

미국 특허자료를 통한 연료전지 기술수준 분석

박정규* · 허은녕**

서울대학교

Fuel cell technology evaluation using the U.S Patenting Data

Park Jeong-kyu, Heo Eunyoung

Seoul National University

I. 서론

연료전지는 19세기 말에 최초로 보고된 이후 우주용 같은 특수용 혹은 군사용으로 개발되기 시작하다가 70년대 두 차례의 석유파동으로 인한 에너지문제와 최근 환경문제가 대두되면서 미국, 일본, 유럽연합등 선진국을 중심으로 연구가 활발히 진행중에 있다. 미국에서는 PNGV¹⁾, 캘리포니아의 ZEV²⁾의무판매, 일본에서는 New sunshine 계획³⁾으로 또한 유럽에서는 각국마다 에너지문제에 대비하여 연료전지 기술개발을 포함한 Program이 진행중이다. 이러한 연료전지는 높은효율(종합효율 약 80%)과 환경적인 측면에서 장점을 가지고 있으며 자동차 등 이동수단의 동력원, 정지식 발전 시스템, 전자기기용 portable 전원으로 사용가능하므로 시장 전망도 상당히 밝게 전망되고 있다.

본 연구에서는 이와 같이 세계의 관심이 증대되고 있는 연료전지 기술의 개발동향과 각국의 기술수준들을 특허통계를 이용하여 기본적인 추이분석과 여러가지 index를 통하여 질적양적으로 분석하여 우리나라의 연료전지 기술수준을 파악하고 적절한 기술개발 방법과 연구를 통한 정책적 시사점을 제시하고자 하였다.

II. 자료 및 분석방법

특허분석을 위해 사용한 기초자료는 미국 특허청(USPTO)이 제공하는 데이터베이스를 검색함으로써 얻어졌다. 미국특허만을 선정한 이유는 미국특허는 지금까지 국제 기술을 비교하는데 널리 사용되어 왔으며, 편중됨 없이 세계 각국에서 골고루 등록함으로써 각국의 특허상황을 평가하는데 상대적으로 공평하다고 평가되기 때문이다.(Narin et al. 1992) 대상기술은 연료전지기술로 초록에서 keyword검색하여 2003년까지 등록된(granted)자료 2909건을 이용하여 최종 2374건을 대상 특허로 선별하였다.

분석방법은 각국의 연료전지기술의 수준을 양적, 질적으로 평가하기 위하여 여러 가지

* 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 석사과정

** 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 조교수

1) 1993년 클린턴 대통령의 주장으로 시작됐던 차세대 자동차의 기술 개발을 하고 있는 Partnership for a New Generation of Vehicle에서도 자동차용 연료전지 기술 개발이 행해지고있다.

2) Zero Emission Vehicle

3) 1993년부터 기존의 sunshine 계획(신 에너지 기술의 연구개발, 1974), Moonlight 계획(에너지 절약 기술의 연구개발, 1978) 및 지구 환경 기술에 관계되는 연구제도(1989) 세 개의 연구개발 project를 통합한 것이다. 이 계획아래 SOFC는 1974년부터 PAFC, MCFC는 1981년부터 각각 연구 개발을 개시하고 있다.

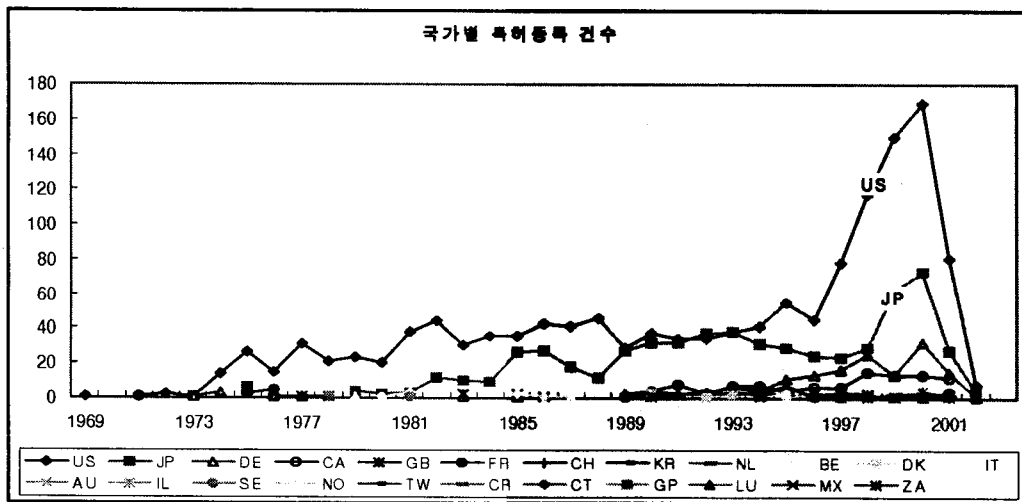
index로 분석하였으며, 우리나라와 기술선도국과의 기술격차를 가늠해 보았다. 또한 주요국을 대상으로 피인용횟수와 등록연도를 이용하여 국가 혹은 기업의 기술개발현황을 도식화하고 적절한 전략을 제시하는 QS matrix를 제안하고자 하였다.

III. 분석결과

1. 연료전지 특허 추이

연료전지에 관한 특허등록 건수는 총 2374건으로 지금까지 미국특허청에 등록된 전체 등록건수 2967833(2003.9.9)건에 약 0.08%를 차지 한다. 아래 [Fig.1]에서 나타내듯이 특허등록은 미국이 1969년에 최초로 자국 특허청에 등록하면서 1980년대 중반부터 점차 증가하여 1990년이후로부터 그 증가율이 급속히 커진다. 구간을 나누어 1990년 이후 전체 등록건수 1757229건⁴⁾ 중 연료전지 관련 특허등록 건수는 1675건으로 0.095%로 전체 약 0.08%보다 더 높게 나타났다. 이는 연료전지기술에 대한 세계의 관심이 증가했으며 그에 따른 기술개발이 활발히 이루어지고 있음을 입증해준다.

[Fig.1] 국가별 fuel cell 특허등록 추이



국가별로 살펴보면, 미국과 일본이 연료전지 기술관련 미국특허등록을 주도했음을 알 수 있으며, 또한 캐나다, 덴마크, 영국, 네덜란드등의 국가가 기술경쟁에 신규 진입으로 특허증가에 영향을 미친 것으로 분석되었다. 특히 미국과 일본은 1990년대 초반부터 중반까지는 비슷한 수의 특허를 등록하였지만 이후 90년대 후반부터 미국은 해마다 일본의 등록수보다 2~4배의 특허를 등록하였다. 이는 미국의 전략적 기술정책, 혹은 1990년대 초반부터 전폭적인 R&D지원, 연구의 형태변화로 인한 연구효율 향상이라라 볼 수 있을 것이나, 특허의 양적인 측면만의 해석으로는 부족한 면이 있으며, 이를 보정하기 위한 질적 수준을 고려하는 CII, TII, TS등의 지수로 보정할 수 있다.

주요국의 연도별 특허등록현황(전체, 연료전지기술)을 아래 [Table 1]에 나타내었다. 연료

⁴⁾ <http://164.195.100.11/netahtml/search-adv.htm> ; APD/1/1/1990->9/9/2003

전지기술 선도국인 일본의 경우 미특허청에 등록된 특허는 전체의 18.67%이지만 연료전지 기술특허는 전체의 25%로 연료전지 관련 특허의 비중이 크다고 할수 있다. 캐나다, 영국등도 일본과 비슷하다. 그러나 우리나라의 경우는 미국특허중 1.03%를 차지하지만 연료전지에 관한 특허는 11개 0.46%로 미비함을 알수 있다. 90년대 후반부터 주요국은 연료전지 기술개발에 더욱 많은 연구개발을 진행하고 있음을 알 수 있다.

[Table 1] 주요국의 특허등록 현황

	특허등록건수	%(fuel cell)	%(all) ⁵⁾
US	1385	58%	48.6%
JP	598	25%	18.67
DE	159	6.7%	6.18%
CA	99	4.2%	1.30%
GB	33	1.4%	0.73%
KR	11	0.46%	1.03%

2. Index

2.1 AI

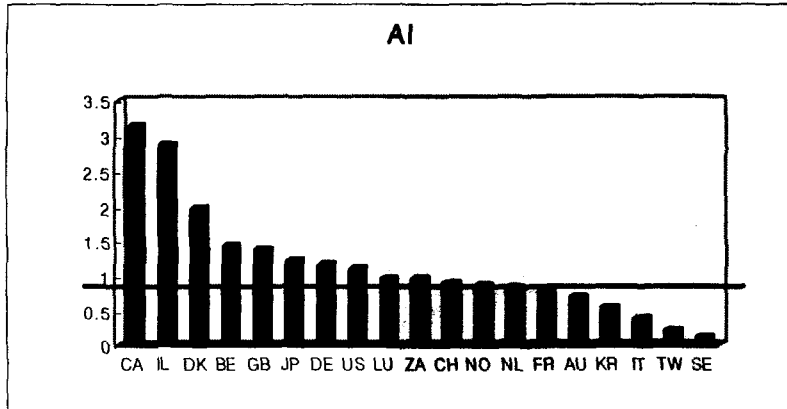
AI(Activity Index)⁶⁾는 해당 기술분야에 대한 기업의 기술 집중도를 나타내는 indicator로 어느 국가의 전체 등록특허 중에서 해당 기술분야의 특허건수와 한 기업의 전체 특허건수 중에서 해당 기술분야의 특허건수를 상대적으로 비교한 수치로 나타낸다. 그 값이 1이상이면 그 기술분야에 특허 집중도가 높다는 것을 의미하며, 반대로 1이하이면 그 기술분야의 특허집중도가 낮음을 의미한다. [Fig.3]에서는 각국의 AI를 나타내었다. 캐나다가 3이상으로 연료전지에 관련된 특허의 등록에 집중된다 할 수 있으며, 이스라엘, 덴마크, 벨기에 영국, 일본, 독일, 미국의 순으로 타 기술분야 보다 연료전지분야의 기술개발에 집중하는 R&D 형태를 보인다고 할 수 있다. 우리나라의 경우는 AI가 대략 0.54로 아직은 연료전지 기술R&D에 집중하지 않는 것으로 나타났다.⁷⁾

⁵⁾ <http://164.195.100.11/netahhtml/search-adv.htm> ; ACN/Country Code

⁶⁾ 활동력지수 (AI) =
$$\frac{\frac{\text{특정분야특정국의특허건수}}{\text{전분야특정국의특허건수}}}{\frac{\text{특정분야전체특허건수}}{\text{전분야전체특허건수}}}$$

⁷⁾ 미국의 특허등록은 대략 2~4년이 소요된다. 본 연구에서는 등록특허가 기준이므로 출원후 등록되지 않은 특허는 제외되어 그 결과로 AI가 0.54로 낮을 수 있음

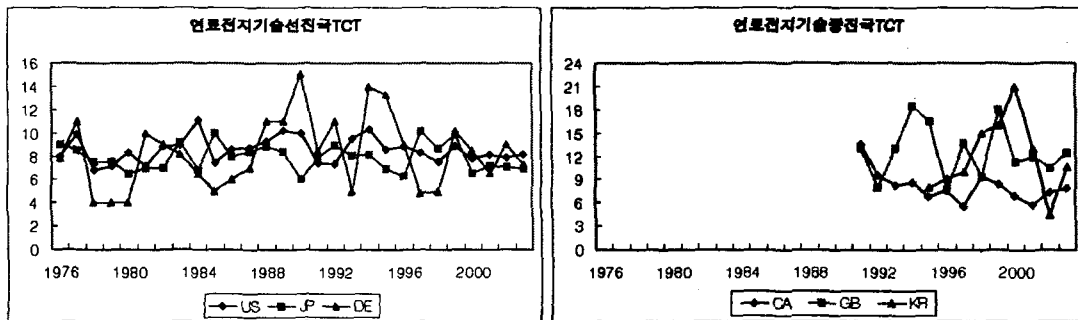
[Fig.3] 각국의 AI



2.2 TCT

TCT(Technology Cycle Time;기술수명(순환)주기)는 특허들이 인용하는 특허 Reference 연도의 중간값으로 계산하는 index로 기술의 변화 및 진보속도를 나타낸다. 특허에서 새로운 특허의 출현시기를 알수 있는 것이 그 특징이다. TCT값이 작은 경우 즉, 보다 새로운 특허 Reference를 인용하고 있는 경우 그 연구단체는 수행하는 기술개발의 속도가 빠르다는 것을 의미한다. 주요국을 대상으로 TCT를 분석한 결과를 아래 [Fig.4]에 나타내었다. 미국과 일본, 캐나다 그리고 독일의 경우는 대략 TCT가 5~7년 정도로 분석되었고, 영국과 우리나라의 경우는 평균적으로 그 이상인 10~15정도로 나타났다. 미국, 일본, 캐나다에 비해 우리나라는 기술개발속도가 느린 것으로 결론지을 수 있다.

[Fig.4] 주요국의 TCT



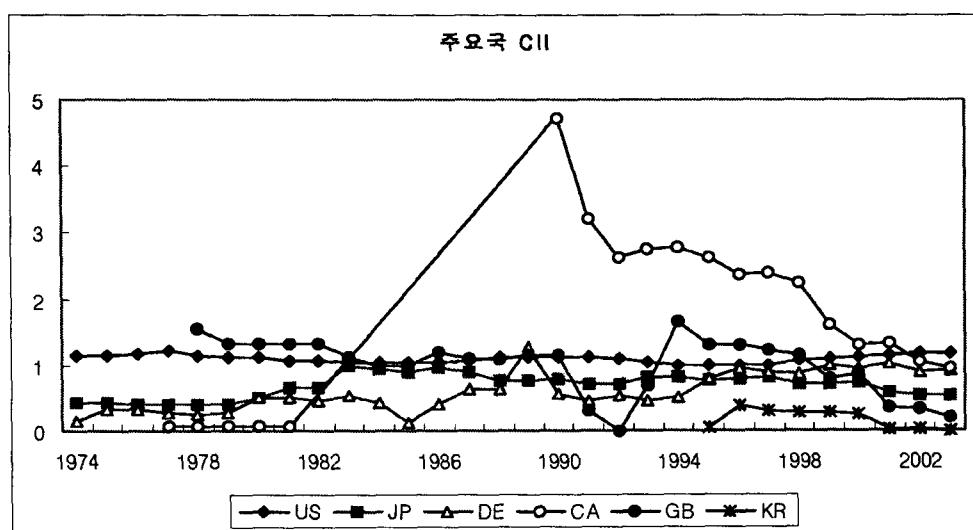
2.3 CII

CII(Current Impact Index)는 최근 영향력지수로, 한 시점을 기준으로 삼아 과거 5년동안의 기술적 활동을 반영하는 indicator로 기준으로 잡은 연도를 기점으로 어느 회사의 과거 5년간의 특허가 기준으로 잡은 연도의 전체 특허와 비교하여 어느 정도의 빈도로 인용되었는

가를 나타낸다. 따라서 이 값이 1이라면 평균 인용빈도임을 나타내고, 2라면 평균과 비교해 2배 많은 빈도로 인용되었음을 나타내게 된다.

주요국의 CII를 아래 [Fig.5]에 나타내었다. 캐나다는 큰 인용비율에 의해 1990년에 CII는 4.7로 계산되었다. 미국은 1을 상회하여 평균 인용도보다 많이 인용되었으며, 일본은 1에 조금 못미치는 수치로 인용도 면에서 낮은 것으로 보아 미국과 캐나다 보다 특허의 quality 면에서 상대적으로 뒤진다고 할 수 있다. 우리나라는 0.2~0.3의 수준으로 계산되어 아직은 특허가 양적인 측면뿐 아니라 질적으로 낮은 수준의 기술이라 할 수 있다.

[Fig.5] 주요국의 CII

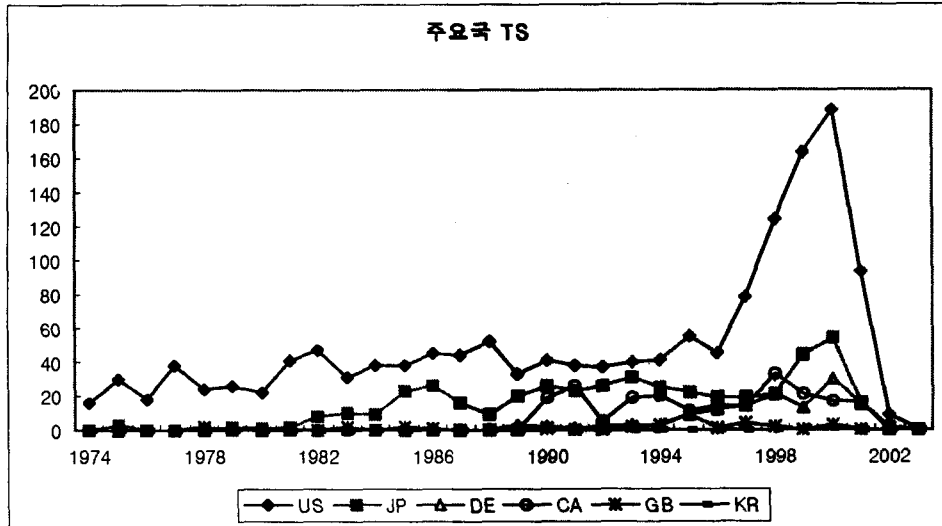


2.4 TS

TS(Technology Strength)⁸⁾는 기술력을 나타내는 index로 특허의 질과 양을 이용하여 한 국가의 질적으로 가중평균된 기술력을 표현한다. 아래 [Fig.6]에서 주요국의 기술력을 표현하였다. 이 그림은 [Fig.1]과 그 모양이 흡사하지만 특이한 점을 보여준다. 전체 특허의 70% 이상을 차지하는 미국은 예상과 같이 가장 높은 TS를 보여준다. 가장 인상적인 것으로, 캐나다는 전체 2374건중 99건, 일본은 598건으로 캐나다는 일본의 1/6수준으로 특허를 등록하였지만 질적인 factor로CII를 이용한 기술강도에서는 일본을 앞서기도 했으며 159건을 등록한 독일은 최근에 기술력이 증가한 것으로 분석되는 한편 우리나라는 0.3~0.5의 수준으로 전반적으로 낮은 기술력을 갖고 있는 것으로 나타났다.

8) TS(기술강도) = PA(특허활동지표) * CII(영향력지수)

[Fig.6] 주요국의 TS



3. 연료전지 종류와 기술개발 격차

연료전지는 아래 [Table 2]와 같이 여러 종류가 있다. 이들은 사용하는 전해질의 종류에 따라 구분되어지며 작동 온도에 차이가 있다. 작동온도에 따라 300℃이하의 온도에서 작동하는 저온형 연료전지, 700℃ 이하의 온도에서 작동하는 중온형 연료전지와 1000℃부근의 고온에서 작동하는 고온형 연료전지등으로 분류할 수 있다. 연료전지는 종류별로 그 용도가 분산발전형, 대규모 발전형, 수송 동력원, 휴대용 전원등 아주 다양하다.

[Table 2] Fuel Cell 종류와 특징

	PAFC	MCFC	SOFC	PEMFC	DMFC	AFC
전해질	인산	탄산리튬/탄산칼륨	지르코니아	수소이온교환막	수소이온교환막	수산화칼륨
이온전도체	수소이온	탄산이온	산소이온	수소이온	수소이온	수소이온
작동온도 (°C)	200	650	1000	< 100	< 100	< 100
연료	수소	수소 일산화탄소	수소 일산화탄소	수소	메탄올	수소
연료원료	도시가스 LPG	도시가스 LPG 석탄	도시가스 LPG	메탄올, 메탄 휘발유, 수소	메탄올	수소
효율 (%)	40	45	45	45	30	40
출력범위 (kW)	100 - 5,000	1,000 - 10,000	1,000 - 10,000	1 - 1,000	1 - 100	1 - 100
주요용도	분산발전형	대규모발전	대규모발전	수송용동력원	휴대용전원	우주성용전원
개발단계	실증-실용화	시험-실증	시험-실증	시험-실증	시험-실증	우주선적용

출처) 한국과학기술연구원 연료전지센터

수집한 특허자료 중 SOFC, PEMFC, MCFC, PAFC에 관련되었다고 특허초록에 명시된(중복명시 허용) 특허건수를 분석하여 [Table 3]에 표시하였다. 전체 2374건중 463건으로 약 20%정도이지만, 이를 분석함으로써 기술개발 방향의 흐름을 분석할 수 있으며, 또한 국가별로 종류별로 기술격차를 대략 추정할 수 있을 것이다.

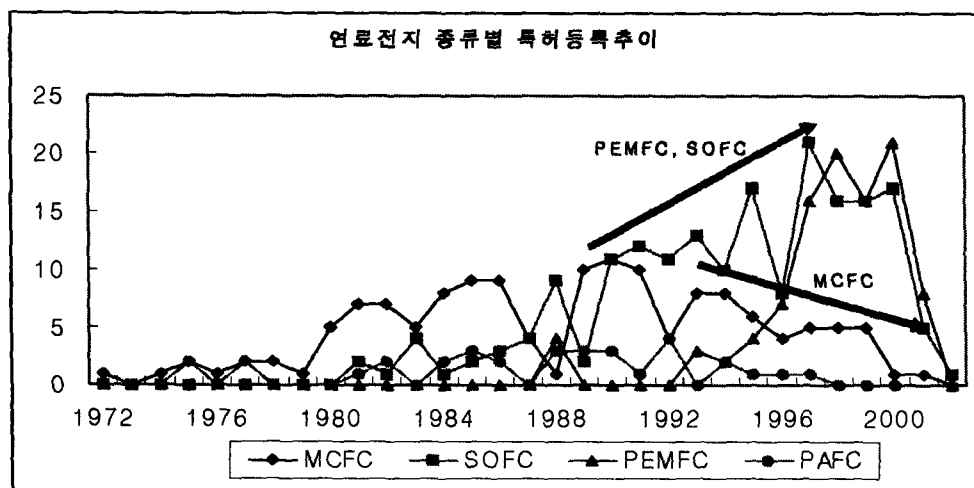
[Table 3] 연료전지 종류별 건수

Type	MCFC	SOFC	PEMFC ⁹⁾	PAFC
	143	186	101	33

3.1 연료전지 종류별 특허등록 추이

PAFC와 MCFC가 1970년대 부터, PEMFC와 SOFC는 1980년대부터 특허등록이 시작된 것으로 나타났다. PAFC는 [Fig.7]에서 볼 수 있듯이 등록이 80년대 중반까지 미미한 증가이후 서서히 감소함을 알 수 있고, 비슷한 cycle로 MCFC는 PAFC에 비해 더욱 두터운 특허등록 증가 이후 감소함을 보인다. SOFC는 1980년대 말부터 급속한 증가를, PEMFC는 1990년대 초부터 급속한 증가를 보이고 있는데, SOFC는 다른 종류의 연료전지들과는 달리 수소 대신 값싼 천연가스를 별도의 개질과정없이 직접 연료로 사용 가능하며 작동온도가 높아서 전극 반응이 가속화 됨으로써 고가의 백금 촉매를 사용하지 않아도 되기 때문에 발전단가를 현저히 줄일 수 있어 이러한 경제적인 이유로 PAFC, MCFC보다 뒤늦게 개발이 시작되었음에도 불구하고 집중적인 연구개발이 이루어지고 있는 것이다.

[Fig.7] fuel cell 종류별 특허등록 추이

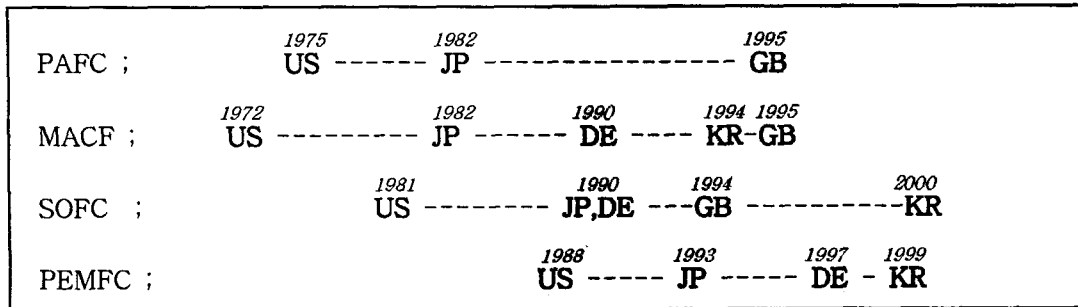


⁹⁾ SPEFC, SPEC, PEFC는 제외.

3.2 주요국 연료전지 개발 기술격차

아래 [Fig.8]에서 연료전지 종류별 선행등록 현황을 국가 및 연도별 그림으로 나타내었다. 미국은 PAFC, MACF 등 1,2세대 연료전지를 70년대에 3세대인 SOFC, 4세대인 PEMFC를 80년대에 특허를 출원하여 등록한 반면, 일본은 여기에 약 7~8년의 격차를 보이고 있으며 우리나라는 1,2세대 연료전지는 미국과 20년, 일본과 13년의 격차를 보이고 있지만, 현재 세계적으로 개발에 박차를 가하고 있는 PEMFC는 10년 정도의 격차를 보인다. 한편으로 미국 ISI¹⁰⁾에서 분석한 논문의 citation(1993-2003)에 따른 top papers, top authors, top institutions, top nations, top journals에 관해 발표한 내용에 따르면 top nations 9위에 rank되어있지만 논문인용은 편당 2.5회로 20개국중 19위로 최하위권이다. 이같은 기술위치와 특허분석 결과에 비춰볼 때 우리나라의 연료전지 기술수준은 현재 낮은 상태¹¹⁾라고 볼 수 있다.

[Fig.8] fuel cell type 국가별 기술개발 격차



4. 특허의 질적수준과 전략

‘기술도 상품이다’ 라는 용어는 이미 흔히 쓰이고 있다. 기술이전 촉진과 효율적인 사업화를 위한 지원체제로 2000년 1월 ‘기술이전 촉진법’을 제정하고, 2000년 3월에는 산업자원부가 민관합동으로 기술거래기관인 한국기술거래소(KTTC)를 설립하였다. 또한 과학기술부도 정부가 투자·개발한 우수 기술을 조기에 발굴해 중소기업에 비롯한 산업체에 이전해 사업화를 촉진한다는 목표 아래 공공기술이전 컨소시엄(TLO)를 출범하여 운영하고 있다. 이러한 정책들은 기술을 사장시키지 않고 상품으로서 가치있게 만들기 위함이다. 즉 기술이 상품시장에서 우열이 판별된다는 것이다. 이같은 추세는 국내 뿐 아니라 국제적 범위에서도 마찬가지이다. 기술을 개발하는 기업이나, 연구소, 학교의 범위를 넘어 국가적 차원에서 국가의 기술개발 방향이 의미있게 진행되고 있는가? 즉, 기술개발 후 그 기술이 세계시장에서 경쟁력이 존재해야한다. 개발하는 기술이 사장될 가능성이 많은 기술인가 혹은 신기술로서 국가

10) The Institute for Scientific Information www.isinet.com

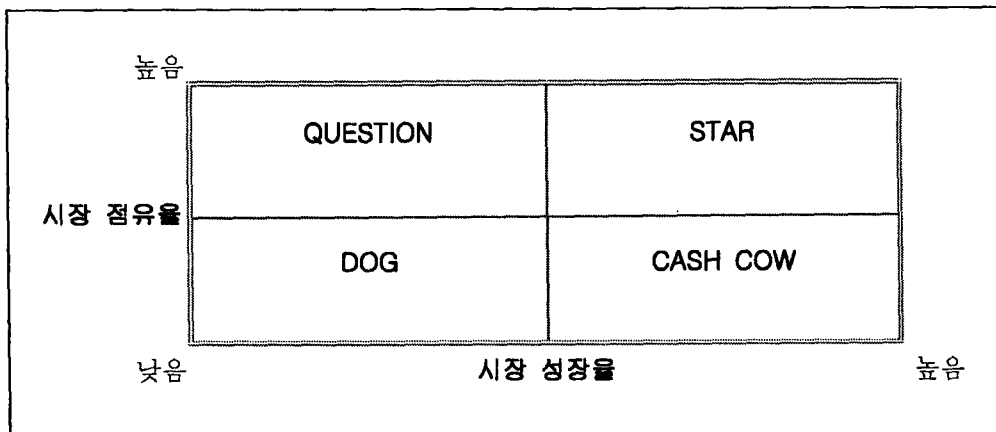
11) 2000. 기술수준분석, 과학기술정책연구회 발표, KISTEP(김인호 외)-성균관대학교(홍순기 외)
“대체적으로 기술수준(%)이 높으면 격차년도가 낮고 반대로 기술수준이 낮으면 격차년도가 높게 조사되었으며 대분류별 기술수준조사 결과 fuel cell의 상위 분류인 에너지자원·원자력분야의 기술격차가 최고수준과 6.6년 기술수준이 61.6%로 나타났다.”
2002, 국가기술지도 1단계 보고서, 과기부 외 “ET 기술수준 최고기술국(미국, 독일)대비 40~50%, 기술격차 4~5년”

경쟁력을 올려 줄 수 있을 것인가, 어떤 분야 세부적으로 어떤 기술에 R&D를 전폭적으로 투자해야 하는지를 선별하고, 전략을 제안해야 하므로 본 절에서는 BCG matrix와 특허 포트폴리오를 인용하여 국가별 특허의 등록동향에 따른 전략을 제시하는 QS matrix를 제안하고자 한다.

4.1 Boston consulting group matrix

각국의 특허를 통해서 기술수준과 특허가 말해주는 해당 특허의 기술위치를 파악하기 위하여 4분면을 가진 격자로 구성된 BCG matrix¹²⁾를 인용하였다. 이는 투자자들이 위험분산과 수익성을 감안하여 여러 종류의 금융상품으로 나누어 투자하는 포트폴리오 계획(Portfolio planning)이라고도 한다. 아래 [Fig.9]와 같이 시장성장률과 시장점유율(MS : Market Share)이란 아주 단순한 두 가지 변수를 축으로 하여 상호비교가 가능하게 한다. 여기서 시장성장률은 시장 전체의 매력도를 측정하는 기준이 되며 시장점유율은 경쟁우위(안정성)를 측정하는 기준이 된다.

[Fig.9] BCG matrix



BCG matrix를 통해 분석자는 기업의 수익력과 자금의 조달능력을 알 수 있다. 예를 들어 STAR는 성장률이 높기 때문에 기술개발, 생산시설 확충, 시장개척 등에 많은 투자가 필요해서 자금수요가 크다. CASH COW는 새로운 투자에 대한 수요는 적고 이익은 커서 현금흐름이 중요한 역할을 한다. DOG에 위치하고 있다면 경쟁력이나 시장전망이 어두워 어려운 국면에 처해 있을 가능성이 크다는 것을 의미한다.

4.2 Quality and Strategy

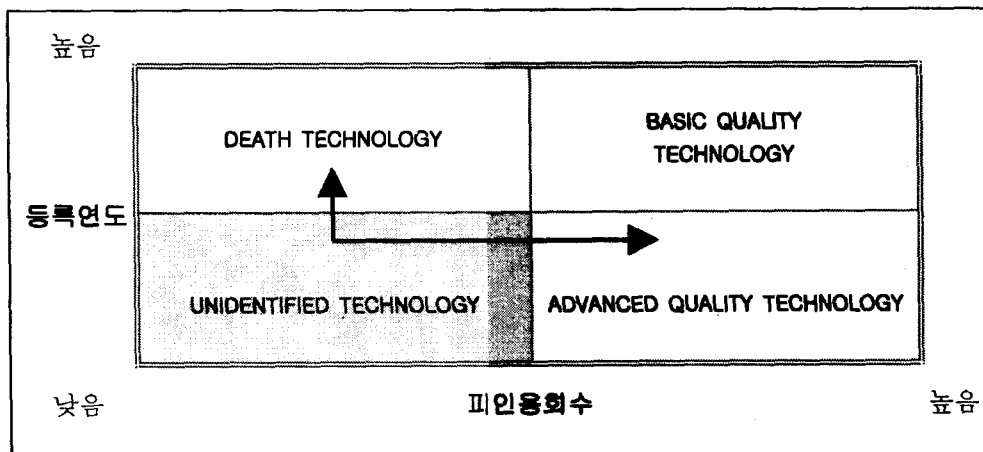
아래 [Fig.10]은 BCG matrix에 기반을 둔 것으로 시장점유율과 시장성장률이 아닌 특허피인용횟수와 특허등록연도를 각각 두 축으로 하였다. 각 축이 되는 등록연도와 피인용회수의

¹²⁾ BCG matrix는 경영학적 관점에서 전략수립모델(제품수명주기, BCG matrix, 포터(Porter)모델)중 하나로 1970년대 초반 보스턴 컨설팅 그룹(Boston Consulting Group)이 개발한 모델로서 기업내에서 혹은 조직에서 어느 사업부서 혹은 상품을 키우고 처분할 것인가를 결정하는 전략적 판단을 내릴 때 사용하는 분석이다

기준은 TCT와 평균 피인용회수로 정의하였다. TCT란 기술의 변화 및 진보속도를 나타내는 indicator로, 하나의 특허에서 새로운 특허의 출현시기를 알 수 있는 것이다. 즉 평균 기술주기를 타내므로 기술의 진보로 볼 수 있으며, 나아가 기술의 세대라 볼 수 있다. 또한 피인용회수는 각 특허마다 referenced by가 0인 것을 포함하여 전체 연료전지에 관련한 특허 2374개의 피인용평균으로 그 기준을 잡았다. 이는 평균이상의 인용횟수를 가진 것은 Quality가 높다고 할 수 있으며 그 이하는 상대적으로 낮다고 판정 지을수 있기 때문이다. 이로서 4분면의 matrix가 형성되는데 그 명칭을 각각 Basic quality technology, Advanced quality technology, Death technology, Unidentified technology로 명명하였고 그 내용과 가능한 전략을 [Table 9]에 요약하였다.

QS matrix에서는 Basic quality technology와 Advanced quality technology가 많이 있는 경우가 해당 국가의 기술위치가 이상적이며 국가 기술경쟁력이 높으며 앞으로 한층 더 높은 기술을 개발할 가능성이 크다고 할 수 있다.

[Fig.10] QS matrix



[Table 4] QS matrix 내용 및 전략

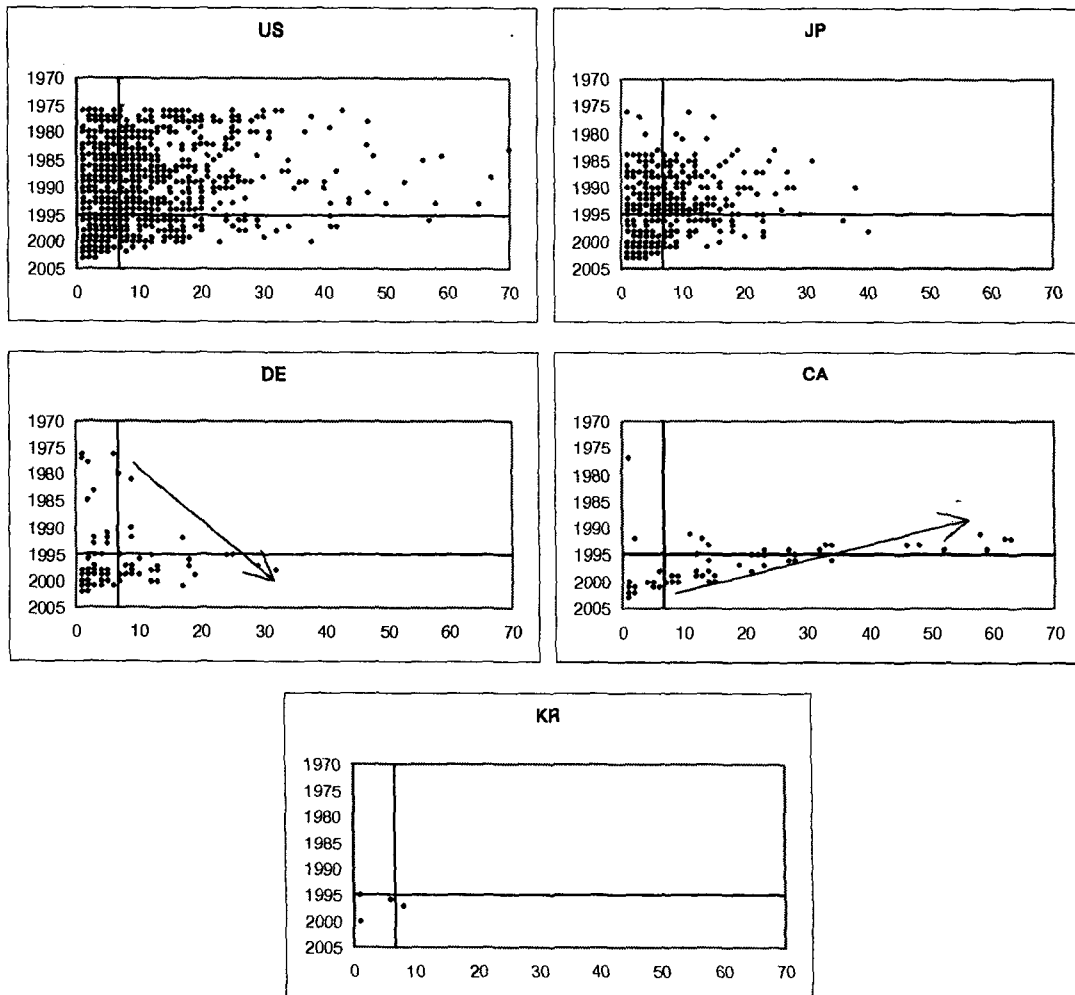
명칭	내용	전략
Basic quality technology	해당기술의 기본이 되는 기술영역	응용기술개발 R&D 투자
Advanced quality technology	신기술로 최근의 연구영역	기술 사업성이 높음 기술이전촉진
Death technology	기존 기술로 점점 사장되는 영역	신기술모색
Unidentified technology	판단하기 이른 기술	-13)

QS matrix에 따른 주요국가의 연료전지 특허에 대한 분석결과는 아래 [Fig.11]과 같다. 미국과 일본은 세계의 연료전지 기술선도국으로 Basic quality technology의 분포가 큰 것으로

13) Unidentified technology section은 더욱 명확한 해석과 의미를 위해 추후연구로 남김

나타났으며 Advanced quality technology 또한 다른 국가에 비해 절대적으로 많이 분포함으로써 끊임없는 개발을 위한 R&D 투자와 기술사업화를 위한 기획이 필요할 것이다. 독일은 Advanced quality technology 영역에 상대적으로 많은 특허가 분포한다. 특별히 전체적으로 우하향하는 특허분포를 보이고 있는데 이는 시간이 경과할수록 피인용도가 높은 특허가 등록되고 있다는 것이므로 기술수준이 높아지고 있음을 의미한다고 할 수 있다. 캐나다의 경우는 특허분포가 두텁진 않으나 낮은 기술기로 우상향하는 모양이다. 이는 예전에 비해 최근 등록되는 특허의 피인용도가 낮다는 것을 의미해 기술수준이 낮아지고 있다 할 수 있다. 또한 그 기술기가 낮을수록 그 속도는 빠르다고 할 수 있다. 우리나라는 연료전지 관련 2374건 중 11건을 등록하였다. 그 수가 미미해 통계적으로 의미를 부여하기 힘들지만 11건 중 4건이 인용되었고 2건은 Advanced quality technology 쪽에 가깝게 나타났다.

[Fig.11] 주요국의 QS matrix



IV. 결론 및 정책적 시사점

1. 연구결과

본 연구의 분석결과로 연료전지 기술개발 동향과 국가별로 기술수준을 알 수 있었다. 연료전지 기술은 미국과 일본, 캐나다, 그리고 독일이 선도하고 있으며 스위스, 네덜란드, 우리나라등이 그 뒤를 잇고 있으며 대부분의 출원인형태는 70%이상을 기업이 주도하고 있다. 특허분석을 통한 우리나라의 연료전지 기술은 개발단계로 양적으로는 전체의 0.46%를 차지하고, 질적으로는 CII가 1이하로 낮은 수치로 영향력이 세계 평균이하이며 TS 또한 낮은 것으로 분석되어 전체적인 연료전지 기술수준은 낮다고 할 수 있다. QS matrix로 전망되는 전략은 데이터가 빈약하지만 대략 기술사업성이 높은 것으로 그리고 아직은 판단할 수 없는 단계로 나타났다.

2. 정책적 시사점

연료전지는 대체에너지로 기술개발에 있어 큰 의미가 있으며 세계적인 동향을 살펴보면 기술개발은 당위적이며 시급함을 알 수 있다. 본 연구에서 두가지의 시사점을 제시하고자 한다.

첫째, 환경친화적 대체에너지 개발동향 및 시장의 성장이다. 교토의정서상의 온실가스 감축의무의 이행, 지속가능한 경제발전의 견인차로서 선진국은 여러 program으로 대체에너지 개발, 보급 목표를 설정하여 중점으로 투자하고 있으며 세계 대체에너지 시장은 태양광, 풍력 등 대체에너지 세계시장이 연평균 20%~30% 급성장하고 있으며 IT, BT산업과 더불어 미래 차세대 유망산업으로 부상하고 있다. 구체적으로 1997년에는 765억불(US \$)이며 2003년 1018억불, 2006년은 1803억불로 추정하고 있다.(Renewable Energy World, 2000)

둘째, 기술개발을 위한 R&D투자의 필요성이다. 경제변화와 기술변화는 상호 긴밀한 관계를 갖고 영향을 미친다. 즉, 주어진 시점에서 경제에 투입되는 희소자원의 이용은 현재의 기술에 주로 의존하는 것이다. 그러나 R&D투자과 같은 경제에 투입되는 자원은 현재의 기술을 변화시키고, 산업구조를 포함하는 경제 전체에 영향을 주게 되므로 기술변화 연구를 위한 출발점은 R&D투자라고 해도 과언이 아니다.¹⁴⁾ 연료전지는 미래 대체 에너지이며 친환경적인 세계동향에 잘 맞는 기술이므로 그 기술의 가치가 높게 평가되어 세계 각국은 연구개발에 집중하는 것이다. AI지수가 3.0을 넘고 CII지수가 4.0를 넘는 세계적인 연료전지 기술개발 기업인 캐나다의 Ballard사는 R&D투자를 꾸준히 늘리고 있다. Ballard annual and quarterly reports[1996~2003]¹⁵⁾에 따르면 1995년 1200만\$(Canada \$)에서 2001년 1억7700만\$(Canada \$)로 10배이상 증가한 것으로 나타났다. 또한 이 회사의 특허수는 1998년부터는 이전의 두배 가까운 출원을 보인다. 우리나라의 연구개발 투자실적은 2001년 정부와 민간기업을 더해 100억¹⁶⁾정도로 약 1100만\$(Canada \$)로 Ballard 기업의 95년수준 정도로 낮은 수치로 연료전지 기술개발을 위한 R&D투자의 필요성을 제시한다.

14) 김정홍(2003)

15) http://www.ballard.com/a_q_reports.asp?pgid=98&dbid

16) 이인영(2003)

우리나라는 연료전지 개발을 시작한 것은 기술선도국보다 10~20년정도 늦었지만 세계기술동향과 세계연료전지시장, 그리고 국가기술경쟁력을 생각할 때 간과할수 없는 기술분야이다. 그러므로 과감한 R&D투자가 필요하며 전문기술인력양성 등의 인프라를 조성하고 조직적인 공동연구와 다각화되고 전략적인 기술개발 그리고 그에 따른 정책적 지원으로 기술선도국과의 기술격차를 좁혀 세계시장에서 기술경쟁력을 확보하는 동시에 앞으로 열리게 될 세계 연료전지 시장에서 상당한 위치를 차지 하여야 할 것이다.

V. 참고문헌

- Francis Narin, "Tech-Line BACKGROUND PAPER", CHI, 2000
- Holger Ernst, "Patent information for strategic technology management", World Patent Information Vol 25, 2003
- V.Parajon Collada, "Innovation and Patent", World Patent Information Vol 21, 1999
- 엄미정 · 박정규, "미국 특허분석을 통한 환경기술경쟁력 분석:자동차산업을 중심으로", 과학기술정책 Vol 13. No2, 2003
- 정교민, 「특허분석과 기술가치」, 한울, 2000
- 고병열, 「기술분석과 특허정보 분석」, 특허청, 2002
- 김정홍, 「기술혁신의 경제학」, 제2판, 시그마프레스, 2003
- 안규정 · 윤문섭, 「우리나라 과학수준 및 구조의 특징, -SCI논문 분석을 중심으로-」, 과학기술정책연구원, 2002
- 이우형 · 윤문섭, 「IT 및 BT분야의 기술수준 평가 및 정책적 시사점,-미국특허의 인용도 분석-」, 과학기술정책연구원, 2002
- 김인호외, "기술수준분석", 과학기술정책연구회 발표자료, 2002
- 박각로외, "특허인용분석을 통한 IT분야 기술수준에 관한 연구", 경영학관련학회 하계 통합학술대회, 2003
- 이인영, "대체에너지 개발보급계획", 에너지공학회 2003년도 춘계학술발표회연료전지 특별심포지움
- 강상규외, 「고체 산화물 연료전지 나노소재」, 한국과학기술정보연구원, 2002
- 김창수외, 「5kw급 고체 고분자 연료전지 시스템」, 산업자원부, 1999