

메이커 역량 모델 개발 및 초·중등 교육 현장에서의 메이커 교육 방안 탐색

윤지현¹, 김경², 강성주^{2*}

¹단국대학교, ²한국교육원대학교

Developing Maker Competency Model and Exploring Maker Education Plan in the Field of Elementary and Secondary Education

Jihyun Yoon¹, Kyung Kim², Seong-Joo Kang^{2*}

¹Dankook University, ²Korea National University of Education

ARTICLE INFO

Article history:

Received 21 July 2018

Received in revised form

22 August 2018

13 September 2018

Accepted 20 September 2018

Keywords:

maker education, maker
competence model, maker
education plan

ABSTRACT

In this study, we extracted the core competencies of makers through the analysis of critical incident technique and behavioral event interview to explore the nature and attributes of maker education, and then we developed a maker competency model based on these core competencies. As a result, six competency groups and 23 sub-competencies were extracted. In other words, we were able to confirm the existence of integrated thinking competency group consisting of four competencies made up of 'analytic thinking', 'intuitive thinking', 'visual thinking', and 'empirical thinking' and that of collaborative competency group with four competencies of 'sharing', 'communication', 'conflict management', and 'scrupulosity'. In addition, we could also confirm the existence of making mind competency group, which is composed of four competencies namely 'interest in various areas', 'challenge consciousness', 'failure management', and 'pleasure of the making process'. We could also confirm that human-centered competence group consisting of two competencies of 'humanity' and 'user-oriented' and the problem-finding competence group consisting of two competencies of 'observation' and 'recognition of discomfort in daily life'. Lastly, the making practice competency group is composed of seven competencies: 'understanding making tool', 'understanding electricity', 'understanding programming', 'planning', 'hand knowledge', 'information search', and 'direct execution'. We discussed educational implications of these findings.

1. 서론

최근 산업 환경의 패러다임이 정보통신 기술(information and communications technology, ICT)을 기반으로 급진적으로 변화함에 따라, 과거에는 기업이나 공장 내부의 고유 영역이었던 제품 개발 및 생산이 현재는 아이디어만 있다면 누구나 쉽게 제품을 개발할 수 있는 시대가 되었다(Moon *et al.*, 2018). 세계 주요국에서는 이와 같은 산업 구조의 변화와 특성을 반영하여 미래 사회를 준비하기 위한 새로운 경제 혁신의 방법으로서 메이커 운동(maker movement)을 주목하고 있다(Anderson, 2012). 메이커 운동이란, 정보통신 기술의 발전을 바탕으로 일어나고 있는 4차 산업혁명 시대의 사회·문화 운동으로서, 온라인 커뮤니티의 활성화를 통한 공유와 오픈소스 운동, 3D 프린터로 대표되는 새로운 창작도구의 개발, 클라우드 펀딩이라는 새로운 형태의 자금 조달을 통해 개인적·사회적으로 의미 있는 제품을 스스로 설계·제작하고, 공유하는 현상을 뜻한다(Anderson, 2012; Dougherty, 2012). 단순한 취미 생활로 시작된 인류의 DIY(do it yourself)가 과학기술 발전의 성장에 힘입어 비전문가들도 자신들의

창작물을 쉽게 만들 수 있게 되었고, 일부 창작물들은 산업화되고 있다(Anderson, 2012; Dougherty, 2012). 즉, 일반인들이 만든 혁신적인 제품들은 메이커 행사 및 커뮤니티 교류, 크라우드 펀딩 시스템의 도움을 받아 시장에 출시되고 있고, 이와 같은 형태의 메이커 운동은 이미 미국과 유럽을 중심으로 민간에서 활발히 전개되고 있다. 예를 들면, 미국의 경우 온라인 사이트나 메이커 스페이스(maker space)를 중심으로 민간 주도의 자율적인 메이커 활동이 활발하게 진행되고 있으며, 일본은 오타쿠 문화와 메이커 운동이 결합하여 새로운 경제 부흥을 위한 원동력으로 각광받고 있다(Lee, 2017). 또한 중국은 경제 발전의 새로운 동력으로서 창커(创客, 메이커와 같은 뜻)를 1억명 키우겠다고 선언하며, 메이커 운동을 국가적으로 지원하고 있는 추세이다(Ha, 2016, Lee, 2017). 이에 우리나라에서도 메이커 운동이 미래 산업에 끼치는 영향을 인식하여 일반 시민들의 아이디어가 쉽게 구현될 수 있는 메이커 문화를 조성하기 위해 다양한 노력을 기울이고 있는 실정이다(Ha, 2016, Lee, 2017). 그리고 이와 같은 메이커 운동은 구성주의 교육 이론과 접목되어 메이커 교육이란 이름으로 연구되면서, 미래 사회를 살아갈 다음 세대를 위한 새로운 교육 방법으로서

* 교신저자: 강성주 (sjkang@knue.ac.kr)

** 이 논문은 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2016S1A5A2A03927691)

*** 본 논문은 김경의 2018년도 석사 학위논문의 데이터를 활용하여 재구성하였음

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2018.38.5.649>

강조되고 있다(Blikstein, 2013; Bullock & Sator, 2015; Halverson & Sheridan, 2014; Martinez & Stager, 2013).

메이커 교육(maker education)이란, 개인적·사회적으로 의미 있는 제품을 능동적으로 설계하고, 제작해 보는 과정을 통해 미래 사회에 요구되는 다양한 핵심 역량을 함양할 수 있는 ICT 기반 만들기 중심의 교육 방법을 의미한다(Halverson & Sheridan, 2014; Martinez & Stager, 2013). 즉, 메이커 교육에서 학습자는 실생활과 관련된 문제 상황 속에서 개인적 혹은 사회적으로 의미 있는 무엇인가를 스스로 만들어 보는 과정을 통해 능동적인 문제해결 역량의 함양이 가능하며(Kafai, Fields, & Searle, 2014), 특히 새로운 기술을 접목한 만들기를 통해 소프트웨어와 관련된 소양을 함양할 수 있다. 또한 메이커 운동의 핵심적 특징인 공유 문화(Anderson, 2012; Dougherty, 2012)는 메이커 교육 과정에서 아이디어 산출 및 제작 과정의 적극적인 공유와 소통의 과정으로 연결됨에 따라(Thomas, 2014), 학생들은 미래 사회를 살아가는 데 필요한 핵심 역량으로 다양한 문헌에서 공통적으로 언급되고 있는 타인과의 협력(collaboration), 의사소통(communication), 사회적 기술(social and/or cultural skills) 등을 자연스럽게 학습할 수 있는 기회를 제공 받을 수 있다(Halverson & Sheridan, 2014; Martinez & Stager, 2013). 한편, 국내 초·중등 교육 현장에서는 이미 무엇인가를 창의적으로 제작하고, 만드는 활동이 다양한 전략과 프로세스에 기반하여 이루어지고 있다. 즉, STEM/STEAM 교육을 목적으로 프로젝트 기반의 융합형 창의적 제작 활동이 많이 이루어지고 있는데, 이와 같은 활동은 과학기술에 대한 호기심을 바탕으로 과학기술 관련 소양을 키우면서 실생활에서의 문제해결력을 높이는 것이 주된 목적이다(Kim, Ko, & Han, 2014). 그러나 메이커 교육은 이와 같은 STEM/STEAM 교육의 목적에서 좀 더 나아가 3D 프린터와 코딩 등과 같은 첨단기술과 기업가정신을 보다 강조하고, 동시에 메이커와 같은 학교 밖 인적 자원과 메이커 스페이스, 오픈 소스, 크라우드 펀딩 등과 같은 물적 자원들을 적극 활용하여 놀이와 학습, 일의 경계를 허물고 스스로 변화를 만들어 낼 수 있는 능력을 키우고자 하는 것이 메이커 교육의 목적이라 할 수 있다(Anderson, 2012; Dougherty, 2012).

이와 같은 특징을 지니고 있는 메이커 교육은 2008년 스텐포드 대학교의 FabLab@School 프로젝트를 통해 교육에 처음 도입된 이후, 주요 선진국들을 중심으로 확산되고 있는 추세이다(Blikstein, 2013). 즉, 해외의 주요 국가들은 공교육 기관을 통해 초보 메이커인 초·중등 학생들을 창의적 메이커로 성장시키기 위한 교육 방안의 마련을 위해 노력하고 있다. 예를 들면, 미국은 초보 메이커인 초·중등 학생들의 메이커 역량과 창조성을 길러주기 위한 프로젝트 중심 메이커 교육 방안을 내놓음으로써, 공교육을 통해 학생들이 어릴 때부터 자신들이 꿈꾼 것을 직접 만들어 손에 쥐는 경험을 하고, 아이디어를 현실화하는 방법을 배우는 과정을 통해 차세대 창업가와 창의적 기업가로 성장할 수 있도록 하는 전략을 모색하고 있다(KOFAC, 2015). 영국에서는 2014년 9월 기준 1,000여개의 중·고등학교에서 메이커 교육 프로그램이 운영되고 있으며, 일본은 정부 차원에서 중·고등학교와 대학교가 연계된 메이커 교육 프로그램을 운영하고 있다(KOFAC, 2015). 이와 같은 세계적인 흐름에 따라 우리나라에서도 2016년 2월 교육부에서 발표한 과학교육종합계획에 과학 동아리 중심의 프로젝트형 메이커 교육을 초·중등 학생들을 대상으로 확산하

기 위한 방안을 제시하였다(Ministry of Education, 2016).

이에 메이커 교육을 초·중등 교육 현장에 도입 및 적용한 연구가 국내·외에서 이루어지고 있는데, 외국의 경우에는 중학교 프로젝트 수업에서 메이킹과 소프트웨어를 접목한 사례(Liu, Zhang, & Fan, 2013), 고등학교 지질학 수업에 메이커 교육을 도입한 사례(De León, 2014) 등을 찾아볼 수 있다. 국내의 경우에는 초등학교 비행식 교육 환경에서 메이커 교육을 도입한 연구(Kang & Kim, 2017), 지역 커뮤니티 도서관에서 메이킹 활동을 실시하고, 그 효과를 살펴본 연구(Kang & Choi, 2017), 중등 학생들의 기업가 정신 함양을 위한 메이커 교육 프로그램 모형의 개발 연구(Yoon, Jang, & Kim, 2017) 등을 들 수 있다. 특히 최근에는 소프트웨어 교육이 정책화됨에 따라(Lee & Jang, 2017), 코딩 교육에 기반한 메이커 교육에 대한 관심이 급속도로 높아졌고, 이에 코딩을 중심으로 한 메이커 교육 관련 교구와 프로그램 등이 다양하게 개발되고 있는 실정이다. 예를 들어, 과학 영재 학생들에게 소프트웨어 코딩 기반 메이커 교육 프로그램을 개발 및 적용한 연구(Lee & Jang, 2017) 등을 들 수 있다.

그런데 메이커 교육을 국내 초·중등 과학 교육에 좀 더 효과적으로 도입하고, 메이커 교육의 본질에 입각한 교육이 좀 더 의미 있게 이루어지기 위해서는 메이커 교육의 개념적 속성에 대한 탐색이 우선적으로 이루어질 필요가 있다. 초·중등 학생들에게 정말 필요한 것은 메이커 교육의 본질과 가치에 입각하여 문제 해결의 새로운 시각, 다양한 실패를 통한 교훈, 공유의 가치와 협업의 자세 등을 배우고 실천하는 것인데, 최근 현장에서 이루어지고 있는 일부 메이커 교육이 코딩 교육과 결합하여 기능 중심의 단편적인 코딩 지식과 기능을 가르치는 데에만 초점이 맞춰진 사례들이 보고되고 있다. 이는 메이커 교육이 지니고 있는 본질이나 개념적 속성에 대한 이해가 부족했기 때문인 것으로 파악된다. 따라서 이 연구에서는 메이커 교육이 지니고 있는 가치와 본질을 심층적으로 탐색하고자 한다. 본 연구를 통해 탐색된 메이커 교육의 본질은 교수·학습 자료의 개발 및 평가를 위한 기초 자료로서 활용될 수 있을 뿐만 아니라, 메이킹의 가치 및 본질에 충실한 현장 적용을 가능하게 하는 데 도움이 될 것으로 기대된다. 한편, 이 연구에서는 메이커 교육에 대한 속성을 규명하기 위하여 우수한 메이커들이 지니고 있는 역량을 탐색하고자 한다. 역량이란 특정한 상황에서 효과적이고 우수한 수행의 원인이 되는 개인의 내·외적 속성으로서(Spencer & Spencer, 1993), 역량에 기반한 접근을 통해 규명하고자 하는 개념의 본질이나 특징, 속성 등을 탐색할 수 있기 때문이다(Rothwell & Lindholm, 1999). 그러므로 메이커 교육의 속성은 문제 해결 과정에서 나타난 메이커들의 행동 특성을 규명함으로써 이해될 수 있다.

따라서 이 연구에서는 메이커들이 지니고 있는 역량을 탐색하여 역량 모델을 도출하고, 메이커들의 역량 탐색 과정에서 드러난 메이커 교육의 본질적 속성이 과학 교육에 줄 수 있는 시사점을 제시하였다. 이와 관련된 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 메이커들의 핵심 역량을 탐색한다.

둘째, 초·중등 교육 현장에서 활용 가능한 메이커 역량 모델을 개발한다.

셋째, 메이커 교육의 본질적 속성 및 특징을 탐색한다.

II. 연구 방법 및 절차

메이커 교육의 개념적 속성 탐색은 메이커들의 역량 추출과 추출 역량의 조정 과정으로 이루어졌다(Dubois, 1993). 역량 추출은 두 단계로 이루어졌는데, 이 때 중요사건기법(critical incident technique)과 행동사건면접(behavioral event interview)을 사용하였다. 즉, 역량을 탐색하는 일반적인 방법에는 역량 사전 활용, 전문가 패널 면접, 행동사건면접, 중요사건기법, 직접 관찰법 등과 같은 방법이 있는데 (Spencer & Spencer, 1993), 이 중 중요사건기법이란 특정성과를 내도록 하는 개인의 내·외적 속성을 가지는 행동이나 중요한 사건으로부터 수집·규명하는 방법으로서(Kim, 2007), 중요한 개념의 선행 연구나 기존 문헌이 부족한 경우 초기 역량을 탐색할 때 주로 사용된다(Kim, 2007). 따라서 이 연구에서는 메이커의 역량과 관련된 선행 연구가 부족한 상황을 고려하여, 중요사건기법을 바탕으로 역량을 추출하고, 역량 사전을 바탕으로 1차 역량 모델을 구성하였다. 그런 다음, 중요사건기법을 통해 추출되지 않았거나 확인되지 않은 역량을 재탐색하기 위해 행동사건면접을 통해 역량을 추출하고, 2차 역량 모델을 구성하였다. 행동사건면접은 과제를 수행하거나 특정 상황에서 경험했던 중대한 사건에 대해 묻고 당시 과제 내용, 대처 방법 등에 대한 응답을 얻어내는 방법이다(Spencer & Spencer, 1993). 즉, 행동사건면접은 특정 맥락과 상황으로부터 개인의 지식이나 특성, 동기과 자아개념 등을 알아낼 수 있는 실증적 연구 방법이므로, 메이커의 핵심 역량을 탐색하는 과정에서 타당도와 신뢰도를 높일 수 있다(Spencer & Spencer, 1993). 이 후, 개발된 1차, 2차 역량 모델들을 서로 비교·조정하였고, 전문가들의 타당성 검토를 통해 최종적으로 메이커 역량 모델을 정립하였다(Table 1). 이에 대한 구체적인 방법과 내용은 다음과 같다.

1. 중요사건기법을 통한 역량 추출 및 1차 역량 모델 개발

메이커들이 지니고 있는 역량을 탐색하기 위해 중요사건기법을 바탕으로 실제 사례에 근거한 질적 분석을 실시하였다. 이를 위하여 메이커 관련 문헌과 전문가들의 추천을 바탕으로 국내·외에서 메이

커로 보고되고 있는 네 사람을 중요사건기법 분석을 위한 대상으로 선정하였다. 선정된 분석 대상자는 독특한 역발상으로 먼저 없는 진공청소기, 날개 없는 선풍기 등을 개발한 제임스 다이슨(James Dyson), 전기 자동차 회사인 테슬라와 우주 로켓 회사 스페이스X의 창업자인 엘론 머스크(Elon Musk), 시각 장애인을 위한 무인자동차 개발로 유명한 로봇 공학자 데니스 홍(Dennis Hong), 오픈소스 해양 탐사를 위한 DIY 커뮤니티인 OpenROV의 공동 설립자이자, 메이커 스타트업 워크엔드를 최초로 시작한 메이커 벤처 업계의 개척자인 데이비드 랭(David Lang)이다. 이와 같이 선정된 네 사람의 일화나 생애가 기록된 자서전 및 평전을 통해 위거나 특정 문제 상황에서 나타난 행동 특성을 수집하였다. 자서전이나 평전은 메이커 관련 전문가들의 추천을 통해 선정되었으며, 이 때 분석에 활용된 주된 분석 자료는 Table 2와 같다.

자서전 및 평전을 분석하기 위하여 세 명의 연구자 이외에 다섯 명의 과학 교사가 분석자로서 참여하였다. 과학 교사들은 모두 석사 학위 이상의 소지자들로서, 이 중 두 명은 박사 학위 중에 있다. 우선 분석을 실시하기 전에 메이커에 대한 분석자들의 충분한 이해를 돕기 위하여 문헌을 바탕으로 메이커 문화, 메이커 교육 등에 대한 오리엔테이션을 한 차례 실시하였다. 그리고 두 명의 분석자가 한 권의 도서를 동시에 분석하였다. 분석을 위해 분석자들은 자서전과 평전에 제시되어 있는 내용을 최소 의미 단락으로 구분하였다. 즉, 문장의 길이나 단어의 수에 관계없이 메이커와 관련된 사건일 경우, 이를 한 단락으로 정리하는 방법을 통해 중요 사건들을 추출하였다. 그런 다음, 중요 사건에 내재되어 있는 의미를 파악한 후 의미에 적합한 주제어를 도출하였는데, 이 때 자서전 및 문헌 등을 바탕으로 한 중요사건기법 분석을 통해 역량을 추출한 선행 연구 결과의 분석을 바탕으로 (Lee, Yoon, & Kang, 2014; Park, Yoon, & Kang, 2014), 중요 사건에 내재되어 있는 의미가 자서전에 최소 3회 이상 반복적으로 언급된 경우만을 분석하였다. 주제어는 기존 이론이나 개념을 차용하여 명명하였다. 이 후, 작성된 중심 문장과 주제어 측면에서 분석자간 일치도를 구하였다. 분석자들 간의 의견이 불일치할 경우, 관련 자료를 재분석하고 의견이 일치하지 않는 원인에 관하여 지속적으로 검토한 후 논의를 통해 최종 결정하였다. 분석자간 일치도가 90% 이상에 도달

Table 1. Steps to develop maker competency model

단계	내용	방법
1 단계	역량 추출 및 1차 역량 모델 개발	- 중요사건기법 이용 - 자서전 및 평전 등을 통한 메이커 1차 역량 추출 - 역량 사전에 기반한 1차 역량 모델 개발
2 단계	역량 추출 및 2차 역량 모델 개발	- 행동사건면접 이용 - 전문 메이커를 대상으로 한 메이커 역량에 대한 심층 인터뷰 실시 - 2차 역량 추출 및 역량 사전에 기반한 2차 역량 모델 개발
3 단계	추출된 역량의 조정 및 최종 역량 모델 개발	- 중요사건기법 분석과 행동사건면접 분석에 의해 개발된 역량 모델의 조정 - 전문가 자문을 통한 메이커 핵심 모델의 타당성 확인

Table 2. List of books selected for analysis of critical incident technique

메이커	출판물
제임스 다이슨	- 제임스 다이슨, 자일스 코렌(2017). 제임스 다이슨 자서전[박수찬 역]. 파주: 미래사.
엘론 머스크	- 다케우치 가즈마사(2014). 엘론 머스크, 대담한 도전[이수형 역]. 서울: 비즈니스 북스.
데니스 홍	- 데니스 홍(2013). 로봇 다빈치, 꿈을 설계하다. 서울: 샘터사.
데이비드 랭	- 데이비드 랭(2015). 제로 투 메이커[장재욱 역]. 서울: 한빛 미디어.

할 때 까지 이와 같은 과정을 반복적으로 실시하였다.

추출된 주제어를 바탕으로, 1차 역량 모델을 구성하기 위하여 역량 사전에 활용하였다. 즉, 추출된 역량들을 역량군으로 묶기 위하여 기존의 검증된 역량 사전에 활용하였는데, 이 방법은 역량 탐색 방법 중 하나인 일반 모델 덧씌우기 방법(generic model overlay method, Dubois, 1993)에 해당한다. 일반 모델 덧씌우기 방법은 규명하고자 하는 역량에 대한 정보가 거의 알려져 있지 않을 경우 일반적으로 사용되는 전략으로서(Dubois, 1993; Lucia & Lepsinger, 1999), 현재 메이커 역량에 대한 국내·외 선행 연구가 미비한 실정임을 고려하여, 이 연구에서는 일반 모델 덧씌우기 방법을 통해 역량 모델을 구성하였다. 이를 위하여 다양한 역량 사전에 대한 검토를 실시하였고, 그 결과 Spencer와 Spencer(1993)의 역량 사전과 국외의 M사가 개발한 역량 사전에 선정하였다. Spencer와 Spencer(1993)는 20개의 역량으로 구성된 성과 우수자의 역량 모델을 제시하였는데, 이는 특정 분야에 관계없이 모든 분야에 적용 가능한 공통 역량으로 구성되어 있다. 따라서 Spencer와 Spencer(1993)의 일반 역량 모델은 초기 역량 탐색을 위한 기초 자료로서 교육, 생산, 마케팅, 대인 서비스 등과 같은 분야에 다각적으로 활용되고 있다(Ju *et al.*, 2010). 예를 들어, 교육 분야의 경우 중등 교사의 역량 모델 개발 연구(Kang, 2004)와 중등 과학 영재의 효과적인 판별 등을 돕기 위한 역량 모델 개발 과정(Kang, Kim, & Yoon, 2012)에서 Spencer와 Spencer(1993)의 역량 모델이 활용되었다. 또한 창의적 인재의 선발이 조직적이고 체계적으로 이루어질 수 있도록 돕는 인사 전문 컨설팅 회사로 보고되고 있는 국외의 M사는 Spencer와 Spencer(1993)의 초기 역량 모델을 발전시켜 34개의 역량으로 구성되어 있는 역량 모델을 개발하였다. M사의 역량 모델도 서로 다른 분야의 역량을 예측하는 데 효과적인 것으로 보고되고 있다(Kang, 2004). 따라서 Spencer와 Spencer(1993), M사의 역량 사전에 제시되어 있는 역량군과 역량들에 대한 검토를 바탕으로, 도출된 주제어들을 역량군으로 묶었다. 그리고 주제어의 의미

를 바탕으로 역량 사전에 제시되어 있는 용어를 차용하여 재명명하거나, 적합한 용어가 없을 경우에는 연구자가 명명한 주제어를 그대로 역량명으로 활용하여 1차 역량 모델을 개발하였다. 한편, 추출된 역량의 특징을 분명하게 나타내고 있는 자서전의 대표적인 문장을 연구 결과에 그대로 제시함으로써, 추출된 역량의 타당성을 확보하고자 하였다. 이 때, 메이커의 이름과 해당 내용이 기술되어 있던 자서전의 페이지를 함께 제시하였다.

2. 행동사건면접을 통한 역량 추출 및 2차 역량 모델 개발

중요사건기법을 통해 추출된 역량의 타당성을 검토하고, 동시에 이 과정에서 확인되지 않은 메이커의 역량을 추가로 탐색하기 위해 행동사건면접에 기반한 심층 인터뷰를 실시하였다. 인터뷰 대상은 현재 다양한 메이킹 관련 분야에서 활동 중인 7인의 메이커로서, 인터뷰 대상 별 메이커 활동 관련 세부 경력은 Table 3과 같다.

행동사건면접은 2017년 5월부터 6월까지 개별적으로, 60-80분 정도 진행되었다. 인터뷰는 연구자 1인이 진행하였고, 인터뷰 내용은 Spencer와 Spencer(1993)가 제시한 방법에 따라 과제, 성공과 실패, 개인적 특성 측면에서 이루어졌다. 즉, 과제 측면에서는 메이커로서 갖추어야 할 책임과 역량을, 성공과 실패 측면에서는 특정 과제의 성공과 실패 상황에서 메이커 본인이 취했던 행동이나 생각을, 개인적 특성 측면에서는 메이커로서 개인이 갖추고 있는 행동 특성이나 신념, 그리고 다른 메이커들로부터 배우고 싶은 행동 특성 등에 관하여 질문하였다(Table 4). 이와 같이 구성된 질문지는 메이커 관련 질문가 2인으로부터 내용 타당도를 점검 받고, 메이커 활동 경험이 있는 2인의 현장 교사를 대상으로 예비 인터뷰를 실시한 뒤 수정·보완하여 완성하였다. 인터뷰 중에는 인터뷰 내용의 누락 방지를 위한 면담 지침서를 작성하여 활용하였다(Creswell, 2007). 모든 인터뷰 내용은 인터뷰 대상자로부터 사전 양해를 얻어 면담 내용 전체를 녹취하였으

Table 3. Maker career by interviewee

대상자	메이커 경력
A	- 메이커 활동 경력 17년, S 대학교 교수 - 현재 SW·로봇 교육 체험관, 미래창조과학부 MOU 체결 기관 운영 - 다양한 기관 및 업체에서 레고를 활용한 프로토타입 작품 제작
B	- 메이커 활동 경력 13년, A 은행 대표 - 마이크로컨트롤러 개발자, 메이킹 관련 다수의 저서 및 특허 보유 - 전문적 직업인으로서 메이커 활동 중
C	- 메이커 경력 20년, M 전자 운영 - 아두이노를 활용한 교육 사업 운영 - 다양한 메이커 교육 키트 제작 및 판매
D	- 메이커 경력 15년 - 무인 자율 주행차를 위한 3D Mapping System 개발 - 현재 의료기기 메이커로 활동, 초·중등 학생을 위한 메이커 교육 캠프 운영
E	- 메이커 경력 14년 - 메이커 스페이스 운영 스텝 - 3D 프린터 개발 및 판매, 3D 모델링 벤처 기업 책임 개발자 - 메이커 교육 사업 운영 중
F	- 메이커 경력 10년, A 중학교 교사 - 2017 과학전람회에서 교원부 대통령상 수상 - 메이커 관련 특허출원 5건, 장관상 8회 수상
G	- 메이커 경력 13년, G 대학교 교수 - 메이킹 관련 특허 5건 보유 - 발명영재교육기관 및 메이커 관련 교육 사업 운영 중

Table 4. Interview question area and content

구분	인터뷰 질문 영역	인터뷰 내용
과제	- 메이커로서 중요하다고 생각되는 책임과 역량	- 메이커로서 중요하다고 생각되는 책임과 역량에는 무엇이 있는지요?
성공과 실패	- 메이킹을 수행하는 과정에서 경험했던 성공 또는 실패 사례 - 성공 또는 실패 상황에서 본인의 행동이나 생각	- 메이킹을 수행하는 과정에서 경험했던 성공 또는 실패 사례에는 무엇이 있는지요? - 성공 또는 실패 상황에서 본인은 어떠한 행동을 취하고, 어떠한 생각을 하였는지요? - 왜 그렇게 행동하고, 생각하였는지요?
개인적 특성	- 메이커로서 개인이 갖추고 있는 특성이나 신념 - 다른 메이커들로부터 배우고 싶은 행동 특성	- 메이커로서 개인이 갖추고 있는 행동 특성이나 신념은 무엇인지요? - 다른 메이커들로부터 배우고 싶은 행동 특성에는 무엇이 있는지요?

며, 인터뷰 중에 중요하게 다루어진 내용 중심으로 기록을 하였다. 연구자의 질문에 대한 인터뷰 대상자의 이해가 부족하거나 답변이 질문의 방향을 벗어날 경우에는 질문에 대한 추가적인 설명을 제공하고 질문을 추가하는 방식으로 면담을 진행하였다.

수집된 인터뷰 자료의 분석을 위하여 녹음된 자료를 모두 전사하였다. 그런 다음, 전사된 자료를 코딩하였는데, 자료의 내용이 메이커의 역량과 관련된 특정 주제나 내용을 언급하고 있다고 판단되면, 기존 이론이나 개념을 차용하여 명명하였다. 즉, ‘메이커 역량은 무엇으로 구성되는가?’, ‘메이킹을 수행하는 데 가장 중요한 역량은 무엇인가?’, ‘메이커 역량은 어떻게 개발될 수 있는가?’를 중심으로 전사 자료를 분석하여 주제어를 도출하였고, 이 때 세 명 이상의 메이커들에게 공통으로 나타나는 요소만을 메이커 역량으로 추출하였다. 이와 같은 분석 과정의 신뢰성과 타당성을 확보하기 위하여 자료수집 및 분석, 해석의 과정에서 다양한 절차를 활용하였다. 첫째, 연구의 신뢰성 확보를 위해 인터뷰 자료의 분석 단계에서는 수차례의 연구진 회의를 통해 세 명의 분석자가 공통적으로 합의한 사항만을 최종 연구 결과로 결정하는 방식으로 연구자간 신뢰도(inter-rater reliability)를 확보하였다. 즉, 연구자들 간의 삼각 검증(data-triangulation)을 실시하였는데, 예를 들어 주제어 명명 단계에서는 연구의 신뢰도 확보를 위해 전체 분석자들이 모여 텍스트를 함께 분석하고 범주화 하였다. 즉, 세 명의 분석자가 각기 주제어를 명명한 후, 도출된 주제어를 동료 분석자와 비교하고 토론하여 합의하는 방식을 채택하였다. 둘째, 연구의 타당성 확보를 위해 면담에서 녹취된 자료를 주제별로 약호화하고 의미를 범주화하는 단계에서, 분석자들이 모든 자료를 공유하였다. 또한 자료의 분석과 해석의 주관성을 최소화하고, 객관적인 자료가 도출될 수 있도록 하기 위해 수차례의 회의에서 분석자 간 피드백의 과정을 거쳤다. 또한 메이커 역량을 도출하는 과정에서 분석자들이 범할 수 있는 오류를 최소화하기 위해, 메이커 전문가 2인이 참여하는 동료 보고회를 실시하여(Lincoln & Guba, 1985), 메이커 역량 도출 결과와 해석에 대해 피드백을 받는 절차를 거쳤다.

이와 같이 추출된 주제어를 바탕으로, 2차 역량 모델을 구성하였다. 이를 위하여 1차 역량 모델 구성 시 사용했던 Spencer와 Spencer (1993)의 역량 사전과 국외의 M사가 개발한 역량 사전을 활용하였다. 그리고 두 역량 사전에 제시되어 있는 역량군과 역량들에 대한 검토를 바탕으로, 행동사건면접을 통해 도출된 주제어들을 역량군으로 묶었다. 그리고 주제어의 의미를 바탕으로 역량 사전에 제시되어 있는 용어를 차용하여 재명명하거나, 적합한 용어가 없을 경우에는 연구자가 명명한 주제어를 그대로 역량명으로 활용하여 2차 역량 모델을 개발하였다. 한편, 추출된 역량의 특징을 분명하게 나타내고 있는

메이커들의 대표적인 응답 내용을 연구 결과에 제시함으로써, 추출된 역량의 타당성을 확보하고 동시에 메이커들의 전체적인 응답 경향 및 반응 등을 명확하게 파악할 수 있도록 하였다.

3. 추출된 역량의 조정 및 최종 역량 모델 개발

중요사건기법과 행동사건면접 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 메이커에 대한 역량을 최종적으로 추출하였다. 이 과정에서 수차례의 연구진 회의를 통해, 연구진들이 공통으로 합의한 사항만을 역량 모델로 도출하였다. 또한 15년 이상의 경력을 지니고 있는 2인의 메이커 전문가로부터 조정된 역량 모델의 안면 타당도를 검토 받았고, 검토 내용을 바탕으로 역량 모델을 수정 및 보완하여 최종 메이커 역량 모델을 구성하였다.

III. 연구 결과

1. 중요사건기법 분석을 통한 메이커 역량 추출

메이커 역량을 탐색하기 위해 국내·외에서 메이커로 평가받고 있는 제임스 다이슨, 엘론 머스크, 데니스 홍, 데이비드 랭의 자서전 및 평전을 분석하였다. 그 결과, 통합적 사고 역량군의 분석적 사고, 직관적 사고, 시각적 사고 역량, 협업 역량군의 공유, 의사소통, 갈등 관리 역량, 메이킹 마인드 역량군의 다양한 영역에 대한 관심, 도전의식, 실패관리 역량, 인간중심 역량군의 인류애, 사용자 지향 역량을 추출하였다. 이에 대한 구체적인 내용은 다음과 같다(Table 5).

가. 통합적 사고 역량군

메이커들은 통합적 사고를 통한 문제 해결을 강조하는 것으로 나타났다. 통합적 사고란 분석적 사고와 직관적 사고의 조화를 의미하는데, 메이커들은 다양한 대안을 찾기 위하여 논리적 연관성을 뛰어넘는 직관적 사고와 선택된 대안을 현실에 맞게 다듬는 분석적 사고를 통합적으로 사용함으로써 새로운 산출물을 창의적으로 만들어 내는 것으로 나타났다. 또한 메이커들은 분석적 사고와 직관적 사고 이외에도 시각적 사고를 통해 새로운 아이디어를 발견하고 발전시킬 뿐만 아니라, 자신의 통찰력을 다른 사람들과 공유하기도 하였다.

Table 5. Competencies extracted through critical incident technique analysis

추출된 역량		제임스 다이슨	엘론 머스크	데니스 홍	데이비드 랭
역량군	핵심 역량				
통합적 사고	분석적 사고	○	○	○	-
	직관적 사고	○	○	○	-
	시각적 사고	○	-	○	○
협업	공유	-	-	○	○
	의사소통	○	○	○	○
	갈등관리	○	○	○	○
메이킹 마인드	다양한 영역에 대한 관심	○	○	○	○
	도전의식	○	○	○	○
	실패관리	○	○	○	○
인간중심	인류애	-	○	○	-
	사용자 지향	○	○	○	○

1) 분석적 사고 역량

분석적 사고는 문제나 상황에 내재된 여러 부분들 사이의 관계를 다각적으로 분석하여 여러 가지 가능한 원인을 파악하고, 조치에 따른 결과들을 예측하는 사고 능력을 의미한다(Ko, Lee, & Song, 2008). 메이커들은 메이킹의 전반적인 과정에서 이와 같은 분석적 사고를 바탕으로 문제를 해결해 나갔음을 알 수 있었는데, 예를 들어 제임스 다이슨은 제품이 최적의 상태로 작동할 때까지 부품을 작은 부분으로 나누어 경우의 수를 확인하며 실험을 반복하였고, 이 과정에서 문제에 내재된 직·간접적인 원인들을 분석하고 파악했던 것으로 나타났다. 엘론 머스크는 대다수의 사람들이 불가능하다고 했던 로켓 산업에 필요한 재료 및 기술을 직접 파악하고 분석하는 과정을 통해 기존에 요구되는 비용보다 훨씬 저렴한 예산으로 로켓을 만들 수 있었던 것으로 나타났다(예 1).

(예 1) 분석적 사고

- 처음 몇 년간 내가 만든 사이클론만 수천 개다. 서로 다른 형식의 사이클론을 실험하고 또 실험한 끝에 나는 공기가 들어가는 입구 부분은 사이클론의 연결 부분과 접선돼야 한다는 것을 알았다. 어쨌든 공기는 한 채널로 올라오지만 혹시 많은 게 좋을까 싶어 공기 들어가는 부분이 140개나 되는 모델을 만들기도 했다. (제임스 다이슨, p. 200)
 - 간단하다. 직접 재료비 분석에 들어간 머스크는 ‘로켓 제작의 총 비용을 크게 낮춰 기존보다 훨씬 저렴한 예산으로 로켓을 만들 수 있다.’는 혁신적인 결론을 도출했다. (엘론 머스크, p. 41)

2) 직관적 사고 역량

직관적 사고는 추론의 과정을 거치지 않고 문제를 이해하는 방법으로, 사고의 대상이 명확하지는 않지만 특정 문제를 감각적으로 인지하고, 문제 해결의 기초를 마련해 주는 직관적 관념을 의미한다(Martin, 2009). 메이커들은 이와 같은 창조적인 직감을 통해 문제를 이해하거나, 해결되지 않은 문제를 풀기 위한 아이디어의 원천으로 사용하였는데, 예를 들어 제임스 다이슨은 공장에서 예폭시 알갱이를 떼어내는 방법을 떠올렸고, 이 방법을 개발 중인 진공청소기에 동일하게 적용할 수 있음을 직관적으로 깨달았다. 결국 이 방법은 전 세계적으로 유명한 사이클론 청소기의 제작 아이디어로 연결되었다. 데니스 홍은 공원에서 한 아주머니가 딸로 보이는 여자아이의 머리를 땅아주는 모습을 보고 새로운 로봇의 아이디어를 직관적으로 생각해 낸 것으로 나타났다(예 2).

(예 2) 직관적 사고

- 장애물, 얇은 막... 그 순간 깨달았다. 진공청소기 먼지 봉투! 지난 몇 달간 나를 괴롭혔던 더럽고 냄새나는 그 봉투 말이다. 공장에서 예폭시 알갱이를 거르는 천을 떼어 내며 나는 진공청소기 먼지 봉투에도 똑같은 방식을 적용할 수 있겠다고 생각했다. (제임스 다이슨, p. 190)
 - 하지만 그러한 움직임은 머리를 땅아 움직임이고 로봇의 다리에서 사용하면 다리들이 서로 꼬여 넘어 질텐데... 그럼 한 발자국씩 디딜 때마다 몸체가 180도씩 뒤집어 진다면 다리가 꼬이지 않겠지? 유래가! 바로 그것이다! (데니스 홍, p. 168)

3) 시각적 사고 역량

시각적 사고란 언어가 아닌 시각적 이미지를 사용하여 정보를 처리하는 인지적 과정을 의미하는데(Lee, 2013), 메이커들은 떠오르는 추상적인 생각이나 아이디어를 구체적으로 제시하기 위해 다양한 시각적 표현 도구를 사용하는 시각적 사고 역량을 갖추고 있음을 알 수 있었다. 예를 들어, 데이비드 랭은 창의성을 발휘하는 가장 좋은 방법 중 하나는 그림 그리기이며, 자신이 만난 대부분의 메이커들은 그림 그리기 과정을 중요한 부분으로 간주하였음을 언급하였다. 제임스 다이슨은 왕립예술학교 시절 배웠던 스케치 과정을 통해 사물을 관찰하고 본질을 파악하는 능력을 익혔으며, 이 과정이 이후 메이킹 과정에 큰 영향을 미쳤다고 회상하였다(예 3).

(예 3) 시각적 사고

- 내가 그랬던 것처럼, 사고를 표현하는 가장 좋은 방법은 바로 그림 그리기이다. 무관하게 들릴지 모르겠지만, 분명히 효과가 있다. 내가 만난 대부분의 메이커는 그리기를 작업 과정에서 중요한 부분으로 언급했다. 일부는 도안 그리기용 펜이나 연필을 가지고 다녔고, 아이디어 스케치북을 들고 다니는 사람도 있었다. (데이비드 랭, p. 98)
 - 나는 그들에게서 사물의 형태를 관찰하고 이해하는 눈을 익혔고, 어떻게 그려야 하는지도 배웠다. 그것은 물체의 외곽을 스케치하게 하는 게 아니라 사물의 본질, 기능을 반영하는 방법에 관한 것이었다. (제임스 다이슨, p. 77)

나. 협업 역량군

메이커들은 개인의 생각이나 의견, 경험, 정보 등을 다른 사람들과 공유하고 타인과의 관계를 생성하는 협력적 과정 속에서 문제를 해결해 나가는 것으로 나타났다(Anderson, 2012; Dixon & Martin, 2014). 즉, 협력적 문제 해결을 강조하는 메이커들은 공유, 의사소통,

갈등관리에 해당하는 역량을 갖추고 있음을 알 수 있었고, 이에 대한 구체적인 내용은 다음과 같다.

1) 공유 역량

데니스 홍은 수익과 관계없이 로봇 제작에 필요한 부품, 제작과정, 프로그래밍 전반을 온라인상에 공유함으로써, 로봇 제작 기술을 발전시켜 나갔다. 즉, 데니스 홍은 로봇 다윈을 ‘다윈-OP’(DARwin-OP)라는 이름으로 인터넷에 오픈 소스 형태로 공개하였다. 그리고 이와 같은 공유는 예상치 못했던 결과를 가져 왔는데, 다윈을 공개하고 난 후 몇 년 사이에 굉장히 많은 관련 논문과 연구가 발표된 것이었다. 즉, 온라인상의 사용자들은 다윈-OP의 경험과 아이디어를 바탕으로 또 다른 새로운 로봇을 만들었고, 이로써 다윈-OP는 오픈소스의 성공 사례로 남게 되었다. 데이비드 랭 또한 자신의 아이디어를 공유하는 것이 아이디어를 발전시키고 다음 단계로 나아가갈 수 있는 기회가 될 수 있음을 자신의 자서전에서 언급하였다(예 4).

(예 4) 공유

- 다윈-OP 사용자들은 나의 바람대로 커뮤니티를 만들어 기꺼이 서로의 지식을 공유한다. 그들은 다윈-OP로 실험해 한층 업그레이드 된 로봇기술, 이를테면 새로운 제어 알고리즘이나 인공지능 소프트웨어를 나누느라 정신이 없다. (중략) 만약 우리가 이렇게 모든 것을 공개하고 공유하지 않았더라면 이처럼 폭발적이지 않았을 것이다. (데니스 홍, p. 330)
- 나는 아이디어를 공유하는 것이 가장 값진(그리고 궁극적으로 가장 생산적인) 방법이라고 생각한다. (중략) 자신을 다음 단계로 나아가게 해줄 사람은 본인에게 피드백을 주는 초기 사용자라는 사실을 명심해야 한다. (데이비드 랭, p. 255)

2) 의사소통 역량

메이커들은 협업을 위해 자신의 의견을 표현하고, 이해가 되지 않는 부분이 있을 경우 적극적으로 질문하고 관심을 표명하는 의사소통 역량을 갖추고 있는 것으로 나타났다. 예를 들어, 데니스 홍의 경우 미 해군 연구소에서 화재 진압용 로봇에 관한 연구 제안서를 제출한 후 로봇을 개발하는 과정에서 자신이 제안한 로봇에게 문제점이 있다는 사실을 깨달았다. 데니스 홍은 이를 해결하기 위해 처음 제안했던 로봇을 수정·보완한 로봇을 제안하며 타인을 적극적으로 설득해 나갔던 것으로 나타났다. 데이비드 랭도 메이킹 과정에서 작동 방법이 잘 이해가지 않을 경우, 즉시 질문을 통해 타인과 소통함으로써 문제를 해결해 나갔음을 언급하였다(예 5).

(예 5) 의사소통

- 미 해군 연구소의 프로그램 매니저들은 처음에는 의아해 하다가도, 설명을 들은 후에는 고개를 끄덕이기 시작했다. 그리고 나는 구체적인 계획과 이 프로젝트를 진행하면서 개발할 신기술들에 대해 발표했다. (데니스 홍, p. 216)
- 내가 처음으로 메이킹을 시작했을 때에는 질문하기를 꺼렸다. 나는 모른다는 것 때문에 바보 소리를 들을 것으로 생각했다. 하지만 질문을 시작하자 곧 누구든지 타인에게 가르쳐주는 것을 좋아한다는 사실을 알게 되었다. 점차 나는 질문에 더욱 자신감을 가지게 되었고 지금은 단 1초도 망설이지 않는다. (데이비드 랭, p. 37)

3) 갈등 관리 역량

메이커들은 타인의 적대적인 반응이나 반대 상황에서 좌절하지

않고, 협상이나 조정 등을 통해 위기 상황을 극복해 나가는 갈등관리 역량을 갖추고 있는 것으로 나타났다. 예를 들면, 데니스 홍의 경우 시각 장애인을 위한 자동차 개발 과정에서 시각 장애인의 운전을 부정적으로 판단하여 자신의 프로젝트를 저지하는 여론이 있었다. 그러나 그는 이에 좌절하지 않고 오히려 반대하는 사람들과의 적극적인 소통의 과정을 통해 다양한 갈등을 이겨냈던 것으로 나타났다. 엘론 머스크는 로켓 발사를 실패한 상황 속에서도 로켓 발사에 회의적인 대중들에게 자신이 이룬 성과를 설명하며 로켓 개발 연구를 이어가는 모습을 나타냈다(예 6).

(예 6) 갈등관리

- (중략) 이러한 압력과 저항, 그리고 공격적인 편지들은 결국 내가 하는 일이 바로 ‘세상을 바꾸는 일’이라는 사실을 확인해 주는 것이라 생각하기 시작했다. 그래서 이러한 저항과 부정적인 의견들이 생길 때면 이제는 흔들리지 않고 그들과 소통한다. (데니스 홍, p. 54)
- 머스크는 언론과의 인터뷰에서 "우주 로켓은 극도의 스트레스를 동반하는 사업이다. 우리는 이번 결과에 결코 실망하지 않는다. 도리어 우리가 이뤄낸 성과에 행복할 따름이다."라고 고백했다. 어쩌면 이러한 낙관주의 덕분에 그가 성공 가능성이 희박해 보이는 우주 공간에 계속 도전할 힘을 낼 수 있었던 건지도 모른다. (엘론 머스크, p. 70)

다. 메이킹 마인드 역량군

메이커들은 자신이 하고 싶은 것을 진지하고 순수한 마음으로 수행했던 경험, 그리고 무엇인가에 빠져 현재에 만족하지 않고 끊임없이 도전한 경험을 갖고 있는 것으로 나타났다. 따라서 메이커가 지니고 있는 내적 동기 및 특질에 관련된 정의적 속성을 메이킹 마인드라고 정의하였고, 다양한 영역에 대한 관심, 도전 의식, 실패 관리를 관련 역량으로 추출하였다.

1) 다양한 영역에 대한 관심 역량

메이커들은 자신의 전공 분야뿐만 아니라 역사, 철학, 예술 등의 다양한 분야에 관심을 갖고 있는 것으로 나타났다. 예를 들어, 데니스 홍은 자서전 전반에 걸쳐서 학창시절뿐만 아니라 현재까지도 로봇 이외의 다양한 분야에 관심을 가지고 있음을 언급하였다. 즉, 데니스 홍은 서로 다른 분야의 것들을 효과적으로 연결시키기 위해서는 자신의 분야뿐만 아니라 타 분야에 대한 기초 지식도 함께 갖추는 것의 중요성을 언급하면서, 이를 위해 일상생활에서 흔히 접하는 것들을 언제나 호기심 있게 관찰하고 관심을 가지는 것의 중요성을 나타냈다. 엘론 머스크는 유년시절 타고난 호기심 때문에 판타지 소설이나, 브리태니커 백과사전 등을 읽는 데 열중하였고, 이와 같은 다양한 분야에 대한 독서 경험은 이후 전기 자동차나 우주 개발 사업 등에 큰 영향을 미쳤다고 언급하였다(예 7).

(예 7) 다양한 영역에 대한 관심

- 그런데 전혀 다른 분야의 것들을 연결시키기 위해서는 자기 분야 말고도 다른 분야를 잘 알아야 한다. 연결 고리가 있어야 하기 때문이다. (중략) 일상생활에서 흔히 마주 하는 것들을 언제나 호기심 있게 관찰하고 관심을 가지는 것만으로도 훌륭한 결과를 낼 수 있다. (데니스 홍, p. 213)
- 생각이 유별나 이목을 끄는 인물이 으레 그렇듯 머스크는 어릴 때부터 책을 아주 좋아했다. (중략) 독서광답게 심지어 그는 초등학교 시절에도 하루에 10시간 이상씩 책을 읽었다. (엘론 머스크, p. 21-22)

2) 도전 의식 역량

메이커들은 문제의식을 가지고 실제로 변화를 시도해 보거나, 불가능하다고 여겨졌던 과제에 도전을 하는 도전 의식을 갖추고 있는 것으로 나타났다. 예를 들어, 데니스 홍은 모두가 불가능하다고 판단한 시각 장애인용 자동차 개발 과제에 오히려 자신이 도전할 기회가 주어져서 설레고, 흥분되었다는 자신의 경험을 자서전에 나타냈다. 또한 다이스은 어려운 일에 대한 도전과 녹초가 될 때까지 매달리는 근성은 이후 메이킹 과정에 매우 긍정적인 영향을 미쳤음을 나타냈다(예 8).

(예 8) 도전 의식

- 시각 장애인용 자동차라... 재미있는 도전 과제였다. 모두가 불가능하다고 외치니까 ‘한번 해 볼까’라며 슬쩍 무모한 용기도 생겼다. (중략) 그렇게 갑자기 설레고 흥분 되는 것은 ‘도전’할 기회가 주어져서였다. (데니스 홍, p. 32)
- 버거운 일에 도전해 녹초가 될 때까지 매달리는 근성은 내가 바순을 선택했던 바로 그 순간부터 내 인생에서 반복해 나타났다. (제임스 다이스, p. 51)

3) 실패 관리 역량

메이커들은 실패에 좌절하지 않고, 문제점을 해결하기 위해 끊임없이 노력하는 실패 관리 역량을 갖추고 있음을 알 수 있었다. 예를 들어, 데니스 홍이나 엘론 머스크는 메이킹 과정에서의 실패나 시행착오를 배움의 과정으로 인식했던 것으로 나타났다. 즉, 메이커들은 시행착오의 원인을 찾고, 이를 해결하기 위한 방안을 모색하고, 제품을 완성하기 위해 끊임없이 고치는 과정을 반복했던 것으로 나타났다(예 9).

(예 9) 실패 관리

- 원하는 대로 되지 않았다면 왜 그렇게 되었는지 분석 해보고 생각하며 배우는 계기가 되어야 한다. 실패는 경험이 되고, 그래서 앞으로 더는 시행착오를 두려워하지 않게 만든다. (데니스 홍, p. 129)
- 인생에서든 로켓 개발에서든 실패를 100퍼센트 피할 수는 없다. 단, 중요한 것은 실패를 통해 무엇을 배우느냐 하는 점이다. (중략) 스페이스X의 기술자들은 펠컨 1호의 연료 탱크에서 왜 연료가 썩는지 그 근본 원인을 알아내는 데 집중했다. (엘론 머스크, p. 64)

라. 인간중심 역량군

메이커들은 인류가 지속적으로 생존하기 위해 해결해야 할 문제 상황에 대해 끊임없이 고민하고, 해결하기 위해 노력하는 인류애를 갖추고 있는 것으로 나타났다. 또한 메이커들은 사용자의 관점에서 사고하고, 판단하는 사용자 지향적 관점을 가지고 있음을 알 수 있었다. 이에 대한 구체적인 내용은 다음과 같다.

1) 인류애 역량

메이커들은 메이킹을 사회적 맥락과 연계지어 좀 더 좋은 세상을 만들기 위한 방안에 관해 숙고하고, 이를 적극적으로 실천하고자 하는 사회적인 책임과 인류애를 갖추고 있음을 알 수 있었다. 즉, 메이커들의 사회적 책임이나 인류애가 메이킹의 기본 철학으로 반영되어 있음을 알 수 있었는데, 예를 들어 데니스 홍은 로봇 과학자로서 연구비 지원이 많은 국방용 전투 로봇 개발 제안에 응하지 않았던 것으로 나타났다. 이는 자신의 로봇 메이킹이 가능한 인류에 도움이 되는 방향으로 사용되길 원했기 때문인 것으로 나타났다. 또한 엘론 머스

크가 전기 자동차를 개발한 이유는 현재 우리 사회의 환경 문제에 대한 심각성을 깨닫고, 지속가능한 에너지 개발의 중요성에 대해 인식했기 때문인 것으로 나타났다. 즉, 엘론 머스크는 좀 더 좋은 세상을 위해 사회 현안에 대한 문제 제기를 하고, 개선 방안을 찾기 위해 노력했던 것으로 볼 수 있다(예 10).

(예 10) 인류애

- 나는 국방용 전투 로봇 프로젝트에 대한 제안서를 제출하라는 제안을 자주 받는다. 엄청난 연구비와 지원이 따르는 프로젝트들이다. 하지만 나는 절대 거기에 응하지 않는다. 인명 구조, 정찰, 화재 진압, 지뢰 제거, 재난 구조용 로봇은 개발 하지만, 무기를 장착한 로봇은 싫다. (데니스 홍, p. 337)
- (중략) 덕분에 머스크가 ‘리튬 전지로 움직이는 자동차 제작’에 발을 들여 놓게 된 것이다. 이는 이산화탄소를 배출하는 가솔린 자동차가 아니라 배기가스를 배출하지 않는 전기 자동차를 통한 지속가능한 에너지 개발의 첫 시작점이었다. (엘론 머스크, p. 146)

2) 사용자 지향 역량

메이커들은 사람들의 요구를 이해하고, 그들에게 공감하는 과정을 통해 아이디어를 통찰해 내는 사용자 지향적 사고 역량을 갖추고 있는 것으로 나타났다. 즉, 이들은 단순히 하나의 새롭고 독창적인 아이디어만을 창출해 낸 것이 아니라 새로운 아이디어를 사용하게 될 사용자들이 어떠한 성향을 가지고 있으며, 그들이 진정으로 필요로 하는 것이 무엇인가에 대한 이해를 바탕으로 메이킹을 실천했다. 예를 들어, 엘론 머스크는 단순히 전기 자동차를 생산하여 판매하는 것으로 끝내지 않고, 사용자들의 편의를 위해 고속 충전 시스템 개발과 보급에 관해서도 끊임없이 고민했던 것으로 나타났다. 데니스 홍은 시각 장애인용 자동차를 개발하는 과정에서 실제 시각 장애인과 끊임없이 소통을 했던 것으로 나타났다. 특히 데니스 홍은 시각 장애인을 개발 팀의 구성원으로서까지 영입하여 함께 연구를 진행하기도 하였는데, 이를 통해 데니스 홍이 사용자 지향적 관점에서 시각 장애인들에게 정말로 필요한 자동차를 개발하기 위해 노력했음을 알 수 있었다(예 11).

(예 11) 사용자 지향

- 그런데 전기자동차를 충전하는 데 시간이 오래 걸리면 사람들은 불편함과 제약을 느낄 것이고, 장거리 여행은 아예 불가능할 수밖에 없다. 내가 고속 충전 시스템을 개발해 보급하려는 이유가 바로 여기에 있다. (엘론 머스크, p. 214)
- 이후부터 우리는 새로운 아이디어가 떠오르거나 뭔가를 만들 때마다 시각 장애인들과 소통했다. 시각 장애인 협회 임원들과 전화로 정기적인 회의를 하고 버지니아에 있는 맹인 학교에 가서 학생들과 토론하며 새롭게 개발한 기술들을 테스트하고 피드백을 받았다. 또한 버지니아텍의 물리학과 학생이자 시각 장애인인 첼시를 같은 팀의 멤버로 영입해 함께 연구 했다. (데니스 홍, p. 41)

2. 행동사건면접 분석을 통한 역량 추출

중요사건기법 분석을 통해 도출된 역량의 타당성 및 신뢰성 검증을 위하여 7인의 메이커 전문가를 대상으로 인터뷰를 실시하였다. 그 결과, 통합적 사고 역량군, 협업 역량군, 메이킹 마인드 역량군, 인간중심 역량군을 재확인 할 수 있었고, 문제 발견 역량군과 메이킹 수행 역량군을 새롭게 확인할 수 있었다(Table 6). 이에 대한 구체적인 내용은 다음과 같다.

Table 6. Competencies extracted through behavioral event interview analysis

추출된 역량		A	B	C	D	E	F	G
역량군	핵심 역량							
문제 발견	관찰	○	○	○	○	○	○	○
	일상 속 불편함의 인식	○	○	-	○	○	○	○
	하드웨어에 대한 이해	-	○	○	○	○	○	○
	전기에 대한 이해	○	-	○	-	○	○	-
	프로그래밍에 대한 이해	○	○	○	○	-	○	○
메이킹 수행	계획 수립	-	○	-	○	○	-	-
	손 지식	○	○	○	○	-	-	○
	정보 탐색	-	○	○	○	○	○	○
	직접적인 실행	○	○	-	○	○	-	○
통합적 사고	분석적 사고	-	-	-	○	-	○	○
	경험적 사고	○	○	○	○	○	○	○
	시각적 사고	○	○	○	○	○	○	○
협업	공유	○	○	○	-	-	○	○
	주도성	-	○	-	-	○	-	○
메이킹 마인드	다양한 영역에 대한 관심	○	-	○	○	○	-	○
	도전의식	○	○	-	○	-	-	-
	실패관리	-	○	-	○	○	-	○
	메이킹 과정의 즐거움	-	○	-	○	-	-	○
인간중심	인류애	○	○	○	-	-	○	○
	사용자 지향	○	○	-	○	○	-	○

가. 문제 발견 역량군

문제 발견이란, 새로운 질문을 던지고, 새로운 가능성을 제기하고, 새로운 관점에서 과거 문제를 고려할 수 있는 능력을 의미한다. 앞으로 우리가 해결해 나가야 할 문제는 불분명하고 복잡적이기 때문에, 문제를 어떻게 발견하고 규정하는가는 문제 해결의 중요한 측면이 될 수 있다. 그런데 메이커들은 관찰이나 문제에 대한 민감성 등을 통해 문제를 발견해 나가는 것으로 나타났다. 이에 대한 구체적인 사례는 다음과 같다.

1) 관찰 역량

메이커들은 주변 환경을 민감하게 관찰하고, 분석하는 능력을 갖고 있는 것으로 나타났다. 즉, 메이커들은 일상적인 상황이나 사물을 그냥 지나치지 않고 유심히 관찰하는 습관을 갖고 있는 것으로 나타났는데, 예를 들어 메이커 C는 학창시절 아무도 관심을 갖지 않았던 전기 회로를 자세히 살펴봄으로써 회로의 문제점을 인식할 수 있었고, 결국 이의 해결을 위해 노력을 했던 경험에 관해 언급하였다. 메이커 E는 주변 생물을 관찰할 때 자세히 살펴보던 습관이 현재 메이킹 과정에서 문제점을 발견하는 데 도움이 되었음을 언급하였다(예 12).

(예 12) 관찰

- 그 회로를 잘 살펴보니깐 어떤 문제점을 발견했냐면, 건전지를 1.5v로 하나만 사용하게 하나만 한쪽 건전지는 사용을 안 하는 상태로 남아있는 거예요. (중략) 제가 중학교 때 그 문제에 대해 상당히 나를 심각하게 생각을 했던 거예요. 아무도 관심 없는 것에 대해서. (메이커 C와의 인터뷰 내용 중)

- (중략) 주변 생물들을 자세히 관찰하는 습관이 많은 도움이 되었습니다. 그래서 실제로 다른 것을 만들 때도 참고하는 제품이나 방식들이 어떻게 움직이고 어떻게 되어있는지를 잘 관찰하고, 이게 문제들을 좀 더 쉽게 캐치할 수 있는 것 같아요. (메이커 E와의 인터뷰 내용 중)

2) 일상 속 불편함의 인식 역량

메이커들은 일상생활의 불편함을 외면하지 않고, 이를 해결해야 할 문제로 인식하는 역량을 갖추고 있는 것으로 나타났다. 예를 들어, 메이커 F는 일상 속의 불편함을 인식하는 것에서부터 문제 발견이 시작될 수 있음을 언급하면서, 주변의 어려움을 단순한 불평으로 끝내는 것이 아니라, 이를 곧바로 해결해야 할 문제로 연관 짓는 태도가 중요함을 나타냈다(예 13).

(예 13) 일상 속 불편함의 인식

- 자연에 대한 관찰력, 감수성, 민감성, 어떤 불편함이 생기면 불편하다는 것조차도 사람들이 인식을 잘 못하거든요. 그런데 그걸 인식하는 순간 해결할 문제가 생겨요. 문제라는 것을 인식하는 수단인거죠. 그러니까 수시로 뭐하다가 뭐 불편하네? 불편하네? (중략) 그러니까 그걸 불편하게 그냥 쓰고 있는거죠. 그런데 그것을 해결한다는 생각을 갖고 문제로 인식하는 순간 발명이 되는 거죠. (메이커 F와의 인터뷰 내용 중)

나. 메이킹 수행 역량군

메이커들은 메이킹을 직접적으로 실천하는 데 필요한 기초 수준에서의 지식과 기술 역량의 중요성을 강조하였다. 즉, 메이커들은 지식 측면과 관련하여 하드웨어, 전기, 프로그래밍에 대한 기초적인 이해를 강조하였고, 기술 측면에서는 계획 수립, 손 지식, 정보 탐색, 직접적인 실행을 강조하였다. 이에 대한 구체적인 사례는 다음과 같다.

1) 하드웨어에 대한 이해 역량

메이커들은 기본적인 하드웨어의 구조와 동작 원리 등에 대한 이해는 메이킹 시 많은 도움이 될 수 있음을 언급하였다. 즉, 메이커 B는 어렸을 때부터 텔레비전과 같은 전자제품들을 손으로 분해하면서 하드웨어에 대한 감각을 익혔다고 진술하였다. 메이커 G도 어린 시절

트랜지스터 라디오나 사발시계 등을 직접 분해하고 조립하면서 제품의 작동 원리를 파악할 수 있었고, 이와 같은 경험을 통해 만들어진 하드웨어에 대한 깊이 있는 이해는 메이킹 시 많은 도움이 되었음을 언급하였다(예 14).

(예 14) 하드웨어에 대한 이해

- (중략) 많이 뜯었죠. 텔레비전을 세 대나 망가뜨려 봤고, 소소한 것들부터 많이 뜯어 봤어요. 메이킹에서는 하드웨어에 대한 이해 자체가 중요하다고 생각해요. (메이커 B와의 인터뷰 내용 중)
 - 그 당시에 부모님이 트랜지스터 라디오를 사오시면 일주일도 못 갔어요. 제가 다 뜯어가지고 (중략) 부모님이 새 물건을 사 오시면, 또 부시고 하드웨어를 이해하는 것은 메이킹 할 때 많은 도움이 되죠. (메이커 G와의 인터뷰 내용 중)

2) 전기에 대한 이해 역량

메이커들은 전류에 대한 정확한 이해와 경험이 메이킹 과정에서 매우 중요함을 언급하면서, 전기에 대한 이론적인 지식과 체험적 지식의 중요성을 강조하였다. 예를 들어, 메이커 A는 전파사 아저씨로부터 배운 전기 관련 지식이 메이킹 할 때 많은 도움이 되었음을 언급하였다. 메이커 C 역시 학생들이 전류에 대해 많은 오개념을 가지고 있음을 언급하면서, 전류에 대한 이해와 실제적인 경험 지식의 중요성을 언급하였다(예 15).

(예 15) 전기에 대한 이해

- (메이킹에서) 제일 중요한 게 전류예요. 전압은 항상 일정하게 가해지는 거예요. 거기서 전류를 조정해서 커피 메이커가 되게 한다거나 오븐이 되게 한다거나 하는 거죠. 전류를 조절하는 것이 중요해요. (메이커 A와의 인터뷰 내용 중)
 - 그제 학생들이 전류를 모르니깐 그런 얘기가 나오는 거예요. 그 전압과 전류 간의 상관관계를 모르니깐. 학생들이 또 제일 많이 난감해 하는 것이...(중략) 메이킹 할 때 전류를 실제적으로 익혀보는 경험이 제일 중요해요. (메이커 C와의 인터뷰 내용 중)

3) 프로그래밍에 대한 이해 역량

메이커들은 기초 수준의 프로그래밍 역량을 갖추는 것이 중요함을 나타냈다. 즉, 메이커 F와 D는 알고리즘에 대한 기초적인 지식만을 갖추고 있으면, 타인의 코드를 공유하고 모방하는 과정을 통해 충분히 메이킹 활동을 할 수 있음을 언급하였다. 즉, 메이커들은 반드시 전문가 수준으로 프로그래밍 관련 역량을 갖출 필요는 없음을 언급하였다(예 16).

(예 16) 프로그래밍에 대한 이해

- 프로그래밍은 기초 지식만 갖고 있으면 되요. 필요한 정보들은 남이 한 걸 자꾸 보고, 그대로 따라하거나 그때그때 필요한 것을 배우면 되요. 전문가 수준으로 반드시 해야 할 필요는 없어요. (메이커 F와의 인터뷰 내용 중)
 - 프로그래밍은 매일 하는데 남이 하는 걸 보고 폭발적으로 늘었어요. (중략) 그러니깐 코딩 한다는 게 일종의 글 쓰는 거랑 똑같아요. 그러니깐 소설을 쓰는 거니깐 남의 소설을 많이 읽어보고, 마찬가지로 보면서 오퍼레이트(operate) 해보고. (중략) (메이커 D와의 인터뷰 내용 중)

4) 계획 수립 역량

메이커들은 제품을 만들기 전 메이킹의 구체적인 목표를 설정하고 이에 도달하기 위한 프로그래밍 방법이나 센서 및 구동 장치의 종류

등에 대한 사전 계획을 수립하는 것으로 나타났다. 즉, 메이커들은 계획 수립 역량을 갖추고 있는 것으로 나타났는데, 예를 들어 메이커 D는 제품을 만드는 세부 과정에서 프로그래밍의 입력 값과 출력 값을 생각하며 제작 목표를 세우고, 최종 목표를 이루는데 가장 효과적인 센서와 액추에이터를 선택하는 계획을 구성하는 것이 메이킹 과정의 시작임을 언급하였다(예 17).

(예 17) 계획 수립

- 정확히는 뭐가 만들 때 제일 중요한 것이 인풋이고 아웃풋을 계획하는 거죠. 이게 먼저예요. 예를 들어 드론을 날려야 한다면, 결과 값을 예상해보고 필요한 센서가 무엇인지를 생각하죠. 그 다음에 이 센서를 어떻게 붙일 것인가, 코드를 어떻게 붙일 것인가에 대해서 생각해요. (중략) 목표 먼저 생각하고, 결과 값을 생각한 다음, 그 목표를 이루는데 가장 좋은 센서가 무엇인지를 찾고, 그리고 액추에이터가 무엇인지를 찾아야 돼요. 그런 다음 제작을 하죠. (메이커 D와의 인터뷰 내용 중)

5) 손 지식 역량

메이커들은 손 지식의 중요성에 대해 강조하였는데, 손 지식이란 손으로 무엇을 잘 만들어 내거나 다루는 재주를 의미한다. 즉, 손 지식은 나무나 쇠를 직접 부러뜨리지 않고 얼마나 구부릴 수 있는지, 또는 유리를 녹여 붙이거나 붙 수 있는 시점이 언제인지를 감각적으로 가늠할 수 있는 지식이다. 이와 관련하여 메이커 B는 손 지식에 대한 경험 부족은 메이킹의 직접적이고 본질적인 실천으로 이어질 가능성이 낮음을 언급하면서, 우리나라 학생들의 부족한 손 지식 경험에 대해 안타까워했다. 메이커 G도 우리나라 영재 학생들의 미비한 손 지식에 관해 언급하면서, 몸으로 기억하고 느끼는 것도 사고의 중요한 부분을 강조하였다. 즉, 무엇인가를 만들거나 다루는 과정에서 몸이나 손으로 느끼는 감각에 크게 의존을 하는 경우가 있는데, 메이킹을 통해 이와 같은 경험을 갖추는 것의 중요성이 언급되었다(예 18).

(예 18) 손 지식

- 자기가 한 번도 납땜하는 걸 안 배웠기 때문에 우리 학생들한테도 절대로 납땜을 안 가르쳐 줘요. 나도 안 배웠는데 가르쳐 주겠어요? 이게 악순환이 계속 되는 건데, 이런 것을 알고 있어야만 메이커로 될 수 있는 경험치가 있어서 금방 쉽게 하는 건데. 한 번도 안 해보고 메이커라 하는 것은 문제가 있어요. (메이커 B와의 인터뷰 내용 중)
 - 영재 아이들도 여기 오면 공부 잘하고 지식적인 것들은 갖추고 있는데, 손놀림이나 공작적인 것이 부족해요. (중략) 몸으로 느끼는 거, 이것도 사고의 중요한 부분이고, 실제 메이킹 할 때 몸으로 느끼는 감각에 많이 의존해요. (메이커 G와의 인터뷰 내용 중)

6) 정보 탐색 역량

메이커들은 메이킹 시 필요한 정보나 지식을 직접 탐색하고, 선별하는 역량을 갖추고 있는 것으로 나타났다. 이와 관련하여 메이커 C는 자신에게 필요한 정보를 효과적으로 탐색 및 선별하여, 상황과 목적에 적절히 사용하는 능력의 중요함을 언급하였다. 메이커 G는 메이커 커뮤니티를 통해 얻은 정보를 바탕으로 다양한 제품들을 개발하고 있음을 언급하면서, 메이킹 과정에서 요구되는 정보 및 콘텐츠들을 탐색하고, 처리하는 능력의 중요성을 강조하였다(예 19).

(예 19) 정보 탐색

- 인터넷 들어가면 자료가 엄청나게 많은데, 이 많은 자료를 믿을 수 있느냐. (중략) 이 많은 정보를 잘 선별해 내서 내게 필요한 것을 잘 갖다 쓰는 것이 중요해요. (메이커 C와의 인터뷰 내용 중)
- 그러니까 실제로 제품 개발할 때 해외 메이커 커뮤니티에서 의견을 많이 참고했어요. (중략) 정보탐색은 상황에 따라 온·오프라인의 모든 상황에서 전반적으로 하는데, 다큐멘터리 채널 같은 것도 디스커버리나 이런 것들 많이 봐요. 그런데 자신에게 진짜로 필요한 것들을 정확하게 선별해서 활용할 줄 아는 것이 매우 중요해요. (메이커 G와의 인터뷰 내용 중)

7) 직접적인 실행 역량

메이커들은 자신의 아이디어를 직접 실천해 보고자 하는 태도의 중요성을 언급하였다. 즉, 메이커 G는 아이디어를 생각에 그치지 않고 구체적인 결과물로 만들어 내고자 하는 실천적 태도가 메이킹 과정에서 가장 중요하게 고려되어야 할 부분임을 언급하였다. 메이커 E도 머릿속으로 생각하는 것과 메이킹의 실제적인 결과는 다를 수 있음을 언급하면서, 자신의 생각을 직접적으로 구현해 내고자 하는 실천 능력이 중요함을 언급하였다(예 20).

(예 20) 직접적인 실행

- 아까도 처음에 이야기 했지만 하나의 물건을 만든다 하면 아이디어부터 제품이 나올 때까지 이 과정들을 항상 아이들이 직접 할 수 있도록 해 주는 것이 메이킹에서 제일 중요한 것 같아요. 결국은 직접적인 실행 능력이 가장 중요하죠. (메이커 G와의 인터뷰 내용 중)
- 메이킹에서는 아이디어에서 그치는 것이 아니라 직접 실행하고자 하는 실천할 수 있는 그런 능력이 매우 중요하죠. 그런 것을 직접 행하는 능력이나 태도요. (메이커 E와의 인터뷰 내용 중)

다. 통합적 사고 역량군

메이커들은 분석적, 경험적, 시각적 사고 등에 입각하여 문제를 해결하는 역량을 갖추고 있음을 알 수 있었다. 예를 들어, 메이커들은 주어진 정보나 자료를 분석하여 문제 해결의 방향을 찾는 분석적 사고를 하거나 상황에 따라 자신의 기존 경험에 비추어 문제를 해결하고 판단하는 경험적 사고를 하는 것으로 나타났다. 그리고 메이커들은 자신의 생각을 구체적으로 시각화하여 표현하는 역량이 탁월한 것으로 나타났다. 이에 대한 구체적인 예는 다음과 같다.

1) 분석적 사고 역량

메이커들은 주어진 자료나 정보들 사이의 논리적인 분석을 통해 문제 해결의 방향을 찾는 분석적 사고 역량을 갖추고 있었다. 실제로, 메이커 G는 작품 제작 중 발견된 문제점을 해결하기 위해 문제 상황을 객관적이고 세밀하게 관찰 및 나열한 후, 상황들 간의 관계를 연결하여 주어진 문제를 해결하기 위해 노력했던 것으로 나타났다(예 21).

(예 21) 분석적 사고

- 그게 뭐냐면 한번 물건을 만든다 보면 나타나는 문제점들의 특징들이 있어요. 그러면 그 때부터 자세히 봐요. ‘왜 이렇게 보이지?’, ‘이거 원리는 뭐지?’ 이러면서 세심하게 보는 거예요. 원리가 뭐지 그것부터 차근차근 보는 거예요. 그러니까 상황을 분석적으로 세밀하게 보는 거예요. (메이커 G와의 인터뷰 내용 중)

2) 경험적 사고 역량

메이커들은 메이킹 과정에서 경험적 사고의 중요성을 공통적으로 언급하였다. 즉, 메이커는 자신의 전문 분야와 인접 분야에 대한 다양한 지식과 실천적 경험을 갖추고 있으며, 이와 같은 경험의 축적은 우수한 메이킹을 할 수 있는 원동력으로 작용하고 있음을 언급하였다. 실제로 경험적 사고는 탐색의 깊이에 영향을 주는데(Weisberg, 2006), 본 연구에 참여한 메이커들 역시 축적된 경험의 조합을 바탕으로 새로운 메이킹에 도전하고 있음을 언급하였다. 예를 들면, 메이커 B는 메이킹 과정을 요리에 비유하였는데, 낯선 재료를 가지고 창의적인 음식을 만들어 본 경험이 많은 요리사와 그렇지 않은 요리사를 비교 하면서, 오랜 메이킹 경험을 가지고 있는 자신은 낯선 재료를 가지고도 새로운 작품을 만들어 낼 수 있음을 언급하였다. 또한 메이커 D는 메이킹 활동을 지속할 수 있었던 원동력 중 하나가 과거의 메이킹 경험과 노하우임을 소개하면서, 새로운 메이킹 과정은 결국 지난 경험의 새로운 조합임을 언급하였다(예 22).

(예 22) 경험적 사고

- 처음으로 요리하는 저 같은 경우는 수박으로 반찬을 못 만들어요. ‘수박은 그냥 먹는 거지 어떻게 반찬을 만들어?’ 이런 생각이 드는 거죠. 그러니까 메이킹도 똑같아요. 경험을 가지고 있는 메이커들은 아무리 새로운 재료라도 그거 가지고 창의적인 제품들을 만들어 낼 수 있어요. (메이커 B와의 인터뷰 내용 중)
- 경험이 쌓이고, 노하우가 쌓여서 하는 것 같아요. (중략) 의뢰를 받으면, 결국은 이 센서와 저 센서를 쓰면 되고, 모터를 어떻게 제어하면 되고, 그런 것들이 전부 다 기억에 남아있고 이것들의 조합을 통해 새롭게 다시 만드는 거죠. (메이커 D와의 인터뷰 내용 중)

3) 시각적 사고 역량

메이커들의 특징적인 부분으로서 시각적 사고 역량을 확인해 볼 수 있었다. 즉, 메이커들은 시각적 표현 도구를 사용하여, 사고를 명확하게 표현하는 능력을 갖추고 있었는데, 메이커 B는 제품 제작 전 자신만의 스케치 방법인 블록 다이어그램을 그리면서 생각을 정리하고, 이에 기반하여 작품을 만든다고 언급하였다. 메이커 D는 인터뷰 중에도 자신의 수첩에 메모를 하거나 간단한 그림을 그렸는데, 이와 관련하여 메이커 D는 평소 습관화 되어 있는 자신만의 생각의 시각화 방법을 소개하기도 하였다(예 23).

(예 23) 시각적 사고

- 설계를 할 때는 이걸(블록 다이어그램) 보고 설계를 해요. 납땜을 하거나 코딩도 이걸 보고 해요. 이게 만약 P37에 연결된다고 블록 다이어그램에 찍어져 있으면 P37에 가스센서가 들어가 있구나 이렇게 알아요. 그걸 보고 코딩을 하죠. (메이커 B와의 인터뷰 내용 중)
- 보통 아이디어를 내거나 할 때 많이 쓰네요. 보니까 기본적으로 머릿속에 구상한 걸 일단 그려보고, 그 그린 것을 기반으로 이제 실제로 컴퓨터에다가 코딩을 하죠. (메이커 D와의 인터뷰 내용 중)

라. 협업 역량군

중요사건기법 분석을 통해 확인할 수 있었던 협업 역량군의 공유 역량을 행동사건면접 분석을 통해 재확인할 수 있었다. 그리고 행동사건면접 분석을 통해 주도성 역량을 새롭게 확인할 수 있었다. 이에 대한 구체적인 내용은 다음과 같다.

1) 공유 역량

대부분의 메이커들은 자신의 아이디어나 경험, 의견 등을 서로 공개하고 타인과의 협력적 관계를 형성하는 공유의 중요성을 언급하였다. 즉, 메이커들은 단순히 아이디어를 소개하는 것에서 그치는 것이 아니라, 자신의 메이킹 과정을 타인에게 공개하여 긍정적인 측면과 예상되는 어려움 등에 대해 다양한 사람으로부터 피드백을 받고, 이를 통해 자신의 아이디어를 더욱 발전시켜 나가는 것을 알 수 있었다. 예를 들면, 메이커 A는 함께 만들면서 공유할 수 있는 사람이 진정한 메이커임을 강조하였고, 메이커 G는 특허 받은 자신의 아이디어를 타인에게 공개하였고, 이 후 자신의 아이디어에 많은 사람들의 새로운 아이디어가 추가됨에 따라 좀 더 발전된 형태의 제품이 개발될 수 있었음을 언급하였다. 그리고 그는 이 과정에서 공유의 가치와 협력의 의미를 깨달을 수 있었다고 언급하였다(예 24).

(예 24) 공유

- 메이커들은 내가 만든 걸 가지고 다른 사람들과 소통할 수 있어야 한다고 생각해요. (중략) 내가 만든 작품을 가지고 다른 사람들과 소통하고, 스토리를 나누고, 이렇게 할 수 있어야 진정한 메이커라고 볼 수 있어요. (메이커 A와의 인터뷰 내용 중)
- 제 특허 받은 아이디어에 새로운 아이디어들이 계속 더해져서 더 좋은 물건이 만들어졌어요 공유하면서 같이 함께하는 것이 중요하다는 것을 이 계기로 깨달았죠. (메이커 G와의 인터뷰 내용 중)

2) 주도성 역량

메이커들은 문제 해결 과정 중 위기 상황을 주도적으로 예견하고 극복해 나갔을 뿐만 아니라, 적극적으로 타인을 지원했음을 알 수 있었다. 이와 관련하여 메이커 B는 협력의 과정 속에서 팀이 필요로 하는 인력이나 자원, 정보 등을 주도적으로 확보하기 위해 노력하였음을 알 수 있었다. 메이커 G는 문제가 발생하였을 때 자발적으로 필요한 대응조치를 취함으로써 새로운 기회를 발견하거나 일의 능률을 높이기 위해 노력했던 것으로 나타났다(예 25).

(예 25) 주도성

- 처음에 저 같은 경우에는 혼자서 잘하면 끝이라고 생각했는데, 디자인 팀한테 실질적으로 많은 도움을 받고, 또 디자인 팀에서는 실질적으로 만들 수 없거나 구동하지 않는 것들이 있었어요. 그러면 필요한 자료를 제가 먼저 찾아서 가져다주고 하면서 문제를 함께 해결하기 위해 노력했어요. 서로 도움을 주고받았고, 그러면서 같이 발전해 나가는 것 같습니다. (메이커 B와의 인터뷰 내용 중)
- 그런데 만약 모르는 것이 나오거나 어려움이 닥치면 저는 직접 해결하기 위해서 정말 노력해요. 모르는 것이면 저는 주저하지 않고 일단 꼭 직접 해봐요. (메이커 G와의 인터뷰 내용 중)

마. 메이킹 마인드 역량군

행동사건면접을 통해 메이킹 마인드와 관련된 역량들을 메이커들로부터 다시 한 번 확인해 볼 수 있었다. 즉, 메이커들의 인터뷰를 통해 다양한 영역에 대한 관심, 도전 의식, 실패 관리 역량을 재확인할 수 있었으며, 동시에 메이킹 과정의 즐거움이라는 역량을 새롭게 추출할 수 있었다. 이에 대한 구체적인 내용은 다음과 같다.

1) 다양한 영역에 대한 관심 역량

메이커들은 자신의 전문 분야에 국한되지 않고, 새로운 메이킹을 위해 인접 분야 및 새로운 영역에 대해 관심을 보이며 지속적으로 탐구하고 있음을 알 수 있었다. 이와 관련하여 메이커 D는 자신의 관심 분야 중 하나인 클래식 오케스트라에 관해 언급하면서, 새로운 메이킹 작품으로 머신 오케스트라를 만들기 위해 구상하고 있음을 밝혔다. 메이커 G는 다양한 분야의 잡지를 지속적으로 구독하면서 자신에게 부족하거나 필요한 부분에 대해 공부를 하고 있음을 언급하였다(예 26).

(예 26) 다양한 영역에 대한 관심

- 제가 클래식 오케스트라를 되게 좋아하거든요. (중략) 악기는 고대 악기를 쓰되 그 연주를 기계가 하는 것을 제가 굉장히 머릿속으로 구상을 옛날부터 많이 해왔고, 지금 디자인을 짜고 있거든요. (메이커 D와의 인터뷰 내용 중)
- 요즘에 저는 첨단 기술이 어디까지 발달되었느냐를 알기 위해서 네 가지, 다섯 가지 잡지를 지속적으로 봐요. (메이커 G와의 인터뷰 내용 중)

2) 도전 의식 역량

메이커들의 도전 의식 역량을 인터뷰를 통해 재탐색 할 수 있었는데, 예를 들어 메이커 B는 계속해서 창의적인 메이킹에 도전하고 싶다는 포부를 밝히면서, 메이킹을 통해 느끼는 도전의 즐거움에 대해 언급하였다. 메이커 D는 자신의 메이킹 작품으로 인한 긍정적인 결과가 개인으로부터 시작해 지역, 나아가 국가에 이르기까지 광범위하게 영향을 미칠 수 있다는 설렘과 뿌듯함이 계속해서 메이킹에 도전하게 되는 이유임을 언급하였다(예 27).

(예 27) 도전 의식

- 남들이 만들지 못했던 새롭고 창의적인 작품을 만들어서 다른 사람들이 내 것을 보고 즐거워하거나 내 것을 이용해서 더 좋게 만들면 좋겠다는 생각이 들어요. (메이커 B와의 인터뷰 내용 중)
- 메이킹 작품이 결국은 개인의 편안함부터 지역이나 국가까지 영향을 미칠 수 있기 때문에 계속해서 도전하게 되는데 이게 엄청 뿌듯해요. (메이커 D와의 인터뷰 내용 중)

3) 실패 관리 역량

메이커들은 실패 관리 역량을 갖추고 있음을 알 수 있었다. 즉, 메이커들은 실패는 당연한 것이며, 완벽한 실패 또한 없음을 공통으로 언급하였다. 예를 들어, 메이커 B는 가장 실패한 경험을 묻는 질문에 대해 지금까지 가장 실패한 경험은 없으며, 모든 메이킹 과정에서 실패는 당연한 것이므로 좌절하지 않는다고 언급하였다. 메이커 G는 어떤 메이커든 간에 한 번의 시행착오 없이 제품을 개발할 수 없으며, 이에 메이킹 도중 발생한 문제점을 발견하고, 수차례의 수정·보완의 과정을 거쳐 하나의 제품을 완성할 수 있다고 언급하였다(예 28).

(예 28) 실패 관리

- 뭐 다치거나 이랬던 거 말고는 특별히 실패했다고 생각하지 않아요. ‘이거 실패했구나’ 하면서 머리를 쥐어짜거나 하지 않아요. 크게 실패하지 않으려고 엄청 노력을 하긴 하지만 어찌 되었건 실패는 할 수 밖에 없어요. (메이커 B와의 인터뷰 내용 중)
- 어느 메이커든지 내가 생각하고 있는 제품을 한순간에 똑딱 만들어 낼 수는 없어요. 동작을 안 하는 문제점을 발견하면, 이를 해결하고, 제품을 만들어 보고, 또 문제 생기면 다시 해결하고, 계속 그 사이클을 수십 차례 돌려서 하나의 제품이 나오게 되겠죠. (메이커 G와의 인터뷰 내용 중)

4) 메이킹 과정의 즐거움 역량

메이커들은 어떤 물건이든 자기 스스로 직접 만들어 보는 경험을 통해 얻을 수 있는 다양한 가치를 이해하고 즐길 수 있는 역량을 강조하였다. 이는 결과물 그 자체를 의미하는 것이 아닌 주체적으로 물건을 만드는 과정에서 얻게 되는 가치를 의미하는데, 예를 들면 무언가를 스스로 만드는 데서 오는 순전한 기쁨, 다른 사람에게 쓸모 있는 것을 만드는 데서 오는 기쁨, 지속적인 배움에서 오는 기쁨, 유연하고 다루기 쉬운 표현 수단으로 작업하는 데서 오는 기쁨 등이 메이킹 과정의 즐거움이 될 수 있다. 이와 관련하여 메이커 B는 학생들이 직접 코딩을 통해 만든 장난감은 기업이나 전문가가 만든 기성 제품을 구매한 경우와는 다른 의미가 있음을 언급하면서, 자신에게 필요하고 의미 있는 물건을 직접 만들어 보게끔 하는 경험을 통해 즐거움의 가치를 내면화하고 이를 다들 사람과 공유할 수 있는 역량을 갖추는 것의 중요성을 나타냈다(예 29).

(예 29) 메이킹 과정의 즐거움

- 이게 만족도가 있는 거죠 이걸 가져가면 어차피 장난감이잖아요 그런데 이걸 자기가 코딩해서 만들어서 가져가는 거라서 완전히 다른 의미를 가지는 거예요 (중략) 학생들은 메이킹 과정 자체를 즐기고, 여기서 오는 가치를 잘 이해하는 것이 필요해요. 다른 사람에게 유익한 것을 만든다는 데서 오는 기쁨 같은 것이요. (중략) 이런 과정을 진정으로 즐기고, 즐거움을 다른 사람과 공유할 줄 아는 사람이 진정한 메이커라고 생각해요. (메이커 B와의 인터뷰 내용 중)

바. 인간 중심 역량군

메이커와의 인터뷰를 통해 인간 존중과 관련된 인간 중심 역량군을 다시 한 번 확인할 수 있었다. 이에 대한 구체적인 내용은 다음과 같다.

1) 인류애 역량

메이커들은 사회적 약자에 대한 배려나 생명 존중, 환경 문제의 해결과 같은 인류애를 가지고 있음을 재확인할 수 있었다. 예를 들면, 메이커 A는 파킨슨병으로 인해 글을 제대로 쓸 수 없었던 학생에게 손 떨림의 진동을 상쇄시켜 줄 수 있는 펜을 개발하여 제공해 준 해외의 메이킹 사례를 언급하면서, 사회적 약자를 위한 기술의 사용이 메이킹의 본질임을 언급하였다. 메이커 B는 국내 해외 이주 노동자들이 작업장에서 의사소통의 어려움으로 인해 목숨을 잃게 된 신문기사를 접한 후 이 문제를 해결할 수 있는 작품을 만들었음을 언급하면서, 메이킹의 가치는 인류애에 있음을 강조하였다(예 30).

(예 30) 인류애

- 한 친구가 29살인데 파킨슨병을 알아서 손을 떨어서 글씨를 쓸 수 없어요. 이 친구를 컴퓨터 사이언티스트들이 도와줘요. (중략) 이 아이디어로 메이킹을 시작해요. (중략) 사회적 약자를 위한 메이킹이 진짜 메이킹의 가치라고 생각해요. (메이커 A와의 인터뷰 내용 중)
- 이걸 왜 만들게 되었냐면, 영등포에서 외국인 노동자들이 작업하다가 세 명이 죽었어요. 메탄가스 때문에. 그 사건을 보고 가슴이 아파서 생각해서 만든 건데요. (중략) 내가 이걸 만들어 놓으면, 최소한 세 명중에 한 사람은 구하지 않았을까. (메이커 B와의 인터뷰 내용 중)

2) 사용자 지향 역량

인터뷰에 응한 메이커들은 중요사건기법을 통해 확인한 것과 마찬가지로, 제품 사용자의 입장을 충분히 고려하여 메이킹을 하고 있는 것으로 나타났다. 이와 관련하여 메이커 A는 지금까지 사용자의 상황과 입장을 고려한 메이킹을 하기 위해 노력해 왔음을 언급하였다. 메이커 D는 병원에서 환자들의 보행 속도를 측정하기 위한 제품을 만들 때, 병원의 환경과 환자들의 요구, 그리고 의사들의 의견 등을 반영하여 제품을 만들기 위해 노력했음을 언급하였다(예 31).

(예 31) 사용자 지향

- 지금 하고 있는 일도 항상 그런 마음으로 했었어요 ‘가서 뭘 팔아야 할까?’ 이런 마음이 아니라, ‘어떻게 하면 이 사람들을 도와줄까?’ 이런 마음으로 일을 했어요. (메이커 A와의 인터뷰 내용 중)
- 초음파 센서를 쓰는데 병원마다 환경이 다 다르잖아요. 다양한 환경에서 다양한 사용자의 욕구를 어떻게 채울 수 있을지에 대한 고민을 시작했죠. (중략) 간호사들이 불만이 많았고, 그런 불만 하나하나를 듣고 해결을 해서 제품을 만들었어요. (메이커 D와의 인터뷰 내용 중)

3. 추출 역량 조정

문헌 연구에 기반한 중요사건기법 분석과 사례 연구에 기반한 행동사건면접 분석을 통해 추출된 각각의 역량들을 서로 비교 및 조정하였다. 즉, 두 분석 방법을 통해 공통으로 추출된 역량은 최종 역량 모델에 반영하였고, 새롭게 추출된 역량은 연구진들 간의 논의를 통해 역량 모델에 추가하였다. 또한 메이킹의 특징을 반영하여 역량명을 변경하기도 하였다. 역량의 조정 과정을 나타낸 내용은 Table 7과 같다.

중요사건기법과 행동사건면접 분석을 통해 공통으로 추출된 통합적 사고 역량군의 분석적 사고, 시각적 사고 역량, 협업 역량군의 공유 역량, 메이킹 마인드 역량군의 다양한 영역에 대한 관심, 도전의식, 실패관리 역량, 그리고 인간중심 역량군의 인류애, 사용자 지향 역량은 모두 메이커의 핵심 역량으로 반영하였다.

한편, 통합적 사고 역량군에서 직관적 사고 역량은 중요사건기법 분석을 통해서만 추출된 역량인데, 이 연구에서는 직관적 사고 역량을 메이커의 핵심 역량으로 반영하였다. 직관적 사고는 감각에 의존하는 사고로서, 일부 정보로부터 전체적인 사항을 판단하는 데 도움을 줄 수 있다. 따라서 분석적 사고와 직관적 사고 간의 균형을 통한 문제 해결이 중요한데, 실제로 메이커들은 문제를 인식하고 다양한 대안을 찾기 위하여 논리적 연관성을 뛰어넘는 직관적 사고와 선택된 대안을 현실에 맞게 다듬는 분석적 사고를 통합적으로 사용함으로써 메이킹을 하는 것으로 보고되고 있다. 경험적 사고는 행동사건면접 분석을 통해서만 추출된 역량인데, 이 연구에서는 연구진들 간의 논의를 통해 경험적 사고를 메이커의 핵심 역량으로 반영하였다. 경험적 사고란 일상적으로 익숙해져 있는 일에 대해 자동적으로 정보를 처리하는 사고로서, 사고 과정의 깊이와 넓이에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다. 또한 행동사건면접에 응한 대부분의 메이커들이 경험적 사고 자체를 메이킹 과정의 중요한 측면으로 언급하였기 때문에, 이 역량을 통합적 사고 역량군에 반영하였다. 협업 역량군의 의사소통과 갈등관리 역량은 중요사건기법 분석 결과에서만 확인할 수 있었던 역량이다. 협업의 과정에서는 원활한 의사소통을 전제로 한다.

Table 7. Adjusting the extraction competencies and defining the final selected competencies

추출된 역량		중요사건 기법 분석	행동사건면 접 분석	조정 결과	최종 선정된 역량의 정의
역량군	핵심 역량				
통합적 사고	분석적 사고	○	○	반영	주어진 문제를 보다 단순한 부분들로 구분하고, 이를 통해 문제에 내재된 부분들 사이의 관계를 확인함으로써 해답을 찾는 사고 역량
	직관적 사고	○	-	반영	사고의 대상이 명확하지는 않지만 사물의 전체를 감각적으로 인지하고, 이론을 전개할 수 있는 기초를 마련해 주는 사고 역량
	시각적 사고	○	○	반영	시각적 표현 도구를 사용하여 자신의 생각을 구체적으로 표현해 내는 역량
	경험적 사고	-	○	반영	자신의 전문 분야와 인접 분야에 대한 경험을 바탕으로, 문제를 해결하는 역량
협업	공유	○	○	반영	자신의 아이디어나 경험, 재능 등을 공개하고, 공유하는 역량
	의사소통	○	-	반영	자신의 의견을 표현하고, 타인의 의견을 경청하는 역량
	갈등관리	○	-	반영	타인의 적대적인 반응이나 반대 상황에서 좌절하지 않고, 협상이나 조정 등을 통해 위기 상황을 극복해 내는 역량
메이킹 마인드	주도성	-	○	반영	문제 해결 과정에서 주도적으로 위기 상황을 예견하고 극복해 나가는 역량
	다양한 영역에 대한 관심	○	○	반영	호기심을 바탕으로 다양한 영역에 관심을 보이는 역량
	도전의식	○	○	반영	문제의식을 가지고 실제로 변화를 일으켜보거나, 불가능하다고 여겨졌던 과제에 도전하는 역량
	실패관리	○	○	반영	실패 상황에서 좌절하지 않고, 문제점을 해결하기 위해 끊임없이 노력하는 역량
인간 중심	메이킹 과정의 즐거움	-	○	반영	메이킹 과정 자체의 즐거움을 이해하고, 이를 타인과 공유할 수 있는 역량
	인류애	○	○	반영	메이킹을 사회적 맥락과 연계지어 좋은 세상을 위한 방안에 관해 숙고하고, 이를 적극적으로 실천하고자 하는 역량
문제 발견	사용자 지향	○	○	반영	사람들의 요구를 이해하고, 공감하는 과정을 통해 아이디어를 통찰해내는 역량
	관찰	-	○	반영	주변 환경 및 상황을 민감하게 관찰하고 분석하는 역량
메이킹 수행	일상 속 불편함의 인식	-	○	반영	일상생활의 불편함을 외면하지 않고, 이를 해결해야 할 문제로 인식하는 역량
	하드웨어에 대한 이해	-	○	제작도구에 대한 이해로 명칭 변경	작품 제작에 필요한 제작 도구를 효과적으로 선정하고, 이를 다룰 수 있는 역량
	전기에 대한 이해	-	○	반영	작품 제작에 필요한 전기 회로의 이해 역량
	프로그래밍에 대한 이해	-	○	반영	작품 제작에 필요한 프로그래밍의 이해 역량
	계획 수립	-	○	반영	최종 목표에 도달하기 위한 사전 계획을 수립할 수 있는 역량
	손 지식	-	○	반영	작품 제작 시 감각과 근육을 통해 익힌 체험적 지식 역량
	정보 탐색	-	○	반영	작품 제작에 필요한 정보를 효과적으로 탐색, 수집, 활용할 수 있는 역량
직접적인 실행	-	○	반영	무엇인가를 직접적으로 실행해 낼 수 있는 실천 역량	

즉, 다른 사람의 말을 경청하거나 이견을 조율하는 의사소통 역량은 여러 분야에서 공통적이며, 필수적으로 요구되는 역량이다. 또한 창의적인 협업이 이루어지는 과정에서 갈등은 필수적이다. 아이디어 선정이나 중요 이슈에 대한 토론은 의견 차이로부터 발생하기 때문이다. 그러나 이와 같은 갈등도 잘못 관리되면 창의적 협업을 오히려 망칠 수 있으므로, 생산적 갈등을 유지할 수 있기 위해서는 갈등관리 역량이 요구된다. 따라서 이 연구에서는 협업 역량군에 의사소통과 갈등관리 역량을 반영하였다. 주도성은 행동사건면접 분석을 통해서만 추출된 역량인데, 일반적으로 주도성은 협력적 만들기라는 구체적인 상황과 맥락 속에서 주로 발견되는 역량이다. 즉, 주도성은 팀원들의 일의 능률을 높이기 위하여 전반적인 프로세스를 관리하고, 위기 상황에서는 의사결정을 통해 새로운 기회를 발견하거나 창출할 수 있는 역량이므로, 연구진들 간의 논의를 통해 주도성을 협업 역량군에 반영 하였다. 메이킹 마인드 역량군의 메이킹 과정의 즐거움 역량

은 행동사건면접 분석을 통해서만 추출된 역량인데, 이 역량은 메이킹 자체를 즐기는 과정 내에서 다양한 배움의 즐거움과 가치 이해를 강조한다. 여전히 과정 보다 결과 자체를 중시하고 있는 현 교육 현장에서 메이킹 과정의 즐거움 역량은 메이커 교육의 본질을 좀 더 의미 있게 강조하는 데 도움이 될 것으로 판단된다. 이에 메이킹 과정의 즐거움 역량을 메이킹 마인드 역량군에 반영하였다.

문제 발견 역량군은 행동사건면접 분석을 통해서만 확인된 역량군이다. 문제 발견은 새로운 질문을 던지고, 새로운 가능성을 제기하고, 새로운 관점에서 과거 문제를 고려하는 것으로서, 메이킹을 통한 문제 해결은 결국 문제의 발견으로부터 시작된다. 따라서 이 연구에서는 문제 발견 역량군과 이를 구성하는 하위 역량들을 모두 반영하여 메이커 역량 모델을 구성하였다. 메이킹 수행 역량군도 문제 발견 역량군과 마찬가지로 행동사건면접 분석을 통해서만 확인된 역량군이다. 메이킹 수행 역량군은 창의적이고 효과적인 메이킹을 위해 요

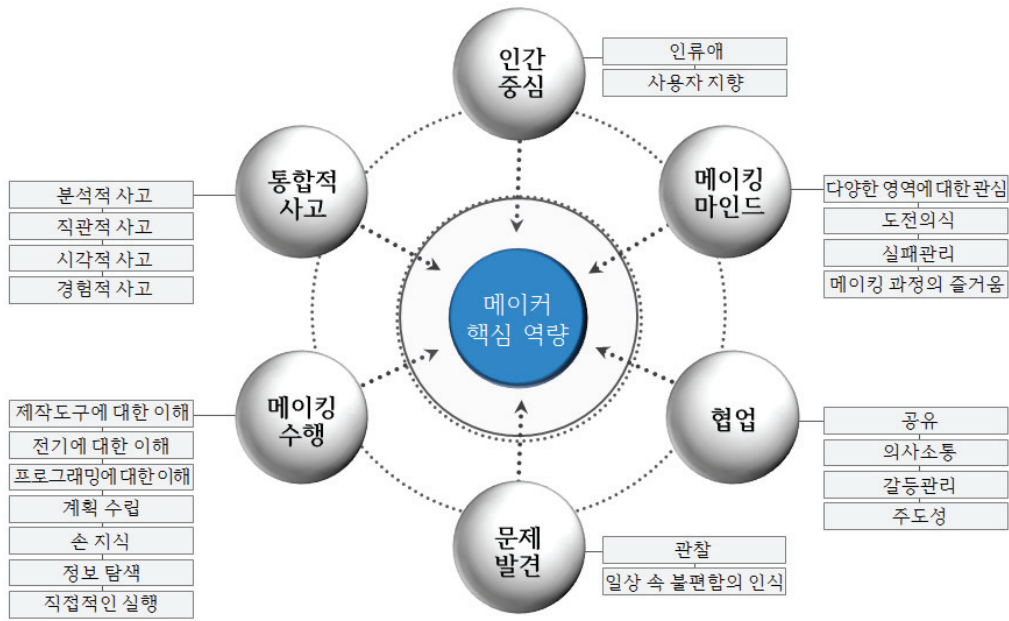


Figure 1. Maker competence model

구되는 실제적인 지식과 기술 측면에서의 역량들을 포함하고 있기 때문에, 연구진들 간의 논의를 통해 메이킹 수행 역량군과 관련 역량들을 메이커 역량 모델에 최종적으로 반영하였다. 이 때, 하드웨어에 대한 이해 역량을 제작 도구에 대한 이해 역량으로 그 명칭을 변경하였다. 행동사건면접에서 메이커 전문가들이 언급한 하드웨어에 대한 이해는 메이킹 시 필요한 제작 도구에 대한 이해로 판단되었기 때문이다. 즉, 하드웨어란 용어는 컴퓨터의 중앙 처리 장치, 기억 장치, 입출력 장치, 주변 장치와 같은 컴퓨터의 기계 장치 그 자체를 가리키는 용어이다. 따라서 컴퓨터를 포함하여 3D 프린터, 밀링 머신, 로봇틱스 등과 같은 다양한 제작 도구를 활용하는 메이킹에서는 하드웨어에 대한 이해라는 용어가 가지고 있는 의미가 제한적이라는 판단 때문에, 연구진들 간의 논의를 통해 명칭을 변경하였다. 이와 같은 조정 과정을 통해 메이킹을 구성하는 요인을 최종적으로 탐색한 결과는 Figure 1과 같다.

IV. 결론 및 제언

최근 학생들이 스스로 상상하고 생각한 것을 디지털 기기와 다양한 도구를 사용하여 직접 제작해 보고, 그 과정에서 획득한 지식과 경험을 다른 사람과 공유하도록 이끄는 메이커 교육이 새로운 교육 방법으로서 주목을 받고 있다. 즉, 해외 주요 선진 국가들에서는 공교육 기관을 통해 초·중·고등학교 학생들의 메이커 교육 방안을 구체적으로 모색하고 있고, 이에 우리나라에서도 메이커 교육을 통해 초·중·고등학교 학생들을 창의적인 메이커로 성장시키기 위한 노력이 시작되고 있다. 즉, 단위 학교의 메이커 교육 활성화를 위해 디지털 기자재를 공급하고, 메이커 스페이스와 같은 공간 마련 등이 이루어지고 있다. 또한 메이커 교육과 관련된 연구들도 이루어지고 있는데, 메이커 소재 및 재료에 대한 연구, 메이커 스페이스와 같은 공간을 중심으로 한 연구, 메이커 교육 프로그램의 개발에 대한 연구 등을 들 수 있다. 그런데 메이커 교육을 국내 초·중등 과학 교육에 좀 더 효과적

으로 도입하고, 메이킹의 본질에 입각한 메이커 교육이 이루어지기 위해서는 메이킹의 개념적 속성에 대한 탐색이 우선적으로 이루어질 필요가 있는데, 현재 이와 관련된 연구는 거의 없거나 미비한 실정이다. 따라서 이 연구에서는 메이킹 활동이 지니고 있는 본질 및 속성을 탐색하기 위하여 중요사건기법 분석과 행동사건면접 분석을 통해 메이커들이 지니고 있는 핵심 역량을 추출하였고, 이를 바탕으로 메이커 역량 모델을 개발하였다.

연구 결과, 6개의 역량군과 23개의 하위 역량을 추출할 수 있었다. 즉, ‘분석적 사고’, ‘직관적 사고’, ‘시각적 사고’, ‘경험적 사고’의 4개 역량으로 구성된 통합적 사고 역량군, ‘공유’, ‘의사소통’, ‘갈등관리’, ‘주도성’의 4개 역량으로 구성된 협업 역량군, ‘다양한 영역에 대한 관심’, ‘도전의식’, ‘실패 관리’, ‘메이킹 과정의 즐거움’의 4개 역량으로 구성된 메이킹 마인드 역량군, ‘인류애’, ‘사용자 지향’의 2개 역량으로 구성된 인간중심 역량군, ‘관찰’, ‘일상 속 불편함의 인식’의 2개 역량으로 구성된 문제 발견 역량군, ‘제작 도구에 대한 이해’, ‘전기에 대한 이해’, ‘프로그래밍에 대한 이해’, ‘계획수립’, ‘손 지식’, ‘정보 탐색’, ‘직접적인 실행’의 7개 역량으로 구성된 메이킹 수행 역량군을 확인할 수 있었다. 이와 같은 메이커 역량 탐색을 통해 알 수 있었던 메이커 교육의 방향에 대한 시사점은 다음과 같다.

첫째, 메이커 교육에서는 문제의 상황을 인식할 뿐만 아니라, 숨겨진 문제를 발견하고 이를 명확하게 정의할 수 있는 교육이 이루어질 필요가 있다. 연구 결과, 메이커들은 주변 사물에 대한 예리한 관찰이나 문제에 대한 민감성 등을 통해 문제를 발견하고, 이를 해결하기 위해 메이킹을 수행했던 것으로 나타났다. 즉, 메이커 활동은 문제의 발견으로부터 시작됨을 알 수 있었는데, 문제 발견은 앞으로의 사회에서 더욱 강조될 역량으로 보고되고 있다(Anderson, 2012; Dougherty, 2012). 미래 사회에서의 인간은 기계를 활용해 새로운 질문을 던지고, 새로운 가능성을 제기하고, 새로운 관점에서 과거 문제를 통찰해 낼 필요가 있기 때문이다. 그런데 현재 과학과 교육과정에서 문제 해결과 관련된 대부분의 모델들은 문제의 발견 보다 문제 해결에 주로

초점이 맞춰져 있다. 따라서 메이커 교육에서는 새롭고 가치 있는 문제를 찾아내는 것에서부터 메이킹이 시작될 수 있도록 관련 내용을 지도할 필요가 있다.

둘째, 메이커 교육에서는 학생들이 인류어나 사용자 지향적 관점에서 문제를 발견하고, 동시에 문제 해결의 방향을 통찰해 낼 수 있도록 지도할 필요가 있다. 연구 결과, 메이킹은 본질적으로 인간중심적인 사고에 기반을 두고 있었다. 즉, 메이커들은 인류가 좀 더 건강하고 행복하게 사는데 도움이 될 수 있는 개발에 관해 고민하는 것으로 나타났다(Anderson, 2012; Dougherty, 2012). 인공지능을 비롯하여 로봇, 빅데이터 등과 같은 기계 문명의 최첨단 시대가 될 것으로 예측되는 미래 사회에서 인간과 생명의 가치 존중은 어느 때보다도 더 근원적이며 윤리적 원칙이 될 필요가 있기 때문이다. 따라서 메이커 교육에서 인간중심적인 사고를 학생들의 제품 개발의 철학으로 고려해 볼 필요가 있다. 즉, 많은 사람들에게 행복을 주고, 메이커로서 자신이 하고 있는 일이 사회나 인류, 환경 등에 어떠한 영향을 미칠지 고민할 수 있도록 하는 교육이 메이커 교육 과정 안에서 이루어질 필요가 있다.

셋째, 메이커 교육에서는 공유 중심의 협업을 강조할 필요가 있다. 연구 결과, 메이커들은 함께 만드는 활동에 활발히 참여하고 있었으며, 특히 자신들이 만든 결과물이나 지식, 경험 등을 다른 사람들과 적극 공유하는 것으로 나타났다. 즉, 메이커들은 자신이 추구하는 가치를 구현하는 과정에서 필요한 지식, 기술, 경험 등을 노하우(know-how) 공유의 형태로 상호 나누면서 창의적 아이디어를 발전시켜 나갔고, 이에 메이커들에게 최고의 선생님은 같은 관심을 공유하는 동료 메이커들이나 멘토-멘티와 같은 긍정적인 관계를 형성할 수 있도록 지도할 필요가 있다.

넷째, 메이커 교육에서는 학생들이 실패의 경험을 더 큰 배움으로 확장해 나갈 수 있도록 지도할 필요가 있다. 연구 결과, 메이커들은 불가능하다고 여겨지는 상황을 도전적인 자세와 창의적인 아이디어로 극복해 나가고 있었다. 즉, 메이커들은 메이킹 과정에서의 실패를 당연한 것으로 인식하고 있었다. 그런데 일반적으로 실패가 갖고 있는 근원적이며 부정적인 이미지들로 인해 많은 학생들이 실패를 두려워하고 있고, 이는 결국 창의성이 완전히 가로막히거나 창의성을 발휘하는 잠재력이 마비되는 결과를 얻게 된다. 따라서 학생들이 실패에 대한 두려움으로부터 벗어나야 창의성을 발휘하고 메이킹을 끝까지 수행해 나갈 수 있는 자신감이 생길 수 있을 것으로 생각된다. 이에 메이커 교육에서는 학생들이 실패의 가치에 대해 배울 수 있는 기회를 제공하고, 동시에 실패의 두려움을 이겨낼 수 있는 전략 마련도 고려해 볼 필요가 있다.

다섯째, 메이커 교육에서는 학생들의 창의적인 아이디어가 즐거움

에 기반하여 구체적인 실천(making)으로 이어질 수 있도록 지도할 필요가 있다. 연구 결과, 메이커들은 기발한 아이디어를 떠올리는 데에 만족하지 않는 것으로 나타났다. 즉, 메이커들은 상상할 수 있는 것들을 구현해 내는 과정 자체를 즐기는 사람들로서, 교육, 놀이, 일 등을 하나의 가치 추구 활동 안에 응집하여 자아실현을 이루고 있는 것으로 나타났다(Halverson & Sheridan, 2014; Martinez & Stager, 2013). 따라서 메이커 교육에서는 학생들이 주도적으로 자신들의 아이디어를 구체적인 실천으로 이어질 수 있도록 관련 지도가 이루어질 필요가 있으며, 이 때 메이킹을 수행하는 과정에서의 즐거움과 가치를 배울 수 있도록 할 필요가 있다. 또한 더 나아가 메이커 활동이 일상생활에서의 즐거운 가치추구 활동이 될 수 있도록 하는 방안도 고려해 볼 필요가 있다.

여섯째, 메이커 교육에서는 추상적인 아이디어나 개념을 시각화하여 표현하고, 이를 적극 활용하는 방법에 대한 교육이 이루어질 필요가 있다. 연구 결과, 메이커들은 자신의 아이디어나 생각을 자신만의 방법으로 시각화하고, 이를 타인과 소통하거나 메이킹을 하는 과정에 적극 활용하는 것으로 나타났다. 실제로, 시각화된 자료는 타인과 의견을 교환하는 데 효과적인 것으로 보고되고 있다. 따라서 메이커 교육에서는 학생들이 간단한 스케치 등을 통해 자신의 아이디어를 시각적으로 표현하고, 이를 메이킹의 전반적인 과정에서 활용할 수 있도록 지도하는 방안을 고려해 볼 필요가 있다.

마지막으로, 메이커 교육에서는 문제 해결과 관련된 제작 도구나 코딩 등과 같은 프로그래밍에 대한 교육이 이루어질 필요가 있다. 그런데 이 때 제작 도구나 코딩 자체가 메이커 교육의 본질이 되어서는 안 될 것이다. 현재 교육 현장에서 이루어지고 있는 기능 획득 중심의 코딩 교육은 학생들에게 흥미도 주지 못할 뿐만 아니라, 이들의 삶에도 유용하지 않기 때문이다. 따라서 메이커 교육에서 제작 도구나 코딩과 관련된 교육은 과학적, 체계적, 창의적으로 사고하는 능력과 함께 필요하다면 코딩과 같은 소프트웨어를 통해 과제나 문제를 해결할 수 있다는 새로운 관점을 제공해 줄 수 있는 방향으로 관련 교육이 이루어질 필요가 있다.

이와 같이 본 연구를 통해 규명된 메이커 역량 모델과 메이커 교육 방안은 추후 메이커 교육 프로그램의 개발이나 관련 전략 및 평가 방안 등을 마련할 때 효과적으로 사용될 수 있을 것이다. 또한 메이커 교육의 본질에 대한 현장 교사들의 이해를 돕는 데에도 활용될 수 있다. 한편, 이 연구에서 개발된 메이커 역량 모델을 일반화하고, 교육 현장에서의 활용 가능성을 좀 더 높이기 위해서는 추출된 역량들의 타당성을 재검증하기 위한 후속 연구가 진행될 필요가 있다. 예를 들어, 많은 수의 메이커들을 대상으로 한 인터뷰나 직접 관찰을 통한 질적 연구, 또는 요인분석과 같은 통계 분석 연구 등을 통해 이 연구에서 규명된 메이커의 역량 모델을 수정 및 보완할 필요가 있다.

국문 요약

이 연구에서는 메이커 교육의 본질 및 속성을 탐색하기 위하여 중요사건기법 분석과 행동사건면접 분석을 통해 메이커들이 지니고 있는 핵심 역량을 추출하였고, 이를 바탕으로 메이커 역량 모델을 개발하였다. 연구 결과, 6개의 역량군과 23개의 하위 역량을 추출할 수 있었다. 즉, ‘분석적 사고’, ‘직관적 사고’, ‘시각적 사고’, ‘경험적

사고'의 4개 역량으로 구성된 통합적 사고 역량군, '공유', '의사소통', '갈등관리', '주도성'의 4개 역량으로 구성된 협업 역량군을 확인할 수 있었다. 또한 '다양한 영역에 대한 관심', '도전 의식', '실패 관리', '메이킹 과정의 즐거움'의 4개 역량으로 구성된 메이킹 마인드 역량군, '인류애', '사용자 지향'의 2개 역량으로 구성된 인간중심 역량군, '관찰', '일상 속 불편함의 인식'의 2개 역량으로 구성된 문제 발견 역량군을 확인할 수 있었다. 마지막으로, '제작 도구에 대한 이해', '전기에 대한 이해', '프로그래밍에 대한 이해', '계획수립', '손 지식', '정보 탐색', '직접적인 실행'의 7개 역량으로 구성된 메이킹 수행 역량군을 확인할 수 있었다. 이에 대한 교육적 시사점에 대해 논의하였다.

주제어 : 메이커 교육, 메이커 역량 모델, 메이커 교육 방안

References

- Anderson, C. (2012). *Makers: The new industrial revolution*[Yoon, T. K. (translator)]. Seoul: RH Korea Press.
- Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and making in education: The democratization of invention. *FabLabs: Of machines, makers and inventors*.
- Bullock, M. S., & Sator, A. J. (2015). Maker pedagogy and science teacher education. *Journal of the Canadian Association for Curriculum Studies*, 13(1), 61-87.
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches*(2nd ed.) Thousand Oaks, CA: Sage.
- De León, A. T. (2014). Project-based learning and use of the CDIO syllabus for geology course assessment. *Global Journal of Engineering Education*, 16(3), 116-122.
- Dixon, C., & Martin, L. (2014). Make to relate: Narratives of, and as, community practice. In Polman, J. L., Kyza, E. A., O'Neill, D. K., Tabak, I., Penuel, W. R., Jurow, A. S., O'Connor, K., Lee, T. & D'Amico, L. (Eds.), *Proceedings of the international conference of the learning sciences (ICLS) 2014* (pp. 1591-1592). University of Colorado, Boulder.
- Dougherty, D. (2012). The maker movement. *Innovations*, 7(3), 11-14.
- Dubois, D. D. (1993). *Competency-based performance improvement: A strategy for organizational change*. Amherst MA: HRD Press.
- Ha, S. H. (2016). Promotion of maker space for manufacturing collaboration innovation: Focused on China case. Korea Institute of Science & Technology Evaluation and Planning. Issue Report.
- Halverson, E. R., & Sheridan, K. M. (2014). The maker movement in education. *Harvard Educational Review*, 84(4), 496-565.
- Ju, I. J., Kim, D. K., Jung, J. T., Kim, H. H., Choi, S. A. (2010). The analysis on the actual condition of development of competency model and application in corporation. *The Journal of Vocational Education Research*, 29(3), 309-334.
- Kafai, Y., Fields, D., & Searle, K. (2014). Electronic textiles as disruptive designs: Supporting and challenging maker activities in schools. *Harvard Educational Review*, 84(4), 532-556.
- Kang, I., & Choi, S. K. (2017). Maker mindsets experienced through the maker activity in library: Focusing on social relationships among makers. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 17(19), 407-430.
- Kang, I., & Kim, M. (2017). Exploring educational effects of maker activity in an elementary school class. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 17(14), 487-515.
- 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. A., & Yoon, J. (2012). A study on science-gifted students' competency and development of competency dictionary. *Journal of Gifted/Talented Education*, 22(2), 353-370.
- Kim, D. H., Ko, D. G., & Han, M. J. (2014). The effects of science lessons applying STEAM education program on the creativity and interest levels of elementary students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(1), 43-54.
- 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. *The Korean Journal of Local Government Studies*, 11(4), 35-60.
- Ko, E. S., Lee, K. H., & Song, S. H. (2008). The role of images between visual thinking and analytic thinking. *School Mathematics*, 10(1), 63-78.
- Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity (2015). *Monthly Scientific Creative*. April 2015 Issue.
- Lee, D. H., Yoon, J., & 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, J., & Jang, J. (2017). Development of maker education program based on software coding for the science gifted. *Journal of Gifted/Talented Education*, 27(3), 331-348.
- Lee, M. Y. (2013). Visual thinking as a cultural cognition: A study on the essence, role and important characteristics of visual thinking. *Korean Journal of Culture and Arts Education Studies*, 8(1), 19-38.
- Lee, S. M. (2017). The fourth industrial revolution era, domestic and foreign maker space trend. National IT Industry Promotion Agency. Issue Report.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Liu, G., Zhang, Y., & Fan, H. (2013). Design and development of a collaborative learning platform supporting flipped classroom. *Journal of World Transactions on Engineering and Technology Education*, 11(2), 82-87.
- Lucia, A. D., & Lepsinger, R. (1999). *The art and science of competency models: Pinpointing critical success factors in organizations*. New York: Pfeiffer.
- Martin, R. L. (2009). *Design Thinking*[Lee, G. S. (translator)]. Seoul: Woongjin.
- Martinez, S. M., & Stager, G. S. (2013). *Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom*[Song, K. B., & Kim, S. G. (translator)]. Seoul: Hongreung Science Publishing Co.
- Ministry of Education (2016). *Creative science education to enjoy and communicate*(June 26, 2016, Morning Press Release).
- Moon, H. D., Yang, H. J., Ryu, S. H., Park, C. S., Lee, J. W., Lee, E. O., Kim, D. C., & Kim, J. S. (2018). ICT technology innovation paradigm analysis and ICT R & D mid to long term policy recommendations. Institute for Information & Communications Technology Promotion. Policy Report.
- Park, J. J., Yoon, J., & Kang, S. J. (2014). The development on core competency model of scientist and its verification for competency-based science gifted education. *Journal of Gifted/Talented Education*, 24(4), 509-541.
- Rothwell, W. J., & Lindholm, J. E. (1999). Competency identification, modeling, and assessment in the USA. *International Journal of Training and Development*, 3(2), 90-105.
- Seidman, I. (1998). *Interviewing as qualitative research*. New York: Teachers College Press.
- Spencer, L. M., & Spencer, S. (1993). *Competence at work: Model for superior performance*[Min, B. M., Park, D. G., Park, Y. G., Jung, J. C. (translator)]. Seoul: PSI Consulting Press.
- Thomas, A. (2014). *Making makers: Kids, tools, and the future of innovation*. CA: Maker Media, Inc..
- Weisberg, R. W. (2006). *Creativity: Understanding innovation in problem solving, science, invention, and the arts*[Kim, M. S. (translator)]. Seoul: Sigma Press.
- Yoon, S., Jang, J., & Kim, S. (2017). A formative study of an instructional design model for maker education to cultivate entrepreneurship of adolescents. *Journal of Educational Technology*, 33(4), 839-867.

저자 정보

윤지현(단국대학교 교수)

김경(한국교원대학교 학생)

강성주(한국교원대학교 교수)