

과학고등학교 학생을 대상으로 한 공학적 문제해결 중심 메이커톤 프로그램의 개발 및 효과

김영민·최진수[†]

한국과학기술원 과학영재교육연구원

A Study on Effects of Make-A-Thon Program based on Engineering Problem Solving for Science high school students

Kim, Youngmin·Choi, Jinsu[†]

Global Institute for Talented Education, Korea Advanced Institute of Science and Technology

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop and apply a make-a-thon program based on engineering problem solving for science high school students and to analyze the changes of participating students. Through the consultation of teachers and experts, a team-based and student-driven engineering problem-solving-oriented make-a-thon program was developed. And, the program operated using KAIST's human and material resources for 51 students. Students composed of 12 teams studied 12 topics through an engineering problem-solving process, and the overall program satisfaction was very high, on average 4.62. Through this program, students' creative leader competency have been positively changed, especially in cognitive characteristics (diffusion thinking, problem solving ability) and social characteristics (pursuit of social values). Attitudes toward engineering also changed positively, especially in terms of difficulty of engineering, interest in engineering, gender role in engineering, and engineering and occupational factors. In conclusion, it was confirmed that this program is very effective for science high school students with high demand for engineering education.

Keywords: Engineering, Problem Solving, Make-a-thon, Science High School

1. 서 론

경제협력개발기구(OECD)에서는 2015년에 시작한 'OECD 교육 2030' 프로젝트를 통해, 미래사회에 필요한 핵심역량의 의미와 방향을 다시 세우고 미래교육의 모습을 제시하는 연구를 추진하고 있다. 과거 DeSeCo 프로젝트(1997~2003년)에서는 복잡한 사회에서 성공적으로 살아가기 위한 미래사회의 핵심역량의 규명에 초점을 두었다면, 이 프로젝트에서는 개인적·사회적 웰빙을 위한 변혁적(transformative) 역량과 이를 함양할 수 있는 교육의 모습을 탐색한다는 점에서 차이가 있다(한국교육개발원, 2019a, 2019b). 'OECD 교육 2030' 프로젝트에서는 역량을 '복잡한 요구를 충족시키기 위해 지식, 기능, 태도와 가치를 동원하는 능력'이라고 정의하면서, 학생의 변혁적 역량을 강조하였다. 특히, 학생들이 삶의 모든 영역에서 적

극적으로 참여하면서 보다 나은 방향으로 영향을 미치려는 책임의식을 의미하는 '학생 행위주체성(student agency)'을 강조했다(교육부, 2019; 한국교육개발원, 2019a, 2019b).

OECD는 미래 사회에 학생들이 기후 변화 및 천연자원 고갈 등의 환경적 도전, 과학과 기술, 생체-기술과 AI의 혁신 등의 경제적 도전, 사회적 도전을 맞게 될것으로 예측하였다. 이러한 환경적, 경제적, 사회적 도전들을 인간의 발전을 위한 기회가 될 수 있도록 학교는 아직은 예견할 수 없는 문제를 해결하기 위해 아직까지 존재하지 않는 직업, 그리고 아직까지 발명되지 않은 기술에 학생들을 준비시켜야 한다(한국교육개발원, 2019b)고 하였다. 이와 같이 'OECD 교육 2030' 프로젝트에서 강조하고 있는 '교육의 중심에 학생을 두는 학생 주체성, 변화할 미래사회에 대한 변혁적 역량, 공학기술의 변화 준비'는 공학교육에 필요성과 중요성 등에서 많은 시사점을 주고 있다.

공학교육을 초·중등교육에 도입하고자 하는 노력을 주요 선진국을 비롯한 우리나라에서도 있으나 체계적인 공학교육은 아직까지 우리나라에서는 매우 미흡한 상황이다(김영민·김기수,

Received March 27, 2020; Revised May 7, 2020

Accepted May 16, 2020

[†] Corresponding Author: janesu@kaist.ac.kr

©2020 Korean Society for Engineering Education. All rights reserved.

2017). 중학교에서 공학분야에 관심을 갖고 있으며, 수학과 과학에 대한 역량이 높은 많은 학생들이 전국의 과학고와 영재학교에 입학하고 있다. 초·중등교육에서 공학관련 교육이 많지 않음에도 불구하고, 과학영재 학생들의 공학분야 진로 선택 비율이 매우 높아지고 있다. 특히, 영재학교 졸업생 중 2018년 72.8%, 2017년 56.4%, 2016년 59.5%이 공학계열에 진학하고 있으며, 과학고 졸업생 중 2018년 85.2%, 2017년 86.1%가 이공계열로 진학하고 있다(KAIST, 2016, 2017a, 2017b, 2018a, 2018b).

과학영재 학생들의 공학교육 필요 및 요구가 매우 높으며, 공학 관련 실험 및 실습과 설계 프로젝트 등에 대한 교육적 요구도가 높지만, 과학영재 학생들은 학교 교육과정에서 SW(전산) 교과 외에는 공학 관련 내용이 포함되어 있지 않은 실정이다(김영민 외, 2015).

과학고 및 영재학교 교사들 역시 과학영재 학생들을 대상으로 한 공학교육의 필요성을 높게 인식하고 있었으며, 구체적으로는 수학, 과학 교과 학습에 도움, 공학 분야 진로 선택 확대, 공학적 소양 함양, 공학관련 연구 역량 강화를 위해 공학교육이 필요하다고 인식하였다. 공학교육 운영 방안으로 창의적 설계 및 문제해결과정 체험, 공학관련 진로지도의 필요하다고 하였다(김영민·이영주, 2017). 과학고등학교 학생을 대상으로 한 공학 교육관련 선행연구(서형업, 2007; 정웅열·이영준, 2018)는 주로 로봇과 SW 교육을 중심으로 프로그램을 개발하고 적용하는 연구가 주를 이루고 있어, 과학고등학교 학생들이 주도적으로 공학적 문제를 해결하는 사례는 부족하였다.

과학고등학교 학생들은 수학, 과학 분야에 높은 인지적 능력과 흥미 및 동기를 가지고 있다. 2002년부터 과학영재 학생들의 과학적 탐구능력과 창의적인 문제해결 능력을 신장시키기 위하여, 연구 중심의 자기주도적 R&E 프로그램을 시행하고 있으며, 다양한 효과가 확인되고 있다(최진수 외, 2019). 기존의 과학고등학교 학생을 대상으로 한 Research & Education, Pre-Undergraduate Research Program과 달리, 학생들 스스로 주변의 문제를 확인하고 이를 팀기반의 공학적 설계와 공학적 문제해결 과정을 통해 직접 시제품(prototype)을 개발하고 해결책을 구현해 볼 수 있는 기회가 필요하다. 또한, 기존 R&E 프로그램과 같이 학생들이 집중적으로 연구와 개발에 참여할 수 있는 환경을 제공하여, 공학 설계 단계를 실질적으로 체험할 수 있는 공학적 문제해결 중심의 메이커톤(Make-a-thon) 프로그램이 필요하다.

이 연구의 목적은 창의적 융합 역량과 공학에 대한 태도 향상을 위한 공학적 문제해결 중심의 과학고 메이커톤 프로그램을 개발 및 적용하고, 참여 학생들의 변화를 분석하는 것이다.

이 연구의 결과는 과학영재 학생을 대상으로 한 공학교육 프로그램 개선을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다. 구체적인 연구 내용은 다음과 같다. 첫째, 공학적 문제해결 중심의 과학고 메이커톤 프로그램을 개발 및 적용한다. 둘째, 공학적 문제해결 중심의 과학고 메이커톤 프로그램 참여 학생들의 변화(창의인재역량, 공학에 대한 태도)를 분석한다.

II. 연구의 방법

1. 연구의 절차

이 연구는 ADDIE 모형에 기초한 창의 공학 설계 교육 프로그램 개발 모형(이창훈, 2008)의 분석, 설계, 개발, 실행, 평가의 5단계를 바탕으로 개발되었다. 한국과학기술원(KAIST)의 공학교육, 과학교육, 영재교육 전문가 3인과 D과학고등학교 교사 2인의 온/오프라인 협의를 통해 개발되었다. 실행 및 평가 단계에서는 참여자 만족도 사후 조사를 실시하였으며, 창의융합역량 및 공학에 대한 태도는 단일집단 사전, 사후 조사를 실시하였다.

2. 조사 도구 및 분석

이 연구에 참여한 51명 중에서 사전, 사후 조사에 성실히 참여한 49명의 응답자 일반적 특성은 Table 1과 같다. 응답자 성별은 남자 33명(67.3%), 여자 16명(32.7%)이었으며, 희망 전공 계열은 자연계 11명(22.4%), 공학계 38명(77.6%)이었고, 희망 진로는 연구소 19명(38.8%), 대기업 13명(26.5%), 창업 6명(12.2%) 등의 순으로 나타났다.

Table 1 Respondent's Characteristics

구분		성별				전체	
		남자		여자			
		N	%	N	%	N	%
희망 전공	자연계	6	18.2	5	31.3	11	22.4
	공학계	27	81.8	11	68.8	38	77.6
희망 진로 (직업)	연구소	12	36.4	7	43.8	19	38.8
	대기업	8	24.2	5	31.3	13	26.5
	창업	5	15.2	1	6.3	6	12.2
	대학교	2	6.1	2	12.5	4	8.2
	해외기업	2	6.1	0	0.0	2	4.1
	중소기업	2	6.1	0	0.0	2	4.1
	기타	2	6.1	0	0.0	2	4.1
	정부기관	0	0.0	1	6.3	1	2.0
전체		33	67.3	16	32.7	49	100.0

만족도 조사는 집중연구 및 메이커톤 6일자 퇴소 전에 조사하였으며, 만족도 조사 도구는 R&E 프로그램 만족도 조사지(KAIST, 2019)를 수정하여 활용하였다. 만족도 조사지는 총 16개 문항으로 구성하였으며, Likert 5점 척도 13문항과 서술형 3문항으로 구성하였다.

전체 프로그램 효과 검사를 위하여, 창의인재역량과 공학적 태도 검사를 집중연구 사전과 사후에 집단설문조사로 실시하였다. 검사도구는 선행연구 고찰을 통해 Table 2와 같이, 창의인재역량 검사 도구(지은림·주언희, 2012; 최진수 외, 2019)와 공학에 대한 태도 검사 도구(문대영, 2009)를 이 프로그램 특성에 맞춰 수정하여 사용하였다.

통계분석은 SPSS 25.0 프로그램을 활용하였고, 통계분석은 빈도, 평균, 표준편차의 기술통계와 t검증의 추론통계를 실시하였으며, 유의수준은 5%로 설정하였다.

Table 2 Inspection tools

도구	구성 요인	문항 형식	문항수
창의인재역량 (지은림, 주언희, 2012)	인지적 특성, 창의적 특성, 사회적 특성	Likert 5점 척도	32
공학에 대한 태도 (문대영, 2009)	공학에 대한 흥미, 성역할, 난이도, 영향, 학교 교육과정, 직업	Likert 5점 척도	58

III. 메이커톤 프로그램 개발 및 운영

1. 메이커톤 프로그램 개발

이 공학교육 프로그램은 분석, 설계, 개발, 실행, 평가의 5단계로 개발하였다. 먼저 분석(Analysis) 단계에서는 과학교 교사들을 통해 과학교 학생들의 요구와 환경을 분석하였다. 교사와 학생들은 기존 R&E 프로그램의 과학적 지식 중심, 학교 내 활동, 시설 및 장비 부족, 수과학 교과 교사 중심, 외부 전문가 연계 부족 등의 제한점과 함께, 공학 분야과 메이커교육에 대한 높은 교육 및 체험 요구와 공학분야 진학 및 진로 희망을 확인하였다. 설계(Design) 단계에서는 집중적이고 실질적인 공학 문제해결 과정 체험과 공학분야의 우수한 인적, 물적 자원 활용을 통해 학생들이 공학에 대한 인식을 높이도록 프로그램을 계획하였다. 공학분야와 메이커에 대한 기본적인 지식이 부족하여, 공학적 문제해결과정 강의와 아두이노와 3D프린팅 관련 강의를 사전에 선택적으로 제공하도록 하였으며, 사전에 주제별 멘토와 자문교수를 선정 및 매칭하도록 하였다.

개발(Development) 단계에서 연구진은 전체 프로그램 일정을 개발하여, 각 강의별 주제와 전문가를 섭외하여 협의를 통해 전문가들이 교육용 강의자료를 개발하도록 하였다. 계획발

표, 중간발표, 결과발표의 총 3회의 발표 및 피드백 단계를 포함시켜 학생들의 문제해결과정에 대한 지속적인 피드백을 제공하도록 하였다. 실행(Implementation) 단계에서는 학생들이 공학적 문제해결과정을 집중적으로 체험할 수 있도록 환경을 제공하였다. 특히 과학기술특성화대학인 KAIST의 우수한 공학 기술 분야 교수, 대학생 등의 인적 자원과 최첨단 시설과 장비 등의 물적 자원을 활용하도록 하였다. 평가(Evaluation) 단계에서는 학생들의 산출물과 만족도 및 의견을 받도록 하였다.

2. 메이커톤 프로그램 운영

최종 개발된 공학적 문제해결 중심 메이커톤 프로그램의 운영 과정과 내용은 Fig. 1과 같다.

이 프로그램은 D과학교등학교 2학년을 대상으로 참가 신청을 받았으며, 조기졸업 학생을 제외한 모든 학생이 신청하여 총 51명을 대상으로 운영하였다. 9월 D과학교등학교에서 오리엔테이션을 개최하여, 학생들에게 전체 프로그램을 안내하였고, 공학적 문제해결과정에 대한 강의를 진행하였다. 학생 개인별로 사회적, 환경적 문제에 관심을 갖고 주변의 실생활과 관련된 문제를 직접 발견 및 공감하고 정의하여, 문제 해결을 위한 아이디어를 선정하여 연구계획서를 작성하도록 하였다. 이를 전체 학생들간의 공유를 통해 문제와 해결 아이디어별로 팀을 구성하도록 하였으며, 팀별로 관련 사전연구를 진행하고 연구계획서를 작성하도록 하였다.

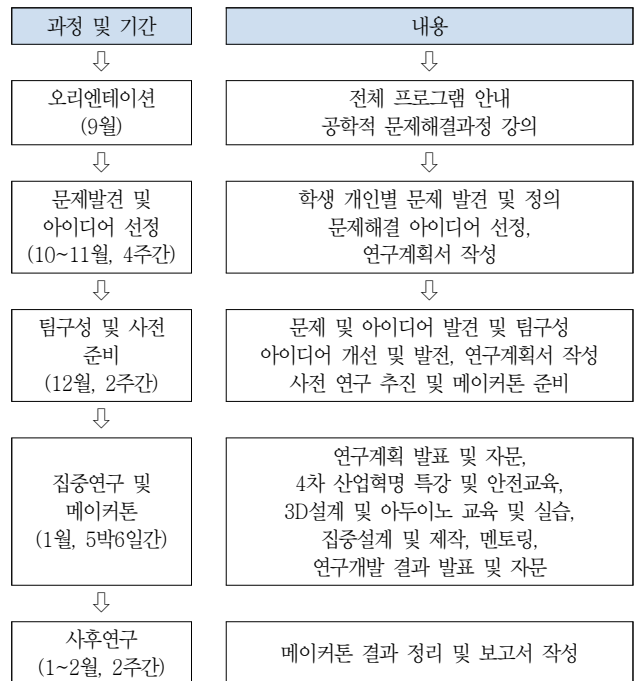


Fig. 1 Program process and contents

집중연구 및 메이커톤은 Fig. 2와 같이, 5박 6일간 KAIST 아이디어팩토리, 해커톤랩의 시설과 장비를 활용하였으며, 참여학생 숙박은 KAIST 학생생활관을 이용하였다. 1일차에는 학생생활관에 입소하여 팀별로 멘토와 함께 연구계획 발표를 준비하도록 하였다. 2일차 오전에는 집중연구와 메이커톤에 대한 오리엔테이션, 특강, 안전교육이 이루어졌으며, 오후부터는 3D 설계 및 프린팅과 아두이노 교육을 학생들이 선택하도록 하여 교육을 진행하였으며, 3일차 오후까지 약 10시간의 메이커교육을 실시하였다. 2일차 저녁에는 연구 주제 관련 분야의 KAIST 자문 교수 3인과 멘토 학생 12명을 대상으로 연구개발 계획을 발표하고 자문을 받도록 하였다.

3일차 오후부터는 팀별로 학생과 멘토학생들을 중심으로 메이커톤이 진행되었다. 학생들은 팀별 연구 계획과 일정에 따라 자율적으로 공학적 문제해결과정을 진행하였다. 4일차 저녁에는 멘토들과의 연구개발 과정 중간발표를 통해 문제점을 전체 멘토들의 자문을 통해 해결하도록 하였다. 6일차 아침까지 학생들은 각 팀별 문제해결을 위한 프로토타입을 제작하고, 발표 자료를 준비하여, 2일차 저녁에 계획을 자문받았던 KAIST 교수 3인과 멘토 학생 12명, 전체 참가 학생들을 대상으로 연구결과 발표를 진행하였다. 학생들은 각 팀별로 문제, 이론적 배경, 문제해결 과정 및 결과, 발생 문제점 및 해결책, 시사점 및 추후 연구계획 등을 발표하였으며, 시제품(prototype)에 대한 시연도 함께 진행하였다.

구분	1일차(월)	2일차(화)	3일차(수)	4일차(목)	5일차(목)	6일차(금)
08-09	아침식사	아침식사	아침식사	아침식사	아침식사	아침식사
09-10		★사전설문★ 입소식 및 오리엔테이션				생활관 퇴소
10-11		특강1, 4차선언력명 시대의 창의성과 리더십	3D설계 / 아두이노 분반별 교육	팀별 집중설계 및 제작*	팀별집중제작*	최종 연구결과 발표회1* (조별 10분) 1~6조 자문 교수, 멘토
11-12		안전교육				
12-13		점심식사	점심식사	점심식사	점심식사	점심식사
13-14			3D설계 / 아두이노 분반별 교육	팀별 집중설계 및 제작*	팀별 집중제작*	최종 연구결과 발표회2* (조별 10분) 7~12조 자문 교수, 멘토 ★사후설문★
14-15						
15-16			3D설계 / 아두이노 분반별 교육	팀별 집중설계 및 제작*	팀별 집중제작*	
16-17			연구개발 계획 수정*			
17-18						
18-19		저녁식사	저녁식사	저녁식사	저녁식사	
19-20	생활관 입소*	(연구 발표1) 연구개발 과정 발표 및 자문* (조별 5분) 자문 교수, 멘토	(팀별세미나) 연구개발 자문 및 토의*	(연구 발표2) 연구개발 과정 중간 발표 및 자문 멘토*	(팀별세미나) 연구개발 결과 정리*	
20-21	연구계획 발표준비 및 토의* (팀별 자율)					
21-22						

Fig. 2 Schedule of intensive research and make-a-thon

학생들은 4~5명이 팀을 이루어 총 12개 팀으로 구성되었고, 사전연구와 연구개발 과정 및 메이커톤을 통해 자발적으로 연구 주제와 개발 방향을 수정·보완하여 최종으로 연구 개발한 주제는 Table 3과 같았다. 선행연구 분석이나 연구방법 등의 문제로 계획대비 주제가 변경된 팀들도 나타났다.

Table 3 Participants' R & D Topics

조	주제
1	여과섬식 어류의 아가미 구조를 모방한 녹조 여과 장치 제작
2	미세먼지 확산 방지 시스템 구축
3	페트병 라벨제거 장치 제작 및 탐구
4	전복껍데기와 벌집의 구조를 모방한 헬멧 구조 제안
5	주인을 인식하여 따라다니는 인공지능 스피커 개발
6	금연을 돕기 위한 담배케이스 및 웨어러블 디바이스 제작
7	Q-drum 보완 연구
8	총기 부품을 인식하는 VR 컨트롤러
9	압전소자와 IoT를 이용한 스포츠 경기장 내의 인아웃 판결장치
10	공간좌표화 시스템과 그 활용
11	아두이노와 엠인벤터를 이용한 실험실 시약관리 시스템
12	통로 확장이 가능한 고정형 좌석 개발

IV. 참가자 만족도, 역량 및 태도 변화

1. 참가자 만족도 및 의견

참가 학생들의 만족도는 Table 4와 같았다. 대부분의 학생들이 전체 프로그램에 대해 매우 높은 만족도(M=4.62)를 나타냈으며, 시설에 대한 만족도(M=4.78)가 가장 높았으며, 멘토의 지도(M=4.66)와 교수의 자문(M=4.58)에 대한 만족도 역시 높았고, 메이커 교육 내용에 대한 만족도(M=4.67)도 높게 나타났다. 학생들은 기존의 다른 연구 프로그램에 비해 이번 프로그램이 매우 우수하다고 생각하였으며(M=4.60), 연구에서의

Table 4 Program participants' satisfaction

문항	평균	표준편차
1. 전체 프로그램은 전반적으로 만족스러웠다.	4.62	0.81
2. 해커톤랩, 아이디어 팩토리의 시설이 만족스러웠다.	4.78	0.51
3. 멘토의 지도가 만족스러웠다.	4.66	0.75
4. KAIST 교수의 자문이 도움이 되었다.	4.58	0.67
5. 메이커 교육 내용이 도움이 되었다.	4.67	0.66
6. 이 프로그램은 내가 참여했던 다른 연구 프로그램과 비교하여 우수하였다.	4.60	0.78
7. 프로그램 참여를 통해 나의 연구능력이 신장되었다고 생각한다.	4.62	0.70
9. 프로그램은 협동하여 연구하는 것의 중요성을 알게 해주었다	4.70	0.61
10. 프로그램이 공학에 대한 나의 호기심을 충족시켜주기에 적합하였다.	4.54	0.91
11. 프로그램을 통해 나의 진로를 결정하는데 도움을 받았다	4.28	0.97
12. 기회가 주어지면 다시 이 프로그램에 참여하고 싶다.	4.58	0.86
13. 프로그램을 친구나 후배들에게 적극 추천하고 싶다.	4.66	0.80

연구능력 신장(M=4.62), 협동의 중요성(M=4.70), 공학에 대한 호기심 충족(M=4.54), 진로 결정 도움(M=4.28)에서 높은 만족도를 나타냈다. 또한, 참가 학생들은 이 프로그램에 다시 참가하고 싶어하였으며(M=4.58), 다른 학생들에게 적극 추천하고 싶다고(M=4.66) 하였다.

참가 학생들은 이 프로그램 참여 결과에 대한 장점, 단점 의견과 소감을 Table 5와 같이 제시하였다. 대부분의 학생들은 멘토와 함께 학생 중심으로 자율적으로 문제 해결과정을 자유롭게 집중할 수 있었던 점에 대해 높은 만족을 보였으나, 비교적 짧은 메이커톤 시간과 많은 발표 횟수에 대한 개선을 요구하였다. 전반적인 소감으로는 공학적 문제해결 과정 체험을 통해 다양한 공학의 특성을 직접 체험할 수 있었다는 점을 얘기하였다.

Table 5 Program participants' detailed opinions

구분	의견
장점	<ul style="list-style-type: none"> 연구를 하며 시행착오를 겪다 보니 새로운 재료들이 꽤 많이 필요했는데 멘토님들의 도움을 받아 다양한 재료도 제공받고 새로운 관점으로 접근하는 방식 등을 배울 수 있어서 매우 만족스러웠다. 아이디어 팩토리에 원하는 재료, 공구가 다 구비되어 있어서 좋았고 시설들과 LAB이 아이디어 구상 생각하기 좋은 장소였다. 나의 공학적인 창의적인 아이디어를 마음껏 방출할 수 있어서 좋았다. 학생 중심의 연구활동으로 연구에 대한 참여와 문제 해결과정을 직접 고민해 나갈 수 있어 좋았다. 또한 연구에 대한 자율적인 생활 환경은 연구에 몰입할 수 있어 매우 좋았다. 연구에 집중할 수 있는 충분한 시설과 환경이 연구에 대해 그 어느 때보다 마음에 들었다.
단점	<ul style="list-style-type: none"> 발표 횟수가 기간에 비해 많았던 것 같다. 메이커톤 시간이 다소 부족했다.
소감	<ul style="list-style-type: none"> 시행착오를 겪으면서 많이 배우게 되었고 앞으로 연구하고 싶은 주제를 더 체계적으로 설계할 수 있겠다는 자신감을 얻었다. 연구에 협력이 정말 중요하다는 것을 알게 되었고, 공학에 대한 재미를 느꼈다. 생각했던 것 보다 프로젝트를 진행하는데 어려움이 많아 힘들었지만 그만큼 성장할 수 있었고 평소에 모르던 공학 분야에 대해 비교적 잘 알게 되어 큰 도움이 되었다. 많은 것을 배우고 느끼고 원하는 주제를 체계적으로 설계하고 결과물까지 내니까 뿌듯했다.

2. 창의인재역량의 변화

이 프로그램을 통하여 참가자들의 창의인재역량은 Table 6, Fig. 3과 같이, 인지적 특성, 정의적 특성, 사회적 특성에서 모두 향상되었으나, 인지적 특성과 사회적 특성에서만 통계적으로 유의미한 향상을 나타냈다. 즉, 이 프로그램을 통해 학생들의 문제해결을 위한 분석적 사고력과 아이디어 산출 능력을 의

미하는 인지적 특성과 사회적 기여와 공익추구를 위한 책임의식과 신념, 타인과의 상호작용능력을 의미하는 사회적 특성(지은림·주연희, 2012; 최진수 외, 2019)이 향상된 것으로 볼 수 있다.

창의인재역량의 구성 요인별 변화는 Table 7, Fig. 4와 같다. 인지적 특성에서는 확산적 사고력 요인과 문제해결력 요인이, 사회적 특성에서는 사회 가치 추구 요인이 통계적으로 유의미하게 향상되었다. 이 프로그램을 통해 학생들의 하나의 문제에 대해 정해진 틀에서 벗어나 가능한 여러 가지 대안들을 생각해내고 참신하고 독특한 아이디어를 창출해 내는 능력인 확산적 사고력 요인과 주어진 문제를 바르게 해결하는 능력인 문제해결력 요인이 향상되었으며, 개인이 사회 기여 및 공익추구를 위해 가져야 할 책임의식 및 신념으로 많은 사람들에게

Table 6 Changes of creative leader competency

요인	사전		사후		t	p
	M	SD	M	SD		
인지적 특성	4.01	0.54	4.26	0.55	2.941**	0.005
정의적 특성	4.08	0.55	4.20	0.52	1.409	0.165
사회적 특성	4.29	0.61	4.44	0.48	2.116*	0.040

p* <0.05 , p** <0.01

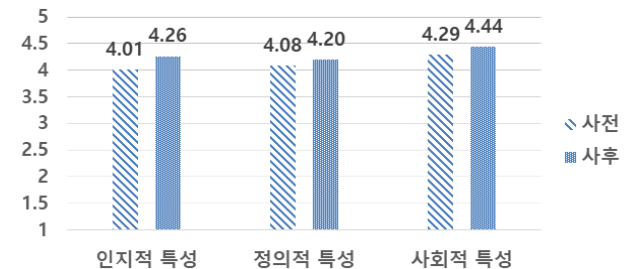


Fig. 3 Changes of creative leader competency

Table 7 Changes of construct of creative leader competency

구성 요인		사전		사후		t	p
		M	SD	M	SD		
인지적 특성	고차적 사고력	4.08	0.58	4.22	0.54	1.651	0.105
	확산적 사고력	3.94	0.70	4.23	0.63	2.543*	0.014
	문제해결력	4.05	0.63	4.33	0.60	3.037**	0.004
정의적 특성	호기심	4.07	0.66	4.17	0.69	0.920	0.362
	개방성	4.21	0.61	4.29	0.65	0.846	0.402
	감수성	3.98	0.79	4.15	0.61	1.640	0.108
	과제집착력	4.11	0.64	4.20	0.64	0.914	0.365
사회적 특성	사회 가치 추구	4.22	0.76	4.44	0.58	2.529*	0.015
	협동 및 배려	4.35	0.63	4.44	0.53	0.940	0.352

p* <0.05 , p** <0.01

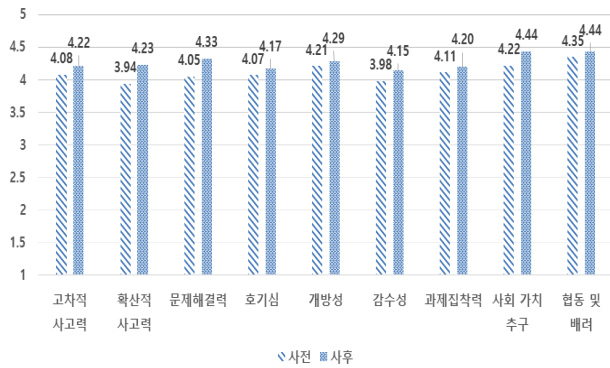


Fig. 4 Changes of construct of creative leader competency

이로울 수 있도록 가치를 발견하고 부여하는 힘인 사회가치추구 요인(지은림·주언희, 2012; 최진수 외, 2019)이 향상된 것으로 볼 수 있다. 즉, 이 프로그램은 학생들이 사회의 문제를 직접 발견 및 공감하여 이를 공학적으로 해결하는 과정의 체험을 중심으로 하고 있어 학생들의 확산적 사고력, 문제해결력, 사회가치추구 요인에 긍정적인 변화를 나타낼 수 있었던 것으로 보인다.

3. 공학에 대한 태도의 변화

이 프로그램을 통하여 참가자들의 공학에 대한 태도는 Table 8, Fig. 5와 같이, 공학의 흥미, 성역할, 난이도, 결과, 학교 교육과정, 직업 영역에서 모두 향상되었으나, 공학의 흥미, 성역할, 난이도, 직업 영역에서만 통계적으로 유의미한 향상을 나타냈다. 이 프로그램 통해 학생들의 공학에 대한 일반적 흥미, 공학이 남학생에게 적합한지와 여학생에게 적합한 지에 대한 성역할, 생활에서 공학을 접할 때 느끼는 어려움의 정도, 장차 공학과 관련된 직업을 갖고 싶어하는 지에 대한 인식(문대영, 2009)에는 긍정적인 영향을 나타냈다. 다만, 공학이 개인과 사회에 미치는 영향에 대한 인식과 학교에서 공학과 관련된 내용을 배우는 것에 대한 인식(문대영, 2009)의 변화에는 영향을

Table 8 Changes of attitude toward Engineering

영역	사전		사후		t	p
	M	SD	M	SD		
공학의 흥미	3.99	0.58	4.25	0.49	2.886**	0.006
공학의 성역할	4.11	0.67	4.45	0.40	3.387**	0.001
공학의 난이도	3.45	0.79	3.99	0.48	4.504***	0.000
공학의 결과	4.38	0.59	4.39	0.46	0.182	0.857
학교 교육과정	4.00	0.70	4.19	0.60	1.764	0.084
공학과 직업	4.21	0.76	4.56	0.42	3.171**	0.003

p**<0.01, p***<0.001

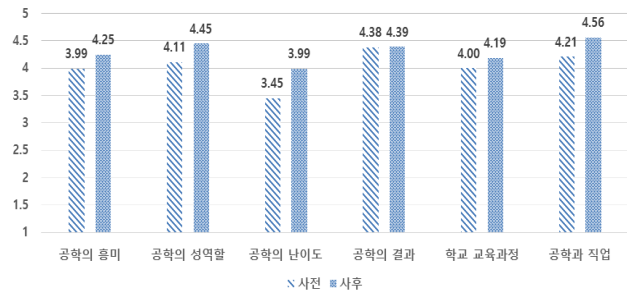


Fig. 5 Changes of attitude toward Engineering

주지 않은 것으로 볼 수 있다. 즉, 이 프로그램은 학생들이 공학적 문제해결 과정과 공학적 설계과정을 직접적, 실질적, 자발적, 협동적으로 참여해 봄에 따라 학생들의 공학에 대한 흥미를 향상시키고, 공학에 성역할이 필요없으며, 공학이 어려울 것이라는 인식을 낮추고 학생들의 공학 분야의 향후 진로 분야에 대한 긍정적인 인식으로의 변화를 이끌어 낼 수 있었던 것으로 보인다.

이 연구는 D과학교등학교의 2학년 전체 학생인 51명만을 대상으로 운영하여, 프로그램 참여자인 표본의 수가 적고, 비교 집단을 별도로 설정하지 못한 제한점을 갖고 있어 일반화에 유의할 필요가 있다.

V. 결론 및 제언

이 연구의 결과와 결론은 다음과 같다.

첫째, 팀 기반, 학생 주도의 공학적 문제해결 중심의 과학고 메이커톤 프로그램을 개발하여, KAIST의 인적, 물적 자원을 활용하여, 51명의 학생들 대상으로 운영하였다.

둘째, 12개 팀으로 구성된 학생들은 공학적 문제 해결 과정을 통해 12개의 주제를 연구하였으며, 전체 프로그램에 만족도는 평균 4.62로 매우 높게 나타났다.

셋째, 이 프로그램을 통해 학생들의 창의인재역량이 긍정적인 변화하였으며, 특히 인지적 특성(확산적 사고, 문제해결력)과 사회적 특성(사회 가치 추구)에서 유의미한 변화를 나타냈다. 공학에 대한 태도도 긍정적으로 변화하였으며, 특히 공학의 난이도, 공학의 흥미, 공학의 성역할, 공학과 직업 요인에서 유의미한 긍정적인 변화를 나타냈다.

결론적으로, 이 연구를 통해 개발된 공학적 문제해결 중심의 과학고 메이커톤 프로그램이 참여한 과학고 학생들에게 높은 만족도를 나타냈으며, 프로그램을 통해 학생들의 창의융합역량과 공학에 대한 태도에 긍정적인 효과를 나타내어, 공학교육과 연구에 대한 요구가 많은 과학고등학교 학생들에게 매우 효과적인 프로그램임을 확인할 수 있었다.

이는 기존 R&E 프로그램의 참가가 과학고 학생들에게 지적, 정의적, 기능적으로 긍정적인 영향을 미친다는 연구(최호성·태진미, 2015)와 유사한 결과였다. 하지만, 교수와 교사 등의 지도자 중심으로 운영되는 R&E 프로그램의 연구 수행에서 나타나는 주제선정 및 지식학습 단계에서의 지도자와 학생간 인식 차이(정현철 외, 2012)로 인한 문제는 이 프로그램에서는 나타나지 않아 차이를 보였다. 이는 학생 주도 R&E 활동에서 '진정한 탐구 주체'로서의 학생 참여를 주목하는 것(이민주·김희백, 2019)과 동일하게 학생들이 주도적으로 멘토들과 문제와 주제를 선정하고 관련 지식을 학습하는 과정을 통했기 때문으로 보인다.

끝으로, 이 프로그램은 특정한 1개의 과학고등학교 2학년 전체를 대상으로 개발 및 적용되어 다른 과학고등학교에 일반화하는데 한계가 있다. 또한 연구의 특성상 표본의 크기가 작고 비교집단이 없는 점 역시 프로그램의 효과를 일반화하는 것에는 주의가 필요할 것이다.

이 연구의 결과에 따라 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 과학영재 학생들의 특성을 반영하여 공학을 실제적으로 체험하고, 이해할 수 있는 일반화된 공학 관련 프로그램의 개발과 제공이 필요할 것이다.

둘째, 과학영재 학생들을 위한 심도있는 공학관련 연구 프로그램의 확대가 필요하다.

셋째, 이 프로그램 참가 학생들의 진로 선택 및 진학에 어떠한 영향을 미쳤는지에 대한 추수 조사 및 인터뷰가 필요할 것이다.

참고문헌

1. 교육부(2019). 「한-OECD 국제교육컨퍼런스」 개막 참고 자료 'OECD 학습나침반 2030과 학생의 자기 주체성'. <https://www.moe.go.kr/>에서 2019, 10, 23 자료 얻음.
2. 김영민·강정하·허남영(2015). 과학 영재 학생들의 공학에 대한 이미지와 인식 분석. *영재교육연구*, 25(1), 95-117.
3. 김영민·김기수(2017). 초·중등 공학교육 프로그램 구성 모형 개발. *공학교육연구*, 20(4), 21-27.
4. 김영민·이영주(2017). 과학고 및 영재학교 교사들의 공학에 대한 인식 및 교육요구도 분석. *영재교육연구*, 27(2), 203-225.
5. 이민주·김희백(2019). 학생 주도의 R&E 활동에서 드러나는 연구 활동의 주요 단계 및 학생의 인식적 행위주체성. *한국과학교육학회지*, 39(4), 511-523.
6. 문대영(2009). 초·중·고등학교의 공학에 대한 태도 및 공학 문제 해결에 대한 사례 연구: STEM 통합 접근 교육 프로그램 적용

- 을 통해. *한국실과교육학회지*, 22(4), 51-66.
7. 서형업(2007). 문제중심학습(PBL)에 기초한 로봇교육 프로그램이 창의력 향상에 미치는 효과 - 과학고등학교 사례. *공학교육연구*, 10(4), 93-122.
8. 이창훈(2008). ADDIE 모형에 터한 창의 공학 설계 교육 프로그램 모형 개발과 적용 방안. *한국기술교육학회지*, 8(1), 131-146.
9. 정웅열·이영준(2018). 컴퓨팅 사고력 기반의 SW 융합교육이 과학고 학생들의 문제해결력에 미치는 영향. *한국컴퓨터교육학회 학술발표대회집*, 22(2), 99-102.
10. 정현철·채유정·류춘렬(2012). 과학고 및 영재고 Research and Education(R&E) 수행과정 및 운영환경 분석: 지도자와 학생의 인식차이를 중심으로. *한국과학교육학회지*, 32(7), 1139-1157.
11. 지은림·주언희(2012). 창의적 인재 역량 측정을 위한 구인 탐색 및 척도 개발. *교육평가연구*, 25(1), 69-94.
12. 최진수·김영민·이영주(2019). 과학기술특성화대학(KAIST)을 중심으로 한 R&E 집중연구가 과학고등학교 학생에게 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, 39(6), 729-738.
13. 최호성·태진미(2015). 과학고 R&E(Research & Education) 프로그램의 참여 경험과 의미. *영재와 영재교육*, 14(3), 51-79.
14. 한국교육개발원(2019a). OECD 교육 2030 참여 연구: 미래지향적 역량교육의 실행 전략 탐색. 연구보고 RR 2019-06.
15. 한국교육개발원(2019b). 'OECD 교육 2030' 프로젝트, 학교교육에서 역량교육의 의미와 방향을 다시 세우다. KEDI BRIEF, 2019, Vol.21.
16. KAIST(2016). *영재학교 현황 자료집*. 대전: 신진기획인쇄사.
17. KAIST(2017a). *과학고등학교 현황 자료집*. 대전: 애드파워.
18. KAIST(2017b). *영재학교 현황 자료집*. 대전: 애드파워.
19. KAIST(2018a). *과학고등학교 현황 자료집*. 대전: 애드파워.
20. KAIST(2018b). *영재학교 현황 자료집*. 대전: 애드파워.
21. KAIST(2019). 2018 DDSHS-KAIST 비룡창의과학연구 R&E프로그램 연구결과보고서. 대전: 애드파워.



김영민 (Kim, Youngmin)

2017년: 충남대학교대학원 교육학 박사(공학교육 전공)
2013년~현재: 한국과학기술원 과학영재교육연구원
관심분야: K-12 공학교육, 기술교육, STEM/STEAM
E-mail : entedu@kaist.ac.kr



최진수 (Choi, Jinsu)

2015년: 한국교원대학교대학원 석사(화학교육 전공)
2015년~현재: 한국과학기술원 과학영재교육연구원
관심분야: 과학교육, STEAM교육
E-mail : janesu@kaist.ac.kr