



집단 창의성 교육을 위한 방안으로서 과학 교육에 디자인적 사고의 도입과 속성 탐색

이도현¹, 윤지현², 강성주^{3*}

¹효원고등학교, ²단국대학교, ³한국교육원대학교

The Introduction of Design Thinking to Science Education and Exploration of Its Characterizations as a Method for Group Creativity Education

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

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

ARTICLE INFO

Article history:

Received 3 January 2014

Received in revised form

18 February 2014

27 March 2014

1 April 2014

Accepted 3 April 2014

Key words:

design thinking, group
creativity, characterizing
design thinking

ABSTRACT

Group creativity has recently been heightened as a core competence in the 21st century. Therefore, there is a need for introduction of concepts on design thinking emphasizing the collaboration and empathy to science education as an effective method for fostering group creativity. Understanding design thinking for effective introduction should be preceded, so we explore the characterizations of design thinking through the generic model overlay method, focus group interview, and critical incident technique analysis. The results reveal 4 cluster units of competency and 15 core competencies. The collaboration cluster consists of 5 competencies and they are as follows: organization of the team, communication, self-control, persuasiveness, and initiative competency. The integrative thinking cluster consists of 3 competencies and they are as follows: analytical, strategic, and intuitive thinking competency. The human-centeredness cluster consists of 3 competencies and they are as follows: user-orientation, relationship building, and interpersonal understanding competency. The multidisciplinary cluster consists of 4 competencies and they are as follows: achievement orientation, information seeking, curiosity, and flexibility competency. Findings are expected to provide the basic data for developing programs and establishing strategies in order to foster group creativity as well as introducing design thinking to science education effectively.

1. 서론

미래의 불확실성이 높아지고 세계 시장에서 국간 간 경쟁이 심화됨에 따라 창의적 인재 양성은 현재와 미래의 핵심적인 이슈 중 하나이다(KEDI, 2011; Torrance, 2000). 이에 과학 교육을 비롯한 여러 분야에서는 관련 교육과정 개정, 교수학습 전략 마련, 교사 연수 등을 통해 창의적인 인재를 양성하기 위한 다각적인 노력을 지속적으로 기울여 왔다(Choi *et al.*, 1998; Kang & Choi, 2002; Kang & Kim, 2002; Park *et al.*, 2002; Seo *et al.*, 2004). 그런데 최근 참여, 공유, 협업이라는 용어들로 대변되는 웹 2.0의 출현은 창의성 교육에 대한 새로운 관점과 도전 과제를 제시하고 있다(Shuen, 2008). 즉, 디지털 및 정보통신 기술의 혁신은 사회 구조, 사고 방식, 사람들 간의 관계 맺기 방식 등을 변화시키고 있고, 이와 같은 변화는 미래 인재의 특징이나 조건에도 실제적인 영향을 미치고 있다(Siemens, 2005). 따라서 창의적 인재 요청이라는 시대 사회적 요구를 교육을 통해 효과적으로 모색하기 위해서는 미래 사회가 요구하는 창의적인 인재의 특징을 우선적으로 살펴볼 필요가 있다.

최근 우리사회에 어느 한 개인이나 한 분야의 노력만으로는 해결하기 어려운 다양하고 복잡한 문제들이 등장함에 따라 여러 사람들이

함께 협력하여 문제를 해결하거나 창의적인 산물을 생산해 내는 사례가 여러 분야에서 나타나고 있다. 예를 들어, 세계적인 디자인 회사 아이데오(IDEO)나 애플 컴퓨터(Apple Computer)와 같은 실리콘밸리의 첨단 기업, 그리고 3M과 같은 제조업체에서의 문제 해결 과정은 다양한 사람들 간의 협력에 기초하고 있는 것으로 나타났다(Martin, 2009). 유럽 핵입자 물리학 연구소(CERN)와 같이 고도의 기술력을 가지고 있는 연구소도 수많은 실험실들과 국제적인 협력 관계를 맺으면서 다양한 문제를 해결하고 있는 것으로 나타났다(Sawyer, 2007). 이와 같이 한 개인의 생각보다 다수의 생각을 바탕으로 새로운 가치를 만들어내는 일은 고도화된 정보통신 인프라를 바탕으로 모든 개인들이 연결되어 다양한 형태의 사회적 상호작용이 가능해진 미래 사회에서 더욱 중요해질 것으로 예상된다(Sawyer, 2007). 따라서 앞으로는 한 사람의 위대한 창의적인 인물도 중요하지만 협력을 통해 창의적인 아이디어를 함께 생산해 낼 수 있는 사람이 더욱 요구되며, 이에 집단 창의성에 대한 중요성이 새롭게 강조되고 있다(Shalley *et al.*, 2004).

집단 창의성은 자기 정체성을 공유한 집단이 공통의 목표 달성을 위하여 자유로운 상호 작용을 통해 유용할 것으로 기대되는 아이디어를 개발하고 표현하는 과정이다(Sawyer, 2007). 개별적 특징을 지닌 집단 구성원들 간의 소통과 협업은 한 사람이 가진 창의성을 배가시켜

* 교신저자: 강성주(sjkang@knue.ac.kr)

** 이 논문은 2013년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2013-0323).

http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2014.34.2.0093

예기치 않은 새로운 형태의 다양한 아이디어를 얻는데 도움을 줄 수 있다(Ha *et al.*, 2011). 따라서 창의적인 한 개인으로부터 생성되는 아이디어의 효율성 보다 집단 내의 협업을 통해 생성되는 아이디어의 효율성이 더 높을 가능성이 있다. 그런데 지금까지 창의성을 개인의 역량으로서만 생각하는 경향이 있어왔고, 이에 초·중·고 교육 현장에서 창의성에 대한 접근 또한 주로 개인적 차원에 머물러 있었다(Jeong & Cho, 2012; Park & Kang, 2011). 예를 들어, 과학 교육에서는 창의성 신장을 위한 방안 중 하나로서 학생들의 창의적 문제 해결 능력의 신장을 강조하였고(Kim *et al.*, 2002), 이에 문제 해결 과정에서 학생 개개인의 발산적 사고나 수렴적 사고 등을 함양시키기 위한 기법이나 도구와 관련된 연구가 이루어졌다(Hwang *et al.*, 2004; Park & Kang, 2012; Seong, 2003). 또한 창의적 문제 해결 모형을 과학 교과 내용에 맞추어 수정 및 보완한 후 모형이 학생들의 창의성 신장에 미치는 영향을 개개인의 성격, 지능, 인지 양식, 동기화 등의 측면에서 조사하는 연구도 진행되었다(Joo *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2008; Yoon & Woo, 2011).

한편, 창의적 문제 해결 과정에서 모둠 토론을 통해 문제를 이해하고 아이디어를 생성하는 기회를 학생들에게 제공하는 경우도 있다. 그러나 집단 창의성은 개인 수준의 창의성의 단순한 산술적 합이 아닌 집단 구성원의 경험이나 정서적 특성 등이 통합되어 발휘되는 사고와 통찰의 결과이다(Sawyer, 2007). 그러므로 문제 해결 과정에서 다수의 개인을 한 집단으로 구성하여 토론의 기회를 제공한다는 이유만으로 집단 창의성이 발현되는 것은 아니며, 개인별 수행의 합을 뛰어 넘는 의미를 지니기 위해서는 다양한 전략과 요건이 충족될 필요가 있다(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. 이에 이 연구에서는 과학 교육에서 초·중·고학생의 집단 창의성 개발을 도울 수 있는 방안으로서, 디자인적 사고를 고려해 보고자 한다.

디자인적 사고(design thinking, Martin, 2009)는 협업을 통한 창의적인 문제 해결 과정과 사고 방법이다. 디자인적 사고에서 ‘디자인’은 ‘특정 제품이나 의상의 외관을 설계하거나 꾸미다’와 같은 명사적 의미를 넘어서 ‘좀 더 좋은 결과를 위하여 어떤 것을 창의적으로 해결한다’는 의미를 지니고 있다. 즉, 디자인적 사고는 창의성과 협업의 두 측면이 모두 강조되고 있는 모델로서(Martin, 2009), 이 때 협업은 모든 구성원들 간의 공유된 목표, 서로에 대한 이해와 신뢰 등을 지원하거나 촉진시켜 집단 창의성이 효과적으로 발현되는데 도움을 줄 수 있는 방법 중 하나로서 보고되고 있다(Brown, 2010; Martin, 2009).

이에 디자인적 사고를 교육에 반영한 연구가 국외에서 이루어지고 있는데, 예를 들어 Carroll 등(2010)은 디자인적 사고를 7, 8학년의 지리 수업 시간에 적용한 연구에서 학생들이 협업·공감의 활용을 통해 문제의 다양한 측면을 탐구할 수 있었을 뿐만 아니라 창의적 자신감을 개발할 수 있었음을 언급하였다. Kwek(2011)은 21세기 미래 인재 양성을 위한 집단 창의성 모델로서 디자인적 사고를 교실 학습에서 적용하고자 시도하였다. 그 결과, 디자인적 사고는 학생들에게 집단 구성원 누구나 실패를 두려워하지 않고 문제 해결 과정에 참여할 수 있는 환경을 제공해주었으며, 이 과정에서 다양한 아이디어를 확보할 수 있었던 것으로 나타났다. 이와 같이 국외에서는 창의적 인재 양성을

위한 방안으로서 디자인적 사고의 중요성이 강조되고 있고, 이를 교육 현장에 적용하는 연구가 점차 이루어지고 있다.

따라서 디자인적 사고를 국내 과학 교육에 도입하고, 이를 효과적으로 적용하기 위한 이론과 구체적인 방법에 대한 연구를 고려해 볼 필요가 있다. 예를 들어, 디자인적 사고가 도입된 과학 교육에서 필요한 특성 요인들을 탐색하고, 이를 바탕으로 디자인적 사고가 반영된 과학 교수·학습 자료를 개발 및 적용하는 연구 등을 들 수 있다. 그런데 이와 같은 연구들이 좀 더 효과적으로 진행되기 위해서는 디자인적 사고에 대한 이해가 선행될 필요가 있다. 즉, 집단 창의성의 구현을 위한 새로운 전략으로서 디자인적 사고에 대한 개념적 속성이 구체적으로 이해될 필요가 있다.

그러므로 이 연구에서는 디자인적 사고를 과학 교육에 소개하고, 이에 대한 이해를 돕기 위하여 디자인적 사고에 대한 속성을 규명하였다.

II. 연구 방법

디자인적 사고에 대한 속성을 규명하기 위하여 디자인적 사고를 하는 디자인적 사고자(design thinker)의 역량을 규명하였다. 역량은 특정한 상황에서 효과적이고 우수한 수행의 원인이 되는 개인의 내외적 속성으로서(Spencer & Spencer, 2003), 역량에 기반한 접근을 통해 규명하고자 하는 개념의 본질이나 특징, 속성 등을 탐색할 수 있기 때문이다(Rothwell & Lindholm, 1999). 그러므로 디자인적 사고의 속성은 문제 해결 과정에서 나타난 디자인적 사고자의 행동 특성을 규명함으로써 이해될 수 있다.

디자인적 사고자의 역량 탐색은 역량 추출과 추출 역량 조정의 과정으로 이루어졌으며(Dubois, 1993), 이 때 역량 추출은 일반 모델 덧씌우기 방법과 중요사건기법 분석을 통해 이루어졌다. 즉, 역량을 탐색하는 방법 중 일반 모델 덧씌우기 방법(generic model overlay method, Dubois, 1993)은 기존의 검증된 일반 역량 모델을 이용하는 방법으로서, 규명하고자 하는 역량에 대한 정보가 거의 알려져 있지 않은 경우에 사용된다. 따라서 이 연구에서는 디자인적 사고와 관련된 국내외 선행 연구가 미비한 실정임을 고려하여, 일반 모델 덧씌우기 방법을 통해 역량을 추출하였다. 그런데 일반 모델 덧씌우기 방법은 이론에 근거한 방법이므로, 이 방법을 통해 추출되지 않았거나 확인되지 않은 역량이 있을 가능성이 있다. 그러므로 디자인적 사고에 대한 특징을 보다 심층적으로 이해하고, 일반 모델 덧씌우기 방법을 통해 추출되지 않았거나 확인되지 않은 디자인적 사고자의 역량을 좀 더 탐색할 목적으로 중요사건기법 분석을 실시하였다(Joo *et al.*, 2009; Kim *et al.*, 2007). 그런 다음, 일반 모델 덧씌우기 방법을 통해 추출된 역량과 중요사건기법 분석을 통해 추출된 역량을 서로 비교 및 조정하여 최종적으로 디자인적 사고자의 역량을 추출하였다(Figure 1). 이에 대한 구체적인 방법과 내용은 다음과 같다.

1. 일반 모델 덧씌우기 방법을 통한 역량 추출

디자인적 사고자의 역량을 타당하게 추출하기 위하여 역량 추출을 위한 준거 기준인 역량군을 설정하였다. 이를 위하여 디자인적 사고에 대한 정의나 특성에 관한 연구보고서, 단행본, 학술 논문 등을 활용하

[Stage]	[Content]	[Method]
extraction of competency	· setting of competency cluster	· search of literature & previous study · researcher workshop
	competency extraction by generic model overlay method	· competency extraction
	· validation of extracted competency	· search of competency dictionary/model · researcher workshop
	· selection of autobiography & research paper	· focus group interview
	competency extraction by critical incident technique	· setting analysis framework with competency cluster · researcher workshop
	· competency extraction	· search of literature & previous study · expert opinion
adjustment of extracted competency	· adjustment of competencies extracted by generic model overlay method and critical incident technique	· analysis of autobiography & research paper · researcher workshop
		· researcher workshop

Figure 1. The stage & method for design thinking's competency investigation

여 문헌 연구를 실시하였다(Brown, 2010; Carroll *et al.*, 2010; Goldman *et al.*, 2012; Lawson, 2005; Martin, 2009; Razzouk & Shute, 2012; Young, 2010). 그런 다음, 디자인적 사고에 대한 높아진 관심과는 달리 학문적 논의가 아직 미비한 실정임을 고려하여 일반 모델 덧씌우기 방법(generic model overlay method, Dubois, 1993; Lucia & Lepsinger, 1999)을 통해 각 역량군에 따른 역량을 추출하였다. 이를 위하여 다양한 역량 사전/모델에 대한 검토를 실시하였고, 그 결과 국내외 기관 등에서 개발된 네 개의 역량 사전/모델을 선정하였다. 선정된 역량 사전/모델은 Spencer와 Spencer(2003)의 역량 모델, 미국 경영 컨설팅 기업인 M사의 역량 사전, 우리나라의 A기업과 D산업의 역량 사전이다. Spencer와 Spencer(2003)는 20개의 역량으로 구성된 성과 우수자의 역량 모델을 제시하였는데, 이는 특정 분야에 관계없이 모든 분야에 적용 가능한 공통 역량으로 구성되어 있다. 따라서 Spencer와 Spencer(2003)의 일반 역량 모델은 초기 역량 탐색을 위한 기초 자료로써 교육, 생산, 마케팅, 대인 서비스 등과 같은 분야에 다각적으로 활용되고 있다(Joo *et al.*, 2009). 예를 들어, 교육 분야의 경우 중등 교사의 역량 모델 개발 연구와(Kang, 2004) 중등 과학 영재의 효과적인 판별 등을 돕기 위한 역량 모델 개발 과정에서(Kang *et al.*, 2012) Spencer와 Spencer(2003)의 역량 모델이 활용되었다. 창의적 인재의 선발이 조직적이고 체계적으로 이루어질 수 있도록 돕는 인사 전문 컨설팅 회사로 보고되고 있는 국외의 M사는 Spencer와 Spencer(2003)의 초기 역량 모델을 발전시켜 34개의 역량으로 구성되어 있는 역량 모델을 활용하고 있다. M사의 역량 모델도 서로 다른 분야의 역량을 예측하는데 효과적인 것으로 보고되고 있다(Kang, 2004). 그리고 디자인적 사고를 기업 활동의 핵심 요소 중 하나로 간주

하고 있는 국내의 A기업과 D산업의 역량 모델도 선정하였다. 그러므로 A기업과 D산업의 역량 모델은 디자인적 사고에 대한 내외적 속성 탐색 과정에서의 타당도를 높여줄 것으로 생각된다. 이와 같이 선정된 역량 사전/모델로부터 연구진들 간의 논의를 통해 디자인적 사고에 해당하는 속성을 역량군 별로 추출하였다. 그런 다음, 추출된 역량의 타당성 검증을 위하여 초점집단면접을 실시하였다(Lee, 2007). 이에 대학 연구소와 기업 컨설팅에서 본 연구와 관련된 연구들을 수행한 경험이 있는 전문가 세 명과 과학 교육 전문가 한 명이 초점집단면접에 참여하였다. 초점집단면접은 디자인적 사고에 대한 정의와 관련 사례에 대한 소개를 통해 디자인적 사고에 대한 전문가들의 이해를 충분히 도운 후 실시하였다. 초점집단면접에서는 일반 모델 덧씌우기 방법을 통해 추출된 역량의 타당성을 5점 리커트 척도를 통해 평가하고, 그 이유를 자유롭게 작성하도록 하였다. 그런 다음, 리커트 척도에 기반한 평균 점수가 5일 경우 전문가들의 논의 없이 즉각 수용하였으며, 5미만의 점수일 경우 전문가들 간의 논의를 통해 수용 여부를 결정하였다. 이와 같은 과정을 여러 차례 진행하여 전문가들의 의견을 통합하고 공통된 의견을 도출함으로써, 디자인적 사고자의 역량을 구성하였다.

2. 중요사건기법 분석을 통한 역량 추출

일반 모델 덧씌우기 방법을 통해 확인되지 않은 디자인적 사고자의 역량을 재탐색하기 위하여 중요사건기법을 바탕으로 실제 사례에 근거한 질적 분석을 실시하였다. 중요사건기법이란 특정성격을 내도록 하는 개인의 내·외적 속성을 가지 있는 행동이나 중요한 사건으로부터 규명하는 방법으로(Kim, 2007), 타당성 검증 방법으로서의 유용성

을 인정받고 있다(Glaser, 1978). 따라서 이 연구에서는 디자인적 사고 관련 문헌과 전문가들의 추천을 바탕으로 디자인적 사고자로 보고되고 있는 네 사람을 중요사건기법 분석을 위한 대상으로 선정하였다. 선정된 분석 대상자는 르네상스 시대의 화가이자 발명가인 레오나르도 다 빈치(Leonardo da Vinci), 발명가이자 사업가인 토머스 엘바 에디슨(Thomas Alva Edison), DNA의 이중 나선 구조를 발견한 제임스 듀이 왓슨(James Dewey Watson), 의미 깊고 독특한 제품들을 세상에 선보였던 애플의 스티브 잡스(Steve Jobs)이다(Lawson, 2005). 이들 중 레오나르도 다 빈치는 디자인적 사고를 통해 창의적인 아이디어를 산출하고 문제를 해결하였던 인물로서 최근 재조명을 받고 있다. 이에 레오나르도 다 빈치가 르네상스 시대의 인물이지만 연구 목적에 부합한 인물로 판단되어 분석 대상에 포함시켰다. 이와 같이 선정된 네 사람의 일화나 생애가 기록된 자서전, 연구 논문 등을 통해 위거나 특정 문제 상황에서 나타난 행동 특성을 수집하였다. 자서전이나 연구 논문은 디자인적 사고 관련 전문가들의 추천을 통해 선정되었으며, 이 때 분석에 활용된 주된 분석 자료는 Table 1과 같다.

자서전과 연구 논문을 분석하기 위하여 세 명의 연구자 이외에 여덟 명의 과학 교사가 분석자로서 참여하였다. 과학 교사들은 모두 석사 학위 이상의 소지자들로서, 이 중 네 명은 박사 학위 중에 있다. 우선 분석을 실시하기 전에 디자인적 사고에 대한 분석자들의 충분한 이해를 돕기 위하여 문헌을 바탕으로 디자인적 사고와 분석틀에 대한 오리엔테이션을 두 차례 실시하였다. 분석틀은 일반 모델 덧씌우기 방법을 통한 역량 추출 과정에서 설정된 역량군을 분석을 위한 항목으로 구성하였다. 분석을 위해 연구자들은 자서전과 연구 논문에 제시되어 있는 내용을 최소 의미 단락으로 구분하였다. 즉, 문장의 길이나 단어의 수에 관계없이 같은 주제에 관한 사견일 경우, 이를 한 단락으로 정리하는 방법을 통해 중요 사건들을 추출하였다. 그런 다음, 분석자에게 코딩 계획과 함께 추출된 중요 사건들을 제공하고, 각 사건들을 분석틀에 따라 분석하도록 하였다. 이 때, 중요 사건에 내재되어 있는 의미가 자서전과 연구 논문을 통해 동시에 드러나면서 최소 2~3회 반복적으로 언급된 경우만을 분석하였고, 이와 같이 분석된 사례들 중 디자인적 사고자의 역량을 분명히 드러낼 수 있는 사례를 제시하였다. 분석자들은 두 명씩 모듈을 구성한 후 한 모듈 당 한 명의 디자인적 사고자의 사건들을 분석하였다. 분석을 실시하는 과정에서 의견이 일치하지 않는 경우에는 모든 분석자들이 모여 지속적인 논의를 통해 결정하였고, 분석자간 일치도를 구하였다. 그리고 분석자간 일치도가 85% 이상에 도달할 때 까지 반복적으로 분석을 실시하였다. 이와 같은 과정을 통해 디자인적 사고자의 수행과 관련된 결정적 특질이나 기술 등을 파악할 수 있었고, 이를 바탕으로 디자인적 사고자의 역량을 추출할

수 있었다.

3. 추출 역량 조정

일반 모델 덧씌우기 방법과 중요사건기법 분석을 통해 추출된 역량들을 서로 비교 및 조정하였다. 즉, 연구진들 간의 논의를 통해 새롭게 추출된 역량은 추가하고, 유사 역량은 통합하며, 관련 없는 역량은 삭제하는 등의 조정 과정을 거쳐 디자인적 사고자에 대한 역량을 최종적으로 추출하였다. 한편, 자서전이나 연구 논문은 디자인적 사고자들이 연구를 진행하거나 특정한 일을 수행하는 과정에서 나타냈던 행동과 그 행동의 목적 등이 분명하게 기술되지 못한 한계가 있다. 따라서 이 연구에서는 디자인적 사고자들이 살았던 시대적 배경과 같은 환경적 요인 등을 함께 분석함으로써 자서전 분석이 가지는 한계점을 극복하고자 하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 일반 모델 덧씌우기 방법을 통한 역량 추출

디자인적 사고를 설명하는 준거 기준인 역량군을 설정하기 위하여 디자인적 사고에 대한 정의와 특성에 관한 선행 연구를 조사분석하였다(Brown, 2010; Carroll *et al.*, 2010; Goldman *et al.*, 2012; Lawson, 2005; Martin, 2009; Razzouk & Shute, 2012; Young, 2010). 그 결과 디자인적 사고에 대한 정의나 특성은 학자들마다 조금씩 달랐지만, 대체로 디자인적 사고는 협업과 인간중심적인 사고에 기반하여 양질의 아이디어를 확보하고, 창의적으로 문제를 해결하기 위한 활동임을 알 수 있었다. 예를 들면, 디자인적 사고에서는 사회 각 분야 간 협업을 통해 문제를 해결해 나가는 것을 강조하는 것으로 나타났다(Brown, 2010; Carroll *et al.*, 2010; Goldman *et al.*, 2012; Young, 2010). 즉, Brown(2010)은 디자인적 사고자는 다양한 배경을 가진 전문가들과 하나의 팀을 이루어 문제를 해결해 나가는 경우가 많음을 언급하면서, 디자인적 사고를 서로 다른 전공을 가진 사람들이 자신들의 재능과 능력을 공유하고 협력하여 문제를 해결해 나가는 과정이라고 정의하였다. Lee와 Rhi(2010)도 디자인적 사고자는 다양한 문제들을 다학제적 팀이 협력하여 통합적이고 종합적인 해결을 한다고 언급하였다. Young(2010) 또한 예술적 기반에 의거해 훈련된 디자이너들과 과학적 기반에 의거해 훈련된 기술자들 간의 협력에 기반하여 디자인적 사고가 이루어진다고 하면서, 다양한 분야 간의 상호작용을 통한 협업의 중요성을 언급하였다. 이와 같이 디자인적 사고에서는 협업을 강조하

Table 1. The design thinkers and autobiography selected for critical incident technique analysis

design thinkers	autobiography
Leonardo da Vinci	· Kemp, M. (2004). Leonardo. Oxford University Press. · White, M. (2000). Leonardo: The First Scientist. St. Martin's Press.
Thomas Alva Edison	· Jonnes, J. (2003). Empires of Light: Edison, Tesla, Westinghouse, and the Race to Electrify the World. Random House Press.
James Dewey Watson	· Watson, J. (1968). The Double Helix. Signet Books Press.
Steve Jobs	· Walter, I. (2011). Steve Jobs. Simon & Schuster Press.

고 있는데, 최근 협업은 미래 시대에 가장 효과적인 문제 해결 방안 중 하나로 제안되고 있다(Lee, 2012; Malone, 2008). 개별적 특징을 지닌 집단 구성원들 간의 소통과 협업은 집단의 응집된 사고와 통찰을 이끌어내어 인간의 사고를 더욱 창의적으로 만들 수 있기 때문이다(Ha et al., 2011). 따라서 학습자들이 서로 간의 협업을 통해 문제를 해결해 나갈 수 있는 능력을 함양해 줄 필요가 있으며, 이에 디자인적 사고자의 역량군으로서 협업을 고려해 볼 필요가 있다.

또한 디자인적 사고에서는 통합적 사고를 통한 문제 해결을 강조하는 것으로 나타났다(Lawson, 2005; Martin, 2009). 통합적 사고란 분석적 사고와 직관적 사고의 조화를 의미하는데, 디자인적 사고자는 다양한 대안을 찾기 위하여 논리적 연관성을 뛰어넘는 직관적 사고와 선택된 대안을 현실에 맞게 다듬는 분석적 사고를 통합적으로 사용함으로써 새로운 산출물을 창의적으로 만들어 낸다고 하였다(Kim, 2012; Kim & Lee, 2008; Lee & Lee, 2009). Brown(2010)도 디자인적 사고를 분석과 직관의 균형을 통한 통합적 사고로 정의하면서, 이는 디자인적 사고자의 창의적 문제 해결 과정의 토대를 제공하는 중요한 사고방식이라고 언급하였다. 실제로 분석적 사고와 직관적 사고는 상호보완적 관계에 있는데, 직관적 사고를 통해 문제 해결 방안이 빨리 접근하고, 분석적 사고를 통해 해결 방안을 검토하는 등과 같이 두 사고 방식의 조화는 창의성이 효과적으로 발현되는데 도움을 제공하는 것으로 보고되고 있다(Martin, 2009). 따라서 디자인적 사고자의 역량군으로서 통합적 사고를 고려해 볼 필요가 있다.

디자인적 사고는 사람들의 요구나 필요를 이해하고, 그들에게 공감하는 과정을 통해 아이디어를 통찰해내는 인간중심적인 사고를 강조하는 것으로 나타났다(Carroll et al., 2010; Goldman et al., 2012; Razzouk & Shute, 2012; Young, 2010). 즉, 디자인적 사고자는 창의적인 산출물의 기능을 탐구하는 논리적인 측면뿐만 아니라 사용자의 경험이나 욕구, 흥미 등과 같은 감성적인 측면에 대해서도 많은 관심을 갖는 것으로 나타났다(Brown, 2010). 이와 같이 인간중심에 기반한 디자인적 사고자의 감성적인 사고나 공감 능력은 미래 시대에 갖추어야 할 중요한 역량 중 하나로 강조되고 있는데(KEDI, 2011), 감성이나 공감 능력은 고정 관념을 넘어 새로운 관점에서 문제를 인식하고 해결 방안을 도출하는데 도움을 줄 수 있기 때문이다. 따라서 과학 교육 현장에 도입할 디자인적 사고자의 역량군으로서 인간중심적인 사고를 고려해 볼 필요가 있다.

마지막으로, 디자인적 사고는 다학제적인 접근을 강조하는 것으로 나타났다. 즉, 디자인적 사고자는 자신의 전문 분야뿐만 아니라 인접 분야에 대한 지식과 경험을 갖추고 있는 것으로 나타났다(Young, 2010). Brown(2010)도 디자인적 사고자는 T자형 인재로서, 특정 분야

에 대한 전문가임과 동시에 자신의 전공과 무관한 타 영역까지 폭넓고 깊이 있는 지식과 소양을 갖추고 있다고 하였다. 이와 같은 다학제적인 접근도 미래 시대에 요구되는 중요한 역량 중 하나로 보고되고 있는데, 미래 시대에는 학제간의 벽을 뛰어넘는 다양한 문제가 발생할 가능성이 높고, 이에 다학제적인 접근을 통해 창의성, 혁신성을 갖춘 해결안을 모색하는 문제 해결 과정이 요구되기 때문이다(Lee & Rhi, 2010). 이에 다학제 기반의 창의적 인재의 양성이 시급히 이루어질 필요가 있으며, 선진 각국에서는 이미 다학제간 융합을 핵심으로 하는 현장 중심의 융합형 교육 프로그램을 실시 중에 있다. 이에 대한 예로, 디자인적 사고를 STEM 교육에 적용하기 위한 노력을 들 수 있다(Kwek, 2011). 따라서 우리나라도 학문간 공통핵심 요소 중심의 교육을 통해 타 학문에 대한 이해가 깊은 창의적 인재를 양성할 필요가 있으며, 이에 과학 교육 현장에 도입할 디자인적 사고자의 역량군으로서 다학제적인 접근을 고려해 볼 필요가 있다.

따라서 디자인적 사고자의 역량군으로서 협업, 통합적 사고, 인간중심, 다학제를 고려해 볼 수 있으며, 각 역량군에 대한 정의는 Table 2와 같다.

그런 다음, 타당성이 검증된 네 개의 역량모델/사전으로부터 디자인적 사고자의 역량군 별 역량을 연구자들 간의 논의를 통해 추출하였다. 즉, 네 개 역량군의 정의와 역량 사전/모델에 제시되어 있는 역량의 정의를 서로 비교분석하여, 역량군의 정의에 부합된다고 판단되는 역량들을 연구자 개인별로 추출하였다. 예를 들어, 인간중심 역량군에 해당하는 역량의 경우, ‘감성적인 사고나 타인에 대한 공감 능력’이라는 정의에 근거하여 역량 모델/사전을 분석하였다. Spencer와 Spencer(2003)에 제시되어 있는 역량 중 ‘대인 이해’ 역량은 ‘타인의 관심과 요구에 공감하고 이를 충족시키려는 의도’로 설명되어 있었다. 따라서 대인 이해 역량이 인간중심 역량군에 포함된다고 판단되어 대인 이해 역량을 추출하였다. A기업의 역량 사전에는 ‘타인 존중’이라는 역량명으로서, ‘사람들과의 관계를 형성하고 공감하기 위하여 타인의 다양한 견해와 입장을 중시하며, 고유의 가치관을 인정한다.’라고 설명되어 있었다. 따라서 타인 존중 역량이 인간중심 역량군의 정의에 부합된다고 판단되어 이 역량을 추출하였다. 이와 같은 방법으로 추출된 역량들을 서로 비교분석한 결과, 연구진 모두가 공통적으로 추출한 62개의 역량과 연구진들 간의 의견이 서로 일치하지 않는 30개의 역량을 확인할 수 있었다. 연구진들이 모두 공통적으로 추출한 62개 역량들 중 역량에 대한 정의가 서로 유사하지만 역량명이 서로 다른 역량들을 하나의 역량명으로 통합하였다. 예를 들어, 인간중심 역량군의 대인 이해 역량과 타인 존중 역량은 정의가 서로 유사한 것으로 판단하였고, 이에 대인 이해라는 역량명으로 통합하였다. 이와 같은 방법으로 통합

Table 2. The clustering units of competency and definition

competency cluster	definition
collaboration	collaborating with others in order to achieve purposes ^{3, 7}
integrative thinking	balance of analytical thinking and intuitive thinking ^{4, 5, 6}
human-centeredness	emotional thinking and/or empathy ability for others ^{1, 2, 7}
multidisciplinary	other areas of interest regardless of majors ^{4, 6, 7}

¹Brown, 2010; ²Carroll et al., 2010; ³Goldman et al., 2012; ⁴Lawson, 2005; ⁵Martin, 2009; ⁶Razzouk & Shute, 2012; ⁷Young, 2010

Table 3. The example of expert opinion as validation of competencies corresponding to collaboration competency cluster

competency cluster	competency	likert scales					reason
		1	2	3	4	5	
collaboration	organization of the team					✓	–
	impact and influence		✓				<ul style="list-style-type: none"> · The impact and influence competency means the attitude and/or intention to obtain support for their own purposes strongly. · The impact and influence competency is interpreted as a desire for power, so that it is inappropriate as the collaboration competency cluster.
	persuasiveness			✓			· I think it may be some overlap of the communication competency.
	initiative					✓	–
(omission)							

(1: strongly disagree, 2: disagree, 3: normal, 4: agree, 5: strongly agree)

Table 4. The draft of selected competencies according to competency cluster

competency cluster	competency	sources
collaboration	organization of the team	A company, M company
	accepting opinion & listening to others	M company
	communication	A company
	conflict management	A company
	persuasiveness	M company
	process management	A company
	decision-making / judgement	A company
	initiative	A company, D company, Spencer & Spencer
integrative thinking	analytical thinking	A company, Spencer & Spencer
	systematic thinking	A company
	conceptual thinking	Spencer & Spencer
	strategic thinking	A company, D company
human-centeredness	user-orientation	A company, M company, Spencer & Spencer
	relationship building	A company, M company
	interpersonal understanding	A company, Spencer & Spencer
multidisciplinary	achievement orientation	A company, D company, M company, Spencer & Spencer
	work commitment	M company
	information seeking	A company, D company, M company, Spencer & Spencer
	challenge / risk-taking	A company

Table 5. The design thinkers' core competencies extracted by critical incident technique analysis

core competency	Leonardo da Vinci	Thomas Alva Edison	James Dewey Watson	Steve Jobs
collaboration	organization of the team	○	○	○
	self-control	-	○	○
	initiative	-	○	○
integrative thinking	analytical thinking	○	○	-
	intuitive thinking	○	○	○
human-centeredness	user-orientation	-	○	○
	relationship building	○	○	○
	interpersonal understanding	○	○	○
multi-disciplinary	curiosity	○	○	○
	flexibility	○	○	○

된 역량은 총 24개였다. 그리고 연구진들 간의 의견이 서로 일치하지 않는 30개 역량의 경우, 역량군의 정의에 기반한 연구진들 간의 충분한 논의를 다시 진행하였다. 또한 30개의 역량들을 바탕으로 체크리스트를 구성하여 관련 전문가 세 명에게 해당 역량군에 포함되어야 한다고 생각하는 역량을 체크하도록 하였다. 그 결과, 30개의 역량 중 6개의 역량을 추가할 수 있었고, 이에 최종적으로 44개의 역량을 추출할 수 있었다.

그런데 추출된 역량이 매우 세분화되어 있어 과학 교육 현장에서 효과적으로 사용되기 어려울 가능성이 있었다. 따라서 초점집단면접을 통해 추출 역량에 대한 타당도 검증을 실시하였다. 우선 전문가들에게 역량군과 역량의 정의를 제공한 후 추출된 44개의 역량이 타당한지를 5점 리커트 척도를 통해 평가하고, 그 이유를 자유롭게 작성하도록 하였다. 이에 대한 예는 Table 3과 같다.

즉, 협업 역량군에 해당하는 역량들의 논의 과정을 살펴보면, 전문가들이 팀의 조직이나 주도성 역량을 모두 5점으로 평가하였으며, 이에 전문가들 간의 논의 과정 없이 이 역량들을 협업 역량군으로 포함하였다. 그러나 영향력 역량은 평균 점수 2점으로서, 전문가들은 자신의 목적을 달성하기 위한 지원을 얻어 내기 위하여 강력한 인상을 다른 사람에게 미친다는 측면에서 협업 보다는 권력 욕구로 해석된다고 언급하였고, 이에 이 역량을 삭제하였다. 설득력 역량의 경우 평균 점수 3.5점으로서 전문가들 간의 의견에 차이가 있었는데, 지속적인 논의 결과 이 역량은 자신의 입장과 견해를 논리적이면서 설득력 있는 방식으로 제시하는 부분이 의사소통 역량과 유사하다고 볼 수 있으나 효과적인 설득을 위해 필요한 정보와 데이터를 효율적으로 이용하고 타인들로부터 필요한 지지와 지원을 이끌어낸다는 측면에서 단순히 의사소통으로 보기 어려우며, 이에 이 역량은 협업 역량군에 필수적이라는 의견에 모두 동의하였다. 따라서 설득력 역량을 협업 역량군에 포함하였다. 이와 같은 과정과 방법을 통해 디자인적 사고자의 역량으로서 19개의 역량을 재추출 할 수 있었다(Table 4).

2. 중요사건기법 분석을 통한 역량 추출

디자인적 사고자의 역량을 탐색하기 위하여 과학 관련 분야에서 복잡하고 다양한 문제를 디자인적 사고를 바탕으로 해결했던 것으로 보고되고 있는 레오나르도 다 빈치, 토머스 앨바 에디슨, 제임스 듀이 왓슨, 스티브 잡스의 자서전과 이들의 삶을 분석한 연구 논문을 조사하였다. 그 결과 팀의 조직, 자기조절, 주도성, 분석적 사고력, 직관적 사고력, 사용자 지향, 관계형성, 대인이해, 호기심, 유연성의 10개 역량을 추출할 수 있었다(Table 5). 이 때, 자기조절, 직관적 사고력, 호기심, 유연성은 중요사건기법 분석을 통해 새롭게 추출된 역량으로서, 연구자들 간의 논의를 통해 이 네 역량들을 디자인적 사고자의 해당 역량군으로 각각 분류하였다. 그리고 이 네 역량을 제외한 나머지 역량들은 일반 모델 덧씌우기 방법을 통해 추출되었던 역량들로서, 중요사건기법 분석을 통해 도출된 역량들의 타당성을 재검증할 수 있었다. 이에 대한 구체적인 내용은 다음과 같다.

1) 협업 역량군의 핵심 역량

중요사건기법 분석을 통해 협업 역량군에 해당하는 역량으로서 팀의 조직, 자기조절, 주도성을 추출할 수 있었다.

디자인적 사고자들은 고립적 또는 경쟁적으로 일을 수행하는 태도 보다는 다른 사람들과 함께 일을 수행하였을 때의 긍정적인 기대감을 바탕으로 팀을 조직하기 위한 다양한 노력을 기울였던 것으로 나타났다. 그리고 이와 같은 노력은 자신들의 분야에서 새로운 차원의 의미 있는 결과물들을 산출하는데 기여한 것으로 나타났다. 예를 들어, 대다수의 예술가들이 인체의 겉모습만을 연구하던 당시 레오나르도 다 빈치는 해부학자와 함께 협력하여 직접 인체를 해부하였고, 이를 바탕으로 정교한 스케치 작업을 진행하였다. 이와 같은 협업 과정을 통해 레오나르도 다 빈치가 남긴 스케치들은 당시의 예술가에게 많은 영향

을 미쳤을 뿐만 아니라 후대의 해부도 작성 작업에도 훌륭한 기준이 되었다. 토머스 앨바 에디슨이나 스티브 잡스도 문제 해결 과정에서 다양한 기업이나 인재 간의 팀의 조직을 통해 협력하는 방식을 활용했던 것으로 나타났다(예 1).

(예 1) 팀의 조직

- 별 성과를 거두지 못한 예술 방면의 일에 비해 그의 과학 활동은 꽃을 피웠다. 해부학 연구는 파비아 출신의 유명한 해부학자 마르칸토니오 델라 테레와 함께 협력하여 새로운 차원을 이룩했다. (레오나르도 다 빈치, White, M. (2000), pp.292-294, 352-353)
- 에디슨이 멘로파크에 조직한 연구팀과 작업 방식은 유례가 없는 독특한 것이었다. 그 후, 다른 조직들도 에디슨의 방식을 따르기 시작하였다. 서로 다른 분야의 전문가들을 함께 모아 실험을 행하고, 새로운 계획을 향해 서로 협력해 일하게 한 것이다. (토머스 앨바 에디슨, pp.91-93)
- 훌륭한 산업 디자이너로 애플이 알려지지 않았던 1980년대, 잡스는 하트무트 에슬 링어(Hartmut Esslinger)와 협력했고... (중략) 그런데 그가 애플에 복귀하자마자 주도적으로 한 일이 마이크로소프트와 협력하기 위한 노력이었다. (스티브 잡스, pp.511-512)

또한 디자인적 사고자들은 팀을 조직하여 일을 하는 과정 중 타인의 반대나 적대적인 반응에 직면하였을 때, 이 상황을 긍정적으로 해석하고 감정을 조절하며 건설적으로 대처하는 자기조절 역량을 갖춘 것으로 나타났다. 예를 들어, 토머스 앨바 에디슨은 일을 하는 과정 중 발생한 갈등 상황을 긍정적으로 인식하고 자신의 감정을 조절하기 위하여 노력하였으며, 스티브 잡스는 갈등 상황을 자신만의 감정 조절 방식인 산책 등을 통해 효율적으로 극복하고자 노력한 것으로 나타났다(예 2).

(예 2) 자기조절

- 철도에서 일하는 동안 에디슨은 부분적으로 귀머거리가 되었다. 언제나 낙천 주의자였던 에디슨은 어려운 이 갈등 상황조차 긍정적으로 인식하고, 자신의 감정을 조절하였으며... (중략) (토머스 앨바 에디슨, pp.73-74)
- 잡스는 갈등 상황이 있을 때 종종 그러는 것처럼 긴 산책을 하지고 제안했다. 그들은 디엔자 대학교까지 왔다 갔다 하며 컴퓨터노의 거리를 걸었다. (중략) 그때부터 잡스는 태도가 조금 누그러졌고... (중략) (스티브 잡스, p.295)

한편, 다양한 배경을 지닌 사람들이 팀을 구성하여 공동으로 문제를 해결해 나가는 과정에서는 팀이 필요로 하는 인력, 자원 및 정보를 주도적으로 확보하고, 순수한 의도에서의 카리스마를 지니면서 팀원들 간의 갈등을 관리하고, 팀원에게 강력한 비전을 전달할 수 있는 인재가 요구된다(KEDI, 2011). 실제로 디자인적 사고자들은 통찰을 기반으로 발생 가능한 예상 문제를 사전에 예방하고, 위기 상황에서는 다양한 전략을 통해 새로운 기회를 발견하거나 창출함으로써 팀원들의 일의 능률을 높였던 것으로 나타났는데, 이와 같은 주도성은 디자인적 사고자들 중 스티브 잡스의 다양한 일화로부터 확인할 수 있었다. 즉, 스티브 잡스는 팀원들이 문제 해결 과정에 디자인적 사고를 효과적으로 적용할 수 있도록 촉진하는 역할을 하였고, 제품 개발 과정에서 새로운 방향이나 비전을 제시하는 역할을 수행한 것으로 나타났다(예 3).

(예 3) 주도성

- 잡스는 타당성을 옹호하고 팀 내에서 디자인적 사고를 촉진하는 역할을 수행했다. 소비자들의 인식을 해석하는 데 핵심적인 역할을 했고, 어떤 제품을 출시할지를 판단했다. (스티브 잡스, p.248)
- 제품들을 검토하다 보니, 애플이 초점을 잃어버렸다는 사실이 점점 분명해졌다. (중략) 그는 매직펜을 들고 화이트보드 앞으로 성큼성큼 다가가 가로선과 세로선을 그어 커다란 정사각형을 네 칸으로 나눈 표를 그렸다. “지금 애플이 해야 할 일은 바로 이겁니다!”(스티브 잡스, p.534)

2) 통합적 사고 역량군의 핵심 역량

디자인적 사고자들은 분석적 사고에 근거한 논리성과 직관적 사고에 근거한 창의성을 갖춘 통합적 사고자인 것으로 나타났다. 즉, 분석적 사고는 연역적 추리나 귀납적 추리 등을 이용하여 데이터를 체계적으로 분석하고 결론을 도출할 수 있는 사고를 의미하는데(Ko et al., 2008), 레오나르도 다 빈치는 자연과학의 방법으로서 귀납과 실험의 중요성을 인식하였던 것으로 나타났다. 제임스 듀이 왓슨도 귀납적 추리를 바탕으로 DNA의 역할에 대한 결론을 내릴 수 있었던 것으로 나타났다(예 4).

(예 4) 분석적 사고력

- 만일 그것이 경험으로부터 도출되지 않았다면 정당한 지식이 아니라고 생각했다. 그 때문에 레오나르도는 근대 실험 과학의 체계적인 방식을 사용한 것은 아니었지만 실험에 커다란 비중을 두었다. (중략) 그에게 모든 것은 원인과 결과의 연속성 안에서 존재했다. (레오나르도 다 빈치, Kemp, M. (2004), p.68)
- 그때까지의 모든 근거들로 인해 나는 DNA가 어떤 RNA를 만들 것인지를 결정하는 주형이라고 믿게 되었다. (제임스 듀이 왓슨, p.163)

또한 직관적 사고는 추론하지 않고 사물을 이해하는 방법으로, 사고의 대상이 명확하지는 않지만 전체를 감각적으로 감지하고 이론을 전개할 수 있는 기초를 마련해 주는 직관적 관념을 의미하는데(Martin, 2009), 제임스 듀이 왓슨이나 스티브 잡스 등은 이와 같은 창조적인 직관을 통해 사물이나 문제를 이해하였던 것으로 나타났다(예 5). 즉, 디자인적 사고자들은 느낌과 직관을 합리적 사고의 방해물이 아닌 합리적 사고의 원천이자 기반으로 활용하였음을 알 수 있었다.

(예 5) 직관적 사고력

- (중략) ...산책하던 도중 몇 번인가 번뜩이는 아이디어가 떠올라 연구실로 가서 모형을 요리조리 만지작거린 적도 있다. (중략) 우리는 DNA의 구성 성분인 뉴클레오타이드들을 하나하나 연결하는 포스포디에스테르 결합에는 여러 형태가 있을 수 있다고 생각했다. 적어도 우리 수준의 화학적 직관력으로 볼 때, 이 모형이 여타의 모형보다 훨씬 더 타당한 구조라는 판단이 확실하지 않았다. (제임스 듀이 왓슨, pp.105-106)
- 잡스는 직관적이고 낭만적이었다. (중략) 30년 후, 게이츠는 인색하게나마 잡스의 훌륭한 점을 인정했다. “그는 기술에 대해 별로 아는 게 없었지만, 무엇이 통하는지에 대해서만큼은 놀라운 직감을 갖고 있었어요.” (스티브 잡스, p.287)

3) 인간중심 역량군의 핵심 역량

디자인적 사고자들은 다른 사람들과 신뢰감을 형성하고 갈등 상황을 효과적으로 해결할 수 있는 인간중심적인 역량을 갖춘 것으로 나타났다. 특히 토머스 앨바 에디슨이나 스티브 잡스와 같은 디자인적 사고자들은 사람들의 요구를 이해하고, 그들에게 공감하는 과정을 통해 아이디어를 통찰해내는 인간중심적인 사고를 한 것으로 나타났다. 즉, 이들은 단순히 하나의 새롭고 독창적인 아이디어만을 창출해 낸 것이 아니라 새로운 아이디어를 사용하게 될 사용자들이 어떠한 성향을 가지고 있으며, 그들이 원하는 것 또는 필요로 하는 것이 무엇인지에 대한 관찰이나 이해 등을 바탕으로 아이디어를 창출해낸 것으로 나타났다. 예를 들어, 전구를 발명한 토머스 앨바 에디슨은 전기가 없으면 전구가 실제적으로 사용자에게 의미가 없음을 고려하여 전기를 공급하고 원거리에 송전할 수 있는 인프라까지 함께 발명한 것으로 나타났다. 스티브 잡스 또한 아이팟을 개발할 당시, 앞으로 이 제품과 서비스를 구매할 사용자의 경험이나 요구 등을 반영하기 위하여 노력했던 것으로 나타났다(예 6).

(예 6) 사용자 지향

- 에디슨은 전기가 없으면 전구가 실제적으로 사용자에게 아무런 의미가 없음을 생각하여 전기를 공급하고 원거리에 송전하는 인프라까지 발명하였다. (토머스 앨바 에디슨, pp.81-82)
- 애플의 CEO인 스티브 잡스는 아이팟(iPod)을 개발할 당시에 연구원들에게 고객 관점에서 생각하고 아이팟을 만들도록 끊임없이 괴롭혔다고 한다. (중략) 그는 애플의 디자인과 소비자 경험(UX) 역량을 기기, 소프트웨어, 기기 동작 방식 등 다양한 분야에 일관되게 적용했다. (스티브 잡스, pp.613-616)

또한 디자인적 사고자들은 타인에 대해 긍정적인 관심을 가지고 호의적인 관계를 형성하는 관계형성 역량과 타인의 이야기를 경청하고, 이를 자신의 상황으로 이해하거나 공감하고자 하는 대인이해 역량을 갖추었음을 알 수 있었다. 예를 들어, 관계형성의 경우, 토머스 앨바 에디슨과 스티브 잡스는 다른 사람들과 긍정적이고 협력적인 관계를 형성하기 위하여 재미있는 이야기를 사전에 준비하거나 상대방에게 세심한 배려를 했던 것으로 나타났다(예 7). 대인이해의 경우, 제임스 듀이 왓슨은 상대방이 처한 상황이나 감정 등을 이해하고, 상대방의 스타일에 자신을 맞추기 위해 노력했던 것으로 나타났다. 스티브 잡스도 다른 사람과의 대화 과정에서 상대방의 기분과 감정을 이해하기 위하여 노력했던 것으로 나타났다(예 8).

(예 7) 관계형성

- 에디슨은 웨스턴 유니언 전신 회사에 있을 당시 타고난 판매원이었다. 게다가 에디슨은 무척 사교적이어서 항상 재미있는 이야기를 준비함으로써 호의적인 관계를 형성하기 위해 노력하였다. (토머스 앨바 에디슨, pp.72-74)
- 잡스는 랙에 대한 긍정적인 관심을 가지고 랙의 마음을 돌리기 위해 많은 노력을 기울였다. 한번은 뉴욕에 간 그가 포 시즌즈 호텔의 펜트하우스로 랙을 초대하기도 했다. 잡스는 미리 두 사람이 먹을 아침 식사까지 주문해 놓고 그를 맞이했다. “세심한 배려 이상의 환대였지요.” 랙은 회상한다. (스티브 잡스, p.635)

(예 8) 대인이해

- 예전에 겪었던 그녀의 성미가 두려워 우리는 그녀와 이중 나선에 대해 의논하는 것을 망설였었다. 하지만 월킨스와 X선 사진에 대해 의논하기 위해 런던에 머무는 동안, 그녀가 처한 상황을 이해할 수 있었고, 그런 그녀에게 맞추기 위해 노력하였다. (제임스 듀이 왓슨, pp.220-222)
- 잡스는 랙과 대화를 나누는 동안 많은 부분에서 랙에게 동감과 공감을 표하며 음반사의 진정한 파트너가 되고 싶다는 바람을 밝히곤 했다. (스티브 잡스, p.634)

4) 다학제 역량군의 핵심 역량

레오나르도 다 빈치, 토머스 앨바 에디슨, 제임스 듀이 왓슨, 스티브 잡스는 자신의 전공과 무관한 타 영역까지 관심을 두는 다학제적인 접근을 통해 새로운 아이디어를 찾거나 통찰을 얻을 수 있었던 것으로 나타났다. 이와 같이 디자인적 사고자들이 다학제적인 식견을 가질 수 있었던 이유 중 하나로 학문에 대한 이들의 호기심을 들 수 있다. 예를 들어, 레오나르도 다 빈치의 호기심은 회화와 예술 이외에 해부학, 건축, 공학, 천문학, 기하학, 생물학 등의 분야에 관심을 갖게 한 원인 중 하나였음을 알 수 있었다. 토머스 앨바 에디슨도 호기심으로 인해 다양한 학문 분야에 관심을 가질 수 있었으며, 스티브 잡스도 과학뿐만 아니라 인문학에 많은 호기심을 가지고 이를 배워보기 위한 도전을 두려워하지 않았던 것으로 나타났다(예 9).

(예 9) 호기심

- 레오나르도는 뭔가가 어떻게 작동하는가를 아는데 만족하지 않았다. 그 이유까지 알고 싶어 했다. 따라서 테크놀로지와 공학에서 순수 과학으로 옮겨간 것은 당연한 수순이었다. (레오나르도 다 빈치, White, M. (2000), pp.100-101, 374-379, 428-429)
- 에디슨은 지나칠 정도로 호기심이 많아서 모든 것에 관심을 보였다. 그리고 끝없는 질문으로 사람들을 귀찮게 했다. (중략) 그가 가지고 있는 지식은 거의 모든 분야에 걸칠 정도로 광범위했기 때문에 그를 단순히 전기 기술자라든가 화학자로 구분 지을 수 없다. (토머스 앨바 에디슨, pp.79-80)
- 중, 고등학교 시절 스티브 잡스는 전자기기에 푹 빠져 있었다. (중략) 그러나 전자기기에 빠져있었지만 다른 한편으로는 예술과 문화에도 깊은 호기심을 가지고 셰익스피어의 작품을 연구하기도 하였다. (스티브 잡스, p.45)

또한 디자인적 사고자들이 타 분야에 적극적인 관심과 활용을 나타낼 수 있었던 또 다른 이유로 유연성을 들 수 있다. 유연성이란 서로 상이한 관점들을 객관적으로 이해하고, 이를 적절히 활용할 수 있는 탄력성이나 적응력을 의미하는데, 레오나르도 다 빈치는 자신의 예술 작품에 대한 과학적 접근을 위해 해부학을 직접 공부한 것으로 나타났다. 스티브 잡스도 예술적 관점을 제품 개발에 도입하기 위해 이와 관련된 다양한 노력을 하였던 것으로 나타났다(예 10). 이와 같은 디자인적 사고자들의 유연성은 자신의 분야에 대한 깊은 관찰과 새로움을 만들어내는데 도움을 주었다.

(예 10) 유연성

- 다빈치는 작품을 단순히 그림이라 생각하지 않았다. 그는 골격과 근육 그리고 해부학에 대해 그리고 세부적인 근육의 미세한 움직임까지 공부하고 경험하

Table 6. The adjustment of the extracted competencies

competency cluster	competency	adjustment	result of the adjustment	definition
collaboration	organization of the team	acceptance	organization of the team	The organizing team on the basis of the positive expectation when performing the task with others
	accepting opinion & listening to others communication	acceptance & integration	communication	The accepting and understanding others' opinions, while communicating my opinion to others effectively
	conflict management	acceptance & integration	self-control	The inducing communication and compromise for pursuing mutual benefit and satisfaction, while controlling negative emotion when conflict occurs
	self-control*			
	persuasiveness	acceptance	persuasiveness	The eliciting support and assistance needed from others by presenting the viewpoints in a logical manner
	process management decision-making / judgement initiative	acceptance & integration	initiative	The increasing task's efficiency through predicting future situation and securing various information, while creating new opportunity
integrative thinking	analytical thinking systematic thinking conceptual thinking	acceptance & integration	analytical thinking	The drawing conclusion by systematic analysis based on the deductive and/or inductive reasoning
	strategic thinking	acceptance	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*	addition	intuitive thinking	The solving problem by combining elements existed through insights in unfamiliar situation
human-centeredness	user-orientation	acceptance	user-orientation	The creating ideas by observing and understanding the users
	relationship building		relationship building	The building favorable relationship with positive interests to others
	interpersonal understanding		interpersonal understanding	The empathetic understanding of their situations and problems
multi-disciplinary	achievement orientation	integration	achievement orientation	The getting satisfaction in the process of incessant striving in order to achieve better results based on a sense of challenge
	work commitment			
	information seeking	acceptance	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
	challenge / risk-taking	elimination	-	-
	curiosity*	addition	curiosity	The challenging in different areas with interests and curiosities
	flexibility*	addition	flexibility	The understanding different perspectives of each objective and appropriate utilization

sign*: The new competency extracted by the critical incident technique analysis

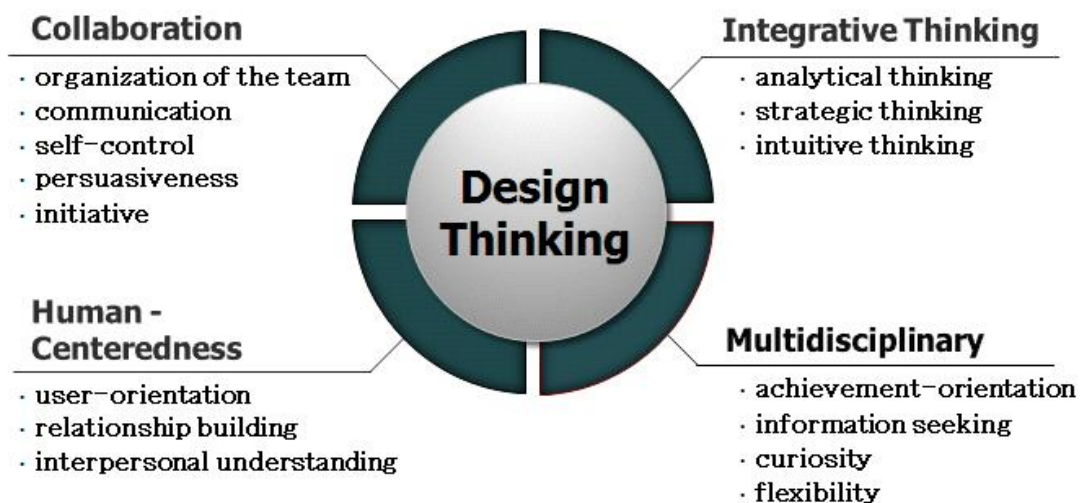


Figure 2. The core components constructing design thinking

였다. 이는 타 학문에 대한 다양성을 받아들이는 것이다. (레오나르도 다 빈치, Kemp, M. (2004), pp.117-120; White, M. (2000), pp.416-421)
· 애플은 과학을 바탕으로 하는 기술 회사이지만 스티브 잡스는 스스로가 예술가라고 생각하였고, 개발자들이 예술가 정신을 가지도록 하였다. 그는 매킨토시 전체 팀원들의 예술적인 감각을 자극시키고자 함께 전시회와 박물관을 방문하기도 하였다. (스티브 잡스, pp.253-268)

3. 추출 역량 조정

문헌 연구에 기반한 일반 모델 덧씌우기 방법과 사례 연구에 기반한 중요사건기법을 통해 추출된 각각의 역량을 서로 비교 및 조정하였다. 즉, 연구자들 간의 논의를 통해 새롭게 추출된 역량은 추가하고, 개념적으로 유사한 역량은 서로 통합하고, 일부 역량은 삭제하는 등의 과정을 통해 최종적으로 디자인적 사고를 설명하는 15개의 역량을 추출하였고, 이 역량을 명명하였다. 역량의 조정 과정은 Table 6과 같다.

협업 역량군에 해당하는 역량들의 주요 조정 내용을 살펴보면, 의사소통이란 두 사람 이상의 사람들이 언어적, 비언어적 수단을 통해 의미를 창출하고 공유하는 상징적 상호교류 과정으로서, 이 과정에는 개별 구성원들이 다른 구성원들의 의견을 경청하고, 수렴하는 과정이 포함되어 있다(Shin, 2009). 따라서 ‘의견수렴 및 경청’ 역량과 ‘의사소통’ 역량을 ‘의사소통’이라는 하나의 역량으로 통합하였다. 갈등관리 역량은 협업 과정에서 불가피하게 발생하는 갈등 상황을 타인의 입장을 배려하고, 자신의 감정을 조절하면서 긍정적인 상황으로 유도할 수 있는 역량을 의미한다. 따라서 갈등관리 역량은 자기조절 역량과 그 의미가 유사하다고 판단되어, ‘갈등관리’ 역량과 ‘자기조절’ 역량을 ‘자기조절’이라는 하나의 역량으로 통합하였다. 또한 ‘프로세스 관리’, ‘의사결정 및 판단력’, ‘주도성’ 역량을 ‘주도성’이라는 하나의 역량으로 통합하였다. 왜냐하면, 주도성은 팀원들의 일의 능률을 높이기 위하여 전반적인 프로세스를 관리하고, 위기 상황에서는 의사결정을 통해 새로운 기회를 발견하거나 창출할 수 있는 역량으로, 프로세스 관리와 의사결정 및 판단력에 대한 의미를 모두 포함하고 있기 때문이다.

통합적 사고 역량군에서 개념적 사고는 단편적인 정보를 종합하여 전체 상황이나 문제를 이해하는 능력을 의미하며, 체계적 사고는 객관적으로 구조화된 체계적 방법을 통해 각각의 세부적인 속성을 체계적으로 분석하는 능력을 의미한다. 이 때 분석적 사고는 문제나 상황에 내재된 여러 부분들 사이의 관계를 체계적 방법을 통해 다각적으로 분석하여 여러 가지 가능한 원인을 파악하고 조치에 따른 결과들을 예측하는 능력으로서 개념적 사고와 체계적 사고의 의미를 포함하고 있는 것으로 볼 수 있다. 이에 연구자들 간의 논의를 통해 ‘분석적 사고’, ‘개념적 사고’, ‘체계적 사고’ 역량을 ‘분석적 사고’라는 역량으로 통합하였다. 그리고 중요사건기법 분석을 통해 추출된 ‘직관적 사고력’을 통합적 사고 역량군에 반영하였다.

인간중심 역량군에서는 ‘사용자 지향’, ‘관계형성’, ‘대인이해’ 역량을 모두 디자인적 사고의 구성 요인으로 반영하였다.

다학제 역량군에서 ‘성취지향’ 역량은 해결해야 할 과제를 효과적으로 수행하고자 하는 관심이나 최고의 기준에 도전하고자 하는 욕구로서 ‘업무열의’ 역량과 그 의미가 유사하다고 판단되어 두 역량을 ‘성취지향’이란 용어로 통합하였다. 한편, 목적 달성을 위해 개인적인 위험 부담을 감수하거나 규정에 벗어난 행동까지 감행한다는 의미를

지니고 있는 ‘도전/위험감수’ 역량은 전인적 발달이나 인성 교육 등을 강조하는 초·중등 교육 목적에 부합되지 않는 것으로 판단되어 연구진들 간의 논의를 통해 이 역량을 삭제하였다. 그리고 중요사건기법을 통해 추출된 ‘호기심’과 ‘유연성’ 역량을 다학제 역량군에 새롭게 추가하였다. 이와 같은 조정 과정을 통해 디자인적 사고를 구성하는 요인을 최종적으로 탐색한 결과는 Figure 2와 같다.

IV. 결론 및 제언

최근 창의성 연구에 있어서 사회문화적 접근이 강조되고 있다. 미래 사회에는 감성에 기반하여 다양한 분야의 사람들이 의견을 교환하고 집단 사고에 의하여 문제를 해결하는 집단 수준에서의 창의성 개발이 강조되고 있기 때문이다. 그런데 우리나라에서는 초·중·고등학교의 집단 창의성 개발을 위한 구체적인 노력이나 관련 연구 등이 미흡한 실정이다. 따라서 미래 사회에 대비한 창의성 교육의 한 방안으로서, 국내 과학 교육에 감성에 기반한 집단적 문제 해결을 강조하는 디자인적 사고 모델의 도입을 고려해 볼 필요가 있다. 그리고 이를 바탕으로 한 구체적인 전략 마련을 위하여 디자인적 사고에 대한 이해가 이루어질 필요가 있다. 이에 이 연구에서는 초·중·고등학교의 집단 창의성 개발을 도모하기 위하여 과학 교육 분야에서 디자인적 사고에 대한 논의를 개관하고, 디자인적 사고에 대한 이해를 돕기 위해 디자인적 사고의 속성을 분석하였다.

디자인적 사고의 속성을 이해하기 위하여 디자인적 사고자의 역량을 탐색하였다. 디자인적 사고자의 역량 탐색은 문헌 연구에 기초한 일반 모델 덧씌우기 방법, 초점집단면접, 그리고 중요사건기법을 통해 이루어졌다. 연구 결과, 디자인적 사고자의 역량을 4개 역량군, 15개 하위 역량으로 추출할 수 있었다. 즉, ‘팀의 조직’, ‘의사소통’, ‘자기조절’, ‘설득력’, ‘주도성’의 5개 역량으로 구성된 협업 역량군, ‘분석적 사고력’, ‘전략적 사고력’, ‘직관적 사고력’의 3개 역량으로 구성된 통합적 사고 역량군, ‘사용자 지향’, ‘관계형성’, ‘대인이해’의 3개 역량으로 구성된 인간중심 역량군, ‘성취지향’, ‘정보수집’, ‘호기심’, ‘유연성’의 4개 역량으로 구성된 다학제 역량군을 들 수 있다.

디자인적 사고자의 역량을 탐색함으로써 디자인적 사고에 대한 속성을 보다 심층적으로 이해할 수 있었다. 즉, 디자인적 사고는 효과적인 문제 해결을 위하여 다양한 사람들 간의 협업을 강조하며, 이 과정에서 서로 다른 생각과 가치관에 대한 긍정적인 관심, 타인에 대한 배려 등과 같은 인간중심적인 태도를 함께 강조하고 있음을 알 수 있었다. 또한 디자인적 사고는 문제 해결 과정에서 호기심이나 유연성에 기반한 다학제적인 접근과 문제 해결을 위한 사고 체계로서 통합적 사고 체계에 기반하고 있음을 알 수 있었다.

이와 같은 결과는 과학 교육 분야에서 디자인적 사고 모델을 바탕으로 초·중·고등학교의 집단 창의성 교육을 모색하고자 할 때 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 생각된다. 즉, 규명된 디자인적 사고의 속성은 디자인적 사고 기반 과학 교수학습 프로그램이나 전략을 마련할 때 활용될 수 있으며, 개발된 프로그램이나 전략은 학교의 정규 수업과 창의적 체험 활동, 방과 후 교육 등에 직접 활용할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 학교 현장에서 디자인적 사고의 효율적인 적용을 위해서는 이에 대한 교사들의 이해가 우선되어야 되어야 하는데, 이 때 이 연구 결과가 디자인적 사고에 대한 교사들의 이해를 돕는데 도움을

출 수 있을 것으로 생각된다.

한편, 디자인적 사고에 대한 개념이나 속성을 일반화하고, 현장에 대한 활용 가능성을 좀 더 높이기 위해서는 이 연구에서 추출된 역량들을 재검토할 수 있는 후속 연구가 이루어질 필요가 있다. 즉, 요인 분석이나 디자인적 사고자의 직접적인 관찰 및 면담 등과 같은 질적 연구 과정을 통해 이 연구에서 규명된 디자인적 사고자의 역량 목록을 수정 및 보완해 나갈 필요가 있다.

국문요약

최근 미래 인재가 갖추어야 할 21세기 핵심 역량으로서 집단 창의성이 강조됨에 따라, 집단 창의성 계발 방안으로서 협업과 공감을 강조하는 디자인적 사고를 과학 교육에 도입하는 방안을 고려해 볼 필요가 있다. 그리고 디자인적 사고의 효과적인 도입과 전략 마련을 위하여 디자인적 사고에 대한 이해가 선행될 필요가 있다. 이에 이 연구에서는 일반모델 덧씌우기 방법, 초점집단면접, 중요사건기법 분석을 통해 디자인적 사고의 속성을 규명하였다. 연구 결과, 4개의 역량군과 15개의 핵심 역량을 추출할 수 있었다. 즉, ‘팀의 조직’, ‘의사소통’, ‘자기조직’, ‘설득력’, ‘주도성’의 5개 역량으로 구성된 협업 역량군, ‘분석적 사고력’, ‘전략적 사고력’, ‘직관적 사고력’의 3개 역량으로 구성된 통합적 사고 역량군, ‘사용자 지향’, ‘관계형성’, ‘대인이해’의 3개 역량으로 구성된 인간중심 역량군, ‘성취지향’, ‘정보수집’, ‘호기심’, ‘유연성’의 4개 역량으로 구성된 다학제 역량군을 들 수 있다. 이 연구 결과는 국내 과학 교육에 디자인적 사고를 효과적으로 도입하고, 집단 창의성 계발을 위한 프로그램 개발이나 전략 마련 등을 위한 기초 자료로서 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

주제어: 디자인적 사고, 집단 창의성, 디자인적 사고의 속성 탐색

References

Brown, T. (2010). *Change by design* [Ko, S. Y.]. Paju: Gimyoungsa Press.
 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.
 Choi, K., Cho, Y., & Cho, D. (1998). A study for the middle school science curriculum to enhance creative problem solving abilities: Focusing on the 6th national curriculum and classroom observations. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 18(2), 149-160.
 Dubois, D. D. (1993). *Competency-based performance improvement: A strategy for organizational change*. Amherst, MA: HRD Press.
 Glaser, B. (1978). *Theoretical sensitivity*. Mill Valley, CA: Sociology Press.
 Goldman, S., Carroll, M. P., Kabayadondo, Z., Cavagnaro, L. B., Royalty, A. W., Roth, B., Kwek, S. H., & Kim, J. (Eds.). (2012). *Proceedings from Design Thinking Research, Understanding Innovation '12: Assessing d.Learning: Capturing the Journey of Becoming a Design Thinker*.
 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.
 Hwang, S. G., Rim, S. H., Kim, I. P., & Kim, A. S. (2004). Improvement of a problem solving via adapting creative thinking techniques. *Secondary Education Research*, 52(1), 383-396.
 Jeong, J., & Cho, Y. (2012). Analysis of the studies of creativity education

in Korea: Focusing on approaches toward creativity education. *The Journal of Educational Methodology Studies*, 24(4), 659-682.
 Joo, I. J., Kim, D. G., & Kim, Y. S. (2009). Analysis of operation realities on workers' capabilities understanding. *Policy Research of Korea Research Institute for Vocational Education and Training*(2009-18).
 Joo, Y. J., Chung, Y. L., & Pyo, J. Y. (2011). The effectiveness of creative problem solving(CPS) learning on student science interest, science process skills, and science achievement. *Research of Curriculum Instruction*, 15(3), 657-667.
 Kang, E. C., & Kim, S. Y. (2002). An analogy-using instructional design for facilitating science creativity. *The Journal of Educational Research*, 23(2), 1-22.
 Kang, H. K., & Choi, S. Y. (2002). Elementary school science instructional methods for nurturing creativity. *The Bulletin of Science Education*, 14, 1-16.
 Kang, S. J. (2004). A study on secondary school homeroom teachers' competences. *Korean Journal of Educational Research*, 42(4), 237-264.
 Kang, S. J., Kim, E. H., & Yoon, J. (2012). Study on science-gifted students' competency and development of competency dictionary. *Journal of Gifted/Talented Education*, 22(2), 353-370.
 Kim, J. M., Ju, D. J., Lee, J. H., Kil, D. H., Ju, H. M., & Lee, J. E. (2007). Developing competency model for rural extension workers using generic model overlay method. *Journal of Agricultural Education and Human Resource Development*, 39(2), 115-138.
 Kim, S. G. (2007). A Study on the service failure types and service recovery in the civil affairs administration counters: Exploratory analysis using the CIT. *Journal of Local Government Studies*, 11(4), 35-60.
 Kim, S. Y., Ha, J. H., Park, K. T., & Kang, S. J. (2008). The analysis of student-student verbal interactions on the problem-solving inquiry which was developed for creativity-increment of the gifted middle school students. *Journal of Gifted/Talented Education*, 18(1), 1-21.
 Kim, Y. C., Jeon, H. S., & Park, K. S. (2002). The instructional program of creative problem-solving: Development and experimental analysis. *Korean Journal of Educational Research*, 40(1), 129-158.
 Kim, Y. M., & Lee, E. H. (2008). The design management competence of Korean firms: Focusing on its factors, firm characteristics, and determinants. *Journal of the Korean Society of Design Culture*, 14(3), 118-136.
 Kim, Y. S. (2012). *Purple people*. Seoul: Kyobo Book Centre Press.
 Ko, E. S., Lee, K. H., & Song, S. H. (2008). The role of images between visual thinking and analytic thinking. *Journal of Korea Society of Educational Studies in Mathematics School Mathematics*, 10(1), 63-78.
 Korean Educational Development Institute (2011). *The future of Korean education*. Seoul: Hakjisa Press.
 Kwek, D. (2011). *Innovation in the classroom: Design thinking for 21st century learning* (Master's Thesis). Stanford University.
 Lawson, B. (2005). *How designers think: The design process*. Oxford, UK: Architectural Press.
 Lee, H. E., & Lee, S. J. (Eds.). (2009). *Proceedings from Korean Society of Design Science '09: Study on the Emerging Abilities of Designers in the High Concept Era*.
 Lee, J. G. (2007). *Qualitative research methodology*. Paju: Beopmuns Press.
 Lee, J. Y., & Rhi, J. M. (Eds.). (2010). *Proceedings from Korean Society of Design Science '10: A Comparative Study on the Meaning of Design Thinking: In a View of Herbert Simon's Design Thinking and IDEO's Design Thinking*.
 Lee, S. S. (2012). New directions in educational innovation as a response to the networked society. *Teacher Education Research*, 51(2), 282-296.
 Lucia, A. D., & Lepsinger, R. (1999). *The art and science of competency models: Pinpointing critical success factors in organizations*. New York, NY: Pfeiffer Press.
 Malone, T. W. (2008). What is collective intelligence and what will we do about it? In M. Tovey (Ed.). *Collective intelligence: Creating a prosperous world at peace*, pages 1-4. Oakton, VA: Earth Intelligence Network.
 Martin, R. L. (2009). *Design thinking* [Lee, G. S.]. Seoul: Woongjin Wings

- Press.
- Park, C. Y., Seo, H. A., & Kim, S. N. (2002). Need analysis on administration and financial support system for cyber inservice teachers training programs of creativity-centered science education. *The Journal of Korean Teacher Education*, 19(3), 79-103.
- Park, I., & Kang, S. (2011). Science teachers' perceptions on scientific and creative problem solving. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 31(2), 314-327.
- Park, I., & Kang, S. (2012). The development of assessment tools to measure scientific creative problem solving ability for middle school students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(2), 210-235.
- Razzouk, R., & Shute, V. (2012). What is design thinking and why is it important? *Review of Educational Research*, 82(3), 330-348.
- Rothwell, W. J., & Lindholm, J. E., (1999). Competency identification, modelling and assessment in the USA. *International Journal of Training and Development*, 3(2), 90-105.
- Sawyer, R. K. (2007). *Group genius: The creative power of collaboration*. New York, NY: Basic Books Press.
- Seo, H. A., Yoon, K. S., Kwon, D. K., & Song, B. H. (2004). What makes Korea-Israel science teachers inservice program for fostering learners' creativity effective? *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 24(2), 343-356.
- Seong, J. S. (2003). An analysis of variables affecting creative problem solving abilities in science. *The Journal of Yeolin Education*, 11(1), 219-237.
- 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.
- Shin, S. K. (2009). Key conditions for effective interdisciplinary communication. *Korean Speech and Discourse Analysis*, 15, 251-275.
- Shuen, A. (2008). *Web 2.0: A strategy guide*. CA: O'Reilly Media Press.
- Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for a digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3-10.
- Spencer, L. M., & Spencer, S. M. (2003). *The development and utilization of core competency model*. Seoul: PSI Consulting Press.
- Torrance, E. P. (2000). *Research review for the Torrance test of creative thinking: Figural and verbal forms A and B*. Bensenville, IL: Scholastic Testing Service, Inc.
- Yoon, H., & Woo, A. J. (2011). The development and implementation of teaching-learning program for enhancement of scientific creativity. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 11(2), 115-138.
- Young, G. (2010). *Design thinking and sustainability*. Sydney: Zumio Press.