

과학고등학교 학생들이 R&E 참여 과정에서 드러내는 과학적 실행 및 인식 변화 -실행공동체 내에서의 합법적 주변 참여의 관점에서-

이민주, 김희백*
서울대학교

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

Minjoo Lee, Heui-Baik Kim*
Seoul National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 21 March 2016

Received in revised form

6 April 2016

4 May 2016

Accepted 5 May 2016

Keywords:

R&E, community of practice,
legitimate peripheral participation

ABSTRACT

Learning at the elbow of scientist is a well-known educational approach to improve students' understanding of science and scientific practice. This study, in the perspective of legitimate peripheral participation in a community of practice, explores how students' scientific practice and perception could be shifted through R&E program with the development of participation. Data from participant observation for 18 months and in-depth interviews were analyzed based on constant comparative method to extract common characteristics of students' participation and major shifts in their scientific practices and perceptions. Students' development of participation was categorized into three stages: legitimate, peripheral, and full participation. In the stage of peripheral participation, students perceived themselves as mere students and showed passive engagement. They just followed the directions of researchers and didn't know what they should be doing. But through continuous participation, students showed enhanced engagement like voluntary article reading, role assignments, and establishing norms in a community of practice with the reference of scientists'. In this stage of transitional participation, students also showed a deepened perception on everyday life of scientist and the community of scientist. And finally in the stage of full participation, students showed responsibility and ownership on research and continuous efforts to refine their research. They recognized themselves as beginning scientists. With these findings, this paper highlighted the dynamic processes of students' development of scientific practices and identity through R&E participation. It also suggests implications for research programs for education, especially for students who have already articulated a science-related career but still have only foggy notions about science.

1. 서론

과학자 바로 곁에서 겪게 되는 진정한 과학 연구의 경험은 학생에게 다양한 형태의 과학적 지식을 제공하며 과학적 실행에 대한 이해를 도울 수 있다는 점에서 세계적으로 확산되고 있는 추세다(Barab & Hay, 2001; Hsu *et al.*, 2010; Hunter *et al.*, 2007). 국내에서 실시되고 있는 R&E (Research and Education) 활동 또한 이와 같은 맥락에서의 교육적 시도 중 하나로 해석될 수 있다. '연구를 통한 교육', '교육을 통한 연구'라는 목표 하에 이루어지고 있는 R&E 활동(Jung *et al.*, 2012a; Kang *et al.*, 2009)은 주로 대학이나 연구소에 재직 중인 현장 과학자로부터의 사사교육에 기반한다는 특징을 가지며, 과학영재학교, 과학고등학교는 물론 일반계 고등학교에까지 확산되고 있는 추세로, 고등학교 1, 2학년들을 주 대상으로 운영되고 있다.

R&E와 같은 연구 중심의 교육 프로그램은 국내외를 막론하고 주로 학교라는 틀 내에서의 학생-교사 간 파트너십을 넘어서 학생-교사-

과학자간 파트너십을 형성한다는 것(Houseal *et al.*, 2014; Moss *et al.*, 1998)을 특징으로 한다. 아울러 현장에서 활동하고 있는 실제 과학자를 멘토로 하여 장기간에 걸친 연구를 수행(O'Neill & Polman, 2004; Bell *et al.*, 2003)한다는 공통점을 지닌다. 이와 같이 학교의 울타리를 넘어서 학생-교사-과학자 간 협력적 연구 프로그램에 대해, 과학교육 연구자들은 두 가지 측면을 집중 조명해 왔다. 그 첫 번째는 이와 같은 연구 프로그램을 경험한 학생의 변화에 대한 연구이며, 다른 하나는 이러한 경험이 현장 교사에게 가져다주는 변화에 대한 연구다. 이들 선행 연구에 따르자면, 연구활동 참여 경험을 통해 학생은 과학 내용 지식의 획득(Sadler *et al.*, 2010; Seymour *et al.*, 2004), 과학적 연구의 과정에 대한 이해(Donahue *et al.*, 1998; Houseal *et al.*, 2014; Hunter *et al.*, 2007), 과학적 흥미와 태도의 증진(Comeaux & Huber, 2001; Wormstead *et al.*, 2002) 등의 변화를 가져왔다고 보고되어 왔다. 현장 교사의 경우 과학 내용 지식과 더불어 탐구에 기반한 교수법에 대한 이해를 증진시키는 한편, 탐구 수업을 확대

* 교신저자 : 김희백 (hbkim56@snu.ac.kr)
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2016.36.3.0371>

적용시킨다는 측면에서 변화를 보였다는 연구가 있다(Wormstead *et al.*, 2002).

연구 중심의 교육 프로그램을 통한 학생의 변화를 조명한 연구 가운데는 미래의 과학자 양성이라는 측면에서의 프로그램 효용성을 분석한 것도 있다(Gazley *et al.*, 2014; Hunter *et al.*, 2007; Seymour *et al.*, 2004). 이와 같은 연구에서는 과학자와 함께 직접 장기간의 도제적 실습, 인턴십 등을 수행하는 과정에서 연구 참여자들이 드러내는 인식, 실행, 진로 결정의 변화 등에 보다 많은 관심을 보인다. Hunter *et al.* (2007)은 여름 방학 동안 도제적 과학 연구 프로그램 참여를 통해 대학생들이 ‘과학자 되기’와 관련하여 무엇을 얻을 수 있었는지 연구하는 과정에서, 학생과 교수진의 인식을 비교하여 분석한 바 있다. 연구 결과 교수진과 참여 학생들은 공통적으로 실험적 기술, 과학자처럼 일하고 생각하기, 과학 및 연구에 대한 자신감 증진, 진로 준비 효과 등을 얻을 수 있었다고 보고하였으며, 이와 같은 발달 항목의 종류나 속성, 학습자의 성장에 대한 기여 정도 등에 대해서는 교수진과 학생의 인식 사이에 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 한 가지 흥미로운 것은 교수진은 학생들이 연구 경험을 통해 ‘과학이라는 세계로의 사회화’에 이를 것이라 인식한 반면, 학생의 경우 이와 같은 사회화에 대한 인식은 거의 드러내지 않았다는 점이다. 학생들은 연구경험을 통해 얻은 것들을 과학문화 혹은 과학자 사회와 관련지어 생각하기보다는 단지 개인적, 지적 성장 증진이라는 관점으로만 해석하는 것으로 조사되었다. 6개월 여에 걸친 과학 인턴십 경험을 통한 고등학생의 과학적 실행을 활동 이론의 관점에서 분석한 Hsu *et al.* (2010)의 연구에서도 유사한 보고가 있었다. 이들은 고등학생들이 실험실에서의 과학적 실행을 어떻게 인식하고 있는지를 분석하였는데, 학생들은 인턴십에서의 과학적 실행을 공동체 내의 협력이라는 측면보다는 개인적 실행 혹은 성취라는 측면에서 인식하는 것으로 드러났다. 이와 같은 연구 결과는 학생들이 과학자 바로 옆에서의 진정한 연구를 경험하고서도 여전히 자신의 과학적 실행을 개인적 차원에서 이해하는데 머물고 있으며, 실험실 공동체나 협력적 수행 등과 관련된 보다 사회적인 차원으로의 이행에는 어려움을 겪고 있음을 나타내는 것이다. 이는 학생을 단순히 진정한 과학의 맥락에 처하게 하는 것을 넘어서, 이들이 과학적 실행의 보이지 않는 측면, 즉 과학 공동체 내에서의 소통과 협력, 진정한 과학 문화로의 입문 등을 이해하고 받아들일도록 보다 정교한 교육적 발판을 제공하여 과학의 본성에 대한 이해를 증진시킬 필요성을 제기한다.

한편, R&E 활동에 대한 국내에서의 연구는 주로 과학고등학교나 과학영재학교의 R&E 활동을 대상으로 학생의 인식, 프로그램의 효과 등에 대한 탐색 등을 중심으로 이루어졌다. R&E 활동에 대한 과학영재의 인식을 알기 위한 Kang *et al.* (2009)의 연구에서는 270여명의 과학 영재학생을 대상으로 R&E의 목적, 주제 선정 과정, 장단점 등에 대한 설문조사와 인터뷰가 수행되었는데, 연구 결과 학생들은 R&E 활동이 예비 과학자로서의 자질 함양이나 연구 기회 제공, 탐구 수행 능력 신장에는 도움이 되지만, 연구 내용이 어렵고 연구에 소비되는 시간이 많으며 타율적 참여의 측면도 있다는 인식을 드러냈다. 이들은 또한 R&E 활동 과정에서 멘토의 역할이 학생의 참여 정도 및 과학자에 대한 인식에 큰 영향을 미칠 수 있음을 밝히기도 하였다. Kim & Sim (2008) 또한 R&E 프로그램 효과에 대한 과학 영재들의 인식을 조사한 바 있다. KAIST 신입생 182명을 대상으로 한 설문

서 학생들은 R&E 프로그램의 효과를 동료와의 협력, 전문 과학기술 습득, 과학자의 생활과 자세에 대한 이해, 과학에 대한 흥미의 순으로 보고하였다. 이 연구의 흥미로운 점은 과학영재 학생들이 R&E의 효과로 전문 과학기술의 습득이나 과학자에 대한 이해보다도 동료와의 협력을 먼저 언급하였다는 점이다. 한편 Jung *et al.* (2012a)은 R&E 활동의 수행과정 및 운영환경을 지도자와 학생의 인식 차이라는 측면에서 분석한 바 있으며, R&E 운영 담당자와의 면담 사례를 중심(Jung *et al.*, 2012b)으로 R&E의 활성화 방안을 제안하였다. 이들의 연구에서 지도 교수 및 지도 교사를 포함한 지도자와 학생들은 무엇보다도 주제 선정 단계에서의 교과 내용 관련성이나 친숙도에 있어서 인식을 달리하는 것으로 드러났다. 또한 주제 관련 지식 습득 단계에서 학생들은 기본 지식을 충분히 습득하지 못했다고 생각하는 반면, 지도자는 충분히 지도하였다고 인식하였으며, 연구 설계 및 문제 해결 과정에서 학생들은 주도적인 연구 설계와 수행 검증 기회가 부족하다고 인식한 반면, 지도자들은 충분히 제공하고 점검했다고 인식하는 등의 차이가 보고되었다.

이와 같이 R&E와 같은 연구 중심의 교육 프로그램에 대해서는 국내외를 막론하고 적지 않은 관심과 함께 다각적인 연구가 이루어져 왔다. 그러나 많은 선행연구가 설문조사에 기반한 양적 연구에 치중하고 있으며, 질적 연구가 병행된 경우라 할지라도 프로그램의 효과나 참여자 개인의 성취 변화에 그 초점을 맞춘 사례가 대부분이라는 점은 아쉬움으로 지적될 수 있다. R&E 라는 장기간의 프로그램 참여를 통해 학습자가 변화, 발전해 가는 역동적인 과정을 이해하고 프로그램 운영을 정교화하기 위해서는 실질적으로 연구가 수행되는 R&E 팀 내에서의 학습자의 실행이나 인식 변화를 장기간의 참여관찰을 통해 질적으로 연구, 분석하는 것이 보다 도움이 될 수 있을 것이다.

이와 같은 맥락에서 본 연구에서는 학습에 대한 ‘참여(participation)’의 관점을 지지하며(Lave & Wenger, 1991; Sfard, 1998; Wenger, 1998), R&E 팀이라고 하는 실행 공동체(community of practice) 내에서의 합법적 주변 참여(legitimate peripheral participation)라는 관점에서 학습자의 과학적 실행과 인식 변화를 조명하고자 하였다. 실행 공동체란 Lave & Wenger(1991)의 저서인 「상황학습: 합법적 주변참여」에서 처음 사용된 용어로 ‘동일한 관심사와 특정 문제 또는 주제에 대한 열정을 공유하면서 지속적으로 상호 작용하는 과정을 통해 그 분야에 대한 지식 및 전문성을 키워가는 사람들의 집단’으로 정의된다(Wenger *et al.*, 2002). 또 실행(practice)이란 구성원들 간의 지적 교류와 정서적 유대를 통해 경험해 가는 학습의 과정을 의미한다(Wenger, 1998). ‘practice’라는 용어는 사전적 의미로는 ‘실천, 실행’ 등으로 해석될 수 있으며 국립국어원의 정의에 따르면 실천은 ‘생각한 바를 실제로 행함’, 실행은 ‘약속, 계획 등을 실제로 행함’이라는 의미로 사용된다. 국내의 여러 문헌들에서는 실천과 실행을 혼용하고 있으나 본 연구에서는 공동체의 구성원들이 연구 활동이라는 공동의 목표를 향해 드러내는 학습의 과정을 조명하면서, 실천보다는 실행이라는 용어를 사용하였을 때 보다 그 의미의 전달이 가깝다고 판단되어 실행이라는 용어를 사용하고자 한다. 따라서 본 연구에서의 실행에는 R&E 활동 과정에서 이루어지는 구성원들의 의미 있는 학습 활동 즉, 실험, 논의, 설명, 문헌 연구, 보고서 작성, 발표 등의 다양한 활동이 포함된다.

오랫동안 학습에 대한 지배적 관점은 특정한 지식의 획득이라는

개념이었다. 그러나 사회적 구성주의와 맥락을 같이하는 사회문화적 관점에서는 학습을 공동체 내에서의 사회, 문화적 활동에 대한 지속적 참여로 보는 관점을 제시한다(Oh, 2006; Sfard, 1998; Wenger, 1998). 전통적으로 강조되어 온 학습에 대한 지식 획득의 관점에서 개인의 인지, 개념 발달에 집중한다면, 학습에 대한 참여의 관점에서는 함께 하기, 연대, 결속, 협력의 의미를 중요시하며(Sfard, 1998), 참여를 통해 학습자가 공동체의 성장에 기여한다면, 공동체는 학습자의 정체성 발달을 돕는다고 본다(Oh, 2006). 참여 관점에서의 학습이란 학습자들이 특정 공동체의 참여자로서 성장하면서 정체성을 형성해 나가는 것을 의미하며(Wenger, 1998), 특히 합법적 주변 참여란 초심자가 실행 공동체에 참여하여, 주변적 참여에서 출발하여 궁극적으로는 전문 역량을 갖춘 중심 영역으로 이동해 나가며 완전한 참여자로 이행해 가는 과정을 의미한다(Lave & Wenger, 1991). Lave와 Wenger(1991)는 공동체 구성원의 형태, 참여 정도, 구조의 정도를 합법적인(legitimate) 대 비합법적인(illegitimate), 주변적(peripheral) 대 중심적(central), 참여(participation) 대 비참여(nonparticipation)로 대비시키며 ‘합법적 주변 참여’라는 용어를 제시하였다. 즉 합법적 주변 참여는 한 개인이 실행 공동체의 새로운 참여자로서 참여를 ‘정당하게 인정(합법성)’ 받았지만, 공동체 진입의 초기에는 공동체의 중심으로 인정받지 못하고 ‘주변부’적 역할로만 참여하게 되는 것을 의미한다. Lave & Wenger의 제언에 따르면 상황학습은 하나의 학습 이론이기보다는 초심자가 하나의 공동체 속에서 합법적 주변 참여를 통해 어떻게 실행 공동체의 한 부분으로 되어 가는지를 이해하기 위한 분석적 렌즈라고 볼 수 있다. 합법적 주변 참여 관점에서의 주변적 참여자들은 공동체의 오래된 구성원들이 주로 쓰던 언어, 가치, 규범, 흥미 등 모든 것에 대해 낯설고 익숙하지 않으며 정서적으로 편하지 않을 수 있다. 이에 비하여 완전한 참여자들은 그들이 속해 있는 공동체에 매우 익숙하며, 안정적인 심리상태를 유지하고, 그 공동체에 주어진 문제 상황에서, 문제가 무엇인지를 인식하고 적합한 의사 결정이나 문제해결 능력을 발휘하게 된다.

본 연구에서 수행된 R&E 활동은 과학고등학교의 학생과 교사, 현장의 과학자가 함께 구성된 R&E 공동체 내에서, 장기간에 걸친 협력과 수행을 통해 공동의 산출물을 만들어 나가는 일종의 프로젝트 연구이다. 과학적 탐구능력 향상 및 문제해결 능력 증진은 물론 과학자와의 친밀하고 지속적인 만남을 통한 예비과학자로서의 연구 태도 및 품성, 자질 향상(Jung et al., 2012b) 등 과학자 공동체로서의 사회화가 주요 목적으로 강조되고 있다. Lave와 Wenger(1991)가 제안한 실행공동체에서의 완전한 참여는 한정된 지식이나 실천의 습득을 의미하는 완벽한 참여 혹은 물리적, 정치적 중심이라는 위치에 도달하는 중심적 참여와는 구분된다. 오히려 이는 해당 공동체와 관련된 다양한 사회적 관계들을 명확하게 인식하고 이해함으로써 공동체에 대한 완전한 이해에 도달하며, 공동체의 문제 상황에 대해 적합한 의사결정을 내리거나 문제해결 능력이 충분한 상태를 의미한다(Barab & Duffy, 2012). 본 연구에서는 하나의 학습 공동체이자 연구자 공동체로 해석될 수 있는 R&E 공동체 내에서 증진된 연구역량을 바탕으로 연구자들이 가지는 차별적 실행을 내면화하며 학생 연구자로서의 정체성을 보이는 경우를 실행공동체에서의 완전한 참여로 파악하고자 한다. Lave와 Wenger(1991)가 제안한 바와 같이 이들은 공동체 내에서 연구의 현장에 이미 종사하고 있던 과학자들과 새롭게

참여한 다른 학생들과의 지속적인 사회문화적 상호작용을 통해 연구 활동에 점차 익숙해졌으며, 그들이 접하게 되는 여러 상황에 대한 문제해결능력을 증진시키고, 비록 전문적인 연구 과학자와는 차이가 있지만 학생 연구자로서의 정체성을 획득하였기 때문이다.

과학고등학교 1학년 학생들은 교육과정에 의해 R&E 팀이라고 하는 실행 공동체의 합법적 구성원이 되지만, 여전히 낯선 공동체 내에서 주변적 구성원으로서 참여를 시작하게 된다. 본 연구의 목적은 이와 같은 R&E 공동체 내에서 학생들이 합법적 주변 참여를 통해 어떻게 이 공동체의 한 부분으로 나아가게 되는지를 이해하는 것이며, 그 과정에서 학생들이 어떠한 과학적 실행과 인식의 변화를 보이는지를 보다 심층적으로 이해하는 것이다. 따라서 본 연구의 연구문제는 다음과 같다.

1. R&E 활동 과정에서 과학고등학교 학생의 참여는 어떠한 발달을 보이는가?
2. R&E 활동 참여를 통해 과학고등학교 학생의 과학적 실행 및 인식에는 어떠한 변화가 드러나는가?

II. 연구 방법

본 연구는 2013년 3월부터 2014년 8월까지의 총 18개월에 걸쳐 지방의 한 도시에 위치한 M 과학고등학교에서 이루어진 문화기술적 연구로, 소수의 연구 참여자를 대상으로 한 질적 사례연구이다. 연구가 수행된 구체적인 상황 및 연구 참여자, 자료 수집과 분석의 방법은 다음과 같다.

1. 연구 상황 및 연구 참여자

본 연구는 4명의 과학고등학교 1학년 학생이 한 팀을 이루어 1년간 인근 대학의 생명과학과 교수의 지도를 받으며 실시한 R&E 연구 과정에서의 자료를 기반으로 이루어졌다. R&E 활동은 해당 학교의 창의적 재량 활동의 일환으로 2주에 1회씩, 매 회 3시간여에 걸쳐 실시되었으며 해당 학교의 1학년 학생은 전원 이 프로그램에 참가하고 있었다.

연구의 초점 집단은 R&E 프로그램에 참여한 총 91명의 1학년 학생 중 생명과학 영역에서의 연구 과제를 수행한 한 팀으로, 연구 참여자는 이 집단의 구성원인 2명의 여학생과 2명의 남학생이며, 이들은 ‘뉴런의 배양 및 뉴런 성장인자의 효과’를 주제로 1년간 R&E 활동을 수행하였다. 본 논문의 제1저자이기도 한 지도교사는, 사범대학을 졸업한 경력 11년차 교사로 대학과 대학원에서 과학교육을 전공하였으며, 장기간에 걸친 직접적 연구 경험을 통한 학생의 과학적, 개인적 성장이라는 측면에 많은 관심을 가지고 있었다. Table 1은 연구 참여자의 참여 초기 특성을 간략하게 나타낸 것이며 학생의 이름은 가명이다. 학업 성취도의 경우 과학고등학교 내에서의 상대적 성적에 기반하였으므로, 일반적인 고교생의 평균 성취도에 비교해보면 모든 학생이 상위권에 속한다고 볼 수 있다.

1년간의 R&E 활동은 3월부터 시작되었으나 3월부터 4월초까지는 R&E 프로그램 운영 안내, 활동 영역 선택, 실질적 연구팀 구성 등이 이루어졌으며, 학생들은 4월 중순 이후 연구를 수행할 대학을 처음으

Table 1. Characteristics of research participants in the beginning stage

Pseudonym	Gender	Science-related characteristics	Career aspiration
Jinhee	Female	Higher scores in science rather than other subjects	Still minding
		Little experiences of out-of-school science	
Hana	Female	One of highest-scoring students in biology	Biologist in stem-cell research
		Gifted education for one year in M science high school Experiences of visiting research institutes and getting lectures of scientists	
Changsu	Male	Low scores in science and mathematics	Brain scientist, CEO in ventures company
		Gifted education for two years in local governmental institute	
Taeho	Male	Low scores in science and mathematics	Biologist, bio-engineer
		Gifted education for 3 years in an institute affiliated with a university Rich experiences of science and a sibling who graduated M science high school	

로 방문하였다. R&E의 과정은 학생들의 활동 특성에 따라 크게 세 시기로 구분하여 볼 수 있었는데, 연구 활동에 최초로 입문하게 된 시기, 지속적으로 연구 수행이 이루어진 시기, 연구 결과를 정리하고 이를 결과 보고서나 발표의 형태로 교류하는 과학적 의사소통의 시기가 그것이다. 결과 정리 및 발표 준비의 시기는 연구 활동의 특성상 연구 참여기와 일정 부분 중복되는 기간을 가진다. Figure 1은 연구 참여자들이 1년 동안 수행한 R&E 활동의 대략적인 흐름을 나타낸 것이다.

R&E 활동이 이루어진 J 대학교는 M 과학고등학교에서 왕복 4차선 도로 하나를 사이에 두고 위치한 곳으로, 학생들이 일과 중 혹은 방과 후 수시로 방문하기에 용이한 곳에 자리하였다. 연구가 이루어진 M시는 과학기술 연구 단지가 집중된 곳으로 학교 주변에는 정부와 여러 기업에서 설립한 연구 기관들이 있었다. 연구 책임자인 J 대학교 생명과학과 교수는 주로 세포에서의 신호전달 경로를 연구하고 있었으며, 2011년에 이어 두 번째로 M 과학고등학교의 R&E 지도를 맡았다. 연구의 전반적인 방향 설정 및 지도가 연구 책임자의 몫이었다면, 실험실에서 실질적으로 학생들의 연구 지도를 담당한 것은 대학원 박사 과정 중에 있었던 두 명의 조교였다. 필요한 경우에는 두 명의 조교 외에 다른 대학원생들이 학생들을 돕거나 지도하기도 하였다. 연구의 맥락을 제공한 J 대학교 실험실의 특징은, 다수의 교수진들에 의해 실험실이 공유되는 개방형 연구실의 형태를 띠고 있었다는 것이다. 학생들은 격주로 연구실을 방문하며 1년간의 실험 및 활동을 진행하였다. 이들은 4층과 지하에 있는 실험실들을 오가며 연구를 수행하였고, 필요할 경우 실험실 안쪽에 있는 대학원생들의 연구실이나 건물 5층의 세미나실 등을 이용하기도 하는 등 대학의 시설을 비교적 자유롭게 경험하고 활용하였다.

2. 자료 수집

R&E 활동이 이루어진 것은 2013년 3월부터 2014년 2월까지의 1년이었으며, 연구 참여자들은 R&E 활동 종료 약 6개월 뒤인 2014년 7월 국내의 한 학회에서 개최된 고등학생 R&E 연구 발표대회에 참가한 바 있다. 본 연구에서는 R&E가 이루어진 기간 및 R&E 이후의 학생 생활, 학회 참여 과정 등을 지속적으로 관찰하였으며, 이 과정에서 참여자들의 동의하에 연구 자료를 수집하였다.

수집된 자료 중 1차적 자료로 활용된 것은 연구 활동 중 이루어진 학생들의 논의 및 연구자와 학생들과의 회고적 면담에서 수집된 내러티브의 녹음자료와 전사본이다. R&E 지도교사이자 연구자인 담당 교사의 참여관찰일지를 비롯하여, 연구 활동 중 학생들이 작성한 정기적인 연구 보고서와 연구 일지, 세미나 및 일부 연구 과정에 대한 녹화자료, 구두 발표와 포스터 발표 자료 및 연구 종료 후 소감문 등은 보조 자료로 활용되었다.

연구 참여자들은 각자 2회~3회의 반구조화 된 회고적 면담에 참여하였으며, 1회 면담에 소요된 시간은 평균 90분 정도였다. 면담 과정에서 연구자는 참여자의 이야기를 집중하여 들으며 내러티브를 수집하였고, 연구 참여자의 답변에 따라 다양한 방향으로의 상호적인 대화가 이루어졌다. 주된 연구 질문은 R&E 활동 참여에 대해 학생들이 어떤 경험을 하고 무엇을 얻었는지, 어떤 생각을 하게 되었으며, 어떠한 변화가 있었는지 하는 것이었다(Table 2). 연구자는 특히 이들이 무엇을 이야기하며, 무엇을 이야기 하지 않는지, 어떠한 변화를 경험했다고 이야기하며, 왜 그랬다고 생각하는지 등에 집중적으로 귀를 기울였다. 필요에 따라서는 참여자들에게 ‘보다 자세히 이야기 해주기’, ‘구체적인 예가 있다면 어떤 것이 있을지’, ‘그 일이나 사람



Figure 1. Three stages revealed in students' R&E process

과 관련하여 참고할 만한 것이 더 있을지'에 대해 이야기해 달라고 요청하기도 했다. 면담 내용은 모두 녹음되고 전사되었다. 연구 참여 동의는 서면으로 작성된 연구 안내문 전달 및 학생과 보호자 모두의 연구 참여 동의서 작성을 통해 이루어졌으며, 연구가 진행되는 중이라도 원치 않을 경우 언제든지 참여를 철회할 수 있다는 안내 역시 이루어졌다.

Table 2. Interview overview

Category	Contents of interview
R&E participation	<ul style="list-style-type: none"> • Purpose of R&E participation • Major gains of R&E participation • Obstacles and difficulties of each R&E processes • Working in R&E team as a community of science • Memorable experiences in R&E participation
Personal history	<ul style="list-style-type: none"> • Motive to apply science high school • Memorable stories before entrance of science high school • Science-related personal experiences
Development	<ul style="list-style-type: none"> • Self-image of oneself before, during, and after R&E participation • Career inspiration development through R&E participation • Shift in scientific practice through research work

3. 자료 분석

자료의 분석은 근거이론에 기반한 지속적 비교 분석법(Charmaz, 2006; Glaser, 1965)에 의해 이루어졌다. 먼저 연구자는 면담 및 논의 과정에 대한 내러티브 녹음 내용의 전사자료 및 학습자들의 연구 일지, 소감문, 연구보고서 등 수집된 모든 자료를 반복적으로 읽으며, 이 가운데 학습자가 연구 경험을 통해 얻은 것, 혹은 연구 경험을 통해 겪게 된 변화 등으로 분석되는 모든 특징을 추출하여 귀납적으로 분석하였다. 그 다음 이들 특징 중 공통적인 주제 하에 범주화될 수 있는 것들을 찾아 재분류하고 코딩하였다. 학습자들이 보인 실행의 변화는 면담이나 내러티브 분석에만 의존하기보다 활동을 통해 직접 드러난 것을 찾고자 하였으며, 그 과정에서 연구자의 참여 관찰이나 동료들의 담화 내용을 참고로 하였다. 학습자가 연구 경험을 통해 얻은 것, 혹은 변화로 분석된 특징들은 선행 연구에서의 분류(Hunter et al., 2007; Sadler et al., 2010)를 참고로 하여 1차적으로 범주화하고 명명하였으며, 범주들 간의 관계를 비교 분석하며 이를 통합하고 정교화 하는 과정에서 자료가 포화될 때까지 이 과정은 지속적으로 반복되었다. 학습자의 참여는 이와 같은 학습자가 보여주는 특성에 기반하여 합법적 주변 참여의 관점(Lave & Wenger, 1991)을 수정, 보완하여 범주화 하였으며, Lave와 Wenger(1991)가 제안한 주변적 참여 및 완전한 참여의 중간 단계에 이행기적 참여의 시기를 두어 학습자의 발달에 대해 보다 유연한 이해를 갖고자 했던 Lee & Kim(2011)의 틀을 참고하였다. 학습자의 특성 분석은 Hazari et al.(2010)이 과학 정체성의 구성 요소로서 제안한 바 있는 수행, 역량, 인정 등과 더불어 학습자의 행위성(agency)의 발현을 참조하였다. Table 3은 본 연구에서 학습자의 참여 발달을 세 단계로 나누는 기준을 간략하게 정리한 것이다.

또한 본 연구에서는 소수의 참여자를 대상으로 한 질적 분석 방법을 사용하였으므로, 자료 분석의 내적 타당도를 확보하기 위하여 Lincoln & Guba (1985)가 제안한 다음의 방법을 활용하였다. 첫 번째는 장기간에 걸친 참여이다. 질적 연구에서는 최소 6개월에서 1년 정도의 기간에 걸쳐 연구가 이루어졌을 때 장기간에 걸친 참여로 간주하는데, 본 연구의 경우 18개월의 연구 과정을 거쳤다. 두 번째는 지속적인 관찰이다. 연구자는 지속적인 관찰 및 내부자적 관점의 확보를 위하여 학생들과 공동의 학습자를 자칭하며 역할 분담을 통해 이루어지는 개별적 활동을 제외한 거의 모든 과정에 동참하며 연구 참여자들을 관찰하였다. 세 번째로 모든 분석 자료는 적어도 두 가지 이상의 자료 출처, 이론적 배경을 바탕으로 삼각검증이 이루어질 수 있도록 하였으며, 연구자의 해석이 자의적이거나 잘못된 부분은 없는지 연구 참여자들이 직접 검토하는 과정을 거쳤다.

Table 3. Characteristics of each stage in participation development

Stage	Characteristics of participation
Peripheral participation	Low competence in theoretical knowledge and research work
	Passive and receptive performance reflecting unfamiliarity and discomfort
	Recognition on self as a mere student-participant Showing no agency in one's action
Transitional participation	Accumulating skills and knowledge of research work
	Active and autonomous performance for learning research
	Enhanced recognition on oneself and the community of practice Emerging agency in R&E participation
Full participation	Professional skill and knowledge within research theme of R&E
	Proficient in performance of R&E community
	Internal and external recognition as a student-researcher Showing scientific actions reflecting one's agency

III. 연구결과 및 논의

1년여에 걸친 장기간의 R&E 활동 참여 과정에서 학습자들은 합법적이지만 주변적인 참여 단계에서 이행기적 참여를 거쳐 완전한 참여의 시기로 발달하는 모습을 보였으며, 그 과정에서 이들의 과학적 실행 및 인식에는 많은 변화가 있었다. R&E 활동 가운데 학생들이 보여준 참여의 발달은 R&E 활동의 시기별 특성 변화(Figure 1)와 유사한 흐름을 보이기는 했지만 일치하지는 않았다. 연구 활동 입문과 함께 모든 학생이 실행공동체의 새로운 참여자로서 합법적 참여를 인정받았지만, 이들이 주변부로부터 공동체의 중심으로 이행하는 과정과 그 이행을 촉진하는 결정적 경험, 시기에는 개인차가 있었기 때문이다. 가령 연구 활동이 한창 진행 중이었던 연구 수행기 중에도 일부 학생은 주변적 참여의 특성과 이행기의 참여 특성을 함께 보인 반면, 일부 학생은 이행기의 참여를 넘어 완전한 참여의 일부 특성을 보이기도 한 것 등은 그 좋은 예가 될 수 있다. 연구 결과의 각 절에서는 참여 발달 시기에 따른 R&E 활동의 세부적인 맥락과 참여자들의 생생한 내러티브 전달을 통해 실제 R&E 팀이라는 실행 공동체 내에

서 학습자들이 경험한 역동적인 참여의 과정과 그 과정에서 일어난 실행 및 인식의 변화를 기술하였다.

1. 주변적 참여의 시기

R&E 활동의 맥락 R&E 참여가 시작되면서 학생들은 매월 2, 4주 목요일 오후에 3-4시간씩 J 대학교의 연구실을 정기적으로 방문하였다. 이들은 연구 주제에 대한 전반적인 소개로부터 시작하여, 기본적인 이론, 해부학적 기법 및 세포 배양 방법 소개 등의 사전 교육을 받는 것으로 R&E 활동을 시작하였다. 연구 조교는 실험에 대한 자세한 프로토콜과 관련 논문을 학생들에게 직접 혹은 이 메일로 전달하였고, 실험 기법에 대해서는 실습에 앞서 도식화된 설명을 먼저 제공하였다. 필요시에는 유튜브 등에 게시된 영상 자료를 활용하기도 하였다. 또한 학생들은 연구실에 갖추어진 여러 실험 장비에 대한 자세한 안내와 사용법을 소개 받았고, 뉴런 배양에 사용할 커버글라스를 제작하는 것으로 그들의 첫 실험을 시작했다. 모든 과정에 있어서 연구조교는 먼저 설명과 함께 시범을 보였고, 4명의 학생 전원이 차례 차례 이를 실습해가며 배우는 식의 진행이 이루어졌다.

학생의 실행 조교의 직접적인 지도를 받는 과정에서 진회는 특이적으로 모든 과정을 작은 수첩에 적는 모습을 보였고, 나머지 학생들은 휴대전화 카메라로 사진을 찍거나 간단한 메모를 하면서 설명과 실습에 참여했다. 학생들은 낯선 연구실을 두리번거리며 조금은 들뜨고 불안한 모습으로, 조교의 한마디 한마디에 집중하였으며 모든 설명과 지도를 있는 그대로 받아들이고 수용하였다. R&E 공동체에서의 초심자로서 이들이 보여준 참여와 실행은 새로운 환경을 낯설어 하고 다소간 불편해하는 전형적인 주변적 참여자의 특성(Lave & Wenger, 1991; Lee & Kim, 2011; Wenger, 1998)과 일치한다.

연구 참여 초기, 학생들은 연구 주제 및 이론적 배경, 복잡하고 정교한 실험장비와 도구 등을 대하고 다소간 어려움을 토로하기도 하였다. 이와 같은 현상은 R&E 팀이라고 하는 소집단 내에서도 탐구 경험이 상대적으로 적은 진회와 창수에게서 좀 더 두드러지게 나타났다. 연구 주제로 선정된 쥐의 신경세포 발달 및 성장 인자에 대한 내용은 이들 학생들이 아직 학교 교육을 통해 배우지 않은 부분이었기 때문에 연구 초반 학생들의 지식수준과 R&E 실험에서 요구하는 지식수준 사이에는 비교적 큰 차이가 있었다. “뉴런이 뭔지도 잘 몰랐고, 자기가 잘 알지도 못하는 뉴런으로 뭘 하는지도 몰랐고, 진짜 아무것도 몰랐죠 내가 뭘 하고 있는지도 모르고(1차면담, 2014/12/30)”라며 태호는 이 시기의 어려움을 회고했다. R&E 연구 주제를 충분히 이해하고 수행하기 위한 지식수준이 고등학교 교육과정 내에서의 생물학적 지식수준을 넘어선다는 점은, R&E 주제 선정 단계에서 지도자와 학생이 가지는 지식수준에서의 격차를 언급했던 Jung *et al.* (2012a)의 연구와도 상당히 깊은 관련성을 지닌다. 지도교사는 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 사전 학습을 위한 교내 세미나를 별도로 마련하였다. 교내 세미나는 정규 수업이 아닌 교사와 학생 간 합의에 의해 이루어졌으므로 의무적으로 참석을 해야 하는 것은 아니었다. 학생들은 세미나에 참석은 했지만 자발적으로 학습을 계획하기보다는 교사가 무언가 해 주기를 기대하는 모습을 보였다. 태호의 경우 “그 땐 뭐가 뭔지도 몰랐고, 진짜 아무것도 몰랐다고” 라고 말

은 했지만 2-3차례 이상 세미나에 불참한 채 학교 체육관에서 배드민턴을 치는 등, 적극적으로거나 자발적인 참여의 모습은 아직 보이지 않았다.

별도 세미나를 통한 교사의 내용 지도는 3~5월에만 이루어졌다. 연구 시작과 함께 조교는 해당 주제와 관련된 대표 논문 몇 편을 전달하였고, 학생들에게 직접 읽어볼 것을 권유하였다. 이후 매 실험시간에 프로토콜이 주어졌고, 이에 대한 구두 설명, 질의 및 응답이 이어졌다. 조교가 설명을 하고 나면 활발한 성격의 태호와 하나가 가끔 질문을 했지만, 대다수의 경우 학생들은 침묵을 유지하였고, 때로는 명확히 이해가 되지 않는 부분에 대해서도 별다른 질문 없이 넘어가곤 하였다. 조교는 아직 학생들의 지적 수준이나 학습 정도에 대한 이해가 부족하였고, 학생들 역시 조교의 설명에 많은 격차를 느끼며 아예 질문할 엄두를 못내는 것처럼 보였다. 몇 차례 이와 같은 상황을 경험한 뒤 지도교사는, 애매하거나 어려운 내용이 나올 때는 의도적으로 손을 들고 조교에게 직접 질문을 했다. 연구 참여에 앞서 지도교사는 반복하여 ‘이 주제는 선생님도 처음 해 보는 실험이야. 같이 배워보도록 하자’고 이야기 하며 공동의 학습자로서의 입장을 강조한 바 있다. 이는 과학 지식에 대한 전문가로서의 지위를 내려놓고 공동의 학습자 입장에서 문제를 해결하는 과정에서 학습자의 자발적 참여를 강화(Lee & Kim, 2014) 하고자 한 교사의 의도를 반영한 행동이었다. 지도교사의 질문에 조교가 설명을 하면, 태호나 하나가 가끔 부가적인 질문을 했다. 진회는 주로 설명을 받아 적는데 집중했다. Table 4는 R&E 팀이라는 실행공동체의 구성원이 된 학생, 교사, 연구자들이 이 시기에 드러낸 실행을 간략하게 정리한 것이다.

Table 4. Practice observed in the stage of peripheral participation

Members of community of practice	Practice in R&E participation
High school students	<ul style="list-style-type: none"> • Following the directions of R&E program • Taking pictures, writing memo, and observing research work • Little question
School teacher	<ul style="list-style-type: none"> • Bridging between students and researchers in university • Encouraging students' participation • Supporting theory learning of students to narrow the gap
Researchers in university	<ul style="list-style-type: none"> • Educating student as a novice member of the lab • Teaching theory and experiments of research

학생의 인식 R&E 활동의 시작과 함께 학생들은 동일한 공동체의 구성원이 되었으나, R&E 활동에 대한 참여의 목적, 진로 결정은 물론 자아에 대한 인식에 이르기까지 이들 사이에 공통점은 많지 않았다. R&E 활동 참여 목적에 대한 인식에 있어서는 특히 그랬다.

하나: (R&E 활동 목적은) 솔직히 상 받기 위한 거 아냐?

창수: 상 받기 위해서 하는 거야? 나는 그냥 경험해 보려고 하는 건데...

하나: 그래도 이왕이면 상을 받으려는 목표를 가질 때 더 열심히 할 수 있는 거 아냐? 상을 받으면 더 좋지

(R&E 활동 팀 논의, 2013/04/05)

진희와 창수가 R&E 참여를 통해 ‘연구라는 것이 어떤 것인지 한번 경험해 보겠다(2013/04/05)’는 입장을 밝혔다면 태호는 ‘진로 체험 및 검증의 적극적인 기회로 삼겠다(2013/04/05)’는 입장이었고, 이미 자신의 미래를 즐기세포 연구자로 단정 짓고 있는 하나의 경우 ‘교내 발표대회 입상이 R&E 활동의 목표일 뿐 진로는 이미 결정했다(2013/04/05)’고 공공연히 말하였다. 진희는 아직 과학이라는 범위 내에서 진로를 막연하게 고민 중이었고, 창수는 뇌 과학과 관련된 벤처 기업을 창업하는 것이 잠정적인 꿈이었다. 태호는 생명과학자 혹은 생명공학자를 염두에 두고 생명과학을 전공하겠다는 비교적 확고한 의증을 드러냈다.

자이에 대한 인식에 있어서도 이들은 매우 큰 차이를 보였다. 진희와 하나의 두 여학생은 학업 성취도가 높은 편이었다. 그러나 진희는 스스로의 역량에 대한 평가에서 상당히 인색한 모습이었다. 학업 성적, 특히 생물을 비롯한 과학 성적이 매우 우수함에도 불구하고 진희는 종종 “저는 과학을 하나도 안 하고 들어왔으니까, 자신이 좀 없었던 것 같아요. 그래서 그냥 시키면 그것만 했던 것 같아요. 이거 한번 해봐라 하면 하고...(1차면담, 2015/01/02)”라는 이야기를 하였으며, “실험기구 다룰 때 되게 조심해 지는 것이... 막 잘못 다뤘다가 고장 내면 어떡하나 그런 마음. 실험 기구 사용법부터 빨리 익히고 싶은 그런 것도 있었고 다른 애들은 막 영재원 같은데서 배운 것 같은데 저는 그런 거 안 다녀서...(1차면담, 2015/01/02)”라고 조심스럽게 이야기하기도 했다. 하나의 경우 상대적으로 자신의 연구 역량을 긍정적으로 인식하고 있었고, 조교가 실험을 지도하며 “이제는 너희들이 나와서 한 명씩 해 볼까”하고 이야기 할 때면 늘 가장 먼저 나가서 참여하는 모습을 보였다. 그녀는 “처음이라서 조심스럽긴 해도 그래도 제가 먼저 나서서 뭔가를 해 보고 싶었죠(1차면담, 2014/09/24)”라고 이 시기를 회고 했다. 참여의 마지막은 주로 진희였다. 학년 전체에서 성적이 낮은 편에 속했던 창수와 태호도 스스로의 역량에 대한 인식에는 차이가 있었다. 내성적이며 성적이 잘 나오지 않는 것에 대해 많은 고민을 하고 있던 창수에 비하여 태호는 낮은 성적에도 크게 구애 받음이 없었다. 태호는 스스로를 창의적인 학생으로 표현하며, 비록 성적은 낮지만 자신은 특별한 학생이라는 인식을 드러냈다. “창의적인 발상? 그러니까 (영재원에 다닐 때도) 나뭇잎을 보면서 애들이 푸르다, 엷록스 같은 거를 생각하는데 저는 좀 다르게 생각해서 진화적으로 이게 어떻게 됐는가 뭐 이런 식으로 생각하고... 그러한 것들 때문에 태도가 많이 좋진 않았는데 평가받을 때 3년 동안 무난하게 했던 것 같아요(2차면담, 2015/02/02)”라는 태호의 회고는 자신에 대한 이같은 인식이 잘 담겨져 있다.

그러나 흥미롭게도 이 시기에 학생들이 보여준 R&E 활동의 가치에 대한 인식은 대단히 유사하였다. 태호는 종종 “그 분야의 전문가에게 직접 배울 수 있다는 게 제일 좋았어요(1차면담, 2015/02/02)”라는 이야기를 했는데, 학생들은 공통적으로 대학의 실험실에서, 전문가의 한 사람인 대학원생으로부터 직접 이론과 실험을 배울 수 있다는 점을 R&E 활동의 큰 가치로 꼽았다.

아무래도 그 분야의 전문가에게 직접 실험을 배우는 것? 그게 가장 좋았던 것 같아요. 조교 선생님이 먼저 시범을 보이고, 저희가 따라 배우고...

(진희, 1차면담, 2015/01/02)

굉장한 기세로 실험을 지켜보고 있었다고 해야 될까? (취의) 뇌를 가르

고 해마를 추출하는 것 하나 하나, 실험에 필요한 기구라든지, 주의할 점이 라든지, 손동작이라든지 그런 거요... (창수, 1차면담, 2014/12/31)

그러나 R&E 활동의 가치에 대한 학생들의 인식을 좀 더 자세히 들여다보면 “일반계 고등학교에서는 할 수 없는 특별한 경험을 한 거니까(하나, 2014/09/04)”, “배우기만 하는 일반고하고는 다르게 더 많은 경험을 하는 것, 일찍부터 뭔가 시작을 해 보고(진희, 2015/01/05)”라는 이야기에서도 잘 드러나듯이, 이들의 인식은 일반적인 고등학생들과는 다소 차별화된 일종의 특별한 경험을 했다는 측면에서의 인식이 강했다.

개별 과학자에 대해 학생들이 가지고 있는 인식 역시 제각각이었다. 연구 참여자 가운데는 고등학교 입학 이전에 현장 과학자와의 만남을 여러 번 경험해 본 학생도 있었고, 이같은 경험이 전혀 없는 학생도 있었다. 태호의 경우 중학교 때 3년간의 영재원 경험을 통해 비교적 다수의 대학 교수에게 교육을 받거나 대화를 나눠 본 경험이 있다고 하였다. 그는 “대학교 영재원에 들어가서 교수님이나 다른 박사님들을 만나면서 과학자라는 직업에 대해 좀 알게 되었어요. 탐구하고, 질문에 대한 해법을 찾는...(1차면담, 2014/12/30)”라고 회고 했다. 태호는 또 어려서부터 자주 과학관을 방문하였고, 그곳에서 단기 교육 프로그램에 참여한 경험도 있다고 말했다. 과학자와 만나본 경험에 대해 물었을 때 하나는 중학교 때 들었던 특강 이야기를 하며 “그 때 저희 할머니가 많이 아프셨는데, (강의하신 박사님께) 즐기세 포 얘기를 듣고 제가 딱 꽃힌 거예요 그 때부터 생명과학자가 되겠다고 제가 생각을 했어요(1차 면담, 2014/09/04)”라고 말했다. 하나는 또 “자기 랩에서 원하는 연구도 할 수 있고, 어필하면 연구비를 탈 수도 있고, 그런 것도 멋지게 보였어요(1차면담, 2014/09/04)”라는 말을 덧붙이기도 하였다. 창수의 경우, 과학자를 직접 만나보거나 이야기 나눠본 경험이 있느냐는 질문에 “할아버지가 의사예요(1차면담, 2014/12/31)”라고 짧막하게 답했고, 진희는 전혀 없다고 대답하는 등 연구 참여자들은 과학자와의 직접적인 만남의 경험에 있어서 비교적 큰 개인차를 보였다. 그러나 공통적으로 R&E 활동 이전에 개별 학생들이 가진 과학자와의 만남은 일회적인 방문이나 만남이 대다수였으며, 연구 현장에서의 만남이라기보다는 대규모 특강 혹은 교육 프로그램을 통한 것이었다. 이는 R&E 활동이 제공하는 과학자와의 장기적이고 친밀한 상호작용, 과학자들이 일상을 보내는 연구의 현장에서의 만남(Jung et al., 2012a; Kang et al., 2009)과는 차이가 있다. 과학자와의 만남은 물론이고 연구실 방문, 대학교 방문조차 처음이라고 한 진희의 경우 대학 내에 ‘연구실’이란 곳이 존재하고, 연구 인력들이 그곳에서 연구 활동을 하고 있다는 사실도 R&E 활동을 통해서 처음 알게 되었다고 하였다. 하나 역시 특강을 통해 과학자들의 연구에 대한 이야기를 들었지만, 이에 대한 인식은 상당히 피상적인 것이었다.

가족들 중에 연구원도 없고 과학 종사자도 없고... 사실 대학교 가 본 것도 처음이었고, 연구실 가 본 것도 처음이었어요. 아, 연구실이 이런 곳이구나... 음, 거기에는 커다란 테이블과 약품장이 있었고, 사람들은 바쁜 것 같아 보였어요...

(진희, 1차면담, 2015/1/2)

자기가 연구하고 싶은 주제를 가지고, 실험 장비 써 가면서 그냥 연구하는 것. 막연하게 그렇게만 생각했어요.

(하나, 1차면담, 2014/09/04)

R&E 활동 초기의 학생들이 보여준 실행과 인식은 이와 같이 개인적으로 큰 차이를 보였다. 이들은 도제식 실험실습 교육의 현장에서 대학원생인 조교로부터 연구의 가장 초보적인 과정부터를 하나씩 배워 나갔으며, 그 과정에서는 질문을 하거나 자신의 의견을 표현하기 보다는 일단 전문가의 지도를 충실히 따르려는 입장을 보였다. 또한 자아에 대한 인식이나 과학자에 대한 인식, R&E 프로그램 참여 목적에 대한 인식에 있어서 큰 차이를 보였음에도 불구하고, R&E 활동이라는 특별한 경험을 하게 된 것, 일반적인 고등학생들보다 먼저 경험하게 된 것에 대해 가치를 부여하는 모습을 보였다. 그러나 이들은 또한 공통적으로 연구 활동에 대한 아직은 낮은 수행능력과 정서적 낮설음, 전문 용어에 대한 불편함과 문제해결능력의 부재 등 주변적 참여자의 전형적인 특성을 드러내고 있었다. 학생들은 단순한 프로그램 참여자로서 스스로를 인식하고 있었으며 이들의 참여 형태는 무조건적 습득, 흡수에 가까운 것이었다.

2. 이행기적 참여의 시기

R&E 활동의 맥락 6월 이후 연구 활동이 본격적으로 진행되면서 실험은 반복적으로 계속되었다. 학생들은 정해진 일정에 따라 J 대학의 실험실을 규칙적으로 찾았고, 실험을 배우고, 수행하며, 데이터를 수집했고, 이는 반복적으로 지속되었다. 10월경에 이르러 어느 정도 자료가 수집되고 결과 분석이 시작되면서, 학생들은 12월 초로 예정된 결과 보고서 작성 작업을 동시에 진행하였다. 이 시기부터의 R&E 활동은 단순한 시범실험, 실습, 자료수집의 패턴을 넘어서, 본격적으로 관련 논문을 읽고 실험 결과를 분석하고 실험의 의미를 논의를 하는 단계로 심화되었다. 지도교사는 학생들에게 결과 보고서 작성 방법과 형식을 상세하게 안내하였으며, 포스터 발표와 구두 발표의 형식 및 방법도 지도하였다. 아울러 이후의 보고서 작성과 발표는 전적으로 학생 자율에 맡기겠다는 선언과 함께 앞으로의 활동 전개 과정에 대한 권한과 책임은 학생들에게 이양되었다. 지도교사는 학생에게로의 권한 및 책임 이양에 있어서 조교 역시 동일한 입장을 취할 수 있도록 의견을 조율하였다. 실험 종료 이후 조교의 역할은 결과 분석 및 통계처리의 유의성 등에 대한 지도와 피드백 제공 및 보고서의 과학적 오류 점검 등으로 제한되었다.

학생의 실행 R&E 보고서 작성이 전적으로 학생들의 몫으로 넘겨지면서, 활달한 성격을 지닌 하나의 주도하에 학생들은 앞으로 쓰게 될 연구 결과 보고서의 내용을 몇 부분으로 나누어 서로의 역할을 분담하였다. 하나는 이때부터 계속 팀 리더로서 역할을 자처하여 수행하였다. 비록 학생에게 R&E 활동의 주도권을 넘기고자 한 교사의

의도적인 지원이 있었으나, 이 시기의 학생들은 초창기 주변적 참여의 과정에서 보여준 행동과는 확연히 차별화된 모습을 보였다. 학생들은 한편으로는 실험을 계속 배우고 진행하면서, 다른 한편으로는 소집단 논의를 통해 그들이 해야 할 일이 무엇인지를 찾고, 또 자발적으로 역할을 분담하기도 하는 등 명확한 이행기의 참여자(Lee & Kim, 2011) 특성을 보였다. Table 5는 학생들이 연구 결과 보고서를 작성하기 위해 자발적으로 분담했던 역할을 보여준다. 학생들은 이 역할 분담을 바탕으로 결과 보고서 작성은 물론 포스터 발표 자료와 구두 발표 자료를 제작하였으며, 실제 발표 현장에서도 자신이 맡은 이 부분에 대한 발표를 담당하였다. 역할 분담의 상황에서 눈에 띄는 학생은 애초에 맡았던 역할에 더하여 자발적으로 추가적 기여를 한 진희와 태호다. 이론적 배경 정리를 맡은 진희는 보고서 작성과 구두 발표 과정에서 자발적으로 연구과정 및 방법에 대한 정리를 추가로 맡았고, 태호는 애초에 맡은 연구 결과 정리에 더하여 자발적으로 초록, 이론적 배경, 결론 부분까지, 연구 보고서의 상당 부분을 정리하였다. 반면 창수의 경우 이론적 배경의 일부와 연구 과정 및 방법을 정리하기로 하였으나, 논문 읽기의 난관에 부딪히면서 계획했던 역할을 다하지 못했다. 하나는 서론과 결론을 쓰기로 계획했고, 계획한 바를 모두 수행했다.

교과서나 참고서가 아닌 논문 읽기를 통한 학습의 경험은 학교에서의 학습과는 차별화되는 R&E 활동의 독특한 실행인 동시에 과학자 집단에서는 매우 보편화된 실행이다(Park et al., 2009). 연구 참여자인 네 명의 학생 모두는 R&E 활동에 참여하기 전 논문을 찾아보거나 읽어본 경험이 거의 없었다. 또 연구 주제에 관련된 참고 문헌 대부분은 영어 논문이었으므로 학생들은 논문 읽기에 상당히 고전하는 모습을 보이기도 했다. 역할 분담으로 이론적 배경 정리를 맡은 진희는 주로 구글 학술 검색을 통하여 관련 논문을 찾았고, 이를 읽는데 많은 시간을 보냈다. 논문 검색에 어려움을 호소한 창수의 경우 조교가 찾아 준 논문을 읽고 정리했다. 창수는 논문 읽기의 어려움과 영어 해석이라는 이중고를 토로하는 동시에 잘 알지도 못하는 이론을 논문을 통해 공부해야 하는 것에 대한 답답함을 이야기했다. 창수는 논문 보다는 학교에서처럼 교과서를 통한 단계적이고 체계적인 내용학습이 도움이 된다고 이야기하였다. 태호의 경우 애초 이론 정리 역할은 분담 받지 않았다. 그러나 그는 바이오 이미징이라는 실험 방법과 공초점현미경이라는 장비에 대한 호기심에서 출발하여 자발적으로 조금씩 관련 자료와 논문을 찾아 읽기 시작했다. 태호는 또한 논문 읽기가 차츰 익숙해지자 결과 분석 세미나 때 종종 자신이 찾아 읽은 논문에서 나왔던 분석방법 등에 대해 조교와 묻고 답하는 모습도 보였다. 이 시기에 진희와 태호가 드러낸 자발적이고 추가적인 문헌 연구, 논의제안 등과 같은 실행은 종종 자율성, 반성적 매개능력으로

Table 5. Autonomous role assignments in writing research paper

Student	Abstract	Introduction	Theoretical background	Methods	Results	Conclusion
Jinhee			O	O ⁽⁺⁾		
Hana		O				O
Changsu			O ⁽⁻⁾	O		
Taeho	O ⁽⁺⁾		O ⁽⁺⁾		O	O ⁽⁺⁾

(+): unplanned but voluntarily added
 (-): planned but not conducted

도 일컬어지는 행위성의 발현으로 해석될 수 있는데, 학생의 행위성은 Goulart & Roth(2010)의 연구에서 지적된 바와 같이 과학 학습에의 참여를 이끄는 핵심 요소가 되기도 한다.

이론적 배경을 조사할 때, 구글에서 영어로 해봤거든요. 그러가지고 영어 논문이 나오면 그걸 해석해서 내용을 채워 넣고 또 논문 검색을 해서 조사를 하고... 그런 시도를 한 게, 수준은 좀 한참 부족하겠지만 그래도 연구자스러운 보고서를 써 봤다는 느낌이 들었어요.

(진희, 2차면담, 2015/1/15)

그러니까, 어 정답을 맞혔을 때 일단 즐거웠어요. 그 정답을 찾는 과정에서 논문 탐색 같은 걸 했을 때, 막 어려운 말로 써어 있고 영어로 써 있는데, 그 부분에 대해서 조교 선생님과 이야기를 해 가지고 방법이 여러 가지가 있다는 걸 조교 선생님이 인정을 해 주는, 그리고 내가 논문에서 읽어낸 것이 조교 선생님 말씀과 일치가 되는 그런 때.

(태호, 1차면담, 2014/12/30)

뭐랄까, 체계적으로가 아니라 그냥 부분부분 뜯어본 느낌? 누가 연구한 거를 가지고, 거기에 대해 배운다고 하면 이미 기본 지식이 있어야 내용을 이해할 수가 있잖아요. 그러다 보니까 배경지식이란 응용지식이란 동시에 배우는 느낌, 왠지 좀 모래성 쌓은 기분일까요?

(창수, 1차면담, 2014/12/31)

진희나 태호의 경우 이와 같은 자발적 논문 읽기를 통한 이론 학습과 소집단 논의에 많은 가치를 부여하였다. “연구 방법에서 잘 모르는 것은 같은 연구자들끼리 의논을 하기도 하고, 논문 같은 것도 찾아보고 하는 것이 좋은 방법이 되는 것 같아요(태호, 1차면담, 2014/12/30)”라는 이야기에서처럼 논문 읽기라는 새로운 학습 방법의 학습을 R&E 활동 참여를 통해 새롭게 얻게 된 중요한 소득으로 꼽기도 하였다. 진희와 태호의 자발적인 질문이나 아이디어 제안이 눈에 띄게 증가한 것도 이 시기이다. 이들 두 학생은 공통적으로 결과 분석 및 보고서 작성을 위한 논의과정에서 자신이 읽은 논문에서의 참고 내용이나 분석 방법을 예로 들어 토론을 하였고, 조교로부터 대안적 이론, 대안적 방법으로서의 가능성을 인정받았을 때는 매우 고무된 모습을 보였다. Lave와 Wenger(1991)는 다양한 도제들에 대한 사례 연구를 통해 학습은 전문가가 초심자에게 직접적으로 전문적인 내용을 가르치는 것을 통해서만 일어나는 것이 아니라, 학습이 일어나는 현장에 대한 접근이 가능하고, 접근한 후에는 구성원들과 상호작용을 나누며 수행하는 활동들을 실천함으로써 일어난다는 것을 강조한 바 있다. 이 시기에 태호와 진희, 그리고 조교 사이에서 활발하게 관찰된 상호작용은 이와 같은 실행 공동체 내에서의 상황학습을 잘 설명해 준다.

그러나 영어 논문과 씨름하던 끝에 결국 논문 읽기를 마무리하지 못한 창수의 경우는 논문을 통한 지식 습득에 다소 부정적인 태도를 보였다. 그는 지속적인 실험 활동과 지식 습득 등을 통하여 연구 역량을 증진시키고 참여 초기에 비해 적극적이고 자발적인 실험을 드러내며 구성원들과 함께 실행공동체의 규범을 만들어가는 등 이행기적 참여의 특성을 보였지만, 동시에 주변적 참여자로서의 특성 또한 여전히 떨치지 못하는 모습을 보였다. 특히 창수가 논문 읽기보다는 학교에서의 교과서를 통한 체계적인 학습에 보다 많은 가치를 부여하는 등의 모습은 R&E 공동체의 고유한 언어, 가치, 흥미 등에 익숙해

지지 못한 주변적 참여 단계의 특성(Lave & Wenger, 1991; Yoon, 2006)으로 해석될 수 있다. 느린 속도로 인하여 그는 결과 보고서 작성이 끝난 이후에야 논문 읽기를 끝냈다. 따라서 창수의 논문 분석은 포스터 발표와 구두 발표 과정에서 창수 자신의 이론적인 이해에는 도움이 되었으나, 소집단 구성원들이 함께 했던 보고서 작성에는 기여하지 못했다. 이는 공동체의 공유 자산 형성에 대한 구성원 개개인의 기여를 중시하는 실행 공동체의 속성에 다소간 어긋난 것으로(Wenger, 1998), 결과적으로 창수가 R&E 팀 내에서 동료들로부터 인정을 받지 못하게 되는 상황에 영향을 미쳤다.

자발적인 논문 읽기나 논의에 더하여, 이 시기에 두드러지게 관찰된 실험 중 하나는 이들이 연구 윤리의 준수, 상호 협력 등 R&E 팀 내에서 지켜야 할 규범들을 하나씩 만들기 시작했다는 것이다. 때로는 교사나 조교의 명시적인 지도에 의해, 때로는 실험실에서 대학원생들이 보여주는 활동들을 통해 학생들은 연구자로서 가져야 할 태도나 자질에 대한 인식을 제고하였는데, 이들은 특히 연구 윤리라는 이슈에 매우 민감하게 반응하는 모습을 보였고, R&E 활동 과정에서 이를 실행하고자 하는 노력을 종종 보였다.

연구윤리... 기록도 눈으로 확인된 것만 써야 할 것 같고, 조교 선생님이 말씀하셨듯이 원하는 결과가 안 나왔을 때 좀 조작하고 싶은 마음이 있다고 하시더라고요. 그런 것에 대해서 좀 단호하게... 실제로 저희가 컴퓨터 앞에서 뉴런 돌기의 개수랑 길이를 측정 했는데 그 때도 잘 나온 걸 선택하고 싶은 마음이 있었어요. 근데, 그럼 안 되죠.

(태호, 2차면담, 2015/02/02)

창수: 그런데, 만약에 어떤 사람이 논문을 썼는데, 만약에 그 사람이 논문을 쓴 대로 실험을 해 봤는데 결과가 그렇게 안 나오면 그 논문을 쓴 사람이 벌을 받나?

진희: 반복해서 실험을 해 봐야 되지 않나?

하나: 아, 그리고 그 연구 윤리. 데이터... 무의식적으로 자기가 원하는 실험 결과 같은 데이터만 수집하지 말고, 모든 데이터를 수집해야 된다고. 예를 들어 BDNF 처리 했을 때 일부러 더 길게 나온 걸 사진으로 찍고, BDNF 처리 안한 거에서 더 짧은 거를 찍지 않고 다 똑같이 촬영해야 돼.

(연구 보고서 작성을 위한 논의 중, 2013/11/08)

구성원간의 협력이나 배려, 마감 지키기에 대해서도 마찬가지였다. “지난 번에 교수님도 논문을 쓰셔야 돼서 9월이 바쁘다고 하셨나 그렸는데... 그런 식으로 결과를 내놓기 위해서는 팀 플레이 할 때, 서로 잘 협력하고 시간 약속 지키기. 우리가 여기까지 하기로 했으면, 언제까지는 꼭 제출하자. 이런 거... (보고서 작성 논의/ 2014/01/04)”라며 조심스럽게 R&E 팀 동료들에게 팀의 규범을 제안하던 진희의 모습처럼 학생들은 실험실에서 그들이 만난 교수, 조교, 대학원생들의 실험을 닮아가고 배워가는 모습을 보였다.

서로 협력해야만 하고... 다른 사람이 연구하고 있던 실험, 왜 그 보통 실험준비를 하려면 며칠 동안 배양해 놓고 그런 거 있잖아요. 그런 걸 확실하게 구분해서 남의 실험 같은 것에 방해가 되지 않게...

(진희, 2차 면담, 2015/01/15)

R&E 활동 참여를 통해 드러난 학생들의 이와 같은 실행은 도제적

과학연구 프로그램 참여를 통한 학생의 변화를 연구하면서 Hunter *et al.* (2007)이 주요한 변화로 분석했던 ‘과학자처럼 일하고 생각하기’를 떠올리게 한다. 학생들이 단순히 과학자 사회에 대한 인식 제고를 넘어서, 이와 같은 과학자의 일상을 스스로의 실행으로 깊숙이 끌어오고 있었기 때문이다. 이 시기의 참여자들이 보인 자발적인 역할 분담이나 논문 읽기 등의 실행과 연구 윤리의 준수, 엄격한 정량 측정, 다른 실험자에 대한 배려 등의 자발적인 공동체 규범 형성 및 준수 노력은 이들 학생들이 이행기의 참여를 넘어 점차 이 공동체의 주도적인 구성원이 되어 가고 있음을 드러내는 것으로 해석될 수 있다. Table 6은 이 시기의 R&E 공동체 구성원들이 드러낸 주요한 실행을 보여준다.

Table 6. Practice observed in the stage of transitional participation

Members of community of practice	Practice in R&E participation
High school students	<ul style="list-style-type: none"> • Continuous experimentation • Autonomous role assignment • Reading research article voluntarily • Establishing norms for R&E team
School teacher	<ul style="list-style-type: none"> • Partially hand over the power of research to students • Teaching ways of writing research article and presentation • Negotiating with researchers for student's autonomy
Researchers in university	<ul style="list-style-type: none"> • Teaching research work to students • Communicating attitudes, quality, and ethics for research • Providing scientific feedback on student's work

학생의 인식 그러나 본격적인 연구 진행과 함께 학생들은 슬한 실패와 좌절도 경험하기 시작했다. 이들이 연구 활동의 본성에 대한 인식을 달리하기 시작한 것은 이 즈음이다. 실제로 학생들은 연구를 수행하는 과정에서 계속된 실험의 실패로 한 차례 주제를 변경하였으며, J 대학교 연구실의 내부 사정 및 갑작스러운 조교의 교체 등으로 인해 2차례 실험이 중단되는 경험도 하였다. 또한 연구 데이터를 수집하고 분석하는 과정에서 예정 시간을 훌쩍 넘겨 새벽 2~3시까지 실험을 하기도 했고, 심지어는 크리스마스 날에도 350개가 넘는 뉴런 돌기의 길이 분석과 보고서 작성으로 씨름하기도 하였다. 연구 과정에서의 반복되는 실수와 실패도 있었다. 학생들은 대학원생들만큼 빠르고 정확하게 쥐 배아에서 해마를 추출하지 못했기 때문에 그들이 얻은 뉴런은 상태가 좋지 않았고 좀처럼 배양에 성공하지 못해 학생들을 고생시켰다. 예상은 할 수 있었으나 뼈저리게 느끼지는 못했던 실험값의 반복 측정, 양적 측정의 엄격함, 통계처리의 까다로움, 각종 측정 장비와 소프트웨어의 복잡함, 계속되는 대기시간 등을 경험하며 힘들어 한 것도 이 즈음이었다.

조교: 이 사진에는 스케일 바가 빠졌어. 50마이크로미터.
 태호: 여기에서 정량한 것이 첫째는 엑손 길이, 둘째는 엑손과 덴드라이트를 포함한 토털 뉴라이트 길이, 셋째는 브랜칭 개수예요.

조교: 브랜칭은 반드시 하나로 뻗어나가다가 둘로 나누어지는 포인트를 하나로 카운트 해야 돼. 다시 카운트 해 봐.
 (실험 데이터 정리 및 분석 논의 중, 2013/11/18)

세포를 배양하고, 이미징을 하기 시작했을 때부터 우리는 졸음과 싸워야 했다. 이미징 자체가 시간이 오래 걸리기도 했고 암실에서 진행하다보니 잠이 솔솔 오는데 그것을 뿌리칠 수 있는 재간이 없었기 때문이다. 결국 꾸벅꾸벅 졸면서 이미징을 하고 뉴런 사진을 찍었다.
 (하나, 연구 종료 후 소감문, 2014/02/05)

엄격한 관찰 및 측정, 분석에 대한 요구는 학생들도 이론적으로는 잘 알고 있었던 것이었다. 그러나 막상 실제 실험에서 예상을 뛰어넘는 많은 양의 데이터를 수집하고, 분석하고, 또 그것이 적절하지 않았을 때는 폐기하고 다시 반복하는 과정을 겪으면서 학생들은 이제까지 미처 몰랐던 연구 활동의 본성과 엄격성에 대해 깨닫게 되었고 가끔은 두려워도 하였다. Hunter *et al.* (2007)의 연구에서는 도제적 연구 활동에 참여한 대학생들이 연구 활동의 특성에 대해 ‘시간이 오래 걸리고, 종종 지루하고 싫증이 나기도 하며, 제대로 될 때까지는 동일한 과정을 수도 없이 반복해야 하는, 그리고 실패도 흔한’ 것이라고 지적한 바 있는데, 이는 R&E 참여 과정에서 학생들이 인식한 연구 활동의 잘 드러나지 않는 본성과도 상당한 일치를 보인다.

그러니까 연구가 생각하는 것만큼 호락호락하지 않다는 것을 알게 됐죠. 분석 결과가 원하는 대로 나오지 않았을 때도, 냉정하게 객관적인 평가를 해야 되고, 그리고 분석한 결과만을 가지고 자료를 내는 거죠. 결론을.
 (태호, 2차면담, 2015/02/02)

주제라는 것이 자기가 원해서 하는 것이 아닌 경우도 있고, 선정하는 것 자체도 아주 어려운 과정이고, 생각했던 것보다 시간도 엄청 오래 걸리고, 실패하는 경우도 많고... 그런 걸 알게 됐죠. 꼭 생각했던 것만큼 재미만 있는 건 아니란 생각이 했어요.
 (하나, 1차면담, 2014/09/04)

이와 같이 연구 활동의 보이지 않았던 이면을 사실적으로 인식하는 동시에 학생들은 또한 지도교수, 조교, 실험실의 대학원생들을 보며 개별 연구자의 일상에 대해서도 피상적인 단계를 넘어서 매우 현실적인 시각을 형성하기 시작하였다. 강의와 연구 외에도 잦은 회의나 출장 등으로 항상 바빠 보이는 지도교수, R&E 지도 외에도 개인 수업이나 연구, 실험들로 늘 고단해 보이는 조교의 모습은 물론 밤 12시가 넘어도 실험실에 남아 논문을 읽거나 실험을 하고 있는 대학원생들의 모습을 종종 목격하게 되면서였다.

대학원생은... 음... 굉장히 바쁜 것 같아요. 교수님께 불러 다니고, 연구 프로젝트 끝내야 하고, 이렇게 저희처럼 찾아오는 사람들도 챙겨줘야 되고... 저희 조교 선생님만 해도 연구 두 개인가를 동시에 진행한다고 하셨어요. 저희 지도하는 것 빼고... 밤샘해서 노동하고, 크리스마스에도 하루 종일 나와서 데이터 분석하고...
 (태호, 2차면담, 2015/02/02)

랩에서 연구를 하면서, 결과 때문에 밤을 새기도 하고, (결과가) 안 나와서 화도 내고, 실험에 몰두하기도 하고, 이렇게 하는 것이 기본 생활이구나... 피곤해 보였어요. 뭔가 우리의 미래를 보는구나. 우리 다 같이 이렇게

될지는 모르지만 우리 중 누군가는 이렇게 되겠지. 하지만 이렇게 사는 것도 나쁘지는 않겠다는 생각?

(창수, 1차면담, 2014/12/31)

힘들어 보였죠(웃음). 자기 연구도 해야 되는데 우리도 막 이렇게 이끌면 서... 자기 연구도 하고 우리 연구도 도와주고. 저도 나중에 대학원에서 연구를 한다면 학생들 데리고 이런 연구 같은 거 해 보고 싶었어요. 조교가 되어서...

(하나, 2차면담, 2015/01/21)

흥미롭게도 참여 초반, 연구자들의 멋진 모습에 대해 이야기하던 학생들은 연구자들의 일상을 관찰하면서 학업과 연구의 병행, 다수 프로젝트의 동시 진행, 잦은 야근이나 휴일 출근 등 이들의 어려운 점, 힘든 점에 보다 주목하는 경향을 보였다. 또 “조교 선생님께 여러 가지들 여쭙봤을 때, 가끔씩 모르시는 것이 있더라고요 무슨 아미노산을 쓰지 말고 다른 것을 써보면 안되냐고 물어봤을 때, 거기까지는 생각해보지 않았다고 대답하시고 조교 선생님도 모르는 부분이 있었거든요 그 때 드는 느낌은 연구를 하면서도 계속 공부를 해야겠구나. 조교도 모르는 것이 있구나. 하시는 연구에만 집중하고 계셔서..(2차면담, 2015/02/02)”라고 하던 태호의 이야기에서처럼, 연구자에 대해 완전하다거나 이상적인 인물로 생각하기 보다는 계속 연구하고 공부하는 현실 속의 인물로 인식하는 모습도 보였다. 그리고 이와 같은 인식과 더불어 학생들은 개별 연구자의 삶을 자신의 미래에 투영시키는 모습을 보였다. 이는 미래의 과학자를 희망하는 이들의 지향 정체성(Sfard & Prusak, 2005)이 담화를 통해 무의식중에 드러나는 것으로도 분석될 수 있다. 이와 같은 학생들의 변화는 또한 R&E 활동 참여 초기, 연구 활동 참여를 단순히 일반적인 고등학교 학생들은 할 수 없는, 전문가로부터 직접 연구와 실험에 대해 배울 수 있는 특별한 경험이라고만 인식하던 모습과도 상당히 대조를 이룬다. R&E 활동 참여가 진행되는 과정에서 과학자의 일상을 자신의 미래에 투영시키는 것은 물론, 일부 학생들은 비록 고단하겠지만 이와 같은 연구의 과정, 과학자의 삶을 가까이 미래의 자신의 일상으로 받아들이겠다는 인식을 하였기 때문이다.

학생들은 또 실험실 구성원 간의 협력, 다른 연구실 구성원들과의 관계 등에 대한 이해도 높아졌다. 학생들이 연구자들의 사회를 보다 쉽게 이해하게 된 배경에는 J 대학교의 개방형 연구실 운영도 한 요인으로 작용하였다. 여러 명의 교수진들이 하나의 공간을 공유하는 형태의 이 연구실은 건물의 한 층 전체가 하나의 실험실로 이루어졌으며, 안쪽으로는 교수와 대학원생들의 책상이 있는 사무실이 배치되어 있었다. 실험실 내에는 실험대 외에는 별도의 경계나 칸막이가 없었으며 사무실 벽은 모두 유리로 되어 있어 학생들은 아무런 장벽 없이 실험을 위한 대학원생 간의 협력과 분업, 정기적인 세미나, 공동 장비 관리 등 대학원생들의 연구 활동과 생활을 그대로 볼 수 있었다. 또 세미나실을 비롯한 해당 건물의 여러 개방된 공간에서 수시로 이루어지는 학회 발표, 연구자간 논의나 교류 등에 대해서도 직간접적인 경험을 한 것으로 드러났다. 이는 유사한 연구에서 Hsu *et al.* (2010)이 고등학생들의 인턴십 과정에서의 과학실험 인식에 대해 연구한 결과, 학생들에게서는 실험실 내 공동체에 대한 인식이 거의 드러나지 않았다고 보고한 점과는 매우 큰 차이를 보인다.

연구실은 폐쇄적 분위기일줄 알았는데, 땀 뚝뚝해서 밖에서도 다 보이고... 정직한 연구를 할 수 있을 것 같고, 서로 돕기에도 좋을 것 같았어요. 실제로 저희가 쥐 해부해서 해마 추출할 때도 다른 실험실 대학원생이 와서 도와주고, 그날 추출한 해마도 나눠 가져가서 실험하고 그런 것도 봤기 때문에...

(하나, 1차면담, 2015/09/04)

창수: 그러니까 학회에서 발표를 하거나 교수님들 앞에서 발표를 하는 것도... 이걸 왜 하는 거지?

하나: 이 연구 결과를 다른 실험 같은 데서도 사용할 수 있잖아.

태호: 그럼 아이디어를 맞교환?

하나: 현재 우리 연구는 이만큼 진행되었다고 이야기하면서 뭔가 서로 정보를 교환하는 거지. 교수님들이랑 대학원생들도 그러잖아. 그때 세미나 때.

(학회발표 준비과정, 2014/05/12)

연구 활동이 지속되면서 학생들의 자아에 대한 인식에서도 변화는 발견되었다. 이는 특히 연구 참여 초기에 과학과 관련하여 스스로에 대해 낮은 평가를 하고 있던 진희에게서 두드러졌다. 진희는 “이번 R&E 에서는 경험도 경험이지만 무엇보다도 자신감이 내가 얻은 것 중 가장 큰 것이 아닐까 생각한다. 세포 배양도 여러 번 보고 듣고 해봤고, 이런 게 있구나 하며 신기해했던 바이오 이미징 기술도 직접 경험하고 사진도 찍어보았다. 직접 실험을 해 보고 여러 번 검토하고 보고서를 작성하고 하면서 적어도 대학교에 가면 훨씬 더 잘 할 수 있을 것 같다는 생각이 들었다(연구 활동 종료 후 소감, 2014/02/05)”라는 이야기를 했다. 실험 기술 및 이론 지식의 습득, 해외 유수의 논문을 읽고 공부한 경험, 성공적인 보고서 작성 등을 통해 얻은 연구에 대한 자신감이 우수한 학업성적에도 불구하고 오랫동안 갖지 못했던 과학적 자아에 대한 내적 인정의 밑바탕이 된 것으로 보였다.

이행기의 참여 과정에서 학생들이 드러낸 실행과 인식의 변화는 개별적인 정도의 차에도 불구하고, 전체적으로 과학자의 그것을 닮아가고 있었다는 점에서 그 특징을 찾을 수 있었다. 이들의 참여는 단순한 지식의 획득이나 경험을 넘어서 과학자들의 일상적 실행에 근접하였으며, 연구 활동의 엄격성 및 연구 윤리에 대한 인식은 이들이 구성한 R&E 공동체의 규범으로 내재화하기 시작했다. 이는 학생들이 하나의 학습 공동체이자 연구자 공동체라고 할 수 있는 R&E 공동체의 속성을 심층적으로 이해하고, 공동체의 가치, 규범에 익숙해져가는 참여 발달(Wenger, 1998)의 중요한 신호로 해석될 수 있다. 학생들은 또한 이와 같은 실행의 변화와 더불어 연구라고 하는 것의 속성, 개별 과학자와 과학자 집단의 실질적인 삶, 자아에 대한 인식을 달리하였으며 보다 사실적인 시각을 형성하였다. Sfard와 Prusak(2005)의 연구에 따르면, 이와 같은 실행과 인식의 변화는 미래의 과학자를 꿈꾸는 이들 고등학생들이 R&E 참여라는 학습의 과정을 통해 미래의 자신에 대해 가지고 있는 지향정체성과 자신의 현재에 대해 가지고 있는 실질적 정체성의 간격(Sfard & Prusak, 2005)을 좁혀나가는 과정으로 해석될 수 있다. 무엇보다도 흥미로운 것은 그 과정에서 R&E 공동체의 초심자로 참여를 시작했던 학생들이 연구자 공동체의 규범과 실행에 접근해 가며, 공동의 자산을 함께 구성해가는 참여의 증진을 생생하게 드러냈다는 것이다.

3. 완전한 참여의 시기

R&E 활동의 맥락 참여자에 따라 개인차가 있지만 학생들이 R&E 팀이라고 하는 실험 공동체에서의 완전한 참여를 보이기 시작한 것은 대체로 실험활동이 어느 정도 마무리되면서 교내외에서의 결과 발표회를 준비하는 과정에서였다. R&E 활동에 대한 연구결과의 발표는 총 3회에 걸쳐 이루어졌으며, 첫 번째는 동료학생과 학교 교사들을 대상으로 한 교내 포스터 발표, 두 번째는 연구기관 또는 대학에 재직 중인 과학자와 과학교육 연구자를 대상으로 한 교외 발표였다. 두 발표는 모두 평가의 기능을 겸하고 있었다. R&E 종료 이후 이루어진 학회에서의 세 번째 발표는 평가와 무관하였으며 다음 학년도의 여름 방학 중에 있었다. 학회 발표 참여는 공고를 본 학생들의 자발적인 희망에 의해 이루어진 것이다. 학생들은 포스터와 구두발표 자료 제작을 위해 수시로 모여 논의를 하였고 그 과정에서 의견을 교환하고, 발표 자료를 만들고, 역할을 나누기도 하였다. 이와 같은 실험은 교사나 조교의 지시에 의해서 이루어지기보다는 학생의 주체적 의견에 따른 자발적 활동으로 이루어졌으며, 학생 대상의 발표에 비해서는 전문가 대상의 발표에서, 교내 발표에 비해서는 학회 발표에서 훨씬 더 적극적인 참여의 모습이 관찰되었다.

학생의 실험 이 시기의 학생들에게서 가장 두드러진 실험은 비록 초보적이지만 자신의 연구에 책임을 느끼는 연구자로서의 반성에 기반한 연구 실험으로 특히 연구결과 발표 및 발표 준비 과정에서 눈에 띄게 증가하는 모습을 보였다.

(친구를 상대로) 발표를 연습하면서 친구한테 그 결과에 대해서, 여기에서 그 세포체랑 돌기 부분이랑 뭔가 약간 반짝임이 다르게 나타났다. 이 그래프가 그것을 증명한다. 이렇게 이야기하면서 그 이유를 설명해 줄 수 없다는 것을 깨달았어요. 그 이유를 어떻게 설명해 줄 수는 없을까? 아... 그 때 이런 걸 했으면 좋았겠구나. 원인을 알아봐야 하는데, 후속 연구를 했으면 좋았겠다. 그런 생각...

(진희, 3차면담, 2015/02/04)

포스터 발표를 앞두고 친구를 대상으로 연습을 하는 과정에서 진희는 문득 그들이 실험 과정에서 놓쳤던 것을 발견했다. 바이오 이미징이라는 첨단 기술로 살아있는 뉴런에서의 칼슘 농도 변화를 분석했던 부분이였다. 실험결과 칼슘의 농도는 뉴런의 신경돌기와 세포체 부분에서 각각 조금씩 다른 양상을 보였고, 학생들은 소프트웨어를 이용해 어렵게 정리한 그래프를 통해 그 변화의 차이를 주요 결과로 발표하였다. 그러나 엄청난 양의 데이터를 바탕으로 결과를 해석하는 것만으로도 매우 벅찼기 때문에 세포의 각기 다른 부분에서 왜 이런 변화가 일어났는지 그 원인에 대해서는 미처 생각하지 못했다. 조교나 지도교사의 별다른 지적도 없었다. 그런데 포스터 발표 연습과정에서 전체 연구 과정 및 결과를 되짚어보면서 이와 같은 문제점을 발견한 것이었다. 진희와 태호는 이 문제에 대해 오랫동안 토론을 하였다. R&E 실험이 거의 끝난 상황에서 새로운 연구를 추가하기는 어려웠지만 이 문제의 중요성에 대해 의견을 모았고, 결국 발표 과정에서 후속연구의 하나로 이를 강조해 두기로 하였다. 진희와 태호가 실험공동체 내에서 보인 이와 같은 문제 발견과 해결 및 의사결정능력은 R&E 공동체 내에서의 성숙하고 완전한 참여자로서의 모습으로

해석될 수 있다(Lave & Wenger, 1991; Lee & Kim, 2011; Yoon, 2006). 학생들은 또 발표 과정에서 자신의 연구에 대해 책임을 질 수 있는 학생 연구자로서 행동하려는 노력을 보였고, 명확하지 않은 것은 실험실을 다시 방문해서라도 확인하고자 하였다.

진짜 정확하게 발표를 해야겠다. 이게 우리가 한 연구니까 책임감도 있어야 하고, 신뢰를 줄 수 있어야한다... 그렇게 되게 긴장을 했었는데... 전문적인 용어도 써야 됐고, 나중에 제가 진짜 연구 활동을 할 때도 그렇게 해야 되니까, 연장선이잖아요.

(진희, 3차면담, 2015/02/04)

하나: (J대학 실험실에) 제발 빨리 가요. 할 게 너무 많아요. 내일 바로 갔으면 좋겠어요.

태호: 여긴 설명을 너무 대충했어요. 그러니까 여기 포스터예요 2번에 여러 가지 인자들이라고만 썼는데, 무슨 인자들인지에 대해서도 언급을 안 하고

교사: 여러 가지 인자라고 쓰면 왜 안 되는 거지?

태호: 헛갈리죠. 다른 사람들이 봤을 때. 뭉뚱그려 말하는 거 같아서 안돼요.

진희: 누군가 이걸 보고 실험을 재현할 수가 없어요.

(포스터 발표 준비 과정, 2013/12/12)

학생들은 결과 발표회를 “1년간에 걸친 긴 연구를, 짧은 시간 안에 요약해서 중요한 것만 뽑아서 전반적인 실험을 다 돌아볼 수 있게 하는 그런 무대(하나, 2차면담, 2015/01/21)”라고 생각했고, 이를 위해 “그 긴 연구가 이렇게도 짧아질 수 있나(진희, 1차면담, 2015/01/02)” 생각될 정도로 연구를 요약하고 또 요약했으며 “여기에서 뭐가 더 중요한 포인트인지 그런 생각을 계속(진희, 1차면담, 2015/01/02)”했다. 그 과정에서 “박사님들이 가소롭게 생각하시면 어찌지 걱정도 되었지만, 그래도 우린 학생이니까 그걸 방패로 하고 최선을 다하면 귀여운 학생들 정도라고 생각하지 않으실까(하나, 1차면담, 2014/09/24)”라며 반복해서 실험과정과 결과를 점검하며 준비하는 노력을 보였다. 발표를 위한 학회 참석에서도 이들은 매우 적극적인 참여의 모습을 보였다. 다만 참여의 형태에 있어서는 학생마다 조금 차이가 있었다. 하나가 열정적인 발표자의 자세를 보이며 발표 직전까지 내 발표 연습에 매달려 자료를 읽고 또 읽고 점검하는 모습을 보였다면 대조적으로 태호는 포스터 앞을 계속 지키기 보다는 여러 다른 팀의 포스터를 보러 다녔다.

학회에서 다른 팀이 연구한 걸 보면서 생각을 많이 했죠. 제가 앞으로 할 만한 연구에 대한 정보도 얻었지만 우리 연구에서 모자랐던 점, 다른 사람이 한 연구 방식을 보고 그러니까, 다른 팀들은 가설을 열심히 세웠는데 우리는 가설이 모자랐다거나 그렇게 자기를 되돌아볼 수 있는 시간도 되었던 것 같아요.

(태호, 2차면담, 2015/02/02)

입시를 앞 둔 바쁜 시기임에도 불구하고 가까이 학회에 참석하고자 하는 이유를 물었을 때, 태호는 “학회는 처음이니까 가보고 싶었어요 그러니까 연구한 것들을 공유하는, 다른 사람 연구를 통해서 제가 앞으로 할 연구에 대한 정보도 얻고, 자기를 되돌아 볼 수 있는 그런 시간도 되고(2014/07/18)”라고 답했다. 이는 “뭔가 그래도 도움이 될 것 같다는 생각? 그냥 원래 저는 다 참가하려고... 한 번 하면 끝까지

해야죠(2014/07/18)” 라고 한 하나의 대답과는 다소 차이를 보인다. 학생들은 학회 참석을 자신의 계속된 연구 활동의 일환으로 생각하기도 했고, R&E 라는 학교 활동의 연장선으로 생각하는 것으로도 보였으나 여기에는 개인차가 있었다. 그러나 주목해야 할 점은 그 참여의 과정에서 학생들이 앞서 보고, 배우고, 언급하였던 연구자로서의 자세에 가까워지기 위해 무의식적인 반성과 노력을 반복적으로 보였다는 점이고, 이를 실행으로 옮기고자 했다는 점이다. 학생들이 보여준 이와 같은 반성적 실행은 Gee(2000)의 “각각의 개인은 특정한 집단이 보이는 공통적 실행에의 공유를 통해 시공간을 넘어서 정체성을 형성할 수 있으며, 이와 같은 정체성의 변화는 학생의 행위에 큰 영향을 미칠 수 있다”는 연구 결과를 떠올리게 한다. 과학자 집단이 보이는 공통적 실행에 한걸 근접하면서 R&E 공동체의 완전한 참여자로서 학생들은 또한 초보적이지만 연구자로서의 정체성을 드러내기 시작하였기 때문이다. Table 7은 이같은 정체성을 드러내기 시작한 완전한 참여기의 학생들이 공동체 내에서 보여준 주요 실행을 정리한 것이다.

Table 7. Practice observed in the stage of full participation

Members of community of practice	Practice in R&E participation
	<ul style="list-style-type: none"> • Showing reflection and responsibility on research • Refining and complementing research for future work
High school students	<ul style="list-style-type: none"> • Participating conference and present research voluntarily • Communicating science with other researchers in conference
School teacher	• Encouraging students' participation
Researchers in university	• Providing scientific feedback on research

학생의 인식 R&E 활동 공동체 내에서의 주체적 참여와 실행 속에 학생들은 과학에 대한, 과학자에 대한, 그리고 자신에 대한 인식도 조금씩 달라져 나갔다. 장기간에 걸친 연구 참여 과정에서 그 변화가 두드러지게 나타난 것은 진로에 대한 이들의 인식이었다. 앞서 기술한 바와 같이 이행기의 참여 이후 학생들은 계속되는 연구 과정 속에서 이제까지 보지 못했던 연구라는 활동의 어려운 점과 속성들을 실감했다. 이들은 연구의 어려움과 고단함을 서로 토로하기도 했지만, R&E 활동에 점점 더 핵심적으로 참여하며 연구의 즐거움을 알게 되면서부터는 이와 같은 연구의 고단함을 ‘재미있는 부담, 재미있는 노동(태호, 2014/12/30)’이라는 표현으로 나타냈고, 그 즐거움으로 인해 연구는 자신의 진로 적성에 부합한다는 나름의 결론을 내리기도 했다. 참여 초기, 과학에 대해서도 진로에 대해서도 무척이나 막연해 하던 진희 또한 “힘들긴 하지만 내가 괜찮게 연구를 하고 있구나. 앞으로도 계속 이런 과학이란 게 내 일상이 될 것 같대(2015/02/04)”라며 장차 생명과학 영역의 연구원이 되겠다는 다짐을 보였다. 흥미로운 것은 활동 초기부터 이미 즐기세포 연구자로 진로를 확고히 했다고 선언했던 하나가 정작 R&E 참여 이전에는 과학자라는 자신의 미래를 연구라는 활동과는 미처 연결 지어 생각해보지 못했다고 밝힌 대목이었다. 외적으로만 본다면 D 대학교에 진학해서 생명과학을 전

공하겠다는 하나의 진로 결정에는 특별한 변화가 없어 보인다. 그러나 하나가 R&E 활동 참여를 통해서야 비로소 자신의 진로 결정이 장래의 많은 시간을 연구실에서 보내겠다는 결정과 관련됨을 깨달았고, 진로 결정에 대해 보다 신중한, 하지만 확신을 가진 태도를 보이게 되었다는 점은 과학교육연구자들과 R&E 프로그램 운영자들에게 많은 점을 시사한다.

교사: 그럼 연구에 대한 생각이 좀 바뀌었어?
 하나: 사실 그 전에는 연구란 것에 대해 깊게 생각해 본 적이 없어서 그냥 실험하고 그런 거라고 생각했는데...
 교사: 중학교 때부터 과학자가 꿈이었다면서?
 하나: 꿈인데, 그냥 즐기세포라는 주제, 그 주제에만 빠져 있어가지고... 아, 나는 이걸 꼭 해봐야겠다. 이렇게만 생각을 하고... 애초에 너 무 연구에 대해서는 깊게 생각해 본 적은 없어서... (중략)
 교사: 그럼, 이제는 좀 달라진거야?
 하나: 전에는 그냥 다 잘 될 것 같고 그랬어요. 근데, 꼭 그게 아니라고 생각이 된다고 해야 되나? 힘들 것 같다고 예상이 되요. 그리고 꼭 자기가 원하는 연구만 하는 게 아니라 남들이나... 그러니까 연구를 지원해주는 사람들이 원하는 것도 해야 되잖아요 (웃음). 그래도 이게 내 일이 맞다. 맞는 것 같다. 그런 생각. 전에는 연구를 막연하게만 생각했지만 이번에는 대학에 가서 실제로 연구의 전 과정을 살펴보고 했으니까. 그래도 예비 경험도 했고...
 (하나, 2차 면담, 2015/01/21)

연구는 노동이다. 수 백 개가 되는 자료를 세는 것도 그렇고, 시간과 노력을 투자해야 되는 노동. 하지만 재미있는 노동이다, 새롭고, 신선하기도 하고... 힘들기만 했다면 이렇게 못했겠죠? 내년 이맘때쯤은 대학에서 실험도 많이 해보고 그럴 것 같은데...
 (태호, 2차면담, 2015/02/02)

R&E 활동을 통해 ‘연구를 한 번 경험’해 보고자 했던 주변적 참여자들은 연구자로서의 일상에 동반될 보람은 물론 고단함과 어려움에 대한 깊은 이해를 바탕으로 진로에 대한 인식을 견고히 하였다. R&E 활동을 지속하면서 이들은 종종 서로에게 또는 지도교사나 조교에게 ‘미래의 과학도 혹은 연구자로서의 자신’에 대해 이야기했으며, 연구가 진행될수록 이와 같은 이야기는 늘어났다. 하나는 학회 발표를 준비하면서도 “제가 나중에 진짜 연구자가 된 다음의 학회는 이것보다 더 크겠죠? (2014/05/02)”라고 이야기했고, 태호는 연구 참여 소감을 쓰면서도 “언급할 수도 없이 수많은, 우리가 후일에 연구 활동을 하는데 필요한 필수적인 것들을 배우는 것이 R&E의 최종 목적이라고 생각한다(2014/02/05)”라고 밝히며 연구자로서의 자신의 미래를 이야기했다. 정체성이란 담화의 확산이라고 제안한 바 있는 Sfard와 Prusak(2005)의 연구에서처럼, 지속적으로 반복되고 확산된 학생들의 이같은 목소리는 진로 탐색을 넘어 이들의 연구자 정체성 구축에도 기여하는 것으로 분석될 수 있다.

자신에 대한 이야기를 자주 하면서, 학생들은 또한 그들 각자가 정의하고 있는 과학자의 모습에 스스로가 근접하고 있는지를 무의식적으로 평가하고, 이야기하기도 하였다.

음... 과학자란 탐구력이 있고, 창의적이고, 분석력도 뛰어나고 작은 것도 놓치지 않는 사람. 저요? (웃음) 저는 솔직히 분석력에서 조금 부족하지 않나 싶어요. 창의력이랑. 그래도 다른 사람들과의 팀워크 같은 건 문제

없을 것 같구요.

(진희, 2차면담, 2015/01/15)

일단 생명과학자가 하는 일이... 그러니까 저는 의문을 품고 있었던 부분에 대해 연구를 하는 직종이라고 생각하거든요. 뉴런에 대해 의문을 품고, 거기에 대해 실험을 하고, 또 정량분석을 한 다음에 실험 결과를 내는 모습을 보고 생명과학자가 하는 일이, 뭐라고 할까, 좀 해답을 내는 것 같은... 적성에도 잘 맞는 것 같고.

(태호, 1차면담, 2014/12/30)

이행기의 참여 단계에서 과학자가 어떤 일상을 보내며, 이들 과학자 집단의 생활은 어떠한가에 대해 많은 생각과 담화가 오고갔다면, 이 시기의 학생들은 이행기에서의 경험을 통해 스스로 정립한 과학자의 이미지에 자신이 과연 잘 맞는지, 자신에게서 찾을 수 있는 과학자의 모습은 무엇인지에 대해서 진지하게 찾아보거나 고민하는 모습을 보였다.

아울러 이들은 과학적 역량에 대한 주위 사람들로부터의 인정도 경험하였다. 결과 분석 세미나에 가장 적극적으로 참여하며 많은 질문을 던지곤 했던 태호의 경우, 연구조교로부터 “어, 아이디어 좋은데... 그런 생각을 어떻게 했어?(2013/12/25)”, “태호는 우리 대학에 들어오면 참 실험을 잘할 것 같아(2014/01/12)” 라는 명시적인 인정의 말을 동료들 앞에서 여러 번 들었다. R&E 활동 초기에 교내 세미나에 불참하고 체육관에 갔다가 동료들에게 불들려오기를 여러 번 했을 정도로 팀 내에서 태호는 부정적으로 인식되었다. 그러나 연구 진행과 더불어 눈에 띄게 적극적으로 논의에 참여하고, 조교로부터 종종 칭찬까지 받으면서 R&E 팀 내에서 태호의 위상은 매우 달라졌다. 하나의 경우, R&E 팀 내에서보다는 학교생활 중에서 R&E와 관련된 인정을 경험했다. 표현력이 좋고 활발한 성격의 하나는 학교 친구들이나 교사들에게 자신이 하고 있는 R&E 연구에 대해, 혹은 J 대학교에서 수행한 실험에 대해 즐겨 이야기 하곤 했다. 또 2학기에 접어들어 학교 생활 수업시간에 신경계를 배울 때는 R&E 과정에서 먼저 습득한 전문적인 지식을 바탕으로 교사의 질문에 훌륭하게 답변하기도 했고, 이 부분의 내용 이해에 어려움을 겪는 학급 내의 다른 친구들에게 도움을 제공하기도 하였다. 진희의 경우, 연구 후반기로 갈수록 소집단 내에서의 영향력이 커졌고, 이론적인 해박함, 실험과정에 대한 꼼꼼한 메모, 맡은 일은 책임감 있게 시간 맞춰 완수하는 믿음직한 행동 등으로 동료들의 신뢰를 얻었다. 특히 이전에 했던 실험 과정을 명확히 기억하지 못하는 일이 생길 때 구성원들은 종종 진희에게 의존하였다. 빈틈없이 성실하게 기록한 탐구 일지 덕분이었다. 이와 같은 구성원들로부터의 외적 인정은 진희의 자아 인식에도 큰 영향을 미친 것으로 분석된다.

이와 같은 연구결과는 정체성의 구성 과정에서 각 개인은 자기 자신을 과학자에 대한 스스로의 인식과 비교할 뿐 아니라 다른 이들이 인정하고 승인하는 정체성을 지니기를 목적으로 하며(Carlone & Johnson, 2007; Malone & Barabino, 2009), 이들 타인에 의해 합법화되기를 원한다(Johnson *et al.*, 2011)는 일련의 연구들을 잘 설명해 주기도 한다. 한 개인이 과학과 관련하여 자신을 바라보며 자신의 과학 정체성을 결정할 때는 스스로의 역량에 대한 내적 인정과 더불어 유의미한 타자의 외적 인정이 매우 중요한 역할을 한다(Carlone & Johnson, 2007; Hazari *et al.*, 2010; Holland *et al.*, 1998). Carlone &

Johnson (2007)은 성공한 아프리카계 미국인 여성 과학자들에 대한 종단적 연구에서 이들이 과학을 지속하게 된 가장 큰 동력은 타자로부터의 인정을 경험한 것이라고 밝힌 바 있다. 본 연구에서는 이와 같은 인정의 경험이 인종적, 문화적 소수자에게만 국한되는 것이 아니라 진로 탐색의 동적인 과정에 놓여있는 고등학생들에게도 과학관련 진로를 선택하고 견고하게 하는 동력으로 작용한다는 것을 확인할 수 있었다.

R&E 팀이라고 하는 실행공동체에서의 장기간에 걸친 연구 참여를 통해 과학고등학교 학생들이 드러낸 이와 같은 인식의 변화를 종합해 보면 크게 과학에 대한, 과학자에 대한, 그리고 참여자 자신에 대한 세 가지 범주로 나누어 볼 수 있었다. 그리고 이들 범주는 각각 별개라기보다는 상당한 연관성을 가지고 있었으며, 개인에 따라 또 참여 발달의 시기에 따라 조금씩 차별적으로 증진되고 변화하는 양상을 보였다. 먼저 학생들의 과학에 대한 인식 변화는 R&E 참여의 전 시기에 걸쳐 지속적으로 관찰된 것이 그 특징이다. 주변적 참여 시기에 과학 연구에 대한 지식 및 기술에 대한 인식 변화로 출발한 이들은 이행기적 참여 시기에는 특히 연구 활동의 본성이나 연구 윤리 등에 대한 인식 변화를 두드러지게 드러냈다. 또 완전한 참여 시기에는 연구 결과 발표와 교류의 경험 등을 통하여 과학적 소통의 중요성에 대한 인식 변화를 비롯하여 연구 타당도와 신뢰도, 새로운 연구 주제 탐색 및 연구 설계 등에 대한 인식의 변화를 보였다. 그러나 두 번째로 범주화한 과학자에 대한 인식의 변화는 시기에 따라 다소 차별적으로 드러났다. 주변적 참여의 시기에 학생들이 드러낸 과학자에 대한 인식이 주로 이들의 과거 경험에 의존한 것으로 큰 변화를 드러내지 않았다면, 이행기의 참여 시기에는 실행공동체 내에서 과학자와 주고 받은 왕성한 상호작용에 기반한 풍부한 인식 변화가 관찰되었다. 이들은 개별 과학자의 일상과 과학자 공동체의 협력, 소통을 경험하며 과학자에 대한 사실적인 시각을 형성하는 것으로 보였다. 과학자에 대한 인식은 완전한 참여자들에게서도 지속적으로 관찰되었다. 마지막 범주인 참여자 자신에 대한 인식 변화는 완전한 참여자들에게서 가장 두드러지게 관찰되었다. 주변적 참여 시기에 학생들은 단순한 학생 참여자로서의 인식만을 이따금씩 보였으나, 이와 같은 자아 인식은 참여의 발달 과정에서 점진적으로 증진되는 모습을 보였으며, 개인의 행위성을 바탕으로 자발적인 연구 활동의 심화, 확산이 이루어진 완전한 참여기에 가장 풍부하게 드러났기 때문이다. 한 가지 더 흥미로운 발견은 이행기적 참여의 시기와 완전한 참여의 시기에 드러난 과학자와 학생 자신에 대한 인식이 지속적으로 상호작용을 주고받는 모습이었다. 가령 이행기의 참여자들은 과학자의 수행에 대한 인식을 제고하면서 자신의 역량과 수행을 다시 한 번 점검하여 과학자의 그것을 닮고자 노력하였고, 완전한 참여 단계의 참여자들은 자아에 대한 집중적 탐색 가운데 자신의 모습을 과학자의 태도, 실행에 투영시키며 자발적인 반성적 성찰을 보였기 때문이다. Table 8은 학생들이 R&E 활동을 통해 얻을 수 있었다고 인식한 주요 항목들을 세부적으로 정리한 것이며, 참여의 발달에 따른 학습자의 인식 변화 특성은 Figure 2에 간략하게 도식화 하였다.

학생들의 이와 같은 인식의 변화는 또한 R&E 공동체 내에서의 실행의 변화와도 그 흐름을 같이 하였다. 연구 참여 초기, 주변적 참여자로서의 R&E 활동에 임하는 과정에서의 학생들은 주로 과학적 지식과 기술의 수동적인 습득에서 두드러진 성장을 보였다. 무조건적인

Table 8. Students' perception on major gains through R&E participation

Category	Subcategory	Major gains
About science	Knowledge and skills in science research	<ul style="list-style-type: none"> • Scientific content knowledge and skill for experiment • Way of scientific learning & communication • Current research trends in biological research
	Nature of research work	<ul style="list-style-type: none"> • Rigour of research process and measurement • Seeing invisible nature such as repetitiveness, failure, and frustration • Research ethics
About scientist	Individual scientist	<ul style="list-style-type: none"> • Perception on everyday life and work of professional scientist • Quality of scientist like responsibility and passion for research
	Community of scientist	<ul style="list-style-type: none"> • Collaboration among scientists • Communication among peers, and other scientist through various ways
About oneself	Career inspiration	<ul style="list-style-type: none"> • Exploration and Validation of interest and aptitude • Enhanced competence and practice as a science student and a beginning researcher
	Recognition	<ul style="list-style-type: none"> • External recognition from meaningful others • Internal recognition of scientific competence

습득, 흡수에 가까운 지식과 기술의 학습이 이 시기의 특징으로 요약될 수 있다면, 실험이 한창 진행되던 연구 참여기의 학습자들은 과학자들의 일상과 연구 활동의 본성에 대한 심층적인 이해를 얻었다. 이행기에 접어든 이 시기의 참여는 앞선 단계에서처럼 수동적이거나 무조건적이기보다는 조금씩 발휘되기 시작한 학생의 자발성, 행위성을 담보로 한 것이 특징으로 자발적인 논문 탐색과 읽기, 학생 주도적 역할 분담, R&E 공동체의 규범 만들기 등의 실행이 드러났다. 주변적 참여와 이행기적 참여의 시기를 거쳐 마침내 완전한 참여를 보인 학습자들이 보인 특징은 단순한 참여 학생의 입장을 넘어선 연구의 주체로서의 자신에 대한 인식을 바탕으로 한 것이었다. 이들은 연구 정교화와 질적 향상을 염려하였으며, 무엇보다도 연구자로서의 자신에 대한 탐색에 몰두하며 R&E 공동체에서의 핵심적인 참여를 보였

다. 자발적인 후속연구계획 수립, 학회 참석 등의 의사 결정과 더불어 과학을 전공하는 대학생, 대학원생, 그리고 미래의 연구자로서의 자신에 대한 탐색이 심화되며 학생 연구자로서의 정체성을 발달시킨 것도 이 시기의 특징이다. Figure 2는 R&E 참여 발달에 따라 드러난 학습자 실행의 변화 및 이들이 R&E 참여를 통해 드러난 인식변화를 모식적으로 나타낸 것이다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 전문가 사사에 기반한 장기간의 R&E 활동 참여를 통해 과학고등학교 학생의 참여 발달이 어떠한 양상을 보이며, 그 과정에서 학생들이 보이는 과학적 실행 및 인식의 변화는 무엇인지에

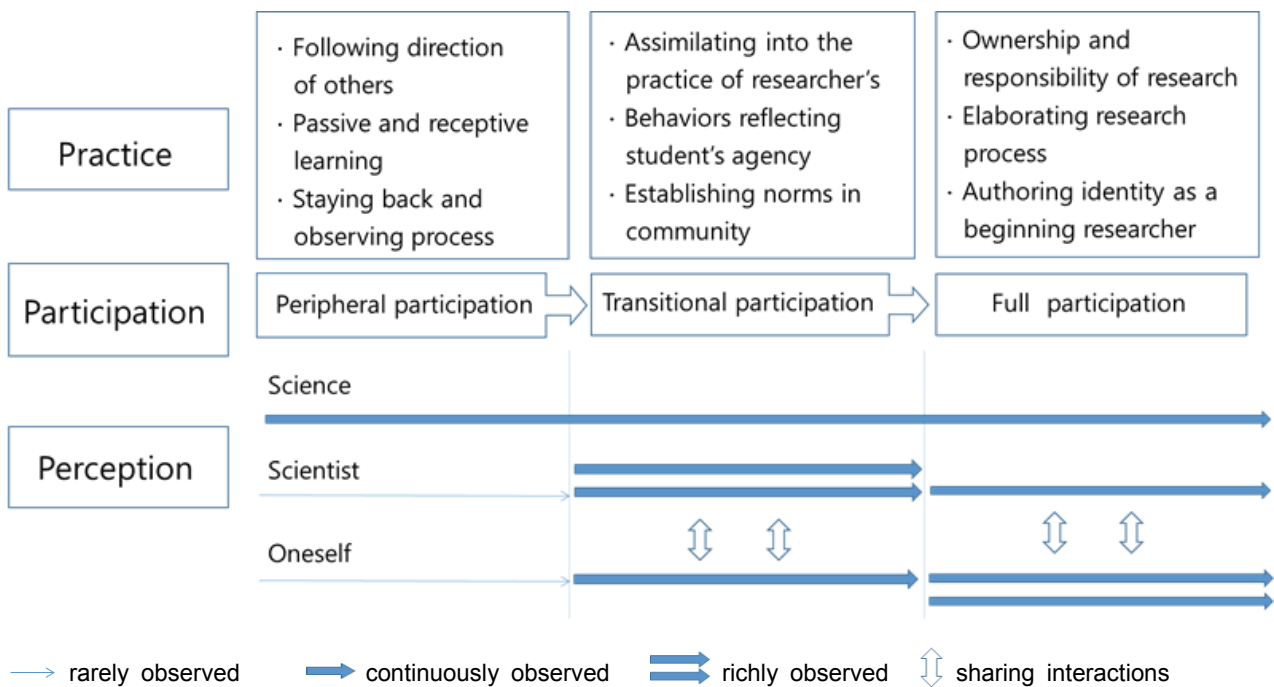


Figure 2. Development of students' practice and perception in terms of legitimate peripheral participation

대하여 실행공동체에서의 합법적 주변 참여라는 관점에서 알아보았다. 연구 참여초기 주변적 참여 단계에서의 학습자들은 피동적이고 수용적인 태도로 활동에 참여하며, 스스로를 단순한 R&E 참여 학생으로만 인식하는 것으로 드러났다. 이들에게 있어서 R&E 활동의 경험은 일반계 고등학교 학생들은 쉽게 경험하기 어려운, 과학고등학교 학생이기에 참여해 볼 수 있는 특별한 경험이라는 인식이 주를 이루었다. 그러나 연구 활동의 진행과 더불어 학생들은 점차 이행기의 참여로 접어들며 논문을 찾아 읽고, 세미나에서 질문을 하며, R&E 팀의 새로운 규범을 만들어 가는 등 행위주체적인 실행을 보였다. 특히 R&E 활동 전개에 대한 주도권의 학생에게로의 이양은 학생들의 주체적 참여를 상당 부분 증진시킨 것으로 분석되었다. 이와 같은 참여의 증진과 더불어 최종적으로 완전한 참여에 도달한 학생은 증진된 연구 역량을 바탕으로 작은 전문가로서 성장하는 모습을 보였다. 이들은 자신에 대한 인식과 과학적 실행을 차별화 하는 모습을 보였으며, 해당 분야에 전문 지식을 갖춘 학생 연구자로서의 정체성을 갖추는 모습을 보였다. 특히 연구자 정체성을 드러내기 시작한 학생의 경우 R&E 활동 종료 이후에도 관련 주제에 대한 후속 연구를 제안하고, 기존의 연구 방법을 수정 및 정교화 하고자 노력하며, 자발적으로 학회 발표에 참여하여 여러 차례 연구자들과의 과학적 상호작용을 주고받는 등 과학자 공동체의 실행을 공유하는 모습을 보였다.

이와 같은 본 연구의 결과는 몇 가지 시사점을 제안하는데, 그 첫째는 R&E와 같은 연구중심 교육프로그램은 보다 과학자의 현실적 실행에 근접한 형태로 운영되는 것이 바람직하다는 것이다. 특히 실험 탐구의 맥락에서만 탐구를 강조하는 경향이 있는 학교 과학이나(Park *et al.*, 2009) R&E 활동의 현실을 감안할 때, 과학의 현장에서 생산된 관련 논문을 읽고 새로운 연구에 참고하고 적용하는 이론적 연구 활동, 연구 결과를 논문으로 발표하기에 앞서 여러 전문가들과의 소통과 논의를 통해 합의를 얻는 과정 등을 포함시키는 것은 그 좋은 대안이 될 수 있을 것이다. 또한 그 과정에서 고등학생들이 논문읽기라는 새로운 실행에 보다 긍정적으로 접근할 수 있도록 적절한 국문 논문 제시와 같은 교수적 지원을 제공할 수 있다면 학생들에게는 큰 도움이 될 수 있을 것이다. 학교 내외의 현장을 활용한 연구결과 발표의 경험이 단순한 R&E 활동의 정리나 평가 기능을 넘어서 하나의 연구 활동을 완결 짓고, 새로운 연구의 시작, 과학자 사회로의 연결과 입문이라는 연결적 경험을 제공할 수 있다는 사실은 또 하나의 고무적인 발견이다. 특히 교내 발표를 넘어서 전국적인 규모의 고등학생 발표 대회나 학회에 참여를 통해 학생들은 과학자 공동체의 문화에 보다 근접한 상호작용을 경험할 수 있을 것이다.

둘째는 이와 같은 과학자 공동체의 문화에 근접한 실행을 통해 학생들은 단순히 과학적 지식, 이해, 태도의 증진을 넘어서 비록 초보적이지만 연구자로서의 정체성의 변화를 보인다는 것이다. 논문 읽기나 결과 논의의 과정 등에 참여하면서 학생들이 주고받은 과학자들과의 상호작용 및 과학적 역량에 대한 인정의 경험은 이들에게 자신도 과학자 공동체의 일원이 될 수 있다는 인식을, 더 나아가서는 정체성을 형성하게 하였다. 학생들이 참여 초기에 보였던 단순한 참가 학생으로서의 정체성을 넘어서 학생 연구자로서의 정체성을 형성하게 되었다는 점은 학생들의 진로 및 미래 행위에 큰 방향성을 제공한다(Sfard & Prusak, 2005)는 점에서 R&E 프로그램 운영자 및 과학교육자들에게 학생의 정체성 형성을 지원할 수 있는 교육적 지도의 필요성을 시사한다.

셋째는 학습자 공동체는 책임감과 의사 결정권한을 바탕으로 한 연구 개입을 통해 보다 주도적으로 연구에 참여하는 것은 물론 반성적 성찰을 기반으로 한 수행의 변화를 드러낸다는 점이다. R&E 프로그램의 경우 해당 분야의 전문가인 현장 과학자로부터의 지도를 바탕으로 연구가 진행되지만, 일정한 범위 내에서의 학생에 대한 책임 및 권한부여는 여전히 중요하다. 따라서 프로그램 운영자는 R&E 운영의 적절한 시점에서 학습자에게 책임감을 기반으로 하는 의사 결정권한의 이양이 이루어질 수 있도록 면밀한 설계를 함으로써 연구 참여자로서의 학습자 정체성 발달, 실행공동체에서의 보다 완전한 참여에 기여할 수 있을 것이다.

과학과 관련된 진로를 명시화하는 학생들에 대해 교육자들이 흔히 범할 수 있는 실수는 그들이 이미 과학으로 가는 트랙에 올라섰다는 가정을 기정사실화 하는 것이다. 그러나 실제로 학교 현장에서는 과학 분야에서 우수한 학업 성취도를 보이고 있음에도 불구하고 여전히 진로에 대한 불명확성과 더불어 자신의 과학적 역량을 확신하지 못하는 학생들을 종종 만나게 된다. Tan *et al.* (2013)의 연구에서도 지적된 바가 있듯이, 미래의 과학 관련 정체성을 이야기 하는 학생들에 대해서도 과학교육은 여전히 각별하고 세심한 관심을 요구한다. 이들의 연구 활동 참여와 그 과정에서 이루어지는 정체성 형성의 동적인 과정에 대한 보다 심층적인 후속연구는 이들 학생에 대한 이해와 교수적 지원에 보다 기여할 수 있을 것이다.

국문요약

과학자 바로 곁에서 경험하는 진정한 연구에의 참여는 학습자의 과학에 대한 이해와 과학적 실행을 증진시키는 교육적 접근의 하나로 지속적으로 확대되고 있다. 본 연구에서는 고등학교 학생들을 대상으로 수행되는 R&E 활동 참여를 통해 과학고등학교 학생들은 과연 무엇을 얻을 수 있으며, 어떠한 인식 및 과학적 실행의 변화를 겪게 되는지에 대해 R&E 팀이라고 하는 실행공동체 내에서의 합법적 주변 참여의 관점에서 알아보려 하였다. 이를 위해 R&E 활동에 참여한 과학고등학교 1학년 학생들을 대상으로 18개월에 걸친 참여 관찰을 실시하였으며, 근거이론에 기반한 지속적 비교분석법을 이용하여 수집된 자료를 범주화하고, 관련된 요인들을 추출하여 분석하였다. 연구 결과 학생들은 R&E 연구팀이라고 하는 실행 공동체의 초심자로 출발하여 이행기의 참여를 거쳐 점차 완전한 참여자로 이행하는 가운데 과학에 대한, 과학자 및 과학자 공동체에 대한, 그리고 자신에 대한 인식을 제고하고 연구 역량을 증진시키며, 과학자의 그것에 근접한 실행을 보이는 것으로 드러났다. 이들은 특히 장기간에 걸친 진정한 연구 참여를 통해 연구 활동의 본성, 과학자 및 과학자 사회의 실질적인 모습을 인식할 수 있었으며, 이와 같은 인식을 바탕으로 보다 진지한 진로에의 탐색, 역량있는 과학 학생 및 초보적이지만 연구자로서의 정체성 발달을 보였다. R&E 공동체 내에서의 학습자 참여를 통해 학생의 과학적 실행, 인식 변화 및 정체성 발달의 동적인 과정을 심층적으로 조명한 본 연구의 결과는 지속적으로 확대되고 있는 연구 중심 교육과정의 설계와 운영에 실질적인 단초를 제시할 수 있다는 점에서 그 의의를 찾을 수 있다.

주제어 : R&E, 실행 공동체, 합법적 주변 참여

References

- Barab, S. A., & Hay, K. (2001). Doing science at the elbow of experts: Issues related to the science apprenticeship camp. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(1), 70-102.
- Bell, R. L., Crawford, B. A., & Lederman, N. G. (2003). Just do it? Impact of a scientific apprenticeship program on highschool students' understanding of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 487-509.
- Carlone, H. B., & Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1187-1218.
- Charmaz, K. (2006). *Constructing grounded theory: A practical guide through qualitative analysis*. London: Sage Publications.
- Comeaux, p., & Huber, R. (2001). Students as scientists: Using interactive technologies and collaborative inquiry in an environmental science project for teachers and their students. *Journal of Science Teacher Education*, 12(4), 235-252.
- Donahue, T. P., Lewis, L. B., Price, L. F., & Schmidt, D. A. (1998). Bringing science to life through community-based watershed education. *Journal of Science Education and Technology*, 7(1), 15-23.
- Gazley, J. L., Remich, R., Naffziger-Hirsch, M. E., Keller, J., Campbell, P. B., & McGee, R. (2014). Beyond preparation: Identity, cultural capital, and readiness for graduate school in the biomedical sciences. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(8), 1021-1048.
- Gee, J. P. (2000). Identity as an analytic lens for research in education. *Review of Research in Education*, 25(1), 99-125.
- Glaser, B. G. (1965). The constant comparative method of qualitative analysis. *Social Problems*, 12(4), 436-445.
- Goulart, M., I., & Roth, W. M. (2010). Engaging young children in collective curriculum design. *Cultural Studies of Science Education*, 5(3), 533-562.
- Hazari, Z., Sonnert, G., Sadler, P. M., & Shanahan, M. C. (2010). Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 978-1003.
- Holland, D., Lachicotte, W. Jr., Skinner, D., & Cain, C. (1998). *Identity and agency in cultural worlds*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- 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.
- Hsu, P. L., Eijck, M., & Roth W. M. (2010). Students' representations of scientific practice during a science internship: Reflections from an activity-theoretic perspective. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1243-1266.
- Hunter, A., Laursen, S. L., & Seymour, E. (2007). Becoming a scientist: The role of undergraduate research in students' cognitive, personal, and professional development. *Science Education*, 91(1), 36-74.
- Johnson, A., Brown, J., Carlone, H., & Cuevas, A. K. (2011). Authoring identity amidst treacherous terrain of science: A multiracial feminist examination of the journeys of the three women of color in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 339-366.
- Jung, H. C., Chae, Y., & Ryu, C. R. (2012a). 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. C., Ryu, C. R., & Chae, Y. (2012b). Research and education (R&E) programs in science high schools and gifted high schools: Based on the interview results with R&E coordinators. *Journal of Gifted and Talented Education*, 22(2), 243-264.
- Kang, S. J., Kim, H. J., Lee, G. J., Kwon, Y. S., Kim, M. H., Kim, Y. S., Kim, Y. H., Shin, H. S., Lim H. Y., & Ha, J. H. (2009). A study of scientifically gifted high school students' perceptions on the research and education program. *Journal of Korean Association for Research in Science Education*, 29(6), 626-638.
- Kim, K., & Sim, J. Y. (2008). Scientifically gifted students' perception on the impact of R&E program based on KAIST freshmen survey. *Journal of Korean Association for Research in Science Education*, 28(4), 282-290.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press.
- Lee, M., & Kim, H. B. (2011). Exploring middle school students' learning development through science magazine project with focus on the perspective of participation. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 31(2), 256-270.
- Lee, M., & Kim, H. B. (2014). Funds of knowledge and features of teaching and learning in the hybrid space of middle school science class: Focus on 7th grade biology. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 34(8), 731-744.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury PA, CA: Sage Publications.
- Malone, K. R., & Barabino, G. (2009). Narrations of race in STEM research setting: Identity formation and its discontents. *Science Education*, 93(3), 485-510.
- 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.
- Oh, P. S. (2006). Participation metaphor for learning and its implication for science teaching and learning. *Journal of Korean Earth Science Society*, 27(2), 140-148.
- O'Neill, D. K., & Polman, J. L. (2004). Why educate 'little scientist'? Examining the potential of practice-based scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(3), 234-266.
- Park, J., Jang, K., & Kim, I. (2009). An analysis of the actual processes of physicists' research and the implications for teaching scientific inquiry in school. *Research in Science Education*, 39(1), 111-129.
- Sadler, T. D., Burgin, S., McKinney, L., & Ponjuan, L. (2010). Learning science through research apprenticeships: A critical review of the literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(3), 235-256.
- Seymour, E., Hunter, A. B., Laursen, S. L., & Deantoni, T. (2004). Establishing the benefits of research experiences for undergraduates in the science: First findings from a three year study. *Science Education*, 88(4), 493-534.
- Sfard, A. (1998). On two metaphor for learning and the dangers of choosing just one. *Educational Researcher*, 27(2), 14-11.
- Sfard, A. & Prusak, A. (2005). Telling identities: In search of an analytic tools for investigating learning as a culturally shaped activity. *Educational Researcher*, 34(4), 14-22.
- Tan, E. & Barton, A. C., Kang, H., & O'Neill, T. (2013). Desiring a career in STEM-related fields: How middle school girls articulate and negotiate identities-in-practice in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(10), 1143-1179.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. New York: Cambridge University Press.
- Wenger, E., McDermott, R., & Synder, W. M. (2002). *Cultivating communities of practice: A guide to managing knowledge*. Boston: Harvard Business School Press.
- Wormstead, S. J., Becker, M. L., & Congalton, R. G. (2002). Tools for successful student-teacher-scientist partnership. *Journal of Science Education and Technology*, 11(3), 277-284.
- Yoon, S. (2006). A study of the process by which online school students move from legitimate peripheral participants to full participants. *Journal of Educational Technology*, 22(3), 57-93.