

## 초등학교 아동의 과학 창의적 문제 해결과 인지 전략과의 관계

이혜주

(이화여자대학교)

### The Relationship between Creative Problem Solving in Science and Cognitive Strategies in Elementary School Students

Lee, Hye-Joo

(Ewha Womans University)

#### ABSTRACT

This study investigated the relationship between elementary school students' creative problem solving skills in terms of science and cognitive strategies. Creative problem solving in science was measured by 4 variables; appropriateness, scientific ability, concreteness, and originality. Cognitive strategies were measured by 6 variables; surface(rehearsal), deep(elaboration and organization), and metacognitive strategies(planning, monitoring, and regulating). The KEDI Creative Problems Solving Test in Science(Cho *et al.*, 1997) and the Motivated Strategies for Learning Questionnaire(Pintrich & DeGroot, 1990) were administered to 72 subjects. Data were analyzed by means of Pearson's correlation and multiple regression analysis. Our findings indicated a positive correlation between creative problem solving in science and cognitive strategies. The surface cognitive strategy (rehearsal) positively predicted the total score, the scientific ability's score, the concrete score, and the original score of creative problem solving in science. The deep cognitive strategy(organization) positively predicted the appropriate score and the metacognitive strategy(planning) positively predicted the original score of scientific creative problem solving skills.

**Key words** : creative problem solving in science, cognitive strategies, elementary school students

## I. 서 론

현재의 급속도로 변화하는 지식 기반 사회를 주도하는 인재가 되기 위해서는 넘쳐나는 지식을 단순히 습득, 재생하는 것에서 벗어나 이를 나름대로의 체계로 조직하고 재정리하여 확산적 사고 및 수렴적 사고를 통해 창의적으로 문제 해결을 하는 능력이 요구된다. 정확한 사실을 찾기 위하여 문제 해결을 알고리즘 방법을 적용하거나 이미 기억되어 있는 절차를 적용하는 등 주어진 문제를 해결하는데 초점을 두는 일반적 문제 해결과 달리, 창의적 문제 해결력은 독창적인 사고를 요하는 것으로

서, 새로운 문제를 학생 스스로 찾아서 해결하는 것을 더 강조하는 등 새로운 도전에 초점을 두고 있다.

과학 발전의 획기적인 전환점을 만들어낸 탁월한 과학적 산출물과 이를 성취한 과학자들을 살펴보면, 이들은 문제를 창의적으로 해결하면서 끊임없이 질문하고 상상을 통한 사고의 시각화나 변형에 능하였다(Dunbar, 1999; Simonton, 1988). 이처럼 일련의 정신적 사고가 시각화로 통합될 때 과학적인 창의적 문제 해결이 발휘되게 되므로, 이러한 관점에서 볼 때 과학 창의적 문제 해결력은 과학의 기본 지식과 탐구 과정 기술을 기반으로 확산적, 비판

적, 연관적 사고 과정과 상상력과 직관을 통하여 새로운 문제를 발견해 내며 적절하고 새로운 해결 방법을 발견하는 것으로 보인다. 따라서 창의적 문제 해결 능력을 기르기 위해서는 상위 기억(초기억), 상위 학습 습관, 상위 인지, 확산적 사고 기술을 훈련시키는 것과 같은 다양한 인지적 그리고 행동적(정의적) 전략들을 고려해볼 수 있다(Russo, 2004). 특히, 창의적인 문제 해결은 기존의 지식 구조의 조합과 재조직에 기초를 두고 있기 때문에 이러한 조합과 재조직을 가능하게 하는 인지 전략이 더욱 더 요구된다고 할 수가 있다(Mumford & Connelly, 1994).

인지 전략이란 학습자가 효과적인 학습을 위하여 학습 과정에 영향을 미치는 자신의 학습 방법이나 전략의 효과성을 지속적으로 평가, 수정, 보완하는 것을 의미한다(이혜주, 2006). 인지 전략은 일반적으로 인지 전략과 상위 인지 전략으로 구분되는데, 인지 전략에는 시연(rehearsal), 정교화(elaboration), 조직화(organization) 등이 있으며, 이들은 다시 수행해야 하는 과제의 복잡성에 따라 표층적 인지 전략(시연)과 심층적 인지 전략(정교화 및 조직화)으로 나누어진다(Alexander, Marphy, Woods, Duhon, & Parker, 1997; Flavell, 1979). 시연이란 작업 기억에서 정보가 사라지지 않도록 하는 것을 말하며, 정교화란 새로운 정보를 이전 정보와 관련을 맺어 장기 기억 속에 저장하는 것을 말한다. 조직화란 학습 내용을 보다 쉽게 이해할 수 있도록 내용 요소들 간의 관계를 논리적으로 구성하는 것을 말한다.

그러나 인지 전략을 알고 있다 하더라도 이것을 효과적으로 적절하게 사용한다는 것을 보장할 수 없기 때문에 인지 과정을 조절, 통제하는 상위 인지 전략이 요구된다(이혜주, 2006). 상위 인지란 학습자가 외부에서 받아들인 지식 및 자신의 인지 과정에 관하여 의식한 내용들이 내재화된 지식 체계로서, 학습 전략을 선택해서 목표 달성을 추구하는 인지 과정을 통괄하고 지휘하는 것을 말하며, 계획(planning), 점검(monitring), 조절(regulating) 등이 있다(이혜주, 2006; Flavell, 1979; Fortunato, Hecht, Tittle & Alvarez, 1991). 계획이란 효율적인 학습을 위한 전략을 계획적으로 선택하는 것을 말하며, 점검이란 과제 수행 정도를 파악하는 것을 말한다. 그리고 조절이란 현재 사용하고 있는 전략의 적절성을 검토하면서 자신의 전략을 조절하는 것을 말한다. 이러한 상위 인지 전략의 주요한 특성은 학습

자가 의식적으로 그리고 자발적으로 이러한 전략들을 사용한다는 데 있다(Brown, 1987; Vauras, Ruahnummi, Kinnune, & Lepola, 1999).

창의적 문제 해결과 인지 전략의 관계에 대한 그동안의 연구들을 살펴보면, 상위 인지 전략은 창의적 문제 해결 과정동안 적절한 정보와 전략을 사용하도록 하는데 중요한 역할을 하며, 좀 더 성공적으로 문제 해결을 이끈다고 보고되고 있다(Pugalee, 2001; Simon, 1987). 또한, 언어, 수학 및 과학 등의 여러 영역에서 상위 인지적 작용을 통한 성공적인 창의적 문제 해결이 보고되고 있다(김미숙, 2005; Albertson & Billingsley, 2001; Desoete, Roeyers, & Buysse, 2001; Harris & Graham, 1996; Peterson, Swing, Braverman, & Buss, 1982; Schoenfeld, 1987). Albertson과 Billingsley(2001), Harris와 Graham(1996)은 창의적인 글쓰기(creative writing)를 하는 동안에 주제와 관련된 아이디어를 도출하고 아이디어를 조직하여 글로 써가며 글을 수정하는 과정에서 상위 인지 전략이 요구된다고 하였고, Desoete 등(2001), Peterson 등(1982), Schoenfeld(1987)는 상위 인지 수준이 높은 학습자들이 상위 인지 수준이 낮은 학습자에 비해 수학 분야에서 문제를 더 정확하게 표현하고 창의적으로 해결하였음을 제시하였다. 또한, 김미숙(2005)도 과학 창의적 문제 해결에서 상위 인지 전략을 많이 사용한 학생들이 과학 창의적 문제 해결을 더 잘 수행하였다고 보고하였다. 이처럼 상위 인지 전략은 개인으로 하여금 전략적으로 확인하고 작업하게 함으로써 창의적 문제 해결에 기여하므로 실제 일상 생활에서 어려운 문제에 봉착해 새로운 문제 해결책을 제시하는데 있어서 중요한 역할을 한다고 할 수 있다(Davidson & Sternberg, 1998; Pugalee, 2001; Simon, 1987). 그러나 인지 전략은 표층적, 심층적, 상위 인지 전략을 모두 포함한 개념으로 간주되고 있는 점을 고려할 때(Alexander *et al.*, 1997; Flavell, 1979), 기존의 연구들은 주로 상위 인지 전략에만 초점을 두고 있어서 창의적 문제 해결에 대한 인지 전략의 영향을 보다 구체적으로 밝히지 못하고 있다고 할 수가 있다. 그리고 상위 인지 전략을 조사하였다 하더라도 전략에 포함되는 세부적인 유형을 구분하여 조사한 연구들이 부족하여 구체적으로 어떤 전략이 어떻게 영향을 주는지에 대해서는 많이 밝혀지지 않았다. 따라서 창의적 문제 해결에 인지 전략이 구체적으로 어떤 영향을 미치는지 알아보

기 위해서는 인지 전략을 표층적, 심층적, 상위 인지 전략으로 세분화하여 각각의 전략들이 어떤 역할을 하는지를 조사하는 것이 필요하겠다. 이에 본 연구에서는 상위 인지 전략뿐만 아니라 표층적 인지 전략, 심층적 인지 전략을 인지 전략에 포함시키고, 아울러, 인지 전략을 시연, 정교화, 조직화, 계획, 점검, 조절 전략의 하위 요소로 세분화하여 각각의 전략이 과학 창의적 문제 해결에 어떠한 영향을 미치는지를 조사하고자 한다. 이러한 본 연구의 시도는 초등학교생들이 갖추어야 할 과학 창의적 문제 해결력 신장을 위한 효율적이고 구체적인 교육적 시도 및 노력을 위해 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 연구의 목적을 수행하기 위한 연구 문제는 다음과 같다.

1. 초등학교 아동의 인지 전략 양상은 어떠한가?
2. 초등학교 아동의 과학 창의적 문제 해결과 인지 전략은 어떤 관계가 있는가?
3. 초등학교 아동의 과학 창의적 문제 해결에 대한 인지 전략 유형의 영향은 어떠한가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구의 대상은 서울 소재 초등학교 5학년 81명(남: 38명, 여: 43명)이다. 연구 대상의 응답 자료를 회수한 후, 전체 81명 중에서 검사를 다 수행하지 않은 응답자를 제외하고 총 72명(남: 34명, 여: 38명)의 응답자를 최종적으로 선정하였다.

### 2. 검사 도구

#### 1) 과학 창의적 문제 해결 능력 검사 도구

과학 창의적 문제 해결 수행을 측정하기 위하여 'KEDI 과학 창의적 문제 해결력 검사(초등학교 4~6학년용)(조석희, 시기자, 지은림, 1997)'를 사용하였다. 이 검사는 창의적 문제 해결이란 일반적인 지식과 기능, 과학 영역의 지식과 사고, 과제 집착력을 기반으로 확산적 사고와 논리적 사고를 적극적으로 활용하는 것이라는 가정 하에 다섯 요소가 포함되도록 개발되었다. 이 검사는 10개 문항으로 구성된 주관식 지필 검사로 약 60분 동안 실시되며, 검사의 신뢰도는 문항 내적 일관성인 Cronbach's  $\alpha$

가 .70 이상이고, 타당도는 Rasch의 1-모수 모형 분석에서 전반적으로 1.2 이하로써 비교적 양호하다고 보고되었다(조석희 외, 1997).

이 검사는 타당성, 과학성, 구체성, 독창성으로 채점된다. 타당성이란 과학 외의 일반 영역의 지식과 기능 기반이 풍부한 정보에 의해서 가장 많이 영향을 받는 것으로서, 주어진 문제가 해결된 정도에 따라서 점수를 받는다. 예를 들어, 공기 오염을 방지하는 방법으로 '시민들의 의식 제고를 위해 환경 보호에 관한 운동을 벌인다.'는 것도 점수를 받을 수 있다. 다시 말해, 과학적인 방법이 아니더라도 타당하게 문제를 해결하기만 하면 점수를 받을 수 있는 것을 말한다. 과학성이란 과학 영역의 지식과 기능 기반이 풍부한 정보에 의해서 가장 많이 영향을 받는 것으로서, 문제를 해결하기 위해서 과학적 개념, 원리, 방법 등을 적용했는가에 따라서 점수를 받는다. 구체성이란 논리적 사고력에 의해서 가장 영향을 많이 받는 것으로서, 문제 해결 방안을 얼마나 구체적이며 정교하게 제시하였는가에 따라서 점수를 받는다. 독창성이란 확산적 사고력에 의해서 가장 영향을 많이 받는 것으로서, 문제 해결 방안을 얼마나 새롭고 독특하고 다양한 방안을 제시하였는가에 따라서 점수를 받는다.

이와 같은 방식으로 평가한 후, 네 개의 하위 점수를 100점 만점으로 환산하고, 네 점수의 평균으로 과학 창의적 문제 해결 전체 점수를 구하였다. 본 연구에서는 채점자 2인에 의해 과학 창의적 문제 해결 검사를 채점하였으며, 채점자간 신뢰도(Pearson의 적률 상관계수)는 타당성 점수가 .89, 과학성 점수가 .92, 구체성 점수가 .87, 독창성 점수가 .91, 전체 점수가 .90이었다. 본 연구에서는 채점자 2인이 채점한 점수의 평균값을 과학 창의적 문제 해결 점수로 사용하였다.

#### 2) 인지 전략 검사 도구

인지 전략을 측정하기 위하여 Pintrich와 DeGroot (1990)의 'Motivated Strategies for Learning Questionnaire'를 번안하여 사용하였다. 이 검사는 2개 범주에 5가지 하위 영역의 총 55문항으로 되어 있는데, 이 중에서 표층적, 심층적, 상위 인지 전략에 해당하는 문항을 추출하여 인지 전략 검사로 구성하였다. 표층적 인지 전략은 시연 전략으로만 구성되어 있으며(3문항), 심층적 인지 전략은 정교화 전략과

조직화 전략으로 구성되어 있고(각각 3문항, 총 6문항), 상위 인지 전략은 계획 전략, 점검 전략, 조절 전략(각각 3문항, 총 9문항)으로 구성되어 있다. 각 문항에 대하여 5점 척도를 사용하였으며, Cronbach's  $\alpha$  계수는 표층적 인지 전략이 .83, 심층적 인지 전략이 .86, 상위 인지 전략이 .89 전체가 .85이었다.

### 3. 자료 처리 및 분석

본 연구에서 수집한 자료는 SPSS/Win 12.0과 SAS 9.0을 이용하여 분석하였다. 인지 전략의 양상을 분석하기 위해 빈도, 비율, 상관 분석을 하였고, 과학 창의적 문제 해결과 인지 전략의 평균과 표준편차를 구하였다. 그리고 과학 창의적 문제 해결과 인지 전략의 관계를 파악하기 위해 상관 분석과 단계적 중다 회귀 분석을 실시하였다.

## III. 연구 결과 및 해석

### 1. 초등학교 아동들의 인지 전략 양상

초등학교 아동들이 사용하고 있는 인지 전략의 양상을 파악하기 위하여 응답자들의 반응을 분석하였다. 인지 전략 검사가 5점 척도이므로 중간 또는 평균에 해당하는 3점 이상이면 특정 범주의 특성을 충분히 가진다고 볼 수 있다(이혜주, 2006; 황윤세와 최미숙, 2005). 본 연구에서는 인지 전략의 하위 요소별로 모든 문항에서 3점 이상을 반응한 초등학교 아동들의 빈도와 비율을 분석하여 표 1에 제시하였다.

표 1에서와 같이, 심층적 인지 전략인 정교화 전략의 모든 문항에서 3점 이상을 반응한 초등학교 아동들은 30명(41.7%)으로 가장 많았고, 그 다음으로는 표층적 인지 전략인 시연 전략(27명, 37.5%), 상위 인지 전략인 점검 전략(23명, 31.9%), 조절 전략(17명, 23.6%)이었다. 그리고 심층적 인지 전략인 조

조직화 전략과 계획 전략은 둘 다 14명(19.4%)으로 가장 적게 사용하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 초등학교 아동들은 다른 전략에 비해서 정교화 전략을 더 자주 사용하며, 조직화와 계획 전략을 더 적게 사용하는 경향이 있음을 나타낸다.

### 2. 과학 창의적 문제 해결과 인지 전략과의 관계

초등학교 아동들의 과학 창의적 문제 해결과 인지 전략간의 상관 및 평균과 표준 편차를 산출한 결과는 표 2와 같다. 먼저, 과학 창의적 문제 해결의 평균을 살펴보면, 타당성 점수가 가장 높고 이어서 독창성, 과학성, 구체성 순으로 나타났다. 그리고 과학 창의적 문제 해결의 모든 하위 요소들 간에 정적인 상호 상관이 있는 것으로 나타났다( $p < .01$ ). 또한, 인지 전략의 하위 요소들 간의 상관관계를 보면, 표층적 및 심층적, 상위 인지 전략의 하위 요소 간에 정적인 상호 상관이 있었다( $p < .01$ ). 과학 창의적 문제 해결과 인지 전략의 상관을 살펴보면, 모든 표층적 및 심층적, 상위 인지 전략은 과학 창의적 문제 해결의 하위 요소들과 모두 정적 상관이 있는 것으로 나타났다( $p < .05, p < .01$ ).

인지 전략의 각 유형들 즉, 표층적 및 심층적, 상위 인지 전략이 과학 창의적 문제 해결에 미치는 영향을 알아보기 위해 단계적 중다회귀분석을 실시하여 표 3에 제시하였다. 과학 창의적 문제 해결의 전체 점수의 경우 표층적 인지 전략( $\beta=.58$ )이 33% 정도를 설명하는 유의한 예언 변인으로 나타났다( $R^2=.33, F=35.16, p < .001$ ). 과학 창의적 문제 해결의 하위 점수를 살펴보면, 타당성 점수의 경우는 심층적 인지 전략( $\beta=.42$ )이 18%를 설명하는 유의한 예언 변인으로 나타났다( $R^2=.18, F=14.98, p < .001$ ), 과학성 점수, 구체성 점수, 독창성 점수는 모두 표층적 인지 전략( $\beta=.52; \beta=.61; \beta=.46$ )이 각각 27%와 37%, 21%를 설명하는 유의한 예언 변인으로 나타났다( $R^2=.27, F=26.04, p < .001; R^2=.37, F=41.55, p < .001; R^2=.21, F=19.10, p < .001$ ). 이러한 결과는 평소에 표층적 인지 전략을 더 자주 사용한다고 보고한 학생들은 과학 창의적 문제 해결의 전체 점수와 하위 점수인 과학성 점수, 구체성 점수, 독창성 점수에서 더 높은 점수를 받는 경향을 보이며, 심층적 인지 전략을 더 자주 사용한다고 보고한 학생들은 타당성 점수에서 더 높은 점수를 받는 경향이 있음

표 1. 인지 전략 각 범주 내 하위 요소에 대한 반응 양상 (N=72)

	표층적 인지 전략		심층적 인지 전략		상위 인지 전략	
	시연	정교화	조직화	계획	점검	조절
빈도	27	30	14	14	23	17
비율(%)	37.5	41.7	19.4	19.4	31.9	23.6

표 2. 과학 창의적 문제 해결과 인지 전략의 상관관계

(N=72)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
표층적	1. 시연	-												
	2. 전체	.767**	-											
심층적	3. 정교화	.714**	.883**	-										
	4. 조직화	.654**	.898**	.586**	-									
	5. 전체	.707**	.772**	.685**	.691**	-								
상위	6. 계획	.513**	.587**	.487**	.556**	.885**	-							
인지	7. 점검	.648**	.793**	.767**	.649**	.854**	.652**	-						
	8. 조절	.620**	.541**	.459**	.504**	.703**	.399**	.461**	-					
	9. 전체	.578**	.496**	.439**	.443**	.526**	.453**	.379**	.410**	-				
과학	10. 타당성	.362**	.420**	.333**	.413**	.390**	.308**	.297*	.373**	.832**	-			
창의적	11. 과학성	.521**	.345**	.321**	.293*	.428**	.400**	.321**	.320**	.857**	.530**	-		
문제	12. 구체성	.610**	.421**	.359**	.390**	.431**	.359**	.298*	.419**	.762**	.390**	.790**	-	
해결	13. 독창성	.448**	.396**	.423**	.287*	.463**	.430**	.299*	.470**	.692**	.428**	.489**	.442**	-
	평균	11.07	10.97	11.58	10.36	10.71	9.89	11.25	11.00	23.61	34.64	19.03	12.78	21.92
	표준편차	2.24	1.90	2.06	2.20	1.86	2.86	2.05	1.82	9.43	14.03	14.06	11.29	7.98

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

표 3. 과학 창의적 문제 해결에 대한 인지 전략의 중다회귀

(N=72)

종속 변인	단계	예언 변인	$\beta$	$t$	$R$	$R^2$	$F$	
전체	1	표층적 인지 전략	.58	5.93***	.58	.33	35.16***	
과학	타당성	1	심층적 인지 전략	.42	3.87***	.42	.18	14.98***
창의적	과학성	1	표층적 인지 전략	.52	5.10***	.52	.27	26.04***
문제	구체성	1	표층적 인지 전략	.61	6.45***	.61	.37	41.55***
해결	독창성	1	표층적 인지 전략	.46	4.37***	.46	.21	19.10***

\*\*\* $p < .001$

을 보여준다.

다음으로 인지 전략의 하위 요소들이 과학 창의적 문제 해결에 미치는 영향을 알아보기 위하여 단계적 중다 회귀 분석을 실시하여 표 4에 제시하였다. 과학 창의적 문제 해결의 전체 점수는 시연 전략 ( $\beta=.58$ )이 33% 정도를 설명하였고( $R^2=.33$ ,  $F=35.16$ ,  $p<.001$ ), 과학 창의적 문제 해결의 하위 점수인 타당성 점수는 조직화 전략( $\beta=.41$ )이 17% 정도를 설명하였다( $R^2=.17$ ,  $F=14.37$ ,  $p<.001$ ). 그리고 과학성 점수는 시연 전략( $\beta=.52$ )이 27% 정도를( $R^2=.27$ ,  $F=26.04$ ,  $p<.001$ ), 구체성 점수도 시연 전략( $\beta=$

.61)이 37% 정도를 설명하는 것으로 나타났다( $R^2=.37$ ,  $F=41.55$ ,  $p<.001$ ). 또한, 독창성 점수는 시연 전략 ( $\beta=.31$ )이 20% 정도를 설명하였고( $R^2=.20$ ,  $F=17.55$ ,  $p<.001$ ), 계획 전략( $\beta=.27$ )이 추가됨으로써 6%의 설명력이 상승되었다( $R^2=.26$ ,  $F=11.81$ ,  $p<.001$ ). 이러한 결과는 평소에 시연 전략을 더 자주 사용한다고 보고한 학생들은 과학 창의적 문제 해결의 전체 점수와 하위 점수인 과학성, 구체성, 독창성에서 더 높은 점수를 받는 경향을 보였으며, 조직화 전략을 더 자주 사용한다고 보고한 학생들은 타당성 점수에서, 계획 전략을 더 자주 사용한다고 보고한 학

표 4. 과학 창의적 문제 해결에 대한 인지 전략의 중다회귀

(N=72)

종속 변인	단계	예인 변인	$\beta$	$t$	$R$	$R^2$	$F$	
과학 창의적 문제 해결	전체	시연	.58	5.93***	.58	.33	35.16***	
	타당성	조직화	.41	3.79***	.41	.17	14.37***	
	과학성	시연	.52	5.10***	.52	.27	26.04***	
	구체성	시연	.61	6.45***	.61	.37	41.55***	
	독창성	1	시연	.31	2.55*	.45	.20	17.57***
		2	계획	.27	2.24*	.51	.26	11.81***

\* $p < .05$ , \*\*\* $p < .001$

생들은 독창성 점수에서 더 높은 점수를 받는 경향을 보인다는 것을 나타낸다.

#### IV. 논의 및 결론

본 연구는 인지 전략을 표층적(시연), 심층적(정교화, 조직화), 상위 인지 전략(계획, 점검, 조절)으로 세분화하여 초등학교 아동들의 과학 창의적 문제 해결에 관여하는 인지 전략 및 과학 창의적 문제 해결에 대한 인지 전략의 상대적인 기여도를 알아보고자 하였다. 연구 결과를 중심으로 논의하면 다음과 같다.

첫째, 초등학교 아동들은 다른 인지 전략에 비하여 심층적 인지 전략인 정교화 전략을 가장 많이 사용하며, 심층적 인지 전략인 조직화 전략과 상위 인지 전략인 계획 전략을 가장 적게 사용하는 것으로 보고하였다. 또한, 표층적 인지 전략 및 심층적, 상위 인지 전략 간에 높은 정적 상관이 있었으며, 이러한 결과는 인지 전략의 유형 간에 정적 상관이 있음을 말해주는 이혜주(2006), 한순미(2004)의 연구와도 일치한다.

초등학교 아동들이 정보와 지식이 넘쳐나는 현대에서 자기주도적인 방식으로 창의적인 활동을 하기 위해서는 주어진 지식을 습득하는데 그치는 것이 아니라 이를 상황에 따라 적절하게 유연성을 갖고 활용해야 하는 태도가 요구된다. 그러므로 어떤 하나의 인지 전략을 사용하기보다는 다양한 인지 전략을 사용할 수 있는 능력이 필요하다. 본 연구의 결과는 초등학교 아동들이 다양한 인지 전략을 사용하기 보다는 어떤 특정한 인지 전략을 사용하는 경향이 있음을 보여주고 있다. 따라서 초등학

교 아동들을 위한 수업의 설계 및 진행 과정에서 다양한 인지 전략을 소개하고 이러한 인지 전략의 사용을 활성화시킬 수 있는 교육과정이 고려되어야 할 것이다.

둘째, 초등학교 아동의 표층적 인지 전략 및 심층적 인지 전략, 상위 인지 전략은 과학 창의적 문제 해결 전체 점수와 하위 점수인 타당성 점수, 과학성 점수, 구체성 점수, 독창성 점수들과 모두 정적 상관이 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 인지 전략이 창의적 문제 해결력과 상관이 있다는 김미숙(2005), Albertson과 Billingsley(2001), Harris와 Graham(1996), Desoete 등(2001), Peterson 등(1982), Schoenfeld(1987) 등의 연구와 일치한다.

셋째, 인지 전략의 유형들을 예인 변인으로 하여 중다 회귀 분석을 실시한 결과, 표층적 인지 전략은 과학 창의적 문제 해결의 전체 점수와 하위 점수인 과학성 점수, 구체성 점수, 독창성 점수를 설명하는데, 심층적 인지 전략은 타당성 점수를 설명하는데 기여하는 것으로 나타났다. 또한, 인지 전략의 하위 요소들을 예인 변인으로 하여 중다 회귀 분석을 실시한 결과, 시연 전략은 과학 창의적 문제 해결의 전체 점수와 하위 점수인 과학성 점수 및 구체성 점수, 독창성 점수를 설명하는데, 조직화 전략은 타당성 점수를 설명하는데, 계획 전략은 독창성 점수를 설명하는데 기여하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 평소에 표층적 인지 전략인 시연 전략을 더 자주 사용한다고 보고한 경우, 과학 창의적 문제 해결의 전체 점수와 하위 점수인 과학성 점수 및 구체성 점수, 독창성에서 더 높은 점수를 받으며, 심층적 인지 전략인 조직화 전략을 더 자주 사용한 경우, 타당성 점수에서, 상위 인지 전략인 계획 전략을 더 자주 사용한 경우, 독창성 점수에서 더 높은 점

수를 받는 경향이 있음을 말해준다.

과학 창의적 문제 해결을 수행하는데 있어서 인지 전략이 유의미한 영향을 미친다는 본 연구의 결과는 김미숙(2005), Pugalee(2001), Simon(1987) 등과 일치하는데, 이것은 문제를 창의적으로 해결하기 위해서는 관련된 아이디어를 생성해야 하고, 아이디어를 비판적으로 평가, 조직하는 과정에서 수시로 인지적 처리를 해야 하며, 아울러 이러한 자신의 인지 과정을 검토하고 조절해 가며 수정하는 인지 전략적 행동이 요구되기 때문이라고 할 수 있다(Russo, 2004).

그러나 본 연구에서는 인지 전략을 표층적 인지 전략, 심층적 인지 전략, 상위 인지 전략에 속하는 전략들을 세분화하여 각 전략들이 과학 창의적 문제 해결의 전체 점수 및 하위 점수에 미치는 영향을 조사하였다. 그렇기 때문에 본 연구에서 표층적, 심층적, 상위 인지 전략이 모두 과학 창의적 문제 해결에 영향을 미치고 있는 것으로 나타났지만, 기존 연구들과는 달리, 각 인지 전략이 과학 창의적 문제 해결에 어떻게 영향을 미치고 있는지에 대한 좀 더 구체적인 정보를 제시해주고 있다. 즉, 표층적 인지 전략인 시연 전략을 평소에 더 자주 사용하는 경우에는 창의적인 문제 해결 과정에서 더 구체적이며 정교한 방안을 제시하며, 여러 과학적 개념, 원리, 방법을 더 많이 적용하여 문제를 해결하고 뿐만 아니라 더 새롭고 독특하고 다양한 방안을 제시하는 경향이 있음을 보여준다. 그리고 심층적 인지 전략인 조직화 전략을 더 자주 사용하는 경우에는 좀 더 타당하게 문제를 해결하는 경향이 있으며, 상위 인지 전략인 계획 전략을 더 자주 사용하는 경우에는 문제 해결방안을 좀 더 새롭고 독특하고 다양하게 제시하는 경향이 있음을 나타낸다.

과학 창의적 문제 해결에 대한 인지 전략의 영향을 전반적으로 살펴보았을 때, 과학 창의적 문제 해결에 가장 많이 영향을 미치는 인지 전략은 표층적 인지 전략인 시연 전략으로 나타났다. 표층적 및 심층적 인지 전략은 새로운 정보나 지식을 부호화하고, 조직하며, 인출하게 도움을 제공한다(Alexander *et al.*, 1997; Flavell, 1979; Garcia & Pintrich, 1994; Weinstein & Mayer, 1986). 창의적 문제 해결의 신장을 위해서는 일반적인 사고 기능이나 태도뿐만 아니라 관련된 특정 지식도 필요하다는 관점을 고려해 본다면(Amabile, 1983; Mansfield & Busse, 1981;

Simonton, 1988; Urban, 1995), 이러한 지식을 효과적으로 습득하는데 요구되는 표층적 인지 전략과 심층적 인지 전략은 과학 창의적 문제 해결에 중요한 역할을 한다고 할 수 있다(Weinstein & Mayer, 1986). 그러나 이러한 효과적인 지식의 습득에 있어서 심층적 인지 전략에 비하여 표층적 인지 전략이 비교적 효과적이지 않다고 제시한 연구들(Garcia & Pintrich, 1994; Weinstein & Mayer, 1986)과는 달리, 본 연구에서는 심층적 인지 전략보다는 표층적 인지 전략의 사용이 초등학생의 과학 창의적 문제 해결에 더 많은 영향을 미치는 변인으로 나타났는데, 그 이유는 다음과 같이 해석될 수가 있다. 초등학교에서 다루고 있는 과학적 지식은 이미 구조화되어 있고, 정교화되어 있기 때문에, 표층적 인지 전략인 시연 전략을 사용하는 것만으로도 충분히 습득될 수 있는 것이어서, 심층적 인지 전략이 특별히 요구되지 않을 수 있다는 것이다. 즉, 본 연구에서 초등학생들은 다른 전략에 비하여 정교화 전략을 더 자주 사용하고 있다고 보고했지만, 초등학생들이 습득해야 하는 과학적 지식은 이미 정교화 되어 있어서 정교화 전략을 통해 다시 심층적으로 구조화되어야 할 필요가 없기 때문에 정교화 전략을 평소에 자주 사용하였다 하더라도 그 영향력이 크지 않을 수 있다.

한편, 과학 창의적 문제 해결의 하위 점수인 타당성 점수의 경우에는 심층적 인지 전략인 조직화 전략의 사용이 가장 많은 영향을 미친다는 본 연구의 결과는 다음과 같이 해석될 수 있다. 타당성 점수는 과학 외의 일반 영역의 지식과 기능 기반이 풍부한 정보에 의해서 가장 많이 영향을 받는데, 이러한 일반 영역의 지식과 기능 기반을 보다 더 효과적으로 습득하기 위해서는 표층적 인지 전략에 비해 심층적 인지 전략이 더 많이 요구된다고 할 수 있다(Weinstein & Mayer, 1986). 왜냐하면, 일반 영역의 지식과 기능 기반은 다소 광범위하고 단편적으로 나열되는 경향이 있어서 평소에 내용 요소들 간의 관계를 논리적으로 구성하는 경향이 있느냐 또는 없느냐에 따라서 지식의 습득 여부에서 큰 차이를 나타낼 수 있기 때문이다. 따라서 본 연구에서 타당성 점수의 경우에는 표층적 인지 전략보다는 심층적 인지 전략이 더 많은 영향을 미치는 것으로 나타난 것으로 보인다.

마지막으로, 상위 인지 전략인 계획 전략을 자주 사용하는 초등학생의 경우, 과학 창의적 문제 해결

의 독창성에서 더 높은 점수를 받는 경향을 나타낸 본 연구의 결과는 다음과 같이 해석될 수 있다. 계획 전략이란 효율적인 학습을 위한 전략을 계획적으로 선택하는 것을 말한다. 따라서 계획을 하기 위해서는 전반적인 과정이나 내용을 숙지하고 있어야 한다. 그러므로 평소에 계획 전략을 자주 사용한다고 보고한 학생들은 전체적인 학습 과정을 숙지하려는 경향이 높을 수 있다. 그런데 독창성이란 기존의 것과 비교하여 얼마나 더 새롭고 독특하고 다양한가를 말한다. 따라서 기존의 것을 얼마나 알고 있느냐가 독창성에 영향을 미칠 수가 있다. 그러므로 평소에 계획 전략을 자주 사용하는 학생들은 그렇지 않는 학생들에 비하여 전반적인 내용을 숙지할 가능성이 높고, 따라서 기존의 내용에 비해 더 새롭고 독특하며 다양한 방안을 모색할 수가 있다는 것이다.

이러한 결과는 초등학교 아동의 과학 창의적 문제 해결 능력을 신장시키기 위한 교육과정이나 교수 방법을 설계할 때 특정한 인지 전략뿐만 아니라, 여러 인지 전략의 학습 및 그 활용을 고려해야 한다는 실질적인 도움을 제시해 주고 있다. 즉, 과학 창의적 문제 해결을 신장시키기 위해서는 여러 인지 전략 중에서 특히, 시연 전략과 조직화 전략 및 계획 전략을 소개해 주어 사용을 권장하는 것이 효과가 있음을 시사한다. 예를 들어, 초등교사는 수업을 진행하면서 명시적인 지시나 모델링의 방법을 통해 학습 내용 중에서 중요한 부분을 표시하도록 하여 시연 전략을 자주 사용하게 이끌 수 있으며, 수업시간에 다이어그램 및 마인드 맵, 개념도 등을 사용하여 학습 내용을 스스로 조직하는 방법을 가르침으로써 조직화 전략을 자주 사용하게 할 수도 있다. 그리고 문제를 해결하거나 산출물을 만들기 전에 어떠한 전략이나 방법 등을 사용할 것인지 미리 생각해 보게 하여 계획 전략을 자주 사용하게 할 수 있다. 그러나 그동안 인지 전략을 세분화하여 과학 창의적 문제 해결에 대한 그 영향을 실제적으로 조사한 연구가 거의 없기 때문에 본 연구의 결과에 대한 해석을 검증하기가 어렵다. 따라서 인지 전략을 세분화하고 다양한 연령층을 대상으로 하여 과학 창의적 문제 해결에 미치는 영향을 분석하는 후속 연구를 통해 검증되어야 할 필요가 있다.

현재의 급속도로 변화하는 지식 기반 사회에서 요구하고 있는 인재가 되기 위해서는 넘쳐나는 지

식을 단순히 습득, 재생하는 것에서 벗어나 이를 나름대로의 체계로 조직하고 재정리하여 확산적 사고 및 수렴적 사고를 통해 창의적으로 문제를 해결하는 능력이 요구된다. 이러한 필요성이 점점 크게 인지되고 있는 시점에서 본 연구는 초등학교 아동을 대상으로 과학 창의적 문제 해결력에 상대적으로 영향을 미치는 인지 전략 유형을 밝힘으로써 초등교육과정이나 교수 설계에 실질적인 시사점을 제공했다는 점에서 의의를 찾을 수 있겠다. 그러나 본 연구에서 다루고 있는 변인의 수가 13개임을 고려할 때, 72명의 연구 대상은 다소 적다는 제한점을 가지고 있다. 비록 66명을 대상으로 24개의 변인을 조사한 Jay(1996), 72명을 대상으로 23개의 변인을 조사한 Peterson 등(1982), 86명을 대상으로 18개의 변인을 조사한 Hoover와 Feldhusen(1990) 등의 연구들이 있지만, 이처럼 한정된 수의 수행한 연구 결과를 모든 아동들에게 일반화시키는 것은 무리일 것이다. 따라서 이러한 한계를 극복하기 위해서는 연구 대상을 확대하여 연구 결과를 반복 검증하는 후속 연구가 요구된다. 또한, 본 연구에서는 자기 보고식 방법을 통하여 초등학생의 인지 전략 사용을 조사하였기 때문에 보고된 인지 전략의 사용은 실제의 인지 전략의 사용과 다르다는 가능성이 있다. 따라서 이러한 한계를 극복하기 위해서 창의적으로 문제를 해결하는 동안에 초등학생이 사용하는 인지 전략을 질적으로 분석하는 연구가 요구된다.

## 참고문헌

- 김미숙(2005). 중학생 영재와 일반학생의 과학 창의적 문제 해결력에 미치는 영향요인 분석. *교육심리연구*, 19(2), 477-503.
- 이혜주(2006). 예비유아교사의 인지 전략과 자기결정성 동기와의 관계. *아동학회지*, 27(2), 55-69.
- 조석희, 시기자, 지은림(1997). 과학 창의적 문제 해결력 검사 요강. 서울: 한국교육개발원.
- 한순미(2004). 학습동기 변인들과 인지 전략 및 학업성취간의 관계. *교육심리연구*, 18(1), 329-350.
- 황윤세, 최미숙(2005). 예비유아교사의 사고양식과 창의성과의 관계. *아동학회지*, 26(1), 247-259.
- Amabile, T. M.(1983). *The social psychology of creativity*. NY: Springer-Verlag.
- Albertson, L. R. & Billingsley, F. F. (2001). Using strategy instruction and self-regulation to improve gifted students



- creative writing. *Journal of Secondary Gifted Education*, 12(2), 90-101.
- Alexander, P. A., Marphy, P. K., Woods, B. S., Duhon, K. E. & Parker, D. (1997). College instruction and concomitant change in students' knowledge, interest & strategy use: A study of domain learning. *Contemporary Educational Psychology*, 22(2), 125-146.
- Brown, A. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanism. In F. Weinert, & R. Kluwe(Eds.), *Metacognition, motivation and understanding*(pp.65-116). Hillsdale, NY: Erlbaum.
- Davidson, J. E. & Sternberg, R. J. (1998). Smart problem solving: How metacognition helps. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. C. Graesser(Eds.), *Metacognition in educational theory and practice*(pp.47-68). Mahweh, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Desoete, A., Roeyers, H. & Buysse, A. (2001). Metacognition and mathematical problem solving in grade 3. *Journal of Learning Disabilities*, 34(5), 435-449.
- Dunbar, K. (1999). Science. In M. A. Runco & S. R. Pritzker(Eds.), *Encyclopedia of creativity, Vol. 2*(pp.525-531). San Diego, CA: Academic Press.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition & cognitive monitoring. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- Fortunato, I., Hecht, D., Tittle, C. K., & Alvarez, L. (1991). Metacognition and problem solving. *Arithmetic Teacher*, 39(4), 38-40.
- Garcia, T. & Pintrich, P. R. (1994). Regulating motivation and cognitive in the classroom: The role of self-schemas and self-regulatory strategies. In D. H. Schunk, & B. J. Zimmerman(Eds.), *Self-regulation of learning and performance: Issue and educational applications*(pp.127-153). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Harris, K. R. & Graham, S. (1996). *Making the writing process work: Strategies for composition and self-regulation*. Cambridge, MA: Brookline.
- Hoover, S. M. & Feldhusen, J. F. (1990). The scientific hypothesis formulation ability of gifted ninth-grade students. *Journal of Educational Psychology*, 82(4), 838-848.
- Jay, E. S. (1996). The nature of problem finding in students' scientific inquiry. Unpublished doctoral dissertation, Harvard University, Graduate School of Education, Cambridge, MA.
- Mansfield, R. S. & Busse, T. V. (1981). *The psychology of creativity and discovery: Scientists and their work*. Nelson-Hall.
- Mumford, M. D. & Connelly, M. S. (1994). Creativity and problem solving: Cognition, adaptability, and wisdom. *Roeper Review*, 16(4), 241-246.
- Peterson, P. L., Swing, S. R., Braverman, M. T. & Buss, R. (1982). Students' aptitudes and their reports of cognitive processes during direct instruction. *Journal of Educational Psychology*, 74(4), 535-547.
- Pintrich, P. R. & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33-40.
- Pugalee, D. K. (2001). Writing, mathematics, and metacognition: Looking for connections through students' work in mathematical problem solving. *School Science and Mathematics*, 101(5), 236-245.
- Russo, C. F. (2004). A comparative study of creativity and cognitive problem-solving strategies of high-IQ and average students. *Gifted Child Quarterly*, 48(3), 179-190.
- Schoenfeld, A. H. (1987). *Cognitive science of mathematics education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Simon, P. R. J. (1987). Individual differences in the self-regulation of learning, emerging from thinking aloud protocols. *Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association*, Washington, DC.
- Simonton, D. K. (1988). *Scientific genius: A psychology of science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Urban, K. K. (1995). Recent trends in creativity: Research and theory in Western Europe. *European Journal of High Ability*, 1, 99-113.
- Vauras, M., Rauhanummi, T., Kinnunen, R. & Lepola, J. (1999). Motivational vulnerability as a challenge for educational interventions. *International Journal of Educational Research*, 31(1999), 515-531.
- Weinstein, C. E. & Mayer, R. (1986). The teaching of learning strategies. In M. Wittrock(Ed.), *Handbook of research on teaching and learning*(pp.315-327). NY: Macmillan.