

에너지설비기술의 기술확산 요인

서울대학교 대학원 기술경영협동과정 박사과정

김혁준(saint@snu.ac.kr)

혁신정책연구센터 부연구위원

엄미정(umi@stepi.re.kr)

1. 서론

기후변화협약이 지난 6월 발효됨에 따라 온실가스 저감을 위한 노력을 국가차원이나 기업체 차원에서 중요한 이슈가 되고 있다. 정부는 기후변화협약에 대응하여 각 업종에서 온실가스저감기술 목록과 특성을 정리하고 이를 보급하기 위한 여러 정책들을 마련하고 있다. 이를 위해서는 에너지기술이 시장에 보급될 때 어떠한 요인들이 영향을 미치는지를 파악하는 것은 중요한 일이라고 할 수 있다(에너지관리공단, 2004). 그러나 이러한 필요성에 비해서 에너지기술의 시장보급에 관련한 연구는 그리 많지 않다. 그리고 몇몇 존재하는 연구들은 주로 신재생 에너지기술 등 일부영역에 몰려있으며, 그 관점도 연구개발 단계의 기술을 시장에 이전시키는데 영향을 미치는 요인에 초점을 두고 있기 때문에 기업체가 수요자인 에너지설비기술의 기술확산에 영향을 미치는 요인에 관한 연구는 거의 없다고 할 수 있다.

본 원고는 주요 에너지다소비 업종¹⁾에서 사용하는 산업용 에너지기술, 즉 고효율 에너지설비²⁾가 시장에서 확산될 때 영향을 미치는 요인을 파악하고자 하였다. 이를 위하여 일반적인 기술확산 및 기술보급과 관련한 기존의 문헌을 연구하였고, 에너지설비기술 고유의 속성과 우리나라의 산업 현황의 고유의 특성에 의해서 야기되는 여러 요인들을 반영하기 위해 에너지기술 분야 전문가와 업체 전문가 인터뷰를 활용하였다.

2. 일반적인 기술의 시장보급에 관한 기존연구

개발된 기술이 시장에서 보급되는 현상에 대한 개념으로 기술확산(technology diffusion), 기술이전(technology transfer), 기술채택(technology adoption) 등 다양한 개념들이 사용되고 있다. 이들 개념들은 각자 의미하는 바가 조금씩 다르긴 하지만 명확한 구분보다는 유사한 개념으로 혼동하여 사용하는 경우가 더 많다. Johnson et al. (1997)에 의하면 기술이전은 '하나의 설정 하에서 개발된 기술이 다른 설정 하에서 이용자에게 이 전되는 것'을 의미하는 반면, 기술확산은 '하나의 사회나 조직, 개인들의 그룹 내에서 기

1) 본 연구의 주 대상 업종은 석유화학, 발전, 제지, 비금속, 철강, 시멘트, 정유산업임.

2) 에너지관리공단은 이를 '온실가스저감기술'로 명명하고 있음. 온실가스저감기술은 기존기술보다 에너지효율이 높아 온실가스저감에 효과가 있다고 인정이 되는 기술을 의미함(에너지관리공단, 2004).

술이 사용되거나 퍼지는 것을 기술할 때' 주로 사용된다. 기술확산은 그 초점이 대부분 기술의 최종 사용자와 관련되고, 기술이전은 기술의 생산자에 초점을 두는 경향이 있고, 또 다른 시각에서는 기술이전과 기술확산은 기술제공의 의도에 있어서 차이가 있다고 보는 시각도 있다(국제기술협력 정보시스템³⁾). 그러나 넓은 의미에서 기술이전은 기술이 생산자에서 사용자로 기술이나 관련 지식이 움직임과 궁극적으로 사용자에게 의한 기술의 채택과 이용에 관한 이슈를 포함하기 때문에 이 둘 간의 차이는 크지 않다고 할 수 있다.

본 연구는 에너지설비가 그것을 활용할 기업들에 의해 채택되는 과정과 이 과정에서 영향을 미치는 요인을 도출하고자 하는 것이 목적이므로 문헌연구 과정에서는 이러한 개념들을 구분하지 않고 기술확산, 기술이전, 기술채택 등 다양한 개념을 모두 포괄하는 개념으로 관련 문헌을 조사하였다.

먼저 환경기술과 에너지 기술이 개념적으로 다르기는 하지만 근본적으로 공공기술의 성격을 가진다는 점에서 유사하다고 할 수 있다. 따라서 먼저 그동안 상대적으로 많이 연구된, 환경기술의 이전에 영향을 미치는 요인을 살펴보았다.

Martyniuk et al.(2003)은 정부연구소에서 개발된 환경기술이 상업적 성공을 하게 되는 요인과 장애가 되는 요인들에 관해 사례연구를 통해 조사하였다. Martyniuk et al.(2003)는 기술의 상업적 성공요인으로서 경쟁이 없는 기술, 정부의 환경 규제명령, 현장 조사결과의 유무, 인간건강에 관한 직접적인 연관성, 비용·빠른 개선효과·적용성·유연성·융통성 등의 시장 요구에 부합하는지의 여부, 기존기술 대비 혁신성, 상업적 성공에 열정적인 인력 등으로 제시하였다.

한편, Greiner & Franza(2003)는 Wright Laboratory에서 개발한 Battery, HFC-125라는 환경기술과 Armstrong Laboratory에서 개발한 ROST, Biovent, IVD라는 환경기술의 민간 이전에 관한 장애요인과 성공요인을 제시함으로써 기술이전 프로세스를 향상시키고자 하였다. Greiner & Franza(2003)는 먼저 일반기술의 이전을 위한 장애요인과 성공요인을 <표 1>과 체계적으로 제시하고 있다. 또한 그들은 환경기술의 특성들을 고려하여 환경기술 고유의 장애요인과 성공요인을 도출하였고, 환경기술에 특히 중요한 요인들을 도출하였다. <표 2>는 그들이 제시한 환경기술 고유요인과 중요요인들이다. <표 1>과 <표 2>의 결과는 위에서 언급한 Martyniuk et al.(2003)이 제시한 요인들과 상당수가 중첩된다는 것을 확인할 수 있다.

3) 국제기술협력 정보시스템, <http://www.globaltechnology.or.kr>

<표 1> 일반기술의 기술이전을 위한 장애요인과 성공요인

구분	대분류	소분류	
장애요인	기술적 요인	기술적 위험-기술이 새롭고, 이전에 사용해본 적이 없을 때 발생	
		시험운용 데이터 부족	
		정형화된 요구조건 부족-기술을 이용하는데 있어서 요구되는 사항이 정의돼 있지 않을 때 발생함	
		운영자의 위험회피 경향	
		모호함(equivocality)-이해하기 어렵고, 데모가 힘들 때	
	제도적 요인	신기술이 현재의 법을 충족시켜야 할 필요성	
		신기술과 관련된 법적 적용이 없을 때 법적 안정	
		법 제·개정에 따른 제도 변화	
	인적요인	신기술에 대해 잘 모름(Unawareness)	
		새로운 기술을 배우고자 하는 동기 부족	
기술 개발자와 이용자 간의 커뮤니케이션 부족(지리적, 문화적 차이 때문)			
기술 개발자와 이용자 간의 정보 차이			
성공요인	일반요인	기술 이전 효과에 대한 분석적 측정	
		잠재 이용자를 위한 테스트 시설 지원	
		핵심인력 발굴(champions)	
		다른 조직의 추천	
		이용자의 needs를 충족시킬 수 있는 구체적 가치 제공	
		개발자와 이용자간의 파트너 관계 형성	
		강한 리더십	
	공식적요인	배우고 탐색하고자 하는 활력과 의지	
		기술을 개발한 조직이 마케팅을 위한 충분한 자원을 가지고 있을 때	
		기술이전작업을 파악하기 위한 프로젝트	
		분명하고 철저한 문서화	
		정보의 확산	
		비공식적요인	정보 송수신 능력
			기술이전 관련조직의 신뢰도
의사소통의 의지			
보상체계			

출처: Greiner & Franza (2003)

<표 2> 환경기술의 기술이전을 위한 고유요인과 중요요인

구분	대분류	소분류
고유요인	장애요인	정부 규제기관의 감독 최종 사용자를 분명히 정의하는데 어려움
	성공요인	잠재 이용자에게 기술 시연 효과적인 기술 "push"
중요요인	장애요인	기술적 위험
		신기술에 대한 인식 부족
	성공요인	이용자에게 시험과 시연 제공
		핵심인력(technology champion) 발굴
		강한 외부 환경
		다른 조직의 추천
		기술이전 관련조직의 신뢰도
		정보의 확산
		기술이전 관련 조직간의 의사소통
		기술의 생산능력
철저한 문서화		
연구소-이용자 간의 파트너십		

출처: Greiner & Franza (2003)

한편, 기술확산 요인에 관한 연구는 여러 산업분야에서 연구가 되어왔다. 기술확산은 대상이 되는 기술의 속성과 해당산업 및 기술을 활용할 주체들의 속성 등이 영향을 미치기 때문에 기존 연구도 특정한 업종과 기술의 속성 등에 국한하여 기술확산/이전에 영향을 미치는 요인들을 도출한 경우가 많다. 따라서 요인을 분석할 때 해당 산업 및 기술에 특화된 요인과 일반적인 요인으로 구분하여 접근하는 것이 필요하다.

Rogers(1995)는 새로운 기술을 포함하는 혁신(innovation)의 채택율에 영향을 미치는 요인들을 체계적으로 정리하였다. 에너지기술의 확산과 관련한 연구에서 많은 인용되는 Rogers(1995)는 혁신의 채택률이 혁신의 속성에 따라 달라진다고 설명하였다. 즉, 혁신의 상대적 이점(relative advantage), 일관성(compatibility), 복잡성(complexity), 시운전가능성(triability), 가시성(observability)에 의해 기술수용자가 채택하는 속도가 달라진다고 보고 있다. 여기서 상대적 이점이란 혁신의 기대수익의 정도를 의미하는 것으로서, 경제적 수익성, 불편의 감소, 사회적 명성 등을 포함한다. 일관성이란 혁신이 수용자의 생활관이나 가치관, 과거의 경험, 그리고 필요에 부합하면 더욱 더 빨리 수용한다는 것을 의미한다. 복잡성이란 혁신이 쉽고 간편하고 사용과 이해가 쉬우면 더 잘 수용한다는 의미이고, 시운전가능성이란 혁신의 도입 전에 일단 한번 사용해 볼 수 있으면 빨리 수용한다는 것이다. 가시성이란 결과를 수용자가 볼 수 있고 이를 다른 수용자에게 전달할 수 있으면 그만큼 빨리 수용이 가능하다는 것이다. Rogers(1995)는 이런 혁신의 속성에 의한 요인 이외에도 혁신 외부의 요인들 즉, 혁신의 도입에 대한 의사결정의 유형, 정보소통 채널, 사회시스템의 성질 등에 의해 그 속도가 결정된다고 제시하고 있다.

Hall & Khan(2003)은 여러 문헌연구를 통해 다양한 기술에 대해, “어떤 요소들이 기술의 확산에 영향을 미치는가?”, “S-curve가 점근선에 도달하게 되는 시점은 언제인가?”에 관한 것을 수요, 공급, 환경·제도의 세 관점으로 나누어 살펴보았다. 그들은 수요관점의 요인으로는 비용/편익, 기술수준과 기술역량, 기술투자 가능여부, 안정적 고객, 고객과의 관계, 네트워크 효과 등을 제시하고 있다. 또한 공급 관점의 요인으로는 신기술의 성능향상, 구기술의 성능향상, 상보적 투입물을 들고 있으며, 환경·제도 관점의 요인으로는 시장점유율, 기업의 크기, 시장구조, 정부의 규율과 규제를 들고 있다. 이처럼 수요자, 공급자, 정책결정자로 나누어 서로 다른 신기술의 확산요인을 제시하는 것은 Reddy & Painuly(2004)의 실증연구의 결과와도 일치한다.

<표 3> 수요, 공급, 환경/제도 관점의 기술확산의 결정요인

관점	요인	설명	참조
수요	비용/편익	가장 명백한 요인	
	기술수준, 기술역량	기술의 구현이 현 기술수준으로 가능한가	Nathan Rosenberg(1972) Francesco Caselli & Wilbur Coleman II (2001) Kennickell & Kwast (1997)
	자본상태	기술에 대한 투자가 가능한가	Nathan Rosenberg(1972)
	안정적인 고객 확보	투자 자본을 안정적으로 회수할 수 있고 수요예측을 통한 수익률을 계산을 가능하게 만들어 기술에 대한 투자를 용이하게 함	Susan Helper (1995)
	고객과의 관계	새로운 기술이 고객에게 실질적으로 어떤 장점을 제공하는가	Thomas Hubbard (1998)
	네트워크효과	네트워크의 size 증가에 따른 이점	Garth Saloner & Andrea Shepard (1995) Sumit Majumdar & S. Vankataraman (1998)
공급	구기술의 성능 향상	신기술 확산의 저해요인	Nathan Rosenberg(1972)
	상보적 투입물	생산자가 훈련코스 제공, 휴대폰이나PDA 업체가 Microsoft와 SW 제작	Nathan Rosenberg(1972) Harald Gruber & Frank Verboven (2001)
환경/제도	시장점유율/기업의 크기	기업의 규모와 시장점유율이 클수록 신기술을 받아들이기 더 쉽다 (encouraging factor)	Nancy Dofman (1987) Timothy Hannan (1984) Garth Saloner & Andrea Shepard (1995)
		기업의 규모가 클수록 관료적이어서 의사결정이 오래 걸리고, 기존 기술에 묶여 신기술 수용이 힘들다 (disencouraging factor)	Rebecca Henderson & Kim Clark (1990)
	시장구조	CRx 가 작을수록 가격을 낮춰 기술 채택을 용이하게 함	Harald Gruber & Frank Verboven (2001) Philip Parker & Lars-Hendrik Roller (1997)
	정부의 규율과 규제	느슨한 관리체계에서는 신기술의 확산 촉진, 엄격한 관리체계에서는 신기술의 확산 저해 (건강보험)	Laurence Baker (2001) David Cutler & Mark McClellan (1996)
환경규제 방식의 변화가 신기술의 확산에 영향을 미친다		Wayne Gray & Ronald Shadbegian (1998)	
		정부기관의 활동이 항공기 산업에서 기술의 확산을 촉진시켰다	David Mowery & Nathan Roserberg (1981)

출처: Hall & Khan (2003)

Reddy & Painuly (2004)는 신재생에너지기술(Renewable Energy Technologies)의 확산 저해요인을 분석하였다. 그들은 가정/산업, 민간/정부에 대한 설문조사를 통해 신재생 에너지의 채택에 대한 저해요인들을 체계적으로 분류하고, 각 이해당사자가 주로 어떤 요인에 의해 의사결정을 하는지 보여주고 있다. 먼저 그들은 두개의 기술(Solar Water Heater, Wind Energy)에 대한 현황 정보, 정부정책, 신재생에너지의 확산에 영향을 주는 요인에 관한 데이터를 수집하고 이를 이용해 설문지를 작성하였다. 이를 통해서 그들은 다음과 같은 요인을 도출할 수 있었다.

<표 4> 신재생에너지기술의 확산 저해요인

대분류	설명
정보·인식의 부족	일반적으로 고객이 그 기술에 관한 정보, 지식이 부족하면 채택하는데 어려움 정보에 대한 접근이 어려움
경제·재정적 제한	높은 초기 비용은 특히 저소득층 사람들과 작은 기업들에게는 자본에 대한 접근이 용이하지 않기 때문에 치명적임 초기비용 뿐만 아니라 오랜 기간의 hidden costs(운영비, 정보의 수집·분석 비용)도 중요함
기술적 제한	기술적 퍼포먼스와 그 퍼포먼스에 대한 낮은 신뢰도 사이트마다의 고유한 이유 때문에 기술적 위험이 생길 수 있음
제도적 제한	end-use 수준에서 명확한 국가 정책의 부족 비용중심의 과제로 불완전하게 전환 RETs 구매를 위한 신용접근의 어려움 에너지 개발단체들에 대한 현대적 경영기술의 적용 부족
시장적 제한	기존 기술과의 불충분한 경쟁 미래 가격의 불확실성 split incentives
행위론적 제한	소비자는 변화를 싫어함 소비자는 기술을 구매할 때 전문가로부터 조언을 얻는 게 아니라 친구들로부터 조언을 얻기 때문에 경제적으로 비합리적일 수 있음

출처: Reddy & Painuly [8]

Reddy & Painuly (2004)는 위와 같은 프레임워크를 바탕으로 설문조사를 실시했으며, 그 결론으로 각 이해당사자별로 재생에너지기술 확산에 어떤 요인을 중요하게 여기는지 확인 되었다. 일반인과 정책전문가의 경우에는 경제적 제한을 재생에너지 기술확산에 가장 큰 저해요인으로 꼽은 반면, 기술을 직접 개발하는 산업계의 경우에는 기술적인 한계가 가장 중요한 요인이었다. 상업계의 경우에는 시장의 제한, 재생에너지기술 전문가의 경우는 토지획득이 재생에너지 기술확산의 가장 큰 저해요인으로 꼽았다.

한편, Gourlay & Pentecost (2000)는 영국의 금융산업에서 ATM(Automatic Teller Machine) 확산에 대한 사례연구를 통해 기술확산의 결정요인들을 조사하였다. 그들이 제시한 ATM의 확산의 중요요인으로는 기업의 규모, 예금액, 잠재노동절약, 수익률, 기업의 상태, 학습효과⁴⁾, 순위효과⁵⁾, 스톡효과⁶⁾ 등이 있다. 또한 Arvanitis & Hollenstein(2005)은 스위스 제조업 기업의 데이터를 이용하여 AMT(Advanced Manufacturing Technologies) 채택의 여러 핵심 요인들을 실증적으로 분석하기도 하였다.

Blackman (1999)은 온실가스저감기술(Climate Friendly Technology)의 확산에 대해 경제학적 연구의 핵심적인 발견들을 리뷰하고, 기술확산의 핵심요인들을 제시하고 있다. Blackman(1999)에 따르면, 신기술의 수익률, 단순성은 기술확산에 플러스 요인으로 작용하지만 초기투자비용은 마이너스 요인으로 작용할 것으로 보고 있다. 또한 기업의 크기, 인적자산, R&D, 상보적 인프라, 자본의 성숙도 등은 플러스 요인으로, 요소가격은 마이너스

4) learning by doing effects : 구 기술의 채택을 통한 학습효과에 의해 신기술의 marginal benefit이 높아진다.

5) order effects : 선점효과에 의해 먼저 기술을 채택한 기업의 return이 나중에 채택한 기업보다 크다.

6) stock effects : 채택자의 수가 증가함에 따라 marginal benefit이 작아진다.

스 요인으로 작용할 것이다. 특이한 점은 시장구조와 정부의 규제는 플러스요인으로도 마이너스 요인으로도 작용할 것이라는 점이다.

<표 5> 온실가스저감기술의 기술확산에 영향을 미치는 핵심요인

대분류	소분류	설 명
기술적 특성	수익률	단순 회수기간을 고려한 수익률을 의미(+)
	초기투자비용	가격(-)
	단순성	기술의 단순성(+)
기업·산업 특성	기업의 크기	큰 기업이 신기술을 더 빨리 채택한다는 슈페터 가설에 근거(+)
	시장구조	시장집중도는 신기술 채택에 (+) or (-) 요인
	요소가격	input의 가격이 낮으면 빨리 확산됨 (-)
	인적자산	고수준의 인적자산을 가진 기업은 기술을 빨리 수용 (+)
	규제	제도적 규제와 비제도적 규제가 존재 (+) or (-)
	R&D	기술의 채택과 R&D 지출과 직접 관련 (+)
	상보적 인프라	기술의 채택과 상보적 인프라와 직접 관련 (+)
자본성숙도	기술의 채택과 자본의 성숙도와 직접 관련 (+)	

출처: Blackman (1999)

3. 에너지설비기술의 기술확산 요인

위에서 정리한 여러 기존 연구들은 각각 다른 기술을 대상으로 하였고 각각 서로 다른 분석틀을 사용하고 있다. 따라서 에너지설비기술에 적용될 수 있는 요인을 도출하기 위해서 각 연구결과에서 개별 기술의 특성과 관련한 항목들을 제외하고 중복되는 것들을 제외하는 과정을 통해서 에너지설비기술에 적용할 수 있는, 일반기술의 기술확산에 영향을 미치는 요인들을 도출해 낼 수 있었다. 정리된 공통 요인 중에서 본 연구에서 주로 초점을 두는 것은 기술 및 기술환경과 관련한 요인들이다.

<표 6> 기술확산에 영향을 미치는 공통요인

대분류	중분류	소분류
기술 및 기술환경	기술적 위험	
	비용편익	초기투자비용 운용비용 개선효과실현시기 비용절감효과 추가적인 편익
	현장적응력	기존설비와의 부합도 설비의 복잡성
	기술환경	기술을 둘러싼 상보적 제품존재 요소가격 경쟁기술 존재(시장집중도)
시장환경	산업구조(독과점 정도) 변화에 대한 산업성향	
제도환경	제도적 환경	규제부합성, 정책적 지원, 규제안정성, 비제도적 규제

에너지설비기술의 확산에 영향을 미치는 요인은, 위의 일반기술의 공통적 확산 요인과 함께 본 연구가 대상으로 하는 주요 에너지다소비업종의 고유한 특성이나 에너지설비기술의 고유한 특성으로 인한 요인의 합이라고 할 수 있다.

에너지기술은 다른 산업기술과는 다른 고유한 특성을 가지는 것으로 알려져 왔다(박원훈(2001), 산업자원부(2001) 등). 여러 관련문헌에서 제시되는 기술확산과 관련한 에너지기술의 특성은 에너지기술/설비는 기본적으로 기술수명이 길며, 대규모 투자비가 소요되며 장기간의 투자선행기간 및 투자회수 기간이 필요하다는 점, 그리고 그 사용에 있어서 숙련된 지식을 요하고 신기술을 도입할 때 기존의 지식이 사장화되므로 신기술이 획기적인 장점을 가지지 않는 한 신기술을 채택하지 않고 기존의 기술을 그대로 유지하려는 '신기술에 대한 저항'이 존재한다는 점 등이다.

이와 더불어 주요 대상으로 하는 에너지다소비 업종의 산업구조나 기술적 특성, 우리나라 업체의 특성으로 인한 부분은 관련 전문가와의 인터뷰를 통해 도출하였다. 인터뷰결과, 다음과 같은 의견들이 추가적으로 도출되었다.

- 우리나라 업체들은 선진국에 기 적용사례가 있는지 여부와 적용한 업체의 업계 이미지가 중요하다.
- 석유화학업종은 에너지절감 효과보다는 추가적인 효과(품질개선, 생산성 증대 등)가 신규투자의 중요한 요인이 된다.
- 신규설비가 기술적으로 우수하더라도 우리나라 환경(기후, 물 등)에 의해 제약되는 경우가 많다.

<표 6>의 공통요인과 에너지설비기술의 특성을 반영하여 <표 7>과 같이 에너지설비기술의 확산요인을 도출하게 되었다. 여기서 '경제성'은 기술(설비)의 cost/benefit을 고려한 투자회수기간이라 할 수 있다. 이는 초기투자비용과 유지비용 모두의 영향을 포괄한 지표이다. '에너지효율 향상 효과'는 에너지 효율 증가에 따른 에너지 절약효과와 CO2발생감소효과를 의미하고, '에너지 절감 이외의 효과'는 자동화, 생산성 증대, 품질 향상 등의 에너지와 관련 없는 효과를 의미한다. '설비의 성능 신뢰도'는 신기술의 공정이 기존의 공정과 비교하여 생산량이나 제품의 품질에 미치는 변화의 정도를 의미한다. 다시 말하면, 기존의 공정과 동일한 품질이나 생산량을 유지할 수 있을 것이라고 믿는 정도를 의미한다. '기존 설비와의 부합도 및 유사도'는 신기술 도입을 위해 전후 공정에서 필요한 변화의 정도를 의미한다. '설비의 복잡성'은 신기술이 현장에서 이해하고 사용하는데 추가적으로 요구되는 지식이나 기능의 정도를 의미한다. 이상의 6가지 요인들은 기존의 문헌에서 많이 볼 수 있는 것들이다. 하지만 본 연구는 전문가들과의 인터뷰를 통해 7번째 요인인 '선행 적용사례 존재 여부 및 적용한 기업의 사회적 명성'을 도출할 수 있었다. 이는 선행적으로 해당 설비를 투자한 국내외 기업의 존재 여부와 그 회사의 명성을 의미하는 것으로서, 실제 에너지 기술의 잠재이용자인 10개 업종의 각 업체의 의견을 적극적으로

반영된 결과로 에너지 기술의 실질적 의사결정요인에 포함되었다.

<표 8> 에너지설비기술의 기술확산 요인

요인	설 명
경제성(투자회수기간)	-해당 설비의 투자회수기간
에너지 효율 향상(CO2저감) 효과	-직접적인 에너지절감과 CO2 저감 정도
에너지 절감 이외 다른 편익(생산성 등) 효과	-자동화(인력감소), 생산성 증대, 품질향상 등의 효과
설비의 성능 신뢰도	-기존의 공정과 비교하여 투자된 공정이 전체공정의 생산량이나 제품품질에 미치는 변화정도 -최소한 기존 공정과 동일한 품질이나 생산량을 유지할 수 있을 것이라고 믿는 정도
기존 설비와의 부합도 및 유사도	-기술 도입을 위해 전후공정에서 필요한 변화의 정도. -설비크기, 제어 및 운영방식 등을 포함
설비의 복잡성	-현장에서 도입된 공정기술을 이해하고 사용하는데 추가적으로 요구 되는 지식이나 기능의 정도
선행 적용사례 존재 여부 및 적용한 기업의 사회적 명성	-선행적으로 해당 설비를 투자한 국내외 기업의 존재 여부와 그 회사의 사회적 명성

4. 결론

지금까지 기술이전·확산요인에 관한 기존의 연구들을 살펴보고, 본 연구가 관심을 가지고 있는 에너지설비기술의 확산요인을 도출하였다. 본 연구는 소비자가 기업체인 에너지설비기술의 기술확산에 영향을 미치는 요인을 문헌조사뿐만 아니라 우리나라 업체의 특성을 반영한 요인을 도출했다는 측면에서 큰 의미가 있다고 할 수 있다. 본 연구에서 도출된 요인들은 향후 정부가 온실가스저감정책을 수립하는데 있어서 개별 에너지설비기술들 간에 어떠한 요인들이 저해요인이 되는지를 파악하고 정책적 대안을 찾아가는데 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

[참고문헌]

- 박원훈(2001), “한국의 ET 연구개발 추진전략 : 에너지절약기술 중심으로”, 제16회 에너지절약기술 워크숍.
- 산업자원부(2001), 에너지기술개발 10개년계획 개선방안 연구.
- 산업자원부(2003), 에너지 기술개발 10개년계획 수정 및 개선방안 연구.
- 에너지관리공단(2004), 산업부문의 온실가스 감축옵션 조사 및 분석연구.
- Arvanitis, S. and Hollenstein, H.(2001), "The determinants of the adoption of

- advanced manufacturing technology", *Economics of Innovation and New Technology* 10, pp. 377-414.
- Blackman, A.(1999), "The economics of technology diffusion: implications for climate policy in developing countries", Discussion Paper 99-42, Resources for the Future, Washington, D. C.
- Gourlay, A. R. and Pentecost, E. J.(2000), "The determinants of technology diffusion: evidence from the UK financial sector", Economic Research Paper 00-09, Loughborough University, Loughborough.
- Greiner, M. A. and Franza, R. M.(2003), "Barriers and Bridges for Successful Environmental Technology Transfer", *Journal of Technology Transfer* 28, pp. 167-177.
- Hall, B. H. and Khan, B. (2003), "Adoption of new technology", National Bureau of Economic Research Working Paper 9730.
- Johnson, S. D., Gatz, E. F. and Hicks, D.(1997), "Expanding the Content Base of Technology Education: Technology Transfer as a Topic Study", *Journal of Technology Education* 8(2), pp. 35-49.
- Martyniuk, A. O., Jain, R. K. and Stone, H. J.(2003), "Critical success factors and barriers to technology transfer: case studies and implications", *International Journal of Technology Transfer and Commercialization* 2, pp. 306-327.
- Reddy, S. and Painuly, J. P.(2004), "Diffusion of renewable energy technologies: barriers and stakeholders' perspectives", *Renewable Energy* 29, pp. 1431-1447.
- Rogers, E. M.(1995), *Diffusion of Innovations*, New York: Free Press.