

특허정보를 활용한 에너지 하베스팅 기술의 기술경쟁력 분석: 한국, 미국, 일본, 유럽, 중국을 중심으로

The Technological Competitiveness Analysis of Energy Harvesting
by Using the Patents Information

김대기(Dae-gi Kim)*, 이필우(Pill-woo Lee)**, 김재성(Jae-sung Kim)***

목 차

- | | |
|-------------------|-----------------|
| I. 서 론 | IV. 기술경쟁력 분석 결과 |
| II. 특허정보와 분석대상 기술 | V. 결론 및 시사점 |
| III. 기술경쟁력 분석 방법 | |

국 문 요 약

우리나라 정부는 최우선 국정운영 전략으로 '창조경제'를 강조하면서, '국민 행복과 희망의 새 시대 실현'이라는 비전달성을 위해 범정부차원에서 다양한 실천방안을 수립·추진하고 있다. 창의적인 아이디어가 가치 있는 지식재산으로 창출한다는 점에서 지식재산은 창조경제의 핵심 요인이라 할 수 있다. 본 연구에서는 지식재산 중 대표적인 특허정보를 활용하여 주요 5개국의 기술경쟁력을 분석하였다. 기술경쟁력 분석을 위한 평가항목으로는 기술활동력, 특허경쟁력, 시장확보력, 특허집중력을 설계하였으며, 특허출원건수, 패밀리특허 수, 삼극특허 수, 특허집중지수를 평가요소로 반영하여 배점하였다. 분석대상 기술로는 KISTI에서 발표한 미래기술백서 2013의 미래기술 500선에 선정된 에너지 하베스팅 기술을 대상으로 분석하였다. 에너지 하베스팅 기술의 주요 세부기술인 열전, 압전, 태양광 소자를 이용한 기술로 분류하여 각 세부기술별 각 세부기술별 특허정보를 조사·분석하여 기술경쟁력을 파악하였다. 그 결과, 미국이 열전소자와 압전소자 이용기술에서 75점, 70점으로 1위를 차지하였고, 태양광 소자를 이용한 에너지 하베스팅 기술에서는 일본(90점)이 1위를 차지하였다. 한국은 압전과 태양광 소자를 이용한 분야에서 2위를 차지하였으며, 열전소자를 이용한 기술에서는 5위를 차지한 것으로 분석되었다.

핵심어 : 기술경쟁력 분석, 특허 분석, 에너지 하베스팅

※ 논문접수일: 2014.1.15, 1차수정일: 2014.1.26, 게재확정일: 2014.1.27

* 한국과학기술정보연구원 선임연구원, dgkim@kisti.re.kr, 042-869-0848, 교신저자

** 한국과학기술정보연구원 책임연구원, pwlee@kisti.re.kr, 042-869-0560

*** 한국과학기술정보연구원 책임연구원, jaesungkim@kisti.re.kr, 042-869-0913

ABSTRACT

This study analyzed technological competitiveness of five major countries by using patent information that is typical intellectual property. Technological activity, patent competitiveness, market securement and patent concentration were designed as evaluation items for the technological competitiveness analysis, and the number of patent applications, family patents and triad patent families, and the patent concentration index were reflected as evaluation factors to be scored. For technologies to be analyzed, it referred to the energy harvesting technologies selected as 500 future technologies in the future technologic white paper 2013 published by KISTI. They were classified into technologies using thermoelectric, piezoelectric and photovoltaic elements, which are main detailed technologies of the energy harvesting technology, to investigate and analyze patent information for each detailed technology to understand their technological competitiveness. As a result, the United States ranked top with 75 and 70 points in the technology using thermoelectric and piezoelectric elements respectively, and Japan ranked top with 90 points in the energy harvesting technology using photovoltaic elements. It was analyzed that Korea held the second rank in the field using piezoelectric and photovoltaic elements, and the fifth in the technology using thermoelectric elements

Key Words : Technological Competitiveness Analysis, Patent Analysis, Energy Harvesting

I. 서 론

우리나라 정부는 최우선 국정운영 전략으로 '창조경제'를 강조하면서, '국민 행복과 희망의 새 시대 실현'이라는 비전을 달성하기 위해 범정부차원에서 다양한 실천방안을 수립·추진하고 있다. 궁극적으로는 국민의 창의적인 아이디어가 지식재산권화되고 사업화되어 새로운 시장과 일자리를 창출하여 경제를 부흥·활성화하는 것이다. 창의적인 아이디어가 가치 있는 지식재산으로 창출한다는 점에서 지식재산은 창조경제의 핵심 요인이라 할 수 있다(전자신문, 2013년). 본 연구에서는 지식재산 중 대표적인 특허정보를 활용하여 한국, 미국, 일본, 유럽, 중국의 기술경쟁력을 분석하였다.

특허정보는 객관적이고 표준적인 기술정보로서, 특허분석을 통해 기술수준과 기술혁신의 흐름 뿐만 아니라 기술혁신 동향 등을 예측하는데 유용하게 활용되어지고 있다(윤문섭 외, 2003; 정하고, 2008). 본 연구에서는 기술경쟁력 분석을 위한 평가항목으로 기술활동력, 특허경쟁력, 시장확보력, 특허집중력을 설계하였으며, 평가요소로는 특허출원건수, 패밀리특허 수, 삼극특허 수, 특허집중지수를 분석하였다. 각 항목별 점수를 종합하여 주요 5개국의 기술경쟁력을 상호 비교하였다.

분석 대상기술로는 올해 여름 전력난으로 에너지 절약에 대한 관심이 고조된 바 있고, 한국 과학기술정보연구원에서 발표한 미래기술백서 2013의 미래기술 500선에 선정된 에너지 하베스팅 기술을 정했다. 에너지 하베스팅 기술은 버려지는 에너지를 수확하여 전기에너지로 변환하여 전자기기의 전력으로 사용하는 재생형 환경에너지이다. 자연의 빛 에너지, 인간 신체 또는 연소형 엔진으로부터의 저온 폐열에너지, 휴대용 기기의 진동에너지, 걷거나 뛰는 신체활동으로 인한 소산에너지 등을 흡수하여 에너지 하베스팅 소자를 통해 전기에너지로 변환된다(유병곤, 2008; 이영기, 2008; 다케우치 케이치, 2012). 본 연구에서는 에너지 하베스팅 기술을 주요 세부기술인 열전, 압전, 태양광 소자를 이용한 기술로 세분화하여 각 세부기술별 특허정보를 조사·분석하여 기술경쟁력을 파악하였다.

본 연구에서는 기술경쟁력 비교·분석을 위한 특허정보의 가치를 살펴보고, 분석대상의 기술경쟁력 분석을 위한 절차와 평가항목 설계 방법을 제시하고자 하며, 이를 통한 결과와 시사점을 제공하고자 한다.

II. 특허정보와 분석대상 기술

1. 특허정보와 기술경쟁력

특허는 기술혁신활동에 대한 권리를 소유하게 하는 법적 보호 장치이면서 동시에 그 안에

포함된 방대한 기술적 정보로 인해 혁신주체(기업, 연구기관 등)로 하여금 혁신활동의 사전적 탐색 및 방향 설정을 가능하게 함으로써 많은 시간적, 재정적 비용의 절감을 가능하게 해주는 전략적 수단으로 활용되고 있다. 예를 들어, 유망기술 분야에 대한 집중투자 와 R&D 역량을 집중하고자 국가 R&D과제 발굴단계에서부터 특허분석 정보가 활용된다(한국과학기술정보연구원, 2005; 특허청 외, 2012).

특허정보의 활용은 기술/권리정보로서 활용과 정책/전략 정보로서 활용으로 구분할 수 있다. 기술내용(권리내용) 그 자체를 검색하여 기술동향을 분석함으로써 과학기술활동을 이해할 수 있고, 특허출원/등록에 관한 다양한 통계자료를 이용하여 기술경쟁력을 비교·분석하여 개별 기업의 기술전략 및 국가의 과학기술정책 수립에 있어서 의사결정정보로서 이용할 수도 있다(서규원, 2011; 한국산업기술평가관리원, 2010).

기술경쟁력평가 또는 기술수준평가는 과학기술 또는 산업기술 등을 대상으로 국가, 산업, 기업 등 복수의 주체에 대하여 비교·평가하는 것으로 비교상대가 존재하거나 비교시점이 존재할 때, 비교대상간의 상대적인 기술역량의 크기를 비교하여 측정하는 것이다. 대부분의 기술경쟁력평가는 최고기술보유 대상 대비 기술수준, 기술격차, 기술개발단계, 기술격차 해소 방안 등의 항목으로 전문가 델파이(Delphi) 또는 FGI(Focus Group Interview)를 통해 정성적으로 조사가 일반적이다. 이러한 정성적인 평가방법은 조사가 용이한 반면, 전문가의 의견에 전적으로 의지되는 문제가 있다(서규원, 2011). 정성적 방법의 한계를 극복하기 위한 객관적이고 표준화된 정량적인 기술정보로 특허가 활용되고 있고, 이용하는 정보에 따라 질적지표와 양적지표로 분류된다(한국과학기술정보연구원, 2005; (그림 1) 참조). 본 연구에서는 R&D



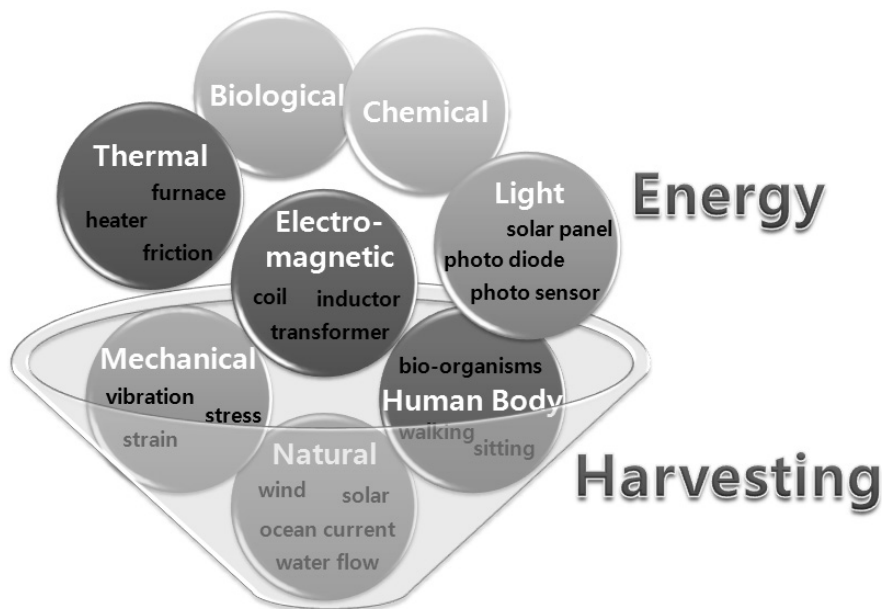
(그림 1) 기술경쟁력 분석을 위한 특허지표

활동상태, 기술집중도, 특허경쟁력, 시장성을 평가하기 위해 특허출원건수, 현시기술우위지수, 삼극특허, 시장확보지수를 지표로 활용하였다.

2. 분석대상 기술의 개요

에너지 하베스팅 기술은 우리 주변의 열, 진동, 빛, 전파 등 주위환경 중의 다양한 형태로 존재하는 에너지를 수확(harvesting)하여 전력으로 변환해 활용하기 위한 기술이다(다케우치 케이지, 2012). 에너지 하베스팅 기술은 우리 주변에서 버려지는 에너지를 사용가능한 전기에너지로 변환·이용하여 에너지의 효율을 향상시키고, 추가적인 에너지 공급 없이 독립적 구동이 가능하도록 하는 기술이다(송현철 외, 2012; Chenliang Sun et al., 2011).

에너지 하베스팅 기술은 자연의 빛, 바람, 해류 등을 비롯한 물리적·역학적 에너지, 전자기적 에너지, 광 에너지, 열 에너지, 인체 에너지, 생·화학적 에너지 등 우리 주변에 다양한 형태로 존재하고 있는 에너지원을 사용한다(송현철 외, 2012; 유병곤, 2008, (그림 2) 참조). 이중 대표적으로 에너지 하베스팅 기술이 적용되는 분야는 열전소자의 제백효과(seeback effect)를 이용하여 온도차로부터 전기에너지를 얻는 열전 발전과 압전체를 이용하여 주변의 진동이나 충격으로부터 전기에너지를 얻는 압전 발전, 그리고 신재생에너지로 오래전부터 연구되어 오



(그림 2) 에너지 하베스팅을 위한 에너지원

고 있는 태양광 발전이다(박승창, 2008; 송현철 외, 2012).

본 연구에서는 열전, 압전, 태양광을 에너지원으로 활용하는 에너지 하베스팅 기술을 중심으로 기술동향을 살펴보고, 각각의 세부기술의 특허정보를 활용해 주요국의 기술경쟁력을 분석한다.

III. 기술경쟁력 분석 방법

1. 특허 자료 수집 및 분류

1) 특허 자료 수집

에너지 하베스팅의 기술경쟁력 분석을 위한 특허자료는 웹스의 윈텔립스 데이터베이스를 이용하여 2003년 1월 1일부터 2012년 12월 31일까지 최근 10년간의 한국(KR), 미국(US), 일본(JP), 중국(CN), 유럽(EP)에 등록·공개된 특허를 조사하였다. 에너지 하베스팅 기술과 관련된 키워드를 발명의 명칭, 요약, 대표청구항을 대상으로 검색하였으며, 분석대상인 열전, 압전, 태양광의 해당 기술분류에 대한 키워드를 확장하여 조사하였다. 이러한 특허 검색 데이터베이스 및 범위는 <표 1>과 같이 정리할 수 있다.

<표 1> 특허 검색 DB 및 범위

대상 DB	웹스 윈텔립스(wintelips)		검색대상	공개특허, 등록특허
대상국가	한국, 미국, 일본, 유럽, 중국		검색항목	발명의 명칭, 요약, 대표청구항
대상기간	2003.01.01 ~ 2012.12.31.		기술분류	열전, 압전, 태양광
검색식	에너지 하베스팅[A]	((에너지* energy*) adj (회수* 하비스* 하베스* harvest* 수집* 포집* 수확*)). TI. AND @AD)=20020101 (<=20130930		
	압전	[A] AND (압전* piezo* 피에조*).AB.		
	열전	[A] AND (열전* thermo* thermal* heat*).AB.		
	태양광	[A] AND (태양* solar*).AB.		

특허 검색 데이터베이스 및 범위에 따라 조사한 결과, <표 2>와 같이 에너지 하베스팅 관련 특허가 1,501건 검색되었다. 국가별로 검색결과를 살펴보면, 미국이 468건으로 가장 많았으며, 한국 463건, 일본 399건을 나타내었으며, 유럽과 중국은 각각 88건과 83건으로 한국, 미국, 일본의 건수에 비해 다소 적게 조사되었다. 분석대상인 열전, 압전, 태양광의 해당 키워드

를 추가로 적용하여 검색한 결과를 살펴보면, 압전 에너지 하베스팅 기술이 272건으로 가장 많았으며, 열전과 태양광관련 에너지 하베스팅 기술은 각각 110건과 94건으로 조사되었다.

〈표 2〉 특허검색 결과

기술분류 대상국가	에너지 하베스팅	기술분류		
		열전	압전	태양광
한국(KR)	463	14	94	30
미국(US)	468	66	127	24
일본(JP)	399	17	16	32
유럽(EP)	88	2	6	1
중국(CN)	83	11	29	7
계(건)	1,501	110	272	94

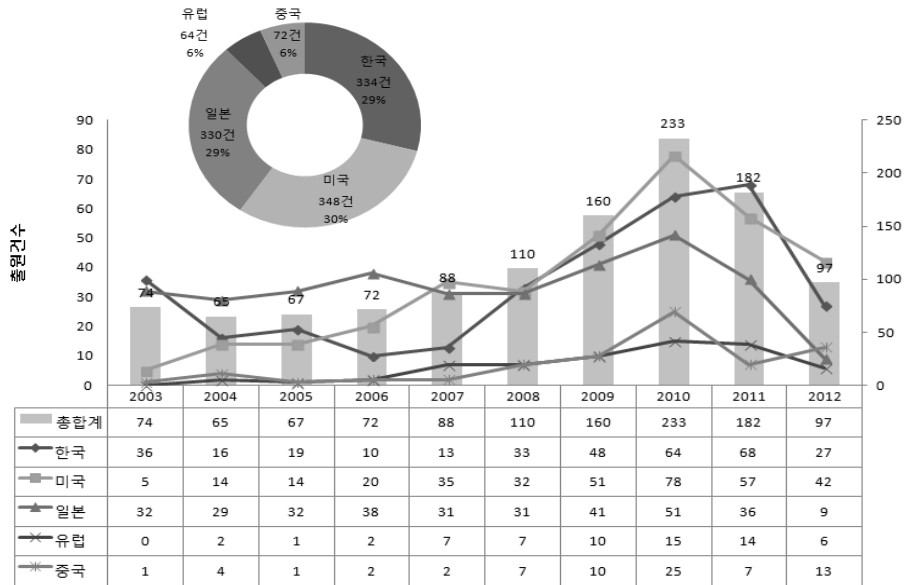
2) 분석대상 유효 데이터 선정

에너지 하베스팅 기술의 세부 기술분류별 기술경쟁력 분석을 위해 열전, 압전, 태양광의 1차 검색결과를 대상으로 출원번호를 기준으로 중복제거를 수행하였으며, 주요 서지사항을 검토하여 비연관 특허(노이즈)를 제거하여 〈표 3〉과 같이 특허분석 대상 유효 데이터를 선정하였다.

〈표 3〉 특허분석 대상 유효 데이터

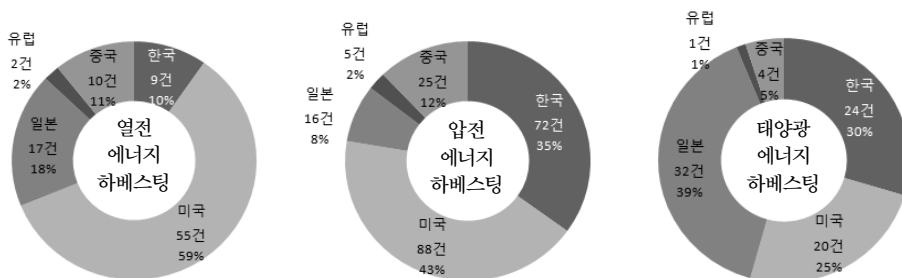
기술분류 대상국가	에너지 하베스팅	기술분류		
		열전	압전	태양광
한국(KR)	334	9	72	24
미국(US)	348	55	88	20
일본(JP)	330	17	16	32
유럽(EP)	64	2	5	1
중국(CN)	72	10	25	4
계(건)	1,148	93	206	81

에너지 하베스팅에 대한 출원동향을 살펴보면(그림 2) 참조, 매년 65건 이상의 출원으로 2010년까지 증가하는 경향을 나타내고 있어, 관련 기술에 대한 연구가 꾸준히 진행되어지고 있음을 알 수 있다. 국가별 출원현황을 살펴보면, 한국, 미국, 일본이 각각 약 30%의 점유율로 에너지 하베스팅 기술을 점유하고 있어, 기술경쟁이 치열한 것으로 보인다.



(그림 3) 에너지 하베스팅의 국가별, 연도별 출원현황(2003~2012년, 최근10년)

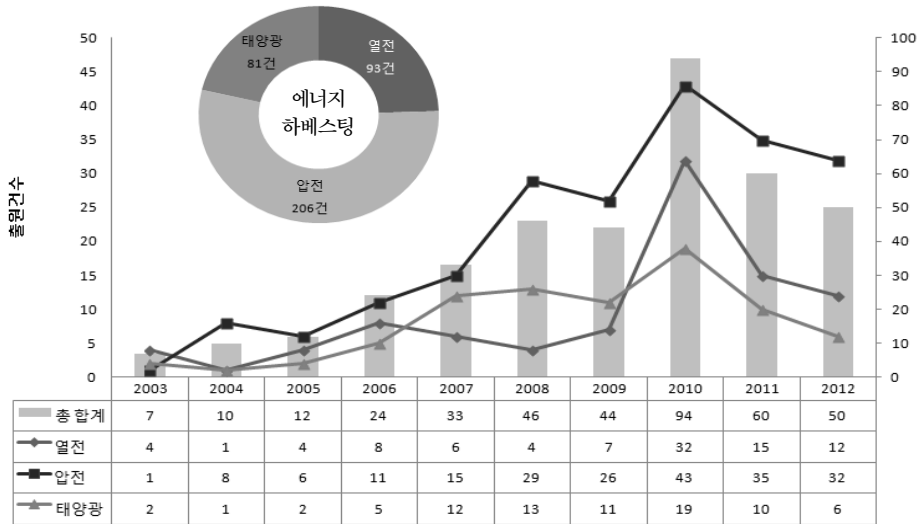
본 연구의 에너지 하베스팅의 기술분류별 특허 출원현황을 살펴보면(그림 3) 참조, 열전 에너지 하베스팅의 경우 미국이 59%의 점유율을 나타내고 있으며, 일본이 18%, 한국과 중국이 약 10%를 나타내고 있다. 압전 에너지 하베스팅의 경우에는 미국과 한국이 각각 43%, 35%로 압전 에너지 하베스팅 관련 전 세계 특허 중에서 약 80%를 차지하고 있는 것으로 나타나고 있다. 태양광 에너지 하베스팅의 경우에는 일본이 39%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 한국이 30%, 미국이 25%를 나타내고 있다.



(그림 4) 세부 기술분야의 국가별 출원비중(2003~2012년, 최근10년)

에너지 하베스팅의 세부 기술의 연도별 출원현황을 살펴보면(그림 4) 참조, 압전 에너지 하베스팅이 206건으로 총 380건의 분석대상 특허 중 54%를 차지하고 있으며, 열전 에너지

하베스팅과 태양광 에너지 하베스팅이 각각 93건, 81건으로 분류되었다. 연도별 동향은 (그림 2)에서 앞서 살펴본 에너지 하베스팅의 전체적인 출원동향과 유사한 형태를 나타내고 있으며, 2010년에 94건으로 가장 많이 출원되었다.



(그림 5) 세부 기술분야의 연도별 출원현황(2003~2012년, 최근10년)

2. 기술경쟁력 분석 항목 설계

본 연구의 특허정보를 활용한 기술경쟁력 분석은 기술활동력, 특허경쟁력, 시장확보력, 특허집중력의 4가지 항목에 대한 분석결과를 반영한다. 각 항목에 대한 정의는 다음과 같다.

1) 기술활동력

기술활동력은 특허청이 발행한 공개/등록 특허공보 수에 근거하여 특허출원수를 파악함으로써 연구주체의 출원활동을 통해 R&D 활동 상태를 나타내는 것으로, 특허출원 그 자체를 권리화를 위한 기술활동으로 보고, 본 연구에서는 특허출원건수를 통해 기술활동력을 평가한다.

$$[\text{평가항목 1}] \quad \text{기술활동력} \propto \text{특허출원건수}$$

2) 특허경쟁력

특허경쟁력은 국가 간의 특허출원에 가중치를 두기 위해 OCED에서 개발한 평가지표인 삼극특허(Triad Patent)를 활용하여 평가한다. 삼극특허란, 미국 특허청(USPTO), 일본 특허청(JPO), 유럽 특허청(EPO)에 모두 등록된 특허를 의미한다. 본 연구에서는 한국 특허청(KIPO)에 등록여부에 가중치를 두어, 한국을 포함한 미국, 일본, 유럽 중 4개국 이상의 특허청에 등록된 특허를 경쟁력이 있는 특허로 평가한다.

$$[\text{평가항목 2}] \quad \text{특허경쟁력} = \begin{cases} 0, & n(\text{한국, 미국, 일본, 유럽 출원}) < 3 \\ 1, & n(\text{한국, 미국, 일본, 유럽 출원}) \geq 3 \end{cases}$$

3) 시장확보력

시장확보력은 해당 국가에서 상업적인 이익 또는 기술경쟁 관계에 있을 때에만 해외에 특허를 출원하므로 패밀리 특허 수가 많을 때에는 특허를 통한 시장성이 크다고 판단한다. 본 연구에서는 패밀리 특허 수를 시장확보력으로 주요 항목으로 정하고, 대상국의 시장확보력은 해당 기술의 평균패밀리 특허 수와의 비율(PFS, Patent Family Size)로 평가한다.

$$[\text{평가항목 3}] \quad \text{시장확보력} = \frac{\text{해당 기술의 대상 국가 평균 패밀리 특허 수}}{\text{해당 기술의 전체 국가 평균 패밀리 특허 수}}$$

4) 특허집중력

특허집중력은 대상국의 기술특화 현황을 파악하기 위한 것으로, 대상국이 다른 국가와 비교하여 상대적으로 어떠한 기술분야에 R&D 활동을 집중하고 있는가에 대해 평가할 수 있다. 본 연구에서는 특허집중력을 평가하기 위해 현시기술우위지수(RTA, Revealed Technology Advantage)의 개념을 적용하여 상대적 특허출원건수를 조사하여 적용하였다.

$$[\text{평가항목 4}] \quad \text{특허집중력} = \frac{\frac{\text{해당 기술의 대상 국가 특허출원건수}}{\text{해당 기술의 전체 국가 특허출원건수}}}{\frac{\text{상위분류 기술의 대상 국가 전체 특허출원건수}}{\text{상위분류 기술의 전체 국가 전체 특허출원건수}}}$$

5) 평가항목별 배점방식

본 연구에서 정한 평가항목들을 살펴보면, 절대적인 특허출원건수, 상대적인 특허출원건수,

패밀리특허 수, 삼극특허 수가 중요한 평가요소이다. 이들 평가요소들 간의 상대적 비중을 고려하여 적정한 평가항목별 가중치와 평가항목별 배점방식이 매우 중요하다.

본 연구에서는 평가요소들 간의 가중치는 특허출원 그 자체를 기술경쟁력확보를 위한 결과로 인정하여 기술활동력, 특허집중력에 상대적으로 높은 0.3의 가중치를 부여하고, 특허경쟁력과 시장확보력에는 각각 0.2의 가중치를 부여하였다.

본 연구에서 도출되는 주요국의 기술경쟁력 분석결과는 특정기술에 대한 해당 국가의 절대 점수를 산출하는 것이 아니라 상대국간의 비교·분석을 통한 상대점수이다. 배점방식은 최상위국을 100점으로 평가하는 방식을 적용하여, 평가항목별 순위에 따라 20점씩 차등한 등위별 점수를 부여하였다. 평가항목별 최종 배점방식은 등위별 점수에 평가요소들 간의 가중치를 적용하여 산출하여, 각 평가항목별 점수의 합으로 기술에 대한 경쟁력을 상호 비교하였다.

〈표 4〉 평가항목별 가중치 및 배점방식

평가항목	가중치	배점방식
기술활동력	0.3	$가중치 \times 등위별 점수$ <ul style="list-style-type: none"> 1위: 100점 2위: 80점 3위: 60점 4위: 40점 5위: 20점
특허경쟁력	0.2	
시장확보력	0.2	
특허집중력	0.3	

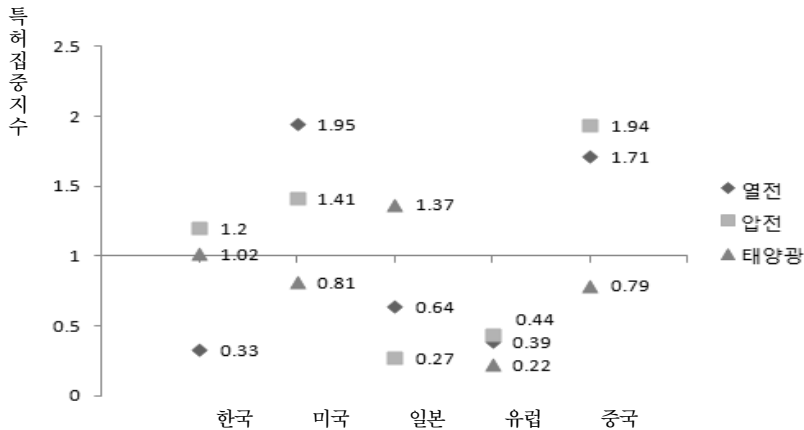
3. 특허 지수 분석

1) 특허집중지수

특허집중지수는 특정 연구주체가 전체 특허건수를 대상으로 특정 기술분야에서 차지하는 비율로 일반적으로 특허활동지수(AI, Activity Index)라고 표현한다. AI의 값이 1보다 큰 경우는 특허집중도가 높음을 의미하고, 1보다 작은 경우에는 특허집중도가 낮음을 의미한다(한국 과학기술정보연구원, 2005). 본 연구에서의 적용은 해당 국가에 출원된 에너지 하베스팅의 전체 특허건수를 대상으로 세부 기술분야별(열전, 압전, 태양광) 상호 간의 차지하는 비율을 산출·비교하여 특허활동도 및 집중도를 분석하였다.

본 연구의 특허분석 대상 유효 데이터(〈표 3〉 참조)에 대해 기술분야별 주요 출원국의 특허집중지수는 (그림 5)와 같이 분석되었다. 각 국가별 기술분야의 특허집중지수를 살펴보면, 한국은 에너지 하베스팅 기술 중에서 압전(1.20)이 열전(0.33) 보다 약 4배 많은 출원을 하고 있으며, 태양광은 상대적으로 평균 수준의 출원건수를 나타냈다. 미국과 중국은 열전과 압전,

일본은 태양광을 다른 기술분야에 비해 상대적으로 집중되어 출원하고 있음을 알 수 있다. 유럽은 모두 1이하의 결과를 나타낸 것은 본 연구에서 분류한 기술분야 외 분야에 출원이 집중되어 있는 것으로 보인다.



(그림 6) 기술분야별 국가별 특허집중지수

2) 패밀리 특허 수

특허분석 대상 유효 데이터(〈표 3〉 참조)의 기술분야별 주요 출원국의 패밀리 특허 수는 〈표 5〉와 같다. 에너지 하베스팅 기술을 살펴보면, 절대적인 출원건수는 미국이 348건으로 가장 많이 출원되었으나, 패밀리 특허는 908건으로 일본의 1,212건보다 적게 나타났다. 이는 일본이 미국보다 해외(타국) 시장확보를 위해 노력하고 있음을 확인할 수 있다. 즉, 패밀리 특허 수가 많을수록 특허의 시장확보력이 높다고 할 수 있다.

〈표 5〉 기술분야별 국가별 패밀리 특허 건수(2003~2012년, 최근10년)

기술분야	한국	미국	일본	유럽	중국	합계
에너지 하베스팅	977	908	1,212	309	299	3,705
열전	18	126	46	7	39	236
압전	149	250	72	23	92	586
태양광	115	70	180	2	30	397

본 연구에서는 출원국가별 시장확보력을 평가하기 위한 요소로 평균 패밀리 특허 건수를 적용하였다. 한국, 미국, 일본, 유럽, 중국에 대해 각 국에 출원된 특허에 대한 패밀리 특허

수의 비율로 평균 패밀리 특허 수를 산출하여 각 국의 시장확보에 대한 노력의 정도를 비교·평가해보았다. 기술분야별 출원국가별 평균 패밀리 특허 건수를 살펴보면(〈표 6〉 참조), 에너지 하베스팅 기술은 유럽이 4.83으로 가장 높은 시장확보력을 나타냈으며, 열전, 압전, 태양광을 이용한 에너지 하베스팅의 세부 기술분야별 시장확보력 살펴보면, 중국(3.90), 유럽(4.60), 중국(7.50)이 우위를 나타내고 있다. 유럽의 특허가 상대적으로 높은 패밀리특허 수를 나타내는 것은 유럽 특허청(EPO)의 회원국 간에 단일 출원과 심사로 특허를 받을 수 있는 유럽특허 제도의 영향으로 보인다. 이러한 상황을 감안하여 본 연구에서는 시장확보력에 대한 가중치를 0.2로 조절하였다(〈표 4〉 참조).

〈표 6〉 기술분야별 국가별 평균 패밀리 특허 수(2003~2012년, 최근10년)

기술분야	한국	미국	일본	유럽	중국	합계
에너지 하베스팅	2.93	2.61	3.67	4.83	4.15	18.19
열전	2.00	2.29	2.71	3.50	3.90	14.4
압전	2.07	2.84	4.50	4.60	3.68	17.69
태양광	4.79	3.50	5.63	2.00	7.50	23.42

3) 삼극특허

삼극특허는 전 세계 특허를 주도하는 미국, 일본 및 유럽의 특허청에 모두 등록된 특허로, 국가 간의 특허 출원에 가중치를 부여하는 평가지표로 활용되어진다. 우리나라는 이미 2007년을 기준으로 세계 4위를 차지하고 있으며, IP5(Five IP offices, 주요 IP 5개국 연합체)에서는 2011년 기준 한·중·일 3국 특허출원건수가 100건을 넘어 미국의 2배, 유럽(18개국)의 7배가 넘는 출원건수를 나타낸 것으로 발표한 바 있다(전자신문, 2013가). 이는 우리나라의 특허에 대한 질적·양적측면에서 특허 출원에 가중치 부여가 충분함을 보여준다. 본 연구에서는 주요 5개국의 특허경쟁력을 비교함에 있어서 한국을 포함하여 미국, 일본, 유럽 중 3개국 이상 동시 출원한 특허를 삼극특허로 가중치를 부여하였다. 중국에 경우에는 데이터베이스의 한계로 가중치를 부여하지 않았다. 이러한 한계점으로 감안하여 삼극특허로 평가하는 특허경쟁력에 대한 가중치를 0.2로 조절하였다(〈표 4〉 참조).

본 연구의 특허분석 대상 유효 데이터(〈표 3〉 참조)에 대해 기술분야별 주요 출원국의 삼극특허 수는 〈표 7〉과 같이 분석되었다. 에너지 하베스팅의 삼극특허는 일본이 131건으로 가장 많은 수를 나타냈으며, 세부 기술분야별로는 일본이 열전과 태양광에서 우위를 보이고 있으며, 압전을 활용한 에너지 하베스팅 기술에서는 미국이 특허경쟁력에서 우위를 나타내고 있다.

〈표 7〉 기술분야별 국가별 삼극특허 수(한국, 미국, 일본, 유럽 중 3개국 이상 동시출원)

기술분야	한국	미국	일본	유럽	중국	합계
에너지 하베스팅	94	46	131	24	20	315
열전	1	3	7	1	1	13
압전	9	16	9	1	7	42
태양광	9	6	19	0	3	37

IV. 기술경쟁력 분석 결과

1. 특허 현황

특허분석 대상 유효 데이터를 기준으로 기술분야별 주요 출원국의 특허현황을 기술경쟁력 분석을 위한 각 항목을 분석한 결과, 〈표 8〉, 〈표 9〉, 〈표 10〉과 같이 분석되었다(〈표 3, 5-7〉, 〈그림 6〉 참조).

〈표 8〉 열전 에너지 하베스팅의 특허 현황

구분	한국	미국	일본	유럽	중국
유효 특허건수	9	55	17	2	10
특허집중지수	0.33	1.95	0.64	0.39	1.71
패밀리특허수	18	126	46	7	39
평균패밀리특허수	2.00	2.29	2.71	3.50	3.90
시장확보지수	0.79	0.90	1.07	1.38	1.54
삼극특허수	1	3	7	1	1

열전 에너지 하베스팅의 특허 현황을 살펴보면, 미국이 유효 특허건수에서 55건으로 가장 많은 비중으로 차지하였으며, 이로 인해 특허집중지수에서 가장 높은 집중도를 나타내었으며, 패밀리 특허 수는 미국이 126건으로 가장 많은 것으로 조사되었으나, 유효특허 한건당 패밀리 특허수의 비중인 평균패밀리특허 수는 중국이 3.90으로 가장 높은 수치를 나타내어 시장확보 지수가 가장 높은 국가로 분석되었다. 일본의 경우, 한국을 포함한 삼극특허 수에서 다른 비교 국에 비해 상대적으로 높은 건수를 나타내었다.

〈표 9〉 압전 에너지 하베스팅의 특허 현황

구분	한국	미국	일본	유럽	중국
유효 특허건수	72	88	16	5	25
특허집중지수	1.20	1.41	0.27	0.44	1.94
패밀리특허수	149	250	72	23	92
평균패밀리특허수	2.07	2.84	4.50	4.60	3.68
시장확보지수	0.73	1.00	1.58	1.62	1.29
삼극특허수	9	16	9	1	7

압전 에너지 하베스팅의 특허 현황을 살펴보면, 유효 특허건수는 미국이 88건으로 가장 많은 건수로 조사되었으나, 특허집중지수에서는 중국이 1.94로 가장 높은 분석결과를 나타내었다. 이는 중국의 압전 에너지 하베스팅의 특허가 25건으로 열전, 태양광의 10건, 4건에 비해 집중되어 출원된 결과이다. 패밀리특허수는 미국이 250건으로 가장 많았으나, 유럽특허는 1건당 평균 4.60건의 패밀리특허수를 나타내어 평균패밀리특허수와 시장확보지수에서 우위를 차지한 것으로 분석되었다. 삼극특허수는 미국이 16건으로 가장 많은 수를 나타내었으며, 한국, 일본의 9건을 조사되었다.

〈표 10〉 태양광 에너지 하베스팅의 특허 현황

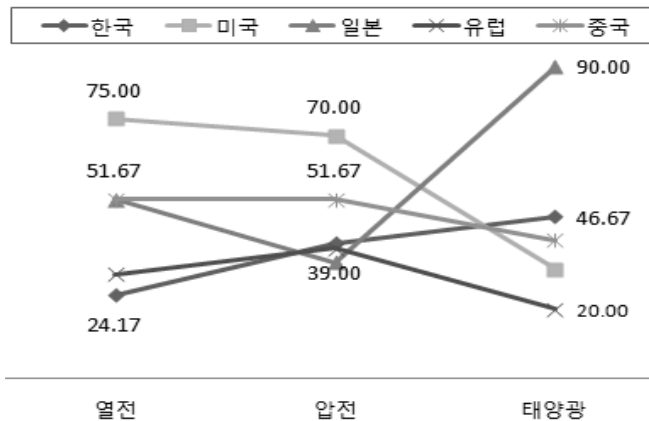
구분	한국	미국	일본	유럽	중국
유효 특허건수	24	20	32	1	4
특허집중지수	1.02	0.81	1.37	0.22	0.79
패밀리특허수	115	70	180	2	30
평균패밀리특허수	4.79	3.50	5.63	2.00	7.50
시장확보지수	0.98	0.71	1.15	0.41	1.53
삼극특허수	9	6	19	0	3

태양광 에너지 하베스팅에 대한 특허 현황을 분석해보면, 일본이 유효 특허건수, 특허집중지수, 패밀리특허수, 삼극특허수에서 우위를 나타내었으며, 중국은 4건의 유효특허가 30건의 패밀리특허수를 나타내어 평균패밀리특허수와 시장확보지수에서 우위를 나타내었다.

2. 기술경쟁력 평가결과

에너지 하베스팅의 기술경쟁력 평가를 분석해 본 결과((그림 7) 참조), 미국이 열전과 압전

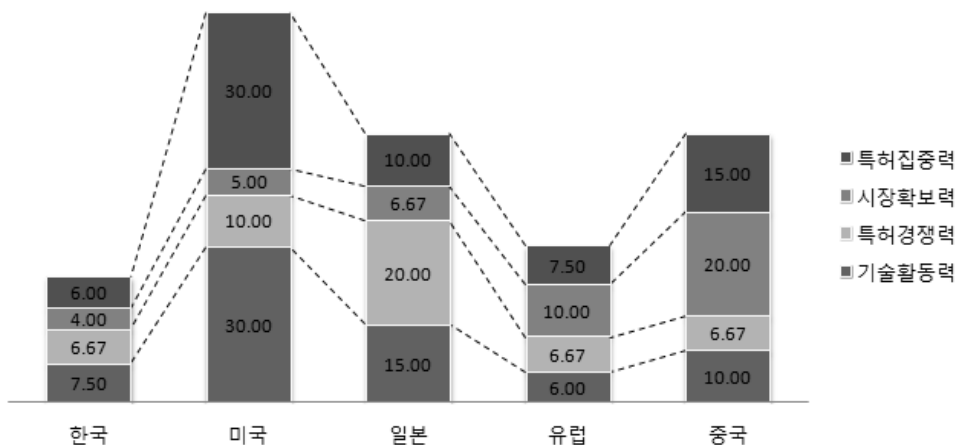
소자를 이용한 에너지 하베스팅 기술에서 각각 75점, 70점으로 우위를 나타냈으며, 태양광소자를 이용한 에너지 하베스팅 기술은 일본이 비교적 높은 점수(90점)로 우위를 보였다. 한국은 태양광소자를 이용한 에너지 하베스팅 분야(46.67점)가 열전(24.17점)과 압전소자(39.00점)를 이용한 기술분야보다 우위를 나타낸 것으로 분석되었다.



(그림 7) 에너지 하베스팅의 기술분야별 평가결과

기술분야별 평가결과는 (그림 8), (그림 9), (그림 10)과 같다.

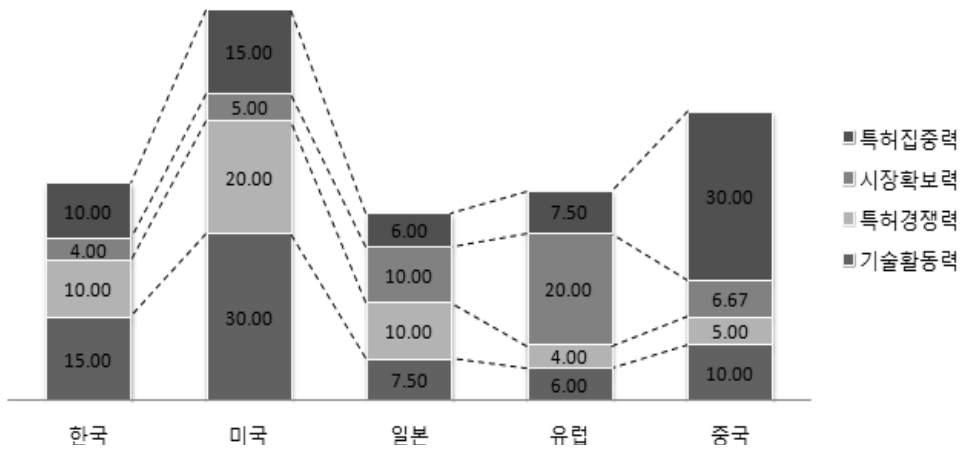
열전 에너지 하베스팅의 기술경쟁력을 분석한 결과, 미국이 특허집중력과 기술활동력을 바탕으로 가장 우위를 나타내었으며, 중국은 시장확보력에서 우위를 보이고 있다. 한편, 한국은



(그림 8) 열전 에너지 하베스팅의 기술경쟁력 평가결과

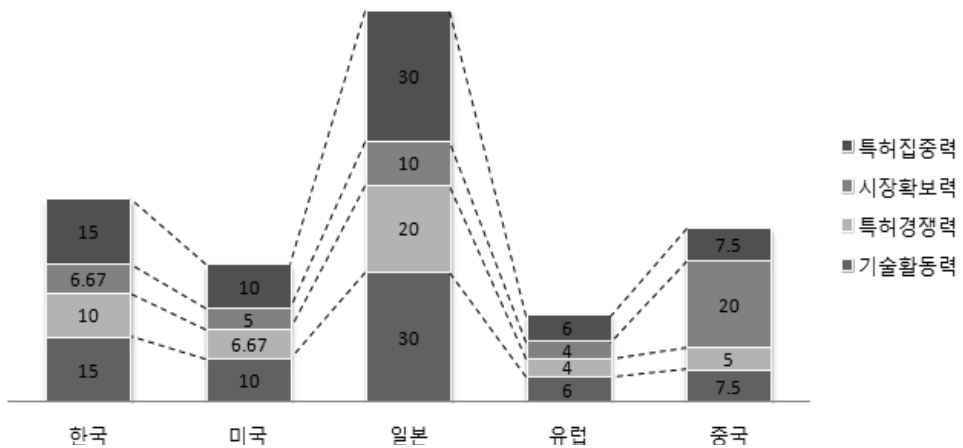
가장 낮은 수준의 점수가 나타났다. 한국의 기술경쟁력은 미국의 비해 약 3분의 1의 수준을 나타내고 있다.

압전 에너지 하베스팅의 기술경쟁력 평가결과는 미국이 특허집중력, 특허경쟁력에서 우위를 보이며 최상위국으로 분석되었으며, 중국은 특허집중력, 유럽은 시장확보력에서 1위로 분석되었다. 한국은 압전 에너지 하베스팅 기술분야에서 3위로 분석되었다.



(그림 9) 압전 에너지 하베스팅의 기술경쟁력 평가결과

태양광 에너지 하베스팅의 기술경쟁력은 일본이 특허집중력, 기술활동력, 시장확보력 3가지 평가항목에서 1위를 차지하며 상대국에 비해 높은 우위를 나타내었다. 한국은 열진, 압전소자



(그림 10) 태양광 에너지 하베스팅의 기술경쟁력 평가결과

기술분야보다 높은 특허집중력 및 기술활동력을 보이며 태양광소자를 이용한 에너지 하베스팅 기술에서 2위를 차지하였다.

V. 결론 및 시사점

본 연구에서는 특허정보를 활용하여 에너지 하베스팅의 기술분야별 기술경쟁력을 분석해 보았다. 그 결과, 미국이 열전, 압전소자를 활용한 에너지 하베스팅 기술분야에서 우위를 나타내었으며, 일본은 태양광소자를 활용한 기술분야에서 1위로 분석되었다. 우리나라의 경우, 기술분야별 최상위국과 비교해보면 열전과 압전소자 분야보다는 태양광소자를 활용한 분야에 강점을 나타내고 있는 것으로 분석되었다. 중국에 비해 많은 출원에도 불구하고 종합적인 기술경쟁력이 뒤쳐진 것으로 분석되어 양질의 특허출원, 해외시장에 대한 진출에 노력이 필요하다라는 것을 보여주고 있다. 이와 같이 특허정보를 이용한 기술경쟁력 분석은 객관적인 비교가 가능하고 상대적인 크기도 가늠할 수가 있다. 하지만, 특정지표만을 이용하여 기술경쟁력을 평가하는 것은 거시적 수준의 평가나 신기술에 대한 평가에는 특허 데이터의 한계가 존재한다.

본 연구의 분석대상인 에너지 하베스팅은 기술과 시장이 아직은 초기단계로 화석연료의 고갈, 원자력발전소 사고 등으로 에너지 문제해결의 방안으로서 에너지 하베스팅 기술은 활용 가능성이 매우 높아 보인다. 향후 본격적으로 시장이 확대될 즈음에는 한국의 기술경쟁력이 우위를 차지하길 기대한다.

지금까지 살펴본 기술경쟁력 분석으로서 특허정보의 활용성을 높이기 위해서는 다양한 특허지표를 평가항목에 반영을 위한 분석방법에 대한 연구와 평가항목별 가중치 및 배점방식의 객관성과 신뢰성 확보를 위한 전문가 검증이 뒷받침되어야 하며, 정량적 분석의 한계점을 보완하기 위해서는 권리분석, 피인용도 분석, 핵심특허 도출 등과 같은 정성적 분석방법을 통해 보다 정확성 높은 기술경쟁력 분석모델의 설계가 필요하다.

참고문헌

박현우·김기일 (2007), “특허정보를 통한 PMP 연구동향과 기술경쟁력 분석”, 「한국콘텐츠학

- 회논문지], (7)9: 117-126.
- 박승창·조일식 (2008), “전기에너지 수확 기술의 개발동향 분석”, 「주간기술동향」, 통권 1339호, 22-34.
- 서규원 (2011), “특허지표를 활용한 기술수준평가 연구방법론의 개발 및 적용”, 「혁신정책이슈페이퍼」, 14호, 한국과학기술기획평가원.
- 송현철·도영호·강종윤·윤석진 (2012), “Flexible Piezoelectric Energy Harvesting”, 「세라미스트」, 15(2): 35-44.
- 유병곤 (2008), “MEMS 기술을 이용한 에너지 하베스팅 기술”, 「전자통신동향분석」, 23(6): 48-57.
- 윤문섭·이우형 (2003), 「IT 및 BT 분야의 기술수준 평가 및 정책적 시사점 : 미국특허의 인용도 분석」, 서울: 과학기술정책연구원 신기술경제성분석연구센터.
- 이영기·이성규·박강호·강만구·김종대 (2008), “에너지 하베스트 기술과 IT용 디바이스 응용”, 「주간기술동향」, 통권 1343호, 30-36.
- 정하교 (2008), “특허정보를 활용한 항공기반산업의 기술경쟁력 분석”, (2008.07.), 111-127.
- 한국과학기술정보연구원 (2013), 「미래기술백서 2013」, KISTI 정보분석연구소.
- 한국과학기술정보연구원 (2005), 「한국형 특허지표 개발」, 서울
- 한국산업기술평가관리원 (2010), 「특허정보를 활용한 IT 기술경쟁력조사보고서」, 서울
- 한국지식재산연구원 (2012), 「지식재산 경쟁력 및 특성지표 개발」, 특허청
- 다케우치 케이지 (2012), “에너지 하베스팅(환경발전) 기술개발 동향”, 「월간 전기기술」, 42-47.
- 전자신문 (2013가), “한중일 3국 특허출원 건수 연 100만건 훌쩍”, (2013.01.01).
- 전자신문 (2013나), “창조경제, 지식재산이 답이다.”, (2013.10.07).
- Sun, C., Shi, J., Bayerl, D. J. and Wang, X. (2011), “PVDF microbelts for harvesting energy from respiration”, *Energy & Environmental Science*, 4508-4512.
- Gu, L. (2011), “Low-frequency piezoelectric energy harvesting prototype suitable for the MEMS implementation”, *Microelectronics Journal*, 277-282.
- Taylor, G. W., Burns, J., Kammann, S. M., Powers, W. B. and Welsh, T. R. (2001), “The Energy Harvesting Eel: A Small Subsurface Ocean/River Power Generator”, *Ieee Journal of Oceanic Engineering*, 26(4): 539-547.
- Energy Harvesting Forum, <http://www.energyharvesting.net>.
- WIPS, <http://www.wintelips.com>.

김대기

현재 한국과학기술정보연구원 미래정책연구부 미래전략실에서 재직 중이다. 관심분야는 기술가치평가, 기술경영, 정보화전략 등이다.

이필우

일본 Tsukuba 대학교에서 컴퓨터공학으로 박사학위를 취득하고 현재 한국과학기술정보연구원 미래정책연구부장으로 재직 중이다. 관심분야는 과학기술정보정책, 정보화전략 등이다.

김재성

포항공과대학교에서 산업공학으로 박사학위를 취득하고 현재 한국과학기술정보연구원 미래정책연구부 미래전략실장으로 재직 중이다. 관심분야는 과학기술정보정책, 정보화전략 등이다.