

Science & Engineering Degrees and Human Resource Element Value Estimation in Technology Jobs : the US Case

Sae Jae Lee · Hyun Soo Lee[†]

School of Industrial Engineering, Kumoh National Institute of Technology

기술직에서 이공계학위와 인적자원요소의 가치평가 : 미국사례

이세재 · 이현수[†]

금오공과대학교 산업공학부

In the international businesses human resource elements acquired in different countries might have different values in varied industries due to the different quality of education and experiences in the original countries. Using selection models to evaluate expected values in earnings equation of human resource elements such as education and experiences etc. acquired in sending countries, system equations are expanded to examine also the values of science and engineering degrees in technology jobs with selectivity bias correction. This paper used the US census survey data of 2015 on earnings, academic degrees, occupations etc. The US has long maintained the policy of accepting more STEM workers than any other countries and helped maintaining own technological leadership. Assuming per capita GDP gap between the sending country and the US downgrades immigrant human resource quality, it rarely affects occupational selection but depresses earnings on average by two or more years' worth of education. Immigrant quality index in the sense of GDP gap appears to be a valid tool to assess the expected earnings of the worker with. Engineering degrees increase significantly the probability of selecting not only engineering jobs but also general management jobs, as well as increasing the expected earning additionally over nine years' worth of education. Getting a technology job is additionally worth about four years of education. Economics and business degrees are worth additionally almost six years of education but humanities degrees depress expected earnings. Since years after immigration does not very fast enhance earnings capacity, education level and English language ability might be more useful criteria to expect better future earnings by.

Keywords : Technologists, Human Resources, Engineering Degrees, STEM

1. 서론

기술인(technologists)은 넓게는 과학기술직을, 좁게는 특히 미국에서는 정보통신 관련 기술인을 뜻하기도 한다. 미국에서는 흔히 전자의 의미로는 STEM(science, technology, engineering and mathematics) 종사자라고 부른다. 미

국의 경우 과학재단의 보고에 의하면 이미 이공계 직업을 가진 종사자의 세 배가 넘는 근로자가 비 이공계 직업에서도 현재 직업에서 학부수준 이상의 이공계 지식 기능이 필요하다고 응답했다고 한다. 이미 이공계 학위가 요구되지 않는 직종에서도 이공계 지식을 이해할 수 있는 능력이 요구되고 있으며 향후 이를 기본능력으로 요구하는 경우가 더 넓은 영역에서 필요할 것으로 예상된다. 4차 산업혁명 시대라고 부르는 산업변화를 예상하면서 안정적인 미래 고용가능성을 가장 높일 것으로 예상되는 교육과 직업요소는 1)이공계학위를 취득하고 2)기술직 고용을

Received 21 November 2017; Finally Revised 13 December 2017;
Accepted 14 December 2017

[†] Corresponding Author : hsl@kumoh.ac.kr

달성하는 것으로 일반적으로 보고 있다[11]. 그러므로 이 공계 교육과 학위취득, 이공계 관련 기술직 고용과 훈련의 확대가 더욱 더 교육 노동 고용정책의 핵심이 되고 있다.

선진각국과 중국 일본을 포함한 동남아국가는 STEM 분야의 학위를 확대하려는 정책을 지속하고 있다. 한국의 경우도 교육부는 2016년 이공계 교육 확대를 목표로 구조조정사업을 추진하고, 미래창조과학부도 과학기술인재 육성 전략을 추진하고 있다. 노동공급측면에서 선진국은 저출산과 고령화로 인재공급이 위축되었고 동시에 인재수요 측면에서는 반복적인 업무와 판단을 하는 직종은 수요가 축소되고 고급의 전문적인 인력에 대해서는 수요가 증가하고 있다. 결과로 선진국은 의료보건 서비스와 정보통신 관련 분야와 고급이공계 인력을 우선적으로 이민을 받아들여려는 정책을 유지하고 있다. 그러므로 이공계 인력의 시장은 기술적 변화와 양극화, 세계화 경제의 중심에 있다. 기술집약적 산업은 혁신잠재력과 생산의 파급효과가 크고, STEM 교육과 이공계 인력은 관련전공자가 절대적으로 대체 불가능한 경우가 대부분이므로 관련 학위취득이 직업선택과 소득결정에서 가장 중요한 요소가 될 것으로 예상된다. 이공계 학위 취득 이후에 건강 의료 인력과 관련 STEM 직종 등 유망한 직종으로 진출할 가능성이 가장 크다고 보이는데 기술의 급격한 변화로 직업에 대한 정보장벽, 미스매치 등 문제가 발생하거나 글로벌 기업에 취업하여 자신의 교육과 경험 수준에서 차별을 받는 문제, 경력발전을 유지하는 문제 등 위험요소도 적지 않다. 기업의 입장에서는 외국인력 비중이 커지고 이에 대한 학위와 인적자원의 품질 평가가 어려운 문제가 발생한다.

본 논문에서는 기술직 유입 또는 이민에 가장 적극적인 미국의 경우 직업결정에서 분야별 이공계 학위와 기타 인적자원의 품질 요인이 가지는 비중을 비교 분석하려 한다. 미국의 경우 이공계 직업이 주로 이공계학위를 가진 백인 남성중심이지만 대학교육이 유학생 증가와 공학인증 등을 통해 세계화 되어가고 기업은 자체적인 교육훈련을 확대하는 추세이다. 최근 혁신정책의 변화를 주장하는 내부의 의견 때문에 이민에 대한 제한이 강화되었으나 장기적으로는 이공계 이민을 우선 받아들일 것으로 보인다. 여기서는 국제 인적자원의 측면에서 상이한 출신 국가의 교육과 학위와 경험의 인적자원가치를 평가할 것이다. 즉 이공계 학위와 기술직의 소득가치를 데이터분석을 통해 평가하여 국제인적자원요소에 대한 보상가치의 기본 자료로 활용하는 체계를 제시하려 한다. 이를 위해 표준적인 인적자본의 소득방정식을 추정하려 한다.

다음 장에서는 이공계학위의 소득측면의 가치에 대한 기존 연구과 미국의 교육, 산업, 이민 정책을 살펴본다. 제 3장에서는 소득방정식모델과 선택편의 수정모델, 데이터와 변수의 정의를 제시하고 제 4장에서는 직업선택 방정식과 소득방정식의 추정결과를 제시한다.

2. 배경과 기존연구

경제 경영 등 사회과학분야에서는 인턴 등 수련기간을 통해 직무능력을 배워야 하지만 이공계의 특성상 전공을 살리는 직업에서는 즉각적으로 특화된 기능을 인정받고 취업이 쉬운 장점이 있다. 반면 학위취득 전 과정이 어렵고 취업이 안 되면 기능의 전용이 어렵고, 후에는 기능이 노후화되는 등의 위험요소 때문에 이공계 기피 현상이 발생한다. 소수 정예의 인력 이외에는 시간이 지날수록 학력과 경력에 따른 보상도 위축되는 문제도 있다. 또 이공계는 타전공보다 언어의 제약이 덜해서 이민이 강화되면 내국인의 입장에서는 이민과 경쟁해야 한다. 결국 지식융합 기술발전 등 더 많은 재교육이 필요하고 학위, 전공분야가 직업능력에서 유의성이 약화될 수 있어서 경력후반에 관련 경영 내지 관리직, 자영업으로 경력전환이 증가한다. 대부분 자영업은 피고용 상태에서 경험을 쌓은 후 다른 고용인을 찾을 지, 자기 사업을 할 것인지 선택하게 된다. 고용이 어려워 불가피한 경우와 반대로 뛰어난 경험과 능력을 바탕으로 시도하는 경우 양극단에서 자영을 선택하게 되고 결과적으로 소득 면에서도 양극화 되는 경향이 있다.

이공계에는 수학과 과학의 필요한 수준이 높아져서 여성의 참여가 낮고 중등교육과정에서 학생들이 수학과 과학 과목에 대한 능력과 흥미를 잃어가고 있는 경향이 있다[11]. 현재 싱가포르, 홍콩, 대만, 한국, 일본은 수학과 과학의 교육성과가 가장 뛰어난 나라들이지만, 향후 수학교육자의 비율이 높아질 수 있다. 소수의 뛰어난 인력이 필요한 분야가 많고 지식의 진부화가 빠르며 보상은 고령화할수록 위험도가 높아지기 때문이다. 여기에는 과학기술직이 지속적인 경쟁력을 가지기 위해 더 영어화와 국제화가 되어야 한다는 측면도 있다.

이공계학위의 분야별 가치는 보통 학위취득 이후의 상대적인 평균소득의 차이 측면에서 평가한다. 이를 본 논문처럼 인적자본 모델에서 분석하는 경우가 희귀하다. 미국의 경우 Carnevale[3]에 의하면 공학학위가 평균소득 면에서 최고의 가치가 있다. 학사와 석사이상에서 각각 평균 약 7만 5천 불, 9만 9천 불의 연소득을 올린다. 2위는 전산-수학분야로 약 7만 불, 8만 9천 불, 공동 3위는 경영과 의료보건으로 약 6만 불, 8만 불, 4위는 자연과학으로 약 5만 9천 불, 9만 불, 5위는 사회과학으로 약 5만 5천불, 8만 5천 불이다. 바이오-생명과학의 경우 학사학위 소지자중 가장 최고비율로 석박사를 취득하는데 이유는 학사 약 5만 불, 석사이상이 8만 5천 불로 양자의 가치차가 가장 커서 약 1만 7천 불 차이가 나며 남성 집중도가 84%이다. 사회과학 다음으로 공학분야는 인종간 소득격차가 커서 백인 약 8만 불 대비 아시아인 7만 2천 불 흑인

6만 불 히스패닉 5만 6천 불의 평균 소득을 올린다. 아시아 집중도 최고분야는 전산-수학분야로 16%이다. 공학분야 중 실업률이 높은 분야는 생명공학은 11%, 전산-수학 분야는 10% 실업률로 실업률 상위 10위 안에 든다.

De Vries[6]에 의하면 영국의 대졸자는 고졸보다 남자는 28% 여자는 54% 소득이 높다. 의치대의 경우 평균초임이 가장 낮은 분야인 미대보다 약 1만 2천 파운드를 더 벌고 다음으로 높은 초임은 공대의 경우로서 8천 8백 파운드를 더 받는다.

국내에서도 외환위기 이후 이공계 출신 고용의 불안정성과 소득정체로 의예과에 대한 선호가 강화되고 장기적인 이공계 기피현상이 발생하여 이공계 인력 공급에 대한 논의가 있었지만 이공계 학위 가치나 임금수준 연구는 희귀하다. 특히 이공계 학위의 분야별 소득비교는 국내에서는 희소하다. 황규희-채창균[15]에 의하면 4년제 대졸자 평균보다 취업률이 높은 분야는 의약계와 공학계뿐이다. 자연계 특히 생물, 화학분야는 공학계열에 비해 취업률, 임금 수준이 크게 낮아서 이공계 전공 내에서 경제적 성과 면에서 하나의 동질적인 영역이 아니다. 공학계열에서 기계, 전자, 화공, 컴퓨터 순으로 취업률과 임금수준이 높았다. 한성신-조인숙[8]에 의하면 한국의 경우 남성에게는 학위효과가 나타나지 않고 여성에게만 학사학위의 학위효과가 약 3년치 교육과 동등한 정도로 나타난다.

미국의 경우 장기적인 과학기술이민을 확대하려는 것이 경쟁력을 유지하는 주요한 정책으로 유지되고 있다. 국가경제자문회의(National Economic Council)가 오바마 행정부의 혁신전략으로서 사상최대의 기초연구개발지원, STEM 교육지원, 정보통신과 에너지 기술, 전기차와 보건기술을 중점 정책 지원과제로 추진하고 있다. 2016년 미국의 유학생 수는 약 110만 명으로 5년 전 대비 42% 증가하였다. 유학생 중 40% 정도가 이공계에 등록하였고 이공계 학생 중 87%가 인도 중국 등 아시아 출신이다. 인도학생의 81%, 중국출신학생의 40%가 이공계이다.

이공계 이민과 유학생의 증가로 단기적으로는 이공계 내국인의 취업과 소득에 부정적인 효과가 있겠으나 장기적으로는 내국인의 소득에 긍정적인 효과를 발휘하는 효과를 발휘한다고 보이므로 장기적인 이민정책은 유지될 것으로 보인다. Ransom-Winters[14]에 의하면 STEM 이민은 미국 내 흑인의 이공계 교육진출을 저하시키고 백인 남성의 이공계 취업을 저하시킨다. 그러나 Peri and Sparber [12]에 의하면 이공계 이민 취업자는 수학적 분석적인 일을 주로 하며 내국인은 소통과 통합을 위한 일을 주로 하므로 상호 대체적인 업무를 하지는 않는다고 한다. 반면 Winters[16]에 의하면 과학기술졸업생은 이민자나 내국인이나 동일한 특허와 혁신효과를 가진다. 그러나 적어도 단기에는 이민 기술학위자 증가는 내국인의 기술분야 교육 투자수요를 저지할 가능성이 크다. Kerr et al.[9]에 의하

면 과학기술이민을 받는 기업들은 청년고용확대율이 높은 성장 기업들이다. Peri-Shih-Sparber[13]에 의하면 1970~2010년 사이 대학원 이상 고등교육을 받은 미국 내 이민비중이 7.3%에서 18.2%로 증가했고 대졸자의 경우 이민자는 과학기술학위 비중이 45.5%로 내국인의 28.0%보다 월등히 높다(2009~2012기간) 이민은 미국 내 임금을 하락시키지는 않고 오히려 생산성 증가분의 절반 이상을 설명한다고 한다. 또 2년마다 갱신하는 전문직 취업비자인 H-1B 비자에 의한 STEM 종사자는 내국의 STEM 직종과 보완적인 성격이라고 본다.

미국의 경우 이공계 학위소지자의 평균소득이 가장 높음에도 불구하고 학위취득이 어렵거나, 여성의 경우 중도 포기자가 많거나, 대신 의사 변호사 경영학이나 행정관료 경력을 추구하는 경향이 존재한다. 특히 컴퓨터와 공학분야는 여성이 남성과 가장 격차가 심하며 이러한 격차가 해소되지 않는 분야이다. 이러한 공백을 인도 중국 아시안 국가의 이민이 채워주는 편인데, 직업으로서의 이공계 인력의 약 20%가 이민자이며 그 중 63%가 아시안이다. 미국 상무성 보고에 의하면[2] 이공계 인력의 성별 인종별 불균형은 이공계학위취득의 균형을 통해 시정될 것으로 보는데, 여성을 제외하면 이공계 학사에 주로 백인 남성이 집중되는 반면 미국의 이공계 석박사 학위에서는 아시안과 여성의 비율이 증가하고 있다.

정보통신이나 생명공학분야에서는 이민을 확대하고 유학생의 대학 졸업 후 직업훈련(optional practical training)이나 삼년 단기비자 H-1B 비자연장을 통해 대거 아시아 이민 기술인을 받아들이고 있었으나 현 트럼프 행정부에서는 이를 축소하려는 상황이다. 한국은 상대적으로 ICT 분야 산업의 발전 때문에 기술인의 해외취업에 무관심한 편이고 아직은 아시아 국가 중 인도와 중국이 주로 미국의 이공계 기술인 취업통로를 이용하고 있다. 그러나 향후 미국의 첨단 산업의 리더십이 지속적으로 강화될 가능성이 높고 외국인과 여성에 대한 문호가 넓어 이공계 인력의 육성과 발전, 이민을 통한 네트워크 형성을 강화하는 것이 이공계 기피와 침체를 벗어나는 중요한 전략일 수 있다. 실제로 실리콘 벨리에서 형성된 인도 중국의 네트워크에 비해 일본 한국은 뒤쳐진 느낌이 있고 일본은 장기적으로 한국에 비해 현지 기업을 육성하려 했지만 한국 기업이 일본기업에 비해 최소한 영어능력 면에서는 더 선전하리라는 평가도 있다.

이공계 학위는 전문성이 높을수록 다재다능 내지 일반적 지식을 필요로 하는 기업가나 관리자, 독립자영업에 부적합하게 만든다. 그러므로 이공계학위와 직업을 가진 경우 나이가 들고 지식이 진부화하고 지속적으로 신기술을 습득하는 일의 효율성이 떨어지는 경우 관리나 경영, 자영업 가능성이 증가한다. Astebro et al.[1]에 의하면 기업가가 다재다능해서가 아니라 한 분야에 집중하지

못하는 떠돌이 내지는 능력이 떨어지는 특성 때문에 선호되는 직업일수 있다는 가설을 내세운다. 중소기업에 근무하는 STEM 종사자의 자영업확률은 증가하는데 자영업에 필요한 취향과 능력이 중소기업고용과 직무과정에서 대기업보다 더 일반적인 지식과 관리로 적용되는 경향이 있다고 한다.

장기적으로는 이민 기술직이 내국인의 STEM 교육을 저하하는 효과가 있을 수 있지만 보완적인 혁신 효과가 강해서 이를 저지하지는 않을 것으로 보이고 인문 사회 교육분야의 직업이 위축되므로 이공계 교육을 강화하는 한국의 정책은 바른 방향으로 보인다. 이미 인구대비 이공계학위가 가장 양산되고 있는 면에서 질적 제고를 위한 정책이 필요하겠으나 이공계 해외취업을 확대하는 정책은 바람직한 것이다.

Coulombe et al.[4, 5]에 의하면 외국인의 인적자원요소를 평가하기 위해 교육연수와 경험의 양적인 측면과 질적인 측면이 동시에 고려되어야 한다. 그래서 1인당 GDP를 교육의 인적자원의 질적 가치를 나타내는 대리변수로 사용하는 것을 제안하였다.

3. 모델과 데이터

추정모델은 Heckman의 선택편의수정(selectivity bias correction)모델인데 직업선택과 자영업 선택의 이중선택과정의 선택편의수정을 Mincer 방식의 소득방정식에 적용할 것이다[7]. Mincer 모델은 교육 훈련 등 인적자원 투자로 소득을 증가시키는 표준적인 방정식모델이다. Heckman 모델은 소득방정식에서 소득발생 이전의 교육과 직업선택 과정에서 발생하는 선택편의를 수정하는 방법이다. 개인별 교육투자효과의 동질성을 가정하고 1단계 선택방정식의 선택편의 추정과 2단계 소득방정식에 추정된 선택편의를 포함하여 선택편의 수정을 하는 방법이다.

이공계 직업 선택범주는 1. 전산과 수학(computer & math) 2. 공학건축직(engineering & architecture) 3. 의료물리과학직(physical and life sciences) 4. 이공관리직(STEM management) 5. 일반관리직 6. 경영전문직(business professional) 7. 기타직업으로 나누었다. 처음 4개 직종은 미국상무부의 이공계(STEM)직업의 표준분류를 따랐고 이외에는 표준직업분류(SOC)에 따랐다. 즉 이공계 과학기술직 4개와 그 대안으로서 일반경영, 경영전문직, 기타 직업의 7개 직종 가운데서 선택하는 다항로짓(multinomial logit) 모델을 사용하였다. 필요에 따라 이공계 관련 직업을 세분된 분야로 나누어 볼 수 있으나 현재로서는 최우도(maximum likelihood) 추정의 계산시간 부담으로 단순하게 분석해보려 한다.

다음으로 기업이 또는 자영 선택방정식은 자영업여부의 더미변수가 종속변수인 이항로짓(binomial logit) 모델이다. 소득방정식에서 직업선택방정식과 자영업선택방정식의 선택편의가 수정된 회귀방정식을 통해 학위와 기술직의 소득결정요인의 가치를 평가한다.

이 모델의 특징은 이민시점 본국과 이민국의 국민소득 격차가 인적자원 품질의 저하요인으로 작용한다고 보는 Coulombe et al.[4]의 방법론을 적용하여 이민 품질지표를 이민 당시 1인당 GDP에서 본국과 미국의 격차의 비율로 놓고 이민자의 인적자원이 내국인의 경우보다 품질격차로 가치를 할인하는 요인이 발생한다고 보는 것이다. 즉 이민 품질지표(immigrant quality index) = ln(출신국 1인당 GDP/미국1인당 GDP)이다. 이러한 이민의 격차요인이 직업선택과 자영업선택에 영향을 미치고 소득방정식에서도 직접적인 영향을 미친다고 본다. 소득방정식에서는 예상소득 관점에서 이공계학위와 협의의(정보통신)기술직의 가치, 추가로 경제경영학위와 인문학위의 가치를 평가하려 한다.

데이터는 2015년 미국센서스 발간 ACS(American Community Survey) 데이터의 PUMS(Public Use Micro Sample) 데이터를 사용하였다. 대도시를 포함한 15개주에서 25세~70세 취업중인 가구주의 데이터를 이용하였다.

<Table 1> Estimation Equations System

	Dependant Variables	Independent Variables
I. Occupational Selection Equation	Occupational Dummies (computer & math, engineering & architecture, physical & life sciences, STEM management, general management, business professional)	immigrant quality index, us years, log yearly work hours, age, marital status, sex, years of education, handicapped, english language ability, California resident, computer & math, engineering & architecture, physical and life sciences degree
II. Self-Employment Equation	Self-employed = 1 Employed = 0	immigrant quality index, us years, age, marital status, sex, years of education, handicapped, english language ability, english ability over education, California resident, computer & math, engineering & architecture, physical and life sciences degree,
III. Earnings Equation	Ln(earnings)	immigrant quality index, us years, log yearly work hours, age, marital status, sex, years of education, handicapped, english language ability, California resident, computer & math, engineering & architecture, physical and life sciences degree, humanities degree, economics & bus degree, technology job, occupational selectivity, self-employment selectivity

<Table 2> Household Head Characteristics : 2015 US Census ACS PUMS

Variables	Average	Variables	Average
Computer Math Occupation	0.04	Log yearly workhours	6.71
Engineering Occupation	0.02	age	48.1
Physical & Life Science Occupation	0.01	marital status	2.24
Tech-Mgmt Occupation	0.02	sex	0.53
General Mgmt Occupation	0.13	education years	15.9
Business Professionals	0.06	handicap	0.08
Self Employed	0.12	English ability	3.85
Log Income	10.4	California residency	0.18
Natives	0.81	Computer Math degree	0.07
Immigrant Quality Index	-0.2	Eng-Survey degree	0.05
US Years	4.51	Physical Life Sciences degree	0.06

Source : US Census 2015, n = 501682, units : earnings in \$, English language ability in 5 grade points, other values in ratios.
 Note) marital status : married = 1, widowed = 2, divorced = 3, separated = 4, never married = 5).

<Table 3> Multinomial Logit Occupational Selection Equation Estimates(significant at 95% level, *insignificant at 80% level
 **significant at 80% level)

Occupation	Comp-math		Engineer-Architect		Physical Life Science	
	Coefficient est	t-value	Coefficient est	t-value	Coefficient est	t-value
const	-10.000	-79.776	-9.3638	-56.162	-18.908	-54.681
immigrant quality index	-0.30138	-37.535	0.03460	3.5843	-0.11036	-7.4109
US years	-0.00799	-7.7158	-0.005867	-4.7609	0.004483	2.4097
Log yearly workhours	0.04472	12.628	0.04509	9.9827	-0.01403	-1.4495
age	-0.01340	-24.664	-0.002652	-3.2653	-0.019736	-14.754
Marital status	-0.02631	-7.3639	-0.023471	-3.4742	0.035077	3.9572
sex	1.0608	78.102	1.4465	63.534	0.58663	18.899
Years education	0.22681	71.235	0.13318	31.850	0.77627	57.241
Handicapped	-0.11099	-3.1977	-0.14772	-3.0429	-0.40819	-3.7959
English language Ability	0.67313	25.972	0.51457	13.708	0.02092	0.3503*
California resident	0.08107	4.7601	0.12093	6.4262	0.14847	4.3763
Comp-math degree	1.7956	93.652	0.21269	6.1774	0.44580	12.392
Engineering-Architect	1.6499	62.948	3.6517	150.45	1.7045	37.060
Physical Life sciences	-1.3253	-37.533	0.15812	4.1285	1.8461	53.362

Occupation	STEM manage		General manage		Business professional	
	Coefficient est	t-value	Coefficient est	t-value	Coefficient est	t-value
const	-9.3878	-49.059	-7.7137	-105.18	-10.452	-95.806
immigrant quality index	-0.089801	-6.3534	0.0094748	1.3499**	-0.060348	-6.3311
US years	-0.004546	-2.9780	-0.001034	-1.419**	-0.002083	-2.0731
Log yearly workhours	0.07371	13.414	0.06413	29.154	0.03940	13.132
age	0.0085194	10.550	0.0086634	22.009	0.002604	4.9269
Marital status	-0.10893	-15.619	-0.090998	-30.852	-0.04122	-11.194
sex	0.65170	34.715	0.47258	51.464	-0.04522	-3.6483
Years education	0.13181	32.155	0.18978	95.626	0.33785	109.43
Handicapped	-0.24376	-6.6553	-0.27190	-16.753	-0.21497	-10.903
English language Ability	0.62080	14.538	0.51179	30.512	0.55333	24.041
California resident	0.04559	2.0248	0.11010	9.5363	0.09503	6.5930
Comp-math degree	0.56273	19.878	0.23434	12.893	-0.13585	-5.2548
Engineering-Architect	1.5146	48.156	1.1484	53.521	0.26809	7.9735
Physical Life sciences	0.22363	8.0283	-0.56662	-28.185	-1.1791	-41.863

직업선택방정식은 다항로짓 추정방정식인데 독립변수들 H가 직업선택의 대안에 대한 계수 γ 에 의해 확률효용함수 L_i 를 결정하면 i 번째 직업의 선택에 0과 1 더미변수 O_i 의 선택확률 P_i 는 다음과 같이 결정된다[7].

$$L_i = \text{const} + \gamma H + e_i$$

$$O_i = 1, \text{ if } L_i = \max(L_1, L_2 \dots L_7)$$

$$= 0 \text{ otherwise}$$

$$S_i = L_i - e_i, \quad e_i \sim \text{Weibull } I = 1 \dots 7$$

$$P_i = \text{prob}(O_i = 1) = \frac{\exp(S_i)}{(\exp(S_1) + \dots + \exp(S_7))}$$

Mincer류의 소득회귀방정식은 소득 Y가 변수 X로 결정될 때, 로그소득의 회귀방정식은

$$\ln Y = Xb + u$$

여기서 Heckman 선택편의수정 모델에서는 직업 선택 하 기대소득에 선택편의에 의한 소득효과 $\theta\lambda$ 를 포함하므로.

$$E(\ln Y | O_i = 1) = X'b + E(u|e > -H'r) = X'b + \theta\lambda$$

여기서 $\theta = \rho(u, e_i)\sigma$ 이며, 역밀스비율(inverse Mills ratio)로 불리는 λ 를 회귀분석의 결정변수로 포함한다.

$$\lambda = \frac{\phi(\Phi^{-1}(\text{prob}(O_i = 1)))}{\text{prob}(O_i = 1)} \text{ where } \phi(\cdot) \text{ normal pdf, } \Phi(\cdot) \text{ normal cdf}$$

4. 직업과 소득분석

7가지 직업대안에 대한 직업선택방정식은 다항로짓방

정식 모델로 최우도 추정되었으며 의학물리직 선택에서 영어능력요인이 유의하지 않은 점을 제외하면 모든 결정 변수들이 95% 또는 80% 유의수준에서 유의하였다.

<Table 4>는 추정결과를 이용해서 준탄력성을 계산한 것이다. 직업선택확률 방정식의 종속변수가 확률이므로 독립변수의 변화율에 대한 종속변수의 확률변화량을 분자에 표시하므로 준탄력성이라 이름하는 것이다.

이민품질지표(immigrant quality index)가 직업선택에 미치는 영향은 유의하지만 미약하다. 단지 전산직에서는 소득격차가 적은 이민 내지는 선진국 출신의 경우 선택 확률을 약간 상승시킨다. 이민품질지표평균 = $-0.21218 \times 5 = -1.06$. $\exp(-1.06) = .346$ 이므로 평균 이민 품질 지수 내지 본국의 1인당 소득은 미국의 34.6%. 소득격차가 없다면 전산직 선택확률은 $1.06 \times .002349 = .249\%$ 상승하므로 즉 3.88%에서 4.13%로 증가하는 정도이다. 전산직이 주로 인도와 중국의 이민비율이 많다는 인식에 비해 선진국 이민 비율이 적지 않음을 보여준다.

미국체류기간은 여기서는 이민 품질 격차를 따라잡는 기간의 의미로 해석할 수 있는데 의학물리직 선택확률만 증가시키는데, 이민 초기세대가 의료분야나 과학자 전문직이 많았던 이유로 보이며 나머지 기술직에서는 선택확률 영향이 미약하다.

연간근무시간영향은 일반 경영직과 기타 경영직 선택 확률을 높이는데 이공계 관련직 대비 대안이 될 수 있는 경영 관련직이 시간과 교육, 영어, 경험집약적, 결혼한 남성 중심적임을 보여준다. 일반 경영직 선택확률 13.4% 대비 근무시간이 풀타임으로 증가하면 선택확률이 4.4% 증가할 것으로 예상된다. 결혼여부가 가장 영향을 미치는 직종도 일반 경영직이다. 미혼의 경우 평균보다 일반 경영직 선택확률이 2.1% 정도 감소 예상된다.

<Table 4> Occupational Selection Equation : Quasi-Elasticities

Occupation	Comp-math	Eng-architect	Physical life science	Stem manage	Genera manage	Business professional
immigrant quality index	0.002349	-0.00025	0.000123	0.000298	-0.00072	0.000602
US years	-0.00126	-0.00055	0.000146	-0.00032	-0.00015	-0.00037
Log yearly workhours	0.007669	0.004773	-0.00121	0.007457	0.044042	0.010322
age	-0.02643	-0.00394	-0.00606	0.007065	0.050783	0.005563
Marital status	-0.0007	-0.00028	0.000733	-0.00386	-0.02183	-0.00327
sex	0.018675	0.016353	0.001414	0.005034	0.022786	-0.00666
Years education	0.099189	0.025429	0.069444	0.019865	0.264035	0.275483
Handicapped	-0.00015	-0.00016	-0.00017	-0.00028	-0.0023	-0.00079
English language Ability	0.077541	0.033104	-0.00315	0.034182	0.184862	0.097936
California resident	0.000371	0.000401	0.000134	5.88E-05	0.001994	0.000771
Comp-math degree	0.004381	0.000163	0.000138	0.000576	0.001111	-0.00105
Engineering-Architect	0.002294	0.003601	0.000379	0.001007	0.004848	-0.00027
Physical Life sciences	-0.00268	0.000492	0.000753	0.000467	-0.00311	-0.00383

경영전문직과 기타 직을 제외하면 남성이 이공계직업과 경영직업에 선택확률이 1.6%내지 2.2% 정도 높아진다.

평균교육연수가 15.93년 내지 대졸일 때 추가로 2년 내지 석사교육을 받는 경우 전산직 선택확률은 1.24% 증가하며, 의학물리는 0.87% 증가하고, 일반 경영직은 3.31%, 전문 경영직은 3.45% 선택확률이 증가한다. 캘리포니아 거주는 일반 경영직 선택을 제외하면 기술직 선택에 미약한 영향을 끼친다.

전산-수학학위는 전산직에, 공학-건축학위는 공학-건축직에, 의학-물리학위는 의학-물리직에 주로 선택확률을 높이지만, 공학-건축학위는 공학-건축직 보다 일반 경영직에 선택확률을 약간 더 높이며 기술 경영직에도 가장 높은 선택요인이다.

전산학위는 공학건축학위 대비 의외로 기술경영이나 일반 경영직 선택확률을 높이지 않는다. 실리콘 벨리 때문에 발생하는 선입관은 캘리포니아 거주 효과에 포함될 것이다.

다음 <Table 5>는 자영업선택 로짓방정식의 추정결과이다.

<Table 5> Self Employment Equation Estimates(n = 475480, 55863 AT ONE)

	Coefficient estimates	t-value	Elasticities on average
immigrant quality index	-0.10214E-01	-1.7160	0.19291E-02
US years	0.52234E-02	9.0728	0.13202E-01
age	0.28660E-01	71.061	1.2195
Marital status	-0.31364E-01	-10.137	-0.62936E-01
sex	0.45395	47.585	0.21287
Years education	0.10819E-01	6.4314	0.15386
Handicapped	-0.11177	-6.8212	-0.83235E-02
English language Ability	-0.86679E-01	-7.8273	-0.29889
English over education	-0.80924E-01	-5.7176	-0.14762E-01
California resident	0.21079	18.092	0.32471E-01
Comp-math	0.22976E-01	1.1728	0.13589E-02
Engineering-Architect	-0.35932	-14.634	-0.13890E-01
Physical Life sciences	-0.17981	-8.2394	-0.94707E-02
const	-3.4718	-71.703	-3.0908

이민품질지표에 대한 자영업확률의 탄력성이 0.002이 하이므로 출신국 소득격차의 효과는 미약하다. 즉 출신국 소득격차가 전혀 없는 외국인의 경우라도 자영업 선택확률이 평균 11.925%에서 11.945%로 증가하는 정도이다. 미국체류기간도 자영업선택확률에 대한 영향은 미약하다. 평균체류기간 22.5년 보다 20% 긴 27년의 경우 자영업확률은 11.925%의 0.26% 즉 0.031% 증가한 11.956%로 증가한다. 연령에 대한 자영업확률의 탄력성이 큰 것은 젊은

세대 이민의 성향 차 때문일 것이다. 평균 48세 보다 20% 연령이 높은 57.6세의 경우 14.83%로 증가한다. 영어능력이 떨어지는 중년의 남성일수록 자영업확률이 커지고 미약하지만 이공계학위를 가지면 자영업확률이 위축된다.

다음 <Table 6>은 소득방정식의 추정결과이다. 이민품질지표가 매우 유의하지만 크기는 작다. 예로 남성프리미엄의 10분의 1정도이다.

<Table 6> Income Equation Estimates(dependent variable : log earnings, n = 475480, R-SQUARE = 0.6016 R-SQUARE ADJUSTED = 0.6016)

	Coefficient estimates	t-value	Elasticities on average
immigrant quality index	0.021875	15.58	-0.0004
US years	0.00084957	5.825	0.0002
Log yearly workhours	0.30593	652.7	0.1967
age	0.000038298	0.4260	0.0002
sex	-0.038595	-58.59	-0.0083
Marital status	0.20593	97.29	0.0104
Years education	0.046996	124.4	0.0719
Handicapped	-0.095178	-24.86	-0.0008
English language Ability	0.11655	44.02	0.0433
California resident	0.032708	11.88	0.0005
Comp-math	0.19895	41.40	0.0013
Engineering-Architect	0.42633	80.29	0.0018
Physical Life sciences	0.26786	56.25	0.0015
Humanities	-0.036736	-5.898	-0.0001
Economics Bus degrees	0.27635	72.71	0.0024
Technology jobs	0.19438	30.35	0.0005
Occupational selectivity	0.26855E-09	1.863	0.0000
Selfemployment Selectivity	-0.24963	-322.9	0.0000
Const	7.0842	593.0	0.6789

직업선택편의(Occupational Selectivity bias) 자영업선택편의(Self-employment Selectivity bias)의 추정계수로 보아 소득측면에서는 기술직선택과정은 약한 비교우위의 특징을 가지며 자영업선택은 강한 비교열위 특징을 가진다. 즉 전자의 경우 기술직이나 관리 경영직 가운데 선택이 기본선택직업 즉 비기술직과 대비하여 소득관련 비교우위는 존재하나 미약하고, 자영업의 경우 대안으로 고용을 선택하는 경우보다 소득 관련하여 더 불가피하거나 열등한 선택의 측면이 보인다.

학위의 예상소득 증가요인은 공학건축학위, 의료물리학위, 경영경제학위, 전산학위 순으로 강하다. 공학학위는 9년 교육연수에 유사한 추가적인 소득 증가효과를 가진다. 즉 1년의 추가적인 대학교육이 약 4.7%의 소득증가효과를 가지면 평균 대학교육이 고졸 대비 18.8%의 소득증가를 가져올 것이지만 공학건축학위는 여기에 추가

로 42% 가까운 소득증가를 예상할 수 있다. 전산학위는 정보통신산업 종사와 결합할 때 가장 강한 소득 증가가 예상된다. 정보 통신직은 4년 정도의 교육과 맞먹는 소득증가가 가능하기 때문이다.

경영경제학위는 6년 가까운 추가 교육만큼 강한 예상 소득 증가요인인 반면 인문학위는 약간의 예상소득 저하 요인이다. 현재 경영경제학위에 비해 이공계가 평균적으로는 비슷한 정도의 소득증가요인이다. 이는 공학건축학위와 의료학위의 소득효과에 의해 이공계 학위의 가치가 과장된 인식으로 작용할 수 있음을 보여주기도 하고 미래 소득증가가 상대적으로 강하게 유지될 것으로 예상된다는 의미로 볼 수도 있다.

국민소득 격차 기준 이민의 인적자원품질의 저하 내지 할인요인을 개별적인 이민 본국의 상황에 대비하여 참고할 수 있다. 이민비용이 20% 정도임을 고려하면 미국의 내국인보다 이민자는 평균 1인당 국민소득이 35%인 본국에서 이민을 온 것인데, $(\ln 35 = -1.0498)$ 이민 품질 지표의 추정계수가 0.11정도인데 이는 표본평균소득 34030 $(\exp(10.435) = 34030)$ 대비 3545볼의 예상소득 내지 소득 능력의 감소를 의미한다. $(\exp(10.325) = 30485)$ 이는 여타 인적자원 요소와 비교하면 한 단계의 영어능력 격차나 2.34년의 추가 교육 정도의 품질 격차를 의미한다. 이민의 인적자원품질의 저하요인에 대비해 미국체류에 의한 인적자원 회복 정도는 평균 25.75년의 미국체류가 필요한 정도이다. 그러므로 체류기간에 의한 자연적인 동화보다는 언어능력과 교육수준 기준의 이민정책이 바람직하다고 보인다.

5. 결 론

평균적 의미에서 이공계 분야별 학위와 기타 인적자원요소의 체계적인 가치평가, 기술직 고용의 가치평가, 이민의 질적인 격차 평가는 세계화된 인적자원관리의 중요한 참고자료가 될 것이다. 본 연구에서는 큰 분류에 의해 대체적인 분야별 이공계 학위의 가치를 평가하였는데, 기존의 평균적인 소득에 대한 연구와 비교하여 크게 다르게 평가되지는 않았으나, 추후 필요에 따라 다양하고 세분화된 학위분야를 평가할 수 있다. 여기서는 더 다양한 학위와 직종과 인종별로 필요에 따라 미국의 사례를 기준으로 국제적인 인적자원에 대한 보상의 기준을 제시할 수 있는 체계를 예시하였다. 그러므로 세분화된 학위분야간 비교, 직종과 인종간 비교가 차후 연구과제가 될 것이다.

평가결과를 부연하면 공학학위는 9년 교육연수에 유사한 추가적인 소득 증가효과를 가진다. 또 정보 통신직

고용은 4년 정도의 교육과 맞먹는 소득증가가 가능하다. 이민자는 상대적으로 저소득 국가에서 오는 경향이 있는데 이는 소득 능력에서는 평균 2년 이상의 추가 교육과 동등한 정도의 인적자원의 품질 격차를 의미한다. 체류기간에 의한 자연적인 동화는 속도가 느리므로 언어능력과 교육수준 기준의 이민정책이 정책적인 마찰을 줄이는 면에서 바람직하다고 보인다.

평균적인 교육효과와 분리하여 학위분야별 추가적 가치를 평가하면 이를 교육프로그램의 특정적 교육효과 개념으로 해석할 수 있다. 단순히 학위에 따른 표면적인 선별효과내지 시그널 효과의 의미로 해석되는 학위효과 (sheepskin)로 볼 필연성은 없다.

데이터 기반에서 기업가 내지 자영업의 관련이론이나 성별, 집단별 차별모델의 설명도에 대한 추가적인 검토도 후속 연구로 필요할 것이다[10].

Acknowledge

This study has been partially supported by a Research Fund of Kumoh National Institute of Technology, Korea

References

- [1] Astebro, T. and Thomson, P., Entrepreneurs, Jacks of all trades or Hobos?, *Research policy*, 2011, Vol. 40, No. 5, pp. 637-649.
- [2] Beede, D.N., Julian, T.A., Langdon, D., McKittrick, G., Khan, B., and Doms, M.E., Women in STEM : A Gender Gap to Innovation, *Economics and Statistics Administration Issue Brief No. 04-11.*, U.S. Department of Commerce, 2011.
- [3] Carnevale, A.P., Cheah, B., and Hanson, A.R., The Economic Value of College Majors, *Georgetown University Center for Education and the Workforce*, 2015.
- [4] Coulombe, S., Grenier, G., and Nadeau, S., Human capital quality and the immigrant wage gap, *IZA Journal of Migration*, 2014, Vol. 3, No. 1, pp. 1-22.
- [5] Coulombe, S., Grenier, G., and Nadeau, S., Quality of Work Experience and Economic Development : Estimates Using Canadian Immigrant Data, *Journal of Human Capital*, 2014, Vol. 8, No. 3, pp. 199-234.
- [6] De Vries, R., Earnings by Degrees, UK Workforce, Sutton Trust, 2014.
- [7] Greene, W., *Econometric Analysis*, MacMillan, 1991.
- [8] Han, S. and Cho, I., Rate of Return on Education Investment in Korea and Sheepskin Effect, *Labor Economics*,

- 2007, Vol. 30, No. 1, pp. 1-30.
- [9] Kerr, S.P., Kerr, W.R., and Lincoln, W.F., Skilled Immigration and the Employment Structures of U.S. Firms, *Harvard Business School Working Papers*, No. 14-040, 2013.
- [10] Lee, S.J., A Comparative Study on the Immigrant Occupational Selection Model The Case of Scientific-technical Jobs in the U.S., *Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2006, Vol, 29, No. 2, pp. 37-42.
- [11] McNeely, C.L. and Hahm, J., The Global Chase for Innovation : Is STEM Education the Catalyst?, *Global Studies Review*, 2012, Vol. 8, No. 1.
- [12] Peri, G. and Sparber, C., Highly-Educated Immigrants and Native Occupational Choice, *Industrial Relations*, 2011, Vol. 50, No. 3, pp. 385-411.
- [13] Peri, G., Shih, K.Y., and Sparber, C., Foreign STEM Workers and Native Wages and Employment in U.S. Cities, *NBER Working Paper*, No. 20093, 2014.
- [14] Ransom, T. and Winters, J.V., Do Foreigners Crowd Natives Out of Stem Degrees and Occupations? Evidence from the U.S. Immigration Act of 1990, *IZA Discussion Paper*, No. 9920, 2016.
- [15] Whang, K. and Chai, C., Analysis of Labor Market Performance by fields of STEM programs in Universities, *KRIVET Issue Brief 24*, 2013.
- [16] Winters, J.V., Foreign and Native-Born STEM Graduates and Innovation Intensity in the United States, *IZA Working Paper*, 2014.

ORCID

Sae-Jae Lee | <http://orcid.org/0000-0002-6656-5341>

Hyun Soo Lee | <http://orcid.org/0000-0001-5512-2986>