

중학교 자유학기제에 적합한 과학 탐구 중심의 융합인재교육 프로그램 개발 및 적용

정현도 · 이효녕*

경북대학교

Development and Application of Scientific Inquiry-based STEAM Education Program for Free-Learning Semester in Middle School

Hyeondo Jeong · Hyonyong Lee*

Kyungpook National University

Abstract : The purposes of this study are to develop scientific-inquiry based on STEAM education program and to investigate the effects of the program on middle-school students' interests, self-efficacy, and career choice about science, technology/engineering, and mathematics. In order to develop this program, the literature investigation and previous studies were conducted, so that finally the developmental direction was based on scientific inquiry and the developmental theme and model were selected. A total 92 first-graders in G middle-school of Daegu city were participated in this study. A single group pre-post test paired t-test was conducted to figure out changes of students' interest, self-efficacy, and career choices before or after applying this program. In addition, in-depth interviews were conducted with 14 students to find their specific responses. The results of this study were as follows. First, STEAM education program on the theme of 'RC Airplane' was developed on the basis of the 'ADBA' model. Second, the developed STEAM educational program not only results a decisive difference statistically but also has significant effects on middle-school students' interests, self-efficacy, and career choice in science, technology/engineering, and mathematics, who are involved in the free-semester program, across the overall affective domain. In conclusion, the STEAM educational program in this study could affect significant meanings to middle-school students during the free-semester. It could contribute to facilitate middle-school students' education for happiness and to grow the creative STEAM talents.

keywords : STEAM, middle school, free-learning semester, scientific inquiry, interests, self-efficacy, career, career choice

*교신저자 : 이효녕(hlee@knu.ac.kr)

**본 논문은 정현도의 2016년도 석사 학위논문의 내용을 발췌 정리하였고, 대구과학(27호) pp. 56-71에 소개된 내용을 토대로 작성하였음.

***2017년 10월 9일 접수, 2017년 12월 16일 수정원고 접수, 2017년 12월 16일 채택

<http://dx.doi.org/10.21796/jse.2017.41.3.334>

I. 서론

미래 사회는 다양한 학문과 과학기술이 융합된 새로운 형태의 기술혁신이 이루어지는 지식정보 사회이다(MOE, 2015a; Shin *et al.*, 2014). 지식정보 사회에서 국가의 경쟁력은 창의적인 아이디어를 겸비한 인적 자원에 의해 좌우된다(MEST, 2011). 이러한 이유로 OECD의 회원국을 비롯한 주요 선진국들은 융합과 통섭을 반영하고 미래 사회를 이끌어갈 과학적 소양을 갖춘 창의적인 인재 양성을 위해 교육적 노력을 기울이고 있다(Lee *et al.*, 2011; MEST, 2011; Sanders *et al.*, 2011). 우리나라도 이러한 시대적 요구에 따라 국가 발전과 지식정보 사회에 필요한 인재 양성을 위해 학교 교육의 변화를 추구하고 있다. 교육부(MOE, 2015a)는 기존의 ‘많이 가르치는 교육’에서 ‘행복교육’으로 교육의 패러다임 변화를 제시하였고, 교육과정과 교실 수업을 개선하는 등의 노력을 기울이고 있다. 더불어 융·복합적인 사고력과 통찰력을 가진 인재 양성을 위해 인문·사회·과학기술에 대한 기초 소양이 중요함을 강조하였다. 이러한 요구들을 종합하여 교육부(MOE, 2015a)는 ‘2015 개정 교육과정’을 발표하였다(MOE, 2015b, 2015c).

2015 개정 교육과정은 2009 개정 교육과정에서 추구한 ‘창의적인 인재’ 양성의 기본 정신을 전승하되, 변화하는 교육 환경에 적극적으로 대응하기 위해 지식정보 사회가 요구하는 핵심 역량을 갖춘 ‘창의·융합형 인재상’을 제시하였다. 또한, 교육부는 창의·융합형 인재에 대해 인문학적 상상력, 과학기술 창조력을 갖추고 바른 인성을 겸비하여 새로운 지식을 창조하고 다양한 지식을 융합하여 새로운 가치를 창출할 수 있는 사람(MOE, 2015a)이라고 정의하면서, 미래 사회를 대비하는 교육 방향과 지식정보 사회에 적합한 인간상을 설정하였다(MOE, 2015a). 그렇다면 ‘행복교육’과 ‘미래 사회가 요구하는 역량 중심의 교육’을 강조하는 범국가적인 정책 노력은 언제, 어떻게 시작된 것일까? 그 시발점은 국가·사회적으로 꾸준히 제기 되어온 현행 교육의 문제점에 대한 해결 요구에서 찾을 수

있다(MOE, 2015d; Shin *et al.*, 2014).

지난 반세기 동안, 우리나라의 교육은 과다한 학습량으로 인해 진도 맞추기 수업에 급급하다는 지적을 받아왔다. 또한, 높은 학업 성취도에 비해 학생들의 학습 흥미도가 낮다는 사실은 교육계에서도 심각한 문제로 인식되고 있다(MOE, 2013b, 2013c, 2013d, 2014, 2015d; Shin *et al.*, 2014). 우리나라의 교육에 대한 문제는 국제적인 비교를 통해서도 찾아볼 수 있다. 미래 사회 시민으로서 함양해야 할 읽기, 수학, 과학적 소양을 측정하기 위해 시행되는 OECD의 학업성취도 평가(Programme for International Student Assessment: 이하 PISA) 결과에 따르면, 우리나라 학생들의 학업 성취는 2000년, 2003년, 2006년, 2009년에 걸쳐 모두 상위권을 유지하고 있으나, 학습 동기 및 자신감 등의 정의적 성취는 OECD 회원국들 중 최하위로 나타났다. 또한, 국제 교육성취도 평가 협회(International Association for the Evaluation of Educational Achievement: 이하 IEA)의 수학·과학 성취도 국제비교연구(Trends in International Mathematics and Science Study: 이하 TIMSS)에서도 우리나라 학생들은 2007년, 2011년 모두 우수한 학업 성취도를 보였으나, 수학·과학 교과에 대한 교과 흥미도는 국제 평균의 1/3 수준에 불과한 것으로 나타났다(Choi, Park & Hwang, 2014; Lee *et al.*, 2011; MOE, 2013a; OECD, 2014).

학생들의 학습에 관련된 정의적 영역이 우리나라를 포함하여 전 세계적으로 관심의 대상이 되는 이유는 학업 성취와 더불어 정의적 성취 또한 학교 교육의 중요한 목표이며, 인간의 삶의 질(quality of life)과도 밀접하게 연관되어 있기 때문이다(Eggen & Kauchak, 2010). 따라서 학생들의 높은 학업 성취에 비해 지나치게 낮은 정의적 성취를 높일 수 있는 구체적이고 체계적인 교육적 대책 마련이 절실히 요구된다(Choi, Park & Hwang, 2014; Shin *et al.*, 2014). 교육과학기술부 및 교육부는 이러한 요구를 반영하여 입시 위주의 과열된 경쟁으로 인해 학생과 학부모를 포함한 국민 개개인이 행복하지 못하다는 사실과 교육의 질에 대한 불만

이 꾸준히 제기되는 현실을 진단하면서, 이를 개선하고자 ‘행복교육, 창의인재 양성’을 교육 정책의 주안점으로 정하고 여러 가지 정책과제를 추진하겠다고 밝혔다(MEST, 2011; MOE, 2013d).

첫 번째 노력은 2011년 교육과학기술부가 발표한 ‘융합인재교육’정책이다(MEST, 2011). 교육부는 융합인재교육 즉, STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics의 영어 첫 글자를 딴 줄임말)교육을 “과학기술에 대한 학생들의 흥미와 이해를 높이고, 과학기술 기반의 융합적 사고(STEAM literacy)와 문제해결능력을 배양하는 교육(MOE, 2013a, p. 13)”이라 정의하면서, 과학이나 수학 교과를 기술, 공학, 더 나아가 예술 등과 접목하여 가르치도록 하였다.

두 번째는 2013년 1월 국정과제로 채택되어 2016학년도부터 전국에서 전면 시행된 ‘중학교 자유학기제’ 정책이다(MOE, 2015a). 교육부는 자유학기제를 “중학교 한 학기 교육과정을 유연하게 운영하는 제도”로 정의(MOE, 2013b, p. 7)하고, 자유학기제의 추진 목적을 학생들의 진로 탐색을 위한 꿈·끼 탐색, 미래 핵심역량의 함양, 그리고 행복 교육에 두었다.

융합인재교육 정책과 자유학기제 정책의 공통점은 두 정책 모두 우리나라 학생들의 흥미, 자신감 및 행복지수를 높이는 사회적 요구의 반영으로 시작되었으며, 학생들의 삶의 질과 행복을 향상시킬 수 있는 교육을 통해 창의·융합형 인재양성을 교육 목적으로 한다(Choi, Park & Hwang, 2014; MOE, 2015d; Shin *et al.*, 2014; Youm *et al.*, 2015). 목적이 같은 두 정책을 접목시키려는 움직임은 교육부의 문서에서 찾아볼 수 있다. 교육부는 2014년 STEAM 성과발표회에서 융합인재교육을 ‘꿈과 끼를 키우는 행복 교육’의 핵심 교육 정책으로 삼고, 학교 현장에 더욱 확산될 수 있도록 계속 지원할 계획이라고 밝혔다. 이에 더하여 “2016학년도 자유학기제의 전국 전면 시행에 대비하기 위해, 융합형 체험·탐구 활동 강화, 진로 교육과 연계한 융합형 콘텐츠 개발·보급 등을 통해 융합인재교육을 연계하여 정책을 더욱 확산시켜 나갈 예정”이라고 발표하였다(MOE, 2014, p. 3). 하지만 자유학기

제와 융합인재교육을 접목하려는 시도는 거의 없는 실정으로 Jeong & Kim(2015)의 연구 밖에 없는 것으로 파악된다. Jeong & Kim(2015)은 자유학기제 한 학기 동안 활용할 수 있는 융합인재교육 프로그램을 제시하며, 자유학기제와 융합인재교육의 접목을 통해 융합인재교육을 더욱 효과적으로 적용할 수 있음을 강조하였다.

이 연구는 과학 교과의 중요한 요소인 ‘탐구’를 반영한 프로그램의 개발이 매우 미흡하다는 선행 연구 결과에 따라(Lee & Lee, 2014) 과학 탐구에 기반을 두어 프로그램을 개발하였다. 개발된 프로그램을 자유학기제에 적용하여 중학생들의 정의적 영역에 어떻게 효과적인지를 분석하는데 그 주요 목적을 두고 있다. 또한, 융합인재교육과 자유학기제의 접목을 바탕으로 우리나라의 교육 목표를 보다 효과적으로 달성하기 위한 교육적 시사점을 얻고자 한다. 이 연구의 구체적인 내용은 다음과 같다.

첫째, 중학교 자유학기제에 적합한 과학 탐구 중심의 융합인재교육 프로그램을 개발한다.

둘째, 개발한 융합인재교육 프로그램을 자유학기제 교육과정의 중학생들에게 적용하고, 학생들의 과학, 기술/공학, 수학에 대한 흥미, 자기효능감, 관련 진로 선택에 미치는 효과를 분석한다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 프로그램 개발

1) 선행연구 및 문헌조사

프로그램 개발의 방향을 정립하기 위해 첫째, 한국과학창의재단과 한국교육개발원을 중심으로 연구·개발된 융합인재교육 프로그램을 조사하고, 융합인재교육 프로그램을 개발하여 적용 효과를 분석한 학술자료를 살펴보았다. 둘째, 자유학기제 정책의 이해를 위해 관련된 연구학교의 보고서와 정책 자료를 분석하였다. 셋째, 융합인재교육 모형(model) 개발과 관련된 연구를 분석하고 이 연구에 사용할 적합한 틀(framework)을 선정하였다.

2) 프로그램 주제 및 교육 내용 선정

융합인재교육 프로그램의 주제 선정을 위해 교육부(MOE, 2015a)가 제시한 자유학기제 추진 목적을 분석했다. 또한 과학, 기술, 수학 및 예술/인문 관련 교과에 대한 2009, 2015 개정 교육과정을 분석하여 프로그램 개발에 필요한 개념요소를 추출하였다.

3) 프로그램 개발 틀(framework) 선정

본 프로그램의 개발 방향이 과학 탐구에 기반을 두고 있기 때문에 STEM 또는 STEAM 교육 프로그램의 개발 틀 중에 과학 탐구를 기초로 하는 틀을 조사하였다. 현재까지 과학 탐구에만 초점을 둔 개발 틀인 이효녕 등(2012)이 개발한 ‘과학 탐구 중심의 통합 STEM 교육 모형’(이하: ADBA 모형)을 이 연구의 프로그램 개발 틀로 선정하였다(Table 1). ADBA 모형은 분석(Analysis)-설계(Design)-제작(Build)-평가(Assessment)의 4단계로 구성되며 각 단계별 영어 첫 글자를 따 ‘ADBA 모형’이라 명명한 것이다. 각 단계(Stage)는 다시 구체적 수행 내용인 세부 요소(Components)로 나누어진다(Lee *et al.*, 2012; Lee *et al.*, 2013; Lee & Lee, 2014).

2. 프로그램 효과 분석

1) 연구 대상 및 적용 기간

개발된 프로그램의 적용 대상은 2015학년도부터 자유학기제를 전면 시행한 대구광역시 소재의 G중학교 1학년 학생 95명이다. 학생들은 모두 자유학기제의 일부 프로그램으로 실시되는 과학 행사에 자발적인 신청을 통해 모집되었고, 95명을 31명, 32명, 32명의 3개의 집단으로 구성하여 수업을 진행하였다. 최초 연구 대상 수는 95명이었으나, 통계 처리가 불가능한 3명을 제외하여 총 92명을 통계 처리의 대상으로 선정하였다(Table 2).

2) 연구 설계

프로그램 적용 시 연구 대상 및 수업 상황의 모든 변인들을 통제하는 것이 불가능하기 때문에 준실험설계(quasi-experiment design) 방법을 적용하였다(Lee, 2012; Jun, Lim & Kim, 2008; Sung & Na, 2012). 준실험설계는 연구자가 관심을 가지는 처치변수 이외의 중요한 내적 타당도 저해요인을 통제하지는 못한다. 하지만 인간 대상의 연구에

Table 1. Framework of ADBA model(Lee *et al.*, 2012)

과학 탐구 중심의 문제해결 과정 (Stage)		내용 (Contents)			탐구 기능 (Process skill)		
		S	T/E	M	S	T/E	M
분석(문제이해)	문제 상황						
	자료 수집						
설계	아이디어 발전						
	설계						
제작	제작						
	테스트						
	작품 개선						
평가	발표 및 평가						

Table 2. Program's input duration and time

구분	A반	B반	C반	합계
인원(명)	31	31	30	92
적용 날짜	2015.10.7.(수)	2015.10.12.(월)	2015.10.15.(목)	•
수업시간(차시)	6	6	6	18

서는 윤리적인 측면과 무선 표집 및 배치가 불가능하므로 학교 학생들을 대상으로 수행되는 연구는 준실험설계가 널리 사용되고 있다(Campbell & Stanley, 1963; Korean Society for Educational Evaluation, 2004).

광역시 소재의 모든 1학년 학생들이 자유학기제 교육과정 내에 있으므로 실험집단과 통제집단을 구분하지 않고, 실험설계 방법 중 단일집단 사전·사후 검사(one-group pretest-posttest design)로 연구를 설계하였다(Korean Society of Educational Psychology, 2000). 수업처치 시 ‘융합인재교육 프로그램 적용’ 이외의 매개변수에 의한 효과를 최소화하고자 실험집단 A~C반에게 적용된 3번의 수업에서 동일한 주제와 수업 방식을 적용하였다. 더불어, 수업 시간과 수업 장소 및 간식 제공 등의 환경요소들은 동일하게 유지하였다.

3) 검사도구

이 연구에서 사용한 검사 도구는 과학, 기술/공학, 수학 교과에 대한 흥미 영역(Section I), 자기효능감 영역(Section II) 및 진로 선택(Section III)의 3개 영역(Section)으로 나누어 문항이 구성되어 있으며, 문항들은 5단계의 리커트 척도를 사용해 ‘매우 그렇다-그렇다-보통이다-그렇지 않다-전혀 그렇지 않다’중 하나를 응답하도록 구성되어 있다. 이 연구에서 사용하기 위해 검사의 내적 일관성을 확인해본 결과 Cronbach α 가 0.96으로 나타났다. 검사지의 문항은 총 30개로 5단계 리커트 척도 형식의 문항들이며 과학, 수학, 기술/공학 교과별 각 10문항씩으로, 문항 6, 9, 16, 19, 26, 29번은 부정문항으로 구성되어 있다(Table 3).

■ 흥미 검사지 문항 예시

- 나는 과학(수학, 기술/공학) 동아리에 들어가고 싶다.
- 나는 기술/공학 센터 견학에 관심이 많다.
- 나는 과학 축제나 과학관 견학이나 야외 답사에 관심이 많다.

Section II의 과학, 기술/공학 수학에 대한 자기효능감 검사지는 과학에 대한 학습동기 측정도구(Science Motivation Questionnaire)에서 자기효능감 측정 문항을 추출 한 뒤 과학, 수학, 기술/공학 교과의 명칭을 교체하여 사용한 검사지이다(Glynn, 2009). 이 연구에서 사용하기 위해 검사의 내적 일관성을 확인해 본 결과 신뢰도는 $\alpha = 0.95$ 로 나타났다. 검사지의 문항은 5단계 리커트 척도 형식의 총 18문항으로 과학, 수학, 기술/공학 교과별 각 6문항씩 구성되어 있다(Table 4).

■ 자기효능감 검사지 문항 예시

- 나는 과학(수학, 기술/공학)과목의 성적이 우수하다.
- 나는 과학(수학, 기술/공학)관련 프로젝트를 잘 할 수 있을 거라는 확신이 있다.
- 내가 노력하면 과학(수학, 기술/공학) 시험에서 성적을 잘 받을 수 있다는 확신이 있다.

Section III의 진로 선택 측정도구는 Bae(2007)가 사용한 ‘과학 교과와 관련된 진로 자아효능감 측정 도구’와 Yang(2005)이 사용한 ‘중학생의 과학 관련 진로에 대한 인식 측정도구’에서 진로 선택과 관련된 문항을 추출한 뒤 과학을 수학, 기술/공학/공학

Table 3. Reliability of interests related questions about science, technology/engineering, and mathematics

구분	문항 번호	관련 교과	문항 수	합계	
				교과별	전체
Section I	1~10번	과학	10	0.92	0.96
	11~20번	수학	10	0.94	
	21~30	기술/공학	10	0.92	
	총 문항 수		30		

Table 4. Reliability of self-efficacy questions about science, technology/engineering, and mathematics

구분	문항 번호	관련 교과	문항 수	합계	
				교과별	전체
Section II	1~6번	과학	6	0.93	0.95
	7~12번	수학	6	0.92	
	13~18번	기술/공학	6	0.93	
	총 문항 수		30		

Table 5. Reliability of career choice questions about science, technology/engineering, and mathematics

구분	문항 번호	관련 교과	문항 수	합계	
				교과별	전체
Section III	1~9번	과학	9	0.82	0.92
	10~18번	수학	9	0.86	
	19~27번	기술/공학	9	0.82	
	총 문항 수		27		

관련 진로 선택에 맞게 수정한 검사지이다. 이 연구에서 사용하기 위해 검사의 내적 일관성을 확인해 본 결과 Cronbach α 값이 0.92로 나타났다. 검사지의 문항은 총 27문항이며, 과학, 수학, 기술/공학 영역별 각 9문항씩의 리커트 척도 문항으로, 문항 6, 15, 24번은 부정문항으로 구성되어 있다 (Table 5).

■ 진로 선택 검사지 문항 예시

- 장래에 과학(수학, 기술/공학)과 관련된 직업을 갖고 싶다.
- 과학(수학, 기술/공학) 관련 직업에 대해 잘 알고 있다.
- 과학(수학, 기술/공학) 관련 직업은 국가 경제 발전에 중요한 역할을 한다.

4) 자료 수집 및 분석

융합인재교육 프로그램을 적용한 자유학기제 과정의 중학생 95명을 대상으로 단일집단 사전·사후 검사를 실시하여 연구 자료를 수집하였다. 단일집단 사전 검사와 사후 검사는 수업 처치 전·후 일

주일 이내에 각각 실시하였다. 또한, 검사 결과를 바탕으로 프로그램에 대한 학생들의 구체적인 반응을 알아보기 위해, 수업 시간 내 교사관찰 및 활동지 제출 결과를 중심으로 14명의 학생을 선별하여 심층 면담을 실시하였다.

수집된 자료를 바탕으로 기초 분석을 실시하였으며 응답하지 않은 경우나 중복 응답한 경우, 그리고 불성실한 응답(예, 같은 번호로만 응답)을 한 학생 3명을 제외하여 총 92명을 연구 대상으로 선정하여 분석 자료로 이용하였다.

검사지를 이용한 5단계 리커트 척도의 문항이 통계적으로 유의미한지 알아보기 위해 리커트 척도 문항의 ‘매우 그렇다’를 5점, ‘전혀 그렇지 않다’를 1점으로 코딩하였으며, 부정 문항은 역 코딩하였다. 코딩된 과학, 기술/공학, 수학 관련 흥미, 자기 효능감 및 진로 선택에 대한 학생들의 응답 결과를 과학, 수학, 기술/공학 교과 (영역)별로 구분하여 대응표본 *t*-검정(paired samples *t*-test)을 실시하였다. 유의도 수준은 *p*(probability : 확률)로 표시하였고, *p* < .05과 *p* < .01 을 기준으로 하여 분석하였다.

심층 면담은 설문지의 응답 결과와 제작된 RC 비행기 산출물을 중심으로 학생 14명을 선정하여 반구조화된 면담을 실시하였다. 면담의 기본 내용은 융합인재교육 프로그램의 전·후를 비교하여 유의미하게 달라진 점에 초점을 맞추어 진행하였으며, 학생 응답에 따라 추가적인 질의·응답을 실시하였다. 면담 결과는 학생 동의하에 녹화·녹취된 자료를 이용하여 정리하였으며, 질문에 대해 응답 빈도가 높은 응답을 중심으로 기술하였다. 학생들에게 질문한 주요 핵심 질문은 Table 6과 같다.

II. 연구 결과

1. 과학탐구 중심의 융합인재교육 프로그램 개발

교육부(MOE, 2015a)는 활동 시 학생들의 효과적인 학습 동기 유발을 위해 흥미와 관심사에 기반을 둔 프로그램의 운영을 강조하며, 체계적이고 전문적인 프로그램을 운영도록 ‘드라마와 사회, 3D 프린터, 웹툰, 스마트폰 앱’ 등의 다양한 흥미 위주의 주제를 제시하고 있다. 이 연구에서도 학생들의 흥미 유발과 실생활 연계에 초점을 두고 자유학기제의 다양한 프로그램 중 융합인재교육과 관련된 프로그램의 주제를 ‘RC 비행기’로 선정하였다. ‘비행기’라는 주제는 종이비행기나 글라이더, 고무동력기 등의 제작 활동으로 학생들에게 친숙하며, 융합인재교육 프로그램으로 접근할 경우 매력적으로 다가갈 수 있다. 또한, 오늘날 비행기는 첨단기기의 복합체로서 다양한 교과간의 융합이 원활하고, 무한한 상상력을 발휘할 수 있는 주제라 할 수 있다

(Lee *et al.*, 2011). 이 연구에서는 중학교 1학년을 대상으로 설계 기반의 문제해결(설계-수행-재설계-재수행)을 완결하고 도전 과제까지 연계시키기 위해 초안을 6차시로 개발하였다. 최종 프로그램을 연구 대상에 적용하기 앞서 프로그램의 수준, 내용 요소, 차시 구성 등의 적절성을 파악하기 위해 2015년 8월 중학생 14명을 대상으로 6차시에 걸쳐 1차 예비 투입을 진행하였다. 프로그램의 개발 과정에서 과학교육 분야의 교수 1명, 박사과정 3명, 중학교 과학 교사 5명의 팀으로 구성된 집단과 2주에 1회, 총 6차례에 걸친 세미나를 통해 프로그램에 대한 컨설팅과 타당도를 검증받았고 최종적으로 6차시가 적절한 것으로 판단되었다. 끝으로 2015년 10월에 G중학교의 20명에게 2차 예비적용을 실시하였고 수정·보완하여 프로그램을 완성하고 연구 대상에 적용하였다.

자유학기제의 다양한 프로그램 중 융합인재교육과 관련되어 개발된 최종 프로그램의 차시별 주제와 내용은 Table 7과 같다. Table 7에 제시한 과학(S), 기술(T), 공학(E), 인문/예술(A), 수학(M)의 아이콘은 각 차시별 해당 분야의 내용 요소가 반영되었을 때 표시하였다. 예를 들어, 1차시의 활동1에서는 비행과 비행기의 역사적 기록을 알아보고 비행기를 소재로 다룬 예술 작품을 감상하면서 과학적 원리를 찾도록 하여 과학(S)과 인문예술(A)를 통합하였다. 아울러, 학생들의 개별적인 생각, 개념, 경험, 감성을 바탕으로 글쓰기 활동과 비행에 대해 창의적이고 시각적인 그림과 글을 이용하여 마인드맵을 작성하도록 구성하였다. 1차시에는 문제를 이해하는 도입 단계이기 때문에 구체적인 수학, 기술, 공학적 설계에 관한 내용은 다루지 않고 실생활에서 예술 작품이나 인문 속에서 비행, 비행기에 대한 것을 느끼고 인지하도록 개발하였다.

Table 6. Key domain and questions used in the in-depth interviews

영역	주요 핵심 질문
프로그램 전반	융합인재교육 수업은 정규 수업보다 어떤 점에서 더 재미있었는가?
흥미	수업을 받은 후 과학, 수학, 기술/공학에 흥미가 생긴 이유는?
자기효능감	수업을 받은 후 과학, 수학, 기술/공학에 자기효능감이 생긴 이유는?
진로 선택	수업을 받은 후 과학, 수학, 기술/공학 관련 직업에 대해 긍정적인 이유는?

Table 7. Developed STEAM educational program

단계	차시	활동명	주요수업활동
분석 (문제의 이해)	문제 상황	무인항공기 정찰조 모집	국가재난정보기관에서는 무인항공기를 이용하여 자연 재해 및 인명 구조 활동을 위한 프로젝트를 진행 중이다. 국민의 안전을 위해 무인항공기를 개발하여, 위험 지역 정찰을 수행할 뛰어난 인재를 모집한다.
	1	꿈을 향한 비행	[느끼기] ‘박쥐 날다’ 동영상 감상  [활동 1] 비행기의 역사, 그리고 인문학의 만남  · 비행의 역사에 대해 알아보기 · 비행기 관련 인문·예술작품 감상 [활동 2] 하늘, 비행, 그리고 나 - 비행기 관련 나만의 글쓰기  [활동 3] 비행, 난다는 것은? - ‘비행’으로 시작되는 마인드 맵 작성 
설계	2	나는 비행기 Master!	[느끼기] ‘생때퀴베리의 마지막 비행’ 동영상 감상  [역할분담] 비행기 전문가 되기  · 비행기의 원리, 비행기와 날씨, 비행기의 사고, 비행기의 이용 분야 [조사하기] 비행기 Master가 되어 돌아올게  · 전문가 집단별 문헌, 인터넷 등을 이용하여 분야별 조사활동 실시 [또래교수] 비행기와 관련된 조사 분야 강의하고, 강의듣기 
	3	중학생, 비행기 원리를 탐구하다	[시범실험] 바람과 종이의 움직임  [탐구 1] 베르누이 원리 - 종이 사이 바람 불기, 탁구공 깔때기 실험  [탐구 2] 풍동실험하기  · 에어포일 제작 및 양력에 미치는 영향 실험 · 에어포일의 넓이와 모양에 따른 양력 발생 정도 비교
제작	4-5	Dynamic RC 비행기 설계 & 제작	[느끼기] 영화 ‘캐스트 어웨이’ 비행기 사고 장면 감상  · 안전하지 못한 비행기의 결과, 사고 발생 요인 생각해보기 [이해하기] RC 비행기 이해  [설계하기] RC 회로 설계  [설계하기] 비행기 동체 설계  [제작하기] RC 비행기 제작하기  [수행하기] 오래 날리기  [재설계] 비행기 동체 설계  [재수행하기] 오래 날리기 & 정교하게 날리기 
평가	6	바람을 안고 하늘을 날다	[느끼기] ‘자연 재해’ 동영상 감상 - 무인항공기의 역할 생각하기  [활동 1] 모둠별 RC 비행기 산출물 발표  [활동 2] 자연 재해 지역 비행경로 설계 및 계산  [활동 3] 비행 조종하기  [활동 4] 평가하기  [활동 5] 비행기로 꿈을 찾다  · 비행기 관련 직업 탐색하고 자신의 명함 만들기 · 비행기 관련 전문가가 되어 진로 상담하기

* 과학: , 기술: , 공학: , 인문/예술: , 수학: 

2. 융합인재교육 프로그램 효과

1) 과학, 기술/공학, 수학에 대한 흥미 영역

학생들의 과학, 기술/공학, 수학에 대한 흥미에 미치는 효과를 규명하기 위해, 사전·사후 검사를 통해 수집된 자료를 이용하여 대응표본 *t*-검정을 실시한 결과 값은 Table 8과 같다.

융합인재교육 프로그램이 학생들의 과학, 기술/공학, 수학에 대한 흥미에 효과를 주는가를 확인하기 위해 유의도를 분석해본 결과, 각 교과별로 과학 $p = .00$, 수학 $p = .013$, 기술/공학 $p = .039$ 로 나타나, 과학은 1%의 유의수준에서, 수학과 기술/공학은 5%의 유의수준에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 따라서 학생들에게 적용한 융합인재교육 프로그램은 학생들의 과학, 기술/공학, 수학에 대한 흥미에 긍정적 효과를 주었다고 해석할 수 있다.

더불어 융합인재교육 프로그램을 적용한 수업에서 과학, 수학, 기술/공학 교과에 대해 흥미가 생기게 된 이유를 구체적으로 알아보기 위해 심층면담을 실시하였다. 먼저 과학 교과에 흥미도가 더 높아진 이유에 대해 물었을 때 학생들은 다음과 같이 응답하였다.

(대표응답) 음... 실제 수업시간에 배운 내용들을 사용하여 그 실제 비행기의 원리를 체험하는 이 활동처럼 과학이 늘 음... 위험하고 그 아! 배

척하는 학문이 아니라 이해하고 알아가는 재미를 느끼는 과목임을 알고... 평소 생활 속에 종이비행기와 같이 여러 가지 과학 원리들이 있다는 것을 느끼니 관심이 생긴 거 같아요.

대다수 학생들이 과학 교과를 ‘어려운 과목’, ‘암기 과목’, ‘재미없는 과목’이라고 생각하고 있었다. 하지만 RC 비행기 관련 융합인재교육을 통해 비행기의 원리를 실험 과정을 통해 이해하고 알아가고 그 속에서 재미를 느낄 수 있다는 응답을 보였다. 또한 학생들은 기존에 경험해보지 못한 새로운 경험을 해본다는 것(예, 비행기 조종)에 큰 의미를 부여하기도 했다. 더불어, 융합인재교육을 통해 과학 교과가 꼭 외우는 과목은 아니라는 의견을 제시하였다. 수학 교과에 흥미도가 높아진 학생들에게 그 이유에 대해 질문하였을 때 학생들의 대표적인 응답은 다음과 같다.

(대표응답) 그냥 수학은 모든 아이들이 싫어하지 않습니까? 그 모든 아이들에 나도 포함되니까 정말 싫어요. 수학. 하지만 내가 설계하고 만드는 작업을 하니까 머릿속에 평소에 못하던 도형? 이런 것도 쓱쓱 들어오고 이 수업을 안 해본 사람들은 잘 모를 거 같아요.

학생들은 수학을 ‘싫어하는 과목’, ‘머리 아픈게 하는 과목’, ‘어려운 과목’이라고 생각하였다. 융합인재교육을 통해 학생들은 친구들과 함께 토론하고

Table 8. Results of *t*-test related to interests

교과	N	구분	평균	표준편차	<i>t</i>	<i>p</i>
과학	92	사전	3.34	.82	-3.818	.000**
		사후	3.79	.77		
수학	92	사전	2.95	.99	-2.505	.013*
		사후	3.32	1.02		
기술/공학	92	사전	3.29	.90	-2.077	.039*
		사후	3.56	.86		
합계	92	사전	3.19	.76	-3.231	.001**
		사후	3.56	.76		

* $p < .05$, ** $p < .01$

서로 가르쳐 주는 과정을 통해 수학에 흥미를 느꼈다고 응답했다. 또한 길이, 도형의 형태, 부피, 질량 등을 직접 측정하면서 ‘머리에 쑥쑥’들어 온다는 반응도 있었다. 많은 학생들이 ‘설계’라는 과정에서 느낀 수학에 대한 흥미를 직접 연관 짓는다는 것을 알 수 있다.

다음은 기술/공학 교과에 대해 흥미로워진 이유에 대해 물었을 때 학생들은 다음과 같이 응답하였다.

(대표응답) 그제... 여러 가지 도구들을 제가 생각한대로 사용하고 바꾸면 아니 변형시키며 그것을 사용했을 때, 뿌듯함과 즐거움을 느꼈습니다. 그리고 뭐죠? 꼭 강한 재료가 아니더라도 약한 재료로 충분히 여러 가지를 만들 수 있고 음... 사용할 수 있음에 놀랐습니다.

학생들은 기술/공학 교과에 대한 흥미를 말할 때 ‘조작적’인 기능에 대해 언급을 많이 하였다. 즉, 기술/공학 교과에 대한 흥미가 높아진 이유를 주로 ‘직접 무언가를 해볼 기회를 얻었기 때문’이라는 일종의 ‘체험’에서 이유를 제시하였다. 직접 설계도를 그리고 직접 제작해보고, 직접 변형시켜보고, 직접 재료를 선택하는 등의 과정에서 학생들의 기술/공학 교과에 대한 흥미가 증가했다는 것을 알 수 있다. 또한 기존의 기술/공학 수업이 교사의 일방적인 수업, 그리고 매번 똑같은 수업이라는 인식에서 본 융합인재교육 프로그램이 흥미로웠다는 응답을 하였다.

2) 과학, 기술/공학, 수학에 대한 자기효능감 영역 융합인재교육 프로그램이 학생들의 과학, 기술/공학, 수학에 대한 자기효능감에 미치는 효과를 알아보기 위해 사전·사후 검사로 수집된 자료를 이용하여 대응표본 *t*-검정을 실시한 결과는 Table 9와 같다.

융합인재교육 프로그램이 학생들의 과학, 기술/공학, 수학에 대한 자기효능감에 효과를 주는가를 확인하기 위해 유의도를 분석해본 결과, 각 교과의 유의도는 과학 $p = .002$, 수학 $p = .043$, 기술/공학 $p = .009$ 로 나타나, 과학 교과와 기술/공학 교과는 1%의 유의수준에서, 수학 교과는 5%의 유의수준 하에서 통계적으로 효과 있는 것으로 나타났다. 따라서 학생들에게 적용한 융합인재교육 프로그램은 학생들의 과학, 기술/공학, 수학에 대한 자기효능감에 긍정적 효과를 준다고 해석할 수 있다. 과학, 기술/공학, 수학 교과에 대한 자기효능감이 상승한 이유에 대해 구체적인 학생들의 반응을 알아보기 위해 학생 선별을 통한 심층 면담을 실시하였다.

먼저 과학 교과에 대해 자기효능감이 상승한 이유에 대해 물었을 때 학생들의 대표적인 응답은 다음과 같다.

(대표응답) 과학은 어렵고 힘든 과목이 아니... 이해하고 모르는 것을 아는 재미가 있다는 것을 아니까 막 두려움이 없어지고 하니까 그런 거 같아요. 아! 스포츠와 과학이 접목된다는 것이 가장 인상적이었어요.

Table 9. Results of *t*-test related to self-efficacy

교과	N	구분	평균	표준편차	<i>t</i>	<i>p</i>
과학	92	사전	3.34	.95	-3.134	.002**
		사후	3.75	.84		
수학	92	사전	3.42	1.10	-2.038	.043*
		사후	3.73	.96		
기술/공학	92	사전	3.32	.98	-2.632	.009**
		사후	3.68	.88		
합계	92	사전	3.36	.86	-2.989	.003**
		사후	3.72	.77		

* $p < .05$, ** $p < .01$

학생들은 자기효능감의 상승 이유에 대해 과학이 ‘재미있는 과목’이라는 것과 연관 지었다. 특히 흥미를 느끼고 동시에 과학에 대한 두려움이 없어진다고 응답하였고, 일상생활의 스포츠와 과학의 접목을 언급하기도 했다. 이 학생은 수업 초반에 제시된 자료 중, ‘비행기의 균형’을 잡는 원리가 ‘자전거의 균형’ 잡는 원리와 같다는 내용이 나오는 동영상의 한 장면을 떠올린 것이다. 학생들은 자신이 생각하고, 자신의 손으로 직접 제작하는 과정에서 창의성과 자신감이 생긴 것 같다고 대답하였고, 제작과정에서 ‘내가 잘하고 있는 것 같다’는 긍정적 정서를 느낀 것으로 나타났다. 또한, 과학 원리를 이용해 문제 상황을 해결해 나가면서 ‘나도 할 수 있다’는 자신감이 생겼음을 알 수 있다. 더불어 ‘비행기도 만들었는데 세상에 못 할 일이 뭐가 있나?’는 표현을 통해 자기효능감이 크게 상승된 것을 볼 수 있다.

다음은 수학 교과에 대해 자기효능감이 상승한 학생들에게 그 이유를 물었을 때 응답한 내용이다.

(대표응답) 제가 원래 계산 실수도 있고 정확하지 못해서 유난히 수학시간에 발표도 잘 안 해요. 원래 잘 안했나... 음... 근데 길어도 재고 중심잡구, 각도 재는 것들을 해보니까 그다지 재미 없지도 않는 것 같고. 제가 은근 잘하는 것 같아서 굉장히 자신감 넘쳐요. 지금.

수학 교과의 자기효능감이 상승한 이유에 대해 학생들은 과학 교과의 응답과 비슷하게 “재미”에서 그 원인을 찾았다. 재미있기 때문에 활동을 하고, 계속 하다보니깐 잘하는 것 같고, 좋은 산출물이 나오니깐 자신감이 생겼다는 응답을 하였다. 또한 일반적인 수학은 혼자 문제만 푸는 것이었는데, 융합인재교육을 통해서 친구와 ‘함께’할 수 있어서 재미있었다고 말하며 효능감의 상승 원인을 말하였다. 더불어 한 학생은 매일 반복되는 문제풀이식 수업에 익숙한 학생은 막상 RC 비행기 제작을 위한 설계도 제작에서 수학적인 지식이 많이 들어가 부담스럽기도 했다고 말하며, 친구들과 함께 해결해 나가는 과정에서 자기효능감이 상승하였다고 응답하였다.

다음은 융합인재교육 프로그램을 적용한 수업을 통해 기술/공학 교과에 대한 자기효능감이 높아진 이유에 대해 구체적으로 물었을 때 학생들의 대표적인 응답이다.

(대표응답) 기술은 기계 고치고 도구 같은 것들 외우고 그런 거라는 생각으로 제가 할 수 없다고 느껴서 기술교과를 들으면 막 기도죽고 되게 뭐라 해야 되나? 재미도 없고요... 그랬는데 흥미도 생기고 관심도 보이니까 이제 기죽지도 않아요! 기술시간에 막 자신감 갖고 수업 듣고 이제 그래요.

Table 10. Results of *t*-test related to career choice

교과	N	구분	평균	표준편차	<i>t</i>	<i>p</i>
과학	92	사전	3.12	.66	-3.930	.000**
		사후	3.52	.74		
수학	92	사전	2.85	.78	-3.356	.001**
		사후	3.26	.88		
기술/공학	92	사전	3.16	.71	-2.400	.017*
		사후	3.42	.77		
합계	92	사전	3.04	.58	-3.741	.000**
		사후	3.40	.72		

p* < .05, *p* < .01

학생들의 응답을 정리하면 기술과 관련된 경험이 부족했고, 기술 교과에 대해 ‘기계를 고치고’, ‘도구를 외우는’ 등의 교과로 인식하고 쉽게 접근하기 어렵다는 인식을 하고 있었다. 하지만 융합인재교육 프로그램을 통해 ‘재미’와 ‘흥미’를 통해 자신감이 생긴다는 응답을 하였다. 더불어 자신의 상상력을 이용해 결과물을 직접 만들 수 있다는 응답 등을 하였다.

3) 과학, 기술/공학, 수학 관련 진로 선택 영역

융합인재교육 프로그램이 학생들의 과학, 기술/공학, 수학 관련 진로 선택에 긍정적 효과를 미치는지 알아보기 위해 수집된 자료를 이용하여 대응표본 t -검정을 실시한 결과는 Table 10와 같다.

융합인재교육 프로그램이 학생들의 과학, 기술/공학, 수학 관련 진로 선택에 효과를 주는가를 확인하기 위해 유의도 값을 분석해본 결과, 각 교과의 p 값은 과학 .000, 수학 .001, 기술/공학 .017로 실험 전과 실험 후 과학과 수학은 1%의 유의수준에서, 기술/공학은 5%의 유의수준에서 각각 통계적으로 효과가 있는 것으로 나타났다. 결국 학생들에게 적용한 융합인재교육 프로그램은 학생들의 과학, 기술/공학, 수학 관련 진로 선택에 긍정적 효과를 준다고 해석할 수 있다.

융합인재교육 프로그램을 적용한 수업에서 과학, 수학, 기술/공학 관련 직업에 대해 긍정적으로 마음이 생기게 된 이유에 구체적으로 알아보고자 심층면담을 실시하였다. 먼저 과학 관련 진로 선택에 대해 더 긍정적으로 생각하게 된 이유에 대해 물었을 때 학생들의 대표적인 응답은 다음과 같았다.

(대표응답) 과학 관련 직업이라면 음. 똑똑하고 아. 공부 잘해야 된다고 생각해가지고 힘든 것 같았는데 근데 이런 간단한 것을 만드는데도 어... 그... 과학적 원리가 숨어있으니까 과학 관련 직업 하는 것도 나쁘지 않을 것 같아요.

과학 관련 진로에 대해 학생들은 ‘똑똑한 사람’, ‘공부 잘하는 사람’만 할 수 있고 ‘엄청난 업적이 있는 과학자’만 과학 관련 직업이라고 생각하는 것

으로 나타났다. 과학 관련 진로 선택에 대해 긍정적으로 바뀐 이유에 대해서, 간단한 제작 과정에서도 과학 원리가 숨어있었다는 것과, 여러 가지를 느끼고 즐길 수 있을 것 같다는 응답, 재미있을 것 같아서라는 응답들이 많았다. 또한 실생활 문제를 과학적으로 접근 할 수 있기 때문에 과학 관련 진로에 관심이 높아졌다고 응답한 학생도 있었다.

다음은 융합인재교육을 적용한 수업을 통해 수학 관련 진로 선택에 대해 더 긍정적으로 생각하게 된 이유에 대해 질문하였을 때 학생들은 다음과 같이 응답하였다.

(대표응답) 아까 말했다시피 길이재고 각도재고 해보니 저한테 수학적 재능이 없진 않구나 하면서 막 자신감이 생기더라구요? 그래서 저도 한번 수학 관련 직업 꿈꿔 볼려구요. 되게 잘할 것 같은데? 그죠? (웃음)

학생들은 수학과 관련된 진로 선택에 더 긍정적으로 바뀐 이유에 대해, 융합인재교육 수업으로 인해 생긴 ‘자신감’과 ‘친근감’, ‘흥미’ 때문이라고 답하였다. 어떤 학생은 ‘기존에는 수학적 재능이 없다고 생각하였지만, 융합인재교육을 통해 자신감이 생긴 거 같고’, ‘수학에 대한 재능이 없진 않은 거 같다’고 응답하였다. 또한 학생들은 흥미가 있어서, 실생활에 많이 사용되어서라는 이유로 수학 관련 진로 선택에 대해 긍정적으로 바뀌었다고 대답하였다.

또한, 융합인재교육을 받은 후 기술/공학과 관련된 진로 선택에 더 긍정적으로 생각하는 이유에 대해 학생들의 대표적인 응답은 다음과 같다.

(대표응답) 고장 난 것들을 고치고 공부하고 설계하는 그런 것들이라 느껴서 제 꿈으로는 좀 아니다 생각하고 그만뒀지만 비행기를 만들면서 기술/공학도 참 재밌겠구나 싶어서 말이죠. 제 꿈으로 적합한 것 같기도 하고?

학생들은 기술/공학과 관련된 진로를 선택을 하면 ‘재미있을 거 같기 때문에’라고 대답하였고, ‘무엇인가를 제작하는 것이 좋기 때문에’라고 대답하

였다. 또한 융합인재교육 프로그램을 통해 기술/공학이 '실생활에 적용'할 수 있는 유용한 교과라는 걸 깨닫고, 기술/공학 관련 진로 선택에 긍정적으로 바뀐 것으로 나타났다.

V. 결론 및 제언

과학기술 기반의 융합적 사고(STEAM Literacy)를 향상시키기 위한 융합인재교육(STEAM) 프로그램에 대한 논의는 그 동안 많이 이루어져 왔으나, 이를 최근 교육 정책의 큰 흐름인 자유학기제와 접목시키는 구체적 방안이나 연구 수행은 부족한 실정이었다. 이러한 이유로, 자유학기제 교육과정의 중학생들에게 적용 가능한 융합인재교육 프로그램을 개발하고 적용 효과를 분석하였다는 점에서 이 연구는 의의를 갖는다. 이 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 융합인재교육과 자유학기제와 관련 문헌 조사를 바탕으로 자유학기제 교육과정의 중학생에게 적합한 과학 탐구 중심의 융합인재교육 프로그램을 개발하였다. 설문 조사와 심층 면담을 통해 학생들은 기존의 정규 수업보다 개발된 RC 비행기 관련 융합인재교육 수업을 더 선호하는 경향이 있었으며, 이는 교육부가 자유학기제 정책의 추진 방향으로 제시한 학생의 흥미·관심사에 기반한 다양한 주제선택 활동을 개발·보급(MOE, 2015)에 관한 사항을 잘 반영한다고 할 수 있다. 이런 점에서 본 프로그램은 자유학기제 정책의 교육 목적에 적합하며 자유학기제와 융합인재교육의 접목이라는 점에서 중요한 의미를 가진다(Jeong & Kim, 2015). 종합하면, 개발된 프로그램은 학생들의 흥미와 관심사에 기반을 둔 체계적·전문적 프로그램으로 학생들의 학습 동기를 유발한다는 점과 능동적이고 자기주도적인 학습 경험을 제공할 수 있다는 점에서 의의가 있다.

둘째, 개발된 융합인재교육 프로그램은 자유학기제 교육과정 내 중학생의 과학, 기술/공학, 수학에 대한 흥미, 자기효능감, 관련 분야의 진로 선택에

통계적으로 유의미한 효과를 미친다.

먼저 과학, 기술/공학, 수학에 대한 흥미의 경우, 융합인재교육을 받은 학생들의 과학 선호도가 향상되었다는 교육부(MOE, 2014)의 연구 결과뿐만 아니라, 융합인재교육 프로그램 적용 시 과학에 대한 즐거움 및 교과 선호도에 효과를 준다는 Kim, Ju & Lee (2013)의 연구, Lee & Lee(2014)의 연구와 일치한다. 또한 융합인재교육을 적용한 수업이 과학 교과에 대한 흥미를 포함하여 자신감 형성에 효과를 준다는 Lee *et al.* (2013), Lee & Lee(2014), Park & Shin(2012), Seo & Shin(2012)의 연구와도 맥락을 같이 한다. 더불어 융합인재교육이 학생들의 과학에 대한 즐거움, 흥미와 같은 정의적 영역에 가장 큰 효과를 준다는 Kim, Ju & Lee(2013), Seo(2012)의 연구와 일치한다고 볼 수 있다.

다음으로 과학, 기술/공학, 수학에 대한 자기효능감의 경우, 성공에 대한 경험과 대리 경험을 통해 자기효능감이 높아질 수 있다는 Bandura(1977)의 의견과 일치한다. 즉, 학생들은 문제 상황을 해결하기 위해 설계-제작-재설계의 반복적 과정을 거치면서, 노력의 결과로 실패와 '성공의 경험'을 학생이 직접 얻고, 친구들과의 '함께'하는 학습을 통해 간접적으로도 '대리 경험'을 얻게 되므로 학생들은 자기효능감이 향상된 것이다(Lee & Lee, 2014; Park & Shin, 2012). 이는 융합인재교육 수업이 과학에 대한 즐거움과 자신감에 정적인 영향을 준다는 Kim, Ju & Lee(2013)의 연구와 초등학교 대상의 융합인재교육 수업이 학생들의 과학에 대한 자신감 형성에 긍정적 영향을 미친다는 Park & Shin(2012), Seo & Shin(2012)의 연구 결과와도 맥락을 함께 한다. Bandura(1994)는 자기효능감이 높은 학생은 주어진 과제를 수행할 때 긍정적인 자세로 대처하는 반면, 자기효능감이 낮은 학생은 어려운 과제 수행 시 산만해지고, 낮은 자신감을 가지기 때문에 수행의 질이 나빠진다고 주장했다. 이러한 사실에 비추어 볼 때, 융합인재교육을 적용한 수업을 통해 과학, 기술/공학, 수학에 대한 자기효능감을 높일 수 있다면 학생들의 정의적 성취뿐만 아니라 학업 성취와 같은 인지적 성취도 이

를 수 있을 것으로 기대된다(Park & Shin, 2012).

마지막으로 과학, 기술/공학, 수학 관련 진로 선택에 대한 학생들의 긍정적 변화는 추후 이공계 기피 현상의 완화라는 문제를 해결 할 수 있을 것이라는 Lee & Lee(2014)의 연구를 통해 시사점을 얻을 수 있으며, STEAM 기반의 과학 프로그램을 학생들에게 적용하여 창의적 아이디어 구상과 문제해결 능력의 함양을 통해 과학, 기술/공학, 수학 관련 진로 선택에 유의미한 효과를 준다는 Yoo(2015)의 연구 결과와도 일치한다. 더불어 현재 학교의 교육 내용이 학생들의 진로와 직접 연계되지 못하므로 진로 연계 교육에 대한 접근을 강조한 Shin *et al.* (2014)의 연구를 반영하며, 자유학기제의 주요 목적인 학생들의 꿈과 끼를 키워 적성과 진로를 탐색하게 하는 진로 교육으로서의 효과가 있음을 알 수 있다(MOE, 2015a).

종합하면, 이 연구를 통해 개발된 융합인재교육 프로그램은 자유학기제 교육과정의 학생들에게 흥미, 자기효능감, 진로 선택이라는 정의적 영역 모두 통계적으로 유의미한 효과를 보였으며, 자유학기제 정책의 안정적인 정착을 위해 자유학기제의 교육 수요자들에게 실질적으로 도움이 되는 프로그램 개발의 요구(Kim, 2013; MOE, 2013a, 2015a; Shin *et al.*, 2014; Youm, Kim & Lee, 2014)를 효과적으로 달성한 것이라 할 수 있다.

참 고 문 헌

- Bae, Y. S. (2007). The interest, achievement, and career self-efficacy of science subject according to the genders and grades of elementary school students. (Unpublished master's thesis). Jeonju University, Jeonju, Korea.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215.
- Bandura, A. (1994). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York, NY: W. H. Freeman and Company.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Chicago, IL: Rand McNally.
- Choi, S., Park, S., & Hwang, H. (2014). Analysis of the current situation of affective characteristics of Korean students based on the results of PISA and TIMSS. *Journal of the Korean School Mathematics*, 17(1), 23-43.
- Eggen, P., & Kauchak, D. (2010). *Educational psychology: Windows on classrooms* (8th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall (Pearson Education International).
- Glynn, S. M. (2009). Science motivation questionnaire: Construct validation with nonscience majors. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 127-146.
- Jeong, S., & Kim, H. (2015). Implementing convergent art programs for free semester in middle school. *Korean Journal of Arts Education*, 13(3), 133-146.
- Jun, J.-S., Lim, J., & Kim, S. (2008). Investigating the educational effectiveness of an online educational game. *Educational Research Institute*, 39(1), 85-105.
- Kim, J.-S. (2013). Comparison of curriculums between 'transition year' in Ireland and 'free learning semester' in Korea. *Korean Journal of Comparative Education*, 23(6), 163-183.
- Kim, J.-Y., Ju, H.-Y. & Lee, K.-J. (2013). The effects of STEAM program based on life science for science-related affective domain and creativity in high school students. *Biology Education*, 41(4),

- 531-543.
- Korean Society for Educational Evaluation (2004). *Glossary of educational assessment*. Seoul, Korea: Hakjisa Publishing Company.
- Lee, H., Kwon, H., Nam, J., Park, K., Seo, B., Son, D., Oh, Y., Oh, H., Lee, S., Lee, Y., & Jung, H. (2012). *The understanding and application of science inquiry and design-based STEM/STEAM education*. Seoul, Korea: Bookshill Publishing Company.
- Lee, H., Oh, Y., Kwon, H., Park, K., Han, I., Jeong, H., Lee, S., Oh, H., Nam, J., Seo, B., & An, H. (2011). Elementary school teachers' perceptions on intergrated education and integrative STEM education. *Korean Journal of Teacher Education*, 27(4), 117-139.
- Lee, H., Park, K., Kwon, H., & Seo, B. (2013). Development and implementation of engineering design and scientific inquiry-based STEM education program. *Korean Journal of Teacher Education*, 29(3), 301-326.
- Lee, J., Oh, Y., Kim, M., & Choi, S. (2011). *STEAM Education Advanced program data collection, A beautiful flight* (CRM 2011-123-4). Seoul, Korea: Korean Educational Development Institute [KEDI].
- Lee, K.-Y. (2012). The effect of problem solving learning in the 'vocation and career design' unit in the technology subject on the career decision-making self-efficacy of female high school students. (Unpublished master's thesis). Seoul National University, Seoul, Korea.
- Lee, Y.-E., & Lee, H. (2014). The effects of engineering design and scientific inquiry based STEAM education programs on the interest, self-efficacy and career choices of middle school students. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 18(3), 513-540.
- Ministry of Education [MOE]. (2013a). *Foster dreams and talent with STEAM: STEAM education's current status and policy directions*. Sejong, Korea: Author.
- Ministry of Education [MOE]. (2013b). *A pilot program for the free school semester system*. Sejong, Korea: Author.
- Ministry of Education [MOE]. (2013c). *Fostering happy school and fostering creative talent: 2013 Government task plan*. Sejong, Korea: Author.
- Ministry of Education [MOE]. (2013d). *Happiness education, fostering creative talent* (MOE 2013 government task plan report). Sejong, Korea: Author.
- Ministry of Education [MOE]. (2014). *2014 STEAM performance presentation report*. Sejong, Korea: Author.
- Ministry of Education [MOE]. (2015a). *2015 revision general and subject curriculum confirmation and announcement report*. Sejong, Korea: Author.
- Ministry of Education [MOE]. (2015b). *Elementary and secondary school curriculum introduction* (Separate vol. 1). Sejong, Korea: Author.
- Ministry of Education [MOE]. (2015c). *Middle school curriculum* (Vol.2015-74, Separate vol. 3). Sejong, Korea: Author.
- Ministry of Education [MOE]. (2015d). *Middle school free-learning semester implementation plan*. Sejong, Korea: Author.
- Ministry of Education, Science and Technology [MEST]. (2011). *2012 MEST policy report*.

- Seoul, Korea: Author.
- Ministry of Education, Science and Technology [MEST]. (2012). *The 2nd national plan for fostering science-technology human resources*. Seoul, Korea: Author.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2014). PISA 2012 results: What student know and can do - student performance in mathematics, reading and science (Volume I, Revised edition, February 2014). Paris, France: Author.
- Park, H.-W. & Shin, Y.-J. (2012). Effects of science lesson applying STEAM education on self-efficacy, interest, and attitude towards science. *Biology Education*, 46(1), 132-146.
- Sanders, M., Kwon, H., Park, K., & Lee, H. (2011). Integrative STEM (science, technology, engineering, and mathematics) education: Contemporary trends and issues. *Secondary Education Research*, 59(3), 729-762.
- Seo, B.-H. (2012). Development and implementation of creative design and scientific inquiry-based STEM education program (Unpublished master's thesis). Kyungpook National University, Daegu, Korea.
- Seo, J.-H., & Shin, Y.-J. (2012). Effects of STEAM program development and application for the lower grades of elementary school. *The Journal of Education*, 25(1), 1-14.
- Shin, C.-K., Kim, E.-Y., Hwang, E.-H., Song, K.-O., & Park, M.-J. (2014). *A Study on the settlement plan of middle school free-learning semester* (RR 2014-17). Seoul, Korea: KEDI.
- Sung, E.-S., & Na, S.-I. (2012). The effects of the integrated STEM education on science and technology subject self-efficacy and attitude toward engineering in high school students. *The Korean Journal of Technology Education*, 12(1), 255-274.
- The Korean Society Of Educational Psychology (2000). *A lexicon of educational psychology*. Seoul, Korea: Hakjisa Publishing Company.
- Yang, H.-J. (2005). The survey of understanding regarding the career education of middle school students and the development of science-centered career education program for third grade in middle school. (Unpublished master's thesis). Ewha Womans University, Seoul, Korea.
- Yoo, S. W. (2015). The effects of STEAM based science career education on the awareness for science career of elementary school students. (Unpublished master's thesis). Gyeongin National University of Education, Incheon, Korea.
- Youm, Y.-S., Kim, K.-M., & Lee, M.-R. (2014). *2014 collection of Korean child well-being index and its international comparison with other OECD countries*. Seoul, Korea: KORSOFA.
- Youm, Y.-S., Kim, K.-M., Lee, E.-J. & Lee, S.-W. (2015). *2015 collection of Korean child well-being index and its international comparison with other OECD countries*. Seoul, Korea: KORSOFA.

국 문 요 약

이 연구의 목적은 첫째, 자유학기제에 적합한 과학 탐구 중심의 융합인재교육 프로그램을 개발하고 둘째, 자유학기제 교육과정의 중학생에게 적용하여, 학생들의 과학, 기술/공학, 수학에 대한 흥미, 자기효능감 및 관련 진로 선택에 미치는 효과를 살펴보는 데 있다. 프로그램 개발을 위해 문헌 조사와 선행 연구를 바탕으로 개발의 방향을 과학 탐구 중심으로 정하고 프로그램 주제 및 개발 모형을 선정하였다. 개발된 프로그램 초안의 적절성을 위해 2회에 걸쳐 예비 적용과 전문가 집단의 컨설팅을 통해 수정·보완하였다. 연구의 대상은 2015년부터 자유학기제가 전면 시행된 광역시 소재 G중학교 1학년 92명이며, 프로그램 적용 전·후에 학생들에게 나타나는 흥미, 자기효능감 및 진로 선택 변화를 알아보고자 단일집단 사전·사후 대응표본 t-검정을 실시하였다. 프로그램의 적용은 2015년 10월 첫째 주부터 10월 셋째 주까지 진행되었으며 사전 검사 및 사후 검사는 프로그램 처치 전·후 1주일 이내에 각각 실시하였다. 또한 학생들의 구체적인 반응을 알아보고자 14명을 선택하여 심층 면담을 실시하였다. 이에 따른 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 분석(Analysis)-설계(Design)-제작(Build)-평가(Assessment)의 4단계로 구성된 ADBA 모형을 적용하여 ‘RC 비행기’ 주제의 융합인재교육을 개발하였다. 개발된 프로그램은 학생들의 흥미와 관심사에 기반을 둔 체계적·전문적 프로그램으로 학생들의 학습 동기를 유발한다는 점과 능동성을 갖춘 자기주도적 학습 경험을 제공할 수 있다는 점에 의의가 있다. 둘째, 개발된 융합인재교육 프로그램은 자유학기제 교육과정 내 중학생의 과학, 기술/공학, 수학에 대한 흥미, 자기효능감, 관련 진로 선택의 모든 정의적 영역에서 통계적으로 유의미한 효과를 미쳤다. 흥미 영역은 과학, 기술/공학, 수학 교과에 대한 학생들의 인식 변화에 기인하며, 자기효능감 영역은 과학, 기술/공학, 수학 교과에 대해

학생들의 성공적인 경험을 통해서 상승하였으며, 진로 선택 영역은 과학, 기술/공학, 수학이 실생활에 유용하고 해당 직업을 가지면 재미있을 것이라는 인식의 변화로 상승하였다. 이 연구로 개발된 융합인재교육 프로그램은 자유학기제 정책의 교육 목적에 적합하며 자유학기제와 융합인재교육의 접목이라는 점에서 중요한 의미를 가진다. 또한 중학생들의 ‘행복교육’과, ‘창의·융합형 인재’ 양성에 기여할 것이다.

주제어: 융합인재교육(STEAM), 자유학기제, 중학교, 과학적 탐구, 흥미, 자기효능감, 직업, 직업 선택