

공간 과제에서 인지 전략의 유형과 역할: 시각적 변별과 기억 능력을 중심으로¹⁾

이 지 윤*

본 연구에서는 공간 과제에서 학생들이 사용하는 공간 인지 전략의 유형과 역할을 살펴보고자 Shepard & Metzler(1971)의 심적 회전 검사(mental rotation test)를 토대로 시각적 변별과 기억 능력을 측정하는 두가지 공간 과제를 개발하여, 초등학교 6학년 학생 63명을 대상으로 연구를 수행하였다. 연구 결과, 학생들은 접근 방법 측면에서 전체적 접근 전략과 부분적 접근 전략을, 처리 방법 측면에서 심상적 처리 전략과 분석적 처리 전략을, 준거 기준 측면에서 대상 변환 전략과 관점 변환 전략을 사용하였다. 사용 전략에 따른 검사 점수를 비교한 결과 접근 방법 측면에서는 부분적 접근 전략을 사용한 집단이, 처리 방법 측면에서는 분석적 처리 전략을 사용한 집단이, 준거 기준 측면에서는 관점 변환 전략을 사용한 집단의 검사점수가 더 높게 나타났다. 또한 이러한 전략은 변별 과제보다 재인 과제에서, 복잡도가 낮은 문항보다는 복잡도가 높은 문항에서 더 빈번하게 사용되었다. 따라서 부분적 접근전략, 분석적 처리 전략, 관점 변환 전략은 인지적 노력이 많이 요구되는 문제 상황에서 체계적으로 문제를 해결하도록 돕는 유용한 전략임을 확인할 수 있었다.

1. 도입

공간 능력은 방에 가구를 배치하거나, 책장을 짤 때, 길을 찾거나, 운전을 할 때와 같이 우리의 일상생활에서 널리 활용될 뿐 아니라, 주변 세계를 이해하고, 해석하고, 평가하는데 필수적으로 요구되는 인지 능력 중 하나이다(National Council of Teachers of Mathematics, 2000). 미국 Harvard 대학의 Gardner, H. E. 교수가 제안한 다중지능이론에서는 인간의 여러 가지 지능 중 하나로 ‘공간적 지능’을 언급하고 있다. 이는 시공간적(visuo-spatial)으로 세계를 정확히 지각하고 변형시키는 능력, 시공간적인 아이디어를 시각화

하거나 그림으로 나타내는 능력, 물리적 자극이 없을 때 조차도 시각적 경험을 재창조할 수 있는 능력, 그리고 공간적 구조에 자신을 적절히 위치시키는 능력 등을 포함한다(Gardner, 1998; 이해경, 박성희, 2007에서 재인용). 공간 능력을 홍혜경(1999)은 3차원 자극을 인식하고, 식별하고, 변환하는 능력과 함께 개인의 사전 경험과 맥락 속에서 대상을 이해하고 해석하는 능력으로 보았으며, 이해경, 박성희(2007)는 공간적 구조에 대해 철학적, 수학적으로 사고하는 것과 같은 높은 수준의 사고 활동과 더불어 공간에 위치한 물체를 언어적으로 설명하고, 길의 상징과 기호를 이해하는 것과 같이 일상적인 것도 포함한다고 하였다.

* 한국과학창의재단, jylee@kofac.re.kr

1) 이 내용은 이지윤(2015)의 박사학위 논문인 ‘3D 입체 변별 과제에서 공간 인지 전략의 유형과 역할 : 체화된 3D 거북 표현식과 전략을 중심으로’의 일부를 재구성한 것임.

공간 능력은 인간의 근본적인 사고와 마음을 탐구하는 철학과 심리학 분야에서부터 수학과 과학, 예술, 운동 등 다양한 학문 분야와 관련을 맺고 있다(이혜경, 박성희, 2007). 특히 공간 능력은 수학학습의 성취를 예측하는 등(Linn & Kyllonen, 1984) 수학과 매우 밀접한 관련을 맺고 있다. 이에 공간 감각의 향상이 기하 학습의 주된 목표로 강조되고 있다. NCTM(2000)의 ‘학교 수학을 위한 원리와 기준’에서는 아동에게 도형, 위치, 변형, 공간 추론에 관한 능력을 발달시킬 것을 강조하며 공간 감각 개발을 위해 K-4학년 교육과정에 ‘2, 3차원 입체의 모양과 성질, 입체들간의 관계, 모양에 대한 통찰과 직관’을 포함시킬 것을 권고한 바 있다. 우리나라에서도 7차 수학과 교육과정(교육부, 1997)부터 공간 감각 향상을 강조하면서 초등학교 2학년과 6학년 수학교과서에서 ‘쌓기나무’ 단원을 새롭게 도입하여 3차원 입체를 다양한 관점에서 지각하고 이해하고 해석하도록 하고 있다.

공간 능력은 단일한 요소로 정의하기 어려운 복합적인 사고 능력으로 오래전부터 그것을 구성하는 요인이나, 하위 능력들을 규명하려는 시도가 있어왔다. 심리 측정학 분야에서는 전통적으로 요인분석 연구를 통해 공간 능력의 하위 요인을 분석해 왔으며(McGee, 1979) 각각의 요인을 측정하는 검사 도구를 개발하여왔다(Ekstrom, French & Harman, 1976). 하지만 동일한 검사에 대해 사람들마다 서로 다른 인지 전략을 사용하여 문제를 해결한다는 연구결과가 보고되었으며(Gorgorió, 1998; Stieff, 2007 등), 이에 French(1965)는 동일한 검사일지라도 문제 해결에 사용하는 인지 전략에 따라 서로 다른 인지 능력을 측정한다고 설명한다. 이와 같이 공간 인지 전략은 개인의 취향이나 수준, 성별, 과제 특성, 문항의 난도 뿐 아니라 개인의 경험이나 문제의 맥락, 관련 분야의 숙련도 등에 따라 다

양하게 나타나며, 사용한 인지 전략에 따라 정보 처리 과정과 그 결과도 달라진다.

공간 능력의 개인차는 그것을 측정하는 검사를 수행하는 동안 머릿속에서 일어나는 사고 과정에 기인한다. 다시 말해, 공간 과제를 수행하는 동안 사용되는 인지 전략에 대한 고찰 없이 왜 사람마다 공간 능력에 차이가 있고, 어떻게 공간 능력을 높일 수 있는지 알 수 없다. 따라서 공간 과제를 해결하는 동안 학생들이 사용하는 인지 전략과 사용 전략에 따른 검사 결과를 살펴보는 것은 공간 능력 향상과 관련하여 새로운 통찰을 제공할 수 있을 것이다. 또한 인지 전략은 개인 고유의 특성이 아니라, 학습을 통해 훈련되고 변화될 수 있다는 점에서 수학 교육 분야에 다양한 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 이에 본 연구에서는 초등학교 6학년 학생들이 공간 문제해결 과정에서 사용하는 다양한 인지 전략의 유형을 살펴보고, 그것의 역할과 기능을 조사함으로써 수학교육측면에서 공간 능력 향상을 위한 바람직한 방향을 모색해보고자 아래와 같은 연구문제를 제시한다.

연구문제 1. 공간 과제를 해결하기 위해 학생들은 어떠한 인지 전략을 사용하는가?

연구문제 2. 학생들이 사용한 인지 전략이 검사 점수에 어떠한 영향을 미치는가?

II. 이론적 배경

1. 공간 처리 과정

공간처리과정은 인간이 공간적 대상을 어떠한 과정에 의해 인식하고 처리하는가에 관한 논의로 주로 인간의 마음을 다루는 심리학 및 인지 심리학 분야에서 다양한 논의가 이루어졌다. 먼저, Piaget(1969)는 공간 능력을 형상적(figurative)

처리와 조작적(operative) 처리로 구분하여, 발달 단계에 따라 두 가지 처리 과정이 다르게 나타난다고 설명하였다. 형상적 처리 과정은 물체의 형상을 보존하는 정적인 심상 능력임에 반해, 조작적 처리 과정은 심적 회전과 같이 동적으로 형상을 변환할 수 있는 능력으로, 형상적 처리 능력이 발달한 이후 조작적 처리 능력도 발달한다고 본다.

한편, Bishop(1983)은 수학 교수-학습 과정에 초점을 두어 인간의 공간 능력을 다음과 같이 ‘그림 정보의 이해(interpreting figural information, IFI)’와 ‘시각적 처리(visual process, VP)’로 구분하였다.

그림 정보를 이해하는 능력(IFI). 이 능력은 기하 과제나 그래프, 다이어그램 등에서 사용되는 모든 종류의 시각적 표현과 공간적 어휘에 대한 이해를 포함한다. 수학은 이러한 형태를 풍부하게 가지고 있으며, 그림 정보를 이해하는 능력은 이러한 정보를 읽고, 이해하고, 해석하는 것에 관여한다. 이것은 내용과 맥락에 관련이 있으며, 특히 자극의 형태와 관련된다.

시각적 처리 능력(VP). 이 능력은 시각화와 추상적인 관계와 비형상적 정보를 시각적인 형태로 바꾸는 것을 포함한다. 또한 시각적 표상과 심상의 조작과 변환을 포함한다. 이것은 처리 능력이며, 제시된 자극물의 형태와 관련이 없다 (Bishop, 1983, p.184).

Bishop이 구분한 그림 정보를 이해하는 능력과, 시각적 처리 능력은 순차적으로 일어나는 것으로, 그림 정보를 이해하는 단계는 주로 자극을 감지하고 지각하는 단계이며, 시각적 처리 능력은 그것에 대한 심상을 형성하는 단계에 해당한다.

Gal & Linchevski(2010)은 Bishop(1983)의 주장을 시지각과 지각 기반 지식 표상(visual perception and perception-based knowledge representation, 이

하 VPR) 이론을 통해 인지심리학적 측면에서 설명하였다. VPR 이론에서는 ‘지각 체제화’와 ‘재인’, ‘표상’ 단계를 통해 정보가 순차적으로 신경적인 감각에서부터 높은 인지적 처리로 나아간다. Anderson(1995)에 의하면 ‘지각 체제화’와 ‘재인’은 시각적 장면으로부터 형태가 추출되고, 이것이 인식되는 단계로, 체제화 과정을 통해 시각 정보가 조직되면 우리는 그것을 재인하기 위해 맥락 정보를 사용한다. 이 과정에서 상향처리와 함께 하향처리가 일어난다²⁾. 재인의 결과로 나타나는 ‘표상’은 지각된 정보가 인지체계에 들어와 처리되는 단계이다. 표상은 지각에서 우리가 무엇을 의식적으로 인식하는가와 관련되며 그것이 부호화되는 방법에 따라 지각 기반의 ‘이미지 표상’ 또는 의미 기반의 ‘명제적 표상’ 형태로 나타나게 된다. 이미지 표상은 지각한 자극과 물리적으로 유사한 형태이지만, 명제적 표상은 원래의 자극과 물리적으로 유사하지 않은 추상적인 언어의 형태이다. 예를 들어, 삼각형의 사진을 보고 있을 때 이미지 표상은 세 선분이 연결된 삼각형의 형태가 되지만, 명제적 표상은 선분과 각도에 대한 관계와 성질이 된다.

앞에서 설명한 세 학자의 주장은 유사한 맥락에서 이해될 수 있다. 즉, Piaget의 주장을 Bishop의 주장과 연결시켜보면 그림 정보를 이해하는 과정에는 주로 ‘형상적’ 처리 능력이 요구되며, 시각적 처리 과정에는 형상적 처리 능력과 함께 조작적 처리 능력이 요구된다. 또한 Gal & Linchevski(2010)의 VPR 이론을 Bishop의 구분에 대응시켜보면, ‘체제화’와 ‘재인’은 시각 정보를 받아들이고 해석한다는 점에서 ‘그림 정보의 이해’ 과정에 대응되는 반면, ‘표상’은 정보를 부호화하여 심상을 형성하고 이를 조작한다는 측면에서 ‘시각적 처리’에 대응된다. 이와 같이 공간

2) 상향처리는 형태 인식을 위해 감각적 물리 자극으로부터의 정보를 받아들이는 과정인 반면, 하향처리는 개인의 경험이나, 기대, 관련내용에 관한 선행지식이나 상황적 맥락에 따라 그것을 해석하는 과정으로 형태 재인에 중요한 역할을 하며, 특정한 이해를 이끈다(Margaret, 2015).

적 사고 과정은 연구자들마다 다른 기준을 가지고 그 단계나 과정을 나누고 있지만, 공통적으로 형상과 조작, 지각과 표상이라는 순차적인 구조들 내에서 설명될 수 있다.

2. 공간 능력 요인

심리 측정 분야에서는 전통적으로 요인 분석을 사용하여 복잡한 공간 능력의 요인을 체계화하여왔다(McGee, 1979). 대표적으로 Thurstone(1944)은 공간 능력을 공간 시각화(S2), 공간적 관계(S1), 공간적 방향(S3) 요인으로 구분하였다³⁾. 공간 시각화(S2)는 대상이 되는 도형을 상황에 맞게 마음속으로 조작하는 능력을, 공간적 관계(S1)는 대상과 부분 사이의 관계를 이해하는 능력을, 그리고 공간적 방향(S3)은 주어진 대상을 여러 각도에서 다양한 방법으로 인식하는 능력과 함께 자신의 위치를 파악하는 능력을 포함한다. Guilford & Lacey(1947)은 공간 시각화(Vz)와 공간적 관계(SR)로 공간 능력 요인을 규명하였다. 공간 시각화(Vz)는 관찰되는 대상의 회전이나 위치 변화 등의 움직임을 상상하는 능력을 포함하는 반면, 공간적 관계(SR)는 공간상에 다르게 배열되어있는 자극들의 관계를 결정하고 시각자극 패턴 내에서 요소들의 배열을 이해하는 능력을 포함한다.

Mcgee(1979)는 공간 능력에 관한 요인분석 연구들을 정리하여 연구자마다 사용하는 용어와 그것의 의미 사이에는 차이가 있지만 결국에 모든 공간 능력 요인들이 ‘공간 시각화’와 ‘공간 방향화’ 요인으로 분류될 수 있다고 설명하였다. Mcgee의 분류에서 공간 시각화는 대상을 빠르게

파악하고 그 대상을 마음속으로 조작하거나 회전하는 능력으로 Thurstone의 공간 시각화(S2)와 Guilford & Lacey의 공간 시각화(Vz)요인을 포함하며, 이것을 측정하는 검사로는 Shepard & Metzler(1971)의 심적 회전 검사와 Ekstrom et al(1976)의 종이접기검사(paper folding test), 폼보드 검사(form board test) 등이 있다. 반면, 공간 방향화는 대상을 바라보는 관점이 변했을 때 변화된 관점에서 대상을 인식하는 능력을 포함하는 것으로 Thurstone의 공간적 관계(S1), 공간적 방향(S3) 요인과 Guilford & Lacey의 공간적 관계(SR) 요인을 포함하며, 이를 측정하는 검사로는 Guilford & Zimmerman(1948)의 공간 방향화 검사, Kozhevnikov & Hegarty(2001)의 관점 취하기 검사 등이 있다. Mcgee(1979)의 분류는 대상을 변환시키는가, 관찰자의 관점을 변환시키는가에 따른 ‘준거 기준’의 관점에서 해석될 수 있다.

공간 능력에 관한 요인 분석 연구는 공간 능력을 규명하고, 분석하는데 많은 기여를 하였지만, 교육적 관점에서 공간 능력을 각각의 분리된 요인으로 해석하기에는 몇가지 제한점을 갖는다. Kosslyn(1994)에 의하면 서로 다른 요인으로 규명되었을지라도, 이러한 요인들 사이에 높은 상관성이 나타난다. 즉, 공간 능력을 구성하는 요인들은 서로 다른 특징을 갖더라도 공간적 정보를 부호화하고, 기억 속에서 표상을 보존하는 등 공통된 처리에 의존한다는 점에서 각각의 요인을 분리된 것으로 다루어서는 안된다. Schultz(1991)에 의하면 특정 요인을 측정하기 위해 개발된 검사일지라도 실제로는 다양한 전략을 사용하여 문제를 해결하기 때문에 어떠한 검사도 순수하게 한 가지 요인을 측정한다고 볼 수 없다. Bishop

3) 공간 능력을 구성하는 요인을 분석한 연구자들은 서로 다른 의미의 요인을 동일한 용어로 사용하여 표현하고 있다. 예를 들어, Thurstone(1944)는 공간적 관계(S1)를 대상과 부분 사이의 관계를 이해하는 능력으로 정의하는 반면, Guilford & Lacey(1947)는 공간적 관계(SR)를 공간상에 다르게 배열되어있는 자극들의 관계를 결정하고, 시각자극 패턴 내에서 요소들의 배열을 이해하는 능력으로 정의한다. Mcgee(1979)은 공간 능력에 관한 여러 학자들의 요인분석 연구를 정리하였는데, 각 연구자들이 사용한 요인의 의미를 구분하기 위해 S1, S2, Vz, SR 등의 기호를 사용하여 표현하고 있다.

(1983)에 의하면 양적이고 객관적인 판단만을 갖 대로 하는 요인 분석 연구에서는 개인이 어떻게 특정 문제에 대한 해법에 접근하는지, 어떤 전략을 사용하여 문제를 해결하는지를 설명하지 못한다. 따라서 교육적 관점에서 공간 능력에 관한 연구는 공간 능력의 요인을 종합적으로 고려하여야 하며, 요인 분석과 같은 양적 분석과 함께 학습자들 개개인에 대한 고려가 포함된 질적인 분석이 병행되어야 한다.

3. 공간 인지 전략

공간 과제를 해결하는데 사용되는 공간 인지 전략은 개인의 사고 과정을 보여주며, 또한 후천적으로 학습될 수 있다는 점에서 인지심리학과 학습과학, 수학교육분야에서 활발히 연구되어왔다. 본 절에서는 선행연구에서 나타난 공간 인지 전략을 ‘접근 방법’과 ‘처리 방법’, ‘준거 기준’ 측면으로 나누어 정리하였다.

가. 공간 인지 전략의 접근 방법 측면

공간 인지 전략의 접근 방법 측면은 문제 해결의 초기에 나타나는 전략으로 자극을 지각하여 정보를 추출하는 체제화 과정과, 그것을 인식하는 재인 과정을 포함한다. 즉, 공간 과제를 해결하는 초기 단계에 관찰자가 자극의 어떠한 정보에 집중하여, 어떠한 맥락으로 받아들이는가에 따라 살펴 볼 수 있다. 먼저, Gorgorió(1998)은 3차원 입체를 시각화하고 방향화하는 과제에서 학생들이 자극에 주의 집중하는 방법에 따라 ‘전체적(global) 전략’과 ‘부분적(partial) 전략’을 구분하였다. 전체적 전략은 자극을 전체적으로 살펴보는 반면, 부분적 전략은 자극의 특정 부분에 주의 집중하여 자극의 부분을 서로 맞춰보거나, 전체를 부분으로 나누는 전략 등을 포함한

다. 이러한 전략의 사용은 과제 복잡성 정도나 요구되는 행위에 따라 다르게 나타나는데, Michaelides(2002)에 따르면 주로 2차원의 간단한 문제에서는 전체적 전략을 사용하는 경향이 높게 나타나는 반면, 3차원의 복잡한 문제에서는 부분적 전략을 사용하는 경향이 높게 나타난다. 또한 Gorgorió(1998)에 따르면 전체적 전략을 사용하는 학생들에 비해, 부분적 전략을 사용하는 학생들이 더 적은 오류를 나타내는 경향이 있다.

Allen & Hogeland (1978)은 공간적 과제에서 나타나는 전략을 그것을 해석하는 방법에 따라 ‘일반적(general) 전략’과 ‘구체적(specific) 전략’으로 구분하였다. 일반적 전략은 자극 전체를 추상적인 대상으로 인식하여 일반적으로 접근하는 반면, 구체적 전략은 자극을 개인의 맥락과 관련된 구체적 대상으로 인식하여 접근하는 전략을 의미한다. 즉, 구체적 전략에서 검사 자극은 학생의 경험에 근거하여 의미를 갖는 대상으로, 형태 재인 과정에서 개인의 맥락정보를 사용하는 하향적 처리가 강조되는 전략이라고 볼 수 있다.

나. 공간 인지 전략의 처리 방법 측면

공간 인지 전략의 처리 방법 측면은 지각된 자극을 마음속에서 표상하는 단계에 나타나는 전략으로 공간 인지 전략에 관한 대부분의 연구에서는 이러한 처리 측면을 다루고 있다. 먼저, Lajoie(2003)는 앞, 옆, 위 등 2차원 평면의 조합으로 3차원 입체를 구성하는 수직투영과제(orthographic projection task)에서 학생들의 전략을 ‘구성적(constructive) 전략’과 ‘분석적(analytic) 전략’으로 구분하였다. 구성적 전략은 문제 해결에 필요한 심적 변환을 위해 시각적 대상의 표상을 머릿속으로 구성하는 전략인 반면, 분석적 전략은 순차적으로 특징을 비교하는 전략으로 주로 2차원과 3차원에 나타나는 선이나 면 등을

맞춰보는 것을 포함한다. Lajoie의 연구 결과 초보자 집단은 구성적 전략과 분석적 전략을 효과적으로 활용하지 못하는 반면, 전문가 집단은 분석적 전략을 체계적으로 적용하여 문제 해결에서 높은 성취를 나타내었다.

Gorgorió(1998)는 공간 과제해결에서 자극의 처리 전략을 ‘시각적(visual) 전략’과 ‘비시각적(non-visual) 전략’으로 나누었다. 시각적 전략은 도형의 시각적 정보만을 사용하여 문제를 해결하는 전략인 반면, 비시각적 전략은 도형의 시각적 정보를 대칭, 합동 등 도형의 성질을 사용하여 문제를 해결하는 전략을 의미한다. 전략의 사용은 과제에서 요하는 행위에 따라서 다르게 나타났는데 이해를 요하는 과제에서는 자극이 단순한 경우 시각 전략을, 자극이 복잡한 경우에는 비시각 전략을 사용하는 경향을 보였다. 반면, 그리기나 만들기 등 구성을 요하는 과제에서는 전체적으로 비시각적 전략을 사용하는 경향성을 보였다. 또한 공간 인지 전략과 정답률의 관계는 과제의 복잡도에 따라 다르게 나타났는데, 과제가 단순한 경우 시각적 전략을 사용한 집단이 높은 정답률을 보인 반면, 과제가 복잡한 경우 비시각 전략을 사용한 집단이 높은 정답률을 보였다. 이러한 결과는 자극이 단순하여 쉽게 해결할 수 있는 경우 시각적 전략이 효과적이지만, 자극이 복잡해지면 비시각적으로 대상을 분석하는 전략이 효과적임을 보여준다.

최근에는 고전적 심리 검사에서 나아가 화학 분자 구조를 변별하는 검사를 통해 공간 인지 전략을 분석하려는 시도가 이루어져왔다. 예를 들어, Stieff(2007)는 Shepard & Metzler(1971)의 블록 형태의 심적 회전 과제와 함께 유기 화학 과제에서 문제를 해결하는 방법을 ‘심적 회전 전략’과 ‘분석적 휴리스틱 전략’으로 구분하였다. 그의 실험에서 분석적 휴리스틱 전략은 자극이 대칭성을 띄는 경우 돌려보지 않아도 서로 같은

자극이라는 규칙에 근거한 것이다. 초보자의 경우 자극의 형태와 상관없이 심적 회전 전략을 사용하지만, 전문가들은 자극이 비대칭적인 경우 심적 회전 전략을 사용하는 반면, 자극이 대칭적인 경우 분석적 휴리스틱 전략을 사용하여 문제를 해결하였다. 즉, 전문가들은 주어진 문제에서 규칙성을 발견하여 분석적으로 문제를 해결하는 반면, 초보자들은 그렇지 못하였다. 하지만 초보자들도 분석 전략에 관한 학습 이후에는 대부분의 학생들이 대칭자극에 대해 쉽게 분석 전략을 적용할 수 있었다. 심적 회전은 가장 본능적으로 초보자들이 사용하는 인지 전략이지만, 과제에 익숙해지면서 점차 자극 특징에 기반한 분석 전략을 사용할 수 있게 되었다.

Stieff, Ryu, Dixon, & Hegarty(2012)는 Stieff(2007)의 연구를 토대로 내적 표상을 사용하는 ‘공간-심상(spatial-imagistic) 전략’과 함께 내적 표상을 사용하지 않는 세 가지 대안 전략으로 ‘공간-도식화 (spatial-diagrammatic) 전략’, ‘공간-분석(spatial-analytic) 전략’, ‘알고리즘적(algorithmic) 전략’을 제시하였다. ‘공간-도식화 전략’은 외적 표상인 도식(diagram)을 사용하는 것으로, 자극의 기본 구조를 학습자 스스로 그려보면서 그것의 변환을 추론하는 전략을, ‘공간 분석 전략’은 공간 정보를 포함하는 규칙을 사용하는 것으로 분자 구조의 공간적 정보로부터 R/S와 같은 라벨을 붙이는 전략을, ‘알고리즘적 전략’은 공간 정보를 포함하지 않는 규칙을 사용하는 것으로, 자극내의 특정한 규칙성에 근거하여 공식으로 문제를 해결하는 방법의 의미한다.

Hegarty, Stieff & Dixon.(2013)는 Stieff et al.(2012)가 제시한 네가지 전략에 따라 분자 구조에 관한 수업 전과 후에 학생들의 전략을 분석한 결과 수업 전에는 대부분의 학생들이 ‘공간-심상 전략’을 사용하였으나, 수업 후 점차 대안적 전략들을 사용하기 시작함을 발견하였다. 특

히 이러한 전략의 변화는 여학생이 남학생에 비해 수업 후 전략 변화가 크게 나타났으며, 공간 능력이 낮은 학생이 높은 학생들에 비해 전략 변화가 크게 나타났다. 이러한 결과로부터 심상적인 전략에서 분석적인 전략으로의 변화는 학습을 통해 자연스럽게 일어남을 알 수 있다.

Hegarty와 그의 동료들은 Stieff et al.(2012)의 전략 분류를 사용하여 집단별로 세 가지 학습의 효과를 고찰하였다(Hegarty et al., 2013). 학습은 집단별로 심상적인 시뮬레이션을 강조하는 ‘심상(imagistic) 학습’과, 분석적 규칙과 휴리스틱스의 적용을 강조하는 ‘분석(analytic) 학습’, 그리고 이 두 가지 방법을 함께 사용하는 ‘혼합(combined) 학습’을 적용하였는데, 학생은 기존에 사용하였던 전략에 따라 수업의 효과가 다르게 나타났다. 공간-심상 전략을 사용하였던 학생들에게는 혼합 학습이 효과적인 반면, 공간-도식화나, 공간 분석, 알고리즘적 전략을 사용하였던 학생들에게는 분석 전략 수업이 효과적이었다. 학습에서 다루어진 서로 다른 요소들이 학생들의 기존의 전략과 상호작용하여 전략에 따라 수업의 효과가 다르게 나타났다. 분석을 강조한 학습은 대부분의 학생들에게 효과를 나타낸 반면, 심상을 강조한 학습은 이미 심상 전략을 사용하는 학생들에게만 효과가 나타난 것으로부터 심상 학습은 심상 전략을 사용할 수 있는 학생들에게 의미 있게 적용될 수 있다고 볼 수 있다.

다. 공간 인지 전략의 준거 기준 측면

인지 심리학 분야의 많은 연구에서 공간 과제를 해결하기 위해 사용하는 준거 기준에 따라 ‘대상 변환 전략’과 ‘자기중심적 변환 전략’을 구분하고 있다(Zacks, Vettel & Michelon, 2003). 대상 변환 전략은 관찰자의 관점을 고정시킨 채 과제의 이미지 자극을 변환시키는 전략인 반면,

자기중심적 변환은 관찰자의 관점을 변환시키는 전략을 일컫는다. 이러한 전략의 사용은 과제의 특성에 따라 다르게 나타난다. 두 자극을 동시에 제시하여 서로 같은지, 다른지 판별하는 과제에서는 하나의 자극을 심적으로 변환시켜 다른 하나의 자극과 맞추어보는 대상 기반 변환을 사용하는 경향이 강한 반면, 하나의 자극을 제시하여 오른쪽, 왼쪽 등을 판별하는 과제에서는 자기중심적 변환을 사용하는 경향을 보인다(Zacks & Tversky, 2005). 또한 자극이 물체인 경우에는 대상 기반 변환을 주로 사용하는 반면, 자극이 신체인 경우에는 자기중심적 변환을 사용하는 경향이 높게 나타난다(Zacks & Tversky, 2005; Amorim & Isableu, 2006). 이러한 준거 기준에 따른 차이는 fMRI를 이용한 신경 이미징 연구 결과로도 나타나는데 Zacks et al.(2003)의 연구에서 대상 기반 변환 전략을 사용할 때는 전, 후 두정엽에서 우측 활성이 두드러지는 반면, 자기중심적 변환 전략을 사용할 때는 좌측 두정엽-측두엽-후두엽 결합 부위가 활성화됨을 밝혔다.

준거 기준에 따른 전략의 차이는 반응시간과 정답률의 결과로도 나타난다. Wraga, Shephard, Church, Inati & Kosslyn(2005)의 실험에서 자기중심적 변환을 사용한 집단이 대상 기반 변환을 사용한 집단보다 공간 과제를 더 빠르고 정확하게 해결하였다. 대상 기반 변환을 사용한 집단은 회전 각도에 비례하여 반응 시간과 오답률이 증가하는 반면, 자기중심적 변환을 사용한 집단은 회전 각도에 따라 반응시간과 오답률이 특정한 경향성을 나타나지 않았다. Kessler & Wang (2012)의 연구에서는 전략의 개인차를 밝히고 있는데 여성과 높은 사회적 능력을 갖는 사람들이, 남성과 낮은 사회적 능력을 갖는 사람들에 비해 자기중심적 변환을 사용하려는 경향이 강하게 나타난다.

III. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구에 경기도 시흥시 소재의 초등학교 6학년 학생 63명이 참여하였다. 이들은 시흥시 소재의 50여개의 초등학교에서 2~3명씩 추천 받아 서울 소재 OO대학교 사범대학에서 진행 중인 교육 프로그램에 참여하고 있는 학생들 중 열심히 참여하여 선발된 학생들로 일반 학생들에 비해 성실하고 학업 열의가 높다. 본 연구와 관련하여 연구 참여자들에게 사전에 안내를 한 후에 학생 본인 및 보호자의 동의가 이루어진 후 연구를 수행하였다.

2. 검사 도구

공간 능력을 측정하는 다양한 검사 도구 중 회전된 두 입체의 같고 다름을 판단하는 Shepard & Metzler(1971)의 심적 회전 검사는 심리학 분야에서 공간 능력을 측정하는 대표적인 검사 도구이다. 심적 회전 검사는 이후 Vandenberg & Kuse(1978) 등을 통해 후속 검사들이 개발되어 왔으며, 여러 연구(Schultz, 1991; Hegarty et al., 2013)에서 심적 회전 검사에서 사용되는 인지 전략을 밝히고 있다. 본 연구에서는 Hoffer(1977)가 7가지 공간 능력 중 중요하게 강조한 ‘시각적 변별(visual discrimination)’과 ‘시각적 기억(visual memory)’ 능력에 초점을 두고자 Shepard & Metzler(1971)의 심적 회전 검사를 연구 목적에 맞도록 재구성하여 두가지 검사지와 설문지를 개발하였다.

먼저, 변별 검사에서는 같거나 거울 대칭인 두 입체를 동시에 제시하여 같고 다름을 판단하도록 하여 ‘시각적 변별’ 능력을 측정하고자 하였다. 검사 문항은 자극에 사용된 큐브 수에 따라 복잡도가 낮은 유형(D1)과 복잡도가 높은 유형(D2), (D3)으로 구분하였다.⁴⁾ 두 번째, 재인 검사는 변별 검사에 추가적으로 ‘시각적 기억’ 능력을 측정할 수 있도록 설계하였다. Yackel & Wheatly(1990)는 ‘시각적 기억’과 관련하여 quick image⁵⁾ 활동을 소개한 바 있지만 이러한 활동의 결과나 이에 사용되는 인지전략에 관한 연구는 이루어지지 않았다. 본 연구에서는 Shepard & Metzler(1971)의 심적 회전 검사와 quick image 활동을 조합하여 재인 검사지를 개발하였다. 즉, 같거나 거울 대칭인 두 입체를 시간차를 두고 제시하여 같고 다름을 판단하도록 하도록 하였다. 재인 검사 문항은 한붓그리기가 가능한 선형 구조(R1) 문항, 한붓그리기가 불가능한 분기구조(R2) 문항, 삼각뿔수구조(R3) 문항으로 구성하였다.⁶⁾ 변별 검사와 재인 검사 모두 두 차례의 예비 검사를 통해 난도와 문항 수를 조절하였으며, 최종적으로 각각의 검사 문항은 18개씩으로 구성하였다.

설문지는 학생들의 전략을 판단하기 위한 도구로 Gorgorió(1998)의 연구에서 사용한 전략 분석틀을 기반으로 선다형과 서술형으로 구성하였다. 설문을 통해 인지전략을 판단하는 방식은 공간 인지 전략에 관한 여러 선행연구(Vandenberg & Kuse, 1978; Shultz, 1991)에서 사용하고 있을 뿐 아니라, 본 연구에 참여한 학생들은 OO대학교 사범대학 온라인 교육 프로그램에서 여러 차례 자신의 문제 해결 과정을 글로 서술한 경험이 있기 때문에 본 연구에서 인지전략을 판단하기 위해 선다형, 서술형으로 구성된 설문 방식을 사용하였다.

4) <부록2> 참고

5) quick image 활동은 2D의 간단한 형태를 학생들에게 잠깐 동안 보여준 다음에 그것을 기억하여 그려보도록 하는 것으로, Wheatly는 이후에 2D 이미지를 3D 입체로 확장하여 큐브 블록으로 만들어보는 quick build 활동을 개발하였다(Wheatly, G. Quick Draw. <http://www.learnnc.org/lp/pages/787>).

6) <부록4> 참고

설문 내용은 선다형에서는 문제 해결의 ‘접근 방법’과 ‘처리 방법’, ‘준거 기준’ 측면에 관해 질문하였다. ‘접근 방법’ 측면에서는 대상을 전체적으로 접근하였는지, 부분적으로 접근하였는지, 둘 다 사용하였는지 물어보았고, ‘처리 방법’ 측면에서는 대상의 이미지를 마음속으로 상상하면서 문제를 해결하였는지, 깃수나 방향 등을 생각하면서 분석하였는지, 두 가지 방법을 모두 사용하였는지 물어보았다. 마지막으로 ‘준거 기준’ 측면에서는 문제를 해결할 때 대상을 회전시켰는지, 자신의 관점을 변환시켰는지, 두 가지 변환을 모두 사용하였는지 물어보았다. 서술형에서는 검사를 수행할 때와 동일하게 문항 유형별로 대표 문항을 제시하고, 각각에 대해 어떻게 해결하였는지 자세히 설명하도록 하였다.

3. 연구 절차

본 연구와 관련하여 63명의 학생이 강당에 모여 변별 과제와 재인 과제를 수행하였다⁷⁾. 연구자는 파워포인트로 제작된 문항 슬라이드를 강당 앞에 설치된 스크린을 통하여 제시하였다. 학생들에게는 답을 체크할 수 있는 답안지와 설문지를 양면 복사하여 사전에 나누어주었다. 검사를 시작하기에 앞서 연구자는 검사의 방법과 검사 문항 수, 검사 시간 등에 대한 안내 사항을 슬라이드로 보여주면서 설명하였고, 학생들이 검사 방법에 익숙해지도록 4개의 예제 문항을 미리 풀고, 연구자와 함께 답을 맞춰보았다. 연구자가 예제 문항을 풀어줄 때는 학생들의 문제 해결에 영향을 줄 수 있는 어떠한 전략도 언급하지 않았으며, 자석 큐브를 사용하여 두 입체 형태를 만들어 서로 같은지 비교해보았다. 이어서 바로 18개의 문항으로 구성된 변별 검사를

실시하였다. 문항 슬라이드는 페이지 당 20초의 시간이 지나면 자동으로 넘어가도록 설정하여 검사 중 별도의 조작이 필요 없도록 하였다. 검사를 마친 후 바로 학생들에게 두 입체를 어떻게 변별하였는지 물어보는 설문에 답하도록 하였다. 설문 작성시 연구자가 앞에서 선지의 의미에 대해 구체적인 사례를 들어 설명함으로써 용어 이해에 오해가 없도록 하였다.

변별 과제를 마치고 동일한 장소에서 동일한 방법으로 재인 과제를 실시하였다. 변별 과제에서와 마찬가지로 학생들은 3개의 예제 문항을 연구자와 풀어본 후에 재인 과제를 시작하였다. 재인 과제는 큐브로 구성된 두 개의 입체 A, B가 시간차를 두고 나타나도록 하였다. 잔상의 효과를 줄이기 위하여 A자극이 슬라이드 원면에 10초 동안 나타난 후 빈 슬라이드가 1초 동안 나오고, 이어서 B자극이 슬라이드 오른쪽에 10초 동안 나타나도록 하였다. 이러한 시행이 18번 반복되도록 슬라이드 시간을 설정하여 검사가 끝날 때까지 자동적으로 슬라이드가 넘어가도록 하였다. 학생들은 먼저 제시되는 A자극에 대해서는 10초 동안 관찰하면서 기억하려고 하지만, 두 번째 B자극은 제시된 후 3~4초 이내로 같은지, 다른지 판단하여 답을 체크하였기 때문에 따로 답을 체크할 시간은 주지 않았다. 변별 과제와 마찬가지로 재인 과제에서도 검사를 마친 후 바로 학생들에게 어떻게 문제를 해결하였는지 물어보는 설문을 작성하도록 하였다. 변별 과제와 재인 과제는 각각 검사에 대한 설명에서부터 검사가 종료될 때까지 약 10분, 설문을 작성하는데 약 10분 정도의 시간이 소요되었다. 따라서 두 가지 검사와 설문 작성에 약 40여분의 시간이 소요되었다.

7) 본 연구에서 변별 과제는 변별 검사와 그에 대한 설문을, 재인 과제는 재인 검사와 그에 대한 설문을 일컫는다.

IV. 인지 전략의 유형 분석

변별 과제와 재인 과제에서 학생들의 인지 전략을 접근 방법, 처리 방법, 준거기준 측면에서 분석하였다. 인지 전략은 학생들이 설문지에 서술한 내용을 토대로 분석하였으며, 선다형 답변은 참고로 하였다. 또한 전략 판단의 객관성을 확보하고자 서술된 전략에 대해 동료 연구자와 교차 검토를 하였으며, 전략 판단이 애매한 경우 학생들에게 추가 면담을 요청하여 학생들이 사용한 전략을 더욱 정확하게 판단하고자 하였다.

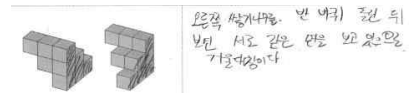
1. 변별 과제

변별 과제는 동시에 제시된 두 입체의 같고 다를 것을 판별하는 것으로 학생들은 ‘접근 방법’과 ‘처리 방법’, 그리고 ‘준거 기준’ 측면에서 다양한 전략을 사용하였다. 먼저 ‘접근 방법’ 측면에서 자극을 접했을 때 자극 전체에 관심을 가지는지, 특정 부분에 관심을 가지는지에 따라 ‘전체적 접근’과 ‘부분적 접근’으로 구분하여 분석하였다. ‘처리 방법’ 측면에서는 대상을 변별할 때 제시된 자극을 이미지로 표상하였는지, 이미지 정보 외 블록의 갯수와 방향 등 명제적 표상을 사용하였는지에 따라 ‘심상적 처리’와 ‘분석적 처리’로 구분하여 분석하였다. ‘준거 기준’ 측면에서는 두 입체가 같은지, 다른지 변별하는 준거로 자극을 변환시키는지, 학생의 관점을 변환시키는지에 따라 ‘대상 변환’과 ‘관점 변환’으로 구분하여 분석하였다.

가. 접근 방법

1) 전체적 접근

변별 과제에서 전체적 접근 방법을 사용한 학생들의 대부분은 하나의 자극에 대한 심상을 마음속에서 회전시켜 다른 자극의 형태에 맞추어 보는 전략을 사용하였다. S7은 D1 문항에 대해 “오른쪽 도형이 왼쪽보다 45도 기울어져 같다”고 설명하였으며, S35은 D2 문항에 대해 “오른쪽 쌓기나무를 반바퀴 돌리면 서로 같은 면을 보고 있으므로 거울대칭이다”라고 설명하였다. 이들은 ‘돌려보았다’, ‘맞춰보았다’, ‘기울였다’ 등의 표현을 주로 사용하여 둘 중 하나의 자극을 기준으로 하여 다른 하나의 자극을 어떻게 변환하였는지 설명하고 있다. 특히 S35는 오른쪽 자극을 180도 돌렸을 때 마주하는 면을 까맣게 칠하여 대칭면을 표현한 것으로부터 이 면에 대해 대칭을 이루는 전체적 이미지를 마음속에 표상하고 있음을 알 수 있다.



[그림 IV-1] S35의 답변

2) 부분적 접근

가) 특정 부분에 주목하여 변환

부분적 접근을 사용하는 학생들의 대부분은 입체의 특정 부분에 주목하여 비교하고 있다. 이들은 특정 부분에 동그라미나 선 등의 표시를 하여 어느 부분에 주목하였는지 나타내었다. S32는 “선이 그려진 면을 마주대고 보았다”라고 설명하면서 자극 위에 선을 표시하고 있다. Stieff(2005)는 심적 회전 과제에서 순수한 자극 이외 다른 정보가 포함되는 경우 심적 회전보다 특정 정보를 맞추는데 초점을 둔다고 한 바 있다. S32은 Stieff의 설명처럼 스스로 문제 해결을 용이하게 하기위해 연필로 정보를 넣고, 그 정보

에 집중하여 두 자극을 맞춰보았음을 알 수 있다. 특정 부분의 설정은 문항 유형에 따라서 다르게 나타났는데, D1과 같이 단순한 형태에서는 대부분 블록 하나에 집중하는 경향을 보였지만, D2와 같이 복잡한 형태에서는 한 층 전체 또는 일부(ㄱ자 모양, 블록 한 개 등)에 집중하는 등 다양하게 나타났다.



[그림 IV-2] S32의 답변

나) 부분으로 분해하여 분석

부분적 접근을 사용한 학생들 중 일부는 비교해야 할 대상을 부분으로 분해하여 각 부분 사이의 관계를 분석하였다. S15는 “ ‘ㄱ’ 모양을 빼보면 왼쪽은 밑에 있는 쌓기나무가 오른쪽, 오른쪽은 왼쪽이므로 다르다”라고 설명하면서 ‘ㄱ’를 빼고 남은 모양을 블록 2개씩 두 개의 부분으로 나누어서 이들의 관계를 분석하였다. S15가 표시한 화살표 방향에서 대상을 바라보면 동그라미 친 두 개의 블록이 앞쪽에 가로로 놓이고, 나머지 블록이 뒤쪽에 세로로 놓이는데, 세로 블록이 가로 블록의 오른쪽에 있는지 왼쪽에 있는지에 따라 각각의 자극을 ‘오른쪽’, ‘왼쪽’이라고 부르고 있다. 전체를 부분으로 분해하여 분석하는 방법은 간단한 형태인 D1에서는 나타나지 않고, 복잡한 형태인 D2, D3에서만 나타난 것으로부터 자극이 복잡하여 한눈에 직관적으로 파악되지 않을 경우 이를 분해하여 분석하는 경향이 있음을 확인할 수 있었다.

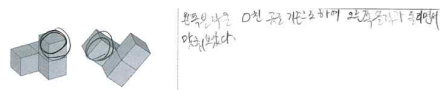


[그림 IV-3] S15의 답변

나. 처리 방법

1) 심상적 처리

심상적 처리는 주로 접근 방법 측면에서 전체적인 접근을 하는 학생 중 심상의 변환을 사용하는 학생들과, 부분적 접근을 하는 학생 중 특정 부분에 주목하여 변환하는 학생들이 사용하는 전략으로 자극의 이미지 표상을 사용하여 두 입체를 비교하였다. S50은 “왼쪽 블록을 O 친 곳을 기준으로 하여 오른쪽 블록과 돌리면서 맞춰보았다”라고 설명 하면서 둘 중 하나의 자극을 기준으로 다른 하나의 자극을 어떻게 변환시켰는지 설명하였다.



[그림 IV-4] S50의 답변

2) 분석적 처리

분석적 처리는 주로 자극의 특성을 명제적으로 표상하여, 부분들 간의 관계를 파악하는 방법으로 자극을 이루는 부분의 ‘방향’과 ‘갯수’ 등에 주목한다. S6은 “(3,4,3), (3,4,3)으로 같다”라고 설명하면서 입체를 층별로 분해하여 각 층의 블록의 갯수를 순서쌍으로 표현하고 있다. 이러한 명제적 정보는 압축적으로 대상의 특징을 비교할 수 있도록 한다. 하지만 본 검사에서는 동일하거나 거울 대칭상의 자극을 사용하여 양쪽 자극의 블록 갯수가 동일하기 때문에 갯수 정보만으로는 대상을 정확하게 변별할 수는 없다.

심상적 처리와 분석적 처리는 완전히 구분되는 것이 아니며, 경우에 따라서는 두 가지 방법을 함께 사용하기도 한다. S51은 D2에 대해 “입

체 전체를 비교하면서 돌리고 시간이 남으면 부분의 특징을 비교하면서 확인하였다”고 설명하여, 심상적 처리로 문제를 해결한 후에 답을 확인하기 위해 분석 전략을 사용하였다.

다. 준거 기준

1) 대상의 변환

대상의 변환은 자극을 변환시키는 전략으로, 처리 방법 중 심상 처리를 하는 경우에 주로 나타났다. S15는 D2에 대해 “오른쪽 도형을 돌려보니 서로 반대방향을 보고 있으므로 거울대칭이다”라고 하면서 대상을 변환시켰음을 설명하였다.

2) 관점의 변환

변별 과제에서 일부 학생들은 자신의 관점을 변환시켜 두 자극을 비교하였다. 이러한 관점 변환은 처리 방법 중 주로 분석적 처리를 하는 경우에 나타났다. S28은 “방향을 봄”라고 설명하면서 자신의 관점을 변환시킨 대상이 어떻게 보이는지 설명하였다. 관점을 변환시킨 학생들은 대부분 자신의 관점을 어떻게 변환시켰는지 그림에 화살표로 방향을 표현하고 있으며, 두 자극이 동일한 형태로 보일 수 있는 방향으로 자신의 관점을 변환하였다.



[그림 IV-5] S28의 답변

2. 재인 과제

재인 과제는 시간차를 두고 나타나는 두 입체

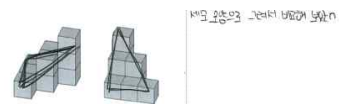
가 같은지, 거울대칭인지 판단해야하므로 문제를 해결하기 위해 첫 번째 나타나는 입체를 정확하게 기억해서 두 번째 입체와 비교해야한다. 따라서 변별 과제는 학생들이 제시된 자극을 비교하는 측면에서 인지 전략을 서술한 반면, 재인 과제에서는 입체를 기억하는 측면에서 인지 전략을 서술하였다.

학생들의 인지 전략은 변별 과제에서와 마찬가지로 접근 방법과 처리 방법, 그리고 준거 기준 측면에서 다양하게 나타났다. 이에 변별 과제에서와 유사한 틀을 사용하여 재인 과제의 인지 전략의 유형을 분석하였으나, 과제 특성에 따라 나타나는 전략이 다를 경우 분석 틀을 일부 변경하였다.

가. 접근 방법

1) 전체적 접근

전체적 접근 방법을 사용하는 학생들 중 많은 학생들이 자극에 대한 심상을 형성하였다. 심상은 자극의 전체적인 형태를 단순화하거나, 자극에서 연상되는 구체물과 연관시켰다. S16는 R3에 대해 “세모모양을 그려서 비교해보았다.”라고 설명하면서 자극의 형태를 단순화하여 비교하였으며, S10은 R2에 대해 “2개를 가로 1층 쪽에서 볼 때 오른쪽으로 총모양이다”라고 설명하면서 ‘총’이라는 은유를 통해 구체적 맥락에서 대상을 비교하였다. 이러한 전략은 변별 과제에서는 나타나지 않았던 전략으로 자극의 형태를 기억하기 위해 자신이 기억하기 편한 형태로 자극을 변환하여 심상을 형성하고 있음을 알 수 있다.



[그림 IV-6] S16의 답변

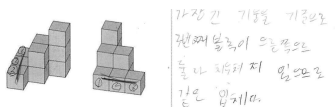
2) 부분적 접근

가) 특정 부분에 주목

대상을 부분적으로 접근하는 학생들 중 많은 학생들이 쌍 자극에서 대응되는 특징적인 부분에 주목하였다. S59는 “튀어나온 부분의 방향을 기억했다.”고 설명하면서 튀어나온 부분에 O 표시를 하였고, S21은 “가장 긴 기둥을 기준으로 3번째 블록이 오른쪽으로 둘 다 치우쳐 있으므로 같은 입체이다”라고 설명하면서 1층 블록에 주목하고 있음을 알 수 있다. 재인 검사 문항은 쌍 자극이 서로 동일하거나 거울대칭이기 때문에 특정 부분의 방향 정보만으로 같고 다름을 판별할 수 있었으며, 동일한 대상에 대해서 학생마다 주목하는 부분에는 차이가 있었다.



[그림 IV-7] S59의 답변

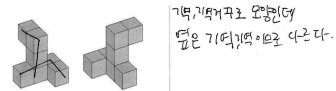


[그림 IV-8] S21의 답변

나) 부분으로 분해하여 분석

부분적 접근 방식을 취한 학생 중 일부는 입체를 부분으로 분해하여 부분들 간의 관계를 분석하였다. S6은 R2에 대해 “기억, 기억 거꾸로 모양인데, 옆은 기억, 기억으로 다르다”라고 설명하면서 대상을 부분(두 개의 ㄱ)으로 나누어 분석하고 있다. 반면, S27 R1에 대해 “위와 아래를 분리해서 기억했다”라고 서술하고 있다. 분해의 방법은 학생에 따라서도 다르지만, 자극 유형

에 따라서도 달라짐을 알 수 있다. 즉, R1은 한붓그리기가 가능한 선형 형태이므로 위, 아래로 분해가 용이한 반면, R2는 한붓그리기가 불가능한 분기구조 형태이므로 입체의 특징에 따라 독특한 방식으로 분해될 수 있음을 알 수 있다. 우리의 작업 기억 용량의 한계로 전화번호 7자리를 나누어 기억하는 것처럼 전체를 본 과제에서도 한꺼번에 기억하기 어려울 때 학생들은 자발적으로 전체를 부분으로 분해하여 기억하려고 하였다.

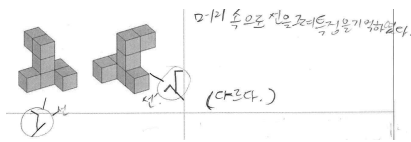


[그림 IV-9] S6의 답변

다) 대상의 구성을 시물레이션

재인 과제에서 부분적 접근을 취하는 학생들 중 일부는 순차적으로 대상의 구성을 시물레이션 하였다. 이러한 전략은 변별 과제에서는 나타나지 않았던 전략으로 재인 과제에서 대상을 기억하기 위한 전략으로 이해될 수 있다. 앞에서 살펴본 접근 방법들은 모두 자극을 정적인 이미지로 놓고 생각하는 반면, 시물레이션은 자극을 시간의 순서에 따라 동적으로 구성한다는 측면에서 다른 방법들과 차별화된다. 이러한 전략을 사용한 학생들은 ‘그린다’, ‘따라간다’라는 표현을 주로 사용하였다. S36은 “머릿속으로 도형 모양의 선을 그려 기억하였다”, S53은 “올라온 방향과 아래 모양을 손가락으로 따라 그리면서 기억하였다”, S63은 “연필로 전체적인 뼈대를 그리며 기억하였다” 라고 서술하고 있다. 마치 우리가 손가락으로 수를 셀 때 마음속에서 수 계산에 관한 작용이 일어나는 것처럼, 본 실험에서 손가락이나 도구로 대상을 따라 그리는 현상은

마음속 일어나고 있는 체화된 시물레이션과정을 설명해준다. 체화된 활동은 입체에 관한 지각과 표상 과정을 중재하여 입체를 더욱 정확하게 기억할 수 있도록 돕는다. 또한 시물레이션 방법을 사용하여 대상을 순차적으로 구성한 학생들은 모두 세 개의 문항 유형에 대해 동일한 방법을 적용 하는 것으로부터 시물레이션은 어떠한 유형의 문항에 대해서도 적용될 수 있는 강력한 인지 전략임을 알 수 있다.



[그림 IV-10] S36의 답변

나. 처리 방법

1) 심상적 처리

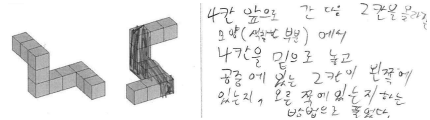
심상적 처리는 자극을 이미지로 표상하여 기억하여 비교하는 방법이다. S28은 “잔상효과(암기)”라는 설명을 통해 자극이 사라진 후 잠깐 동안 남아있는 잔상을 통해 자극의 전체적 형상을 기억했음을 알 수 있다. 이 학생은 세가지 문항 유형에 대해 모두 동일한 방법으로 설명하고 있는 것으로부터 문항 유형에 상관없이 적용될 수 있는 인지 전략임을 알 수 있다.

2) 분석적 처리

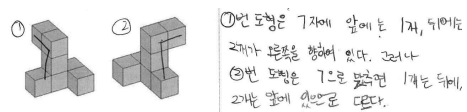
분석적 처리는 대상의 특징을 명제적 형태로 표상하여 분석하는 처리 방법이다. 즉, 자극의 이미지 외에 방향성이나 갯수 등 추상적 정보를 표상하여 자극의 특성을 분석하는 것으로, 재인 과제에서는 변별 과제에 비해 다양한 분석 전략

이 사용되었다.

S8은 “4칸 앞으로 간 다음 2칸을 올라갈 때 모양(색칠한 부분)에서 4칸을 밑으로 놓고 공중에 있는 2칸이 왼쪽에 있는지, 오른쪽에 있는지 하는 방법으로 풀었다” 라고 설명하면서 연필로 칠한 부분을 기준으로 위쪽 끝 마디 방향이 오른쪽인지, 왼쪽인지를 판단하여 문제를 해결하였다. 이 학생은 문항 R1과 R3에 대해서도 동일한 방법으로 설명하고 있다. S26은 “1번 도형(왼쪽 도형)은 뒤집어진 ‘ㄱ’자를 기준으로 앞에는 1개, 뒤에는 2개이다. 그러나 오른쪽 도형은 뒤집어진 ㄱ자를 기준으로 뒤에 1개, 앞에 2개 있으므로 다르다”라고 설명하고 있다. 즉, 가운데 뒤집어진 ㄱ자를 기준으로 잡고 그것을 동일한 방향으로 놓았을 때 앞, 뒤의 블록의 갯수를 비교하여 차이를 판별하였다. S8과 S26은 둘 다 자신의 관점을 변환하여 두 자극의 공통점과 차이를 관계를 분석하고 있다.



[그림 IV-11] S8의 답변





[그림 IV-12] S26의 답변

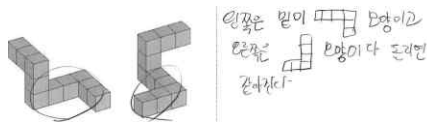
다. 준거 기준

1) 대상 변환

준거 기준에 따른 전략에서 대상 변환은 학생의 관점을 변환시키지 않은 채 대상의 형태나 구조를 기억하여 문제를 해결하는 방법이다. 주

로 대상의 형태를 심상적으로 처리하는 학생들은 관점을 고정시키는 경향을 보였다.

S35는 “왼쪽은 밑이  모양이고 오른쪽은  모양이다. 돌리면 같아진다.”는 설명을 통해 자극의 부분적 형상을 기억했다가 두 번째 자극에 맞춰보았음을 알 수 있다. 재인 과제는 자극이 동시에 제시되기 않기 때문에 자극 전체를 기억했다가 회전하는 것은 쉽지 않기 때문에 자극의 특정 부분의 형태를 기억하고 이를 돌려서 두 번째 자극과 비교하였음을 알 수 있다.



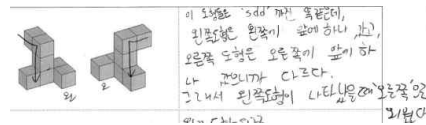
[그림 IV-13] S35의 답변

2) 관점 변환

변별 과제에서는 두 자극이 동시에 제시되어 대부분의 학생들이 대상을 변환시켰지만, 재인 과제는 두 번째 제시되는 자극이 어느 방향으로 회전하는지 예측할 수 없기 때문에 대상을 미리 변환시킬 수 없다. 따라서 관찰자의 관점을 변환시켜 대상을 분석하는 전략을 많이 사용하였다. 이러한 학생들은 ‘~라고 할 때’, ‘~에서 볼 때’와 같은 표현을 사용하거나, 화살표를 통해 어느 쪽으로 관점을 변화시켰는지 설명하였다. S48는 “위쪽에 블록 1개가 튀어나온 쪽이 앞이라 할 때, 왼쪽 블록은 뒤에서 볼 때 오른쪽에 블록이 1개 튀어나오고 있고, 오른쪽 블록은 왼쪽에 블록이 1개 튀어나와서 거울대칭이다”라고 서술하고 있다. 즉, S48은 앞, 뒤가 어디인지 기준을 정한 후, 자신이 뒤에서 바라보고 있다고 가정한다. 두 자극에 대해 동일한 관점을 적용한 후, 자극을 논리적으로 분석하여 비교하고 있다. S62

는 “이 도형들은 앞으로 두 칸 가고 아래로 3칸 가는 것까지는 똑같은데, 왼쪽 도형은 왼쪽에 앞에 하나 갔고, 오른쪽 도형은 오른쪽에 앞에 하나 갔으니깐 다르다. 그래서 왼쪽 도형이 나타났을 때 ‘오른쪽으로’라고 외웠다”라고 설명하고 있다. 즉, 입체를 위에서부터 아래쪽으로 따라 내려오면서 1층에서 두 자극의 방향이 어떻게 달라지는지 비교하고 있다. 또한 자신이 사고한 맥락에서 자극을 ‘오른쪽으로’라고 부르고 있다.

관점 변환은 접근 방법 측면에서는 전체적 접근으로 대상의 구조를 통찰하는 경우와 부분적 접근에서 대상을 분해하거나 시뮬레이션을 하는 경우에 주로 사용되었다. 또한 처리 방법 측면에서는 분석적 처리를 하는 경우 대부분 관점 변환 전략을 사용하고 있음을 확인할 수 있다.



[그림 IV-14] S62의 답변

V. 인지 전략에 따른 검사점수

학생들이 사용한 인지 전략에 따라 검사 점수가 어떻게 달라지는지 살펴보기 위해 전략에 따른 검사 점수를 비교하였다. 본 장에서는 간략하게 기술통계 자료를 가지고 ‘접근 방법’과 ‘처리 방법’, ‘준거 기준’의 측면에서 전략에 따른 검사 점수의 경향성을 살펴보는 것을 목적으로 한다.

1. 변별 과제

변별 과제에서는 D1, D2 문항유형에 대해서는 대부분의 학생들이 전략을 구체적으로 서술하였으나 D3 문항유형에 대해서는 많은 학생들이

“검은 것을 빼고 생각했다”와 같이 설명에 전략을 판단할 단서가 부족하여 전략 구분이 용이한 D1(복잡도 낮음), D2(복잡도 높음) 문항유형에 대해서만 분석을 수행하였다. 몇몇 학생들은 돌려 본 후에 갯수를 세어봤다 등 두 가지 방법을 혼합해서 설명하였는데, 이러한 경우 가장 먼저 사용한 전략을 그 학생의 전략으로 판단하였다.

먼저 변별 과제의 접근 방법을 살펴보면 복잡도가 낮은 D1 문항유형에서는 전체적으로 접근한 학생이 41명, 부분적으로 접근한 학생이 22명, 복잡도가 높은 D2 문항유형에서는 전체적으로 접근한 학생이 38명, 부분적으로 접근한 학생이 25명으로 두가지 문항 유형 모두에서 부분적 접근보다 전체적 접근을 많이 하고 있다. 복잡도가 낮은 문항보다 복잡도가 높은 문항에서 분석 전략을 사용하는 학생이 늘어나는 것으로 보아 접근 방법은 문항의 복잡도에 따라 달라짐을 알 수 있다. 대상이 복잡해질수록 정보를 한 번에 처리하기 어렵기 때문에 부분적으로 접근하는 경향이 나타나는 것으로 보인다.

접근 방법에 따른 전략과 검사 점수를 비교해보면 D1 문항유형에서 전체적 접근을 한 학생 평균이 14.71(sd=2.40), 부분적 접근을 한 학생 평균이 14.50(sd=1.79)로 전체적 접근을 한 학생이 0.2점 정도 점수가 높게 나타나지만, D2 문항유형에서 전체적 접근을 한 학생의 평균은 14.37(sd=2.49), 부분적 접근을 한 학생의 평균은 15.04(sd=1.62)로 부분적 접근을 한 학생들의 평균이 0.7점 정도 높음을 알 수 있다. 문항의 복잡도에 따라 접근 방법에 따른 검사 점수가 다른 경향성을 나타내는 것으로부터, 간단한 문항에서는 직관적인 전체적 접근이 효과적일 수 있지만, 복잡한 문항에 대해서는 부분적 접근이 효과적임을 확인할 수 있다.

처리 방법 측면을 살펴보면 D1 문항유형에서는 모든 학생들이 심상적 처리를 한 반면, D2

문항유형에서는 심상적으로 처리한 학생이 54명, 분석적으로 처리한 학생이 9명으로 일부 학생들이 대상을 분석적으로 처리하고 있음을 알 수 있다. 하지만 두 가지 문항 유형에서 모두 심상적 처리의 비율이 월등히 높게 나타나는데, 이로부터 두 개의 자극이 동시에 제시되는 변별 과제에서는 두 자극에 대한 이미지를 심상적으로 처리하려는 경향이 높게 나타났다. 하지만 D2 문항유형에서 일부 학생들이 분석적 처리를 한 것으로부터 대상의 복잡해질 경우 분석적 처리를 하는 경향이 나타난다고 볼 수 있다. 처리 방법에 따른 검사 점수를 비교해보면 D2 문항유형에서 심상적 처리를 한 학생들의 평균이 14.41(sd=1.41), 분석적 처리를 한 학생의 평균이 16.00(sd=2.23)으로 분석적 처리를 한 학생들이 심상적 처리를 한 학생들보다 1.6점 정도 점수가 높음을 확인할 수 있다. 대상에 대한 분석은 보다 자극의 특성을 더 정확하게 파악하도록 함으로써 자극을 더 정확하게 변별하도록 한다고 볼 수 있다.

마지막으로 준거 기준에 따른 전략을 살펴보면, D1 문항유형에서는 모든 학생들이 대상을 변환시킨 반면, D2 문항유형에서는 5명의 학생이 자신의 관점을 변환시켜 문제를 해결하였다. 이로부터 변별 과제에서 대부분의 학생들이 대상을 변환시켜 문제를 해결하지만, 복잡도가 높아짐에 따라 자신의 관점을 바꿔서 문제를 해결하는 학생들이 늘어났다. 대상을 변환시킨 학생들과 자신의 관점을 변환시킨 학생들의 평균을 비교해보면 대상을 변환시킨 학생 평균이 14.47점(sd=2.19), 자신의 관점을 변환시킨 학생 평균이 16.60(sd=1.14)으로 관점을 변환시킨 학생들의 평균이 거의 2점 가까이 높게 나타났다. 관점을 변환시킨 학생이 소수라 쉽게 일반화 할 수는 없지만, 관점을 변환시킨 학생들이 정확하게 변별하는 경향성이 있음을 알 수 있다.

2. 재인 과제

학생들이 재인 과제를 해결하기 위해 사용한 인지 전략이 검사 점수에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보기 위해 전략에 따른 점수를 비교하였다. 설문에 제시한 세가지 문항 유형 중 R3에 대해서는 인지 전략 설명이 모호한 경향이 있어, 비교적 학생들의 설명이 명확한 R1(선형구조), R2(분기구조) 문항유형에 대해 분석을 수행하였다. 재인 과제는 변별 과제에서와 유사한 방법으로 분석을 진행하였다.

먼저, 접근 방법에 따른 전략을 문항 유형별로 살펴보면 먼저 R1 문항유형에서 전체적으로 접근한 학생이 28명, 부분적으로 접근한 학생이 35명, R2 문항유형에서 전체적으로 접근한 학생이 18명, 부분적으로 접근한 학생이 44명으로 분기 구조에 비해 선형 구조에서 대상을 전체적으로 생각하려는 학생 비율이 높게 나타났다. 이는 한붓그리기가 가능한 선형 구조의 경우 한붓그리기가 불가능한 분기 구조에 비해 전체적 형태를 표상하기 용이한 반면, 분기 구조는 부분의 특징이 도드라지고, 분해가 용이하기 때문인 것으로

추정된다. 이와 같이 접근 방법은 학생 개인차 뿐 아니라, 문항 자극의 구조에 따라서 다르게 나타난다. 하지만 두가지 문항 유형에서 모두 학생들은 전체적 접근보다 부분적 접근을 많이 사용하고 있다. 이는 변별 과제에서 대부분의 학생들이 전체적으로 접근했던 것과는 대조적인 결과로 대상을 기억하는 인지 과정에서 제한된 작동기억 용량을 극복하기 위해 부분적 접근을 사용한다고 볼 수 있을 것이다.

문항 유형에 따라 접근 방법에 따른 검사 점수는 비슷한 경향을 나타냈다. 분기 구조에서는 전체적으로 접근하는 학생의 평균이 14.26(sd=3.30), 부분적으로 접근하는 학생의 평균이 14.77(sd=2.48), 선형 구조에서는 전체적으로 접근하는 학생의 평균이 14.43(sd=2.89), 부분적으로 접근하는 학생의 평균이 14.77(sd=2.64)로 두 가지 입체 구조에서 모두 전체적인 접근보다 부분적인 접근 방법이 0.5점 정도 높게 나타나고 있다. 이러한 경향성은 변별 과제에서도 유사하게 나타났다. 즉, 대상을 전체적으로 접근하는 학생들보다 부분적으로 접근하는 더 높은 점수를 나타내는 경향이 있다.

<표 V-1> 인지 전략에 따른 학생 수와 검사 점수

| 과제종류 | | 변별 과제 | | | | 재인 과제 | | | |
|----------|----------|--------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|
| | | 복잡도낮음(D1) | | 복잡도높음(D2) | | 선형 구조(R1) | | 분기 구조(R2) | |
| 문항유형 | | 학생수 | 평균 | 학생수 | 평균 | 학생수 | 평균 | 학생수 | 평균 |
| | | (비율) | (표준편차) | (비율) | (표준편차) | (비율) | (표준편차) | (비율) | (표준편차) |
| 접근 방법 | 전체적 | 41 (65%) | 14.71 (2.40) | 38 (60%) | 14.37 (2.49) | 28 (44%) | 16.00 (3.14) | 18 (29%) | 14.26 (3.30) |
| | 부분적 | 22 (35%) | 14.50 (1.79) | 25 (40%) | 15.04 (1.62) | 35 (56%) | 16.50 (1.81) | 44 (71%) | 14.77 (2.48) |
| 처리 방법 | 심상적 | 63 (100%) | 14.63 (2.19) | 54 (86%) | 14.41 (1.41) | 44 (70%) | 13.93 (2.88) | 43 (68%) | 14.10 (2.98) |
| | 분석적 | 0 | - | 9 (14%) | 16.00 (2.23) | 19 (30%) | 16.21 (1.44) | 20 (32%) | 15.75 (1.65) |
| 준거 기준 | 관점 고정 | 63 (100%) | 14.63 (2.19) | 58 (92%) | 14.47 (2.19) | 12 (19%) | 16.92 (1.00) | 13 (21%) | 16.69 (1.25) |
| | 관점 변환 | 0 | - | 5 (8%) | 16.60 (1.14) | 51 (81%) | 14.08 (2.73) | 50 (79%) | 14.08 (2.76) |

처리 방법에 따른 사용 전략을 문항 유형별로 살펴보면 R1 문항유형에서 심상적 처리를 한 학생이 44명, 분석적 처리를 한 학생이 19명, R2 문항유형에서는 심상적 처리를 한 학생이 43명, 분석적 처리를 한 학생이 20명으로 두 가지 문항 유형에서 처리 방법은 비슷한 비율을 보인다. 이로부터 처리 방법은 문항에 따른 영향을 거의 받지 않음을 알 수 있다. 재인 과제에서 처리 방법에 따른 학생 비율을 변별 과제와 비교해보면 두 검사 모두에서 분석적 처리에 비해 심상적 처리를 하는 학생 비율이 높게 나타나지만, 변별 과제에서는 분석적 처리를 하는 학생이 소수에 불과한 반면, 재인 과제에서는 약 30%의 학생들이 분석적 처리를 하는 것으로 보아 자극을 기억하는 과제에서 그렇지 않은 과제에 비해 분석적으로 처리하는 경향이 높게 나타남을 알 수 있다.

처리 방법과 문항 유형에 따른 검사 점수를 살펴보면 R1 문항유형에서 심상적 처리를 한 학생의 평균이 13.93(sd=2.88), 분석적 처리를 한 학생의 평균이 16.21(sd=1.44), R2 문항유형에서 심상적 처리를 한 학생의 평균이 14.10(sd=2.98), 분석적 처리를 한 학생의 평균이 15.75(sd=1.65)로 두 가지 문항 유형에서 모두 심상적 처리를 할 때보다 분석적 처리 할 때 점수가 높게 나타나고 있다. 이러한 경향성은 변별 과제에도 유사하게 나타났다. 또한 분기 구조보다 선형 구조 문항에서 처리 방법에 따른 평균점수의 차이가 크게 나타남을 알 수 있다. 이는 선형 구조의 문항이 분기 구조의 문항보다 정보가 넓게 퍼져있어 분석적으로 처리할 때 정확성이 더 높아진다고 해석될 수 있을 것이다.

마지막으로, 대상을 변환시키는지, 관점을 변환시키는지에 대한 준거 기준은 설문 답변에서 학생이 관점을 변환시켰다는 정확한 단서가 있는 경우에만 관점 변환 전략을 사용했다고 판단

하였다. 준거 기준은 두 가지 문항 유형에서 동일하게 나타난다. 즉, 분기 구조 문항에서 관점을 변환시킨 학생은 선형 구조 문항에서도 동일하게 관점을 변환시켰다. 이와 같이 준거 기준은 학생에 따른 차이는 있지만 문항 유형에 따라 크게 달라지지는 않았다.

준거 기준에 따른 학생 수를 살펴보면 관점을 변환한 학생은 13명, 그렇지 않은 학생은 50명으로 약 20%의 학생의 자신의 관점을 바꾸어서 생각하였다. 변별 과제에서는 8%의 학생들이 관점을 변환하였던 것에 비하면 재인 과제에서는 변별 과제에 비해 많은 학생들이 관점을 변환시켜서 생각하였음을 알 수 있다. 즉, 자극을 기억해야 하는 과제에서 그렇지 않은 과제에 비해 관점을 변환시키려는 경향이 높게 나타남을 확인할 수 있었다.

준거 기준에 따른 검사 점수를 비교해보면 관점을 변환한 학생이 16.69(sd=1.25), 관점을 변환하지 않은 학생이 14.08(sd=2.76)으로 관점을 변환시켜 자극을 기억한 학생이 그렇지 않은 학생들에 비해 약 2.6점 정도가 높음을 알 수 있다. 이로부터 자신의 관점을 변환시키는 전략은 자극을 정확하게 기억하여 재인의 정확도를 높인다고 볼 수 있다. 이러한 경향성은 변별 과제에서도 유사하게 나타났다.

VI. 결론 및 논의

지금까지 변별 과제와 재인 과제에서 학생들이 사용한 인지 전략의 유형을 접근 방법과 처리 방법, 준거 기준 측면에서 분석하고, 사용 전략에 따라 검사 점수가 어떻게 달라지는지 살펴보았다. 접근 방법은 문제해결의 첫 단계에, 처리 방법은 그 다음 단계에 적용되는 전략으로 ‘접근 방법’에서 정보의 지각 방식은 이후의 ‘처

리 방법'에 영향을 미쳤다. 즉, 전체적으로 접근한 학생들은 심상적으로 처리하는 경향이 높게 나타났으며, 부분적으로 접근하는 학생들은 분석적으로 처리하는 경향이 높게 나타났다. 또한 두 과제에서 대부분의 학생들은 접근 방법 측면에서는 전체적 접근을, 처리 방법 측면에서는 심상적 처리를, 준거 기준 측면에서 대상 변환 전략을 사용하였다.

학생들의 인지 전략은 과제와 문항 특성에 따라서 다르게 나타났는데, 먼저 변별 과제에서는 복잡도가 높은 문항에 비해 복잡도가 낮은 문항에서 전체적 접근, 심상적 처리, 대상 변환 전략을 사용하려는 경향이 높게 나타났다. 이는 5학년에서 8학년 사이의 학생을 대상으로 한 공간 과제에서 2차원 간단한 문항에서는 전체적으로 사고하는 경향이 높은 반면, 3차원 복잡한 문항에서는 부분적으로 사고하는 경향이 높다고 보고한 Michaelides(2002)의 결과와 일치한다. 또한 제인 과제에서는 선형 구조 문항에 비해 분기 구조 문항에서 부분적 전략을 사용하는 경향이 높게 나타났는데, 이는 분기 구조의 문항은 선형 구조의 문항에 비해 입체의 분할이 쉽고, 입체에서 튀어나온 부분이 시각적으로 두드러져 그 부분에 주의 집중하는 학생들이 많았기 때문인 것으로 판단된다.

변별 과제와 제인 과제에서 사용된 전략을 비교해 볼 때 변별 과제에 비해 제인 과제에서 더 많은 학생들이 부분적 접근, 분석적 처리, 관점 변환 전략을 사용하였다. 제인 과제에서는 변별 과제에서와 달리 입체를 '기억'하는 인지 과정이 요구된다는 점에서 부분적 접근, 분석적 처리, 관점 변환은 '기억'에 관한 인지 작용에 유용하게 사용된다고 볼 수 있을 것이다. 또한 제인 과제에서 부분적 접근 비율이 늘어난 이유 중 하나는 일부 학생들이 대상의 국소적 부분을 따라가면서 입체의 구성을 시뮬레이션 하였기 때문

인데, 이러한 전략은 변별 과제에서는 나타나지 않았던 전략으로, '기억'에 효과적인 인지 전략으로 볼 수 있을 것이다.

두 가지 과제에서 학생들이 사용한 인지 전략의 유형을 분석한데 이어, 사용 전략에 따라 검사 점수가 어떻게 달라지는지 비교하여 인지 전략의 역할을 살펴보았다. 접근 방법 측면에서는 전체적으로 접근한 학생들보다 부분적으로 접근하는 학생들의 검사 점수가 높게 나타났으며, 처리 방법 측면에서는 자극을 이미지로 표상하여 심상적으로 처리한 학생들보다 대상의 특징을 명제적으로 표상하여 분석한 학생들의 검사 점수가 높게 나타났다. 이러한 결과는 공간 과제에서 전체적 전략보다 부분적 전략 사용이 성취를 높인다고 보고한 Gorgorió(1998)의 결과와 일치하며, 내용 영역에 익숙해질수록 분석적 전략을 사용하게 된다고 보고한 Hegarty et al.(2013)의 설명과 동일한 맥락에서 이해될 수 있다. 하지만 Hegarty et al.(2013)의 연구 등에서는 공간 능력이 높은 학생들이 공간 능력이 낮은 학생들에 비해 심상적 전략을 더 많이 사용한다고 보고한다. 본 연구의 결과와 선행 연구 결과를 종합했을 때 공간 능력이 높은 학생들은 입체를 심적으로 변환하고 시각화하는 시-공간적(visuo-spatial) 추론 능력이 높기 때문에 심상적 전략을 선호하지만, 심상적 전략 자체가 과제 성취도를 높인다고 볼 수는 없을 것이다.

준거 기준 측면에서는 대상을 심적으로 변환하여 문제를 해결한 학생들에 비해 자신의 관점을 바꾸어 생각한 학생들의 검사 점수가 높게 나타났다. 이는 대상을 변환시킬 때보다 자신의 관점을 변환시키는 경우 더 빠르고 정확하게 문제를 해결한다고 보고한 Wraga et al.(2005)의 결과와 일치한다. 대상 변환과 관점 변환과 관련하여 fMRI 실험을 수행한 Zacks et al.(2003)은 두 가지 전략 모두 운동 표상과 관련되는 체화된

전략이지만, 대상 변환은 조작과 관련된 운동 표상 영역을, 관점 변환은 실제적인 신체적 움직임에 관련된 운동 영역을 활성화시킨다는 점에서 관점을 변환시키는 전략이 더욱 체화되었다고 설명한다. 따라서 관점 변환은 체화의 방법을 통해 대상을 더욱 정확하게 지각하고 기억하도록 한다고 해석할 수 있다.

결과를 종합해 볼 때 변별 과제와 재인 과제 모두에서 학생들이 사용한 인지 전략 중 전체적 접근, 심상적 처리, 대상 변환은 대부분의 학생들이 본능적으로 사용하는 직관적 전략인 반면, 부분적 접근, 분석적 처리, 관점 변환은 소수의 학생들이 사용하며, 보다 높은 성취를 이끄는 체계적 전략으로 볼 수 있다. 또한 체계적 전략은 인지적 노력이 많이 요구되는 상황에서 더 유용하게 사용됨을 확인 할 수 있었다. 따라서 과제나 문항 난도가 높을수록 체계적 전략이 요구되며, 보다 효과적인 문제 해결을 돕는다고 판단된다.

인지 전략은 학습을 통해 자연스럽게 변화시킬 수 있다는 점에서(Gorgorió, 1998), 수학 교수·학습 측면에 몇 가지 시사점과 후속연구를 위한 제언을 남긴다. 첫째, 일반적으로 공간 능력은 타고난 능력, 또는 어렸을 때 개발되는 능력으로 인식된다. 즉, 도형과 기하 영역은 전체적인 통찰이나 직관에 의존하는 경향이 높아 순차적인 절차에 따라 문제를 해결할 수 있는 대수나 해석 영역에 비해 학습을 통해 향상시키기 어려운 경향이 있다. 하지만 본 연구에서 나타난 다양한 공간 인지 전략을 살펴봤을 때 공간 능력이 반드시 전체적인 통찰과 시각적인 사고만을 의미하지는 않는다. 본 연구 결과 부분적 접근과 분석적 처리 전략을 사용하는 학생들이 전체적 접근과 심상적 처리 전략을 사용하는 학생들보다 검사 점수가 더 높게 나타났다. 이에 후속 연구에서는 다양한 전략의 학습 효과에 관해 살펴볼 필요가 있다. 특히, 공간 능력이 낮은 학

생들에게 비시각적 전략의 학습 효과에 대해 살펴봄으로써 공간능력 향상을 위한 교육적 대안을 마련할 수 있을 것이다.

둘째, 인지 심리학의 ‘체화된 인지 이론’에서는 인간의 인지가 신체와 환경과 상호작용하면서 역동적인 지각과 운동 관계에 의해 형성된다고 본다(Barsalou, 2008; Wilson, 2002). 우리의 신체적인 행위나 제스처, 인공물의 조작, 시선의 움직임, 목소리 톤, 얼굴 표정 등과 같은 지각 운동 활동이 우리의 사고와 이해 과정을 조절한다(Nemirovsky, 2003). 본 연구에서도 학생들은 대상을 정확하게 기억하고 변별하기 위하여 자신의 관점을 변환시키거나 손가락 등을 사용하여 대상의 구성을 시물레이션 하는 등 스스로 자신의 운동표상을 자극하는 체화된 전략을 사용하였다. 이러한 체화의 방법이 수학교육 측면에서 깊이 고려될 필요가 있다. 딱딱하고 정적인 수식이 도입되기에 앞서 수학적 개념이 학생 개인의 맥락이나 신체적 경험과 관련될 때, 그리고 그것을 동적으로 마음속에서 시물레이션 할 수 있을 때 학습의 효과가 높아질 것으로 기대된다.

셋째, 수학 교수학습 측면에서 문제 해결에 관한 다양한 전략이 소개될 필요가 있다. 학습자 개인에 따라 선호하는 인지 양식이 다르며, 교육은 어떠한 한 가지 방식을 강요하기보다 학습자에게 맞는 전략을 개발할 수 있도록 장려되어야 한다. 즉, 문제 상황에서 주어진 한 가지 전략을 반복적으로 연습하는 것이 아닌, 다양한 전략 중에 상황에 따라 자신에게 맞는 전략을 적절히 선택하고 적용하고 평가할 수 있는 기회를 제공해야 한다.

마지막으로, 기하 학습 목표 중 하나가 공간 감각의 향상이라면 공간 감각에 대한 다양한 분야의 연구를 바탕으로 수학 교과에서 다루는 내용을 점검해 볼 필요가 있다. 우리나라 초등학교 수학(교육과학기술부, 2011) ‘도형’ 영역에서는

각, 변, 꼭지점, 합동, 대칭, 평면도형, 입체도형 등 수학적 대상으로 규정한 대상들을 주로 다루고 있다. 이에 반해 수학 강국인 핀란드 초등학교 교과서(WSOY, 2011)에서는 영클어진 줄이나 고리들이 분리될 수 있는지 생각해보는 문제, 영클어진 성냥개비의 쌓인 순서 파악하기 문제, 모눈 위에 그려진 복잡한 모양을 축소된 모눈에 똑같이 따라 그리는 활동, 복잡한 미로 길찾기 문제 등 일상 소재에서 공간적 감각을 필요로 하는 상황들을 제시하고 있다. 이에 국가별로 공간 감각과 관련하여 수학 교과에서 다루고 있는 내용을 비교, 분석하여 공간 감각 향상을 위해 수학 교과에서 의미있게 다룰 수 있는 요소를 점검해볼 필요가 있을 것이다.

참고문헌

- 교육과학기술부 (1997). **초등학교 7차 교육과정**. 서울: 대한교과서 주식회사
- 교육과학기술부(2011). **수학과 교육과정** (교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책8])
- 이혜경, 박성희 (2007). 유아의 공간 능력 증진을 위한 이론적 고찰. **유아교육·보육복지연구**, 11(1), 69-92.
- 홍혜경 (1999). **유아의 공간 능력 증진을 위한 교육과정 모색**. **유아교육연구**, 3(1), 119-138.
- Allen, M. J. & Hogeland, R. (1978). Spatial problem-solving strategies as functions of sex. *Perceptual and Motor Skills*, 47(2), 348-350.
- Amorim, M. A. & Isableu, B. (2006). Embodied Spatial Transformations: “Body Analogy” for the Mental Rotation of Objects. *Journal of Experimental Psychology: General*, 135(3), 327-347.
- Anderson, J. R. (1995). *Cognitive psychology and its implications (4th ed.)*. New York: Freeman.
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 617-45.
- Bishop, A. J. (1983), ‘Space and Geometry’, in R. Lesh, M. Landau (eds.), *Acquisition of Mathematics Concepts and Processes*. Academic Press Inc., Orlando, Florida, USA, 175-203.
- Ekstrom, R. B., French, J. W. & Harman, H. H. (1976). *Manual for Kit of Factor Referenced Cognitive Tests*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- French, J. W. (1965). The relationship of problem-solving styles to the factor composition of tests. *Educational and Psychological Measurement*, 25, 9-28.
- Gal, H. & Linchevski, L. (2010). To see or not to see: analyzing difficulties in geometry from the perspective of visual perception. *Educational Studies in Mathematics*, 74, 163-183.
- Gardner, H. (1998). **다중지능의 이론과 실제**. (김영희, 이경희 역), 양서원. (영어 원작은 1993년 출판).
- Gorgorió, N. (1998). Exploring the functionality of visual and non-visual strategies in solving rotation problems. *Educational Studies in Mathematics*, 35, 207-231.
- Guilford, J. P. & Zimmerman, W. S. (1948). The Guilford-Zimmerman Aptitude Survey. *Journal of Applied Psychology*, 32(1), 24-35.
- Guilford, J. P. & Lacey, J. I. (1947). *Printed Classification Tests*, A.A.F. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1947.
- Hegarty, M., Stieff, M. & Dixon, B. L. (2013). Cognitive change in mental models with experience in the domain of organic chemistry. *Journal of Cognitive Psychology*, 25(2), 220-228.

- Hoffer, A. (1977). *Mathematics resource project: Geometry and visualization*. Palo Alto: Creative Publication.
- Kessler, K. & Wang, H. (2012). Spatial Perspective Taking is an Embodied Process, but Not for Everyone in the Same Way: Differences Predicted by Sex and Social Skills Score. *Spatial Cognition & Computation: An Interdisciplinary Journal*, 12, 133-158.
- Kozhevnikov, M. & Hegarty, M. (2001). A dissociation between object manipulation spatialability and spatial orientation ability. *Memory & Cognition*, 29(5), 745-756.
- Kosslyn, S. M. (1994) *Image and Brain: The Resolution of the Imagery Debate*. Cambridge, MA: MIT Press
- Lajoie, S. P. (2003). Individual differences in spatial ability_Developing technologies to increase strategy awareness and skills. *Educational Psychologist*, 38(2), 115-125.
- Linn. M. C. & Kyllonen, P. C. (1984). The field dependence-independence construct: Some, one, or none. *Journal of Educational Psychology*, 73, 261-273.
- Margaret, W. M. (2015). **인지심리학**. (민윤기 역), 제8판. 박학사. (영어 원문은 2013년 출판)
- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin*, 86, 889-918.
- Michaelides, M. P. (2002). *Students' Solution Strategies in Spatial Rotation Tasks*. Unpublished master's dissertation, University of Cambridge.
- Nemirovsky, R. (2003). Three conjectures concerning the relationship between body activity and understanding mathematics. In Pateman, N., Dougherty, B., & Zilliox, J. (Eds.), *Proc. 27th Conf. of the Int. Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 105-109). Honolulu, Hawaii.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000) *Principles and standards for school mathematics*, VA: NCTM.
- Piaget, J. (1969). *The mechanisms of perception*. New York: Basic Books.
- Schultz, K. (1991). The contribution of solution strategy to spatial performance. *Canadian Journal of Psychology*, 45, 474-491.
- Shepard, R. N. & Metzler, J. (1971). Mental Rotation of Three-Dimensional Objects. *Science*, 171(3972), 701-703.
- Stieff, M., Ryu, M., Dixon, B., & Hegarty, M. (2012). The role of spatial ability and strategy preference during spatial problem solving in organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, 89, 854-859.
- Stieff, M. (2007). Mental rotation and diagrammatic reasoning in science. *Learning and Instruction*, 17, 219-234.
- Stieff, M. (2005). Teaching and learning with three dimensional representations. John K. Gibert(ed.), *Visualization in Science Education*, 93-118. 2005 Springer. Printed in the Netherlands.
- Thurstone, L. L. (1944). *A factorial study of perception*. Chicago: University of Chicago Press.
- Vandenberg, S. G., & Kuse, A. R. (1978). Mental rotations, a group test of three dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 47, 599-604.
- Wheatly, G. Quick Draw.
<http://www.learnnc.org/lp/pages/787>

- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(4), 625-636.
- Wraga, M., Shephard, J. M., Church, J. A., Inati, S. & Kosslyn, S. M. (2005). Imagined rotations of self versus objects: an fMRI study. *Neuropsychologia*, 43, 1351-1361.
- WSOY (2011). 핀란드 초등수학교과서 LASKUTAITO 1-2. 솔빛길.
- Yackel, E. & Wheatley, G. W. (1990). Promoting visual imagery in young pupils. *Arithmetic Teacher*, 37(6), 52-58.
- Zacks, J. M. & Tversky, B. (2005) Multiple Systems for Spatial Imagery: Transformations of Objects and Bodies, *Spatial Cognition & Computation: An Interdisciplinary Journal*, 5(4), 271-306.
- Zacks, J. M., Vettel, J. M. & Michelon, P. (2003). Imagined viewer and object rotations dissociated with event-related FMRI. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(7). 1002-1018.

Type and Role of Cognition Strategies in Spatial Tasks: Focusing on Visual Discrimination and Visual Memory Abilities

Lee, JiYoon (Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity)

This study aimed to assess the spatial cognition strategies and roles taken by students in the process of solving spatial tasks. For the analysis, this study developed two spatial tests based on the mental rotation test, which were taken by 63 students in their final year in elementary schools. The results of this study showed that in terms of the method of approaching the tasks, students took the comprehensive approach and the partial approach. When solving the tasks, the students were shown to use the imagery thinking or analytic thinking method. In terms of perspective, the students rotated the object or change their perspectives. A comparison of the methods used by the students revealed that when approaching the tasks, the group of students who chose the partial approach had higher scores. In terms of solving the tasks the analytic thinking method, and in terms of perspective, changing perspectives were shown to be more effective. Such effective methods were used more frequently in discrimination tasks than in recognition tasks, and in more complicated items, than in less complicated items. In conclusion, the results of this study suggested that the partial, analytic approach and the change of perspectives are useful strategies in solving tasks which require high cognitive effort.

* Key Words : spatial ability(공간능력), cognitive strategy(인지 전략), mental rotation test(심적 회전 검사), visual discrimination(시각적 변별), visual memory(시각적 기억)

논문접수 : 2015. 10. 12

논문수정 : 2015. 11. 8

심사완료 : 2015. 11. 16

<부록 1> 변별 검사 문항

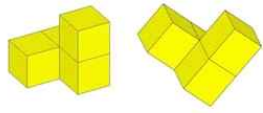
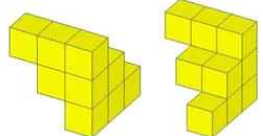
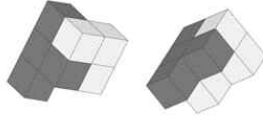
| | | |
|---|---|---|
| <p>1</p> <p><input type="checkbox"/> 같다 <input type="checkbox"/> 다르다</p> | <p>2</p> <p><input type="checkbox"/> 같다 <input type="checkbox"/> 다르다</p> | <p>3</p> <p><input type="checkbox"/> 같다 <input type="checkbox"/> 다르다</p> |
| <p>4</p> <p><input type="checkbox"/> 같다 <input type="checkbox"/> 다르다</p> | <p>5</p> <p><input type="checkbox"/> 같다 <input type="checkbox"/> 다르다</p> | <p>6</p> <p><input type="checkbox"/> 같다 <input type="checkbox"/> 다르다</p> |
| <p>7</p> <p><input type="checkbox"/> 같다 <input type="checkbox"/> 다르다</p> | <p>8</p> <p><input type="checkbox"/> 같다 <input type="checkbox"/> 다르다</p> | <p>9</p> <p><input type="checkbox"/> 같다 <input type="checkbox"/> 다르다</p> |
| <p>10</p> <p><input type="checkbox"/> 같다 <input type="checkbox"/> 다르다</p> | <p>11</p> <p><input type="checkbox"/> 같다 <input type="checkbox"/> 다르다</p> | <p>12</p> <p><input type="checkbox"/> 같다 <input type="checkbox"/> 다르다</p> |
| <p>13</p> <p><input type="checkbox"/> 같다 <input type="checkbox"/> 다르다</p> | <p>14</p> <p><input type="checkbox"/> 같다 <input type="checkbox"/> 다르다</p> | <p>15</p> <p><input type="checkbox"/> 같다 <input type="checkbox"/> 다르다</p> |
| <p>16</p> <p><input type="checkbox"/> 같다 <input type="checkbox"/> 다르다</p> | <p>17</p> <p><input type="checkbox"/> 같다 <input type="checkbox"/> 다르다</p> | <p>18</p> <p><input type="checkbox"/> 같다 <input type="checkbox"/> 다르다</p> |

<부록 2> 변별 검사 설문지

성별: (남/여) 이름: _____

변별검사 설문지

1. <접근 방법> 문제를 해결할 때 제시된 그림을 어떻게 보았는지 체크하세요.
 - ① 전체적으로 보았다
 - ② 부분적으로 보았다
 - ③ 전체와 부분을 함께 보았다
2. <처리 방법> 문제를 해결할 때 어떻게 그림을 어떻게 생각하였는지 체크하세요.
 - ① 그림의 이미지를 머릿속에 떠올렸다
 - ② 그림의 특징을 분석하였다
 - ③ 두 가지 방법을 함께 사용했다
3. <준거 기준> 문제를 해결할 때 대상을 회전시켰는지, 나의 관점을 회전시켰는지 체크하세요.
 - ① 입체를 회전시켰다
 - ② 나의 관점을 회전시켰다
 - ③ 두 가지 방법을 함께 사용했다
4. 위 답변 내용을 토대로 아래 세가지 문제를 해결한 방법에 관하여 자세히 서술해 주세요.

| | |
|----|---|
| D1 |  |
| D2 |  |
| D3 |  |

<부록 3> 재인 검사 문항



<부록 4> 재인 검사 설문지

성별: (남/여) 이름: _____

재인검사 설문지

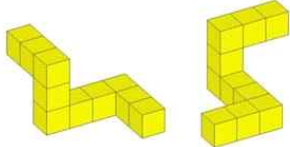
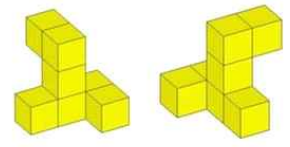
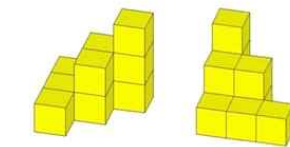
1. <접근 방법> 문제를 해결할 때 제시된 그림을 어떻게 보았는지 체크하세요.
 - ① 전체적으로 보았다
 - ② 부분적으로 보았다
 - ③ 전체와 부분을 함께 보았다

2. <처리 방법> 문제를 해결할 때 어떻게 그림을 어떻게 생각하였는지 체크하세요.
 - ① 그림의 이미지를 머릿속에 떠올렸다
 - ② 그림의 특징을 분석하였다
 - ③ 두 가지 방법을 함께 사용했다

3. <관점변환 여부> 문제를 해결할 때 대상을 회전시켰는지, 나의 관점을 회전시켰는지 체크하세요.
 - ① 나의 관점을 회전하였다
 - ② 나의 관점을 회전하지 않았다
 - ③ 두 가지 방법을 함께 사용했다

4. <도구의 사용> 문제를 해결할 때 도구를 사용하였는지, 사용하지 않았는지 체크하세요.
 - ① 연필이나 손가락 등의 도구를 사용하면서 생각하였다
(어떠한 도구를 사용하였는지 써 주세요:)
 - ② 아무런 도구도 사용하지 않고 머릿속으로 생각하였다
 - ③ 두 가지 방법을 함께 사용했다

5. 위 답변 내용을 토대로 아래 세가지 문제 유형을 기억한 방법에 관하여 자세히 서술해 주세요.

| | | |
|----|---|--|
| R1 |  | |
| R2 |  | |
| R3 |  | |