

지구운동 중심 태양계 실험 모형이 초등 예비교사와 초등학교 교사의 천문개념 변화에 미치는 효과

채동현
(전주교육대학교)

The Changes of Preservice and Inservice Elementary School Teachers' Concepts of the Solar System Based upon Their Exposure to the Earth Motion Centric Solar System Model

Chae, Donghyun
(Jeonju National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study was to document the changes in astronomical concepts for preservice and inservice elementary school teachers after being presented with the newly devised Earth Motions Centric Solar System Model. The subjects of the study were 31 preservice and 30 inservice elementary schools teachers in the Jeonbuk Province. First, the author investigated the naive theories of the subjects, and then, compared that data to the data obtained after their exposure to the model.

The total number of items on the instrument for this study was 10. These items included questions about the motion of interior planets, the phases and sizes of interior planets, and the motion of exterior planets and comets.

After analyzing the answers to the items before the experiment, the author was able to confirm the existence of the naive theories regarding astronomical phenomena. Also, after the experiment, the author was able to observe the conceptual change in thought of the preservice and inservice elementary school teachers.

Results showed that learning through the new model had positive effects on the preservice and inservice elementary school teachers'

conceptualization of the interior planets' motion, phases and sizes, and the exterior planets' motion.

Key words: earth motion centric solar system model, astronomical concepts, naive theories, scientific concepts, interior planet's motion, exterior planet's motion.

I. 서론

초등학교에서는 낮과 밤(2학년 슬기로운 생활), 지구와 달(3학년), 별자리를 찾아서(4학년), 태양의 가족(5학년), 계절의 변화(6학년) 단원에서 태양, 별, 달의 일주운동, 밤

낮의 길이변화, 태양의 남중고도 변화, 달의 위상변화, 태양계 가족 등의 자연현상을 관찰을 통하여 학습하고 있다. 중학교에서는 지각의 물질과 변화단원(1학년)을 통하여 우리가 살고 있는 지구의 모습을, 대기와 물의 순환단원(2학년)에서 대기의 대순환과 관련이 있는 지구의 운동

에너지원으로서의 태양 등에 대하여 학습하고 있다.

고등학교에서는 태양계 탐사와 별(공통과학)에서 태양을 제외한 모든 행성들을 구체적으로 학습하고 더 나아가서 우리 은하의 구조를 학습하고 있다.

고등학교 2 3학년에서 다루는 지구과학Ⅱ에서는 지구의 운동과 태양계 그리고 별과 우주에서는 대학에서 전공을 할 수 있는 기본적인 소양을 구체적으로 학습한다.

하지만 이러한 천문 분야 관련 단원들이 학생들에게는 이해하기 어렵고, 교사들에게는 가르치기 어려워 “자신 없는 단원”인 것으로 나타나고 있다(고재근, 1994). 천문 분야는 다른 과학 분야와는 달리 학습 대상이 먼 거리에 있으며, 실험실 안에서 반복 실험이 불가능하여 많은 학생들이 이해하는데 어려움을 느끼고 있기 때문이다. 게다가 교과서는 실제 행성의 움직임과 그 원리를 파악할 수 있도록 하는 입체적인 그림 또는, 학습활동이 거의 전무한 실정이다. 행성의 크기나 순서만을 보여주고 있을 뿐, 운동하는 모습을 알도록 하는 내용이나 활동이 전혀 제시되어 있지 않다. 또한 국내·외 선행연구에 의하면, 학생과 교사들 중에는 천문내용에 대한 과학적 소양을 거의 지니고 있지 않은 것으로 밝혀졌다. ‘계절변화’에 대하여 지필 검사를 실시한 결과, 계절 변화 원인이 ‘지구와 태양의 상대적인 거리’라는 비과학적 개념을 갖고 있는 것으로 조사되었다(민준규, 1991).

초등학교 교육은 후속하는 모든 교육의 기초가 되고, 기본이기 때문에 다른 어떤 단계의 교육보다도 중요하며, 교사는 학생들에게 절대적인 영향을 끼친다. 탐구학습을 필요로 하는 천문 교육은 단순히 교과서에 제시된 그림이나 이론적인 내용만을 외우게 하거나, 직접 활동해 보지 않은 내용을 주입식·암기식 교육을 하는 것으로는 살아 있는 과학수업을 하기 불가능하다.

구성주의 관점에 따르면 학생들은 일상생활로부터 얻은 경험을 토대로 자연현상에 대하여 나름대로 개념을 형성하므로, 학습이란 이미 형성된 개념과의 상호작용을 토대로 학습자가 스스로 의미를 구성해 나가는 능동적인 활동이라고 할 수 있다. 그 능동적인 활동이 초등학교 교육에서는 반드시 필요하다.

학생들이 일상생활에서 과학지식을 충분히 이해하고 자연현상을 과학적으로 설명하리라 기대하기에는 무리가 있다. 예를 들면, ‘해가 동쪽에서 뜬다.’와 같은 말은 일상 경험과 일치하기는 하지만 은연중에 사람들로 하여금 과학 개념과 상반되는 개념을 인식시키게 된다. 이러한 유

년적 개념(naive theories; 일상적인 경험·관찰, 교과서에서 잘못 사용된 용어·그림, 교사의 잘못된 지식전달, 문화적 차이 등으로 과학자가 지닌 과학적 개념과는 다른 개념; 이 용어는 오인, 오개념, 대안 개념, 선입관, 대체적 체계 등의 용어로 사용되기도 함)은 견고하고 안정적이어서 단순히 주입식, 암기식 방법으로는 과학 개념으로 대체되기 어렵다.

지구가 편평하고 움직이지 않으며 태양과 달이 움직인다는 천동설에서 지구가 둥글고 자전하며 태양 주위를 공전한다는 지동설로 학생들의 우주관이 변하기 위해서는 자신들이 가진 경험적 신념의 한계를 깨닫고 다른 설명으로 대체해야 한다는 필요성을 이해할 때만 일어날 수 있다.

인지구조에 한번 정착된 유년적 개념은 즉각적으로 내면화하지 않고 단계별로 독특한 관념의 형태로 점진적으로 발전한다. 따라서, 한 두 시간의 전통적인 교수·학습 방법으로는 이러한 개념을 과학적 개념으로 바꾸기 어렵다.

그렇기 때문에, 효과적인 수업을 위해서는 첫째로, 교사는 반드시 학생의 경험적 신념(선 개념)을 반드시 알아야 한다. 둘째로, 교사들은 학생들로 하여금 자신의 신념(선 개념)에 의문을 품을 이유를 제공할 수 있어야 하고, 셋째로, 학생들이 이미 가지고 있는 설명적 틀이 다른 설명적 틀로 대체되어야만 하는 이유도 제공할 수 있어야 한다. 끝으로, 수업 계열은 한 영역을 구성하는 여러 가지 개념들의 순서에 위배되지 않아야 한다(권성기와 임청환 역, 2002).

구성주의적 관점을 진지하게 받아들여야 하면 학생들이 가지고 있는 개념의 다양성뿐만 아니라 교사들의 다양성도 고려해야 한다. 많은 교사들이 내용 수준에서 그들의 학생들과 비슷한 (대안)개념을 가지고 있다. 이것은 훈련받지 않은 교사들의 경우 더욱 그러하다. 어쨌든, 학습과정에서 교사들의 개념은 의심할 바 없이 중요하지만, 교사들의 잘못된 개념을 변화시킨다는 것은 학생들의 개념을 변화시키는 것만큼 어렵다고 보고되었다(Gunstone & Northfield, 1986).

따라서 본 논문은 학생들에게 천문개념을 효과적으로 이해시키기 위하여 새롭게 연구하여 개발한 ‘지구운동 중심 태양계 실험 모형’에 대해서 간단히 설명하고, 이 모형을 활용한 수업이 초등학교 교사와 예비교사들의 올바른 과학개념형성에 미치는 효과를 알아보는데 그 기본 목적

이 있으며 구체적으로는 다음과 같다.

- 1) 새롭게 고안한 '지구운동 중심 태양계 실험 모형'이란 무엇인가?
- 2) 초등학교 예비교사와 초등학교 교사의 유년적 개념은 어떠한가?
- 3) '지구운동 중심 태양계 실험 모형'은 올바른 과학개념 형성에 효과적인가?

II. 선행연구

지금까지 천문내용의 학습을 증진하기 위한 방법으로는 컴퓨터 보조수업을 통한 학습(구자옥과 안희수, 1996; 채동현, 1997), 비디오 시청을 통한 학습(류주현과 유계화, 1997), 역할놀이를 통한 학습(정남식 등, 1996), 개념도 작성을 통한 학습(김현빈과 유계화, 1997), 천체관측을 통한 연구(채동현, 2000) 등이 연구·보고되어 왔다.

Berr(1994)는 월식과 일식의 원인을 탐구하는 실험을 개발하였다. 이 실험에는 ①월식과 일식이 매일 일어나지 않는 이유를 먼저 알게 하고, ②핀 호울 카메라를 통한 일식을 관찰하는 방법, ③망원경을 통한 일식을 관찰하는 방법, ④거울을 통한 일식을 관찰하는 방법 등을 제시하고 있다.

Matthews et al.(1995)는 달에 대한 학습을 재미있고 효과적으로 할 수 있는 실험을 개발하였다. 교사와 행정가가 개발한 이 실험은 수학·천문학·문학의 통합적 접근을 통해 할 수 있도록 되어 있다.

정남식 등(1995)는 고등학교 1학년 과학반 학생들을 대상으로 소집단 역할놀이와 토의를 이용하여 고등학생들의 천문개념 이해도를 조사하였다. 연구결과, 학생들은 역할놀이 후 달 위상변화의 원인에 대해 높은 이해도를 보인 것으로 밝혀졌다.

구자옥과 안희수(1996)는 중학교 1학년 4개반 200명과 2학년 100명을 실험집단과 통제집단으로 나누어 천문학습에 있어서 개념도를 바탕으로 한 컴퓨터 보조수업(CAI)이 학업 성취도와 태도에 미치는 영향을 조사하였다. 연구 결과, 1학년의 경우 학업성취도 검사에서 실험집단이 통제집단보다 통계적으로 유의미한 차이를 보였으나, 반면에 2학년은 유의미한 차이를 보이지 않은 것으로 밝혀졌다.

채동현(1997)은 초등학교 6학년 2개반 96명(컴퓨터 수업반 : 49명, 전통 수업 반 : 47명)을 대상으로 자연과 천

문내용에 대한 컴퓨터 수업(CAI)이 과학성취도, 과학적 태도, 컴퓨터에 대한 태도에 미치는 효과를 조사하였다. 그 결과, 컴퓨터 수업반과 전통적 수업반 사이의 학업성취도는 유의미한 차이를 보였으나 과학교과에 대한 태도와 과학적 태도에서는 유의미한 차이를 보이지 않았으며 컴퓨터 보조수업이 컴퓨터에 대한 태도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

류주현과 유계화(1997)는 고등학교 3학년 97명(실험집단 : 99명, 통제집단 : 98명)을 대상으로 천문영역에 대한 STS프로그램 적용(비디오)이 학생들의 과학적 태도와 학업성취도에 미치는 효과를 조사하였다. 연구결과, 과학에 관련된 태도에 있어 실험집단이 통제집단보다 더 긍정적으로 향상되었고, 과학학습 성취도에 있어서도 실험집단이 더 높은 성취도 향상을 나타내었다.

김현빈과 유계화(1997)는 고등학교 지구과학 천문 영역인 'Ⅲ. 우주' 단원의 개념도를 작성하였는데 다음과 같은 결과를 보고하였다. ①보다 효과적인 이해를 위해 필요 없는 소단원명을 제외하고, 내용 전개상 관련 있는 개념들간의 연관성을 살린 재배열이 필요하다. ②상위 개념과 하위 개념의 체계적인 전개가 요구된다. ③개념들의 학습이 잘 되도록 학습 개념과 관련 있는 실례를 찾아 학습자의 경험과 인식에 관련을 맺도록 해야 한다.

채동현(2000)은 천체관측을 통한 학습이 천문성취도, 천문교수효능에 관한 신념, 과학적 태도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고하였다.

위와 같은 선행 연구들로부터 천문내용의 학습을 증진하기 위해 여러 가지 방안들이 시도되었음을 알 수 있다. 그러므로 본 연구는 예비교사 및 현직교사들이 지구운동 중심 태양계 실험 모형들을 직접 제작하여 실험하는 것이 내행성의 운동, 내행성의 위상과 크기, 외행성의 운동, 혜성의 운동에 어떤 효과가 있는 지 알아보하고자 하는 것은 중요한 의미를 가진다고 할 수 있다.

III. 연구 방법 및 절차

1. 연구대상

본 연구의 실험대상은 전주교육대학교 과학교육과 4학년에 재학 중인 초등 예비교사 31명과 현직 교사 30명으로 하였다. 현직 교사들은 전북지역 영재교육원에서 실시한 영재교육 연수과정을 이수하는 집단이다.

Table 1. Samples

Group	preservice	teacher	sum
sample	31	30	61

2. 검사도구

본 연구의 검사도구는 태양계내의 행성의 운동에 대한 개념변화를 알아보기 위한 것이다. 이 검사도구는 Dudley(1998)가 개발한 검사도구를 채동현과 하정훈(2002)이 수정·보완한 것이다. 연구 대상들의 다양한 반응을 유도할 수 있도록 모두 개방형 질문지법으로 제작하였다. 이 검사도구는 모두 10문항으로 내행성의 운동(3문항), 내행성의 위상과 크기변화(4문항), 외행성의 운동(1문항), 혜성의 운동(2문항)에 관한 내용으로 구성되었다(부록 1).

3. 실험보고서 개발

본 연구에 필요한 실험보고서는 채동현과 하정훈(2002)이 개발한 실험보고서를 이용하였다. 실험보고서는 실험 제목, 학습목표, 준비물, 원리, 실험과정, 실험결과, 결론, 문제점 및 보완점으로 구성되었다. 첫 시간에는 지구본 탐색을 통하여 여러 사실들을 찾아내게 하고, 둘째 시간에는 달의 운동을 통하여 달의 위상 변화 및 달이 한 쪽 면만 보이는 이유를 알게 한다. 셋째 시간에는 '지구운동 중심 태양계 실험 모형'을 만들어 보고 넷째 시간에는 이 실험 모형을 통하여 각 행성들의 배열 및 행성들의 운동을 이해할 수 있도록 한다. 마지막 시간에는 천동설과 지동설 모형을 비교함으로써 지동설이 맞는 것임을 확인하게 한다.

4. 수업처치

본 연구 수행을 위한 수업처치는 지구본 탐색, 달의 운동, 천구, 태양계, 천동설과 지동설에 대한 내용으로 각 주제 당 2시간 씩 총 10시간에 걸쳐서 이루어졌다. 이 시간에는 지구운동 중심 태양계 실험 모형을 만든 후 실험 보고서에 나와있는 내용들을 탐구하게 했고, 지구 위에서 관측자인 본인이 지구의 운동, 즉 자전과 공전을 느껴서 천체를 관측하도록 하였다.

5. 자료 수집 및 분석

지구운동중심 태양계 실험 모형을 활용한 수업 처치 전 후 초등예비교사와 교사의 태양계에 대한 개념유형의 변화를 알기 위해, 수업 처치 2주전과 수업 처치 1주에 검사도구를 예비교사 및 교사들에게 투입하여 자료를 수집하였다. 이들 예비교사와 교사의 응답은 과학적 개념과 유년적 개념으로 분류한 다음, 이들을 수업전과 수업 후로 구분하여 표로 나타내었다. 이들 응답을 비슷한 유형의 응답을 묶어 백분율로 나타내어 과학적 개념, 유년적 개념의 순으로 제시하였고, 유년적 개념은 응답률이 높은 순으로 차례대로 배열하였다.

IV. 연구결과 및 논의

1. 지구운동 중심 태양계 실험 모형에 대한 정의

지구운동 중심 태양계 모형은 태양을 포함한 모든 천체들의 일주운동과 연주운동을 지구 위에 있는 관측자가 지구의 자전과 공전을 바탕으로 인식해야 함을 강조하는 것이다. 그러나 현재 일부 교과서에서는 이론은 지동설로 설명하고 실험 방법은 천동설로 보여주고 있다. 학생들의 과학적 개념을 프톨레미에서 코페르니쿠스의 사고로 전환되도록 지도해야 되는데 그러지 못한 예가 많다고 할 수 있다. 연구자는 이런 현상이 생기는 원인으로는 천동설이 수업하는 데 편리하기 때문이라고 생각한다. 그러나 이것은 많은 문제를 야기할 수 있다. 따라서 천체의 운동을 지구의 자전과 공전의 개념으로 대체시킬 필요가 있다. 지구운동 중심 태양계 모형을 활용하는 수업은 ①지구본 탐색, ②달의 운동, ③천구, ④태양계, ⑤천동설과 지동설 등으로 구성되어 있으며 이들 각각의 구체적인 수업 방법은 다음과 같다.

1) 지구본 탐색

각 조에 하나씩 주어진 지구본을 가지고 지구 운동과 관련하여 알 수 있는 사실을 적어보도록 하였다. 대부분은 지구본을 가지고 알 수 있는 사실을 찾는데 어려움을 겪었다. 이러한 어려움을 겪는 이유로는 먼저 학교에서 가르치고 있는 교과서나 기타 여러 부교재 등에서 학생들이 보아온 태양계나 지구의 그림이 지구가 3차원적인 것, 즉 지구가 우주 공간상에 떠 있는 구(球)라는 생각을 가질

수 없게 만들었다는 사실을 들 수 있다. 따라서 학생들은 지구를 우주 공간상에 존재하는 구가 아니라 평면으로 인식하며, 지구를 평면이라고 인식하는 상태에서 지구의 자전과 공전을 설명하려 하기 때문에 지구의 운동에 대해서 설명하는데 어려움을 겪고 있다. 이러한 예는 '우리나라와 오스트레일리아에서 상현달을 관측했을 때 같은 모양으로 보일까, 아니면 다른 모양으로 보일까?'에 대한 질문으로 확인할 수 있다. 즉 전체 31명중에서 10명을 제외한 나머지 학생들이 우리나라와 오스트레일리아에서 관측할 수 있는 달의 모양이 서로 다를 것이라고 생각했다. 이것은 학생들이 공간개념에 대한 인식 부족에서 생기는 오류이다.

다음으로 학생들 대부분이 지구의 운동을 설명할 때 자신이 지구상에 존재하는 관측자의 입장에서 지구의 운동을 설명하는 것이 아니라, 자신이 지구 밖에서 지구의 운동을 관찰하는 입장에서 지구의 운동을 설명하려는 오류를 범하고 있었다. 즉 많은 학생들이 지동설이 아닌 천동설의 입장으로 지구와 여러 행성들의 운동을 설명하려 한다. 예를 들어 지구의 자전 방향을 설명할 때나 금성이 뜨는 방향을 설명할 때 많은 학생들이 동쪽, 서쪽과 같은 표현으로 지구의 자전 방향이나 금성을 볼 수 있는 방향을 설명하려 하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 지구본을 관찰할 때, 지구본 위에 막대를 세워 막대가 관측자라고 생각하고 지구본 위에서 자전 공전을 느끼게 한다. 이렇게 하면 지구의 공전이나 자전을 지구의 밖에서 관측하는 함으로써 가질 수 있는 오류를 수정할 수 있다.

2) 달의 운동

스티로폼 구와 우드락 판을 이용하여 달 모형을 만들고, 달 모형을 가지고 알 수 있는 사실 쓰도록 하였다. 달 모형을 만드는 과정에서 달 모형 주위에 각각의 위치에서 볼 수 있는 달의 위상을 그려 붙여 보았다(Fig. 1).

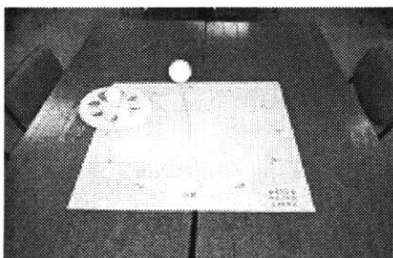


Fig. 1. Model for moon's motions

대부분의 학생들이 달의 위상변화와 달의 자전과 공전 등에 대해서 지금까지 배워온 것을 통해서 알고 있기는 했지만 그 지식이 대부분 불완전했고, 달의 운동에 대해서 완벽하게 이해를 하고 설명할 수 있는 학생이 드물었다. 예를 들어 상현은 몇 시에 볼 수 있는지 등에 대해서 제대로 이해하지 못하고 있었다.

그런데 달 모형을 스스로 만들어 보고 달의 위상을 스스로 그려서 붙여보는 활동을 통해서 달의 위상변화와 달의 운동에 대해서 자세히 알 수 있게 되었다.

또 지구 스티로폼 위에 핀을 꽂아, 이 핀이 관측자 자신이 있다고 생각하여 지구의 운동과 달의 운동을 함께 생각하였다. 이렇게 지구 스티로폼 위에 핀을 꽂아, 핀이 관측자라고 생각함으로써 달의 운동을 지구와 달 외부에서 관측함으로써 범할 수 있는 오류를 제거할 수 있고, 달의 위상 변화에 대해서도 지구상의 관찰자 입장에서 생각하기 쉽기 때문에 달의 위상변화에 대하여 더 쉽게 이해할 수 있었다.

3) 천구

소형 철 지구본과 투명한 플라스틱 반구를 가지고 북극, 중위도, 적도에서의 천구의 북극, 천구의 남극, 천구의 적도, 천정, 천저, 지평면, 자오선 등을 각각 표시해보고 위도에 따른 별의 운동과 태양의 고도 등에 대해서 살펴 보았다.

이 실험 과정에서 학생들이 많은 유년적 개념을 가지고 있는 것으로 나타났다. 학생들은 지평면을 천구 상에 표시할 수 없다는 사실을 제대로 이해하지 못하고 있었다. 또 위도에 따른 운동과 태양의 운동에 대해서 잘 설명하지 못했다.

그런데 소형 철 지구본에 자석으로 된 관측자 모형을 붙여보고 투명한 플라스틱 반구 위에 천정, 천저, 자오선 등을 표시해보는 과정을 통해서 모든 현상을 지구를 중심으로 사고하는 법을 터득할 수 있었다. 즉, 보통의 실험에서는 실험자가 천구의 바깥쪽에서 지구의 운동이나 별의 운동에 대해서 생각하기 때문에 여러 가지 현상들을 이해하기가 어렵다. 그런데 철 지구본에 자석으로 된 관측자 모형을 붙여봄으로써 관측자가 지구 위에 존재한다는 사실을 명확하게 인식할 수 있으므로 지구본 실험을 통해 나타날 수 있는 오류(즉, 관측자는 지구상에 존재하며 지구 위에서 모든 현상을 관측하고 있으므로 실험자 역시 이런 시각에서 모든 현상들을 이해해야 하나, 실험자가

지구본 바깥쪽에서 실험을 하고 있기 때문에 모든 현상을 지구 바깥쪽에서 이해하는 오류)를 줄일 수 있다.

또, 플라스틱 반구 위에 표시해보는 것뿐만 아니라 계절에 따른 태양의 고도와 전몰성, 출몰성, 주극성, 별의 일주 운동에 관한 그림을 그려보는 과정에서 그 동안 천문 분야에서 가지고 있던 지식들이 아주 불완전한 것이고, 잘못 된 것들이 많았다는 것을 깨닫게 되었다. 이렇게 불완전한 지식을 가지게 된 원인은 그 동안의 천문 영역의 학습이 실제적인 조작에 의한 활동이 아니라 단지 교과서에 제시된 그림만을 가지고 모든 현상을 이해하려고 했던 데에서 비롯된 것이다. 즉, 실제로 3차원 상에 존재하고 있는 것들을 2차원인 평면에 표현하려고 하는 과정에서 그 내용들이 잘못된 표현방법에 의해서 불완전하게 표현되었으며 또 그것을 받아들이는 학생들의 입장에서는 불완전하게 표현된 그림을 가지고 과학적인 개념을 형성하는 것이 불가능하다고 볼 수 있다.

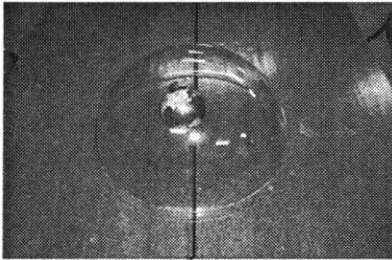


Fig. 2. Model for celestial sphere

4) 태양계

지구운동중심 태양계 실험 모형 만들기 전에는 태양계의 여러 가지 현상을 학생들에게 그림으로 표현해 보라고 하자 태양과 행성들의 현상을 평면으로 인식하고 있었다. 이렇게 학생들이 태양계를 평면으로 인식하는 유년적 개념을 가지게 된 이유는 그 동안 배워온 교과서나 그 외 교재에 제시된 그림들이 모두 태양계를 평면으로 보여주는 그림이었기 때문이다. 즉 학생들은 한 번도 태양계나 지구 그리고 그 밖의 행성들을 공간상에 존재하는 3차원으로 그려진 그림으로 보지 못했기 때문에 잘못된 그림을 통해서 잘못된 개념을 형성하게 된 것이다. 또 실제로 태양계의 모형을 직접 만들어보는 등의 학습을 하지 못한 것도 하나의 원인으로 볼 수 있을 것이다. 그래서 스티로폼 구와 우드락, 종이테이프, 철사 등을 가지고 지동설에 의한 태양계의 모형을 만들었다. 그리고 각 조에서 만든

태양계의 모형을 보고 알 수 있는 사실을 모두 쓰도록 하였다. 특히 이 실험 모형에서는 '태양계 내 행성들의 운동'을 각자 다른 공전 궤도를 따라 각 행성이 운동하는 모습을 재현할 수 있다. 즉, 각 행성들의 실제 운동하는 모습을 모형을 통해 재현해 봄으로써 내행성과 외행성의 운동을 이해하고, 태양계를 구성하는 천체들의 운동을 과학적으로 이해하고, 직접 확인할 수 있다.

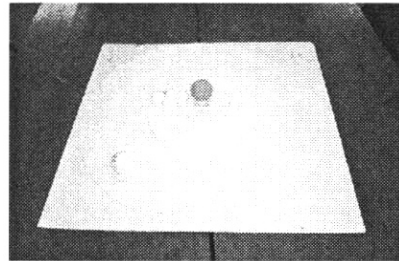


Fig. 3. Model for solar system

5) 천동설과 지동설

천동설에 의한 태양계의 모형을 만들어보고 지동설에 의해 만든 태양계의 모형과 천동설에 의해 만든 태양계의 모형을 비교해 보았다. 이런 모형을 만드는 과정에서 학생들은 자신이 가지고 있는 유년적 개념들을 수정할 수 있었다. 즉, 교과서에 제시된 그림으로는 행성의 크기나 순서는 알 수 있지만 행성들이 운동하는 모습은 이해하기 힘들다. 하지만 이렇게 태양계 모형을 만들어 보는 직접적인 활동을 통해서 실제 행성의 움직임과 원리를 파악할 수 있었다.

예를 들면 태양계 모형을 만드는 과정에서 학생들은 행성들이 같은 평면상에 존재하지 않는다는 사실 등을 알 수 있다. 또 외행성도 내행성과 마찬가지로 위상변화가 있을 것이라는 유년적 개념을 이런 태양계 모형을 만들어 봄으로써 수정할 수 있었다.

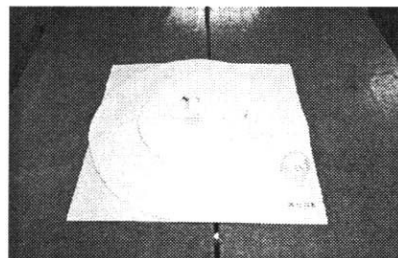


Fig. 4. Model for geocentric theory

천동설이나 지동설의 모형도 역시 마찬가지로 지구 위에 핀을 꽂아 그 핀을 관측자라고 생각하고 실험을 진행하였다. 이런 활동을 통해서 실험자는 자신이 실제 지구 위에 관측자일 때 관측할 수 있는 현상을 모형을 통해 이해할 수 있게 된다.

2. 실험 전·후 문항별 초등예비교사와 초등학교 교사의 유년적 개념 분석

각 집단 별 전체 교사들의 사전개념을 조사하고, 실험 후, 응답유형 변화를 조사하였다.

각 응답 유형별 인원수에 의한 백분율과 이유진술에 의한 과학적 개념 수와 유년적 개념 수 그리고 무응답 수를 백분율로 비교하였다. Table 아래 부분에 있는 진술은 응답자들이 진술한 내용들을 가장 과학적 개념에 가까운 순으로 배열하였다. 즉, 과학적 개념, 유년적 개념 순으로 제시하였고, 유년적 개념은 응답율이 높은 순으로 배열하였다. (가)항은 예비교사의 사전개념 조사 내용이고 (나)항은 교사들의 사전 개념 조사 내용이다.

1) 내행성의 운동

[문항 I-1] 관측자가 지구에 있을 때, 자정 이후에 동쪽하늘에서 관측할 수 있는 행성은 무엇입니까?

수업 전·후의 지구에서 관찰 가능한 행성에 대한 초등 예비교사와 초등학교교사의 응답 유형은 Table 2와 같다. 수업 전·후 위 질문에 대한 과학적 개념은 각각 예비교사는 93.5%에서 86.8%로, 교사는 40%에서 86.07%로 수업후의 과학적 개념이 높은 것으로 보아 지구운동 중심 태양계 실험 모형이 초등예비교사와 교사의 과학적 개념 형성에 효과가 있는 것으로 볼 수 있다.

[문항 I-2] 지구 주위에 눈금선이 그려져 있는데, 이러

한 눈금선 중 자정이 되었을 위치와 관측자가 본 동쪽하늘의 위치를 각각 M1과 E1로 나타내어 보시오.

수업 전후의 태양계 내에서의 행성들간의 상대적인 위치 개념에 대한 초등예비교사와 초등학교교사들의 응답유형은 Table 3과 같다. 수업 전·후 상대적인 위치 개념의 이해에 대한 과학적 개념은 각각 예비교사는 48.4%에서 93.5%로, 교사는 13.3%에서 50.0%로 바뀌었다. 수업후의 과학적 개념이 현저하게 높은 것으로 보아 지구운동 중심 태양계 실험 모형이 과학적 개념 형성에 효과가 있는 것으로 나타났다.

[문항 I-3] 관측자가 지구의 위치에 있다고 할 때, 행성 B를 태양이 저물기 시작할 때부터 세시간 동안 관찰하였다. 지평면에 대해 행성 B는 어떻게 보이는가?

수업 전·후의 내행성의 운동에 대한 초등 예비교사의 응답 유형은 Table 4와 같다. 수업 전·후 내행성의 위상과 크기 변화에 대한 과학적 개념은 예비교사는 32.3%에서 48.4%로 증가한 반면에 교사는 23.3%에서 13.3%로 과학적 개념이 떨어졌다. 예비교사는 수업후의 과학적 개념이 높은 것으로 보아 본 연구에서 개발한 실험모형이 예비교사의 과학적 개념형성에 효과가 있는 반면에 교사는 본 연구에서 개발한 실험모형이 효과가 없는 것으로 나타났다.

2) 내행성의 위상과 크기변화

[문항 II-1] 관측자가 C의 북반구 중위도 지방에 위치하고 있다고 가정하고, 태양이 진 후에 행성B와 달이 어떻게 관측되는지 그림으로 그려보시오.

수업 전·후의 내행성과 달의 운동(위치와 위상 개념)

Table 2. Response for Item I-1

(unit: %)

Response	Before class		After class		Remark
	Pre.	Teacher	Pre.	Teacher	
D	93.5	40.0	96.8	86.07	Scientific theory
B	3.2	13.3	3.2	13.3	Naive theory
C	10.0		10.0		
No answer	3.2	46.7			No answer

Table 3. Response for Item I-2

(unit: %)

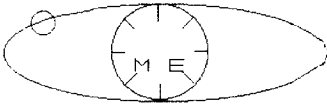
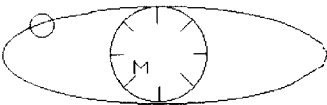
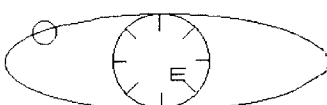
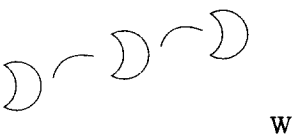
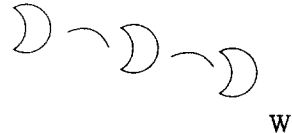

Response	Before class		After class		Remark
	Pre.	Teacher	Pre.	Teacher	
M,E understood 	48.4	13.3	93.5	50.0	Scientific theory
M understood 	12.9	23.3			Naive theory
E understood 	19.4	3.3	6.5	33.3	
M,E not understood	19.4	60.0		16.7	Others

Table 4. Response for Item I-3

(unit: %)

Response	Before class		After class		Remark
	Pre.	Teacher	Pre.	Teacher	
settting 	32.3	23.3	48.4	13.3	Scientific theory
rising 	12.9	3.3	3.2	40.0	Naive theory
crescent 	54.8	13.3	48.4	46.7	

에 대한 초등예비교사와 초등학교교사의 응답 유형은 Table 5와 같다. 수업 전·후 내행성과 달의 운동에 대한 과학적 개념은 예비교사는 6.5%에서 25.8%로, 교사는 3.3%에서 23.3%로 바뀌었다. 수업 전과 비교해 볼 때 현

격하게 과학적 개념형성이 이루어진 것으로 보아, 지구운동 중심 태양계 실험 모형이 초등예비교사와 초등학교교사의 과학적 개념형성에 효과가 있는 것으로 나타났다.

Table 5. Response for Item II-1

(unit: %)

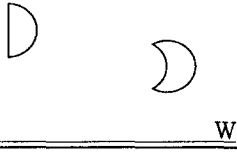
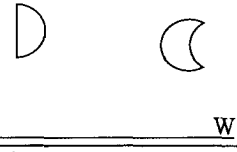
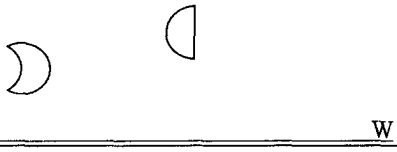
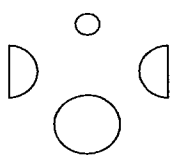
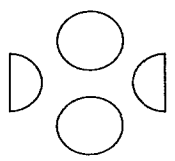
Response	Before class		After class		Remark
	Pre.	Teacher	Pre.	Teacher	
Location & phases understood					
	6.5	3.3	25.8	23.3	Scientific theory
Location understood					
	6.5				Naive theory
Phases understood					
	67.7	13.3	61.3	53.3	
Others	19.4	83.3	12.9	23.3	Others

Table 6. Response for Item II-2

(unit: %)

Response	Before class		After class		Remark
	Pre.	Teacher	Pre.	Teacher	
phases & sizes understood					
	64.5	6.7	74.2	33.3	Scientific theory
Phases understood					
	19.4	30.3	6.5	46.7	Naive theory
Phases & sizes not understood	16.1	20.0	19.4	6.7	
No answer		43.3		13.3	No answer

[문항 II-2] 관측자가 D의 행성에서 C의 행성을 바라 볼 때, 시계의 3시, 12, 9시, 6시 방향에 있는 C행성의 각 위상과 크기를 고려하여 그림으로 그려보시오.

수업 전·후의 내행성의 운동(위상과 크기 개념)에 대한 초등예비교사와 초등학교교사의 응답 유형은 Table 6 과 같다. 수업 전·후 내행성과 달의 운동에 대한 과학적

개념은 각각 예비교사는 64.5%에서 74.2%로, 교사는 6.7%에서 33.3%로 바뀌었다. 수업 전과 비교해 볼 때 너무나 현격하게 내행성의 변화에 대한 과학적 개념형성이 이루어진 것으로 보아 지구운동 중심 태양계 실험 모형이 초등예비교사의 과학적 개념형성에 효과가 있는 것으로 나타났다.

[문항 II-3] 지구(C) 위의 관측자가 A, B, D, M중에서 24시에 관측할 수 없는 행성을 모두 찾아보시오.

수업 전·후의 내행성 관측 여부에 대한 초등예비교사와 초등학교교사의 응답 유형은 Table 7과 같다. 수업 전·후 내행성과 달의 운동에 대한 과학적 개념은 각각 초등예비교사는 67.7%에서 74.2%로, 교사는 26.7%에서 43.3%로 바뀌었다. 따라서 수업 전과 비교해 볼 때 수업 후의 과학적 개념이 높은 것으로 보아, 본 연구에서 새롭

게 고안된 실험 모형이 초등예비교사와 교사의 과학적 개념 형성에 효과가 있는 것으로 나타났다.

[문항 II-4] 관측자가 C의 행성 위에서 B행성을 망원경으로 관찰했을 때, 어떻게 보이는지 위상을 그림으로 그려보시오.

수업 전·후의 내행성의 위상과 크기 및 그 변화에 대한 초등예비교사와 초등학교교사의 응답 유형은 Table 8과 같다. 수업 전·후 내행성의 위상과 크기의 변화에 대한 과학적 개념은 예비교사는 9.7%에서 32.3%로, 교사는 10%에서 23.3%로 각각 바뀌었다. 수업 후의 과학적 개념이 수업 전보다 높게 나타난 것으로 보아 본 연구에서 개발한 실험모형이 예비교사와 교사의 과학적 개념형성에 효과가 있는 것으로 나타났다.



Table 7. Response for Item II-3

(unit: %)

Response	Before class		After class		Remark
	Pre.	Teacher	Pre.	Teacher	
A,B	67.7	26.7	74.2	43.3	Scientific theory
A,B,D	32.3	73.3	16.1	13.3	Naive theory
A,B,M			6.5		
Others			3.2	43.3	

Table 8. Response for Item II-4

(unit: %)

Response	Before class		After class		Remark
	Pre.	Teacher	Pre.	Teacher	
Understood phases & principle of telescope					
	9.7	10.0	32.3	23.3	Scientific theory
Understood phases					
	90.3	36.7	67.7	73.3	Naive theory
No answer		53.3		3.3	No answer

3) 외행성의 운동

[문항 III] 지구상의 관측자가 화성을 E1→M1, E2→M2, ……볼 때, 화성을 가장 잘 관측할 수 있는 지구와 화성의 위치를 설명하시오.

수업 전·후의 외행성을 가장 잘 관측할 수 있는 경우에 대한 초등예비교사와 초등학교교사의 응답 유형은 Table 9와 같다. 수업 전·후 제일 좋은 외행성의 관측 시기에 대한 과학적 개념은 예비교사는 25.8%에서 93.5%로, 교사는 53.3%에서 86.7%로 바뀌었다. 수업 전과 비교해 볼 때, 수업 후의 외행성 관측에 대한 과학적 개념이 현격하게 높은 것으로 보아, 외행성을 잘 관측할 수 있는 경우에 대해서는 응답자 대부분이 과학적 개념이 형성되어 있는 것으로 나타났다.

4) 혜성의 운동

[문항 IV-1] 맑은 날 자정에 지구에서 관측자가 혜성을 바라보았을 때, 혜성의 관측여부를 설명하여 보시오.

수업 전·후의 혜성의 관측 여부에 대한 초등예비교사와 초등학교교사의 응답 유형은 Table 10과 같다. 수업 전·후 혜성의 관측 여부에 대한 과학적 개념은 각각 예비교사는 93.5%에서 90.3%로 감소한 반면에 교사는 36.7%에서 86.7%로 크게 증가하였다. 예비교사는 수업 후의 과학적 개념이 낮은 것으로 보아 본 연구에서 개발한 실험모형이 예비교사의 과학적 개념형성에 효과가 없는 반면에 교사는 이 실험 모형의 효과가 크게 나타나는 것으로 나타났다.

[문항 IV-2] 지구가 현재 위치에 있다고 가정할 때, 관측자가 A, B, C, D중 지구의 어느 위치에 있을 때 혜성이 가장 잘 보이겠는가?

수업 전·후의 혜성을 관측가능한 지구상의 위치에 대한 예비교사와 초등학교교사의 응답 유형은 Table 11과 같다. 수업 전·후 혜성의 관측여부에 대한 과학적 개념

Table 9. Response for Item III

(unit: %)

Response	Before class		After class		Remark
	Pre.	Teacher	Pre.	Teacher	
M4	25.8	53.3	93.5	86.7	Scientific theory
M1M7	54.8	46.7	6.5	13.3	Naive theory
Others	20.4				

Table 10. Response for Item IV-1

(unit: %)

Response	Before class		After class		Remark
	Pre.	Teacher	Pre.	Teacher	
Not observed	93.5	36.7	90.3	86.7	Scientific theory
Observed	6.5	36.7	9.7	13.3	Naive theory
No answer		26.7			No answer

Table 11. Response for Item IV-2

(unit: %)

Response	Before class		After class		Remark
	Pre.	Teacher	Pre.	Teacher	
C (with evidence)	80.6	10.0	90.3	56.7	Scientific theory
C (with no evidence)	16.1	26.7	3.2	36.7	Naive theory
A			3.2		
D	3.2	63.3	3.2	6.7	No answer

은 각각 예비교사는 80.6%에서 90.3%로, 교사는 10.0%에서 56.7%로 크게 증가하였다. 예비교사는 수업후의 과학적 개념이 낮은 것으로 보아 본 연구에서 개발한 실험모형이 예비교사의 과학적 개념형성에 효과가 없는 반면에 교사는 이 실험모형의 효과가 크게 나타나는 것으로 나타났다.

V. 결 론

본 연구는 교과서의 '태양계내의 행성의 운동'에 대한 내용 분석을 바탕으로 효과적인 교수·학습이 이루어질 수 있는 '지구운동 중심 태양계 모델'을 개발하고 이 모형을 초등학교 예비교사와 초등학교 교사에게 적용시켜 과학적 개념변화의 과정을 추적하고 이 실험 모형의 효과를 알아보고자 하였다.

이 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 지구운동 중심 태양계 모형은 태양을 포함한 모든 천체들의 일주운동과 연주운동을 지구 위에 있는 관측자가 지구의 자전과 공전으로 인해서 인식해야 함을 강조하는 것이다. 지구운동 중심 태양계 모형을 활용하는 수업은 ①지구본 탐색, ②달의 운동, ③천구, ④태양계, ⑤천동설과 지동설 등으로 구성되어 있다.

둘째, 내행성의 운동에 대한 예비교사들과 초등학교 교사들의 과학적 개념은 지구 운동 중심 태양계 실험모형을 활용한 수업 처치 후 예비교사는 정답률이 48.4%에서 93.5%로, 교사는 13.3%에서 50.0%로 크게 상승되었다. 따라서 이 실험모형을 활용한 수업은 예비교사와 초등학교 교사의 '내행성의 운동'에 대한 올바른 과학적 개념형성에 효과가 있음을 알 수 있다.

셋째, 내행성의 위상과 크기변화에 대한 예비교사와 초등학교 교사들의 과학적 개념은 실험모형 수업 처치 후 정답률이 예비교사는 64.5%에서 74.2%로, 교사는 6.7%에서 33.3%로 상승되었다. 지구운동중심 태양계 실험모형을 활용한 수업은 예비교사와 초등학교 교사의 '내행성 위상과 크기변화'에 대한 올바른 과학적 개념형성에 효과가 있음을 알 수 있다.

넷째, 외행성의 운동에 대한 예비교사들과 초등학교 교사들의 과학적 개념은 실험모형 수업 처치 후 정답률이 예비교사는 25.8%에서 93.5%로, 교사는 53.3%에서 86.7%로 급상승한 결과는 지구운동중심 태양계 실험모형 수업이 예비교사와 초등학교 교사의 '외행성 운동'에 대

한 올바른 과학적 개념형성에 효과가 있음을 보여 준다.

다섯째, 혜성의 운동에 대한 예비교사들과 초등학교 교사들의 과학적 개념은 실험모형 수업 처치 후 정답률이 예비교사는 93.5%에서 90.3%로 감소한 반면, 교사는 36.7%에서 86.7%로 크게 상승하였다. 따라서 지구운동 중심 태양계 실험모형을 활용한 수업은 초등 예비교사는 효과가 없는 반면 초등학교 교사는 '혜성의 운동'에 대한 올바른 과학적 개념형성에 효과가 있음을 알 수 있다.

전반적으로 예비교사와 교사들은 지구운동 중심 태양계 실험 모형을 활용한 수업 처치 후 더 높은 과학적 개념을 지니는 것으로 나타났다. 따라서 지구운동 중심 태양계 실험모형은 초등 예비교사와 교사의 '태양계 내의 행성의 운동'에 대한 올바른 과학적 개념형성에 효과가 있음을 알 수 있다. 끝으로 본 연구자는 이 연구를 통해 얻어진 '태양계 내의 행성의 운동'에 대한 지구운동 중심 태양계 실험모형이 앞으로 개발되어질 여러 과학 교과서 및 교육 자료 개발과 제작에 도움을 주어, 학생들에게 좋은 탐구 학습이 이루어질 수 있기를 바란다.

국 문 요 약

본 연구는 새롭게 고안된 "지구중심운동 태양계 실험 모형"이라는 실험모형을 통해서 초등 예비교사와 초등학교 교사의 "천문개념 변화"에 초점을 맞추었다. 전주에 소재하고 있는 전주교육대학 졸업반 학생 31명과 전북에서 근무하는 초등교사 30명을 연구 대상으로 하였다. 먼저 학생들의 사전개념을 조사하고, 이 실험 모형을 활용한 수업 전후에 개념검사를 실시하였다. 검사도구는 모두 10 문항으로 내행성의 운동, 내행성의 위상과 크기, 외행성의 운동, 혜성의 운동으로 구성되었다.

분석 방법은 사전 검사에서 천문개념에 대한 유년적 개념을 확인하고, 사후 검사에서 초등 예비교사와 초등학교 교사의 개념이 어떻게 변화되었는지를 조사하였다.

결과적으로 지구 운동 중심 태양계 모형이 내행성의 운동과 내행성의 위상과 크기변화, 외행성의 운동에 관한 내용에서는 올바른 과학적 개념형성에 효과가 있었다.

참 고 문 헌

고재근(1994). 천체관측 자료의 활용을 통한 탐구력 신장 방안. 현장교육 연구논문 발표대회 연구 보고서, 1-46.

- 구자옥, 안희수(1996). 중학교 지구과학 학습에서 개념도를 바탕으로 한 컴퓨터 보조수업이 학업성취도와 태도에 미치는 영향. 한국지구과학회지, 17(2), 183-191.
- 권성기, 임청환(역)(2002). 구성주의적 과학학습심리학. 시그마프레스.
- 김현빈, 유계화(1997). 고등학교 지구과학 교과서 「Ⅲ. 우주」 단원의 개념도 작성. 한국과학교육학회지, 17(4), 461-480.
- 류주현, 유계화(1997). 고등학교 과학 I (하) 천문영역에 대한 STS프로그램 적용이 학생들의 과학적 태도와 학업성취도에 미치는 효과. 한국지구과학회지, 18(6), 473-479.
- 민준규(1991). 중학교 및 지구과학교사의 지구와 달의 운동에 관한 개념. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 정남식, 우종욱, 정진우(1995). 중등 학생들의 천문개념의 유형별 분석. 한국지구과학회지, 16, 188-193.
- 정남식, 우종욱, 정진우(1996). 소집단 역할놀이와 토의를 통한 고등학생들의 천문개념 이해. 한국과학교육학회지, 16(1), 61-76.
- 채동현(1997). 초등학교 자연과 내용에 대한 컴퓨터 보조수업(CAI)이 과학 성취도와 과학적 태도에 미치는 효과, 한국초등과학교육학회지, 16(2), 225-241.
- 채동현(2000). 천체관측을 통한 학습이 천문성취도, 천문교수효능에 대한 신념, 과학적 태도에 미치는 효과. 한국 초등 과학교육학회지, 19(1), 47-58
- 채동현, 하정훈(2002). 새로운 태양계 실험모형이 초등에 비교사의 개념 변화에 미치는 효과. 한국 초등 과학교육학회지, 21(1), 43-60.
- Berr, S.(1994). Experiencing the eclipse. *The Science Teacher*, 29-33.
- Dudley, J. S.(1998). The Relation between drawing three-dimensional forms and understanding earth motions diagrams. Unpublished, doctoral dissertation, The State University of New York at Buffalo.
- Gunstone, R, & Northfield, D. J.(1986). *Learners-teachers-researchers: Consistency in implementing conceptual change*. Paper presented at annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco.
- Matthews, C., Campbell, T., & Craig, J.(1995). *Mooning in the middle school*.

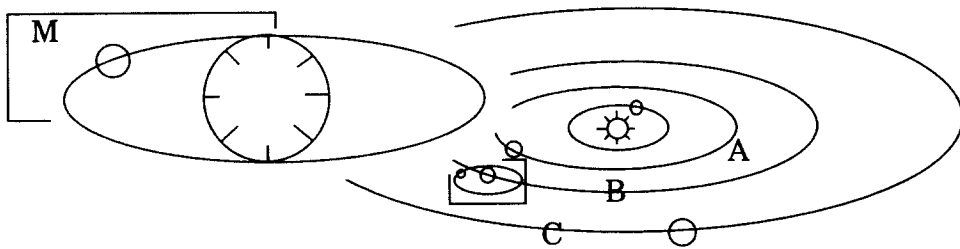
부록 1 〈질문지〉

성명 :

연락번호 :

본인이 가지고 있는 지구과학의 지식을 총 동원하여 아래의 그림을 기준으로 질문에 답하시오. 이 그림은 태양 주위를 중심으로 공전하고 있는 가상의 4행성(A, B, C, D)들과 달을 나타내고 있습니다. 아래의 행성들과 달은 거의 지면상의 동일한 평면 위에 있습니다.

I. 그림에서 모든 행성과 달은 반시계 방향으로 자전과 공전운동을 하고 있으며, 특히 C와 D는 24시간을 주기로 자전하고 있습니다. 태양을 제외하고 아래의 그림은 실제의 크기는 아니지만, 실제와 같은 비율로 그려져 있습니다.



1. 관측자가 C에 있을 때, 자정 이후에 동쪽하늘에서 관측할 수 있는 행성은 무엇입니까?

왜 그렇게 생각합니까?

2. C 행성 주위에 눈금선이 그려져 있는데, 이러한 눈금선 중 자정이 되었을 위치와 관측자가 본 동쪽하늘의 위치를 각각 M1과 E1로 나타내어 보시오.

왜 그렇게 생각합니까?

3. 관측자가 C의 위치에 있다고 할 때, B의 행성을 태양이 저물기 시작할 때부터 세시간 동안 관찰하였다. 지평면에 대해 행성B는 어떻게 보이는가?

왜 그렇게 생각합니까?

II 1. 관측자가 C의 북반구 중위도 지방에 위치하고 있다고 가정하고, 태양이 진 후에 행성B와 달이 어떻게 관측되는지 그림으로 그려보시오.

왜 그렇게 생각합니까?

2. 관측자가 D의 행성에서 C의 행성을 바라볼 때, 시계의 3시, 12, 9시, 6시 방향에 있는 C 행성의 각 위상과 크기를 고려하여 그림으로 그려보시오.

왜 그렇게 생각합니까?

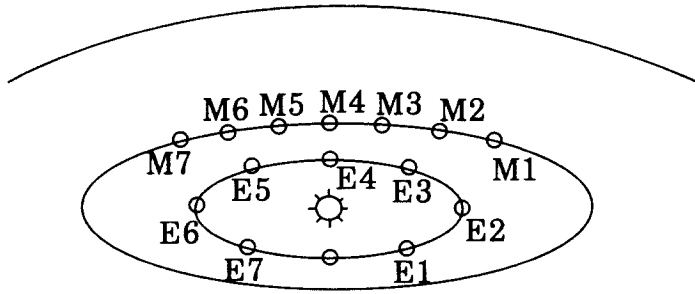
3. 지구(C) 위의 관측자가 A, B, D, M중에서 24시에 관측할 수 없는 행성을 모두 찾아보시오.

왜 그렇게 생각합니까?

4. 관측자가 C의 행성 위에서 B행성을 망원경으로 관찰했을 때, 어떻게 보이는지 위상을 그림으로 그려보시오.

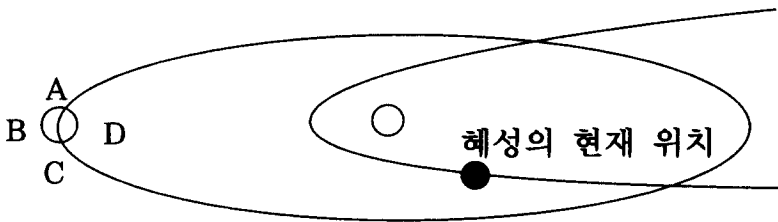
왜 그렇게 생각합니까?

Ⅲ. 아래의 그림에서 지구상의 관측자가 화성을 E1 M1, E2 M2, ……볼 때, 화성을 가장 잘 관측할 수 있는 지구와 화성의 위치를 설명하시오.



왜 그렇게 생각합니까?

Ⅳ. 1번부터 2번까지는 아래에 제시된 지구궤도와 태양과 같은 공전궤도면에서 돌고 있는 다른 행성의 부분적인 궤도를 보여주는 그림입니다. A, B, C, D는 지구의 적도를 나타냅니다.



1. 위의 그림에서 맑은 날 자정에 지구에서 관측자가 행성을 바라보았을 때, 행성의 관측여부를 설명하여 보시오.

왜 그렇게 생각합니까?

2. 지구가 현재 위치에 있다고 가정할 때, 관측자가 A, B, C, D중 지구의 어느 위치에 있을 때 행성이 가장 잘 보이겠는가?

왜 그렇게 답했는지 이유를 설명해 보시오.