

초등학교 학생들의 공간능력과 천체운동개념 및 과학탐구능력과의 관계

김상달 · 이용섭 · 이상균*

부산대학교 지구과학교육과, 609-735 부산광역시 금정구 상전동 산 30번지

Correlations of Elementary Students' Spatial Abilities with their Conceptions of Celestial Motion and Science Process Skills

Sangdal Kim, Youngseob Lee, and Sanggyun Lee*

Department of Earth Science Education, Busan National University, Busan 609-735, Korea

Abstract: The purpose of this study is to investigate the abilities of 6th grade students to assess the relationship between spatial capability, concept of celestial motion, and science process skills, which can help find a better teaching strategy for students in understanding the concept of celestial motion. The results are as follows. First, in terms of level of accomplishment of these three skills, male students show higher level of accomplishment than female students, but significant differences are found. Second, according to the analysis of the effect of spatial capability and concept of the movement of heavenly bodies, the former has a stronger influence on the students' cognition of celestial motion. Minor elements of spatial capability that influence the conception of celestial motion are device analogy, calculation of wood cut, and revolving light. Third, spatial capability is very influential on the level of accomplishment in science process skills. Among the minor elements of spatial capability that is influential to science process skills, calculation of wood cut is the highest, especially when various elements are interactively related to each other.

Keywords: elementary science, spatial ability, conception of celestial motion, science process skills, correlation

요약: 본 연구의 목적은 초등학교 6학년 학생들의 공간능력과 천체운동개념 및 과학탐구능력의 관계를 알아보고 학생들에게 천체운동개념을 쉽게 이해시키기 위한 교수·학습 전략을 찾는 데 도움을 주고자 하는데 있다. 연구 결과 첫째, 공간능력과 천체운동개념, 과학탐구능력 심취도에서 남학생이 여학생보다 약간 높게 나타났으나 그 차이는 통계적으로 유의미한 차이를 나타내지 않았다. 둘째, 공간능력과 천체운동개념과의 영향력을 분석한 결과 공간능력은 학생들의 천체운동 개념 이해에 영향력을 갖고 있었다. 천체운동개념에 영향을 미치는 공간능력 하위 요소는 모형우주, 도막세기, 회전 등이었다. 셋째, 공간능력은 과학탐구능력의 심취도에 매우 높은 영향력을 갖고 있었으며, 특히 과학탐구능력에 영향을 미치는 공간능력 하위 요소는 도막세기가 가장 높았고, 단일요소보다는 여러 요소들이 상호 복합적으로 작용할 때 그 영향력이 더 크게 나타났다.

주요어: 초등과학, 공간능력, 천체운동개념, 과학탐구능력, 상관관계

서론

초등학교에서의 과학 학습은 자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 과학의 지식 체계를 이해하며, 탐구 방법을 습득하여 올바른 자연관을 가

지게 하는데 있다(교육인적자원부, 1998). 즉 과학교육의 중요 목표를 크게 네 가지로 본다면, 탐구를 통한 기본 개념 이해, 탐구능력의 함양, 과학적 태도 육성, 과학 기술의 발달이라고 볼 수 있다. 그 중에서도 학생들에게 탐구를 통하여 과학 개념을 올바르게 이해하도록 돕는 행위는 과학교사의 중요한 과제이며, 이를 위해서는 학생들이 어떻게 자연 현상을 인식하고, 새로운 개념을 어떻게 형성해 가는지를 알아야 한다(장남식, 1995).

*Corresponding author: sv239@korea.com
Tel: 82-17-714-7251
Fax: 82-55-544-8364

초등학교 과언과 내용 중 전문 분야는 학생들이 지구와 달, 태양계를 관측함으로써 과학에 관심과 흥미를 가질 수 있는 중요한 영역이다. 초등학교 5학년 2학기 7단원 태양의 자주과 6학년 2학기 4단원 계절의 변화에서는 태양과 별의 움직임, 지구의 자전과 공전 현상, 달이 뜨는 위치와 달의 모양 변화 등의 전체운동 개념을 시도하도록 되어 있다. 그러나 시간과 공간 개념을 필요로 하고, 넓은 우주를 관찰할 수 있는 실현을 재현하기가 불가능한 추상적인 개념으로 시도하는데 많은 어려움이 따른다. 이런 전체운동 개념을 제대로 이해하기 위해서는 공간능력이 필수적이라 하겠다(임청환과 장진우, 1993).

공간능력(spatial ability)이란 인간에 대한 심리 측정적 연구방법으로부터 나온 구성론(construct)으로, 공간 속에 있는 내적 표상(internal representation)을 기호화하거나 기억하여 다른 사물 또는 공간 위치에 관련시키는 능력을 말한다. 즉 머릿속의 상들의 움직임과 변화를 시각화하는 능력으로 대상물을 머릿속에서 평행이동, 선대칭, 심대칭하는 능력을 포함한다(최호순, 1999) 공간을 구성하는 요소를 분석하는 방법에는 여러 가지가 있으나 Linn & Peterson(1985)은 공간능력을 공간시각, 회전, 공간시각으로 구분하고 있으며, Magee(1979)는 공간 시각화(spatial relation), 공간 방향화(spatial orientation)로 구분하고 다시 공간 시각화를 회전과 변환, 공간 방향화에 재조직된 전체, 전체의 부분이라는 하위 요소를 설정하였다. Lohman(1979)은 Magee의 두 가지 요인에 공간관계(spatial relation)를 추가하여 공간방향(spatial orientation), 공간시각(spatial visualization), 공간관계(spatial relation)의 세 가지 요인으로 공간능력이 구성된다고 보았다. 본 연구에서는 공간 능력 하위요소를 권오남(1996)의 공간능력 검사지에 따라 회전, 2차원 3차원 변환, 3차원 2차원 변환, 도막세기, 도형유추로 구분하여 분석하였다.

학생들의 공간능력에 대한 연구로 권오남(1996)과 신국환(1998)의 연구가 있다. 이들 연구 결과에서 공간능력은 성별, 지역별, 학년별 변인에 따라 유의미한 차이가 있으며, 학년의 증가에 따라 성별 차이가 점점 감소하고 있는 것으로 나타났다. 공간능력과 전체운동 개념과의 관련성을 연구한 것으로는 초등학교를 대상으로 한 김기정(1997)과 김주리(1998)의 연구가 있으며, 중·고등학생을 대상으로 한 연구로는 구자홍(2000)의 연구가 있다. 이 연구는 전체운동개념

성취도와 공간 능력과의 상관관계에서 성취도에 있어서 남학생이 여학생보다 더 높은 성취 경향을 보이며, 개념성취도와 공간능력 사이에 상관관계가 있음을 밝히고 있다.

과학탐구능력은 자연의 사물, 현상을 탐구하는 과정에서 사용되는 능력으로 탐구 이론은 Brunner의 탐구학습이론과 Schwab의 탐구학습 이론이 있다. Schwab은 '탐구로서의 과학'을 일반대중에게 이해시킬 수 있어야 과학과 사회의 발전을 기대할 수 있고 학생들이 주체적으로 사상을 다루고 그 본질을 알아내는 '탐구로서의 교육'이야말로 교육의 본질로 보았으며, 전체적으로 이 둘이 모아서서 '탐구로서의 과학교육'이 구축되어야 한다고 보았다(김희수, 1993).

탐구과정의 각 단계를 수행하는데 필요한 탐구요소에 대한 연구는 국외의 경우 Bloom(1956)과 Kloofier(1971)의 과학교육 분류들, 미국의 NAPE와 영국의 APU, SAPA의 교육과정 등이 있으며 국내의 연구로는 은경용(1992), 이인우(1990) 등이 있다. 본 연구에서는 탐구요소를 기초과학탐구능력으로 관찰, 분류, 측정, 추리, 예상으로 구분하고, 통합과학 탐구능력을 자료변환, 자료해석, 가설설정, 변인 통제, 일반화로 구분하여 분석하였다.

공간능력과 전체운동개념 및 과학탐구능력의 관련성을 밝힌 연구로는 중학생을 대상으로 한 최호순(1999)의 연구와, 고등학생을 대상으로 한 구자홍(2000)의 연구가 있다. 이들 연구 결과에서 보면 공간능력과 전체운동개념, 과학탐구능력 사이의 상관관계가 있음을 알 수 있다. 그러나 초등학교를 대상으로 공간능력과 전체운동개념 및 과학탐구능력과의 관계에 관한 연구는 활발히 이루어지지 않은 상태이다. 초등학교생들의 경우 학습한 지식의 양과 질이 많거나 깊지 않고, 과학탐구능력의 배양이 중요한 교육 목표라고 볼 때, 초등학교생들의 공간능력과 전체운동개념 및 과학탐구능력과의 관계를 살펴보는 것은 의미 있는 일이라 할 수 있다.

따라서 본 연구는 초등학교를 대상으로 공간능력, 전체운동개념, 과학탐구능력의 성취도를 분석하고, 공간능력과 전체운동개념, 공간능력과 과학탐구능력 사이의 상관관계를 분석하여 학생들의 공간능력과 과학탐구능력을 신장시킬 수 있는 교수·학습 전략을 찾는 데 연구의 목적을 두었다. 본 연구의 구체적인 연구 내용을 밝히면 다음과 같다.

첫째, 초등학교생들의 공간능력과 전체운동개념, 과학

탐구능력의 성취도를 알아본다.

둘째, 공간능력과 천체운동개념 사이의 상관관계를 밝히고, 천체운동개념에 영향을 미치는 공간능력 하위 요소를 알아본다.

셋째, 공간능력과 과학탐구능력 사이의 상관관계를 밝히고, 과학탐구능력에 영향을 미치는 공간능력 하위 요소를 알아본다.

연구 방법

연구대상

본 연구의 대상은 경상남도에 있는 초등학교 6학년 5개 학급 182명을 대상으로 공간능력검사와 천체운동개념 성취검사, 과학탐구능력 검사를 실시하고 통계적인 검증 절차를 거쳐 공간능력과 천체운동개념, 공간능력과 과학탐구능력 간의 상관관계를 분석하였다.

검사 도구

본 연구에서 사용한 공간능력 검사 도구는 권오남 외(1996)이 개발한 공간능력 검사지를 사용하였다. 이 검사지는 기존의 지능검사(KEI; 집단지능검사), 직성검사(KEDI;직성검사)의 공간검사 문항을 참조하여 제작되었다. 검사지의 내용은 회전 4문항, 2·3차원 도형변환 4문항, 3·2차원도형변환 4문항, 나무도막세기 4문항, 도형유추 4문항 총 20문항으로 구성되어 있다. 공간능력 검사도구의 재검사 신뢰도는 α 계수 0.85이다.

천체운동개념 성취도 평가 문항은 김기장(1997)이 초등학교 교육과정의 내용을 바탕으로 개발한 평가 문항지를 사용하였다. 평가문항은 지구의 자전 8문항, 지구의 공전 1문항, 달의 공전 7문항 총 16문항으로, 형식은 모두 4지 선다형이며, 재검사 신뢰도는 α 계수 0.55이다.

과학탐구능력 검사 도구는 한국교원대학교 물리교육 연구실에서 개발한 과학탐구능력 검사지를 사용하

였다. 이 검사 도구는 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리 등의 기초과학탐구능력과 자료 변환, 자료 해석, 가설 설정, 변인 통제, 일반화의 통합 과학탐구능력으로 구성되어 있고, 각 탐구 요소별 3문항씩 30문항으로 40분간 검사하도록 되어 있으며, 형식은 모두 4지 선다형으로 평균 난이도 0.61, 평균변별도 0.41, 신뢰도 0.69이다.

자료의 처리 및 분석

공간능력 검사와 과학탐구능력 검사를 실시하고, 자료처리는 전산통계프로그램 SPSS 10.0을 이용하였다. 검사영역별 성별 차이에 대한 검증은 독립표본 *t*-test를 하였고, 공간능력 수준에 따른 집단별 과학탐구능력의 성취도 차이에 대한 분석은 일원변량분석을 통해 F검증하였다. 또한 공간능력과 과학탐구능력의 상관관계는 교차분석을 통해 검증하였고, 공간능력이 과학탐구능력에 미치는 영향력을 분석하기 위해 회귀분석을 실시하였다.

연구 결과 및 논의

본 연구에서는 초등학교 학생들이 공간능력과 천체운동개념, 과학탐구능력의 성취도를 분석하고 공간능력과 천체운동개념, 공간능력과 과학탐구능력 사이에 어떤 상관관계가 있는지 살펴보았다. 연구 결과를 분석하고 이에 대한 논의를 하면 다음과 같다.

공간능력, 천체운동개념, 과학탐구능력 성취도 분석

Table 1에서 보면 학생들의 공간능력 성취 수준은 전체 16문항 중 평균이 12.03으로 중간 정도의 수준을 보인다. 이 결과는 권오남(1996)의 6학년을 대상으로 공간능력의 성별 차이 연구에서 조사한 결과와 비슷한 성취 수준을 보이고 있다. 성별에 따른 차이를 살펴보면, 남학생 12.24, 여학생 11.82로 남학생의 성취도가 여학생에 비해 다소 높게 나타났으나, 유의

Table 1. Achievements of spatial ability, conception of celestial motion, and science process skills

	구분	N	M	SD	t	p
공간능력	남	91	12.24	3.78	0.765	0.445
	여	91	11.82	3.59		
천체운동개념	남	91	5.77	2.27	0.873	0.384
	여	91	5.48	2.15		
과학탐구능력	남	91	17.70	3.87	0.071	0.943
	여	91	17.75	4.41		

Table 2. Achievements of spatial ability and science process skills

구분	이위 요소	구분	N	M	SD	t	p	
공간능력	회전	남	91	3.08	1.32	0.463	0.644	
		여	91	2.99	1.24			
	2-3차 변환	남	91	2.69	1.04	1.703	0.09	
		여	91	2.93	0.87			
	3-2차 변환	남	91	1.90	1.18	1.641	0.103	
여		91	1.60	1.26				
내부모작세기	남	91	2.73	1.08	1.277	0.203		
	여	91	2.52	1.13				
모형유추	남	91	1.85	0.99	0.467	0.641		
	여	91	1.78	0.92				
과학탐구 능력	권환	남	91	2.00	0.68	0.553	0.581	
		여	91	2.05	0.66			
	분류	남	91	2.34	0.78	2.081*	0.039	
		여	91	2.10	0.79			
	기초과학 탐구요소	추정	남	91	2.23	0.68	1.509	0.133
		여	91	2.07	0.79			
	추론	남	91	1.76	0.91	0.166	0.869	
		여	91	1.74	0.88			
	예상	남	91	2.15	0.87	0.447	0.656	
		여	91	2.10	0.79			
	자료변환	남	91	1.47	0.86	1.185	0.237	
		여	91	1.63	0.89			
자료해석	남	91	1.36	0.86	0.425	0.672		
	여	91	1.42	0.88				
통합과학 탐구요소	가설설정	남	91	1.23	0.79	1.204	0.230	
	여	91	1.38	0.93				
변인통제	남	91	1.80	0.86	0.455	0.650		
	여	91	1.86	0.77				
인간화	남	91	1.35	0.89	0.453	0.651		
	여	91	1.41	0.75				

* $p < .05$

수준 .05에서 유의미하지 않았다($p < .05$). 이 결과로 볼 때 초등학교 6학년 남학생과 여학생의 공간능력 수준은 차이가 없는 것으로 해석할 수 있다.

전체운동개념의 전체 평균 점수는 5.62로 매우 낮은 성취도를 나타내고 있으며, 남학생이 여학생에 비해 평균에서 다소 높은 성취도를 보이고 있다. 하지만 그 차이가 0.29점 정도로 매우 미흡하고, 통계적으로도 유의미한 차이를 나타내지는 않았다($p < .05$). 이런 결과로 볼 때 초등학교생들은 전체운동개념의 이해에 있어서 많은 어려움을 겪고 있음을 알 수 있다. 특히 전체운동개념에 대한 성취도가 낮은 이유는 전체운동개념의 이해는 단순한 이해나 암기에 의하기보다 공간개념을 바탕으로 전체운동에 대한 기본적인

원리의 이해를 통하여 해결되어야 하기 때문으로 보인다. 이런 결과로 볼 때 앞으로 학생들이 전체운동개념을 어려워하는 원인을 규명하는 연구와 전체운동개념에 대한 이해를 향상시킬 수 있는 교수·학습 방법에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다.

과학탐구능력 성취 수준을 살펴보면 전체 30문항 중 평균이 17.72점이었고, 성별에 따른 수준은 여학생이 남학생보다 다소 높게 나타났으나, 통계적으로 유의미한 차이를 나타내지는 않았다($p < .05$). 이 결과 남학생과 여학생의 과학탐구능력은 비슷한 수준에 머물러 있음을 알 수 있었다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 공간능력, 전체운동개념, 과학탐구능력에 있어서 초등학교생들의 성별에 따

른 차이는 나타나지 않았으며, 공간능력과 과학탐구 능력에 대한 성취 수준은 중간 정도의 수준을 보이고 있으며 천체운동개념에 대한 성취도는 매우 낮게 나타났다.

Table 2에서 보면 공간능력 하위 요소 중 가장 높은 성취도를 보인 것은 회전이었고, 2-3차원변환과 나무도막 세기 순으로 나타났다. 반면 3-2차원 변환과 도형유추는 다른 요소들에 비해 성취도가 낮게 나타났다.

성별에 따른 공간능력 하위 요소별 차이에 대한 결과에서는 성별에 따라 다소 차이를 보이고 있으나, 그 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p < .05$), 이런 결과는 권오남 외(1996)의 공간능력에서의 성별의 차이에 관한 연구에서 공간능력 하위 요소 중 회전, 2-3차원 변환, 3-2차원변환, 도막세기, 도형유추 등 모든 요소에서 성별에 차이가 유의수준 5%에서 차이가 있다는 결과와는 다소 다른 결과를 나타내고 있다.

Table 2의 과학탐구능력 하위 요소별 성취도에서 보면 분류가 가장 높게 나타났고, 가설설정이 가장 낮게 나타났다. 또한 초등학생들은 기초과학탐구요소에서는 높은 성취도를 나타내고 있으나, 종합적인 사고를 필요로 하는 통합과학탐구요소에서는 낮은 성취도를 보이고 있다.

성별에 따른 과학 탐구능력 성취도 차이는 분류에서 남학생이 여학생보다 성취도가 더 높게 나타났으며, 그 차이는 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 있다($p < .05$). 다른 요소들에서는 남학생과 여학생의 차이가 없었으나, 전체적으로 볼 때 남학생은 기초과학 탐구요소에서 여학생은 통합과학 탐구요소에서 다소 실수가 높게 나타났다. 이런 결과는 기존 일선학

교에서 이루어지고 있는 과학수업이 지식위주에 머물러 있고, 형식적인 탐구활동으로 이루어지기 때문으로 볼 수 있다. 초등학생들의 과학탐구능력이 낮은 수준에 머물러 있어 과학교육의 최우선 목표가 학생들의 탐구능력 신장에 있다고 볼 때 초등학생들의 과학탐구능력을 신장시켜 줄 수 있는 방안에 대한 연구가 앞으로 이루어져야 할 것이다.

공간능력 수준에 따른 천체운동개념과 과학탐구능력 성취도 차이

공간능력과 천체운동개념, 공간능력과 과학탐구능력의 상관관계를 밝히기 위해 먼저 공간능력 수준에 따른 집단별 천체운동개념과 과학탐구능력의 성취도 차이를 살펴보았다.

공간능력 성취도를 기준으로 크게 4집단으로 구분하였다. 집단구분은 공간능력검사 20문항 중 정답이 16-20문항인 피험자 36명을 상집단, 11-15문항인 피험자 85명을 중상집단, 6-10문항인 피험자 52명을 중하집단, 1-5문항인 피험자 9명을 하집단으로 구분하였다. Table 3에서 공간능력에 따른 집단별 천체운동개념 성취도 평균은 하집단 3.98, 중하집단 5.40, 중상집단 5.65, 상집단 6.33으로 공간능력 수준이 높을수록 천체운동개념 성취도의 평균이 더 높게 나타났다. 이런 성취도의 차이는 유의수준 .05에서 통계적으로도 유의하였나($p < .05$).

공간능력에 따른 집단별 과학탐구능력 성취도 차이에서는 하집단 14.11, 중하집단 16.04, 중상집단 17.93, 상집단 20.58으로 공간능력 수준이 높을수록 과학탐구능력 성취도의 평균이 더 높게 나타났고, 성취도의 차이는 유의수준 .01에서 유의미한 차이를 나타내고

Table 3. The differences of science process skills and conception of celestial motion according to achievement levels of spatial ability

	공간능력 수준	N	M	SD	F	p
천체운동개념	하	9	3.98	1.45	3.404*	.019
	중하	52	5.40	2.28		
	중상	85	5.65	1.97		
	상	36	6.33	2.53		
	전체	182	5.63	2.21		
과학탐구능력	하	9	14.11	4.81	13.190**	.000
	중하	52	16.04	4.16		
	중상	85	17.93	3.78		
	상	36	20.58	2.77		
	전체	182	17.73	4.14		

* $p < .05$ ** $p < .01$

Table 4. Correlation of spatial ability, conception of celestial motion, and science process skills

구분	천체운동개념	과학탐구능력
공간능력	0.55**	0.74**
천체운동개념		0.60**

** $p < .01$ 있다($p < .01$).

이 결과로 볼 때 학생들의 공간능력 수준이 높으면 천체운동개념과 과학탐구능력 성취도도 높게 나타나는 것을 알 수 있었다. 이는 공간능력이 학생들의 천체운동 개념과 과학탐구능력의 향상에 관계가 있음을 확인할 수 있다. 또한 학생들의 천체운동 개념에 대한 이해를 높이기 위해서는 공간능력에 대한 지도가 필요한 것으로 보이며, 과학탐구능력에도 공간 능력이 중요한 요소로 작용함을 알 수 있었다.

공간능력과 과학탐구능력의 상관 관계

공간능력과 천체운동개념, 과학탐구능력의 상관분석을 실시하여 상관관계를 알아보았다. Table 4의 결과를 살펴보면 공간능력과 천체운동개념의 상관계수는 $r = .55$, 공간능력과 과학탐구능력의 상관계수가 $r = .74$, 천체운동개념과 과학탐구능력의 상관계수는 $r = .60$ 으로 나타났다. 이 결과들은 유의수준 .01에서 상관이 있는 것으로 나타났으며($p < .01$), 매우 강한 상관관계를 갖는 것은 공간능력과 과학탐구능력이었으며, 오히려 공간능력과 천체운동개념의 상관정도는 공간능력과 과학탐구능력의 관계에 비해 낮게 나타났다. 공간능력은 천체운동개념 이해 및 과학탐구능력에 중요한 요인으로 작용할 수 있음을 암시하고 있다.

공간능력이 천체운동 개념과 과학탐구능력에 미치는 영향력을 알아보기 위해 공간능력을 설명변수로 천체운동개념과 과학탐구능력을 반응변수로 두 변인간에 회귀분석을 한 결과는 Table 5와 같다.

분석결과 공간능력과 천체운동개념의 결정계수 $R^2 = .059$ 로 공간능력은 천체운동개념 성취도 변동의 5.9%의 설명력을 가지며 이 결과는 유의수준 .01에서 유의미한 차이를 나타냈다($p < .01$), 즉 공간능력이

천체운동개념 성취도 변동에 5.9% 영향력을 미치는 것을 예측할 수 있다.

또한 공간능력과 과학탐구능력의 결정계수는 $R^2 = .201$ 로 공간능력 성취도는 과학탐구능력 성취도 변동의 20.1% 설명력을 가지며, 그 차이는 유의수준 .01에서 유의미한 차이가 나타났다($p < .01$). 이 결과는 공간능력이 과학탐구능력의 성취도 변동에 20.1% 정도 영향력을 가지는 것으로 예측할 수 있다.

여기에서 보면 공간능력이 천체운동개념 학습에 미치는 영향력은 5.9%로 공간능력이 천체운동개념의 성취도에 영향을 미치나 그 영향력이 그렇게 크지 않음을 알 수 있다. 반면 공간능력이 과학탐구능력에 미치는 영향력은 20.1%로 매우 높게 나타났다. 공간능력이 천체운동개념 보다 과학탐구능력에 미치는 영향이 더 큰 것을 알 수 있었다. 즉 공간능력을 길러 주기 위한 학습은 학생들의 과학탐구능력을 신장시키는 중요한 학습이 될 것으로 예상된다.

천체운동개념 및 과학 탐구 능력에 미치는 공간능력 하위 요소별 영향력

천체운동개념과 과학탐구능력에 미치는 공간능력 하위요소의 영향력을 Table 6와 같이 분석하였다.

Table 6에서 보이는 바와 같이 천체운동개념에 영향을 미치는 공간능력의 하위요소는 회전과 도막세기, 도형유추였으며, 유의수준 .01에서 영향력을 갖는 것으로 나타났다($p < .01$). 도형유추는 천체운동개념 성취도 변동에 5.2%의 영향력을 갖는 것으로 나타났으며, 도막세기와 회전이 3.9% 영향력을 갖는 것으로 나타났다. 하지만 영향력이 가장 높은 도형유추는 Table 2의 공간능력 하위요소별 성취도에서 보면 1.81로 다른 요소에 비해 낮은 성취도를 보이고 있다.

또 공간능력은 과학탐구능력의 모든 하위요소에서 유의수준 .01에서 영향력을 갖는 것으로 나타났다. 가장 높은 영향력을 갖는 하위요소는 도막세기로 과학탐구능력에 10.72%의 영향력을 가지며, 회전 9.4%, 도형유추 8.7%, 2-3차원변환 8.0%, 3-2차원변환 7.9%의 영향력을 가지는 것으로 나타났다. 공간능력 하

Table 5. Analysis of spatial ability and science process skills

구분	R^2	조정된 R^2	F	p
천체운동개념	0.059	0.054	11.328**	.001
과학탐구능력	0.201	0.197	45.410**	.000

** $p < .01$

Table 6. Analysis of spatial ability on science process skills

구분	공간능력 하위요소	R ²	조정된 R ²	F	p
전체운동개념	회전	0.039	0.034	7.373**	.007
	2-3차원변환	0.010	0.005	1.903	.169
	3-2차원변환	0.008	0.002	1.413	.236
	도막세기	0.039	0.034	7.328**	.007
	도형유추	0.052	0.046	9.809**	.002
과학탐구능력	회전	0.094	0.089	18.708**	.000
	2-3차원변환	0.080	0.075	15.632**	.000
	3-2차원변환	0.079	0.074	15.539**	.000
	도막세기	0.107	0.102	21.488**	.000
	도형유추	0.087	0.082	17.099**	.000

** $p < .01$

Table 7. Analysis of science process skills on integration pattern of spatial ability elements

구분	R ²	조정된 R ²	F	p
변환	0.132	0.127	27.265**	.000
변환-도막세기	0.177	0.167	19.198**	.000
변환-도막세기-도형유추	0.196	0.182	14.465**	.000

** $p < .01$

위요소 중 몇 가지를 통합하여 영향력을 살펴보았다. 그 결과는 Table 7과 같다.

2-3차원변환과 3-2차원변환 두 요소를 통합한 변환의 상관관계는 13.2%의 영향력이 있고, 변환과 도막세기를 통합한 결과는 17.7%의 영향력을 가졌다. 또 변환과 도막세기, 회전의 세 요소를 통합한 결과는 성취도 변동의 19.6%의 영향력을 가진 것으로 나타났다.

따라서 공간능력은 전체운동개념과 과학탐구능력에 영향력을 가지고 있으며, 단일요소보다는 여러 요소들이 상호 복합적으로 작용할 때 그 상관관계가 더 높아진다는 것을 알 수 있었다. 즉 공간능력은 과학탐구능력을 결정하는 중요한 요인으로 작용하고 있으며, 여러 가지 요소들을 상호 복합적으로 시도할 때 그 효과는 더욱 클 것으로 예상할 수 있다.

결론 및 제언

본 연구에서는 초등학교생을 대상으로 공간능력 전체운동개념, 과학탐구능력의 성취도를 분석하고, 공간능력과 전체운동개념, 공간능력과 과학탐구능력 사이의 상관관계를 분석하였다. 본 연구 결과를 바탕으로 결론을 밝히면 다음과 같다.

첫째, 공간능력과 과학탐구능력에 대한 성취 수준은 중간 정도의 수준을 보이고 있으며, 반면 전체운

동개념에 대한 성취도는 매우 낮게 나타났다. 학생들은 직접관찰이 어렵고 공간작 사고 활동을 필요로 하는 전체운동개념의 이해에 많은 어려움을 겪고 있음을 알 수 있었다. 학생들에게 전체운동개념을 시도할 때는 공간능력과 관련지어 시도하는 것이 바람직할 것으로 보인다. 성별에 따른 차이가 있어서는 남학생이 여학생보다 약간 높게 나타났으나 그 차이는 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않아 공간능력, 전체운동개념, 과학탐구능력에서 남학생과 여학생이 비슷한 수준임을 알 수 있었다.

둘째, 공간능력 수준에 따른 전체운동개념과 과학탐구능력의 성취도 차이에서 보면, 공간능력 수준이 높을수록 전체운동개념과 과학탐구능력 성취도가 높게 나타났다. 즉 공간능력은 학생들의 전체운동개념의 이해와 과학탐구능력의 신장에 영향이 있으며, 학생들의 공간능력을 향상시킬 수 있는 방안에 대한 연구가 필요할 것이다.

셋째, 공간능력과 전체운동개념 및 공간능력과 과학탐구능력의 상관관계와 영향력을 분석한 결과 공간능력은 전체운동개념과 과학탐구능력에 높은 상관관계와 영향력을 가지고 있으며, 전체운동개념과 과학탐구능력 결정의 중요한 요인으로 작용하는 것을 알 수 있었다.

넷째, 전체운동개념 및 과학탐구능력에 미치는 공간능력 하위요소별 영향력을 분석한 결과 전체운동개

남에는 회전이 과학탐구능력에는 도막세기가 가장 높은 영향력을 나타내고 있었으며, 단일 요소보다는 여러 요소들이 상호 복합적으로 작용할 때 그 영향력이 더 높아지는 것을 알 수 있었다.

이상의 연구 결과를 보면 앞으로 초등학생을 대상으로 한 공간능력에 대한 활발한 연구와 공간능력을 향상시킬 수 있는 교수전략이나 프로그램이 개발되어야 하고 개발 프로그램의 적용 후 효과를 검증하는 연구가 이루어져야 할 것으로 보인다.

참고문헌

- 교육인적자원부, 1998, 과학과 교육과정, 대한교과서주식회사, 29 p.
- 교육인적자원부, 2004, 초등학교 교사용 지도서 과학 5-2, 대한교과서 주식회사, 153 p.
- 교육인적자원부, 2004, 초등학교 교사용 지도서 과학 6-2, 대한교과서 주식회사, 124 p.
- 권제술, 김병기, 1994, 초, 중학생들의 과학탐구능력 추정도구의 개발, 한국과학교육학회지, 14 (3), 251- 264.
- 권오남, 박경미, 임형, 허리금, 1996, 공간능력에서 성별차이에 관한 연구, 한국수학교육학회지, 35 (2), 125-141.
- 강실원, 우종욱, 1995, 인지양식에 따른 인지수준과 과학탐구능력에 관한 연구, 한국과학교육학회지, 15 (4), 404-416.
- 정남식, 2003, 소집단 역할놀이와 보의를 통한 고등학생들의 지구의 달의 운동 개념변화, 한국교원대학교 석사학위 논문, 1 p.
- 김기정, 1997, 지구의 달의 운동에 대한 개념 성취도의 공간능력과의 상관관계, 한국교원대학교 석사학위 논문, 43 p.
- 김주리, 1998, 초등학생의 공간능력과 천체운동개념 성취도의 관련성 분석, 한국교원대학교 석사학위 논문, 57 p.
- 김호남, 1990, 초등학교 학생의 과학개념에 대한 실태조사 및 교정을 위한 방법 연구, 한국과학교육학회지, 10 (2), 11- 24.
- 김희수, 1993, 고등학교 학생들의 논리적 사고수준과 과학탐구능력 분석, 한국지구과학학회지, 14 (4), 424- 431.
- 임정환, 정진우, 1993, 국민학교 자연과 원문분야 내용 분석과 문세질, 한국과학교육학회지, 13 (2), 247- 256.
- 이연우, 1999, 중학생 과학탐구능력 추정을 위한 표준화 검사지 개발, 한국지구과학학회지, 11 (2) 188-196.
- Ausubel, D. D., Novak, J. D., & Hanesian, H, 1978, Educational Psychology, 2nd ed. Holt, Rinehart & Winston, 245 p.
- Piaget, J. & West, I. H, 1986, The child's Conception of space. W. W. Norton, 19 p.
- McGee, M. G (1979), Human spatial abilities psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences, Psychological Bulletin, 86 (5), 889-917.

2005년 3월 21일 원고 접수
 2005년 4월 22일 수정원고 접수
 2005년 6월 1일 원고 채택