

신재생에너지 인력양성의 인적자본 축적 효과

이유아*, 김진수, 허은녕**

The Human Capital Accumulation Effect of New and Renewable Energy Human Resource Development Programs

Youah Lee*, Jinsoo Kim and Eunnyeong Heo**

Abstract

Human resource for the new and renewable energy technology is an important factor in the respect of the sustainable growth and energy security. In this paper, we focused on measuring the economic effect of human resource development on new and renewable energy development programs. The human capital accumulation model developed by Mincer (1974) was modified in terms of the rate of the researchers' investment in human capital. As a result of a empirical case study, the value of human capital was estimated by 102 million Korean won per year worth 18% of the project labor cost. In case of the assumption of 100% participation of researchers, the level of human capital accumulation increased to 914 million Korean won per year. These results imply that the new and renewable energy development programs has been successful, on the concept of learning by doing, in terms of providing the researchers with opportunities to accumulate human capital.

Key words

Evaluation of Human Resource(인적자원 평가), Renewable Energy(신재생에너지), Learning by Doing(실행학습), Human Capital Stock Accumulation(인적자본 축적)

(접수일 2009. 9. 15, 수정일 2009. 10. 6, 게재확정일 2009. 10. 6)

* 서울대학교 에너지시스템공학부

■ E-mail : youah@snu.ac.kr ■ Tel : (02)880-8284 ■ Fax : (02)882-2109

** 서울대학교 에너지시스템공학부

■ E-mail : heoe@snu.ac.kr ■ Tel : (02)880-8284 ■ Fax : (02)882-2109

1. 서론

신재생에너지 기술 개발인력 확보는 국가 에너지 안보의 확보 및 지속적인 성장을 가능하게 하는 주요 요인이다. 세계화의 진전에 따라 정보와 사람은 물론 자본 등이 자유롭게 국경을 넘어 이동하게 되었고, 정보기술의 급속한 발전에 따라

다양한 정보의 입수가 전보다 수월해 지면서 기술 자체보다도 그것을 흡수·활용할 수 있는 우수인력의 중요성이 더욱 강조되고 있다.

신재생 에너지 분야는 최근 에너지 가격 상승과 자원 민족주의의 대두로 인하여 중요성이 더욱더 강조되고 있으며, 기후변화협약에 대비하기 위한 주요 에너지원으로 꼽히고 있

다(허은녕, 2008). 현재 미국, 일본, 유럽 등 선진국들은 기후변화협약하의 지속발전 가능한 에너지원으로 신재생 에너지를 지목하고 있으며, 기술을 선점하기위한 R&D와 인력 확보에 투자를 아끼지 않고 있다. 신재생 에너지 기술을 선점하는 것은 국가와 산업에 필요한 에너지원을 자체 생산한다는 점 외에도, 중국, 인도와 같이 아직 신재생 에너지 개발이 미흡한 국가에 투자하여 높은 기술수익을 올릴 수 있음을 의미한다. 이에 우리나라에서도 신재생에너지 기술 개발인력을 확보하기 위하여 관련 연구를 확대하고 있다(Fig. 1).

신재생에너지 R&D 투자로 육성되는 기술 인력이 가지게 되는 인적 자본의 가치는 실행학습(learning by doing)의 접근을 통해 정량화 할 수 있다. 실행학습이론은 Lucas(1998)가 인적자본을 도입한 성장모형을 제시하면서 강조 되었다. 직업에 종사하는 과정에서 별도의 인적자본투자가 없더라도 자연적으로 훈련을 받는 효과를 가지고 오기 때문에 인적자본이 축적되며, 이러한 과정을 통해 지속적으로 축적된 인적자본은 향후 국가 성장을 위한 자본 요소의 하나의 기능을 하게 된다는 것이다.

인적자본 축적모형 외에도 지수법이나 설문접근법을 적용하여 인력양성 효과를 측정하기 위한 연구들은 꾸준히 수행되고 있다. 조은상(2005)의 연구에서는 설문분석 방법을 적용하여 정부투자사업의 인력양성 성과를 측정하고자 하였고, 이종화(1995)에서는 노동의 질적 지수를 사용하여 인적자본 스톡을 추정하였다. 하지만 김능진 외(1998)에서 지적하였듯

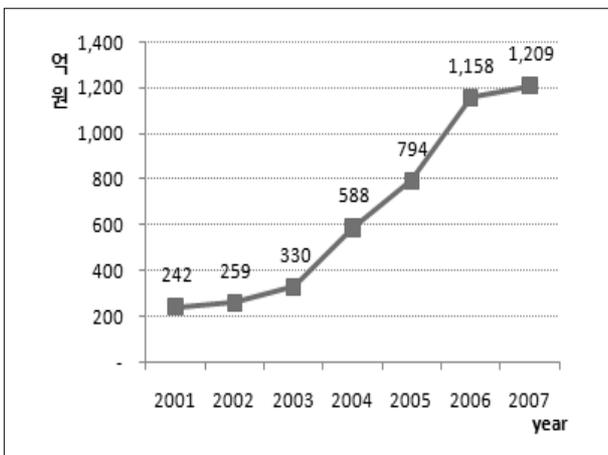


Fig. 1 Investment of renewable energy R&D project¹⁾

1) 에너지·자원 R&D 주요 통계, 지식경제부, 2008, p. 40.

이 이러한 방법들은 인력양성효과를 가시적으로 용이하게 파악할 수는 있으나, 국가성장의 관점에서 축적되는 인적자본의 크기를 계량적으로 추정하지는 못하는 한계가 있다.

본 연구는 신재생에너지 인력양성사업 수행과정에서 발생하는 인적자본 축적효과를 경제적 측면에서 정량적으로 나타내하고자 하는데 그 목적이 있다. 이를 위하여 현재 지식경제부 지원으로 추진 중인 신재생인력양성센터사업을 대상으로 인적자본 축적효과를 도출해 보았다.

연구의 순서는 다음과 같다. 먼저 분석 방법론인 인적자본 축적모형에 대해 정리한 다음, 근로소득함수를 추정한 결과를 바탕으로 최종적으로 신재생인력양성 사업으로 발생하는 인적자본의 크기를 도출하였다.

2. 인적자본 축적 모형

한국직업능력개발원(2001)에 따르면 인적자본의 크기를 측정하는 방법은 세 가지로 분류 할 수 있다. 첫째는 학교등록률, 학력 및 성인들의 문해력, 평균교육연수 등과 같은 산출물에 근거한 접근방법(output-based approach)이고, 둘째는 인종된 지식을 획득하는데 소요되는 비용을 계산하는 투자비용에 근거한 접근 방법(cost-based approach)이다. 마지막 셋째는 교육투자로부터 개인들이 노동시장에서 얻은 수익을 기준한 소득에 근거한 방법(income-based approach)이다.

인적자본 축적모형은 위 분류 중에서 세 번째, 소득에 근거한 방법으로 개인의 교육수준과 경력에 따른 근로소득을 바탕으로 하여 인적자본을 도출하는 모형이다. 따라서 상대적으로 정확하게 시장경제에서 평가되는 인적자본을 측정할 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서는 Ben-Porath(1967)와 Mincer(1974)의 직업훈련이 고려된 최적인적자본 축적 모형의 근로소득함수를 바탕으로 김능진(1998)과 김진수, 허은녕(2006)의 논의를 적용하여 신재생에너지 인력양성의 인적자본축적효과를 도출하였다.

최적인적자본 축적 모형의 도출 과정은 다음과 같다²⁾. Ben-Porath(1967)와 Mincer(1974)는 근로소득역량(earnings capacity) E_t 를 수입이 발생하는 일에 쓸 수 있는 자신의 노동시간을 모두 사용하여 얻을 수 있는 근로소득으로 정의하고 식 (1)과

2) 인적자본축적 모형은 김진수, 허은녕(2006)을 바탕으로 정리하였다.

같이 표현하였다.

$$E_t = \gamma p K_t = E_{t-1} + \gamma C_{gt-1} - \delta_{t-1} E_{t-1} \quad (1)$$

식 (1)에서 γ 은 인적자본의 수익률을 의미하며, p 는 인적자본의 단위당 가격, K_t 는 t 년의 개인의 인적자본 저장(stock), C_{gt} 는 총 인적자본 투자지출액 그리고 δ 는 인적자본의 감가상각률을 의미한다. Mincer(1974)는 또한 총 인적자본 투자지출액 C_{gt} 와 관측이 가능한 가치분소득 W_t 를 각각 식 (2), 식 (3)과 같이 표현하였다.

$$C_{gt} = C_{nt} + \delta p K_t \quad (2)$$

$$W_t = E_t - C_{gt} \quad (3)$$

식 (2)에서 C_{nt} 는 순인적자본투자 지출액을 의미한다. Polachek and Siebert(1993)는 논의를 단순화하기 위해 순인적자본투자 지출액은 산출하기 어려운 교재나 등록금과 같은 투입 요소를 무시하고, 개인이 인적자본투자에 시간을 사용함으로써 포기한 근로소득만으로 구성된다고 가정하였다. 식 (2)를 식 (1)에 대입하고 Polachek and Siebert(1993)의 가정을 적용하면 식 (4)를 도출할 수 있다. 식 (4)로부터 근로소득역량과 순인적자본투자 지출액 사이에 밀접한 관계가 성립함을 알 수 있다.

$$E_1 = E_0 + \gamma C_{n0} \quad (4)$$

$$E_2 = E_1 + \gamma C_{n1} = E_0 + \gamma C_{n0} + \gamma C_{n1}$$

⋮

$$E_t = E_0 + \gamma \sum_{i=0}^{t-1} C_{ni}$$

Mincer(1974)는 근로자가 근로소득을 얻기 위하여 사용할 수 있는 총 노동시간 중에서 장래의 소득증가를 위하여 t 기의 인적자본투자에 지출하는 시간의 비율로 정의되는 시간상당투자(time equivalent investment)를 제안하였는데 시간상당투자 s_t 는 식 (5)와 같이 표현된다.

$$s_t = \frac{C_{nt}}{E_t} \quad (5)$$

식 (5)는 $C_{ni} = s_i E_i$ 와 같이 표현할 수 있으므로 이를 식 (4)에 대입하면 식 (6)과 같이 표현된다.

$$E_1 = E_0 + \gamma s_0 E_0 = E_0 (1 + \gamma s_0) \quad (6)$$

$$\begin{aligned} E_2 &= E_1 + \gamma C_{n1} \\ &= E_0 (1 + \gamma s_0) + \gamma s_1 E_0 (1 + \gamma s_0) \\ &= E_0 (1 + \gamma s_0) (1 + \gamma s_1) \end{aligned}$$

⋮

$$E_t = E_0 \prod_{i=0}^{t-1} (1 + \gamma s_i)$$

식 (6)에 자연로그를 취하면 식 (7)과 같이 표현된다.

$$\ln E_t = \ln E_0 + \sum_{i=0}^{t-1} \ln (1 + \gamma s_i) \quad (7)$$

식 (7)의 i 에 대하여 0기부터 s 기까지는 학교교육기간, $(S+1)$ 기부터 $(t-1)$ 기까지는 학교교육 후의 직업훈련기간으로 나누는 뒤, 1보다 매우 작은 γ_s 에 대하여 $\ln(1 + \gamma s_i) \approx \gamma s_i$ 이 성립함을 이용하면 식 (7)을 식 (8)과 같이 표현할 수 있다.

$$\ln E_t = \ln E_0 + \gamma_s \sum_{i=0}^s s_i + \gamma_p \sum_{i=s+1}^{t-1} s_i \quad (8)$$

식 (8)에서 γ_s 는 학교교육의 수익률을 의미하며, γ_p 는 학교교육 후 직업훈련의 수익률을 의미한다. 그런데 학교에 다닐 때에는 개인의 일과 시간이 모두 학교교육에 투자된다고 가정할 수 있으므로 학교에 다니는 기간의 s_i 는 1이 된다. 학교 교육 후 직업훈련기간을 j 라고 설정하고 학교에 다니는 기간의 s_i 는 1임을 고려하여 식 (8)을 정리하면 식 (9)와 같이 표현된다.

$$\ln E_t = \ln E_0 + \gamma_s S + \gamma_p \sum_{j=1}^{t-1} S_j \quad (9)$$

식 (9)의 변수 중에서 개인의 시간상당투자(s_i)는 직접적인 관찰이 어렵다. 이에 Polachek and Siebert(1993)는 시간상당투자가 학교교육 이수 후 경력년수(t)가 증가함에 따라 선형으로 감소하며 그 기간은 25년이라고 가정하였다. 즉, 학교교육 이수를 마친 직후에는 α 의 비율로 인적자본투자에 시간을 소비하지만 경력년수가 증가함에 따라 비율이 점차 감소하여 25년 후에는 더 이상 인적자본투자를 하지 않는다는 것을 의미한다. 이를 식으로 표현하면 식 (10)과 같다.

$$s_t = \alpha - \frac{\alpha}{25} t \quad (10)$$

김능진 외(1998)의 연구에서는 시간상당투자가 발생하지 않는 기간을 20년, 25년과 30년의 세 가지 경우로 나누어 분석한 바 있다. 그러나 본 연구에서는 정년을 고려하여 60세까지의 개인 자료를 사용하여 인력양성 효과를 분석하였으므로 Polachek and Siebert(1993)의 25년 가정이 타당하다고 판단, 식 (9)에 식 (10)을 적용하여 식 (11)을 도출하였다.

$$\ln E_t = \ln E_0 + \gamma_s S + \gamma_p \alpha t - \frac{\gamma_p \alpha}{50} t^2 \quad (11)$$

그런데 식 (11)의 변수 중에서 근로소득역량(E_t)은 현실에서 관측이 불가능하기 때문에 실제적인 추정을 위해 근로소득역량 대신 관측이 가능한 가치분소득(W_t)을 사용한다. 근로소득역량을 가치분소득으로 대체하기 위하여 식 (1), 식 (2)와 식 (10)을 식 (3)에 대입하면 식 (12)를 도출할 수 있다.

$$\begin{aligned} W_t &= E_t - C_{gt} = E_t - C_{nt} - \delta p K_t & (12) \\ &= E_t - C_{gt} - \frac{\delta}{\gamma_p} E_t \\ &= E_t \left(1 - \frac{C_{nt}}{E_t} - \frac{\delta}{\gamma_p}\right) \\ &= E_t \left(1 - s_t - \frac{\delta}{\gamma_p}\right) \\ &= E_t \left(1 - \alpha + \frac{\alpha}{25} t - \frac{\delta}{\gamma_p}\right) \end{aligned}$$

식 (12)를 식 (11)에 대입하면 식 (13)과 같은 근로소득함수 방정식을 도출할 수 있다.

$$\begin{aligned} \ln W_t &= \left(\ln E_0 - \frac{\delta}{\gamma_p} - \alpha\right) + \gamma_s S & (13) \\ &+ \left(\gamma_p \alpha + \frac{\alpha}{25}\right)t - \frac{\gamma_p \alpha}{50} t^2 \end{aligned}$$

식 (13)은 실제로 관측된 자료를 바탕으로 추정이 가능한 식이며, α 와 γ_p 는 식 (13)의 계수 추정결과를 바탕으로 계산할 수 있다. 또한 인적자본의 감가상각률 δ 는 직업훈련기간의 인적자본 수익률에서 시장이자율을 차감하여 산출할 수 있다. 개인의 인적 특성(demographic features)이 근로소득에 미치는 영향을 통제하기 위하여 석사, 박사학위 유무에 따른 터미와 일반 기업, 국공립 연구소를 구분하는 변수를 추가하였다. 이상의 변수를 추가한 최종적인 근로소득함수 방정식은 식 (14)와 같이 표현된다.

$$\begin{aligned} \ln W_t &= \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \beta_3 D_{Master} + \beta_4 D_{Doctor} & (14) \\ &+ \beta_5 D_{Research} + \beta_6 D_{Company} + \epsilon_t \end{aligned}$$

순 인적자본 축적을 도출하기 위해서는 인적자본의 순 규모를 나타내는 C_{nt} 를 도출하여야 한다. 식 (5)와 식 (9)를 이용하면 인적자본의 순 규모를 나타내는 식 (15)를 도출할 수 있다.

$$\begin{aligned} \ln C_{nt} &= \ln \alpha \left(1 - \frac{t}{25}\right) + \ln W_t & (15) \\ &+ \alpha \left(a - \frac{t}{25}\right) + \frac{\delta}{\gamma_p} \end{aligned}$$

위의 식에서 γ_p , α 는 근로소득 함수추정 계수를 비교하여 산출 가능하다. 인적자본의 진부회율을 나타내는 δ 는 자본시장 이론에 근거하여 인적자본 수익률 γ_p 에 시장이자율을 차감하여 계산한다. 시장이자율은 2005년부터 2007년 까지 기간의 3년 만기 국고채 금리의 평균인 4.78%를 사용하였다.

3. 신재생에너지 인력양성의 인적자본 축적 효과 도출

본 장에서는 신재생에너지 인력양성의 인적자본축적효과를 추정하기 위하여 사용된 분석 자료를 설명하고 근로소득 함수 추정 및 인적자본 축적액 산출결과를 제시한다.

신재생에너지 인력양성의 인적자본 축적효과를 추정하기 위하여 현재 지식경제부 지원으로 수행 중인 신재생에너지 인력양성센터 사업 하나를 선정하였다. 선정된 사업의 사업기간은 2006년부터 2011년까지이며, 수행기간 동안 16개의 대학, 연구소, 기업 등 신재생 에너지와 관련된 주요 기관들이 참여하는 사업이다. 2차년도를 기준으로 연구소 28명, 일반기업 79명, 대학교 20명, 전체 127명이 사업에 참여하고 있다.

참여 연구원의 인적자본의 변수의 특성은 Table 1과 같다. 비교를 위하여 허은녕(2008)에서 정리한 임금구조기초통계³⁾ 자료를 함께 나타냈다. 이 사업에 참여하고 있는 연구원의 월 평균급여는 월 3,354천원이다. 연구진의 임금을 국내 임금근로자의 자료를 정리한 임금구조기초통계 자료와 비교하면 전체 그룹보다는 월 평균 임금이 약 30만원 높고, 공학전문가 그

3) 임금구조기초통계, 노동부, 2007

룹보다는 약 61만원 낮은 것을 알 수 있다. 하지만 경력을 살펴 보면 임금근로자 전체그룹의 경력은 18년이고, 공학전문가 그룹의 경력은 15년 이다. 사업의 참여 연구진의 평균 경력이 9년인 것을 고려하면 월평균임금은 높은 수준임을 알 수 있다.

인적자본 축적모형을 적용하여 신재생에너지 연구개발 사업의 인력양성 효과를 추정하는 방법은 크게 두 단계로 구분할 수 있다. 첫 번째 단계는 사업 참여 연구진들을 대표할 수 있는 근로소득 함수를 추정하는 것이고, 두 번째 단계는 추정된 근로소득 함수를 바탕으로 인적자본 축적량을 산정하는 것이다. 다음 Table 2는 연구 참여인력 127명을 대상으로 식 (14)의 근로 소득 함수를 추정된 결과이다.

근로소득함수 추정결과는 경력의 제공항을 제외하면 다른 계수값들은 통계적으로 5% 이내에서 유의한 수준으로 분석되었다. Breush-Pagan 이분산(heteroscedastic variance) 검정값이 2.22로 1% 유의 수준에서 이분산을 가지지 않는 것으로 분석되어 추정된 근로소득함수가 통계적으로 유의미한 결과임을 알 수 있다.

근로소득함수 추정 결과로부터 근로소득 함수의 몇 가지 특징을 살펴볼 수 있다. 먼저 경력 변수의 계수값(β_1)은 0.03066으로 1년 경력이 증가하는 것은 약 3.1%의 임금상승 효과가

있음을 의미한다. 경력의 제공의 효과를 의미하는 변수(β_2)가 음의 부호를 가지는 것은 경력이 근로소득에 미치는 효과가 2차 형식으로 유의하게 나타나고 있음을 반영하는 것이다.

개인의 인적 특성을 통제하기 위한 계수 값들을 살펴보면 석사 학위 소지자(β_3)들은 학사 학위 소지자와 비교 하였을 때 약 13% 월평균 임금이 높게 나타나고, 박사학위 소지자(β_4)는 학사학위 소지자에 비해 32%가량 임금이 높게 나타나는 것으로 분석되었다. 또한 소속이 국공립 연구소 혹은 일반 기업인 연구원들은 소속이 대학교인 연구원들에 비해 월 평균 임금이 높게 나타는 것으로 분석되었다. 이와 같은 결과는 소속이 대학교인 연구원에는 현재 수확중인 석·박사 학생들이 다수 포함되어 있기 때문인 것으로 판단된다.

위의 근로소득함수 추정결과를 바탕으로 식 (15)를 적용하여 인적자본 축적효과를 도출하였다(Table 3). 현재 사업에 참여 하고 있는 연구원의 평균 급여는 월 335만원으로 연구 참여인력이 100% 신재생에너지 사업에 참여한다고 가정하면 일인당 연간 720만원의 인적자본이 축적되는 것으로 분석되었다. 연구원 개개인의 사업 참여율을 고려하면 연구원 127명의 사업 참여로 축적되는 인적자본 축적액은 연간 약 1억 원이다. 이러한 결과는 총 인건비의 18%에 해당하는 금액이 내생 성장의 개념에서 축적되는 것을 의미한다.

참여하는 연구진의 경력에 따른 인적자본 누적액은 Fig. 2와 같이 도식화 할 수 있다. 경력이 낮을수록 단위 기간에 발생하는 인적자본 누적액이 큰 것을 알 수 있다. 예를 들어, 경력이 5년인 사람들이 사업에 1년간 참여한다고 가정하면 1년간 인적자본 축적액은 12억 3500만 원이지만, 경력이 20년인 사람들이 사업에 참여한다고 가정하면 인적자본 축적액은 2억 3400만 원이다. 이는 경력이 5년인 사람들이 사업에 참여한다고 가정했을 경우 인적자본 축적액의 19%에 해당하는 양이다.

경력의 증가에 따라 발생하는 인적자본 축적이 감소하는 것은 허은녕(2008)에서도 동일하게 관찰되었다. 경력이 충분하지 않은 사람의 경우 사업 참여로 새로운 많은 지식과 기술

Table 1. Characteristics of key variables

	표본수 (명)	임금 (천원)	교육년수 (년)	경력 (년)
신재생에너지 인력양성 사업 중 분석 대상 연구 참여자	127명	3,354	18.20	9.05
임금 근로자	403,685	3,052	13.97	18.03
임금근로자 중 공학전문가 그룹	13,549	3,964	16.72	15.27

Table 2. Estimation results of earning function

	Coefficient	Standard Error	P-value
β_0	7,31411	0,08532	0,000
β_1	0,03066	0,11094	0,007
β_2	-0,00024	0,00051	0,635
β_3	0,12618	0,05048	0,014
β_4	0,32418	0,06372	0,000
β_5	0,72854	0,08315	0,000
β_6	0,34391	0,07267	0,000

Adjusted $R^2 = 0,704$

Table 3. Human capital aggregation results

	참여율 고려안함 (월 평균 급여 335만원)	참여율 고려 (월 평균 급여 48만원)
1인당 축적액/year	7백 20만원	1백 20만원
분석 대상 연구 인적 자본 축적액/year	9억 14백만원	1억 23백만원

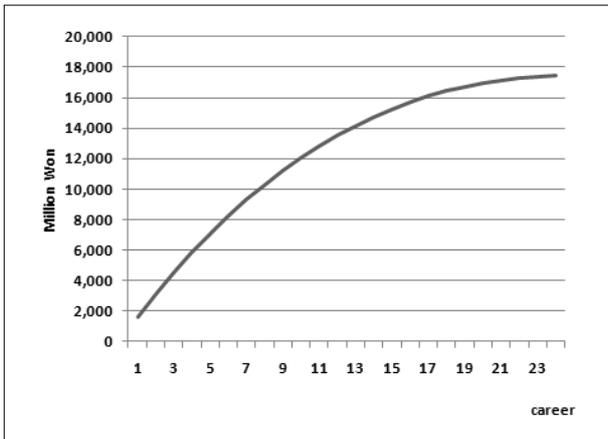


Fig. 2 Human capital accumulation by careers

을 습득할 수 있지만, 상대적으로 높은 경력을 가지고 있는 사람들은 기존의 지식을 넘어서는 새로운 것들을 배우고 익혀야 하기 때문이다. 실행학습의 이러한 특성은 직장인을 대상으로 교육하는 것 보다 학생들을 교육시킬 때 그 효과가 높은 것을 의미한다. 이러한 논리를 신재생에너지 사업에 적용시키면 경력이 풍부하지 않은 신규인력을 양성하는 것은 향후 지속적인 인적자본 축적이 가능함을 의미한다.

4. 결론

본 연구에서는 신재생에너지 인력양성사업 수행과정에서 발생하는 인적자본 축적효과를 경제적 측면에서 정량적으로 도출하기 위한 인적자본 축적모형을 정리하고 현재 지식경제부 지원으로 추진 중인 신재생인력양성센터사업 하나를 선정하여 시범적으로 실증분석을 수행하였다.

수행 결과 2차년도 사업을 기준으로 1년간 총 인건비의 18%에 해당하는 연간 약 1억 원의 인적자본이 축적되는 것으로 분석되었으며, 만약 참여인력이 100% 신재생에너지 사업에 참여한다고 가정하면 일인당 연간 720만원의 인적자본이 축적되는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 사업의 의의를 제고하기 위해 활용될 수 있으며, 실제로 사업을 통하여 축적하는 인적 자본을 정량화함으로써 사업의 평가나 향후 다른 사업의 기획에 활용할 수 있는 근거 자료로 사용될 수 있다.

본 연구에서는 하나의 사업을 대상으로 신재생에너지 기술 인력 개발에 따른 인적자본의 축적을 시범적으로 도출해 보

았다. 따라서 앞으로 본 연구에서 제시한 방법론을 적용, 여러 인력양성 사업과 R&D 사업으로 확대하여 사업간 비교 연구가 수행된다면 국가 R&D와 인력양성 사업의 사회적 파급 효과를 계량화 하는데 도움이 될 것이다.

후 기

본 연구는 지식경제부/한국에너지기술평가원 『에너지·자원 인력양성의 산업기여도 분석 방법론 개발』 연구의 일환으로 수행되었습니다.

References

- [1] 김능진, 배진한, 홍성표, 1998, “정보통신 국책연구개발사업의 기술인력양성 효과”, 경영논집, 제 14권, pp. 15-35, 1998.
- [2] 김진수, 허은영, 2006, “정부연구개발사업의 인력양성 효과에 대한 연구”, 2006년도 한국기술혁신학회 추계학술대회 발표논문집, 한국기술혁신학회, 제주, 11월 2일~3일, pp. 471-48, 2006.
- [3] 이종화, 김선빈, 1995, “한국의 인적자본 추계 (1963-1993)”, 국제경제연구, 제 11권, 제 2호, pp. 33-64, 1995.
- [4] 조은상, 이상돈, 2005, “정부투자사업의 인력양성 성과 분석”, 인력개발연구, 제 7권 1호, pp. 1-20, 2005.
- [5] 지식경제부, 2008, 에너지·자원 R&D 주요 통계, 과천, 지식경제부, 2008.
- [6] 한국직업능력개발원, 2001, “인적자본 스톡(stock) 측정 연구”, 서울, 한국직업능력개발원, 2001.
- [7] 허은영, 이유아, 김진수, 2008, “최적인적자본을 이용한 국내 가스하이드레이트 R&D사업의 인력양성효과 추정에 관한연구”, 한국지구시스템공학회지, Vol. 45, No. 5, pp. 516-525, 2008.
- [8] 홍성표, 이성규, 2003, “미취업 이공계 석·박사 지원정책의 경제적 효과분석: 인적자본 투자수익률을 중심으로”, 노동경제논집, 제 26권, 제 3호, pp. 29-47, 2003.
- [9] Ben-Porath, Y., 1967, “The Production of Human Capital and the Life Cycle of Earnings”, Journal of Political Economy, Vol. 75, pp. 352-365, 1967.
- [10] Lucas, R. E., 1988, “On the Mechanism of Economic Development”, Journal of Monetary Economics, Vol. 22(1), pp. 3-42, 1988.
- [11] Mincer, J., 1974, “Schooling, Experience and Earnings”, National Bureau of Economic Research, New York, 1974.
- [12] Polachek, S. W. and W. S. Siebert, 1993, “The economics of earnings, Cambridge University Press”, Cambridge, 1993.

이 유 아



2006년 경희대학교 환경응용화학부 공학사
2008년 서울대학교 에너지시스템공학부 공학석사

현재 서울대학교 에너지시스템공학부 박사과정
(E-mail : youah@snu.ac.kr)

김 진 수



2003년 서울대학교 지구환경시스템공학부 공학사
2005년 서울대학교 지구환경시스템공학부
공학석사

현재 서울대학교 에너지시스템공학부 박사과정
(E-mail : jinsookim@snu.ac.kr)

허 은 념



1987 서울대학교 자원공학과 공학사
1989 서울대학교 자원공학과 공학석사
1996 Ph. D. in Energy, Environmental and
Mineral Economics, The Pennsylvania
State University, USA

현재 서울대학교 에너지시스템공학부 부교수
동 대학 기술경영경제정책대학원과정 겸임교수
(E-mail : heoe@snu.ac.kr)