

# 과학인재의 성장 및 전문성 발달과정에서의 영향 요인에 관한 연구

오헌석 · 최지영\* · 최윤미 · 권귀헌

서울대학교

## Key Factors of Talented Scientists' Growth and Expertise Development

Oh, Hunseok · Choi, Jiyoung\* · Choi, Yoonmi · Kwon, Kwiheon

Seoul National University

**Abstract:** This study was conducted to explore key factors of expertise development of talented scientists who achieved outstanding research performance according to the stages of expertise development and dimensions of individual-domain-field. To fulfill the research purpose, 31 domestic scientists who were awarded major prizes in the field of science were interviewed in-depth from March to September, 2007. Stages of expertise development were analyzed in light of Csikszentmihalyi's IDFI (individual-domain-field interaction) model. Self-directed learning, multiple interests and finding strength, academic and liberal home environment, and meaningful encounter were major factors affecting expertise development in the exploration stage. In the beginner stage, independence, basic knowledge on major, and thirst for knowledge at university affected expertise development. Task commitment, finding flow, finding their field of interest and lifelong research topic, and mentor in formal education were the affecting factors in the competent stage. Finally, placing priority, communication skills, pioneering new domain, expansion of the domain, and evaluation and support system affected talented scientists' expertise development in the leading stage. The meaning of major patterns of expertise development were analyzed and described. Based on these analyses, educational implications for nurturing scientists were suggested.

Key words: talented scientists, IDFI (individual-domain-field interaction) model, expertise, expertise development

### I. 서론

어린 시절 과학에 대한 호기심과 재능을 보였던 아이가 자신의 분야에서 최고 수준의 뛰어난 연구 업적을 내는 과학자가 되기 위해서는 개인적인 자질과 능력을 갖추는 것뿐만 아니라 과학의 세계에 흥미를 가질 만한 계기가 되는 다양한 경험과 사건을 통한 교육적 체험이 필수적이다. 본 연구는 자신의 연구 분야에서 창의적인 연구 업적을 생산해내는 과학자들의 전문성이 초, 중, 고등학교 시절부터 중견 과학자가 된 최근에 이르기까지 어떠한 과정을 거쳐 어떤 요인의 영향을 받아 개발되어 왔는지를 분석하기 위해 수행되었다. 이들 과학자들이 한 분야의 전문가로 성장하는 과정에 초점을 맞추는 전문성 개발의 관점에 입각해 자신의 분야에서 어떻게 세계 최고 수준에까지 도달해

가는지의 여정을 분석하는 방식을 택했다.

과학자들은 다른 전문가 집단처럼 자신의 전공 분야에서 전문성을 가지고 있다. 전문성이란 사전적으로는 “전문가와 초보자 혹은 경험이 적은 사람을 구별해주는 특성, 기술, 지식”으로, 전문가란 “특정 분야에서 매우 유능하고 전문 지식을 갖고 있는 사람”으로 정의된다(Webster's New World Dictionary, 1968, p.168). 최근 전문가의 개념은 전형적으로 전문가로 인식되어 온 석·박사 학위를 취득한 연구원 및 교수나 의사, 교사, 과학자와 같이 엄격한 자격제도에 의해 인증된 능력을 갖춘 전문 직업인을 지칭하는 데에서, 해당분야에서의 다양한 경험과 자기개발 및 각종 비형식 교육을 통해 능력이 개발되어 우수한 성과를 보이는 숙련된 수행자를 포함하는 개념으로 그 의미가 점차 확장되어 가고 있다(Ericsson & Lehmann, 1996).

\*교신저자: 최지영(cjiyoung7@gmail.com)

\*\*2007.09.03(접수) 2007.11.04(1심통과) 2007.12.05(2심통과) 2007.12.07(최종통과)

\*\*\*이 연구는 학술진흥재단의 지원(KRF-2005-005-J16701)을 받아 한국인적자원연구센터에서 수행된 것임.

어떤 사람이 전문가로 인정하려면 어떤 요건을 갖추고 있어야 하는 것일까? Herling(1998)에 따르면 전문성의 기본 구성 요소는 지식, 경험 및 문제 해결이다. 첫째, 전문가가 보유하는 지식은 상당한 정도의 시간동안 교육과 훈련을 통해 누적되며 이러한 지식은 영역 특수적(domain-specific)인 속성을 지닌다. 전문지식의 영역특수성란 최고수준의 지식도 성격이 다른 분야에는 전이가 잘 일어나지 않는다는 것을 의미한다. 전문 지식은 전문가가 되기 위한 필수요소이나 그 자체로 전문성이 성립되지는 않는다. 전문가가 되기 위해서는 지식과 실천을 결합하는 경험과 문제해결능력이 갖추어져야 한다. 누군가를 전문가라 할 때는 해당 분야에서 보통 사람을 능가하는 일정한 성과를 내야만 하기 때문이다. 이러한 능력을 보유하는 데는 최소한 10년의 시간이 필요하다고 한다(Ericsson, Krampe, & Tesch-Romer, 1993). 서양장기분야의 고수가 되는 데 걸린 시간에서 확인된 10년의 법칙(10-year rule) (de Groot, 1978)은 이후 예술, 스포츠 분야에도 적용되는 것으로 알려지게 되었다. 따라서 경험은 전문성의 두 번째 구성요소로서, 전문성 발달에 필요한 자원이라고 할 수 있다. 그러나 경험 역시 그 자체만으로 전문성을 보장해 주지는 못한다(Bereiter & Scardamalia, 1993). 오랜 시간 특정 직무를 수행해 온 비숙련 직업인들이 쉽게 관찰되기 때문이다. 마지막으로 문제해결력은 지식과 더불어 전문성의 핵심적인 요소이다. 문제해결은 문제를 인식하고 규정하며, 해결책을 찾고, 실행하고 성찰하는 각 단계에서 전문가가 수행하는 전형적인 활동이다. 이 세 요소 이외에도 최근 연구에서는 개인의 가치와 일의 가치가 통합될 때만이 개인의 전문성이 지속적으로 성장될 수 있어서 전문가를 육성하는 데 최우선적으로 고려해야 할 것이 직종에서 요구하는 가치와 개인의 삶의 가치를 일체화하고 통합할 수 있는 방법이라는 점이 강조되고 있고(오현석, 2006), 전문가들의 직무수행 과정에서 보이는 창의성, 직관, 통찰력을 전문성의 핵심 구성요소로 규명하고 있다(오현석과 김정아, 2007).

그동안 전문성 연구는 스포츠(Hodges, Starkes, & MacMahon, 2006), 음악(Lehmann & Gruber, 2006), 발레와 춤(Noice & Noice, 2006), 영화배우(신종호 등, 2007) 등 체육 및 예술 분야로 확대되어 왔다. 최근에는 의료(Norman 등, 2006)와 수학(Butterworth, 2006) 등 과학 분야의 연구로 범위가 확대되고 있다. 특히 본 연구와 관련된 분야로서 의료와 수학분야의 전문성 연구를 살펴보면, 의료 분야의 전문성은 지식, 운동 기술,

인지적 기술, 대인관계 기술의 집합체로 인식되고 있고, 세부 전공 분야에 따라 중요시 되는 기술에는 차이가 있는 것으로 나타났다. 한편, 수학 분야의 전문성은 높은 지적 능력, 열정, 노력으로 구성되어 있다고 보고되고 있다.

이상의 지금까지의 전문성에 관한 연구들은 전문성의 구성요인이나 초보자와 전문가의 차이를 밝히는 데 초점이 맞추어져 왔다. 이러한 연구들은 한 개인이 어떻게 초보자에서 최고 수준의 전문가가 되는지의 총체적 성장과정을 밝히지 못하고 있으며, 때문에 어떤 요인이 전문성 발달에 중요한 영향을 미치는 지에 대해서도 밝혀진 것이 별로 없다(오현석, 2006; Ericsson & Smith, 1991).

개인의 능력이나 재능이 발달하는 단계에 관한 연구는 주로 심리학에서 이루어지고 있다. 가장 잘 알려진 전문성 발달과정에 관한 대표적인 이론으로는 Feldman(1980, 1995)의 비보편성 이론(nonuniversal theory), Bloom(1985)의 재능발달 3단계 이론(three stages of talent development), Dreyfus와 Athanasiou, Dreyfus(1986)의 전문성 발달과정 5단계 이론 등이 있다. Feldman(1980, 1995)의 비보편성 이론은 전문성 발달 과정에 초점을 맞춘 이론으로서, 전문성의 발달 단계를 보편 단계, 범문화 단계, 문화 단계, 전문적 훈련 단계, 개성 단계, 그리고 독자적 단계의 6단계로 구분하였다. Bloom(1985)의 재능발달 3단계 이론은 주로 개인이 뛰어난 재능을 보이기까지의 과정을 연구한 것으로서, 입문 단계, 교육 단계, 완성 단계로 구분하였다. Bloom은 개인의 잠재력을 발휘시키는 데에는 부모, 교사, 학교, 사회의 복합적인 영향이 필요하다고 주장한다. Dreyfus와 Athanasiou, Dreyfus(1986)의 전문성 발달과정 5단계 이론은 전문성의 발달 단계를 초보자 단계, 고급 입문자 단계, 능숙자 단계, 숙련자 단계, 전문가 단계로 구분하고 각 단계별 특징을 제시하였다. 위의 세 가지 이론들은 공통적으로 하위 단계에서 상위 단계로 올라갈수록 해당 분야에서 발현되는 독자적인 전문성 단계를 표현하고 있다. 본 연구에서는 기존 이론들을 바탕으로 전문성 발달단계를 탐색기, 입문기, 성장기, 주도기로 구분하였다.

전문성 발달과정에 대한 이러한 심리학적 이론들은 개인의 심리적인 측면에 초점을 맞추기 때문에 개인의 전문성 발달에 영향을 주는 배경 요소나 사회문화적 요소 등을 설명하는 데는 한계가 있다. 전문가들의 창의성을 제대로 이해하기 위해서는 개인에 대한 연구에서 벗어나 영역 및 환경에 관한 연구로 방향을 전

환해야 하고, 세 개의 하위 체제 간의 상호작용을 분석해야만 보다 심도 깊은 이해가 가능해진다(Feldman, Csikszentmihalyi, & Gardner, 1994).

따라서 본 연구는 지금까지의 전문성 연구가 갖는 한계점을 극복하기 위하여 각 단계별로 과학인들이 어떠한 요인의 영향을 받아 전문가로 성장하게 되었는지를 분석하기 위해 수행되었다. 이를 위해 전문성 발달의 과정을 개인뿐만 아니라 영역과 환경이 상호작용하는 체제모형으로 설명하는 Csikszentmihalyi(1988, 1996 1999)의 이론을 분석틀로 삼았다. Csikszentmihalyi의 모형에 따르면 창의적 재능의 발달에 영향을 미치는 요소는 창의적 영역(domain)과 환경(field) 및 개인(individual)으로 구성된다. 여기에서 영역이란 특정 분야의 구조화된 지식 및 자신의 능력을 발휘할 수 있는 터전을 의미한다(문용린과 홍성훈, 류숙희, 2004). 이러한 틀을 활용하여 과학 분야에서 뛰어난 연구 성과를 보이고 있는 과학인들의 전문성 발달 양상을 전문성 발달 단계별로 개인, 영역, 환경 차원에서 주요하게 나타난 요인들을 중심으로 분석하고자 하였다. Fig. 1은 본 연구의 분석틀로써 해당 분야에 관심을 갖게 되는 시기부터 그 분야의 최고 수준의 전문성을 획득하게 되는 시기까지, 즉 탐색기, 입문기, 성장기, 주도기에 따라 개인, 영역, 환경 영역에서 주요하게 나타나는 요인들 간의 상호작용을 도표화한 것이다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구참여자1)

본 연구의 목적은 과학 분야에서 뛰어난 연구 업적

을 성취한 과학인들의 전문성 발달과정을 탐색하는 것이기 때문에 목적표집방법(purposive sampling)을 사용했다. 본 연구에서는 연구 목적에 맞는 탁월한 과학인재를 선정하기 위해 1987년부터 2007년까지 과학기술부에서 수여하는 상중에서 대한민국최고과학기술인상, 한국과학상, 젊은 과학자상, 올해의 여성과학기술자상, 그리고 교육인적자원부와 한국학술진흥재단이 선정하는 국가석학 등 과학자에게 주어지는 권위 있는 상을 수상한 자를 대상으로 삼았다. 이 상들은 모두 세계적 수준의 탁월한 연구 업적을 내서 국가 과학기술 발전에 공헌한 과학자들에게 수여되는 상으로서, 관련 기관에 의한 후보자 추천을 통해 엄격한 업적 심사의 과정을 거친다. 이러한 상의 수상경력은 연구 업적에 대한 해당 분야 전문가 집단의 객관적인 검증과정을 거친 것을 의미하므로, 본 연구에서는 이것을 과학 분야의 최고 수준의 인재를 선정하는 기준으로 삼았다. 1차로 총 175명이 선별되었고, 이 중 중복수상자를 제외한 결과 133명이 되었다. 2차 선정에서는 한국과학재단의 국가과학기술 표준분류를 기준으로 공학, 복합학, 과학사 및 과학철학, 의학, 인문학, 사회과학, 예술 및 체육을 제외한 자연과학 및 생명과학 분야의 연구자들로 대상을 좁혀 79명이 선정되었으며, 이들을 대상으로 성별, 분야, 연령 등의 변인별 연구참여자가 고루 분포될 수 있도록 연구참여자의 범위를 구체화하였다. 최종적으로 36명이 확정되었으나 개인적인 사정으로 면담을 거절한 과학자들을 제외하고, 실제 면담을 실시하고 분석한 인원은 총 31명이었다. 이들은 연령대별로는 30대, 40대, 50대, 60대가 각각 2명(6%), 11명(36%), 16명(52%), 2명(6%)이었고, 성별로는 남자가

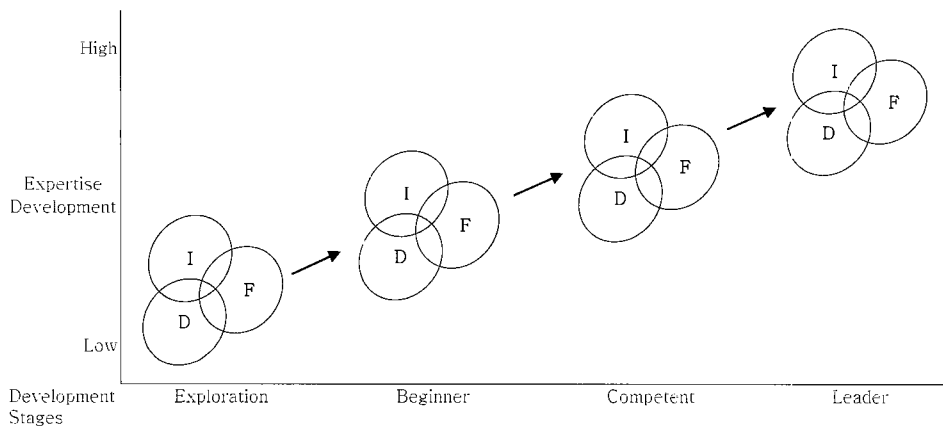


Fig. 1 Framework of the study: IDFI (Individual-Domain-Field Interaction) in expertise development

1) 본 연구에서는 질적 연구방법을 사용하였기 때문에 양적연구에서 사용하는 '연구대상'이라는 표현보다 연구자의 연구를 도와주는 능동적 주체라는 의미에서 '연구참여자'라는 용어를 사용했다(김영천, 2006; 조용환, 1995, 1999).

22명(71%), 여자가 9명(29%)이었다. 분야별로는 자연과학이 21명(68%), 생명과학이 10명(32%)이었으며, 분야별 전공은 자연과학분야에는 대기환경학, 물리학, 수학, 지구물리학, 지질학, 천문학, 화학이, 생명과학분야에는 분자생물학, 식물학, 유전학, 행동생물학 등 다양한 전공자들이 포함되었다. 연구참여자 중 대학교수는 26명(84%), 연구원은 5명(16%)이었고, 이 중 벤처기업의 CEO를 겸하고 있는 교수가 1명 있었다.

## 2. 자료수집

연구참여자들에게 면담 전 참여의사를 확인한 후 구체적인 면담일정을 정했으며, 면담은 반구조화된 질문지를 기초로 진행되었다. 면담에 사용된 질문지는 과학자의 전문성 발달과정이 잘 드러날 수 있도록 해당 분야의 탐색, 입문, 성장, 주도시기로 질문을 구분하여 작성하였다. 탐색, 입문, 성장, 주도 시기의 구분은 기존의 전문성 발달단계이론을 바탕으로 이루어졌다. 각 시기는 형식교육과정에 따라 각각 초·중·고등학교 시절, 대학시절, 석·박사 과정 및 박사후 과정, 형식교육 이후 활발한 연구 활동이 이루어지는 시기로 구분된다. 면담 질문은 해당 시기별로 제시되었고, 과학자로서의 성장에 영향을 미친 개인적 특성과 환경적 요인에 관한 질문들이 회고적인 방식으로 주어졌다. 탐색기에 해당되는 주요 질문은 어린 시절 학업성적은 어떠했는가?, 어렸을 때 수학과 과학에 대해 관심과 소질이 있었는가?, 부모의 양육방식은 어떠했는가?, 과학자가 되는데 결정적인 영향을 미친 사건이나 인물이 있었는가? 등이다. 입문기에 해당하는 주요 질문은 대학진공을 선택할 때 가장 중요하게 고려했던 점은 무엇인가?, 자신의 연구 분야에 대해 관심을 갖게 된 계기는 무엇인가?, 대학시절 전공 분야에 대해 흥미를 느낀 것은 언제, 어떻게 었는가? 등이다. 성장기에 해당하는 질문으로는 연구가 잘 진행되지 않을 때는 어떻게 하는가?, 연구하면서 가장 기뻐던 때는 언제였으며 그 이유는 무엇인가?, 석·박사시절 과학자로서의 역량 중 어떤 부분이 성장했는가?, 과학자로서의 삶에 가장 영향을 많이 준 사람은 누구이며, 어떤 영향을 주었는가? 등이었다. 주도기에 해당하는 질문으로는 본인이 다른 연구자들과 다른 점은 무엇인가?, 과학자로서의 꿈은 무엇인가?, 현재의 연구 환경에 대해 만족하는가? 등이다.

면담은 연구참여자자들의 개인연구실이나 실험실에서 이루어졌고, 면담시간은 1시간 30분 내외였으나 일부 과학자는 2시간을 넘기도 했다. 면담내용은 매회 연구참여자자들의 양해를 얻어 1명을 제외하고는 모두 녹

음을 하였으며, 2명의 연구자들이 지속적으로 면담과정에 참여하여, 한 명의 연구자가 놓칠 수 있는 주제에 대해서 다른 연구자가 자연스럽게 개입하여 면담의 일관성을 유지할 수 있도록 하였다.

## 3. 자료분석

면담내용의 분석은 녹음파일 전사 단계, 코딩 단계, 주제 생성 단계로 구분하여 진행하였다(김영진, 2006) 전사 단계에서는 연구참여자자 무의식적으로 반복하는 말에서 나타난 의미를 놓치지 않기 위해서 녹음된 모든 내용을 정확하게 전사하는데 초점을 맞추었다. 코딩단계는 다시 세그멘팅, 초기코드 발견, 심층코드의 생성 단계로 나누어서 실시했는데, 연구자들이 각자의 분석 자료를 비교함으로써 자료 해석의 신뢰도를 높이려고 노력했다. 주제 생성 단계에서는 코딩단계를 거쳐 드러난 주요 코드를 새로운 상위개념으로 범주화하였다.

이와 더불어 언론에 공개된 연구참여자자에 대한 기사 및 도서, 연구참여자자 직접 집필한 문헌 또는 기고문 등의 자료를 바탕으로 2차 문헌분석을 병행하였다. 연구진행과정에서 두 차례에 걸친 연구진 회의를 통해 면담실시과정 및 면담내용에 대한 중간 분석을 하였고, 과학자들의 생각보다는 구체적인 경험을 도출하는 데 좀 더 초점을 맞추기로 연구방향을 수정하고 이를 일관되게 유지하였다. 이러한 면담 내용의 분석과정을 거쳐, 연구 결과는 전문성 발달단계에 따라 개인, 영역, 환경의 세 가지 차원에서 반복적으로 나타난 주요 요인을 중심으로 기술되었으며, 관련된 개별 사례의 면담 내용을 제시하는 형식으로 이루어졌다. 자료 분석을 통한 연구결과는 Fig. 2에 제시되어 있다. I(individual)는 개인, D(domain)는 영역, F(field)는 환경 차원을 의미한다. 면담내용의 인용은 익명 처리하였으며 NS(Natural Science)는 자연과학자, LS(Life Science)는 생명과학자들의 인용문을 의미한다.

## III. 연구 결과 및 논의

### 1. 탐색기

탐색기에서는 초, 중, 고등학교 시절의 과학에 대한 관심과 경험을 중심으로 분석하였다. 자기주도적 학습 태도, 다양한 관심과 광범위한 발견, 학구적이며 자유로운 가정환경, 의미 있는 만남 등이 주요한 특징이었다.

#### 1) 자기주도적 학습태도

어린 시절 학업성적이 어느 정도였고, 수학이나 과

학에 관심이 어느 정도 있었는지와 같은 질문에 대해 과학인재들은 대체로 공부를 잘한 편이었고, 부모나 교사로부터 인정받은 경험이 있다고 답했다. 이들의 답변 속에 나타난 학습 방식은 상당히 자기주도적인 것으로 나타났다. 약 55%(17명)의 과학인재들이 아주 어린 시절부터 학습과 관련하여 자기주도적 학습태도를 보였다. 자신이 공부를 잘한 것에 학교교육의 영향은 없었다고 말하는 과학자도 있었다. 자기주도적 학습은 학습자 스스로가 학습의 참여여부에서부터 목표 설정 및 목표 달성을 위한 계획 수립, 교육 프로그램 선정 및 학습 계획에 따른 학습 실행, 교육 평가 등 교육의 전 과정을 자발적으로 선택, 조절하는 학습형태이다(한국교육심리학회, 2001, pp.323-324). 과학인재들은 주로 혼자 공부하면서 새로운 개념을 이해하고, 원리를 깨우쳐 나가는 모습을 보여주었고, 사교육은 거의 받지 않는 것으로 나타났다.

중학교 1학년 겨울방학부터 고등학교 시험을 준비해야겠다는 마음을 먹고, 학교 진도에 상관없이 수학하고 영어는 나 혼자서 미리 해야겠다는 생각을 한 거죠. 그래서 중학교 2학년 때 수학하고 영어에 많은 투자를 했고, 나 혼자서 중 3까지 끝내야겠다는 마음을 먹었어요. 중학교 3학년 올라가서는 입시학원을 다녀야겠다는 생각을 해서 입시학원을 1년 동안 다닌 거죠(LS3)

상급학교 입시를 혼자서 미리 준비하는 과학인재들이 많았고, 자신의 계획에 따라 공부했기 때문에 효율적인 공부가 가능했다고 기억하는 과학인재들도 있었다.

## 2) 다양한 관심과 강점의 발견

본 연구에 참여한 과학인재들의 어린 시절의 모습은 크게 두 가지 유형으로 구분되었다. 첫째, 20명(65%)의 과학자들은 학교 공부 이외에 다른 분야에는 관심이거나 소질이 없고, 수학과 과학을 좋아하고 잘한다는 것을 알게 되어 더 큰 흥미를 갖게 된 경우이다. 또한 어린 시절부터 자연에 대한 관심이 커서 새 동지를 관찰한 경우도 있었다. 둘째, 8명(26%)의 과학자들은 수학이나 과학관련 교과목뿐만 아니라 예체능에도 소질을 보이거나 백일장에서 장원을 하는 등 문학적인 소양을 보였다.

어렸을 때 원래 축구선수가 되려고 했었고, 중학교 2학년 때까지는 축구가 인생의 목표였는데, 세상에 축구를 잘하는 사람이 너무 많아서 포기한 다음에 한 2년 정도는 고민을 많이 했어요. 뭘 하고 살아야 하나. 축구만큼 가치 있는 일은 없는데. 뭘 해야 축구 비슷하게 될까. 인생에 할 만 한 건 예술이 최고인데, 수학이 제일 예술적이고, 음악은 너무 늦었다고

생각했어요. 그 때는 음악기는 천재가 되어야 한다고 생각했어요. 그래도 수학은 해볼만 하다고 생각했어요.(NS7)

여기에서 주목할 점은 자신의 강점과 약점을 초등학교 시절부터 파악한 경우가 많았다는 것이다. 따라서 과학인재들은 자신이 앞으로 어떤 직업 분야를 선택해야 할지에 대해 어렸을 때부터 탐색할 시간과 기회가 많았다고 보인다. 이는 모든 일에 자신이 잘할 수 있는 능력을 적용하는 것이 중요하다는 기존의 다중지능이론의 관점과 일맥상통한다(문용린, 2004).

## 3) 학구적이며 자유로운 가정환경

과학인재들의 가정환경을 살펴본 결과, 부모가 강압적인 방식으로 전공 선택이나 직업관을 형성하는 데 영향을 미친 경우도 있었으나, 22명(71%)의 과학인재들의 가정환경이 대체로 학구적이며 자유로운 것으로 나타났다. 학구적이라는 말의 의미는 학문적인 자극을 많이 제공하고 책을 많이 읽을 수 있는 가정환경이라는 것이다. 주목할 만한 점은 부모, 특히 아버지의 직업이 교수나 교사인 경우가 많았고, 아버지의 직업이 교직이 아니더라도 부모님의 책 읽는 모습을 기억하는 과학자들이 많이 있었다.

아버님도 항상 책상에서 글을 쓰든지 글을 읽는 분위기였어요. 그래서 우리들이 어렸을 때 막 뛰어나가서 요란하게 굴고 그러면 항상 우리 아버님은 책상에서 조용히 책을 읽고 계시어서 우리들이 움찔하고 너무 떠드는 거 아닌지 생각했어요. 항상 공부하는 학구적인 분위기가 집에 있었던 것 같아요.(LS7)

부모가 자녀에게 ‘공부하라’고 강요한 경우는 거의 없었지만, 부모의 강요에 의해 고등학교 시절 문과를 선택한 후, 고등학교 3학년 때 자신이 원해 이과로 바꾼 특별한 경우도 있었다. 그러나 대부분 자녀가 하고 싶어 하고, 관심이 있는 분야를 자유롭게 하도록 하고, 필요할 때마다 적극적으로 지원하는 부모들이 많았다.

우리 아버지는 공부 열심히 하는 거 보면 좋아하시고는 했는데. 우리 어머니는 공부하라고 말한 적이 한 번도 없는 것 같아요. 가만히 놔둬 게 도움이 많이 된 것 같아요. 거기에서 자꾸만 이 문제 풀어라, 저 문제 풀어라. 공부하라 했으면 혼자 생각하는 능력이 그렇게 키워지지 않았을 것 같아요. 요즘 같은 세상에 살았으면 질식했을 지도 모르죠.(NS5)

이러한 결과는 수학, 과학, 미술, 음악, 체육에 재능 있는 청소년들을 대상으로 수행된 한 종단 연구(Csikszentmihalyi, Rathunde, & Whalen, 1993) 결과와 일관되는데, 가족의 지원과 자극을 둘 다 받는 복합

형 가족의 자녀들이 자신의 재능을 가장 잘 발달시킨다는 것이다. 자녀에게 지적인 자극을 주는 학구적인 가정환경과 하고 싶어 하는 일을 할 수 있도록 지원하는 가정환경이 과학인재들의 전문성 발달에 영향을 준 것으로 보인다.

#### 4) 의미 있는 만남

23명(74%)의 과학인재들이 청소년기에 과학에 흥미를 갖고, 책, 사람, 대중 매체, 대중 강연 등을 통해 과학의 세계를 가깝게 접한 것으로 나타났다. 특이한 것은 다른 학생들은 그냥 지나칠법한 대중 강연을 통해서 과학자로서의 꿈을 가지게 되는 경우가 있었다는 점이다. 특히 지적, 정서적 감수성이 예민한 중, 고등학교 시기에 과학에 흥미를 갖게 하는 결정적인 경험을 통해 많은 과학인재들이 과학자가 되겠다는 결단을 내린 것으로 나타났다.

중학교 2학년 때였어요. 그러니까 우리가 잘 살려면 과학을 해야 된다. 과학기술이 있어야 된다, 그런 취지의 강연인데 그것을 듣고 아, 나도 과학을 해서 나라를 위해서 뭔가 해야 되겠다. 그런 마음이 생겼던 거 같아요. 아마 그 당시에 나라를 위해서 나도 뭔가를 해야겠다는 그런 감수성이 있던 때였던 거 같아요.(LS7)

### 2. 입문기

이 시기는 과학자들이 본격적으로 과학 분야를 자신의 전공으로 선택하여 과학자의 세계에 첫걸음을 내디딘 시기로서, 주로 대학 시절의 경험을 포함하고 있다. 독립적인 성격 특성, 전공분야에 대한 지식습득, 대학에서의 학문적 갈등과 지적 탐구 등이 주요 특징이었다.

#### 1) 독립적인 성격 특성

대다수의 과학인재들은(27명, 87%) 청소년기와 마찬가지로 스스로의 고민과 선택과정을 거쳐 대학의 전공을 정하는 모습을 보여주었다. 물론 남성 과학자의 경우에 아버지의 권유나 아버지의 '특명'에 의해 본인이 원하는 학과가 아닌 다른 학과에 진학하는 경우도 있었지만, 극히 소수였다.

또한 대학 시절에 전공 공부뿐만 아니라 야학, 봉사, 영어 동아리, 민주화 운동 등 다양한 과외활동을 병행한 과학인재들이 많은 것으로 나타났다. 졸업 후 진로 및 진학(유학포함)을 결정할 때에도 주변의 조언을 구하기는 하지만, 자신의 미래에 대한 계획은 주도적으로 세운 경우가 많았다.

#### 2) 전공분야에 대한 지식습득

과학인재들 중 25명(81%)이 대학에서 교육을 받는 기간 동안 전공 분야에 대한 기초 지식을 습득하고, 과학자로서의 기초 역량을 키우는 데 필요한 경험들을 하는 것으로 나타났다. 자신의 전공분야에서 특정 과목을 수강하는 동안 필요한 지식을 습득하면서 학문적인 재미를 느끼고, 이후 지극적으로 연구를 해야겠다는 생각을 하거나, 자신의 적성을 재발견하여 전공을 바꾸는 일이 이 시기에 일어나는 중요한 경험으로 나타났다.

당시 전자과의 친구가 물리에 관심이 상당히 많았는데, 3학년이 되면서 그 친구가 물리학과에 가서 양자역학이란 과목을 듣자고 저한테 얘기를 했어요. 처음에는 그럴 생각이 없었는데, 수업을 듣게 되었어요. 근데 굉장히 재미가 있었어요. 그때부터 대학원이라도 물리학과를 가야 되겠다는 생각을 하게 되었죠.(NS1)

#### 3) 대학에서의 학문적 갈등과 지적 탐구

본 연구에 참여한 거의 모든 과학인재들은 본격적으로 자신의 전공을 정하고, 과학자로서의 삶에 입문하게 되는 대학시절에 관심 분야에 대한 지적 탐구를 활발히 진행시켜 나간 것으로 나타났다. 과학인재들은 대학 교육을 통해 자신의 지식체계를 구축해 나가기도 하고, 실험과 연구에 대한 기본적인 아이디어를 습득하는 것으로 나타났다. 전공 교수의 강의 내용 및 수준, 연구 환경 등이 과학인재들이 자신의 전공 분야에 대해 더 큰 관심과 지적 호기심을 갖도록 하는 데 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 한 가지 주목할 점은 연구에 참여한 과학인재 중 상당수(88%)를 차지하는 40대, 50대 과학자의 경우 대학 시절에 군사독재와 민주화 운동의 여파로 수업 내용을 처음부터 끝까지 제대로 공부한 적이 많지 않았다는 점이다. 이러한 사회적 분위기는 과학인재들로 하여금 오히려 학문적 갈등을 느끼게 하는 계기로 작용했다고 보인다.

학교에 들어와서 2학년, 3학년 때는 거의 휴강, 휴교였어요. 그래서 학교에서는 별로 공부를 안했던 것 같아요. 근데 그때도 강의는 못 들었지만 공부하는 그레도 열심히 했었어요. 5명이 스터디 그룹을 구성해서 나름대로 공부를 했었어요. 그때도 유학만이 내가 가야 될 길이라고 생각을 했던 것 같아요.(NS4)

### 3. 성장기

이 시기는 과학자로서의 역량이 비약적으로 발전하는 시기로, 주로 석·박사 과정 및 박사후 과정(post-doc) 시절을 의미한다. 이 시기에는 과제집착력, 몰입의 경험, 관심분야 및 평생연구주제의 발견, 형식교육에서의 멘토와의 만남 등의 특징이 보인다.

### 1) 과제집착력

연구가 뜻대로 잘 진행되지 않을 때 과학인재들은 끈기와 부지런함으로 이를 극복하거나, 열정을 가지고 본인이 원하는 수준의 연구 성과가 나올 때까지 열심히 연구하는 모습을 보여주었다. 특히 27명(87%)의 과학인재들이 높은 과제집착력을 보여주었다. 이러한 결과는 사회적으로 뛰어난 성취를 이룬 사람들이 평균 이상의 능력과 높은 창의성뿐만 아니라 높은 과제집착력을 보여준다는 Renzulli의 연구(1978, 2003) 결과와 일관된다. 과제집착력은 몇 십 년 동안 풀리지 않는 문제를 포기하지 않고, 새벽 1~2시까지 끝까지 붙잡고 있는 수학자나 물리학자의 끈기 있는 자세나, 혹은 실험이 잘 안될 때 원하는 결과가 나올 때까지 반복적으로 실험하는 과학자들의 자세와 관련된다.

저는 사실 머리가 스마트하지 않아요. 안 풀리는 문제가 있으면 포기 안하고 문제를 꽤 오랫동안 갖고 있는 편이에요. 그러면 머릿속에서 조금씩 진전이 되다가 어느 순간 확 풀리거든요. 걸으면서도 생각하고, 거의 24시간 동안 그 문제에 대해 고민하는 거죠.(NS10)

훌륭한 성과를 내기 위해서는 두뇌보다도 노력이 중요하다거나 문제에 대해 깊이 생각하고 고민해야 새로운 아이디어도 샘솟는다는 의견들이 이와 관련된다.

### 2) 몰입의 경험

과학인재들은 과학자에게 있어 자발성이 중요하다는 점에 대체로 동의했다. 다른 무엇보다도 본인이 좋아서 해야 되고, 그래야만 과학의 참맛을 알게 된다는 것이다. 24명(77%)의 과학인재들이 이러한 몰입의 경험을 한 것으로 나타났다. 이 경험은 연구하는 동안 시간 가는 줄 모르고 몇 시간씩 계속 해서 몰두하는 모습과 관련된다. 즉, 연구를 의무감으로 했던 이전 시기와 비교하여, 연구가 재미있고 즐거워서 하게 되는 시기이다. 특히 박사과정 시기를 가장 재미있고 즐겁게 보낸 시절로 기억하며, 새로운 아이디어들이 샘솟던 시절이었다고 말한 과학자들이 대부분이었다.

제가 학위 받을 때 실험이 3년 걸렸는데 그게 성공했을 때 굉장히 흥분되었어요. 왜냐하면 고생을 많이 했었거든요. 처음에는 여러 번 시도했는데 잘 안됐어요. 점점 의문이 들었어요. 그런데 되니까, 아! 내가 맞았구나! 내 생각이 맞았구나! 이게 증명이 되었고. 물리 지식은 이런 법칙을 따라서 행동해야 할 것이라고 생각했는데 자연이 그렇게 행동을 해주거나 그런 데서 굉장한 희열을 느꼈죠.(NS2)

### 3) 관심분야 및 평생 연구주제의 발견

이 시기에 대부분의 과학인재들은(27명, 87%) 평생

연구하고자 하는 주제를 결정하게 되고, 과학자로서의 역량도 급성장하는 모습을 보여주었다. 이 시기는 학문적으로 박사과정 시기일수도 있고(14명, 45%), 박사후 과정(post-doc)(13명, 42%)일수도 있다. 박사후 과정에서의 연구주제는 박사과정시기에 연구하던 주제와 동일한 경우도 있었고, 새로운 영역의 주제를 발견하기도 하였다. 이 시기에 과학인재들은 해당 분야에서 가장 중요한 연구 성과를 내기 시작하는 대가(master)로서의 모습을 보이기 시작했다.

### 4) 형식교육에서의 멘토와의 만남

뛰어난 능력을 가진 영재들의 삶에서 멘토는 중요한 역할을 한다(Kaufman 등, 1986; Hebert & Olenchak, 2000). 어린 시절부터 받은 부모님의 영향이 일반적인 멘토의 영향이라고 한다면, 이 시기에 만난 중요한 사람들은 과학자로서의 삶을 이끌어 가는 데 견인차 역할을 한 사람들이다. 간혹 과학자로서의 자신의 삶에 중요한 영향을 미친 멘토가 없다고 말한 과학인재들도 있었지만, 24명(77%)의 과학인재들은 석·박사과정 시절의 지도교수를 통해 많이 성장했다고 말했다. 특히 그들은 멘토와의 만남을 통해 과학에 대한 열정, 포기할 줄 모르는 끈기, 연구하는 방법, 생각하는 방법, 논문발표에 필요한 절차와 기술 등을 배웠고 과학자로서 역할모델을 갖게 되었다고 말했다.

석사 때 지도교수님은 일찍 돌아가시긴 했지만 과학자로서 모범적인 모습을 보여 주셨어요. 돌아가시기 한 달 전까지 논문을 여기저기 투고하실 정도였으니까요. 박사과정 때도, 지도교수님을 너무나 좋은 분을 만났는데, 그분은 WHO(세계보건기구)하고 같이 일을 해요. 일 년에 3개월 정도 이집트에 가서 환자들을 위한 연구를 하셨는데, 지금은 은퇴하시고 이집트가 경제요. 박사후 과정 때 지도교수는 학문적으로 워낙 뛰어 나시고, 진취적인 분이세요. 의사신데 다 포기하고 과학계로 다시 오셔서 박사과정부터 시작하셨어요. 배울 것이 정말 많은 분들을 제가 만난 것 같아요.(LS5)

### 4. 주도기

이 시기는 신입교수 시절과 중견과학자로서 활발한 연구 활동을 하는 시기이다. 우선순위정하기, 의사소통 능력, 창조적 연구 성과와 사명감, 또 다른 재능과의 만남, 평가 및 지원체계 등이 이 시기의 중요한 특징이다.

#### 1) 우선순위정하기

주도기에 있는 과학자들이 중요하게 생각하는 과학자의 역량으로는 도전정신, 핵심을 파악하는 능력, 의

사소통능력, 시간관리 능력, 우선순위를 정하는 능력 등으로 나타났다. 이 중에서도 주목할 만한 것으로 우선순위를 정하는 능력을 들 수 있다. 대학이나 연구소에서 교수나 전임연구원으로 연구에 전념하기 시작하면서, 많은 과학인재들은(15명, 48%) 연구 이외에 여러 가지 행정, 교육, 일상 업무 등과 관련된 일들 중에서 필요한 일에만 집중하여 보다 효과적인 연구 성과를 낼 수 있었던 것으로 나타났다.

복잡한 상황은 빨리 간단하게 만들고, 명확하고 실용한 것으로 생활을 바꾸어 가는 거예요. 완벽할 수 없는 일은 포기하는 거죠. 완벽을 추구해서 할 수 없다면 안하는 거죠. 우선순위라는 것을 일부러 매기진 않지만 저절로 알게 되죠.(LS6)

여러 가지 바쁜 일들 속에서 우선순위를 정하는 능력은 연구와 관련된 일들은 최선을 다해서 열심히 하려고 노력하지만 다른 업무들은 마감일을 넘기기도 하는 과학자들의 모습과 관련된다.

## 2) 의사소통능력

주도기에 있는 과학인재들의 주된 연구 활동은 자신의 연구 성과를 같은 분야의 동료들에게 널리 알리고 평가받는 것이다. 따라서 이 시기에는 의사소통능력이 중요하게 부각된다. 13명(42%)의 과학인재들이 이러한 의사소통능력의 중요성을 강조했다. 또한 아이디어의 생성과정과 전개과정에서 지적 상호작용을 통해 자신의 아이디어를 좀 더 분명하게 하는 경우들이 많은 것으로 나타났다.

어디 가서 끊임없이 발표해야 되고, 자기가 설득을 해야 되고. 연구비를 따오려면 자기가 아무리 잘 한다고 해도 남들이 받아들이려 주어야 해요. 순위 조절도 해야 되고 설득을 해야 되고. 남이 하는 것에 대한 비판도 있어야 되고, 끊임없이 커뮤니케이션이 필요하죠. 저도 옛날에는 몰랐죠.(LS1)

## 3) 창조적 연구 성과(새로운 영역의 개척)와 사명감

주도기에 있는 과학인재들은 수학사나 과학사를 이끄는 새로운 연구를 모색하게 된다. 연구에 참여한 모든 과학인재들은 단순히 지엽적인 연구나 유행을 따르는 연구가 아니라 독창적 연구 세계를 구축하려는 창조자(maker)의 마음을 갖게 되는 것으로 나타났다.

(지도교수가 말씀하시길) 남들이 안하는, 너만 하는 새로운 것을 해야지 수학사에 컨트리뷰트(contribute) 하는 거라고 하셨어요. 그 다음부터는 학회에 자주 참가하는데, 그 이유가 남들이 뭐하나 보고 그거 안하려고 가는 거예요.(NS12)

또한 이 시기에는 흥미와 호기심 충족 수준의 연구

를 넘어서 본인이 속한 커뮤니티에 공헌할 수 있는 연구를 해야겠다는 과학자로서의 사회적 책임감과 사명감을 갖게 된다. 예를 들어 국민의 세금으로 연구를 하니 사회에 기여하는 연구를 해야 한다거나, 최종적으로는 업적보다 사람들에게 쓸모 있는 과학을 해야겠다는 생각을 하는 과학자들이 있었다.

## 4) 또 다른 재능과의 만남

과학자 중에는 박사과정시기의 연구 주제를 평생 연구해가는 사람도 있지만, 자신이 가진 또 다른 능력으로 인해 일반적인 과학자들의 삶의 경로와는 약간 다른 길로 나가는 과학자들도 소수 있었다(4명, 13%). 물론 대다수의 과학인재들은 여전히 연구에 몰입하는 순간이 가장 기쁘고, 나이가 더 들더라도 ‘연구 프로젝트의 매니저가 아닌 연구자가 되고 싶다’고 말했다. 그러나 그 외에 인간의 변화에 관심을 갖고, 자라나는 학생들에게 과학의 원리와 지식을 전달하면서 큰 보람과 행복을 느끼는 교육자형 과학자도 있었다. 이들은 스스로 해당 분야의 전문가가 되는 것뿐만 아니라 학생 및 일반 사람들과 지식을 공유하고 확산하는 것에 큰 의미를 부여하는 과학자들이다. 이러한 과학자는 Gardner의 다중지능이론 중에는 인간친화지능(interpersonal intelligence)이 논리 수학적 지능과의 결합을 통해 교육자로 나아간 경우라고 할 수 있다. 또한 사업가적 수완을 발휘하여 벤처기업의 CEO가 된 경우도 있었다.

## 5) 평가 및 지원체계

연구에 참여한 모든 과학인재들은 국가나 관련 기관으로부터 연구에 필요한 지원을 받고 있으며, 다른 과학자들에 비해 상대적으로 연구 지원 부분에서는 만족하고 있는 것으로 나타났다. 자신을 과학인재 육성을 위한 국가정책과 시스템이 만들어낸 과학자로 생각하는 과학인재도 있었다.

이러한 과학인재들에 대한 지원은 뛰어난 연구 성과에 대한 객관적 평가에 기반을 둔 것이다. 그러나 동시에 상당수의 과학인재들이 창의적 연구 성과를 방해하는 평가체계가 자신 및 다른 과학자들의 연구 활동을 방해한다고 말했다. 단기間に 가시적인 성과를 요구하는 논문 편수 위주의 양적 평가 체계가 과학자들의 창조적 생산성을 저해한다는 점을 지적한 과학인재들이 많았고, 특히 수확분야의 경우 다른 분야에 비해 연구 성과가 단기간에 나오기 힘든 부분이 있다는 점이 언급되었다. 또한 젊은 과학자 시절 연구비 부족이 가장 큰 어려움이었다고 회상하였고, 기초 학문에 대한 정책적 배려가 중요하다고 강조한 과학자들이 많았다.



수학과 제1기 가까운 학문을 물리학이라 하지만 수학은 많이 다르거든요. 우선 다른 학문과 평가시스템을 좀 다르게 적용했으면 합니다. SCI 논문편수보다는 10년 동안 쓴 한 편의 논문이 다른 것 천 편보다 더 중요할 수 있거든요. 하이퀄리티(high quality) 연구를 격려하기 위해서는 SCI 편수의 천편 일률적인 적용이 되어서는 안됩니다. 교수 승진 심사 같은 부분에서도 마찬가지로(NS10)

5. 성장단계별 개인, 영역 및 환경요인의 종합 분석

앞서 제시한 연구 결과의 종합적 도해가 Fig. 2에 제시되어 있다. Fig. 2는 탐색기, 입문기, 성장기, 주도기에 따라 주요하게 영향을 미치는 개인, 영역, 환경요인을 제시하고 있다. 성장단계별 연구 결과를 살펴보면, 탐색기에는 자기주도적 학습태도, 다양한 관심과 강점의 발견, 학구적이며 자유로운 가정환경, 의미 있는 만남의 요인이 영향을 미치는 것으로 나타났다. 입문기에는 독립적 성격, 전공분야에 대한 지식습득, 대학에서의 학문적 갈등과 지적 탐구의 요인이 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 성장기에서는 과제집착력, 몰입경험, 관심분야 및 평생 연구주제의 발견, 형식교육에서의 멘토와의 만남이 주요요인으로 나타났다. 마지막으로 주도기에서는 우선순위를 정하는 능력, 의사소통능력, 창조적 연구 성과(새로운 영역의 개척)와 사명감, 또 다른 재능과의 만남, 평가 및 지원체계가 주요한 요인으로 밝혀졌다.

이러한 본 연구 결과를 IDF별로 정리하면 다음과 같다 우선 과학자의 성장 및 전문성 발달과정에 영향

을 미친 개인적 특성은 자기주도적 학습태도, 독립적 성격, 과제집착력, 몰입, 우선순위를 정하는 능력, 의사소통 능력으로 나타났다. 자신의 전공 영역에 필요한 지식과 교육과 관련된 영역 요인으로는 다양한 관심과 강점의 발견, 전공분야에 대한 지식습득, 관심분야 및 평생 연구주제의 발견, 창조적 연구 성과(새로운 영역의 개척)와 사명감, 또 다른 재능과의 만남으로 나타났다. 마지막으로 환경적 요인으로는 학구적이며 자유로운 가정환경, 의미 있는 만남, 대학에서의 학문적 갈등과 지적 탐구, 형식교육에서의 멘토와의 만남, 평가 및 지원체제로 나타났다.

IV. 결론 및 시사점

과학인재들의 전문성 발달과정에서 주요하게 나타난 개인, 영역, 환경차원에서의 요인들을 중심으로 언급된 내용들을 요약하면, 개인적 특성이 여섯 가지, 영역 특성이 다섯 가지, 환경적 특성이 다섯 가지로 나타났다. 우선 초, 중, 고등학교 시기는 과학에 대한 관심이 있으나 본격적으로 전공을 하지는 않는 과학자로서의 탐색기라고 할 수 있다. 이 시기에는 자기주도적 학습태도, 다양한 관심 및 강점의 발견, 학구적이며 자유로운 가정환경, 의미 있는 만남이 전문성 발달에 영향을 미치는 주요 요인으로 나타났다. 특히 중, 고등학교 시절 부모, 교사, 책, 대중 매체 등을 통해 과학의 세계를 경험하고 과학자를 직접 만나 보는 등 과학에 노출되는 경험이 중요한 것으로 나타났다. 이러한 점에서 과학을

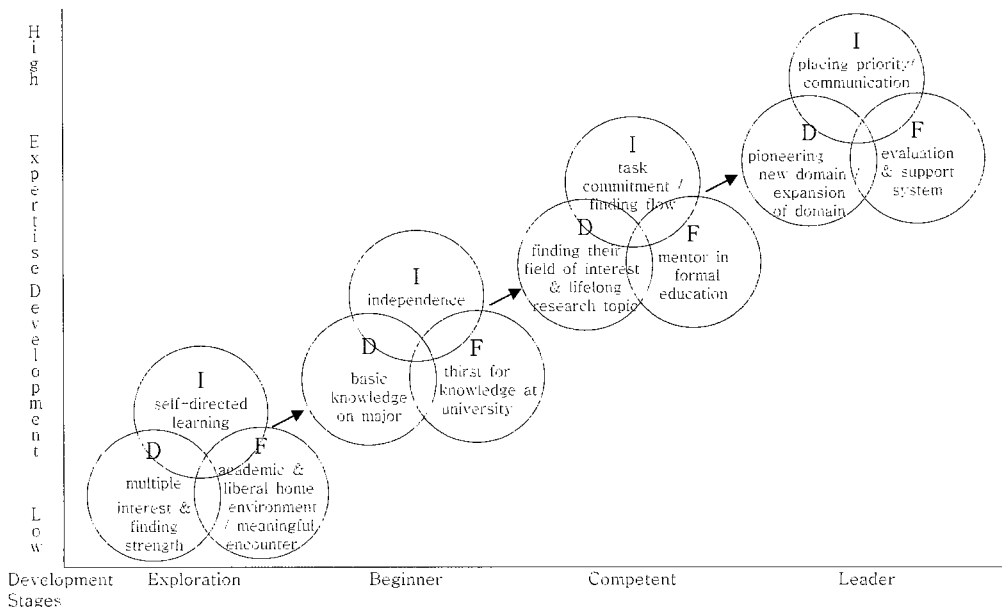


Fig. 2 IDF in expertise development

좀 더 친근하고 재미있게 느낄 수 있도록 하는 TV 과학 프로그램의 보급이나 다양한 기관에서 주관하는 청소년 과학캠프의 개최를 체계화하고 확대할 필요가 있다.

입문기는 대학에서 과학을 자신의 전공으로 선택하며 과학의 세계에 입문하는 시기이다. 이 시기에 나타난 주요 요인은 독립성, 전공분야에 대한 지식습득, 대학에서의 학문적 갈등과 지적 탐구이다. 탐색기에 나타났던 자기주도성이 대학시절의 독립적인 태도와 관련하여 여전히 지속되는 것을 알 수 있다. 또한 입문기에는 자신의 전공 분야에 대한 지적 호기심과 흥미가 나타나고, 이를 충족시키는 방향으로 지식의 습득이 일어나는 것으로 나타났다. 대학에서 어떠한 지적 경험을 하느냐가 과학자로서의 기본 소양을 갖추는 데 상당히 중요한 역할을 한다고 볼 수 있다.

석·박사 과정과 박사후 과정에서 과학을 공부하게 되는 성장기에는 과제집착력, 과학의 ‘참맛’을 경험하는 몰입의 경험, 관심분야 및 평생 연구주제의 발견, 형식교육에서의 멘토와의 만남이 전문성 발달에 영향을 미치는 요인으로 나타났다. 이 시기에는 연구에 대한 열정을 가지고 관심 있는 주제에 대해 집중적으로 연구하고, 연구자로서의 역량이 극대화되는 시기라고 할 수 있다. 특히 수십 년 동안 풀리지 않았던 난제를 붙잡고 씨름하거나 어려운 실험을 반복적으로 수행하는 과정을 통해 연구의 즐거움을 경험하기도 한다. 이러한 경험은 곧 해당 연구 분야에서 최고 수준의 연구 성과를 성취할 수 있는 기반이 되었음을 알 수 있다.

마지막으로 주도기는 대학이나 연구소에서 본격적으로 과학자로서의 삶을 시작하게 되는 시기이다. 이 시기에는 우선순위정하기, 의사소통능력, 창조적 연구 성과(새로운 영역의 개척)와 사명감, 또 다른 재능과의 만남, 평가 및 지원체계의 요인이 전문성 발달에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히 이 시기에 논문게재 편수 위주로 이루어지는 획일적인 양적 평가체제는 깊이 있는 연구의 수행을 방해하고, 연구의 질을 떨어뜨리는 주요 요인으로 지적되고 있다. 따라서 창의적인 연구 성과에 대한 별도의 평가 및 보상체제를 강구할 필요가 있다. 또한 기초과학의 경우, 장기간에 걸쳐 연구 성과가 나타나는 경우가 대부분이기 때문에 단기간에 성과를 요구해서는 안 될 것이다. 본 연구의 연구대상으로 선정된 과학자들은 대부분 연구와 실험을 하는 과학자였지만 일부는 과학자의 모습 이외에 교육자, 행정가, 벤처기업 CEO로서도 뛰어난 전문성을 보여주었다. 이러한 사실은, 비록 일부이기는 하나, 과학자로서

의 발달과정을 거친 인재가 사회과학적 특성이 강한 교육, 행정, 경영 분야에서도 능력을 발휘할 수 있다는 것을 보여주며, 과학에 관심 있는 학생들에게 다양한 역할 모델을 제시하고 있다.

본 연구는 과학에 관심과 적성이 있는 어린 영재가 자신의 분야에서 최고의 전문성을 발휘하며 훌륭한 과학자가 되기 위해서는 개인적인 특성뿐만 아니라 해당 영역에서 필요한 지식의 체계적인 습득이 중요하며, 가정 및 학교를 포함하여 사회문화적인 환경의 영향이 중요하다는 점을 지적하고 있다. 개인적인 능력이 아무리 뛰어나다고 할지라도 학교에서 제대로 된 교육이 이루어지지 않거나 가정과 학교, 그리고 사회에서 과학자로서 성장할 수 있는 좋은 환경이 뒷받침 되지 않는다면 창의적인 과학자로 성장하기 힘들 것이다. 또한 아무리 교육 여건이나 환경이 좋아도, 개인적 특성과 역량이 갖추어지지 않으면 세계적인 업적을 내는 것은 불가능하기 때문이다.

또한 과학자로서의 전문성이 성장해가는 시기에 따라 중요하게 작용하는 개인적인 특성, 교육적, 환경적 요인이 다르다는 것을 알 수 있다. 가령 탐색기에는 자기주도적 학습태도가 중요한 개인적 특성으로 나타났다면, 주도기에는 우선순위를 정하는 능력이 중요한 개인적 특성으로 나타났다. 이러한 사실은 연령에 따라 아동과 청소년이 보유했어야 할 개인적 능력이 다르고, 성장 시점에 따라 다른 능력을 키우는 데 초점을 맞추어야 한다는 점을 시사한다.

본 연구의 교육적 시사점을 살펴보면 우선 부모의 양육태도와 관련하여, 자녀에게 자율성을 부여하고 부모 스스로가 독서의 생활화를 통한 모범을 보임으로써 교육적, 학문적 자극을 주는 것이 과학인재의 성장에 기초를 형성해준다고 할 수 있다. 둘째, 중, 고등학교 시절 생물, 화학, 물리 등 과학관련 수업을 듣다가 과학을 전공해야겠다는 구체적인 생각을 한 경우가 많은 점을 고려할 때, 초, 중등 과학교육에서 학생들의 과학에 대한 흥미를 증가시키고, 과학적 탐구능력과 창의성을 기를 수 있는 교수학습 방법을 개발하여 학교현장에서 활용될 수 있도록 보급할 필요가 있다. 더 나아가 학교현장의 우수 과학교수사례 및 모형을 발굴하여 교사들 간에 공유될 수 있도록 함으로써 과학교육에 대한 학생들의 참여와 흥미를 유발할 필요가 있다. 셋째, 자신의 전공과목에 대한 기초지식을 습득하고 과학자에게 필요한 기본적인 태도 및 소양이 습득되는 대학 교육에서 인문학 강좌를 폭넓게 수강할 수 있도록 적극적인 학생지도가 필요하고, 대학원생을 중심으로 진

행되는 교수와의 연구 참여 기회를 학부생들에게도 부여할 수 있도록 학부생 연구 참여 지원방안을 강구할 필요가 있다.

### 국문 요약

본 연구의 목적은 뛰어난 연구 성과를 이룩한 과학인재들의 성장과 전문성 개발과정에 영향을 미친 주요 요인을 밝히는 것이다. 이러한 연구 목적을 달성하기 위해서, 2007년 3월부터 9월까지 과학 분야에서 권위 있는 상을 수상한 국내 과학자 31명을 대상으로 심층 면담을 통한 질적 사례연구를 수행하였다. 면담내용은 전문성 발달 단계별로 Csikszentmihalyi의 개인-영역-환경 상호작용(IDFI) 모형의 이론적 틀에 맞추어 분석하였다. 우선 탐색기에서는 자기주도적 학습태도, 다양한 관심 및 강점의 발견, 학구적이며 자유로운 가정환경, 의미 있는 만남이, 입문기에서는 독립적인 성격특성, 전공분야에 대한 지식습득, 대학에서의 학문적 갈증과 지적탐구가 과학인재의 전문성 발달에 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 성장기에서는 과제집착력, 몰입의 경험, 관심분야 및 평생 연구주제의 발견, 형식교육에서의 멘토와의 만남이, 주도기에서는 우선 순위정하기, 의사소통능력, 창조적 연구 성과와 사명감, 또 다른 재능과의 만남, 평가 및 지원 체계가 영향을 미치는 주요 요인으로 나타났다. 결론에서는 면담 내용을 통해 나타나는 주요 요인의 의미를 해석하고, 보다 많은 과학 인재의 양성을 위해 필요한 교육적 시사점을 논의하였다.

주요어: 과학인재, 개인-영역-환경 상호작용 모형, 전문성, 전문성 발달

### 참고 문헌

김영천(2006). 질적연구방법론 I. 서울: 문음사  
 문용린(2004). 지적혁명. 서울: 비즈니스북스.  
 문용린, 홍성훈, 류숙희(2004). 백범 김구의 형성과정 탐색: 한 위인의 다중 지능 분석 보고서. 서울대학교 교육학과 도덕심리연구소.  
 신중호, 이현주, 이태수, 임선영, 윤은희, 황혜영(2007). 연기 전문성 발달 과정에 대한 사례 연구: 개인의 능력 개발 영향 요인 탐색. 교육심리연구, 21(2), 401-421. 한국교육심리학회.  
 오현석(2006). 전문성 개발과정 및 핵심요인에 관한 연구. 직업능력개발연구, 9(2), 193-216. 한국직업능력개발원.  
 오현석, 김정아(2007). 전문성 연구의 주요 쟁점과

전망. 기업교육연구, 9(1), 143-168. 한국기업교육학회.  
 조용환(1995). 일상세계의 복잡성에 대한 이해. 초등교육연구논총, 7, 13-22. 대구대학교 초등교육연구원.  
 조용환(1999). 질적연구: 방법과 사례. 서울: 교육과학사.  
 한국교육심리학회 편(2001). 교육심리학 용어사전. 서울: 학지사.  
 Bereiter, C., & Scardamalia, M. (1993). Surpassing ourselves: An inquiry into the nature and implications of expertise. IL: Open Court.  
 Bloom, B. (1985). Developing talent in young people. NY: Ballantine.  
 Butterworth, B. (2006). Mathematical expertise. In K. A. Ericsson, N. Charness, P. J. Feltovich, & R. R. Hoffman (Eds.), The cambridge handbook of expertise and expert performance. NY: Cambridge University Press.  
 Csikszentmihalyi, M. (1988). Society, culture, and person: A systems view of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), The nature of creativity. MA: Cambridge University Press.  
 Csikszentmihalyi, M. (1996). Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention. NY: Harper Collins.  
 Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), Handbook of creativity. UK: Cambridge University Press.  
 Csikszentmihalyi, M., Rathunde, K., & Whalen, S. (1993). Talented teenagers: The roots of success and failure. Cambridge: Cambridge University Press.  
 de Groot, A. (1978). Thought and choice in chess. The Netherlands: Mouton.  
 Dreyfus, H. L., Athanasiou, T., & Dreyfus, S. E. (1986). Mind over machine: The power of human intuition and expertise in the era of the computer. NY: Basil Blackwell.  
 Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Romer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. Psychological Review, 100, 363-406.  
 Ericsson, K. A., & Lehmann, A. C. (1996). Expert and exceptional performance: Evidence of maximal adaptation to task constraints. Annual Review of Psychology, 47, 273-305.  
 Ericsson, K. A., & Smith, J. (1991). Toward a general theory of expertise. MA: Cambridge University Press.  
 Feldman, D. H. (1980). Beyond universals in child development. NJ: Ablex.  
 Feldman, D. H. (1995). Learning an development in nonuniversal theory. Human Development, 38, 315-321.

Feldman, D. H., Csikszentmihalyi, M., & Gardner, H. (1994). *Changing the world: A framework for the study of creativity*. CT: Praeger.

Hebert, T. P., & Olenchak, F. R. (2000). Mentors for gifted underachieving males: Developing potential and realizing promise. *Gifted Child Quarterly*, 44(3), 196-207.

Herling, R. E. (1998). Expertise: The development of an operational definition for human resource development. In R. J. Torrance (Ed.), *Academy of Human Resource Development Proceedings*, Baton Rouge, LA: AHRD, 715-722.

Hodges, H. J., Starkes, J. L., & MacMahon, C. (2006). Expert performance in sport: A cognitive perspective. In K. A. Ericsson, N. Charness, P. J. Feltovich, & R. R. Hoffman (Eds.), *The Cambridge handbook of expertise and expert performance*. NY: Cambridge University Press.

Kaufman, F., Harrel, G., Milam, C., Woolverton, N., & Miller, J. (1986). The nature, role, and influence of mentors in the lives of gifted adults. *Journal of Counseling and Development*, 64, 576-577.

Lehmann, A. C., & Gruber, H. (2006). Music. In K.

A. Ericsson, N. Charness, P. J. Feltovich, & R. R. Hoffman (Eds.), *The Cambridge handbook of expertise and expert performance*. NY: Cambridge University Press.

Noice, H., & Noice, T. (2006). Artistic performance: Acting, ballet, and contemporary dance. In K. A. Ericsson, N. Charness, P. J. Feltovich, & R. R. Hoffman (Eds.), *The Cambridge handbook of expertise and expert performance*. NY: Cambridge University Press.

Norman, G., Eva, K., Brooks, L., Hamstra, S. (2006). Expertise in medicine and surgery. In K. A. Ericsson, N. Charness, P. J. Feltovich, & R. R. Hoffman (Eds.), *The Cambridge handbook of expertise and expert performance*. NY: Cambridge University Press.

Renzulli, J. (1978). What makes giftedness?: Reexamining a definition. *Ehi Delta Kappan*, 180-184.

Renzulli, J. (2003). Conceptions of giftedness and its relationship to the development of social capital. In N. Colangelo, & G. Davis (Eds.), *Handbook of gifted education*. NY: Allyn and Bacon.

Webster's New World Dictionary (1968). OH: The World Publishing Company.