



과학 창의성 향상을 위한 가족활동(FAISC) 프로그램의 적용 효과

지경준¹, 박종원^{2*}¹광주시산초등학교, ²전남대학교

An Application Effect of Family Activity for Improving Scientific Creativity (FAISC)

Kyoungjun Jee¹, Jongwon Park^{2*}¹Gwangju Jisan Elementary School, ²Chonnam National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 17 January 2014

Received in revised form

10 March 2014

31 March 2014

Accepted 3 April 2014

Key words:

scientific creativity,
family activity,
test of scientific creativity,
elementary science education

ABSTRACT

In the previous study (Jee & Park, 2013), family activities, which can be utilized to improve scientific creativity at home have been developed and used. In that study, 12 families fell into two groups, received 6 programs for scientific creativity respectively, and conducted the program for six weeks. As consequences, various positive responses from participants have been received. This survey has been conducted to test whether scientific creativity could be improved quantitatively through family activity at home, and to examine parents' recognition of the feasibility of teaching creativity as well. To answer this, a scientific creativity test consisting of three items in the pre- and post-test respectively have been developed and carried out. The test includes various elements of scientific creativity defined by Park (2011). For obtaining parents' responses, a questionnaire has been developed and applied. The results reveal that parents have changed their thought to 'everyone can conduct scientific creativity activity at home if effective programs are provided and they learn the basic skills to do it.' And, through the scientific creativity test, the experimental group has indicated an improvement in scientific creativity with statistical significance and a large effect size. Therefore, we suggest that family activity for scientific creativity can be applied to family activity in various situations such as camp, leisure or science museum.

1. 서론

Jee & Park(2013)은 초등학생 가정에서 가족활동으로 과학 창의성을 계발시키기 위한 활동(FAISC: Family Activity for Improving Scientific Creativity)을 개발하였다. 그리고 12가족을 두 그룹으로 나누어 각각 6개의 과학 창의성 프로그램을 제공하고, 일주일에 하나의 활동씩 총 6주간 실시하도록 하였다. 그 결과, 가족들은 과학 창의성 활동을 가정에서 수행할 때, 과제가 흥미로웠고 난이도는 약간 어려웠지만 프로그램에 제시된 활동 안내가 과제 해결에 도움을 주었다는 긍정적인 응답을 얻을 수 있었다. 과제 수행 중 녹화된 자료의 분석을 통해서도 다양한 행동 특성들을 알 수 있었고, 창의성 활동 결과에 대한 채점결과도 전문가의 결과와 다르지 않음을 알 수 있었다. 그리고 참여자들은 자신의 창의성이 향상되었다고 인식한 것으로 나타났다.

본 연구는 앞선 연구에 이어, 과학 창의성 활동을 가정에서 수행할 때 학부모에게 어떠한 인식의 변화가 있는지를 구체적으로 알아보고, 실제로 과학 창의성도 정량적인 평가를 통해 향상되었는지를 알아보기 위한 연구이다.

창의성은 지도를 통해 길러진다는 보고는 그 동안 많이 있어왔다. 예를 들면, Torrance(1972)는 창의성이 교육과 훈련을 통해 발전될 수 있는 것으로 보았고, Fryer & Collings(1991)의 연구에서도 교사들은 창의성이 계발될 수 있는 것으로 보았다. Ma(2006)는 'The ProQuest Education Journal', 'ProQuest Dissertation Consortium',

'ERIC', 'EBSCOhost Databases', 'The Creativity Research Journal', 'The Journal of Creativity Behavior'에서 창의성 훈련에 대한 11개의 프로그램을 조사한 결과, 그러한 프로그램들이 창의성 향상에 효과적 인 것으로 나타났다고 보고하였다.

그러나 본 연구에서 관심을 가지는 것은 창의성 지도가 전문적인 기능을 가진 교육자에 의해 전문교육기관에서만 가능한지, 가정에서도 가족형 활동을 통해서도 가능한지를 보고자 하는 것이다. 이는 창의성을 영재교육 분야에서만 강조하기 보다는 일반 과학교육 속에서도 강조하고 있기 때문이다. 예를 들면, AAAS(1990, p. 204)의 모든 이를 위한 과학교육에서도 과학교실에서 창의성과 고안이 격려되어야 한다고 강조하고 있다. 이에 Park(2012)은 일반 과학교육과정 속에서 과학 창의성 지도를 위한 모형을 제시한 바 있다. 그 모형에 의하면, 3~4학년에서는 연습중심으로 1~2개의 창의성 요소가 포함되고 과학적인 상황에서 창의적 사고안내가 주어진 활동을 제안하였고, 5~6학년에서는 창의적인 사고과정 중심으로 2~3개의 창의성 요소가 포함되고 과학지식을 사용하는 수준의 활동을 제안하였다. 그리고 7~12학년에서는 창의적인 활동결과로 산출물을 낼 수 있고, 창의성 요소가 3개 정도 포함되며 과학지식을 활용하는 활동을 제안하였다. 그리고 이러한 활동들을 10~15분 정도의 짧은 시간이면 쉽게 일반과학교육과정 속에서도 지도할 수 있다고 보고, 이러한 작은 활동들이 초등과정부터 중등과정까지 반복적으로 진행되는 S3CA 모델(Model of Small Scale Scientific Creative Activity)을 제안하였다. 즉, 작은 활동이지만 오랜

* 교신저자 : 박종원 (jwpark94@jnu.ac.kr)

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2014.34.3.0213>

기간에 걸쳐 반복적으로 수행되면 창의적 사고가 일상화되고 습관화 될 수 있다고 보았다. 실제로 그렇게 짧은 시간동안 창의성 활동이 가능한지에 대해서는 Kang & Park(2013)의 연구가 있는데 그 연구에 의하면, 유창성만 포함된 과제의 경우에는 일반학생들의 아이디어 수가 10분이면 70%, 15분이면 90% 정도가 제안되는 것을 볼 수 있었다.

본 연구는 일반 학교에서의 과학 창의성 지도에서 나아가 가정에서도 과학 창의성 지도가 가능한지를 보고자 하였다. 이를 위해 먼저 학부모가 과학 창의성을 지도할 수 있다고 생각하는지에 대한 인식조사 가 필요하다. 즉 학부모들도 적절한 프로그램이 주어지고, 지도방법에 대한 안내만 주어지면 가정에서도 과학 창의성을 지도할 수 있다고 생각하는지를 조사하고자 하였다.

물론, 이러한 인식만으로 과학 창의성 지도가 효과적으로 된다는 보장은 없다. 따라서 실제 학생들의 과학 창의성 향상 정도에 대한 정량적 분석도 필요할 것이다. 특별히 과학 창의성 분야에서는 연구가 충분하지 않지만, 과학적 창의성 평가 연구를 살펴보면, 먼저 Hu & Adey(2002)가 과학적 창의성 검사지 7개(비일상적 사용, 문제발견, 결과물 개선, 창의적 상상, 문제해결, 과학실험, 결과물 설계)를 만들어 중학생들의 과학적 창의성을 검사한 연구를 들 수 있다. 그들의 평가방식은 이후에 다른 연구들에서 사용되었는데, 예를 들면, Lin *et al.*(2003)은 인지가속 프로그램(CASE by Adey *et al.*, 1989)을 적용한 7~11세 아동들에게 창의성이 증가하는지 알아보기 위해 같은 검사도구를 적용하여, 7개 문항 중 5개 문항에서 창의성 점수가 증가한 것을 관찰하였다. 또 Hu *et al.*(2004)은 영국과 중국 학생을 대상으로 동일한 도구를 적용하여 과학 창의성이 11세에서 13세 때에, 그리고 14세에서 16세 때 급격히 증가하여 나이에 따른 창의성 발달의 특성을 관찰하였다. 또 영국의 경우에는 여학생이, 중국의 경우에는 남학생이 과학 창의성 점수가 높아 지역에 따른 성별의 차이가 있음을 관찰하였다. Aktamis & Ergin(2008)도 동일한 도구를 사용하여 과학 탐구기능 지도가 과학 창의성 향상에 영향을 준다는 것을 관찰하였다.

이 외에 Hu *et al.*(2013)은 초중등 학생의 사고능력 향상 프로그램(LTT: Learning to Think)을 적용한 집단에게 Lin(2009)이 개발한 다음의 5개 도구를 적용하여, 중등학생의 과학 창의성이 향상되었음을 관찰하였다.

- 과학적 문제발견 : 만일 우주공간으로 나아가 다른 행성에 간다면, 연구하고 싶은 과학적 문제가 무엇인가?
- 창의적 과학 산출물 설계 : 사과를 벗기는 기계를 설계하라.
- 창의적 과학 산출물 개선 : 다음 장난감 강아지에 대해서 가능한 개선을 해 보아라.
- 창의적 과학 문제 해결 : 사각형을 같은 4개 조각으로 나눌 수 있는 가능한 방법은?
- 창의적 과학 상상력 : 같은 길이의 30개 평행선을 이용해 과학적 사물이나 현상을 나타내는 그림을 그려보아라.

특정한 과학적 탐구상황이나 탐구활동에 한정하여 과학 창의성을 평가한 연구로는 Frederiksen *et al.*(1973)의 연구가 있다. 그들은 과학적 가설을 제안하도록 하고, 가설의 수, 수용가능한 가설의 수, 가설의 질(quality), 가설에 포함된 평균 단어수 등을 이용하여 창의성 정도를 평가한 바 있다. 이후에 다시 Ward *et al.*(1980)은 과학자의 주요 탐구

상황 4가지(가설 설정, 연구계획서 평가, 방법론적 문제 해결, 심리적 구인 측정방법)으로 확장하여 창의성을 평가하였다.

Hu *et al.*(2010)은 과학적 문제 발견에 한정하여 과학적 창의성을 유창성, 융통성과 독창성으로 보고 나이에 따라 어떻게 발달하는지를 평가하였다. 그들은 8학년에서 창의성이 가장 높게 나타났고, 문제의 지시문이 닫혀진 경우(특정 상황이 주어진 경우)보다 열려진 경우(일상적 경험이나 관찰을 활용)에 더 높게 나타나는 것을 관찰하였다.

Newton(2010)은 어린이들의 과학적 설명에 한정하여 설명이 창의적인지를 평가하기 위해 직관에 기초한 전일적 평가(holistic)와 3가지 요소(독창성, 그럴듯함, 수준(quality))별 분석적 평가를 실시하여 교사들의 평가가 서로 얼마나 일치하는지를 본 결과, 전일적 평가보다는 분석적 평가가 상대적으로 더 일치하는 것을 관찰하였다.

Diakidoy & Constantinou(2000~2001)는 하나 이상의 답이 가능한 3가지 물리 과제(설명, 예상, 적용)를 대학생에게 제시하고 유창성(반응수와 타당한 반응수)과 독창성을 평가한 결과, 과학지식과의 상관은 높지 않지만, 과제에 따라 창의성 결과가 다르다는 것을 관찰하였다.

이상의 문헌조사를 통해 살펴본 결과, 과학 창의성을 평가하기 위한 평가요소(독창성, 유창성 등)가 상대적으로 충분하지 않음을 알 수 있었다. 즉 Park(2011)에 의하면, 과학 창의성을 구성하는 요소로 11개(유창성, 융통성, 비판습성, 통합성, 정합성, 단순성, 유사성 추론, 비유사성 추론, 독창성, 정교성, 가치)를 제안하고 각각을 조작적으로 정의한 바 있는데, 이러한 다양한 요소를 포함시키기 위한 노력이 필요함을 알 수 있었다.

이와 관련하여 Lee & Park(2012)은 Park(2011)의 다양한 과학 창의성 요소가 포함된 과제 수행형 과학적 창의성 평가도구(TATSC: Task-based Assessment Tools for Scientific Creativity)를 개발하여 교사 연수에 적용하였다. 적용결과, 연수를 통해 교사들도 과학 창의성을 객관적이고 일관성 있게 할 수 있는 것으로 나타났다. Jee *et al.*(2010)도 현장교사들에게 다양한 과학 창의요소가 포함된 과학적 창의성 평가 유형 10개(창의적으로 과학적 관찰하기, 만일 ~이라면 게임하기 등)를 제공한 후 소재만 바꾸어 교사들이 스스로 개발하도록 한 연구가 있었다. 그러나 이 연구들에서도 실제로 학생들의 과학 창의성 향상 정도를 정량적으로 분석하지는 않았다. 이에 본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

- FAISC에 참여한 학부모들을 대상으로 과학 창의성 지도에 대한 인식을 조사한다.
- FAISC에 참여한 학생들의 과학적 창의성이 향상되었는지 정량적으로 조사한다.

II. 연구 방법

1. 과학 창의성 지도에 대한 학부모의 인식조사

과학 창의성 지도에 대한 인식으로 본 연구에서는, 학부모들이 적절한 프로그램과 안내가 주어지면 가정에서도 과학 창의성을 지도할 수 있다고 생각하는지를 조사하였다. 조사는 설문지를 이용하였고, 설문지 참여자는 12가족으로 총 20명의 학부모였다. 응답은 각 문항에서 응답을 선택한 후, 선택 이유를 적게 하였다. 설문지는 FAISC 적용

Table 1. Contents of questionnaire

문항	질문 내용	선택 응답 내용
1	학부모님께서 과학 창의성 활동 수행을 위해 어느 정도 특별한 전문성이 필요하다고 생각하십니까?	① 특별한 전문성을 가진 사람만이 수행 가능 ② 기본적인 방법만 습득하면 누구나 수행 가능
2	학부모님께서 가정에서도 효과적인 프로그램만 있다면 과학 창의성 활동을 수행할 수 있다고 생각하십니까?	① 수행할 수 있다. ② 수행할 수 없다.

Table 2. Contents of scientific creativity test

검사지	내용		과학 창의요소	
	사전 문항	사후 문항	유창성	정합성
1. 창의적으로 과학적 탐구문제 제안하기	유리잔에 물을 넣고 손가락을 문지르는 현상에서 탐구문제 제안하기	수성사인펜의 색소 분리 현상을 보고 탐구문제 제안하기	유창성 연관성 정교성	정합성 통합성 독창성
2. 과학개념 창의적으로 연결하기	‘자석’과 ‘용수철’을 창의적으로 연결하기	‘온도계’와 ‘돋보기’를 창의적으로 연결하기	유창성 정합성 정교성	융통성 연관성 독창성
3. 루브 골드버그 장치 설계하기	‘에너지 변환 장치’ 설계도 그리기	‘실내를 환기시키는 장치’ 설계도 그리기	유창성 정합성 비관습성	융통성 통합성 정교성

Table 3. Topics of gifted program learned by control group students during the application of the FAISC to experimental group

기간	5학년	6학년
1주	태양의 움직임 관찰하여 나타내기	태양 위치 추적 장치
2주	달, 달 무슨 달	태양의 고도와 태양 에너지(1)
3주	지구에서 달까지	태양의 고도와 태양 에너지(2)
4주	풍선로켓을 통한 비행기 원리 이해하기	적위와 태양의 남중고도 관계식
5주	전기와 자기장을 만난 소금물	사막에서 살아남기(1)
6주	자기장 속에서 전류가 받는 힘	사막에서 살아남기(2)

전과 적용 후에 반복해서 사용하여, 응답의 변화를 분석하였다. 설문지의 내용은 Table 1과 같다.

2. 과학적 창의성 검사지

과학적 창의성 검사지는 Park(2011)이 개발한 과학적 창의성 활동지를 수정 보완하여 적용하였다. 본 검사지를 선택한 이유는 일반 창의성 검사를 위한 검사 도구가 아닌, 과학적 창의성 검사지로 적절하다고 판단하였기 때문이다.

과학적 창의성 검사지는 3개의 문항으로 구성되어 있고, 각 문항에는 6개의 과학 창의요소가 포함되어 있다(Table 2). 검사는 FAISC 적용 전과 적용 후에 실시되었는데, 사후 검사에서는 사전 검사에서 응답한 경험의 영향을 배제하기 위해, 동일한 창의요소가 포함되고 동일한 창의활동 유형이지만, 구체적인 소재는 변형하여 사용하였다(Table 2). 검사에 사용된 시간은 과제당 30분으로 제한하였다.

3. 대상 학생

과학적 창의성 검사에 참여한 학생은 FASIC 프로그램에 참여한 초등 5~6학년 영재학생 12명(평균 나이=11살)과 연구에 참여하지 않은 초등 5~6학년 영재학생 26명(평균 나이=11살)이었다.

본 연구에 참여하지 않은 학생들은 영재교육원 학생으로, FAISC 프로그램에 참여하지 않은 대신에 6주 동안 영재교육 프로그램을 받았

다. 수행한 활동의 간단한 내용은 Table 3과 같다.

사전-사후 검사의 결과는 FAISC 수행이 과학적 창의성 향상에 효과가 있었는지를 검증하기 위한 자료이다. 따라서 실험집단과 통제집단의 점수를 비교해 보았다. 분석 방법은 두 집단의 사전능력 수준의 영향을 배제하기 위해, SPSS 18.0 통계 패키지를 이용하여 공분산분석을 시행하였다.

4. 과학적 창의성 채점 기준표

과학적 창의성 검사지의 채점 기준표는 과학교육 전문가 3인, 석박사 과정생 3인이 참여한 8회의 세미나를 통해 수정 보완되어 개발되었다. 과학 창의요소별 채점 기준표는 Park(2011)의 과학 창의성 요소에 대한 조작적 정의를 활용하였다. 예를 들면, 독창성은 남들이 제안한 아이디어와 비교하여 100명 중 5명밖에 제안하지 못한 아이디어를 독창적인 아이디어로 판단할 수 있다(Runco & Dow, 2004). 여기에서는 선발과정이 아니고 학생을 격려하기 위한 측면도 있으므로, 기준을 10%로 정하여 사용하였다(Table 4). 예를 들어, 검사 문항 1 (과학 탐구문제 제안하기)에서 특정 탐구문제를 제안한 학생이 40명 중 3명이 있었다면, 이 탐구문제는 10% 범위 안(3/40*100=7.5%)에 해당하므로 독창성 점수를 부여하였다. 검사도구의 각 문항별 채점기준은 Table 4~Table 6과 같다.

Table 4. Scoring standards for the Test 1 (Suggesting scientific inquiry problem creatively)

과학 창의요소	채점 기준
유창성	• 타당하게 제안한 탐구문제마다(유창성) 1점씩 추가한다.
정교성	• 만일 제안한 탐구문제가 불분명하거나 애매모호한 경우에는 정교성이 부족한 경우이므로 점수를 주지 않는다(정교성).
정교성	• 특별히 그림이나 설계도 등을 제시하거나, 매우 자세하고 구체적으로 탐구질문을 제안했다면 추가로 1점씩 부여한다.
정합성	• 이유가 논리적이거나 적절한 과학지식이 포함되어 있으면 1점씩 추가한다.
통합성	• 탐구문제에 포함된 변인의 수가 3개면 1점, 4개 이상이면 2점씩 추가한다.
연관성	• 실험하고자 하는 변인간의 관계(연관성)가 남들이 미처 생각하지 못한 경우(독창성)에 1점씩 부여한다. 즉 100명 중 10명 (10%)
독창성	이내의 학생만이 연결을 지은 경우라면 1점을 추가한다.

Table 5. Scoring standards for the Test 2 (Linking scientific concepts creatively)

과학 창의요소	채점 기준
연관성	• 변인들의 관계를 근거있게(정합성) 연관시킨(연관성) 아이디어마다(유창성) 1점씩 추가한다. • 과학적인 근거가 잘못된 경우(정합성)에는 점수를 부여하지 않는다.
유창성	
정합성	
독창성	• 과학지식이 포함된(정합성) 아이디어 중, 10% 범위 안에 드는 아이디어인 경우(독창성)에 1점씩 추가한다.
정합성	
융통성	• 아이디어의 종류를 나누어 보고 종류마다 1점씩 추가한다. (예 : 같은 점끼리 연결시킨 경우, 반대로 연결시킨 경우, 둘을 조합해서 연결한 경우 등)
정교성	• 특별히 아이디어를 설계도나 그림과 함께 매우 구체적이고 자세하게 제시한 경우에는 1점씩 추가한다.

Table 6. Scoring standards for the Test 3 (Designing Rube Goldberg machine creatively)

과학 창의요소	채점 기준
정합성	• 포함된 에너지 전환이 과학적으로 타당할 때(정합성) 에너지 전환의 종류마다(융통성) 1점씩 추가한다. (예 : ‘운동에너지→열에너지’, ‘열에너지→운동에너지’인 경우에 각 1점씩 2점)
융통성	
정합성	• 포함된 과학개념 설명이 과학적으로 근거있을 때(정합성) 과학적 설명마다(유창성) 1점씩 추가한다.
유창성	
통합성	• 루브 골드버그 장치에 포함된 구성요소의 개수마다 1점씩 추가한다.
비관습성	• 비관습성은 반대로 생각하거나, 구조를 바꾸거나, 조건을 바꾸거나, 사물을 다른 용도로 사용한 경우마다 1점씩 추가한다. (예 : 실을 당겨 코크가 열리는 장치는 일반적으로 생각할 수 있지만, 벨의 진동을 실로 연결해 발가락을 간지럽게 하는 것은 벨의 비관습적 사용으로 볼 수 있다. 콜라가 터지면서 가위를 작동시키는 경우도 콜라의 일반적인 용도와 다른 용도로 볼 수 있으므로 1점을 줄 수 있다.)
	정교성

III. 결과

1. 과학 창의성 지도에 대한 학부모의 인식 결과

Table 7과 같이 학부모들의 사전 사후 응답 변화를 살펴보면, 창의성 활동 수행을 위해 전문성이 필요하다는 응답은 사전응답에 비해 사후 응답에서 30% 감소한 반면, 누구나 할 수 있다는 응답은 30% 증가한 것으로 나타났다. 이러한 변화는 10% 유의 수준 안에서 통계적으로 유의한 변화로 나타났다($\chi^2=3.64, p=0.057$). 그리고 가정에서 창의성 활동을 수행할 수 있다는 응답도 10% 증가한 반면, 수행할 수 없다는 응답은 10% 감소했지만, 통계적으로 유의한 변화는 아니었다($\chi^2=0.53, p=0.465$).

흥미로운 점은 사전 조사에서도 가정에서 과학 창의성을 수행할 수 있다는 응답이 70%였다는 점인데, 그 이유를 정리해 보면, Table 8과 같다. Table 8에 의하면, 가정에서 수행가능하기 위해서는 효과적인 프로그램과 학부모의 관심을 조건으로 제시하고 있는 것을 볼 수 있었다.

Table 9는 두 문항에 대한 응답을 묶어서 유형별로 분류하여 사전 사후 변화를 본 것이다. 예를 들면, 1-1은 1번 문항에서 1번을 선택하고 2번 문항에서도 1번을 선택한 경우를 나타낸다. 즉, ‘특별한 전문성을

가진 사람만이 수행 가능하나, 효과적인 프로그램만 있다면 가정에서도 수행할 수 있다.’고 생각하는 사람을 나타내며, 사전에 7(35%)명이었다가 사후에 2명(10%)으로 줄었음을 나타낸다.

Table 9에 의하면, 4가지 유형의 변화가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($\chi^2=24.82, p=0.000$). 가장 변화가 큰 경우가 ‘2-1’, 즉 ‘기본적인 방법만 습득하면 누구나 수행 가능하며, 따라서 효과적인 프로그램만 있다면 가정에서도 수행할 수 있다.’는 응답유형으로 사전에 35%에서 사후에 70%로 변화된 것을 볼 수 있었다.

따라서 전반적인 분석과 세부적인 분석을 통해 살펴본 결과, 본 연구에서 관심이 있었던 ‘유용한 프로그램과 안내만 주어지면 가정에서도 과학 창의성을 기를 수 있다’는 관점이 적절한 프로그램을 통해 창의성 지도를 해 본 학부모들에게는 가능하다는 것을 볼 수 있었다.

2. 과학적 창의성 검사 결과

과학적 창의성 사전 사후 검사지는 사전 평가 경험이 사후 평가에 미치는 효과를 줄이기 위해 문항에 포함된 창의요소는 같지만 소재가 다른 문항을 사용하였다. Table 10에 의하면, 먼저 사전에는 실험반과 통제반간에 창의성 점수에서 차이가 없었으나($t=-0.77, p>.05$), 사후에는 통계적인 차이가 있는 것으로 나타났다($t=3.81, p<.01$). 그 이유

Table 7. Responses to the questionnaire (N=20)

문항	선택	응답수(%)		증감(%)
		사전	사후	
1. 과학 창의성 활동 수행에 전문성이 필요한가?	① 특별한 전문성을 가진 사람만이 수행 가능	12(60.0)	6(30.0)	-6(30.0)
	② 기본적인 방법만 습득하면 누구나 수행 가능	8(40.0)	14(70.0)	+6(30.9)
2. 과학 창의성 활동을 가정에서 수행 가능한가?	① 수행할 수 있다.	14(70.0)	16(80.0)	+2(10.0)
	② 수행할 수 없다.	6(30.0)	4(20.0)	-2(10.0)

Table 8. The reasons for answering “Scientific creativity activities can be done at home” in the pre-test (N=14)

유형	응답 내용	응답수
가정에서 할 수 있는 효과적인 프로그램 제공	<ul style="list-style-type: none"> • 프로그램이 가정에서 할 수 있도록 구성되어 있을 때 가능 • 효과적인 프로그램만 있다면 가능 • 꾸준히 하는 데 도움을 주는 프로그램이면 가능 • 구체적인 설명이 제시된 프로그램이면 가능 등 	10
학부모의 관심	<ul style="list-style-type: none"> • 부모의 관심만 있다면 지도 가능 	4

Table 9. Combination of two responses to the questionnaire (N=20)

유형	내용	응답(%)	
		사전	사후
1-1	특별한 전문성을 가진 사람만이 수행 가능하나, 효과적인 프로그램만 있다면 가정에서도 수행할 수 있다.	7(35%)	2(10%)
1-2	특별한 전문성을 가진 사람만이 수행 가능하므로 효과적인 프로그램이 있어도 가정에서 수행하기 어렵다.	5(25%)	4(20%)
2-1	기본적인 방법만 습득하면 누구나 수행 가능하며, 따라서 효과적인 프로그램만 있다면 가정에서도 수행할 수 있다.	7(35%)	14(70%)
2-2	기본적인 방법만 습득하면 누구나 수행 가능하나, 학부모들은 기본적인 방법을 습득하지 못하였기 때문에 효과적인 프로그램이 있어도 가정에서 수행하기 어렵다.	1(5%)	0(0%)

Table 10. The results of scientific creativity test

		실험군(n=12)	통제군(n=26)	실험군 통제군간 비교	
				t 검증	p
사전	평균	21.50	24.12	-0.77	0.45
	표준편차	8.45	10.20		
사후	평균	30.58	20.27	3.81	0.001
	표준편차	7.96	7.68		
사후-사전 평균차		9.08	-3.85		
t 검증		-5.35	2.05		
p		0.00	0.51		

Table 11. ANCOVA results of scientific creativity test

분산원	제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률	부분 에타제곱
공분산(사전성취)	434.98	1.00	434.98	9.80	0.004	.219
FAISC 프로그램	1055.29	1.00	1055.29	23.78	0.000*	.405
오차	1553.20	35.00	44.38			
합계	24076.00	38.00				

* p<.01

는 실험반 학생의 창의성 점수가 사전에 비해 사후에 유의미하게 증가했기 때문이다($t=-5.35, p<0.01$). 이때 통제반 학생의 점수는 통계적인 차이를 보이지 않았다($t=-2.05, p>0.08$).

실험군과 통제군의 사전능력 차이 효과를 없애기 위해 사전검사 점수를 공변인으로 하여 공분산 분석을 실시한 결과는 Table 11과 같다. Table 11에 의하면, 사전성취의 유의확률이 0.004로써 유의수준 .05에서 사전능력이 사후점수에 유의한 영향을 미치고 있었다. 따라서 공분산분석을 적용하는 것이 타당함을 알 수 있다. 공분산 분석 결과, 과학적 창의성이 FAISC 참여를 통해 유의미하게 증가한 것으로 나타

났다($F=23.78, p<0.01$). 증가한 정도의 강도를 알아보기 위해, 공분산 분석에서의 효과 크기(effect size)를 나타내는 부분 에타 제곱(η^2)값을 구해 본 결과, 그 값이 0.405로 프로그램의 효과가 매우 크다는 것을 알 수 있다(η^2 값이 0.01이면 효과 크기가 작으며, 0.06이면 중간, 0.14 보다 크면 효과 크기가 큰 것으로 본다).

앞서 언급한 바와 같이, 사전 평가 경험이 사후 평가에 미치는 효과를 줄이기 위해, 사전 사후 검사에서 문항 유형은 같지만 소재가 다른 문항을 사용하였다. 그럼에도 불구하고, FAISC에 참여한 학생은 과학적 창의성 평가문항과 비슷한 유형의 활동을 하였으므로, 이 활동 경험

Table 12. Relationship between scientific creativity test and FAISC

검사 문항	그룹	
	A그룹(F1~F6 과제 수행)	B그룹(F7~F12 과제 수행)
1. 탐구문제 제안하기	FAISC에 포함된 유형	FAISC에 포함되지 않은 유형
2. 과학개념 창의적으로 연결하기	FAISC에 포함된 유형	FAISC에 포함된 유형
3. 루브 골드버그 장치 설계하기	FAISC에 포함되지 않은 유형	FAISC에 포함된 유형

Table 13. Group A's results (ANCOVA) of scientific creativity test

검사 문항	그룹	사전검사 평균 (표준편차)	사후검사 평균 (표준편차)	교정 평균 (표준편차)	교정 평균 차	F	p
1. 탐구문제 제안하기	F1~F6	5.83 (3.06)	9.33 (1.97)	9.55 (1.60)	2.32	2.004	0.168
	통제군	7.69 (4.17)	7.08 (4.13)	7.02 (0.76)			
2. 과학개념 창의적으로 연결하기	F1~F6	4.50 (1.87)	8.17 (3.60)	8.41 (0.81)	3.97	19.586	0.000**
	통제군	5.08 (2.48)	4.50 (1.94)	4.44 (0.39)			
3. 루브 골드버그 장치 설계하기 [†]	F1~F6	13.83 (6.97)	13.67 (5.35)	13.30 (1.89)	4.52	4.616	0.040*
	통제군	11.35 (6.62)	8.69 (4.53)	8.78 (0.90)			

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

[†]FAISC에서 수행하지 않은 내용의 평가문항임.

Table 14. Group B's results (ANCOVA) of scientific creativity test

검사 문항	그룹	사전검사평균 (표준편차)	사후검사 평균 (표준편차)	교정 평균 (표준편차)	교정 평균 차	F	p
1. 탐구문제 제안하기 [†]	F7~F12	6.17 (3.76)	11.67 (5.28)	11.95 (1.78)	4.94	6.250	0.018*
	통제군	7.69 (4.17)	7.08 (4.13)	7.01 (0.85)			
2. 과학개념 창의적으로 연결하기	F7~F12	3.83 (3.31)	6.00 (2.28)	6.48 (0.66)	2.09	8.105	0.008**
	통제군	5.08 (2.48)	4.50 (1.94)	4.39 (0.31)			
3. 루브 골드버그 장치 설계하기	F7~F12	8.83 (4.02)	12.33 (5.39)	12.73 (1.90)	4.13	3.813	0.061
	통제군	11.35 (6.62)	8.69 (4.53)	8.60 (0.91)			

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

[†]FAISC에서 수행하지 않은 내용의 평가문항임.

이 직접적으로 사후평가에 영향을 줄 수 있다.

따라서 본 연구에서는 Table 12와 같이 3개 평가문항 중 한 개의 문항은 FAISC에서 경험하지 못한 유형을 포함시켰다. 즉 FAISC에 참여한 그룹은 과제 F1~F6을 수행한 A그룹과 과제 F7~F12를 수행한 B그룹으로 나눌 수 있는데, 각 그룹에서는 FAISC 프로그램에서 수행하지 않은 내용의 평가문항이 하나씩 포함되어 있었다(Table 12).

문항별로 공분산 분석을 한 결과는 Table 13과 Table 14와 같다. Table 13에 의하면, 그룹 A의 경우에 FAISC에서 수행하지 않은 내용(문항 3)을 살펴보면, 사전점수(13.83)에 비해 사후점수(13.67)가 감소한 것으로 보이나, 검사 문항의 난이도가 사전 사후가 다르기 때문에 나타난 결과로 볼 수 있다. 따라서 통제군과 비교한 공분산 분석을 실시한 결과 그룹 A의 문항 3 점수는 유의미하게 증가한 것을 알 수 있다($F=4.616, p<0.01$).

Table 14를 보면, 그룹 B의 경우에서도 FAISC에서 수행하지 않은 내용(문항 1)인 경우, 사전점수(6.17)에 비해 사후점수(11.67)가 유의미하게 증가한 것으로 나타났다($F=6.250, p<0.05$). 따라서 FAISC에서 수행하지 않은 유형의 활동에 대해서도 과학적 창의성 점수가 증가한 것을 알 수 있다.

V. 결과 및 논의

본 연구에서는 과학 창의성 향상을 위해 개발된 FAISC 프로그램을 가족구성원들에게 적용하면서 나타난 과학 창의성 활동 수행에 대한 인식의 변화와 실제로 과학적 창의성이 향상되었는지를 조사한 결과는 다음과 같다.

첫째, 과학 창의성 활동을 수행한 후, 학부모들은 과학 창의성 활동

이 기본적인 방법만 습득하면 누구나 수행 가능하며, 따라서 효과적인 프로그램만 있다면 가정에서도 수행할 수 있다는 인식으로 증가하였다. 우리는 흔히 과학 창의성 활동은 학교나 영재교육기관에서만 이루어질 수 있고 또한 전문가에 의해서만 과학 창의성을 지도할 수 있다는 관점을 가지고 있다. 하지만 이번 연구를 통해 과학 창의성 활동이 이루어지는 공간이 일상생활과 함께하는 가정으로 확대 적용할 수 있다는 시사점을 얻을 수 있었다.

물론, 과학 창의성 지도가 쉽지 않고 전문적 기능이 필요하다는 보고는 많이 있어왔다(Aljughaiman & Mowerer-Reynolds, 2005). 예를 들면, Hansen & Feldhusen(1994)은 창의성을 연수를 받은 교사가 그렇지 않은 교사에게 비해 뛰어난 교수법을 적용하고 보다 긍정적인 수업분위기를 유도할 수 있다고 하였다. 그러나 창의성 지도가 어려운 이유 중의 하나는 과학 창의성이나 과학 창의성 요소를 구체적이고 조작적으로 정의하지 않거나, 창의적인 사고를 어떻게 하는지에 대한 구체적인 안내와 창의성 평가를 위한 평가기준이 분명하지 않기 때문일 수 있다. 예를 들어, Kamylyis & Valtanen(2010)은 창의성에 대한 정의가 모호하게 사용되고 있다고 하였고, Plucker *et al.*(2004)도 창의성 연구들에서 창의성을 명확하게 정의하지 않은 경우가 많다고 지적한 바 있다.

그에 반해 본 연구에서는 다음 세 가지 특징을 가지고 있다. (1) 과학 창의성 요소를 조작적으로 정의하였다, (2) 창의성 활동과제뿐 아니라 과제를 수행하는 데 도움이 되는 안내 내용(창의적 아이디어를 내는 사고방법)도 제시하였고, (3) 활동 후 가족들이 스스로 평가할 수 있도록 평가기준과 평가방법을 제시하여, 활동에 대한 되먹임을 받을 수 있도록 하였다(Jee & Park, 2013). 즉 이러한 세 가지 측면이 과학 창의성 지도에 도움을 주었다고 판단된다. 실제로 앞선 연구에서도(Jee & Park, 2013), 창의성 활동에 대한 참가자들의 긍정적인 응답 중에 주어진 안내(창의적인 아이디어를 내는 사고방법과 평가방법에 대한 안내)가 도움이 되었다고 하였고, 평가방법에 대한 구체적인 안내로 인해 가족이 스스로 평가한 결과와 전문가 평가결과간 상관관계도 매우 높게 나타났었다($r=0.901\sim0.976$).

둘째, 실제로 참여 학생들의 과학적 창의성이 향상되었는지 확인해 보기 위하여 과학적 창의성 사전 사후 검사를 실시하였다. 실험군과 통제군으로 나누어 사전 사후 검사 결과를 비교해 본 결과, FAISC를 통해 가족구성원들의 과학적 창의성이 통계적으로 유의미하게 향상된 것을 확인할 수 있었고, 향상정도도 매우 큰 것으로 나타났다. 물론, 본 연구에서 조사한 창의성 평가는 사전 사후 각각 3개의 문항으로 조사된 것이므로 제한적인 측면이 없지 않다. 따라서 보다 확장된 과학 창의성 평가도구의 개발과 적용이 필요하다고 하겠다.

그러나 본 연구에서 사용된 문항에는 8개의 다양한 과학 창의성 요소(유창성, 독창성, ... 등)가 포함되어 있었다. 그리고 각각의 창의성 요소 평가를 위한 평가기준을 조작적으로 정의하여 제시하였다. 따라서 본 연구에서 사용한 창의성 요소별 평가방법과 평가기준은 앞으로 과학 창의성 평가 연구에서도 충분히 활용될 수 있다고 본다.

이상의 결과로부터 본 연구자들은 과학 창의성 활동을 가족형 프로그램으로 쉽고 친근하게 더욱 많이 개발되어 보급된다면, 과학 창의성을 일상적 상황에서 향상시킬 수 있다고 본다. 또한 이러한 접근 방법은 집에서의 활동뿐 아니라, 캠프형 가족 프로그램, 과학관 가족 프로그램, 또는 여가 활동 중 가족 프로그램으로도 확대 적용될 수 있다고

본다. 예를 들면, 과학관에서는 가족이 함께 관람하는 경우가 많은데, 최근 과학관에서 가족간 대화를 통한 탐구와 학습을 격려하고 있는 상황이다(Crowley *et al.*, 2001; Ellenbogen *et al.*, 2004; Fivush *et al.*, 2006). 따라서 과학관 관람객 가족을 위한 프로그램으로 운영할 수도 있을 것이다.

마지막으로 본 연구의 제한점을 언급하면, 본 연구에 참여한 집단이 과학영재학생들이고 특히 부모들도 자녀의 교육에 관심이 많은 경우라고 볼 수 있다는 점이다. 따라서 보다 다양한 집단을 대상으로 실시하여 과학 창의성 향상에 있어서 효과적인 결과를 얻기 위해 필요한 추가 조건들을 살펴볼 필요는 있을 것이다. 예를 들면, 과학영재학생이 아닌 일반 학생을 대상으로 하기 위해서는 흥미와 호기심 요소를 강화해야 할 수도 있고, 일반 학부모를 대상으로 하기 위해서는 사전교육이나 오리엔테이션이 필요할 수도 있을 것이다. 앞으로 이러한 노력들을 통해 과학 창의성 지도를 보다 더 일반화시켜 나갈 수 있을 것으로 기대한다.

국문요약

이전 연구(Jee & Park, 2013)에서, 일반 가정에서 가족활동을 통해 과학 창의성을 향상시키기 위한 활동자료를 개발하고 적용하였다. 이를 위해 12 가족을 두 그룹으로 나누어 각각 6개의 과학 창의성 프로그램으로 제공하여 주당 한 개 프로그램씩 6주간 실시하도록 하였다. 그 결과 참가자들로부터 다양한 긍정적인 반응을 얻을 수 있었다. 본 연구에서는 이전 연구에 이어서, 가정에서의 가족활동을 통해서 과학 창의성이 향상되는지를 정량적으로 검증해 보고자 하였고, 가정에서의 창의성 지도 가능성에 대한 학부모의 의견을 알아보고자 하였다. 이를 위해, 사전 및 사후조사에서 사용할 각각 3개 문항으로 구성된 과학 창의성 조사 도구를 개발하여 적용하였다. 이 도구에는 Park (2011)이 정의한 다양한 과학 창의성 요소들이 포함되도록 하였다. 학부모 의견을 알아보기 위해서는 설문지를 개발하여 적용하였다. 실시 결과, 학부모들은 기본적인 방법만 습득하면 누구나 과학 창의성 활동을 수행할 수 있으며, 효과적인 프로그램만 있다면 가정에서도 수행할 수 있다는 인식으로 변화된 것으로 나타났다. 또 창의성 평가를 통해서도 실험집단이 통제집단에 비해 통계적으로 유의미하고 효과의 크기도 매우 크게 창의성이 향상된 것으로 나타났다. 이를 통해 앞으로 과학 창의성 활동을 가정 내에서 뿐 아니라, 캠프나 여가활동 중 또는 과학관 등에서 가족형 프로그램으로 확대 적용될 수 있을 것으로 기대되었다.

주제어 : 과학적 창의성, 가족 활동, 창의성 평가, 초등과학교육

참고문헌

- AAAS (American Association for the Advancement of Science) (1990). Science for All Americans: Project 2061. New York, NY: Oxford University Press.
- Aktamis, H., & Ergin, O. (2008). The effect of scientific process skills education on students' scientific creativity, science attitudes and academic achievements. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(1), article 4, 1-21.
- Aljughaiman, A., & Mowerer-Reynolds, E. (2005). Teachers' conceptions of

- creativity and creative students. *Journal of Creative Behavior*, 39(1), 17-34.
- Crowley, K., Callanan, M. A., Lipson, J. L., Galco, J., Topping, K., & Shrager, J. (2001). Shared scientific thinking in everyday parent - child activity. *Science Education*, 85(6), 712-732.
- Diakidoy, I-A. N., & Constantinou, C. P. (2000-2001). Creativity in physics: Response fluency and task specificity. *Creativity Research Journal*, 13(3&4), 401-410.
- Ellenbogen, K. M., Luke, J. J., & Dierking, L. D. (2004). Family learning research in museums: An emerging disciplinary matrix? *Science Education*, 88(Supplemental issue 1), S48-S58.
- Fivush, R., Haden, C. A., & Reese, E. (2006). Elaborating on elaborations: Role of maternal reminiscing style in cognitive and socioemotional development. *Child Development*, 77, 1568-1588.
- Frederiksen, N., Evans, F. R., & Ward, W. C. (1973). Development of provisional criteria for the study of scientific creativity. paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association. New Orleans, U.S. (Feb. 26).
- Fryer, M., & Collings, J. (1991). British teachers' views of creativity. *Journal of Creative Behavior*, 25(1), 75-81.
- Hansen, J. B., & Feldhusen, J. F. (1994). Comparison of trained and untrained teachers of gifted students. *Gifted Child Quarterly*, 38(3), 115-121.
- Hu, W., Adey, P., Shen, J., & Lin, C. (2004). The comparisons of the development of creativity between English and Chinese adolescents. *Acta Psychologica Sinica*, 36(6), 718-731.
- Hu, W., Shi, Q.Z., Han, Q., Wnag, X., & Adey, P. (2010). Creative scientific problem finding and its developmental trend. *Creativity Research Journal*, 22(1), 1-7.
- Hu, W., Wu, B., Jia, X., Yi, X., Duan, C., Meyer, W., & Kaufman, J. C. (2013). Increasing students' scientific creativity: The "Learn to Think" intervention program. *The Journal of Creative Behavior*, 47(1), 3-21.
- Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- Jee, K., Lee, K., & Park, J. (2010). Development of scientific creativity test items and analysis of teachers' responses on it. paper presented at the 59th conference of the Korean Society of Elementary Science Education. Jinju: Chinju National University of Education.
- Jee, K., & Park, J. (2013). Development and application of the family activity for improving scientific creativity (FAISC) program. *Journal of Korea Association for Science Education*, 33(1), 114-131.
- Kampylis, P. G., & Valtanen, J. (2010). Redefining creativity - Analyzing definitions, collocations, and consequences. *Journal of Creative Behavior*, 44(3), 191-214.
- Kang, D., & Park, J. (2013). The change of fluency according to activity time when conducting scientific creativity activity. paper presented at the 64th conference of the Korean Association for Science Education. Gwangju: Chonnam National University.
- Lee, K., & Park, J. (2012). Exploration for the application of TATSC to schools through the in-service program. *Teacher Education Research*, 51(1), 1-15.
- Lin, C. (2009). *Researches Into Creative Talents and Creative Education*. Beijing: Economic Science Press.
- Lin, C., Hu, W., Adey, P., & Shen, J. (2003). The influence of CASE on scientific creativity. *Research in Science Education*, 33, 143-162.
- Ma, H. H. (2006). A synthetic analysis of the effectiveness of single components and packages in creativity training programs. *Creativity Research Journal*, 28(4), 435-446.
- Newton, D. P. (2010). Assessing the creativity of scientific explanations in elementary science: An insider-outsider view of intuitive assessment in the hypothesis space. *Research in Science & Technological Education*, 28(3), 187-201.
- Park, J. (2011). Understanding and teaching scientific creativity in schools. *New Physics: Sae Mulli*, 61(10), 947-961.
- Park, J. (2012). Developing the format and samples of teaching materials for scientific creativity in the ordinary science curriculum -Including teachers' practice and reflection-. *Journal of Korea Association of Science Education*, 32(3), 446-466.
- 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.
- Runco, M. A., & Dow, G. T. (2004). Assessing the accuracy of judgments of originality on three divergent thinking tests. *The International Journal of Creativity & Problem Solving*, 14(2), 5-14.
- Torrance, E. P. (1972). Can we teach children to think creatively? *Journal of Creative Behavior*, 6(2), 114-143.
- Ward, W. C., Frederiksen, N., & Carlson, S. B. (1980). Construct validity of free-response and machine scorable versions of a test of scientific thinking. *Journal of Educational Measurement*, 17(1), 11-29.