

# 특허정보분석을 활용한 지식단위의 변화와 미래숙련수요 분석 - 이차전지 사례를 중심으로

Analysis of Knowledge Base and Future Skills Needs through Patentometrics  
- Case of Battery Industry

황규희(Hwang, Gyu-hee)\*, 심위(Shim, We)\*\*, 고병열(Coh, Byoung-Youl)\*\*\*

## 목 차

- |                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| I. 머리말                     | IV. 미래 숙련수요에 대응한 교과과정 분석 |
| II. 특허정보를 통한 미래숙련수요 분석 가능성 | V. 맺음말                   |
| III. 특허분석을 통한 지식변화전망       |                          |

## 국 문 요 약

본 연구에서는 기술전망과 특허분석에 기반하여 새로운 지식의 등장에 대한 미래숙련수요 분석방법론의 개발을 도모한다. 이차전지산업을 대상으로 하여 특허분류 기반 지식단위를 추출하고, 이러한 지식단위가 향후 이차전지 산업의 패러다임 전환에 대응하여 어떻게 변화하는가를 고찰하였다. 나아가 이에 기반하여 현행 관련 교과목에 대한 진단을 수행하고, 교과과목의 개선 필요사항을 제시하였다. 이러한 본 연구는 미래숙련수요 분석에 특허정보분석이 어떻게 활용될 수 있을지를 보임으로써, 특허정보분석의 활용도를 높이는 한편 미래숙련수요 분석방법론의 진전을 도모하고자 하였다.

핵심어 : 미래숙련수요, 지식단위, 특허정보분석, 이차전지, 교과과정분석

※ 논문접수일: 2011.10.25, 1차수정일: 2011.11.16, 게재확정일: 2011.12.19

\* 한국직업능력개발원 미래인재연구실 연구위원, g.hwang@krivet.re.kr, 02-3485-5268

\*\* 과학기술연합대학원대학교, 석사과정, sw@kisti.re.kr, 02-3299-6150

\*\*\* 한국과학기술정보연구원 선임연구원, cohby@kisti.re.kr, 02-3299-6039, 교신저자

## ABSTRACT

---

This study attempts to develop an analysis method on future skills needs for emerging new knowledge on the basis of technology outlook and patent analysis. It will extract knowledge base of patent classification for secondary battery, and will demonstrate that the density and centrality of knowledge base can be changed according to the paradigm shift of battery industry. Furthermore, on the basis of that, it will execute diagnosis on current related curriculum and present necessary improvement items of curriculum. This study tries not only to raise the utilizing level of patent analysis by demonstrating how patent analysis is used in future skills needs analysis, but also to advance the analysis method for future skills needs.

Key Words : Future Skills Needs, Knowledge Base, Patentometrics, Secondary Battery, Diagnosis of Curriculum

---

## I. 머리말

본 연구는 기술혁신의 진행에 따라 향후 제기될 새로운 숙련에 대한 수요에 주목하고자 한다. 미래 숙련에 대한 전망으로서 통상의 숙련수요변화가 이미 발생하였거나 발생중인 것을 분석 혹은 ‘해석’하는 것에 비하여, 본 연구에서는 기술혁신에 따른 미래숙련수요에 대응한 인력양성방안을 모색하는데 의의가 있다.

요구되는 미래숙련수요분석은 숙련수요의 구체적 내용이 담겨야 할 것이며, 이는 기존의 양적 인력수급전망과 차별성을 가지는 질적 전망이라 할 수 있을 것이다. 통상적으로 이러한 질적인 전망은 전문가 패널회의 등에 의한 분석에 의해서 수행되는데(황규희 외, 2011a), 이러한 분석은 검증 가능성에 대한 취약성을 가진다는 지적이 제기될 수 있다. 이에 대하여 본 연구에서는 특허정보라는 구체적이고 계량적인 근거를 가지고 검증 가능한 질적 분석을 도모하고자 한다. 이를 또 다른 양적 접근이라 할 수도 있을 것이며, 특허정보를 이용하더라도, 관련 전문가에 의한 해석 및 교과과정과의 연계가 들어간다는 측면에서는 제한적인 양적접근이라고 할 수도 있을 것이다.

먼저 2장에서는 특허정보분석을 통한 미래숙련수요 분석 가능성을 이론적 수준에서 검토한다. 지식이론 및 지식네트워크에 대해 논의하며 특허 정보 분석을 통한 미래숙련수요 분석가능성을 논의한다. 3장에서는 이차전지를 대상으로 특허정보 분석을 통한 지식변화전망을 도출한다. 먼저 이차전지에 대한 기술을 검토하며, 요소지식이 어떻게 반영되고 있는지 살펴보고, 특허를 통한 요소지식분석을 통해 지식단위의 요소지식 적합성을 분석한다. 이어 4장에서는 이러한 분석결과를 교과과정 분석에 적용해보며, 본 연구에서 수행한 특허정보 분석을 통한 지식변화전망과 숙련수요 분석관의 연계를 도모한다. 결론에서는 본 연구의 특허정보분석을 통한 미래숙련수요 분석의 성과와 한계, 향후 연구방향에 대해 검토한다.

## II. 특허정보를 통한 미래숙련수요 분석 가능성

### 1. 기존 연구 검토와 미래숙련수요 분석의 필요성

기술혁신과 숙련변화에 대한 논의는 이론적 주제일 뿐 아니라 실천적 과제이다. 기술발전에서 숙련변화가 결과일 뿐만 아니라 기술변화를 촉구하는 매개체가 되기도 하는 가운데(고전적

으로, 새로운 기술의 채용을 위해서는 적절한 수준의 인력이 마련되어야 한다는 Nelson and Phelps(1965)의 적응가설(adaptation hypothesis)과 기술변화에 대응한 고숙련노동자가 요구된다는 Griliches(1969)의 보완가설(complementarity hypothesis), 선진각국을 중심으로 기술혁신의 진행에 따라 향후 제기될 새로운 숙련에 대한 분석을 요구하나, 이에 대한 구체적 근거나 이론적 논의보다는 정책적 필요가 제기되는 수준이다. Perez(1983)는 새로운 기술의 발생과 확산에서의 제도와 환경의 변화에 주목하며 인적자원을 기술 확산 촉진의 핵심 환경요소 중 하나로 간주하고 기술발전에 수반한 숙련변화가 병행될 필요가 있다고 주장하나, 구체적으로 무엇을 어떻게 해야 할 것인지를 제시한 것은 아니다.

선진 각국은 새로운 산업의 등장에 따른 새로운 직업의 등장이나 새로운 숙련에 대한 대안을 모색하고 있으며, 유럽직업훈련연구소(CEDEFOP) 등을 중심으로 미래숙련 수요에 대한 논의가 지속적으로 진행되고 있으나(CEDEFOP, 2008), 미래 숙련수요의 질적 전망 혹은 미래 숙련수요의 구체적 내용 등은 만족스럽지 못하다. 기존의 숙련 분석이 노동시장정보(Labor Market Information)에 집중하고 있는데, 이는 추세적인 정보를 활용하는 것으로서 현재 및 현재 기반 가까운 미래에 대한 분석에는 유용하나, 추세적인 정보를 넘어선 새로운 지식의 등장 등에 대한 분석에 한계가 있다. 통상적인 인력수급전망이 산업별, 직종별 양적 수요변화 전망을 주축으로 삼고 있는 가운데, 공통적으로 나타나는 한계이기도 하다.

## 2. 지식이론과 숙련

미래숙련수요 분석에 앞서 숙련 개념에 대한 검토가 필요하다. 본 연구에서의 숙련은 기술 및 기능을 포괄하며 지식과 상호 호환되는 개념으로 사용하고자 한다. 이때의 지식은 명제적 지식(propositional knowledge)보다는 능력으로의 지식(knowledge as competence)과 직간접 경험을 통한 익숙함으로의 지식(knowledge as acquaintance)에 주목한다.<sup>1)</sup>

능력으로의 지식 및 경험적 지식에 초점을 둘 때, 현대 과학기술을 중심으로 지식생산방식

1) 능력 혹은 경험적 지식 이외에, 초월적 지식 및 논리적 지식의 영역이 있으며 이는 명제적 지식(propositional knowledge)과 밀접하다. 인식론적 차원에서 지식은 다음의 세 가지로 분류될 수 있다(Balconi et al., 2007: 6-7). 첫째, 지식은 단순한 행동부터 복잡한 인지 행동, 이를테면 단순한 망치 사용에서 복잡한 언어 구사까지, 어떤 행위를 할 수 있는 능력을 의미한다(knowledge as competence). 둘째, 지식은 과거의 경험을 통해 어떤 사물이나 사람을 알게 되는 경우, 예를 들어 자주 만나는 사람의 얼굴을 기억하는 것과 같이 친숙한 행동이기도 하다(knowledge as acquaintance). 셋째, 명제적 지식(propositional knowledge)의 개념이 있다. 이는 어떤 정보를 갖고 있을 때 이것을 수정해야 할 필요성을 인식함을 의미한다. 이는 고등 동물로서 인류가 갖고 있는 고유 특성이라 할 수 있을 것이다.

의 변화를 분석한 Gibbons et al.(1994)의 논의 및 이의 발전에 대한 검토는 유용하다. Gibbons et al.은 전통적 방식의 지식생산을 Mode 1 지식, 전통적 지식생산의 전환으로의 새로운 방식의 지식생산을 Mode 2 지식이라 하며, 지식 생산방식의 전환을 논의하였다. Mode 1은 특정 영역(discipline) 내에서 이루어지는 지식형성을 지칭하는 한편, Mode 2는 영역간의 교차(inter-disciplinarity 혹은 trans-disciplinarity)에 의해 이루어지는 지식형성을 지칭하는 것이다. Nowotny et al.(2003)은 Mode 1 지식생성은 학제 간 분리에 기반한 기존 과학기술의 발전인 반면, Mode 2 지식생성은 새로운 지식 생산의 패러다임으로 간주하였다.

빠른 기술진보속에 Mode 2 타입 지식도 확대하고 있다. 기존 지식의 재구조화만으로는 충분하지 않으며 지속적인 지식생성을 요구한다. 이때 이러한 지식생성은 융합지식의 성격이 강화되는데, 이에 대한 대응으로 융합된 지식을 흡수만으로는 제한적이다. 지속적인 지식융합과정에 참여할 수 있어야 할 것이기 때문이다.

### 3. 지식네트워크와 특허 정보 분석

Saviotti(2004, 2007)는 지식형성과 지식활용에 있어서 지식은 다음 두 가지 속성을 가진다고 여긴다: (P1) 지식은 상호연계적인 구조이다(co-relational structure); (P2) 지식은 검색적/해석적인 구조이다(retrieval/interpretative structure).(이에 대한 상세한 검토는 황규희 외(2011) 참조) 이러한 지식의 속성은 지식을 (지식) 네트워크로 표상될 수 있도록 하며(Saviotti, 2009: 25-26), 이러한 지식네트워크의 변화과정은 지식과정 혹은 지식의 동학을 보이고 '신기술의 등장' 및 근래의 '지식 융합성' 등도 이러한 지식네트워크로 분석될 수 있게 한다.

특허정보는 이러한 지식네트워크에 대한 분석을 구현시킬 수 있다. 즉, 특허 정보를 계량화하고 구조화함으로써 지식의 발전과 구조를 파악하는 것이 가능하게 된다. 논문, 특허 등에 잠재되어 있는 정보의 구조는 연구개발 활동 및 관련 지식의 구조를 파악하는데 중요한 "proxy meter"로서의 역할을 할 수 있는 것이다.

통상적으로 숙련수요는 기술혁신과정에 후행한다고 볼 수 있기 때문에, 기술혁신의 산출물인 특허정보를 분석하게 되면 미래숙련수요 분석의 단초를 제공할 수 있다고 여기며, 본 연구에서는 2020년 이후 자동차용 및 에너지저장장치용 이차전지에 대한 숙련수요가 발생할 것으로 전망하는 가운데 이러한 미래숙련수요에 필요한 요소지식을 현재의 관련 특허정보에서 추출할 수 있고 이에 기반한 교과과정 분석이 유의미할 수 있음을 보인다.<sup>2)</sup>

2) 다만, 이러한 본 연구의 결과가 여타 기술부문에도 작용가능 할 것인지에 대한 일반화 가능성을 본 연구에서 확답할 수는 없으며, 후속연구에서의 검증이 요청될 것이다.

### III. 특허분석을 통한 지식변화전망

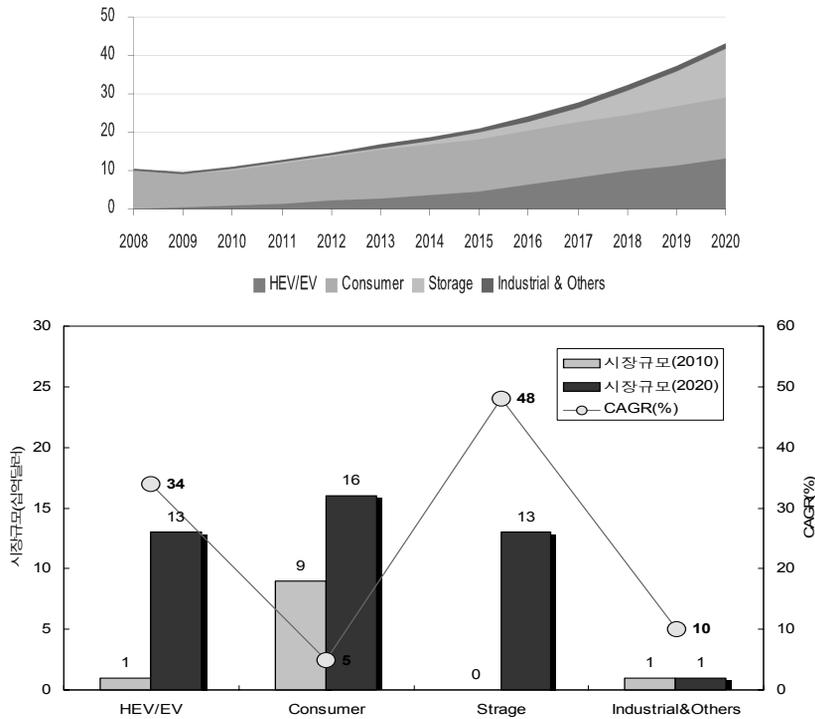
#### 1. 분석대상으로서의 이차전지

전지란 전기화학적 산화, 환원 반응에 의해 화학에너지를 전기에너지로 변환하는 장치로서, 현재까지 나온 일반적인 전지는 이온체의 공급, 수용체인 양극과 음극의 활물질과 이들을 분리하는 분리막, 이온전달의 매개체인 전해질로 구성되어 있다. 이러한 전지는 크게 일차전지, 이차전지, 연료전지로 분류할 수 있는데, 본 연구는 이중에서 이차전지에 집중한다.

이차전지의 사용은 자동차 기초전원용 등으로 사용되는 납축전지를 제외하면, 1960년대에 양산기술이 확립된 니켈카드뮴(Ni-Cd) 전지로부터 일반화되기 시작하였다. 니켈수소(Ni-MH) 전지, 리튬이온(Li-ion) 전지, 리튬폴리머(Li-ion polymer) 전지 등이 최근 이차전지의 주요 제품군이다. 니켈수소 전지는 1990년대부터 상용화된 전지로 특히 현재 양산되는 하이브리드 자동차에 채용됨으로써 각광을 받고 있다. 이와 비슷한 시기에 상용화된 리튬이온전지는 리튬금속을 전극에 도입하여 높은 에너지밀도를 실현하고 메모리 효과가 없는 등 전지성능이 향상되고 경량화, 소형화가 가능하게 되었으나, 안정성의 문제로 보호회로 채용 등의 부가적인 장치가 필요한 것이 단점이다. 리튬 폴리머 전지는 여기에 폴리머 물질로 액상의 전해질을 대체한 것으로 안정성과 가공성이 좋으나, 아직 리튬이온전지에 비해 체적에너지밀도가 떨어지고, 제조공정이 복잡하여 가격이 높은 가운데 2020년경에는 상용화가 예상되고 있다. 이보다 더 발전된 2차전지로 리튬폴리머(Li polymer), 리튬황(LiS), 리튬금속(Li-metal) 2차 전지는 2030년 상용화가 예상된다.

현재 전 세계적인 경기둔화세에도 불구하고 이차전지 시장 성장세는 지속적으로 이어지고 있는바, 기존의 휴대폰, 노트북 등의 컨슈머(Consumer) 시장수요의 회복과 더불어 전기(하이브리드) 자동차(HEV, EV, PHEV; xEV) 및 에너지 저장 시스템(Energy Storage Sytem; ES S<sup>3</sup>)에 대한 기대가 크게 증대하고 있다. IIT(International information technology)의 사용처별 예측결과를 보면, 현재까지 시장타겟은 IT 제품이 주를 이루고 있지만, 이후 수송용 이차전지시장이 급격히 증가하며 에너지저장 시장 또한 2020년을 기점으로 증가할 것으로 전망하고 있다. J.P.Morgan도 유사하게, 수송용 이차전지시장의 확장과 함께 에너지저장 시장이 2020년에 급격히 증가할 것으로 전망한다.

3) 과잉 생산된 전력을 저장해두었다가 전력부족이 우려될 때 방전하여 전력 수급을 안정화하는 역할을 하는 장치



(그림 1) J.P.Morgan사의 리튬이온전지 시장전망(단위 : \$10억)

자료: 각사, J.P.Morgan 추정, AmAdee+COmPANY(2011)에서 재구성

## 2. 이차전지 기술과 관련 지식

### 1) 휴대용 배터리

휴대용 배터리에서 요구되는 소재기술이 전기자동차 및 대용량 에너지 저장장치에서 개발되고 있는 소재기술 자체에 대하여 근본적인 차별성을 가지는 것은 아닐지라도, 휴대용 배터리 기술은 후방산업의 소재기술과 전방산업의 제품화에 적합한 부피최소화에 맞추어져 있다. 특히, 휴대폰과 같은 휴대기기가 기존의 PDA, MP3, 노트북 등을 대체하며 보다 많은 에너지를 필요로 한다. 휴대기기의 에너지 밀도를 향상시키기 위해서는 소재기술의 핵심인 전극물질(HO1M004)<sup>4)</sup>의 기술 확보가 필요하며 관련된 지식은 화학, 화학공학의 전기화학을 기초로 한 재료 공학적인 지식이 요구된다.

개발된 전극물질 및 전해질 등을 접합하여 배터리를 제조하기 위해서는 대량생산공정기술

4) 이하의 코드는 국제특허분류(IPC) 7 자리 코드이다.

개발이 요구된다. 대량생산공정(2차전지 제조공정, H01M010)은 대부분 장치산업이기 때문에 제어계측과 같은 자동화기기 관련 지식이 필요하다. 대부분 배터리 핵심소재개발을 위해서는 화학, 화공, 재료 등의 기술을 요구하고 있지만 시제품을 제조하고 이를 대량생산하기 위해서는 자동화기기에 대한 지식이 필수적이다. 또한 대량생산공정에서 발생될 수 있는 품질관리를 위해서는 통계학적인 접근이 요구되기 때문에 이에 대한 배경지식도 필요하다.

휴대기기의 제품화를 위해서는 제조된 배터리를 관리하고 제어하는 기술이 요구되며 특히, 소형화, 두께 최소화가 이슈인 휴대기기에서는 각종 회로설계 기술(급전회로장치, H02J007)과 배터리 단자 및 주변부품과의 구조, 외장, 전기배선 등(H01M002)에 대한 지식이 요구된다. 요구지식은 전기전자와 같은 회로관련 지식과 전류, 전압과 같은 전기적 특성을 정밀하게 분석할 수 있는 기술(전기적 특성측정, G01R031)이 필요하다. 기존의 NiCd, NiMH, 리튬이온전지의 경우 전류변화에 따른 전압변동이 거의 일정하지만 리튬이온폴리머의 경우 전류량에 따라 전압이 변동되기 때문에 전기적인 특성관리가 보다 중요한 기술에 속한다.

## 2) 전기자동차용 배터리

전기자동차용 배터리 개발에 요구되는 기본적인 기술도 앞서 휴대용 배터리에서와 마찬가지로 에너지 밀도(Wh/kg, Wh/L)를 지속적으로 향상시키는 것이다. 나아가, 리튬이온전지의 한계를 뛰어넘을 수 있는 전고체전지 및 금속-공기전지 등의 혁신적인 전지기술개발이 필요하다.

현단계 전기자동차의 기술트렌드는 납축전지, 보조전원, 대용량 전원 등의 배터리 용량 5~50Ah 기술을 발전시키는 것이다. 전기자동차의 경우 대용량 전류가 필요하기 때문에 휴대용 배터리기술과 직접 공유하는 것은 무리가 있으나, 일부 기술 영역은 공유된다. 전기자동차 기술을 위한 지식은 소재기술과 더불어 차량에 적합한 구조 및 전원 제어 기술, 대용량 배터리 제어·설계 기술 등이 요구된다.

새로운 개념의 차세대 배터리(NiS, Li-Metal)를 개발하기 위해서는, 휴대용 배터리 소재기술과 마찬가지로 전극물질(H01M004), 대량생산을 위한 2차전지 제조공정(H01M010), 충방전 기술이 요구되는 급전회로장치(H02J007), 외장, 단자, 구조 등 주변부품(H01M002) 기술이 기본적으로 필요한 한편, 휴대기기와는 달리 전기자동차에 사용되는 배터리는 300V이상의 고전압을 사용하기 때문에 하네스와 같은 전기적인 배선과 단자의 커넥터 등의 기술(차량용 전기회로, B60L011) 지식이 추가적으로 필요하다.

또한 전기자동차의 경우 겨울, 여름에 전력소비가 증가하여 자동차에서 가장 중요한 연비성능(1충전 주행거리)이 저하되는데, 이를 개선하기 위해서는 열유체의 기계공학 지식(냉각시스템 설계, B60K011)이 요구되며 소비전력을 최소화하기 위한 각 전기전자부품의 모니터링 기

술(차량전기장치 동작 모니터링, B60L003)이 필요하다. 수백kW에 해당하는 배터리를 차량에 탑재하기 위해서는 진동, 충격 등에 견딜 수 있는 구조설계(B60K001)도 필수적이며 하이브리드자동차, 플러그인하이브리드자동차, 연료전지자동차의 경우 하이브리드 전원 구조설계(B60K006) 및 제어기술(B60W010) 관련 지식이 요구된다.

### 3) 에너지저장장치(Energy Storage System, ESS)

에너지저장장치 시장의 본격적인 시장은 시장대동기로, 현재 각국의 업체와 정부를 중심으로 모델 실증 및 검증이 이루어지고 있다. Pike Research의 보고에 의하면 2010년 에너지저장장치는 총 850MW가 보급되었으며, 이중 전력계통용 에너지저장장치가 80%에 해당하며 서비스용 에너지 저장장치가 20% 시장을 형성 중이다. 2010년 전력계통용 에너지저장장치(678MW)의 지역적인 보급상황을 보면, 미국에 전세계 시장의 78%가 보급되어, 에너지저장 분야의 초대 시장을 형성하고 있으며, 전력계통용 에너지저장장치의 용도별로는 부하평준화(Load leveling)용이 44%, 신재생에너지용이 56%를 차지한다. 양수발전을 제외한 에너지저장 기술로는 압축공기에너지저장(Compressed air energy storage; CAES) 67%, NsS전지 24%, 플로우전지가 9%를 점유하고 있다.

이산화탄소 배출 저감 및 화석연료 의존도를 저감하기 위해서 전 세계적으로 에너지저장장치의 산업화 및 보급은 급속도로 전개될 전망이다. 특히 전락품질 향상, 전력망 안전화, 신재생에너지의 효율적 운용 등에 관련된 다양한 시장이 형성될 것으로 예측된다. 이러한 에너지저장장치의 원천기술은 기본적으로 에너지저장방식(H02J015)에 대한 기술이 필요하며, 휴대용 배터리, 전기자동차와 같이 소재기술에서의 전극물질(H01M004), 대량생산을 위한 2차전지 제조공정(H01M010), 충방전기술이 요구되는 급전회로장치(H02J007), 외장, 단자, 구조 등 주변부품(H01M002) 기술이 또한 필요하다. 한편, 전기자동차와는 달리 부피에 대한 제한이 없기 때문에 구조적인 설계에 대한 지식은 다소 낮은 편이나 DC-DC 컨버팅(H02M003), AC-DC 컨버팅(H02M007), 교류간선/배전망 회로장치(H02J003) 등과 같은 전장관련 전력계통에 해당하는 대한 전기전자 기술 지식이 요구된다.

### 3. 특허분석을 통한 지식변화 전망

미래숙련수요를 전망하기 위해서는 관련 필요지식에 대한 분석이 요구되는데, 여기에서는 앞서 2장에서 논의한대로 특허분석을 통해 미래숙련수요를 파악하였다. 특히 특허의 IPC 분류코드를 요소지식을 파악하는 proxymeter로 사용하였다.

1) 지식단위<sup>5)</sup> 추출

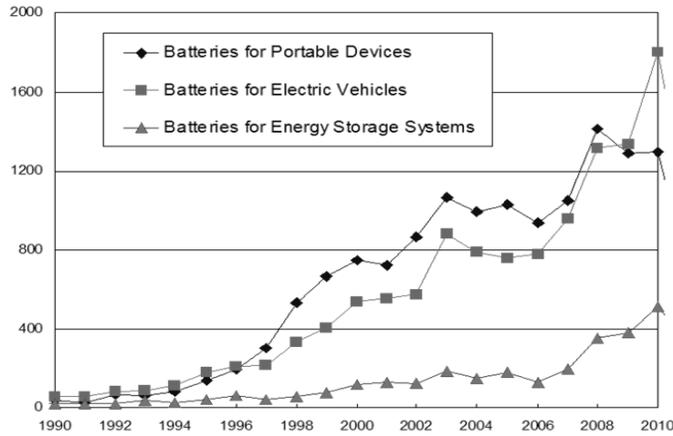
Thomson Reuters DWPI(Derwent World Patent Index) DB를 이용, 이차전지 관련 특허가 출현하는 1974년부터 2010년까지의 이차전지관련 등록 특허 및 공개 특허신청(심사/미심사)를 추출하였다. 용도별 특허 추출을 위해 휴대기기용 이차전지(D1), 전기차용 이차전지(D2), 에너지 저장 장치용 이차전지(D3)에 대해 각각의 검색식을 사용하였고 해당분야 전문가의 자문을 거쳐 정확도를 검증하였다. 추출한 특허군의 기초정보는 다음과 같다.

〈표 1〉 특허군의 기초정보

항목	휴대기기용 이차전지 관련 특허군(D1)	전기차용 이차전지 관련 특허군(D2)	에너지 저장장치용 이차전지 관련 특허군(D3)
기간	1968년 ~ 2010년		
검색식 (※IPC에 H01M 10/XX(2차전자; 그의 제조)코드가 포함되어 있는 특허로 제한)	(battery OR batteries).ti. AND H01M010*.ipc. AND (pcs OR portabl* OR wireless OR cellular* OR mobile* OR cordless* OR notebook* OR phone* OR telephone* OR PDA OR laptop*).tx.	(battery OR batteries).ti. AND("BEV" OR "PHEV" OR "HEV" OR "EV" OR "electric vehicle*" OR automobile* OR automotive* OR car OR cars OR vehicle*).tx. And h01m010*.ipc.	(battery OR batteries).ti. AND("energy storage" OR "power storage" OR ((backup OR grid) AND (energy OR power)).tx. AND H01M010*.ipc.) NOT (pcs OR portabl* OR wireless OR cellular* OR mobile* OR cordless* OR notebook* OR phone* OR telephone* OR PDA OR laptop*).tx.)
개수	14,451	13,457	3,649

특허군 별 이차전지 관련 특허 수의 추세를 살펴보면, 휴대기기용 이차전지 관련 특허 수는 90년대 후반~2000년대 초반의 빠른 증가 이후 2000년 후반부터 증가속도가 둔화되고 있다. 이는 휴대기기용 이차전지 관련 기술이 이미 성숙기에 들어섰음을 시사하고 있다. 전기차용 이차전지 관련 특허 수는 90년대 후반부터 지속적인 증가 추세에 있으며, 기술전망에서 2020년경 본격적인 상용화가 이루어질 것이라는 예측을 뒷받침한다. 에너지 저장장치용 이차전지 관련 특허 수는 타 용도의 특허군보다 전체적으로 낮은 빈도를 나타내나, 2000년대 중반부터 증가세가 가속화되고 있다. 아직 본격적인 기술의 성장이 나타나는 것은 아니며, 2020년 이후 본격적으로 상용화가 이루어질 것으로 여겨진다.

5) DWPI DB에서는 추출된 IPC 7자리 분류코드를 이차전지 기술에서 요구되는 요소지식을 효과적으로 표현할 수 있는 단위로 간주하였고, 이를 지식단위(Knowledge Base)로 표현하였다. 또한 이러한 지식단위의 연계를 지식네트워크로 보기로 한다.



(그림 2) 특허군의 연도별 추세

주) 1990년 이전의 이차전지 관련 특허는 그 수가 작아 차트에 표기하지 않음.

## 2) 지식단위의 비중 및 집중도

본 연구에서는 국제특허분류(International Patent Classification, 이하 IPC) 코드를 이용하여, 휴대기기용 이차전지-전기차용 이차전지-에너지 저장장치용 이차전지 사이에서 요구되는 지식의 차이를 식별한다. DWPI DB에서는 추출된 IPC 7자리 분류코드를 2차전지 기술의 세부 기술군을 효과적으로 표현할 수 있는 단위로 간주하였고, 이를 지식단위(Knowledge Base)로 표현하였다. 이차전지 관련 기술의 지식단위 중 핵심지식단위는 제조공정, 전극물질, 외장부품 등으로서, 이들의 비중은 휴대용에서 65%, 전기차용에서 53%, 그리고 에너지 저장장치용에서는 35%를 나타내고 있다.<sup>6)</sup> 각 특허군별 지식단위의 비중의 나타내는 아래의 표는 해당 용도별 요소지식의 차이를 보인다. 자세한 내용은 <표 2>와 같다.

6) 지식단위 비중은 관련 특허내 전체 IPC코드내 해당 IPC코드의 비중을 의미한다.

〈표 2〉 특허군 별 지식단위 비중

IPC 7자리 분류코드	코드해석(지식단위)	지식단위의 비중		
		휴대용 (D1)	전기차용 (D2)	에너지 저장장치용 (D3)
H01M010	2차전지제조공정	36.4	33.0	18.2
H01M004	전극물질	14.7	8.8	9.6
H01M002	외장, 단자, 구조 등 주변부품	12.0	11.2	7.6
H02J007	급전회로장치	9.4	9.2	9.7
H01M006	1차전지	4.0	2.3	2.5
G01R031	전기적특성측정	2.3	4.6	1.6
H04M001	포터블디바이스 콘트롤인터페이스	1.1	0.0	0.3
G06F001	디지털 신호처리	1.0	0.1	0.6
C01B031	탄소소재	0.9	0.4	0.6
H02H007	비상보호회로장치	0.7	0.3	0.5
C01G053	니켈화합물소재	0.6	0.4	0.3
H01G009	콘덴서 제조방법	0.6	0.7	2.0
H01B001	고분자전해질	0.6	0.3	0.6
H02J009	비상전원설비	0.4	0.1	1.7
H01M008	연료전지	0.3	0.7	1.5
B60L011	전기적추진장치	0.3	4.5	2.0
G01R019	전압/전류 측정기기	0.2	0.6	0.2
H01M012	혼성전지제조	0.2	0.2	0.6
H01M016	혼성전지제조	0.2	0.2	0.5
H02M003	DC-DC 컨버팅	0.2	0.2	0.5
H02J001	직류회로장치	0.2	0.2	0.5
H01L031	반도체 태양전지	0.2	0.1	0.8
B60R016	차량용 전기회로	0.1	2.1	0.7
B60L003	차량전기장치 동작 모니터링	0.1	2.4	0.3
B60K001	구조설계	0.1	1.4	0.8
H02M007	AC-DC 컨버팅	0.0	0.1	0.7
B60K006	하이브리드전원 구조설계	0.0	1.1	0.8
H02J003	교류간선/배전망 회로장치	0.0	0.1	1.8
H02J015	에너지저장방식	0.0	0.0	1.6
B60W010	하이브리드차량의 제어시스템	0.0	0.9	0.5
B60W020	하이브리드차량의 제어시스템	0.0	0.9	0.5
F21S009	전원내장조명장치	0.0	0.0	0.6
B60K011	냉각시스템설계	0.0	0.6	0.1

3대 핵심 지식단위를 살펴보면, 전체적으로 비중이 높으나 전기차용, 에너지 저장장치용으로 용도가 이동하면서 그 비중이 급격히 낮아지고 있다. 또한, 휴대용(D1)에서는 비중이 높지 않으나 전기차용, 에너지 저장장치용에서 비중이 증대하는 지식단위로는 설계, 전기 장치, 제어, 전원 설비 관련 지식들이 있다. 휴대기기용에서 전기차용으로, 전기차용에서 에너지 저장장

치용으로 용도가 이동함에 있어 비중이 지속적으로 증가하는 지식단위는 명확하지 않은데, 이는 에너지 저장장치용 특허가 아직 본격적으로 출원되지 않은 것과는 관련이 있다고 여겨진다.

이러한 분포는 이차전지의 사용 확대에서, 관련 지식네트워크의 다양성 증대, 특정 지식단위의 집중도 저하, 지식단위의 융합 확대 등을 암시한다고 해석된다. 분포 특성에 대해서는 허핀달-허쉬만 지수(Herfindal-Hershman Index)를 응용하여 정량적인 판정을 할 수 있다. 원래 허핀달-허쉬만 지수는 시장집중도를 나타내는 하나의 지표로서, 시장내 모든 사업자의 각 시장점유율( $s_i$ , %)을 제공하여 합한 값을 말한다.

$$H = \sum_{i=1}^N s_i^2$$

이러한 허핀달-허쉬만 지수(Herfindal-Hershman Index)는 특허분석에서 기술 다양성에 대한 판별기준으로 사용되기도 하였으며, 본 연구에서는 지식네트워크 내 지식단위의 다양성에 대한 판별기준으로 확장한다. 즉, IPC코드에 의한 허핀달-허쉬만 지수가 높으면 지식네트워크의 다양성이 낮은 것이며, 낮으면 지식네트워크의 다양성이 높은 것으로 해석한다.<sup>7)</sup> <표 3>에서 보면, 기실현된 휴대용 배터리에 비하여, 전기자동차용 배터리와 에너지저장장치용 배터리에서의 HH 지수가 작아짐을 통하여, 지식네트워크의 다양성이 증대함을 알 수 있다. 구체적으로 D1에서는 종래의 3대 지식단위의 비중이 높은 반면, D2에서는 기계분야, D3에서는 전장분야로 다양성이 확대된다.

<표 3> 특허군 별 HH 지수

	휴대용(D1)	전기자동차용(D2)	에너지저장장치용(D3)
본격 상용화 예상	기 실현	2020 전후	2020 이후
HH 지수	1800	1445	613

### 3) 지식단위의 네트워크 중심성

지식단위의 비중과 더불어 중요한 지표중의 하나인 중심성을 파악하기 위하여 네트워크 분석을 수행하였다. 앞서 추출한 지식단위의 동시출현(Co-occurrence) Matrix를 작성하고, SNA(Social Network Analysis) 프로그램을 활용하여 이에 대한 네트워크 중심성을 분석하였다. 중심성을 분석하는 방법은 한 점에 연결된 다른 점들의 수를 측정하는 연결정도 중심성

7) 이 지수의 최고값은 10,000(100×100)인 가운데, 미국 법무부와 연방준비제도이사회(FRP)에서는 시장집중도의 판단기준으로서 허핀달-허쉬만 지수가 1,000 미만이면 비집중적인 시장, 1,000에서 1,800 사이이면 어느 정도 집중적인 시장, 1,800을 초과하면 고도로 집중적인 시장으로 분류하고 있다. 본 연구에서는 다양성의 상대적 수준을 보이는 것으로 간주된다.

(Degree of Centrality), 한 점이 다른 노드들 간의 네트워크를 구축하는데 중계자 혹은 브릿지 역할을 측정하는 매개 중심성(Betweenness Centrality), 한 점에서 다른 점에 얼마만큼 가깝게 있는가(distance)를 측정하는 근접중심성(Closeness Centrality) 등이 있다<sup>8)</sup>. 예로서 <표 4>는 특허군별 근접중심성<sup>9)</sup>을 보인 것으로서, 네트워크에서 각 노드간의 거리의 개념을 이용하여 최단거리의 합을 구하고 전체 네트워크에서 가장 중심이 되는 노드를 찾는다.

$$\text{상대적 근접중심성} = \frac{(\text{노드수} - 1)}{(\text{두노드간거리의합})}$$

- 범위 :  $0 \leq \text{근접중심성} \leq 1$

<표 4> 특허군 별 IPC 분류코드 7자리의 Closeness Centrality

IPC 분류코드 7자리	코드재해석	D1	D2	D3
H01M010	2차전지제조공정	0.98	0.98	0.56
H01M004	전극물질	0.62	0.60	0.46
H01M002	외장, 단자, 구조 등 주변부품	0.66	0.65	0.47
H02J007	급전회로장치	0.61	0.61	0.50
H01M006	1차전지	0.61	0.58	0.44
G01R031	전기적 특성 측정	0.54	0.55	0.41
H04M001	포터블디바이스 콘트롤인터페이스	0.54	0.51	0.39
G06F001	디지털 신호처리	0.53	0.51	0.41
C01B031	탄소소재	0.51	0.51	0.38
H02H007	비상보호회로장치	0.52	0.52	0.40
C01G053	니켈화합물소재	0.51	0.51	0.37
H01G009	콘덴서 제조방법	0.54	0.53	0.44
H01B001	고분자전해질	0.54	0.53	0.38
H02J009	비상전원설비	0.52	0.51	0.42
H01M008	연료전지	0.53	0.54	0.43
B60L011	전기적 추진 장치	0.52	0.60	0.44
G01R019	전압/전류 측정기기	0.51	0.52	0.39
H01M012	혼성전지제조	0.51	0.51	0.40
H01M016	혼성전지제조	0.51	0.51	0.41
H02M003	DC-DC 컨버팅	0.51	0.51	0.40
H02J001	직류회로장치	0.51	0.51	0.42
H01L031	반도체 태양전지	0.51	0.51	0.42
B60R016	차량용 전기회로	0.51	0.56	0.41
B60L003	차량전기장치 동작 모니터링	0.51	0.55	0.41

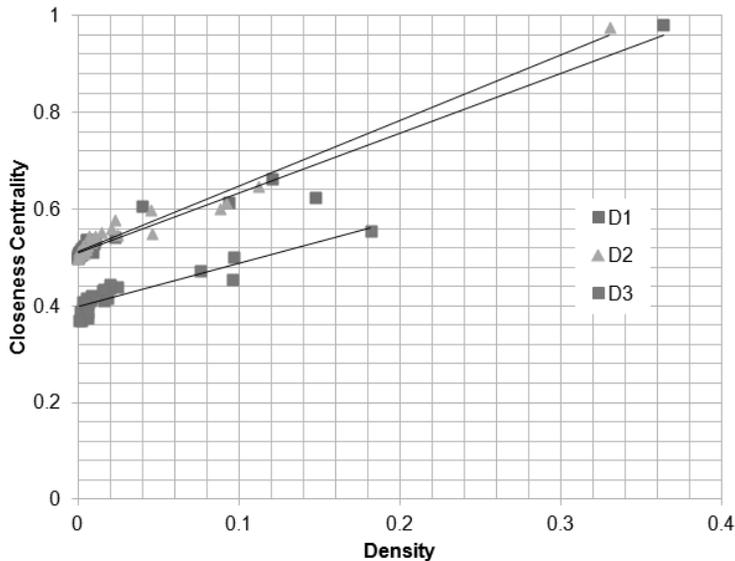
8) 중심성 이외에, 집중도(Centralization)도 많이 이용된다. 이에 대한 세부 논의는 손동원(2002: 93-114)을 참조하시오.

9) 전체 네트워크에서 정보, 권력, 영향력, 사회적 지위의 확보와 접근이 쉬운 노드를 찾을 수 있다.

〈표 4〉 특허군 별 IPC 분류코드 7자리의 Closeness Centrality(계속)

IPC 분류코드 7자리	코드재해석	D1	D2	D3
B60K001	구조설계	0.51	0.55	0.41
H02M007	AC-DC 컨버팅	0.50	0.51	0.41
B60K006	하이브리드전원 구조설계	0.51	0.54	0.42
H02J003	교류간선/배전망 회로장치	0.51	0.50	0.42
H02J015	에너지저장방식	0.51	0.50	0.43
B60W010	하이브리드차량의 제어시스템	0.50	0.54	0.40
B60W020	하이브리드차량의 제어시스템	0.50	0.53	0.40
F21S009	전원내장조명장치	0.50	0.50	0.39
B60K011	냉각시스템설계	0.50	0.52	0.37

(그림 3)은 D1, D2, D3 특허별 지식단위의 비중과 근접중심성 지수를 도시한 결과이며, D1, D2, D3의 경우 모두 선형성이 매우 높음을 알 수 있다. 비중과 근접중심성간의 상관계수 (R2)가 통계적으로 유의한 가운데(유의수준 0.1%), 0.9이상의 값을 보이고 있다(〈표 5〉). 또한 (그림 3)은 주변기술과 핵심기술의 경계를 보이는데, D1과 D2에 비하여 D3는 이러한 경계가 상대적으로 약한 것으로 나타난다.



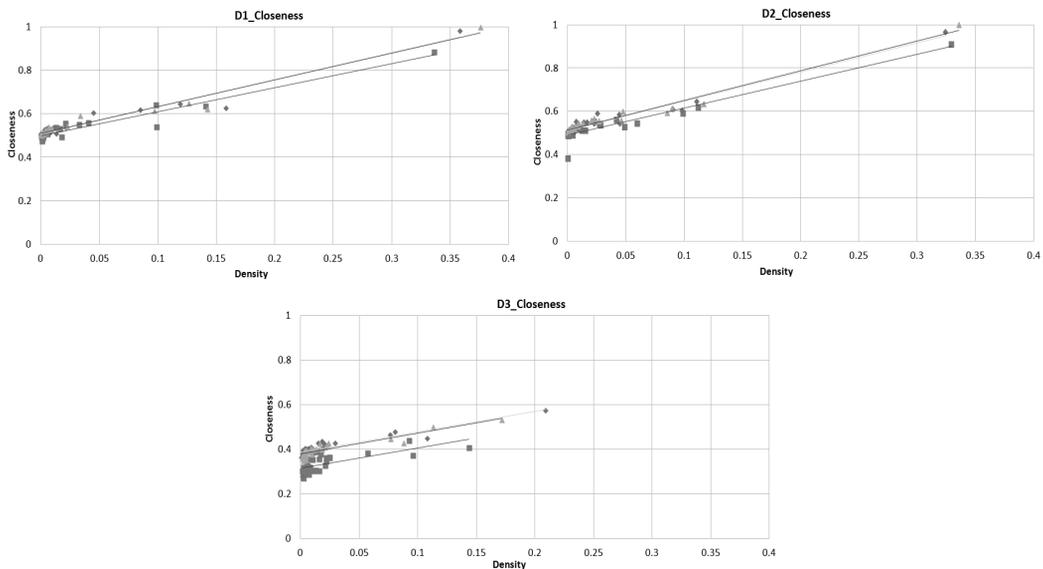
(그림 3) 지식단위의 비중과 중심성간 상관관계

〈표 5〉 지식단위의 비중과 중심성간 상관계수

	D1		D2		D3	
	연결정도중심성	근접중심성	연결정도중심성	근접중심성	연결정도중심성	근접중심성
비중	0.96162	0.98066	0.96001	0.98428	0.95923	0.90398
(유의수준)	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

한편, 비중과 중심성과의 상관관계를 동태적으로 파악하기 위하여, 기간별 분석을 수행하였다. 기간은 총 3단계로 나뉘며, 특허군별 추세분석(그림 2) 참조)을 바탕으로 1968년~1997년을 도입기, 1998년~2005년을 1차 성장기, 2005년~현재를 2차 성장기로 나누었다.

각 특허군을 기간별로 나누어 중심성 지수와 기술군의 출현건수(그림 4) 참조)를 도시한 결과, 기간이 변함에 따라 중심 지식단위와 주변 지식단위의 경향성 변화는 크게 보이지 않는다. 다만 전체적으로 D1, D2, D3 모두에서 도입기의 중심성 값보다 1·2차 성장기에서의 중심성 값이 다소 큰 것으로 나타난다. 기술개발이 급진전되는 시기에 근접하면 지식단위의 네트워크 형성이 복잡하게 진전되고 지식단위간 융합의 정도가 높아지는 것으로 판단되며, 특히 이러한 경향은 D3에서 보다 극명하게 나타난다.



(그림 4) 기간별 지식단위의 비중과 중심성 지수의 상관관계

#### IV. 미래 숙련수요에 대응한 교과과정 분석

특허분석을 통해 도출된 이차전지 지식단위 분석결과는, 미래 숙련수요에 대응한 교과과정 적합성 혹은 개선 등에 활용될 수 있을 것이다.

본 연구에서의 교육과정분석은 한국의 대학과정에서 이차전지 관련 기술에 대응하는 교육 내용이 어떠한지를 파악하고, 개선필요사항이 무엇인지를 알고자 하는 목적으로 수행되었다. 진단대상이 된 대학은 비교적 우수대학이거나 에너지 기술에 특화된 학교로 간주되는 학교들로서,<sup>10)</sup> 근래이슈가 되는 배터리기술부문의 인력양성을 선도할 것으로 기대되는 학교이다. 이미 관련인력양성을 우수하게 수행하는 학교들에 대한 이러한 분석을 수행하는 것은, 향후 배터리 특화교육과정개발을 더욱 발전시키기 위해서 무엇을 어떻게 보완해야 할지를 제시하기 위해서이다.

진단된 학과 및 응답자 전공은 각각 에너지학과-전기전자전공, 에너지학과-화공전공, 에너지학과-재료전공, 소재공학과-재료전공이며, 이차전지 관련 지식단위 중 해당학과와 관련성이 높은 분야를 중심으로 평가를 수행하도록 하였다.

또한, 본 연구에서는 이차전지의 지식단위와 관련되어 현 교과과정의 보강이 필요하거나, 신규 과목생성이 요구되는 지식단위를 확인하는 부분만을 포함하였다. 분석 결과는 <표 6>에서 제시되는데, 현행 관련 과목구성에 문제가 없으면 0, 관련 과목이 있으나 과목보강이 필요하면 1, 관련 과목이 없어서 신규 생성이 필요하면 2로 표현하였다. 최종진단평점은 지식단위 별로 무응답을 제외한 나머지 대학의 평균 진단평점을 사용하였다. 이 경우 학부수준의 교육과정에서 어느 수준까지 기대할 것인지 하는 기준점의 문제가 검토되어야 할 것이다.<sup>11)</sup>

이러한 문제들은 별도의 논의가 요청되며, 본 연구에서는 표에서 나타나는 사항만을 좀 더 살펴보기로 한다. 우선, 최종진단평점의 평균을 보면 0.5 근방으로 나타나는데, 이는 현행 교과과정이 이차전지의 지식단위를 소화하는데 전체적으로 큰 문제점이 없음을 의미한다.

10) 표본을 임의 설정하였다고 할 수 있으며, 대학일반에 대한 대표성을 가질 수 없다. 전반적인 대학 교육과정은 본 연구의 분석대상보다 열악할 것으로 여겨진다.

11) 교과 과정에 대한 강의수준, 세부 교과목 등 자세한 내용과 특정 기술부문의 지식요소(knowledge base)에 직접 부응하는 것이 학부교육목표로서 합당한 것인지에 대한 보다 근본적인 문제가 제기될 수도 있음에 대한 보다 상세한 논의는 본 연구의 모연구인 황규희 외(2011)를 참조하시오.

〈표 6〉 이차전지 관련 교과목 진단

분류	지식단위명	배터리 용도별 지식단위 비중(%)			현행 문제없음 0 보강필요 1 신규 교과목 필요 2				
		D1	D2	D3	에너지 - 전기	소재 - 재료	에너지- 화학	에너지 - 재료	종합 진단
1. 차량추진/동력전달 (기계)	1.1. 구조설계	0.1	1.4	0.8	1	*			1
	1.2. 하이브리드전원 구조설계	0	1.1	0.8	1				1
	1.3. 냉각시스템설계	0	0.6	0.1					**2
2. 전기장치	2.1. 차량전기장치 동작 모니터링	0.1	2.4	0.3	1				1
	2.2. 전기적추진장치	0.3	4.5	2	1				1
3. 기타차량부품	3.1. 차량용 전기회로	0.1	2.1	0.7	0				0
4. 하이브리드 차량제어	4.1. 하이브리드차량의 제어시스템	0	0.9	0.5	0				0
5. 비금속화합물	5.1. 탄소소재	0.9	0.4	0.6		1	0	1	0.7
6. 금속화합물	6.1. 니켈화합물소재	0.6	0.4	0.3		1	1	1	1
7. 조명장치	7.1. 전원내장조명장치	0	0	0.6	1	1	1	1	1
8. 측정공학	8.1. 전압/전류 측정기기	0.2	0.6	0.2	0				0
	8.2. 전기적 특성 측정	2.3	4.6	1.6		1	0	0	0.3
9. 디지털 신호처리	9.1. 디지털 신호처리	1	0.1	0.6	0				0
10. 도전체	10.1. 고분자전해질	0.6	0.3	0.6		1	1	1	1
11. 콘덴서	11.1. 콘덴서 제조방법	0.6	0.7	2		0	0	0	0
12. 반도체장치	12.1. 반도체 태양전지	0.2	0.1	0.8		0	0	0	0
13. 전지	13.1. 외장, 단자, 구조 등 주변부품	12	11.2	7.6		0	0	0	0
	13.2. 전극물질	14.7	8.8	9.6		1	0	0	0.3
	13.3. 1차전지	4	2.3	2.5		0	0	0	0
	13.4. 연료전지	0.3	0.7	1.5		1	0	0	0.3
	13.5. 2차전지제조공정	36.4	33	18.2		1	0	0	0.3
	13.6. 혼성전지제조	0.2	0.2	0.6		1	0	0	0.3
	13.7. 혼성전지제조	0.2	0.2	0.5		1	0	0	0.3
	13.8. 전해질	0.7	0.3	0.5		1	0	0	0.3
14. 비상회로 보호장치	14.1. 비상보호회로장치	0.7	0.3	0.5	0				0
15. 급/배전	15.1. 직류회로장치	0.2	0.2	0.5	1				1
	15.2. 교류간선/배전망 회로장치	0	0.1	1.8	1				1
	15.3. 급전회로장치	9.4	9.2	9.7	1				1
	15.4. 비상전원설비	0.4	0.1	1.7	0				1
	15.5. 에너지저장방식	0	0	1.6	2	1	1	1	1.3
16. AC/DC 변환	16.1. DC-DC 컨버팅	0.2	0.2	0.5	0				0
	16.2. AC-DC 컨버팅	0	0.1	0.7	1				1
17. 전화통신	17.1. 포터블디바이스 콘트롤인터페이스	1.1	0	0.3	0				0
종합		87.5	87.1	70.8					0.5

\* 빈칸은 무응답을 의미함.

\*\* 무응답을 배제하는 원칙에 따르면 종합평점을 매길 수 없으나, 4개 관련학과 모두 무응답을 했기 때문에 현행교과에서 완전히 누락된 것으로 판단하여, 분석자가 2점을 부여함.

현재 필요 지식단위 중 현행 교과에서 완전히 누락된 것으로 여겨지는 것은 ‘냉각시스템설계’이다. 이는 기계과 기반구조설계 기술영역으로 다루어 질 수도 있을 것이다. 한국에서는 아직 기계공학 관련으로 자동차 전지관련 교과를 마련하지 않고 있는 상황이며, 구조설계의 중요성이 높은 가운데, 기계과와 전기전자공학과 간의 협동과목 개발 등이 필요하다고 여겨진다. ‘에너지 저장방식’ 역시 대부분의 학과에서 보강 및 신규과목 생성의 필요성을 제시하고 있다. 이 밖에 일부 소재관련 분야 및 추진/전기장치 분야에서도 보강의 필요성이 제시된다.

한편, 보다 중요한 문제는 이차전지의 패러다임이 D2, D3로 전환될 때 나타나며, 이 경우 현행 교과과정의 문제점이 점차 부각된다.

〈표 7〉 패러다임 전환에 따른 교과목 보강필요 지식단위의 비중

	D1	D2	D3
A : 교과목 보강이 필요한 지식단위의 비중 합*	12.6%	20.8%	22.1%
B : 교과목 보강이 필요하지 않은 지식단위의 비중 합	74.9%	66.3%	48.7%
C : 기타(논의에서 배제된 지식단위의 비중 합)	12.5%	12.9%	29.2%
A/(A+B)	14.4%	23.9%	31.2%

\* 종합진단 평점이 0.7이상인 지식단위의 비중의 합을 의미(전문가 3인중 2인 이상이 1점 이상을 부여한 경우에 해당)

〈표 7〉에 제시된 바와 같이, D1에서 D2, D3로 전환될수록 교과목 보강이 필요한 지식단위의 비중은 증대되고 있으며, 이는 D2, D3의 필요지식이 D1에서보다 융합적이라는 분석결과(〈표 2, 3〉)와 밀접히 연관된다고 여겨진다. D2, D3에서 현행 교과과정의 1/3 가량에서 보강의 필요성이 제기되는 가운데, 현행 교과과정이 D1 패러다임에서는 큰 문제점을 보이지 않지만 미래 숙련수요(D2, D3)에 대비하기 위해서는 일정수준의 개선이 필요하다는 제언이 제시될 수 있을 것이다.

## V. 맺음말

본 연구는 특허분석을 이용하여 미래숙련수요를 전망하는 방법론 개발을 도모하였다. 이는 기존의 노동시장정보(Labor Market Information)를 이용하여 현재 및 현재 기반 가까운 미래에 대한 분석에 비하여, 기술혁신 추이와 특허분석에 기반한 새로운 지식의 등장에 대한 미래 숙련수요를 제시하고자 하는 것이다. 본 연구는 미래숙련수요 분석에 특허정보분석이 어떻게

활용될 수 있을지를 보임으로써, 특허정보분석의 활용도를 높이는 한편 미래숙련수요 분석방법론의 진전을 도모하였다고 여겨진다.

현재의 분석은 이차전지를 대상으로 하여 특허분류 기반 지식단위를 추출하고, 이러한 지식단위가 향후 이차전지 산업의 패러다임 전환에 대응하여 어떻게 변화하는가를 고찰하였다. 나아가 이에 기반하여 현행 관련 교과목에 대한 진단을 수행하고, 교과과목의 개선 필요사항을 제시하였다. 하지만, 본 연구에서 중요한 전제 중 하나로 제시한 'IPC 분류코드 7자리를 특정 기술의 기반 지식단위로 해석할 수 있다'는 것이 현재의 이차전지 기술영역에 대한 분석에서는 유의한 것으로 나타났으나, 이것이 타 기술영역에 대해서도 성립될 것인지는 좀 더 확대된 연구가 필요할 것이다.<sup>12)</sup> 더불어, 본 연구에서는 지식단위와 교과목의 연계분석 시 전문가 설문방식에 의존하였으나, 향후 지식단위와 교과과정에 대한 연계 네트워크 형성 등 통한 보다 정량적인 방법론의 지원이 필요할 것으로 여겨진다.<sup>13)</sup> 이러한 사항들은 본 연구의 한계이며, 후속연구에서 검증되고 보완되어야 할 것이다.

이러한 한계를 보완하며 본 연구에서 제시한 방법론을 확대함으로써 다음의 사항들이 기대될 수 있을 것이다. 첫째, 그간의 이공계 전문 인력 양성과 활용에서 지속적으로 제기되는 문제로서의 질적 불일치 문제에 대해 체계적인 대응이, 본 연구에서 제시한 특허분석을 통한 숙련수요 분석을 통해 적어도 일정정도 개선될 수 있을 것이다. 현재, 질적 불일치 문제에 대응한 숙련수요 조사 및 관련 연구가 사업주 조사 및 노동시장 정보 분석을 통해 이루어지고 있으나, 이들은 기술변화에 대한 체계적 고려의 측면에서 미흡하며 객관성의 담보에서도 제한적이다. 본 연구에서 사용한 특허분석이 첨단 기술 및 미래 기술에 보다 적합할 것으로 예상되는 가운데, 현실에서 제기되는 다양한 기술수준 및 기술영역에서의 모든 질적 불일치 문제를 해소할 수는 없을 지라도, 특허분석에 기반한 숙련수요분석은 적어도 일정부분에서 일정수준의 질적 불일치를 완화시키는데 기여할 수 있을 것이다.

둘째, 미래 성장동력 및 유망 산업에 대한 인력양성 관련 정책방안 수립에서도 본 연구에서 제시한 미래숙련수요 분석이 보다 합리적인 정책방안 마련을 지원할 것이다. 그간의 미래 성장동력 관련한 질적 수요에 대한 분석이 기술전망에 따른 인력수요에 대하여 관련기업 및 대학 관계자의 인터뷰 조사에 의존하는 한계에 대하여, 본 연구에서 제시하는 방법은 특허정보 분석을 통한 정량적인 정보를 보다 체계적으로 제공할 수 있기에 미래 성장동력 산업에 대한 인력양성을 보다 체계적으로 대응하도록 할 것이다. 특히, 본 연구에서 수행된 전지관련 교과

12) 사실 IPC 분류코드의 속성을 하나로 규정하기는 어려운 측면이 있다. 특정산업에서는 제품분류에 가까운 속성이 보이나, 또 다른 경우에는 지식분류의 속성을 보이기도 하며, 직무의 속성을 보이는 경우도 있다.

13) 본 연구에서는 이러한 연계네트워크의 일환으로 논문 분류코드와 특허분류코드의 연계를 시도하였으나, WoS 논문 DB의 분류체계 200개 미만으로 큰 의미를 갖기 어려웠다.

과정 분석결과를 활용함으로써, 유망산업으로 간주되는 전지산업 및 기간산업으로의 자동차 산업 등의 발전에 기여 할 수 있을 것이다.

셋째, 본 연구의 분석방법론을 활용하여, 대학교육과정의 내실화를 도모할 수 있을 것이다. 학교마다 교육의 지향이 산업계의 수요에 어느 정도 맞출 것인지에 대한 차이가 있기에 미래 숙련수요에 대한 적합성을 일괄적으로 적용할 수 는 없으나, 미래숙련수요에 대한 정보를 제공하고 대학 및 훈련기관 등의 관련 교과과정 개발을 유인함으로써, 대학졸업자 및 전직희망자의 숙련수준을 미래수요에 보다 적합하게 함으로써 취업가능성을 높일 것이다.

## 참고문헌

- 황규희·박동·홍선이 (2007), 「융합기술 확산과 인력개발전략 기초연구」, 한국직업능력개발원.
- 황규희·이상돈·이수영·이중만·박재민·김선우 (2009), 「녹색성장을 위한 과학기술인재 육성과 활용」, 한국직업능력개발원.
- 황규희·이중만 (2010), “기술혁신과 미래 숙련- 그린카 발전을 중심으로”, 「기술혁신학회지」, 13(3) : 399-422.
- 황규희·고병열·이중만 (2011a), “미래숙련수요 분석에서 특허분석의 활용- 철강산업 녹색기술을 중심으로”, 「직업능력개발연구」, 14(3).
- 황규희·주인중·고병열 (2011b), 「특허분석을 이용한 미래숙련수요 분석- 산업융합으로의 자동차 전지부문을 중심으로」, 한국직업능력개발원.
- An, X.Y. and Q. Q. Wu (2011), “Co-word analysis of the trends in stem cells field based on subject heading weighting”, *Scientometrics*, 88 : 133-144.
- Balconi, M., Pozzali, A. and Viale, R. (2007), “The ‘Codification Debate’ Revisited: a Conceptual Framework to Analyze the Role of Tacit Knowledge in Economics”, *Industrial and Corporate Change*.
- Berman, E., J. Bound and Z. Griliches (1994), “Changes in the demand for skilled labor within U.S manufacturing industries: evidences from the annual survey of manufacturing”, *Quarterly Journal of Economics*, CIX : 367-398.
- CEDEFOP (2008). *Future Skill Needs in Europe*.
- Coh, B.-Y. et al. (2007), “Discovery of Promising items by Keyword Analysis of US

- Patents”, *Information*, 10(3), 339-349.
- Cowan et al. (2000). *The Explicit Economics of Knowledge Codification and Tacitness*, England: Oxford University Press.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott P. and Trow, M. (1994). *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*, London: SAGE.
- Griliches, Z. (1969), “Capital-skill complementarity”, *Review of Economics and Statistics*, 51(4) : 465-468.
- Nelson, R.R. and E.D.S. Phelps (1965), “Investment in human, technological diffusion, and economic growth”, *American Economic Review, Paper & Proceedings*, 54 : 69-75.
- Nowotny, H., P.Scott and M.Gibbons (2003), “Mode 2’ Revisited: The New Production of Knowledge”, *Minerva*, 41(3) : 179-194.
- Perez, C. (1983), “Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social systems”, *Futures*, 15(5) : 357-376.
- Saviotti, P.P. (2004). “Considerations about the Production and Utilization of Knowledge”, *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 160 : 100-121.
- Saviotti, P.P. (2007). “On the dynamics of generation and utilization of knowledge : The local character of knowledge”, *Structural Change and Economic Dynamics*, 18 : 387-408.
- Saviotti, P.P. (2009). “Knowledge Networks : Structure and Dynamics”, Andreas Pyka et al. (eds) *Innovation Networks: New Approaches in Modelling and Analyzing*, Springer, pp. 19-41.
- Schmidt, Susanne Liane, Olga Strietska-Ilina, Manfred Tessaring, Bernd Dworschak (eds.) (2004), *Identifying Skill Needs for the Future: From research to policy and practice*, Office for Official Publications of the European Communities.
- Zhang, Lin et al. (2010). “Subject clustering analysis based on ISI category classification”, *Journal of Informetrics*, 4 : 185-193.

### 황규희

---

영국 SPRU에서 과학기술정책 박사학위를 취득하고 현재 한국직업능력개발원 연구위원으로 재직 중이다. 주 연구분야는 과학기술인력의 양성과 활용이며, 근래 미래숙련수요, 지식형성 등에 주목하고 있다.

### 심 위

---

성균관대학교에서 경제학을 전공하고, 현재 한국과학기술정보연구원에서 학생연구원으로 활동하며 과학기술연합대학원대학교 응용정보과학 석사과정을 이수하고 있다. 관심분야는 과학계량학, 기술가치 평가, 복잡계 등이다.

### 고병열

---

서울대학교에서 공학박사학위를 취득하고 현재 한국과학기술정보연구원에 재직 중이다. 주요 저서는 기술분석과 특허정보분석, 기술시장정보분석:개념 및 필수분석요소 등이 있으며, 관심분야는 과학계량학, Technology Intelligence, 연구기획방법론, R&D사업성 평가 등이다.