

# Patterns of technological innovation and evolution in the energy sector: A patent-based approach

Energy Policy, Volume 59, August 2013, Pages 415-432,  
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.03.054>

ITM, 20235575 안지석

## 주요 내용 요약

- 에너지 부문의 기술 혁신의 속도와 복잡성이 계속 증가하는 상황에서 기술 변화를 모니터링하는 것이 전략적으로 중요함
- 특허 분석은 기술 혁신을 분석하는 데 사용되는 가장 널리 사용되는 방법 중 하나로, 본 연구는 특히 기술 간의 유사점과 차이점에 초점을 맞춰 에너지 기술의 혁신과 진화 패턴을 탐구하는 것을 목표로 함
- 에너지 기술을 정의하고 미국 특허상표청(USPTO)에서 관련 특허 데이터를 추출한 후 6개 특허 지수를 채택하고 6개 특허 맵을 개발하여 혁신 특성을 분석함

## 연구 소개

- 특허는 혁신 활동을 판단하는 데 좋은 지표로, 기업의 혁신 노력의 현재 상태를 평가하고 미래 방향을 형성하며 R&D 의사 결정을 지원하는 데 사용됨
- 특허 데이터는 점점 더 중요하게 인식되고, 모든 산업 분야에서 데이터의 양이 나날이 증가하고 있음. 에너지 기술 개발에 있어 전 세계적으로 경쟁적이고 협력적인 환경을 고려할 때, 특허는 다른 부문과 마찬가지로 에너지 부문에서도 혁신을 보호하는 핵심 수단으로 간주됨
- 따라서 본 논문에서는 에너지 부문의 기술 혁신과 진화 패턴을 조사하고, 에너지 기술의 본질적인 혁신 측면을 유사점과 차이점에 따라 보다 자세히 분류하는 것을 목표로 함

## 혁신의 패턴

- 기존 연구에서는 혁신의 유형을 '혁신주체'(subject of innovation), '혁신정도'(degree of innovation), '혁신활동'(activity of innovation) 으로 크게 분류하였고, 이러한 단일 기준을 이용한 분류 외에도 두 가지 기준에 따라 기술혁신을 분류하려는 다양한 연구가 있음

**Table 1**  
Previous research on innovation types.

The criterion		The type of technology innovation	The researchers
<b>Single criterion</b>	Subject of innovation	Product or service innovation, Production-process innovation, Organizational-structure innovation, People innovation Administrative innovation, Technical innovation	Knight (1967)  Daft (1978), Damanpour (1991) Barney and Griffin (1992) Freeman (1992)
	Degree of innovation	Technological innovation, Managerial innovation Incremental innovation, Radical innovation, Changes of technical systems, Changes in techno-economic paradigms Highly innovative products, Moderately innovative products, Low innovative products Sustaining innovation, Disruptive innovation  Linear innovation, Non-linear innovation Competence-enhancing, Competence-destroying	Kleinschmidt and Cooper (1991) Bower and Christensen (1995) Hamel (2000) Tushman and Anderson (1986) Porter (1996) March (1991)
	Activity of innovation	Operational effectiveness, Strategic positioning Explorative innovation, Exploitative innovation	Porter (1996) March (1991)
<b>Two criteria</b>	Technological property, Change in the market Uncertainty about technical approach, Uncertainty about market focus	Architectural innovation, Niche creation, Regular innovation, Revolutionary innovation Uncertainty about technical approach high and uncertainty about market focus high (Quadrant 1) Uncertainty about technical approach high and uncertainty about market focus low (Quadrant 2) Uncertainty about technical approach low and uncertainty about market focus high (Quadrant3) Uncertainty about technical approach low and uncertainty about market focus low (Quadrant4)	Abernathy and Clark (1985) Pearson (1990)
	Degree of value creation, Degree of technology creation	Incremental product innovation, Technical innovation, Application innovation, Radical innovation	Gobeli et al. (1987)
	Technological viewpoint, Economic viewpoint	Basic I, Basic II, Diffusion-orientation, Mission-orientation	Cantner and Pyka (2001)

## 방법론

- 1991년부터 2010년까지 USPTO에 제출된 에너지 기술 관련 특허를 수집하였고, 혁신의 특성을 분석하기 위한 종합지수를 설계하였으며, 6개의 지수로 구성되어 투입, 과정, 산출 관점에 따라 분류함
- 개발한 6가지 개별 지수는 다음을 측정함. (1) developer intensity (actor-input); (2); (3) market potential (actor-output); (4) technology intensity (technology-input); (5) technology openness (technology-process); and (6) technology potential (technology-output)
- 이러한 지표를 활용하여 21개 에너지신기술의 혁신특성을 분석하여 기술혁신과 진화의 패턴을 파악함

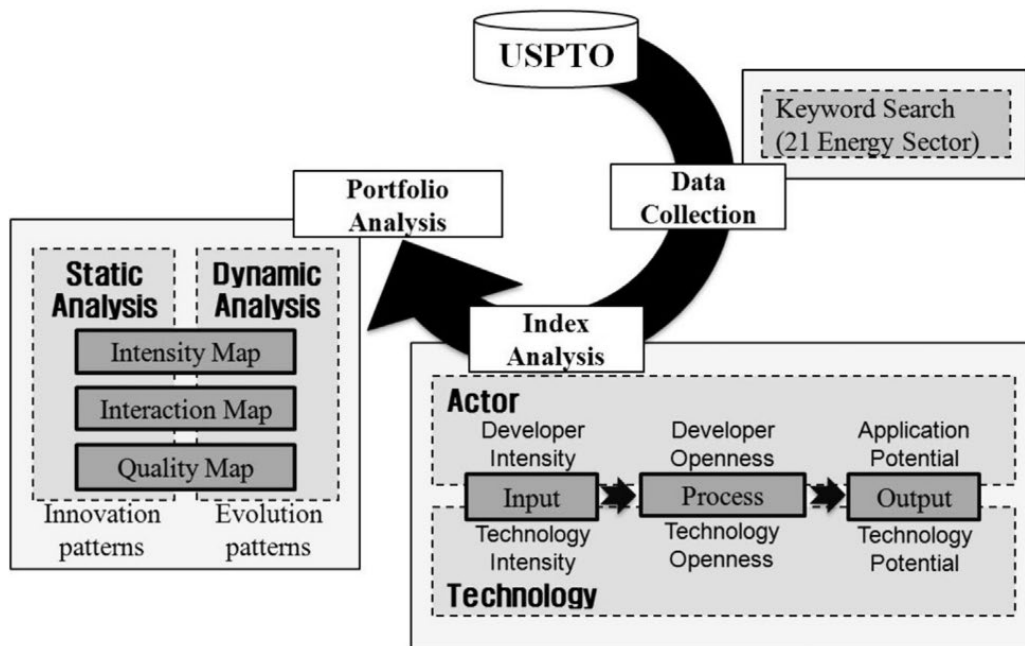


Fig. 1. The overall research framework.

## 에너지 부문의 혁신 패턴

- 4개 사분면으로 구성된 각각의 맵은 각 요소의 높은 값과 낮은 값을 나타내며 관련 에너지 기술의 특성을 보여줌. 각 맵에서 x축은 행위자별 특성을 나타내고 y축은 기술별 특성을 나타냄

Intensity Map		Interaction Map		Quality map	
	H		H		H
Technology-Intensive (2)	Oligopolistic (1)	Dependent (2)	Open (1)	Technologically-advancing (2)	Emerging (1)
L	H	L	H	L	H
Dispersed (3)	Developer-Intensive (4)	Closed (3)	Collaborative (4)	Stationary (3)	Market-oriented (4)
	L		L		L

Fig. 3. Patent portfolio maps.

- 6개 지표값을 바탕으로 20개 에너지기술에 대한 클러스터링 분석을 실시하여 각 기술군별 혁신 패턴을 조사함. 사례가 20개뿐이므로 SPSS를 사용하여 계층적 군집화를 적용하였음. 6개의 군집을 얻었으며 그 특성은 Table 4에 포함되어 있음

**Table 4**  
Innovation patterns of energy technologies.

No	Group	Characteristics <sup>a</sup>						Corresponding technologies
		D-I	T-I	D-O	T-O	A-P	T-P	
1	Competitive	<b>Low</b>	-	-	-	Low	Low	Coal, Combustion
2	Limited	-	-	-	-	<b>Low</b>	-	Petroleum, Nuclear, Heat pump, Ocean, Solar, Wind
3	Exclusive	-	-	<b>Low</b>	-	Low	Low	Battery, Liquefied
4	Monopolistic	<b>High</b>	-	-	-	High	-	Geothermal, Photovoltaic
5	Emerging	-	-	-	-	High	<b>High</b>	Biomass, Hydrogen, Power system, Thermal
6	Application	-	-	-	-	<b>High</b>	-	Flow cell, Fuel cell, Natural gas, Waste

<sup>a</sup> D-I: Developer intensive, T-I: Technology intensive, D-O: Developer openness, T-O: Technology openness, T-A: Application potential, T: Technology potential.

## 논의 및 정책적 시사점

- 에너지 기술마다 혁신 패턴이 다르며, 여섯 가지의 혁신 패턴은 에너지원에 따라 결정되지 않음. 에너지 기술의 혁신 패턴은 발전함에 따라 변화함.
- 에너지 기술은 개방형 혁신 추세에 반해 개발자 개방성이 감소하는 경향이 있음
- 에너지 기술의 응용 및 기술 잠재력이 모두 증가하는 경향이 있었는데, 이는 시장에서의 중요성이 증가하고 개발이 가속화되었음을 나타냄

## 결론 및 한계

- 방법론적 측면에서 에너지기술의 일반적인 특성을 분류하기 위해 특허분석을 활용한 연구로서 의미가 있으며, 실용적인 수준에서 우리의 결과는 에너지 기술에 따라 혁신과 진화 패턴이 다르다는 것을 확인
- 신재생 기술 각각도 대표적인 특성을 갖고 있으나, 일반적인 추세를 보면 개발자 집약도와 기술 집약도 모두 전반적으로 낮은 것으로 나타남
- 특허 인용, 텍스트 마이닝 등 다양한 특허 분석 방법도 적용될 수 있으며, 이전 연구의 기술 분류 시스템을 넘어 새롭게 기술을 식별 필요
- 혁신의 글로벌 패턴 분석으로 제한되지만 국가 또는 지역 혁신 패턴 분석은 해당 수준에서 더 의미 있는 의미를 밝힐 수 있음
- 특허 문서는 시장에 대한 정보를 거의 제공하지 않기 때문에 특허 분석을 기반으로 한 혁신 및 진화 패턴에 대한 지식은 제한적일 수 있음