

영재학생들의 창의적 문제해결상황에서 집단 과학창의성 영향요인 탐색

홍은정¹, 허남영², 이봉우^{1*}

¹단국대학교, ²국립부산과학관

Investigation of 'Group Scientific Creativity' Factors in Gifted Students' Creative Project Solving Context

Eunjeong Hong¹, Namyong Heo², Bongwoo Lee^{1*}

¹Dankook University, ²Busan National Science Museum

ARTICLE INFO

Article history:

Received 18 July 2016

Received in revised form

23 July 2016

Accepted 28 July 2016

Keywords:

group scientific creativity, influence factor, creativity project, science-gifted student

ABSTRACT

The purpose of this study is to select the factors of 'Group scientific creativity' and to find out how 'Group scientific creativity' turns out in the creative problem-solving process of students. To select the factors that affect 'Group scientific creativity', this research extracted 27 influencing factors on the group creativity from the prior study and organized them according to opinions of education experts. To select factors that affect 'Group scientific creativity' in the creative problem-solving process of students, this research analyzed the group problem-solving process that has been done on 72 gifted students for two days. Main results of the study is as follows: First, nine elements such as scientific thinking, scientific knowledge, scientific information-processing capacity, motivation, challenge, age and gender, existence of diversity, creativity educational experience, and the group cohesiveness were selected as human factors. Four elements such as scientific communication skills, scientific inquiry process, autonomy, and leadership were selected as the combining factors. Also, three elements such as the learning environment, teacher types, and compensation were selected as the Environmental factors. Second, it was possible to find that the group scientific creativity influence factors affecting the creative process by analyzing the gifted students in creative-problem solving process. Based on these results, this study described additional points on the factors improving 'Group scientific-creativity.'

1. 서론

21세기는 첨단기술이 뒷받침된 정보화 사회이고, 지식기반사회이다. 1년 후를 예측하기 어려울 정도로 변화가 빠른 현대사회에서 인간에게 더욱 요구되고 있는 능력은 창의성이며(Lee, 2012), 이러한 시대에 맞춰 창의적 인재양성의 요구가 증가하고, 이에 따라 창의성 교육의 필요성이 더욱 높아졌다(Amabile, 1989; Kim, 2007; Lee, 2006). 많은 국가들이 창의적 인재양성을 목표로 교육시스템을 구축하고 있으며(Lee, 2006), 우리나라도 90년대부터 창의성 함양이 국가 교육정책의 목표로 도입되기 시작하여, 2015년 개정교육과정에서 추구하는 인간상으로 “인문학적 상상력, 과학기술 창조력을 갖추고 바른 인성을 겸비하여 새로운 지식을 창조하고 다양한 지식을 융합하여 새로운 가치를 창출할 수 있는 사람”을 제시하면서 창의성을 강조하고 있다(Ministry of Education, 2015).

창의성 교육의 연구와 논의도 활발히 이뤄지고 있는데, 연구의 대상 규모에 따라 나누면 개인수준, 집단(소규모그룹)수준, 조직(대규모 그룹)수준으로 구분할 수 있다(Woodman *et al.*, 1993). 현재까지 많은 연구가 개인수준에서 이뤄졌으며(Barron & Harrington, 1981), 우리나라의 창의성 연구도 개인창의성의 비중이 크다. Kim(2008)은 1998년부터 2007년까지 10년간 교육학 및 심리학 관련 주요 학술지 11개

에 게재된 창의성에 관한 논문 204편의 연구동향을 Rhodes(1961)의 4P(Person, Process, Product, Press)를 이용하여 분석하였는데, 창의적인 사람(18.6%)과 창의적인 과정(56.4%)에 초점을 둔 연구가 대부분이었으며, 창의적인 환경(14.2%)과 창의적인 산출물(8.3%)에 관한 연구는 상대적으로 부족하였다. 이렇듯 국내에서 창의성 교육에 대한 연구가 많이 이루어지고 있지만 창의성의 개인적 특성, 창의적 과정에 편중되어 있는 것을 알 수 있다(Jeong & Cho, 2012). 또한, 집단창의성 혹은 조직창의성을 다루는 연구는 204편의 논문 중 오직 3편뿐일 정도로 국내 창의성 연구는 개인창의성 연구에 편중된 경향이 있다(Kim, 2008).

과거에는 뉴턴, 아인슈타인으로 대표되는 뛰어난 한 명의 과학자가 창의성을 발휘하여 새로운 이론을 만드는 것이 가능한 시대였으나, 복잡한 현대 사회에서 요구하는 창의적 산출물을 개인이 만들어내기 위해서는 엄청난 시간과 노력이 필요하다(Amabile, 1996). 집단수준의 창의성은 구성원 개개인의 창의적 행동이 투입 요인이지만 이들의 단순 합이 아니라, 개인이 관여된 상호작용, 특성, 프로세스, 상황적 요인의 함수이며(Shim, 2007; Woodman *et al.*, 1993), 현대사회에서 창의성 발현의 근간을 이루는 곳은 소규모 그룹, 즉 집단 수준이므로(Fisher & Amabile, 2009; Woodman *et al.*, 1993), 집단수준의 창의성 연구의 중요성이 커지고 있다. 이에 따라 창의성 연구는 개인특성을

* 교신저자 : 이봉우 (peak@dankook.ac.kr)

** 본 논문은 홍은정의 2016년도 박사 학위논문에서 발췌 정리하였음.
<http://dx.doi.org/10.14697/ikase.2016.36.4.0527>

넘어서 집단 및 조직차원의 특성 및 업무 환경까지 확산되고 있다 (Amabile, 1996; Csikszentmihaly, 1988; Sternberg & Lubart, 1995; Woodman *et al.*, 1993). 최근에는 다양한 관점에서 집단창의성의 개념이 제안되고 있는데, Paulus(2000)는 그룹과 팀의 상호 작용이 창의적인 아이디어와 혁신의 중요한 원천이 될 수 있음을 시사하고 있으며, Amabile(1996)의 개인창의성 구성요소 모델을 두어 집단 창의성을 개인의 창의성으로 연결하여 설명하려는 노력들도 있었다 (Pirola-Merlo & Mann, 2004; Taggar, 2002). 또한 브레인스토밍의 내용분석을 통해 집단 간의 창의성의 차이를 비교하는 연구도 있었다 (Larey & Paulus, 1999).

국내에서도 90년대 중반이후 기업 및 연구소의 프로젝트 팀을 대상으로 경영학, 심리학 분야에서 집단창의성 연구가 시작되었으며 (Baek & Han, 2008; Choi, 1995; Kim, 2013; Kim & Seol, 2014; Roh, Cho & Cho, 2011), 최근에는 교육 관점에서 집단창의성 연구가 이뤄지고 있다. Ryu(2010)은 집단의 상호작용과 집단구성원의 대인 관계 능력이 창의적 아이디어 생산에 긍정적인 영향을 미친다고 하였으며, 팀별보상을 약속받은 집단이 더 많은 아이디어를 생산한 것을 검증하였다. Hong & Sohn(2014)은 집단 구성원의 내적동기와 확산적 사고가 집단의 창의적 아이디어의 유창성에 직간접적으로 긍정적인 영향을 미치고, 창의적 분위기가 창의적 수행에 통계적으로 유의한 매개효과를 낸다고 하였다. Lew(2015)은 에세이 검사를 실시하여 개인과 집단의 창의성 점수를 비교하였는데, 초중고생 모두 개인보다 집단의 점수가 높았으며 특히, 유창성과 독창성은 집단이 개인보다

의미 있게 높았다고 하였다. 또한 초등학생의 경우 교실환경이 개인 창의성에 영향을 주며, 중학생의 경우 가정환경이 개인창의성에 영향을 주며, 고등학생의 경우 개인창의성이 집단창의성을 가장 잘 설명해준다고 하였다.

이처럼 다양한 분야에서 집단창의성 연구가 시작되어 진행되고 있으나, 학생들이 실제 과제를 해결하는 과정에서 집단창의성이 어떻게 발현되는지를 살펴보는 연구는 이루어지지 못했다. 이에 앞서 집단 과제 해결 상황에서 집단창의성에 영향을 주는 요인들을 살펴보는 연구도 이루어지지 못했다. 과학적 상황이 고려되는 과제 해결 상황은 실제 상황을 고려해야하기 때문에 다양한 지식은 물론 개인의 능력과 더불어 집단의 창의적인 능력이 많이 요구된다.

따라서 본 연구에서는 이러한 과학적 상황이 고려되는 과제 해결 상황에서의 집단창의성을 집단 과학창의성으로 정의하고 이러한 집단 과학창의성에 영향을 주는 요인들을 도출하고, 이 요인들이 실제 창의 과제 해결 상황에서 어떻게 나타나는지 사례를 통하여 알아보고자 한다. 본 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

- 첫째, 창의적 문제 해결 상황에서 집단 과학창의성에 영향을 주는 요인은 무엇인가?
- 둘째, 학생들의 창의 과제 해결 상황에서 집단 과학창의성 영향요인이 어떻게 나타나는가?

Table 1. Human factors of the group creativity (from literature review)

범주	요인	내용	관련 연구
개인특성	창의적 사고	발산적 사고와 통찰력, 유창성, 민감성, 상상력, 독창성, 융통성, 정교성, 탁월성 등 다양한 창의적 사고	Barron(1963), Barron & Harrington(1981), Csikszentmihaly(1996), Siau(1995), Sternberg & Lubart(1991), Woodman <i>et al.</i> (1993)
	영역관련지식	관련 전문적 지식	Csikszentmihaly(1996), Siau(1995), Sternberg & Lubart(1991), Woodman <i>et al.</i> (1993)
	외부정보이용능력	정보를 얻는 능력, 정보를 목적에 맞게 적용하는 능력	Payne(1990), Rothwell & Dodgson(1991)
	개인의 성격특성	개인을 특징짓는 지속적이며 일관된 행동양식	Barron & Harrington(1981), Barron(1963), Csikszentmihaly(1996), Siau(1995), Sternberg & Lubart(1991), Woodman <i>et al.</i> (1993)
	내적동기	개인의 행동의 수준 또는 강도를 결정하는 요인	Barron(1963), Csikszentmihaly(1996), Siau(1995), Sternberg & Lubart(1991), Woodman <i>et al.</i> (1993)
	목표	활동을 통하여 이루거나 도달하려는 실질적 대상	Siau(1995), Woodman <i>et al.</i> (1993)
집단특성	도전정신	목표를 주어진 수준보다 높게 잡거나, 과제 해결을 위해 적극적으로 임하며 지속적으로 노력하는 자세	Barron & Harrington(1981), Csikszentmihaly(1996), Sternberg & Lubart(1991)
	구성원의 다양성	집단 구성원의 나이 및 성별의 다양성	Payne(1990), Siau(1995)
	연구 개발 활동의 다양성	구성원의 과거 탐구과제 수행의 유무와 수행한 과제의 다양한 성격	Woodman <i>et al.</i> (1993)
	학제적 접근의 다양성	구성원들이 개인별로 선호하는 과목 및 관심 있는 분야의 다양성	Roh, Cho & Cho(2011)
	과거 강화역사	주어진 과제와 동일한 유형의 과제 수행 경험. 문헌을 이용한 선행 지식 취득	Roh, Cho & Cho(2011)
	집단응집성	구성원간 느끼는 매력과 집단의 구성원으로 남아있으려는 정도. 집단에 대한 정서적 만족	King & Anderson(1990), Lovelace(1986), Siau(1995), Woodman <i>et al.</i> (1993)
	집단규모	집단구성원의 수	Hollingsworth(2006), Payne(1990)
	집단연륜	집단이 구성되어 온 기간	King & Anderson(1990), Lovelace(1986)
	창의성 교육의 경험	과거 창의적 과제를 수행하였거나 창의성 교육을 받은 경험의 유무	Roh, Cho & Cho(2011)

II. 연구 대상 및 방법

1. 창의적 문제 해결 상황에서의 집단 과학창의성 영향요인

가. 선행연구로부터 추출한 집단 과학창의성 영향요인

본 연구에서는 집단 과학창의성에 영향을 주는 요인을 찾고, 교육 전문가를 대상으로 과학 창의 문제 해결 상황에서 집단 과학창의성 영향요인에 대한 인식을 알아보았다. 이를 위하여 우선 선행 연구들을 분석하여 집단 과학창의성 신장 교육과 관련된 요인들을 추출하였다. 추출된 요인들을 과학 및 영재 교육 전문가 3인의 반복적인 논의와 선행연구와의 관련성에 대한 분석을 통하여 인적요인 15개(개인특성요인 7개, 집단특성요인 8개), 결합요인 4개, 환경요인 8개 등 총 27개의 요인을 추출하였다.

인적요인은 개인특성과 집단특성으로 분류하고, 개인특성에 대해서는 창의적 사고, 창의적 성격, 내적동기, 지식, 외부정보이용능력, 목표, 도전정신 등으로 구성하였다. 선행연구로부터 추출한 인적요인에 대한 내용과 근거를 정리하여 Table 1에 제시하였다.

창의적 문제해결에서는 수행과정을 중요하게 생각한다. 창의성의 과정을 강조하는 입장은 창의성을 어떤 문제나 자극에 당면한 상황에서 시작, 해결해 나가는 개인 내적 사고, 인지적인 과정으로 보는 것이다. 본 연구에서는 창의적 문제해결과정에 덧붙여 집단 구성원간의 상호작용을 포함하여 결합요인으로 구성하였다. 선행연구로부터 결합요

인의 세부 요인으로 리더십, 창의적 문제해결과정, 의사소통역량, 자율성 등을 구성하였다. 구체적인 내용과 근거를 Table 2에 정리하였다.

창의적 문제해결에는 물리적인 환경은 물론 사회·문화적인 환경이 영향을 준다. 본 연구에서는 이를 환경요인으로 구성하였다. 선행 연구를 바탕으로 창의적 문제해결에 영향을 주는 환경요인으로 구성원의 성장배경, 교사유형, 교실문화, 학습 환경, 호혜적 인간관계, 위기, 교사-학생간 의사소통 등을 선정하였다. 구체적인 내용과 근거를 Table 3에 정리하였다.

나. 교육전문가들의 집단창의성 영향요인에 대한 인식조사

선행연구로부터 추출한 집단창의성 영향요인 27개에 대해서 교육 상황에서 중요하게 고려해야 할 것인지를 알아보기 위해서 영재교육 전문가 38명(Table 4)을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 각 집단창의성 영향요인에 대해서 교육상황에서의 중요도를 5점 리커트 척도로 응답하도록 하였으며, 알아보기 위하여 '교육적 상황에서의 중요도'를 5점 척도로 응답하는 설문지를 구성하고, 각 요인마다 적합성 및 과학교육 현장에서의 적용가능성 등의 의견을 서술하도록 요청하였다. 응답한 내용과 선행연구와의 관련성 등을 바탕으로 영재교육전문가 3인의 합의를 통하여 창의적과제 상황에서 고려할 집단창의성 영향요인을 재정리하였다.

Table 2. Combining factors of the group creativity (from literature review)

요인	내용	관련 연구
집단의 문제해결과정	문제를 해결하는 과정	Harrington(1990), Siau(1995), Woodman <i>et al.</i> (1993)
리더십	집단의 목표나 내부 구조의 유지를 위하여 구성원이 집단 활동에 참여하고 달성하도록 유도하는 능력. 구성원의 역량에 맞게 과제를 배분하는 능력	Hollingsworth(2006), Payne(1990), Roh, Cho & Cho(2011), Woodman <i>et al.</i> (1993)
의사소통역량	구성원간의 원활한 상호작용 능력	Csikszentmihaly(1996), Harrington(1990), Payne(1990), Woodman <i>et al.</i> (1993)
자율성	자유로운 분위기, 자유롭게 시간활용을 할 수 있는 정도	Barron & Harrington(1981), Barron(1963), Csikszentmihaly(1996), Hollingsworth(2006), Roh, Cho & Cho(2011)

Table 3. Press factors of the group creativity (from literature review)

요인	내용	관련 연구
구성원의 성장배경	구성원 개인의 가정의 문화, 부모교육수준, 부모의 압력, 격려에 대한 느낌 등의 가정환경	Park & Bak(2007), Simonton(1986), Singh(1986), Peters(1991)
교사유형	과제 관련 전공교사 및 비전공교사. 창의적 과제 진행 경험의 유무	Park & Bak(2007)
교실문화	다양한 상황에 대한 해석과 행위를 불러일으키는 학급에 공유된 정신적인 가치	Choi(1995), Reynolds(1986), West(1990)
학습 환경	과제를 수행하거나 학습하는 공간의 물리적 환경	Cranz(1998), Ward(1969)
호혜적 인간관계	상호영향을 주고받는 구성원간의 관계	Amabile(1996)
외적보상	교사가 집단 또는 구성원 개인에게 제공하는 정적 보상 및 부적보상	Amabile(1996), Choi(1995), Roh, Cho & Cho(2011), Woodman <i>et al.</i> (1993)
위기	예상하지 못한 추세나 상태의 변화. 교사가 집단 또는 구성원 개인에게 주는 지적 자극	Amabile(1988), Nonaka(1990)
교사-학생간 의사소통	과제 수행시 교사와 학생간의 자유롭고 수평적 관계에서의 의사소통	Harrington(1990), Payne(1990), Rothwell & Dodgson(1991)

Table 4. Information of experts who participated in questionnaire

	인원 수	전공 및 경력
학사	7	과학고, 영재학교 근무 20년 이상
석사	7	과학고, 영재학교 근무 7년 이상
박사	24	교육학 6, 과학교과교육 18
합계	38	

2. 창의적 과제 해결 상황에서 집단 창의성 영향요인 사례연구

본 연구에서는 창의적 과제 해결 과정에서 집단 과학창의성 영향요인이 어떻게 나타나는지 살펴보았다. 이를 위하여 대전 소재 IP 영재교육원에 지원한 72명의 학생을 대상으로 실시한 캠프과정을 분석하였다. IP 영재교육원은 과학과 인간에 대한 통찰력과 미래 융합기술에 대한 창의적인 응용력을 바탕으로 지식재산을 창조하고 기업을 경영하는 인재 양성을 목표로 설립되어, 전국단위에서 창의역량을 기준으로 중·고등학생을 선발하여 교육시키는 영재교육기관이다.

과제 일정은 1일차 오전 9시부터 12시까지 항공우주기술의 전문가 2명의 강의를 듣고, 2일차 오전 8시까지 5명 내외로 구성된 14개 모둠의 학생들이 강의와 관련된 창의 과제를 공동으로 해결하도록 하였다.

학생들의 창의적 문제 해결 과정을 동영상으로 녹화하였다. 연구1에서 도출한 집단 과학창의성 영향요인이 창의적 문제 해결 과정 및 집단의 창의적 산출물에 어떠한 영향을 미치는지 요인별로 분석하였다. 또한 집단 과학창의성 수준이 높은 2개 모둠의 창의 과제를 수행하는 전 과정을 분석하여 전체적인 맥락에서 집단 과학창의성 영향요인이 집단 과학창의성에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보았다.

III. 연구 결과

1. 창의적 문제 해결 상황에서의 집단 창의성 영향요인에 대한 전문가 의견 분석

선행연구를 바탕으로 구성된 집단 과학창의성에 영향을 주는 인적요인 15개(개인특성요인 7개, 집단특성요인 8개), 결합요인 4개, 환경요인 8개 등 총 27개의 요인에 대하여 교육전문가들이 생각하는 중요도에 대한 5점 리커트 척도 점수의 평균을 높은 순으로 정리하여 Table 5에 제시하였다.

선행연구로부터 추출한 27개의 집단 과학창의성 영향요인에 대한 교육전문가들의 중요도 인식의 평균값은 4.05이었다. 이는 교육 전문가들은 문헌 연구를 통해 도출된 집단 과학창의성의 영향요인들이 교육적 상황에서 전반적으로 중요하다는 의견을 보인 것으로 생각할 수 있다. 전체 27개의 요인 중 가장 중요도가 높은 요인은 도전정신(중요도 평균 4.63)이고, 가장 낮은 요인은 집단연륜(2.89)이다. 구성원의 내부요인 중 개인특성을 살펴보면 도전정신이 1위(4.63)로 나타났다. 그 다음으로 내적동기(2위), 창의적 사고(3위), 목표(4위), 외부정보이용능력(5위), 영역관련지식(6위), 개인의 성격특성(7위)순으로 나타났다. 이 중 6위까지 해당하는 요인은 전체 평균 4.00보다 높은 중요도를 나타냈다. Lee & Oh(2012)의 창의적 인재의 특성관련 델파이 연구에서는 성격적 측면에서 도전정신/모험심이 1위를 하였다. 따라서 개

Table 5. Expert' perception of group scientific creativity

	집단 과학창의성 영향요인	평균	표준편차
개인특성	도전정신	4.63	0.48
	동기	4.53	0.59
	과학적 사고 역량	4.50	0.59
	목표	4.37	0.70
	과학 정보 처리 역량	4.24	0.62
	과학 지식	4.18	0.50
인적요인	개인의 성격특성	3.66	0.97
	구성원의 다양성	4.16	0.95
	집단응집성	4.11	0.74
집단특성	학제적 접근의 다양성	3.76	0.77
	연구 개발 활동의 다양성	3.74	0.70
	과거 강화역사	3.71	0.71
	창의성 교육의 경험	3.58	0.80
	집단규모	3.53	0.78
결합요인	집단연륜	2.89	0.90
	의사소통역량	4.58	0.49
	집단의 문제해결과정	4.50	0.54
	자율성	4.47	0.59
	리더십	4.42	0.54
	교실문화	4.39	0.66
	교사-학생간 의사소통	4.21	0.76
	학습 환경	4.21	0.76
	호혜적 인간관계	4.13	0.99
	교사유형	3.71	1.11
환경요인	외적보상	3.39	0.66
	위기	3.39	0.89
	구성원의 성장배경	3.00	0.91
	전체 평균	4.00	0.73

인창의성과 집단창의성에 관계없이 전문가들은 도전정신을 매우 중요하게 생각하는 것을 알 수 있다. 개인특성요인의 적합성과 관련하여 교육전문가들이 제시한 의견으로 내적동기와 보상이 동일한 개념이며, 교육 상황에서 동기와 목표를 구별하기 어렵다는 의견이 있었다. 따라서 두 요인을 결합하여 '동기'로 분류하는 것이 바람직할 것이다. 개인의 성격특성 중 호기심, 개방성, 비판성 등의 과학적 태도는 과학 영재의 중요한 특성이자 창의성 및 과학 성취도를 높이는 중요한 요인으로 다뤄지고 있으므로(Lee, 1998; Lee, 2011; Lee & Kim, 2004; Yoo, 1999), 다른 개인의 성격특성과 구별 지을 필요가 있다. 따라서 이 요인과 창의적 사고의 내용을 묶어 '과학적 사고'로 통합하는 것이 의미 있을 것이다. 본 연구에서는 창의적 문제 해결 상황에 제한하기 위하여 영역관련 지식을 '과학 지식'으로, '외부정보이용능력'을 '과학정보처리능력'으로 수정하였다. 결과적으로 본 연구에서는 집단 과학창의성에 영향을 주는 인적요인의 개인특성으로 '과학적 사고', '과학 지식', '과학 정보처리 능력', '동기', '도전정신' 등의 5가지를 최종 선정하였다.

집단특성에서는 구성원의 나이 및 성별의 다양성이 1위(4.16)로 나타났다. 그다음으로 집단응집성(2위), 학제적 접근의 다양성(3위), 연구 개발 활동의 다양성(4위), 과거 강화 역사(5위), 창의성 교육의

경험(6위), 집단규모(7위), 집단연료(8위) 순으로 나타났다. 집단특성에서 구성원의 성별, 연령의 다양성, 학제적 접근의 다양성, 연구 개발 활동의 다양성 등에 대해 전문가들은 중요하다라는 응답을 하였다. 특히, 집단 연료는 전체 27개의 요인 중 가장 낮은 중요도를 보였다. 선행연구에서 다양성이 집단창의성에 중요한 요인으로 연구된 것과 같이(Amabile, 1996; Choi, 1995; Woodman et al., 1993), 교육적 상황에서도 구성원들의 다양성은 집단 과학창의성의 중요한 영향요인으로 여겨지는 것을 알 수 있다. 구성원들의 다양성은 중요하나 교육적 상황에서 연구 개발 활동, 과거강화역사, 창의성교육을 구분 짓는다는 것이 의미 있지 않다는 여러 전문가의 의견이 있었다. 이러한 의견을 바탕으로 연구 개발 활동의 다양성, 과거 강화역사, 창의적 교육의 경험을 통합하여 '창의적 교육의 경험'으로 규정하였다. 활동의 대상이 학생임을 고려하여 '학제적 접근의 다양성'은 '선호하는 과목의 다양성'으로 수정하여, 집단 특성에서 집단창의성 영향요인을 '구성원의 다양성', '선호하는 과목의 다양성', '창의적 교육의 경험', '집단 응집성' 등으로 선정하였다.

결합 요인은 모두 높은 중요도를 가지며, 특히 의사소통의 원활함은 전체 27개의 영향요인 중 도전정신 다음으로 가장 높은 중요도를 보였다. 전문가들 역시 집단 과학창의성 영향요인의 개인특성과 함께 상호작용을 중요하게 인식하고 있었다. 팀이 더 높은 수준의 창의적인 작업을 하려면 구성원들 간의 상호작용이 많아야 하며 공동목표를 가지고 구성원들이 적극적으로 문제 해결과정에 참여하고 평가하고 서로 지원하는 분위기가 필요하며, 리더십이 중요하다고 한 Shalley & Gilson(2004)의 주장과 같은 맥락이다. 결합 요인에 대해서는 1차로 선정한 4개 요인을 모두 최종 선정하였으며, 집단의 문제해결과정은 과학 상황에서 과학적 탐구과정과 연관 지어 생각할 수 있도록 하였다.

환경 요인에서는 교실문화가 1위(4.39)로 나타났다. 그다음으로 교사-학생간 의사소통(2위), 학습 환경(3위), 호혜적 인간관계(4위), 교사 유형(5위), 외적보상(6위), 위기(7위), 개인의 성장배경(8위)의 순으로 나타났다. 이 중 4위인 교사유형부터는 집단 과학창의성 영향요인의 중요도 전체평균보다 낮게 나타났다. 교실문화, 교사-학생간 의사소통이 가장 높은 영향을 주기는 하지만, 창의적 문제 해결 과정에서는 이 두 요인이 고려될 필요가 없다는 일부 전문가들의 의견을 받아들여 최종 요인에서 배제하였다. 또한 호혜적 인간관계, 위기 등은 교육 상황에서 발견하기 어려우며, 구성원의 성장배경은 학생이 내재적으로 가지고 있는 것으로 산출물에 큰 영향을 주기는 하지만, 통제하기 어렵기 때문에 본 연구에서는 제외하였다. 결과적으로 환경요인으로는 '학습 환경', '교사 유형', '외적 보상' 등의 3가지를 선정하였다.

Table 6. Group scientific creativity effect factors in creative problem solving situations

인적 요인		결합 요인	환경 요인
개인 특성	집단 특성		
· 과학적 사고	· 나이 및 성별의 다양성	· 과학적 의사소통능력	
· 과학 지식	· 선호하는 과목의 다양성	· 집단의 문제해결과정	· 학습 환경
· 과학 정보 처리 능력	· 창의성교육의 경험	(과학적 탐구과정)	· 교사 유형
· 동기	· 집단응집성	· 자율성	· 외적 보상
· 도전정신		· 리더십	

이상에서 언급한 바와 같이 창의적 문제 해결 상황에서 집단 과학 창의성의 영향요인을 정리하면 Table 6과 같다.

2. 창의 과제 해결 상황에서의 집단 창의성 영향요인 사례 연구

가. 인적요인

'과학적 사고'는 학생들이 문제를 해결하는 과정에서 대부분 드러나는 매우 중요한 영향요인이다. 본 연구에서도 과학적 사고 능력이 발휘되는 모습은 학생들이 창의적 과제를 해결하는 과정에서 계속해서 관찰할 수 있었다. 특히 과제 해결을 위해 아이디어를 생성하는 과정에서 많이 발견되었는데, 학생들은 과학적 사고를 통하여 아이디어를 제시하고 정교화 하였다. 그 중 하나의 사례를 제시하면 다음과 같다.

S2 : ① 우주쓰레기를 톱 치면 계속 밖으로 가잖아. 중력이 없으니까

S3 : 중력이 없다가 보다...저항이 없다는 게.

S1 : 저항이(동감하며)

S2 : ② 그러면 이렇게 그물이 있어...비용 생각하지 말고...어떤 물체가 나와서 애네 들을 딱 딱 쳐...그런 다음에 이것들을 이렇게 모아가지고 떨어지면서.....태우면서.....제가 되면서.....

S3 : ③ 그물이 찢어질 수도 있지 않나요?

S2 : ④ 그물을 타기 쉬운 물질로 하는 거야.

S1 : (노트북을 열어 필기하며)그래서 ⑤ 그 애들을 한꺼번에 태운다고?

S2 : ⑥ 마찰열에 의해서 태우는 거지...뭔가 이상해...

S3 : 만약에 뽀족한 우주쓰레기여서 그물이 찢어져가지고

S4 : 뿌링(의성어)...(우주쓰레기가 흩어지는 모습)

S2 : ⑦ 탄소 섬유로.

S3 : 탄소 섬유이면 안타지 않을까요?

S1 : ⑧ 잘 안 타...(어투가 중중함)

S2 : 에이씨...(웃으면서 연필을 집어 던짐...장난)

S2학생이 우주쓰레기를 그물에 모아 태우는 아이디어(①②)를 제안하였고, S3학생이 그물로 모으는 과정에서의 문제점을 제기(③)하였고, S1학생이 태우는 과정에 대한 질문(⑤)을 하였다. S2학생의 새로운 아이디어를 생성하는 발산적 사고능력과, 제기되는 문제⑤를 해결하고자 하는 과정과 자신의 기본 생각에 대한 답변하면서 내용을 더욱 정교화 하는 모습 등의 과학적 사고를 볼 수 있었다(④, ⑥). 그리고 ③에 대한 문제를 해결하려는 과정(⑦)에서 다시 ⑤에 대한 문제가 제기되는 모습(⑧)을 보인다. 위 사례에서 문제를 인지하고 독특한 아이디어를 생성하는 능력을 볼 수 있고, 또한 이 아이디어에 대한 문제점을 발견하여 정교화 시키는 과정을 볼 수 있다.

'과학 지식'도 문제 해결 전 과정에서도 많은 영향을 주고 있었다. 전체 물리의 대기권에 대한 지식을 모둠원들에게 알려주는 예와 같이 과학지식이 창의적 과제를 해결하는데 도움을 주고 있으며, 과제 해결 과정에서 생긴 의문점에 대해 다른 학생이 제시한 과학지식으로 해결하는 모습도 볼 수 있었다. '과학정보처리능력'은 정보를 얻는 능력 및 정보를 목적에 맞게 적용하는 능력이다. 전문화되고 복잡한 현대사회에서 전 영역에 관련된 지식 및 정보를 개인이나 소집단이 보유하는 것은 거의 불가능하므로, 다양한 지식과 정보를 얻고, 목적에 맞게 적용하는 능력은 집단 과학창의성에 필수 요소라고 볼 수

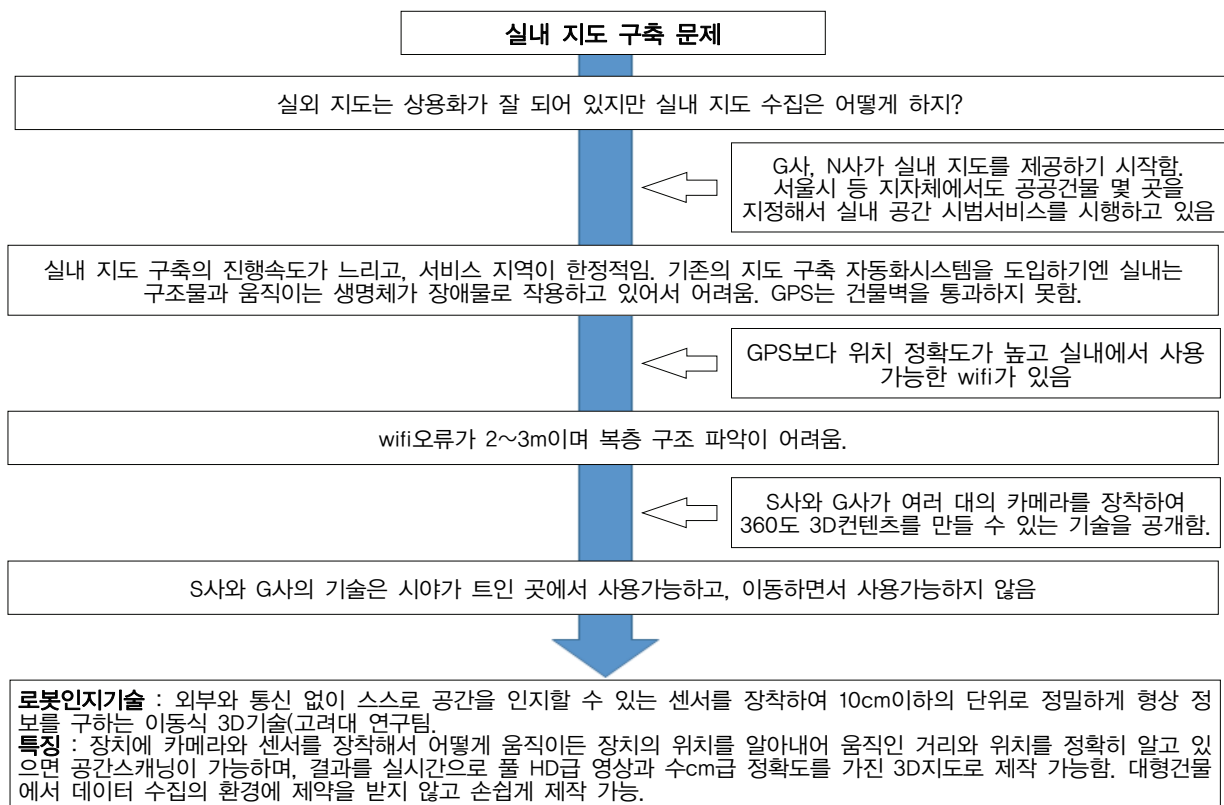


Figure 1. challenge case in creative problem solving process

있다. 본 연구에서는 모든 학생들에게 노트북, 태블릿PC 등과 같은 IT기기가 1인당 1대꼴로 제공되었다. 학생들은 이 기기를 통해 학문적 영역의 정보뿐만 아니라 관련 시장 규모에 대한 정보 및 특허 정보 등 보다 전문화된 정보를 사용하고 있었다. ‘동기’란 개인의 흥미를 추구하는 과정에서 능력을 발휘하고, 도전할 목표를 찾아 해결하는 자연스러운 경향성을 의미한다. 학생들은 과제를 수행하는 과정 중에 “진짜 오늘 과제 잘하고 싶다. 아이디어가 정말 맘에 들어!”, “아직 시간 많아, 밤새면 되지.”, “뭐 더 할 거 없나?” 등과 같이 자신이 수행하는 과정에서 성취감을 느끼고 더 열심히 활동에 참여하는 모습을 볼 수 있었다. 물론 연구 대상으로 삼은 캠프에 참여한 학생들은 상급학교 진학에 직접적으로 도움이 되지 않는 교육에 참여하기 위해 1주일 동안 시간을 들이는 것만으로도 내적 동기가 충분한 상태라고 볼 수 있다. 실제로 활동 중에 작성한 결과물이 이튿날 발표에서 다시 수정된 모습을 많이 발견하였는데, 이것은 학생들이 밤에 숙소로 돌아간 뒤에도 과제 해결을 진행하였기 때문이다. 이로부터 학생들에게 높은 동기와 자율성이 내재되어 있음을 알 수 있다. ‘도전정신’은 목표를 주어진 수준보다 높게 잡거나, 과제 해결을 위해 적극적으로 임하며 지속적으로 노력하는 자세를 의미한다. 학생들이 창의적 과제를 해결하는 과정을 관찰해보면 이러한 도전정신이 드러나는 사례를 많이 찾아볼 수 있다. Fig. 1은 한 모듈의 과제 해결과정을 도식화한 것이다.

이 모듈은 “보행자를 위한 드론 길 안내 시스템”을 개발하고자 하는데, <실내지도 수집>이라는 어려운 문제를 해결해야 했다. 학생들은 자신들이 원하는 결과를 얻기 위해서 수행과정 중에 제시되는 여러 어려움들에 굴복하지 않고 여러 시행착오와 논의를 통해 해결책을 찾고 있었다. 어려운 문제가 계속해서 발생하는데도 포기하지 않는 도전정신이 집단의 창의적 산출물의 수준을 높이는 데 긍정적인

역할을 한다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 ‘구성원의 다양성’으로 성별 및 나이, 선호 과목, 창의성 교육 경험 등을 영향 요인으로 선택하였다. 선행연구들에서는 구성원의 나이 및 성별의 차이가 집단 창의성에 중요한 영향을 미친다고 하였으나, 본 연구에서는 나이 및 성별에 대한 차이가 발견되지 않았다. ‘선호하는 과목의 다양성’은 문제를 해결하는 과정에서 긍정적으로 나타났다. 예를 들어 드론을 제어하는 아이디어를 발전시키기 위해서 관련 특허 분석을 실시하였다. 이때 한 학생이 특허의 청구항의 내용(전자제어시스템)을 알지 못했는데, 다른 학생이 이를 설명해주는 모습을 볼 수 있었다. 다양한 지식은 문제를 빨리 해결하는데 도움을 준다. 특히 최근의 사회에서 경험하는 문제들은 과학은 물론 수학, 경제, 예술 등과 밀접하게 연관되어 있는데 학생들이 선호하는 목의 다양성은 여러 분야의 정보를 고르게 수집할 수 있어 문제 해결에 긍정적인 영향을 줄 수 있다. 창의성 교육의 경험에서의 다양성은 연구 개발 활동의 다양성, 과거강화역사를 포함한 개념으로 구성원이 과거 창의적 과제를 수행하였거나, 창의성 교육을 받은 경험의 유무 또는 주어지니 과제와 동일한 유형의 과제를 수행한 경험이나 문헌을 이용한 선행지식을 지니고 있는지의 여부이다. 창의성 교육은 정해진 커리큘럼이 없이 교육기관마다 독자적인 교육과정을 가지고 운영되고 있다. 따라서 다양한 기관에서 창의성 교육을 받은 학생들은 서로의 경험을 공유하여 문제 해결에 긍정적으로 작용할 수 있다.

‘집단 응집성’은 의사소통에 도움을 줄 수도 있지만 너무 높은 집단 응집성은 집단의 관계 때문에 자신의 의견을 내지 않거나 집단의 동일성을 가져와 집단 창의성에 부정적인 영향을 미치기도 한다. 본 연구에서는 단기간(1주일동안의 캠프 중에 2일 동안만 집단문제해결 과정이 있었음)에 이루어진 모듈활동이기 때문에 집단 응집성의 특징이 나타나는 사례는 크게 나타나지 않았다.

나. 결합 요인

본 연구에서 다루는 결합요인은 과학적 의사소통능력, 집단의 문제 해결과정(과학적 탐구과정), 자율성, 리더십 등의 영향요인이 있다. 과제를 수행하는 동안 학생들은 언어적, 비언어적 방식으로 상호작용을 하는 모습을 볼 수 있다. 학생들 모두 자신의 의견을 자유롭게 이야기 하고, 다른 학생의 의견을 경청하며, 비난하지 않는 모습에서 원활한 상호작용의 모습을 찾아 볼 수 있으며, 과학지식을 증거로 이론이나 설명과 연결하여 말하는 모습에서 과학적 의사소통 과정을 찾아볼 수 있다. 또한 이해하기 어려운 과학 개념이 있을 때, 스스로없이 질문하고 설명해주는 모습에서도 원활한 상호작용 모습을 찾아볼 수 있다. '과학적 의사소통능력'이 드러난 다음의 사례를 보자.

S1 : 아이디어가 있어!!

S4 : 뭔데요.

S1 : ① 우주쓰레기와 비슷한 게 바닷속에 떠다니는 플랑크톤 있잖아. 조류 흐름을 이용해서 모아서 처리하는 것 있잖아

S2 : ② 흐름을 이용하는 것은 궤도에서 조금만 막으면 될 것 같은데
 조교 : 아이디어가 좋은데 어떻게 실현할 수 있을지 생각하는 게 필요해.

S3 : ③ 자석 있는 것도 어떻게 이용할 수 있을지.

(중략)

S2 : ④ 태평양 한가운데 쓰레기 섬...(조류로 쓰레기를 처리하는 내용에 대해 검색함) 와이자로...플라스틱을...(검색한 내용을 모둠원들에게 보여주며) 왜 이런 거지?

S3 : ⑤ 플라스틱은 가벼우니까 위로 뜨고 (설명 -중략).

조교 : 바다에서는 해류를 이용하잖아 우주에서는 어떻게 이용할 수 있을까?

S2 : ⑥ 혹시 음파같은걸로 할 수 있을까?

S3 : ⑦ 음파는 우주에서 쓸 수 없어. 전자기파 여아해. (전자기파에 대해 모둠원들에게 설명함)

S4 : ⑧ 인공위성에 장치치를 하고 시간이 지나면 또 쓰레기가 될 텐데 그걸 어떻게 처리할 것인지가 또 문제인 것 같아요.

모두들 : 동의함

위의 사례에서 S1학생이 해류를 이용한 바다쓰레기 처리 사례를 들어 우주 쓰레기를 처리하는 아이디어(①)를 제안하자, 이에 대해 S2학생이 부연설명(①)을 통해 지지하는 모습을 보이고, 확인해야 하는 문제에 대해 S3학생이 제안(③)하고, S2학생이 관련 정보를 검색한 내용에 대해 질문(④)하는 모습을 보인다. 이러한 의사소통 과정은 관련 과학적 자료나 지식을 이용하여 이루어지고 있는 특징을 보인다. S3학생이 S2학생이 질문한 내용에 대해 과학지식을 이용하여 설명하는 모습(⑤)을 보이는데 아이디어를 제안한 학생(S1)과 설명하는 학생이 동일인물이 아니라는 사실에서 집단의 효율을 찾아볼 수 있다. 이러한 설명을 통해 S2학생이 새로운 제안(⑥)을 하자 S3학생은 과학 지식을 바탕으로 반박(⑦)을 하며 새로운 문제를 S4학생이 제기(⑧)하는 모습을 찾아 볼 수 있었다.

과제를 수행하면서 모둠원들은 의견을 자유롭게 개진하고, 다른 모둠원의 의견을 경청하며, 문제점이 있어도 비난하는 투가 아닌 정중한 모습으로 제기하고 있다. 또한, 난해한 개념을 스스로없이 질문하고 설명하며, 과학지식 및 자료, 정보를 이용하여 새로운 제안과 반박을 하는 모습에서 과학적 의사소통이 원활하게 이루어지는 모습

을 찾아볼 수 있다.

어떤 사례에서는 다른 모둠원이 제시한 의견의 구체적인 내용 및 장단점을 알고 있음에도 경청한 뒤에 문제점을 제기하는 모습을 보여 주고 있다. 나이 및 지식의 많고 적음을 떠나 학생들이 서로를 존중하며 의사소통을 원활하게 하고 있으며 이러한 높은 과학적 의사소통 능력으로 다양한 아이디어가 생성되었다.

'집단의 문제해결과정'은 문제를 해결하는 전 과정에서 드러나고 있다. 특히 과학 탐구를 수행하는 경우에는 문제를 해결하기 위해서 가설을 세우고 실험을 설계하고 수행하는 과정에서 그 모습을 발견할 수 있다.

본 과제를 수행하는 학습 환경은 학생들의 집단 과학창의성을 저해할 수 있는 외부의 통제를 최소화한 자유로운 분위기를 제공하였다. 시간활용도 자유로웠는데, 과제의 시작과 제출시간만이 정해져있었으며, 과제 제출 양식도 필수 내용 외에는 자유롭게 기술할 수 있도록 하였다. 자유로운 분위기, 시간배분의 자유로움 외에 학생들은 판단의 독립성을 유지하였으며, 자기 모둠의 아이디어 외에 다른 모둠의 아이디어도 스스로없이 평가를 내리는 모습을 찾아볼 수 있었다. '자율성'이 드러난 하나의 사례를 살펴보자.

S3 : 아까 우리가 산 책 중에 관련 책 없었어요?

S1 : (기방 속을 찾으며)있었어.

S2 : ① 소프트웨어를 하나 개발하는 거야. 어때?

S3 : ② 그거 괜찮은데요. 어플리케이션! 인공위성을 갖고 하는 것은 힘든 것 같고.....드론에 대한 어플리케이션은 괜찮을 것 같아요.

S2 : 애들도 배터리가 필요한가?

S4 : 우주쓰레기를 치우다가 또 다른 쓰레기가 나온다면?

다른 모둠원 : 잘 돼가?

S2 : 우리 모둠은.....(설명 -중략). 어떤 것 같아?

다른 모둠원 : 그러니까, 우주 쓰레기를 치울 때.....(중략), 한다는 거지?

S4 : 응.

다른 모둠원 : (본격적으로 자리를 잡고 앉아서) ③ 괜찮은 것 같은데, 궤도 문제에 대해서도 생각해봐야 할 것 같아.

S1 : 아까 강의에서 우주쓰레기와 드론, 초소형 인공위성이 있었거든.

S2 : 우주쓰레기밖에 기억 안나.

S1 : 그래서 그걸 잘 이용해야 하는데.

S2 : 우주쓰레기 같은 것은 상용화되기 어렵잖아.

S1 : 아직 안치우고 있단니까

S3 : 드론 쪽은 많이 할 것 같아

S4 : ④ 드론으로 악을 배달하는 거

S3 : ⑤ 그건 지난번 캠프 때 우리 모둠이 했었어.

모둠원들의 아이디어에 대해 긍정적인 평가(①, ②)와 부정적인 평가(④, ⑤)를 하고, 어떤 경우에는 다른 모둠의 아이디어에 대한 평가(③)도 내리는 모습을 볼 수 있었다. 이는 자유로운 분위기, 시간배분의 자유로움 외에도 판단의 독립성이 있는 모습이므로, 높은 자율성을 의미한다. 특정 모둠의 경우에만 자율성이 높았던 것이 아니라 본 과제를 수행한 모든 모둠의 자율성이 일반적인 교육상황에서의 자율성보다 높은 모습을 찾아 볼 수 있었다. 같은 모둠원 외에 다른 모둠원들의 평가가 창의적 산출물에 도움을 주는 모습을 볼 수 있었다. 대부분의 집단 과학창의성 영향요인들처럼 정량적으로 측정하기는 어려우나, 본 과제를 수행하는 모든 학생들의 높은 자율성이 집단

과학창의성의 수준을 높이는데 긍정적인 영향을 미쳤다고 볼 수 있다.

본 연구에서 정의한 ‘리더십’은 집단의 목표나 내부 구조의 유지를 위하여 구성원이 집단 활동에 참여하고 달성하도록 유도하는 능력 및 구성원의 역량에 맞게 과제를 배분하는 능력이다. 창의적 과제를 수행하는 과정에서 이러한 정의에 맞는 역할을 하는 유일한 모둠원은 거의 존재하지 않았다. 복수의 학생들이 리더 역할을 수행하였으며, 리더의 역할도 과정을 진행하거나, 배분하는 등의 ‘과정리더’와 과제를 해결하는 이론적 과정을 이끌어가는 ‘과제리더’가 따로 존재하기도 하였다. 이러한 리더십의 특징을 알 수 있는 학생들의 표현을 살펴 보자.

- 제출양식 확인해 봐야해. 자료집에 있는 양식을 쓰면 되는 건가? 파일로 제출해야 하나까, ① 우선 흐름을 잡아보자.
- ② 어떤 문제가 가장 심각하다고 생각해?
- (손을 들며) ③ 드론에 관한 문제가 아니더라도 생각해보자
- (웃으며) ④ 난 개인적으로 아프리카나 빈부격차에 대한 문제에 관심이 많습니다.

이 사례는 연결된 대화라 아닌 ‘과정리더’의 모습을 잘 나타내주는 발언을 모은 것으로, 과제 관련 지식이나 경험이 많지는 않지만 의사진행을 하거나(①), 논의가 중단되거나 아이디어를 독려하거나(②, ③), 과제진행이 어려울 때 분위기를 좋게 하는 농담(④)등을 하는 모습을 볼 수 있다.

리더십은 문제를 해결하는 과정에서 주도적인 역할을 하게 된다. 과정을 진행하거나, 배분하는 역할과 과제해결의 이론적 과정을 이끌어가는 역할을 동시에 수행하는 리더의 존재 유무에 대해 72명의 학생들에게 물어본 결과, 45명의 학생이 확실한 리더가 존재하지는 않았다고 답하였다. 그리고 리더가 있다고 답한 27명의 학생들 중 일부는 복수의 리더가 있었다고 답하였다.

3. 환경 요인

집단 과학창의성에 영향을 주는 환경요인으로는 학습 환경, 교사 유형, 외적보상 등이다. 대부분의 환경요인들은 학생들에게 동일하게 적용되었기 때문에 환경 요인에 의한 특성이 잘 드러나지는 않았다. 교육상황에서 창의적 학습 환경이 중요(Amabile, 1996; Min & Choi, 2008)하지만, 본 연구에서는 물리적·환경적 제약으로 인해 환경요인을 변인으로 설정하지 못하고, 모든 모둠에 동일하게 제공되었다. Amabile(1996)가 제안한 창의성을 높이는 학습 환경에 최대한 맞추기 위해, 창의성을 유지하고 향상시키기 위해 자극을 줄 수 있는 학습 환경을 제공하려 하였다. 이를 위해 외부 정보를 자유롭게 이용할 수 있는 IT기기를 제공하였으며, 모둠원들의 자유로운 토론이 가능하도록 책상과 의자 배치를 하였다.

집단 과학창의성의 영향요인으로 교사 유형은 과제관련 전공 여부, 과제 진행경험 유무 등과 관련이 있다. 본 연구에서는 특정 모둠에 교사를 지정하지 않고 여러 명의 조교가 공동으로 지도하는 방식으로 진행했다. 조교들은 과제 수행에 직접적으로 도움을 주기도 했지만, 학생들을 격려하고 진행단계가 원활하게 이루어질 수 있도록 과업을 상기시키거나 큰 방향을 제시하는 역할을 주로 담당하였다. 창의과제의 경우 지도하는 교사가 관련된 지식을 모두 숙지하고 있기 어렵기

때문에 관련된 전공 여부보다는 창의과제 해결(지도) 경험의 유무가 더 중요한 영향요인으로 작용할 것이다.

본 연구에서는 학생들이 창의적 산출물을 발표하고 그 발표물에 대해 평가를 하는 과정을 통해 외적보상을 받는 기회를 가졌다. 일반적으로 학생들은 상대평가에 익숙하기 때문에 등수에 많은 관심을 가진다. 본 연구에 참여한 학생들 중 많은 수의 학생이 상대적인 평가보다는 절대적인 평가에 더 신경을 쓰는 모습을 볼 수 있었다. 다음은 발표와 전문가의 평가 과정을 보여주는 사례이다.

S1 : 저희 아이디어의 창의성과 독창성에 대해 설명하겠습니다.
(중략)

S4 : 만약 이 토크 드론이 상용화되면 하루 종일 따라다니는 컴퓨터가 생기는 것이고 우리의 삶이 크게 바뀔 거라 생각합니다.

(발표끝)

○○교수 : 소통형 드론은 언제 가장 필요할까요? 혼자 있을 때? 움직일 때?

학생 : 둘 다(뒷부분은 흐림)

○○교수 : 집에 가만히 있을 때는 소프트뱅크의 소통형 로봇 정도가 더 좋지 않을까요? ① 드론의 장점은 3차원을 움직일 수 있다는 것이죠. 마라톤 선수들이 뛸 때 옆에 같이 다니는 드론하나 만들면 좋겠죠? 아바타 드론처럼……. 외국 선수들이나 심판들이 얘기할 때 통역도 하고, 자 위험한 곳에서 운동하거나 즐기는 그런 사람들에게는 여러분의 드론이 더 좋을 것 같고요. 그런 종목이 어떤 게 있죠?

학생 : (잠시 고민 후)스포츠 클라이밍

○○교수 : 네, 맞아요. 이러한 류의 드론을 이용하는 것으로 스포츠 클라이밍분야에서 연구되고 있어요. 여러분의 생각과 비슷해요. 여러분의 생각은 좋은 생각이예요. 그런데 ② 효율적인 사용처를 좀 더 생각해 보면 좋을 것 같아요. ③ 문제를 좁혀서 생각해 보면 오히려 좋은 아이디어가 나올 거예요. 넓게 보고 좋은 아이디어가 떠오르면 더욱 좋지만요. 그리고 ④ 여러분의 아이디어에서 문제는 배터리인데, 최장 40분 사용 가능하고, 보통은 20분정도라는 거죠. 배터리를 어떻게 해야 할지 고민 해봐야 해요. ⑤ 야외활동형 소통형으로 새로운 분야를 찾아보세요. 수고했어요.

본 연구의 활동에 참여한 학생들은 최종적으로 자신들의 아이디어를 발표하고 전문가(교수)의 평가를 받는다. 전문가의 평가는 약간의 질의응답과, 산출물의 장점과 문제점(②, ④)을 듣고, 아이디어를 발전시키는데 도움이 되는 조언(①, ③, ⑤)으로 구성되어 있다. 일반적인 연구에서는 금전적 보상, 교육받을 기회, 승진 등으로 외적 보상이 집단창의성에 영향을 주고 있지만, 교육상황에서는 이를 적용하기 어렵다. 본 연구에 참여한 학생들의 사례에서는 창의적 산출물에 기반을 둔 창의적 노력 및 성취에 대한 긍정적 평가가 집단창의성에 긍정적인 영향을 미치는 외적보상이라고 볼 수 있다.

4. 창의적 문제 해결 과정에서 집단 과학창의성 영향요인 사례

집단 과학창의성 영향요인들은 문제 해결 과정에서 독립적으로 작용하는 것이 아니라 서로 연계되어 작용한다. 따라서 문제해결과정의 전체를 놓고 집단 과학창의성 영향요인이 어떻게 작용하는지를 살펴보는 것은 매우 의미가 있을 것이다. 본 논문에서는 두 모둠에서 수행한 문제 해결 과정에서 집단 과학창의성 영향요인이 어떻게 드러

나는지 사례로 제시하였다.

첫 번째 사례는 모둠 G1의 '준비기'의 모습이다. 모둠 G1의 구성원은 모두 4명(남자 2명, 여자 2명)이며, 중학생 3명, 고등학생 1명으로 구성되어 있었다. 이들이 문제를 해결하는 과정은 총 493분이었다. 그 중 문제를 지각하고 자료를 수집하는 준비과정은 약 15분이 소요되었다. 구체적으로 학생들의 대화를 살펴보면 다음과 같다.

S1 : 자. 그럼 모둠원 여러분, 오늘 강의는 잘 들으셨습니까?
 S2 : S1오빠, 웃겨요. 그냥 허던 대로 해요.
 S3 : S1선배님! 이라고 해야 할 것 같은데요.
 S4 : 오늘 우리 과제 망한 것 같아.
 S1 : 알았다. 그냥 편하게 하자. ① 뭐부터 해야 하지?
 S2 : ② 제출 양식 확인 해보아해. 자료집에 있는 양식 복사해서 쓰자.
 모두들 : 자료집을 읽어 봄.
 S1 : 파일로 제출해야 하나까...③ 우선 흐름을 잡아보자
 S2 : ④ 어떤 문제가 가장 심각하다고 여깁니까?
 모두들 : (웃음)
 S1 : 드론 문제 중에서?
 S3 : 드론의 안정성? 무기화?
 (중략)
 S4 : 드론이 있어서 해결될 문제도 있잖아. 좋아진 점도 있고.
 S2 : 드론 말고도 다른 주제도 많으니까 ⑤ 한정시키지 말자. 우리 자료 봐야 해.
 S1 : 우주 쓰레기 문제가 좀 심각하지.
 S3 : ⑥ 그러네요.

(중략)

S2 : 아까 강의들을 때 친구한테 이런 얘기했더니(노트를 보여주며 설명 하나 잘 안 들림) ⑦ 굳이 그럴 필요까지 있나 라는 소리를 들었어.
 S1 : (한숨 쉬며 노트를 넘김)
 S2 : 뭘 그렇게 많이 적었어?
 S1 : 한 장이야...한 장(웃음)
 S2 : 한 장에 많은 글씨가 쓰여 있네요.
 S4 : (웃음)
 S1 : (노트를 보며)별로 없어.
 모두들 : (잠시 침묵)
 S1 : 자, 그럼 드론, 우주쓰레기 말고 또 해보고 싶은 거는? ⑧ 음...다른 문제는?
 S4 : 다른 문제? ⑨ 항공우주기술을 기반으로 한 것을 해야 하나까.
 S2 : ⑩ 오늘 강의 들은 거랑 항공우주기술이랑 특허랑 그런 것들을 좀 봐야 할 거 같아. 그럼 검색해보자
 모두들 : 그래. ⑪ IT기기를 이용하여 검색을 하거나 강의 자료를 들여다 봄

G1모듬의 준비기는 문제인식을 하는 모습(②, ③, ⑨)을 보이고, 자료를 수집하는 과정(⑩, ⑪)이 있었다. 또한 이러한 과정에서 의사 진행발언(①, ④, ⑧)도 있었다. 또한 준비기의 과정에서 각자 관심 있는 분야에 대한 언급들이 있었고, 각자 관심 있는 분야의 발언에 대해 다른 모듬원들이 덧붙이거나 동의 및 반대 의견을 간단하게 표현하기도 하였다. 그러나 이 과정은 검색시간까지 포함하여 15분정도 이었다. G1모듬의 전체 과정이 진행되는 시간의 약 3% 정도의 짧은 시간이었다.

G1모듬의 준비기를 보면 교육적 상황에서의 집단 과학창의성 영향요인 중 다음과 같은 요인이 집단 과학창의성 수준에 긍정적인 영향을 미친 것으로 보인다. 의사진행발언은 과정리더의 리더십에도

해당하며, 의사소통을 원활하게 해주는 발언으로도 볼 수 있다. 준비기에서 문제인식은 과제리더의 리더십을 보여준다. 리더십에 해당하는 모습은 S1, S2, S4 세 명의 학생이 보여주는데, 기업체 및 연구소의 연구개발팀의 확실한 리더가 있는 모습과는 차이가 있다. ⑥과 같은 다른 모듬원의 발언에 동의를 표시하는 것도 과학적 의사소통능력으로 볼 수 있다. 다른 모듬의 모듬원에게 아이디어에 대한 의견을 구하고, 다른 모듬원도 스스로없이 아이디어를 평가하는 모습에서 판단의 자율성을 볼 수 있었다.

종합적으로 집단 창의성 영향 요인 중에서 리더십, 과학적 의사소통능력, 자율성, 과학정보처리능력 등을 발견할 수 있으며 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

- 리더십 : ①, ②, ③, ④, ⑤, ⑧, ⑨
- 과학적 의사소통능력 : ①, ④, ⑥, ⑧
- 자율성 : ⑦
- 과학 정보 처리 능력 : ⑩

두 번째 사례는 G2 모듬의 '아이디어 탐색기 및 선정기' 단계이다. G2모듬의 구성원은 5명(남자 3명, 여자 2명)으로 중학생 3명, 고등학생 2명이었다. 이들이 과제를 해결하는 전체 과정은 437분이었으며, 이 중에서 주제와 관련된 다양한 아이디어를 발현하고 탐색하는데 40분을 소모하였다. 구체적으로 학생들의 대화를 살펴보면 다음과 같다.

모두들 : (개인별로 웹 검색을 하거나 자료집을 봄)

S4 : ① 이제 같이 해볼까요? 보니까.....② 항공연 홈페이지 들어가 보니(노트북 화면을 모듬원들 쪽으로 돌리며) 항공기술, 발사체기술, 위성기술, 우주 응용기술 이렇게 항목별로 구분되어 있어서 골라야 요. 문제는 봐도 된 말인지 이해가 안 된다는 거죠.
 S1 : 저기...아까...말한 아이디어...조금 다른 쪽으로.....내가 생각해는데...관찰을라나?...그러니까...③ 하늘을 나는 자동차를 실행시키면 공중에서다가 도로를 깔아야 하잖아.....그런데 공중에 진짜로 그릴 수 없잖아.....혹시 영화 "○○○○○○"봤어? 그게 가상현실 그런 게임 같은 거거든...잠깐만...(④ 노트북을 이용해서 검색한 영화이미지를 화면을 모듬원들 쪽으로 돌리며)이런 것처럼 가상으로 도로를 그리는 것이거든. (설명)

(중략)

S1 : 여기서 중요한 것은 ⑤ 가상공간에 도로를 그릴 수 있는 기술이지
 S4 : ⑥ 그럼 이걸로?
 S1 : 저기...다른 아이디어도 찾아봐요.....⑦ 아이디어를 여러 개 찾고 그 중에 고르자.
 S4 : 음...그럼...⑧ 아이디어를 생각해내고 진행할까요? 아니면 기술을 먼저 찾아서 발전시킬까요?
 S3 : 기술이 엄청 많은데
 S4 : ⑨ 아예 사업화 우수기술이라고 카테고리라 있어요.
 S3 : 다른 모듬이랑 겹치면 완전 망하는 거야
 S2 : 그런데 ⑩ 보통 보면은 우주쓰레기와 드론, 초소형인공위성 이렇게 세 개가 큰 카테고리 중에 하나인데
 모두들 : ⑪ 기술 검색중
 조교 : 지금 어떤 단계?
 S3 : 기술 찾고 있어요.
 S4 : 이 PDF파일은 안 봐?
 S3 : 그건 아닌 것 같아. 이미 사업화가 된 아이템들 모음이라.

S4 : ⑫ 특허에서 찾아볼까?
 S3 : 특허를 검색해보는 것이 나올 것 같아
 조교 : ⑬ 어떤 분야를 한정시키지 않고 기술만 검색하면 너무 범위가 넓을 것 같은데

(중략)

S3 : 그럼 아까 그 3d구현하는 것?
 S4 : 그 아이디어밖에 없나?
 S2 : 아까 강의에서 우주쓰레기와 드론, 초소형 인공위성이 있었거든
 S3 : 우주쓰레기밖에 기억 안나
 S2 : 그래서 그걸 잘 이용해야 하는데
 S3 : 우주쓰레기 같은 것은 상용화되기 어렵잖아
 S2 : 아직 안치우고 있다니까
 S4 : 특허 아이디어를 우리가 오늘 내도되니까
 S3 : 드론 쪽은 많이 할 것 같아
 S4 : ⑭ 드론으로 약을 배달하는 거
 S3 : ⑮ 그건 지난번 캠프때 우리 모둠이 했었어.
 조교 : ⑯ 카이스트 연구실을 보면 랩마다 연구하는 게 있거든 그걸 참고해도 되고
 모두들 : ⑰ 검색중

(중략)

S3 : ⑱ S1오빠가 내거 좋지 않아? 정말 좋은데...아이디어 2개! 중간 표가 몇 시야?
 S4 : 중간발표가 없고 그냥 내일 아침 발표야
 S3 : ⑲ 오늘 밤새야 될 것 같은데
 S4 : 오빠 기술 비슷한 거 나오는 거 있어?
 S1 : ⑳ 지식인에 비슷한 게 있는데, 좀 다른 거라서
 S2 : 그럼 ㉑ 가상도로를 운전자한테는 디스플레이로 보여주는 거야?
 S4 : 어때요?
 S1 : ㉒ 내가 디스플레이 기술을 찾아보니까 두 가지가 있더라고...하는 자동차 유리에 띄우는 거고 하나는 안경에 쓰는 거야
 S4 : 운전을 하려면 이곳저곳 둘러봐야 하니까 안경보다는 차유리에
 S3 : 옵션이 두개 있으면 안되나
 S4 : 어떤 것 같아
 S5 : 좋은 것 같습니다.
 S4 : 저희 경험어요
 S3 : 대충
 조교 : 대충? 어느 정도 얘기해줄래?
 S4 : ㉓ 하늘을 자동차가 실행되었을 때의 프로그램인데 하늘은 도로가 실제로 그려져 있지 않잖아요. 그래서 가상으로 도로를 만들고, 그걸 운전자한테 디스플레이로 보여주는 거예요.
 조교 : 괜찮네. 잘 진행해봐.

G2모둠의 최종아이디어(㉓)를 선정하기까지 창의적인 아이디어는 준비기에서 1가지(3차원공간에 디스플레이 구현), 탐색기 및 선정기에서 2가지(③, ⑭), 총 3가지의 아이디어가 나왔다. S4 학생의 아이디어(⑭)는 독창성 문제(⑮)에서 폐기되었고, 다른 2가지의 아이디어는 S1학생의 아이디어였다. 최종아이디어는 S1학생의 아이디어(③)를 구체화시킨 아이디어(㉓)가 선정되었다.

G2모둠의 탐색기 및 선정기를 보면 집단 과학창의성 영향요인 중 다음과 같은 요인이 집단 과학창의성 수준에 긍정적인 영향을 미친 것으로 보인다. 새로운 아이디어를 발현하는 모습에서 과학적 사고를 볼 수 있고, 과정리더의 리더십이 있었으며, 과학 지식과 과학 정보 처리 능력을 볼 수 있었다. 그리고 S1학생이 자신의 아이디어(③)를 설명하면서 시각적 자료를 이용하는 것(④)은 원활한 의사소통능력과

외부자료를 잘 이용하는 능력을 볼 수 있었다. G2모둠의 탐색기 및 선정기의 특징으로 발산적 사고능력이 중요하게 발휘될 수 있는 과정에서 잘 드러나지 않았다는 점이며, 아이디어를 구체화하는 정교성(㉑)과 문제를 단순 명료하게 정리하는 단순성(⑤, ⑩)등의 수렴적 사고 능력이 보였다. 그리고 과업을 스스로 찾고(⑫), 과제를 끝까지 해내려고 하는 모습(⑲)에서 자율성과 내적 동기를 볼 수 있었다. 또한, 조교의 조언(⑬, ⑯)이 집단 과학창의성에 긍정적인 영향을 미쳤다.

종합적으로 G2 모둠의 사례에서는 집단 과학창의성 영향 요인 중에서 과학적 사고, 창의성 교육의 경험, 리더십, 과학적 의사소통능력, 과학정보처리능력, 자율성, 동기 등을 발견할 수 있으며, 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

- 과학적 사고 : ③, ⑤, ⑩, ⑭, ⑰, ㉑
- 창의성 교육의 경험 : ⑮
- 리더십 : ①, ⑦, ⑧,
- 과학적 의사소통능력 : ④, ⑥, ⑱
- 과학 정보 처리 능력 : ②, ④, ⑨, ⑩, ⑪, ⑫, ⑰, ⑲, ㉑
- 자율성 : ⑫, ⑲
- 동기 : ⑲

IV. 결론 및 시사점

본 연구는 집단 과학창의성 교육의 실천을 위해 집단 과학창의성 영향요인을 설정하고 학생들의 창의적 문제해결 상황에서 집단 창의성 영향 요인이 어떻게 나타나는지 탐색하는데 목적이 있다.

이를 위하여 집단창의성과 과학창의성의 선행연구를 분석하여 과학교육에서 집단 과학창의성 신장과 관련된 요인들을 추출하고, 관련성을 고려하여 최종적으로 27개의 영향요인을 정하였다. 교육전문가들의 ‘교육적 상황에서의 중요도, 적합성, 적용가능성’ 등의 의견을 바탕으로 집단 과학창의성 교육에서 고려해야 할 영향요인을 도출하였다. 그리고 과학 영재 학생들이 창의적 과제를 모둠별로 수행하는 과정에서 집단 과학창의성 영향요인이 어떻게 드러나며, 집단 과학창의성 수준에 어떠한 영향을 미치는지 분석하였다. 주요 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 과학 분야에서의 집단의 창의적인 성취를 의미하는 ‘집단 과학창의성’을 제안하고 이러한 ‘집단 과학창의성의 영향요인’으로 인적요인의 9가지 요소(과학적 사고, 과학 지식, 과학 정보 처리 능력, 동기, 도전정신, 구성원의 나이 및 성별의 다양성, 구성원이 선호하는 과목의 다양성, 창의적 경험, 집단응집력), 결합요인으로 4가지 요소(과학적 의사소통능력, 집단의 창의적 과정(과학적 탐구과정), 자율성, 리더십), 환경요인으로 3가지 요소(학습 환경, 교사유형, 외적 보상)를 도출하였다.

둘째, 영재 학생들의 창의적 문제해결과정을 분석한 결과, 본 연구에서 선정된 집단 과학창의성 영향요인들이 창의적 문제해결에 영향을 미치는 과정을 발견할 수 있었다. 일반 개인창의성 연구의 결과와 같이 과학적 사고, 과학 지식, 과학 정보처리 능력, 동기, 도전 정신 등의 개인적인 특성들이 최종 결과에 큰 영향을 주었다. 그런데 집단 구성원의 다양성과 같은 집단 인적 요인이나 과학적 의사소통능력,

집단의 문제해결과정, 리더십 등과 같은 개인의 역량을 결합하여 집단의 해결과정으로 이어지는 결합요인의 영향도 매우 크게 드러남을 발견하였다.

이상의 연구 결과를 바탕으로 과학교육에서 집단 과학창의성에 대한 시사점과 후속 연구 과제를 도출하면 다음과 같다.

첫째, 집단 과학창의성을 신장하기 위해서는 기본적으로 개인구성원의 창의성이 우선되어야 한다. 특히 창의성의 인지적 측면을 신장시키는 교육뿐만 아니라 창의성의 정의적 측면과 동기적 측면을 신장시키는 교육이 필요하다.

둘째, 개인의 창의적 특성뿐만 아니라 집단으로서 요구되는 창의적 특성을 신장시키기 위한 요인을 고려해야 한다. 특히 구성원들의 상호작용 능력을 신장시키는 교육프로그램이 뒷받침되어야 한다. 상호작용 능력은 집단의 문제 해결과정에서 구성원들 간의 창의역량을 효과적으로 결합하고 활용할 수 있도록 해주는 요인이다. 창의성 교육의 목표는 창의성이 큰 인간을 키우는 것이므로 개인의 창의적 역량 신장뿐만 아니라 상호작용 능력 신장이 목표인 창의성 교육 프로그램을 개발하는 것도 의미 있다.

셋째, 교육적인 상황과 일반적인 상황에 대한 구별이 필요하다. 예를 들어, 일반적인 집단 창의성 연구에서 민주적·혁신적인 리더십이 집단 창의성을 발휘하는데 중요한 요인이라는 선행연구들(King & Anderson, 1990; Shalley & Gilson, 2004)과는 달리 본 연구에서는 리더십이 강하게 드러나는 모습을 발견하기는 쉽지 않았다. 리더십과 관련된 선행연구들은 주로 기업체 대상으로 진행된 것으로 조직의 특성상 상하관계가 명확하게 있어 과제해결 초기 단계에서 리더의 역할이 주어진 것에 비해 본 연구와 같이 교육상황에서는 동등한 위치에서 과제를 해결하기 때문에 과제해결 전반에서 리더가 나타나지 않고, '과정리더' 혹은 '과제리더'의 역할의 일부가 표현되었을 뿐이다. 교육상황에서의 리더십에 대해 기존의 관점과 다른 관점의 연구가 필요하다.

국문요약

본 연구의 목적은 과학 분야에서의 집단의 창의적인 성취를 의미하는 '집단 과학창의성'에 영향을 주는 요인을 선정하고, 학생들의 창의적 문제해결 과정에서 집단 과학창의성이 어떻게 나타나는지 탐색하는 것이다. 집단 과학창의성 영향요인을 정하기 위해서 선행연구를 바탕으로 과학교육에서 집단 과학창의성 영향요인 27개를 추출하였고, 과학교육 및 영재교육 전문가들의 의견을 바탕으로 정리하였다. 학생들의 창의적 문제해결 과정에서의 집단 과학창의성 영향요인을 선정하기 위해서 72명의 영재학생들을 대상으로 1박 2일 동안 진행된 집단 문제해결과정을 분석하였다. 주요 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 집단 과학창의성 영향요인으로 인지요인의 9가지 요소(과학적 사고, 과학 지식, 과학 정보 처리 능력, 동기, 도전정신, 구성원의 나이 및 성별의 다양성, 구성원이 선호하는 과목의 다양성, 창의적 경험, 집단응집력), 결합요인으로 4가지 요소(과학적 의사소통능력, 집단의 창의적 과정(과학적 탐구과정), 자율성, 리더십), 환경요인으로 3가지 요소(학습 환경, 교사유형, 외적 보상)를 선정하였다. 둘째, 영재 학생들의 창의적 문제해결과정을 분석하여 집단 과학창의성 영향요인들이 창의적 문제해결에 영향을 미치는 것을 발견할 수 있었다. 이상의

결과를 바탕으로 집단으로서 요구되는 창의적 특성을 신장시키기 위한 요인에 대한 추가적인 시사점을 논의하였다.

주제어 : 집단 과학창의성, 영향요인, 창의적 과제, 과학영재학생

References

- Amabile, T. M. (1989). *Growing up creative: Nurturing a lifetime of creativity*. Crown House Publishing Limited.
- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in context: Update to the social psychology of creativity*. Boulder, CO: Westview.
- Baek, Y. J., & Han, S. S. (2008). The Effects of Group Conflict on Group Creativity: Moderating Effects of Leadership Style and Communication. *The Knowledge Management Society of Korea*, 9(3), 1-19.
- Barron, F.(1963). The needs for order and for disorder as motives in creative activity. In Taylor, C. W., & Barron, F. E. (Eds.), *Scientific creativity: Its recognition and development*, 153-160. Oxford, England: John Wiley
- Barron, F., & Harrington, D. M. (1981). Creativity, intelligence, and Personality. *Annual Review of Psychology*, 32, 439-476.
- Choi, J. I. (1995). *The Study of determinants to enhance group creativity*. Doctoral dissertation. Korea University.
- Cranz, G. (1998). *The Chair: Rethinking Culture, Body, and Design*. New York:W.W. Norton.
- Csikszentmihaly, M. (1988). Motivation and creativity: Toward a synthesis of structural and energetic approaches to cognition. *New Ideas in psychology*, 6(2), 159-176.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention*. New York: HarperCollins.
- Fisher, C. M., & Amabile, T. (2009). Creativity, improvisation and organizations. In M. A.
- Harrington, D. M. (1990). *The ecology of human creativity : A psychological perspective*. Sage Publications, Inc.
- Hollingsworth, J. R. (2006). A path-dependent perspective on institutional and organizational factors shaping major scientific discoveries. In Meeus, M., & Hage, J. (Eds.), *Innovation, science, and institutional change*, 423-442. Oxford University Press.
- Hong, S. C., & Sohn, W. S. (2014). Motivation, Divergent Thinking, Creative Climate, Group, Creative Ideas. *Korean Journal of Educational Psychology*, 28(1), 161-178
- Jeong, J. E. & Cho, Y. S. (2012). Analysis of the Studies of Creativity Education in Korea: Focusing on Approaches Toward Creativity Education. *The Korean Journal of Educational Methodology Study*, 24, 659-682.
- Kim, J. S. (2008). Recent Trends and Issues in Creativity Research in Korea. *Korean Journal of Educational Psychology*, 22(4), 939-960.
- Kim, M. J. (2013). *The causal relationship among team learning behavior, diversity, psychological safety and creativity of project teams in large corporations*. A Master's Thesis. Seoul National University
- Kim, Y. C. (2007). *The Subject Area Teaching-Learning Process and the Education of Creativity*. *Korean Journal of Thinking Development*, 3(2), 1-35.
- Kim, H. J. & Seol, H. D. (2014). Mediating Effects of Integrative Capability on the Relationship between Individual Creativity and Group Creativity. *The Knowledge Management Society of Korea*, 15(4), 223-247.
- King, N., & Anderson, N.(1990). Innovation in working groups. In West & Farr. (Eds.), *Innovation and Creativity at Work*, 15-59. Oxford, England: John Wiley & Sons.
- Larey, T. S., & Paulus, P. B. (1999). Group preference and convergent tendencies in small groups: A content analysis of group brainstorming performance. *Creativity Research Journal*, 12(3), 175-184.
- Lee, H. R. (2011). An Analysis on the Behavioral Characteristics of the Scientifically Gifted Students. *The Journal of The Korean Earth Science Society*, 32(3), 294-305.
- Lee, K. H. (1998). The Relations between Science Related Attitudes and Science Achievement of High School Students. *Journal of the Korean Association for in Science Education*, 18(3), 415-425.
- Lee, K. H. (2012). *How to develop creativity 3-D*. Seoul: bizmap.
- Lee, K. H. (2006). *A Study on Korean 4 and 5 year-old Children's Developmental Traits in Creative Ability, Creative Personality and Domain Creativity*. *Korean Journal of Early Childhood Education*, 26(5), 191-207.
- Lee, M. K., & Kim, K. H. (2004). Research Article : Relationship between

- Attitudes Toward Science and Science Achievement. *Journal of the Korean Association for in Science Education*, 24(2), 399-407.
- Lee, K. W. & Oh, E. S. (2012). Creativity, creative person, curriculum, integrated curriculum, Delphi Technique. *Journal of Curriculum Integration*, 6(1), 45-68.
- Lew, K. H. (2015). A comparative study on effects of home and classroom environment on individual creativity and group creativity. *The journal of The Korean Society for the Gifted and Talented*, 14(1), 201-222.
- Lovelace, R. F. (1986). Stimulating creativity through managerial intervention. *R&D Management*, 16(2), 161-174.
- Min, J. Y. & Choi, I. S. (2008). Development of the Creative Classroom Climate Scale. *Korean Journal of Child Studies*, 29(4), 27-42.
- Ministry of Education. (2015). 2015 revised curriculum general remarks and particulars defined published. Ministry of Education.
- Nonaka, I. (1990). Redundant, overlapping organization: A Japanese approach to managing the innovation process. *California Management Review*, 32(3), 27-38.
- Park, S. B. & Bak, B. G. (2007). creativity measurement, creative disposition, creative environment, creative process, 4P model. *Korean Journal of Educational Psychology*, 21(4), 905-922.
- Paulus, P. B. (2000). Groups, teams, and creativity: The creative potential of idea-generating groups. *Applied psychology*, 49(2), 237-262.
- Payne, R. (1990). The effectiveness of research teams: A review. John Wiley & Sons.
- Peters, T. (1991). Part two: Get innovative or get dead. *California Management Review*, 33(2), 9-23.
- Pirola-Merlo, A., & Mann, L. (2004). The relationship between individual creativity and team creativity: Aggregating across people and time. *Journal of Organizational Behavior*, 25(2), 235-257.
- Reynolds, P. D. (1986). Organizational culture as related to industry, position and performance: a preliminary report. *Journal of Management Studies*, 23(3), 333-345.
- Rhodes, M. (1961). An analysis of creativity. *The Phi Delta Kappan*, 42(7), 305-310.
- Roh, P. D., Cho, Y. G., & Cho, K. T. (2011). Development of An Evaluation Index of Organizational Creativity Level. *Journal of Korea technology innovation society*, 14(1), 109-138.
- Rothwell, R., & Dodgson, M. (1991). External linkages and innovation in small and medium-sized enterprises. *R&D Management*, 21(2), 125-138.
- Ryu, H. S. (2010). Study on the effects and influential factors of group creativity. Doctoral dissertation. Sungkyunkwan University.
- Shalley, C. E., & Gilson, L. L. (2004). What leaders need to know: A review of social and contextual factors that can foster or hinder creativity. *The Leadership Quarterly*, 15(1), 33-53.
- Shin, J. Y. (2007). A study on the relation between group creativity and MBTI - focusing on problem solving process in creative industry. A Master's Thesis. Korea Advanced Institute of Science and Technology.
- Siau, K. L. (1995). Group creativity and technology. *Journal of Creative Behavior*, 29(3), 201-216.
- Simonton, D. K. (1986). Biographical typicality, eminence and achievement styles. *The Journal of Creative Behavior*, 20(1), 14-22.
- Singh, B. (1986). Role of Personality versus biographical factors in creativity. *Psychological Studies*, 31(2), 90-92.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1991). Creating creative minds. *The Phi Delta Kappan*, 72(8), 608-614.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1995). *Defying the crowd : cultivating creativity in a culture of conformity*. New York : Free Press.
- Taggar, S. (2002). Individual creativity and group ability to utilize individual creative resources: A multilevel model. *Academy of Management Journal*, 45(2), 315-330.
- Ward, W. C. (1969). Creativity and environmental cues in nursery school children. *Developmental Psychology*, 1(5), 543-547.
- West, M. A. (1990). *The social psychology of innovation in group*. Oxford, England: John Wiley & Sons.
- Woodman, R. W., Sawyer, J. E., & Griffin, R. W. (1993). Toward a theory of organizational creativity. *Academy of Management Review*, 18(2), 293-321.
- Yoo, K. S. (1999). Analysis of differences formed from playdough activities based on constructivism as a scientific concept, processing skills and attitudes of young children according to methods of construction. Doctoral dissertation. Chungang University.