

공간능력과 공간검사 문제풀이 전략 사용의 성차*

주 지 은

김 아 영†

이화여자대학교

본 연구에서는 공간능력의 성차와 공간검사 문제풀이 과정에서 사용하는 전략의 성별 차이를 확인하기 위해 5가지의 유형의 공간과제(도형완성, 부분찾기, 3차원 심상회전, 2차원 심상회전, 전개도 접기)와 문항별 전략 선택지를 제시하여 공간과제 문제풀이 및 이 과정에서 나타나는 전략 사용에 대한 반응을 수집하였다. 대학생 및 대학원생 1063명으로부터 수집한 자료를 분석한 결과, 공간검사 총점에서는 유의한 성차가 나타나지 않았으나 3차원 심상회전 과제에서 남자가 여자에 비해 평균 검사점수가 높게 나타났고, 공간검사의 각 과제유형별 문제풀이 전략의 사용은 각 과제유형별로 양상이 조금씩 다르게 나타났다. 2차원 심상회전과 전개도접기 문제풀이에서는 여자가 남자에 비해 총체적 전략을 더 많이 사용하였고, 도형완성에서는 여자가 남자보다 분석적 전략을 더 많이 사용하였다. 3차원 심상회전에서는 여자가 남자보다 통합적 전략을 더 많이 사용하였으며, 모든 과제에서 남자는 여자에 비해 한눈에 보고 답을 찾는 방법을 더 많이 사용한 것으로 나타났다. 공간능력을 측정하는 검사에서 문제풀이 전략이 각 과제유형별로 성별에 따라 다르게 나타난 결과는 이제까지 공간능력 검사에서 나타난 성차의 원인을 파악하는데 중요한 단서를 제공할 것이다.

주요어 : 공간능력, 문제풀이 전략사용, 공간과제유형, 성차

* 이 연구는 2007학년도 이화여자대학교 교내연구비 지원에 의한 연구임.

이 논문은 주지은의 박사학위논문 자료의 일부에 대한 재분석 결과에 기초하였음.

† 교신저자 : 김아영, 이화여자대학교 사회과학대학 심리학전공

E-mail : aykim@ewha.ac.kr, Tel : 02-3277-2720.

공간능력(spatial ability)은 심리학 발전 초기부터 언어능력과 함께 지능의 핵심 구성요소로 포함되어 왔다(Anderson, 1983; Gazzaniga, 1983; Guilford, 1967; Lohman, 1988; Thurstone, 1938). 지능에 대한 다요인이론을 제안한 Thurstone(1938)은 인간의 지능은 일곱 가지 기본정신능력(Seven Primary Mental Abilities)으로 구성되어 있다고 하였으며, 그 중의 하나로 공간능력을 포함시켰다. 이때의 공간능력은 사물의 형태를 시각화하고(visualization) 정신적으로 회전하는 능력(mental rotation)을 의미하며, 형태를 시각화하는 기술(visual skill), 공간적 조작능력(spatial manipulation), 시각자극의 유사성(similarity of visual stimuli) 판단, 공간정향성(spatial orientation)을 포함한다(Jonassen & Grabowski, 1993). 기본정신능력의 하나로서의 공간능력은 Thurstone 이후 많은 학자들에 의해 그 속성과 하위 요인들에 대한 수정과 첨가가 이루어지게 되었다.

공간능력의 속성

많은 심리학자들에 의해 공간능력이 일반적인 지능의 중요한 구성요소로 인정되고 있는 것에 비해, 공간능력을 구성하고 있는 하위 요인들에 대해서는 다양한 주장들이 제기되어 왔다(Stumpf & Eliot, 1997). 공간능력 연구자들은 다양한 공간능력검사에 대한 요인분석 결과에 따라 2개의 주요 요인(McGee, 1979), 또는 5개의 요인(Carroll, 1993), 심지어는 10개의 구성요인(Lohman, Pellegrino, Alderton, & Regian, 1987)을 제안하기도 하였다. Stumpf와 Eliot (1995)은 다양한 공간능력 검사들을 분석하여 공간능력에 일반 요인이 존재함을 제안하였는데, 공간능력이 지능의 일반요인(g)과 동일하

다고는 할 수 없지만 중복된 측면이 많다는 것을 보여주었다. 공간능력의 일반요인의 발견에도 불구하고 많은 연구자들은 공간능력을 단일 요인으로 보지 않았고, 공간능력을 측정하기 위해 사용한 과제유형과 공간능력을 관련시켜 이해하려고 시도하였다. 대표적인 예로 Lohman(1988, 1994)은 공간능력은 조직화된 추상적 시각상(visual image)을 생성해 내고, 파괴하고, 인출하고, 변환하는 능력이라고 정의하였다. 그러나 이러한 능력은 단일 차원적인 개념이 아니고, 시각상을 생성하고, 저장하고, 인출하고, 변환하는 과정의 서로 다른 측면들을 강조하는 몇 가지 다른 하위 능력요인들로 볼 수 있다는 것이다.

지능에 대한 개인차 연구자들은 공간능력은 크게 공간시각화(spatial visualization), 공간정향성(spatial orientation), 그리고 공간관계(spatial relations)의 세 가지 요소를 포함하는 것으로 개념화하는데 동의한다(Jonassen & Grabowski, 1993; Lohman, 1988; McGee, 1979; Pellegrino & Kail, 1982). 이러한 공간능력의 구성요인들을 분리해서 측정하는 것은 어렵지만, 연구자들은 특정 구성요인을 보다 차별적으로 측정하는데 적합한 과제유형을 개발하여 연구해 왔다.

Pellegrino와 Kail(1982)은 Lohman(1979)이 공간능력에 관한 다양한 주요 연구들을 재분석하여 제안한 공간능력의 세 가지 핵심요인인 공간시각화, 공간관계, 공간정향성의 존재를 확인하였다. 이 연구자들은 또한 공간관계와 시각화 요인은 속도-역량(speed-power) 차원과 자극의 복잡성(complexity)이라는 두 차원에서 차이가 나타날 수 있다고 하였다. 이들의 연구에서는 공간관계 요인을 측정하는 과제로는 2차원 심상회전과 입방체 비교, 3차원 심상

회전 과제를 제시하였고, 공간시각화 요인을 측정하는 과제로는 모양맞추기(도형완성)와 종이접기, 그리고 전개도접기를 제시하였다. Lohman(1988)은 공간능력의 하위요인들을 측정하기 위해 연구에서 많이 사용된 과제유형들을 확인하였다. 그 결과, 공간관계와 시각화 능력을 주로 측정하는 것으로는 도형완성, 2차원 및 3차원 심상회전, 부분찾기, 전개도접기, 투상도(관통흔적), 직각투사, 입방체, 종이접기, 조각맞추기 과제들이 사용되었고, 공간정향성 요인은 공중에서의 방향성(aerial orientation), 길찾기나 위치추적과 같은 과제들로 측정하였다. 이러한 과제유형들은 현재 사용되고 있는 많은 지능과 적성검사에서 여전히 사용되고 있다.

공간능력은 다양한 영역의 능력이나 기술과 관련이 높은 것으로 알려져 있다. 특히, 건축학, 미술, 수학, 외과의사, 물리학, 지도학, 제도, 공학, 화학 등 여러 학문영역 및 직업에서 매우 중요한 능력이다(Miller & Bertoline, 1991; Strong & Smith, 2002). Gardner(1983)는 다중지능이론에서 한 개인이 과학 분야에서 얼마나 발전할 수 있는지를 결정하는 것은 공간능력이라는 주장을 하였다. Shea, Lubinski와 Benhow(2001)는 학문적, 직업적 성공에 대한 예측력을 검증하기 위해 일반지능이 매우 높은 영재학생들을 대상으로 20년 동안 종단연구를 수행한 결과, 언어능력(SAT에서의 언어점수)에 비해 높은 공간능력(차별적성검사에서의 공간관계점수)을 보이는 영재학생들은 대학에서 기계공학, 컴퓨터, 과학-수학 전공영역, 유기화학 등의 전공을 더 많이 선택하였으며, 수학능력(SAT-수학점수)보다 공간능력 점수가 고등학교에서와 대학에서의 수학 관련 성취와 전공을 더 잘 예측한다고 하였다. 뿐만 아니라,

공간능력은 컴퓨터와 관련된 여러 가지 수행들을 잘 예측하기도 한다(Egan, 1988; Gomez, Egan, & Bowers, 1986; Stanney & Salvendy, 1995; Vincente, Hayes, & Williges, 1987). 심지어, 항공교통통제 및 의복디자인과 같은 디자인, 예술계통의 적성에도 높은 관련성을 나타낸다. 이러한 연구결과들은 공간능력이 학생들의 진로 및 직업을 예측하는 중요한 정보를 제공할 수 있다는 가능성을 시사하는 것이다. 실제로 공간능력이 과학과 수학 그리고 매우 다양한 분야에서의 우수한 수행을 잘 예측하는 요인이라는 것이 확인된 것이다. 특히, 공간적성을 필요로 하는 구체적 분야는 건축 분야, 설계 분야, 기계공학 분야, 치의학 분야, 미술 분야 등이라고 할 수 있는데, 국내에서는 최근 치의학 전공지망자 선별(김관식, 최순철, 신제원, 김정완, 조남표, 박병주, 이재일, 2003)이나 과학 영재를 판별(조석희, 장영숙, 정태희, 2003)하기 위해 공간능력을 측정하기도 한다.

공간능력의 성차

일반적으로 공간능력은 남성이 여성보다 우세하다는 주장들이 있고 이를 확인하기 위한 다수의 메타분석들이 수행되었다(예를 들어, Rosenthal & Rubin, 1982; Voyer, Voyer, & Bryden, 1995). 공간능력에서 남성이 여성보다 우세하다는 연구결과 들에 의하면 매우 다양한 원인들에 의해 성차가 나타났다. 공간능력에서 성차가 나타나는 가능한 원인들은, 대뇌 편재화(cerebral lateralization; Bryden, 1979; Levy, 1971), 유전적 요소(McGee, 1979, 1981, 1982), 문제풀이 방략 선택(Bryden, 1980), 성숙 속도(Sanders & Soares, 1986; Waber, 1976), 성 호르몬(Hampson, 1990; Peterson, 1976), 서로 다른

경험과 사회화(Baenninger & Newcombe, 1989), 성역할 정체성(Signorella & Jamison, 1986) 등이 있다(Voyer, 1997, 재인용). 어떤 연구들에서는 공간능력의 성차가 나타난다는 전제 하에 그에 대한 원인을 탐색하려는 시도를 했으나, 또 다른 연구들에서는 공간능력의 성차가 나타나지 않았음을 보고하거나, 혹은 공간능력의 요인에 따라 성차의 양상이 각각 다르게 나타나는 등 기존의 연구들과 일치하지 않는 결과들을 보고하기도 했다(노연경, 2007; 정명진, 2004; 주지은, 2008; Coleman & Gotch, 1998; Feingold, 1988; Smith & Schoreder, 1981; Tuckey & Selvaratnam, 1993).

공간검사의 문제풀이 전략

공간능력을 측정하기 위한 검사와 같은 인지적 능력을 요하는 과제에서 여러 종류의 문제를 풀어야 하는 경우, 수검사들은 문제 유형에 따라 각기 다른 인지적 전략을 사용하게 된다. Glück, Machat, Jirasko와 Rollett(2002)은 공간검사의 문항 분석에서, 검사 개발자가 문제풀이 과정에서 나타날 수 있을 것이라고 예측한 방식이 아닌 다른 대안적인 해결 전략을 적용하여 문제 해결하는 것이 가능하다는 것을 확인하였다. 즉, 동일한 문제를 풀고 정답을 맞췄어도 해당 문제를 풀이한 전략은 한 가지가 아니라 다양할 수 있다는 것이다.

공간능력 연구에서는 총체적 전략(holistic strategy)과 분석적 전략(analytic strategy)이 가장 흔히 명시적으로 사용되는 전략인 것으로 나타났다(Cooper, 1976; Just & Carpenter, 1985; Schultz, 1991). Glück과 Fitting(2003)은 이 두 가지 전략을 다음과 같이 설명한다. 먼저 총체적 전략은 주로, 문제를 보고, 머릿속에서 전

체적으로 회전하거나 문제에 대한 표상을 조작하는 것이다. 각 과제 유형별로 전개도접기 과제에서는 그림을 접고 펴는 것을 상상하는 것, 입방체 과제의 경우에는 하나의 입방체를 다른 입방체의 위치로 회전하는 것을 상상하는 것, 조각 맞추기에서는 각기 다른 방식으로 조각들을 모으는 것을 상상하는 방법이다. 또한, 3차원 심상회전 과제에서는 고전적 의미의 심상회전 개념으로 형태를 통째로 회전하는 것을 상상하여 문제를 푸는 것을 의미하고, 가상환경 상에서 길 찾는 과제를 수행할 때는 각 지점들 간에 공간적 관계들을 포함하는 길 자체에 대한 방향감각을 이용하여 가상적인 길을 보면서 지도를 보는 것과 같은 표상을 하는 방법을 의미한다(Glück & Fitting, 2003). 따라서 총체적 전략은 공간관계를 측정하기 위해 심상회전 과제나 공간정향성을 요하는 과제수행에서 효과적인 전략으로 볼 수 있다.

이에 비해, 분석적 전략은 언어적 전략이라고도 하는데, 대체로, 부분을 보고, 각 요소들의 특징을 언어적으로 표상하고 이를 중심으로 관련성을 비교하는 방법이다. 전개도접기 과제에서는 각 전개도의 모서리에 대해 접은 결과를 계산하는 방법이고, 입방체 비교검사에서는 각 입방체 면의 형태들 간의 관련성을 비교하는 방법이다. 종이 조각맞추기 검사에서는 대상물이 각기 하나의 조각과만 공유하는 특징을 찾아내는 것을 분석적 전략으로 볼 수 있다. 3차원 심상회전 검사에서는 물체의 특정부분을 대상물의 특정부분과 비교하는 방법이고, 가상환경 상에서 길찾기 과제에서는 지형지물의 목록을 이용하여 길을 표상하고 각 요소들 간의 공간적 관련성과 관계없이 위치를 회전하는 것으로 설명할 수 있다(Glück

& Fitting, 2003). 따라서 분석적 전략은 시각적 자료를 논리적 추론에 따라 분석하여 답을 찾는 도형완성이나 부분찾기에서 효과적으로 사용될 수 있다.

Glück, Dünser, Steinblügl과 Kaufmann(2007)은 총체적 전략은 공간시각화 전략이라고도 할 수 있고, 분석적 전략은 언어적 전략이며, 귀납적 추론과 관련이 있음을 확인하였다. 이 두 가지 전략은 각 범주가 구분되어 상호배타적인 것이 아니라 연속선상에 있으며, 두 가지 전략의 통합적인 사용이 가능하고, 각 전략의 사용은 과제의 난이도나, 피험자의 선호에 따라 전략 간의 전환(shift)이나 통합적 사용이 가능하다는 것이다(Glück & Fitting, 2003). 한편 Just와 Carpenter(1985)에 의하면, 중간전략(intermediate strategy)이 있을 수 있다. 예를 들면 문제를 풀기 위해 심상회전을 할 때, 맞는 답인지를 확인하기 위해 두 가지 전략을 통합적으로 한 문제에 모두 적용하기도 한다는 것이다.

일반적으로는 많은 사람들이 쉬운 과제에 대해서는 주로 총체적 전략을 적용하고, 과제가 어려워지고 복잡해짐에 따라 분석적 전략의 사용이 증가하는 것으로 나타난다고 한다(Barratt, 1953; Glück, 1999; Glück & Fitting, 2003; Lohman & Kyllonen, 1983; Myers, 1957). 따라서 공간과제 풀이에서 전략사용의 패턴을 논의할 때는 과제유형과 더불어 난이도도 고려해야 하며 또한 개인의 공간능력 수준이나 성별과 같은 개인차 변인도 함께 고려해야 함을 알 수 있다.

공간검사 문제풀이 전략사용에서의 성차

Lawton(1994)은 공간과제에서 문제풀이를 할

때 사용하는 전략을 정향성(orientation) 전략(환경의 참조 지점들과 현 지점과의 관계에 대한 감각을 유지하는 것)과 경로(route) 전략(경계표나 길 표시 등의 정보 사용)으로 구분했다. 일반적으로 남성은 정향성 전략을 더 많이 사용하고 여성은 경로 전략에 더 많이 의존하는 경향이 있다고 한다. 이와 더불어 정향성 전략에 대한 선호는 공간지각 과제에서의 수행 수준과 관련되어 있다. Glück(1999)의 연구에서는 남자와 여자 모두가 동일하게 입방체 비교 과제(cube comparison task)와 지도 검사(map test)를 수행했을 때, 남자의 경우 총체적 전략을 많이 사용하였고, 여자의 경우 분석적 전략을 많이 사용함을 관찰했다. 또한 Roberts와 Bell(2003)은 남녀 학생들에게 2차원과 3차원 심상회전 과제를 풀도록 했을 때, 남자는 여자보다 3차원 공간능력 과제를 더 잘 수행했고, 2차원 공간능력과제에서는 남녀가 모두 비슷한 수행을 보였다고 주장하면서 남자와 여자는 2, 3차원 심상회전 과제를 수행할 때 각기 다른 신경논리적 전략을 사용한다고 보았다. 심상회전과제의 문항들에 대한 문제풀이 전략을 연구한 Geiser, Lehmann과 Eid(2006)은 총 24개의 심상회전 문항에 대해, 1,695명의 5~13학년의 독일 아동들과 대학생들을 대상으로 얼마나 많은 문제풀이 전략들이 확인될 수 있는지를 알아보았다. 연구결과, 문제풀이 전략별로 구분할 수 있는 총 5개의 잠재계층이 확인되었고, 3개의 하위계층에서는 공간능력 수행 수준이 각기 다르게 나타났고, 1개의 계층에서는 공간능력 수행이 많이 떨어지는 것으로 나타났으며, 다른 한 집단에서는 특별한 전략을 사용하여 심상회전 문제를 풀이한 것으로 나타났다. 특히 이 연구에서는 성별에 따라 하위 과제별로 5개의 잠재계층모

형을 적용한 다집단 잠재계층모형(Multigroup Latent Class Model; MLCA)을 통해, 모형의 적합도를 각 집단별로 확인하고, 남자들은 심상회전 과제를 수행할 때 여자들보다 더 빠르고 높은 수행수준을 보이며 총체적 방략을 더 많이 사용한 반면, 여자들은 분석적 방략을 더 많이 사용하였음을 확인하였다.

현재까지 공간능력에서의 성차에 대한 연구는 많이 언급되어왔지만, 국내에서 수행된 경험적 연구는 극히 부족한 실정이며, 그나마도 일관적인 결과를 보이지 않고 있다. 특히 문제풀이 과정에서의 방략사용의 차이에 대한 국내 연구는 전무한 실정이다. 따라서 이 연구에서는 공간능력에 대한 성차를 공간과제 유형별로 확인하고, 성별에 따라 공간검사 문제풀이 과정에서의 방략사용에서 나타나는 차이를 탐색하고자 한다. 이러한 연구의 결과는 공간능력이 현대 사회의 다양한 분야에서 중요한 기능을 하는 것이 밝혀졌고, 방략사용에서의 차이가 수행수준의 차이를 가져오는 것이라는 것이 밝혀지면 성별에 관계없이 교육이나 훈련에 의해 공간능력의 향상이 가능할 것이기 때문에 큰 시사점을 제공할 것으로 기대할 수 있다.

본 연구에서 탐색하고자 하는 연구가설은

다음과 같다.

연구가설 1. 공간검사 점수에서의 성차는 공간과제 유형에 따라 다를 것이다.

연구가설 2. 공간검사 문제풀이를 위한 방략 사용에서 성차가 나타날 것이며 이러한 성차는 과제유형에 따라 다를 것이다.

방 법

연구대상

공간검사의 문제풀이 방략은 검사의 난이도, 공간능력 수준, 성별에 따라 달라질 수 있으므로 다양한 전공의 수검자들을 선정하여 검사를 실시하였다.

전국적으로 전체 1081명의 대학 및 대학원생들을 대상으로 수집한 자료들 중 불성실한 응답을 제외하고, 총 1063명(남자 393명, 여자 652명, 무응답 18)의 자료 중에서 결측치가 있는 자료를 제외한 1045명의 자료가 최종 분석에 사용되었다. 전공계열별로는 공학계열이 307명, 미술전공을 포함한 디자인 계열 전공자들이 66명, 자연계열 전공자들은 139명, 인문계열은 75명, 사회계열은 319명이다(표 1 참고).

표 1. 연구대상 (명)

구분	공학계열	미술포함 디자인	자연계열	인문계열	사회계열	무* 응답	계
남	181	22	49	9	94	38	393
여	121	43	88	63	225	112	652
무응답	5	1	2	3	0	7	18
전체	307	66	139	75	319	157	1063

* 무응답은 다양한 교육계열 전공으로 구체적인 전공을 파악하기 어려운 경우와 기타 전공이 포함되었음

측정도구

공간검사

본 연구에서 실시한 공간검사는 주지은(2008)의 연구에서 제작된 것으로, 공간능력을 측정하기 위한 도형완성, 부분찾기, 3차원 심상회전, 2차원 심상회전, 전개도접기의 5가지 과제유형이 포함되었으며, 문제풀이 전략들이 선다형 형식으로 각 문제 바로 아래에 제시된 형태로 구성되었다(부록 참고). 전개도접기는 다양한 문항유형이 존재하기 때문에 8문항을 포함시켰고 나머지는 각각 4문항씩을 포함시켜 총 24개의 문항으로 구성되었다(표 2 참고). 이들 중 도형완성과 부분찾기 과제는 공간능력 중 공간시각화를 주로 측정하는 것으로 볼 수 있고, 심상회전 과제는 공간관계 요인을, 전개도접기 과제는 공간관계와 시각화를 모두 측정하고 있는 것으로 볼 수 있다.

이 문항들은 이론적 배경에서 검토한 선행 연구들에서 타당도가 검증된 유형들이라 할 수 있으며, 유사한 검사문항들로 구성된 공간능력검사를 동시에 실시한 136명의 점수간 상관인 $r = .596$ 으로 나타나 공준타당도 증거가 어느 정도 확인된 검사라고 할 수 있다(주지은, 2008).

본 연구에서 산출된 공간검사의 과제유형 척도별 내적합치도 신뢰도 계수인 Cronbach의 α 는 도형완성 .65, 부분찾기 .79, 3차원 심상회전 .59, 2차원 심상회전 .76, 전개도접기 .56이었다. 과제유형별 정답률을 살펴보면, 도형완성, 부분찾기, 3차원 심상회전, 2차원심상회전 과제가 평균 .80이상으로 나타나 난이도가 낮은 쉬운 검사로 확인되었고, 전개도접기 과제의 경우 .60의 정답률을 나타내어 상대적으로 어려운 과제유형임을 알 수 있다(표 2 참고).

표 2. 공간검사의 과제유형에 따른 하위검사별 기술 통계

하위검사명	문항 수	Cronbach's α	M	SD
도형완성	4	.65	0.89	0.22
부분찾기	4	.79	0.91	0.23
3차원 심상회전	4	.59	0.86	0.23
2차원 심상회전	4	.76	0.83	0.29
전개도접기	8	.56	0.60	0.23

공간검사의 차별기능문항 확인

공간능력의 성차를 확인하기에 앞서, 공간검사 문항들이 성별 집단에서 차별적으로 기능하는지를 확인하기 위해, SIBTEST와 Mentel-Haenszel 방법에 의한 성별 차별기능문항을 추출해 본 결과, 두 방법에서 모두 공통적으로 3차원심상회전의 두 문항이 남성에게 유리한 방향으로 차별적인 기능을 하고 있는 것으로 나타났고, 전개도접기 두 문항은 여성에게 유리한 방향으로 차별적 기능을 하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 공간검사 전체점수를 해석하는 데는 큰 문제가 없을 것이나, 공간검사 점수에서의 성차를 확인할 때는 성별에 따른 차별기능을 하는 문항의 존재를 상기하고 해석할 필요가 있다.

공간검사 문제풀이 전략의 선택

수검사자들이 공간검사의 문제풀이를 할 때 사용한 전략 자료를 수집하기 위해 본 연구에서는 전략 선택지를 마련하였다. 공간검사의 문제풀이 전략은 검사 과제별, 검사의 난이도, 공간능력 수준, 성별에 따라 달라 질 수 있으므로, 예비연구를 통해, 전공별로 다양한 수검자를 선정해 문제풀이 사고과정이 구체적 연

어로 표현되도록 프로토콜에 대한 질적 분석을 실시하였다(주지은, 2008). 질적 분석 결과 각 수검자들이 보고한 과제별 풀이 전략은 Glück과 Fitting(2003)이나, Just와 Carpenter(1985)가 제안한 총체적 전략, 분석적 전략, 통합적 전략으로 분류할 수 있는 것 외에 한눈에 보인다는 전략(직관적 전략으로 볼 수 있음)을 사용했다는 보고가 있었고, 명확히 분류하기 어려운 반응들이 나타나 기타전략으로 구분하였다. 한눈에 보인다는 전략은 총체적 전략과 유사한 것으로 보이나 총체적 전략의 명확성을 위해 반응지에는 별도로 제시하였다. 따라서 각 과제별로 유형화된 문제풀이 전략 선택지를 구성하고 이에 대한 검토 및 기타 전략의 사용에 대한 추가적 의견을 수집하기 위해 공간능력 관련 연구 전문가(교수)와 공간 실무에 경험이 깊은 전문가들(치과 의사 및 건축 설계사)로 구성된 집단의 감수를 거쳤다. 내용 타당도를 확보를 위한 전문가의 검토를 거쳐 확정된 유형별 문제풀이 전략지는 검사 문항과 함께 제시되어 개별 문항의 문제풀이 직후에 사용한 전략을 기입하도록 하였다. 특히, 기타전략을 사용하여 공간검사 과제를 풀이할 경우에는, 그 내용을 기록하게 하여 공간검사 문제풀이 과정을 더욱 폭넓게 이해하고자 하였다.

연구절차

공간검사는 전략사용에 대한 표기까지 포함되어 있는 능력검사이므로, 공간능력에 대한 최대수행을 고려하여, 역량검사(power test)로 시행하였다. 따라서 검사시행 시 특별히 시간 제한을 두지 않았지만, 각 과제별 예제 하단에 예비검사에서 확인된 평균 문제풀이 시간

을 표시하여 전체 시행 시간을 조정하였다. 검사 실시는 집단검사의 형태로 시행되었다. 전략 사용 자료 수집은 각 과제별로 공간검사 문제를 풀고 나서 문항별 풀이과정을 즉시 하단에 표시된 문제풀이 전략 선택지 5가지 중 하나에 표시하도록 하였다.

분석방법

예비연구에서 전략 사용에 대한 공간능력 상-하위집단과 성별 상호작용은 확인결과 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다(주지은, 2008). 예비연구를 통해 확인된 전공별 공간능력의 경우, 도형완성은 사회계열($M=0.92$, $SD=0.17$)이 디자인($M=0.80$, $SD=0.35$)과 자연계열($M=0.84$, $SD=0.28$)보다 높았으나, $F(4, 901)=5.634$, $p<.01$, 전개도접기는 공학계열($M=0.63$, $SD=0.23$)이 디자인($M=0.53$, $SD=0.26$)과 인문계열($M=0.53$, $SD=0.25$)보다 높은 것으로 나타났으며, $F(4, 901)=5.061$, $p<.01$, 나머지 검사에서는 유의한 차이가 없었다. 또한, 전략사용에서의 전공별 차이는 이공계열과 인문사회계열을 통합하여 비교한 결과, 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났고 전공과 성별 상호작용도 통계적으로 유의하지 않았다.

따라서, 본 연구에서는 (1) 성별에 따른 공간능력 차이를 확인하기 위해 독립집단 t -test를 실시하고, (2) 공간검사 문제풀이 전략사용에 대한 성차가 어떻게 나타나는지를 확인하기 위해, 공간검사 과제유형별 문제풀이 전략 중 서술형으로 표기된 기타 전략을 제외한 4가지 전략 사용에서의 성별 차이를 검증하기 위해 독립집단 t -test를 실시하였다.

결 과

공간검사 점수의 성차

공간능력에 대한 성차를 확인하기 위해 5개의 과제유형들과 총점에 대한 평균점수를 비교한 결과(표 3 참고), 총점에서는 남자가 여자보다 약간 높았으나 그 차이가 통계적으로 유의하지 않았다. 그러나 하위과제에서는 3차원 심상회전 과제에서 남자($M=.91, SD=.21$)가 여자($M=.84, SD=.23$)에 비해 $t(1043)=4.73, p<.001$ 로 통계적으로 유의하게 높은 점수를 보였다.

공간검사 문제풀이 전략 사용에서의 성차

성별에 따른 각 과제별 문제풀이 전략 5가지 중에서 특정 전략을 선택한 것으로 보고한 평균적 선택 빈도는 표 4와 같다. 표 4에서 제시한 각 하위 과제별 전략사용의 패턴을 그림으로 도표화한 것을 통해 전체적으로 확인해 보면, 도형완성 과제를 풀 때에는 남녀 모두 분석적 전략 사용의 평균이 가장 높게 나

타나(남: $M=1.89, SD=1.13$, 여: $M=2.20, SD=1.63$) 문제풀이 전략으로 부분의 특징이나 도형의 특징을 통해 정답을 찾아내는 분석적 전략을 가장 많이 사용한 것을 확인 할 수 있다(그림 1. 참고). 그림 2의 부분찾기 과제를 풀 때에도 남녀 모두 분석적 전략 사용의 평균이 가장 높게 나타나(남: $M=1.90, SD=1.69$, 여: $M=2.07, SD=1.67$), 문제풀이 전략으로 부분의 특징을 살피거나 비교하여 정답을 찾아내는 분석적 전략을 가장 많이 사용한 것을 확인 할 수 있다. 그림 3의 3차원 심상회전 과제를 풀 때에는 남녀 모두 총체적 전략을 가장 많이 사용한 것으로 나타났다(남: $M=1.34, SD=1.54$, 여: $M=1.27, SD=1.47$). 그림 4의 2차원 심상회전 과제를 풀 때에도 남녀 모두 총체적 전략을 가장 많이 사용하고(남: $M=1.40, SD=1.68$, 여: $M=1.69, SD=1.68$), 통합적 전략을 그 다음으로 많이 사용한 것으로 나타났다(남: $M=1.00, SD=1.49$, 여: $M=1.06, SD=1.48$). 또한 그림 5의 전개도접기 과제를 풀 때에도 남녀 모두 총체적 전략을 가장 많이 사용하고(남: $M=2.37, SD=2.84$, 여: $M=2.82, SD=2.78$), 통합적 전략을 그 다음으

표 3. 성별 공간능력 평균과 표준편차 및 차이검증 결과

구분	남자 ($n=393$)		여자 ($n=652$)		성별차이검증		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>t</i> -test 결과
도형완성	0.89	0.24	0.89	0.21	0.280	1043	
부분찾기	0.90	0.24	0.91	0.21	-1.082	1043	
3차원심상회전	0.91	0.21	0.84	0.23	4.730*	1043	남 > 여
2차원심상회전	0.84	0.30	0.82	0.28	0.974	1043	
전개도접기	0.60	0.25	0.60	0.22	0.069	1043	
전체	0.83	0.25	0.81	0.23	1.290	1043	

* $p<.001$

표 4. 성별 문제풀이 전략 선택에 대한 과제유형별 빈도 평균(표준편차)

구분 과제	남자 (n=393)					여자 (n=652)				
	총체적	분석적	통합적	한눈에 보임	기타	총체적	분석적	통합적	한눈에 보임	기타
도형완성 (4)*	0.49 (1.13)	1.89 (1.71)	0.72 (1.26)	0.70 (1.32)	0.04 (0.27)	0.39 (1.00)	2.20 (1.63)	0.77 (1.26)	0.52 (1.09)	0.03 (0.26)
부분찾기 (4)	0.56 (1.19)	1.90 (1.69)	0.60 (1.14)	0.74 (1.29)	0.03 (0.25)	0.67 (1.25)	2.07 (1.67)	0.58 (1.17)	0.55 (1.11)	0.02 (0.25)
3차원 심상회전 (4)	1.34 (1.54)	0.74 (1.15)	0.85 (1.33)	0.87 (1.33)	0.05 (0.29)	1.27 (1.47)	0.83 (1.25)	1.09 (1.42)	0.69 (1.16)	0.03 (0.22)
2차원 심상회전 (4)	1.40 (1.68)	0.70 (1.23)	1.00 (1.49)	0.67 (1.24)	0.05 (0.32)	1.69 (1.68)	0.61 (1.15)	1.06 (1.48)	0.48 (1.04)	0.06 (0.34)
전개도접기 (8)	2.37 (2.84)	1.51 (2.13)	2.33 (2.72)	1.04 (1.89)	0.25 (0.83)	2.82 (2.78)	1.46 (2.09)	2.42 (2.67)	0.77 (1.51)	0.22 (0.82)

* 괄호 속 숫자는 각 과제유형별 문항 수임

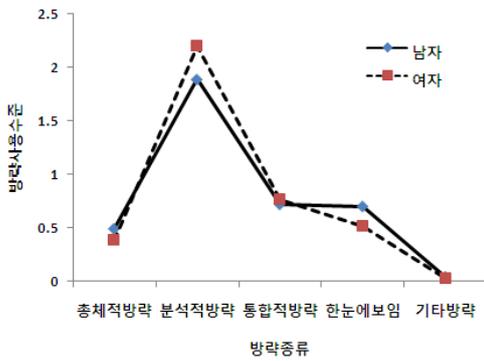


그림 1. 도형완성 과제의 성별 방략사용 비교

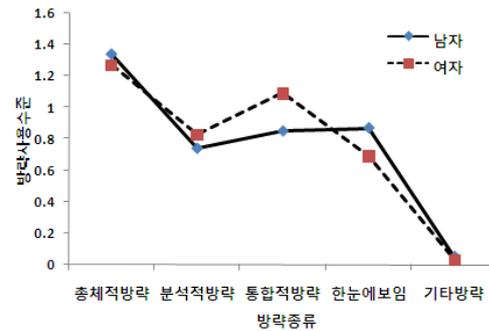


그림 3. 3차원심상회전 과제의 성별 방략사용 비교

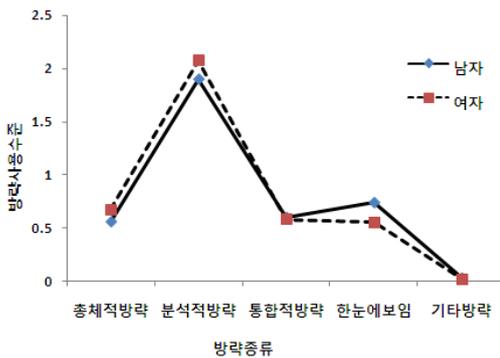


그림 2. 부분찾기 과제의 성별 방략사용 비교

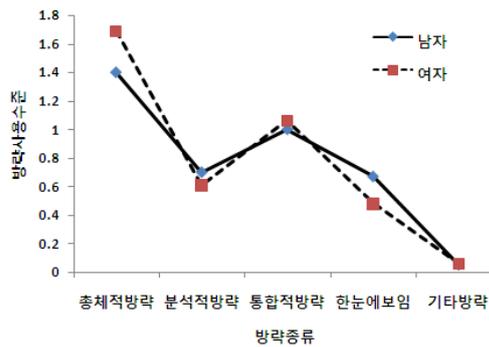


그림 4. 2차원심상회전 과제의 성별 방략사용 비교

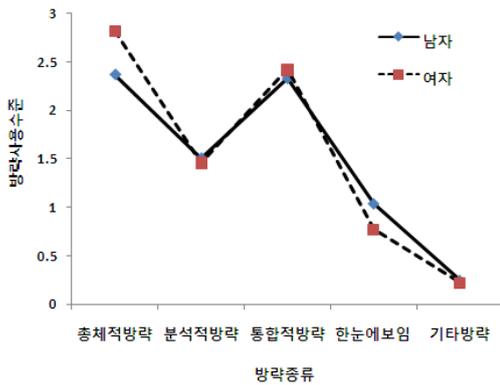


그림 5. 전개도접기 과제의 성별 방략사용 비교

로 많이 사용한 것으로 나타났다(남: $M=2.33$, $SD=2.72$, 여: $M=2.42$, $SD=2.67$).

각 과제유형별로 성별에 따라 문제풀이 과정에서 적용한 방략사용에 차이가 있는지에 대해 통계적으로 유의한지를 알아보기 위해 독립집단 t -test를 실시한 결과가 표 5에 제시되어 있다.

표 5의 내용을 그림들과 함께 과제별로 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 공간시각화 요인을 주로 측정하는 도형완성 과제에서는 여자($M=2.20$, $SD=1.63$)가 남자($M=1.89$, $SD=1.71$)에 비해 도형의 형태나 특징을 이용해 문제를 해결하는 분석적 방략을 더 많이 사용한 것으로 나타났고 [$t(1043)=2.50$, $p<.01$], 남자의 경우에는 분석적 방략의 사용수준이 다른 방략사용에 비해 높게 나타나긴 했지만, 또한 도형 자체를 한눈에 보고 답을 찾는 방법의 사용($M=0.70$, $SD=1.32$)이 여자($M=0.52$, $SD=1.09$)에 비해 더 높게 나타났다 [$t(1043)=2.42$, $p<.05$].

둘째, 공간시각화 요인을 주로 측정하는 부분찾기 과제에서는, 전체 그림을 보고 동일한 부분을 보기에서 찾아내기 위해 남자($M=0.74$,

표 5. 과제유형별 문제풀이 방략 사용의 성별 차이 검증

구분	과제유형	$t(df=1043)$
총체적 방략	도형완성	1.50
	부분찾기	1.31
	3차원심상회전	0.71
	2차원심상회전	2.73**
	전개도접기	2.50*
분석적 방략	도형완성	2.92**
	부분찾기	1.56
	3차원심상회전	1.20
	2차원심상회전	1.31
	전개도접기	0.38
통합적 방략	도형완성	0.63
	부분찾기	0.32
	3차원심상회전	2.69**
	2차원심상회전	0.69
	전개도접기	0.51
한눈에 보임	도형완성	2.42*
	부분찾기	2.52*
	3차원심상회전	2.35*
	2차원심상회전	2.69**
	전개도접기	2.59*

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

$SD=1.29$)는 전체 그림을 한눈에 보고 포함된 부분을 직관적으로 바로 답을 찾는 방법을 여자($M=0.55$, $SD=1.11$)에 비해 더 많이 사용하였다 [$t(1043)=2.52$, $p<.05$].

셋째, 공간관계 요인을 주로 측정하는 3차원 심상회전 문제풀이 과정에서 사용한 방략 사용의 패턴을 성별로 살펴보면, 총체적 방략과 분석적 방략을 모두 사용한 통합적 방략 사용의 경우에 여자($M=1.09$, $SD=1.42$)가 남자($M=0.85$, $SD=1.33$)에 비해 더 많이 사용한 것

표 6. 과제별 풀이방략 사용의 성별 차이 요약

과제유형	총체적 방략	분석적 방략	통합적 방략	한눈에 보임
도형완성		여>남		남>여
부분찾기				남>여
3차원심상회전			여>남	남>여
2차원심상회전	여>남			남>여
전개도접기	여>남			남>여

으로 나타났다 [$t(1043)=2.69, p<.01$]. 또한 한눈에 보고 답을 찾는 방략은 남자($M=0.87, SD=1.33$)가 여자($M=0.69, SD=1.16$)에 비해 더 많이 사용하였다 [$t(1043)=2.35, p<.05$].

넷째, 2차원 심상회전 문제풀이에서는, 총체적 방략사용에서 여자($M=1.69, SD=1.68$)가 남자($M=1.40, SD=1.68$)에 비해 더 높게 나타났고 [$t(1043)=2.73, p<.01$], 남자($M=0.67, SD=1.24$)들은 여자($M=0.48, SD=1.04$)들에 비해 한눈에 보고 답을 찾는 경우가 더 많았다 [$t(1043)=2.69, p<.01$].

다섯째, 공간시각화 요인과 공간관계 요인을 모두 측정하는 전개도접기 문제풀이에서는 총체적 방략 사용에서 여자($M=2.82, SD=2.78$)가 남자($M=2.37, SD=2.84$) 보다 더 높게 나타났고 [$t(1043)=2.50, p<.05$], 한눈에 보고 문제를 푼 경우는 남자($M=1.04, SD=1.89$)가 여자($M=0.77, SD=1.51$) 보다 더 많았다 [$t(1043)=2.59, p<.05$].

위의 분석 결과를 과제유형별로 요약한 결과는 표 6과 같다. 전체적으로 공간검사에 대한 성별 문제풀이 방략사용에 따른 차이는 각 과제유형별로 다른 양상을 나타내었다. 도형완성 과제에서는 분석적 방략의 사용에서 여자가 남자에 비해 통계적으로 유의하게 높은 수준으로 나타났고, 한눈에 보고 정답을 찾아

내는 방법을 사용한 경우는 남자가 유의하게 높게 나타났다. 부분찾기 과제에서는 남자가 한눈에 보고 정답을 찾아내는 방법을 사용하는 것이 통계적으로 유의하게 높은 수준으로 나타났다. 3차원 심상회전 과제에서는 통합적 방략의 사용이 여자가 남자에 비해 통계적으로 유의하게 높은 수준을 사용한 것으로 나타난 반면, 한눈에 답을 찾아내는 방법을 사용한 경우는 남자가 여자에 비해 통계적으로 높게 나타났고, 2차원 심상회전 과제에서는 총체적 방략을 사용하는 경우에서 여자가 남자에 비해 유의하게 높은 수준을 나타내었으며, 한눈에 보고 답을 찾는 경우는 남자가 여자에 비해 통계적으로 유의한 수준에서 높게 나타났다. 전개도접기 과제에서도 총체적 방략을 사용함에 있어 여자가 남자에 비해 통계적 유의한 수준에서 높게 나타났고, 한눈에 답을 찾아내는 경우는 남자가 여자에 비해 높게 나타났다.

논 의

요약 및 결론

공간검사를 실시한 결과, 전체 총점에서는

성차가 나타나지 않았으며 다만 3차원 심상회전 과제에서 남자가 여자보다 통계적으로 유의하게 높은 수준을 나타내었다. 이러한 결과는 Roberts와 Bell(2003)의 연구결과와 일치하는 것이다. 심상회전 과제는 특히 공간관계 요인을 주로 측정하는 과제 유형이다. 따라서 남자들이 특정 과제에서 여자들에 비해 더 높은 공간검사 점수를 나타낸 것에 대해, 문제풀이 과정에서 어떠한 전략을 사용하였는지, 전략 선택에서 성별 차이가 있었는지를 구체적으로 살펴봄으로써 공간능력 및 과제해결 과정에서의 성별차이를 구체적으로 탐색할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서 나타난 공간검사 문제풀이 과정에서 사용한 전략사용의 성차는 기존의 연구들이 지지하는 결과와 일치하는 부분과 일치하지 않는 부분을 포함하고 있었다. 전체적인 전략사용 패턴에서 과제에 따른 차이는 두드러지게 나타났으나 성별 차이는 거의 나타나지 않았다. 구체적으로 보면, 첫째, 공간검사 과제를 푸는 과정에서 남자들은 모든 과제 유형에서 한눈에 보고 답을 찾는 방법을 여자에 비해 상대적으로 더 많이 사용하는 것으로 나타났다. 한눈에 보고 직관적으로 답을 찾아내는 전략은 선행연구들에서는 별도로 구분하지 않았던 것으로 총체적 방식과 유사한 것으로 볼 수 있으나 본 연구에서는 총체적 방법 사용의 명확성을 위해 별도로 처리한 것이다. 개별 문항별로 분석한 결과(주지은, 2008)에서는 한눈에 보고 답을 찾는 전략의 사용은 쉬운 과제일수록, 공간능력의 수준이 높을수록 더 많이 사용 되는 것이 확인 되었는데, 총체적 전략의 사용과는 유사한 것으로 볼 수 있다. 따라서 두 가지 전략의 사용을 묶어서 분류해도 과제 유형에 따른 문제풀이 전략 사용

의 패턴에는 변화가 없음을 알 수 있다.

둘째, 여자들은 2차원 심상회전과 전개도접기에서는 남자들보다 총체적 전략을 더 많이 사용하였고, 도형완성 과제에서는 분석적 전략을, 3차원 심상회전에서는 통합적 전략을 남자 보다 더 많이 사용하는 것으로 나타났다. Glück 등(2007)의 연구에 의하면, 공간능력의 수준이 높을수록, 남자일수록, 쉬운 과제일수록, 공간검사 문항의 답을 빨리 찾아내는 경우일수록 문제풀이 수행과정에서 총체적 전략을 더 많이 사용하게 되는 경향이 있고, 공간능력 수준이 낮을수록, 여자일수록, 어려운 과제일수록, 답을 찾는데 더 많은 시간이 걸릴수록 분석적 전략이나 통합적 전략을 사용하게 되는 경향성이 있다고 하였다. 그러나 이러한 연구결과가 본 연구에서는 부분적으로 일치하는 결과도 있지만 불일치하는 결과도 있는 것으로 나타났다. 즉, 공간시각화 능력을 주로 측정하는 도형완성과 부분찾기 과제에서는 남자와 여자가 모두 분석적 전략을 가장 많이 사용하였고, 심상회전을 측정하는 2차원과 3차원 심상회전 과제에서는 총체적 전략을 모두 가장 많이 사용하였고 통합적 전략도 시각화 과제보다는 많이 사용하는 것으로 나타났다. 또한 2차원 회전과제에서 여자가 남자보다 더 많이 사용하는 것으로 나타나 이전 연구와 다른 결과를 보였다. 한편 가장 어려우면서 시각화와 심상회전 능력을 모두 필요로 하는 과제인 전개도접기에서는 통합적 전략이 많이 사용되는 것으로 나타나 이전 연구들(Barratt, 1953; Glück et al., 2007; Glück & Fitting, 2003; Lohman & Kyllonen, 1983)과 유사한 결과를 보였다.

이러한 결과가 나타난 원인은 이전 연구들에서는 공간능력을 측정할 때 다양한 문항이

나 과제 유형에 따른 세밀한 분석을 하기 보다는 전체적인 점수결과를 가지고 능력과 방략사용에 관한 성차를 논의하였기 때문으로 추정된다. 본 연구의 결과는 성별에 관계없이 문제 풀이에 요구되는 효과적인 방략이 주로 사용되는 것을 보여주어 공간능력에서의 성차에 대한 일반적인 편견을 재고할 필요가 있음을 시사한다. 이와 같은 결과는 공간능력의 성차가 나타나지 않거나, 공간능력의 요인에 따라 성차의 양상이 각각 다르게 나타나는 등 기존의 연구들과 일치하지 않는 결과들을 보고한 연구들(노연경, 2007; 정명진, 2004; Coleman & Gotch, 1998; Feingold, 1988; Smith & Schoreder, 1981; Tuckey & Selvaratnam, 1993)과 맥을 같이한다. 따라서 앞으로 공간능력을 측정할 때는 검사문항을 공간능력의 하위구성요인들을 반영하는 다양한 과제들로 구성하는 것이 공정한 검사가 될 수 있음을 시사한다.

여자가 남자에 비해 3차원 심상회전 점수가 상대적으로 낮게 나타난 것에 대해, 앞으로 다양한 방략사용을 학습하고 적절한 과제에 적용시켜 연습함으로써 극복할 수 있을 것이다. 이러한 노력은 개인 차원뿐만 아니라 학교차원에서도 필요할 것으로 본다. 정규 교육에서 보다 체계적이고 구체적인 공간능력 증진을 위한 교육과정이나 학습활동 계획을 실행할 수 있는 기회를 마련함으로써 실현할 수 있을 것으로 기대한다.

연구의 제한점 및 후속연구에 대한 제안

본 연구의 결과를 해석할 때는 몇 가지 제한점들을 고려해야 할 것이다. 첫째, 본 연구에 사용된 공간검사는 하위 과제유형 검사들에서 문항 수가 충분하지 못해서 수검자들의

능력을 충분히 변별하지 못하였고, 또한 난이도를 조절하지 못한 점이 연구결과 해석에 제약이 될 수 있다. 즉, 정답률이 높은 소수의 문항으로 구성된 하위과제들로 공간능력을 측정하여 집단 간 차이를 비교하는데 한계가 있었다. 따라서 후속연구에서는 하위과제별 문항수를 늘리고, 난이도를 조정한다면, 보다 다양하고 구체적인 개인차에 따른 문제풀이 방략 사용 연구가 체계적으로 진행 될 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, 본 연구에서는 연구 과정에서 공간검사 문제풀이 과정에서 나타나는 방략의 유형을 각 과제유형별로 총체적, 분석적, 통합적, 한눈에 보임 및 기타방략사용으로 구분하고, 공간검사 각 과제유형별로 문제풀이 방략유형에 해당하는 5지 선다형의 선택지에서 방략을 선택하도록 함으로써 방략을 측정하였다. 방략사용의 유형으로 구분된 한눈에 보고 답을 찾아내는 방법은 실제로는 총체적 방략의 선행 과정으로도 간주 할 수 있다. 따라서 앞으로의 연구에서는 한눈에 보고 답을 찾아내는 과정이 총체적 방략사용과 어떻게 구별 되는지에 대한 세분화된 탐색이 필요하다. 따라서 후속 연구에서는 Glück 등(2007)이 사용한 방법과 같이 공간검사 문제풀이 과정에서 나타나는 방략사용의 응답 형식을 선택지 형식에서 정도차이를 표시하게 하는 방식 및 여러 범주의 응답내용을 표시하게 하여, 포괄적인 문제풀이 방략의 내용을 질적으로 분석해 보는 것도 의미있는 연구가 될 것이다.

셋째, 본 연구에서 사용된 표본구성이 결과 해석에 한계로 작용할 수 있다. 계열별 표본수가 심하게 불균형적이고 인문, 사회계열에 여성이 많은 것은 공간점수 결과의 해석에 신중할 필요가 있다. 그러나 인문, 사회계열과

이과계열에서 공간검사 점수의 유의한 차이가 없었고, 여성이 남성보다 많았음에도 불구하고 총점에서 유의미한 차이가 나지 않은 것은 과제유형의 다양성 때문으로 추정할 수 있다. 다시 말해서 여성들이 많이 사용하는 분석적 전략이 필요한 과제와 남성들이 많이 사용하는 총체적 전략이 필요한 과제들이 고루 포함되었기 때문에 총점에서의 유의한 차이가 나타나지 않은 것으로 해석할 수 있다. 이러한 결과는 일부 선행연구들(노언경, 2007; 정명진, 2004; 주지은, 2008; Coleman & Gotch, 1998; Feingold, 1988; Smith & Schoreder, 1981; Tuckey & Selvaratnam, 1993)의 보고에서도 확인할 수 있는 공간능력에서의 성차에 대한 고정관념을 재고하게 하는 것으로 후속 연구에서 재확인할 필요가 있다.

넷째, 본 연구에서는 공간능력의 성차와 문제풀이 전략사용에서의 성별차이를 확인하기 위해, 과제유형별로 전략을 선택할 수 있는 지필식 검사지를 구성하여 연구를 진행하였다. 기존의 공간능력에 대한 많은 연구들이 검사 점수의 차이로 성차를 살펴본 것에 비해 문제풀이 전략의 사용에서의 성차를 고려한 점은 이 연구가 다른 연구들과 차별화 되는 부분일 것이다. 그러나 전략선택을 지필식으로 유형화하여 측정하는 방법은 수검자들의 머릿속에서 일어나는 문제풀이 과정을 구조화된 응답지 형식의 하나로 선택하게 하는 제한점을 내포하고 있다.

전통적으로 언어적 보고에 의한 전략을 평가하기 위해 사용하는 방법으로 동시적 보고법과 회고적 보고법이 있는데, 동시적 보고법은 문제를 풀면서(think aloud), 혹은 풀고 나서 바로 그 문제를 어떻게 해결했는지를 언어적으로 표현하는 것이고, 회고적 보고법은 모든

문제를 다 해결한 다음에 어떻게 그 문제를 해결했는지를 보고하는 방법이다. 회고적 보고법은 실험의 성질에 대한 어떤 단서도 제공하지 말고 가능한 많은 내용을 회상하도록 해야 하는데, 응답자들의 사고의 특정 측면들에 관해서만 묻는 것은 과제의 어떤 특성에만 주의를 기울이게 하여 이후 시행들에서 응답자들의 사고과정이 달라 질 수 있다는 단점이 있다(Sternberg & Smith, 1988). 공간능력이 일반 지능과 상관이 매우 높지만, 비언어적 과제임을 고려할 때, 언어적 설명으로 주어진 전략 선택지에는 실제 문항을 풀어낸 과정과는 다소 차이가 있을 수도 있다. 따라서 전략의 측정을 위해 자기보고식 방식을 사용하는 것으로는 한계가 있으므로 보다 객관적이고 과학적인 방법을 적용한 자료수집이 보완되어야 할 것이다. 예를 들어, 사고과정을 측정하기 위한 안구운동 분석(eye tracker의 사용)이나, 뇌기능자기공명영상(fMRI)을 통해 얻어진 자료를 사용하여 타당성을 확보할 수 있을 것이다.

또한 본 연구에서 지필검사를 사용하였기 때문에 공간정향성 하위요인 측정을 포함시키지 못한 제한점이 있다. 이러한 제한점들은 지필검사 형식이 아닌 컴퓨터 기반 검사를 제작하여 3차원 검사 환경에서 시뮬레이션 과제를 사용해서 개인의 공간능력을 측정할 수 있으면 공간능력과 전략 사용에 대한 보다 정확한 평가가 가능할 것임으로, 후속 연구의 과제라고 생각한다.

본 연구는 지능의 하위요인 중에서 언어요인과 더불어 성차가 가장 두드러지는 요인으로 인식되는 공간과제 해결 시 사용하는 풀이 전략에서의 성차를 한국 성인을 대상으로 탐색을 시작한 최초의 연구라는 점에서 그 의미를 찾을 수 있을 것이다. 앞으로 위에서 논의

한 제한점들에 대한 보완이 이루어진 보다 과학적이고 체계적인 후속 연구들을 기대한다.

참고문헌

- 김관식, 최순철, 신제원, 김정완, 조남표, 박병주, 이재일 (2003). 치의학교육입문검사 개발 및 시행에 관한 1차년도 연구보고서. 치의학전문대학원 추진단 입문검사개발연구부.
- 노연경 (2007). 중학생 적성검사 중 공간능력 영역에서의 성별에 따른 차별기능향 추출. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 정명진 (2004). 청소년적성검사 공간능력영역에서의 성별에 따른 차별적 문항기능 추출. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 조석희, 장영숙, 정태희 (2003). 영재판별을 위한 간편 창의적 문제해결력 검사 개발을 위한 기초 연구. *교육학연구*, 30(1), 259-296.
- 주지은 (2008). 공간검사의 문제풀이 방략유형 탐색과 성별, 공간능력 수준별, 전공계열별 집단차이. 이화여자대학교 대학원. 박사학위논문.
- 주지은, 노연경, 이규민, 김아영 (2007). 공간능력 검사의 성차 및 과제유형 효과와 효율적 측정 구조 탐색. *교육심리연구*, 21(2), 311-330.
- Anderson, J. R. (1983). A spreading activation theory of memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, 261-295.
- Barratt, B. S. (1953). An analysis of verbal reports of solving spatial problems as an aid in defining spatial factors. *The Journal of Psychology*, 36, 17-25.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities. A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.
- Cochran, K. F., & Wheatley, G. H. (1989). Ability and sex-related differences in cognitive strategies on spatial tasks. *The Journal of General Psychology*, 116, 43-55.
- Coleman, S. L., & Gotch, A. J. (1998). Spatial perception skills of chemistry students, *Journal of Chemical Research*, 75(2), 206-209.
- Cooper, L. A. (1976). Individual differences in visual comparison processes. *Perception & Psychophysics*, 19, 433 - 444.
- Egan, D. (1988). Individual differences in Human-Computer Interaction. In M. Helander (Ed.), *Handbook of human-computer interaction* (pp.543-568). Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1980). Verbal reports as data. *Psychological Review*, 87, 215-251.
- Feingold, A. (1988). Cognitive gender differences are disappearing. *American Psychologist*, 43, 95-103.
- Gazzaniga, M. S. (1983). Right hemisphere language following brain bisection: A twenty year perspective. *American Psychologist*, 38, 525-537.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.
- Geiser, C., Lehmann, W., & Eid, M. (2006). Separating “rotators” from “nonrotators” in the mental rotation test: A multigroup latent class analysis. *Multivariate Behavioral Research*,

- 41(3), 261-293.
- Glück, J. (1999). Spatial strategies-Kognitive strategien bei räumlichen Leistungen [Spatial strategies-strategy use in spatial cognition]. Unpublished dissertation, University of Vienna, Austria.
- Glück, J., & Fitting, S. (2003). Spatial strategy selection: Interesting incremental information. *International Journal of Testing*, 3, 293-319.
- Glück, J., Machat, R., Jirasko, M., & Rollett, B. (2002). Training-related changes in solution strategy in a spatial test: An application of item response models. *Learning and Individual Differences*, 13, 1-22.
- Glück, J., Dünser, A., Steinblügl, K., & Kaufmann, H. (2007). Warning: Subtle aspects of strategy assessment may affect correlations among tests. *Perceptual and Motor Skills*, 104, 123-140.
- Gomez, L. M., Egan, D. E., & Bowers, C. H. (1986). Learning to use a text editor: Some learner characteristics that predict success. *Human-Computer Interaction*, 2, 1-23.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Hartman, N. W., & Bertoline, G. R. (2005). Spatial abilities and virtual technologies: Examining the computer graphics learning environment. *Ninth International Conference on Information Visualisation*, IV, 992-997.
- Jonassen, D. H., & Grabowski, B. L. (1993). *Handbook of individual differences, learning, and instruction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1985). Cognitive coordinate systems: Accounts of mental rotation and individual differences in spatial ability. *Psychological Review*, 92, 137-172.
- Kaufman, S. B. (2005). Sex differences in mental rotation and spatial visualization ability: Can they be accounted for by differences in working memory capacity. *Intelligence*, 35, 211-223.
- Lawton, C. A. (1994). Gender differences in way-finding strategies: Relationship to spatial ability and spatial anxiety, *Sex Roles*, 30, 765-779.
- Lohman, D. F. (1988). Spatial abilities as traits, processes, and knowledge. In R. J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence* (Vol. 4, pp.181-248). Hillsdale: Erlbaum.
- Lohman, D. F. (1994). Spatial ability. In R. J. Sternberg, (Ed.), *Encyclopedia of human intelligence* (Vol. 2, pp.1000-1007). New York: Macmillan.
- Lohman, D. F., & Kyllonen, P. C. (1983). Individual differences in solution strategy on spatial tasks. In D. F. Dillon & R. R. Schmeck (Eds.), *Individual differences in cognition* (pp.105-135). New York: Academic Press.
- Lohman, D. F., Pellegrino, J. W., Alderton, D. L., & Regian, J. W. (1987). Dimensions and components of individuals differences in spatial abilities. In S. H. Irvine & S. E. Newstead (Eds.), *Intelligence and cognition: Contemporary frames of reference* (pp.253-312). Dordrecht: Martinus Nijhoff.
- McGee, M. G. (1979). Human Spatial Abilities: Psychometric Studies; Environmental, genetic,

- hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin*, 86, 889-918.
- Miller, C. L., & Bertoline, G. R. (1991). Spatial visualization research and theories. *The Engineering, Design Graphics Journal*, 55(3), 5-14.
- Myers, C. T. (1957). *Some observations of problem solving in spatial relations tests*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Pellegrino, J. W., & Kail, R. (1982). Process analyses of spatial aptitude. In R. J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence*, 1, 311-356. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ.
- Roberts, J. E., & Bell, M. A. (2003). Two- and three-dimensional mental rotation tasks lead to different partial laterality for men and women. *International Journal of Psychology*, 50, 235-246.
- Rosenthal, R., & Rubin, D. B. (1982). Further meta-analytic procedures for assessing cognitive gender differences. *Journal of Educational Psychology*, 74, 708-712.
- Schultz, K. (1991). The contribution of solution strategy to spatial performance. *Canadian Journal of Psychology*, 45, 474-491.
- Shea, D. L., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2001). Importance of assessing spatial ability in intellectually talented young adolescents: A 20-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 93(3), 604-614.
- Smith, W. S., & Schroeder, C. K. (1981). Preadolescents' learning and retention of a spatial visualization skill. *School Science and Mathematics*, 81(8), 705-709.
- Stanney, K., & Salvendy, G. (1995). Information Visualization: Assisting low-spatial individuals with information access tasks through the use of visual mediators. *Ergonomics*, 38(6), 1184-1198.
- Sternberg, R. J., & Smith, E. E. (1988). *The psychology of human thought*. Cambridge University Press.
- Strong, S., & Smith, R. (2002). The development of a computerized version of Vandenberg's mental rotation test and the effect of visuo-spatial working memory loading. *The Engineering Design Graphics Journal*, 66(2), 6-16.
- Stumpf, H., & Eliot, J. (1995). Gender-related differences in spatial ability and the k factor of general spatial ability in a population of academically talented students. *Personality and Individual Differences*, 19, 33-45.
- Stumpf, H., & Eliot, J. (1997). A structural analysis of visual spatial ability in academically talented students. Manuscript submitted for publication.
- Thurstone, L. L. (1938). *Primary mental abilities*. Chicago: University of Chicago Press.
- Tuckey, H., & Selvaratnam, M. (1993). Studies involving three-dimensional visualization skills in chemistry. *Studies in Science Education*, 21, 99-121.
- Vincente, K. J., Hayes, B. C., & Williges, R. C. (1987). Assaying and isolating individual differences in searching a hierarchical file system. *Human Factors*, 29, 349-359.
- Voyer, D. (1997). Scoring procedure, performance factors, and magnitude of sex differences in spatial performance. *The American Journal of Psychology*, 110(2), 259-276.

Voyer, D., Voyer, S., & Bryden, M. P. (1995).
Magnitude of sex differences in spatial
abilities: A meta-analysis and consideration of
critical variables. *Psychological Bulletin*, 117,
250-270.

1 차원고접수 : 2010. 8. 12.

심사통과접수 : 2010. 12. 7.

최종원고접수 : 2010. 12. 22.

Gender Differences in Spatial Ability and Using Strategies for Solving Spatial Problems

Jieun Joo

Ahyoung Kim

Ewha Womans University

The purpose of this study was to investigate gender differences in spatial ability and in the types of strategies used in solving spatial tasks. To accomplish this, a measure was constructed which included a spatial ability test with five different problem types: picture completion, embedded pieces, 3-D mental rotation, 2-D mental rotation, and form development. Each item was followed by a question that asked subjects to select which among the following five strategies they employed: holistic, analytic, combined, intuitional, and other. A total of 1063 participants consisting of undergraduate and graduate students completed the test. Results showed men performed better in one out of five of the problem types. Gender differences were also found in the use of strategies for each problem category: In 2-D and form development types, women used more holistic strategies than men. In picture completion tasks, women relied more heavily on an analytic strategy. In 3-D mental rotation, women used more holistic approach than men, and men used the intuitional strategy more frequently than women. The gender differences found in the use of strategies for solving different problems provides important clues for identifying causes of the gender differences described in previous research in the studies of spatial ability. In addition, we found that certain strategies were more frequently used in certain types of problems. These findings suggest new possibilities for strategy training intended to enhance spatial ability in educational settings.

Key words : *spatial ability, strategy use, types of spatial problem, gender differences*

부 록
공간검사 과제별 예제

1) 도형완성

아래의 그림에서 문제의 도형과 정확히 맞물리는 도형을 고르십시오.

문제

정답: ① ② ③ ④

위의 문제에서 답을 찾아낸 방법을 한 가지만 고르거나, 없을 경우 기타에 쓰십시오.

① 문제를 보고 보기에 제시된 도형을 머릿속으로 전체를 움직여 맞춰보고 답을 찾았다.
 ② 문제를 보고 보기에 제시된 도형의 부분을 잘보고 각 부분의 특징을 맞춰보고 답을 찾았다.
 ③ 문제를 보고 보기에 제시된 도형을 머릿속으로 전체를 움직여 맞추어 보고, 각 부분의 특징을 맞추어서 답을 찾았다.
 ④ 문제를 보고 보기에 제시된 도형을 보니 그냥 답을 찾아낼 수 있었다.
 ⑤ 기타방법: _____

2) 부분찾기

문제의 그림을 보고 그림 속에서 찾아낼 수 없는 부분을 고르십시오.

문제

정답: ① ② ③ ④

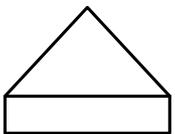
위의 문제에서 답을 찾아낸 방법을 한 가지만 고르거나, 없을 경우 기타에 쓰십시오.

① 문제를 보고 보기에 제시된 그림을 머릿속에서 문제의 그림과 전체를 맞춰 보고 답을 찾았다.
 ② 문제를 보고 보기에 제시된 그림의 부분을 잘보고 각 부분의 특징을 하나씩 맞춰보고 답을 찾았다.
 ③ 문제를 보고 보기에 제시된 그림 전체를 머릿속으로 움직여서 문제와 맞추어 보고, 각 부분의 특징을 하나씩 맞추어 확인해 보고 답을 찾았다.
 ④ 문제를 보고 보기에 제시된 도형을 보니 그냥 답을 찾아낼 수 있었다.
 ⑤ 기타방법: _____

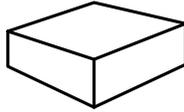
3) 3차원 심상회전

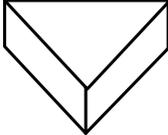
문제의 도형과 똑같은 도형을 고르십시오.

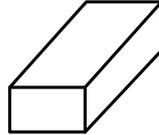
문제



①


②


③


④


정답: ① ② **③** ④

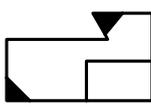
위의 문제에서 답을 찾아낸 방법을 한 가지만 고르거나, 없을 경우 기타에 쓰십시오.

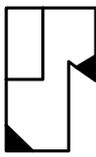
- ① 문제를 보고 보기에 제시된 도형을 머릿속으로 전체를 돌려보고 같은 도형의 답을 찾았다.
- ② 문제를 보고 보기에 제시된 도형의 부분을 잘보고 각 부분의 특징을 맞춰보고 답을 찾았다.
- ③ 문제를 보고 보기에 제시된 도형 전체를 머릿속으로 돌려 같은 도형을 찾아보고, 도형의 각 부분의 특징을 맞추어 보고 답을 찾았다.
- ④ 문제를 보고 보기에 제시된 도형을 보니 그냥 답을 찾아낼 수 있었다.
- ⑤ 기타방법: _____

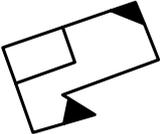
4) 2차원 심상회전

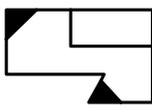
평면상에서 회전시켰을 때 문제의 도형과 똑같은 도형을 고르십시오.

문제



①


②


③


④

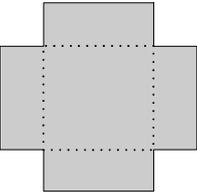

정답: ① **②** ③ ④

위의 문제에서 답을 찾아낸 방법을 한 가지만 고르거나, 없을 경우 기타에 쓰십시오.

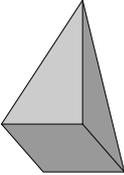
- ① 문제를 보고 보기에 제시된 도형을 머릿속으로 전체를 돌려보고 같은 도형의 답을 찾았다.
- ② 문제를 보고 보기에 제시된 도형의 부분을 잘보고 각 부분의 특징을 맞춰보고 답을 찾았다.
- ③ 문제를 보고 보기에 제시된 도형 전체를 머릿속으로 돌려 같은 도형을 찾아보고, 도형의 각 부분의 특징을 맞추어 보고 답을 찾았다.
- ④ 문제를 보고 보기에 제시된 도형을 보니 그냥 답을 찾아낼 수 있었다.
- ⑤ 기타방법: _____

5) 전개도접기

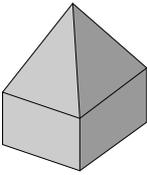
다음의 펼친그림을 가지고 만들 수 있는 도형을 고르십시오.
문 제



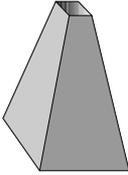
①



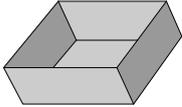
②



③



④



정답: ① ② ③ ④

위의 문제에서 답을 찾아낸 방법을 한 가지만 고르거나, 없을 경우 기타에 쓰십시오.

① 문제를 보고 펼친그림을 머릿속에서 접어서 보기에 제시된 도형을 만들어 답을 찾았다.
 ② 문제를 자세히 보고 보기에 제시된 도형의 각 부분을 전개도의 특징과 하나씩 비교해서 답을 찾았다.
 ③ 문제를 보고 펼친그림을 머릿속에서 접어서 도형을 만들고, 보기에 제시된 도형의 각 부분을 전개도의 특징과 하나씩 비교해서 답을 찾았다.
 ④ 문제를 보고 보기에 제시된 도형을 보니 그냥 답을 찾아낼 수 있었다.
 ⑤ 기타방법: _____