

## 천문학적 공간개념 수준에 관한 검사도구 개발

김희수<sup>1,\*</sup> · 서창현<sup>2</sup> · 이항로<sup>3</sup>

<sup>1</sup>공주대학교 과학교육학부 지구과학교육 전공, 314-701 충남 공주시 신관동 182

<sup>2</sup>행신고등학교, 413-900 경기도 파주시 문산읍 문산리 31-1

<sup>3</sup>대전광역시교육청, 302-173 대전광역시 서구 둔산 2동 1294

### Development of the Test Tool of Astronomical Spatial Concept Level

Hee-Soo Kim<sup>1,\*</sup> · Chang-Hyeon Seo<sup>2</sup> · Hang-Ro Lee<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Major in Earth Science Education, College of Education, Kongju National University, Kongju 314-701, Korea

<sup>2</sup>Hangsin Highschool, 31-1, Munsanli, Munsan, Pajusi, Kyunggido, 413-900, Korea

<sup>3</sup>Daejeon Metropolitan Office of Education, Dunsan-2dong, Seogu Daejeon 1294, 302-173, Korea

**Abstract:** This study has developed the test tool to measure the level of spatial concept in the astronomy education for high school students. The items of the test tool are composed of basic elements (spatial position, spatial reasoning, spatial variation) forming spatial concepts in the astronomy. The test tool was applied to the 274 high school students. As a result of item analysis, the test tool showed that the content validity was 98%, the reliability (KR 20) was 0.84, the correct answer ratio 52% and the discrimination index 0.27. Therefore this result means that the test is useful when measure the level of astronomical spatial concept for the high school students.

**Keywords:** astronomical spatial concept, test tool

**요약:** 본 연구에서는 고등학생들의 천문학적 공간개념 수준을 측정하기 위한 검사도구를 개발하였다. 이 검사도구는 천문학적 공간개념을 이루고 있는 기본적인 하위 요소들 (공간위치, 공간추리, 공간변화)을 평가할 수 있는 평가문항으로 구성되어 있다. 개발된 검사도구는 274명의 고등학생들에게 투입되어 검증되었다. 문항 분석결과, 본 검사도구의 내용타당도는 98%였으며, 신뢰도(K-R 20)는 0.84, 정답률 52%, 변별도 지수 0.27로 나타났다. 따라서 이러한 결과는 본 검사도구가 고등학생들의 천문학적 공간개념 수준을 측정할 때 활용 가능성을 의미한다.

**주요어:** 천문학적 공간개념, 검사도구

## 서론

### 연구의 필요성 및 목적

천문학 영역의 학습내용은 3차원 우주공간에서 시간에 따라 공간적 상황이 변하는 공간 개념과 관련된 추상적인 개념이 많아 고도의 형식적 사고를 요구하는 분야이다. 그래서 천문학적 공간개념은 가르치기도 어렵고 배우기도 어렵다. 초등학교 수준에서의 천문학 학습은 관찰 가능한 천체들 중심으로 흥

미 위주로 진행되지만 상급학교로 진행하면서 공간개념 관련 내용이 많이 제시되어 천문학에 대한 흥미도가 점점 떨어질 뿐만 아니라 매우 어려운 학습분야로 인식되고, 천문학적 오개념도 크게 증가한다(장태완, 1994). 특히 고등학교 수준에서의 천문학 학습내용은 지구의 자전과 공전, 행성들의 운동, 달의 위치와 위상변화, 천동설과 지동설, 별의 밝기와 거리, 별의 운동, 은하의 분포 및 운동, 우주 기원설 등 천문학적 공간개념이 형성되어 있지 않으면 그 내용들을 이해하기가 어려운 것들이 대부분이다. 이러한 천문학적 공간개념에 대한 교수-학습을 체계적이고 효과적으로 진행하기 위해서는 먼저 학습자들에게 형성되어 있는 천문학적 공간개념 수준을 정확히 진단할

\*Corresponding author: heesoo54@kongju.ac.kr

Tel: 82-41-850-8291

Fax: 82-41-850-8299

필요가 있다. 그런데 지금까지 개발된 천문학적 공간 지각능력 검사지(김기정, 1997; 김주리, 1998; 하옥선과 이용복, 1999)는 대부분 초등 학생용이며 고등학생들의 천문학적 공간개념 수준을 측정할 수 있는 검사지는 거의 없는 실정이다.

이에 본 연구의 목적은 첫째, 7차 교육과정 3학년 과학에서 10학년 과학에 제시된 천문학 내용을 토대로 천문학적 공간 개념 관련 하위요소를 정하고, 그 요소들과 관련된 천문학적 공간 개념 수준을 측정할 수 있는 검사도구를 개발하고자 한다. 둘째, 개발된 검사도구에 대한 타당도 검증을 실시하고, 현장에 투입하여 신뢰도, 난이도, 변별도 등 문항분석을 실시한다. 셋째, 수정-재수정 과정을 거쳐 최종적인 천문학적 공간개념 수준 검사지를 완성한다.

**연구의 제한점 및 용어의 정의**

본 연구에서 개발한 검사도구는 다음과 같은 점 때문에 일반화할 때에는 그 한계가 있다.

1) 본 연구에서 개발한 검사지는 경기도 일대 고등학교 학생 274명에게만 투입하여 얻은 결과를 분석한 결과인 바 그 결과를 일반화하는 데는 그 한계가 있다.

2) 본 연구에서 정의한 공간개념의 하위 요소는 공간위치, 공간추리, 공간변화의 세 요소만으로 한정하여 개발한바, 다른 하위 요소가 있을 가능성도 있다.

**천문학적 공간개념:** 천문학 내용을 배경으로 즉 천체의 위치, 천체의 운동, 천체의 시간에 따른 변화 등을 표현한 공간위치, 공간추리, 공간변화 등과 관련된 개념을 의미한다.

**선행 연구**

공간개념의 일반적 정의는 사물 사이의 관계를 구조화하기 위하여 정신에 의해 창조된 개념으로 본다. 이러한 의미의 공간개념은 주관적이고 상대적인 개념으로 볼 수 있다. Piaget와 Inhelder(1963)는 공간개념을 위상적 공간개념, 투영적 공간개념, 유클리드적 공간개념으로 나누고 아동의 공간개념의 발달 순서는 위상적 공간개념-투영적 공간개념-유클리드적 공간개념이라고 하였다. 이들은 이러한 순서로의 공간개념 발달을 지각적 사고와 표상적 사고로 분리하여 설명하였다. 지각적 사고는 감각 기관에 관련되어 있고, 표상적 사고는 이미지의 정신적인 조작에 대하여 필

요한 것으로 보았다. Piaget가 제시하는 공간지각능력 또는 공간개념은 제한된 지구상에서 공간개념을 의미하지만, 우주 공간에서 일어나는 공간적 상황은 시간이라는 변수에 따라 그 공간적 상황(물체들의 배치)이 계속 변한다. 이와 같이 천문학적 공간개념은 시간적 흐름에 따라 공간적 상황을 이해·예측해야 하기 때문에 일반적인 공간개념과는 다소의 차이가 있고 더 어렵다. 이러한 천문학적 공간 개념과 관련된 선행연구 자료를 보면 다음과 같다.

장태완(1994), 김기정(1997), 그리고 김주리(1998)의 연구에서는 초등학교 중심으로 지구와 달의 운동에 대한 내용을 다루었으며, 이들에 이해를 위한 공간지각 및 공간 방향 능력의 중요성과 지동설 교육을 강조하였다. 민준규(1991)와 정남식(1995)은 각각 중학생 및 고등학생들을 대상으로 지구와 달의 운동에 관한 오개념 연구를 하였다. 김찬종과 이조옥(1996)은 ‘달의 위상변화와 빛에 대한 중등학교 학생들의 개념 사이의 관계’라는 연구에서 중등학생들은 달의 위상 변화와 빛 개념에 대해서 많은 직관적인 견해를 가지고 있음을 밝혔다. 이종석(1998)과 김희수(2002)는 전통적인 칠판수업 방식으로 설명하기 어려운 3차원적 천문학적 공간개념 관련 내용들을 2차원 또는 3차원 멀티미디어 교수-학습 프로그램을 활용하면 천문학적 공간 개념 획득에 도움이 될 수 있음을 보였다.

Barnett와 Blossom(2002)는 초등학교 학생들을 대상으로 달의 위상과 월식에 대한 오개념 연구에서 학생들의 오개념의 유형을 면담을 통해 조사하고 3차원 멀티미디어 프로그램을 통해 해소시킨 결과를 제시하였다. Trundle 등(2002)은 초등학교 교사들을 대상으로 수업 전후의 달의 위상 변화에 대한 개념 변화를 알아보기 위하여 관찰, 기록 내용 분석, 구조화된 면담 등을 통해 달 위상 관련 개념 수준을 조사한 다음, 오개념 퇴치 교수활동을 수행하여 긍정적인 결과를 얻어낸 질적연구를 수행하였다.

**연구 방법 및 절차**

**연구 순서**

본 연구는 7차 과학과 교육과정 중 과학3에서 과학10에 제시된 천문 개념과 관련된 내용 중심으로 우리 나라 고등학생들의 공간 개념 수준을 측정할 수 있는 검사도구를 Fig. 1과 같은 순서에 따라 개발

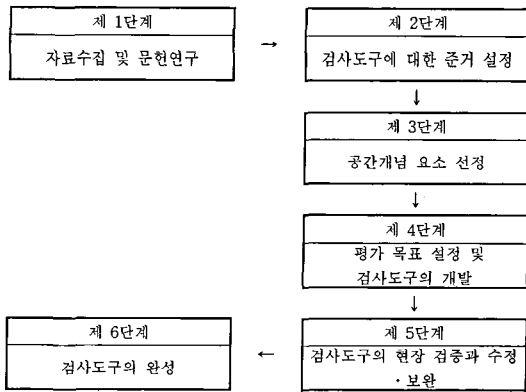


Fig. 1. Development procedure of a test tool on the level of astronomical spatial concept.

하였다(이연우, 1989; 이항로, 1991).

**검사도구에 대한 준거 설정**

검사 도구 개발의 준거를 다음과 같이 설정하였다.

- 검사도구 성격: 천문학적 공간 개념 수준을 측정할 수 있는 검사도구를 개발한다.
- 검사 내용: 7차 교육과정(교육부, 1997) 과학3-과학10에 제시된 천문학적 내용을 바탕으로 한다.
- 문항 수준: 천문학적 공간개념 수준은 고등학생들의 인지수준에 걸맞도록 하기 위하여(임철환, 1991), 김현재 외(1986)의 인지수준 분석틀을 참고한다. 즉 천문학적 공간개념 요인 세 가지 중, 공간위치 관련 개념은 구체적 조작기 수준에 맞게 개발하고(약 30%), 공간추리 및 공간변화는 형식적 조작기 수준에 맞게 개발한다(약 70%). 공간위치는 천체들이 천구상에 구체적으로 배열된 상황으로서 구체적개념

과 관련되며, 공간 추리 및 공간 변화는 추상적 개념과 관련된다.

- 검사 대상: 고등학생을 그 대상으로 한다.
- 문항 유형: 4지 선다형 지필고사 형태로 한다.
- 검사 시간: 순수 평가시간은 50분으로 한다. 평가 전에 학생들에게 검사의 목적이나 답안 작성 요령 등을 자세히 알려준다.
- 신뢰도, 난이도, 변별도가 적절한 값이 될 수 있는 문항을 개발한다.

**교육과정 분석 및 공간개념 요소의 선정**

7차 과학과 교육과정 중 과학3~과학10에 제시된 천문학적 공간개념 관련 내용은 Table 1과 같다. 여기에 제시된 주요 내용 및 개념들을 분석하여 공통적인 속성을 찾아 천문학적 핵심 개념으로 정하였다.

즉 여러 천문학적 개념들에 포함된 주요 개념들 중, 공통적인 핵심 개념을 다시 정리해본 결과 세 가지 정도로 정리되었다. 관찰된 위치와 방향을 통해 공간적 상황을 이해하는 ‘공간위치’ 요소, 관찰된 공간 위치를 보고 보이지 않은 공간적 상황까지 추정하는 ‘공간 추리’ 요소, 공간적 상황이 시간에 따라 달라지는 ‘공간 변화’ 요소의 세 영역 요소이다. 이러한 요소들에 대한 조작적 정의를 Table 2에 정리하였다. 따라서 이 세 가지 요소와 7차 과학과 교육과정의 천문학 내용들을 고려하면서 천문학적 공간개념 수준을 측정할 수 있는 문항을 개발하였다.

**검사도구 개발**

평가목표 설정 및 문항 개발: 7차 과학과 교육과정(교육부, 1997)을 토대로 본 연구에서 정한 세 가지

Table 1. 7th Curriculum analysis related astronomy contents

교과	단원	소단원 및 주요개념	개발 문항관련 내용
과학3	등근 달, 등근 지구	인공위성에서 관찰한 지구, 시간에 따른 달의 모양과 위치	지구모양, 달모양, 달위치
과학4	별자리 찾기	별자리 관찰, 계절에 따른 별자리	지구공전과 별자리
과학5	태양의 가족	태양의 모양 관찰, 태양계의 구성원	태양밝기
과학6	계절의 변화	지구의 운동과 계절 변화, 지구의 공전	지구운동, 지구자전, 계절, 밤과낮
과학8	지구와 별	지구의 모양과 크기, 행성의 관측, 행성의 특징 별의 관측, 별의 밝기와 등급, 우리은하 구성원	목성과 금성관찰, 행성운동, 별관찰
과학9	태양계의 운동	천체의 일주운동, 태양의 연주운동, 달의 모양, 일식과 월식, 행성의 운동	별의 일주운동, 달운동, 일식, 월식
과학10	태양계와 은하	태양계 구성원과 특징, 태양의 구조, 별의 일반적인 성질, 우리은하, 외부은하	토성특징, 별의 밝기, 태양흑점, 우주

**Table 2.** Main factor and definition related astronomical spatial concept

개념	하위 요인	정의
천문학적 공간 개념	공간위치	· 관찰자 위치와 방향에 따른 천체의 형태를 파악하는 능력 · 공간에서 자신과 천체의 위치관계를 이해하고 인식하는 능력 (관찰자와 천체의 위치관계로부터 시각적으로 보이는 장면 파악)
	공간추리	· 3 차원 공간의 구체적 형태나 구조를 찾아내는 능력 (보이는 공간상황을 보고 안 보이는 곳까지 추정해내는 능력)
	공간변화	· 시간에 따른 천체의 위치의 변화를 파악하는 능력 (시간의 따른 공간의 변화를 예측 및 이해하는 능력)

천문학적 공간개념 요소들과 관련된 주요 개념들을 찾고, 이들에 대한 평가목표를 각 요소별로 10개씩 정하여 총 30문항을 개발하였다. 개발된 문항은 천문학 내용전문가 2명, 지구과학교육학자 2명, 지구과학 교사 1명으로부터 검토를 의뢰하였다. 이 과정에서 연구자가 제시한 공간개념요소에 대한 정의와 평가목표를 안내하면서 검사 문항들의 내용 타당도, 정답의 객관도, 문항의 명료성을 검토하도록 의뢰하였다.

**1차 점검**

내용 타당도: 내용 타당도 점검은 개발된 문항이 평가목표를 잘 반영하고 있는지, 각 문항이 해당 공간개념요소를 반영하고있는지를 확인하여 그 결과를 점검표에 기록하도록 의뢰하였다. 이러한 과정을 통해 내용 타당도 지수(CVI: Index of Content Validity)를 산출하였다.

$$CVI (\%) =$$

평정자들이 같은 평가목표를 측정하는 것이라고 판단한 응답수/전체응답수×100

총 150개의 응답(5명의 평정자 30문항) 중 142개의 응답이 본 연구자와 동일하여 94.7%가 평가 목표와 일치했다. 이 값은 비교적 안정된 값이라고 생각된다(Daron, 1980; 황정규, 1989). 타당도 지수가 낮은 대부분의 경우는 평가목표가 세분화되지 않은 경우이다. 본 연구에서도 내용타당도 지수를 보다 더 향상시키기 위해서 평가 목표를 세분화하고, 전문가들이 지적한 여러 가지 사항을 참조하여 수정·보완하였다.

정답의 객관도(objectivity of the item, interrater reliability): 객관도란 검사의 결과를 채점했을 때 여러 명의 채점자들이 어느 정도 신뢰롭고 일치된 판단을 하느냐의 정도로 정의할 수 있다. 본 연구에서는 5명

의 전문가에게 개발한 검사문항과 정답의 객관도 점검표를 제시한 후, 답안을 작성하도록 의뢰하여 그 결과를 분석한 결과 Table 3에 보는 바와 같이 4번 문항에 대한 정답이 애매하다고 지적하였다. 그래서 이 문항은 삭제하기로 하였다. 객관식 문항의 경우 객관도는 가능하면 100%가 될 수 있도록 해야 한다.

문항의 명료성 점검(establishing clarity of the items)은 평가문항과 선택형문항을 개발할 때 고려해야 할 사항(Gronlund 1985)을 동일한 5명의 전문가에게 안내한 후, 각 항목별로 문제가 있다고 판단되는 사항을 점검표에 직접 기록하도록 의뢰하여 그 결과를 수정·보완하였다. 이러한 과정을 거쳐 지적된 문제점이 많은 6개 문항을 삭제하고, 28번 답지를 전문가들의 지적대로 수정·보완하였다.

2차 점검: 1차 점검 결과를 근거로 수정·보완한 24개 문항(하위 요소 3×8개 문항/요소 = 24문항)에 대한 내용 타당도, 정답의 객관도, 문항의 명확성을 앞서의 전문가들로부터 점검 받았다.

Table 4에 제시된 바와 같이 총 120개 응답(5명×24문항) 중 117개가 평가문항 개발자와 일치(약 97.5%)하여 내용타당도 지수가 1차 점검 때 보다 향상된 값으로서 비교적 내용 타당도가 높은 검사도구로 판단될 수 있다. 또 정답의 객관도는 총 120개 응답 모두가 본 연구자가 정한 정답과 일치하였다.

전문가들의 점검 결과를 근거로 하여 위에 \*표시된 3문항을 삭제하고, 7번 문항의 질문과 12번 문항의 ①답지의 내용을 명확한 형태로 수정·보완한 후 완성된 천문학적 공간개념 검사도구를 현장에 투입하여 검증을 실시하였다.

**검사도구의 양호도 현장 검증**

예비 검사: 본 연구에서 잠정적으로 완성된 검사도구를 현장에 투입하여 검증하는 목적은 본 검사도구

Table 3. The 1st results for item checking

문항	정답의 객관도				평가문항의 공간 요소			지적된 문제점
	①	②	③	④	공간위치	공간추리	공간변화	
1		5					5	
2				5			5	
3*	5					5		답지의 내용이 너무 단순함. 내용구분이 애매함.
4*			2	3	4	1		
5			5			5		
6	5				1	4		
7		5			5			
8			5				5	
9	5					5		
10	5				5			
11*		5				1	4	난이도가 너무 높은 문항임.
12		5					5	
13		5			5			
14*	5					5		화성의 모양에 대한 지식의 측정임.
15			5		1	4		
16	5				5			
17				5			5	
18				5			5	
19		5			5			
20				5			5	
21			5		5			
22		5			1	4		
23			5			1	4	
24			5		5			
25		5				5		
26				5		5		
27*				5	5			단순한 지식의 측정임. 거리의 역사승법칙을 활용할 수 있도록 함.
28	5				4	1		
29		5				5		
30*			5			1	4	천동설과 관련한 단순한 지식의 측정임.

\*표시가 된 문항은 삭제할 문항, 표 안의 숫자는 전문가들의 응답자 수임.

의 신뢰도, 객관도, 변별도, 문항 반응 분포에 근거한 오답의 효율성을 산출하여 그 결과를 토대로 평가문항을 수정·보완하여 활용하기 위함이다.

투입 대상: 본 연구에서 개발한 검사도구에 대한 현장 예비 검사를 위한 대상은 지역과 성별을 고려하여 표집하였으며 Table 5와 같이 3개 고등학교(남자 고등학교 1개, 여자 고등학교 1개, 남녀 공학 고등학교 1개)의 270명이다.

문항 분석(item analysis): 현장 예비검사에서 얻은 반응을 토대로 분석한 정답율, 신뢰도, 변별도, 문항의 반응 분포는 다음과 같다.

① 정답율(item difficulty)

정답율은 흔히 난이도라고 부르기도 한다. 정답률이 어느 정도이어야 하는지에 대한 일치된 견해는 없지만 4지 선다형의 경우, 20-80% 사이의 범위에서 평균 정답률이 63% 정도이면 알맞다고 알려져 있다 (Gronlund, 1985).

본 연구에서 얻은 각 문항에 대한 정답율은 40%에서 70% 범위내에 있으며 전체적인 평균 정답율은 51%로 다소 낮은 편이었다.

② 신뢰도(reliability)

신뢰도는 측정의 일관성 또는 측정의 정확도를 의미한다. 본 연구에서는 KR-20을 사용하여 신뢰도를 얻었다. 현장 예비 검증 결과를 토대로 얻은 본 검사지의 신뢰도는 0.81이었다. 이러한 결과는 집단 검사지로는 활용가능한 값이다.

Table 4. The 2nd results for item checking

문항	정답의 객관도				평가문항의 공간 요소			지적된 문제점
	①	②	③	④	공간위치	공간추리	공간변화	
1		5					5	
2				5			5	
3			5			5		
4	5							
5			5			5		
6			5				5	
7	5				1	4		명료한 질문이 필요함.
8	5				5			
9*		5					5	답지의 내용이 다소 애매함.
10		5			5			
11			5		1	4		
12	5				5			질문 내용을 분명히 표현할 것.
13				5			5	
14				5			5	
15*		5			5			다른 문항과 부분적으로 반복이 되었음.
16				5			5	
17			5		5			
18		5			1	4		
19	5						5	
20			5		5			
21*		5				5		단순한 지식을 묻는 문제임.
22				5		5		
23	5				5			
24		5				5		

\*표시가 된 문항은 삭제할 문항

Table 5. Pilot test group

지역	학교명	표집수 (단위: 명)		합계
		남	여	
도시	H고등학교	68	68	136
농촌 (읍·면)	M종합고등학교	66		66
	N여자종합고등학교		68	68
계	3개교	134	136	270

③ 문항 변별도 (item discrimination)

변별도는 문항이 상위그룹에 속하는 학생과 하위그룹에 속하는 학생을 얼마나 잘 구별할 수 있는가를 나타내는 수치이다. 본 검사에서는 상위 집단과 하위 집단으로 각각 50%씩으로 양분하여 측정하였는데, 그 결과는 0.26이었다. 그리고 2번 문항은 0.2에 약간 미달하여 부분 수정하여 그냥 사용하기로 했고, 9번 문항은 0.07로 상당히 미달하여 내용을 좀더 수정하여 사용하기로 하였다. 변별도 지수는 +1.0에서 -1.0까지 나올 수 있으며, +쪽으로 큰 값이 나올수록 그 문항은 좋은 문항이며, -값이 나오면 그 문항은 삭제

해야 할 문항이다. 그리고 0.2이상이면 무난한 문항으로 해석한다(Gronlund, 1985).

④ 문항 반응 분포(item response distribution)

좋은 문항 반응 분포는 정답에 많은 수가 분포되고 나머지 오답은 비슷한 매력을 갖고 있는 경우이다(진영은 외, 2002). Table 6에서 보는 바와 같이 오답에 대한 반응 분포는 대체로 하위 집단에 속하는 학생들이 상위 집단에 속하는 학생들보다 더 많이 반응하고 있어 전반적으로는 만족스럽다. 9번 문항의 ①번 문항과 ③번 문항은 문제 구성의 조건에 부적합하다고 판단되어 수정하였다.

Table 6. Item response distribution, item discrimination and item difficulty for pilot test

문항번호	집단	선택형 보기				무답	변별도 (N=270)	정답율 (%)
		①	②	③	④			
1	U	13	92	11	20		0.34	50
	L	27	46	41	20			
2	U	18	23	23	72		0.18	44
	L	31	26	31	48			
3	U	21	5	85	25		0.25	46
	L	37	8	41	50			
4	U	77	24	26	9		0.21	45
	L	48	34	34	20			
5	U	28	81	16	11		0.21	49
	L	38	53	26	19			
6	U	32	22	79	3		0.23	43
	L	48	38	38	12			
7	U	83	20	14	19		0.24	49
	L	51	36	28	21			
8	U	7	8	4	117		0.46	62
	L	33	31	19	53			
9*	U	35*	71*	23	7		0.07	48
	L	34*	62*	22	18			
10	U	33	21	74	8		0.25	41
	L	46	26	40	24			
11	U	75	35	23	3		0.29	40
	L	36	54	32	14			
12	U	6	7	14	109		0.28	66
	L	16	15	34	71			
13	U	2	12	19	103		0.21	64
	L	6	28	30	72			
14	U	30	8	17	81		0.21	48
	L	37	22	25	52			
15	U	8	9	111	8		0.33	65
	L	21	26	66	23			
16	U	13	120	2	1		0.51	62
	L	58	51	17	9	1		
17	U	112	11	10	3		0.32	66
	L	68	19	36	13			
18	U	20	19	72	25		0.21	42
	L	24	36	43	33			
19	U	43	76	4	13		0.21	45
	L	67	47	6	16			
20	U	76	17	28	15		0.23	44
	L	45	29	32	30			
21	U	16	69	12	39		0.22	39
	L	29	39	11	56	1		

\*: 고쳐야 할 문장 U: 상위집단 L: 하위집단 ■: 선택형보기의 정답

Table 7. Post test group

지역	학교명	표집수 (단위: 명)		합계
		남	여	
도시	K고등학교	68	69	137
농촌(읍·면)	P고등학교	69		69
	N여자종합고등학교		68	68
계	3개교	137	137	274

**본 검사**

현장 예비 검사 결과를 토대로 수정·보완된 검사 도구를 다시 현장에 투입하여 효율성과 적절성을 검사하였다.

**투입 대상**

투입 대상은 Table 7과 같이 지역과 성별을 고려하여 표집하였으며, 3개 학교 274명(남자 137명, 여자 137명)이다. 이 학생들에게는 논리적 사고력을 알아보기 위해 GALT(Group Assessment of Logical Thinking) 검사지(송복현, 1991)를 투입하여 그 수준을 알아보았다. 그 결과 약 27%는 구체적 조작기 수준에 있고, 약 73%는 형식적 조작기 수준이었다. 이러한 결과는 임청환 (1991)과 김희수(1993)의 연구결과와 거의 일치된 것이다.

**문항 분석**

현장 예비 검증과 동일한 방법으로 현장검증 반응 결과를 토대로 정답율, 신뢰도, 변별도 등을 Table 8과 같이 산출하였다. 그 결과 정답율은 약 52%로 다소 낮은 편이었다. 천문학적 공간개념은 천체의 위치와 움직임을 종합적으로 이해해야 하는 특징 때문에 판단되었다. 문항의 신뢰도는 0.84로써 1차 현장 검증 때보다 향상된 값이었다. 이것은 집단 천문학적 공간개념 수준 측정 검사지로 활용할 수 있음을 보이는 값이며, 개별검사지로도 사용할 수 있음을 암시한다. 변별도는 1차 현장 검증 때 보다 약간 향상된 값으로써, 전체의 변별도 지수는 0.27이었다. 문항 변별도 지수의 허용 범위를 다소 벗어난 문항은 5번 문항으로 예비검사 때와 달리 변별도가 0.18로 기준치 0.2보다 약간 미달하나 커다란 차이가 아니므로 그냥 사용하도록 하였다. Table 8에 제시된 바와 같이 문항 반응 분포에서 오답에 대한 반응 분포를 보면 전반적으로 하위 집단에 속하는 학생들이 상위 집단에 속하는 학생들보다 더 많이 반응하고 있어 문항 구성의

조건을 만족하고 있으며, 각 문항의 4개 답지에 대한 대상학생의 50%에 가까운 학생들이 정답지에 반응하고, 그 나머지가 오답지에 고르게 분산되어야 한다는 조건에 대부분의 문항들이 충족되고 있다.

**천문학적 공간개념과 논리적 사고력과의 관계**

천문학적 공간개념 성취도와 논리적 사고력과의 관계를 알아보았다. 이들 사이의 상관계수는 0.83으로 비교적 좋은 상관성을 보여주어 논리적 사고력이 좋은 사람이 천문학적 공간능력도 좋다는 해석을 할 수 있었다. 또 Table 9에 보는 바와 같이 논리적 사고력(GALT) 점수가 천문학적 공간개념 점수보다 높게 나왔다. 이러한 결과는 논리적 사고력 검사지보다 본 연구에서 개발한 검사지가 더 어려웠던 것으로서, 시간 개념과 공간 개념이 섞여 종합적으로 나타난 천문학적 공간개념을 이해하기 위해 논리적 사고력 뿐만 아니라 추리력, 분석력, 종합적 사고력 등이 필요함을 암시한다. 그리고 남자가 여자보다, 도시의 학생들이 농촌의 학생들보다 두 가지 점수가 모두 높게 나왔으나 이것은 표본의 선택효과(selection effect)로 판단된다.

**논의**

본 연구에서 개발한 천문학적 공간개념 수준 검사 도구는 고등학교 학생들이 기본적으로 이해해야 할 기본 개념들을 조사하여 앞서 제시한 천문학적 공간개념에 하위 공간 개념 요소(공간위치, 공간추리, 공간변화)별로 개발된 것이다. 그리고 전문가 5명을 통한 검증과 1, 2차 현장 검증을 통해 검사지를 완성하였다. 본 연구는 고등학교용 천문학적 공간개념 수준을 측정할 수 있는 검사 도구가 거의 없어서 시도한 것으로서 향후 많은 수정·보완이 있어야 할 것으로 판단된다. 천문학적 공간개념은 매우 복잡하고 추상적인 내용이 많다. 또 천문학적 공간개념에는 시간개념과 공간개념이 동시에 섞여 하나의 현상으로



Table 8. Item response distribution, item discrimination and item difficulty for post test

문항 번호	집단	선택형 보기				무답	변별도 (N=274)	정답률 (%)	신뢰도 계수	공간 요소
		①	②	③	④					
1	U	11	98	12	16		0.38	52	0.86	변화
	L	29	46	39	23					
2	U	19	16	17	85		0.26	49	0.86	변화
	L	36	29	22	50					
3	U	22	6	86	23		0.32	54	0.80	추리
	L	38	9	42	48					
4	U	86	18	22	11		0.21	57	0.84	추리
	L	57	28	34	18					
5	U	28	77	22	10		0.18	47	0.83	위치
	L	39	53	29	16					
6	U	33	19	84	1		0.31	45	0.83	변화
	L	51	34	41	11					
7	U	74	19	26	18		0.21	43	0.83	추리
	L	45	32	31	29					
8	U	8	7	4	118		0.46	63	0.85	위치
	L	35	32	15	55					
9	U	23	98	9	7		0.27	58	0.86	위치
	L	38	61	26	12					
10	U	36	17	75	9		0.23	43	0.83	추리
	L	48	29	43	17					
11	U	78	31	21	7		0.22	45	0.84	위치
	L	48	49	28	12					
12	U	8	9	9	111		0.28	67	0.84	변화
	L	21	22	21	73					
13	U	4	14	21	98		0.23	60	0.85	변화
	L	9	29	32	67					
14	U	27	9	18	83		0.20	46	0.87	변화
	L	34	24	24	55					
15	U	11	11	103	12		0.28	61	0.88	위치
	L	24	27	65	21					
16	U	17	117	2	1		0.28	63	0.83	추리
	L	57	56	15	9					
17	U	104	14	13	6		0.28	61	0.84	변화
	L	65	20	37	15					
18	U	17	21	75	24		0.24	42	0.85	위치
	L	25	36	42	34					
19	U	41	82	2	12		0.23	48	0.84	추리
	L	65	51	3	18					
20	U	78	16	28	15		0.21	46	0.87	위치
	L	49	28	27	33					
21	U	14	79	8	36		0.29	43	0.83	추리
	L	32	39	15	51					

\*: 고쳐야 할 문항 U: 상위집단 L: 하위집단 ■: 선택형보기의 정답

**Table 9.** Test of logical thinking ability and astronomical spatial concept level

구분	검사 종류	천문학적 공간 개념			논리적 사고력		
		정답율	평균	표준편차	정답율	평균	표준편차
지역별	도시	56%	11.87	5.11	59%	11.89	4.69
	농촌	48%	10.15	4.88	54%	10.87	4.37
성별	남학생	54%	11.41	5.06	58%	11.75	4.53
	여학생	50%	10.61	4.93	55%	11.01	4.54

\*천문학적 공간개념은 21문항, 논리적 사고력은 20문항임.

**Table 10.** Characteristic of the test developed in this study

문항수	21문항
검사지의 형태	객관식 4지 선다형
적용 대상	고등학생
검사 시간	50분
변별도	0.27
정답률	52%
신뢰도 (KR 20)	0.84

나타나므로 논리적 사고력, 추리력, 분석 및 종합적 사고력 등의 고도의 정신 능력이 필요한 개념들로 구성되어 있다. 따라서 이러한 점들을 좀 더 면밀히 분석하여 보다 타당하고 신뢰로운 천문학적 공간 개념 수준을 측정할 수 있도록 도구가 개발되어야 할 것이다. 본 연구에서 개발한 검사도구는 다소 정답률이 낮고 천문학적 공간 개념 요소를 정교하게 반영하였는지에 대한 점은 앞으로 더 연구해야 할 사항으로 판단된다. 본 천문학적 공간능력 검사도구의 특징은 Table 10과 같다.

### 결론 및 제언

본 연구에서 얻은 결론 및 제언은 다음과 같다.

본 연구에서는 21개 문항 4지 선다형으로 구성된 천문학적 공간 개념 검사도구를 개발하였다. 이 검사도구는 1, 2차에 걸쳐 전문가들의 타당도 검증을 받았으며, 두 차례에 걸쳐 현장 검증을 받아 수정·보완되었다. 274명의 고등학생들에게 투입한 결과 정답률(난이도) 52%, 변별도 0.27, 신뢰도(KR-20) 0.84로서 집단 천문학적 공간능력검사도구로 활용할 수 있음을 보여주었다.

천문학적 공간개념과 논리적 사고력과의 상관관계를 살펴본 결과, 상관계수가 0.83으로서 양호한 상관성이 있음을 보여주었다. 그리고 두 검사의 성취도에서는 천문학적 공간개념 점수가 논리적 사고력 점수

에 비하여 다소 낮게 나왔다. 이러한 결과는 천문학적 공간 개념이 시간개념과 공간개념이 섞여 복잡한 현상으로 나타나 고도의 사고력이 있어야 이를 이해할 수 있음을 암시한다.

천문학적 공간개념은 우리가 일상 생활에서 구체적으로 경험할 수 있는 내용이 많지 않다. 그래서 학습자들이 천문학적 개념들에 대한 개념을 나름대로 갖게 되어 오개념을 가질 가능성이 많다. 따라서 향후 보다 신뢰도 높은 천문학적 공간개념 수준 측정도구의 개발과 아울러, 3차원 가상현실 등의 프로그램을 개발하여 실제와 유사한 가상의 3차원 우주 공간을 돌아다니며 경험할 수 있게 하는 학습 프로그램의 제공하는 것이 필요하다고 본다.

### 감사의 글

본 연구는 학술진흥재단의 연구비 지원(KRF-2001-005-B22004)에 의해 수행되었다. 관계자에게 감사드린다.

### 참고 문헌

- 교육부, 1997, 과학과 교육과정. 제 7차교육과정 교육부 고시 제 1997-15호 (별책 9).
- 김기정, 1997, 지구와 달의 운동에 대한 개념 성취도와 공간 능력과의 상관관계. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문, 49 p.
- 김주리, 1998, 초등학교의 공간능력과 천체운동 개념 성취도의 관련성 연구. 한국교원대학교대학원 석사학위논문, p 9.
- 김찬중, 이조옥, 1996, 달의 위상 변화와 빛에 대한 중등학교 학생들의 개념 사이의 관계. 지구과학회지, 17(1), 8-21.
- 김현재, 이철희, 채규준, 1986, Piaget 사고유형에 의한 4·6학년의 자연과 내용분석. 한국과학교육학회지, 6(2), 15-33.

- 김희수, 1993, 고등학생들의 논리적 사고수준과 탐구능력의 분석. 한국지구과학회지, 14(4), 424-431.
- 김희수, 2002, 웹기반 지구과학교육에서 가상현실 기술의 활용. 한국지구과학회지 23(7), 531-542.
- 민준규, 1991, 중등학생 및 과학교사의 지구와 달의 운동에 관한 개념. 한국교원대 학교 대학원 석사학위 논문, 20 p.
- 송복현, 1991, 고등학교 학생의 과학적 사고발달에 관한 연구. 공주대학교 석사학위 논문, 45 p.
- 이연우, 1989, 과학 탐구능력 측정을 위한 표준화 검사지 개발. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문, 51 p.
- 이종석, 1998, 중학생들의 공간개념 획득을 위한 멀티미디어 학습 프로그램의 개발. 공주대학교교육대학원, 석사학위논문, p. 27.
- 이항노, 1991, 고등학교의 과학 탐구능력 측정을 위한 평가 도구 개발. 한국교원대 학교 석사학위 논문, 88 p.
- 임청환, 정진우, 1991, 고교생 논리적 사고력과 과학 탐구 기능 사이의 상관관계에 관한 연구. 한국과학교육학회지, 11(2), 23-30.
- 장태환, 1994, 지구와 달의 운동에 대한 아동들의 개념조사 연구. 한국교원대학교 석사학위논문, p 9.
- 정남식, 1995, 소집단 역할놀이와 토의를 통한 고등학생들의 지구와 달의 운동 개념 변화. 한국교원대학교 대학원 박사학위 논문, 191 p.
- 진영은, 조인진, 김봉석, 2002, 교육과정과 교육평가의 탐구. 학지사, 394 p.
- 하옥선, 이용복, 1999, 지구자전에 대한 초등학교 학생들의 개념 유형에 관한 연구. 한국초등과학교육학회지, 16(1), 103-122.
- 황정규, 1989, 학교 학습과 교육평가. 교육과학사, 50 p.
- Barnett, M. and Blossom, R. B., 2002, Addressing children's alternative frameworks of the Moon's phase and eclipse. *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (8), 859-879.
- Doran, R. L., 1980, *Basic Measurement and Evaluation of Science Instruction*, Washington D. C. National Science Teachers Association, 13-18.
- Ground, N. E., 1985, *Measurement and Evaluation in Teaching* (5th ed.), New York, Macmillan Publishing Co., New York, 21 p.
- Piaget, J and Inhelder, B., 1963, *The child's conception of space*. London: Routledge and Kegan paul, 3, 416 p.
- Trundle, K. C., Atwood, R. K, and Christopher J. E., 2002, Preservice elementary teacher's conceptions of Moon phase before and after instruction, *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (7), 633-658.

---

2003년 6월 20일 원고 접수  
 2003년 7월 8일 수정원고 접수  
 2003년 9월 20일 원고 채택

## [부록] 천문학적 공간개념 검사지

1. 날씨가 좋은 날 밤 9시경에 목성이 남중하였다. 두 시간 후의 목성의 대략적인 위치는 어떻게 될까?

- ① 동쪽 방향으로 30° 이동한 위치에서 관찰될 것이다.
- ② 서쪽 방향으로 30° 이동한 위치에서 관찰될 것이다.
- ③ 북쪽 방향으로 30° 이동한 위치에서 관찰될 것이다.
- ④ 남쪽 지평선 방향으로 30° 이동한 위치에서 관찰될 것이다.

2. 지구의 자전하기 때문에 나타나는 현상을 【보기】에서 모두 고르면?

**【보기】**

- 가. 태양이 동쪽에서 떠서 서로 진다.
- 나. 상현달, 보름달, 하현달로 달의 크기가 변한다.
- 다. 밤이 깊어갈수록 별자리의 위치가 변한다.
- 라. 월식 때 달에 드리워진 지구의 그림자 모양이 둥글다.

- ① 가, 나      ② 나, 라      ③ 나, 다      ④ 가, 다

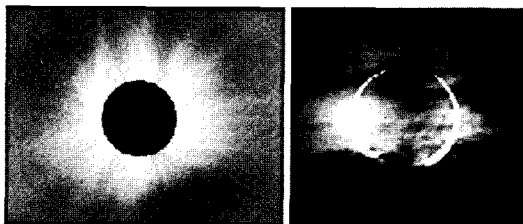
3. 지구의 자전주기와 공전주기가 같다면 어떤 현상이 일어날까?

- ① 밤과 낮이 반복적으로 생긴다.
- ② 달을 볼 수 없다.
- ③ 낮인 곳은 늘 낮이고 밤인 곳은 늘 밤일 것이다.
- ④ 밤인 곳은 늘 같은 별자리만 보게 될 것이다.

4. 달을 보면 항상 같은 면만 보인다. 그 까닭은 무엇일까?

- ① 달의 자전주기와 공전주기가 같기 때문이다.
- ② 태양이 항상 달의 같은 면만 비추기 때문이다.
- ③ 지구가 달 주위를 공전하기 때문이다.
- ④ 달은 모든 표면의 모습이 같기 때문이다.

5. 다음 그림은 태양의 금환식과 개기일식 장면이다. 이러한 현상들을 옳게 설명한 것은?



개기일식

금환식

- ① 금환식은 지구의 그림자 때문에 나타나는 현상이다.
- ② 금환식은 태양-달-지구가 일직선으로 나열된 상태에서 달이 지구와 최대로 멀리 떨어져 있을 때 나타나는

현상이다.

- ③ 개기일식은 태양-지구-달이 일직선으로 나열될 때 나타나는 현상이다.
- ④ 개기일식이 일어나면 지구상의 모든 지역에서 그 장면을 관찰할 수 있다.

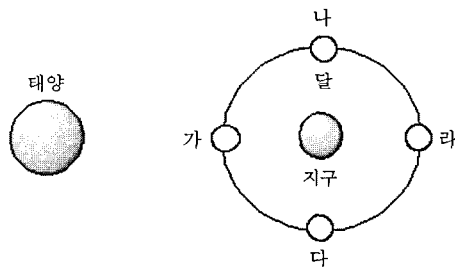
6. 어느 날 해질녘에 서쪽 지평선에 초승달이 보였다. 7일 후 해질녘에 달의 위치와 모양은?

- ① 동쪽하늘에 상현달로 보인다.
- ② 동쪽하늘에 보름달로 보인다.
- ③ 남쪽하늘에 상현달로 보인다.
- ④ 남쪽하늘에 보름달로 보인다.

7. 망원경으로 토성을 보았더니 고리가 관찰되었다. 이 토성 고리의 근원으로 가장 그럴듯한 가설은?

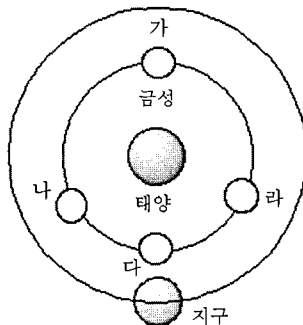
- ① 토성이 형성될 때, 태양 둘레를 공전하던 물체들이 토성의 조석력 때문에 뭉치지 못해서 생긴 것일 것이다.
- ② 토성 가까이에 있는 목성의 그림자가 토성에 투영되어 고리 형태로 관찰된 것일 것이다.
- ③ 토성은 가스 행성이기 때문에 나타난 착시 현상일 것이다.
- ④ 토성은 죽은 별의 잔해로서, 이 잔해가 고리성운을 만들었을 것이다.

8. 아래 그림에서 달이 상현달 모양으로 보이는 위치는?



- ① 가      ② 나      ③ 다      ④ 라

9. 다음은 금성과 지구의 공전궤도를 보인 것이다. 이 그림에서 금성은 상대적으로 어느 위치에 있을 때 가장 밝게 보일까? 또 그 까닭은 무엇일까?



- ① '가'의 위치, 보름달 모양이므로 가장 밝게 보인다.
- ② '나', '라'의 위치, 지구에서 비교적 가깝고 태양빛의 반사 면적이 비교적 커서 상대적으로 가장 밝게 보

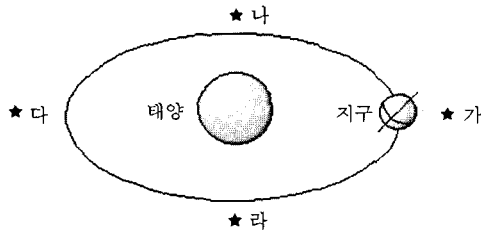
인다.

- ③ '다' 위치, 지구에서 가장 가깝기 때문에 가장 밝게 보인다.
- ④ 금성의 밝기는 그 위치에 관계없이 항상 같다.

10. 내행성인 화성은 시계 방향 및 반시계 방향을 반복하면서 천구상을 움직인다. 그렇다면 외행성인 목성은 천구상에서 어떤 걸보기운동 모습을 보일까?

- ① 언제나 시계 방향으로 운동할 것이다.
- ② 언제나 반시계 방향으로 운동할 것이다.
- ③ 시계 방향과 반시계 방향을 반복하며 운동할 것이다.
- ④ 언제나 같은 위치에 보일 것이다.

11. 지구와 태양의 위치가 다음과 같을 때, 밤 시간 동안에 가장 오래 볼 수 있는 별은?



- ① 가      ② 나      ③ 다      ④ 라

12. 계절에 따라 밤하늘의 별자리가 다르게 관찰되는 근본적인 까닭은 무엇일까?

- ① 지구의 자전 때문이다.
- ② 별자리들이 태양 주위를 자전하기 때문이다.
- ③ 별자리들이 천구상에서 공간운동을 하기 때문이다.
- ④ 지구의 공전 때문이다.

13. 초저녁에 잘 보였던 직녀성이 새벽에는 보이지 않았다. 그 까닭은 무엇일까?

- ① 새벽녘에는 암흑물질이 직녀성을 가리기 때문이다.
- ② 직녀성은 변광성으로서 새벽이 되면 그 밝기가 약해져서 보이지 않는다.
- ③ 지구 공전효과에 의한 연주운동 효과 때문이다.
- ④ 직녀성이 일주운동에 의해 서쪽하늘로 진 것이다.

14. 밤과 낮이 생기는 까닭은 무엇일까?

- ① 태양이 지구 주변을 공전하기 때문이다.
- ② 밤에는 별들이 태양 빛을 흡수하기 때문이다.
- ③ 달이 지구 주변을 공전하기 때문이다.
- ④ 지구자전 때문에 태양빛이 닿는 부분이 다르기 때문이다.

15. 지구는 우주의 어떤 위치에 있는가? 큰 규모에서 작은 규모 순서로 제시한 것을 골라라.

- ① 우주 - 외부 은하 - 태양계 - 지구
- ② 외부 은하 - 우주 - 태양계 - 지구

- ③ 우주 - 우리 은하 - 태양계 - 지구
- ④ 우리 은하 - 우주 - 태양계 - 지구

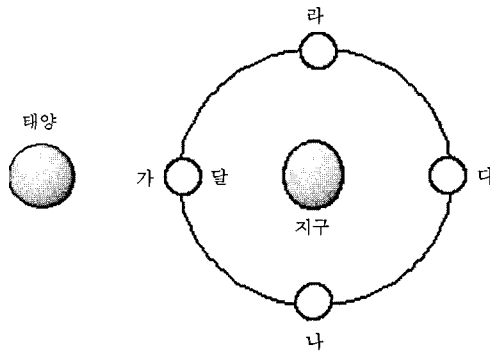
16. 극지방에서 별들은 어떻게 관찰될까?

- ① 우리 나라에서 보는 별들의 일주운동과 거의 같은 모습일 것이다.
- ② 북극성을 중심으로 원을 그리며 일주운동을 할 것이다.
- ③ 지평선에 수직으로 떠서 수직으로 지는 일주운동을 할 것이다.
- ④ 별들이 하나도 보이지 않을 것이다.

17. 우리 나라에서 계절에 따른 태양의 뜨고 지는 위치로 적당하지 않은 것은?

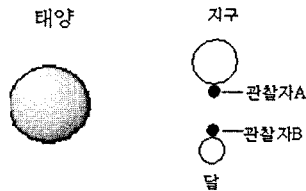
- ① 하지에는 북동쪽에서 떠서 천정을 지나 북서쪽으로 진다.
- ② 동지에는 남동쪽에서 떠서 남쪽하늘을 지나 남서쪽으로 진다.
- ③ 춘분에는 정동쪽에서 떠서 남쪽하늘을 지나 정서쪽으로 진다.
- ④ 추분에는 정동쪽에서 떠서 남쪽하늘을 지나 정서쪽으로 진다.

18. 아래 그림에서 월식이 일어날 수 있는 위치는?



- ① 가      ② 나      ③ 다      ④ 라

19. 달 위의 관찰자B가 지구를 보면 어떻게 보일까?

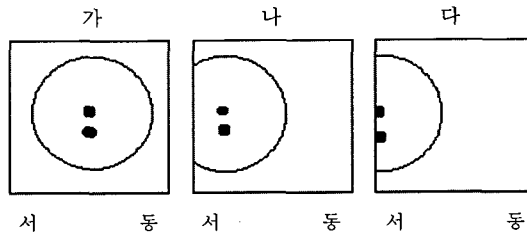


- ① 지구 위의 관찰자A가 본 달의 모습과 같을 것이다.
- ② 지구 위의 관찰자A가 본 달의 모습과 정반대의 모습일 것이다.
- ③ 시간이 흘러도 언제나 같은 모습으로 보일 것이다.
- ④ 지구를 볼 수 없을 것이다.

20. 견우성을 본래의 위치보다 2배 정도 지구 방향에 가까이 두면 얼마나 밝을까?

- ① 4배 정도 밝게 보일 것이다.
- ② 2배 정도 밝게 보일 것이다.
- ③ 마찬가지로의 밝기일 것이다.
- ④ 태양과 거의 같은 밝기일 것이다.

21. 철수는 학교에서 망원경으로 태양을 관찰하던 중 투영판 위에 나타난 태양 상이 그림과 같이 가 나 다르  
일정한 시간 간격으로 이동하는 것을 관찰했다(●은 흑점이고, 망원경의 추적장치는 없다.).



이러한 사실로 보았을 때, 추정할 수 있는 사실로 가장 적당한 것은?

- ① 지구의 공전 때문에 나타나는 현상이다.
- ② 지구가 서에서 동으로 자전 때문에 나타나는 현상이다.
- ③ 태양이 서에서 동으로 자전하기 때문에 나타나는 현상이다.
- ④ 태양의 공전 때문에 나타나는 현상이다.