

# 과학기술분야 융합기술 인력현황 및 이동 행태분석

## Analysis of Human Resources Practices and Career Path Movement In the Field of Convergence Technologies

이중만\*, 허태영\*\*, 이정배\*\*\*, 황규희\*\*\*\*, 엄기용\*\*\*\*\*  
호서대\*, 한국해양대\*\*, 선문대\*\*\*, 한국직업능력개발원\*\*\*\*, 한국기술교육대\*\*\*\*\*

Jungmann Lee(mann@hoseo.edu)\*, Taeyoung Hur(heoty@hhu.ac.kr)\*\*,  
Jungbae Lee(jblee@sunmoon.ac.kr)\*\*\*, Guehee Hwang(g.hwang@krivet.re.kr)\*\*\*\*,  
Kiyong Om(kyom@kut.ac.kr)\*\*\*\*\*

### 요약

융합기술 패러다임 변화에 따라, 기술융합 및 융합기술화 등 융합기술에 대한 전략적 활용도 증가하여 융합산업은 다양한 일자리가 창출될 전망이고, 다학제 교육의 활성화, 글로벌 협업의 증가, 지속적으로 타 분야 지식습득을 위한 직무전환교육, 응용이 가능하게 하는 기초과학 교육강화, 협업 활성화를 위한 연구자 네트워크 확대 등이 요구되고 있다. 본 연구는 융합기술개발 및 과학기술분야 융합기술 인력에 대한 현황과 연구원의 인력이동 행태에 대한 분석이다. 산학연 전문가 209명을 대상 전문가 Survey 및 국내외 사례분석을 통해서 융합기술 분야에 있어서 융합기술인력의 유동성 강화(Mobility), 글로벌 수준의 융합기술 인력양성, 인력이동 행태에 따른 다양한 공동협업연구(Collaboration) 및 전환교육, 인프라의 체계화 및 개선(Infra) 등 인력양성 정책방향을 제시하고자 한다.

■ 중심어 : | 기술융합 | 융합기술 | 과학기술 인력양성 | 인력이동 행태 |

### Abstract

The technological convergence of IT, BT and NT is expected to drive technological revolution in the twenty first century, so a large amount of R&D expenditure is being concentrated on the development of fusion technology worldwide. Researches on how to direct and manage fusion technology development, however, are rare up to the present. This study investigates technology development and S&T human resources practices in the fusion technology area focusing on the career path movement of researchers. On the basis of case study and a field survey of 209 scientists and engineers from academia, research institutes and industry, four strategic directions are recommended for improving human resources development in convergence technologies. The limitations and contributions of the study are also discussed.

■ keyword : | Technological Convergence | Fusion Technology | S&T Human Resources | Career Path Movement |

\* 이 논문은 2008년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(기초연구지원 기초과학(공동연구), D00001)

접수번호 : #100203-001

접수일자 : 2010년 02월 03일

심사완료일 : 2010년 04월 26일

교신저자 : 엄기용, e-mail : kyom@kut.ac.kr

## I. 서론

차세대 기술혁명은 IT, BT, NT 등 어느 한 분야에 국한되지 않는 신기술간 융합이 주도할 것으로 예측되는 가운데, 선진국들도 세계적으로 아직 발전초기에 있는 융합기술의 잠재력과 파급효과를 인식하고 과학기술 경쟁력 우위를 지속하기 위해 융합기술에 관심을 집중하고 있다. 또한 산업 측면에서도 기존산업의 산업 내 혁신을 통한 고객 가치창출이 한계에 도달함에 따라, 새로운 블루오션을 창출하기 위해서 IT, NT, BT 등 세 가지 산업을 중심으로 산업이 융합되는 방향으로 기술개발 경쟁이 전개 될 것으로 예상하고 있다.

그러나 국내외를 막론하고, 어떻게 융합연구를 체계적으로 수행할 것인지, 융합기술에 대응한 인력양성을 어떻게 수행할 것인지 등에 대한 구체적이고 체계적인 연구는 아직 미흡한 상황이다. 그동안 우리나라에서는 일부 대학을 중심으로 융합기술인력 양성에 대한 고려가 이루어져 왔으나, 융합기술의 정의나 범위 등에 대한 공감대가 형성되지 않았기 때문에 융합기술 인력양성방안을 마련하는데 어려움이 많았다[1]. 또한 이공계 우수인력 확보의 문제, 배출된 인력에 대한 산업계 불만, 융합기술 인력의 수급 불일치 등으로 인해 융합기술에 대응한 교육기관의 체계적인 인력양성도 부족한 실정이다.

이에 따라, 교육과학기술부는 국가과학기술위원회에서 「융합기술종합발전계획수립방안」에 따른 「국가 융합기술발전기본방침(안)」을 제시하였다. 이 중 창조적 융합기술 전문인력 양성을 위해 종합 권고사항은 다음과 같다. 부처는 융합 기술 및 산업 수요를 조사·분석하고, 중장기적 기술발전 추이에 따른 융합기술 전문인력의 적정수요를 예측한다. 그리고 세부 실천사항으로는 상세 로드맵에 따라 미래 수요조사를 정기적으로 실시하고 인력양성 관련 계획수립에 적극 반영한다. 또한 범부처 공동으로 융합기술 전문인력 수요를 예측할 수 있는 과학적인 방법론을 개발하고 공유하여 창조적인 융합기술 전문인력을 양성할 계획이다[1].

융합기술에 대응한 인력양성의 기초를 마련하기 위해서는 융합기술의 발전이 진행됨에 따라 필요한 인력

의 속성 혹은 지식의 속성은 무엇이며, 이러한 속성이 융합기술의 발전 이전과 이후의 차이점, 만일 새로운 속성이 필요하다면 이를 갖추기 위해서 기존 인력의 지식체계가 어떻게 변화되어야 하는지 혹은 전문 연구인력 간의 의사소통을 어떻게 촉진시킬 것인지를 규명해야 할 것이다. 즉, 기존의 지식 생성은 이전의 분리된 지식들의 이전(transferring)과 결합(combination)으로부터 이루어졌지만, 융합기술 확산에서의 지식생성은 지식생성자의 타 부문 지식과의 의사소통(communication)과 상호흡수(co-absorption)능력에 기초한다. 따라서, 학제간(interdisciplinary) 및 다학문적인(multidisciplinary) 지식에 접근하고 상호 커뮤니케이션이 활성화 될 수 있는 교육을 위해, 융합기술 확산에 따른 기존인력의 대응행태(직무이동 등)를 분석하고 미래적인 관점에서 융합기술 인력에게 요구되는 직무역량을 도출하는 것이 필요하다.

이 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. II장에서는 인력이동 변화에 대한 이론적배경 및 연구문제를 제기하고 III장에서는 융합기술 인력이동에 대한 실태조사 결과내용, IV 장에서는 국내외 사례분석 그리고 V장에서는 결론 및 융합기술 인력정책방안을 제시하고자 한다.

## II. 이론적 배경 및 연구문제

거시적 차원의 직업상의 인력이동 변화는 미시적 차원의 개개인의 직무선택과 경력경로의 변화가 누적된 결과라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 인력이동 대신, 직무선택(job choice) 및 경력경로(career path)에 대한 기존 연구결과를 정리하고자 한다. 과연 어떤 요인이 직업선택 및 경력변화에 영향을 주는지 확인할 필요가 있으며, 융합인력의 경우에는 어떠한지 알아보고자 한다.

[10]의 사회인지적 경력이론(Social Cognitive Career Theory)에 따르면, 개인이 직무(job)를 선택하는 것은 직무선택의 목적에 의해 좌우되는데, 그 목적은 다시 관심에 영향을 받는다. 그리고 직장생활에서의 목적(goals)과 관심(interests)은 각각 직무선택에 따른 결과

에 대한 기대(outcome expectations)와 자기효능의 기대(self-efficacy expectations)에 의해 영향을 받는다. 그런데, 위의 두 가지 기대는 과거의 학습경험(learning experience)을 토대로 형성된다. 그리고 상황적인 요인(contextual factors)이 직업에 대한 관심과 목적, 그리고 직업선택의 행동에 직접적으로 영향을 줄 수 있다.

경력경로(career path)는 한 개인이 수행하는 직무나 직위가 시간의 경과에 따라 변화하는 순서를 말한다[8]. 그런데, 이런 개인의 경력경로는 개인의 선택에 의해 이루어지는데, 과연 어떤 요소가 영향을 미치는 것일까? 가장 고전적인 Holland의 이론에 따르면, 개인이 자신의 경력을 선택하는 것은 각자 어떤 일하기를 좋아하는가에 달려 있다[9]. 그리고 이러한 사람들의 직업적 지향점은 다음의 여섯 가지로 구분할 수 있다: 통상적(conventional) 가치 추구, 예술적(artistic) 가치 추구, 현실적(realistic) 가치 추구, 사회적(social) 가치 추구, 도전적(enterprising) 추구, 그리고 탐색적(investigative) 가치 추구. 그러나 위와 같은 Holland의 주장은 개인의 직업선택을 개인이 추구하는 가치만으로 설명하려는 지나친 단순화의 문제를 내포하고 있다.

한편, [7]은 Holland의 직업적 지향점을 보완하여 직업경로의 유형을 다음 네 가지로 구분하였다. 첫째, 나선적(spiral) 직업 지향인데, 이것은 직업군이나 전문영역, 또는 분야에서 주기적으로 넘나드는 것을 의미한다. 엔지니어링에서 제품개발 영역으로 변화하는 것이 하나의 예이다. 이 경우, 이전 직무 또는 직업에서 습득한 지식이나 기술을 바탕으로 새로운 직무나 직업에 적응해 나간다. 이러한 나선형의 경력경로는 주로 개인의 발전이나 창의성이 중요한 모티브가 된다. 둘째, 선형적(linear) 직업 경로이다. 이것은 조직의 위계에서 권위와 책임이 증가하는 직무로 경력을 발전시키는 유형이다. 예를 들면, 기업의 회계전문가나 재무전문가 등과 같이 특정 기능부서에서 관리자의 지위를 향해 경력을 변화시키는 것이다. 이들은 주로 권력이나 성취감에 의해 동기부여 된다. 셋째, 전문가(expert) 유형이 있다. 전문가 유형에 속한 사람들은 특정 직업이나 전문 분야를 평생에 걸쳐 추구하는 경우이다. 이들이 직업을 통해 성취하려고 하는 것은 대체로 전문성이나 기술적 역

량, 직업적 안전 및 안정감이다. 마지막으로, 어떤 사람들은, 대체로 소수이긴 하지만, 전혀 다른 분야로 직업을 변화시키는 사람들이 있다. 이러한 방식으로 경력을 변화시키는 유형을 전환적(transitory) 유형이라고 부른다. 이런 부류의 사람이 경력을 변화시키도록 영향을 주는 요인으로는 다양성을 추구하는 것과 독립적인 삶을 추구하는 것이 있다[8].

인력이동 행태분석과 관련하여 [4]는 IT전문인력들의 주요 이직 원인, 이직 후 진로 등 IT노동시장에 대한 조사 및 분석을 다루었고, [5]는 SW개발자에 대한 경력맵을 연구하였다. 융합기술 분야에서의 인력이동과 관련하여 [6]에서는 IT부문을 중심으로 직무이행경로와 학습경로를 분석하였다. 그러나, 융합기술인력에 요구되는 자질에 대한 분석은 포함하지 못하였고, 융합기술 확산에 대한 대응행태(직무이동 및 학습경로) 등의 분석도 만족스럽게 이루어지지 못하였다. [2]는 철강, 섬유, 기계, e-비즈, 기계 등의 산업을 대상으로 기술융합에 필요한 핵심역량을 제시하고 있다. 또한 [3]에서는 IT산업체에서 필요한 기술역량을 일반지식, 전공지식 및 세부기술로 구분하여 SW분야와 HW분야에 대해 조사 분석하였다. 융합기술에 대한 국내 연구는 주로 융합기술 동향을 중심으로 이에 대한 정책대응을 논의하는 수준이며, 융합인력 양성에 대한 연구는 아직 본격적으로 이루어지지 못하고 있다. 융합기술이 어떠한 형태로 연관성을 가지고 융합하고, 그에 따라 인력이 어떻게 이동되는지에 대한 연구는 전무한 실정이다.

본 연구에서는 융합기술인력의 행태와 관련하여 다음의 문제에 대한 답을 찾고자 한다.

- (1) 융합기술인력에 대한 현황 및 유망한 융합기술은?
- (2) 융합기술 패러다임 변화에 따른 직무역량 및 인제 상은?
- (3) 융합기술인력의 이동행태(기술분야별 등)는 어떠한가?
- (4) 융합기술인력의 지식습득 경로는?

### III. 융합기술 및 융합인력에 대한 실태조사 및 분석

본 실태조사<sup>1)</sup>에서는 먼저 융합기술 관련 기관에 대한 목록을 작성하고, 기관별 연구부서 소속 종사자에 대한 정보를 수집한 후 융합기술 관련 인력에 대한 목록을 작성하였다. 난수표를 활용하여 최초 시작 대상자를 무작위로 선정된 이후 선정된 대상자를 접촉하였고, 응답 거절 시 거절자의 2번째 뒤에 있는 종사자를 조사대상자로 선정하였다. 조사대상은 융합기술 관련 연구를 하고 있는 학계, 기업 및 연구소 종사자였으며, 조사지역은 융합기술 연구 종사자가 거주하고 있는 서울, 부산, 대구, 광주, 대전, 경기, 충북, 충남, 경북, 경남 등 총 10개 지역이었다. 표본추출은 융합기술 관련 여부와 소속을 고려한 유의 할당추출을 통해 총 209명의 유효 표본을 정리하였다. 전체 응답자는 209명(100%)으로 소속별로는 연구소가 90명(43.1%), 기업 64명(22%), 학교 73명(34.9%)이고, 생년별로는 50년대 이전 47명(22.5%), 60년대 73명(34.9%), 70년대 이후 86명(41.1%), 무응답 3명(1.4%)이다. 학력별로는 4년제 대학 8명(3.8%), 석사 41명(19.6%), 박사 160명(76.6%)이고, 현재 연구하고 있는 기술별로는 동종 1명(0.5%), IT+BT 74명(35.4%), IT+NT 58명(27.8%), NT+BT 50명(23.9%), 기타 26명(12.4%)이 응답하였다.

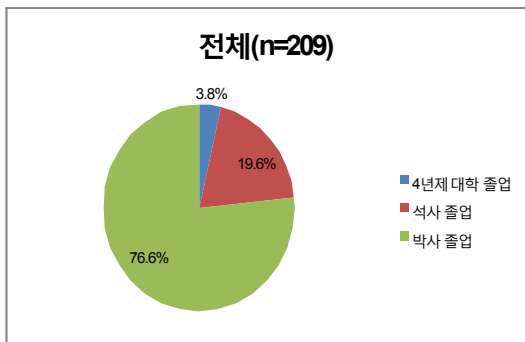


그림 1. 학력별 융합기술 인력현황

융합기술 인력은 전체적으로 박사 졸업자가 77%에 이르며, 석사 졸업자는 19.6%, 4년제 대학 졸업자는 3.8%에 그친 것으로 나타났다. 특히 박사 인력의 경우 기업은 28.3%인 반면에 연구소와 대학은 각각 83.3%와 98.6%로 아주 높게 나타났는데, 이를 통해 융합기술 개발을 위해서 석·박사급 고급인력을 많이 활용하고 있는 것을 알 수 있으며, 인력수급측면에서 고급연구 인력양성에 대한 집중이 필요함을 알 수 있다.

표 1. 전공별 융합기술 인력현황

| (단위 : %) | 전체   |      |      | IT+BT |      |      | IT+NT |      |      |
|----------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|
|          | 학사   | 석사   | 박사   | 학사    | 석사   | 박사   | 학사    | 석사   | 박사   |
| 사례수      | 209  | 201  | 160  | 74    | 70   | 51   | 58    | 57   | 53   |
| IT       | 20.1 | 18.9 | 17.5 | 31.1  | 31.4 | 27.5 | 24.1  | 21.1 | 24.5 |
| BT       | 27.3 | 27.9 | 24.4 | 36.5  | 34.3 | 33.3 | 0.0   | 1.8  | 0.0  |
| NT       | 15.8 | 17.4 | 23.1 | 5.4   | 5.7  | 3.9  | 32.8  | 33.3 | 41.5 |
| 기초과학     | 16.3 | 12.4 | 12.5 | 10.8  | 8.6  | 13.7 | 12.1  | 8.8  | 5.7  |
| 공학       | 16.7 | 15.4 | 16.3 | 9.5   | 7.1  | 9.8  | 31.0  | 31.6 | 26.4 |
| 융합       | 1.4  | 4.5  | 3.8  | 2.7   | 4.3  | 3.9  | 0.0   | 3.5  | 1.9  |
| 기타       | 2.4  | 3.5  | 2.5  | 4.1   | 8.6  | 7.8  | 0.0   | 0.0  | 0.0  |

| (단위 : %) | 전체    |       |       | NT+BT |      |      | 기타   |      |      |
|----------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
|          | 학사    | 석사    | 박사    | 학사    | 석사   | 박사   | 학사   | 석사   | 박사   |
| 사례수      | (209) | (201) | (160) | (50)  | (49) | (32) | (26) | (24) | (23) |
| IT       | 20.1  | 18.9  | 17.5  | 4.0   | 2.0  | 0.0  | 11.5 | 12.5 | 4.3  |
| BT       | 27.3  | 27.9  | 24.4  | 46.0  | 51.0 | 46.9 | 23.1 | 20.8 | 26.1 |
| NT       | 15.8  | 17.4  | 23.1  | 10.0  | 12.2 | 21.9 | 19.2 | 25.0 | 26.1 |
| 기초과학     | 16.3  | 12.4  | 12.5  | 26.0  | 20.4 | 18.8 | 23.1 | 16.7 | 17.4 |
| 공학       | 16.7  | 15.4  | 16.3  | 10.0  | 8.2  | 9.4  | 19.2 | 16.7 | 17.4 |
| 융합       | 1.4   | 4.5   | 3.8   | 2.0   | 4.1  | 3.1  | 0.0  | 8.3  | 8.7  |
| 기타       | 2.4   | 3.5   | 2.5   | 2.0   | 2.0  | 0.0  | 3.8  | 0.0  | 0.0  |

현재 IT+BT영역 인력(74명)의 학부 전공은 BT가 36.5%, IT가 31.1%로 나타났고, 석사 전공은 BT가 34.3%, IT가 31.4%, 박사 전공은 BT가 33.3%, IT가 27.5%로 BT 전공자가 다소 높게 나타났다. IT+NT영역 인력(58명)의 학부 전공은 NT가 32.8%, IT가 24.1%, 공학이 31.0%로 나타났고, 석사 전공은 NT가 33.3%, IT가 21.1%, 공학이 31.6%, 박사 전공은 NT가 41.5%, IT가 24.5%, 공학이 26.4%로 나타나, NT 전공자가 더 많은 것을 알 수 있다. 따라서 IT+BT와 IT+NT 융합기술 영역에서는 BT 및 NT인력이 IT인력에 비해 다소 많음을 보여준다. NT+BT영역 인력(50명)의 학부 전공은 BT가 46.0%, NT가 10.0%, 기초과학이 26.0%로 나타났고, 석사 전공은 BT가 51.0%, NT가 12.2%, 기초과학이 20.4%, 박사 전공은 BT가 46.9%, NT가 21.9%, 기초과학이 18.8%로 BT 전공자가 많이 있음을 보여주고

1) (주)리서치랩이 구조화된 설문지를 활용한 전화, 팩스, 이메일 등의 조사방법으로 2009.2.16 - 3.23까지 실시하였음.

있다.

### 1. 교차분석

본 연구에서는 융합기술 인력이동의 행태를 알아보기 위하여 기존 인력들이 융합기술 확산에 어떠한 행태로 진행되는 가에 대한 연구를 교차분석을 적용하였다. 두 범주형 변수 간의 연관관계(association)를 확인하기 위하여 교차표를 작성하여 변수들 간의 관계를 분석하게 된다. 이를 교차분석 또는 카이제곱 검정이라고 한다. 한 번의 다항시행에서  $k$  개의 서로 배반인 사건(또는  $k$  개의 범주) 중  $i$  번째 사건이 일어날 확률을  $p_i$  라고 할 때,  $n$  번의 서로 독립인 다항시행을 통하여  $i$  번째 사건이 일어날 횟수를  $N_i$  라고 하면 다음과 같은 확률을 갖는다.

$$P(N_1 = n_1, N_2 = n_2, \dots, N_k = n_k) = \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_k!} p_1^{n_1} p_2^{n_2} \dots p_k^{n_k}$$

단,  $n_1 + n_2 + \dots + n_k = n, \quad p_1 + p_2 + \dots + p_k = 1$

이 때  $N_1, N_2, \dots, N_k$  의 분포를 다항분포(Multinomial Distribution)라고 한다. 카이제곱분포의 정의로부터 자유도가 1인 카이제곱분포를 따른다는 것을 알 수 있다.

$$\sum_{i=1}^2 \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} = \left( \frac{n_1 - np_1}{\sqrt{np_1 p_2}} \right)^2 \sim \chi^2(1)$$

분할표에서 전체도수  $n$  은 고정된 값이며 행의 합과 열의 합은 랜덤한 속성을 지니고 있다. 여기서 두 개의 변수간의 연관성이 존재하는 지를 검정하기 위한 가설은 다음과 같다.

$H_0$  : 행과 열의 변수는 서로 독립적이다.

$H_1$  : not  $H_0$  이다.

귀무가설 하에서 ( $i, j$ ) 칸의 기대도수의 추정치는

$$\widehat{F}_{ij} = (f_{i.} * f_{.j}) / n$$

이며, 검정통계량은

$$X^2 = \sum \sum (f_{ij} - \widehat{F}_{ij})^2 / \widehat{F}_{ij}$$

이다. 검정통계량은 귀무가설 하에서 근사적으로 자유도  $(r-1)(c-1)$ 인 카이제곱분포를 따른다.

소표본에 대한 정확한 추론을 위한 피셔의 정확한 추론이 이용된다. 독립인 귀무가설은 오즈비가 1인 경우와 대응된다. 칸 도수와 소표본 확률분포는 행 합계와 열 합계가 관측 자료와 같은 표들에 대해 정의된다. 칸 도수에 대해 포아송 분포, 이항분포, 다항 분포등을 가정할 때 행 합계와 열 합계가 고정된 표에 적용될 수 있는 분포는 초기하분포(Hypergeometric Distribution)이다.  $2 \times 2$  분할표에서 고정된 행 합계와 열 합계를 가질 때 다른 세 칸은 첫 번째 셀의 값에 의해 결정된다. 따라서 초기하분포의 공식은  $n_{11}$  만으로 그 확률을 표현한다. 오즈비  $\theta = 1$  일 때 첫 칸에서 특정한 값  $n_{11}$  일 확률은

$$P(n_{11}) = \frac{\binom{n_1}{n_{11}} \binom{n_2}{n_{.1} - n_{11}}}{\binom{n}{n_{.1}}}$$

이다. 이항계수는

$$\binom{a}{b} = \frac{a!}{b!(a-b)!}$$

와 같이 정의 된다.

독립성검정에 대한 유의확률(P-값)은 관측도수이상으로 대립가설을 선호하게 되는 초기 확률의 합이다. 독립이다라는 귀무가설에 대해 대립가설  $H_1: \theta = 1$  을 중심으로 설명해보자. 주변합계가 주어질 때  $n_{11}$  이 클수록 표본 오즈비  $\hat{\theta} = n_{11} n_{22} / n_{12} n_{21}$  가 커지게 되고 대립가설을 더욱 선호하게 되는 뚜렷한 증거를 나타낸다. 따라서 P-값은 초기하분포에서  $n_{11}$  이 관측값보다 크거나 같게 되는 우측꼬리확률이 된다. 이 검정은  $2 \times 2$

표의 경우 피서의 정확검정이라 부른다.

## 2. 융합기술 관련 실태조사결과

융합기술별 연구인력 분포는 IT+BT가 35.4%, IT+NT가 27.8%, NT+BT가 23.9% 순으로, IT+BT가 가장 높게 측정되어 IT+BT 융합이 타 분야보다도 활발하게 이루어지고 있음을 보여주고 있다. 기관별로 기업은 IT+BT와 NT+BT를, 대학은 IT+BT와 IT+NT를, 그리고 연구소는 세 유형 모두에 대한 융합기술 개발을 활발히 수행하고 있음을 알 수 있다.

융합연구의 기반기술은 BT 36.8%, NT 35.9%, IT 22.5% 순으로 나타났다. 특히 IT+NT 분야는 NT의 비중이 82.8%로 매우 높아, 융합기술개발을 위해 IT기술은 기반기술이라기 보다는 활용기술로서 활용되고 있다.

융합기술의 연구개발 형태는 원천기술이 49.3%로 가장 높았고, 상용화기술이 38.3%, 신기술이 24.4%로 나타났다. 기관별로 대학과 연구소는 원천기술 비중이, 기업은 상용화기술 비중이 특히 높게 나타났다.

향후 유망하다고 생각되는 융합기술의 조합으로 나노바이오센서(BT+NT)가 13.9%로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로 나노신소재기술(NT+IT)이 9.6%, 정서(감성)인터페이스(BT+IT)가 8.1% 등으로 나타났다. 그 외 바이오데이터보호(BT+IT) 6.7%, 바이오정보분석 S/W기술(BT+IT) 5.7%, 나노약물전달시스템(BT+NT) 5.7%, 나노바이오로봇(BT+NT) 5.7%, MEMS제작공정 기술(NT+IT) 5.3% 등의 순서를 보여준다.

표 2. 학력별에 따른 융합기술 연구만족도 교차분석

| 구분                | 값      | 자유도 | 점근 유의확률 (양측검정) | 정확한 유의확률 (양측검정) | 정확한 유의확률 (단측검정) | 절차   |
|-------------------|--------|-----|----------------|-----------------|-----------------|------|
| Pearson 카이제곱      | 29.549 | 6   | .000           | .002            |                 |      |
| 우도비               | 25.465 | 6   | .000           | .000            |                 |      |
| Fisher의 정확한 검정    | 27.136 |     |                | .000            |                 |      |
| 선형 대 선행결합 유효케이스 수 | 22.955 | 1   | .000           | .000            | .000            | .000 |
|                   | 209    |     |                |                 |                 |      |

학력별 융합기술 연구의 만족도를 검정하기 위한 교차분석 결과표에서 기대빈도가 5보다 적은 셀이 6개이기 때문에 카이제곱 검정값이 아닌 Fisher의 정확한 검

정값을 이용하였으며, 결과는 유의확률이 0.000으로 유의수준 5%에서 학력에 따른 융합연구의 만족도 차이가 유의함을 나타낸다. 구체적으로 박사 졸업의 경우 만족도가 매우 높은 반면에, 석사 졸업의 경우 박사 졸업보다 만족도가 많이 떨어지며, 학부 졸업의 경우 융합연구에 대한 만족도가 가장 낮은 것으로 나타났다. 학부 전공에 따른 융합기술 연구경험에 대한 교차분석에 따르면, IT 전공의 경우, 현재 융합기술을 연구하기 이전부터 융합기술을 연구하고 있었던 연구자가 많은 반면, BT나 NT 연구자들은 현재의 융합기술을 연구하기 전에는 대다수의 연구자들이 융합기술을 연구하고 있지 않았음을 알 수 있다.

## 3. 융합인력 관련 실태조사결과

표 3. 융합인력의 전공이동 분석(학사-박사)

| (단위 : %) | 박사과정 |      |      |      |      |       |      |
|----------|------|------|------|------|------|-------|------|
|          | IT   | BT   | NT   | 기초과학 | 공학   | 융합    | 기타   |
| 학        | IT   | 74.2 | 12.9 | 12.9 | -    | -     | -    |
|          | BT   | 2.8  | 83.3 | -    | 2.8  | -     | 8.3  |
| 사        | NT   | 13.8 | 6.9  | 72.4 | -    | 6.9   | -    |
|          | 기초과학 | -    | 3.6  | 21.4 | 64.3 | 3.6   | 3.6  |
| 과        | 공학   | -    | 6.5  | 16.1 | -    | 74.2  | 3.2  |
|          | 융합   | -    | -    | -    | -    | 100.0 | -    |
| 정        | 기타   | -    | -    | 25.0 | 25.0 | -     | 50.0 |

박사학위를 받은 IT, BT 및 NT분야의 인력들은 7~80% 정도가 학사-석사-박사과정을 전공의 이동 없이 동일한 분야에서 공부한 것으로 나타났다. BT 전공자는 상대적으로 전공이동이 적은 반면, IT 전공자는 BT나 BT전공으로, NT 전공자는 IT 전공으로 일부 이동하는 것으로 조사되었다.

표 4. 융합기술 관련 지식의 습득행태 및 경로

| (단위 : %) | N     | 외부전문가와<br>공동연구 | 직무<br>재교육 | 아웃소싱 | 기타   |      |
|----------|-------|----------------|-----------|------|------|------|
| 전체       | 209   | 64.1           | 19.6      | 11.0 | 16.3 |      |
| 기술<br>분야 | 동종    | 1              | 100.0     | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
|          | IT+BT | 74             | 64.9      | 23.0 | 6.8  | 13.5 |
|          | IT+NT | 58             | 60.3      | 13.8 | 10.3 | 20.7 |
|          | NT+BT | 50             | 66.0      | 16.0 | 12.0 | 16.0 |
|          | 기타    | 26             | 65.4      | 30.8 | 23.1 | 15.4 |

융합기술에 대한 지식습득 경로는 외부전문가와와의 공동연구(64.1%)가 가장 높게 나타났고, 그 다음으로는 직무 재교육(19.6%), 아웃소싱(11%)의 순서였다.

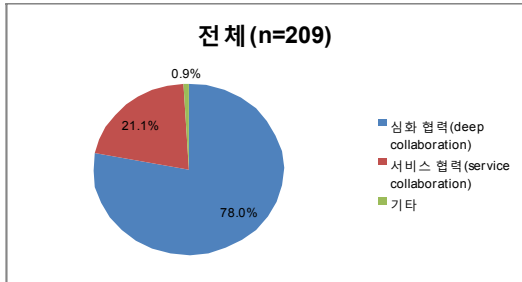


그림 2. 이종 분야 간 바람직한 공동연구 형태

이종 분야 간 바람직한 공동연구 형태의 경우, 심화 협력(78.0%)이 서비스 협력(21.1%)보다 소속과 기술분야에 관계없이 높게 나타났다.

융합기술 개발을 위해서는 조직구조에 부담을 주는 전담부서(18.7%)를 설치하는 것보다 프로젝트(76.1%) 중심으로 탄력적으로 운영하는 것이 보다 적합한 것으로 나타났다.

융합기술 프로젝트 수행을 위한 팀 구성 방식으로는 소속기관 내에서 프로젝트 성격에 따라 연구팀을 구성(51.0%)하는 것이 소속기관에 상관없이 연합팀을 구성(46.5%)하는 것보다 전체적으로 다소 높게 나타났다. 그러나 대학의 경우에는 소속기관에 상관없이 연합팀을 구성하는 것을 선호하는 것으로 나타났다.

융합기술 교육에 대한 필요성은 84.7%로 압도적으로 높게 나타나고 있다. 그러나 실제 교육훈련 경험은 12.9%로 아주 낮은 수준이며, 프로젝트를 통해 융합기술을 습득하는 것이 효과적(46.9%)인 것으로 조사되었다.

기존 교육과정에서 융합과목 확대방식에 대해 우선 순위 기입식으로 질문한 결과, 1순위 응답결과를 중심으로 살펴보면 대학원 수준에서 융합연구 프로젝트 확대(고급인력 수준)가 우선적으로 필요하다는 의견이 63.2%로 가장 높았다. 다음으로는 학부 수준에서 타 부문 기술에 대한 이해를 높이도록 융합트랙을 개발(전문인력 수준)하는 것이 31.6%로 뒤를 이었다. 종합적으로 볼 때, 대학원(고급인력) 수준은 94.3%, 학부(전문인력)

수준은 88.5%로 매우 높게 나타나는 반면, 전문대학에서 기본 융합과목 위주로 교육(산업기술인력 수준) 시키는 것에 대해서는 낮은 응답(14.4%)을 보이고 있다. 따라서 융합기술 교육은 학부과정보다는 대학원 수준에서 이루어지는 것이 적절한 것으로 판단된다.

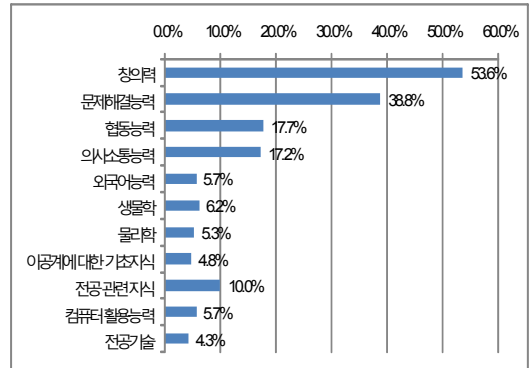


그림 3. 융합인력에게 요구되는 직무역량

융합기술 연구인력에게 요구되는 가장 중요한 직업적 기초지식 및 능력은 창의력(53.6%), 문제해결능력(38.8%), 협동능력(17.7%), 의사소통능력(17.2%) 등과 같은 일반적 자세·능력임을 알 수 있었다. 한편 전공 관련 지식(10.0%), 컴퓨터 활용능력(5.7%), 전공기술(4.3%) 등과 같은 특정 분야의 지식·능력 못지않게 생물학(6.2%), 물리학(5.3%), 이공계에 대한 기초지식(4.8%) 등과 같은 기초과학적 지식·능력도 어느 정도 중요하게 인식하고 있었다. 이 조사 결과는 융합기술 패러다임 변화에 따라 바람직한 융합기술인력의 인재상은 융합기술분야 간의 커뮤니케이션 능력 및 융합 프로젝트를 수행하기 위한 협업능력, 새로운 융합기술분야이기 때문에 창의력 및 문제해결능력, 새로운 융합기술에 대한 지속적인 지식 습득능력 등이 필요한 것을 보여주고 있고, 또한 응용력의 원천인 기초과학적 지식 능력과 IT기술 활용능력도 매우 중요함을 보여주고 있다. 더 나아가 융합산업 창출 및 융합기술 개발경쟁에 따른 기업내 나노, 바이오, IT기술 등 기술융합 활성화를 위해 세계 최고 수준 연구자들과의 글로벌 협업능력도 요구되고 있다.

4. 융합인력 이동행태 관련 실태조사결과

전체적으로 융합연구를 하면서 부서나 기관의 이동 경험이 있는 비율(67.5%)이 높아 융합인력의 유동성이 높아지고 있음을 알 수 있다. 기관별로는 대학(74.0%), 연구소(66.7%), 기업(58.7%) 순이며, 기술분야 측면에서는 IT+BT분야 75.7%, IT+NT분야 65.5%, NT+BT분야 48.0% 순으로 활발하게 인력이동이 일어나고 있음을 볼 수 있다. 또한 융합기술 연구(2)를 위해서 인력이동이 요구되기 때문에 인력에 대한 유동성이 높아지고 있다.

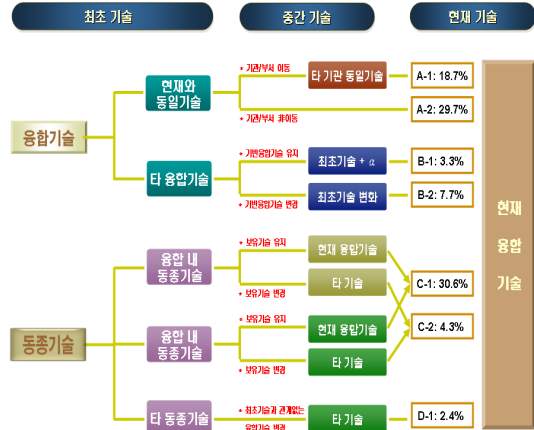
본 연구에서는 융합인력의 연구분야 변화 자료를 분석하여 다음과 같이 유형화 하였다.

- A-1 : 기관·부서 이동은 있으나 기반기술은 그대로 유지한 경우.
- A-2 : 기관·부서 이동이 전혀 없는 경우.
- B-1 : 융합기술로 시작해 기존 분야를 유지하면서 새로운 분야를 추가한 경우.
- B-2 : 융합기술로 시작해 분야를 완전히 고정하지 않고 다양하게 접하는 경우.
- C-1 : 동종기술로 시작하여 현재는 고정된 융합기술을 유지한 경우.
- C-2 : 동종기술로 시작하여 융합 분야를 고정하지 않고 다양하게 접하는 경우.
- D-1 : 현재 융합기술과 관계없는 동종기술로 시작한 경우.

융합기술 분야의 변화가 없는 인력은 전체의 48.4%이며, 이 중 분야의 변화는 없었으나 소속 기관·부서의 변화가 있었던 인력(A-1형)은 18.7%, 분야와 소속 기관·부서 모두 변화가 없었던 인력(A-2형)은 29.7%였다. 동종기술로 활동을 시작하여 현재 융합기술로 활동하는 인력은 전체의 34.9%이며, 이 중 기존 동종기술을

2) 기초연구와 응용연구의 경계는 점차 희미해지고 있어 앞으로는 기계공학자가 박테리아를 관찰해야되고 화학공학자는 전자공학을 단련하는 다학제 사회(김광웅, 미래학문과 대학을 위한 범대학 콜로키움)가 되고 있다.

표 5. 기술분야 간 융합인력 이동행태



유지하면서 현재 융합기술로 활동하는 인력(C-1형)은 30.6%로 나타난 반면, 기존 동종기술 이외의 분야에서 활동하는 인력(C-2형)은 4.3%에 불과하였다. 현재와 다른 융합기술로 활동을 시작하여 현재 융합기술로 활동하는 인력은 전체의 11.0%이며, 이 중 기존의 융합기술을 유지하면서 새로운 분야의 기술이 추가된 인력(B-1형)은 3.3%, 기존의 융합기술을 변경하면서 다양한 분야의 활동을 하는 인력(B-2형)은 7.7%였다. 현재 융합기술에 포함되지 않는 다른 동종기술로 활동을 시작하여, 현재 융합기술 활동을 하고 있는 인력(D-1형)은 전체의 2.4%로 나타났고, 기타 동종기술 인력은 0.5%, 무응답은 2.9%로 나타났다.

표 6. IT+BT분야 인력 이동행태(n=58)

| 현재기술  | 변화형  | 퍼센트  | 최초기술     | 기술 변동                | %           |
|-------|------|------|----------|----------------------|-------------|
| IT+BT | A-1  | 26.7 | IT+BT    | IT+BT→IT+BT          | 26.7        |
|       | A-2  | 21.3 | IT+BT    | IT+BT                | 21.3        |
| IT+BT | B-1  | 1.3  | IT+NT    | IT+NT→IT+BT+NT→IT+BT | 1.3         |
|       |      |      |          | IT+BT+MT→BT→IT+BT    | 1.3         |
|       | B-2  | 5.3  | IT+BT    | IT+BT→IT+NT→IT+BT    | 1.3         |
|       |      |      |          | IT+NT                | IT+NT→IT+BT |
| C-1   | 36.0 | BT   | BT→IT+BT | 17.3                 |             |
|       |      |      | IT       | IT→IT+BT             | 18.7        |



|     |     |      |                |     |
|-----|-----|------|----------------|-----|
| C-2 | 2.7 | IT   | IT→BT→IT+BT    | 1.3 |
|     |     | IT   | IT→IT+NT→IT+BT | 1.3 |
| D-1 | 2.7 | 인공지능 | 인공지능→IT+BT     | 1.3 |
|     |     | NT   | NT→IT+NT→IT+BT | 1.3 |
| 무응답 | 2.7 | 무응답  | 모름/ 무응답        | 2.7 |

IT+BT분야 인력은 동종기술로 활동을 시작하여 기존의 동종기술을 유지하면서 새로운 분야의 기술이 추가된 인력(C-1형)이 36.0%로 가장 높았다. 이를 기반기술별로 살펴보면 IT 기반은 18.7%, BT 기반은 17.3%로 비슷하게 나타났다. 기술분야의 변화는 없었으나, 소속 기관·부서의 변화가 있었던 인력(A-1형)은 26.7%, 분야와 소속 기관·부서 모두 변화가 없었던 인력(A-2형)은 21.3%였다. 융합기술 분야의 변화가 없는 인력은 전체의 48.0%로 절반에 가까운 수준이지만, IT+NT(51.7%), BT+NT(62.0%)에 비해서는 상대적으로 낮은 수준이다.

IT+NT분야 인력은 분야와 소속 기관·부서 모두 변화가 없었던 인력(A-2형)이 31.0%, 다음으로 동종기술로 활동을 시작하여 기존의 동종기술을 유지하면서 새로운 분야의 기술이 추가된 인력(C-1형)이 29.3%, 기술분야의 변화는 없었으나 소속 기관·부서의 변화가 있었던 인력(A-1형)이 20.7%였다. C-1형 중 IT 기반은 19.0%, NT 기반은 10.3%로 IT 기반 인력이 NT 기반 인력보다 다소 높게 나타났다.

BT+NT분야 인력은 분야와 소속 기관·부서 모두 변화가 없었던 인력(A-2형)이 48.0%로 절반에 가까워, 다른 기술유형에 비해 인력의 분야 및 자리 이동이 상대적으로 적은 것으로 나타났다. 다른 기술유형에 비해 융합기술로 시작하여 기존의 분야를 유지하면서 새로운 분야를 추가한 인력(B-1형)이 16.0%로 상대적으로 높은 편이었다.

종합적으로 볼 때, 기술분야 측면에서는 타 분야보다도 IT+BT분야에서 인력이동이 보다 활발하며, 동종기술에서 융합기술로 변화하는 경우(IT 또는 BT → IT+BT)가 한 융합기술에서 다른 융합기술로 변화하는 경우(IT+NT → IT+NT+BT)보다 많은 것을 알 수 있

다. 이에따라, 1차적으로 동종 기술에서 융합기술의 형태로 전환이 용이한 기술에 대한 R&D 전략이 우선순위 측면에서 필요할 것으로 보인다. 또한 대체적으로 BT나 NT기술분야에서 IT기술을 활용하고 있음을 보여주고 있다.

#### IV. 국내외 사례분석

##### 1. 융합기술분야 지식습득 경로에 대한 국내 사례 분석

국내의 IT기반 의공학부문과 IT네트워크의 암호체계에 양자물리학을 결합시키고자 하는 양자암호체계 연구자 등과의 심층인터뷰결과를 정리하여 융합기술 지식습득 경로를 도출하고자 한다.

IT 기반 의공학 부문은 전형적인 융합기술 영역인 가운데, 아직은 아직 산업수준 수요(needs)가 미약하며 융합연구의 수요(demand)도 약한 상황이다. 하지만 이 부문의 비약적 발전이 예상되는 가운데 세계적 수준의 IT 기반 의공학 연구수준에 대한 격차가 크지 않기에, 한국으로서는 전략적으로 연구개발을 적극 추진할 필요가 있다.

관련 연구자와의 인터뷰에 따르면, IT 기반 의공학 연구에 필요한 인력은 IT와 생물학 모두에 기본적인 소양을 보유하고 있는 자이다. 그런데 의공학을 전공하는 학생들이 통상 IT기반 지식에 가지는 한편, 생물학 관련 과목 기피하는 경향이 있다는 점이 문제점으로 지적된다. IT 기반 의공학 연구에서는 공학적 지식만으로는 한계를 가지며, 자연대 및 의대 등과의 연계 과정이 필요하다라는 것이다.

IT 기반 의공학 연구에 적합한 인력이 양성되기 위해서는 체계적인 기초 학습이 학부수준에서부터 요청되는 것으로 파악된다. 그런데 보다 흥미로운 것은, IT 기반 의공학 연구에 적합한 인력의 양성이 별도의 독립 프로그램에 의해 얻어지는 것이 아니라, IT 기반 의공학 연구의 확대를 통해 자연스럽게 이루어져야 한다는 것이다. 즉, 기본소양을 갖춘 인력을 기반으로 관련 연구과제에 대한 지원이 확대되면 융합연구 인력양성은

자연스럽게 유도된다는 것이다.

다음은 IT네트워크 핵심구성요소로서의 암호와 양자물리학의 결합에 대해서 살펴 보도록 하겠다. IT 네트워크의 확대속에 보안문제가 핵심적인 문제의 하나로 등장하였다. 수학기론에 기초한 공개키 방식의 현행 암호체계는 끊임없이 제3자에 의한 암호해독 위협성에 노출되는 가운데, 양자얽힘(quantum entanglement) 이론을 이용하여 근본적으로 도청이 불가능한 양자암호체계의 실용화가 모색하는 양자 암호체계의 개발이 도모되고 있다. 이러한 양자암호체계 연구는 그간 한국이 IT분야의 양적 성장에서부터 질적 발전을 도모하기 위해 국가 전략적으로도 우선적으로 고려되어야 할 영역이다.

양자암호체계 연구는 양자물리학, 수학간의 전형적인 융합연구 영역인 가운데, 한국전자통신연구원에서는 내부 연구자 분 아니라 외부연구자를 포함한 이중분야 관련연구자간의 공동연구를 통해 양자암호체계 연구를 시도하고 있다. 아직은 본격적인 공동연구라기 보다는 관련 정보를 교류하고 상호 연구의 질을 발전시키고자 하는 워크샵의 형태로 추진되는 상황이기는 하나, 한국전자통신연구원 양자암호체계 연구에서 이중분야 연구자간의 공동연구에서 제기될 수도 있는 문제점 혹은 어려움이 적어도 아직까지는 나타나고 않고 있다. 이러한 과정에서 흥미로운 사항은, 관련 연구자들간에 지속적인 상호교류가 이전부터 존재하였으며 서로의 관심사항을 교환하는 가운데 자연스럽게 공동연구로 발전해가는 형태라는 것이다. 한국전자통신연구원 양자암호체계 연구는 개방적인 분위기에서 진행되고 있으며, 필요한 인력이 있다면 국내외 구분을 두지 않고 개방적으로 수용하고자 한다. 이러한 한국전자통신연구원 양자암호체계 공동연구는, 분야간 개방성의 중요성을 강조하는 한편, 타 분야 연구에 대한 기본적인 이해 및 상호 의사소통의 중요성도 함께 보인다.

또한 외부 전문가 영입만이 아니라 한국전자통신연구원 내부 연구자의 재교육을 통한 전문가 양성도 도모하고 있다. 내부 연구자의 재교육을 통한 전문가 양성과 관련하여 한국전자통신연구원 양자암호체계에서 기대하는 학교교육은 학부수준과 대학원 수준을 구분하여 검토된다. 학부수준에서 요청되는 사항은 기초교육

의 강화를 요청하는 한편, 학부간 장벽 넘어선 교육과정 모듈개발이다. 예시로써, 수학과와 자연대간의 경계를 넘어선 교육과정 모듈이 개발되는 한편, 전공별 요구학점 기준마련이 필요하다고 여긴다. 이렇게 양성된 학부출신을 바탕으로 하여, 본격적인 융합기술에 대응한 인력양성은 대학원 수준에서 수행되는 것이 타당하다고 여기며, 구체적인 융합기술인력 양성은 관련 융합연구프로젝트 참여를 통해 이루어진다고 본다.

IT기반 의공학부와 양자암호체계의 기술적 특성의 경우, 양자암호체계는 새로운 영역에 대한 깊이의 연구이고 IT기반 의공학부는 기존 지식의 결합에 의한 너비의 연구로 여겨진다. 양자암호체계연구는 제 분야의 연구가 상호 교차되고 결합되며 기존의 연구영역으로부터 보다 ‘깊이’있는 연구가 이루어지는 영역으로서, 기술적 문제를 해결하는데 있어 과학이 중심이 되는 연구영역으로 간주될 수 있다. 한편 IT기반 의공학부 연구는, 예전에는 상호관련이 적은 분야들이 하나의 목적을 위해서 결합되는 ‘너비’의 연구가 이루어지는 영역으로 간주될 수 있다.

지식 습득 전략에 있어서, 양자암호체계연구에서는 깊이 있는 공동연구가 중요한 한편, IT 기반 의공학연구에서는 IT와 의학 혹은 생물학과의 직접적인 공동연구보다는 역할 구분에 따른 서비스 공동연구의 형태가 중요하다고 여겨진다.

표 7. 양자암호와 IT 기반 의공학 비교

|          | 양자암호                           | IT 기반 의공학                        |
|----------|--------------------------------|----------------------------------|
| 문제 유형    | 과학적 (새로운 지식영역창출)               | 기술적 (기존 지식의 결합)                  |
| 연구 집단    | 오래되고 탄탄히 구성되어 있음               | 새로 구성되어 가는 단계                    |
| 지식 결합 방법 | 관련 있는 분야로부터 (양자물리학, IT, 수학)    | 소원하고 관계가 없는 영역으로부터 (IT, 생물학, 의학) |
| 연구 목적    | 직면한 과학적 문제를 해결하기 위한 새로운 기술의 개발 | 새로운 목적을 위해 현존하는 기술의 통합           |
| 연구 유형    | 깊이의 연구                         | 너비의 연구                           |

출처: 저자 작성

양자암호와 IT 기반 의공학연구에 대한 사례조사에서 나타나는 것은, 2개 부문 이상의 기술부문간 융합에

서 각 부문을 모두 잘 아는 사람이 필요한 것이 아니라, 적어도 한 부문에서는 충분한 전문성을 가지되 타 부문과의 의사소통이 중요하다는 것이다. 이에 따라, 특정 기술에 몰입된 전문화된 교육보다는 수학, 물리, 화학, 생물 등 기초과학에 대한 기반을 갖고 타 부문과의 상호 이해 능력을 높이는 것이 융합기술에 대응한 인력양성의 방향성으로 제시된다고 여겨진다.

분석 결과를 정리하면, 융합기술 성격에 따라 상이한 융합지식형성전략이 필요하다는 것과 지식습득 전략은 단일한 것이 아니며 복합적인 전략이 이루어진다는 것이다. 이러한 유추는 IT 관련 융합연구의 전형적인 2개 부문에서 제한적으로 얻어진 것이며, 타 기술 부문의 융합연구에서도 유사하게 나타나는 지는 추후 유사연구에서 입증되어야 할 것이다.

## 2. 해외사례분석

미국, 유럽, 일본 등 해외 융합기술 인력양성 유형을 전략방향, 투입요인, 프로세스 요인, 인프라 요인별로 정리하여 한국의 융합기술인력양성에 적용할 만한 핵심성공요인을 분석한다.

세부요인별로 벤치마킹한 내용을 살펴보면, 전략요인에서는 인력에 대한 유동성이 다른 국가에 비해서 미흡한 상황이다. 융합기술 개발을 위해서 기관 내외에서 관련 융합기술개발을 위해 산학연간의 인력이동은 기술보안측면을 떠나서 거의 힘들다. 새로운 분야에 대한 융합지식습득은 세미나나 외부 전문가를 불러 지식을 습득하는 정도이며, 연구자간 협업이 활성화되어 있지 못한 상태이다. 해외 연구인력을 활용한 글로벌 연구에 대한 협업도 형식에 치우쳐 실질적인 효과를 못보고 있다. 또한 교수구성측면에서도 융합기술 연구를 위한 준비가 되어 있지 못해서, 대부분 교수는 한 연구소나 한 학과에 소속되어 있어 간 학문간 연구수행 하는데 어려움이 많다. 정부에서는 연구자간 네트워크의 장을 활성화하여 상호 필요한 융합 기술분야의 전문가간 매칭이 이루어져 다학제 연구를 유도하고, 이종분야간 커뮤니티케이션이 제대로 되기 위한 용어 통일도 시급한 실정이다.

표 8. 요인별 분석을 통한 핵심 성공요인

| 구분     | 해외사례 분석내용  | 핵심성공요인  |
|--------|--|---|
| 전략요인   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ R&amp;D 재정지원사업과 연계하여 전주기 대상으로 다양한 융합인력 양성 프로그램 제공</li> <li>○ 융합학과 개설과 신학 및 연구협업 형태의 학제간 연구 활성화</li> <li>○ 융합기술개발을 위한 기업간 전략제휴 및 기업내 기술융합활성화</li> <li>○ 활발한 융합연구를 위한 연구자 유동성 강화</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 다양한 융합인력 양성 프로그램 제공</li> <li>○ 연구협업 형태의 학제간 연구 활성화</li> <li>○ 연구자 유동성 활성화</li> </ul>   |
| 투입요인   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 미래의 리더를 양성하기 위한 교사에 대한 교육</li> <li>○ 다양한 전문가에 의한 산학연관 협동연구</li> <li>○ 간 학문적인 집단형태의 교수진 구성(미울리공대)</li> <li>○ 인력수급을 위해 대학원 수준의 연구인력을 우선 중점육성</li> <li>○ 다학제 프로젝트 수행 및 프로젝트에 맞는 맞춤형형태의 융합교육 제공</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산학연관 협동연구</li> <li>○ 다학제 프로젝트 수행</li> <li>○ 프로젝트별 맞춤형 융합 교육 제공</li> </ul>  |
| 프로세스요인 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 융합분야에 대한 이해도를 높이기 위해 전주기적인 평생학습 교육지원</li> <li>○ 프로젝트, 연구프로그램, 네트워크를 하나로 합쳐 시너지 효과 창출</li> <li>○ 간 학문적 프로젝트 중심의 교과과정, 팀 티칭 융합강의, 개별적 맞춤형 옵션 교육과정, 기업문제 중심의 프로젝트를 수행하여 복합적인 기술역량 강화</li> <li>○ 상대방 기술분야에 대한 이해도를 높이기 위해 Learning-Centered 형태의 프로그램개발</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전주기적인 융합교육</li> <li>○ 네트워크 활성화를 통해 적합한 융합 연구를 위해 산학연 연계 시스템 강화</li> <li>○ 융합기술 이해도 증진을 위한 커뮤니티션 및 Learning 중심 프로그램 개발</li> </ul> |
| 인프라요인  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 융합기술개발을 위한 ICT기술에 대한 활용도 제고</li> <li>○ 필요한 융합교육을 내부에서 못하는 경우, 외부로의 확대교육 강화(개방교육 시스템)</li> <li>○ 전문가간의 물리적 근접성을 통한 지식 교류 활성화</li> <li>○ 융합기술개발을 위한 Team Working 및 지속적으로 배우는 능력(Soft Skill 강화)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 외부로의 확대 교육 강화(개방 교육 시스템)</li> <li>○ 전문가간의 물리적 근접성을 통한 지식 교류 활성화</li> <li>○ 팀워크, 지속적으로 배우는 능력 등 Soft Skill 강화</li> </ul>          |

출처: 저자 작성

## V. 결론 및 융합기술 인력양성을 위한 정책적 제언

본 실태조사결과와 국내·외 융합인력양성 사례분석 등을 토대로 우리나라 융합인력육성을 위한 전략방향으로 다음의 네 가지를 제시하고자 한다.

첫째, 융합연구가 활발하게 이루어지기 위해서는 연구자간 인력이동(Mobility)이 확대되어야 한다. 지식의 전파는 교육과정을 통해서도 이루어지지만, 연구인력

자체의 이동을 통해서도 이루어진다. 그러나 국내 연구자들의 인적 이동은 쉽지 않다. 이러한 제약은 주로 사회적 관습과 법적 취약성에서 비롯된다. 만약 융합기술 개발 연구를 수행하던 교수가 다른 대학으로 자리를 옮겼을 때, 기존에 수행하던 연구과제를 새로운 대학이나 연구기관에서 수행할 수 없게 제한하는 경우가 대부분이며, 심지어 함께 연구를 수행하던 전임연구인력이나 학위과정학생이 함께 움직일 수 없다. 이런 이유로 국내 대학의 지적인 교류는 근본적으로 제한되고 있다. 미국을 비롯한 선진국의 현실은 다르다. 미국의 경우, 대학의 교원이 자신의 연구과제 및 인력과 함께 이동하는 것은 드문 사례가 아니다.

지식의 확대 재생산은 다양한 집단의 연구자들 간 통합을 통해 이루어져야 한다. 특히, 융합기술개발의 시대에는 종적인 지식의 전달보다 횡적인 지식의 융합이 더 중요하다.

둘째, 글로벌 수준의 융합기술 인력양성(Globalization)이 필요하다. 본 실태조사 결과에 따르면, 과학기술분야 융합기술 인력의 교육은 학부 수준보다는 대학원 수준에서 이루어지는 것이 적절하다는 의견이 높게 나타났다. 또한 해외사례 분석에서도 기업에서 융합기술 인력으로서 학부 출신보다는 대학원 출신을 더 선호하는 것으로 나타났으며, 융합기술 연구에 대한 만족도도 박사 학위자가 학사 및 석사 학위자에 비해 높은 것으로 나타났다. 따라서 향후 과학기술분야 융합기술인력 양성은 대학원 중심으로 이루어지는 것이 바람직할 것이다.

다양한 분야간 건설적인 교류가 필수적인 융합기술의 본질상, 대학의 행정적 구분은 융합기술 발전과 글로벌 인력양성을 제약하고 있다. 현재 국내 대학의 체계는 대개 대학·대학원과 학부·학과 등의 형태로 구분되어 있으며, 나뉠가치가 뺏어나가는 형태를 갖는다. 이러한 조직구조의 문제점은 이종 분야와의 교류를 제한할 수 있다는 것이다. 미국과 캐나다 등의 선진국에서는 이러한 종적 구조의 폐단을 인식하여 종적 연결성을 상당히 약화시켜 왔으며, 오히려 횡적인 다양한 형태의 연결고리를 만들어서 지적인 교류를 활성화시키고 있다. 예를 들면, 겸임교수(동일 대학교 내에서 두 학과

이상에 소속)나 겸직교수(두 대학교 이상에 소속)가 결코 특이한 경우로 간주되지 않은 지 오래이며, 학생도 학과를 정하지 않고 자유롭게 필요한 과목을 수강하는 형태로 발전하고 있는데, 아직 우리나라에서는 이러한 학문 경계를 넘는 자유로움이 대학 사회에서 일반적으로 받아들여지지 못하고 있다. 또한 최근에는 R&D 국제화의 진전으로 인해 외국 연구자와의 의사소통이 매우 중요한 이슈가 되고 있어 글로벌 협업능력이 매우 중요하다.

셋째, 공동연구(Collaboration) 및 전환교육을 활성화하여야 한다. 연구자들 간 지식교환은 공동연구를 통해서 많이 발생한다. 전통적인 연구자들에게도 의사소통 능력이 중요한 능력 중 하나로 인식되어 왔지만, 융합기술 분야에서는 타 분야 연구자와의 의사소통의 질적 수준이 연구성과에 중대한 영향을 미치기 때문에 그 중요성이 더욱 커진다. 특히, 언어적 의사소통(글, 말 등)이 중요하며, 이종 분야의 연구자들이 사용하는 전문용어에서도 현저한 차이를 보인다. 각 분야의 연구자들이 한 자리에 모여 회의할 때도 이러한 용어와 개념의 차이 또는 몰이해는 공동연구의 진행을 방해하기 때문에 다양한 분야의 용어와 기초 개념을 습득하는 것은 연구자의 성과에 있어 필요조건이 된다. 또한 글로벌 협업을 위해 외국 연구자와의 의사소통이 매우 중요한 이슈가 되고 있다. 영어의 중요성은 말할 것도 없고, 외국어로 된 융합기술 분야의 전문용어를 한국어로 체계적으로 변환하는 것도 필요하다. 이를 위해 언어학자, 지식정보시스템 전문가, 각 기술분야의 전문가 등이 함께 참여하는 공동연구가 필요하다.

새로운 동종기술 및 이종기술분야에 대한 지식습득 부족이 하기 때문에 융합기술개발에 필요한 직무전환 교육을 통한 지속적인 Career Development 유도가 필요하며, 신기술 융합분야 교육을 위한 맞춤형 교육(부족한 연관 융합기술에 대한)도 요구된다.

넷째, 융합기술 인력양성 인프라(Infrastructure)를 개선해야 한다. 융합연구에 필요한 기자재 공동사용, 지식교류 등을 활성화하기 위해 전문가 간의 물리적 근접성 유도하여 협업을 위한 연구자 네트워크 강화를 하고, 부족한 기술분야 및 유망 융합기술개발에 필요한

인력공급 대책제공하기 위해 단기 및 중장기 인력수요 조사 및 융합기술개발 활성화를 위해 융합기술분야 포상제도를 확대해야 한다. 또한, 지속적인 융합기술 지식 습득을 위한 지식전환교육이 부족하기 때문에 연구자 뿐만 아니라, 초중고, 일반인 대상으로 다양한 융합교육 프로그램 제공을 통해 융합기술 인식전환 교육 저변확대를 해야한다. [11]은 나노 크기에 기초한 미래 기술발전에 적합한 인재를 길러내기 위해서는 모든 교과과정이 나노 기반으로 바뀌어야 한다고 역설하며, 심지어는 유치원부터 대학까지 모든 과학교육 기반이 변해야 한다고 주장하고 있다.

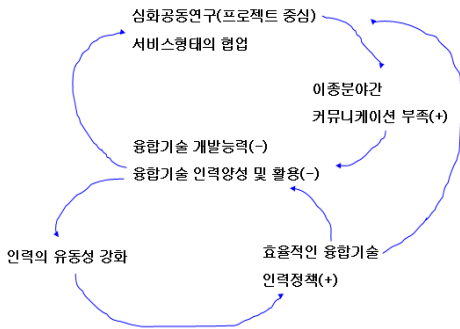


그림 4. 융합기술 인력정책의 선순환 구조

[그림 4]에서 살펴보면, 융합기술 인력양성 및 활용 측면에서 발생할 수 있는 정책 부작용으로는 프로젝트 중심의 심화 공동연구 및 서비스형태의 협업에서 오는 융합기술분야에 대한 용어통일 부족, 이종분야간 커뮤니케이션 미흡 등이 예상된다. 이에 대한 정책보완책으로 산학연간 인력의 유동성 강화, 협업 활성화를 위한 연구자 네트워크 확대(정부의 제도적 확대조치 필요), 과학계에서 통용될 수 있는 융합기술 용어 통일 등으로 인력의 Mobility를 활성화 시킬 수 있는 기반을 마련하여 효율적인 융합기술 인력정책의 선순환을 기대할 수 있을 것이다.

마지막으로, 본 연구는 209명의 산·학·연 융합인력에 대한 정성적인 설문조사에 기반하고 있으며, 표본수가 충분히 크지 않음으로 인해 대표성에도 한계를 가질 수 있다. 그럼에도 불구하고 융합기술 인력양성과 관련한 체계적인 조사·분석이 부족한 현 상황에서 이론적 및

실무적으로 큰 의의를 갖는다고 판단된다. 먼저 융합기술 및 지식의 성격에 대한 이론적 분석과 지식 형성 및 습득경로에 대한 구체적인 실증분석은 학문적인 기여가 예상된다. 융합기술 확산에 따른 융합인력의 이동행태 분석은 융합기술 분야에 종사하고자 하는 학생들에게 융합기술 분야의 중요성을 부각시키는 한편, 효율적인 융합인력 양성에 기여할 것이다. 교육기관에서는 기업체가 요구하는 융합인력을 육성하기 위해 필요한 세부융합기술 및 직무역량을 교과과정에 반영할 수 있다. 또한 해당 정부부처의 융합기술 관련 기술개발정책, 인력양성정책, 노동시장 구조변화, 근로조건 또는 노동정책 등에 파급효과가 예상이 된다.

참 고 문 헌

- [1] 국가과학기술위원회, 국가융합기술 발전 기본계획('09~'13)(안), 2008.
- [2] 최영섭. 『산업별 인적자원개발협의체 관련 연구: 철강, 섬유, 기계, e-비즈』, 산업자원부, 2006.
- [3] 한국기술교육대학교, 『세부 필요 기술요소 조사』, 정보통신부, 2005.
- [4] 한국노동연구원, 『IT전문인력 활용실태조사』, 정보통신부, 2005.
- [5] 한국직업능력개발원, 『IT스킬 체계에 따른 SW 개발자 직무수행능력 개발』, 정보통신부, 2006.
- [6] 황규희, 박동, 홍선이, 융합기술 확산에 대응한 IT 인력 양성 방안 기초연구, 한국직업능력개발연구원, 2007.
- [7] Brousseau, K. R, Driver, M. J, Eneroth, K, Larsson, R, "Career pandemonium:realigning organizations and individuals," Academy of Management Executive, 1996(10).
- [8] S. El-Sabba, "The skills and career path of an elective project manager," International Journal of Project Management, Vol.19, pp.1-7, 2001.
- [9] D. C. Feldman, Bolino, and C. Mark, "Careers within careers: Reconceptualizing the nature of

career anchors and their consequences," Human Resource Management Review, Vol.6, No.2, pp.89-112, 1996.

[10] R. W. Lent, F. G. Lopez, K. J. Bieschke, "Mathematics Self-Efficacy: Sources and Relation to Science-Based Career Choice," Journal of Counselling Psychology, Vol.38, No.4, pp.424-430, 1991.

[11] M. Roco, "Converging science and technology at nanoscale: opportunities for education and training," Nature Biotechnology, Vol.21, No.10, pp.1247-1249, 2003.

저 자 소 개

이 중 만(Jungmann Lee)

정회원



- 1986년 : 고려대학교 경영학과 (경영학사)
- 1997년 : New York시립대학교 (경제학박사)
- 2001년 : ETRI 기술정책연구팀 선임연구원

• 2008년 ~ 현재 : 한국콘텐츠학회 상임이사  
호서대학교 디지털비즈니스학부 조교수  
디지털 기술경영(MOT) 대학원 사업단장  
<관심분야> : 과학기술인력정책, University-Industry Collaboration

허 태 영(Taeyoung Hur)

정회원



- 2005년 : North Carolina State Univ.(통계학박사)
  - 현재 : 한국해양대학교 전임강사
- <관심분야> : 데이터 마이닝, 정보통신분야 통계분석

이 정 배(Jeongbae Lee)

중신회원



- 1981년 2월 : 경북대학교 전자공학과 전산전공(공학학사)
  - 1983년 2월 : 경북대학교 대학원 전산전공(공학석사)
  - 1995년 2월 : 한양대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
  - 1982년 ~ 1991년 : 한국전자통신연구원 선임연구원
  - 1991년 ~ 2002년 : 부산외국어대학교 컴퓨터공학과 교수
  - 1996년 ~ 1997년 : U.C.Irvine 객원교수
  - 2002년 ~ 현재 : 선문대학교 컴퓨터공학부 교수
- <관심분야> : 임베디드 시스템, 실시간 시스템, 실시간통신 프로토콜

황 규 희(Guehee Hwang)

정회원



- 2001년 : 영국 SPRU 과학기술정책 박사
  - 현재 : 한국직업능력개발원 연구위원
- <관심분야> : 과학기술인력양성, 기업인적자원개발/관리

엄 기 용(Kiyong Om)

정회원



- 1997년 : KAIST 테크노경영대학원(경영과학박사)
  - 2004년 : ETRI 기술정책연구팀 선임연구원
  - 현재 : 한국기술교육대학교 산업경영학부장
- <관심분야> : 연구 개발관리, 하이테크경영, IT기술정책, 지식경영