



과학 교육에서 초·중등학생의 집단 창의성 함양을 위한 디자인적 사고 프로세스의 제안 및 타당성 검토 연구

이도현¹, 윤지현², 강성주^{3*}

¹효원고등학교, ²단국대학교, ³한국교육원대학교

The Suggestion of Design Thinking Process and its Feasibility Study for Fostering Group Creativity of Elementary-Secondary School Students in Science Education

Dohyun Lee¹, Jihyun Yoon², Seong-Joo Kang^{3*}

¹Hyowon High School, ²Dankook University, ³Korea National University of Education

ARTICLE INFO

Article history:

Received 6 May 2015

Received in revised form

20 May 2015

Accepted 21 May 2015

Keywords:

design thinking process,
group creativity

ABSTRACT

In this study, we suggested the design thinking process that was possible to be introduced in science education and also examined the validity of the process in terms of group creativity. To do this, the design thinking process applicable to science education was selected from a variety of design thinking processes developed abroad, and then the process was modified and supplemented. We created the education program based on the developed design thinking process and applied it to high school students. The results revealed that we could offer the design thinking process through the five stages: 'understanding knowledge', 'empathy', 'sharing perspective', 'generating idea', and 'prototype'. With the results of the application of the program, we could confirm the relationship building and information seeking attributes in the understanding knowledge stage and the user-orientation, relationship building, and interpersonal understanding attributes in the empathy stage. We could also find the organization of the team attribute in the sharing perspective stage and the analytical · strategic thinking attributes in the generating idea stage. Finally, the communication and analytical · strategic thinking attributes in the prototype stage were confirmed. All of the key attributes of the group creativity found from skilled professionals were not confirmed from the students. However, we could ascertain the possibilities that the students should experience the process of group creativity and learn the relevant values through the developed design thinking process.

1. 서론

최근 우리사회에 어느 한 개인이나 한 분야의 노력만으로는 해결하기 어려운 복잡한 문제들이 등장함에 따라 여러 사람들이 함께 협력하여 문제를 해결하는 사례가 다양한 분야에서 나타나고 있다. 예를 들어, 세계적인 디자인 회사 아이디어(IDEO)나 실리콘밸리의 첨단 기업인 애플 컴퓨터(Apple Computer) 등은 모두 협력에 기초하고 있다(Martin, 2009). 유럽 핵입자 물리학 연구소(CERN)와 같이 고도의 기술력을 가지고 있는 연구소도 수많은 실험실들과 국제적인 협력 관계를 맺으면서 다양한 문제를 해결하고 있다(Sawyer, 2007). 이는 다양한 사람들 간의 장점이 서로 교환됨에 따라 가치 창출을 극대화할 수 있기 때문이며, 이러한 경향은 앞으로도 가속화 될 것으로 전망된다(Lee, 2012; Malone, 2008; Shalley, Zhou, & Oldham, 2004). 이와 같은 현상에 대하여 You(2008)는 현대 사회를 호모 사피엔스(Homo Sapiens: 생각하는 인간)를 넘어서서 상호 협력하는 인간을 지칭하는 호모 레시프로쿠스(Homo Reciprocus: 상호 의존하는 인간)나 호모 심비우스(Homo Symbiosus: 공생하는 인간)의 시대가 열리고 있다고

하였다. 그러므로 미래 사회는 한 사람의 위대한 창의적인 인물도 필요하지만, 협력을 통해 창의적인 아이디어를 함께 생산해 낼 수 있는 역량을 갖춘 사람이 더 필요한 시대라고 할 수 있다. 이에 최근 집단 창의성에 대한 중요성이 새롭게 부각되고 있다(Shalley, Zhou, & Oldham, 2004).

집단 창의성(Group Creativity)이란 자기 정체성을 공유한 집단이 공통의 목표 달성을 위해 유용할 것으로 기대되는 아이디어를 협력적 상호작용을 통해 개발하고 표현하는 과정이다(Nijstad & Paulus, 2003). 개별적 특징을 지닌 집단 구성원들 간의 소통과 협업은 집단의 응집된 사고와 통찰을 이끌어내어 인간의 사고를 더욱 창의적으로 만들 수 있으며, 이와 같은 부분은 집단 창의성의 가치를 간과할 수 없게 하는 요인이 되고 있다(Ha, Lee, & Ryu, 2011). 그런데 집단 과제 수행 효과에 대한 선행 연구들에 따르면, 많은 집단들이 이러한 집단 창의성의 효과를 실제로 구현해내는 데 실패하는 것으로 나타났다(Mesmer-Magnus & DeChurch, 2009; Stasser & Titus, 1985; van Ginkel & van Knippenberg, 2008). 즉, 일반적인 기대와는 달리, 집단 과제 수행의 효과는 개인별 수행보다 결코 우수하다고 볼 수 없으며

* 교신저자 : 강성주 (sjkang@knue.ac.kr)

** 본 논문은 이도현의 2015년도 박사 학위논문의 데이터를 활용하여 재구성하였음.

*** 본 논문은 2014년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2014-0253).

http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2015.35.3.0443

오히려 역효과를 나타날 때도 많았다. 이와 같은 연구 결과들은 다수의 개인을 한 집단으로 구성하여 문제 해결이나 작업을 수행한다는 이유만으로 시너지 효과가 발생하는 것이 아니며, 개인별 수행의 합을 뛰어넘는 의미를 가지기 위해서는 여러 차원에 걸친 다양한 전략과 요건이 충족될 필요가 있음을 확인시켜 주는 것이라 하겠다(Sawyer, 2007). 따라서 각 구성원들의 잠재력을 이끌어냄으로써 새로운 시너지를 창출할 수 있는 방안 마련이 이루어질 필요가 있는데, 과학 교육에서는 학생들의 집단 창의성 신장과 관련하여 합의된 모형이나 전략이 제안되어 있지 않은 실정이다.

집단 창의성의 한 방법으로서 과학 교육에서 익숙한 협력 학습을 고려해 볼 수 있다. 지금까지 협력 학습은 매우 포괄적인 방식으로 이해되어 상황에 따라 다양한 모델과 전략이 제안되고 응용되어 왔으며(Antil *et al.*, 1998; Johnson, Johnson, & Stanne, 2000; Sharan, 1980), 협력 학습을 이루는 주요 원리에 대해서도 대체적인 합의를 이루고 있다고 볼 수 있다. 즉, 협력 학습에서는 일반적으로 긍정적 상호의존, 개인적 책무성, 촉진적 상호작용, 사회적 기술의 적절한 활용, 그리고 집단 처리 과정에 대한 지속적인 점검 등이 강조되어 왔다(Johnson & Johnson, 2009; Johnson, Johnson, & Smith, 2007). 그러나 이와 같은 원리는 일반적인 집단 과제 수행에서 요구되는 요건을 포괄적으로 드러낸 것으로서, 집단 창의성의 구현에 초점을 맞춘 교육적 원리로서는 미흡한 부분이 있는 것으로 판단된다. 즉, 특정 과제를 효과적으로 수행해내는 원리와 각 구성원들의 잠재력을 이끌어냄으로써 새로운 시너지를 창출하는 과정의 원리는 동일하지 않기 때문이다. 그러므로 과학 교육에서 학생들의 집단 창의성을 도모할 수 있는 방안 마련이 이루어질 필요가 있으며, 이에 대한 방안으로서 디자인적 사고를 고려해 볼 필요가 있다.

디자인적 사고(Design Thinking, Martin, 2009)란 디자인 분야에서 시작된 문제 해결 프로세스와 사고 방법으로서, 다양한 사람들이 집단을 이룬 후 문제의 본질을 공감과 협력에 기반하여 최선의 답을 찾으려는 과정과 사고 방법이다. 즉, 디자인적 사고에서 ‘디자인’은 특정 제품이나 의상의 외관을 설계하거나 꾸미기와 같은 명사적 의미를 넘어서 좀 더 좋은 결과를 위해 어떤 것을 집단적 성찰을 통해 창의적으로 해결한다는 의미를 지니고 있다(Martin, 2009). 디자인적 사고에서는 감성이나 공감, 그리고 공유를 강조하는데, 이는 집단 창의성 발현의 원천으로 대인 관계에서 타인의 감성과 다양성을 존중하며 서로의 문제를 자신의 문제로 받아들일 수 있는 능력을 의미한다(Sawyer, 2007). 즉, 집단 창의성이 효과적으로 발현되기 위해서는 모든 구성원들 간의 공유된 목표, 서로에 대한 이해와 신뢰, 서로 다른 배경이나 재능을 가진 구성원들 간의 연결 등이 요구되는데, 디자인적 사고에서 강조하는 공감이나 공유 등이 이와 같은 부분들을 지원하고 촉진시켜 줄 수 있는 유용한 방법 중 하나로서 보고되고 있다(Martin, 2009). 이에 최근 해외의 여러 분야에서는 디자인적 사고의 가치를 바탕으로 집단 창의성의 가능성을 발견하고 있는 실정이다. 따라서 우리나라의 과학 교육 현장에서도 디자인적 사고를 바탕으로 초·중등학생들의 집단 창의성을 교육적으로 구현해보기 위한 시도가 시급히 이루어질 필요가 있다.

이를 위해 디자인적 사고 프로세스에 따른 집단 창의성 교육 프로그램을 학생들에게 제공하는 방안을 모색해 볼 필요가 있다. 집단 창의성의 가치와 방법론에 익숙하지 않은 학생들에게는 프로세스와 같은 정

형화된 틀을 제공해 주는 것이 효과적일 수 있기 때문이다. 따라서 현재 해외에서 개발되어 활용되고 있는 다양한 프로세스들 중 하나를 우리나라의 과학 교육 분야에 도입하는 방안을 고려해 볼 수 있는데, 디자인적 사고 프로세스는 상황과 맥락에 따라 적합한 과정과 방법이 달라질 수 있기 때문에 분야 별로 여러 가지 형태의 프로세스가 제안되어 활용되고 있는 실정이다. 예를 들어, 경영과 교육 분야에서 활용되고 있는 아이디어(IDEO)의 3I 모델, 디자인 분야에서 활용되고 있는 영국 디자인 문화원의 4D 모델을 들 수 있다. 또한 교육적 상황을 고려하여 개발된 것으로 보고되고 있는 독일의 하소-플래트너 연구소 모델을 들 수 있다. 그러므로 집단 창의성이 이루어지는 과정과 그 가치를 우리나라 학생들이 좀 더 효과적으로 경험하기 위해서는 이와 같은 프로세스들에 대한 검토가 우선적으로 이루어질 필요가 있다. 또한 이 프로세스들은 외국에서 개발되었기 때문에, 문화적 배경이 상이한 우리나라의 과학 교육 분야에 적용하기 위해서는 또 다른 타당화의 과정이 필요하다(Helms, 1992). 프로세스를 이해하는 방식에서 문화적인 차이가 존재할 수 있기 때문이다.

그러므로 이 연구에서는 집단 창의성의 발현을 돕기 위한 디자인적 사고 프로세스를 도출하고, 그 타당성을 검토하였다.

II. 연구방법 및 절차

디자인적 사고 프로세스를 검토하고, 이를 수정 및 보완하기 위한 전체적인 연구 절차와 방법은 Figure 1과 같다. 우선, 우리나라 과학 교육 상황에 적용 가능한 디자인적 사고 프로세스를 국외에서 개발된 디자인적 사고 프로세스로부터 선정 한 후, 선정된 디자인적 사고 프로세스의 단계 별 활동 내용을 전문가 협의회를 통해 검토하였다. 또한 개발된 디자인적 사고 프로세스의 타당성도 검토하였다. 이에 대한 구체적인 내용은 다음과 같다.

1. 디자인적 사고 프로세스의 개발

프로세스를 도출하는 방법으로서 개발하고자 하는 분야에 소속되어 있는 전문가의 실제 활동 과정을 관찰하고, 분석하는 방법과 적용 목적과 상황을 고려하여 타당성이 검증된 프로세스를 수정 및 보완하는 방법을 들 수 있다. 그런데 현재 국내에서 디자인적 사고 관련 전문가는 주로 경영 관련 분야에서 활동하고 있기 때문에 국내 과학 교육 상황에 적합한 디자인적 사고 프로세스를 전문가의 실제 활동 과정을 분석하여 도출하는데 문제가 있는 실정이다. 따라서 이 연구에서는 타당성이 검증된 프로세스를 바탕으로, 국내 과학 교육 상황과 개발 목적에 맞춰 프로세스를 수정 및 보완하는 방법을 통해 집단 창의성의 발현을 돕는 디자인적 사고 프로세스를 개발하였다. 이를 위하여 현재 국외에서 개발되어 사용되고 있는 디자인적 사고 프로세스에 대한 문헌 분석을 실시하였고(Brown, 2009; Burnette, 1996; Carroll *et al.*, 2010; IDEO, 2011; Kolodner *et al.*, 2003; Munari, 2010), 연구진들 간의 논의 및 전문가 협의회를 통해 교육 분야에서 활용되고 있는 디자인적 사고 프로세스를 1차적으로 선정하였다. 그런 다음, 집단 창의성의 속성을 밝힌 Lee, Yoon, & Kang(2014)의 연구 결과와 집단 창의성에 대한 문헌 분석 결과를 토대로 1차로 선정된 디자인적 사고 프로세스의 적합성을 검토하였다. 그리고 집단 창의성의 발현에 도움

	[Stage]	[Content]	[Method]
development of design thinking process	selection of the parent of design thinking process	- review & primary selection on the outside developed design thinking process	- search of literature & previous study - expert conference
		- secondary selection based on group creativity characteristics	- search of literature & previous study - expert conference
	review for contents of the activity based on each step of designated design thinking process	- review for the suitability of each stage - revising terms of stage - sampling each stage's activity method	- search of literature & previous study - expert conference
validity testing of design thinking process		- education program development based on design thinking process	- researcher workshop
		- field application & analysis of developed the program	- video recording & post interview of student's activity - researcher workshop

Figure 1. The stage & method for development of design thinking process

을 줄 수 있는 속성이나 단계를 가장 많이 포함하고 있는 한 개의 디자인적 사고 프로세스를 2차로 선정하였다. 이 후, 선정된 디자인적 사고 프로세스의 각 단계 별 활동 내용을 우리나라 과학 교육의 적용 가능성 측면에서 검토하였다. 또한 각 단계의 명칭을 교사와 학생들이 쉽게 이해할 수 있도록 수정하였고, 각 단계를 효과적으로 수행하는데 도움을 줄 수 있는 전략이나 방법을 디자인적 사고 관련 선행 연구를 통해 추출하였다.

2. 개발된 디자인적 사고 프로세스의 타당성 검토

가. 프로그램의 개발 및 적용

수정·보완된 디자인적 사고 프로세스의 타당성을 검토하기 위해 디자인적 사고 프로세스에 기반한 교육 프로그램을 개발하고, 이를 과학 교육 현장에 적용하였다. 프로그램을 개발하기 위해 우선 중등 과학과 교육과정과 관련되어 있으면서, 학생들이 흥미롭게 접근할 수 있는 주제를 선정하였다. 디자인적 사고 프로세스를 바탕으로 새로운 활동을 수행해야 하는 학생들의 인지적 부담감을 낮추어 줄 필요가 있기 때문이다(Nam & Kim, 2013). 그런 다음, 디자인적 사고 프로세스의 단계 별로 활동 내용과 전략이 포함된 프로그램을 개발하였다. 개발된 프로그램의 타당도 및 신뢰도 확보를 위해 과학 교육 및 디자인적 사고 전문가로 구성된 세미나를 여러 차례 실시하였다. 이 때, ‘선정된 탐구 주제가 디자인적 사고 활동에 적절한 주제인가?’, ‘개발된 프로그램이 학생들의 집단 창의성을 효과적으로 유도할 수 있는가?’, ‘개발된 프로그램의 적용을 통해 집단 창의성에 대한 효과나 관련 특성을 효과적으로 살펴볼 수 있는가?’ 등의 측면에서 계속적으로 논의하였다. 그리고 이 연구에서는 반드시 과제를 해결해야 하거나 구체적인 산출물을 얻어야 하는 것을 배제하였다. 특정 과제의 해결이 곧 목적이자 의미가 되었던 기존의 협력 학습의 활동과는 달리(Antil *et al.*, 1998; Johnson & Johnson, 2009; Sharan, 1980; Webb & Mastergeorge, 2003), 이 프로세스에서는 학생들이 집단 창의성이 구현되는 과정 자체를 경험하고, 그 가치를 배울 수 있도록 하는 것이 목적이기 때문이다. 따라서 학생들이 집단 창의성의 발현을 가장 실감 있게 체험하는 것 자체를 주된 목적으로 하여 프로그램의 활동을 개발

하였다. 이 후, 전문가들의 의견을 수렴하여 프로그램을 수정·보완함으로써 디자인적 사고에 기반한 교육 프로그램을 완성하였다.

그런 다음, 중소도시 소재 A 여자고등학교에 재학 중인 2학년 학생들 중 화학 심화반에 속해 있는 7명의 학생들에게 개발된 프로그램을 9차시 동안 적용하였다. 학생들은 일주일에 한 번, 3~4시간을 활동에 참여하였다. 이를 위해 수업 담당 교사를 대상으로 개발된 프로그램의 적용 방법에 관한 1차시의 오리엔테이션을 실시하였다. 또한 학생들에게도 디자인적 사고 프로세스에 관한 1차시의 오리엔테이션을 제공하였다. 화학 심화반 활동 두 번째 시간에 두 개의 소집단을 구성하고, 개발된 프로그램을 적용하였다. 이에 학생들은 개발된 디자인적 사고 프로세스의 단계 별로 활동을 진행하였다. 프로그램을 적용하는 기간 동안 학생들의 소집단 활동 과정을 녹음·녹화 하였고, 이 때 각 소집단 별로 1인의 연구자가 학생들의 소집단 활동을 관찰하였다. 학생들이 모든 활동을 마친 후, 반구조화된 사후 면담을 실시하였다. 사후 면담의 내용은 디자인적 사고 프로세스 단계 별 활동의 장·단점과 그 이유에 관해 묻는 질문으로 구성하였다. 사후 면담 질문에 대한 학생들의 응답을 모두 녹음하였다. 이 후, 학생들의 활동 내용을 녹음한 자료와 사후 면담 자료를 주된 분석 자료로 활용하여 학생들의 대화 내용을 분석하고, 이를 바탕으로 개발된 디자인적 사고 프로세스가 학생들의 집단 창의성 함양에 도움을 줄 수 있는 프로세스인지에 대한 타당성을 검토하였다.

나. 분석틀 및 분석 방법

개발된 디자인적 사고 프로세스의 타당성을 검토하기 위해 학생들의 활동 과정에서 나타난 집단 창의성의 속성을 확인하였다. 이를 위해 분석틀을 개발하였는데, 분석틀은 집단 창의성의 속성을 추출한 선행 연구 결과(Lee, Yoon, & Kang, 2014)를 바탕으로 구성하였다. 즉, 디자인적 사고 프로세스에 포함된 집단 창의성의 속성은 4개 영역, 15개 하위 영역으로 구성되어 있는데, ‘팀의 조직’, ‘의사소통’, ‘자기조절’, ‘설득력’, ‘주도성’의 5개 하위 영역으로 구성된 협업 영역, ‘분석적 사고력’, ‘전략적 사고력’, ‘직관적 사고력’의 3개 하위 영역으로 구성된 통합적 사고 영역, ‘사용자 지향’, ‘관계형성’, ‘대인이해’의 3개 하위 영역으로 구성된 인간중심 영역, ‘성취지향’, ‘정보수집’, ‘호기

Table 1. The frame for analysis

domain	sub-domain	definition
collaboration	organization of the team	The organizing team on the basis of the positive expectation when performing the task with others
	communication	The accepting and understanding others' opinions, while communicating my opinion to others effectively
	self-control	The inducing communication and compromise for pursuing mutual benefit and satisfaction, while controlling negative emotion when conflict occurs
	persuasiveness	The eliciting support and assistance needed from others by presenting the viewpoints in a logical manner
	initiative	The increasing task's efficiency through predicting future situation and securing various information, while creating new opportunity
integrative thinking	analytical thinking	The drawing conclusion by systematic analysis based on the deductive and/or inductive reasoning
	strategic thinking	The establishing well-planned strategy for high-achieving by considering a variety of factors when solving the problem and/or making decision
	intuitive thinking	The solving problem by combining elements existed through insights in unfamiliar situation
human-centeredness	user-orientation	The creating ideas by observing and understanding the users
	relationship building	The building favorable relationship with positive interests to others
	interpersonal understanding	The empathetic understanding of their situations and problems
multi-disciplinary	achievement orientation	The getting satisfaction in the process of incessant striving in order to achieve better results based on a sense of challenge
	information seeking	The collecting wide range of information that is useful for problem solving and the selecting value of information to reflect it in task
	curiosity	The challenging in different areas with interests and curiosities
	flexibility	The understanding different perspectives of each objective and appropriate utilization

심', '유연성'의 4개 하위 영역으로 구성된 다학제 영역을 들 수 있다. 따라서 분석틀을 4개의 영역과 15개의 하위 영역으로 구성하고, 선행 연구를 토대로 각 영역 별 내용을 정의하여 최종 분석틀을 확정하였다 (Table 1).

협업 영역에서 '팀의 조직'은 다른 사람들과 함께 긍정적인 기대감을 바탕으로 팀을 조직하고자 함을 의미한다. '의사소통'은 타인의 의견을 정확히 수용하고 이해하며, 동시에 자신의 의견을 타인에게 효과적으로 전달하는 것을 의미한다. '자기조절'은 갈등 상황이 발생했을 때, 부정적 행동을 취하고 싶은 감정을 조절하고 상호 이익과 만족을 추구하는 차원에서 적극적으로 대화와 타협을 유도하는 것을 의미하며, '설득력'은 자신의 입장과 견해를 논리적이고 설득력 있는 방식으로 제시하여 타인들로부터 필요한 지지와 지원을 이끌어냄을 의미한다. '주도성'은 팀이 필요한 다양한 정보를 주도적으로 확보하고 미래 상황을 예측하여 새로운 기회를 창출함으로써, 과제의 능률을 높이는 것을 의미한다. 통합적 사고 영역에서 '분석적 사고력'은 연역적 추리나 귀납적 추리 등을 바탕으로 데이터를 체계적으로 분석하고 결론을 도출하는 것을 의미한다. '전략적 사고력'은 문제해결과 의사결정 시 다양한 요인들을 고려하여 높은 성과를 낼 수 있는 전략을 확인하고 체계적으로 계획을 세워나가는 것을 의미한다. '직관적 사고력'은 새롭고 낯선 상황에서 통찰력을 통해 기존 요소들을 조합하여 새로운 문제를 해결함을 의미한다. 인간중심 영역에서 '사용자 지향'은 새로운 아이디어를 사용하게 될 타인에 대한 관찰과 이해를 통해 이들을 공감하고, 이를 바탕으로 아이디어를 생성하는 것을 의미한다. '관계 형성'은 타인에 대해 긍정적 관심을 갖고 호의적인 관계를 형성함을 의미한다. '대인이해'는 타인의 이야기를 경청하고 이를 자신의 상황으로 이해하거나 공감하는 것을 의미한다. 다학제 영역에서 '성취지향'은 도전의식을 갖고 보다 높은 성과기준을 달성하기 위해 끊임없이 노력하는 과정에서 만족감을 얻는 것을 의미한다. '정보수집'은 문제 해결에 유용한 다양한 정보를 적극적으로 수집하고, 정보의 가치를 정확히 선별해 과제에 반영하는 것을 의미한다. '호기심'은 다양한 분야에 대한 폭넓은 관심과 호기심을 갖고 도전하는 것을 의미하고, '유

연성'은 서로 상이한 관점들을 객관적으로 이해하고, 적절히 활용할 수 있는 탄력성과 적응력을 의미한다.

이와 같은 분석틀에 따라 두 명의 연구자가 기록 원고를 임의로 선정하여 디자인적 사고 프로세스의 단계 별로 분석을 하였는데, 이때 두 개의 소집단에서 공통적으로 나타난 집단 창의성의 속성만을 분석한 후, 분석자 간 일치도를 구하는 과정을 반복하였다. 분석자 간의 일치도가 95% 이상에 도달한 후 1인의 분석자가 모두 분석하였다. 사후 면담 자료의 분석은 녹음한 자료의 전사본을 읽으면서, 각 단계 별로 집단 창의성의 속성이나 특징들을 잘 드러내주는 내용들을 중심으로 범주화 과정과 해석 작업을 반복하였다. 한편, 집단 창의성의 속성은 호혜적인 특성을 지니고 있어(Lee, Choi, & Ko, 2014), 학생들의 대화 내용에 한 개 이상의 집단 창의성 속성이 포함된 경우가 있었다. 따라서 대화 내용에서 나타나는 모든 속성을 모두 부호화하여 분석한 후, 공동 연구자들의 검토(Peer Checking)를 통해 디자인적 사고 프로세스의 각 단계 별로 가장 명확히 드러나는 요소를 중점으로 하여 분석하였다. 결과 분석 및 해석의 타당성을 높이기 위하여 분석이 매개한 경우에는 수업에서 사용된 활동지, 프레젠테이션 등의 수업 자료 및 수업 동영상, 연구자의 현장 노트 등을 종합적으로 활용하여 결정하였다. 또한 신뢰도를 높이기 위해 5인 이상의 중등 과학 교육 전문가와 과학 교육 전공 대학원생으로 구성된 소모임을 수차례 진행하여 공통으로 동의한 사항만을 결과로 도출하였다. 모두 별 응답 예는 연구자들을 비롯한 과학 교육 전문가와의 논의를 통해 학생들의 의견이나 생각을 가장 잘 대표하는 것으로 선정하여 제시하였다.

III. 연구결과 및 논의

1. 디자인적 사고 프로세스의 개념

가. 모체 디자인적 사고 프로세스 선정

우리나라의 과학 교육에 적용 가능한 디자인적 사고 프로세스를

제안하기 위해 현재 국외에서 사용되고 있는 디자인적 사고 프로세스를 분석하였다(Brown, 2009; Burnette, 1996; Carroll *et al.*, 2010; IDEO, 2011; Kolodner *et al.*, 2003; Munari, 2010). 그 결과, 교육 분야에서는 두 개의 디자인적 사고 프로세스가 사용되고 있었는데, 아이디어(IDEO, 2011)에서 개발한 발견(Discovery), 해석(Interpretation), 아이디어 발상(Ideation), 실험(Experimentation), 발전(Evolution)의 5단계로 구성된 프로세스를 들 수 있다. 또한 독일 포츠담 대학교의 하소-플래트너 연구소에서 개발한 이해(Understand), 관찰(Observe), 관점 파악(Point of view), 아이디어 생성(Ideate), 프로토타입(Prototype), 검증(Test)의 6단계로 구성된 프로세스를 들 수 있다. 그런 다음, 두 개의 프로세스 중 집단 창의성의 발현에 좀 더 도움을 줄 수 있는 프로세스를 문헌 연구 결과와 연구진들 간의 논의를 통해 선정하였다. 우선, 집단 창의성은 상호작용과 반성적 성찰을 통한 새로운 가치 창출을 강조하고 있기 때문에(Yang, 2011), 집단 내 구성원들 간의 단순한 정보 교류 행위와는 차별적으로 이해될 필요가 있다. 즉, 궁금한 사항에 관해 묻고 답하거나 다양한 정보를 공유하는 것은 집단 창의성의 형성 및 제고에 도움을 주는 요건일 수 있지만, 이 행위 자체가 집단 창의성을 의미한다고는 볼 수 없다(Lee, 2014; Yang, 2011). Lee, Yoon, & Kang(2014)도 새로운 가치를 창출할 수 있는 의사소통 기술을 집단 창의성의 속성 중 하나로서 언급하였다. 따라서 집단 창의성이 효과적으로 발현되기 위해서는 개인의 다양하고 독립적인 사고가 효과적으로 소통될 필요가 있는데, 프로토타입은 이와 같은 의사소통을 촉진시키는데 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 프로토타입이란, 아이디어를 검증하기 위해 이를 시험, 제작, 분석하는 과정을 의미한다(Welch, 1998). 즉, 프로토타입은 아이디어의 직접적인 시각화 활동인데, 문제를 해결해 나가는 과정에서 양자 간에 발생할 수 있는 서로 다른 이해를 시각화된 자료를 통해 효과적으로 이해하고, 해결하는데 도움을 줄 수 있는 방법으로서 보고되고 있다. 이에 최근 경영 분야에서도 아이디어를 효과적으로 의사소통하기 위한 방법으로서 프로토타입이 강조되고 있다(Kelley & Kelley, 2014; Lee & Eune, 2012). 따라서 프로토타입은 디자인적 사고 프로세스에 포함되어야 할 단계 중 하나로서 고려될 필요가 있는데, 아이디어(IDEO)의 프로세스에는 프로토타입 단계가 제시되어 있지 않은 반면, 독일 포츠담 대학교의 하소-플래트너 연구소에서 제시한 프로세스에는 프로토타입 단계가 포함되어 있음을 알 수 있었다. 또한 창의적이면서 실현 가능성이 높은 아이디어를 발견하기 위해서는 관련 지식을 토대로 대안을 탐색하는 확산적 사고와 그 대안을 선정 및 평가하는 수렴적 사고가 역동적으로 상호작용하면서 반복적으로 이루어질 필요가 있다(Mioduser & Kipperman, 2002; Welch, 1998). 집단 창의성의 속성을 연구한 Lee, Yoon, & Kang(2014)도 분석적 사고력, 전략적 사고력, 직관적 사고력과 같은 통합적 사고력의 중요성을 언급하면서, 이와 같은 사고가 문제 해결이 이루어지는 과정에서 반복적으로 이루어져야 함을 강조하였다. 그러므로 디자인적 사고 프로세스는 확산적 사고와 수렴적 사고의 발현을 돕기 위한 단계들이 순차적인 형태보다 순환적인 형태로 구성될 필요가 있다. 그런데 아이디어(IDEO)에서 개발된 프로세스는 순차적인 형태로 제시된 반면, 독일 포츠담 대학교의 하소-플래트너 연구소에서 만든 프로세스는 순환적 형태로 구성되어 있었다. 따라서 이 연구에서는 독일 포츠담 대학교의 하소-플래트너 연구소에서 만든 프로세스를 우리나라 과학 교육에 도입하기 위한 모체 디자인적 사고

프로세스로서 선정하였다.

나. 디자인적 사고 프로세스의 단계 검토

하소-플래트너 연구소에서 제안한 디자인적 사고 프로세스의 단계별 정의와 집단 창의성의 속성을 바탕으로(Lee & Lee, 2009; Lee, Yoon, & Kang, 2014; Yang, 2011), 단계 별 활동 내용의 타당성을 검토하였다. 첫 번째, 이해(Understand) 단계는 전문가와의 대화, 멀티미디어 자료 등을 통해 문제 해결에 필요한 관련 지식을 학습하고, 이해하는 단계이다(Carroll *et al.*, 2010). 집단 내에서 활성화된 사고가 이루어지기 위해서는 개인들이 문제 해결에 필요한 다양한 경험과 지식을 소유하고 있을 필요가 있다(Lee & Lee, 2009). 그러므로 이해 단계에서의 활동은 집단 창의성의 발현을 위해 반드시 요구되는 활동인데, ‘이해’라는 명칭이 지니는 의미의 모호성 때문에 단계의 명칭을 ‘관련 지식 이해’로 수정하였다. 두 번째, 관찰(Observe) 단계는 타인(사용자)의 요구나 필요를 파악하고 공감하는 단계이다. 즉, 문제 상황에 놓인 사람들을 만나보거나 관찰함으로써, 그들이 겪는 불편함을 직접 경험하고 요구 사항을 파악하는 단계이다(Carroll *et al.*, 2010), 타인에 대한 공감은 새로운 아이디어의 원천이 되는 것으로 보고되고 있다(Sawyer, 2007). 또한 공감은 집단 창의성을 구성하는 중요 속성 중 하나이다(Lee, Yoon, & Kang, 2014). 그러므로 관찰 단계는 디자인적 사고 프로세스에 반드시 필요한 단계로 볼 수 있는데, 관찰 단계에서 이루어지는 활동의 의미를 좀 더 명시적으로 표현하기 위해 연구진들 간의 논의를 통해 ‘관찰’이라는 명칭 대신 ‘공감’이라는 명칭으로 수정하였다. 세 번째, 관점(Point of view) 단계는 문제의 명확한 관점을 찾아내고, 이를 집단 내 개인들이 서로 공유하는 단계이다(Carroll *et al.*, 2010; Goldman *et al.*, 2012; Kwek, 2011). 즉, 아이디어를 직접적으로 제시하기 전에 집단 내 개인들이 문제 해결의 방향을 토론을 통해 공유하는 단계이다. 집단 내 목표가 분명할 때 집단 구성원들의 행동이 구체적으로 이루어질 수 있으므로, 문제 해결의 방향을 공유하는 것은 집단 창의성의 형성 및 제고에 도움을 주는 것으로 보고되고 있다(Goldman *et al.*, 2012; Kwek, 2011). 그러므로 관점 단계는 집단 창의성을 위한 디자인적 사고 프로세스에 필요한 단계로 판단되며, 우리나라 학생들도 충분히 이 활동을 수행할 수 있을 것으로 생각된다. 다만, ‘관점’이라는 명칭이 지니는 의미의 모호성을 고려하여 연구진들 간의 논의를 통해 ‘관점의 공유’라는 명칭으로 수정하였다. 네 번째, 아이디어 생성(Ideation) 단계는 브레인스토밍과 같은 창의적 사고 기법에 기반하여 문제 해결에 필요한 아이디어를 생성해내는 단계이며, 다섯 번째, 프로토타입(Prototype) 단계는 아이디어를 시각화하는 단계로서, 문제를 해결해 나가는 과정에서 양자 간에 발생할 수 있는 서로 다른 이해를 효과적으로 해결하기 위한 의사소통의 방법으로서 활용될 수 있다. 즉, 프로토타입이 이루어지는 과정에서는 집단 구성원들 간의 상호이해 및 지식 교환이 활발히 이루어질 수 있기 때문에 보다 나은 해결 방안을 만들어 공동 가치를 창출할 수 있는 기회를 집단 내 구성원들이 경험할 가능성이 높다(Kelley & Kelley, 2014; Lee & Eune, 2012). 따라서 디자인적 사고 프로세스에서 프로토타입은 집단 창의성 발현에 도움을 줄 수 있는 중요한 단계 중 하나로서 볼 수 있다. 마지막으로, 검증(Test) 단계는 프로토타입의 과정을 통해 도출된 결과를 바탕으로 아이디어를 지속적으로 발전시키기 위한 다

음 단계를 계획하고, 이를 계속적으로 검증하면서 최종 산출물을 만들어 내는 단계이다. 그런데 검증 단계에서 이루어지는 활동은 아이디어의 시각화 과정을 통해 문제점을 발견하고, 이를 해결하기 위한 아이디어를 생성한 후, 이를 다시 시각화하는 프로토타입 단계에서의 활동과 유사하다. 또한 검증 단계에서는 최종 산출물을 만들어 낼 것을 강조하고 있는데, 집단 창의성 함양을 위한 교육 프로그램에서는 학생들이 반드시 구체적인 산출물을 만들어 낼 필요는 없는 것으로 보고되고 있다(Yang, 2011). 집단 창의성이 구현되어 가는 과정 자체를 경험하고, 이를 통해 집단 창의성이 지닌 가치를 배우는 것이 산출물을 생성해 내는 것 보다 더 중요하기 때문이다. 즉, 과제나 수행 결과는 이러한 과정을 가능하게 하는 소재나 도구일 뿐이다. 따라서 연구진들 간의 논의를 통해 검증 단계를 삭제하였다.

한편, 서로 다른 배경이나 재능을 가진 사람들이 집단 내에서 그들이 지닌 재능의 연결을 최적화시키고, 협력을 통해 보다 나은 수행을 전개해 나가기 위해서는 집단 구성원들 간의 긴밀한 상호작용이 요구된다. 즉, 집단 창의성은 조화로운 연관을 토대로 한 역동적인 인지적 협력의 결과를 의미하는 것으로서, 단순한 기계적·집단적 협업의 결실과는 차별화된다. 그러므로 상호작용이 효과적으로 일어나기 위해서는 문제 해결 과정이 이루어지기 전에 집단 내 구성원들이 적극적으로 관계를 맺고, 서로에 대해 이해할 수 있는 기회가 주어질 필요가 있다(Seelig, 2012). 따라서 이와 같은 활동을 디자인적 사고 프로세스에 포함시킬 필요가 있는데, 이 활동은 집단 내 구성원들 간의 공감하기 활동으로 볼 수 있다. 그러므로 이 연구에서는 디자인적 사고 프로세스에서 ‘공감’이라는 명칭을 지니고 있는 두 번째 단계에 이 활동을 포함시켰고, 이에 디자인적 사고 프로세스의 공감 단계에서는 타인의

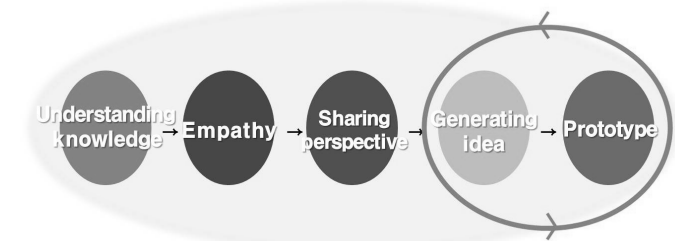


Figure 2. The developed design thinking process for fostering group creativity

필요와 요구를 직접 공감해보는 활동과 집단 내 구성원들 간에 서로의 정서적인 성향이나 감정 등을 이해하고, 공감해보는 활동이 함께 이루어질 수 있도록 구성하였다. 그리고 확산적 사고와 수렴적 사고의 발현을 위한 단계들이 순차적인 형태보다는 순환적인 형태로 구성될 필요가 있다(Mioduser & Kipperman, 2002; Welch, 1998)는 측면과 의사소통을 통해 새로운 가치를 창출해 나가는 과정을 학생들이 충분히 경험해 볼 필요가 있다(Yang, 2011)는 측면을 고려하여 이 연구에서는 아이디어 생성 단계와 프로토타입 단계가 순환될 수 있는 형태로 구성하였다. 그러므로 이 연구에서는 최종적으로 디자인적 사고 프로세스를 ‘관련 지식 이해’, ‘공감’, ‘관점 공유’, ‘아이디어 생성’, ‘프로토타입’의 다섯 단계로 구성하였고, 이 때 아이디어 생성 단계와 프로토타입 단계가 계속적으로 순환될 수 있도록 하였다(Figure 2).

2. 개발된 디자인적 사고 프로세스의 타당성 검토

가. 디자인적 사고 프로세스에 기반한 프로그램의 개발

디자인적 사고 프로세스를 바탕으로 학생들의 집단 창의성 활동을 돕기 위한 프로그램을 개발하기 위해 두 개의 주제를 선정하였다. 첫 번째 주제는 수미나가시 기법을 활용하여 화학 교과서의 표지를 3차원으로 만들어보는 활동이다. 수미나가시 기법이란 수면에 떨어뜨린 먹물을 불어 천에 염색하는 방법으로서, 이 주제에는 분자 간 상호작용, 밀도, 모세관 현상, 표면장력에 대한 개념이 포함되어 있다. 이 개념들은 화학Ⅱ의 ‘다양한 모습의 물질’ 단원에서 다루어지고 있다. 두 번째 주제는 렌티큘러 기법을 활용하여 화학 교과서의 표지를 3차원으로 만들어보는 활동이다. 렌티큘러 기법이란 시선의 높이에 따라 이미지가 다르게 보이도록 하는 방식으로서, 이 주제에는 우리의 눈이 색과 입체를 인식하는 원리와 빛의 3원색, 디스플레이의 원리가 포함되어 있다. 이 개념들은 고등학교 과학의 ‘과학과 문명’ 단원에서 다루어지고 있다(Table 2).

그런 다음, 디자인적 사고 프로세스의 단계 별 활동 내용을 구체적으로 모색하기 위해 디자인적 사고와 관련된 선행 연구와 문헌에 대한 분석을 실시하였는데(Carroll et al., 2010; Goldman et al., 2012; Kwek, 2011), 이 때, 우리나라의 과학 교육 상황에 적용 가능한 방법이

Table 2. The correlation of a theme for inquiry with a concept and curriculum which involved in it

inquiry theme	related concept	connection with curriculum
making chemistry textbook cover three-dimensionally by suminagasi technique	characterize of the solution	<Chemistry II> (1) Variety Forms of Material ① can understand a variety of molecular interactions and know the relationship between magnitude of the intermolecular interaction and the boiling point ④ can explain the nature density of water, heat capacity, surface tension, capillary phenomenon, et al using molecular structure and hydrogen bonding of the water can explain the weather phenomenon, and plant water absorption et al natural and biological phenomenon
	problematic situation	drawing on the water by controlling intermolecular interaction
making chemistry textbook cover three dimensionally by lenticular technique	3D display principle	<High School Science> Part 2. Science and Civilization (1) IT and Advanced Materials ④ to understand characteristics of the cell that perceives colors from eyes and the relationship between the three primary colors of light and, understand the scientific principles and structures of video display devices such as LCD and video storage devices like digital camera and video recorder
	problematic situation	expressing glassless mode 3D using formation principles of vision

Table 3. The stage strategies and activity contents of design thinking process

stage	strategy	activity contents
understanding knowledge	- sharing what you know	- write down and share what you don't know or yet understand about the challenge - to process Q&A activity based on the notes written on Post-it
	- sharing personal experiences	- sharing their own experiences, thoughts, feelings or meaning associated with the problematic situations(except for knowledge itself)
empathy	- empathizing the needs and insights of others	- activities that grasp and understand, others(those eligible for problem solving) needs
	- empathizing members of my group	- activities to grasp and understand advantages and disadvantages, personalities of each group members
sharing perspective	- defining goals of the my group specifically and agreeing on roles	- activities to share the direction of problem firmly toward which group members are moving and differentiate each member's role through the questions like 'what is the problem to solve?', 'what is the priority of our team?', 'to which direction does our team try to solve the problem?' etc
generating idea	- generating ideas through brainstorming	- to generate creative thinking using creative thinking method like brainstorming
prototype	- visualizing of ideas generated	- activities to visualize the ideas and to discuss what is insufficient and is needed to improve - various types of activities for visualization such as making replica, doing experiments, making scenarios etc

Table 4. The core attribute for group creativity expressed by design thinking process

core attribute	understanding knowledge	empathy	sharing perspective	generating idea	prototype
collaboration	organization of the team	-	○	●	-
	communication	○	○	○	○
	self-control	-	○	-	-
	persuasiveness	-	-	-	-
	initiative	-	-	-	-
integrative thinking	analytical thinking	-	-	●	●
	strategic thinking	-	-	●	●
	intuitive thinking	-	-	-	-
human-centeredness	user-orientation	-	●	○	-
	relationship building	●	●	-	-
	interpersonal understanding	-	●	-	-
multi-disciplinary	achievement orientation	-	-	-	-
	information seeking	●	-	-	-
	curiosity	○	-	-	-
	flexibility	-	-	-	-

* ● sign: attribute that appears explicitly in that stage(the attributes shown in both groups)
 * ○ sign: shown explicitly linked to the attributes, shown at the stage of discussing this attribute
 * - sign: the attributes not shown in that stage

나 전략을 추출하고자 하였다(Table 3).

관련 지식 이해 단계는 문제 상황을 해결하는데 필요한 기초 지식을 탐색하고, 이를 공유하는 단계이다. 이 단계에서는 지식의 공유와 개인의 경험 공유를 전략으로서 사용하였는데, 지식의 공유에서는 학생들이 각자 관련 지식을 탐색하고 난 다음에 이해한 내용과 이해하지 못한 내용을 포스트잇 노트에 작성하여 공유한 후, 서로의 질문에 피드백을 하는 활동이 이루어질 수 있도록 구성하였다. 또한 개인의 경험 공유하기에서는 문제 상황과 관련된 개인 고유의 경험이나 생각, 느낌 등을 기록하고, 이에 대해 대화함으로써 문제 상황에 대한 서로의 생각이나 감정을 공유할 수 있도록 하였다. 공감 단계에서는 문제 해결 대상인 타인의 요구나 필요를 공감해 보는 활동뿐만 아니라 서로 다른 배경이나 재능을 가진 집단 구성원들을 서로 이해하고, 관계를 맺는 활동이 이루어질 수 있도록 하였다. 우선 타인의 필요나 요구를 직접 관찰하고, 확인할 수 있도록 하기 위해 이 연구에서는 화학 교과서를 직접 사용하고 있는 학생들을 인터뷰함으로써 이들이 원하는 교과서의 디자인이나 특성 등을 파악할 수 있도록 하였다. 그리고 인터뷰한 내용을 집단 내 구성원들 간에 서로 공유할 수 있도록 하였다. 또한 집단 내 구성원들 간의 공감 활동을 위해 문제 해결과 관련하여 특별히 자신 있는 부분이나, 장·단점, 개성 등을 포스트잇 노트에 작성하고,

차례대로 자신에 대해 설명할 수 있는 활동이 이루어질 수 있도록 하였다. 관점 공유하기 단계에서는 ‘해결해야 할 문제는 무엇인가?’, ‘우리 팀의 우선순위는 무엇인가?’, ‘우리 팀은 어떤 방향으로 문제를 해결할 것인가?’와 같은 질문을 통해 해결해야 할 문제의 방향을 집단 내 구성원들 간에 명확하게 공유하고 역할을 설정할 수 있도록 하였다. 아이디어 생성 단계에서는 브레인스토밍을 비롯한 창의적 사고 기법을 사용하여 다양한 아이디어를 제안할 수 있도록 하였다. 프로토타입 단계에서는 생성된 아이디어를 직접 시각화해보고, 아이디어의 가능성 여부나 개선 방향 등을 집단 내 구성원들과 함께 논의해 볼 수 있는 활동이 이루어질 수 있도록 하였다. 이 때, 아이디어의 부족한 부분을 해결하기 위한 새로운 아이디어 생성, 그리고 생성된 아이디어의 시각화, 문제점 발견 및 문제 해결을 위한 아이디어 생성 등과 같이 아이디어 생성 단계와 프로토타입 단계가 계속적으로 순환될 수 있도록 관련 활동을 구성하였다.

나. 개발된 디자인적 사고 프로세스의 타당성 검증

개발된 디자인적 사고 프로세스를 학생들에게 적용한 후, 프로세스의 각 단계 별로 나타난 집단 창의성의 속성을 분석한 결과는 Table 4와

같다.

디자인적 사고 프로세스의 첫 번째 단계인 관련 지식 이해 단계에서는 문제 상황을 해결하는데 필요한 기초 지식을 학습하고, 이를 서로 공유하는 활동이 이루어졌다. 즉, 학생들은 수미나가시와 렌티큘러 기법에 대한 기본적인 지식을 교사가 제공한 활동지를 통해 학습한 후, 인터넷 자료나 관련 문헌을 활용하여 추가적으로 학습하는 모습을 확인할 수 있었다(예 1). 따라서 이 단계에서는 집단 창의성의 핵심 속성인 정보 수집을 확인할 수 있었다.

(예 1) 사후 면담 내용

집단 창의성 속성	학생	응답 예
정보 수집	학생 1	렌티큘러를 어떻게 만드는지 조사하는 것부터 시작했는데요. 처음에는 렌티큘러를 전문적으로 만드는 회사가 있단 것도 잘 몰랐고, 그래서 처음에는 렌티큘러라는 것만 딱 치고 이렇게 쪽쪽 찾아봐도 별 다른 게 없더라고요. 그래서 친구들이랑 얘기를 해보니까 또 친구들이 각각 찾아온 게 있고, 그 찾아온 것도 서로 틀리고 또 인제 그거를 알고 나니까 거기에 원리가 있을거 아니에요? 그래서 그 원리를 좀 알려면 공부를 해야겠다 싶어서 백과사전 그런 것도 찾아보면서 이렇게 정리를 제 나름대로 했어요.
	학생 2	처음에 책으로 찾으려고 한 건 아니었는데 렌티큘러가 뭐지? 찾다 보니까 그 책이 있겠다 해서 도서관 갔죠. 그냥 3D 입체 렌티큘러라고 검색했더니 책이 많이 있었고, 그래서 정말로 너무 많이 찾아봤어요.

또한 이 단계에서는 관련 지식이나 정보를 자유롭게 탐색한 후, 자신이 이해한 부분과 이해하지 못한 부분에 대해 서로 질문과 답변을 주고받는 활동이 이루어졌다. 그 결과, 학생들은 문제 해결에 필요한 지식을 좀 더 심도 있게 이해했을 뿐만 아니라 서로 간에 긍정적인 관계도 형성되었던 것으로 나타났다(예 2). 자신이 가지고 있는 지식이나 정보를 서로 공유하는 과정이 이루어짐에 따라 긍정적인 사회적 관계가 함께 형성될 수 있었던 것으로 볼 수 있다(Wright, 2000). 이에 이 단계에서는 정보 수집뿐만 아니라 관계 형성이란 집단 창의성의 속성도 함께 확인할 수 있었다.

(예 2) 사후 면담 내용

집단 창의성 속성	학생	응답 예
관계 형성	학생 3 (중략)	활동 시간에 이해 안 되는 부분을 나중에 친구들한테 전화나 문자로 물어보기도 하고 그랬어요. 어떻게 해야 되냐고.. 좀 귀찮게 구는 거 같아서 미안하기는 했는데, 그래도 애들이 친절하게 말해주고 그래서 고맙기도 하고 그렇게 해서 많이 도움이 됐던 거 같아요.
	학생 6	애들이 준비를 많이 해 와서 저에게 얘기도 해 주고, 그때는 그냥 듣고 메모 정도만 해놨다가 나중에 다시 생각해 보니까 이해도 되었어요. 사람 대 사람의 여러 생각을 모으니까 더 좋은 것 같고, 그리고 애들한테서 친근감도 생긴 것 같아요.

그런 다음, 타인의 요구나 필요를 직접 파악하는 활동이 공감 단계에서 이루어졌다. 즉, 학생들은 화학 교과서를 사용하고 있는 친구들을 인터뷰하였고, 그 결과 ‘유행을 따라가지 않는 교과서를 원함’, ‘언제나 보고 싶은 화학 교과서가 되었으면 좋겠음’과 같은 친구들의 요구

를 확인할 수 있었던 것으로 나타났다. 학생들은 인터뷰 대상을 선정하고, 직접 인터뷰를 실시해 본 경험이 없어 처음에는 어색하였지만, 이와 같은 과정을 통해 친구들이 원하는 교과서 표지의 형태나 모습을 확실히 이해할 수 있었음을 언급하였다(예 3). 따라서 이 단계에서는 사용자 지향이라는 집단 창의성 속성을 확인할 수 있었는데, 이와 같이 타인의 요구나 필요를 파악하고 공감해 보는 활동은 개인의 왜곡된 경험을 보완해 주면서 새로운 아이디어의 생성을 촉진하는 것으로 보고되고 있다(Joung, 2014).

(예 3) 사후 면담 내용

집단 창의성 속성	학생	응답 예
사용자 지향	학생 4	처음에는 인터뷰 과정이 어색했는데, 직접 누구를 인터뷰 할지를 정하고 인터뷰를 하니깐 그 애들의 의견을 확실히 알 수 있었던 것 같아요.
	학생 5	원래 제가 생각한 교과서 모양이 따로 있었는데, 애들을 직접 만나서 얘기해 보니까 제 생각이랑 좀 다르고 그래서 직접 사용하는 애들의 이야기를 들어보는 것이 중요하다는 생각을 해 봤어요.

또한 이 단계에서는 자신의 장·단점이나 해결해야 할 문제 상황에 대한 생각을 집단 내 구성원들에게 이야기해 보는 활동도 함께 이루어졌다. 학생들은 서로 어색해 하는 반응을 나타냈지만, 곧 자신의 장점이나 단점을 솔직하게 나타냈을 뿐만 아니라 다른 구성원에 대해 긍정적인 관심을 가지고 상대방이 처한 상황이나 감정, 어려움 등을 이해하기 위해 노력하는 모습을 확인할 수 있었다(예 4). 이와 같은 학생들의 활동 모습을 통해 관계 형성과 대인 이해와 같은 집단 창의성의 속성을 확인할 수 있었다.

(예 4) 언어적 상호작용 내용

집단 창의성 속성	학생	응답 예
관계 형성 및 대인 이해	학생 2	난 원래 엄청 불임성이 별로 없어. 그래도 나한테 먼저 조금 말 걸어주고 그러면 빨리 친해지고 그럴 수 있어. (중략)
	학생 3	나는 이런 활동을 많이 해보지 않아서 어색하고, 좀 하기가 그래. 어려운 것 같아... (중략)
	학생 2	너도 그래? 나도 사실 이런 활동이 부담스럽기는 해. 어떻게 해야 할지 처음에 많이 당황하기도 하고. (중략)
	학생 1 (중략)	나는 미술이나 프로그램에 관심 많고, 좀 잘할 수 있다고 생각해. 남들도 그렇게 말하고 혹시 모르는 거, 안 되는 거 있으면 알려줄게.

집단 창의성이 효과적으로 발현되기 위해서는 집단 내 구성원들이 지닌 다양한 재능과 배경이 효과적으로 연결될 필요가 있다. 이는 서로의 개성과 인격에 대한 존중, 그리고 신뢰를 기반으로 이루어질 수 있다(Dillenbourg, 1999). 그런데 공감 단계에서의 활동을 통해 학생들은 다른 학생들의 생각에 관심을 갖게 되었고, 활동이 이루어지지 않는 기간에도 이들에 대해 관심을 갖게 되었음을 언급하였다. 또한 문제 해결이 이루어지는 과정에서 갈등 상황이 발생하였지만, 상대방의 특징을 이해하고 있었기 때문에 자신의 감정을 조절할 수 있었음을 언급하였다(예 5).

(예 5) 사후 면담 내용

집단 창의성 속성	학생	응답 예
대인 이해 및 자기 조절	학생 5	그냥 친한 친구가 저랑 관련 있는 것은 많이 관심을 갖는데, 저랑 조금도 관련 없으면, 알아서 처리하라고... 관심을 안 갖는 그런 현상이 있어요. 이런 활동이 있으면, 예전에는 그냥 아무 생각 없이 지나갔는데, 이런 활동을 하니 내가 평소엔 관심 갖지 않고 그냥 지나쳤던 애들에 대해서도 다시 생각해볼게 되는 습관이 생긴 것 같아요.
	학생 6	활동할 때, 문제가 생겼었는데 그 때 서로에 대해서 얘기했던 과정이 도움이 됐던 것 같아요. 그 애가 왜 그러는지 좀 이해도 되는 것 같고, 저도 그래서 좀 참으면서 만드는 것을 계속 할 수 있었던 것 같아요.

공감하기 활동을 마친 학생들은 관점 공유 단계에서 ‘해결해야 할 문제는 무엇인가?’와 같은 질문들을 활용하여 구성원들 간에 문제 해결의 목적과 방향을 명확하게 공유하는 활동을 하였다. 이에 공감 단계에서 인터뷰를 통해 얻은 자료를 바탕으로, 교과서 표지의 제작 방향을 논의의 통해 결정하는 모습을 확인할 수 있었다. 그리고 이와 같은 문제 해결 방향의 공유와 합의는 집단 내의 결속을 다지는 과정으로까지 이어지고 있음을 확인할 수 있었다(예 6). 따라서 이 단계에서는 팀의 조직이라는 속성을 확인해 볼 수 있었다. 집단 창의성이 효과적으로 발휘되기 위해서는 집단 내 공동의 목표가 명확히 공유될 필요가 있다. 공동의 목표가 명확할 때, 집단 내 구성원들 간의 결속이 강화되고 상호협력이 효과적으로 이루어질 수 있기 때문이다(Jeon, 2013).

(예 6) 언어적 상호작용 내용

집단 창의성 속성	학생	응답 예
팀의 조직	학생 3	이렇게 생각만 하지 말고 종이 거기다 연습을 해보자.
	학생 2	이번에는 수미나가시 기법을 잘 알아야 하고, 우리는 질리지 않고, 언제나 보고 싶은 화학 교과서로 만들어야지.
	학생 3	그렇지. 일단 책을 수미나가시 기법을 이용해서 3차원으로 만들고, 자꾸만 보고 싶은 교과서로 해야지.
	학생 1	그래! 그런 방향으로 하고, 우리가 이번 걸 좀 잘 만들어서 다른 애들한테도 보여주자.

아이디어 생성 단계에서는 기존의 문제 해결 프로그램과 마찬가지로 브레인스토밍 기법을 이용하여 아이디어를 생성하도록 하였고(예 7), 이에 집단 창의성 속성인 분석적 사고를 확인할 수 있었다.

(예 7) 언어적 상호작용 내용

집단 창의성 속성	학생	응답 예
분석적 사고	학생 1	책표지를 종이에다가 그린 다음에 그런 걸 쿠키틀처럼 만들어 갖고 거기만 색을 입히고 찍으면 되지 않을까?
	학생 3	한쪽에는 얼른 찍어내고 다른 쪽에 또 찍어내고.
	학생 2	이렇게 올라왔을 때 찍으면? 볼록해지면서 찍는 틀은 철물점 가서 그림을 주고 틀 만들어달라고 하면 되지 않나?
학생 3	종이에다가 아까 거처럼 밑에 칸 거를 이용해서 그 자체가 작품이 되게 가라앉는게 그려지게끔 안 되나?	

그런 다음, 프로토타입 단계에서 생성된 아이디어를 시각화해 보는 활동이 이루어졌는데, 이 과정에서 분석적 사고나 전략적 사고에 기반한 의사소통이 학생들 간에 활발하게 이루어지는 모습을 확인할 수 있었다.

예를 들어, 한 학생은 자신의 아이디어를 다른 학생들이 이해하지 못하자 신문을 직접 오려 붙여 관련 상황을 설명하였다. 간단하게 그림을 그려 자신의 의견을 논리적으로 설명하는 학생도 관찰되었다(예 8).

(예 8) 언어적 상호작용 내용

집단 창의성 속성	학생	응답 예
의사 소통	학생 6	주기유포 네모 모양 안 해도 되잖아?
	학생 5	어떻게 원하는 모양이 나온다는 거야? 무슨 말인지 잘 모르겠어.
	학생 6	(신문을 오려서 보여주면서) 플라스크 종이 올리고 찍으면 그 부분만 남는 상태.

이와 같이 아이디어를 시각화하는 과정을 통해 학생들은 문제 해결의 방안을 좀 더 쉽게 공유하고, 이해할 수 있었던 것으로 나타났다(예 9). 따라서 프로토타입의 단계에서는 정보의 단순한 교류를 넘어선 상호교류적 과정을 확인할 수 있었는데, 이는 기존의 협업과는 구별되는 집단 창의성의 특징인 것으로 보고되고 있다(Lee, 2014; Lee & Lee, 2009; Yang, 2011).

(예 9) 사후 면담 내용

집단 창의성 속성	학생	응답 예
의사 소통	학생 3	애들하고 같이 얘기할 때, 제 생각을 발전시키는 것도 물론 중요하지만 같이 하는 거다 보니까 소통이 잘 되어야 하고 서로 문제점을 해결해줄 수 있어야 하잖아요? 제 생각인데 이것이 잘 전달이 안 될 때가 있는데, 아니면 문제점이 떠올랐다면... (중략) 직접 만들어서 보여주거나 사포로 문질러서 어떻게 되는지를 보여주니까 얘기하는데 도움이 되고, 애들을 설득하는데도 도움이 되는 것 같아요.
	학생 5	항상 좀 필요 이상으로 느긋할 때가 많거든요. 그래서 빨리빨리 얘기하라고 말을 많이 듣는데... 그런데 그림을 그리면서 설명하니까 좀 나아진 것 같아요. 제 의견을 좀 잘 전달할 수 있는 것 같아요. 이렇게 막 속에서 삭혀 두지 않고 조리 있게 설명할 수 있었던 것 같아요. (중략)

이와 같이 학생들로부터 관찰되는 집단 창의성의 핵심 속성을 디자인적 사고 프로세스의 각 단계 별로 분석한 결과, 전문가들 간에 집단 창의성이 발휘되는 상황에서 관찰될 수 있는 속성들의 일부만을 학생들의 활동으로부터 확인할 수 있었다. 학생들은 디자인적 사고 프로세스를 처음 경험하였고, 집단 창의성의 과정에 능숙한 전문가들이 아니기 때문에 집단 창의성의 모든 속성들을 확인할 수 없었던 것으로 볼 수 있다. 그러나 개발된 디자인적 사고 프로세스는 집단 창의성이 발휘되는데 필요한 속성을 학생들로부터 이끌어내고, 그 과정을 경험 시키는데 도움이 될 수 있음을 알 수 있었다. 그러므로 이 연구에서 개발한 디자인적 사고 프로세스는 우리나라 학생들의 집단 창의성을 촉진하고, 그 과정을 경험하는데 도움을 줄 수 있는 프로세스임을 확인할 수 있었다.

III. 결론 및 제언

창의성은 한 개인의 독립적인 수행보다 다양한 사람들 간의 협력을 통한 수행이 좀 더 효과적일 수 있다. 집단을 구성하고 있는 한 개인의

의견을 통해 또 다른 개인의 새로운 사고를 촉발할 수 있으며, 협력을 통해 촉발된 사고를 점검함으로써 완전히 새로운 통찰을 이끌어낼 수 있기 때문이다. 이에 최근 국내·외의 여러 분야에서는 개인이 아닌 집단 차원에서의 창의성에 대한 고찰이 이루어지고 있는 실정이다. 그런데 우리나라의 과학 교육 분야에서는 초·중등학생의 집단 창의성을 모색하기 위한 구체적인 노력이나 관련 연구 등이 미흡한 실정이다. 따라서 국내 과학 교육에 공감에 기반한 집단적 문제 해결을 강조하는 디자인적 사고 프로세스의 도입을 고려해 볼 필요가 있다. 현재 디자인적 사고 프로세스는 다양한 분야에서 여러 가지 형태로 제안되어 활용되고 있다. 따라서 우리나라의 과학 교육 상황에 도입 가능한 디자인적 사고 프로세스를 찾고, 수정 및 보완하는 과정이 이루어질 필요가 있다. 이에 이 연구에서는 과학 교육에 도입 가능한 디자인적 사고 프로세스를 제안하고, 그 타당성을 검토하였다.

이를 위해 국외에서 개발된 다양한 디자인적 사고 프로세스로부터 우리나라 과학 교육 상황에 적용 가능한 디자인적 사고 프로세스를 선정할 후, 선정된 디자인적 사고 프로세스의 단계 별 활동 내용의 적합성을 집단 창의성에 대한 문헌 분석 결과를 토대로 검토하였다. 또한 각 단계의 명칭을 교사와 학생들이 쉽게 이해할 수 있도록 수정하여 ‘관련 지식 이해’, ‘공감’, ‘관점 공유’, ‘아이디어 생성’, ‘프로토타입’의 다섯 단계로 디자인적 사고 프로세스를 제안하였다. 이 때, 아이디어 생성과 프로토타입의 단계가 계속적으로 순환될 수 있도록 구성하였다. 그런 다음, 개발된 디자인적 사고 프로세스의 타당성을 검토하기 위해 디자인적 사고 프로세스에 기반한 교육 프로그램을 개발하고, 이를 과학 교육 현장에 적용하였다. 그리고 학생들로부터 관찰되는 집단 창의성의 핵심 속성을 디자인적 사고 프로세스의 단계 별로 분석하였다.

분석 결과, 집단 창의성 과정에 능숙한 전문가들로부터 발견되는 집단 창의성의 핵심 속성을 학생들로부터 모두 확인할 수는 없었다. 즉, 각 단계 별로 일부의 속성만을 발견할 수 있었는데, 관련 지식 이해 단계에서는 관계 형성과 정보 수집 요소를, 공감 단계에서는 사용자 지향, 관계 형성, 대인 이해 요소를 확인할 수 있었다. 관점 공유 단계에서는 팀의 조직 요소를, 아이디어 생성 단계에서는 분석적, 전략적 사고력 요소를 확인할 수 있었다. 마지막으로 프로토타입 단계에서는 의사소통과 분석적, 전략적 사고력 요소를 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과는 학생들이 디자인적 사고 프로세스를 처음 경험하였을 뿐만 아니라 집단 창의성의 과정에 능숙하지 않았기 때문인 것으로 볼 수 있다.

그러나 이 연구에서 개발된 프로세스를 통해 우리나라 학생들이 집단 창의성이 발현되는 과정을 경험하고, 관련 가치를 배울 수 있는 가능성이 있음을 확인할 수 있었다. 예를 들어, 집단 창의성의 발현을 위해서는 집단 구성원들 간의 관계를 규정하는 방식이 반드시 전환되어야 한다(Gillies & Ashman, 2003; Never, Finsterwald, & Urban, 2001). 즉, 참여자들 간에 허용되는 행위와 지위의 동등성이 요청되는 데(Dillenbourg, 1999), 이 프로세스에서는 공감 단계에서 서로의 장·단점을 파악하고, 이해하는 활동을 통해 학생들 간의 관계가 동등하게 규정될 수 있었던 것으로 나타났다. 또한 집단 창의성이 효과적으로 발현되기 위해서는 정보의 단순한 교류를 넘어서는 상호교류적 과정이 이루어질 필요가 있는데, 이 프로세스에서는 프로토타입 단계에서 생성된 아이디어를 시각화하는 과정을 통해 문제의 해결을 위한 논의

가 학생들 간에 활발히 이루어지는 모습을 확인할 수 있었다. 그러므로 이 연구에서 제안한 디자인적 사고 프로세스는 집단 창의성이 발현되는데 필요한 조건이나 요소를 학생들로부터 이끌어내고, 집단 창의성이 이루어지는 과정을 경험시키는데 도움이 될 수 있음을 알 수 있었다.

이와 같은 결과는 과학 교육에서 디자인적 사고 프로세스를 바탕으로 초·중등학생의 집단 창의성 교육을 모색하고자 할 때, 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 이 연구에서는 제한적인 연구 대상으로 디자인적 사고 프로세스의 타당성을 검토하였기 때문에 디자인적 사고 프로세스를 바탕으로 집단 창의성 교육에 대한 심층적인 시사점을 얻기 위해서는 연구 대상의 확장 등을 통한 추후 연구가 다각도로 이루어질 필요가 있다. 또한 디자인적 사고 프로세스는 상황과 맥락에 따라 적합한 과정과 방법이 달라질 수 있기 때문에 학교급 별로 디자인적 사고 프로세스를 적용하고, 이를 바탕으로 프로세스를 수정 및 보완하는 연구가 계속적으로 이루어질 필요가 있다.

국문요약

이 연구에서는 우리나라의 과학 교육에 도입 가능한 디자인적 사고 프로세스를 제안하고, 집단 창의성의 발현 측면에서 프로세스의 타당성을 검토하였다. 이를 위해 국외에서 개발된 다양한 디자인적 사고 프로세스로부터 우리나라 과학 교육 상황에 적용 가능한 디자인적 사고 프로세스를 선정하고, 이를 수정 및 보완하였다. 그리고 개발된 디자인적 사고 프로세스를 바탕으로 교육 프로그램을 만들고, 이를 고등학교 학생들에게 적용하였다. 연구 결과, ‘관련 지식 이해’, ‘공감’, ‘관점 공유’, ‘아이디어 생성’, ‘프로토타입’의 다섯 단계로 디자인적 사고 프로세스를 제안할 수 있었다. 그리고 이를 과학 교육 현장에 적용한 결과, 관련 지식 이해 단계에서는 관계 형성과 정보 수집 요소를, 공감 단계에서는 사용자 지향, 관계 형성, 대인 이해 요소를 확인할 수 있었다. 관점 공유 단계에서는 팀의 조직 요소를, 아이디어 생성 단계에서는 분석적, 전략적 사고력 요소를 확인할 수 있었다. 마지막으로, 프로토타입 단계에서는 의사소통과 분석적, 전략적 사고력 요소를 확인할 수 있었다. 집단 창의성 과정에 능숙한 전문가들로부터 발견되는 집단 창의성의 핵심 속성을 학생들로부터 모두 확인할 수는 없었지만, 이 연구에서 개발된 프로세스를 통해 우리나라 학생들이 집단 창의성이 발현되는 과정을 경험하고, 관련 가치를 배울 수 있는 가능성이 있음을 확인할 수 있었다.

주제어: 디자인적 사고 프로세스, 집단 창의성

References

- Antil, L. A., Jenkins, J. R., Wayne, S. K., & Vadasy, P. F. (1998). Cooperative learning: Prevalence, conceptualization, and the relation between research and practice. *American Educational Research Journal*, 35(3), 419-454.
- Brown, T. (2010). *Change by design* [Ko, S. Y.]. Paju: Gimyoungsa Press.
- Burnette, C. (1996). *Design-based education: 12*, Unpublished materials. University of the Arts.
- Carroll, M., Goldman, S., Britos, L., Koh, J., Royalty, A., & Hornstein, M. (2010). *Destination, imagination, and the fires within: Design thinking*

- in a middle school classroom. *International Journal of Art & Design Education*, 29(1), 37-53.
- Dillenbourg, P. (1999). Introduction: What do you mean by collaborative learning?. In P. Dillenbourg (Ed.), *Collaborative learning: Cognitive and computational approaches*. New York: Elsevier Science Press.
- Gillies, R. M., Ashman, A. (2003). *Cooperative learning: The social and intellectual outcomes of learning in groups*. New York: Psychology Press.
- Goldman, S., Carroll, M. P., Kabayadondo, Z., Cavagnaro, L. B., Royalty, A. W., Roth, B., Kwek, S. H., & Kim, J. (2012). *Assessing learning: Capturing the journey of becoming a design thinker*. Design Thinking Research, Understanding Innovation.
- Ha, J. H., Lee, B. I., & Ryu, H. S. (2011). Study on the creativity of an individual and a group level, and the effects of rewards in a group level. *Korean Society for Creativity Education*, 11(1), 89-108.
- Helms, J. E. (1992). *A race is a nice thing to have: A guide to being a white person or understanding the white persons in your life*. Topeka, KS: Content Communications.
- IDEO (2011). Design thinking for educators toolkit from http://www.designthinkingforeducators.com/DTtoolkit_v1_062711.pdf.
- Jeon, J. H. (2013). An exploration of current state of collective intelligence in engineering colleges. *The Korean Journal of Educational Psychology*, 27(1), 1-34.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational Researcher*, 38(5), 365-379.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. (2007). The state of cooperative learning in postsecondary and professional settings. *Educational Psychology Review*, 19, 15-29.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Stanne, M. B. (2000). *Cooperative learning methods: A meta-analysis*. University of Minnesota. Retrieved August 12, 2010, from <http://www.tablelearning.com/uploads/File/EXHIBIT-B.pdf>.
- Joung, Y. J. (2014). Theoretical investigation on implications of community of inquiry for science education toward community of inquiry in science classroom. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(3), 303-319.
- Kelley, T., & Kelley, D. (2014). *Creative confidence* [Park, J. S.]. Seoul: Chunggrim Press.
- Kolodner, J. L., Camp, P. J., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., Puntambekar, S., & Ryan, M. (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom: Putting learning by design into practice. *Journal of the Learning Sciences*, 12(4), 495-547.
- Kwek, D. (2011). *Innovation in the classroom: Design thinking for 21st century learning*. Stanford University Master Thesis.
- Lee, D. H., Yoon, J. H., & Kang, S. J. (2014). The introduction of design thinking to science education and exploration of its characterizations as a method for group creativity education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(2), 93-105.
- Lee, H. J., Choi, Y. H., & Ko, Y. J. (2014). Designing collective intelligence-based instructional models for teaching socioscientific issues. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(6), 523-534.
- Lee, J. S., & Eune, J. H. (2012). A study of open collaboration creative thinking system based on design thinking. *Journal of Digital Design*, 12(3), 180-190.
- Lee, S. S. (2012). New directions in educational innovation as a response to the networked society. *Teacher Education Research*, 51(2), 282-296.
- Lee, Y. N., & Lee, S. S. (2009). Conceptual design principles of collective intelligence. *Journal of Educational Technology*, 25(4), 213-239.
- Malone, T. W. (2008). What is collective intelligence and what will we do about it?. In Mark Tovey. *Collective intelligence: Creating a prosperous world at peace*(1-4). Oakton, Virginia: Earth Intelligence Network.
- Martin, R. L. (2009). *Design thinking* [Lee, G. S.]. Seoul: Woongjin Wings Press.
- Mesmer-Magnus, J., & DeChurch, L. (2009). Information sharing and team performance: A meta-analysis. *Journal of Applied Psychology*, 94(2), 535-546.
- Mioduser, D., & Kipperman, D. (2002). Evaluation/modification cycles in junior high students' technological problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, 12(2), 123-138.
- Munari, B. (2010). *Da cosa nasce cosa* [Yang, Y. W.]. Paju: Doosungbooks.
- Nam, J. Y., & Kim, H. M. (2013). A study on necessity of application of design process in secondary school art education for enhancing creative problem solving ability. *Korea Science & Art Forum*, 10, 65-76.
- Never, H., Finsterwald, M., & Urban, N. (2001). Cooperative learning with gifted and high-achieving students: A review and meta-analyses of 12 studies. *High Ability Studies*, 12(2), 199-214.
- Nijstad, B. A., & Paulus, P. B. (2003). *Group creativity: Innovation through collaboration*. Oxford University Press.
- Sawyer, R. K. (2007). *Group genius: The creative power of collaboration*. NY: Basic Books Press.
- Seelig, T. (2012). *In genius: A crash course on creativity* [Kim, S. H.]. Seoul: Eldorado Press.
- Shalley, C., Zhou, J., & Oldham, R. G. (2004). The effects of personal and contextual characteristics on creativity: Where should we go from here. *Journal of Management*, 30(6), 933-958.
- Sharan, S. (1980). Cooperative learning in small groups: Recent methods and effects on achievement, attitudes, and ethnic relations. *Review of Educational Research*, 50(2), 241-271.
- van Ginkel, W. P., & van Knippenberg, D. (2008). Knowledge about the distribution of information and group decision making: When and why does it work?. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 108(2), 218-229.
- Webb, N. M., & Mastergeorge, A. M. (2003). The development of students' helping behavior and learning in peer-directed small groups. *Cognition and Instruction*, 21(4), 361-428.
- Welch, M. (1998). Students' use of three-dimensional modelling while designing and making a solution to a technological problem. *International Journal of Technology and Design Education*, 8(3), 241-260.
- Wright, K. B. (2000). Social support satisfaction, on-line communication apprehension, and perceived life stress within computer-mediated support groups. *Communication Research Reports*, 17, 139-147.
- Yang, M. K. (2011). Exploring the principles of collaborative learning for realization of collective intelligence. *The Korean Journal of Educational*, 23(2), 457-483.
- You, Y. M. (2008). *Learning power*. Seoul: WisdomHouse Press.