



무한상상실 이용자의 경험분석과 과학교육을 위한 제언

변문경, 조문흠*
성균관대학교

Analysis of Makerspace Users' Experiences and Suggestions for Science Education

Moon-Kyoung Byun, Moon-Heum Cho*
Sungkyunkwan University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 25 January 2016

Received in revised form

27 February 2016

18 April 2016

25 April 2016

Accepted 26 April 2016

Keywords:

Makerspace, Invention education,
Science education, Imagination,
Creativity

ABSTRACT

Makerspace was constructed to assist the public in creating new business, industry and market opportunities by combining their creative ideas with technology. So far, in Korea, a total of 58 makerspaces have been constructed and are running currently. Makerspaces are equipped with a variety of high-tech devices such as 3D printing technology and a laser cutter as means for transforming ideas into their prototypes. In this study, we examined users' experiences in makerspaces using online questionnaires and face-to-face interviews. We then presented motivations for using makerspace, interest in using it, concerns about using technologies, and other issues related to using makerspaces. Based on the results, we proposed three suggestions to improve users' experiences in makerspaces. These suggestions include: (1) supporting teaching and learning practices in makerspaces, (2) providing professional development opportunities for instructors in makerspaces, and (3) promoting innovative services that accommodate diverse users' needs.

1. 서론

1. 연구 동기

미래에는 자신이 가지고 있는 경험적 지식을 기반으로 발견한 새로운 문제를 창의적 관점에서 정의하여 구체화하는 합리적인 문제해결력을 갖춘 창의적 인재가 필요하다(Choi & Choe, 2001; Kim, 2013; Pink, 2006; Runco, 1994). 미래학자들은 2030년까지 20억 개의 일자리가 소멸하고, 현존하는 직업의 80%가 사라지며, 평생직장이라는 개념이 2025년 이후에는 완전히 사라진다고 전망한다(Choi & Kim, 2014; Park & Jerome, Glenn, 2014). 이렇게 급변하는 미래에 대비하기 위하여 국민의 창의성과, 상상력을 발휘할 수 있는 문화형성 및 국가 과학기술에 대한 혁신역량 강화가 필요하다는 인식이 확산되고 있다(Boyd, 2007). 이에 대한 해결방법의 하나로 미국과 유럽을 비롯한 실천적 경험을 강조하는 국가들은 과학교육을 통한 발명교육을 함께 운영하고 있다(Son, 2014). 이는 곧 상상력·창의력 기반의 아이디어 창출의 기회가, 발명가 정신(Inventorship)과 기업가 정신(Entrepreneurship)을 통해 구체화 될 수 있는 혁신적 과학교육을 의미한다고 볼 수 있다(Hwang, 2014; Kim, Byun, & Ha, 2014). 국내에서는 미래창조과학부의 주도로 과학교육에서의 창의적 인재 양성을 위한 교육 시스템적 지원을 강화하고, 해외에서는 창의인재 양성을 위한 혁신적인 통합형 과학교육 정책의 필요성을 느끼고 이를 교육 현장에서 실천하고 있다(Amabile, 1996; Gardner, 2011; Kim *et al.*, 2012; Lee, Yang & Sun, 2012; Sim, Lee & Kim, 2015; Sternberg, 1999; Runco, 2014). 특히 2018년부터 문·이과 통합형 교육과정은

학생들이 인문·사회·과학기술에 대한 기초 소양을 함양하여 인문학적 상상력과 과학기술 창조력을 갖춘 창의 융합형 인재로 성장할 수 있도록 우리 교육을 근본적으로 개혁하려는 목적에서 시행된다(Ministry of education, 2014).

따라서 향후 통합형 교육과정 하에서의 과학교육은 단순히 기존의 과학자가 발견하거나 만들어 놓은 이론을 수업을 통해 배우는 것을 넘어서, 우리가 당면하고 있는 다층적이고 복잡한 문제들에 대한 해결책을 찾을 수 있는 창의적 인재를 길러낼 수 있어야 한다(Byun & Cho, 2016; Choi *et al.*, 2008, 2012; Pink, 2006). 새로운 문제 발견과 문제를 정의하는 능력을 갖춘 인재는 사회의 급속한 변화를 이끌어 낼 수 있고, 발생된 문제를 해결할 수 있으며, 또한 발생할 수 있는 문제에 창의적으로 대처할 수 있기 때문이다. 창의적인 과학 인재 양성을 위해서는 학생들에게 창의력 및 상상력을 극대화할 수 있는 유의미한 경험들을 제공하는 것이 필요하고(Lee, 2008; Lee & Oh, 2012), 이러한 맥락에서 융합, 통합적인 과학교육의 한 방법으로 무한상상실을 적극적으로 활용할 수 있는 방안이 마련되어야 한다.

실제 과학 창의 인재 양성을 위해 무한상상실 등을 활용한 테크놀로지의 활용기회를 늘리는 것은 2013년 미래창조과학부에서 무한상상실의 기본 개념을 구상했던 발단이 되었다. 이후 미래 창조 과학부에서는 스토리텔링 클럽, 상상과학교실, 아이디어 클럽의 운영을 통해 상상 및 과학 창의활동을 지원하고 있으며, 우수 과학 아이디어의 시상, 아이디어 오디션 등을 통해서 창의적 아이디어를 관리하고 발굴하는 역할을 하고 있다. 그리고 미래창조과학부에서는 R&D를 통한 기술개발, 특허 출원, 사업화, 창업, 일자리 창출로 아이디어를 활용할 계획을 세웠다(Noh, 2014). 또한, 2014년 4월부터 전국적으로

* 교신저자 : 조문흠 (mhcho@skku.edu)
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2016.36.2.0337>

국민들이 스스로 과학 창의적 아이디어를 발견하고, 본인이 원한다면 실제로 구현할 수 있는 여건을 만든다는 취지로, 전국에 무한상상실(Makerspace¹⁾)을 보급하여 현재 58개소가 있으며, 점점 그 수를 늘려가고 있다(Ministry of Science, ICT and Future Planning, 2014).

Root-Bernstein(2001)은 과학과 예술에서 창의적 성취를 남긴 사람들은 모두 상상과 논리의 조화를 이룬 사람들이며, 이들은 새로운 도구를 적극적으로 활용 하였다고 말했다. 따라서 국민들에게 테크놀로지 활용 및 아이디어 구현의 기회를 주고자 국가주도로 거점 무한상상실 17개소를 구축하였다. 또한 소규모 무한상상실로 스토리텔링, 아이디어 클럽 등 프로그램 중심으로 운영 가능한 도서관, 우체국, 주민센터 등을 선정 지원하고 있다. 나아가 전국 어디서나 한 시간 이내에 접근 가능한 무한상상실을 건설한다는 목표로, 2017년까지 연차적으로 전국 227개소를 설치할 계획을 세우고 있다. 또한 무한상상실의 기본 교육 프로그램으로 시제품을 만들 수 있는 3D 프린터와 프로그램 활용 과정이 제공되면서, 누구나 원한다면 3D 프린터를 접하고 활용방법을 배울 수 있게 되었다. 3D 프린터로 출력 가능한 디자인용 프로그램은 현재 무료로 제공되는 구글 스케치 업(Google Sketchup)이 있고, 씽키버스(<http://www.thingiverse.com>)에서도 STL 파일) 샘플을 다양하게 다운받을 수 있다. 이렇게 디자인된 STL 파일만 있으면 근처 무한상상실에서 3D 프린터로 출력이 가능하며, 디자인 프로그램을 다루기 어렵거나, 활용방법을 배우려고 하는 경우에도 무료 교육 프로그램을 예약제로 활용할 수 있다. 거점 무한상상실 뿐 아니라 학교 내 무한상상실도 점차 그 수를 늘려가고 있으며, 3D 프린터 대여업체가 늘어나면서, 무한상상실이 없는 학교에서도 학교방과 후 과학 프로그램이나 동아리 활동, 영재학급 과학 프로그램으로 적용되는 사례도 늘고 있다(Byun, Jo, & Cho, 2015).

현재까지는 정책적으로 무한상상실의 보급과 기자재 설치에 모든 노력이 집중되어 왔기 때문에, 체험 및 기기활용 교육 형태의 무한상상실 프로그램 운영만 이루어지고 있었다. 하지만 각 무한상상실 별로 시설 운영 및 프로그램 운영에 대한 편차가 커서 무한상상실에서 체험한 과학 첨단 기자재를 활용하여 창의적인 아이디어를 산출할 수 있도록 하는 표준화 된 프로젝트 형태의 프로그램 지원이 필요한 시점이다. 그러나 현재까지 이러한 첨단기기를 활용한 산출물 제작이나 발명, 특허, 창업 교육에서 창의적인 아이디어 산출을 위한 교육 사례에 대한 연구는 보고되고 있지 않다(Byun, Jo, & Cho, 2015). 지금까지 무한상상실에 대한 연구는 국내 시설의 현황 및 운영 보고의 형태로만 진행되어 있다. 또한 에듀넷에 공개된 학교 내 무한상상실에 대한 연구 결과는 주로 활용 만족도에 대한 것으로, 학생들의 상상력·창의력을 현실화시킬 수 있는 공간 조성을 통해 학생들의 꿈과 끼를 키울 수 있는 공간으로 활용되며, 대체적으로 70~80%의 높은 만족도를 보이고 있다고 보고되고 있다(EduNet, 2015). 국내에서 무한상상실 관련 학생들의 창의력 및 상상력 신장관련 출판물로는 미래창조과학부에서 발간한 무한상상실 운영매뉴얼이 유일하다. 또한 한국연구재단 등재지를 기준으로 도서관 무한창조공간에 대한 연구만이 진행되었다. 무한창조공간에 대한 연구로 Noh (2014)는 도서

관 무한창조공간 구축 및 운영모형을 제안하였고, An, Choi 그리고 Noh (2014)는 도서관 무한창조공간의 개념 및 프로그램에 관한 연구를 수행한 바 있다. 이제 무한상상실 이용자의 요구를 분석하고, 과학교육에서 무한상상실을 효과적으로 활용하기 위한 방안을 연구하는 것이 필요한 시점이다.

해외에서는 1997년부터 메이커 스페이스(Makerspace)란 이름으로 일찍부터 대표 공공 도서관 및 대학 도서관에서 무한상상공간을 설치하여 활용하고, 그 안에서 활용되는 원칙과 문제점들을 토대로 효과적인 활용 방안을 제안하고, 지속적인 무한상상공간의 설치를 제안한 기사, 세미나 자료, 출판물과 연구가 수행되었다(Bagley, 2012; Bo & Gang, 2014; Colegrove, 2013; Donald, 1997; Good & Krull, 2013; McCue, 2011; Reinertsen, 1997). 또한 이러한 무한상상공간을 적용한 대학 내 혁신사례들이 속속 발표되고 있다. 핀란드의 알토 대학교는 대학 내 Design Factory에서 다양한 아이디어를 하나의 프로젝트로 묶어 실제 비즈니스를 실현하고 있다. 스탠포드 대학교에서는 Stanford d. school을 건립하고, Empathy라는 키워드로 17가지의 혁신적인 산출물을 팀차원에서 효과적으로 제작하는 연구를 진행하며, 발명, 창업을 돕고 있다(Byun, Jo, & Cho, 2015). 국내 대학 중 서울대, 성균관대, KAIST 등의 공과대학 안에 이러한 무한상상실 개념의 개방형 공작실을 이미 운영중이다(Hong & Park, 2013; Sohn, 2013). 이렇게 아이디어를 구체화하기 위한 시설은 마련되고 확장되고 있는 반면, 2013년부터 본격적으로 설치되기 시작한 무한상상실을 활용하는 사람들의 경험과 요구 분석에 대한 연구는 아직 이루어지지 않았다. 무한상상실은 일반적인 교육 현장에서 이루어지고 있는 지식 전달식의 정적인 형태의 교육이 아니라, 학습자가 적극적인 과학 발명 활동을 할 수 있도록 지원하며, 창의융합교육의 목표를 이루어나갈 수 있어야 한다(Hyun & Kim, 2014; Kim et al., 2005).

따라서 본 연구에서는 무한상상실 이용자들을 대상으로 한 인터뷰와 주관식 온라인 질문지를 통해서 이용자들의 요구를 수집하고, 분석하여 양적으로 확대되고 있는 무한상상실을 과학교육에서 효율적으로 활용할 수 있는 방안에 대한 탐구할 것이다.

본 연구의 목적을 달성하기 위한 연구 문제는 다음과 같다.

무한상상실의 이용자들은 무한상상실에서 어떤 경험을 하고 또 이러한 학습자의 경험은 과학교육에 어떤 시사점을 주는가?

II. 이론적 배경

1. 무한상상실의 정의

무한상상실은 국민의 창의적 아이디어가 과학기술·ICT와 결합하여 창업과 신사업 및 신시장 창출로 연결되고, 좋은 일자리를 창출하기 위해 국민의 상상력·창의력을 현실화시킬 수 있는 공간으로 전국적으로 확산되고 있다(Ministry of Science, ICT and Future Planning, 2014). 특히 미래창조과학부, 교육부, 문화체육관광부, 산업통상자원부, 특허청, 우정사업본부가 부처별로 개별적으로 추진하던 사업 간 기능분배 및 유기적 협력체계 구축을 통해 『무한상상실』이 공동으로 추진되면서 2015년 11월 현재 과학관, 공공기관, 영재교육기관으로 확대되어 58개소의 무한상상실이 개설되어 있다(Ministry of Science, ICT and Future Planning, 2014). 무한상상실은 과학관, 도서관, 주민

1) 본 연구에서는 무한상상공간과 관련된 용어를 무한상상실로 통일하여 사용하였다. 아울러 무한상상실에 대한 의미로 통용되고 있는 Makerspace를 영문 표기로 사용하였다.

2) STL 파일(STereoLithography files)은 3D 프린터에서 표준으로 사용하는 3D 모델링된 파일형식이다.

Table 1. Types of makerspace and models

| No | 유형 | 모델명 | No | 유형 | 모델명 |
|----|-----------|--|------------------|----------|---|
| 1 | 실험 공방형 | ICT형 실험·공방 모델 (ex. 스마트기기형, 정보통신형 등) | 14 | 스토리텔링형 | 카툰·애니메이션 창작형 스토리텔링 모델 |
| 2 | | 공예형 실험·공방 모델 (ex. 자기, 유리, 종이, 천 등) | 15 | | 소설 창작형 스토리텔링 모델 |
| 3 | | 목공형 실험·공방 모델 | 16 | | 시나리오 창작형 스토리텔링 모델 |
| 4 | | 디지털 제작형 실험·공방 모델 (ex. 3D 프린터 활용) | 17 | | 교육콘텐츠 창작형 스토리텔링 모델 (방과후 학교 콘텐츠 개발형) |
| 5 | | 전기·전자형 실험·공방 모델 | 18 | | 소셜네트워크서비스(SNS)형 스토리텔링 모델 |
| 6 | | 기계 제작형 실험·공방 모델 | 19 | | 앱 개발형 스토리텔링 모델 |
| 7 | | 모형제작형 실험·공방 모델 | 20 | | E-Book 창작형 스토리텔링 모델 |
| 8 | | 시뮬레이션형 실험·공방 모델 | 21 | | 영상제작 창작형 스토리텔링 모델 |
| 9 | | 장애인대상 실험·공방 모델 | 22 | | 음원 창작형 스토리텔링 모델 |
| | | 23 | S/W 개발형 스토리텔링 모델 | | |
| 10 | 초·중·고 연계형 | 미래형과학교실형 모델 (브레인스토밍 활용형) | 24 | 아이디어 클럽형 | R&D 연계 아이디어 클럽형 모델 - (예)장애인/보호자 대상 공방·발명 |
| 11 | | 과학고·영재학교형 모델 (유전자 실험·탐구형) | 25 | | 청년아이디어 클럽형 모델(특허형) |
| 12 | | 마이스터고형 모델 (기계 제작형 - 항공기 날개 제작) | 26 | | 주부아이디어 클럽형 모델(특허형) |
| 13 | | 특성화고등학교형 모델 | 27 | | 창업아이디어 클럽형 모델 |

센터 등 생활공간에 설치되는 창의적인 공간으로 국민의 창의성, 상상력, 아이디어를 발굴하고, 이러한 아이디어를 기반으로 실험·제작을 하거나 UCC 제작·스토리 창작 등을 할 수 있는 공간이다(Noh, 2014; An, Choi, & Noh, 2014).

2. 무한상상실의 유형 및 사용가능한 기자재

유치원부터 성인까지 누구나 이용할 수 있는 무한상상실에는 3D 프린터를 비롯하여 레이저 컷터기, 동영상 편집용 컴퓨터, 스캐너, 디지털 기기와, 용접기 등 다양한 기자재들이 설치되어 있으며, 학생들의 이러한 기기사용을 돕는 체험형 프로그램들이 예약제도 운영되고 있다. 무한상상실의 기본 교육 프로그램으로 3D 프린터와 프로그램 활용 과정이 보급되어 있어, 누구나 원한다면 3D 프린터를 접하고 활용방법을 배울 수 있는 기회를 제공하고 있다(Byun, Jo, & Cho, 2015). 무한상상실은 <Table 1>과 같이 실험 공방형, 초·중·고 연계형, 스토리텔링형, 아이디어 클럽형 등의 유형으로 나눌 수 있다. 현재 58개 무한상상실이 개소하였지만, 기존에 과학고, 영재학교, 마이스터고, 특성화 고등학교에는 공방형 과학교실이 설치되어 있었고 대학실험실과 교육청 발명교실 등에 기본적으로 비치된 기자재들은 무한상상실에 준하는 기자재가 비치되어 있다. 무한상상실에는 3D프린터(열가소성 수지를 압출 적층하여 3D형상을 만들어냄), 3D스캐너(3D조형물을 입체적으로 스캔하여 형상 정보를 컴퓨터로 입력함), 대형 CNC라우터(탁상용 CNC 조각기, 수지, 나무류 조각 가공용), 레이저컷터(Xcut - 130PT로 수지, 나무류 조각 가공용), 비닐컷터(CE-6000-120, 시트 및 비닐류 컷팅), 밀링(RF - 31, 공작물을 회전시켜 절삭가공), 선반(CZ1224G, 공작물에 회전을 주어 외주 단면 등을 가공), 프레스드릴(GTD-410-M, 고정된 테이블로 드릴 작업), 테이블쏘(BT2500AE, 나무 컷팅 가공용)등이 설치되어 있다.

3. 무한상상실의 교육 프로그램

현재까지의 발명교육은 아이디어와 문제 해결력을 필요로 하는 미래를 위한 효과적인 교육투자라는 측면에서 인식되어왔다(Seo et al., 2006). 무한상상실의 모든 프로그램은 TRIZ³⁾ 기반의 창의적 문제해결 교육을 통해 아이디어 촉진활동을 먼저 진행한 후 운영기관별 프로그램을 기관 자체의 계획에 따라 운영하겠다는 취지로 계획되고 있다. 무한상상실 운영 프로그램은 실험·공방형, 스토리텔링형, 아이디어 클럽형 등 <Table 2>와 같이 여러 유형의 프로그램을 기관의 특성에 맞도록 개발하여 운영하게 되며, 2차년도부터 기관별 프로그램을 공유하게 되며 아직은 개발 초기 단계에 있다. 세계적으로 학생들의 기술 창업 교육이 확대됨에 따라 무한상상실에서 학생들은 향후에도 구체적이고 다양한 관점을 가지고 문제에 접근하고, 혁신적인 해결책을 찾는 방법을 배우게 될 것이다(Goldman & David, 2012; Finney & Joseph, 2015).

Table 2. Educational goals for different target audience in makerspace

| 대상 | 세부 교육 목표와 내용 |
|--------|--|
| 취학전 아동 | 관찰력 키우기, 창의적 상상력 키우기, 시스템적 사고 키우기 |
| 초등학생 | 취학전 아동 내용 + 창의적 문제해결능력 키우기 |
| 중·고등생 | 창의적 상상력 개발, 기능적 사고 개발, 자기주도 학습능력 개발 |
| 대학·일반인 | 창의적 문제해결 방법론, 제품과 기술 개발을 위한 체계적인 프로세스 훈련 |

3) 창의적 문제해결이론(Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadach)이라는 러시아 말의 앞글자로, TRIZ로 쓴다.



Figure 1. Various forms of makerspace

4. 국내외 공방형 창조 공간 사례

우리나라에서는 과천과학관에 국내 최대의 무한상상실이 구축되어 있다. 14군데 마련된 창조작업실에서는 아이디어를 구상하고, 디자인을 설계하고, 디지털 장비로 제품을 제작할 수 있도록 지원하고 있다. 해외에서는 다양한 형태의 무한상상실이 운영되고 있다. Microsoft Garage는 마이크로소프트 직원들이 회사 내에서 자신의 본래 업무 외에 프로젝트를 수행 할 수 있도록 제공된, 마이크로소프트 프로젝트 실험실이다(Foley, 2015). Microsoft Garage의 오프라인 공간 뿐 아니라 웹 사이트에서, 사람들이 마이크로 소프트웨어에 의해 개발된 최신의 실험적인 응용 프로그램들을 시도할 수 있고, 프로토타입의 프로젝트 성공 여부에 따라 창업으로 연결이 가능하다. 스탠포드 대학교에서는 ‘Stanford d. school’을 건립하고 혁신적인 산출물을 팀차원에서 고안하고 제작하는 연구를 진행하며, 발명, 창업을 돕고 있다(Byun, Jo, & Cho, 2015).

III. 연구 절차 및 연구 방법

1. 연구 절차 및 연구 참여자 선정

본 연구의 목적인 무한상상실 이용자들의 경험과 요구를 분석하여 무한상상실을 효율적으로 활용할 수 있는 방안을 제안하기 위해서 세 단계의 연구 절차를 설계하여 시행하였다.

우선 첫 번째 단계에서 연구자들은 연구주제를 정하고 연구 목적을 구체화 하며 선행연구 분석을 진행하였다. 관련된 국내 선행연구는 도서관 무한창조공간에 국한되어 있었고, 해외에서는 Makerspace 관

련 기사, 세미나 자료, 출판물을 찾을 수 있었지만, 정작 Makerspace 안에서 이용자의 창의적 경험이나 요구 사항을 분석한 연구는 찾을 수 없었다. 따라서 본 연구의 목적을 이용자의 활용 경험을 토대로 한 요구 분석과 이를 기반으로 한 효율적 활용방안에 대한 연구로 설정하게 되었다.

두 번째 연구 단계로 연구 목적에 맞는 데이터 수집을 위해 온 오프라인용 질문지를 완성하였다<Table 3>. 이용자들에게 최대한 솔직한 답변을 유도하기 위해서 나이, 성별, 학년, 발명교실 수강 경험, 무한상상실 경험 횟수 등 최소한의 개인정보만 질문하였다. 질문 문항을 구성할 때 무한상상실을 알게 된 경로에 대해서는 발명활동, 온라인 검색, 과학축전 등의 홍보자료, 교사 추천, 주변 지인 등으로 제한하여 객관식 및 기타 답안 중에서 복수로 선택하여 쉽게 답변할 수 있도록 하였다. 또한, 무한상상실에 대해서 불만족 하였다면 불만족한 이유에 대해서도 기술할 수 있도록 공간을 제시 하였다. 무한상상실의 활용 경험에 대해서는 주관식 설문 문항으로 내부에서 어떤 도움을 받았는지, 무한상상실을 활용할 때 불편한 점은 무엇이었는지, 불편함은 어떻게 해결했는지, 무한상상실을 통해서 즐거움과 성취감, 자신감을 느껴 본 경험의 사례, 그리고 학업과 진로 결정에 어떤 도움이 되었는지 등을 주관식 설문 문항으로 구성하였다. 또한 무한상상실 활용을 위해 요청하고 싶은 내용은 무엇인지를 주관식으로 답변할 수 있도록 하고 구글 서베이로 온라인 설문지를 완성하여 링크를 만들었다.

세 번째 단계로 연구 참여자를 선정하였다. 무한상상실 이용자의 요구를 분석하기 위해서 처음에는 무한상상실을 가장 많이 활용하는 발명기자단 및 특허청 발명교육센터 학생들에게 온라인 설문지를 이메일 발송하여 최대한 많은 이용자의 설문을 받을 계획을 세웠다. 실제로 발명기자단은 카페를 통해 운영되므로, 카페 활동 중인 발명기자단 학생들에게 링크에 대한 문자 발송 및 메일 발송을 하는 것이 가장 효율적인 방법이라고 생각하였다. 운영진에게 이메일을 발송하고 직접 전화 연락을 하여 전체 공지를 부탁하였으나, 운영진측에서 전체 공지를 해줄 수 없다는 답변이 재차 돌아왔고, 개인정보보호법을 설명하며 발명기자단의 이메일이나 연락처도 제공해 줄 수 없다는 의견이 돌아왔다. 이에 연구자들은 차선책으로 KAIST IP 영재기업인 전형에 선발된 학생의 개인 페이스 북에 온라인 설문 링크를 공지하였다. 하지만 2주라는 충분한 공지기간에도 불구하고 총 9명이 설문에 참여하였고, 학생 다섯 명과 학부모 한 명의 온라인 설문지만이 연구에 활용 가능한 수준의 가치 있는 데이터로 수집되었다. 이후 추가적인 데이터 수집을 위해 과천과학관과 인천대학교 무한상상실

Table 3. Key questions for online surveys and interviews

| 영역 | 주요 질문 내용 |
|------------------|--|
| 개인정보 | 나이, 성별, 학년, 발명교실 수강 경험, 무한상상실 경험 횟수 |
| 온라인 설문지 및 인터뷰 내용 | 무한상상실을 알게 된 경로 무한상상실 이용에 대한 만족도 무한상상실의 활용 시 유의미한 경험 무한상상실에서 받았던 경험 무한상상실을 활용할 때 불편한 점과 불편함의 해결 방안 무한상상실을 통해서 즐거움과 성취감, 자신감을 느껴 본 경험의 사례 학업과 진로 결정에서 얻은 도움 무한상상실의 효율적인 활용을 위한 요구사항 |

Table 4. Participants' demographic information

| No. | 학생 | 나이 | 성별 | 학년 | 발명교실 수강경험 | 무한상상실 경험 횟수 | 데이터 수집 방법 |
|-----|------|----|----|------|-----------|-------------|-----------|
| 1 | 학생 A | 12 | 여 | 초등학생 | 없음 | 1 | 인터뷰 |
| 2 | 학생 B | 13 | 여 | 중학생 | 있음 | 3 | 인터뷰 |
| 3 | 학생 C | 19 | 여 | 대학생 | 없음 | 1 | 인터뷰 |
| 4 | 학생 D | 20 | 남 | 대학생 | 없음 | 2 | 인터뷰 |
| 5 | 성인 E | 39 | 여 | 학부모 | 없음 | 4 | 인터뷰 |
| 6 | 성인 F | 42 | 남 | 학부모 | 없음 | 5 | 인터뷰 |
| 7 | 학생 G | 14 | 남 | 중학생 | 있음 | 1 | 온라인 설문지 |
| 8 | 학생 F | 15 | 남 | 중학생 | 있음 | 1 | 온라인 설문지 |
| 9 | 성인 H | 48 | 여 | 학부모 | 없음 | 1 | 온라인 설문지 |
| 10 | 학생 I | 14 | 남 | 중학생 | 있음 | 1 | 온라인 설문지 |
| 11 | 학생 J | 14 | 남 | 중학생 | 없음 | 1 | 온라인 설문지 |
| 12 | 학생 K | 14 | 남 | 중학생 | 있음 | 3 | 온라인 설문지 |

에 직접 방문하여, 이용자들을 대상으로 연구 목적의 인터뷰에 동의를 구한 후 인터뷰를 진행하였다. 과천과학관 무한상상실과 인천 거점 인천대학교 무한상상실을 이용한 경험이 있는 학생 네 명과 학부모 두 명 총 6명을 약 30분에서 1시간가량 인터뷰 하며 녹음하였다. 녹음 파일은 일주일 이내에 전사하여 분석 데이터 자료로 활용하였다 <Table 4>.

2. 데이터 분석 방법

본 연구의 데이터 분석 방법은 질적 연구 방법론에서 귀납적 분석 방법을 적용하였다. 귀납적 분석 방법은 가장 일반적으로 사용되는 질적 데이터 분석 방법이다. 귀납적 분석 방법은 데이터를 읽으면서 증거를 수집하여 의미론적 관계를 추출하는 것으로 시작한다. 이후 증거를 의미 있는 전체로 통합하는 과정을 통해서 의미론적 관계를 확정한다. 이러한 귀납적 데이터 분석은 연구 중인 현상에 대해 일반적인 진술문이 만들어질 수 있도록 데이터에서 의미 있는 패턴을 탐색할 수 있는 장점이 있다(Kim, 1996). 아래 <Table 5>에 본 연구에서 귀납적 데이터 의미 추출 결과 적용한 분석 범주를 제시하였다. 분석 범주는 연구의 타당성을 높이기 위해 1인의 현직 교사와 1인의 관련전문가가 함께 귀납적 분석 방법을 적용하여 추출하였다. 이후 의미론적 관계와 상호 의견을 수정 및 조정하는 과정을 거쳐 확정하였다.

Table 5. The framework of the qualitative data analysis

| 포함용어 | 의미론적 관계 | 총괄용어 |
|--------------------------|----------------------------------|---|
| 무한상상실 방문 동기 | 과학 축전과 발명반 | 자기주도적이며 발명에 관심이 많은 학습자들의 방문/ 예약한 날짜만 기다렸어요 |
| 흥미로운 경험과 새로운 아이디어 산출의 계기 | 테크놀로지에 대한 흥미와 아이디어 산출의 계기 마련 | 3D 프린터가 만들어내는 주사위에 대한 신기함/과학과 기술에 대한 자신감 상승의 계기 |
| 테크놀로지에 대한 두려움 | 처음 보는 기기에 대한 두려움과 고장에 대한 두려움 | 제가 고장 내면 어떻게 해요? 안전교육도 해주세요. |
| 디자인 교육에 대한 요구 | 자신의 아이디어 산출과 구현의 욕구 | 자발적인 학습 동기 부여, 디자인 교육이 필요해요 뭔가를 만들고 싶는데 아이디어가 없어요 |
| 다양한 이용자를 위한 서비스 강화 | 긴 출력시간과 다양한 이용 연령층을 위한 대기 공간의 마련 | 3D를 접하고 있는 학생들, 원격으로 기자재를 활용하는 서비스, 지속적인 활용의 욕구 |

IV. 연구 결과

1. 무한상상실 방문 동기

인터뷰에 참가한 학생이나 학부모들은 과학축전에 참가했다가 무한상상실에 대한 홍보물을 보게 되거나, 발명반 활동을 하는 중에 3D 프린터 관련 자료를 검색하다가 무한상상실을 알게 되어 방문하게 되었다는 것을 알 수 있었다. 무한상상실을 알게 되면 인터넷 검색을 통해서 직접 예약을 하였고, 3D 프린터를 한 번이라도 활용해 보기 위해 예약날짜를 손꼽아 기다렸다는 응답도 있었다. 또한 자신이 가진 아이디어 실현을 위한 테크놀로지를 경험할 수 있는 무한상상실의 존재를 발명반이나 홍보를 통해 알게 된 학생들은 대체적으로 온라인 예약을 하고 초기에 적극적으로 참여하는 패턴을 보여주었다. 자녀가 온라인 검색을 통해서 무한상상실을 알게 되어, 함께 참여하게 된 학부모는, 무한상상실이 로봇공학자가 꿈인 딸의 꿈을 실현하기 위한 작업장이라고 소개하기도 했다.

과학축전에 갔다가 홍보 자료를 통해 알게 되었다. 인터넷 검색으로 예약해서 쉽게 찾을 수 있었다. 예약날짜를 기다렸다.

14세 학생 K 온라인 설문지

저희 딸은 로봇공학자가 꿈이며, 스마트 워치등 본인의 작품을 만들

수 있는 장소로 무한상상실은 아주 좋은 작업장이며 저희 아이의 꿈을 키워 나갈 수 있는 작업장입니다. 딸이 직접 온라인 검색으로 알려주었습니다.

48세 성인 H 온라인 설문지

발명활동을 하다 보니 선생님과 주변 학생들에게 들어서 알게 되었습니다.

14세 학생 J 온라인 설문지

무한상상실을 방문하는 사람들은 과학축전, 발명활동 등에 참여했던 사람들로, 본래 아이디어 창출에 흥미가 있고, 새로운 테크놀로지에 대해 흥미를 갖고 있었다는 것을 인터뷰를 통해 확인할 수 있었다.

2. 흥미로운 경험과 새로운 아이디어 산출의 계기

무한상상실을 방문하는 학생은 특별한 발명이나 산출 활동을 기대하는 것은 아니었지만, 무한상상실 방문 그 자체로도 흥분되어 있었고, 테크놀로지의 활용에 많은 관심을 가지고 있었다. 또한 테크놀로지 활용의 흥미로운 경험은 학생들에게 과학과 기술에 대한 자신감 상승의 계기가 됨을 알 수 있었다. 학생들은 무한상상실에서 다양한 아이디어를 실현해 보고, 첨단기기를 체험해 보면서 가장 근원적인 발명의 형태인 구현(Implementation)을 체험하게 되었다. 무한상상실에서 자신의 아이디어를 실제 구현하면서 얻게 되는 자신감과, 자연스럽게 겪게 되는 시행착오가 향후에는 더 좋은 발명으로 이어질 수 있을 것이다(Hwang, 2014). 학생들은 자신들의 발명 활동을 통해서 새로운 아이디어를 얻고, 실제 사물을 구현하는 활동을 통해서 또 다른 아이디어와 자신감을 얻고 있다는 것을 확인할 수 있었다.

주사위를 간단히 만들었음. 나중에 모형 제작가능. 취미활동, 진로탐색에 도움, 사회성을 기를 수 있었습니다.

14세 학생 J 온라인 설문지

다양한 발명 아이디어를 실물로 만들고, 여러 가지 기기들을 체험해 보면서 새로운 아이디어를 만드는데 도움이 되었습니다.

14세 학생 I 온라인 설문지

단순히 3D 프린팅 목적으로 무한상상실을 이용했기 때문에 미래의 진로에 도움이 되지는 않았습니다. 그래도 3D 프린터를 직접 사용하고 체험해 봄으로써 앞으로 자주 쓰게 될 미래 기술에 대한 경험을 쌓을 수 있었습니다.

15세 학생 F 온라인 설문지

예술과 과학에서 창의적 성취를 남긴 사람들은 모두 상상과 논리의 조화를 이룬 사람들이며, 이들은 새로운 도구를 적극적으로 활용하였다(Root-Bernstein, 2001). 무한상상실에서 경험하는 새로운 도구의 활용은 발명, 창업 역량을 강화하여 창의적인 성취를 할 수 있는 능력이 계발되는 계기가 될 수 있음을 확인할 수 있었다.

3. 테크놀로지에 대한 두려움

무한상상실에서의 체험은 모든 학생들에게 흥미와 자신감을 심어 주는 것은 아니었다. 무한상상실에서 처음 보게 된 기기에 대한 두려

움을 느끼는 학생도 있었다. 테크놀로지에 대한 두려움은 대체적으로 성인학습자들에게서 활용기능 습득, 직업군의 변화, 환경의 변화 등에 기인하여 나타나고 있었지만(Byun, Jo, & Cho, 2015), 중학생들 중에서도 기기조작의 실수로 고장을 낼까봐 두려워하거나, 기기조작 자체에 대한 자신감에 대한 부족에 기인한 테크놀로지에 대한 불안을 보여주었다. 그래서 처음에는 아이디어 산출보다는 관찰 체험을 좋아하며, 교사들이 진행하는 장면을 지켜보는 것을 좋아한다고 대답하기도 했다.

재미있었는데, 잘 못 만져서 고장이 날까봐 걱정되었어요. 그래서 그냥 선생님이 알려주시는 것을 지켜보고 해달라고 했어요. 선생님이 친절하게 다 해주셨는데, 다음에 오면 한 번 해볼까 하고 있어요.

12세 학생 A 인터뷰

안전교육과 장비활용능력테스트를 거쳐야 3D 프린터를 사용할 수 있는 것은 아니지만, 안전교육은 없어도, 장비활용테스트는 있었으나 담당자가 없어도 누구나 장비를 사용할 수 있어 안전에 걱정이 듭니다.

15세 학생 F 온라인 설문지

첨단기기를 다루어보면서 나도 어떠한 물건이든 만들 수 있을 것만 같은 자신감을 얻었고, 나의 무궁무진한 잠재력을 찾을 수 있었습니다. 내가 앞으로 미래의 과학을 주도해 나갈 인재가 되어야겠다는 다짐을 하였고, 내 꿈을 위해 노력하는 다짐을 다시 한 번 할 수 있었습니다.

14세 학생 G 온라인 설문지

하지만 테크놀로지에 대한 불안을 갖는 학생들도 친절한 안내자와 함께, 테크놀로지에 대한 유익한 경험을 통해서 점차 첨단기기에 익숙해지고 있다는 것을 인터뷰 결과를 통해 알 수 있었다. 무한상상실을 활용한 학생 및 학부모들은 대체로 담당자 및 교수가 안전 교육을 하거나, 지속적으로 관심을 가지고 지켜보며, 도움을 주기를 원한다는 것을 알 수 있었다. 또한 장비의 금액도 비싸고, 안전교육이 이루어지지 않아서 걱정하는 의견도 들을 수 있었다. 무한상상실을 활용하려는 학생들은 대체로 첨단장비에 대한 많은 흥미를 가지고 있었고, 안전교육까지 신경 쓰는 섬세함을 보여주었다. 또한 무한상상실에서 테크놀로지를 활용하는데서 오는 자신감은 자신의 미래를 설계하고, 꿈을 향해 노력하겠다는 다짐으로 나타나기도 했다.

4. 디자인 교육에 대한 요구

학생 F는 무한상상실에서의 작업이 3D 도면을 대신 프린트 해 주는 수준 말고, 직접적으로 디자인과 프린터 사용방법에 대한 세밀한 교육이 필요하다고 대답했다. 이미 3D 프린터 활용 수업의 경우 디자인을 경험할 수 있도록 설계하여 제공되고 있지만, 학생들은 짧은 시간에 새로운 프로그램을 능숙하게 활용하게 되기는 어려운데다가, 3D 프린터 디자인이 쉬운 프로그램들은 무료 프로그램이 아닌 라이선스가 필요한 프로그램이다. 따라서 집에 가서는 프로그램을 활용하여 3D 프린터로 출력할 샘플을 디자인해볼 기회가 없음을 알 수 있었다. 따라서 구글 스케치 업 같이 무료로 제공되는 3D 프린터 디자인 프로그램을 활용교육도 필요하다.

3D 프린터를 사용하러 무한상상실에 처음으로 갔습니다. 3D CAD 도면을 하나하나 살펴주시면서 어느 것이 프린팅에 적합한지 알려주시고, 어떻게 하면 프린팅 할 때 좀 더 완성도가 높게 나오는지 알려주셨습니다. 도움은 적절했지만, 초보자로서 3D 프린팅 사용법을 가르쳐주기 보다는, 3D 도면을 주면 프린트 해주는 식으로 진행되었기 때문에 전문적인 기기 사용법이나 전반적인 3D 프린팅 디자인에 대한 부분에 교육이 부족했습니다.

15세 학생 F 온라인 설문지

3D 프린터를 위해 디자인된 샘플도 변형해서 나비를 출력 해보았는데, 다시 하려면 못할 것 같습니다, 거기 계산 분들이 하라는 대로 따라했어요. 그런데 사실 제가 아이디어도 없어서 아이디어를 함께 내는 것부터 시작하면 좋을 것 같습니다.

19세 학생 C 인터뷰

3D프린터를 구글 스케치업이든 다른 프로그램이든 자신이 디자인한 것으로 직접 프린팅을 해봤으면 좋겠다. 기기 활용 방법. 기기 활용 컴퓨터 시스템만 배우고 샘플 출력해 보고 끝났다.

20세 학생 D 인터뷰

또한 학생들이 테크놀로지와 함께 학습하기 위해서는 방학기간을 활용하여 넉넉히 프로그램 활용 교육 시간을 편성하고, 잘 실행되지 않는 부분에 대해서는 교사의 도움을 받을 수 있는 지원시스템이 마련되어야 한다.

5. 다양한 이용자를 위한 서비스 강화

아침 일찍 무한상상실의 기자재를 독점하고 있는 문제에 대해서 지적한 학생의 경우, 무한상상실에 많은 애정을 가지고 지속적으로 참여하려는 의지가 있어 장비 독점화의 문제를 더 심각하게 받아들이고 있음을 확인할 수 있었다. 무한상상실을 설치했다는 성공적 성과 뿐 만아니라 이용자의 활동의 구체성 평가 및 이용자 교육 등 지속적인 실천여부를 점검하고 확인할 필요가 있다(Kim & Nho, 2012). 무한상상실의 3D 프린터를 꾸준히 활용하고 있는 한 학생의 경우, 출력 시간이 긴 샘플은 걸어두고 집에 갔었는데, 문을 닫는 시간에 맞춰 3D프린터를 중지 시켰다가 다시 가동하는 문제로 출력물에 흠집이 생기는 것을 아쉬워하고 있었다. 대개 무한상상실의 운영시간은 오전 9시부터 오후 5, 6시 정도이다. 실제로 3D 프린터의 출력 시간은 가로, 세로, 높이가 각 1cm 미만의 샘플의 경우에는 10분 내외이지만, 그 이상이 되면 30분 이상으로 늘어나고, 가로, 세로, 높이가 각 3cm 이상의 샘플로 넘어가게 되면 최소 3시간 이상의 출력 시간이 필요하다. 무한상상실에 비치된 3D 프린터는 최대 출력물 크기는 가로, 세로, 높이 각 14cm 정도로 실제 출력시간이 9시간 이상이 되면, 출력시간이 무한상상실 1일 운영시간을 초과하게 된다. 따라서 대형 출력물의 경우에는 따로 예약 시간을 편성하거나 야간 운영시간을 하루정도 편성하는 방법도 고려할 필요가 있다. 또한 성인 E는 전문 시설 중심의 과천과학관 무한상상실과, 학생과 학부모 중심으로 이용자를 최대한 배려한 인천대학교 제물포 캠퍼스 무한상상실의 사용 경험을 비교하기도 했다. 학생이 활용하게 될 경우 학부모 대기 공간 및 유아놀이방을 마련해 주는 배려도 필요하고, 3D 프린터 뿐 아니라 DHA, 아두

이노 프로그램 등 다양한 프로그램을 제공해 줄 필요가 있다.

현재 무한상상실의 가장 큰 문제점은 장비 독점화입니다. 무한상상실의 장비 이용 일정표를 보면, 몇몇 사람들이 2~3주에 걸쳐 2~3개의 장비를 사용한다는 것을 알 수 있습니다. 아직까지 메이커 운동이 확산되지 않은 우리나라의 환경을 고려해서, 무한상상실을 모두가 균등한 기회로 이용할 수 있도록 하는 좀 더 구체적인 규칙이 필요합니다.

15세 학생 F 온라인 설문지

장비의 사용이 익숙하지 않아 작동중 문제시 해결의 어려움 기계마다 작동 매뉴얼을 구비하면 처음 사용 시 도움이 될 것 같습니다. 3D프린터는 작품이 나오는데 걸리는 시간이 오래 걸리는데 긴 시간이 요구되는 경우 전에는 작동시켜서 다음날 찾아갔었는데 요즘은 작동을 중지하여 다음날 아침에 다시 가동하다 보니 작품공간에 그 흔적이 있어 작품에 흠이 생김 밤에 작동을 계속 할 수 있었으면 합니다. 사용 전 미리 예약을 해야 사용할 수 있는데 갑자기 사용하고 싶을 때 예약의 어려움 당일 예약 자리도 마련해주셨으면 합니다

48세 성인 H 온라인 설문지

과천과학관은 초등보다는 고등이나 성인이 이용 할 수 있는 시설 분위기 인 것 같습니다. 아이가 체험하는 동안 부모도 체험하거나 기다릴 수 있는 공간이 제대로 갖춰지지 않아 좀 아쉽습니다. 하지만 공간이 아주 넓고 여러 가지 체험설비 등은 전문적으로 잘 갖추어져 있는 것 같습니다. 인천거점 인천대학교 제물포 캠퍼스에 있는 무한상상실은 규모는 과천과학관 보다 작지만 지역 초 중, 고 학생이 편하게 이용할 수 있도록 예약이 편리합니다. 부모 휴게실에는 책과 다과가 준비되어있고 유아놀이방도 상상실내 있습니다. 프로그램도 DHA, 아두이노, 3D프린터 등등 작은 규모에 비해 내실 있고 좋습니다.

39세 성인 E 인터뷰

결국 무한상상실은 시설의 확충과 더불어, 방문자들의 요구를 수용하며 배려하고, 함께 학습하고 관리할 수 있는 관리자, 교수자의 지속적인 학습 지원의 효율성 여부가 시설 확충 보다 더 성공적인 성과로 평가될 것이다.

V. 연구 결론 및 제언

본 연구는 온라인 질문지와 면대면 인터뷰를 통해 무한상상실 이용자들의 경험과 요구를 알아보고, 앞으로 융합형 과학교육의 하나로 무한상상실을 더 효율적으로 활용할 수 있는 방안을 제언하기 위한 목적으로 수행되었다. 무한상상실은 테크놀로지 경험에서 더 나아가 개인별 수준을 고려하여 탐구력과 창의적 사고력을 기를 수 있는 과학 교수·학습 시스템 안에서 운영되어야 할 것이다(Park & Choi, 2011).

본 연구의 결과로 무한상상실을 경험한 학생들의 인터뷰와 온라인 설문을 통해서 찾게 된 의미들은 다음과 같이 요약할 수 있다. 무한상상실의 이용자들은 과학축전, 발명활동 등에 참여했던 사람들로, 본래 아이디어 창출에 흥미가 있고, 새로운 테크놀로지에 대해 흥미를 갖고 있었다는 것을 알 수 있었다. 또한 무한상상실에서 경험하는

테크놀로지의 활용은 발명, 창업 역량을 강화하여 창의적인 성취를 할 수 있는 능력이 개발되는 계기가 될 수 있음을 확인하였다. 무한상상실을 활용하려는 학생들은 대체로 첨단장비에 대한 많은 흥미를 가지고 있었고, 안전교육까지 신경 쓰는 섬세함을 보여주었으며, 첨단기기들의 고장을 염려하는 모습도 보여주었다. 무한상상실에서 테크놀로지를 활용한 경험에서 오는 자신감은 자신의 미래를 설계하고, 꿈을 향해 노력하겠다는 다짐으로 나타나기도 했다. 따라서 무한상상실의 이용자에게 대한 요구 분석과, 학습자 중심의 교수학습 지원 시스템이 강화되어야 할 것이다. 또한 학습자들의 특성을 배려하여, 발명가 또는 메이커 교육 프로그램의 개발 및 적용이 필요하다.

본 연구의 결과를 토대로 무한상상실을 효율적으로 활용하기 위한 세 가지 방안을 제안하고자 한다.

첫째, 무한상상실 이용자들을 위한 과학교육 안에서의 교수학습 지원을 확대해야 한다.

무한상상실은 새로운 테크놀로지를 경험하는 차원에서 더 나아가, 새로운 아이디어와 기술의 구현을 위한 생각들을 찾아내고, 기존에 알고 있던 과학 지식들을 구조화 할 수 있는 과학 학습의 확대된 형태로 연결해야 한다. 이용자들이 기존에 알고 있던 과학적 지식을 맥락화하거나 재구조화하는 과정을 거쳐서 보다 논리적이고 과학적인 아이디어의 산출을 위한 시스템적 지원이 마련되어야 한다. 2018년부터 통합 과학교육이 본격화 되면 그 테두리 안에서 무한상상실이라는 공간과 그 안에서 각 학습자, 학습 요소들 간에 상호작용을 예측하고 과학교육에 기반한 교수학습 시스템을 설계하여야 하는 것은 시기적절한 일이다. 무한상상실에서 미래 지향적인 과학교육을 위한 추가적인 활동 설계와 제공을 통해 학생들이 과학지식의 기반 위에서 적극적으로 활동적으로 아이디어를 이끌어 낼 수 있도록 하는 지원 방안을 사전에 마련하여야 할 것이다(Barab *et al.*, 2002; Bellamy, 1996; Birtchnell, 2013; Chi, 2009; Hwang, 2014; Karakus, 2014).

둘째, 무한상상실 교수자를 위한 별도의 전문적인 과학교육과 연계한 프로그램 개발이 필요하다.

교수자가 무한상상실 이용자의 아이디어에 대한 효율성에 대해 논의하거나, 시제품 제작에 대한 직접적인 피드백을 주는 등 전문적인 과학교육과 연계할 수 있는 연수프로그램은 부재한 실정이다. 하지만 분명한 것은 무한상상실에서 이용자들에게 상상력과 창의력을 강화하고 문제 발견력을 기를 수 있도록 돕는 교수학습 지원이 반드시 필요하다는 점이다(Hyun & Kim, 2014; Milne, 2013; Winn, 2002). 전통적으로 교사의 주요 책무와 활동은 학생들을 직접적으로 가르치는 지식의 전달자였다고 한다면, 무한상상실의 교수자는 학습의 새로운 모델을 수용하고 학습할 수 있어야 한다. 무한상상실에서의 교수자가 기능적으로만 테크놀로지를 다루려고 한다면 학생들이 테크놀로지와 함께 학습하는 것을 지원하는데 성공하지 못할 것이다. 따라서 무한상상실의 교사들은 테크놀로지의 기능을 통해 학습을 코치하는 것을 배워야 한다(Jonassen, 1999, 2000; Jonassen & Rohrer-Murphy, 1999). 그리고 학생들과 함께 탐구하며 아이디어 산출의 과정을 답습하는 것도 필요하다. 무한상상실의 교수자는 스스로 테크놀로지에 익숙해져야 하고, 상황에 따라서 학생과 함께 학습자로서 아이디어를 내고, 함께 학습 과정을 경험해야 할 수도 있을 것이다(Howland, Jonassen, & Marra, 2012). 따라서 무한상상실에서 교수자가 이용자와 함께 탐구하고, 고민할 수 있는 환경을 만들어 주고,

그들만을 위한 전문적인 교육 프로그램을 개발하여 지원하는 것이 무한상상실의 성공적인 정착을 위해 필요하다.

셋째, 이용자들의 특성에 맞춘 편의를 제공하는 창의적인 서비스의 도입을 추진해야 한다.

데이터 분석 결과에서 몇몇 학생의 시설 점유가 이루어진다는 것은, 장기 점유가 가능한 창업 공간을 따로 만들어주는 서비스가 필요하다는 것을 의미한다. 장기 예약자들은 어차피 장비를 점유하고 지속적으로 프로토타입을 제작하는 공대 대학생들이나 창업을 준비하는 일반인이기 때문이다. 이들은 3D 프린터 같은 장비의 활용도 능숙하다. 따라서 장기 점유를 하는 이용자들은 일반적인 3D 프린터 이용자들에게 도움을 주거나, 또 함께 아이디어를 확장해 가는 멘토의 역할에 가장 적합할 수 있다. 이러한 장기 예약자들을 대상으로 무한상상실 멘토로서 역할을 잘 수행하게 돕는 단기 프로그램을 개발하는 것도 가능하다. 이러한 교육을 거쳐서 장기 예약자들을 교수자로서, 멘토로서 활용하게 되면 무한상상실 이용자들을 교수, 학습적으로 지원할 수 있을 것이다.

본 연구의 제한점으로는 무한상상실을 가장 많이 이용할 것으로 예상되는 발명기자단 학생들을 대상으로 데이터를 수집하려고 했던 처음의 계획과 다르게 연구가 이루어 졌다는 점이다. 따라서 본 연구의 참여자들의 경험이 무한상상실을 이용자들을 대표한다고는 보기에는 무리가 있다. 하지만, 아직 무한상상실의 확대정책은 시작 단계이며, 현재 이용자의 수가 많지 않은 상황에서 초기 이용자들의 학습경험을 분석하여 과학교육에 대한 제언을 담고 있다는 점에서 본 연구의 의의를 분명히 찾을 수 있다. 후속 연구에서는 무한상상실을 이용하는 많은 수의 학습자, 이용자의 요구를 바탕으로, 무한상상실 안에서 발명교육, 메이커 운동의 확산이 효율적으로 이루어질 수 있도록 돕는 구체적인 교수학습 지원 방안에 대한 연구가 필요할 것이다. 또한 무한상상실을 기존 발명영재교육 및 과학 발명 교육과 연결하여 시스템적인 지원시설로서의 가치와 교육적 활용방안에 대한 연구를 진행하는 것도 의미가 있을 것이다. 본 연구를 시작으로 다양한 연구자들에 의한 과학교육에서의 무한상상실의 활용 그리고 무한상상실과 메이커 운동에 대한 연구가 활성화되기를 바란다.

국문요약

무한상상실은 국민의 창의적인 아이디어가 과학기술과 결합하여 창업과 신산업 및 신시장 창출로 연결되고, 일자리를 창출하기 위해 건립되었다. 국민의 상상력과 창의력을 현실화시킬 수 있는 공간 조성이 필요하다는 인식하에 현재까지 58개소가 설치 운영중이며 지속적으로 확대되는 추세에 있다. 3D 프린터와 레이저 커팅 등 다양한 첨단기기들이 비치되어 아이디어를 프로토타입으로 제작하기 위한 시설을 갖추고 있다. 본 연구에서는 온라인 설문 조사와 면대면 인터뷰를 통해 무한상상실에서 이용자의 경험을 조사했다. 그 후, 우리는 무한상상실에서 이용자들이 아이디어를 생성하기 위한 동기 부여, 흥미에 대해 무한상상실을 사용하여 관련 기술뿐만 아니라 문제에 대한 해결방안을 제시했다. 결과를 기반으로 무한상상실의 효율적인 운영 방안에 대한 세 가지 제언을 할 수 있었다. 첫째, 무한상상실을 이용자를 위한 교수학습 지원을 확대해야 한다. 둘째, 무한상상실 교수자를 위한 별도의 전문적인 교육 프로그램 개발이 필요하다. 셋

재, 이용자들의 특성에 맞춘 편의를 제공하는 창의적인 서비스 도입을 추진해야 한다.

주제어 : 무한상상실, 발명교육, 과학교육, 상상력, 창의력

References

- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in context: Update to "the social psychology of creativity"*. Westview press.
- An, I. J., Choi, S. G., & Noh, Y. H. (2014). A study on establishing creative zones and creative zone programming. *The Journal of Society for Information Management*, 31(2), 143-171.
- Bagley, C. A. (2012). What is a Makerspace? Creativity in the library, ALA Tech Source. Retrieved from <http://www.alatechsource.org/blog/2012/12/what-is-amakerspace-creativity-in-the-library.html>.
- Barab, S. A., Barnett, M., Yamagata-Lynch, L., Squire, K., & Keating, T. (2002). Using activity theory to understand the contradictions characterizing a technology-rich introductory astronomy course. *Mind Culture, and Activity*, 9(2), 76-107.
- Bellamy, R. K. E. (1996). Designing educational technology: Computer mediated change. In B. Nardi (Ed.). *Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction* Cambridge, MA: MIT Press.
- Birtchnell, T., & Urry, J. (2013). 3D, SF and the future, *Futures*(The journal of policy, planning and futures studies). *Futures* 50 (2013), 25-34.
- Bo, L., & Gang, W. (2014). Makerspace: practice and inspiration of library new format development. *Information and Documentation Services*, 1, 022.
- Boyd, D. (2007). Why youth (heart) social network sites: The role of networked publics in teenage social life. *MacArthur foundation series on digital learning-Youth, identity, and digital media* volume, 119-142.
- Byun, M. K., Jo, J. H., & Cho, M. H. (2015). The analysis of learner's motivation and satisfaction with 3D printing in science classroom. *Journal of the Korean Association for in Science Education*, 35(5), 877-884.
- Byun, M. K., & Cho, M. H. (2016). Examining ways to support engineering students for choosing a project topic in interdisciplinary collaboration. *Journal of Engineering Education Research*, 19(1), 37-46.
- Chi, T. H. (2009). Active-Constructive-Interactive: A conceptual framework for differentiating learning activities. *Topics in Cognitive Science* 1, 73-105.
- Choi, I. H., & Choe, I. S. (2001). How can the new ideas be produced : A learning - Process approach to creativity on expert domain. *Korean Journal of Psychology*, 20(2), 409-428.
- Choi, Y. S., & Kim, G. J. (2014). 2030 Movement of chance. Seoul: Kimyoungsa.
- Choi, Y. H., Mun, D. Y., Gang, K. G., Lee, J. W., & Lee, J. H. (2008). The development and the effect of educational program based on STEM for the inventively gifted. *The Korean Journal of Technology Education*, 8(2), 143-164.
- Choi, Y. H., Nho, J. A., Lee, M. H., Lee, B. W., Mun, D. Y., Gang, K. G., & Kim, D. H. (2012). The standard development of inventional contents for elementary, middle, and high school students. *The Korean Journal of Technology Education*, 12(1), 148-168.
- Colegrove, P. (2013). Editorial board thoughts: libraries as makerspace. *Information Technology and Libraries*, 32(1), 2-5.
- Reinertsen, D. (1997). *Managing the design factory*. Simon and Schuster.
- Edunet (2015, November 25). Imagine an infinite operating room school study for promoting creativity and imagination, Edunet. Retrieved from <http://www.edunet.net/dsearch/search.jsp#none>.
- Finney, & Joseph (2015, April 15). Microsoft Garage is a place where Microsoft employees can feel free to fail, Tools and space give talented people the right environment for invention. WinBeta.
- Foley, M. J. (2015, February 25). Microsoft opens Garage door, shows off experimental apps. Retrieved from CNet. <http://www.cnet.com/news/microsoft-opens-garage-door-shows-off-experimental-apps>.
- Gardner, H. (2011). *Creating minds: An anatomy of creativity seen through the lives of Freud, Einstein, Picasso, Stravinsky, Eliot, Graham, and Gandhi*. Basic Books.
- Goldman, D. (2012, October 10). Where microsoft geeks go to 'Do epic \$#!+'. CNN Money. Retrieved from <http://money.cnn.com/2012/08/10/technology/microsoft-garage/index.html>.
- Good, T., & Krull, J. (2013). Three makerspace models that work. *American Libraries*, 44(1), 45-47.
- Hong, S. G., & Park, H. Y. (2013). A study on the S&T infrastructure building for facilitating the people's participation in the creative economy. *Policy Research*, 1-110.
- Howland, J. L., Jonassen, D. H., & Marra, R. M. (2012). *Meaningful learning with technology*. Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Hwang, S. J. (2014). Discussion of 'The method of entrepreneurship development through the invention education'. *Creative invention Educational Conference*, 2, 135-137.
- Hyun, H. J., & Kim, K. H. (2014). Design-technology convergence for DIO type of training simulation. *Korea Institute of Science and Art Forum*, 18, 735-746.
- Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments, Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. 2, 215-239.
- Jonassen, D. H., & Rohrer-Murphy, L. (1999). Activity theory as a framework for designing constructivist learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 47 (1), 61-79.
- Jonassen, D. H. (2000). Revisiting activity theory as a framework for designing student-centered learning environments. In D. Jonassen & S. Land (Eds.), *Theoretical foundations of learning environments*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Karakus, T. (2014). Practices and Potential of Activity Theory for Educational Technology Research. In *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. Springer New York, 151-160.
- Kim, E. K. (2013). *Creative Engineering Design*. Seoul: Hanbit Academy.
- Kim, S. P., Byun, C. G., & Ha, H. H. (2014). Creativity and Entrepreneurship : What is The Relationship between Creativity and Entrepreneurship. *Korean Management Consulting Review*, 14(3), 67-78.
- Kim, S. W., Jung, Y. R., Woo, A. J., & Lee, H. J. (2012). Development of a theoretical model for STEAM education. *Journal of the Korean Association for in Science Education*, 32(2), 388-401.
- Kim, Y. J., & Nho, B. S. (2012). A study of entrepreneurship education effect on the self-leadership and entrepreneurship. *Journal of Digital Convergence*, 10(6), 23-31.
- Kim, Y. I., Choi, Y. H., Jeon, I. G., Lee, W. C., & Kwack, S. M. (2005). A study on the objective system and contents standards for an invention education through a school subject. *The Journal of Vocational Education Research*, 24(3), 123-146.
- Kim, Y. O. (1996). *Qualitative Research Methods and Design for Education and Research*. Seoul: Muneumsa.
- Lee, I. (2008). *Convergence of knowledge*. Seoul: Godswin.
- Lee, K., & Oh, E. (2012). A study on the perception of curriculum for cultivating students' creativity in secondary school. *Journal of Curriculum Integration*, 6(1), 45-68.
- Lee, J. H., Yang, H. I., & Sun, J. Y. (2012). Korean science and technology innovation ODA strategy. *Policy Research*, 1-346.
- McCue, T. J. (2011). First public library to create a maker space. Retrieved from <http://www.forbes.com/sites/tjmccue/2011/11/15/first-public-library-to-create-a-maker-space>.
- Milne, L. (2013). Nurturing the designerly thinking and design capabilities of five-year-olds: Technology in the new entrant classroom. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(2), 349-360.
- Ministry of education (2014). 2015 released general remarks' highlights of the integrated curriculum. Retrieved from <http://www.moe.go.kr/web/>

- 106888/ko/board/view.do?bbsId=339&boardSeq=56875.
- Ministry of Science, ICT and Future Planning (2014). Endless imagining room operations manual. Retrieved from https://www.kofac.re.kr/?page_id=1677&uid=4277&mod=document.
- Noh, Y. H. (2014). A study on Creating and managing “Makerspaces” in Libraries. *Journal of the Korean Society for Information Management*, 31(1), 53-76.
- Park, G. Y., & Choi, H. S. (2011). A Study of teaching-learning practices in education center for the talented in invention. *The Journal of Vocational Education Research*, 30(4), 281-300.
- Park, Y. S., Glenn, J., & Gorden, T. (2014). *The UN Future Report 2045*. Kyung-gi: Kyobo Book Centre.
- Pink, D. H. (2006). *Whole new mind : why right-brainers will rule the future*. Seoul: The Korea Economic Daily.
- Reinertsen, D. (1997). *Managing the design factory*. Simon and Schuster.
- Root-Bernstein, R., & Root-Bernstein, M. (2001). *Sparks of Genius: The Thirteen Thinking Tools of the World's Most Creative People*, United States: Mariner Books.
- Runco, M. A. (1994). *Problem finding, problem solving, and creativity*. Greenwood Publishing Group.
- Runco, M. A. (2014). *Creativity: Theories and themes: Research, development, and practice*. Elsevier.
- Seo, H. A., Cho, S. H., Kim, H. W., Jung, H. C., & Sohn, Y. A. (2002). *Invention Education Content Standards Development*. KIPO Research Reports.
- Sim, J. H., Lee, Y. L., & Kim, H. K. (2015). Understanding STEM, STEAM Education, and Addressing the Issues Facing STEAM in the Korean Context. *Journal of the Korean Association for in Science Education*, 35(4), 709-723.
- Sohn, S. J. (2013). Creative economy perspective intellectual property professionals demand outlook. *Science and Technology Policy*, (193), 72-88.
- Son, J. (2014). The method of Invention educational approaches in science education curriculum dimension when developed integrated curriculum. *Korea Association for Gifted Children Alliance Conference*, 2014(1), 103-110.
- Sternberg, R. J. (1999). *Handbook of creativity*. Cambridge University Press.
- Winn, W. (2002). Research into practice: Current trends in educational technology research: The study of learning environments. *Educational Psychology Review*, 14(3), 331-351.