the cardinal points, earth's rotation, and the constellation than classroom lesson. Second, planetarium has a positive effect irrespective of gender and previous knowledge. Third, planetarium for high school students has the same effect as additional observation activities followed by the classroom instruction. Therefore, planetarium can be used as an alternative, effective tool when night observation is not available. In summary, planetarium is an effective tool that helps students to understand the astronomical concepts.

keywords : planetarium, astronomy education, informal education, science museum

I. 서론

2015 개정 교육과정에서는 인문학적 상상력과 과학기술 창조력을 갖춘 창의·융합형 인재의 양성

을 핵심 목표로 삼고 있으며, 특히 과학과 교육과정에서는 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력 등 과학과 핵심역량의 함양을 중시

*교신저자: 심현진 (hjshim@knu.ac.kr)

**이 논문은 김완수의 2018년도 석사 학위 논문의 데이터를 활용하여 재구성하였음.

***2018년 2월 27일 접수, 2018년 4월 05일 수정원고 접수, 2018년 4월 05일 채택
<http://dx.doi.org/10.21796/jse.2018.42.1.49>

한다(MOE, 2015). 자연 현상과 사물에 대한 호기심은 학생들로 하여금 과학적 소양을 기르기 위한 활동에 참여하도록 유도하는 주된 동기이며, 천문학은 이러한 과학적 호기심을 이끌어낼 수 있는 주요 분야이다. 하늘에서 일어나는 현상에 대한 인류의 원초적 호기심으로부터 출발한 천문학은, 우리가 살고 있는 세계에 대한 이해를 바탕으로 도전 정신을 자극하여 과학 기술 발전의 동기를 부여한다. 따라서 천문학에 대한 관심 증대, 천문 개념 이해 등 천문학 학습이 주는 영향 자체가 과학 교육에 있어 중요한 역할을 담당하고 있다.

그러나 높은 호감도와 흥미에도 불구하고 많은 학생들은 초등 및 중등 교육을 거치면서 이해하기 힘든 공간개념이 등장함과 함께 천문학에 대한 흥미를 상실하거나 이를 매우 어려운 내용으로 여기며 많은 오개념을 형성하게 된다(Kang, 2004). 초·중등 교사들을 대상으로 한 설문조사에 따르면 교사들 또한 천문 영역 단원을 지도하기 가장 어렵고 까다롭다고 인식하고 있다(Shin & Lee, 2011). 과학과 공통 교육과정으로부터 고등학교에서 선택하게 되는 통합과학, 지구과학 I·II에 이르기까지 핵심적으로 다뤄지는 천문 개념인 지구의 자전과 공전, 달의 위상 변화, 행성의 운동, 별과 은하의 분포, 우주의 팽창 등은 천문학적 공간개념이 형성되어 있어야 이해가 쉬운 내용들이다(Kim, Seo & Lee, 2003). 천체의 시간에 따른 변화를 나타낸 공간 위치, 변화, 공간 추리 등을 모두 포함하는 공간개념 이해(Yun & Kim, 2010), 즉 공간적 사고(spatial thinking)는 천문 현상에 대한 이해 뿐 아니라 천문학, 우주와 관련된 과학적 활동 참여를 확장시킬 수 있는 토대가 된다(Plummer, 2014). 이러한 공간적 사고가 학교 교육 중에 발달하기 어려운 이유는, 교실이라는 제한된 공간에서는 직접적인 관찰 및 체험활동이 이루어지기 어렵고, 개념 위주의 지식, 분절적인 지식의 전달을 주로 담는 학교 교과서 및 평가 과정의 한계 상 시·공간적으로 광범위한 규모와 실시간 정보를 동시에 다루는 천문·우주 단원의 학습이 힘들기 때문이다(Kim *et al.*, 2016).

이러한 한계를 극복하기 위한 움직임은 협동학습

이나 스토리텔링 등 교수법의 다변화(Cho, 2001; Lee, 2015), 멀티미디어 자료 및 컴퓨터 프로그램의 활용(Park, 2010; Yun, 2015) 등으로 나타났다. 동시에 학교 교육보다는 비형식 교육 기관인 과학관의 역할이 더 중요할 수 있다는 논의가 다수 제기되었는데, 과학관이라는 공간이 대표적인 평생 교육 학습의 장으로서 현장 체험 학습 경험이 선행 조직자로 작용하여 정규 학습에 긍정적인 영향을 줄 수 있기 때문이다(Willington, 1990). 과학관을 구성하는 다양한 요소 중 천문학 학습에 사용될 수 있는 요소는 천문·우주 분야의 전시물, 시민천문대나 교육용 망원경 등의 직접 관측 시설, 천체투영관과 같은 관람 시설이다. 특히 천체투영관은 애초에 기상 조건에 따라 천체 관측을 진행할 수 없을 때가 있다는 한계점을 극복하기 위해 개발된 시설이다. 천구의와 같이 하늘을 모사한 장치(Device)가 시간이 지남에 따라 커다란 구형의 공간(Space)과 그 내부에 위치하여 천체의 직접적인 움직임을 투영할 수 있는 장치를 모두 포함한 ‘플라네타리움(Planetarium)’으로 확장되었으며, 이 공간과 장치를 일컫는 한글 용어가 바로 ‘천체투영관’이다.

천체투영관이 보다 일찍 보급되었으며 과학관뿐만 아니라 대학, 지역 교육기관 및 일선 학교에 설치되어 있는 경우가 많은 해외에서는 천체투영관에서 이루어지는 교수·학습 효과 및 다양한 교수법에 대해 일찌감치 연구가 시작되어 지금까지 이어지고 있다(Brazell & Espinoza, 2009; Plummer, 2009; Slater & Tatge, 2017). 주로 초등학생이나 중학생을 대상으로 천체투영관 수업을 진행했을 때 천체의 운동에 관한 교수 효과가 높다는 결과가 많이 보고되었다. 그러나 천체투영관의 운영 방식, 천체투영관 수업을 받는 학생의 규모 및 교육 과정과의 연계 등에 차이가 있어 이 사례를 국내 과학관의 천체투영관에 그대로 적용하기는 쉽지 않다. 2017년 현재 한국에는 전국적으로 88곳의 천체투영관이 운영 중이며(Park, 2017) 돔 스크린을 활용한 교육 프로그램 개발(Baek *et al.*, 2010; Lee *et al.*, 2011), 활용과 운영에 도움을 주기 위한 매뉴얼 개발(Baek *et al.*, 2012) 등 주로 운영에 대한 제안 연구가 존재한다. 이러한 노력에도 불구하고 국립

과학관 등 규모가 큰 곳의 천체투영관조차 학생들을 대상으로 한 천문 교육에의 활용보다는 일반 관람객 대상의 흥미 유발 영상물 상영 위주로 운영되고 있는 실정이다(Kim & Shim, 2017). 이는 천체투영관이라는 공간의 물리적 확충이 진행되는 동안 내용적 확충, 운영 관리 내실화, 전문 인력 개발 등이 상대적으로 부족했기 때문으로, 전시물의 관람 및 체험이 천문 교육에 미치는 긍정적 효과 못지않게 수업을 진행하는 공간으로서의 천체투영관의 역할이나 효과 등에 대한 더 많은 연구가 진행되어야 한다.

본 연구의 목적은 천체투영관이라는 공간에서 진행되는 교육 프로그램이 기존의 수업에 비해 다양한 학생들의 천문 개념 이해에 효과적인지 살펴보고 천체투영관이 야외 관측 실습을 대체할 수 있는지 그 가능성을 검증하는 것이다. 이러한 목적을 위해 주요 국립과학관 중 하나인 국립대구과학관 천체투영관에서 진행할 수 있는 천문 교육 프로그램을 개발하고, 개발한 수업을 진행하여 천체투영관 수업과 기존에 진행되던 교실 수업이 학생들의 천문 개념 이해에 미치는 효과를 분석하였다.

II. 연구 과정 및 분석 방법

1. 연구 대상

국립대구과학관에서 운영하는 1박 2일 과학 캠프에서 천문 교육 프로그램에 참여한 학생 826명 중 불완전하거나 불성실한 응답을 제외한 761명의 설문 결과를 바탕으로 연구를 수행하였다. 연구 기간은 2017년 1월부터 8월까지이며, 해당 기간 동안 총 21개의 학생 단체가 1박 2일 캠프의 천문 교육 프로그램에 참여하였고 설문 응답자의 구성은 Table 1과 같다. 참여 학생은 초등학생(4~6학년) 312명(41.0%), 중학생(1~3학년) 269명(35.3%), 고등학생(1~2학년) 180명(23.7%)으로 저학년이 다소 많았으며 중학교 3학년의 경우 그 수가 모든 학년 중에서 가장 적었다. 2017년 현재, 지구의 자전과 공전에 대한 내용을 초등학교 6학년과 중학교 3학년 과학 교과서에서 다루며 고등학교 지구과학 I 교과서에서 천체의 겉보기 운동에 대한 내용을 다룬다는 점을 감안하여, 이후 효과 분석에서는 초·중등학생과 고등학생으로 집단을 나누어 분석하였다. 성별은 남학생 466명(61.2%), 여학생 295명(38.8%)으로 남학생 숫자가 더 많지만 집단의 규모

Table 1. The number of students by category (level of school, gender) in the sample

수업방식	학교급	성별	인원(명)	비율(%)
실험집단	초·중등학생	남	160	21.0
		여	81	10.6
	고등학생	남	71	9.3
		여	35	4.6
통제집단	초·중등학생	남	201	26.4
		여	139	18.3
	고등학생	남	34	4.5
		여	40	5.3
합계			761	100.0

Table 2. The number of students by category (level of school, observation activity) in the sample

수업방식	학교급	야간관측	인원(명)	비율(%)
실험집단	초·중등학생	Y	178	23.4
		N	63	8.3
	고등학생	Y	68	8.9
		N	38	5.0
통제집단	초·중등학생	Y	303	39.8
		N	37	4.9
	고등학생	Y	32	4.2
		N	42	5.5
합계			761	100.0

가 비교 분석이 어려울 정도로 크게 차이나지는 않았다. 교실 수업 혹은 천체투영관 수업의 실시 여부, 야간 관측 활동 여부 등이 실험 집단과 통제 집단을 구별하는 기준으로 사용되었다. 실험집단을 구성하는 천체투영관 수업을 진행한 학생들은 347명(45.6%), 통제집단을 구성하는 교실 수업을 진행한 학생들은 414명(54.4%)으로 그 수가 유사하다. 야간 관측 활동 실시 여부는 날씨에 따라 달라지는데, 천체투영관 수업을 진행한 학생 중 246명이 야간 관측에 참여하였고 기상 여건에 따라 참여하지 못한 학생이 101명이다(Table 2). 교실 수업을 진행한 학생 중에서는 335명이 야간 관측을 추가로 진행하였다.

2. 연구 설계

캠্প에 참가하는 학생의 학교급, 인원수 등에 차이가 있으며 동일 회차 캠্প에 참가한 학생에게는

같은 교육 프로그램을 적용해야 하기 때문에 실험 집단과 통제집단을 무작위 포집을 통해 구성하는 것은 불가능하였다. 대신, 캠্প 회차에 따라 기본적으로 실험집단, 통제집단을 반복하되 집단별 인원수가 비슷해지도록 연구자가 프로그램 배치를 조절하였다. 따라서 본 연구의 설계가 ‘이질통제집단 전후검사 설계’에 기초했다고 할 수 있다. 캠্প에 참가하기 전 기초 천문학 개념에 관한 사전검사를 실시, 점수를 분석하여 실험집단과 통제집단의 동질성을 확보하였다. 수업 처치는 실험집단에 본 연구에서 개발한 천체투영관을 활용한 천문교육 프로그램(이하 ‘천체투영관 수업’)을 적용하였고, 통제집단은 기존에 진행하던 대로 교실에서 가상 밤하늘 시뮬레이션 소프트웨어(Stellarium)을 활용한 수업(이하 ‘교실 수업’)을 적용하였다. 수업 처치 이후 개념에 관한 검사를 실행하고 검사 결과를 분석하여 연구결과를 도출하였다(Table 3).

Table 3. Research design

실험집단	O_1	X_1	O_2
통제집단	O_1	X_2	O_2
O_1 : 사전검사(개념)		X_1 : 천체투영관 수업	
O_2 : 사후검사(개념)		X_2 : 교실 수업	

3. 연구 과정

1) 천체투영관을 활용한 천문교육 프로그램 개발

천체투영관 수업이 교실 수업과 비교하여 학생들의 천문 개념 이해에 효과적이지 알아보기 위한 목적으로 기존의 교실 수업에 대응하는 천체투영관 수업을 개발하였다. 캠프의 천문 교육 프로그램에는 야간 관측 활동 이전의 예비 설명 수업의 성격을 띠는 오늘 밤 별자리, 천체의 일주운동 등에 대한 교실 수업이 포함되어 있다. 이 수업을 참관하여 수업 내용을 녹음, 전사, 분석한 자료를 바탕으로 천문학 전공자와의 협의를 통해 동일한 내용으로 천체투영관에서 진행되는 천문교육 프로그램을 개발하였다. 교실 수업의 분석 내용은 Table 4와 같다.

교실 수업에서는 대형 스크린을 통해 강사가 제어하는 컴퓨터 화면의 모습을 확인할 수 있으며, 강사와 학생이 마주 보며 수업을 진행한다. 수업의 소요 시간은 20분 정도로 우선 수업 도구인 가상 밤하늘 시뮬레이션 소프트웨어(Stellarium)에 대한 기본적인 소개를 진행한 뒤, 현재 시각에 볼 수 있는 천체(달, 행성)들을 소개하고 북두칠성과 카시오페이아자리를 이용한 북극성 찾기, 북극성을 이용한 방위 찾기, 오늘 밤 볼 수 있는 별자리와 그와

관련된 이야기, 태양과 달을 이용한 지구의 자전 등을 학생 수준에 맞게 소개한다. 이를 바탕으로 구성된 천체투영관 수업의 내용은 Table 5와 같다.

천체투영관 수업에서는 먼저 현재(낮 시간) 하늘의 모습을 살펴보고 시간이 흘러감에 따라 태양의 이동 방향을 파악하게 한다. 이를 통해 동, 서 방위를 찾을 수 있다. 또한 태양이 동에서 서로 움직이는 이유를 알아보기 위해 우주로 관찰자의 시점을 이동하여 자전하는 지구를 보여준다. 다시 지구로 돌아와 밤하늘의 모습을 관찰하며 북두칠성과 카시오페이아자리를 이용하여 북극성을 찾고, 동서남북 방향을 찾아본다. 이후 오늘 밤 볼 수 있는 별자리나 행성 등을 살펴보고 수업을 마무리하는 것으로 수업 내용을 구상하였다. 수업 시나리오를 작성하고 수업에 필요한 스크립트는 천체투영관 소프트웨어(SkyExplorer v3)로 제작하였다.

본격적으로 실험집단에 대한 수업 적용 이전, 지구과학교육 전공자의 참관 하에 예비 개발한 수업을 진행하였고 해당 수업의 내용을 녹음하였다. 이후 녹음을 전사하여 분석함으로써 교실 수업의 내용과 새롭게 개발한 천체투영관 수업의 내용이 동일한지 여부를 천문학 전공자, 지구과학교육 전공자의 협의를 통해 검증을 받았다.

Table 4. Analysis of the classroom lesson

구분	내용
수업 시간	약 20분
수업 장소	국립대구과학관 천지인학당 교실(약 40명 수용 가능)
수업 도구	빔프로젝터, 마이크, 레이저 포인터, 컴퓨터, 소프트웨어(Stellarium)
수업 내용	오늘 밤 볼 수 있는 천체, 별자리, 방위 찾기, 지구의 자전 등

Table 5. Concept design of the planetarium lecture

구분	내용
수업 시간	약 20분
수업 장소	국립대구과학관 천체투영관(16m 돔, 119석+휠체어 2석)
수업 도구	돔스크린, 마이크, 레이저 포인터, 소프트웨어(SkyExplorer v3)
수업 내용	오늘 밤 볼 수 있는 천체, 별자리, 방위 찾기, 지구의 자전 등

2) 천문 개념 검사 도구 개발

교실 수업과 천체투영관 수업을 받은 학생의 기본적인 천문 개념 이해도 증진 여부를 알아보기 위해 캠프 전과 후에 투입할 수 있는 천문 개념 검사 문제지를 개발하였다. 캠프에 참가하는 단체 중 일선 학교를 제외한 교육지원청, 영재원, 학습센터 등에서는 초등학생과 중학생을 구별하지 않고 함께 교육 프로그램을 진행하는 경우가 있다. 또한 2017년 현재 적용 중인 2009 개정 과학과 교육과정에서는 초등학교 5~6학년군의 '지구와 달의 운동', '날씨와 우리 생활', 중학교 1~3학년군의 '태양계'

에서 지구의 자전, 공전 등이 유사하게 다루어지므로 이를 고려하여 개념 검사 문제지를 '초·중등학생용', '고등학생용' 두 종류로 구분하여 제작하였다.

검사에서 확인하고자 하는 천문 개념은 캠프에서 진행하는 천문교육 프로그램에 사용되는 별자리, 방위, 고도, 지구의 자전 등이며 진위형, 선다형, 단답형, 완성형 문항을 혼합하여 총 12개의 문항을 개발하였다. 여기에 Maeng *et al.* (2014)의 연구에서 지구 자전에 대한 공간적 사고의 수준을 알아보기 위해 개발한 순위 선다형 문항 1문항을 추가하여 최종적으로 총 13개의 문항을 검사에 활용하였

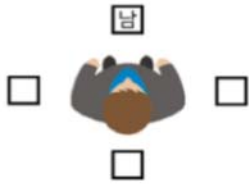
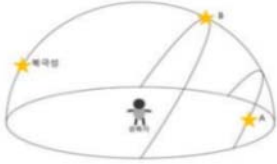
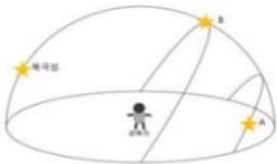
내용 요소	사전 검사 문항	사후 검사 문항	교육과정 연계	문항 개수(개)
별자리	대구에서 오늘밤 볼 수 있는 별자리를 아는 대로 쓰시오.(최대 3개)	대구에서 오늘밤 볼 수 있는 별자리를 아는 대로 쓰시오.(최대 3개)	<ul style="list-style-type: none"> 초등학교 5~6학년군 '태양계와 별' 중학교 1~3학년군 과학과 '외권과 우주 개발' 	사전 1문항, 사후 1문항
방위	<p>다음은 서 있는 사람을 위에서 본 모습입니다. 빈 칸에 알맞은 방위를 쓰시오.</p> 	<p>(다음 그림에 대한 설명이 맞으면 O, 틀리면 X로 답하십시오.) A는 B보다 동쪽에 위치해 있다. (O , X)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 초등학교 3~4학년군 사회과 '우리가 살아가는 곳' 초등학교 5~6학년군 과학과 '지구와 달의 운동' 	사전 3문항, 사후 1문항
고도		<p>(다음 그림에 대한 설명이 맞으면 O, 틀리면 X로 답하십시오.) A는 B보다 지평선에서 멀리 떨어져 있다. (O , X)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 초등학교 5~6학년군 과학과 '지구와 달의 운동' 초등학교 5~6학년군 과학과 '계절의 변화' 	사전 0문항, 사후 1문항
지구의 자전	(다음 문장이 맞으면 O, 틀리면 X에 표시하십시오.) 보름달은 서쪽에서 떠서 동쪽으로 진다. (O , X)	(다음 문장이 맞으면 O, 틀리면 X에 표시하십시오.) 오리온자리는 서쪽에서 떠서 동쪽으로 진다. (O , X)	<ul style="list-style-type: none"> 초등학교 5~6학년군 과학과 '지구와 달의 운동' 중학교 1~3학년군 과학과 '태양계' 	사전 3문항, 사후 4문항

Figure 1. Example questions of pre- and post-test on astronomical concepts for 4-9th grade students



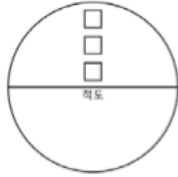
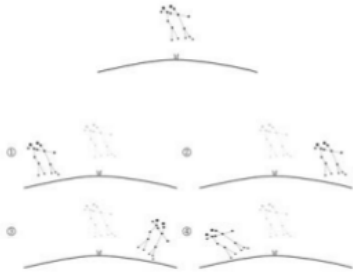
내용 요소	사전 검사 문항	사후 검사 문항	교육과정 연계	문항 개수(개)									
별자리	대구에서 오늘밤 볼 수 있는 별자리를 아는 대로 쓰시오.(최대 3개)	대구에서 오늘밤 볼 수 있는 별자리를 아는 대로 쓰시오.(최대 3개)	· 지구과학 1 - 다가오는 우주 - 천체관측	사전 1문항, 사후 1문항									
방위	다음은 지도에 사용되는 방위기호를 나타낸 것입니다. 빈 칸에 알맞은 방위를 쓰시오. 		· 지구과학 1 - 다가오는 우주 - 천체관측	사전 2문항, 사후 0문항									
고도	대구의 경도와 위도는 대략 동경 128도, 북위 36도이다. 대구에서 관측한 북극성의 고도로 알맞은 것을 고르시오. ① 144도 ② 128도 ③ 126도 ④ 38도 ⑤ 36도	아래는 같은 날, 같은 시각에 각각 다른 지역에서 북쪽 하늘에 위치한 동일한 별 A를 찍은 사진이다. 물음에 답하시오.  지구상의 세 지점에 적절한 지역 번호를 기입하시오. 	· 지구과학 1 - 다가오는 우주 - 천체관측	사전 1문항, 사후 2문항									
지구의 자전	대구에서 남쪽 하늘에 위치한 별자리를 관측했다. 4시간 뒤에 이 별자리를 관찰했을 때 어떻게 보일지 가장 적절한 것을 고르시오. 	아래는 국립대구과학관에서 관측한 별 A와 별 B의 위치를 나타낸 결과이다. 아래의 문장이 맞으면 O, 틀리면 X에 표시하시오. <table border="1" data-bbox="625 1393 915 1471"> <thead> <tr> <th>별</th> <th>방위</th> <th>고도</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>남동</td> <td>30°</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>남</td> <td>60°</td> </tr> </tbody> </table> 지평선 위에 떠있는 시간은 별 A가 별 B보다 더 길다. (O, X)	별	방위	고도	A	남동	30°	B	남	60°	· 과학 - 태양계와 지구 · 지구과학 1 - 다가오는 우주 - 천체관측	사전 3문항, 사후 4문항
별	방위	고도											
A	남동	30°											
B	남	60°											

Figure 2. Example questions of pre- and post-test on astronomical concepts for 10-11th grade students

다. 13개의 문항을 조합하여 수준별(‘초·중등학생용’, ‘고등학생용’)로 사전, 사후 개념 검사 문제지를 제작하였다. 각 문제지는 7개의 문항으로 구성되어 있으며, 문항 당 배점은 5점으로 동일하다. 제작한 사전, 사후 개념 검사 문제지는 내용 타당도와 학생 급간(초·중등, 고등) 적용 가능 여부를 천문학 전공자 1인, 지구과학 전공 중등 교사 2인의 자문을 통해 점검 후 문항의 단어와 표현 방식을 수정 보완하여 사용하였다. Figure 1과 Figure 2에 내용 요소별로 검사문항의 예시와 관련 교육과정, 사용된 문항 개수를 제시하였다.

3) 실험집단에 대한 처치

통제집단에 대해서는 교실에서 천문학을 전공한 전문 강사가 Table 4의 내용에 해당하는 수업을 진행하였고, 실험집단을 대상으로는 천체투영관에서 본 연구자가 새로 구성한 천문교육 프로그램(Table 5)을 적용하여 수업을 진행하였다. 초·중등 학생과 고등학생에 대해서는 관련 교육과정과 학생의 인지 발달 정도의 차이를 고려하여 세부적인 언어 표현이나 설명 방식에 약간의 차이가 있었다. 그러나 같은 학교급간에 위치한 실험집단과 통제집단에 대해서는 최대한 같은 방식의 설명이 적용될 수 있도록 연구가 진행되는 과정에서 두 수업을 모두 참관한 지구과학교육 전공자로부터 교차 검토를 받았다. 천체투영관 수업을 진행하면서 학생들의 참여도를 확인하기 위해 질문과 답변을 적절히 이용하였고, 이는 교실 수업 역시 마찬가지였다. 두 집단 모두 별도의 유인물이나 활동지, 수업 부자재 등의 자료는 활용하지 않았다.

정리하자면 수업 공간(수업, 천체투영관)과 멀티미디어 자료의 투영 방법(평면 스크린, 입체 돔스크린), 진행자의 차이 외에는 실험집단과 통제집단의 수업은 모두 동일하였다. 또한 참여 단체별로 1박 2일 캠프 프로그램의 구성은 다양했으나, 캠프 일정 중 천문교육과 관련된 프로그램은 천체투영관 혹은 교실 수업과 이에 뒤따르는 야간 관측 프로그램으로만 이루어져 있어 천문 개념 이해도 차이에 영향을 줄 수 있는 유일한 요소가 관측 예비 수업 방식의 차이인 것으로 간주할 수 있다.

4. 분석 방법

본 연구는 ‘이질통제집단 전후검사 설계’에 기초하였으므로 비교 집단(실험집단, 통제집단) 간 처치 이전의 동질성을 검증하기 위해 캠프 참가 전에 사전 개념 검사를 실시하였고, 독립표본 t -검정을 수행하여 실험집단과 통제집단의 점수 분포를 비교하였다. 또한 수업 처치 후인 캠프 일정 끝에 사후 개념 검사 문제지를 배포하여 사후 개념 검사를 실시하고, 마찬가지로 독립표본 t -검정을 수행하여 교실 수업과 천체투영관 수업을 받은 학생 간 통계적으로 어떠한 차이가 있는지 살펴보았다. 천체투영관 수업이 구체적으로 어떤 천문 개념을 전달하는 데에 효과가 있는지 살펴보기 위해 하위 문항별로 구분하여 문항별 점수에 대해서도 독립표본 t -검정을 수행하였다.

천체투영관 수업의 효과가 존재할 경우, 그 효과가 학생의 성별, 사전 지식수준 등 다른 메타 변인의 영향을 받는지 추가로 살펴보았다. 초·중등학생의 경우 남학생과 여학생의 사전 개념 검사 점수가 독립표본 t -검정 결과 차이가 없었으므로 사후 개념 검사 점수에 대해 이원분산분석(Two-way ANOVA)을 수행하였다. 반면 고등학생의 경우 성별 간 사전 개념 검사의 점수가 차이가 있었으므로 사전 검사 결과를 공변량으로 두고 공분산분석(ANCOVA)을 실시하여 성별이라는 변인이 천체투영관 수업의 효과에 영향을 주는지 살펴보았다. 고등학생과는 달리 초·중등학생은 집단의 규모가 커서 사전 개념 검사 점수에 근거하여 사전 지식수준이 상, 중, 하인 세 그룹으로 나눌 수 있었고(스태나인 방법; Seong, 2009), 사전 검사 결과를 공변량으로 두어 공분산분석을 실시하였다.

추가로 천체투영관이라는 돔 형태의 시설이 천문 교육에 있어서 시간적, 공간적 제약을 해결하기 위한 대체제로 개발된 만큼, 실제로 야간에 진행되는 관측 활동과 천체투영관 수업이 어떠한 상호작용을 하는지 살펴보았다. 수업의 장소와 야간 관측 활동 실시 여부를 두 개의 독립 변인으로 두어 이원분산분석을 진행하였고, 그 결과 집단 간 유의미한 차

이가 나타난 고등학생의 경우 네 개의 그룹에 대해 일원분산분석(One-way ANOVA)과 Scheffe 방식을 이용한 사후분석을 실시하여 천체투영관 수업의 의의를 검증하였다.

언급된 모든 자료의 통계분석은 SPSS23을 사용하였으며, 유의수준 95%에서 가설을 검증하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 실험집단과 통제집단의 동질성 검증

실험 설계 단계에서 과학관 캠프 참가 학생을 두 집단으로 무선 배치하는 것이 불가능하였기에 비교 집단 간 처치 이전의 동질성을 검증하기 위해 캠프에 참가한 학생들을 대상으로 사전 개념 검사를 실시하여 실험집단과 통제집단의 동질성을 확인하고자 하였다. 학년별로 기대되는 천문 개념 이해 수준이 동일하지 않으므로 사전 개념 검사 문제의 수준을 초·중등, 고등 2개의 집단에 대해 달리 하여 결과를 분석하였다.

Table 6과 같이 초등학생과 중학생의 사전검사

문제 분석 결과 실험집단의 평균(21.61점)보다 통제집단의 평균(20.70점)이 다소 낮게 나타났지만, 유의확률이 .096으로 유의수준 .05에서 유의미한 차이를 보이지 않았다. 따라서 초·중등학생에 대하여 실험집단과 통제집단은 동질집단임을 가정할 수 있다. 고등학생의 경우 사전 개념 검사 문제 분석 결과 실험집단의 평균(20.78점)보다 통제집단의 평균(21.82점)이 조금 높게 나타났지만, 마찬가지로 유의확률이 .222로 유의수준 .05에서 유의미한 차이를 보이지 않았다. 즉 고등학생에 대해서도 실험집단과 통제집단은 동질집단임을 가정할 수 있다. 따라서 사전 개념 검사 점수 분석 결과상, 실험집단과 통제집단을 동질집단으로 가정하고 결과 분석을 진행하였다.

2. 수업방식별 사후 개념 검사 분석 결과

기존에 진행하던 교실 수업(통제집단)과 본 연구에서 개발한 천체투영관 수업(실험집단) 처치 이후 집단별 사후 검사 점수 분포를 비교한 결과는 Table 7과 같다.

사후 개념 검사의 전체 문항 총점을 비교한 결

Table 6. Independent sample *t*-test on the pre-test score

학교급	집단	<i>N</i>	<i>Mean</i>	<i>Std. error</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
초·중등	실험	241	21.61	6.74	1.666	.096
	통제	340	20.70	6.30		
고등	실험	106	20.78	5.89	-1.226	.222
	통제	74	21.82	5.24		

**p*<.05

Table 7. Independent sample *t*-test on the post-test score

학교급	집단	<i>N</i>	<i>Mean</i>	<i>Std. error</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
초·중등	실험	241	22.50	7.73	5.835	.000*
	통제	340	18.89	7.07		
고등	실험	106	20.83	5.94	2.758	.006*
	통제	74	18.52	4.90		

**p*<.05

과, 초·중등학생의 경우 실험집단의 평균(22.50)이 통제집단의 평균(18.89)보다 높았으며, 그 차이는 유의확률이 .000으로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미하게 나타났다. 고등학생의 경우에도 실험집단 평균(20.83)이 통제집단의 평균(18.52)보다 높았으며, 유의확률이 .006으로 유의수준 .05에서 그 차이가 통계적으로 유의미하였다. 따라서 천체투영관 수업이 교실 수업보다 학생들의 천문 개념 이해를 증진시키는 데에 효과적이라고 판단할 수 있다.

3. 사전·사후 개념 검사 하위 문항별 분석 결과

전체 문항 총점 비교로 천체투영관 수업의 긍정적인 기능을 확인할 수 있었다. 이어 특히 어떤 개념을 이해하는 데에 효과가 있는지 확인하기 위하여 개념 요소에 따라 문항별로 독립표본 *t*-검정을 수행하였다(Table 8). Figure 1, Figure 2에 제시한 바와 같이 지구의 자전, 별자리는 학교급간에

관계없이 개념 검사 문제지에 포함되었고 교육과정 및 학생의 인지 발달 정도를 고려하여 방위 개념은 초·중등학생 대상 문항에만, 고도 개념은 고등학생 대상 문항에만 포함하였다. 모든 급간의 학생을 대상으로 한 자전과 별자리 개념의 경우, 사전 검사에서는 각각 유의확률 .612와 .070으로 유의수준 .05에서 유의한 차이가 없었다. 그러나 수업 처치 이후 사후 검사를 실시했을 때는 자전($p = .000$)과 별자리($p = .000$) 개념 모두 유의수준 .05에서 수업방식에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 초·중등학생에게 제시한 방위 개념 확인을 위한 문항에서는, 사전 검사에서 실험집단과 통제집단에 유의확률 .211로 차이가 없었으나 사후 검사에서는 .002로 두 집단 간 유의한 차이가 나타났다. 반면, 고등학생에게만 제시한 고도 개념 확인 문항에서는 사전 검사의 유의확률 .763, 사후 검사의 유의확률 .990으로 수업 방식에 따라 결과에 차이가 없었다.

결과를 정리하자면, 초·중등학생을 대상으로 실시한 천체투영관 수업은 방위, 지구의 자전, 별자리

Table 8. Pre- and post-test scores for individual test items

구분	집단	<i>N</i>	<i>Mean</i>	<i>Std. error</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	
자전 (전체)	사전	실험	347	2.64	1.45	-.508	.612
		통제	414	2.69	1.32		
	사후	실험	347	3.28	1.18	4.042	.000*
		통제	414	2.92	1.26		
별자리 (전체)	사전	실험	347	0.99	1.79	1.813	.070
		통제	414	0.77	1.64		
	사후	실험	347	3.15	2.17	7.931	.000*
		통제	414	1.89	2.19		
방위 (초·중등)	사전	실험	241	4.17	1.26	1.253	.211
		통제	340	4.03	1.30		
	사후	실험	241	2.86	2.48	3.071	.002*
		통제	340	2.22	2.49		
고도 (고등)	사전	실험	106	2.45	2.51	-.301	.763
		통제	74	2.57	2.52		
	사후	실험	106	2.43	1.67	-.013	.990
		통제	74	2.43	1.60		

* $p < .05$

등 대부분의 관측과 관련된 천문 개념 이해 측면에서 교실 수업보다 효과적이었다. 고등학생의 경우, 천체투영관 수업이 지구의 자전, 별자리의 이해에는 효과적이었으나 고도 개념의 이해에 있어서는 교실 수업과 크게 다르게 기능하지 않았다.

4. 수업 방식과 성별 간 상호 작용 효과 분석 결과

교수·학습에서 젠더가 미치는 영향에 대한 논의는 다소 복합적인 문제이지만 성별 특성에 따라 학생을 효과적으로 지원하는 수업 방안을 마련할 수 있다는 결과들이 있으며(Lee & Seo, 2013), 천체투영관 수업의 효과 역시 성별에 따라 다를 수 있다는 선행 연구(Baxter & Preece, 2000)가 있었기

에 본 연구에서도 천체투영관 수업의 효과가 남학생과 여학생에게 다르게 나타나는지 살펴보았다.

초·중등학생의 경우, 실험집단과 통제집단에 성별이라는 독립 변인을 더해 사후 검사 점수를 비교한 결과 천체투영관 수업을 받은 집단의 사후 검사 총점은 남학생(평균 22.27점), 여학생(평균 22.95점) 모두 교실 수업을 받은 집단의 평균(남학생 평균 18.93점, 여학생 평균 18.83점)에 비해 높았다. Table 9에는 수업 방식과 성별에 대해 이원분산분석을 실시한 결과를 제시하였다. 수업 방식에 따른 두 집단 간 차이는 유의수준 .05에서 유의확률 .000으로 통계적으로 유의미한 반면, 성별은 유의확률 .655로 차이가 없다. 수업 방식과 성별에 대한 상호작용 효과 역시 유의확률 .551로 미미함을 확인할 수 있다. 즉, 초·중등학생에게 있어 천체투영관 수업은 남학생, 여학생 모두에게 모두 효과적

Table 9. Two-way analysis of variance on the different lesson methods and students' gender: Case of the 4-9th grade students

소스	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
수업	1809.977	1	1809.977	33.405	.000*
성별	10.828	1	10.828	.200	.655
수업 × 성별	19.323	1	19.323	.357	.551
오차	31263.170	577	54.182		
총계	274594.875	581			

* $p < .05$

Table 10. Analysis of covariance on the different lesson methods and students' gender: Case of the 10-11th grade students

소스	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
사전 검사 (공변량)	126.108	1	126.108	4.280	.040*
수업	316.188	1	316.188	10.732	.001*
성별	102.618	1	102.618	3.483	.064
수업 × 성별	5.895	1	5.895	.200	.655
오차	5155.978	175	29.463		
총계	76839.688	180			

* $p < .05$

이며, 학생의 성별은 천체투영관 수업 실시 결정 여부에 있어 고려 요소가 되지 않는다.

고등학생의 경우, 사전 검사 결과 여학생의 점수 평균이 남학생의 평균에 비해 통계적으로 유의미하게 높았다. 때문에 사전 검사 점수를 공변량으로 하여 사후 검사 점수에 대해 공분산분석을 시행하였다. Table 10이 보여주듯이, 수업 방식과 성별의 상호작용 효과는 .655에 불과하여 유의수준 .05에서 두드러지지 않는 것으로 나타났다. 초·중등학생과 마찬가지로 고등학생에게도 천체투영관 수업은 성별에 관계없이 효과적임을 확인할 수 있었다.

5. 수업 방식과 사전 지식수준의 상호 작용 효과 분석 결과

천체투영관 수업의 효과가 학생들이 기본적으로 가지고 있는 사전 지식에 따라 어떠한 차이가 있는지 알아보기 위해 학생들의 사전 검사 점수를 바탕으로 상, 중, 하 세 집단으로 구분하였다. 고등학생의 경우 세 집단으로 나눌 경우 집단의 크기가 차이를 통계적으로 분석할 만큼 크지 않다고 판단해 초·중등학생 집단에 대해서만 분석을 실시하였다.

Table 11와 같이 사전 검사 점수를 공변량으로 한 공분산분석 결과, 수업방식에 대한 차이는 유의수준 .05에서 유의확률 .003으로 천체투영관 수업과 교실 수업에 대한 차이가 통계적으로 유의미하게 나타난 반면, 학생들의 사전 지식수준에 따른 차이

는 유의수준 .05에서 유의확률 .298로 통계적으로 유의미하지 않게 나타났다. 또한, 수업방식과 사전 지식수준에 대한 상호작용 효과 역시 유의확률 .155로 유의미하지 않았다. 따라서 학생들의 사전 지식수준에 상관없이, 천체투영관 수업은 교실 수업에 비해 개념 이해에 효과적이라고 볼 수 있다.

6. 수업 방식과 야간 관측 활동의 상호 작용 효과 분석 결과

과학 교육에 있어 자연을 대상으로 한 관찰과 실험은 탐구 과정을 학습함으로써 과학의 본성을 이해하는 시도이기도 하면서 동시에 교과서에서 학습한 개념을 강화, 강조하는 효과가 있다. 변인을 통제, 조작하기보다 대상을 관측하는 것이 위주가 되는 천문 교육에서는 무엇보다도 야간 관측 활동이 학생들의 천문 개념 정립에 중요한 역할을 한다. 그러나 도심지의 광해, 잦은 기상 변화 등 야간 관측에는 많은 제약이 따르며, 과학관에서 진행되는 1박 2일 일정의 캠프에서도 이는 크게 다르지 않다. 본 연구 기간 동안 약 4분의 1 정도의 참가 학생들이 캠프 당시의 날씨 때문에 천체투영관 혹은 교실에서의 사전 수업 이후 본 실습인 야간 관측 활동을 진행하지 못했다. 이 점을 고려하여 야간 관측 활동이 수업 방식과 상호 작용하는지, 혹은 천체투영관 수업이 야간 관측 활동을 보완할 수 있는지 등을 살펴보기 위해 사후 검사 점수를 이용하

Table 11. Analysis of covariance on the different lesson methods and students' prior knowledge level : Case of the 4-9th grade students

소스	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
사전 검사 (공변량)	455.674	1	455.674	9.247	.002*
수업	432.162	1	432.162	8.769	.003*
수준	119.484	2	59.742	1.212	.298
수업 × 수준	184.035	2	92.018	1.867	.155
오차	28286.898	574	49.280		
총계	274594.875	581			

* $p < .05$

여 공분산분석, 일원분산분석, 이원분산분석을 시행하였다.

초·중등학생의 경우, 수업 방식과 관측 활동 실시 여부에 따라 집단을 네 개로 구별하여 일원분산분석을 실시한 결과 네 집단의 사전 검사 점수가 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 따라서 사전 검사 점수를 공변량으로 하는 공분산 분석을 실시하였다(Table 12). 앞서 설명한 대로 수업 방식에 따라서는 평균 점수의 집단 간 차이가 유의확률 .001로 유의수준 .05에서 의미가 있지만, 관측 활동 실시 여부에 따라서는 유의확률 .956으로 통계적으로 차이가 없었다. 수업 방식과 관측 활동 여부에 따른 상호작용 효과는 유의확률 .228로, 마찬가지로 유의미하지 않았다. 초등학생 혹은 중학생 집단에서 관측 활동의 실시 여부는 천문 개념 이해와 크게 관련이 없었으며, 수업 방식과 관측 활동

이 상호작용하는 효과 역시 나타나지 않았다.

한편 고등학생의 경우, 사후 검사 점수에 대한 이원분산분석 결과(Table 13) 천체투영관 수업과 교실 수업 등 수업 방식이 다른 집단의 사후 검사 점수 차이는 유의수준 .05에서 유의확률 .021로 통계적으로 두 집단의 점수가 유의미하였다. 또한 관측 활동 여부로 살펴봤을 때에도 유의확률 .000으로 관측 활동을 수행한 집단과 관측 활동을 수행하지 않은 집단의 차이가 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다. 수업 방식과 관측 활동 여부의 상호작용 효과를 살펴보면, 유의확률 .001로 수업 방식과 관측 활동 여부가 상호작용하는 것으로 나타났다. 이는 초·중등학생의 사례와는 다른 결과로, 야간 관측 활동이라는 학생 주도, 직접적인 탐구 과정이 고등학생의 천문 개념 이해에 큰 영향을 주었음을 시사한다.

Table 12. Analysis of covariance on the different lesson methods and observation activities : Case of the 4-9th grade students

소스	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
사전 검사 (공변량)	2738.793	1	2738.793	55.291	.000*
수업	550.244	1	550.244	11.108	.001*
관측	.152	1	.152	.003	.956
수업 × 관측	72.001	1	72.001	1.454	.228
오차	28531.446	576	49.534		
총계	274594.875	581			

* $p < .05$

Table 13. Two-way analysis of variance on the different lesson methods and observation activities : Case of the 10-11th grade students

소스	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
수업	150.291	1	150.291	5.406	.021*
관측	351.913	1	351.913	12.659	.000*
수업 × 관측	291.346	1	291.346	10.481	.001*
오차	4892.501	176	27.798		
총계	76839.688	180			

* $p < .05$

Table 14. Post-hoc test about the effect of the observation activities and the lesson methods on the post-test score: Case of the 10-11th grade students

수업방식	Mean	Std. error	F	p	Scheffe
천체투영관+관측 (a)	20.93	6.56	9.529	.000*	a,b,c>d
천체투영관 (b)	20.66	4.70			
교실+관측 (c)	21.67	4.19			
교실 (d)	16.12	3.98			

* $p < .05$

구체적인 상호작용 효과를 탐구하기 위해 사후 분석을 실시하였는데, 그 결과는 Table 14와 같다. 수업방식과 야간 관측 활동 여부에 따라 구분한 네 개의 집단 (a)-(d)에 대해 사후 검사 점수 차이는 유의확률 .000으로, 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미하였다. Scheffe 방식의 사후 분석 결과, 천체투영관 수업을 받은 학생 집단, 교실 수업을 받고 야간 관측 활동을 수행한 학생 집단은 교실 수업만 받고 야간 관측 활동을 수행하지 않은 학생 집단에 비해 천문 개념에 대한 높은 이해도를 보여주었다. 천체투영관 수업과 야간 관측 활동을 모두 했다고 해서 다른 집단에 비해 큰 차이로 이해도의 증가가 일어나지는 않았으며, 천체투영관 수업 실시나 야간 관측 활동 수행은 전통적인 교실 수업과 비교했을 때 동일한 정도의 천문 개념 이해도 증가를 유발하였다. 즉, 천체투영관 수업을 받은 고등학생은 야간 관측 활동의 수행 여부에 따라 개념 이해도가 달라지지 않았지만, 교실 수업을 받은 고등학생은 야간 관측 활동이 천문 개념 이해에 큰 차이를 유도했다고 할 수 있겠다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 국립대구과학관 천지인 학당의 1박 2일 캠프에서 진행되는 천문 교육 프로그램을 활용하여, 천체투영관에서 진행되는 수업이 전통적인 교실 수업과 비교했을 때 학생들의 천문 개념 이해에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보았다. 별자

리, 지구의 자전, 방위, 천체의 고도라는 주요 천문 개념 이해도를 파악하기 위한 사전, 사후 검사를 수업 실시 전후에 적용하여 수업 방식과 기타 요소들을 변인으로 두고 분석한 주요 결과로부터 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

첫째, 천체투영관 수업은 교실 수업에 비해 초·중등학생의 방위, 지구의 자전, 별자리에 대한 개념 이해도를 높이는 데에 긍정적인 영향을 미쳤다. 고등학생의 경우 지구의 자전, 별자리에 대한 개념 이해를 높이는 데에는 천체투영관 수업이 교실 수업보다 유리했지만 고도 개념을 활용한 문제를 풀이하는 데에는 천체투영관 수업과 교실 수업이 큰 차이가 없었다. 교실 수업에서는 정면의 평면 스크린에 특정한 방향의 하늘이 투영되며 가상 밤하늘 소프트웨어의 설정에 따라 실제와는 다른 시야각을 살펴보게 된다. 반면 천체투영관 수업에서는 360° 돔 스크린을 활용하여 실제 천구를 투영할 수 있으며 큰 공간에서 공간감을 인지할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 돔 스크린의 시각적 효과는 천체의 실제 겉보기 운동을 이해하는 데에 유리하며 (Plummer, 2009), 천체투영관 내에서는 시간의 변화에 따른 3차원 운동을 쉽게 관측할 수 있어 태양과 달, 별 등 천체의 주기적인 운동을 이해하는 데에 효과적이다(Türk & Kalkan, 2015). 방위나 지구의 자전은 방향성이 있어 3차원 공간에 대한 이해가 필요하며, 때문에 교실 수업에 비해 천체투영관 수업이 해당 개념 인지를 돕는 데에 큰 역할을 한다. 반면, 천체의 고도는 ‘지평선에서 천체까지의 각도’를 의미하며 관측자는 이를 ‘지평선에서 천체

가 떨어져 있는 정도, 떨어진 거리'라는 1차원의 물리량으로 인지하므로 3차원 공간에 대한 이해를 필수적으로 요구하지 않아 천체투영관 수업 혹은 교실 수업을 받은 집단 사이에 큰 차이가 없었다고 추론할 수 있다.

둘째, 천체투영관 수업은 수업을 받는 학생의 성별, 학생의 사전 지식 수준(혹은 기존 학업 성취도)라는 메타 요소에 관계없이 모든 성별과 모든 성취도의 학생에게 동일하게 효과적이었다. 이는 남학생에 비해 여학생에게 천체투영관이 공간적 사고를 필요로 하는 개념을 학습하는 데에 효과적이라고 주장한 Baxter & Preece (2000)의 결과와는 상치된다. Baxter & Preece (2000)의 연구가 초등학교 5, 6학년만을 대상으로 하고 학생 수가 48명에 불과했던 것을 고려할 때, 본 연구에서는 보다 통계적으로 유의미한 크기의 집단에 대해 성별과 학업 성취도와 무관하게 천체투영관이 효과적인 학습 공간임을 증명하였다.

셋째, 천체투영관 수업은 여건상 야간 관측 활동을 진행하기 어렵거나 불가능한 상황에서 야간 관측 활동을 대체할 수 있는 효율적인 수단이다. 천체투영관 수업과 교실 수업은 캠프에서 진행되는 야간 관측 활동의 준비를 위한 사전 수업의 성격을 지니고 있는데, 교실 수업과 야간 관측 활동이 병행되었을 때는 교실 수업만을 진행했을 때에 비해 유의미하게 천문 개념 이해의 증가가 일어났으며, 천체투영관 수업을 진행했을 때는 야간 관측 활동을 수행하지 않았더라도 동일하게 개념 이해에 긍정적인 효과가 있었다. 이러한 효과는 고등학생에게서 두드러졌으며, 초·중등학생에게는 야간 관측 활동 자체가 천문 개념 이해에 큰 영향을 주지 않았다. 이는 일반적으로 야간 관측 활동에서 고등학생은 직접 망원경 조작, 천체 촬영 등 주도적인 역할을 수행하기를 희망하는 데에 반해 초·중등학생은 다소 수동적으로 이미 조작된 망원경을 이용한 관측을 진행하는 등 관측 활동 참여 태도가 학생의 인지 발달 정도에 따라 차이가 나기 때문으로 추정된다. 따라서 천체투영관 수업은 특히 고등학생 이상의 학생을 대상으로 야간 관측 활동이 불가능한 환경에서 천문 교육을 효과적으로 진행하는 데에

활용되는 것이 바람직하다.

1967년 국내 첫 번째 천체투영관이 설치된 지 50여 년이 지났다. 특히 2000년대 초반부터 예산 확보와 디지털 천체투영기의 보급으로 지방과학관과 천문대 시설이 확충되어 하드웨어적인 천체투영관의 개수는 급격히 증가하였다. 그러나 이와 함께 진행되어야 할 교육 프로그램 개발, 천문 교육에 있어 천체투영관의 활용 방안 연구 등은 다소 미진한 상황이다. 본 연구의 결론, 시사점, 제한점을 고려할 때 후속 연구를 위해 다음을 제언하고자 한다. 첫째, 본 연구는 연구 대상 집단의 큰 규모를 활용하여 천체투영관 수업의 효과에 대해 정량적인 수치를 제시하였으나 후속 연구에서는 정량적인 연구 외에도 수업을 받은 학생들의 천문 개념에 대한 정신 모형 변화 등 정성적인 탐구가 추가적으로 필요하다. 비형식 학습 기관인 과학관에서 1박 2일간 진행되는 캠프이기 때문에 교육 과정에 포함된 천문 관련 학습 내용과의 연계성이 다소 부족했으며 이에 관한 후속 연구가 보다 작은 규모의 천체투영관, 특히 지역 교육청, 과학교육원과 중점 학교 등을 중심으로 이루어질 필요가 있다. 둘째, 20분 정도의 제한된 수업 시간 때문에 천체투영관 내부에서 자기주도적인 탐구를 수행하고 수행 평가를 진행하는 것이 어려워 개념 검사 문제지를 활용하여 개념 이해도를 측정하였다. 후속 연구에서는 과정 중심의 평가를 진행하여 천체투영관 수업의 교육 효과를 검증할 필요가 있다. 셋째, 2017년 현재를 기준으로 주요 과학관의 천체투영관 프로그램은 대부분 지구의 움직임으로 인한 천체의 일주 운동, 연주 운동 등 겉보기 운동 설명과 별자리 설명 등을 그 소재로 하고 있으며 본 연구에서 개발한 천체투영관 수업 역시 해당 내용을 소재로 하고 있다. 그러나 천체투영관이라는 3차원 공간을 효율적으로 활용하면 관측자의 시점을 다양하게 바꿀 수 있어 흔히 오개념을 유발할 수 있는 지구와 다른 행성의 공전 각속도 차이, 항성의 자전, 은하 내 항성의 운동 등에 대한 고차원적 설명이 가능하다. 다양한 주제로 다양한 수준의 수요자에 맞는 천체투영관 프로그램의 개발이 필요하다.

참 고 문 헌

- Baek, C.-H., Lee, G.-H., & Lee, D.-J. (2010). 천체 투영관을 활용한 천문교육 프로그램 개발 [Development of the Astronomy Education Program using Planetarium]. *The Bulletin of the Korean Astronomical Society*, 35(1), 85.
- Baek, C.-H., Park, S.-C., & Lee, G.-H. (2012). 돔 영상물의 교육적 활용을 위한 매뉴얼 개발 [Development of the Manual for the Educational Application of the Full-Dome Movie]. *The Bulletin of the Korean Astronomical Society*, 37(1), 53.
- Baxter, J. H., & Preece, P. F. (2000). A comparison of dome and computer planetaria in the teaching of astronomy. *Research in Science & Technological Education*, 18(1), 63-69.
- Brazell, B. D., & Espinoza, S. (2009). Meta-analysis of Planetarium Efficacy Research. *Astronomy education review*, 8(1).
- Cho, Y.-G. (2001). *The Effects of Cooperative Learning(STAD) on High School Students' Learning Achievements and Attitudes in Astronomy* (Master's thesis). Korea National University of Education, Cheongju, Korea.
- Kang, J. (2004). *A Study of High School Students' Misconceptions of Earth Science -Focused on the Direction of Motion in Astronomy-* (Master's thesis). YonSei University, Seoul, Korea.
- Kim, H., Seo, C. & Lee, H., (2003). Development of the Test Tool of Astronomical Spatial Concept Level. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 24(6), 508-523.
- Kim, S. K., Park, E. J., Kim, C. J., & Choe, S. U. (2016). International Comparative Study on Astronomical Exhibits: Focus on Exhibit Characteristics and Earth Science Curriculum Reflected in Exhibits, *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(6), 925-934
- Kim, W. & Shim, H. (2017). The Role of Planetarium in Astronomy Education. *The Bulletin of The Korean Astronomical Society*, 42(1), 48.
- Lee, K. S., & Seo, B. E. (2013). The Case Study of Gender Difference in Mathematical Problem Solving. *Education of Primary School Mathematics*, 16(2), 147-162.
- Lee, G.-H., & Ha, S.-H. (2010). 국립과천과학관 천체투영관에서의 천문학 교육 [Astronomy Education in Gwacheon National Science Museum Planetarium]. *The Bulletin of the Korean Astronomical Society*, 35(2), 86.
- Lee, J. H. (2015). *The Effect of Science Class using Storytelling on the Science-related Attitude and Academic Achievement of the Second Year Middle School Students - Focused on the Solar System Class -* (Master's thesis). Korea National University of Education, Cheongju, Korea.
- Maeng, S., Lee, K., Park, Y.-S., Lee, J.-A., & Oh, H. (2014). Development and Validation of a Learning Progression for Astronomical System Using Ordered Multiple-Choice Items. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(8), 703-718.
- Ministry of Education [MOE], 2015, *2015 revised science curriculum*, Seoul: Ministry of Education. Retrieved from <http://www.ncic.re.kr/nation.dwn.ogf.inventoryList.do;jsessionid=2D00241F7F98EA76C7B4E145D4E93BCB#>
- Park, J. B. (2010). *The Effects of Science Instructions applying 3D Planetarium Software -on the unit 'Earth and Star' for the 8th grade-* (Master's thesis). Chungbuk National University, Cheongju, Korea.
- Park, S. (2017). History of Planetarium in Korea.

국 문 요 약

- The Bulletin of the Korean Astronomical Society*, 42(2), 71.
- 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.
- Seong, T.-J. (2009). *교육평가의 기초 [Educational Evaluation]*. Seoul, Korea: Hakjisa
- Shin, M.-R., Lee, Y.-S. (2011). A Survey on Astronomical Spatial Concept and Attitudes About Astronomy For Establishment of Effective Teaching Strategy In Astronomy Earth Science. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 42), 177-185.
- Slater, T. F., & Tatge, C. B. (2017). *Research on Teaching Astronomy in the Planetarium*. Springer International Publishing.
- Türk, C., & Kalkan, H. (2015). The effect of planetariums on teaching specific astronomy concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 24(1), 1-15.
- Wellington, J. (1990). Formal and informal learning in science: The role of the interactive science centres. *Physics education*, 25(5), 247.
- Yun, H. G. (2015). *Development and application of the Smart Learning Teaching-Learning Program on the 'Solar System and Star'* (Master's thesis). Gyeongin National University of Education, Incheon, Korea.
- Yun, M.-B., & Kim, H.-S. (2010). Hierarchical Analysis of Astronomical Space Concepts Based on the Knowledge Space Theory. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 31(3), 257-266.

천문학은 학생들이 쉽게 흥미를 느끼는 분야로 과학에 대한 호기심을 토대로 과학적 핵심역량 함양에 중요한 역할을 한다. 그러나 제한된 공간인 교실에서 이루어지는 학교 교육을 통해서는 천문학의 핵심 개념 이해에 필요한 공간적 사고를 발달시키기 어렵다. 주로 과학관에 위치하며 체험, 관람 시설의 성격을 지닌 천체투영관은 시간과 공간의 제약을 넘어 천문학 개념을 교수할 수 있는 공간으로, 천체투영관에서 진행되는 비형식 교육은 정규 교육과정을 보완할 수 있다. 본 연구에서는 천체투영관을 이용한 교육 프로그램을 개발하고 이를 초·중·고등학생에게 적용하여 천체투영관이 천문 개념에 미치는 효과를 살펴보았다. 국립대구과학관 1박 2일 캠프에 참가하여 천문 교육 프로그램을 수료한 학생을 대상으로 연구를 진행하였으며, 총 연구 기간은 8개월, 연구 대상 인원은 761명이다. 기존 캠프에서는 교실에서 방위, 별자리, 지구의 자전 등에 관한 수업을 진행하였는데 이와 동일한 내용을 천체투영관 수업용으로 개발하였으며, 수업 전과 후에 개념 이해 정도를 측정할 수 있는 검사 문항을 제작하였다. 이후 실제로 교실 수업 혹은 천체투영관 수업을 진행하여 수업의 효과를 비교하는 이질통제집단 전후검사 설계에 기초하여 연구를 수행하였다. 연구 결과 첫째, 천체투영관 수업은 교실 수업에 비해 방위, 지구의 자전, 별자리 개념 이해에 효과적이었다. 둘째, 성별이나 학생들의 사전 천문학 지식 정도 등과 같은 메타 요인과 무관하게 천체투영관 수업은 개념 이해도 향상에 긍정적인 효과가 있었다. 셋째, 고등학생에게 천체투영관 수업은 교실 수업 이후 추가적으로 수행하는 야간 관측 활동과 동일한 효과가 있었다. 따라서 야간 관측이 불가능한 환경에서 천체투영관은 이를 대체할 수 있을 것이다. 종합하면 천체투영관은 학생들의 천문 개념 이해에 도움이 되는 효과적인 교육 수단이라 할 수 있으며, 보다 효율적인 활용을 위해 앞으로 더 많은 연구가 필요하다.

주제어: 천체투영관, 천문 교육, 비형식 교육, 과학관