

국가 신 경쟁력 제고를 위한 과학·기술 교육 혁신방안

장창원 · 신도철 · 장병열

기본연구 2011-07
보안등급 일반과제

KRIVET 2011 | Korea Research Institute for Vocational Education & Training

국가 신 경쟁력 제고를 위한 과학 · 기술 교육 혁신방안

장창원 · 신도철 · 장병열

머 리 말

21세기 지식정보화사회에서 새로운 과학지식을 배경으로 한 기술력은 무한경쟁시대에 국가경쟁력이기 때문에 과학·기술자들이 새롭고 우수한 능력을 가지고 있어야 하고, 사회적인 갈등과 문제점을 해결하는 데에도 점점 과학지식이 중요해지기 때문에 일반 시민들의 과학적 소양 또한 매우 중요해지고 있다. 그러기에 일반 국민을 대상으로 하는 충실한 과학·기술교육은 ‘과학기술 중심사회’를 구축하고 유지하기 위해 가장 핵심적인 사회적 과제의 하나이다. 왜냐하면, 국민의 과학적 소양 증진을 기반으로 한 국가 신 경쟁력 제고와 이를 인재 양성의 핵심 가치로 삼는 원만한 사회적 합의도출이 반드시 요구되는 상황이기 때문이다.

본 연구는 향후 10년간 이러한 과학·기술교육 부분의 신 경쟁력 구축이 필연적인 상황에서 우리 경제가 지향하게 될 과학·공학·기술·수학 교육의 중요성 인식과 확산을 위한 대응으로 과학·기술교육의 변화 속도를 받아드리고 이를 능가하는 인재육성정책 및 제도를 도출하는 데 목적이 있음을 밝힌다. 왜냐하면 우리사회의 1970년대까지는 교육혁명의 속도가 기술발전의 속도를 앞질렀기에 압축적 경제성장의 기반으로 빈부격차를 줄일 수 있었고 신규대졸 청년층의 경쟁력제고로 취업률을 엄청나게 높였던 사실을 경험했기 때문이다.

우리나라는 지식기반 경제의 급격한 심화와, 사회가 정보 통신기반

경제로 변화되고 있고, 선진국 진입을 위한 국민들 열망과 인식이 확대됨에 따라 이의 실현을 위해서는 창조적인 과학·기술부문의 고급인력의 양성과 활용이 매우 중요해지고 있음을 보여주고 있다. 특히 창조형 혁신체제 구축을 통한 3만 달러 시대진입이 선결여건중 하나이며, 선진국을 비롯한 세계 각국에서 국가 경쟁력을 강화하고자 할 때 가장 필수적으로 제시하는 것이 수학과 과학 교육 강화이다. 미국 한림원에서는 미래 국가 경쟁력 강화를 위한 제안 중 첫 번째로 ‘K-12 과학과 수학교육 향상으로 인재 양성’을 제안하였고, 이에 STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) 교육을 강화하고 있다.

이 연구는 한국직업능력개발원 장창원 박사가 연구책임자로 숙명여대의 신도철 교수와 과학기술정책연구원의 장병열 박사 등과 공동으로 연구를 수행하였다.

마지막으로 본 보고서가 나오기까지 자료수집과 분석 등으로 수고한 연구진과 윤성현, 임건주, 정정훈 연구원 그리고 이 연구를 위한 진행과정에서 코멘트 등으로 도움을 아끼지 않은 한선재단 이용환 박사, 산업연구원 박광순 선임연구원 등 관련 전문가 여러분께 심심한 감사를 드린다.

2011년 10월

한국직업능력개발원
원장 박 영 범

제목 차례

요 약

제1장 서 론_1

- 1. 연구의 필요성과 목적 3
- 2. 배경 사례 4
- 3. 본 연구의 목적 9

제2장 과학·기술 교육의 인식 현황_11

- 1. 과학·기술 교육 인식현황과 개선과제 13
- 2. 과학·기술 교육 현황 16
- 3. R&D 성과 및 확산 현황 32

제3장 이론적인 배경_37

- 1. 신 경쟁력 정의 39
- 2. 과학·기술과 연계된 경제성장 실증연구 55
- 3. R&D 성과 확산과 과학·기술 인재양성 연계 61
- 4. R&D 확산 정책 및 제도 이론과 현황 64

제4장 과학·기술 인력수급 현황 및 전망(2010~2020)_69

- 1. 과학·기술 인력의 공급 전망 ① 71
- 2. 과학·기술 인력의 공급 전망 ② 77

3. 과학·기술 인력의 수요 전망 89
4. 과학·기술 인력 수급 전망 124

제5장 선진국의 과학·기술 인재정책 혁신 사례 및 시사점_139

1. 미국: R&D 확산을 위한 정책 및 제도 141
2. 영국: R&D 성과와 과학·기술 연계 161
3. 일본: 과학·기술 정책의 방향과 전략 178
4. 시사점 189

제6장 국가 신 경쟁력 제고를 위한 문제점과 정책과제_195

1. 문제점 197
2. 정책과제 205

제7장 요약 및 결론_231

1. 요약 233
2. 결론 252

SUMMARY_255

참고문헌_259

표 차례

<표 2-1> PISA 2009 국제 비교 결과	17
<표 2-2> TIMSS 2007년 수학 성취도 결과	19
<표 2-3> IMSS 2007 과학 성취도 결과	19
<표 2-4> 전국 20개 대학 이과 신입생의 중·고 수학 성적	21
<표 2-5> 전국 20개 대학 이과 신입생의 중·고 수학 성적 대학별 비교	22
<표 2-6> 전국 20개 대학 이과 신입생의 중·고 수학 성적 등급별 비교	23
<표 2-7> 전국 20개 대학 이과 신입생의 중·고 수학 성적 수도권 대학과 비수도권 대학의 비교	23
<표 2-8> 일반계 고등학교에서 물리Ⅱ 과목을 이수하는 학생 수	24
<표 2-9> 2005~2011학년도 대학수학능력시험 영역별 응시자 수	25
<표 2-10> 국가경쟁력 순위 -사회 인프라 부문- (2010년)	26
<표 2-11> 국가경쟁력 순위 국제 비교 -교육분야- (2010년)	27
<표 2-12> 우리나라의 교육 경쟁력 연도별 추이	28
<표 2-13> 연도별 EAC/CAC/TAC 인증평가 대학 및 프로그램 현황	29
<표 2-14> 국가별 SCI 논문 발표 수 현황(2008년)	30
<표 2-15> 국내 대학교수 1인당 SCI 논문 발표 현황(2007년)	31
<표 3-1> 우리나라 생산요소별 경제성장 기여도 추정	59

<표 4-1> 전공 중분류별 해당학과	73
<표 4-2> 학력별 졸업생 전망	80
<표 4-3> 과학기술 관련학과의 범위	81
<표 4-4> 과학기술인력 신규 공급 전망	83
<표 4-5> 전문대학의 과학기술 인력 신규 공급 전망	84
<표 4-6> 대학의 과학기술 인력 신규 공급 전망	85
<표 4-7> 대학원(석사)의 과학기술 인력 신규 공급 전망	87
<표 4-8> 대학원(박사)의 과학기술인력 신규 공급 전망	88
<표 4-9> 표준직업분류에 의한 과학기술 관련 직종(직업)	92
<표 4-10> 주요국별 취업자 1인당 연간 노동시간	97
<표 4-11> 주요국별 국내 총투자율	97
<표 4-12> 잠재성장률 전망을 위한 생산요소에 대한 전제	99
<표 4-13> 성장요인과 잠재성장 전망	101
<표 4-14> 산업생산구조의 장기변화 추이: 대분류 기준	104
<표 4-15> 취업구조의 장기변화 추이: 대분류 기준	106
<표 4-16> 산업대분류별 취업자 수 전망	118
<표 4-17> 산업대분류별 취업자 비중 전망	120
<표 4-18> 직업대분류별 취업자 수 전망	122
<표 4-19> 직업대분류별 취업자 비중 전망	124
<표 4-20> 전체 과학기술 인력의 전공별 수요 전망	126
<표 4-21> 과학기술 인력의 학력별·전공별 수요 전망 (전문학사, 학사)	129
<표 4-22> 과학기술 인력의 학력별·전공별 수요 전망(석사, 박사)	130
<표 4-23> 전체 과학기술 인력의 수급차 전망(2011~2020)	132

<표 4-24> 과학기술 인력 학력별(전문학사·학사) 수급차 전망 (2008~2018)	135
<표 4-25> 과학기술 인력 학력별(석사·박사) 수급차 전망 (2008~2018)	137
<표 5-1> 새로운 혁신의 형태와 혁신 내용	145
<표 5-2> 국가, 지방, 지역의 전달 수준	173
<표 5-3> 서비스 혁신 인재 육성 추진 프로그램의 프로젝트 개요 ..	188

그림 차례

[그림 2-1] IBM의 ‘T’ 자형 인재	34
[그림 3-1] 한국의 1인당 경제성장을 위한 각 생산 요소의 추정치 기여율	63
[그림 4-1] 신규인력 공급 전망 절차	78
[그림 4-2] 전공별 졸업생 수 전망 절차	78
[그림 4-3] 중장기 산업구조 전망 흐름도	94
[그림 4-4] 실제GDP와 잠재GDP 전망 결과	102
[그림 4-5] 인력수급 전망 흐름도	112
[그림 4-6] 인력수급차 전망 도출 방법	113
[그림 4-7] 직능원 인력수급 총량 및 신규인력 전망 모형	115
[그림 5-1] 미국 전문 이학 석사 과정 개설 대학 분포	160

요 약

1. 연구 개요

가. 연구 목적

본 연구는 향후 10년간 과학·기술 교육 부분의 신 경쟁력 구축이 필연적인 상황에서 우리 경제가 지향하게 될 과학·공학·기술·수학 교육의 중요성 인식과 확산을 위한 대응으로 과학·기술 교육의 변화 속도를 받아들이고, 이를 능가하는 인재육성정책 및 제도를 도출하는데 목적이 있음을 밝힌다. 왜냐하면, 우리 사회에서 1970년대까지는 교육혁명의 속도가 기술발전의 속도를 앞질렀기 때문에 압축적 경제성장의 기반으로 빈부격차를 줄일 수 있었고, 신규 대졸 청년층의 경쟁력 제고로 취업률을 엄청나게 높였던 사실을 경험했기 때문이다.

나. 연구 방법

본 연구는 객관적이고 타당한 연구 결과를 도출하기 위해 문헌연구, 전문가협의회, 관련 통계조사 및 관련 DB를 기반으로 추정 등의 연구와 기존 연구 결과를 활용하였다.

2. 기존 이론적인 연구의 내용

가. 신 경쟁력의 정의

본 연구에서 과학·기술 교육 부분에서의 신 경쟁력이란 R&D 투자증대를 통한 신기술 및 지식을 창출하고, 이를 과학기술 교육을 통해 내재시킨 우수인재를 개발하고, 경제, 교육, 과학의 유기적인 연계를 구축으로 R&D 성과를 활용함으로써 지속적인 경제성장에 기여하는 것으로 정의한다.

나. 과학기술과 연계된 경제성장 실증연구 시사점

본 연구의 생산함수모형으로 추정된 결과를 보면 중등교육이 경제 성장에 가장 크게 기여하는 요소임이 실증되었으며, 이 모형은 교육투자의 증가로 내생적인 기술변화를 도모하기 때문에 규모증가에 따른 수익체증을 이끌고 있음을 보여 주고 있다. 성장에 대한 교육효과는 다음의 세 가지 통로로 보여 주고 있었다. ① 교육수준이 증가된 노동력은 기능을 증가시켜 기술습득을 높여서 생산성이 증가되며, ② 대학교육의 투자가 내생적인 기술변화처럼 기업의 R&D 활동과 R&D 수요를 늘려서 노동력의 양성훈련에 기여하며, ③ 선진국으로부터의 기술이전과 작업현장에서 신기술을 배우고 채택하는 기술 확산 효과를 의미한다고 할 것이다. 특별히 한국이 선진국에 진입하기 위해서는 대학교육의 경제성장 기여를 크게 증가시켜야 할 과제를 안고 있는 것을 보여 주고 있다.

다. 과학기술 혁신정책의 과제 시사점

R&D에 의해 총 요소 생산성을 증가시키기 위해서는 단순히 R&D 투자 증대를 넘어서 기술혁신 주도형 경제성장 패러다임에 적합한 사회경제제도의 정비가 전제 조건이며 공공연구기관을 통한 연구 성과 공급, 기술개발자금 지원, 기술지원, 인력양성 등 기술공급 중심 정책을 보완할 필요가 있음을 시사하고 있다. 즉, 기술공급정책과 기술혁신성과에 중대한 영향을 미치는 각종 규제제도, 기술금융시장, 노동시장, 개방적 무역정책, 시장경쟁 및 전략적 정부구매 등 모든 사회경제제도의 연계를 고려하는 ‘총체적 과학기술 혁신정책(holistic innovation policy)’으로 전환할 필요가 있음을 시사하고 있다.

3. 2010-2020 과학기술 인력의 수급 전망

2010~2020년간 과학기술 인력 공급은 113만 9천 명, 인력 수요는 97만 4천 명으로, 단순히 공급에서 수요를 뺀 초과공급량은 16만 6천 명(연평균 약 1.6만 명), 초과 공급률은 14.5%에 달할 것으로 전망된다. 전공별로는 공학 8만 6천 명이 초과공급, 이학 1만 6천 명 초과공급, 의약학 7만 2천 명 초과공급이 전망되는 반면에, 농림수산학은 다소의 초과수요가 전망된다.

학력별로 수급차를 분석해 보면, 과학기술 인력의 초과공급은 상대적으로 낮은 학력수준(전문학사 및 학사)에서 두드러질 것으로 전망되고 있다. 전문학사의 경우, 전망 기간 동안 신규공급은 21만 8천 명, 신규수요는 12만 8천 명에 이를 것으로 추정되어, 초과공급이 9만 명

에 이를 것으로 보이며, 공학 6만 명 초과공급, 의약학 3만 5천 명 초과공급인 반면, 이학 2천 명 초과수요, 농림수산학 3천 명 초과수요를 보일 것으로 전망된다. 좀 더 세부전공별로 살펴보면, 공학 분야에서는 기타공학 1만 8천 명 초과공급, 컴퓨터·통신 1만 7천 명 초과공급인 반면, 전기·전자 6천 명 초과수요가 전망된다. 이학 분야에서는 생활과학, 수학·물리·천문·지리, 생물·화학·환경 모두에서 다소의 초과수요가 전망된다. 의약학 분야에서는 치료·보건 2만 명 초과공급, 간호 1만 6천 명 초과공급이 전망된다.

학사의 경우에는 신규공급 63만 3천 명, 신규수요 55만 4천 명으로 초과공급이 7만 8천 명에 이를 것으로 보이며, 공학 3만 6천 명 초과공급, 이학 1만 8천 명 초과공급, 의약학 2만 9천 명 초과공급인 반면, 농림수산학은 4천 명 초과수요가 전망된다. 세부전공별로 살펴보면, 공학 분야에서는 컴퓨터·통신 3만 명 초과공급, 건축 1만 6천 명 초과공급인 반면, 토목·도시 1만 명 초과수요, 전기·전자 8천 명 초과수요가 전망된다. 이학분야에서는 수학·물리·천문·지리 2만 2천 명 초과공급인 반면, 생활과학, 생물·화학·환경에서는 다소의 초과수요가 전망된다. 의약학 분야에서는 의료 1만 2천 명 초과공급, 약학 8천 명 초과공급이 전망된다.

고급 과학기술 인력의 수급차를 살펴보면, 석사 과학기술 인력은 전망 기간 동안 신규공급은 22만 1천 명, 신규수요는 22만 명에 이를 것으로 추정되어, 초과공급이 1천 명에 이를 것으로 보이며, 의약학 5천 명 초과공급인 반면, 공학, 이학 및 농림수산학은 다소의 초과수요를 보일 것으로 전망된다. 세부전공별로 살펴보면, 공학 분야에서는 컴퓨터·통신 1만 7천 명 초과공급, 산업 5천 명 초과공급인 반면, 토목·

도시 5천 명 등 8개 분야에서 초과수요가 전망된다. 이학 분야에서는 생활과학 6천명 초과공급인 반면, 생물·화학·환경 9천 명 초과수요가 전망된다. 의약학 분야에서는 치료·보건 3천 명 초과공급인 반면, 의료에서는 다소의 초과수요가 전망된다.

박사 과학기술 인력은 전체 전망 기간 동안 신규공급은 6만 6천 명, 신규수요는 7만 2천 명에 이를 것으로 추정되어, 초과수요가 6천 명에 이를 것으로 보이며, 전공분야별로는 이학과 의약학 분야는 초과공급, 공학과 농림수산학 분야는 초과수요가 나타날 것으로 전망된다. 특히 주목할 점은 공학 분야 박사에게 대해 전체 전망 기간 동안 1만 명 정도가 부족할 것으로 전망되고 있다는 점이다. 이는 부분적으로는 향후 지식기반경제의 진전에 따른 고부가가치형 산업구조로의 재편과 고급 R&D 인력에 대한 수요가 대폭 증가할 것이라는 총량 전망의 가정에 근거하고 있다고 판단된다. 세부전공별로 살펴보면, 공학 분야에서는 전기·전자 등 3개 분야에서는 초과공급인 반면, 토목·도시 등 8개 분야에서는 초과수요가 전망된다. 이학 분야에서는 생활과학, 수학·물리·천문·지리는 초과공급인 반면, 생물·화학·환경은 다소의 초과수요가 전망된다. 의약학 분야에서는 의료, 간호 및 약학은 초과공급인 반면, 치료·보건에서는 다소의 초과수요가 전망되고 있다.

4. 선진국의 과학기술 인재정책 혁신 사례 연구의 시사점

가. 미국의 시사점

첫째로, 오바마 대통령 연두 교서에서는 막대한 재정적자 상황에서

향후 5년간 정부지출 동결에도 불구하고, 미국의 경쟁력 강화를 위한 과학기술 이노베이션과 교육 투자에 대해 강조하고 있다. 특히, 미국의 중국 및 인도 등 신흥 국가의 부상을 적시하고, 21세기 미국의 국가 경쟁력과 미국 기업의 경쟁력을 제고하기 위해서는 과학 및 수학 교육과 연구개발에 대한 투자를 강화해야 한다고 역설하고 있다.

둘째로, 미국 경쟁력위원회의 ‘미국을 혁신하라(Innovate America)’ 보고서는 여러 측면에서 미국의 과학기술 교육과 인력양성에 전환점을 마련한 계기가 되었다고 볼 수 있다. 미국의 경쟁력을 제조업과 함께 서비스업까지 확장하여 조망하고, 미국 경제 활동에서 절반 이상을 차지하는 서비스 분야에서의 교육, 인력양성, 연구개발 투자 강화를 지적하면서 새로운 학문영역으로 서비스 사이언스에 대한 정책 강화를 주문하고 있다.

셋째로, 서비스 사이언스에 대해 “모든 사업체를 변혁시키고 경영과 전문적 기술의 교차점에서 혁신을 유도할, 기존의 컴퓨터 과학, 운영 연구, 산업공학, 수학, 경영과학, 의사결정과학, 사회과학, 법 과학이 혼합된 것”으로 정의하고 있다. 즉, 서비스 사이언스를 과학, 공학, 인문, 사회 과학의 여러 학문영역에 대한 다학제 영역으로 설정하고 있다. 이러한 서비스 사이언스에 대한 개념 정의에 기반을 두어, 대학 및 지역전문대가 기업과 협력하여 새로운 교과과정을 개발하고, 이에 기반을 둔 인력을 양성할 것을 권고하는 등 구체적인 과학기술 인력 양성 정책 방향을 제시하고 있다.

또한 전문 이학(과학) 석사(Professional Science Master, PSM) 도입과 확대를 바탕으로 이학 분야의 전문지식뿐 아니라 실용적인 학문에 대한 지식도 함께 가지는 다학제적인 인력의 양성을 통해 미국 국가

경쟁력 강화를 도모하고 있다고 하겠다.

넷째로, 미국 경쟁력 법(America COMPETES Act: ACA 2007)은 법안 자체가 미국 국가 경쟁력 자체를 높이기 위한 목적을 가지고 있다. 주목할 점은, 2004년에 나온 ‘미국을 혁신하라(Innovate America)’ 보고서의 서비스 사이언스 관련 정책 제안들을 충실히 반영하고 있다는 것이다. 서비스 사이언스에 대한 정의를 통해 서비스 사이언스의 성격을 찾을 수 있으며, 연방 정부의 의무와 관련해서 두 가지 시사점을 도출할 수 있다.

하나는, 서비스 사이언스 지원영역 구체화이다. 법안에서는 백악관 과학기술정책국(OSTP)과 국립 과학 아카데미(NAS)를 통해 상세 이행 내용을 부과하고 있다. 지원 내용으로는 ① 서비스 사이언스 연구, ② 서비스 사이언스 교육, ③ 서비스 사이언스 훈련 등 세 가지 영역으로 구분하여 연구개발(R&D)과 함께 인력 양성 및 교육을 필수적인 요소로 꼽고 있다.

다른 하나는, 서비스 사이언스 외부 연구에 대한 산학연 협력이다. 이는, 법안에서는 “2년제와 4년제 고등교육 기관으로의 리더, 기업과 다른 관련 단체와 함께 연구를 수행하여야한다.”고 지정하여, 서비스 사이언스 교과과정 개설을 통해 교육 및 훈련을 담당할 대학과 함께 대학에서는 서비스 사이언스를 통해 배출된 인력을 활용할 기업의 유기적인 참여를 이끌어 내기 위한 방안으로 서비스 사이언스 외부 연구를 수행할 국립 과학 아카데미(NAS)에게 가이드라인을 제시했다고 볼 수 있다.

또한 이 법안에서는 미국 경쟁력 위원회 보고서에 담긴 전문 이학 석사 과정에 대한 연방 정부 차원의 지원 의무를 부여함으로써, 그 내

용을 법률적으로 뒷받침하고 있다.

다섯째로, 전문 이학(과학) 석사(Professional Science Master, PSM)는 미국 경쟁력 강화를 국가 차원, 지역 경쟁력 차원, 대학 혁신 관점, 학생의 이익 측면에서 지원한다고 볼 수 있다. ① 국가 차원에서는 과학 및 수학에 전문성을 가짐과 동시에, 시장에서 가치를 가진 전문 기술을 갖춘 인력을 양성하여 우수한 과학기술 인력에 대한 수요에 부합할 수 있다. ② 지역 차원에서는 현지 고용인들의 전문 이학 석사 과정과의 밀접한 파트너십을 통하여 현재와 미래의 인력 수요에 대해 긴밀한 협력을 할 수 있도록 한다. ③ 대학 혁신 차원에서는 본 프로그램의 다학제적 성격은 대학 내에서 여러 학과와 단과대학 사이의 협력을 촉진하고 혁신적인 연구와 발견을 위한 촉매제 역할을 할 수 있다. 그리고 ④ 학생의 관점에서 학위 후 경쟁력 있는 임금과 취업 기회를 제공해 과학, 수학, 기술 등의 분야에서 남도록 할 수 있다.

나. 영국의 시사점

『2004년-2014년 과학혁신을 위한 투자기본계획』은 과학기반구축을 위한 STEM인력의 공급확보와 유지를 위한 장기 전략을 담고 있다. 교육고용부와 무역산업부가 공동으로 경영하며, STEM의 프로그램 지름길은 이 주제를 지원하는 창의적인 범위를 조사하여 구축하고, 2영역에서 정부 재정지원의 효율성을 높이는 방법을 찾는 데 있다. 질적으로 우수한 인력을 STEM인력으로 유인하며, 인구 가운데 STEM능력을 갖춘 인재 규모를 늘리는 데 있었다. 여기서 우리도 인재 공급부처인 교육과학기술부와 고용노동부 그리고 인재 수요 부처인 지식경

제부의 강력한 연계로 우리의 STEM인력 확보하기 위해서는 공동으로 경영하는 체제가 필요함을 볼 수 있으며, 정부재정지원의 주목적은 STEM인력의 양적 확보와 질적 향상에 있음을 시사받을 수 있었다.

동 보고서는 고등학교과정(POST-16)과 대학과정을 통해 학교로부터 STEM의 일정수준을 갖춘 개인의 양성공급이 근간을 이루는 데 필요한 지원의 초점을 맞추고 있다. 동 보고서의 실행은 확정 발표된 시간표와 자원이 지원이 가능한지를 갖고 진행되도록 맞추고 있으며, 현 정책의 목표가 분산되지 않도록 하고 있다. 하지만, 무역 산업부/컴퓨터통신(Open System Interconnection OSI) 충격을 포함해 어떤 미래개발과 비용, 예산 재배 정도 2007 종합지출 리뷰(comprehensive Spending Review)의 맥락 안에서 고려되도록 하고 있다.

이는 정책목표를 분명히 함과 동시에 시간과 비용, 즉 인력과 예산이 확실히 확보되고 있는가, 다른데 전용되지 않고 시행되는가를 보여주고 있음을 알 수 있다. 우리의 다년간(rolling years) 인적자원 개발 계획 등이 비용 인력 등의 확보를 전제로 정해진 시간표대로 수행되, 수시로 변경되지 않아야 함을 보여 주는 사례일 것이다.

다. 일본의 시사점

첫째로, 일본의 제3차 과학기술 기본계획에서의 주요 시사점으로는, 21세기에서 새로운 지식을 창출하기 위해서는 지식과 글로벌 단위의 경쟁 속에서, 상이한 여러 영역에서 지능적인 결합과 융합을 통해 횡단면적인 연결이 중요하며, 새로 부각되는 다학제적인 영역 (Emerging and interdisciplinary fields)을 강조하고 있음을 알 수 있다. 또한 새로

은 지식 창출과 새로운 경쟁력을 가진 혁신을 가속화하고 촉진하기 위해서는 기존의 과학 및 공학 중심의 혁신이 아닌 인문·사회과학과 자연과학·공학의 결합이 중요함을 강조하고 있다. 이러한 점에서 볼 때, 21세기 국가 신 경쟁력은 인문·사회과학과 과학·기술·공학·수학 간의 초다학제적인 연구와 초다학제적인 지식을 가진 인력의 양성이 핵심 요소로 부각되고 있다고 할 것이다.

둘째로, 일본 내각부의 이노베이션 25 보고서는 2025년 일본의 미래를 조망하면서, 특히 서비스 산업의 생산성을 대폭적 향상을 통해 전체 산업의 생산성을 높일 수 있는 기회 요인을 포착하고 있다. 특히 서비스 산업에 생산성을 향상시키기 위한 주요 수단으로서 IT의 적극 활용, 규제완화 등 신규사업 창출 촉진, 기존 분야 신규 참가 촉진 정책 등과 함께 새로운 학문 분야로서 서비스 과학 연구 추진의 중요성에 대해 강조하고 있다. 이러한 서비스 사이언스 연구를 통해 새로운 서비스가 제공될 수 있는 토대가 되는 서비스 이노베이션이 촉진되고, 또 과학기술 혁신에서 기존의 과학 및 공학의 여러 기술 분야(생명과학, IT, 공학, 환경, 에너지 등)와 함께 서비스 사이언스를 통합한 새로운 과제를 촉진하는 것이 필요하다고 지적하면서, 다학제적인 연구 개발을 필요성도 제시하고 있다.

셋째로, 과학기술백서를 통해 일본의 산업의 국제 경쟁력을 제고하기 위해서 서비스 과학에 대한 중요성과 향후 서비스 과학의 진흥을 위한 노력을 강화해 나갈 필요가 있음을 명확하게 밝히고 있다. 특히 주요 6개 대학을 통해 “모델이 되는 우수한 교육 프로그램을 다른 대학에 널리 보급함으로써 일본의 대학에서 서비스에 관한 교육 연구를 추진” 전략을 밝히고 있어, 우수한 인력 양성을 위한 교육 프로그램을

개발하고, 이를 향후 일본의 다른 대학으로 확산시키는 수단을 채택하고 있다.

또한, 일본이 바라는 산업의 각 분야의 혁신, 나아가 국제 경쟁력 강화에 연결될 수 있는 인재에 대해서 “비즈니스 지식, IT 지식, 휴먼 지식 등을 겸비한 서비스에 대해 높은 수준의 지식과 전문성을 가진 인재의 육성”으로 구체적 모습을 제시하고 있다.

5. 국가 신 경쟁력 제고를 위한 문제점과 정책과제

가. 과학기술 교육 제도 및 정책의 문제

먼저, 우리나라 과학기술 교육은 어떤 위상에 있으며, 이에 대한 사회·문화적 이해는 어느 수준인지를 조사·분석하였다. 분석 결과 첫째, 현재 과학·기술 교육을 미래 우리나라의 국가 신 경쟁력을 지속적으로 향상시킬 수 있는 원동력으로 보지 않으며, 그에 따라 체제 및 지원이 이루어지지 않고 있다. 교육과학기술부가 국가경쟁력을 높이기 위해 주로 R&D에 많은 투자를 하고 있으며, 과학교육 개선에 대한 근본적인 접근보다는 외부 환경에만 초점을 맞추고 있다. 이는 과학교육이 필요한 하지만, 당장 그 효과를 보이지 않기 때문에 단기적으로 효과를 볼 수 있는 가시적인 성과에만 집착하는 경우에서 그러한 사실을 확인할 수 있다.

둘째, 현재 수준으로 과학·기술 교육에 대한 지원과 관심이 지속되면, 국가 간 경쟁에서 뒤쳐져 선진국으로 도약할 수 없다. 왜냐하면 국내에서는 과학·기술 교육은 현재 여러 개 교과목 중의 하나로밖에

취급되지 않아 이에 대한 관심을 집중시킬 수가 없는 형편이기 때문이다.

셋째, 과학기술에 대한 중요성을 국가와 국민 모두가 인식하고 있지만, 이에 대한 집중적인 투자와 관심을 과학기술에만 치중하고, 기초가 되는 과학교육에는 관심의 정도가 낮았다 이는 과학교육을 입시 과목 중의 하나로만 인식하고, 미래 사회를 살아가는 국민으로서의 가져야 할 과학적 소양을 갖추지 못했기 때문에 나타난 현상이다.

넷째, 우리나라는 과학교육에 대한 중요성을 역설한 적이 많지 않으며, 단지 성과 위주의 과학기술의 중요성에 대해서만 역설해 왔다. 이러한 국가 최고위층의 인식이 과학·기술 교육을 개혁하는 데 필요한 추진력을 못 얻게 만들고, 노력에 비해서 얻는 성과가 부족한 악순환을 거듭하고 있는 실정이다.

다섯째, 현재의 인력 교육 및 양성 정책은 과학·공학·기술·수학 지식 중 하나의 영역에 대한 지식을 가진 인재의 육성 또는 일부 과학·공학·기술·수학 영역 내의 복수 지식에 지식을 가진 인재의 육성에 초점을 맞추고 있는 상황이다.

나. R&D 확산의 문제

우리나라의 과학·기술 인력 양성은 이공계 분야의 특정 전문지식을 보유한 ‘I’ 자형 인재의 육성에 초점을 맞추고 있다. 이로 인해서 특정 분야의 종적인 전문지식과 함께 횡적인 통찰력을 가진 ‘T’ 자형 또는 ‘π’ 자형 인재의 육성에 한계를 가지고 있다.

첫째, 이러한 단점을 극복하기 위해 여러 학문 분야에서의 융합학과

및 융합대학원이 개설되고 있고, 기술에 경영을 접목하기 위한 기술경영학과 및 대학원(MOT) 등이 도입되고 있다. 이러한 시도는 지금까지 부족한 융합 연구 및 기술경영 인력 양성에 효과적일 것으로 판단되나, ‘T’ 자형 또는 ‘π’ 자형 인재 육성에는 미흡한 부분이 있다.

둘째, 기술경영은 기술과 경영에 대한 지식을 접목해 다학제적인 지식을 가진 인력 양성에 기여하고 있으나, 여러 인문·사회과학 영역 중 경영학 한 분야에 초점을 맞출 수 있고, 경영대학 내에서 과정이 개설된 경우 기술 영역보다는 경영학 지식의 비중이 높아지게 되는 단점을 가질 수 있다.

셋째, 스마트 시대의 IT를 중심으로 한 융복합화시대와 연결된 R&D 확산을 위한 구체적인 방법이 제시되고 있지 않은 현실이다.

6. 정책 제언

<과학기술 교육제도를 위한 정책 과제>

가. 융합인재 양성을 위한 과학·기술 교육 정책과제

STEAM이란 과학, 기술, 공학, 예술, 수학(Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics)의 약자로 STEAM교육을 강화하는데 있다. 이를 위해 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 융합적 사고와 문제해결 능력을 배양하는 것이 목적인 정책이다. 선진국의 과학·기술 인재정책 사례에서 살펴보았듯이, 선진국들은 특정한 과학·기술 영역에서 깊은 전문지식을 가진 인재를 육성하기보다는 인

문·사회과학(예술도 포함한) 지식과 과학·기술을 동시에 가진 초다학제적인 융합 인재의 육성에 정책의 초점을 맞추고 있다.

우리나라에서도 국가 신 경쟁력 제고를 위한 R&D의 성과 확산과 융합 인재 양성을 위해서는 대학 및 대학원에서 과학·기술에 대한 지식과 함께 인문·사회에 대한 지식을 함께 습득할 수 있는 초다학제적인 융합 교과 과정의 개발과 지원이 필요하다.

나. 교육별 변수의 구조적인 변화와 정책 과제

한국은 국내적으로는 90년대 이후 ‘IMF외환위기’로 경기의 둔화와 구조조정 지속, 정보통신의 혁혁한 변화 등으로 산업의 디지털화, 자동화가 이루어졌다. 그리고 ‘고용 없는 성장’, 저출산·고령화로 인한 핵심 생산인구의 감소, 대학의 급격한 양적 팽창으로 인한 대졸자의 증가로 ‘청년 실업’의 증가 등의 변화를 겪고 있다. 대학교육의 양적·질적인 구조조정이 필요하다고 판단된다. 이렇게 하기 위해서는, 우선 한국 실정에서 소수의 국제적인 수준의 연구를 할 수 있는 대학을 엄정하고도 객관적인 방법으로 선정한 다음, 그 대학에서도 연구 활동을 할 수 있는 과 및 집단을 선별지원 점차적으로 선정된 대학전반에 확대시키는 방법으로 유도하며, 일단 이러한 학교와 과 및 집단이 선정되면 이에 해당하는 교수임용 및 승진 규정을 국제적인 수준에 준하도록 개선하고, 여타의 대학들은 이들을 모델로 하여 연구 여건과 우수교수를 채용하여 연구중심대학을 원할 경우 필요한 여건을 갖추도록 유도할 것을 주장한다.

다. 국가 신 경쟁력 제고를 위한 패러다임 전환 필요

과학기술 단일 영역에 대한 교육 및 인력양성 정책은 21세기 지식 경제시대 및 서비스경제시대 국가 신 경쟁력 제고를 위해 재검토가 필요한 시점이다. 특히, 우리도 미국 및 일본 등 주요 선진국과같이 과학·공학·기술·수학 분야의 전문 지식과 함께 인문·사회·과학 지식도 함께 보유한 인력의 양성과 교육으로 과학기술 교육 및 인력 양성에서 패러다임의 전환과 정책 수립이 이루어져야 할 것이다.

<R&D 확산을 위한 정책 과제>

가. 지적자본 변수의 획기적인 기여와 정책과제

1965~1989년간의 지적자본(R&D 자본)의 경제성장 기여는 -27.6%로 음의 기여를 하는 것으로 추정된 반면에, 1975~2004년간의 동 변수의 경제성장 기여는 24.1%의 기여를 보여 주고 있다. 물론, 직접기여율은 -9.29%로 음의 기여를 하고 있지만 대단한 지적자본의 기여율 변화를 보여 주고 있다. R&D에 의해 총 요소 생산성을 증가시키기 위해서는 단순히 R&D 투자 증대를 넘어서 기술혁신주도형 경제성장 패러다임에 적합한 사회경제체도의 정비가 전제 조건이며, 공공연구기관을 통한 연구 성과 공급, 기술개발자금 지원, 기술지원, 인력양성 등 기술공급 중심 정책을 보완할 필요가 있다. 즉, 기술공급정책과 기술혁신성과에 중대한 영향을 미치는 각종 규제제도, 기술금융시장, 노동시장, 개방적 무역정책, 시장경쟁 및 전략적 정부구매 등 모든 사회

경제제도의 연계를 고려하는 ‘총체적 과학기술혁신정책(holistic innovation policy)’으로 전환할 필요가 있다.

나. 지적자본과 인적자본의 연계 필요

대학교육의 기여율이 지적자본을 경유하여 나오는 것으로 이미 앞에서 상론을 하였지만 대단한 변화로 받아들이지 않을 수 없는데, 이는 지식기반사회에서 경제성장의 원천은 지적자본의 투자로 생성된 새로운 지식과 기술이 경제성장의 원천임을 보여 주는 것으로 분석할 수 있을 것이다. 우리나라는 이러한 경제성장 원천을 대학교육을 통해 확산시키고 현장에서 활용되는 지식경제의 초기 메커니즘이 작동되고 있음을 보여 주는 것으로 판단된다. 따라서 지적자본과 인적자본의 연계를 더욱 강화해야 할 것이다.

다. 초다학제적인 지식을 가진 인력양성 필요

융합학과 및 융합 대학원은 대다수는 정보기술(IT)과 생명공학기술(BT)의 접목, 정보기술(IT)과 나노기술(NT)의 접목 등과 같이 이학 또는 공학 내의 학분 분야의 융합을 지향하고 있다. 이로 인해 개별 과학 및 기술 영역 내에서 해결하지 못한 문제를 융합적인 방법을 통해 해결할 수 있는 부분은 있으나, 과학 및 기술을 뛰어넘는 통찰력을 가진 인력의 육성과 연구개발(R&D) 활동을 수행하는 것에는 한계를 가지게 된다.

국가 신 경쟁력 제고를 위한 과학·기술 인력의 양성을 위해서는 개별 과학·기술 분야의 융합을 넘어서 인문·사회과학 영역에 대한

지식과 함께 과학·기술 영역에 대한 초다학제적인 지식을 함께 가진 인력의 양성이 필요하다.

라. 스마트시대의 지식확산 정책과제

급격한 산업화를 이루는 과정에서 지금까지의 지식확산과 소셜네트워크가 발달한 스마트시대에는 다른 특질을 갖게 된다. 우선 인재들이 지식을 얼마나 머리에 담고 있는지는 더 이상 중요하지 않다. 지금까지 제한적으로 획득할 수 있었던 지식의 수십억 배나 되는 정보가 인터넷을 통해 누구에게나 제공되고 있기 때문이다. 따라서 굳이 지식을 얻기 위해 학교를 갈 필요가 없게 되었다. 다만, 지식을 어떻게 찾고 어떤 방향으로 가야 할지를 제시해 주는 훌륭한 멘토가 필요한 세상이 되었다. 따라서 R&D 성과의 확산을 위해서는 새로운 역할을 찾아야 할 것이다. R&D 성과의 확산을 위해서는 분야별 R&D 성과를 제공할 수 있는 R&D 애플리케이션의 구축과 이를 활용할 꿈과 열정을 심어줄 필요가 있을 것이다, 정부는 이를 위한 촘촘한 네트워크 구축을 도와야 할 것이다.

마. 한국형 전문 이공학 석사 과정(Korean Professional Science & Technology Master's Degree Program, KPSTM) 개설 및 지원을 위한 정책과제

미국을 중심으로 운영하고 있는 전문 이학 석사(Professional Science Master, PSM)는 순수 이학, 과학, 수학 중심의 학과과정으로 생물학 및 환경학 분야가 전체의 절반을 차지하고, 의료, 수학, 물리, 화학 분

야의 순으로 프로그램이 구성되어 있어 기초과학 분야 연구자가 기업 및 산업계로 진출하는 것에 도움을 줄 수 있다. 한국의 과학·기술 인력 양성에서는 기초과학 분야와 함께 공학 분야도 강조되고 있어, 이 제도를 우리나라에 도입하려면 기초과학과 공학 분야를 포괄해서 한국의 과학·기술 인력에 맞춘 한국형 전문 이공학 석사 과정(Korean Professional Science & Technology Master's Degree Program, KPSTM)으로 확대하는 것이 필요하다.

바. R&D 확산을 위한 향후 정책과제

향후 정책연구 과제는, 한국이 선진국으로 진입하기 위해서는 경제 성장과정에서 대학의 역할을 제고하는 것이다. 지식기반사회에서 대학의 역할을 제고하기 위해서는 양적인 공급을 늘리는 방법도 있으나, 우리의 경우는 이미 고교졸업자 중 대학등록률이 약 83%를 넘고 있기 때문에 양적인 문제보다는 질적인 문제인 것이다.

이를 위해서는 기존 대학의 양적인 구조조정이 필요하며, 더욱 중요한 것은 대학의 질적 경쟁력을 높이기 위한 정부의 대학 지원 역할 역시 제고되어야 하는데, 교육예산의 10% 정도가 대학 지원 예산으로 쓰이고 있으나, 이의 획기적 지원을 늘려야 할 것이다. 미국의 오바마 대통령 연두 교서에서는 막대한 재정적자 상황에서 향후 5년간 정부 지출 동결에도 불구하고 제2의 스푸트니크 모멘트를 언급할 정도로, 미국의 경쟁력 강화를 위한 과학기술 이노베이션과 교육 투자에 대해 강조하고 있다. 특히 미국의 중국 및 인도 등 신흥 국가의 부상을 적시하고, 21세기 미국의 국가 경쟁력과 미국 기업의 경쟁력을 제고하

기 위해서는 과학 및 수학 교육과 연구개발에 대한 투자를 강화해야 한다고 역설하고 있다. 그리고 대학 자율성을 더욱 높여야 할 것으로 생각되는데, 이로써 교수연구를 통한 새로운 지식과 새로운 기술이 창출되고 대학교육의 질을 제고하여, 신지식과 기술이 체화된 우수한 졸업생이 중등교육과 공공부문 민간부문에 확산하여 중등교육의 질 제고 뿐만 아니라 산업경쟁력을 제고하여 경제성장에 기여하도록 해야 할 것이다.

교육시장과 노동시장을 어떠한 방법으로 연계시키는데 있는데, 이와 관련하여 첫째, 제한적인 인적자본의 투자효율을 극대화하기 위해서 노동시장의 거시적인 교육투자수준별 수익률을 구해야 할 것이다.

이를 검증하기 위해서는 미시자료를 이용한 투자수익률로 상호 검색하는 과정이 필요할 것이다. 검색결과를 이용하여 얻은 노동시장의 미시적인 투자수익률(학력별, 직종별, 산업별, 성별 등)정보는 인력계획 입안자에게 뿐만 아니라 교육수요자 및 공급자에게 제공되어야 할 것이다.

향후 지속적인 경제성장과 또한 지식기반사회의 심화로 새로운 지식과 기술을 창출하고, 이를 제때에 확산하고 보급시키기 위해서 R&D시장과 교육시장을 연계하는 정책과제가 중요하게 대두되고 있으며, 신속히 실질적인 대응방안이 마련되어야 할 것이다.

우리나라의 인적자본 축적(human capital stock)을 추정하여 내생경제성장모형의 연구를 활성화함으로써 동 요소의 경제성장 기여를 정확히 추정케 하는 기반을 이룩해야 할 뿐만 아니라 인적자본과 지적자본을 포함하는 총자본 스톡개념의 전환을 가져와서 소프트웨어를 중시하는 사고 및 제도 체계로 국가경쟁력을 길러야 할 것이다.

세계시장의 급격한 기술변화와 체제변화에 따라 국내노동시장의 필

요한 산업인력수요의 내용도 같은 속도의 변화를 요구하기 때문에 이에 걸맞은 노동력을 확보하기 위한 인력양성 체계를 갖추기 위해서는 교육기관 및 기업의 직업훈련 교과과정이 유연성을 가져야 할 것이며, 기술변화와 노동시장 변화를 적절히 반영하지 못하는 회귀모형을 중심으로 하는 인력수급 예측 방식이 지양되어야 할 것이다.

이를 위한 툴(tool)은 현재 세계은행 등이 중심이 되어 제안하고 있는 인력수급, 인적자원개발에 노동시장신호(labor market signals) 체계를 적극 도입하는 것을 정책적 시사점으로 삼고자 한다.

<인력수급 전망과 방법을 위한 정책과제>

가. 과학기술 인력 추계결과에 따른 정책과제

첫째, 기존의 과학·기술 인력수급 전망 관련 연구들은 전망의 기초가 되는 통계자료의 활용에서부터 많은 한계점을 내포하고 있다. 관련 자료들 간의 연계의 기초가 되는 분류체제상의 불일치가 발생하고, 동일한 자료일 경우에도 작성 시기에 따라 분류기준의 불일치 문제가 있어 시계열 자료의 구축이나 활용상 어려움이 발생한다.

둘째, 이에 따라 방법론상으로 선진화된 전망방법을 토대로 우리의 모형을 개발하여 전망을 실시하고자 경우에도, 모형을 적용하기 위하여 반드시 필요한 통계자료가 만들어지지 못하였거나 있다 하더라도 추정방법으로 개선되어야 하며 미흡한 경우가 많다. 이를 고려하지 않고 만든 이상적인 전망방법은 그대로 적용하기 어렵기 때문에 대체변수를 사용하거나 일부 과정을 생략하는 등 유용성이 떨어진다.

이러한 결과는 전망과정상에 요구되는 각종 기초자료를 사전에 정비해야 하는데도 불구하고, 이에 대한 전체적인 몰이해와 장기적인 전략의 부재에 기인한다. 과학·기술 인력수급 전망을 실시하기 위해서는 세부적이고 장기적이며 통일된 기준에 따라 분류된 여러 가지 통계자료가 필요하며, 이들 자료는 성격이 다른 여러 기관에서 생성되고 있으므로, 이를 종합하고 총괄할 책임 있는 정부기관이 필요하다. 또한 담당 정부기관은 상당한 비용과 기간이 필요한 체계적인 통계정비를 위하여, 부처 간의 협조나 예산확보는 물론 전망관련 연구기관 간의 조율도 책임져야 한다.

나. 과학기술 노동시장과 교육시장에 연계를 위한 정책과제

첫째, 부문 내 신규 인력의 직업 능력차에서 비롯된 과학기술 인력의 전문 직업 능력의 균등화이다. 신규 전문 인력의 전문 직업 능력인 기술능력의 편차는 교육과정 내용의 편차로 비롯되기 때문이다.

둘째, 과학기술 부문 간 인력이동 제한에서 볼 수 있듯이, 직업군 내에서 세부 직업별 이동도 어렵지만 직업군 간 인력이동은 더욱 어렵게 한다. 교육시장에서는 과학기술 학과라 하더라도 2~3가지 관련 전문 직업 능력을 갖추고 배출시켜야한다.

셋째, 현존하는 IT를 포함한 과학기술 학과 중 무늬만 IT 학과이거나 과학기술의 이름만 빌린 경우가 너무 많다. 이와 마찬가지로, 철저한 노동시장 수요를 기초로 초과공급으로 평가받은 과학기술학과는 부족한 인력의 과학기술 학과로 전환시키거나 정원을 축소·조정해야 할 것이다. 학과 조정은 학교별 또는 교수별 사정이 아니라 과학기술

인력 노동시장에서 필요한 졸업생수의 공급이 더욱 중요하다는 시장 논리로 결정해야 한다.

넷째, 교육시장과 노동시장의 인력이동의 흐름을 면밀히 검토하여 인력정책을 수립하고, 학생이나 교육훈련기관에 정보를 주기 위해서는 과학기술 인력 노동시장의 인력수급뿐만 아니라 이의 추정에 필요한 시계열 자료의 확충이 지속적으로 마련되어야 한다.

결론

선진국의 과학·기술 인재정책 사례에서 살펴보았듯이, 선진국들은 특정한 과학·기술 영역에 깊은 전문지식을 가진 인재를 육성하기보다는 인문·사회과학(예술도 포함한) 지식과 과학·기술을 동시에 가진 초다학제적인 융합 인재의 육성에 정책의 초점을 맞추고 있다.

STEAM이란 과학, 기술, 공학, 예술, 수학(Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics)의 약자로, STEAM교육을 강화하는 데 있다. 이를 위해 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 융합적 사고와 문제해결 능력을 배양하는 것이 목적인 정책이다.

우리나라에서도 국가 신 경쟁력 제고를 위한 R&D의 성과 확산과 융합 인재 양성을 하기 위해서는 STEAM교육을 강화하되, 대학 및 대학원에서 과학·기술에 대한 지식과 함께 인문·사회에 대한 지식을 함께 습득할 수 있는 초다학제적인 융합 교과 과정의 개발과 지원이 구체적으로 세밀히 시행되어야 할 것이다. 또한 과학기술 인력수급의 추정이 신뢰를 바탕으로 교육시장에 활용되고 연계되어야 할 것이다. 이러한 시행은 빠르면 빠를수록 좋다.

제1장

서론

1. 연구의 필요성과 목적
2. 배경 사례
3. 본 연구의 목적

제1장 | 서론

1. 연구의 필요성과 목적

2008년 미국의 투자은행인 리먼 브라더스에서 시작된 금융위기로 인한 세계적인 경제위기와 침체 속에서 선진 각국은 경제위기극복에 전념하고 있다. 이번의 글로벌 경제위기는 어느 특정지역의 몇몇 국가에 의한 것이 아니기 때문에 선진국을 포함한 강대국(G20)이 중심이 되어 외형적인 정책 공조를 바탕으로 출구전략을 마련하는 양상을 보이고 있음은 주지의 사실이다. 전 세계의 이목을 집중시킨 서울 G20 정상회의가 지난해 11월에 끝났고, 한국은 의장국으로서 선진국과 신흥국 간 중재역할을 훌륭히 해내면서 글로벌 불균형 해소, 금융규제 개혁, 개발 등 주요 이슈에서 주목할 성과를 끌어냈음은 물론 우리는 국격을 높였으며, 국민들에게 자긍심을 안겨 준 것은 사실이다. 이제 우리에게 남은 과제는 무엇일까. 높아진 국가 위상과 국제 네트워크를 유지하려면 무엇을 해야 할까?

G20의 다수 선진국들의 경제위기 극복 내용을 들여다보면 금리정책, 통화량 양적완화 등 경제지표의 외형적인 공조조정으로만 대응하

4 국가 신 경쟁력 제고를 위한 과학·기술 교육 혁신방안

는 것이 아니라, 각국의 내부에서는 지금까지 전개되어 온 경쟁력보다는 과학기술혁신 기반제도 및 정책을 구축하고 노동시장에 공급되는 인력의 과학기술 혁신능력 제고를 기반으로 향후 중장기 경제위기 극복을 모색하고 있는 상황을 곳곳에서 보여 주고 있다. 선진 각국의 경쟁력제고를 위해 노력하는 중점과제는 인력의 창의성을 바탕으로 과학·기술 능력의 확산을 위해 부단히 노력하고 R&D 투자를 제고하는 것으로 요약되는데, 이는 미래의 경쟁력 제고를 통해 지속 가능한 성장을 주도하는 데 있기 때문이다.

우리나라도 우리가 취할 수 있는 면밀한 중·장기적인 과학·기술 교육의 창의적이고 혁신적인 변화요구를 소홀히 할 경우, 세계시장에서 신 경쟁력 확보의 기회를 잃을 가능성을 배제할 수 없을 것이다. 따라서 새로운 과학·기술을 창출하여 이를 확산하고, 새로운 지식과 기술을 터득한 인력이 노동시장에 공급이 지속되어야 할 필요가 있을 것이다. 이를 위해 정부를 비롯한 연구소, 교육기관 등 관련기관에서 시행하는 현 과학·기술 정책 및 제도를 점검하고, 필요하면 새롭고 추가적인 제도 및 실행정책을 마련할 필요가 있을 것이다.

2. 배경 사례

가. 미국의 경쟁력 법(America Competes Act of 2007)

미국의 대표적인 서비스부문 종합정책과 제도는 2007 미국 경쟁법(America Competes Act of 2007 : 이하 ACA)이다. 그 핵심내용은 R&D를 통한 혁신이며 미국의 경쟁력을 제고하는 내용이다¹⁾. ACA의

궁극적 의의는 지금까지 전개되어 오던 경쟁력에 관한 논의에 종지부를 찍고, 향후 10년간 미국이 지향하게 될 과학기술혁신 정책에 대한 합의된 밑그림을 도출하였다는 데 있음을 알 수 있다(장용석, 2008).

미국은 서비스과학 부문의 신 경쟁력을 제고하기 위해서 첫째, 과학기술 교육을 통한 우수 인재 개발에 역점을 두고 있으며, 둘째, 획기적인 연구개발 투자 증대로 창의적인 신기술을 확보하고, 셋째, 유기적으로 연결된 경제, 교육, 과학정책을 통한 혁신기반의 구축을 마련하는 데 역점을 두고 있다.

ACA의 구조 및 주요내용을 살펴보면 다음과 같다. ACA는 2개 장(section), 8개 절(title), 115개 조문(sec.)으로 구성되었다. 첫째 장은 이 법의 이름을 명확히 하였고, 둘째 장은 115개 조문을 각 부처별 또는 중점영역별로 8개 절로 구분하여 구체적인 정책과 프로그램을 상세히 규정하고 있다.²⁾

제1절은 과학기술청(Office of Science and Technology Policy: OSTP)이 주관이 되어 범부처적으로 수행하여야 할 정책 및 프로그램들을 기술하고 있다. 이는 각 부처가 혁신가속연구프로그램을 승인하여 각 부처로 하여금 총 연구개발 투자의 일정비율을 고위험·고가치(high-risk, high-reward)의 기초연구에 할당할 수 있도록 하였고, 학계, 기업계, 중소기업계, 지방정부, 연방정부부처 등을 포함하는 다양한 그룹의 대표자들로 구성된 ‘국가 과학기술 정상회의’와 상무성 장관이 의장이 되는 ‘대통령 혁신과 경쟁 위원회’를 신설하여 운영하고

1) 법문의 영어내용을 소개하면 To invest in innovation through research and development, and to improve the competitiveness of the United States 임

2) ACA는 2개 장(Section), 8개 절(Title), 115개 조문(sec.)으로 구성되었고 첫째 장은 이 법의 이름을 명확히 하였고, 둘째 장은 115개 조문을 각 부처별 혹은 중점영역별로 8개 절로 구분하여 구체적인 정책과 프로그램을 상세히 규정하고 있음.

6 국가 신 경쟁력 제고를 위한 과학·기술 교육 혁신방안

있다. 과학, 기술, 공학, 수학의 날을 연 2회 초·중·고등학교에서 지정하여 준수토록 하고, 대학, 기업, 연방정부 및 국립연구소들이 이를 지원할 수 있도록 하고 있다. 그리고 국립과학아카데미(NAS)로 하여금 미국의 장기적 혁신능력 제고에 방해가 되는 장애요인들과 서비스 사이언스(service science)에 대한 연구를 수행토록 하고 있다.

여기의 시사점은 여러 부처와 학계, 기업 등이 정책 및 프로그램에 유기적으로 참여하게 하며, 과학, 공학, 기술, 수학의 교육확대를 제도화하고, 관련 각계각층에서 지원하고 있는 점이다.

특이한 것은 제6절인데, 경쟁력 강화를 위한 혁신정책에서 과학, 엔지니어링, 기술 및 수학(Science, Engineering, Technology, and Mathematics: STEM) 교육의 중요성을 인식하고(Sec.6001 참조), 교육성 및 관련 주체들로 하여금 다양한 STEM 교육 개혁 프로그램들을 설치 수행할 것을 규정하고 있으며, 그 초점은 ① 우수교사의 양성 및 확보(Sec.6111~6116); ② AP/IB³⁾ 교육의 강화(Sec.6121~6131); ③ 수학(Math. Now) 등의 프로그램을 통한 수학교육의 강화(Sec.6201~6204); ④ 외국어 파트너십 프로그램(Foreign Language Partnership Program: FLPP) 등을 통한 외국어교육의 강화(Sec.6301~6304); ⑤ 유아원에서 대학까지를 포함하는 종합적인 교육과정의 조정(Sec.6401); ⑥ 수학·과학 파트너십 보너스 공여 (Mathematics and Science Partnership Bonus Grants: MSPBG)를 통한 낙후지역 STEM 교육의 강화(Sec.6501~6502) 등이 있음을 주목하게 하고 있다.

ACA 제7절에서는 과학재단(National Science Foundation: NSF)을

3) AP(Advanced Placement)와 IB(International Baccalaureate)과목은 고등학교에서 우수한 성적을 나타내는 학생들에게 제공하는 대학수준의 교육내용임.

중심으로 수행되는 혁신 정책 및 프로그램을 기술하고 있다. 제8절에서는 어느 한 부서나 중점 분야에는 속하지 않으나 혁신과 경쟁력에 필요한 기타 일반적 사항(*general provisions*)들을 적시하고 있다. 구체적으로 ① 혁신에서 서비스 산업의 중요성을 인식하고, 이들 서비스산업의 무역규모와 관련 자료들을 수집할 수 있는지 그 가능성을 상무성으로 하여금 점검하도록 하고(*Sec.8001*); ② 지속적인 경제성장에서 중소기업과 이들을 위한 자금시장이 매우 중요하다는 것을 인식하고 이에 대한 정책개발을 주문하며(*Sec.8002*); ③ 정부예산청(*Government Accounting Office*)으로 하여금 신설 및 확대된 프로그램의 효과성을 평가하여 보고할 것을 요구하고(*Sec.8003*); ④ 온라인을 통한 STEM 교육 내용의 확산 방안을 교육성으로 하여금 점검토록 하고 있으며(*Sec.8005*); ⑤ 연구성과의 보안과 관련하여 현재의 수출규제(*deemed exports*)⁴⁾ 정책을 지지한다는 (*Sec.8006*) 등이 기술되어 있다(장창원, 2010).

나. 미국의 서비스과학 정책 방향의 시사점

전반적인 관점에서 조망하면 미경쟁법(*ACA*)은 기업과 시장에 더 다가가는 정책방향을 지향하고 있음을 알 수 있다. 먼저 *ACA*는 그 이름에서 미국의 세계 ‘경쟁력’을 목표로 표방하고 있고, 좀 더 명시적으로 혁신(*innovation*)을 추구할 것을 천명하고 있다. 미국은 전통적으로 과학중심(*science-focused*)의 공급지향정책을 지향하였다. 지금까지 미국 연방정부의 역할은 기업이 할 수 없는 기초연구에 집중 투자

4) *Deemed Export*란 미국령 내에서 특정기술이 외국인에게 개방된다면 그 기술은 수출된 것으로 간주한다는 미국의 수출규제 정책을 지칭한다.

함으로써 과학지식을 생산해 내는 데 그쳤고, 이후에는 기업들의 자유 경쟁 메커니즘을 통해 가장 효율적으로 혁신이 일어나는 것으로 인식 하였던 것이다. 그런데 진정한 과학기술적 ‘혁신’은 공급된 과학적 지식이 기업과 사회에서 좀 더 신속히 응용되고 활용될 때 완성될 수 있다는 점을 인식케 하였다. 동 법은 보다 수요중심의 기술정책이 필요할 뿐만 아니라, 이를 효과적으로 뒷받침할 수 있는 혁신기반 환경의 조성 과 우수인력의 공급이 매우 중요하다는 점을 새롭게 인식하게 된 것을 시사점으로 얻을 수 있을 것이다.

미국의 신 경쟁력 제고를 종합적으로 담고 있는 미경쟁력법(ACA)의 시사점은 첫째, 혁신은 과학과 기술이 유기적으로 결합될 때 비로소 완성 된다는 것이다. 둘째, 이와 같은 혁신의 통합성을 자칫 오해하여 기업의 역할을 정부가 대신해 주는 오류를 범하여서는 안 된다는 것이다. 셋째, 바람직한 혁신정책의 수립은 일회성 작업이 아니라 지속적인 조정과 장기적인 안목이 필요한 과제라는 점이다.

MB정부 출범으로 우리의 과학기술계는 교육인적자원부와 과학기술부가 융합하여 교육과학기술부로 조직개편을 끝내고 조직개편 취지에 따라 제도개선과 더불어 정책을 시행하고 있다. 즉, 선진국 진입을 위해서 고등교육시장과 R&D시장의 연계를 통한 매우 중요시된 전략인 것이다. 다시 말하면, R&D의 획기적인 투자증가와 이를 통한 성공적인 신기술을 창출하고 이를 고등교육시장에서 인재양성을 통해 습득하게 하는 것이며 이들을 고용한 기업에서 활용하게 하는 것이다. 이것이 경쟁력 제고의 핵심 중 하나이다. 이렇게 보았을 때, 우리도 연구개발투자를 획기적으로 늘리고 과학, 공학, 기술, 과학(STEM)교육을 효율적으로 하여 이를 습득한 인재가 적기에 중소기업과 대기업

에서 활용하는 것이다. 확산을 위한 실질적인 자금을 포함한 인재정책 지원이 지속적인 경제성장을 위해 매우 중요하다는 인식이 속히 확산 되어야 할 것이다.

3. 본 연구의 목적

본 연구는 향후 10년간 이러한 과학·기술 교육 부분의 신 경쟁력 구축이 필연적인 상황에서 우리 경제가 지향하게 될 과학·공학·기술·수학 교육의 중요성 인식과 확산을 위한 대응으로 과학·기술 교육의 변화 속도를 받아들이고, 이를 능가하는 인재육성정책 및 제도를 도출하는 데 목적이 있음을 밝힌다. 왜냐하면, 우리 사회에서 1970년대까지는 교육혁명의 속도가 기술발전의 속도를 앞질렀기 때문에 압축적 경제성장의 기반으로 빈부격차를 줄일 수 있었고, 신규 대졸 청년층의 경쟁력 제고로 취업률을 엄청나게 높였던 사실을 경험했기 때문이다.

제2장

과학 · 기술 교육의 인식 현황

1. 과학·기술 교육 인식현황과 개선과제
2. 과학·기술 교육 현황
3. R&D 성과 및 확산 현황

제2장 | 과학·기술 교육의 인식 현황

1. 과학·기술 교육 인식현황과 개선과제

선진국 중 미국이나 일본 두 국가와 그 국민은 과학기술의 힘이 경쟁력을 구성하는 데 얼마나 막강한 요소인지를 체감한 나라이자 국민들이라고 할 수 있다. 역사적으로 미국은 원자폭탄을 투하하기 전엔 태평양전쟁에서 하루 200명씩의 젊은 목숨이 희생되는 것을 봐야 했다. 그걸 과학기술, 원폭이 한 번에 해결해 주었던 사실을 기억하고 있기 때문이다. 일본은 일본대로 (전쟁을) 한번 해 볼 만하다고 생각했는데, 과학기술 무기 하나로 처참한 폐해를 경험했고 손을 들었던 역사를 갖고 있기 때문이다. 이 두 나라는 과학기술이 개인과 국가의 생명이나 존망에 결정적인 영향을 미친다는 사실을 잘 인식하고 있다는 사실이다(김도연, 문화일보 2011. 4. 28. 인터뷰에서).

한국의 경우, 사회 전반적인 분위기가 과학기술을 그저 ‘경제발전의 한 도구’ 정도로 여기고 있는 게 현실이다. “통계를 보니 대한민국 정부 출연 연구소에서 근무하는 박사가 1만여 명이고 변호사도 1만 정도 되는데, 우리 사회의 전반적인 분위기는 부모들이 아이들을 변호사로

키우고 싶어 하지 과학자로 키우려 하는 것 같지 않다. 저는 과학기술자와 연구원들이 자기 아이에게 ‘나처럼 살아라’라고 말할 수 있는 사회를 강조하고 만들고 싶다”(김도연, 문화일보 2011. 4. 28. 인터뷰).

우리나라에서는 언론매체나 모임을 통해 주부(아줌마)들에게 아무리 말을 재미있게 잘하는 사람이라도 ‘과학’을 이야기하면 실패한다는 인식이 팽배하다. 이러한 사실은 각 언론이나 매체 그리고 교육관련기관의 과학관련 프로그램이나 과학지면 그리고 과학교육방법 등 현실 속의 인식변화가 필요한 부분임을 일깨운다. 즉, 과학은 철저히 배제되어 있으며, ‘수학’을 잘 모르는 것을 자랑스럽게 이야기해도 부끄럽지 않고 상대방이 ‘수학’에 약하다는 지적에 덜 민감하게 생각하며 오히려 계산적이지 않아 좋다는 잘못된 인식을 갖고 있다. 이러한 잘못된 인식은 경제 선진국뿐 아니라 문화 선진국으로 가기 위해서는 변화되어야 할 부분임을 말해 주고 있다.

우리나라는 지식기반 경제의 급격한 심화와, 사회가 정보통신기반 경제로 변화되고 있고, 선진국 진입을 위한 국민들 열망과 인식이 확대됨에 따라 이를 실현하기 위해서는 창조적인 과학·기술 부문에서 고급 인력의 양성과 활용이 매우 중요해지고 있음을 보여 주고 있다. 특히 창조형 혁신체제 구축을 통한 3만 달러 시대진입이 선결여건 중 하나이며, 선진국을 비롯한 세계 각국에서 국가 경쟁력을 강화하고자 할 때 가장 필수적으로 제시하는 것이 수학과 과학 교육 강화이다. 미국 한림원에서는 미래 국가 경쟁력 강화를 위한 제안 중 첫 번째로 ‘K-12 과학과 수학교육 향상으로 인재 양성’을 제안하였고, 이에 STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics) 교육을 강화하고 있다.

영국의 경우도 자세히 후술할 예정이지만, 교육기술부가 중심이 되

어 STEM프로그램 확산을 위해 관련 파트너 및 주관기관들과 합심해 전 방위적으로 국가 전체와 지방을 유기적으로 연결해 필요한 사항을 시행하고 있다. 일본의 경우, 유토리교육을 포기하면서 중등교육에서 과학교육을 강화하였다 2004년부터 2014년까지 과학과 혁신투자 기본 틀은 2004년 7월 HMT, 무역·산업부(DTI), 고용·교육부(DfES) 주축으로 출판된 정부 간행물로, 과학기반구축을 지원하기 위해 과학, 공학, 기술, 수학(STEM) 인재공급을 확보하고 유지하려는 장기전략 준비인 것이다. 이 보고서의 목적은 STEM인력 공급증가를 통해 영국이 기술도전환경 변화에 대응하고, 세계적인 경쟁력을 갖고 과학기반 R&D에 세계적인 리더국이 되는 데 있음을 천명하고 있다⁵⁾. 영국의 STEM 기획보고서를 중심으로 살펴본 이유는, 우리나라의 입장에서는 고부가가치 창출의 기반이 되는 첨단 과학·기술 분야의 고급인력 양성은 국가 경쟁력과 밀접한 연관성을 가지고 있기 때문이다.

21세기 지식정보화사회에서 새로운 과학지식을 배경으로 한 기술력은 무한경쟁시대에 국가경쟁력이기 때문에 과학·기술자들이 새롭고 우수한 능력을 가지고 있어야 하고, 사회적인 갈등과 문제점을 해결하는 데에도 점점 과학지식이 중요해지기 때문에 일반 시민들의 과학적 소양 또한 매우 중요해지고 있다. 그러기에 일반 국민을 대상으로 하는 충실한 과학·기술교육은 ‘과학기술 중심사회’를 구축하고 유지하기 위해 매우 핵심적인 사회적 과제의 하나이다. 즉, 국민의 과학적 소양은 국가 신 경쟁력 제고와 원만한 사회적 합의도출은 물론, 개인의 건강과 안전을 지키기 위해 누구에게나 반드시 요구되는 필수소양

5) 본 연구목적과 매우 흡사한 영국의 STEM 기획보고서를 중심으로 우리나라의 신 경쟁력을 위한 과학·기술 기반 구축의 내용을 살펴보는 것은 매우 의미가 있을 것이다

인 것이다. 그러면 이처럼 핵심적인 과제로 자리매김되고 있는 과학기술교육을 우리나라는 얼마나 잘하고 있을까? 많은 과학자들이 직접 현장에서 확인한 바에 따르면 취학 전이거나 초등학교에 재학 중인 학생들의 과학에 대한 흥미는 어느 나라에 비하여도 부족하지 않다. 하지만 문제는 이러한 “선천적인” 능력과 흥미가 정규 학교교육을 받으면서 제대로 북돋아지고 계발(啓發)되는가 하는 점이다. 오히려 학년이 올라갈수록 학생들의 과학적인 상상력과 창의력이 소중히 키워지는 것이 아니라, 대신 그 자리에 오래되고 죽어 있는 책 속의 지식이 그대로 주입되고 있다는 주장도 있다. 이하에서는 한국의 수학·과학교육의 현실과 현황에 대해서 살펴보고 시사점을 얻고자 한다.

2. 과학·기술 교육 현황

가. 초·중등 과학·기술 교육 평가

한국의 초·중등 과학교육의 현황을 살펴보면, 과학과 교육과정의 과학교육 수업시간 수의 부족, 탐구실험 활동의 약화, 과학에 대한 흥미와 자신감의 감소, 과학 학업성취도 하락 등의 문제가 드러나고 있다고 하겠다.

먼저 초·중등과정을 살펴보면, 한국의 초·중등과정의 수학·과학교육에 대하여는 세계적인 수준으로 볼 때 대체적으로 잘되고 있다는 평가를 받고 있다.

<표 2-1>에서 보듯이, 경제협력개발기구(OECD)가 주관하는 만 15세 학생들의 학업성취도 국제비교평가(Programme for International

Student Assessment : 이하 PISA)를 보면, 2009년 평가에서 한국 학생들은 수학영역에서는 546점으로 OECD 국가 중에서 1~2위, 전체 국가 중에서 3~6위를, 과학영역에서는 538점으로 OECD 국가 중에서 2~4위, 전체 국가 중에서 4~7위를 차지하고 있다.

〈표 2-1〉 PISA 2009 국제 비교 결과

수 학				과 학			
국가별	평균 점수	순위		국가별	평균 점수	순위	
		OECD 국가	전체 국가			OECD 국가	전체 국가
상하이-중국	600	-	1	상하이-중국	575	-	1
싱가포르	562	-	2	핀란드	554	1	2~3
홍콩-중국	555	-	3~4	홍콩-중국	549	-	2~3
대한민국	546	1~2	3~6	싱가포르	542	-	4~6
대만	543	-	4~7	일본	539	2~3	4~6
핀란드	541	1~3	4~7	대한민국	538	2~4	4~7
리히텐 슈타인	536	-	5~9	뉴질랜드	532	3~6	6~9
스위스	534	2~4	6~9	캐나다	529	4~7	7~10
일본	529	3~6	8~12	에스토니아	528	4~8	7~11
캐나다	527	4~6	9~12	호주	527	4~8	7~11
네덜란드	526	3~7	8~13	네덜란드	522	4~11	7~16
마카오-중국	525	-	10~12	대만	520	-	11~15
뉴질랜드	519	6~8	12~14	독일	520	7~10	10~15
벨기에	515	7~11	13~17	리히텐 슈타인	520	-	10~16
호주	514	7~11	13~17	스위스	517	8~12	12~17
독일	513	8~12	13~17	영국	514	9~13	14~19
에스토니아	512	8~11	14~17	슬로베니아	512	10~13	16~19
아이슬란드	507	11~13	17~19	마카오-중국	511	-	16~19
덴마크	503	12~16	18~21	폴란드	508	12~16	17~22
슬로베니아	501	13~15	19~21	아일랜드	508	11~17	16~23
OECD 전체 평균	488			OECD 전체 평균	496		

자료: 한국교육과정평가원, 「OECD 학업성취도 국제 비교 연구(PISA 2009) 결과보고서」, 2010

또한 <표 2-2>, <표 2-3>에서 보듯이, 국제교육성취도평가협회(International Association for the Evaluation of Educational Achievement) 주관으로 2007년에 실시한 50개 참여국의 학생들의 수학·과학성취도 국제비교 연구(Trends in International Mathematics and Science Study : TIMSS)에서도 한국의 만 13세 학생(중학교 2학년)들의 TIMSS 2007 수학 성취도 평균점수는 597점으로 국제 순위 2위를 차지하였고, 과학 성취도 평균점수는 553점으로 TIMSS 2003년에 비해 5점이 하락하였으며, 국제 순위는 4위로 나타났다.

이처럼 한국 중·고교 학생들의 객관적인 수학·과학 실력은 세계 상위권에 있다고 평가되고 있지만, 문제점을 지적하면 다음과 같다. 중요한 문제점의 하나는 최상위권(Excellent) 수준의 성취도를 보인 학생들의 비율이 우리의 경쟁국인 싱가포르나 대만과 비교하였을 때 크게 낮은 것으로 나타난 점이다. 이는 우리나라 교육현실이 평준화 교육을 지나치게 강조하여 수월성 교육이 등한시된 영향이 아닌가 생각된다. 특히 최근 교육당국의 수월성 교육에 대한 여러 차별과 압박은 앞으로 우리나라 인재교육의 어려움을 더욱 심화시킬 것으로 우려되고 있다.

〈표 2-2〉 TIMSS 2007년 수학 성취도 결과

국가	수학 평균	내용 영역								인지 영역					
		수		대수		기하		자료와 가능성		수		대수		기하	
		평균	순위	평균	순위	평균	순위	평균	순위	평균	순위	평균	순위	평균	순위
호주	496	503	13	471	19	487	15	525	9	500	13	487	16	502	9
대만	598	577	3	617	1	592	1	566	4	592	3	594	2	591	1
영국 (잉글랜드)	513	510	8	492	11	510	6	547	6	514	6	503	11	518	6
홍콩	572	567	4	565	4	570	5	549	5	569	4	574	4	557	5
헝가리	517	517	6	503	8	508	8	524	10	513	7	518	7	513	7
일본	570	551	5	559	5	573	4	573	3	565	5	560	5	568	4
대한민국	597	583	2	596	2	587	2	580	1	595	1	596	1	579	2
싱가포르	593	597	1	579	3	578	3	574	2	593	2	581	3	579	2
미국	508	510	8	501	9	480	18	531	7	503	11	514	8	505	8

자료: 한국교육과정평가원, 「수학·과학 성취도 추이 변화 국제비교 연구 -TIMSS 2007 결과보고서-」, 2008

〈표 2-3〉 IMSS 2007 과학 성취도 결과

국가	과학 평균	내용 영역								인지 영역					
		생물		화학		물리		지구 과학		수		대수		기하	
		평균	순위	평균	순위	평균	순위	평균	순위	평균	순위	평균	순위	평균	순위
호주	515	518	13	505	13	508	11	519	12	510	13	501	14	530	9
대만	561	549	3	573	1	554	4	545	1	560	2	565	1	541	5
영국 (잉글랜드)	542	541	5	534	9	545	5	529	9	538	7	530	9	547	4
홍콩	530	527	10	517	10	528	8	532	7	522	10	532	8	533	8
헝가리	539	534	6	536	5	541	6	531	8	549	4	524	10	530	9
일본	554	553	2	551	3	558	3	533	6	555	3	534	4	560	2
대한민국	553	548	4	536	5	571	2	538	4	547	5	543	3	558	3
싱가포르	567	564	1	560	2	575	1	541	3	567	1	554	2	564	1
미국	520	530	8	510	11	503	14	525	10	516	11	512	12	529	11

자료: 한국교육과정평가원, 「수학·과학 성취도 추이 변화 국제비교 연구 -TIMSS 2007 결과보고서-」, 2008

또 하나의 중요한 문제점은, 우리나라 학생들의 수학과 과학학습에 대한 흥미, 동기, 자신감 등은 OECD 평균보다 낮은 수준이었으며, 일반적으로 “즐거워서” 수학과 과학 공부를 하기보다는 “할 수 없이” 하는 것처럼 보인다는 점이다. 아마도 중·고교 학생들이 대학입시와 사교육의 중압감에 시달리는 것이 큰 원인이라고 볼 수 있을 것이다. 무릇 창조적인 탐구란 본인이 가진 의문을 스스로 해소해 가는 과정이 중요한데, 오로지 정답을 이해하고 외우는 것이 교육의 목적처럼 되어 있으니, 창조적인 탐구능력의 개발은 뒷전으로 밀리고 있는 듯한 실정이다. 이처럼 맹목적으로 정해진 정답만을 찾는 교육과정 속에서 과학기술 과목이 호기심을 충족시켜 주는 과정이 되지 못하고 어려운 공식과 잡다한 사실만을 암기하는 과정에 불과하게 되어, 재미없고 어렵게 생각되는 과목이 되고 있다.

나. 이공계대학 신입생의 과학·기술 교육 수준

학생들의 과목선택권을 중시했던 “7차 교육과정”의 영향으로 한국의 이공계 대학교에 입학하는 학생들의 수학·과학 실력이 저하되었다는 평가가 많다. 특히 미적분이나 심화된 물리·화학·생물과목들을 이수하지 않아도 이공계 대학에 진학 할 수 있는 제도 때문에, 대학에서 이공계 전공을 공부하는 데 필요한 수학 및 기초과학 지식이 부족한 상태로 입학하는 학생들이 많이 늘고 있는 것이다. 또한 한 대학, 한 학과에 입학한 학생들 간의 실력 차이도 커서, 서울대학교를 비롯한 많은 대학에서 1학년 기초수학 및 과학 과목에서 수준별 수업을 실시하고 있는 실정은 이러한 사실을 잘 말해 주고 있다.

이러한 문제의 심각성은 전국자연과학대학장협의회에서 2007년 초에 전국 20개 대학의 이공계 대학 신입생 976명에 대하여 중·고등학교에서 다루는 기초수학 실력을 테스트해 본 결과 극명하게 드러났다. 이 조사에서 현재 중·고등학교에서 사용하고 있는 교과서 예제 수준의 평이한 주관식 문제 20문제(중등과정 5문제, 고등수학 I과정 6문제, 미적분을 포함한 고등수학 II과정 9문제)로 시험을 보았는데, 전체 평균이 50점에도 미치지 못하는 48.4점이라는 충격적인 결과가 나온 것이다. 또한 미적분을 포함한 고등수학 II과정은 평균 34.2점에 불과하여 대학에서 미적분 수업을 따라갈 수 있는 기본적인 소양이 부족함이 드러났다(<표 2-4> 참조).

이에, 중등과정에서 수학·과학 교육의 문제는 고스란히 대학 교육에 떠넘겨져서 대학의 수학·과학 교육 내용의 수준을 낮추도록 하고 있고, 실제로 일부 대학 이공계에서 고등학교과정을 대학에서 별도의 기초반을 설치하여 보충수업의 형태로 가르치고 있다.

〈표 2-4〉 전국 20개 대학 이과 신입생의 중·고 수학 성적

	중등과정 5문제	고등 I과정 6문제	고등 II과정 9문제	평균
기대점수	85	65	45	65
결과점수	74.2	48.2	34.2	48.4

자료: 한국수학교육학회, 「대학 신입생의 수학 기초실력 분석」, 2007

<표 2-5>에서 보듯이 각 분야의 평균점수가 매우 낮은 것으로 보아 전체적으로 학력이 떨어짐을 알 수 있다. 점수로 볼 때 상위권 대학과 하위권 대학의 학력차이는 매우 크며, 표준편차는 같은 대학의 같은 전공 학생 간에도 학력의 차이가 큼을 보여 준다.

<표 2-5> 전국 20개 대학 이과 신입생의 중·고 수학 성적 대학별 비교

대학교	중등	고등 I	고등 II	합계	학생 수	표준편차
	25점	30점	45점	100점		
A	23.2	24.6	36.5	84.3	46	9.4
B	23.4	24.0	33.1	80.5	45	11.2
C	23.2	21.9	33.8	79.0	45	10.1
D	22.3	19.6	29.1	71.0	50	13.9
E	22.6	20.1	25.4	68.1	48	15.9
F	22.4	20.9	24.6	67.9	69	17.3
G	22.9	17.8	26.1	66.8	49	19.4
H	22.8	18.8	18.3	59.9	48	12.9
I	21.0	15.5	16.4	52.9	54	17.0
J	20.9	13.1	7.8	41.8	41	12.4
K	17.1	12.4	11.6	41.1	38	19.2
L	17.2	11.6	9.2	37.9	47	16.8
M	17.6	12.7	7.0	37.3	49	17.5
N	18.8	10.9	6.8	36.6	47	15.4
O	15.9	10.4	5.8	32.0	43	17.5
P	15.5	9.0	6.9	31.4	40	21.8
Q	13.4	8.7	2.7	24.8	41	13.1
R	11.8	7.6	3.5	22.8	99	14.7
S	9.3	5.0	1.8	16.1	43	11.2
T	9.8	4.5	1.4	15.6	34	14.0
전체평균	18.5	14.4	15.4	48.4	976	
백분율	74.2	48.2	34.2			

자료: 한국수학교육학회, 「대학 신입생의 수학 기초실력 분석」, 2007

참가대학을 상위권 6개 대학, 중위권 7개 대학 그리고 하위권 7개 대학으로 임의로 다시 나누어 각 권역의 점수를 <표 2-6>에 나타냈다.

〈표 2-6〉 전국 20개 대학 이과 신입생의 중·고 수학 성적 등급별 비교

등급	중등	고등 I	고등 II	합계
	25점	30점	45점	100점
상위권(6)	22.9	21.8	30.4	75.1
중위권(7)	19.9	14.5	13.8	48.2
하위권(7)	13.5	8.0	4.1	25.6

자료: 한국수학교육학회, 「대학 신입생의 수학 기초실력 분석」, 2007

<표 2-6>에서 보듯이 학력차이로 인해 상위권 대학에서 사용하는 교재와 방법을 하위권 대학에서도 똑같이 사용하는 것에는 무리가 있음을 잘 보여준다.

<표 2-7>은 수도권에 있는 11개 대학과 수도권이 아닌 9개 대학의 성적을 비교한 것이다.

〈표 2-7〉 전국 20개 대학 이과 신입생의 중·고 수학 성적 수도권 대학과 비수도권 대학의 비교

대학교	중등	고등 I	고등 II	합계
	25점	30점	45점	100점
수도권	20.5	16.8	19.9	57.2
비수도권	16.1	11.5	9.9	37.6

자료: 한국수학교육학회, 「대학 신입생의 수학 기초실력 분석」, 2007

이러한 문제점은 7차 교육과정에서 지나치게 학생들의 선택권을 강조하여 꼭 필요한 과목도 회피할 수 있게 만든 것이 근본 원인이라고 판단된다. 또한 학교 내신의 상대평가제도 및 대학수학능력시험에서의 표준점수 제도는 점수 따기 쉬운 과목에 학생들이 몰리고, 과학의 심화과목은 학생들이 기피하는 현상을 가져왔다.

24 국가 신 경쟁력 제고를 위한 과학·기술 교육 혁신방안

<표 2-8>에서 보듯이 공과대학의 대부분의 학과 전공수업을 이해하는 데 필수적인 물리 II 과목을 고등학교에서 이수하는 학생 수는 일반계 고등학교 전체 학생 수의 4.3%에 불과하였다(2010년 기준).

<표 2-8> 일반계 고등학교에서 물리II 과목을 이수하는 학생 수

(단위: 명, %)

각연도	일반계 고등학교 전체 학생 수	물리II 과목을 이수하는 학생 수	비율
2005	1,259,792	59,943	4.8
2006	1,281,508	62,039	4.8
2007	1,347,363	58,714	4.4
2008	1,419,486	59,390	4.2
2009	1,484,966	67,316	4.5
2010	1,496,227	64,314	4.3

자료: 교육인적자원부, 교육통계연보, 각년호

이와 더불어, 대학 신입생 숫자의 감소를 만회하기 위하여 대학들이 경쟁적으로 쉬운 입시 제도를(예 : 이공계열 신입생들이 미적분 없는 수리 ‘나’ 형을 선택할 수 있게 한 소위 교차지원 허용) 채택한 것도 중요한 원인이라 할 것이다. 이러한 원인으로 전체 대학정원의 절반 정도가 이공계 학과인 데 비하여, 이공계 수업에 필수적인 미적분을 포함하는 수리 ‘가’ 형을 선택한 학생 수는 전체 대학수학능력시험 응시자 중 21.7%에 불과한 현상이 나타나고 있다(<표 2-9> 참조).

〈표 2-9〉 2005~2011학년도 대학수학능력시험 영역별 응시자 수

(단위: 명, %)

학년도	언어 영역		수리 영역 '가'형		수리 영역 '나'형		외국어 영역	
	빈도	비율	빈도	비율	빈도	비율	빈도	비율
2005	567,950	98.9	145,823	25.4	358,435	62.4	570,431	99.3
2006	551,554	99.5	131,769	23.8	367,016	66.2	549,544	99.1
2007	549,959	99.7	117,273	21.2	383,195	69.4	546,320	99.0
2008	549,731	99.8	122,533	22.3	383,700	69.7	543,945	98.8
2009	558,852	99.9	121,828	21.8	397,772	71.1	552,503	98.8
2010	637,530	99.9	137,073	21.5	461,936	72.4	629,928	98.7
2011	668,339	99.9	145,124	21.7	481,413	72.0	657,695	98.3

자료: 한국교육과정평가원, 2011학년도 수능 성적 분석 결과 발표-보도자료(2011).

사실 과학기술계는 이 같은 현상의 심각성을 인식하고 고등학생들이 이공계 전공에 필수적인 과목을 회피하는 현상을 막기 위하여 2007년 초에 개정된 “제8차 (수시) 교육과정” 사전 개편작업에서 수학·과학 교육을 강화해 달라고 주장하였지만, 그러한 주장은 반영되지 못하였다. 하지만 이 문제는 앞으로 우리나라 미래의 국가 신 경쟁력을 위해 반드시 해결해야 할 과제라고 생각된다.

다. 이공계대학의 과학·기술 교육 성과 및 평가

한국 대학에서의 이공계 교육은 일반적으로 그리 높게 평가받지 못하는 것이 사실이다. 기업에서는 이공계 대학 졸업생들의 실무능력이 떨어져서 장기간의 재교육이 필요하다고 불평하고 있고, 스위스의 국제경영개발연구원(International Institute for Management and Development : IMD)이 매년 발표하는 국제경쟁력 평가에서도 한국의 국가경쟁력 순위, 한국의 대학교육은 거의 최하위로 평가받고 있다(<표 2-10, 11, 12> 참조). 이러한 평가의 원인으로는 실무 현장과는

26 국가 신 경쟁력 제고를 위한 과학·기술 교육 혁신방안

동떨어진 공학교육, 경쟁체제가 부실한 한국 대학사회의 현실 등이 거론되고 있는 것은 잘 알려진 사실이다.

〈표 2-10〉 국가경쟁력 순위 -사회 인프라 부문- (2010년)

(단위: 순위)

구분	사회 인프라					
	기초 인프라	기술 인프라	과학 인프라	보건 및 환경	교육	
북미						
캐나다	4	3	9	14	8	7
미국	1	11	1	1	20	21
태평양 연안						
한국	20	20	18	4	27	35
오스트레일리아	18	19	25	16	14	9
일본	13	18	23	2	11	29
뉴질랜드	22	23	31	26	15	8
유럽						
오스트리아	10	9	17	15	4	10
벨기에	19	8	28	22	17	6
덴마크	5	7	6	19	5	3
핀란드	6	15	15	13	7	2
프랑스	14	10	20	11	10	15
독일	8	5	16	3	9	20
아일랜드	24	39	27	21	13	16
이탈리아	32	54	32	20	25	34
룩셈부르크	21	24	10	25	16	17
네덜란드	12	4	12	17	12	12
포르투갈	29	35	26	30	26	27
에스파냐	28	28	39	24	22	36
스웨덴	2	14	8	7	1	5
영국	15	22	13	8	19	19
기타 OECD 회원국						
노르웨이	7	2	11	18	6	11
폴란드	36	38	41	33	41	24
스위스	3	6	14	9	3	4

주: * 연도별로 되어 있지 않음. ** 부문별 국가경쟁력 순위: IMD가 발표하는 국가경쟁력의 부문별 순위를 비교.

자료: IMD(2010). World Competitiveness Yearbook.

〈표 2-11〉 국가경쟁력 순위 국제 비교 -교육분야- (2010년)

순위	국가명	순위	국가명
1	아이슬란드	30	홍콩
2	핀란드	31	우크라이나
3	덴마크	32	그리스
4	스위스	33	말레이시아
5	스웨덴	34	이탈리아
6	벨기에	35	한국
7	캐나다	36	에스파냐
8	뉴질랜드	37	러시아
9	오스트레일리아	38	크로아티아
10	오스트리아	39	카타르
11	노르웨이	40	카자흐스탄
12	네덜란드	41	슬로바키아
13	싱가포르	42	아르헨티나
14	이스라엘	43	루마니아
15	프랑스	44	불가리아
16	아일랜드	45	요르단
17	룩셈부르크	46	중국
18	에스토니아	47	태국
19	영국	48	칠레
20	독일	49	남아프리카
21	미국	50	베네수엘라
22	리투아니아	51	페루
23	타이완	52	멕시코
24	폴란드	53	브라질
25	슬로베니아	54	터키
26	체코	55	인도네시아
27	포르투갈	56	필리핀
28	헝가리	57	콜롬비아
29	일본	58	인도

자료: IMD(2010). World Competitiveness Yearbook.

〈표 2-12〉 우리나라의 교육 경쟁력 연도별 추이

항목	2006		2007		2008		2009		2010	
	순위	지표	순위	지표	순위	지표	순위	지표	순위	지표
교육 분야 전체 순위	37/53		29/55		35/55		36/55		35/55	
1. GDP 대비 교육관련 공공지출	35	4.22	34	4.23	-	-	-	-	-	-
2. 1인당 교육관련 공공지출**	28	831	28	916	-	-	-	-	-	-
3. 초등학교 교사 1인당 학생 수	48	26.62	48	25.59	39	24.07	-	-	-	-
4. 중등학교 교사 1인당 학생 수	47	18.04	46	18.06	33	18.05	-	-	-	-
5. 중등학교 취학률	7	96.11	8	96.45	8	95.46	-	-	-	-
6. 25~34세 인구의 고등교육 이수율	4	53.00	2	56.00	-	-	-	-	-	-
7. 인구 천 명당 고등교육 외국인 학생 수	38	0.46	34	0.66	26	0.83	-	-	-	-
8. 인구 천 명당 고등교육 유학생 수**	11	2.11	11	2.17	-	-	-	-	-	-
9. 학업 성취도**	수학	4	548	-	-	-	-	-	-	-
	과학	10	522	-	-	-	-	-	-	-
10. 영어숙달도 (토플성적)**	-	-	49	77.00	48	78.00	-	-	-	-
11. 교육제도 (경쟁 사회의 요구에 부합 정도)*	33	4.47	32	4.22	41	3.68	32	4.38	31	5.03
12. 대학교육 (경쟁 사회의 요구에 부합 정도)*	43	4.29	40	4.46	55	3.39	51	3.95	46	4.28
13. 경영 교육*	-	-	-	-	39	4.77	42	4.52	43	4.70
14. 15세 이상 문맹률	-	-	32	1.70	32	1.70	-	-	-	-
15. 언어 능력 (기업의 요구에 부합 정도)*	34	4.65	44	3.93	36	4.75	34	4.88	39	4.98

주: 1) (*)표시는 정성지표(Survey 설문자료)로서 1~10 사이의 값을 가짐.
 2) (**)표시는 순위산출에 활용되지 않고, 해당 국가의 배경 정보 확인용임.
 자료: IMD(2010). World Competitiveness Yearbook.

하지만 최근에는 한국의 대학들도 많이 변화하고 있다. 많은 공과대학 학과들이 한국공학교육인증원의 공학교육인증⁶⁾을 이미 받았거나 받으려고 준비하고 있고(<표 2-13> 참조), 2007년 한국공학교육인증원의 국제적인 워싱턴 어코드(Washington Accord)⁷⁾ 정회원 가입도 성사되었다.

〈표 2-13〉 연도별 EAC/CAC/TAC 인증평가 대학 및 프로그램 현황

각년도	공학 (EAC)				컴퓨터정보기술 (CAC)				공학기술 (TAC)				계	
	신규		중간		신규		중간		신규		중간			
	대학	프로그램	대학	프로그램	대학	프로그램	대학	프로그램	대학	학위과정	대학	학위과정	대학	프로그램
2001년	2	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	11
2002년	3	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	17
2003년	4	28	3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	7	33
2004년	6	33	4	8	-	-	-	-	-	-	-	-	9	41
2005년	7	40	10	35	-	-	-	-	-	-	-	-	15	75
2006년	8	52	16	65	8	9	2	2	-	-	-	-	25	128
2007년	17	130	15	81	5	6	1	1	-	-	-	-	30	218
2008년	29	206	21	119	1	1	2	2	-	-	-	-	42	328
2009년	13	65	27	169	1	3	5	6	-	-	-	-	36	243
2010년	23	92	39	286	9	9	8	8	11	36	-	-	68	431

자료: 한국공학교육인증원 홈페이지.

6) 공학교육에 대한 엄정한 평가를 통해 교육 수요자가 필요로 하는 교육의 품질을 보증하기 위해 대학의 공학 및 공학프로그램에 인증을 부여함.

7) 워싱턴 어코드는 미국, 영국, 호주, 캐나다, 뉴질랜드, 아일랜드 6개 국가의 공학교육프로그램(Professional engineering degree program)의 인증을 담당하는 기관들끼리 서로 공학교육의 'Substantial Equivalency'를 보장하기 위한 'Mutual recognition'으로 1989년에 맺은 협약임.

또한 최근에 서울대학교의 자연대와 공대 학과들이 외국의 석학들을 초빙하여 실시한 해외 석학평가에서는 서울대학교의 학부과정교육이 그 내용과 질에서 세계적인 수준에 뒤떨어지지 않는다는 평가를 받은 바도 있다. 다만, 아직도 실험실습 교육시설이 부족한 점, 영어로 진행되는 강의가 많지 않아 국제화지수가 낮은 점 등이 문제점으로 지적되었고, 이는 앞으로 개선해야 할 과제이다.

최고의 고급인력을 양성하는 대학원교육은 기본적으로 교수들의 연구능력과 밀접히 관련되어 있다. 이 점에서도 한국의 대학은 과거 20년 동안 괄목할 만한 발전을 이루었다. <표 2-14, 15>에서 보듯이, 국내 대학교수 1인당 SCI 논문 발표 현황과 SCI에 발표되는 논문 수로는 한국이 2008년도에는 세계에서 12위를 차지하였고, 피인용지수도 세계 30위를 차지하였다. 앞으로 국제화 수준을 높이고 실험시설 등 인프라 투자가 지속된다면 몇몇 대학교는 이공계 분야에서 세계 최상위 수준으로 도약할 가능성이 충분히 있다.

〈표 2-14〉 국가별 SCI 논문 발표 수 현황(2008년)

(단위: 편, %)

순위	국가	2008년	2007년	논문 수 증가율
1	미국(1)	340,638	304,700	11.79
2	중국(2)	112,804	89,958	25.4
3	영국(3)	91,273	82,603	10.5
4	독일(4)	87,424	76,313	14.56
5	일본(5)	79,541	73,555	8.14
6	프랑스(6)	64,493	54,205	19.98
7	캐나다(7)	53,299	46,938	13.55
8	이탈리아(8)	50,367	43,600	15.52
9	에스파냐(9)	41,988	34,300	22.41
10	인도(11)	38,700	29,536	31.03
11	오스트레일리아(10)	36,787	29,707	23.83

<표 계속>

순위	국가	2008년	2007년	논문 수 증가율
12	한국(12)	35,569	27,284	30.37
13	브라질(15)	30,415	19,496	56.01
14	네덜란드(14)	28,443	24,782	14.77
15	러시아(13)	27,909	25,663	8.75
16	타이완(16)	22,608	18,599	21.55
17	스위스(17)	21,065	18,290	15.17
18	터키(19)	20,794	15,943	30.43
19	폴란드(21)	19,533	13,647	43.13
20	스웨덴(18)	19,127	17,508	9.25
21	벨기에(20)	16,194	13,825	17.14
22	이스라엘(22)	12,331	10,962	12.49
23	이란(27)	11,607	7,700	50.74

주: 1) ()안은 2007년도 순위임.

- 2) 국가별 SCI(Science Citation Index, 과학문헌인용색인) 논문 발표 수 현황은 SCI NSI DB & WoS DB 분석결과를 토대로 하였음. SCI Web Version인 WoS(Web of Science DB)는 세계적으로 권위 있고 영향력 있는 저널을 통해 1900년부터 현재까지의 여러 전문 분야에 대한 깊이 있는 연구 정보를 제공하는 DB로서, SCI Expanded(Web DB) 8060여 종의 저널에 게재한 논문유형을 대상으로 국내 기관별·분야별 논문 발표 수와 피인용도에 관한 자료를 추출할 수 있어 국내 기관 간 수준 비교에 적합함.

자료: 교육과학기술부, 2008년 우리나라 SCI 논문 수 세계 12위-보도자료(2009).

<표 2-15> 국내 대학교수 1인당 SCI 논문 발표 현황(2007년)

(단위: 편, 명)

순위	기관명	교수 1인당 논문수
1	광주과학기술원*	5.07
2	포스텍*	4.45
3	서울대	3.71
4	카이스트*	3.31
5	성균관대	2.48
6	고려대	2.17
7	한양대	1.88
8	연세대	1.84
9	경북대	1.53
10	인하대	1.49
11	이화여대	1.43
12	부산대	1.41
13	울산대	1.36
14	충남대	1.31

<표 계속>

순위	기관명	교수 1인당 논문수
15	전남대	1.12
16	아주대	1.11
17	경희대	1.03
18	건국대	1.02
19	경상대	0.95
20	충북대	0.94
21	중앙대	0.91
22	전북대	0.9
23	가톨릭대	0.78
24	영남대	0.77
25	조선대	0.69
26	강원대	0.63

- 주: 1) 논문 수 300편 이상 발표한 대학을 기준으로 함.
 2) 교수 1인당 논문 수 = 논문 수/교수 수
 3) *는 의학 분야가 없는 대학임.
 4) SCI(Science Citation Index, 과학문헌인용색인)는 매년 미국 과학기술정보연구소(ISI)에서 제공하는 과학기술분야 논문인용정보로 30년 이상 업정한 심사를 거쳐 학술적으로 기여도가 높은 학술지를 선정하고, 이들 학술지에 대한 DB를 구축하여 과학기술 논문 수, 국가별, 연구기관별, 대학별 발표 논문 수와 순위 등을 제공하는 논문 색인자료임.
 자료: 교육과학기술부, 「2007년도 SCI 논문 분석 결과 발표」

3. R&D 성과 및 확산 현황

가. R&D 성과 확산 필요성과 국가 신 경쟁력의 개념

R&D 성과 확산을 통한 국가 신 경쟁력을 제고하기 위해서는 국가 신 경쟁력에 대한 다양한 측면에서의 개념 접근이 필요하다. 국가 신 경쟁력은 여러 측면에서 정의될 수 있으나, 과학·공학·기술·수학 (Science, Engineering, Technology, Mathematics) 등의 지식을 바탕으로 새로운 혁신적인 서비스 또는 제품을 개발하고 사업화할 수 있는 능력으로 정의될 수 있다.

향후 단순 과학·공학·기술·수학 지식 자체로는 새로운 부가가치

창출에 한계를 가질 수 밖에 없으며, 이러한 신 경쟁력을 가진 인재를 육성하기 위해서는 기존의 단순 과학·공학·기술·수학 지식 등 한 가지 분야의 전문 지식을 ‘I’ 자형 인재 육성을 넘어 1~2개 과학·공학·기술·수학 분야의 전문 지식과 함께 인문·사회·과학 지식도 함께 보유한 융합형 지식을 가진 ‘T’ 자형 또는 ‘π’ 자형의 융합 인재 육성이 필요하다.

‘I’ 자형 인재란, 특정한 한 가지 학문분야 대해 깊이 있는 전문 지식을 가진 인재를 의미한다. 즉 ‘I’ 자가 나타내는 아래 한 방향으로 종적인 방향의 지식을 가진 것으로, 형태대로 과학이나 공학의 특정 분야, 예를 들어 전자공학이나 생물학 등의 학문 영역에 깊이를 가진 지식을 가진 인재를 의미한다. 이러한 형태의 ‘I’ 자형 인재는 산업화 시대에 각광 받는 인재 형태였다.

이와 반면에 ‘T’자형 인재는 ‘-’ 형태의 횡적인 종합적인 지식과 함께 ‘I’ 형태의 종적인 전문지식을 함께 가진 인재라고 할 수 있다. 이러한 ‘T’ 자형 인재에 대한 개념은 횡적인 종합지식인 통찰력과 종적인 전문 과학 공학적 기술지식을 겸비한 형태로 융합형 지식을 가진 인재라고 할 수 있다.

‘T’ 자형 인재에서 한 발 더 나아가, 종적인 전문지식을 하나 더 가진 인재가 ‘π’ 자형(또는 II 파이 형) 인재이다. 횡적인 통찰력과 지식을 의미하는 ‘-’ 형 지식과 함께 전문적인 지식 ‘I’ 을 두 가지 결합한 형태가 ‘π’ 형 인재인 것이다. ‘π’ 형 인재는 하나의 전문지식만을 가진 것으로는 미흡하고, 두 가지의 종적인 형태의 전문지식과 함께 횡적인 종합지식이 필요하다고 볼 수 있다.

이러한 ‘T’ 자형 인재에 대해 IBM 등의 글로벌 기업에서는 하나의

깊은 지식과 하나의 넓은 지식을 동시에 가진(Both deep and broad) 인재로 정의하고 있다.

[그림 2-1] IBM의 'T' 자형 인재



Need more T-shaped people – both deep and broad

자료: IBM(2007), SSME.

특히, 향후 서비스 경제로의 급진적인 이행으로 인해 새로운 혁신적인 서비스를 개발하고 사업화할 수 있는 인재의 육성 필요성이 중요해 지고 있다.

나. 국가 신 경쟁력과 현 과학·기술 교육 및 인력 양성의 주요 문제점

이러한 관점에서 볼 때 현재의 인력 교육 및 양성 정책은 과학·공학·기술·수학 지식 중 하나의 영역에 대한 지식을 가진 인재의 육성 또는 일부 과학·공학·기술·수학 영역 내의 복수 지식에 지식을 가진 인재의 육성에 초점을 맞추고 있는 상황이다.

과거 단일 과학 기술 영역에 대한 지식을 가진 인력양성에서 현재 복수의 과학기술 영역에 대한 지식을 가진 인재의 육성으로 일부 과학기술 교육 및 인력 양성 정책이 전환되고 있는 것은 사실이나, 여전히 과학·공학·기술·수학 영역 안에서의 인력양성이라는 한계점을 가지고 있다. 과학기술 단일 영역에 대한 교육 및 인력양성 정책은 21세기 지식경제시대 및 서비스경제시대 국가 신 경쟁력 제고를 위해 재검토가 필요한 시점이다.

다. 국가 신 경쟁력 제고를 위한 선진국의 패러다임 전환

특히, 미국 및 일본 등 주요선진국을 중심으로 과학·공학·기술·수학 분야의 전문 지식과 함께 인문·사회·과학 지식도 함께 보유한 인력의 양성과 교육으로 과학기술 교육 및 인력양성에서 패러다임의 전환과 정책 수립이 이루어지고 있다.

제3장

이론적인 배경

1. 신 경쟁력 정의
2. 과학·기술과 연계된 경제성장 실증연구
3. R&D 성과 확산과 과학·기술 인재양성
연계
4. R&D 확산 정책 및 제도 이론과 현황

제3장 | 이론적인 배경

1. 신 경쟁력 정의

우리나라의 경제와 사회는 지난 반세기 동안 양적으로 엄청난 성장을 경험하였다. 1949년 2,019만 명이었던 남한의 인구는 2007년에는 그 2.4배인 4,846만 명으로 되었다. GDP는 1953년 13억 달러였던 것이 1972년에 100억 달러, 1986년 1,000억 달러, 1995년 5,000억 달러, 그리고 2007년에는 1조 달러가 되었다. 1953~2007년 기간 동안 GDP는 명목 달러로 보면 750배, 달러 가치의 변화를 감안하여 실질가치로 환산하면 100배 증가한 것이다. 한편, 1인당 소득은 1953년 67달러였던 것이 1977년 1천 달러, 1987년 5천 달러, 1995년 1만 달러를 거쳐 2007년에는 2만 달러를 넘어서게 되었다. 1953~2007년 기간 동안 1인당 소득은 명목 달러로 보면 300배, 실질가치로 환산하면 40배 정도 증가한 것이다. 총 무역액(수출액+수입액)은 1960년 3.8억 달러에서 1980년 400억 달러, 2007년 7,300억 달러로 증가하였다. 실업률〔경제활동인구(취업자+실업자)에서 실업자가 차지하는 비율〕은 1963년 8.1%에서 2007년 3.0%로 감소하였고, 고용률(만 15세 이상

인구 중 취업자가 차지하는 비율)은 1963년 52.0%에서 2007년 59.8%로 증가하였다.

이러한 고속의 양적 성장은 급격한 질적·구조적 변화를 수반하는 것이었다. 기대수명은 1970년 61.9세에서 2006년 79.2세로 늘어났으며, 국민 전체의 중위연령은 1970년 18.5세에서 2006년 35.4세로 높아졌다. 출산율은 1970년 가임여성 한 명당 4.53명에서 2007년 1.26명으로 감소하였고, 노령화 지수(15세 미만 인구 대비 65세 이상 인구의 백분율)는 1970년 7.2에서 2007년 55.1로 높아졌다. 산업구조도 급격한 변화를 겪어, 농림어업, 광업·제조업, 서비스업이 GDP 창출에 기여한 비중은 1953년 각각 47.3%, 10.1%, 42.6%이던 것이 2007년에는 각각 3.0%, 28.3%, 68.7%로 변화하였다. 제조업 구조도 1953년 경공업 중심(1953년 경공업 비중 78.9%)에서 중공업 중심(2007년 중공업 비중 83.1%)으로 변화하였다. 수출상품 구조도 크게 변화하였는데, 1960년에는 1차 산업 수출품이 45.4%, 경공업 제품이 45.4%를 차지하여 중화학제품의 수출비중이 9.2%이던 것이 2007년에는 중화학제품의 수출비중이 91.5%를 차지하게 되었다.⁸⁾

요컨대, 지난 반세기 동안 우리나라는 세계 최빈국의 하나에서 중진국의 상위권으로 부상하였다. 그러나 지난 반세기 동안 우리나라가 성공 스토리를 써 왔다고 하여 앞으로도 계속 성공할 것이라는 보장은 없다. 역사적 경험을 보면, 한 나라의 성장률이 불변인 것은 아니며, 선진국 문턱에 도달했던 나라가 뒷걸음질 친 경우도 많이 있었다. 더군다나 우리나라는 현재 지속적인 성장에 장애가 될 많은 부정적 요

8) 이상의 통계치는 주로 통계청, 『통계로 본 대한민국의 60년 경제·사회상 변화』(2008. 8)를 참조한 것이다.

인들을 안고 있는 것도 사실이다.

이하에서는 지속적인 경제성장은 어떠한 조건에서 이루어지는지, 우리나라가 지속적인 성장을 통해 선진국에 진입하기 위해서는 어떠한 제도적 정책적 노력이 필요한지 등의 문제를 ‘신 경쟁력’이라는 관점에서 살펴보기로 한다. 먼저, 경제성장이라는 현상에 대한 좀 더 넓은 시각에서의 이해를 위해 성장과 관련한 몇 가지 정형화된 사실을 정리해 본다. 다음으로, 경제성장과 관련하여 과학·기술의 개발과 확산의 중요성을 언급한다. 마지막으로, ‘신 경쟁력’을 정의하고 ‘신 경쟁력’ 제고를 위한 제도적 정책적 노력의 필요성을 언급한다.

가. 성장 관련 몇 가지 정형화된 사실

주지하는 바와 같이, Nicolas Kaldor는 1961년 그의 논문 “Capital Accumulation and Economic Growth”에서 경제성장과 관련한 몇 가지 정형화된 사실을 정리·제시하였는데, 그 내용을 소개하면 다음과 같다: (1) 노동생산성은 일정률로 증가한다; (2) 노동자 1인당 자본량은 일정률로 증가한다; (3) 실질이자율 내지 자본에 대한 수익률은 안정적이다; (4) 산출에 대한 자본의 비율은 안정적이다; (5) 국민소득 중 자본의 몫과 노동의 몫이 차지하는 비중은 안정적으로 유지된다; (6) 성장하는 국가들 사이에도 성장률의 격차는 상당하다.

Kaldor의 정형화된 사실 중 앞의 5가지는 1950~60년대의 신고전파 경제성장 모형에 잘 반영되어 있다. 오늘날 경제성장 이론은 Kaldor의 “성장하는 국가들 사이에도 성장률의 격차는 상당하다.”는 여섯 번째 정형화된 사실을 비롯하여 어떻게 더욱 중요한 몇 가지 다른 사실들

을 설명하고자 노력한다.

이들 새로운 정형화된 사실에 대해서는 아래에서 좀 더 자세히 설명하겠지만, 여기에서 간단히 정리하면 다음과 같다: (1) 시장의 크기가 증가하고 있다; (2) 지난 수천 년을 두고 볼 때 성장은 가속화되고 있다; (3) 후진국들 간의 성장률 격차는 선진국들 간의 성장률 격차보다 더 크다; (4) 1인당 국민소득의 국가별 격차는 요소투입량의 격차보다는 총 요소생산성의 격차에 더 크게 기인한다; (5) 노동자들의 인적자본은 전 세계적으로 증가하고 있다; (6) 인적자본 내지 숙련노동의 증가에도 불구하고, 비숙련노동에 대비한 숙련노동의 상대적 임금은 감소하지 않고 있다.⁹⁾

이들 정형화된 사실을 설명하는 모형을 제시하고, 그 모형에서 정책적 시사점을 도출해 내는 것은 오늘날 성장이론에 주어진 과제라 할 수 있다. 사실 이 방향으로 상당한 연구 성과가 쌓여 가고 있다고도 할 수 있다. Kaldor의 정형화된 사실을 설명하는 신고전파 성장이론은 물질 자본의 축적에 가장 큰 관심을 두었다면, 새로운 정형화된 사실을 설명하는 새로운 성장이론은 인적자본, 아이디어, 제도 등의 요소에 더 많은 관심을 두고 있다. 이제, 앞에서 요약·제시한 새로운 정형화된 사실에 대해 좀 더 자세히 살펴보면서, 이들 새로운 정형화된 사실이 요구하는 이론적 설명의 방향에 대해 논의해 보기로 하자.¹⁰⁾

9) 여기에서 논의하는 경제성장과 관련한 새로운 정형화된 사실은 Jones and Romer (2009)가 제시한 것이다.

10) 이하의 새로운 정형화된 사실에 대한 설명은 주로 Jones and Romer (2009)를 참조한 것이다.

1) 시장 크기의 증가

세계화와 도시화를 통해 재화, 아이디어, 자금, 사람들의 흐름이 증가하고 있고, 그와 함께 노동자와 소비자가 접하는 시장의 크기는 계속 증가하고 있다. 세계 GDP 대비 세계 무역량의 비율은 1960년대 초반의 23%에서 지금은 2배가량으로 증가하였다. 세계 GDP 대비 해외직접투자(FDI)의 비율은 훨씬 더 급격히 증가하여 1965년에 0.1%였던 것이 2006년에는 2.8%에 이르렀다. 다른 국가에서 특허를 취득하는 사례가 늘어나고 있는 것은 아이디어와 사람들의 국제교류가 늘어나고 있음을 말해 준다. 세계의 도시인구의 비중은 1950년 29.1%이던 것이 2007년에는 49.4%가 되었으며, 2050년에는 69.6%에 이를 것으로 전망된다. 인터넷의 발전과 함께 국내 그리고 국제적인 정보 교류는 폭발적으로 증가하고 있다.

이러한 사실들은 당연해 보이지만 설명이 필요할 것이기도 하다. 왜 많은 인구를 가졌고 다양한 특성의 지역들을 가진 미국 등의 나라가 다른 나라와 교류함으로써 이득을 얻는가? 왜 사람들은 높은 집값을 지급하면서도 다른 사람들과 교류하기 위해 도시에 모여드는가? 이러한 현상을 설명하는 이론들은 그동안 외부경제, 규모의 경제, 범위의 경제 등에 주목해 왔다(Lucas, 1988; Helpman and Krugman, 1985; Krugman, 1991 등 참조). 그러나 좀 더 근원적인 설명은 아이디어 등의 비경합성에서 찾을 수 있지 않을까 한다.(Jones and Romer, 2009 참조).

비경합성 문제를 좀 더 명확히 하기 위해 $Y = F(A, X, L)$ 형태의 총계 생산함수를 생각해 보자. 여기에서 X 는 경합성을 가진 물적 자

본을, L 은 노동공급을, 그리고 A 는 생산기술 또는 아이디어를 나타낸다. 일정한 기술 조건에서 경합성을 가진 요소들을 2배 투입하면 산출이 2배가 될 것임을 감안하면, 일인당 산출량은 $Y/L = F(A, X/L, 1)$ 으로 표시할 수 있다. 이 식에서 보듯이 생산기술 또는 아이디어 A 가 고정되어 있다면, 일찍이 Malthus가 염려한 바와 같이, 인구의 증가는 평균적인 생활수준을 낮추게 될 것이다. 그러나 아이디어가 비경합성을 가져 한 번 생산된 아이디어는 모든 사람이 이용할 수 있고, 또 사람들이 (혹은 과학자 수가) 많을수록 많은 아이디어가 생산된다면, 그리하여 저장(stock) A 가 L 의 증가함수라면 사정은 달라질 수 있다. 인구증가로 인해 아이디어의 저장에 미치는 긍정적 효과가 1인당 물적 자본에 미치는 부정적 효과를 능가한다면 인구증가는 평균적인 생활수준을 높이는 데 기여할 수도 있는 것이다.

이 문제를 좀 더 구체적으로 다루기 위해 일인당 산출량을 $y = mL^\gamma$ 로 표시해 보자. 여기에서 γ 는, 만약 위의 생산함수 $F()$ 가 Cobb-Douglas 형태를 띠고 A 가 L 에 비례한다면, 생산함수의 A 에 대한 지수에서 X 에 대한 지수를 차감한 값이다. 그리고 m 은 물적 자본, 인적 자본, 제도 등의 요인을 반영하는 변수이다. 현실 세계에서 γ 값은 어느 정도의 크기일까? m 이 시간에 따라 변할 수 있음을 감안하면 장기적으로 총 요소생산성(TFP)과 L^γ 이 동일한 증가율을 가질 것이므로, 이를 이용하여 γ 값을 추정할 수 있다 (Jones 1999; 2002 참조). 미국의 경우 지난 50여 년간 총 요소생산성(TFP)의 성장률은 1% 정도, 아이디어 생산에 종사하는 연구자들 숫자의 증가율은 4% 정도이므로, γ 값은 대략 1/4 정도로 생각해 볼 수 있다. 혹은 연구자들로 통계에 잡히는 사람이 아니라 인구 전체가 아이디어의 생산에 기여한다고 본다면,

이 기간 중 인구증가율은 1% 정도였으므로, γ 값은 대략 1 정도로 추정된다.

시장의 크기가 계속 커지고 있다는 사실은 가능하면 많은 사람들을 아이디어 교류의 네트워크에 연결시키는 강력한 힘이 작용하고 있음을 시사한다. 더 많은 사람들이 이용할수록 그 전체가치가 증대하게 되는 아이디어의 비경합성이 교역의 증대, 도시의 발전과 같은 현상의 근저에 작용하고 있는 것으로 보인다.

2) 성장의 가속화

지난 수천 년 또는 수만 년 동안 인구의 증가율도, 일인당 소득의 증가율도 증가해 왔다. 한 통계에 의하면, 전 세계 인구는 B.C. 25,000 부터 1 A.D.까지 연율 0.016%로 증가해 왔으나 최근 수십 년 간은 그보다 100배 이상 빠른 속도로 증가하고 있다. 그리고 세계의 1인당 GDP 성장률은 1850년 이전에는 0.2% 미만이었으나, 1850~1950 기간에는 0.88%, 1950~1990 기간에는 2.2%로 증가해 왔다.

앞에서 인구증가가 아이디어의 증가를 통해 1인당 소득의 증가를 가져올 수 있음을 이야기했다. 인구 및 일인당 소득 증가의 가속화는 인구와 아이디어 저장 사이의 환류(feedback) 작용으로 설명해 볼 수 있다. 어떤 계기로 아이디어나 과학·기술이 증가하고, 이에 따라 삶의 질이 증가하며, 그 결과 인구가 증가하여 전체 아이디어의 저장량이 또 다시 증가하는 선순환이 지난 몇 세기에 걸쳐 일어났다고 할 수 있다.

그러나 개별 국가 단위로 봤을 때 반드시 인구가 많을수록 삶의 질이 더 높은 것으로 된다는 실증적 증거는 거의 없다. 왜냐하면 소국이

라도 세계적인 교류의 활성화로 세계 공통의 아이디어 풀(pool)을 이용할 수 있으며, 대국이라도 제도적인 요인 등으로 각 개인이 접할 수 있는 아이디어가 크게 제한되어 있을 수 있기 때문이다. 예컨대, 무역 및 투자 관련 법·제도를 개혁하기 이전의 인도의 근로자들에 비해 세계화된 홍콩의 근로자들이 더 많은 아이디어에 접근할 수 있었을 것이다.

한편, 대부분의 인구학 연구는 지구상의 인구 규모가 금세기에 정점에 도달할 것으로 예측하고 있다. 인구 변화는 평균적인 삶의 질 이외의 요인에도 많은 영향을 받는 것으로 보인다. 금세기 이후 세계인구가 감소하게 되면 아이디어 저장의 감소와 삶의 질의 저하가 그 결과로 나타날 것인가? 세계인구의 감소에 따른 아이디어 저장의 감소와 삶의 질의 저하를 막아 주는 다른 힘도 작용할 수 있을 것이다. 도시화의 진전, 국가 간 교류 및 통합의 증가, 인적자본의 증가, 교류를 활성화시키는 방향으로의 제도개혁 등으로 아이디어를 실제로 생산하고 공유하는 사람들의 숫자는 당분간 늘어날 수 있는 것이다. 그럼에도 불구하고, 향후 전체 세계인구의 감소는 성장과정에 근본적인 변화를 가져올 가능성이 크다.

3) 성장률의 편차

첨단기술국(technology frontier)으로부터 떨어진 정도가 큰 후진국일수록 일인당 GDP 성장률의 편차나 분산 (variation)은 큰 것으로 나타난다. 예컨대 첨단기술국인 미국은 지난 반세기 동안 2%의 성장률을 기록해 왔고, 비슷하게 잘살던 국가들의 연평균 성장률도 이와 크

게 다르지 않았다. 그러나 반세기 전에 후진국이었던 나라들을 보면, 그동안 빠른 추격(catch-up) 성장을 이룬 나라들도 있지만, 거의 성장을 이루지 못하고 정체상태에 놓여 있는 나라들도 있는 것으로 나타난다. 즉, 반세기 전에 선진국이었던 나라들에 비해 후진국이었던 나라들의 경우 국가 간의 성장률 편차가 상대적으로 훨씬 큰 것으로 나타난다.¹¹⁾

사실 최근으로 올수록 추격성장의 속도가 더 빨라짐에 따라 이러한 성장률의 편차는 더 커지는 경향이 있다. 예컨대 1870~1913년 기간 동안 가장 빠른 추격성장을 이룬 나라는 2.5%의 연평균 성장률을 기록한 아르헨티나였다. 일본은 1950~1980년 기간 동안 6.5%의 연평균 성장률을 보였다. 좀 더 최근에는 중국이 더욱 빠른 속도로 추격성장을 이루고 있는데, 1980~2004년 기간 동안 8.2%의 연평균 성장률을 보였다. 한편, 이디오피아나 니카라과처럼 그동안 거의 성장을 이루지 못했거나 오히려 마이너스 성장을 한 나라도 있다.

성장률의 편차를 설명할 이론적 모형에 대해서는 성장률의 편차 문제와 밀접하게 관련된 다음의 사실을 살펴본 다음에 논의하기로 한다.

4) 소득 및 총 요소생산성의 격차

일인당 GDP는 국가별로 큰 차이를 보이는데, 요소투입량의 차이는 이러한 일인당 GDP의 국가별 차이의 절반도 설명하지 못하는 것으로 나타난다. 즉, 일인당 GDP의 국가별 차이는 요소투입량의 차이보다

11) 국가 간의 성장률의 격차에 대해서는 Kaldor(1961)가 이미 그의 여섯 번째 정형화된 사실에서 이야기한 바 있다. 그러나 여기에서는 첨단기술국으로부터 떨어진 정도가 큰 후진국일수록 성장률의 편차가 큼을 아울러 지적하고 있다.

총 요소생산성의 차이가 더 많이 설명하는 것으로 나타난다. 가난한 나라들이 가난한 이유는, 노동자 일인당 더 적은 물적 인적 자본을 가지고 있기 때문이기도 하지만, 생산요소를 덜 효율적으로 사용하고 있기 때문이기도 하다는 것이다.

국가 간 소득격차는 엄청난데, 한 번씩 어떤 후진국은 빠르게 추격 성장을 이룬다. 일본, 한국, 중국 등이 보여 준 빠른 추격성장을 설명하는 전통적인 신고전과 성장이론은 폐쇄경제(closed economy)를 가정한 이행동학(transition dynamics)이다. 일인당 자본량이 작을 때의 자본에 대한 보수가 더 크므로 후진국이 더 빠르게 성장할 수 있다는 것이다. 그러나 이러한 이론은 자본의 국제적 이동을 이야기하지 않는 한계를 가지고 있다.

실제로는 자본의 국제적 이동이 중요하다. 자본의 한계생산성은 국가 간에 매우 비슷한 것으로 나타난다. 따라서 폐쇄경제를 가정한 이행동학은 추격성장을 설명하는 데 한계가 있는 것으로 보인다. 오히려 해답은 아이디어의 전파와 기술의 도입이 찾을 수 있을 것이다. 추격 성장의 속도가 최근으로 올수록 가속화되고 있는 현상도 아이디어의 전파라는 관점에서 보면 쉽게 이해할 수 있다.

그러면 어떤 나라는 선진 아이디어를 받아들여 빠른 추격성장을 보이는 데 비해, 또 다른 어떤 나라는 전혀 성장의 기미를 보이지 않고 있는가? 많은 학자들은 제도의(institutions)의 상이에서 그 해답을 찾고 있다. 국가 간 소득격차와 국가 간 성장률의 차이 모두 국가들 사이의 제도의 상이에 기인하는 바가 큰 것으로 보인다. 나쁜 제도 경제 주체들의 인센티브를 왜곡시킴으로써 각종 생산요소의 이용을 비효율적인 것으로 만들 뿐만 아니라, 선진 아이디어를 받아들이는 데에도

장애요인으로 작용한다.

제도 또는 인센티브구조는 아이디어의 생산에도 영향을 미치지만, 아이디어의 확산과 이용에도 영향을 미친다. 그런데 제도 자체를 놓고 보더라도, 비효율적인 제도가 장기간 유지되는 것도 얼마든지 가능하며, 어떤 계기로 제도가 더 효율적인 것으로 변하는 것도 얼마든지 가능하다. 국가 간 소득격차와 국가 간 성장률의 차이를 이야기할 때 우리는 아이디어의 생산과 확산 메커니즘, 그리고 제도 또는 인센티브구조의 변화가능성에 주목할 필요가 있다.

5) 인적자본의 축적

Kaldor의 정형화된 사실 중 하나는 노동자 일인당 물적 자본량의 지속적 증가였다. 인적자본에 대해서도 비슷한 현상이 관찰되는데, 예컨대 미국의 경우 1920년에 태어난 사람들은 평균적으로 10년의 학교교육을 받았는데 비해, 1980년에 태어난 사람들은 평균적으로 14년의 학교교육을 받은 것으로 나타난다.

인적자본이 지속적으로 축적되어 왔다는 사실의 시사점은 밀접하게 관련된 다음의 사실을 살펴본 다음에 논의하기로 한다.

6) 숙련·비숙련 노동자 사이의 상대적 임금의 안정적 유지

Kaldor의 또 다른 정형화된 사실 중 하나는 자본-노동 비율의 지속적인 증가에도 불구하고 실질 이자율의 하락이 없었다는 것이다. 그 이유는 기술진보가 물적자본의 한계생산성의 하락을 막았다는 것이

제시되어 왔다. 비슷한 이야기를 인적자본에 대해서도 할 수 있다. 인적자본이 지속적으로 축적되어 보다 많이 교육·훈련 받은 숙련노동자의 비중이 계속 높아졌음에도 불구하고 비숙련 노동자에 대한 숙련노동자의 임금 프리미엄은 줄어들지 않은 것으로 나타나는데, 그 이유는 숙련 편익적 기술변화(skill-biased technical change)로 인해 숙련노동자에 대한 수요가 지속적으로 증가했다는 것이 제시되고 있다.

그러면 왜 기술은 숙련 편익적으로 진보하는가? Acemoglu(1998)는 기술진보의 방향을 결정하는 주요 요인 중 하나로 새로운 기술을 유용하게 사용할 사람의 숫자를 들면서, 숙련노동자의 공급이 증가해 왔기 때문에 이들이 유용하게 쓸 기술이 주로 많이 개발되어 왔다고 주장한다. 숙련 편익적 기술진보의 또 다른 관련된 요인으로는 앞에서 이야기한 전 세계 시장의 지속적 확대를 들 수 있을 것이다. 시장의 지속적 확대는 아이디어에 대한 수요와 아이디어 개발에 대한 보수를 계속하여 증대시키고, 따라서 그 아이디어를 생산하는 숙련노동자들의 임금을 지속적으로 증가시킬 수 있다는 것이다.

나. 과학·기술의 개발 및 확산과 경제성장

지난 50여 년 동안 경제성장 이론은 장족의 발전을 이루어 왔다. 신고전파 경제성장이론은 이미 Kaldor(1961)가 제시한 정형화된 사실의 대부분을 잘 설명하고 있다. Jones and Romer(2009)가 제시한 새로운 정형화된 사실 중 일부에 대해서는 최근의 내생적 경제성장 이론 등에서 상당한 설득력을 가진 모형을 제시한 바 있다. 그러나 새로운 정형화된 사실들을 일관성 있게 통일적으로 설명할 수 있는 모형을 제시하

는 것은 앞으로 경제성장 이론이 도전해 나갈 과제라고 할 수 있다.

새로운 정형화된 사실의 내용을 살펴보면서 우리는 이들 사실이 경제성장 이론에 주는 시사점을 살펴본 바 있지만, 여기에서 요약해서 이야기하자면 이제 성장이론은 아이디어, 제도, 인구 그리고 인적자본 사이의 상호관계를 염두에 두어야 한다는 것이다.

시장 크기의 증가와 성장의 가속화라는 사실은 아이디어의 비경합성이라는 특성을 반영하는 것으로 이해할 수 있을 것이다. 소득 및 총요소생산성, 그리고 경제성장률이 국가 간에 큰 차이를 보인다는 사실은 제도와 제도변화의 중요성을 보여 주는 것이라 할 수 있다. 우리는 또한 인적자본이 지속적으로 축적되어 왔으며, 그럼에도 불구하고 비숙련 노동자에 대한 숙련 노동자의 임금 프리미엄은 줄어들지 않고 있음을 언급하였다.

그리고 이들 정형화된 사실은 향후 경제성장모형이 다루어야 할 주요 내생변수들 간의 상호보완성을 나타내고 있다 하겠다. 인구와 아이디어의 선순환으로 성장의 가속화 현상을 설명할 수 있을 것이며, 제도는 세계에 널리 있는 아이디어의 도입과 이용을 촉진하거나 가로막음으로써 국가 간 소득과 성장률의 격차에 중요한 영향을 미친다고 할 수 있다. 제도는 그 자체가 아이디어이기도 하므로 좀 더 나은 제도의 탐구는 아이디어 축적의 한 요소라고도 할 수 있다. 공적 교육이나 대학 시스템과 같은 제도는 인적자본의 축적에도 영향을 미칠 것이다. 또한 숙련노동자 비중의 증가에도 불구하고, 비숙련 노동자에 대한 숙련 노동자의 임금 프리미엄이 줄어들지 않는 현상은 아이디어와 인적자본에 대한 보수를 높이는 시장 크기의 증가와 관련되어 있다 할 수 있다.

향후 경제성장이론은 아이디어, 제도, 인구, 인적자본 등을 내생변수로 삼는 통일적인 모형의 개발을 위해 노력할 것이다. 그러나 당분간은 제도와 인구의 변화는 외생변수로 놓고 이론을 전개하는 것이 더 현실적일 수 있다. 이 경우, 내생변수로 남는 아이디어와 인적자본의 축적은 다른 말로 ‘과학·기술의 개발 및 확산’으로 표현할 수도 있을 것이다. 우리는 이하에서 ‘아이디어와 인적자본의 축적’ 또는 ‘과학·기술의 개발 및 확산’을 경제성장의 결정적인 요인으로 보면서 이러한 ‘과학·기술의 개발 및 확산’을 촉진시키는 제도·정책을 모색해 보기로 한다.

다. ‘신 경쟁력’의 정의와 정책적 시사점

‘아이디어와 인적자본의 축적’ 또는 ‘과학·기술의 개발 및 확산’을 경제성장의 결정적인 요인으로 보면, 이러한 ‘과학·기술의 개발 및 확산’을 촉진시키는 제도·정책을 모색하는 것은 경제성장의 촉진과 관련하여 우리에게 주어진 가장 중요한 과제라 할 수 있다.

물적자본의 축적 등 요소투입의 증가를 경제성장의 주된 원천으로 생각해 온 기존의 경제 성장론과 대비하여 아이디어, 인적자본, 제도 등의 중요성을 보다 강조하기 위해 우리는 ‘신 국가경쟁력’ 내지 ‘신 경쟁력’의 개념을 제시하고자 한다. 이런 관점에서 ‘신 경쟁력’은 “신 기술 및 지식을 창출·도입하고, 이를 과학·기술 교육을 통해 내재시킨 우수인재를 육성하며, 과학·교육·경제의 유기적인 연계체제를 구축함으로써 지속적인 경제성장에 기여하는 것”으로 정의하고자 한다.

앞에서 우리는 아이디어의 비경합성에 대해 이야기한 바 있다. 이러

한 비경합성은 아이디어 생산과 관련하여 규모의 경제를 가져온다. 왜냐하면 아이디어(예컨대 소프트웨어) 개발의 평균비용은 당해 아이디어가 더 널리 쓰일수록(개발된 소프트웨어가 더 많이 팔릴수록) 낮아지기 때문이다. 이러한 규모의 경제가 작동할 경우 완전경쟁시장은 효율적인 자원배분 메커니즘이 되지 못한다. 따라서 비경합성을 가진 아이디어의 생산과 확산을 촉진하는 제도의 구상이 중요한 과제로 떠오른다. 비밀보호, 지적재산권, 공적보조금, 시장기구의 활용 등의 제도·정책 조합이 필요할 것으로 보인다. 어떤 구체적인 제도·정책의 조합이 가장 나은 결과를 가져올 것인지에 대해서는 아직 불확실성이 많이 남아 있지만, 어떤 제도·정책이 채택되느냐에 따라 경제성장의 성과가 달라진다는 점은 분명해 보인다.

빌게이츠는 미국의 미래 경쟁력을 확보하기 위해서는 “수학·과학이 경쟁력이며 정부가 직접과학기술인재를 육성해야 한다고 말했다.”(중앙일보 2008년 3. 14). 현대중공업 CTO 민계식(2009)은 “미래의 국가경쟁력을 높이려면 세계일류기업, 세계일류제품, 세계적 핵심기술 등 3요소인데, 이를 확보하려면 국가 기업 대학이 전략적으로 접근해야 한다. 따라서 경쟁력 측면에서 보면 산업계-정부-대학의 순이다.”라고 주장하고 있다(중앙일보, 2009. 4.17). 왜냐하면 미국 포천지 선정 글로벌 500대 기업에 한국 기업이 12개가 포함되어 있으며, 지식경제부 선정 일류제품이 현대중공업 27개, 삼성전자 25개, LG전자 12개(2009년 기준)인 데 비해 일류기술은 태부족이고, 이의 증명은 학계에서 일류 논문을 내야하는데 그렇지 못하기 때문이다. 따라서 대학의 역할이 단순히 교육이라기보다는 기초기술을 확립하는 데 비중을 두고 창의적인 지식을 만들도록 교육시키는 데 있다는 주장들이 제기되

고 설득력을 얻는 상황이다. 세계 석학들이 미국과학재단(NSF)과 함께 산업별로 세계핵심기술 99개를 선정했는데, 한국은 한 가지도 들지 못했다. 일본이 2007년 세계과학기술평가보고서를 낸 적이 있는데, 100점 만점에 미국 92점, 일본 83점, 한국은 7점에 불과한 것으로 평가했다. 조장희(2011) 가천의대 뇌과학 연구소장은 “연구중심대학은 대학원 대학이 되어야 국가경쟁력이 생긴다.”라고 (2011, 34차 미래인재포럼) 주장했다. 왜냐하면, 한국과 같은 실정에서는 재정적 지원도 문제가 되지만 연구인력 자체가 부족한 현실에서 현재의 모든 대학들이 연구중심의 대학이 되겠다는 것은 불가능하기 때문으로 주장하고 있다. 대안으로 기능분류가 선행되고, 이에 따라 교수의 연구업적평가가 뒤따라야 할 것을 주장하고 있다. 이렇게 하기 위해서는, 우선 한국 실정에서 소수의 국제적인 수준의 연구를 할 수 있는 대학을 엄정하고도 객관적인 방법으로 선정한 다음, 그 대학에서도 연구 활동을 할 수 있는 과 및 집단을 선별지원 점차적으로 선정된 대학전반에 확대시키는 방법으로 유도하며, 일단 이러한 학교와 과 및 집단이 선정되면 이에 해당하는 교수임용 및 승진 규정을 국제적인 수준에 준하도록 개선하고, 여타의 대학들은 이들을 모델로 하여 연구 여건과 우수교수를 채용하여 연구중심대학을 원할 경우 필요한 여건을 갖추도록 유도할 것을 주장하고 있다. 나머지 많은 대학들은 급속히 발전하는 산업화 사회의 시대적 요청에 따른 전문 인력을 양성하는 교육훈련 중심대학으로 거듭나야 할 것이다.

본 연구에서는 우리가 취할 수 있는 면밀한 중·장기적인 과학·기술교육의 공정성에 바탕을 둔 과학기술인재 양성기반을 소홀히 할 경우, 세계시장에서 신 경쟁력 확보의 기회를 잃을 가능성을 배제할 수

없을 것이다. 과학·기술교육 부분에서의 신 경쟁력이란 다소 다른 논의가 있을 수 있지만 R&D 투자증대를 통한 신기술 및 지식을 창출하여 이를 과학, 기술 교육을 통해 내재시킨 우수인재개발을 하고, 경제, 교육, 과학의 유기적인 연계를 구축으로 R&D 성과를 활용함으로써 지속적인 경제성장에 기여하는 것으로 정의한다.

2. 과학·기술과 연계된 경제성장 실증연구

가. 경제성장 과정에서 공학·기술의 역할

내생성장 이론에서 Murphy, Shleifer 그리고 Vishny(1991), Juro(1993)는 인도네시아에서 인적자원의 배치를 조사하였고, 그 결과를 발표했다. 핵심은 공과대학 전공비율이 높은 경제가 법과대학의 전공비율이 높은 경제보다 경제성장이 빠르다는 것을 주장하였다. 그리고 1971년에서 1990년까지 초등교육과 중등교육이 경제성장에 보다 더 크게 기여하고 있음을 보여 주었다. 실증적인 연구결과는 초등교육 등록률에 중등교육 등록률이 1% 증가하면 중등교육이 일인당 실질 GDP가 0.52% 증가함을 보여 주었다.

Tallman and Wang(1990)은 인적자본축적을 통한 개방화된 내생성장모형을 연구하였다. 1965년에서 1986년까지 타이완의 연간 자료를 사용하였는데, 노동력의 질 측정은 노동력 투입측정에 노동력 기술지표가 작동하는 인적자본의 교육수준을 대신 사용하였다. 이론적인 제안으로 노동력의 기술은 경제성장이론에서 공히 사용되는 단순 노동력 투입 측정에서 발전한 유용한 확장방법임을 주장하였다. 고등교육

(대학원 및 기술대학 포함) 재학생 수 수준은 인적자본의 진정한 지표는 아니지만 노동력의 수준을 의미하며, 교육연수 사용지표로 전환할 수 있기 때문이다. 노동력 투입변수의 한 부분으로 인적자본 측정의 분명한 포함은 실증적으로 정당화되고 있다. 동 연구는 경제 성장을 설명하려고 외생적인 기술충격에 의존을 줄이는 데 노동력 투입 측정에서 혁신의 실증적인 함의를 분석하는 배경을 제공하고 있다. 노동과 자본의 생산요소가 경제성장 기여에 각각 .524와 .476로 기여하고 있음을 보여 주었다.

McMahon(1984)은, 교육투자는 소비자 가구가 미래의 저축과 투자로 생각하고 소득을 미리 사용한 각 가구당 공통으로 실현된 투자액보다 공공부문의 교육투자에서 부분적으로 유도하거나 확실히 증폭된 투자 때문에 총 교육투자는 더 많게 마련임을 인용하여 주장하였다. R&D 투자는 물리학, 생명공학, 사회과학, 농업 등 기초연구에서 공공부문의 투자비용도 포함된다. 왜냐하면, 저축과 투자의 개념인 이러한 연구들도 생산성 향상에 영향을 주기 때문이다. 이렇게 총자본(total capital)이 생산성 향상에 원천이라는 개념은 Kendrick(1976)이 미국에서 측정하고 개념화한 이론과 매우 유사하다 할 것이다.

나. 경제성장 과정에서 각 생산요소의 역할

국부창출 과정에서 지식이 체화된, 질적으로 향상된 인적자원의 역할은 주요한 필수조건이 될 수 있으며, 우리나라가 3만 달러 국민소득을 달성하기 위해서는 우리 경제의 근본적인 성장 동인을 우선적으로 살펴보고, 정부는 인적자원정책으로 뒷받침해야 할 것이다. 성장 동인

을 찾기 위해 경제성장능력방정식¹²⁾ $GDP/N = \pi \cdot h \cdot L/N$ 이라는 간단하게 정의한 식을 원용하면 경제발전의 원동력을 고찰할 수 있고, 국제 간 비교가 가능하고, 경제발전의 성격을 규명하는 데 유용한 사고와 인적자원개발의 극명한 방향을 제시받을 수 있다(조순, 1981).

이는 한 나라가 경제성장을 하려면 L/N 이나 h 혹은 π 의 증가에 의해서 가능하기 때문에 L/N 이 증가하든지 h 가 증가하든지 혹은 π 가 증가하는 것이다. 현실적으로 외연적 성장 부문인 노동시간(h) 증가율은 주 5일 근무제 등을 감안하면 큰 변화가 없거나 오히려 감소할 것으로 예상되며, 저출산으로 총 인구증가율은 감소되고 고령층과 여성들의 고용증가로 노동인구 비율은 증가가 예상되나, 획기적인 증가 대책이 없는 한 노동인구(L/N) 비율은 전체적으로 약간 늘게 되어 2004년 대비 2015년까지 약 1.2%p 수준으로 늘어날 것으로 전망된다(장창원 외 2005). 따라서 1인당 3만 달러 국민소득을 달성하기 위해서는 내생적 성장 요소인 생산성을 의미하는 π 의 증가율인 생산성 향상이 높은 수준으로 유지되어야 할 것이다. 이는 노동시장에 참여하고 있는 각계각층 인력에 체화(embody)된 노동숙련(labor skill)의 질에 달려 있으며, 직업능력 향상을 위한 인적자원개발이 필수적인 이유이다(장창원 외 2006).

다. 1960~1985년간 생산요소별 경제성장 기여도 실증 분석

우리나라의 경제성장 기여를 추정한 추정치를 <표 3-1>에서 보면,

12) 생산 가능한 1인당 국민소득은 GDP/N , 총인구에서 차지하는 노동인구의 비율을 L/N , 일인당 정상적인 평균노동시간 수를 h , 노동 1시간당 평균 산출을 π 라고 했을 때 일인당 잠재적 소득은 아래의 방정식으로 표시됨

The World Bank가 발표한 『The East Asian Miracle』(1993)의 경우, 1960년에서 1985년까지 우리나라의 평균 실제경제 성장률은 5.89%이나 모형에서 추정된 비율은 3.69%이다. 예측성장 중 ① 물적자본은 38%, ② 단순노동 증가율은 5%, ③ 교육부문 증가는 86%로 추정되었다. 교육부문의 성장관계를 살펴보면, ④ 1960년의 초등학교 등록률(PRIM60)이 67% ⑤중등학교 등록률(SEC60)은 19%로 추정되었다. 동 보고서에서 1960년의 미국과 한국의 상대적인 1인당 소득차를 1980년 US달러로 표시한 변수(RGDP60)는 성장의 -11%의 기여를 하는 것으로 나타나, 한국은 수렴(convergence)의 증거를 보여 주고 있는 것으로 나타났다.¹³⁾ 이 연구에서 경제성장에 가장 큰 기여를 하는 단일변수는 초등학교 교육이다. 추정결과에 따르면 초등학교 등록률이 일본은 58%, 홍콩은 86%, 태국은 87%의 기여를 한 것으로 나타났다.¹⁴⁾¹⁵⁾

라. 1965~1989년 생산요소별 경제성장 기여도 실증 분석

장창원(1995)은 1965년에서 1989년까지 추정한 1인당 경제성장에 대한 기여도를 추정한 회귀식의 전체 추정값은 예상된 부호를 보였으나, 대학교육 등록률(GER3)과 R&D 자본 등은 통계적인 유의성은 있

13) ‘수렴으로 가는 능력’(capacity of return to converge)이나 ‘추격하는’(catch up) 능력은 부분적으로 교육에 기인하며 기술이전능력이 가능함을 의미한다.

14) 중등교육은 말레이시아 14%, 타이 13%, 인도네시아 7% 수준임.

15) 위의 세 나라의 경우는 중등교육이 아직 급속히 확대되지 않고 초등학교 교육이 계속 확대 중이어서 초등학교 교육이 경제성장에 훨씬 더 큰 기여를 하고 있는 실증결과를 제시하고 있음. 더욱이 최근의 말레이시아, 현재의 인도네시아와 타이는 중등교육의 확대가 급속히 이루어지고 있어서 중등교육이 내생경제성장에 훨씬 큰 기여를 하는 시기로 접어든 것으로 판단됨.

었으나 계수는 예상 외로 음의 부호로 나타났다. 1960~1965년의 ① 초등학교 등록률(GER1)이 한국의 예측성장률에 36.2%, ② 중등학교 등록률(GER2)은 65.4%, 그리고 대학교육 등록률(GER3)은 보정과정을 통해 간접기여도를 추정한 실제기여율에서는 6.6%를 보였다. 대학교육 등록률이 낮게 나타나는 이유는 대학졸업자의 직접기여는 시간차를 갖고 나타나는 교육투자이론을 뒷받침하고 있으며, 중등교육과 초등교육의 질을 높이는 방법으로 경제성장에 간접적인 기여를 하는 것으로 판단되었다. 실물자본투자(BGDK)는 24%, 단순노동력(BGEMP)은 6.6%로 세계은행과 비슷한 수준을 보였으며, 1960~1984년간의 R&D 자본의 요소가 -27.6%로 추정되었다. 1965년 US달러로 표시한 변수(Y/N)는 추정성장의 -10.1%의 기여를 하는 것으로 나타나 한국은 수렴(convergence)의 증거를 보여 주고 있는 것으로 나타났다.

〈표 3-1〉 우리나라 생산요소별 경제성장 기여도 추정

World Bank 추정, 1960~1985			Jang, Chang-Won 추정, 1965~1989		
변 수	성장기여도 (%)	추정성장의 백분비(%)	변 수	성장기여도 (%)	추정성장의 백분비(%)
물적자본 투자증가율 60-85	1.40	38	물적자본 투자증가율 65-89	1.59	24.9
인구증가율 60-85	0.20	5	노동력 증가율65-89	.419	6.6
초등학교 등록률60	2.48	67	초등학교 등록률60-65	2.31	36.2
중등학교 등록률60	0.71	19	중등학교 등록률60-65	4.17	65.4
			고등교육 등록률60-65	.30	4.7
			GDP중 R&D 비율60-84	-1.76	-27.6

<표 계속>

World Bank 추정, 1960~1985			Jang, Chang-Won 추정, 1965~1989		
변 수	성장기여도 (%)	추정성장의 백분비(%)	변 수	성장기여도 (%)	추정성장의 백분비(%)
(Y/N)60	-1.40	-11	(Y/N)65	-.645	-10.1
상수항	-0.70	-19			
실제성장률(A)	5.89		실제성장률(A)	7.54	
추정성장률(B)	3.69		추정성장률(B)	6.38	
(B/A)	63		(B/A)	84.6	

출처: World Bank(1993), The East Asian Miracle, p.50.

Jang, Chang-Won(1995), p.71

마. 상기 두 선행연구의 시사점

교육의 기여 크기가 86% 또는 100% 이상으로 높게 나타나는 이유는, 내생성장 모형에서 흔히 나타나는 초기 기술수준과 R&D에서 마이너스 기여로 흡수되었기 때문이다. 세계은행과 장창원의 연구에서 초등학교와 중등학교의 기여율이 높은 것은 고등교육기관에서 배출한 졸업생이 교사로서 기여해 교육의 질을 높인 것으로 판단되고 있다. 경제학자들은 21세기에는 국부창출, 즉 경제성장을 위해서는 지금까지 일정한 기술수준에서 자본과 노동의 생산요소 증가를 통해 기여한 것으로 분석하였는데, 중요한 생산요소로 인적자본, 즉 지식이 기여하는 폭이 훨씬 크다는 데 의견을 같이하고 있다. 바꾸어 말하면, 경제 성장을 위해서는 지식의 크기를 늘려야 하는 것으로, 여기서 지식이란 노동력에 체화된 과학적 지식, 특수 상황적 지식, 일반적 지식을 포함하는 것을 의미한다. 이미 시작된 21세기의 극심한 세계시장 경쟁체제에서 지식기반 산업화의 핵심내용은 더욱 중요해진 생산요소인 지식을 창조적으로 증가시키고 잘 활용할 수 있도록 하는 경제 질서의 확립과 이의 확산을 위한 인프라 및 인력정비로 요약된다 할 것이다.

3. R&D 성과 확산과 과학·기술 인재양성 연계

장창원(2006)은 『경제성장과 인적자원개발』과 『한국인구학』 제30권 제1호에서 “한국의 경제성장에 대한 교육수준별 영향”에서 우리나라 경제성장에 대한 교육과 R&D에 대한 관계를 서술하고 있으며, 중장기 거시경제모형이 교육의 투자로 심화된 인적자본과 R&D 투자에서 심화된 지적자본 공급의 변수를 포함하는 연구를 수행하였다. 지금까지의 공급측면의 정책은 민간 기업이 투자한 물적자본 투자량만을 강조해 왔고, 교육부문 투자와 비 국방부문에서 신지식이나 신기술을 위해 투자해온 사실에는 관심을 덜 가졌던 것도 사실이었다. 장창원(2006)의 연구에서 사용된 모형은 인적자본과 물적자본 형성이 가져오는 것처럼 새로운 지식의 체화과정도 강조하고 있으며, 이러한 과정을 감안하면 지금까지의 모델구조(vintage model context)와 달리 인적자본, 지적자본 등의 생산요소를 추가한 모형이다.

가. R&D 추정계수의 의미

R&D투자는 5년의 시차를 가지고 있는 변수로, 그 추정계수는 1965~1989년과는 달리 통계적으로 유의성이 높았고, 부호도 기대하지 않았던 플러스를 보여 주고 있는데, 이렇게 마이너스 결과를 기대했던 이론적인 근거는 다음과 같다. 기술습득과 확산을 주 목표로 하는 교육투자의 증가가 생산에 영향을 미치는 시간보다도 R&D의 투자 증가로 인한 회수 시간이 훨씬 더 길기 때문이며 과학기술의 발전이 후발국(follower countries)에 알려져야 하고, R&D의 기여노력은 분석초

기의 생산기술수준 여하에 따라서 부분적인 생산성 효과를 선별하는데 제약(constraints)이 가해지기 때문으로 분석된다. 또 다른 설명으로는 “Rosenberg(1976)효과”를 들 수 있는데, 이는 새로운 연구나 개혁은 실패하거나 비용이 많이 들기 때문에 R&D 투자 수익률이 감소하게 되어서 비용이 풍부한 선진국에서 새로운 연구나 개혁이 더욱 활발히 이루어지는 사실도 개발도상국의 R&D 효과를 찾기 어려운 원인으로 지적되고 있다(McMahon,1984).

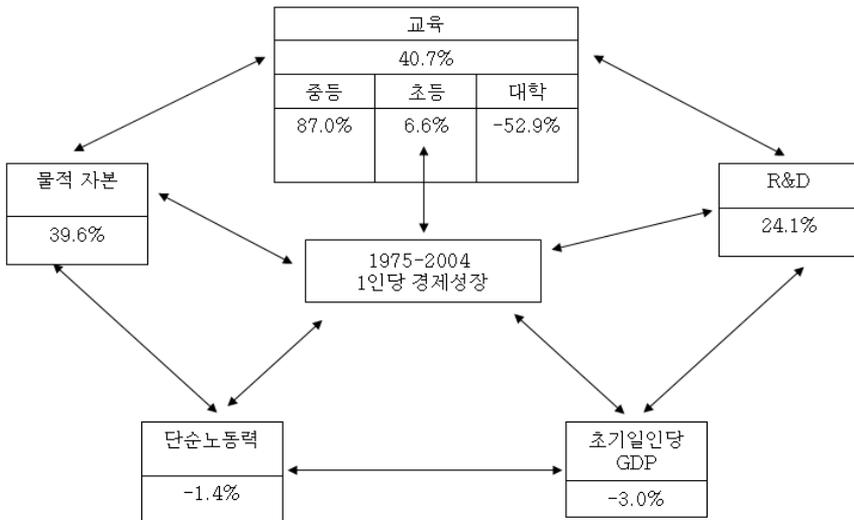
본 연구의 추정결과를 상기 이론에 근거하여 설명하면, 종속변수가 1인당 경제성장률이기 때문에 중등교육의 효과에 기술변화가 상당량 흡수되었을 것으로 판단되고 있으며, 또 이러한 판단 근거는 다중공선성 테스트에서 42개의 관측 자료를 가진 중등교육 등록률과 R&D 사이의 상관계수는 .78을 보여 주고 있기 때문이다. 교육과 또 다른 투자수준을 통제했을 경우 GDP75(1975년도 기준으로 한 초기소득)의 계수가 음으로 추정됨으로써 초기소득(GDP75)과 경제성장 사이의 관계는 1975년에 상대적으로 소득이 낮았던 국가가 높았던 국가보다 더 빠른 성장을 하고 있음을 보여 주고 있다.

나. 각 생산 요소의 역할

[그림 3-1] 에서 한국의 중등교육, 대학교육, R&D 자본 등 세 변수의 경제성장에 대한 실제역할이 직접역할과는 달라졌음을 보여 주고 있다. 왜냐하면, 세 변수의 실제역할은 직접역할에 간접역할을 더 하였기 때문이다. 중등교육은 여전히 경제성장에 가장 크게 기여하는 변수로 확인되었는데, 동 변수는 전체 예측성장의 87%이며 초등교육은

6.6% [The World Bank, 1993 연구는 67%, 장창원(1995) 연구는 36.24%] 대학교육은 -52.9%의 기여를 하고 있음을 볼 수 있다. 물적 자본 투자는 39.6% [The World Bank는 38%, 장창원 (1995) 연구는 24.9%], 단순 노동력은 -1.4% [The World Bank 1993 연구는 5%, 장창원(1995) 연구는 6.6%]만 기여를 하는 것으로 추정되었다. 한편, 초기소득인 GDP75는 성장에 -3% [The World Bank 1993 연구는 -11%, 장창원(1995) 연구는 -10.1%], 지적자본(R&D)투자는 24.1%를 기여하는 것으로 나타났다[장창원 (1995) 연구는 -10.1%].

[그림 3-1] 한국의 1인당 경제성장을 위한 각 생산 요소의 추정치 기여율



다. 시사점

본 연구의 생산함수모형으로 추정된 결과를 보면 중등교육이 경제 성장에 가장 크게 기여하는 요소임이 실증되었으며, 이 모형은 교육투자의 증가로 내생적인 기술변화를 도모하기 때문에 규모증가에 따른 수익체증을 이끌고 있음을 보여 주고 있다. 성장에 대한 교육효과는 다음의 세 가지 통로로 보여주고 있었다. ① 교육수준이 증가된 노동력은 기능을 증가시켜 기술습득을 높여서 생산성이 증가되고, ② 대학교육의 투자가 내생적인 기술변화처럼 기업의 R&D 활동과 R&D 수요를 늘려서 노동력의 양성훈련에 기여하며, ③ 선진국으로부터의 기술이전과 작업현장에서 신기술을 배우고 채택하는 기술 확산 효과를 의미한다고 할 것이다. 특별히 한국이 선진국에 진입하기 위해서는 대학교육의 경제성장 기여를 크게 증가시켜야 할 과제를 안고 있는 것을 보여 주고 있다 할 것이다.

4. R&D 확산 정책 및 제도 이론과 현황

이우성·윤문섭(2007)은 우리나라 경제의 잠재성장률은 1980년대 7.0%, 1990년대 5.9%에서 2000년 이후에 4%대로 하락하여 지속적인 하락 추세를 보이고 있다. 잠재성장률의 하락 추세는 과거 한국경제의 성장을 주도하던 노동의 투입과 물적자본 투입에 의한 성장 전략의 한계에 그 원인이 있으며, 잠재성장률의 하락추세를 막고 현재 4%대로 하락한 잠재성장률을 높이기 위해서는 자본과 노동의 기여보다 연구개발(R&D)과 지식의 기여가 높은 선진국형 경제성장 전략으로의

전환이 필요한 시점임을 주장하고 있다.

본 이슈 분석에서 우리나라의 잠재성장률의 추이와 요소별 기여도 분석을 바탕으로 잠재성장률을 다시 5%대 이상으로 제고하기 위한 과학기술혁신 정책의 과제가 무엇인지 모색해 보고 있다.

가. 선진국형 성장구조로 변화 - 총 요소생산성 기여 증가

잠재성장률을 결정하는 세 가지 요소 중 노동과 자본의 기여는 전반적인 하락추세를 보이고 있는 반면, 총 요소생산성¹⁶⁾의 기여는 크게 증가하고 있고, 총 요소생산성의 기여율은 1970년대 20%에서 2000년대 41.5%로 크게 상승하여 현재는 자본투입의 기여를 웃돌고 있음을 보여 주고 있다. 이는 우리나라의 잠재성장률 구조가 노동과 자본의 요소투입이 아닌 과학기술혁신 중심의 선진국형 성장 구조로 전환되고 있음을 보여 주는 것이다. 따라서 저자들은 우리나라에서 총 요소생산성을 증대시키고 과학기술혁신 중심의 경제성장을 추진하기 위해서는 1) R&D 투자를 통해 산출되는 유효 지식의 총량인 ‘R&D 스톡’을 지속적으로 키워야 하고, 2) 연구개발성과를 경제성장으로 연결시키는 ‘R&D 효율성’을 제고해야 할 것을 주장한다.

16) 총 요소생산성이란 자본과 노동투입에 의해 설명되지 않는 잔차항으로서 연구개발, 지식축적, 인적자본 축적, 대외개방의 확대, 금융 및 노동시장 제도의 효율화 등 다양한 요인들의 기여 분을 모두 포함하는 것으로, 특히 연구개발투자의 효과를 대변함.

나. GDP 대비 R&D 투자 3.5%로 늘릴 것을 주장

R&D 스톡 증가에 의한 지식 축적량의 증대를 선진국에 비해 축적이 빈약한 R&D 스톡의 격차를 메우기 위해서는 향후 5년간은 선진국의 평균 'R&D 스톡' 증가율 3~5%보다 더 높은 8%대를 유지해야 하며, 이를 위해서는 현재 3%인 GDP 대비 R&D 비율을 2010년 3.5%까지 높일 필요가 있음을 주장한다. R&D 투자의 정부공공 부담 비율 제고를 통해 OECD 국가 중 가장 낮은 우리나라의 정부공공 부담비율을 현재 24.3%에서 30% 수준까지 점증적으로 높일 것을 주장하고 있다(미국 36.3%, 영국 36.8%, 프랑스 40.9%, 독일 30.7%).

민간부문에서는 글로벌 대기업에 비해 연구개발투자가 매우 미진한 중견 대기업의 연구개발투자 증대를 유도하는 지원방안을 마련할 필요가 있음을 주장한다. R&D 투자 효율성 미·일 수준으로 높여야 하며, R&D 투자규모 증대라는 양적 확대만을 통해서서는 총 요소생산성 증가와 잠재성장률 확대에 한계가 있으므로, 동시에 R&D 투자 효율성을 세계 최고인 미국, 일본 수준까지 높일 수 있는 방안들이 강구되어야 할 것을 주장한다.

다. R&D 성과 확산을 위한 전략

연구개발투자로 창출된 연구 성과가 실용화를 통해 자본투자를 유발하는 기술경제시스템의 구축하기 위해서 요소투입과 외국기술모방 전략을 대체하는 탈추격형(post catch-up) 전략을 기반으로 신 성장 동력을 확보하고, 연구개발투자에 의한 창출된 지적 자본과 설비투자, 인력개발투자에 의한 물질 및 인적 자본이 유기적으로 연계되는 선순

한 구조를 정착시킬 것을 주장한다. 수요 대기업과 중소기업을 연계해주는 제조업의 허리인 글로벌 중견기업의 육성함으로써 대기업이 앞에서 중견기업을 이끌고 중소기업이 뒤에서 밀어주는 상생형 산업구조로 전환할 것도 주문하고 있다.

라. 산업전반의 생산성 향상을 위한 서비스 산업의 기술혁신 촉진

IT, BT 등 기술을 서비스 산업에 적용하여 기술혁신을 확산함으로써 서비스업 자체의 총 요소생산성을 제고할 것과 산업의 융합화 추세에 대응하기 위해 제조업에의 중간재 공급 산업으로 지식기반 서비스업(연구개발, 디자인, 컨설팅, 물류 등)을 육성할 것을 주장하고 있다.

마. 시사점: 과학기술 혁신정책의 과제

R&D에 의해 총 요소생산성을 증가시키기 위해서는 단순히 R&D 투자 증대를 넘어서 기술혁신 주도형 경제성장 패러다임에 적합한 사회경제제도의 정비가 전제 조건이며, 공공연구기관을 통한 연구 성과 공급, 기술개발자금 지원, 기술지원, 인력양성 등 기술공급 중심 정책을 보완할 필요가 있음을 시사하고 있다. 즉, 기술공급정책과 기술혁신성과에 중대한 영향을 미치는 각종 규제제도, 기술금융시장, 노동시장, 개방적 무역정책, 시장경쟁 및 전략적 정부구매 등 모든 사회경제제도의 연계를 고려하는 ‘총체적 과학기술 혁신정책(holistic innovation policy)’으로 전환할 필요가 있음을 시사하고 있다.

제4장

과학·기술 인력수급 현황 및 전망(2010~2020)

1. 과학·기술 인력의 공급 전망①
2. 과학·기술 인력의 공급 전망②
3. 과학·기술 인력의 수요 전망
4. 과학·기술 인력 수급 전망

제4장 | 과학·기술 인력수급 현황 및 전망(2010~2020)

1. 과학·기술 인력의 공급 전망 ①

가. 과학기술 관련 학과의 분류

과학기술 학문 분야와 전공은 연구의 목적이나 자료의 제약, 그리고 연구자의 관점에 따라 다르게 정의되고 분류될 수 있다. 이미 제1장에서 논의한 바와 같이 어느 학문 분야 또는 기술 분야를 과학기술의 범주에 포함시켜야 하는지에 선행연구 간에 다소의 차이가 있다. 예를 들어, UNESCO(1984)의 경우 과학기술 학문 분야를 자연과학, 공학 및 기술, 의학, 농업과학, 사회과학 및 인문학 등을 포괄하는 것으로 정의, 분류한 바 있고, 미국과학재단(National Science Foundation)은 과학을 생명과학, 환경과학, 물리과학, 공학, 수핵컴퓨터공학, 사회과학, 심리과학, 기타 및 복합학제 간 등 8개 분야로 분류한 바 있다(송충환, 1999; 고상원 외, 2000). 또한, OECD(1993)의 경우 과학기술 학문 분야를 자연과학, 공학·기술, 의학, 농림수산학, 사회과학, 인문학으로 분류하고 있는데, 이들 학문 분야 중 자연과학과 공학 및 기술 분야가 직접적으로 과학기술활동과 관련이 있는 것으로 정의하고 있

기도 하다.

우리나라의 경우에는 이학, 공학, 농림수산학, 의약학은 과학기술 분야에 포함되지만, 사회과학의 경우에는 통계지표에 따라 포함의 여부가 달라지기도 한다. 본 연구에서는 과학기술 관련 학과 및 전공 분야에 대한 「과학기술 연구 활동 조사보고」의 정의에 따라 이학과 공학을 각각 6개와 10개 분야로, 의약계와 농림수산학은 「교육통계연보」에 의거하여 각각 2개 분야로 분류하였다. 이상의 기준에 따라 각 계열에 해당하는 과학기술 관련 학과의 분류 안을 다음의 <표 4-1>에 제시하였다.

1) 이학계열

이학계열은 수학·전산과학, 물리학, 화학, 지구과학·천문·기상학, 생물학, 이학기타 등 6개 분야로 다시 분류할 수 있으며, 그에 해당하는 학과는 다음에 제시한 이학계열 과학기술인력 관련 학과 분류 안은 부록에 나타내었다.

2) 공학계열

공학계열은 기계·선박·항공, 금속재료, 전기·전자·통신, 화학공학, 식품·유전공학, 섬유, 원자력, 자원, 토목·건축, 공학기타 등 10개 분야로 다시 분류할 수 있으며, 그에 해당하는 학과는 다음에 제시한 공학계열 과학기술인력 관련 학과 분류 안은 부록에 나타내었다.

3) 농림수산해양학계열

농림수산해양학계열은 농림학, 해양수산학으로 다시 분류할 수 있으며, 그에 해당하는 학과는 다음에 제시한 농림수산해양학계열 과학기술인력 관련 학과 분류 안은 부록에 나타내었다.

4) 의약학계열

의약학계열은 의학, 약학으로 다시 분류할 수 있으며, 그에 해당하는 학과는 다음에 제시한 의약계열 과학기술인력 관련 학과 분류 안은 부록에 나타내었다.

〈표 4-1〉 전공 중분류별 해당학과

중분류	해당학과
수학 전산	수리과학부, 수통계과, 수학과, 수학통계학과, 응용수학과, 응용정보통계전공, 응용통계학과, 전산과학과, 전산통계학과, 전산학과, 전산학전공, 전자계산학과, 전자계산학전공, 정보과학과, 정보처리전공, 정보처리학과, 정보통계학과, 제어계측학과, 컴퓨터과학학과, 통계과, 통계학과, 정보통신계열, 산업응용수학과, 컴퓨터에니메이션전공, 패션정보전공, 정보보호기술협동과정, 디지털영상학과, 멀티미디어음향학과, 게임학과, 소프트웨어협동과정, 정보커뮤니케이션학과
물리	물리광학과, 물리기술학과, 물리학과, 물리학부, 응용물리과, 응용물리학과, 전자물리학과
화학	생화학과, 소재화학과, 응용화학과, 응용화학부, 정밀화학과, 화학과, 화학부
지구 천문	대기과학과, 대기환경과학과, 우주과학과, 응용지질과, 자연자원학과, 항공교통학과, 지구시스템공학과, 대기환경협동과정, 환경대기과학과, 지구과학과, 지구물리학과, 지구시스템과학과, 지구해양과학과, 지구환경과학부, 지질과학과, 지질학과, 천문대기과학과, 천문우주과학과, 천문우주학과, 천문학과

<표 계속>

74 국가 신 경쟁력 제고를 위한 과학·기술 교육 혁신방안

중분류	해당학과
생물	미생물과, 미생물학과, 분자내분비협동과정, 분자생물학과, 사료생산공학과, 산업미생물학과, 생명과학과, 생명과학부, 생명자원과학과, 생물·미생물학과, 생물과학과, 생물학과, 신경생물학과, 유전공학과, 유전과학과, 응용동물과학과, 응용미생물학과, 응용생물학과, 중앙생물학전공, 천연물과학전공, 환경생물학전공, 의학생물학과, 노화생명과학, 분자생명과학부, 해양생물산업, 신경과학기술협동과정, 특성분석전공, 비만관리학과, 급식관리학과
기타	공간계획학과, 과학사 및 과학철학 전공, 과학학과, 소방학전공, 자연과학계열, 철강학과, 도시건축설계학과, 건설환경학과, 환경관리 및 정책 협동과정, 위생과학과, 과학기술의 역사와 철학 협동과정, 심신건강증진학과, 간호행정학과, 환경과학과, 환경관리학과, 환경보전과학과, 환경시스템협동과정, 환경학과
기계 조선 항공	기계공학과, 기계공학부, 기계공학전공, 기계공학학연협동과정, 기계산업공학부, 기계설계공학과, 기계설계학과, 금형설계학과, 기계에너지공학과, 기계자동차공학부, 기계항공공학부, 기관공학과, 기전공학과, 냉동공조공학과, 냉동공학과, 메카트로닉스공학과, 메카트로닉스전공, 메카트로닉스협동과정, 생산가공공학과, 생산공학과, 생산기계공학과, 생산시스템공학과, 선박공학과, 선박기관학과, 선박해양공학과, 자동차공학과, 정밀기계공학과, 조선공학과, 조선해양공학과, 조선해양공학전공, 조선해양시스템공학과, 제어기계공학과, 지능기계공학과, 지능기계시스템전공, 첨단정밀공학전공, 항공공학과, 항공기계공학과, 항공우주공학과, 항공우주 및 메카트로닉스공학과, 항공운항관리학과, 항공재료공학과, 항공전자공학과, 항공통신정보공학과, 해상공학과, 해양공학과, 해양산업공학과해양산업공학협동과정, 해양생명공학부, 해양토목공학과, 로봇시스템공학과, 메카트로닉스공학협동과정, 항공기계전공, 해상운송시스템학과, 기계메카트로닉스공학부, 기관시스템공학전공, 선박해양공학전공, 항공기계공학전공, 기계시스템공학전공, 마이크로머시닝협동과정, 정밀정형협동과정, 생산·안전공학과, 자동차시스템공학과, 철도차량공학과, 철도건설안전공학과, 철도전기신호공학과, 해상위험물관리기술전공, 항만물류시스템학과, 조선·해양·건축공학과, 해양생산공학과, 해양전자·통신학과, 해양 및 조선공학과
전기 전자 통신	광섬유통신전공, 네트워크과, 데이터베이스전공, 매체공학과, 멀티미디어공학과, 멀티미디어과, 멀티미디어광고전공, 멀티미디어응용학과, 멀티미디어전공, 멀티미디어학과, 멀티미디어협동과정, 반도체공학과, 반도체과학과, 반도체학과, 센서공학과, 소프트웨어공학과, 소프트웨어학과, 시스템공학과, 영상공학과, 영상정보공학과, 영상표시협동과정, 융합진동공학협동과정, 응용전산학과, 응용전자공학과, 의용전자공학과, 인터넷정보과, 전기공학과, 전기공학부, 전기공학전공, 전기 및 전자공학과, 전기전산공학과, 전기전자공학과, 전기전자공학전공, 전기전자정보공학과, 전기전자정보통신공학부, 전기전자정보통신공학전공, 전기전자제어공학과, 전기제어공학전공,

<표 계속>

중분류	해당학과
전기 전자 통신	전기전자컴퓨터공학과, 전기제어공학전공, 전산공학과, 전산전자공학부, 전산정보공학과, 전산정보관리학과, 전산정보시스템전공, 전산정보학과, 전자계산공학과, 전자계산과, 전자공학과, 전자공학전공, 전자 및 컴퓨터공학과, 전자전기공학과, 전자전기공학부, 전자전산공학과, 전자전산기공학전공, 전자전자통신전공학과, 전자정보공학과, 전자정보통신공학과, 전자제어공학과, 전자컴퓨터공학과, 전자통신공학과, 전파공학과, 전파방송학과, 정보공학과, 정보공학전공, 정보산업공학과, 정보산업학과, 정보시스템전공, 정보시스템협동과정, 정보전산학과, 정보전자공학과, 정보통신공학과, 정보통신공학전공, 정보통신과, 정보통신전공, 정보통신정책학과, 정보통신학과, 제어계측공학과, 지능정보공학과, 지리정보공학과, 컴퓨터공학과, 컴퓨터공학전공, 컴퓨터과학과, 컴퓨터과학전공, 컴퓨터그래픽스전공, 컴퓨터그래픽학과, 컴퓨터 및 정보통신공학, 컴퓨터소프트웨어학과, 컴퓨터정보공학, 컴퓨터통신전공, 컴퓨터통신학과, 컴퓨터학과, 통신공학과, 멀티미디어정보전공, 반도체과학기술학과, 전기전자공학학협동과정, 전자컴퓨터공학부, 컴퓨터정보통신학과, 전산정보통신과, 멀티미디어정보처리전공, 멀티미디어통신, 산업정보시스템공학과, 정보시스템학과, 정보제어공학전공, 컴퓨터정보처리, 정보통신학협동과정, 미세소자협동과정, 영상정보처리협동과정, 통신시스템기술협동과정, 전자계산학·컴퓨터공학과, 컴퓨터응용기술, 첨단산업기술, 컴퓨터게임공학과, 인터넷소프트웨어학과, 멀티미디어소프트웨어학과, 광대역정보통신, 의료영상과학, 사진영상정보학과, 전기·정보·제어공학과, 정보시스템공학과, 전자전기제어계측공학과, 정보전산공학, 컴퓨터전자공학과, 멀티미디어정보과, 영상정보과, 정보통신시스템공학부, 시스템제어공학과, 컴퓨터전자디자인학과, 뉴미디어영상전공, 전기·컴퓨터공학부
금속 재료	금속공학과, 금속공학전공, 금속재료공학과, 무기재료공학과, 무기재료공학전공, 보석공학과, 분체공학협동과정, 세라믹공학과, 신소재공학과, 재료공학과, 재료공학부, 재료공학전공, 재료금속공학과, 전자재료공학과, 재료공학학협동과정, 생물소재공학협동과정, 재료금속고분자화학공학군, 강구조공학협동과정, 유기신물질공학협동과정, 신소재화학과
화학 공학	고분자공학과, 고분자공학전공, 고분자 및 화학공학과, 고분자학과, 공업화학학과, 공정공학과, 응용화학공학과, 화학공학과, 화학공학전공, 환경화학공학과, 화학시스템공학과, 환경공업화학, 청정공학협동과정, 분자과학기술학과
식품 유전	물질생명화학공학부, 미생물공학과, 생명공학과, 생명산업공학과, 생명자원이용학협동과정, 생물공학과, 생물기전공학과, 생물응용공학과, 생물자원공학과, 생물자원기계학과, 생물화학공학전공협동, 생체공학과, 식량공학과, 식량자원학과, 식품공학전공, 식품미생물공학과, 식품산업공학과, 식품산업공학과, 식품생명공학과, 식품생물공학과, 유전공학과, 유전공학전공, 생명공학전공, 생물자원학과, 생명·화학공학과, 응용생명과학과, 생명환경공학과, 화학생명공학과

<표 계속>

76 국가 신 경쟁력 제고를 위한 과학·기술 교육 혁신방안

중분류	해당학과
섬유	섬유고분자공학과, 섬유공학과, 섬유공학전공, 섬유산업학과, 섬유패션공학과, 섬유패션산업전공, 염색공학과, 섬유유기재료공학과
원자력	원자력공학과, 원자핵공학과
자원	에너지공학과, 에너지학과, 자원공학과, 지질공학과, 지구환경협동과정, 지구자원학연합동과정
토목 건축	건설경영학과, 건설공학과, 건설교통공학과, 건설구조공학과, 건설프로젝트관리전공, 건설학과, 건설환경공학과, 건설환경공학전공, 건축공학과, 건축공학부, 건축공학전공, 건축설계학과, 건축설계학전공, 건축설비공학과, 건축토목공학부, 건축학과, 건축학전공, 공간환경공학과, 교통공학과, 구조시스템공학과, 도시계획공학과, 도시계획과, 도시공학과, 도시공학전공, 도시 및 교통공학과, 도시정보공학과, 실내건축설계학과, 실내건축설계학전공, 실내건축학과, 안전공학과, 토목공학과, 토목공학전공, 토목환경공학과, 학교건축전공, 건설공학전공, 도시건축공학과, 도시환경공학부, 토목건축환경공학과, 실내설계전공, 방재공학과, 건설·공간계획학과, 건축·토목공학과, 토목·건축·환경공학부, 환경조경정보학과, 건축역사·이론전공, 실내건축전공, 한국건설기술연구원학연합동과정, 건설사업관리공학협동과정, 측지공학과
기타	공업경영학과, 공학계열, 공학부, 금융공학과, 기술정책전공, 농업공학과, 도자기기술학과, 물류시스템공학과, 산업공학과, 산업공학전공, 산업과학과, 산업기계공학과, 산업기술학과, 산업시스템공학과, 산업전기공학과, 산업전자공학과, 산업정보공학과, 산업환경보건학과, 의학공학과, 인쇄공학과, 제품디자인전공, 지구환경공학학연합동과정, 지구환경시스템공학과, 지구환경시스템공학부, 품질경영과, 환경공학과, 환경공학부, 환경공학전공, 환경설계학과, 환경시스템공학과, 환경정보시스템학과, 환경조경학과, 기술정책학과, 산업경영공학전공, 전자상거래확산전공, 인터넷비즈니스전공, 벤처학과, 신발산업공학과, C4I전공, 전자거래전공, 안전보건경영학과, 한방의료산업학과, 전자상거래전공, 산업안전보건연구원학연합동과정, 디자인공학과
농림학	관광조경학과, 국제농업개발학과, 낙농학전공, 농공농업기계공학과, 농공학부, 농업기계공학과, 농업자원경제학과, 농학과, 농화학과, 도시조경학과, 동물생명과학부, 동물자원과학과, 동물자원학전공, 산림과학전공, 산림자원학과, 산림과학대학, 식량자원학부, 식물자원원예학과, 식물자원환경학과, 원예과학부, 원예식품가공학전공, 원예조경학부, 원예환경조경학과, 응용생물원예학부, 임산공학과, 임학과, 자원식물개발과, 자원식물학전공, 조경학전공, 축산과학부, 축산학전공, 환경녹지학전공, 환경임산자원학부
수산 해양학	선박운항시스템공학과, 수산가공학과, 수산경영학전공, 수산공학·기관공학과, 수산생명과학부, 수산자원개발학과, 수산해양생명과학과, 양식학과, 어병학과, 어업학과, 증식학과, 해사수송공학과, 해양개발공학부, 해양경찰학과,

<표 계속>

중분류	해당학과
수산 해양학	해양과학과, 해양과학부, 해양생물공학과, 해양생물이용학부, 해양생물학과, 해양생산과학부, 해양생산관리학과, 해양생산학과, 해양생산학·기관공학과군, 해양시스템학부, 해양응용공학과군, 해양자원육성학과, 해양자원학과, 해양학과, 해양학전공
의학	간호과학과, 간호학과, 간호학부, 간호학전공, 공중보건학전공, 물리치료학과, 보건과학과, 보건과학부, 보건관리학과, 보건관리학전공, 보건학과, 보건학부, 산업보건학과, 산업안전보건학과, 산업안전보건학전공, 수산생명의학과, 수의예과, 수의학과, 수족병리학과, 언어치료학과, 운동처방학과, 의공학과, 의예과, 의용공학과, 의학과, 의학부, 인간재활학과, 임상병리학과, 작업치료과, 재활과학과, 재활치료학과, 재활학과, 재활학전공, 초음파의과학과, 치의예과, 치의학과, 특수재활전공, 한의예과, 환경보건학과
약학	건강관리학과, 생약자원학과, 약학과, 약학부, 약학전공, 약학제약학과군, 위생제약학과, 재활공학과, 제약학과, 제약학전공, 한약학과, 한의학과

2. 과학·기술 인력의 공급 전망 ②

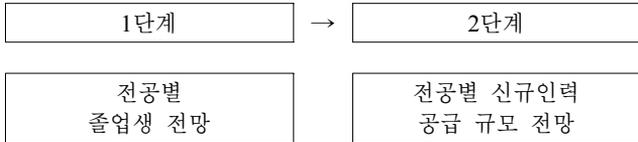
가. 과학기술 인력 신규인력 공급 전망 절차

신규인력 공급 전망 절차는 [그림 4-1]과 같이 「전공별 졸업생 전망 → 전공별 신규인력 공급 규모 전망」의 2단계로 이루어진다. 먼저, 1단계 졸업생 전망은 교육과학기술부·한국교육개발원 『교육통계연보』 자료의 졸업생 수를 기준으로 하여 총량 및 각 전공별 졸업생 수를 전망한다.¹⁷⁾ 2단계 전공별 신규인력 공급 규모 전망은 공급량 기준으로서 각 전공별 경제활동 참가율을 구한 후 다음의 식에 의해 전망을 실시한다.

17) 전공 분류는 한국교육개발원(2004)의 ‘학과(전공)분류체계’상 소분류(전문대 76개, 대학교 121개, 대학원 118개)를 기준으로 한다.

○ 전공별 신규 공급 규모=전공별 졸업생 전망×경제활동 참가율

[그림 4-1] 신규인력 공급 전망 절차

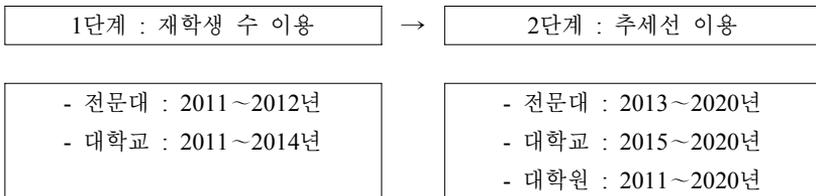


나. 전공별 졸업생 전망

1) 전공별 졸업생 수 전망 절차 및 방법

졸업생 수 전망 절차는 2단계로 이루어진다. [그림 4-2]에서 보듯이 1단계에서는 기존의 재학생 수를 이용한 전망이고, 2단계에서는 추세선(trend line)을 이용한 전망이 [그림 4-2]다.

[그림 4-2] 전공별 졸업생 수 전망 절차



먼저, 1단계 전망에서는 다른 조건이 동일하다면(ceteris paribus), 당해 연도 졸업생 수는 졸업을 앞둔 전년도 재학생 수(전문대의 경우 2학년, 대학교의 경우 4학년)에 가장 큰 영향을 받는다.¹⁸⁾ 이에 따라

전문대의 경우는 2011~2012년까지, 대학교의 경우는 2011~2014년까지 교육과학기술부·한국교육개발원의 『교육통계연보』에 제시된 재학생 통계를 이용하여 전망을 실시한다. 다만, 대학원 석·박사의 경우는 학기별 재학생 수의 구분이 없기 때문에 1단계 전망이 불가하다. 대학교의 경우는 입학 4년 후 졸업(남자의 경우는 병역문제로 6년 고려), 전문대의 경우는 2년 후(남자 4년) 졸업하기 때문에 전망모형의 도출을 위한 함수의 형태는 다음과 같다. 이때, 각 연도별 재학생이 해당 연도에 졸업할 확률을 추정한 후, 이를 전년도 재학생 수를 곱하면 졸업자 수 도출이 가능하며, 본 전망에서 사용한 평균 졸업률은 3개년 평활법을 이용한다.

$$\begin{aligned}
 \text{- 전망모형 : 졸업자 수}_t &= f_i \text{ (4학년 학생 수}_{t-1}) \\
 &= f_i \text{ (3학년 학생 수}_{t-2}) \\
 &= f_i \text{ (2학년 학생 수}_{t-3}) \\
 &= f_i \text{ (1학년 학생 수}_{t-4}), \text{ 여기서 } i \text{는 전공}
 \end{aligned}$$

다음으로 2단계 전망에서 전문대의 경우에 2013년(대학교의 경우에 2015년, 대학원 석·박사의 경우는 2011년) 이후에는 각 학년별 재학생 수에 대한 정보가 없다. 이 때문에 기존 재학생 자료의 이용이 불가능하므로 회귀모형을 이용한 추정을 실시하였다. 시계열분석에 가장 많이 사용되는 모형으로는 지수평활모형(exponential smoothing), 시계열회귀모형(time series regression), 자기회귀누적이동평균모형

18) 변수로서 자퇴율 등의 요인도 고려할 수 있으나 현재의 자료 제약상 이용 불가하다. 따라서 이 변수는 동일하다고 가정한다.

(Autoregressive Integrated Moving Average, ARIMA) 등이 있다. 본 연구에서는 김형만 외(2002), 장창원 외(2005), 박천수 외(2007)와 같이 노동공급전망에 주로 사용되고 있는 과거의 자료만을 이용한 추세 접근법(trend approach)을 사용하였으며, 구체적인 모형은 다음과 같다. 추정결과로 나타나는 모형적합도(R2값)와 유의성을 검토한 후에 최적 모형을 선택한다.

- 전망모형 : 모형1 $G_i = \alpha + \beta_1 T + \epsilon$

모형2 $G_i = \alpha + \beta_1 T + \beta_2 T^2 + \epsilon$

여기서, i 는 학과, G 는 졸업자 수, T 는 trend

2) 학력별 졸업생 수 전망 결과

〈표 4-2〉 학력별 졸업생 전망

구 분	2005년	2010년	2015년p		2020년p		증가율 '08 ~ '18p	
			증가율	증가율	증가율	증가율		
전 체	574.6	557.5	-0.6	567.3	0.3	553.8	-0.5	-0.1
전문대	228.8	190.0	-3.6	179.7	-1.1	168.1	-1.3	-1.2
대학교	268.8	279.6	0.8	283.9	0.3	271.3	-0.9	-0.3
대학원	77.0	87.9	2.7	103.7	3.4	114.4	2.0	2.7

주: 1) 증가율은 연평균 증가율 기준임.

2) p는 전망치임.

다. 과학기술 인력 신규 공급 전망

1) 전망 개요

향후 10년간 전문대학교 대학, 대학원에서 과학기술 분야에 공급되

는 인력규모를 예측하는 것은 교육부문의 인력양성 정책이나 노동부문의 인력수급 정책의 수립을 위해서 필수적인 내용이다. 이 연구에서는 한국교육개발원에서 제공하는 1990년 이후의 각 학위수준별 졸업자 수 자료를 사용하여 향후 10년간 교육부문에 노동부문으로 배출되는 학위수준별·전공별 과학기술 인력의 규모를 전망하였다. 학위수준은 전문대학, 4년제 대학, 석사학위, 박사학위의 네 단계로 구분되었고, 전망기간은 2011~2020년까지 전망하였다.

대분류는 과학기술 분야의 인력이 양성되는 전공 분야를 이학 분야, 공학 분야, 농림수산학 분야, 의약학 분야의 네 개 전공 분야로 분류한 것이며, 중분류 전공단위는 각 대분류 전공단위를 세분한 것으로, 이학 분야는 생물/화학/환경, 생활과학, 수학/물리/천문/지리의 3개 전공단위로 중분류하였으며, 공학 분야는 건축, 토목/도시, 교통/운송, 기계/금속, 전기/전자, 정밀/에너지, 소재/재료, 컴퓨터/통신, 산업, 화공, 공학기타의 11개 전공단위로, 농림수산 분야는 농림/수산학과의 1개 전공단위로, 의약학 분야는 의료, 간호, 약학, 치료/보건의 4개 전공단위로 중분류하여, 중분류에 의한 전공단위 수는 총 19개이었다.

〈표 4-3〉 과학기술 관련학과의 범위

전공 대분류	전공 중분류
자연계열	농림/수산, 생물/화학/환경, 생활과학, 수학/물리/천문/지리 (4개)
공학계열	건축, 토목/도시, 교통/운송, 기계/금속, 전기/전자, 정밀/에너지, 소재/재료, 컴퓨터/통신, 산업, 화공, 기타 (11개)
의약학계열	의료, 간호, 약학, 치료/보건 (4개)

주: 자연계열은 이학과 농림수산학으로 구분

과학기술 인력의 신규공급 절차는, 구체적으로 먼저 1단계에서는 학력수준별로 졸업생들의 전공학과를 분류하고, 2단계에서는 학력 및 전공별 졸업생 시계열 자료를 구축한다.

3단계에서는 도출된 자료를 활용하여 이중지수평활모형 (Double Exponential Smoothing Model)을 이용하여 공급 전망을 실시한다. 공급 전망에 사용할 수 있는 계량모형으로는 시계열 회귀분석모형 (Time Series Regression Model), ARIMA모형 (Autoregressive Integrated Moving Average Model), 지수평활모형 등 다양한 모형이 존재한다.

이 중 시계열 회귀분석에 의한 예측의 경우, 최적의 모형이 수립될 때 최소의 오차를 가진 우수한 예측치를 산출할 수 있으나, 종속시계열에 대하여 높은 설명력을 가진 독립시계열을 발굴하고 종속시계열에 대한 독립시계열의 함수형태를 찾아내는 데 많은 시간과 노력이 소요된다. 또한, ARIMA 모형에 의한 예측의 경우 모형의 설정을 위하여 최소한 35개 정도의 시계열이 요구되는데, 가용한 시계열의 기간이 작을 경우 적용에 어려움이 따른다.

반면, 지수평활모형의 경우 비록 이론전개에서 통계적으로나 수학적 논리구조가 빈약한 면도 있으나, 모형의 적용이 매우 간편할 뿐만 아니라 계산의 간단함에 비해 대단히 정확한 예측값을 구할 수 있고, 현재 사용되고 있는 여러 예측기법들 중에서 가장 경험적인 예측기법이라는 점에서 분석자들이 자주 사용하고 있다.

4단계에서는 과학기술 인력 분야 전공의 경향 참가율과 전공종사율을 감안하여 분야별 신규인력 공급전망치를 도출한다.

2) 과학기술인력 신규 공급 전망

과학기술 관련학과의 신규 공급 인력에 대한 전망을 살펴보면, 2010~2020년 전망 기간 동안 연평균 114천 명씩 총 1,139천 명에 달할 것으로 전망된다. 분야별로 공학이 연평균 70천 명씩 총 702천 명, 이학이 연평균 21천 명씩 총 207천 명, 의약학이 연평균 22천 명씩 총 215천 명 및 농림수산학이 연평균 2천 명씩 16천 명에 달할 것으로 전망된다.

〈표 4-4〉 과학기술인력 신규 공급 전망

(단위: 천 명)

구분	신규 공급 누계			연평균 신규 공급		
	'11~'15	'15~'20	'11~'20	'11~'15	'15~'20	'11~'20
전체	583.0	556.4	1,139.4	116.6	111.3	113.9
공학	363.8	338.5	702.3	72.8	67.7	70.2
건축	37.1	33.7	70.9	7.4	6.7	7.1
토목·도시	35.1	33.2	68.3	7.0	6.6	6.8
교통·운송	13.4	13.8	27.2	2.7	2.8	2.7
기계·금속	49.3	42.2	91.4	9.9	8.4	9.1
전기·전자	61.1	57.3	118.4	12.2	11.5	11.8
정밀·에너지	6.4	6.7	13.1	1.3	1.3	1.3
소재·재료	19.1	19.0	38.1	3.8	3.8	3.8
컴퓨터·통신	94.4	83.5	177.9	18.9	16.7	17.8
산업	14.4	14.2	28.6	2.9	2.8	2.9
화공	14.8	14.6	29.4	3.0	2.9	2.9
기타	18.6	20.2	38.8	3.7	4.0	3.9
이학	104.7	102.0	206.6	20.9	20.4	20.7
생물·화학·환경	52.2	52.1	104.4	10.4	10.4	10.4
생활과학	32.5	30.1	62.6	6.5	6.0	6.3
수학·물리·천문·지리	19.9	19.7	39.6	4.0	3.9	4.0
농림수산학	7.8	7.7	15.5	1.6	1.5	1.5
의약학	106.7	108.3	215.0	21.3	21.7	21.5
의료	38.6	48.1	95.7	7.7	9.6	9.6
간호	27.0	37.6	74.4	5.4	7.5	7.4
약학	8.1	323.0	649.4	1.6	64.6	64.9
치료·보건	32.9	212.2	426.8	6.6	42.4	42.7

〈표 4-5〉 전문대학의 과학기술 인력 신규 공급 전망

(단위: 천 명)

구분	신규 공급 누계			연평균 신규 공급		
	'11~'15	'15~'20	'11~'20	'11~'15	'15~'20	'11~'20
전체	123.9	94.7	218.6	24.8	18.9	21.9
공학	79.6	54.3	133.9	15.9	10.9	13.4
건축	7.4	3.8	11.1	1.5	0.8	1.1
토목·도시	6.0	3.6	9.6	1.2	0.7	1.0
교통·운송	1.8	1.8	3.6	0.4	0.4	0.4
기계·금속	18.2	12.3	30.5	3.6	2.5	3.0
전기·전자	13.2	10.2	23.4	2.6	2.0	2.3
정밀·에너지	4.4	4.5	8.8	0.9	0.9	0.9
소재·재료	1.7	1.4	3.0	0.3	0.3	0.3
컴퓨터·통신	17.2	6.2	23.3	3.4	1.2	2.3
산업	0.2	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0
화공	0.4	0.2	0.6	0.1	0.0	0.1
기타	9.2	10.3	19.5	1.8	2.1	1.9
이학	15.5	11.6	27.1	3.1	2.3	2.7
생물·화학·환경	2.3	1.3	3.6	0.5	0.3	0.4
생활과학	13.0	10.2	23.1	2.6	2.0	2.3
수학·물리·천문·지리	0.2	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0
농림수산학	1.1	0.8	1.9	0.2	0.2	0.2
의약학	27.7	28.1	55.8	5.5	5.6	5.6
간호	9.0	8.4	17.4	1.8	1.7	1.7
치료·보건	18.7	19.7	38.4	3.7	3.9	3.8

전공을 세부적으로 살펴보면, 공학 분야에서는 컴퓨터·통신이 연평균 18천 명씩 총 178천 명, 전기·전자가 연평균 12천 명씩 총 118천 명, 기계·금속이 연평균 9천 명씩 총 91천 명, 건축이 연평균 7천 명씩 총 71천 명에 달할 것으로 전망된다. 의약학 분야에서는 약학이 연평균 65천 명씩 총 649천 명, 치료·보건이 연평균 43천 명씩 총 427천 명에 달할 것으로 전망된다. 이학에서는 생물·화학·환경이 연평균 10천 명씩 총 104천 명, 생활과학이 연평균 6천 명씩 총 63천 명에 달할 것으로 전망된다.

학력별 신규 공급 인력을 살펴보면, 전문대의 과학기술 인력 신규 공급은 2010~2020년 전망 기간 동안 연평균 22천 명씩 총 219천 명에 달할 것으로 전망된다. 분야별로 공학이 총 134천 명, 이학이 총 27천 명, 의약학이 총 56천 명 및 농림수산학이 2천 명에 달할 것으로 전망된다. 전공을 세부적으로 살펴보면, 공학 분야에서는 기계·금속이 총 31천 명, 전기·전자가 총 23천명, 컴퓨터·통신이 총 23천 명, 기타공학이 총 20천 명에 달할 것으로 전망된다. 이학에서는 생활과학이 총 23천 명, 생물·화학·환경이 총 4천 명에 달할 것으로 전망된다. 의약학 분야에서는 치료·보건이 총 38천 명, 간호가 총 17천 명에 달할 것으로 전망된다.

〈표 4-6〉 대학의 과학기술 인력 신규 공급 전망

(단위: 천 명)

구분	신규 공급 누계			연평균 신규 공급		
	'11~'15	'15~'20	'11~'20	'11~'15	'15~'20	'11~'20
전체	318.4	314.9	633.3	63.7	63.0	63.3
공학	200.4	197.6	398.0	40.1	39.5	39.8
건축	21.0	20.7	41.8	4.2	4.1	4.2
토목·도시	18.2	17.9	36.1	3.6	3.6	3.6
교통·운송	7.7	7.7	15.4	1.5	1.5	1.5
기계·금속	24.8	24.7	49.4	5.0	4.9	4.9
전기·전자	34.1	33.8	67.9	6.8	6.8	6.8
정밀·에너지	1.2	1.2	2.4	0.2	0.2	0.2
소재·재료	11.8	11.6	23.3	2.4	2.3	2.3
컴퓨터·통신	57.2	55.7	112.9	11.4	11.1	11.3
산업	9.1	9.1	18.3	1.8	1.8	1.8
화공	9.6	9.7	19.3	1.9	1.9	1.9
기타	5.7	5.5	11.2	1.1	1.1	1.1

<표 계속>

구분	신규 공급 누계			연평균 신규 공급		
	'11~'15	'15~'20	'11~'20	'11~'15	'15~'20	'11~'20
이학	56.6	56.4	113.0	11.3	11.3	11.3
생물·화학·환경	29.0	28.7	57.7	5.8	5.7	5.8
생활과학	13.6	13.6	27.3	2.7	2.7	2.7
수학·물리·천문·지리	13.9	14.1	28.0	2.8	2.8	2.8
농림수산학	4.4	4.7	9.0	0.9	0.9	0.9
의약학	57.2	56.2	113.3	11.4	11.2	11.3
의료	24.0	23.8	47.9	4.8	4.8	4.8
간호	16.4	16.0	32.5	3.3	3.2	3.2
약학	6.7	6.6	13.4	1.3	1.3	1.3
치료·보건	10.0	9.7	19.6	2.0	1.9	2.0

4년제 대학의 과학기술 인력 신규 공급은 2010~2020년 전망 기간 동안 연평균 63천 명씩 총 633천 명에 달할 것으로 전망된다. 분야별로 공학이 총 398천 명, 이학이 총 113천 명, 의약학이 총 113천 명 및 농림수산학이 9천 명에 달할 것으로 전망된다. 전공을 세부적으로 살펴보면, 공학 분야에서는 컴퓨터·통신이 총 113천 명, 전기·전자가 총 68천 명, 기계·금속이 총 49천 명, 건축이 총 42천 명에 달할 것으로 전망된다. 이학에서는 생물·화학·환경이 총 58천 명, 수학·물리·천문·지리가 총 28천 명에 달할 것으로 전망된다. 의약학 분야에서는 의료가 총 48천 명, 간호가 총 33천 명에 달할 것으로 전망된다.

〈표 4-7〉 대학원(석사)의 과학기술 인력 신규 공급 전망

(단위: 천 명)

구분	신규 공급 누계			연평균 신규 공급		
	'11~'15	'15~'20	'11~'20	'11~'15	'15~'20	'11~'20
전체	108.9	112.4	221.4	21.8	22.5	22.1
공학	71.0	72.5	143.5	14.2	14.5	14.3
건축	7.7	8.1	15.9	1.5	1.6	1.6
토목·도시	9.5	10.1	19.6	1.9	2.0	2.0
교통·운송	3.2	3.5	6.7	0.6	0.7	0.7
기계·금속	5.1	4.1	9.2	1.0	0.8	0.9
전기·전자	11.1	10.4	21.5	2.2	2.1	2.1
정밀·에너지	0.7	0.9	1.6	0.1	0.2	0.2
소재·재료	4.5	4.8	9.3	0.9	1.0	0.9
컴퓨터·통신	17.5	18.9	36.4	3.5	3.8	3.6
산업	4.4	4.2	8.7	0.9	0.8	0.9
화공	4.1	3.9	7.9	0.8	0.8	0.8
기타	3.1	3.6	6.8	0.6	0.7	0.7
이학	22.1	22.7	44.8	4.4	4.5	4.5
생물·화학·환경	14.0	14.6	28.6	2.8	2.9	2.9
생활과학	4.4	4.7	9.1	0.9	0.9	0.9
수학·물리·천문·지리	3.7	3.4	7.1	0.7	0.7	0.7
농림수산학	1.4	1.2	2.6	0.3	0.2	0.3
의약학	14.4	16.0	30.4	2.9	3.2	3.0
의료	8.7	9.4	18.0	1.7	1.9	1.8
간호	1.2	1.4	2.7	0.2	0.3	0.3
약학	1.0	1.0	2.0	0.2	0.2	0.2
치료·보건	3.6	4.2	7.7	0.7	0.8	0.8

대학원 석사의 과학기술 인력 신규 공급은 2010~2020년 전망 기간 동안 연평균 22천 명씩 총 221천 명에 달할 것으로 전망된다. 분야별로 공학이 총 144천 명, 이학이 총 45천 명, 의약학이 총 30천 명 및 농림수산학이 3천 명에 달할 것으로 전망된다. 전공을 세부적으로 살펴보면, 공학 분야에서는 컴퓨터·통신이 총 36천 명, 전기·전자가 총 22천 명, 토목·도시가 총 20천 명, 건축이 총 16천 명에 달할 것으로 전망된다. 이학에서는 생물·화학·환경이 총 29천 명, 생활과학

이 총 9천 명에 달할 것으로 전망된다. 의약학 분야에서는 의료가 총 18천 명, 치료·보건이 총 8천 명에 달할 것으로 전망된다.

〈표 4-8〉 대학원(박사)의 과학기술인력 신규 공급 전망

(단위: 천 명)

구분	신규 공급 누계			연평균 신규 공급		
	'11~'15	'15~'20	'11~'20	'11~'15	'15~'20	'11~'20
전체	31.7	34.4	66.2	6.3	6.9	6.6
공학	12.8	14.1	26.9	2.6	2.8	2.7
건축	1.0	1.1	2.1	0.2	0.2	0.2
토목·도시	1.4	1.6	3.0	0.3	0.3	0.3
교통·운송	0.7	0.8	1.5	0.1	0.2	0.2
기계·금속	1.2	1.1	2.3	0.2	0.2	0.2
전기·전자	2.8	2.9	5.7	0.6	0.6	0.6
정밀·에너지	0.1	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0
소재·재료	1.1	1.3	2.4	0.2	0.3	0.2
컴퓨터·통신	2.4	2.8	5.2	0.5	0.6	0.5
산업	0.6	0.7	1.4	0.1	0.1	0.1
화공	0.8	0.8	1.6	0.2	0.2	0.2
기타	0.6	0.8	1.4	0.1	0.2	0.1
이학	10.5	11.2	21.7	2.1	2.2	2.2
생물·화학·환경	6.9	7.6	14.4	1.4	1.5	1.4
생활과학	1.6	1.6	3.1	0.3	0.3	0.3
수학·물리·천문·지리	2.1	2.1	4.2	0.4	0.4	0.4
농림수산학	1.0	1.0	2.0	0.2	0.2	0.2
의약학	7.4	8.1	15.5	1.5	1.6	1.5
의료	6.0	6.5	12.4	1.2	1.3	1.2
간호	0.4	0.4	0.8	0.1	0.1	0.1
약학	0.4	0.4	0.8	0.1	0.1	0.1
치료·보건	0.7	0.8	1.5	0.1	0.2	0.1

대학원 박사의 과학기술 인력 신규 공급은 2010~2020년 전망 기간 동안 연평균 7천 명씩 총 66천 명에 달할 것으로 전망된다. 분야별로 공학이 총 27천 명, 이학이 총 22천 명, 의약학이 총 16천 명 및 농림수산학이 2천 명에 달할 것으로 전망된다. 전공을 세부적으로 살

펴보면, 공학 분야에서는 전기·전자가 총 6천 명, 컴퓨터·통신이 총 6천 명, 토목·도시가 총 3천 명, 소재·재료가 총 2천 명에 달할 것으로 전망된다. 이학에서는 생물·화학·환경이 총 14천 명, 수학·물리·천문·지리가 총 4천 명에 달할 것으로 전망된다. 의약학 분야에서는 의료가 총 12천 명, 치료·보건이 총 2천 명에 달할 것으로 전망된다.

3. 과학·기술 인력의 수요 전망

이 장에서는 과학기술 인력의 수요를 예측하고, 공급과의 비교를 통하여 수급차를 분석한다. 제1절에서는 본 연구에서 채택한 과학기술 인력의 정의를 살펴보고, 제2절에서는, 먼저 중장기 인력 수요예측 방법에 관해 전반적으로 설명을 하고, 수요예측의 실질적인 첫 단계로 볼 수 있는 산업구조의 전망 및 총량인력 수요 전망 등을 살펴본다. 그리고 이러한 토대 위에 제3절에서 과학기술 인력의 학력·전공별 수요예측을 하고, 수급차 분석을 한다.

가. 과학기술 인력의 정의

제2장에서는 과학기술 인력과 관련하여 세 가지 국제적인 정의들을 살펴보았다. 본 절에서는 이를 바탕으로 본 연구가 당면한 통계자료의 제약과 우리나라의 교육 및 인력양성체계에 가장 부합하는 과학기술 인력의 정의를 모색하도록 한다.

이미 여러 차례 언급되었듯이, 과학기술 인력은 보통 직종과 자격의

두 가지 요건에 의해서 결정된다. 우리나라의 경우, 그동안 대부분의 연구가 직종과 학력 기준을 함께 사용하여 왔다(고상원 외, 1995). 즉 과학기술 인력에 해당하는 직종군을 우선 정의한 후에 이 중에서 특정 이상의 학력을 갖춘 자들을 과학기술 인력으로 정의하였다. 또한, 해당 학문분야에서도 자연과학과 공학 및 기술 분야가 직접적으로 과학기술 활동과 관련이 있는 것으로 간주하여 이학, 공학, 의약학, 농림수산학 분야로 한정하고 있다.

이상의 기준을 바탕으로 과학기술 인력을 정의하면 다음과 같다.

- a) 과학기술 분야에서 전문대학 졸업 이상의 학력을 가졌으며,
 - b) a)의 자격 요건을 갖춘 자가 취업하는 직종에 종사하고 있는 자
- 위의 학력 및 직종 기준에 따라 과학기술 인력을 정의하기 위해서는 “과학기술 분야”와 “과학기술 분야에서 전문대학 졸업 이상의 학력을 가진 자가 취업하는 직종”, 다시 말해 과학기술 관련 직종을 또한 번 정의해야 할 필요가 있다. 고상원 외(2001)는 한국표준산업분류 체계 내에서 과학기술 인력으로 파악될 수 있는 직종을 세세분류(직종5자리) 수준에서 정의한 바 있다(<표 4-9> 참조). 이 중 중분류(직종2자리), 소분류(직종3자리), 세분류(직종4자리)로 직업이 제시된 것은 각각의 분류에 속하는 모든 인력이 과학기술 인력에 포함됨을 의미한다. 일부 직종에 대해서는 세세분류 중 일부만이 과학기술인력에 포함되는 경우도 있는데, 이것은 세세분류 이하의 직종 분류가 존재하지 않기 때문이다.

이와 같이 해서 과학기술 관련 직종을 세세분류를 기준으로 정의할 수 있었다. 그러나 실제로 이 같은 직종 분류를 정량적 분석에 활용하는 데는 많은 제약이 따른다. 특히, 이용하고자 하는 통계자료의 신뢰

성이 이 같은 세세분류를 뒷받침하지 못하는 경우가 많다. 그리고 비록 일부 통계자료에서 세세분류별 인력 현황을 제공하더라도 수급전망의 각 단계에서 필요한 다양한 전망치가 상위 직종분류까지만 도출된다면 결국 수급전망치의 일관성을 유지하기는 어렵다. 예를 들어, 본 연구에서 산업별 취업자 현황과 전망분석에 기초자료가 될 「경제활동인구조사」는 직종중분류까지, 산업-직종계수행렬에 활용될 「임금 구조기본통계조사」는 직종소분류까지만 조사되고 있으며, 통계적 신뢰성은 각각 한 단계 상위 분류까지 유지되는 것으로 알려져 있다. 더욱이 우리나라의 경우 직종세세분류에 대한 통계자료는 존재하지 않고, 「노동력수요동향조사」가 유일하게 직종 세분류까지 조사하고 있다.

이 같은 점을 감안하여 본 연구에서는 직종세분류 수준에서 과학기술 인력을 정의하도록 하겠다. 다시 말해서, 직종세세분류(직종5자리)에 따라 정의된 ‘정보처리 및 컴퓨터 운영업 운영부서관리자(02373)’나 ‘연구개발업 운영부서관리자(02374)’는 상위 분류인 ‘사업서비스업 운영부서 관리자(0237)’에서, ‘정보처리 및 컴퓨터운영업 일반관리자(03073)’나 ‘연구개발업 일반관리자(03074)’는 상위 분류인 ‘사업서비스업 일반관리자(0307)’에서 본 연구의 과학기술 인력을 추정하는 등 본 연구에서 정의한 과학기술 관련 직종은 다음과 같다.

〈표 4-9〉 표준직업분류에 의한 과학기술 관련 직종(직업)

표준직업분류 코드	직종(업) 명
02	행정/경영 관리자 中
02373	정보처리 및 컴퓨터운영업 운영부서 관리자
02374	연구개발업 운영부서 관리자
0246	전산업무부서 관리자
0247	연구 및 개발부서 관리자
03	일반관리자 中
03073	정보처리 및 컴퓨터운영업 일반관리자
03074	연구개발업 일반관리자
11	과학전문가 中
111	자연과학 전문가
112	생명과학 전문가
12	컴퓨터 관련 전문가
13	공학 전문가
14	보건의료 전문가
15	교육 전문가 中
15102	이학계열 교수
15103	공학계열 교수
15104	의약계열 교수
15109	기타 대학교수 중 일부 제외
15203	중등교사 (수학 교사)
15205	중등교사 (과학 교사)
15207	중등교사 (실업 및 전산교사 중 일부 제외)
15693	컴퓨터학원 강사
17	법률 전문가 中
17131	특허 전문가
21	과학관련 기술 종사자
22	컴퓨터관련 준전문가
23	공학관련 기술종사자
24	보건의료 준전문가
25	교육 준전문가 中
25212	기술학원 강사
26	기술/상업판매 종사자 中
26231	산업용 기계장비 기술판매원
26232	전자장비 기술판매원
26233	의료장비 및 용품 기술판매원
26234	농업용 기계장비 기술판매원
29	법률 준전문가 中
29211	특허사무 준전문가

주: 음영으로 표시된 직종만이 과학기술 관련 직종에 포함됨.

나. 중장기 인력수요 전망

1) 중장기 산업구조 전망 방법 및 절차

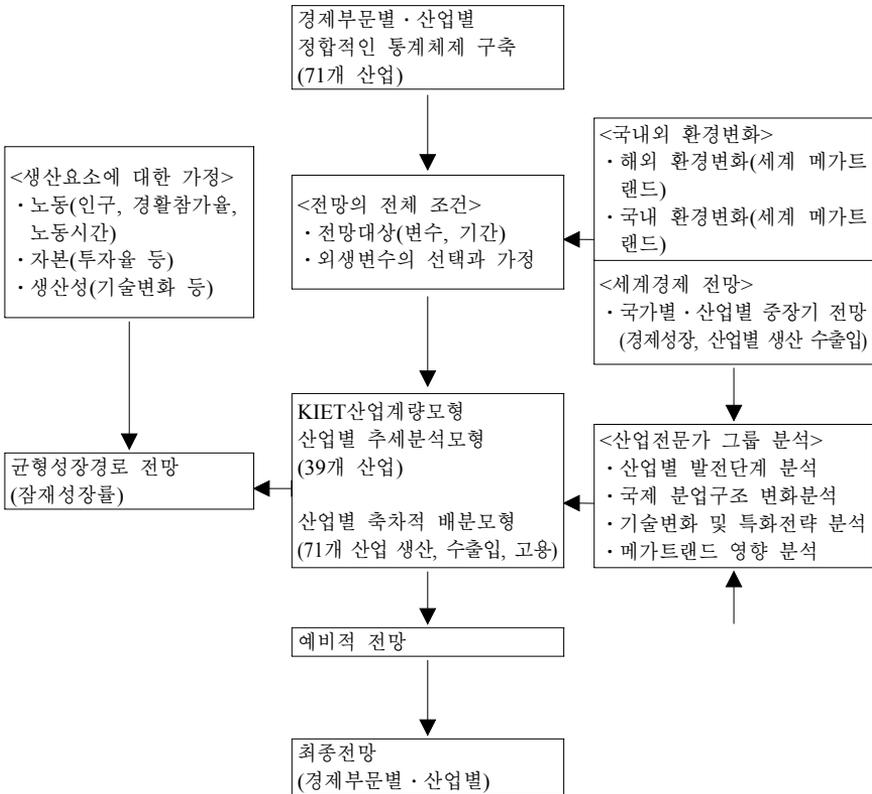
산업구조의 중장기 전망을 하기 위해서는 국내외 다양한 환경변화에 기초한 지속 가능한 경제성장경로의 모색이 필요하다. 왜냐하면, 단기의 경우에는 경제구조에 큰 변화가 없다고 볼 수 있기 때문에 과거를 기초로 경제주체들의 행위방정식을 추정하고, 이의 연장을 통해 예측이 가능하지만, 경제구조 자체가 변화하는 중장기 전망의 경우에는 단순한 추세 연장은 예측된 경로가 현실적으로 실현 가능한 것인지, 또는 어떤 바람직한 의미를 내포하고 있는지에 대한 판단이 필요하기 때문이다.

따라서 구조 자체가 변화하는 장기적 전망을 하기 위해서는 단순히 과거의 추세에 의존하기보다는 국내외 환경변화에 대한 다양한 분석 및 전망 관련 정보를 종합적으로 고려하는 것이 중요하다. 이러한 점을 감안하여 다음과 같은 3단계 절차에 의거하여 장기 경제성장 및 산업구조 변화에 대한 전망을 수행한다.

1단계에서는 중장기 경제전망에서는 공급능력의 장기적 변화과정이 중요시된다는 점을 고려하여 본원적 생산요소인 노동과 자본, 그리고 생산성에 대한 장기 변화에 입각하여 균형성장경로와 잠재성장률을 전망한다. 2단계에서는 산업연구원 산업계량모형에 기초하여 경제부문별 상호연계성과 변수 간 인과관계에 의한 산업별 상대적 성장속도를 반영하여 39산업별 경제부문별 전망을 실시하고, 이를 산업별 배분모형을 통해 71개 산업으로 배분하여 예비적 전망치 산출한다. 그리고 마

지막 3단계에서는 계량모형에서 파악할 수 없는 산업별 국제적 분업구조, 기술변화 및 특화전략 등에 대한 산업전문가 그룹의 정성적 분석에 의한 수정·보완을 피드백 하여 최종적 전망치를 도출한다.

[그림 4-3] 중장기 산업구조 전망 흐름도



2) 경제성장률 전망

가) 잠재GDP 성장률의 전망방법

중장기 경제전망에서는 지속가능한 성장 또는 공급능력의 변화를 나타내는 잠재성장률의 장기추세가 중심지표가 된다. 실제 국내총생산(GDP)은 경제성장이 순환성을 가지고 있어 과거자료의 분석을 기초로 미래를 예측하는 것이 쉽지 않기 때문에 잠재GDP 또는 완전고용을 가정한 GDP의 개념을 도입하여 전망하는 것이 일반적이다. 잠재GDP는 장기적으로 지속가능한 성장규모로서 노동, 자본, 자연자원 등의 생산요소를 지속적으로 사용할 수 있다는 가정하에 현존 또는 기대되는 생산시설과 기술로 생산할 수 있는 국내총생산 수준으로 정의할 수 있다. 이러한 잠재GDP의 개념을 도입하는 장점은 순환성이 제거된 평탄한 추세를 가지기 때문에 예측이 쉽고, 과거 장기적인 경제순환변동의 기간, 즉 GDP갭(gap)을 고려하여 잠재GDP와 같아지도록 실제GDP가 같아지는 기간을 설정하면 실제GDP를 전망할 수 있다.

잠재성장률은 앞에서 추정된 잠재GDP를 Solow(1957)의 개발된 다음과 같은 성장회계(Growth Accounting) 방식을 통해 성장요인의 기여율을 분석하고, 이에 기초하여 전망한다.

$$\frac{\Delta Y_t}{Y_t} = \frac{\Delta A_t}{A_t} + a \left(\frac{\Delta L_t}{L_t} \right) + (1-a) \left(\frac{\Delta K_t}{K_t} \right)$$

Y = 잠재GDP, K = 자본투입량, L = 노동투입량,
A = 잔차로서 기술진보, a = 노동 분배율

이상의 성장 회계식에 입각하여 잠재성장의 요인분석과 더불어, 이에 기초하여 잠재성장률을 전망하기 위해서는 노동과 자본의 증가율과 노동 분배율 및 총 요소생산성의 성장률을 전망할 필요가 있다. 따라서 다음에서는 노동, 자본 등의 생산요소와 총 요소생산성과 관련된 우리 경제의 중장기적 여건을 분석하고자 한다.

나) 생산요소에 대한 여건분석

먼저, 노동투입에 대한 여건을 살펴보면 인구증가와 노동시간의 변화가 주요 변수가 된다. 향후 인구증가율의 둔화와 출생률의 저하에 의한 생산가능인구의 감소 및 급격한 인구의 노령화는 경제성장률 둔화, 노동력의 질적 문제, 저축률의 저하와 투자의 감소 등 경제성장의 제약요인으로 작용할 가능성이 높다. 경제발전의 초기단계에서는 보통 잉여 노동력이 존재하고, 경제 성장력은 저축률과 투자율이 동일한 점에서 기본적으로 결정된다. 그러나 자본축적이 증가하고 경제가 성숙해진 후에는 잉여 노동력의 소진 등으로 인하여 노동력이 경제성장의 기본적인 제약요인으로 작용한다.

우리나라의 경우, 노동력 감소에는 인구 둔화보다 노동시간 단축이 더욱 크게 작용할 것으로 예상된다. 우리나라의 연간 1인당 노동시간은 2007년 현재 2261시간으로 미국, 독일, 일본 등 주요 선진국에 비해 작게는 500시간에서 크게는 800시간 이상 많은 수준이다. 이러한 선진국과의 차이는 향후 소득증대와 더불어 여가시간에 대한 선호가 높아짐에 따라 상당히 좁혀질 전망이다.

〈표 4-10〉 주요국별 취업자 1인당 연간 노동시간

(단위: 시간)

구분	1983	1994	2002	2005	2007
한국	2730	2471	2395	2341	2261
미국	1816	1833	1807	1795	1794
영국	1717	1740	1696	1676	1670
일본	2095	1898	1798	1775	1785
프랑스	1758	1675	1536	1550	1561
서독	1705	1515	1428	1419	1419
이탈리아	1981	1883	1695	1654	1630

주: 임금근로자 기준임.

자료: 노동부, '매월노동통계조사보고서', 각호, OECD, OECD Employment Outlook, 2007

다음은 자본투입의 측면을 보면 경제발전애 따른 사회보장 등 소비 지출비중의 확대와 국내저축률 하락 등으로 인한 투자율의 하락이 예상되고 있어 국내 자본투입의 양적인 증대에는 어느 정도 한계에 도달할 것이다. 소득수준이 향상되면서 사회간접자본에 대한 투자는 지속적으로 증가할 것으로 기대되고 있지만, 설비투자는 지식집약화를 위한 설비고도화와 노후설비의 대체에 집중될 가능성이 높다. 또한 해외생산의 확대로 국내 설비증설이 둔화되고, 신규사업에 진입하기 위한 신규투자도 둔화될 것으로 예상하고 있다.

〈표 4-11〉 주요국별 국내 총투자율

(단위: %)

구분	1970	1980	1990	2000	2007
한국	25.4	31.8	37.5	31.0	29.4
미국	18.0	20.3	17.7	20.5	19.6
영국	20.3	17.8	20.5	18.0	18.7
일본	39.7	32.8	33.1	25.4	24.0
프랑스	26.5	24.2	22.5	20.5	22.1
독일	30.5	25.4	23.2	21.8	18.3
이탈리아	26.0	26.7	22.3	20.7	21.5

주: 2007년 투자율 중 미국, 일본은 2006년 실적임.

자료: OECD(2008), National Accounts of OECD countries-Main aggregates, Volume 1

한편, 총 요소생산성도 기술혁신의 난이성 증대 등으로 증가속도가 점차 둔화될 것으로 예상되지만, 상대적으로 기술개발이나 자원배분을 통한 효율성 증대의 여지가 아직은 상당부분 존재하고 있기 때문에 비교적 과거의 수준을 유지할 것으로 기대된다. 그러나 기술진보는 특성상 비약적 발전이 불가능하며, 일반적으로 기술혁신의 심도와 범위에서 누적적 학습과정을 통하여 단계적으로 발전하게 된다. 과거 우리의 기술혁신은 많은 부분 설비투자를 확대시키는 과정에서 기계류를 포함한 자본재의 수입 등을 통해 상업화 기술 위주로 체득되었다고 볼 수 있다. 그러나 향후에는 전반적으로 상업화 기술의 전 단계에서 기술개발의 위험도가 높은 응용기술 위주로 전환될 것으로 전망되기 때문에 과거의 증가속도를 유지하는 것도 그리 쉽지는 않을 것이다.

다) 생산요소 투입에 대한 전제

2020년까지의 잠재성장률의 전망은 상기와 같은 우리경제의 중장기적 여건을 고려하여 생산요소의 구성요소들에 대한 전제에서 수행하였다. 또한 생산요소들은 잠재성장의 개념과 정합성이 갖도록 하기 위해서는 완전고용 상태를 가정해야 하므로 실제 값의 추세를 적용하여 경기변동에 따른 변화를 제거하여 이용하였다. 그리고 노동투입의 경우에 양적 변화와 질적 변화를 구분하여 전망하였다.

주요변수들에 변화를 살펴보면, 먼저 노동의 양적변화에 영향을 미치는 생산가능인구의 비율은 1980년에 62.2%에서 2000년에 71.7%로 높아졌고, 향후 2010년까지도 72.8%로 소폭 상승하는 추세를 보일 것이지만, 2020년에는 다시 71.7% 수준으로 낮아질 전망이다. 경제활동 참가율은 1980년에 59.0%에서 2000년에는 61.2%로 높아졌으며,

2020년에 64.1%까지 높아지는 것으로 가정하였다. 주요 선진국에 비해 상당히 많은 노동시간은 2020년까지 1950시간으로 축소되는 것으로 전망하였다. 1980년에 55.2% 수준에서 2000년에 67.8%로 높아진 노동소득 분배율은 이러한 상승추세가 2020년까지 이어져 현재의 선진국 수준과 유사한 71%에 이를 것으로 예상하였다.

〈표 4-12〉 잠재성장을 전망을 위한 생산요소에 대한 전제

(단위: %)

구분	1980	1990	2000	2010	2020
생산가능인구 비율(%)	62.2	69.3	71.7	72.8	71.7
경제활동 참가율(%)	59.0	60.0	61.2	62.9	64.1
노동시간(시간)	2666	2593	2430	2185	1950
노동소득 분배율(%)	55.2	63.2	67.8	69.6	71.0
자본스톡(조 원)	209.5	661.4	1631.8	2912.7	4451.6
구분	1981~1990	1991~2000	2001~2010	2011~2020	
노동투입 증가율	1.7	1.4	0.8	0.4	
-양적 지수 증가율	2.3	1.1	0.3	-0.4	
-질적 지수 증가율	1.1	1.7	1.4	1.0	
자본투입 증가율	12.2	9.5	6.0	4.3	

- 주: 1) 생산가능인구 비율은 통계청(2005)의 전망치임.
 2) 경제활동참가율은 남자와 여자의 참가율을 추세선으로 연장하여 전망함.
 3) 노동시간은 실제 노동시간을 2차 추세선으로 조정하고, 최근의 선진국 수준을 감안하여 전망함.
 4) 노동소득 분배율은 김원규(2004a)의 추정치에 한국은행 노동소득 분배율의 증가추세를 감안하여 조정하고 이를 추세선으로 연장하여 전망함.
 5) 자본스톡은 김원규(2004a)의 추정치를 투자율의 추세를 감안하여 조정하고, 이의 증가율 추세를 연장함.
 6) 노동의 질적 지수는 김동석·이진면·김민수(2002)의 추정치를 추세선으로 연장하여 전망함.

한편, 자본스톡은 2000년 불변가격으로 1980년에 약 210조 원 규모에서 2000년에 1,632조 원으로 연평균 9.5%의 속도로 증가하였으나,

2010년까지는 2,913조 원으로 연평균 6.0%, 2020년에 4,452조 원의 규모에 연평균 4.3% 증가율로 증가속도가 점차 둔화되는 것으로 가장 하였다.

한편, 총 요소생산성 증가율은 1981~1990년에 1.6%에서 1991~2000년에는 2.4%를 크게 상승하였으나, 향후에는 이러한 상승세가 더욱 높아지기는 어렵다는 가정하에 2001~2010년 동안은 2.5%, 2011~2020년 기간 중에는 2.3%가 증가하는 것으로 가정하였다.

라) 잠재 및 실제 GDP 성장률의 전망

이상과 같은 생산요소의 변화에 기초하여 잠재성장률을 전망한 결과, 1991~2000년 동안에 연평균 6.6%에서 2001~2010년 기간에는 5.0%, 2011~2020년 기간에는 3.9%로 둔화될 것으로 전망된다. 이것은 전반적으로 생산요소의 투입증가율 자체가 둔화되는 동시에, 성장 기여도도 낮아지는 대신에 기술진보를 의미하는 총 요소생산성(TPF)의 기여도는 높아지는 추세를 반영하고 있다. 즉, 잠재성장률에 대한 요소투입의 기여도가 1981~1990년 기간에 78.4%에서 1991~2000년 기간에는 63.1%로 낮아진 반면, 총 요소생산성의 기여율은 같은 기간 동안 21.6%에서 36.9%로 2배 이상 높아졌다. 향후 요소투입의 기여율은 2001~2010년에 49.0%, 2011~2020년에는 40.0% 수준으로 계속 낮아질 전망이다. 이러한 과거에 비해 낮은 잠재성장률 수준도 총 요소생산성이 2%대 중반의 증가율, 즉 1990년대의 기술진보율을 유지해야만 가능하다는 것을 의미한다.

〈표 4-13〉 성장요인과 잠재성장 전망

(단위: %)

구분	1981~1990	1991~2000	2001~2010	2011~2020
잠재성장률	7.5	6.6	5.0	3.9
노동투입	1.0 (13.9)	0.9 (14.2)	0.6 (11.8)	0.3 (6.9)
자본투입	4.8 (64.5)	3.2 (48.9)	1.9 (37.2)	1.3 (33.1)
총 요소생산성	1.6 (21.6)	2.4 (36.9)	2.5 (51.1)	2.3 (60.0)

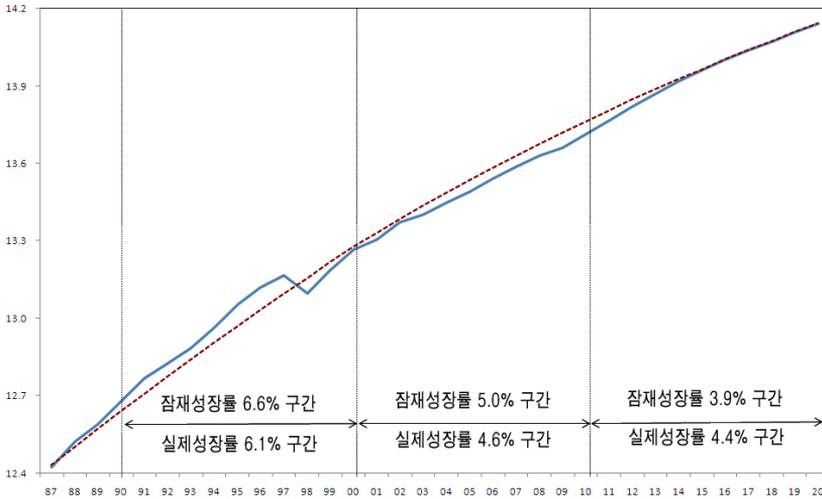
주: 괄호 안은 기여율을 의미함.

한편, 실제GDP 성장률 전망은 GDP갭(gap)을 고려하여 잠재GDP와 실제GDP가 같아지는 기간을 설정하여 수행한다. 우리나라의 최근 경기순환 국면을 살펴보면, 1998년 외환위기로 실제GDP가 6.9% 감소하면서 우리나라의 GDP갭은 -5.7%p를 기록하였으나, 이후 빠른 회복세로 인하여 2000년에 -0.7%p까지 좁혀졌다. 그러나 다시 경기가 하락하면서 2007년 현재 -3.8%p로 커지고 있는 상황이며, 특히 2008년 들어 미국발 금융위기가 전 세계로 확산되면서 세계경제가 급속하게 하강하고 있으며, 이에 따라 우리 경제도 극심한 침체 국면으로 빠져 들고 있다.

과거 1970년대 말 이후 불황국면에서 1990년대의 호황 국면에 이르기까지 경기 전환 국면이 약 10년 정도가 소요되었다는 점을 고려할 경우 향후 실제GDP가 잠재GDP경로로 회귀하기 위해서는 적어도 10년 정도가 소요될 것이다. 그러나 최근 국내경제의 회복 지연과 더불어 국제금융시장의 불안에 따른 세계경제의 침체 영향을 고려한다면, GDP갭이 균형 상태로 도달하기까지는 더욱 긴 시간이 필요할 것

으로 판단된다. 이에 2016년경에 실제GDP가 잠재GDP 경로한다고 가정하면 향후 실제 GDP는 2001~2010년 기간에는 연평균 5.0%, 2011~2020년 기간에는 3.9%의 성장이 전망된다.

[그림 4-4] 실제GDP와 잠재GDP 전망 결과



3) 산업구조 전망

가) 부가가치 생산구조

우리의 산업구조는 전체적으로 2020년까지 제조업과 서비스업이 균형적인 성장추세로 수렴하는 가운데, 농림어업과 제조업의 비중은 점차 낮아지는 반면, 서비스업의 비중은 지속적으로 높아질 것으로 전망된다. 향후 우리의 산업구조는 WTO 다자간 협상과 FTA의 체결 증가 등 지속적인 시장개방의 확대와 더불어, 외국계 다국적기업의 국내진출, 그리고 국내기업의 해외진출 등으로 조정과정을 겪을 것이다. 특

히, 최근 금융위기의 확산에 따른 대내외적인 경제침체로 인하여 조정 과정은 더욱 가속될 것으로 예상된다.

국내 산업구조의 구체적인 조정과정은 대외내적 경제 환경의 변화, 즉 세계시장의 경쟁구도, 기술변화, 국내산업의 핵심역량 등의 차이로 인하여 산업별로 차이가 날 것이지만, 산업 전체적으로는 지식집약화와 경제의 서비스화가 진척될 전망이다.

우선 1차 산업인 농림어업은 국제경쟁력의 약화와 함께 시장개방의 확대로 부가가치가 낮은 농산물의 수입이 증대되면서 성장세의 둔화되고, 전 산업에 대한 비중도 크게 축소될 전망이다. 농림어업의 실질 부가가치는 1991~2000년 동안 연평균 1.8%에서 2011~2020년에도 0.2%로 둔화되고, 전 산업에 대한 비중도 2010년에 2.5%, 2020년에 1.6%로 크게 축소될 것으로 예상되고 있다.

우리 경제성장의 버팀목인 제조업은 고기술·지식 집약적 산업을 중심으로 안정적인 성장을 유지할 것이나, 성장률 자체는 둔화되면서 경제전체의 성장률을 상회하는 수준이 점차 축소될 것이며, 상대가격의 지속적 하락으로 그 비중이 계속 낮아질 것으로 예상된다. 1991~2000년 동안 연평균 8.1%로, 전 산업 평균 5.8%를 훨씬 상회한 제조업의 실질부가가치 증가율은 2001~2010년 기간에는 6.2%, 2011~2020년에는 4.4%로 둔화될 전망이다. 그리고 전 산업에 대한 비중도 실질증가율의 둔화와 상대가격의 하락으로 2000년 29.4%에서 2020년에 24.5%로 축소될 것으로 예상되고 있다.

특히, 제조업에서는 저위기술 중심인 경공업의 해외 이전과 정보통신산업과 중고위 기술 산업의 산업 내 고도화가 성장을 견인하여 중화학공업의 비중이 지속적으로 확대될 전망이다. 즉, 식료품, 섬유 의복,

신발, 가구 등 저위기술 산업은 가격경쟁력 약화로 수입증대, 국내기업 간 경쟁심화 등으로 생산시설의 해외 이전이 불가피할 것으로 예상된다. 반면에 비교우위를 갖추고 있는 정보통신산업과 경쟁력 확보의 가능성이 높은 정밀화학, 기계류산업 등에서는 기존 핵심역량의 강화, 지속적인 연구개발 및 기술도입, 외국기업 유치 등으로 산업 내 구조 고도화가 진전되면서 실질증가율이 경제성장률을 계속 웃돌 것으로 전망되고 있다. 이에 따라 전 산업 대비 경공업의 비중이 2000년 6.1%에서 2020년에는 2.6%까지 낮아지며, 중화학공업의 비중은 같은 기간 중 23.3%에서 2020년 21.9%로 다소 낮아지는 데 그칠 전망이다.

〈표 4-14〉 산업생산구조의 장기변화 추이: 대분류 기준

구분	경상비중				실질증가율		
	1990	2000	2010	2020	1991~'00	2001~'10	2010~'20
농림어업	8.9	4.9	2.5	1.6	1.8	0.2	0.2
광업	0.8	0.4	0.3	0.2	-4.5	-0.9	-0.9
제조업	27.3	29.4	26.9	24.5	8.1	6.2	4.4
경공업	7.9	6.1	3.6	2.6	1.3	-0.8	1.8
중화학공업	19.4	23.3	23.3	21.9	11.1	7.5	4.6
전기가스·수도	2.1	2.6	2.2	2.0	9.1	5.6	4.7
건설업	11.3	8.4	8.8	8.1	2.4	3.0	3.3
서비스업	49.5	54.4	59.3	63.7	5.8	4.1	4.7
도소매·음식숙박	13.0	10.8	9.0	7.2	5.1	2.6	2.9
운수·창고·통신	6.8	7.0	7.1	7.1	9.1	6.9	7.6
금융·보험	5.8	6.9	10.2	15.5	8.2	6.8	7.2
부동산·사업서비스	9.1	13.2	12.9	12.2	6.3	3.2	3.6
공공행정국방·사회보장	5.2	5.7	6.5	5.9	3.3	2.2	1.2
교육서비스	4.7	5.0	6.1	6.2	2.6	2.7	2.5
보건·사회복지	1.9	2.4	3.9	5.8	4.0	3.8	3.3
기타서비스	2.9	3.3	3.7	3.7	7.3	4.5	5.0
전 산업	100.0	100.0	100.0	100.0	5.8	4.6	4.4

전기·수도·가스 및 건설업 등 사회간접자본 관련 산업들은 국내 경기의 변동에 의한 단기적인 영향에도 불구하고 견조한 증가세를 유지할 것으로 예상되며, 이에 따라 그 비중도 일정한 수준으로 계속 유지할 전망이다. 즉, 전기·수도·가스와 건설업의 실질부가가치 증가율은 각각 1991~2000년에 9.1%와 2.4%에서 2001~2010년에는 각각 5.9%와 3.0%, 2011~2020년에는 각각 4.7%와 3.3%로 안정세를 유지하며, 전 산업 대비 경상비중도 2010년에 각각 2.3%와 8.9%에서 2020년에는 2.0%와 8.1%로 미미한 수준의 축소가 예상되고 있다.

한편, 제조업 내에서 외주화(outsourcing)가 급속하게 진전되고, 경제 전반의 서비스화 추세 등으로 서비스업은 경제성장률을 상회하는 성장세와 더불어 상대가격의 상승이 가세되어 그 비중이 크게 확대될 전망이다. 1991~2000년 동안 연평균 5.8%로 전 산업 평균 성장률과 동일한 수준이었던 서비스업의 성장률은 2001~2010년 기간에는 4.1%로 전 산업 평균 4.6%를 하회할 것이나, 2011~2020년에는 4.7%로 전 산업 평균 4.4%를 상회하여 경제성장을 주도할 것으로 예상된다. 이에 따라 서비스업의 비중은 2000년 54.4%에서 2010년에 59.3%, 2020년에는 63.7%로 계속 확대될 전망이다.

서비스산업 내의 개별산업은 제조업에 비해 생산성은 상대적으로 낮은 수준이나, 비교역 부분의 비중이 높고 수요의 소득탄력성이 상대적으로 크기 때문에 소득이 증대됨에 따라 상대적 비중이 증가할 것이다. 특히 금융보험업과 통신업은 경제규모 확대에 따른 금융자산의 축적, 정보·통신 인프라 구축 등이 진전됨에 따라 그 비중이 증가할 것으로 예상된다. 교육서비스와 보건 및 사회복지서비스 등도 교육훈련에 대한 수요와 국민복지 수준의 향상에 따른 수요 확대로 구성비

가 점차 증대될 전망이다. 그러나 도소매 및 음식숙박업의 경우, 점진적인 소득증대와 소비활동의 질적 향상에도 불구하고, 수요주체의 감소와 더불어 사업체들의 대형화, 경영 효율화 등으로 산업 내 부가가치는 감소할 것으로 예상됨에 따라 비중도 다소 낮아질 것으로 예상되고 있다. 또한 국내산업의 지식집약화 및 세계화가 진전되면서 경영·기술·마케팅 컨설팅, 정보서비스, 법률자문 서비스 등을 포함하는 사업서비스의 구성 비중도 증대될 전망이다.

나) 취업구조

취업자 수는 수요 측면에서 경제성장률의 둔화, 공급 측면에서 경제활동인구의 증가세 둔화 등에 따라 전체적으로 낮아지는 추세가 계속될 전망이다. 1991~2000년에 연평균 1.6%의 증가율을 보인 전 산업 취업자는 2001~2010년 중에는 전반적인 경기 부진과 더불어 2008년부터 본격화되고 있는 전 세계적인 금융위기의 여파로 인한 실물경제 침체 등의 영향으로 0.9%로 크게 낮아질 것이며, 이후 회복하여 2011~2020년에 1.2%로 소폭 확대될 것으로 전망되고 있다.

〈표 4-15〉 취업구조의 장기변화 추이: 대분류 기준

구분	구성비				증가율		
	1990	2000	2010	2020	1991~2000	2001~2010	2010~2020
농림어업	17.9	10.6	6.1	3.2	-3.6	-4.6	-5.0
광업	0.4	0.1	0.1	0.0	-14.2	-2.0	-6.4
제조업	27.2	20.3	16.8	15.4	-1.3	-1.0	0.3
경공업	12.2	7.4	4.5	4.2	-3.3	-4.2	0.5
중화학공업	15.0	12.9	12.4	11.2	0.1	0.5	0.3
전기가스·수도	0.4	0.3	0.4	0.3	-0.9	2.4	0.8
건설업	7.4	7.5	7.9	7.5	1.6	1.4	0.7

<표 계속>

구분	구성비				증가율		
	1990	2000	2010	2020	1991~2000	2001~2010	2010~2020
서비스업	46.7	61.3	68.7	73.5	4.4	2.0	1.9
도소매·음식숙박	21.8	27.2	25.1	26.0	3.9	0.1	1.6
운수·창고·통신	5.1	6.0	6.0	7.6	3.2	1.0	3.6
금융·보험	2.6	3.6	3.4	3.8	4.9	0.4	2.2
부동산·사업서비스	2.8	6.6	10.8	11.0	10.5	6.0	1.4
공공행정국방·사회보장	2.8	3.6	3.4	3.0	4.3	0.5	-0.3
교육서비스	4.7	5.6	7.6	8.2	3.4	3.9	2.0
보건·사회복지	1.4	2.0	3.4	4.1	5.1	6.3	3.2
기타서비스	5.5	6.7	8.9	9.8	3.6	3.7	2.2
전 산업	100.0	100.0	100.0	100.0	1.6	0.9	1.2

산업별로는 우선 농림어업의 경우, 시장개방에 따른 국제경쟁력 약화가 우려되는 가운데 한계사업자가 증가할 것으로 예상됨에 따라 취업자가 현저히 감소할 것으로 예상된다. 이에 따라 취업자 비중도 2000년에 10.6%에서 2020년 3.2%로 대폭 축소될 전망이다.

제조업의 취업자도 경제성장률의 둔화와 제조업 내 지식집약화의 진전에 의한 노동생산성 증가 등으로 감소세가 계속 이어질 전망이다. 외환위기 이후 급속한 구조조정으로 제조업의 취업자 비중이 1990년 27.2%에서 2000년 20.3%로 크게 낮아졌다. 향후에도 1~2년 정도는 경제 침체에 따른 감소세가 불가피할 것으로 예상되며, 경기의 본격적인 회복이 예상되는 2011년부터 규모가 증가할 전망이다. 이러한 제조업 내외의 상황을 고려할 경우, 제조업의 취업 비중은 2020년까지 15.4%로 낮아질 것으로 전망되고 있다.

한편, 서비스산업에서는 낮은 생산성 증가에도 불구하고 상대가격 상승에 따른 실질임금의 증가로 취업자 증가율이 전 산업 평균을 훨씬 웃돌고 있으며, 향후에도 이러한 추세는 계속될 것으로 전망된다. 이에 1990년 46.7%에서 2000년 61.3%로 확대된 서비스업의 취업자

비중은 2020년에 73.5%까지 높아질 것으로 예상된다. 서비스업 내에서는 정보통신기술의 발달과 수요의 확대 등으로 생산의 급격한 증가가 예상되는 방송, 연예, 문화오락서비스, 위생서비스, 통신, 사업서비스 등에서 빠른 고용증가가 예상되고 있다. 이에 따라 이들 사업을 포함하는 부동산 및 사업서비스, 기타서비스업의 취업 비중이 크게 확대될 전망이다.

그리고 교육·연구, 보건·의료, 사회복지 등 공공서비스에서도 향후 국민소득이 증가하면서 교육 및 연구개발에 대한 꾸준한 투자와 더불어, 삶의 질 향상에 대한 욕구 증대로 취업기회가 계속 확대되면서 취업 비중이 높아질 것으로 예상되고 있다. 반면에 상대적으로 생산성 증가가 낮은 도소매 및 음식숙박업은 서비스 산업 내 고용구조 변화를 반영하여 그 비중이 미미한 증가에 그칠 전망이다.

다. 인력수급 전망 절차

우리나라의 인력수급 예측은 다양한 연구기관과 연구자들에 의해서 연구가 이루어져 왔는데, 최근의 연구는 미국 노동통계국(BLS)의 전망 절차를 국내 현실에 맞게 응용한 전망방법이 주로 사용되고 있다. 그러나 BLS모형에 근거한 인력수급 전망은 총 노동공급과 총 노동수요를 나타내는 총량 수급 전망에는 적절하지만, 정책목적에 사용되는 수급차 전망을 실시할 수 없다는 한계가 있다.

한국직업능력개발원(2005)에서는 이러한 문제점을 개선하고 국내실정에 적합한 수급 전망을 실시하기 위해서 총 노동수요와 총 노동공급을 나타내는 총량 부분의 수급 전망에는 전통적인 미국 BLS의 저

량접근법(stock approach)을 이용하는 한편, 수급차 전망과 관련된 신규인력 부분의 수급 전망에는 네덜란드 ROA의 유량접근법(flow approach)을 활용하고 있다.

1) 총량 수급 전망 모형

가) 인력수급 전망상의 대전제

총량 차원의 인력수급 전망은 노동시장에서 노동수요와 노동공급이 균형을 달성한다는 가정으로 전개된다. 즉, 완전고용을 의미한다. 구체적으로는 잠재성장률 상황에서 자연실업률이 유지된다는 것을 의미하는 것이다.

수요전망상의 전제는 전망의 기본 토대가 되는 전체 경제성장률은 잠재성장률을 활용한다. 수요 및 공급전망 연계상의 전제로는 노동시장의 균형 상태를 의미하는, 수요 전망과 공급전망의 연계를 위해서는 자연실업률을 활용하고 있다.

나) 인력수요 및 공급 전망의 전개과정

총량 부분의 인력수급 전망 모형은 [그림 4-5]에서 나타나듯이, 총 노동공급 전망모형의 3단계와 총 노동수요 전망모형의 5단계 등 총 8 단계를 통해서 구축된다.

인력공급 전망 과정은 다음과 같다.

1단계 : 생산가능인구 전망

- 통계청 장래인구추계상의 생산가능인구(16세 이상) 활용
 - ※ 장래인구추계와 경활자료 간의 연계를 위해 실질적으로 다소

의 보정 필요

2단계 : 경제활동 참가율 전망

- 경황 조사의 경황 참가율 시계열 자료를 이용하여 경황참가율 전망

3단계 : 경제활동인구 전망

- 1단계서 도출한 생산가능인구에 2단계에서 도출된 경황참가율 전망치를 단순히 곱하여 경황인구 전망치 도출
- 즉, 경황인구 전망 = 생산가능인구 전망치 × 경황참가율 전망치

인력수요 전망 과정은 다음과 같다.

1단계 : 산업별 경제성장(생산액 또는 부가가치) 전망

- 산업별 경제전망에 사용되는 자료(부가가치 기준)는 한국은행의 국민계정, I-O 표를 사용할 수 있으나, 자료 활용상의 수월성 차원에서 국민계정 자료를 사용함.
- 일반적으로 경제 전체로는 잠재성장률을 가정하여 전망함.

2단계 : 취업계수 전망

- 부가가치 10억 원을 도출하는 데 요구되는 노동력을 의미하는 취업계수(=명/십억 원)의 과거 추세를 이용하여 전망치 도출
- 산업별 취업계수의 과거 시계열은 인력의 경우 경황의 산업별 취업자 수, 부가가치의 경우 국민계정상의 산업별 부가가치 사용해 도출

3단계 : 산업별 취업자 수(노동수요) 전망

- 1단계의 산업 전망과 2단계의 취업계수 전망치를 곱하여 도출
- 즉, 취업자 수 = 산업 전망 × 취업계수 전망

4단계 : 산업×직업 행렬 전망

- 경활상의 산업×직업 행렬을 이용하여 전망치 도출
- 구체적으로는 산업별 노동수요 전망치 제한하에, 산업×직업행렬을 구성하는 각각 cell의 과거 시계열을 이용하여 전망치 도출

5단계 : 직업별 취업자 수(노동수요) 전망

- 3단계의 산업별 수요 전망에 4단계의 산업×직업행렬을 곱하여 직업별 노동수요 전망치 도출
- 즉, 직업별 수요 전망 = 산업별 수요 전망 × (산업×직업 행렬 전망)

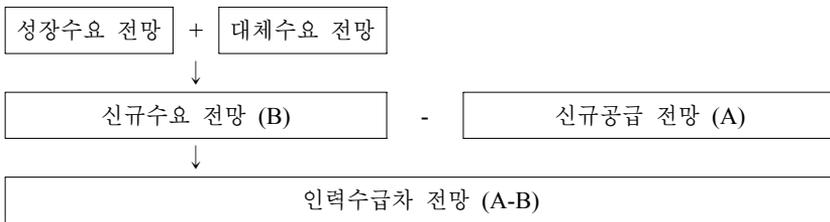
다) 수요 및 공급 전망의 상호 연계

수요 및 공급 전망은 앞서 제시한 바처럼 전망 과정을 통해 개별적으로 전망 결과가 도출된다. 이처럼 도출된 수급 전망 결과는 일종의 초안 수준으로서 최종적인 결과로 확정되기 위해서는 노동시장 균형 차원에서 개별적으로 도출된 수요와 공급 전망 결과를 상호 연계하여 Feedback 과정을 거쳐 최종 결과로 확정된다.

2) 신규인력 수급 전망 모형

신규인력 수급 전망은 궁극적으로 인력수급차를 도출하기 위한 과정으로, 신규인력 부문의 인력수급 전망 모형은 [그림 4-6]에서 나타나듯이 유량(flow) 개념의 신규수요와 신규공급을 도출하여 양자 간의 차를 통해 인력수급차를 도출하는 과정으로 구성된다.

[그림 4-6] 인력수급차 전망 도출 방법



가) 신규인력 수요 전망

수요 전망은 일반적으로 주어진 시점에서 필요한 전체 근로자의 수로 표현되는 저량 (stock) 개념의 총수요가 제시되고 있는 데, 수급차 전망을 위해서는 일정 기간 동안 추가로 요구되는 근로자의 수로 표현되는 유량(flow) 개념의 신규수요가 필요하다.

노동의 신규수요는 성장수요 (growth demand)와 대체수요 (replacement demand)로 크게 나뉘며(즉, 신규수요 전망 = 성장수요 전망 + 대체수요 전망), 이 중 성장수요는 해당 산업 또는 직업의 발전에 따른 수요 증대에 기인하며, 단순히 기존 총 인력수요 전망 결과를 이용하여 금년도 취업자 수에서 전년도 취업자 수를 차감하는 방식으로 전망치를 도출된다.

$$\cdot \text{성장수요 전망}_t = \text{총 인력수요 전망}_t - \text{총 인력수요 전망}_{t-1}$$

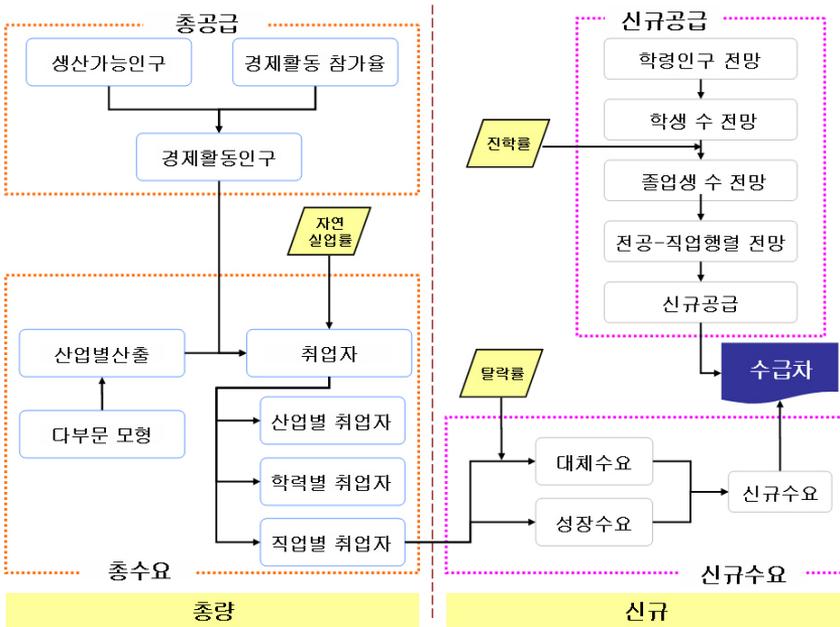
반면, 대체수요는 다른 직업으로의 이직 및 정년퇴직에 따른 감소분과 결혼, 입학, 입대 및 이민 등의 이유로 인해 노동시장을 떠나는(구체적으로는 경제활동인구에서 벗어나는) 감소분을 대체하는 수요로 다음과 같은 방식으로 전망치가 도출된다.

$$\cdot \text{대체수요 전망}_t = \text{총 인력수요 전망}_t \times \text{대체수요 비율}_t$$

나) 신규인력 수급차 전망

결론적으로 수급차 전망은 신규수요 전망치를 도출한 후 신규공급 전망치와의 차를 통해 산술적으로 도출한다. 이때, ‘수급차=신규인력 공급 (A)-신규인력 수요 (B)’에서, 만일 수급차 전망 결과가 (-)이면 초과수요 상태를, (+)이면 초과 공급 상태를 의미한다.

[그림 4-7] 직능원 인력수급 총량 및 신규인력 전망 모형



다. 총량 인력수요 전망

1) 전망 개요

가) 교육 및 노동시장의 환경변화

본 연구에서 총량 전망은 기존 전망 결과(직능원 '08년 연구 및 한 고원 '09년 연구)를 노동시장의 특성 및 산업구조의 변화, 대외환경의 변화 등을 반영하여 보정하였다. 경제성장률, 실업률 등 최근 경기변동 상황을 모형 내에 반영하고, 고령화의 진전, 근로시간 감소, FTA 경제개방 등 경제·사회 환경변화와 노동시장에 영향을 미치는 새로운 변수들을 찾아 중장기 인력수급 전망 모형에 추가하였다.

수요 전망의 기본 전제가 되는 잠재성장률 전망을 현실화하였고, 경제발전에 따른 근로시간 감소와 고령화 진전에 따른 경제활동 참가율 증가세 둔화를 반영하여 전망을 실시하였다.

나) 전망 방법

총량 차원의 수급 전망은 총 노동공급과 총 노동수요를 도출하여 주어진 시점에서 필요한 인적자원의 수급 현황을 파악하는 데 도움이 되는 총량 수급 전망과 일정한 기간 내에 필요한 인적자원의 초과 수급 현황을 전망, 즉 수급차 전망을 실시하는 신규인력 수급 전망으로 구분된다.

인력수급 전망의 목적은 미래 교육-노동시장의 인력수급 변화 정보를 학생, 학부모, 기업, 교육·훈련기관 등에 제공하여 진로 등에 대한 합리적 의사결정 지원하고, 인재정책 수립의 기초 자료로 활용하여 정책의 신뢰성 및 타당성을 제고하기 위해 실시한다.

이를 위해 2008년도 중장기 인력수급 전망 결과를 토대로 실시하되, 최근 경기 상황을 반영하여 경제성장률, 실업률 등의 주요 변수를 조정하고, 2008년도 중장기 전망치를 보정하여 2011~2020년 전망을 실시하였다.

특히, 서비스분야 중 부가가치가 높은 금융, 물류 및 국가 성장을 주도하는 주력산업 중 기계, 전자 분야를 선정하여 부문별 전망을 실시하였다. 금융, 물류부문은 향후 FTA의 진전에 따라 빠른 성장이 예상되며 경제적 파급효과도 클 것으로 예측된다. 또한, 기계, 전자부문은 국가 주력산업이지만 체계적인 인력수급 전망이 없어 해당 산업에서 인력수급정책에 어려움을 호소하고 있으므로 이들 분야의 부문별

전망을 실시하였다.

기본적으로 총량 전망은 한국고용정보원의 2008~2018년 전망 결과를 2010년까지의 현황 자료를 근거로 2011~2020년까지 10년간 총량 전망을 보정하여 전망을 실시하였다.

총량 인력수급 전망 방법을 간단히 살펴보면 다음과 같다.

총 인력공급 전망은 먼저 통계청의 장래인구추계를 토대로 속박인구인 군인, 재소자 등을 제외한 생산가능인구를 추계한다. 다음으로 매년도 경제활동 참가율을 장기적인 추세를 바탕으로 전망하여, 생산가능인구에 경제활동 참가율을 적용하여 총 인력공급 규모인 경제활동인구를 도출하게 된다.

총 인력수요 전망은 산업연구원 산업경제계량모형¹⁹⁾을 적용하여 산업별 부가가치 생산액을 추계한 후 취업계수²⁰⁾를 적용하여 연도별로 취업자 수를 추계한다. 산업×직업 구성행렬을 바탕으로 직업별 취업자 수 추계한 후, 이를 토대로 학력별 취업자 수를 추계하게 된다.

신규인력 공급 전망은 전문대 이상 졸업생 수를 교육통계연보 등을 활용하여 전망한 후, 전공별로 경제활동 참가율을 적용하여 신규인력 공급 규모를 추정한다. 직업별 신규인력 공급은 전공×직업 구성비를 적용하여 도출하게 된다.

신규수요는 해당 산업 또는 직업의 발전에 따른 수요증대에 따른 증가 수요인 성장수요(금년도 취업자 수-전년도 취업자 수)와 다른 직업으로의 이직 및 정년퇴직에 따른 감소분과 결혼, 입학, 입대 및 이민 등

19) 국내의 경제사회환경 변화를 반영하여 산업별 부가가치에 대한 중장기 전망을 실시할 목적으로 구축된 중장기 계량모형임. 인력 수요 전망 시 요구되는 중장기 산업별 부가가치 전망을 도출함.

20) 해당 산업의 10억 원 부가가치 생산에 필요한 인력으로, 수요 전망 시 꼭 필요한 통계임. 기술발전과 노동생산성 증대로 인해 지속적인 하향세를 시현함.

의 이유로 노동시장을 떠나는, 즉 경제활동인구에서 벗어나는 감소분을 대체하는 수요인 대체수요(총 인력수요 전망 × 대체수요 비율)로 구성되어 있다. 성장수요는 연차별 총 취업자 수 변화량에서 도출하고, 대체수요는 직업별로 은퇴와 사망에 따른 탈락률을 고려하여 추정하게 된다.

2) 산업별 인력수요 전망

산업별 취업자 수를 전망하기 위해서는 먼저, 전망의 토대가 되는 산업별 취업자에 대한 추이 자료가 필요하고, 경제성장률, 산업별 생산(또는 부가가치), 산업별취업계수 등에 대한 전망치가 확보되어야 한다. 이 중 산업별 취업자 자료는 전망에 사용할 기초통계가 지녀야 할 일관성을 유지하면서 작성된 장기시계열 자료의 존재, 특정산업에 국한되지 않고 전체산업을 포함, 다른 연구결과와의 비교분석을 위해 한국표준산업분류와의 연계 여부 등을 감안하여 결정되어야 한다. 이러한 조건을 만족하는 자료는 통계청에서 매년 조사·발표하는 경제활동인구 자료가 가장 적합하여 대부분의 인력수요전망의 기초자료로 활용되고 있다.

〈표 4-16〉 산업대분류별 취업자 수 전망

구분	취업자 수			연평균 증가율		
	2010	2015	2020	'11~'15	'15~'20	'11~'20
전산업	23,829	24,815	25,743	0.8	0.7	0.8
농업, 임업 및 어업	1,566	1,389	1,158	-2.4	-3.6	-3.0
광공업	4,049	3,810	3,603	-1.2	-1.1	-1.2
제조업	4,028	3,785	3,576	-1.2	-1.1	-1.2
건설업	1,753	1,865	1,942	1.2	0.8	1.0
도소매·음식숙박업	5,469	5,290	4,989	-0.7	-1.2	-0.9
전기·운수·통신·금융	2,834	3,202	3,551	2.5	2.1	2.3
사업·개인·공공서비스 및 기타	8,159	9,258	10,500	2.6	2.5	2.6

전망 결과를 살펴보면, 전체 취업자 수는 2010년 23,829천 명에서 연평균 0.8%씩 증가하여 2020년에는 25,743천 명에 달할 것으로 나타났다. 농림어업의 취업자 수는 2010년 1,566천 명에서 2020년에는 1,158천 명으로 지속적인 하락에 직면하는 것으로 나타나고 있다. 건설업은 연평균 1.0%씩 꾸준한 증가세를 보일 것으로 전망된다.

제조업은 2010년 4,028천 명에서 연평균 1.2%씩 감소하여 2020년에는 3,576천 명에 이를 것으로 전망되어, 전 산업에서 차지하는 비중이 16.9%(2010년)에서 13.9% (2020년)로 감소할 것으로 전망된다.

도소매·음식숙박업은 2010년 5,469천 명에서 연평균 0.9%씩 감소하여 2020년에는 4,989천 명에 이를 것으로 전망되어, 전 산업에서 차지하는 비중이 23.0%(2010년)에서 19.4%(2020년)로 감소할 것으로 전망된다.

반면에 사업·개인·공공서비스 및 기타의 취업자 수는 연평균 2.6%씩 증가해 2010년 대비 약 234만 명이 증가한 10,500천 명으로, 전 산업에서 차지하는 비중도 34.2%(2010년)에서 40.8%(2020년)로 6.5%p 증가할 것으로 전망된다.

또한, 전기·운수·통신·금융은 2010년 2,834천 명에서 연평균 2.3%씩 증가하여 2020년에는 3,551천 명에 이를 것으로 전망되어, 전 산업에서 차지하는 비중이 11.9%(2010년)에서 13.8%(2020년)로 증가할 것으로 전망된다.

〈표 4-17〉 산업대분류별 취업자 비중 전망

구분	2010	2015	2020	비중차
전산업	100.0	100.0	100.0	
농업, 임업 및 어업	6.6	5.6	4.5	-2.1
광공업	17.0	15.4	14.0	-3.0
제조업	16.9	15.3	13.9	-3.0
건설업	7.4	7.5	7.5	0.2
도소매·음식숙박업	23.0	21.3	19.4	-3.6
전기·운수·통신·금융	11.9	12.9	13.8	1.9
사업·개인·공공서비스 및 기타	34.2	37.3	40.8	6.5

이처럼, 제조업의 1990년대 이후 비중 감소는 제조업의 서비스화 진전의 영향으로 과거 제조업에 속해 있던 업종들이 분할되면서 서비스업에 재편된 데 크게 기인하고 있다.

서비스업은 도소매·음식숙박업을 제외한 전 부문에서 증가세가 지속될 전망이다, 특히 사업·개인·공공서비스 및 기타가 취업자 수 증가를 선도할 것으로 전망된다.

3) 직업별 인력수요 전망

직업별 취업자 수의 전망은 학교를 졸업한 후 처음으로 노동시장에 진입하는 졸업생이 일자리를 선택하거나, 현재 노동시장에 참여하고 있는 근로자들이 새로운 직업을 찾고자 할 때 제공할 수 있는 직업정보를 생성하기 위한 기초자료가 된다. 이러한 직업정보의 기초로 활용하기 위해서는 세분화된 직업별 전망이 필요하나 이하에서의 전망은 통계적 한계로 인하여 직업 중분류 수준에서 제시되었다.

직업별 취업자 수를 전망하기 위해서는, 전술한 산업별 취업자 전망에 과거의 추세를 바탕으로 작성한 직업별 비중 전망을 적용하면 각 산업 내 직업별 취업자 수를 추정할 수 있다. 이 자료를 이용해 당해 연도의 각 산업 내 직업별 취업자 전망을 직업 기준으로 모든 산업에 대해 합산을 하게 되면 직업별 취업자 전망이 도출된다²¹⁾.

직업별 취업자 수의 전망 결과를 살펴보면, 먼저 2010~2020년 사이에 가장 큰 연평균 증가율을 기록할 것으로 전망되는 직업은 ‘전문가 및 관련종사자(1.9%)’이며, 그 뒤를 이어 ‘관리자(1.4%)’, ‘서비스종사자(1.3%)’, ‘기능원 및 관련기능종사자(1.0%)’, ‘단순노무종사자(1.0%)’, ‘사무종사자(0.9%)’ 등이다. 이들 직업의 취업자 증가율은 전체 평균증가율(0.8%)보다 높다. 반면, ‘농림어업숙련직(2.1%)’, ‘판매종사자(0.8%)’는 감소할 것으로 예상되며, 비록 감소세를 보이지는 않지만 ‘장치, 기계조작 및 조립종사자(0.5%)’의 증가율은 평균 증가율보다 낮을 것으로 전망된다.

전체 직업 중에서 해당 기간 중 가장 큰 증가율을 기록할 것으로 전망되는 직업은 ‘전문가 및 관련종사자’였다. 전문가 및 관련종사자는 연평균 1.9%씩 증가해 취업자 수는 2010년 4,571천 명에서 2020년에는 5,495천 명으로, 925천 명이 증가할 것으로 전망된다. 이와 같은 전문가 및 관련 직업의 취업자 수가 증가하는 것은 지식기반경제에서 전문 인력의 수요가 크게 증가하는 데 따른 것으로 분석된다.

21) 산업 내 직업별 취업자 비중을 도출하기 위해서는 두 가지 방법이 널리 사용된다. 하나는 과거의 산업-직업 행렬을 이용하여 다중비례행렬방법(RAS)으로 미래의 산업-직업 행렬을 도출하는 방법이고, 또 다른 방법은 산업-직업 행렬을 구성하고 있는 각각의 산업 내 직업별 취업자의 과거 자료를 이용하여 시계열모형(예를 들어 ARIMA모형 등)을 구축한 후 예측을 실시해서 비중을 도출하는 방법이다.

〈표 4-18〉 직업대분류별 취업자 수 전망

구분	취업자 수			연평균 증가율		
	2010	2015	2020	'11~'15	'15~'20	'11~'20
전직종	23,829	24,815	25,743	0.8	0.7	0.8
관리자	562	603	645	1.4	1.4	1.4
전문가 및 관련종사자	4,571	5,015	5,496	1.9	1.8	1.9
사무종사자	3,739	3,830	4,092	0.5	1.3	0.9
서비스종사자	2,434	2,733	2,779	2.3	0.3	1.3
판매종사자	2,934	2,847	2,712	-0.6	-1.0	-0.8
농림어업숙련종사자	1,441	1,344	1,169	-1.4	-2.8	-2.1
기능원 및 관련기능종사자	2,238	2,414	2,478	1.5	0.5	1.0
장치, 기계조작 및 조립종사자	2,695	2,723	2,825	0.2	0.7	0.5
단순노무종사자	3,215	3,307	3,547	0.6	1.4	1.0

‘서비스종사자’는 연평균 1.3%의 증가율을 기록하여 2010년 2,434천 명의 취업자가 2020년에는 2,779천 명으로, 345천 명이 증가한다. 이에 따라 전체 직업에서 서비스종사자가 차지하고 있는 비중은 2010년 10.2%에서 2020년에는 10.8%로 0.6%p 증가할 것으로 전망된다.

‘사무종사자’는 연평균 0.9%의 증가율을 기록하여 2010년 3,739천 명의 취업자가 2020년에는 4,092천 명으로, 353천 명이 증가할 것으로 전망되었다. 이에 따라 전체 직업에서 사무종사자가 차지하고 있는 비중은 2010년 15.7%에서 2020년에는 15.9%로 0.2%p 증가할 것으로 전망되었다.

‘기능원 및 관련기능종사자’는 연평균 1.0%의 증가율을 기록하여 2010~2020년 기간 중 240천 명이 증가할 것으로 전망되었다. 꾸준한 증가세를 시현하여 전체 직업에서 차지하고 있는 비중도 2010년 9.4%에서 2020년에는 9.6%로 0.2%p 증가할 전망이다.

‘단순노무종사자’는 지식기반사회의 발전에 따라 전문핵심인력 못지않게 단순기능인력으로 대표되는 이들 직업의 인력수요도 꾸준히 이어져 2020년에는 2010년 대비 332천 명이 증가한 3,547천 명에 달할 것으로 전망된다.

‘장치, 기계조작 및 조립종사자’는 2010~2020년 기간 중 연평균 0.5%의 증가율을 기록해 2020년에는 2010년 대비 130천 명이 증가한 2,825천 명에 달할 것으로 전망된다. 하지만 전체 직업에서 장치, 기계조작 및 조립종사자가 차지하고 있는 비중은 2010년 11.3%에서 2020년 11.0%로 0.3%p 감소할 것으로 전망된다.

‘관리자’는 전체에서 차지하는 비중이 2%대로 가장 낮은 비중을 지니는 특성을 지니고 있다. 이러한 특성이 반영되어 2010~2020년 기간 중 전체 직업의 평균 성장률(0.8%)을 웃도는 연평균 1.4%의 증가율을 기록했음에도 불구하고 취업자는 83천 명 증가에 머물 것으로 예상된다.

‘농림어업숙련종사자’는 2010~2020년 기간 중 1차 산업으로 표현되는 농림수산업의 비중 축소와 해당 산업의 기계화에 따른 필요인력 감소 등의 영향으로 연평균 2.1%의 감소세를 보여 2020년에는 2010년 대비 272천 명이 감소한 1,169천 명에 달할 것으로 전망된다.

‘판매종사자’는 연평균 0.8%의 감소율을 기록하여 2010년 2,934천 명의 취업자가 2020년에는 2,712천 명으로 222천 명이 감소한다. 이에 따라 전체 직업에서 판매종사자가 차지하고 있는 비중은 2010년 12.3%에서 2020년에는 10.5%로 1.8%p 감소할 것으로 전망된다.

〈표 4-19〉 직업대분류별 취업자 비중 전망

구분	2010	2015	2020	비중차
전직종	100.0	100.0	100.0	-
관리자	2.4	2.4	2.5	0.1
전문가 및 관련종사자	19.2	20.2	21.4	2.2
사무종사자	15.7	15.4	15.9	0.2
서비스종사자	10.2	11.0	10.8	0.6
판매종사자	12.3	11.5	10.5	-1.8
농림어업숙련종사자	6.0	5.4	4.5	-1.5
기능원 및 관련기능종사자	9.4	9.7	9.6	0.2
장치, 기계조작 및 조립종사자	11.3	11.0	11.0	-0.3
단순노무종사자	13.5	13.3	13.8	0.3

이상과 같이 향후 2020년까지 취업자 수의 증가는 전문직과 서비스직에서 높을 것으로 예상된다. 특히, 산업별 전망에서도 논의한 바와 같이 지식에 기반을 둔 전문기술과 국제적인 개방에 대응한 서비스분야의 전문 인력의 수요가 크게 증가할 것으로 예상된다.

4. 과학·기술 인력 수급 전망

가. 과학기술 인력 수요 전망

먼저 전체 과학기술 인력의 전공별 수요 전망 결과를 살펴보면, 과학기술 인력은 2010년에 1,340천 명에서 연평균 4.3%씩 증가하여 2020년에는 2,051천 명에 달할 것으로 전망된다. 전공대분류별로는 이

학 분야의 경우 2010년에서 2020년 기간 동안 연평균 4.9%의 가장 빠른 증가세를 보여 2020년에는 294천 명에 달할 것으로 전망된다. 반면, 의학학의 경우 같은 기간 중에 연평균 3.6%대로 다른 분야에 비해 낮은 증가세를 보일 것으로 예상되며, 공학과 농림수산학 분야는 같은 기간 중에 연평균 4%대의 성장세를 유지할 것으로 보인다.

전공을 세부적으로 살펴보면, 공학 분야에서는 정밀·에너지가 2010년 9천 명에서 연평균 10.1%씩 증가하여 2020년 24천 명에 이를 것으로 전망되며, 교통·운송은 연평균 6.6%씩 증가하여 2020년 66천 명에 이를 것으로 전망된다. 반면에 컴퓨터·통신은 연평균 3% 이하의 증가율을 보일 것으로 전망된다. 이학 분야에서는 생물·화학·환경은 2010년 86천 명에서 연평균 6.9%씩 증가하여 2020년 168천 명에 이를 것으로 전망되며, 생활과학은 연평균 3.8%씩 증가하여 2020년 94천 명에 이를 것으로 전망된다. 농림수산학은 2010년 31천 명에서 연평균 4.6%씩 증가하여 2020년 49천 명에 이를 것으로 전망된다. 의학학에서는 치료·보건이 2010년 121천 명에서 연평균 5.5%씩 증가하여 2020년 206천 명에 이를 것으로 전망되며, 의료가 연평균 3.7%씩 증가하여 2020년 144천 명에 이를 것으로 전망된다.

〈표 4-20〉 전체 과학기술 인력의 전공별 수요 전망

(단위: 천 명, %)

구분	취업자 수			연평균 증가율		
	2010	2015	2020	'11~'15	'15~'20	'11~'20
전체	1,340.3	1,653.7	2,050.5	4.3	4.4	4.3
공학	784.2	973.8	1,218.5	4.4	4.6	4.5
건축	71.7	89.8	110.3	4.6	4.2	4.4
토목·도시	73.4	100.8	137.3	6.6	6.4	6.5
교통·운송	34.9	48.2	66.3	6.6	6.6	6.6
기계·금속	118.7	144.2	186.1	4.0	5.2	4.6
전기·전자	136.6	180.8	232.1	5.8	5.1	5.4
정밀·에너지	9.1	14.3	23.9	9.4	10.9	10.1
소재·재료	47.2	56.9	73.3	3.8	5.2	4.5
컴퓨터·통신	200.9	232.0	257.5	2.9	2.1	2.5
산업	28.2	32.4	38.0	2.8	3.2	3.0
화공	35.1	40.8	51.1	3.0	4.6	3.8
기타	28.4	33.6	42.7	3.4	4.9	4.2
이학	181.4	230.7	294.0	4.9	5.0	4.9
생물·화학·환경	85.7	121.1	167.5	7.1	6.7	6.9
생활과학	64.7	77.9	93.8	3.8	3.8	3.8
수학·물리·천문·지리	31.0	31.7	32.7	0.5	0.6	0.5
농림수산학	31.0	38.9	48.8	4.6	4.7	4.6
의약학	343.7	410.4	489.2	3.6	3.6	3.6
의료	100.7	121.9	144.3	3.9	3.4	3.7
간호	101.6	108.4	113.0	1.3	0.8	1.1
약학	20.3	22.9	25.5	2.4	2.2	2.3
치료·보건	121.1	157.2	206.4	5.4	5.6	5.5

학력별 과학기술인력 전망결과를 살펴보면, 전문학사의 경우 2010~2020년 동안 연평균 1.4%씩 증가하여 2020년에는 365천 명에 이를 것으로 전망된다. 전공별로는 연평균 1.7%의 성장률을 보이는 공학 분야가 가장 빠른 증가세를 유지할 것으로 전망된다. 또한, 이학 분야도 약 2%대의 증가율이 예상되나 농림수산학분야 및 의약학 분야는 이에 못 미치는 1%대의 증가만이 예상된다. 전공을 세부적으로 살펴보면, 공학 분야에서는 기계·금속이 2010년 39천 명에서 연평균

3.5%씩 증가하여 2020년 54천 명에 이를 것으로 전망되며, 전기·전자가 연평균 6.4%씩 증가하여 2020년 51천 명에 이를 것으로 전망된다. 반면에 컴퓨터·통신은 2010년 51천 명에서 연평균 3.7%씩 감소하여 2020년 35천 명에 이를 것으로 전망된다. 이학 분야에서는 생활과학이 2010년 27천 명에서 연평균 2.5%씩 증가하여 2020년 35천 명에 이를 것으로 전망되는 반면, 생물·화학·환경은 연평균 2.9%씩, 수학·물리·천문·지리는 연평균 2.0%씩 감소할 것으로 전망된다. 농림수산학은 2010년 4천 명에서 연평균 1.3%씩 증가하여 2020년 4천 명에 이를 것으로 전망된다. 의약학에서는 치료·보건이 2010년 70천 명에서 연평균 2.0%씩 증가하여 2020년 86천 명에 이를 것으로 전망되는 반면, 의료는 연평균 1.3%씩 감소할 것으로 전망된다.

한편, 학사의 경우에는 4%대의 연평균 성장률을 보일 것으로 전망되어, 2020년에는 1,163천 명에 이를 것으로 전망된다. 전공을 세부적으로 살펴보면, 공학 분야에서는 컴퓨터·통신이 2010년 123천 명에서 연평균 3.4%씩 증가하여 2020년 173천 명에 이를 것으로 전망되며, 정밀·에너지가 연평균 8.3%씩 증가하여 2020년 8천 명에 이를 것으로 전망된다. 이학 분야에서는 생물·화학·환경이 2010년 55천 명에서 연평균 5.5%씩 증가하여 2020년 90천 명에 이를 것으로 전망되고, 생활과학은 연평균 4.6%씩 증가하여 2020년 50천 명에 이를 것으로 전망된다. 농림수산학은 2010년 22천 명에서 연평균 4.2%씩 증가하여 2020년 33천 명에 이를 것으로 전망된다. 의약학에서는 의료가 2010년 71천 명에서 연평균 4.0%씩 증가하여 2020년 105천 명에 이를 것으로 전망되고, 간호는 연평균 3.7%씩 증가할 것으로 전망된다.

석·박사 과학기술 인력은 전문학사 및 학사의 경우와 비교해서 관

런 전공분야 모두에서 높은 성장세를 보이고 있다.

석사의 경우, 2010년에 163천 명에서 연평균 8.3%씩 증가하여 2020년에 363천 명에 달할 전망이다. 전공별로는 이학 분야는 전망 기간 동안 연평균 9.4%의 가장 빠른 증가세를 유지할 것으로 전망되며, 공학 분야는 8%대의 성장세를 유지할 것으로 예상된다. 전공을 세부적으로 살펴보면, 공학 분야에서는 정밀·에너지가 2010년 2천 명에서 연평균 16.7%씩 증가하여 2020년 8천 명에 이를 것으로 전망되며, 기타공학이 연평균 13.6%씩 증가하여 2020년 14천 명에 이를 것으로 전망된다. 이학 분야에서는 생물·화학·환경이 2010년 18천 명에서 연평균 10.9%씩 증가하여 2020년 50천 명에 이를 것으로 전망되고, 수학·물리·천문·지리는 연평균 6.6%씩 증가하여 2020년 10천 명에 이를 것으로 전망된다. 농림수산학은 2010년 3천 명에서 연평균 8.6%씩 증가하여 2020년 6천 명에 이를 것으로 전망된다. 의약학에서는 의료가 2010년 18천 명에서 연평균 6.6%씩 증가하여 2020년 33천 명에 이를 것으로 전망되고, 치료·보건은 연평균 13.3%씩 증가할 것으로 전망된다.

한편, 박사의 경우 전체적으로 연평균 7.0%씩 증가하여 2020년에 137천 명에 이를 것으로 전망된다. 전공별로 전체적으로 7%대의 증가세를 보일 것으로 예상되지만, 의약학 분야는 6%의 비교적 낮은 성장세를 보일 것으로 전망된다. 전공을 세부적으로 살펴보면, 공학 분야에서는 정밀·에너지가 연평균 15.1%씩 증가하여 2020년 2천 명에 이를 것으로 전망되며, 컴퓨터·통신은 연평균 5.1%씩 증가하여 2020년 11천 명에 이를 것으로 전망된다. 이학 분야에서는 생물·화학·환경이 2010년 10천 명에서 연평균 9.4%씩 증가하여 2020년 24천 명

에 이를 것으로 전망되고, 수학·물리·천문·지리는 연평균 5.2%씩 증가하여 2020년 5천 명에 이를 것으로 전망된다. 농림수산학은 2010년 3천 명에서 연평균 7.2%씩 증가하여 2020년 6천 명에 이를 것으로 전망된다. 의약학에서는 의료가 2010년 12천 명에서 연평균 5.6%씩 증가하여 2020년 21천 명에 이를 것으로 전망되고, 치료·보건은 연평균 12.4%씩 증가할 것으로 전망된다.

<표 4-21> 과학기술 인력의 학력별·전공별 수요 전망(전문학사, 학사)

(단위: 천 명, %)

	구분	취업자 수			연평균 증가율		
		2010	2015	2020	'11~'15	'15~'20	'11~'20
전문학사	전체	317.6	342.7	364.5	1.5	1.2	1.4
	공학	165.3	181.8	196.3	1.9	1.5	1.7
	건축	15.8	17.1	18.2	1.6	1.2	1.4
	토목·도시	12.5	13.4	13.8	1.5	0.5	1.0
	교통·운송	3.0	4.1	5.0	5.9	4.2	5.1
	기계·금속	38.6	45.5	54.3	3.3	3.6	3.5
	전기·전자	27.5	39.3	51.1	7.4	5.4	6.4
	정밀·에너지	3.5	4.8	6.5	6.3	6.4	6.3
	소재·재료	2.3	1.6	1.0	-6.8	-8.5	-7.7
	컴퓨터·통신	50.6	43.7	34.6	-2.9	-4.6	-3.7
	산업	0.1	0.3	0.3	39.0	-2.6	16.4
	화공	1.3	1.3	1.6	0.1	3.9	2.0
	기타	10.0	10.7	10.0	1.2	-1.4	-0.1
	이학	33.9	36.2	39.8	1.3	1.9	1.6
	생물·화학·환경	5.9	5.3	4.4	-2.1	-3.7	-2.9
	생활과학	26.9	29.9	34.5	2.1	2.9	2.5
	수학·물리·천문·지리	1.1	1.0	0.9	-1.7	-2.4	-2.0
	농림수산학	3.6	3.9	4.1	1.4	1.2	1.3
	의약학	114.8	120.7	124.3	1.0	0.6	0.8
	의료	-	-	-	-	-	-
간호	44.4	41.3	38.8	-1.4	-1.2	-1.3	
약학	-	-	-	-	-	-	
치료·보건	70.4	79.5	85.5	2.4	1.5	2.0	

<표 계속>

	구분	취업자 수			연평균 증가율		
		2010	2015	2020	'11~'15	'15~'20	'11~'20
학 사	전체	789.5	972.6	1,163.1	4.3	3.6	4.0
	공학	469.8	574.3	702.3	4.1	4.1	4.1
	건축	43.4	51.9	57.7	3.6	2.2	2.9
	토목·도시	44.4	58.6	77.6	5.7	5.8	5.7
	교통·운송	22.9	29.7	38.8	5.4	5.5	5.4
	기계·금속	63.5	76.1	100.4	3.7	5.7	4.7
	전기·전자	80.5	103.8	133.1	5.2	5.1	5.2
	정밀·에너지	3.5	5.0	7.7	7.3	9.3	8.3
	소재·재료	29.4	33.7	41.6	2.8	4.3	3.5
	컴퓨터·통신	123.0	151.5	172.6	4.2	2.6	3.4
	산업	22.3	25.1	28.2	2.4	2.4	2.4
	화공	23.7	25.5	29.6	1.5	3.0	2.3
	기타	13.2	13.5	14.9	0.5	2.0	1.2
	이학	106.1	129.6	156.8	4.1	3.9	4.0
	생물·화학·환경	52.5	70.2	89.6	6.0	5.0	5.5
	생활과학	31.9	40.0	50.3	4.6	4.7	4.6
	수학·물리·천문·지리	21.7	19.3	16.9	-2.3	-2.6	-2.5
	농림수산학	21.7	26.8	32.6	4.3	4.0	4.2
	의약학	191.8	241.9	271.4	4.7	2.3	3.5
	의료	71.1	91.7	105.4	5.2	2.8	4.0
	간호	54.8	71.5	78.9	5.5	2.0	3.7
	약학	18.1	21.5	23.5	3.5	1.8	2.7
	치료·보건	47.9	57.2	63.5	3.6	2.1	2.9

〈표 4-22〉 과학기술 인력의 학력별·전공별 수요 전망(석사, 박사)

(단위: 천 명, %)

	구분	취업자 수			연평균 증가율		
		2010	2015	2020	'11~'15	'15~'20	'11~'20
석 사	전체	163.7	243.9	363.3	8.3	8.3	8.3
	공학	112.3	166.3	248.0	8.2	8.3	8.2
	건축	9.4	16.0	26.8	11.2	10.9	11.0
	토목·도시	12.4	22.0	35.8	12.2	10.2	11.2
	교통·운송	6.8	11.1	17.5	10.3	9.6	9.9
	기계·금속	12.5	17.3	24.4	6.8	7.1	6.9
	전기·전자	21.5	28.9	37.4	6.1	5.3	5.7
	정밀·에너지	1.6	3.5	7.5	16.8	16.7	16.7

<표 계속>

	구분	취업자 수			연평균 증가율		
		2010	2015	2020	'11~'15	'15~'20	'11~'20
석사	소재·재료	11.7	16.1	22.7	6.7	7.2	6.9
	컴퓨터·통신	20.6	28.2	39.2	6.5	6.8	6.6
	산업	4.3	5.4	7.4	4.3	6.7	5.5
	화공	7.6	10.7	15.4	6.9	7.7	7.3
	기타	3.9	7.2	13.9	13.2	14.1	13.6
	이학	26.7	42.9	65.8	9.9	8.9	9.4
	생물·화학·환경	17.7	30.2	49.7	11.3	10.5	10.9
	생활과학	3.8	5.3	6.1	7.0	3.0	5.0
	수학·물리·천문·지리	5.3	7.5	10.0	7.2	6.1	6.6
	농림수산학	2.5	3.7	5.7	8.4	8.8	8.6
	의약학	22.2	30.9	43.8	6.8	7.3	7.0
	의료	17.7	23.9	33.4	6.2	7.0	6.6
	간호	1.4	1.8	2.1	4.0	3.3	3.7
	약학	1.3	1.9	2.4	6.9	4.8	5.8
	치료·보건	1.7	3.3	5.9	14.5	12.2	13.3
	박사	전체	69.5	97.4	136.8	7.0	7.0
공학		36.8	51.3	72.0	6.8	7.0	6.9
건축		3.1	4.9	7.6	9.6	9.3	9.5
토목·도시		4.1	6.7	10.2	10.5	8.6	9.6
교통·운송		2.2	3.4	5.0	8.7	8.1	8.4
기계·금속		4.1	5.3	6.9	5.3	5.6	5.4
전기·전자		7.0	8.8	10.6	4.6	3.8	4.2
정밀·에너지		0.5	1.1	2.1	15.1	15.1	15.1
소재·재료		3.8	5.5	8.0	7.4	7.8	7.6
컴퓨터·통신		6.8	8.6	11.1	5.0	5.3	5.1
산업		1.4	1.6	2.1	2.8	5.2	4.0
화공		2.5	3.3	4.4	5.4	6.1	5.8
기타		1.3	2.2	3.9	11.6	12.5	12.0
이학		14.6	21.9	31.5	8.5	7.5	8.0
생물·화학·환경		9.7	15.4	23.8	9.8	9.1	9.4
생활과학		2.1	2.7	2.9	5.5	1.7	3.6
수학·물리·천문·지리		2.9	3.8	4.8	5.8	4.7	5.2
농림수산학		3.2	4.5	6.4	7.0	7.4	7.2
의약학		14.8	19.7	26.9	5.8	6.4	6.1
의료		11.8	15.3	20.5	5.2	6.1	5.6
간호		1.0	1.1	1.3	3.1	2.4	2.8
약학		0.9	1.2	1.5	5.9	3.9	4.9
치료·보건	1.1	2.1	3.6	13.4	11.3	12.4	

나. 과학기술 인력의 수급차 분석

앞에서 제시한 연도별 수요전망치로부터 연도별 수요증가와 대체수요를 구하여 전체수요를 구한다. 그리고 공급량을 연도별로 추정하고, 이를 필요공급량과 비교하여 수급차를 분석한다.

〈표 4-23〉 전체 과학기술 인력의 수급차 전망(2011~2020)

(단위: 천 명)

전공	공급 (A)	수요증가 (B)	대체수요 (B)	전체수요 (D=B+C)	초과공급 (A-D)
전체	1,139.4	716.8	256.9	973.7	165.7
공학	702.3	451.6	164.7	616.3	86.0
건축	70.9	38.6	14.7	53.3	17.6
토목·도시	68.3	63.9	16.6	80.5	-12.2
교통·운송	27.2	31.3	8.0	39.3	-12.1
기계·금속	91.4	67.4	25.2	92.6	-1.2
전기·전자	118.4	95.5	30.8	126.4	-7.9
정밀·에너지	13.1	14.8	2.1	16.9	-3.8
소재·재료	38.1	27.4	8.9	36.3	1.8
컴퓨터·통신	177.9	72.5	40.8	113.3	64.5
산업	28.6	9.8	5.9	15.8	12.8
화공	29.4	15.9	6.6	22.5	6.9
기타	38.8	14.4	4.9	19.3	19.5
이학	206.6	119.1	71.2	190.3	16.4
생물·화학·환경	104.4	83.2	32.2	115.5	-11.1
생활과학	62.6	29.2	30.9	60.0	2.6
수학·물리·천문·지리	39.6	6.7	8.1	14.8	24.9
농림수산학	15.5	17.8	6.3	24.1	-8.6
의약학	215.0	128.3	14.7	143.0	72.0
의료	78.3	58.7	5.3	64.0	14.3
간호	53.4	25.1	3.5	28.6	24.8
약학	16.2	7.0	0.7	7.7	8.4
치료·보건	67.2	37.5	5.3	42.8	24.4

먼저 2010~2020년간 과학기술 인력 공급은 113만 9천 명, 인력 수요는 97만 4천 명으로, 단순히 공급에서 수요를 뺀 초과공급량은 16만 6천 명(연평균 약 1.6만 명), 초과 공급률은 14.5%에 달할 것으로 전망된다. 전공별로는 공학 8만 6천 명이 초과공급, 이학 1만 6천 명 초과공급, 의약학 7만 2천 명 초과공급이 전망되며, 반면에 농림수산학은 다소의 초과수요가 전망된다.

전공을 세부적으로 살펴보면, 공학 분야에서는 컴퓨터·통신 6만 5천 명이 초과공급, 기타공학 2만 명이 초과공급인 반면, 토목·도시 1만 2천명이 초과수요가 전망된다. 이학 분야에서는 수학·물리·천문·지리 2만 5천명이 초과공급인 반면, 생물·화학·환경 1만 1천 명이 초과수요가 전망된다. 의약학에서는 간호 2만 5천 명이 초과공급, 치료·보건 2만 4천 명이 초과공급이 전망된다.

농림수산학 분야와 생물·화학·환경 분야에서 초과수요가 나타나고 있는 것은 무엇보다도 이 분야의 인력공급 규모가 작다는 사실에 기인하고 있다. 이 점은 이 분야의 학과/전공이 과학기술 연구 및 취업 환경의 변화에 따라 이학에 속하는 생명과학 분야 등으로 전환되고 있는 실태를 일부 반영하고 있는 것으로 판단된다.

학력별로 수급차를 분석해 보면, 과학기술인력의 초과공급은 상대적으로 낮은 학력수준(전문학사 및 학사)에서 두드러질 것으로 전망되고 있다. 전문학사의 경우, 전망 기간 동안 신규공급은 21만 8천 명, 신규수요는 12만 8천 명에 이를 것으로 추정되어, 초과공급이 9만 명에 이를 것으로 보이며, 공학 6만 명 초과공급, 의약학 3만 5천 명 초과공급인 반면, 이학 2천 명 초과수요, 농림수산학 3천 명 초과수요를 보일 것으로 전망된다. 좀 더 세부전공별로 살펴보면, 공학 분야에서

는 기타공학 1만 8천 명 초과공급, 컴퓨터·통신 1만 7천 명 초과공급인 반면, 전기·전자 6천 명 초과수요가 전망된다. 이학 분야에서는 생활과학, 수학·물리·천문·지리, 생물·화학·환경 모두에서 다소의 초과수요가 전망된다. 의약학 분야에서는 치료·보건 2만 명 초과공급, 간호 1만 6천 명 초과공급이 전망된다.

학사의 경우에는 신규공급 63만 3천 명, 신규수요 55만 4천 명으로 초과공급이 7만 8천 명에 이를 것으로 보이며, 공학 3만 6천 명 초과공급, 이학 1만 8천 명 초과공급, 의약학 2만 9천 명 초과공급인 반면, 농림수산학은 4천 명 초과수요가 전망된다. 세부전공별로 살펴보면, 공학 분야에서는 컴퓨터·통신 3만 명 초과공급, 건축 1만 6천 명 초과공급인 반면, 토목·도시 1만 명 초과수요, 전기·전자 8천 명 초과수요가 전망된다. 이학 분야에서는 수학·물리·천문·지리 2만 2천 명 초과공급인 반면, 생활과학, 생물·화학·환경에서는 다소의 초과수요가 전망된다. 의약학 분야에서는 의료 1만 2천 명 초과공급, 약학 8천 명 초과공급이 전망된다.

고급 과학기술 인력의 수급차를 살펴보면, 석사 과학기술 인력은 전망 기간 동안 신규공급은 22만 1천 명, 신규수요는 22만 명에 이를 것으로 추정되어, 초과공급이 1천 명에 이를 것으로 보이며, 의약학 5천 명 초과공급인 반면, 공학, 이학 및 농림수산학은 다소의 초과수요를 보일 것으로 전망된다. 세부전공별로 살펴보면, 공학 분야에서는 컴퓨터·통신 1만 7천 명 초과공급, 산업 5천 명 초과공급인 반면, 토목·도시 5천 명 등 8개 분야에서 초과수요가 전망된다. 이학 분야에서는 생활과학 6천명 초과공급인 반면, 생물·화학·환경 9천 명 초과수요가 전망된다. 의약학 분야에서는 치료·보건 3천 명 초과공급인 반면,

의료에서는 다소의 초과수요가 전망된다.

박사 과학기술 인력은 전체 전망 기간 동안 신규공급은 6만 6천 명, 신규수요는 7만 2천 명에 이를 것으로 추정되어, 초과수요가 6천 명에 이를 것으로 보이며, 전공분야별로는 이학과 의약학 분야는 초과공급, 공학과 농림수산학 분야는 초과수요가 나타날 것으로 전망된다. 특히 주목할 점은, 공학 분야 박사에 대해 전체 전망 기간 동안 1만 명 정도가 부족할 것으로 전망되고 있다는 점이다. 이는 부분적으로는 향후 지식기반경제의 진전에 따른 고부가가치형 산업구조로의 재편과 고급 R&D 인력에 대한 수요가 대폭 증가할 것이라는 총량 전망의 가정에 근거하고 있다고 판단된다. 세부전공별로 살펴보면, 공학 분야에서는 전기·전자 등 3개 분야에서는 초과공급인 반면, 토목·도시 등 8개 분야에서는 초과수요가 전망된다. 이학 분야에서는 생활과학, 수학·물리·천문·지리는 초과공급인 반면, 생물·화학·환경은 다소의 초과수요가 전망된다. 의약학 분야에서는 의료, 간호 및 약학은 초과공급인 반면, 치료·보건에서는 다소의 초과수요가 전망된다.

<표 4-24> 과학기술 인력 학력별(전문학사·학사) 수급차 전망(2008~2018)

(단위: 천 명, %)

학력	전공	공급 (A)	수요증가 (B)	대체수요 (B)	전체수요 (D=B+C)	초과공급 (A-D)
전문 학사	전체	218.6	71.5	56.9	128.4	90.2
	공학	133.9	48.3	25.6	73.9	60.0
	건축	11.1	2.3	2.4	4.8	6.4
	토목·도시	9.6	1.3	1.9	3.2	6.4
	교통·운송	3.6	1.9	0.6	2.5	1.1
	기계·금속	30.5	15.7	6.5	22.2	8.3
	전기·전자	23.4	23.6	5.6	29.2	-5.8
	정밀·에너지	8.8	3.0	0.7	3.7	5.1

<표 계속>

학력	전공	공급 (A)	수요증가 (B)	대체수요 (B)	전체수요 (D=B+C)	초과공급 (A-D)
전문 학사	소개·재료	3.0	0.0	0.2	0.2	2.8
	컴퓨터·통신	23.3	0.0	5.9	5.9	17.4
	산업	0.3	0.2	0.0	0.3	0.1
	화공	0.6	0.3	0.2	0.5	0.1
	기타	19.5	0.0	1.4	1.4	18.0
	이학	27.1	7.6	21.9	29.5	-2.4
	생물·화학·환경	3.6	0.0	3.7	3.7	-0.1
	생활과학	23.1	7.6	17.4	25.0	-1.9
	수학·물리·천문·지리	0.3	0.0	0.7	0.7	-0.4
	농림수산학	1.9	0.5	3.9	4.4	-2.5
	의약학	55.8	15.1	5.6	20.7	35.1
	의료	-	-	-	-	-
	간호	17.4	0.0	1.9	1.9	15.5
	약학	-	-	-	-	-
치료·보건	38.4	15.1	3.7	18.8	19.6	
전체	633.3	378.4	175.2	553.6	79.7	
공학	398.0	232.5	129.3	361.8	36.2	
학사	건축	41.8	14.3	11.4	25.7	16.1
	토목·도시	36.1	33.2	13.4	46.6	-10.4
	교통·운송	15.4	15.9	6.8	22.7	-7.3
	기계·금속	49.4	36.9	17.6	54.6	-5.1
	전기·전자	67.9	52.6	23.5	76.1	-8.2
	정밀·에너지	2.4	4.2	1.2	5.4	-3.0
	소개·재료	23.3	12.2	7.7	19.9	3.5
	컴퓨터·통신	112.9	49.6	33.3	82.8	30.1
	산업	18.3	5.9	5.6	11.5	6.8
	화공	19.3	6.0	5.8	11.7	7.5
	기타	11.2	1.7	3.0	4.8	6.4
	이학	113.0	55.5	39.4	94.8	18.1
	생물·화학·환경	57.7	37.1	21.4	58.5	-0.8
	생활과학	27.3	18.4	12.3	30.6	-3.4
	수학·물리·천문·지리	28.0	0.0	5.7	5.7	22.3
	농림수산학	9.0	10.9	1.9	12.8	-3.8
	의약학	113.3	79.6	4.6	84.1	29.2
	의료	47.9	34.3	1.7	36.0	11.8
간호	32.5	24.1	1.3	25.5	7.0	
약학	13.4	5.5	0.4	5.9	7.5	
치료·보건	19.6	15.7	1.1	16.8	2.9	

〈표 4-25〉 과학기술 인력 학력별(석사·박사) 수급차 전망(2008~2018)

(단위: 천 명, %)

학력	전공	공급 (A)	수요증가 (B)	대체수요 (B)	전체수요 (D=B+C)	초과공급 (A-D)
석사	전체	221.4	199.6	20.4	220.0	1.4
	공학	143.5	135.7	7.9	143.6	-0.1
	건축	15.9	17.4	0.8	18.2	-2.3
	토목·도시	19.6	23.3	1.1	24.4	-4.8
	교통·운송	6.7	10.7	0.5	11.2	-4.5
	기계·금속	9.2	12.0	0.8	12.8	-3.6
	전기·전자	21.5	15.9	1.3	17.2	4.3
	정밀·에너지	1.6	5.9	0.2	6.1	-4.5
	소재·재료	9.3	11.1	0.8	11.9	-2.5
	컴퓨터·통신	36.4	18.6	1.3	19.9	16.5
	산업	8.7	3.0	0.3	3.3	5.4
	화공	7.9	7.8	0.5	8.3	-0.4
	기타	6.8	10.0	0.4	10.4	-3.6
	이학	44.8	39.1	8.0	47.1	-2.2
	생물·화학·환경	28.6	32.0	5.7	37.7	-9.1
	생활과학	9.1	2.3	0.9	3.3	5.8
	수학·물리·천문·지리	7.1	4.8	1.3	6.1	1.0
	농림수산학	2.6	3.2	0.4	3.5	-0.9
	의약학	30.4	21.6	4.1	25.7	4.7
	의료	18.0	15.7	3.2	18.9	-0.9
	간호	2.7	0.6	0.2	0.9	1.8
	약학	2.0	1.0	0.2	1.3	0.7
	치료·보건	7.7	4.2	0.5	4.7	3.0

<표 계속>

138 국가 신 경쟁력 제고를 위한 과학·기술 교육 혁신방안

학력	전공	공급 (A)	수요증가 (B)	대체수요 (B)	전체수요 (D=B+C)	초과공급 (A-D)
박사	전체	66.2	67.3	4.4	71.7	-5.5
	공학	26.9	35.1	1.9	37.0	-10.1
	건축	2.1	4.5	0.2	4.7	-2.6
	토목·도시	3.0	6.1	0.3	6.3	-3.3
	교통·운송	1.5	2.7	0.1	2.9	-1.4
	기계·금속	2.3	2.9	0.2	3.0	-0.7
	전기·전자	5.7	3.6	0.3	3.9	1.8
	정밀·에너지	0.3	1.6	0.0	1.7	-1.3
	소재·재료	2.4	4.1	0.2	4.3	-1.9
	컴퓨터·통신	5.2	4.4	0.3	4.7	0.6
	산업	1.4	0.7	0.1	0.7	0.6
	화공	1.6	1.9	0.1	2.0	-0.4
	기타	1.4	2.7	0.1	2.8	-1.4
	이학	21.7	16.9	1.9	18.9	2.9
	생물·화학·환경	14.4	14.1	1.4	15.5	-1.1
	생활과학	3.1	0.9	0.2	1.1	2.1
	수학·물리·천문·지리	4.2	1.9	0.3	2.2	1.9
	농림수산학	2.0	3.2	0.1	3.3	-1.3
	의약학	15.5	12.0	0.5	12.5	3.0
	의료	12.4	8.7	0.3	9.0	3.4
	간호	0.8	0.3	0.0	0.3	0.5
	약학	0.8	0.6	0.0	0.6	0.2
	치료·보건	1.5	2.5	0.1	2.6	-1.1

제5장

선진국의 과학·기술 인재정책 혁신 사례 및 시사점

1. 미국: R&D 확산을 위한 정책 및 제도
2. 영국: R&D 성과와 과학·기술 연계
3. 일본: 과학·기술 정책의 방향과 전략
4. 시사점

제5장 | 선진국의 과학·기술 인재정책 혁신 사례 및 시사점

1. 미국: R&D 확산을 위한 정책 및 제도

가. 미국 : R&D 확산을 위한 정책 및 제도

<오바마 대통령 연두 교서 : 미국의 경쟁력 강화를 위한 과학기술 이노베이션, 교육 투자 강조>

1) 배경

버락 오바마 미 대통령은 2011년 1월 25일 연두 교서를 발표하였다. 미국 대통령의 연두 교서는 정부의 새해 시정방침을 의회에 설명하는 것으로, 상·하원 합동회의에서 발표되며, 한해 미국 행정부의 정책 우선순위에 대한 로드맵의 제시라고 볼 수 있다.

2) 주요 내용

이 교서에서는 막대한 재정적자 감소를 위해 향후 5년간 정부지출 동결을 발표하였지만, 제2의 스푸트니크 모멘트(Sputnik moment)²²⁾를 언급하며, 특히 과학기술 이노베이션, 교육, 에너지 및 환경에 대한 투

자를 강조하였다. 이는 미국의 현재 지위가 중국과 인도를 포함한 여러 신흥국가들의 급격한 성장에 의해 도전을 받고 있는 상황에서 지속적인 혁신과 수준 높은 교육기회를 제공하는 것만이 미국의 현재 지위를 유지할 수 있는 방법임을 강조하면서, 추가로 10만 명의 수학과 과학교사를 양성하고 청정에너지에 대한 투자를 확대하는 등 교육과 신 성장산업에 대한 투자를 강화해야 미래 유망분야에서 미국 기업의 경쟁력을 제고 할 수 있다고 지적하였다.

“우리는 일자리와 우리 시대의 산업과 싸우기 위해 무엇을 해야 할지 압니다. 우리는 최선의 혁신을, 최선의 교육을, 최선의 건설을 남아 있는 분야에 다해야 합니다.”

“미래를 이기는 첫 번째 단계는 미국의 혁신을 격려하는 것입니다.”

“이것은 우리시대의 스푸트니크 모멘트입니다. 2년 전, 나는 우주경쟁의 고조시기 이후로는 보지 못했던, 연구개발 수준에 도달할 필요가 있다고 말했습니다. 몇 주 후면, 나는 우리가 그 목표를 달성하는 데 도움이 될 예산안을 의회에 보낼 것입니다.”²²⁾

3) 시사점

이 연두 교서에서는 막대한 재정적자 상황에서 향후 5년간 정부지

22) 1957년10월4일 세계 최초의 인공위성인 소련의 스푸트니크 1호가 발사되어 미국 등 서방이 충격을 받은 사건으로 당시 과학기술에서 미국의 우위를 확신하던 미국에게 위기의식을 일으켜, 새로운 과학기술 교육체계 및 연구 프로그램들이 도입되고 투자가 증대되었다.

23) 2011.1.15 미국 버락 오바마 대통령 연두교서 연설 중

출 동결에도 불구하고, 제2의 스푸트니크 모멘트를 언급할 정도로, 미국의 경쟁력 강화를 위한 과학기술 이노베이션과 교육투자에 대해 강조하고 있다. 특히 미국의 중국 및 인도 등 신흥 국가의 부상을 적시하고 21세기 미국의 국가 경쟁력과 미국 기업의 경쟁력을 제고하기 위해서는 과학 및 수학교육과 연구개발에 대한 투자를 강화해야 함을 역설하고 있다.

<미국 경쟁력위원회 : ‘미국을 혁신하라(Innovate America)’ 보고서>

1) 배경

미국 경쟁력 위원회(U.S. CoC, Council on Competitiveness)는 1986년 주요 기업 최고 경영자 및 대학교수로 이루어진 위원회²⁴⁾로, 2004년 국가혁신 이니셔티브(NII: National Innovation Initiative) 회의를 개최하고 ‘미국을 혁신하라(Innovate America : Thriving in a World of Challenges and Change)’ 보고서를 발표하였다. 미국은 기업, 대학, 연구소 등 민간 부분이 활성화 되어 있으며, 민간 부문에서 제안된 정책들이 활발히 정책에 반영되고 있다. 미국 경쟁력 위원회는 정부 기관은 아니지만 미국의 국가 경쟁력을 높이기 위해 미국 주요 기업의 최고경영자와 주요 대학 총장들이 함께 미국의 미래에 대한

24) 공동 회장으로 벨사우스 회장 에커만(F. Duane Ackerman Chairman and Chief Executive Officer BellSouth), IBM 회장 새뮤얼 팔미사노(Samuel J. Palmisano Chairman and Chief Executive Officer IBM CorporationG.) 조지아 텍의 총장인 웨인 클로(Wayne Clough President Georgia Institute of Technology) 3인과 함께 아메리칸 에어라인 회장, 텍사스 A&M 대학 총장, 어드벤스드 바이크로 디바이스 회장, 컬럼비아 대학 총장, 스탠포드 대학 총장, 암젠 회장, 다나 그룹 회장, 펜슬러 폴리텍 대학 총장, MIT 총장, 미시간 대학 총장, 모건 스탠리 회장, GM 회장, 메이요 클리닉 원장, 펍시 회장, 경쟁력 위원회 회장 등이 참여하였음

고민과 함께 이를 해결하기 위한 주요 정책들을 제시해 다수가 미국 의회의 법률 제정과 미국 정부의 정책에 반영되고 있다.

이 보고서가 나온 배경에는 미국이 뛰어난 연구인력, 연구소, 대학, 기술기반, 안정된 정부 등을 바탕으로 한 강점을 가지고 있는 반면에, 미국에 위협이 되는 새로운 경쟁자의 출현을 적시하고 있다. 새로운 혁신을 수행해 미국에 위협이 되는 국가로는 중국, 인도, 러시아, 한국, 타이완, 이스라엘, 싱가포르 등을 들고 있는데, 이러한 위협 요인에 대처하기 위해서는 미국 전체를 혁신 촉진 환경을 조성하고 최적화하는 것이 필요하다고 지적하고 있다.

2) 주요 내용

이 보고서에서는 혁신(Innovation)을 사회 및 경제적 가치 창출을 이끄는 발명과 통찰의 교차점으로 정의하고, 미국의 경쟁력을 강화하기 위한 혁신을 촉진하기 위한 국가혁신전략 방향들을 크게 인적자원, 투자, 인프라의 세 가지 측면에서 제시하였다.

(“The National Innovation Initiative (NII) defines innovation as the intersection of invention and insight, leading to the creation of social and economic value²⁵⁾”)

이 보고서에서는 혁신의 새로운 형태를 주목하고 혁신 내용에 따라, 사용자와 생산자에 기초한 혁신, 사적영역과 공적영역의 성격을 가진 지적재산, 제조업과 서비스업, 기존 학문분야와 복수분야에 걸친 연구, 공공부문과 민간부문의 이노베이션, 중소기업과 대기업, 안전보장과

25) “Innovate America”, U.S. Council on Competitiveness, 2004

과학연구의 개방성, 내셔널리즘과 글로벌화 등 8개 혁신형태로 구분하였다. 특히, 제조업과 서비스업 혁신 형태에서는 제록스와 IBM과 같은 기업에서 나타나는 제조업과 서비스업이 결합된 새로운 비즈니스 모델에 대해 주목하였다.

〈표 5-1〉 새로운 혁신의 형태와 혁신 내용

구분	혁신 형태	혁신 내용
I	사용자와 생산자에 기초한 혁신	○생산자 홀로 수행하는 혁신에서 사용자와 생산자의 상호 작용에 의해 생산되는 혁신으로의 변화 강조 (반도체 생산이나 소프트웨어 개발 등)
II	사적 영역과 공적 영역의 성격을 가진 지적재산	○지적재산의 보호는 벤처기업에서는 특히 중요함. ○특허의 공동이용, 완전 개방된 데이터베이스, 국제 표준 설정 등을 포함한 진보적인 지적재산권제도 구축이 향후의 혁신 촉진에 필요
III	제조업과 서비스업	○제조공정 가운데 제조공정과 서비스 공정이 밀접하게 불가분의 관계로 결합 ○제록스와 IBM 등의 비즈니스 모델
IV	기존 학문분야와 복수분야에 걸친 연구	○혁신은 학문분야의 경계 영역에서 발생되므로 새로운 지식과 학습 네트워크가 필요
V	공공부문과 민간부문의 이노베이션	○경쟁원리의 도입으로 재정 지출 삭감 ○민간부문에서는 불가능한 장기 혁신 수행 역할
VI	중소기업과 대기업	○근본적인 혁신을 일으키는 중소기업의 역할 ○기술개발에서 중소기업과 대기업과의 보완 관계가 존재함. ○파이버 & 맥社 등의 의약품 제조기업이나, 마이크로소프트社 등의 IT기업과 벤처와의 연계
VII	안전보장과 과학연구의 개방성	○혁신에 의해 얻어진 지식을 테러리스트 등이 입수하여 악용할 위험 존재 ○미국 내 안전보장 상의 명제와 지금까지의 과학기술에 관한 외국에 대한 개방적인 태도와의 균형 필요
VIII	내셔널리즘과 글로벌화	○외국과 적극적으로 연계하여 혁신을 실행하는 것이 미국의 혁신 향상을 위한 지름길임

자료: 福田佳之, 『イノベーション重視に舵を切る米の...略:米.競.力協議. ‘Innovate America’ (パルミサ.ノレボト) の狙い』, 『TBR 産業..の論点』, 東レ...究所, 2005.5.31. 현대경제연구원 (2006), 선진국 과기혁신전략-Innovate America, 재판집.

이 보고서에서는 미국의 경쟁력을 강화하고 유지하기 위해서는 혁신이 최상의 수단이고, 이러한 혁신을 촉진하기 위한 다양한 정책들의 필요성을 강조하고 있다. 특히, 서비스 산업에서의 혁신적 비즈니스 프로세스 설계, 조직, 경영에 대한 연구개발 투자가 저조함을 지적하였다²⁶⁾.

“미국 경제 활동에서 절반 이상을 차지하는 서비스 분야에서 굳건한 연구 투자를 혁신적인 비즈니스 프로세스 설계, 조직, 경영으로 전환할 토대가 부족하다.²⁷⁾

(The service sectors, that represent more than half of U.S. economic activity, lack the underpinning of robust research investment into innovative business process design, organization and management.)²⁸⁾”

또한 다학제적인 서비스 과학(또는 서비스 사이언스)을 모든 사업체를 변혁시키고, 경영과 전문적 기술의 교차점에서 혁신을 유도할, 기존의 컴퓨터 과학, 운영연구, 산업공학, 수학, 경영과학, 의사결정과학, 사회과학, 법 과학이 혼합된 것으로 정의하고 서비스 사이언스에 대한 연구개발비 증가의 중요성을 강조하였다.

“최근 부각되고 있는 ‘서비스 과학’-모든 사업체를 변혁시키고, 경영과 전문적 기술의 교차점에서 혁신을 유도할, 기존의 컴퓨터 과학,

26) 장병열 외, 지식기반서비스산업의 서비스 R&D 방향과 기술혁신지원제도 개선방안연구, 지식경제부, 2008.

27) 이하 장병열 외(2008) 영문 번역 재인용.

28) “Innovate America”, U.S. Council on Competitiveness, 2004

운영연구, 산업공학, 수학, 경영과학, 의사결정과학, 사회과학, 법 과학이 혼합된 만큼 새로운 다각적 접근이 요구되는 분야는 없다.

(Nowhere is the need for new multidisciplinary approaches clearer than in the area of emerging “services science” - the melding together of the more established fields of computer science, operations research, industrial engineering, mathematics, management sciences, decision sciences, social sciences and legal sciences that may transform entire enterprises and drive innovation at the intersection of business and technology expertise.)”

“서비스 과학은 21세기 혁신의 한가운데서 중요한 질문들을 제시할 수 있다. 어떻게 조직들은 그들 자신을 재창조하는 일을 지속시키는가? 어떻게 그들은 기술의 혁신을 관리하는가? 우리는 가장 복잡한 행동 시스템을 시뮬레이션 할 수 있는가? 경영 프로세스 설계와 조직에서의 문제를 해결하기 위한 지적 기반을 구축하는 것과 의사결정과 리더십을 위한 분석기초를 제공하는 것은 완전히 새로운 혁신의 경계를 촉진한다.

(Services science can begin to address major questions at the heart of 21st century innovation : How do organizations continue to recreate themselves? How do they manage technological innovation? Can we simulate the most complex behavioral systems? Developing the intellectual basis for solving problems in business process design and organization, and providing an analytic basis for decision-making and leadership have the potential to spur entirely new innovation frontiers.)”

“대학에서 비율이 증가하는 미래연구기금을 학제적 연구와 그것을 지원하는 단체와 연구기관에 분배하라.

(Allocate an increasing proportion of future research funding at universities to multi-and interdisciplinary research and to the facilities and research infrastructure to support it.)”

아울러 한 걸음 더 나아가 서비스 과학을 새로운 대학의 학문과정으로 인정하고, 대학 및 지역전문대가 기업과 협력하여 새로운 교과과정을 개발하고 이에 기반한 인력을 양성할 것을 권고하고 있다.

“서비스 과학을 새로운 (대학)학문과정으로 인정하고, 대학과 지역전문대학, 그리고 산업체가 협력하여 커리큘럼을 개발하고 서비스와 기업변혁에 중점을 둔 인력을 양성하도록 장려하라.

(Recognize “services science” as a new academic discipline and encourage universities, community colleges and industry to partner in developing curricula and in training a workforce focused on services and enterprise transformation.)²⁹⁾”

이 보고서는 또한 인적자원 확보를 위한 정책 제언에서 전문 이학(과학) 석사(Professional Science Master, PSM) 도입 및 확대를 주문하고 있다. 전문이학 석사란 과학, 수학 등 이공계 석사과정을 이수하면서 정책, 경영학, 경제학, 법학, 커뮤니케이션 등의 실용적인 학문을 동시에 교육받는 대학원 과정을 말한다. 이를 통해 과학 기술을 전공

29) “Innovate America”, U.S. Council on Competitiveness, 2004

하는 이공계 출신이 부족한 인문·사회과학적인 지식을 함께 습득할 수 있다. 본 과정에서는 학문적 논문보다는 기업과의 공동연구 및 프로젝트 등을 강조하고 있다. 이 과정은 비즈니스와 IT, 생물학과 IT(바이오인포매틱스, Bioinformatics), 화학과 IT(컴퓨터 화학, Computational chemistry) 등 다학제적인 전문분야에 집중하고 있다.

이 보고서에서는 전문 과학 석사를 통해서 과학 분야의 인재가 실험실이나 교실에 국한되지 않고 생산적인 경력(Career)을 만들 수 있도록 과학과 다른 학문 분야와의 융합을 강조하고 있다.

3) 시사점

이 보고서는 여러 측면에서 미국의 과학기술 교육과 인력양성에 전환점을 마련한 계기가 되었다고 볼 수 있다. 미국의 경쟁력을 제조업과 함께 서비스업까지 확장하여 조망하고, 미국 경제 활동에서 절반 이상을 차지하는 서비스 분야에서의 교육, 인력양성, 연구개발 투자 강화를 지적하면서 새로운 학문영역으로 서비스 사이언스에 대한 정책 강화를 주문하고 있다.

서비스 사이언스에 대해 ‘비즈니스를 변혁시키고 경영과 전문적 기술의 교차점’인 다학제적인 영역으로 개념 설정을 하고, “모든 사업체를 변혁시키고 경영과 전문적 기술의 교차점에서 혁신을 유도할, 기존의 컴퓨터 과학, 운영연구, 산업공학, 수학, 경영과학, 의사결정과학, 사회과학, 법 과학이 혼합된 것”으로 정의하고 있다. 서비스 사이언스 정의에서 제시된 ‘컴퓨터 과학, 운영연구, 산업공학, 수학’ 등의 학문

영역은 과학 및 공학영역에 해당하고, ‘경영과학, 의사결정과학, 사회과학, 법 과학’ 등의 학문영역은 인문 및 사회과학영역에 해당된다고 볼 수 있어, 서비스 사이언스를 과학, 공학, 인문, 사회 과학의 여러 학문영역에 대한 다학제 영역으로 설정하고 있다.

이러한 서비스 사이언스에 대한 개념 정의에 기반을 두어, 대학 및 지역전문대가 기업과 협력하여 새로운 교과과정을 개발하고, 이에 기반을 둔 인력을 양성할 것을 권고하는 등 구체적인 과학기술 인력 양성 정책 방향을 제시하고 있다.

또한 전문 이학(과학) 석사(Professional Science Master, PSM) 도입 및 확대를 바탕으로 이학 분야의 전문지식뿐 아니라 정책, 경영학, 경제학, 법학, 커뮤니케이션 등의 실용적인 학문에 대한 지식도 함께 가지는 다학제적인 인력의 양성을 통해 미국 국가 경쟁력 강화를 도모하고 있다고 하겠다.

<미국 경쟁력 법(America COMPETES Act: ACA 2007)>

1) 배경

미국 의회는 2007년 미국 경쟁력 법(America COMPETES Act, Aug. 9, 2007)을 통과시켰다. 이 법은 ‘미국 경쟁력 법’ 또는 ‘기술, 교육, 과학에서의 우수성을 의미 있게 촉진하기 위한 미국의 기회 창조 법’(This Act may be cited as the ‘America COMPETES Act’or

the ‘America Creating Opportunities to Meaningfully Promote Excellence in Technology, Education, and Science Act’)으로 명명된 법안 명에서 나타나는 것처럼, 과학기술 및 과학기술 교육을 통한 새로운 기회 창출을 바탕으로 미국의 국가 경쟁력을 제고하는 것을 주요 목적으로 하고 있다. 본 법안의 구체적인 목적은 법안에 명기되어 있는데, 연구개발을 통한 혁신에 투자하고 미국의 경쟁력을 강화하기 위한 것이었다.

(“To invest in innovation through research and development, and to improve the competitiveness of the United States”³⁰⁾).

2) 주요 내용

이 법안에서는 서비스 경제시대의 신 경쟁력을 가진 융합형 인재 육성과 관련해 미 의회의 취지, 연방정부의 의무, 외부연구수행 주체, 서비스 사이언스의 정의 등 서비스 사이언스 육성 관련 조항들을 제시하고 있다.

첫째, 서비스 사이언스 법안의 취지(1005조 a항)에서는 “서비스 사이언스의 연구 관련 미 의회의 취지 - 미국 기업과 연구소의 경쟁력을 강화하고 미국인들의 고임금, 고기술 고용을 준비하기 위해 연방 정부는 서비스 사이언스라고 알려진 새로운 학문 영역에 대한 더 많은 이해와 전략적 대응을 해야 할 것

30) America COMPETES Act(ACA), 2007

(“SENSE OF CONGRESS.—It is the sense of Congress that, in order to strengthen the competitiveness of United States enterprises and institutions and to prepare the people of the United States for high-wage, high-skill employment, the Federal Government should better understand and respond strategically to the emerging management and learning discipline known as service science”)

이라고 규정하여 미국의 경쟁력을 강화하고 수준 높은 고용 창출 등을 언급하며, 이 법안에 대한 미국 국회의 제정 취지를 밝혔다.

둘째, 구체적인 연방정부의 의무와 관련해서는 “서비스 사이언스 연구 : 법안 제정 후 1년 안에, 백악관 과학기술정책국(OSTP) 국장은 국립 과학 아카데미(NAS)를 통해 연방 정부가 서비스 사이언스라고 알려진 새로운 경영 및 학문 영역을 연구, 교육, 훈련을 통해 어떻게 지원해야 하는지를 연구하고 의회에 보고하여야 한다.

((b) STUDY.—Not later than 1 year after the date of the enactment of this Act, the Director of the Office of Science and Technology Policy shall, through the National Academy of Sciences, conduct a study and report to Congress on how the Federal Government should support, through research, education, and training, the emerging management and learning discipline known as service science.)”

라고 적시해, 백악관 과학기술정책국이 책임을 지고 국립 과학 아카데미를 통해 서비스 사이언스에 대한 구체적인 교육, 훈련, 연구에 대한 의무를 부과하고 있다.

셋째, 서비스 사이언스 외부 연구수행 주체와 관련해, “서비스 사이언스 외부 연구 주체 : 국립 과학 아카데미(NAS)는 (b) 조문에서 지정한 연구의 수행에서 1965년 제정된 고등교육법에서 정의한 2년제와 4년제 고등교육 기관으로의 리더, 기업과 다른 관련 단체와 함께 연구를 수행하여야 한다고 규정해 국립 과학 아카데미가 대학, 기업, 관련 단체와의 협력 연구 과제를 지시하고 있다.

((c) OUTSIDE RESOURCES. –In conducting the study under subsection (b), the National Academy of Sciences shall consult with leaders from 2- and 4-year institutions of higher education, as defined in section 101(a) of the Higher Education Act of 1965(20 U.S.C. 1001(a)), leaders from corporations, and other relevant parties.)”

넷째, 서비스 사이언스의 정의와 관련해서는, “서비스 사이언스 정의 : 이 법안에서 ‘서비스 사이언스’라는 용어는, 조직이 고객과 주주를 위한 가치를 창조하는 방법에 있어, 여러 학문영역들이 고립되어서는 이루어질 수 없었던 혁신을 장려하기 위해, 컴퓨터 사이언스, 오퍼레이션 리서치(OR), 산업공학, 경영전략, 경영 과학, 사회 및 법률 과학의 요소를 통합하는 과학적, 기술적, 경영적 학문분야를 활용하기 위해 개인에게 가르치도록 설계된 교과과정, 훈련, 연구 프로그램을 의미한다.

((d) SERVICE SCIENCE DEFINED.—In this section, the term “service science” means curricula, training, and research programs that are designed to teach individuals to apply scientific, engineering, and management disciplines that integrate elements of computer science, operations research, industrial engineering, business strategy, management sciences, and social and legal sciences, in order to encourage innovation in how organizations create value for customers and shareholders that could not be achieved through such disciplines working in isolation.)”

고 명확하게 적시하여 서비스 사이언스 용어 사용의 혼란을 방지하고 있다. 특히 서비스 사이언스의 정의를 연구와 함께 교과과정 및 훈련 등 미국의 경쟁력 제고를 위한 교육과정 혁신에 초점을 맞추고 있다.

또한 이 법안 7034조에서는 미국의 과학 기술 인력 양성의 경쟁력을 강화하기 위해서 미 국립과학재단(NSF)의 장으로 하여금 전문이학 석사 과정(professional science master’s degree programs, PSM)의 개설, 향상 및 확산을 위해 노력하도록 하고, 최대 200개의 기관에 관련 자금 지원을 하도록 명시하고 있다.

((Sec. 7034) Requires the NSF Director to establish a clearinghouse, in collaboration with four-year institutions of higher education, industries, and federal agencies that employ science-trained personnel, to share program elements used in successful professional

science master's degree programs and other advanced degree programs related to science, technology, engineering, and mathematics. Requires the Director to award grants to institutions of higher education to facilitate their creation or improvement of professional science master's degree programs that may include linkages between institutions of higher education and industries that employ science-trained personnel, with an emphasis on practical training and preparation for the workforce in high-need fields. Allows the Director to award up to 200 of such grants, which shall be for a three-year period, with one authorized renewal for an additional two-year period. Requires the Director to evaluate the programs and report evaluation results to Congress.)

3) 시사점

미국 경쟁력 법은 법안 명에서 드러나듯이, 법안 자체가 미국 국가 경쟁력 자체를 높이기 위한 목적을 가지고 있다. 미국 국가 경쟁력을 높이기 위한 여러 법안 조문들을 가지고 있으며, 주목할 점은 2004년 나온 ‘미국을 혁신하라(Innovate America)’ 보고서의 서비스 사이언스 관련 정책 제안들을 충실히 반영하고 있다는 것이다.

서비스 사이언스의 정의 부분에서는, 미국 의회가 법률로서 “조직이 고객과 주주를 위한 가치를 창조하는 방법에 있어, 여러 학문영역들이 고립되어서는 이루어질 수 없었던 혁신을 장려하기 위해, 컴퓨터 사이언스, 오퍼레이션 리서치(OR), 산업공학, 경영전략, 경영 과학, 사회

및 법률 과학의 요소를 통합하는 과학적, 기술적, 경영적 학문분야를 활용하기 위해 개인에게 가르치도록 설계된 교과과정, 훈련, 연구 프로그램”으로 명확히 하고 있다. 서비스 사이언스에 대한 정의에서는 세 가지의 함의를 찾을 수 있다.

첫째, 서비스 사이언스의 다학제적인 성격을 규정하고 있다. 이 점은 “조직이 고객과 주주를 위한 가치를 창조하는 방법에 있어, 여러 학문영역들이 고립되어서는 이루어질 수 없었던 혁신을 장려하기 위해”라는 문구에서 드러나는데, 미국 기업의 경쟁력 제고를 위한 새로운 부가가치 창조에서 여러 학문 영역들이 개별적으로는 이를 수 없었던 혁신을 여러 학문 영역들을 다학제적으로 통합하여 혁신을 이룰 수 있음을 명시하고 있다.

둘째, 서비스 사이언스의 주요 다학제적인 학문 영역을 제시하고 있으며, 이 학문영역은 크게 과학 및 공학 분야와 인문 및 사회과학 분야로 크게 나뉜다. 과학 및 공학 분야에 속하는 학문으로는 ① 컴퓨터 사이언스, ② 오퍼레이션 리서치(OR), ③ 산업공학이 해당하고, 인문 및 사회과학으로는 ① 경영전략, ② 경영과학, ③ 사회과학, ④ 법률과학 등이 해당된다고 볼 수 있다. 이러한 학문 영역의 제시 방향은 미국 경쟁력 위원회의 서비스 사이언스 정의와 유사하다고 볼 수 있다.

셋째, 서비스 사이언스의 교육 및 인력양성과 연구개발 성격을 명시하고 있다. 서비스 사이언스의 정의에서 “~ 요소를 통합하는 과학적, 기술적, 경영적 학문분야를 활용하기 위해 개인에게 가르치도록 설계된 교과과정, 훈련, 연구 프로그램”으로 구체화하여, 앞서 제시된 과학, 공학, 인문, 사회과학의 여러 학문 영역들을 통합하는 학문분야를 교육하고, 인력 양성을 하며, 연구개발 활동을 수행함을 제시하고 있다.

연방 정부의 의무와 관련해서 두 가지 시사점을 도출할 수 있다.

첫째, 서비스 사이언스 지원영역 구체화이다. 법안에서는 백악관 과학기술정책국(OSTP)과 국립 과학 아카데미(NAS)를 통해 상세 이행 내용을 부과하고 있다. 지원 내용으로는 ① 서비스 사이언스 연구, ② 서비스 사이언스 교육, ③ 서비스 사이언스 훈련 등 세 가지 영역으로 구분하여 연구개발(R&D)와 함께 인력 양성 및 교육을 필수적인 요소로 꼽고 있다.

둘째, 서비스 사이언스 외부 연구에 대한 산학연 협력이다. 이는 법안에서는 “2년제와 4년제 고등교육 기관으로의 리더, 기업과 다른 관련 단체와 함께 연구를 수행하여야한다.”고 지정하여, 서비스 사이언스 교과과정 개설을 통해 교육 및 훈련을 담당할 대학과 함께 대학에서는 서비스 사이언스를 통해 배출된 인력을 활용할 기업의 유기적인 참여를 이끌어 내기 위한 방안으로 서비스 사이언스 외부 연구를 수행할 국립 과학 아카데미(NAS)에게 가이드라인을 제시했다고 볼 수 있다.

또한 이 법안에서는 미국 경쟁력 위원회 보고서에 담긴 전문 이학 석사 과정에 대한 연방 정부 차원의 지원 의무를 부여함으로써, 그 내용을 법률적으로 뒷받침하고 있다.

<전문 이학(과학) 석사(Professional Science Master, PSM)>

1) 배경

미국 경쟁력위원회의 ‘미국을 혁신하라(Innovate America)’ 보고서 등에서는 전문 이학 석사(PSM) 과정의 보급 확산 정책을 제시하고

있다. 최초의 전문이학석사 제도는 1997년 뉴욕의 알프레드 슬로안(Sloan) 재단³¹⁾ 주도로 이공계에 강점을 가진 대학에 전문 이학 석사 과정 개설을 위해 2천2백만 달러를 기부함으로써 시작되었다. 이후 2002년 첫 졸업생을 배출하게 되었고, 2008년 58개 대학, 2011년 9월 말 기준 미국 내에서 113개 대학, 241개 과정에서 5천여 명의 학생들이 과정을 이수하고 있다. 미국 외에서는 영국의 오픈 대학, 호주 퀸즐랜드 대학, 캐나다 브리티시컬럼비아 대학 등에서 전문 이학 석사 과정을 운영하고 있다.

미국 경쟁력 법에 의해 미 연방정부 차원에서, 미국 국립 과학재단(NSF)은 2009년부터 전문 이학 석사 과정에 1,500만 달러를 지원하고 있다. 또한 2008년 미국 국립연구위원회(NRC) 보고서에서도 “전문이학석사 과정이 미국의 국가경쟁력을 강화하는 만큼 더욱 확대해야 한다.”는 정책을 제언하는 등 미국 국가 경쟁력 차원에서 전문 이학 석사 제도 활성화를 추구하고 있다. 이러한 연방 정부 차원의 지원과 함께, 캘리포니아 주와 노스캐롤라이나 주 등의 주 정부 차원에서도 전문 이학 석사 과정의 개설을 지원하고 있다.

2) 주요 내용

전문이학석사의 학위과정은 일반대학원과 유사한 교과과정을 이수하게 되지만 별도의 학위논문을 작성하지 않는다. 학위논문 작성을 대신해서 기업의 과제수행, 민간 기업 및 공공 기업에서의 인턴 근무,

31) 미국 GM의 최고경영자였던 슬로안이 설립한 민간 재단으로 MIT 경영대학원 등을 설립하였다.

기업의 특허법과 같은 특정 연구 분야에 초점을 맞춘 연구과제 등을 수행하게 된다.

전문 이학 석사 과정의 졸업생은 기업, 정부, 비영리 단체 등에서 일할 수 있도록 과학(Science) 또는 수학(Mathematics)에 대한 학습과 함께 경영, 정책, 법학 등 관련 학문 영역에 대한 수업도 병행하게 된다. 이 과정에서 글쓰기, 리더십, 커뮤니케이션 능력 등이 강조된다.

전문 이학 석사 과정은 2년 과정으로 과정 내에서도 생물정보학, 생명공학, 경영수학, 환경과학, 경영과학(Management Science), 계량경제학, 사회심리학, 경영학 등으로 세부 학문 전공으로 나뉜다. 미국 대학원 위원회(CSG)의 조사에 의하면 미국 85개 대학의 234개 전문이학석사 과정을 세부 과정으로 나누어 볼 때 생물학 중심 과정(74개, 32%), 환경 중심 과정(28개, 12%), 의료 중심 과정(15개, 6%), 수학 중심 과정(14개, 6%), 컴퓨터 중심 과정(11개, 5%), 화학, 물리, 기후 변화 중심 과정(각각 9개, 4%), 해양 중심 과정(7개, 3%), 통계 중심 과정(6개, 3%) 등의 순서를 보였다.

미국 내 주요 대학으로는 캘리포니아 주립대에서 20개 이상의 프로그램, 노스캐롤라이나에서 13개 프로그램, 노스텍사스 대학에서 3개 프로그램, 일리노이 대학에서 3개 프로그램, 뉴욕 주립대(SUNY)에서 12개 프로그램, 뉴저지 주립대학에서 6개 프로그램, 매사추세츠 대학에서 14개 프로그램, 플로리다에서 11개 프로그램을 운영 중이다.

[그림 5-1] 미국 전문 이학 석사 과정 개설 대학 분포



자료: Council of Graduate Schools(2010), Professional Science Master's Degree : Background and overview.

3) 시사점

미국 내 전문이학석사(PSM) 제도는 미국 경쟁력 강화를 국가 차원, 지역 경쟁력 차원, 대학 혁신 관점, 학생의 이익 측면에서 지원한다고 볼 수 있다. 첫째, 국가 차원에서는 과학 및 수학에 전문성을 가짐과 동시에 시장에서 가치를 가진 전문 기술을 갖춘 인력을 양성하여 우수한 과학기술 인력에 대한 수요에 부합할 수 있다. 둘째, 지역 차원에서는 현지 고용인들의 전문 이학 석사 과정과의 밀접한 파트너십을 통하여 현재와 미래의 인력 수요에 대해 긴밀한 협력을 할 수 있도록 한다. 셋째, 대학 혁신 차원에서는 이 프로그램의 다학제적 성격은 대

학 내에서 여러 학과와 단과대학 사이의 협력을 촉진하고 혁신적인 연구와 발견을 위한 촉매제 역할을 할 수 있다. 넷째, 학생의 관점에서 학위 후 경쟁력 있는 임금과 취업 기회를 제공해 과학, 수학, 기술 등의 분야에서 남도록 할 수 있다.

2. 영국: R&D 성과와 과학·기술 연계

영국은 R&D 성과와 과학기술 연계를 위해 처음에는 너무 많은 계획을 갖고 있었으며, 각 계획의 공통경비를 갖고 있다. 2004년에 처음의 STEM Mapping Review에 보면 470 STEM 창의성 계획이 교육고용부(DfES) 무역산업부(DTI) 외부기관에 지속적으로 의해서 진행되었고, 이들 중 프로그램을 비켜 가는 STEM은 200개 정도로 조사되었음을 보여준다. 결론적으로, 이 계획이 전체적으로는 효율적이지도 효과적이지도 않았으며, 모든 학교의 완벽한 보호를 주지 못했음을 알 수 있다. 그러므로 정부가 지원하는 계획에는 합리성이 필요하다. 왜냐하면, 같은 비용으로 더 좋은 결과를 얻을 수 있기 때문이다.

영국은 이어서 이러한 시행착오 속에서 STEM 지원은 가장 효율적인 방법으로 각 학교와 대학, 교수 및 교사, 학생 등 3그룹에게 제공되어야 한다는 비전과 목표를 갖고 끊임없는 노력을 하고 있음을 볼 수 있다. 그 기본방향을 살펴보면 ㉠ 높은 수준의 STEM 전략 그룹은 교육의 모든 국면을 넘어서 더욱 높은 STEM을 수용하고, 전국적인 STEM 우선순위에 대하여 장관에게 추천을 한다. ㉡ 전국적인 STEM 책임자는 앞으로 확산을 추진한다. 수준 높은 STEM 전략 그룹이 세 그룹에게 직접 진보를 보고할 것이다. 그리고 교육과학기술부 외 무역

산업부는 매우 밀접하게 작업을 할 것이라는 데 고무되어 있었다. 옆에서 어렵게 일을 해온 주요주관자(stakeholder)의 이에 대한 기여를 무시하고서는 성과를 얻지 못하기 때문에 이들의 기여가 매우 중요하며, 지속적인 활동을 기대하고 있었다. 영국은 미래의 과학자, 기술자, 공학자, 수학자가 되려는 젊은 인재들의 상상력을 키워 줄 책임을 갖고 젊은이들의 잠재력이 충분히 발휘되도록 돕는 일을 하고 있었다. 영국의 향후 계획서의 보급을 통하여 이러한 목적이 실현되도록 할 것이며, 미래 영국경제의 성공은 그들의 기여에 달려 있음을 인식하고 있었다.

2004년부터 2014년까지 과학과 혁신투자 기본 틀은 2004년 7월 HMT, 무역·산업부(DTI), 고용·교육부(DfES) 주축으로 출판된 정부 간행물로 과학기반구축을 지원하기 위해 과학, 공학, 기술, 수학(STEM) 인재공급을 확보하고 유지하려는 장기전략 준비인 것이다. 이 보고서의 목적은 STEM 인력 공급증가를 통해 영국이 기술도전환경 변화에 대응하고 세계적인 경쟁력을 갖고 과학기반 R&D에 세계적인 리더국이 되는 데 있음을 천명하고 있다³²⁾. 이하에서는 STEM 기획보고서를 중심으로 영국의 R&D 성과와 STEM 교육의 연계를 소개하고 시사점을 도출하기로 한다.

32) 이 연구목적과 매우 흡사한 영국의 STEM 기획보고서를 중심으로 우리나라의 신 경쟁력을 위한 과학·기술기반 구축의 내용을 살펴보는 것은 매우 의미가 있을 것이다.

가. 최초 분석으로부터 원칙 유도 <Principles Drawn From Initial Analysis>

STEM 로드맵(STEM Mapping Review)은 고용교육부, 무역산업부 외부기관에 의해 수행할 약 470여 가지의 STEM 출선사업을 볼 수 있는데, 좀 더 분석을 해 보면 적절한 규모의 지속적인 사업에 초점을 맞추고 있다. 다수의 사업이 여러 목적을 갖고는 있지만 다른 서로 다른 STEM 활동의 주요한 목적은 • 교사의 채용과 유지 • 교사의 전문성개발 • 학생 활동과 진로지도의 다양하고 풍부한 활동제고와 고양 등 세 가지 큰 가닥으로 구분할 수 있을 것이다.

교사 채용과 유지의 개선은 둘 다 목적의 부합을 이끄는 데 필요하며, 『Innovation Investment Framework 2004-2014: Next Steps』 2006년 3월 판의 6장에서 시작하는 개선책을 전달하는 데 활용되는 학교 교육훈련개발기구(Training and Development Agency for Schools, TDA)와 영국평생학습(LLUK)기구의 직접적인 책무가 될 것이다. 전문성개발과 학생의 활동성 고양은 자원(자료, 전달채널, 인력)전달에 더 큰 지원을 필요로 할 것임을 보여 주고 있다.

현재 다수의 STEM을 지원하는 추진방안을 분석해 보면, 주로 학령기 학생들에게 제시된 것임을 보여 주고 있음에 비해 그들 중 다수는 대부분 조정이 안 된 우수한 학생들로 비교적 새로운 학생들이고 대체로 평가를 받지 않은 학생들이다. 정보접근 따르면 추진방안이 학습 제공자와 학습자를 묶는 데 주요한 핵심요소가 된다. 이러한 사실은 유사한 지원 타임을 제공하는 다수의 지원책이 잠재적으로 겹치고 있음을 보여 주고 있다. 이러한 예비 분석은 동 보고서에서 기저를 이루

는 추천내용은 세 가지 원칙의 구성되어 있음을 보여 준다. a. STEM 지원은 모든 학습자나 학습제공자에게 활용될 수 있어야 한다. 그래서 다양한 필요를 지원할 수 있도록 현존하는 전달체계를 조정하고 구축하는 일이 필요하다. b. 더욱 밀착된 전달을 위해서 추진방안을 진수하고 전문선 개발을 위해 많은 제공자들을 참여 결합 하고 더욱 잘 조정할 필요가 있을 것이다. 그러나 다양한 선택을 희생시켜서는 안 되도록 하고 있음을 볼 수 있다. c. 지자체 학습·기술카운슬(LSC) 그리고 지자체 당국의 수준 이상으로 자원을 공급하는 데는 분명한 경제 규모가 존재한다. 이하에서는 전국적인 수준에서 광역 수준에서 지자체 수준에서 어떤 영역이 필요하다는 것이 가정되어 있다.

나. 현장 전달 <Delivery At The Front Line>

현장에서 학습제공자와 STEM 성과에 집중하여 살피는 것은 중요하다. 강력한 STEM 제공과 전달은(학교, 대학, 작업기반 등에서) 모든 학습자가 (a) 과학적 교양을 개선시키는 기회를 갖도록 확신시키고, 학습, 기술 그리고 고등교육부문, 연구와 채용에서 전문성을 갖도록 기금을 제공하는 일이 필수적이다. 학습제공자는 특정과목을 가르치는 자격을 갖춘 스텝들과 더욱 STEM의 능력과 GSCE의 A 레벨의 직업능력 조건을 갖춘 학습자를 양성할 것이다. 이러한 환경조건에서는 학습자들이 과학, 수학, 공학 스터디 클럽과 같은 활동으로 과정 이외의 학습기반지원을 받게 될 것이다.

교사 채용과 유지의 경우에는 영국은 과학기반을 구축하고 유지·관리하는 과제가 국가변영과 경제발전에 가장 중요하기 때문에 이를

행하지 않으면 안 된다는 인식에서 출발하고 있다. 강력한 과학기반을 구축하기 위해서는 적절한 인재와 적절한 기술이 필요하며, 과학자, 공학자, 기술인력, 수학자의 적절한 양성공급을 확보하기 위한 조치들을 취하고 있다. 이를 위해 영국은 10개년(2004-2014) 과학과 혁신계획을 세우고 실행하고 있다. 영국의 2004-2014 계획의 투자 기본 전략은 영국이 훌륭한 과학자들이 매력적이라고 인식할 수 있도록 과학, R&D, 혁신분야가 세계에서 가장 매력적인 곳으로 만드는 데 역점을 두었다. 2006년 3월에 출판된 다음 단계 보고서에서는 더 나아간 영국의 의지를 보여 주고 있다. 영국은 유능한 과학자, 기술자, 공학자 그리고 수학자의 양성 공급된 숫자와 인재공급을 개선하고, 이를 지원하기 위한 교육제도와 연결된 조치를 소개하는 분명한 목표를 설정함으로써 영국의 과학기반을 강화하여 이행하겠다는 의지를 천명하고 있다.

다. 정부정책실행의 소개

<정부우선정책- 국가적인 STEM 전략을 구축->

<Government priorities-setting the national STEM strategy>

2006년 10월까지 STEM 정책과 신 전달 네트워크와 신 지배구조를 배치할 것을 천명하고 있다.

<정책실행 1>

- 정부부처 고위 추진단에 전국적인 STEM 전략의 기본방향을

수립에 고위직의 참여를 독려함.

<정책실행 2>

- 신 고위 STEM 전략 기획단(SSG)은 고용·교육부 무역·산업부 여타 정부부처, 관련 외부기관을 넘어서 모든 STEM국면에 대한 정책 연계
- STEM전략 기획단(SSG)은 국가우선순위를 위해 정부부처에 자문과 추천을 하며, STEM 관련활동의 수용을 늘릴 필요가 있을 때 응집력 있게 전국적인 메시지의 정확한 표현을 지원
- STEM전략 기획단(SSG)은 교육고용부 고등교육정책 실장이나 보통교육 국장과 겸임을 하게 하며, SSG 멤버는 고용교육부, 무역산업부, HMT, TDA, 왕립학회(the Royal Society), 공학 왕립아카데미, 과학교육학회, the Wellcome Trust, the Gatsby Chairable Foudation 그리고 기업대표 등이 포함됨.

<정책실행 3>

- 더욱 광범위한 STEM 공동체 구성원을 확보하기 위한 STEM 자문포럼(STEM Advisory Forum)은 견해를 모아 정책자문에 기여하고 SSG에 전달

<정책실행 4>

- 신입 전국 STEM 책임자는 STEM 프로그램의 보안을 위해 과학교육원(School Science Board)에 책임을 부여

<정책실행 5>

- 교육과학부학교과학원(DfES SSB)은 수학교육원(Mathematics Board)과 함께 강한 연대를 맺고 있지만, 다음 단계작업의 통합 파트너로 STEM 실행계획을 전하는 핵심 파트너로 협력하게 함.

<정책실행 6>

- 2006년 10월까지 영국과학포럼(UK Science Forum)의 기술실행단(Skills Working Group)은 SSG에 기업참여 주관기관의 참여를 위해 적절한 인사를 추천하게 함.

<주관기관의 능동적인 참여를 확보>

<Ensuring active involvement of stakeholders>

<정책실행 7>

- 2006년 12월까지 주요기관(왕립학회, 왕립공학아카데미 등)의 조정 역할을 통해 전문적인 개발과 실행 참여를 높이기 위한 연계를 확실히 하기 위해 국가과학학습센터(National Science Learning Center), 지방 과학 학습센터(Resional Science Learning Centre)에 현장참여 할 것을 동의하게 함.

<정책실행 8>>

- 국가과학학습센터(NSLC)발전을 위해 잠재력을 탐구하고, STEM 관련 영구도서실의 전문성개발과 자원을 탐구하게 되

며, 지적 확보와 지적소유권 제한에 관해 가능하면 학습된 사회, 학술 및 전문적인 연구 자료를 한곳에서 활용할 수 있도록 2007년 6월까지 과학교육협회(ASE)와 파트너로 일하게 될 것임.

<정책실행 9>

- 2007년 2월까지 SETNET(과학 공학 기술 수학 네트워크)와 왕립항공협회(학교 전략에서 기술, 공학 즉 TESS를 통해)와 왕립학술원(STEM 교육지원 과학공동체, SCORE를 통해) 그리고 기타기관과 같이 노력하는 데 동의할 것임. 이는 교과과정을 풍성히 한 단계 전진하는 기회를 전달하는 데 기여하는 주관기관과 공동작업을 개선·조정하는 데 기여할 것이다. 또한 이러한 활동과 지원으로부터 학생과 대학 그리고 각 학교에 이익이 되게 하는 숫자를 증가하는 계획을 포함하고 있음.

<정책실행 10>

- 2007년 6월까지 Wellcome Trust와 같이 국가지역과학학습센터(National and Regional Science Learning Centres, NRSLC)와 다른 파트너들과 공학과 기술 분야에서 전문적인 발전 활동을 이룰 수 있도록 잠재적인 기여를 하는 데 동의할 것임.

<분명한 전달체계 창출>

Creating clearer delivery systems

<정책실행 11>

- 2007년 7월까지 전국적인 STEM 공동체 포털을 현존하는 과학 학습센터의 웹망과 자원과 행사 기업접근의 리뷰를 제공하는 가능성과 관련 사이트나 CPD와 지역 포털로부터 양육과 연계를 통하여 구축할 것임. 과학학습센터의 웹 포털은 이미 국가수학교육우수센터(National Center for Excellence in the Teaching of Mathematics, NCETM)에 플랫폼을 제공하고 있음.

<정책실행 12>

- 2007년 2월까지 NCETM과 NRSLC사이의 효과적인 협동을 위해 조정을 완료할 것임.

<정책실행 13>

- 2007년 6월까지 학교과학원(School Science Board)은 수면하에 있는 그룹들로부터 참여를 넓히기 위해 다른 과목 영역을 복사할 수 있도록 고려하고, 왕립 공학원의 런던 공학분야 프로젝트에 다양성을 증가시키기 위해 나타난 긴급 모범사례를 탐구할 것임,

<정책실행 14>

- 2007년 2월까지 과학과 공학 부문에서 다른 주관기관과 교육

관련 과제를 개발하기 위해 왕립 학술원과 왕립 아카데미와 공동으로 교육정책 이슈에 관한 과학과 공학공동체와 더불어 효과적인 기구들을 작동시킬 것을 약속할 것임.

<정책실행 15>

- 2007년 2월까지 전국 STEM 소장과 협력하여 각 지역과학습센터(RSLC) 여타 파트너와 함께 학교 스템과 전략 기획을 위해서 전문적인 개발협력을 더 잘 실현할 수 있는 역할에 동의하고 탐구해 나갈 것임.

<정책실행 16>

- 2007년 3월까지 우리는 STEM의 미래평가를 위해 특히 STEM 재원의 사용과 더 효과적인 목표를 지원하는 16개 STEM 연구 후의 진전에 충격을 줄 DfES와 DTI를 넘어 표준평가 시스템을 주도하는 세로의 평가와 추적이 작동되게 할 것임.

<정책실행 17>

- 2007년 6월까지 전국 STEM 소장의 건의를 받아 DfES 그리고 DTI 여타 재원공여기관과 함께 학교지원을 위한 전국적인 STEM 조직이 10곳 이내에서(전국 교사 지원 기구는 제외) 국가 차원의 재정을 지원받고, 이서를 받아야 하는 일에 동의할 것이며, 어떻게 특별히 현존하는 기구와 재원조달이 전국적인 차원원에서 우리의 목표를 실현하는 데 가장 기여할 수 있는 기구들을 세우고, 이러한 단순한 틀 내에서 적합화하도록 할 것임.

라. 최초 분석으로부터 그려진 원칙 <Principles Drawn from Initial Analysis>

STEM Mapping Review지는 DfES, DTI 그리고 외부기관들에 의해 진행된 470가지의 STEM 창의적 조치들을 보여 준다. 그 이상의 분석이 DfES, DTI 그리고 외부기관들이 진행한 의미 있는 규모로 계속되어 온 창의적인 제안 등에 초점이 맞추어졌다. 많은 활동이 몇몇 목적으로 표현되었는데, 서로 다른 STEM 활동을 세 가지 넓은 가닥으로 주요 목표로 구분할 수 있을 것이다. 이는 • 교사의 채용과 유지관리 • 교사의 전문성 개발 • 학생들과 경력 상담자에 제기된 의견을 충분히 고무 격려, 고양시키는 활동 등이다.

마. 현장에서 전파 <Delivery At The Front Line>

STEM 결과를 최일선 현장에서 학습제공자와 선택과 집중을 하는 일은 매우 중요하다. 강한 STEM 제공과 전파는 학습제공자(학교, 대학, 업무기반현장 등)에게 (a) 전체 학습자가 과학적인 교양능력을 개선했을 수 있는 기회를 가질 수 있다는 확신과, (b) 모든 고등 교육 부문에서, 연구 및 고용현장에서 학습과 기술습득에 STEM 과목에 전문화된 인력을 위해 재단을 제공할 수 있도록 하는 데 있다.

가르치고 있는 과목에 질적으로 우수한 스텝들과 같이 활동하는 학습제공자는 더욱 질적으로 A급 또는 직업 자격, 즉 GSCE 조건에 맞는 우수한 STEM 학습자를 공급할 수 있을 것이다. 이러한 상황에서 학습자들이 과학 수학 공학 클럽과 같은 활동을 기초로 특수 교과과정을 직접 지원하게 될 것이다.

바. 도전에 대한 반응 <Responding to the Challenges>

이 보고서의 시행과제는 시스템을 향해 움직이게 한다.

즉, 첫째로, 전국적으로 지방과 지역수준에서 더욱 단순한 전달체계
망을 통해 채널활동이 창의적이고 주도적인 활동에 충격을 주어야 하
며, 관련 기자재 및 자료들을 효과적으로 만들어야 함을 주장하고 있
다. 둘째로, 전국적으로 우선순위를 세우는 데 분명한 자극과 STEM
의 넓은 활동범위를 넘어서 집중된 논리를 위한 기구를 공급해야 할
것과, 셋째로 지역차원에서는 각 학습지도자가 안내나 정보에 접근할
수 있고, STEM 지원에 책임을 지는 수단이 강구되어야 함을 주장하
고 있다.

사. 핵심 STEM 전달망 <A Core STEM Delivery Network>

전달망의 필수부분을 형성하는 DfES와 DTI핵심 구조는 이미 자리
를 잡고 있다. 국가, 지방, 지역의 전달 수준은 <표 5-2>에서 보여 주
고 있다³³⁾.

33) <표 5-2>는 공개적으로 자금이 지원된 기관만을 포함하고 있으며, 범위는 자선이나 민간부
문에 의해서 제공된 STEM지원까지 확대되어 제시하고 있음.

<표 5-2> 국가, 지방, 지역의 전달 수준

level	National (국가 수준)	Regional (지방 수준)	Local (지역수준)
	핵심 전달기구는 수학 그리고 과학 전문개발을 위해 이미 작동되고 있음: the Wellcome Trust가 재정을 지원하는 전국과학학습센터(NSLCr)	• 같이 위치한 조직기구는 지방과학학습센터(Regional Science Learning Centers) 국가 전략(National Strategies)과 SETNET, TDA의 지방 조직, 지방개발대행기구(Regional Development Agencies) 정부청사 등임.	다수의 현장집단이 활동 범위에서 학습제공자에게 지원하도록 위치해 있다. 이런 기관들은 DfES 국가전략, TDA, Success for All의 과목별 학습1 감독, 지역당국 등을 포함함.
	전국우수수학교육센터(Natioanal Center for Excellence in Teaching Mathematics)	모두를 위한 성공(Success for All) ³⁴ 과 과학학습센터(The Science Learning Centers SLC)는 이미 함께 작업을 하고 있음. SLC는 Success for All의 과학망과 지도 프로그램을 전달하는 기구조직들과 함께 작업하는 것을 관리하는 계약을 체결하였음. 이러한 접근은 FE와 학교부문에 함께 가져다주게 됨.	추가로 협동이 작동되는 다수의 교사집단이 있는데, 예를 들면 전문가 학교 집단의 부분처럼 14-19까지의 교과과정을 선택을 전달하는 과학교육협회(Association for Science Education's, ASE's) 망을 통하여 이루어짐. 우수 직업교육센터(Cenntres of Vocational Excellence)들은 FE 부문에 모범사례를 확산하도록 되어 있음. 이러한 작업의 대부분은 교수습과 자원을 포함함.
	TDA 그리고 LLUK ³⁵ 함께하는 전공개발을 위한 전략개발 망 학습자를 위해 STEM 확산활동을 위해 유사한 전략 성격의 기구는 없음.	이와 유사한 방법으로 부문은 더욱 밀접히 함께하게 되고, 선도적인 창의성이 현존하는 인프라 기반시설을 사용케 하도록 격려하면서 더욱 밀접하게 함.	SETNET는 프로그램 활동 고양을 전달하는 하부 지역 SETPOINTS와 과학·공학대사(Science and Engineering Ambassadors)을 통하여 작동되는 지역 전달체계임.

<표 계속>

34) Succes for All은 심화교육대학 그리고 학습을 기본으로 하는 작업 사이트와 같은 학습과 기술 부문의 교수·학습을 개선하기 위한 프로그램임.

35) LLUK : Lifelong Learning UK

level	National (국가 수준)	Regional (지방 수준)	Local (지역수준)
	현재 STEM 선도에 주요 정부 기여기구는 본질적으로 다름. 즉, DfES ³⁶⁾ , TDA ³⁷⁾ , HEFCE ³⁸⁾ 그리고 DTI ³⁹⁾ 안에서 세 가지 정책방향을 주도하고 있음.	학교과학의 지방중추기관(Regional Hubs for School Science)들은 RDA와 다른 파트너들처럼 적절한 지방SLC와 국가SLC를 밀접하게 묶어 작업하는 SETNET에 의해 2 지역을 선도 조정되어짐.	학교와 교육사업 파트너 기관들은 사업연계를 제공하게 됨. 이들이 강조하는 주요 초점은 STEM 과목에 있음.
			지역 일선 조직집단은 의 범위사이에서 협력과 조화의 범위는 대단히 넓고 다양함.

아. 핵심 요약 및 시사점 <Executive Summary and Implications>

『2004년-2014년 과학혁신을 위한 투자기본계획』은 과학기반구축을 위한 STEM 인력의 공급확보와 유지를 위한 장기 전략을 담고 있다. 교육고용부와 무역산업부가 공동으로 경영하며, STEM의 프로그램 지름길은 이 주제를 지원하는 창의적인 범위를 조사하여 구축하고, 2영역에서 정부 재정지원의 효율성을 높이는 방법을 찾는 데 있다. 질적으로 우수한 인력을 STEM 인력으로 유인하며, 인구 가운데 STEM능력 소유자 규모를 늘리는 것이다. 프로그램 작업은 단순한 핵심 확산 네트워크를 통하여 STEM 조정과 학습제공자, 학습자를 위해 일선에서 확산을 제고하는 데 가장 큰 영향을 미치는 것에 집중해 오고 있

36) DfES : Department for Education and Skills

37) TDA : Training and Development Agency for Schools

38) HEFCE : Higher Education Funding Council for England

39) DTI : Department of Trade and Industry

다. 동 보고서에 있는 실행은 세 가지 원칙으로 작성되었다.

첫째, STEM 지원은 모든 학습자와 학습제공자가 활용할 수 있도록 되어야 한다. 그래서 다양한 필요를 지원할 수 있도록 현존 확산 네트워크를 구축하고 협력하도록 하고 있는 원칙이다.

둘째, 더 응집력 있는 확산을 위해서는 다수 제공자들의 전문성 개발과 더욱 높은 활동수준을 담보하기 위해 더 큰 협력이 필요하며, 선택의 다양성 희생 없이는 안 된다는 원칙이다.

셋째, 지역 당국과 지역학습·기술위원회(Learning and Skills Council)의 수준 이상의 많은 자원의 제공은 분명히 규모의 경제가 작동되며, 영역에 따라서는 각각 국가, 지역, 지방수준으로 분류할 필요가 있다는 점이다. STEM 지원이 모든 각급 학교, 대학, 학습제공자, 학습자에게 확산을 확실히 하는 비전을 향해 일할 때, STEM 시스템을 공급하는 핵심 파트너와 관련 주관자가 함께 움직이고, 이렇게 할 때 더 결속을 가져올 것이며, 교육시스템을 넘어서 STEM 모범사업에 더욱 접근을 용이하게 해 줄 것으로 믿고 있다. 정부는 분명하고 결정적인 시행을 통해 STEM 로드맵 리뷰와 분석으로 제기된 도전을 수행할 책임이 있다. 바로 이런 일이 교육·훈련환경을 만들고, 모든 단계에서 과학 교수·학습에 최상을 만들어 주는 것이다.

정리된 것을 살펴보면, • 국가 수준에서 광의의 STEM 모범사업을 넘어서 응집성을 담보해주는 구조와 우선순위를 정해야 할 것임. • 효율성 증가를 위하여 좀 더 단순화한 전달 네트워크를 통하여 국가, 지역, 지방 수준에서 전달통로를 확보함. • 지방 단위에서 각 학습제공자에게 떠맡는 일을 확실히해 줄 정보와 안내에 접근 할 수 있는 수단이 제공되어야 할 것 등이다.

동 보고서는 단계별 변화의 필요로 차별화하고 있음을 볼 수 있다. 즉 • 과학교수와 교강사의 질, • 매우 유용한 과학자격 중등교육일 반증서(General Certificat of Secondary Education, 이하 GCSE)를 획득한 인재 수, • 고등학교과정(POST-16, 인문계 그리고 실업계)과 고등교육에서 과학, 공학, 기술 과목을 선택하는 인재 수, • R&D 커리어를 추구하는 보다 양질의 학생 수 비율, • 고등교육에서 STEM 전공을 하는 소수민족과 여성참여 비율 등에 초점을 맞추고 있었다.

우리나라의 산업화 기간 그리고 민주화 이후에도 변하지 않는 인문 사회계열과 자연과학계열의 52:48의 비율 그리고 최근에는 오히려 이 공계기피 현상이 심화되고 있는 우리에게 시사하는 의미가 매우 큼을 알 수 있다.

교육고용부와 무역산업부가 공동으로 경영하며, STEM 기획의 지름 길은 이 주제를 지원하는 주도적이고 창의적인 범위를 조사하여 구축 하고 2영역에서 정부 재정지원의 효율성을 높이는 방법을 찾는 데 있었다. 질적으로 우수한 인력을 STEM 인력으로 유인하며, 인구 가운데 STEM 능력을 갖춘 인재 규모를 늘리는 데 있었다.

여기서 우리도 인재공급부처인 교육과학기술부와 고용노동부 그리고 인재 수요부처인 지식경제부의 강력한 연계로 우리의 STEM 인력 확보를 위해서는 공동으로 경영하는 체제가 필요함을 볼 수 있으며, 정부재정지원의 주목적은 STEM 인력의 양적확보와 질적 향상에 있음을 시사받을 수 있었다.

과학 기반을 위한 새로운 꿈을 담고 있는 STEM 프로그램 보완내용 은 Science and 『Innovation Investment Framework 2004-2014: Next Steps』으로 출간되었는데, 상공회의소 예산에 기여하고 있다. 내용을

살펴보면, A수준의 물리학, 화학, 수학을 선택한 젊은이들의 숫자: 핵심 3단계 끝에 가면 적어도 레벨 6까지 간 숫자가 개선되고; 과학자격 중등교육일반증서(GCSE)에서 최상위등급을 획득한 학생들 숫자가 개선되고; 특정과학전문 교사들이 증가하여 결과적으로 과학교사 중 25%가 물리; 31%가 화학: 각급 학교에서 현재는 88% 수준에 머무는 수학 수업의 95%가 가능하도록 수학교사의 증가를 목표로 하고 있다. STEM 프로그램은 현재는 학교과학프로그램의 보완을 위해 역량이 집중되고 있다.

우리는 영국의 과학기반구축의 핵심은 응용과학과 상용화를 위해서 좀 더 근본적인 기초과학에 역량을 투입하고 노력하고 있음을 볼 수 있다. 결국, 기술의 상업화는 응용과학이 밑받침이 되고, 응용과학은 기초과학이 떠받들고 있다는 진실이 기본임을 보여 주고 있다고 할 것이다.

동 보고서는 고등학교과정(POST-16)과 대학과정을 통해 학교로부터 STEM의 일정수준을 갖춘 개인의 양성공급이 근간을 이루는 데 필요한 지원의 초점을 맞추고 있다. 동 보고서의 실행은 확정 발표된 시간표와 자원이 지원이 가능한지를 갖고 진행되도록 맞추고 있으며, 현 정책의 목표가 분산되지 않도록 하고 있다. 하지만, 무역 산업부/컴퓨터통신(Open System Interconnection OSI)충격을 포함해 어떤 미래 개발과 비용, 예산 재배 정도 2007 종합 지출 리뷰(comprehensive Spending Review)의 맥락 안에서 고려되도록 하고 있다.

이는 정책목표를 분명히 함과 동시에 시간과 비용, 즉 인력과 예산이 확실히 확보되고 있는지, 다른 데 전용되지 않고 시행되는지를 보여 주고 있음을 알 수 있다. 우리의 다년간(rolling years) 인적자원개

발계획 등이 비용 인력 등의 확보를 전제로 정해진 시간표대로 수행 하되, 수시로 변경되지 않아야 함을 보여 주는 사례일 것이다.

3. 일본: 과학·기술 정책의 방향과 전략

가. 제3차 과학기술 기본계획:

새로운 영역의 다학제적 연구의 중요성 및 인문·사회과학과 과학·공학의 결합 및 융합 강조

1) 배경

일본은 5년마다 과학기술 정책의 전략과 방향에 대해 과학기술 기본계획 수립을 통해 구체화하고 있다. 일본은 2006년 3월 제3차 과학기술기본계획을 통해 2006년에서 2010년까지 5년 동안의 일본의 과학기술에 대한 기본 전략 방향을 제시하였는데, 특히 2장의 과학기술의 전략적 우선순위 설정(Strategic Priority Setting in S&T)에서 촉진 전략의 형성과 실행에 중요하게 고려되어야 할 요소(Matters to be considered in the formulation and implementation of Promotion Strategies)로서 새로 부각되는 다학제적인 영역(Emerging and interdisciplinary fields)을 강조하고 있다.

2) 주요 내용

20세기에는 우호적인 경쟁을 통해 다른 분야들을 지능적으로 결합

하거나 합치는 것이 커다란 혁신과 발견을 하는 데 중요한 요소였으나, 21세기에는 지식과 연관된 글로벌 단위의 경쟁이 더욱 격심해지고 있어, 새로운 지식을 창출하기 위해서는 서로 다른 영역의 지능적인 결합과 융합을 촉진할 수 있는 환경을 개발하는 것이 필요하고, R&D는 다른 영역의 연구자들의 지식이 이슈를 해결하기 위해 횡단면적으로 쉽게 수집될 수 있다는 것을 보장해야 한다고 지적하였다.

“The intellectual combination or merging of different fields through friendly competition played a major role in producing great inventions and findings in the 20th century. In the 21st century, global-scale competition relating to knowledge is becoming fiercer. Under these circumstances, in order to create new knowledge, it is necessary to develop an environment that encourages the intellectual combination and merging of different fields. For example, R&D should be promoted to ensure that the knowledge of researchers in different fields is gathered easily in a cross-sectoral manner to revolve issues.”⁴⁰⁾

특히, 과학기술 능력을 사용한 혁신의 창조는 일본의 생산성이 다른 국가보다 떨어지는 서비스 산업의 국제 경쟁력을 높이는 데 기여할 것으로 보고 있으며, 휴먼(인문) 및 사회과학(Human and Social Science)에서의 우수한 성과가 제조기업들이 고부가화될 수 있도록 만

40) SCIENCE AND TECHNOLOGY BASIC PLAN, MARCH 28, 2006, GOVERNMENT OF JAPAN

들 것으로 보고 있다. 따라서 혁신의 창조를 가속화하기 위해서는, 휴먼(인문) 및 사회과학(Human and Social Science) 연구의 촉진과 함께 이러한 휴먼(인문) 및 사회과학과 자연과학의 지능적 결합에 대한 깊은 고려가 있어야 함을 언급하고 있다.

“The creation of innovation by using S&T capability is highly likely to improve international competitiveness in the services industry, where the country’ productivity is worse than other countries. Excellent outcomes in human or social sciences are expected to make manufacturers more high-value added. Therefore, in order to accelerate the creation of innovation, due consideration will be given to the promotion of human and social sciences and the intellectual integration of these sciences and natural sciences.”⁴¹⁾

3) 시사점

일본의 제3차 과학기술 기본계획의 주요 시사점으로는, 개별적인 분야에 대한 연구에 치중한 20세기와는 달리 21세기에서 새로운 지식을 창출하기 위해서는 지식과 글로벌 단위의 경쟁하에서, 상이한 여러 영역에 지능적인 결합과 융합을 통해 횡단면적인 연결이 중요하며, 새로 부각되는 다학제적인 영역 (Emerging and interdisciplinary fields) 을 강조하고 있음을 알 수 있다.

41) SCIENCE AND TECHNOLOGY BASIC PLAN, MARCH 28, 2006, GOVERNMENT OF JAPAN

또한 새로운 지식 창출과 새로운 경쟁력을 가진 혁신을 가속화하고 촉진하기 위해서는 기존의 과학 및 공학 중심의 혁신이 아닌 인문·사회과학과 자연과학·공학의 결합이 중요함을 강조하고 있다. 이러한 점은, 국가차원의 경쟁력을 높이기 위해서는 과학(자연과학·공학·기술·수학) 지식 자체 또는 과학지식 영역 간의 소규모 결합 또는 융합만으로는 새로운 부가가치 창출을 통한 경쟁력 확보에 한계를 가질 수밖에 없음을 명확히 하고 있다.

이러한 점에서 볼 때 21세기 국가 신 경쟁력은 인문·사회과학과 과학·기술·공학·수학 간의 초다학제적인 연구와 초다학제적인 지식을 가진 인력의 양성이 핵심 요소로 부각되고 있다고 할 것이다.

<이노베이션 25: 일본 정부 차원의 서비스 과학 연구 강조>

1) 배경

일본 내각부는 2007년 2월 26일 이노베이션(innovation) 25 전략 회의에서 ‘「이노베이션(innovation) 25」- 미래를 만드는, 무한의 가능성에의 도전’ 제하의 보고서⁴²⁾를 발표하였다. 이 보고서는 일본의 혁신을 가속화하기 위해서 세계 정보화와 글로벌 시대의 일본의 입장과 과제를 기술하고, 이노베이션(innovation)을 일으키는 조건으로서 역동

42) 「이노베이션(innovation) 25 전략 회의」는 내각, 기업, 대학의 여러 위원들로 구성되어 있다. 좌장으로는 쿠로카와 키요시 내각 특별 고문이, 위원으로는 에구치 카즈히코 PHP 종합 연구소 대표이사 사장, 오키무라 사후 일본경제 단체 연합회 부회장 [(주) 토시마 이사회장], 카나자와 이치로 일본 학술 회의 회장(국립 정신·신경 센터 총장), 사카무라 켄 도쿄대학 대학원 정보학 교수, 테라다 천세내 칸사이 경제연합회합회 부회장 [아트 코퍼레이션(주) 대표이사 사장], 야쿠시지 야스시 종합 과학기술회의 의원(케이오 대학 객원 교수) 등으로 구성되어 있다.

성이 풍부한 사회를 제시하면서 이노베이션(innovation)의 열쇠로 인력 양성을 적시하였다.

이러한 배경에서 일본과 세계의 앞으로의 20년을 조망하고, 2025년 일본이 당면하게 될 주요 문제로서 첫째, 일본의 인구 감소·고령화의 급속한 진전, 둘째, 지식 사회·네트워크 사회 및 글로벌화의 폭발적 진전, 셋째, 지구의 지속 가능성을 위협하는 과제의 증대 등 세 가지 이슈를 제시하였다.

2) 주요 내용

이 보고서에서는 제시된 이슈에 대응하기 위해 이노베이션의 필요성을 역설하면서, 이노베이션 추진의 기본전략으로서 첫째, 과학기술 이노베이션(innovation), 둘째, 사회 이노베이션(innovation), 셋째, 인재 이노베이션(innovation)으로 구분하였으며, 일본 정부가 시급하게 임해야 할 정책 과제로서 첫째, 환경을 경제성장과 국제 공헌의 엔진으로 설정하고, 둘째, 젊은 인재의 육성 및 IT이용 확대 등 차세대 투자 배증, 셋째, 대학 개혁, 넷째, 20년 후의 이노베이션(innovation) 개화를 향한 과학기술 투자의 획기적 확충, 다섯째, 이노베이션(innovation) 창출·촉진을 향한 각종 규제·제도·룰의 재검토, 여섯째, 「이노베이션(innovation) 건국」을 향한 추진 체제의 정비 등을 꼽았다.

특히, 이 보고서에서는 사회 이노베이션 부분에서 「서비스·이노베이션(innovation)」창출 대처 강화 전략을 제시하고 있다. 일본의 서비스 산업은, 일본 경제의 7할 정도(GDP, 고용 기준)를 차지하고 있지만, 그 생산성은 미국 등에 비교하면 대체로 저위에서 멈추고 있으며,

제조업과의 생산성의 성장의 괴리도 다른 선진 제국에 비해 높은 수준으로 지속적인 경제성장 달성을 위해서는, 서비스 생산성을 크게 향상시키는 것이 필요한 상황임을 지적하며, 이는 일본 전체의 생산성을 대폭적으로 향상시킬 수 있는 여지가 서비스 분야에 남아 있다고 보고 있다. 서비스 산업의 생산성을 향상시키기 위해서는 IT의 적극 활용, 규제완화 등 신규사업 창출 촉진, 기존 분야 신규 참가 촉진 등과 동시에, 서비스 과학 연구도 추진해 가야 한다고 지적하였다.

“I Tの積極活用、規制緩和等による新規事業創出促進、既存分野への新規参入促進を図るとともに、サービス科学研究も推進していくべきである。”⁴³⁾

이를 통해 일본 국민의 대부분이 한때의 「물건의 풍부함」으로부터, 새로운 서비스가 제공될 수 있도록 「서비스·이노베이션(innovation)」의 창출이 필요함을 언급하고 있다.

특히 과학기술 혁신부문(Innovation in Science and Technology)에서는 생명과학, IT, 공학, 환경, 에너지와 함께 서비스 사이언스를 통합한 새로운 과제를 촉진하는 것이 필요하다고 지적하였다.

“To achieve innovation in science and technology we will need to
- Promote new projects that integrate research on the life sciences, IT, engineering, the environment, energy and service science.”⁴⁴⁾

43) イノベーション25戦略會議, イノベーション25, 2007.2.26

3) 시사점

일본 내각부의 본보고서는 2025년 일본의 미래를 조망하면서, 특히 서비스 산업의 생산성을 대폭적 향상을 통해 전체 산업의 생산성을 높일 수 있는 기회 요인을 포착하고 있다. 특히 서비스 산업에 생산성을 향상시키기 위한 주요 수단으로서 IT의 적극 활용, 규제완화 등 신규사업 창출 촉진, 기존 분야 신규 참가 촉진 정책 등과 함께 새로운 학문 분야로서 서비스 과학 연구 추진의 중요성에 대해 강조하고 있다. 이러한 서비스 사이언스 연구를 통해 새로운 서비스가 제공될 수 있는 토대가 되는 서비스 이노베이션이 촉진되고, 또 과학기술 혁신에서 기존의 과학 및 공학의 여러 기술 분야(생명과학, IT, 공학, 환경, 에너지 등)와 함께 서비스 사이언스를 통합한 새로운 과제를 추진하는 것이 필요하다고 지적하면서, 다학제적인 연구개발을 필요성도 제시하고 있다.

<과학기술백서: 서비스 사이언스 진흥 및 교육 & 인력 양성>

1) 배경

일본 문부과학성은 2008년 5월 과학기술백서(심화되는 국제경쟁 속에서의 과학기술)를 발간하고, 고위험(High-Risk) 연구, 과학기술 행정 체제, 과학기술예산, 기초연구 현황, 대학의 인재육성, 차세대 과학기술인재의 저변 확대, 대학 경쟁력 강화 등 과학기술 교육과 인재 양성

에 대한 정책들을 제시하였다. 일본의 과학기술백서는 일본의 과학기술기본법 제8조의 과학기술 진흥 관련 시책에 대한 백서이다.

2) 주요 내용

이 백서 제 1부에서는 일본의 산업의 국제 경쟁력을 둘러싼 과제 부문에서 3차 산업, 즉 일본의 서비스 산업의 경쟁력에 대해 기술하고 있다. 일본을 비롯한 주요 선진국의 산업 구조의 변화 속에서 해마다 경제에서 차지하는 3차 산업의 비중이 계속 증가하고 있으며, 3차 산업이 일본 GDP의 약 7할을 차지하고, 고용의 약 3분의 2를 차지하고 있으며, 제조업에서도 제품에 대한 지원 등 사업의 서비스 부분이 커지고 있음을 지적하고 있다. 또한 일본 경제가 계속 활력을 유지하기 위해서는 서비스를 담당하는 3차 산업이 제조업과 함께 경제를 지탱하는 “쌍발 엔진”으로 나가야 할 필요가 있으나, 일본의 3차 산업의 생산성은 미국 등에 비해 대체로 낮은 수준에 머물고 있는 상황임을 언급하고 있다⁴⁵⁾.

특히 이러한 서비스의 생산성 향상과 새로운 서비스 산업의 육성은 일본의 경쟁력 강화를 위해 중요한 과제라고 생각되고 있으나, 미국과 비교했을 때 일본 서비스 산업에 과학기술 투자는 미국에 비해 압도적으로 낮은 상황임을 지적하였다.

(このようなサービスにおける生産性の向上や新たなサービス産業の育成は、我が國の競争力強化のために重要な課題と考えられるところであるが、それを日米で比較した場合、我が國におけるサービス産業

45) 일본 문부과학성, ‘평성 20년판 과학기술백서’, 2008.5.

への科學技術投資は、米國と比べ壓倒的に低い狀況にある)⁴⁶⁾

제3장 격심한 경쟁 속에서의 과학기술에서는 새로운 분야에 대한 연구 개발의 진흥의 필요성을 제시하고 있는데, 과학기술에 자원 투입에 있어 인류가 직면하고 있는 다양한 글로벌 이슈 등에 대한 지원은 앞으로도 중요함을 언급하면서 환경 문제, 일본이 세계 최초로 직면하고 있는 인구 감소와 저출산 고령화 등의 과제에 대한 투자를 통해 일본의 경쟁력 유지를 도모하고 있다. 또한 향후 새로운 국제 경쟁에서 중요해지는 주요 영역으로 서비스 사이언스를 첫 번째로 꼽고, 서비스 사이언스에 대한 투자를 강화하여 지속적인 경제 성장을 위한 국제 경쟁력을 강화해 나갈 것을 밝히고 있다.

서비스 사이언스의 진흥을 위해서 문부과학성에서는 경제학 등의 사회과학, 공학 등 자연과학 등의 융합을 통한 새로운 지식의 체계화를 통한 교육 프로그램을 개발하고, 이를 기반으로 한 교육을 실시함으로써 비즈니스 지식, IT 지식, 휴먼 지식 등을 겸비한 서비스에 대해 높은 수준의 지식과 전문성을 가진 인재의 육성을 도모하면서, 모델이 되는 우수한 교육 프로그램을 다른 대학에 널리 보급함으로써 일본의 대학에서 서비스에 관한 교육 연구를 추진하고, 나아가 산업의 각 분야의 혁신, 나아가 국제 경쟁력 강화에 연결하는 것을 목표로 하는 “서비스 혁신 인재 육성 추진 프로그램”을 추진하고 있음을 밝히고 있다. 또한 향후 일본 정부 서비스 과학의 진흥을 위한 노력을 강화해 나갈 필요가 있음을 명시하였다.

46) 일본 문부과학성, ‘평성 20년판 과학기술백서’, 2008.5.

((1) 서비스·사이언스의振興

第1部第2章第2節において記述したように、サービス産業の重要性が高まる一方で、生産性が低いという状況は、國としての競争力にかかわる問題であり、對策を講ずべき喫緊の課題となっている。

このため、文部科學省においては、經濟學などの社會科學、工學などの自然科學等の融合等による新たな知識の体系化を通じた教育プログラムを構築し、それを基に教育を実施することにより、ビジネス知識、IT知識、人間系知識等を兼ね備えた、サービスに關して高いレベルの知識と専門性をもった人材の育成を図るとともに、モデルとなる優れた教育プログラムを廣く大學等に普及することによって、我が國の大學等においてサービスに關する教育研究を推進し、ひいては産業の各分野の革新、更には國際競争力の強化につなげることを目指す「サービス・イノベーション人材育成推進プログラム」を推進しているところである。

今後、政府として、サービス・サイエン스의振興に向けたこのような取組を強化していく必要がある。)47)

문부과학성에서 추진 중인 서비스 혁신 인재 육성 추진 프로그램은 토호쿠대학, 츠쿠바대학, 동경공업대학, 교토대학, 세이부 문리 대학, 메이지대학 등 6개 대학을 중심으로 서비스 혁신 관리자 양성 - 서비스 분야의 생산성 관리를 위한 인재 육성, 고객 중심 비즈니스 혁신을 위한 서비스 과학을 기반으로 고도의 전문 직업인 양성 프로그램 개발, 사회적 서비스 가치의 디자인 혁신 개발 프로그램, “서비스 가치

47) 일본 문부과학성, ‘평성 20년판 과학기술백서’, 2008.5.

창조 경영”교육 프로그램 개발, 고부가 가치를 창출 시뮬레이션 마인드를 가진 중간 관리자 육성 프로그램 구축- 서비스 관리 100(3 단계 사례 방법론)의 개발과 운영, 서비스 혁신의 핵심을 파악하고 활용하는 인재 육성 프로젝트 등을 수행하고 있다.

〈표 5-3〉 서비스 혁신 인재 육성 추진 프로그램의 프로젝트 개요

일본 대학명	프로젝트 명칭
토호쿠대학	서비스 혁신 관리자 양성 - 서비스 분야의 생산성 관리를 위한 인재 육성
츠클바대학	고객 중심 비즈니스 혁신을 위한 서비스 과학을 기반으로 고도의 전문 직업인 양성 프로그램 개발
동경공업대학	사회적 서비스 가치의 디자인 혁신 개발 프로그램
교토대학	“서비스 가치 창조 경영”교육 프로그램 개발
세이부 문리 대학	고부가 가치를 창출 시뮬레이션 마인드를 가진 중간 관리자 육성 프로그램 구축 - 서비스 관리 100(3 단계 사례 방법론)의 개발과 운영
메이지대학	서비스 혁신의 핵심을 파악하고 활용하는 인재 육성 프로젝트

3) 시사점

일본은 이 백서를 통해 일본의 산업의 국제 경쟁력을 제고하기 위해서 서비스 과학에 대한 중요성과 향후 서비스 과학의 진흥을 위한 노력을 강화해 나갈 필요가 있음을 명확하게 밝히고 있다. 특히, 주요 6개 대학을 통해 “모델이 되는 우수한 교육 프로그램을 다른 대학에 널리 보급함으로써 일본의 대학에서 서비스에 관한 교육 연구를 추진” 전략을 밝히고 있어, 우수한 인력 양성을 위한 교육 프로그램을 개발하고 이를 향후 일본의 다른 대학으로 확산시키는 수단을 채택하고 있다.

일본이 바라는 산업의 각 분야의 혁신, 나아가 국제 경쟁력 강화에 연결될 수 있는 인재에 대해서 “비즈니스 지식, IT 지식, 휴먼 지식 등을 겸비한 서비스에 대해 높은 수준의 지식과 전문성을 가진 인재의 육성”으로 구체적인 모습을 제시하고 있다.

4. 시사점

가. 미국의 시사점

첫째로, 오바마 대통령 연두 교서에서는 막대한 재정적자 상황에서 향후 5년간 정부지출 동결에도 불구하고, 미국의 경쟁력 강화를 위한 과학기술 이노베이션과 교육 투자에 대해 강조하고 있다. 특히, 미국의 중국 및 인도 등 신흥 국가의 부상을 적시하고, 21세기 미국의 국가 경쟁력과 미국 기업의 경쟁력을 제고하기 위해서는 과학 및 수학 교육과 연구개발에 대한 투자를 강화해야 한다고 역설하고 있다.

둘째로, 미국 경쟁력위원회의 ‘미국을 혁신하라(Innovate America)’ 보고서는 여러 측면에서 미국의 과학기술 교육과 인력양성에 전환점을 마련한 계기가 되었다고 볼 수 있다. 미국의 경쟁력을 제조업과 함께 서비스업까지 확장하여 조망하고, 미국 경제 활동에서 절반 이상을 차지하는 서비스 분야에서의 교육, 인력양성, 연구개발 투자 강화를 지적하면서 새로운 학문영역으로 서비스 사이언스에 대한 정책 강화를 주문하고 있다.

셋째로, 서비스 사이언스에 대해 “모든 사업체를 변혁시키고 경영과

전문적 기술의 교차점에서 혁신을 유도할, 기존의 컴퓨터 과학, 운영 연구, 산업공학, 수학, 경영과학, 의사결정과학, 사회과학, 법 과학이 혼합된 것”으로 정의하고 있다. 즉, 서비스 사이언스를 과학, 공학, 인문, 사회과학의 여러 학문영역에 대한 다학제 영역으로 설정하고 있다. 이러한 서비스 사이언스에 대한 개념 정의에 기반을 두어, 대학 및 지역전문대가 기업과 협력하여 새로운 교과과정을 개발하고, 이에 기반을 둔 인력을 양성할 것을 권고하는 등 구체적인 과학기술 인력 양성 정책 방향을 제시하고 있다.

또한 전문 이학(과학) 석사(Professional Science Master, PSM) 도입과 확대를 바탕으로 이학 분야의 전문지식뿐 아니라 실용적인 학문에 대한 지식도 함께 가지는 다학제적인 인력의 양성을 통해 미국 국가 경쟁력 강화를 도모하고 있다고 하겠다.

넷째로, 미국 경쟁력 법(America COMPETES Act: ACA 2007)은 법안 자체가 미국 국가 경쟁력 자체를 높이기 위한 목적을 가지고 있다. 주목할 점은, 2004년에 나온 ‘미국을 혁신하라(Innovate America)’ 보고서의 서비스 사이언스 관련 정책 제안들을 충실히 반영하고 있다는 것이다. 서비스 사이언스에 대한 정의를 통해 서비스 사이언스의 성격을 찾을 수 있으며, 연방 정부의 의무와 관련해서 두 가지 시사점을 도출할 수 있다.

하나는, 서비스 사이언스 지원영역 구체화이다. 법안에서는 백악관 과학기술정책국(OSTP)과 국립 과학 아카데미(NAS)를 통해 상세 이행 내용을 부과하고 있다. 지원 내용으로는 ① 서비스 사이언스 연구, ② 서비스 사이언스 교육, ③ 서비스 사이언스 훈련 등 세 가지 영역

으로 구분하여 연구개발(R&D)과 함께 인력 양성 및 교육을 필수적인 요소로 꼽고 있다.

다른 하나는, 서비스 사이언스 외부 연구에 대한 산학연 협력이다. 이는, 법안에서는 “2년제와 4년제 고등교육 기관으로의 리더, 기업과 다른 관련 단체와 함께 연구를 수행하여야한다.”고 지정하여, 서비스 사이언스 교과과정 개설을 통해 교육 및 훈련을 담당할 대학과 함께 대학에서는 서비스 사이언스를 통해 배출된 인력을 활용할 기업의 유기적인 참여를 이끌어 내기 위한 방안으로 서비스 사이언스 외부 연구를 수행할 국립 과학 아카데미(NAS)에게 가이드라인을 제시했다고 볼 수 있다.

또한 이 법안에서는 미국 경쟁력 위원회 보고서에 담긴 전문 이학 석사 과정에 대한 연방 정부 차원의 지원 의무를 부여함으로써, 그 내용을 법률적으로 뒷받침하고 있다.

다섯째로, 전문 이학(과학) 석사(Professional Science Master, PSM)는 미국 경쟁력 강화를 국가 차원, 지역 경쟁력 차원, 대학 혁신 관점, 학생의 이익 측면에서 지원한다고 볼 수 있다. ① 국가 차원에서는 과학 및 수학에 전문성을 가짐과 동시에, 시장에서 가치를 가진 전문 기술을 갖춘 인력을 양성하여 우수한 과학기술 인력에 대한 수요에 부합할 수 있다. ② 지역 차원에서는 현지 고용인들의 전문 이학 석사 과정과의 밀접한 파트너십을 통하여 현재와 미래의 인력 수요에 대해 긴밀한 협력을 할 수 있도록 한다. ③ 대학 혁신 차원에서는 본 프로그램의 다학제적 성격은 대학 내에서 여러 학과와 단과대학 사이의 협력을 촉진하고 혁신적인 연구와 발견을 위한 촉매제 역할을 할 수

있다. 그리고 ④학생의 관점에서도 학위 후 경쟁력 있는 임금과 취업 기회를 제공해 과학, 수학, 기술 등의 분야에서 남도록 할 수 있다.

나. 영국의 시사점

『2004년-2014년 과학혁신을 위한 투자기본계획』은 과학기반구축을 위한 STEM인력의 공급확보와 유지를 위한 장기 전략을 담고 있다. 교육고용부와 무역산업부가 공동으로 경영하며, STEM의 프로그램 지름길은 이 주제를 지원하는 창의적인 범위를 조사하여 구축하고, 2영역에서 정부 재정지원의 효율성을 높이는 방법을 찾는 데 있다. 질적으로 우수한 인력을 STEM인력으로 유인하며, 인구 가운데 STEM능력을 갖춘 인재 규모를 늘리는 데 있었다. 여기서 우리도 인재 공급부처인 교육과학기술부와 고용노동부 그리고 인재 수요 부처인 지식경제부의 강력한 연계로 우리의 STEM인력을 확보하기 위해서는 공동으로 경영하는 체제가 필요함을 볼 수 있으며, 정부재정지원의 주목적은 STEM인력의 양적 확보와 질적 향상에 있음을 시사 받을 수 있었다.

동 보고서는 고등학교과정(POST-16)과 대학과정을 통해 학교로부터 STEM의 일정수준을 갖춘 개인의 양성공급이 근간을 이루는 데 필요한 지원의 초점을 맞추고 있다. 동 보고서의 실행은 확정 발표된 시간표와 자원이 지원이 가능한 지를 갖고 진행되도록 맞추고 있으며, 현정책의 목표가 분산되지 않도록 하고 있다. 하지만, 무역 산업부/컴퓨터통신(Open System Interconnection OSI) 충격을 포함해 어떤 미래개발과 비용, 예산 재배 정도 2007 종합지출 리뷰(comprehensive

Spending Review)의 맥락 안에서 고려되도록 하고 있다.

이는 정책목표를 분명히 함과 동시에 시간과 비용, 즉 인력과 예산이 확실히 확보되고 있는가, 다른데 전용되지 않고 시행되는가를 보여주고 있음을 알 수 있다. 우리의 다년간(rolling years) 인적자원 개발 계획 등이 비용 인력 등의 확보를 전제로 정해진 시간표대로 수행하되, 수시로 변경되지 않아야 함을 보여 주는 사례일 것이다.

다. 일본의 시사점

첫째로, 일본의 제3차 과학기술 기본계획에서의 주요 시사점으로는, 21세기에서 새로운 지식을 창출하기 위해서는 지식과 글로벌 단위의 경쟁 속에서, 상이한 여러 영역에 지능적인 결합과 융합을 통해 횡단면적인 연결이 중요하며, 새로 부각되는 다학제적인 영역 (Emerging and interdisciplinary fields)을 강조하고 있음을 알 수 있다. 또한 새로운 지식 창출과 새로운 경쟁력을 가진 혁신을 가속화하고 촉진하기 위해서는 기존의 과학 및 공학 중심의 혁신이 아닌 인문·사회과학과 자연과학·공학의 결합이 중요함을 강조하고 있다. 이러한 점에서 볼 때, 21세기 국가 신 경쟁력은 인문·사회과학과 과학·기술·공학·수학 간의 초다학제적인 연구와 초다학제적인 지식을 가진 인력의 양성이 핵심 요소로 부각되고 있다고 할 것이다.

둘째로, 일본 내각부의 이노베이션 25 보고서는 2025년 일본의 미래를 조망하면서, 특히 서비스 산업의 생산성을 대폭적 향상을 통해 전체 산업의 생산성을 높일 수 있는 기회 요인을 포착하고 있다. 특히 서비스 산업에 생산성을 향상시키기 위한 주요 수단으로서 IT의 적극

활용, 규제완화 등 신규사업 창출 촉진, 기존 분야 신규 참가 촉진 정책 등과 함께 새로운 학문 분야로서 서비스 과학 연구 추진의 중요성에 대해 강조하고 있다. 이러한 서비스 사이언스 연구를 통해 새로운 서비스가 제공될 수 있는 토대가 되는 서비스 이노베이션이 촉진되고, 또 과학기술 혁신에서 기존의 과학 및 공학의 여러 기술 분야(생명과학, IT, 공학, 환경, 에너지 등)와 함께 서비스 사이언스를 통합한 새로운 과제를 촉진하는 것이 필요하다고 지적하면서, 다학제적인 연구 개발을 필요성도 제시하고 있다.

셋째로, 과학기술백서를 통해 일본의 산업의 국제 경쟁력을 제고하기 위해서 서비스 과학에 대한 중요성과 향후 서비스 과학의 진흥을 위한 노력을 강화해 나갈 필요가 있음을 명확하게 밝히고 있다. 특히 주요 6개 대학을 통해 “모델이 되는 우수한 교육 프로그램을 다른 대학에 널리 보급함으로써 일본의 대학에서 서비스에 관한 교육 연구를 추진” 전략을 밝히고 있어, 우수한 인력 양성을 위한 교육 프로그램을 개발하고, 이를 향후 일본의 다른 대학으로 확산시키는 수단을 채택하고 있다.

또한, 일본이 바라는 산업의 각 분야의 혁신, 나아가 국제 경쟁력 강화에 연결될 수 있는 인재에 대해서 “비즈니스 지식, IT 지식, 휴먼 지식 등을 겸비한 서비스에 대해 높은 수준의 지식과 전문성을 가진 인재의 육성”으로 구체적 모습을 제시하고 있다.

제6장

국가 신 경쟁력 제고를 위한 문제점과 정책과제

1. 문제점
2. 정책과제

제6장 | 국가 신 경쟁력 제고를 위한 문제점과 정책과제

1. 문제점

가. 과학기술 교육 제도 및 정책의 문제

본 연구는 국가 신 경쟁력 제고를 위해 창의적 과학기술 인재의 효율적 양성을 위한 과학·기술 교육 혁신방안을 도출하는 데 목적을 두었다. 이를 위해 2장에서는 과학·기술교육 인식현황과 개선과제, 우리나라 과학·기술 교육 현황 및 R&D 성과 및 확산 현황 등을 살펴보고, 살펴본 자료와 함께 다양한 국가 및 각 정부부처 정책자료, 보고서, 참고문헌 등을 분석하여 시사점을 도출하였다.

먼저, 우리나라 과학·기술 교육은 어떤 위상에 있으며, 이에 대한 사회·문화적 이해는 어느 수준인지를 조사·분석하였다. 분석 결과, 그동안 과학·기술 교육 정책은 단기 처방적 성격이 강하고, 좀 더 근본적인 문제를 해결하기 위한 접근 방안이 필요하다는 점을 시사하고 있었다. 또한 과학·기술 교육 연구에 대한 예산과 지원체제가 미흡하여 과학 교육과정 향상을 위한 다양한 정책들이 지속적으로 실천되기 어려운 현실도 드러났다. 그 문제점들을 언급해 보면 첫째, 현재 과

학·기술 교육을 미래 우리나라의 국가 신 경쟁력을 지속적으로 향상시킬 수 있는 원동력으로 보지 않으며, 그에 따라 체제 및 지원이 이루어지지 않고 있다. 교육과학기술부가 국가경쟁력을 높이기 위해 주로 R&D에 많은 투자를 하고 있으며, 과학교육 개선에 대한 근본적인 접근보다는 외부 환경에만 초점을 맞추고 있다. 이는 과학교육이 필요한 하지만, 당장 그 효과를 보이지 않기 때문에 단기적으로 효과를 볼 수 있는 가시적인 성과에만 집착하는 경우에서 그러한 사실을 확인할 수 있다. 과학교육에 대한 충분한 지원과 시스템 구축은 국가의 미래를 책임질 수 있는 밑거름이 된다는 인식이 자리 잡을 수 있도록 체계적인 홍보가 필요하다.

둘째, 현재 수준으로 과학·기술 교육에 대한 지원과 관심이 지속되면, 국가 간 경쟁에서 뒤처져 선진국으로 도약할 수 없다. 미국, 영국, 일본 등의 과학기술 선진국들은 국가 간 경쟁에서 우위를 점하기 위해 먼 미래를 내다보며 지속적인 과학·기술 교육에 대한 지원과 관심을 쏟고 있다. 그러나 국내에서는 과학·기술 교육은 현재 여러 개 교과목 중의 하나로밖에 취급되지 않아 이에 대한 관심을 집중시킬 수가 없는 형편이다.

셋째, 과학기술에 대한 중요성을 국가와 국민 모두가 인식하고 있지만, 이에 대한 집중적인 투자와 관심을 과학기술에만 치중하고, 기초가 되는 과학교육에는 관심의 정도가 낮다. 과학기술의 중요성을 인식하는 국민들은 그것의 기본이 되는 과학교육의 중요성에 대해서는 깊게 생각하지 않는다. 이는 과학교육을 입시 과목 중의 하나로만 인식하고, 미래 사회를 살아가는 국민으로서의 가져야 할 과학적 소양을 갖추지 못했기 때문에 나타난 현상이다.

넷째, 미래를 준비하는 과학·기술 교육개혁은 국가 최고위층의 최대 관심사가 되어야만 제대로 진행될 수 있다. 미국, 영국, 일본의 국가 최고위층들은 틈만 나면 수학·과학 교육의 중요성을 역설하고, 과학교육 개혁을 위한 예산 증가를 약속한다. 이에 비해, 우리나라는 과학교육에 대한 중요성을 역설한 적이 많지 않으며, 단지 성과 위주의 과학기술의 중요성에 대해서만 역설해 왔다. 이러한 국가 최고위층의 인식이 과학·기술 교육을 개혁하는 데 필요한 추진력을 얻지 못하게 만들고, 노력에 비해서 얻어지는 성과가 부족한 악순환을 거듭하고 있는 실정이다. 교육과학기술부가 많은 예산을 과학·기술 교육에 쏟아 붓고 있음에도 여전히 문제점을 가지게 되는 것은, 그만큼 과학·기술 교육 개혁이 어렵다는 것과 장기적이고 지속적인 개혁보다는 단기적이고 과시적인 성과를 보이기 위한 것이었기 때문이다.

다섯째, 현재의 인력 교육 및 양성 정책은 과학·공학·기술·수학 지식 중 하나의 영역에 대한 지식을 가진 인재의 육성 또는 일부 과학·공학·기술·수학 영역 내의 복수 지식에 지식을 가진 인재의 육성에 초점을 맞추고 있는 상황이다. 과거 단일 과학기술 영역에 대한 지식을 가진 인력양성에서 현재 복수의 과학기술영역에 대한 지식을 가진 인재의 육성으로 일부 과학기술 교육 및 인력 양성 정책이 전환되고 있는 것은 사실이나, 여전히 과학·공학·기술·수학 영역 안에서의 인력양성이라는 한계점을 가지고 있다.

나. R&D 확산의 문제

우리나라의 과학·기술 인력 양성은 이공계 분야의 특정 전문지식

을 보유한 ‘I’ 자형 인재의 육성에 초점을 맞추고 있다. 이로 인해서 특정 분야의 종적인 전문지식과 함께 횡적인 통찰력을 가진 ‘T’ 자형 또는 ‘π’자형 인재의 육성에 한계를 가지고 있다.

첫째, 이러한 단점을 극복하기 위해 여러 학문 분야에서의 융합학과 및 융합대학원이 개설되고 있고, 기술에 경영을 접목하기 위한 기술경영학과 및 대학원(MOT) 등이 도입되고 있다. 이러한 시도는 지금까지 부족한 융합 연구 및 기술경영 인력 양성에 효과적일 것으로 판단되나, ‘T’ 자형 또는 ‘π’자형 인재 육성에는 다음과 같은 미흡한 부분이 있다. 융합학과 및 융합 대학원은 대다수는 정보기술(IT)과 생명공학기술(BT)의 접목, 정보기술(IT)과 나노기술(NT)의 접목 등과 같이 이학 또는 공학 내의 학분 분야의 융합을 지향하고 있다. 이로 인해 개별 과학 및 기술 영역 내에서 해결하지 못한 문제를 융합적인 방법을 통해 해결할 수 있는 부분은 있으나, 과학 및 기술을 뛰어넘는 통찰력을 가진 인력의 육성과 연구개발(R&D) 활동을 수행하는 것에는 한계를 가지게 된다. 국가 신 경쟁력 제고를 위한 과학·기술 인력의 양성을 위해서는 개별 과학·기술 분야의 융합을 넘어서 인문·사회과학 영역에 대한 지식과 함께 과학·기술 영역에 대한 초 다학제적인 지식을 함께 가진 인력의 양성이 필요하다.

둘째, 기술경영은 기술과 경영에 대한 지식을 접목해 다학제적인 지식을 가진 인력 양성에 기여하고 있으나, 여러 인문·사회과학 영역 중 경영학 한 분야에 초점을 맞출 수 있고, 경영대학 내에서 과정이 개설된 경우 기술 영역보다는 경영학 지식의 비중이 높아지게 되는 단점을 가질 수 있다. 현재 교육과학기술부 등에서 추진하는 인력 육성 등 관련 정책들은 국가 신 경쟁력 제고를 위한 초다학제적인 지식

을 가진 인력 양성이 반영되지 못하는 한계를 가지고 있다.

셋째, 스마트 시대의 IT를 중심으로 한 융복합화 시대와 연결된 R&D 확산을 위한 구체적인 방법이 제시되고 있지 않은 현실이다. 이를테면, R&D 성과 확산을 위한 클라우드 컴퓨팅 환경을 고등교육 시장에 확산되어야 하는 문제, 관련 법제도가 정비되어야 하는 문제, 스마트 시대에 맞는 R&D 핵심기술 개발과 확산을 위한 예산과 정책지원 등의 문제될 것이다. 또한 R&D 성과에 대한 애플리케이션이나 콘텐츠 자유 이용을 위한 수요자를 지도하는 멘토나 이용 센터 구비 미비 등이 문제로 지적되고 있다.

다. 과학기술 인력수급의 전망의 문제점

1) 추정 전망에 따른 문제

IV장에서 이미 추정된 결과를 보면, 2010~2020년간 과학기술 인력 공급은 113만 9천 명, 인력 수요는 97만 4천 명으로, 단순히 공급에서 수요를 뺀 초과공급량은 16만 6천 명(연평균 약 1.6만 명), 초과공급률은 14.5%에 달할 것으로 전망되는 문제를 안고 있다. 전공별로는 공학 8만 6천 명이 초과공급, 이학 1만 6천 명 초과공급, 의약학 7만 2천 명 초과공급이 전망되며, 반면에 농림수산학은 다소의 초과수요가 전망으로 문제가 전망된다.

전공을 세부적으로 살펴보면, 공학 분야에서는 컴퓨터·통신 6만 5천 명이 초과공급, 기타공학 2만 명이 초과공급인 반면, 토목·도시 1만 2천 명이 초과수요가 전망된다. 이학 분야에서는 수학·물리·천

문·지리 2만 5천명이 초과공급인 반면, 생물·화학·환경 1만 1천 명이 초과수요가 전망된다. 의약학에서는 간호 2만 5천 명이 초과공급, 치료·보건 2만 4천 명이 초과공급의 문제를 안고 있다.

농림수산학 분야와 생물·화학·환경 분야에서 초과수요가 나타나고 있는 것은 무엇보다도 이 분야의 인력공급 규모가 작다는 사실에 기인하고 있다. 이 점은 이 분야의 학과/전공이 과학기술 연구 및 취업 환경의 변화에 따라 이학에 속하는 생명과학 분야 등으로 전환되고 있는 실태를 일부 반영하고 있는 것으로 파악된다.

학력별로 수급차를 분석해 보면, 과학기술인력의 초과공급은 상대적으로 낮은 학력수준(전문학사 및 학사)에서 두드러질 것으로 전망되고 있다. 전문학사의 경우, 전망 기간 동안 신규공급은 21만 8천 명, 신규수요는 12만 8천 명에 이를 것으로 추정되어, 초과공급이 9만 명에 이를 것으로 보이며, 공학 6만 명 초과공급, 의약학 3만 5천 명 초과공급인 반면, 이학 2천 명 초과수요, 농림수산학 3천 명 초과수요를 보일 것으로 전망되어 이의 문제를 풀어야 할 것이다. 좀 더 세부전공별로 살펴보면, 공학 분야에서는 기타공학 1만 8천 명 초과공급, 컴퓨터·통신 1만 7천 명 초과공급인 반면, 전기·전자 6천 명 초과수요가 문제가 전망된다. 이학 분야에서는 생활과학, 수학·물리·천문·지리, 생물·화학·환경 모두에서 다소의 초과수요가 전망된다. 의약학 분야에서는 치료·보건 2만 명 초과공급, 간호 1만 6천 명 초과공급 문제가 대두되고 있다.

학사의 경우에는 신규공급 63만 3천 명, 신규수요 55만 4천 명으로 초과공급이 7만 8천 명에 이를 것으로 보이며, 공학 3만 6천 명 초과공급, 이학 1만 8천 명 초과공급, 의약학 2만 9천 명 초과공급인 반면,

농림수산학은 4천 명 초과수요가 전망된다. 세부전공별로 살펴보면, 공학 분야에서는 컴퓨터·통신 3만 명 초과공급, 건축 1만 6천 명 초과공급인 반면, 토목·도시 1만 명 초과수요, 전기·전자 8천 명 초과수요가 전망되는 점이다. 이학 분야에서는 수학·물리·천문·지리 2만 2천 명 초과공급인 반면, 생활과학, 생물·화학·환경에서는 다소의 초과수요가 전망된다. 의약학 분야에서는 의료 1만 2천 명 초과공급, 약학 8천 명 초과공급 문제가 대두된다.

고급 과학기술 인력의 수급차를 살펴보면, 석사 과학기술 인력은 전망 기간 동안 신규공급은 22만 1천 명, 신규수요는 22만 명에 이를 것으로 추정되어 초과공급이 1천 명에 이를 것으로 보이며, 의약학 5천 명 초과공급인 반면, 공학, 이학 및 농림수산학은 다소의 초과수요를 보일 것으로 전망되어 문제를 해결해야 할 것이다. 세부전공별로 살펴보면, 공학 분야에서는 컴퓨터·통신 1만 7천 명 초과공급, 산업 5천 명 초과공급인 반면, 토목·도시 5천 명 등 8개 분야에서 초과수요가 전망되고 있다. 이학 분야에서는 생활과학 6천명 초과공급인 반면, 생물·화학·환경 9천 명 초과수요가 전망되어 정원조정 문제를 제기하고 있다. 의약학 분야에서는 치료·보건 3천 명 초과공급인 반면, 의료에서는 다소의 초과수요가 전망된다.

박사 과학기술 인력은 전체 전망 기간 동안 신규공급은 6만 6천 명, 신규수요는 7만 2천 명에 이를 것으로 추정되어 초과수요가 6천 명에 이를 것으로 보이며, 전공분야별로는 이학과 의약학 분야는 초과공급, 공학과 농림수산학 분야는 초과수요가 나타날 것으로 전망된다. 특히 주목할 점은, 공학 분야 박사에 대해 전체 전망 기간 동안 1만 명 정도가 부족할 것으로 전망되고 있다는 점이다. 이는 부분적으로는 향후

지식기반경제의 진전에 따른 고부가가치형 산업구조로의 재편과 고급 R&D 인력에 대한 수요가 대폭 증가할 것이라는 총량 전망의 가정에 근거하고 있다고 판단된다. 세부전공별로 살펴보면, 공학 분야에서는 전기·전자 등 3개 분야에서는 초과공급인 반면, 토목·도시 등 8개 분야에서는 초과수요가 전망되고 있다. 이학 분야에서는 생활과학, 수학·물리·천문·지리는 초과공급인 반면, 생물·화학·환경은 다소의 초과수요가 전망된다. 의약학 분야에서는 의료, 간호 및 약학은 초과공급인 반면, 치료·보건에서는 다소의 초과수요가 전망되었다.

2) 인력수급 추정자료 및 방법의 문제

기존의 과학·기술 인력수급 전망 관련 연구들은 전망의 기초가 되는 통계자료의 활용에서부터 많은 한계점을 내포하고 있다. 관련 자료들 간의 연계의 기초가 되는 분류체제상의 불일치가 발생하고, 동일한 자료일 경우에도 작성 시기에 따라 분류기준의 불일치 문제가 있어 시계열 자료의 구축이나 활용에 어려움이 발생한다. 이에 따라 방법론상으로 선진화된 전망방법을 토대로 우리의 모형을 개발하여 전망을 실시하고자 경우에도, 모형을 적용하기 위하여 반드시 필요한 통계자료가 만들어지지 못하였거나 있다 하더라도 자료로서 미흡한 경우가 많다. 이를 고려하지 않고 만든 이상적인 전망방법은 그대로 적용하기 어렵기 때문에 대체변수를 사용하거나 일부 과정을 생략하는 등 유용성이 떨어진다.

이러한 결과는 전망과정상에 요구되는 각종 기초자료를 사전에 정비해야 하는데도 불구하고, 이에 대한 전체적인 몰이해와 장기적인 전

략의 부재에 기인한다. 과학·기술 인력수급 전망을 실시하기 위해서는 세부적이고 장기적이며 통일된 기준에 따라 분류된 여러 가지 통계자료가 필요하며, 이들 자료는 성격이 다른 여러 기관에서 생성되고 있으므로, 이를 종합하고 총괄할 책임 있는 정부기관이 필요하다. 또한 담당 정부기관은 상당한 비용과 기간이 필요한 체계적인 통계정비를 위하여, 부처 간의 협조나 예산확보는 물론 전망관련 연구기관 간의 조율도 책임져야 한다.

2. 정책과제

본 연구에서 과학·기술교육 부분에서의 신 경쟁력이란 R&D 투자 증대를 통한 신기술 및 지식을 창출하고, 이를 과학, 기술 교육을 통해 내재시킨 우수인재 개발하고, 경제, 교육, 과학의 유기적인 연계를 구축으로 R&D 성과를 활용함으로써 지속적인 경제성장에 기여하는 것으로 정의한다. 이를 위해 본 장 2절에서 살펴본 문제를 기반으로 국가 신 경쟁력 제고를 위한 과학·기술 교육제도 및 정책과제, R&D 확산 정책과제 그리고 인력수급 전망에 대한 교육시장과 노동시장의 연계과제를 제시한다. 이에 앞서 미국을 중심으로 한 선진국의 정책사례 과정을 살펴보기로 한다.

가. R&D 보급을 위한 과학기술 교육 정책과제의 해외 정책과정

1) 미국의 경우

SAGE Publications(2007)는 교육 보급에 관한 중앙정부의 역할은

①보급 기능 (“spread” dissemination function), ② 제도적으로 정책결정자, 변호사와 다른 사람들이 질적인 정보를 얻도록 돕는 데 선택 기능 지원(“choice” function), ③ 사용자와 공급자들의 지식을 상호 교류하는 것을 육성하는 것과(“exchange”), ④ 교육의 향상을 위해 교육자와 다른 이들이 지식을 사용하도록 해야 한다(“implementation”)는 네 기능을 주장하고 있다. 이 네 기능들을 위해서, 대부분의 지식들은 사용자의 필요에 맞추어 종합화(병합화하고)하고 해석되어야 함을 제안하고 있으며, 연구의 결합(종합)과 적절한 도구들(상품들, 프로그램들, 실행, 정책들, 그리고 공공 정보 efforts)로 정립하는 것, 문제 해결을 위한 기술 협조(interpersonal)의 제공, 그리고 해결책들의 규명(identify)과 실행은 지역 학교 향상 노력들의 모두 기본적(essential)임을 주장하고 있다.

정보 선택과 보급 그 자체가 교육 현실의 변화와 향상을 자극하기에 충분하지 않지만 그런 것들이 적절한 전략, 기술(techniques), 예를 들어 “social marketing” 그리고 “집중 그룹의 분석”(focus group analyses) 들은 교육의 변화와 향상으로 고려되어야 함을 말하고 있다. 가장 성공적인 보급 시스템은 “자연”(natural) 공동체의 가장 큰 이용을 해야 하며, 그리고 이렇게 가장 최대의 효용을 내기 위한 한 가지 방법은 누구나 관심이 있는 사람들은 공정하고 개방적으로 참여하는 것으로 공공의 기준과 과정들을 갖는 것, 그리고 모든 참여자들의 의미 있는 시스템과 연관된 기능(meaningful system-related functions)에 관련된 것이 중요함을 언급한다. 대부분의 보급과 지식 이용 연구들은 이론적이고 미시 주제에 중점을 두었는데, 국가의 교육 보급 시스템에 대한 가이드에 대한 연구는 훨씬 더 거시시스템에 중점을 두고 응용

되어야 함을 주장하고 있다.

연구·성과보급은 보급은 단지 효과적인 실제 (실전)에만 초점을 두지 않고, 조직적이고 개인적인 역량의 향상과 학교의 효율성을 향상에 역점을 두어야 하며, 우리의 보급 노력들은 높은 질적인 유용한 정보 상품들을 제공할 뿐만 아니라 도움 제공, 리더십 양성 그리고 문제해결 과정과 해결점 실행이 중요함과 지역 행정 관리인들, 선생님들은 지식 이용뿐만 아니라 지식 선택 과정과 창조에 적극적으로 관여해야 할 것을 과제로 제시하고 있다.

Smink(1985)은 연방정부의 보급 연구들의 결과들은 보고하는 과정에서 당시에는 보급 면에서 많은 조직상의 문제들이 있었음을 주장하였다. 그리고 문제점들은, 명확하지 못하게 정의된 목표 그룹, 정보의 미비한 형식과 내용, 한쪽 방향의 의사소통에 의지, 쌍방향 그룹 묶의 구조적인 한계, 활용가들 간의 이용 동기 부여 약함, 정보의 질에 대한 불충분한 판단, 한계적인 지역적인 발달과 학습 등의 문제를 던져주어 미국의 R&D 성과의 보급 확산의 과제를 제시하고 있다. 대부분의 직업 훈련 연구자들은 대부분의 현재 확산보급의 연구들은 과거에 이루어진 연구들보다 더 질적으로 높고-잘 정돈되고, 분석적인 데 동의할 것이며, 모든 수준의 행정 수행가들이나 교육자들은 연구를 활용하는 데 도움이 필요함-연구 보고의 해석, 개발된 활동의 착수, 그리고 연구 관련된 활동들의 계획과 수행-을 주장하고 있다.

Smink은 “유망한 교육적인 연습과 상품들이 계속적으로 쓸모 있다고 해도 상대적으로 의도된 이용자들을 통해 수행된 적은 거의 없었다.”는 주장과 연방 자금의 보급 노력은 1980년대 이후로 급격히 감소했음을 지적하고 있다.

Smink은 보급을 위한 제안을 통해 “무엇을 발달시키고 보급해야 하는가?” 누가 청중인가? 보급 활동이 왜 필요한가? 보급 활동이 어떻게 설계되어야 하는가? 보급 활동이 언제 그리고 어디서 발생해야 하는가? 등의 과제를 연구·성과의 확산을 위한 과제로 제안하고 있다.

Karen S Louis & L M Jones(2011)는 직업과 기술교육에 있어서 연구·성과의 확산보급을 위한 연구결과를 제시하고 있다. 여기 짧게 요약한 인용 글들은 미국 제도의 몇 가지 특징들을 설명해 주고 있다. 이 보고서는 미국 제도는 농경 관습의 모델의 연장에 기반을 두고 있으며, 지식 활용 면보다는 보급 방면에 전통적으로 중점을 두었음을 주장하고 있다. 그리고 보급 활동과 내용, 대상 등이 조정되지 않는, 그리고 심지어 경쟁적인 활동들이 되었고, 결과적인 접근들은 상향식의 문제 해결의 초점을 두기보다는 말단까지 잘 조직화된 연구가 실제에 적용된 성격을 가지고 있음을 주장하고 있다.

2) 유럽의 경우

장창원(2009)은 선진 각국은 중등교육 단계에서부터 본격적인 직업 훈련을 실시하고, 고등직업기술 교육기관을 국가의 중추적인 교육기관으로 발전시킴으로써 일반학문 교육경로와는 독자적인 직업기술 교육경로를 구축해 왔음을 주장하고 있다.

독일의 이원화제도(dual system)는 중등직업훈련의 모범적인 사례로 알려져 있다. 독일에서는 15~18세 청소년의 2/3 가량이 이원화 제도에서 직업훈련을 받고 있는데, 직업훈련기간은 3년이고 훈련내용은 거의 모든 직업을 포괄하고 있다. 이원화 제도에서 학생들은 일주일의

1/4 정도는 학교에서 이론수업을 받고, 나머지 3/4 정도는 산업현장에서 실습훈련을 받는다. 실습훈련의 경우에는 주로 기능장(Meister)으로 구성된 직장 내의 특별교사가 학생들의 현장실기교육을 담당하면서 직업자격증 획득을 도와준다.

더 나아가 선진 각국은 Fachhochschule(독일), Polytechnic(영국), Instituts Universitaires de Technologie(프랑스), 기술과학대학(일본) 등과 같은 다양한 고등직업기술 교육기관을 통하여 이론과 실무가 겸비된 기술 인력을 양성하고 있다. 독일의 경우에는 고등교육 중 학문교육은 교육법에 의거하여 주정부가 담당하고 있으며, 기술교육은 기술교육법에 의거하여 연방정부가 담당하고 있다. 대표적인 학문교육기관이 Universität이며 기술교육기관은 Fachhochschule로서, 1997년 기준으로 독일 전역에 82개소의 Universität와 119개소의 Fachhochschule가 있다. Fachhochschule의 교수가 되려면 5년간 연구개발 경험 또는 3년간 대학외부기관 경험을 가지고 있어야 하며, 공학 분야 이외에는 박사학위를 소지하고 있어야 한다. Fachhochschule의 총 교육기간은 3.5~4년으로 교양교육, 전공기초, 전공심화의 3단계로 구성되어 있는데, 교육기간 중 학생은 한두 학기 동안 산업체 현장 실습을 해야 한다. 또한 일본의 기술과학 대학은 직업기술 교육기관 졸업자 및 산업체 근로자에게 고등전문학교나 단기대학 이후의 고등직업기술 교육을 제공하기 위하여 대학상급과정, 석사과정, 박사과정과 같은 다양한 수준의 프로그램을 운영하고 있다. 특히 일본의 기술과학대학은 기술자의 관리능력을 향상시키기 위하여 경제학 및 경영학을 필수과목으로 부여하고 있으며, 민간기업과의 공동연구 또는 지역사회와의 협력 사업을 추진하면서 산업계를 비롯한 사회각계로부터 객원교수를 초빙하

고 있다.

네덜란드는 산학 간의 연구협력을 촉진하기 위해서 선도기술 기관(Leading Technological Institutes)을 설립했는데, 이들 기관에서 수행하는 연구개발 사업에 매년 5,500만 길더의 예산을 지원하고 있다. 선도기술 기관에서 수행하는 과제에 대한 지원은 기업부문으로부터의 매칭펀드의 규모에 상응하여 결정된다. 또한, 네덜란드는 중소기업의 연구 활동을 활성화하기 위해 PROMPTIE programme 이라는 인력교류 사업을 수행하고 있다. 이 프로그램은 중소기업의 선정한 과제를 박사과정 또는 석사과정 학생들이 연구조교로서 수행할 경우 정부가 총비용(인건비 및 간접비)의 50%를 지원하는 제도이다. 독일 정부는 과학계로부터 산업계로의 지식 및 노하우의 이전을 지원하고 있다. 지원의 주된 대상은 경쟁전 분야이며, 연방과학교육연구기술부(BMBF)는 여러 지원프로그램을 마련하고 있다(장창원 2009).

1991~1996년에 시행된 Indirect-Specific Programme for SMEs는 중소기업의 연구개발 증진을 위해 5년간 100만 마르크가 배당되었으며, 의약분야, 식품산업, 육종, 그리고 환경 생명공학 분야 등의 총 350개 프로젝트에 자금이 지원되었다. 1994년의 분석에 따른 이 지원으로 독일 생명공학의 상품화가 가속화되었다고 한다. 한편, 독일 정부는 연구개발 인력에 대한 인건비 보조 프로그램도 시행하고 있다.

영국에서는 PTP(Postgraduate Training Partnership), CASE(Co-operative Awards in Science and Engineering) 등과 같은 다양한 산학연계 프로그램을 실시하고 있다. PTP는 통상 산업성과 공학 및 물리 연구위원회가 주관하는 박사과정 대학원생에 대한 인력훈련 및 산학 연계 프로그램으로 선발된 훈련생은 대학과 연구기관의 감독하에 산업적

적합성을 가진 프로젝트를 수행한다. CASE는 박사과정 학생이 기업과 대학의 협동연구를 수행하는 것을 지원하는 프로그램으로, 이 프로그램의 지원을 받는 학생은 SERC(Science and Engineering Research Council)이 주는 기본급 이외에 기업으로부터 재정 지원을 받으며 기차제도 제공받는다. 이와 유사한 캐나다의 프로그램으로 Industrial Research Fellowships가 있다(장창원 2009).

나. 과학기술 교육 제도 및 정책과제

1) 융합인재 양성을 위한 과학·기술 교육 정책 과제

교육과학기술부는 2011년 청와대 업무보고에서 ‘11년도 13대 주요 정책과제 중 세계적 과학기술 인재 육성을 위해 창의적 융합인재 양성을 위한 초·중등 『STEAM』 교육 강화를 제시하였다. 이 정책은 초·중등 교육과정에서 과학기술에 대한 흥미를 키워 주는 “과학예술 융합교육 『STEAM』”을 강화하겠다는 것으로, STEAM이란 과학, 기술, 공학, 예술, 수학(Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics)의 약자이다. 이 정책은 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 융합적 사고와 문제해결 능력을 배양하는 것이 목적이다. 이를 위해 세부 과제로 과학·기술·공학·수학의 학습내용을 핵심역량 위주로 재구조화하고 과목 간 연계를 강화하며, 예술적 기법을 접목하는 과학예술 융합 교육과정 개발, 국내외 연구소·대학·기업 등이 보유한 첨단 시설과 인력을 활용하여 교사와 학생을 대상으로 교사·학생 대상 현장 연수·체험 프로그램 제공, 첨단기기·장비를 활용해 흥미, 학습효과,

첨단기기에 대한 활용능력을 제고할 수 있는 ‘미래형 과학기술’ 교실과 수업모델 개발을 추진하고 있다. 또한 교과부 R&D 예산의 일정액을 초·중등 STEAM 교육에 투자하는 방안도 검토하고 있다고 밝히고 있다⁴⁸⁾. 이러한 방안은 그 자체로서 의미를 가지고 있으나, 동시에 한계점도 가지고 있다. 첫째, 창의적 융합인재 양성이 초·중등 과정에만 초점을 맞추고 있다. 국가 신 경쟁력 제고를 위해 가장 필수적인 고등 과정은 해당 정책의 범주에 포함되지 못하고 있다. 둘째, 과학기술 교육에 흥미를 부여하기 위한 보조적인 수단으로, 예술(Art)을 보조적인 의미로 활용하는 것에 그치고 있다. 이는 기초 과학기술 교육에 예술(Art)적 기법을 활용해 교육의 흥미를 높이는 것에 머무는 한계가 있다. 셋째, 이로 인해 목표로 하고 있는 ‘창의적 융합인재’ 양성이 단순한 예술(Art) 기법만 과학기술 교육에 부가됨으로써 가능한가라는 점에서도 한계를 가지고 있다.

현재, 교육과학기술부의 인력양성 정책에 다음과 같은 정책 전환이 요구된다고 하겠다. 첫째, 현행 초·중등에 초점을 맞춘 정책을 고등 교과 과정을 대상으로 확대·전환하는 정책이 필요하다. 둘째, 융합의 대상을 예술(Art)로 국한하지 말고 인문·사회과학(예술도 포함한) 지식까지 대상을 확대해야 한다. 셋째, 과학기술과의 융합 대상학문(현재는 예술(Art))을 단순히 과학기술 교육의 흥미를 유발하기 위한 단순 도구 또는 수단으로 활용하는 것이 아니라, 본질적 의미에서 대등한 융합교육을 지향해야 한다.

선진국의 과학·기술 인재정책 사례에서 살펴보았듯이, 선진국들은

48) 교육과학기술부(2010), 2011년도 주요 업무 보고.

특정한 과학·기술 영역에 깊은 전문지식을 가진 인재를 육성하기보다는 인문·사회과학(예술도 포함한) 지식과 과학·기술을 동시에 가진 초다학제적인 융합 인재의 육성에 정책의 초점을 맞추고 있다.

우리나라에서도 국가 신 경쟁력 제고를 위한 R&D의 성과 확산과 융합 인재 양성을 위해서는 대학 및 대학원에서 과학·기술에 대한 지식과 함께 인문·사회에 대한 지식을 함께 습득할 수 있는 초다학제적인 융합 교과과정의 개발과 지원이 필요하다.

이러한 교과과정을 통해서 향후 서비스 경제시대의 새로운 혁신적인 서비스를 연구·개발하고, 기존 서비스를 개선할 수 있는 융합형 인재의 양성과 함께 과학·기술 지식과 함께 인문·사회 과학 지식을 동시에 지닌 인력이 필요한 기업 및 산업계의 요구에 부응할 수 있을 것이다.

2) 교육별 변수의 구조적인 변화와 정책 과제

한국은 국내적으로는 '90년대 이후 'IMF 외환위기'로 경기의 둔화와 구조조정 지속, 정보통신의 혁혁한 변화 등으로 산업의 디지털화, 자동화가 이루어졌다. 그리고 '고용 없는 성장', 저출산·고령화로 인한 핵심 생산인구의 감소, 대학의 급격한 양적 팽창으로 인한 대졸자의 증가로 '청년 실업'의 증가 등의 변화를 겪고 있다. 이 과정에서 대학교육이 직접적인 경제성장 기여가 상대적으로 작았던 것으로 이해되고 있다.

2004년 현재, 고교졸업자의 82.4%가 넘는 대학등록률을 보이고 있으며, 한국이 선진국 진입에 필요한 조건은 대학교육의 경제 성장에

대한 기여도를 높여야 한다는 점을 감안할 때, 대학교육의 양적·질적인 구조조정이 필요하다고 판단된다. 장창원(2009)에 따르면, 졸업생의 진출방향 분석, 업체의 요구분석 및 직무분석에 근거한 교육과정설계가 요구되나, 아직도 많은 대학이 현장성이 부재된 주먹구구식 교육과정이 편성, 운영되고 있다. 이에 따라 정규대학과정을 이수한 졸업생의 취업률이 저조한 실정이며, 현장 실무 능력이 떨어져 취업 후에 업무적응에 긴 시간이 소요된다. 그러다 보니 산업체에서는 실무에서의 즉시 적응력을 가진 경력자를 선호하여 졸업생의 취업난이 심화되고 있다.

이에 대비하기 위해 현장 인턴십을 의무화하는 체제를 구축하는 것이 필요하다. 학부, 대학원, 박사과정별로 각각 6개월 이상 현장부서 인턴십 근무를 의무화하여 인턴십 학점을 6학점 이상 배정하는 방안도 고려해 볼 수 있다.

또한 국가 연구사업 추진 연구기관에서 일정비율 인력 인턴십으로 활용토록 추진하고, 인턴십 채용기관에 기본인건비를 지원하는 방안도 추진한다. 나아가, 기본기술에 충실하며 현장실무중심의 신 교과과정을 수립하여, 각 대학에서 실행되도록 대학커리큘럼을 개정 및 적용을 추진한다. 교과과정 개정위원회를 상설로 운영하여 매년 신기술, 산업 현장요구기술을 커리큘럼에 상시 반영할 수 있는 체제를 마련한다.

예를 들어, IT의 경우 신 교과과정은 새로운 언어, 미들웨어기술, 신 응용기술, SI 등 프로젝트 중심의 내용으로 개선하는 것이다. 이 과정에서 BIT, BNT, BET 등 기술융합분야가 필요로 하는 학제적 교육과정이 신설되고 확대될 수 있을 것이다.

미국의 주요 공과대학들은 다양한 산학협동 프로그램을 통하여 학

생들에게 현실 문제를 접하고 이를 해결하는 능력을 키워 주고 있다. MIT 공대의 예를 들면, 대학과 산업체와의 긴밀한 유대로 산학협동을 통한 인력양성이 활발히 이루어지고 있다. 5년제 학석사과정으로 운영되는 “공학현장실습제도”는 여름학기 3학과와 정규학기 1학과를 산업체에서 근무하고 학점을 인정받는 제도이다. 졸업논문은 지도교수와 해당업체 임직원의 공동지도로 산업현장에서 작성하며, 참여 학생은 해당업체로부터 정규직원에 해당하는 급여를 받는다. 졸업 후에는 대부분 인턴과정을 수료한 기업에 취업한다. 학부생의 90%는 “학부생 연구기회 프로그램”(Undergraduate Research Opportunities Program: UROP)을 통하여 실질적인 연구수행능력을 쌓는다. 연구주체에 따라 교수와 연구원, 대학원생, 학부생으로 구성되는 준공식적인 연구 그룹에 가입하고, 주로 산업체에서 수주한 프로젝트를 수행한다. 대개 1년 이상 참여하되 참여기간에는 제한이 없으며, 6학점까지 인정받을 수 있고 프로젝트비용에서 급여가 지급된다. MIT대 졸업자의 창의성은 UROP에서 창출되는 것으로 평가받고 있다. “제조업 지도자 과정”(Leaders for manufacturing Program)은 공학과 경영학 학생을 주요 대상으로 하며, 기업체에서 교수에게 연구기금을 대 주고 학생들이 해당 프로젝트에 참여하는 방식으로 운영된다.

영국의 경우, 통상 산업부를 중심으로 중소기업과 대학 간의 산학협동에 다양한 지원프로그램을 운영하고 있다. 여름방학 기간 중 대학 2학년 및 3학년생이 8주 동안 지역의 중소기업이나 비영리법인에서 현장실습을 할 경우, 중소기업은 통상 산업부가, 비영리법인은 Shell사가 각각 인건비의 50%를 지원(STEP: Shell Technology Enterprise Program)한다. 현장실습생에게는 참여업체가 필요로 하는 연구과제가

부여되며, 실습생은 기업 내 상급자와의 연계하여 해당과제를 수행하면서 학문적 이론을 현장에 접목시키는 기회를 가진다. 일정수준의 기술자격 취득자가 중소기업과 대학의 공동감독하에 특정 연구 과제를 수행할 경우, 통상 산업부가 해당기술자 및 교육기관에 장학금과 시설 개선자금을 지원한다(CBP: College-Business Partnerships). 사업체 근무인력이 대학에서 해당업체와 관련된 고급학위(대체로 3년 과정의 박사학위)를 취득하거나 연구 과제를 수행하는 경우에도 정부가 지원한다(PTP: Postgraduate Training Partnerships)

독일의 경우에는 학부과정은 물론이고 박사과정도 산업계와의 밀접한 연계로 이루어진다. 대학교수와 산업체가 함께 프로젝트를 수행하며, 학생들은 이러한 프로젝트에 참여하면서 연구주제를 얻고 논문을 작성한다. 어문학이나 역사학 등을 제외한 대부분의 학과에서 일정기간의 현장실습을 요구한다. 베를린 공대의 경우, 전공분야에 따라 6개월~1년의 산업체 현장경험을 의무화하고 있고, 아헨공대의 경우에는 입학 전 6개월, 입학 후 6개월의 현장경험을 의무화하고 있다. 전문대학(fachhochschule)의 경우에는 재학생의 상당수가 이원제도(dual system)하에서 직장과 병행하여 교육을 받고 있다.

공학교육의 질이라는 측면에서 교수의 자질은 매우 중요한 부분이다. 미국에서는 교수를 채용 할 때 본교출신은 가능하면 배제하는데, 이는 대학교육이 기존의 틀을 답습하는 대신 외부의 새로운 성향을 받아들이기 위한 것이다. 교수의 급여도 강의를 하지 않는 여름학기 2개월은 교수 자신의 연구기금에서 지급하도록 되어 있으며, 연구 활동을 지속하기 위해서는 외부프로젝트의 수행이 필수적이다. MIT대의 경우, 교수의 정년(tenure) 심사는 대학 내부 및 외부인사에 의뢰하여

이루어지는데, 외부인사의 1/4은 해외의 전문가로 구성한다. 대학교수의 대부분은 산업체 근무경험을 갖고 있으며, 산업체와의 긴밀한 유대로 연구 활동을 지속한다. 교수가 되기 위해서는 박사학위 취득 후 5~6년간의 교수자격 연구과정을 이수한 후 교수채용 심의를 거치는데, 이 과정에서 탈락할 경우 교수로 채용될 수 없다.

일본은 교수채용에서 현장경험을 중요시하지 않고 종신고용이나 연공서열의 성격이 강하다는 점에서 우리와 비슷하다. 그러나 이에 대한 반성이 확산되면서 교수를 임용할 때 산업체 또는 국책연구소 등의 근무경험이 중요시되고 있고, 외국인 교수의 채용에도 적극 나서고 있다. 동경대의 경우, 공과대학교수의 1/4이 산업체나 국책연구소 근무경험을 갖고 있으며, 동경공업대학의 경우에는 기업의 지원금으로 운영되는 기금교수직이 광범위하게 활용되고 있다.

국제화 수준이 저조한 것도 문제점으로 지적된다. 업무수행에 필수적인 영어구사능력 배양을 위한 교과 시스템 미비로 국내인력이 세계적인 시장에서 경쟁할 수 있는 기본능력이 다소 뒤쳐진 실정이다.

이를 대비하여 해외 인턴십 체제를 구축하도록 한다. 국내 우수 인력을 선발하여 해외 유명대학 및 관련 산업체에 6개월 이상 인턴십을 대량으로 추진하여 글로벌 국제 전문 인력 양성체계를 구축하는 것이다. 해외 유명교육기관에서 언어 및 해외 마케팅기법, 기업문화 등을 일정 기간연수한 후 관련 산업체에서 일정기관 인턴사원으로 활동하도록 지원하는 방안이다. 그리고 해외 인턴십 수료자에게는 해외 취업 기회 제공 또는 국내 기업 해외마케팅 전문 인력으로 활용하도록 인력DB를 구축하여 운영하는 것이 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

또한 대학 내에서 선행되어야 할 과제는 능력 평가시스템의 구축이

다. 현재는 학위 수여제도 자체 외에는 능력을 객관적으로 입증할 만한 평가 시스템이 없다. 획일적인 학사 운영으로 핵심 능력 배양에 실패하고 있는 것은 대학의 책임이라 하겠다.

조장희(2011) 가천의대 뇌과학 연구소장은 “연구중심대학은 대학원 대학이 되어야 국가경쟁력이 생긴다.”라고(2011, 34차 미래인재포럼) 주장했다. 왜냐하면, 한국과 같은 실정에서는 재정적 지원도 문제가 되지만 연구인력 자체가 부족한 현실에서 현재의 모든 대학들이 연구 중심의 대학이 되겠다는 것은 불가능하기 때문이라고 주장하고 있다. 대안으로 기능분류가 선행되고, 이에 따라 교수의 연구업적평가가 뒤따라야 할 것을 주장하고 있다. 이렇게 하기 위해서는, 우선 한국 실정에서 소수의 국제적인 수준의 연구를 할 수 있는 대학을 엄정하고도 객관적인 방법으로 선정한 다음, 그 대학에서도 연구 활동을 할 수 있는 과 및 집단을 선별하여 지원하고, 점차적으로 선정된 대학전반에 확대시키는 방법으로 유도하며, 일단 이러한 학교와 과 및 집단이 선정되면 이에 해당하는 교수임용 및 승진 규정을 국제적인 수준에 준하도록 개선하고 여타의 대학들은 이들을 모델로 하여 연구여건과 우수교수를 채용하여 연구중심대학을 원할 경우 필요한 여건을 갖추도록 유도할 것을 주장하고 있다. 나머지 많은 대학들은 급속히 발전하는 산업화 사회의 시대적 요청에 따른 전문 인력을 양성하는 교육훈련 중심대학으로 거듭나야 한다.

3) 국가 신 경쟁력 제고를 위한 패러다임 전환 필요

과학기술 단일 영역에 대한 교육 및 인력양성 정책은 21세기 지식

경제시대 및 서비스경제시대 국가 신 경쟁력 제고를 위해 재검토가 필요한 시점이다. 특히, 우리도 미국 및 일본 등 주요 선진국같이 과학·공학·기술·수학 분야의 전문 지식과 함께 인문·사회·과학 지식도 함께 보유한 인력의 양성과 교육으로 과학기술 교육 및 인력양성에서 패러다임의 전환과 정책 수립이 이루어져야 할 것이다.

다. R&D 성과 확산 정책과제

1) 지적자본 변수의 획기적인 기여와 정책과제

1965~1989년간의 지적자본(R&D 자본)의 경제성장 기여는 -27.6%로 음의 기여를 하는 것으로 추정된 반면에, 1975~2004년간의 동 변수의 경제성장 기여는 24.1%의 기여를 보여 주고 있다. 물론, 직접기여율은 -9.29%로 음의 기여를 하고 있지만 대단한 지적자본의 기여율 변화를 보여 주고 있다. R&D에 의해 총 요소생산성을 증가시키기 위해서는 단순히 R&D 투자 증대를 넘어서 기술혁신주도형 경제성장 패러다임에 적합한 사회경제제도의 정비가 전제 조건이며, 공공연구기관을 통한 연구 성과 공급, 기술개발자금 지원, 기술지원, 인력양성 등 기술공급 중심 정책을 보완할 필요가 있다. 즉, 기술공급정책과 기술혁신성과에 중대한 영향을 미치는 각종 규제제도, 기술금융시장, 노동시장, 개방적 무역정책, 시장경쟁 및 전략적 정부구매 등 모든 사회경제제도의 연계를 고려하는 ‘총체적 과학기술혁신정책(holistic innovation policy)’으로 전환할 필요가 있다.

2) 지적자본과 인적자본의 연계 필요

이러한 변화는 대학교육의 기여율이 지적자본을 경유하여 나오는 것으로 이미 앞에서 상론을 하였지만 대단한 변화로 받아들이지 않을 수 없는데, 이는 지식기반사회에서 경제성장의 원천은 지적자본의 투자로 생성된 새로운 지식과 기술이 경제성장의 원천임을 보여 주는 것으로 분석할 수 있을 것이다.

한국은 이러한 경제성장 원천을 대학교육을 통해 확산시키고 현장에서 활용되는 지식경제의 초기 메커니즘이 작동되고 있음을 보여 주는 것으로 판단된다.

3) 초다학제적인 지식을 가진 인력양성 필요

융합학과 및 융합 대학원은 대다수는 정보기술(IT)과 생명공학기술(BT)의 접목, 정보기술(IT)과 나노기술(NT)의 접목 등과 같이 이학 또는 공학 내의 학분 분야의 융합을 지향하고 있다. 이로 인해 개별 과학 및 기술 영역 내에서 해결하지 못한 문제를 융합적인 방법을 통해 해결할 수 있는 부분은 있으나, 과학 및 기술을 뛰어넘는 통찰력을 가진 인력의 육성과 연구개발(R&D) 활동을 수행하는 것에는 한계를 가지게 된다. 또한, 우리 대학이 갖고 있는 근본적인 문제점은 획일적인 교육체제로 인해 특성화된 인력양성이 어렵다는 데 있다. 현재는 교육기관이 전반적인 분야에 걸친 균형 있는 발전을 추구함에 따라 개성 있는 인재육성이 원천적으로 봉쇄되어 있다. 서로 다른 기술특성을 가진 분야들도 동일한 커리큘럼 내에서 교육되어 한 분야에 대한 심도

있는 교육체계가 미비한 실정이다. 이와 같은 획일적인 교육체제는 IT 영재에 대한 전문교육 실시의 어려움을 유발시켜 IT분야에 창의적인 능력을 보유하고 있는 영재 발굴 및 육성을 어렵게 하고 있다. 따라서 대학별로 중점 분야에 대한 특성화 정책을 통해 학교 위주보다 개성 있는 인재 위주의 육성방안이 절실히 필요하다. 이를 위해서는 우리나라의 교육철학에 근본적인 변혁이 있어야 할 것이고, 이를 위한 사회적 공감대의 조성이 필요하다(장창원, 2009).

국가 신 경쟁력 제고를 위한 과학·기술 인력의 양성을 위해서는 개별 과학·기술 분야의 융합을 넘어서 인문·사회과학 영역에 대한 지식과 함께 과학·기술 영역에 대한 초다학제적인 지식을 함께 가진 인력의 양성이 필요하다.

4) 스마트시대의 지식확산 정책과제

급격한 산업화를 이루는 과정에서 지금까지의 지식확산과 소셜네트워크가 발달한 스마트시대에는 다른 특질을 갖게 된다. 우선 인재들이 지식을 얼마나 머리에 담고 있는지는 더 이상 중요하지 않다. 지금까지 제한적으로 획득할 수 있었던 지식의 수십억 배나 되는 정보가 인터넷을 통해 누구에게나 제공되고 있기 때문이다. 따라서 굳이 지식을 얻기 위해 학교를 갈 필요가 없게 되었다. 다만, 지식을 어떻게 찾고 어떤 방향으로 가야 할지를 제시해 주는 훌륭한 멘토가 필요한 세상이 되었다. 따라서 R&D 성과의 확산을 위해서는 새로운 역할을 찾아야 할 것이다. R&D 성과의 확산을 위해서는 분야별 R&D 성과를 제공할 수 있는 R&D 애플리케이션의 구축과 이를 활용할 꿈과 열정을

심어줄 필요가 있을 것이다, 정부는 이를 위한 촘촘한 네트워크 구축을 도와야 할 것이다.

5) 한국형 전문 이공학 석사 과정(Korean Professional Science & Technology Master's Degree Program, KPSTM) 개설 및 지원을 위한 정책과제

국내에서 인문·사회과학 지식과 과학 지식을 결합해 산업계 등에서 필요로 하는 융합형 인재 양성을 촉진하기 위해서는 한국형 전문 이공학 석사 과정(Korean Professional Science & Technology Master's Degree Program, KPSTM) 개설 및 지원이 필요하다.

장창원 (2009)에 따르면, 종래 큰 폭의 공급과잉이 예상되었던 석사의 초과공급은 이학은 14%, 공학은 3%로 크지 않은 것으로 보인다. 그리고 전공에 따라서는 큰 폭의 초과수요도 예상된다. 이것은 앞서 논의한 바와 같이 지식기반산업의 성장으로 석·박사 인력에 대한 수요가 큰 폭으로 성장하고 있는 데 반해, 학령인구 감소와 진학률 감소로 인해 공급은 증가폭이 낮아지거나 감소하기 시작했기 때문이다. 이처럼 석·박사 인력의 공급이 수요를 못 따르거나 근접하고 있는 데 반해, 전문학사와 학사의 초과공급은 여전히 높은 것으로 분석된다.

이 같은 인력 수급차의 양극화 현상은 앞으로 더욱 뚜렷할 것으로 판단된다. 따라서 향후 과학기술 정책의 기조는 미래 핵심기술 고급인력의 양성과 질적 수급 불균형 해소에 두어야 한다. 이를 위해서는 무엇보다도 다음과 같은 네 가지 기본방향을 제시한다.

- ① 세계적 수준의 핵심 과학기술 인력의 적극적인 양성
- ② 수요지향적인 과학기술 인력 교육 및 양성체계 수립
- ③ 새로운 수요에 대응할 수 있는 유연한 과학기술 체계의 수립
- ④ 과학과 산업 관계들을 강화와 효율적 인적 자원의 활용

이 같은 문제의식을 바탕으로 아래에서는 과학기술 인력의 수급불균형을 해소하고 활용을 확대하기 위한 추진전략과 정책방안을 논의하고, 이를 과학기술 인력의 양적 불균형과 질적 부조화 해소를 위한 길라잡이로 삼고자 한다.

대학원이 연구개발 능력을 보유한 고급인력을 갖출 수 있도록 지원한다. 석·박사급의 고급 핵심인력은 앞으로도 꾸준히 부족할 것으로 전망된다. 연구·개발에 필요한 시설·장비가 확충되도록 하여 명실공히 교육과 연구가 동시에 이루어질 수 있도록 연구 환경을 조성하여 전문 지식을 보유한 교수요원이 충분히 활용될 수 있도록 한다. 고급인력이 활동할 수 있는 여건이 갖추어지지 못하면 이들 고급인력의 해외유출과 해외 우수인력을 유치하는 데 어려움이 발생하게 된다.

기술선진국과의 인력교류를 위하여, 또 국내대학에 자극을 유발할 수 있도록 하기 위하여 해외 교수초빙 체계를 구축한다. 해외분야 전문교수 확보 채널을 구축하여 미국 등 선진국의 전략분야 교육전문가를 국내에 공급하도록 한다. 국내 시범대학을 선정하여 집중적인 해외 교수 초빙지원을 통하여 시범적으로 운용한다. 또한 해외초빙 교수의 활동영역을 확대하여 학내 학생평가기준, 국내 관련 사업평가, 각종 자문 및 심의 위원으로 활용토록 한다.

미국을 중심으로 운영하고 있는 전문 이학 석사(Professional

Science Master, PSM)는 순수 이학, 과학, 수학 중심의 학과 과정으로 생물학 및 환경학 분야가 전체의 절반을 차지하고, 의료, 수학, 물리, 화학 분야의 순으로 프로그램이 구성되어 있어 기초과학 분야 연구자가 기업 및 산업계로 진출하는 것에 도움을 줄 수 있다. 한국의 과학·기술 인력 양성에서는 기초과학 분야와 함께 공학 분야도 강조되고 있어, 이 제도를 우리나라에 도입하려면 기초과학과 공학 분야를 포괄해서 한국의 과학·기술 인력에 맞춘 한국형 전문 이공학 석사과정(Korean Professional Science & Technology Master's Degree Program, KPSTM)으로 확대하는 것이 필요하다. 이 과정의 개설을 위해서는 해외 전문 이학 석사(PSM) 교과과정 실태 조사 및 학위자의 기업 및 산업계 진출 현황 분석, 한국형 전문 이공학 석사과정(KPSTM) 교과과정 개발, KPSTM 과정 이수자에 대한 산업계의 수요 예측 및 파급 효과 분석 등에 대한 지원과 과정 설치 대학에 대한 지원이 필요하다. 이 과정을 통한 융합 인재 양성을 통해 수학, 물리, 화학, 생물학 등 기초과학 연구자와 함께 공학 전공자의 산업계 진출 확대에 기여할 수 있을 것이다.

6) R&D 확산을 위한 향후 정책과제

향후 정책연구 과제는, 한국이 선진국으로 진입하기 위해서는 경제 성장과정에서 대학의 역할을 제고하는 것이다. 지식기반사회에서 대학의 역할을 제고하기 위해서는 양적인 공급을 늘리는 방법도 있으나, 우리의 경우는 이미 고교졸업자 중 대학등록률이 약 83%를 넘고 있기 때문에 양적인 문제보다는 질적인 문제인 것이다.

이를 위해서는 기존 대학의 양적인 구조조정이 필요하며, 더욱 중요한 것은 대학의 질적 경쟁력을 높이기 위한 정부의 대학 지원 역할 역시 제고되어야 하는데, 교육예산의 10% 정도가 대학 지원 예산으로 쓰이고 있으나, 이를 획기적으로 늘려야 할 것이다. 오바마 대통령 연두 교서에서는 막대한 재정적자 상황에서 향후 5년간 정부지출 동결에도 불구하고 제2의 스푸트니크 모멘트를 언급할 정도로, 미국의 경쟁력 강화를 위한 과학기술 이노베이션과 교육 투자에 대해 강조하고 있다. 특히 미국의 중국 및 인도 등 신흥 국가의 부상을 적시하고, 21세기 미국의 국가 경쟁력과 미국 기업의 경쟁력을 제고하기 위해서는 과학 및 수학 교육과 연구개발에 대한 투자를 강화해야 한다고 역설하고 있다. 그리고 대학 자율성을 더욱 높여야 할 것으로 생각되는데, 이로써 교수연구를 통한 새로운 지식과 새로운 기술이 창출되고 대학 교육의 질을 제고하여, 신지식과 기술이 체화된 우수한 졸업생이 중등교육과 공공부문 민간부문에 확산하여 중등교육의 질 제고 뿐만 아니라 산업경쟁력을 제고하여 경제성장에 기여하도록 해야 할 것이다.

교육시장과 노동시장을 어떠한 방법으로 연계시키는데 있는데, 이와 관련하여 첫째, 제한적인 인적자본의 투자효율을 극대화하기 위해서 노동시장의 거시적인 교육투자수준별 수익률을 구해야 할 것이다.

이를 검증하기 위해서는 미시자료를 이용한 투자수익률로 상호 검색하는 과정이 필요할 것이다. 검색결과를 이용하여 얻은 노동시장의 미시적인 투자수익률(학력별, 직종별, 산업별, 성별 등)정보는 인력계획 입안자에게 교육수요자 및 공급자에게 제공되어야 할 것이다.

향후 지속적인 경제성장과 또한 지식기반사회의 심화로 새로운 지식과 기술을 창출하고, 이를 제때에 확산하고 보급시키기 위해서

R&D시장과 교육시장을 연계하는 정책과제가 중요하게 대두되고 있으며, 신속히 실질적인 대응방안이 마련되어야 할 것이다.

우리나라의 인적자본 축적(human capital stock)을 추정하여 내생경제성장모형의 연구를 활성화함으로써 동 요소의 경제성장 기여를 정확히 추정케 하는 기반을 이룩해야 할 뿐만 아니라 인적자본과 지적자본을 포함하는 총자본 스톡개념의 전환을 가져와서 소프트웨어를 중시하는 사고 및 제도 체계로 국가경쟁력을 길러야 할 것이다.

세계시장의 급격한 기술변화와 체제변화에 따라 국내노동시장의 필요한 산업인력수요의 내용도 같은 속도의 변화를 요구하기 때문에 이에 걸맞은 노동력을 확보하기 위한 인력양성 체계를 갖추기 위해서는 교육기관 및 기업의 직업훈련 교과과정이 유연성을 가져야 할 것이며, 기술변화와 노동시장 변화를 적절히 반영하지 못하는 회귀모형을 중심으로 하는 인력수급 예측 방식이 지양되어야 할 것이다.

이를 위한 툴(tool)은 현재 세계은행 등이 중심이 되어 제안하고 있는 인력수급, 인적자원개발에 노동시장신호(labor market signals) 체제를 적극 도입하는 것을 정책적 시사점으로 삼고자 한다.

라. 국가 신 경쟁력 제고를 위한 인력수급 정책과제

1) 과학기술 인력 추계결과에 따른 정책과제

첫째, 기존의 과학·기술 인력수급 전망 관련 연구들은 전망의 기초가 되는 통계자료의 활용에서부터 많은 한계점을 내포하고 있다. 관련 자료들 간의 연계의 기초가 되는 분류체제상의 불일치가 발생하고, 동

일한 자료일 경우에도 작성 시기에 따라 분류기준의 불일치 문제가 있어 시계열 자료의 구축이나 활용상 어려움이 발생한다.

둘째, 이에 따라 방법론상으로 선진화된 전망방법을 토대로 우리의 모형을 개발하여 전망을 실시하고자 경우에도, 모형을 적용하기 위하여 반드시 필요한 통계자료가 만들어지지 못하였거나 있다 하더라도 추정방법으로 개선되어야 하며 미흡한 경우가 많다. 이를 고려하지 않고 만든 이상적인 전망방법은 그대로 적용하기 어렵기 때문에 대체변수를 사용하거나 일부 과정을 생략하는 등 유용성이 떨어진다.

이러한 결과는 전망과정상에 요구되는 각종 기초자료를 사전에 정비해야 하는데도 불구하고, 이에 대한 전체적인 몰이해와 장기적인 전략의 부재에 기인한다. 과학·기술 인력수급 전망을 실시하기 위해서는 세부적이고 장기적이며 통일된 기준에 따라 분류된 여러 가지 통계자료가 필요하며, 이들 자료는 성격이 다른 여러 기관에서 생성되고 있으므로, 이를 종합하고 총괄할 책임 있는 정부기관이 필요하다. 또한 담당 정부기관은 상당한 비용과 기간이 필요한 체계적인 통계정비를 위하여, 부처 간의 협조나 예산확보는 물론 전망관련 연구기관 간의 조율도 책임져야 한다.

2) 과학기술 노동시장과 교육시장의 연계를 위한 정책과제

본 항목은 현존하는 과학기술 인력 중 신규 전문 인력의 취업난을 낮추기 위해서는 추정결과에 대한 신뢰를 높여야 할 것이다. 이를 위해서 보다 좁혀진 과학기술 인력의 노동시장의 부문 내에 존재하고 있는 직업부문 간 그리고 동일 직업 내의 학력 간 노동이동 저해를 가

능하면 제거함으로써 이를 바탕으로 과학 기술 인력의 시장에 확산 적용하기 위해서 일반화할 수 있는 정책제안으로 활용하고자 한다.

첫째, 부문 내 신규 인력의 직업 능력차에서 비롯된 과학기술 인력의 전문 직업 능력의 균등화이다. 신규 전문 인력의 전문 직업 능력인 기술능력의 편차는 교육과정 내용의 편차로 비롯된다. 다시 말하면, 각 과정마다 교과과정을 통해 습득되는 신기술 습득내용은 노동시장에서 필요하다는 평가를 받기도 하지만, 평가를 받지 못해 취업에 도움을 주지 못하기도 한다. 졸업생의 과학기술 전문 직업 능력 평가는 각 공급인력을 배출하는 학교와 교수의 노력 여하에 달려 있을 것이다. 이러한 과학기술 교육시장의 졸업생 편차의 엄연한 존재는 과학기술 교육시장의 균등화 노력을 위한 노력이 매우 중요함을 말해 주고 있다.

둘째, 과학기술 부문 간 인력이동 제한에서 볼 수 있듯이, 직업군 내에서 세부 직업별 이동도 어렵지만 직업군 간 인력이동은 더욱 어렵게 한다. 교육시장에서는 과학기술 학과라 하더라도 2~3가지 관련 전문 직업 능력을 갖추고 배출시켜야 한다. 교육과학기술 전공자의 내에서도 복수전공이 필요하다. 더 나아가서 경제학 경영학과 같은 사회과학 전공을 기본으로 하는 광역화된 복수전공도 필요할 것이다. 왜냐하면, 과학기술 전공자가 취업한 부문을 성공적으로 상위단계의 직무를 수행하기 위해서는 기술시장의 흐름, 시장기획 및 전망, 마케팅, 과학기술 부문의 PF를 위한 금융능력이 과학기술 전공자에게도 더욱 필요하기 때문이다.

셋째, 현존하는 IT를 포함한 과학기술 학과 중 무늬만 IT 학과이거나 과학기술의 이름만 빌린 경우가 너무 많다. 이와 마찬가지로, 철저한 노동시장 수요를 기초로 초과공급으로 평가받은 과학기술 학과는 부족한 인력의 과학기술 학과로 전환시키거나 정원을 축소·조정해야 할 것이다. 학과 조정은 학교별 또는 교수별 사정이 아니라 과학기술 인력 노동시장에서 필요한 졸업생의 공급이 더욱 중요하다는 시장논리로 결정해야 한다.

넷째, 교육시장과 노동시장의 인력이동의 흐름을 면밀히 검토하여 인력정책을 수립하고, 학생이나 교육훈련기관에 정보를 주기 위해서는 과학기술 인력 노동시장의 인력수급 뿐만 아니라, 이의 추정에 필요한 시계열 자료의 확충이 지속적으로 마련되어야 한다.

제7장

요약 및 결론

1. 요약
2. 결론

제7장 | 요약 및 결론

1. 요약

가. 연구 목적과 신 경쟁력 정의

본 연구는 향후 10년간 이러한 과학·기술 교육 부분의 신 경쟁력 구축이 필연적인 상황에서 우리 경제가 지향하게 될 과학·공학·기술·수학 교육의 중요성 인식과 확산을 위한 대응으로 과학·기술 교육의 변화 속도를 받아들이고, 이를 능가하는 인재육성정책 및 제도를 도출하는 데 목적이 있음을 밝힌다. 왜냐하면 우리 사회에서 1970년대까지는 교육혁명의속도가 기술발전의 속도를 앞질렀기 때문에 압축적 경제성장의 기반으로 빈부격차를 줄일 수 있었고, 신규 대졸 청년층의 경쟁력 제고로 취업률을 엄청나게 높였던 사실을 경험했기 때문이다.

본 연구를 위해 본 연구는 객관적이고 타당한 연구 결과를 도출하기 위해 다음과 같은 문헌연구, 전문가협의회, 관련 통계조사 및 관련 DB를 기반으로 추정 등의 연구와 기존 연구 결과를 활용하였다.

이를 위해 제2장에서는 과학기술 교육의 현황을 살폈고, 우리의 과

학, 수학 교육의 상황과 이공계대학의 경쟁력 등을 선진국과 비교하였다. 제3장에서는 신 경쟁력의 정의를 기존의 연구와 실증적인 연구를 중심으로 살펴보았다. 이를 토대로 본 연구에서는 과학·기술교육 부분에서의 신 경쟁력이란 R&D 투자증대를 통한 신기술 및 지식을 창출하고, 이를 과학, 기술 교육을 통해 내재시킨 우수인재를 개발하고, 경제, 교육, 과학의 유기적인 연계를 구축으로 R&D 성과를 활용함으로써 지속적인 경제성장에 기여하는 것으로 정의하였다.

나. 과학기술과 연계된 경제성장 및 과학기술 혁신정책 시사점

본 연구의 제3장에서는 생산함수모형으로 추정된 결과를 보면 중등 교육이 경제성장에 가장 크게 기여하는 요소임이 실증되었으며 이 모형은 교육투자의 증가로 내생적인 기술변화를 도모하기 때문에 규모 증가에 따른 수익체증을 이끌고 있음을 보여 주고 있다. 성장에 대한 교육효과는 다음의 세 가지 통로로 보여 주고 있었다. ① 교육수준이 증가된 노동력은 기능을 증가시켜 기술습득을 높여서 생산성이 증가되며, ② 대학교육의 투자가 내생적인 기술변화처럼 기업의 R&D 활동과 R&D 수요를 늘려서 노동력의 양성훈련에 기여하며, ③ 선진국으로부터의 기술이전과 작업현장에서 신기술을 배우고 채택하는 기술 확산 효과를 의미한다고 할 것이다. 특별히 한국이 선진국에 진입하기 위해서는 대학교육의 경제성장 기여를 크게 증가시켜야 할 과제를 안고 있는 것을 보여 주고 있다.

R&D에 의해 총 요소생산성을 증가시키기 위해서는 단순히 R&D 투자 증대를 넘어서 기술혁신 주도형 경제성장 패러다임에 적합한 사

회경제제도의 정비가 전제 조건이며 공공연구기관을 통한 연구 성과 공급, 기술개발자금 지원, 기술지원, 인력양성 등 기술공급 중심 정책을 보완할 필요가 있음을 시사하고 있다. 즉, 기술공급정책과 기술혁신성과에 중대한 영향을 미치는 각종 규제제도, 기술금융시장, 노동시장, 개방적 무역정책, 시장경쟁 및 전략적 정부구매 등 모든 사회경제제도의 연계를 고려하는 ‘총체적 과학기술 혁신정책(holistic innovation policy)’으로 전환할 필요가 있음을 시사하고 있다.

다. 2010~2020 과학기술 인력의 수급추정 전망

본 연구의 제4장에서는 2010~2020년간 과학기술 인력 공급은 113만 9천 명, 인력 수요는 97만 4천 명으로, 단순히 공급에서 수요를 뺀 초과공급량은 16만 6천 명(연평균 약 1.6만 명), 초과 공급률은 14.5%에 달할 것으로 전망되었다. 전공별로는 공학 8만 6천 명이 초과공급, 이학 1만 6천 명 초과공급, 의약학 7만 2천 명 초과공급이 전망되는 반면에, 농림수산학은 다소의 초과수요가 전망되었다.

학력별로 수급차를 분석해 보면, 과학기술 인력의 초과공급은 상대적으로 낮은 학력수준(전문학사 및 학사)에서 두드러질 것으로 전망되고 있다. 전문학사의 경우, 전망 기간 동안 신규공급은 21만 8천 명, 신규수요는 12만 8천 명에 이를 것으로 추정되어, 초과공급이 9만 명에 이를 것으로 보이며, 공학 6만 명 초과공급, 의약학 3만 5천 명 초과 공급인 반면, 이학 2천 명 초과수요, 농림수산학 3천 명 초과수요를 보일 것으로 전망되었다. 좀 더 세부전공별로 살펴보면, 공학 분야에서는 기타공학 1만 8천 명 초과공급, 컴퓨터·통신 1만 7천 명 초과

공급인 반면, 전기·전자 6천 명 초과수요가 전망되었다. 이학 분야에서는 생활과학, 수학·물리·천문·지리, 생물·화학·환경 모두에서 다소의 초과수요가 전망된다. 의약학 분야에서는 치료·보건 2만 명 초과공급, 간호 1만 6천 명 초과공급이 추정되었다.

학사의 경우에는 신규공급 63만 3천 명, 신규수요 55만 4천 명으로 초과공급이 7만 8천 명에 이를 것으로 보이며, 공학 3만 6천 명 초과공급, 이학 1만 8천 명 초과공급, 의약학 2만 9천 명 초과공급인 반면, 농림수산학은 4천 명 초과수요가 전망되었다. 세부전공별로 살펴보면, 공학 분야에서는 컴퓨터·통신 3만 명 초과공급, 건축 1만 6천 명 초과공급인 반면, 토목·도시 1만 명 초과수요, 전기·전자 8천 명 초과수요가 전망되었다. 이학 분야에서는 수학·물리·천문·지리 2만 2천 명 초과공급인 반면, 생활과학, 생물·화학·환경에서는 다소의 초과수요가 전망된다. 의약학 분야에서는 의료 1만 2천 명 초과공급, 약학 8천 명 초과공급이 전망되었다.

고급 과학기술 인력의 수급차를 살펴보면, 석사 과학기술 인력은 전망 기간 동안 신규공급은 22만 1천 명, 신규수요는 22만 명에 이를 것으로 추정되어, 초과공급이 1천 명에 이를 것으로 보이며, 의약학 5천 명 초과공급인 반면, 공학, 이학 및 농림수산학은 다소의 초과수요를 보일 것으로 전망되었다. 세부전공별로 살펴보면, 공학 분야에서는 컴퓨터·통신 1만 7천 명 초과공급, 산업 5천 명 초과공급인 반면, 토목·도시 5천 명 등 8개 분야에서 초과수요가 전망되었다. 이학 분야에서는 생활과학 6천 명 초과공급인 반면, 생물·화학·환경 9천 명 초과수요가 전망된다. 의약학 분야에서는 치료·보건 3천 명 초과공급인 반면, 의료에서는 다소의 초과수요가 추정되었다.

박사 과학기술 인력은 전체 전망 기간 동안 신규공급은 6만 6천 명, 신규수요는 7만 2천 명에 이를 것으로 추정되어, 초과수요가 6천 명에 이를 것으로 보이며, 전공분야별로는 이학과 의약학 분야는 초과공급, 공학과 농림수산학 분야는 초과수요가 나타날 것으로 전망되었다. 특히 주목할 점은 공학 분야 박사에 대해 전체 전망 기간 동안 1만 명 정도가 부족할 것으로 전망되고 있다는 점이다. 세부전공별로 살펴보면, 공학 분야에서는 전기·전자 등 3개 분야에서는 초과공급인 반면, 토목·도시 등 8개 분야에서는 초과수요가 전망되고 있다. 이학 분야에서는 생활과학, 수학·물리·천문·지리는 초과공급인 반면, 생물·화학·환경은 다소의 초과수요가 전망되었다. 의약학 분야에서는 의료, 간호 및 약학은 초과공급인 반면, 치료·보건에서는 다소의 초과수요가 전망되고 있다.

라. 선진국의 과학기술 인재정책 혁신 사례 연구의 시사점

본 연구의 제 5장에서는 미국, 영국, 일본의 STEM교육을 위한 정책과 R&D 확산정책을 살펴보았다.

1) 미국의 시사점

첫째로, 오바마 대통령 연두 교서에서는 막대한 재정적자 상황에서 향후 5년간 정부지출 동결에도 불구하고, 미국의 경쟁력 강화를 위한 과학기술 이노베이션과 교육 투자에 대해 강조하고 있다. 특히, 미국의 중국 및 인도 등 신흥 국가의 부상을 적시하고, 21세기 미국의 국

가 경쟁력과 미국 기업의 경쟁력을 제고하기 위해서는 과학 및 수학 교육과 연구개발에 대한 투자를 강화해야 한다고 역설하고 있다.

둘째로, 미국 경쟁력위원회의 ‘미국을 혁신하라(Innovate America)’ 보고서는 여러 측면에서 미국의 과학기술 교육과 인력양성에 전환점을 마련한 계기가 되었다고 볼 수 있다. 미국의 경쟁력을 제조업과 함께 서비스업까지 확장하여 조망하고, 미국 경제 활동에서 절반 이상을 차지하는 서비스 분야에서의 교육, 인력양성, 연구개발 투자 강화를 지적하면서 새로운 학문영역으로 서비스 사이언스에 대한 정책 강화를 주문하고 있다.

셋째로, 서비스 사이언스에 대해 “모든 사업체를 변혁시키고 경영과 전문적 기술의 교차점에서 혁신을 유도할, 기존의 컴퓨터 과학, 운영 연구, 산업공학, 수학, 경영과학, 의사결정과학, 사회과학, 법 과학이 혼합된 것”으로 정의하고 있다. 즉, 서비스 사이언스를 과학, 공학, 인문, 사회 과학의 여러 학문영역에 대한 다학제 영역으로 설정하고 있다. 이러한 서비스 사이언스에 대한 개념 정의에 기반을 두어, 대학 및 지역전문대가 기업과 협력하여 새로운 교과과정을 개발하고 이에 기반을 둔 인력을 양성할 것을 권고하는 등 구체적인 과학기술 인력 양성 정책 방향을 제시하고 있다.

또한 전문 이학(과학) 석사(Professional Science Master, PSM) 도입과 확대를 바탕으로 이학 분야의 전문지식뿐 아니라 실용적인 학문에 대한 지식도 함께 가지는 다학제적인 인력의 양성을 통해 미국 국가 경쟁력 강화를 도모하고 있다고 하겠다.

넷째로, 미국 경쟁력 법(America COMPETES Act: ACA 2007)은 법안 자체가 미국 국가 경쟁력 자체를 높이기 위한 목적을 가지고 있

다. 주목할 점은, 2004년에 나온 ‘미국을 혁신하라(Innovate America)’ 보고서의 서비스 사이언스 관련 정책 제안들을 충실히 반영하고 있다는 것이다. 서비스 사이언스에 대한 정의를 통해 서비스 사이언스의 성격을 찾을 수 있으며, 연방 정부의 의무와 관련해서 두 가지 시사점을 도출할 수 있다.

하나는, 서비스 사이언스 지원영역 구체화이다. 법안에서는 백악관 과학기술정책국(OSTP)과 국립 과학 아카데미(NAS)를 통해 상세 이행 내용을 부과하고 있다. 지원 내용으로는 ① 서비스 사이언스 연구, ② 서비스 사이언스 교육, ③ 서비스 사이언스 훈련 등 세 가지 영역으로 구분하여 연구개발(R&D)과 함께 인력 양성 및 교육을 필수적인 요소로 꼽고 있다.

다른 하나는, 서비스 사이언스 외부 연구에 대한 산학연 협력이다. 이는, 법안에서는 “2년제와 4년제 고등교육 기관으로의 리더, 기업과 다른 관련 단체와 함께 연구를 수행하여야한다.”고 지정하여, 서비스 사이언스 교과과정 개설을 통해 교육 및 훈련을 담당할 대학과 함께 대학에서는 서비스 사이언스를 통해 배출된 인력을 활용할 기업의 유기적인 참여를 이끌어 내기 위한 방안으로 서비스 사이언스 외부 연구를 수행할 국립 과학 아카데미(NAS)에게 가이드라인을 제시했다고 볼 수 있다.

또한 이 법안에서는 미국 경쟁력 위원회 보고서에 담긴 전문 이학 석사 과정에 대한 연방 정부 차원의 지원 의무를 부여함으로써, 그 내용을 법률적으로 뒷받침하고 있다.

다섯째로, 전문 이학(과학) 석사(Professional Science Master, PSM)는 미국 경쟁력 강화를 국가 차원, 지역 경쟁력 차원, 대학 혁신 관점,

학생의 이익 측면에서 지원한다고 볼 수 있다. ① 국가 차원에서는 과학 및 수학에 전문성을 가짐과 동시에, 시장에서 가치를 가진 전문 기술을 갖춘 인력을 양성하여 우수한 과학기술 인력에 대한 수요에 부합할 수 있다. ② 지역 차원에서는 현지 고용인들의 전문 이학 석사 과정과의 밀접한 파트너십을 통하여 현재와 미래의 인력 수요에 대해 긴밀한 협력을 할 수 있도록 한다. ③ 대학 혁신 차원에서는 본 프로그램의 다학제적 성격은 대학 내에서 여러 학과와 단과대학 사이의 협력을 촉진하고 혁신적인 연구와 발견을 위한 촉매제 역할을 할 수 있다. 그리고 ④ 학생의 관점에서 학위 후 경쟁력 있는 임금과 취업 기회를 제공해 과학, 수학, 기술 등의 분야에서 남도록 할 수 있다.

2) 영국의 시사점

『2004년-2014년 과학혁신을 위한 투자기본계획』은 과학기반구축을 위한 STEM인력의 공급확보와 유지를 위한 장기 전략을 담고 있다. 교육고용부와 무역산업부가 공동으로 경영하며, STEM의 프로그램 지름길은 이 주제를 지원하는 창의적인 범위를 조사하여 구축하고, 2영역에서 정부 재정지원의 효율성을 높이는 방법을 찾는 데 있다. 질적으로 우수한 인력을 STEM인력으로 유인하며 인구 가운데 STEM능력을 갖춘 인재 규모를 늘리는 데 있었다. 여기서 우리도 인재 공급 부처인 교육과학기술부와 고용노동부 그리고 인재 수요부처인 지식경제부의 강력한 연계로 우리의 STEM인력을 확보하기 위해서는 공동으로 경영하는 체제가 필요함을 볼 수 있으며, 정부재정지원의 주목적은 STEM인력의 양적 확보와 질적 향상에 있음을 시사받을 수 있었다.

동 보고서는 고등학교과정(POST-16)과 대학과정을 통해 학교로부터 STEM의 일정수준을 갖춘 개인의 양성공급이 근간을 이루는 데 필요한 지원의 초점을 맞추고 있다. 동 보고서의 실행은 확정 발표된 시간표와 자원이 지원이 가능한지를 갖고 진행되도록 맞추고 있으며, 현 정책의 목표가 분산되지 않도록 하고 있다. 하지만, 무역 산업부/컴퓨터통신(Open System Interconnection OSI) 충격을 포함해 어떤 미래개발과 비용, 예산 재배 정도 2007 종합지출 리뷰(comprehensive Spending Review)의 맥락 안에서 고려되도록 하고 있다.

이는 정책목표를 분명히 함과 동시에 시간과 비용, 즉 인력과 예산이 확실히 확보되고 있는가, 다른데 전용되지 않고 시행되는가를 보여주고 있음을 알 수 있다. 우리의 다년간(rolling years) 인적자원 개발 계획 등이 비용 인력 등의 확보를 전제로 정해진 시간표대로 수행하되, 수시로 변경되지 않아야 함을 보여 주는 사례일 것이다.

3) 일본의 시사점

첫째로, 일본의 제3차 과학기술 기본계획에서의 주요 시사점으로는, 21세기에서 새로운 지식을 창출하기 위해서는 지식과 글로벌 단위의 경쟁 속에서, 상이한 여러 영역에서 지능적인 결합과 융합을 통해 횡단면적인 연결이 중요하며, 새로 부각되는 다학제적인 영역 (Emerging and interdisciplinary fields)을 강조하고 있음을 알 수 있다. 또한 새로운 지식 창출과 새로운 경쟁력을 가진 혁신을 가속화하고 촉진하기 위해서는 기존의 과학 및 공학 중심의 혁신이 아닌 인문·사회과학과 자연과학·공학의 결합이 중요함을 강조하고 있다. 이러한 점에서 볼

때, 21세기 국가 신 경쟁력은 인문·사회과학과 과학·기술·공학·수학 간의 초다학제적인 연구와 초다학제적인 지식을 가진 인력의 양성이 핵심 요소로 부각되고 있다고 할 것이다.

둘째로, 일본 내각부의 이노베이션 25 보고서는 2025년 일본의 미래를 조망하면서, 특히 서비스 산업의 생산성을 대폭적 향상을 통해 전체 산업의 생산성을 높일 수 있는 기회 요인을 포착하고 있다. 특히 서비스 산업에 생산성을 향상시키기 위한 주요 수단으로서 IT의 적극 활용, 규제완화 등 신규사업 창출 촉진, 기존 분야 신규 참가 촉진 정책 등과 함께 새로운 학문 분야로서 서비스 과학 연구 추진의 중요성에 대해 강조하고 있다. 이러한 서비스 사이언스 연구를 통해 새로운 서비스가 제공될 수 있는 토대가 되는 서비스 이노베이션이 촉진되고, 또 과학기술 혁신에서 기존의 과학 및 공학의 여러 기술 분야(생명과학, IT, 공학, 환경, 에너지 등)와 함께 서비스 사이언스를 통합한 새로운 과제를 촉진하는 것이 필요하다고 지적하면서, 다학제적인 연구개발을 필요성도 제시하고 있다.

셋째로, 과학기술백서를 통해 일본의 산업의 국제 경쟁력을 제고하기 위해서 서비스 과학에 대한 중요성과 향후 서비스 과학의 진흥을 위한 노력을 강화해 나갈 필요가 있음을 명확하게 밝히고 있다. 특히 주요 6개 대학을 통해 “모델이 되는 우수한 교육 프로그램을 다른 대학에 널리 보급함으로써 일본의 대학에서 서비스에 관한 교육 연구를 추진” 전략을 밝히고 있어, 우수한 인력 양성을 위한 교육 프로그램을 개발하고, 이를 향후 일본의 다른 대학으로 확산시키는 수단을 채택하고 있다.

또한, 일본이 바라는 산업의 각 분야의 혁신, 나아가 국제 경쟁력

강화에 연결될 수 있는 인재에 대해서 “비즈니스 지식, IT 지식, 휴먼 지식 등을 겸비한 서비스에 대해 높은 수준의 지식과 전문성을 가진 인재의 육성”으로 구체적 모습을 제시하고 있다.

마. 국가 신 경쟁력 제고를 정책과제

본 연구 제 6장에서는 국가 신 경쟁력 제고를 위해서 과학기술 교육제도의 문제점과 정책, R&D 확산의 문제점과 정책, 과학기술인력 수급 전망으로부터 문제점과 인력수급의 자료 및 정책 문제를 다루고 있다. 다만, 본 요약에서는 정책만 다루기로 한다.

<과학기술 교육제도를 정책 과제>

1) 융합인재 양성을 위한 과학·기술 교육 정책 과제

STEAM이란 과학, 기술, 공학, 예술, 수학(Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics)의 약자로, STEAM교육을 강화하는 데 있다. 이를 위해 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 융합적 사고와 문제해결 능력을 배양하는 것이 목적인 정책이다. 선진국의 과학·기술 인재 정책 사례에서 살펴보았듯이, 선진국들은 특정한 과학·기술 영역에 깊은 전문지식을 가진 인재를 육성하기보다는 인문·사회과학(예술도 포함한) 지식과 과학·기술을 동시에 가진 초다학제적인 융합 인재의 육성에 정책의 초점을 맞추고 있다.

우리나라에서도 국가 신 경쟁력 제고를 위한 R&D의 성과 확산과 융합 인재 양성을 하기 위해서는 대학 및 대학원에서 과학·기술에

대한 지식과 함께 인문·사회에 대한 지식을 함께 습득할 수 있는 초다학제적인 융합 교과과정의 개발과 지원이 필요하다.

2) 교육별 변수의 구조적인 변화와 정책 과제

한국은 국내적으로는 '90년대 이후 'IMF 외환위기'로 경기의 둔화와 구조조정 지속, 정보통신의 혁혁한 변화 등으로 산업의 디지털화, 자동화가 이루어졌다. 그리고 '고용 없는 성장', 저출산·고령화로 인한 핵심 생산인구의 감소, 대학의 급격한 양적 팽창으로 인한 대졸자의 증가로 '청년 실업'의 증가 등의 변화를 겪고 있다. 대학교육의 양적·질적인 구조조정이 필요하다고 판단된다. 이렇게 하기 위해서는, 우선 한국 실정에서 소수의 국제적인 수준의 연구를 할 수 있는 대학을 엄정하고도 객관적인 방법으로 선정한 다음, 그 대학에서도 연구활동을 할 수 있는 과 및 집단을 선별하여 지원하고 점차적으로 선정된 대학 전반에 확대시키는 방법으로 유도하며, 일단 이러한 학교와 과 및 집단이 선정되면 이에 해당하는 교수임용 및 승진 규정을 국제적인 수준에 준하도록 개선하고, 여타의 대학들은 이들을 모델로 하여 연구여건과 우수교수를 채용하여 연구중심대학을 원할 경우 필요한 여건을 갖추도록 유도할 것을 주장한다.

3) 국가 신 경쟁력 제고를 위한 패러다임 전환 필요

과학기술 단일 영역에 대한 교육 및 인력양성 정책은 21세기 지식경제시대 및 서비스경제시대 국가 신 경쟁력 제고를 위해 재검토가

필요한 시점이다. 특히, 우리도 미국 및 일본 등 주요 선진국같이 과학·공학·기술·수학 분야의 전문 지식과 함께 인문·사회·과학 지식도 함께 보유한 인력의 양성과 교육으로 과학기술 교육 및 인력양성에서 패러다임의 전환과 정책 수립이 이루어져야 할 것이다.

<R&D 확산을 위한 정책 과제>

1) 지적자본 변수의 획기적인 기여와 정책과제

1965~1989년간의 지적자본(R&D 자본)의 경제성장 기여는 -27.6%로 음의 기여를 하는 것으로 추정된 반면에, 1975~2004년간의 동 변수의 경제성장 기여는 24.1%의 기여를 보여 주고 있다. 물론, 직접기여율은 -9.29%로 음의 기여를 하고 있지만 대단한 지적자본의 기여율 변화를 보여 주고 있다. R&D에 의해 총 요소생산성을 증가시키기 위해서는 단순히 R&D 투자 증대를 넘어서 기술혁신주도형 경제성장 패러다임에 적합한 사회경제제도의 정비가 전제 조건이며, 공공연구기관을 통한 연구 성과 공급, 기술개발자금 지원, 기술지원, 인력양성 등 기술공급 중심 정책을 보완할 필요가 있다. 즉, 기술공급정책과 기술혁신성과에 중대한 영향을 미치는 각종 규제제도, 기술금융시장, 노동시장, 개방적 무역정책, 시장경쟁 및 전략적 정부구매 등 모든 사회경제제도의 연계를 고려하는 ‘총체적 과학기술혁신정책(holistic innovation policy)’으로 전환할 필요가 있다.

2) 지적자본과 인적자본의 연계 필요

대학교육의 기여율이 지적자본을 경유하여 나오는 것으로 이미 앞에서 상론을 하였지만 대단한 변화로 받아들이지 않을 수 없는데, 이는 지식기반사회에서 경제성장의 원천은 지적자본의 투자로 생성된 새로운 지식과 기술이 경제성장의 원천임을 보여 주는 것으로 분석할 수 있을 것이다. 우리나라는 이러한 경제성장 원천을 대학교육을 통해 확산시키고 현장에서 활용되는 지식경제의 초기 메커니즘이 작동되고 있음을 보여 주는 것으로 판단된다. 따라서 지적자본과 인적자본의 연계를 더욱 강화해야할 것이다.

3) 초다학제적인 지식을 가진 인력양성 필요

융합학과 및 융합 대학원은 대다수는 정보기술(IT)과 생명공학기술(BT)의 접목, 정보기술(IT)과 나노기술(NT)의 접목 등과 같이 이학 또는 공학 내의 학분 분야의 융합을 지향하고 있다. 이로 인해 개별 과학 및 기술 영역 내에서 해결하지 못한 문제를 융합적인 방법을 통해 해결할 수 있는 부분은 있으나, 과학 및 기술을 뛰어넘는 통찰력을 가진 인력의 육성과 연구개발(R&D) 활동을 수행하는 것에는 한계를 가지게 된다.

국가 신 경쟁력 제고를 위한 과학·기술 인력의 양성을 위해서는 개별 과학·기술 분야의 융합을 넘어서 인문·사회과학 영역에 대한 지식과 함께 과학·기술 영역에 대한 초다학제적인 지식을 함께 가진 인력의 양성이 필요하다.

4) 스마트시대의 지식확산 정책과제

급격한 산업화를 이루는 과정에서 지금까지의 지식확산과 소셜네트워크가 발달한 스마트시대에는 다른 특질을 갖게 된다. 우선 인재들이 지식을 얼마나 머리에 담고 있는지는 더 이상 중요하지 않다. 지금까지 제한적으로 획득할 수 있었던 지식의 수십억 배나 되는 정보가 인터넷을 통해 누구에게나 제공되고 있기 때문이다. 따라서 굳이 지식을 얻기 위해 학교를 갈 필요가 없게 되었다. 다만, 지식을 어떻게 찾고 어떤 방향으로 가야할지를 제시해 주는 훌륭한 멘토가 필요한 세상이 되었다. 따라서 R&D 성과의 확산을 위해서는 새로운 역할을 찾아야 할 것이다. R&D 성과의 확산을 위해서는 분야별 R&D 성과를 제공할 수 있는 R&D 애플리케이션의 구축과 이를 활용할 꿈과 열정을 심어줄 필요가 있을 것이다, 정부는 이를 위한 촘촘한 네트워크 구축을 도와야 할 것이다.

5) 한국형 전문 이공학 석사 과정(Korean Professional Science & Technology Master's Degree Program, KPSTM) 개설 및 지원을 위한 정책과제

미국을 중심으로 운영하고 있는 전문 이학 석사(Professional Science Master, PSM)는 순수 이학, 과학, 수학 중심의 학과 과정으로 생물학 및 환경학 분야가 전체의 절반을 차지하고, 의료, 수학, 물리, 화학 분야의 순으로 프로그램이 구성되어 있어 기초과학 분야 연구자가 기업 및 산업계로 진출하는 것에 도움을 줄 수 있다. 한국의 과학·기술 인

력 양성에서는 기초과학 분야와 함께 공학 분야도 강조되고 있어, 이 제도를 우리나라에 도입하려면 기초과학과 공학 분야를 포괄해서 한국의 과학·기술 인력에 맞춘 한국형 전문 이공학 석사 과정(Korean Professional Science & Technology Master's Degree Program, KPSTM)으로 확대하는 것이 필요하다.

6) R&D 확산을 위한 향후 정책과제

향후 정책연구 과제는, 한국이 선진국으로 진입하기 위해서는 경제 성장과정에서 대학의 역할을 제고하는 것이다. 지식기반사회에서 대학의 역할을 제고하기 위해서는 양적인 공급을 늘리는 방법도 있으나 우리의 경우는 이미 고교졸업자 중 대학등록률이 약 83%를 넘고 있기 때문에 양적인 문제보다는 질적인 문제인 것이다.

이를 위해서는 기존 대학의 양적인 구조조정이 필요하며, 더욱 중요한 것은 대학의 질적 경쟁력을 높이기 위한 정부의 대학 지원 역할 역시 제고되어야 하는데, 교육예산의 10% 정도가 대학 지원 예산으로 쓰이고 있으나, 이를 획기적으로 늘려야 할 것이다. 오바마 대통령 연두 교서에서는 막대한 재정적자 상황에서 향후 5년간 정부지출 동결에도 불구하고 제2의 스푸트니크 모멘트를 언급할 정도로, 미국의 경쟁력 강화를 위한 과학기술 이노베이션과 교육 투자에 대해 강조하고 있다. 특히 미국의 중국 및 인도 등 신흥 국가의 부상을 적시하고, 21세기 미국의 국가 경쟁력과 미국 기업의 경쟁력을 제고하기 위해서는 과학 및 수학 교육과 연구개발에 대한 투자를 강화해야 한다고 역설하고 있다. 그리고 대학 자율성을 더욱 높여야 할 것으로 생각되는데,

이로써 교수연구를 통한 새로운 지식과 새로운 기술이 창출되고 대학 교육의 질을 제고하여, 신지식과 기술이 체화된 우수한 졸업생이 중등 교육과 공공부문 민간부문에 확산하여 중등교육의 질 제고 뿐만 아니라 산업경쟁력을 제고하여 경제성장에 기여하도록 해야 할 것이다.

교육시장과 노동시장을 어떠한 방법으로 연계시키는지에 있는데, 이와 관련하여 첫째, 제한적인 인적자본의 투자효율을 극대화하기 위해서 노동시장의 거시적인 교육투자수준별 수익률을 구해야 할 것이다.

이를 검증하기 위해서는 미시자료를 이용한 투자수익률로 상호 검색하는 과정이 필요할 것이다. 검색결과를 이용하여 얻은 노동시장의 미시적인 투자수익률(학력별, 직종별, 산업별, 성별 등)정보는 인력계획 입안자에게 뿐만 아니라 교육수요자 및 공급자에게 제공되어야 할 것이다.

향후 지속적인 경제성장과 또한 지식기반사회의 심화로 새로운 지식과 기술을 창출하고, 이를 제때에 확산하고 보급시키기 위해서 R&D시장과 교육시장을 연계하는 정책과제가 중요하게 대두되고 있으며, 신속히 실질적인 대응방안이 마련되어야 할 것이다.

우리나라의 인적자본 축적(human capital stock)을 추정하여 내생경제성장모형의 연구를 활성화함으로써 동 요소의 경제성장 기여를 정확히 추정케 하는 기반을 이룩해야 할 뿐만 아니라 인적자본과 지적자본을 포함하는 총자본 스톡개념의 전환을 가져와서 소프트웨어를 중시하는 사고 및 제도 체계로 국가경쟁력을 길러야 할 것이다.

세계시장의 급격한 기술변화와 체제변화에 따라 국내노동시장의 필요한 산업인력수요의 내용도 같은 속도의 변화를 요구하기 때문에 이에 걸맞은 노동력을 확보하기 위한 인력양성 체계를 갖추기 위해서는

교육기관 및 기업의 직업훈련 교과과정이 유연성을 가져야 할 것이며, 기술변화와 노동시장 변화를 적절히 반영하지 못하는 회귀모형을 중심으로 하는 인력수급 예측 방식이 지양되어야 할 것이다.

이를 위한 툴(tool)은 현재 세계은행 등이 중심이 되어 제안하고 있는 인력수급, 인적자원개발에 노동시장신호(labor market signals) 체계를 적극 도입하는 것을 정책적 시사점으로 삼고자 한다.

<인력수급전망과 방법을 위한 정책과제>

1) 과학기술 인력 추계결과에 따른 정책과제

첫째, 기존의 과학·기술 인력수급 전망 관련 연구들은 전망의 기초가 되는 통계자료의 활용에서부터 많은 한계점을 내포하고 있다. 관련 자료들 간의 연계의 기초가 되는 분류체제상의 불일치가 발생하고, 동일한 자료일 경우에도 작성 시기에 따라 분류기준의 불일치 문제가 있어 시계열 자료의 구축이나 활용상 어려움이 발생한다.

둘째, 이에 따라 방법론상으로 선진화된 전망방법을 토대로 우리의 모형을 개발하여 전망을 실시하고자 경우에도, 모형을 적용하기 위하여 반드시 필요한 통계자료가 만들어지지 못하였거나 있다 하더라도 추정방법으로 개선되어야 하며 미흡한 경우가 많다. 이를 고려하지 않고 만든 이상적인 전망방법은 그대로 적용하기 어렵기 때문에 대체변수를 사용하거나 일부 과정을 생략하는 등 유용성이 떨어진다.

이러한 결과는 전망과정상에 요구되는 각종 기초자료를 사전에 정비해야 하는데도 불구하고, 이에 대한 전체적인 몰이해와 장기적인 전

략의 부재에 기인한다. 과학·기술 인력수급 전망을 실시하기 위해서는 세부적이고 장기적이며 통일된 기준에 따라 분류된 여러 가지 통계자료가 필요하며, 이들 자료는 성격이 다른 여러 기관에서 생성되고 있으므로, 이를 종합하고 총괄할 책임 있는 정부기관이 필요하다. 또한 담당 정부기관은 상당한 비용과 기간이 필요한 체계적인 통계정비를 위하여, 부처 간의 협조나 예산확보는 물론 전망관련 연구기관 간의 조율도 책임져야 한다.

2) 과학기술 노동시장과 교육시장에 연계를 위한 정책과제

첫째, 부문 내 신규 인력의 직업 능력차에서 비롯된 과학기술 인력의 전문 직업 능력의 균등화이다. 왜냐하면, 신규 전문 인력의 전문 직업 능력인 기술능력의 편차는 교육과정 내용의 편차로 비롯되기 때문이다.

둘째, 과학기술 부문 간 인력이동 제한에서 볼 수 있듯이, 직업군 내에서 세부 직업별 이동도 어렵지만 직업군 간 인력이동은 더욱 어렵게 한다. 교육시장에서는 과학기술 학과라 하더라도 2~3가지 관련 전문 직업 능력을 갖추고 배출시켜야 한다.

셋째, 현존하는 IT를 포함한 과학기술 학과 중 무늬만 IT 학과이거나 과학기술의 이름만 빌린 경우가 너무 많다. 이와 마찬가지로, 철저한 노동시장 수요를 기초로 초과공급으로 평가받은 과학기술 학과는 부족한 인력의 과학기술 학과로 전환시키거나 정원을 축소·조정해야 할 것이다. 학과 조정은 학교별 또는 교수별 사정이 아니라 과학기술 인력 노동시장에서 필요한 졸업생의 공급이 더욱 중요하다는 시장논

리로 결정해야 한다.

넷째, 교육시장과 노동시장의 인력이동의 흐름을 면밀히 검토하여 인력정책을 수립하고, 학생이나 교육훈련기관에 정보를 주기 위해서는 과학기술 인력 노동시장의 인력수급 뿐만 아니라 이의 추정에 필요한 시계열 자료의 확충이 지속적으로 마련되어야 한다.

2. 결 론

전 세계의 이목을 집중시킨 서울 G20 정상회의가 지난해 11월에 끝났고, 한국은 의장국으로서 선진국과 신흥국 간 중재 역할을 훌륭히 해내면서 글로벌 불균형 해소, 금융규제 개혁, 개발 등 주요 이슈에서 주목할 성과를 끌어냈음은 물론 우리는 국격을 높였으며, 국민들에게 자긍심을 안겨 준 것은 사실이다. 이제 우리에게 남은 과제는 무엇일까. 높아진 국가 위상과 국제 네트워크를 유지하려면 무엇을 해야 할까? G20의 다수 선진국들의 경제위기 극복 내용을 들여다보면 금리 정책, 통화량 양적완화 등 경제지표의 외형적인 공조조정으로만 대응하는 것이 아니라, 각국의 내부에서는 지금까지 전개되어 온 경쟁력보다는 과학기술혁신 기반제도 및 정책을 구축하고 노동시장에 공급되는 인력의 과학기술 혁신능력 제고를 기반으로 향후 중장기 경제위기 극복을 모색하고 있는 상황을 곳곳에서 보여 주고 있다. 선진 각국의 경쟁력제고를 위해 노력하는 중점과제는 인력의 창의성을 바탕으로 과학·기술 능력의 확산을 위해 부단히 노력하고 R&D 투자를 제고하는 것으로 요약되는데, 이는 미래의 경쟁력제고를 통한 지속 가능한 성장을 주도하는 데 있기 때문이다.

우리나라도 우리가 취할 수 있는 면밀한 중·장기적인 과학·기술 교육의 창의적이고 혁신적인 변화요구를 소홀히 할 경우, 세계시장에서 신 경쟁력 확보의 기회를 잃을 가능성을 배제할 수 없을 것이다. 따라서 새로운 과학·기술을 창출하여 이를 확산하고, 새로운 지식과 기술을 터득한 인력이 노동시장에 공급이 지속되어야 할 필요가 있을 것이다. 이를 위해 정부를 비롯한 연구소, 교육기관 등 관련기관에서 시행하는 현 과학·기술 정책 및 제도를 점검하고, 필요하면 새롭고 추가적인 제도 및 실행정책을 마련할 필요가 있을 것이다.

선진국의 과학·기술 인재 정책 사례에서 살펴보았듯이, 선진국들은 특정한 과학·기술 영역에 깊은 전문지식을 가진 인재를 육성하기 보다는 인문·사회과학(예술도 포함한) 지식과 과학·기술을 동시에 가진 초다학제적인 융합 인재의 육성에 정책의 초점을 맞추고 있다.

STEAM이란 과학, 기술, 공학, 예술, 수학(Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics)의 약자로, STEAM교육을 강화하는 데 있다. 이를 위해 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 융합적 사고와 문제해결 능력을 배양하는 것이 목적인 정책이다.

우리나라에서도 국가 신 경쟁력 제고를 위한 R&D의 성과 확산과 융합 인재 양성을 하기 위해서는 STEAM교육을 강화하되, 대학 및 대학원에서 과학·기술에 대한 지식과 함께 인문·사회에 대한 지식을 함께 습득할 수 있는 초다학제적인 융합 교과 과정의 개발과 지원이 구체적으로 세밀히 시행되어야 할 것이다. 또한 과학기술 인력수급의 추정이 신뢰를 바탕으로 교육시장에 활용되고 연계되어야 할 것이다. 이러한 시행은 빠르면 빠를수록 좋다.

SUMMARY

**Science and Technical Education Innovation Plan
for raising New National Competiveness of Power**

Chang-won Jang, Do-Chull Shin and Pyoung Yol Jang

The purpose of this research is to reinforce human development policy (talent training policy) and system in order to accept the situation of new competitiveness of power in the field of science and technical education. As the speed of education reform surpassed the speed of technical development since the 1970s in our Korean society, Korea was able to not only decrease the gap between the rich and the poor, but also increased the college graduate employment rate. Therefore, it is necessary to acknowledge and make efforts on spreading the recognition of the importance of the education of science, engineering, technology, and math.

In order to derive objective and valid conclusions, we have utilized our research on assumption and the results of earlier studies based on literature, professional conference, related statistical research and related DB. The central focus of this research was to suggest the

issues of deriving human development policy (talent training policy) and system.

This research project is mainly divided into seven chapters of a general research introduction, the current state of science & technology, and the background of theory. The current situation and a prospect of a labor force supply and demand in science and technology, advanced countries' talented people, policy reform case and suggestion in science & technology and the problem and policy theme for raising new national competitiveness of power

Chapters 1 and 2 are composed of the necessity, the aim, the setting of this research, awareness of the present condition, and the reform task of education in science & technology, the current state of education, and the present situation of R & D outcome & dissemination.

Chapter 3 studied the definition of new competitiveness of power in science & technology. By increasing investment in R&D, it creates new technology & knowledge, and trains talents by education in science & technology. This concept also includes utilizing R&D outcomes, links with various areas such as economy, education and science as a consequence of contribution in sustainable economic growth. Moreover, in this chapter, there is actual proof of research in science & technology related to economic growth, R&D result diffusion and in relation to talent training in science & technology. And finally, the chapter presents R&D dissemination policy & system

theory and present condition.

Chapter 4 shows service survey & demand forecast for talented people in science & technology. And in chapter 5, there are case studies in advanced countries; U.S. (policy & system for R&D diffusion), England (relation to R&D outcome and science & technology) and Japan (direction & strategy for policy in science & technology)

Chapter 6 suggests the issues and policy task in raising new national competitive power. The policy task is composed of three parts: policy task for science and technical education system, policy task for R&D diffusion, and policy task for a man power supply and demand along with method.

Chapter 7 summarizes and concludes that for the sake of rise in new competitiveness of nation in the form of R&D results, diffusion and convergence talent training, it is crucial to enhance STEAM education and develop & support diverse convergent curriculum for both in science & technology and liberal arts & social science. Also, it is important to use and connect the estimation of a man power supply and demand in the field of science and technology based on confidence.

참고문헌

- 강홍렬 외(2006). 『메가트렌드 코리아』, 한길사.
- 고상원 외(1995). 『과학기술인력 장기수급전망 및 대응방향』, 과학기술정책관리연구소.
- _____ (2000). 연구개발 인력의 중장기(2000-2010) 수급 예측. 과학기술정책연구원.
- _____ (1995). 『소프트웨어 기술인력수급전망 및 양성정책에 관한 연구』, 정책연구 94-14, 과학기술정책관리연구소.
- 교육과학기술부(2010). 2011년도 주요 업무 보고.
- _____ (2009). 2008년 우리나라 SCI 논문 수 세계 12위-보도자료.
- _____ . 「2007년도 SCI 논문 분석 결과 발표」.
- _____ . 『교육통계연보』, 각 연도.
- 교육인적자원부. 교육통계연보, 각년호.
- 과학기술부(2007). 국가 R&D 재정의 효율적 활용을 위한 과학기술정책 추진 체계 발전 방안연구.
- 구세주(2008). 『투입산출분석을 이용한 R&D 투자의 기술과급효과 분석』, 과학기술정책연구원.
- 김도연. 문화일보 2011. 4. 28. 인터뷰.
- 김병우·하태정(2008). 『고용창출을 위한 정부연구개발투자 정책방향』, 과학기술정책연구원.
- 김진용 외(2010). 국가과학기술경쟁력 강화를 위한 우수인재의 이공계

유인 및 확보방안, 교육과학기술부.

김형만 외(2002). 『국가 인력수급 전망과 정책』, 한국직업능력개발원.

노동부(2007). ‘매월노동통계조사보고서’, 각호, OECD, OECD Employment Outlook.

민계식(2009). 중앙일보.

박기범 외(2010). 「기술혁신 기반 고용창출력 제고 방안」, 『STEPI Insight』 2010. 46호, 과학기술정책연구원.

박명수(2007). 『연구개발투자가 제조업 과학기술인력 고용에 미치는 영향』, 과학기술정책연구원.

박천수 외(2007). 『국가 중장기 인력수급전망 개선 연구』, 한국직업능력개발원.

배용호 외(2006). 『성장과 고용촉진을 위한 혁신정책의 방향』, 과학기술정책연구원.

빌게이츠(2008). 중앙일보.

세계과학기술평가(2007). 일본.

손병호 외(2010). 이명박 정부 중반기의 과학기술정책 방향과 과제, 한국과학기술기획평가원.

송충한(1999). 「개인연구의 학제특성에 관한 연구」, In: 기술혁신학회지 제2권 제1호.

신태영(2004). 『연구개발투자의 경제성장에 대한 기여도』, 과학기술정책연구원.

신태영(2005). 『기술혁신과 경제성장 : 요소대체율과 기술진보율에 관한 실증적 고찰』, 과학기술정책연구원.

엄미정 외(2008). 『창의적 과학기술 인재양성을 위한 정책 추진방안』,

과학기술정책연구원.

엄미정(2008). 『고등교육과 R&D 연계강화를 위한 정책방향』, 한국과학기술평가원.

오바마(2011). 대통령 연두 교서

이우성 · 윤문섭(2007). 「R&D 투자를 통한 성장잠재력 확충 방안」, 『과학기술정책이슈』 2007. 2호, 과학기술정책연구원.

일본 문부과학성(2008). ‘평성 20년판 과학기술백서’.

장병열 외 (2008). 지식기반서비스산업의 서비스 R&D 방향과 기술혁신지원제도 개선방안연구, 지식경제부.

_____ (2008). 영문 번역 재인용.

장용석(2008). ACA: 미국의 혁신정책 10개년 종합계획, 과학기술정책.

장창원(2010). 『서비스 산업 선진화를 위한 인재정책 과제』, 한국직업능력개발원.

_____ 외(2009). 『국가 중장기 인력수급 전망-과학기술인력 중장기 수급 전망』, 교육과학기술부.

장창원 · 조은상 · 강일규 · 김환식(2006). 인적자원개발 정책의 이해, 서울 : 범한.

장창원(2006). 경제성장과 인적자원개발과 『한국인구학』 제30권 제1호

_____ 외(2006). 인력수급전망(2006-15)과 국가인적자원정책, 한국직업능력개발원.

_____ 외(2005). 『중장기 인력수급 전망과 인적자원정책 개선 지원』, 한국직업능력개발원.

_____ (2005). 『중장기 인력수급전망 및 인적자원정책 개선지원』, 교육인적자원부.

_____ (2005b). 『중장기 인력수급전망 및 인적자원정책 개선지원』,
한국직업능력개발원.

조 순(1998). 한국경제의 현실과 진로, pp. 72~81.

조장희(2011). 34차 미래인재포럼.

조향숙 외(2008). 수학·과학 교육 경쟁력을 위한 수학·과학 교육 내
실화 방안 연구, 교육과학기술부.

통계청(2008). 통계로 본 대한민국 60년의 경제·사회상 변화,
한국공학교육인증원 홈페이지.

한국교육개발원(2009). 『교육통계연보』.

한국교육과정평가원(2011). 2011학년도 수능 성적 분석 결과 발표-보
도자료.

_____ (2010). 『OECD 학업성취도 국제 비교 연구(PISA
2009) 결과보고서』.

_____ (2008). 『수학·과학 성취도 추이 변화 국제비교
연구 -TIMSS 2007 결과보고서』.

한국수학교육학회(2007). 『대학 신입생의 수학 기초실력 분석』.

Acemoglu, Daron (1998). “Why Do New Technologies Complement
Skills? Directed Technical Change and Wage Inequality,”
Quarterly Journal of Economics, 113, pp. 1055~1089.

America COMPETES Act(ACA)(2007). America COMPETES
Act(ACA).

Council of Graduate Schools(2010). Professional Science Master’s
Degree : Background and overview.

- DTI (2006). Science, Engineering, and Technology Skills in the UK.
- Helpman, Elhanan and Paul R. Krugman(1985). Market Structure and Foreign Trade, Cambridge, Mass.: MIT Press.
- IBM(2007). SSME.
- IMD(2010). World Competitiveness Yearbook.
- Innovation 25 Strategy Council(2007), Innovation 25 Executive Summary.
- U.S. Council on Competitiveness(2004). “Innovate America”. U.S. Council on Competitiveness.
- Jeffrey J. Kuenzi(2008). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: Background, Federal Policy, and Legislative Action. CRS Report for Congress.
- Jang, Chang Won(1995). Endogenous Growth: Contributions of education to Economic Development in Korea and Policy Implications: Urbana, Illinois.
- Jones, Charles I(1999). “Growth: With or Without Scale Effects?,” American Economic Association Papers and Proceedings, 89, pp. 139~144.
- _____ (2002). “Sources of U.S. Economic Growth in a World of Ideas,” American Economic Review, American Economic Association, Vol.92 No.1, pages 220~239, March.
- Jones, Charles I. and Paul M. Romer(2009). “The New Kaldor Facts: Ideas, Institutions, Population, and Human Capital,” NBER Working Paper 15094.

- Juoro, U.(1993). Education, Talent Allocation and Growth in Indonesia.
- McMahon, Walter W.(1984). “The Relation of Education and R&D to Productivity Growth”, Economics of Education Review, Vol.3 No.4.
- MURPHY, K.M., A. SHLEIFER and R.W. VISHNY (1991). “The allocation of talent: implications for growth”, The Quarterly Journal of Economics, CVI, May, pp. 503~530.
- National Science Board (2007). National Action Plan: For Addressing the criticalneeds of the US. Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education System.
- NSF (2010). Science and Engineering Indicators, 2010.
- Kaldor, Nicholas(1961). “Capital Accumulation and Economic Growth,” in F. A. Lutz and D. C. Hague, eds., The Theory of Capital, St. Martins Press, pp. 177~222.
- Karen S. Louis & LM Jones (2011). Dissemination with Impact: What Research Suggests for Practice in Career and Technical Education, University of Minnesota.
- Kendrick, John(1976). The formation and Stocks of Total Capital, NBER, Columbia University Press, NY.
- Krugman, Paul R(1991). “Increasing Returns and Economic Geography,” Journal of Political Economy, Vol.99 No.3, pp. 483~499
- Lucas, Robert E(1988). “On the Mechanics of Economic Development,” Journal of Monetary Economics, Vol.22 No.1, pp. 3~42.

OECD(2008). National Accounts of OECD countries-Main aggregates,
Volume 1

Rosenberg, N.(1976). Perspectives on Technology, (Ch.15), Cambridge
University Press, Cambridge.

SCIENCE AND TECHNOLOGY BASIC PLAN (2006). GOVERNMENT
OF JAPAN.

Susan S. Klein and Margaret K. Gwaltney (1991). Charting the
Education Dissemination System: Where We Are and Where
We Go From Here. Sage Publications

Smink, J.(1985). Vocational education research on the decline-Rx:
Dissemination. Journal of Vocational Education Research, 10,
1~14.

Tallman, E.W. and P. Wang(1990). “Human Capital and Endogenous
Growth: Evidence from Taiwan,” Federal Reserve Bank of
Atlanta, Working Paper 90~9

UNESCO(1984). “Manual for Statistics on Scientific and Technological
Activities”, Paris: UNESCO.

World Bank(1993). The East Asian Miracle.

イノベーション 25 戦略會議(2007). イノベーション 25.

국가 신 경쟁력 제고를 위한
과학·기술 교육 혁신방안

- 발행연월일 2011년 10월 29일 인쇄
2011년 10월 31일 발행
- 발행인 박 영 범
- 발행처 한국직업능력개발원
135-949, 서울특별시 강남구 삼성로 147길 46
홈페이지: <http://www.krivet.re.kr>
전화: (02)3485-5000, 5100
팩 스: (02)3485-5200
- 등록일자 1998년 6월 11일
- 등록번호 제16-1681호
- I S B N 978-89-6355-224-8 93300
- 인쇄처 (주)범신사 (02)720-9786

