

과학자와의 파트너십을 활용한 과학고 교사 전문성 신장 프로그램 탐색

오창호¹ · 조현준^{2*}

¹KAIST 과학영재교육연구원 · ²한국지질자원연구원

Exploring the Professional Development Program for Science High School Teachers using Partnership with Scientists

Oh, ChangHo¹ · Cho, Hyunjun^{2*}

¹KAIST Global Institute For Talented EDucation
· ²Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources

Abstract: This research explored the direction of professional development programs for science high school science teachers through partnership with scientists. Eighteen science teachers and twenty three experts attended as partners during two weeks program. To find any finding and implication, survey and interview were conducted with participant, and participant observation was conducted to understand interaction between them. It was found that the professional development program through partnership with scientists would contribute to increasing expertise of science high school teachers. From findings, it was suggested to use professional development program where scientists participate for the professional development of science high school teachers.

Key words: professional development, science high school, science teacher, partnership, scientists

I. 서 론

과학고등학교(이하 과학고)는 초·중등교육법시행령 제90조에 따라 과학인재 양성을 위한 특수목적고등학교로서, 설립 목적과 취지에 따라 국민공통기본교육과정과 함께 자연과학과목을 전문교과로서 운영하고 있으며, 특히 대학수준의 과학분야 전문교과와 함께 연구와 교육(Research & Education; 이하 R&E) 등의 수학과 과학 분야에 특화된 교육을 하고 있다. 따라서 과학고에 근무하는 과학교사는 일반 학교에 근무하는 과학교사에 비해 차별화된 전문성이 요구된다(정현철 등, 2009). 다시 말하면, 일반계 고등학생과는 다른 과학고 학생의 특성에 맞는 높은 수준의 수·과학 교과 지식과 영재성 향상을 위한 교수 전략 등에 대한 전문성이 필요하고, 과제 탐구나 전람회, R&E 등의 과학적 연구 활동에 기반을 둔 교육 지도를 할 수 있어야 한다. 따라서 과학고 소속 과학 교사에게는 과학교과 교사로서의 전문성(Loucks-

Horsley *et al.*, 2003)과 함께 전문교과 및 R&E 등 과학 탐구활동 지도에 필요한 전문성이 요구된다. 그러나 과학고 과학 교사에게 이러한 전문성이 요구됨에도 불구하고, 과학고 교사를 위한 전문적이고 체계적인 연수 시스템이 없는 상태에서 시도 교육청의 교원 인사시스템 내에서 교원이 충원되고 있어 전문성을 갖춘 교사가 과학고에 배치되고 있다고 보기는 어려우며, 과학고 교사 스스로도 전문 연수 경험이 매우 부족하다고 느끼고 있는 실정이다(강순민 등, 2008). 실제로 일반계 과학교사 연수에 비해 과학고 교사를 위한 연수는 한국과학기술원(이하 KAIST)을 중심으로 첨단기기를 활용한 연수 이외에는 없기 때문에(김경대 등, 2007) 과학고 교사를 위한 전문 연수가 다양하게 개발되고 적용될 필요가 있다.

특히 과학고에는 일반계 고등학교에는 배치되지 않는 고가의 첨단 과학기기¹⁾가 배치되고 있어, 이를 활용한 전문성 신장 연수를 필요로 하고 있으나(강순민 등, 2008), 교사의 교육적 활용 방안이나 R&E에 활

*교신저자: 조현준(hcho@kigam.re.kr)

**2010년 10월 19일 접수, 2010년 12월 16일 수정원고 접수, 2010년 12월 17일 채택

1) 본 논문에서의 사용되는 '첨단 과학 기기'는 고등학교 수준에서의 개념이며, 과학고에 배치되어 있는 전문 관측 및 분석 장비의 의미로서, 전문연구기관에서 운용하는 첨단 과학 기기와는 성격이 다르다.

용될 수 있는 체계적인 연수가 개발 운영되고 있지 못하다. 연수를 통해 습득된 새로운 내용 지식이 교사들의 자발적인 노력을 통해 학습현장에서 적용될 수 있기 때문에(Loucks-Horsely *et al.*, 1998), 과학탐구, 전람회, R&E 등의 지도에서 첨단 과학 기기 활용을 위한 전문 연수는 절실하다 하겠다. 그러나 과학고에서 구비하고 있는 기기는 대학이나 전문연구기관의 기기와는 장비의 수준이나 구조, 사용 방법이 상이하게 다른 경우가 많다. 따라서 과학고 구비 첨단 장비를 위한 효과적인 연수 운영에 어려움이 있는 것 또한 사실이다.

정부는 정책연구를 통해 국내 이공계 기피 현상으로 인한 인재 누출을 방지하고 창의적 과학기술인력 확보를 위해 민간-공공기관 파트너십(Private-Public Partnership; PPP 정책)을 강조하여 연구와 개발(Research & Development; R&D)을 강조하고 있으나(이은경 등, 2003), 연구 인력으로서의 진출이 가장 많은 잠재적 과학기술인력인 과학고 학생들의 창의성 향상 및 과학기술 교육을 위한 파트너십에는 미치지 못하고 있다. 이미 선진국에서는 1900년대 말부터 대학이나 연구기관과 학교의 파트너십을 강조하고 교원의 전문성 계발에 관한 연구와 프로그램 개발 및 운영이 활발히 시행되고 있다(예, Catelli, 1995; Jones, 2008; Kleinsasser & Paradis, 1997; Moldwin *et al.*, 2008; Nelson, 2005; Nichols *et al.*, 2009). 그러나 아쉽게도 우리나라에서는 교원의 전문성 신장내지 역량 강화를 위한 파트너십 체계 구축을 제안하는 정도의 연구(조동섭, 2005)가 제안되고 있을 뿐, 과학 분야 경쟁력있는 인재 양성과 교원 전문성 신장 등과 관련된 창의적 인재 양성을 위한 학교-(대학)전문기관의 파트너십 구축에 관한 사례는 찾아보기 어려운 실정이다.

Loucks-Horsely 등(1998)은 과학교사의 과학 연구 수행 경험을 통한 성공적인 전문성 신장 지원 전략의 하나로 과학자와 과학교사의 파트너십을 형성을 제시한 바 있다. 과학자는 내용 전문가로서의 역할을, 교사는 새로운 관점과 다양한 전문적 상황을 제시하는 역할을 통해 파트너십을 구축할 수 있다는 것이다. 과학교사가 과학자를 어떻게 인식하고 파트너십을 유지하는가에 대한 연구(Morrison & Estes, 2007)에서는 과학교사가 과학자를 '그들의 분야에 대해 매우 높은 지식을 보유하고 있으며, 과학 내용을 교사가 이

해하는데 많은 도움을 주는 역할'을 한다고 하였다. 다만 과학교사와 과학자 사이의 전문성 차이에 따라 몇 가지 상호작용의 어려움이 있으며, 특히 과학적 용어의 사용에 대한 어려움이 대표적으로 나타났다. 이러한 관점에서 과학 교사에게 대학 수준의 내용 수준을 다시 경험할 수 있는 기회를 제공하고, 과학자가 사용하는 용어의 차이 등을 극복할 수 있는 방안을 함께 제공한다면 과학자와의 파트너십이 과학교사의 전문성 신장에 많은 도움이 될 수 있다고 생각된다.

미국의 경우, 미국과학재단(NSF)에서 지원하고 6년 차에서 9년차의 과학교사, 과학기술분야 전문성을 갖춘 대학원생, 과학교육학 교수가 참여하는 파트너십 구축 프로젝트를 진행하는 등 과학교사의 전문성 신장을 위한 노력들이 진행되고 있다(Nelson, 2005). 이러한 프로젝트에 참여하면서, 교사들은 탐구 기반의 실험실습을 경험하고, 교과에 대한 전문지식과 경험을 쌓게 되며, 학교에서 학생들에게 가르치는 과학이론이 연구현장에서 어떻게 적용되는지, 또 이론들이 어떻게 만들어지는지를 경험하게 된다. 그리고 대학원생들에게 좋은 과학교육을 위한 여러 축적된 연구 결과나 방법들을 제공하며, 공교육에 대한 이해의 폭을 넓히는 역할을 수행하게 된다. 이렇게 학교-(대학)전문기관-과학교육자 파트너십을 통해 과학교사의 교과 내용 지식, 과학탐구에 대한 이해, 이론의 실제 적용되는 연구 사례에 대한 이해를 통한 전문성 신장(Loucks-Horsely *et al.*, 2003)은 물론 과학교육에 대한 인식의 폭을 넓히는 등 과학교육에 기여하는 의미는 크다 하겠다(Nelson, 2005; Nichols *et al.*, 2009).

우리나라의 경우, 과학자가 연계된 과학교육 활동에 관한 연구들이 제시되고 있으나(김성관 등, 2002), 대부분 과학자와의 만남이나 강연 청강 등의 단순 교류 활동으로 이루어져 있기 때문에 과학자가 수행하는 과학 활동과 연구 현장의 정보를 얻기 어려우며, 특히 과학자와 교사의 전문적 협력활동은 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다. 다만 몇몇 대학을 중심으로 과학교사가 연수의 형태로 첨단기기를 활용한 연구 활동을 수행하는 사례가 있으나, 이 역시 교사와 과학자의 직접적인 상호작용 기회가 거의 없는 것으로 보인다(강순민 등, 2008). 이렇듯, 과학고 교사의 전문성은 일반 과학교사에 비해 몇 가지 영역에서 특화된 전문성이 요구되지만, 이를 지원하는 시스템이 아직은 잘 갖춰져 있지 못하다.

이 연구에서는 과학고 교사와 과학자와의 파트너십 구축을 통한 전문성 신장 프로그램을 제안하고 연구 프로그램에 참여한 교사들의 연수 효과에 대한 인식을 조사하여 과학고 교사의 전문성 신장을 위한 효과적인 과학자와의 파트너십 구축 방안을 제공하고자 한다.

II. 연구방법 및 절차

1. 과학자와의 파트너십²⁾ 구축

과학고에서의 연구활동 중 R&E나 과학전람회 활동은 학교에 구비되어 있거나 비교적 쉽게 접할 수 있는 첨단 과학 기기를 활용하는 경우가 많기 때문에 과학 연구 프로그램 및 수업에 활용할 수 있는 교수학습 프로그램을 개발하는 등 첨단 과학 기기의 활용가치는 높다고 볼 수 있다. 그러나 실제로 교사의 진출과 진입으로 장비에 대한 지식과 경험이 부족하고 장비 관리 등의 어려움이 있어 실제 활용도가 낮기 때문에(강순민, 2008) 본 연구에서는 연구 및 교육 프로그램의 개발과 더불어 과학고에 비치된 첨단기기를 활용한 연수프로그램으로 방향을 설정하였다. 그리고 Nelson(2005)의 연구를 토대로 그림 1과 같은 파트너십 구축모델을 기초로 하여 프로그램을 계획하였다. 그림 1에서 보는 바와 같이, 과학교육학자는 과학고 과학교사의 요구 내용과 과학자의 역할을 분석하여 적절한 프로그램을 계획하였으며, 과학고 교사는 과학고의 실태, 교사 본인의 탐구 능력 수준, 기기 조작 수준, 연구 경험 등과 함께 과학고 학생들의 수준과 진로 관심 등에 정보를 과학자에게 제공하였고, 과학자들은 교사의 수준과 연구 관심을 토대로 첨단기기 활용지도 계획을 수립·실제 지도를 제공하였으며, 과학교사와의 상호작용을 통해 과학고 학생들에 대한 이해를 바탕으로 KAIST 진학에 큰 비중을 차지하는 과학고 학생들에 대한 많은 이해체계를 구축하게 되었다. 과학교사는 KAIST에 진학하는 과학고 학생들의 성취에 대한 정보를 얻어 교육자료를 수집할 수 있었다. 한편, 과학교육학자는 연수가 진행되는 동안 지속적인 관찰을 통해 연수 참여자와 과학자가 소

기의 목적을 달성하도록 증계 및 조정하는 역할을 수행하였다. 이처럼 과학자, 과학교육학자, 과학교사가 함께 파트너십을 형성하였을 때, 주체간의 상호작용이 어떤 유형으로 나타나는지를 살펴보았다.

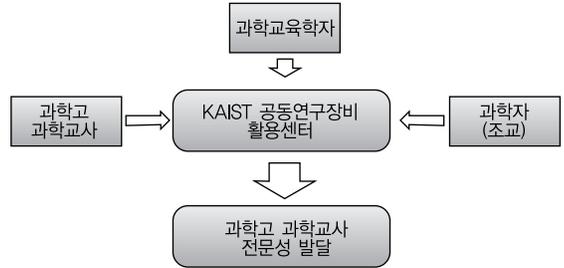


그림 1 과학자와의 파트너십 구축 개념

2. 연수 프로그램

파트너십 구축에 대한 설계가 완료된 이후, 연수 참여 교사와 과학자간의 교류 및 프로그램 진행과정은 그림 2와 같다. 연수 프로그램은 과학고에 배치된 첨단 과학 기기의 조사, KAIST에서의 활용가능한 첨단 기기의 선택 과정이 선행되었다. 다시 선택된 첨단 과학 기기를 지도교수 정보와 함께 다시 과학고에 환류하여 연수에 참여할 과학교사 본인이 원하는 첨단 과학 기기를 선택하는 과정을 거쳤다. 이렇게 과학교사와 과학자가 배정되면, 과학자가 과학교사에게 첨단 과학 기기에 대해 간단한 지도 내용을 제시하게 하고, 과학교사는 그 내용을 바탕으로 본인이 희망하는 연구 주제와 연구 계획서를 제시하는 과정을 온라인 연수과정에서 진행하였다. 이를 토대로 합숙 연수 과정

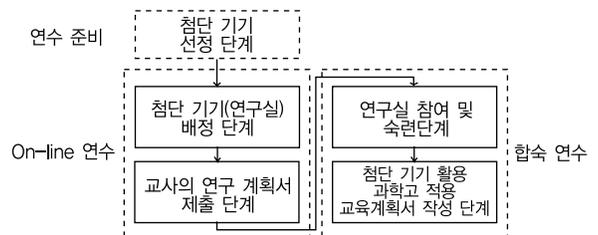


그림 2 연수 프로그램의 흐름

2) 파트너십은, 파트너십 형성 초기에 정하는 목적을 위해 파트너 관계로 참여하는 개인 또는 기관의 장점(역량)을 서로 제공하여 소기의 목적을 달성하기 위한 관계형성이다. 멘토링 또는 코칭은 "오랜기간동안 학교교육과 관련된 다양한 경험이 제공되는 전문성 향상 전략"으로(Loucks-Horsley et al., 2003, p. 219) 멘토링은 교생 또는 신입교사와 숙련교사가 참여하기도 하며 대체로 전문가가 비전문가에게 숙련을 위한 관계 형성의 의미로 이해되며(Anderson & Shannon, 1988), 코칭은 서로 다른 경험을 가진 숙련교사 사이의 파트너십을 의미한다(Loucks-Horsley et al., 2003). 본 연구에서의 파트너십은 Loucks-Horsley 등(2003)과 Moreno(1999)가 사용한 의미와 같이, 과학자-과학교사 1대1 또는 1대 다수의 매칭 개념으로 활용하였다.

에서 연구실에 참여하여 첨단 과학 기기에 대한 숙련 과정을 거쳤으며, 숙련된 기술을 토대로 과학고 소속 학생 지도를 위한 교육 계획서를 제출하는 과정으로 연수가 진행되었다.

1단계: 첨단 과학 기기 선정 단계

먼저, 과학고에 비치된 첨단 과학 기기를 조사하여 리스트화 하고, 그 중 과학교사가 활용하기를 원하는 첨단 과학 기기를 조사하였다. 이 리스트를 KAIST 소속 과학자들에게 전달하여 유사 기기를 가지고 있거나 다루고 있는 과학자들이 참여하도록 유도하여, KAIST에서 활용할 수 있는 첨단 과학 기기를 선정하여 다시 과학고 교사에게 배부하여, 교사들로 하여금 연수에 희망하는 기기를 선정토록 하였으며, 그 결과는 표 1과 같다.

2단계: 첨단 과학 기기 (연구실) 배정 단계

참여교사는 교육 프로그램 참여 신청 과정에서 자신이 교육받기를 원하는 첨단 과학 기기를 선택하였고, 기기별로 교수와 조교연구원, 첨단기기 연구원을 배치하였다. 첨단 과학 기기별 교육인원 구성은 표 2와 같다. 표 2에서 보는 바와 같이, 각 기기 당 평균 4명의 교사가 배정되었으며, 교사 1인당 교수는 0.5명, 조교연구원 0.5명, 첨단기기 연구원 0.28명으로, 평균 교사 1인 당 1.28명의 전문가가 함께 한 것을 볼 수 있다. 일반적인 교사 전문성 향상 교육과 비교해볼 때, 높은 수준의 인력 구성비를 보인다. 이는 교육 프로그램 참여 교사가 과학고 교사로 그 범위가 매우 한정적이고, 교육 프로그램 특성 상 다수의 교사를 대상으로 하기에 적합하지 않다는 측면과 기기의 숙련도 향상을 위해 소수의 과학고 교사를 대상으로 심도 깊은 연수를 위한 환경을 마련한 것이다.

지도에 참여하는 조교연구원 및 첨단기기 연구원은 모두 박사학위 소지자이다.

표 1 과학고 교사 전문성 신장 교육에 활용된 첨단 과학 기기

기기명	기기 특성
Scanning Electron Microscope (SEM)	재료미세조직을 구성하는 상의 관찰 및 분석
Scanning Transmission Electron Microscope (TEM)	재료 및 생물시료의 표면관찰 및 조성분석
High Resolution X-ray Diffractometer (XRD)	재료의 상분석 및 결정구조 해석
High Performance Liquid Chromatography Mass Spectrometer (LC-MS)	비휘발성 유기화합물 분석
Gas Chromatography Mass Spectrometer (GC-MS)	Gas 화합물 분석

표 2 과학고 교사 전문성 신장 교육 첨단 과학 기기별 교육인원 구성

기기명	교육인원 (명)			
	교사	교수	조교연구원	첨단기기 연구원
SEM	4	2	2	2
TEM	3	2	2	2
XRD	3	1	1	1
LC-MS	5	2	2	0*
GC-MS	3	2	2	0*

* LC-MS와 GC-MS는 조교연구원이 첨단기기 연구원 역할을 겸함

3단계: 연구실 참여 및 숙련 단계

연수 참여자는 온라인 연수가 개시됨과 동시에 표 1의 기기 중 자신이 희망하는 기기를 활용하여 어떤 연구를 진행할 것인가에 대해 해당 지도교수와 전자우편을 통한 서신교환으로 연구내용과 연구 문제, 연구수행의 구체화 작업을 17시간 진행되었다. 이를 바탕으로 연구실 소속 지도 과학자와 조교와의 만남을 가진 후 35시간 동안 기기를 숙련하게 된다. 교사는 첨단 과학 기기를 숙련함과 동시에 과학자가 함께 해당 기기를 활용한 과학고 학생 교육 프로그램의 주제를 도출하고, 교사가 주도적으로 교육 프로그램을 지도하는 방안도 숙련하게 된다. 이 과정은 지도 과학자와의 세미나 및 워크숍을 통해 정교화하며 진행된다. 세미나에서는 교사가 과학고 교육상황에서의 현실적 조건, 학생 수준을 고려한 실험 활동 난이도, 학교에 비치된 실험기기의 특징, 실험실 상황들을 고려한 내용을 제시하고, 과학자는 교과 내용에 대한 깊이 있는 조언, 기기의 활용에 대한 전문화된 지식, 그리고 기기를 활용한 다양한 주제를 제시하였다. 워크숍에서는 이러한 과학자와 교사의 세미나를 거쳐 과학고에서 활용 가능한 교육프로그램을 개발하게 하였다.

첨단 과학 기기 활용 연구는 과학고 교사가 선택한 첨단 과학 기기를 활용하여 과학 교사 스스로 해당 과학고 학생들의 소규모 탐구 과제 지도를 수행하는 방

법을 습득하도록 진행되었다. 교육에 참여하기 전, 교사에게는 선택 기기에 대한 기본적인 정보와 원리, 관련 이론을 학습하도록 안내하였다. 교사는 교육기간 내 교수와 조교 연구원, 첨단기기 연구원과 함께 첨단 과학 기기를 직접 조작하고 데이터를 산출한 뒤 분석하여 결론을 도출하는 과정을 직접 경험하였다.

4단계: 첨단 과학 기기 활용 과학고 적용 교육계획서 작성 단계

35시간의 숙련 단계를 마치고, 연수 참여자 전원이 함께 모여 과학고 학생들에게 지도할 교육 계획서를 발표하는 시간을 가지도록 하였다. 이 과정은 워크숍 형태로 진행하였으며, 해당 지도 과학자와 과학교육자가 함께하여 조언을 제시하였다.

연수 프로그램은 표 3에서 보는 바와 같이, 60시간으로 되어 있으며, 첨단 과학 기기 숙달 및 교육 연구 지도 방법 숙달 시간의 비중이 크게 편성된 것이 특징이다.

3. 참여자

본 연수 프로그램에 참여한 교사들은 표 4와 같다. 전국 10개 과학고 교사 18명의 교사가 참여하였으며, 석사 이상의 학위 소지자가 88.9%이며, 남교사의 비율은 77.8%이다. 참여 교사의 기본 정보는 표 4와 같다.

표 3 과학고 교사 전문성 신장 프로그램의 시간 편성

교육 내용		시수 (h)
학생 교육 프로그램 개발	교육프로그램 주제 선정	9
	교육프로그램 개발	8
	세미나 및 워크숍	8
첨단 과학 기기 숙련 및 연구 지도 방법 숙달	첨단 과학 기기 원리 및 사용법	3
	첨단 과학 기기 조작 및 주제연구	7
	데이터 분석 및 결과보고서 작성	10
	세미나 및 발표회의	5
기타	특강 및 첨단과학연구소 방문	10
합 계		60

표 4 과학고 교사 전문성 신장 교육 참여 교사 기본 정보

	성별		학위			과학고경력				
	남	여	학사	석사	박사	1년	2-3년	4-8년	9년 이상	무응답
인원(명)	14	4	2	13	3	4	6	5	1	2

4. 자료 수집 및 분석

이 연구에서는 본 연수 프로그램에 참여한 교사들을 대상으로 설문과 참여관찰, 인터뷰를 통해 자료를 수집하였다.

설문은 전문성 신장 프로그램의 교육적 활용, 교육 프로그램에 대한 요구 및 만족도를 조사하였다. 설문 영역은 크게 전문성 신장 프로그램의 교육적 활용 가능성에 대한 인식과 프로그램에 대한 만족도이며, 설문 요소는 표 5에서 보는 바와 같다.

과학자와 과학고 교사의 파트너십 과정에서의 상호작용을 탐색하기 위해 전문성 신장 프로그램에 참여한 교사 중 2팀을 대상으로 세미나를 녹화하여 분석하였다. 세미나는 첨단 과학 기기를 활용한 연구 결과 분석 및 이를 활용한 교육 프로그램 개발 내용에 대해 과학자 2명과 해당 연구실 참여 교사가 함께 3시간 내외의 세미나를 수행하였다. 과학 교사와 과학자에게는 세미나의 주제만 정해주었고, 내용과 형식 등은 자유롭게 수행할 수 있도록 하였다.

3명의 과학 교사와 담당 과학자에게는 연구 자료 수집을 위한 비디오 촬영과 면담에 대해 사전 동의를 얻

었다. 관찰은 과학 교사가 직접 참여하는 첨단 과학 기기 활용 연구 활동, 데이터 도출 및 분석 과정, 과학자와의 대화, 세미나, 워크숍, 발표 활동 등을 비디오로 녹화하였다. 참여 관찰을 통해 해당 과학자와 과학 교사 간의 상황에 따른 상호작용 유형을 파악·선별 관찰을 하기 위함이다(Spradley, 1980). 자료의 분석과 해석은 자료 수집 후 일괄적으로 이루어졌다. 수집된 자료의 분석은 과학교육 전문가 2인의 논의와 해석, 재해석 과정을 거쳐 이루어졌으며, 필요하다고 판단되는 경우 참여교사에게 직접 상황에 대한 설명을 요구하여 확인하였다.

Ⅲ. 연구결과 및 논의

1. 과학자와 과학 교사의 상호작용 유형

과학고 교사와 과학자와의 세미나 과정에서는 첨단 과학 기기의 원리 및 활용 연구법, 자료 해석에 대한 견해 조율, 과학고 교육상황에서의 적용, 과학고 교육의 상호협력 방안 등 4가지 유형의 상호작용이 발견되었으며, 각 유형의 상호작용 내용은 표 6과 같다.

표 5 설문 영역 및 요소

설문 영역	설문 요소
전문성 신장 프로그램의 교육적 활용 가능성에 대한 인식	학생의 교수 자료 개발 및 연구 활용 가능성 학생의 실험실습 교육 활용 가능성 학생의 진로 및 진학지도 활용 가능성
전문성 신장 프로그램 요구 및 만족도	전문성 신장 프로그램의 요구 만족도 교육 목적 인식 및 목적 달성 여부 교육의 장단점 다른 전문성 신장 교육과의 차별점 기타

표 6 과학고 교사와 과학자의 상호작용 유형

상호작용 유형	상호작용 내용
첨단 과학 기기의 원리 및 활용에 대한 상호작용	· 기기의 원리, 사용법, 주의점 · 기기의 특성, 조작, 운용 방법
자료 해석에 대한 견해 조율	· 해석 결과에 대한 과학자의 피드백 · 교사와 과학자의 분석 관점 비교 · 노하우(know-how)의 제공
과학고 교육 상황에서의 적용	· 과학고에서의 활용 방법 · R&E 연구지도에 대한 과학자의 의견 제시 · 연구지도에 대한 의견 공유
과학고 교육의 상호 협력 방안	· 조교 연구원의 지원 방안 · 학습용 소재 및 재료의 제작 협업 방안

1) 첨단 과학 기기의 원리 및 활용에 대한 상호작용

과학고 교사는 첨단 과학 기기를 활용하여 자신의 연구 주제를 수행한 결과와 연구 과정에서 사용한 기기에 대하여 과학자와 논의를 하였다. 연구 전 조사한 기기의 원리와 사용법, 데이터 처리 방법 등에 대해 교사의 발표 후, 연구 데이터의 처리 및 결과 등에 대해 논의를 수행하였다. 과학자는 기기의 원리, 사용 방법, 주의점 등을 조언하였고, 이를 바탕으로 교사는 기기의 특성과 연관된 자신의 연구 내용과 교육적 활용에 조언을 구하였다. 더불어 과학고에서 새로운 기기를 조합하여 연구를 수행하고자 하는 교사에게 과학자는 원리적 설명과 더불어 현실적 제약에 대해 논의하는 것을 볼 수 있었다. 전문성 신장 프로그램에 참여한 교사는 첨단 과학 기기의 직접 활용과 기기에 대한 이해를 신장시킬 수 있는 기회에 대한 기대가 높았고, 자신이 선택한 첨단 과학 기기에 대해 많은 정보를 얻기 위해 노력하는 모습을 보였다. 기기의 특성과 조작, 운용 방법에 대한 내용은 조교 연구원과 첨단 과학 기기 연구원으로부터의 정보 제공과 상호작용이 많았고, 원리와 활용에 대한 내용은 교수와의 상호작용이 많은 것을 볼 수 있었다. 즉, 기기의 원리와 응용, 교육적 활용에 도움을 줄 수 있는 전문가와 운용이나 조작 등에 도움을 줄 수 있는 전문가가 구분되며, 과학고에서 첨단 과학 기기의 활용 전문성은 조작과 운용, 원리와 활용에 대한 내용으로 전문화시켜 교사의 필요에 따라 내용을 구성하는 전문성 신장 프로그램으로 발전시킬 수 있을 것으로 보인다.

2) 자료 해석에 대한 견해 조율

과학고 교사가 첨단 과학 기기의 주제 연구 데이터를 분석하고 해석한 결과를 과학자와 함께 협의하는 과정에서는 교사의 자료 해석에 대한 과학자의 피드백, 교사의 분석 관점에 대한 보충과 대안 제시, 그리고 과학자의 해석 관점 및 노하우(know-how)의 제공 등을 볼 수 있었다. 교사의 자료 해석 결과를 과학자에게 제시하였을 때, 과학자는 자신의 연구 경험과 분석 관점을 과학고 교사의 분석 관점과 비교하며, 과학적으로 유의미한 결과의 도출을 위한 논의를 수행하였다. 특히 이 과정에서는 과학자의 연구 및 기기 활용 노하우를 교사에게 제시하고 효과적인 자료 해석을 위한 논의가 있었는데, 이 과정에서 교사는 과학자의 연구 수행을 간접적으로 경험하고 첨단 과학 기

기 활용 연구에 대한 아이디어를 얻는 상황을 볼 수 있었다. 다만, 이러한 상황은 교사의 연구 주제 수행에 관련된 의문 상황과 연계되어 제시되었기 때문에 보다 심도 있는 논의가 이루어지기 위해서는 과학자와 교사가 함께 주제연구를 수행하거나 과학고 학생의 연구 지도 상황에서 자연스럽게 의사소통이 이루어질 수 있는 상황이 필요할 것으로 보인다.

3) 과학고 교육 상황에서의 적용

과학고 교사는 첨단 과학 기기를 활용한 연구가 과학고에서의 학생 교육에 직접적으로 활용될 수 있기를 기대하고 있으며, 이에 대해 과학자의 의견을 청하고 답변을 얻는 과정을 볼 수 있었다. 관찰한 팀 중 한 과학자는 과학고 학생들과 함께 R&E 연구를 수행한 경험이 있었기 때문에 과학고에서의 연구 지도에 대해 많은 관심을 갖고 자신의 의견을 피력하였다. 첨단 과학 기기의 과학고 교육 상황에서의 적용과 관련해서는 교사의 활용 의지를 과학자가 인식할 수 있는 논의 과정이 있어 서로의 상황에 대한 이해를 향상시킬 수 있는 대화가 오고갔다. 하지만 과학고에서 기기 활용 교육의 목적이 무엇인지에 대해 관점을 중심으로, 과학자는 자신의 연구 지도 경험을 바탕으로 과학고에서 연구 지도를 어떠한 방향으로 하면 좋을지 의견을 제시하며 현재 수행하고 있는 R&E 등의 연구 활동에 대하여 비판적인 시각을 제시하였다. 이 과정에서 과학자는 일부 교사 및 과학교육연구자의 시각을 비판하며 자신의 의견을 피력하거나 자신이 지도한 과학고 학생의 R&E 수행 능력과 태도 등에 대해 비판적인 견해를 제시하였는데, 교사는 이에 대해 반론을 제기하지 않고 수용하는 태도를 보였다. 과학자의 권위로 인해 의사소통이 중지되는 상황이었으며, 대화가 오래 지속되거나 논의가 확장되지 못하고 마무리되는 것을 볼 수 있었다. 이 외에도 연구 윤리나 기기 관련 연구 동향 등에 대한 과학자의 의견과 대안 제시 등도 볼 수 있었다.

4) 과학고 교육의 상호협력 방안

마지막으로, 과학자와 첨단 과학 기기를 과학고 교육에 어떤 방법으로 상호 협력을 할 수 있는지에 대한 논의가 있었다. 과학고 교사는 과학자와의 교류협력을 지속적으로 유지하고 교육에 도움받기를 희망하였고, 이를 지원할 수 있는 현실적인 방안이 무엇인지

논의하였다. 과학자가 과학고 교육 상황에 직접적으로 참여하기에는 제약이 많기 때문에, 대안으로 조교 연구원을 활용하여 기기 운영 및 활용 혹은 학생 연구에 대한 지원이 가능할 것이라고 제안하였으며, 연구 주제 도출이나 샘플 제작 등은 연구실 차원에서 어느 정도 협조가 가능하므로 과학고 교사가 능동적으로 참여해주시기를 희망하였다. 지역 대학과의 연계를 통한 학생 연구 지원 방안에 대한 현실적 제언이 있었으나, 지역 대학의 과학자에게 일임하기 보다는 지속적으로 연구와 교육을 지원할 수 있는 채널을 만들고 관계를 유지하는 것이 바람직할 것 같다는 의견이 제시되었다.

Nelson(2005)의 연구는, 10년차 공통과학교사와 지화학전공 박사과정 2년차, 27년차 공통과학교사와 화학공학 석사과정 3년차, 20년차 공통과학교사와 물리학 박사과정 3년차의 파트너십에서 나타나는 상호작용의 유형에 대해 연구하였다. 특히 그는 과학 교과 지도의 맥락에서 교사와 연구자가 어떤 맥락에서 어떻게 협력하고 어떤 대화를 통해 행동하는지 분석하였는데, 발견된 상호작용의 유형은 교육과정 개발하기, 교육과정 적용하기, 학생 활동 도와주기, 자료 관찰하기, 교수하기(teaching), 교사의 과학적 이해 확대시키기로 나타났다. 이것은 파트너십 구축의 목적과 크게 관련된 것으로 본 연구에서 과학자와 과학고 교사간의 상호 작용 유형이 표 6과 같이 발견된 것과 유사한 맥락이라 하겠다. 특히 Nelson(2005)이 관찰한 파트너십 참여자들은 석·박사 과정생들이며, 참여한 교사들은 모두 현장 경력이 많은 고경력자들이었다. 이들에게서 발견된 협력 과정에서의 대화 유형은 지식 협상(knowledge negotiation), 지식 상담(knowledge consultation), 지식 거부(knowledge rejection)의 유형이다. 본 연구에서도 Nelson(2005)의 연구에서와 같이, 자료 해석에 대한 견해 조율, 과학고 교육 상황에서의 적용, 과학고 교육의 협력 방안 유형에서 지식 상담이 나타났으며, 특히 첨단 과학 기기 활용에 대한 R&E의 교육 상황에 대해서는 지식 거부도 발견되었다. 그리고 Nelson(2005)은 지식 협상은 교사와 연구자가 어떤 견해를 추정할 때 나타나는 것을 발견하였으며, 서로의 의견에 대한 견해를 이해하는 상호작용이라고 정의하였다. 본 연구에서도 과학교사와 과학자의 관점을 서로 제공하며 자료 해석에 대한 견해를 조율하는 과정에서 지식 협상의 유형이 발견되었는

데, Nelson(2005)의 연구에서와는 다르게 본 연구에서는 권위있는 전문가가 참여하였으나 발견되는 상호작용의 유형과 대화의 유형은 크게 다르지 않은 것으로 보이며, 이것은 두 연구가 구체적인 상호작용 맥락은 다르나, 궁극적으로 학생 지도를 위해 협력체계를 구축한 공통적인 상황에 놓여 있기 때문인 것으로 이해된다.

2. 파트너십 참여 교사의 인식

1) 연구 과정에 대한 인식

본 연수 프로그램 전체에 걸친 상호작용은 주로 연구 전 상황, 연구 상황, 연구 후 상황으로 구분할 수 있다. 연구 전 상황에서는 교육 참여 전 과학자가 제시한 첨단 과학 기기를 활용한 연구 제안서를 과학고 교사가 검토 후 희망 연구 과제를 수행하였고, 이 과정에서 과학자와 교사는 해당 연구 주제를 정교화하고 연구 방법과 재료, 기기 활용에 대하여 의사소통을 하는 기회를 가졌다. 이 과정에서 과학자는 교사의 기기 전문성 수준과 내용 이해 정도를 판단할 수 있었다. 과학자는 교사의 전문성 수준에 맞춰 연구 상황에서 첨단 과학 기기의 활용 교육의 난이도를 조절하였고, 교사는 자신이 수행 할 연구에 대해 연구 수행 전에 충분히 생각하고 준비할 기회를 가졌다. 연구 전 상황에 대해 P 과학고의 교사는 다음과 같이 말했다.

기본원리나 분석방법을 미리 공부하고 오니까 기기를 다루는데 많은 시간을 할애할 수 있었어요. 물론 간단한 소개와 원리를 다시 말씀해주셨지만, 막연하게 와서 수동적으로 듣는 것 보다는 더 나은 것 같아요.

P과학고 교사 인터뷰 중

교사가 선택한 첨단 과학 기기와 연구 주제를 직접 수행하고, 데이터를 산출하고 분석하는 과정에서 과학자와 직접적인 대면을 통해 연구를 수행하고, 첨단 과학 기기를 직접 경험하고 조작하는 활동을 과학자와 함께 수행하였다. 과학자의 역할을 구분해 보면, 교수는 연구 전체에 대한 안내와 개념을 교육하고, 조교 연구원은 주제 연구 수행에 직접 관여하여 연구 수행을 도왔으며, 첨단기기 연구원은 첨단 과학 기기의 오퍼레이팅과 데이터 산출, 분석에 대한 도움을 주었다. 교사는 능동적으로 첨단 과학 기기를 조작하고,

자료를 도출하여 분석하는 과정을 수행하였으며, 필요에 따라서는 같은 첨단 과학 기기를 선택한 교사끼리 소집단을 구성하여 연구과제 수행에 대한 논의와 결과 분석을 수행하였다. D과학고와 P과학고의 교사는 연구 상황에 대한 인터뷰에서 다음과 같이 말했다.

제가 기기에 대해서 많이 알지 못하는 관계로 기본 원리나 분석 방법을 대충 알고 참여했는데, 랩실에서 직접 연구를 수행하고 도움을 받으니까 전문가의 도움을 받는다는 느낌이 강하게 들었어요. 특히 기기를 다루는데 그치지 않고 주제연구를 수행해보니 짧은 시간이지만 좋은 경험이 되었습니다.

D과학고 교사 인터뷰 중

시기적절한 조언과 응답이 도움이 되었습니다. 연구 과정에 직접 참여한 과학자는 제가 모르거나 실수하는 부분, 혹은 데이터 해석에서의 어려움을 정확하게 짚어내고 직접적으로 조언을 주었기 때문에 더 도움이 되었어요.

P과학고 교사 인터뷰 중

이처럼 연구 과정에서 과학자와의 파트너십은 교사의 연구 수행 능력과 첨단기기활용 능력 신장에 직접적인 도움을 줄 수 있었고, 과학고 교사가 기기와 연구 주제에 대해 이해하는데 기여하였다. D과학고 교사의 경우 기기 조작과 더불어 주제연구 수행한 경험을 중시했으며, P과학고 교사는 과학자의 조언과 응답에 도움을 받은 것으로 제시했다.

반면, 연구 과정에서 교사의 요구가 몇 가지 나타났는데, 첨단 과학 기기의 조작 시간이 충분치 못해 재연 연구나 데이터의 충분한 산출이 어려운 점, 연구 주제가 과학고 학생 지도 수준을 고려한 관계로 난이도가 낮아 첨단 과학기기를 충분히 활용하지 못한 점 등은 개선이 필요하다고 하였다.

연구 후 상황에서는 교사가 수행한 분석 결과와 해석 내용을 바탕으로 과학자와의 세미나를 수행하였다. 이 과정에서는 연구 수행에 대한 교수 및 조교 연구원의 피드백 및 연구 수행에 대한 반성을 수행하였는데, 이 연구에서 관찰한 연구 후 상황에서는 교사의 연구 결과 발표와 교수의 피드백, 과학고에 적용을 위한 교수와의 대화 등으로 구성되었다. 이 과정은 교수별, 기기별로 자율적으로 수행했기 때문에 특정한 과

정이나 방법을 제시하지 않았으며, 교사와 과학자가 자유로운 시간에 자유로운 방법으로 수행하였다. 연구 후 상황에 대한 K과학고의 교사는 다음과 같이 인식하였다.

세미나를 통해서 부족한 부분과 잘 된 부분을 짚어 볼 수 있는 기회가 되었습니다. 사실 교수님과 연구 주제를 가지고 대화를 하는 건 학위과정에서 밖에 할 기회가 없는데, 과학 교육학을 전공한 저는 이렇게 내용학을 가지고 논의할 기회가 없었거든요. 과학자가 어떻게 연구하고, 어떻게 분석하고, 어떻게 결과를 해석하는지... 과학고 교사라면 꼭 경험해 보면 좋겠네요.

K과학고 교사 인터뷰 중

연구 전 과정과 연구 과정, 연구 후 과정을 연속적으로 수행하면서 교사는 과학자와 계속 상호작용할 기회를 가졌고, 이를 통해 첨단 과학 기기에 대한 이해, 연구에 대한 이해, 연구 방법과 결과 해석, 의사소통에 대한 이해를 신장시켰으며, K과학고 교사의 인터뷰에서 볼 수 있듯이 교과내용학과 기기분석에 대한 전문성이 부족한 교사에게 과학 연구에 대한 경험과 이해를 제공할 수 있는 기회가 된 것으로 확인되었다.

2) 과학고 학생 적용 프로그램 개발 과정에 대한 인식

첨단 과학 기기 숙련 이후 과학고 학생들에 적용할 수 있는 연구 프로그램 개발을 수행하였다. 전문성 신장 프로그램에서 교육 받은 첨단 과학 기기를 활용하여 과학고 학생의 연구 능력을 향상시킬 수 있는 교육 프로그램을 교사, 과학자가 함께 개발하면서 상호작용을 할 수 있는 기회를 제공하였다. 과학고 교사는 과학고 학생의 연구 능력과 교육과정에 대한 이해를 하고 있으며, 과학자는 해당 첨단 과학 기기의 활용과 적용 분야 및 연구 과정에 전문성을 갖추고 있기 때문에 이들의 파트너십을 통해 과학고 교육용 프로그램 개발을 수행했을 때 각각의 전문성이 상호 시너지 효과를 발휘할 것으로 기대했다. 프로그램 개발 과정은 과학자의 주제 제안과 교사의 주제 선택, 첨단 과학 기기를 활용한 연구 재료와 연구 방법, 배경 지식을 탐색하여 프로그램을 개발하고, 개발된 프로그램을 과학자와 함께 검토하여 보완하는 방법으로 진행하였다. 이 활동의 결과로 교사 1인 당 1~2개

의 과학고 연구 교육용 프로그램이 개발되었고, 개발된 프로그램은 교육 참여 교사 모두에게 공유하여 개별 학교의 연구 교육에 직접 활용할 수 있도록 제공하였다.

과학자와의 파트너십을 통한 과학고 연구 교육 프로그램 개발에 대한 교사의 인식은 다음과 같다.

예전에 첨단기기 연수를 받으면서 기기에 대한 이해는 늘었는데, 실제로 이걸 학교에서 어떻게 써야할지 몰랐었거든요. 그런데 이번에는 학교에서 직접 사용할 수 있도록 연구와 프로그램 개발을 같이 하니깐 교육 받은 내용을 활용할 기회가 있어서 좋아요.

D과학고 교사 인터뷰 중

과학고에서 직접 활용할 수 있는 프로그램을 개발하고 공유할 수 있다는 측면에서 D과학고 교사는 긍정적으로 평가하였다. 반면에 교육 프로그램 개발에 대해 다음과 같은 제언도 있었다.

짧은 교육 기간 내에 첨단 과학 기기 연수랑 프로그램 개발을 다 하는건 아무래도 시간이나 노력면에서 무리가 있어요. 개발한 프로그램을 직접 실행해보지 않고서는 학교에 직접 적용하기도 어렵고... (중략) 첨단과학을 배운걸 과학고에서 활용하려면 짧은 시간 동안 프로그램을 개발하기 보다 학교에서 충분히 고민하고 개발할 수 있도록 지원해주면 좋겠어요.

K과학고 교사 인터뷰 중

60시간의 전문성 신장 프로그램에서 연구와 프로그램 개발을 모두 수행하기에는 시간적인 제약이 있었으며, 그로 인해 과학자와의 실제적인 교류 시간이 충분치 못하다는 의견과, 교수님과 정보 교류 기회가 더 많이 제공되기를 원하는 교사의 의견이 있었다.

3. 교육적 활용 가능성 및 개선 사항

60시간의 연수를 수료한 후, 교수자료 개발 및 연구, 학생의 실험실습 교육, 진로 및 진학지도의 3가지 분야에 대해 과학자와 첨단 과학 기기를 활용한 산출물의 교육적 활용 가능성을 조사하였다. 교수자료 개발 및 연구에 활용 가능성은 과학자와의 파트너십을 통해 과학고 교사의 교수자료 및 연구 자료를 개발해 본 경험을 토대로 활용 가능성을 조사하였고, 학생의 실험실습 교육에 활용 가능성은 교사의 첨단 과학 기기 활용 연구 경험과 관련 연구 주제 탐색 경험을 토대로 의견을 조사하였다. 마지막으로 학생의 진로 및 진학지도에 활용 가능성은 연구실 경험과 첨단과학연구소 견학 및 학과 견학 등의 활동을 통해 얻은 정보의 활용과 교육 프로그램 전반에 걸쳐 얻은 정보를 과학고 학생의 진로 및 진학지도에 활용할 수 있을지를 조사했다. 3가지 분야에 대한 활용 가능성 인식 조사의 결과는 표 7과 같다.

전문성 신장 프로그램의 교육적 활용 가능성에 대한 교사의 인식을 보면, 교수자료 개발 및 연구, 학생의 실험실습 교육, 진로 및 진학지도에 모두 도움이 되는 것으로 인식하는 것을 볼 수 있다. 특히 학생의 실험실습 교육에 활용할 수 있는 가능성을 높이 평가하고 있는데, 이는 전문성 신장 프로그램의 목표가 교실 활동의 변화 및 학습자의 학업 성취능력의 향상이라는 측면(Loucks-Horsley & Matsumoto, 1999; Speck & Knipe, 2001)에서 볼 때, 과학고 학생의 교육 상황에 직접 활용할 수 있다는 측면에서 바람직하다고 볼 수 있다. P과학고의 교사는 인터뷰에서 다음과 같이 언급하였다.

이번 교육은 막연하게 참여한 게 아니라, 목적을 갖고 있었기 때문에, 교육에 활용할 수 있는 뭔가를 만

표 7 전문성 신장 프로그램의 교육적 활용 가능성 인식

문항	응답 빈도: 명(%)			
	매우 도움이 된다	도움이 된다	도움이 되지 않는다	전혀 도움이 되지 않는다
교수 자료 개발 및 연구지도에 활용	5(29.4)	12(70.6)	0(0)	0(0)
학생의 실험실습 교육에 활용	9(52.9)	8(47.1)	0(0)	0(0)
학생의 진로 및 진학지도에 활용	5(29.4)	11(64.7)	0(0)	1(5.9)

들어야 한다는 목적이요. 그래서 교육을 받고 연구를 하는 내내 이걸 어떻게 학교에 적용할지 고민을 하게 되었어요. 결과물이 썩 만족스럽지 못해도, 이런 고민을 하는 시간이 있다는 것이 중요하다고 생각해요.

P과학고 교사 인터뷰 중

파트너십을 활용한 연수 프로그램에 참여한 교사의 인터뷰와 설문으로부터 도출된 개선 요구 사항은 다음과 같다. 첫째, 교육 프로그램의 개발을 위해서는 오랜 시간 동안 연구수행 경험이 필요하므로 학생교육 프로그램 개발에 관해서는 주제와 간략한 방법 정도 제시로 축소하고, 연수 종료 후 학기 중에 on-line 컨설팅이나 과학자와 방문 프로그램 등을 통해서 학생 연구지도 프로그램의 효과를 높일 수 있도록 시스템 보완이 필요하다는 것이다. 과학고 교사가 방학 기간을 이용하여 60시간의 전문성 신장 교육 프로그램에 참여하기 위해서는 2주 가량의 시간이 요구되는데, 교육 프로그램을 세분화, 전문화하여 첨단 과학 기기를 활용한 연구 수행 경험을 강화하고, 학기 중 과학자 등의 전문가와 교육프로그램 개발과 성찰활동을 하는 것이 과학고 교사의 첨단기기 활용 전문성 신장을 위한 전략이 될 수 있다. 둘째, 과학자와의 파트너십이 단기간 교육 프로그램 내에서만이 아닌 과학고 교사와 과학자의 네트워크가 구축되어야 할 필요가 있다. 교사의 전문성 신장 활동은 교육 프로그램을 이수하는 데서 완료되는 것이 아니라, 교사-과학자의 교류 네트워크를 구축하여 지속적이고 계획적인 수행과 피드백이 이루어져야 한다. 과학고 교사들이 요구하는 네트워크의 형태는 주기적인 워크숍, 학교 방문 컨설팅, 멘토링 프로그램, 공동 연구 수행 등을 제시하였다. 셋째, 과학고의 교육과정과 특성을 고려한 전문성 신장 프로그램의 개발이 요구된다. 과학고는 특수목적고등학교로서 일반고등학교의 교육과정과는 차별화된 교육과정을 운영하며, 교사의 전공영역과 심화학습이 매우 구조적으로 나뉘어져 있다. 교사는 교과교육에 대한 전문성 뿐만 아니라 교과 내용, 과학 연구지도, 진로 및 진학지도 등에 차별화된 전문성이 요구되며, 교사 개인의 전문성 신장 요구도 다르다. 과학고 교사에게는 다수의 집단 교육 보다는 개개인의 전문성 신장 요구에 맞춘 프로그램이 요구되며, 이를 효과적으로 운영할 때 과학고 교사의 전문성 신장과 더불어 과학고의 수업상황의 긍정적인 변화를 가져올 수 있을 것이다.

IV. 시사점 및 제언

이 연구에서는 과학고 교사에게 요구되는 전문성 중 연구 및 연구지도 전문성 신장을 위해 과학자와의 파트너십 구축을 통한 연수 프로그램의 적용과 효과를, 연수에 참여한 과학고 교사들의 설문 및 인터뷰를 통해 살펴보았다. 본 연수에 참여한 교사는 이전의 교육 프로그램 참여자에 비해 첨단 과학 기기에 대한 이해와 활용 능력 면에서 향상된 견해를 나타냈고, 참여 교사 모두 강한 동기와 의욕이 생기게 되었음을 확인하였다. 따라서 과학고 과학교사 전문성 향상을 위한 연수는 과학자가 파트너로 참여하는 파트너십이 구축된 연수 프로그램을 활용할 것을 제안한다.

과학 탐구와 관련된 교사의 경험과 수행 능력에 대한 연구물들(Crawford, 2000; Keys & Bryan, 2001; Keys & Kennedy, 1999)에서는 과학교사의 실제적 경험과 연구 수행이 과학을 학습하는 학생들에게 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 고려하여 교실 중심의 전문성 신장 프로그램이 구성되어야 한다고 주장한다. 과학교사에게 실제 과학 연구 상황을 경험하게 하려면, 교실에 적용하고 활용할 수 있는 교수 학습 상황을 고려하여 과학 연구 수행과 교육적 적용 방안을 이해할 수 있도록 지원해야 한다. 이는 과학고 교사의 연구 지도에 대한 전문성과 관련이 있으며, 교사의 신념과 직결된다고 볼 수 있다. 학습자의 학습, 특정 교수 전략의 효과성에 대한 교사의 신념은 교사가 교육과정을 전개하는데 있어 중요한 역할을 하며(Tobin *et al.*, 1994), 이는 교사가 지식과 신념 사이의 복잡한 상호작용에 근거하여 교수 상황을 결정한다는 의미이다(Bryan & Abell, 1999; Magnusson *et al.*, 1999).

과학고 교사와 과학자와의 상호작용 기회가 확장되기 위해서는 전문성 신장 프로그램의 변화가 필요하다. 이 연구 결과에서 볼 수 있듯이, 일부 교사는 과학자와의 파트너십 기회를 짧은 이벤트성으로 인식하고 있음을 볼 수 있었고, 교육에 참여한 교수진도 과학고 교사에 대한 깊은 이해 없이 연구 주제에 대한 피드백 중심으로 협력 활동을 하였다. 교사는 교실 상황에서의 반복적인 수행과 성찰을 통해 다시 교실 상황에 재투입해 실행하고 활용하는 과정을 반복하는 성찰의 순환(reflective cycle)과정을 거쳐 교사의 전문가적 수행 역량이 발달한다(Wallas, 1991)는 측면에서, 과

학자와 과학고 교사의 협력 활동이 단순히 강연이나 연구 과제의 피드백을 넘어서 과학자의 참여 범위를 확장하는 등, 교실상황에의 적용을 고려하여 전문성의 교류 기회를 확대하는 방향으로 전문성 신장의 관점을 전환시켜야 할 것이다.

Supovitz와 Turner(2000)의 연구에서는 과학 연구 상황에서 멘토로서의 과학자의 역할이 높은 수준의 전문성 신장에 있어 중요한 요소라고 강조하였다. 또한 높은 수준의 전문성 신장은 과목 지식과 교사의 교과 내용 전달 능력을 강조하고, 이를 통해 교사의 연구와 실험 경험을 교실상황에 적용할 수 있는 기회를 제공한다고 하였다. 이 연구에서도 과학자와 과학 교사와의 상호작용이 다양한 분야에서 의견이 교환되는 것을 볼 수 있었고, 이를 과학고의 교실 현장에 적용하기 위한 고민이 병행되었음을 알 수 있다. 교사는 자신의 연구 경험을 교실에 적용하기 위한 전략을 수립하고, 과학자는 그 경험이 올바르게 적용될 수 있도록 안내하는 역할을 수행할 수 있을 것이라고 판단된다.

반면, 과학자와 과학교사가 함께 하는 전문성 신장 프로그램은 다음과 같은 인식의 갈등 요소를 갖고 있다. 첫째, 과학자와 교사가 서로의 환경과 상황을 이해하지 못하기 때문에 나타날 수 있는 갈등이 있다. 과학자는 교사의 교실 수업 상황이나 학생의 특성에 대해 전문적인 지식을 갖고 있지 못하고 때로는 교사와의 파트너십에 대해 관심을 두지 않거나, 더 나아가 자신을 위협하는 활동이라고 인식하기도 한다 (Moreno, 1999; NRC, 1996). 교사는 과학자의 연구 환경이나 방법론, 관련 이론 등의 지식이 부족하기 때문에, 전문성 신장 프로그램의 궁극적인 목표인 교실에서의 교사의 수행 변화와 학습자의 학업 신장이라는 동일한 지향점이 공유되지 않는 등의 갈등 요인을 제거할 수 있는 방안이 요구된다. 둘째, 교사는 과학자의 말이나 행위를 외부로부터의 강요로 인식한다는 것이다. 과학자를 그 분야의 전문가로는 인정하기 때문에, 교사의 전문 영역인 교육적 상황 등에 대한 비판에도 적절히 대응하지 못하고 권위에 의해 물러서는 경향을 보인다. 이런 인식으로 인해, 과학자의 말과 행위를 전문가의 조언이나 멘토로서의 역할이 아닌 외부인(outsider)의 강압적 행위로 인식하는 것이다 (Morison & Estes, 2007). 과학자와 교사의 성공적인 파트너 관계를 유지하기 위해서는 서로의 전문성과 지식의 가치를 인식하고, 각각의 역할에 대해 이

해하고, 그 다음에 서로의 전문성에 대해 배우는 것이 필요하다(Loucks-Horsely *et al.*, 1998).

교사는 전문성 신장 프로그램에 참여함으로써 변화를 시도하기도 하지만, 교사의 신념이나 행동에 변화를 이끌어내는 것은 학습자에게로부터 나온 새로운 시도에 대한 경험이 중요한 역할을 한다. 물론 교사의 변화를 이끌어내기 위해서는 수많은 연구와 어려운 작업들이 필요하지만(Horsley & Loucks-Horsley, 1998; Loucks-Horsley & Roody, 1990), 우리가 교사로 하여금 학생들을 보다 잘 가르치기 위해 교사의 지식을 확장시키길 원한다면, 교사에게 충분한 교육 기회를 제공해야함을 기억해야 한다. 따라서 성공적인 교사의 변화와 전문성 신장을 이끌어내기 위해서는 지속적인 수행 속에서 오랜 시간에 걸쳐 변화할 수 있도록 지원하는 적절한 전문성 신장 프로그램이 필요하다(Sparks, 1989). 향후 과학고 교사의 장기적이고 지속적인 변화를 촉진할 수 있는 전문성 신장 교육 프로그램이 구성될 필요가 있으며, 이 연구 결과는 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

참고 문헌

- 강순민, 이효녕, 김영신, 김경대 (2008). 첨단 과학 장비 활용 및 연수에 대한 과학고 과학교사와 예비 교사들의 인식. *한국과학교육학회지*, 28(8), 880-889.
- 김경대, 김영신, 이효녕, 강순민, 오진호, 심재영 (2007). 예비교사를 위한 실험교육 모형 개발. 대전: KAIST 과학영재교육연구원.
- 김성관, 장명덕, 정진우 (2002). "과학자와의 만남" 프로그램 적용이 초등학생의 과학자에 대한 신체적 이미지에 미치는 효과. *한국과학교육학회지*, 22(3), 490-498.
- 이은경, 박재민, 박명수, 조황희, 서혜애, 장재운, 홍성욱, 김선우, 전주용 (2003). 국내 과학기술인력의 창의적 연구역량 강화방안. 과학기술정책연구원 정책연구 2003-19.
- 정현철, 허남영, 이영주 (2009). 고등학교급 과학영재교육기관 교사 전문연수과정 개발. *한국과학창의재단*.
- 조동섭 (2005). 교원양성대학의 기능과 역량 강화 방안. *교육행정학연구*, 23(2), 399-419.
- Anderson, E. & Shannon, A. (1988). Toward a

- conceptualizing of mentoring. *Journal of Teacher Education*, 39, 38-42.
- Bryan, L. A. & Abell, S. K. (1999). The development of professional knowledge in learning to teach elementary school. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 121-139.
- Catelli, L. A. (1995). Action research and collaborative inquiry in a school-university partnership. *Action in Teacher Education*, 16(4), 25-38.
- Crawford, B. A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 916-937.
- Horsley, D. & Loucks-Horsley, S. (1998). CBAM brings order to the tornado of change. *Journal of Staff Development*, 19, 17-20.
- Jones, M. M. (2008). Collaborative partnerships: A model for science teacher education and professional development. *Australian Journal of Teacher Education*, 33(3), 61-76.
- Keys, C. W. & Bryan, L. A. (2001). Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 631-645.
- Keys, C. W. & Kennedy, V. (1999). Understanding inquiry science teaching in context: A case study of an elementary teacher. *Journal of Science Teacher Education*, 10, 315-333.
- Kleinsasser, A. M. & Paradis, E. E. (1997). Changing teacher education in the context of a school-university partnership: Disrupting temporal organizational arrangements. *Teacher Education Quarterly*, 24(2), 63-73.
- Loucks-Horsley, S., Hewson, P.W., Love, N., & Stiles, K.E. (1998). *Designing professional development for teachers of science and mathematics*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Loucks-Horsley, S. & Matsumoto, C. (1999). Research on professional development for teachers of mathematics and science: the state of the scene. *School Science and Mathematics*, 99(5), 258-271.
- Loucks-Horsley, S. & Roody, D. (1990). Using what is known about change to inform the regular education initiative. *Remedial & Special Education*, 11, 51-56.
- Loucks-Horsley, S., Love, N., Stiles, K.E., Mundry, S., & Hewson, P.W. (2003). *Designing professional development for teachers of science and mathematics*, 2nd ed. California: Corwin Press.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. Lederman (Eds.) *Pedagogical content knowledge and science education* (pp. 95-132). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publications.
- Moldwin, M. B., Fiello, D., Harter, E., Holman, G., Nagumo, N., Pryharski, A., & Takunaga, C. (2008). Using sunshine for elementary space science education: A model for IHY scientist-teacher partnerships. *Advances in Space Research*, 42, 1814-1818.
- Moreno, N. P. (1999). K-12 science education reform: A primer for scientists. *Bioscience*, 49, 569-577.
- Morrison, A. J. & Estes, C. J. (2007). Using Scientists and Real-World Scenarios in Professional Development for Middle School Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 165-184.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.

- Nelson, T. H. (2005). Knowledge interactions in teacher–scientist partnerships: Negotiation, consultation, and rejection. *Journal of Teacher Education*, 56(4), 382–395.
- Nichols, D., Monteath, S., Churach., D., & Fisher, D. (2009). Science teachers and scientists working together: The partnership's impact on teachers' attitudes. Presented at Association for Science Teacher Education (ASTE) International Conference, Hartford, USA, 8–10 January 2009.
- Speck, M. & Knipe, C. (2001). *Why can't we get it right?: professional development in our schools*. California: Thousand Oaks.
- Spradley, J. P. (1980). *Participant observation*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Sparks, D. & Loucks–Horsley, S. (1989). Five Models of Staff Development for Teachers. *Journal of Staff Development*, 10, 40–57.
- Supovitz, J. A. & Turner, H.M. (2000). The effects of professional development on science teaching practices and classroom culture. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 963–980.
- Tobin, K., Tippins, D. J. & Gallard, A. J. (1994). Research on instructional strategies for teaching science. In D. L. Gabel (Ed.) *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 45–93). New York: Macmillan.
- Wallace, M. J. (1991). *Training foreign language teachers: a reflective approach*. Cambridge: Cambridge University Press.

국문 요약

요약: 이 연구에서는 과학자와의 파트너십을 통한 과학고 교사의 전문성 신장 프로그램의 개발 방향을 탐색하고자 한다. 18명의 과학고 교사와 23명의 전문가가 2주간의 프로그램에 참여하였다. 연구에 대한 결과와 시사점을 얻기 위해 설문과 인터뷰가 수행되었으며, 참여관찰이 수행되었다. 연구 결과, 과학자와의 파트너십을 통한 연수 프로그램은 과학고 교사의 전문성 신장에 기여할 수 있을 것으로 기대되었다. 이러한 결과로부터, 과학고 교사의 전문성 신장을 위한 전문 연수 프로그램으로써 과학자가 파트너십을 활용한 연수를 제안하였다.

주요어: 전문성 계발, 과학고, 과학교사, 파트너십, 과학자