

## 과학영재 현장연구활동(pre-URP) 운영 혁신 방안: 지도교수 및 조교 면담 사례를 중심으로

백 민 정\*

KAIST

류 춘 렬\*\*

KAIST

김 범 석\*\*\*

KAIST

본 연구는 과학영재 현장 연구활동(pre-URP) 프로그램의 운영 실태를 분석하고 향후 개선 방안을 제안하는 데 목적이 있다. 이를 위해 pre-URP 프로그램에 참여한 지도교수와 지도조교를 대상으로 심층 면담을 실시하여 프로그램의 교육목표, 교육과정, 구성원 역할, 그리고 프로그램 성과에 대한 의견을 수집하였다. 연구 결과, pre-URP 프로그램은 연구 성과보다는 연구 과정 자체를 중시하는 교육목표의 재정립이 필요하며, 교육과정에서는 사전 연구 기간의 압축과 집중 연구 기간의 확대가 요구되었다. 또한, 지도교수는 연구자의 롤모델로서 학생들과의 소통을 강화해야 하며, 지도조교는 실질적인 연구 지도를 통해 학생들의 자기주도적 학습을 지원하는 역할을 수행해야 한다. 마지막으로, 프로그램의 성과는 학생들이 실패와 도전을 경험하며 연구자로서 성장하는 과정에 중점을 두고 평가되어야 한다. 본 연구는 pre-URP 프로그램의 운영 개선을 위한 실질적인 방향성을 제시하며, 향후 연구에서는 프로그램의 장기적 효과를 평가하는 연구가 필요함을 시사한다.

**주제어:** 현장연구활동, R&E, pre-URP, 과학영재, 영재교육

### I. 서 론

과학기술은 현대 국가의 발전과 경쟁력을 강화하는 핵심 요소로, 창의적이고 우수한 인재를 조기에 발굴하고 육성하는 것은 필수적인 과제이다. 이러한 인재들은 문제 해결 능력, 비판적 사고, 창의적 발상 등 다양한 역량을 기반으로 과학기술 발전에 기여하며, 국가 경제 성장에 직접적인 영향을 미친다(정현철, 채유정, 류춘렬, 2012a). 이에 따라 과학 영재 교육의 중요성이 강조되고 있으며, 단순한 지식 전달을 넘어 학생들이 스스로 연구를 통해 학문적 탐구 능력을 배양하고 실제 문제 해결 과정을 경험할 수 있는 교육적 접근이 요구된다.

과학기술 분야에서 창의적 인재를 조기에 발굴하고 육성하기 위한 노력으로, 2002년 한국

\*제1저자: 백민정, KAIST 과학영재교육연구원 연구부교수, [mjback@kaist.ac.kr](mailto:mjback@kaist.ac.kr)

\*\*공동저자: 류춘렬, KAIST 과학영재교육연구원 선임연구원, [pioong@kaist.ac.kr](mailto:pioong@kaist.ac.kr)

\*\*\*교신저자: 김범석, KAIST 과학영재교육연구원 선임연구원, [kimbs84@kaist.ac.kr](mailto:kimbs84@kaist.ac.kr)

과학영재학교(KSA)에서 시범적으로 R&E(Research & Education) 프로그램이 도입되었다. 이후 이 프로그램은 전국 과학고등학교 및 과학영재학교에 확대되어, 학생들에게 대학 수준의 심화 학습과 연구 경험을 제공하는 중요한 학습 플랫폼으로 자리 잡았다(정현철 외, 2012b; 최호성, 태진미, 2015). R&E 프로그램은 학생들이 자신의 관심 분야를 깊이 있게 연구하고 학문적 역량을 강화하며, 과학적 사고와 문제 해결 능력을 배양할 수 있도록 지원하는 교육 프로그램이다(류춘렬, 박경진, 정현철, 2017).

그동안의 선행연구들은 연구에 기반을 둔 사사중심 과학 영재 교육 프로그램의 중요성을 강조하고 있다(문지영 외, 2018; 신동선, 2024; 신동선, 김봉근, 2020; 신재화, 김성화, 2023; 이민주, 김희백, 2019; 정현철 외, 2012a; 최종근, 김찬중, 2022). 이들은 특히 R&E 같은 연구 중심 사사교육 프로그램이 학생들의 탐구 능력과 학문적 역량을 강화하는 데 중요한 역할을 한다고 주장하고 있다. 즉, 이러한 프로그램들은 학생들이 연구 과정에서 문제 해결 능력을 배양하고 과학적 사고를 확장할 수 있는 기회를 제공하며, 그 결과 이공계 진학을 촉진하는 역할을 한다고 평가된다.

이에 정부 차원에서도 과학기술 인재 육성을 위해 과학고 및 과학영재학교 학생들에게 첨단 연구 환경을 경험하게 함으로써 과학기술 분야에 대한 흥미를 제고하고, 이공계 진학을 촉진하기 위한 다양한 정책을 마련하고 있다. 이의 일환으로 2012년 교육부와 5개 과학기술특성화대학 간의 협력 MOU 체결을 시작으로, 2013년에는 과학기술특성화대학과 과학고, 과학영재학교 간의 교육 협력이 강화되었으며, 이를 기반으로 과학영재 현장연구활동인 pre-URP(pre- Undergraduate Research Participation, 이하 pre-URP) 프로그램이 운영되기 시작했다(정현철, 류춘렬, 채유정, 2012). 이 프로그램은 과학기술특성화대학의 연구실에서 실제 연구 프로젝트를 수행하며 학생들의 과학기술 분야에 대한 관심을 증대시키고, 장기적으로 과학기술 인재로 성장할 수 있는 발판을 마련하고 있다. 또한, 일반 고등학생들에게도 참여 기회를 확대하여 다양한 인재들이 과학기술 분야에 진출할 수 있는 기반을 제공하는 역할을 하고 있다. 특히, 이공계 진학률을 높이고 창의적 탐구 능력을 함양하는 데 기여하고 있으며, 그 교육적 중요성은 날로 커지고 있다.

이러한 연구기반 사사교육 프로그램들은 과학 영재들에게 연구 경험을 제공하는 것을 넘어서, 학생들이 실제 연구를 통해 진로를 설계하고, 미래의 과학기술 인재로 성장할 수 있도록 돕는 역할을 수행한다. 이 프로그램이 도입된지 10여 년이 지난 지금의 시점에서 pre-URP 프로그램이 궁극적으로 어떤 목표를 가지고 운영되어야 하는지, 이 프로그램에 참여하는 교육구성원들의 역할을 어떻게 재정립 할 것인지, pre-URP 프로그램의 성과를 무엇으로 보아야 할 것인지에 대한 고민이 필요하다. 이러한 배경에서 과학기술 인재 육성 프로그램의 교육 목표, 교육과정, 구성원 역할 등에 대한 전반적인 재검토가 필요한 시점이다.

이에 본 연구는 pre-URP 프로그램 운영 개선방향을 모색하기 위하여 프로그램 참여 지도자 면담을 통하여 이를 바탕으로 설정한 연구문제는 다음과 같다.

연구문제 1. pre-URP 프로그램의 교육목표를 어떻게 재정의할 수 있는가?

연구문제 2. pre-URP 교육과정은 어떻게 개선되어야 하는가?

- 연구문제 3. pre-URP 프로그램에서 교육구성원들의 역할은 어떻게 재정립되어야 하는가?  
 연구문제 4. pre-URP 프로그램의 성과를 무엇으로 보아야 하는가?

## II. 이론적 배경

### 1. 학생연구활동: R&E 프로그램

R&E 프로그램은 과학적 탐구 능력과 창의적 문제 해결 능력을 신장시키기 위해 설계된 교육 모형으로 2002년 한국과학영재학교에서 시범적으로 도입된 이래, 과학고 및 과학영재학교에서 활발히 운영되고 있다. R&E 프로그램은 학생들이 직접 연구 활동에 참여하여 학문적 성장을 이루도록 돕고, 멘토링을 통해 전문가와 협력하여 실제 과학적 연구 경험을 쌓을 수 있는 환경을 제공한다(정현철, 채유정, 류준렬, 2012a; 최호성, 태진미, 2015).

R&E 프로그램은 일반적인 수업에서는 다루기 어려운 심화된 주제에 대해 연구방법론을 학습하고 실험 설계, 데이터 분석, 문제 해결의 전 과정을 경험함으로써 과학 영재 학생들의 학문적 성장을 촉진하고, 탐구 역량을 강화할 기회를 제공함으로써 과학기술 인재 양성의 중요한 축을 형성하고 있다(손준호 외, 2019). 따라서 과학 영재 학생들에게 학문적 호기심을 자극하고, 독립적이고 창의적인 연구 수행 기회를 제공한다는 점에서 그 필요성이 더욱 부각된다. 따라서 R&E 프로그램은 학생들이 단순히 수동적으로 지식을 수용하는 것을 넘어, 실제 연구 환경에서 능동적으로 탐구하고 문제를 해결하며 새로운 지식을 창출할 수 있게할 뿐만 아니라 창의적 사고력, 비판적 사고력, 과제 집중력, 자아 존중감 등 인지적·정의적 성장을 촉진하는 데 큰 도움을 준다(신동선, 2024; Casey & Shore, 2000; Pleiss & Feldhusen, 1995). 이러한 프로그램은 이공계 대학 진학과 과학 분야 진로 선택 비율의 증가에도 긍정적인 영향을 미치고 있다.

R&E 프로그램에 참여한 학생들은 단순히 수동적 지식 수용을 넘어 실제적인 연구 참여를 통하여 주제에 대하여 문제를 해결하는 경험을 통하여 스스로 새로운 지식을 만들어 낼수 있을 뿐만 아니라, 창의적/비판적 사고력의 함양에도 도움이 된다. 또한, 연구 과정 경험을 통하여 이공계로서의 진로선택 등에도 긍정적 영향을 준다고 하였다(문용주 외, 2017; 이명준, 심재호, 2023; 최진수, 김영민, 이영주, 2019). 개인적 역량 이외에도 진로탐색 효과에 대한 연구는 이희원과 신의항(2010)의 연구에서도 확인 할 수 있다. 연구에 참여한 이공계 대학생들은 학생 연구 프로그램을 통하여 자율적 탐구능력, 문제해결력 향상 뿐만 아니라, 다양한 전공의 경험을 통하여 향후 진로 선택에도 긍정적 효과를 느낀다고 하였다.

모든 과학고 및 과학영재학교에서 R&E 프로그램이 확산되면서 R&E 프로그램의 운영 형태 또한 매우 다양해졌으나, 일반적인 R&E 프로그램은 교수(연구원)-교사-학생이 팀을 이루어 공동 연구를 수행하는 구조로 운영되고 있다(최종근, 김찬중, 2022). 이 프로그램은 약 1년 동안의 장기적인 프로젝트 기반 학습을 통해 도제형 사사교육 모델을 적용하여 학생들에게 심화된 탐구 학습 경험을 제공한다. 프로그램의 지도 형태는 교육목표와 운영 환경에 따라 다르며, 과학고 및 영재학교에서 진행되는 R&E 프로그램의 경우, 학생들이 연구의 주도권을 가지고, 연

구 수준을 유지할 수 있도록 지도교사와 교수의 자문을 결합한 멘토링 형태가 주로 사용된다. 하지만 실제 학교 현장에서는 적합한 분야의 전문가와 네트워크를 형성하고, 대학 연구 자원을 활용하는 데에 한계가 있어 대부분의 R&E 프로그램은 교사 단독으로 운영되는 경우가 많다. 이러한 구조적 문제로 인해 학생들이 독립적으로 프로젝트를 수행하기 어려운 경우가 발생할 수 있다(최진수 외, 2019). 참여학생들의 자기주도적 R&E 프로그램 참여를 통하여 과학적 주장의 구성자와 비평가가 되는 경험을 하게 되며(Ford & Forman, 2006), 자기주도적 R&E 활동을 통한 연구 경험을 통해 주체적인 연구자로 성장하고(이민주, 김희백, 2019), 탐구문제와 관련된 과학적 지식 및 실험실 환경과 관련된 특성의 복합적인 작용의 과정에서 스스로 탐구 문제를 구성해 가기도 한다고 하였다(곽혜정, 2020). 따라서 이러한 효과를 나타내기 위한 대안으로 과학기술특성화대학의 연구실 및 연구자원을 적극적으로 활용하고, 주도적 연구 활동 경험을 제공의 방안을 마련하기 위하여 pre-URP 프로그램이 도입되었다.

## 2. 과학영재 현장연구활동(pre-URP) 개요

과학영재 현장연구활동인 pre-URP 프로그램은 과학기술특성화대학의 자원/연구 환경을 활용한 교육연계를 강화하고 연구중심 교육경험을 제공하여 이공계 진학을 증대를 통한 과학기술인재를 양성하기 위해 추진되고 있다.

pre-URP 프로그램은 과학영재 학생들에게 실제 연구 환경을 제공하고, 과학기술특성화 대학과 연계하여 연구 역량을 함양하는 것을 목표로 하는 첨단 연구실 체험 프로그램이다. pre-URP는 학생들에게 연구 환경을 직접 체험하게 함으로써, 단순한 이론 학습을 넘어 실제 문제 해결 과정을 경험할 수 있도록 돕고 고등학교에서 배운 과학 지식을 바탕으로 대학 수준의 연구 활동을 경험하게 함으로써, 학생들이 과학기술 분야에서의 진로를 구체화하고 연구자로서의 자질을 기를 수 있도록 한다. 또한 과학고, 영재학교와 과학기술특성화대학 간의 교육 협력을 활성화 하고자 pre-URP 프로그램은 4대 과학기술특성화대학(KAIST, UNIST, DGIST, GIST)에서 진행되며 매년 평균 40여개의 연구실과 200여명의 학생들이 참여한다.

pre-URP는 2015년에 과학영재 창의연구(R&E)지원센터 운영사업의 일환으로 2020년까지 5년간 운영이 되었다. 2021년부터 과학영재 첨단연구실 체험캠프(pre-URP) 지원센터 운영 사업으로 명칭이 변경되어 2025년까지 운영될 예정이다. 2021년부터 시작된 pre-URP에서는 과학고, 영재학교 학생들과 더불어 일반고 학생까지 참여를 확대하였다. 총 참여학생은 920명이다.

pre-URP 프로그램은 멘토링을 기반으로 한 탐구 학습모형을 바탕으로 사전 연구, 집중 연구, 사후 연구의 세 단계로 구성되어 있다. pre-URP 프로그램은 총 12주에 걸쳐 진행되며 학생들은 이 과정에서 연구 주제를 선택하고, 과학기술특성화대학의 연구실에서 실질적인 연구 활동을 수행하게 된다. pre-URP 프로그램의 교육과정은 다음 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 pre-URP 프로그램 교육과정

과정	기간	내용	교육방식
사전연구	5주	연구주제 탐색 및 문헌연구 연구 주제에 실험방법 및 기본지식 습득 연구계획 수립(연구계획서)	온라인
집중연구	2주	연구 설계, 연구계획발표 집중실험연구 연구결과발표	집합교육
사후연구	5주	연구결과 보고서 작성 후속 연구 및 개선사항 도출	온라인

pre-URP프로그램은 연구안내자인 지도교수와 연구보조자인 지도조교 그리고 연구 주도자인 학생으로 구성되어 있다. 구성원의 역할을 다음 <표 2>와 같다.

〈표 2〉 pre-URP 프로그램 구성원의 역할

구분		역할
지도교수	연구 안내자	사전 연구과제 작성 및 운영 연구주제 제안 및 연구 일정 가이드 학생 연구에 대한 세미나 및 지도
지도조교	연구 보조자	연구방향 및 연구방법 지도 연구 윤리 및 연구실 안전 지도 연구실 소개 및 구성원 간 친밀감 형성
학생	연구 주도자	연구주제에 대한 아이디어 논의 연구계획 수립 및 일정 작성 연구 계획 발표 집중연구 진행 연구결과 해석 및 연구보고서 작성

### III. 연구 방법

본 연구는 pre-URP 프로그램의 운영 및 개선을 위한 구조적 문제를 파악하고, 실질적인 개선 방안을 도출하는 데 초점을 맞추고자 하였다. 이에 따라 프로그램의 설계와 실행에 직접 관여하며, 운영 전반에 대한 깊은 이해를 가진 핵심 이해관계자인 지도교수와 지도조교를 대상으로 심층 면담을 진행하였다.

학생 데이터는 프로그램 사용자로서의 관점을 제공할 수 있으나, 본 연구의 목적이 성과 측정이 아닌 운영 구조의 개선에 초점이 맞추어져 있어 포함하지 않았다. 학생 데이터를 활용한 연구는 성과 분석이나 만족도 조사를 위한 별도의 연구 범주에 해당하며, 이는 본 연구의 초점을 벗어난다. 또한, 본 연구는 질적 연구로서 소수의 심층 사례를 통해 운영상의 구조적 문제와 개선점을 도출하고자 하였으며, 학생 면담 대신 프로그램 운영자의 경험을 중심으로 분석을 수행함으로써 연구 질문에 대한 보다 깊이 있는 답변을 도출할 수 있었다.

따라서 본 연구는 지도교수와 지도조교의 관점을 중심으로 프로그램의 교육목표, 교육과정, 구성원 역할, 성과 등을 분석하였으며, 학생 데이터를 포함한 연구는 후속 연구로 제한하여 프로그램 개선 방안의 효과성을 객관적으로 평가할 수 있도록 하였다.

언급한 바와 같이 과학영재 현장연구활동인 pre-URP 프로그램의 추후 교육 운영의 질적 제고를 위한 전문가의 생각을 살펴보기 위해, 프로그램의 구성원을 대상으로 면담을 실시하였다. 연구참여자는 프로그램의 참여 연구실의 지도교수(연구 안내자)와 지도조교(연구보조자) 두 그룹을 연구참여자로 선정하였다. 지도교수는 pre-URP 프로그램에 참여했던 경험이 3회 이상인 지도교수로 선정하였고, 지도조교는 2회 이상 이 프로그램에 참여하였거나 고등학교 재학시절 프로그램에 참여하고 현재 지도조교로 활동하고 있는 전문가들을 대상으로 하였다. 최종 연구 참여자로 선정된 연구참여자의 일반적 정보는 <표 3>과 같다.

<표 3> 연구참여자 기본정보

연구 참여자		소속	집단 특징
그룹	참여자		
지도교수	A1	KAIST 신소재공학과	연구 안내자
	A2	KAIST 전산학부	
지도조교	B1	KAIST 전산학부 박사과정	연구 보조자
	B2	KAIST 인공지능반도체대학원 석사과정	
	B3	KAIST 전산학부 박사과정	

면담 내용은 pre-URP 교육목표, 교육과정, 구성원 역할, 프로그램 성과, 지도 경험, 사업 운영의 활성화 방안 관련 등 반구조화된 질문지를 설계하였다. 사전에 연구 참여자들에게 현재 pre-URP 프로그램의 목표 및 구성원 역할 안내자료와 면담 내용을 사전에 배포하였다. pre-URP 프로그램의 목표 및 구성원 역할 안내자료는 두 그룹에 공통적으로 제시되었으며 면담 질문지의 경우 그룹별 특성을 고려하여 구성하였다.

FGI(Focus Group Interview)를 실시하기 위해 그룹 면담을 진행하였다. FGI는 연구 참여 집단의 상호작용을 통해 특정 주제나 문제에 대한 심층적인 의견을 수집하는 정성적 연구 방법이다. 개별 면담과 달리, FGI는 그룹 내에서 이루어지며, 연구자는 참가자들이 주제에 대해 자유롭게 논의하고 반응할 수 있는 환경을 조성함으로써, 집단 상호작용을 통해 새로운 통찰을 얻고, 참가자들이 서로의 의견을 발전시키는 과정을 관찰할 수 있는 이점을 갖고 있다 (Merton et al., 1990).

본 연구의 첫 번째 면담은 지도교수 그룹으로 2024년 5월 28일에 진행되었다. 이후 지도조교 그룹의 면담은 2024년 7월 16일에 진행하였다. 연구진은 편안한 분위기 조성을 위해 연구 참여자들이 무엇이든 말할 수 있음을 안내하였고, 특히 두 연구 대상자 그룹의 관계상 지도조교 그룹의 경우 자유로운 의견 개진이 어려움이 있을 것으로 판단하여 이에 대한 충분한 설명을 통하여 자유로운 의견을 표현할 수 있도록 안내하였다. 면담이 진행되는 동안 연구참여자가 의사를 표현하고 싶은 상황인지를 면밀히 관찰하였으며, 연구 참여자들의 의견을 충분히

말할 수 있는 기회를 제공하여, 면담에 참여한 전체 연구참여자들이 골고루 의견을 제시할 수 있도록 하였다.

면담 내용은 연구참여자들에게 사전 동의를 구하여 녹음을 진행하였으며, 녹음된 파일의 전사작업을 통하여 분석을 실시하였다. 전사 내용을 바탕으로 연구자가 다시 녹음한 내용을 들으며 문장을 정리하고 전사 자료에 대하여 확인 작업을 진행 하였다. 전사 자료의 내용을 카테고리별로 범주화 작업을 통하여 면담 내용을 분석하였다. 마지막으로 참여 연구진의 분석 결과에 대하여 박사급 전문가 2인에게 질적자료 분석 결과에 대한 검토를 진행하여 자료 분석 결과에 대한 타당도와 신뢰도를 확보하고자 노력 하였다.

〈표 4〉 면담 개요

영역	내용
면담 목적	· Pre-URP 프로그램의 교육 운영에 대하여 사업의 구성원인 지도교수(연구 안내자)와 지도조교(연구보조자)의 경험을 통해 추후 교육 운영의 질적 제고를 위한 방안 모색
면담 대상	· 지도교수 그룹(연구 안내자) · 지도조교 그룹(연구 보조자)
면담 일정	· 지도교수: 2024년 5월 28일(2명) · 지도조교: 2024년 7월 16일(3명)
면담 내용	· pre-URP 교육목표, 교육과정, 구성원 역할, 프로그램 성과, 지도 경험, 사업 운영의 활성화 방안 관련 등 반구조화된 질문지
분석 방법	· 지도교수(2명)과 지도조교(3명) 총 5명을 대상으로 F.G.I 실시 · 면담 자료 전사(description) 후 내용 분석 · 분석 후 동료 검증 및 참여자 검증 실시를 통한 타당성 확보

## IV. 연구 결과

본 연구는 과학영재 현장연구활동(pre-URP) 프로그램의 운영 실태를 분석하고, 향후 개선 방안을 도출하기 위해 프로그램의 핵심 구성원인 지도교수와 지도조교를 대상으로 심층 면담을 실시하였다. 면담을 통해 수집된 데이터를 바탕으로, pre-URP 프로그램의 교육목표, 교육과정, 구성원 역할, 그리고 프로그램 성과에 대한 심층적인 분석을 진행하였다. 이를 통해 프로그램의 강점과 한계점을 파악하고, 교육적 효과를 극대화하기 위한 개선 방안을 모색하였다.

연구 결과는 크게 네 가지 주제로 정리되었다. 첫째, 교육목표의 재정립 필요성으로, 연구 과정 경험에 중점을 둔 교육목표 설정이 요구되었다. 둘째, 교육과정의 개선방안으로, 교육시간의 효율적 배분과 연구실 소개의 필요성이 강조되었다. 셋째, 구성원의 역할 재정립으로, 지도교수와 지도조교의 역할이 보다 명확하고 실질적으로 수행될 필요가 있다는 의견이 제시되었다. 마지막으로, 프로그램 성과는 단순한 연구 결과보다는 과정 중심의 성과 측정이 중요하다는 점이 도출되었다. 세부적인 분석 결과 및 면담의 사례는 다음과 같다.

### 1. pre-URP 교육목표 재정립의 방향

## 가. 연구의 과정 자체를 경험하는 것에 중점을 둔 교육 목표 설정

면담 결과, pre-URP 프로그램의 운영에서 가장 먼저 고려해야 할 점은 학생들에게 연구 역량을 직접적으로 키우는 것보다 연구 과정 자체를 체험하게 하는 것에 중점을 둔 목표를 설정하는 것이 적절하다는 의견을 제기하였다. 그 이유는 지도자들은 고등학생들이 대학 수준의 연구를 주도적으로 수행하는 것은 현실적으로 어려운 문제로 인식하고 있다는 것이다. 이는 학생들의 배경 지식이 아직 충분하지 않으며, 한정된 시간, 연구 인프라와 장비로 인해 실질적인 연구 성과를 기대하기 어렵다는 점에서 기인한다.

B3 조교는 학생들이 배경 지식이 부족한 상태에서 주도적으로 연구를 수행하기에는 한계가 있다고 지적했다. 이는 A1 교수도 과학에 관심이 많은 학생들이라도 큰 성과를 기대하는 것은 비현실적이라고 강조하며, 연구 결과보다는 연구의 과정 자체를 체험하게 하는 것이 pre-URP 프로그램의 핵심 목표가 되어야 한다고 언급했다. 이러한 발언들은 학생들이 연구를 통해 새로운 지식을 창출하기보다, 과학적 탐구 과정에서 필요한 사고력과 문제 해결 능력을 함양하는 경험을 중심으로 프로그램의 목표를 설정해야 함을 시사한다.

“저 같은 경우는 실험을 중심으로 하는 연구실이다 보니 학생들이 주도적으로 주제를 내기가 좀 어려워요. 가능한 실험이 한계가 있다 보니까 또 연구 인프라도 한정적이고 그래서 보통은 연구실에서 주제를 정하고 학생들의 의견을 반영해서 이렇게 하면 어떻게 될까 하고 이제 조금 체험 정도를 시켜주는 거지. 학생들이 실제로 연구 역량을 뭔가 늘릴 수 있다는 잘 모르겠거든요... 이 프로그램에서 가장 큰 목표는 아마 학생들에게 실제 대학원이 어떻게 운영되고 어떤 주제를 연구 하고 그리고 그거를 진짜 옆에서 보면서 체험하는 거 그 자체가 좀 의미가 있지 않나 생각하고...(B3)”

“사실 저도 지금 교수님 의견과 아주 전적으로 동의를 합니다. 제가 지도를 해보니 과학고, 영재학교 학생이지만 고등학생이고, 어린 친구고 그냥 과학에 관심이 많은 친구들이라고요. 근데 이 학생들한테 SCI급 논문의 연구를 요구할 수 없잖아요.(A1)”

이러한 목표 설정은 Kolb(1984)의 경험 학습 이론과도 깊이 맞닿아 있다. Kolb는 학습자가 실제 경험을 통해 학습하고, 그 경험을 반추함으로써 학습의 깊이를 더해간다고 보았다. 따라서 학생들이 직접 연구 주제를 선택하고 진행하는 것보다, 연구 과정에서 다양한 경험을 쌓고 이를 반추하는 과정이 더욱 중요하다. 이는 과학기술자가 되는 과정에서 필수적인 사고력과 문제 해결 능력을 배양하는 데 중점을 두는 접근 방식으로, pre-URP 프로그램의 교육 목표가 연구 성과보다는 과정 중심의 학습에 초점을 맞춰야 함을 뒷받침한다.

더 나아가, 학생들이 연구를 통해 겪는 실패나 좌절 역시 중요한 학습의 일환으로 인식될 필요가 있다. Dewey(1938)는 실패와 도전이 학습에서 중요한 요소임을 강조하면서, 학습자가 도전과 문제 해결 과정을 통해 성장을 경험할 수 있다고 보았다. 이러한 이론적 배경을 고려할 때, pre-URP 프로그램의 목표는 학생들에게 연구 성공 여부와는 무관하게, 연구 과정에서 직면한 어려움을 해결하는 과정을 통해 성장할 수 있도록 돕는 데 중점을 두어야 한다.



## 나. 비전 수립과 혁신적 도전을 위한 교육 목표 확장

pre-URP 프로그램의 또 다른 중요한 목표는 학생들에게 단순한 연구 체험 이상의 더 큰 비전과 도전적 정신을 심어주는 것이다. 지도교수와 조교들은 학생들이 과학기술자로서 단순히 학문적 성취를 이루는 것을 넘어서, 혁신적 사고와 도전을 통해 새로운 가치를 창출할 수 있는 능력을 키우는 것이 중요하다고 강조했다. 이는 특히 창업과 같은 미래지향적인 진로로까지 연결될 수 있는 가능성을 학생들에게 제시할 필요가 있음을 시사한다.

A1 교수가 언급한 바와 같이, 과학기술자로서의 큰 미래를 제시하는 것이 pre-URP의 중요한 목표 중 하나라는 점은 주목할 필요가 있다. 학생들이 연구소나 대학의 틀을 넘어서, 창업이나 기술 혁신을 통해 사회적 가치를 창출하고, 일론 머스크와 같은 세계적인 혁신가로 성장할 수 있는 비전을 제시해야 한다는 것이다. 이러한 목표는 학생들이 기존의 연구 성과에만 집중하기보다, 더 큰 도전과 혁신적 사고를 통해 미래의 과학기술 인재로 성장할 수 있도록 유도하는 데 중점을 두고 있다.

A2 교수는 잘해야 한다는 강박관념을 깨야만 진정한 혁신이 가능하다고 언급하면서, 연구 과정에서의 실패와 실험의 부정확성도 중요한 학습의 일부라고 강조했다. 실패하는 사례를 가지고 분석하고 해석하는 과정이 더 중요하다는 그의 발언은 학생들이 연구에서 실패를 경험하는 것이야말로 진정한 학습을 위한 필수적인 경험임을 시사한다. 연구 성과에 대한 압박보다는, 실패를 통해 새로운 시도를 할 수 있는 도전 정신을 함양하는 것이 중요한 교육적 목표로 설정되어야 한다.

“과학기술인력으로서 예전같이 그냥 연구소에서 근무하는 게 아니라 창업을 통해서 새로운 가치를 만들어내고 또 경제적으로도 남부럽지 않게 세상을 흔드는 일런 머스크나 뭐 이런 사람같이 될 수 있는 교육을… (중략) 최근에 보니까 작년에 창업이 100개가 넘었다고 그러는데 그런 학생 창업 활동을 좀 더 이렇게 접하게 해주는 게.. 과학기술자들이 엄청나게 큰 미래의 어떤 혁신가가 될 수 있다는 그런 꿈을 심어주는 게 좋은 것 같아요.(A1)”

“잘해야 된다는 강박 관념을 빨리 깨야 되는데 그래야 진정한 혁신을 할 수 있습니다. 예전같이 여기서 유명한 교수 연구실에서 체험만 한다고 학생들이 만족하지 않는 시대인 것 같으니까. 학생들이 프로그램에 참여해서 과학기술자가 되고 창업을 통해서 크게 성공해서 세계적인 혁신가가 될 수 있다… 웬만하면 의사라는 직업보다도 큰 경제적 성공도 다 할 수 있더라든지….(A2)”

더불어 B2 조교의 경우에도 pre-URP는 단순한 연구체험으로 끝나는 것이 아니라 그 경험을 통해 보다 가치로운 연구 주제로 확장하여 새로운 도전을 하는데 의의를 두어야 한다고 언급하고 있다.

“이제 2주(집중연구)나 아니면 5주(사후연구)의 그 끝에 마무리 기간까지 텀을 뒀서 학생들한테 너네가 이런 연구 경험을 해봤으니 여기서 연계 해서 하고 싶은 연구를 제안해 보라고 하면….(B2)”

이는 Dewey(1938)의 경험 학습 이론에서도 명확히 나타나는 부분이다. Dewey는 학습자가

새로운 문제에 직면하고, 그 문제를 해결하기 위해 다양한 시도를 하는 과정에서 진정한 학습이 이루어진다고 보았다. 즉, 학생들이 연구 과정에서 실패를 경험하고 그로부터 교훈을 얻는 것은 단순히 지식을 습득하는 것 이상의 의미를 가진다. pre-URP 프로그램은 학생들에게 실패를 두려워하지 않고, 이를 통해 새로운 혁신을 도모할 수 있는 기회를 제공해야 하며, 이를 통해 진정한 과학기술을 통해 혁신을 도모할 수 있는 인재로서 성장할 수 있도록 돕는 역할을 해야 한다.

### 다. 이공계 연구 과정 체험을 통한 과학기술인으로서의 진로 설계에 중점

pre-URP 프로그램의 중요한 교육적 목표 중 하나는 이공계 대학 연구 과정을 체험하게 함으로써 과학기술 인재로서의 진로를 설계할 수 있는 기회를 제공하는 것이다. 이 프로그램은 학생들이 대학 수준의 연구를 직접 경험함으로써, 자신이 미래에 진출하고자 하는 과학기술 분야에 대해 구체적으로 탐색할 수 있는 기회를 제공한다. 지도교수들은 이 프로그램을 통해 학생들이 이공계 대학과 대학원에서 이루어지는 연구 과정을 체험하며, 자신의 진로를 구체화할 수 있는 중요한 기회를 얻게 된다고 보았다.

B3 조교의 발언에 따르면, 학생들이 실제로 대학원에서 경험하는 연구실 환경을 통해 대학원이 어떻게 굴러가는지, 연구가 어떤 방식으로 이루어지는지를 직접 체험할 수 있는 것이 프로그램의 중요한 가치 중 하나라고 언급하였다. pre-URP 프로그램은 학생들이 최신 연구 장비와 실험 환경을 접할 수 있는 기회를 제공한다는 점에서도 중요한 교육적 의미를 지닌다. B3 조교는 학생들이 과학기술특성화대학에서 제공하는 첨단 인프라를 직접 경험하는 것 자체가 큰 기회를 제공한다고 언급하며, 이러한 경험이 학생들이 단순히 연구자가 되는 것에 그치지 않고, 창의적이고 혁신적인 문제 해결 능력을 가진 과학기술자로 성장할 수 있는 발판을 마련해준다고 평가했다.

“우리나라 이공계 대학원의 현실은 약간 이렇구나. 대학원은 학생들이 이렇게 생활하고 어떻게 실험을 하는구나를 보면서 앞으로의 진로를 생각 할 수 있을 거라고 생각합니다. 또한, 이게 카이스트 한정일긴 할 수도 있는데 사실 저희가 가지고 있는 팜(Fabrication)이 우리나라에서 제일 좋다고 알고 있거든요. 실제로 저희가 참여학생들을 데리고 장비를 보여줬을 때 신기해하더라고요. 이걸 보기가 어려우니까, 아까 말해 주셨던 것처럼 인프라를 제공해주고 경험하는 것 자체가 학생들이 이공계 쪽으로 진로를 유도할 수 있지 않을까...(B3)”

A1 교수 또한 pre-URP 프로그램이 학생들로 하여금 미래 혁신가가 될 수 있는 꿈을 가지게 하고 보다 주체적으로 미래 진로를 설계할 수 있는 프로그램을 제공해야 한다고 언급하고 있다.

“학생들에게 이제 과학기술자들이 엄청나게 큰 미래의 어떤 혁신가가 될 수 있다는 그런 꿈을 심어주는 게 중요하죠. 일파고의 답마인딩을 만든 사람도 어렸을 때 체스 챔피언 되고 영재 같은 사람이거든요. 그런 사람이 결국에 알파고로 세상을 바꿨잖아요. 그런 게 이제 미래 영재들의 모습이라고 생각하는

데 그렇게 단순하게 안정된 생활을 위해서 그냥 의대를 부모님이 하라는 대로 지망하는 학생보다는 이렇게 꿈을 갖게 하는 프로그램이 될 수 있지 않을까...(A1)"

이러한 관점에서 pre-URP 프로그램의 교육 목표는 학생들에게 과학기술 분야에서의 다양한 진로를 탐색할 수 있는 기회를 제공하는데 둘 필요가 있다. 단순히 이공계 진학을 유도하는 것을 넘어서, 학생들이 자신만의 진로를 적극적으로 설계할 수 있도록 돕는 것이 이 프로그램의 중요한 목표가 되어야 한다. 이를 통해 학생들은 과학기술자로서의 미래를 구체적으로 설계하고, 나아가 창의적 문제 해결 능력을 통해 새로운 가치를 창출할 수 있는 과학기술 인재로 성장할 수 있을 것이다.

## 2. pre-URP 교육과정의 개선방안

### 가. 교육 시간의 효율적 배분의 필요성

pre-URP 프로그램의 운영에서 교육 시간의 효율적 배분은 매우 중요한 과제로 제기되고 있다. 면담 결과에 따르면, 현재 사전 연구 기간이 지나치게 길어 실제 연구 수행에 있어 시간이 부족하다는 점이 문제로 지적되었다. 참여자들은 학생들이 배경 지식을 쌓기 위해 할애하는 시간이 지나치게 길어, 정작 중요한 연구 수행에 집중할 시간이 부족하다는 의견을 내놓았다. 사전 연구기간의 압축이 필요하며 학사 일정과 시험 기간을 고려할 필요성도 언급되었다.

"사전 연구 기간이 너무 깁니다. 사전에 막 뭔가 배경 지식을 쌓기도 힘들고 그래서 지금 사전 연구 기간을 완전히 압축을 해서 2주 정도를 줄인다고 해도...(B3)"

"내신을 가장 중요하게 생각하고 사전연구가 진행되는 1~2주 차가 거의 과학고의 시험 기간이기 때문에 1~2주 차에 진행은 잘 안 되고 있는 것 같아요. 그래서 1~2주 차에 진행 하고자 했던 것들은 3~4주 차에 병행되는 것 같고, 사전 연구 기간도 중요하지만 그 기간에 학생들의 학사 일정이 뭐가 포함돼 있는지도 고려해서 기말고사가 끝나고 여유로울 때 사전 연구를 진행 하는게 좋을 것 같아요.(B1)"

학생들은 학업 성적과 연구를 동시에 수행해야 하며, 특히 과학고나 영재학교의 경우 내신 관리가 매우 중요하므로, 시험 기간 동안 집중 연구를 요구하는 것은 현실적으로 어려운 문제로 나타났다. 따라서 연구 일정은 학생들의 학사 일정과 시험 기간을 고려하여 설계되어야 하며, 이를 통해 학생들이 보다 효율적으로 연구에 집중할 수 있는 환경을 제공할 필요가 있다.

B3 조교는 집중 연구 기간을 일주일이라도 더 늘리면 학생들이 시간에 쫓기지 않고 연구의 깊이를 더할 수 있을 것이라고 언급하며, 사전 연구의 기간을 줄이는 대신, 집중 연구에 할애할 시간을 늘리는 것이 학생들에게 더 효과적일 수 있음을 시사했다.

"차라리 집중 연구 기간을 진짜 일주일이라도 더 늘리면 그게 훨씬 더 의미있지 않나.. 왜냐하면 제가 두 번을 해봤지만 두 번 다 시간에 쫓겼거든요. 저도 개인적으로 사전 연구랑 사후 연구 지금 사전

연구 기간 한 5주 정도 되는 걸로 알고 있는데 사후 연구 기간도 좀 실제 학생들이 이 보고서를 작성하는 실제적인 시간은 훨씬 적을 거라고 봐요.(B3)”

“말씀해 주신 것처럼 과학고의 거의 대부분 애들은 지금 당장의 성적이 중요하고 당장의 동아리 활동과 내신 그런 게 더 중요하다고 느끼는 것 같아요.(B1)”

B2 조교도 3주는 너무 길다고 생각하지만 2주 동안 주말까지 포함해서 집중적으로 연구하는 것이 더 낫다고 언급하며, 사전 연구와 실질적인 연구 수행 간의 시간 균형을 조절할 필요성을 강조했다.

“3주는 너무 긴 것 같고 학생들도 시간을 할애하기 힘들지만 긴 시간은 집중을 잘 못할 것 같아요. 그러니까 최소 2주를 그냥 풀로 해서 월요일부터 다음 주 금요일까지라도 해야 되는데….(B2)”

이러한 의견을 종합하면, pre-URP 프로그램의 교육 시간은 사전 연구의 압축과 집중 연구기간의 확대를 통해 더욱 효율적으로 배분되어야 한다. 사전 연구 시 지나치게 긴 시간 동안 배경 지식 축적에 매몰되기보다는, 핵심적인 사전 지식을 간결하게 전달한 후, 실질적인 연구 수행에 더 많은 시간을 할애하는 것이 바람직하다. 이를 통해 학생들이 시간 압박 없이 몰입할 수 있는 연구 환경을 제공하고, 연구의 깊이와 성과를 높일 수 있을 것이다.

#### 나. 연구 주제 선택 전 연구실 소개의 필요성

연구 주제 선택 전에 연구실과 연구 분야에 대한 충분한 정보 제공이 필요하다는 의견도 중요한 개선 사항으로 제기되었다. 참여자들은 학생들이 자신의 연구 주제를 선택하기 이전에 연구실의 특성과 연구 주제에 대한 충분한 이해를 돕는 것이 중요하다고 언급했다. 이는 학생들이 연구 주제를 선택하는 데 있어 더 많은 자신감을 가지게 하고, 연구 수행 과정에서 더 높은 몰입도를 유지할 수 있도록 도울 수 있다는 것이다.

B3 조교는 학생들에게 주제만 제공하기보다는, 연구실에 대한 소개를 하면 좋을 것이라고 제안했다. 이는 연구실에서 연구를 수행하는 과정이 서면 정보만으로는 학생들에게 충분한 인사이트를 제공하지 못할 수 있다는 점에서, 직접적인 프레젠테이션을 통해 연구실 소개를 제공하는 것이 학생들에게 더 도움이 된다는 의견이다. B2 조교도 이와 유사한 의견을 제시했다. 그는 연구실 소개가 제대로 이루어지면 학생들이 흥미를 더 느낄 수 있다고 언급하며, 학생들이 연구실의 연구 분야와 진행 방식에 대한 구체적인 이해를 바탕으로 연구 주제를 선택하면, 연구 과정에서의 몰입도와 동기부여가 높아질 것이라고 덧붙였다.

“처음에 주제를 간략하게 표를 만들어서 학생들이 선택을 하라 하잖아요. 근데 그전에 한 5분이라도 프레젠테이션을 간략하게 해서 우리 연구실은 어떤 연구를 하고 이게 서면으로 하는 거랑 말로 5분이라도 발표를 하는 거랑 그 학생들이 느끼는 흥미도가 다르단 말이에요...(중략) 시작 전에 조교들이 한 5분 정도씩이라도 본인 연구실 혹은 본인 연구에 대해서 자신감 있게 얘기를 하고 나서 조를 선택하는 것도 좀 괜찮다고 보거든요.(B3)”

“매칭된 연구실 분야가 자기한테 너무 잘 맞고 그중에서도 이 흐름 이해하는 게 도움이 되고 그러면 연구 자체에 흥미가 생길 수 있을 것 같은데...(B2)”

연구 주제 선택 전 연구실 소개를 제공하는 것은 단순히 정보 제공을 넘어, 학생들이 연구 활동에서 성공적인 결과를 얻을 수 있는 출발점을 마련하는 중요한 단계다. 학생들이 연구 주제와 연구실에 대해 충분히 이해하게 되면, 연구 과정에서 더 능동적으로 참여할 수 있으며, 자신의 연구 활동에 대한 책임감도 더 커질 것이다. 이는 연구의 질적 향상뿐만 아니라, 학생들이 연구에 대한 자신감을 가질 수 있는 기반을 마련해줄 수 있을 것이다.

## 다. 결과 중심이 아닌 과정 중심 프로그램 운영의 필요성

pre-URP 프로그램에서의 과정 중심의 운영 필요성은 프로그램의 핵심 목표로 자리잡아야 한다. 참여자들은 학생들이 연구 결과보다는 연구 과정에서의 경험과 배움을 더 중시해야 한다고 강조했다. 이는 학생들이 연구를 진행하면서 겪는 실패와 좌절이 학습의 중요한 일환으로 받아들여져야 한다는 의미로, 이를 통해 학생들은 단순한 지식 전달 이상의 창의적 문제 해결 능력을 기를 수 있을 것이다.

A2 교수는 학생들이 결과물의 성공만을 목표로 생각하는 경향이 있다며, 연구에서 실패하는 과정도 중요한 학습 경험으로 인식되어야 한다고 지적했다. 이는 학생들이 결과보다는 연구 과정에서 얻는 배움을 중시할 수 있도록 하는 프로그램 운영을 강조하는 내용이다. A1 교수도 보고서에 실패한 과정을 고찰해보는 것이 학생들에게 더 유익할 것이라고 언급하며, 성공적인 결과보다는 실패한 과정에서 무엇을 배웠는지를 중점적으로 평가해야 한다고 주장했다.

“저는 학생들이 연구를 한다는 의미를 무조건 성공적인 결과물이 나와야 한다고 약간 착각하는 것 같아요... pre-URP를 운영할 때는 학생들한테 결과 중심이 아니라 과정에서 무엇을 경험했는지를 좀 알아보면 어떨까 하는 생각을 해봤어요.(A2)”

“결과 보고서에 차라리 처음에 내가 계획 대비 안 된 거를 한번 고찰해 보라던지, 발표도 잘 된 결과물만 발표하지 말고 잘 수행되지 않은 내용을 고찰해보는 내용을 발표하게 하면 애들한테 더 도움이 되지 않을까 하는 생각이예요.(A1)”

B3 조교도 학생들이 실패를 통해 아이디어를 발전시켜 나갈 기회를 더 제공해야 한다고 언급하며, 연구 성과만을 목표로 삼기보다는, 연구 과정에서 발생하는 다양한 실패와 도전을 통한 학습 기회를 더 중시해야 한다는 의견을 제시했다.

“보고서 등이 정해진 양식 없이 학생들이 자율적으로 본인이 체험했던 내용을 좀 더 발전시켜서 아이디어가 있으면 제시를 하고 그걸로 평가와 시상을 하면 진짜 하고 싶은 애들은 낼 거고...(B3)”

이러한 과정 중심의 프로그램 운영은 앞서 언급한 Dewey(1938)의 경험 학습 이론과도 깊이 연관되어 있다. Dewey는 학습자가 실패와 도전을 통해 새로운 문제 해결 능력을 키우는

과정을 매우 중요하게 여겼다. 따라서 pre-URP 프로그램은 학생들이 단순히 결과물에 매몰되지 않고, 연구 과정에서 발생하는 도전과 실패를 학습의 중요한 요소로 받아들이도록 장려해야 한다. 이는 학생들이 연구에서 겪는 다양한 경험을 통해 창의적 사고와 문제 해결 능력을 발전시키는 데 중요한 역할을 할 것이다.

### 라. 다양한 강사의 성공 사례에 대한 비전 강의 필요

연구 과정에서의 몰입도를 높이기 위한 또 다른 중요한 요소는 다양한 성공 사례에 대한 비전 강의의 제공이다. 참여자들은 학생들에게 연구뿐만 아니라 미래의 과학기술자로서 가질 수 있는 비전과 동기부여를 제공하는 것이 중요하다고 강조했다. 이는 연구 활동 자체만으로는 학생들의 동기부여가 충분하지 않을 수 있기 때문에, 성공한 선배들의 경험을 통해 학생들이 더 큰 꿈을 꾸고 자신의 미래를 구체적으로 설계할 수 있도록 돕는 역할을 할 수 있다.

B1 조교는 어린 학생들에게는 동기부여가 중요하며, 연구 역량을 키우는 것보다 꿈을 심어주는 것이 더 필요하다고 언급하며, 학생들에게 성공한 선배들의 강연이 큰 도움이 될 수 있음을 강조했다. A2 교수도 카이스트 선배나 성공한 인물들이 와서 비전 강의를 해주는 것이 학생들에게 큰 동기부여가 된다고, 성공적인 과학기술 인재들의 경험을 공유하는 강의가 학생들의 학습 동기를 높이는 데 중요한 역할을 할 수 있음을 시사했다.

“과학기술특성화대학에 진학하게 하려면 어린 학생들이기 때문에 동기부여나 마음의 변화가 더 중요한데, 이 학생들을 이끌고 싶으면 ‘연구역량을 키운다’가 아니라 학생들의 꿈을 만들어줘야...(B1)”  
 “프로그램 진행 중에 특강을 할 때 카이스트 졸업 선배 중에 성공하신 분이 와서 하는 강의나 학생들에게 비전을 제시할 수 있는 강의 같은 거...(A2)”

예로 언급된 비전 강의는 학생들이 연구에서 겪는 어려움을 이겨내고, 장기적인 목표를 설정하는 데 중요한 자극을 제공할 수 있다. 특히 연구 과정에서의 도전과 실패를 극복한 성공적인 사례를 통해 학생들은 자신의 연구 경험을 더 큰 맥락에서 해석하고, 미래의 과학기술자로서의 목표를 구체화할 수 있을 것이다. 이는 연구 성과에만 집중하지 않고, 연구가 자신의 미래 진로에 어떤 의미를 가지는지를 명확히 이해하는 데 큰 도움이 될 수 있다.

## 3. pre-URP 교육 구성원의 역할 재정립 방안

### 가. 진로의 롤모델로서 지도 교수의 역할 재정립 필요

pre-URP 프로그램에서 지도 교수는 학생들에게 진로의 롤모델을 제공하는 역할로 더 적합하다는 의견이 있었다. 면담 결과에 따르면, 참여자들은 지도 교수가 자신의 경험을 바탕으로 학생들에게 동기부여를 제공하고, 부담스럽지 않은 소통의 시간을 제공하는 것이 중요하다고 강조했다. 학생들은 지도 교수를 통해 자신의 진로에 대한 비전을 설정하고, 이를 구체화할 수 있는 롤모델로서 교수의 역할을 기대하고 있다.

B3 조교는 특강을 통해 교수가 자신이 어떻게 고등학교 때 전공계를 선택했는지, 그리고

지금의 성과를 이루게 되었는지 이야기하는 것이 매우 매력적일 수 있다고 언급하며, 지도 교수가 자신의 경험을 바탕으로 학생들에게 진로에 대한 방향성을 제시하는 것이 중요하다고 강조했다. 이는 단순히 학문적 성취에 그치지 않고, 과학기술자로서의 삶을 학생들에게 구체적으로 보여줄 수 있는 기회로 작용할 수 있다. A2 교수도 교수들은 자신만의 인생관과 바람직한 가치관을 학생들에게 전해줄 수 있는 시간이 필요하며, 교수의 역할이 연구 지도를 넘어 인생의 방향성을 제시하는 지도자로서의 역할로 확장될 필요가 있음을 언급했다.

“프로그램 참여하는 지도 교수를 활용하여 전체 학생들에 대한 특강을 1시간 정도 하면서 본인이 이공계 분야를 선택 하게 된 과정과 교수가 되는 과정에 대한 이야기를 하는게 참여 학생들에게 상당히 좀 매력적으로 다가갈 수 있지 않나… (중략) 강의실에 모여서 좀 편한 분위기에서… (중략) 진짜 연구에 관심이 있고 고민을 하는 학생들한테는 결국 롤모델을 만들어주는 역할이 필요할 것 같아요.(B3)”  
 “여기 어느 과 누구든지 교수를 직업으로 갖고 연구를 하면서 본인 나름대로의 인생관, 사상처럼 바람직하게 생각하는 가치관등이 있을 거잖아요. 이런걸 전달할 시간이 필요한 것 같아요.(A2)”

또한, 참여자들은 학생들이 지도 교수와 더 가까워질 수 있는 자연스러운 소통의 기회가 필요하다고 지적했다. B1 조교는 교수님과의 미팅이나 대화는 학생들에게 부담이 될 수 있으므로, 식사 자리나 비공식적인 자리에서의 자연스러운 소통이 더 좋을 수 있다고 언급했다. 이는 지도 교수와 학생 간의 관계를 형성하는 데 있어서의 거리감을 줄이고, 더 편안한 환경에서 소통할 수 있는 기회를 제공해야 한다는 의미다. B3 조교도 교수와의 미팅에서 학생들이 부담을 느끼지 않도록, 가벼운 대화나 식사 자리가 유용할 수 있다고 덧붙이며, 학생들이 더 자유롭게 질문하고 의견을 나눌 수 있는 환경이 중요하다는 점을 강조했다.

“교수님이 계시는 오피스에 들어가는 것 자체가 조교와 학생들 모두 부담이기 때문에 편안한 분위기의 식사 자리 등을 통해서 조금 대화를 나누거나 하는 게 좀 더 좋을 것 같아요.(B1).”  
 “학생들 중에는 교수님들에 대해서 궁금해하는 애들도 있을 거니까 한 10~20분 정도만 미팅을 하는 게 좋더라구요. 그런데 이외에 교수님이 학생들에게 지도를 더 해주셨을 때는 나중에 참여 학생들에게 물어보니까 다 물어있더라구요.(B3)”

A1 교수도 교수들의 역할을 학생들이 교수들을 어떤 면에서 롤모델로 삼을지를 고민해야 하며, 다양한 형태의 대화의 장을 통해 학생들이 교수들의 성과와 사회적으로 기여하는 지를 알 수 있게 해야 함을 언급하고 있다.

“신입생, 대학원생이 들어와도 조심히 얘기하게 되잖아요. 그런데 고등학생들이 어떻게 교수에게 직접 얘기하기가 매매하지… (중략) 그러니까 식사를 하긴 차를 같이 하던, 교수들이 어떤 일들을 하는지, 어떻게 이 학생들이 교수들을 롤모델로 삼을지 고민하고, 또 개인적으로 얘기하고 그럴 기회가 꼭 가져야할 것 같고, 지도 교수들은 오히려 그런 역할을 더 많이 해야 된다고 생각합니다.(A1)”

이와 같은 의견들은 지도 교수들이 참여학생들의 진로 멘토로서의 역할을 요구함을 시사한다. 지도 교수는 학생들에게 자신의 삶의 경험을 공유하며 학생들이 진로에 대한 비전을 구체화하고, 과학기술자로서의 미래를 그릴 수 있도록 돕는 역할을 수행해야 한다. 이를 위해 비공식적인 소통의 시간과 부담 없는 대화의 기회를 제공하는 것이 중요하며, 학생들이 교수와의 관계를 통해 자신감을 얻고, 연구와 진로에 대한 방향성을 설정할 수 있는 환경을 마련할 필요가 있다.

#### 나. 실질적인 연구안내자로서 지도 조교의 역할 재정립 필요

pre-URP 프로그램에서 지도 조교의 역할은 실질적인 연구 지도를 담당하는 데 있어 매우 중요한 요소로 작용한다. 면담에 참여한 교수들과 조교들은 교수보다 조교가 학생들과 더 가까운 위치에서 연구 과정을 직접 이끌어주는 것이 효과적일 수 있다는 의견을 제시했다. 이는 학생들이 교수보다 조교와의 상호작용을 통해 더 많은 도움을 받을 수 있으며, 조교가 실질적인 연구 안내자로서의 역할을 수행하는 것이 적합하다는 인식을 반영하고 있다.

B2 조교는 교수들은 직접적인 연구 실무를 하지 않기 때문에, 구체적인 연구 과정은 조교가 더 잘 안다고 언급하며, 실무적인 연구 안내는 조교가 더 효과적으로 담당할 수 있음을 강조했다. 이는 교수와 조교 간의 역할 분담을 통해 조교가 학생들에게 더 실질적인 연구 지도를 제공할 수 있는 역할을 수행해야 한다는 의미다.

“직접 실무를 하는 건 저희(조교)니까 교수님이 학생들이 생활하는 연구실에 직접 들어가시는 것도 아니고 구체적인 프로세스는 저희가 잘 알기 때문에 저희가 하는 게 맞는데...(B2)”

A1 교수도 조교가 학생들에게 지식이나 실무 역량을 전달하는 것이 더 적합하다고 언급하며, 조교가 연구 과정에서의 핵심적인 안내자 역할을 해야 한다는 점을 강조했다.

“지도 조교들이 오히려 지식이나 이런 실질적인 역량이나 이런 스킬들을 전달하는 거는 지도 조교들이 하는 게 맞아요.(A1)”

이러한 의견들은 조교가 학생들에게 실질적인 연구 지도를 제공하는 데 있어 중요한 역할을 한다는 점을 시사한다. 교수는 전반적인 연구 방향 설정이나 진로에 대한 멘토 역할을 수행하는 반면, 조교는 학생들이 연구 과정에서 마주하는 구체적인 문제를 해결하고, 실무적인 역량을 키울 수 있도록 도와주는 역할을 수행해야 한다. 이는 학생들이 연구 과정에서 더 능동적으로 참여하고, 연구에 대한 자신감을 가질 수 있도록 돕는 역할로서 조교의 중요성을 부각시킨다.

#### 다. 상호 친밀감을 형성할 수 있는 지도 조교의 역할 요구

지도 조교는 단순히 연구 지도를 넘어, 학생들과의 친밀감을 형성하고 소통을 촉진하는 역



할을 수행해야 한다는 의견도 제시되었다. 참여자들은 조교가 연구 과정에서 학생들과의 상호작용을 통해 더 많은 소통의 기회를 제공함으로써, 학생들의 참여도를 높이고 연구에 대한 흥미를 유발할 수 있다는 점을 강조했다.

B1 조교는 학생들이 연구 과정에서 구체적인 질문을 미리 준비할 수 있도록, 구글 폼 등을 이용해 질문을 받고 소통하는 것이 가장 효율적일 것이라고 언급하며, 조교가 학생들과의 소통을 촉진할 수 있는 다양한 방법을 모색해야 한다는 의견을 제시했다. B3 조교도 채팅이나 온라인 상호작용을 유도하는 방법이 좋다고 덧붙였다. 이는 학생들과 조교 간의 소통이 원활할수록 학생들의 연구 참여도와 성과가 높아질 수 있다는 점을 시사한다.

“학생들에게 미리 온라인 설문등을 통해서 물어보고 싶은거 자율적으로 물어보는 게 가장 효율적이고 학생 참여율도 제일 높을 것 같아요.(B1)”

“학생들 앞에서 얘기할 때 애들이 손을 들고 안 물어보니까 채팅으로 남기라고 하면 제가 체크하고 학생들이 관심이 많을 만한 주제에 대해 이야기 해주고 해요.(B3).”

지도 조교가 학생들과 친밀한 관계를 형성하고 소통을 원활하게 할 수 있는 역할을 수행한다면 이는 학생들이 연구 과정에서 더 많은 질문을 하고, 연구에 대한 흥미를 잃지 않도록 동기를 부여할 수 있는 중요한 요소로 작용한다. 조교와 학생 간의 친밀한 관계 형성은 학생들이 연구 과정에서 더 능동적이고 자신감 있게 참여할 수 있도록 도우며, 연구 성과의 질적 향상에 기여할 수 있다.

## 라. 자기주도적 학습을 촉진하는 멘토로서의 지도조교 역할의 재정립 필요

pre-URP 프로그램에서 학생들이 자기주도적으로 연구할 수 있는 환경을 제공하는 것도 지도 조교의 중요한 역할로 제시되었다. 면담에 참여한 조교들은 학생들이 자신의 질문을 통해 스스로 연구 과정을 탐구하고, 연구에 대한 흥미를 느낄 수 있는 교육 환경을 마련하는 것이 필요하다고 언급했다.

B3 조교는 학생들에게 바로 답을 제공하기보다는, 질문을 통해 스스로 답을 찾아가는 과정을 경험하게 하는 것이 중요하다고 언급하며, 학생들이 연구에 대해 더 깊이 탐구하고 흥미를 느끼도록 유도하는 방식을 제안했다. 이는 학생들이 단순히 연구 내용을 전달받는 것이 아니라, 스스로 질문하고 탐구하는 과정을 통해 자기주도적인 학습 경험을 가질 수 있도록 돕는 역할을 강조한 것이다.

“저는 바로 답을 알려주는 게 아니라 질문을 하거든요. 이거 어떨 것 같냐 아니면 그러면 이런 건 어떨 것 같냐라고 물어봤을 때 학생들이 좀 눈이 번쩍이는 애들이 있다고 해야 되나? 그러니까 진짜 연구가 재미있고 이런 경험을 살리고 싶어 하는 애들은 자기가 그쪽 관련해서 더 연구를 찾아보고.. 그런 것 자체가 저는 연구의 시작이라고 생각하거든요. 그런 걸 보면서 이 과정이 자기주도적 학습이 경험이 되긴 하겠구나...(B3)”

B2 조교도 발표 자료를 만들 때 학생들이 스스로 자료를 구성하고 이해하는 과정이 자기주도적인 학습에 매우 유익할 수 있다고 언급하며, 학생들이 연구 과정에서 더 많은 책임감을 가지고 참여할 수 있도록 돕는 환경을 제공해야 한다고 주장했다.

“발표 자료 만들 때 아예 지도를 안 했어요. 왜냐하면 연구 과정을 다 알더라도 발표 자료를 만들려면 각 과정이 무슨 의미인지를 알아야 구성을 하고 발표를 진행할 수 있다고 생각을 하는데, 그런 부분에서 학생들이 생각보다 알아서 잘 자료를 찾아서 이해하고 발표 자료를 구성하는 것 같더라고요. 이 과정이 참여학생들이 자기주도적으로 행동을 하면서 연구 주제 이해에 많이 도움이 될 것 같아요.(B2)”

이러한 의견들은 학생들이 연구 과정에서 더 많은 자율성을 가지며, 연구에 대한 자신만의 사고를 발전시킬 수 있는 환경을 제공하는 것이 중요하다는 점을 시사한다. 이는 조교가 학생들에게 단순한 지식 전달자가 아닌, 연구 과정에서의 동반자로서 학생들의 자기주도적 학습을 촉진할 수 있는 역할을 수행해야 한다는 의미다. 학생들이 연구 과정에서 스스로 질문하고 답을 찾으며, 연구의 의미를 탐구할 수 있는 환경을 제공하는 것은 연구에 대한 장기적인 흥미와 성과로 이어질 수 있다.

#### 4. pre-URP 교육성과의 재정립

##### 가. 실패하더라도 두려움 없이 도전하는 과정으로서의 성과

pre-URP 프로그램에서 가장 중요한 성과로 평가되는 것은 학생들이 연구 과정에서 실패를 경험하더라도, 도전적으로 탐구할 수 있는 태도를 기르는 것이다. 면담에 참여한 지도자들은 연구의 성과를 단순한 평가나 완벽한 결과물로 측정하기보다는, 학생들이 연구자로서 성장하는 과정에서 보여주는 도전 정신, 연구 주제 선정 능력, 연구에 대한 호기심 등을 성과로 삼아야 한다고 강조했다.

A2 교수는 모든 연구는 처음 시작할 때 실패할 가능성을 고려해야 하며, 무모한 도전을 해보는 것이 중요하다고 언급하며, 이는 학생들이 결과를 두려워하지 않고, 과학적 탐구 과정에서 실패를 자연스럽게 받아들이며 더 큰 의미를 발견하는 태도를 길러야 한다는 점을 시사한다. A1 교수도 호기심을 기반으로 성적이거나 평가에 얽매이지 않고 과학기술을 탐구할 수 있다는 것 자체가 의미가 크다고 덧붙이며, 연구에 대한 동기부여와 열정이 성과의 핵심이 되어야 한다고 강조했다. B2 조교도 가장 실패할 것 같지만, 가장 의미 있는 아이디어를 내는 것이 더 중요하다고 말하며, 학생들이 위험을 감수하고 도전하는 연구 과정을 성과로 삼아야 한다고 덧붙였다.

“저는 프로그램 마지막의 평가가 문제인 것 같아요. 처음에 시작은 실패해도 좋으니까는 뭔가 하려면간에 또 무모한 도전을 해보고...(A2)”

“두려움 없이 호기심을 갖고 시도를 해보는 것도 너무 좋은 거고, 우리가 이제 과학기술을 성적 잘 받으려고 연구를 하는 게 아니잖아요.(A1)”

“가장 어렵고 실패할 가능성이 높지만, 이걸(학생 희망 연구 주제) 하면 제일 의미가 클 것 같으면 아이디어 내보기 뭐 이런 식으로...(B1)”

“사실은 문제를 정의하는 게 훨씬 더 중요한 거고 어려운 건데 그런 건 스킵하고 과정 결과 하는 거에만 몰두했고...(B2)”

따라서 pre-URP 프로그램의 성과는 단순한 연구 결과물의 성공에 있지 않고, 학생들이 실패를 두려워하지 않고 연구자로서의 탐구 정신과 문제 해결 능력을 기르는 데 있다. 이러한 태도는 연구자의 핵심 역량으로 작용하며, 학생들이 안전한 연구 결과만을 지향하는 것이 아니라 도전적으로 연구에 임하여 연구를 발전시킬 수 있는 능력을 기르도록 돕는 데 중점을 두어야 한다.

#### 나. 과정 중심의 발표와 지속적인 질문을 통한 성찰로서의 성과

pre-URP 프로그램에서 발표와 성찰의 과정 또한 중요한 성과로 인식되어야 한다. 면담에 참여한 교수들은 학생들이 연구의 결과보다는 과정에서 배운 것을 발표하고, 질문을 통해 스스로 고찰하는 경험을 가져야 한다고 강조했다. 이는 연구가 단순한 지식 전달로 그치지 않고, 학생들이 지속적인 학습과 탐구의 동기를 유지할 수 있도록 돕는 과정으로서 성과를 측정해야 한다는 점을 시사한다.

A2 교수는 연구의 결과보고서에서 단순히 성공한 결과만 발표하는 것보다는, 실패한 과정을 고찰하고 발표하는 것이 학생들에게 더 큰 도움이 된다고 지적했다. 이는 연구에서 완벽한 결과물보다 실패한 과정을 어떻게 분석하고 재정립하는지가 중요하며, 이를 통해 학생들은 연구의 과정 자체를 성찰할 수 있는 기회를 얻게 된다는 것이다. A1 교수도 학생들이 발표할 때 교수는 계속 질문을 던져, 학생들이 스스로 다양한 가능성을 탐구하도록 돕는다고 덧붙였다. 이러한 질문과 성찰의 과정은 학생들이 자신의 연구를 더 깊이 이해하고, 연구의 방향성을 재정립하는 중요한 기회를 제공한다.

“지금의 프로그램은 훈련 과정이라서 결과 보고서에 처음 설계와 다르게 잘 안된 부분을 고찰한다든지, 발표도 잘 된 것 위주로 ‘최종 결과가 90% 나왔습니다.’ 이렇게 발표하지 말고 실패했던 과정을 자세하게 발표하면 참여 학생들에게 더 도움이 되지 않을까 하는 생각이예요.(A2)”

발표와 질문을 통해 학생들은 자신의 연구 과정에서 무엇을 배웠는지에 대해 더 깊이 성찰할 수 있다. A1 교수는 과학기술은 원래 호기심을 바탕으로 실패를 경험하면서 배우는 것이며, 이를 통해 더 많은 배움을 얻을 수 있다고 강조하며, 학생들이 연구 과정에서 호기심을 잃지 않고 지속적인 탐구를 이어나가야 한다고 지적했다. 이는 학생들이 단순한 연구 성과에 매몰되지 않고, 연구 과정에서의 학습과 성찰을 중요시하는 태도를 기르는 것이 중요하다는 점을 시사한다.

“나는 학생들이 발표하면 어떻게 하라고 얘기는 안 하고 계속 질문만 하거든요. 계속 가능성에 대한

질문을 하고 학생들은 다양한 가능성만 얘기를 하는데 그게 한 3~4년 걸려요. 예전에는 (나도 그렇게 배웠지만) 다 성공을 위한 방식으로만 연구를 했었죠. 그런데 그런 방식을 이제 전환해야 하고 학생들이 도 질문을 통해 확실히 달려져요.(A1)”

따라서 pre-URP 프로그램의 성과는 과정 중심의 발표와 질문을 통한 성찰의 기회에서 비롯되어야 한다. 학생들이 연구 과정에서의 어려움과 실패를 어떻게 분석하고, 이를 통해 무엇을 배웠는지를 성찰할 수 있는 환경을 제공하는 것이 중요하다. 이러한 성찰의 과정은 학생들이 지속적인 학습 동기를 유지하고, 연구자로서의 성장을 이끌어내는 중요한 요소로 작용한다.

### 다. 다양한 실험과 시행착오를 통한 체험적 학습으로서의 성과

pre-URP 프로그램의 성과는 또한 다양한 실험과 시행착오를 직접 체험하는 과정에서 얻을 수 있다. 면담에 참여한 지도자들은 학생들이 연구실에서 직접 실험하고 시행착오를 겪는 과정이 중요한 학습 경험이라고 강조했다. 이러한 체험적 학습은 학생들이 이론과 실제의 차이를 이해하고, 연구 과정을 더 깊이 탐구할 수 있는 기회를 제공한다.

B1 조교는 학생들은 다양한 실험을 통해 여러 시행착오를 겪었지만, 그런 부분을 재밌어 했고 의미 있었다고 느낀다는 것을 언급하며, 학생들이 연구실에서 직접적인 체험을 통해 배우는 과정이 중요하다는 점을 강조했다. 이는 학생들이 연구 과정에서 단순한 이론 학습을 넘어, 실험과 체험을 통해 더 많은 배움을 얻을 수 있는 기회를 제공받아야 한다는 것이다. A1 교수도 실험을 통해 실패해도 배우는 것이 많다고 덧붙이며, 연구에서 실패를 두려워하지 않고 다양한 시도를 해보는 과정이 중요하다는 점을 강조했다.

“어떤 선택을 했을 때 어떤 결과가 나올까를 굉장히 여러 번 실험을 하면서 다양한 시행착오를 거쳐서 힘들었는데, 오히려 그런 과정을 학생들이 재밌어했고 가장 크게 연구과정을 경험할 수 있었던 것 같아요. 실제로 이론과 다른 뭔가를 해봤다라는 게 학생들에게 큰 의미(경험)가 된 것 같아요.(B1)”  
“학생들은 실험이 실패하더라도 그러한 과정에서 배우는 것도 많아요. 결국 두려워하지 않고 다양한 시도를 해보는 과정에 집중하고 그 과정 자체가 성과로 인정받아야 할 것 같아요.(A1)”

또한, 학생들이 다양한 연구실과 인프라를 체험할 수 있는 기회를 제공하는 것이 필요하다. B3 조교는 한 연구실에만 국한되지 않고, 다양한 연구실에서의 실험을 경험할 수 있으면 좋겠다고 언급하며, 학생들이 다양한 환경에서 다양한 경험을 쌓을 수 있는 기회를 제공하는 것이 중요하다고 강조했다. 이는 학생들이 더 폭넓은 시각에서 연구를 이해하고, 자신의 연구에 대한 더 깊은 통찰을 얻을 수 있는 기회를 제공할 수 있다.

“참여 학생은 한 연구실밖에 안 가지만 참여 학생이 다 같이 모여 있는 이런 공간에서 여러 연구실에서의 어떤 인프라나 이런 것들을 했다는 거를 함께 보여주면 좋을 것 같아요. 왜냐하면 저는 pre-URP에 참여학생의 경험도 있지만, 다른 연구주제에서는 뭘 하는지 자세히 몰라요. 그리고 저도 제 랩에서 사용했던 그런 것들만 봤지 다른 데서는 어떤 좋은 인프라(연구시설)가 있는지 모르고 끝난 것 같아

요.(B3)”

따라서 pre-URP 프로그램의 성과는 다양한 실험과 시행착오를 통한 체험적 학습의 과정에서 비롯되어야 한다. 학생들이 연구실에서 실험을 통해 직접적인 체험을 하고, 이를 통해 이론과 실제의 차이를 이해하며 더 많은 배움을 얻을 수 있는 기회를 제공하는 것이 중요하다. 이러한 체험적 학습은 학생들이 연구자로서의 자신감을 키우고, 연구 과정에서의 성장을 이끌어내는 중요한 요소로 작용할 수 있다.

## 5. 논의

본 연구에서 도출된 개선 사항을 기반으로, pre-URP 프로그램의 효과적인 개선과 운영을 위해 실질적인 실행 방안을 제안한다. 이러한 방안은 과정 중심 평가 체계의 도입, 연구실 소개 및 매칭 효율화, 교수와 조교의 역할 재정립, 프로그램 평가의 객관성 강화, 그리고 정책적 지원의 다섯 가지 축으로 구성된다.

### 가. 과정 중심 평가 체계의 도입

과정 중심 교육의 구현을 위해 학생들이 연구 과정에서 겪은 도전과 실패를 평가에 반영하는 체계를 구축할 필요가 있다(문지영 외, 2018; 이민주, 2020; 이민주, 김희백, 2019). 이를 위해 첫째, 학생 개인 연구 저널 작성을 의무화하여, 연구 전 과정을 기록하고 성찰할 수 있는 기회를 제공한다. 둘째, 연구 성과 보고서에 실패 과정 및 도전 사례를 분석한 ‘실패 및 도전 보고서’를 포함하도록 하여, 연구 결과보다는 연구 과정의 학습과 성장을 강조한다. 셋째, 학생 간 피어 리뷰 시스템을 도입하여, 학생들이 서로의 연구 과정을 공유하고 피드백을 주고받으며 학습의 폭을 확장할 수 있는 환경을 조성한다. 넷째, 프로그램 종료 시 과정 중심의 발표회를 개최하여, 학생들이 성과뿐만 아니라 연구 과정에서의 경험과 배운 점을 발표하게 하고, 이를 평가에 반영하도록 한다.

### 나. 연구실 소개 강화 및 학생-연구실 매칭 효율화

학생들이 적합한 연구실을 선택하고 연구 주제에 대한 이해를 높일 수 있도록 연구실 소개를 체계적으로 강화해야 한다(신재화, 김성하, 2023; 정현철 외, 2012b). 이를 위해 첫째, 온라인 연구실 정보 플랫폼을 구축하여, 각 연구실의 연구 주제, 필요 기술, 연구 방식 등을 명확히 제시함으로써 학생들이 사전에 자신에게 맞는 연구실을 탐색할 수 있도록 한다. 둘째, 프로그램 시작 전에 연구실 소개 오리엔테이션을 실시하여 조교 또는 연구실 대표가 직접 연구실의 특징과 주제를 설명함으로써, 학생들의 이해를 돕고 연구 주제 선택의 효율성을 높인다.

### 다. 교수와 조교 역할의 구체적 재정립

학생 연구활동의 상황에서 이를 지도하는 교수와 조교는 프로그램 성공의 핵심적인 이해관계자로, 각각의 역할을 구체적으로 정립할 필요가 있다(이민주, 하희수, 2023; 이원진, 허난,

2014; 정현철, 류춘렬, 채유정, 2012; 최종근, 김찬중, 2022). 먼저 교수 역할의 관점에서 학생들에게 진로의 롤모델이 되는 역할을 강화한다. 프로그램 진행 중 교수의 비전 강연을 통해, 교수들이 자신의 연구 경험과 진로 설계 과정을 공유함으로써 학생들이 과학기술자로서의 비전을 구체화할 수 있도록 돕는다. 또한, 교수와 학생 간의 비공식적인 소통의 기회를 마련하여 학생들이 부담 없이 질문하고 의견을 나눌 수 있는 환경을 제공한다.

그리고 조교 역할의 관점에서 학생들에게 실질적인 연구 촉진자로서의 역할을 수행하도록 한다. 조교는 학생들이 스스로 연구의 흐름을 이해하고 질문을 통해 탐구할 수 있도록 질문 기반 학습을 유도하며, 연구 전 과정에서 자기주도적 학습 환경을 조성한다. 이를 위해 조교를 대상으로 한 멘토링 기술과 지도 역량 강화 프로그램을 제공하여, 조교들이 학생들의 연구를 효과적으로 지원할 수 있도록 돕는다.

#### 라. 프로그램 평가의 객관성 및 지속성 확보

프로그램의 효과성을 평가하기 위해 외부 전문가를 포함한 평가 위원회를 구성하여, 연구 과정과 성과를 객관적으로 검토하고 피드백을 제공해야 한다(문지영 외, 2018; 류춘렬 외, 2017). 또한, 장기적 데이터 축적 체계를 구축하여, 학생들의 프로그램 참여 후 진로 추적 데이터를 수집하고 이를 정책적 개선 자료로 활용할 수 있도록 한다. 이러한 데이터는 프로그램의 장기적 효과를 평가하고, 지속적인 개선 방안을 도출하는 데 기여할 것이다.

#### 마. 정책적 지원 방안

과정 중심 프로그램 운영을 위해 필요한 자원과 지원 체계를 마련하는 것이 중요하다(이민주, 김희백, 2019; 류춘렬 외, 2017). 이를 위해 첫째, 정부 차원의 예산 지원을 통해 추가 인력 배치, 플랫폼 구축, 조교 역량 강화 프로그램 등을 지원한다. 둘째, 과학기술특성화대학과 일반 고등학교 간의 협력 체계 강화를 통해 더 많은 학생들이 다양한 연구 경험을 할 수 있는 기회를 확대하고, 지역 간 격차를 해소한다.

이와 같은 실행 방안은 연구 결과를 현실적으로 적용함으로써 pre-URP 프로그램의 운영 효율성을 높이고, 학생들의 학습 경험을 극대화하며, 미래 과학기술 인재 양성의 기반을 강화할 수 있을 것이다. 이러한 구체적인 방안은 프로그램의 실행 가능성을 높이는 동시에 정책적 활용 가능성을 제고한다.

## V. 결론 및 제언

pre-URP(Pre-Undergraduate Research Participation)는 과학기술 분야의 인재를 양성하기 위해 설계된 프로그램으로, 학생들이 대학 수준의 연구 환경을 체험하고 연구 역량을 배양할 수 있도록 지원하는 중요한 교육적 플랫폼이다. 이 연구는 pre-URP 프로그램의 교육목표, 교육과정, 구성원 역할, 성과 등을 심층적으로 분석하고, 이를 통해 프로그램의 운영 전반에 대한 평가와 향후 개선 방향을 제시하기 위해 지도교수와 지도조교를 대상으로 심층 면담을 실시하

였다. 연구결과는 크게 네 가지 측면에서 요약할 수 있으며, 이로부터 도출된 결론은 프로그램의 교육적 효과를 한층 더 강화하는 방향으로 제시될 수 있다.

## 1. 교육 목표의 재정립

연구중심 교육프로그램에서 지향해야할 교육 목표는 단순히 연구 성과를 도출하는 데 그치는 것이 아니라, 학생들에게 연구 과정 자체를 체험하고 이를 통해 과학적 탐구 능력을 함양하도록 돕는 데 중점을 두어야 한다(이민주, 김희백, 2019). 이러한 관점에서 pre-URP의 교육 목표를 재정립 할 필요가 있다.

본 연구에서 면담에 참여한 지도교수와 조교들의 의견에 따르면, 고등학생들은 대학 수준의 연구를 독립적으로 수행하기에는 한계가 있다는 인식이 지배적이었다. 학생들의 배경지식이 충분하지 않으며, 한정된 연구 인프라로 인해 실질적인 연구 성과를 기대하기 어렵다는 것이다.

이러한 현실적인 제약을 고려할 때, pre-URP 프로그램의 목표는 연구 결과물보다는 연구 과정에서의 경험과 배움을 중시하는 과정 중심의 목표로 재정립되어야 한다. 특히 Kolb(1984)의 경험 학습 이론에 따르면, 학생들이 직접 연구 주제를 선택하고 연구를 진행하기보다는, 다양한 연구 경험을 쌓고 이를 반추하는 과정이 중요하다는 점에서, 학생들에게 실패를 통해 학습할 수 있는 기회를 제공하는 것이 중요하다. Dewey(1938)의 경험 학습 이론에서도 강조되듯이, 실패와 도전은 학습에서 중요한 요소이며, 학생들이 연구 과정에서 실패를 경험하고 이를 해결하려는 과정을 통해 성장할 수 있어야 한다.

따라서 pre-URP 프로그램의 목표는 학생들이 연구 결과에 얽매이지 않고, 도전과 실패를 두려워하지 않는 연구자 정신을 함양하는 데 중점을 두어야 한다. 학생들이 연구 과정에서 문제를 발견하고, 이를 해결하기 위해 다양한 시도를 하며, 그 과정에서 새로운 지식을 창출하는 경험을 통해 과학적 사고력과 문제 해결 능력을 기를 수 있도록 하는 것이 중요하다.

더 나아가, pre-URP 프로그램은 학생들이 더 큰 비전과 혁신적 도전을 위한 목표를 설정하도록 유도해야 한다. 면담에서 지도자들은 학생들에게 연구의 성과만을 강조하는 것이 아니라, 창업이나 기술 혁신을 통해 새로운 가치를 창출할 수 있는 비전을 심어주는 것이 중요하다고 강조했다. 이는 학생들이 단순히 연구에 그치지 않고, 미래의 과학기술 혁신가로서 성장할 수 있는 잠재력을 개발할 수 있도록 돕는 데 주안점을 두어야 한다는 것을 시사한다.

## 2. 교육과정의 개선방안

연구중심 교육프로그램의 교육과정 설계 시 중요한 것은 학생들이 연구과정에 적극적으로 참여하며, 실질적인 탐구 경험을 쌓을 수 있도록 하는 것이며, 이를 위해선 연구 주제 선정에서부터 실험설계, 결과 분석에 이르기까지 학생들의 자율성과 몰입을 장려하는 환경을 조성하는 것이 중요하다(정현철 외, 2012b). 이러한 관점에서 pre-URP 프로그램의 교육 과정 개선 방안은 교육 시간의 효율적 배분, 연구실 소개 강화, 과정 중심의 운영, 비전 강의라는 네 가지 주요 측면을 중심으로 이루어질 수 있다.

면담 결과에 따르면, 현재 사전 연구 기간이 지나치게 길어 실질적인 연구 수행에 집중할 시간이 부족하다는 문제가 제기되었다. 사전 연구 기간의 압축과 집중 연구 기간의 확대를 통해, 학생들이 더 많은 시간을 실질적인 연구 수행에 할애할 수 있도록 해야 한다.

특히, 사전 연구 기간 동안 지나치게 많은 배경지식을 습득하려는 시도보다는, 핵심적인 지식을 간결하게 전달하고, 실험 설계와 데이터 분석 등 실질적인 연구 활동에 집중할 수 있는 시간을 확보하는 것이 필요하다. 또한, 학생들의 학사 일정과 시험 기간을 고려한 연구 일정 조정이 필요하며, 집중 연구 기간 동안에는 학생들이 연구에 몰입할 수 있는 환경을 제공하는 것이 중요하다.

아울러, 연구 주제 선택 전에 연구실 소개를 강화하는 것이 필요하다. 면담에 참여한 조교들은 연구 주제 선택 전에 연구실과 연구 분야에 대한 충분한 정보를 제공하는 것이 학생들이 주제 선정에 자신감을 갖고, 연구에 더 깊이 몰입할 수 있게 도와준다고 강조했다. 특히 프레젠테이션 형식으로 연구실 소개를 제공하면, 학생들이 연구실의 특성과 연구 방향을 더 잘 이해하고, 자신의 관심 분야와 연구실의 적합성을 명확히 판단할 수 있을 것이다.

또한, 교육과정의 운영에서 결과 중심이 아닌 과정 중심의 운영을 강조하는 것이 중요하다. 학생들이 연구 과정에서 실패하는 경험을 통해 더 많은 것을 배울 수 있도록 장려하는 과정 중심의 프로그램 운영은, 학생들에게 실패를 두려워하지 않고 새로운 시도를 할 수 있는 용기를 북돋아 줄 수 있다. 이를 통해 학생들은 연구 성과에 얽매이지 않고, 연구 과정에서의 다양한 도전을 통해 창의적 문제 해결 능력을 기를 수 있을 것이며 미래의 과학기술자로서의 비전을 구체화하는 데 중요한 역할을 할 것이다.

### 3. 구성원 역할의 재정립

연구중심 교육프로그램에서 구성원의 역할은 프로그램의 성공적인 운영과 학생들의 학습 경험에 핵심적인 영향을 미친다. 특히, 프로그램을 이끌어가는 구성원들은 학생들에게 연구의 방향을 제시하고 연구 과정에서 발생하는 다양한 문제를 해결하는 데 중요한 역할을 한다(정현철, 류춘렬, 채유정, 2012). 이러한 관점에서 pre-URP 프로그램의 구성원인 지도교수와 조교의 역할을 재정립하는 것도 본 연구에서 도출된 중요한 결론 중 하나이다. 현재의 구성원 역할에서 지도 교수는 연구 안내자보다는 진로의 롤 모델로서 상담자의 역할이 중요하다. 또한 지도 조교는 연구 보조자보다는 연구 안내 및 촉진자(facilitator)로서 학생이 연구의 주제를 선정하는 사전 단계부터 집중단계 그리고 사후 단계인 발표에 이르기까지 학생과 소통하며 도제형 사사교육을 실현하는 것으로 나타났다.

구체적으로 지도 교수는 연구에 직접 참여하기 보다는 학생들에게 자신의 경험과 비전을 공유하며 학생들이 더 큰 목표를 설정할 수 있도록 돕는 것이 중요하는 것이다. 특히 비공식적인 소통의 기회를 제공하여 학생들이 교수와의 관계에서 부담을 느끼지 않고, 더 자유롭게 질문하고 소통할 수 있는 환경을 조성하는 것이 필요하다.

지도 조교는 보다 실질적인 연구 촉진자(facilitator)로 재정립되어야 한다. 면담 결과, 학생들은 교수보다 조교와의 상호작용에서 더 많은 실질적인 도움을 받는 것으로 나타났다. 조교



는 학생들과의 친밀감을 형성하고, 연구 과정에서 발생하는 구체적인 문제를 해결할 수 있도록 도와주는 역할을 수행해야 한다. 조교는 학생들이 스스로 수업에 수업의 흐름을 이해하고 스스로 질문을 통해 참여할 수 있도록 자기주도적으로 수업에 참여하고 교육 구성원 서로가 친밀감을 형성할 수 있는 교육 환경을 조성해야 한다. 구체적으로 조교는 학습자가 교육의 흐름을 알게 하고 온라인을 통해 질문을 하고 피드백을 남길 수 있도록 교육 환경을 조성하고 결과 발표 시 스스로 경험한 과정의 성찰을 통해 자료를 구성하여 발표할 수 있도록 하며, 답을 통한 이해보다는 학습자 스스로 생각하고 연구할 수 있는 질문을 제시하는 등 연구의 전 과정을 살피며 자기주도적 연구가 될 수 있도록 노력해야 한다.

#### 4. 교육 성과의 재정립

연구중심 교육프로그램에서 성과를 재정립하는 것은 학습자의 성장과 발전을 지원하는 데 있어 매우 중요하다. 특히, 연구 중심 교육과정에서는 학생들이 단순히 결과물을 산출하는 것을 넘어, 학습 과정에서 얻는 경험과 통찰이 핵심적인 의미를 지닌다(류춘렬 외, 2017). 이러한 관점에서 pre-URP 프로그램의 성과는 단순한 연구 결과물로 평가되어서는 안 된다.

면담에 참여한 지도자들은 성과 측정의 기준을 연구 과정에서의 성장과 학습으로 전환해야 한다고 강조했다. 특히 학생들이 연구 과정에서 새로운 주제를 선택하고 도전하는 과정, 실패를 경험하고 이를 해결하려는 노력, 그리고 연구 발표를 통해 스스로 성찰하는 과정이 중요한 성과로 평가되어야 한다.

특히, 연구 성과는 학생들이 연구 주제를 정의하고 문제를 해결하는 능력을 기르는 과정에서 비롯되며, 이는 연구의 결과보다는 과정에서의 학습 경험을 중시하는 평가 체계를 필요로 한다. 학생들이 연구 과정에서 실험과 시행착오를 겪고, 이를 통해 새로운 통찰을 얻을 수 있는 경험을 제공하는 것이 pre-URP 프로그램의 중요한 성과로 인식되어야 한다.

따라서, pre-URP 프로그램의 성과는 단순한 연구 결과물로 측정되는 것이 아니라, 학생들이 연구 과정에서 탐구 정신을 기르고, 문제 해결 능력을 함양하며, 자기주도적 학습을 통해 성장할 수 있도록 돕는 방향으로 재정립되어야 한다. 이를 통해 학생들은 과학기술자로서의 미래를 설계하고, 창의적이고 혁신적인 문제 해결 능력을 갖춘 인재로 성장할 수 있을 것이다.

본 연구는 pre-URP 프로그램의 교육목표, 교육과정, 구성원 역할, 성과 등을 심도 있게 분석하고, 이를 통해 프로그램의 운영 전반에 대한 개선 방안을 제시하였다. 연구 결과에 따르면, pre-URP 프로그램은 단순한 연구 성과보다는 과정 중심의 학습 경험을 중시해야 하며, 학생들이 실패를 두려워하지 않고 새로운 도전을 할 수 있는 환경을 제공하는 것이 중요하다. 또한, 지도교수와 조교의 역할을 명확히 재정립하여, 학생들이 연구 과정에서 진로의 비전과 자기주도적 학습 능력을 기를 수 있도록 돕는 것이 필요하다.

이를 통해 pre-URP 프로그램은 학생들이 연구를 통해 단순히 지식을 습득하는 데 그치지 않고, 과학기술자로서의 비전을 구체화하고 성장할 수 있는 중요한 교육적 기회를 제공할 수 있을 것이다. 미래의 과학기술 인재로서 학생들이 창의적이고 혁신적인 문제 해결 능력을 갖출 수 있도록 프로그램의 운영과 성과 평가가 지속적으로 개선되어야 한다.

이러한 시사점에도 불구하고 본 연구는 일반화에 한계점을 지니고 있다. 먼저 연구 참여자의 제한성과 질적 연구의 주관성에 있다. 연구는 일부 과학기술특성화대학 교수와 조교를 대상으로 진행되어, 프로그램에 참여한 다양한 이해 관계자의 의견을 충분히 반영하지 못했다. 또한, 질적 연구 방식으로 자료를 분석하면서 연구자의 해석에 따른 주관성이 개입될 가능성이 있다. 이러한 제한점으로 인해 연구 결과를 일반화하는 데 어려움이 있을 수 있다. 이에 후속 연구에서는 다양한 이해 관계자를 대상으로 한 보다 포괄적인 조사가 필요하다. 특히, 학생, 교사, 학부모 등의 의견을 포함한 설문조사나 심층 면담을 통해 더 다양한 관점을 반영하는 것이 바람직하다. 또한, 프로그램 성과를 객관적으로 평가하기 위해 질적 연구와 함께 양적 연구 방법을 병행하여 프로그램의 효과를 다각적으로 분석할 필요가 있다. 이를 통해 pre-URP 프로그램의 개선 방향을 보다 구체적으로 제시할 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- 곽혜정 (2020). 과학영재의 R&E 문제 구성과 과학 실천에 대한 연구. 박사학위논문. 한국교원대학교.
- 류춘렬, 박경진, 정현철 (2017). 과학영재 학생창의연구(R&E) 사업의 정책집행 분석. **영재교육연구**, 27(4), 691-715.
- 문공주, 문지여, 황요한, 김성원 (2017). STEAM R&E를 통한 고등학생의 창의적 인재 역량 변화. **한국과학교육학회지**, 37(5), 825-833.
- 문지영, 김성원, 김미영, 문공주, 손서진, 이지선, 정지현, 황요한 (2018). R&E 탐구 과정 검토를 위한 SECE 컨설팅 모형의 제안 및 적용. **학습자중심교과교육연구**, 18(2), 631-657.
- 손준호, 노자현, 조재형, 송진여, 정지현, 김종희 (2019). 중등과학영재 학생의 탐구 사고력 향상을 위한 R & E 프로그램의 개발과 효과. **대한지구과학교육학회지**, 12(1), 94-108.
- 신동선 (2024). 과학고 학생들의 R&E 연구활동반에 따른 화학 과목의 인식론적 신념과 화학 학습 성취도에 미치는 영향. **학습자중심교과교육연구**, 24(4), 913-923.
- 신동선, 김봉곤 (2020). 과학고등학교 학생들의 자기 주도적 화학 R&E 프로그램에 대한 인식. **학습자중심교과교육연구**, 20(22), 809-832.
- 신재화, 김성하 (2023). 과학영재의 생명과학 R&E 연구수행을 위한 사전탐구활동 프로그램의 개발 및 적용: 식물 분자생물학 실험을 활용하여. **과학영재교육**, 15(2), 291-303.
- 이명준, 심재호 (2023). 일반계 고등학교 영재학급의 STEAM R&E 활동에서 나타난 학생들의 자기 주도성의 발현 양상 분석. **생물교육**, 51(3), 436-449.
- 이민주 (2020). 학생의 행위주체적 탐구 실행을 위한 도전적 과제: 생명과학 영역에서의 학생 주도 R&E 사례를 중심으로. **생물교육**, 48(4), 504-520.
- 이민주, 김희백 (2019). 학생 주도의 R&E 활동에서 드러나는 연구 활동의 주요 단계 및 학생의 인식적 행위주체성. **한국과학교육학회지**, 39(4), 511-523.
- 이민주, 하희수 (2023). 전문가 사사 R&E에서 과학영재의 행위주체적 연구 참여를 지원하는 교수

- 적 특성: 교수자와 학생의 위치짓기를 중심으로. **한국과학교육학회지**, 43(4), 351-368.
- 이원진, 허난 (2014). R&E 프로그램을 통한 연구 공동체 내의 교사와 학생의 상호작용에 관한 연구. **교과교육연구**, 7(1), 83-111.
- 정현철, 류춘렬, 채유정 (2012). 과학고 및 영재고 Research and Education (R&E) 운영실태 분석 및 활성화 방안 제언: R&E 운영담당자 면담사례를 중심으로. **영재교육연구**, 22(2), 243-264.
- 정현철, 채유정, 류춘렬 (2012a). 과학고 및 영재고 Research and Education (R&E) 운영 현황 및 실태 분석. **영재교육연구**, 22(3), 597-617.
- 정현철, 채유정, 류춘렬 (2012b). 과학고 및 영재고 Research and Education (R&E) 수행과정 및 운영환경 분석: 지도자와 학생의 인식 차이를 중심으로. **한국과학교육학회지**, 32(7), 1139-1157.
- 최종근, 김찬중 (2022). R&E 프로그램의 운영 방식에 따른 과학영재학교 졸업생들의 인식 차이 연구. **학습자중심교과교육연구**, 22(8), 571-586.
- 최진수, 김영민, 이영주 (2019). 과학기술특성화대학(KAIST)을 중심으로 한 R&E 집중연구가 과학 고등학교 학생에게 미치는 영향. **한국과학교육학회지**, 39(6), 729-738.
- 최호성, 태진미 (2015). 과학고 R&E 프로그램의 참여 경험과 의미. **영재와 영재교육**, 14(3), 51-79.
- Casey, M. B., & Shore, B. M. (2000). Mentors' contributions to gifted adolescents' affective, social, and vocational development. *Roeper Review*, 22(4), 227-230.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York, NY: Macmillan.
- Ford, M. J., & Forman, E. A. (2006). Chapter 1: Redefining disciplinary learning in classroom contexts. *Review of research in education*, 30(1), 1-32.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Merton, R. K., Fiske, M., & Kendall, P. L. (1990). *The Focused Interview: A Manual of Problems and Procedures*. New York, NY: The Free Press.
- Pleiss, M. K., & Feldhusen, J. F. (1995). Mentors, role models, and heroes in the lives of gifted children. *Educational Psychologist*, 30(3), 159-169.

= Abstract =

## Innovative Strategies for the Operation of Pre-Undergraduate Research Participations (pre-URP) program for Gifted Science Students: Focusing on Case Studies of Faculty and Assistant Mentors

Minjung Baek

*KAIST Global Institute for Talented Education*

Chun-Ryol Ryu

*KAIST Global Institute for Talented Education*

Beomseok Kim

*KAIST Global Institute for Talented Education*

This study aims to analyze the current status of the Pre-Undergraduate Research Participation (pre-URP) for gifted science students and propose strategies for its future improvement. In-depth interviews were conducted with faculty members and assistant mentors involved in the pre-URP program to gather insights on its educational objectives, curriculum, the roles of participants, and program outcomes. The findings indicate that the program's educational objectives need to be redefined to emphasize the research process over tangible research outcomes. The curriculum should also be adjusted, with a reduction in the preliminary research phase and an extension of the intensive research period. Faculty members are encouraged to enhance their communication with students, serving as role models for aspiring researchers. At the same time, assistant mentors should focus on providing practical guidance to support students' self-directed learning. Lastly, program outcomes should be evaluated based on students' growth as researchers through their experiences with failure and challenges. This study provides practical recommendations for improving the pre-URP program and suggests that future research should evaluate the program's long-term effects.

**Key Words:** Field Research, R&E, pre-URP, Gifted Science Students, Gifted Education, Educational Innovation

1차 원고접수: 2024년 11월 01일
수정 원고접수: 2024년 12월 28일
최종 게재결정: 2024년 12월 29일

www.kci.go.kr