

# 과학적 창의성 지도를 위한 활동자료의 개발과 유형 분석

박종원\* · 김진국

전남대학교

## Development and Analysis of Various Activity Types for Teaching Scientific Creativity

Park, Jongwon\* · Kim, Jinkuk

Chonnam National University

**Abstract:** This study aims to develop teaching materials for scientific creativity and to introduce it in more detail. To do this, based on the analysis of the previous studies, we developed about 80 activities in five categories. Main features of the developed materials are as follows: (1) it covers various areas of creativity, (2) each activity includes elements of scientific creativity, (3) each activity includes guides for thinking creatively and instances of the guides, (4) these guides are categorized to be utilized in other situations for teaching creativity, (5) the activities can be transformed according to actual teaching situations. The teachers gave responses that materials were appropriate to teach scientific creativity and that they wanted to use the materials in schools. And based on the teachers' response about the advantages, disadvantages, and conditions for more effective use of the materials, we hope that further studies for actual use and revisions on the materials will be conducted. Finally, we suggested various methods to use the developed activities for different purposes and educational situations.

**Key words:** scientific creativity, teaching creativity, teaching material, element of scientific creativity

### I. 연구 동기 및 목적

“과학자들은 이론, 비유, 모델, 유사한 설명기작을 구성할 때, 그것을 정교화하여 새로운 방식으로 세상을 바라볼 때, 그리고 그것을 검증할 때, 창의적이기 마련이다.” (Newton & Newton, 2009)

창의성이 영역의존적인 특성을 가지고 있다는 주장들과 함께(Baer, 1991; Conti, Coon, & Amabile, 1996; Mansfield, Busse, & Krepellka, 1978; Plucker, 2004; Wang & Horng, 2002; Weisberg, 2006), 과학 분야에서는 과학적 창의성이 어떠한 과정을 통해 발현되는지, 또 구체적으로 과학적 창의성을 이루는 구성요소가 무엇이 있는지에 대한 논의가 있어왔다. 예를 들면, Mansfield & Busse (1981)은 과학 분야에서의 창의적 과정을 다섯 단계로 제시하였다: 문제 선정, 문제해결을 위한 광범위한 노

력, 조건설정, 조건의 변화, 정당화와 정교화. Hu & Adey (2002)는 과학 창의성 평가를 위해 ‘산출물’, ‘특성’, ‘과정’ 3가지로 구성된 과학 창의성 모델을 제시하면서 ‘특성’ 요소에 유창성, 융통성, 독창성을 포함시켰고, Mohamed (2006)는 과학 창의성 평가를 위한 도구 개발에 유창성, 융통성, 독창성 외에 문제발견과 문제해결을 창의요소로 포함시켰다.

국내에서는 강호감 등 (2001)이 민감성, 독창성, 유창성, 융통성, 정교성, 재구성을 창의성 활동의 주요 구성요소로 보았다. 박종석과 김민정 (2003)은 과학 창의성 프로그램 분석을 통해, 과학적 창의성의 구성요소로 융통성, 유창성, 독창성, 정교성 이외에 과학 문제 해결력과 과학 상상력을 포함시켰다. 또 박종원 (2004)은 창의적 사고, 과학지식, 과학적 탐구기능을 과학적 창의성의 세 구성요소로 보았고, 좀 더 구체적으로 창의적 사고의 구성요소를 발산적 사고(유창성, 융통성, 비판습적 사고), 수렴적 사고(통합성, 정합성,

\*교신저자: 박종원 (jwpark94@jnu.ac.kr)

\*\*2012.12.15(접수), 2013.03.09(1심통과), 2013.03.14(2심통과), 2013.03.16(최종통과)

\*\*\*이 논문은 2010년도 전남대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

단순성), 연관적 사고와 독창성, 정교성, 가치로 제시하였다. 최근에 임성만 등 (2009)은 과학 창의성에 대한 문헌조사를 통해, 정의적 요인, 인지적 요인, 환경적 요인으로 나누어 과학적 창의성 구성요소를 논의한 바 있다.

이와 같이 과학 창의성에 대한 정의와 구성요소에 대한 논의뿐 아니라, 실제 과학 창의성 지도를 위해서는 구체적인 활동유형이나 사고방법 및 전략을 개발하고 그것을 학교에서 활용하기 위한 방안을 모색하는 연구도 수행되어 왔다. 예를 들면, 1990년대 초에 이미 창의성을 기르기 위한 활동자료가 250여개라고 보고된 바 있고(Treffinger, *et al.*, 1993), Cropley (2003)는 과학영역에 한정된 것은 아니지만, 비교적 잘 알려진 창의성 프로그램 10개에 대해서 각 프로그램의 주요 내용을 정리한 바 있다.

국내에서도 과학 창의성을 계발하기 위한 프로그램을 개발하고 소개한 연구들은 있어왔다. 예를 들면, 강호갑 등 (2001)은 창의적 사고기법을 활용하여 자연과 교수학습자료를 개발하였고, 정현철 등 (2002)은 Renzulli의 3부 심화학습 모형을 이용한 과학 창의성 프로그램을 개발하였다. 이 외에도 김형석 등 (2004)에 의한 초등학생용 과학 창의성 프로그램, 황요한과 박종석(2010)에 의한 호기심 노트 프로그램, 최선영과 김지인 (2011)이 Treffinger, *et al.* (1994)의 창의적 문제해결 과정을 이용하여 개발한 과학 창의 프로그램 등이 있다. 또, 지경준과 박종원 (2012)은 가정에서 활용할 수 있는 초등학생용 과학 창의성 프로그램도 개발하여 적용한 바 있다.

그러나 이러한 노력에도 불구하고, 국내 교사들에게 과학 창의성 지도를 위한 실질적인 자료와 정보의 제공 및 안내가 필요하다는 것은 여러 연구들에서 강조되어 왔다. 예를 들면, 박인숙과 강순희 (2011)는 204명의 과학 교사들을 대상으로 조사한 결과, 과학 창의성 문제해결력 신장을 위해 필요한 조건으로 135명(66%)이 “적절한 교수전략 개발과 교수-학습 방법에 대한 정보제공”을 언급한 것으로 나타났다. 박종원 등 (2010)이 과학 창의성 연수에 참여한 교사를 대상으로 수행한 설문조사(리커트 척도로 5점 만점)에 의하면, 연수에 참여한 동기가 “수업전략을 알기 위해 (4.75점)”, “다양한 프로그램을 알기 위해(4.54점)”이었음을 알 수 있고, Park (2012)이 일반학생을 위한 과학 창의성 프로그램의 사례를 소개하고, 개발하

도록 한 연구에서도 교사들이 보다 다양한 활동자료들을 개발하고 보급할 것을 요구하였음을 보고한 바 있다.

이러한 점에서 아직도 다양한 유형의, 다양한 특징을 가진 새로운 과학 창의성 활동자료를 개발하고 보급하는 일은 필요하다 하겠다. 이때 새롭게 개발되는 자료는 이전의 자료들과 어떻게 차별화될 수 있고, 어떠한 점을 추가로 고려하여 개발되어야 하는지도 함께 논의하는 것이 중요하다. 이를 위해 기존의 창의성 프로그램의 특징을 살펴볼 필요가 있다.

여기에서 기존 프로그램의 특징을 살펴보는 이유는 기존 프로그램의 특징을 정밀하게 분석하기 위한 것이 아니라, 기존 프로그램 특징으로부터 새롭게 개발할 자료가 어떠한 특징을 가질 필요가 있는지에 대한 기본적인 방향을 설정하기 위한 것이다.

조사 결과, 첫째, 많은 창의성 프로그램들이 포괄적 이라기보다는 특정한 목표를 위해 개발된 경우가 많았다. 예를 들면, 정현철 등 (2002)은 Rezulli의 3부 심화 학습모형에 따라 15차시 과학 창의성 프로그램을 개발하였는데, 천체라는 주제로 창의적 과학 탐구를 위해 개발하였다. 이에 반해 Eberle (2008)의 프로그램은 ‘SCAMPER’라는 창의적인 아이디어 산출을 위한 사고방법(예: 확장하여 사고하기 등)을 계발하기 위한 목표로 개발되었다. 또 Higgins (2006)는 101개의 사고방법을 포함시켜 9단계로 구성된 프로그램을 개발하였는데, 이는 창의적 문제해결을 위한 목표로 개발된 것이다. 이와 같이 서로 다른 목표로 개발된 프로그램들은 각자의 특징과 목적을 가지고 있다는 장점이 있지만, 과학적인 상황에서 창의적인 문제해결이나 창의적인 사고방법 계발, 또는 창의적 과학탐구활동 등이 포괄적으로 포함된 프로그램도 가능하다면 필요하다고 하겠다.

둘째, 창의성 프로그램임에도 불구하고, 프로그램에 어떤 창의성 요소(예: 유창성, 융통성 등)가 포함되어 있는지를 구체적으로 명시하지 않은 경우가 있었다. 또 창의성 요소가 명시되어 있더라도, 구체적으로 어떤 활동과 연계된 것인지 명시되어 있지 않은 경우가 많았다. 예를 들면, 최선영과 김지인 (2011)은 Treffinger, *et al.* (1994)의 창의적 문제해결력 요소를 적용하여 3단계 (세부적으로 6단계) 프로그램을 개발하였는데, 단계별 활동과 사고방법을 제시하고 있지만, 각 단계나 활동에 어떠한 창의성 요소가 포함되

어 있는지, 또는 어떤 창의성 요소를 기르기 위한 것인지 등이 명시되어 있지 않았다. 이러한 경우는 김형석 등 (2004)이 초등학생을 위해 개발한 35차시 분량의 과학 창의성 프로그램이나, 강호감 등(2001)이 개발한 창의력 계발을 위한 자연과 교수 학습자료 등 몇몇 경우에서 볼 수 있었다.

또, Cropley (2003)는 잘 알려진 10개 창의성 프로그램의 내용을 정리한 바 있는데, 그 정리에 의하면, 'Image/Craft' 프로그램은 '생각이 중요하다고 느끼기, 범위 확장하기, 창의적 종류의 직업적 관심 갖기'와 같이 프로그램이 어떤 활동유형으로 구성되어 있는지를 제시하였고, 'Purdue Creative Thinking Program' 프로그램은 '언어적/도해적 유창성, 융통성, 독창성, 정교성'과 같이 프로그램에 어떤 창의성 요소가 포함되어 있는지를 제시하였다. 즉 창의성 프로그램의 유형과 특징을 한 경우에는 활동유형으로만 제시하고, 다른 경우에는 창의성 요소로만 제시하였다. 그러나 '창의적 종류의 직업적 관심 갖기' 활동에서, 많은 직업을 살펴보기 위해 유창성이 관여할 수 있고, 서로 다른 성격의 다양한 직업을 살펴보기 위해 융통성도 관여할 수도 있다. 이와 같이 활동유형과 창의성 요소는 긴밀하게 연계될 수 있으므로, 이러한 점을 프로그램 개발에 고려할 필요가 있다고 하겠다.

셋째, 창의적인 아이디어/산출물을 내기 위한 사고방법이 구체적으로 제시되지 않은 경우가 많다. 또는 사고방법이 제시되어 있더라도, 구체적으로 어떤 창의적 활동이나 사고과정에서 필요한 것인지를 명시하지 않았다. 예를 들면, Scott, *et al.* (2004)은 창의성 프로그램의 적용효과를 분석하였는데, 이 과정에서 창의적인 사고방법으로 '발산적으로 사고하기', '장점과 단점 명시하기' 등이 서로 어떤 관계인지 명시하지 않고 무관하게 함께 나열되어 있다. 여기에서 '발산적 사고'는 창의성 요소(예: 유창성, 융통성 등)로 볼 수 있고, '장점과 단점 명시하기'는 창의적인 아이디어를 내기 위한 사고방법으로 볼 수 있다. 예를 들면, '새로운 레이저 포인터에 대한 다양하고 많은 아이디어 제안하기' 활동에서는 발산적 사고가 중요할 것이다. 이때 발산적 사고(많은, 그리고 다양한 아이디어)를 제안하기 위해 기존 레이저 포인터의 장점과 단점을 살펴보는 것은 창의적인 아이디어를 내기 위한 구체적인 사고방법으로 볼 수 있다. 더구나 구체적인 사고방법이 창의성 활동에서 중요한 역할을 한 것

으로 관찰된 바 있으므로(박종원과 지경준, 2010), 창의적인 아이디어/산출물을 내기 위한 구체적인 사고방법을 제시할 뿐 아니라, 어떤 창의활동에서 활용될 수 있는 것인지를 명시하여 개발하는 것도 중요하다고 할 수 있다.

이와 같이 기존의 창의성 프로그램의 특징을 살펴 보았을 때, 새롭게 개발될 창의성 프로그램은 (1) 다양한 목표를 포괄하고 있으며, (2) 구체적으로 활동유형마다 창의성 요소가 연계되어 명시되고, (3) 창의적인 아이디어/산출물을 내기 위한 사고방법이 활동유형별로 구체적으로 제시될 필요가 있음을 알 수 있었다.

이러한 배경을 통해 본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 과학 창의성 요소와 구체적인 사고방법이 명시된 다양한 유형의 과학 창의성 활동자료를 포괄적으로 개발한다.
- 개발된 자료를 활동유형별, 창의성 요소별, 그리고 사고방법별로 분류하고 특징을 논의한다.
- 자료의 적절성 등을 판단하기 위해 개발된 자료에 대한 교사의 반응을 조사한다.

## II. 연구 방법

### 1. 과학 창의성 자료 개발방향

연구동기 및 목적에서 언급한 바와 같이 기존의 창의성 프로그램과 달리 새롭게 개발되는 프로그램에서 고려할 주요 방향은 다음 3가지이다.

(1) 여러 가지 목표가 포괄적으로 포함된 과학 창의성 프로그램을 개발한다. 이때, 활동을 유형별로 다양하게 개발함으로써 다양한 상황과 목적에 따라 교사가 선택적으로 활용할 수 있도록 한다.

(2) 창의성 활동별로 어떤 창의성 요소가 포함되어 있는지 명시한다. 사실 창의성과 창의적 사고에 대한 연구는 많이 있어왔지만, 이에 대한 정의가 명확하지 않거나(Plucker, *et al.*, 2004) 모호하다는(Kampylis & Valtanen, 2010) 지적이 있어왔다. 그러한 이유는 창의성과 창의적 사고요소에 대한 관점과 이론이 다양하기 때문이기도 하고, 학술적으로 엄밀한 정의가 어렵기 때문이기도 하다. 이에 본 연구에서는 관찰가능한 형태의 단순하고 구체적인 정의가 실제 지도와

평가에 직접적으로 활용될 수 있다고 보고, 과학 창의성 요소에 대한 조작적 정의를 활용하여(박종원, 2011), 개발한 활동마다 어떤 창의적 요소를 포함하고 있는지를 명시한다.

(3) 창의적인 아이디어/산출물을 제안하기 위한 구체적인 사고방법을 활동별로 제시한다. 창의적 사고 방법은 박종원 등 (2008)이 제안한 AGA<sup>2</sup> 모델의 두 번째 단계에 도입되었던 안내(Guide)를 활용한다.

이 외에도 과학 창의성 프로그램의 개발을 위해 다음과 같은 기본 방향을 설정하였다.

(4) 박종원 (2004)의 과학 창의성 모델에 기반하여 일반 창의성 활동이 아닌 과학 창의성 활동으로 개발한다.

(5) 과학 창의성 활동을 개발할 때 사용되는 과학 개념이나 탐구상황 등은 가능하면 현행 교육과정과 다른 초 중 고등학교 수준에서 다루는 것으로 한다. 이것은 개발된 과학 창의성 활동을 별도의 특별반이나 특별 교육기관(예: 영재교육원)에서만 활용하는 것이 아니라, 일반학교에서 일반교육과정에 따라 과학을 배우는 일반학생을 대상으로도 활용될 수 있도록 (Park, 2012) 하기 위한 것이다.

(6) 개발된 자료는 교육과정이나 교사의 지도목적, 학생의 수준이나 흥미 등에 따라 수정될 수 있도록 한다. 최근에 교육이론과 학교현장에서의 실제 지도 사이에 괴리(gap)가 있다는 지적이 많이 있어왔다 (Cheng, *et al.*, 2010; Radford, 1998). 이러한 원인 중 하나는, 연구자가 특정 학습이론과 학습자료를 개발하여 교사가 잘 이해하면 현장에서 잘 활용될 것이라는 ‘top-down’ 방식의 가정이 실제로는 작용하는

않기 때문이다(Driel, *et al.*, 2001; Hoban, 2005; Richardson & Placier, 2001; Zeichner, 2010). 이는 미리 개발된 이론과 자료에 현장의 실제적인 여러 가지 복잡한 상황들이 반영되어 있지 않기 때문이다. 이러한 점에서 개발된 학습자료는 현장의 여러 가지 실제적인 요인(학생의 흥미와 수준, 교육과정, 교실 환경과 문화 등)에 따라 수정될 수 있어야 하고, 교사도 이와 관련된 전문성을 갖추어야 한다(Wallace & Louden, 1992; Banks, *et al.*, 2001). 이러한 점에서 본 연구에서는 활동자료를 ‘유형별’로 개발하고, 교사가 상황에 따라 내용과 소재를 바꿀 수 있도록 하였다. [그림 1]은 구체적으로 처음에 개발된 활동 유형이 소재를 바꾸거나 영역을 바꾸어 변형될 수 방법을 나타낸다.

## 2. 과학 창의성 자료 개발과정

과학 창의성 자료를 개발하기 위한 과정은 다음과 같다.

(1) 이전에 개발된 창의성 활동의 내용을 조사하여 (예를 들면, 박종원 등, 2008; Ebert & Ebert, 1998; Eberle, 2008; Fogler & LeBlanc, 2008; Higgins, 2006; Noller, *et al.*, 1976; Renzulli, 2000; Treffinger, 2000; Treffinger, *et al.*, 2006), 다양한 활동유형과 창의성 요소들이 포함되도록 하였다. 이때 어느 특정 프로그램의 특성을 따르기 보다는 각 프로그램에서 강조하는 활동유형이나 창의성 요소들을 다양하게 고려하였다.

(2) 기존에 개발된 일반 창의성 활동자료에서 좋은

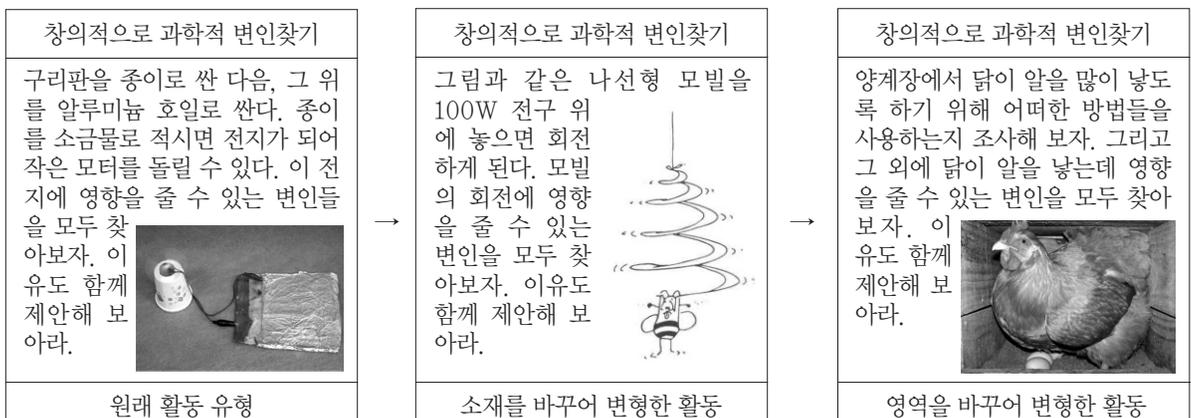


그림 1 과학 창의성 활동의 변형한 사례

자료라고 판단되는 경우에는 과학 창의성 활동으로 변형하였다. 이를 위해서는 기존의 일반적 창의성 활동자료에 (1) 과학적 상황을 도입하거나, (2) 과학지식의 사용이나 적용이 포함되도록 하거나, (3) 과학탐구 활동과 관련짓도록 하는 방법을 사용하였다. 일반적 창의성 활동을 과학적 창의성 활동으로 변형한 사례를 들면 [그림 2]와 같다.

(3) 1차로 개발된 자료는 과학 창의성으로 학위를 받은 박사 2명과, 여러 명의 대학원생 및 교사로 구성된 세미나를 통해 수개월에 걸쳐 수정 보완되었다. 세미나에서는 직접 활동을 수행해 보면서, 난이도와 흥미도, 소재나 표현, 포함된 창의성 요소의 적절성, 사고방법 안내의 적절성 등을 점검하면서 수정 보완하였다. 이 과정에서 나온 의견은 수합하여 분석하지 않았고, 활동자료의 직접적인 수정에만 반영하였다.

### 3. 개발한 자료의 유형별, 창의성 요소별, 사고방법별 분류 방법

먼저 개발된 활동들을 다양한 목적에 따라 유형별로 분류하고, 다시 대범주를 중범주와 소범주로 유형을 세분화하였다.

활동에 포함된 과학 창의성 요소가 무엇인지 정리하고, 반대로 창의성 요소에 어떤 활동들이 포함되어 있는지를 정리하였다. 따라서 특정 창의성 요소를 위한 활동으로 어떤 활동유형이 적절한지 쉽게 알 수 있도록 하였다.

활동 중에 창의적 아이디어/산출물을 내기 위한 구체적인 사고방법을 활동별로 정리하고, 정리한 사고방법들을 함께 모아 특징에 따라 여러 가지 사고방법들로 구분하고 분류하였다.

### 4. 개발된 과학 창의성 자료유형에 대한 교사의 반응조사

개발된 과학 창의성 활동자료의 적절성, 활용성, 그리고 장점과 단점에 대해서 교사를 대상으로 설문문을 실시하였다. 설문문의 구체적인 내용을 [그림 3]과 같다. 설문에 응답하기 위해 총 80 여개의 활동을 모두 점검하는 것은 어려운 일이므로, 80 여개의 모든 활동은 제시하였으나, 충분한 기간 동안 자유롭게 선택적으로 살펴보고도 하여, 살펴본 활동을 중심으로 응답하도록 하였다.

참여교사는 총 26명이었고, 활동을 점검한 기간은 평균 2~4주였으며, 살펴보았다고 응답한 활동수는 평균 50개였다. 26명의 응답자 중, 과학 창의성 연수를 받은 적이 있는 응답자는 10명(38.5%)이었고, 연수시간은 평균 36.2시간이었다. 과학 창의성을 지도한 적이 있다고 응답한 사람은 17명(65.4%)이었고, 지도 상황을 보면 과학창의성을 일반 과학 수업 중에 지도한 적이 있다는 응답자는 6명(35.3%)이었고, 영재반 지도경험은 12명(50%), 과학반 지도경험은 4명(16.7%), 그리고 과학고 진학을 위한 준비과정에서 지도한 적이 있다는 응답자는 2명(8.3%)이었다.

## Ⅲ. 결 과

### 1. 과학 창의성 활동자료의 기본 틀

본 연구에서 개발되는 자료는 [그림 4]와 같은 기본 틀에 맞추어 개발하였다(부록 1). 활동유형에 따라 활동 예가 제시되어 있고, 활동에 포함된 창의성 요소(예, 유창성 등)와 창의적 활동을 위한 구체적인 사고방법과 활동 결과 예가 제시되어 있다.

여가 시간에 사람들이 하는 일들을 생각나는 대로 모두 적어 보아라 (Renzulli, 2000).



→

다음은 진한 설탕물 위에 맹물을 넣은 다음에 레이저를 비추어 레이저 빛이 휘면서 진행하는 현상을 찍은 사진이다. 이 현상을 관찰한 후, 이 현상과 관련되어 떠오르는 과학적인 내용을 있는대로 적어보자.



그림 2 일반적 창의성 활동을 과학적 창의성 활동으로 변형한 사례

[배경]

1. 과학 창의성의 이해, 지도, 평가 등과 관련된 연수를 받으신 적이 있습니까?  
있다면 연수시간은? 있다면 연수내용을 간단히 적어주십시오.
2. 과학 창의성을 지도한 적이 있습니까?  
있다면 어떤 상황에서 지도하셨습니까? (일반 학교 수업 중에, 과학반이나 영재반과에서, 과학고 진학을 위한 특별 교육으로, 기타) 있다면 어느 정도 지도하셨습니까? (00시간 정도, 00주 정도, 00학기 정도)

[구성과 내용의 적절성]

3. 제시된 과학 창의성 활동은 약 80여개입니다. 이 중에서 몇 개 정도를 보셨습니까?
4. 과학 창의성 활동이 5개 영역으로 나누어져 있습니다. 5개 영역의 구분이 적절하다고 생각하십니까?
5. 활동들이 과학 창의성을 계발하는데 적절한 활동들이라고 생각하십니까?
6. 각 활동에는 창의성 요소가 포함되어 있습니다. 활동에 제시된 창의성 요소가 적절하다고 생각하십니까?
7. 각 활동에는 '창의적인 사고방법과 활동결과 예'가 제시되어 있습니다. 제시된 창의적 사고방법과 활동 결과 예가 실제로 창의적 활동을 하는데 도움을 준다고 생각하십니까?

[활용]

8. 과학 창의성을 지도하기 위해 본 자료를 사용하고 싶으십니까?
9. 본 자료가 실제적으로 잘 활용되기 위해 필요한 조건이나 지원이 있다면?
10. 본 자료는 어느 경우에 활용될 수 있다고 생각하십니까? (일반 과학수업 중, 과학반이나 영재반 등)
11. 본 자료는 활동유형으로 개발된 것입니다. 따라서 주어진 자료의 개념이나 내용, 소재를 바꾸면 교육과정이나 학생의 수준/흥미에 맞추어 수정할 수 있습니다. 활용을 위해 자신이 자료를 수정할 수 있다고 생각하십니까? (주어진 예를 참고하십시오)

[장점과 단점]

12. 본 자료가 장점이 있다면, 어느 부분/측면이 장점이라고 생각하십니까?
13. 본 자료에 단점이 있다면, 어느 부분/측면이 단점이라고 생각하십니까?

그림 3 과학 창의성 활동 자료에 대한 교사 대상 설문 내용

유형 번호	활동유형:
	활동 예:
	창의성 요소:
	창의적 활동을 위한 사고방법과 활동 결과 예:

그림 4 과학 창의성 활동자료의 기본 틀

각 활동은 '제목' 보다는, 앞서 언급한 바와 같이 교사의 의도나 목적, 학생의 수준과 흥미, 교육과정, 적용환경에 따라 내용이나 소재를 바꾸어 활용할 수 있다는 점에서 '활동유형'으로 표현하였다.

'활동 예'에는 다음 3가지 내용이 포함되었다: 활동의

취지, 활동과제, 활동 시 고려해야 할 창의요소 안내.

각 활동에는 어떤 '창의성 요소'가 포함되어 있는지가 명시되어 있다. Park (2012)이 제시한 과학 창의성 교육과정에 따르면, 창의적 사고요소의 수는 초등학교 저학년은 1개 정도, 초등학교 고학년은 2개 정

도, 그리고 중학교 이상은 3개 정도를 제안한 바 있다. 본 연구에서는 3개를 기준으로 하여 개발하였다.

‘창의적 활동을 위한 사고방법과 활동 결과 예’에는 창의적인 아이디어/산출물을 내기 위한 구체적인 사고방법으로 활동유형마다 3가지 정도 제시하고, 실제 창의적인 활동결과 예도 함께 제시하였다.

## 2. 과학 창의성 활동유형

창의성 활동유형은 3개 대범주, 5개 중범주, 그리고

82개의 소범주로 개발되었다(표 1). 구체적인 소범주 제목의 예를 몇 개 사례만 제시한 결과는 [표 2]와 같고, 82개의 전체 활동유형 제목과 전체 내용은 홈페이지(<http://science.jnu.ac.kr/~jwpark/creativity/creativity.htm>)에 게시하였다. 단, 창의적 활동을 위한 구체적인 사고방법과 활동 예는 교사가 과학 창의성을 지도하는데 활용할 수 있도록 하기 위해, 홈페이지에는 공개하지 않았다(저작권 문제가 있는 그림이나 사진도 공개하지 않았음).

**표 1**  
범주별 과학 창의성 활동유형

대범주	중범주	소범주
창의적 사고 중심	유형 I. 과학적 상황에서 창의적 사고(발산적, 수렴적, 연관적 사고) 연습하기	I.1~I.16
	유형 II. 과학적 상황에서 SCAMPER 연습하기	II.1~II.16
과학개념과 탐구중심	유형 III. 창의적으로 과학탐구 수행하기	III.1~III.17
	유형 IV. 창의적으로 과학개념 이해/적용하기	IV.1~IV.18
종합적 문제해결중심	유형 V. 창의적으로 과학문제 해결하기	V.1~V.15

**표 2**  
과학 창의성 활동유형의 예

중범주	소범주 활동 예
유형 I	I-4. 다양한 과학적 용도 제안하기
	I-7. 과학적 상황에서 “만일 ... 이라면” 게임하기
	I-13. 과학 현상을 다양한 방법으로 묵기
유형 II	II-1. 다른 도구로 대체하여 측정하기 (Substitute: 대체)
	II-4. 실험 장치에 새로운 기능 결합하기 (Combine: 결합)
	II-16. 전기회로 재구성하기 (Rearrange: 재배열하기)
유형 III	III-1. 나만의 과학 실험 공간 설계하기
	III-7. 창의적으로 과학적 탐구문제 제안하기
	III-13. 창의적으로 과학적 실험/측정방법 고안하기
유형 IV	IV-3. 과학 용어 연결하여 과학 내용 문장 만들기
	IV-12. 과학개념 바꾸어 생각하기
	IV-18. 과학내용을 새로운 상황에 적용/활용하기
유형 V	V-2. 조건에 맞는 과학장치 만들기
	V-6. 과학문제 다른 과정/방법으로 해결하기
	V-14. 미래의 문제를 과학적으로 해결하기

### 3. 과학 창의성 요소별 분류

모든 활동유형에는 약 3개씩의 창의성 요소가 포함되어 있다. 각 창의성 요소에 포함된 활동유형이 무엇 인지를 나타낸 결과는 [표 3]과 같다. 증범주에 해당 되는 활동유형별로 보면, 창의성 요소들이 활동유형 별로 고르게(46~55개) 분포된 것을 볼 수 있다. 창의성 요소별로 보면, 많이 포함된 창의성 요소는 정합성(20.3%)과 유창성(15.1%)이고, 가장 적게 포함된 창의성 요소는 가치(6.0%)인 것으로 나타났다. 나머지는 6.4~10.8%로 비교적 고르게 분포했다고 볼 수 있었다. 정합성이 많은 것은 본 활동이 과학 창의성 활동의 특징(내용 의존적 창의성의 특징)을 가지고 있기 때문이고, 유창성이 많이 포함된 것은 창의성 활동의 기본적인 특징 때문이라고 할 수 있다. 특별히 적게 포함된 창의요소는 앞으로 보완될 필요가 있을 것이다. [표 3]를 이용하면 특정 창의요소를 지도하기 위해 어떤 활동유형을 활용하면 되는지 판단하는데 도움을 줄 수 있다.

### 4. 과학 창의적 활동을 위한 사고방법 분류

각각의 창의성 활동 유형마다 약 3개 정도의 창의적

사고방법이 제시되어 있으므로, 총 82개의 활동에 제안된 구체적인 사고방법은 약 240 여개에 달했다. 또한 각각의 사고방법은 특정 상황에서, 특정개념이 포함되어거나, 특정 탐구상황에서 제안된 것이므로, 같은 유형으로 묶어서 분류하는 것이 쉽지 않았다.

그러나 기본적인 사고방법의 특징을 중심으로 분류한 결과는 크게 ‘무엇’과 ‘어떻게’로 나눌 수 있었고, 각각의 세부 유형과 구체적인 사고 내용을 정리한 표는 [표 4]와 [표 5]와 같다. [표 4]는 구체적인 사고방법을 ‘무엇’과 ‘어떻게’의 세부 유형별로 분류한 표의 일부로서, 표 전체 내용은 인터넷 사이트(<http://science.jnu.ac.kr/~jwpark/creativity/creativity.htm>)에 게재하였다. 구체적인 사고방법을 정리한 표는 [표 5]이다. [표 4]와 [표 5]에 의하면, 창의활동을 수행하기 위한 사고방법을 사용한 예는 다음과 같다.

‘과학문제를 다른 과정/방법으로 해결하기(창의활동유형 V-6)’ 활동을 수행하기 위해, 표나 그래프(무엇)의 값을 다른 값으로 바꾸어(어떻게) 제시해도 좋다”

‘과학용어 연결하여 과학내용의 문장 만들기(창의활동유형 IV-3)’ 활동을 수행하기 위해, 과학용어의 특징(무엇)을 있는대로 나열하고(어떻게) 나열된 것을 비교해 보면서 유사한 점으로 표현하거나(어떻게)

**표 3**  
창의 사고요소별 활동유형

창의성 요소	활동					분포(%)
	유형 I	유형 II	유형 III	유형 IV	유형 V	
유창성	1,2,4,7,12,15	2,7,8,9,12,14,16	4,6,7,10,11,12	1,2,3,5,11,13,14,16,17,18	4,5,6,7,8,9,12,13,15	38(15.1%)
융통성	4,5,7,13	1,11,13,16	4,6,11,13	4,10,12,15,17	5,14,15	20(8.0%)
비관습성	5,12	1,8,11	12	4,11,12,14,15,18	6,7,8,12,13,14	18(7.2%)
통합성	7,8,9,10,13	3,4,5	1,2,3,5,8,15,16,17	7,9,10	2,3,15	22(8.8%)
정합성	1,3,4,5,6,9,11,13,14,16	1,2,7,9,10,13,14,15,16	3,6,10,13,14,15,16,17	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,15,16,17	5,6,7,8,9,10,11,14,15	51(20.3%)
단순성	2,3,8,9,10,11,14,16	6,10,12,15,	1,2,5,13,14,15,16,17	6,7,8,9	3,10,11,	27(10.8%)
연관성	6,8,10,12,16	2,3,4,5,6,8	10	2,3,9	1	16(6.4%)
정교성	2,6	2,3,7,13,14	1,2,3,5,7,8,13	13,18	1,2,3,4,10,11,13	23(9.2%)
독창성	1,3,6,11,14,15	4,5,11,15	4,7	1,2,5,6,8,14	1,2,9	21(8.4%)
가치	15	3,4,5,8,9,10,12	8,11,12,14,	16	4,12	15(6.0%)
합계	49	52	49	55	46	251

반대되는 점으로 표현할(어떻게) 수 있다.  
 ‘다양한 과학적 용도 제안하기(창의활동유형 I-4)’ 활동을 수행하기 위해, 분해하거나 녹여서(무엇) 활용할 수 있다(어떻게).  
 ‘과학내용을 새로운 상황에 적용/활용하기(창의활동유형 IV-18)’ 활동을 수행하기 위해, (주어진 과학내용을) 반대로 활용할(어떻게) 수 있는지도 살펴본다.

위의 두 번째 예와 같이 ‘어떻게’가 여러 개가 동시에 들어갈 수도 있고(나열하기, 비교하여 유사성으로 표현하기, 비교하여 반대점으로 표현하기), 세 번째 예와 같이 [표 4]에서 특별히 제시되지 않은 일반적인 활동(예: 활용할 수 있다)으로 ‘어떻게’를 대신할 수도 있다. 또 마지막 예에서와 같이 활동에 주어진 내용 이외에 특별한 ‘무엇’이 없는 경우도 있다. [표 4]와 [표 5]에 의해 분류하여 정리된 창의적 사고방법의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

(1) ‘어떻게’에 분류된 사고유형들을 보면, 특별하다고 보다는 일반적 사고유형들임을 알 수 있다. 즉, 산출결과는 창의적이라고 하더라도 그러한 결과가 일반적 사고유형의 조합을 통해 얻어질 수 있다는 것이다. 이와 관련해 Weisberg (2006, p. 31)는 왓슨과 클릭이 DNA 구조를 발견하는 과정을 조사 정리하면서, “이 사례연구는 중요한 산물이 비범하더라도 그것

을 얻기까지의 과정은 매우 평범하다는 점을 잘 보여 주었다”고 결론지은 바 있다.

(2) 창의적 활동을 위한 사고방법에는 과학적 창의성의 특성을 반영한 경우가 많다. 즉, ‘무엇’의 유형에서 관련된 실험상황/도구, 공식/법칙, 변인, 가정/조건, 수식/기호, 소프트웨어 등의 유형이 그렇다. 마찬가지로 ‘어떻게’의 경우에도, 논리적/일관적 정리하기, 구조변형하기, 숫자/표/그래프로 표현하기 등의 경우들이 과학 창의성의 특징을 반영한 유형들이라고 하겠다.

(3) 일부 유형들은 반복적으로 나타나는 경우가 있었다. 예를 들면, ‘유사성’과 ‘반대’는 ‘연결하기’, ‘비교하기’, ‘변형하기’에서 반복적으로 나타났다. 즉, 창의성 활동에서 ‘유사성’과 ‘반대’는 여러 가지 사고에서 이용될 수 있음을 알 수 있었다. 또, 표/그림/그래프/기호 등도 ‘무엇’과 ‘어떻게’에서 각각 나타났다는데, 이는 이들이 사고의 대상이면서 사고를 표현하는 방식으로 될 수 있기 때문이었다.

(4) [표 4]의 완성분을 이용하면 특정 사고방법을 연습하기 위해서는 어떤 활동을 하면 되는지 알 수 있다. 예를 들면, ‘분해/내부구조/구성물/재료’를 이용한 사고를 연습하기 위해서는 [표 4]을 보면 창의활동 I-4, II-7, V-5, ... 등을 수행하면 된다는 의미이다.

**표 4**  
창의적 활동을 위한 사고방법의 예

창의적 활동을 위한 사고 방법 (무엇 & 어떻게)		
유형		내용
무엇	외형적 특징	사물의 겉모양을 활용해 본다(I-4). 과학 내용에서 외형적인 특징(볼록-오목렌즈)으로 짝을 지어본다(I-12). 과학 실험 도구/장치에서 나타난 현상/특징을 (확대해 본다)(II-9). 주어진 과학 현상을 직접 관찰하면서 다양한 특징을 찾는다(IV-1). ... 이하 생략
	외형/내부/보이지 않는 것	사물을 분해하거나 녹여서 활용할 수 있다(I-4). 구성성분을 찾아, 같은 구성성분을 이용한 사례를 찾아본다(II-7). (설계도를 만들고) 필요한 재료를 생각하면서 문제점을 찾는다(V-5). ... 이하 생략
	보이지 않는 현상/상황	아직 기술은 없지만, (제거를 통한) 새로운 기술을 상상해 본다(II-12). 매우 규모가 크거나 작은 상황, 매우 순간적인 상황이나 오랜 시간이 걸리는 상황등을 찾아 가정해 보고 (사고실험을 제안해 보자)(III-12). 실험이 위험한 상황(자유낙하하는 엘리베이터 등)을 가정해도 좋다(III-12). ... 이하 생략

표 5 창의적 활동을 위한 사고방법 요약

창의적 활동을 위한 사고 방법 (무엇을 이용하여 어떻게 사고한다)			
유형	내용		
무엇을	외형적 특징	시물/현상/실험도구의 길모양이나 외형적 특징	
	외형/내부/보이지 않는 것	재료나 구성물, 분해하거나 녹여서 보이지 않는/있는 현상/상황 대상/사물/소재	
	관련된 다른 것	현상/상황 일상 경험 실험실/실험상황/도구 예	
	개념/공식/내용/법칙/모형/설명	아이디어/생각 전혀 무관한 것	다른 사람의/이미 잘 알려진 지식/아이디어, 명언/속담/현상과 관련된 주요 생각/아이디어/개념
		개념/원리/내용/특성/이론	현상/사물의 용도/제품의 특징/도구/기능/변인과 전혀 무관해 보이는 것
	무엇을	공식/법칙/관계식/모형 용어/단어 설명	특정개념이 포함된, 특정개념/상황/도구/실험/측정값과 관련된 내용/개념/원리/이론/이론값 문제/상황/설명과정에서 포함된/관련된 법칙/공식/변인들간의 관계식/모형 교과서/상황에 포함된/대한 과학단어/용어 관찰현상/해 라는 질문에 대한 설명
		변인	일반적인/영향을 미칠 것으로 생각되는/주어진 변인 이외의 변인 변인들간에 곱한 값/나눈 값, 변인들간의 관계, 한 변인의 변화에 따른 다른 변인의 변화
		가정/조건	탐구상황/설명과정에서 포함된 이상조건, 일정하다/균일하다/동일하다/무시한다고 가정할 경우 상황/설명/실험에 포함된 조건/상황/재료/재료의 조건, 현재 실험에서는 가능하지 않은/목적 달성을 위한 조건 공식/법칙/설명에 포함된, 물리량을 나타내는 수식/단위/(회로)기호의 의미/정의/특징
		수식/기호/그림	과학내용/설명 등에 나타난 그림/사진 표/그래프의 특징/값 과학기사/교육 프로그램/잡지/다큐멘터리/인터넷/과학동아리 사이트/실험안내서/과학 논문
	어떻게	다양한 정보/프로그램	교과서 뒤의 찾아보기 시물레이션/엑셀 등의 프로그램
나열/선택하기		관련내용/생각나는 것/용도/조사내용/예상/관찰/특징들 등을 비판하지 않고 최대한 수용하여 나열해 본다. 여러 가지 머리말/탐구문제/요소/강조할 내용/재미있는 내용/주제/제거할 것 등을 기준을 이용해서 선택한다.	
무고/대표하기		범주화/분류	정보/탐구문제/개념/기호/설명 등의 내용을 큰 범주와 작은 범주로 나누거나 분류한다.
		제목/머리말	간단한 표현으로, 대표적으로 나타내는 단어/표현으로, 기사내용/발명품/표/그레프의 머리말/이름을 만들어 본다.

정리하기	요소별/단계별	계획/실험과정/결과 등을 보고서 형식으로/단계별로, (요소별 내용/구입물품들) 종류/가격/기능별/점검표로 정리한다.
	논리적/일관적	제목에서 결론까지, 두 가지 설명/예에 대한 답을 논리적/일관적으로 정리한다. 개념도/마인드맵으로 정리한다.
연결/결합하기	추가 결합	기능/실험과정/개념도에서 연결어/필요한 조건/다른 설명을 추가한다.
	유사성으로 연결	특징/현상/설명/기능 등에서 유사한 것을 서로 연결해 본다.
	반대로 연결	현상/용어/변인간 관계 등에서 반대되는 것을 서로 연결해 본다.
	유사성 비교	개념/특징/그림/상화/데이터들 간에 유사성을 비교해 본다.
비교하기	차이점/반대 비교	현상/개념/상황/데이터/측정결과들/이론값과 실험값 간에 차이점/반대되는 것을 비교해 본다.
	모순	서로 다른 상황에 적용해 보고, 두 상황에서 모순이 있는지 비교해 본다.
변형하기	2차로 연결	1차 변화에 의한 2차 과학적/사회적 변화, 1차 예/분류/기능/과정/방법/자료/관계 후 2차 예/세부분류/추가 기능/추가과정/확장된 방법/추가자료/다른 관계, 한 개념에 의한 변화로부터 다른 개념의 변화로 연결한다.
	확대	그림/설명/개념/도구/장치/거리/크기 등을 확대해 본다.
	축소	그림/설명/개념/도구/장치/거리/크기 등을 축소해 본다.
	제거	제안된 아이디어/탐구문제/조건 등에서 제거한다.
	반대로 변형	생각/관점/설명/조건/변인/상황/시례 등을 반대로 해 본다.
	소재/재료/상황바꾸기/조정/대체	관점/관찰각도/조건/상황/재료/도구의 종류나 개수/주변상황 등을 변화시켜 보거나 다른 것으로 대체시켜 본다.
기능을 증가	구성/구조 변화	구성/구조를 바꾸어 본다.
	정밀도	기능을 수정/결합하여, 정량적인 측정이 가능하도록 하여, 숫자/기호/단위로 정확하게 표시하여 정밀도를 높인다.
	편리함(불편함 점/단점 보완)	일상생활/실험/기구/탐구문제에서 불편한 점/단점을 보완하고, 편리한 점을 추가한다.
	다양성	한 가지 기호/기구로 여러 가지 정보/기능이 갖도록 다양성을 추가한다.
	새로움	이제까지 없었던/기존의 제품과 비교하여 새로움을 추가한다.
	용도/가치/장점	사용/적용 등에서 특별한 용도/가치/이점이 있도록 한다.
	흥미/재미	관심/흥미 이킬 수 있도록 한다.
	기호	정보/내용/숫자/표식/첨자/영어/숫자와 같은 기호를 넣는다.
	숫자/수식/계산	상황/정성적인 설명/변인을 계산/수식/값으로 표시한다.
	그림/도형/개념도/마인드맵	단어/관찰결과/내용 등을 그림/개념도/마인드맵/색/모양 등으로 나타낸다.
다양하게 표현	표/그래프	표/그래프를 선택하고, 작성방법을 익히고/활용한다.
	구두/문장/설명	발표준비를 구두로 표현한다, 정량적 해결과정/정량적 개념을 언어적/논리적으로 표현한다, 여러 가지 다른 설명을 추가한다.
	공간	규모가 크거나 작은 상황을 상상한다.
	시간	시간이 매우 길거나 짧은 상황을 상상한다.
상상	어려운 수행상황	실제로 실험가능한 탐구문제인지 상상해 본다, 측정하기 미세하거나, 측정 장비가 필요하거나, 현재 장비로는 불가능한, 위험한 경우를 상상해도 좋다

어떻게

## 5. 교사의 반응

### (1) 과학 창의성 활동자료의 구성과 내용의 적절성

총 80 여개의 창의성 활동 중에서 살펴본 활동은 1인당 평균 50개였다. 교사들이 구성과 내용의 적절성에 대한 응답을 분석한 결과(표 6), 개발된 자료가 과학 창의성 자료로 적절하다고 하였다(응답평균 4.31). 보다 구체적으로 보면, 5개 영역으로 구분한 것(4.15)과 활동에 포함된 창의요소(4.15)와 사고방법 및 활동결과 예(4.27)가 모두 적절하다고 응답한 것으로 나타났다.

개발된 과학 창의성 활동자료의 사용에 대한 응답결과(표 7), 사용하고 싶다는 의견이 많았고(4.38), 일반 과학수업(23.3%)뿐 아니라 영재반(36.7%)나 과학반(23.3%)에서 사용하고 싶다는 의견이 있음을 알 수 있었다. 그리고 본 연구에서 제안한 변형가능성에 대해서도 대체적으로 긍정적인 반응을 보였다(3.88).

보다 효율적인 사용을 위한 조건이나 지원내용을 정리한 결과(표 8)를 요약해 보면, 본 연구에서 개발한 자료를 바탕으로 보다 구체적인 보조자료를 보완하여(54%) 현행 과학교육과정과 연계시켜 과학 창의성을 지도하기 위한 교사 연수(42%)가 필요함을 알 수 있었다. 이때 현행 교육과정과의 연계(23%)도 필요하다고 하였다.

### (2) 자료의 전반적인 장점과 단점

개발된 과학 창의성 활동 자료에 대한 전반적인 장점이 무엇인지에 대한 응답(표 9)을 정리하면, 교사들은 본 연구에서 개발된 자료가 구성이 잘 되어 있고(104%), 활용성도 높은 것(50%)으로 보고 있다고 할 수 있다.

물론 개발된 자료에 대한 단점도 언급해 주었다(표 10). 응답결과를 정리하면, 교사들은 안내자료(35%)와 과학학습과 연계시켜 지도할 수 있는 방법(27%)이 부족하고, 학생이 흥미로워 하지 않거나 어렵게 느낄 수 있는 부분(27%)이 보완될 필요가 있다고 보고 있었다. 이러한 단점은 본 연구에서 개발된 자료가 보다 잘 활용되기 위한 조건(표 8)과 비슷하다는 것도 알 수 있다.

## IV. 결론 및 제언

본 연구는 과학 창의성에 대한 이론적인 기반 하에서 보다 실질적인 자료의 개발과 안내를 위해 수행되었다. 이를 위해 먼저 이전의 자료 특성을 조사하고, 차별화된 측면에서 80 여개의 창의성 활동자료를 개발하였다. 차별적인 측면으로는, 다양한 영역을 포괄하여 개발하였고, 창의성 요소와 창의적 활동을 위한 구체적인 사고방법 및 활동 예를 제시하였으며, 개발된 자료가 학생/교사 및 교육환경에 따라 수정될 수

**표 6**  
과학 창의성 활동의 구성과 내용의 적절성에 대한 응답

내용	적절성			
	전반적인 적절성	5개 영역구분의 적절성	각 활동에 포함된 창의성 요소의 적절성	각 활동에 제안된 창의적 사고방법과 활동결과 예의 적절성
응답 평균	4.31	4.15	4.15	4.27

**표 7**  
과학 창의성 활동 자료 활용에 대한 응답

내용	활용					자료의 변형가능성
	사용하고 싶은 정도	사용하고 싶은 상황				
		일반과학수업	영재반	과학반	과학고 진학반과 같은 특별반	
응답 평균	4.38	14*(23.3%)	22(36.7%)	14(23.3%)	8(13.3%)	3.88

\* 응답수의 합계가 26명이 넘는 이유는 한 명의 교사가 여러 응답을 했기 때문이다.

**표 8**  
과학 창의성 활용을 위해 필요한 조건이나 지원에 대한 응답 (N=26)

구분	응답 예	응답수(%)
보조자료	활용안내서/수업동영상/지도사례/샘플 지도안 필요(6*)	14(54% <sup>**</sup> )
	창의성/실험 안내자료와 더 많은 예시필요(5)	
	홈페이지 운영, 교재형태로 보급 활성화(3)	
교사	창의성(교육)에 대한 기본적인 이해/인식/의지가 필요(3)	11(42%)
	자료와 관련실험을 직접 해보는 연수/워크숍, 교사양성과정에서 창의성 지도 교육 필요(8)	
교육과정과 연계	교육내용을 적절하게 조정(1)	6(23%)
	창의성 활동자료를 교육과정에 맞춤, 교육과정 내용과 소재활용, (과학)내용에 따라 구분(3)	
	초등과 중등으로 구분(1)	
환경	과학동아리 등의 특별활동과 연계(1)	5(19%)
	다양한 교육환경을 고려(1)	
	창의를 지도할 시간/자료개발할 시간이 필요(3)	
학생	실험장비나 물품 지원(1)	2(8%)
	학생의 기본능력(지식, 탐구기능 등)이 필요(1)	
	학생의 적극적 태도(1)	

\* 괄호안의 숫자는 응답수를 의미함.

\*\* %의 합계가 100을 넘는 이유는 한 명의 교사가 여러 응답을 했기 때문임.

**표 9**  
과학 창의성 자료에 대한 전반적인 장점 (N=26)

구분	응답 예	응답수(%)
자료의 구성	활동이 많고 다양하다(8*)	27(104% <sup>**</sup> )
	창의 요소가 제시되어 있다(5)	
	창의성 개념이 정확하게 정의되어 있다(4)	
	유형별로 구별되어 있다(3)	
	상황에 따라 변형이 가능하다(3)	
	필요한 부분만 선택적으로 사용할 수 있다(3)	
	틀이 주어져 있다(1)	
활용성	일반 교실에서 사용할 수 있는 구체적인 자료이다(7)	13(50%)
	과학반이나 영재반 지도에 사용하기 좋다(3)	
	영재선발에 활용할 수 있다(1)	
	창의 사고를 위한 수업설계에 활용할 수 있다(1)	
	짧은 시간에 적용할 수 있다(1)	
새로움/흥미	새로운/참신한 탐구활동이 많다(2)	6(23%)
	재미있는 문제/활동이 많다(2)	
	학생 흥미를 유발할 수 있다(2)	
교육과정과 연계	일반적인 과학학습활동과 연계되어 있다(2)	4(15%)
	기존의 탐구활동과 연계되어 있다(2)	

\* 괄호안의 숫자는 응답수를 의미함.

\*\* %가 100을 넘는 이유는 한 명의 교사가 여러 응답을 했기 때문임.

**표 10**  
과학 창의성 자료에 대한 전반적인 단점 (N=26)

구분	응답 예	응답수(%)
안내/활용	수업시간 활용 안내/구체적이고 다양한 활동유형이 필요하다(2*)	9(35%**)
	실험/준비물에 대한 자세한 안내가 부족하다(2)	
	물리 비전공자를 위한 안내가 필요하다(2)	
	명확한 답이 없다(1)	
	창의성 관련 이론과 설명이 없다(1)	
	넉리 보급하기 위한 구체적인 방안이 부족하다(1)	
과학학습과의 연계	화, 생, 지 영역 자료가 부족하다(2)	7(27%)
	개념학습에 도움이 되지 않을 수 있다/유형별보다는 개념별 분류가 좋다(2)	
	평가방법이 제시되어 있지 않다(2)	
	탐구부분이 부족하다(1)	
	현재 교육과정에 제시된 활동들과 별 차이가 없다(1)	
	초등과 중등 구분이 필요하다(1)	
학생	과학지식이 부족한 학생에게 어렵다/학생수준보다 어렵다(4)	7(27%)
	학생들이 과학에 흥미가 없다(1)	
	글로 쓰는 활동에 학생이 지칠 수 있다(1)	
	고등학생에게는 적절하지 않다(1)	
적절성/효과	000 활동은 창의성 활동으로 적절하지 않다(2)	5(19%)
	000 활동에 포함된 창의요소가 적절하지 않다(1)	
	창의요소 제시가 학생 사고를 제한할 수 있다(1)	
	실제로 창의성이 길러지는지에 대한 연구가 부족하다(1)	
교사	교사 전문성이 필요하다/경험이 적은 교사에게 어렵다(2)	3(12%)
	창의성을 확실하게 이해해야 한다(1)	
환경	업무가 과중한 상태에서 교사에게 기대하기 어렵다(1)	2(8%)
	학습분량이 많고, 지식위주 평가 상황에서 적용하기 힘들다(1)	

\* 괄호안의 숫자는 응답수를 의미함.

\*\* %의 합계가 100을 넘는 이유는 한 명의 교사가 여러 응답을 했기 때문임.

있도록 하였다는데 있다. 그리고 자료의 보급을 위해 인터넷을 통해 자료를 소개하였다.

개발된 자료에 대해서는 교사들로부터 긍정적인 반응을 얻을 수 있었다. 즉, 교사들은 개발된 활동들이 과학 창의성 자료로서 적절할 뿐 아니라, 사용하고 싶다는 응답도 높게 나타났다. 그리고 실제 장점에 대해서도 자료의 구성과 활용성이 가장 큰 장점이라고 응답한 것으로 나타났다.

이에 다양한 활용을 위한 방안을 다음과 같이 제안

해 본다. 첫째, 본 연구에서 개발된 활동들은 그대로 사용하여 일련의 기간 동안 집중적으로 과학 창의성을 계발하기 위한 과정에 활용할 수 있다. 즉, 과학반과 같은 특별반이나 영재교육원에서 5개 범주를 각각의 과정 또는 코스(course) 프로그램으로 활용할 수 있다.

둘째, 앞서 강조한 바와 같이 개발된 활동자료를 소재나 개념, 또는 주어진 상황을 변형함으로써 학생의 수준과 흥미에 맞추거나, 영역에 맞추어 사용할 수 있다.

셋째, 현행 교육과정과 접목하여 활용할 수 있다. Park (2012)은 일반 과학교육과정에 따라 일반학교에서 일반학생을 대상으로 하는 일반과학수업에서 창의성 활동을 하기 위한 방안을 제안한 바 있다. 기본적인 방법은 기존의 과학학습내용이나 실험내용에 작은 창의성 활동(15분 내외)을 접목하는 것이었다. 이를 위해서는 교과서 내용 속에 본 연구에서 개발한 창의자료의 일부를 추가하면 된다. 이때 가정한 것은 창의성이 지적 능력이라기보다는 사고하는 방식과 습관이라는 것이었다. 즉, 비록 짧은 시간에 수행되는 작은 창의성 활동이지만, 오랜 기간에 걸쳐(초등학교 저학년부터 고등학교까지) 반복적이고 일상적으로 수행되면 창의성이 길러질 수 있다는 것이다. 이러한 측면에서 Park (2012)은 IS<sup>3</sup>CA(Iterative Small Scale Scientific Creativity Activity) 모델을 제안하였고, 그 모델에 의하면, 학년에 따라 어떤 유형의 창의성 활동이 적절한지, 어느 정도의 창의성 요소가 포함되면 되는지에 대한 안내가 제시되어 있다.

넷째, 개발된 자료들은 가정에서도 활용될 수 있다. 지경준과 박종원 (2012)은 위에서 가정한 것과 같이 과학적 창의성을 일반적 사고유형의 하나로 보고, 가족활동으로도 가능한 과학 창의성 활동(FAISC: Family Activity for Improving Scientific Creativity)을 개발하여 적용하였다. 이를 위해서는 본 연구에서 개발된 자료를 바탕으로 가족들이 쉽게 활동하고 활동결과를 되먹임할 수 있도록 안내해 주는 안내 자료가 추가되면 된다. 지경준과 박종원 (2012)에 의하면, 한 가족 당 6개의 과제를 초등학교 12개 가족에게 6주간 적용한 결과, 가족으로부터 과학 창의성 계발이나 가족 간의 화합 등, 여러 가지 측면에서 긍정적인 반응을 얻을 수 있었다.

다섯째, 과제 수행형 활동으로 활용할 수 있다. 이경학과 박종원 (2012)은 창의성 평가를 위해 과제 수행형 과학 창의성 활동을 개발하였다. 이렇게 개발된 과제는 오랜 시간에 걸쳐 수행할 수 있도록 한 점에서 세번째의 경우와 차이가 있다. 그리고 과제 수행을 위해서는 '설계하기', '개발/제작하기', '해결하기' 등의 내용이 적절함을 알 수 있다. 따라서 본 연구의 유형 V를 이용하면 수행평가 과제로 활용하거나 창의 캠프, 또는 영재기관이나 과학고 등에서 선발을 위한 수행과제로 활용할 수 있다.

여섯째, 창의력 평가를 위해 사용할 수 있다. 이때

평가를 위한 평가기준과 점수부여 방식만 결정하면 되는데, 이를 위해서는 과학 창의성 요소에 대한 조작적 정의를 활용하면 된다(박종원, 2011). 실제로 지경준과 박종원 (2012)은 가족 창의성 활동에서 평가기준과 점수부여 방식을 정하여 평가하였는데, 평가기준과 평가방법이 객관적으로 쉽게 이해될 수 있어서 가족들이 직접 평가한 결과와 전문가가 평가한 결과 사이의 상관계수가 0.90~0.98 ( $p < .01$ )로 매우 높게 나온 것으로 나타났다. 또 이경학과 박종원 (2012)도 과제수행형 활동을 평가도구(TATSC: Task-based Assessment Tools for Scientific Creativity)로 사용하여 채점한 결과, 4개 평가도구에 대한 3인의 채점자간 일치도가 평균 0.90으로 매우 높게 나타난 바 있다. 또한 교사 연수를 통해 평가도구와 평가방법을 보급하면서 현장 적용 가능성을 탐색한 연구에서 교사로부터 매우 긍정적인 반응도 얻을 수 있었다(이경학과 박종원, 2012).

이상으로 본 연구에서 개발한 자료의 다양한 활용 방안은 제안해 보았다. 그러나 실제 활용을 위해서는 자료의 실질적인 보급과 함께 보다 구체적인 안내 및 지원도 필요할 것이다. 또한 한 번 개발된 자료가 완벽할 수는 없으므로 실제 적용을 통해 수정 보완하면서 발전해 나가야 할 것이다. 이러한 점에서 앞으로 본 연구가 연계되어 계속 진행되기를 기대해 본다.

## 국문 요약

본 연구는 과학 창의성 지도를 위한 자료를 개발하고 특징을 구체적으로 소개하는 데 있다. 이를 위해 5개 영역에서 80여개의 자료를 개발하였다. 개발된 자료의 특징으로는, 다양한 영역을 포괄하였고, 활동마다 창의성 요소가 명시되어 있으며, 창의적 활동을 위해 사고하는 방법과 활동결과 예시를 제시한 데 있다. 또 개발된 자료는 목적과 상황에 따라 변형할 수 있도록 하였다. 또한 창의적인 활동을 위한 사고방법을 유형별로 구분하여 정리함으로써 다른 창의성 활동에서도 활용할 수 있도록 하였다. 개발된 자료에 대해 교사들이 살펴본 후, 교사들은 창의성 자료로 적절하며, 앞으로 과학 창의성 지도에 활용하고자 하였으며, 장점과 단점, 그리고 보다 효과적으로 활용되기 위한 제언들을 제시하였다. 마지막으로 개발된 자료의 다양한 활용방안을 제안하였다.

주요어: 과학 창의성, 창의성 지도, 과학 창의 요소, 지도 자료 개발

## 참고 문헌

강호감, 노석구, 이희순, 홍석인, 최선영, 원용준, 하정원, 김지선 (2001). 창의력 계발을 위한 자연과 교수학습 자료 개발 -2. 개발과 적용-. 한국과학교육학회지, 21(1), 89-101.

김형석, 정용재, 광성일, 하은성, 이선양, 이현정 (2004). 과학창의력 신장을 위한 '일상생활 소재 다중활동' 중심의 6~7학년 '재량활동' 프로그램 개발과 효과 탐색. 한국초등과학교육학회지, 23(4), 344-356.

박인숙, 강순희 (2011). 과학 창의적 문제 해결 능력에 대한 현장 교사들의 인식. 한국과학교육학회지, 31(2), 314-327.

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.

박종원 (2011). 과학적 창의성의 이해와 지도. 새물리, 61(10), 947-961.

박종원, 김본경, 최재혁, 지경준 (2010). 과학적 창의성 지도를 위한 워크숍 방식의 심화 연수 프로그램의 개발과 적용. 한국과학교육학회지, 30(8), 1017-1030.

박종원, 지경준 (2010). 과학 영재아의 창의적 과제 수행과정에서의 특성 분석, 한국과학교육학회지, 30(6), 770-784.

박종원, 박종석, 이강길 (2008). 과학적 창의성 활동 자료 개발. KRF-2007-721-B00034. 학술진흥재단 연구 보고서.

이경학, 박종원 (2012). 교사연수를 통한 과제 수행형 과학적 창의성 평가도구(TATSC) 현장 활용 가능성 탐색. 교사교육연구, 51(1), 1-15.

임성만, 양일호, 임재근 (2009). 영역 특수적인 입장에서의 과학적 창의성에 대한 정의, 구성요인에 대한 탐색, 과학교육연구지, 33(1), 31-43.

정현철, 한기순, 김병노, 최승언 (2002). 과학 창의성 계발을 위한 프로그램 개발 -이론과 예시를 중심으로- 한국지구과학회지, 23(4), 334-348.

지경준, 박종원 (2012). 과학적 창의성 향상을 위한 가

족활동(FAISC) 프로그램의 개발과 적용, 한국과학교육학회 총회 및 제61차 동계학술대회, 서울.

최선영, 김지인 (2011). 초등과학에서 창의적 문제 해결 수업 적용에 따른 학습자 유형에 대한 효과. 초등과학교육, 30(4), 615-623.

황요한, 박종석 (2010). 과학영재의 창의성 신장을 위한 CNP 모형의 개발과 적용. 영재교육연구, 20(3), 847-866.

Baer, J. (1991). Generality of creativity across performance domains. *Creativity Research Journal*, 4, 23-39.

Banks, F., Mayes, A.S., Oakes, M., & Sutton, D. (2001). Teaching early professional development: The context. In *Early Professional Development for Teacher*, In F. Banks and A.S. Mayes (Eds.), (pp. 1-11), London: David Fulton Publishers and The Open University.

Cheng, M.M.H., Cheng, A.Y.N., & Tang, S.Y.F. (2010). Closing the gap between the theory and practice of teaching: implications for teacher education programmes in Hong Kong. *Journal of Education for Teaching*, 36(1), 91-104.

Conti, R., Coon, H., & Amabile, T.M. (1996). Evidence to support the componential model of creativity: Secondary analyses of three studies. *Creativity Research Journal*, 9, 358-389.

Cropley, A.J. (2003). *Creativity in Education & Learning: A Guide for Teachers and Educators*. London: Kogan Page Limited.

Driel, J.H., & Beijaard, D., & Verloop, N. (2001). Professional Development and Reform in Science Education: The Role of Teachers' Practical Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 137-158.

Eberle, B. (2008). *Scamper: Creative Games and Activities for Imagination Development*. Waco, TX: Prifrock Press, Inc.

Ebert, C., & Ebert II, E.S. (1998). *The Inventive Mind in Science: Creative Thinking Activities*. Englewood, CO: Teacher Ideas Press.

Fogler, H.S., LeBlanc, S.E. (2008). *Strategies for Creative Problem Solving* (2nd ed.). NY: Pearson Education, Inc.

Higgins, J.M. (2006). *101 Creative Problem Solving Techniques: The handbook of new Ideas for Business*. FL: New Management Publishing Company, Inc.

Hoban, G.F. (2005). *The missing links in teacher education design: Developing a multi-linked conceptual framework*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.

Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.

Kampylis, P.G., & Valtanen, J. (2010). Redefining

creativity-Analyzing definitions, collocations, and consequences. *Journal of Creative Behavior*, 44(3), 191-214.

Mansfield, R. S., & Busse, T. V. (1981). *The psychology of creativity and discovery: scientists and their work*. Chicago: Nelson-Hall Inc.

Mansfield, R.S., Busse, T.V., & Krepelka, E.J. (1978). The effectiveness of creativity training. *Review of Educational Research*, 48, 517-536.

Mohamed, A. (2006). Investigating the scientific creativity of fifth-grade students. Unpublished doctoral dissertation, The University of Arizona.

Newton, D.P. and Newton, L.D. (2009). "Some student teachers' conceptions of creativity in school science." *Research in science technological education*, 27(1), 45-60.

Noller, R.B., Parnes, S.J., Biondi, A.M. (1976). *Creative Actionbook: Revised Edition of Creative Behavior Workbook*. NY: Charles Scribner's Sons.

Park, Jongwon. (2012). Developing the format and samples of teaching materials for scientific creativity in the ordinary science curriculum -Including teachers' practice and reflection-. *Journal of Korean Association for Science Education*, 32(3), 446-466.

Plucker, J. A. (2004). Generalization of creativity across domains: Examination of the method effect hypothesis. *Journal of Creative Behavior*, 38, 1-12.

Plucker, J.A., Beghetto, R.A., & Dow, G.T. (2004). Why isn't creativity more important to educational psychologists? Potentials, pitfalls, and future directions in creativity research. *Educational Psychologist*, 39(2), 83-96.

Radford, D.L. (1998). Transferring theory into practice: A model for professional development for science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(1), 73-88.

Renzulli, J.S (2000). *New Directions in Creativity: Mark 2*. CT: Creative Learning Press, Inc.

Richardson, V., & Placier, P. (2001). Teacher change. In V. Richardson (Ed.), *Handbook of research on teaching* (4th ed., pp. 905-947), Washington, D.C.: American Educational Research Association.

Scott, G., Leritz, L.E., & Mumford, M.D. (2004). The effectiveness of creativity training: A quantitative review. *Creativity Research Journal*, 16, 361-388.

Treffinger, D.J. (2000). *Practice Problems for Creative Problem Solving* (3rd Ed.). Waco, TX: Prufrock Press, Inc.

Treffinger, D. J., Isaksen, S. G. & Dorval, K. B. (1994). *Creative problem solving: An introduction*. Sarasota, FL: Center for Creative Learning.

Treffinger, D.J., Isaksen, S.G., & Dorval, K.B. (2006). *Creative Problem Solving(CPS): An Introduction* (4th ed.). Waco, TX: Prufrock Press, Inc.

Treffinger, D.J., Sortore, M.R., & Cross, J.A. (1993). Programs and strategies for nurturing creativity. In K.A. Heller, F.J. Monks & A.H. Passow (Eds.), *International Handbook for Research on Giftedness and talent* (pp. 555-567). Oxford: Pergamon.

Wallace, J., & Louden, W. (1992). Science teaching and teachers' knowledge: Prospects for reform of elementary classrooms. *Science Education*, 76, 507-521.

Wang, C.W., & Horng, R.Y. (2002) The effects of creative problem solving training on creativity, cognitive type and R&D performance. *R&D Management*, 32, 35-45.

Weisberg, R.W. (2006). *Creativity: Understanding Innovation in Problem Solving, Science, Invention, and the Arts*. NJ: John Wiley & Sons.

Zeichner, K. (2010). Rethinking the connections between campus courses and field experiences in college- and university-based teacher education. *Journal of Teacher Education*, 61(1-2), 89-99.

### [부록 1] 과학 창의성 활동 예

	<p><b>활동유형: 창의적으로 과학적 관찰하기</b></p> <p><b>활동 예:</b> 과학 탐구는 관찰에서 시작한다고 해도 과언이 아니다. 정확한 관찰뿐 아니라 남들이 찾지 못한, 또는 간과한 관찰을 찾아보자.</p> <p>투명 컵에 물과 막대가 들어있다. 이것을 관찰하여 관찰결과를 적어보아라. 관찰 결과는 번호를 매기면서 차례대로 쓰고, 필요하면 그림으로 나타내도 좋다.</p> <p>이때 가능하면 많은 관찰을 하고(유창성), 다양한 관찰을 하도록 하여라(융통성). 그리고 남들이 미처 관찰하지 못한 것을 찾으면 더욱 좋다(독창성).</p>	
	<p><b>창의성 요소:</b> 유창성, 융통성, 독창성</p>	
<p>III-4</p>	<p><b>창의적 활동을 위한 사고방법과 활동 결과 예:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 한 가지 관찰방법을 확장해 보아라. → 예: 처음에 위에서 관찰했다면 옆이나 아래에서 관찰하여 관찰하는 각도를 바꿀 수 있다. 막대를 세울 때에도 처음에 비스듬히 세웠다면, 수직으로 세울 수도 있고, 수직으로 세울 때에도, 가운데 세우거나 가장자리 부근에서 세울 수도 있을 것이다.</li> <li>• 가능하다면 주어진 조건이나 상황을 바꾸어 보아라. → 예: 막대가 물 속에 있는 상황이지만, 막대를 꺼내어 밖에 놓고 물 컵을 통해 막대를 관찰할 수도 있을 것이다. 이때에도 물 컵과 막대 사이의 거리를 바꿀 수도 있고, 막대를 움직이면서 관찰할 수도 있을 것이다. 또는 막대를 유리막대로 바꾸거나, 물 대신 투명오일로 바꾸는 등의 변화도 가능하다면 새로운 관찰을 찾을 수 있을 것이다.</li> <li>• 보는 관점과 대상들을 변화시켜 보아라. → 예: 막대가 주요 관찰대상이지만 막대만 관찰할 필요는 없다. 물표면을 관찰하는 등 관찰 대상을 바꾸어도 좋다.</li> </ul>	