기술혁신학회지 제13권 2호
2010년 6월 pp.365~378

가산자료 회귀모형을 활용한 연료전지 및 태양전지 분야 특허의 질적 수준 결정요인 분석†

Analyzing the Determinants of the Patent Quality in Fuel Cell and Solar Cell Technology Using Count Data Models

박정규(Jung Kyu Park)*, 허은녕(Eunnyeong Heo)**

목 차

Ⅰ. 서론
Ⅱ. 가산자료 모형 및 데이터
Ⅲ. 실증분석 및 결과
Ⅳ. 결론 및 시사점

국 문 요 약

지속적인 성장을 위하여 정부는 R&D투자 규모를 지속적으로 늘리고 있으며, 동시에 R&D 성과의 산업화 연계 등 성과활용 관점의 관리와 인프라를 강화하고 있다. 그러나 사후적인 성과관리보다는 우수한 결과가 도출될 수 있는 사전적인 R&D기획이 더욱 중요하다. 본 연구는 우수한 R&D성과의 창출을 위한 R&D기획에 대한 시사점을 제시하고자, 신재생에너지 분야 중 연료전지와 태양전지 분야 특허를 대상으로 가산자료 모형을 활용하여 특허의 질적 수준 결정요인을 비교·분석 하였다. 분석결과 기술별로 결정요인은 서로 상이하게 나타나 R&D기획이 기술별로 구별되어야 함을 보였고, 결과를 바탕으로 우수한 R&D성과를 도출할 수 있는 연료전지, 태양전지 분야의 R&D기획 방향을 제시하였다.

핵심어 : 특허인용정보, 질적 수준, 가산자료 모형, 태양전지, 연료전지

※ 논문접수일: 2010.5.12, 1차수정일: 2010.6.25, 게재확정일: 2010.6.26
† 본 연구는 2010년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다. (No. 2009T100100600)
* 한국산업기술진흥원 정책기획팀 연구원, jkpark@kiat.or.kr, 02-880-8707, 교신저자
** 서울대학교 에너지시스템공학부 부교수, heoe@snu.ac.kr, 02-880-8284

ABSTRACT

For sustainable economic growth, the Korea government continues to increase its investment in R&D and at the same time, have reinforced the management of R&D outcomes and enlargement of its infrastructure for utilization. However, a strategic R&D planning that draws an outstanding outcomes is more important than the management of its post-outcomes. The purpose of this study is to propose an implication on the policy of R&D planning for obtaining a good R&D outcomes such as a high quality patent. We compared and analyzed the determinants of the patent quality in fuel cell and solar cell technology using the count data models. Estimated results showed that the determinants of the patent quality in technologies were different from each other. Therefore, having appropriate R&D planning strategies for all technologies was more effective than applying one same strategy for all because of technological differences, and based on the estimated results, we suggested the R&D planning strategy in fuel cell and solar cell technologies that could in result in high R&D outcomes.

Key Words : Patent Citation Information, Patent quality, Count data models, Solar cell, Fuel cell

I. 서 론

1. 들어가기

신재생에너지 분야에 대한 정부의 지원 규모는 저탄소녹색성장 선언 및 자발적 온실가스감축목표 발표 등을 통하여 2003년 1,180억원에서 2010년 8,084억원으로 7년간 6.6.배로 증가하였으며, 신재생에너지에 대한 기술개발 지원금액도 2003년 370억원에서 2010년 2,528억원으로 6.8배로 크게 증가하였다. 그러나 지속적인 R&D 투자에도 불구하고 선진국 대비 기술경쟁력은 여전히 부족한 상태이다. 신재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획에 따라 선택과 집중에 의해 정부는 태양광, 풍력, 수소·연료전지를 3대 중점 기술개발 분야로 선정·추진하였으나 해당분야 기술수준은 여전히 선진국의 60~70% 수준에 불과하다.

정부는 2008년 12월 발표된 제3차 신재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획에 따라 풍력, 바이오, 폐기물, 지열 분야를 보급달성에 집중해야할 분야로 선정하고 태양전지(차세대)[1], 수소·연료전지는 R&D에 집중해야할 분야로 선정하여 R&D 투자를 실시하고 있다. 선진국대비 기술수준이 낮은 우리나라는 전략적인 R&D 추진을 통하여 우수한 연구성과를 도출하고 경제적 성과창출로 연계될 수 있도록 하여야 한다.

한편, 동일한 신재생에너지 분야에서도 에너지원별로 기술적 특성이 다르고, 기술개발 환경이 상이하여 일관된 R&D기획 보다는 에너지원별 특성에 부합하도록 기술별로 구별된 R&D 기획이 우수한 연구성과 도출에 필수적일 것이다. 본 연구에서는 정부의 제3차 신재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획에 따라 R&D를 집중적으로 실시하는 태양전지, 연료전지분야를 대상으로 우수 연구성과 도출을 위한 기술별 차별적 R&D기획에 대하여 논하고자 한다. 본 연구에서는 논문, 특허, 인력양성 등의 다양한 연구성과 중 특히 우수한 특허 즉 질적 수준이 높은 특허의 창출에 초점을 두었다[2].

한편, 질적 수준이 높은 특허에 대한 변수로 특허의 질적 수준, 지식의 흐름, 경제적 가치 등과 같은 연구에 널리 활용되고 있는 특허인용정보를 활용하였으며, 추정을 위한 계량모형은 특허인용횟수(Patent citation counts)와 같은 이산형 가산자료의 특성을 잘 반영하는 포아송 모형, 음이항 모형등 4가지의 가산자료 모형을 활용하였다. 연료전지와 태양전지 특허의 질적 수준에 영향을 미치는 결정요인을 각각 도출하여 우수한 R&D성과를 도출하기 위한 효율적인

1) 실리콘 기반의 경우 이미 보급확대 단계이며, 차세대 태양광의 경우 R&D에 치중

2) 특허는 무형자산으로서 기술의 권리를 법적으로 보호하고 나아가 부가가치를 창출 할 수 있다. 최근 특허소송의 증가, 특허괴물(Patent Troll)출현, 표준특허 확보 경쟁이 이를 잘 보여주고 있음.

R&D기획에 대한 정책적 시사점을 제공하고자 한다.

본 연구의 구성으로, 본 장에서 특허인용정보를 활용한 선행연구를 살펴보고, II장에서 본 연구에서 활용한 가산자료 모형과 실증분석에 사용한 데이터에 관하여 소개한다. III장에서는 실증분석 수행을 위한 변수의 대하여 설명하고 각 모형별로 추정결과를 정리한다. 마지막으로 IV장에서는 결론을 제시하고 정책적 시사점을 도출하였다.

2. 선행연구

특허는 객관적인 유용한 정보로서 기술변화, 기술개발, 경제성장 등 다양한 연구에서 활용되고 있다. 특히 미국특허의 경우 발명을 위해 인용한 선행특허 자료에 대하여 제시하도록 제도화 되어 있어 특허인용정보 관련 데이터가 생성되고 있다. 이 정보를 활용하여 기존의 단순 특허건수와 관련된 연구의 한계를 해소하였고, 특히 특허의 질적 수준, 지식의 파급, 특허의 경제적 가치 등의 다양한 실증분석의 연구에 활용되고 있다(Griliches, 1990; Jffe 외, 1993). Harhoff 외(1997)의 연구에서는 특허피인용수와 특허의 경제적 가치는 양의 상관관계를 가진다고 주장하였으며, Fung과 Chow(2002), Jaff 외(2000) 등의 연구에서는 특허피인용수가 특허의 질적 수준을 평가하는 좋은 지표로 소개하고 있다. 또한 Carpenter 외(1981)에서는 많이 인용되는 특허가 상대적으로 가치 있다고 주장하였다.

이와 같이 특허인용정보를 활용하여 특허의 질적 수준과 관련된다양한 연구가 이루어지고 있으나, 특허의 질적 수준 결정요인을 분석하는 구체적인 연구는 본 연구의 기반이 되는 Lee 외(2006, 2007)의 연구를 제외하고는 다소 미흡한 편이다. Lee 외(2006, 2007)의 연구는 정부출연연(Government funded Research Institute, GRI)을 대상으로 가산자료 모형을 활용하여 특허의 인용 분석을 실시하였다. 특허피인용에 영향을 미치는 결정요인을 도출하고 GRI의 특성을 고찰 하였다.

본 연구에서는 선행연구와 차별적으로 특허의 질적 수준을 향상하기 위한 기술별 R&D기획의 방향제시를 목적으로 한다. 즉, 기술별로 특허의 질적 수준의 결정요인이 다름을 보이고, 기술별 전략적 R&D 기획 방향을 제시하고자 한다. 또한 설명변수에 있어서, 선행연구에서 지식의 의존(유입)도를 분석하기 위한 변수로 특허의 국적을 변수로 설정한 반면 본 연구에서는 미국, 일본, 유럽의 지식유입에 대한 정확한 분석을 위하여 각 특허의 국적이 아닌, 출원인을 기반으로 하여 US-Invented 특허의 인용 정보, JP-Invented 특허의 인용 정보, EU-Invented 특허의 인용 정보를 조사하여 변수로 활용하였다.

II. 가산자료 모형 및 데이터

1. 가산자료 모형

본 연구에서는 종속변수로 특허피인용횟수를 사용한다. 이는 비음정수(Nonnegative integer values)로서 분석모형으로 포아송모형(Poisson model), 음이항모형(Negative binomial model, NB) 등의 가산자료모형을 활용하여야 한다. 장태연(2004), 유승훈(2005)의 연구에 따르면 위와 같은 자료의 성격을 무시하고 OLS등 전통적 선형회귀모형을 적용하면 아래와 같이 3가지 측면에서 왜곡된 추정결과를 얻을 수 있다고 지적하고 있다.

첫째, 선형회귀분석에서의 오차항은 종속변수에 대해 연속확률분포의 하나인 정규분포를 가지고 있다는 가정을 가지고 모형을 추정하기 때문에 이산종속변수를 가지는 자료의 분석에는 부적절 하다. 둘째, 선형회귀모형이 예측에 적용되었을 때 모형은 음의 결과를 예측할 수 있으며, 독립변수 증감에 따라 결과 값이 너무 높게 혹은 낮게 예측되는 경우가 있다. 셋째, 예측된 발생횟수가 정상적인 범위 내에 있다 하더라도 단지 예측된 발생횟수를 제공할 뿐이지 발생횟수에 대한 이산확률 분포를 제공하지는 않는다.

따라서 본 연구에서 대표적인 가산자료 모형인 포아송 모형과, 포아송 모형의 평균과 분산이 같다는 제약을 완화한 음이항모형, 그리고 0 과잉 문제를 해결하기 위한 zero-inflate Poisson(ZIP) 모형과 zero-inflated negative binomial(ZINB) 모형을 각각 분석에 활용하였다.

포아송분포 확률밀도 함수와 모형은 아래 식 (1), (2)과 같다. 여기서 Y는 특허피인용 횟수를 나타내는 이산확률변수이고, y는 사건을 일으키는 확률을 의미한다. μ는 특허피인용수 분포의 평균과 분산을 의미하는 모수이다. X는 독립변수 벡터이며 β는 추정계수 벡터이다. 식 (3)은 추정을 위한 로그우도함수이다.

$$Prob(Y_i = y_i) = \frac{e^{-\mu}\mu^{y_i}}{y_i!}, \quad y=1,2,3\cdots \tag{1}$$

$$E(Y) = Var(Y) = \mu = \exp(X'\beta), \quad \ln\mu = X'\beta \tag{2}$$

$$\ln L = \sum[-\mu_i + y_i \ln(\mu_i) - \ln(y_i!)] \tag{3}$$

음이항 모형은 포아송분포의 평균과 분산이 동일하다는 가정을 완화한 것으로, 즉 과산포현상이 발생될 경우 활용하는 모형이다. 음이항 모형의 확률 밀도식은 아래 식 (4)와 같으며 추정은 식 (5)와 같이 로그우도 함수로 한다.

$$\mathrm{Prob}(Y_i = y_i) = \frac{\Gamma(\alpha^{-1}+y)}{\Gamma(\alpha^{-1})\Gamma(y+1)}\left(\frac{\alpha^{-1}}{\alpha^{-1}+\mu}\right)^{\alpha^{-1}}\left(\frac{\mu}{\alpha^{-1}+\mu}\right)^{y} \quad (4)$$

$$E(Y)=\mu,\ \ Var(Y)=\mu(1+\alpha\mu)$$

$$\ln L_{NB} = \sum[\ln(1-f(\cdot)+\ln\left(\frac{\Gamma(\alpha^{-1}+y)}{\Gamma(\alpha^{-1})\Gamma(y+1)}\right)+\alpha^{-1}\ln\left(\frac{\alpha^{-1}}{\alpha^{-1}+\mu}\right)+y\ln\left(\frac{\mu}{\alpha^{-1}+\mu}\right)] \quad (5)^{3)}$$

Zero-inflated Poisoson, Zero-inflated negative binomial 모델은 '0' 확률에 대한 과장된 특징을 수정하기 위한 모형으로 추정을 위한 로그우도 함수는 아래 (6), (7)과 같다[4].

$$\ln L_{ZIP} = -n\ln(1+e^{a})+\sum[\ln(e^{a}-e^{-\mu})+\sum[-\mu_i+y_i\ln(\mu_i)-\ln(y_i\,!\,)] \quad (6)$$

$$\ln L_{ZINB} = \sum\ln[f(\cdot)+(1-f(\cdot))\left(\frac{\alpha^{-1}}{\alpha^{-1}+\mu}\right)^{\alpha^{-1}}]+\sum[\ln(1-f(\cdot))+\ln\left(\frac{\Gamma(\alpha^{-1}+y)}{\Gamma(\alpha^{-1})\Gamma(y+1)}\right)$$
$$+\alpha^{-1}\ln\left(\frac{\alpha^{-1}}{\alpha^{-1}+\mu}\right)+y\ln\left(1-\left(\frac{\mu}{\alpha^{-1}+\mu}\right)\right)] \quad (7)$$

2. 데이터

신재생에너지 기술분야 중 연료전지, 태양전지 분야를 대상으로 USPTO에 등록된 특허(1990~2008)를 검색하여[5] 연료전지 분야 3,507건, 태양전지 분야 4,447건을 도출하였다. 관련 전문가를 활용하여 Noise를 제거한 후 연료전지 분야 1,189건, 태양전지 분야 1,466건을 유효데이터로 최종 분석대상으로 선정하였다.

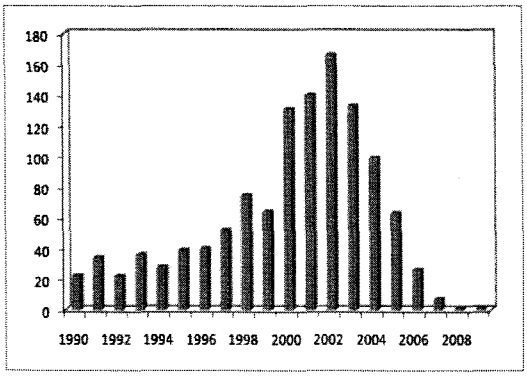
연도별 출원현황을 살펴보면 태양전지 분야가 1990년대 초반부터 특허출원이 활발했던 반면 연료전지는 2000년대에 와서 급격한 출원 증가가 이루어졌음을 알 수 있다(Figure 1).

3) f(·)는 구조적 '0'의 비율을 나타낸다.

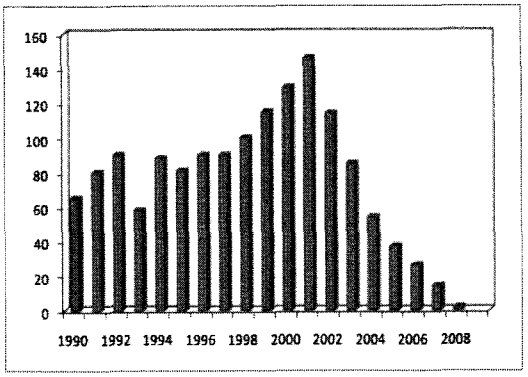
4) 자세한 유도 과정은 A. Colin Cameron, Pravin K. Trivedi(1998) 'Regression Analysis of Count Data' 참조

5) '특허를 활용한 융합기술 분석', 한국산업기술진흥원(2010) 참조

〈 연료전지 분야의 연도별 출원동향 〉



〈 태양전지 분야의 연도별 출원동향 〉



(Figure 1) 연도별 출원동향(USPTO)

연료전지, 태양전지 각 분야의 특허의 주요 출원인은 〈Table 1〉과 같다. 일본출원인의 특허가 한국 특허청을 제외한 미국, 일본, 유럽에서 가장 많이 출원한 것으로 나타났다. 특히 연료전지 분야는 Matsushita, 태양전지 분야는 Canon과 Sanyo가 다출원 상위권으로 나타났다. USPTO에서는 연료전지분야에서 두각을 나타내는 캐나다의 Ballard Power Systems의 특허 출원도 상위권으로 나타났다.

〈Table 1〉 주요 출원인(Patetn Office 별)

	KIPO			USPTO			JPO			EPO		
	출원인	국적	건수	출원인	국적	건수	출원인	국적	건수	출원인	국적	건수
연료전지	삼성SDI	KR	291	Matsushita	JP	53	Matsushita	JP	458	Matsushita	JP	104
	Matsushita	JP	78	Honda	JP	52	Mitsubishi	JP	415	Delphi Tech.	US	58
	KIST	KR	60	Ballard Power Systems	CA	35	Nissan	JP	371	Honda	JP	36
	KIER	KR	50	Delphi Tech.	US	33	Toyota	JP	300	Nissan	JP	35
	현대자동차	KR	46	Siemens	DE	30	Honda	JP	299	Toyota	JP	30
태양전지	삼성SDI	KR	129	Canon	JP	250	Sharp	JP	242	Canon	JP	140
	LG전자	KR	88	Sanyo	JP	67	Canon	JP	210	Sanyo	JP	102
	ETRI	KR	69	Sharp	JP	57	Sanyo	JP	179	Sharp	JP	50
	삼성전자	KR	56	Mitsubishi	JP	39	Mitsubishi	JP	80	Kaneka	JP	35
	Canon	JP	49	MRInstitute	US	29	Fuji electric	JP	78	Siemens	DE	29

III. 실증분석 및 결과

1. 변수설정

특허의 질적 수준 결정요인 분석을 위하여 종속변수는 선행연구에서와 같이 질적 수준의 좋은 지표로 활용되고 있는 특허피인용횟수를 사용하였다. 그리고 각 분야 분석대상 특허 Front page의 다양한 특허서지정보를 활용하여 설명변수를 아래 〈Table 2〉와 같이 설정하였다.

〈Table 2〉 설명변수

변 수	측 정	설 명
NA	출원인 수	연구의 크기
CO	공동출원(dummy)	연구의형태(공동연구)
INTC	국제공동출원(dummy)	연구의 형태(국제공동연구)
NINV	발명자 수	연구팀의 크기
2INV	발명자 국적 2이상(dummy)	이(異)국적 발명자와의 연구
NCITING	특허인용횟수	타 특허의 활용 수
NSELF	자기특허 인용횟수	지식의 축적
USIC	US-invented 특허인용 횟수	미국 지식의 유입
JPIC	JP-invented 특허인용 횟수	일본 지식의 유입
EUIC	EU-invented 특허인용 횟수	유럽 지식의 유입
NNONP	비특허문헌 인용 횟수	기초/원천기술 중심의 발명
NCLAIM	특허청구항 수	특허권리의 범위
NFAM	패밀리 특허수	잠재시장의 크기
NIPC	국제특허분류(IPC) 수	잠재 파급분야의 수

특허의 질적 수준을 설명할 변수로 위와 같이 출원인 관련, 발명자 관련, 인용관련, 비특허문헌의 활용과 청구항수, 패밀리수, IPC수를 선정하였다. 출원인 관련에서 공동출원, 국제공동출원은 연구의 형태를 나타내며, 발명자 관련은 연구팀 크기의 영향을 살펴보고자 하였다. 특히 2INV는 Maurseth, P. and B. Verspagen (2002)의 연구와 동일하게 연구팀 내의 이(異)국적 발명자의 영향을 살펴보고자 하였다. 인용횟수는 각 국가별 지식유입의 정도를 파악 할 수 있으며 비특허문헌의 인용은 논문 등 기초/원천기술의 영향을 파악 할 수 있다. 패밀리 특허수는 향후 잠재시장의 크기와 관련한 영향의 정도를 측정하고자 설명변수로 설정하였으며,

국제특허분류의 수는 잠재적으로 파급이 가능한 타 기술분야의 수가 질적 수준을 설명하는 크기를 파악하기 위하여 설명변수로 설정하였다.

위와 같이 설명변수로 설정된 변수의 기술통계량은 〈Table 3〉, 〈Table 4〉와 같다.

〈Table 3〉 연료전지 분야 변수의 기술통계(Obs : 1,189)

Variable	Mean	Std.Dev.	Min	Max
CITATION	8.27	14.66	0	134
NA	1.06	0.35	1	8
CO	0.04	0.20	0	1
INTC	0.02	0.13	0	1
NINV	3.20	2.08	1	16
2INV	0.04	0.21	0	1
NCITING	16.34	26.34	0	304
NSELF	1.03	3.73	0	66
USIC	8.94	15.77	0	187
JPIC	4.25	7.01	0	84
EUIC	1.98	4.10	0	49
NNONP	2.76	6.71	0	93
NCLAIM	17.59	14.85	1	162
NFAM	9.43	10.14	1	136
NIPC	1.77	1.11	1	9

〈Table 4〉 태양전지 분야 변수의 기술통계(Obs: 1,466)

Variable	Mean	Std.Dev.	Min	Max
CITATION	7.50	10.95	0	227
NA	1.04	0.24	1	5
CO	0.04	0.19	0	1
INTC	0.00	0.07	0	1
NINV	2.80	1.75	1	10
2INV	0.03	0.16	0	1
NCITING	13.22	17.97	0	210
NSELF	1.28	3.65	0	71
USIC	6.45	10.63	0	125
JPIC	4.73	6.42	0	100
EUIC	1.65	4.12	0	77
NNONP	3.67	8.13	0	94
NCLAIM	19.58	16.59	1	236
NFAM	8.09	9.52	1	167
NIPC	1.75	0.94	1	5

2. 추정결과

추정은 포아송 모형, 음이항 모형, ZIP, ZINB모형을 활용하였으며 모형의 적합도를 위하여 Alpha test와 Vuong test를 실시하였다. 연료전지 분야의 추정에 ZINB모형은 적합하지 않는 것으로 나타나 해석에서 배제하였으며 나머지 모형은 타당한 것으로 나타났다.

특허의 질적 수준에 영향을 미치는 결정요인으로 동일한 신재생에너지 분야의 기술이지만 연료전지 분야와 태양전지분야에서는 결정요인이 〈Table 5〉, 〈Table 6〉과 같이 상이한 것으로 나타났다.

주요 차이점은 연료전지 분야는 발명자 수(NINV)가 특허의 질적 수준에 유의한 음의 영향을 미치는 반면 태양전지는 양의 영향을 미치는 것으로 분석되었으며, IPC수(NIPC)의 경우 연료전지는 유의한 음의 영향을 미치는 반면, 태양전지는 두 변수 모두 유의한 양의 영향을 미치는 것으로 나타났다.

그 이외의 설명변수의 영향은 유사한 것으로 분석되었다. 두 분야 모두 발명자의 국적이 다

〈Table 5〉 추정결과(연료전지 분야)

Variable	연료전지			N:1,189
	Poisson model	Negative binomial Model	ZIP model	ZINB model
NA	-0.076	-0.435	-0.074	-0.337
CO	0.145	0.445	0.510***	0.923*
INTC	0.591***	1.469***	-0.017	0.319
NINV	-0.037***	-0.060**	-0.023***	-0.036*
2INV	-0.227***	-0.396	-0.147***	-0.176
NCITING	-0.133***	-0.094***	-0.038***	-0.036*
NSELF	0.000	-0.012	0.014***	0.009
USIC	0.151***	0.113***	0.053***	0.052**
JPIC	0.101***	0.039*	0.023***	0.010
EUIC	0.120***	0.097***	0.002	0.014
NNONP	0.001	0.000	-0.001	-0.004
NCLAIM	0.010***	0.016***	0.005***	0.006**
NFAM	0.007***	0.007	0.003***	0.002
NIPC	-0.410***	-0.386***	-0.262***	-0.257***
Alpha		2.851***		0.999
Vuong			13.47***	32.91***

유의수준: *10%, **5%, ***1%

른 경우(2INV)는 특허의 질적 수준에 음의 영향을 미쳤고, 미국, 일본, 유럽 등 기술선진국의 특허를 인용하는 것은 직관적으로도 타당하게 양의 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 청구항 수와 패밀리 특허 수는 두 분야 모두 특허의 질적 수준에 유의한 양의 영향을 미친다.

한편, 국제공동출원은 국제공동연구로 볼 수 있는데 두 분야 모두 유의한 양의 영향을 나타내는 것으로 분석 되었다(ZIP, ZINB 모형 제외). 그러나 더미변수로 활용한 공동출원(CO), 자기특허 인용수(NSELF), 비특허문헌의 인용수(NNONP)는 통계적으로 유의미한 결과가 도출되지 않았다.

〈Table 6〉 추정결과(태양전지 분야)

Variable	태양전지			N: 1,466
	Poisson model	Negative binomial Model	ZIP model	ZINB model
NA	-0.203	-0.198	-0.389***	-0.399
CO	0.154	0.095	0.461***	0.469
INTC	0.713***	0.898*	0.230	0.306
NINV	0.027***	0.023	0.011**	0.010
2INV	-0.446***	-0.492**	-0.232***	-0.246
NCITING	-0.304***	-0.239***	-0.198***	-0.174***
NSELF	-0.007	-0.008	0.002	0.001
USIC	0.306***	0.244***	0.201***	0.179***
JPIC	0.274***	0.206***	0.173***	0.149***
EUIC	0.307***	0.229***	0.199***	0.173***
NNONP	0.002	-0.005	0.005***	0.005
NCLAIM	0.008***	0.009***	0.006***	0.007***
NFAM	0.010***	0.017***	0.008***	0.012***
NIPC	0.171***	0.165***	0.113***	0.108***
Alpha		1.395***		0.691***
Vuong			13.47***	23.41***

유의수준: *10%, **5%, ***1%

본 연구와 같이 가산자료 형태의 모형에서는 추정결과의 계수에 대하여 직접적인 해석과 비교가 어렵다. 이를 위해서는 종속변수에 대한 설명변수들의 한계효과를 식 (8)과 같이 계산해야 한다.

$$\frac{\partial E[Y_i|x_i]}{\partial x_{ij}} = \beta_j exp(\sum_{j=1}^{N} \beta_j x_{ij}) \quad (8)$$

미국, 일본, 유럽 출원인 특허의 인용이 특허의 질적수준에 미치는 크기를 비교하기 위하여 USIC, JPIC, EUIC 의 한계효과를 아래 〈Table 7〉과 같이 계산하였다. fuel cell 분야는 일본과 유럽보다 미국 출원인 특허의 인용이 특허의 질적수준에 더 효과적이고, solar cell 분야에서는 미국, 일본, 유럽의 영향이 비슷한 것으로 나타났다.

〈Table 7〉 USIC, JPIC, EUIC의 한계효과

Variable	연료전지	태양전지
USIC	1.06	2.11
JPIC	0.71	1.89
EUIC	0.84	2.12

VI. 결론 및 시사점

본 논문에서는 연료전지와 태양전지 분야 특허의 질적 수준 결정요인을 비교·분석 하였다. 추정결과 설명변수 중 NINV(발명자 수)와 NIPC(IPC수)가 특허의 질적 수준에 영향을 미치는 방향이 반대로 나타났다. 연료전지분야는 발명자수(NINV)와 IPC의 수(NIPC)가 많은 경우 특허의 질적 수준에 통계적으로 유의미한 음의 영향을 미치고, 태양전지의 경우는 이와 반대로 양의 영향을 미친다. 즉 연료전지 분야와 태양전지 분야의 특허 질적 수준 결정요인이 일부 상이함을 확인 할 수 있다. 본 결과에 대한 전문가 인터뷰 결과 기술별 특성 또는 연구 단계, 즉 기술의 Lifecycle의 차이로 해석할 수 있겠다.

연료전지에 비해 태양전지 분야는 이미 상용화가 시작되어 다양한 분야로 적용될 수 있는 특허가 특허의 질적 수준을 높이고, 또한 다양한 적용을 위하여 다양한 발명자의 참여가 특허의 질적 수준을 높인다고 할 수 있다. 한편 본격적인 상용화가 진행되지 않은 연료전지의 경우는 이와 반대로 소수의 발명자 연구팀을 구성하여 다양한 분야 보다는 집중적인 분야에 한하여 연구하는 것이 특허의 질적 수준을 높인다고 해석할 수 있겠다.

두 기술 분야에서 공통적으로 발명자들의 국적이 두 개 이상인 경우(2INV) 특허의 질적 수준에 음의 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이와 같은 결과는 Maurseth, P. and B.

Verspagen(2002)의 연구에 따라 동일한 언어를 사용하는 경우 특허의 인용수에 양의 영향을 미치는 결과와 일치하는 것으로 결론지을 수 있으며, 공동 발명시 연구원간의 의사소통의 중요성을 강조한다.

본 연구를 통해 특허의 질적 수준을 결정하는 요인은 동일한 신재생에너지 분야이지만 기술별로 상이한 것을 알 수 있으며, 따라서 기술별 구분된 전략적 R&D기획이 필요하다고 할 수 있다. 본 연구 결과에 따르면 태양전지 R&D는 단위 연구팀에 많은 발명자를 참여하게 하여 다양한 분야에 태양전지 기술이 파급될 수 있게 하고, 연료전지 분야의 경우 소수의 발명자가 한 분야를 깊이 있게 연구 할 수 있도록 하는 R&D기획이 우수 연구성과 도출을 위한 전략이라고 할 수 있겠다.

한편, 본 연구에서는 연료전지와 태양전지 분야에 국한하여 기술별 특허의 질적 수준에 영향을 미치는 결정요인이 상이함을 보이고 연료전지와 태양전지의 R&D기획에 관련한 제한적인 시사점을 제시하였다. Lifecycle의 차이에 따른 본 연구의 시사점을 타 기술분야에 적용하기 위해서는 다양한 기술분야에 본 연구를 확장하여 일반화 할 필요가 있다. 또한 본 연구의 추정결과에 대한 전문가 인터뷰 결과 상용화 차이에 대한 관점에서만 결과를 해석하였다. 태양전지 분야와 연료전지 분야의 기술적 특성에 대한 결정요인의 상이함에 대한 해석을 추가해 더욱 구체적인 R&D기획에 대한 정책에 반영되도록 하여야 할 것이다.

참고문헌

Cameron, A. C. and P. K. Trivedi (1986), "Econometric Models Based on Count Data: Comparisons and Applications of Some Estimators and Tests." *Journal of Applied Econometrics*, 1(1) : 29-53.

Cameron, A. and P. Trivedi (1998), *Regression analysis of count data*, Cambridge University Press.

Carpenter, M., F. Narin, et al. (1981), "Citation rates to technologically important patents 1." *World Patent Information*, 3(4) : 160-163.

Dean, C. (1992), "Testing for overdispersion in Poisson and binomial regression models." *Journal of the American Statistical Association*, 87(418) : 451-457.

Griliches, Z. (1990), "Patent statistics as economic indicators: a survey." *Journal of economic literature*, 28(4) : 1661-1707.

Maurseth, P. and B. Verspagen (2002), "Knowledge spillovers in Europe: a patent citations analysis." *The Scandinavian journal of economics*, 104(4) : 531-545.

Jaffe, A., Trajtenberg, M. and Henderson, R. (1993), "Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations." *The Quarterly Journal of Economics* 108(3) : 577-598.

Jaffe, A., M. Trajtenberg, et al. (2005), *Patents, citations, and innovations: A window on the knowledge economy*, The MIT Press.

Lee, Y., Lee, J., Song, Y. and Lee, S. (2007), "An in-depth empirical analysis of patent citation counts using zero-inflated count data model: The case of KIST." *Scientometrics*, 70(1) : 27-39.

Lee, Y.. Lee, J. and Song, Y. (2006), "An analysis of citation counts of ETRI-invented US Patent" *ETRI journal*, 28(4) : 541-544.

박정규 (2004), "미국 특허를 활용한 연료전지 기술수준분석", 서울대학교 석사학위 논문.

박정규, 김민지 (2010), "신재생에너지 분야 기술의 질적 수준 결정요인 비교분석", 한국지구시스템공학회 춘계학술대회 발표자료.

장태연 (2004), 「가산자료의 회귀모형에 의한 교통사고분석」, 대전: 한국과학재단.

유승훈, 양창영 (2005), "가산자료 모형을 이용한 해양오염사고 발생횟수의 분석", 「해양정책연구」, 20(2) : 33-56.

한국산업기술진흥원 (2010), 「특허를 활용한 융합기술 분석」, 서울: 한국산업기술진흥원.

박정규

서울대학교 지구시스템공학부에서 지구환경경제학으로 석사학위를 취득하고 현재 한국산업기술진흥원(KIAT) 정책기획팀에 재직 중이다. 관심분야는 특허분석, 기술경제, 기술정책 등이다.

허은녕

미국 펜실베니아주립대학교에서 자원경제학으로 박사학위를 취득하고 현재 서울대학교 공과대학 부교수로 근무 중이다. 주요 연구분야는 에너지경제학, 기술경제학 등이다.