



KISTI R&I Report

전기자동차용 배터리 과학·기술·산업 분석

데이터분석본부

장우석





KISTI R&I Report

전기자동차용 배터리 과학·기술·산업 분석

데이터분석본부

장우석



CONTENTS

1장	배경 및 필요성	05
	I. 배경	07
	II. 필요성	11
2장	환경분석	15
	I. 배터리의 정의	17
	II. 경쟁 환경 분석	19
	주요 플레이어	19
	경쟁환경 분석	22
	III. 이슈 분석	25
	정치(정책)적 이슈	25
	경제적 이슈	28
	사회적 이슈	29
	기술적 이슈	30

시장분석

33

I. 시장 역학(Market dynamic) 분석	35
II. 시장 규모 분석	38
전기자동차용 배터리 시장 개요	38
권역별 시장 규모	39
배터리 종류별 시장 규모	42
코로나의 영향	48

과학기술성 분석

51

I. 기술군 도출	53
II. 논문/특허 분석	54
기관별 논문 분석	54
기관별 특허 분석	59
주요 키워드 분석	61
기술군별 지표 분석	65
III. 정부투자 분석	71
정부 R&D 투자규모 분석	71
연구기관 분석	74
주요 키워드 분석	79
핵심 연구분야/적용분야 분석	83
정부 R&D 역할 분석	86

결론

91



KISTI R&I Report:
전기자동차용 배터리 과학·기술·산업 분석

“

1장

배경 및 필요성

”

I. 배경

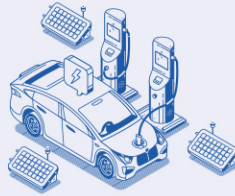
II. 필요성



“

1장 배경 및 필요성

”



I. 배경

1. 탄소 중립

- 조 바이든 미국 대통령은 당선과 함께 파리 기후변화협정 재가입을 추진하였으며, 온실가스의 배출을 최대한 줄여 배출량과 흡수되는 탄소량을 같게 해 순배출이 0이 되도록 하는 탄소 중립(Carbon neutrality)을 천명함.

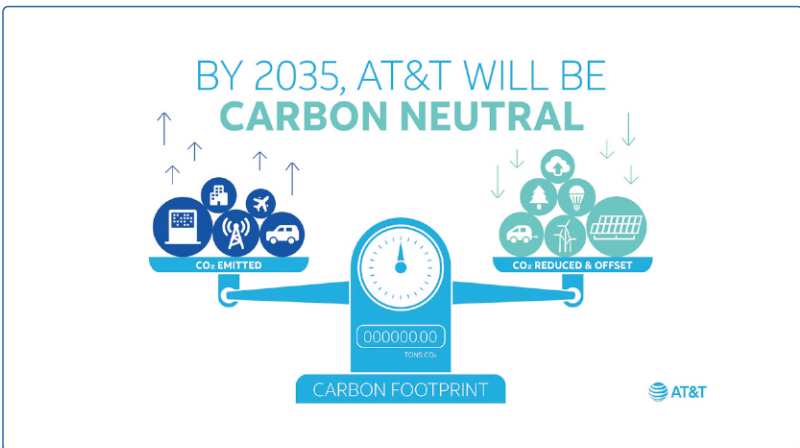


그림 1-1 탄소중립의 정의

(출처: AT&T)

- 이에 발맞추어 유럽과 중국에서는 각각 탄소 중립을 위한 탄소 감축 목표 계획을 수립함. 유럽은 2030년까지 탄소 배출량 감소 목표를 1990년대비 40%에서 55%로 강화하였으며, 중국은 2060년까지 탄소 중립을 선언함.

- 선진국과 제조업이 강세인 일부 개발도상국을 중심으로 탄소배출권을 할당하여 한국 등의 청정개발체제를 유도하고 탄소세 도입을 추진함. 이는 제조업 등 산업에서 발생하는 탄소를 강제적으로 줄이기 위해 많은 연구 개발을 유도하며 경제적으로도 큰 영향을 미칠 것으로 전망됨.
- 한국 또한 2050년까지 탄소 배출 <넷제로(Net-zero)>를 천명하였으며 2030년까지 탄소의 배출량을 2018년 총배출량 대비 40% 줄인다는 기초의 <2050 탄소중립 시나리오>와 <국가 온실가스 감축 목표>안을 의결함.

2 그린 뉴딜과 모빌리티

- 이에 한국에서는 2020년 7월 한국판 뉴딜 정책을 확정하여 발표하였으며, 한국판 뉴딜 정책 중 인프라와 에너지를 녹색 전환하고 녹색 산업의 혁신 생태계 구축을 주요 골자로 하는 그린 뉴딜 정책을 천명함.
- 한국판 그린 뉴딜의 큰 비중을 차지하는 부분으로 저탄소 에너지원에 기반한 그린 모빌리티 보급 확대를 들 수 있음. 이는 전기자동차나 수소자동차 등 화석 연료가 아닌 친환경 에너지를 동력원으로 하는 이동수단을 적극적으로 도입하고자 함.
- 특히 전기자동차의 경우 내연기관을 배터리로 교체하여 동력원을 발생시키는 차량으로 한국만이 아닌 유럽, 미국, 중국 등 세계적으로 시장이 커지고 있으며 실제로 미국에서는 2030년 기준으로 전체 자동차 시장에서 전기자동차의 판매량을 40~50% 수준으로 전망하고 있음.

3차 추경 그린뉴딜

그린 뉴딜

1조 4천억 원

22년까지 총 12.9조 원 수준 투자



1 도시·공간·생활 인프라 녹색전환 3천 7백억 원

- 13 공공시설의 제로에너지화 전면 전환
- 14 스마트 그린도시 선도프로젝트 100
- 15 ICT 기반 스마트 상·하수도 관리체계 구축

2 녹색산업 혁신생태계 조성 4천 8백억 원

- 16 그린뉴딜선도 100대 유망기업 및 5대 선도 녹색산업 육성
- 17 주력 제조업 녹색전환을 위한 저탄소·녹색신단 조성

3 저탄소 분산형 에너지 확산 5천 8백억 원

- 18 지능형 스마트 그리드 구축
- 19 3대 신재생에너지 확산 기반 구축
- 20 친환경 차량·선박으로 조기 전환



그림 1-2

그린뉴딜 주요 내용과 그린 모빌리티 개념도

(출처: 정부 발간자료)

3. 배터리 산업의 위상

- 전기자동차의 가장 중요한 요소는 배터리로 자동차의 주요 기능인 주행 거리와 모터의 회전수 등 추진 출력을 결정하는 요소임. 그린 뉴딜 중점 과제인 에너지 녹색 전환에서 에너지를 창출하는 대체 불가능한 부품임.
- 또한 전기자동차 원가의 40%를 차지할 정도로 전기자동차 산업에서 경제적으로 큰 비중을 차지하고 있으며, 원료 가공부터 완성품 제작까지 공급망 전체에서 다양한 부문의 경제적 파급 효과를 창출함.



그림 1-3 전기차동차와 배터리

(출처: Allied Market Research)

- 이에 2021년 한국 정부에서는 3대 세제 혜택 산업 중 하나로 배터리 산업을 선정하였으며, 배터리 연구개발 및 생산을 위한 인적·물적 투자를 적극적으로 유도하고 있음.
- 국내의 경우 LG에너지솔루션, 삼성SDI, SK이노베이션 등 세계 수위의 기업과 경쟁하는 배터리 완성품 제작 회사들이 존재하며 양극재와 같이 배터리의 재료가 되는 품목들을 개발하는 중소중견기업도 다수 존재하여 배터리 산업의 중요도는 갈수록 높아지고 있음.

II. 필요성

1. 국가경쟁력 관점에서의 편익

- 글로벌 시장에서 전기자동차의 수요가 급증함에 따라 이차전지의 수요는 증가하고 있음. 대부분의 연구 기관에서 발표한 배터리 시장의 연평균 성장률(Compound Annual Growth Rate, CAGR)은 20%를 상회하며 2025년에 600억 달러가 넘는 시장 규모를 갖출 것으로 전망하고 있음.
- 범국가적으로 탄소 중립에 대한 정책이 발의되고 있으며, 유럽과 중국 등 일부 국가에서는 내연기관 차량의 생산과 등록을 금지하는 법안을 통과 시킴. 따라서 전기자동차용 배터리 시장 규모는 우상향할 것으로 전망됨.
- 2020년 기준으로 국내 배터리의 생산 규모는 32% 증가한 23.3조로 나타났으며, 수출액 7.2조로 5년 연속 증가하였으며, 이는 한국 기업들이 급성장하는 전기차 배터리 시장에 선제적으로 진출하였기 때문임.
- 특히 배터리를 생산하는 국내 주요 3개 기업(LG에너지솔루션, 삼성 SDI, SK이노베이션)의 시장 점유율은 2020년 11월 기준으로 약 34%로 이전 연도 동월에 비해 두 배 이상 증가함.

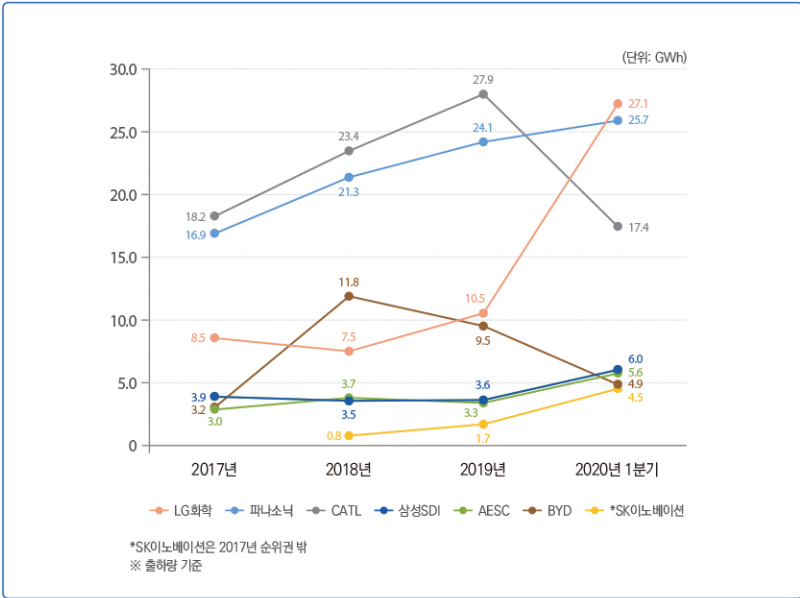


그림 1-4

전기차 배터리 시장 점유율

(출처: Business watch, SNE리서치)

2 경제적 동맹 관점에서 편익

- 2021년 기준으로 최대 수출국은 미국으로 나타남. 특히 미국은 2021년 들어 정부에서 적극적으로 전기차를 도입하고 있음.
- 2023년까지 미국 현지에서 생산된 제품을 활용해야 관세를 면제받는 조항이 생겨 국내 배터리 제조기업 중 상당수가 미국 내 법인 설립을 추진하고 있음. 특히 LG 에너지솔루션의 경우 파나소닉과 함께 미국 내 대규모 생산설비를 갖추어 미국으로 공급하는 배터리를 적극적으로 생산하고 있음.


- 특히 바이든 정부는 한국과 <전기차 배터리 동맹>을 선언하고 세계 최대 전기차 배터리 시장을 가진 중국에게 주도권을 내주지 않기 위해 긴밀한 협력체를 구성함.
- 미국의 완성차업체와 한국의 배터리 기업이 여러 합작법인을 설립하고 있으며, 그 예시로 GM-IG에너지솔루션의 오하이오주 생산라인 설립, 포드-SK이노베이션의 생산 합작 논의 등이 있음.
- 또한 배터리의 원료인 전해액, 음극재 등을 생산하는 국내 기업들 또한 미국의 적극적인 지원으로 미국 법인 설립을 추진하고 있으며 국내 배터리 제조 기업과의 현지 이니셔티브와 미국 기업과의 합작 또한 추진중임.
- 따라서 미국과의 경제적 동맹 관점에서 전기자동차 배터리의 중요도는 매우 높으며, 중국과의 패권 경쟁이 지속될 경우 한국 배터리는 미국의 경제동맹에 큰 축을 담당할 것으로 전망됨.



그림 1-5

한국과 미국의 K-배터리 경제 동맹체제

(출처: 전자신문)



KISTI R&I Report:
전기자동차용 배터리 과학·기술·산업 분석

“

2장

환경분석

”

I. 배터리의 정의

II. 경쟁 환경 분석

주요 플레이어

경쟁환경 분석

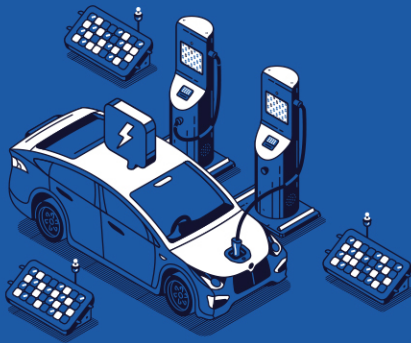
III. 이슈 분석

정치(정책)적 이슈

경제적 이슈

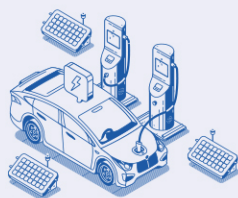
사회적 이슈

기술적 이슈





2장 환경분석



Key Finding

생산자와 수요자

배터리 주요 생산자는 동아시아(한국, 중국, 일본)에 집중되어 있으며 소비자는 글로벌 자동차 업체들로 구성됨. 배터리 소재는 국내 기업의 경우 국내에서 생산되는 제품을 활용하나 세계시장의 점유율은 높지 않음.

공급망 이니셔티브

최근 글로벌 완성차 제조기업을 중심으로 공급망 이니셔티브가 활발하게 구축됨. 해당 기업에서는 주요 배터리 제조기업과 배터리 개발 협력체를 구성하여 자체적 배터리 개발에 박차를 가하고 있음.

경쟁수준의 고착화

규모의 경제 등으로 인한 배터리 시장의 기술 장벽이 존재하며, 상대적으로 높은 수준의 고착화된 경쟁이 예상됨.

시장의 불안 요소

다만 리튬이온 배터리에 요구되는 소재의 공급이 잠재적 불안 요소이며 신규 소재 배터리나 대체 연료, 안전규제 등의 이슈로 인해 시장 환경의 변화 가능성이 존재함.

I. 배터리의 정의

- 전기차 배터리는 전기자동차의 동력원 역할을 수행하는 장치로 배터리 셀이 기본 단위로 정의됨.
- 셀은 배터리의 충방전 기능을 위한 소재가 포함되어 있으며 기초 소재(양극, 음극, 분리막, 전해액 등)을 케이스에 담아 구성함.
- 모듈은 여러 개의 배터리 셀을 모아 하나의 형태로 모은 조립체를 의미함. 배터리 셀에 비해 온도 등의 외부 환경에 보다 견고하여 모든 전기자동차 배터리는 모듈 형태로 셀을 묶어 제작함.
- 팩은 여러 개의 배터리 모듈을 모으고 여기에 배터리의 기능을 강화하거나 배터리의 신뢰도(reliability)를 높이기 위한 보조 시스템을 결합한 것을 의미함.
- 특히 배터리의 상태를 진단하고 효율적으로 기능할 수 있도록 하는 배터리 관리시스템(Battery Management System, BMS)이 포함된 팩이 자동차의 배터리로 활용됨.
- 전기차의 동력을 생산하기 위해 필요로 하는 전력은 스마트폰 등 전자제품에 비해 수천배 이상 높음. 이에 수십개에서 수백개의 셀을 모은 하나의 팩 형태로 전기차 배터리가 구성됨.

표 2-1

배터리의 구성 단위: 셀, 모듈, 팩

그림	명칭	설명
	셀	리튬이온 배터리의 기본 단위로 기초 소재(양극, 음극, 분리막, 전해액 등)를 케이스에 담아 구성함.
	모듈	배터리 셀을 보호하기 위해 일정한 수의 셀을 묶어 조립한 것을 의미함.
	팩	배터리의 모듈과 배터리 관리시스템, 냉각 시스템 등의 다양한 제어 시스템을 결합한 것을 의미함. 전기차에 장착되는 배터리 시스템의 형태는 팩임.

출처: 삼성 SDI 홈페이지 소개 자료 재구성



II. 경쟁 환경 분석

주요 플레이어

- 공급망 이니셔티브는 글로벌 완성차업체를 중심으로 전기차 배터리 제조사와의 협력이 대부분임. 해당 업체들은 배터리 기술을 적극적으로 개발하고 타 기업과의 교류 및 협력을 통해 기술을 적극적으로 도입함.
- 이는 보다 수직적인 공급망 관리를 통해 시장의 변화 속도에 빠르게 대응하고 제작하려는 전기자동차 수요에 특화된 배터리를 선제적으로 공급받 고자 하기 때문임.
- 배터리 주요 생산자는 동아시아(한국, 중국, 일본)에 몰려 있으며 생산자 별로 차별화된 장점이 존재함. 이를 토대로 각각 완성차업체와의 적극적인 협력 및 수요 확충을 위해 노력함.

표 2-2 전기자동차 배터리의 주요 생산자와 관련 이슈

주요 생산자	특징 및 주요 이슈
CATL	<ul style="list-style-type: none"> • 리튬인산철 배터리를 중심으로 하여 가격 경쟁력 확보 • 테슬라의 정책 변화로 리튬인산철 배터리의 수요 확충
LG에너지솔루션	<ul style="list-style-type: none"> • 마이크로 모빌리티용 배터리의 제조 및 혁신을 주도 • 3분기 자동차 리콜 이슈에 대응하기 위해 안전성 확보 집중
파나소닉	<ul style="list-style-type: none"> • BEV용 배터리의 저장용량 혁신 주도 (기존 대비 5배 증가) • 도요타와의 협력을 토대로 배터리 공급처의 다각화 추진
삼성SDI	<ul style="list-style-type: none"> • PHEV용 배터리에 대해 가장 높은 전압과 전력 밀도 확보 • 미국 스틸란티스 전기차 배터리 셀 모듈 합작법인 수립
SK이노베이션	<ul style="list-style-type: none"> • 배터리 사업부 분할을 통한 배터리 투자 규모 증대 추진 • 포드와의 합작으로 미국 최대 규모의 배터리 생산공장 건설

출처: Markets & Markets, SNE Research 보고서 및 보도 자료 내용 재구성

- 국내 3개 기업의 경우 배터리 소재의 경우 상당수가 국내에서 생산되는 제품을 활용함. 국내 소재 기업은 상당수의 강소기업들이며, 이들은 공급망의 한 축을 담당함.
- 해외 소재 기업의 경우 대부분 일본과 중국의 소재 기업들로 분석되었으나 이전에 비해 의존도가 낮아지는 경향이 나타남.

표 2-3 국내 전기자동차 배터리 제조사의 소재 제공 기업

주요 생산자		배터리 소재 기업			
		양극재	음극재	분리막	전해질
LG에너지솔루션	국내	<ul style="list-style-type: none"> • 엘엔에프 • 포스코케미칼 	<ul style="list-style-type: none"> • 포스코케미칼 • 일진머티리얼즈 • 대주전자재료 	<ul style="list-style-type: none"> • SKIET 	<ul style="list-style-type: none"> • 후성 • 천보
	국외	<ul style="list-style-type: none"> • Nichia (일) • Umicore (일) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mitsubishi (일) • BTR (중) 	<ul style="list-style-type: none"> • Toray (일) • Senior (중) 	<ul style="list-style-type: none"> • Capchem (중) • Central glass (일)
삼성SDI	국내	<ul style="list-style-type: none"> • 엘엔에프 • 에코프로 • 롯데알미늄 	<ul style="list-style-type: none"> • 한솔케미칼 • 일진머티리얼즈 	<ul style="list-style-type: none"> • WCP • 한솔케미칼 	<ul style="list-style-type: none"> • 솔브레인 • 천보 • 캄트로스
	국외	<ul style="list-style-type: none"> • Umicore (일) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mitsubishi (일) • BTR (중) • Zeon (일) 	<ul style="list-style-type: none"> • Asahi Kasei (일) • Senior (중) 	<ul style="list-style-type: none"> • Central glass (일) • Mitsubishi (일)
SK 이노베이션	국내	<ul style="list-style-type: none"> • 에코프로 • 삼아알루미늄 	<ul style="list-style-type: none"> • 한솔케미칼 • 대주전자재료 • 나노신소재 • 일진머티리얼즈 	<ul style="list-style-type: none"> • SKIET • 한솔케미칼 	<ul style="list-style-type: none"> • 엔캠 • 천보 • 덕산테크피아
	국외	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • Central glass (일) • Mitsubishi (일)

출처: <하이투자증권> 분석 보고서 재구성

- 자동차 플랫폼 등 생산을 위한 인프라가 갖춰진 기업이 많지 않기 때문에 수요 기업의 경우 대부분 전기자동차의 완성차업체로 구성됨,
- 대부분의 글로벌 완성차업체에서는 전기자동차 배터리의 자체적인 생산 및 개발을 위해 협력체를 운영함.
- 상위 5개 기업에서 대부분의 완성차 업체에게 전기자동차용 배터리를 제공하고 있으며, 대부분의 협력체도 독점함.

표 2-4 전기자동차 배터리 개발 협력체

주요 수요자	공급 업체							배터리 개발 협력체
	CATL	LG	파나 소닉	삼성	SK	중국 법인	기타	
현대기아차	○	○			○			LG에너지솔루션
르노닛산	○	○					AESC	LG에너지솔루션
도요타	○		○				CALB	파나소닉
지리자동차	○	○				○		CATL
테슬라	○	○	○					파나소닉
GM	○	○				○		LG에너지솔루션
포드	○	○		○	○			SK이노베이션
스텔란티스	○	○		○				삼성SDI
BMW	○			○				-
다임러그룹	○	○			○			-
폭스바겐	○	○		○	○			노스볼트, 귀쉬안

출처: SNE Research 보고서 내용 재구성

경쟁환경 분석

신규 진입자의 위협

- **(글로벌 완성차 기업의 진입)** 전기자동차 시장이 커짐에 따라 전기자동차를 개발하는 회사가 증가함. 특히 폭스바겐 등 글로벌 완성차 업체는 물론 피스커, 루시드모터스, 니오 등의 전기차 특화 대형 기업들까지 시장에 진출하고 있음. 해당 기업들은 독립적으로 배터리를 수급하기 위해 많은 투자를 진행하고 있음.
- **(정부 규제의 심화)** 정부에서 배터리와 관련된 안전규제를 강하게 조정하고 있어 배터리 개발에 높은 기술력이 필요로 하고 있음. 상당수의 정부에서는 배터리 개발 및 제조에 대한 인센티브를 제공하고 있으나 신규 기업에서는 강화된 규제를 충족시키기 위해 많은 연구개발 비용을 요구함.

공급자의 협상력

- **(원재료의 분포 불균형)** 배터리의 주원료인 코발트, 니켈, 흑연 등은 아프리카에서 주로 생산됨. 하지만 해당 국가의 내전과 치안 문제로 인해 안정적 원료 공급이 어려움. 특히 한국의 경우 경쟁 국가에 비해 정부 차원의 지원이 부족하여 생산기지 확보에 애로사항이 존재함. 이 때문에 배터리 제조기업에서는 안정적 재료 수급을 위해 구매력이 하락함.
- **(원재료 수요 변동)** 앞에서 언급한 문제에 의해 배터리의 음극재와 양극재에 활용되는 여러 원재료를 대체하는 연구가 활발하게 진행되고 있음. 특히 실리콘 함량 증가나 전고체배터리 개발 등 배터리 성능 향상과 연계되

는 내용이 많아 원재료가 변경될 가능성이 존재함. 이 경우 신규 재료가 무엇인가에 따라 구매력이 결정됨.

구매자의 협상력

- **(대형 구매처 증가)** 전통의 대형 자동차 기업이 전기자동차 시장에 진입하여 특히 GM, 피아트, 폭스바겐 등은 신규 수요에 대응하기 위해 새 전기차 모델을 적극적으로 개발하고 있음. 더구나 해당 기업들을 포함한 전기자동차 기업은 배터리 기업과의 이니셔티브를 적극적으로 진행하고 있어 구매자의 협상력이 증가함.
- **(대체 교통수단 개발)** 스쿠터나 소형 전기차와 같은 마이크로 모빌리티(micro mobility) 시장은 카셰어링이나 대중교통 수단 연결 및 무인택배와 같은 다양한 서비스를 제공함. 대형 버스를 위시한 공공 교통 시장이 확장하여 전기차 배터리의 다양성이 증가하고 있음. 이 때문에 전기자동차 기업에서는 배터리 제조기업의 수요 다각화에 따라 구매 협상력이 감소함.

대체재의 위협

- **(신규 소재 배터리의 개발)** 현재 배터리의 성능 향상을 위해 다양한 소재를 토대로 한 배터리 개발 연구가 진행되고 있음. 또한 배터리 용량을 획기적으로 올릴 수 있는 전고체 배터리와 같은 차세대 배터리 또한 활발하게 연구됨. 이에 대응하기 위해 기존 배터리 기업들 또한 차세대 대체재를 개발하기 위해 많은 투자를 해야 함.

- **(천연자원 기반 배터리의 개발)** 전기자동차에서 바이오매스, 수소나 핵 에너지 등을 이용하는 동력원으로 배터리가 대체될 가능성이 있음. 수소의 경우 수소자동차가 이미 개발되어 있으며 핵에너지의 경우 원자료를 탑재한 차량이 연구중이나 안전성 문제로 상용화되지는 못함. 또한 바이오매스의 경우 화석 연료와 조합하여 오염 물질을 절감한 자동차가 존재하며 브라질 등 일부 국가에서 활발하게 활용됨. 이는 배터리 뿐만이 아닌 전기자동차 자체를 대체할 수 있음.

산업 내 경쟁강도

- **(고착화된 경쟁 수준)** 앞서 언급한 안전 규제와 소비자 수용성을 모두 만족하기 위해 전기자동차 배터리에는 높은 수준의 안전성과 성능을 요구함. 이 때문에 대형 배터리 제조 기업의 연구개발 비용은 점차 증가하고 있으며 이는 신규 기업 진입에 큰 걸림돌이 되고 있음. 따라서 시장이 급격하게 축소되지 않는 한 산업 내 경쟁 강도는 빠르게 바뀌지 않을 것으로 전망됨.

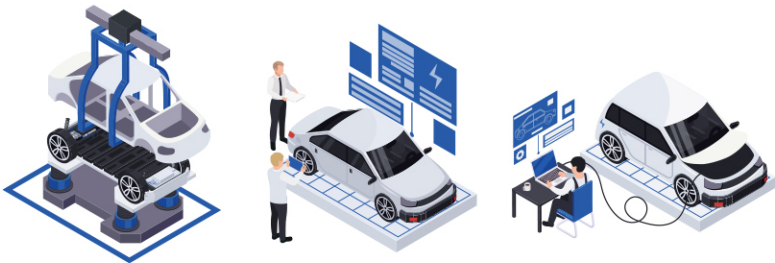


표 2-5 전기자동차 배터리 시장의 경쟁환경 요약

경쟁요인	이슈 요약
신규 진입자의 위협	<ul style="list-style-type: none"> • 내연기관 자동차 제조 기업의 시장 진입 • 배터리 발열 등에 의한 안전규제 이슈
공급자의 협상력	<ul style="list-style-type: none"> • 배터리 원재료의 불균형한 원산지 및 가격 변동 • 배터리 원재료 대체에 따른 원재료의 수요 변동
구매자의 협상력	<ul style="list-style-type: none"> • 자동차 배터리 대형 구매처의 증가 • 신규 교통수단 개발에 따른 배터리 수요 증가
대체재의 위협	<ul style="list-style-type: none"> • 신규 소재 배터리 및 전고체 배터리 개발 • 신규 천연연료 차량의 개발
산업 내 경쟁강도	<ul style="list-style-type: none"> • 상대적으로 고착화된 기술수준 및 경쟁수준 • 신규 대형 자동차 기업의 진입

출처: Markets & Markets, Technovio, SNE Research 보고서 기반 재구성

Ⅲ. 이슈 분석

정치(정책)적 이슈

(1) 정책적 이슈

- **(역내 생산망 구축)** 대부분 국가에서 역내에서 전주기적 생산 과정을 수행하기 위해 배터리의 생산기지를 늘리기 위한 정책을 시행하고 있음. 대부분의 국가 정책에서는 배터리로 칭하였으나, 전기자동차를 포함한 모빌리티에 동력으로 활용되는 배터리를 주요 대상으로 삼음.

- 한국: 최근 <2030 이차전지 산업 발전 전략>을 수립하였음. 해당 전략에서 셀과 소부장 기술력 1위 달성, 글로벌 선도기지 구축을 위한 공급 생태계 구축, 공공 민간 수요시장 창출이라는 목표를 수립함. 또한 전략적으로 배터리를 3대 국가전략기술 중 하나로 성장하여 시설투자 등을 수행하는 대기업과 중소·중견기업 모두에게 세제 혜택을 부여함.
- 중국: 배터리 제조업체의 규모(생산량)을 우선적으로 성장시키고 이후 기업의 경쟁력을 확보하는 정책을 수행하고 있어, 배터리의 양적 생산량이 폭발적으로 증가함. <신에너지차산업발전계획>을 토대로 향후 15년간의 배터리 시장 육성에 대한 계획을 수립하였으며 대부분의 성(省)에서 성 실정에 맞는 배터리 생산 과정을 담당하도록 역할을 부여함.
- 일본: 차세대 배터리를 선도하기 위한 전략을 수립하고 전고체 배터리 등에 많은 투자를 수행함. 또한 파나소닉 등 일본 배터리 기업을 주축으로 <전지 공급망 협의회>을 설립하여 전기차 배터리의 희귀금속 재련 등의 기술 개발을 정부와 협의하여 정책적으로 추진함.
- 미국: 환경 규제 이슈를 중점적으로 제시하고 있으며, 이에 대해 전기자동차의 세제 혜택을 강화함. 또한 미국의 제조업 부활을 위한 <바이 아메리카>의 한 부분으로 자동차용 배터리를 선정함. 세계 굴지의 자동차 및 배터리 기업을 대상으로 자국 내의 전기자동차용 배터리 생산기지 설립을 적극적으로 유치하고 있음.
- 유럽: 전기차 배터리의 생산 전주기 과정을 유럽 내에서만 수행하고자 정책을 펼침. 미국과 마찬가지로 아시아권 기업의 배터리 생산기지 설립을 유도하고 있음. 또한 <유럽 배터리 연합>이나 <유럽 배터리 혁신 프로젝트> 등의 다국적 프로젝트를 토대로 배터리 시장 발굴과 배터리 소재, 셀, 재활용, 시스템 등의 기술 분야 성장을 적극적으로 지원함.

(2) 법률·제도적 이슈

- **(탄소배출권/탄소 중립)** 내연기관 자동차에서 발생하는 탄소를 절감하기 위해 선진국을 중심으로 내연기관 자동차를 퇴출시키고자 함. 유럽연합은 2035년부터 내연기관 자동차 등록을 금지하며, 서울시도 2035년부터 내연기관차 등록을 불허할 계획임. 미국과 유럽에서는 배터리 생산 공정의 전주기 탄소 규제 도입을 고려함. 배터리 기업에서는 탄소 배출량 감축 목표를 달성하기 위해 공정과정의 혁신에 박차를 가하고 있음. 배터리 생산 공정에서 발생하는 이산화탄소량을 줄이기 위한 연구를 꾸준히 진행하고 있음. 또한 폐배터리의 재활용 또한 탄소중립에 기여하기 때문에 유럽을 중심으로 배터리 주재료 재사용 등의 환경 규제안을 제시함.
- **(보조금)** 전기자동차는 소비자 관점에서의 수용성이 떨어지기 때문에 정부에서 소비자 수요를 잡기 위해 보조금을 지급함. 특히 유럽에서는 자국에서 생산한 배터리를 활용할 경우 추가적인 보조금을 지급하고 있으며, 미국 또한 바이든 정부 이후로 유사한 제도를 검토하고 있음. 다만 전기자동차의 수요가 증가함에 따라 각 국가에서는 보조금을 축소하거나 폐지하고 있음. 한국에서는 비용 단위로 부과된 보조금의 세율을 이산화탄소 배출량 기준으로 변경하여 세율 인하를 검토하고 있음. 중국에서는 배터리 전기차에 2020년까지 보조금을 지급하고자 하였으나, 코로나에 의한 자동차 업계의 불황으로 보조금 지급 기한을 2년 연장함.
- **(안전규제)** 테슬라와 현대자동차의 코나의 경우 최근 화재 사고에서 배터리에 결함이 발견됨. 이에 한국에서는 배터리 셀에 대한 안전 검사항목을 7개에서 12개로 늘리고, 기계적 충격과 열에 대한 검사 기준을 대폭 상

향함. 중국 또한 외산 배터리에 대해 <열확산 전이 시험> 항목을 추가하여 안전규제를 강화함. 또한 배터리 수요가 증가하여 폐배터리가 증가하고, 이에 대한 재사용 수요가 증가하고 있음. 이에 유럽에서는 폐배터리 재사용에 과정에서 안전한 폐배터리의 기준을 제시하였음. 한국 또한 환경부에서 폐배터리의 안전한 분리 및 해체에 대한 가이드라인을 수립함.

경제적 이슈

- **(배터리의 잠재적 수요 감소)** 코로나가 창궐함에 따라 대부분의 국가에서 강력한 봉쇄 정책을 펼침. 이에 자동차 수요층의 구매력이 감소하였으며 필수재라 보기 어려운 전기자동차의 수요가 감소함. 이에 전기자동차용 배터리의 시장규모의 상승폭이 다소 둔화됨. 다만 공공에서의 전기자동차용 배터리 수요가 증가하고 있으며, 소형 단거리 교통 체계와 초소형 전기자동차와 같은 대체 수요가 발생함에 따라 시장 수요 자체는 꾸준히 증가함.
- **(원재료의 가격 상승)** 배터리의 원재료인 양극재, 음극재, 분리막, 전해액의 경우 중국의 시장 점유율이 50% 이상을 차지함. 그런데 호주와의 무역 전쟁에 따른 중국의 전력 문제에 의해 배터리 원재료의 가공에 차질이 발생함. 이에 배터리 원재료의 가격이 폭발적으로 상승함. 연초 대비 리튬은 약 230%, 코발트는 약 60%, 망간은 약 80% 상승률을 보임. 더구나 선진국을 위시한 탄소중립 정책의 강화로 배터리의 수요가 증가하고 있어 가격의 상승폭이 더 확대됨.

사회적 이슈

- **(낮은 가격 경쟁력)** 탄소중립과 같은 정책의 경우 소비자 관점에서 효율을 얻기는 다소 어려움. 특히 전기자동차 완성품의 가격은 보조금을 포함하지 않을 경우 내연기관차에 비해 높게 형성되어 있는데, 이는 배터리의 단가가 높기 때문임. 또한 배터리에 대한 유지보수 비용도 높아 소비자의 접근성이 저하됨. 이에 배터리 구독 서비스(Battery as a Service Model; Baas)와 같은 신규 비즈니스 모델을 수립하여 소비자에게 부과되는 배터리 비용을 절감하여 소비자 수용성을 증가시켜 수요를 유도함.
- **(충전 접근성)** 자동차 특성상 충전 인프라에 대한 구축은 반드시 선행되어야 함. 하지만 전기자동차의 경우 배터리 성능의 한계로 충전시간에 대한 이슈가 존재함. 완속 충전의 경우 시간에 대한 제약은 많이 줄어들으나 기존 전력 인프라와의 사용 호환 문제 등으로 인해 인프라 구축이 다소 더딤. 또한 완속충전기에 비해 급속충전기에 보급 속도가 떨어지며(17년 대비 각각 5.7배, 3.8배 보급), 고속도로 등의 교통의 요지에 급속충전기 설치가 요구됨. 따라서 전기자동차 충전을 사업화하여 민간을 통한 인프라 구축을 유도하고 있으며, 기존 공동주택에 대한 충전시설 설치를 의무화하고 시설 설치대수를 가구 수의 4% 이상으로 확대하는 법안을 추진함.
- **(안전성 및 성능 논란)** 배터리의 소재 특성상 열에 취약하여 열팽창이나 충격이 발생하여 폭발 사고에 대한 가능성이 존재함. 이 과정에서 소비자 과실이 아닌 배터리 사고가 발생함에 따라 전기자동차용 배터리가 위험하다는 소비자의 부정적 인식이 점차 커지고 있음. 더구나 열에 취약하다는 특성 때문에 배터리의 성능은 내연기관에 비해 외부 환경에 영향을 많이 받음. 특

히 한국의 경우 겨울에 배터리의 성능이 떨어져 주행거리가 20~30% 정도 감소함. 따라서 배터리 기업에서는 열과 온도의 영향이 적은 소재를 개발하거나 열을 효율적으로 관리하는 시스템 개발에 초점을 둠.

기술적이슈

- **(배터리 셀 성능 향상)** 배터리의 소비자 수용성을 향상하기 위해 배터리 셀 자체의 성능을 올리는 이슈는 꾸준히 나타남. 특히 주행거리와 충전속도는 소비자 수용성을 결정하는 결정적인 요인임. 이에 양극재와 음극재의 소재를 교체하여 충전전 속도를 향상시키고 에너지 밀도를 향상시키기 위한 연구가 꾸준히 진행 중임. 특히 배터리 성능 향상에 가장 큰 걸림돌인 온도 문제를 약화하는 소재와 코어셀과 같이 소재를 보호하는 배치법을 적극적으로 연구개발하고 있음.
- **(배터리 시스템 최적화)** 성능 향상이 배터리 셀에 집중한 내용이면 배터리 시스템은 배터리 팩의 운용 효율 향상 또는 관리 관점으로 접근 가능함. 운용 효율 향상을 위해 분리막이나 외부 케이스 등의 경량화를 추진하고 있음. 이는 경량화를 통해 배터리의 수를 늘려 위에서 언급한 배터리 팩의 성능을 향상시키고자 함. 배터리 자체가 자동차의 핵심 부품이기 때문에 장기적인 공급과 사후관리를 필요로 함. 이에 배터리의 수명과 안전성을 늘리기 위한 배터리 관리 시스템(Battery Management System)에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있음. 이는 배터리의 상태를 감지하는 기술과 감지된 결과에 적절한 대응을 결정하는 기술로 나눌 수 있음. 특히 위에서 언급한 열관리 기능이 배터리 관리시스템의 핵심 기능임.

표 2-6

전기자동차 배터리 시장의 PEST 분석 결과 요약

이슈분석	이슈 요약	
정치적 이슈	정책적 이슈	<ul style="list-style-type: none"> • 역내 생산량 구축: 역내에서 전주기적 생산 과정을 수행하기 위한 생산기지 확보
	법률·제도적 이슈	<ul style="list-style-type: none"> • 탄소중립: 차량수요 증가 및 배터리 생산공정의 혁신 요구 • 보조금: 코로나로 인한 보조금 지급 기한 연장 • 안전규제: 배터리 및 폐배터리의 안전 검사 강화
경제적 이슈	<ul style="list-style-type: none"> • 잠재수요 감소: 대체 수요 발굴을 통한 수요층 확대 • 원재료 가격상승: 원자재에 대한 중국의 의존도 감소 필요 	
사회적 이슈	<ul style="list-style-type: none"> • 낮은 가격경쟁력: 소비자에 부과되는 배터리 비용 절감 필요 • 충전 접근성: 전기충전 인프라(완속/급속충전) 구축 필요 • 안전성 및 성능논란: 열과 외부온도의 영향 감소 대책 필요 	
기술적 이슈	<ul style="list-style-type: none"> • 배터리 셀 성능 향상: 주행거리와 충전속도 향상 • 배터리 시스템 최적화: 운용 효율 및 관리 안정성 향상 	



KISTI R&I Report:
전기자동차용 배터리 과학·기술·산업 분석

“ 3장 시장분석 ”

I. 시장 역학(Market dynamic) 분석

II. 시장 규모 분석

전기자동차용 배터리 시장 개요

권역별 시장 규모

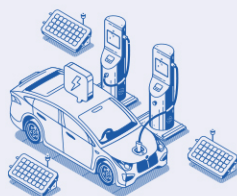
배터리 종류별 시장 규모

코로나의 영향





3장 시장분석



Key Finding

시장 범위의 확대

정부의 지원을 기반으로 전기자동차의 수요가 크게 증가하고 있으며, 활용범위 확대나 비용에 대한 부담 서비스 창출 등으로 전기자동차용 배터리의 수요 시장을 점차 넓혀나가고 있음.

시장 확대의 위험 요소

배터리 안전성과 충전에 대한 소비자 우려가 존재하며, 이를 상쇄하는 혜택이 점차 줄어들어 소비자가 이탈하거나 신규 소비자가 유입되지 않아 시장 규모 성장이 둔화할 위험이 존재함.

시장 규모의 급성장

시장의 연평균성장률이 36.7%에 달하는 것으로 추정되며, 모든 권역의 성장세가 견고함. 승용차에 활용되는 배터리의 시장 규모가 타 자동차 배터리 시장을 압도하며, 순수배터리 자동차(BEV)의 수요 증가에 따라 배터리 시장 규모가 확대되고 있음.

코로나의 영향

코로나로 인한 수요 감소는 미미하며, 원재료 수급처와 생산라인 모두가 다각화되는 결과를 얻음. 특정 국가의 정치 경제적 이슈에 대한 배터리 공급망의 영향력이 줄어 공급망이 견고해짐.

I. 시장 역학(Market dynamic) 분석

- **Driver:** 전기자동차의 경우 소비자 수용성이 자율주행과 같은 기능적 개선에 비해 낮음. 정부에서는 탄소중립과 같은 친환경적 정책을 펼치기 위해 보조금 지급이나 인프라구축 등을 지원하여 소비자들을 유인함으로써 세계적으로 전기자동차의 수요가 증가하고 있음. 이에 따라 배터리 기업과 자동차 기업의 협력체계가 구축되고 있으며 연구 및 기술개발이 활발하게 나타나고 있음.
- **Restraints:** 배터리의 음극재와 양극재 원료의 생산 과정에서 환경 오염 이슈가 존재함. 이 때문에 코발트와 같은 일부 원료는 중국이나 아프리카 등 일부 지역에 편중되어 생산되어 원료 수급의 불안함이 존재함. 또한 현재 배터리를 구성하는 원료는 온도 변화에 취약하기 때문에 배터리 안전성에 대한 의문이 존재함. 실제로 대량의 리콜 및 고장 사례가 발생하여 전기자동차가 위험하다는 인식이 존재함.
- **Opportunities:** 전기자동차 배터리에 기반한 자동차의 수요는 단순 승용차만이 아닌 단거리 교통 체계에서도 발생할 수 있음. 이에 승용차만이 아닌 단거리 교통 체계의 다른 교통수단에도 적용 가능성이 높아 수요가 증가할 수 있음. 또한 배터리 구독 서비스를 토대로 배터리에 대한 소비자의 부담을 덜어 소비자 수용성을 증가시켜 수요를 유도함.
- **Challenge:** 전기충전 인프라구축 자체가 어려운 국가가 많아 수요가 제한적일 우려가 있음. 특히 배터리의 충전속도는 소비자에게 큰 영향을

미칠 수 있으며, 현재의 충전속도는 소비자에게 전기자동차 구매에 장애가 되어 빠른 개선이 필요함. 또한 전기차 보조금 혜택이 점차 감소하여 가격 경쟁력이 저하되고 있음. 이에 따른 소비자 이탈이 우려되어 기능적 개선 또는 가격 경쟁력 확보가 필요함.

표 3-1 전기자동차 배터리 시장의 시장 역학 분석 결과 요약

구분	이슈명	설명
Driver	전기자동차 수요 증가	<ul style="list-style-type: none"> • 전기자동차가 전세계적으로 보급됨에 따라 2040년 기준 5,600만대로 전기차 수요 예상 • 친환경 이슈로 인해 자동차만이 아닌 전체 수송 체계에서의 수요가 폭발적으로 증가
	정부의 정책적 지원	<ul style="list-style-type: none"> • 일부 국가에서 전기자동차에 필요한 인프라 구축을 위해 충전소의 안전성 규제를 완화 • 중국, 인도를 중심으로 정책적으로 배터리 재활용이나 전기차 인프라 구축을 강력히 추진
	자동차기업과 배터리기업의 협업	<ul style="list-style-type: none"> • 자동차 제조기업과 배터리 제조사 간의 전략적 제휴 관계가 급증 • 통합적 전후방 공급망이 구축됨에 따라 전기자동차 배터리의 수요가 안정적으로 유지
Restrains	원료 수급	<ul style="list-style-type: none"> • 배터리에 요구되는 원료에 대한 원산지의 정치적 불안감에 따른 공급 차질 우려 • 원료 자체의 수급 과정에서 환경 오염과 인체에 해를 미치는 경우 존재
	배터리 안전성 논란	<ul style="list-style-type: none"> • 배터리를 활용한 전기자동차의 사고 및 리콜 사례 급증 • 미국, 유럽연합 등 여러 국가에서 전기자동차용 배터리의 안전성에 대한 규제 강화

구분	이슈명	설명
Opportunities	단거리 교통 체계의 수요 급증	<ul style="list-style-type: none"> • 전기 배터리에 유리한 단거리 특화 시내 교통 체계에 대한 수요 증가 • 자동차만이 아닌 소형 교통수단에 적용함으로써 배터리 자체의 활용범위 증대
	배터리 구독 서비스 추진	<ul style="list-style-type: none"> • 배터리 교환을 통해 충전시간을 줄임으로써 소비자 수용성 증가 • 배터리 대어를 통해 소비자의 부담을 줄이고 감가상각에 대한 소비자의 우려를 감소
Challenge	전기차 보조금 혜택의 감소	<ul style="list-style-type: none"> • 전세계적으로 보조금 혜택의 금액과 적용 범위를 꾸준히 줄이는 상황 • 가격 경쟁력 저하에 따른 배터리 기반 전기자동차의 수요 감소
	충전 이슈	<ul style="list-style-type: none"> • 배터리의 용량을 증가시키더라도 충전속도가 향상되지 않을 경우 소비자의 이탈 우려 • 전기충전 인프라구축의 어려움에 따른 일부 지역의 전기자동차 수요 미흡수 우려

출처: Markets & Markets, Technavio 보고서 재구성



II. 시장 규모 분석

전기자동차용 배터리 시장 개요

- 차량의 동력을 생산하기 위해 전력을 저장하고 공급하는 전기자동차용 배터리에 한정하여 시장 규모를 분석함.
- 자동차용 배터리 시장 전체의 규모는 2020년 기준 약 330억 달러로 추산되며, 연평균성장률은 36.7%로 평균적인 배터리 시장이나 유사 품목을 다루는 산업에 비해 높게 나타남.
- 자동차용 배터리 시장의 전체 비중은 약 19.1%로 나타났으며, 대부분의 선진국에서 시행하는 탄소 중립 정책에 힘입어 전체 시장에 차지하는 비중이 소폭 증가할 것으로 전망됨.
- 단순히 동력을 생산하기 위한 전력을 공급하는데 그치지 않고 자율주행 등의 스마트 시스템을 제어하기 위한 전력 또한 필요하여 보다 고용량, 고출력의 배터리 수요가 증가함.

표 3-2 전기자동차 배터리 시장의 규모 및 예상 연평균성장률

주요 분야	시장규모 (단위:백만 달러)	연평균 성장률	주요 활용범위
자동차	33,020	36.7%	<ul style="list-style-type: none"> • 주요 활용 차량은 BEV(Battery Electric Vehicle)와 PHEV(Plug in Hybrid Electric Vehicle)로 구분 • 타 활용 분야에 비해 고전압, 고용량의 배터리를 활용 • 스마트 시스템을 제어하기 위한 전력 공급원으로도 활용

* SNE Research, IEA(International Energy Agency), Market & Market, Technavio, Statista, WEF(World Economic Forum) 등의 시장 분석 보고서와 컨설팅 기업 증권사 등의 시장 예측 보고서를 기반으로 저자가 수치를 예측함.

* 연평균성장률(CAGR)은 2021년부터 2025년 주요 시장의 규모 기준으로 추정된 예측치임.

권역별 시장 규모

- 주요 국가별 시장 규모를 예상한 결과 유럽의 연평균성장률은 38.4%로 타 대륙에 비해 높게 산출됨. 유럽의 시장 규모는 2020년 기준 89억 달러이며, 2025년 기준 약 450억 달러 규모를 갖출 것으로 예상됨. 이는 유럽 연합에서 탄소 중립과 관련된 환경 규제가 타 대륙에 비해 보다 광범위하게 나타나고 있기 때문임.
- 이에 힘입어 유럽에서는 <배터리 2030+ 전략>과 같은 범유럽 배터리 이니셔티브가 활성화되고 있으며, LiPLANET(배터리 셀), Batterie Europe (배터리 전반 연구혁신) 등의 다양한 프로젝트가 진행
- 유럽과 함께 주요 수요처인 북아메리카(시장규모: 53억 달러, 연평균성장률: 25.5%)와 아시아(시장규모: 187억 달러, 연평균성장률: 36.7%) 또한 견고한 시장 규모와 높은 수준의 연평균성장률을 유지함.
- 시장에서 차지하는 비중으로 볼 때 아시아 국가들의 수요 시장 점유율은 약 57%로 과반 이상을 차지함. 이러한 아시아 국가의 주요 수요처는 중국, 일본, 한국 등의 동아시아와 인도로 나타남.
- 국가 단위로 분석할 때 가장 많은 수요를 가진 국가는 중국으로 현재 시장 규모는 약 170억 달러로 시장 점유율은 약 50%에 육박하며 아시아 수요의 대부분을 차지함.
- 중국의 경우 배터리와 관련된 대부분의 원재료(음극재, 양극재, 분리막 등)를 자체적으로 조달이 가능하며, CATL 등 대형 기업들이 세계 승용차용

배터리 시장의 약 90%를 점유하여 시장 수요 관점에서 견고한 성장세가 나타남.

- 유럽에서는 독일과 노르웨이의 수요가 높으며, 두 국가는 승용차만이 아닌 전기 버스 등의 상용차 개발에 적극적인 대형 기업과 협력업체들을 보유함.
- 미국의 경우 운송용 트럭의 수요가 높으며 상대적으로 주행거리가 긴 차량을 위주로 수요가 발생함. 또한 OEM방식을 적극적으로 차용하여 가격 경쟁력을 확보하고 수요에 대응하기 위한 생산을 원활히 하도록 노력함.
- 한국의 경우 시장 규모는 현재 6억 달러, 연평균성장률이 45.9%로 타국가에 비해 높은 편이며, 삼성전자와 LG화학 및 관련 협력체를 확보하여 수출 형태의 전기차용 배터리 생산량이 많은 국가임. 다만, 타 국가에 비해 버스나 트럭 등 대형차에 대한 수소연료전지에 대한 수요가 높음.

표 3-3 권역별 전기자동차용 배터리 시장의 규모 및 예상 연평균성장률

권역	현재 시장규모	예상 시장규모 (단위: 백만 달러)		연평균성장률
		2021	2025	
북아메리카	5,454	6,846	16,994	25.5%
유럽	8,939	12,375	45,450	38.4%
아시아	18,780	25,671	86,845	36.7%
한국	601	877	3,971	45.9%

* 2021년부터 2025년은 추정된 연평균성장률(CAGR)에 따라 산출된 예측치임.

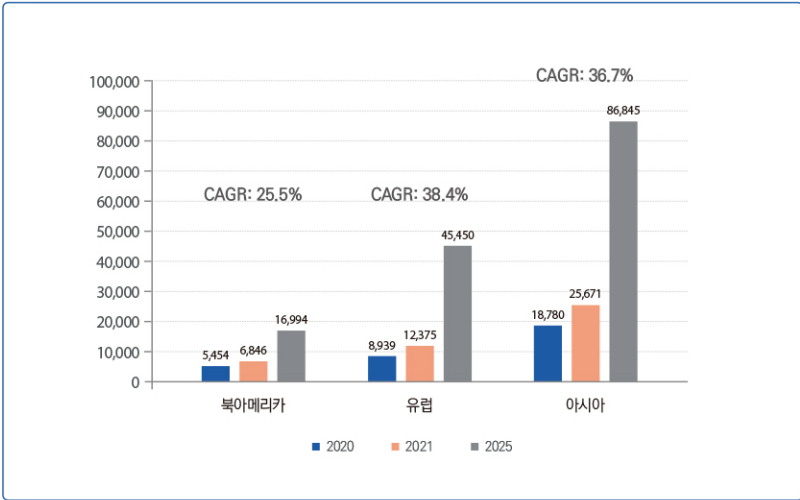


그림 3-1 권역별 배터리 시장 규모

(단위: 백만 달러)

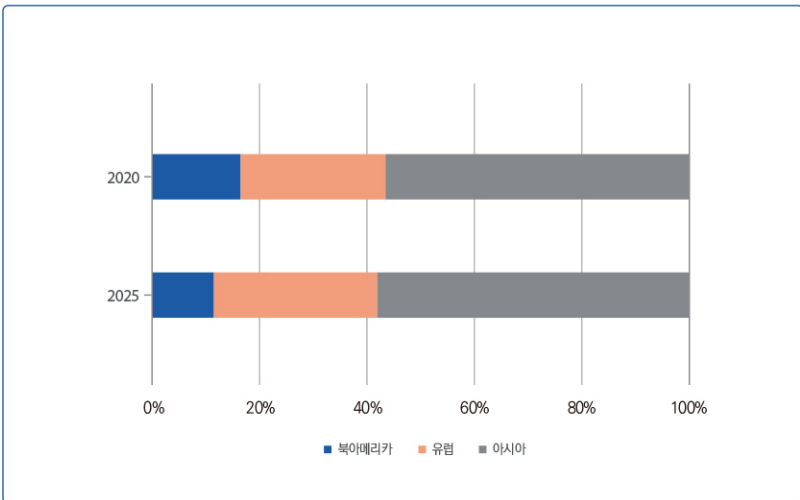


그림 3-2 권역별 배터리 시장 비중

배터리 종류별 시장 규모

(1) 차종별 배터리 시장 규모

- 자동차 배터리 전체 수요에서 승용차에 포함되는 배터리 수요는 90% 이상(약 300억 달러 규모)으로 분석되었으며, 연평균성장률도 36.6%로 성장세는 견고한 것으로 나타남.
- 현재 배터리 기술을 토대로 운용 가능한 주행거리와 충전속도로는 운행 시 상대적으로 적은 전력을 필요로 하는 소형 승용차에서 소비자 수용성을 만족할 수 있기 때문임.
- 버스의 경우 현재 시장규모는 약 18억 달러이며, 연평균성장률은 29.1%로 추정됨. 주로 공공 목적의 대중교통용 버스의 수요가 증가함. 이는 미국과 아시아 국가를 비롯한 대부분의 국가에서 추진하는 탄소중립 정책에 맞추어 화석 연료 버스를 전기 버스로 우선 대체하는 목적임.
- 소형 트럭이나 승합차 등의 시장 규모는 약 12.5억 달러이며, 연평균성장률은 44.6%로 분석됨. 물류 운송을 위한 소형 상용차의 수요가 증가함. 정부의 보조와 전력망 확충 정책, 낮은 운용비용에 힘입어 중단거리 물류용 상용차 수요가 증가하고 있으며, 볼보와 삼성전자와 같이 해당 수요에 대응하는 협력체가 생겨나고 있음.
- 대형 트럭에 대한 수요는 비중이 0.1% 미만으로 매우 낮음. 실제로 중대형 트럭은 많은 배터리 적재를 요구하여 운행 거리와 같은 경제성이 낮게 나타남. 이에 수소연료전지를 활용한 상용차 개발에 초점을 두고 연구가 진행됨.

표 3-4

차종별 전기자동차용 배터리 시장의 규모 및 예상 연평균성장률

차종	현재 시장규모	예상 시장규모 (단위: 백만 달러)		연평균성장률
		2021	2025	
승용차	29,960	40,856	142,317	36.6%
버스	1,763	2,277	6,336	29.1%
소형 승합·화물차	1,250	1,807	7,896	44.6%
중대형 트럭	100	161	1,071	60.6%

* 2021년부터 2025년은 추정된 연평균성장률(CAGR)에 따라 산출된 예측치임.

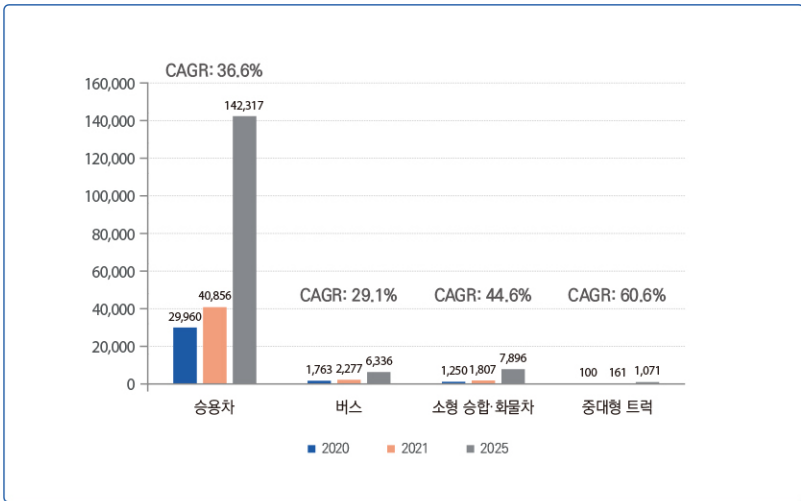


그림 3-3

차종별 배터리 시장 규모

(단위: 백만 달러)

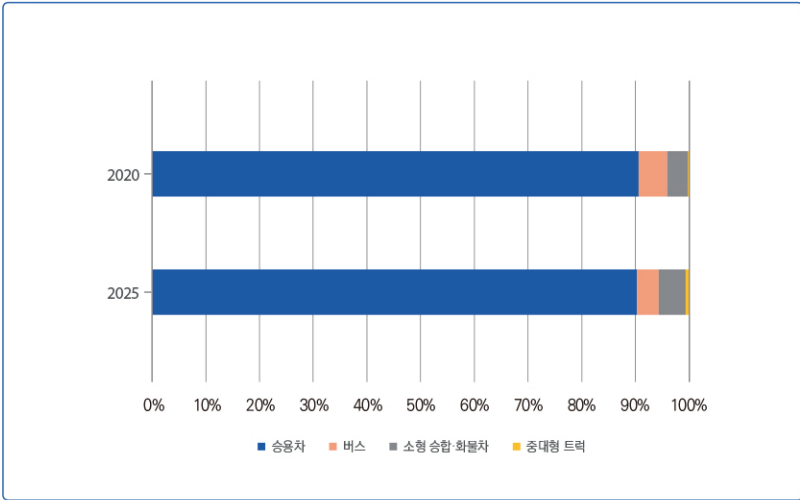


그림 3-4 차종별 배터리 시장 비중

(2) 동력 생산방식별 배터리 시장 규모

- 배터리를 차량 동력 생산을 보조하는 기능으로 활용하는 플러그인 하이브리드 전기차(Plug in Hybrid Electric Vehicle, PHEV)와 차량 동력 생산을 전적으로 담당하는 순수배터리 전기차(Battery Electric Vehicle, BEV)로 구분
- 동력 생산방식별 배터리 시장 규모는 금액이 아닌 생산 단위(unit)로 시장 규모를 평가함. 이는 차종별로 배터리의 특성과 역할이 상이하고 단가 차이가 커 금액으로 시장 규모를 평가할 경우 왜곡이 발생하기 때문임.
- 현재 시장에서 가장 높은 점유율을 나타내는 차종은 HEV(Hybrid Electric Vehicle)로 시장 규모는 약 443만 Unit, 시장성장률은 19.6%로 분석됨.

- 해당 차종은 내연기관인 엔진과 모터를 모두 동력 추진원으로 사용하며 배터리를 외부에서 충전하는 방식이 아닌 내연기관의 동력에 의해 충전되는 방식이므로 인도와 같이 충전 인프라가 부족한 국가에서 폭넓게 활용되고 있음.
- 다만 해당 차종은 배치 가능한 모터의 한계와 모터와 엔진을 모두 동력 추진원으로 활용하는데 있어서의 비효율성이 있어 환경 효과가 떨어지는 한계가 존재함.
- 이에 전기충전 인프라가 구축된 선진국을 중심으로 배터리와 모터의 역할이 증대되는 PHEV(시장규모: 97만 Unit, 연평균성장률: 40.1%)와 BEV(시장규모 201만 Unit, 연평균성장률: 37.9%)의 수요 비중이 높아지고 있음.
- 플러그인 하이브리드 전기차는 대부분의 국가에서 전기차와 동등한 지위를 부여하고 있음. 미국 등의 국가에서는 기존 내연기관 차의 상위 버전으로 출시하는 식으로 꾸준한 수요를 창출하고 있음.
- 해당 차종은 충전 인프라가 부족한 저개발국을 중심으로 수요가 견고할 것으로 예상됨. 다만 완속 충전만 가능하고 전기차와 내연기관의 중간 특성을 가진 한계점에 의해 배터리 시장에서 주도적인 역할을 하기는 어려울 것으로 전망됨.
- 순수 배터리 전기차는 주로 배터리를 차량에 탑재하는 방식을 활용하고 있으며, 한국에서의 대부분의 차량과 유럽과 미국에서 주로 연구가 진행됨.

- 특히 테슬라를 시작으로 승용차를 중심으로 순수 배터리 전기차의 수요가 크게 증가하고 있으며, 배터리 산업의 비중 또한 크게 증가중임.
- 주행거리와 충전속도에 기인한 상대적으로 낮은 소비자 수용성을 자율주행 등 보다 확장된 제어 및 엔터테인먼트 기능을 제공하는 방향으로 극복하고 있음.
- 다만 위 기능을 성공적으로 수행하기 위해 배터리 자체의 사양이 높아지고 있음. 따라서 해당 사양을 만족하는 배터리가 개발될 경우 시장을 지배하는 차종이 될 것으로 전망됨.

표 3-5 동력 생산방식별 전기자동차용 배터리 시장의 규모 및 예상 연평균성장률

권역	현재 시장규모	예상 시장규모 (단위: 천 Unit)		연평균성장률
		2021	2025	
순수배터리 차량 (BEV)	2,008	2,768	10,008	37.9%
플러그인 하이브리드 차량 (PHEV)	969	1,358	5,232	40.1%
하이브리드 차량 (HEV)	4,736	5,664	11,592	19.6%

* 2021년부터 2025년은 추정된 연평균성장률(CAGR)에 따라 산출된 예측치임.

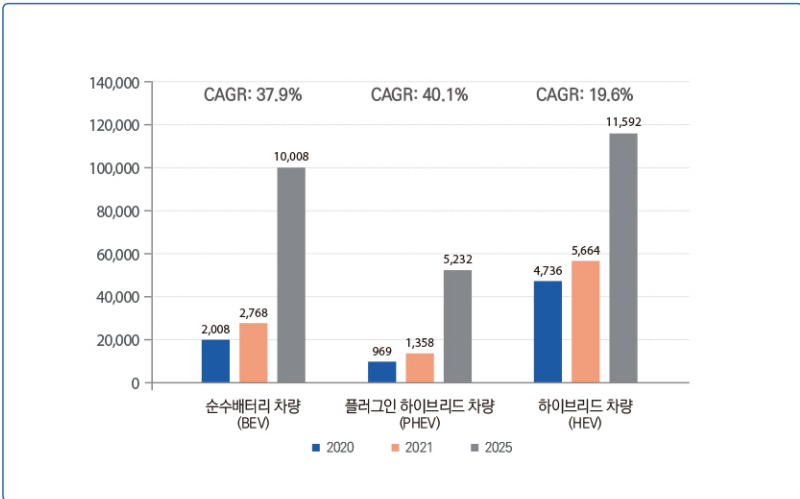


그림 3-5 동력 생산방식별 배터리 시장 규모 (단위: 천 unit)

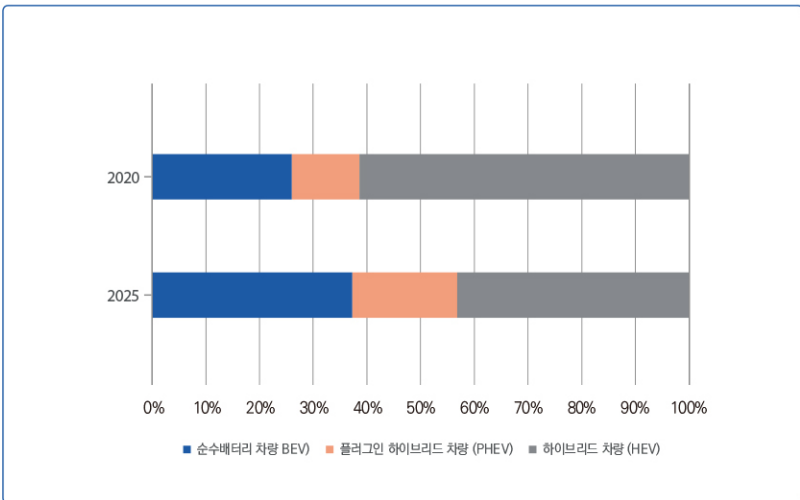


그림 3-6 동력 생산방식별 배터리 시장 비중

코로나(Covid-19)의 영향

- 코로나가 창궐한 후 배터리를 생산하기 위한 기초재료 수급 문제가 발생함. 음극재의 주요 소재 중 하나인 코발트의 경우 주요 생산국인 중국과 인도의 소재 가공 차질로 인해 배터리 전체 생산량에 영향을 주었음.
- 코로나에 영향을 크게 받은 국가인 중국의 경우 코로나 초기 원재료와 배터리 완제품의 생산량이 감소하였으나, 현재는 정상 수준으로 돌아옴. 다만 전체적인 생산량은 아직 수요를 따라가지 못하는 현상이 발생
- 다만 미국과 유럽 등 주요국가에서 배터리의 핵심품목을 자국에서 생산 하도록 전체적인 공급망을 재편하여 미국과 유럽의 배터리 생산 경쟁력 이 강화되는 결과를 낳음.
- 또한 미국, 유럽과 한국 등 배터리 생산 기업들은 안정적인 원재료 수급 을 위해 중국만이 아닌 호주, 칠레 등 원재료 수급처를 다각화함.
- 대봉쇄(Lockdown)에 의해 전기차를 구매하려는 소비자들의 경제적 수 준이 감소함에 따라 잠재 수요가 줄어들 것으로 예상되었으나, 2021년 현재 유럽 등 선진국을 중심으로 수주가 크게 증가하고 있음.
- 실제로 2020년 전 세계 신규 차량 등록 대수는 16% 감소하였으나, 동기간 신규 전기차 등록 대수는 오히려 41% 증가함. 이에 전체 신규 차량 중 전기자동차의 비중은 전년 대비 70% 증가한 4.6%를 차지함.
- 이에 국내의 주요 배터리 기업(LG에너지솔루션, 삼성SDI, SK이노베이션 등)은 유럽에서의 투자가 증가하고 있으며, 바이든 정부의 기조에 따라 미국에서의 배터리 생산설비에 대한 투자도 증가함.

- 즉, 코로나로 인해 수요는 감소하지 않았으나, 원재료 수급처와 생산 라인 모두가 다각화되며 특정 국가의 정치 경제적 이슈에 대한 배터리 공급망의 영향력이 줄어 공급망이 견고해지는 효과를 거둠.



The background of the page is a solid blue color. Overlaid on this is a large, abstract graphic consisting of numerous thin, light blue lines that flow and curve across the upper half of the page, creating a sense of motion and depth. The lines are more densely packed in some areas, creating darker shades of blue, while other areas are more sparse, showing the lighter blue background.

KISTI R&I Report:
전기자동차용 배터리 과학·기술·산업 분석

“ 4장 과학기술성 분석 ”

I. 기술군 도출

II. 논문/특허 분석

기관별 논문 분석

기관별 특허 분석

주요 키워드 분석

기술군별 지표 분석

III. 정부투자 분석

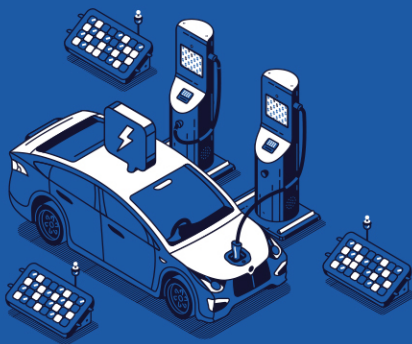
정부 R&D 투자규모 분석

연구기관 분석

주요 키워드 분석

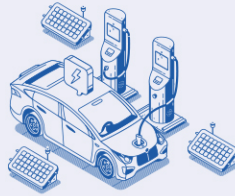
핵심 연구분야/적용분야 분석

정부 R&D 역할 분석





4장 과학기술성 분석



Key Finding

기술군 도출

기술적 이슈 내용인 기능적 측면과 시스템적 측면을 고려하여, 1) 주행거리 향상, 2) 충전속도 향상, 3) 배터리 시스템 고도화에 대응되는 세 가지 기술군을 도출함.

논문 및 특허 분석

- 관련 논문의 양적 수준은 중국이 압도적으로 높았으나, 질적 수준은 미국과 독일 등지에서 높게 산출됨. 한국의 경우 배터리 출력 특성에 대한 논문 비중이 타 국가에 비해 높게 산출됨.
- 관련 특허의 양적 수준은 한국이 우수하게 나타났으나, 질적 수준은 미국에 뒤처지는 것으로 분석됨. 한국의 경우 배터리 시스템 고도화에 대한 특허 비중이 타 국가에 비해 낮게 산출됨.
- 논문의 연구 분야 성장성이 특허에 비해 높게 산출되었으며, 특허는 시스템 고도화 기술군의 성장성이 높게 산출됨.
- 논문과 특허 분석 결과로부터 모두 다양한 이슈를 발굴하였으며, 시장 분석에서 나타난 기술적 이슈 대부분을 포함함.

정부 R&D 투자 분석

- 출력 특성(충전속도 향상)과 관련된 기술군의 투자 비중이 타 기술군에 비해 상대적으로 낮게 나타났으며 기초연구 성격의 과제 비중이 높게 산출됨.
- 배터리 시스템은 기능적 측면에 비해 기술성숙도가 높은 것으로 나타났으며, 중소기업의 R&D 비중이 높게 산출됨.

I. 기술군 도출

- 환경 분석에서 도출된 기술적 이슈 내용인 기능적 측면과 시스템적 측면을 고려하여 배터리 기술과 산업의 이슈를 함축하는 주요 기술군을 총 세 가지 기술군으로 정의함.
- 기능적인 측면의 이슈 중 가장 부각되는 요소는 주행거리 향상과 충전시간 감소가 있음. 이는 모두 배터리 셀 기술과 관련된 내용임.
- 주행거리 향상을 위해 배터리 셀의 충전되는 전량의 용량을 늘려 배터리 에너지 밀도를 늘리는 에너지저장 특성 향상 기술을 첫 번째 기술군으로 선정함.
- 충전시간 절감을 위해 배터리 셀 내 음극재와 양극재를 오가는 리튬 이온의 충전전 속도를 향상시키는 배터리 출력 특성 향상 기술을 두 번째 기술군으로 선정함.
- 시스템적 이슈는 크게 배터리의 상태를 감지하고 배터리 기능을 효과적으로 제어하는 배터리 관리 시스템에 대한 내용과 배터리 안전성에 대한 내용을 포함함. 이는 배터리 팩 기술과 관련된 기술임.
- 해당 요구사항은 결과적으로 배터리 시스템의 성능, 수명, 안전성을 극대화하는 동일한 목적을 가지고 있음. 따라서 이를 모두 포괄하는 배터리 시스템 고도화 기술을 세 번째 기술군으로 선정함.

번호	기술군명	설명
T01	배터리 에너지저장 특성 향상 기술	전기차 1회 충전 주행거리 확장을 위해 배터리 에너지밀도를 개선/향상시키는 기술로 정의하며, 배터리 셀 및 모듈에 적용할 수 있는 기술을 포함
T02	배터리 출력 특성 향상 기술	대용량화되는 전기차 배터리의 충전시간을 단축과 고출력 운전을 위해 배터리 출력밀도를 개선 및 향상시키기 위한 기술로 정의하며, 배터리 셀 및 모듈에 적용할 수 있는 기술을 포함
T03	배터리 시스템 고도화 기술	전기차용 배터리 팩 및 시스템의 성능, 수명, 안전성 등을 극대화시키는 기술로 정의하며, 배터리 모듈, 팩 및 시스템에 적용할 수 있는 기술을 포함

* KISTI의 패키징 R&D 투자분석플랫폼 개발 연구의 전문가 의견을 반영하여 기술군과 기술군의 범위를 정의함.

II. 논문/특허 분석

기관별 논문 분석

1) 해외 주요기관 분석

- 대부분의 상위 기관은 대학으로 나타났으며, 기업보다는 순수연구집단에서 주로 논문 실적을 발표하는 것으로 나타남.
- 세 기술군 모두 중국 기관이 최상위 실적 대학으로 나타났으며, 특히 칭화대학교는 세 기술군 모두 실적이 최상위권으로 분석됨. 칭화대학교에서는 기초연구와 관련된 논문 실적도 일부 존재하였으나, 상당수가 소비자 수용성을 향상시키기 위한 기능 향상에 초점을 두었음.

- 중국 기관에서는 베이징과학기술대학교 등 세 기술군 모두 실적이 존재하는 기관이 다수 존재함. 또한 해당 기관에서 발표한 논문들의 피인용수는 중국 평균을 상회하며, 연구 분야도 배터리 이슈 대부분을 다루는 것으로 분석됨.
- 미국의 경우 위 표에는 많은 기관이 나타나지 않았으나, 상당히 많은 기관에서 다양한 연구 주제로 연구를 진행하고 있음. 즉, 보다 다양한 소속의 인력에 의해 연구가 진행되고 있으며 논문 실적으로 이어지고 있음.
- 유럽권 기관 또한 대학 위주로 기관 분석 결과가 나타남. 또한 크랜필드대학교나 윈스터대학교 등 유럽권 대학에서 피인용 횟수가 100건을 넘어가는 영향력 높은 논문을 발표하는 경우가 중국이나 타 국가에 비해 많음.
- 말레이시아의 경우 배터리 시스템 고도화와 관련된 논문 실적이 많이 나타났으며, 두 개 기관이 상위권으로 랭크됨. 두 곳에서는 충전 상태에 대한 예측모형 또는 실증에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있음.

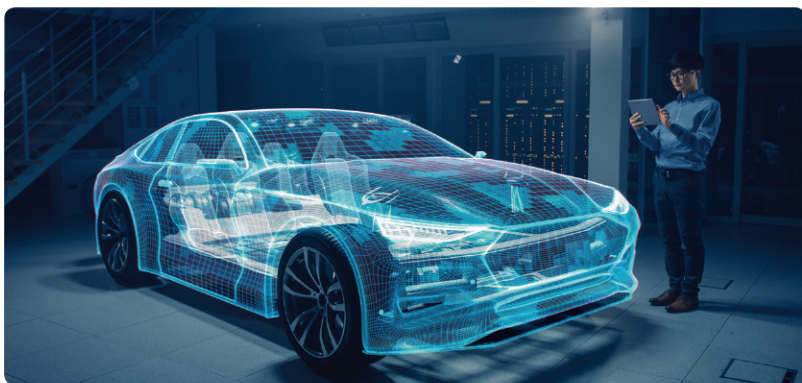


표 4-2

해외 기관별 발표 논문 통계 (주요 기관)

분야	국가	기관명	논문 수	평균 피인용수
T01. 배터리 에너지저장 특성 향상 기술	중국	베이징과학기술대학교 (Beijing Institute of Technology)	18	21.4
	중국	칭화대학교 (Tsinghua University)	15	31.0
	중국	중국과학기술대학교 (University Of Science And Technology Of China)	7	32.1
	영국	워릭대학교 (University of Warwick)	6	20.8
	미국	로렌스버클리국립연구소 (Lawrence Berkeley National Laboratory)	5	24.8
	홍콩	미시간대학교 (University of Michigan)	5	32.0
	미국	홍콩과학기술대학교 (Hongkong University of Science and Technology)	4	38.2
T02. 배터리 출력 특성 향상 기술	중국	칭화대학교 (Tsinghua University)	5	21.0
	캐나다	온타리오공과대학교 (University of Ontario Institute of Technology)	5	11.2
	독일	뮌스터대학교 (University of muenster)	2	150.5
	한국	한국과학기술원	2	103.0
	중국	화남이공대학 (South China University of Technology)	2	24.5
	중국	중국과학원 (Chinese Academy of Sciences)	2	12.5
	한국	충북대학교	2	5.5

분야	국가	기관명	논문 수	평균 피인용수
T03. 배터리 시스템 고도화 기술	중국	베이징과학기술대학교 (Beijing Institute of Technology)	22	34.5
	중국	칭화대학교 (Tsinghua University)	10	30.2
	중국	베이징교통대학교 (Beijing Jiaotong University)	8	39.3
	말레이 시아	말레이시아 케방산대학교 (Universiti Kebangsaan Malaysia)	5	20.0
	말레이 시아	테나가국립대학교 (Universiti Tenaga Nasional)	4	77.5
	한국	성균관대학교	4	5.8
	영국	크랜필드대학교 (Cranfield University)	3	109.0

2) 국내 주요기관 분석

- 한국도 마찬가지로 실적이 존재하는 기관은 대학으로 나타났으며, 기업 보다는 순수연구집단에서 주로 논문 실적을 발표하는 것으로 나타남.
- 성균관대학교에서는 세 기술군 모두에서 논문을 발표함. 성균관대학교의 논문 실적은 대부분 2015-2016년에 존재하며, 완속 충전 등의 충전 상태에서 배터리에 제공되는 전력 품질 향상을 위한 연구를 수행함.
- 한국과학기술원은 두 번째로 많은 논문을 발표하였으며, 한 개의 논문이 피인용수가 100건을 상회함. 이는 실리콘을 활용한 양극재를 구성하기 위해 배터리 구성 요소인 바인더에 대해 연구하는 내용임.

- 삼성전자는 유일하게 기업 기관에서 논문을 발표함. 해당 연구는 수명주기에 대한 연구와 배터리의 충전 상태를 진단하기 위한 모형에 대한 연구로 두 연구 모두 높은 피인용수를 가지고 있음.
- 이외에도 여러 대학 기관에서 배터리와 관련된 논문을 발표하였으며, 연구 주제는 상대적으로 고르게 나타남.

표 4-3 국내 기관별 발표 논문 통계

기관명	T01. 배터리 에너지저장 특성 향상 기술		T02. 배터리 출력 특성 향상 기술		T03. 배터리 시스템 고도화 기술	
	건수	평균 피인용수	건수	평균 피인용수	건수	평균 피인용수
성균관대학교	1	9.0	2	4.0	4	5.8
한국과학기술원	3	133.0	2	6.0		
조선대학교	2	2.0				
부산대학교	1	3.0			1	35.0
삼성전자					2	58.5
포항공과대학교			1	11.0	1	4.0
충북대학교			2	5.5		
영남대학교	1	3.0	1	3.0		

기관별 특허분석

- 특허 실적의 경우 미국 특허(US)에 속하는 특허 중 연관성이 높은 내용을 선별하여 분석을 수행함.
- 대부분의 상위 기관은 기업으로 나타났으며, 자동차 또는 배터리와 관련된 기업에서 주로 특허 실적을 발표하는 것으로 나타남.
- 세 기술군 모두 한국 기관이 최상위 실적 기관으로 나타났으며, 특히 LG 화학은 세 기술군 모두 실적이 최상위권으로 분석됨. LG화학에서는 배터리 열관리와 관련된 실적도 일부 존재하였으나, 상당수가 배터리의 기능 향상을 위한 물질 또는 구조체에 대한 기술 특허 내용임.
- 또한 한양대학교 산학협력단에서 실적이 여럿 발표되었는데, 해당 협력단에서 자동차 기업과의 산학 연구를 수행하고 있음. 해당 기관에서는 대부분 분리막과 전해질과 같은 배터리 구성요소에 대한 기술에 대한 내용을 다룸.
- 중국 기관에서는 배터리 시스템 고도화 기술에서 특허를 주로 발표함. 주로 열관리와 관련된 특허를 많이 출원하였으며, 배터리 팩의 상태를 확인하고 관리하는 기술에 대한 특허도 일부 포함하고 있음.
- 또한 상당수의 미국 기관이 순위권에 이름을 올림. 대부분 대형 자동차 기업에서 수행한 기술 연구를 포함하는 특허이며 자동차 부품이나 충전 장치와 연계된 시스템적 측면의 기술특허가 다수 식별됨.
- 일본의 경우 닛산 자동차가 상위권에 이름을 올렸으며, 음극재 관련 기술과 전고체 배터리의 기반이 되는 비액체 전해질에 대한 기술이 주로 특허 내용에 포함되어 있음.

표 4-4

기관별 발표 특허 통계 (주요 기관)

분야	국가	기관명	특허 수	평균 패밀리수
T01. 배터리 에너지저장 특성 향상 기술	한국	LG화학	7	2.8
	일본	닛산자동차 (Nissan Motor)	5	2.8
	한국	SK케미칼	4	5.4
	한국	한양대학교 산학협력단	4	2.2
	미국	롤스로이스 (Rolls Royce PLC)	2	10.5
	미국	폴리플러스배터리 (Polyplus Battery)	2	1.5
	일본	소니 (Sony)	2	1.3
T02. 배터리 출력 특성 향상 기술	한국	LG화학	8	2.0
	일본	닛산자동차 (Nissan Motor)	4	4.0
	한국	한양대학교 산학협력단	3	2.5
	미국	포드 (Ford Corporate)	3	7.3
	한국	SK케미칼	3	3.4
	일본	소니 (Sony)	3	2.7
	한국	현대자동차	2	6.5
T03. 배터리 시스템 고도화 기술	미국	볼보 (Volvo Corporate)	4	2.5
	중국	비야디 (BYD)	3	2.7
	미국	루시드모터스 (Lucid Motors)	3	2
	미국	포드 (Ford Corporate)	2	0.5
	영국	재규어 랜드로버 (Jaguar Landrover)	2	13.0
	중국	니오 (Nio)	2	2.5
	한국	LT정밀 (Heesung Precision)	2	1.0

주요 키워드 분석

1) 주요 키워드

- 특허 및 논문별로 제시된 요약문과 키워드를 토대로 높은 빈도로 나타나는 키워드를 식별함. 기술군별로 상위 빈도의 키워드를 순위대로 나열하되, 지나치게 일반적이거나 무의미한 키워드는 배제하여 작성함.
- 배터리 에너지저장 특성 향상 기술(T01)의 경우 특허는 분리막이나 전해질, 물질과 관련된 키워드 위주로 식별되었으나, 논문에서는 기능과 관련된 키워드가 많이 식별됨. 이는 논문에서 시스템과 연계한 내용의 연구를 많이 진행하고 있음을 알 수 있음.
- 배터리 출력 특성 향상 기술(T02)의 경우 특허는 물질 자체와 관련된 키워드가 주로 식별되었으며, 논문에서는 물질의 특성과 관련된 키워드가 식별됨.
- 특히 배터리 출력 특성 향상 기술(T02)은 특허와 논문 모두 키워드의 집중도가 상대적으로 낮은 특성을 보임. 즉, 빈도가 낮은 다양한 키워드가 식별됨.
- 배터리 시스템 고도화 기술의 경우(T03) 특허는 냉각과 관련된 키워드가 상당수 식별되었으나, 논문에서는 수명이나 충전 상태에 대한 수학적 모형과 관련된 키워드가 상당수 식별됨. 타 기술군에 비해 모형적 접근을 수행한 연구가 상당수 존재함.

표 4-5 주요 도출 키워드 (논문, 특허)

기술군명	순위	논문		특허	
		키워드	빈도	키워드	빈도
T01. 배터리 에너지저장 특성 향상 기술	1	Degradation	42	Electrolyte	20
	2	Ultracapacitor	22	Solid electrolyte	11
	3	Vehicle to grid	11	Primary particle	10
	4	propulsion	9	Degradation	9
	5	Accuracy assessment	7	Separator	8
T02. 배터리 출력 특성 향상 기술	1	Electrode materials	10	Active material	17
	2	Charging station	9	Charging Rate	10
	3	Frequency	5	Graphine	8
	4	Durability	4	Aluminum alloy	7
	5	Dual active bridge	3	Negative electrode	6
T03. 배터리 시스템 고도화 기술	1	State of Charge	86	Battery cooling	27
	2	State of Health	32	Cooling device	16
	3	Kalman filter	12	State of Charge	15
	4	Equivalent circuit model	10	State of Health	13
	5	Reliability	8	Control unit	12

2) 주요 주제

- 특허 및 논문별로 제시된 요약문과 키워드를 토대로 주요연구 주제를 식별함. 주제는 키워드와 해당 문서를 분석하여 선정함.
- 논문과 특허의 매칭 작업을 따로 수행하여 유사한 토픽이 발생할 경우 우선적으로 나열함.

- 배터리 에너지저장 특성 향상 기술(T01)의 경우 가장 큰 주제는 1) 주행 거리 향상을 위한 리튬이온 배터리 기반 물질 개발 및 특성 개선과 2) 액체 전해질을 고체 형태로 대체하는 전고체배터리와 관련된 내용임.
- 특히 사용 시간이 길어짐에 따라 배터리 용량에 대한 손실을 줄이는 연구와 배터리의 충전 용이성 향상과 관련된 연구가 함께 식별됨.
- 배터리 출력 특성 향상 기술(T02)의 경우 충전시간 단축이 가장 큰 이슈이며, 물질과 구조체를 연구하거나 개발하는 내용이 다수 식별됨.
- 논문에서는 열관리와 관련된 이슈가 많이 식별되었는데, 이는 출력 과정에서 발생하는 열에 따른 배터리 부하를 방지하기 위한 내용의 연구임. 이는 배터리 시스템 고도화 기술과 연계 가능함.
- 특허에서는 나트륨과 알루미늄 이온을 기반으로 한 배터리를 제안하는 내용이 있었으며, 출력 특성을 유지하면서 단가를 낮추는 방향의 기술을 개발하고 있음.
- 배터리 시스템 고도화 기술의 경우(T03) 주로 충전 상태의 배터리 관리와 배터리 운용 과정에서 변수 제어 등의 주제가 연구 및 개발 주제로 식별됨.
- 논문에서는 배터리의 수명과 고장과 관련된 연구 주제가 다수 식별되었는데 이는 배터리 수명을 연장하고 재사용하는 과정에서 신뢰도를 향상시키려는 연구가 주임.
- 특허에서는 냉각과 관련된 기술이 많이 제안됨. 이는 소재부터 시스템까지 다양한 방면에서 배터리로부터 발생하는 열에 따른 배터리 성능 저하를 막기 위한 연구가 많은 비중을 차지함.

표 4-6 주요 도출 주제 (논문, 특허)

기술군명	주제	논문		특허	
		주요 키워드	점유율	주요 키워드	점유율
T01. 배터리 에너지저장 특성 향상 기술	주행거리 향상	Hydrogen, Metal, Range anxiety	16.2	Nickel, Metal Hydride, Polymer Electrolyte	15.4
	전고체 전해질 개발	Solid electrolyte, Polyelectrolyte	5.9	Non Solid state, Sulfide based solid, Nonaqueous electrolyte	13.1
	용량손실 개선	Degradation, Propulsion, Internal resistance	8.8		
T02. 배터리 출력 특성 향상 기술	충전시간 단축	Graphite, Silicon, Zero voltage switching, Aluminum	20.4	Graphine, Charging Rate, Dc Dc converter	19.6
	가격 절감			Aluminum alloy, Sodium, Cost reduction	7.6
	출력 향상을 위한 열관리	Thermoelectric equip- ment, Fluid dynamic,	8.7		
T03. 배터리 시스템 고도화 기술	배터리 냉각 시스템			Cooling device, Cooling plate, Heat exchange, Refrigerant	13.2
	충전 중 배터 리 관리	Kalman filter, State of charge, estimation method	15.4	State of charge, Station, Charger	7.7
	배터리 운용 최적화	Equivalent circuit model, Neural network, Fleet operation	8.5	Control unit, Power supply, Arrangement	5.0
	배터리 고장/ 수명 관리	State of Health, Reliability, Equalizer	12.6		

기술군별 지표 분석

1) 연구 및 기술개발 성장성 분석

- 해당 기술군의 특허와 논문의 발표 시점을 토대로 특허와 논문의 발표 건수가 시간이 흐름에 따라 점차 성장(증가)하는지 확인하여 기술군의 성장 추세를 분석함.
- 단순한 산술평균이 아닌 평활(smoothing) 형태의 지표를 도입하여, 최근 연도의 발표 건수는 보다 높은 가중치를 가지는 지표를 활용함.

$$(\text{성장성 지표}) = \frac{\sum \alpha^{[(\text{최신연도}) - (\text{현재연도}) + 1]} \times (\text{연도별 발표 건수})}{\sum (\text{연도별 발표 건수})}$$

* 위 수식에서 α 는 변수로 0과 1사이의 값으로 지정하나, 일반적으로 0.5로 지정

* 가중치 역할인 $\alpha^{[(\text{최신연도}) - (\text{현재연도}) + 1]}$ 의 값은 현재연도와 최신연도의 차이(시차)가 작을수록 높게 산출

- 최신연도에 많은 특허(논문)가 발표될 경우, 최신연도에 발표된 논문(특허)에 상대적으로 높은 가중치를 가지게 되어 지표가 증가함.

표 4-7 연구 및 기술개발 성장성 (논문, 특허)

기술군	T01. 배터리 에너지저장 특성 향상 기술	T02. 배터리 출력 특성 향상 기술	T03. 배터리 시스템 고도화 기술
논문	0.443	0.351	0.360
특허	0.169	0.279	0.310

- 대체로 특허에 비해 논문의 성장성 지표 값이 높게 산출됨. 이는 최신연도에 발표된 논문의 비중이 높다는 뜻이며, 연구 실적에 대한 성장 추세가 특허에 비해 뚜렷함.
- 논문의 경우 배터리 에너지저장 특성 향상 기술(T01)이 다른 두 기술군에 비해 높은 성장 추세를 보임. 이는 전고체배터리에 대한 연구가 증가하고 있으며, 자동차 배터리의 확산 과정에서 주행거리가 가장 중요한 요소임.
- 특허의 경우 반대로 배터리 에너지저장 특성 향상 기술의 성장 추세가 가장 낮게 산출되었으며, 배터리 시스템 고도화 기술의 성장 추세가 가장 높게 나옴. 이는 후발 주자인 중국의 특허 발표 실적이 증가하고 있기 때문임.
- 또한 주제 측면에서 열관리 기술에 대한 비중이 증가함. 배터리 성능에 미치는 영향이 크기 때문에 시스템을 구성하는 기술에 대한 내용이 최신 실적으로 다수 포함됨.

2) 세계 대비 국내 수준 분석

- 건수(양적 수준), 평균 피인용수(질적 수준), 평균 패밀리 특허 수(활용 수준)에 대해 1위 국가와 한국의 격차를 비교함으로써 한국의 논문, 특허 수준을 파악함.
- 각각의 변수(건수, 평균 피인용수, 평균 패밀리 특허 수)별로 가장 높은 국가를 기술군별로 분석하고, 한국과 1위 국가 간 변수의 비율을 토대로 지표값을 산출함.

표 4-8

세계 대비 국내 수준 (논문, 특허)

기술군			T01. 배터리 에너지저장 특성 향상 기술	T02. 배터리 출력 특성 향상 기술	T03. 배터리 시스템 고도화 기술
논문	양적 수준	지표값	0.102	0.522	0.128
		1위국가	중국	중국	중국
	질적 수준	지표값	0.140	0.337	0.190
		1위국가	말레이시아	일본	영국
특허	양적 수준	지표값	1.0	1.0	0.533
		1위국가	한국	한국	중국
	질적 수준	지표값	0.263	0.220	0.965
		1위국가	미국	미국	미국
	활용 수준	지표값	0.545	0.930	0.188
		1위국가	독일	독일	일본

- 논문의 발표 건수 관점에서는 모든 기술군에서 중국에 비해 낮은 수준을 보이고 있음. 다만 중국의 피인용횟수가 낮아 피인용횟수가 높은 미국의 실적과 비교하면 약 60% 정도 수준으로 평가됨.
- 논문의 피인용횟수 관점에서는 기술군별로 1위 국가에 비해 약 15~30% 정도 수준에 머무르고 있음. 이는 특허에 비해 낮은 수치이며 배터리의 기반 기술을 강화하기 위해 우수한 연구 실적이 필요함.
- 특허의 양적 관점에서는 한국의 발표 건수가 세계 1위이며 높은 수준임을 알 수 있음.

- 특허의 질적 관점에서는 시스템적 측면에서는 높은 경쟁력을 가지나, 배터리 특성과 관련된 기술에 대한 피인용 횟수는 미국에 비해 낮은 편임. 따라서 해당 기술에 대한 핵심 특허를 개발하거나 확보하는 것이 필요함.
- 특허의 활용 수준(평균 패밀리 특허 수) 관점에서는 독일과 일본의 경쟁력이 높은 것으로 분석됨. 배터리 시스템 고도화의 경우 일본의 1건 특허의 패밀리 수가 100건을 넘어가 한국특허의 실질적인 활용 수준은 낮지 않으며 타 기술군도 높은 수준의 패밀리 특허 수를 나타냄.
- 이는 한국에서 개발한 특허가 보다 다양한 국가로부터 인정받아 활용 경쟁력이 높으며, 추후 기술개발 시 유리한 환경이라는 해석이 가능함.

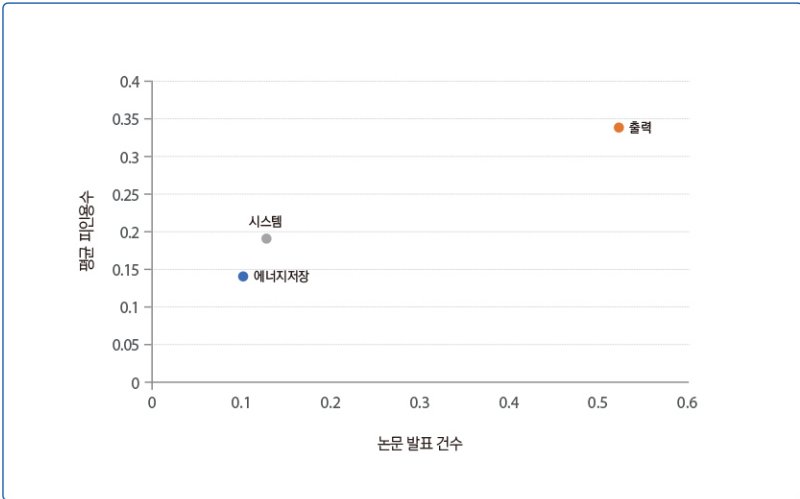


그림 4-1 기술군별 상대 위치 분석 (논문)

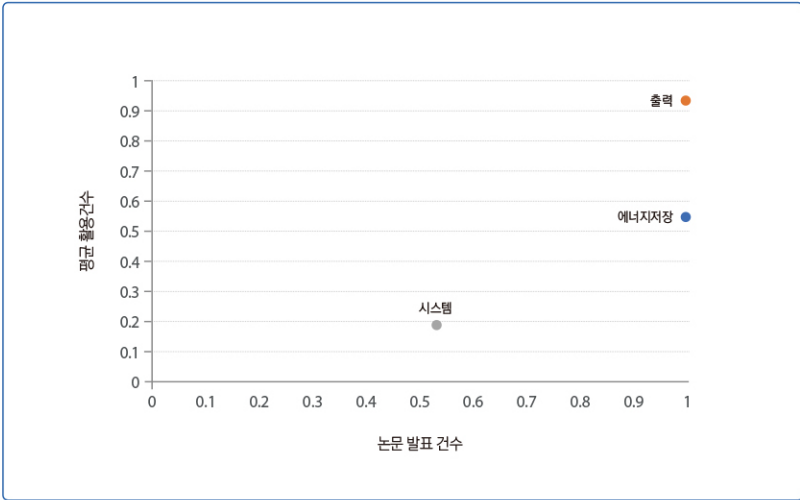


그림 4-2 기술군별 상대 위치 분석 (특허)

3) 연구 연계성-다양성 분석

- 논문과 특허의 주제는 위에서 식별한 키워드가 아닌 사전에 정의된 분류 기준을 토대로 분석함.
- 논문은 클래리베이트 애널리틱스(Clarivate Analytics)에서 제공하는 분류 기준, 특허는 국제특허분류(International Patent Classification) 기준을 활용함.

표 4-9 주제 연계성 및 다양성 (논문, 특허)

기술군		T01. 배터리 에너지저장 특성 향상 기술	T02. 배터리 출력 특성 향상 기술	T03. 배터리 시스템 고도화 기술
논문	주제 연계성	0.943	0.956	0.869
	주제 다양성	2.778	2.645	2.574
특허	주제 연계성	0.977	0.944	0.976
	주제 다양성	1.843	2.232	1.878

- 주제 연계성은 세 기술군의 연구(기술 개발) 분야가 유사한지를 분석한 것으로 코사인 유사도를 활용함.
- 논문과 특허 모두 주제 연계성이 매우 높게 나타났으나, 논문의 배터리 시스템 고도화 기술의 연계성은 상대적으로 낮게 나타남. 이는 타 기술군과 달리 컴퓨터과학과 전기전자공학으로 분류된 시스템 제어 관련 연구의 비중이 높았기 때문임.
- 주제 다양성은 세 기술군의 연구 분야가 얼마나 종류가 많고 균일하게 분포하는지를 분석하는 것으로 아래 식과 같이 산출함. 이 때, 주제의 비중은 특정 주제가 포함된 문서 수를 전체연도별 발표 건수로 나누어 산정함.

$$(\text{다양성 지표}) = \sum (\text{주제의 비중}) * \log \frac{1}{(\text{주제의 비중})}$$

- 주제의 다양성은 논문이 대체로 높게 나타남. 특허의 경우 대부분의 실적이 H01M(배터리)과 B60L(전기차량추진)에 분류되어 있으나 논문은 배터리의 다학제적 특성에 따라 에너지 연료, 전기전자공학, 화학공학, 열역학, 재료과학 등의 다양한 분야로 분류되어 높은 값이 산출됨.
- 특허의 다양성 지표의 경우 배터리 출력 향상 기술(T02)의 값이 상대적으로 높게 산출되었는데 H01B(전도체소자), C22C(합금) 등의 소재 비중이 타 기술군보다 높아 차별된 주제에 속한 특허가 많았음.

Ⅲ. 정부투자 분석

- 배터리 분야 특성상 정부의 적극적인 투자를 토대로 산업이 육성되는 경우가 많으며, 상당수의 기술 발전은 정부의 투자 결과로 나타남.
- 따라서 현재 정부 R&D투자의 방향을 파악하면 앞으로의 과학기술성 및 기술성과의 발전을 유추할 수 있어 추가적인 분석을 수행함.

정부 R&D 투자규모 분석

- 이차전지와 관련된 정부 R&D 과제를 분석한 결과, '15 ~ '20년 기준 총 1,301억의 정부 R&D 예산이 투자됨.
- 총액 기준으로 보았을 때, 전체적인 투자금액은 증가하는 추세임. 기술군 관점에서 봤을 때도 전반적으로 증가 추세를 나타냄.

- 배터리 시스템 고도화 기술(T03)과 배터리 에너지저장 특성 기술(T01)에 상대적으로 많은 예산이 투자됨. 특히 배터리 시스템 고도화 기술(T03)은 배터리 팩의 경량화 등 효율성에 초점을 둔 사업과제가 강세임.
- 2020년 기준으로 배터리 출력 특성 향상 기술(T02)의 투자금액이 대폭 증가함. 이는 고용량 배터리에 대한 소비자 수용성 향상을 위한 급속 충전 이슈가 부각되었기 때문임.

표 4-10 기술군별 정부 R&D 투자 규모

(단위: 백만원)

번호	기술군명	2015	2016	2017	2018	2019	2020* (미확정)	합계
T01	배터리 에너지저장 특성 향상 기술	5,446	8,471	9,949	11,015	10,176	8,272	53,329
T02	배터리 출력 특성 향상 기술	425	871	1,852	3,063	4,141	8,033	18,385
T03	배터리 시스템 고도화 기술	6,648	3,996	8,973	11,604	15,285	11,932	58,438
합계		12,519	13,338	20,774	25,682	29,602	28,237	130,152

* 2020년 국가연구개발사업 조사, 분석이 아직 확정되지 않아 향후 변동 가능

* KISTI의 "패키지형 R&D 투자분석플랫폼 개발"과제의 비용을 토대로 키워드 검색 및 전문가(페이지 참조) 검수를 통한 분류된 과제의 규모 나열

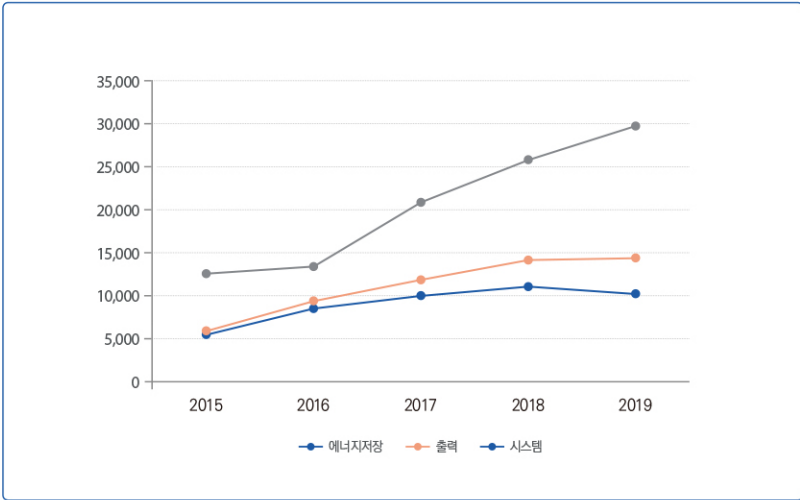


그림 4-3 정부 R&D 투자예산 규모

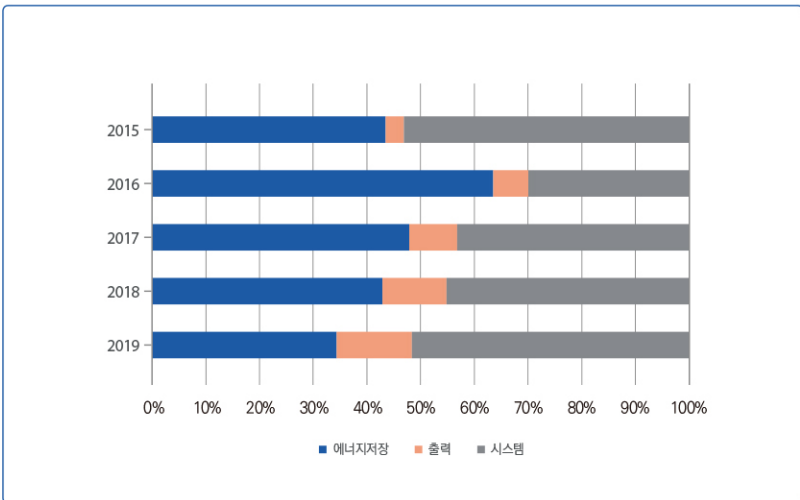


그림 4-4 정부 R&D 투자예산 비중

연구기관 분석

1) 연구인력 규모

- NTIS 데이터를 토대로 과제에 참여한 인력의 누적값을 활용하여 연구인력 규모를 산출함.
- 연구인력의 수준을 고려하기 위해 인력값을 도입하여 기술군별로 비교함.
- 인력값은 $(1 \times \text{박사수}) + (0.5 \times \text{석사수}) + (0.2 \times \text{학사이하수})$ 로 산출
- 과제참여인력을 분석할 때 모든 기술군에서 학사 이하의 참여 인력 비중이 높게 산출됨. 이는 자동차 산업 특성상 연구인력만큼 실험과 실무를 전담하는 인력이 많기 때문임.
- 배터리 에너지저장 특성 향상 기술(T01)의 경우 다른 기술군과 달리 박사의 참여 인력 비중이 높게 산출됨. 이는 에너지밀도 문제가 상대적으로 많은 연구가 진행되고 있으며, 특히 밀도를 효과적으로 향상시키는 신규 물질에 대한 논의가 활발히 진행되기 때문임.
- 배터리 출력 특성 향상 기술(T02)의 경우 상대적으로 학사 이하 참여 인력이 낮음. 이는 실용화 단계 이전의 기초 및 개발 단계에 있는 연구가 상당수 진행되기 때문임.

표 4-11 기술군별 정부 R&D 과제참여 인력 규모

번호	기술군명	과제참여 인력*				인력값**
		박사	석사	학사이하	소계	
T01	배터리 에너지저장 특성 향상 기술	847	481	2,437	3,765	1,575
T02	배터리 출력 특성 향상 기술	291	228	588	1,107	523
T03	배터리 시스템 고도화 기술	698	507	2,314	3,519	1,414
합계		1,836	1,216	5,339	8,391	3,512

* KISTI의 “패키지형 R&D 투자분석플랫폼 개발”과제의 산출 내용 재구성

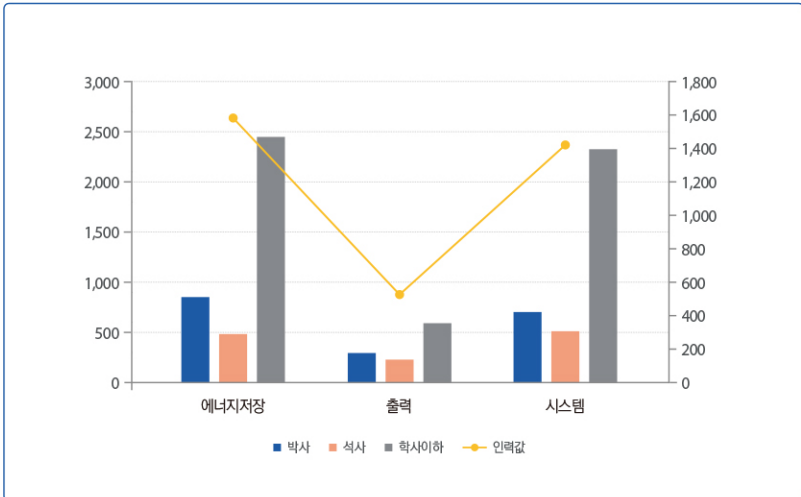


그림 4-5 기술군별 참여 인력

2) 주요연구 집단

- 전체적인 과제 참여 기업을 분석하면 참여 건수는 대학과 중소기업의 비중이 높으며, 참여 금액은 중견기업과 중소기업의 비중이 높게 나타남.
- 기타에 속한 기관 중 상당수가 국가 사업을 주로 수행하는 연구원, 연구조합, 기술원 등으로 나타났으며, 이들은 기초, 개발연구를 위주로 수행함.
- 연구기관(국공립연구소, 대학, 출연연구소)와 기업(대기업, 중견기업, 중소기업)으로 구분하였을 때
 - ① 배터리 에너지저장 특성 향상 기술(T01)은 과제 건수가 두 집단이 비슷하게 나타남.
 - ② 배터리 출력 특성 향상 기술(T02)은 기업에 비해 연구기관에서 수행하는 과제의 건수가 높게 나타남.
 - ③ 배터리 시스템 고도화 기술(T03)은 연구기관에 비해 기업에서 수행하는 과제의 건수가 높게 나타남.
- 이는 기초연구 성격의 과제는 상대적으로 배터리 출력 특성 향상 기술(T02)에서 많이 진행되고 있으며, 반대로 응용연구나 사업화 성격의 과제는 배터리 시스템 고도화 기술(T03)에서 많이 진행되고 있음을 알 수 있음.
- 특히 배터리 성능이나 수명향상 등 이미 있는 기술을 개선하는 형태의 과제가 배터리 시스템 고도화 기술(T03)에 집중되어 과제의 지속연도가 다소 짧고, 성과가 빠르게 나타나는 경향이 나타남.

- 모든 기술군에서 중견기업의 투자금액(약 11.7억/건)은 타 연구집단에 비해 높게 나타났으며, 대학의 과제 건당 투자금액(약 0.7억/건)은 낮게 산출됨.
- 배터리 에너지저장 특성 향상 기술(T01)과 배터리 시스템 고도화 기술(T03)의 경우, 국공립 연구소와 출연 연구소의 연구 비중은 상대적으로 낮게 나타남. 이는 배터리 에너지저장 특성 향상 기술(T01)과 배터리 시스템 고도화 기술(T03)은 민간에서 활발하게 연구가 진행되는 분야임을 알 수 있음.
- 배터리 출력 특성 향상 기술(T02)의 경우 민간의 비중과 정부기관의 비중이 유사하므로 배터리 에너지저장 특성 향상 기술(T01)과 배터리 시스템 고도화 기술(T03)에 비해 정부의 지원이 필요한 분야임을 알 수 있음.

표 4-12

기술군별 정부 R&D 과제참여 인력 규모

(단위: 건수, 백만원)

번호	기술군명	대기업	중견기업	중소기업	대학	국공립 연구소	출연 연구소	기타
T01	배터리 에너지저장 특성 향상 기술	9	17	34	48	2	19	18
		3,571	26,391	12,576	3,868	940	9,781	8,271
T02	배터리 출력 특성 향상 기술		5	9	35	1	11	4
			3,958	5,312	1,941	250	5,175	2,748
T03	배터리 시스템 고도화 기술		12	65	22		6	25
			9,597	34,438	1,666		2,038	22,925
합계		9	34	108	105	3	36	47
		3,571	39,946	52,326	7,475	1,190	16,994	33,994

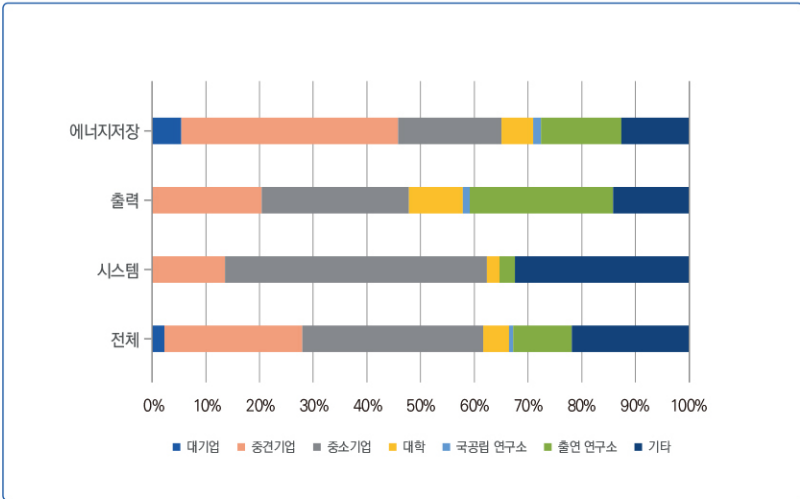


그림 4-6 R&D 연구집단 비중(예산 규모)



주요 키워드 분석

1) 주요 키워드

표 4-13 배터리 에너지저장 특성 향상 기술(T01)의 주요 키워드

기술군명	순위	과제	
		키워드	빈도
T01. 배터리 에너지저장 특성 향상 기술	1	양극활물질	15
	2	제1원리모사	9
	3	표면처리	9
	4	전해액	8
	5	바인더	8
	6	나노소재	6
	7	첨가제	5

- 양극재에 대한 키워드가 다수 도출되었으며, 전해질, 분리막 등 배터리 셀을 구성하는 구성 요소와 관련된 키워드들이 주로 나타남.
- **양극활물질:** 이차전지의 양극에서 전기반응을 일으키는 물질로 배터리의 용량을 직접적으로 결정하는 요소임. 니켈을 기반으로 한 물질은 안정성은 떨어지나 에너지 용량이 증가하는 장점이 존재함. 니켈 흑연, 황 등 다양한 물질들을 토대로 양극재 합성을 수행하는 연구가 다수 실행 중임.
- **제1원리모사:** 양극활물질과 연계하여, 새로운 물질을 합성할 때 산출될 것으로 기대되는 에너지량을 모사하는 연구가 지속적으로 수행됨. 이를 토

대로 실제 실험 전 단계에서 다양한 구조를 가진 합성물들의 충방전 특성을 예측하고 양극 활물질 개발에 활용함.

- **표면처리:** 이는 양극재에 포함되는 집전판의 효율 향상을 위한 집전판 표면처리와 관련된 연구가 주로 진행됨. 일부 키워드는 배터리 시스템과 연계하여 배터리를 보호하는 커버와 방열에 대한 이슈가 함께 발견됨.
- **나노소재:** 나노 복합체를 기반으로 한 분리막과 같은 배터리 내 구성요소를 개선하는 연구가 존재했으며, 실리콘이나 탄소와 결합된 복합체를 통해 양극재를 구성하여 효율을 향상시키는 연구가 존재
- 이외에도 바인더 등 양극재를 이루는 구성요소와 관련된 키워드가 도출됨.

표 4-14 배터리 출력 특성 향상 기술(T02)의 주요 키워드

기술군명	순위	과제	
		키워드	빈도
T02. 배터리 출력 특성 향상 기술	1	급속충전	10
	2	음극소재	9
	3	실리콘	7
	4	구리포일	4
	5	고체윤활	4
	6	코어셸	4
	7	극박	4

- 음극재에 대한 키워드가 다수 도출되었으며, 특히 신규 물질을 제안/합성과 관련된 내용이 다수 식별됨.
- **급속충전:** 배터리 출력 특성 향상의 궁극적인 목적은 충전시간을 최소화하여 전기차 소비자의 수용성을 향상시키는 것임. 일부 연구는 전고체 배터리와 같은 새로운 패러다임의 배터리를 제시한 경우도 존재함.
- **음극소재:** 이차전지의 음극에서 리튬이온을 저장했다가 방출하면서 전류를 흐르게 하는 역할을 담당하는 음극재 부분임. 배터리의 수명과 충전속도를 직접적으로 결정하는 요소로, 음극소재를 구성하는 물질의 종류와 그 비율에 대한 연구가 진행됨.
- **실리콘:** 현재 전기차 배터리에서 충전시간 개선에 가장 효과적인 물질 후보 중 하나임. 실제로 리튬 이온을 받아들이는 속도가 빨라 충전시간을 단축시킬 수 있으며, 음극재 구성 시 다른 물질에 첨가하여 물성을 강화하는 연구가 진행됨. 또한 이는 전고체배터리와도 연계가 가능함.
- **코어셀:** 실리콘의 팽창 등을 방지하기 위해 그래핀이나 탄소와 같은 물질이 실리콘을 껍질처럼 감싸도록 하는 구조를 의미함. 해당 구조 형태로 실리콘을 보호하여 실리콘의 비중을 증가시킴으로써 보다 출력을 강화하고 충전시간을 단축하는 연구가 진행됨.
- 이외에도 고체윤활과 같이 현재 음극재를 개선시키는 물성을 가지는 물질들의 후보에 대한 연구가 진행됨.

기술군명	순위	과제	
		키워드	빈도
T03. 배터리 시스템 고도화 기술	1	배터리관리시스템	12
	2	전고체배터리	8
	3	고장진단	7
	4	경량화	6
	5	전도성	6
	6	난연	5
	7	알루미늄	5
	8	나트륨	5

- 앞선 두 기술과 달리 배터리 팩과 관련된 내용들이 다수 도출되었으며, 물성에 대한 내용보다는 시스템 측면의 키워드가 다수 식별됨.
- 전고체배터리: 기존의 액체 전해질을 고체 전해질로 대체한 것으로 상대적으로 안정성이 높은 황화물을 활용함. 구조적으로 견고하여 안전성 이슈에 대응하기 위한 연구가 지속적으로 진행됨. 특히, 배터리의 이슈인 열과 관련된 문제를 상당수 해결할 수 있음. 다만 상용화보다는 충전 조건 등의 연구 위주로 진행됨.
- 고장진단: 배터리의 수명을 향상시키기 위해 배터리의 물리적 변화 등을 토대로 수학적 해석을 수행하여 고장 시기를 진단하는 연구가 주로 진행됨. 이는 안전성과 연계할 수 있으며, 배터리 팩만이 아닌 배터리 주변 기기까지의 수명과 안전성을 포함하여 연구가 진행됨.

- 경량화, 난연: 배터리 팩의 이슈인 안전성(열 변화)와 효율성(무게/부피 절감)과 관련된 기능적 키워드임. 해당 키워드가 궁극적인 배터리 시스템 고도화 기술의 목적이라 해석할 수 있음.
- 알루미늄: 이는 배터리 모듈/팩 케이스와 같은 배터리를 보호하는 기기로 경량화와 연계되는 키워드임. 해당 내용은 주로 압출, 성형기술과 같은 제작과 관련된 기술이 주로 연구가 진행됨.
- 이외에도 나트륨 이온을 활용하는 배터리의 연구가 진행중임. 나트륨의 낮은 단가를 활용하여 배터리의 에너지 밀도를 올리는 물성 관련 연구가 주로 진행됨.

핵심 연구분야/적용분야 분석

1) 연구분야

- 배터리 에너지저장 특성 향상 기술(T01)과 배터리 출력 특성 향상 기술(T02) 모두 연구분야로 재료나 소재와 관련된 기술과 이를 다루는 메커니즘 관련 기술이 상당수 도출됨.
- 배터리 출력 특성 향상 기술(T02)는 나노 소재와 관련된 기술이 다수 식별되고 배터리 에너지저장 특성 향상 기술(T01)은 금속 및 복합재료와 관련된 기술이 다수 식별됨.
- 배터리 시스템 고도화 기술(T03)은 다른 기술군과 다르게 목적과 관련된 연구분야가 다수 식별됨. 예) 저공해 차량기술, 경량화 기술, 제어 기술 등

- 특히 전자장치, 시스템제어 기술 등 IT와 연계된 기술들이 많이 식별되었는데 이는 배터리 시스템을 관리하기 위한 기술 중 상당수가 센서와 같이 IT와 관련된 기술에 영향을 받기 때문임.
- 식별된 과제의 연구분야는 적용분야에 비해 비교적 고르게 분포함. 배터리 에너지저장 특성 향상 기술(T01), 배터리 출력 특성 향상 기술(T02)는 상위 다섯 개 연구분야의 점유율이 약 60%, 배터리 시스템 고도화 기술(T03)은 약 40% 정도로 나타남.
- 상위 5개의 점유율 집중도는 전체적으로 적용분야에 비해 낮았으며, 배터리 에너지저장 특성 향상 기술 - 배터리 출력 특성 향상 기술 - 배터리 시스템 고도화 기술 순으로 집중도 값이 나타남.

표 4-16 기술군별 핵심 연구 분야

순위	T01. 배터리 에너지저장 특성 향상 기술		T02. 배터리 출력 특성 향상 기술		T03. 배터리 시스템 고도화 기술	
	연구분야	과제 금액	연구분야	과제 금액	연구분야	과제 금액
1	이차전지	4,985	이차전지	1,635	이차전지	2,300
2	전지재료	1,935	전지재료	705	저공해/대체 에너지 차량기술	1,165
3	에너지소재기술	1,215	에너지소재기술	680	차체/경량화 기술	1,160
4	에너지 전환/ 저장 전기화학	705	에너지 전환/ 저장 전기화학	410	전기/전자장치	550
5	금속재료 공정기술	440	나노소재 합성기술	320	시스템제어/ 통합기술	450
점유율 집중도	0.142		0.092		0.050	

2) 적용분야

- 적용분야의 경우 세 기술군 모두 유사한 적용분야가 도출됨을 알 수 있으며, 이는 에너지, 화학물질 및 제품, 전기 및 기계장비, 자동차 및 운송장비 등임.
- 배터리 시스템 고도화 기술(T03)은 “자동차”와 같은 장비(완성형) 분야에 대한 과제가 다수 식별됨. 이는 배터리 팩과 같이 모듈 단위 이상의 대상을 연구하는 과제가 다수 식별되었기 때문임.
- 그에 비해, 배터리 에너지저장 특성 향상 기술(T01)과 배터리 출력 특성 향상 기술(T02)는 연구분야와 마찬가지로 소재(화학물질, 에너지) 분야에 대한 과제가 다수 식별됨.
- 이는 활물질과 같이 배터리를 구성하는 물질과 그 특성을 대상으로 연구하는 과제가 다수 식별되었기 때문임.
- 식별된 과제의 적용분야는 비교적 높은 집중도 값이 산출되었으며, 배터리 시스템 고도화 기술(T03)은 상위 다섯 개 적용분야의 점유율이 90%에 가까우며, 배터리 에너지저장 특성 향상 기술(T01)과 배터리 출력 특성 향상 기술(T02)도 상위 적용분야의 점유율이 80%에 육박하는 수준임.
- 배터리 시스템 고도화 기술 - 배터리 에너지저장 특성 향상 기술 - 배터리 출력 특성 향상 순으로 집중도 값이 나타남.

표 4-17 기술군별 핵심 적용 분야

순위	T01. 배터리 에너지저장 특성 향상 기술		T02. 배터리 출력 특성 향상 기술		T03. 배터리 시스템 고도화 기술	
	적용분야	과제 금액	적용분야	과제 금액	적용분야	과제 금액
1	에너지	4,270	화학물질 및 화학제품	1,480	자동차 및 운송장비	5,350
2	화학물질 및 화학제품	2,920	에너지	1,250	전기 및 기계장비	2,160
3	전기 및 기계장비	2,795	전기 및 기계장비	1,175	기타 제조산업	1,590
4	자동차 및 운송장비	2,090	기타 제조산업	780	에너지	1,060
5	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	865	자동차 및 운송 장비	720	화학물질 및 화학제품	940
점유율 집중도	0.183		0.148		0.224	

정부 R&D 역할 분석

- NTIS 데이터로부터 과제별 연구개발단계를 분석하여 기술군별로 통계 데이터를 구축하였으며, 데이터 분석 결과와 전문가를 대상으로 한 설문 조사를 토대로 기술성숙도를 도출함.

- 배터리 에너지저장 특성 향상 기술(T01)의 경우 기초연구와 개발연구가 다수였으며 두 역할의 비중이 비슷하게 분석됨. 이는 기존 물질의 특성을 바꾸어 에너지저장 효율을 향상하는 연구가 다수 존재함.
- 배터리 출력 특성 향상 기술(T02)의 경우 기초연구의 비중이 높게 나타남. 전반적으로 배터리 에너지저장 특성 향상 기술(T01)과 연구 주제는 공유되는 경향이 존재함. 다만 배터리 에너지저장 특성 향상 기술(T01)에 비해 새로운 물질을 제안하거나 탐색하는 연구의 비중이 높아 기초연구의 비중이 보다 높게 산출됨.
- 배터리 시스템 고도화 기술(T03)의 경우 개발연구와 응용연구의 비중이 높게 나타남. 상당수의 연구가 최적화를 목적으로 수행되었으며, 기존에 개발된 품목을 개량하는 형식의 연구가 주로 진행됨.
- 배터리 시스템 고도화 기술(T03)의 경우 TRL이 7-9단계으로 분석되었으며, 실제 응용 연구의 비중이 세 기술군 중 가장 높은 것과 분석 결과는 일치함.
- 배터리 에너지저장 특성 향상 기술(T01)과 배터리 시스템 고도화 기배터리 시스템 고도화 기술(T02)은 기술성숙도 수준이 4-6단계로 분석되었으며, 기초연구와 개발연구의 비중이 높은 것과 일치하는 결과임.

표 4-18 기술군별 정부 R&D 역할 및 기술성숙도

번호	기술군명	정부 R&D역할 (NTIS 데이터)*				기술성숙도 (TRL)**
		기초연구	개발연구	응용연구	기타	
T01	배터리 에너지저장 특성 향상 기술	38.5%	41.3%	17.5%	2.8%	TRL 4-6단계
T02	배터리 출력 특성 향상 기술	61.5%	21.5%	16.9%	0.0%	TRL 4-6단계
T03	배터리 시스템 고도화 기술	22.0%	43.1%	26.0%	8.9%	TRL 7-9단계

* NTIS 데이터로부터 과제별 연구개발단계를 도입하여 기술군별 통계 데이터 분석

** 기술성숙도는 데이터 분석 결과와 전문가를 대상으로 한 설문조사를 토대로 도출

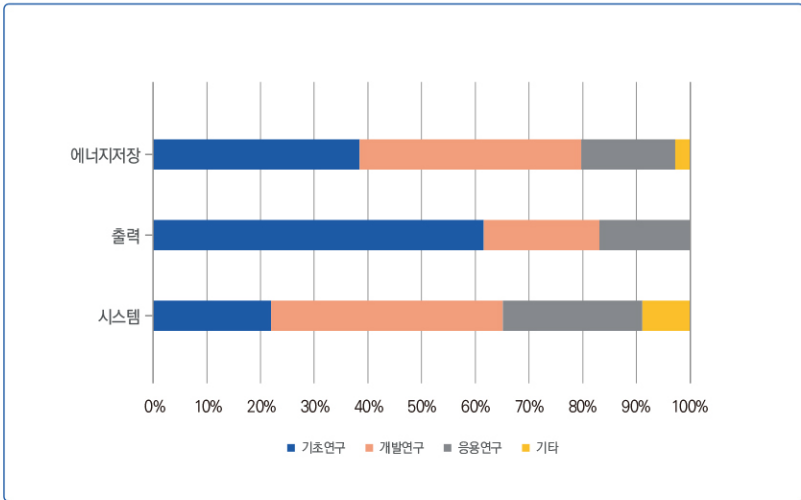


그림 4-7 정부 R&D 역할 비중





KISTI R&I Report:
전기자동차용 배터리 과학·기술·산업 분석

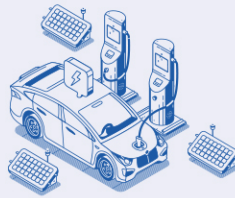
“
5장
결론
”



“

5장 결론

”



- 전기자동차 배터리는 한국의 수출액 상승을 견인하는 동시에 국제적인 경쟁력을 갖추고 있는 핵심품목임. 한국의 배터리 제조 기업과 협력업체는 배터리의 공급망에서 필요로 하는 전방위적 기술(배터리 원료, 배터리 셀, 배터리 시스템 등)으로 원천 기술을 확보하고 있음. 따라서 배터리 산업은 한국에서 시장을 선도할 수 있는 역량을 갖춘 것으로 평가됨.
- 탄소 중립으로 대표되는 다양한 형태의 정책으로 전기자동차와 배터리 시장은 꾸준히 성장하고 있음. 배터리 산업은 미국과 유럽을 필두로 하는 선진국의 수요가 꾸준히 증가하고 있어 미래 한국의 선진국 간 경제적 동맹의 한 축이자 국가 핵심 성장에 크게 이바지할 수 있는 산업 중 하나임.
- 하지만 전기자동차의 몇 가지 특성과 일부 국가의 배터리 기술에 대한 약진으로 인해 국내에서는 내수 시장보다 높은 수출량을 가지고 있는 한계점이 있음. 이러한 전기자동차용 배터리 산업의 시장 확장 및 꾸준한 국가 경쟁력 유지를 위해 시장 분석, 과학기술성 분석과 투자예산 분석을 수행하여 크게 세 가지 시사점을 도출함.

1. 소비자 수용성 개선

기술적 특성 향상

- **(낮은 소비자 수용성)** 전기자동차의 경우 자율주행차와 달리 소비자의 관점에서 큰 효용이 없음. 또한 내연기관차와 비교하였을 때 전기자동차는 배터리 셀 기술의 한계로 주행거리나 충전속도에서 열세를 보임.

- **(주행거리와 충전속도 향상)** 주행거리와 충전속도는 모두 배터리 셀 기술이 영향을 미침. 특히 배터리의 4대 구성요소 중 양극재와 음극재가 큰 영향을 미치며 논문과 특허 분석 결과 실리콘과 같이 주행거리(배터리 용량)와 충전속도(배터리 출력)를 동시에 올리는 물질들의 연구개발이 활발함.
- **(차세대 배터리 개발)** 또한 전고체 배터리와 같이 기존 배터리의 안전성과 에너지 밀도를 향상하는 배터리 연구도 진행중이나 실용화는 2025년 이후에 될 것으로 전망됨. 따라서 주행거리와 충전속도 개선을 위한 리튬 배터리와 차세대 배터리의 연구가 꾸준히 진행되어야 함.

가격 절감

- **(배터리 소재 비용 절감)** 또한 배터리는 전기자동차 원가에 40% 이상을 차지할 만큼 단가가 높아 높은 단가는 소비자 수용성을 낮춤. 이에 일부 전기자동차 기업에서는 중국을 중심으로 코발트와 같은 값비싼 물질을 인산철과 같은 물질로 대체하여 단가를 낮추는 배터리가 함께 활용하고 있음.
- **(구매 방식의 혁신)** 배터리의 비용의 한계점을 극복하기 위해 배터리 구독 서비스(BaaS)와 같은 새로운 패러다임의 구매 서비스가 연구 중임. 이 경우 배터리 교체에 대한 인프라가 충분해야 하며, 이는 배터리와 전기자동차에 대한 시장 수용성을 크게 향상하여 적극적으로 도입이 필요함.
- **(충전 인프라 구축)** 상대적으로 저렴한 배터리 충전 비용의 이점을 극대화하기 위해 충전 인프라에 대한 구축은 시급함. 한국은 충전기 1기 당 2.4대의 전기자동차가 있어 타 국가 대비 인프라가 우수한 수준이나, 낮은

수익성으로 공공부문의 충전 물량이 대부분임. 따라서 충전 인프라의 확대를 위해 민간의 다양한 신사업모델을 발굴하도록 유도할 필요가 있음.

2. 공급 안정성 확보

배터리 협력체 강화

- **(국가 차원의 연구개발 지원)** 유럽은 <유럽 배터리 연합>, <유럽 배터리 혁신 프로젝트> 등의 다국적 프로젝트로 국가 차원의 배터리 기술 연구를 진행함. 또한 미국과 일본 등에서도 국가 단위의 정책으로 배터리 연구 조직을 활성화하고 있으며, 한국 또한 설비투자 등을 정책적으로 지원함.
- **(전략적 동맹 체결)** 완성차 제조기업과 배터리 제조기업의 전략적 동맹이 체결되고 있음. 테슬라(미국)-CATL(중국), 포드(미국)-SK이노베이션(한국), 현대차(한국)-LG에너지솔루션(한국) 등 다양한 협력체가 운영 중이며 대기업 간의 협력체가 주로 나타남.
- **(소재 기업과의 협력)** 한국은 굴지의 배터리 제조기업은 물론 경쟁력 있는 중소·중견 배터리 소재 기업도 많음. 하지만 배터리 소재의 시장 점유율은 양극재(20.2%), 음극재(8.7%), 분리막(11.9%), 전해액(8.1%)로 중국과 일본에 비해 저조함. 소재 분야의 중소·중견 기업에서 최종 소비자인 배터리 제조 대기업과의 원천기술연구부터 제품 개발까지의 협력 모형이 필요함.

배터리 소재 수급 안정화

- **(높은 지역 편중성)** 배터리 핵심 원자재는 지역 편중성이 상대적으로 높음. 특히 중국의 전력 이슈와 아프리카의 정치적 이슈 등으로 원자재가 매장된 국가들의 여러 이슈로 인해 생산량이 불균등하고 수급이 불안정함.
- **(공급원 안정화 지원)** 국내 배터리 제조기업은 배터리 소재 확보를 위해 배터리 원자재를 생산하는 세계적인 광물 업체와 공급 계약을 체결하여 안정적인 공급원을 확보하고 있으며, 이에 대한 정책적 지원이 필요함.
- **(폐배터리의 재활용)** 소재 수급을 보다 원활하게 수행하기 위해 사용이 완료된 폐배터리로부터 리튬이나 코발트 같은 핵심 소재를 추출하는 연구가 활발함. 배터리의 수명은 한계가 있으므로 10년 안에 폐배터리의 발생량이 급증할 예정이며, 시장 규모는 2030년 181억 달러로 2019년에 비해 12배 증가할 것으로 전망되어 이에 대한 역량 집중이 필요함.

3. 배터리의 인식 제고

기술적 안정성 향상

- **(배터리 관리시스템의 역할)** 배터리를 효율적으로 운영하기 위한 시스템인 배터리 관리시스템(BMS)은 배터리 안정성의 필수재임. 이는 열관리와 충격 관리를 통해 배터리 성능 향상과 안정성을 확보하기 위해 필수적인 부분이며 특히 논문 분석 결과 대부분 국가에서 중점적으로 연구를 진행함.

- **(폭발의 위험성 인식)** 특히 소비자들의 인식 중 배터리가 폭발 가능성이 높아 이로 인해 위험하다는 인식이 존재함. 이는 배터리 관리시스템 등에서 효과적인 시스템적 통제를 수행한다면 대부분 발생하지 않는 문제임.
- **(연구 지원의 시급성)** 특히 열 및 압력 관련된 이슈가 다수 존재하며 이는 배터리의 안정성과 수명을 저하하는 문제가 있음. 하지만 논문과 특허 분석 결과 원천기술 확보 속도가 중국과 같은 후발 국가에 비해 다소 부족함. 따라서 시스템에 대해 정부와 기업 모두에서 조속한 지원이 필요함.

활용범위의 확대

- **(소규모 운송 수단의 대두)** 전기자동차용 배터리의 활용범위가 초소형전기차와 같이 소규모의 운송 수단으로 확대되고 있음. 특히 전기자동차에 비해 고령자가 이용하기 편하고 카셰어링이나 소형택배 등과 같은 서비스를 제공함으로써 다양한 비즈니스 모델을 창출하는데 기여함.
- **(공공교통수단에서의 활용)** 소비자의 수용성에 영향을 적게 받는 공공교통수단의 동력원으로 활용되어 내연기관을 대체하는 운송 수단이 증가하여 전기자동차용 배터리에 대한 소비자의 인식이 친숙하고 긍정적으로 변화하는 계기가 될 수 있음.
- **(배터리 전환 지원 촉구)** 한국의 경우 승차 공유 플랫폼 업체를 위주로 서비스를 출시하며, 우정사업본부이나 관광지 등에서 활용을 고려하고 있으나 중국이나 유럽에 비해 활용이 부진함. 이에 전기자동차 배터리의 활용범위 확대를 위해 초소형전기차 사업과 공공교통수단의 배터리 전환에 보다 적극적으로 대응하여 국외 시장을 확보하는 것이 필요함.

참고문헌

- Allied Market Research, “Global Electric Vehicle Battery Market”, 2021.
- Frost & Sullivan, “Technological Advancements in Solid-state Batteries for Electric Vehicles”, 2020.
- International Energy Agency, “Global EV Outlook 2021”, 2021.
- Markets & Markets, “EV Battery Market: Global Forecast to 2025”, 2020.
- SNE Research, “Global xEV market and Battery supply & demand outlook”, 2021.
- Statista, “Global sales of battery-electric vehicles 2021”, 2021.
- Technavio, “Electric Vehicle Battery Market by Battery Type and Geography – Forecast and Analysis 2021–2025”, 2021.
- World Economic Forum, “A Vision for a Sustainable Battery Value Chain in 2030 Unlocking the Full Potential to Power Sustainable Development and Climate Change Mitigation”, 2019.
- KDB산업은행 미래전략연구소, “Climate Group의 <100 프로그램>”, 2020.
- 광주과학기술원, 보도자료, “전기차 주행거리 3배 늘릴 리튬이온 배터리 개발”, 2019.
- 대한석유협회, “전세계 전기차 시장 현황 및 전망”, 2020.
- 대한무역투자진흥공사, “글로벌 전기차 배터리 시장 동향 및 주요 이슈”, 2021.
- 대한무역투자진흥공사, “2021 유럽 전기차 배터리 시장 진출 전략 가이드”, 2021.
- 산업연구원, “미래전략산업 브리프(제17호)”, 2021.
- 산업연구원, “배터리 공급망 재편에 나선 미국, 우리에게 기회인가 위기인가”, 2021.
- 산업연구원, “중국 리튬이온배터리산업의 현황과 시사점”, 2021.
- 산업통상자원부 등, “미래차 산업 신속전환을 위한 3대 전략”, 2019.
- 산업통상자원부 등, “2030 이차전지 산업(K-Battery) 발전 전략”, 2021.

- 산업통상자원부 R&D 전략기획단 등, “2019-2021 산업기술 R&D 투자전략”, 2019.
- 연구개발특구진흥재단, “전기자동차 배터리 시장”, 2021.
- 유진투자증권, “전기차 전망”, 2020.
- 이베스트투자증권, “자동차-배터리”, 2021.
- 중국전문가포럼, 2021년 중국 전기차 보조금 정책의 주요 내용과 전망, (https://csf.kiep.go.kr/issueInfoView.es?article_id=41051&mid=a20200000000&board_id=2), 2021. 11. 접속
- 중소벤처기업진흥공단, “KOSME 산업분석 Report - 자동차 -”, 2019.
- 하이투자증권, “전기전자-모든 것이 예상을 뛰어넘는다”, 2020.
- 한국과학기술정보연구원, “패키지형 R&D 투자분석플랫폼 개발”, 2020.
- 한국무역보험공사, 차량용 2차전지 산업 동향 및 경쟁력 분석, 2019.
- 한국산업기술평가관리원, “전기차용 배터리산업의 글로벌 환경변화와 일본의 전략”, 2021.
- 한국산업기술진흥원, “BATTERY 2030+ 전략 등 최근 유럽의 배터리 연구개발 동향”, 2020.
- AT&T 공식 홈페이지 (그래픽), (https://about.att.com/story/2020/att_carbon_neutral.html) 2021. 11. 접속
- News1기사(그래픽)(<https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2020081014538245756>), 2021. 11. 접속
- Open PR 내 기사 (그래픽), (<https://www.openpr.com/news/2227491/electric-vehicle-battery-market-share-84-million-by-2025>), 2021, 11. 접속
- 삼성 SDI 홈페이지, (<https://www.samsungsdi.co.kr/column/all/detail/54229.html>), 2021. 11. 접속
- 전자신문 기사 (그래픽), (<https://m.etnews.com/20210831000062>) 2021. 11. 접속

필 자 장우석 데이터분석본부전략팀 선임연구원
wsjang90@kisti.re.kr

KISTI R&I Report

전기자동차용 배터리 과학·기술·산업 분석

발행일 2021. 12. 31.

발행인 김재수

발행처 한국과학기술정보연구원
 우) 02456 서울특별시 동대문구 회기로 66

I S B N 978-89-294-1217-3 93500

※ 본 KISTI R&I Report의 내용은 KISTI의 공식적인 의견이 아닌 저자의 견해를 밝히며, 해당 내용 인용 시 출처를 밝혀 주시기 바랍니다.

KISTI R&I Report

전기자동차용 배터리 과학·기술·산업 분석

