

# 과학기술특성화대학(KAIST)을 중심으로한 R&E 집중연구가 과학고등학교 학생에게 미치는 영향

최진수, 김영민\*, 이영주  
한국과학기술원

## Effects of Science high school students' Competency through Intensive Research and Education Program in KAIST

Jinsu Choi, Young Min Kim\*, Young Ju Lee  
Korea Advanced Institute of Science and Technology

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 23 September 2019

Received in revised form

11 November 2019

14 November 2019

Accepted 18 November 2019

#### Keywords:

creative leader competency,  
science career orientation,  
science high school, R&E  
program, intensive research

### ABSTRACT

Research and Education(R&E) program has been emphasized for scientifically gifted students since it can improve scientific research abilities and problem solving abilities because it provides scientific research experiences with professional researchers. The purpose of this study is to investigate the effect of R&E program on creative leader competency and science career orientation. For this study, 62 science high school students participated from 78 science high school students participating in an R&E program. Pre and Post surveys of creative leader competency and science career orientation were administered to the students. The results showed that R&E program improved students' creative leader competency in intellectual and affective characteristic. However, there are no differences in science career orientation because science high school students already had high science career orientation. The implications of this study were discussed.

## 1. 서론

### 1. 연구의 배경 및 필요성

우리나라는 창의적 미래인재양성을 목적으로 과학 분야에 특성화된 과학고 및 과학영재학교, 과학중점학교를 지정·설립하여 운영하고 있다. 이와 같은 학교들에서는 과학 분야에서 심화된 교육과 더불어 탐구활동 중심의 연구 활동이 이루어진다는 특징을 가지고 있다. 과학고 및 영재학교 졸업생 진학 현황에 따르면 과학영재 학생들의 이공계 대학진학과 이공계열 진로선택 비율이 해마다 증가하고 있으며(KAIST 2016a; 2016b; 2017a; 2017b; 2018a; 2018b), 선행연구에서도 과학영재 학생들이 미래의 과학자로서 연구 분야의 자질과 역량을 기르기 위해서는 연구에 대한 교육과 지도를 위한 교육 프로그램의 필요성을 강조하였다(Lee & Yoo, 2013; Yun & Park, 2013).

이에 따라 과학고 및 과학영재학교, 과학중점학교에서는 과학영재 학생들의 연구역량과 탐구능력을 향상시키기 위한 교육과정을 수립하고, 다양한 교육방법을 시도하고 있다. 그 예로 창의적 체험활동의 동아리 활동이나 교내·외 탐구대회 참여, 혹은 과학논문비평대회 등이 있다(Ryu, 2017). 그러나 과학 분야에서 의미있는 교육적 효과와 성취를 이루기 위해서는 다른 활동보다도 과학영재 학생들의 주도적 탐구학습과 멘토링 같은 사사교육 모형이 가장 적합한 것으로 알려져 있으며, 우리나라에는 과학영재 학생들을 위한 대표적인 사사교육

모형으로서 R&E 프로그램(Research & Education program)을 개발하여 운영하고 있다(Fledman, 2007; Van Tassel-Baska, Stambugh, 2006; Choi & Tae, 2015, 재인용).

R&E 프로그램은 과학영재 학생들의 과학적 탐구능력과 창의적인 문제해결 능력을 신장시키기 위하여, 2002년에 연구 중심의 자기주도적 학습을 시범 적용한 이래로 과학고 및 과학영재학교에서 시행되고 있다. R&E 프로그램의 교육적 효과는 많은 선행연구를 통해 보고되었는데, R&E 프로그램 참여로 인해 학생들의 과제집중력 향상과 창의성 제발 등 인지적 성취능력의 향상뿐만 아니라 흥미와 관심, 자아존중감과 타인과의 상호관계 등 정의적 특성과 관련된 능력을 발달시키는 데도 효과적인 것으로 알려져 있다(Casey & Shore, 2000; Pleiss & Feldhusen, 1995; Jung et al., 2018, 재인용). 이와 같이 R&E 프로그램을 통한 과학적 탐구 경험과 자기 주도적 학습이 여러 연구(Choi et al., 2015; Ji, 2005; Kim, 2019)를 통해 강조되어 왔으며, 특히 과학영재 학생들의 높은 학업 성취도, 다양한 흥미와 특성을 고려한다면 학업적 욕구를 충족시킬 수 있도록 다양한 자원과 환경을 제공하는데 R&E 프로그램이 의미있게 활용될 수 있을 것이다. 최근에는 과학고, 과학영재학교와 과학중점고등학교 외에 일반계 고등학교에서도 과학기술 분야 진로지도와 학생들의 과학적 연구역량 신장을 위해 R&E 프로그램 도입을 시도하고 있다. 한국과학창의재단에서 지원하는 과학영재 학생창의연구 사업의 정책집행 분석결과를 살펴보면 R&E 프로그램의 과제 수 및 참여 학생 수는 2012년도 이후로 꾸준히

\* 교신저자 : 김영민 (entedu@kaist.ac.kr)

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2019.39.6.729>

증가하고 있음을 알 수 있다(Ryu et al., 2017).

R&E 프로그램의 기본 모형은 준비-계획-실행-평가-종료의 5단계로 구성되어 있는데, 준비단계에서는 연구주제와 팀을 구성하고, 계획 단계에서는 참여 학생에게 참고자료와 평가계획을 안내한다. 실행 단계는 실질적으로 연구 지도와 모니터링이 진행되며, 평가단계는 연구수행결과를 정리하고 보고서를 작성한다. 마지막으로 종료 단계에서는 연구 결과를 공유한다(Choi, 2003). 일반적인 R&E 프로그램 연구팀의 구성은 교수(연구원)-교사-학생으로 이루어지며, 약 1년의 기간 동안 공동연구를 수행하는 도제형 사사교육에 의한 탐구형 심화 학습 활동의 형태로 이루어진다(Jung et al., 2012). 교육목표에 따라 운영하는 R&E 프로그램의 지도 형태가 달라지기도 하는데, 과학고 및 과학영재학교에서 운영하는 R&E 프로그램의 경우 학생의 주도적인 연구 활동참여와 연구 수준의 담보를 위해 지도교사와 교수가 자문하는 형태를 가장 선호하고 있었으나 실제 학교 현장에서는 교사가 단독으로 운영하는 프로그램이 대부분인 것으로 나타났다(Ryu et al., 2017). 이는 학생들이 주도적으로 프로젝트에 참여하는 것을 지도 목표로 두었다는 점과 적합한 연구 분야의 전문가와 네트워크를 형성하고, 대학연구실 및 연구자원을 활용하는데 한계가 있기 때문에 나타나는 결과로 보인다. 본 연구에서는 학생주도의 KAIST-R&E 프로그램을 소개하고 대학연구실 및 연구자원을 활용한 집중연구를 통해 과학영재학생들에게 미치는 교육효과성을 밝히는데 의의가 있다.

## 2. KAIST-R&E 프로그램 집중연구

KAIST-R&E 프로그램은 과학기술특성화대학인 KAIST가 과학고와 과학영재학교와 연계하여 운영하는 학생연구활동이다. 이번 R&E 집중연구에서는 연구지도와 자문을 위해서 KAIST 12개 학과의 17명의 교수진과 대학원 과정 연구원 24명(석사과정 5명, 박사 및 연수과정 19명)이 참여하였고, 과목별 담당교사가 과제별 1명이 배치되어 총 20명의 교사가 참여하였다.

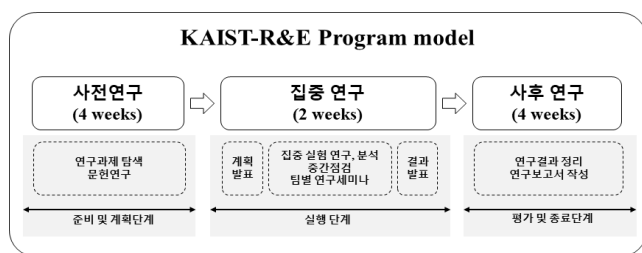


Figure 1. KAIST-R&E Program model

KAIST-R&E 프로그램 모델은 Figure 1과 같이 사전연구, 집중 연구 및 사후연구까지 총 10주 동안의 3단계 연구 활동으로 구성되어 있다. 사전연구 기간은 준비 및 계획 단계로 연구과제 탐색 및 문헌연구를 통해 연구주제에 대한 이해를 높이는 시간으로 4주간 이루어진다. 집중 연구 기간은 실행단계로 학생들이 KAIST 교수연구실에서 약 2주간 교수 및 연구원과 함께 집중 연구 활동을 수행한다(Figure 2). 이 기간에는 실험연구 활동뿐만 아니라 연구주제에 대한 개요와 실험 계획을 발표하는 계획발표회를 개최하고, 각 실험실의 일정에 따라 연구를 수행하고 분석하여 지도교수 및 연구원과 함께 팀별 연구 세

미나를 운영한다. 그리고 집중 연구의 마지막 일정으로는 실험연구의 분석 결과를 발표, 공유할 수 있도록 성과발표회를 개최한다. 이 기간에는 실제 KAIST의 연구진과 연구자원을 활용하여 연구를 수행하는 일련의 과정을 체험함으로써 연구자의 삶을 이해하고 이공계 진로에 대해 직간접적으로 경험해볼 수 있다. 집중 연구 이후에는 실험 결과를 정리, 분석하여 연구보고서를 작성하는데 4주간의 사후연구 기간을 갖는데, 이는 R&E 프로그램 운영 기본 모형에서 평가 및 종료 단계에 해당한다.



Figure 2. Pictures of intensive research KAIST-R&E

KAIST-R&E 프로그램은 과학영재 학생의 자기 주도적 연구 활동을 통해 과학적 탐구능력 신장을 교육목표로 하여 학생 주도의 연구 활동을 추구한다. 집중 연구에서 지도교수와 KAIST 석·박사 과정의 연구원들이 연구과제에 대한 안내자로서 연구 방향 및 연구방법을 지도하고, 사전·사후 연구 과정에서는 연구과제에 대해 교과목과 연계하여 자문이 이루어질 수 있도록 소속학교의 담당교사를 과제별로 배치하였다. 그 결과, 학생들의 창의성과 탐구능력 신장뿐만 아니라 과학자들의 직접적인 교육참여로 과학기술 교육의 질적 내실화를 도모할 수 있을 것이다.

Table 1. Comparison of R&E program's characteristics

| 구분    | STEAM R&E     | 교내 R&E     | pre-URP      | KAIST-R&E |
|-------|---------------|------------|--------------|-----------|
| 대상    | 전체 고등학생       | 학교 소속 고등학생 | 과학고, 영재학교 학생 |           |
|       | 전체학교 혼합       | 단일학교       | 28개교 혼합      | 단일학교      |
| 운영 주체 | KOFAC-학교      | 학교         | KOFAC-대학     | 대학-학교     |
| 지도 형태 | 교사 중심형+교수 자문형 | 교사 중심형     | 교사 중심형       | 학생 주도형    |
| 기간    | 9개월           | 6개월(1학기)   | 10주          |           |
| 집중연구  | 방과후           |            | 2주           |           |

특히 KAIST-R&E 프로그램 중 집중 연구 활동은 Table 1과 같이 6개월 이상의 기간에 장기적으로 연구 활동이 이루어지는 다른 R&E 프로그램과 구분되는 가장 큰 특징이라고 할 수 있다. 다른 R&E 프로그램과 같이 학기 중 간헐적으로 연구 지도가 이루어지는 경우 과제 계획 수립과 연속적인 연구 수행에 어려움이 있으며, 전문가의 지속적인 관찰과 피드백에 한계가 있다. 또한, KAIST-R&E 프로그램은 교수 연구원-교사로 이루어진 연구 지도·자문의 협력 체계를 구축하

여 업무를 분담함으로써 연구교수와 연구원이 학생들을 밀착하여 지도하고 전문적인 자문과 고차원의 피드백이 제공될 수 있으며, 교사나 교수가 아닌 학생이 주도적으로 연구에 참여할 수 있도록 효율적인 관리·감독이 이루어질 수 있다. 유사형태로 운영되는 과학영재첨단연구입문프로그램(pre-URP)에서도 교수 및 조교의 밀착지도에 대한 높은 만족도( $M=4.69$ )를 보였으며, 과학고 및 과학영재학교 학생들의 연구역량이 매우 의미있게 증가하였음을 확인할 수 있다(KAIST, 2016c). pre-URP가 중앙관리기관에서 프로그램을 관리하고 여러 학교를 대상으로 이루어진다는 점과 비교하여 KAIST-R&E 프로그램은 운영 주체가 학교와 학생 그리고 연구기관으로 이루어져 있기 때문에 학교의 특성을 반영한 맞춤형 학생주도 R&E 집중연구가 이루어질 수 있다는 장점이 있다. 즉, KAIST-R&E 프로그램은 다른 R&E 프로그램과 비교하여 높은 수준의 연구 수행과정을 유도할 수 있으며, 과학영재 학생들이 학교에서는 경험할 수 없는 다양한 자원과 환경을 제공하여 보다 학생주도적으로 연구활동을 수행할 수 있도록 함으로써 창의성 계발과 인지적 성취도 등 학업적 호기심을 충족시킬 수 있을 것이다.

### 3. 연구의 목적과 내용

이 연구에서는 KAIST-R&E 프로그램의 집중연구 활동이 과학영재 학생들에게 과학적 탐구능력과 창의적 사고능력 등 미래 과학기술 인력으로써 필요한 창의인재역량을 신장시키는데 어떠한 영향이 있는지 살펴본다. 또한 과학진로 선호도, 과학학습에 대한 선호도 등을 종합적으로 조사하여 KAIST-R&E 프로그램 참여 전후 학생들의 과학진로지향도의 변화를 분석하고자 한다. 이러한 결과를 토대로 KAIST-R&E 프로그램의 교육적 효과를 입증할 수 있으며, 추가적으로 연구에 대한 이미지 변화를 살펴봄으로써 학생들이 R&E 프로그램 참여를 통해 연구에 대한 인식의 변화를 분석하였다. 그 결과, KAIST-R&E 프로그램 집중 연구의 창의인재역량과 과학진로지향과 관련된 교육적 효과를 보여줌으로써 대상과 지도목표에 따른 R&E 프로그램 모델의 개선방안을 제안하고자 하며, 나아가 연구역량 교육 및 과학진로진학을 지도하는데 기초 자료로 활용할 수 있을 것이다.

## II. 연구방법

### 1. 연구의 대상

연구의 대상은 2018년 9월부터 2019년 1월까지 KAIST 과학영재교육연구원에서 지원하는 KAIST-R&E 프로그램에 참여한 D과학고등학교 1학년 학생 78명이다.

### 2. 조사도구

조사 도구는 창의인재역량에 대한 인식을 분석한 선행연구와 과학진로지향에 대한 변화를 분석한 선행연구의 조사 도구를 이 연구의 목적에 맞춰 수정하여 적용하였으며, 연구에 대한 이미지 차이를 분석하기 위해 선행연구를 활용하여 설문지를 구성하였으며, 영재교육, 과학교육 전문가 총 3인의 합의를 통해서 결정하였다. 최종 개발된

설문지는 Table 2와 같다.

Table 2. Examine tools

| 구분         | 내용   | 문항형식              | 문항수 |
|------------|--|-------------------|-----|
| 인적사항       | 성별, 희망전공, 희망진로                                       | 선택형               | 3   |
| 창의인재역량     | 인지적 특성, 창의적 특성, 사회적 특성                               | Likert 5점 척도      | 32  |
| 과학진로지향     | 과학학습에 대한 선호도, 과학진로 선호도, 과학진로에 대한 가치 인식, 과학진로 정보의 필요성 | Likert 5점 척도      | 20  |
| 연구에 대한 이미지 | 연구에 대한 형용사 30쌍                                       | 의미분별 척도           | 30  |
| 기타         | 프로그램에 대한 장점 및 인식                                     | 서술형, Likert 5점 척도 | 34  |

창의인재역량 측정 도구는 총 32개의 문항으로 인지적 특성, 창의적 특성, 사회적 특성의 3개 영역, 9개 하위요인으로 구성되어 있다(Chi et al., 2012). 과학진로지향을 측정하는 도구는 과학학습에 대한 선호도, 과학진로 선호도, 과학진로에 대한 가치 인식, 과학진로 정보의 필요성 등 4가지 하위영역으로 이루어진 총 20개 문항으로 이루어졌다(Jeon et al., 2008; Yoo, 2008; Yoon et al., 2006). 창의인재역량과 과학진로지향은 Likert 5점 척도 문항을 사용하였다. 또한, 연구에 대한 이미지에 대한 변화를 분석하기 위해 사용한 30개 형용사 쌍은 의미분별 척도로 응답하였다(Kim et al., 2015). 본 연구에서의 측정 결과는 학생 개개인의 역량을 수치화한 결과가 아닌 참여 집단의 평균적인 특성을 이해하기 위함이며, KAIST-R&E 프로그램의 집중연구 참여 경험에 따른 변화양상을 살펴보고자 활용하였다.

### 가. 창의인재역량

과학고등학교의 주요한 설립목적은 창의적인 인재를 육성하여 국가 경쟁력을 강화하는데 있다. 국가 차원에서도 창의융합형 인재양성을 위하여 교육과정을 개정하고 역량 중심 교육을 강조하고 있다(Ministry of Education, 2015). 선행연구에 의하면 창의인재역량은 사회적 이슈와 관련하여 창의성을 발휘하고 새로운 가치를 창출하는 능력을 의미하며(Cho, 2011), 국내 교육은 창의적 인재 육성을 위해 미래지향적으로 질적 향상이 이루어져야 한다(Choi et al., 2011).

이처럼 21세기의 미래사회가 요구하는 인재양성을 위한 창의인재역량 교육에 관심이 높아짐에 따라 Chi et al. (2012)는 창의적 인재역량의 심도 있게 탐색하여 정리하였는데, Table 3과 같이 인지적, 정의적, 사회적 측면의 3가지 영역으로 구분하여 설명하였다. 3가지 영역 중 인지적 특성은 문제해결을 위한 분석적 사고력과 아이디어 산출능력을 의미하며, 학생의 고차적 사고력, 확산적 사고력과 문제해결력을 하위영역으로 포함하고 있다. 정의적 특성은 호기심, 개방성, 감수성 및 과제집착력을 하위 영역으로 하며 새로운 환경에 호기심을 느끼고 탐구, 탐색하려는 성향을 의미한다. 사회적 특성은 사회적 기여와 공익추구를 위한 책임의식과 신념, 타인과의 상호작용능력을 의미하며, 사회적 가치 추구, 협동 및 배려심이 포함되어 있다. 즉, 창의적인 인재역량은 창의성이 사회적 맥락과 연계하여 가치있는 것을 새롭게 창출해내는 등 3가지 영역의 조화를 이루어야 한다는 것이다. 본

연구에서는 KIAST-R&E 프로그램이 과학적 탐구능력과 창의적 문제 해결 능력 신장을 위해 도입된 만큼, 과학고 학생들의 창의인재역량 향상에 어떠한 영향을 미치는지 논의하고자 하였다.

Table 3. Domains and factors of creative leader competency (Chi et al., 2012)

| 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   |
| 사회적 특성 | 과제집착력    | 한 가지 문제나 흥미 있는 일에 집중하고 몰두하며, 과제를 끝까지 포기하지 않고 해내려는 성향                        |
|        | 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  | 공동의 목표 달성을 위해 서로 상호작용하며 조화롭게 활동을 수행하고, 다른 사람을 이해하며 그들의 입장을 배려하고 존중함         |

#### 나. 과학진로지향

미래사회를 이끌어갈 창의적인 인재를 양성하기 위해 과학영재 학생을 발굴하고 육성하는데 있어서, 과학영재를 위한 진로지도와 교육은 매우 중요한 과제라고 할 수 있다(Kim et al., 2012). 특히나 과학영재들은 인지적, 정서적 특성뿐만 아니라 진로발달에도 고유한 특성을 보임에도 불구하고 충분한 진로 교육이 이루어지지 않아 진로 발달에 어려움을 겪는 실정이다(Hwang, 2009).

또한, 뛰어난 인재를 과학기술분야로 유인하기 위해서 과학과 연구에 대한 중요성과 필요성을 인지할 수 있도록 시기적절한 진로교육이 필요할 것으로 판단된다. 본 연구에서는 R&E 프로그램 참여를 통한 과학진로지향도 변화 분석을 통해 과학영재 학생들이 과학관련 진로에 대한 선호도와 진로에 대해 어떤 가치를 부여하는지, 어떠한 정보를 필요로 하고 기준으로 삼는지를 확인할 수 있으며, 이러한 결과를 토대로 과학영재학생들의 진로지도도를 위한 R&E 프로그램의 방향 설정 및 개발에 기초자료로 활용할 수 있을 것이다.

과학진로지향도 측정 도구(Yoon et al., 2006)는 Table 4와 같이 과학진로지향도와 관련된 4가지 하위영역, 과학학습에 대한 선호도, 과학 진로 선호도, 과학 진로에 대한 가치인식과 과학 진로 정보의 필요성으로 구성되어 있다.

#### 다. 연구에 대한 이미지

과학영재 학생들은 교육과정 내에서 탐구학습 및 유사 연구를 체험

Table 4. Domains of Science career orientation (Yoon et al., 2006)

| 하위 영역          | 내용                |
|----------------|-------------------|
| 과학 학습에 대한 선호도  | 과학수업에 대한 선호도      |
|                | 학교과학 활동에 대한 선호도   |
|                | 다양한 진로를 위한 과학의 가치 |
| 과학 진로 선호도      | 과학 진로 추구          |
|                | 과학 진로에서의 자기 효능감   |
|                | 과학 진로의 사회적 가치     |
| 과학 진로에 대한 가치인식 | 과학 진로의 경제적 가치     |
|                | 과학 진로의 가치         |
| 과학 진로 정보의 필요성  | 더 많은 과학진로 정보의 필요성 |
|                | 과학 진로 정보의 탐색      |

할 수 있는 기회가 많다. 그러나 과학고에 진학 후, 실제 상상했던 연구와는 사뭇 다른 현실에 학업을 중도에 포기하거나 의학 계열에 진학하는 등 우수한 미래인재를 양성하고 활용하기 전에 발생하는 손실이 적지 않은 것으로 보인다. 실제로 2018년 과학고 3학년 졸업생 중 미진학자와 이공계 외 의학계를 포함한 타계열 진학생의 비율이 전체 학생 중 20%에 달하는 것으로 나타났다(KAIST, 2018). 과학고 학생들이 가지고 있는 연구에 대한 이미지 분석은 통해 이공계 진학과 과학교육에 대한 학업적 흥미와 진학에 관심을 가질 수 있도록 R&E 프로그램의 운영 방향을 설정하는데 도움이 될 수 있으며, 나아가 미래 과학기술 인력의 질적 향상을 통해 국가의 과학기술 발전과 세계적 기술경쟁력을 강화하는데 밑거름이 될 것이다.

#### 3. 자료수집 및 분석

자료 수집은 다른 연구 과정의 영향을 최대한 배제할 수 있도록 집중연구 시작일인 2019년 1월 2일 사전 설문을 실시하고, 9박10일간의 집중연구가 종료되는 2019년 1월 11일 사후 설문을 실시하였다. 사전 설문조사에는 78명(회수율 100.0%), 사후 설문조사에는 71명(회수율 91.0%)이 응답하였고, 사전, 사후 대응 분석을 위하여 불성실한 응답지를 제외하고 총 62명의 응답 결과를 분석에 활용하였다.

Table 5. General characteristics of respondents

| 구분    |        | 남         | 여         | 전체         |
|-------|--------|-----------|-----------|------------|
|       |        | N(%)      | N(%)      |            |
| 희망 전공 | 공학계열   | 36 (70.6) | 9 (81.8)  | 45 (72.6)  |
|       | 자연계열   | 12 (23.5) | 1 (9.1)   | 13 (21.0)  |
|       | 의학계열   | 2 (3.9)   | 1 (9.1)   | 3 (4.8)    |
|       | 기타     | 1 (2.0)   | 0 (0.0)   | 1 (1.6)    |
| 희망 진로 | 국립 연구소 | 14 (27.5) | 4 (36.4)  | 18 (29.0)  |
|       | 대기업    | 14 (27.5) | 2 (18.2)  | 16 (25.8)  |
|       | 대학교수   | 11 (21.6) | 3 (27.3)  | 14 (22.6)  |
|       | 창업     | 7 (13.7)  | 2 (18.2)  | 9 (14.5)   |
|       | 해외기업   | 4 (7.8)   | 0 (0.0)   | 4 (6.5)    |
|       | 공무원    | 1 (2.0)   | 0 (0.0)   | 1 (1.6)    |
| 합 계   |        | 51 (82.3) | 11 (17.7) | 62 (100.0) |

조사에 참여한 응답자의 기본 특성은 Table 5와 같다. 총 62명의 학생 중 남학생 51명(82.3%), 여학생 11명(17.7%)였으며, 대학진학 시, 희망전공은 공학계열이 45명(72.6%)로 가장 많았고, 다음으로 자연계열(21.0%), 의학계열(4.8%), 기타(1.6%) 순으로 나타났다. 대학 졸업 후 희망하는 진로는 국공립 연구소가 18명(29.0%)으로 가장 많았으며, 다음으로 대기업(25.8%), 대학교수(22.6%)로 높게 나타났다. 창업은 9명(14.5%), 해외기업 취직은 4명(6.5%), 공무원은 1명(1.6%)이 희망하는 것으로 나타났다.

자료 분석에는 IBM SPSS Statistics 25.0 for Windows 프로그램을 활용하였으며, 평균, 빈도, 비율의 기술통계와 유의수준을 5%로 설정하여 대응표본 t-검증, 공분산분석을 실시하였다.

### III. 연구결과 및 논의

#### 1. 창의인재역량

창의인재역량을 측정하기 위하여 본 연구에서는 Chi et al. (2012)가 제안한 창의적 인재역량 측정 도구를 활용하였다. 각 요인별 문항이 3~5개로 구성되어있으며, 문항에 대해 Likert 5점 척도로 응답하였다.

그 결과, 창의인재역량 전체 평균이 사전(M=4.15, SD=0.41), 사후(M=4.28, SD=0.49)로 유의미하게 증가( $t=3.188$ ,  $p<.01$ )하였다. 3개 영역의 변화 값은 인지적 특성이 사전(M=4.09), 사후(M=4.28)로 유의미하게 증가하였고, 창의적 특성이 사전(M=4.07), 사후(M=4.19)로 유의미하게 증가하였다.

9개 하위요인별 변화는 Table 6과 같다. 인지적 특성의 3개 하위요인 중에서 고차적 사고력이 사전(M=4.16), 사후(M=4.35)로 유의미하게 증가하였으며, 확산적 사고력은 사전(M=3.97), 사후(M=4.11)로 그 변화가 유의미하게 증가하였고, 문제해결력은 사전(M=4.15), 사후(M=4.38)로 유의미하게 증가하였으며, 그 증가 폭이 가장 큰 것으로 나타났다. 다음으로 창의적 특성에서는 호기심, 개방성, 감수성, 과제 집착력의 하위요인이 모두 증가하였으나, 그중에서 감수성만이 사전(M=3.94), 사후(M=4.10)로 유의미하게 증가한 것을 확인할 수 있다. 사회적 특성은 사회 가치추구, 협동 및 배려의 하위요인으로 구성되어 있으며, 협동 및 배려에 대한 요인이 사전(M=4.27)과 사후(M=4.44)로 유의미하게 증가하였다.

즉, R&E 프로그램 집중 연구를 통해 과학고 학생들은 창의인재역량이 유의미하게 향상되었으며, 특히 인지적 특성과 관련된 요인들이 크게 증가한 것으로 나타났다. 과학고등학교에서 R&E 프로그램을 통해 연구 수행에 필요한 지적, 정의적, 기능적 능력이 향상된 것은 선행연구에서도 밝혀진 바 있다(Choi et al., 2015).

창의인재역량의 영역별 변화 폭은 Figure 3과 같이 나타났다. 다른 선행연구(Moon et al., 2017)에서도 고등학생의 STEAM R&E 프로그램 참여를 통한 창의인재역량 향상을 확인할 수 있었다.

특히, Chi et al (2012) 연구에서 밝혀진 일반 중·고등학생의 창의인재역량 분석결과(M=3.48)를 비교한 결과, STEAM R&E 프로그램에 참여한 고등학교 학생들의 경우 사전 창의인재역량(M=3.99)이 더욱 높은 것으로 나타났다(Moon et al., 2017). 그러나 STEAM R&E 프로그램에 참여한 과학고, 영재학교 학생의 경우 창의인재역량 변화

Table 6. Pre-Post test results of creative leader competency

| 영역     | 요인      | 사전          | 사후          | t        |
|--------|---------|-------------|-------------|----------|
|        |         | M (SD)      | M (SD)      |          |
| 인지적 특성 | 고차적 사고력 | 4.16 (0.52) | 4.35 (0.58) | -2.769** |
|        | 확산적 사고력 | 3.97 (0.71) | 4.11 (0.72) | -2.242*  |
|        | 문제해결력   | 4.15 (0.49) | 4.38 (0.58) | -3.119** |
|        | 소계      | 4.09 (0.46) | 4.28 (0.49) | -3.188** |
| 정의적 특성 | 호기심     | 4.02 (0.62) | 4.15 (0.69) | -1.672   |
|        | 개방성     | 4.26 (0.58) | 4.32 (0.67) | -.773    |
|        | 감수성     | 3.94 (0.72) | 4.10 (0.75) | -2.503*  |
|        | 과제집착력   | 4.08 (0.57) | 4.20 (0.65) | -1.735   |
| 사회적 특성 | 소계      | 4.07 (0.50) | 4.19 (0.58) | -2.574*  |
|        | 사회 가치추구 | 4.27 (0.53) | 4.27 (0.65) | -.067    |
|        | 협동 및 배려 | 4.27 (0.49) | 4.44 (0.50) | -2.567*  |
|        | 소계      | 4.27 (0.44) | 4.36 (0.48) | -1.749   |

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



Figure 3. Change by domain of creative leader competency

가 미세하고 오히려 감소하는 영역도 있는 것으로 나타났다. 선행연구(Moon et al., 2017)에서는 이러한 현상을 두고 과학고와 과학영재 학교 학생들의 창의인재역량이 사전검사결과로 매우 높은 수준으로 나타났기 때문이라고 지적하였다. 이와 달리 본 연구와 비교한 결과, 과학고등학교 학생들(M=4.15, SD=0.41)의 창의인재역량이 일반 고등학교 학생들(M=3.99, SD=0.15)보다 더 높게 나타났으며, 그럼에도 불구하고 KAIST-R&E 프로그램을 통해 과학고 학생들의 창의인재역량이 영역별로 유의미하게 증가하였음을 확인할 수 있다. 창의인재역량에 대해 KAIST와 STEAM R&E프로그램에 대한 효과크기 비교를 통해 그 사전-사후 변화를 살펴보았는데, Cohen (1988)에서 나타난 큰 평균차 효과크기 기준에 가까운 .74로 높게 나타나 KAIST-R&E 프로그램에 대한 과학고 학생들의 태도 변화가 유의적임을 알 수 있었다.

위 선행연구의 경우 STEAM R&E 프로그램이 약 9개월간 장기 프로젝트로 진행되었다는 점과 지도교사 1인으로 구성된 교사 중심 R&E 프로그램이었다는 점이 본 연구와는 다른 차이가 있었다. 이미 선행연구를 통해 자율연구에 대한 전문적 교육방법과 안내가 부족하여, 학교현장에서 자기주도적 창의연구가 수행되는데 어려움이 있는

것으로 나타난 바 있는데(Jung et al., 2012) 즉, 보다 효과적으로 창의 인재역량을 향상시키기 위해서는 R&E 프로그램 기획과 운영방법, 지도교사(혹은 교수)의 전문성을 고려해야 한다는 것이다. 또 다른 선행연구(Park, 2009)에서도 효과적인 사사교육을 위해 전문분야의 기능과 과학자로서의 가치와 태도의 전수에 대해 강조하였다. 이와 같이 사전검사결과로 나타난 과학고 학생들의 높은 창의인재역량과 인지 수준을 고려한다면 학업적 욕구가 충분히 성취될 수 있도록 전문적인 연구 지도와 자문이 이루어져야 교육적 효과가 나타남을 알 수 있다. 이러한 점을 미루어보아 KIAST-R&E 프로그램은 교수(연구원)-교사-학생의 연구팀 구성으로, 교과를 연계한 전문적인 지도와 집중연구 활동을 통해 과학영재학생들의 창의인재역량을 효과적으로 향상하였다고 볼 수 있다.

그러나 창의인재역량 중에서도 정의적 특성의 ‘감수성’과 사회적 영역에 해당하는 ‘사회적 가치추구’ 측면에서는 STEAM R&E 프로그램의 교육적 효과가 높은 것으로 보여지는데, 이러한 점은 STEAM R&E 프로그램의 사회적 문제 인식과 여러 교과목을 연계한 주제를 선정하는 등의 특징을 고려하여 KAIST-R&E 프로그램을 보완한다면, 창의인재역량의 역량별 교육을 더욱 효과적으로 수행할 수 있을 것으로 생각된다.

## 2. 과학진로지향

과학진로지향도를 살펴보기 위하여 본 연구에서는 Yoon et al. (2006)가 제안한 과학진로지향 측정 도구를 활용하였다. 각 요인별 문항이 2개씩 구성되어있으며, 문항에 대해 Likert 5점 척도로 응답하였다. 그 결과, 과학진로지향에 대한 전체 평균은 사전(M=4.34, SD=0.48), 사후(M=4.34, SD=0.46)로 변화가 없었다. 영역별로 비교한 결과, 4개 영역 중에서 과학 진로 정보의 필요성은 다소 감소하고, 다른 3개 영역은 모두 미세하게 증가하였으나, 유의미하지 않았다.

하위 10개 영역별로 비교한 결과는 Table 7과 같다. 과학고 학생들의 과학진로지향 정도는 사전과 사후 대부분 평균 4.00 이상으로 매우 높게 나타났으며, 특히 R&E 프로그램 집중연구 전에는 다양한 진로를 위한 과학의 가치가 M=4.53으로 가장 높게 나타났고, 다음으로 학교과학 활동에 대한 선호도, 과학 진로에서의 자기 효능감, 과학 진로의 가치가 각각 M=4.42로 높게 나타났다. 마찬가지로 R&E 프로그램 집중연구 참여 후에도 다양한 진로를 위한 과학의 가치가 M=4.51로 가장 높게 나타났고, 다음으로 과학진로의 가치(M=4.45), 학교과학 활동에 대한 선호도(M=4.43)이 높게 나타났으며, 이 외에도 과학 진로 추구가 M=4.44로 높게 나타났다.

과학진로지향의 사전-사후 변화 폭은 Figure 4와 같다. 그래프에서도 R&E 프로그램 집중연구 참여 전, 후 과학고 학생들의 과학진로지향은 크게 변화하지 않았으며, 가장 낮은 과학 진로에 대한 가치인식(M=4.16)이 유의한 정도는 아니지만 다소 증가하였고 과학진로 정보에 대한 필요성은 오히려 감소한 것으로 나타났다.

이와 같은 결과는 과학고등학교 학생들이 이미 과학고를 진학함에 있어 높은 과학진로지향을 가지고 있기 때문으로 보여진다. 선행연구에서도 과학영재 학생과 일반 학생의 과학 진로지향도를 비교하였을 때, 과학영재 학생들의 과학진로지향도가 매우 유의미하게 높은 것으로 나타났다(Kim et al., 2012). 이와 같이 과학고 학생의 경우 R&E

Table 7. Pre-Post test results of science career orientation

| 구분              | 내용                | 사전          | 사후          | t      |
|-----------------|-------------------|-------------|-------------|--------|
|                 |                   | M (SD)      | M (SD)      |        |
| 과학 학습에 대한 선호도   | 과학 수업에 대한 선호도     | 4.32 (0.74) | 4.36 (0.63) | -.494  |
|                 | 학교과학 활동에 대한 선호도   | 4.42 (0.70) | 4.43 (0.68) | -.145  |
|                 | 다양한 진로를 위한 과학의 가치 | 4.53 (0.55) | 4.51 (0.50) | .435   |
|                 | 소계                | 4.42 (0.58) | 4.43 (0.53) | -.177  |
| 과학 진로 선호도       | 과학 진로 추구          | 4.37 (0.64) | 4.44 (0.57) | -.956  |
|                 | 과학 진로에서의 자기 효능감   | 4.42 (0.57) | 4.40 (0.58) | .402   |
|                 | 소계                | 4.40 (0.54) | 4.42 (0.50) | -.431  |
| 과학 진로에 대한 가치 인식 | 과학 진로의 사회적 가치     | 4.02 (0.71) | 3.98 (0.75) | .437   |
|                 | 과학 진로의 경제적 가치     | 4.02 (0.73) | 4.15 (0.69) | -1.540 |
|                 | 과학 진로의 가치         | 4.42 (0.57) | 4.45 (0.55) | -.552  |
|                 | 소계                | 4.16 (0.54) | 4.19 (0.58) | -.677  |
| 과학진로 정보의 필요성    | 더 많은 과학진로 정보의 필요성 | 4.40 (0.57) | 4.26 (0.68) | 1.905  |
|                 | 과학 진로 정보의 탐색      | 4.35 (0.69) | 4.38 (0.65) | -.351  |
|                 | 소계                | 4.37 (0.57) | 4.32 (0.61) | .739   |

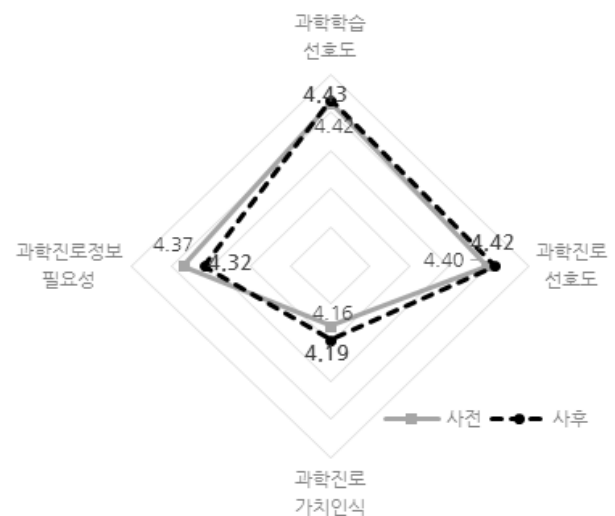


Figure 4. Change by domain of science career orientation

프로그램 외에도 교내 유사한 자기주도적 탐구 활동 경험이 비교적 많기 때문에 기존의 높은 과학진로지향을 더욱 향상시키기 위해서는 R&E 프로그램과 더불어 보다 구체적인 진로지도가 필요할 것이다. 하지만 과학진로지향 중 4개 하위 영역에서 과학진로정보에 대한 필요성에서만 가장 큰 폭으로 감소한 것을 미루어보아, R&E 프로그램의 집중 연구를 통해 연구원의 삶을 간접적으로 체험할 수 있었고, 또한 집중연구 기간에 교수와의 면담, 연구원과의 긴밀한 유대관계를 형성함으로써 관련 분야에 대한 진로 정보를 조금이나마 체득할 수 있는 기회를 제공함에 따라 과학진로정보에 대한 요구도가 KAIST-R&E 프로그램 참여 전후 다소 감소한 것으로 보여진다. 마찬가지로 사전 검사에서 가장 낮게 나타난 과학 진로의 경제적 가치

(M=4.02)에 대한 인식은 사후 검사(M=4.15) 결과, 다른 영역과 비교하여 큰 폭으로 증가하였는데 과학영재 학생들은 집중연구를 통해 교수와 연구원의 삶을 간접적으로 체험하면서 과학분야 진로에 대한 경제적 불안감이 어느 정도 해소되었음을 알 수 있었다. 이는 기타 서술형 응답 결과에서도 전공과 관련한 대학생활 체험이 전공 및 진로선택에 도움이 되었다는 다수의 의견을 통해서도 확인할 수 있었다.

### 3. 연구에 대한 이미지

과학고 학생들은 Figure 5와 같이 연구(Research)에 대한 이미지가 대부분 긍정적인 것으로 나타났다. 과학고 학생들은 연구에 대해 ‘재미있는, 강한, 새로운, 부드러운, 밝은, 책임감있는, 귀한, 가까운, 중요한, 진취적인, 고마운, 어려운, 참신한, 실천적, 좋은, 아름다운, 가치있는, 명확한, 큰, 풍부한, 느린, 친한, 깨끗한, 안전한, 능동적인, 행복한, 믿을 수 있는, 이성적, 동적, 협동적’이라는 이미지를 갖고 있었다. 이와 같은 결과는 사전, 사후에 모두 유사하게 나타났다. 일부 형용사 쌍의 유의미한 결과를 토대로 R&E 프로그램 참여를 통해 연구에 대한 긍정적인 이미지를 더욱 강해지는 교육적 효과를 살펴볼 수 있었다.

R&E 프로그램의 집중연구 참여 전과 후, Table 8과 같이 ‘어려움-쉬운, 참신한-진부한, 빠른-느린’ 총 3개의 형용사 쌍에서 유의미한 차이가 나타났다. 과학고 학생들은 연구에 대한 이미지가 ‘어렵고, 참신하고, 느리다.’고 생각하였으나, R&E 프로그램의 집중 연구에 참여함으로써 ‘쉽고, 더 참신하고, 덜 느리다.’고 인식하게 되었다.

Table 8. Pre-Post test results of image for research

| 형용사 쌍     | 사전   |        | 사후   |        | t       |
|-----------|------|--------|------|--------|---------|
|           | M    | (SD)   | M    | (SD)   |         |
| 어려운 - 쉬운  | 2.74 | (0.96) | 3.20 | (1.19) | -2.570* |
| 참신한 - 진부한 | 2.78 | (1.02) | 2.22 | (0.98) | 3.636** |
| 빠른 - 느린   | 4.11 | (1.34) | 3.71 | (1.49) | 2.017*  |

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

이러한 결과는 과학고 학생을 대상으로 과학, 공학에 대한 이미지 연구를 수행한 결과와 비교하여 볼 수 있다(Kim et al., 2015). 과학고 학생들은 과학, 공학, 연구에 대해서 ‘재미있는, 강한, 새로운, 밝은, 책임감있는, 귀한, 가까운, 중요한, 진취적인, 고마운, 어려운, 참신한, 좋은, 아름다운, 가치있는, 명확한, 큰, 풍부한, 친한, 깨끗한, 능동적인, 행복한 믿을 수 있는, 이성적, 동적, 협동적’ 이미지를 공통적으로 가지고 있었다. 반면, 연구에 대한 이미지는 비교적 ‘부드럽고, 실천적이고, 느리고, 안전하다’고 인식하였으나, 공학에 대한 이미지는 ‘이론적이고, 빠르다’고 생각하였으며, 공학에 대해서는 ‘딱딱하고, 부드럽고, 위험하다’고 인식한다는 점에서 다소 차이가 있었다. 이와 같이 과학고 학생들은 학교 교육과정을 통해 과학, 공학, 연구에 대한 체험의 기회가 비교적 많기 때문에 연구뿐만 아니라, 과학과 공학에 대한 긍정적인 이미지를 가지고 있고 각각의 특징을 잘 이해하고 있는 것으로 판단된다.

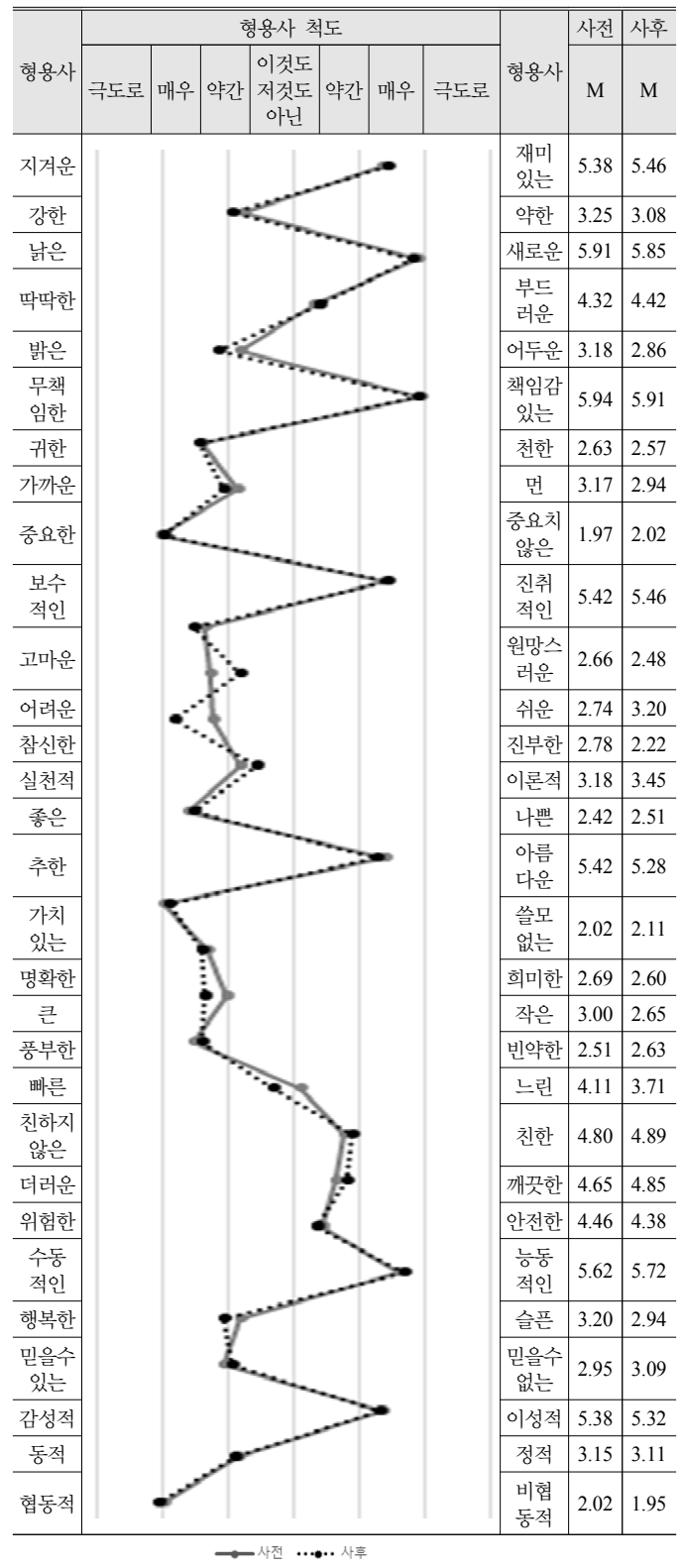


Figure 5. Change of image for research

### 4. KAIST-R&E 프로그램에 대한 인식

D과학고의 KAIST-R&E 프로그램에 참여한 학생들을 대상으로 KAIST-R&E 프로그램에 대한 참여동기와 만족도를 조사하였다. 전체 평균이 M=4.42(SD=0.23)으로 높게 나타났으며, KAIST-R&E 프로그램에 참여하는 동기로 프로그램 참여 전에는 연구경험을 쌓기 위험이라고 응답한 학생이 54.0%, 학교 및 교사가 권유하거나 친구들

이 신청하기 때문에 참여하게 되었다는 의견이 29.0%를 차지하였으나, 집중 연구가 완료된 시점에서는 연구경험을 쌓기 위함(61.3%), 대학 진학 및 전공선택에 도움이 될 것 같다는 인식이 25.8%로 크게 증가하였다.

이 외에도 KAIST-R&E 프로그램에 대한 과학고 학생들의 인식에 관한 선택형 및 서술형 문항에 응답한 결과는 다음과 같다. 먼저 학교에서 참여하는 다른 R&E 프로그램과 비교하였을 때, KAIST-R&E 프로그램만의 장점은 Table 9와 같다. 가장 높은 응답은 ‘대학원 학생들과의 협업을 통한 연구’가 29.0%로 나타났고, 다음으로 ‘첨단 연구 장비 및 설비의 사용’과 ‘KAIST 대학 생활의 간접 경험’이 각각 21.0%와 19.4%로 높게 나타났다.

Table 9. Strength of KAIST-R&E program

| 구분                   | N(명) | %     |
|----------------------|------|-------|
| 대학원 학생들과의 협업을 통한 연구  | 18   | 29.0  |
| 첨단 연구 장비 및 설비의 사용    | 13   | 21.0  |
| KAIST 대학 생활의 간접 경험   | 12   | 19.4  |
| 방학 때 집중적으로 이루어지기 때문에 | 9    | 14.5  |
| 다양한 연구주제를 선택할 수 있어서  | 5    | 8.1   |
| 우수한 지도 교수의 연구지도      | 3    | 4.8   |
| 학생 주도의 연구 수행         | 2    | 3.2   |
| 전체                   | 62   | 100.0 |

다음으로 KAIST-R&E 프로그램에 참여함으로써 기대되는 효과로는 Table 10과 같이 나타났다. ‘연구 설계 및 연구방법에 도움’이 된다는 의견이 45.2%로 가장 많았고, 대학진학 및 전공선택에 도움(21.0%)이 된다는 의견과 연구자의 삶에 대한 이해를 하는 기회가 되었다는 의견이 19.4%로 나타났다.

Table 10. Educational Effects of KAIST-R&E program

| 구분                  | N(명) | %     |
|---------------------|------|-------|
| 연구 설계 및 연구방법에 도움    | 28   | 45.2  |
| 대학진학 및 전공선택에 도움     | 13   | 21.0  |
| 연구자의 삶에 대한 이해       | 12   | 19.4  |
| 대학에서의 전공분야 공부에 도움   | 5    | 8.1   |
| 수학, 과학 인력의 조기발굴과 육성 | 2    | 3.2   |
| 고교-대학 교육 연계 체제에 도움  | 2    | 3.2   |
| 전체                  | 62   | 100.0 |

과학고 학생들은 대학원 학생들과의 협업과 첨단 연구 장비를 사용한 연구를 진행하면서 연구설계 및 연구방법에 도움이 된다고 인식하고 있으며, KAIST 대학 생활의 간접 경험을 통해 대학진학 및 전공선택에도 도움이 되는 것으로 나타났다. 특히 학생들은 연구원과의 상호작용을 통한 협업활동이 가장 큰 장점이라고 인식하는 것과 관련하여 과학영재 교육에서 멘토링의 중요성을 강조하는 선행연구를 많이 찾아볼 수 있는데, 이에 따르면 R&E 프로그램이 성공적으로 이루어지기 위해서는 여러 단계의 과정에서 학생들과 실제 과학연구를 지도하고 코칭하는 멘토간의 지적, 정서적 의미있는 교류가 일어나야 한다고 밝혀진바 있다(Fey and Noller, 1983; Park, 2009, 재인용). 다음

은 구체적인 의견을 수집하기 위한 서술형 질문에 대한 응답 결과 중 일부이다.

*“학생이 주도하는 연구 과정을 기반으로 하여 연구자로서의 적성을 확인할 수 있었고 대학원 과정 맛보기에 도움이 되었다.”*

*“대학 희망전공 중 한 가지를 간 점. 체험하여 내게 적성이 맞는지 확인시켜준 것이 인상이 깊었음, 조교 선생님의 지도를 받고 연구실에서 직접 연구를 참여해본 것은 진로를 정하는데 도움이 됨.”*

*“직접 KAIST 연구실을 사용하고 연구해보면서 연구 능력 등을 효율적으로 키울 수 있었으며, 다양한 연구와 사람들을 만나면서 세상을 보는 눈이 넓어졌다고 할 수 있다.”*

-D과학고 학생의 응답 중에서-

이와 같이 KAIST에서의 집중연구 기간 동안에 대학 생활에 대한 간접 경험과 석·박사과정의 연구원과의 협업을 통한 연구 경험이 가장 큰 장점이라고 응답하였다. 이를 통해 연구자로서의 삶에 대한 간접적 체험뿐만 아니라 전공 분야에 대해서도 심도있게 이해할 수 있어 과학고 학생들의 진로·진학 문제에 대해 고민하고 탐색할 수 있는 기회가 된 것으로 보여진다.

또한, KAIST-R&E 프로그램에 참여한 연구원들의 참여 소감에서 과학자로서 과학교육에 직접적으로 참여하는데 긍정적인 인식이 나타났음을 파악할 수 있었다.

*“KAIST-R&E 프로그램은 이공계 기초 소양을 쌓으며 과학자를 꿈꾸는 고등학생들과 관련 분야 현직 대학원생들을 매칭시켜 자연스러운 멘토링의 장을 제공한다는 점이 가장 큰 이점이라고 생각합니다. 이번 프로그램 역시 함께한 학생들과 소통하며 학생들의 생각을 묻고 저의 경험을 바탕으로 현실적인 조언 및 지도를 할 수 있었다는 점에서 참여 조교로서도 매우 뿌듯한 경험이었습니다...”*

*“학생들을 지도하면서 저 또한 배우는 것들이 많았고, 같이 토론을 하면서 제가 공부하면서 놓쳤던 부분들을 다시 한번 생각할 수 있어 저한테도 도움이 많이 되었습니다... 다음에 또 이 프로그램이 진행된다면 또 참석하고 싶습니다...”*

-KAIST 연구원의 응답 중에서-

이와 같은 KAIST를 비롯한 다양한 분야의 교수 및 연구원들의 지속적인 관심과 교육참여는 과학고 학생들에게 심도있는 교육을 제공할 수 있을 뿐만 아니라 과학기술 교육의 질적 내실화를 도모할 수 있을 것으로 기대된다.

#### IV. 결론 및 제언

과학고등학교에서는 자기주도적 탐구학습을 통하여 과학영재들의 과학적 탐구능력과 창의적인 문제해결능력을 신장시키기 위해 R&E 프로그램을 도입하여 10여년간 운영하고 있다. 특히, KAIST 과학영재교육연구원에서는 다른 R&E 프로그램과 달리 약 2주간 집중 연구 기간을 갖고, 교수 및 연구원과 함께 일련의 연구 과정을 수행한다. 본 연구에서는 과학자와 학생 간에 친밀하게 유대감을 형성하는 기간



인 집중 연구의 교육적 효과를 살펴보고자 하였다. 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 과학고 학생들은 창의인재역량의 요소들이 모두 보통이상인 것으로 인식하고 있었으며, 약 2주간의 집중 연구에 참여함으로써 창의인재역량 중에서도 인지적 특성과 창의적 특성이 유의미하게 향상되었다. 하위영역별로는 고차적 사고력과 확산적 사고력, 문제해결력, 감수성, 협동 및 배려심이 유의미하게 향상하여 R&E 프로그램 집중 연구가 과학고 학생들의 창의적 인재역량을 향상하는데 효과적인 것으로 나타났다. 또한, 다른 선행연구(Moon et al., 2017)에서의 결과와 비교하였을 때 R&E 프로그램의 운영방법과 연구를 지도하는 전문가의 역량에 따라 그 정도의 차이가 있을 수 있으나, R&E 프로그램이 과학고 학생들의 창의인재역량을 향상하는데 분명한 교육적인 효과가 있다고 볼 수 있다.

둘째, 과학고 학생들의 과학진로지향도는 R&E 프로그램 집중 연구에 참여하기 전에 평균 4.34이상으로 매우 높게 나타났다. 그 결과, 사후 검사결과에서 과학학습선호도, 과학진로선호도, 과학진로 가치 인식 정도가 증가하였다. 그러나 유의미한 차이는 나타나지 않았는데, 이는 과학고 학생들이 이미 과학고등학교를 진학함에 있어 높은 과학진로지향도를 가지고 있었으며, 유사한 자기주도적 탐구학습의 기회를 많이 접하기 때문에 R&E 프로그램을 통한 과학진로지도를 위해서는 연구 활동 외에 구체적인 진로지도 프로그램이 포함되어야 필요할 것으로 보인다. 또한, 과학진로정보의 필요성은 감소하였는데 이는 집중연구 기간 동안에 교수와의 면담, 연구원과의 긴밀한 유대관계를 형성함으로써 관련 분야에 대한 진로정보에 대한 궁금증을 다소 해소할 수 있었던 것으로 보인다.

셋째, 과학고 학생들은 연구에 대해서 긍정적으로 인식하고 있었으며, 연구에 대한 이미지 중에서도 어렵고, 다소 진부하고, 느리다고 생각했던 이미지가 R&E 프로그램의 집중 연구에 참여함으로써 보다 쉽고, 참신하고, 빠르다는 이미지로 유의미하게 인식이 변화하였다. 즉 R&E 프로그램 집중 연구를 참여함으로써 연구에 대한 긍정적인 인식이 유의미하게 증가하였으며, 창의인재역량 향상에 교육적 효과가 있음을 알 수 있었다. 또한, 과학자들의 과학교육에 대한 관심과 참여도 증진에도 효과가 있는 것으로 보여진다.

연구의 결과에 따른 제언은 다음과 같다.

향후 R&E 프로그램은 학생들이 심도있는 연구를 수행할 수 있도록 집중 연구의 기간을 늘리거나, 과학고 정규 교육과정으로 편성하는 등 더욱 강화하여 과학고 학생의 창의인재역량을 향상시키고 과학진로에 대한 흥미와 연구에 대한 이미지를 긍정적으로 증진시킬 필요가 있다. 더불어 과학고 학생들의 과학기술분야 진로지도에 도움이 될 수 있도록 R&E 프로그램 중 연구뿐만 아니라 연구원과의 진로멘토링 프로그램을 개발하여 도입하고, 교수와의 면담시간을 확보하는 것이 필요하다. 이와 같이 R&E 프로그램 개선방안을 마련하고 확대함으로써 미래 과학기술 인력의 질적 향상과 과학기술교육의 내실화를 도모할 수 있을 것이다.

다만, R&E 프로그램을 기획하는데 앞서 프로그램의 운영방법, 지도교사(혹은 교수)의 전문성에 따라 그 차이가 나타날 수 있으므로 교육목표에 따라 적절한 프로그램 설계가 필요할 것이다. 또한, 본 연구의 경우 과학고 학생들이 자가진단하여 답변한 결과를 토대로 분석이 이루어졌으므로 R&E 프로그램에 참여한 교수 및 연구원과

교사의 인식 조사를 함께 실시하여 비교할 필요가 있으며, 집중연구뿐만 아니라 전체 프로그램의 사전, 사후연구에서도 검사를 실시하여 학생들의 인식이 어떻게 변화하는지 추적하여 살펴볼 필요가 있다.

추가적인 비교연구를 위해 과학고 외에 다른 학생들에게도 동일 프로그램을 도입하여 R&E 프로그램 집중 연구의 영향을 분석하는 것도 의미가 있을 것이다.

## 국문요약

R&E 프로그램은 연구 중심의 자기주도적 학습을 통하여 과학영재들이 과학적 탐구능력과 창의적인 문제해결 능력을 신장시킬 수 있도록 하며, 관심 분야 전문가와의 긴밀한 만남과 과학탐구 경험을 통해 과학자로서의 연구 태도와 품성 및 자질을 함양하고, 창의성을 계발하도록 하는 것에 목적이 있다. R&E 프로그램의 교육적 효과로 미래 과학기술 인력의 질적 향상뿐만 아니라 과학자들의 교육참여를 유도함으로써 교육 인력의 저변 확대를 통한 과학영재 교육의 질적 내실화를 도모할 수 있다. 본 연구에서는 R&E 프로그램이 미래 과학기술 인력으로써 필요한 창의인재역량과 첨단과학기술 분야 진로 지향성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 KAIST 과학영재교육연구원의 R&E 프로그램에 참여한 D과학고등학교 1학년 학생 62명을 대상으로 집중연구 사전, 사후에 걸쳐 창의인재역량과 과학진로지향의 변화를 설문을 통해 분석하였다. 그 결과 학생들은 R&E 프로그램 참여 후 창의인재역량 중 인지적, 정의적 특성이 유의미하게 증가하였고, 사회적 특성에서는 유의한 변화가 없었으나 세부영역에서는 유의미한 증가를 확인하였다. 또한, 과학진로지향과 관련하여 과학학습, 과학진로에 대한 선호도, 과학진로에 대한 가치 인식 및 과학진로 정보의 필요성 항목에서 유의미한 변화가 없는 것으로 나타났다. 본 연구를 통해 R&E 프로그램의 교육적 효과를 보여줌으로써 대상과 지도목표에 따른 R&E 프로그램 모델의 개선방안을 제안하고자 하며, 나아가 연구역량 교육 및 과학진로지향 지도하는데 기초 자료로 활용할 수 있을 것이다.

**주제어 :** 과학고등학교, R&E 프로그램, 과학진로지향, 창의인재역량, 학생창의연구, 집중연구, 영향

## References

- 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.
- Choi, H. (2003). Development of research & education program for the enhancement of creativity. Policy Study report of Korea Science and Engineering Foundation, 2002-5092.
- Choi, 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. *Journal of Gifted/Talented Education*, 14(3), 51-79.
- Choi, S., Kim, J., Ban, S., Lee, K., Lee, S. & Choi, H. (2011). Future strategies for educating creative talents in the 21<sup>st</sup> century(Korea Institute for Curriculum and Evaluation Report RR2011-01).
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavior Sciences* (2nd.

- ed). Hillsdale, NL: Erlbaum.
- Frey, B. E. and Noller, R. B.(1983). Mentoring: A legacy of success. The Journal of Creative Behavior, 17, 60-64.
- Hwang, H., Hwang, S. & Kang, S. (2010). Qualitative Research for Career Choice Difficulties of Gifted Students in Science. The Journal of Special Children Education, 12(3), 351-368.
- Jeon, H., Lee J. & Hong, H. (2008). The Effect of Interview with Scientist and Engineer on the Science Career Orientation and Image of Scientists. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 28(4), 350-358.
- Ji, M. (2005). A study on the process of the R&E program and its influence on cognitive and affective domains : On the R&E program which is carried out by science high school in 2004(Master's thesis). Seoul National University.
- 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.
- Jung, H., Ryu, C. & Park, K. (2018). A Comparative Study on the Characteristics according to Coaching Types of Research and Education (R&E) through Analysis of Research Reports. Journal of Gifted/Talented Education, 28(2), 185-202.
- KAIST Global Institute For Talented Education. (2018a). The status of Science high school. TM2018-157, 94p.
- KAIST Global Institute For Talented Education. (2018b). The status of Science Academy. TM2018-143, 35p.
- KAIST Global Institute For Talented Education. (2017a). The status of Science high school. TM2017-135, 94p.
- KAIST Global Institute For Talented Education. (2017b). The status of Science Academy. TM2018-142, 35p.
- KAIST Global Institute For Talented Education. (2016a). The status of Science high school. TM2016-145, 94p.
- KAIST Global Institute For Talented Education. (2016b). The status of Science Academy. TM2018-162, 35p.
- KAIST Global Institute For Talented Education. (2016c). Support Center to promote Research & Education program for the gifted un science. RR2016-09, 93-109p.
- Kim, A. (2019). Exploring Experiences of Six High School Students in the Enrichment Mentorship Program. The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, 19(7), 99-119.
- Kim, K. & Sim, J. (2008). Scientifically gifted students' perception of the impact of R&E program based on KAIST freshmen survey. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 28(4), 282-290.
- Kim, S. & Yoo, M. (2012). Comparison on the vocational values and the science career orientation between middle school scientifically gifted students and non-gifted students. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 32(7), 1222-1240.
- Kim, Y., Kang, J. & Heo, N. (2015). An analysis on scientifically gifted students' image and perception of the engineering. Journal of Gifted, 25(1), 95-117.
- Lee, H. & Cho, H. (2008). Theoretical Review on the Meaning and Importance of Autonomous Inquiries for the Gifted in Science Education. Science Education-Kyungpook National University, 32(2), 33-50.
- Lee, J. & Yoo, M. (2013) Survey of Elementary and Middle School Gifted Students' Perceptions on Research Ethics. Journal of Gifted/Talented Education, 23(4), 593-614.
- Ministry of Education. (2015). The general guideline draft for the 2015 National Curriculum. 2018-162(Supp.1).
- Mun, K., Mun, J., Hwang, Y. & Kim, S. (2017). Changes in high school students' creative leader competency through STEAM R&E. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 37(5), 825-833.
- Park, J. (2009). Discussions for preparation and types of mentorship for scientifically gifted student. Journal of Gifted/Talented Education, 1(3), 1-19.
- Ryu, K. (2017). A Study on the Perceptions of Science High School Students in Performing the Research & Education(R&E) Program. (Master's thesis). Kongju National University.
- Yoo, M. (2008) Development and application effects of 'program inquiring into scientist' for enhancing social-affective characteristics and science-related perceptions of the science-gifted(Dactoral dissertation). Seoul National University.
- Yoon, H., Kim, H., Jung H., Kim, J. & Kim, M. (2006). Development and Application of Science Career Education Materials Using TV Programs in Junior High School. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 26(4), 518-526.
- Yoon, J., Park, S. & Myeong, J. (2006). A Survey of Primary and Secondary School Students' Views in Relation to a Career in Science. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 26(6), 675-690.
- Yun, E. & Park, Y. (2013). The Survey of Academic Integrity of the Student in Mentorship Program at a Science Gifted Institute Attached to University. Journal of Gifted/Talented Education, 23(2), 275-287.

## 저자 정보

최진수(한국과학기술원 연구원)

김영민(한국과학기술원 선임연구원)

이영주(한국과학기술원 전문선임연구원)