

# Network Analysis of Technology Convergence on Decentralized Energy by Using Patent Information : Focused on Daegu City Area

Jang-Hyup Han\* · Jung-Gyu Na\* · Chae-Bogk Kim\*\*†

\*Daegu-Gyeongbuk Development Institute

\*\*School of Business Administration, Kyungpook National University

## 특허정보를 활용한 분산형 에너지 기술융합 네트워크 분석 : 대구지역을 중심으로

한장협\* · 나중규\* · 김채복\*\*†

\*대구경북연구원

\*\*경북대학교 경영학부

The objective of this study is to investigate patent trends of Daegu city which tries to introduce environment friendly energy and to develop new technology or new industry sprung from technology convergence on smart decentralized energy technology and other technologies. After applying network analysis to corresponding groups of technology or industry convergence, strategy for future energy convergence industry is provided. Patent data applied in Daegu city area are used to obtain research goal. The technology which contains several IPC codes (IPC Co-occurrence) is considered as a convergence technology. Path finder network analysis is used for visualizing and grouping by using IPC codes.

The analysis results categorized 13 groups in energy convergence industry and reclassified them into 3 cluster groups (Smart Energy Product Production Technology Group, Smart Energy Convergence Supply Technology Group, Smart Energy Indirect Application Technology Group) considering the technical characteristics and policy direction. Also, energy industry has evolved rapidly by technological convergence with other industries. Especially, it has been converged with IT industry, and there is a trend that energy industry will be converged with service industry and manufacturing industry such as textile, automobile parts, mechanics, and logistics by employing infrastructure as well as network.

Based on the research results on core patent technology, convergence technology and inter-industry analysis, the direction of core technology research and development as well as evolution on decentralized energy industry is identified. By using research design and methodology in this study, the trend of convergence technology is investigated based on objective data (patent data). Above all, we can easily confirm the core technology in the local industry by analyzing the industrial competitiveness in the macro level. Based on this, we can identify convergence industry and technology by performing the technological convergence analysis in the micro level.

**Keywords** : Patent Information, Decentralized Energy, Network Analysis, Technology Convergence

Received 4 July 2016; Finally Revised 29 August 2016;

Accepted 19 September 2016

† Corresponding Author : kimcb@knu.ac.kr

## 1. 서론

2000년대 들면서 급격한 화석연료의 사용에 따른 글로벌 환경문제의 심화 등으로 인해 친환경 에너지산업에 대한 전 세계적 관심이 고조되고 있다. 또한 이는 생명과학, 유전공학, 정밀화학, 신소재 등 첨단산업과의 융복합화를 통해 에너지 산업을 성장 유망산업으로 변모시키고 있다. 그러나 에너지 융합기술에 대한 정의 및 그 기준이 아직까지 미흡하며, 성장성, 파급효과 등 다양한 관점에서 고려할 수 있는 융합기술에 대한 기술적 판단자료나 방법론 또한 부재한 상황이다.

이에 융합기술 분석·유망성 판단을 함에 있어서 객관적 기술자료인 특허정보를 활용할 필요성이 커지고 있다. 이러한 의미에서 특허정보는 기술과 관련된 다양한 정보를 포함하고 있으며[5], 이를 활용한 특허분석은 특허정보를 활용하는 일련의 활동이라 할 수 있다. 한편, 기술 융합을 측정하기 위한 미래기술 예측방법에는 델파이기법 및 시나리오기법, AHP 기법 등의 약 20여 개의 방법론이 존재하지만, 이들 기법들의 대부분은 분석과정이 직관적이지 못하고 결과에 대한 신뢰성이 부족한 한계점이 존재한다.

특허정보를 활용하여 기술융합을 살펴보는 것은 미래 기술 예측방법론 중 하나에 속하며, 이를 위해 본 연구에서는 계량서지학적 방법론은 적용하고자 한다. 계량서지학적 방법론이란 문헌의 특징을 파악하기 위한 계량적 분석방법이지만[41], 전통적으로 인용빈도 또는 연구결과의 빈도 등 양적 측정지표만을 분석에 사용함으로써 기술연구동향 및 기술 간의 관계를 파악하지 못하는 한계점을 내포한다. 네트워크 분석방법론은 각 요소들 간의 관계를 쉽게 발견할 뿐만 아니라 중심성 분석을 통해서 네트워크상에서의 특정 요소 및 각 요소들 간의 관계를 파악하는데 매우 유용한 방법론이다. 따라서 이러한 한계점을 보완하기 위한 방안으로 네트워크 분석방법론을 계량서지학적 분석방법론과 함께 적용하여 기술융합 분석을 살필 수 있다.

이렇게 국내외적으로 기술융합에 대한 필요성이 강조되는 가운데 많은 방대한 특허자료에도 불구하고 최근 타 산업과의 기술융합이 본격화되고 있는 스마트분산형 에너지산업을 중심으로 기술융합 정도를 파악하고자 한다. 특히, 대구시는 2000년부터 솔라시티를 지향해 왔으며, 지역전략산업 차원에서 스마트분산형에너지산업을 선정하여 태양광, 연료전지 등 신재생에너지 및 에너지 효율 개선사업을 지속적으로 추진해 오고 있다. 이에 에너지융합기술관련 출원특허를 이용한 네트워크 분석을 통해 국내 에너지융합산업의 우수한 경쟁력 기반을 갖추

고 있는 대구지역의 현주소를 산업 경쟁력 분석을 통해 파악해 보고자 한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 특허분석 및 네트워크 분석에 대한 이론적 논의 및 선행연구 등을 살펴보고, 제 3장에서는 이 연구에서 사용될 패스파인더 네트워크 분석 방법론에 대해 알아볼 것이다. 제 4장에서는 대구지역의 스마트분산형에너지산업의 현황을 파악해보고 산업경쟁력 분석과 함께 실증분석을 통한 대구지역 에너지융합 기술 네트워크의 특성과 주요 기술들의 융합정도를 알아보고자 한다. 마지막으로 제 5장에서는 실증분석 결과에 따른 연구의 결론 및 정책적 시사점 등을 제시하고자 한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 기술융합관련 연구

최근 국가융합기술 발전 기본계획에서는 융합기술을 ‘NT, BT, IT 등의 신기술 간 또는 이들과 기존산업·학문 간의 상승적인 결합을 통해 새로운 창조적 가치를 창출함으로써 미래경제와 사회·문화의 변화를 주도하는 기술’로 정의하고 있다. 이러한 융합현상이 대두되면서 융합을 측정하고자 하는 다양한 시도들 또한 등장하고 시도되고 있다. 그러나 융합에 대한 정의 자체가 아직 모호하고, 적절한 데이터 및 지표에 대한 합의 또한 이루어지지 않아 융합의 측정은 초보적인 단계에 머물고 있다 [13]. <Table 1>은 최근까지 진행된 융합현상에 대한 실증연구를 종합한 표이다. 융합의 측정에 대한 사례들을 전반적으로 살펴보았을 때, 융합단계에 따라 사용되는 데이터와 방법론이 달라지는 경향을 보이고 있다.

<Table 1> Experimental Study on the Convergence

step	data	methodology	case study
technology	patent	IPC co-classification analysis*	- Curran and Leker[8] - Geum et al.[12]
		Co-citation analysis	- Geum et al.[12]
industry	Industrial Classification /patent	SIC-IPC concordance analysis*	- Pennings and Puranam[40] - Athreye and Keeble[3] - Fei and Tunzelmann[11] - Curran et al.[9] - Karvonen et al.[20] - Karvonen and Kassi[19]
		Input-output analysis	- Xing et al.[51]

한편, 융합을 측정할 수 있는 지표 중 하나인 특허<sup>1)</sup>는 다수의 IPC(International Patent Classification) 코드가 부여될 수 있으며[43], 이들은 대표 IPC(primary IPC)와 보충 IPC(supplementary IPC)로 구분 가능하다. 즉 IPC 코드가 동시에 여러 개가 나타나는 경우 기술 간의 융합이 이루어지는 것으로 판단할 수 있으며, 이를 IPC 동시분류(co-occurrence)라고 한다. 이를 이용하여 개별 특허의 IPC에 대한 동시분류 분석을 바탕으로 기술지식의 흐름을 추정하고 분석할 수 있게 된다. 이와 관련된 대표적인 선행 연구로는 Suzuki et al.[48]의 연구로서 ‘동일분야 기술의 통합’과 ‘이종기술 분야의 통합’으로 구분하여 Co-occurrence를 기술융합 관점으로 판단하였다. 따라서 IPC 동시분류(co-occurrence)가 많은 기술이 융합기술이라고 할 수 있다고 하였다.

## 2.2 특허정보를 활용한 기술융합 연구

국내외적으로 기술융합이 중요한 이슈로 부각되고 있으며 융합과 관련한 다양한 연구들이 진행되고 있다. 기존의 융합기술 연구는 사례연구 및 정성적 연구방법을 이용하여 진행되었다. 그러나 이는 많은 한계점을 내포하고 있기에 점차 정량적 연구에 초점을 맞춘 융합기술 연구들이 나타나고 있다[19]. 특히, 특허정보는 특허제도에 의하여 발생하는 모든 정보라고 할 수 있으며 이러한 특허가 출원 후 심사를 거쳐 등록이 된 경우, 기술의 고유성, 독창성, 질적 우월성을 평가 및 인증 받은 것이라 할 수 있다. 이러한 특허정보에 포함되는 특허지표는 최신 기술에 관한 구체적인 내용을 포함하고 있으며[25], 기술현황 파악 및 성과측정, 다양한 분야의 기술정보 획득 또한 가능하다. 또한 특허지표의 양식이 표준화되어 있어 활용이 용이하며[17], 대량의 특허문서를 적절한 방법으로 분석할 경우 기술 진보의 과정을 면밀하게 확인할 수 있다[14, 39].

이러한 점에서 특허정보를 활용한 기술융합 연구가 활발히 진행되고 있으며[35], 이는 특허 인용정보를 이용한 분석[12]과 IPC 동시분류(co-classification) 분석[8] 등으로 구분할 수 있다. 일반적으로 다양한 기술분야 간 기술지식 흐름을 분석하기 위한 대표적인 방안은 특허에 대한 인용관계를 이용하는 것이다. 일례로 Geum et al.[12]의 연구에서는 산업융합의 예측변수로 기술융합 동향을 분석하기 위해 특허전방인용 분석을 수행하였고, No and Park[33],

Karvonen and Kassi[19], No and Lim[34] 등의 연구들에서도 확인할 수 있다.

그러나 특허 인용정보에 대한 분석은 최근의 기술 동향을 반영하기 어려운 한계를 지니고 있다. 최근에 등록된 특허는 다른 특허들로부터 피인용 될 수 있는 시간적인 기회가 충분하지 못하기 때문이다. 또한, 한국 및 일본과 같이 특허 내 인용정보가 충분하게 반영되어 있지 않은 경우에 대해서는 적용 자체가 불가능하다[23, 51]. 따라서 기술개발의 흐름이 빠르게 변화하는 오늘날의 환경에서는 특허 인용정보만을 활용하는 분석을 통해서 기술지식흐름 및 기술융합의 현 수준과 동향을 명확하게 도출해낼 수 없게 된다.

특허정보로부터 기술지식흐름 및 기술융합을 도출하기 위한 또 다른 방안으로서 특허의 동시분류(co-classification) 분석을 활용할 수 있다. 이는 국제특허분류코드를 활용하여 하나의 특허가 여러 개의 기술 클래스에 포함되는 특성을 이용하는 분석방법으로서[38], 직관적인 기술지식 간 흐름을 가시화할 수 있을 뿐만 아니라 앞서 언급한 인용정보 분석의 단점도 회피할 수 있는 특징을 지니고 있다. IPC 동시분류(co-classification) 분석방법을 이용하여 Seo [45]은 특허분석과 DEMATEL(Decision Making Trial and Evaluation Laboratory)<sup>2)</sup>을 기반으로 산업 간 기술지식흐름에 대한 분석을 시행하고 이를 통해 국가 R&D에서의 기술융합 동향을 분석하기 위한 방법론을 제시하고자 하였다[45]. Baek and Kim[4]은 한국에서의 10년간 특허정보를 활용해 기술융합이 어떠한 방향으로 이루어지고 있는지를 분석하고, 나아가 미국, 유럽, 일본에서의 기술융합 현상과의 비교를 하고자 하였다. 이 연구 역시 Curran and Leker[8]이 사용한 IPC 동시분류(co-classification)을 이용한 기술융합 측정방법과 동일한 방법을 사용하였다. Sung and Geum[47]은 거시적 시점에서의 각 기술분야의 연관관계를 살펴보고 분야별 융합 양상을 판단하기 위해 R&D 제안서를 활용하였다. 이들의 동시분류(co-classification) 정보를 바탕으로 ICT 융합 네트워크의 구조 및 특성을 분석하였다. 이외에도 특허 동시분류 분석을 활용하여 기술지식흐름 네트워크상에서의 중개자 역할을 하는 기술 클래스 도출[30], 한국 국가 R&D에 대한 학제적 분석 [38] 등의 다양한 연구들이 수행되어 왔다.

에너지융합산업과 관련하여 Breyer et al.[6]과 Lei et al. [29] 등의 연구가 있으며, 이들 연구에 따르면, 태양광을 포함한 스마트분산형 에너지융합산업의 핵심 기술인 전지, 인버터, 시스템 기술 등은 반도체, 화학(유리), 기계 및 부품소재 등 다양한 산업의 기술 발전에 상당한 영향을 미치고 있는 것으로 분석하였다.

1) 특허는 가치 있는 기술을 대표할 뿐만 아니라 새로운 기술의 개발, 활용 및 진보의 원천이며, 객관적이고 표준적인 기술정보이다. 또한 기술수준 및 기술혁신 동향 등을 전망하는데 유용하게 활용될 수 있다[1, 2, 7, 15, 32, 37].

2) 그래프 이론 기반의 요인들 간 인과관계 계량화 측정 기법.

국내의 경우, Sim and Ha[46]은 에너지융합연구와 관련하여 스마트그리드산업의 특허정보를 활용하여 센서, 정보보호, AMI 미들웨어, 전력관리 등의 4대 유망 기술을 선정하였다. Oh and Kim[36]은 비효율적인 에너지 소비로 인한 에너지 및 환경문제를 해결하기 위한 방안으로 에너지-IT(EIT; Energy-IT) 융합기술이 해결방안이라 판단하였고 이에 AHP를 이용하여 EIT 융합기술을 도출하였다. Kang and Lee[18]는 스마트그리드를 구성하고 있는 요소 중 하나인 마이크로그리드와 소수력 에너지의 융합을 통해 에너지 효율화 방법을 제안하였다.

이 연구에서는 기존 연구결과를 토대로 <Figure 1>에 서와 같이 에너지 융합기술이 단순한 전력생산기술에서 분화하여 차세대 전력(스마트그리드), 첨단의료(스마트바이오), 그린수송(전기자동차, 자율주행자동차), 국방 및 안전방재, 건설 및 첨단 물류 산업 등 다양한 산업엔진과의 융합을 선도하고 있다는 점을 더욱 명확히 하고자 한다.

### 3. 연구방법론

#### 3.1 산업코드와 특허코드 간 연계

지금까지의 전력생산이 원자력, 화석연료를 기반으로 한 중앙집중식 전력생산시스템이었다면, 앞으로의 전력생산은 신재생에너지 및 에너지 효율개선 등을 중심으로 한 분산형 소규모 발전시스템이 주를 이룰 것으로 전망된다. 특히, 스마트분산형에너지산업의 특화방향은 에너지 자립

타운 기반조성을 위한 마이크로 그리드 구축을 위한 산업군과 유망품목으로 집중 및 최적화하는 것으로서 크게 분산발전원의 전원 소재, 부품, 시스템 및 설치 분야(DP; Distributed Power), 전력품질 향상 및 공급 안정화를 위한 ESS 및 BMS 연동 분야(ES; Energy Storage), 시스템의 계측, 제어, 통신을 위한 스마트 기기 및 연동기술 분야(SM; Smart Management), 및 수요자와 전력그리드를 상호연계하기 위한 마이크로그리드 구축 분야(MG; Micro Grid) 등으로 구분된다. 그러나 스마트분산형에너지산업에 포함되는 유선통신업(61210)과 무선통신업(61220)은 서비스업으로써 이 연구에서 사용되는 지역산업 데이터와 특허 데이터 등의 특성에 부합하지 않아 이 연구에서는 서비스 부문을 제외한 제조업 부문만을 한정하여 다루기로 한다.

한편 특허자료를 이용하여 경제분석을 시도하는 경우의 당면과제는 IPC 체계를 경제적 분석에 적합한 산업분류체계로 전환하는 작업이다. 이에 대한 많은 연구가 국내외 연구자들에 의해 수행되어 왔다. Kronz et al.[24]는 4개국의 특허출원을 바탕으로 연구자의 직관에 의존하여 기술과 산업연계를 시도하였고, Evenson and Puttman [10]은 캐나다 특허청의 특허자료를 대상으로 하여 8개의 IPC 섹션을 25개의 산업과 연계(Yale-Canada patent flow concordance라 명명)하였다. Verspagen et al.[49]은 핀란드 통계청의 자료를 토대로 625개의 IPC 서브클래스 분류를 국제 표준 산업분류(ISIC)에 기반한 22개 산업분류에 일치시킨 MERIT 분류표를 제시하였고, Johnson[16]는 625개의 IPC 서브클래스 연결확률을 고려하여 115개의 제조업과 소매업에 연계시키는 작업을 하였다.

<Table 2> Linkage of Smart Distributed Energy-IPC

KSIC	detail item name	IPC Co-occurrence
22212	Manufacture of Plastic Films, Sheets and Plates	A45C, B29C, B29D, B60C, B65D, B67D, E02B, F16L, H02G
26120	Manufacture of Diodes, Transistors and Similar Semi-conductor Devices	B81B, B81C, G11C, H01C, H01F, H01G, H01J, H01L
26221	Manufacture of Printed Circuit Boards	
26299	Manufacture of Other Electronic Valves, Tubes and Electronic Components n.e.c.	
26422	Manufacture of Mobile Phone	G09B, G09C, H01P, H01Q, H01S, H02J, H03B, H03C, H03D, H03F, H03G, H03H, H03M, H04B, H04J, H04K, H04L, H04M, H04Q, H05K
28119	Manufacture of Other Electric Motors, Generators and Transformers	H02K, H02N, H02P
28121	Manufacture of Electrical Apparatuses for Switching, Protecting and Connecting Electrical Circuits Used in Power Distribution Systems	H01H, H01R, H02B
28122	Manufacture of Boards for Electric Control or Distribution	
28302	Manufacture of Other Insulated Wire and Cable	
28202	Manufacture of Accumulators	H01M
28422	Manufacture of General Electric Lighting Fixture	F21H, F21K, F21L, F21M, F21S, F21V, H01K
29271	Manufacture of Semiconductor-Manufacturing Machinery	H01L
61210	Wired Telecommunications	(service industry)
61220	Wireless Telecommunications	(service industry)

Schmoch et al.[43]은 독일 Fraunhofer ISI(Fraunhofer Institute for System and Innovation Research), 프랑스 OST (Observatoire des Science et des Technique), 영국의 SPRU (University of Sussex, Science and Policy Research Unit) 등 EU의 3개 연구소 협력으로 일련의 기술-산업 연계작업을 진행하였고, 이를 European Commission 보고서 형태로 발표(625개 IPC 분류를 44개의 제조업 분류와 일치)하였다. 이 연구의 결과를 이용하여 우리나라에서는 Lee et al.[28], Seo[44], Kang et al.[19]이 Schmoch et al.[43]의 연구에서 제시된 산업분류를 사용하여 기술-산업 간의 연계를 시도하였다. Kim[22] 또한 동일한 방법을 사용하여 기술분류와 산업분류 간의 일치작업을 시도하였다. 이에 본 연구에서는 정보통신정책연구원에서 보고된 『지적재산권 강화가 기술혁신 및 생산성에 미치는 효과 분석』이라는 보고서 내 나타난 각 산업별 관련 기술에 대한 특허분류표를 본 연구에서는 적용코자한다.

본 연구에서는 대구지역의 스마트분산형에너지산업의 기술융합 정도를 분석하기 위해 대구지역의 주력산업으로 선정된 스마트분산형에너지산업의 관련코드를 추출한다. 이를 특허청에서 제공하는 『산업(KSIC)-특허(IPC) 연계표』를 활용하여 IPC코드 subclass 수준에서 기술코드와의 매칭을 실시하고, 이후 네트워크 분석에 적용하여 지역에너지 관련 특허 현황 및 기술융합 파악에 활용하고자 한다. <Table 2>는 대구의 주력산업으로 선정된 스마트분산형에너지산업의 세세분류 업종과 그 설명내용이다.

### 3.2 데이터 수집 및 전처리

이 연구에서는 대구 지역에서 출원된 에너지 산업에 관한 특허 자료를 표본으로 삼았다. 특허는 여러 산업부문에서 출원되고 있을 뿐 아니라, 개개의 특허정보를 분석하고 알아내기에는 무리가 있다. 따라서 이 연구는 대구지역의 주력산업으로 선정된 에너지산업 분야의 특허에 국한하여 분석을 실시하고자 한다. 특허 출원 구간의 경우 2008년 1월 1일 이후부터 2012년 12월 31일까지로 최근 5년간의 특허 현황을 검색하였으며, 데이터베이스는 2013년 11월 윈텔립스(Wintelips) DB를 통해 대구지역 전체 24,230개의 특허를 다운로드 하였다. 한편 특허는 출원 후 18개월이 경과되어야 공개되는 특성 때문에 자료의 다운로드 시점에서 2012년도 미공개 데이터가 상당수 존재함을 밝히는 바이다[19]. 이후 국제특허분류(IPC)를 기반으로 에너지융합기술 관련 분야와 한국산업표준 23개 분류를 연계한 데이터를 사용하여 에너지 융합기술 관련 특허 4,734개의 특허를 추출하였다.

추출된 특허를 기반으로 대구 주력산업인 스마트분산형에너지융합산업에 해당되는 국제특허분류(IPC; Interna-

tional Patent Classification)로 한정하였다. 이를 중심으로 대구지역 에너지 융합기술 분야 도출을 위해 각 산업별 특허코드를 추출하였다. 특허코드 추출 시 고려한 사항은 IIPC(대표 IPC)를 기준으로 각 산업 기술코드를 추출하였고, 이러한 기술들이 여러 개의 기술코드로 분류되는 경우, 모든 기술코드들을 분석대상으로 포함시켰다.

### 3.3 네트워크 분석 방법

본 연구의 분석결과를 효과적이고 시각화하기 위해 네트워크 분석방법을 활용한다. 네트워크 분석(network analysis)은 그래프 이론에서 파생된 기법으로, 각 노드(node)들 간의 관계를 정량적으로 분석하여 이를 네트워크 형태로 시각화(Gelsing, Lars Erik, 1992)하는 방법론이다. 특히 본 연구에 적용한 패스파인더 네트워크 방법은 전체구조와 세부구조의 표현능력이 모두 뛰어나고 비효율적 연결선을 제거하는 방식으로 전체 구조를 한 눈에 파악하는데 도움이 된다[26]. 또한 PNNC는 병렬 최근접 이웃 클러스터링 기법이며 전통적인 군집분석이 군집의 수를 결정하는데 다소 자의적인 반면에 PNNC는 군집의 수가 자동적으로 결정된다는 효과성과 효율성이 있는 장점이 있다[26]. 이러한 장점들로 인해 혼합가중치에 의한 행렬은 일반가중치에 의한 행렬보다 군집분석, 다차원척도분석, 네트워크 시각화에서 더 좋은 결과가 나타난다고 한다[27]. 즉, 혼합가중치에 의한 클러스터링을 통해 각 군집의 구성이 근접하게 뭉칠 뿐만 아니라 각 군집 또한 뚜렷하게 구분되는 것이 그 특징이며 장점으로 볼 수 있다. 패스파인더 네트워크를 계량서지학 분야에 최초로 도입한 사례로는 McCain[31]의 생물공학 분야 특허항목을 동시분류에 적용한 것이 최초이다.

본 연구에서는 특허 IPC 코드를 이용하여 이를 시각화하기 위한 방법으로 다음의 단계를 거쳤다. 첫째, 디스크립터 프로파일링 기법을 이용한 기술융합 구조분석을 위해 추출된 특허서지 사항에서 대표 IPC를 추출한다. 이때 하나의 특허서지에 여러 IPC(기술)가 있으므로, 이를 일련번호 순으로 나열하고, 전체 키워드 중에 동시출현 행렬을 생성하기 위해 cooc.exe 프로그램<sup>3)</sup>을 이용한다. cooc.exe 실행 후 결과물은 키워드끼리의 동시출현빈도행렬, 코사인연관성 척도로 정규화 된 행렬, 피어슨 상관관계수 행렬 등이 생성된다. 둘째, 피어슨 상관관계수 행렬의 데이터를 입력하여 wnet.exe<sup>4)</sup>를 실행한 후 마지막으

3) cooc.exe은 Lee[26]이 개발한 동시출현행렬을 생성하기 위한 프로그램으로 version 0.4를 이용.

4) wnet.exe은 Lee[26]의 PNNC 알고리즘을 구현하기 위해 만든 프로그램으로 version 0.4를 이용.

로 wnet.exe의 결과물을 이용하여 네트워크 구조를 분석하기 위해 NodeXL를 사용한다.

디스크립터 프로파일 간의 2차 유사도(Pearson)와 패스파인더 네트워크 알고리즘에 기초하여 주요 영역(디스크립터)들 간의 네트워크를 생성한 다음, Lee[26]의 클러스터링 알고리즘(PNNC)을 적용하였다. 이를 이용하여 각 기술군집과 군집의 대표 기술을 산출하고 각 군집을 구성한 키워드의 행렬을 다시 WNET 프로그램에 입력하여 각 군집의 지역적 삼각매개중심성(triangle betweenness centrality)을 계산한다[26]. 일반적으로 네트워크 분석을 통해 도출할 수 있는 중심성은 여러 척도가 존재하지만 이 연구에서는 계량서지적 네트워크에 적합하게 개발된 삼각매개중심성 척도를 이용하였다[27].

가중 네트워크에서 한 노드가 다른 노드들 사이를 매개시켜주는 능력을 측정하는 지수인 삼각매개중심성은 가중 네트워크에서 노드의 상대적인 전역 중심성을 측정하는 지수이다[26]. 노드 간 링크 가중치로 구성된 연관성 행렬에서 노드 i의 삼각매개중심성은 다음 공식과 같이 다른 두 노드 j와 k사이의 링크 가중치가 i와 j, i와 k사이의 링크 가중치보다 작은 경우의 수로 측정한다.

$$C_{TB}(i) = \sum_j \sum_k f(b_{jk})$$

$$f(b_{jk}) = \begin{cases} 1 & \text{if } w_{jk} < \text{MIN}(w_{ij}, w_{ik}) \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

삼각매개중심성은 전체 노드 수가 N개인 네트워크에서 자신을 제외한 다른 모든 노드들 사이의 관계를 모두 매개해 줄 수 있을 때 최댓값(N-1)×(N-2)/2이 된다. 따라서 0에서 1사이의 값으로 정규화 할 때에는 삼각매개중심성 값을 이론적으로 가능한 최댓값으로 나누어서 상대적 삼각매개중심성으로 사용한다. 상대적 삼각매개중심성은 WNET에서 “rTBC(0~1)”라는 항목으로 출력된다. 삼각매개중심성은 소수와 집중된 관계를 맺는 노드보다는 강도가 약하더라도 폭넓은 관계를 가진 노드에게 유리한 척도[27]로서 한 문헌 군집에 속한 문헌들을 대상으로 측정하면 그 문헌 군집에 속한 문헌들을 고르게 반영

하는 대표 기술을 파악할 수 있다. 이 연구에서는 이러한 분석기법을 활용하여 대구지역에서 출원된 스마트분산형 에너지산업 관련 특허기술의 IPC를 이용하여 기술 간 융합의 정도와 활용 가능한 기술범주를 알아보고자 하였다.

## 4. 실증분석

### 4.1 스마트분산형에너지산업 기술특허분석

#### 4.1.1 산업경쟁력 분석

<Table 3>에서와 같이 대구지역의 스마트분산형에너지산업 기초통계를 이용하여 지역산업의 경쟁력 파악을 위해 사업체수와, 종사자수, 생산액, 부가가치액에 기준 한 집적도와 LQ 지수를 적용하였고, 이를 통해 대구지역의 스마트분산형에너지산업 성장 추이를 분석해 보았다.

이러한 분석결과 2012년 기준 사업체수와 종사자수에 관한 집적도는 각각 2.15%와 1.94%로 나타났으며, 지역산업이 시작된 2000년 이래로 꾸준한 증가세를 보이고는 있으나 그 정도는 미미한 수준이었다. 스마트분산형에너지산업의 LQ 분석 결과를 살펴보면, 2012년 기준 사업체수(0.42), 종사자수(0.52), 생산액(0.50), 부가가치액(0.43) 모두 매우 낮은 특화도를 나타내고 있었다. 1999년 이래로 입지계수의 추이를 살펴보다라도 0.8 이하의 입지계수를 나타내고 있어 제조업 측면에서는 대구지역의 비기반산업인 것으로 나타났다.

#### 4.1.2 기술활동성 지수 분석

이 분석에서는 대구의 주력산업으로 선정된 스마트분산형에너지산업의 세세분류 업종을 Schmoch et al.[43]의 기술-산업 연계작업 결과에 적용하여 IPC 분류를 제조업 분류와 일치시켰다. 이를 위해 앞서 제시한 <Table 4>의 IPC 코드를 근거로 하여 2008년부터 2012년까지의 대구 스마트분산형에너지산업 특허정보를 특허정보검색서비스인 KIPRIS를 이용하여 특허자료를 획득하였고, 이를 바탕으로 스마트분산형에너지산업 특허 특허활동지수(AI)를 산출한 결과는 다음의 <Table 4>와 같다.

<Table 3> Competitive Analysis of Smart Distributed Energy

Sortation	number of businesses		number of employee		the amount of production		added value	
	industrial intensity(%)	location quotient (LQ)	industrial intensity(%)	location quotient (LQ)	industrial intensity(%)	location quotient (LQ)	industrial intensity(%)	location quotient (LQ)
2000	1.94	0.33	1.77	0.38	1.54	0.60	1.41	0.50
2005	2.12	0.42	2.00	0.51	1.45	0.66	1.60	0.73
2010	2.10	0.44	1.84	0.49	0.75	0.41	0.41	0.23
2012	2.15	0.42	1.94	0.52	0.87	0.50	0.80	0.43

<Table 4> Patent AI Outcome of Smart Distributed Energy

Sortation	Patent frequency(2008~2012)				AI
	$E_i^J$	$E_i$	$E^J$	$E$	
Smart distributed energy	2,630	357,910	16,098	872,095	0.40

분석결과 전국대비 대구의 스마트분산형에너지산업 특허활동지수는 0.40(LQ < 1.0)로 나타나 대구지역의 스마트분산형에너지산업 기술활동 정도는 낮은 것으로 나타났다. 즉 에너지(전력)산업과 IT 산업을 기반으로 하는 스

마트분산형에너지산업은 대구지역 내 기술적인 활동 측면에서 살펴보았을 때 현재 관련 기술개발 활동은 미흡한 것으로 나타난다.

4.1.3 현시기술우위지수(RTA) 및 현시특허우위지수(RPA) 분석

이 연구에서는 대구의 주력산업인 스마트분산형에너지산업 기술에 대한 분석을 위해 RTA 및 RPA를 이용하여 대구 전체 특허출원건수 대비 각 기술별 우위지수를 다음의 <Table 5>에 나타내었다.

<Table 5> RTA and RPA of Smart Distributed Energy

IPC code	Frequency of patent application for five years, Daegu, Korea	Frequency of total patent application, Daegu, Korea	RTA	RPA	Relative compound annual growth rate
A45C	41	373	0.48	-62.61	-1.76%
B29C	198	846	1.02	2.08	-10.43%
B29D	46	311	0.65	-41.20	6.97%
B60C	20	114	0.77	-26.12	-1.76%
B65D	185	1,382	0.58	-49.13	5.96%
B67D	3	45	0.29	-84.40	-101.76%
E02B	49	224	0.95	-4.67	3.51%
F16L	88	744	0.52	-57.94	33.96%
H02G	68	326	0.91	-9.40	-16.26%
G11C	5	10	2.18	65.27	-101.76%
H01F	15	89	0.74	-29.81	69.23%
H01J	6	157	0.17	-94.59	-32.43%
H01L	377	762	2.16	64.66	20.07%
G09B	74	312	1.03	3.41	1.18%
H01Q	26	85	1.33	28.08	12.71%
H01S	6	12	2.18	65.27	-38.77%
H02J	70	170	1.80	52.69	1.81%
H03M	4	21	0.83	-18.30	-101.76%
H04B	201	838	1.05	4.54	-39.57%
H04L	91	327	1.21	19.16	12.71%
H04M	20	295	0.30	-83.91	-51.76%
H04Q	13	102	0.56	-52.77	-10.91%
H05K	62	360	0.75	-27.83	-15.27%
H02K	110	735	0.65	-40.22	-12.13%
H02N	11	36	1.33	27.98	-1.76%
H02P	19	70	1.18	16.75	-22.39%
H01H	20	168	0.52	-57.51	-29.65%
H01R	64	346	0.81	-21.12	-43.28%
H02B	40	107	1.63	45.35	-7.66%
H01M	61	162	1.64	45.93	19.88%
F21L	4	50	0.35	-78.28	24.23%
F21S	123	471	1.14	12.97	29.27%
F21V	125	573	0.95	-4.94	14.91%
H01L	377	762	2.16	64.66	20.07%





분석을 진행함에 있어 과학기술의 연계구조가 지나치게 세분화되지 않도록 IPC 서브클래스에 해당하는 IPC 코드 4자리만 사용하여 분석을 수행하였다. <Figure 3>와 같은 기술융합 지도는 디스크립터 프로파일 간의 2차 유사도(Pearson)와 패스파인더 네트워크 알고리즘에 기초하여 주요 영역(디스크립터)들 간의 네트워크를 생성한 후, Lee[26]의 클러스터링 알고리즘(PNNC)을 적용한 결과로 형성된 13개 군집을 표시한 것이다. 여기서 각 노드의 크기는 특정 디스크립터가 부여된 특허 수를 나타내며 각 노드 간의 링크는 해당 디스크립터가 부여된 특허에 출현한 IPC 집합들 간의 유사도에 기초하여 연결된 것이다.

대구지역 내 에너지융합기술들 간의 삼각매개중심성 지수와 각 군집의 대표 기술을 분석해 보면 <Table 6>과 같은 결과를 얻을 수 있다. 이 때 삼각매개중심성은 한 노드가 다른 노드들 사이를 결속시켜주는 능력을 측정하는 것이고, 삼각매개중심성이 높은 노드는 다른 노드 간의 관계 개선에 기여하는 정도, 즉 중재력 또는 결속력이 강하다는 것을 의미하며 이런 노드는 항상 전역적 핵심노드로 간주한다. 또한 군집을 단위로 삼각매개중심성을 측정한다면 각 군집 안에 노드의 삼각매개중심성이 국지적 중심성이 되고, 군집별 삼각매개중심성이 제일 높은 노드가 해당군집의 대표 키워드가 된다[27]. 따라서 각 그룹(군집)의 기술융합 지수가 높은 특허 IPC 코드는 B29C, B67D, E02B, F16L, F21L, G09B, H01S, H01R, H04B, H05K 등

으로 나타나 분산형 에너지 관련 융합기술들이 대표기술들로 나타났다.

한편 13개 그룹별 핵심 기술 및 기술간 융합화 정도를 직접 및 간접 기술군으로 구분하여 분석해 보면 다음과 같다.

첫째, 스마트에너지 제품생산기술군(Smart Energy Product Production Technology Cluster; SEPPTC)은 제1차 직접기술로서 전지 및 전력 배전(H01L, H02J), 박막회로 및 전기부품제조(H05K), 도전체 및 케이블 전기접속(H01S/R), 자성체 및 배전 장치(H01F, H02P) 등 에너지 제품 생산과 직접적으로 관련된 기술로 나타났다. 이 중 2그룹의 핵심기술인 H05K(박막회로 및 전기부품제조)의 경우 에너지제품 생산공정과 관련된 금속 및 유기 고분자 제조, 환경 수처리 기술, 기계 제어 및 공정 기술 등과 같이 보다 효율적 에너지 제품 생산과 운송, 설치 등과 관련된 융합기술로 설명이 가능하다. 또한 H01S/R(도전체 및 케이블 전기접속), H01L, H02J(전지 및 전력 배전) 등은 에너지 생산과 전력 이송과 관련된 핵심 기술로서 금속합금 열처리, 태양과 발전과 관련된 유기염료 화합물, 화학반응장치, 표면 처리 제조기술, 동력전달 및 전력 변환 제어, 전기 차량의 추진기술 등과 기술융합을 이루고 있다. 이는 현재 대구시가 중점적으로 추진 중 태양광 및 연료전지 등 신재생에너지와 더불어 이와 기술융합이 가능한 전자자동차, 배터리관리시스템(BMS) 및 충전·전력이송 분야 등에서도 잘 나타나고 있다.

<Table 6> Core and Convergence Technology Analysis Outcome of Smart Distributed Energy

Sortation	group	core technology	convergence technology
SEPPTC	group 2	H05K, B65D	B28B, C04B, B43M, A61J, B65B, B65G, G09F, B31D, B01L, F25D, A23P, E01C, E01F, B41F, B25J, F16C, G05D
	group 4	H01S, H01R	B21C, B21D, B65H, B26F, B26D, B31B, B23P, B23Q, B30B, B24B, C21D, C23C, B23K, B21B, C10L
	group 8	H01L, H01P, H02J, H02K, H02N, H01M	G03F, C09B, F24J, B60L, B62M, H02M, F03G, F02N
	group 10	H01F, H02P, H02B	A62C, B63G, F02P, B63B, H02H, E02F, G05F, B66C
SECSTC	group 1	B29C, B29D	G02C, C08J, C08L, B29B, C08G, C12M, A01N, C08K, C08F, B01D, A61L, B82B, C01G, C02F, F26B, B01J, C09K, C09D
	group 3	E02B, F16L	B32B, E04D, E04B, E03F, F16B, E04F, E04H, E04C, E02D, A47K, E03C, B05B, A01M, A01G, B05C, C09J
	group 11	B81B, H01G	B44C, A47G, A44C, A41D, A44B, A45D, A43B
	group 12	B67D	F16J, F17C, E03B, F16K, G01S, F04D, G01W, G01P
SEIATC	group 5	A45C, H02G, H01Q, H04B, H04M, H01H	B60R, B60W, B60K, B62D, B60P, G04G, B62B, F16G, B60T, H04W
	group 6	H03D, H03M, H04J, H04L, G11C	A61B, A61G, A61C, G01M, G01N, G06F, G01B, G01L, H04R, G10L, G05B
	group 7	H01J	A01K, G08C, G02B, G02F, H01B, G08G, G06K, H04N, G06T, A63J, G03B, G08B, G07B, G01R, G06Q
	group 9	H04Q, F21L, F21S, F21V	F24C, A47J, F21Y, H05B, F21W, B60Q, E21F, C11C
	group 13	B60C, G09B	B60B, A47B, G10H, B42D, A63H, G11B, A63F

<Table 7> Convergence Technology and Convergence Industry Analysis of Smart Distributed Energy

Sortation		Representative technology		Convergence technology and industry	
		Code	Major areas	Convergence technology	Relevant industries
SEP PTC	2group	H05K	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thin film circuit</li> <li>- Electric equipment manufacturers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Food processing</li> <li>- Experimental apparatus of chemistry, physics</li> <li>- Components of Revolving body, cooling system</li> <li>- Mechanics control apparatus</li> <li>- Equipment for goods transport packaging and storage</li> <li>- Cement, stone processing, construction machinery</li> <li>- Hand tools, equipment(manipulator) etc</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- IT convergence industry</li> <li>- Mechatronics industry</li> <li>- Construction industry</li> <li>- Construction services sector</li> <li>- Transport &amp; logistics industry</li> </ul>
	4group	H01S/R	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conductive material, cables, electrical connections(junction)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metal alloy through the heat treatment, coating material</li> <li>- Metal processing(rolled, press process)</li> <li>- Machine tools(boring, milling, and plane)</li> <li>- Burning solid fuel processing &amp; complexing agent</li> <li>- Box manufacturing, handling and packaging machines, devices</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metal convergence industry</li> <li>- Mechatronics</li> <li>- Metal processing industry</li> <li>- Logistics service sector</li> </ul>
	8group	H01L/M H02J/K	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Semiconductor/ electricity cell</li> <li>- Electricity distribution</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Electric drive vehicle parts and devices</li> <li>- Organic compounds</li> <li>- Chemical reaction system(collecting solar energy)</li> <li>- Combustion starter(turbine installation)</li> <li>- Spring power motor(power plant)</li> <li>- Power conversion equipment or control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Electricity Vehicle</li> <li>- Renewable energy</li> <li>- Electricity(generation) industry</li> </ul>
	10group	H01F H02P/B	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Magnetic body/Coil</li> <li>- Electricity Distribution &amp; Control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- firefighting apparatus, submarine mine for ship</li> <li>- Klein devices and components</li> <li>- Excavation, soil erosion, transport and mining technology</li> <li>- Internal combustion engine ignition technology</li> <li>- Electrical or magnetic geophysical coordinator of variance</li> <li>- Emergency circuit protection devices(power generation and distribution)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Industry of security &amp; disasters prevention</li> <li>- National security industry</li> <li>- Construction industry</li> <li>- Electricity industry(T&amp;D)</li> </ul>
SEC STC	5group	H02G H01H H04B	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cable mending/repair</li> <li>- Light switch</li> <li>- Transmission system</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parts of vehicle power and control</li> <li>- Manual propelled vehicle, trailer</li> <li>- Cable and wireless communications, electronic watch etc</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clean vehicle industry</li> <li>- IT convergence industry</li> <li>- Optical measurement devices industry</li> </ul>
	6group	H03D H04J/L	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frequency conversion</li> <li>- Telecommunications</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apparatus for the diagnosis and dental care</li> <li>- Mechanical vibration, and ultrasonic measurements</li> <li>- Measurement of efficiency and hydraulic machine</li> <li>- Research of detecting chemical materials</li> <li>- Mechanical control, digital data processing machinery</li> <li>- Acoustic electro-mechanical devices</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- High-tech medical equipment</li> <li>- Mechanical convergence industry</li> <li>- IT convergence industry (data processing, acoustic analysis etc)</li> </ul>
	7group	H01J	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Electron tube</li> <li>- Discharge lamp</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Device for animal feeding, theaters</li> <li>- Optical unit and controls</li> <li>- Measuring electrical porcelain variation, holography</li> <li>- Alarm and traffic control system</li> <li>- Recognition, data processing, and test equipment</li> <li>- Cables, insulation materials, visual communication</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Animals and plants Farm</li> <li>- Optical industry</li> <li>- IT convergence industry</li> <li>- Electronics material</li> <li>- Mobile/Display</li> </ul>
	9group	H04Q F21L/S/V	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Power transfer</li> <li>- Lighting device</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Household electronic equipment(stoves and range)</li> <li>- Vehices and lighting device subclass technology</li> <li>- Fatty oil/ chemical treatment of fatty acids</li> <li>- Restraint, ventilation, drainage tunnel</li> <li>- Electric heating, electric lighting technology</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Smart high-tech car</li> <li>- LED light</li> <li>- Security complex industry</li> <li>- Electronics equipment for Household</li> </ul>
	13group	G09B	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Electric operation</li> <li>- Teaching instrument</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Furniture products, indoor games equipment</li> <li>- Binding and special printing technique</li> <li>- Wheel attachment for the expansion technology</li> <li>- Electrical musical instruments, electronic data storage devices</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Life fusion industry</li> <li>- IT convergence industry</li> <li>- Information industry</li> </ul>
SEI ATC	1group	B29C/D	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plastic plasticity</li> <li>- Manufacturing cosmetic products</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanotechnology(atomic, molecular structure analysis)</li> <li>- Metal and organic polymers manufacturing</li> <li>- Genetic engineering(biochemistry, microbiology)</li> <li>- Optical(lens glasses, content)</li> <li>- Sewage sludge disposal and microbial extraction</li> <li>- Evaporation and condensing the steam, filter, melting</li> <li>- Delivery processing, chemical and metallurgy, technology</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- agriculture</li> <li>- Industrial Textile(product processing)</li> <li>- Nano convergence industry</li> <li>- Environmental water disposal industry</li> <li>- Optical industry</li> <li>- Water convergence industry</li> </ul>
	3group	F16L	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pipes buried and junction(welding)</li> <li>- Soil boring</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Horticulture and vegetable cultivation, bug zapper</li> <li>- Machine parts and fixtures</li> <li>- Sanitary equipment apparatus(toilet device)</li> <li>- Spraying system, device and atomization spray nozzle</li> <li>- Building construction(materials and construction)</li> <li>- Water supply &amp; sewerage equipment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garden farming</li> <li>- Environmental &amp; energy industry</li> <li>- Environmental service sector</li> <li>- Construction industry</li> <li>- Construction services industry</li> </ul>
	11group	B81B H01G	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Micro structural device/system</li> <li>- Condenser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decorative accessories, pins, buckles, buttons</li> <li>- Home goods or table tool</li> <li>- Clothing and footwear, toiletries</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Textiles and clothing industry</li> <li>- Cosmetics industry</li> <li>- Life convergence industry</li> </ul>
	12group	B67D	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hot-water supply</li> <li>- Fluid delivery</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Water collection, drainage, liquid pump</li> <li>- Equipment of pressure(cylinder/valve/piston)</li> <li>- Storage device gasses or liquids</li> <li>- Wireless radio, navigation, meteorology etc</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Water industry</li> <li>- Gas industry</li> <li>- Electronics industry</li> <li>- Industry related climate change</li> </ul>

둘째, 스마트에너지 융합공급기술군(Smart Energy Convergence Supply Technology Cluster; SECSTC)은 제2차 직접기술군으로 전기 장비 및 전송시스템(H01H, H02G), 주파수 변화, 전기통신기술(H03D, H04J), 전력 변환 및 조명장치 제조(H04Q, F21), 전기 조작 기구(G09B) 등 전력 이송 및 전기장비 관련 기술로 나타났다. 이 중 H01H, H02G(전기 장비 및 전송시스템)의 경우 차량 동력 및 제어 관련 부품, 무선통신 등과 관련된 기술로서 스마트분산형에너지를 대표하는 스마트그리드 기술과 직간접적으로 관련되어 향후에도 큰 진전을 이룰 것으로 전망된다. 또한 H03D, H04J(주파수 변화, 전기통신기술), H01J(전자관 및 방전램프)의 경우 광학장치, 전기 자기변환 장치, 경보 제어 및 측정, 디지털 데이터 인시 및 처리, 화상통신 등 분산형 전원 구성을 위해서도 핵심적 기술이라 할 수 있다. 마지막으로 H04Q, F21(전력 변환 및 조명장치 제조), G09B(전기 조작 기구)의 경우, 직접적 전력 생산 또는 부품 제조와는 관련성은 적으나, 스마트분산형에너지 설비의 보급 확대와 관련된 분야라 할 수 있다. 이는 스마트에너지 제품의 실생활 적용과 관련하여 LED 조명, 안전융합산업, 가정용 전자기기, 실내용 게임용품, 정보저장장치 등과 관련되며, 현재 확대되고 있는 생활융합산업, 정보저장산업, IT 융합산업 등과의 효율적 연계가 더욱 가능할 것으로 기대된다.

마지막으로 스마트에너지 간접적용기술군(Smart Energy Indirect Application Technology Cluster; SEIATC)은 에너지융합 산업과 관련된 플라스틱 소성 및 성형(B29C), 판매설 및 접합, 토양 시추(F16L), 마이크로 구조장치/시스템 및 콘덴서(B81B, H01G), 액체 이송 등이 핵심기술로 제시되었다. 이 중 B29C/D(플라스틱 소성 및 성형)는 나노융합기술, 금속 및 유기 고분자 화합물 제조, 과학, 미생물 추출, 화학물질 제조기술 등과 융합이 가능한 것으로 분석되었다. F16L(관 매설 및 접합, 토양 시추)의 경우, 에너지 설비의 설치 과정에서 파생된 기술로서 원예농업, 환경에너지 산업, 환경서비스업, 건축 시공 및 상하수도 설비 등 다양한 기술 및 산업과의 융합이 이루고지고 있는 것으로 분석되었다. 또한 B67D(액체 이송)의 경우, 취수 집수 배수 설비, 액체용 펌프, 압력용 기기, 액체 저장기기, 기상학 관련 기술 등과의 기술들과 융합을 이루고 있었다. 이는 에너지환경산업의 핵심분야라 할 수 있는 물융합산업, 기후산업, 에너지 효율화 산업 등 다양한 분야와 연계 융합을 선도할 수 있는 기술군으로 설명 가능하다. 이와 같은 내용을 정리하면 <Table 7>과 같다.

## 5. 결론 및 토의

### 5.1 연구결과의 요약

지금까지의 에너지 생산은 화석연료를 기반으로 일부

지역을 중심으로 대규모 발전소 건설을 통해 전력을 생산하고 중장거리의 송배전망을 통해 전력을 이송해 왔다. 그러나 최근의 IT산업 발전에 따른 스마트그리드, 에너지관리(EMS) 등 수요관리형 R&D 투자가 확대되고 공유경제·제로에너지 지향사회로의 변화에 따라 분산형 에너지시스템으로의 전환이 본격화 되었다.

본 연구는 대구지역이 에너지 효율 개선 및 신재생에너지 도입을 적극 실천하는 상황에서 그동안 진행되어 온 에너지 융합기술을 기반으로 한 기술융합화 정도를 살펴본다는데 큰 의미가 있다. 특히, 이 연구결과로 도출된 에너지 융합기술은 단순한 전력생산기술에서 분화하여 차세대 전력(스마트그리드), 첨단의료(스마트바이오), 그린수송(전기자동차, 자율주행자동차), 국방 및 안전방재, 건설 및 첨단 물류 산업 등 다양한 산업엔진과의 융합을 선도해 나갈 것으로 전망된다.

이러한 점에서 정부 및 지자체는 연구를 통해 제시된 그룹별 에너지 융합기술을 집중 개발하여 원천기술 확보와 더불어 스마트그리드, 전력저장장치, 에너지관리시스템(EMS) 등 정부 주도의 에너지 융합 기술 및 산업을 적극 지원해 나갈 필요가 있다. 또한 제3차 에너지기술개발계획 및 제조업 혁신 3.0 전략과 연계하여 에너지 융합 스마트 장비 및 고부가가치 시스템 패키지 산업 구조로의 전환을 유도해 나가야 할 것이다.

### 5.2 시사점 및 한계점

이 연구의 결과를 바탕으로 다음과 같은 기여점 및 한계점을 살펴볼 수 있다. 무엇보다 이 연구는 특허정보를 에너지 산업에 처음으로 적용하여 분석하였다는데 큰 의미가 있으며, 분석 방법 자체 또한 기존 선행연구 방법과는 달리, 특허정보를 에너지산업의 특성에 따라 재분류하여 그룹화하고, 이들 간의 상관관계를 분석하였다는데 큰 의미가 있다. 특히 거시적 수준에서의 분석인 산업경쟁력 분석을 통해 지역 에너지 산업 중 강점을 보이고 있는 융합기술을 확인하였고 이를 근거로 미시적 수준의 기술융합 분석을 수행하여 에너지 융복합 기술동향을 파악하였다는데 기존 연구와 다른 기여점을 찾을 수 있다. 이를 통해 에너지 융복합 유망기술이 적용된 핵심 산업과 기술들을 발굴하였고, 이는 향후 정부의 창조경제와 신성장 산업엔진기술 개발에도 기여를 할 수 있을 것이다. 최근의 정부 정책 방향이 창조경제 생태계 구축이라는 점에서 이 연구에서 제시된 많은 특허기술을 중심으로 융합기술과 연관산업간 연계를 통해 에너지 융합산업 생태계 구축을 위한 로드맵으로 활용될 수 있을 것이다.

물론 이 연구는 아직도 해결해야 할 다수의 한계점을 내포하고 있다. 특허자료를 활용함에 있어 IPC subclass

수준까지 만을 고려하여 분석에 적용하였기에 대구지역에서 발생하고 있는 에너지 융합 분야의 세부기술까지는 파악하기 어려운 한계점이 있다. 일반적으로 특허분석 시 각각의 섹션의 그룹 및 서브그룹 수준까지 확장하게 되면 분류에 대한 설명이 자세해 지기는 하지만, 보통 산업 분류와의 연계표 및 매칭 작업을 할 경우, 네 자리 서브클래스까지를 이용을 한다는 선행연구를 토대로 실시한 연구이다[16, 42]. 이 연구는 세부적인 기술들까지는 파악할 수 없었다는 한계점이 있지만 한편으로는 대구지역의 대표적인 에너지융합기술 분야에 대한 확인을 하였다. 또한 향후 기술정보로서의 특허문서 활용방안과 더불어 에너지 융합기술 분야 적용을 통해 그 기술예측과 유망기술 발굴에 적용될 것이 기대되는 바이다. 본 연구는 특허정보를 활용하여 그간 발전해 온 에너지 융합기술의 발전정도만을 분석하는데 중점을 두었기에 기간별 기술사항을 확인해보지 못한 한계점 또한 가지고 있다. 향후 연구를 통해 시간의 흐름에 따른 특허 변화도 분석 등을 보완하여 융합기술의 변화에 따른 산업간 성장성 등을 보완하는 것이 추후 연구과제이다.

## References

- [1] Archibugi, D. and Pianta, M., Measuring Technological Change through Patents and Innovation Surveys, *Technovation*, 1996, Vol. 16, No. 9, pp. 451-468.
- [2] Archibugi, D., Patenting as an Indicator of Technological Innovation : A Review, *Science and Public Policy*, 1992, Vol. 19, No. 6, pp. 357-368.
- [3] Athreye, S. and Keeble, D., Technological convergence, globalisation and ownership in the UK computer industry, *Technovation*, 2000, Vol. 20, No. 5, pp. 227-245.
- [4] Baek, H.M. and Kim, M.S., Technological Convergence Trend through Patent Network Analysis : Focusing on Patent Data in Korea, U.S., Europe, and Japan, *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, 2013, Vol. 8, No. 2, pp. 11-19.
- [5] Berkowitz, L., Getting the Most from Your Patents, *Research Technology Management*, 1993, Vol. 36, No. 2, pp. 26-31.
- [6] Breyer, C., Birkner, C., Meiss, J., Goldschmidt, J.C., and Riede, M., A top-down analysis : EDetermining Photovoltaics R&D investments from patent analysis and R&D headcount, *Energy Policy*, 2013, Vol. 62, pp. 1570-1580.
- [7] Brockhoff, K., Instruments for Patent Data Analyses in Business Firms, *Technovation*, 1992, Vol. 12, No. 1, pp. 41-59.
- [8] Curran, C.S. and Leker, J., Patent indicators for monitoring convergence-examples from NFF and ICT, *Technological Forecasting and Social Change*, 2011, Vol. 78, No. 2, pp. 256-273.
- [9] Curran, C.-S., Broring, S., and Leker, J., Anticipating converging industries using publicly available data, *Technological Forecasting and Social Change*, 2010, Vol. 77, No. 3, pp. 385-395.
- [10] Evenson, R.E. and Puttman, J., The Yale-Canada Patent Flow Concordance, Economic Growth Centre Working Paper No. 17, Yale University, 1988.
- [11] Fei, F. and von Tunzelmann, N., Industry-specific competencies and converging technological systems : evidence from patents, *Structural Change and Economic Dynamics*, 2001, Vol. 12, No. 2, pp. 141-170.
- [12] Geum, Y., Kim, C., Lee, S., and Kim, M., Technological Convergence of IT and BT : Evidence from Patent Analysis, *ETRI Journal*, 2012, Vol. 34, No. 3, pp. 439-449.
- [13] Hacklin, F. and Wallin, M.W., Convergence and interdisciplinarity in innovation management : a review, critique, and future directions, *The Service Industries Journal*, 2013, Vol. 33, No. 7-8, pp. 774-788.
- [14] Hall, B.H., Jaffe, A., and Trajtenberg, M., Market Value and Patent Citations : A First Look, NBER Working Paper Series, Cambridge, MA., 2000.
- [15] Jacobsson, S. and Philipson, J., Sweden's Technological Profile : What can R&D and Patents Tell and What do They Fail to Tell Us?, *Technovation*, 1996, Vol. 16, No. 5, pp. 245-253, 266-267.
- [16] Johnson, D.K.N., 'The OECD Technology Concordance (OTC) : Patents by industry of manufacture and sector of use,' OECD Science, Technology and Industry Working Paper 2002/5, Directorate for Science, Technology and Industry, OECD, 2002, Paris, [www.oecd.org/sti/working-papers](http://www.oecd.org/sti/working-papers).
- [17] Jung, H.G. and Whang, K.S., The Technological Competitiveness Analysis of Aircraft-based Industries using Patent Information, *Korean Management Science Review*, 2008, Vol. 25, No. 2, pp. 111-127.
- [18] Kang, B.S. and Lee, K.H., A Scheme on Energy Efficiency Through the Convergence of Micro-grid and Small Hydro Energy, *Journal of the Korea Convergence Society*, 2015, Vol. 6, No. 1, pp. 29-34.
- [19] Kang, H.J., Um, M.J., and Kim, D.M., A Study on

- Forecast of the Promising Fusion Technology by US Patent Analysis, *Journal of Technology Innovation*, 2006, Vol. 14, No. 3, pp. 93-116.
- [20] Karvonen, M. and Kassi, T., Patent citations as a tool for analysing the early stages of convergence, *Technological Forecasting and Social Change*, 2013, Vol. 80, No. 6, pp. 1094-1107.
- [21] Kim, J.E., Kang, S.J., and Kwon, J.I., Strengthening intellectual property rights, the effects on innovation and productivity analysis: focused on the IT industry, Korea Information Strategy Development Institute, 2006.
- [22] Kim, J.K., Lee, S.Y., and Song, O.D., The Patents Trend Analysis of LED General Lighting, *Journal of the Korean Institute of Plant Engineering*, 2010, Vol. 15, No. 4, pp. 81-89.
- [23] Kim, Y.H., Jeong, B.K., and Yoon, J.H., A Study on the Effect of Patent Management Activities on Firm Outcome : The Case of Korean Product Manufacturing Firms, *Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2016, Vol. 39, No. 1, pp. 1-8.
- [24] Kronz, H. and Grevink, H., Patent Statistics as Indicators of Technological and Commercial Trends in the Member States of the European Communities (EEC), *World Patent Inf.*, 1980, Vol. 2, No. 1, pp. 4-12.
- [25] Lee, C., Jeon, J., and Park, Y., Monitoring trends of technological changes based on the dynamic patent lattice : A modified formal concept analysis approach, *Technological Forecasting and Social Change*, 2011, Vol. 78, No. 4, pp. 690-702.
- [26] Lee, J.Y., A Comparison Study on the Weighted Network Centrality Measures of tnet and WNET, *Journal of the Korean Society for Information Management*, 2013, Vol. 30, No. 4, pp. 241-264.
- [27] Lee, J.Y., A novel clustering method for examining and analyzing the intellectual structure of a scholarly field, *Journal of the Korean Society for Information Management*, 2006, Vol. 23, No. 4, pp. 215-231.
- [28] Lee, W.Y., Park, Y.T., Yoon, B.W., Shin, J.S., Choi, C.W., Han, Y.J., and Kim, E.H., Analysis of Technology-Industry Linkage and Korean Firms' Patent Strategy utilizing Information from Patent Database, Science & Technology Policy Institute, 2004.
- [29] Lei, X.P., Zhao, Z.Y., Zhang, X., Chen, D.Z., Huang, M.H., Zheng, J., Liu, R.S., Zhang, J., and Zhao, Y.H., Technological Collaboration Patterns in Solar Cell Industry based on Patent Inventors and Assignees Analysis, *Scientometrics*, 2013, Vol. 96, No. 2, pp. 427-441.
- [30] Lim, H. and Park, Y., Identification of Technological Knowledge Intermediaries, *Scientometrics*, 2010, Vol. 84, No. 3, pp. 543-561.
- [31] McCain, K.W., The Structure of bio-technology R&D, *Scientometrics*, 1995, Vol. 32, No. 2, pp. 153-175.
- [32] Mogege, M.E., Using Patent Data for Technology Analysis and Planning, *Research · Technology Management*, 1991, Vol. 34, No. 4, pp. 43-49.
- [33] No, H.J. and Lim, H., Exploration of Nanobiotechnologies Using Patent Data, *The Journal of Intellectual Property*, 2009, Vol. 4, No. 3, pp. 109-129.
- [34] No, H.J. and Park, Y., Trajectory patterns of technology fusion : Trend analysis and taxonomical grouping in nanobiotechnology, *Technological Forecasting and Social Change*, 2010, Vol. 77, No. 1, pp. 63-75.
- [35] OECD, The Measurement of scientific and technological Activities : using patent data as Science and Technology Indicators, Patent Manual, 1994.
- [36] Oh, N. and Kim, H., Analysis on Deduction of Energy-IT Convergence Technologies by the Analytic Hierarchy Process, *The Journal of the KICS*, 2010, Vol. 35, No. 7, pp. 1091-1097.
- [37] Paci, R., Sassu, A., and Usai, S., International Patenting and National Technological Specialization, *Technovation*, 1997, Vol. 17, No. 1, pp. 25-38.
- [38] Park, H., Seo, W., and Yoon, J., Identifying Interdisciplinarity of Korean National R&D Using Patent CoIPC Network Analysis, *Journal of the Korean Library and Information Science Society*, 2012, Vol. 46, No. 4, pp. 99-117.
- [39] Park, S.S. and Jun, S.H., New Technology Management Using Time Series Regression and Clustering, *International Journal of Software Engineering and the Applications*, 2012, Vol. 6, No. 2, pp. 155-160.
- [40] Pennings, J. M. and Puranam, P., Market Convergence and firm strategy : New directions for theory and research, Paper presented at the ECIS Conference, The Future of Innovation Studies, Eindhoven, 2001, pp. 20-23.
- [41] Pritchard, A., Statistical Bibliography or Bibliometrics, *Journal of Documentation*, 1969, Vol. 25, No. 4, pp. 348-349.
- [42] Schmoch, U., Concept of a Technology Classification for Country Comparisons, 2008. [http://www.wipo.int/export/sites/www/ipstats/en/statistics/patents/pdf/wipo\\_i](http://www.wipo.int/export/sites/www/ipstats/en/statistics/patents/pdf/wipo_i)

pc\_technology.pdf.

- [43] Schmoch, U., Laville, F., Patel, P., and Frietsch, R., Linking Technology Areas to Industry Sectors, Final Report to the European Commission, DG Research, 2003.
- [44] Seo, H.J., Effect Analysis of Determinants and diffusion of technology innovation companies using the published patent application activity, Science & Technology Policy Institute, 2005.
- [45] Seo, W.C., A study on analyzing technology fusion using patent analysis and DEMATEL, *Regional Industrial Research*, 2013, Vol. 36, No. 2, pp. 1-18.
- [46] Sim, J.B. and Ha, Y.W., A Study on the Prospective IT R&D Fields in the Smart Grid Area, *The Journal of the KICS*, 2010, Vol. 35, No. 9, pp. 1416-1427.
- [47] Sung, K.S. and Geum, Y.J., Analyzing an ICT convergence network based on co-classification information of R&D proposals, *The Korean Institute of Industrial Engineers*, 2014, Vol. 11, pp. 439-450.
- [48] Suzuki, K., Junichi, S., and Jun, H., Innovation Position : A Quantitative Analysis to Evaluate the Efficiency of Research & Development on the basis of Patent Data, Proceedings of the 41st Hawaii International Conference on System Sciences, 2008.
- [49] Verspagen, B., Morgastel, T.V. and Slabbers, M., MERIT concordance table : IPC-ISIC(rev. 2), Maastricht : MERIT Research Memorandum 2/94-004, 1994.
- [50] Xing, W., Ye, X., and Kui, L., Measuring convergence of China's ICT industry : An input-output analysis, *Telecommunications Policy*, 2011, Vol. 35, No. 4, pp. 301-313.
- [51] Yoon, J. and Kim, K., Identifying rapidly evolving technological trends for R&D planning using SAO-based semantic patent networks, *Scientometrics*, 2011, Vol. 88, No. 1, pp. 213-228.

#### ORCID

Jang-Hyup Han | <http://orcid.org/0000-0002-0474-2162>

Jung-Gyu Na | <http://orcid.org/0000-0001-5979-9708>

Chae-Bogk Kim | <http://orcid.org/0000-0002-3226-5156>