

## STEAM R&E를 통한 고등학생의 창의적 인재 역량 변화

문공주, 문지영, 황요한, 김성원\*  
이화여자대학교

### Changes in High School Students' Creative Leader Competency through STEAM R&E

Kongju Mun, Jiyeong Mun, Yohan Hwang, Sung-Won Kim\*  
Ewha Womans University

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 24 July 2017

Received in revised form

29 August 2017

18 September 2017

Accepted 27 September 2017

##### Keywords:

STEAM R&E,  
creative leader competency,  
science core school,  
self-directed research, project  
learning

#### ABSTRACT

The Korean Ministry of Education has emphasized human resource development with creative and convergent ability for future science and technology development. Korean STEAM Education aims to enhance students' interest and their understanding of science and technology as well as to develop students' creative problem-solving skills. Through STEAM R&E project, students experience self-directed research in order to solve the problem in the context of everyday life. In this study, we aim to find out whether the creative leader competency of high school students changed after they experienced the STEAM R&E project. The creative leader competency consisted of three domains: cognitive, affective, and societal domain. We measured the creative leader competency using the questionnaire scales. The questionnaire was administered to 612 high school students who participated in the 2016 STEAM R&E project. Pre- and post- test scores were collected, and we analyzed it. We compared the mean difference between pre- and post- test scores as well as the mean differences among science high school, gifted school, science core school, and general high school. From the result, we found that all student's creative leader competency improved after participating in the STEAM R&E project in all three domains. The result also showed that students' test scores of science high school and gifted school showed no significant mean differences, while student's scores of both science core school and general high school improved significantly. From the results, we concluded that STEAM R&E activities could be an effective tool in cultivating creative leader competency, especially for general high school students and science core school students. We also suggested that further researches are needed to find how we could enhance students' creative leader competency.

## 1. 서론

미래 사회를 이끄는 혁신적인 생각을 발명하기 위해서는 비판적 사고력, 창조적 문제해결력, 의사소통능력, 다원화 사회 적응력 등의 역량을 갖추어야 한다. 미국의 P21(Partnership for 21<sup>st</sup> Century Skills)은 21세기 미래를 준비할 수 있는 창의적 인재 양성을 목표로 하여, 21세기 학생들이 갖추어야 할 핵심능력인 '창의와 혁신'을 '창의적으로 사고하기', '창의적인 협업', '혁신의 실행'으로 구분하였다. 영국의 '창의 문화 교육 자문위원회(National Advisory Committee on Creative and Cultural Education, NACCCE)'는 학생들의 창의력을 높이기 위해 50년에 걸친 계획으로 미래 학교 만들기 프로젝트를 시행하고 있다. 이처럼 한국을 포함한 여러 국가에서 창의적인 인재 양성을 위해 노력하고 있다.

한국의 교육부는 미래 과학기술 발전을 주도할 창의적이고 융합적인 역량을 갖춘 인재의 용성을 강조하고자 융합인재교육(이하 STEAM 교육)의 목표와 특성을 정의하고 이를 중심으로 창의적인 인재 양성을 위한 교육을 실행하고 있다. STEAM 교육은 학생들의 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 창의적 문제해결 능력을 배양

하는 것을 목적으로 하고 있으며, 이러한 목표를 성취하기 위해 다양한 교육 지원 사업이 한국과학창의재단을 중심으로 하여 수행되어 왔다. 이러한 교육 지원 사업 중 하나인 STEAM R&E 사업은 실생활과 관련된 문제 상황에 대하여 학생들이 자기 주도적으로 문제를 찾고, 연구 과정을 설계하여 적절한 해결방안을 모색하도록 하는 것이다. STEAM R&E는 기존의 R&E(Research & Education, 이하 R&E로 칭함) 프로그램과 같이 학생 주도의 프로젝트 교육방법이다. 일반 R&E 수업이 과학적 탐구 과제를 중심으로 진행되는 것인 반면에 STEAM R&E에서는 'STEAM'이라는 용어의 사용으로도 알 수 있듯이 학생들이 일상생활에서 직면할 수 있는 다양한 융합과제를 발견하여 그 문제를 명확히 하고, 융합적 사고력을 기반으로 문제를 해결한다. STEAM R&E 참여 학생들은 팀을 이루어 일상생활의 문제를 스스로 찾아 자신들의 연구 문제 및 연구 방법을 설계한 후 연구계획서를 제출한다. 제출된 연구계획서 중 전문가 평가에 의해 선정된 과제는 연구 지원금을 받아 연구를 진행할 수 있다. 2016년부터는 이전에 R&E 프로젝트를 경험할 기회가 없었던 일반고 학생들도 STEAM R&E에 참여할 수 있게 되었다. 이에 STEAM R&E 사업은 과학고등학교, 영재학교, 과학중점학교 뿐 아니라 일반계 고등학교

\* 교신저자 : Sung-Won Kim (sungwon@ewha.ac.kr)

\*\* 이 논문은 2016년도 교육부의 재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행된 성과물임.  
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2017.37.5.825>

학생들에게도 장기간의 문제해결과정을 경험할 수 있는 기회를 제공하였다. 이에 기존의 R&E 프로그램이 영재학교와 과학고등학교, 과학중점학교에서 학생들이 실제 연구 과정을 경험하여 창의적 이공계 연구자 양성을 목표로 한 것(Lee, Choi, & Hwang, 2011; Seo *et al.*, 2006)과는 달리 STEAM R&E 사업은 일반고 학생들에게도 R&E와 같은 장기간의 프로젝트 학습을 경험하게 하여 그 효과로 창의성이 성장하는 것을 목적으로 하고 있다(Kim *et al.*, 2016). 이에 본 연구에서는 STEAM R&E를 통한 학생들의 창의성 성장을 확인하여 본 사업이 목표한 성과를 낼 수 있었는지 확인하고자 하였다.

R&E는 과학적 탐구를 직접 수행하는 프로젝트 교수학습방법으로, 사사교육을 기본구조로 한다(Choi *et al.*, 2003). 학생들이 연구를 수행하며 교육적 효과를 얻는 것인 ‘교육을 통한 연구’로써의 R&E는 2002년 한국과학영재학교에서 처음으로 수행되었다(Jung, Ryu, & Chae, 2012). 처음 R&E와 같은 연구 중심의 교수학습은 학교의 틀을 넘어서 학생-교사-과학자간의 파트너십을 형성한다는 것(Houseal, Abd-El-Khalick, & Destefano, 2014; Moss, Abrams, & Kull, 1998)을 특징으로 하였다. 이 프로그램이 과학고 뿐 아니라 과학중점학교에 확산되었고, 현재 일반고에서도 수행되면서 R&E는 ‘과제연구’라는 조금 더 포괄적인 용어로 변경되고 있다. 이는 학생들이 어떠한 과제에 대해 연구하는 프로젝트를 수행한다는 의미로 교사나 과학자와의 파트너십 형성에 집중하기보다는 ‘자기 주도적 프로젝트’를 수행하는 형태로 바뀌어왔다. 이에 R&E는 소그룹 학생 프로젝트를 수행하며 자신의 관심 분야를 학습할 수 있는 자율연구 프로그램으로 활용되고 있다. 자율연구란 스스로 개인이나 단체가 문제를 찾아 기존의 지식과 기술을 적용하거나 지식을 습득하면서 문제의 해결안을 찾거나 새로운 문제해결방안을 제시하는 일련의 과정이다(Johnson & Johnson, 1986). 또한 학습자들이 직접 실천적 전문가로 느끼고, 행동하고 사고하는 과정을 통해 연구자로서의 역할을 수행해보는 조사활동 혹은 예술적 생산 활동이다(Renzulli & Reis, 1997). 미국의 경우 자율연구는 자신이 고안하고, 지도자와 함께 학습 과정을 스스로 구성하는 기회로 전공분야 및 진로와 관련이 있으며, 수업 내용의 심화나 교육과정에서의 부족한 부분을 보충하는 역할을 한다(Han *et al.*, 2009).

R&E 수행과 관련된 최근 연구들은 다음과 같다. 과학자의 핵심 역량을 과학영재들에게 길러주는 연구(Park, Yoon, & Kang, 2014)나 자유탐구를 위한 질문목록을 개발하여 고등학생들이 어떤 질문을 통해 연구 수행을 스스로 검토할 수 있도록 하는지 살펴보는 연구(Cheong *et al.*, 2014)가 이루어졌다. 또한 창의적 이공계 연구자 양성을 위해서는 예비연구자들이 비구조화된 문제를 해결하는 방법을 익힐 수 있는 교육이 필요하므로(Yu, Kang, & Kim, 2013), 과학자나 공학자의 연구 방법에 대한 연구(Hwang, 2015), 역사 속에서 잘 알려진 과학자의 연구방법에 대한 연구(Gu *et al.*, 2011; Kim, Seo, & Park, 2013; Kim *et al.*, 2013)가 이루어지고 있다. Lee & Kim(2016)은 학습에 대한 참여 및 R&E 팀이라는 실험 공동체로서의 합법적 주변 참여의 관점에서 학습자의 과학적 실행과 인식의 변화를 연구하였다. 이전 연구들을 통해 R&E 프로젝트 경험이 학생들의 예비 과학자 역량을 함양하고 창의력을 신장하는 기회가 될 수 있다는 것을 확인하였다. 그러나 기존의 R&E 프로젝트는 대부분 과학고등학교, 영재학교, 과학중점학교 학생들만 경험할 수 있는 경우가 많았다. 이

같은 자율적인 연구 과제가 과학영재들에게만 적용될 수 있는 것이 아니라 과학 탐구에 의욕이 있는 모든 학생들에게 어떤 효과가 있는지를 탐색하는 것이 필요하다.

미래 사회의 경쟁력은 창의력에 있다는 주장은 여러 분야에서 주목받고 있으며, 국가 수준의 교육목표도 학생들을 창의적 인재로 양성하는데 두고 있다. 이처럼 창의적 인재를 발굴하고 육성하고자 하는 요구는 계속되고 있으나 여전히 현 중등교육의 현실은 창의성의 개발에 큰 효과를 거두지 못하고 있다고 우려하고 있으며, 일부에서는 현재의 중등교육이 창의적 인재 양성을 저해한다고 지적한다. ‘창의적 인재’는 일반적인 창의성 개념의 맥락에서 고차적 사고력, 확산적 사고, 문제해결력, 개방성, 호기심 등으로 구성되는 특성을 가진다고 인식되어왔으나 이러한 접근은 창의적 인재의 개념을 모호하게 만들 수 있다. 이에 현재 여러 연구자들은 21세기의 사회가 요구하는 창의적 인재의 특성을 정할 때 ‘역량(competency)’의 개념으로 접근할 필요가 있다고 주장하고 있다. 이에 Cho(2011)는 창의적 인재의 특성을 창의성을 가지고 새로운 것을 산출해 내는 역량을 가지는 것으로 정의하기도 하였다. 이같이 어떤 특성을 역량으로 해석하는 관점은 이전의 창의성의 일반적 특성을 넘어 이러한 특성을 가진 개인이 사회적 맥락 속에서 어떤 직무를 해낼 수 있는 능력을 가지는 것인지를 포함해야 한다. 따라서 역량을 고려한 관점에서는 인성을 도덕성, 이타성 등으로 초점을 두고 해석하기 보다는 창의성을 촉진하여 발현하게 하는 인간관계에서의 판단력을 포함한 개념으로 생각할 수도 있다(Kwak, 2011). Chi & Ju(2012)는 창의성과 역량의 개념을 심도 있게 탐색하였으며 창의성에 대한 개념을 인지적 접근, 정의적 접근, 통합적 접근으로 분류하였다. 창의성의 인지적 접근은 지적능력과 고차원적 사고 능력을 포함하며 확산적 사고와 활동, 일반적 지식과 기능, 구체적 영역의 지식과 기능, 문제해결력 등이 이에 포함된다. 정의적 접근은 창의성이 발현될 수 있는 인성적 특성들을 의미하며, 호기심, 개방성, 인내심, 독립성, 몰입 등이 이에 포함된다. 그리고 통합적 관점은 인지적 영역이나 정의적 영역에 포함되지 않는 특성 요인들이 포함되며, Kim(2011)이 주장한 새로움 추구력, 가치로움 추구력, 산출물 양산력 등이 이에 해당한다. 창의적 인재 역량은 자신의 업무나 직무 영역에서 창의적인 수행으로 탁월한 성과를 산출할 수 있는 개인의 특성으로 지식, 태도, 사회적 관계 등을 종합적으로 포함해야 한다(Chi & Ju, 2012). 창의적 인재 역량은 사회적 맥락과 연계하여 창의성을 발휘해 새롭고 가치 있는 것을 산출해내는 능력, 자신의 업무나 분야에서 창의적 수행을 통해 탁월한 성과를 산출하는 특성이 다(Lee *et al.*, 2011; Choi *et al.*, 2011). 따라서 미래의 창의적 인재는 새로운 것을 산출해내는 것으로 한정된 것이 아니라(Cropley, 2011), 산출물을 통해 사회와 소통할 수 있으며, 사회의 문제를 해결하는데 도움을 줄 수 있어야 한다(Chi & Ju, 2012).

과학고등학교에서 R&E를 경험했던 대학생들은 R&E 경험이 연구를 수행하는 데 필요한 지적, 정의적, 기능적 측면에서 모두 상당한 도움이 되었다고 인식한다(Choe & Tae, 2015). 위와 같은 맥락을 고려할 때 STEAM R&E 프로젝트를 수행한 전후의 학생들의 창의적 인재 역량이 성장될 수 있을 것으로 기대할 수 있다. 이에 본 연구에서는 STEAM R&E 프로젝트를 통해 STEAM 교육의 목표 중 하나인 창의적 인재 역량이 성장할 수 있는 것인지 그 변화를 확인하였다. 또한 과학고등학교, 영재학교, 과학중점학교, 일반계 고등학교 간의

차이가 있는지 비교하여 과학중점학교와 일반계 고등학교 학생들이 STEAM R&E 프로젝트 수행과정을 통해 어떤 성장을 이룰 수 있는지를 살펴보았다.

## II. 연구 방법 및 절차

### 1. 연구 대상

연구 대상은 2016년 STEAM R&E에 참여한 612명의 고등학생이다. 이들 중 사전 설문조사에는 312명, 사후 설문조사에는 300명이 참여하였다. 사전 검사에는 학년별로 1학년 115명, 2학년 187명, 3학년 6명, 무응답 4명이 참여하였다. 성별에 따라 살펴보면, 남학생 188명, 여학생 119명이며, 무응답 5명이었다. 사후 검사 참여자는 학년별로는 1학년 109명, 2학년 190명이 참여하였고(무응답 1명), 성별에 따라 살펴보면, 남학생 171명, 여학생 126명이며 무응답 3명이었다. 학교 유형에 따른 사전, 사후 응답자 수는 Table 1과 같다.

Table 1. Number of pre and post survey participants by school type

	과학 중점고	일반고	과학고	영재 학교	자율형 사립고	무응답	전체
사전	115	95	51	36	11	4	312
사후	133	62	37	25	7	36	300
전체	248	157	88	61	18	40	612

### 2. STEAM R&E 프로젝트

2016년 STEAM R&E 프로젝트 사업은 3월에 참여 팀이 선정되었으며, 4월~12월 기간 동안 프로젝트가 진행되었다. 총 130개의 참여 팀이 선발되었다. 참여 학교를 유형별로 살펴보면 과학중점학교(39%), 일반계고등학교(29%), 과학고등학교(15%), 영재학교(11%), 자율형 사립고등학교(6%)에서 참여하였다. STEAM R&E 참여 팀은 지도교사 1인과 5인 이내의 학생으로 구성되며, 관련 주제에 대한 외부 전문가 1인을 선택적으로 포함할 수 있다.

자율연구나 R&E를 위한 전문적인 교육방법이 부족하며, 학생 연구를 위한 안내가 제대로 이루어지지 않아 자율적이고 창의적인 연구가 잘 수행되지 않고 있으며 지도방법에 대한 안내도 부족하다(Jung, Ryu, & Chae, 2012). 이것은 연구의 특성인 개방적 상황에서 나타난 비구조화된 문제를 해결하는 방법을 학생들이 잘 알지 못하기 때문이다(Han, Kang, & Kim, 2013; Seo *et al.*, 2012; Shin, Jonassen, & McGee, 2003). 이러한 교사들의 지도상의 어려움을 돕기 위하여 본 연구진은 STEAM R&E 참여 팀의 교사 워크숍을 실시하였으며, 연구 진행에 대한 자문을 위해 온라인·오프라인 컨설팅, 중간발표회를 실시하였다. 또한 프로젝트를 종료하는 시점에서는 최종발표회를 통해 연구 결과를 공유할 수 있도록 하였다.

교사 워크숍은 5월 중에 시행되었으며 STEAM R&E 지도교사를 대상으로 R&E 프로젝트를 진행하기 위한 교사의 역량을 함양하기 위한 목적으로 수행되었다. 이를 위하여 STEAM 교육에 대한 이해와 함께 R&E 활동 지도를 위한 연구 설계 방안, 연구윤리, 그리고 특허

출원과 관리 등에 관한 강의가 이루어졌다. 또한 2015년 STEAM R&E의 우수사례 발표와 초임교사를 위한 멘토링 활동을 함께 운영하였다. STEAM R&E 연구팀의 진행상황을 확인하고 전문가와의 상호작용을 강조한 컨설팅은 7월~9월에 이루어졌다. 기존에 운영되었던 STEAM R&E 프로젝트에서 참여 팀과 전문가의 상호작용이 부족하였다는 점을 개선하기 위하여, 본 연구진은 온라인 형식과 오프라인 형식을 순차적으로 활용한 블렌디드 모형을 적용하여(Lim, 2004) 온라인 컨설팅 1회, 오프라인 컨설팅(중간발표회) 1회를 운영하였다. 전문가 평가단의 평가활동을 지원하기 위한 컨설팅 가이드라인을 제작하였고, 실제로 참여 팀이 연구 활동에 적용 가능할 수 있도록 구체적인 실행방안을 함께 제시하였다. 컨설팅 가이드라인의 전략으로는 (1) 현재 연구 진행상황 분석, (2) 연구팀이 해결해야 하는 문제, (3) 문제 해결을 위한 전략 탐색, (4) 실행 계획 제언의 4단계가 포함되었으며, 컨설팅을 위한 평가기준은 (1) 주제 및 내용의 적합성, (2) 창의성, (3) 연구과정의 적절성, (4) 연구결과 처리의 네 가지 영역을 제시하였다. 온라인 컨설팅은 이메일과 온라인 카페를 이용하여 진행되었으며, 중간발표회에서는 참여 학생의 구두발표와 전문가의 질의응답을 통해 이루어졌다. STEAM R&E 참여 팀의 연구 성과물은 11월에 이루어진 최종발표회에서 발표하였으며, 성과물에 대한 전문가 평가가 함께 진행되었다. 학생들은 포스터 형식으로 발표를 준비하였고 전문가 평가단의 질의응답을 통해 연구에 대한 심사가 이루어졌다.

### 3. 측정 도구

본 연구에서는 Chi & Ju(2012)가 제안한 창의적 인재 역량 측정도구를 사용하였으며, 이들이 제안한 창의적 인재 역량의 구성요인은 Table 2와 같다. 창의적 인재 역량은 문제가 발생했을 때, 종합적인 사고 능력과 정의적 성향이 상호작용하면서 문제를 해결해나가고, 사회적 맥락 연계하여 효용성 높은 산출물 또는 행동을 생산해 내는 능력이다(Sun, 2014). 이에 창의적 인재 역량은 인지적, 정의적, 사회적 특성으로 구성될 수 있다. 인지적 특성은 하나의 문제에 대해 기존의 지식과 새롭고 독창적인 지식을 응용하여 올바른 방향으로 해결할 수 있도록 하는 종합적인 사고능력이다. 정의적 특성은 하나의 과제에 대해 기존의 사고 틀에서 벗어나 새로운 방식으로 접근하거나, 새로운 것에 관심을 가지고 탐구하며, 이를 끝까지 해내려는 성향을 의미한다. 창의적 인재 역량의 사회적 특성은 사회에 기여할 수 있는 유용한 산출물을 생산해 내고자 하는 동력이 되는 특성이다.

측정도구는 Chi & Ju(2012)가 개발한 5점 리커트 척도의 검사지로, 총 32개 문항과 9개 요인으로 구성되어 있다. Chi & Ju(2012)는 개발한 검사지를 중·고등학생을 대상으로 적용하였으며, Rasch 모형에 의한 문항 적합도를 검사하여 초기 개발된 문항 중 부적합한 문항을 제거하였다. 탐색적 요인 분석과 확인적 요인 분석을 통해 검사지의 하위 영역들 간의 구조적 타당성을 확인하였다(설명변량 = 51.63%,  $\chi^2=1116.200$ ,  $df=452$ ,  $CFI=.892$ ,  $TLI=.874$ ). 따라서 창의적 인재 역량의 구인으로 3개 영역의 9개 요인을 제안하였다. 3개 영역은 인지적, 정의적, 사회적 영역이다. 인지적 영역은 고차적 사고력, 확산적 사고력, 문제해결력의 요인으로 구성된다. 정의적 영역은 호기심, 개방성, 감수성, 과제집착력의 구인을 가진다. 사회적 영역의 구인은 사회가치추구, 협동 및 배려의 2가지 구인을 포함한다. Chi &

Table 2. Domains and factors of creative leader competency (Chi & Ju, 2012, p.77)

영역	구성요인	세부내용
인지적 특성	고차적 사고력	학습한 것을 생각, 응용할 수 있는 능력으로 논리적 분석하고 종합하는 사고능력
	확산적 사고력	하나의 문제에 대해 정해진 틀에서 벗어나 가능한 여러 가지 대안들을 생각해내고 참신하고 독특한 아이디어를 산출해내는 능력
	문제해결력	주어진 문제를 바르게 해결하는 능력
정의적 특성	호기심	새로운 활동이나 경험에 관심을 가지고 탐구하려는 성향
	개방성	기존의 사고의 틀이나 편견에 얽매이지 않고 열린 눈으로 새로운 가능성(아이디어)을 탐색하고자 하는 성향
	감수성	자신을 둘러싼 외부 환경의 자극을 받아들이고 느끼는 성향
	과제 집착력	한 가지 문제나 흥미 있는 일에 집중하고, 몰두하며, 과제를 끝까지 포기하지 않고 해내려는 성향
사회적 특성	사회 가치 추구	개인이 사회 기여 및 공익 추구를 위해 가져야 할 책임의식 및 신념으로, 많은 사람들에게 이로울 수 있도록 가치를 발견하고 부여하는 힘
	협동 및 배려	공통의 목표 달성을 위해 서로 상호작용하며 조화롭게 활동을 수행하고, 다른 사람을 이해하며 그들의 입장을 배려하고 존중함

Ju(2012)의 연구 결과는 학생들이 인지적 특성이 다른 두 영역에 비해 부족하게 나타났으며, 그 중 확산적 사고력과 고차적 사고력이 다른 요인들에 비해 낮게 나타났다. 또한 Cronbach- $\alpha$  값은 Chi & Ju(2012)의 연구에서는 .920으로, 그리고 본 연구 대상자들의 측정에서는 사전검사에서 .947, 사후검사에서 .953으로 높은 신뢰도를 나타내었다.

이 같은 측정 도구는 학생들이 자신의 역량에 대한 자기 보고를 수치화하기 때문에 학생들의 역량에 대한 직접적인 측정 결과라고 볼 수는 없다. 따라서 본 도구를 사용한 측정 결과는 학생들 개인의 역량을 수치화한 것이라기보다는 연구에 참여한 샘플 집단의 평균적인 특성을 이해하고 이를 바탕으로 한국의 고등학생들의 협력적 프로젝트 참여 경험에서의 변화 양상에 대한 탐색적 해석을 하는 것에 집중하였다.

#### 4. 분석 절차 및 방법

본 연구는 2016년 수행된 STEAM R&E 프로젝트의 교육적 효과를 알아보기 위하여, 2016 STEAM R&E 활동에 참여한 고등학생을 대상으로 창의적 인재 역량 수준의 변화를 살펴보았다. STEAM R&E 활동은 연구 주제를 찾는 것에서부터 연구 계획서를 작성하고, 연구를 직접 수행한 후 결과를 발표하는 과정으로 약 1년 간 수행되는 장기간의 프로젝트이다. 본 연구는 이러한 과정 중 프로젝트계획서 작성 후 직접적인 수행을 시작하는 5월에 사전 검사를 실시하고 11월에 최종 결과를 발표한 후 사후 검사를 실시하였다. 검사는 온라인

및 오프라인 방식을 통해 STEAM R&E 활동이 시작되는 초기(사전)와 활동을 모두 마친 후(사후)에 두 차례에 걸쳐 이루어졌다. 검사를 통한 측정결과는 각 영역별로 평균을 계산하였으며, 이를 바탕으로 참여 학생들의 창의적 인재 역량의 각 하위 요인에 대한 사전 검사와 사후 검사 결과를 SPSS 21.0을 이용해 독립표본 t검정을 통해 차이가 있는지 통계적으로 검증하였다. 또한 각 학교 특성별로 차이가 나타나는지를 확인하기 위해 각 학교 특성별로 사전-사후 측정 결과에 차이가 있는지 독립표본 t검정을 각각 실시하여 통계적으로 유의한 차이가 나타나는지를 확인하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. STEAM R&E 프로젝트 참여 학생들의 창의적 인재 역량

STEAM R&E 프로젝트 참여 학생의 창의적 인재 역량 검사 결과, 모든 문항에 대하여 사전 검사 평균점수는 3.99점, 사후 검사 평균점수는 4.18점으로 나타났으며,  $t=3.562$ , 유의확률 .000로 유의미하게 상승한 것으로 확인되었다. 또한 모든 하위 요인의 평균값에서도 사전검사에서 보다 사후검사에서 더 높은 점수를 나타내었다. 각 요인별 평균 점수를 비교하면, 사전검사에서는 개방성, 사회가치추구, 협동 및 배려에서 높은 점수를 보였으며, 확산적 사고력(3.77), 감수성(3.86), 호기심(3.90), 고차적사고력(3.98)을 제외하고 모두 4.00이상의 평균을 나타내었다. 일반계 고등학생들 대상으로 한 Chi & Ju(2012)의 연구에서 모든 요인의 평균값이 4.0이하를 나타낸 것과

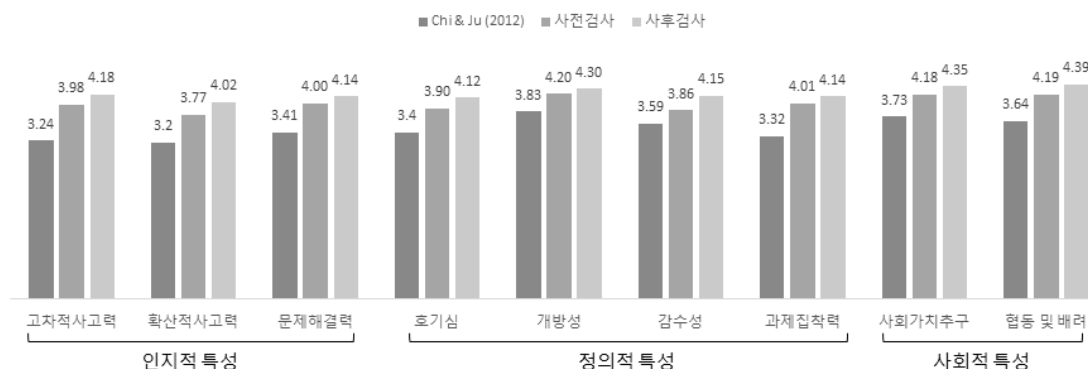


Figure 1. Mean comparison of Pre-Post test and a result from Chi & Ju (2012) study

Table 3. Pre-Post test results of creative leader competency

영역	요인	영역 및 문항	평균	t
고차적 사고력		1. 나는 학습한 내용을 충분히 이해하여 다른 영역에 응용한다.	사전 3.98	3.908**
		2. 나는 복잡한 현상을 논리적으로 분석하여 전체적으로 파악한다.	사후 4.18	
		3. 나는 여러 가지 정보를 맥락에 맞게 종합한다.		
인지적 특성	확산적 사고력	4. 나는 문제해결을 위해 새로운 아이디어나 접근법을 시도한다.	사전 3.77	4.451**
		5. 나는 독특하고 개성 있는 방식으로 과제를 수행한다.		
		6. 나는 짧은 시간에 많은 아이디어를 내는 편이다.	사후 4.02	
		7. 나는 새롭고 독창적인 아이디어를 많이 생각해 내는 편이다.		
문제해결력		8. 나는 떠오른 생각을 잘 다듬어서 좋은 아이디어로 발전시킨다.		2.817**
		9. 나는 한 가지 문제에 대한 해결 방안을 여러 각도에서 생각해 보고 실행한다.	사전 4.00	
		10. 나는 해결하기 어려운 일에 직면했을 때 여러 가지 대안을 생각해 본다.	사후 4.14	
호기심		11. 나는 어떤 문제와 관련된 정보를 모아서 타당한 결론으로 이끌어 낸다.		4.139**
		12. 나는 문제에 대한 해결책이 가져오는 결과에 대해 여러 측면에서 예상한다.		
		13. 나는 대부분의 사람들이 당연시 여기는 것에도 그냥 지나치지 않고 의문을 가진다.	사전 3.90	
정의적 특성	개방성	14. 나는 주변의 사람이나 사물들을 세심하게 관찰한다.	사후 4.12	1.837
		15. 나는 평소에 궁금하게 여기는 것이 많다.		
		16. 나는 어떤 일을 수행할 때 새로운 접근방법을 시도하는 것을 좋아한다.		
감수성		17. 나는 나 자신의 행동에 대해 개방적인 편이다.	사전 4.20	4.814**
		18. 나는 독특한 아이디어를 주장하는 사람에게 거부감을 느끼지 않는다.	사후 4.30	
		19. 나는 제도나 틀에 얽매는 것보다 자유로운 분위기를 좋아한다.		
과제집착력		20. 나는 타인의 이야기에 잘 공감한다.	사전 3.86	2.419*
		21. 나는 내가 보고 느낀 것을 말이나 행동으로 표현하는 것을 좋아 한다.	사후 4.15	
		22. 나는 내가 느낀 감정을 풍부하게 나타낸다.		
사회적 특성	사회가치추구	23. 나는 자신 이외의 사람이나 사물에 감정이입을 잘한다.	사전 4.01	3.105**
		24. 나는 내가 맡은 일은 시간이 많이 걸려도 꼭 끝낸다.	사후 4.14	
		25. 나는 모르는 문제가 있으면 그것을 완전히 이해할 때까지 파고든다.		
협동 및 배려		26. 나는 흥미 있는 일을 할 때에는 장애가 있더라도 포기하지 않고 끈기 있게 수행한다.	사전 4.18	3.885**
		27. 나는 사회정의 실현이 중요하다고 생각한다.	사후 4.35	
		28. 나는 사회를 위해 기여할 책임이 있다고 생각한다.		
협동 및 배려		29. 나는 사회적으로 양심 있게 살아가는 것이 중요하다고 생각한다.	사전 4.19	3.885**
		30. 나는 여러 사람과 함께 일을 수행할 때 타인의 의견을 존중한다.	사후 4.39	
		31. 나는 여러 사람과 함께 일을 수행할 때 타인을 먼저 배려한다.		
협동 및 배려		32. 나는 공통의 목표 달성을 위해 다른 사람의 새로운 시도나 실수를 허용하고 격려한다.		

\* = p&lt;.05, \*\* = p&lt;.01

비교하면, 본 연구에 참여한 일반계 고등학교 학생들의 평균만을 살펴봐도(Table 4), STEAM R&E에 참여한 학생들의 평균이 모든 요인에서 더 높다는 것을 확인할 수 있다. 본 연구에 참여한 학생들은 과학 탐구에 흥미가 많은 학생들로 가정할 수 있으며, 이러한 프로젝트에 참여하는 학생들의 창의적 인재 역량이 일반 학생들에 비해 높다고 할 수 있다.

## 2. STEAM R&E 프로젝트 참여 사전-사후 창의적 인재 역량의 변화

앞의 결과에서 볼 수 있듯이 창의적 인재역량 검사 전체 32문항의 사전-사후 측정값의 평균을 비교하면, 사전검사의 전체 문항 평균 점수는 3.99점, 사후검사의 전체 문항 평균 점수는 4.18점이며,  $t=3.562$ , 유의확률 .000으로 통계적으로 유의미하게 평균 점수가 상승한 것으로 확인되었다. 각 문항별로 사전-사후 평균값을 비교하면, 32문항 중 19문항에서 그 차이가 통계적으로 유의미하게 나타났다. 특히 1번, 5번, 13번, 16번, 21번, 22번, 31번 문항의 평균 점수가 큰 폭으로 상승하였다. 이에 전체적인 통계결과를 기반으로, STEAM R&E를 통해 참여 학생의 창의적 인재 역량이 상승하였다고 할 수 있으며, 개방성 외의 모든 요인에서 유의미한 상승을 보였다. 각 영역의 하위 요인별 사전-사후 t검정 결과를 Table 3에 정리하였다. 가장 큰 폭으로

상승한 요인은 감수성으로 사전검사평균 3.86에서 사후검사평균 4.15로 높아졌다( $p<.01$ ). 21번 문항인 “나는 내가 보고 느낀 것을 말이나 행동으로 표현하는 것을 좋아한다.”( $M_{사전}=3.85$ ,  $M_{사후}=4.22$ ,  $p<.01$ )과 22번 문항인 “나는 내가 느낀 감정을 풍부하게 나타낸다.”( $M_{사전}=3.66$ ,  $M_{사후}=4.03$ ,  $p<.01$ )의 응답평균점수가 크게 상승하였는데, 이 문항들은 느낌이나 감정을 표현하는 능력에 대한 질문으로 STEAM R&E 프로젝트 특성상 감성적 체험이 강조되면서 학생들이 동료들과 소통하는 과정에서 자신의 느낌이나 감정을 표현할 수 있는 기회가 많아져 나타나는 결과라고 유추할 수 있다. 이 같은 정의적인 측면의 상승은 호기심 요인에서도 크게 나타났다. 호기심 요인은 사전검사 3.90에서 사후검사 4.12로 평균이 상승하였으며, 이 중 응답의 평균값이 가장 크게 상승한 문항은 13번 “나는 대부분의 사람들이 당연시 여기는 것에도 그냥 지나치지 않고 의문을 가진다.”( $M_{사전}=3.69$ ,  $M_{사후}=3.96$ ,  $p<.01$ )이었다. 이는 응답의 평균값이 크게 상승한 문항 중 하나인 확산적 사고력 요인에 해당하는 문항 5번 “나는 독특하고 개성 있는 방식으로 과제를 수행한다.”( $M_{사전}=3.73$ ,  $M_{사후}=4.07$ ,  $p<.01$ )와 함께 다른 사람과는 다른 생각이나 감정을 가진다는 점에서 공통점이 있다. 이러한 차이 역시 STEAM R&E 프로젝트 과정에서 발생하는 팀원들과의 의사소통과정에 영향을 받았을 수도 있다고 생각된다.



Table 4. Mean comparison of Pre-Post test scores of creative leader competency by school type

영역	인지적 영역				정의적 영역			사회적 영역			
	학교 유형	pre/post	M	SD	t	M	SD	t	M	SD	t
과학중점학교 (N=248)	pre		3.80	0.621	4.962**	3.81	0.615	5.515**	4.06	0.684	4.168**
	post		4.16	0.524		4.21	0.500		4.39	0.542	
일반계 고등학교 (N=157)	pre		3.75	.546	2.193*	3.92	.482	2.756**	4.12	.577	3.208**
	post		3.94	.505		4.13	.432		4.41	.516	
과학고등학교 (N=89)	pre		4.17	.537	.071	4.24	.487	.134	4.42	.510	.628
	post		4.18	.758		4.26	.696		4.34	.722	
영재학교 (N=71)	pre		4.12	.499	.928	4.18	.505	.078	4.33	.499	.939
	post		4.25	.577		4.17	.599		4.47	.607	
총계 (N=572)	pre		3.90	.598	4.506**	3.98	.565	4.639**	3.99	0.533	4.192**
	post		4.12	.573		4.19	.531		4.20	0.502	

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

Sun(2014)은 국어교과에서 교사의 피드백이 제공되는 수행평가를 협력형과 개별형으로 실행하였으며, 이 과정에서 학생들의 창의적 인재 역량 검사 결과를 통해 협력과제 수행에서 교사의 피드백이 주어졌을 때 학생들의 창의적 인재 역량 중 인지적 특성에 긍정적인 영향을 줄 수 있다고 보고하였다. STEAM R&E 프로젝트 과정은 학생들이 전문가와 지도교사로부터 자문이나 평가를 받는 과정이 포함되어 앞의 Sun(2014)의 연구에서와 같이 교사의 피드백이 지속적으로 주어지는 상황이다. 즉, 지속적인 피드백이 주어지는 STEAM R&E 상황에서 학생들의 인지적 특성에 속한 고차적 사고력( $M_{사전} = 3.98, M_{사후} = 4.18, p < .01$ ), 확산적 사고력( $M_{사전} = 3.77, M_{사후} = 4.02, p < .01$ ), 문제해결력( $M_{사전} = 4.00, M_{사후} = 4.14, p < .01$ ) 요인에서 모두 유의미한 상승을 나타내었다.

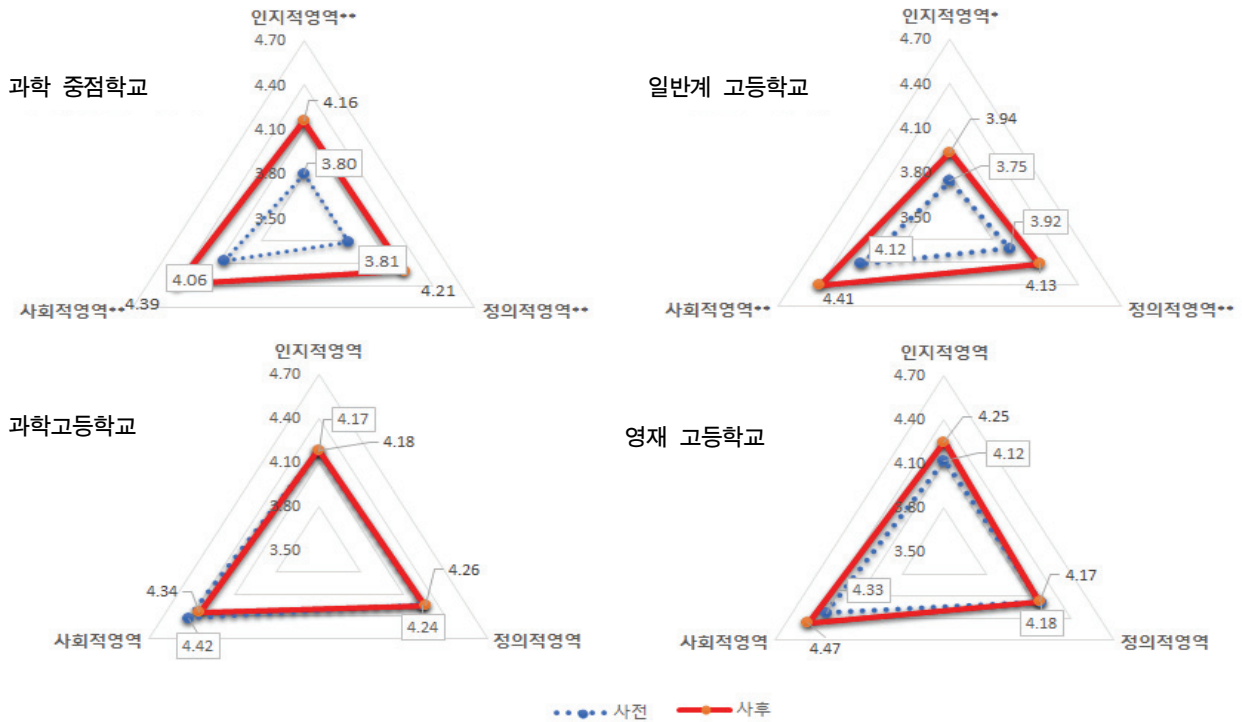
### 3. 학교 유형에 따른 창의적 인재 역량 변화의 차이

본 연구에 참여한 R&E 팀의 참여 학교 유형(일반고, 과학중점학교, 과학고, 영재학교)에 따른 창의적 인재 역량의 변화를 살펴보았다. 학교 유형에 무응답으로 표기한 경우와 사례수가 상대적으로 적었던 자율형 사립고등학교(N=18)의 사례는 본 분석에서 제외하였다.

참여 학교 유형별 집단 간 사전검사 점수의 평균을 비교한 결과를 Table 4에 정리하였다. 창의적 인재 역량의 하위 영역 중 인지적 영역( $F = 8.118, p = .000$ )과 정의적 영역( $F = 4.460, p = .001$ )에서 유의미한 차이가 있다고 나타났으며, 사회적 영역( $F = 1.867, p = .115$ )에서는 유의한 차이가 없었다. 각 학교 유형에 따른 하위 영역별 변화의 차이를 비교하기 위해 Figure 2에 사전-사후 검사 점수를 그래프로 나타내었으며, Table 4에 평균값과 t-검증 결과를 정리하였다. Table 4와 같이 과학고등학교( $M_{사전} = 4.17, M_{사후} = 4.18$ )와 영재학교( $M_{사전} = 4.12, M_{사후} = 4.25$ )에서는 통계적으로 유의미한 상승은 나타나지 않았다. 인지적 영역에서 가장 많은 향상을 보인 집단은 과학중점학교( $M_{사전} = 3.80, M_{사후} = 4.16$ )이며, 그 뒤를 이어 일반계 고등학교가 통계적으로 유의미한 수준에서 점수의 향상을 보였다( $M_{사전} = 3.75, M_{사후} = 3.94$ ). 일반계 고등학교의 경우, 사전점수와 사후점수가 각각 3.75, 3.94로 나타나고 있어 다른 학교에 비해 인지적 영역의 평균값이 다소 낮은 것을 알 수 있었다. 정의적 영역과 사회적 영역에서도 과학 중점학교

와 일반계 고등학교의 사례에서만 유의미한 수준의 점수 향상이 나타나고 있었다. 사회적 영역에 대한 평균은 과학고등학교의 경우 사전 검사의 점수는 4.42점으로 다른 학교의 사전 점수에 비해 높았으나, 사후 검사의 점수는 4.34점으로 사전 검사 점수에 비해 소폭 감소하였으나 통계적으로 유의한 변화는 아니었다. 또한 다른 세 학교의 사회적 영역에서의 사후 검사 점수가 모두 높게 나타났다.

본 연구에서는 Figure 2와 같은 도식화를 통해 인지적 영역, 정의적 영역, 사회적 영역에서 학교 유형에 따라 사전-사후 점수가 어떻게 변화하고 있는지를 한 눈에 파악하였다. 특히 주목할 만한 것은 과학중점학교와 일반계 고등학교의 학생들이 사전 검사에서는 인지적 영역, 정의적 영역, 사회적 영역에서 과학고등학교와 영재학교 학생들과 크게 차이가 났으나 STEAM R&E 프로젝트 수행 후의 사후검사에서는 이들을 따라 잡고 있는 경향을 확인할 수 있었다. 과학중점학교 학생들과 일반계 고등학교 학생들은 사회적 영역에서의 사전-사후 변화의 폭이 유사하게 나타났으나 인지적 영역과 정의적 영역에서는 그 변화의 폭에 차이를 나타내었다. 즉, 인지적 영역과 정의적 영역에서 일반계 고등학교 학생들은 과학중점학교 학생들에 비해 성장의 폭이 작았다. 특히 과학중점학교 학생들은 사전검사에 3.75를 사후검사에서는 4.18의 평균을 나타내었다. 이에 과학중점학교 학생들은 사전 검사에서는 과학고등학교와 영재학교 학생들에 비해 크게 낮은 평균점수를 보였으나 사후검사에서는 과학고등학교와 영재학교 학생들과 유사한 점수를 보였다. 반면 일반계 고등학교 학생들은 인지적 영역에서의 변화가 과학중점학교 학생들에 비하여 다소 작게 나타났다. 과학중점학교 학생들은 정의적 영역에서도 사전에는 3.81로 과학고등학교(4.24)와 영재학교(4.18)에 비해 다소 낮은 점수를 나타내었으나 사후검사에서는 영재학교(4.17) 학생들 보다 높은 점수(4.21)를 나타냈다. 일반계 고등학교 학생들도 인지적 영역과 정의적 영역에서도 성장을 보였으나, 과학중점학교 학생들 보다는 그 변화의 폭이 작게 나타났다. 심지어 정의적 영역에서는 과학중점학교(3.81)가 사전 검사에서 일반계 고등학교(3.92) 보다 낮은 점수를 나타내었지만 사후검사에서는 더 높게 나타났다. 이 같이 각 학교 유형별로 사전-사후 검사 점수의 변화 양상에 차이가 있는 것을 볼 때, 창의적 인재 역량의 향상을 위해서는 STEAM R&E 활동 뿐 아니라 각 학교에서 시행되는 교육과정의 영향도 크게 작용한다는 것을 짐작할 수 있다. 본 연구에서는 과학중점학교 학생들이 STEAM R&E 프로젝트 참여



(\* = p<.05, \*\* = p<.01)

Figure 2. Mean comparison between Pre and Post test of creative leader competency by school type

기간 동안 가장 큰 성장을 나타내었다. 이는 과학중점학교에서 과학에 흥미가 있는 학생들에게 창의적 인재 역량을 높일 수 있는 교육과정을 제공하고 있는 것으로 유추해 볼 수 있다. 또한 사전 사후의 변화가 크지 않은 과학고등학교와 영재학교는 STEAM R&E 프로젝트와 유사한 자기 주도적 탐구 활동 경험이 상대적으로 많이 이미 충분한 창의적 인재역량을 지니고 있는 것으로 생각된다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 STEAM R&E 라고 불리는 협력적 프로젝트를 통해 학생들의 창의적 인재 역량이 변화하였는지 사전-사후 검사를 통해 정량적으로 탐색하였다. 본 연구의 결론을 다음과 같이 세 가지로 정리하며 각각에 관련하여 제언을 함께 서술하였다.

첫째, STEAM R&E 활동 후에 일반계 고등학교, 과학중점학교 학생의 창의적 인재 역량이 유의미한 수준으로 향상되었다. 즉, 실생활과 관련된 자기주도적 R&E형태의 프로젝트가 일반계 고등학교 학생과 과학중점학교 학생에게 특히 교육적 효과를 지니고 있다는 것을 알 수 있었다. 반면 영재학교와 과학고등학교 학생은 사전-사후 검사의 차이가 크지 않았다. 최근 공개된 카이스트의 2013년 신입생들의 출신 고등학교별 학점 변화에서 과학고등학교와 영재학교 출신 학부 학생들의 성적이 학년이 올라갈수록 지체되거나 떨어지며, 결국 3~4 학년에 이를 때는 일반계 고등학교 학생들이 과학고등학교나, 영재학교 학생들을 앞지르고 있었다(Kim, 2017). 이 같은 조사 결과만을 가지고 일반계 고등학교 졸업생이 과학고등학교나 영재학교 졸업생보다 우수한 수행을 보인다고 일반화할 수는 없으나, 현재 과학고등학교와 영재학교의 교육과정이 학생들의 영재성을 충분히 함양할 수

있는 교육방식으로 운영되고 있는지에 대한 의문점을 제시할 수 있으며, 일반계 고등학교 학생들의 학업 능력 향상의 가능성을 늘 염두에 두어야 한다는 사실도 다시금 확인 할 수 있다. 일반계 고등학교 학생들 중에서도 과학 탐구에 관심이 있는 학생들을 위해 STEAM R&E와 같은 프로젝트를 직접 수행할 수 있는 기회를 제공하고, 전문가 또는 교사로부터 지원받을 수 있는 방안이 더 많아져야 할 것이다. 일반계 고등학교에 있는 교사들은 자율연구나 R&E를 위한 전문적인 교육방법이 부족하며, 학생 연구를 위한 안내가 제대로 이루어지지 않아 자율적이고 창의적인 연구가 잘 수행되지 않고 있으며 지도방법에 대한 안내도 부족하다(Jung, Ryu, & Chae, 2012). STEAM R&E 프로젝트 과정에서는 온라인-오프라인 컨설팅을 통해 프로젝트 진행에 대한 전문가의 의견을 제공하고 있으며, 각 팀은 자체적으로 자문위원을 섭외하여 연구에 도움을 받을 수도 있다. 이 같은 컨설팅이 학생들의 프로젝트 수행과 창의적 인재 역량의 변화에 기여한 바가 있을 것이라고 생각된다. 이에 전문가 컨설팅이 학생들의 성취에 어떤 영향을 미치는 지에 대한 질적연구가 후속적으로 수행되어야 할 것이다. 또한 학생들의 연구역량 함양을 위해서는 이를 지도하고 교육할 수 있도록 교사들의 연구지도 역량을 향상시키기 위한 교사교육이 이루어져야 한다.

둘째, 과학중점학교 학생들은 STEAM R&E 프로젝트 참여 기간 동안 과학고등학교, 영재학교, 일반계 고등학교와 비교할 때 가장 큰 성장을 나타내었다. 이는 과학중점학교에서 과학에 흥미가 있는 학생들에게 창의적 인재 역량을 높일 수 있는 교육과정을 제공하고 있는 것으로 볼 수 있다. 과학중점학교는 일반계 고등학교와 달리 전체 교과목 중 과학·수학 교과목의 이수 비율을 45% 이상으로 교육과정을 편성할 수 있다(과학고 60%, 일반고 30%). 이에 1학년 때에 연간

60시간 이상 비교과 체험활동 과 특별교과 I 를 이수하고 2학년부터는 과학중점과정 학급으로 분리되어 심화과목, 특별교과II 등을 이수하며 탐구 중심의 교육을 받는다. 특히 대부분의 과학중점학교는 ‘과제연구’를 통해 학생들이 소논문 주제를 스스로 찾고 연구하는 경험을 제공하고 있으며, 동아리활동, R&E 등의 학생 중심 활동을 교육과정에 적극적으로 포함한다. 또한 이러한 차별화된 교육과정 운영을 통해 과학중점과정 학생들은 ‘실험’, ‘체험활동’, ‘동아리’, ‘과제연구’, ‘R&E’와 같이 협력하는 활동을 긍정적으로 인식하고 있다(Kim, Na, & Song, 2017). 과학중점과정에서의 체험과 과제 실행에 대한 경험 및 긍정적인 인식이 학생들의 STEAM R&E 참여 과정 동안의 창의적 인재 역량 검사에서도 사전-사후에 큰 변화를 가져온 것으로 예측할 수 있다. 즉, STEAM R&E 연구 참여에 의한 효과는 물론 과학중점과정의 교육 프로그램도 학생들의 창의적 역량에 변화를 준 것으로 생각된다. 이에 과학중점학교의 교육과정 운영 및 체험, STEAM R&E 활동이 창의적 인재 역량 수준 변화에 어떠한 영향을 끼쳤는지 살펴보기 위한 후속연구의 필요하다고 생각된다.

셋째, STEAM R&E 활동 참여 학생들 전체를 볼 때 가장 큰 폭으로 상승한 측정 문항은 감수성 요인에서 자신의 감정이나 기분을 표현하는 능력에 대한 것이었다. 이에 STEAM R&E 프로젝트를 통해 학생들이 동료들과 소통하는 과정에서 자신의 느낌이나 감정을 표현할 수 있는 기회가 많아졌을 가능성이 있다고 생각된다. Choe & Tac(2015)의 연구에서 과학고등학교에서 R&E를 경험한 학생들은 R&E를 통해 본인의 주도적 수행 경험에 대해 긍정적으로 답한 학생이 76.0%로 조사되었다. 주도적인 수행의 경험도 학생들로 하여금 사진의 생각이나 감정을 표현하는 능력을 높이는데 도움이 되었을 것으로 생각된다. 실제 과학자들은 연구를 수행하는 동안 호기심이나 궁금증, 놀라움과 같은 다양한 감정을 경험하고, 이러한 경험은 연구를 지속하게 하는 원동력이나 연구 동기로서 영향을 미친다(Mun, 2015). 이와 같이 감수성 외에도 호기심, 개방성, 과제집착력과 같이, 창의적 인성을 형성하는데 영향을 주는 정의적 영역의 요인들은 학생들의 R&E 실행의 동기에 크게 영향을 미칠 수 있으므로 STEAM R&E 수행 동안 학생들이 정의적 요인과 관련된 어떤 경험을 하게 되는지 질적으로 탐색하는 연구도 중요하다고 생각된다.

STEAM R&E 활동은 학생들이 스스로 연구 주제를 찾는 것에서부터 팀을 구성하고, 연구 계획서를 작성하고, 연구를 직접 수행한 후 결과를 발표하는 과정으로 1년이 넘게 걸리는 장기간의 프로젝트이다. 본 연구는 연구의 직접적인 수행을 시작하는 5월에 사전 검사를 실시하고 최종 결과를 발표한 후에 사후 검사를 실시하였다. 6개월의 기간 동안 전체적인 참여 학생들의 창의적 인재 역량 검사의 결과는 인지적, 정의적, 사회적 영역에서 평균이 상승하는 결과를 나타내었다. 이에 STEAM R&E 활동을 통해 학생들은 창의적 인재 역량이 함양될 수 있을 것이라고 잠정적으로 예측할 수 있다. 또한 과학고등학교와 영재학교 학생들은 사전 검사에서 이미 높은 점수를 나타냈으며, 사전-사후 검사의 차이가 유의미 하게 나타나지 않았다. 그러나 일반계 고등학교와 과학중점학교 학생들의 사후 검사 점수가 사전 검사보다 크게 상승한 것을 확인 할 수 있었으며, 이는 STEAM R&E 활동이 기존의 R&E 경험이 부족한 학생들에게 창의적인 역량을 발휘할 수 있는 기회를 제공한 것으로 해석할 수 있다. 이러한 결과는 STEAM R&E 지원 대상을 일반계 고등학교로 확대해 나가고 있는

사업 방향성에 대한 긍정적인 결과이다.

본 연구의 제한점은 일반적으로 알려진 R&E 활동을 STEAM R&E 라는 이름으로 융합적인 일상생활의 문제를 해결의 맥락에서 프로젝트를 진행하였으나, 이러한 문제해결과정에서 어떻게 융합적 사고력이 발휘되었는지에 대한 논의를 제공하지 못한 것이다. 이에 본 연구에서의 STEAM R&E 라는 용어의 사용은 본 연구의 대상이 STEAM R&E에 참여한 학생들을 대상으로 하였기 때문에 본 연구의 맥락을 명확히 하는 역할에 한정된다. 그러나 STEAM R&E 사업을 통해 학생들이 다양한 문제를 스스로 찾아 연구를 계획할 수 있었으며, 과학적인 연구 주제 및 방법에만 제한된 것이 아닌 논리적인 탐구 과정을 통해 문제를 해결하는 다양한 주제의 과제를 수행할 수 있도록 열린 기회를 제공한 것에 의미가 있다. 마지막으로 본 연구 결과를 바탕으로 실제 학생들이 STEAM R&E와 같은 자기 주도적 연구 프로젝트를 협력적으로 실행하는 과정에서의 경험의 실재를 탐구할 수 있는 질적연구가 후속되어야 한다. 또한 이러한 질적연구를 통해 학생들이 일상생활 문제 상황을 융합적으로 해결해 가는 과정에서 과학적 개념 및 원리에 어떻게 이용하고 적용하는지 그 문제해결과정의 실체를 파악할 수 있을 것으로 생각된다.

## 국문요약

우리나라 교육부는 미래 과학기술 발전을 주도할 창의적이고 융합적 역량을 갖춘 인재 육성을 강조하고 있다. 융합인재교육(STEAM)은 학생들의 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 창의적 문제해결 능력을 배양하는 데에 목적이 있다. STEAM R&E는 실생활과 관련된 융합 문제를 해결하기 위해 학생이 자기 주도적으로 연구 설계를 함으로써 미래 인재 역량을 함양하는 것을 목적으로 한다. 본 연구에서는 STEAM R&E 프로젝트를 수행한 뒤 고등학생의 창의적 인재 역량이 변화하였는지를 탐색하였다. 창의적 인재 역량 검사는 인지적, 정의적, 사회적 영역으로 구성되며, 검사지는 각 영역별로 해당 요소를 측정하는 리커트 스케일 문항으로 측정하였다. 이에 2016 STEAM R&E에 참여한 고등학생을 대상으로 사전-사후 창의적 인재 역량 변화를 정량적으로 살펴보고, 과학고등학교와 영재학교, 과학중점학교, 일반계 고등학교 간의 변화 차이를 비교해보았다. 연구 결과, STEAM R&E 프로젝트를 통해 전체 학생의 창의적 인재 역량이 세 가지 영역 모두 향상하였음을 알 수 있었다. 과학고등학교와 영재학교 학생들은 사전-사후검사 결과에서 유의미한 차이를 보이지 않았으나, 과학중점학교와 일반계 고등학교 학생의 창의적 인재 역량이 유의미하게 향상하였다. 연구 결과를 통해 STEAM R&E 활동이 일반고와 과학중점학교 학생들의 창의적 인재 역량의 함양이 효과를 나타낼 수 있는 것으로 볼 수 있었으며, 학생들의 창의적 인재 역량이 어떻게 성장할 수 있는지에 대한 질적 탐구가 후속연구로 진행되어야 함을 제안하였다.

**주제어 :** STEAM R&E, 창의적 인재 역량, 과학중점고등학교, 자기주도적 연구, 프로젝트 학습



## References

- Cheong, Y., Kim, E., Jung, M., & Lee, J. (2014). Development of a question list in accordance with stage of research, which guides open inquiry of gifted students in science. *Journal of Gifted/Talented Education*, 24(1), 63-80.
- Chi, E. & Ju, U. (2012). Exploring the construct and developing the scale for the measurement of creative leader competency. *Journal of Educational Evaluation*, 25(1), 69-94.
- Cho, Y. (2011). The direction of teaching and learning for creative leader cultivation. In Korea Institute for Curriculum and Evaluation (Ed.) *Forum on the Direction of Secondary School Education for Fostering Creative Leadership: How should secondary school education change to foster creative leadership?*(ORM 2011-17). Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- Choe, H. & Tae, J. (2015). The meaning and value of R&E(Research and Education) experiences of science specialized high schools: gathering voices of graduates by individual interview. *The Journal of the Korean Society for the Gifted and Talented*14(3), 51-79.
- Choi, H., Kang, H., Seo, H., Park, I., Lee, H., Lee, J., Park, K., & Park, J. (2003). Development of research & education program for the enhancement of creativity (Korea Foundation of Advanced Creativity (Korea Science and Engineering Foundation Report 2002-5092).
- Choi, S., Kim, J., Ban, S., Lee, K., Lee, S., & Choi, H. (2011). Future strategies for educating creative talents in the 21st century(Korea Institute for Curriculum and Evaluation Report RR2011-01)
- Cropley, A. J. (2001). *Creativity in Education and Learning*. London: Kogan Page.
- Gu, M. Kim, J., Park, C., Kim, Y., & Seo, Y. (2011). Analyzing the creative process of the pauling's research for science gifted education. *Journal of Gifted/Talented Education*, 24(1), 63-80.
- Han, K., Chun, M., Mah, J., & Shin, Y. (2009). An analysis of adaptability for the self-designed concentration and independent study, 3(2), 101-121.
- Han, W., Kang, Y., & Kim, J. (2013). Problem-finding and problem-solving processes under ill-structured scientific problem situation for high school students. *Teacher Education Research*, 52(2), 195-214.
- Houseal, A. K., Abd-El-Khalick, F., & Destefano, L. (2014). Impact of a student-teacher-scientist partnership on students' and teachers' content knowledge, attitudes toward science, and pedagogical practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 84-115.
- Hwang, Y. (2015). Development of strategies for education about research design to student researchers in science and engineering through extraction of problem specification elements (Doctoral dissertation). Kyungpook National University, Daegu.
- Johnson, S. K. & Johnson, K. (1986). *Independent study program*. Waco, TX: Purfrock Press.
- Jung, H., Chae, Y., & Ryu, C. (2012). Study on Research and Education (R&E) programs in science high schools and science academies: focusing on the differences of perceptions between students and mentors. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(7), 1139-1156.
- Jung, H., Ryu, C., & Chae, Y. (2012). Research and Education (R&E) programs in the science high schools and gifted high schools: based on the interview results with the R&E coordinators. *Journal of Gifted/Talented Education*, 22(2), 243-264.
- Kim, S. (2011). Direction of evaluation of education for creative leader upbringing. In Korea Institute for Curriculum and Evaluation (Ed.) *Forum on the Direction of Secondary School Education for Fostering Creative Leadership: How should secondary school education change to foster creative leadership?*(ORM 2011-17). Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- Kim, Y. (2017, July 12). Science high school and gifted school students, they fallen behind with the general high school students in the third grade of college. Article of chosun.com. Retrieved from [http://news.chosun.com/site/data/html\\_dir/2017/07/12/2017071200311.html](http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2017/07/12/2017071200311.html)
- Kim, W., Kim, Y., Seo, H., & Park, J. (2013). Thomas Young's problem solving through analogical reasoning in the process of light inference theory formation and its implications for scientific creativity education. *Journal of Gifted/Talented Education*, 23(5), 817-833.
- Kim, S., Mun, K., Hwang, Y., Mun, J., Gao, L., & Cho, M. (2016). Report about 2016 STEAM R&E Support and Research Team(2-2016-0862-001-1). Seoul: Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity.
- Kim, J., Na, J., & Song, J. (2017). Exploring the possibility of forming the strategic community of practice for science education: a case of science core schools in Korea. *Journal of Korean Science Education Association*, 37(1), 169-179.
- Kim, Y., Seo, H., & Park, J. (2013). An analysis on problem-finding patterns of well-known creative scientists. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 33(7), 1285-1299.
- Kwak, Y. (2011). The concept of creative leader to be taught through school education. In Korea Institute for Curriculum and Evaluation (Ed.) *Forum on the Direction of Secondary School Education for Fostering Creative Leadership: How should secondary school education change to foster creative leadership?*(ORM 2011-17). Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation
- Lee, K., Cho, N., Oh, E., Kwan, J., Kim, H., Chi, E., & Hong, W. (2011). A study on the improvement of secondary school education for cultivating students' creativity (Korea Institute for Curriculum and Evaluation Report RRC 2011-2).
- Lee, K., Choi, Y., Hwang, S. (2011). Development of creative problem solving program based on team project. *Korean Society for Creativity Education*, 11(2), 141-160.
- Lee, M. & Kim, H. (2016). Science high school students' shift in scientific practice and perception through the R&E participation: on the perspective of legitimate peripheral participation in the community of practice. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 36(3), 371-387.
- Lim, J. (2004). A Study on applicability of blended learning strategy in K-12 school setting. *Korean journal of educational research*, 42(2), 399-431.
- Moss, D. M., Abrams, E. D., & Kull, J. A. (1998). Can we be scientists too? Secondary students' perceptions of scientific research from a project-based classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 7, 149-161.
- Mun, J. (2015). Characteristics of the scientific imagination in scientists' inquiry process (Doctoral dissertation). Ewha Womans University, Seoul.
- Park, J., Yoon, J., Kang, S. (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.
- Renzulli, J. S. & Reis, S. M. (1997). *The schoolwide enrichment model: How-to-guide for educational excellence* (2nd ed.). Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.
- Seo, H., Jung, H., Son, J., Choi, K., Ha, B., Park, J. Sung, Y. (2006). Directions for establishment of a science academy in Gyeonggi-Do (Gyeonggi Research Institute Report).
- Seo, J., Han, S., Kim, H., & Jeong, J. (2012). Science high school students' analysis of characteristics on ill-structured problem-solving process. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 5(1), 8-19.
- Shin, N., Jonassen, D., & McGee, S. (2003). Predictors of well-structured and ill-structured problem solving in an astronomy simulation. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(1), 6-33.
- Sun, K. (2014). A study on the effects of teachers' feedback and methods of performance assessment on Korean writing skills and creative leader competency (Doctoral dissertation). Kyung Hee University, Seoul.
- Yu, Y., Kang Y., & Kim, J. (2013). The relationships among scientific creativity and general creativity, meta-cognition, and affective characteristics. *Study of Curriculum and Instruction*, 17(1), 109-128.