

초등과학영재를 위한 원격천문대 시스템의 개발 및 적용

이 재 호

경인교육대학교

백 상 호

양벌초등학교

본 연구의 주요 목적은 초등과학영재교육에서 활용할 수 있는 원격천문대 시스템을 구축한 후, 이를 활용한 천체관측 교육 프로그램을 개발하고, 초등과학영재에게 적용하여 과학탐구능력 및 과학적 태도에 미치는 영향을 알아보는 것이다. 이와 같은 연구 목적을 달성하기 위해 경기도 소재 A초등학교와 B초등학교 5학년 과학영재학생 35명을 대상으로 원격천문대 시스템을 활용한 천체관측 교육 프로그램을 적용하여 과학탐구능력과 과학적 태도 검사를 실시하였다. 교육 프로그램을 적용해본 결과 과학탐구능력의 하위 요소 중 기초탐구능력과 통합탐구능력 모두에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 기초탐구능력과 통합탐구능력을 종합한 과학탐구능력에서도 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 원격천문대 시스템을 활용한 천체관측 교육 프로그램이 초등과학영재의 과학적 태도에 미치는 영향 역시 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 하위요소로는 개방성, 협동성, 끈기성, 창의성에서는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났으나 호기심, 비판성, 자진성에서는 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 결과적으로 원격천문대 시스템을 활용한 천체관측 교육 프로그램은 기존의 지구 외부 세계와 학습자가 분리된 채 이루어진 천문교육을 스마트 인프라의 적용을 통해 참여와 공유, 융합을 구현하여 학습자의 역량을 강화시킬 수 있을 것으로 기대한다.

주제어: 초등과학영재, 원격천문대, 원격천문대 시스템, 과학탐구능력, 과학적 태도

I. 서 론

우리의 일상생활에 필요한 과학적 소양 중 하나는 기초적인 천문 현상에 대한 이해이며 (Subramaniam & Padalkar, 2009), 기초 천문 현상은 학교 교육과정이나 연구주제로서 자주 다루어지고 있다(Lelliott & Rollnick, 2010). 초등교육에서의 천문내용에 대한 천체관측수업

교신저자: 백상호(sharkbsh@naver.com)

* 본 논문은 2015년 2월에 발표된 석사학위논문 “초등과학영재를 위한 원격천문대의 구축 및 활용”의 일부 내용을 수정 보완한 것임.

은 천문성취도, 천문교수 효능에 대한 신념, 과학적 태도에 의미 있는 차이를 보이기 때문에 천체 관측 수업을 적극 권장하고 있으며, 교사와 학생이 흥미를 느낄 수 있는 천체관측수업을 할 수 있는 시설과 여건을 갖추도록 제안하였다(채동현, 2000). 또한, 천체들의 공간 운동에 의한 현상들을 교실 속에서 설명하는 것보다 학생들에게 직접 육안 관찰, 또는 천체 망원경 등을 통한 관찰 활동을 함으로써 달에 대한 흥미와 호기심을 키울 수 있게 하는 것이 좋으며, 교실 활동보다는 달을 직접 관찰할 기회를 제공함으로써 학생들로 하여금 달의 위상 변화에 대한 내용을 이해하게 하는 것이 중요하다고 강조하고 있다(교육과학기술부, 2007). 실제로 천문 현장 체험학습 등을 통한 천체 관측 경험은 학생들의 과학적 개념을 형성하는데 도움을 주며, 천문관련 개념에 대한 사고의 다양성을 제공하고 천문학습에 대한 흥미를 높이는데 긍정적인 효과가 있음이 밝혀졌다(유병욱, 2012).

그러나, 우리나라 초등학교에서는 천체관측 단원 수업이 제대로 이루어지지 않거나 시청각 자료를 이용한 실내 강의로 진행되는 경우가 많았으며, 학생과 교사 모두 체험 중심의 천체관측 프로그램을 원했으나 천문우주교육을 하는데 있어 천체망원경이나 장비의 부족, 밤에 운영되는 시간상의 문제와 학생 안전지도의 문제로 어려움을 겪고 있다(한계준, 2010). 또한, 천문단원은 초등학교 2학년, 5학년, 6학년, 중학교, 고등학교 그리고 대학교에서까지 다루어지고 있지만, 학생들에게는 이해하기 어려운 단원이고, 교사들에게는 가르치기 어렵고 자신 없는 단원으로도 나타나고 있다(고재근, 1994). 각 교육청 산하 과학교육원이나 사설 과학교육기관의 천체망원경을 통해서도 천문 현상을 직접 관찰하고 경험할 수 있는 기회를 제공하지만 대부분 일회성 체험행사에 그치고 있고, 관측시간이 대부분 심야에 이루어지기 때문에 학생 인솔 및 안전사고에 대한 우려로 학교 교육 현장에서 일반화 되지 못하고 있다. 또한, 관측 장소가 주거단지나 도시에 위치할 경우 고층건물과 인공조명 등으로 인해 사실상 관측이 어려운 것이 현실이다. 이와 같은 천문단원에 대한 부정적 인식 개선과 천체망원경과 천체 관측 장비 부족으로 인한 문제점을 해결하기 위해서 언제 어디서나 쉽게 천체 관측을 수행할 수 있는 여건이 마련되어야 한다. 또한 인터넷으로 손쉽게 관측할 수 있는 원격천문대 시스템을 활용한다면 천문교육에서도 보다 역동적인 교수-학습과정이 진행될 수 있을 것이라고 제안하였다(양종우 외, 2013).

이상과 같은 학교 현실에서 천문 교육의 문제점을 개선하기 위해 원격천문대 시스템과 이를 활용한 교육 프로그램을 개발하고, 이를 투입하여 초등과학영재의 과학탐구능력과 과학적 태도에 미치는 효과를 분석하여 초등과학영재를 위한 천문 교육 분야에서 시사점을 도출하고자 하였다.

따라서 본 연구에서 살펴보고자 하는 연구 문제는 다음과 같다.

- 1) 초등과학영재를 위한 원격천문대 시스템을 어떻게 구축할 것인가?
- 2) 원격천문대 시스템을 활용하기 위한 천체관측 교육 프로그램을 어떻게 개발할 것인가?
- 3) 원격천문대 시스템을 활용한 교육 프로그램이 초등과학영재의 과학탐구능력 및 과학적 태도에 미치는 영향은 어떠한가?

II. 연구 내용

1. 연구대상

경기도 광주 소재 A초등학교 과학영재반 5학년 1개 반 15명 5인1조 총 3모둠, 이천 소재 B초등학교 과학영재반 5학년 1개 반 20명 5인 1조로 구성되어 총 4모둠으로 조직 하였다. 광주 A초등학교는 2014년 5월 22일부터 6월 3일까지 진행하였고, 이천 B초등학교는 9월 2일부터 9월 11일까지 진행하였다.

2. 연구방법

광주 A초등학교 과학영재와 이천 B초등학교 과학영재를 대상으로 사전검사로 과학탐구능력 검사와 과학적 태도검사를 실시한 후, 원격전문대를 활용한 친체관측 프로그램을 적용한 후 사후검사로 과학탐구능력검사와 과학적 태도검사를 실시하였고, 구체적인 설계모형은 <표 1>과 같다.

<표 1> 과학탐구능력 및 과학적 태도에 미치는 영향 실험설계

G1	O1	X1	O2
G1 : 광주 A초 영재학생, 이천 B초 영재학생			
O1 : 사전검사(과학탐구능력검사, 과학적 태도 검사)			
X1 : 원격전문대 활용 친체관측 교육 프로그램			
O2 : 사후검사(과학탐구능력검사, 과학적 태도 검사)			

3. 검사도구

가. 과학탐구능력 검사

본 연구에서는 초등과학영재들의 과학탐구능력을 검사하기 위하여 권재술, 김병기(1994)가 개발한 과학탐구능력 검사도구를 사용하였다. 본 검사도구는 4지 선다형 30문항으로 구성되어 있으며, 기초탐구능력력과 통합탐구능력력을 측정하는 문항이 15점씩 총 30점 만점이다. 기초탐구능력력의 탐구요소로는 관찰, 분류, 측정, 추리, 예상이 있으며, 통합탐구능력력의 탐구요소로는 자료변환, 자료해석, 가설설정, 변인통제, 일반화의 5개 요소로 구성되어 있다. 본 검사 도구는 정답이 존재하므로 따로 신뢰도 분석을 실시하지 않았으며 사전, 사후 40분씩 검사를 실시하였다. 본 검사의 측정 결과는 SPSS를 이용하여 사전 사후 t검증을 실시하였다.

<표 2> 과학탐구능력 검사지의 하위 요소 별 문항 구성

구분	탐구요소	관련문항	문항수
기초 탐구 능력	관찰	1, 4, 7	3
	분류	2, 5, 8	3
	측정	3, 6, 9	3
	추리	10, 12, 14	3
	예상	11, 13, 15	3
통합 탐구 능력	자료변환	16, 19, 21	3
	자료해석	17, 18, 29	3
	가설설정	25, 27, 29	3
	변인통제	22, 23, 24	3
	일반화	26, 28, 30	3
총 문항수			30

나. 과학적 태도 검사

본 연구에서는 김효남 등(1998)이 개발한 초등학생을 위한 과학적 태도 측정도구를 사용하여 과학적 태도를 측정하였다. 이 도구는 5단계 리커트 척도방식으로 긍정적인 문항 18개와 부정적인 문항 3개로 총 21개 문항으로 이루어져 있다. 검사지의 항목은 호기심, 개방성, 비판성, 협동성, 자진성, 끈기성, 창의성 등 7가지 요소로 구성되어 있으며 항목별 ‘전혀 그렇지 않다’ 1점, ‘확실히 그렇다’ 5점으로 채점하며 부정적인 문항은 역으로 점수를 계산하였다. 본 검사는 사전 사후에 각 1회 실시하였으며, 소요시간은 15분이었다. 과학적 태도 검사지의 하위 요소 별 신뢰도를 측정한 결과 비판성과 창의성은 각각 .767, .730으로 높게 나왔으며 호기심은 .605, 협동성은 .611, 개방성은 .547, 자진성은 .573 이었지만 끈기성은 .321로 신뢰도가 낮게 나왔다. 본 검사의 측정 결과는 SPSS를 이용하여 사전 사후 t검증을 실시하였다. 과학적 태도 검사지의 하위 요소 별 문항구성은 <표 3>, 신뢰도는 <표 4>와 같다.

<표 3> 과학적 태도 검사지의 하위 요소 별 문항 구성

구분	하위요소	관련문항	문항수
과학적 태도	호기심	1, 8, 15	3
	개방성	2, 9, (16)	3
	비판성	3, 10, 17	3
	협동성	4, 11, 18	3
	자진성	(5), 12, 19	3
	끈기성	6, (13), 20	3
총 문항 수	창의성	7, 14, 21	3
		()는 부정문항	21

<표 4> 과학적 태도 검사지의 하위 요소 별 신뢰도

구분	하위 요소	신뢰도 계수 (Cronbach's α)
과학적 태도	호기심	.605
	개방성	.547
	비판성	.767
	협동성	.611
	자진성	.573
	끈기성	.321
	창의성	.730

III. 연구 결과

1. 원격천문대 시스템의 개발

가. 원격천문대

실제 관측 영상을 실시간으로 전송이 가능하도록 원격 제어가 가능한 천체망원경이다. 실제 관측 영상을 실시간으로 전송이 가능하도록 우선 원격 제어 관측을 위해 GOTO 기능이 탑재된 천체망원경을 선택하였으며, 망원경에서 관측한 고화질 영상을 전송이 가능하도록 접안부에 HD CCD를 적용하였다. 또한 원격으로 망원경의 돔을 개폐할 수 있는 제어장치 및 프레임을 제작하여 강우 등의 기상상황에서 망원경을 보호하도록 하였다.

나. 원격천문대 시스템

사용자가 원격지에서 원격천문대를 활용하여 천체를 관측할 수 있도록 원격천문대의 망원경 제어 및 망원경으로 관측한 천체의 영상전송, 망원경을 보호하는 돔, 열선, 수분감지센서, 제습기의 제어가 가능하도록 원격천문대와 사용자를 연결하는 시스템을 의미한다. TCP 컨트롤러를 이용하여 사용자는 원격천문대의 돔, 열선, 수분감지센서, 제습기를 제어할 수 있으며, 망원경이 관측한 천체영상은 접안부에 설치된 HD CCD와 연결된 원격천문대 서버 컴퓨터로 전송되며 원격천문대 서버 컴퓨터는 원격제어 프로그램을 통해 사용자의 컴퓨터와 연결되어 사용자가 원격지에서 원격천문대를 제어하고 관측한 영상을 전송받을 수 있는 시스템 환경을 구축하였다.

다. 원격천문대 시스템의 자재 및 부품

원격천문대 시스템의 자재 및 부품은 알루미늄 프로파일을 이용한 프레임 구성부품과, 천문대 돔의 제어와 시스템 구축에 필요한 전자부품, 천체 망원경이 관측한 영상을 디지털 신호로 변환해주는 광학·ICT 기자재의 세 부분으로 구성된다. 자료를 제작하기 위해 알루미늄 프로파일을 이용하여 프레임을 직접 제작하였으며 외부 위탁이 아닌 자재와 부품들을 직접 구입하여 연구실에서 절단 및 조립작업을 하였다. 프레임 구성 부품은 알루미늄 프로파일,

연결 브라켓, 볼트/너트, 포맥스이다. 전자부품은 원격전문대의 돔의 제어, 수분감지, 원격지 사용자와 연결하기 위한 시스템 구축을 위해 필요하며 TCP 컨트롤러, 액추에이터, 파워서플라이, 8P 릴레이, 유무선공유기, 펠터어소자 냉각핀, 수분센서, 개폐센서, 과열방지 퓨즈로 구성하였다. 광학, ICT 기자재는 원격전문대에서 천체를 관측하는 망원경과 망원경이 관측한 영상을 디지털 영상으로 변환시켜주는 HD 라이프캠, 내장형 PC, 원격전문대의 영상을 실시간으로 전송해주는 IP캠, 현재 망원경이 관측하는 천체의 위치를 나타내주는 스마트폰, 스마트폰과 PC를 연결해주는 미러링 케이블로 구성하였다.

라. 원격전문대 시스템의 제작 과정

원격전문대는 메인프레임, PC 수납부, 덮개용 천막의 3부분의 모듈로 시작하여 각각의 부분에 부품을 조립하는 방식으로 이루어졌으며, 메인프레임 조립, PC 수납부 제작, 덮개용 천막제작, 측면 슬라이딩도어 제작, 레인센서 설치, 망원경 열선팬드 설치, 펠터어소자 제습기 및 개폐센서 부착, 제어부품 배치, 컨트롤 박스 고정, 관측영상전송용 HD CCD캠 장착, 내부 조립작업, 관측지 설치의 순서로 제작되었다.

마. 원격전문대 시스템의 구축

원격전문대는 2012년 11월부터 2013년 8월에 걸쳐 제작되었으며, 인터넷과 전기사용이 가능한 환경이 필요하기에 경기도 광주시 초월읍에 인터넷과 전기사용이 가능한 공장부지에 설치하였다. 원격지에서 제어 가능한 원격전문대 시스템은 다음과 같이 제작되었다.

첫째, 실제 관측 영상을 실시간으로 전송이 가능하도록 원격 제어가 가능한 천체망원경을 제작하였다.

둘째, 스마트 기술을 적용하여 초등과학영재의 과학적 호기심과 탐구능력 향상을 위한 설계를 하였다. 스마트폰의 ‘Google별지도’ 애플리케이션을 활용한 원격 모니터링 서비스를 천체망원경과 연동하여 학습자가 관측 상황을 인지하고 대응할 수 있도록 각종 센서 및 전자장비를 탑재하였다. 다양한 공개 소프트웨어를 활용하여 제어하고 관측할 수 있는 자료를 제작하였으며, 자료의 조작 방법과 관측 계획을 수립하고 결과를 공유하였다.

셋째, 초등과학영재와 교사가 쉽게 배우고 사용할 수 있는 사용자 중심의 조작환경을 구성하였다. TCP 방식과 원격 데스크톱 방식으로 접근할 수 있는 GUI 방식의 입출력 제어장치를 탑재하여 달의 위치 변화와 망원경 상황을 모니터링 하고 촬영할 수 있는 웹캠과 촬영 후 영상 편집이 쉬운 망원경 CCD와 촬영 프로그램을 사용하였다.

넷째, 달 관측뿐만 아니라 지구 주위의 다른 행성과 별자리 관측도 가능하도록 확장 설계하였다. 달의 위상을 고정 촬영, 추적 촬영 할 수 있도록 카메라를 이원화하여 지상고정 CCTV 카메라로는 달의 위치변화를 확인하고 현재 천체의 상황을 파악할 수 있도록 하였다. 지구 주위 다른 행성과 별자리 관측을 쉽게 하기위해 필수적인 GOTO 기능의 쉬운 활용을 위해 망원경 제어 프로그램의 한글화 작업을 진행하여 한글 패치를 제작 하였다.

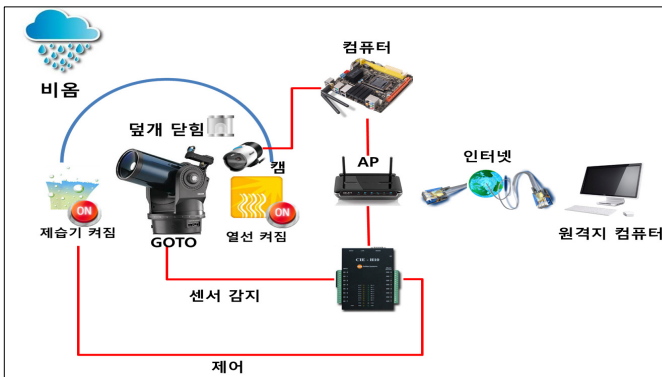
다섯째, 기상상황에 대응할 수 있는 장치를 탑재하고 자료가 원활히 작동되도록 성능이

검증된 부품을 사용하였다. 원격천체망원경은 관측지의 기상 상황(강우, 서리, 결빙)에 능동적으로 대응할 수 있도록 설계되어 디젤엔진 연료필터 수분감지 센서가 강우를 감지하여 자동으로 덮개를 덮어 망원경을 보호하며, TCP 컨트롤러를 이용하여 원격으로도 덮개를 열고 닫을 수 있도록 설계하였다. 또한, 낙뢰나 이상고압 전원 환경에서 정밀 장비 장애에 대응할 수 있도록 Anti-surge 설계 콘서트를 내부부품으로 사용하였다.

여섯째, 자료의 일반화를 위해 제작 및 정비가 용이하도록 설계하였다. 자료의 파손 등으로 인한 유지보수 시 신속하게 교체 및 정비가 가능하도록 규격화 된 범용 자재를 사용하였으며, 유지보수 및 기능 확장이 용이하도록 용접이나 접착 가공을 지양하고 볼트와 너트를 사용하여 제작하였다.



[그림 1] 원격천문대 시스템의 구성



[그림 2] 원격천문대 시스템의 작동원리

2. 천체관측 교육 프로그램

원격천문대 시스템을 활용하기 위한 교육 프로그램은 교육과정을 분석하여 프로그램의 목표와 학습내용을 선정하였으며 1-3차시 원격천문대 설치·조작하기, 4-6차시 달의표면 관찰·달의 위치변화 관찰하기, 7-9차시 여러 날 같은 시각 달 관찰, 10-11차시는 선택과정으로 목성·토성·금성 관찰하기, 마지막 12차시는 천체사진 전시회로 1차시 40분씩 총 12차시 분량의 교수·학습 프로그램을 개발하였다.

<표 5> 원격천문대를 활용한 교수-학습 계획

12차시	주제	학습목표
1-3 (120분)	원격 천문대 설치·조작하기	원격천문대를 직접 설치·조작함으로써 천체망원경의 사용법과 천구에 대한 이해를 높이며 이를 통해 천체 관찰에 대한 흥미를 높인다.
4-6 (120분)	달의 표면 관찰 하기	원격천문대를 이용하여 달 표면을 관찰하고 특징을 설명할 수 있다.
	달의 위치 변화 관찰	하루 동안 달의 위치변화를 원격천문대를 이용하여 관찰하고 달의 이동방향을 설명할 수 있다.
7-9 (120분)	여러 날 같은 시각 달 관찰	원격천문대를 사용하여 여러 날 같은 시각에 보이는 달의 모양과 위치를 관찰하고 그렇게 보이는 이유를 설명할 수 있다.
10-11 (80분)	목성 관찰하기 (선택)	원격천문대를 이용하여 목성과 목성의 위성들을 관찰할 수 있다.
	토성 관찰하기 (선택)	원격천문대를 활용하여 토성을 관찰하고 특징을 설명할 수 있다.
	금성 관찰하기 (선택)	원격천문대를 사용하여 여러 날 같은 시각에 보이는 금성의 모양과 위치를 관찰하고 그렇게 보이는 이유를 설명할 수 있다.
12 (40분)	천체 사진 전시회	천체망원경을 이용하여 학생들이 찍은 작품을 전시하여 서로의 작품을 감상한다.

3. 천체관측 교육 프로그램 활용

천문현상은 일몰 후에 관측할 수 있기 때문에 학생들은 하교 후 가정에서 조별로 날짜와 시간대를 정해 접속 한 후 관찰 결과를 저장하여 영재학급 수업시간에 가져온 사진들을 공유하고 시간별 촬영한 사진을 합성하였으며, 사진의 해상과 명도 조절 및 관측 결과를 발표하였다.

원격천문대 시스템을 활용하여 천체관측을 하기 위해서 일몰 후 가정에서 ‘TeamView’ 프로그램을 이용해 원격지 컴퓨터에 접속한 후 천문대 제어장치(Remio Lite)를 실행하여 관측을 위해 덮개를 열고 원격지 컴퓨터에 설치된 망원경 제어 프로그램의 [GO TO] 기능을 이용하여 천체를 자동 추적하고, ‘안카메라’ 프로그램을 이용하여 관측시간과 위치변화를 촬영하기 위한 사진 촬영 시간을 조정하였다.

4. 과학탐구능력의 변화

경기도 광주 A초등학교, 이천 B초등학교 5학년 과학영재학생들에게 원격전문대 시스템을 활용한 천체관측 교육 프로그램을 적용하기 전과 적용한 후 과학탐구능력 검사를 실시하였으며, SPSS 프로그램을 사용하여 사전-사후 측정값을 t 검증 하였다. 과학탐구능력의 하위요소인 기초탐구능력은 .05에서 유의미한 차이($t=2.873, p=.007$)가 있었으며($p<.05$), 통합탐구능력 또한 유의수준 .05에서 유의미한 차이($t=2.177, p=.037$)가 있는 것으로 나타났다($p<.05$). 기초탐구능력과 통합탐구능력을 종합한 과학탐구능력에 있어서 실험반의 사전, 사후점수 평균은 16.28, 17.71이고, 표준편차는 2.77, 2.86이다. 유의수준 .005에서 유의미한 차이($t=3.260, p=.003$)가 있었다. 이것은 원격전문대 시스템을 활용한 천체관측 프로그램이 초등과학영재의 과학탐구능력 신장에 효과가 있다는 것을 의미한다.

<표 6> 과학탐구능력 검사 t 검증 결과

하위요소	<i>M(SD)</i>		<i>t</i>	<i>p</i>
	사전	사후		
기초탐구능력	9.57 (1.98)	10.4 (1.75)	2.873	.007
통합탐구능력	6.71 (1.90)	7.31 (2.15)	2.177	.037
과학탐구능력	16.28 (2.77)	17.71 (2.86)	3.260	.003

($N=35$)

이러한 결과는 PBL 기반 천체관측 프로그램이 초등과학영재의 과학탐구능력 향상에 유의미한 영향을 준다는 (신명렬, 이용섭, 2011)의 연구결과와 일치하며, SGIM을 적용한 천문학습 프로그램이 초등과학영재의 과학탐구능력에 긍정적인 효과를 미친다는 (신명렬, 이용섭, 2011)의 연구결과와도 일치한다. 또한 초등학생의 일일 과학 체험활동이 과학적 탐구능력에 긍정적인 영향을 미친다는 (김인철, 2013)의 연구결과와도 일치한다.

이상과 같은 결과는 원격전문대 시스템을 활용한 천체관측 교육 프로그램이 실제 천체관측 프로그램과 같이 초등과학영재의 과학탐구능력 향상에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 의미한다.

5. 과학적 태도의 변화

경기도 광주 A초등학교, 이천 B초등학교 5학년 과학영재학생들에게 원격전문대 시스템을 활용한 천체관측 교육 프로그램을 적용하기 전과 적용한 후 과학적 태도 검사를 실시하였으며, SPSS 프로그램을 사용하여 사전-사후 측정값을 t 검증 하였다. ‘호기심’ 요소는 실험반의 사전, 사후 평균(M)은 3.69, 3.98이고, 표준편차(SD)는 .69, .68이다. 유의수준 .005에서 유의미한 차이($t=3.467, p=0.001$)가 있는 것으로 나타났다($p<.005$). ‘개방성’ 요소는 실험반의 사전, 사후 평균(M)은 모두 4.07이고, 표준편차(SD)는 .50, .56이다. 유의수준 .05에서 유의미한 차이($t=.003, p=.998$)가 없는 것으로 나타났다($p>.05$). ‘비판성’ 요소는 실험반의 사전, 사후

평균(M)은 3.67, 3.83이고, 표준편차(SD)는 .68, .73이다. 유의수준 .05에서 유의미한 차이 ($t=2.108$ $p=.042$)가 있는 것으로 나타났다($p<.05$). ‘협동성’ 요소는 실험반의 사전, 사후 평균 (M)은 4.00, 4.09이고, 표준편차(SD)는 .56, .57이다. 유의수준 .05에서 유의미한 차이($t=1.110$ $p=.275$)가 없는 것으로 나타났다($p>.05$). ‘자진성’ 요소는 실험반의 사전, 사후 평균(M)은 3.82, 4.08이고, 표준편차(SD)는 .53, .56이다. 유의수준 .05에서 유의미한 차이($t=2.422$ $p=.021$)가 있는 것으로 나타났다($p<.05$). ‘끈기성’ 요소는 실험반의 사전, 사후 평균(M)은 4.18, 4.20이고, 표준편차(SD)는 .57, .58이다. 유의수준 .05에서 유의미한 차이($t=.278$ $p=.783$)가 없는 것으로 나타났다($p>.05$). ‘창의성’ 요소는 실험반의 사전, 사후 평균(M)은 4.11, 4.13 이고, 표준편차(SD)는 .60, .62이다. 유의수준 .05에서 유의미한 차이($t=.264$ $p=.764$)가 없는 것으로 나타났다($p>.05$). 하위 요소를 종합한 과학적 태도의 경우 실험반의 사전, 사후 평균 (M)은 3.93, 4.05이고, 표준편차(SD)는 .42, .44이다. 유의수준 .05에서 유의미한 차이($t=2.733$ $p=.010$)가 있는 것으로 나타났다($p<.05$).

이러한 결과는 PBL기반 천체관측 프로그램이 초등과학영재의 과학적 태도에 유의미한 영향을 미친다는 (신명렬, 이용섭, 2011)의 연구결과와 IIM을 적용한 천문학습 프로그램이 초등과학영재의 과학적 태도에 긍정적인 효과가 있다는 (신명렬, 이용섭, 2011)의 연구결과와 일치한다. 또한 천체관측 수업이 과학적 태도 형성에 긍정적인 영향을 미친다는 (채동현, 2000)의 연구결과와도 일치하며, 초등학생의 일일 과학 체험활동이 과학적 태도에 긍정적인 영향을 미친다는 (김인철, 2013)의 연구결과와도 일치한다.

이상과 같은 결과는 원격천문대 시스템을 활용한 천체관측 교육 프로그램이 실제 천체관측 프로그램과 같이 초등과학 영재학생의 과학적 태도 신장에 효과가 있다는 것을 의미한다.

<표 7> 과학적 태도 분석 / 검증 결과

($N=35$)

하위요소	$M(SD)$		t	p
	사전	사후		
호기심	3.69 (.69)	3.98 (.68)	3.467	.001
개방성	4.07 (.50)	4.07 (.56)	.003	.998
비판성	3.67 (.68)	3.83 (.73)	2.108	.042
협동성	4.00 (.56)	4.09 (.57)	1.110	.275
자진성	3.82 (.53)	4.08 (.56)	2.422	.021
끈기성	4.18 (.57)	4.20 (.58)	.278	.783
창의성	4.11 (.60)	4.13 (.62)	.264	.764
전체	3.93 (.42)	4.05 (.44)	2.733	.010

IV. 결론 및 논의

본 연구는 초등과학영재교육에서 활용할 수 있는 원격천문대 환경을 구축한 후, 이를 활용한 천체관측 교육 프로그램을 개발하여 초등과학영재에게 적용함으로써 과학탐구능력 및

과학적 태도에 미치는 영향을 조사하였다.

이를 위하여 경기도 소재 광주 A초등학교와 이천 B초등학교에 재학중인 5학년 과학영재 학생들을 대상으로 본 연구에서 개발한 총 12차시 분량의 교육 프로그램을 적용하여 그 효과를 분석하였다. 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 초등과학영재를 위한 원격전문대 시스템을 어떻게 개발할 것인가의 연구결과는 실제 관측 영상을 실시간으로 전송이 가능하도록 원격 제어가 가능한 천체망원경을 제작하였으며, 스마트 기술을 적용하여 초등과학영재의 과학적 호기심과 탐구능력 향상을 위한 설계를 하였다. 또한 초등과학영재와 교사가 쉽게 배우고 사용할 수 있는 사용자 중심의 조작환경을 구성하여 달 관측뿐만 아니라 지구 주위의 다른 행성과 별자리 관측도 가능하도록 확장 설계하였다. 이때 원격전문대는 기상상황에 대응할 수 있는 장치를 탑재하고 자료가 원활히 작동되도록 성능이 검증된 부품 사용하였으며 자료의 일반화를 위해 제작 및 정비가 용이하도록 설계하였다.

둘째, 원격전문대 시스템을 활용하기 위한 천체관측 교육 프로그램을 어떻게 개발할 것인가의 연구결과는 교육과정을 분석하여 프로그램의 목표와 학습내용을 선정하였으며 1~3차시 원격전문대 설치·조작하기, 4~6차시 달의표면 관찰·달의 위치변화 관찰하기, 7~9차시 여러 날 같은 시각 달 관찰, 10~11차시는 선택과정으로 목성·토성·금성 관찰하기, 마지막 12차시는 천체사진 전시회로 1차시 40분씩 총 12차시 분량의 교수·학습 프로그램을 개발하였다.

셋째, 개발된 원격전문대 교육 프로그램이 초등과학영재의 과학탐구능력 및 과학적 태도에 어떤 영향을 미치는가의 연구 결과는 다음과 같다. 과학탐구능력의 하위 요소 중 기초탐구능력에서는 유의수준 .05에서 유의미한 차이($t=2.873, p=.007$)가 있는 것으로 나타났으며, 기초탐구능력의 하위요소 중 분류, 측정, 추리, 예상에는 큰 영향을 주지 않았지만 ‘관찰’ 요소는 유의수준 .005에서 유의미한 차이($t=3.407, p=.002$)가 있는 것으로 나타났다. 과학탐구능력의 하위 요소인 통합탐구능력에서는 유의수준 .05에서 유의미한 차이($t=2.177, p=.037$)가 있는 것으로 나타났으며, 통합탐구능력의 하위요소인 자료해석, 자료변환, 가설설정, 변인통제, 일반화에는 유의미한 차이가 없었지만 통합탐구능력은 유의수준 .05에서 유의미한 차이($t=2.177, p=.037$)가 있는 것으로 나타났다. 기초탐구능력과 통합탐구능력을 종합한 과학탐구능력에서는 유의수준 .005에서 유의미한 차이($t=3.260, p=.003$)가 났다. 이것은 원격전문대 시스템을 적용한 천체관측 교육 프로그램이 초등과학영재의 과학탐구능력 신장에 효과가 있다는 것을 의미한다. 원격전문대 시스템을 활용한 천체관측 교육 프로그램이 과학영재학생의 과학적 태도에 미치는 영향은 유의수준 .05에서 유의미한 차이($t=2.733, p=.010$)가 있는 것으로 나타났으며($p<.05$) 하위요소로는 개방성($t=.003, p=.998$), 협동성($t=1.110, p=.275$), 끈기성($t=.278, p=.783$), 창의성($t=.264, p=.764$)에서는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났으나, 호기심($t=3.467, p=.01$), 비판성($t=2.108, p=.042$), 자진성($t=2.422, p=.021$)에서는 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이것은 원격전문대 시스템을 활용한 천체관측 교육 프로그램이 초등과학 영재학생의 과학적 태도 신장에 효과가 있다는 것을 의미한다.

본 연구의 결과를 종합해 볼 때 원격전문대 시스템과 이를 활용한 천체관측 교육 프로그램

램은 기존의 지구 외부 세계와 학습자가 분리된 채 이루어진 천문교육을 스마트 인프라의 적용을 통해 참여와 공유, 융합을 구현하여 학습자의 역량을 강화시킬 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구의 주요 제한점을 요약하면 다음과 같다. 첫째, 연구에 투입된 과학영재학생의 수가 35명으로 적었기 때문에 연구 결과를 일반화시키는 것은 무리가 있다. 둘째, 연구에 사용된 망원경의 성능(예, 정밀성과 해상도)이 낮아서 천체의 관측 범위가 한정적이었기 때문에 광범위한 천문 교육을 실시하는 것이 제한적이었다. 향후 이상과 같은 본 연구의 제한점인 투입 인원 수와 망원경의 성능을 개선하여 후속 연구를 진행할 필요가 있다고 판단된다.

참 고 문 헌

- 고재근(1994). **천체관측자료의 활용을 통한 탐구력 신장 방안**. 현장교육 연구논문 발표대회 연구 보고서, 1-46.
- 교육과학기술부(2007). **초등학교 교사용지도서(5~6학년)**, (주)금성출판사.
- 권재술, 김범기(1994). 초·중학생들의 과학탐구능력 측정도구의 개발. **한국과학교육학회지**, 14(3), 251-264
- 김인철(2013). **초등학생의 일일 과학 체험활동이 과학적 탐구능력과 태도에 미치는 효과**. 석사학위 논문. 경남대학교.
- 백상호, 이재호(2015). 원격천문대 시스템의 개발. **(사)한국창의정보문화학회 하계학술발표논문집**, 2(2), 73-78.
- 신명렬, 이용섭(2011a). PBL 기반 천체관측 프로그램이 초등과학영재의 과학적 탐구능력과 과학적 태도에 미치는 효과. **대한지구과학교육학회지**, 4(1), 20-31.
- 신명렬, 이용섭(2011b). IMM을 적용한 천문학습 프로그램 개발·적용이 초등과학영재 학생의 과학탐구능력과 과학적 태도에 미치는 효과. **영재교육연구**, 21(2), 337-356.
- 양중우, 김현문, 김희수(2013). 인터넷 기반 원격천체관측 시스템 개발. **현장과학교육 연구논문**, 7(2), 77-84
- 유병욱(2012). **천문 중심 현장체험학습이 초등학생들의 천문개념 변화에 미치는 영향**. 석사학위논문, 서울교육대학교.
- 채동현(2000). 천체관측을 통한 학습이 천문성취도, 천문교수효능에 대한 신념, 과학적 태도에 미치는 효과. **한국초등과학교육학회지**, 18(2), 79-101.
- 한제준(2010). **초등학교 학생과 교사의 천체관측 경험 실태 분석 연구**. 석사학위논문. 전주교육대학교.
- Lelliott A., & Rollnick, M (2010). Big ideas: A review of astronomy education reaserch 1974-2008. *International Journal of astronomy concepts in the planetarium. Journal of Science Education*, 32(13), 1771-1779.
- Subramaniam, K., & Padalkar, S. (2009). Visualization and reasoning in explaining the phases of the moon. *International Journal of Science Education*, 31(3), 395-417.

= Abstract =

Development and Application of Remote Observatory System for Elementary School Gifted Students in Science

Jaeho Lee

Gyeongin National University of Education

Baek Sang Ho

Yangeol Elementary School

This paper aims at shaping remote observatory system environment for schools, developing astronomical observation program using that system and applying it to science-gifted elementary students in order to figure out effects on their scientific investigation ability and attitude. In order to figure out effects of astronomical observation program using remote observatory program on scientific investigation ability and attitude of science-gifted elementary students, test was conducted on gifted students class of 5th grade in A Elementary School(15) and those of 5th grade in B Elementary School(20). The summary of this paper's results are as follows. First, in order to compose remote observatory system, an astronomical telescope available for remote control to transfer actual observed images in real-time was manufactured. Second, learning program for using remote observatory system was developed by selecting contents through analysis of the curriculum. Third, in order to figure out effects of astronomical observation program using remote observatory program on scientific investigation ability and attitude of science-gifted elementary students. As a result, both of basic investigation ability and integrated investigation ability, sub-elements of scientific investigation ability, showed significant differences and scientific investigation ability combining basic and integrated investigation abilities showed significant differences as well. Effects of astronomical observation program applying remote observatory also showed significant differences and its sub-elements, openness, collaboration, patience and creativeness did not show significant differences while curiosity, critics and volunteering showed significant differences.

Key Words: Science-gifted Elementary Student, Remote Observatory, Remote Observatory system, Scientific Investigation Ability, Scientific Attitude

1차 원고접수: 2015년 10월 5일
수정원고접수: 2015년 10월 26일
최종게재결정: 2015년 10월 27일