

영역 특수적인 입장에서의 과학적 창의성에 대한 정의, 구성요인에 대한 탐색

임성만 · 양일호* · 임재근

한국교원대학교

Exploration About the Component and Definition of the ‘Scientific Creativity’ in a Domain-specific View of the Creativity

Sung-Man Lim · Il-Ho Yang* · Jae-Keun Lim

Korea National University of Education

Abstract: The purpose of this study is to identify a domain-specificity of the scientific creativity and the component of scientific creativity. Conducted from theoretical study, this study suggests that a domain-specific view of creativity offers a more useful and constructive components of scientific creativity based on the literature associated with the component of scientific creativity. Scientific creativity has a domain-specific component and so there is need to distinguish scientific creativity from creativity in general.

As a result, scientific creativity is different from other creativity it is concerned with scientific knowledge, science process skill, creative scientific problem finding and solving and so on. And since scientific creativity is a kind of ability, it is possible to improve through a scientific creativity program.

Key words: scientific creativity, the component of scientific creativity, science process skill, domain-specificity

I. 서 론

“남태평양에 사는 원주민들은 단지 하늘의 별자리와 물결의 흐름을 보고 수백, 수천 개의 섬을 마음대로 항해할 수 있다. 이들에게 있어서 지능은 항해 능력으로 이해될 것이다. 의사나 엔지니어, 사냥꾼, 어부, 무용가, 운동선수 등의 경우를 생각해보자. 이들이 수행하는 역할에는 분명히 어떤 지능이 잠재해 있리라 짐작되지 않은가? 이들이 각각의 배경에 알맞도록 문제를 해결하고 창조물을 산출해내지 않은가?”

위와 같은 Gardner(1983, 1993)의 생각은 다중지능 이론을 만들어냈으며, 창의성 연구에서의 영역 특수적(domain-specific)인 입장을 지지해주고 있다. 또 이러한 입장의 연구들은 확산적 사고를 측정하는 창의적 사고 능력 검사들이 다양한 영역에서의 아동의 창의적 성취를 예측하지 못한다는 점을 지적하고 있다(최일호와 최인수, 2001; 한기순, 2000; Albert

& Runco, 1987; Baer, 1991, 1993, 1994, 1999; Csikszentmihalyi, 1990; Ochse, 1990; Sternberg & Lubart, 1996).

이와 같은 생각은 창의성에 대해 “그 아동이 얼마나 창의적인가?”라는 창의성의 일반적인 입장에서 “그 아동은 어느 영역에서 창의적인가”라는 창의성의 영역 특수적인 접근방법으로의 변화를 요구한다. 다시 말해서 지금까지의 창의성 관련 연구가 창의성의 요인을 설명할 때, 가시적이지 않은 범위와 절차적 구조 속에서 설명하고 있기 때문에 창의성 연구가 추상적인 상태에 머물러 있음을 지적하는 것이며 보다 가시적인 체계로서의 접근이 필요하다는 것이다(조연순, 2001). 문학, 음악, 미술, 경제, 수학, 과학, 기술 등의 분야에서는 각각 창의력 계발에 관심을 갖고 수행해 왔으나, 정작 각 영역 고유의 창의성에 대한 개념을 정의하고, 그 구성 요인을 규명하고자 하는 노력은 부족한 편이다(권현진 등, 2004).

이와 같은 관점으로 과학 분야를 살펴보면, 많은 연구들이 과학과 창의성의 관련성을 언급하고 있다. 예

*교신저자: 양일호(yih118@knue.ac.kr)

**2009년 04월 21일 접수, 2009년 06월 14일 수정원고 접수, 2009년 06월 15일 채택.

를 들면, McComas(1998)는 과학을 자세히 들여다보면 과학자들은 상상력과 창의력, 지식과 끈기를 통해 문제에 접근하고 풀어내고 있다고 하였으며, 이것은 문제를 해결하는 과정과 비슷하다고 하였다. 또 Csikszentmihalyi(1996)는 과학자들의 연구는 모두 창의적이고 과학자들이 연구실에서 얻는 기쁨은 우리 모두가 삶 속에서 꿈꾸는 성취감과 비슷하다고 하였다. 아울러 NACCCE(National Advisory Committee on Creative and Cultural Education)의 보고서(1999)에서는 과학을 창의적인 사고가 가능한 하나의 영역으로 여기며, 아이들도 과학자들과 마찬가지로 여기에 참여할 수 있다고 말하였다.

과학과 창의성의 관계에 대한 논의는 자연스럽게 과학적 창의성에 대한 논의로 이어진다. 과학적 창의성에 대해 Simonton(2004)은 예술분야에서 창의적인 사람들은 일상생활에서 아이디어를 얻는데 반해, 과학에서 창의적인 사람들은 보다 전문적인 영역에서 아이디어를 얻는다고 주장하였다. 아울러 창의성 측면에서 과학과 예술 사이에 차이가 나게 되는 또 다른 요인으로 '논리의 역할'을 들면서 예술보다는 과학에서의 창의성이 더 논리적이라고 주장하였다.

그러나 과학적 창의성에 대한 정의는 아직 합의된 바가 없으며, 아울러 과학적 창의성의 구성 요인에 대한 연구도 부족한 실정이다. 그 이유 중의 하나는 과학자나 과학교육자들은 과학적 창의성에 대한 관심이 매우 낮다는 것이다. 대부분의 과학자들은 과학에서의 창의성이란 고난이도의 문제를 해결하는 능력이라고 생각하면서 많은 양의 과학적 지식과 정확한 해를 찾는 것이 중요하지 일반적인 상황에서 나타나는 확산적 사고와 같은 것은 의미가 없다고 생각하는 경우가 많다. 대부분의 과학교육연구들도 주어진 문제에 대한 정확한 해답을 찾아가는 문제해결의 과정에서 나타나는 요인에 중점을 두고 있으며, 창의성에 관련된 요인은 거의 고려하고 있지 않는 실정이다(정현철 등, 2002).

과학적 창의성에서 영역-특수적 지식과 기능들이 과학적 창의성의 중요한 요인이라는 데에는 일반적인 합의가 이루어졌으나(Hu & Adey, 2002), 과학에서의 지식과 기능들이 무엇인가, 즉 과학적 창의성의 구성요인에 대한 학자들 간의 공통된 견해는 마련되고 있지 않다. 그것에 대한 가장 큰 이유는 확산적 사고를 모든 창의적 영역에 적용할 수 있는 영역 일반적

(domain-general)인 기능이라고 생각하는 견해가 지배적이기 때문이다.

인지심리학자들에 의해 일반적인 창의성이 정의되고, 창의성의 요인들로 지식(Weisberg, 1999), 기본적인 인지과정(Sternberg, 1985), 적성과 능력(Guilford, 1950), 개인적 특성(Barron & Harrington, 1981), 환경에 대한 인식(Simonton, 1988), 문화적 특성(Lubart, 1994)들이 규명되었다면, 이제는 특정 영역에서 그 영역에 관련된 학자들에 의해 영역 특수적인 창의성의 구체적인 정의와 요인들이 규명되고 합의되어야 할 때이다. 이에 본 연구는 앞으로 과학분야에서의 창의성 교육의 기초를 마련하기 위해 일정한 관점을 가지고 질적으로 문헌을 고찰하는 내러티브 리뷰 방법을 이용해 영역 특수적인 입장에서 과학적 창의성에 대해 정의해보고, 과학적 창의성의 구성요인이 무엇인지 제시해보고자 한다.

II. 연구 방법

본 연구는 주제에 대해 일정한 관점을 가지고 탐구해보는 질적 연구 방법인 내러티브 리뷰를 이용한다. 즉 과학적 창의성에 관련된 논문들을 창의성의 두 입장인 영역 일반적인 입장과 영역 특수적인 입장에서 영역 특수적인 입장을 취하면서 논의하고자 한다. 아울러 과학적 창의성을 이루고 있는 구성 요인에 대해서도 각 논문들은 어떻게 주장하고 있는지 살펴보고, 이를 통해 과학적 창의성의 구성 요인을 밝혀보고자 한다.

1. 연구 대상

본 연구를 위해 연구자는 먼저 창의성의 두 입장 중에서 영역 특수적인 입장을 지지하는 논문들을 검색하여 주장의 근거가 되는 것을 정리하였다. 인터넷의 논문 검색 사이트와 일반 검색 사이트 및 창의성 관련 저널에서 과학적 창의성, '과학 창의성' 'scientific creativity', 'science creativity' 등의 키워드를 통해 1차 검색된 과학적 창의성 논문을 동료연구자와 협의를 거쳐 과학적 창의성의 정의 및 구성요인에 대한 언급이 있는 논문들을 선택하여 고찰하였다. <표 1>은 본 연구에서 고찰한 논문을 정리한 것이다. 본 연구에서 다루고 있는 과학적 창의성에 관련된 논문들이 과

표 1 과학적 창의성 관련 리뷰 논문 목록

논문명	논문저자	저널명 또는 책이름
아동의 과학 적성, 창의성, 과학 창의적 문제 해결력간의 관계	김혜순, 강기숙 (2007)	초등과학교육
과학 창의성 프로그램 분석을 통한 과학 창의성 요소 추출	박종석, 김민정 (2003)	중등교육연구
과학적 창의성 모델의 제안; 인지적 측면을 중심으로	박종원(2004)	한국과학교육학회지
과학 영재 학생과 일반 학생은 창의성에서 어떻게 다른가? -서울대학교 과학영재교육센터 학생들을 중심으로-	신지은, 한기순, 정현철, 박병건, 최승언(2002)	한국과학교육학회지
과학 창의성 계발을 위한 프로그램 개발-이론과 예시를 중심으로	정현철, 한기순, 김병노, 최승언 (2002)	한국지구과학교육학회지
창의적 문제 해결력 신장을 위한 중학교 과학 교육과정 개발	조연순, 최경희 (2000)	한국과학교육학회지
남학생은 여학생보다 창의적인가?-영재들의 과학 창의성을 중심으로	한기순, 신지은, 정현철, 최승언(2002)	한국지구과학교육학회지
Creative thinking through science	Adolf(1982)	ERIC Document Reproduction Service No. ED232785
A Meta-Analysis of Persnality in Scientific and Artistic Creativity	Feist(1998)	Personality and Social Psychology Review
Can Investigative Practical Work in High School Biology Foster Creativity?	Haigh(2007)	Research in Science Education
Scientific ability and creativity	Heller(2007)	High Ability Studies
A scientific creativity test for secondary school students	Hu와 Adey(2002)	International Journal of Science Education
Students' multi-modal re-presentations of scientific knowledge and creativity	Koren 등(2005)	Third Quarter
Exploring scientific creativity of eleventh grade students in Taiwan	Liang(2002)	Doctoral dissertation, Texas state University
The Influence of CASE on Scientific Creativity	Lin 등(2003)	Research in Science Education
The solution of a problems and its appearance in consciousness	Mansfield와 Busse(1981)	Journal of Comparative Psychology,
Thinking creatively about science: Suggestions for primary teachers	Meador(2003)	Gifted Child Today
Investigating the scientific creativity of fifth-grade students	Mohamed(2006)	Doctoral dissertation, Arizona state University
Creativity in science: Chance, logic, genius, and zeitgeist	Simonton(2004)	NY: Cambridge University Press
Creativirty and Knowledge: A challenge to theories	Weisberg(1999)	Handbook of creativity

학적 창의성과 관련된 모든 논문을 대표할 수 없다는 제한점을 가진다.

2. 연구 절차

본 연구의 절차는 연구의 관점에서 논의한 바와 같이, 창의성의 영역 특수적인 입장에서 과학적 창의성의 논의에 대한 근거를 찾았으며, 과학적 창의성의 구성 요인에 대해 과학적 창의성 논문들에서 주장하거나 논의되고 있는 것을 바탕으로 정리하여 제시하였다. 최근 Sternberg(1994)는 창의성의 구성요소를 지적 능력, 지식, 사고유형, 성격, 동기, 환경, 합류적 요소로 나눠 논의하였다. 이에 본 연구에서는 성격과 동기를 정의적 요인으로, 지적 능력과 지식, 사고유형을 인지적 요인으로, 환경을 환경적 요인으로 범주화하여 논하고자 한다. 또한 Sternberg(1994)는 합류적 요소를 논할 때 위 6가지 요소를 본 연구에서 범주화한 것처럼 범주화하여 세 가지 요인이 함께 작용하는 것이라고 논하고 있다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

Csikszentmihayli(1999)는 한 개인은 진공 속에서 창의적인 것이 아니라, 특정 영역 안에서 창의적이라고 하면서 창의성은 영역 특수적인 특징을 가지고 있다고 주장하였다. 그렇다면 과학적 창의성은 일반적인 창의성과 다른 어떤 특징을 가지고 있을까? 그리고 일반적 창의성과 달리 과학적 창의성이 발현 되기 위해서는 어떤 지식이 필요할까? 본 연구에서는 이와 같은 의문에 답을 여러 문헌에 대한 리뷰를 통해 알아보하고자 한다.

1. 과학적 창의성과 일반적 창의성은 어떻게 다를까?

Wallach(1976)는 연구를 통해 창의성은 영역 특수적이라고 주장했지만, 그 주장은 최근에 와서야 학자들에게 받아들여지기 시작했다. 많은 학자들(Baer *et al.*, 2004; Csikszentmihalyi, 1999; Gardner, 1993; Sternberg & Lubart, 1996)은 특별한 분야의 업적이나 영역을 참고하지 않고 어떤 사람을 창의적이라고 할 수 있다는 생각에 의문을 제기하면서, ‘무엇이 창의적인가’라는 핵심적인 질문에 다가가며 기존의 생각인 창의성의 영역 일반성에 반기를 들었다. 이렇게 창의성을 바라보는 시각은 <그림 1>에서 볼 수 있는 것처럼 영역 특수적인 관점과 영역 일반적인 관점으로 나뉘지게 되었다.

그렇다면 ‘과학적 창의성과 일반적 창의성은 어떻게 다를까?’ 영역 일반적인 창의성과 영역 특수적인 창의성을 이야기할 때는 영역에 관련된 지식의 배경을 이야기해야 한다. 창의적으로 생각하려고 할 때 우리는 이미 그 분야에 대해 더욱 풍부하고 체계적인 지식-예를 들면 특정 문화 속에서 쉽게 찾아볼 수 있는 사고방식-을 가지고 있지 않으면 불가능하다(Boden, 2001). 즉 과학적 창의성은 일반적 창의성과는 달리 항상 내적 일관성과 자연을 이해하려는 노력, 그리고 과학에 관련된 선행 지식에 의해 제한을 받는다(Wolpert, 1992).

과학적 창의성과 일반적 창의성은 어느 정도의 관계가 있을까? 실제로 Sternberg(1996)는 영역별 창의성들 간에 상관이 0.37로 낮게 나왔다고 보고하고 있다. 또 신지는 등(2002)도 과학 영재 학생과 일반 학생의 창의성을 비교한 연구에서 과학 영재 학생들

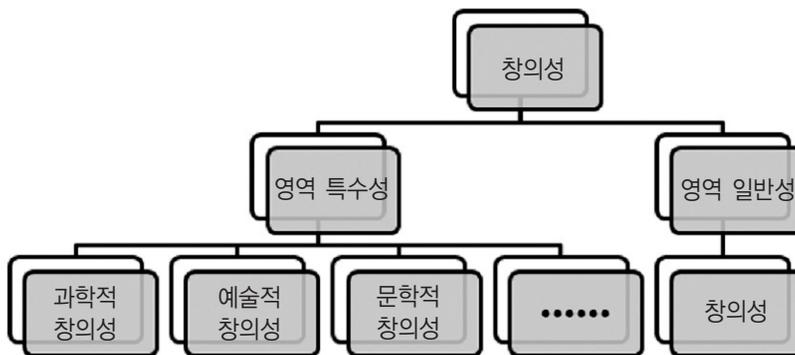


그림 1 창의성에 대한 2가지 관점

이 토랜스의 창의성 검사(TTCT) 뿐만 아니라, 과학에서의 창의적 행동 특성 검사(CBCS), 과학에서의 창의적 문제 해결력 및 문제 발견력 검사(CPSF)에서 높은 점수를 나타냈지만, CPSF의 하위 영역과 CBCS의 하위 영역 사이에는 거의 상관관이 없었으며, CBCS의 하위 영역과 TTCT의 하위 영역도 낮은 상관관계를 보여 세 검사가 창의성의 서로 다른 영역을 측정하고 있음을 보여주었다. 또 영재 학생들의 선발에 이용한 시험 성적과 이 세 검사와의 상관을 살펴본 바, 상관관계가 낮은 것으로 나타났다. 이것은 지금까지 과학 영재 선발에서 사용하고 있는 시험 성적이나 TTCT 검사가 과학 영재들이 가지고 있는 과학적인 창의성을 측정하고 있지 못하다는 증거이다. 아울러 TTCT에서 측정할 수 있는 일반적인 창의성과 과학적 창의성(CBCS, CPFS의 점수)은 서로 다른 영역임을 보여주는 증거이다. 다시 말해서 과학 영재들의 창의성은 확산적 사고에서가 아니라 과학이라는 특정 영역에서의 행동특성과 창의적 문제해결력 측면에서 일반 학생들과 크게 구분된다는 것이다. 이와 같이 창의성에 대한 최근 연구들은 영역 특수적인 입장에서 행동특성과 창의적 문제 해결력을 강조하고 있다(Han & Marvin, 2002).

Koren 등(2005)은 학생들의 과학적인 지식과 과학적 창의성의 관계에 대한 연구에서 논문에서 일정기간 열린 환경을 경험한 후에 교사의 지도를 받은 학생들보다 처음부터 계속 열린 환경에 노출된 학생들이 더 다양화된 창의성을 보여줄 거라고 예상했다. 그러나 결과는 교사의 지도를 받은 학생들에게서 더 다양한 창의적인 결과물들을 볼 수 있었다. Koren 등의 이러한 결과는 창의성이 지식에 의존한다는 것을 지지해준다. 교사의 강의에 존재하는 구조화된 지식들이 창의적인 시도를 막 시작하려는 학생들에게 어떤 문제에 편하게 접근할 수 있도록 해주었다는 것이다. 이와는 반대로 열린 환경에 노출된 학생들은 자신들이 지식을 일관되게 구조화하는 과정을 거쳐야 했으며 또 그 과정은 창의적인 과정을 포함해야 했다는 것이다. 이와 같이 창의적인 사고를 포함한 모든 사고과정에서 일관된 지식 기반은 중요하다(Feldhusen, 2002).

위에서 논의한 것과 같이 일반적 창의성과 과학적 창의성은 서로 다른 점을 가지고 있다. 이와 관련해 Simonton(2004)은 좀 더 구체적으로 과학적 창의성

과 다른 창의성을 구별하였다. 그는 과학적 창의성을 예술적 창의성과 비교하였는데, 예술분야에서 창의적인 사람들은 일상생활, 특히 문학이나 시각적 예술에서 아이디어를 얻고 있으나, 과학에서 창의적인 사람들은 예술에서 창의적인 사람들보다 더 제한적인 자신의 전문화된 영역에서 아이디어를 얻는다고 주장했다. 또 예술에서 창의적인 사람들은 부조화, 받아들이기 어려움, 애매함, 암시, 넌지시 하는 말에 주로 의존하는 반면, 과학에서 창의적인 사람들은 일치, 그럴듯함, 분명함, 함의, 명시적인 말과 같은 '논리'에 의존한다고 주장했다. Simonton은 창의성과 지능에 있어서도 과학적 창의성은 예술적 창의성 보다 분석적인 지능을 필요로 한다고 주장했다.

Simonton의 논의를 해석해보면, 과학적 창의성은 일반적 창의성과 비교해서 창의성의 근간을 이루는 지식적인 측면에서는 보다 영역 특수적인, 즉 과학과 관련된 지식이 바탕이 되어야 하며, 다른 영역의 창의성과 비교하여 보다 더 논리적이며 분석적인 지능을 필요로 한다고 할 수 있다. 지능을 언어, 음악, 논리-수학, 공간, 운동, 개인 내적, 개인 외적 지능으로 나누는 Gardner(1993)는 한 영역에서의 개인의 능력이 다른 영역에서의 능력을 말해줄 수 없다고 했다. 또한 Gardner는 한 사람을 창의적이라 할 때, 그것은 한 영역에서 창의적인 것이며, 개인과 영역, 사회의 상호작용의 결과라고 했다. 이러한 창의적 행동을 하는 주체인 한 개인은 그 영역 혹은 그것과 관련된 영역에서의 전문적 지식을 가지고 있다(Policastro & Gardner, 1999)는 것이다. 위에서 논의한 바를 종합해 보면, 과학적 창의성을 발휘하는 사람은 과학 영역에서의 전문적인 지식을 가지고 논리적이며 분석적인 지능을 가지고 있는 사람이라고 할 수 있다. 또한 창의성을 새롭고(novel) 적절하게(appropriate) 일을 할 수 있는 능력을 의미한다(Barron & Harrington, 1981; Ochse, 1990)고 정의할 수 있다면, 과학적 창의성을 과학 분야에서 과학적인 지식을 바탕으로 논리적이고 분석적인 사고를 통해 새롭고 적절한 것을 찾아내는 능력으로 정의할 수 있으리라 본다.

2. 과학적 창의성은 무엇으로 구성되어 있을까?

Sternberg(1999)는 창의성의 구성 요인은 지적 능력, 지식, 사고유형, 성격, 동기, 환경, 합류적 요소로

구분했다. 일반적 창의성의 요인을 보면 크게 지적 능력, 지식, 사고 유형과 같은 인지적인 부분과 성격, 동기와 같은 정의적인 부분, 그리고 환경으로 나눌 수 있다. 그래서 본 연구는 과학적 창의성의 구성 요인을 크게 정의적 요인과 인지적 요인 그리고 환경적 요인으로 구분하여 논하고자 한다.

가. 과학적 창의성의 정의적 요인

창의성을 발휘하는 데 과학적 창의성을 가진 사람들은 어떠한 정의적 특성을 가지고 있을까?

과학적 창의성의 정의적 구성 요인을 알아보기 위해서는 먼저 과학적으로 창의적인 사람과 창의적이지 않은 사람을 비교하여 각각의 특성이 무엇인지 알아볼 필요가 있다. Sternberg와 Lubart(1991)는 창의성을 지닌 사람들은 모호함을 견디어냄, 끈기, 새로운 경험에 대한 개방성, 위험감수, 자신에 대한 확신과 용기와 같은 특성을 지녔다고 보고했다. 이와 비슷하게 창의적인 과학자들의 정의적 특성을 연구한 Feist(1998)는 과학적으로 창의적인 사람들은 더 자율적이고, 내성적이며, 새로운 경험에 개방적이고, 준거에 대해 의심하는 편이며, 자신감 있고, 추진력 있고, 야망이 있고, 두드러지고, 공격성이 있으며 충동적이라고 보고했다. Feist의 연구 결과와 Sternberg와 Lubart의 연구 결과를 보면, 과학적으로 창의적인 사람들과 일반적으로 창의적인 사람들 간에는 정의적인 특성은 큰 차이가 없다.

또한 Liang(2002)은 일반적인 창의성 요인 가운데 동기부여는 과학적 창의성과 강한 관계가 있다고 주장하였다. Liang의 연구 결과에 따르면, 학생들의 과학 학습의 과정에서 동기부여는 실제로 과학에 대한 긍정적인 태도를 이끌어냈다. 예를 들어 학생들이 과학을 공부하는 것을 즐기거나 미래에 과학자가 되기를 원한다면 그들은 과학학습에 강한 동기부여를 가질 거라는 것이다. 따라서 과학에 대한 관심들을 포함한 학생들의 과학적 태도, 과학자에 대한 태도, 그리고 과학적 활동에 대한 태도를 이해하는 것은 학생들의 과학적 창의성을 탐색하는 데에 있어서 중요한 역할을 한다는 것이다. 또 Mansfield와 Busse(1981)은 과학적 창의성이 아동교육에 미치는 영향에 대한 연구를 통해 과학적 창의성에 영향을 미치는 정의적 요인으로 (1) 부모-아동의 상호작용: 부모의 자치 촉진, 부모 통제, 부모-아동의 상호작용의 양; (2) 부모

의 특성: 부모의 아동교육의 가치, 부모의 관심; (3) 가족 특성: 태생 순서, 부모의 부재, 사회적 계층이라는 3개의 요인을 주장했다.

이 밖에도 많은 연구자들은 과학적 창의성의 정의적 요인으로 장래 희망, 명확한 역할 모델, 멘토, 본보기, 가족 관심, 가족의 지지도, 친구의 효과, 성취동기, 과학 열망 그리고 과학 교육과정이라고 주장하며 이와 같은 요인들이 많은 영역에서 창의적인 사람들의 발전에 영향을 미치는 중요하다고 제안했다 (Simpson & Troost, 1982; Tradif & Sternberg, 1988).

창의성의 정의적인 요인에서는 과학적 창의성과 일반적 창의성간의 차이를 찾기 힘들다. 하지만, 앞서도 논의된 바와 같이 과학적 창의성이 일반적 창의성과 구별되는 가장 큰 요인은 바로 지식을 포함하는 인지적 요인에 있다. 이와 관련하여 Amabile(1983)은 창의성은 영역 관련 기술, 창의성 관련 기술, 과제 동기 부여와 같은 3가지 구성요인으로 특징지을 수 있다고 주장했다.

그럼 Amabile가 주장한 것처럼 일반적 창의성과 구별되는 과학적 창의성의 영역 관련 기술과 창의성 관련 기술에는 무엇이 있을까?

나. 과학적 창의성의 인지적 요인

조연순과 최경희(2000)는 과학적 창의성의 구성요인으로 과학의 내용지식, 과정지식, 창의적 사고 기능을 주장하였는데, 이와 유사하게 박종원(2004)도 <그림 2>와 같이 인지적 측면의 과학적 창의성 모델을 제안하며 과학적 창의성이 창의적 사고, 과학지식내용, 과학적 탐구기능으로 구성되었다고 주장하였다. 특히 박종원은 창의적 사고는 기존의 일반적 창의성에서 강조한 확산적 사고뿐만 아니라, 창의적인 과학 활동을 하기 위해서 중요한 역할을 하는 수렴적 사고와 연관적 사고가 필요하다고 주장하며 창의적 사고의 폭을 넓혀 모델에 포함시켰다.

과학적 창의성의 구성 요인으로 '과학적 탐구과정'을 언급한 연구자들은 많았다. 특히 Mohamed(2006)는 지금까지 개발된 과학적 창의성 검사들의 결점 중의 하나는 바로 과학적 탐구 과정들의 사용이 불충분했다고 지적하면서 훌륭한 과학적 창의성 검사는 다양한 과학 과정 기술들(science process skills)을 포함해야 하며, 그랬을 때 그 검사가 과학에 있어

서 학생들의 잠재성을 밝혀줄 수 있는 유용한 검사도구가 된다고 주장했다. 또한 Mohamed에 앞서 Adolf(1982)는 가설설정, 실험설계, 관찰 및 자료수집 기술, 결과해석, 결론도출과 같은 과학적 탐구과정이 창의성과 관련이 있음을 주장한 바도 있다.

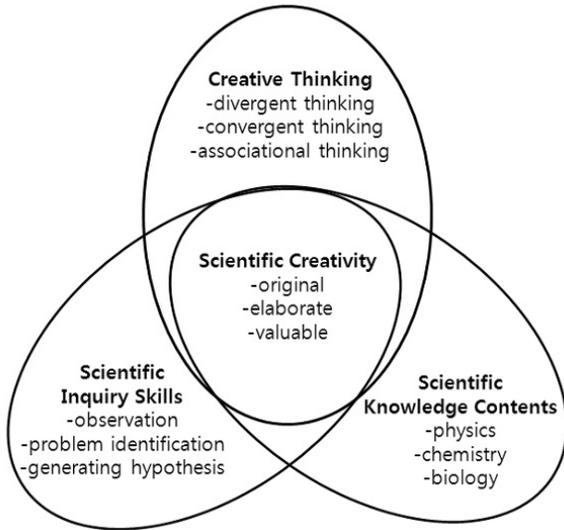


그림 2 박종원(2004, p. 377)의 과학적 창의성의 인지적 모델

국내 연구에서 신지은 등(2002)도 과학에서의 문제 발견력과 더불어 과학 탐구 과정인 과학적 추론 능력, 가설설정 능력, 실험설계 능력, 기구 고안 능력을 과학 창의성의 하위영역으로 설정하여 연구하였다. 이 연구 결과에서도 과학 탐구 능력들이 과학적 창의성을 가지고 있는 과학 영재들을 판별하는 데 중요한 역할을 한다고 주장하였다.

반면, Meador(2003)는 표 2와 같이 과학 과정 기술들을 일반적인 창의성의 대표적인 창의적인 사고인 확산적 사고의 구성요인과 연결시키는 시도를 했다. Meador는 과학 탐구 과정에서 발생하는 문제들을 정교화 하거나 문제에 영향을 주는 새로운 조건들을 융통성 있게 고려해야 탐구 과정을 제대로 수행할 수 있다고 주장하면서 과학 과정 기술들과 창의적인 사고와의 연관성을 주장하였다.

이렇게 많은 연구자들이 과학적 창의성의 구성 요인으로 과학 탐구 과정 기술을 언급하고 있다. 이와 같은 과학 탐구 과정 기술은 과학자들의 연구에서 사용되는 과학적 연구 방법으로써 과학적 창의성과 직

접적인 연관을 가지고 있다.

Getzels와 Csikszentmihalyi(1971)이 일반적인 창의성의 중요한 요인으로 주장한 창의적인 과정에서의 문제발견력 역시 신지은 등(2002)의 연구에서도 입증되었던 것처럼 또 다른 과학적 창의성의 중요한 인지적 요인이다. 신지은 등은 과학에서의 창의적인 문제 발견력을 구성 요인으로 보고 검사 도구를 만들어 활용하였는데, 이 도구는 과학 영재와 일반 학생을 판별하는 유의미한 도구로 사용될 수 있음이 입증되었다. 이와 유사한 연구로 Liang(2002)은 과학적 창의성과 창의성, 문제 발견, 가설 생성, 과학적 성취, 과학의 본성, 과학적 태도와 관계들을 연구하였다. 특히 문제 발견에 대해 과학적 창의성은 새로운 문제를 발견하는 능력이라고 주장하였으며, 과학적 창의성과 매우 높은 상관이 있다고 보고했다. 아울러 과학의 본성도 과학적 창의성과 관계가 있음을 밝혔다.

Lipps(1999)도 과학적 창의성을 관찰을 통해 문제를 발견하는 능력, 관찰 결과를 설명할 수 있는 다양한 가설을 발전시키는 능력으로 보았으며, 정현철 등(2002)은 과학에서의 창의성이란 과학의 기본 지식과 탐구과정기술을 기반으로 확산적 사고와 비판적사고 과정을 통하여 새로운 문제를 발견해 내며 적절하고 새로운 해결 방법을 발견하는 것이라고 정의하고, 과학창의성이 발현되는 중요 요인으로 과학 지식, 과정 지식, 확산적/비판적 사고, 문제의 종류, 문제의 발견력을 제시하고 과학에서의 과정지식이란 탐구과정의 의미한다고 하였다.

신지은 등(2002)이 과학 영재 판별 도구를 과학 창의성을 이용해서 만들었다면 Hu와 Adey(2002)는 <그림 3>과 같이 과학적 창의성을 산출물, 특성, 과정으로 나누고 각각에 다시 하위 요인을 둔 Scientific Structure Creativity Model(SSCM)을 제안하고 중학생을 위한 과학적 창의성 검사 도구를 개발하였다. 산출물은 기술적 산출물, 과학지식, 과학 현상, 과학 문제로 이루어져 있으며, 특성은 일반적 창의성 중에서도 확산적 사고 요인인 유창성, 융통성, 독창성으로 구성되어 있다. 그리고 과정은 사고력, 상상력으로 이루어져 있다. SSCM은 과학적 창의성의 검사를 위한 관점과 함께 각 관점에 따른 과학적 창의성의 하위 요인을 구체적으로 제시했다는 점에서 의의가 있다고 할 수 있다. 기존의 일반적 창의성 검사의 관점이 산

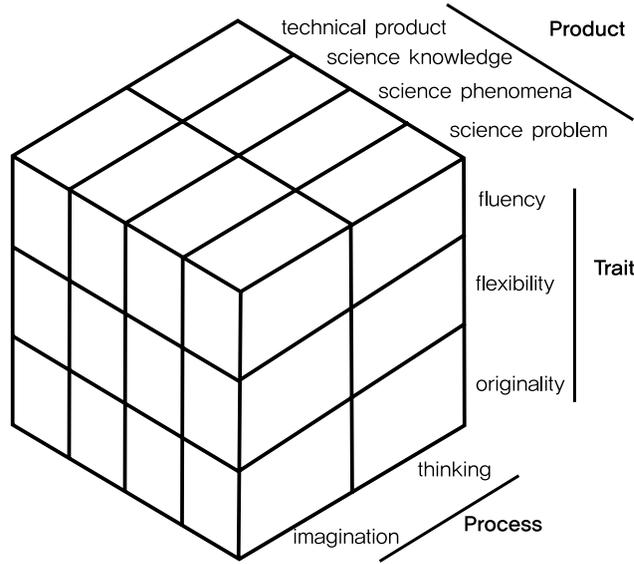


그림 3 Hu와 Adey(2002, p. 391)의 SSCM

출물 평가, 특성 평가, 과정 평가로 나누어져 연구되었던 점을 과학적 창의성 검사에서도 받아들인 것으로 볼 수 있다.

박중석과 김민정(2003)은 과학 분야에서 창의성 교육에 필요한 교육 프로그램의 개발을 위한 기초 연구로써 개발된 과학 관련 창의성 교육 프로그램을 검토한 후에 과학 창의성 요인을 추출하고자 하였다. 그 결과 각 프로그램에는 일반적 창의성 요인 중에서도 확산적 사고 요인이라고 할 수 있는 융통성, 유창성, 독창성, 정교성이 있었고, 여기에 문제해결력이나 상상력 등의 요인이 포함되어 있었다. 이러한 결과를 통해 그들은 과학 창의성 프로그램으로부터 과학에만 국한하여 찾아볼 수 있는 독특한 창의성 요인은 과학 문제해결력이나 과학 상상력이라고 보고했다. 아울러 그들은 기존 과학 관련 창의성 프로그램에는 일반 창의성 요인이 더 많은 비중을 차지하고 있다고 보고했다. 이와 비슷하게 Weisberg(1986)는 그의 연구에서 창의적인 과학자들은 적어도 2가지 구별되는 방법에서 창의적이지 않은 과학자와 다르다고 주장하며 창의적인 과학자가 가지고 있는 일반적 창의성 요인들에 대해 주장했다. 첫째, 창의적인 과학자들은 융통적인 사고를 하기 위해 규칙에서 자유롭다. 이러한 융통성은 창의적인 과학자들이 비생산적인 노력을 하지 않도록 하고 문제 해결을 위해 접근 방법의 변화를 용이하게 한다. 둘째, 창의적인 과학자들은 또한 더 개

방된 실험을 하는 것처럼 보이고, 창의적이지 않은 다른 과학자들에 비해 문제들에 더 민감한 것처럼 보인다. 또 창의적인 과학자들은 중요한 돌파구를 위해 잠재성을 인식하고 문제에 노력을 들여야 할 시기를 알고 있다고 주장했다.

이렇게 과학적 창의성이 일반적 창의성과 구별될 수 있는 인지적 요인은 연구자들에 의해 다양하게 주장되고 있다. 특히 과학 탐구 과정 기술, 과학적 문제발견력, 과학 문제 해결력은 과학 영역에서의 영역 특수적인 요인이라 할 수 있으며, 창의적인 사고로 대변되는 유창성, 융통성, 정교성, 독창성 등은 일반적 창의성과 공통된 요인으로 분류할 수 있을 것이다.

다음으로 근래에 창의성을 보는 관점 중에서 환경적인 요인을 알아보기로 하자. 일반적인 창의성에서 창의성 신장을 위해서는 환경과의 다른 요인들 간의 상호작용을 간과해서는 안 된다는 주장이 많다 (Amabile, 1983; Ochse, 1990). 영역 특수적인 입장에서 과학적 창의성의 환경적인 요인은 어떠할까?

다. 과학적 창의성의 환경적 요인

Haigh(2007)는 고등학생들이 과학에 관련된 실제적인 열려진(답이 없는) 연구 경험을 통해 창의성이 길러질 수 있는지에 대해서 연구했다. 연구결과 학생들의 창의성을 기르는 교육을 위해서는 열려진 연구 경험이라는 물리적인 환경적 요인과 학생들과 교사들

이 수업 속에서 자신의 역할에 대한 고정관념을 깨야만 한다는 인적 요인이 중요하다고 보고했다. 또 과학적 창의성을 혁신적이고 생산적인 방법으로 복잡한 과학적 문제들을 해결하는 개인적 그리고 사회적 능력으로 정의하면서 창의성과 다른 요인들과의 관련성을 지적한 Heller(2007)는 그의 논문에서 전문적 지식의 증가가 활동적 학습 과정에서 영역-특수적 능력의 획득과 지식의 확장에 영향을 준다고 보고했다. 그는 또 이 논문에서 창의성의 환경적 요인에 대해 과학적 능력의 발달은 지능적 그리고 창의적 잠재력, 본질적 성취동기, 인지적 호기심과 영역 특수적인 관심과 같은 개인적 결정요인에 의존하며, 과학적 능력의 발전을 가능하게 하기 위해서는 특히 '창의적인 학습 환경'이 매우 필요하다고 주장했다.

아울러 앞서 과학적 창의성에서 과학 지식의 중요성을 주장한 Koren 등(2005)의 논문에서도 복잡적이고 다양한 형태의 표현을 가능하게 하는 열려있고 격려하는 학습 환경이 구성된 소재의 다각적인 본질을 표현하는 small c와 같은 창의성을 촉진시키는 것으로 보고했다. 이와 같이 일반적 창의성에서와 같이 과학적 창의성에서도 환경적 요인은 과학적 창의성을 발휘하거나 신장시키는데 중요한 요인임을 확인할 수 있다.

이상의 문헌을 통해 논의한 과학적 창의성 요인에 대해 종합해보면, 표 2에서 볼 수 있는 것과 같이 많은 연구자들은 과학적 창의성 요인을 다양한 시각으로 바라보고 있음 알 수 있다. 요인별로 살펴보면, 과학적 창의성의 정의적 요인은 일반적인 창의성의 구성 요인과 별다른 차이를 보이지 않았다. 그러나 과학적 창의성의 인지적 요인에 대해서는 연구자들의 시각차를 볼 수 있었다. 과학이라는 영역 특수적인 입장에서 과학적 창의성의 인지적 요인을 과학에 관련된 지식, 과학 탐구과정 요소, 과학의 창의적 문제 발견력, 창의적인 문제 해결력 등으로 보았으며, 아울러 일반적 창의성에서도 중요하게 다루어지고 있는 창의적인 사고에 대해서 과학적 창의성에서도 중요한 인지적 요인의 한 축으로 바라보고 있었다. 특히 과학에서 강조하고 있는 과학적인 탐구과정 요소인 가설설정, 실험설계, 관찰 및 자료수집 기술, 결과해석, 결론도출 등을 직접적으로 언급하며 과학적 창의성 요인으로 주장하였다. 또 과학적 창의성의 환경적인 요인에서는 물리적인 환경요인의 중요성과 더불어 인적 요인, 즉 동료 학생과 교사의 중요성에 대한 연구가

있었으며, 특히 아동의 사고를 열어줄 수 있는 열린 환경이 과학적 창의성의 발현과 신장을 위해 필수임을 많은 연구자들은 주장하였다.

지금까지의 연구를 토대로 우리는 과학적 창의성은 다양한 요인들로 구성되어 있음을 알 수 있었다. 특히 일반적 창의성과 구별되는 과학적 창의성의 인지적 요인으로는 과학적 지식, 과학 탐구과정 요소, 그리고 문제 발견력과 더불어 문제 해결력을 들 수 있다. 이와 더불어 앞서 논의한 정의적, 인지적, 환경적 요인으로 구성되는 창의성의 요인들 중에서 영역 특수성에서 그 성격을 명확히 할 수 있는 인지적 요인에 대한 연구가 더욱 활발하게 이루어져야 할 것으로 사료된다.

IV. 결론 및 시사점

창의성과 과학적 창의성은 다른 영역이다(Wolpert, 1992)

과학적 창의성은 창의적 사고만으로 발현될 수 없으며, 과학지식내용과 과학적 탐구기능이 함께 사용되게 마련이다(박종원, 2004)

과학적 창의성은 교실 과학수업에서 다양한 의미를 통해 강화되어질 수 있으며, 가르쳐질 수 있는 능력이다(Liang, 2002)

우리는 지금까지 영역 특수적인 입장에서 과학적 창의성의 정의와 구성 요인에 대해 여러 연구를 통해 고찰해 보았다. 이상의 결과를 바탕으로 과학적 창의성을 정의해보면, 과학적 창의성을 '과학 분야에서 과학적인 지식을 바탕으로 논리적이고 분석적인 사고를 통해 새롭고 적절한 것을 찾아내는 능력'으로 정의할 수 있다. 이와 같이 과학적 창의성은 일반적 창의성과 달리 과학 영역에 관련된 특성을 가지고 있다. 특히 가장 두드러진 차이를 보이는 과학적 창의성의 인지적인 요인으로는 과학적 지식, 과학 탐구과정, 문제 발견력, 문제 해결력 등의 요인들을 들 수 있다.

창의성에 대한 근래의 입장은 영역 일반성을 주장하면서 영역 특수성을 인정하고 있다. 이러한 입장은 창의성에 대한 각 영역에서의 보다 심도 있는 인지 과학적 연구를 지지하고 있다. 인지심리학자들에 의해 일반적인 창의성이 정의되고, 창의성의 요인들로 지식(Weisberg, 1999), 기본적인 인지과정(Sternberg, 1988), 적성과 능력(Guilford, 1950), 개인적 특성

표 2 과학적 창의성의 구성 요인

영역	연구자	과학적 창의성의 구성 요인
정의적 요인	Feist(1998)	자율성, 내향적, 새로운 경험에 대한 개방성, 준거에 대한 의심, 자신감, 자기 인정적, 추진력, 야망, 공격성, 충동적
	Liang(2002)	동기부여(과학적 태도, 과학자에 대한 태도, 과학적인 활동에 대한 태도)
	Mansfield와 Busse(1981)	부모-아동의 상호작용, 부모의 특징, 가족 특성
인지적 요인	박종원(2004)	창의적인 사고(발산적 사고, 수렴적 사고, 연관적 사고), 과학지식내용, 과학적 탐구기능
	박종석과 김민정(2003)	융통성, 유창성, 독창성, 정교성, 과학 문제 해결력, 과학 상상력
	신지은 등(2002)	과학에서의 문제 발견력, 과학적 추론 능력, 가설설정 능력, 실험설계 능력, 기 구 고안 능력
	정현철 등(2002)	과학 지식, 과정 지식(science process skill), 확산적/비판적사고, 문제의 중 류, 문제의 발견력
	조연순과 최경희(2000)	과학의 내용지식, 과정지식, 창의적 사고 기능
	Mohamed(2006)	과학 과정 기술(science process skill)
	Liang(2002)	유창성, 융통성, 독창성, 개방성, 문제발견, 가설생성, 과학성취도, 과학의 본성
	Mead(2003)	과학 과정 기술(science process skill)
	Adolf(1982)	가설설정, 실험설계, 관찰, 자료수집, 결과해석, 결론도출
	Hu와 Adey(2002)	산출물(기술적 산출물, 과학지식, 과학 현상, 과학 문제), 속성(유창성, 융통성, 독창성), 과정(사고력, 상상력)
Weisberg(1986)	융통적인 사고, 개방된 실험, 문제에 대한 민감성	
Lipps(1999)	관찰을 통한 문제 발견 능력, 관찰 결과를 설명하는 가설의 발전 과정	
환경적 요인	Haigh(2007)	열려진 연구 환경
	Heller(2007)	창의적인 학습 환경
	Koren 등(2005)	열려있고 격려하는 학습 환경

(Barron & Harrington, 1981), 환경에 대한 인식 (Simonton, 1988), 문화적 특성(Lubart, 1994)들이 규명되었다면, 이제는 특정 영역에서 그 영역에 관련된 학자들에 의해 영역 특수적(domain-specific)인 창의성의 구성요인에 대한 구체적인 연구가 필요할 때이다. 실제 과학적 창의성이 과학자의 연구과정에서 어떻게 발휘되는 지에 대한 구체적이고 실증적인 인지 심리학적인 연구가 필요하리라 사료된다. 이에 본 연구는 그에 대한 사전 연구로서 과학적 창의성 요인에 대한 실증적 연구의 방향을 제시해 줄 수 있으리라 생각된다.

아울러 우리는 이 시점에서 창의성 교육의 방향을 바로 세워야 할 필요가 있다. 신지은 등(2002)이 그들

의 연구에서도 밝힌 바와 같이 현재 영재 교육기관에서 사용하고 있는 과학 영재 선발 기준은 과학적 창의성과 상관관계가 미약한 학업 성적이나 일반적 창의성 검사 도구를 사용하는 게 현실이다. 창의성에 대한 큰 흐름 자체가 창의성을 영역 특수적인 관점에서 바라보고 있음에도 우리의 현실은 아직까지 일반적인 창의성의 잣대로 수학 영재, 과학 영재 등을 선발하고 있다. 이것은 모순이 아닐 수 없다. 이와 관련하여 제대로 된 과학적 창의성 검사 도구가 개발이 시급히 선행되어야 한다(한기순 등, 2002). 또한 과학적 창의성 검사 도구는 과학적 창의성의 한 요인만을 측정하는 것이 아니라, 정의적, 인지적, 환경적 요인을 모두 측정할 수 있는 검사 도구가 개발되어야 한다. 앞서 논의한 바와

같이 과학적 창의성의 3요인이 조화롭게 유지될 때 과학적 창의성의 발현은 극대화될 수 있을 것이다.

참고 문헌

- 권현진, 문대영, 류창열(2004). '기술적 창의력' 구성 요소 도출을 위한 이론적 고찰. *한국기술교육학회지*, 4(1), 104-120.
- 김혜순, 강기숙(2007). 아동의 과학 적성, 창의성, 과학 창의적 문제 해결력간의 관계. *초등과학교육*, 26(1), 32-40.
- 박종석, 김민정(2003). 과학 창의성 프로그램 분석을 통한 과학 창의성 요소 추출. *중등교육연구*, 51(2), 269-285.
- 박종원(2004). 과학적 창의성 모델의 제안; 인지적 측면을 중심으로. *한국과학교육학회지*, 24(2), 375-386.
- 서울특별시 교육과학 연구원(1999). 기초적성검사 실시요강, 15-17.
- 신지은, 한기순, 정현철, 박병건, 최승연(2002). 과학 영재 학생과 일반 학생은 창의성에서 어떻게 다른가?: 서울대학교 과학영재교육센터 학생들을 중심으로. *한국과학교육학회지*, 22(1), 158-175.
- 정현철, 한기순, 김병노, 최승연(2002). 과학 창의성 계발을 위한 프로그램 개발: 이론과 예시를 중심으로. *한국지구과학교육학회지*, 23(4), 334-348.
- 조연순(2001). 창의성 계발을 위한 교수·학습 및 평가 방법. 창의성 계발을 위한 교육전략세미나. 한국교육개발원, 서울, 47-69.
- 조연순, 최경희(2000). 창의적 문제 해결력 신장을 위한 중학교 과학 교육과정 개발. *한국과학교육학회지*, 20(2), 329-343.
- 최일호, 최인수(2001). 새로운 생각은 어떻게 가능한가: 전문분야 창의성에 대한 학습과정 모형 접근. *한국심리학회지*, 20(2), 409-428.
- 한기순(2000). 창의성의 영역 한정성과 영역 보편성에 관한 분석과 탐구. *영재교육연구*, 10(2), 47-69.
- 한기순, 신지은, 정현철, 최승연(2002). 남학생은 여학생보다 창의적인가?-영재들의 과학 창의성을 중심으로. *한국지구과학교육학회지*, 23(4), 324-333.
- Adolf, J. (1982). Creative thinking through science. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 232 785). Retrieved September 1, 2008, from <http://eric.ed.gov>
- Albert, R. S., & Runco, M. (1987). The possible different personality dispositions of scientists of scientists and non-scientists. In Jackson, D. N., & Rushton, J. P., (Eds.), *Scientific excellence*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Amabile, T. M. (1983). *The social psychology of creativity*. NY: Springer-Verlag.
- Amabile, T. M. (1987). The motivation to be creative. In Isaken, S. G. (Ed.), *Frontiers of Creativity Research: Beyond the Basics*. Buffalo, NY: Bearly.
- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in context*. Boulder, CO: Westview Press.
- Baer, J. (1991). Generality of creativity across performance domains. *Creativity Research Journal*, 4, 23-39.
- Baer, J. (1993). *Creativity and divergent thinking: A task-specific approach*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Baer, J. (1994). Divergent thinking is not a general trait: A multi-domain training experiment. *Creativity Research Journal*, 7, 35-46.
- Baer, J., Kaufman, J. C., & Gentile, C. A. (2004). Extension of consensual assessment technique to nonparallel creative products. *Creativity Research Journal*, 16(1), 113-117.
- Barron, F. & Harrington, D. M. (1981). Creativity, Intelligence, and Personality. *Annual Review of Psychology*, 32, 349-376.
- Boden, M. (2001). Creativity and Knowledge. In Craft, A., Jeffrey, B., & Leibling, M. (Eds.), *Creativity in education*. London: Continuum.
- Craft, A. (2001). Little c creativity. In Craft, A., Jeffrey, B., & Liebling, M. (Eds.), *Creativity in Education*. London: Continuum.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). The domains of creativity. In Runco, M. A. & Albert, R. S. (Eds.), *Theories of creativity*. London: Sage.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention*. New York: Harper Collins.

- Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a Systems Perspective for the Study of Creativity. In Sternberg, R. J. (Ed.), *Handbook of creativity*. New York: Cambridge University Press.
- Feist, G. J. (1998). A Meta-Analysis of Personality in Scientific and Artistic Creativity. *Personality and Social Psychology Review*, 2(4), 290-309.
- Feldhusen, J. F. (2002). Creativity: The Knowledge Base and Children. *High Ability Studies*, 13(2), 179-183.
- Gardner, H. (1983). *Frames of minds: The theory of multiple intelligence*. New York: Basic Books.
- Gardner, H. (1993). *Creating minds*. New York: Basic Books.
- Getzels, J. W., & Csikszentmihalyi, M. (1971). Discovery-oriented behavior and the originality of creative products: A study with artists. *Journal of Personality and Social Psychology*, 19(1), 47-52.
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444-454.
- Haigh, M. (2007). Can Investigative Practical Work in High School Biology Foster Creativity? *Research in Science Education*, 37(2), 123-140.
- Harrington, D. M., Block, J., & Block, J. H. (1983). Predicting creativity in preadolescence from divergent thinking in early childhood. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45, 609-623.
- Ham, K. S., & Marvin, C. (2002). Multiple creativities?: Investigating domain-specific of creativity in young children. *Gifted Child Quarterly*, 46(2), 98-109.
- Hayes, J. R. (1989). Cognitive processes in creativity. In Glover, J. A., Rpnning, R. R., & Reynolds, C. R. (Eds.), *The nature of creativity: Contemporary psychological perspectives*. NY: Cambridge University Press.
- Heller, K. A. (2007). Scientific ability and creativity. *High Ability Studies*, 18(2), 209-234.
- Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- Koren, Y., Klavir, R., & Gorodetsky, M. (2005). Students' multi-modal re-presentations of scientific knowledge and creativity. *Third Quarter*, 39(3), 193-215.
- Liang, J. C. (2002). Exploring scientific creativity of eleventh grade students in Taiwan. Doctoral dissertation, Texas state University.
- Lin, C., Hu, W., Adey, P., & Shen, J. (2003). The influence of CASE on scientific creativity. *Research in Science Education*, 33(2), 143-162.
- Lipps, J. H. (1999). Beyond reason: Science in the mass media. In Schopf, J. W. (Ed.), *Evolution! Facts and Fallacies*. San Diego: Academic press.
- Lubart, T. I. (1994). Creativity. In Sternberg, R. J. (Ed.), *Thinking and problem solving*. San Diego: Academic press.
- Mansfield, R. S., & Busse, T. V. (1981). The solution of a problems and its appearance in consciousness. *Journal of Comparative Psychology*, 12(2), 181-194.
- McComas, W. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. In McComas, W. (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Meador, K. S. (2003). Thinking creatively about science: Suggestions for primary teachers. *Gifted Child Today*, 26(1), 25-29.
- Mohamed, A. (2006). Investigating the scientific creativity of fifth-grade students. Doctoral dissertation, Arizona state University.
- National Advisory Committee on Creative and Cultural Education (NACCE) (1999). *All our Futures: Creativity, Culture and Education*.

- London: DFEE.
- Ochse, R. (1990). Before the gates of excellence: The determinants of creative genius. Cambridge: Cambridge University Press.
- Policastro, E., & Gardner, H. (1999). From case studies to Robust generalizations: An approach to the study of creativity. In Sternberg, R. J. (Ed.), *Handbook of creativity*. New York: Cambridge University Press.
- Scott, T. E. (2000). Knowledge. In Runco, M. A., & Pritzker, S. R. (Eds.), *Encyclopedia of creativity*. New York: Academic Press.
- Simonton, D. K. (1988). Creativity, leadership, and chance. In Sternberg, R. J. (Ed.), *The nature of creativity: Contemporary psychological perspectives*. Cambridge University Press.
- Simonton, D. K. (2004). *Creativity in science: Chance, logic, genius, and zeitgeist*. NY: Cambridge University Press.
- Simpson, R. D., & Troost, K. M. (1982). Influences on commitment to and learning of science among adolescent students. *Science Education*, 66(5), 763-781.
- Sternberg, R. J. (1985). Implicit theories of intelligence, creativity and wisdom, *Journal of Personality and Social Psychology*, 49, 607-627.
- Sternberg, R. J. (1994). *Thinking and Problem Solving: Handbook of Perception and Cognition*. NY: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J. (1996). *Successful Intelligence*. New York: Basic Books.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1991). An investment theory of creativity and its development. *Human Development*, 34, 1-31.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1996). Investing in creativity. *American Psychologist*, 51(7), 677-688.
- Tradif, T. Z., & Sternberg, R. J. (1988). What do we about creativity? In Sternberg, R. J. (Ed.), *The nature of creativity: contemporary psychological perspectives*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wallach, M. A. (1976). Tests tell us little about talent. *American Scientist*, 64(1), 57-63.
- Weisberg, R. W. (1986). *Creativity: genius and other myths*. NY: Freeman.
- Weisberg, R. W. (1993). *Creativity: beyond the myth of genius*. NY: Freeman.
- Weisberg, R. W. (1999). *Creativity and Knowledge: A challenge to theories*. In Sternberg, R. J., (Ed.), *Handbook of creativity*. New York: Cambridge University Press.
- Wolpert, L. (1992). *The Unnatural Nature of Science*. Cambridge: Harvard University Press.

국문 요약

본 연구는 창의성의 영역 특수적인 입장에서 과학적 창의성을 다룬 논문들을 내러티브 리뷰의 방법을 사용하여 탐색한 것이다. 창의성을 바라보는 2가지 입장 중에서 한 가지인 영역 특수적인 입장은 창의성에 대해 “그 아동이 얼마나 창의적인가?”라는 창의성의 일반적인 입장에서 “그 아동은 어느 영역에서 창의적인가?”라는 영역 특수적인 접근방법으로 창의성을 바라보는 것이다. 이러한 관점에서 본 연구는 과학을 바라보았을 때, 과학적 창의성은 어떻게 정의될 수 있으며, 또 어떤 구성 요인들로 이루어졌는가를 탐색해 본 연구이다. 과학적 창의성 관련 논문들에 대한 리뷰를 통해 본 연구는 과학적 창의성은 과학적인 지식을 바탕으로 논리적이고 분석적인 사고를 통해 새롭고 적절한 것을 찾아내는 능력으로 정의할 수 있었으며, 과학적 창의성의 구성 요인은 정의적, 인지적, 환경적 요인으로 나눠 살펴본 결과, 영역 특수적인 관점에서 가장 두드러지게 차이를 보이는 과학적 창의성의 인지적 요인은 과학 관련 지식, 과학 탐구과정, 문제 발견력, 문제 해결력 등으로 구성되어 있음을 알 수 있었다. 이러한 과학적 창의성에 대한 논의는 보다 과학적 창의성에 대한 실증적인 연구에 대한 좋은 길잡이가 될 것으로 사료된다.

주요어: 과학적 창의성, 과학적 창의성의 구성요소, 영역 특수성, 영역 일반성, 창의성, 과학 탐구 과정