# 기술혁신과 미래 숙련 : 그린카 발전을 중심으로

황규희* · 이중만**

## 요 약

탄소배출에 대한 글로벌 규제 확대는 새로운 산업규제와 무역장벽을 가져오고 있으며, 세계 각국은 재생에너지 개발, 에너지 효율 증대, 환경 개선 등을 동시에 추구하는 녹색투자를 통해 경기부양을 도모하고 있다. 한국 정부는 이러한 환경변화 속에 녹색투자를 통한 새로운 성장기회를 모색하고 있으며, 기업은 저탄소 친환경구조로의 전환을 생존의 문제로 직면하게 되었다.

이는 산업구조의 변화와 전환을 가져올 뿐만 아니라, 인력 구성의 변화와 요구숙련의 변화를 요구한다. 이러한 녹색경제로의 전환에서, 미래 숙련수요에 대응한 인력양성은 녹색경제의 전환에 대한 대응으로서 뿐만 아니라 녹색성장을 견인하는 추동력이 된다.

본 연구는 자동차산업을 중심으로 미래 숙련 수요에 따른 인력양성 방안을 모색한다. 그린카 관련한 미래 숙련 수요에 대해 현 대학교과상의 문제점을 살펴보며 이에 대한 개선방안을 모색하기로 한다. 이를 통해 녹색성장에서 그린카 이외의 타 부문에서의 미래 숙련 수요에 대응한 인력양성 방안을 마련하는 방법론의 개선을 도모한다.

**Key Words:** 그린카(Green Car), 기술 전망(Technology Foresight), 미래숙련수요(Future Skills Needs), 교과 분석(Diagnosis of Courses)

## Ⅰ. 머리말

근대 산업혁명 이후, 화석에너지 소비의 증가에 따라 이산화탄소, 메탄가스 등의 대기농도가 높아져서 지구 온난화가 점진적으로 진행되어 왔다고 여겨진다. 한편, 그간의 화석 에너지원에 기인한 에너지 사용증가는, 값싼 화석연료 채굴을 고갈시키며 에너지 가격의 증가를 가져오고 있다. 현재 미국, 유럽, 일본 등의 선진 산업국가와 한국 등 신흥 산업국을 이어 중국과 인도의 급속한 산업화는 이러한 에너지원의 소비증가를 가속화시키고 있다. 화석에너지 소비의 증가가 지구온난화와 자원고갈을 가속화시킨다는 관점에서 화석에너지 소비의 억제가 주창되는 가운데, 선진 산업국을 중심으로 탄소배출억제가 추진되었다. 2005년 교토의정서의 공식 발효 이후, 탄소배출에 대한 글로벌 규제 확대는 새로운 산업규제와 무역장벽을 가져오고 있는 상황이다.[1] 선진각국은 에너지·환경 부문의 기술개발과 관련 산업발전을 도모하며, 후발 산업국의 추격을 견제하고 있다.

한편, 지난 2008년 미국발 금융위기에 의한 세계 경제의 위축 속에 각국은 재생에너지 개발, 에

* 황규희, 한국직업능력개발원 HRST센터 연구위원, 02-3485-5268, g.hwang@krivet.re.kr

** 이중만, 호서대학교 디지털비즈니스학부 교수(교신저자), 041-560-8356, mann@office.hoseo.ac.kr

1) 한편 교토의정서가 2012년까지 유효한 가운데, 지난 2009년 12월 덴마크 코펜하겐에서 유엔 기후변화협약(UNFCCC) 제15차 당사국 총회가 개최되며 2013년부터의 세부 감축목표 설정을 노력하였으나, 포스트 교토의정서 대체안을 가져오지는 못했다.

너지 효율 증대, 환경개선 등을 동시에 추구하는 녹색투자를 통해 경기부양을 도모하고 있다. 한국에서도 2008년 10월 7일 20대 국정전략, 100대 국정과제를 발표하고 국정과제의 하나로 '녹색기술 발전'을 포함하며, 자원이용과 환경오염 최소화를 경제성장의 동력으로 활용하는 선순환구조로의 '녹색성장'을 주창하고 있다. 이를 위하여, 한국 정부는 2020년 국가온실가스 감축목표를 배출전망치(BAU) 대비 30%를 감축키로 결정했다. 이는 IPCC(기후변화에 대한 정부 간 패널, Inter-governmental panel on climate change)가 개발도상국에 권고한 감축범위(BAU 대비 15~30% 감축)의 최고수준으로서, 범지구적 기후변화 대응노력에 적극 동참하며 국내적으로 녹색성장을 도모하고자 하는 것이다.

이러한 녹색성장은 에너지·환경관련 기술과 산업 등에서 미래 유망품목과 신기술을 개발하고, 기존 산업과 융합하면서 새로운 성장동력과 일자리를 얻고자 하는 것이다. 이는 산업구조의 변화와 전환을 가져올 뿐만 아니라, 인력 구성의 변화와 요구숙련의 변화를 요구한다. 이러한 녹색경제로의 전환에서, 미래 숙련수요에 대응한 인력양성은 녹색경제의 전환에 대한 대응으로서 뿐만 아니라 녹색성장을 견인하는 추동력이 된다. 본 연구는 자동차산업을 중심으로 미래 숙련 수요에 따른 인력양성 방안을 모색한다. 그린카 관련한 미래 숙련 수요에 대해 현 대학교과상의 문제점을 살펴보며 이에 대한 개선방안을 모색하기로 한다. 이를 통해 녹색성장에서 그린카 이외의 타 부문에서의 미래 숙련 수요에 대응한 인력양성 방안을 마련하는 방법론의 개선을 도모한다.

먼저, 2절에서의 기술혁신과 미래 숙련에 대한 관련 이론에 대한 검토하고 미래숙련수요 분석방안을 모색하며 본 연구에서 수행될 방법론을 제시하고자 한다. 3절에서는 그린카와 관련한 제반사항을 살펴본다. 그린카 관련 기술추이 및 전망, 관련한 세계시장 현황과 전망, 그린카의 발전에 따른 직업변화 등이다. 4절에서는 그린카 발전을 위한 요소기술을 식별하고, 이에 대응한 현행 대학교과 과정의 매칭 정도를 분석한다. 이러한 분석에 기반을 두어, 학과간 연계 트랙 개발, 별도 독립학과 개설 필요성 및 방안 등을 제언한다. 5절에서는 본 연구의 주요결론을 정리하는 한편, 본 연구에서 수행된 미래숙련수요에 대한 연구방법론의 확장가능성을 검토한다.

# II. 기술혁신과 미래 숙련

## 1. 기술혁신과 숙련의 상호조응

기술혁신과 숙련변화에 대한 논의는 고전적인 주제이다[2]. 주로 기술혁신에 따른 숙련변화에 주목되는 가운데, 기존숙련의 숙련퇴화 측면에 대한 노동과정론의 분석과 기술혁신에 따른 고숙련자에 대한 수요증대에 대한 이론 및 실증분석이 제시되고 있다. 한편, 숙련변화가 기술혁신의 결과이기도 하지만, 기술혁신의 전제로서의 숙련변화도 주목된다.

특히 기술확산으로의 기술변화와 숙련변화간 관계를 시점간의 변화라는 측면에서 본다면, 숙련변화가 기술변화 이후에 나타나는 것과 기술변화에 선행하여 나타나는 것을 구분할 수 있다. 기술변화 이후의 숙련변화가 기술변화의 결과일 수 있으며, 기술변화 이전의 숙련변화는 기술변화의 전제일 수 있다[3]. 기술변화 이전의 숙련변화에 대해서는 Nelson and Phelps (1965)의 적응가설(adaptation hypothesis)이 있다. 새로운 기술의 채용을 위해서는 적절한 수준의 인력이 마련되어져야 한다는 것이다[4]. 기술변화 이후의 숙련변화에 대해서는 Griliches (1969)의 보완가설(complementarity

2) 이에 대한 이론적 검토 및 정보통신기술 확산과 숙련 변화에 대한 논의는 Hwang(2001) 3장에서 수행되었다

3) 시간 선후만으로 엄격한 의미의 원인-결과로의 인과성으로 간주될 수는 없으나, 여기에서는 시간 선후를 통해 인과성의 개연성을 지적하려는 것이다.

4) 이들은 두가지 모델을 제시하고 있다. 첫 번째 모델은 새로운 기술의 창출과 이의 채택간 시간격차는 평균교육습득의 감소함수이다. 두 번째 모델은 기술발전속도가 평균교육습득의 증가함수이다.

hypothesis)이 있다. 기술변화에 대응한 고숙련노동자가 요구된다는 것이다[5]. Griliches (1969)의 논의는 숙련편향기술(skill-biased technology)에 대한 논의 및 실증분석을 뒷받침하는 고전적인 이론적 해명이다.

Nelson and Phelps (1965)의 적응가설(adaptation hypothesis)과 Griliches (1969)의 보완가설(complementarity hypothesis)이 상호 배치되는 것은 아니다. 기술도입을 위해 적응가설(adaptation hypothesis)에서 주장하듯 고숙련이 기술확산의 전제가 되는 한편, 기술확산이 진행되면서 그에 따른 고숙련 수요가 증대될 수 있기 때문이다. 나아가, 기술확산의 진행속에 기존 숙련의 퇴화가 이루어 진행됨으로써 숙련저하도 가능할 수 있을 것이다. 자동화의 진척속에 기업단위 숙련변화를 추적한 Bright(1958)의 연구는 이러한 현상을 보고하였으며, 숙련생명주기(skill life cycle)을 주장하였다. Bright(1958)의 숙련생명주기(skill life cycle) 가설은 기술확산의 초기 확산에서 고숙련을 중심으로 숙련수요가 증가하고, 기술확산이 성숙하면 숙련퇴화가 이루어진다는 것이다.

이러한 고전적 논의에 대한 많은 실증연구가 진행되었는데, 대부분은 Griliches (1969)의 숙련편향기술(skill-biased technology)을 실증적으로 확인하고(Berman, E. and Machin. S., 1998 등) 숙련편향기술(skill-biased technology)에서 숙련부족에 주목하며 이에 대한 정책대응을 모색하고자 한다.

숙련변화의 대응이 신규인력양성과 기존 인력의 재교육/훈련에 의해 얻어지는 가운데, 이러한 신규양성 및 재교육/훈련이 일정기간을 요구하는 한편, 빠른 기술진보에서도 퇴화되지 않는 핵심숙련을 가지며 새로운 숙련수용에 대응할 수 있는 능력을 갖추는 한편 현재의 숙련수요에 대한 대응보다도 미래 숙련 수요에 대한 대응능력을 갖추는 것이 요구된다는 것이다.

## 2. 미래 숙련 수요 전망 필요성

기술발전에서 숙련변화가 결과일 뿐만 아니라 기술변화를 촉구하는 매개이기도 하다는 것이 앞 소절의 논의에서 검토되었다. OECD, 영국 등 선진 국가에서 기술혁신의 진행에 따라 향후 제기될 새로운 숙련에 대한 수요가 제기되고 있으나, 이에 대한 구체적 근거나 이론적 논의보다는 정책적 필요가 제기되는 수준이다. 숙련 변화를 추동하기 위해서는 상당한 시간이 요구될 수 있다는 것이다. 숙련편향기술론과는 다른 맥락으로, Perez (1983)는 새로운 기술의 발생과 확산에서의 제도와 환경의 변화에 주목하며 인적자원을 기술확산을 촉진하는 핵심 환경요소의 하나로 간주하고 기술발전에 수반한 숙련변화가 병행될 필요가 있다고 주장하나. 구체적으로 무엇을 어떻게 해야 할 것인지를 제시한 것은 아니다.

선진 각국은 새로운 산업의 등장에 다른 새로운 직업의 등장이나 새로운 숙련에 대한 대안을 모색하고 있으나, 당위적인 수준의 논의에 근거하고 있을 수준이다(OECD, 2006). 유럽직업훈련연구소(CEDEFOP) 등을 중심으로 미래숙련 수요에 대한 논의도 지속적으로 진행되고 있으나(CEDEFOP, 2008; 오호영・황규희 외, 2008), 산업별, 직종별 양적 수요변화 전망이 중심이 되는 가운데, 미래 숙련수요의 질적 전망 혹은 미래 숙련수요의 구체적 내용 등은 아직 만족스럽지 못하다. 이러한 사항은 통상적인 인력수급전망이 양적 전망을 수행하는 가운데 공통적으로 나타나는 한계이기도 하다.

근래 친환경-저에너지소비로의 경제환경변화가 주창되고 있는 가운데, 새로운 산업, 새로운 직업으로의 소위 '녹색산업'과 '녹색직업'에 대한 대응이 요구되고 있다(ILO, 2009; BIS, 2009). 그러나 아직 이에 대한 구체적인 내용이 마련되고 있지는 못한 상황이다. 이에 대하여 본 연구에서는 Nelson and Phelps (1965)의 적응가설(adaptation hypothesis)에 따라 기술혁신의 진행에 따라 향후 제기될 새로운 숙련에 대한 수요에 주목하고자 한다. 이는 미래 숙련에 대한 전망과 관련되며, 통상

5) Griliches (1969)가 제시한 원문은 숙련노동자가 미숙련노동자 보다 생산자본과 보완적이라는 것인데, 여기에서 생산자본이라는 것을 기술혁신이 반영된 설비투자로 나아가 생사자본 자체를 기술변화로 해석할 수 있을 것이다

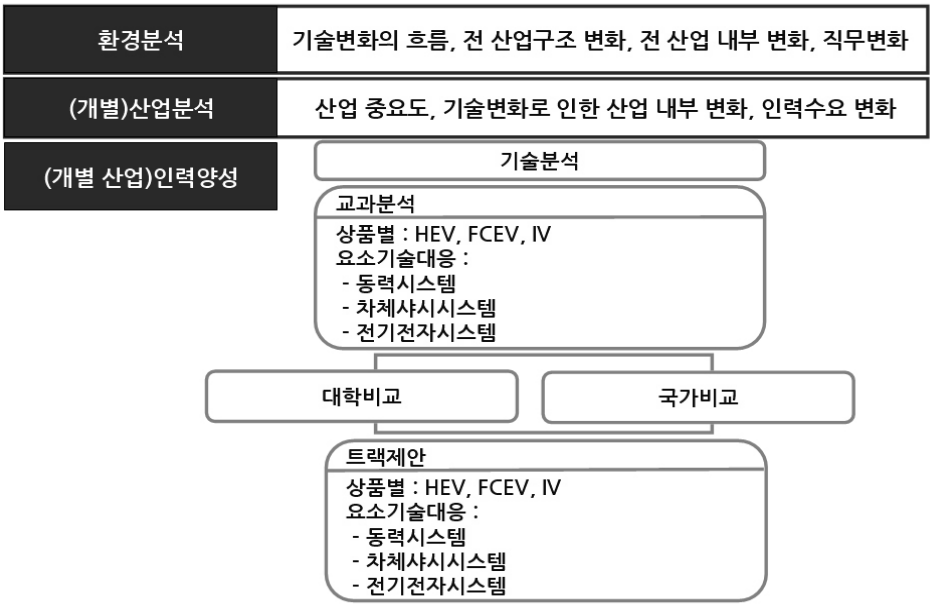
의 숙련수요변화가 이미 발생하였거나 발생중인 것을 분석 혹은 '해석'하는 것에 비하여, 본 연구에서는 기술혁신에 따른 미래숙련수요에 대응한 인력양성방안을 모색하고자 하는 것이다. 본 연구에서는 녹색기술발전의 전형으로서 그린카 개발을 살펴보며, 그린카 관련 기술인력양성 방안을 마련한다. 특히, 그린카 관련 대학학과의 교과개선을 제안한다.

## 3. 연구문제 및 연구방법

미래 숙련수요에 대응한 관련 인력양성방안을 마련하기 위해서는 미래숙련수요를 결정하는 핵심요소로서의 미래기술수요에 대한 전망이 필수적이다. 이는 일정 시점에서 요구될 기술수요를 전망하는 것으로서 현재의 과학기술수준과 과학기술발전 추이에 부가하여 결과물로의 상품에 대한 시장수요를 전망하는 것이 포함되어야 한다. 즉, 기술적으로 가능한 발전궤적만이 아니라, 그러한 기술에 대한 시장의 수요를 검토하여야 한다. 이러한 과정에서 기술변화의 일반적 추이, 산업간 구조 변화, 산업 내부변화, 노동력 구성 및 직무 변화 등의 환경분석이 선행될 필요가 있다.

본 연구에서는 황규희 외(2009a)에서 녹색성장에 대응한 인력양성 정책의 방향과 방안에 대해 과학기술인재 육성과 활용을 중심으로 분석한 것에 기반하여, 다음과 같은 문제에 대한 답을 찾고자 한다.

(1) 10년 후 예상되는 기술발전 궤적 및 기술수요는 무엇인가?
(2) 이러한 수요에 대응하여 현 단계에서의 대응수준은?
(3) 인력양성의 목표 및 필요교과구성은 ?
(4) 구체적 수준(기술트랙 제시)의 인력양성을 위한 방안은?




(그림 1) 효율적 HRD를 위한 전략

미래기술수요에 대한 분석에서 그린카 발전을 위한 요소기술을 식별하고, 향후 10년 후 정도를 기준으로 그린카 관련인력이 갖추어야 할 미래 숙련요소에 대응한 교과 과정을 제안한다. 이 과정에서 현행 대학교과 과정의 매칭 정도를 분석하는데, 대학 교과 과정분석에 있어서는 그린카 관련 4개 학과(기계공학, 화학공학, 전기전자공학, 재료공학)의 교과목에 대해 수행한다. 자동차 관련 인력 배출에서 중요하다고 여겨지는 국내 대학 10개(서울대, 포항공대, 연세대, 고려대, 한양대, 성균

관대, 울산대, 아주대, 국민대, 계명대)를 대상으로 하며, 비교집단으로서 미국 대학 4개(미시간(앤아버), 일리노이(얼바나-샴페인), MIT, 캘리포니아공대), 일본 대학 5개(교토대, 와세다대, 도쿄공대, 도호쿠대, 큐슈대) 등을 함께 검토한다.

이러한 교과 분석에 기반을 두며, 기술영역이 여러 과에 산재되어 있어서 학과간 연계 트랙 개발이 필요한 사항이 있는지, 그러한 사항이 있다면 이를 위한 트랙 개발이 어떻게 제안될 수 있을지를 검토한다. 나아가 과목 간 연계가 지속적으로 필요하고 상당한 인력수요가 있는 경우에는 또 어떻게 대응해야 할지 모색한다. 이러한 과정을 경과하며, 현행 인력양성의 대응정도를 진단하고 향후 보강되어야 할 영역 및 인력양성의 방식 등이 모색되고, 이 과정에서 정부의 역할도 검토된다. 이 과정에서 관련 교육제도, 자격인증, 지적재산권 등 법제도적인 사항의 개선 및 신설 여부도 함께 모색될 수 있는데, 이는 구체적 인력양성의 내용/범위 등과 밀접하게 연관되어 모색되어야 할 것이다.

# Ⅲ. 녹색성장 추동력으로의 그린카

## 1. 전략산업으로의 자동차산업

한국의 자동차산업은 계속적인 생산증가와 수출, 판매증가로 인한 양적 성장을 거듭해오며 한국 경제성장에 있어서 지대한 역할을 해왔다. 특히 자동차산업은 철강, 기계, 전자, 전기, 플라스틱, 유리, 고무, 섬유 등 거의 모든 소재분야 산업과 연관이 있는 종합기계 산업으로서의 특징을 지니고 있으며 이에 따라 기술개발의 파급효과와 부품국산화에 따른 생산유발효과가 매우 크다. 한 대의 완성차를 만들기 위해서는 약 2만 여개의 부품이 필요하고, 타 산업과의 연계성이 중요하다. 그렇기 때문에 자동차산업은 직·간접적으로 철강, 금속, 전기전자, 고무제품 등의 생산자재 부문과 자동차 판매, 자동차부품 및 부속품판매, 자동차수리업 등의 자동차 판매·정비부문 그리고 유통·관련부문, 운수·이용부문에 영향을 주고 있다.

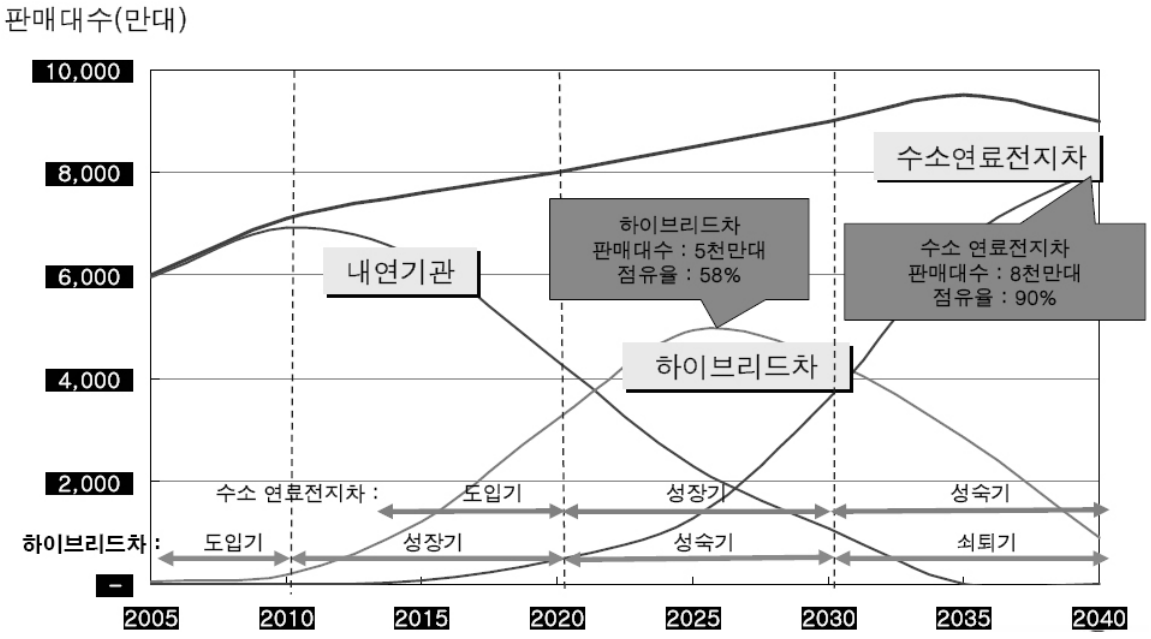
(그림 2) 자동차산업의 직·간접 고용인원
자료 : 자동차공업협회

생산유발효과 측면에서 자동차산업은 전·후방연쇄효과가 모두 크다는 특징이 있으며, 따라서 생산유발효과와 밀접한 관련이 있는 고용유발효과도 크게 측정된다. 자동차산업으로 인한 간접고용은 약 130만명 정도로 추산된다. 생산자재 부문에 의한 전방산업효과로 13.1만명의 고용효과를 가지며, 판매정비 21.1만명, 유통금융 22.5만명, 운수이용 74.2만명 등 후방산업효과로 118.2만명의 고용효과를 가진다고 추정되고 있다. 자동차산업으로 유발되는 직접고용과 간접고용을 합할 경우 약 160만명으로 추산되며 이는 우리나라 총 취업자 약 1,540만명의 10.38%를 차지한다.(그림. 1)

## 2. 그린카 개발

### 1) 전망

각국은 이러한 환경규제에 대응하기 위해 하이브리드 자동차, 연료전지 자동차 개발에 박차를 가하고 있다. 현재 자동차의 세계시장 규모는 연간 1.5조$이며, 2008년 미국발 금융위기로 2010년까지는 다소 침체될 것으로 전망되나 이후 2018년까지는 매년 2-3%, 2018년 이후 1-2%의 지속적인 성장이 있을 것으로 전망되고 있다.




(그림 3) 미래 자동차산업에 대한 시장전망

출처: Automotive World Car Industry Forecast Report, Global Insight(2006)

한편, 미래 자동차 산업에 대한 시장전망으로서, 2004년 Global Insight전망은 낙관적이고 2006년 Mckinsey 전망은 보수적이다. 대체로 2020년 이후에는 하이브리드 차량이 본격적으로 등장할 것으로 여겨지는 가운데, 연료전지차량의 본격적인 등장에 대해 Global Insight에서는 2030년경 본격화될 것으로 여기나, Mckinsey에서는 좀 더 지체될 것으로 전망하고 있다. 그런데, 근래 각국에서의 온실가스 배출 감축목표의 구체화는 이러한 미래 자동차의 개발과 미래 자동차 산업의 조기 실현을 촉구할 것이다.

한국 내에서 수행된 관련 전문가 조사(김태윤, 2009년 8월 31일~9월 7일, 산·학·연 전문가 45인 대상)에 따르면, 미래 자동차 시장을 선도할 차량으로는 2020년에는 내연기관차(50%), 2030년에는

하이브리드차(30%)가 가장 높았으며, 다양한 그린카 기술들이 시장에서 서로 경쟁할 것이므로 이에 대한 대처가 필요한 것으로 나타났다.

2020년에는 내연기관(50%), 하이브리드차(30%), 클린디젤(11%)이 전기차(9%)와 수소연료차(0%)보다 유망할 것으로 전망하였으며, 이 때문에 기존 내연기관 엔진의 연비 개선 및 성능향상에도 지속적 노력이 필요하다고 지적하였다. 하지만 2030년에는 하이브리드(33%), 전기차(23%), 수소연료차(17%)들이 내연기관(15%), 클린디젤(13%)보다 유망할 것으로 전망하였으며, 화석연료의 비중은 점차 낮아지면서 본격적인 그린카 시장이 열릴 것으로 전망하였다.

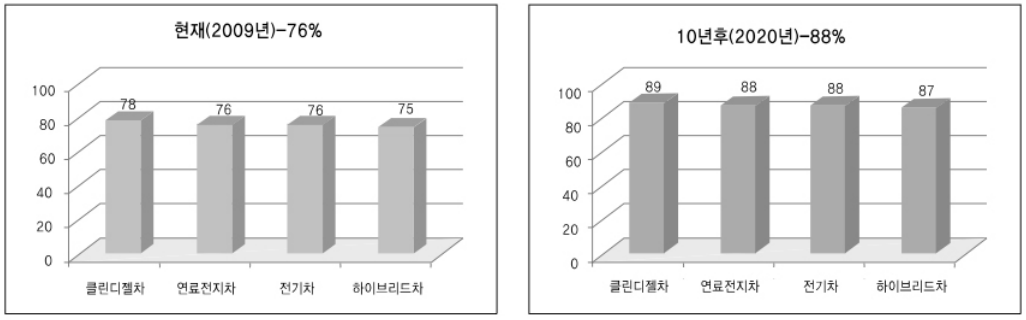
| 순위 | 2020년(10년 후) | | 2030년(20년 후) | |
|---|---|---|---|---|
| | 분야 | 비율(%) | 분야 | 비율(%) |
| 1 | 내연기관차 | 50 | 하이브리드차 | 33 |
| 2 | 하이브리드차 | 30 | 전기차 | 23 |
| 3 | 클린디젤차 | 11 | 연료전지차 | 17 |
| 4 | 전기차 | 9 | 내연기관차 | 15 |
| 5 | 연료전지차 | 0 | 클린디젤차 | 13 |

(그림 4) 미래 자동차 시장을 선도할 그린카 전망 결과
자료 : 김태윤(2009), 자동차산업의 미래 : 그린카 현황 및 전망, FKI전국경제인연합회

## 2) 발전과제

김태윤(2009)의 조사에 따르면, 현재 국내 그린카 기술수준은 선진국 대비 76%(3～4년 격차), 10년 후에는 88% 수준(1～2년)으로 향상될 것으로 전망되고, 미래 그린카 시장에서도 일본의 강세가 지속될 것으로 예상된다. 한국의 기술력은 클린디젤이 78%로 가장 높았으며, 연료전지차(76%), 전기차(76%), 하이브리드차(75%) 순으로 조사되고 있다. 10년 후인 2020년에는 클린디젤(89%), 연료전지차(88%), 전기차(88%), 하이브리드차(87%) 순으로 기술력을 보유할 것으로 전망된다.

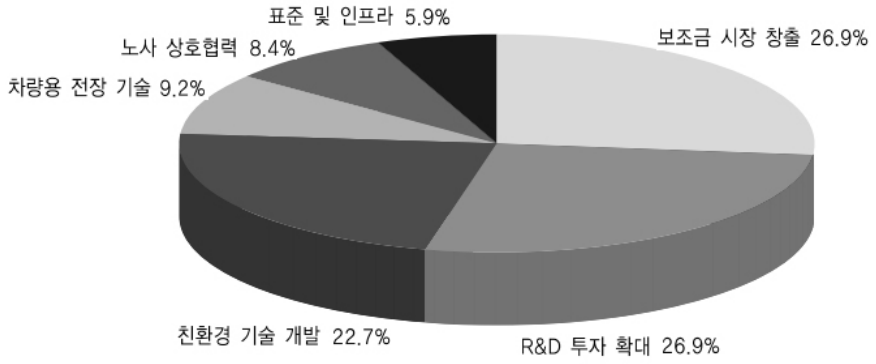
하이브리드 분야에서 현재 및 10년 후 최고 기술국으로는 일본을 100%로 선정하였고, 클린디젤은 EU가 현재 98%, 10년 후 94%로 관련 분야의 독보적인 기술력을 인정받고 있다. 10년 후 수소연료차는 일본(36%), 미국(27%)이 서로 경쟁하고, 그 뒤를 EU(16%)와 한국(11%)이 추격하는 양상으로 전망되었다. 10년 후 전기차는 일본(57%)과 미국(20%)이 선도할 것으로 조사되었다.




(그림 5) 선진국 대비 국내 기술수준(현재/2020년)
자료 : 김태윤(2009), 자동차산업의 미래 : 그린카 현황 및 전망, FKI전국경제인연합회

그린카 산업 발전을 위한 과제로는 R&D 투자확대(26.9%)와 보조금 및 조세지원으로 초기시장 창출(26.9%)이 중요하다고 응답하였고, '2차 전지 등 친환경 기술개발'(22.7%), '차량용 전자·반도체

기술개발'(9.2%), '노·사/완성차·부품업체간 상호협력'(8.4%)이 그 뒤를 이었다. (김태윤, 2009) 보조금 및 조세지원 항목을 제외한 R&D투자확대, 친환경 기술개발, 차량용 전장 기술 등을 응답된 항목은 모두 기술개발에 관련된 내용이며 이러한 기술개발은 연구인력, 기술인력의 확보가 중요하다고 평가된다. 결과적으로 그린카 산업 발전을 위해서는 신기술 확보와 신기술을 창출할 인력양성 부분이 가장 중요한 요인이라고 생각된다.




(그림 6) 그린카 산업 발전을 위한 개선과제
자료 : 김태윤(2009), 자동차산업의 미래 : 그린카 현황 및 전망, FKI전국경제인연합회

## 3. 자동차산업 인력 수요 변화

근래의 온실가스 규제강화로 인하여, 하이브리드 자동차, 연료전지 자동차 개발이 더욱 촉진될 것으로 여겨지는 가운데, 자동차 산업은 첨단기술개발 능력을 보유한 기업을 중심으로 전 세계 자동차업체가 기술협력의 합종연횡을 반복하며 새로운 국제 분업구조를 가지는 글로벌 과점체제로 지속적으로 전환하리라 예상된다. 첨단기술개발만으로는 기존 자동차 산업 내 인력구조를 근본적으로 전환시킬 필요는 없으나, 새로운 국제 분업구조의 확대는 글로벌 생산효율성에 대한 요구를 더욱 늘이며, 기존 생산라인의 글로벌 이동을 초래할 것이다. 자동차 산업에 대한 의존도가 상당히 높은 한국의 입장에서는, 하이브리드 자동차와 연료전지 자동차의 핵심기술을 확보하며 이를 기반으로 국제 분업구조에서 유리한 위치를 점하는 것이 무엇보다 중요할 것이다.

한국으로서는 부분적인 기술에서는 상당한 수준을 가지기도 하나, 이들을 전체적으로 중재하는 기술(intermediary technology)과 기획하는 기술(project planning & management)이 부족한 상황이다. 이러한 사항은 연구개발 중견급 이상 직급에서 타 기술과의 조정 및 종합하는 업무가 확대되어야 함을 의미한다(새로운 일자리). 하이브리드 자동차와 연료전지 자동차의 핵심기술을 한국이 확보한다면, 연구개발 및 고급기술 부문은 계속 팽창할 것이다(늘어나는 일자리). 이때 특정 세부기술 영역뿐만 아니라, 기술간 융합에 대응하는 융합기술인력의 수요가 더욱 커질 것이다. 기존 생산직, 관리직 등에서는 기본적으로 유사한 업무내용이 유지될 것이나, 그 각각 규모의 증감 혹은 유지 등은 국제분업구조의 재편에 따를 것이다.

한편 중저위 인력 양성과 활용에서는 녹색기술 확산에 따라 기존 기술의 퇴화가 촉진되는 한편 숙련격차가 증폭되는 것이 핵심적 문제이다. 이에 따라, 신규인력의 양성과 함께, 기존 인력의 재교육 훈련이 강화되어야 한다. 기존의 청년층과 같은 취업취약계층의 고용문제는 그 문제가 더욱 심각해진다. 이러한 중저위 인력에서의 문제점을 극복하기 위해서는 녹색기술 확산에 대응한 지속적인 재교육훈련이 강화되어야 할 것이다. 이러한 녹색인재 양성 및 활용을 위한 교육훈련은 새로운 프로그램의 개발보다는 기존 양성 활용 체계 내 질적 발전이 중요할 전망이다. 녹색기술과의 기술융합과정에서 부가가치를 창출할 수 있는 능력이 더욱 강조될 것이며, 기존에도 그 중요성이

점증해온 창의적이고 개방적 사고, 종합적 상황을 고려할 수 있는 능력, 국제 협업을 포함한 협업 능력이 더욱 강조될 것이다.

# Ⅳ. 인재양성: 그린카 엔지니어 양성[6)]

## 1. 필요기술 분석

기술개발과 활용 관련 전문 인력양성을 위해 우선적으로 검토되어야 할 사항은 관련 기술의 내용과 이를 위해 요구되는 인력양성의 내용이다. 먼저 미래형자동차의 핵심기술을 친환경 자동차(그린카)는 탄소배출량을 줄이고 궁극적으로 화석연료 의존성을 탈피하는 것을 목표로 하며, 사용 연료에 따라 하이브리드자동차, 플러그인 하이브리드자동차, 연료전지자동차, 크린 디젤, 전기자동차 등을 포함한다. 본 연구에서는 이중에서 특히 하이브리드자동차(플러그인 하이브리드 자동차 포함)[7)], 연료전지자동차에 집중하기로 한다. 한편, 지능형자동차는 IT기술을 자동차기술에 접목하여 안전성과 편의성을 극대화하는 독립 기술로 간주될 수도 있으나, 실제에는 친환경 자동차 개발과 동시에 추구된다. 이러한 지능형자동차 기술에 대해서도 살펴본다.

<표 1> 그린카 핵심 기술

| | | |
|---|---|---|
| 하이브리드자동차 | 동력시스템 | 1 HEV전기동력시스템 (모터,인버터) |
| | | 2 HEV엔진시스템 (엔진구동,엔진발전) |
| | | 3 배터리시스템 (배터리,울트라캐패시터) |
| | | 8 플러그인HEV (충전시스템,에너지관리기술) |
| | 차체샤시시스템 | 4 변속기시스템 |
| | | 6 차체샤시시스템 (제동,현가,조향,공조) |
| | 전기전자시스템 | 5 HEV전장시스템 (HCU,와이어하네스) |
| | | 7 차량시뮬레이션 (HEV아키텍쳐,연비,충돌) |
| | 공통 | 9 HEV평가기술 (단품및시스템성능평가기술) |
| 연료전지자동차 | 동력시스템 | 1 연료전지 스택 |
| | | 2 운전장치(BOP) |
| | | 3 수소저장시스템 |
| | | 9 수소생산기술 (수소생산,수송,디스펜서) |
| | | 4 보조전원 (수퍼캡,배터리) |
| | | 5 FCEV전기동력시스템 (모터,인버터,감속기) |
| | | 8 플러그인FCEV (충전시스템,제어시스템) |
| | 차체샤시시스템 | 6 차체샤시시스템 (공조,차체,샤시) |
| | 전기전자시스템 | 7 FCEV제어시스템 (운전기술,제어부품,ECU) |
| | 공통 | 10 FCEV평가기술및표준화(시스템성능평가기반구축,인증및표준화,부품평가기반구축) |
| 지능형자동차 | 차체샤시시스템 | 3고안전 지능형 액추에이터 |
| | 전기전자시스템 | 1고안전 지능형 센서 |
| | | 2충돌예방안전 제어시스템 |
| | | 4IVN(차량내부네트워크) |
| | | 5차량무선통신시스템 |
| | | 6차량용 임베디드 소프트웨어 |
| | | 7차량용 모바일 서비스 기술 |
| | | 8지능형 블랙박스 시스템 |
| | | 9차량 Human Factor 기술 |
| | | 10차세대 네비게이션 시스템 |
| | | 11Vehicle to Grid 시스템 |

자료: 저자 작성

6) 본 절은 저자가 수행한 연구를 요약한 사항이며, 세부적 사항을 위해서는 황규희 외(2009) 원 보고서를 참조

7) 전기자동차에 대한 사항도 하이브리드 자동차의 구동모터, 배터리 사항 등과 밀접하다.

한편, 자동차 기술은 전통적인 분류에 따라 동력시스템, 차체제어시스템, 전기전자 시스템 등으로 구분할 수 있다. 그린카 관련 기술을 이러한 분류에 따르게 하면, 동력시스템은 엔진계통의 연장으로서, 하이브리드 자동차용 엔진과 함께, 하이브리드자동차의 구동모터, 충방전 배터리, 연료전지자동차의 연료전지 스택, 수소생산 및 저장 장치 등이 포함된다. 차체제어시스템은 구동, 조향, 제동 등에 대한 사항이다. 전기전자 시스템은 전기전자 센서 및 제어, 무선통신 네트워크 등이 포함된다.

### 1) 하이브리드 자동차(Hybrid Electric Vehicle)

하이브리드카는 엔진과 전기모터를 결합한 자동차를 말한다. 구동원리에 따라 다양한 방식이 있으나, 현재 일반적인 것은 엔진과 전기모터를 동시에 이용해 구동력을 얻도록 하며 저속에서는 주로 전기모터만 사용하다가 추가로 가속할 경우 엔진이 작동되도록 하는 방식이다.

#### (1) 동력시스템

하이브리드 자동차의 동력시스템에서 핵심적인 사항은, 모터와 엔진의 연계를 최적화하는 것과 배터리시스템을 포함한 에너지관리기술이다. 플러그인 하이브리드 기술은 하이브리드 자동차와 기본적으로 거의 유사한 기술로 구성되어 있지만 플러그인이라는 말과 같이 외부 충전시스템에 의해 충전하는 기술과 차량내부에서 확보된 에너지를 어떤 방식으로 사용하느냐를 결정하는 에너지 관리기술이 부가된다.

#### (2) 차체샤시시스템

하이브리드 자동차의 특징을 결정짓는 가장 중요한 부분은 엔진, 모터, 발전기 등의 연계에 대한 변속기시스템이다. 또한, 연비향상을 위해, 제동, 현가, 조향, 공조 등에 대한 차체샤시시스템의 개발도 요청된다.

#### (3) 전기전자시스템

하이브리드 자동차의 뇌와 같은 기능을 하는 HCU(Hybrid Control Unit)와 신경과 같은 역할을 하는 와이어하네스의 고전압 안전성이 고려되어야 한다.

### 2) 연료전지 자동차(Fuel Cell Electrical Vehicle)

연료전지자동차란 연료전지에서 발생한 전기로 모터를 구동시켜 주행하는 전기자동차이며, 전기자동차는 전지 등과 같은 이차전지에 전기를 화학적 에너지로 축적하였다가 이를 다시 전기에너지로 바꾸어 모터를 구동시켜 주행하는 자동차이다.

#### (1) 동력시스템

연료전지 자동차의 전기동력시스템은 하이브리드 자동차와 거의 유사한 가운데, 연료전지 자동차 기술의 핵심은 단위전지(single cell)를 적층한 연료전지스택과 이의 충전이 핵심을 이룬다. 연료전지 스택은 촉매, 세라믹, 고분자, 열유체, 전기전자 등의 기술이 융합되어 있으며, 종합적인 기술습득이 필요하다. 운전장치(BOP)는 연료전지 스택에서 전기를 생산할 수 있도록 하는 장치로서, 기존 내연기관에서는 볼 수 없는 수소공급계등을 포함하며 기술인력기반이 매우 취약한 상황이다. 연료전지 자동차에서는 또한 수소저장시스템, 수소생산기술의 개발도 필수적이다.

(2) 차체샤시시스템

연료전지 시스템은 100kW의 출력이 발생될 때 100kW의 열이 방출된다. 이러한 방출열을 제어할 수 있는 공조시스템이 필요하다.

(3) 전기전자시스템

연료전지시스템은 구동축에 의한 내연기관과는 달리 대부분이 전자부품으로 이루어져 있기 때문에 운전기술이 매우 중요하여 출력제어 방식에 따라 내구성이 좌우된다.

### 3) 지능형자동차

지능형자동차는 IT 기술을 자동차에 접목하여 안전성과 편의성을 극대화시키는 것을 의미하며, ASV(Advanced Safety Vehicle; 고안전 지능형 자동차), ADAS(Advanced Driver Assistance System; 첨단 운전자 보조 시스템), HF(Human Factor) 기술과 텔레매틱스 및 ITS(Intelligent Transportation System) 연계 기술 등으로 구성된다.

(1) 전기전자시스템

센서 기술, IVN(In-Vehicle Network; 차량 내부 네트워크), 차량 무선통신, 차량용 임베디드 시스템, 네비게이션 기술 등이 포함되는 가운데, 향후 수요가 계속 커지고 있다.

(2) 차체샤시시스템

충돌예방안전 제어시스템에 사용되는 가감속, 조향 등에서 지속적으로 보다 정밀한 제어와 높은 신뢰성을 요구하고 있다.

## 2. 교과대응 분석

### 1) 하이브리드 자동차

학교별 편차가 상당한 가운데, 대체로는 각 학과의 기초적인 과목 위주로 개설되어 있으며 근래의 기술변화를 반영한 융합과목 및 응용과목의 개발이 미진하다. 기계공학과의 열전달, 유체기계, 메카트로닉스 등은 대부분 학교에서 잘 개설되어 있지만 마이크로프로세서, 전자공학특론 등은 많이 개설되어 있지 않다. 메카트로닉스에서 전기전자에 대한 학습이 가능하지만 최근 자동차전자화가 증대되고 있는 가운데 좀 더 적극적인 대응이 요구된다. 전기전자학과의 경우에는 회로이론과 마이크로프로세서와 같은 과목들에 대한 대응이 다소 부족하나 전반적으로 많은 과목이 개설되어 있다. 화학공학과의 경우 전반적으로 배터리시스템에 대한 과목이 부족한 상황이다. 특히 무기화학의 경우 많은 학교에서 해당 과목이 개설되지 않고 있다. 미국, 일본의 경우에도 학교간 편차가 큰 가운데, 대부분 대학에서는 각 과별 기본적인 과목 위주로 구성되어 있다. 대체로 국내외 대학 모두 하이브리드 자동차에 대응한 교과과정 개발이 미진하다고 여겨진다.

### 2) 연료전지 자동차

연료전지자동차는 융합기술이 필요하기 때문에 한 개의 학과에서 다루기 어려운 부분이 있다. 한국의 경우 외국 대학과 비교하여 자동차공학에 대한 비중이 높게 나타났다. 자동차기술은 기계공학과에서 많이 다루고 있기 때문에 전기전자, 재료학과, 화학공학과의 자동차기술 습득 교과목은

상대적으로 낮게 나타났다. 대부분의 기계공학과에서 자동차에 대한 기술을 습득할 수 있는 교과목이 구비되어 있었지만 연료전지자동차에 대한 기술을 습득할 수 있는 과목은 미흡한 상황이다. 또한 연료전지자동차에 필요한 전공과목들이 대부분 3, 4학년 과정에 배치되어 있는 가운데, 심화학습을 기대하기 어려운 상황이다. 현 전공필수과목을 1학년 아랫단계로 낮추어 충분한 기술습득이 가능하도록 유도할 필요가 있다. 미국, 일본과 비교시, 연료전지자동차에 필요한 전공과목은 이들 국가에서도 다루고 있었으나, 과목 수와 구성 면에서 한국의 교과목 구성이 더 우수한 것으로 여겨진다.

### 3) 지능형 자동차

지능형자동차 관련, 기초과목의 경우 매우 충실하게 국내외 대부분의 대학이 학과목을 개설하고 있다. 전자기학, 회로이론, 프로그래밍 언어, 마이크로프로세서, 신호처리 등 과목은 국내 대학이 대부분 충실하게 개설하고 있어, 기초과목의 경우 미국과 일본에 비교해도 오히려 보다 충실함 모습을 갖추고 있다. 그러나 RF를 포함하는 무선통신 관련 과목의 경우 국내대학의 개설이 다소 미비한 면이 있다. 또한 IT산업에 반드시 필요한 임베디드 시스템 및 정보보안 관련 과목 역시 상당히 미비한 상황이다. 전자공학과는 마이크로프로세서, 신호처리, 프로그래밍 언어 등 지능형자동차에 필요한 기초과목을 충실히 개설하고 있으나, 기계공학과의 경우 디지털 제어시스템, 신호처리, 전기전자회로 입문 등 기초과목을 개설하고 있는 학과의 수가 매우 적다. 따라서, 기계공학과에 제어 관련 과목을 다수 추가하거나, 기계공학과 학생이 전자공학과에서 과목을 수강할 필요가 있다. 한편, 전자공학과의 경우 전력전기 관련 과목과 자동제어, 임베디드 시스템, 데이터베이스 등 일반적인 필요 과목은 충실하게 구성되어 있으나, 향후 지속적인 인력수요가 예상되는 Human Factor 관련 과목인 휴먼 인터페이스, 생체전자 등이나, 텔레매틱스 연계 서비스로 인하여 수요가 예상되는 무선통신, 정보보안 과련 과목은 상당히 드문 것을 볼 수 있다.

## 3. 교과구성 제안

전체적으로 대부분의 기술이 융합기술 성격을 가지는 가운데, 이를 학부과정의 과목에서 완전하게 습득하는 것은 매우 어려운 내용이고 각 과목별로 많은 보완이 이루어져야 하지만 본 연구에서는 최대한 기존 과목을 유지하면서 추가로 필요한 과목을 제시하고자 하며, 기존학과를 기준으로 그린카 개발에 대응한 교과목 구성을 제안한다.

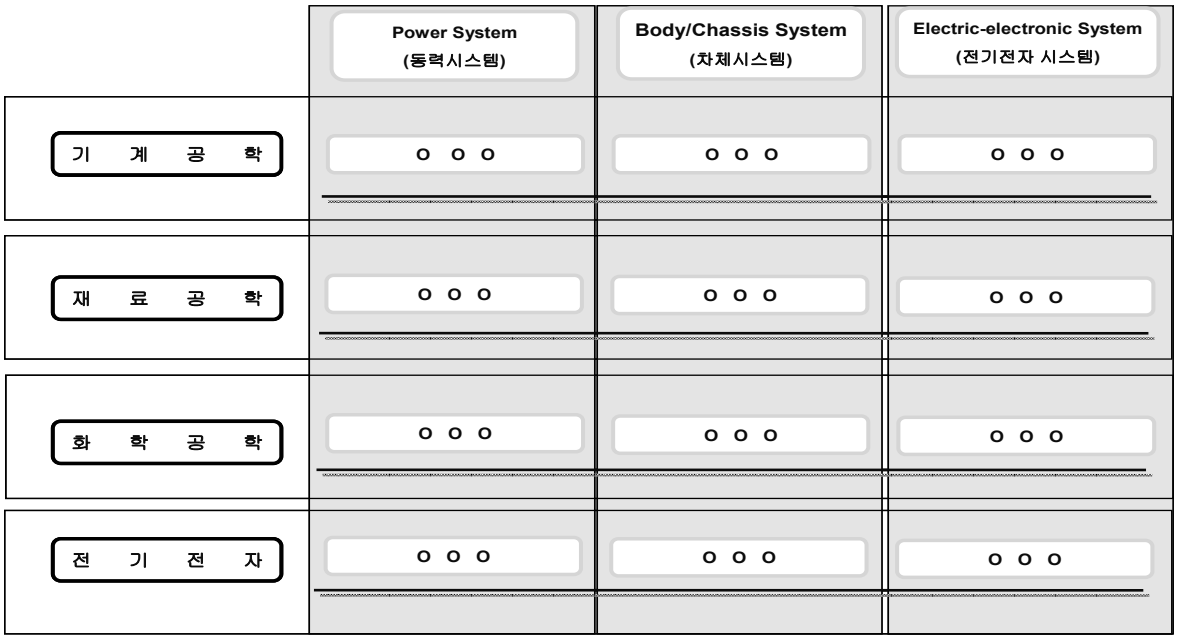
먼저 하이브리드 자동차, 연료전지 자동차, 지능형 자동차 각각을 상품이라고 할 때, 이들 각각에 대한 필요이수과목을 구성하는 방식을 모색할 수 있을 것이다. 그러나, 이러한 방식은 제한적일 수 있다. 특정 상품이 상당한 기간 지속적이며 이 자체만으로 충분한 인력수요를 가질 수 있다면, 이러한 상품에 기반한 교과구성이 효율적일 수 있으나, 만일 기술개발의 진전에 따라 특정 상품의 생성-발전-소멸이라는 라이프사이클이 급속히 진척된다면 그 상품에 특성화된 인력양성은 제한적일 것이다.

그린카 개발에서 하이브리드자동차를 대체하는 자동차가 매우 빠르게 개발되는 상황이 도래한다면, 이때 하이브리드자동차에 특화된 인력은 새로운 자동차에 공통으로 적용되는 영역을 중심으로 전환하던지 혹은 새로운 자동차에 적용될 수 없다면 도태되어야 할 것이다. 이러한 사항은, 하이브리드자동차에 특화되기보다 하이브리드자동차를 구성하는 요소기술에 특화되는 한편, 이와 관련하여 향후 도래하는 신기술을 흡수할 수 있는 능력을 배양하는 것이 필요하다.

하이브리드자동차, 연료전지자동차, 지능형자동차가 상호 배타적인 것이 아니며 상당부분 중첩된다는 측면도 상품기반 인력양성보다는 요소기술 중심의 인력양성이 유리하도록 한다. 즉, 앞서 구분한 기술분류에 따라 동력시스템, 차체샤시 시스템, 전기전자시스템으로 구분되어 특화된 인력양

성이 도모된다면, 이들 인력은 기술발전에 대한 대응력을 보다 높일 수 있을 것이다. 단기적으로는 상품에 특화된 인력을 양성하는 것이 즉각적인 활용도를 높일 것이나, 보다 장기적으로 인력을 지속 활용하고자 한다면, 상품에 기반한 인력양성방식보다는 기술분류에 따른 인력양성이 유리할 것이다.[8)]

(그림 7) 상품에 기반한 다학제 교과과정 구성

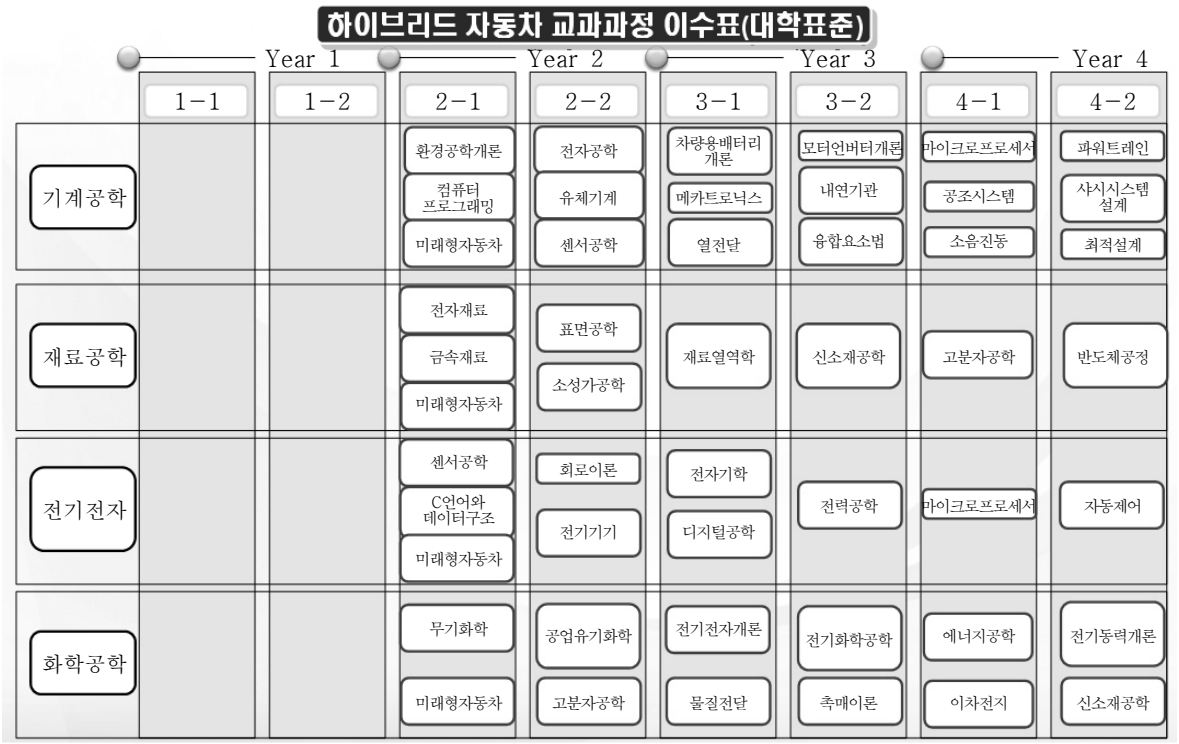



(그림 8) 기술 분야별 교과과정 구성

8) 이는 관련 인터뷰를 통해서 확인된다. 새로운 공정이 도입될 때 가급적 기존 공정에서 유사한 작업을 수행하던 이가 새로운 공정에서 관련 작업을 수행하는 것이, 비 관련자 혹은 신규 인력보다 유리하다는 것을 다수 면담자가 지적하고 있다.

<표 2> 기계과 차체샤시시스템 트랙 (예시)

| 중분류 | 상품 | 메카트로닉스 | 모터인버터개론 | 마이크로프로세서 | 열전달 | 내연기관 | 차량용배터리개론 | 공조시스템 | 유체기계 | 차량파워트레인 | 전자공학특론 | 샤시시스템설계 | 소음진동 | 센서공학 | 최적설계 | 유한요소법 | 컴퓨터프로그래밍 | 환경공학개론 | CAD | 동역학 | 열역학 | 구조설계및해석 | 자동제어 | 기계진동 | 차량동역학 | 바이오메카닉스 | 신호처리 | 디지털제어시스템 | 전기전자회로입문 | 수치해석 | 자동차공학 | 미래형자동차 | 확률통계학 | 연료전지자동차 | 자능형자동차개론 | 텔레매틱스/ITS개론 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 변속기시스템 | h | | | | | | | | ○ | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 차체샤시시스템 (제동,현가,조향, 공조) | h | | | | | | | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HEV평가기술 (단품및시스템성능 평가기술) | h | | | | | | | | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | | ○ | | | | |
| 차체샤시시스템 (공조,차체,샤시) | FC | | | | | | | | | | | | | | | | | | ○ | | | ○ | | | | | | | | ○ | | ○ | ○ | | | |
| FCEV평가기술 및 표준화 (시스템성능평가 기반구축,인증및 표준화,부품평가 기반구축) | FC | | | | | | | | | | | | | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 고안전 지능형 액추에이터 | IV | | | | | | | | | ○ | | | | | | | | | ○ | ○ | | | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | ○ | ○ |




(그림 9) 상품 기반 트랙(예시)

한편, 기술과 학과 교과과정 대응분석과정에서 그린카 기술이 기본적으로 융합기술로의 성격을 가지는 가운데 동력시스템, 차체샤시 시스템, 전기전자시스템 각각의 기술부문별로도 단일학과의 지식만으로는 충분하지 못하다는 것이 제시되었다. 그러나 이에 대한 대응으로, 별도의 융합전공이나 융합기술 트랙이 마련되어야 하는지는 신중한 검토가 요청된다.

대학원 과정 등에서 기술개발연구에 참여하는 과정은 다학과적 (multidisciplinary)지식형성이 이루어 질 수 있고, 또 필요한 사항일 수 있으나, 이러한 방식이 학부수준에서도 동일하게 적용되어야 하는지는 의심스럽다. 기술변화에 대한 현장의 대응에 대한 인터뷰에서 찾아진 것은, 처음부터 응용으로 치우친 가운데 기본기가 허약한 인력 보다, 기본기가 충실한 인력이 새로운 기술에 대한 적응도가 더 높다는 것이다.

단기적으로는 기본기가 허약하더라도 여러 영역을 걸친 기본적 이해가 유리할 수 있으나, 장기적으로는 애초 다영역에 걸쳐 옅은 이해를 가지는 인력보다는 제한된 전공영역일지라도 기본기가 높은 것이 유리하다고 다수 면담자들이 동의하고 있다. 다만, 융합기술의 진전에 대응하기 위해, 적어도 타전공과의 의사소통능력을 갖추는 것은 필요할 것이다.[9)]

이러한 사항을 반영할 때, 그린카에 대응한 인력양성은 상품에 기반을 두기보다는 기술분야에 기반을 두는 한편, 각각의 기술분야가 다학제에 걸쳐있더라도 적어도 학부수준에서는 특정영역에서의 일정 수준의 전문성 확보가 전제되며 타 영역에 대한 이해가 도모되어야 할 것이다. 이러한 논의를 기반으로 전공별 기술트랙구성이 모색될 수 있다. 기계공학과 기반 차체샤시 시스템 트랙, 동력시스템트랙, 전기전자시스템 트랙, 재료공학과 기반 차체샤시 시스템 트랙, 동력시스템트랙, 전기전자시스템 트랙, 화학공학과 기반 차체샤시 시스템 트랙, 동력시스템트랙, 전기전자시스템 트랙, 전기전자공학과 기반 차체샤시 시스템 트랙, 동력시스템트랙, 전기전자시스템 트랙 등이 모색된다.[10)]

현장기술인력 역량강화를 위하여, 고등교육기관수준에서 기대되는 교육훈련 프로그램으로 요구되는 사항은 다음과 같다. 첫째, 맞춤형 인력양성을 위한 재학생들의 현장적응훈련 기회를 확대해야 한다. 자동차 융합기술, 신기술 세부분야별 교육을 위한 기업방문교육을 활성화하여, 산업현장 기반기술 교육의 경우, 자동차 부품 산업 설계, 해석, 디자인 부문 전문가 양성, 자동차부품 산업 품질분야 전문가 양성, 자동차 부품 산업 생산/기반기술 분야 인력양성, 자동차 부품업체 경영자 연수 등이 요구되고 있다. 둘째, 졸업자에 대한 사후관리로서의 재직자 보수교육이 필요하다.  자동차 부품 설계 및 품질 분야별 맞춤형 컨설팅도 필요하며, 전문가 현장방문 및 팀 티칭(team teaching) 제도 강화, 지역업체 애로기술 지원 등이 제기되고 있다. 셋째, R&D 전문인력 양성과 관련하여 산업현장 재직기술자를 대상으로 전문대학원과정을 지원하여 자동차 R&D 전문인력 및 전문기술인력 양성이 지속적으로 배출되는 선순환을 가져올 수 있게 해야 한다. 마지막으로, 전문기술인력 네트워킹 강화를 위하여, 전문분야별 현장기술 교류프로그램을 추진: 현장재직인력 중심의 기술연구회 구축 및 운영을 통하여 친환경, 고기능, 연료전지, 지능형자동차, 융복합 자동차기술, 자동차 부품소재기술 등에 대한 지식의 나눔(knowledge sharing), 전문지식습득을 위한 다양한 형태의 세미나 운영 등이 요구되고 있다.

## V. 맺음말

본 연구에서는 녹색경제로의 전환에서 미래 숙련에 대응한 인력양성을 어떻게 추진할 수 있을지

9) 기술성격에 따라서는 타 전공과의 의사소통능력을 넘어서 타 전공에 대한 상당한 지식이 체화되어야 할 수도 있다. 이에 대해서는 황규희 외(2007)에서 논의하였다.

10) 상세한 사항은 황규희 외(2009)의 6장 참조

를 그린카를 중심으로 제시하였다. 국가기간산업으로서 중요성이 높은 자동차 산업에서 그린카 개발에 필요한 기술인력의 양성에 초점을 두고 이에 대응한 대학교과구성의 개선방안 마련을 보인 것이다. 그린카 개발에서 특히 하이브리드 자동차(HEV), 연료전지자동차(FCEV), 지능형자동차(IV)를 중심으로 하였으며, 이들 각각에 대한 요소기술에 대응한 교과구성 및 교과내용의 적합성을 진단하고자 하였다. 교과구성 및 교과내용의 적합성은 국내외 대학 4개 학과를 대상으로 수행되었으며, 이러한 진단과 비교를 거쳐, 최종적으로 관련 요소기술에 대한 인력양성트랙이 모색되었다.

본 연구에서는 그린카 기술이 기본적으로 융합기술로의 성격을 가지는 가운데 동력시스템, 차체샤시 시스템, 전기전자시스템 각각의 기술부문별로도 단일학과의 지식만으로는 충분하지 못하다는 것이 분석과정에서 찾아졌으나, 이에 대한 대응으로 별도의 융합전공이나 융합기술 트랙을 제시하기보다는 기존 학과 체계 내 관련 전공을 강화하는 한편 타 학과 관련과목에 대한 기초적인 이해를 높이는 방식을 제안하였다. 대학원 과정 등에서 기술개발연구에 참여하는 과정에서는 다학과적(multidisciplinary)지식형성이 이루어 질 수도 있을 것이나, 학부수준에서 보다 중요한 것은 자기 전공에 대한 분명한 이해와 이에 기반하여 타전공과의 의사소통능력을 갖추는 것으로 여겨진다.[11)]

본 연구에서 제시한 미래 숙련에 대한 대응한 인력양성 방안의 분석은, 그린카 개발의 기술적 사항을 분석하고, 이러한 기술변화에 기존의 관련 학과 교과 구성의 적절성을 진단하는 방식이다. 이러한 분석체계는 그린카 전문기술인력양성에서만이 아니라, 여타 녹색기술부문에도 유사하게 적용될 수 있을 것이다. 녹색경제로의 전환에 대응한 인력양성방안의 수립이 보다 구체화되고 실효성 있기 위해서는 대상 산업의 기술추이 및 기술요구에 대한 분석과 그에 대응한 인력양성의 현황과 문제점이 구체적으로 진단되고 대응되어야 할 것이라는 점에서 그러하다. 더 나아가, 이러한 분석체계는 10~15년 수준의 미래기술전망에 대응한 인력양성방식을 모색하는 데 유사하게 적용될 수 있을 것이다.

한편, 본 연구의 한계는 인력양성의 구체적 내용에 대한 엄밀한 내용분석에는 이르지 못하고 있는 것이다. 엄밀히는 현재의 분석은 교과목 구성에 대한 분석이지, 교과 내용에 대한 실질적 분석은 아니기 때문이다. 교과 구성을 제언하기 위해서는 기존 교과목의 제목만이 아니라 기존 교과내용의 미래 숙련수요의 대응성에 대한 엄격한 평가가 요청되나, 이에 대한 본격적인 분석에는 이르지 못하였다. 후속 연구가 수행된다면, 본 연구에서 제시한 교과분석 및 이에 기반한 교과구성의 제안의 적절성에 대한 관련 전문가들의 검토도 요청된다. 본 연구에서 제안하는 교과구성이 그린카 개발에 적합한 인재의 효율적 양성을 가져오는지는 향후 본 연구에 기반한 교과구성 개선결과를 분석해야 검증될 것이다.

## 참고문헌


김태윤 (2009),「자동차산업의 미래: 그린카 현황 및 전망」, FKI

김휘석 (Kim, Hwi-Seok) (2008)「서비스화를 통한 국내 주력산업의 신성장전략」, KIET

녹색성장위원회 외 (2009a). "2009년 녹색기술 연구개발 시행계획" (내부자료).

녹색성장위원회 외 (2009b). "그린 IT 국가 전략" (내부자료).

녹색성장위원회 (2009c). "국가 온실가스 중기(2020년) 감축목표 설정 추진계획", 2009. 8. 4.

데이코 산업연구소(DACO industrial Research) (2008)「미래형 자동차」, Market Report 2008-02.

오호영・황규희 외, (2008)「숙련수요전망연구」, KRIVET

윤태식, 나재영 (2009),「녹색성장·녹색뉴딜 대해부 - 그린카」, 동부증권(Dongbu Securities)

정동수 (2008). "그린카와 연료정책". KAMA Journal, Vol. 235. KARI.

최상원 (2009), "글로벌 금융위기와 친환경차 개발 경쟁 동향", KARI.


11) 이에 대해서는 황규희 외(2007)에서 논의하였다.

한국자동차 공업협회(2008)「한국의 자동차산업 2008」(Korea Automobile Industry 2008)
한기주 (2008)「온실가스 배출저감 의무부담의 산업별 영향과 산업구조 고도화 전략」, KIET
황규희 외 (2007),「융합기술 확산과 인력개발전략 기초연구」, KRIVET
황규희 외 (2009a),「녹색성장을 위한 과학기술인재 육성과 활용」, KRIVET
황규희 외 (2009b),「저탄소 녹색성장 분야 인력양성방안 연구」, KRIVET
황규희 외 (2010),「융합기술 확산과 조직창의성 (진행중)」, KRIVET
Berman, E., J. Bound and Z. Griliches (1994) 'Changes in the demand for skilled labor within U.S manufacturing industries: evidences from the annual survey of manufacturing', *Quarterly Journal of Economics*, CIX: 367-398.
Berman, E., J. Bound, S. Machin (1998) 'Implications of skill-biased technological change: international evidence', *Quarterly Journal of Economics*, CXIII(4): 1245-1279.
BIS (2009), *Skills for Growth*
Bright, J.R. (1958) *Automation and Management*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
CEDEFOP (2008) *Future Skill Needs in Europe*
Griliches, Z. (1969) 'Capital-skill complementarity', *Review of Economics and Statistics*, 51(4): 465-468.
Hwang, Gyu-hee (2001), *Diffusion of ICT and Changes in Skills*, D.Phil. Thesis, at SPRU, University of Sussex
ILO (2009), *World of Work Report 2010*
Llewellyn, A. Bronwyn, James P. Hendrix, and K. C. Golden, (2008). *Green Jobs : A Guide to Eco-Friendly Employment*. Adams Media.
Mayer, Karl Ulrich and Heike Solga (eds.) (2008). *Skill Formation: Interdisciplinary and cross-national perspectives*. Cambridge University Press.
Nelson, R.R. and E.D.S. Phelps (1965) 'Investment in human, technological diffusion, and economic growth', *American Economic Review, Paper & Proceedings*, 54: 69-75.
OECD (2006) Skills Upgrading: New Policy Perspectives.
Perez, C. (1983) 'Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social systems', *Futures*, 15(5): 357-376.
Plunket Research (2009) *Automobile Industry Trends*
Schmidt, Susanne Liane, Olga Strietska-llina, Manfred Tessaring, Bernd Dworschak (eds.) (2004). *Identifying Skill Needs for the Future: From research to policy and practice*. Office for Official Publications of the European Communities.
Study, A., D. Knight and H. Willmott (eds) (1992b) *Skill and Consent: Contemporary Studies in the Labour Process*, London: Routledge.
UNDP · ILO · IOE · ITUC(2008). *Green Jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world.*
van Reenen, J. (1999) 'Technology, jobs and skills', *draft paper for TSER Network on Innovation, R&D and Productivity*, Brussel.