최종보고서 제출

(재) 전남테크노파크원장 귀하

“ 사용후 배터리 안전관리 및 재제조 유통순환 기술개발”에 관한 기획연구의 최종보고서를 별첨과 같이 제출합니다.

2024. 11. 12.

연구책임자 오 세 인 (인)

연 구 원 김 현 준 (인)

연 구 원 기 태 균 (인)

연 구 원 조 현 우 (인)

연 구 원 유 기 수 (인)

연 구 원 여 서 영 (인)

안 내 문

본 연구보고서에 기재된 내용들은 연구책임자의 개인적 견해이며 전라남도의 공식견해가 아님을 알려드립니다.

전라남도지사 김영록

목 차

Ⅰ. 연구개요 ····· 1
1. 연구 배경 및 필요성 ····· 1
2. 연구 개발 목표 ····· 5
3. 연구 개발 개요 ····· 6
4. 기획 연구 방침 ····· 7

Ⅱ. 국내외 동향 및 환경분석 ····· 9
1. 정부동향 등 현황 분석 ····· 9
2. 국내외 시장현황 및 분석 ····· 22
3. 국내외 기술동향 및 분석 ····· 24
4. 표준화, 인증 동향 및 분석 ····· 29
5. 환경 분석 소결 ····· 34
6. 특허·기술수요 조사 및 과제도출 방안 ····· 37
7. 주요 선행기술 선별 ····· 42
8. 선행기술 분석 소결 ····· 56
9. 유사과제분석 및 기존 연구와의 차별성 ····· 59

Ⅲ. 연구개발과제 구성 및 추진전략 ····· 63
1. 비전 및 목표 ····· 63
2. 사업추진체계 ····· 64
3. 세부과제별 주요 내용, 성과활용 방안 ····· 67

Ⅳ. 사전타당성 검토 ····· 78
1. 논리모형(As is/To be Model) ····· 78
2. 사전타당성 검토 ····· 79

Ⅴ. 기술수요조사 ····· 90
1. 기술수요조사서 검토 ····· 90
2. 우선순위 선정 ····· 93

Ⅵ. 과제제안서(RFP) ····· 142

Ⅰ 연구 개요

1 연구 배경 및 필요성

(1) 기획 연구 배경

(가) 전기차 보급 확대 및 사용후 배터리 발생량 폭발적 증가 예상

○ 독일, 영국 등 주요국가들의 내연기관차 판매금지 계획 등 강화되는 환경규제에 따라 전기차 시장의 성장은 지속 예상

[그림 1] 글로벌 사용후 배터리 발생량(GWh)

※ 출처 : SNE 리서치, 한국무역협회

○ 전기차 보급 확대 시기와 맞물려 내구 연한(10~15년) 만료된 전기차 사용후 배터리 본격 발생

– 전기차 보급량은 '20년 134,962대 → '21년 231,443대 → '22년 389,855대 → '23년 543,900대로 최근 4년동안 전기차 보급량 약 4배 증가

[그림 2] 국내 전기차 누적 등록대수(천대)

※ 출처 : 환경부, 국토교통부

○ 전기차 후방산업을 위한 신속 정확한 배터리 성능 및 안전성 평가 기술 필요

(나) 사용후 배터리 안전성 제고 및 안전점검 체계 도입

○ 관계부처 합동 「이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안」 발표에 대한 대응책 필요

– 정부는 지난('23년) 12월 13일 비상경제장관회의에서 '이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안'을 발표. 핵심 광물의 해외 의존도 또한 낮추기 위해 사용 후의 배터리를 재제조·재사용·재활용 시장을 조성하는 생태계도 체계적으로 육성하기로 함

– 사용 후 배터리 재제조·재사용·재활용 산업생태계를 체계적으로 육성하기 위한 법안을 '24년 마련하기로 발표

– 사용 후 배터리(재제조)를 탑재한 전기차, 재사용 제품(ESS, UAM 등)의 안전하고 신뢰성 높은 유통·활용 촉진을 위해 3단계 안전점검(❶사용후 배터리 성능평가–❷유통 전 안전검사–❸사후검사) 체계를 도입하기로 함.

– 탈거 전 상세 성능평가를 통해 재제조·재사용 기준을 충족하는 사용 후 배터리는 탈거 시부터 '폐기물'이 아닌 '제품'으로 인정하여 산업적 활용을 촉진

[그림 3] 이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안

(2) 기획 연구 필요성

(가) 범국가적 전기차 및 이차전지 발전 전략에 따른 사용후 배터리 안전성 점검 대응책 필요

○ 제5차 국가환경종합계획(2020~2040), 제1차 자원순환기본계획(2018~2027), 2050 탄소중립 추진전략, K-순환경제 이행계획, “윤석열 정부 110대 국정과제”, “규제개선·지원을 통한 순환경제 활성화 방안”, “2030 이차전지 산업(K-Battery)발전 전략”, “국가전략기술 육성방안” 등 발표

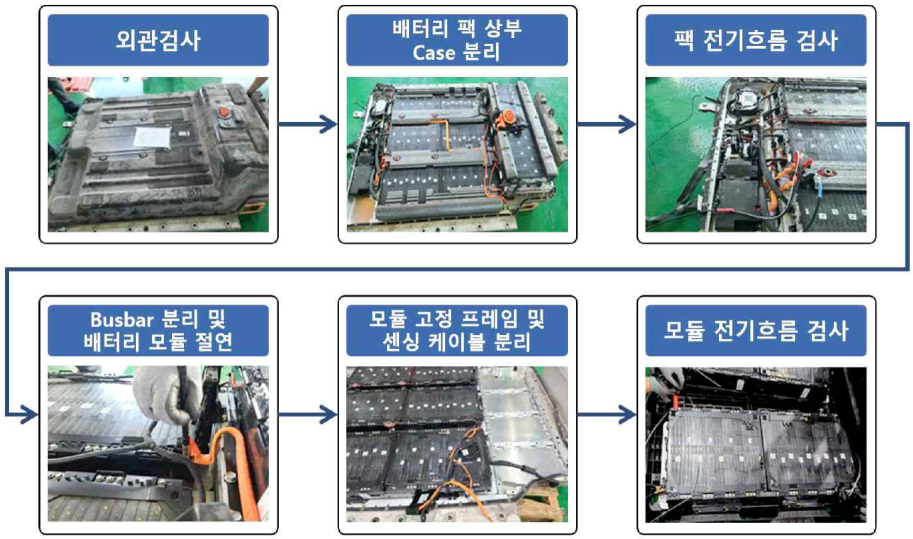
<표 1> 전기차 및 이차전지 전략 관련 법률 및 계획

관련 법률	관련 계획
「환경정책기본법」 제28조(환경과학기술의 진흥)	제5차 국가환경종합계획(2020~2040) : (전략7) 산업의 녹색화와 혁신적 R&D를 통한 녹색순환경제 모델 정립 및 확산
	제4차 과학기술기본계획(2018~2022) : (전략4) “과학기술로 모두가 행복한 삶 구현” 추진과제 17. 안심하고 살 수 있는 안전한 사회 구현, 18. 쾌적하고 편안한 생활환경 조성
「환경기술 및 환경산업 지원법」 제5조(환경기술개발의 추진)	K-순환경제 이행계획(2021.12) : 순환단계별 자원순환 전과정 관리, 배터리 사용수명 연장 및 회수,재활용 체계 구축
「순환경제사회 전환 촉진법」 제43조 (재정적·기술적 지원)	윤석열정부 110대 국정과제(2022.5) : (국정목표4) 자율과 창의로 만드는 담대한 미래(89. 재활용을 통한 순환경제 완성)
「국가전략기술 육성 특별법」	규제개선·지원을 통한 순환경제 활성화 방안(2022.9) : “전기차 사용후배터리에 대한 폐기물 규제 면제, 사용후배터리 진단·평가 기술 고도화, 재제조·재사용·재활용기술 개발 등을 위한 R&D 지원 등의 세부 추진과제 추진
	국가전략기술육성방안(2022.10) 국가전략기술 육성으로 미래성장 및 기술주권확보를 통해 경제안보와 전략적 성장 추진

(나) 사용후 배터리의 제품 인정에 따른 신규 안전점검 체계 개발 필요

○ 기존 전기차 배터리의 성능 시험 기준이(SPS-C KBIA-10702-01-7416, 전기자동차용 리튬이온배터리 재사용 분류 방법) 있으나, 이는 전기차 배터리 팩을 전기차에서 탈거하여 물리적, 전기적 검사를 진행하는 방법임

– 배터리 팩 탈거, 커버 제거, 육안검사 등 배터리 팩 1대 검사하는 데 소요되는 시간은 약 8시간으로 하루에 1대 시험할 수 있는 속도임



[그림 4] 전기차 배터리 해체 및 검사 도식도

○ 향후 폭발적으로 증가하는 사용후 배터리 수요 대응을 위한 신속·정확 안전 검사기술 개발 필요

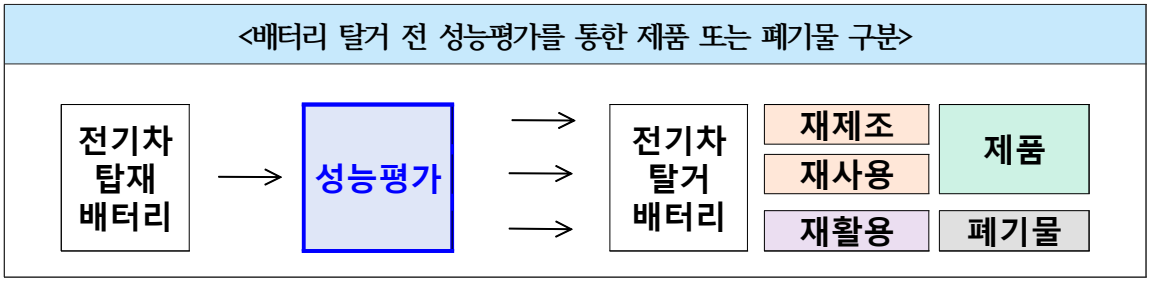
– 전기차 배터리 탈거전 검사기술 개발을 통하여 탈거 및 커버 제거에 소요되는 시간 및 인력을 개선하고, 신속 검사(소요시간 20분 내)를 채택하여 기존 검사보다 다량의 배터리 검사 대응 가능

○ 재제조 배터리 신규 사용후 배터리 정의로 인한 관련 법·제도 요구

– 이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안('23.12.13, 관계부처 합동) 발표에 따라 재제조/재사용/재활용으로 사용후 배터리를 구분하여 각 용도별 활용 명시

* 재제조 배터리 : 수리·부품 교체를 통해 성능을 복원해 전기차용으로 활용
재사용 배터리 : 수리·부품 교체 후 에너지저장장치(ESS) 등 전기차 외 용도로 활용
재활용 배터리 : 사용후 배터리를 분해 후 리튬, 니켈 등 유가금속으로 회수

– 재제조 배터리 산업 육성을 위해 재제조 배터리 인증, 사업자 관리 등 재제조 배터리 유통 활성화를 위한 법·제도 등 마련이 시급함



[그림 5] 배터리 탈거전 성능평가를 통한 제품 및 폐기물 구분

2 연구 개발 목표

(1) 전기차 배터리 분리 전 성능 평가 기술 고도화 및 실증 기술 개발

(가) 전기차 배터리의 사용후 배터리 활용 생태계 현황 조사 및 전기차 배터리 성능 평가 기술 검토

(나) 대내외 환경분석 및 타 국정과제 분석, 범국가 정책을 면밀히 분석하여 개발내용에 대한 개념, 배경, 필요성, 동향, 성능목표 구체화

(다) 전기차 배터리 탈착 전 배터리 안전점검 기술 및 장비 기획을 통하여 실현가능 기술 및 현장 적용 가능성 검토

(라) 실증 구역, 재제조 배터리 인증 센터, 재제도 배터리 이력관리 플랫폼 등 재제조 배터리 유통 순환 생태계 관리 기술 기획

(마) 현행 법(자동차관리법) 조사를 통하여 전기차 사용후 배터리 안전점검/유통 생태계 실증 및 관련 법 제개정 검토

(2) 정부 정책 및 예산(안) 확보 방안 마련

(가) 국가연구개발사업 정부 예산 확보를 위한 국토부 예산(안) 및 과기부 컨설팅 대응

(나) 정부부처(국토부, 환경부 등) 추진중인 국가연구개발사업 협력 정보 연계 및 협업을 통한 제도·정책적 대응 마련

(다) 사업 논리모형 작성 → 타 유사사업과의 중복성 검토 및 분석 → 타사업과의 유사·중복성에 대한 회피체계 마련

3 연구 개발 개요

(1) 국내·외 전기차 사용후 배터리 관리현황 조사

(가) 사용후 배터리 현황 및 기술 조사/분석

○ 사용후 배터리 관련 현행 법/체계 조사

○ 사용후 배터리 관리체계 현황 및 문제점 도출

○ 現 전기차 배터리 진단기술 조사

(나) 전기차 분리전 검사 기술 및 장비 조사/분석

○ 전기차 성능평가 기술개발 및 장비 사례 조사

○ 전기차 성능평가 정책 및 제도 조사

○ 전기차 분리전 성능평가 기술개발 및 사례 조사

(다) 사용후 배터리에 대한 3단계 안전점검(①사용후 배터리 성능평가-②유통 전 안전검사-③사후검사) 방안 상세 기획

(2) 전기차 사용후 배터리 3단계 안전점검 기술 및 장비 개발 방안 기획 연구

(가) 배터리 안전성 고속 평가 기술 및 장비개발 기획

○ 전수검사 기반 고속평가 기술 등

○ 화재, 폭발, 감전 위험성 진단 등(절연, 누전 상태 등)

(나) 사용후 배터리 성능 및 안전성 고속평가 기술 및 장비개발 기획

○ 전수검사 기반 SOH, SOP, SOB 평가 기술

○ DCIR, ACIR, BMS 데이터 기반 고속평가 기술 실증 및 상호 비교검증 등

(3) 전기차 사용후 배터리 3단계 안전점검 실증 구역 선정 및 법·제도 제개정(안) 개발 기획 연구

(가) 법·제도 제개정(안) 및 운영 가이드라인 적용을 위한 현장 적용검증 기술개발 기획

○ 배터리 분리 전 성능평가 및 재제조 배터리 장착 차량 등의 검증을 위한 실증 기반 구축

○ 현장적용 인프라 설계서 및 진단/평가 개발 기획

○ 시험 인증서 및 통합테스트 결과 성과 방안 도출 기획

4 기획 연구 방침

(1) 정부동향 등 현황 분석방안

(가) 정부 및 시장동향 분석

○ 사용후 배터리 안전성 평가 및 재제조 배터리 관련 해외 사례 검토

○ 전기차 및 재제조 배터리 관련 플랫폼 시장 동향 조사

○ 사용후 배터리 관련 각종 계획 및 정부 정책 방향 조사

(나) 기술 및 시장 동향분석

○ 국내외 전기차 및 사용후 배터리 검사 기술동향 분석

○ 국내외 재제도 배터리 관련 이력관리 기술 개발 현황 및 방향성 조사

(다) 시사점 도출 및 결과정리

○ 국내외 정책, 시장 동향 기초자료 수집, 주요 Pain Points, Needs 및 전문가 의견 수렴을 통해 전기차 재제조 배터리 관련 빅픽처 및 방향성 도출하는 자료로 활용

(라) 시사점 도출 및 결과정리

○ 국내외 정책, 시장 동향 기초자료 수집, 주요 Pain Points, Needs 및 전문가 의견 수렴을 통해 다수단 모빌리티 연계환승체계 관련 빅픽처 및 방향성 도출하는 자료로 활용

(2) 기술수요 조사 및 과제도출 방안

(가) 기술수요조사, 과제도출 및 기술개발 추진방향 정립

○ 전문가 자문위원회 등을 통해 기술 Needs 도출, 미래 모빌리티 환경에 대한 전망을 실시하고 과제화 이슈 도출

(나) 빅픽처, 관련기술 연구개발 전략수립

○ 비전 및 목표기반의 To-Be 이미지를 수립하며, 이를 구현하기 위한 연구내용 범위 및 필요 기술과 서비스 정의

○ 핵심 필요 요소 도출을 위해 시급도와 중요도의 평가 기준으로 전략수립

(다) 기술수요 조사 및 서비스 도출 산출물 작성

○ 관련기관 협의로 연구대상 기술수요 유형과 제도 마련 요구사항 등을 선정하고, 과제 담당자 기획 회의를 통하여 관련 서비스 도출

○ 도출된 사항은 전문가 기획위원회를 통해 보완되어 최종 산출물로 완성

(3) 전문가 및 기획위원회 활동

(가) 전문가 및 기획위원회 구성 및 활동방안

○ 사용후 배터리 안전관리 및 재제조 유통순환 기술개발 기획연구 등을 위해 관련된 부처와 산업계, 학계, 연구소 등의 전문가로 구성된 기획위원회를 구성

○ 기획보고서 작성을 위한 선행기술 동향 파악 및 자료 수집 활동 진행

○ 기획위원 회의를 통해 기작성된 산출물 검토, 추가 연구 과제 필요성, 산업 및 정부 동향 등을 협의

Ⅱ 국내외 동향 및 환경분석

1 정부동향 등 현황 분석

(1) 주요 해외 국가의 사용후 배터리 전주기 구축방안

<표 2> 사용후 배터리 안전규제 체계 구축방안 비교분석

단계	관련제도	EU	미국	일본	중국
배출	가이드라인	· 확대 생산자 책임과 듀딜리전스(Due Diligence) 규제 포함 · EU배터리 얼라이언스 EU배터리규칙('22.12) 배터리 라이프사이클 전체 대상 포괄적 규제	· 배터리 재활용 정책 프레임워크(Lithium-Ion EV Battery Recycling Pdicy Framework) · 인프라 투자고용법('22)에 근거하여 EV용 배터리의 미국 내 생산 확대	· 축전지산업 전략검토 관민협의회 · 배터리공급망협의회 · 자동차재활용 - 재활용 실무의 적정한 실시, 고도화, 법운용의 안정화 추진	· 배터리 회수서비스 영업소 설치 의무화 · 배터리 전생애 주기규제 체계 마련
분리, 보관, 운송	시설 장비 안전 기준	ELV(End-of-Life Vehicles) 규제안 발표	· 디지털 추적기술 도입(배터리 회수/해체 시 안전)	· 사용후배터리 재활용 관리지표 정보시스템 운용	· 사업자 대상 정보공유 의무
평가	실증 사업	유럽 배터리 이노베이션 (EuropeanBattery Innovation)	· 인프라 투자고용법에 따른 실증 지원	· 데이터연계 실증(Ouranos Ecosystem)	· 정부지원/지방정부 주도 시범사업 · 사용후배터리 표준 제정
활용	자동차 정기검사 / 무작위 검사	안전예방을 위해 연 1회 검사 권고	· 사용후배터리를 수집· 선별하여 배터리 소재를 추출하는 솔루션 개발 (에너지성 주도) · EV와 ESS 재활용 촉진을 위한 세제 해택제공	· 스타트업 중심 재제조사업 검토	· 배터리 회수/이용에 관한 제3자 안전성 평가 시스템 구축 중 · 화이트리스트 제도 실시 · 재활용 단계별 표준화를 통해 안전관리 강화
공통	데이터기반 안전관리	배터리 디지털플랫폼(배터리여권) 구축	배터리이력 추적관리	· Ouranos Ecosystem (경제산업성 주도) · 순환경제 정보유통플랫폼을 통해 순환도를 측정하여 정보 공개예정('25)	· 배터리 이력 추적관리 · 생산자책임제도 · 배터리 코드번호 부과 의무 · 배터리 종합관리플랫폼 구축 의무

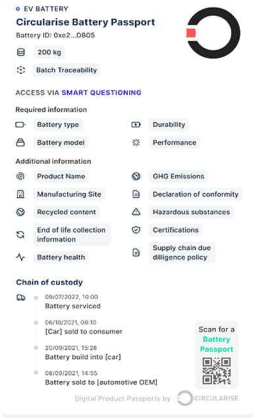
※ 출처 : STEPI Insight Vol.320_전기차 사용후배터리 전주기 안전규제체계 구축방안 (2024.02)

(2) 해외 - EU의 재제조 · 재사용 · 재활용 관련 정책동향

(가) 확대 생산자 책임과 듀 딜리전스(실사, Due Diligence) 규제를 포함한 배터리여권 도입

○ 배터리의 밸류체인 전체와 라이프사이클 각 단계의 정보를 통일된 디지털 플랫폼에 기록

- 유럽위원회와 유럽의회는 합의를 통해 배터리 원재료의 채굴부터 재활용, 재활용 재료의 이용에 이르는 모든 밸류체인 정보를 통일된 플랫폼에 기록·관리하고, 배터리 여권 정보가 링크된 QR코드를 배터리 본체에 라벨링하도록 의무화 함
- 배터리여권에 어떤 정보를 어느 수준까지 기록·관리할 것인가에 대해서는 '24년까지 기술적인 규칙으로 정할 예정



[그림 6] 배터리 여권

※ 출처 : STEPI Insight Vol.320_전기차 사용후 배터리 전주기 안전규체 체계 구축방안 (2024.02)

(나) 유럽위원회는 ELV(Directive on End-of-Life Vehicles) 규제안을 발표하여 순환성 향상을 위한 명확한 목표 제시

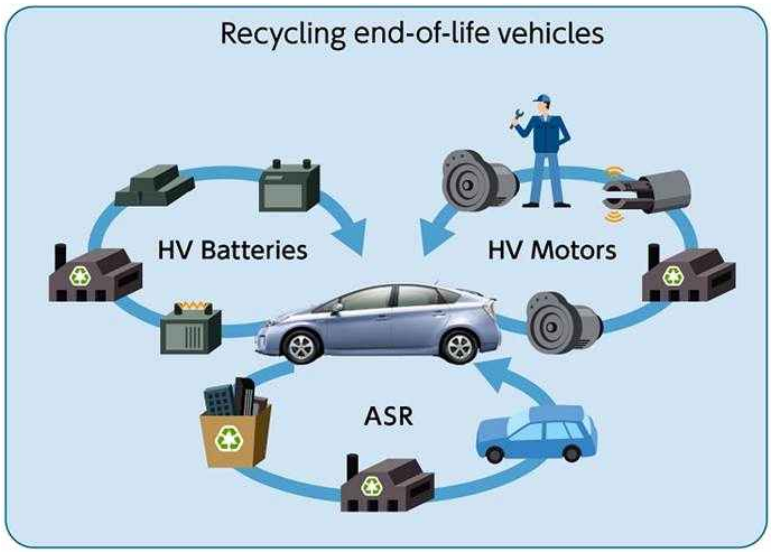
○ 자동차설계·폐차관리상의 지속가능성 요건에 관한 ELV 규제안을 '23년 발표

- 유럽위원회는 폐차에서 나오는 금속폐기물이 충분히 분별되지 않고 있으며, 플라스틱, 전자부품, 복합재료 등의 재활용률도 낮다고 지적
- ELV규제는 순환성을 높이기 위해 기존의 재사용, 재활용, 재생(Reduce, Reuse, Recycle)에 관한 지침(3R)을 통합(안전예방조치를 위해 검사는 1년에 한번 실시 권고(제6조 2-(c))

○ 차량의 새로운 설계 및 생산부분을 개선하여 재활용 및 재사용 촉진

- 재사용 및 재활용을 위해 재료, 부품의 제거를 용이하게 하기 위해 차량의 설계를 개선

- 차량을 만드는 데 사용되는 플라스틱의 최소 25%가 재활용에서 나온 것인지 확인
- 오토바이, 트럭, 버스와 같은 다양한 차량이 포함되도록 EU규정을 점차 확대 실시



[그림 7] ELV 개념도

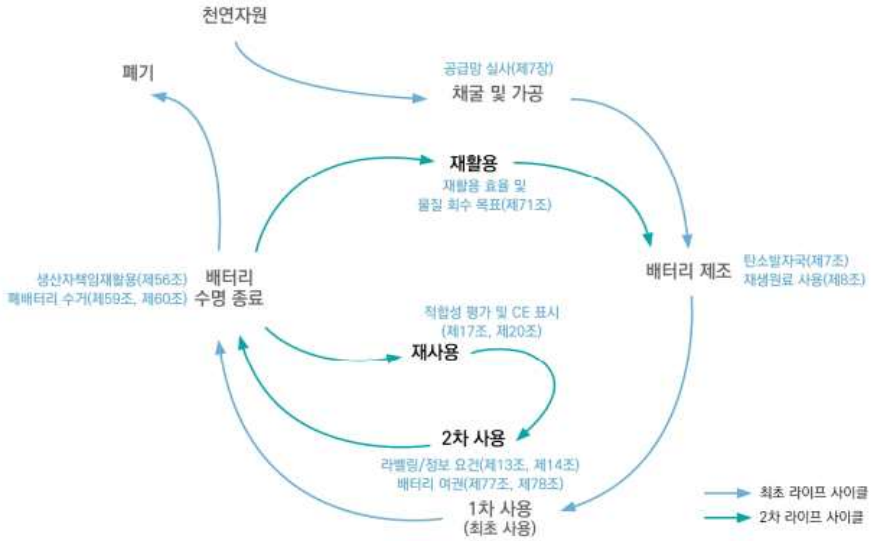
※ 출처 : STEPI Insight Vol.320_전기차 사용후 배터리 전주기 안전규체 체계 구축방안 (2024.02)

(다) 유럽 배터리 및 폐배터리 규정(Batteries and waste batteries regulation)을 제안함

○ 2006년에 제정된 배터리 지침(Battery Directive 2006/66/EC)의 사회적·환경적 영향을 반영하지 못한 내용들을 대체함

- EU 배터리 규정은 크게 5가지 항목의 주용 내용들을 포함하고 있음

* 탄소발자국 신고 의무화 및 등급 설정(제7조)
* 폐배터리 수거(제59조, 제60조) 및 구성 물질 회수 목표 설정(제71조)
* 신품 배터리의 재활용 원료 사용 의무화(제8조)
* 원자재 채굴 및 제조과정에서 사회환경적 리스크를 최소화하기 위한 공급망 실사 강화(제7장)
* 배터리 라벨링(제13조, 제14조) 및 여권(제77조, 제78조)을 통한 소비자 정보 제공



[그림 8] 배터리 순환경제와 EU 배터리 규정 주요 조항

※ 출처 : 법무법인(유) 광장(2023), 「EU 배터리 규정 주요 내용」, 한국배터리산업협회 편집

(3) 해외 - 미국의 재제조 · 재사용 · 재활용 관련 정책동향

(가) 바이든 정부는 배터리를 전략물자로 지정하고 「인프라 투자·고용법」을 통해 실증 지원

○ 자국 내 생산된 EV를 대상으로 구입 시 보조금 지급, 배터리 셀의 제조 지원, 중요 광물의 삭감, 사용후 배터리의 재사용· 재활용의 필요성을 강조

○ 바이든 정부는 경제안전보장측면에서 배터리를 전략물자로 지정하고 관련 실증지원

- AAI(Alliance for Automotive Innovation)가 Lithium-Ion EV Battery Recycling Policy Framework을 발표

(나) 배터리 회수 및 해체 시 안전성을 높이기 위해 「디지털 추적기술」 도입

○ 일부 주에서 재사용·재활용 배터리에 라벨링을 의무화하는 등 관련 정책 정비

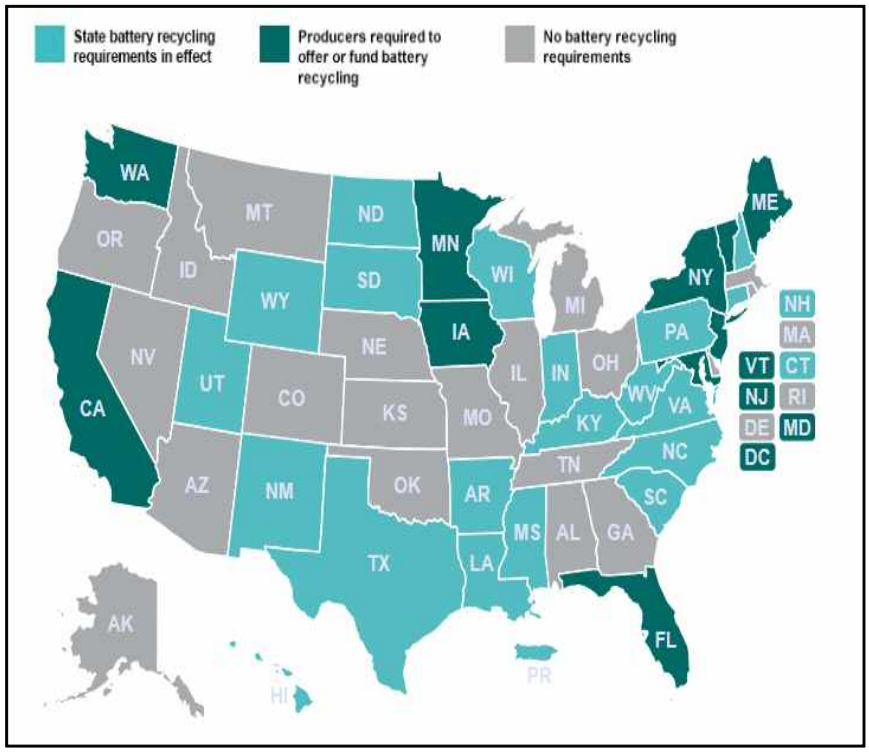
○ 캘리포니아 주의 환경보호청(CalEPA, California Environmental Protection Agency)은 자동차, 배터리, 폐기물업계의 민간기업 NPO단체 등으로 구성된 위원회를 정기적으로 개최하여 사용후 EV배터리의 관리책임 소재와 역할을 명확히 하고 있음

(다) 인플레이션감축법(IRA, Inflation Reduction Act)에서는 사용후 배터리를 위한 세제 혜택 제공

○ EV와 ESS 재사용을 촉진하기 위해서 세제 혜택 제공

○ 미국 내에서 재활용한 특정부품을 대상으로 첨단제조세 공제 프로그램을 신설하여 중요 광물 과 배터리도 프로그램의 대상으로 적용

(라) 미국은 각 주정부에서 별도의 폐배터리 관리 법규가 존재하고 있으며, 연방 또는 주 법률 하에서 EV 배터리 재활용을 강제하거나 재활용된 배터리를 규제하는 내용은 부재



[그림 9] 주정부 별 폐배터리 Recycling 관련 법규 현황

※ 출처 : https://www.call2recycle.org/

○ 전기차 및 배터리 규제 강화를 위해 전 세계 최초로 캘리포니아에서 전기차 의무 판매 규제 도입

○ 환경보호의 일환으로 충전식 배터리의 수거 및 재활용을 위한 책임 프로그램을 수립하기 위해 법안 발표

- 2022년 책임 있는 배터리 재활용법을 수립(2023.1.1. 시행)하여 기존 2006년 충전식 배터리 재활용법을 2027년 폐지

○ 미국과 캘리포니아는 폐배터리와 관련된 활동은 규제하고 있지만, 폐배터리에 대한 전체적이고 중요한 정책은 미비한 상황

(마) 환경보호국(EPA)는 RCRA에 따라 폐기물 규정 재해석을 통해 재사용 배터리 관리 규제 완화를 위한 근거 마련

○ EPA는 '23년 5월 24일 리소스 보전과 재활용법(RCRA)에 따른 리튬이온 배터리 상태에 대한 메모를 공개

○ 기존의 폐기물 규정에 대한 재해석으로, RCRA에 따라 '재사용 가능한 합법적 목적을 갖고 있을 경우' 폐기물이 아닌 것으로 분류 가능함을 제시

○ EPA는 기업이 RCRA의 범용 폐기물 규정에 따라 리튬이온 배터리를 관리하도록 권장하므로 리튬이온 배터리는 초기 단계에서부터 '범용 폐기물'로 완화된 요구사항 조건 하에서 운송 및 수집하여 '유해 폐기물'인지 최종 결정 가능함

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY

WASHINGTON, D.C. 20460

May 24, 2023

OFFICE OF LAND AND EMERGENCY MANAGEMENT

Subject: Lithium Battery Recycling Regulatory Status and Frequently Asked Questions

From: Carolyn Hoskinson, Director
Office of Resource Conservation and Recovery

Digitally signed by CAROLYN HOSKINSON
Date: 2023.05.24 13:14:32 -04'00'

To: LCRD Division Directors, Regions 1–10

The purpose of this memorandum is to clarify how the hazardous waste regulations for universal waste and recycling apply to lithium-ion batteries. The proportion of electric cars powered by lithium-ion batteries on the road is rising rapidly; lithium-ion batteries also power our electronics and, increasingly, lawnmowers, e-scooters, electric bicycles, and many other devices. The growth of the circular economy for lithium battery materials is vital as the focus turns to how to eventually manage lithium-ion batteries at the end of their lives. Recycling lithium-ion batteries returns valuable critical minerals to the economy, both conserving resources and reducing the overall energy use needed to produce new batteries.

Recent interest in the regulation and management of lithium-ion batteries at end of life has prompted the EPA to examine specifically how universal waste handling requirements, hazardous waste recycling regulations, and other RCRA Subtitle C provisions apply to this waste stream. Today the Agency is clarifying that most lithium-ion batteries are likely hazardous waste at end of life and that they can be managed under the streamlined hazardous waste management standards for universal waste until they reach a destination facility for recycling or discard.[1] The frequently asked questions attached to this memorandum also describe how RCRA recycling regulations apply to lithium-ion batteries. EPA encourages the recycling of lithium-ion batteries wherever possible in a manner that protects communities and the environment. By clarifying how battery recycling is regulated, ORCR hopes to both remove uncertainties for the states and industry about the regulatory status of these materials and processes and to ensure that this critical step in the circular economy is done safely and compliantly. Throughout this memorandum, when we refer to batteries, we mean lithium-ion batteries.

Lithium-ion Batteries

Rechargeable lithium-ion batteries are experiencing rapid increase in demand, as they are very energy dense—storing high amounts of energy in a battery that is smaller and lighter than other chemistries—and are therefore being used in many consumer electronic, electric vehicle, and stationary storage applications.

[그림 10] EPA의 배터리 재사용 관련 메모

※ 출처 : https://www.industrytoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=10928

(4) 해외 - 일본의 재제조·재사용·재활용 관련 정책동향

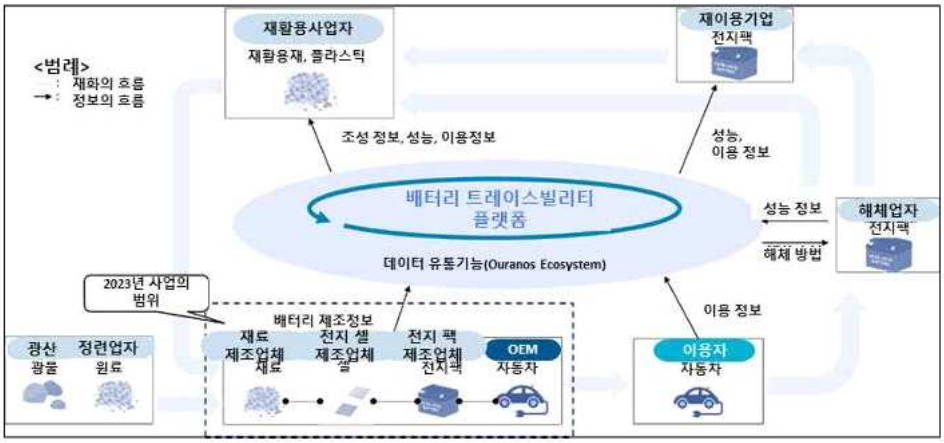
(가) 경제산업성을 중심으로 'Ouranos Ecosystem'과 배터리 전주기 정보의 연계 정책 추진

○ 복수의 정보처리시스템연계를 위해 기업, 업종, 국경을 초월한 데이터 연계정책 추진

- 관계부처, 독립행정법인 정보처리추진기구(IPA)의 디지털 아키텍처 디자인 센터(DADC), 국립연구개발법인 신에너지 산업기술종합개발기구(NEDO)와 함께 운영

○ NTT 데이터가 경제산업성 2023년도 사업에 채택되어 '배터리 추적 가능한 플랫폼 (battery traceability platform) 구축사업' 수행

- 2024년도 중 플랫폼 상에서 전기차 배터리 제조시의 카본 풋프린트 정보, 인권·환경 실사, 밸류체인 상 리사이클 정보 등을 기업 간 연계할 수 있는 기능을 제공할 예정



[그림 11] NTT데이터가 구축 중인 배터리 추적 가능한 플랫폼

※ 출처 : STEPI Insight Vol.320_전기차 사용후 배터리 전주기 안전규체 체계 구축방안 (2024.02)

(나) 배터리 공급망 경쟁력 강화를 위한 민관협의회 구축

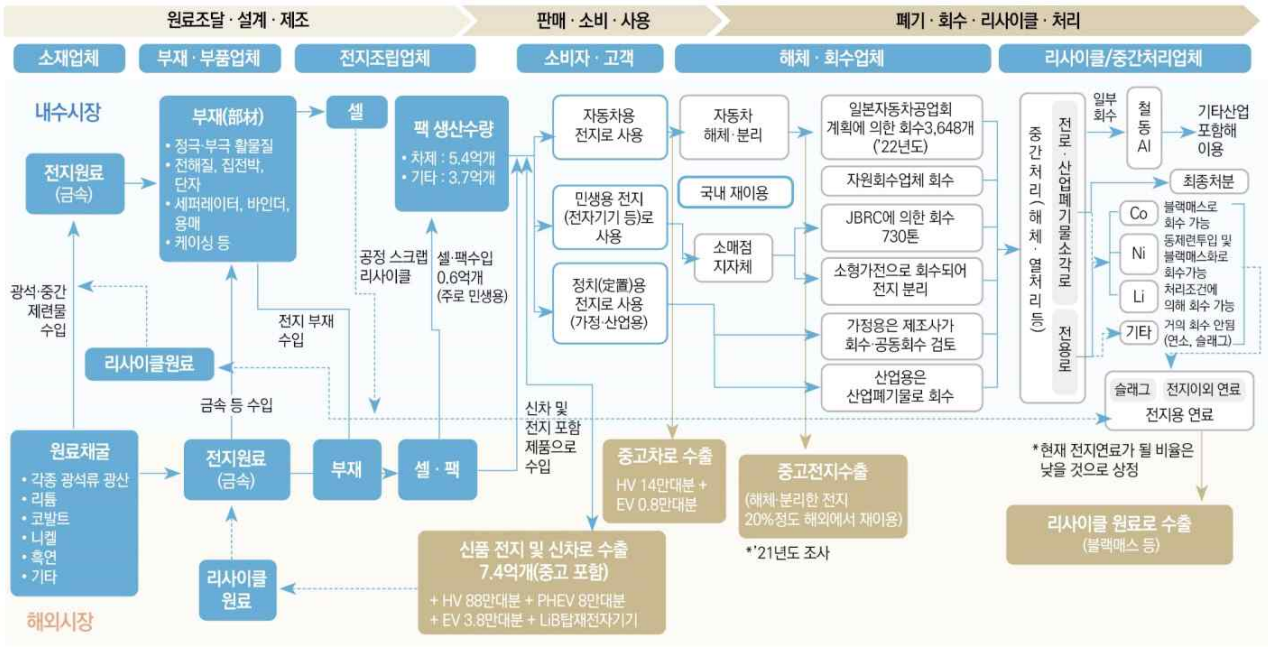
○ 축전지산업 전략검토 관민협의회를 통해 EU, 미국 등의 배터리 공급망 확립을 위한 정책 (3대 목표와 7대 전략) 수립

- 3대 목표로서 ①액계 LiB의 제조기반 확립, ②글로벌 지위 확보, ③차세대 전지시장의 획득과 함께 인재양성, 국내 수요확대를 위한 환경정비, 재사용·재활용, 재생에너지원을 통한 전력공급의 확대와 전력비용 부담의 제어가 가능한 환경정비 추진

○ 민간기업 중심의 4R Energy주식회사는 사용후 배터리의 안전성·잔존성능 평가, 선별, 재제품화(재사용) 노하우 보유

- 4R Energy Inc.: '10년 닛산과 스미토모 상사가 절반씩 출자하여 만든 합작회사. EV에서 폐배터리를 회수해 리튬이온 배터리(LiB) 기반 에너지 저장 장치(ESS), 축전지 등으로 재활용하는 업체
- 잔존용량을 예측하는 시뮬레이션 기술 등 다수 기술 개발에 성공하였으며, 재사용 배터리의 판단 규정(UL 1974)을 세계 최초로 취득
- 사용후 배터리분야에서는 2010년에 닛산과 스미토모상사가 합작하여

설립한 4R Energy는 최근 닛산과 공동으로 EV 차량 주행 데이터를 활용한 배터리 성능 측정기술을 개발하고 있으며, EV 차량에서 배터리를 회수·재사용하는 체계를 구축하고 ESS, EV용 배터리 등으로 재가공할 방침



[그림 12] 일본 배터리 전주기 이력관리 과정

※ 출처 : 경제산업성(2023), 「성장 지향형 자원 자율 경제 전략」, KOTRA 편집

(5) 해외 - 중국의 재제조 · 재사용 · 재활용 관련 정책동향

(가) 사용후 배터리의 재사용·재활용을 위한 정부주도 추진체계 구축

○ '생산자책임연장제도'와 '이력추적관리제도' 실시를 통해 제도의 이행력 추구

- 생산자책임연장제도는 전기차 생산 및 배터리 생산자, 배터리 재사용, 폐차 분해 기업이 단계별 배터리 회수와 정보 공개에 관한 책임을 지는 제도
- 이력추적관리제도는 배터리의 전 생애주기의 정보를 수집하는 플랫폼 구축을 통한 배터리 관련 통합 관리 감독 체계

○ 배터리 전생애주기의 정보 수집을 위한 '종합 관리 플랫폼'을 구축하여 배터리 생산에서 폐기까지의 효율적 사용과 관리·감독을 강화 시스템 마련

○ 전기차 배터리 순환 체계를 구축하기 위해 '신에너지차 배터리 순차 사용 제품 인증 프로그램'을 개시함

- 순차사용은 수명이 다한 배터리를 회수해 전부 또는 일부 기능을 복원한 후 동급 또는 강등 사용하는 방식으로, 관련 인증 실시 규칙을 제정·발표함

(나) 사용후 배터리의 공급자와 수요자는 '배터리 종합 관리 플랫폼'을 통해 연결

○ 배터리 종합 관리 플랫폼을 통해 사용자는 재사용 및 재활용, 폐기 등 활용 목적에 따라 사용후 배터리 활용

○ 배터리 재사용과 재활용 효율과 효과를 증대하기 위해 배터리 잔류 에너지 검사 절차 및 방법을 규범화

○ 기업 간 무질서한 경쟁을 막고, 안전성을 높이기 위해 '화이트리스트' 제도를 활용하여 사용후 배터리 재사용·재활용 자격 부여

(다) 중국의 사용후 배터리 순차사용

○ 중국의 사용후 배터리 순차사용 정책발전은 크게 3단계로 구분할 수 있으며, 지속적으로 개정 추진

<표 3> 중국의 사용후 배터리 순차사용 정책 발전과정

년도	주요 내용
2012~2016년	당시 배터리 회수이용 관련 내용은 신에너지 자동차 산업발전 정책의 일부조항으로 언급됨
2016~2018년	국가발전개혁위원회·공업정보화부·생태환경부등 유관부처에서 배터리 관련 전문화된 정책을 잇달아 발표하기 시작함
2018년~현재	배터리 회수이용에 대한 정책이 집중적으로 도입되면서 동산업의 표준화 등 프로세스 구축이 가속화됨

※ 출처 : 한국환경산업기술원 중국환경 INSIGHT-중국 폐배터리 회수이용 산업현황, 2023.04

<표 4> 중국의 사용후 배터리 순차사용 중앙정부 주요 정책동향

년도	정책	주요 내용
2021.07	신형에너지저장발전 관련 지도의견	· 에너지저장 기술 다원화 추진함 · 리튬이온배터리등 신형 에너지저장 기술 상업화 및 시범 기술 적용을 촉진함
2021.07	신규 데이터센터 발전 3년 행동계획	· 리튬이온배터리를활용한 에너지 절약,고효율 등 데이터센터 건설을 추진함. 특히 폐배터리의 순차사용을 활용한 제품 보급 확대를 촉진함
2022.08	정보통신산업 녹색저탄소발전행동계획	· 기업은 인공지능,빅데이터 등 첨단기술을 적용하여,스마트화를 추진함.노후설비 개조·회수· 처리·순환이용시스템 구축을 촉진함
2022.11	리튬이온배터리산업사슬 공급망 안정적 발전 관련통지	· 리튬전지 생산기업·원료기업·회수기업·최종 사용기업 등 상호협력을 장려하여, 안정적인 공급망을 형성하도록함
2023.12	신에너지차 배터리 종합이용 관리법	· 18.1월 발표한 신에너지차 배터리 순차사용관리 잠정조치를 법률로 격상, 배터리 재활용에 대한 기업의 책임소재를 강화하고 공업신식화부주도하에 부처 간 이력 추적 정보 공유 메커니즘을 구축하도록 함

※ 출처 : 한국환경산업기술원 중국환경 INSIGHT-중국 폐배터리 회수이용 산업현황, 2023.04

○ 다만, 사용후 배터리 순차사용에 대한 표준체계가 부족하고 현재 단계에서 규모화에 어려움이 있음

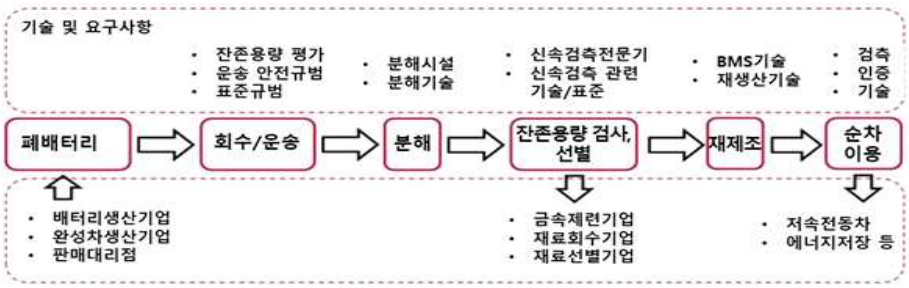
- 중국은 리튬배터리 순차사용이 비교적 늦게 시작되었기 때문에 안전성을 충분히 보장하기 쉽지 않음. 현재 일부 기업을 제외하면, 낮은 자동화 수준으로 품질보장이 어려움. 따라서 다방면의 연구개발이 추진되고 있음.
- (순차사용 한계점) 폐배터리 순차사용에 대한 표준체계가 부족하여, 현재 단계에서 규모화에 어려움이 있음
- (관련규정) 현재 「차량용 동력배터리 회수이용 분해규범(车用動力電池回收利用拆解規范)」, 「차량용 동력배터리 순차사용 제2부 : 해체요구(车用動力電池回收利用梯次利用第2部分：拆卸要求)」 등 4건으로 관련 규정이 부족한 상황임

<표 5> 중국의 사용후 배터리 잔존용량에 따른 순차사용방식

분류	내용
80~100%	전기자동차 배터리 생산수요에 적합하여 배터리 재제조에 사용함
20~80%	가정용·전력망등 에너지저장 설비 또는 저효율전기자동차에 사용함
0~20%	폐기하여 금속원료는 회수함

※ 출처 : 한국환경산업기술원 중국환경 INSIGHT-중국 폐배터리 회수이용 산업현황, 2023.04

- 중국은 순차사용 시 분해 후 잔존용량 검사 및 선별이 이루어지는 것으로 알려짐



[그림 13] 중국의 사용후 배터리 순차사용 시 기술 및 요구사항

※ 출처 : 한국환경산업기술원 중국환경 INSIGHT-중국 폐배터리 회수이용 산업현황, 2023.04

(라) 신에너지자동차 동력배터리 회수·재활용 관리 잠정방법

○ 자동차 제조업체에서 전기차 배터리 재활용의 주체적 책임을 부여하는 "확정된 생산자 책임 시스템" 구현

- 자동차 제조업체는 동력 배터리 재활용에 대한 주요 책임을 맡고 관련 기업(배터리 제조, 종합이용기업 등)은 동력 배터리 재활용의 모든 측면에서 해당 책임을 이행
- 종합이용기업이란 신에너지자동차의 중고 동력 배터리의 단계적 이용* 또는 재활용 사업**을 수행하는 기업으로 최소 한가지 포함

- 단계적 이용 가능성을 판단하는 명확한 방법(잔여용량, 균일성, 사이클 수명 등)을 보유하고, 다양한 유형의 중고 배터리를 테스트, 분류, 해체, 수리 또는 2차 제품으로 재구성할 수 있어야 하며, 제품의 품질·안전 신뢰성 보장

* 단계적 이용을 위해 필요한, 시험, 분류, 해체, 배터리 수리 또는 재구성하여 다른 분야에 적용할 수 있도록 하는 과정

** 배터리의 자동 분쇄 및 분류 장비를 포함하여 사용한 배터리의 안전한 해체 및 재활용을 위한 기계화된 운영 플랫폼 및 프로세스를 보유

(6) 국내 - 사용후 배터리 재제조 · 재사용 · 재활용 관련 정책동향

(가) 국내 사용후 배터리 주요 정책으로 '재사용전지 안전성 검사제도'를 개정하여 재사용·재제조에 관한 근거를 마련함

<표 6> 사용후 배터리 전주기 안전규제 단계별 주요 정책 현황 및 고려요소

단계	관련 제도	주요 정책	고려요소
배출	가이드 라인	자동차관리법 시행규칙 제73조 별표 15 자동차 검사기준 및 방법 전기 및 전자장치: "육안으로 확인"	· 전기자동차 정기검사 시 배터리 검사에 안전 관련 객관적 검사방법 추가 · 고가의 배터리 안전성 검사기기 보급을 위한 정부 보조금 등 기반 강화
분리, 보관, 운송	시설 장비 안전 기준	환경부→폐차장, 정비소 등에 매뉴얼 제공 (전기차 배터리 안전회수 및 해체 보관 매뉴얼)	· 차종별전기차 제조업체의 제출 자료(배터리 분리 매뉴얼)를 부처에서 취합하여 보급 · 배터리 취급과정에서 발생하는 폭발사고의 대응책 및 원인 규명을 위한 R&D 지원 운송이력관리시스템 등록 도입
평가	실증 사업	전기생활용품안전법 ('23.10월 개정) 제34조의2~ 제34조의9 안전성 검사 규정 신설	· 현행 사용후배터리 안전성 검사제도의 확대 적용 필요 · 안전성 평가 관련 표준체계 수요 대응을 위한 단기·중장기 전략 수립
활용	자동차 점기 검사/ 무작위 검사	전기생활용품안전법 ('23.10월 개정)의 안전성 평가제도로 안전성 검증 비용 발생	· 공정한 거래시장 조성 및 비용보전을 통한 시장 활성화 기반 마련(재생원료 사용 의무제, 조세감면, CO2감축 기여분을 반영한 인센티브 설계 등) · ESS 안전성 제고를 위한 R&D 및 실증사업 확대와 근거기반의 규제 설계
공통	데이터 기반 안전관리	대기환경보전법, 친환경산업법, 폐기물관리법, 자원순환법, 자동차관리법, 전기생활용품안전법등 부처별 법률 사용후배터리 관련 용어가 부처마다 혼재됨	· 배터리 여권제도(통합이력관리시스템) 도입 · 범부처수준의 통합관리체계 구축으로 안전성 관리주체 일원화 · 기업 중심 데이터 자율규제 및 제3자를 통한 객관화된 검증방식 도입

※ 출처 : STEPI Insight Vol.320_전기차 사용후배터리 전주기안전규체체계 구축방안 (2024.02)

(나) 배터리 순환이용 생태계 조성을 위한 정책지원

○ '재사용전지 안전성 검사제도' 개정과 더불어 관련 규제를 완화하여 재사용 제품 확산을 위한 정책추진

<표 7> 전기용품 및 생활용품 안전관리법 주요 개정 내용

구분	분류	내용
재사용전지 안전성 검사제도	안전성검사	안전성검사를 거친 재사용전지만 유통·판매 가능
	검사기관 지정 및 사후관리	검사역량을 갖춘 기관(제조업자 포함)을 지정하고,지도·감독을 통해 검사기관에 대한 신뢰성 확보
	책임보험 가입	검사 과정의 고의·과실 등에 의한 소비자 손해배상을 위해 안전성검사기관의 보험가입 의무화

○ 전기차 폐차 단계에서 배터리 탈거 전 성능평가 방식 도입(<자동차관리법> 개정)

- 탈거 전 성능평가를 통해 재제조·재사용 기준을 충족하는 사용 후 배터리는 탈거시부터 '폐기물'이 아닌 '제품'으로 인정

○ 사용 후 배터리를 활용한 에너지저장장치(ESS) 등 재사용시장형성 초기 마중물 역할을 위해 선도프로젝트 추진

- 장애인 복지시설 내 사용 후 배터리를 활용한 에너지저장장치(ESS) 설치·지원('23.12월~, 환경부)
- 노인 전동 카트 배터리 교체, 양로원·고아원 등 사회취약계층 지원을 위한 에너지저장장치(ESS) 제공('25년~, 환경부)
- 한전 등 전력공기업 중심으로 재생에너지 연계, 소형도서전력공급을 위한 에너지저장장치(ESS) 실증사업* 추진(산업부)
- 농업용 차량, 스마트 가로등 배터리, 캠핑용 파워뱅크등재사용 모델 개발, 제품 시험평가·인증지원 기반 구축(산업부)

(다) 전기차 배터리 재활용 관련 현행 법체계

○ 전기차 배터리 회수, 보관, 성능평가, 매각 등 반납 업무(공급)과 재제조, 재사용, 재활용 등 활용(수요)에 적용되는 다수 법령 존재

○ 대기환경보전법(환경부)

- 전기차 배터리 반납 : 전기차 등록을 말소하고자 하는 경우 해당 지자체장에게 반납(제58조5항)

- 반납 배터리 매각 : 환경부 장관 또는 지자체장은 반납받은 사용후 배터리가 재사용・재활용이 불가능할 경우 매각 가능(제58조8항)
- 전기차 배터리 재사용・재활용에 관한 특례 : 반납되는 사용후 배터리는 '22년 1월 1일부터 매각 가능(부칙 제5조)

○ 폐기물 관리법(환경부)

- 전기차 사용후 배터리 폐기물 유형 규정(규칙 별표 4 및 4의3)
- 사용후 배터리 수집·운반·보관 시 안전관리 규정(규칙 별표 5)

* (수집·운반) 전기차 사용후 배터리는 배터리 단자, 연결케이블 등을 절연처리한 후 불연성·비전도성 재질의 팰릿(Pallet)에 개별 포장하거나 밀폐된 운반 상자에 담아 다른 종류의 폐기물과 분리하여 수집·운반
* (보관) 전기차 사용후 배터리는 배터리 단자, 연결케이블 등을 절연처리한 후 고온, 화기, 직사광선 및 수분 등에 노출되지 않고 환기가 잘되는 건조한 장소에 보관

- 폐기물 재활용업 기준 규정(규칙 별표 7)

* 전기차 사용후 배터리를 재활용하는 경우 : 그린전동자동차기사, 전기기사, 전기공사기사 또는 전기 관련 분야 학사이상 학위 취득 후 해당 분야에서 1년 이상 종사한 사람 1명 이상

2 국내외 시장현황 및 분석

(1) 국내외 사용후 배터리 재제조·재사용·재활용 시장현황 및 전망

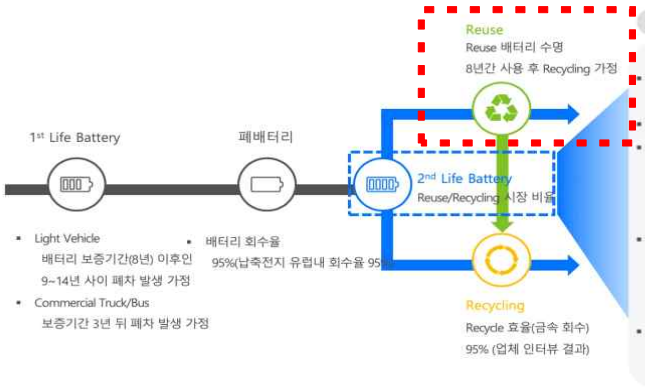
(가) 국내외 사용후 배터리 재사용·재제조 시장현황 및 전망

○ Allied Market Research의 EV Battery Reuse Market : Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2021-2031에 따르면, 세계 재사용 배터리 시장 규모는 '21년 2억 달러에서 2026년 약 8억 7천만 달러(한화 1조 1500억원)로 CAGR 약 34.30%로 전망됨

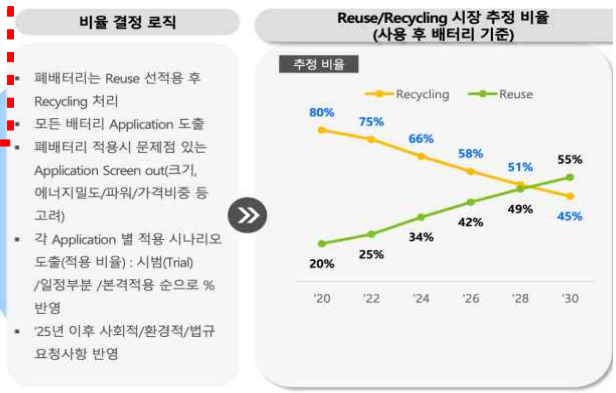
○ SNE research에 따르면 전기차의 배터리는 1st Life Battery 사용 완료 후 95% 회수되어 상태와 목적에 따라 Reuse 또는 Recycling을 통해 2nd Life Battery로 활용됨

○ SNE research에 따르면 '30년에 발생된 사용 완료 배터리는 Reuse 55% Recycling 45% 비율로 처리될 것으로 추정되며, Recycling은 배터리사 및 양극재 제조사의 불량도 추가하여 처리해야함

<Reuse/Recycling 시장 산출 Flow>



<Reuse/Recycling 시장 추정 비율>

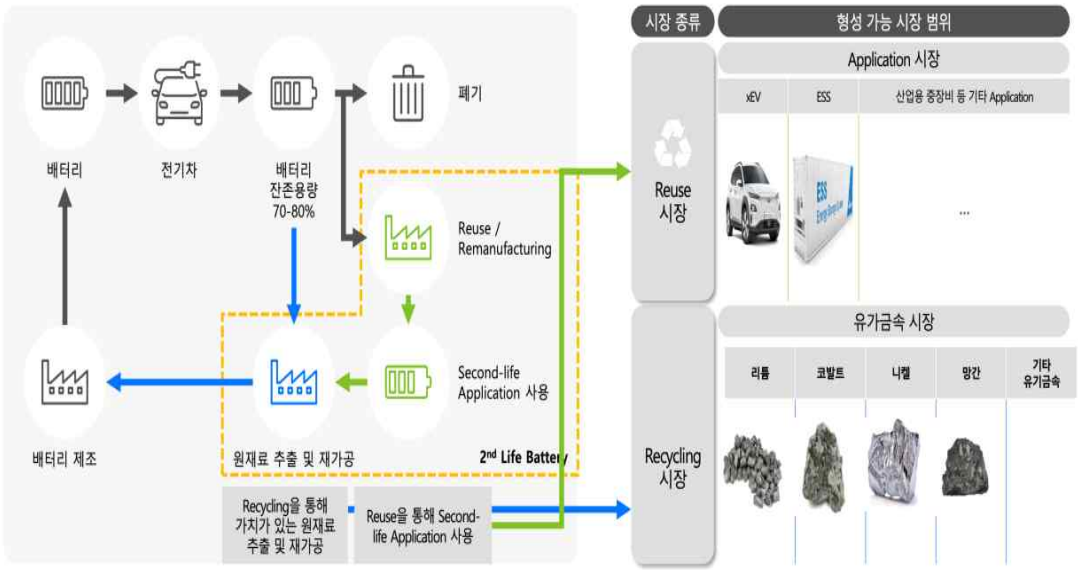


[그림 14] 사용후 배터리 재사용·재제조 시장현황 및 전망

※ 출처 : SNE research

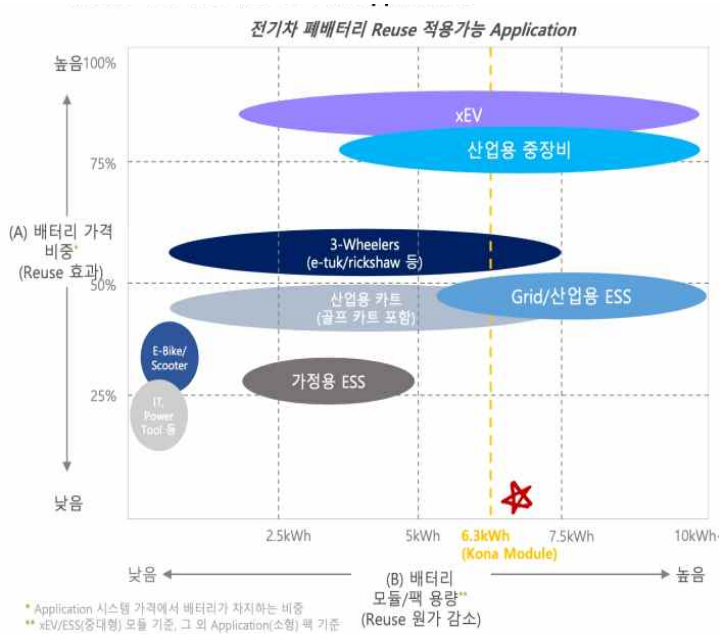
○ SNE research에 따르면 전기차 배터리는 사용이 완료된 후 상태와 목적에 따라 Reuse 또는 Recycling이 되며, 2nd Life Battery 시장이 형성됨

○ Reuse 배터리 활용 가능 영역과 용량과 효과에 따라 다양한 Application이 존재하며, 주요 형성 가능 시장 범위로는 xEV 및 ESS 시장이 있음



[그림 15] EV 배터리 Life Cycle 및 2nd Life 배터리 시장

※ 출처 : SNE research



[그림 16] Reuse 시장 형성가능 영역 및 Application

※ 출처 : SNE research

3 국내외 기술동향 및 분석

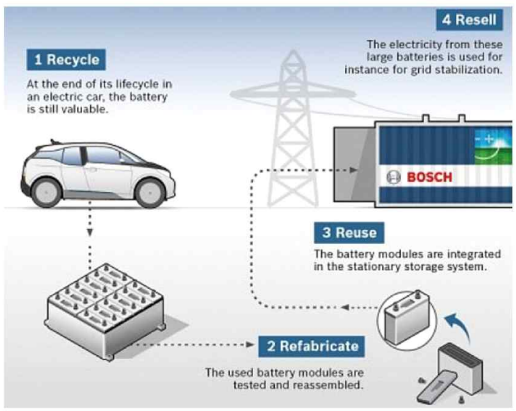
(1) 해외 사용후 배터리 재제조·재사용·재활용 관련 기술개발 동향

(가) 해외 사용후 배터리 재사용·재제조 관련 기술개발 동향

○ 독일에서는 전기차 사용후 전지를 재사용하여, 13MWh급 ESS 구축하여 수요반응(DR, Demand Response)을 실증하고, BMW, 폭스바겐 등은 이동형 전기차 충전기 적용 등 자체 재사용 배터리 활용 파일럿 프로젝트를 수행 중

○ BMW는 Bosch, Vattenfall(스웨덴 발전기업)과 공동으로 ESS 생산라인을 구축하고 시범 운영 중 국내 실증특례 신청은 2019년 2건, 2020년 5건, 2021년 9건, 2022년 3건, 2023년 3건으로 총 22건(2023년 11월 기준)에 해당함

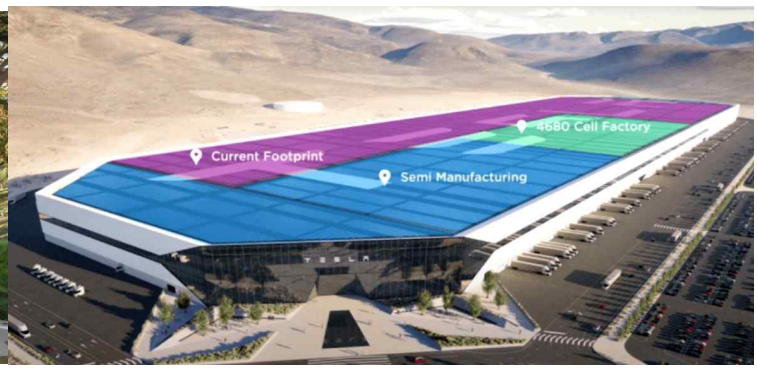
[그림 17] BMW i3 배터리 활용사례



[그림 18] Bosch ESS 활용사례

○ 미국에서 GM이 ABB와 협력하여 쉐보레 볼트 전기차의 폐배터리를 수거 후 가정용 ESS로 활용하는 프로젝트를 추진 중에 있으며, Tesla는 자사 배터리 공장인 기가팩토리에 폐배터리 재활용 시스템을 구축·운영 중

[그림 19] GM ESS 사업

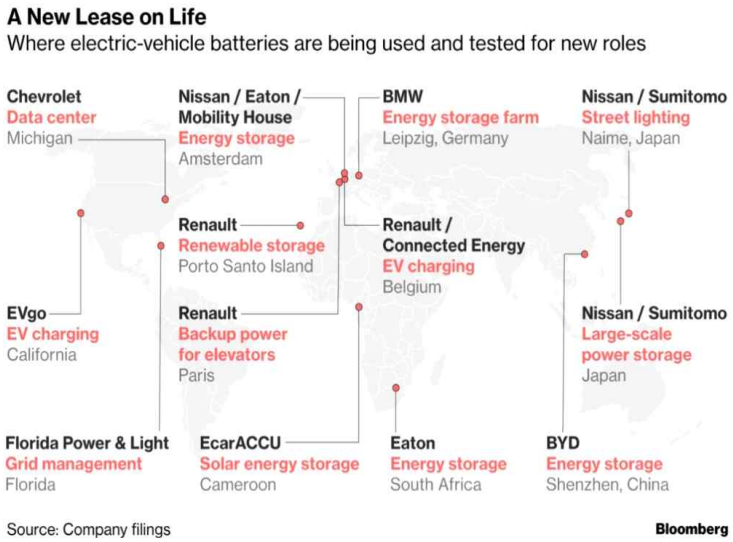


[그림 20] 테슬라 재활용 시스템 구축

○ 일본에서 Nissan은 2014년부터 전기자동차 전지 반납을 조건으로 교체서비스를 시행중이며, 2016년부터 전력기업인 Eaton Energy와 협력하여 가정용 ESS를 제작하고 있음

[그림 21] 닛산 가정용 ESS 사업

○ 중국의 BYD(전기차 제조기업)는 전기버스 배터리를 재사용한 ESS 제품 개발을 추진 중



[그림 22] 해외 사용후 배터리 관련 주요 프로젝트 사례

※ 출처 : The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers, KIEEP vol. 72P, no. 4, pp. 231~236, 2023.11.14

(2) 국내 사용후 배터리 재제조 · 재사용 · 재활용 관련 기술개발 동향

(가) 국내 사용후 배터리 재제조·재사용·재활용 관련 연구 현황

○ (조사 기준) 국가과학기술지식정보서비스인 NTIS(National Science & Technology Information Service)을 활용하였으며, 2018년부터

2023년 7월까지 [재사용 배터리] 키워드를 중심으로 총 209건의 선행연구사업이 약 940억원 규모로 기술개발 중인 것으로 나타남

○ 연구과제 현황 정리

- 연구사업 규모는 점진적인 증가 추세를 보이며, 중소기업을 중심으로 수행 중
- 중소기업의 경우 사용후 배터리의 활용성 향상을 위한 연구개발 성격이 주로 추진 중이며, 출연연구원과 대학의 경우에는 진단·평가기술이 중점적으로 추진 되고 있으며, 출연연구원을 제외한 정부산하기관의 경우에는 재사용·재활용 배터리의 실증 및 상용화 지원을 위한 시험평가·사업화 센터 구축을 위한 장비도입, 인프라 구축이 중점적으로 추진되고 있는 것으로 나타남

<표 8> 국내 재사용 배터리 관련 연구사업 현황

구분	2018	2019	2020	2021	2022	2023
과제 (건)	5	9	21	47	66	61
사업비 (백만원)	4,768	5,147	9,985	23,250	29,259	26,095

※ 출처 : The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers, KIEEP vol. 72P, no. 4, pp. 231~236, 2023.11.14

<표 9> 수행주체별 재사용 배터리 연구사업 현황

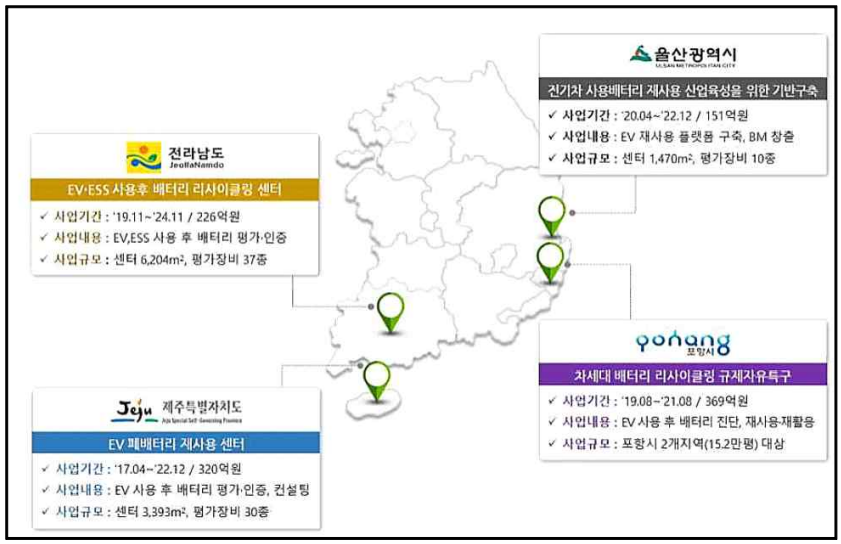
구분	2018	2019	2020	2021	2022	2023
정부기관	1	2	3	7	9	8
출연연	-	1	-	4	4	7
대학	1	2	3	5	8	13
중견기업	-	-	1	2	2	1
중소기업	3	5	14	32	46	37
기타	-	-	-	1	1	2
계	5	9	21	47	66	61

※ 출처 : The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers, KIEEP vol. 72P, no. 4, pp. 231~236, 2023.11.14

(나) 국내 사용후 배터리 재제조·재사용·재활용 관련 실증특례사업(규제샌드박스) 현황

○ 사용후 배터리를 활용한 재사용전지에 대한 업계 수요가 많아지고 있으나, 현재 KC 안전기준이 없어 자체 테스트베드를 이용하거나 규제샌드박스 실증특례로 관리하고 있는 상황

○ 국내 실증특례 신청은 2019년 2건, 2020년 5건, 2021년 9건, 2022년 3건, 2023년 3건으로 총 22건(2023년 11월 기준)에 해당함



[그림 23] 국내 재사용 배터리 관련 연구사업 현황

※ 출처 : The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers, KIEEP vol. 72P, no. 4, pp. 231~236, 2023.11.14.

<표 10> 국내 사용후 배터리 실증특례 현황

년도	주요내용
2019	- 산업, 가정용 태양광발전시스템 특성화 ESS 개발
	- 전기차 사용후배터리 종합관리 실증 및 사용후배터리 팩/모듈 성능·안전성 시험평가 등
2020	- 전기차 사용후배터리 재사용한 캠핑용 파워뱅크
	- 사용후배터리를 활용하여 태양광발전설비 연계 ESS컨테이너 제작·운용 실증
	- 전기버스 배터리 대여 및 사용후배터리 활용 ESS 충전시스템
	- 전기택시 배터리 대여 및 사용후배터리 활용 ESS 충전시스템
	- 사용후배터리 재활용 ESS 컨테이너
2021	- 사용후배터리 재사용 농업용 전동고소작업차
	- 사용후배터리 재사용 ESS 연계 수배전반
	- 태양광 발전설비 연계 사용후배터리 재사용 ESS
	- 사용후배터리 재사용 가정용 ESS 컨테이너
	- 사용후배터리 재사용 ESS 연계 전기차 충전시스템
	- 신재생에너지와 사용후배터리 재사용 ESS를 활용한 전기차 충전 서비스 - 사용후배터리 재사용 독립형 태양광 가로등
	- 사용후배터리 재사용 개인형 이동장치 및 전기이륜차
	- 사용후배터리를 활용한 ESS가 설치된 자동차(에너지 셰어카)를 활용하여, 이동형 전력 공급 서비스 제공
2022	- 사용후배터리를 재사용하여 제작한 ESS와 V2G 전기차충전기를 활용하는 전기차 충전시스템 구축·운영

	- 사용 후 배터리팩을활용하여 만든 충전시스템을 트럭에 탑재하여, 고객(전기차 소유주)을 찾아가 전기차를 충전해주는 서비스
	- 전기차 사용후배터리를 활용한 에너지저장장치(ESS)와 전기 지게차,운송차등 전동운송기기의 안전성 및 효율성 검증
2023	- 전기차 사용후배터리를 활용한 에너지저장장치 (ESS) 실증을 통해 운영의 안전성 및 피크저감 효율성 검증
	- 사용후배터리를 재사용하여 제작한 ESS에 전력을 저장후가전제품 등 가정내에서 사용
	- 사용후배터리를 사용한 630kWh급 ESS의 전기 공급시스템 및 에너지관리시스템을 구축하여 운영 안전성 실증

※ 출처 : The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers, KIEEP vol. 72P, no. 4, pp. 231~236, 2023.11.14.

4 표준화, 인증 동향 및 분석

(1) 해외 사용후 배터리 재제조·재사용·재활용 관련 주요 표준화/인증 동향

(가) 국제기구

○ 기본 방향

- 국제전기기술위원회(IEC, International Electrotechnical Commission) 는 다른 용도로 활용을 위해 재제조되는 이차전지의 셀, 모듈, 배터리 팩 등의 성능과 안전에 대한 평가 절차에 대한 표준화(IEC 63330)를 작업 중

○ 주요 내용

- IEC 63330-1은 이차전지 재제조의 1부:일반 요구사항에 관한 것으로 2024년 6월 28일 발행됨

		IEC 63338		IEC 63330-1		IEC 62933-4-4		IEC 62933-5-3	
Title		General guidance on reuse and repurposing of secondary cells and batteries –		Repurposing of secondary cells and batteries – Part 1: General requirements		Electrical energy storage (EES) systems – Part 4-4: Environmental requirements for battery-based energy storage systems (BESS) with reused batteries		Electrical energy storage (EES) systems – Part 5-3: Safety requirements for grid-integrated EES systems – Performing unplanned modification of electrochemical based system	
Scope		Secondary lithium ion and Ni-MH		Repurposing of secondary batteries and systems (excluding redox flow/ Ni-MH/Pb batteries)		BESS using reused batteries		Energy storage systems	
		Battery	System	Battery	System	Battery	System	Battery	System
Requirements	General			✔ Clause 4/5/6					
	Environment					✔ Annex A (info)	✔ Clause 4/5/6/7 Annex B (info)		
	Safety			✔ Clause 4/5/6	✔ Clause 6 (ESS) Clause 6 (other)			✔ Annex A (info)	✔ Clause 5/6/7/8 ✔ Clause 9
	Assessment			✔ Clause 5	✔ Clause 6 (ESS) Clause 6 (other)				
Guidance	General	✔ Clause 4							
	Environment	✔ Clause 9							
	Safety	✔ Clause 5/6 ✔ Clause 7/8						■ = Priority ■ = Support	■ = No overlap

[그림 24] IEC 배터리 관련 표준화 현황

※ 출처 : https://products.iec.ch/home

(나) 미국

○ 미국의 안전규격 개발 및 인증 업체 UL(Underwriters Laboratories)에서는 재사용을 목적으로 하는 배터리의 분류 및 등급 프로세스에 대한 요구사항인 UL 1974 '재제조 배터리 안전규격(Standard for Evaluation for Repurposing Batteries)' 을 2018년 10월 발표

(다) 유럽

○ EU는 2006 EU 배터리 지침 (Directive 2006/66/EC)을 통해 폐배터리 수거 목표와 재활용 기술 개발 지원을 명시하였고, 2023년 7월 배터리 규정 (Regulation 2023/1542) 승인을 통해 배터리 생산자에 대한 책임을 강화

○ 재제조 관련 표준화는 진행되지 않고 있음

(라) 중국

○ (기본 방향) 2016년 국가 발전 개혁위원회에서 '자동차 배터리 수집 및 재활용 지침'을 제정하였으며, 사회적 자본을 투입하여 관련 산업 펀드조성 및 연구기관을 설립해 시장경쟁력을 갖춘 선순환 배터리 재활용 체계를 구축

<표 11> 중국의 전기차 사용후 배터리 관련 주요 표준 현황

표준 번호	표준 명	주요 내용
GB/T 34013-2017	<전기차용 배터리 규격 및 사이즈>	· 전기차 배터리 셀, 모듈, 팩 사이즈 규격화 · 배터리 종류 및 사이즈 표준화
GB/T 34014-2017	<전기차 배터리 등록 번호 규정>	· 전기차 배터리에 등록번호 부여, 정보 추적 플랫폼에 변동된 정보 기입 의무화
GB/T 34015-2017	<전기차의 사용 후 배터리 재활용 - 순차사용-잔여성능검사>	· 재활용을 위한 사용후배터리의 잔여용량 확인 시험절차 및 방법에 대해 명시 · 배터리 외관 검사, 극성 검사, 전압 검사, 충방전전류 검사 등 초기 분류 기준 마련 · 리튬 이온 배터리 및 니켈 금속 수소 배터리 셀, 모듈 재활용에 적용
GB/T 34015-2017	<전기차의 사용 후 배터리 재활용 - 순차사용-요구사항제거>	· 재활용을 위한 전기차 사용후배터리 제거 관련 운영절차, 임시저장, 관리 요구사항 등을 명시함. 리튬 이온 배터리 및 니켈 금속 수소 배터리 팩, 모듈에 적용
GB/T 33598-2017	<전기차의 사용 후 배터리 재활용 - 분해 사용>	· 폐기물 배터리 팩 및 모듈 해체 작업을 사용하는 차량에 대한 용어 및 정의, 일반요건, 운영 절차, 스토리지 및 관리 요구사항 명시
GB/T 33598.3-2021	<전기차의 사용 후 배터리 재활용 -재활용-파트 3: 방전 사양>	· 전기차 폐배터리 팩 해체 과정 중의 안전, 처리, 보관 기준 규범화 · 배터리 해체 과정 상의 안전, 환경 보호, 효율 등 보장을 위함 · 재사용 배터리 평가, 분류 재조립기준 마련
GB/T 39224-2020	<사용후배터리 회수 기술 사용>	· 사용후 배터리 회수를 위한 수집, 분류, 운송, 저장 요구사항에 대해 명시함. 유해 폐기물로 분류되는 사용후 배터리를 제외한 나머지 사용후 배터리 전 과정에 적용

※ 출처 : The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers, KIEEP vol. 72P, no. 4, pp. 231~236, 2023.11.14.

(2) 국내 사용후 배터리 재제조·재사용·재활용 관련 주요 표준화/인증 동향

(가) 재사용전지 안전성 검사제도 (KC 10031)

○ 기본 방향

- 기존의 안전인증(표본검사)이 아닌 전수검사제도 진행
- 재사용전지 사업자 스스로 또는 제3자에 의한 검사업무 수행 가능
- 안전성검사기관의 책임보험 가입

○ 검사 대상

- 안전성검사대상 사용후전지는1500V 이하의 교류전원 또는 직류전원을 사용하는 것으로 재사용 전지모듈(셀/셀 블록, 모듈, 배터리팩), 재사용전지 시스템(정격용량 300KWh 이하)이 품목으로 구성

<표 12> 안전성검사기관이 갖추어야 할 검사설비 및 검사자격

검사 항목			검사설비 또는 검사자격
대상	검사		
재사용 전지 모듈	6.3.1 개방회로전압(OCV)		직류전압측정기, 항온실
	6.3.2 절연 검사		절연저항측정기, 항온실
	6.3.3 용량 검사		충방전설비,항온실
	6.3.4 내부저항 검사	6.3.4.1 내부 a.c.저항	충방전설비, 내부저항측정설비, 항온실
		6.3.4.2 내부 d.c.저항	
	6.3.5 자가방전 검사		충방전설비, 직류전압측정기, 항온실
재사용 전지 시스템	7. 기능 안전성 검토	과충전 전압 제어	「국가표준기본법」 제23조제2항에 따른 인정기구로부터 인정 (KC 62619의 8절 항목 적용)
		과충전전류 제어	
		과열 제어	

※ 출처 : 산업통상자원부 국가시술표준원_안전성검사제도 가이드북

[그림 25] 안전성검사대상 사용후전지

※ 출처 : 산업통상자원부 국가시술표준원_안전성검사제도 가이드북

[그림 26] 검사 지정절차

※ 출처 : 산업통상자원부 국가시술표준원_안전성검사제도 가이드북

(나) 사용후 리튬이온 배터리의 재제조를 위한 분류 시험 방법(KBIA-10702)

○ 기본 방향

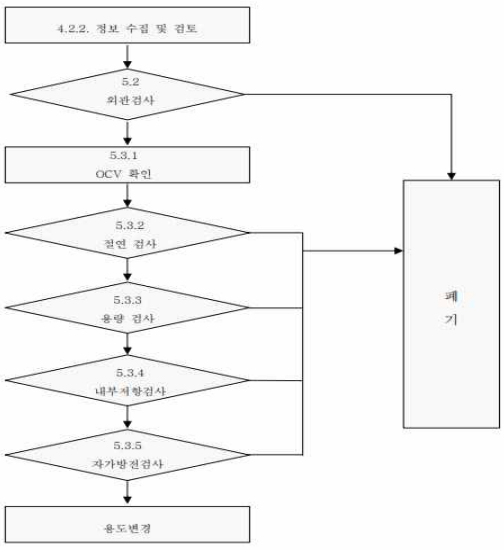
- 한국전지산업협회의 단체표준으로 2021 년 1월 4일 제정 (SPS-C KBIA-10702-01-7416:2021)
- 전기자동차의 구동용으로 사용되었던 리튬이온배터리 팩 또는 모듈을 다른 에너지저장장치나 또는 다른 용도로 재제조하여 사용하기 위한 분류 시험방법

○ 검사 대상

- 셀 또는 셀 블록 단위의 분류는 안전성을 고려하여 배제하였으며, 최소 분류 단 위는 배터리 모듈 또는 팩에만 적용
- 이 표준에 따라 분류된 모듈 또는 배터리 팩을 재사용 시에는 최종 적용 응용분야의 규격에 명시된 요구사항을 준수
- 배터리 분류 절차 방식을 중점적으로 다루고 6가지 항목(외관, OCV 확인, 절연, 용량, 내부저항, 자가방전)에 대한 검사 방법을 표준화

○ 유사표준과의 비교

- 새제품의 배터리에 적용되는 표준으로 KS C IEC 62660-1, KS C IEC 62620, SPS-C-KBIA-10104-03-7312 등이 있으나, 전기자동차에서 발생되는 사용 후 배터리 재사용, 재활용, 폐기 등의 분류에 대한 표준은 부재함



[그림 27] 모듈 및 배터리 팩 재사용 분류 절차

(다) 국내외 사용후 배터리 검사 표준(배터리 탈착 후 단일 부품 기준) 비교 분석

<표 13> 국내외 사용후 배터리 검사 표준

구분	KIBA-10702-01-7416	UL 1974:2018	GB/T 34015:2017
국가	국내	미국	중국
표준명	전기자동차용 리튬이온배터리 재사용 분류 방법	Standard for Evaluation for Repurposing Batteries	Recycling of traction battery used in electric vehicle-Test of residual capacity
표준형태	단체표준 (한국전지산업협회)	기관표준 (안전시험기관)	국가표준 (기술표준)
규정목적	전기차 배터리 재사용 분류를 위한 표준 제시	전기차 배터리 재사용 안전성 확보	전기차 배터리 회수 재활용 체계 구축을 위한 성능시험 제시
주요내용	· 환경부 재활용 배터리 성능평가 기준으로 활용 **※ 다만, 재사용된 시스템 단위에서 기능안전성 검사 미포함**	· 사용후 배터리를 ESS 등 다른 용도로 재사용할 수 있도록 분류방법 제시 **※ 다만, 재사용된 시스템 단위에서 기능안전성 검사 미포함**	· 재활용을 위한 사용후 배터리의 개방회로 전압 및 용량검사 시험 절차 명시 **※ 다만, 배터리 단품 상태에서의 검사 방법만 제시**
개방회로 전압	○	○	○
절연	○	○	-
용량	○	○	○
내부AC 저항	○	-	-
내부DC 저항	○	○	-
자가 방전	○	○	-
검토결과	○ (국내) 환경부 배터리 잔존가치 평가 표준으로 활용되며, **배터리 단품상태에서 성능평가의 표준**으로 이용됨 ○ (미국) UL표준은(TUV와 유사 기관) 강제사항이 아닌 기관 표준으로 **안전규격 적용여부는 주마다 상이함** ○ 배터리 개방회로전압, 잔존용량 검사 방법 및 절차는 **대체적으로 유사함** ○ 위 표준들은 단품상태에서 사용후 배터리 검사를 진행하며, **차량 단위의 검사기준 및 표준 등은 부재함**		

5 환경 분석 소결

(1) 환경 분석 정리

(가) 정책동향 분석

○ EU는 배터리 순환성을 높이기 위한 노력을 기울이고 있으나 재사용 관련 정책은 없음

○ 미국은 재사용·재활용과 관련한 실증 지원 및 정책 및 규제 도입 단계에 있음

○ 일본은 민간기업 중심의 노하우를 바탕으로 정부가 재활용·재사용을 위한 정책을 추진 중

○ 중국은 사용후배터리 순차사용에 대한 표준체계가 부족하고 현재 단계에서 규모화에 어려움이 있음

○ 국내는 '재사용전지 안전성 검사제도' 개정과 더불어 관련 규제를 완화하여 재사용 제품 확산을 위한 정책추진

(나) 시장동향 분석

○ '26년 전세계 재사용 배터리 시장은 약 8억 7천만 달러로 CAGR약 34.30%로 전망됨

○ 사용 후배터리의 Reuse시장이 꾸준히 상승할 것으로 추정됨

○ 사용후배터리 Reuse 시장의 주요 형성 가능한 시장 범위는 xEV와 ESS가 있음

(다) 기술동향 분석

○ 해외는 사용후배터리 회수 및 재활용 의무가 있는 전기차 제조사 중심으로 배터리 재사용 사업 실증 프로젝트가 주로 진행 중

○ 국내외 모두 민간 기업 중심으로 자체적인 Reuse기술이 발전하고 있음

○ 국내는 '18년 이후 재사용 배터리 관련 연구사업 규모가 매년 점진적으로 증가 추세임

(라) 표준화/인증동향 분석

○ 국제전기기술위원회 및 미국은 재제조배터리 안전규격의 표준화작업이 진행중이며, 유럽은 배터리 생산자에 대한 책임을 강화하며 재제조 관련 표준화는 진행되지 않고 있음

○ 중국은 사용후배터리 배출시점에 맞춰 단계적으로 정책이 제정되며 배터리 재활용 체계를 구축 중
○ 국내에서 사용후배터리 재사용전지 안전성 검사제도가 신설되었으며, 단체표준으로 시험 방법이 제정되었음

(2) 환경 분석 소결

○ 기술 및 시장동향 분석결과 Reuse 시장은 주로 실증단계에 머물러 있으나, 꾸준히 발전할 것으로 추정되며 xEV와 ESS가 주요 형성 시장으로 예측됨
○ 정책,기술 및 표준화 동향 분석결과 세계 재사용 및 재제조관련 정책은 실증 지원을 통한 도입단계에 해당하고 중국과 한국은 일부 재사용 관련 규제가 도입되었으나 초기 단계에 해당함. 전세계 재제조를 위한 표준화 기술은 정립이 안 되어 있는 상태로 기술 확보를 통한 시장 및 정책 표준화 선점이 필요할 것으로 판단됨
○ 전세계에서 사용후배터리를 차량 탈거전에 검사 및 등급분류하는 표준 및 인증은 확인되지 않음

(3) 결론

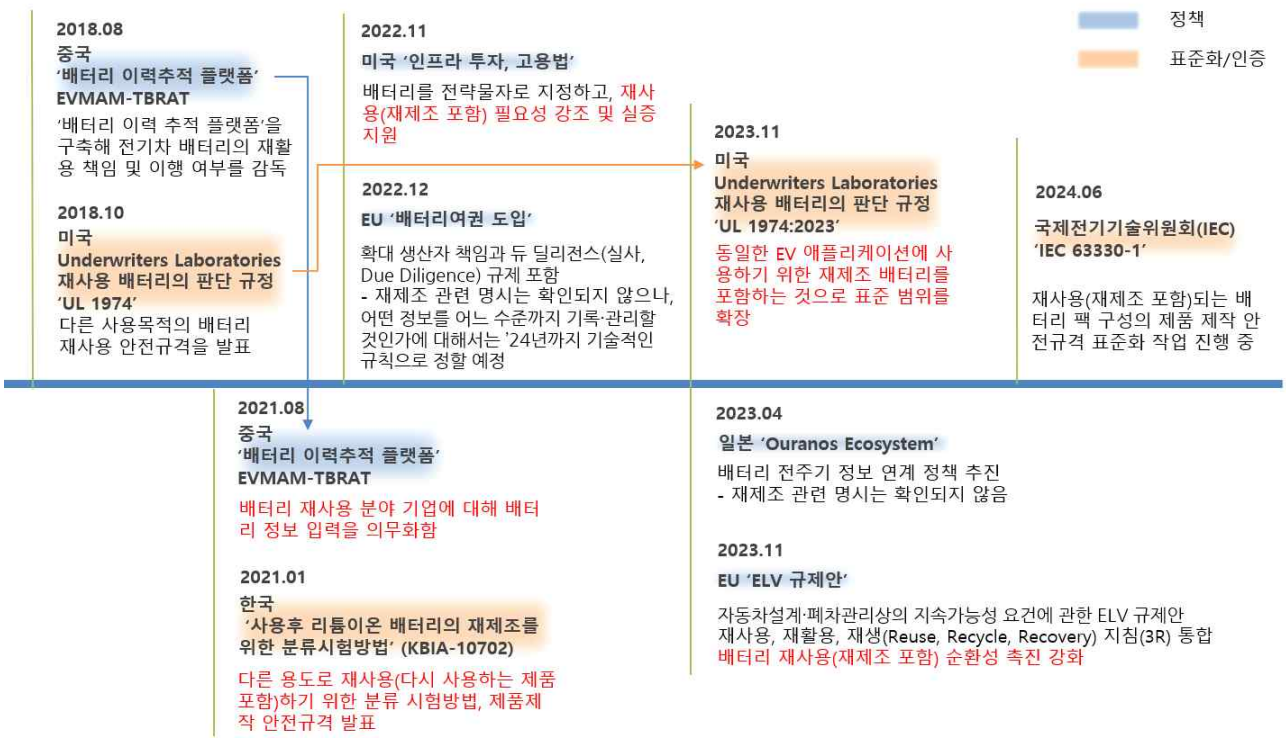
○ 중국은 2018년 8월 '배터리 이력추적 플랫폼(EVMAM-TBRAT)'을 구축해 전기차 배터리의 재활용 책임 및 이행 여부를 감독을 시작하였고, 2021년 8월 배터리 재사용 분야 기업에 대해 배터리 정보 입력을 의무화함
○ 미국의 Underwriters Laboratories(UL)는 2018년 8월 재사용 배터리의 판단 규정 'UL 1974'를 공개하며 다른 사용목적의 배터리 재사용 안전규격을 발표하였고, 2023년 11월 동일한 EV 애플리케이션에 사용하기 위한 재제조 배터리를 포함하는 것으로 표준 범위를 확장함
○ 한국은 '사용후 리튬이온 배터리의 재제조를 위한 분류시험방법(KBIA-10702)'을 발표하며 다른 용도로 재사용(다시 사용하는 제품 포함)하기 위한 분류 시험방법, 제품제작 안전규격 발표함
○ 미국은 2022년 11월 '인프라 투자, 고용법'을 발표하며 배터리를 전략물자로 지정하고, 재사용(재제조 포함)의 필요성을 강조하고 실증 지원함
○ EU는 2022년 12월 '배터리여권 도입'을 도입하며 확대 생산자

책임과 듀 딜리전스(실사, Due Diligence) 규제를 포함하며, 재제조 관련 명시는 확인되지 않으나, 어떤 정보를 어느 수준까지 기록·관리할 것인가에 대해서는 '24년까지 기술적인 규칙으로 정할 예정

○ 일본은 2023년 4월 'Ouranos Ecosystem'이란 배터리 전주기 정보 연계 정책 추진하기로 하였으며, 재제조 관련 명시는 확인되지 않음

○ EU는 2023년 11월 'ELV 규제안'을 발표하며 자동차설계·폐차 관리상의 지속가능성 요건에 관한 ELV 규제안 재사용, 재활용, 재생(Reuse, Recycle, Recovery) 지침(3R) 통합 배터리 재사용(재제조 포함) 순환성 촉진 강화함

○ 국제전기기술위원회(IEC)는 2024년 6월 'IEC 63330-1'을 발표하며 재사용(재제조 포함)되는 배터리 팩 구성의 제품 제작 안전규격 표준화 작업 진행 중임



[그림 28] 재제조 관련 정책, 표준화, 인증 동향

6 특허·기술수요 조사 및 과제도출 방안

(1) 특허 주요 키워드 조사

<표 14> 검색식 키워드

키워드	키워드 확장
사용후배터리	(((사용후* 폐* "사용 후" waste used퇴역 retired) adj2 (배터리* 베터리* 전지* batter* cell*리튬이온* 리튬-이온* lithiumion* lithium-ion*리튬이차* 이차전지* second-batter* "second batter*")) 폐배터리* 폐전지* 사용후배터리* 사용후전지* usedbatter* wastebatter* used-batter* waste-batter* retired-batter* 폐이차전지* 사용후이차전지* 폐리튬이온* 사용후리튬이온* waste-lithium* used-lithium* retire-lithium*)
배터리	(배터리* 베터리* 전지* batter* cell*리튬이온* 리튬-이온* lithiumion* lithium-ion*리튬이차* 이차전지* second-batter* "second batter*")
성능평가	(성능 능력 performanc*능률 효율 efficiency*스팩spec*품질 qulit* 잔여수명 기대수명 잔존수명 수명 life*EOL end-of-life 건강 헬스 SOH state-of-health health*) near5 (평가 evaluat* estimate*검사 조사 inspect* 시험 점검 진단 테스트 테스팅 test*측정 계측 검측 감지 검지 탐지 센싱 sens* measur*)
등급분류	(등급 등차 계급 서열 그레이드 grade* 레이팅rat* 랭크 rank* 레벨 level* 점수 배점 score) near5 (구분 구별 분류 솔팅sort* 클래시* classif* 그룹핑* 그룹화* grouping* 선별 스크리닝screening평가 evaluat* estimat*)
재제조	(재제조reproduce* re-produc* remanufact* re-manaufact*repurpos*re-purpos* B2U"second use"재사용 재이용 reuse 개조* 개량* modif* 재형성* 리폼* reform* 튜닝 tuning* tunning*)
교환	(교환* 교체* replac* exchang* 스와핑* 스왓핑* swap*)
탈거전검사	(장착*탑재* mount*((탈거* remov* detach* 분리* separate*disunit*) near3 (전 before)))near5 (평가 evaluat* estimate*검사 조사 inspect* 시험 점검 진단 테스트 테스팅 test*측정 계측 검측 감지 검지 탐지 센싱 sens* measur*)
IPC/CPC 코드	H01M: 화학에너지를 전기에너지로 직접 변환하기 위한 방법 또는 수단, 예. 배터리 H01M-010/48 측정, 시험, 상태표시를 위한 장치와 결합한 축전지 H01M-050/569 전지 또는 배터리 내부의 상태를 감지하기 위한 전류 전도 연결의 구조적 세부 H02J: 이의 충전 또는 제어, 또는 임의의 종류의 두 개 이상의 소스로부터 조정 공급을 포함하는 배터리 공급을 위한 회로 장치 B60L: 전기 추진차량의 추진 G01R 전기변량의측정; 자기변량의측정

(2) 특허 검색식 및 Raw-Data

<표 15> 검색식 및 Raw-Data

(2023.07.31. 검색)

(wipson DB, 공개/등록 중복제거 完)

구분	검색식	KR	JP	US	EP	CN (실용x)	PCT	SUM
키워드 검색식1	(사용후배터리or (배터리 near3 전기차)).KEY,CLA,DSC. AND (전기차near3 탈거전검사).KEY,CLA,DSC.	99	50	359	151	1,314	259	2,253
	((((사용후* 폐* "사용 후" waste used 퇴역 retired) adj2 (배터리* 베터리* 전지* batter* cell* 리튬이온* 리튬-이온* lithiumion* lithium-ion* 리튬이차* 이차전지* second-batter* "second batter*")) 폐배터리* 폐전지* 사용후배터리* 사용후전지* usedbatter* wastebatter* used-batter* waste-batter* retired-batter* 폐이차전지* 사용후이차전지* 폐리튬이온* 사용후리튬이온* waste-lithium* used-lithium* retire-lithium*) or ((배터리* 베터리* 전지* batter* cell* 리튬이온* 리튬-이온* lithiumion* lithium-ion* 리튬이차* 이차전지* second-batter* "second batter*") near3 (전기차* 전기자동차 전기추진차량 전기추진자동차* EV ((전기* eletric*) adj3 (차량* 자동차* vehicle car automob*)) eletric-veh*))).KEY,CLA,DSC. AND ((전기차* 전기자동차 전기추진차량 전기추진자동차* EV ((전기* eletric*) adj3 (차량* 자동차* vehicle car automob*)) eletric-veh*) near3 (장착* 탑재* mount* 온보드* onboard* (CAN near5 BMS) "Controller Area Network" ((탈거* remov* detach* 분리* separate* disunit*) near3 (전* 이전 before 않* 없* without "not"))) near5 (평가 evaluat* estimate* 검사 조사 inspect* 시험 점검 진단 테스트 테스팅 test* 측정 계측 검측 감지 검지 탐지 센싱 sens* measur*)).KEY,CLA,DSC.							
키워드 검색식2	(사용후배터리or (배터리 near3 전기차)).KEY,CLA,DSC. AND ((전기차중고차) near5 재제조).KEY,CLA,DSC.	40	121	550	120	591	621	2,084
	((((사용후* 폐* "사용 후" waste used 퇴역 retired) adj2 (배터리* 베터리* 전지* batter* cell* 리튬이온* 리튬-이온* lithiumion* lithium-ion* 리튬이차* 이차전지* second-batter* "second batter*")) 폐배터리* 폐전지* 사용후배터리* 사용후전지* usedbatter* wastebatter* used-batter* waste-batter* retired-batter* 폐이차전지* 사용후이차전지* 폐리튬이온* 사용후리튬이온* waste-lithium* used-lithium* retire-lithium*) or ((배터리* 베터리* 전지* batter* cell* 리튬이온* 리튬-이온* lithiumion* lithium-ion* 리튬이차* 이차전지* second-batter* "second batter*") near3 (전기차* 전기자동차 전기추진차량 전기추진자동차* EV ((전기* eletric*) adj3 (차량* 자동차* vehicle car automob*)) eletric-veh*))).KEY,CLA,DSC. AND (((전기차* 전기자동차 전기추진차량 전기추진자동차* EV ((전기* eletric*) adj3 (차량* 자동차* vehicle car automob*)) eletric-veh*) (중고차 (중고 재사용 used 2nd* second*) adj2 (차량 전기차 자동차 바이클비히클car vehicle))) near5 (재제조reproduce* re-produc* remanufact* re-manaufact* B2U "second use" 재사용 재이용 reus* 재활용 recycl* 재적용 reapply 재탑재reload* 재설치 reinstall*)).KEY,CLA,DSC.							
키워드 검색식3	(사용후배터리or (배터리 near3 전기차)).KEY,CLA,DSC. AND ((전기차중고차) near5 재제조).KEY,CLA,DSC.	31	48	112	46	195	93	525
	'((((사용후* 폐* "사용 후" waste used 퇴역 retired) adj2 (배터리* 베터리* 전지* batter* cell* 리튬이온* 리튬-이온* lithiumion* lithium-ion* 리튬이차* 이차전지* second-batter* "second batter*")) 폐배터리* 폐전지* 사용후배터리* 사용후전지* usedbatter* wastebatter* used-batter* waste-batter* retired-batter* 폐이차전지* 사용후이차전지* 폐리튬이온* 사용후리튬이온* waste-lithium* used-lithium* retire-lithium*) or ((배터리* 베터리* 전지* batter* cell* 리튬이온* 리튬-이온* lithiumion* lithium-ion* 리튬이차* 이차전지* second-batter* "second batter*") near3 (전기차* 전기자동차 전기추진차량 전기추진자동차* EV ((전기* eletric*) adj3 (차량* 자동차* vehicle car automob*)) eletric-veh*))).KEY,CLA,DSC. AND ((배터리* 베터리* 전지* batter* cell* 리튬이온* 리튬-이온* lithiumion* lithium-ion* 리튬이차* 이차전지* second-batter*							

	“second batter*”) near2 (교환* 교체* 바꿀* 바꿈* 바꾸는* 체인지* chang* replac* exchang* 스와핑* 스왓핑* swap*)).KEY,CLA and ((배터리* 베터리* 전지* batter* cell* 리튬이온* 리튬-이온* lithiumion* lithium-ion* 리튬이차* 이차전지* second-batter* “second batter*”) near3 (((등급 등차 계급 서열 그레이드 grade* 레이팅rat* 랭크 rank* 레벨 level* 점수 배점 score) near5 (구분 구별 분류 솔팅sort* 클래시* classif* 그룹핑* 그룹화* grouping* 선별 스크리닝screening 평가 evaluat* estimat*)) OR ((성능 능력 performanc* 능률 효율 efficiency* 스팩spec* 품질 qulit* 잔여수명 기대수명 잔존수명 수명 life* EOL end-of-life 건강 헬스 SOH state-of-health health*) near5 (평가 evaluat* estimate* 검사 조사 inspect* 시험 점검 진단 테스트 테스팅 test* 측정 계측 검측 감지 검지 탐지 센싱 sens* measur*))))).key,cla

(3) 논문 검색식 및 Raw-Data

<표 16> 검색식 및 Raw-Data

(2023.07.10. 검색)

구분	검색식	
Scopus	(공통)Allfield: (사용 후 배터리) "used battery" OR "wasted battery" OR "retired battery"	-
	Article title, Abstract, Keywords: (성능평가) (performance OR efficiency OR spec OR quality OR life OR EOL OR end-of-life OR SOH OR state-of-health OR health) and (evaluate OR estimate OR inspect OR test OR sense OR measure)	371
	Article title, Abstract, Keywords: (등급분류) (hazard OR riskOR safeOR grade OR rank OR rate OR level) and (sorting OR classifying OR grouping OR screening)	42
	Article title, Abstract, Keywords: (재제조) (reproduce OR remanufacture OR repurpose OR modify OR reform OR tuning)	41
DBpia	(공통) All: (사용후배터리) (사용후배터리 OR 폐배터리)	
	All: (평가 OR 등급 OR 성능)	107
	All: (재제조 OR 재이용 OR 재사용)	77

(4) 선행기술 선별 기준

(가) 특허 및 논문 선별기준

1) 탈거 전 검사 내용

2) 재제조관련 내용 또는 재제조는 아니라도재제조에 준하는 등급/성능 평가가 이루어지는 내용

3) 1)-2) 중 어느 하나라도 포함

(나) 제외 기준

○ 선별 기준에 속하지만 해당 내용이 간략하게 소개된 정도로 선행기술에서 설명하고자 하는 기술의 주요 내용이 아닌 경우

○ 전기자동차 배터리가 아닌 경우

(5) 선행기술 인덱스 구분 - 검사시점 / 등급 평가

(가) 검사 시점

○ 탈거 전 : 전기차에서 배터리 탈거전 검사

○ 탈거 후 : 전기차에서 배터리 탈거후 검사

○ 모니터링 : 전기차에서 모니터링 검사

○ 충전 중 : 전기차에서 충전 중 검사

○ 불명확 : 검사 시점이 불명확하거나 검사 시점에 관한 내용이 없는 경우

(나) 제외 기준

○ 재제조 : 재제조관련 내용 포함

○ 재사용 : 재제조내용이 없으며 재사용 관련 내용 포함

○ 성능 : 배터리 성능 검사 관련 내용 포함

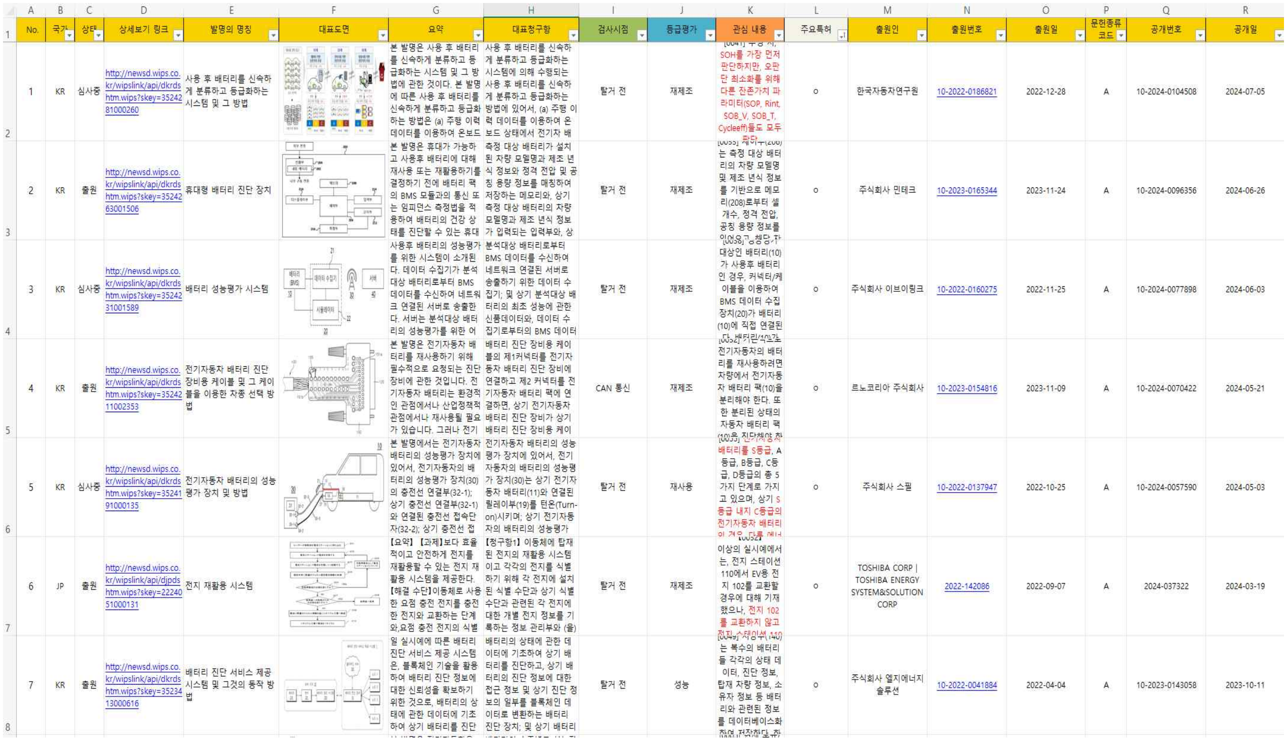
○ 가치 : 배터리 검사 후 판매가치에 따른 평가 내용 포함

(6) 선행기술 선별결과

(가) 선행 특허 도출

○ 선행 특허 41건 도출

○ 주요 특허 13건 도출



No.	국가	상태	상세보기 링크	발명의 명칭	대표도면	요약	대표청구항	검사시점	등급평가	관심 내용	주요특허	출원인	출원번호	출원일	문헌종류 코드	공개번호	공개일
1	KR	심사중	http://newsd.wips.co.kr/wipslink/api/dkrdshtm.wips?skey=3524281000260	사용 후 배터리를 신속하게 분류하고 등급화하는 시스템 및 그 방법		본 발명은 사용 후 배터리를 신속하게 분류하고 등급화하는 시스템 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 사용 후 배터리를 신속하게 분류하고 등급화하는 방법은 (a) 주행 이력 데이터를 이용하여 온보드	사용 후 배터리를 신속하게 분류하고 등급화하는 시스템에 의해 수행되는 사용 후 배터리를 신속하게 분류하고 등급화하는 방법에 있어서, (a) 주행 이력 데이터를 이용하여 온보드 상태에서 전기차 배	탈거 전	재제조	SOH를 가장 먼저 판단하지만, 오판단 최소화를 위해 다른 잔존가치 파라미터(SOP, Rint, SOB_V, SOB_T, Cycleeff)들도 모두	o	한국자동차연구원	10-2022-0186821	2022-12-28	A	10-2024-0104508	2024-07-05
2	KR	출원	http://newsd.wips.co.kr/wipslink/api/dkrdshtm.wips?skey=3524263001506	휴대형 배터리 진단 장치		본 발명은 휴대가 가능하고 사용후 배터리에 대해 재사용 또는 재활용하기를 결정하기 전에 배터리 팩의 BMS 모듈과의 통신 또는 임피던스 측정법을 적용하여 배터리의 건강 상태를 진단할 수 있는 휴대	측정 대상 배터리가 설치된 차량 모델명과 제조 년식 정보와 정격 전압 및 공칭 용량 정보를 매칭하여 저장하는 메모리와, 상기 측정 대상 배터리의 차량 모델명과 제조 년식 정보가 입력되는 입력부와, 상	탈거 전	재제조	는 측정 대상 배터리의 차량 모델명 및 제조 년식 정보를 기반으로 메모리(208)로부터 셀 개수, 정격 전압, 공칭 용량 정보를	o	주식회사 민테크	10-2023-0165344	2023-11-24	A	10-2024-0096356	2024-06-26
3	KR	심사중	http://newsd.wips.co.kr/wipslink/api/dkrdshtm.wips?skey=3524231001589	배터리 성능평가 시스템		사용후 배터리의 성능평가를 위한 시스템이 소개된다. 데이터 수집기가 분석대상 배터리로부터 BMS 데이터를 수신하여 네트워크 연결된 서버로 송출한다. 서버는 분석대상 배터리의 성능평가를 위한 어	분석대상 배터리로부터 BMS 데이터를 수신하여 네트워크 연결된 서버로 송출하기 위한 데이터 수집기; 및 상기 분석대상 배터리의 최초 성능에 관한 신품데이터와, 데이터 수집기로부터의 BMS 데이터	탈거 전	재제조	대상인 배터리(10)가 사용후 배터리인 경우, 커넥터/케이블을 이용하여 BMS 데이터 수집장치(20)가 배터리(10)에 직접 연결된	o	주식회사 이브이링크	10-2022-0160275	2022-11-25	A	10-2024-0077898	2024-06-03
4	KR	출원	http://newsd.wips.co.kr/wipslink/api/dkrdshtm.wips?skey=3524211002353	전기자동차 배터리 진단 장비용 케이블 및 그 케이블을 이용한 차종 선택 방법		본 발명은 전기자동차 배터리를 재사용하기 위해 필수적으로 요청되는 진단 장비에 관한 것입니다. 전기자동차 배터리는 환경적인 관점에서나 산업정책적 관점에서나 재사용될 필요가 있습니다. 그러나 전기	배터리 진단 장비용 케이블의 제1커넥터를 전기자동차 배터리 진단 장비에 연결하고 제2 커넥터를 전기자동차 배터리 팩에 연결하면, 상기 전기자동차 배터리 진단 장비가 상기 배터리 진단 장비용 케이	CAN 통신	재제조	전기자동차의 배터리를 재사용하려면 차량에서 전기자동차 배터리 팩(10)을 분리해야 한다. 또한 분리된 상태의 자동차 배터리 팩	o	르노코리아 주식회사	10-2023-0154816	2023-11-09	A	10-2024-0070422	2024-05-21
5	KR	심사중	http://newsd.wips.co.kr/wipslink/api/dkrdshtm.wips?skey=3524191000135	전기자동차 배터리의 성능평가 장치 및 방법		본 발명에서는 전기자동차 배터리의 성능평가 장치에 있어서, 전기자동차의 배터리의 성능평가 장치(30)의 충전선 연결부(32-1); 상기 충전선 연결부(32-1)와 연결된 충전선 접속단자(32-2); 상기 충전선 접	전기자동차 배터리의 성능평가 장치에 있어서, 전기자동차의 배터리의 성능평가 장치(30)는 상기 전기자동차 배터리(11)와 연결된 릴레이부(19)를 턴온(Turn-on)시키며; 상기 전기자동차의 배터리의 성능평가	탈거 전	재사용	배터리를 S등급, A등급, B등급, C등급, D등급의 총 5가지 단계로 가지고 있으며, 상기 S등급 내지 C등급의 전기자동차 배터리	o	주식회사 스필	10-2022-0137947	2022-10-25	A	10-2024-0057590	2024-05-03
6	JP	출원	http://newsd.wips.co.kr/wipslink/api/djpdshtm.wips?skey=2224051000131	전지 재활용 시스템		【요약】【과제】보다 효율적이고 안전하게 전지를 재활용할 수 있는 전지 재활용 시스템을 제공한다. 【해결 수단】이동체로 사용한 요점 충전 전지를 충전한 전지와 교환하는 단계와,요점 충전 전지의 식별	【청구항1】이동체에 탑재된 전지의 재활용 시스템이고 각각의 전지를 식별하기 위해 각 전지에 설치된 식별 수단과 상기 식별 수단과 관련된 각 전지에 대한 개별 전지 정보를 기록하는 정보 관리부와 (을)	탈거 전	재제조	이상의 실시예에서는, 전지 스테이션 110에서 EV용 전지 102를 교환할 경우에 대해 기재했으나, 전지 102를 교환하지 않고	o	TOSHIBA CORP | TOSHIBA ENERGY SYSTEM&SOLUTION CORP	2022-142086	2022-09-07	A	2024-037322	2024-03-19
7	KR	출원	http://newsd.wips.co.kr/wipslink/api/dkrdshtm.wips?skey=3523413000616	배터리 진단 서비스 제공 시스템 및 그것의 동작 방법		일 실시예에 따른 배터리 진단 서비스 제공 시스템은, 블록체인 기술을 활용하여 배터리 진단 정보에 대한 신뢰성을 확보하기 위한 것으로, 배터리의 상태에 관한 데이터에 기초하여 상기 배터리를 진단	배터리의 상태에 관한 데이터에 기초하여 상기 배터리를 진단하고, 상기 배터리의 진단 정보에 대한 접근 정보 및 상기 진단 정보의 일부를 블록체인 데이터로 변환하는 배터리 진단 장치; 및 상기 배터리	탈거 전	성능	는 복수의 배터리들 각각의 상태 데이터, 진단 정보, 탑재 차량 정보, 소유자 정보 등 배터리와 관련된 정보를 데이터베이스화	o	주식회사 엘지에너지솔루션	10-2022-0041884	2022-04-04	A	10-2023-0143058	2023-10-11

[그림 29] 선행특허

(나) 선행 논문 도출

○ 선행 논문 12건 도출

○ 주요 논문 3건 도출

No.	제목	주요 내용
1	Cost-Benefit Analysis of Downstream Applications for Retired Electric Vehicle Batteries 폐기된 전기 자동차 배터리에 대한 다운스트림 애플리케이션의 비용 편익 분석	*SubWorld Electric Vehicle Journal, Volume 14, Issue 4, April 2023 *다운스트림 프로세스에 재제조 배터리 포함(그림3 참조) *3.2절. 배터리 팩의 재사용 *4. 비용-편익 분석에 재사용 관련 비용 분석 (그림6, 10a 참조)
2	A Review on Dynamic Recycling of Electric Vehicle Battery: Disassembly and Echelon Utilization 전기차 배터리의 동적 재활용에 관한 고찰: 분해 및 에셜론 활용	*Batteries, Volume 9, Issue 1, January 2023, Article number 57 *2. Battery Echelon 활용 및 분해의 당면 과제 *3. Echelon 활용을 위한 관련 정책 및 기술표준 *표 7. SOH 추정과 RUL 예측을 위한 다양한 방법 비교
3	사용 후 배터리 재사용 및 재활용 신속 진단을 위한 분류 알고리즘 설계 방안 연구	*전력전자학술대회 하계학술대회 논문집 2024.7. 1~4 *재사용 및 재활용을 목적으로 사용 중 입고된 배터리 팩 군집 내 이상 및 정상 분류를 위한 분석을 진행하였다. 이상 및 정상 배터리 팩 분류를 위한 인자로 VIEDTD를 선정하였으며, 동일한 조건 내의 분석을 위해 OCV 군집 별로 VIEDTD를 도출하였다. Sliding Window 형태로 VIEDTD를 도출하기 위해 100초와 1000초에서의 값을 도출하였으며,
4	Literature Review on Power Battery Echelon Reuse and Recycling from a Circular Economy Perspective 순환경제학적 관점에서 본 전력전지 에쉴론의 재사용과 재활용에 관한 문헌고찰	*International Journal of Environmental Research and Public Health, Volume 20, Issue 5, March 2023 *2장. 재활용 관련 주요 국가(미,일,유,중) 정책 및 규정 분석 *3장. 기존 재활용 모델 (3.2.2. 재제조 모델 관련) *4장. 에쉴론 활용도
5	Sustainable value chain of retired lithium-ion batteries for electric vehicles 전기차 배터리의 동적 재활용에 관한 고찰: 분해 및 에셜론 활용	*Journal of Power Sources, Volume 478 , 1 December 2020 *소형 EV 사용, 재제조 관련 내용 없음
6	The circular economy of electric vehicle batteries: a Finnish case study 전기차 배터리의 순환경제 : 핀란드 사례연구	*Environment Systems and Decisions, Volume 44, Issue 1, Pages 100 - 113, March 2024 *배터리 순환 경제의 장단점 분석(재사용의 경우 다수의 책임 및 관리 문제가 요구됨)
7	Battery as a service : Analysing multiple reuse and recycling loops 서비스로서의 배터리: 여러 재사용 및 재활용 루프 분석	*Resources, Conservation and Recycling, Volume 197, October 2023, Article number 107091 *(재사용에 해당)트랙션 배터리를 재귀적인 전환 작업의 모델 프레임워크 소개
8	LRP-Based Design of Sustainable Recycling Network for Electric Vehicle Batteries LRP 기반 전기자동차 배터리의 지속가능한 재활용 네트워크 설계	*Processes, Volume 10, Issue 2, February 2022 *비용과 탄소 배출량 최소화를 위한 배터리 재활용 네트워크 설계
9	Design and evaluation of a model-driven decision support system for repurposing electric vehicle batteries 전기자동차 배터리 재활용을 위한 모델 기반 의사결정 지원 시스템 설계 및 평가	*European Journal of Information Systems, Volume 27, Issue 2, Pages 171 - 1884, March 2018 *중고 배터리 2nd life를 위한 어플리케이션 시나리오 DSS(의사결정 지원 시스템)
10	A Comprehensive Review of Second Life Batteries Toward Sustainable Mechanisms: Potential, Challenges, and Future Prospects 지속 가능한 메커니즘을 향한 세컨드 라이프 배터리의 포괄적인 검토: 잠재력, 과제 및 미래 전망	*IEEE Transactions on Transportation Electrification, Volume 9, Issue 4, Pages 4824 - 48451, December 2023 *일반적인 내용
11	End-of-life or second-life options for retired electric vehicle batteries 폐기된 전기 자동차 배터리의 수명 종료 또는 두 번째 수명 옵션	*Cell Reports Physical Science, Volume 2, Issue 8 , 18 August 2021, 100537 *안전성능 평가, 무결성 평가, 전기화학 성능평가, 빠른 선별 등의 최신 기술 등 소개
12	전기자용 배터리 시스템 기술 연구 - 배터리 재사용을 위한 상태 진단 및 실차 검증 방안	*2023 한국자동차공학회 추계학술대회 *주요특허1 관련

[그림 30] 선행논문

7 주요 선행기술 선별

(1) 주요 선행 특허 분석

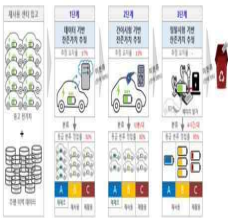
<표 17> 주요 특허 리스트

No.	국가	출원인	출원번호	출원일	발명의 명칭
1	KR	한국자동차연구원	2022-0186821	2022-12-28	사용 후 배터리를 신속하게 분류하고 등급화하는시스템 및 그 방법
2	KR	주식회사 이브이링크	2022-0160275	2022-11-25	배터리 성능평가 시스템
3	KR	주식회사 피엠그로우	2020-0052541	2020-04-29	전기차 배터리의 잔존 수명 예측 방법 및 장치
4	JP	JAPAN RESEARCH INSTITUTE LTD	2021-126185	2021-07-30	정보 처리 방법, 프로그램 및 정보 처리 장치
5	KR	주식회사 퀀텀솔루션	2020-0142955	2020-10-30	배터리 성능진단을 위한 진단 알고리즘의 동작 방법 및 배터리 성능진단 시스템
6	KR	주식회사 민테크	2023-0165344	2023-11-24	휴대형 배터리 진단 장치
7	KR	르노코리아 주식회사	2023-0154816	2023-11-09	전기자동차 배터리 진단 장비용 케이블 및 그 케이블을 이용한 차종 선택 방법
8	KR	주식회사 스필	2022-0137947	2022-10-25	전기자동차 배터리의 성능평가 장치 및 방법
9	JP	TOSHIBA CORP | TOSHIBA ENERGY SYSTEM&SOLUTION CORP	2022-142086	2022-09-07	전지 재활용 시스템
10	KR	주식회사 엘지에너지솔루션	2022-0041884	2022-04-04	배터리 진단 서비스 제공 시스템 및 그것의 동작 방법
11	KR	(주)하나기술 | 주식회사 이브이링크	2023-0036662	2023-03-21	배터리 상태 진단 시스템
12	KR	주식회사 엘지에너지솔루션	2021-0114287	2021-08-27	배터리 통합 관리 플랫폼 서비스 시스템 및 방법
13	CN	Shanghai Huawei Internet of things Technology Co.,Ltd.	2024-10411297	2024-04-07	Traveling vehicle performance evaluation system based on Internet of things data

(가) 주요 특허 분석

○ 주요 특허 1

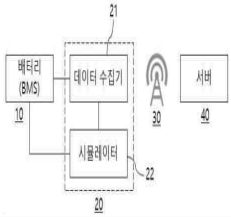
<표 18> 주요 특허 1

사용 후 배터리를 신속하게 분류하고 등급화하는 시스템 및 그 방법			
출원번호	KR 10-2022-0186821 (2022.12.28)	출원인(국적)	한국자동차연구원 (KR)
문헌번호	KR 10-2024-0104508 A (2024.07.05)	상태정보	심사중
패밀리 개별국 문헌 수	한국-1 | 미국-0 | 일본-0 | 중국-0 | EP-0 | PCT-0 | 기타-0		
요약	본 발명은 사용 후 배터리를 신속하게 분류하고 등급화하는 시스템 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 사용 후 배터리를 신속하게 분류하고 등급화하는 방법은 (a) 주행 이력 데이터를 이용하여 온보드 상태에서 전기차 배터리의 잔존 가치를 추정하는 단계와, (b) (a) 단계에서 분류되지 않은 잔여 배터리에 대해 온보드 상태에서의 간이시험을 통해 배터리 잔존가치를 추정하는 단계 및 (c) 배터리팩 탈거 후 정밀 시험을 통해 잔존가치를 측정하는 단계를 포함한다.		
대표청구항	사용 후 배터리를 신속하게 분류하고 등급화하는 시스템에 의해 수행되는 사용 후 배터리를 신속하게 분류하고 등급화하는 방법에 있어서, (a) 주행 이력 데이터를 이용하여 온보드 상태에서 전기차 배터리의 잔존 가치를 추정하는 단계; (b) 상기 (a) 단계에서 분류되지 않은 잔여 배터리에 대해 온보드 상태에서의 간이시험을 통해 배터리 잔존가치를 추정하는 단계; 및 (c) 배터리팩 탈거 후 정밀 시험을 통해 잔존가치를 측정하는 단계 를 포함하는 사용 후 배터리를 신속하게 분류하고 등급화하는 방법.		
대표도면			
검토 의견	사용 후 배터리팩을전기차에 탑재된 상태에서 간이시험을 통해 등급화(재제조,재사용,재활용)하며 탈거후 정밀 시험을 통해 잔존가치 측정		

○ 주요 특허 2

<표 19> 주요 특허 2

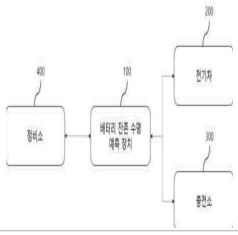
배터리 성능평가 시스템			
출원번호	KR 10-2022-0160275 (2022.11.25)	출원인(국적)	주식회사 이브이링크 (KR)
문헌번호	KR 10-2024-0077898 A (2024.06.03)	상태정보	심사중
패밀리 개별국 문헌 수	한국-1 | 미국-0 | 일본-0 | 중국-0 | EP-0 | PCT-0 | 기타-0		
요약	사용후 배터리의 성능평가를 위한 시스템이 소개된다. 데이터 수집기가 분석대상 배터리로부터 BMS 데이터를 수신하여 네트워크 연결된 서버로 송출한다. 서버는 분석대상 배터리의 성능평가를 위한 어플리케이션과, 분석대상 배터리의 최초 성능에 관한 신품데이터를 구비한다. 어플리케이션은 BMS 데이터의 CAN 프로토콜 해석이 가능하다.		

대표청구항	분석대상 배터리로부터 BMS 데이터를 수신하여 네트워크 연결된 서버로 송출하기 위한 데이터 수집기; 및 상기 분석대상 배터리의 최초 성능에 관한 신품데이터와, 데이터 수집기로부터의 BMS 데이터와 신품데이터 간의 비교 연산을 통해 분석대상 배터리의 성능평가를 수행하기 위한 어플리케이션을 구비하는 서버를 포함하는 배터리 성능평가 시스템.
대표도면	
검토 의견	전기차에 장착된 배터리를 BMS의 CAN프로토콜을 분석하여 성능평가 실행하며 재제조등급을 나눔

○ 주요 특허 3

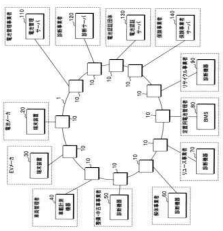
<표 20> 주요 특허 3

전기차 배터리의 잔존 수명 예측 방법 및 장치			
출원번호	KR 10-2020-0052541 (2020.04.29)	출원인(국적)	주식회사 피엠그로우 (KR)
문헌번호	KR 10-2422594 B1 (2022.07.14)	상태정보	등록
패밀리 개별국 문헌 수	한국-1 | 미국-0 | 일본-0 | 중국-0 | EP-0 | PCT-0 | 기타-0		
요약	전기차 배터리의 잔존 수명을 예측하는 방법 및 장치가 개시된다. 개시된 방법은 상기 배터리의 충전 사이클의 누적에 따라 각각의 충전 사이클에서 충전 파라미터의 변화에 대한 정보를 포함하는 충전 히스토리 정보를 획득하는 단계; 및 상기 컴퓨팅 장치가, 상기 획득된 충전 히스토리 정보에 포함된 충전 사이클 각각에서의 충전 파라미터의 변화율에 기초하여 상기 배터리의 잔존 수명에 대한 정보를 출력하는 단계를 포함한다.		
대표청구항	컴퓨팅 장치에 의해 수행되는, 전기차 배터리의 잔존 수명 예측 방법에 있어서, 상기 컴퓨팅 장치가, 상기 배터리의 충전 사이클의 누적에 따라 각각의 충전 사이클에서 충전 파라미터의 변화에 대한 정보를 포함하는 충전 히스토리 정보를 획득하는 단계; 상기 컴퓨팅 장치가, 상기 획득된 충전 히스토리 정보에 포함된 충전 사이클 각각에서의 충전 파라미터의 변화율에 기초하여 상기 배터리의 잔존 수명에 대한 정보를 출력하는 단계; 상기 컴퓨팅 장치가, 상기 전기차로부터 소정의 임계 조건을 만족하는 운행기록에 대한 정보를 획득하는 단계; 상기 컴퓨팅 장치가, 상기 임계 조건을 만족하는 운행기록에 기초하여 수명 보정 파라미터를 산출하는 단계; 상기 컴퓨팅 장치가, 상기 배터리의 실질적 완전 충전 상태와 실질적 완전 방전 상태를 포함하는 딥사이클 충방전 정보를 획득하는 단계; 상기 컴퓨팅 장치가, 상기 딥사이클 충방전 정보에 기초하여 상기 딥사이클 충방전이 이루어진 중간 시점에서 배터리의 잔존 수명 정보를 예측하는 단계; 및 상기 컴퓨팅 장치가, 상기 중간 시점에서 배터리의 잔존 수명 정보에 기초하여 수명 보정 파라미터의 가중치를 조절하고, 상기 가중치가 조절된 수명 보정 파라미터를 이용하여 상기 배터리의 잔존 수명에 대한 정보를 보정하는 단계를 포함하고, 상기 컴퓨팅 장치는 상기 수명 보정 파라미터의 가중치를 조절하는 단계에서, 상기 딥사이클 충방전이 이루어진 중간 시점 보다 이전 시점의 충전 히스토리 정보 및 운행 기록 정보에 기초하여 계산되는 중간 시점에서의 배터리의 제1 잔존 수명 정보가 상기 중간 시점의 딥사이클 충방전 정보에 기초하여 계산되는 중간 시점에서의 배터리의 제2 잔존 수명 정보가 같아지도록 상기 수명 보정 파라미터의 가중치를 조절하는 것인, 전기차 배터리의 잔존 수명 예측 방법.		

대표도면	
검토의견	전기차 및 충전소에서 충전 파라미터의 변화에 대한 1차 정보 전달,정비소에서 차량에 장착된 배터리 잔존 수명 테스트후 2차 정보 전달되며 잔존 수명을 예측하며 배터리의 재사용(재제조제외)을 위한 내용임

○ 주요 특허 4

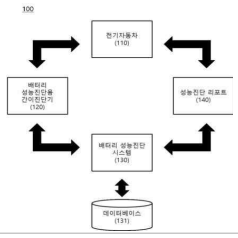
<표 21> 주요 특허 4

정보 처리 방법, 프로그램 및 정보 처리 장치			
출원번호	JP 2021-126185 (2021.07.30)	출원인(국적)	JAPAN RESEARCH INSTITUTE LTD (JP)
문헌번호	JP 7228635 B2 (2023.02.15)	상태정보	등록
패밀리 개별국 문헌 수	한국-0 | 미국-0 | 일본-1 | 중국-1 | EP-0 | PCT-0 | 기타-0		
요약	【요약】 【과제】전지의 이용가치를 높일 수 있는 정보 처리 방법 등을 제공한다. 【해결 수단】컴퓨터는 차량용 전지에 대한 진단 정보를 취득한다. 컴퓨터는 취득한 차량용 전지에 대한 진단 정보에 기반하여 상기 차량용 전지에 대한 평가 레벨을 특정한다. 그리고 컴퓨터는 특정한 차량용 전지에 대한 평가 레벨에 기반하여 상기 차량용 전지에 대해 인증을 부여하는지를 결정한다. 【선택도】도 1		
대표청구항	【청구항1】 차량용 전지에 대한 진단 정보를 취득하고 취득한 진단 정보에 기반하여 상기 차량용 전지에 대한 평가 레벨을 특정하고 특정한 평가 레벨에 기반하여 상기 차량용 전지에 대해 인증을 부여하는지를 결정한다 처리로서, 상기 진단 정보는 상기 차량용 전지의 열화 정도를 진단할 때의 알고리즘을 포함하고 상기 알고리즘에 대응 부착되어 있는 평가 레벨을 참조하여 상기 차량용 전지에 대한 평가 레벨을 특정한다 처리를 컴퓨터가 실행하는 정보 처리 방법.		
대표도면			
검토의견	차량에탑재된 배터리의 SOH를 추정하여 차량용 배터리에 대해 재사용 인증을 부여하나,재사용 인증에 재제조는 없음		

○ 주요 특허 5

<표 22> 주요 특허 5

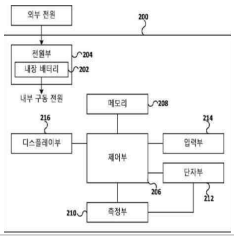
배터리 성능진단을 위한 진단 알고리즘의 동작 방법 및 배터리 성능진단 시스템			
출원번호	KR 10-2020-0142955 (2020.10.30)	출원인(국적)	주식회사 퀀텀솔루션 (KR)
문헌번호	KR 10-2555776 B1 (2023.07.11)	상태정보	등록

패밀리 개별국 문헌 수	한국-1 | 미국-0 | 일본-0 | 중국-0 | EP-0 | PCT-0 | 기타-0
요약	본 발명은 전기자동차용 배터리 성능진단과 관련한 기술에 관한 것으로서, 일실시예에 따른 배터리 성능진단을 위한 진단 알고리즘의 동작 방법은 배터리의 수준별로 성능진단 데이터가 기록된 배터리 수준별 표준 성능진단 데이터를 기록하고 유지하는 단계, 배터리 성능진단용 간이진단기에서 측정된 성능진단용 데이터를 입력받는 단계, 상기 입력된 성능진단용 데이터를 상기 기록된 배터리 수준별 표준 성능진단 데이터와 비교하여 오차를 계산하는 단계, 및 상기 계산된 오차가 기준 이상인 경우에, 결과값 검증 과정을 통해 기록된 배터리 수준별 표준 성능진단 데이터를 업데이트하는 단계를 포함할 수 있다.
대표청구항	배터리의 수준별로 성능진단 데이터가 기록된 배터리 수준별 표준 성능진단 데이터를 기록하고 유지하는 단계; 배터리 성능진단용 간이진단기에서 측정된 성능진단용 데이터를 입력받는 단계; 상기 입력된 성능진단용 데이터를 상기 기록된 배터리 수준별 표준 성능진단 데이터와 비교하여 오차를 계산하는 단계; 및 상기 계산된 오차가 기준 이상인 경우에, 결과값 검증 과정을 통해 기록된 배터리 수준별 표준 성능진단 데이터를 업데이트하는 단계를 포함하고, 상기 표준 성능진단 데이터를 업데이트하는 단계는, 복수의 배터리 모듈들의 SOC (State of Cell)값의 최대편차가 제1 한계 편차 이상인 경우 상기 복수의 배터리 모듈들의 SOC 값을 균일하게 하기 위한 밸런싱 동작을 수행하는 단계; 상기 복수의 배터리 모듈들 중 어느 하나도 신품으로 교체 시점 이전에 상기 복수의 배터리 모듈들의 SOC 값이 제2 한계 편차인 45% 이상인 경우 진단 시그널을 발생시키는 단계; 및 상기 복수의 배터리 모듈들 중 어느 하나가 신품으로 교체 시점 이후에 상기 복수의 배터리 모듈들의 SOC 값이 제3 한계 편차인 60% 이상인 경우 진단 시그널을 발생시키는 단계를 포함하는 배터리 성능진단을 위한 진단 알고리즘의 동작 방법.
대표도면	
검토의견	전기차에 탑재된 배터리를 간이진단하여성능진단 리포트 제공.재제조관련 내용은 없음

○ 주요 특허 6

<표 23> 주요 특허 6

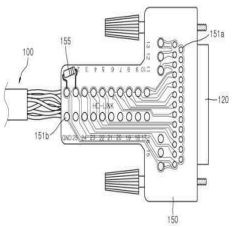
휴대형 배터리 진단 장치			
출원번호	KR 10-2023-0165344 (2023.11.24)	출원인(국적)	주식회사 민테크 (KR)
문헌번호	KR 10-2024-0096356 A (2024.06.26)	상태정보	출원
패밀리 개별국 문헌 수	한국-2 | 미국-0 | 일본-0 | 중국-0 | EP-0 | PCT-0 | 기타-0		
요약	본 발명은 휴대가 가능하고 사용후 배터리에 대해 재사용 또는 재활용하기를 결정하기 전에 배터리 팩의 BMS 모듈과의 통신 또는 임피던스 측정법을 적용하여 배터리의 건강 상태를 진단할 수 있는 휴대형 배터리 진단 장치에 관한 것이다. 본 발명의 실시 예에 따른 휴대형 배터리 진단 장치는, 측정 대상 배터리가 설치된 차량 모델명과 제조 년식 정보와 정격 전압 및 공칭 용량 정보를 매칭하여 저장하는 메모리와, 측정 대상 배터리의 차량 모델명과 제조 년식 정보가 입력되는 입력부와, 측정 대상 배터리의 교류		

	임피던스를 측정하여 배터리 측정값을 획득하는 측정부와, 측정 대상 배터리와 측정부를 연결하는 단자부와, 측정 대상 배터리의 정격 전압과 공칭 용량 정보를 기반으로 등급 기준값을 계산하고 측정부에서 측정된 배터리 측정값과 등급 기준값을 비교하여 측정 대상 배터리의 등급을 결정하는 제어부와, 제어부의 제어를 받아 측정 대상 배터리에 관한 정보와 결정된 등급 정보를 표시하는 디스플레이부를 포함한다.
대표청구항	측정 대상 배터리가 설치된 차량 모델명과 제조 년식 정보와 정격 전압 및 공칭 용량 정보를 매칭하여 저장하는 메모리와, 상기 측정 대상 배터리의 차량 모델명과 제조 년식 정보가 입력되는 입력부와, 상기 측정 대상 배터리의 교류 임피던스를 측정하여 배터리 측정값을 획득하는 측정부와, 상기 측정 대상 배터리와 상기 측정부를 연결하는 단자부와, 상기 측정 대상 배터리의 정격 전압과 공칭 용량 정보를 기반으로 등급 기준값을 계산하고, 상기 측정부에서 측정된 배터리 측정값과 상기 등급 기준값을 비교하여 상기 측정 대상 배터리의 등급을 결정하는 제어부와, 상기 제어부의 제어를 받아 상기 측정 대상 배터리에 관한 정보와 상기 결정된 등급 정보를 표시하는 디스플레이부를 포함하는, 휴대형 배터리 측정 장치.
대표도면	
검토의견	전기차 배터리 진단 장치에 관한 것으로,전기차에 분리되지 않은 사용후배터리 팩을 교류 임피던스, 셀 개수, 정격 전압, 공칭 용량 정보 기반으로 진단하여 재제조및 재사용 등급 평가를 시행

○ 주요 특허 7

<표 24> 주요 특허 7

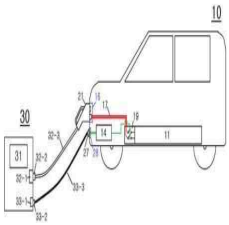
전기자동차 배터리 진단 장비용 케이블 및 그 케이블을 이용한 차종 선택 방법			
출원번호	KR 10-2023-0154816 (2023.11.09)	출원인(국적)	르노코리아 주식회사 (KR)
문헌번호	KR 10-2024-0070422 A (2024.05.21)	상태정보	출원
패밀리 개별국 문헌 수	한국-2 | 미국-0 | 일본-0 | 중국-0 | EP-0 | PCT-1 | 기타-0		
요약	본 발명은 전기자동차 배터리를 재사용하기 위해 필수적으로 요청되는 진단 장비에 관한 것입니다. 전기자동차 배터리는 환경적인 관점에서나 산업정책적 관점에서나 재사용될 필요가 있습니다. 그러나 전기자동차 배터리의 재사용에는 기술적이고 현실적인 어려움이 있습니다. 배터리를 재사용하려면 먼저 배터리를 진단해야 합니다. 그런데 배터리 BMS에 대한 해킹의 위험 때문에 제조사들은 자세한 기술을 공개하지 않고 있으며, 배터리 팩의 물리적 인터페이스의 규격이 차종별로 상이하고, 또한 통신 프로토콜도 모두 다릅니다. 결과적으로 배터리마다 차종별로 진단 장비를 제작해야 하는 것입니다. 본 발명은 1대의 진단 장비로 가장 효율적으로 배터리를 진단할 수 있는 솔루션을 제안합니다. 전기자동차 배터리 진단 장비용 케이블에 차종을 특정하는 키코드 회로부를 설치하고, 미리 설정된 키코드 값을 통해 진단 장비에서 차종을 자동으로 선택할 수 있습니다.		
대표청구항	배터리 진단 장비용 케이블의 제1커넥터를 전기자동차 배터리 진단 장비에 연결하고 제2 커넥터를 전기자동차 배터리 팩에 연결하면, 상기 전기자동차 배터리 진단 장비가 상기 배터리 진단 장비용 케이블의 제1 커넥터에 설치된 키코드 회로부의 미리 설정한 키코드 값을 독출하여 해당 키코드 값에 매칭되는 전기자동차 차종을 자동으로 선택하고, 상기 전기자동차 배터리		

	팩과 상기 전기자동차 배터리 진단 장비의 CAN 통신을 개시하는 데 성공하면, 상기 전기자동차 배터리 진단 장비의 화면을 통해 특정된 전기자동차 차종 정보 및 상기 전기자동차 배터리 팩의 배터리 진단 정보를 표시하는 단계를 포함하며, 상기 미리 설정한 키코드 값은 전기자동차의 차종마다 상이한 것으로, 상기 제1 커넥터의 특정 연결핀들에 저항 회로를 연결한 상태에서 측정되는 출력전압 값인, 배터리 진단 장비용 케이블을 이용한 차종 선택 방법.
대표도면	
검토의견	배터리 진단 장비 및 케이블에 관한 것으로분리된 배터리팩에연결해서 BMS와 CAN통신으로 데이터를 받을 수 있으며 재제조를 위한 진단 수행

○ 주요 특허 8

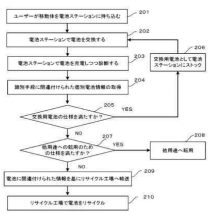
<표 25> 주요 특허 8

전기자동차 배터리의 성능평가 장치 및 방법			
출원번호	KR 10-2022-0137947 (2022.10.25)	출원인(국적)	주식회사 스필 (KR)
문헌번호	KR 10-2024-0057590 A (2024.05.03)	상태정보	심사중
패밀리 개별국 문헌 수	한국-1 | 미국-0 | 일본-0 | 중국-0 | EP-0 | PCT-0 | 기타-0		
요약	본 발명에서는 전기자동차 배터리의 성능평가 장치에 있어서, 전기자동차의 배터리의 성능평가 장치(30)의 충전선 연결부(32-1); 상기 충전선 연결부(32-1)와 연결된 충전선 접속단자(32-2); 상기 충전선 접속단자(32-2)와 연결된 충전선(32-3) 및 충전커넥터(21); 상기 충전커넥터(21)와 연결된 전기자동차의 충전구(16); 상기 전기자동차의 배터리의 성능평가 장치(30)의 제어선 연결부(33-1); 상기 제어선 연결부(33-1) 연결된 제어선 연결단자(33-2) 및 제어 커넥터(27); 상기 전기자동차 배터리(11)의 성능평가를 위하여 상기 제어 커넥터(27)와 연결된 주제어기(14)에 신호를 인가하여 상기 전기자동차 배터리(11)와 연결된 릴레이부(19)를 턴온(Turn-on)시키며; 상기 전기자동차의 배터리의 성능평가 장치(30)는 상기 충전커넥터(21)를 통하여 상기 전기자동차 배터리(11)에 주파수를 주입시키며; 상기 전기자동차의 배터리의 성능평가 장치(30)는 주입된 주파수의 반사된 신호를 검출하여 상기 전기자동차 배터리(11)의 성능평가를 수행하는 것을 특징으로 하는 전기자동차 배터리 성능평가 장치를 제안하고자 한다.		
대표청구항	전기자동차 배터리의 성능평가 장치에 있어서, 전기자동차의 배터리의 성능평가 장치(30)는 상기 전기자동차 배터리(11)와 연결된 릴레이부(19)를 턴온(Turn-on)시키며; 상기 전기자동차의 배터리의 성능평가 장치(30)는 충전커넥터를 통하여 상기 전기자동차 배터리(11)에 주파수를 주입시키며; 상기 전기자동차의 배터리의 성능평가 장치(30)는 주입된 주파수의 반사된 신호를 검출하며; 상기 전기자동차(10)에서 상기 전기자동차 배터리(11)를 분리하지 않으며 성능평가를 수행하는 것을 특징으로 하는 전기자동차 배터리 성능평가 장치.		

대표도면	
검토의견	배터리 성능평가 장치 및 방법에 관한 것으로 차량탈거전 배터리의 임피던스를 기반으로 재사용 등급을 구분하는 특징을 가짐.재제조관련 내용은 없음

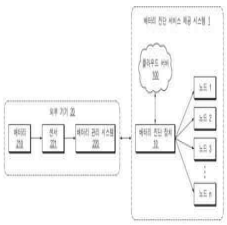
○ 주요 특허 9

<표 26> 주요 특허 9

전지 재활용 시스템			
출원번호	JP 2022-142086 (2022.09.07)	출원인(국적)	TOSHIBA CORP (JP) | TOSHIBA ENERGY SYSTEM&SOLUTION CORP (JP)
문헌번호	JP 2024-037322 A (2024.03.19)	상태정보	출원
패밀리 개별국 문헌 수	한국-0 | 미국-0 | 일본-1 | 중국-0 | EP-0 | PCT-0 | 기타-0		
요약	【요약】 【과제】보다 효율적이고 안전하게 전지를 재활용할 수 있는 전지 재활용 시스템을 제공한다. 【해결 수단】이동체로 사용한 요점 충전 전지를 충전한 전지와 교환하는 단계와,요점 충전 전지의 식별 수단을 판독해, 정보 관리부에 기록된 개별 전지 정보를 취득하는 단계와, 취득한 개별 전지 정보를 사용하여, 컴퓨터 시스템상에서, 그 요점 충전 전지의 재이용 여부를 판정하고 재이용 불가로 판정된 경우에 타용도에의 전용 여부를 판정하는 판정 단계와, 판정 단계에 있어서, 타용도에의 전용 불가로 판정된 경우, 요점 충전 전지를 개별 전지 정보에 기반하여 재활용 공장으로 수송하는 단계를 구비하고 있다. 【선택도】도 2		
대표청구항	【청구항1】 이동체에 탑재된 전지의 재활용 시스템이고 각각의 전지를 식별하기 위해 각 전지에 설치된 식별 수단과 상기 식별 수단과 관련된 각 전지에 대한 개별 전지 정보를 기록하는 정보 관리부와 (을)를 가지며, 이동체로 사용한 요점 충전 전지를 충전한 전지와 교환하는 단계와, 상기 요점 충전 전지의 상기 식별 수단을 판독해, 상기 정보 관리부에 기록된 상기 개별 전지 정보를 취득하는 단계와, 취득한 상기 개별 전지 정보를 사용하여, 컴퓨터 시스템상에서, 그 요점 충전 전지의 재이용 여부를 판정하고 재이용 불가로 판정된 경우에 타용도에의 전용 여부를 판정하는 판정 단계와, 상기 판정 단계에 있어서, 타용도에의 전용 불가로 판정된 경우, 상기 요점 충전 전지를 상기 개별 전지 정보에 기반하여 재활용 공장으로 수송하는 단계와, (을)를 구비한 것을 특징으로 하는 전지 재활용 시스템.		
대표도면			
검토의견	배터리 교환 후 또는 전지 스테이션에서 충전 중 차량에 장착된 배터리의 검사를 시행하여 EV용 전지로 적합한지 판정하고, 부적합 판단시타용도 전용을 위한 사양을 충족하는지 판정		

○ 주요 특허 10

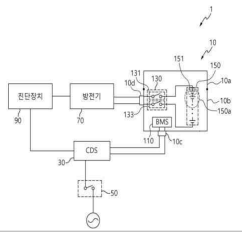
<표 27> 주요 특허 10

배터리 진단 서비스 제공 시스템 및 그것의 동작 방법			
출원번호	KR 10-2022-0041884 (2022.04.04)	출원인(국적)	주식회사 엘지에너지솔루션 (KR)
문헌번호	KR 10-2023-0143058 A (2023.10.11)	상태정보	출원
패밀리 개별국 문헌 수	한국-1 | 미국-0 | 일본-0 | 중국-0 | EP-0 | PCT-0 | 기타-0		
요약	일 실시예에 따른 배터리 진단 서비스 제공 시스템은, 블록체인 기술을 활용하여 배터리 진단 정보에 대한 신뢰성을 확보하기 위한 것으로, 배터리의 상태에 관한 데이터에 기초하여 상기 배터리를 진단하고, 상기 배터리의 진단 정보에 대한 접근 정보 및 상기 진단 정보의 일부를 블록체인 데이터로 변환하는 배터리 진단 장치; 및 상기 배터리 진단 장치로부터 상기 블록체인 데이터를 수신하여 저장하고, 서로 다른 노드 간에 상기 블록체인 데이터에 관한 정보를 공유하는 복수의 노드를 포함한다.		
대표청구항	배터리의 상태에 관한 데이터에 기초하여 상기 배터리를 진단하고, 상기 배터리의 진단 정보에 대한 접근 정보 및 상기 진단 정보의 일부를 블록체인 데이터로 변환하는 배터리 진단 장치; 및 상기 배터리 진단 장치로부터 상기 블록체인 데이터를 수신하여 저장하고, 서로 다른 노드 간에 상기 블록체인 데이터에 관한 정보를 공유하는 복수의 노드를 포함하는, 배터리 진단 서비스 제공 시스템.		
대표도면			
검토의견	외부 기기를 이용하여 전기 차량에 탑재된 배터리의 진단 정보를 획득하며,임피던스 분광법을 이용하여 진단 정보를 산출.재제조관련 내용은 없음		

○ 주요 특허 11

<표 28> 주요 특허 11

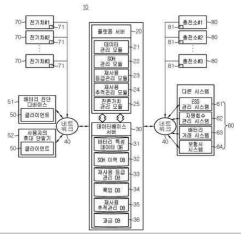
배터리 상태 진단 시스템			
출원번호	KR 10-2023-0036662 (2023.03.21)	출원인(국적)	(주)하나기술 (KR) | 주식회사 이브이링크 (KR)
문헌번호	KR 10-2553607 B1 (2023.07.05)	상태정보	등록
패밀리 개별국 문헌 수	한국-1 | 미국-0 | 일본-0 | 중국-0 | EP-0 | PCT-0 | 기타-0		
요약	본 발명은 배터리 상태 진단 시스템(1)에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 CDS가 배터리 관리 시스템(Battery Management System; BMS)과 통신 가능하도록 구성됨으로써 배터리 팩 시스템 커버(또는 하우징)를 탈거하는 과정을 수행할 필요 없이 각 배터리 팩에 대한 충전 및/또는 방전이 가능하도록 하며, 충전 및/또는 방전 작업 시 배터리 모니터링을 위한 관련 정보(예를 들어 배터리 셀 전압, 절연저항, 모듈 온도, 배터리 팩 전압, 팩 전류, 출력가능파워, SOC, SOH 등)를 용이하게 취득 가능하도록 하는 배터리 상태 진단 시스템(1)에 관한 것이다.		

대표청구항	배터리의 관련 정보를 센싱하며 PRA의 릴레이 온/오프를 제어하는 배터리 관리 시스템; 상기 배터리 관리 시스템의 제어 하 동작하여 방전기와 배터 팩의 전기적 연결을 제어하는 릴레이 구성으로, 방전 작업 시 릴레이 온되는 PRA; 및 다수의 배터리 셀을 포함하는 배터리 팩;이 내장되는, 차량용 배터리 팩 시스템; 상기 배터리 관리 시스템 및 진단 장치와 통신하며, 상기 배터리 관리 시스템에 상기 PRA 릴레이 온/오프 신호를 송신하는 CDS; 상기 CDS와 방전기와 통신 가능하도록 구성되며, 상기 CDS로부터 수신한 배터리 관련 정보를 바탕으로 배터리 수명 정보를 결정하는 진단 장치; 및 상기 배터리 팩 내 배터리 셀을 방전시키는 방전기;를 포함하고, 상기 배터리 팩 시스템은 상기 배터리 관리 시스템, PRA 및 배터리 팩이 내장되도록 하우징을 형성하는 커버 및 하부 구조를 포함하는 외면;이 형성되며, 상기 배터리 팩 시스템은 상기 외면 제1 측에서 상기 PRA와 연결되는 제1 커넥터; 및 상기 외면 제2 측의 제2 커넥터;를 포함하고, 상기 방전기는 상기 제1 커넥터에 접속되는 전력선을 통하여 상기 배터리 팩과 전기적으로 연결되며, 상기 CDS는 상기 제2 커넥터에 의한 접속을 통하여 상기 배터리 관리 시스템과 통신하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 배터리 상태 진단 시스템.
대표도면	
검토의견	배터리 팩 외부 구성인 CDS를 통해 BMS와 통신하여 배터리를 탈거전배터리 상태를 진단하고 평가하나 재제조관련 평가하는 내용은 없음

○ 주요 특허 12

<표 29> 주요 특허 12

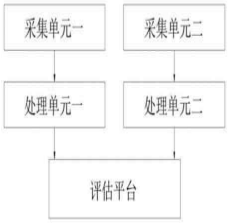
배터리 통합 관리 플랫폼 서비스 시스템 및 방법			
출원번호	KR 10-2021-0114287 (2021.08.27)	출원인(국적)	주식회사 엘지에너지솔루션 (KR)
문헌번호	KR 10-2022-0027791 A (2022.03.08)	상태정보	심사중
패밀리 개별국 문헌 수	한국-2 | 미국-1 | 일본-1 | 중국-1 | EP-1 | PCT-1 | 기타-0		
요약	본 발명은, 배터리 통합 관리 플랫폼 서비스 시스템 및 방법을 개시한다. 본 발명에 따른 플랫폼 서비스 시스템은, 전기차의 배터리 특성 데이터를 네트워크를 통해 수집하여 배터리 식별코드와 매칭시켜 누적 저장하고, 상기 배터리 특성 데이터를 분석하여 배터리의 현재 건강상태(SOH)를 산출하여 배터리 식별코드와 매칭시켜 SOH 이력 DB에 저장하고, 클라이언트로부터 배터리 식별코드와 함께 재사용 등급 산출 요청을 수신하면, 배터리 식별코드를 이용하여 SOH 이력 DB를 조회하여 현재 SOH를 결정하고, 미리 정의된 SOH별 재사용 등급 정보로부터 현재 SOH에 대응되는 재사용 등급을 결정하여 클라이언트 측으로 전송한다.		
대표청구항	(a) 전기차의 배터리 특성 데이터를 네트워크를 통해 수집하고 배터리 식별코드와 매칭시켜 배터리 특성 데이터 DB에 누적해서 저장하는 데이터 관리 모듈; (b) 상기 배터리 특성 데이터를 분석하여 배터리의 현재 건강상태인 SOH를 산출하고 배터리 식별코드와 매칭시켜 SOH 이력 DB에 저장하는 SOH 관리 모듈; 및 (c) 클라이언트로부터 네트워크를 통해 배터리 식별코드와 함께 재사용 등급 산출 요청을 수신하면, 배터리 식별코드를 이용하여 상기 SOH 이력 DB를 조회하여 현재 SOH를 결정하고, 미리 정의된 SOH별 재사용 등급 정보를 참조하여 현재 SOH에 대응되는 재사용 등급을 결정하여 재사용 등급 관리 DB에 저장하고, 상기 재사용 등급에 관한		

	정보를 상기 클라이언트 측으로 전송하는 재사용 등급 관리 모듈;을 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 통합 관리 플랫폼 서비스 시스템.
대표도면	
검토의견	배터리 진단 디바이스를 통해 배터리 관리 장치 및 충전소 제어 장치와 네트워크 연결하여 모니터링된 배터리의 상태를 판단하고 재제조등급 판단

○ 주요 특허 13

<표 30> 주요 특허 13

Traveling vehicle performance evaluation system based on Internet of things data			
출원번호	CN 2024-10411297 (2024.04.07)	출원인(국적)	Shanghai Huawei Internet of things Technology Co.,Ltd. (CN)
문헌번호	CN 118294530 A (2024.07.05)	상태정보	심사중
패밀리 개별국 문헌 수	한국-0 | 미국-0 | 일본-0 | 중국-1 | EP-0 | PCT-0 | 기타-0		
요약	The invention discloses a traveling vehicle performance evaluation system based on Internet of things data, which comprises a first acquisition unit, a first processing unit, a second acquisition unit, a second processing unit and an evaluation platform. According to the traveling vehicle performance evaluation system based on the data of the Internet of things, the battery performance evaluation coefficient of the vehicle is calculated through the defect coefficient, the temperature abnormal duty ratio, the current abnormal duty ratio and the voltage abnormal duty ratio of the vehicle battery to be evaluated, then the evaluation sample with the same evaluation coefficient is obtained through comparison with the pre-trained evaluation model, the performance data of the evaluation sample is used as the performance data of the vehicle battery, the collection period of evaluation comments is shortened, damage to products is prevented, the product test cost is reduced, the multiplexing rate of the vehicle battery is improved, the service life of the battery shell is evaluated, and the service performance of the battery is evaluated.		
대표청구항	1. A traveling vehicle performance evaluation system based on internet of things data, comprising: The first acquisition unit is used for acquiring the return loss of the surface of the vehicle-mounted battery to be evaluated, which is detected by an ultrasonic detection technology, marking the return loss as the loss to be evaluated, acquiring the return loss of the surface of the normal vehicle-mounted battery, marking the return loss as the original loss, and then sending the loss to be evaluated and the return loss to the first processing unit; The first processing unit is used for calculating the absolute value of the difference value through the loss to be estimated and the original loss, extracting the quantity of the absolute value of the difference value larger than the preset difference value, then solving the duty ratio of the quantity of the absolute value of the difference value in the quantity of all the absolute values of the difference value, then calculating the ratio of all the loss to be estimated to all the original loss, then obtaining the defect coefficient of the surface of the vehicle-mounted battery to be estimated through the two groups of ratio, and then sending the defect coefficient to the estimation platform; The second acquisition unit is used for carrying out multiple charging tests on the vehicle-mounted battery to be evaluated under		

	the same environmental temperature, acquiring multiple groups of charging data of the vehicle-mounted battery to be evaluated in standard charging time length, and sending the multiple groups of charging data to the second processing unit, wherein the charging data comprise battery temperature, current data and voltage data, and specific values of the environmental temperature are set through the evaluation platform; The second processing unit is used for calculating deviation values of multiple groups of charging data, comparing the deviation values with preset comparison values, deleting the battery temperature, the current data and the voltage data with larger values according to the comparison results, then solving the proportion of the quantity of the deleted battery temperature, the quantity of the deleted current data and the quantity of the deleted voltage data in all the battery temperature, the quantity of the deleted current data and the quantity of the deleted voltage data respectively, namely, the temperature abnormality proportion, the deleted current abnormality proportion and the deleted voltage abnormality proportion, and sending the analysis processing result to the evaluation platform; And the evaluation platform is used for evaluating the battery performance of the vehicle according to the defect coefficient, the temperature anomaly duty ratio, the current anomaly duty ratio and the voltage anomaly duty ratio of the vehicle-mounted battery to be evaluated.
대표도면	
검토의견	차량에 사용되는 탈거전배터리의 성능평가를 수행하며,재제조관련 내용은 없음

(2) 주요 선행 논문 분석

<표 31> 주요 논문 리스트

No.	제목	학회/저널	저자(소속기관)	출판일
1	Cost-BenefitAnalysisofDownstreamApplicationsforRetiredElectricVehicleBatteries	SubWorldElectric Vehicle Journal (Volume 14, Issue 4)	Achim Kampker외 6 (RWTH Aachen University, Germany)	2023.04
2	AReviewonDynamicRecyclingofElectricVehicleBattery:DisassemblyandEchelonUtilization	Batteries (Volume 9, Issue 1, Article number 57)	YongyouNie외 3(Wuhan University of Technology)	2023.01
3	사용 후 배터리 재사용 및 재활용 신속 진단을 위한 분류 알고리즘 설계 방안 연구	전력전자학술대회 하계학술대회 논문집 (1~4)	김보면외 3 (충남대학교)	2024.07.

○ 주요 논문 1

<표 32> 주요 논문 1

Cost-BenefitAnalysisofDownstreamApplicationsforRetiredElectricVehicleBatteries			
학회/저널	SubWorldElectric Vehicle Journal (Volume 14, Issue 4)		
저자(소속)	Achim Kampker외 6 (RWTH Aachen University, Germany)	출판일	2023.04
요약	Mass transport conversion to an electrified powertrain requires suitable strategies for processing electric vehicle (EV) batteries after their intended first service life. Due to aging mechanisms, EV batteries lose capacity over their period of use and become unsuitable for their initial application at some point. However, to expand their lifetime and to meet the sustainability demand for EVs, the usage of these batteries in so-called Re-X applications is under intense discussion. Until now, downstream processing has been subject to high uncertainty regarding the expected advances. While many issues on the technical and ecological side have been at least partially resolved, the economics are still under assessment. For this reason, this paper intends to give a well-based outlook on the costs and benefits of three chosen scenarios: reuse, repurpose, and recycle. It is expected that under the given national policies and global market conditions, growing quantities of retired EV batteries will return from the transportation markets. Consequently, the market potential for retired batteries in downstream applications will significantly increase, as well as calls for stable solutions. Keywords: lithium-ion battery; second life; circular economy; electric vehicles; reuse; repurpose; recycling; activity-based costing		
검토의견	재제조를 포함하는 사용후배터리의 다운스트림을정리하였으며, 배터리 재제조평가로 '차량 탑재 검사'및 '분리된 배터리 팩 검사'를 제시함 재사용 배터리에 대한 비용 및 비용-편익 분석을 통해 재사용 배터리의 수익성을 제시함		

○ 주요 논문 2

<표 33> 주요 논문 2

AReviewonDynamicRecyclingofElectricVehicleBattery:DisassemblyandEchelonUtilization			
학회/저널	Batteries(Volume 9, Issue 1, Article number 57)		
저자(소속)	YongyouNie외 3(Wuhan University of Technology)	출판일	2023.01
요약	With the growing requirements of retired electric vehicles (EVs), the recycling of EV batteries is being paid more and more attention to regarding its disassembly and echelon utilization to reach highly efficient resource utilization and environmental protection. In order to make full use of the retired EV batteries, we here discuss various possible application methods of echelon utilization, including hierarchical analysis methods based on various battery evaluation index. In addition, retired EV battery disassembly is also reviewed through the entire EV battery recycling based on human–robot collaboration methods. In order to improve the efficiency and reduce the cost of EV		

	recycling, it is necessary to find a suitable recycling mode and disassembly process. This paper discusses the future possibility of echelon utilization and disassembly in retired EV battery recycling from disassembly optimization and human–robot collaboration, facing uncertain disassembly and echelon utilization. Keywords: electric vehicle battery; disassembly; echelon utilization; disassembly optimization; human–robot collaboration disassembly
검토의견	사용후배터리의 Echelon활용 시나리오로 재사용관련하여,검사 시점은 제시되어 있지 않으나 SOH 추정과 RUL 예측을 위한 검사 방법 비교를 통한 장단점 분석이 되어 있음

○ 주요 논문 3

<표 34> 주요 논문 3

사용 후 배터리 재사용 및 재활용 신속 진단을 위한 분류 알고리즘 설계 방안 연구			
학회/저널	SubWorldElectric Vehicle Journal (Volume 14, Issue 4)		
저자(소속)	김보면외 3 (충남대학교)	출판일	2024.07
요약	본 논문은 사용 후 배터리의 재활용 및 재사용을 위한 새로운 분류 방법을 제안합니다. 이를 위해 배터리의 내부적 상태를 나타내는 지표로 VIEDTD(Voltage interval of equal discharging time difference)를 도출하였으며, 배터리의 이상 및 정상 상태를 구분하였다. 제안된 방법을 통해 배터리 팩 내의 셀 간 전압 편차를 분석하여 재사용 및 재활용 분류 방법 가능성을 확인하였다		
검토의견	사용후배터리의 재사용(재제조관련 내용 없음)을 위한 신속 진단을 위해 새로운 분류방법VIEDTD기반 이상 CASE분류 방법을 제시함 배터리의 내부적 상태를 나타내는 지표로 VIEDTD를 소개하였으며,100초와 1000초에서 도출된 VIEDTD값을 데이터로 활용하여 판별		

8 선행기술 분석 소결

(1) 선행기술 검토 결과

(가) 사용후배터리의 재제조를 위한 차량에 탑재 된 배터리의 등급평가가 모두 개시된 선행기술은 6건이 조사되었음(주요특허 1, 2, 4, 6, 9 및 논문 1)

<표 35> 차량 탑재 배터리(재제조 배터리) 등급평가 선행기술

선행기술	내용
주요특허1	탈거전 배터리의 간이평가후 탈거후 정밀 평가를 수행하는 내용도 포함되었음
주요특허2	탈거전 배터리를 BMS의 CAN프로토콜을 분석하여 재제조등급 평가를 시행
주요특허4	탈거전 배터리의 SOH를 추정하여 재제조인증 부여
주요특허6	탈거전 배터리를 임피던스 기반으로 진단하여 재제조등급 평가를 시행하며, 진단 장치에 관련한 특허
주요특허9	탈거전 배터리를 충전 중 진단하여 재제조등급 평가를 시행하며,교체형 배터리의 탈거후 재제조등급 평가도 시행

(나) 사용후배터리를 탈거전 검사하나 재제조가 포함되지 않는 배터리 평가(재사용, 성능 평가)의 내용이 개시된 선행기술은 6건이 조사되었음(주요특허 3, 5, 8, 10, 11, 13)

<표 36> 재사용 배터리 등급평가 선행기술

선행기술	내용
주요특허3	전기차 및 충전소에서 1차 정보 전달,정비소에서 탑재된 배터리를 충방전테스트 후 2차 정보 전달하여 재사용 등급 평가를 시행
주요특허5	탈거전 배터리를 간이진단하여성능 평가를 시행하며,10분간 충반전데이터 취득을 통해 간이진단을 시행
주요특허8	탈거전 배터리를 임피던스 기반으로 재사용 등급 평가를 시행
주요특허10	탈거전 배터리를 임피던스 기반으로 성능 평가를 시행
주요특허11	탈거전 배터리를 BMS와 외부 구성인 CDS를 통신하여 재사용 등급 평가를 시행
주요특허13	탈거전 배터리를 충방전검사 후 성능 평가를 시행하며,차량 탑재 배터리 표면에 초음파 검사를 통해 에코 손실을 검사

(다) 사용후배터리의 재제조를 위해 평가하나 차량에 탑재 된 배터리의 등급평가(탈거후, 모니터링, CAN통신, 불확실)가 개시되지 않은 선행기술은 4건이 조사되었음(주요특허 7, 12 및 논문 2, 3)

<표 37> 탈거된 배터리(재제조 배터리) 등급평가 선행기술

선행기술	내용
주요특허7	재제조등급을 평가하며 분리된 배터리 팩에 연결해서 BMS와 CAN통신을 사용
주요특허12	재제조등급을 평가하며 배터리 진단 디바이스가 배터리 관리장치 및 충전소 제어 장치와 네트워크 연결하여 모니터링된 배터리 상태로 진단
주요논문2	재제조등급을 평가하며 검사 시점은 제시되어 있지 않고 SOH추정과 RUL 예측을 위한 검사 방법 비교 및 장단점 분석이 되어 있음
주요논문3	재제조등급을 평가하며 신속 진단을 위해 VIEDTD기반 이상 CASE분류 방법을 개시하며,신속 진단은 1000초에서 도출된 VIEDT값을 확인

(2) 결론

○ 사용후 배터리의 재제조를 위한 차량에 탑재 된 배터리의 등급평가가 모두 개시된 선행기술은 6건이 조사되었음

○ JAPAN RESEARCH INSTITUTE에서 출원한 JP 2021-126185 (2021.07)은 탈거 전 배터리의 SOH를 추정하여 재사용 인증 부여(재사용에 재제조 포함 기재는 없음)하는 내용을 포함

○ TOSHIBA CORP.에서 출원한 JP 2022-142086 (2022.09)은 탈거 전 배터리를 충전 중 진단하여 EV용 전지로써의 적합성을 판단하고, 부적합 판단시 타용도 전용을 위한 사양을 충족하는지 판정(판정 방식에 자세한 내용 기재는 없음)하는 내용을 포함

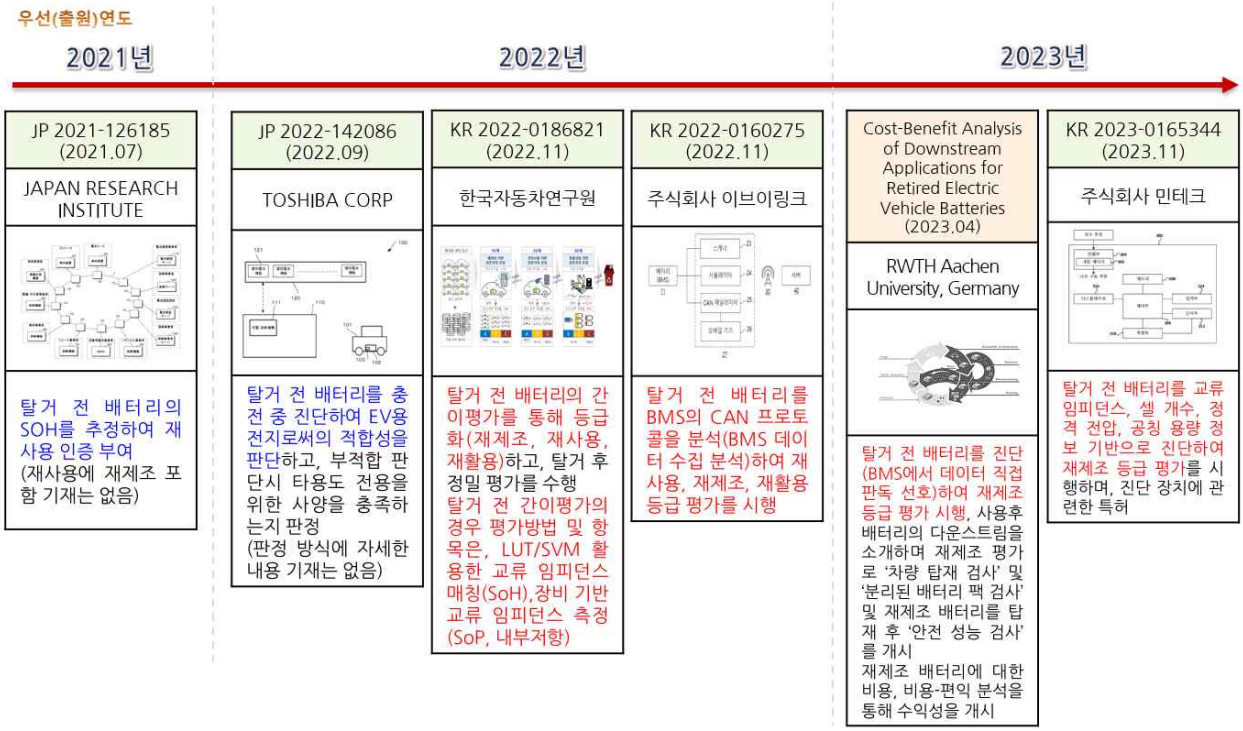
○ 한국자동차연구원에서 출원한 KR 2022-0186821 (2022.11)은 탈거 전 배터리의 간이평가를 통해 등급화(재제조, 재사용, 재활용)하고, 탈거 후 정밀 평가를 수행, 탈거 전 간이평가의 경우 평가방법 및 항목은, LUT/SVM 활용한 교류 임피던스 매칭(SoH), 장비 기반 교류 임피던스 측정(SoP, 내부저항)을 하는 내용을 포함

○ 이브이링크에서 출원한 KR 2022-0160275 (2022.11)은 탈거 전 배터리를 BMS의 CAN 프로토콜을 분석(BMS 데이터 수집 분석)하여 재사용,

재제조, 재활용 등급 평가를 시행하는 내용을 포함

○ RWTH Aachen University(독일)에서 발표한 논문 Cost-Benefit Analysis of Downstream Applications for Retired Electric Vehicle Batteries (2023.04)에는 탈거 전 배터리를 진단(BMS에서 데이터 직접 판독 선호)하여 재제조 등급 평가 시행, 사용후 배터리의 다운스트림을 소개하며 재제조 평가로 '차량 탑재 검사' 및 '분리된 배터리 팩 검사' 및 재제조 배터리를 탑재 후 '안전 성능 검사'를 개시하였고, 또한 재제조 배터리에 대한 비용, 비용-편익 분석을 통해 수익성을 개시하였음

○ 민테크에서 출원한 KR 2023-0165344 (2023.11)은 탈거 전 배터리를 교류 임피던스, 셀 개수, 정격 전압, 공칭 용량 정보 기반으로 진단하여 재제조 등급 평가를 시행하며, 진단 장치에 관련한 내용을 포함



[그림 31] 재제조관련 선행기술(특허, 논문) 동향

9 유사과제분석 및 기존 연구와의 차별성

<표 38> 유사과제 분석 및 차별성 1

번호 1	과제명	차량 탑재상태 잔존가치 분석기반 전기차 배터리 전주기 활용성 제고기술 개발			
기준년도	2021~2024	부처명	산업통상자원부	연구비	143,000천원
개요	○ 전기차 배터리팩의 재사용 벨류체인 분석을 통한 전주기 사용 요건이 반영된 배터리 모듈/팩 설계 기술 개발 및 이를 활용한 기존 ESS 응용제품의 환경/안전성 시험 사전 모의 평가				
차별성	- 본 과제는 전기자동차의 사용후 배터리 활용성 증대를 위한 응용 분야별 제품 제작 및 배터리 상태(SOH) 추정 기술개발로 확인 - 배터리팩 성능 품질 확보를 위한 충방전기 개발, 배터리팩 상태 정보 취득 장비 및 알고리즘 개발 등 배터리 팩 단위의 평가 기술 개발이며 ESS 등 재사용 부품 활용을 위한 것으로 전기자동차 단위의 평가 기술, 재제조 배터리와는 차별성이 있는 것으로 확인				

<표 39> 유사과제 분석 및 차별성 2

번호 2	과제명	전기자동차 폐배터리 잔존 유효 수명 예측 모델링			
기준년도	2018~2021	부처명	한국연구재단	연구비	150,000천원
개요	○ 정확한 배터리 노화 예측 모델 정립을 통하여 폐배터리의 재사용 기반기술 개발을 목적으로 하며 아래와 같이 4가지 연구 방향을 설정함. 사용 이력에 따른 폐배터리 잔존 유효 수명 모델의 입력인자 데이터베이스 구축하여 특성실험 진행 ○ 반경험적 전기화학모델을 기반으로 잔존 유효 수명 모델링 진행. 사용이력과 모델 파라미터의 상관관계 분석을 통하여, 폐배터리 현재 상태를 진단 후 기대 수명 예측. 잔존 유효 수명 모델링 결과 비교/분석을 통한 모델링 타당성 및 정확성 검증				
차별성	- 사용후 배터리의 배터리 노화 예측 모델을 정립하는 목적으로는 운행되고 있는 전기자동차의 성능 평가 방법과 동일은 하나, 그 목적은 배터리의 재사용 기반기술을 목적으로 하고 있어 재제조 배터리 검사 기술과는 차이가 있음 - 본 기획과제에서 목표로 하고 있는 전기차 단위의 분리전 성능평가 기술 개발은 배터리가 자동차에 장착되어 있는 상태인 차량 단위에서의 평가기술 개발을 통하여 사용후 배터리의 활용처를 분류하는 것을 목표로 하고 있기 때문에 본 과제와는 차별성이 있는 것으로 확인				

<표 40> 유사과제 분석 및 차별성 3

번호 3	과제명	전기차용 리튬이차전지 배터리 진단장치 및 진단 알고리즘 개발			
기준년도	2017~2018	부처명	중소기업기술정보진흥원	연구비	125,000천원
개요	○ 전기차용 리튬이차전지 배터리 모듈과 팩의 상태와 성능을 진단할 수 있는 진단장치 및 이에 적용되는 진단 프로세스와 판정 알고리즘 기술 개발				
차별성	- 전기자동차 배터리 진단장치 개발을 위해 EIS, TRA을 활용한 선행 예측 알고리즘 기술 개발 및 정밀도 평가 방안 검증을 목표로 하고 있음 - 이와 더불어 충반전 분석, 제품 이력 관리, 온라인 진단 등 배터리 데이터를 활용한 자기 진단 장치 서비스를 개발하고 제공하는 것이지만, 단순히 진단기법 개발이므로 재제조 배터리 등 제품 활용을 위한 평가 척도 및 방법은 포함되어 있지 않아 차별성이 있는 것으로 확인				

<표 41> 유사과제 분석 및 차별성 4

번호 4	과제명	충전데이터 기반의 전기차 특화 진단 서비스			
기준년도	2020	부처명	중소기업기술정보진흥원	연구비	1,482,140천원
개요	○ 충전 데이터 기반의 전기차 특화 진단 서비스 개발 및 실증을 통한 전기차 평가모델 개발 및 관련 기술 확보, 고도화를 목표로 함 ○ 전기자동차 성능평가 차량 개발 및 평가센터 설립/운용, 실증 데이터 확보 및 시스템 고도화 등 전기차 배터리 진단 서비스 및 성능 분석 솔루션 기술 확보				
차별성	- 전기자동차의 성능평가 모델을 개발하기 위해 충전 데이터 기반으로 진단 서비스를 개발하고, 실증을 통해 기술 확보를 목표로하고 있음 - 이와 더불어 평가센터 설립 및 운용을 통하여 실증 데이터를 확보하고, 확보된 데이터를 기반으로 전기차 배터리 진단 서비스를 개발하는 것을 목표로 하고 있지만, 본 기획과제에서는 정적, 동적, 데이터 등 모든 배터리 데이터를 통합하여 검사 알고리즘 개발하고자 함이기 때문에 차별성이 있는 것으로 확인				

<표 42> 유사과제 분석 및 차별성 5

번호 5	과제명	전기차 배터리 재활용을 위한 배터리 성능 및 잔존수명 분석 시스템 개발			
기준년도	2017~2018	부처명	중소벤처기업부	연구비	364,000천원
개요	○ 실제 사용 중인 전기차의 배터리 충/방전에 따른 실시간 배터리 상태정보를 취득하여 배터리 성능 및 유효잔존용량(SOH) 분석시스템 개발을 함으로써 배터리 재활용을 위한 배터리 성능진단 솔루션 제공				
차별성	- 배터리 상태정보 취득 시스템, 배터리 상태정보 모니터링 시스템, 배터리 잔존수명(SOH) 분석 시스템 개발하는 것으로 목표로 하고 있음 - 본 기획과제에서는 전기차 운행 및 이력 데이터를 통하여 사용후 배터리 활용을 구분짓기 위한 검사 및 알고리즘 개발을 목표로 하고 있어, 단순 배터리 정보 모니터링, 잔존수명 분석 시스템 개발의 상위계층 기술 및 개념을 포함하고 있음				

<표 43> 유사과제 분석 및 차별성 6

번호 6	과제명	EV용 전기부품 성능평가 및 기술지원 사업			
기준년도	2013~2015	부처명	한국산업기술평가관리원	연구비	6,080,000천원
개요	○ 전기자동차의 성능 향상 및 기술지원을 위해 전기자동차의 실생활보급과 산업기술 경쟁력 향상을 지원함 ○ 전기자동차용 전동기의 고정자 절연재료 열화 진단기술 개발, 전기자동차용 전동기의 고정자 및 회전자 기계적 열화 진단기술 개발, 전기자동차용 전동기(유도전동기, 영구자석 동기전동기)의 고장진단 기법 도출 및 감시진단 시스템 개발 : 고정자 턴단락 및 온도, 회전자 편심 및 Broken Bar,베어링 고장, 영구자석 감자 등, 전기차 전력공급/그리드 효율적 연계 방안 기술 개발				
차별성	- 전기자동차의 주요부품인 모터(전동기)에 대한 고장진단 기법 및 감시 진단 알고리즘을 개발하는 것으로 목표로 하고 있음 - 본 기획과제에서는 전기자동차 배터리의 분리전 성능평가 및 사용후 배터리 제품의 지속적인 관리를 위한 평가 기법을 개발하고 제도화하는 것이 목표이지만, EV용 부품들의 평가는 포함되어 있지 않아 차별성이 존재함				

<표 44> 유사과제 분석 및 차별성 7

번호 7	과제명	사용후 배터리 안정적 재사용을 위한 고안전성 배터리관리시스템 개발			
기준년도	2020~2021	부처명	중소벤처기업부	연구비	197,000천원
개요	○ 전기자동차의 배터리 시스템은 셀의 특정 전압을 만족하는 모듈로 구성되어 있으며, 이를 직병렬화한 팩과 배터리의 성능을 제어할 수 있는 BMS으로 구성되어 있음 ○ 차량에 탑재되는 배터리는 기존 대비 60~80% 수준의 성능을 나타낼 경우, 차량 수명 종료로 판정되어 사용후 배터리로 분류됨 - 그러나 사용후 배터리로 분류된 배터리의 잔존가치는 ESS로써 잔존가치가 매우 높고 이를 신재생에너지 및 가로등, 전기이륜차 충전스테이션으로 재사용해야 함 ○ 이를 통해 사용후 배터리가 내재하고 있는 위험요인을 제거하여 사용후 배터리의 위험 사고를 방지하고자 하는 것이 목표임				
차별성	- 재사용 배터리 활용을 위한 고안전성 BMS 개발로 다중 이용이 가능한 병렬 집중화 운용 알고리즘, CMS 병렬 운용 등 재사용 배터리의 효율적, 안전적 운용 방안 개발을 목표로 함 - 본 기획과제는 BMS, 배터리, 모듈 등 신기술 적용 개발을 목표로 하는 것이 아닌 분리전 배터리 성능평가를 통한 사용후 배터리 사용처 확대 및 기존에 존재하지 않았던 재제조 배터리의 활용 기술 개발을 목표로 하고 있어 재사용 배터리 전용 BMS 기술 개발과 다른 목적임				

<표 45> 유사과제 분석 및 차별성 8

번호 8	과제명	재제조 배터리를 활용한 이동형 응용제품 기술개발			
기준년도	2021~2024	부처명	한국에너지기술평가원	연구비	1,648,000천원
개요	○ Re-LiB(리튬이온배터리)를 탑재한 이동체 Field Test 및 실증 인프라 구축 ○ 4종류의 이동형 응용제품에서 e-모빌리티 산업분야의 타 제품으로 확장 적용이 가능하도록 배터리 재제조 또는 재사용 원천기술 개발을 목표로 함 ○ 재제조, 재사용을 통한 e-모빌리티 Field 실증을 통하여 안전성 평가 기술 개발 및 공인 시험평가 개발				
차별성	- 재사용 배터리 활용을 위한 고안전성 BMS 개발로 다중 이용이 가능한 병렬 집중화 운용 알고리즘, CMS 병렬 운용 등 재사용 배터리의 효율적, 안전적 운용 방안 개발을 목표로 함 - 본 기획과제는 e-모빌리티가 아닌 전기자동차용 배터리를 다시 전기자동차용 배터리로 장착되는 재제조 배터리 전용 검사 기법 및 제도 개발을 목표로 하고 있어 e-모빌리티에서 재제조 되는 연구 내용(전압, 전류, 안전 등)과 차별성이 존재함				

Ⅲ 연구개발과제 구성 및 추진전략

1 비전 및 목표

(1) 연구 비전

(가) 연구개발 개요

○ 본 기획과제의 기획목표인 사용후 배터리 안전관리 및 재제조 유통 순환 기술개발 기획을 위해 '사용후 배터리 안전점검 기술 및 재제조 배터리 순환 체계 안전관리 기술개발', '글로벌 시장 요구 대응 환경 안전 기술개발'의 2가지 관점으로 전략 목표를 제시하였으며, 각 전략 목표를 달성하기 위해 분석을 실시함

- 재제조 배터리 제품 인정에 따른 사용후 배터리 생태계 조성 및 글로벌시장 요구에 대응하기 위한 기술개발 추진
- 사용후 배터리 3단계 안전점검 등 안전관리 기법 및 재제조 배터리 사업자 관리 체계 연계 재제조 배터리 기술·운영 기술개발 추진
- 환경, 안전의 이슈로 인한 진입장벽을 높이고 있는 글로벌시장의 진출·선점을 위해 환경오염물질 발생제로 재활용 기술 등 해외시장 요구 대응

(2) 기술개발 로드맵

○ 기술개발 로드맵(안)

[그림 32] 기술개발 로드맵(안)

2 사업추진체계

(1) 사업추진체계

(가) 추진체계

○ 본 연구사업의 체계적 추진을 위하여, 총괄과제(2개 내역사업, 3개 핵심과제)로 연구단으로 추진되며, 주관·협동·공동·위탁기관을 구성·선정하여 추진

△ (내역사업 1) 사용후 배터리 안전점검 기술 및 재제조 배터리 순환 체계 안전관리 기술개발

- (핵심기술 1) 사용후 배터리 3단계 안전점검 체계 고도화 기술 개발
- (핵심기술 2) 전기자동차 재제조 배터리 순환 체계 구축을 위한 재제조 배터리 사업자 안전관리 기술 개발
- (핵심기술 3) 전기자동차 사용후 배터리 안전점검/재제조 배터리 순환 체계 안전관리 실증 및 관련 법·제도 개발

△ (내역사업 2) 글로벌 시장 요구 대응 환경안전 기술개발

- (핵심과제 1) 동결방식을 이용한 사용후 배터리 안전 보관·운송 기술
- (핵심과제 2) 환경오염물질이 원천적으로 발생하지 않는 재활용 플랜트 개발 및 해외현지 적용

(나) 사업추진 방식

○ 「이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안」('23.12)의 개발 시급성을 고려하여 성능평가, 재제조, 재활용을 우선적으로 추진하되(국토부·환경부 한정), 이외 영역은 추후 예타사업으로 기획 확대

○ 사업기획부터 선정평가, 연구과제 수행 등의 사업추진 전과정에서 민간에서 주도하고 정부에서 지원하는 방향으로 추진 예정

(다) 사업추진 주체별 역할

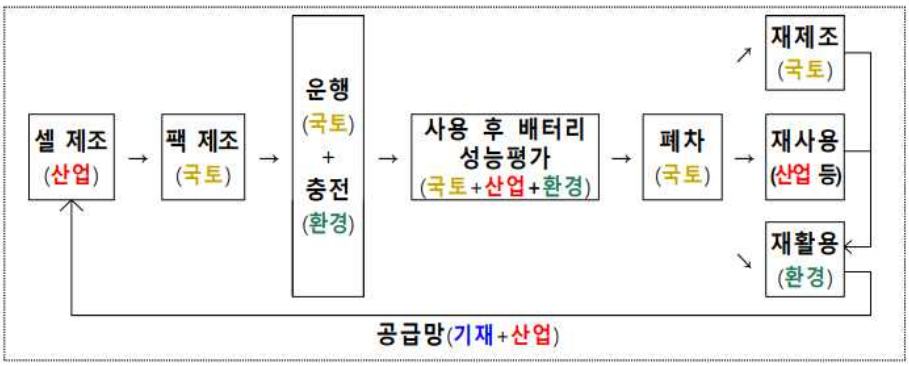
○ 연구기관 공모를 통한 신기술/신산업 발굴·육성 및 연도별 예산 지원

- 전문기관(국토교통과학기술진흥원)을 통한 참여연구기관 공모
- 사업기획 → 사업공고 → 선정평가 → 협약체결 → 진도관리 → 최종평가 → 사업결과 활용 → 추적평가
- 총 연구개발기간 5년간 정부출연금 380억원(3개 세부과제 기준) 규모 지원

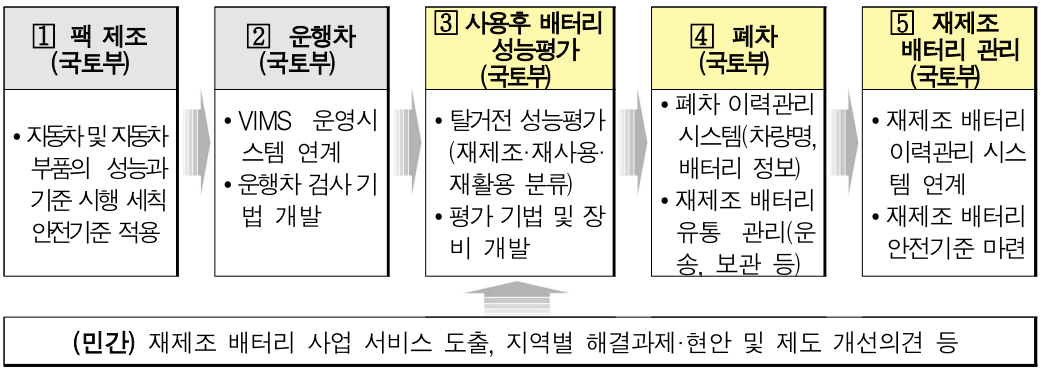
[그림 33] 사업추진 주체별 역할

○ 민·관 역할분담 및 정부 투자 필요성

– (정부) 사용후 배터리의 활성화와 이에 따른 안전성 확보의 필요성이 높아져, 제도의 공백을 해소하고 재제조 배터리의 안전한 사용과 배터리 전주기 이력관리를 통해 폐기물 규제가 아닌 공급망 및 산업적 관점에서의 적극 육성에 알맞은 제도 환경 조성 필요(비상경제장관회의, '23.12.13)



[그림 34] 배터리 전주기 활용 체계도 및 소관 부처



[그림 35] 배터리 활용 및 방법

○ 민·관 협업 방안

- (정부) 중앙부처, 지자체 및 배터리 재제조 업계 등이 함께 참여하는 민·관 협력 거버넌스*를 구성하고, 3단계 안전점검 및 배터리 전주기 이력관리 시스템 조성 등 재제조 배터리 산업 환경을 구축하여 제도권에 편입이 될 수 있도록 인프라 및 관련 법·제도 제개정 추진

  * 중앙부처, 지자체, 공공기관(교통안전공단, 자동차안전연구원), 민간(배터리 제작사, 보험사) 등

- (민간) 정부의 법률 가이드라인에 따라 자동차관리법을 준수하여 재제조 배터리 사업체계 관리 등 실증 사이트 구축을 추진하고, 자동차관리법 신규 제정 시 제정(안)에 따라 재제조 배터리 안전사고를 예방할 수 있도록 안전 기준 준수

(2) 연도별 사업 투자계획

<표 46> 연도별 사업 투자계획

(단위 : 억원))

내역사업명		구분	'25	'26	'27	'28	합계
내역사업1	사용후 배터리 안전점검 기술 및 재제조 배터리 순환체계 안전관리 기술개발	국비	24	60	74	32	190
		지방비	-	-	-	-	-
		민자	7.2	18	22.2	9.6	57
내역사업2	사용후 배터리 성능 보전 및 안전 보관·운송기술	국비	15	20	25	10	70
		지방비	-	-	-	-	-
		민자	4.5	6	7.5	3	21
	해외시장 진출을 위한 사용후 배터리 재활용 신공정 개발	국비	20	35	45	20	120
		지방비	-	-	-	-	-
		민자	6	10.5	13.5	6	36
합계		국비	59	115	144	62	380
		지방비	-	-	-	-	-
		민자	17.7	34.5	43.2	18.6	114
		계	**76.7**	**149.5**	**187.2**	**80.6**	**494**

<표 47> 핵심기술별 사업 투자계획

(단위 : 백만원)

연구 내용 (Level1)	1차년도 ('25)		2차년도 ('26)		3차년도 ('27)		4차년도 ('28)		소요 예산
	상세 연구 내용 (Level2)	연구비	상세 연구 내용 (Level2)	연구비	상세 연구 내용 (Level2)	연구비	상세 연구 내용 (Level2)	연구비	
(핵심1) 사용후 배터리 3단계 안전점검 체계 고도화 기술	• 3단계 안전점검 기술 개념도 설계 - 잔류검사기반 SOH, SOP 등 평가 기술개발 방안 개념도 설계	450	• 각 단계별 검사기술 Test Case에 따른 교차 검증/분석 및 유효 데이터 확보	1,100	• 실증을 통한 각 단계별 검사기술 고도화 - 운행 데이터 기반 사용후 배터리 검사결과값 분석 및 정합성 검증	1,300	• 검사기술 및 상태진단 등 평가 정합성 검증 - 각 단계별 검사항목 및 평가 주요인자 도출에 따른 실제 적용가능성 검증/분석	600	6,700
	• 검사 장비 개념설계 및 사양 검토 • 차량 선정 등 장비 개발 환경 구축	450	• 검사장비 시작품 검증 및 개선을 통한 초도품 개발 - 정합성 및 내구 신뢰성 등 장비평가 항목 도출	1,100	• 실증을 통한 각 단계별 검사장비 고도화 개발 - 검사장비 표준사양서 및 기술 규격서 개발	1,300	• 검사장비 신뢰성 인증 및 시제품 개발 - 실증결과 분석 및 실증 보완사항 대책 수립	400	
소계(국비)	900		2,200		2,600		1,000		
(핵심2) 전기차 재제조 배터리 순환 체계 안전관리 기술	• 재제조 배터리 사업자 안전 기준 조사 - 해외 재제조 배터리 사례 및 관리 기술 조사	450	• 재제조 배터리 주요 노출 안전 요소 점검 및 검토 - 재제조 배터리 제작 및 운영 안전 요소 검토	1,100	• 재제조 배터리 사업자 안전 기준 마련 - 재제조 배터리 제작, 운영 관리기술기준 마련	1,300	• 재제조 배터리 사업자 안전 관리 체계 실증 검증 - 실증을 통한 재제조 배터리 인증 표준시스템 및 사업자 관리 체계 검증	600	6,800
	• 국내외 배터리 순환 생태계 정책 조사 • 배터리 운송보관 시스템 기초 설계	450	• 배터리 운송보관 시스템 초도품 제작 - 배터리 모니터링 시스템 제작 및 배터리 데이터 송수신 검토	1,100	• 배터리 운송보관 시스템 고도화 - 소방청 연계 e-call 및 제연기술 등 즉각 화재 대응 기술 개발	1,300	• 재제조 배터리 운송·보관 운영 관리 기술 개발 - 실증을 통한 수거, 운송 등 재제조 배터리 관리 체계 관리 기술 개발	500	
소계(국비)	900		2,200		2,600		1,100		
(핵심3) 전기차 사용후 배터리 안전점검/재제조 배터리 순환 체계 안전관리 실증 및 관련 법제도 개발	• 배터리 시험 및 규정, 법/제도 조사 - 산업부, 환경부 등 배터리 성능평가 시험 방법 조사	300	• 재제조 배터리 검사 체계 개념도 설계 - 안전 점검 시험 대상, 작업자 등 시험 방법 제시	800	• 재제조 배터리 관리 제도화(안) 제시 - 제도화(안) 개발에 따른 자문 검증 및 전문가 의견 수렴	1,100	• 재제조 배터리 관리 제도화(안) 고도화	500	5,500
	• 기존 배터리 유통 생태계 법/제도 조사 - 배터리 반납에 따른 운송, 보관 규정 등 관련 법/제도 조사	300	• 재제조 배터리 유통 생태계 로드맵 도출 - 사용후 배터리 유통 생태계 로드맵 도출 및 용도별 로드맵 개발	800	• 재제조 배터리 관리 기법 및 유통 생태계 예비 실증 - 재제조 배터리 관리 플랫폼, 실차 검증	1,100	• 재제조 배터리 관리 기법 및 유통 생태계 실증 고도화 - 3단계 안전점검 검사 및 유통 생태계 본 실증	600	
소계(국비)	600		1,600		2,200		1,100		
합 계	2,400		6,000		7,400		3,200		19,000

3 세부과제별 주요 내용, 성과활용 방안

(1) 세부과제별 주요내용

○ 2개 내역, 총 3개 과제로 구성('25년 기준)

<표 48> 세부과제별 주요내용

내역사업명	구분		과제명
1 사용후 배터리 안전점검 기술 및 재제조 배터리 순환 체계 안전관리 기술개발 (국토부)	1과제	'25년 신규	사용후 배터리 안전점검 기술 및 재제조 배터리 순환 체계 안전 관리 기술개발
2 글로벌 시장 요구 대응 환경안전 기술개발 (환경부)	1과제	'25년 신규	동결방식을 이용한 사용후 배터리 안전 보관·운송 기술
	2과제	'25년 신규	환경오염물질이 원천적으로 발생하지 않는 재활용 플랜트 개발 및 해외현지 적용

1 사용후 배터리 안전점검 기술 및 재제조 유통순환 기술개발

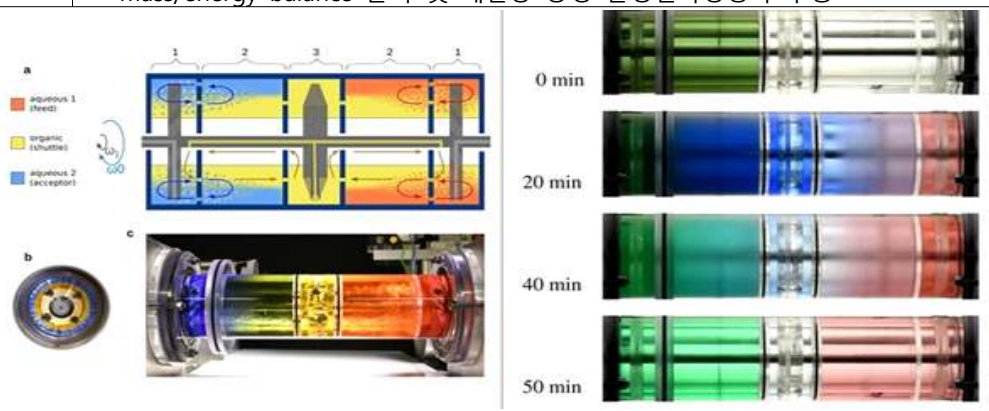
<table>
<tr><td></td><td colspan="2">1과제 - 신규 기술1(3단계 안전점검 기술개발)</td></tr>
<tr><td>과제명</td><td colspan="2">사용후 배터리 안전점검 기술 및 재제조 배터리 순환 체계 안전관리 기술개발</td></tr>
<tr><td>'25년예산(국고)</td><td colspan="2">900백만원</td></tr>
<tr><td>필요성</td><td colspan="2">• 정부는 지난('23년) 12월 13일 비상경제장관회의에서 '이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안'을 발표. 사용후의 배터리를 재제조·재사용·재활용 시장을 조성하는 생태계도 체계적으로 육성하기로 함
• 3단계 안전점검(❶사용후 배터리 성능평가-❷유통 전 안전검사-❸사후검사) 체계를 도입하기로 하였으며 전기차 배터리 분리 전, 재제조 장착 전기차 등 사용후 배터리 관련 평가기술 및 검사 기준 마련이 시급</td></tr>
<tr><td>주요내용</td><td colspan="2">
<table>
<tr><th>구분</th><th>주요내용</th></tr>
<tr><td>1차
년도</td><td>[3단계 안전점검 기술개발을 위한 현황 파악 및 개념도 설계]
○ 사용후 배터리 현황 및 기술 조사/분석
- 사용후 배터리 관련 현행 법/체계 및 관리체계 현황 조사, 문제점 파악
- 전수검사 기반 SOH, SOP, SOB 등 평가 기술개발 방안 개념도 설계
[기술개발을 위한 환경 구축 및 인프라 설계]
○ 차량 선정 및 개발환경 구축
- 대상 차량 및 장비 사양 검토, 선정 등을 통한 개발환경 구축
- 사용후 배터리 상태진단 평가기술 개발을 위한 인프라 설계
[검사장비 개발을 위한 개념설계 및 컨셉 설정]
○ 장비개발을 위한 전문가 의견 수렴 및 기본방향 설정
- 유사장비 비교·분석 및 컨셉 설정
- 장비 기본 설계 시방서 및 사양서 도출</td></tr>
<tr><td>2차
년도</td><td>[사용후 배터리 각 단계별 검사기술 개발]
○ 각 단계별 검사기술 Test Case에 따른 교차 검증/분석 및 유효 데이터 확보
- 재제조 배터리 장착 차량 검사를 위한 정적·동적검사 검사결과값 비교·분석
- 운행 데이터 수집장치 개발 및 관련 플랫폼 구축
- 사용후 배터리 잔존가치 및 안전성 평가를 위한 유효 데이터 및 알고리즘 확보
[각 단계별 검사장비 초도품 개발]
○ 시작품 검증 및 개선을 통한 초도품 개발
- 각 단계별 검사구현 및 실증결과 반영 개선점 도출
- 장비 정합성 및 내구 신뢰성 등 확보를 위한 장비평가 항목 도출</td></tr>
<tr><td>3차
년도</td><td>○ [실증 반영 각 단계별 검사기술 고도화 개발]
- 운행 데이터 기반 사용후 배터리 검사결과 결과값 분석 및 정합성 검증
- 실증 기반 성능 및 안전성 주요인자 도출(검사기술 고도화)
○ [실증 반영 각 단계별 검사장비 고도화 개발]
- 장비의 정합성 검증, 신뢰성 항목 선정에 따른 인증평가 착수(장비 고도화)
- 검사장비 표준사양서 및 기술 규격서 개발 완료</td></tr>
<tr><td>4차
년도</td><td>○ [검사기술 고도화에 따른 제도 적용 가능성 분석]
- 각 단계별 검사항목 및 평가 주요인자 도출에 따른 실제 적용가능성 검증/분석
- 검사기술 및 상태진단 등 평가 정합성 검증
○ [검사장비 신뢰성 인증 및 시제품 개발/인증]
- 검사장비 신뢰성 인증 및 각 검사방법 개발에 따른 전체 검사 구현(개발장비 적용)
- 실증결과 분석 및 T/B 보완사항 대책 수립, 장비 표준화 및 보급 시책 착수</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>적용대상
(활용처)</td><td colspan="2">○ 전국 단위 자동차검사소 및 배터리 인증·평가 기관, 재제조 연구기관 및 업체 등
○ 대단위 배터리 활용 산업 연구개발 기관 및 기타 자동차 튜닝업체 또는 연구기관 등(사용후 배터리 재제조 대상)</td></tr>
<tr><td>주요
성과물</td><td colspan="2">○ 재제조 배터리 평가 장비 표준화, 재제조 배터리 표준 성능지표, 배터리 성능/안전성 주요인자 도출
○ 검사장비 표준사양서 및 기술 규격서 도출, 표준화된 신뢰성 인증 장비 보급 가능성 확보</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th></th><th>1과제 - 신규 기술2(재제조 배터리 안전 관리 체계 구축)</th></tr>
<tr><td>과제명</td><td>사용후 배터리 안전점검 기술 및 재제조 배터리 순환 체계 안전관리 기술개발</td></tr>
<tr><td>'25년예산(국고)</td><td>900백만원</td></tr>
<tr><td>필요성</td><td>• 기존 사용후 배터리는 재사용·재활용으로 국한되어 있었으나, '이차전지 전주기 산업 경쟁력 강화 방안'에 따라 재제조 배터리도 제품으로 인정하여 이와 관련된 재제조 배터리 관리 체계 필요
• 사용후 배터리 '제품' 제작 및 관리를 위한 재제조 배터리 사업자 관리 방안 마련 시급</td></tr>
<tr><td>주요내용</td><td>
<table>
<tr><th>구분</th><th>주요내용</th></tr>
<tr><td>1차 년도</td><td>[사용후 배터리 관리 체계 구축] - 협업
○ 국내외 사용후 배터리 관리 체계 정책 조사
- 육로 운송·보관 및 배터리 운송 시스템 자료 조사
○ 배터리 운송·보관 시스템 기초 설계
- 배터리 모니터링 시스템 및 자동소화시스템 사양 선정
[재제조 배터리 사업자]
○ 재제조 배터리 사업자 안전 기준 조사
- 해외 재제조 배터리 관리 기술 조사</td></tr>
<tr><td>2차 년도</td><td>[[사용후 배터리 관리 체계 구축] - 협업
○ 배터리 운송·보관 기술 초도품 제작
- 배터리 모니터링 기술 제작 및 배터리 데이터 송수신 검토
[재제조 배터리 사업자]
○ 재제조 배터리 주요 노출 안전 요소 점검 및 검토
- 재제조 배터리 제작 및 운영 안전 요소 검토</td></tr>
<tr><td>3차 년도</td><td>[[사용후 배터리 관리 체계 구축] - 협업
○ 배터리 운송·보관 기술 고도화
- 배터리 모니터링 기술 연계형 배터리 물류 관리 기술 개발
[재제조 배터리 사업자]
○ 재제조 배터리 사업자 안전 기준 마련
- 재제조 배터리 제작, 운영 관리 기술 기준 마련</td></tr>
<tr><td>4차 년도</td><td>[사용후 배터리 관리 체계 구축] - 협업
○ 재제조 배터리 운송 보관 기술 개발
- 실증을 통한 수거, 운송, 보관 등 재제조 배터리 안전 관리 체계 기술 개발
[재제조 배터리 사업자]
○ 사업자 안전 관리 체계 실증 검증
- 재제조 배터리 인증 표준 시스템 개발 및 사업자 관리 체계 연계</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>적용대상 (활용처)</td><td>○ 배터리 운송업체 등 재제조 배터리 운송·보관 시스템 및 차량 개발 업체
○ 사용후 배터리 관리 체계 마련을 통한 재제조 배터리 제작 업체 안전기준으로 활용</td></tr>
<tr><td>주요 성과물</td><td>○ 실시간 배터리 데이터 모니터링이 가능한 재제조 배터리 운송보관 기술 개발
○ 재고, 제품별 보관 위치 등 보관 환경 적용형 재제조 배터리 물류 관리 기술 개발
○ 재제조 배터리 제작 시 위험 요소 제거를 위한 제재조 배터리 사업자 기준 개발</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>1과제 - 신규 기술3(실증 및 법제도 개발)</td></tr>
<tr><td>과제명</td><td>사용후 배터리 안전점검 기술 및 재제조 배터리 순환 체계 안전관리 기술개발</td></tr>
<tr><td>'25년예산(국고)</td><td>600백만원</td></tr>
<tr><td>필요성</td><td>• 재제조 배터리 사업자 안전 관리 체계 구축을 통하여 재제조 배터리의 물류, 운송, 보관 등 지속적 관리가 필요
• 3단계 안전점검 체계 실증을 통한 검사 신뢰성 검증 및 현장 적용성 검토가 필요하며, 재제조 배터리 안전 인증 기준 제·개정을 통한 사용후 배터리 안전성 확보가 우선시 되어야함</td></tr>
<tr><td>주요내용</td><td>
<table>
<tr><th>구분</th><th>주요내용</th></tr>
<tr><td>1차
년도</td><td>[제재조 배터리 관리 법·제도 개발]
○ 배터리 시험 및 검사 규정, 법/제도 조사
- 산업부, 환경부 등 배터리 성능평가 시험 방법 조사
- 재제조 배터리 범위 및 시험 범위 설정
[재제조 배터리 관리 체계 실증]
○ 기존 배터리 관리 체계 법/제도 조사
- 배터리 반납에 따른 운송, 보관 규정 등 관련 법/제도 조사
- 반납된 배터리 물류 관리 및 거래 시스템 조사</td></tr>
<tr><td>2차
년도</td><td>[제재조 배터리 관리 법·제도 개발]
○ 재제조 배터리 검사 체계 개념도 설계
- 안전 점검 시험 대상, 작업자, 작업장소 선정
- 안전 인증 시험 방법 제시
[재제조 배터리 관리 체계 실증]
○ 재제조 배터리 관리 체계 로드맵 도출
- 사용후 배터리(재제조, 재사용, 재활용) 관리 체계 로드맵 도출 및 각 배터리 용도별 로드맵 개발</td></tr>
<tr><td>3차
년도</td><td>[제재조 배터리 관리 법·제도 개발]
○ 재제조 배터리 관리 제도화(안) 제시
- 제도화(안) 개발에 따른 자문 검증 및 전문가 의견 수렴
[재제조 배터리 관리 체계 실증]
○ 재제조 배터리 관리 기법 및 체계 예비 실증
- 재제조 배터리 관리 기법 실차 검증 및 실증 사이트 섭외
- 재제조 배터리 관리 기술 실증 및 수정 사항 도출</td></tr>
<tr><td>4차
년도</td><td>[제재조 배터리 관리 법·제도 개발]
○ 재제조 배터리 관리 제도화(안) 고도화
- 법률 전문가 검토 및 이해당사자 의견 수렴
- 국토부 및 관계부처 협의를 통한 제도화(안) 개발
[재제조 배터리 관리 체계 실증]
○ 재제조 배터리 관리 기법 및 체계실증 고도화
- 3단계 안전점검 검사 및 관리 체계 본 실증
- 재제조 배터리 사업자 관리 기술 개발을 통한 배터리 생태계 실증</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>적용대상
(활용처)</td><td>○ 재제조 배터리 운송, 보관 등 배터리 인증평가 기관, 재제조 연구 업체 등
○ 보험사, 제작차 등 재제조 배터리 활용 업체</td></tr>
<tr><td>주요
성과물</td><td>○ 재제조 배터리 성능지표 등 안전 점검 방법(안) 및 재제조 배터리 안전 인증 기준(안)
○ 재제조 배터리 관리 체계 검증 실증 보고서</td></tr>
</table>

2 글로 시장 요구 대응 환경안전 기술개발

<table>
<tr><th></th><th>2-1과제 - 신규</th></tr>
<tr><td>과제명</td><td>동결방식을 이용한 사용후 배터리 안전 보관·운송 기술</td></tr>
<tr><td>'25년예산(국고)</td><td>1,200백만원</td></tr>
<tr><td>필요성</td><td>• 기존에는 사용후 배터리의 습식방전을 통해 화재·폭발을 방지했으나, 사용후 배터리 재제조, 재사용 활성화 및 생태계 조성을 위하여 배터리의 성능을 저해하지 않으면서 안전성이 보장된 방전 및 보관·운송 기술 개발이 시급한 상황
• 또한 전기차 보급 지속확대, ESS 등 이차전지 재사용 제품 발생량 급증 등에 따라 사용후 배터리 대용량을 동시에, 안전하고 효율적으로 처리(방전) 및 보관·운송 필요</td></tr>
<tr><td>주요내용</td><td>
<table>
<tr><th>구분</th><th>주요내용</th></tr>
<tr><td>1차 년도</td><td>○ 배터리 성능을 저해하지 않는 방전기술 개발
- 기존 기술의 한계를 극복하는(전자부하 방전 기술의 처리속도 개선, 건식방전 공정원가 절감 등) 기술 개발
- 방전 전·후의 배터리 성능 차이 5% 이내의 성능보전 방전 공정 개발
- -50℃ 이하의 초저온 냉동기술 등 신기술 접목
○ 사용후 배터리 화재·폭발 방지형 운송·보관 기술 개발
- 화재·폭발 방지 및 위험성을 사전에 저감하는 운송·보관 장비 개발 (전해질 점도 증가 등을 통한 폭발 위험 차단 등)</td></tr>
<tr><td>2차 년도</td><td>○ 배터리 성능을 저해하지 않는 방전 장비 개발
- 공전 원가를 절감하고 환경친화적이며, 대용량 동시처리, 처리속도가 빠른 방전 장비 설계(안) 마련
○ 이동식 냉각장치 탑재차량 개발
- 냉열을 이용한 초저온 절연 젤리 분리공정의 원가절감 및 환경오염물질 발생 저감</td></tr>
<tr><td>3차 년도</td><td>○ 배터리 성능을 저해하지 않는 방전 장비 시운전
- 방전장비 pilot test 및 방전후배터리 재사용/재제조에의 활용성 점검
○ 원료 수급의 편의성을 고려한 이동식 냉각장치 탑재차량의 권역별 수거·이송 기술 실증
- 입지적 제약 요인을 극복하는 운송 기술 실증
- 냉열 활용 등 에너지 효율성 검토</td></tr>
<tr><td>4차 년도</td><td>○ 성능을 유지하며 고속(30분 이내) 방전 장비 실증
- 방전장비 pilot test 및 방전후배터리 재사용/재제조에의 활용성 점검
- 처리속도 개선을 위한 연구 추진
○ 대용량 배터리 처리 및 화학적 파손/손실 방지 기술개발
- 대용량 배터리 처리 시스템 구축 및 유해물질 발생 점검
○ 폐기 냉열 활용 등 에너지저감형 공정 개선 및 기술개발
- 전기에너지가 아닌 배터리 내 잔존에너지 활용 등 에너지효율성 제고 기술개발</td></tr>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>적용대상 (활용처)</td><td>○ 사용후 배터리 수거·운송 업체 : 경북테크노파크 등 지역거점수거센터, 지역 폐차장 등
○ 재사용, 재제조 업체 : ESS, UAM 등 재사용 산물 생산업체 및 차량탑재용 재제조 배터리 생산업체</td></tr>
<tr><td>주요 성과물</td><td>○ 성능이 저해되지 않으면서 안전하게 보관가능한 기술의 개발 및 실증
○ 사용후 배터리 대용량 동시처리 가능한 장비 개발</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th></th><th>2-2과제 - 신규</th></tr>
<tr><td>과제명</td><td>환경오염물질이 원천적으로 발생하지 않는 재활용 플랜트 개발 및 해외현지 적용</td></tr>
<tr><td>'25년예산(국고)</td><td>1,600백만원</td></tr>
<tr><td>필요성</td><td>• EU 등 주요 국가에서는 자국 내 배터리 재활용을 규제로 활용하고 있으며 국내 기업은 국내·외 합작법인 설립 등을 통해 기술교류 및 해외진출을 추진하고 있으나,
• 재활용 공정에서 발생하는 환경오염물질(폐수 등), 화재·폭발사고 등 환경안전 문제로 인한 공장 인허가 및 운전에 애로를 겪고 있음
• 이차전지 글로벌 시장을 선점하고 탑티어 기술을 개발할 수 있는 해외시장 맞춤형, 해외규제 대응형 재활용 플랜트의 개발 및 현지적용이 필수</td></tr>
<tr><td>주요내용</td><td>
<table>
<tr><th>구분</th><th>주요내용</th></tr>
<tr><td>1차 년도</td><td>○ 환경오염물질 발생을 원천적으로 차단하는 재활용 新공정 설계
- 용액 기반 배터리 분리·해체 기술 개발
- 양극재, 음극재, 분리막 등 배터리팩 내 유가자원 직접 재활용(direct recycling) 기술 개발
○ 재활용플랜트 해외 현지 구축을 위한 국제공동연구 추진
- 현지 공장부지, 인허가 절차, 현지 환경규제 등 조사
- 환경오염물질 발생 차단을 위한 현지 기술교류</td></tr>
<tr><td>2차 년도</td><td>○ 환경오염물질 발생을 원천적으로 차단하는 재활용 新공정 구축
- 용액 기반 배터리 분리·해체 기술 실증
- 양극재, 음극재, 분리막 등 배터리팩 내 유가자원 직접 재활용(direct recycling) 기술 실증 및 적용
○ 해외 현지 재활용플랜트 구축(처리량 1,000t/d 이상)을 위한 기반기술 개발
- 현지 규제 맞춤형 설계(안) 변경 등</td></tr>
<tr><td>3차 년도</td><td>○ 환경오염물질 발생을 원천적으로 차단하는 재활용 新공정 운전
- xEV, FCEV, HEV 등 첨단모빌리티 및 ESS, UAM 등 재사용 이차전지 동시처리 재활용 기술 실증
○ 해외 현지 재활용플랜트 운전(처리량 1,000t/d 이상)
- 현지에서 발생하는 원료 분석 및 그에 따른 재활용 공정 운전</td></tr>
<tr><td>4차 년도</td><td>○ 해외 현지 재활용플랜트 운전 및 배터리급 재생원료 추출
- 파쇄하지 않는, 배터리팩의 셀 단위 해체·분리 기술 실증
- Acid-free 침출 기술을 활용한 리튬 98% 이상 회수
○ 재활용 新공정 LCA평가 기법 마련
- mass/energy balance 분석 및 재활용 공정 환경전과정평가 수행</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>적용대상 (활용처)</td><td>○ 배터리 재활용 업체 : 성일하이텍, 에코프로, 포스코 클린메탈 등
○ 회수자원 기반 제조업체 : 이차전지 배터리 생산업체 및 실리콘 음극재 생산업체</td></tr>
<tr><td>주요 성과물</td><td>○ 환경오염물질 배출 zero 재활용 공정 개발 및 운전
○ 해외 현지 재활용공정 구축을 통한 글로벌 시장 선점</td></tr>
</table>

(2) 성과관리 및 평가 방안

○ 목표달성도 관리를 통해 성과창출 유도

<표 49> 성과지표별 목표치 및 측정방법

성과지표명	목표치				측정방법
	'25	'26	'27	'28	
개발기술의 현장활용도	-	-	6		▪ 개발기술의 현장적용 활성화를 위한 기술이전, 실증, 사업화 등 성과 합산 현장활용도 = 기술이전 건수 + 국내외현장적용건수 + 사업화건수 ※ 국외 현장적용 건의 경우 1.5점의 가중치 적용
지적재산권의 우수성	-	4.5	5	6	▪ 특허정보진흥센터 SMART 특허등급 점수 $SMART$환산점수 평균 = $\frac{SMART\text{ 등급별 환산점수의 총합}}{\text{전체 }SMART\text{ 평가대상 특허 수}}$ ※ SMART 등급평가 기준 분포 및 환산점수표

등급	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	CC	C
환산점수	9	8	7	6	5	4	3	2	1

○ 목표별 핵심성과지표를 설계, 목표달성도 관리를 통해 성과창출 유도

- (내역사업 1)

<표 50> 내역사업별 목표치 및 평가기준(1)

성과지표명	목표치(%)				평가기준
	'25	'26	'27	'28	
(핵심1) 사용후 배터리 3단계 안전점검 체계 고도화 기술 개발					
사용후 배터리 성능평가 기술 개발	40	70	90	100	검사 항목, 기술 및 장비 개발
유통 전 안전검사 기술 개발	40	70	90	100	
사후 검사 기술 개발	40	70	90	100	
(핵심2) 전기자동차 재제조 배터리 순환 체계 안전관리 기술 개발					
재제조 배터리 사업자 안전관리 기술 개발	40	60	80	100	재제조 배터리 순환 체계별 관리기법 개발
재제조 배터리 운송·보관 관리 기술 개발	50	70	90	100	재제조 배터리 성능 보전 안전 운송·보관 시스템 개발
(핵심3) 사용후 배터리 안전점검/유통체계 법·제도 개발					
사용후 배터리 안전점검 법·제도 개발	40	75	90	100	3단계 안전검사, 재제조 배터리 안전기준 개발
재제조 배터리 순환 체계 안전관리 법·제도 개발	40	75	90	100	재제조 배터리 관리체계 실증, 관리 법(안) 개발

- (내역사업 2)

<표 51> 내역사업별 목표치 및 평가기준(2)

성과지표명	목표치(건, %)				평가기준
	'25	'26	'27	'28	
(핵심1) 동결방식을 이용한 사용후 배터리 안전 보관·운송 기술					
방전 전·후 성능평가 결과차	30	80	90	95	방전 전·후 성능평가 결과 비교
효율(처리속도, 운송효율 등) 개선도	40	60	80	100	보관·운송 기술 및 장비 개발
(핵심2) 환경오염물질이 원천적으로 발생하지 않는 재활용 플랜트 개발 및 해외현지 적용					
재활용공정 에너지 절감	10	30	50	70	기존 상용공정과의 운전을 위한 에너지사용량 비교
개발기술 현장활용도	-	1	2	3	기술이전, 실증, 사업화 건수 등 현장적용 관련 성과 합산

○ (성과지원 및 관리방안) 사업목표별 핵심 성과지표를 설계하고, 단계별 목표 달성도 점검을 통한 성과창출 유도

- 기술활용협의체 운영 등을 통한 연구개발 성과물 확산 유도

○ 주요 과제별 핵심 성과지표를 설정하여 관리

<표 52> 핵심 성과지표별 목표치 및 측정방법

성과지표명	목표치				측정방법
	'25	'26	'27	'28	
사용후 배터리 안전 점검 및 체계 개념 설계도 (건)	1	-	-	-	실증시험기반 자체평가
사용후 배터리 성능평가 (건)	-	1	-	-	자체측정 및 공인기관입회 평가
유통 전 안전검사 (건)	-	1	-	-	자체측정 및 공인기관입회 평가
재제조 배터리 장착 차량 사후검사 (건)	-	1	-	-	자체측정 및 공인기관입회 평가
배터리 제재조/재사용/재활용 분류기능 차종 (종)	-	2	4	6	실증시험기반 자체평가
배터리 성능/안전성 주요인자 도출 (개)	5	7	10	-	분석결과 기반 상관성 검증
배터리 관제 데이터 수집률 (%)	85	90	95	-	데이터 기반 공인기관 평가
배터리 성능지표 진단시간 (분)	-	30	15	-	자체측정 및 공인기관입회 평가
SOH 진단 알고리즘 정확도 (%)	-	85	90	95	분석결과 기반 정확도 평가
재제조 배터리 안전 기준(안) 마련 (건)	-	-	-	1	자동차관리법 제·개정
재제조 배터리 관리 기준(안) 마련 (건)	-	-	-	1	자동차관리법 등 관련 법 제·개정
배터리 데이터 수집 모듈 개발 (개)	-	2	4	6	실증시험기반 자체평가
재제조 배터리 평가 장비 개발 (종)	-	1	2	3	실증시험기반 자체평가
제재조 배터리 운송보관함 개발 (대)	-	1	2	3	자체측정 및 공인기관입회 평가
재제조 배터리 안전 점검 실증 차량 (대)	-	5	10	20	자체측정 및 공인기관입회 평가
재제조 배터리 체계 관리 실증 차량 (대)	-	5	10	20	자체측정 및 공인기관입회 평가
방전 전·후 성능평가 결과차(%)	30	70	90	95	방전 전·후 성능평가 결과 비교

효율(처리속도, 운송효율 등) 개선도(%)	40	60	80	100	보관·운송 기술 및 장비 개발
재활용공정 에너지 절감(%)	10	30	50	70	기존 상용공정과의 운전을 위한 에너지사용량 비교
개발기술 현장활용도(건)	-	1	2	3	기술이전, 실증, 사업화 건수 등 현장적용 관련 성과 합산

(3) 성과활용 및 파급효과

○ (최종성과물 및 활용방안) 사용후 배터리 분류 기술·체계·법 개발로 사용후 배터리 산업생태계 조성 및 순환이용성 향상을 위한 기술 확보로 이차전지 산업의 해외 규제 대응 및 탄소중립, 순환경제 관련 정책 이행 등에 활용

- (안전점검 기술) 사용후 배터리 분류 기술 개발을 통한 재제조·재사용·재활용 배터리의 활용성을 증대시키고 재제조 배터리 장착 차량에 대한 안전성 확보에 활용
- (실증 및 법·제도) 사용후 배터리 안전 점검 기준, 재제조 배터리 안전 인증 기준, 재제조 배터리 이력관리 등 배터리 전주기 관리를 위한 법/제도 제·개정(안) 제시
- (순환형 설계) 이차전지 성능을 저해하지 않는 자원순환 설계(에코디자인), 이차전지 기반 생산부터 재활용까지 물질 흐름 분석 및 탄소발자국 산출 등
- (전처리) 배터리 시스템/모듈 다양성에 따른 해체 작업 효율성 제고를 위한 셀레벨까지 맞춤형 해체 방안 및 공정 기술 정립을 통한 플라스틱 모듈 부산물 확보 및 셀 분쇄 작업 안전성 제고를 위한 자동화, 혹은 사고 방지 분쇄 및 전해액 회수 기술개발
- (환경부하 저감) 환경부하 저감형 공정개발을 통해 국내·외 배터리 재활용 공정의 환경개선 및 공정 폐기물의 자원화 등 순환경제 활성화 기술 지원

○ 사용후 배터리 성능 및 안전성 고속 평가 표준모델 개발하여, 재제조, 재사용 ESS/모빌리티 거점으로 분류 실증에 활용하고 이를 통해 사용후 배터리 공급 운송 표준 개발

○ 수요의 폭발적 증가가 예상되는 사용후 배터리에 대한 재제조·재사용·재활용 및 성능/잔존 용량 평가 프로세스 정립을 통해 사용후 배터리 산업 육성과 지역내(재제조 배터리 성능평가 등 실증 사이트) 관련 분야 일자리 보급 등 경제적 이윤 창출 가능

하며, 재제조 배터리 인프라 기술의 실용화 촉진을 위하여 운영 계획 및 연차(단계별) 도입 목표를 정략적으로 수립

○ (실증방향) 사용후 배터리 사업 운영 사이트 대상으로 개발 기술에 대한 도입효과 검증이 병행되도록 우선순위 기준에 따라 시범사업과 본 사업, 공공확대, 전면확대 순의 단계별 사업확대 추진

- 배터리 新사업으로써의 활용목적과 유관 기업, 관련 법 규정 등을 토대로 우선순위를 선정

○ 경제/사회적 파급효과

- 운행中 화재, 폭발사고 등의 사전 위험 예측 시스템 개발의 기초자료로 활용하고 DB를 통한 화재 관리를 강화한 안전관리 체계 구축
- 전기차 사용후 배터리 성능평가, 재제조, 재사용 및 재활용 등에 관한 규정의 명확화와 이를 통한 배터리 수요과 공급 활성화에 촉진 역할
- 사용후 배터리 시장 활성화를 통한 전기차 폐차 비율 감소, 추가 신규 배터리 제작 비용 및 온실가스 발생 문제 등 사회 직·간접적 비용의 획기적인 감소를 기대

○ 기술적 파급효과

- 배터리 BMS 데이터 기반의 사용후 배터리 안전 예측 알고리즘 개발에 따른 상시 안전관리 시스템 구축 및 분류 시스템 구현 가능
- 사용후 배터리 유통 체계 실증을 통한 배터리 전주기 이력관리 기술 보유를 통한 세계 탄소 발자국 선도
- 사용후 배터리 재제조 안전성 향상 기술 개발을 통한 재제조 배터리 평가 장비의 국산화, 세계시장 점유율 확대, 고용증대, 사업기회 창출 등을 통한 국가경쟁력 향상

○ 직·간접적 고용, 일자리 창출, 인력양성 파급효과

- 배터리 제조, 탈거 전 성능평가, 재제조 배터리 장착 차량 평가로 이루어지는 일련의 과정으로 통해 특구 지역 발굴, 관련 산업군 육성 및 일자리 다량 창출 기대

Ⅳ 사전타당성 검토

1 논리모형(As is/To be Model)

(가) 논리모형(As is/To be Model)

<표 53> 사용후 배터리 관리 체계 개선 수준 및 향후 모습

핵심항목	현재 수준(모습)	R&D 수행시 개선수준(모습)		향후 수준(모습)
		'25년 수준	최종 목표수준	
	~'24	'25	'28(종료년도)	'29 (종료이후)
사용후 배터리 안전관리 및 재제조 유통순환 기술	■사용후 배터리의 범위 확대에 따른 안전체계 마련 시급 - 재제조 배터리의 제품 관리를 위한 검사 부재	■사용후 배터리 안전 점검 기술 및 제도화(안) 검토	■사용후 배터리 3단계 안전점검 실증 및 제도화(안) 마련	■재제조 배터리 안전 점검 및 인증을 통한 재제조 배터리 장착 전기차 보급
	■EU배터리법 등 국외 배터리 전주기 관리 방안 마련 요구에 따른 재제조 배터리 관리 시스템 개발 시급	■사용후 배터리 유통 생태계 프로세스 및 기술 검토	■재제조 배터리 관리 체계 전과정 실증 및 관련 법(안) 마련	■재제조 배터리 체계 안전 관리 사업자 제도화
	■기존 사용후 배터리의 습식 방전을 통한 화재폭발 방지 했으나 배터리 성능 저해로 인한 재제조, 재사용 불가	■사용후 배터리 성능 보전 기술 검토 - 방전시스템 운송보관 시스템 등 후방 산업 활용성 검토	■사용후 배터리 성능저하 방지 방전 장비 및 운송 보관 시스템 개발	■대용량 배터리 동시 처리 가능한 후방 산업 기술 수준 제고
	■EU등 배터리 재활용 규제에 따른 환경오염물질로 인한 공장 인허가 및 新시장 진출에 애로	■글로벌 시장 진출가능한, 현지 무역(환경) 규제에 적용가능한 재활용 기술 개발	■환경오염 물질 배출 zero 재활용 공정 구축 및 운전	■해외 현지 재활용 플랜트 구축
개략도	

2 사전타당성 검토

(1) 정책적 타당성

가. 관련 법령 부합성

○ 법적 근거

- 국토교통과학기술 육성법 제8조(연구개발사업의 추진), 국가통합교통체계효율화법 제98조(교통기술 연구·개발사업의 추진)
- 환경기술 및 환경산업 지원법 제5조(환경기술개발사업의 추진), 순환경제사회 전환 촉진법 제41조(재정적·기술적 지원 등)

나. 국가정책 부합성

○ 정부 정책 및 법정계획

- 2030 이차전지 산업 발전전략('21.7) → K-순환경제 이행계획('21.12) → 순환경제 활성화 방안('22.9) → 이차전지 산업 혁신전략('22.11) → 이차전지 산업경쟁력 강화 국가전략('23.4) → 이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안 ('23.12) →사용후 배터리 산업 육성을 위한 법·제도·인프라 구축방안 ('24.7)
- **(2030 이차전지 산업 발전전략, '21.7)** 사용후 배터리 회수체계 마련, 제주·울산·포항 사용후 이차전지 산업화 센터 활용기반 구축, ESS, 전동카트 등 응용제품 개발, 사용후 배터리 종합정보시스템 구축 등
- **(K-순환경제 이행계획, '21.12)** 재사용 안전성 평가제도 마련, 전기차 배터리 핵심부품 등 재제조 기술 선제적 확보 등
- **(순환경제 활성화 방안, '22.9)** 민간 중심의 사용후 배터리 통합관리체계 및 전주기 이력관리체계 구축, 전기차 사용후 배터리에 대한 폐기물 규제 면제, 전기차 배터리 독자유통 기반 마련 등
- **(이차전지 산업 혁신전략, '22.11)** 민간 주도의 사용후 배터리 활용, 배터리 전주기 이력관리 등 지속가능한 배터리 순환체계 구축
- **(이차전지 산업경쟁력 강화 국가전략, '23.4)** 정부·지자체 중심의 회수·관리를 민간주도 관리체계로 전환, 재생원료 사용 인증체계 마련 등
- **(이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안, '23.12)** 사용 후 배터리의 재제조·재사용·재활용 시장을 조성하여 산업생태계를 체계적으로 육성*

  * 사용 후 배터리(재제조·재사용·재활용) 산업생태계의 체계적 육성을 위한 지원법 마련 및 사용 후 배터리에 대한 3단계 안전점검 도입으로 전기차·제품 신뢰성 제고 등

- **(사용후 배터리 산업 육성을 위한 법·제도·인프라 구축방안 '24.7)** ①사용후 배터리 산업 육성을 위한 통합법 제정, ②배터리 전주기 이력관

리 시스템 구축, ③재생원료 인증제 도입, ④전기차 배터리 탈거 전 성능 평가 도입, ⑤사용후 배터리 유통 체계 마련을 위한 정책 발표

- 전기차 탑재상태에서 배터리 성능평가 평가기술 개발 및 평가 장비 보급(국토부) * 이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안 발표('23.12.13. 관계부처 합동)
- 사용후 배터리(재제조)를 탑재한 전기차, 재사용 제품(ESS, UAM 등)의 안전하고 신뢰성 높은 유통·활용 촉진을 위해 3단계 안전점검 체계를 도입. 탈거 전 상세 성능평가를 통해 재제조·재사용 기준을 충족하는 사용후 배터리는 탈거 시부터 '폐기물'이 아닌 '제품'으로 인정하여 산업적 활용을 촉진 * 이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안 발표('23.12.13. 관계부처 합동)

◇ 사용 후 배터리에 대한 **3단계 안전점검**(❶사용 후 배터리 성능평가 - ❷유통 전 안전검사 - ❸사후검사)을 통해 **전기차·제품 신뢰성 제고**

○ 정부는 2023년 12월 13일 비상경제장관회의에서 '이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안'을 발표하였으며, 사용후 배터리의 재제조·재사용·재활용 순환이용 생태계 조성을 위한 사용후 배터리 수거운반보관 기준, 배터리 전주기 이력관리 등 지원법 마련 시급

※ 사용후 배터리에 대한 3단계 안전점검(①성능평가 – ②유통 전 안전검사 – ③사후검사)을 통해 전기차 신뢰성 제고

- (①성능평가) 배터리 탈거 전 재제조·재사용·재활용 활용 용도 구분 및 잔존성능·안전성 등 상세 성능평가로 전기차 탑재상태에서 배터리 성능평가를 효율적으로 할 수 있는 평가기술 개발 및 평가장비 보급(주관국토부+협조산업부·환경부)
- (②유통 전 안전검사) 재제조·재사용 배터리를 탑재한 전기차의 안전한 작동 여부 등 검사기준 마련
- (③사후검사) 사용후 배터리를 탑재한 전기차의 지속적인 안전성 확보 및 품질 유지 검사기준 마련
- (전주기 이력관리) 전기차 배터리의 제조부터 운행·순환이용까지 전주기 이력정보를 연계·통합 관리할 수 있는 정보시스템 구축(~'27년)

  * 배터리 제조 단계, 배터리 운행 단계, 배터리 순환이용 단계(재제조·재사용·재활용) 분류하여 정보 입력

○ 2023년 12월 13일 비상경제장관회의 ‘이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안’의 후속적인 조치로 ‘사용후 배터리 산업 육성을 위한 법·제도·인프라 구축방안’(‘24.7.10)을 발표하였음. 전기차 배터리 탈거 전 성능평가를 도입하여 사용후 배터리의 적정한 활용을 유도하고 관련 시장 형성 지원을 위한 ‘전기차 배터리 탈거 전 성능평가’ 도입 예정

– (피평가대상) 전기차 소유주(폐차* 및 자발적 교환), 보험업체(사고 교체), 차량제작사(리콜교체)에 대해 성능평가 법적 의무 부여

* 해체재활용업자(폐차업자)가 전기차 소유주를 대신하여 대행 가능

– (평가자) 국토부 장관

* 향후 평가수요, 장비보급률 등 감안하여 민간 검사소까지 확대

– (평가방식) 사전 육안검사* 후 본 성능평가

■ 성능평가는 현재 R&D** 통해 개발중인 평가기술·장비 활용

* 외관파손, 전손차량 등 재제조, 재사용이 부적절하다고 판단되는 경우 재활용 직분류

** ❶사용후 배터리 안전관리·재제조 유통순환 R&D, ❷전기자동차 안전성 평가·통합안전 R&D 등

– (기준) 잔존용량(배터리 성능), 셀전압편차(배터리 안정성), 그간의 정비·검사·리콜 여부(배터리 이력) 등을 고려하여 등급분류

– (활용) 사용후 배터리의 재제조·재사용 등 적정한 활용을 유도하고, 성능평가 결과를 바탕으로 시장가치 판단에 활용 가능

(2) 기술적 타당성

가. 추진경과

○ (선행사업) 이차전지 순환이용성 향상 기술개발사업('24~'27), 미래발생 폐자원의 재활용 촉진 기술개발사업('22~'24)

- 이차전지 순환형 설계, 오염물질(습식공정 과정에서 발생하는 폐수, 부생망초 등) 저감 재활용 공정 등 배터리 팩 단위의 재질·구조개선 및 재활용 기술개발 중심
- EV용 폐배터리 재활용 방전 및 스마트 해체 공정기술 개발 등

○ (부처 협업사항) 관계부처 합동 이차전지 산업경쟁력 강화방안 마련(국토부-환경부 등, '23.11) 및 관계부처 합의('24.1)

- (국토부) 차량분리 전 배터리 성능평가 및 재제조 기술 개발
- (환경부) 안전 운송·보관 기술 및 사용후 배터리 제품화 등 재활용

나. 기존 사업과 차별성 및 연계방안

○(차별성-국토부)

- 기획과정에서 국토교통과학기술진흥원 및 NTIS(국가과학기술지식정보서비스) 시스템 등을 활용하여 유사·중복 검토한 결과, 유사과제 4건이 검색되어 연계 및 활용 방안을 기획보고서에 수록하였으며, 중복과제는 없음
- 기존 사용 후 배터리의 활용은 재사용·재활용 국한되어 제품으로 활용되고 있었으며, 배터리 성능평가는 배터리 단품 상태(차량에서 배터리 탈거 후)에서 검사하여 많은 시간이 소요되었음
- 이는 탈거 전 배터리 성능평가 및 재제조 배터리 유통 생태계 개발 등 재제조 배터리 안전·운영관리를 위한 기술개발을 목표로 하는 동 사업과 차별성이 있음

○(차별성-환경부)

- 기존 "미래발생 폐자원의 재활용 촉진 기술개발사업"의 경우 이차전지 함유 소형 전기·전자제품의 재활용 기술, 전기차 배터리의 안전 보관·관리 및 방전, 해체 기술 개발에 집중
- 동 사업의 경우 이차전지 순환형 설계 기술, 전기차/수소차/에너지저장장치 배터리 통합 해체 자동화 및 재질별 분리선별이 가능한 전처리 시스템 개발, 기 재활용 공정 유가자원 회수율이 담보된 환경부하 저감 재활용 공정의 개발 목표

○ (연계방안)

- (자동차검사) 재제조 배터리 탑재 차량의 정기 검사를 통한 배터리 전주기 이력관리 연계
- (사용 후 배터리 사업) 재사용·재활용 배터리 분류 데이터 확보 및 실증 플랫폼 설계
- (배터리 유통체계) 배터리 운송·보관 등 유통 체계 지원법 개발
- (배터리 전처리) 기존 사업을 통해 확보된 전기차 배터리 무해체 방전 기술 및 자동화 해체 공정과 연계·활용하여 전기차/수소차/에너지저장장치 배터리 통합형 자동화 전처리 시스템 개발
- (유가자원 회수) 기존 사업을 통해 확보된 유가자원 회수기술을 연계·고도화하여 회수자원의 순도 향상에 활용

<표 54> 재제조 배터리 관리 기술개발 세부 연구 내용 차별성

구분		시장자립형 3세대 xEV 산업육성 사업(2023~2025)	재제조 배터리 관리 기술개발(2025~2029)	차별성 및 연계·활용방안
사업목표		부분 교체형 모듈, 배터리 시스템 개발	재제조 배터리 차량 안전성 확보 및 재제조 배터리 산업 생태계 구축	-
개발대상		배터리 팩, 모듈	재제조 배터리 검사 장비 재제조 배터리 관리 플랫폼	신규
재제조 배터리 검사	배터리 분류	-	사용 후 배터리 (재제조·재활용·재사용) 분류	신규
	유통전 검사	• 부분 교체 가능한 배터리 시스템 개발 • 재사용, 재제조 등 다양한 산업에서 활용 가능한 배터리 개발	• 재제조 배터리 인증 기준 마련 • 재제조 배터리 장착 차량 안전성 검사	고도화
	사후 검사	-	재제조 배터리 장착 차량 안전성 검사	신규
재제조 배터리 생태계	물류 관리	-	• 재제조 배터리 운송, 보관 등 유통 과정 실시간 모니터링 • 재제조 배터리 특화 운송, 보관 관련 법(안) 개발	신규
	이력 관리	-	• VIMS 등 국가 전산망 연계 배터리 전주기 이력관리용 재제조 배터리 관리 플랫폼 개발	신규

<표 55> 재활용 배터리 기술개발 세부 연구 내용 차별성

구분		미래발생 폐자원의 재활용 촉진 기술개발(2022~2024)	이차전지 순환이용성 향상 기술개발(2024~2026)	차별성 및 연계·활용방안
사업목표		신규(이차전지, LED 등) 폐자원 적정 재활용 기술 확보	이차전지 순환이용률 제고 환경부하 저감형 공정 확보	-
대상폐기물		EV	EV/ESS/FCEV 등	고도화
생산	설계	-	순환이용성 제고 가능 배터리 설계(재질·구조)	신규
전처리 시스템	방전	BMS 연계 무해체 방전(1hr) ※ (기존) 팩 해체 후 방전(8hr)	연계활용	-
	해체	해체 공정 자동화	EV/ESS/FCEV 통합형 해체 자동화 공정	고도화
	선별 분리	-	• 미회수 자원(알루미늄, 구리, 철 등) 선별·분리로 후처리 공정 혼합 투입 최소화 → 후처리 공정 효율 증대 • 전해액/부동액 등 유기계 폐기물 선별/분리	신규
후처리 공정 (재활용)	자원 회수 공정	회수 순도 95%	회수 순도 98%	고도화
	공정 폐기물	-	• 부생 망초 자원화 및 폐수 재순환 공정 • 공정화학물질(침출제, PH조절제 등) 첨가 최소화 공정	신규

(3) 경제적 타당성

가. 분석방법 개요

○ 경제성 타당성 분석을 위하여 사회적 편익(social benefit)과 사회적 비용(social cost)을 산출한 후, 순현재가치법(NPV:Net Present Value), 내부수익률법(EIRR:Economic Internal Rate of Return) 및 편익·비용분석법(benefit-cost analysis)을 통하여 본 과제의 경제성을 파악함.

○ 또한 가정과 전제조건, 할인율, 비용, 편익 등 주요변수의 변화가 경제성에 미치는 영향에 대한 민감도 분석을 수행함

- 본 과제는 아직 현실에 존재하지 않은 비용을 추정하여야 하므로, 과거의 자료나 경험, 지식을 토대로 분석하여야 한다는 점에서 기존 자료를 벗어나지 못한다는 한계를 가지고 있음.
- 이에 비용 추정은 최종적인 결정을 제공하는 것이 아닌, 단일 또는 여러 대안에 대한 정보만을 제공함

나. 연구개발 투입 비용 추정

○ 발생량 증가가 급격히 발생되는 사용후 배터리에 대한 재제조·재사용·재활용을 위해 크게 2개의 부처에서 총사업비 38,000백만원(정부지원금)으로 연구개발을 진행함

- 사용후 배터리 전주기 안전관리 기술개발사업 (국토교통부, 190억원)

① 사용후 배터리 3단계 안전점검 체계 고도화

② 전기자동차 재제조 배터리 순환 체계 안전관리 기술 개발

③ 전기차 사용후 배터리 안전점검/유통 생태계 실증 및 법·제도 개발

- 글로벌 시장 맞춤형 환경안전 기술개발 (환경부, 190억원)

① 성능을 저해하지 않는 안전 보관·운송 기술

② 오염발생 제로 재활용플렌트 개발 및 현지적용

<표 56> 연차별 연구비 소요내역

(백만원)

구 분 (사업기간)	총사업비	연차별 투자계획			
		'25	'26	'27	'28
○ 사용후 배터리 안전관리 및 재제조 유통순환 기술개발사업('25~'28)	49,400	7,800	10,790	12,870	9,880
합 계	49,400	6,760	15,340	14,300	13,000
○ 국 고	38,000	5,200	11,800	11,000	10,000
▪직접수행 ▪출연 ▪출자	38,000	5,200	11,800	11,000	10,000
○ 지 방 비	미정	미정	미정	미정	미정
○ 민간매칭 등	11,400	1,560	3,540	3,300	3,000

다. 비용편익(B/C) 추정

○ 전기차의 등록대수는 2019년부터 발생을 시작으로 현재 기준으로 13.5만대로 급격히 증가하고 있으며, 전기차의 폐차 이후 시점을 고려되어야 되기 때문에 평균 차량 수명을 10년 정도 예상하여 비용편익을 추정함

<표 57> 친환경차 누적보급 목표

구분	2020년	2022년	2023년	2024년	2025년
전기차	106,000대	157,500대	187,000대	227,500대	288,000대

<표 58> 사용후 배터리 발생 예상 대수

구분	2030년	2032년	2033년	2034년	2035년
전기차 사용후 배터리	106,000대	157,500대	187,000대	227,500대	288,000대

- 정부는 2050 탄소중립을 위해 2050년까지 전기 및 수소차의 보급을 신차 판매의 97%까지 확보하는 것으로 발표하였음
- 2030년 기준 신차판매량 9,457,831대로 2021년 기준 신차등록대수 6.2% 증가율을 반영하여 2050년 신차 판매대수 추정
- 이러한 정부의 관련 발표자료를 바탕으로 2046년까지 전기차 누적대수 및 신규도입대수를 추정하였으며, 추정 절차는 다음과 같음

[그림 36] 연차별 전기자동차 보급계획 추정 절차(누적대수 및 신규도입)

- 연차별 전기자동차 보급계획을 추정한 결과는 다음의 표와 같음

<표 59> 연차별 전기자동차 누적보급계획

(단위 : 대)

구분	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
누적대수	235,962	443,462	630,462	857,962	1,145,962	1,516,768	1,887,576	2,258,384	2,629,192	3,000,000
신규도입	101,000	207,500	187,000	227,500	288,000	370,806	370,808	370,808	370,808	370,808
구분	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
누적대수	3,036,170	3,072,340	3,108,510	3,144,680	3,180,849	3,217,019	3,253,189	3,289,359	3,325,529	3,361,699
신규도입	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170
구분	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
누적대수	3,397,869	3,434,039	3,470,208	3,506,378	3,542,548	3,578,718	3,614,888	3,651,058	3,687,228	3,723,398
신규도입	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	-

- 자동차의 평균 수명을 10년으로 고려할 시 2060년도까지 사용후 배터리 발생 건수에 대하여 유추를 하였으며, 2031년 101,000대를 시작으로 급격히 사용후 배터리가 발생하는 시기인 2040년 370,808대 이후 전기차 보급이 안전된 시기에 판매된 차량에서 탈착된 배터리가 평균적으로 36,170대가 생성될 것이라 추측함

<표 60> 연차별 전기차 사용후 배터리 발생 대수

(단위 : 대)

구분	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
사용후 배터리 발생 건수	101,000	207,500	187,000	227,500	288,000	370,806	370,808	370,808	370,808	370,808
구분	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
사용후 배터리 발생 건수	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170
구분	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060
사용후 배터리 발생 건수	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	-

○ 비용 항목 검토

– 본 기획기술의 비용은 환경구축 비용(초기 환경구축 비용, 유지·관리 비용), 기술 개발완료 이후 관련 생산업계에서 소요되는 비용, 이용자 비용으로 구분 가능하며, 각 항목별 비용을 추정하면 다음과 같음

– 사용후 배터리 전주기 안전관리 기술개발사업 (국토교통부, 190억원)

① 사용후 배터리 3단계 안전점검 체계 고도화

· 사용후 배터리 각 단계별 검사 장비 : 100,000천원/대

② 전기자동차 재제조 배터리 순환 체계 안전관리 기술 개발

· 재제조 배터리 물품 운영 및 관리 시스템 개발 : 5,000,000천원/1개소

· 재제조 배터리 유통 순환 체계 시스템 개발 : 1,000,000천원/1식

– 글로벌 시장 맞춤형 환경안전 기술개발 (환경부, 190억원)

① 성능을 저해하지 않는 방전 장비 : 400,000천원/대

② 환경오염물질 발생을 원천적으로 차단하는 재활용 新공정 : 1,000,000천원/1식

○ 비용편익 추정

<표 61> 사용후 배터리 3단계 안전점검 장비 투입 비용

구분	내용	본 연구 반영 결과
자동차 검사소 (공단)	· 관련 검사장비 구매 비용 – 검사소 당 장비 1개씩 구매 가정 – 공단 검사소(59개소) × (100,000,000원/대) = 5,900,000,000원	반영 (검사소 1개당 비용으로 산정)

<표 62> 전기차 재제조 배터리 유통 순환 생태계 체계 투입 비용

구분	내용	본 연구 반영 결과
재제조 배터리 관리 센터	· 재제조 배터리 순환 체계 안전관리 – 재제조 배터리 물품 운영 및 관리 시스템 개발 : 5,000,000천원/1개소 – 거점센터(6개소) × (5,000,000,000원/대) = 30,000,000,000원 – 재제조 배터리 안전 관리 체계 시스템 개발 : 1,000,000천원/1식 – 거점센터(6개소) × (1,000,000,000원/1식) = 6,000,000,000원	반영 (거점센터 1곳당 비용으로 산정)

<표 63> 글로벌 시장 맞춤형 환경안전 기술개발 장비 및 공정 투입 비용

구분	내용	본 연구 반영 결과
배터리 재활용 사업자	· 관련 방전 장비 구매 비용 및 공정 설치 사업장 – 사업소(6개소) × (400,000,000원/대) = 2,400,000,000원 – 사업소(6개소) × (1,000,000,000원/대) = 6,000,000,000원	사업자

○ 비용편익 검토 결과

– 사용후 배터리 전주기 안전관리 기술개발사업

① 사용후 배터리 3단계 안전점검 체계 고도화

· 사용후 배터리 각 단계별 검사 장비 비용 편익 : B/C ratio : 1.02

② 전기차 재제조 배터리 순환 체계 안전관리 기술 개발

· 재제조 배터리 물품 운영 및 관리 시스템 개발 : B/C ratio : 1.10

· 재제조 배터리 안전 관리 체계 시스템 개발 : B/C ratio : 1.11

– 글로벌 시장 맞춤형 환경안전 기술개발 (환경부, 190억원)

① 성능을 저해하지 않는 방전 장비 : B/C ratio : 1.00

② 환경오염물질 발생을 원천적으로 차단하는 재활용 新공정 : B/C ratio : 1.03

Ⅴ 기술수요조사

1 기술수요조사서 검토

(1) 기술수요조사 목적

○ 사용후 배터리 생태계 조성(재제조·재사용·재활용 활성화) 및 글로벌 시장 요구에 대응하기 위한 기술개발 추진

○ 환경, 안전의 이슈로 인한 진입장벽을 높이고 있는 글로벌시장의 진출·선점을 위해 환경오염물질 발생제로 재활용 기술 등 해외시장 요구 대응

○ 구체적으로는 본 연구기획의 목표와 내용을 바탕으로 정리한 사용후 배터리 안전점검 기술 및 재제조 유통순환 기술개발, 글로벌 시장 요구에 대응가능한 안전관리 기술개발 대하여 산업계, 학계 및 현장의 기술 수요를 반영하고자 함

(2) 기술수요조사서 검토

○ 후보과제 도출을 위하여 총괄 기획위원회 개최 및 각 세부별로 소분과 위원회에서 조사된 기술수요조사서를 바탕으로 정책 부합성, 기술 실현 가능성, 경제성, 시장 수요성, 시급성, 적정성, 중복성 등에 대하여 기술수요조사서를 검토함

<표 64> 기술수요조사 우선순위 평가 기준

구분	정의
정책 부합성	정부에서 공식적으로 발표한 중장기 계획의 부합정도
기술 실현 가능성	기술개발이 용이하여 실현 및 산업 적용 가능성이 높은 기술
경제성	새로운 사업 창출, 관련 시장의 규모확대, 기존 산업의 재편 가능성, 부가가치화 및 생산성 향상 등에 기여 정도
시장 수요성	관련 시장이 크고 많은 수요자들이 개발을 요구하는 기술
시급성	국내외 환경에 따라 기술개발의 시급성이 요구되는 정도, 개발 기술이 적정 기술수준을 구현해야만 하는 시기의 시급성

○ 조사된 기술수요조사서를 바탕으로 총괄 기획위원회를 개최하여 각 소분과별로 중점적으로 검토되어야 할 사항을 안내하였으며, 이후 소분과별로 조사된 기술수요 조사서를 검토하여 연구방향을 도출함

- 각 세부별 소분과 위원회를 통하여 접수된 26개 기술수요조사서에 대한 기술적 분류와 중복성 및 적정성 검토를 진행함
- 기획위원 의견 수렴에 따라 26개 기술수요조사서는 세부과제 내용 등을 종합 평가한 결과, 3개 기술 주제에 대하여 과제들이 유사하거나 일부 중복되어 있는 것으로 확인되었음
- 위원회에서는 접수된 기술수요조사서상 소속 과제들을 기술성격에 따라 재분류하고, 아래와 같이 새로이 나열한 후 각 과제에 대한 적정성을 평가함

○ 단위 후보과제 평가 리스트

- 조사된 기술수요조사서를 근거로 각 세부별 기획위원회에서 중복성 검토 및 적정성 검토를 실시하였으며, 그 결과를 바탕으로 후보과제를 도출함
- 도출된 후보과제에 대해서는 총괄 기획위원회를 개최하고 각 세부별로 교차검증을 통하여 도출된 후보과제의 타당성에 대해서 논의를 함
- 도출된 후보과제에 대하여 정책 부합성, 기술 실현가능성, 경제성, 시장수요성, 시급성의 기준으로 과제의 우선순위를 선정하였음
- 총괄 기획위원회를 통하여 우선순위 선정을 진행하였으며, 각 기회위원들에게 도출된 후보과제에 대한 세부 연구내용을 설명하고 각 평가항목에 따라 1~5점 까지 배점하여 우선순위를 도출하도록 계획함

(3) 전문가 자문회의 구성 및 활동

(가) (자문회의) 사용후 배터리 안전관리 및 재제조 유통순환 기술개발 기획과제 1차 기획위원회

- ○ 일시 : 2024년 6월 3일 14:00
- ○ 장소 : 스페이스쉐어 서울역센터
- ○ 참여인원 : 김ＯＯ 이사(OOO社) 외 5인

(나) (자문회의) 사용후 배터리 안전관리 및 재제조 유통순환 기술개발 기획과제 2차 기획위원회

- ○ 일시 : 2024년 6월 24일 11:00
- ○ 장소 : 한국철도공사 본사 2F 개나리실
- ○ 참여인원 : 김ＯＯ 이사(OOO社) 외 4인

(다) (자문회의) 사용후 배터리 안전관리 및 재제조 유통순환 기술개발 기획과제 3차 기획위원회

- ○ 일시 : 2024년 9월 3일 15:00
- ○ 장소 : 김천 호텔 로제니아 2층 중회의실
- ○ 참여인원 : 나ＯＯ 주무관(전라남도청) 외 5인

(라) (자문회의) 사용후 배터리 안전관리 및 재제조 유통순환 기술개발 기획과제 4차 기획위원회

- ○ 일시 : 2024년 10월 29일 14:00
- ○ 장소 : 세종 마이스센터
- ○ 참여인원 : 서ＯＯ 사무관(국토부) 외 7인

2 우선순위 선정

(1) 중복성 및 적정성 검토

○ 기획위원회를 통하여 접수된 26개 기술수요조사서에 대한 기술적 분류와 중복성 및 적정성 검토를 진행함

○ 기획위원 의견 수렴에 따라 26개 기술수요조사서는 위원회에서 과제들의 세부과제 내용 등을 종합 평가한 결과, 5개 기술 주제에 대하여 과제들이 유사하거나 일부 중복되어 있는 것으로 확인되었음

○ 위원회에서는 접수된 기술수요조사서상 소속 과제들을 기술성격에 따라 재분류하고, 아래와 같이 새로이 나열한 후 각 과제에 대한 적정성을 평가함.

<표 65> 전남도 기획과제 RFP에 따른 키워드 분류

구분	RFP 연구 내용	분류 키워드
1	**국내외 관리현황 파악**	-
1-1	사용후 배터리 현황 및 기술 조사/분석	재제조 배터리(4건)
2	**분리전 검사 기술 개발 기획**	-
2-1	고정 및 이동형 분리전 검사 기술 검토(검사소용, 이동 검사용)	검사기술(12건)
2-2	사용후 배터리 안전 관제 시스템 및 평가체계 개발 기획	관리체계(6건)
3	**분리전 검사 데이터 통합관리 플랫폼 기술 개발 기획**	-
3-1	분리전 검사 관리 플랫폼 기술 기획	플랫폼(3건)
3-2	기 구축된 시스템 데이터 연계방안 도출	
3-3	LCA 기반 잔존가치 평가 데이터 플랫폼 연계기술 개발 방안	환경부(2건)

<표 66> 기술수요조사서 중복성&적정성

순번	구분	키워드	기술수요 과제명	세부과제 내용	중복성	적정성
1	2-1	검사 기술	사용 후 배터리 성능 및 안전성 평가를 위한 DB 구축	1-1 배터리 성능 및 안전성 주요 인자 분석		
				1-2 배터리 안전성 분석 및 시험 평가 방법 구체화		
2	2-1	검사 기술	사용후배터리 열폭주 및 화재 시험 및 분석	2-1 사용후배터리 안전성 시험 절차 개발		
				2-2 배터리 열폭주모델 및 재제조/재사용 배터리 안전설계방안 제시		
3	2-1	검사 기술	모델 기반 배터리 상태진단 알고리즘 개발	3-1 사용후배터리 성능 진단 기법 개발	(데이터) 3, 18, 19, 20, 21, 26	
				3-2 배터리 장주기 시험 기반 알고리즘 검증		
4	3-1	플랫폼	사용 후 배터리 평가 효율성 증대를 위한 원격진단 플랫폼 개발	4-1 전기차 배터리팩원격진단 데이터 플랫폼 개발		
				4-2 전기차용 배터리 원격진단 기법 개발		
5	3-2	플랫폼	배터리 이력관리 체계 연계 재제조 배터리 유통순환관리 기반 기술 개발	5-1 글로벌 스탠다드 조화형 재제조배터리 유통순환관리 시스템 개발	(이력 관리) 5, 25	
				5-2 재제조배터리 유통 전 주요 절차에 대한 기준 연구		
6	2-2	유통 관리	재제조 배터리 유통순환 체계 정보 관리에 관한 연구	6-1 배터리 데이터 보안 관련 국제 표준 동향 파악 및 유사 사례 조사		
				6-2 재제조배터리 유통순환 관리시스템의 데이터 제공(교환) 프로세스 연구		
7	2-1	검사 기술	임피던스(AC, DC) 기반 신속 정확 탈착전 배터리 성능 평가 기술 개발	7-1 배터리 내부저항에 따른 배터리 성능평가(SOH) 알고리즘 개발	(임피 던스) 7, 12	
				7-2 국내 제도 도입을 위한 차량 실증 및 고도화 연구		
8	1-1	재제조 배터리	배터리 재제조 표준기술 확립과 재제조 배터리 안전성 평가기술 제도 개발	8-1 재제조배터리에 대한 표준 기술 및 관리체계 개발		튜닝, 정비
				8-2 재제조배터리 안전성 확보를 위한 평가기술 확립 및 제도화 개발		
9	2-1	검사 기술	부하검사를 통한 배터리 진단 기술 개발	9-1 전기차 BMS 정보 기반 SOH 진단 기술 개발		
				9-2 동력계를 활용한 부하검사		

				평가기법 개발		
10	2-2	유통 관리	사용후 배터리 제품화 생태계 통합플랫폼 개발	10-1 사용후배터리 제품화에 필요한 생태계 단계별 기관 및 업체를 관리 가능한 플랫폼 솔루션 개발	(재제조 배터리) 10, 16, 23, 24	
				10-2 제품화에 필요한 생태계의 각 단계별 필수 데이터 정의		
				10-3 사용후배터리의 해체 재제조 이력 추적 가능한 데이터 구성 설계		
11	2-2	유통 관리	스마트 센싱과 이동 로봇 기술 기반 대량의 사용후 배터리 안전 보관 기술 개발	11-1 보관중인 배터리의 상태를 검출할 수 있는 신뢰성 있는 스마트 센싱 및 모니터링 기술 개발		
				11-2 개발 기술 실증 및 고도화 연구		
12	2-1	검사 기술	전기차 충전 포트 기반 배터리 신속 성능 평가 기술 연구	12-1 전기차 충전 포트 기반 임피던스 측정기술 연구 개발	(임피 던스) 7, 12	
				12-2 전기차 측정 데이터 기반 배터리 성능평가 알고리즘 개발		
13	2-2	유통 관리	전기화학 분석기반의 안전 방전 자동화 공정기술 및 회생 방전 시스템 개발	13-1 제품 유형별 방전 시 배터리 전기화학 특성기반 신속 알고리즘 개발		산업부/ 환경부
				13-2 사용후 배터리 안전 방전 자동 공정 시스템 개발		
				13-3 회생형 방전기 개발		
				13-4 배터리 모듈 직병렬 안전 연결 지그 및 단락기 개발		
14	3-3	환경부	재활용 가능한 사용후 배터리 안전 보관·운송 기술	14-1 저에너지형 방전 장비 개발		환경부
				14-2 이동식 냉각장치 탑재차량 개발		
15	3-3	환경부	환경오염 물질이 원천적으로 발생하지 않는 재활용 플랜트 개발 및 해외 현지 적용	15-1 환경오염물질 발생을 원천적으로 차단하는 재활용 신공정 개발		환경부
				15-2 해외 현지 재활용 플랜트 기발 기술 개발 및 구축		
16	1-1	재제조 배터리	전기차 배터리 재제조 프로세스 수립 및 진단/평가	16-1 재제조 배터리 공정 프로세스 수립	(재제조 배터리) 10, 16,	
				16-2 재제조배터리의 신뢰성,		

				안전성 등 시험 평가 프로세스 및 항목 수집	23, 24	
17	1-1	재제조 배터리	전기차 배터리 교체 기술을 활용한 배터리 구독 서비스 사업화	17-1 EV 부품 개선을 위한 신속 Battery Swap Device 개발		튜닝
				17-2 냉각수 밸브 일체형 퀵커넥터및 체결 신뢰성 개발 검증		
18	2-1	검사 기술	배터리 탈거전 사용후 배터리의 신속 진단을 위한 SOH 진단 기술 개발	18-1 차량 운용 특성 및 신속 진단을 고려한 단계별 성능 인자 도출	(데이터) 3, 18, 19, 20, 21, 26	
				18-2 배터리 탈거 전 신속 진단을 위한 성능 인자 기반 배터리 SOH 진단 알고리즘 개발		
19	2-1	검사 기술	사용후 배터리 성능/안전성 평가를 위한 SOx 진단 기술개발	19-1 배터리 성능/안전성 평가를 위한 전기적 특성 실험 및 차량 데이터 분석	(데이터) 3, 18, 19, 20, 21, 26	
				19-2 탈거전 배터리 성능/안전성 평가를 위한 Sox 진단 기술 개발		
				19-3 종합 평가 진단 지표(SOF: State-of-Function) 개발을 위한 진단 기술 개발		
20	2-1	검사 기술	실시간 BMS 데이터를 활용한 신호처리 알고리즘 및 통계적 기법 개발	20-1 사용후배터리 시스템 주행 프로파일기반 안전성 인자 추출	(데이터) 3, 18, 19, 20, 21, 26	
				20-2 안전성 인자 기반 통계적 기법을 활용한 이상 진단 기술 개발		
21	2-1	검사 기술	EV 주행환경을 고려한 BMS 내 운용 이력 데이터 기반 성능평가	21-1 기 보유 EV 배터리 운용 모사 데이터 수집 및 추가 특성 실험	(데이터) 3, 18, 19, 20, 21, 26	
				21-2 Ohmic resistance 기반 Data Labeling 및 Feature set 구성		
				21-3 선정된 시계열 예측/추정 모델별SOH 성능 정확도 검증		
22	2-1	검사 기술	Fuzzy Inference System 기반 성능 평가 프로파일(방전 구간) 내 이상 배터리 모듈 검출 방안 개발	22-1 입고 후 상이한 배터리 상태를 고려한 그룹화		산업부 (배터리 단품)
				22-2 성능 평가 프로파일 내 이상 배터리 전압 신호 특성분석에 따른 Inference system 구축		
				22-3 배터리 입고 시점을 고려한 안전성 평가 알고리즘 성능		

				검증		
23	2-2	유통 관리	재제조배터리 운영 및 물품 관리 플랫폼 개발	23-1 재제조 배터리 운영 및 물품 관리 기술개발	(재제조 배터리) 10, 16, 23, 24	
				23-2 재제조 배터리 상태 모니터링 및 진단 기술 개발		
				23-3 물품관리 및 공급망 최적화 기술 개발		
24	1-1	재제조 배터리	재제조 배터리 인증 시스템 표준 모델 개발	24-1 재제조배터리 인증 시스템 표준 모델 개발	(재제조 배터리) 10, 16, 23, 24	
				24-2 표준 모델 타당성 검증 및 보완		
25	3-1	플랫폼	배터리 전주기 이력관리 시스템 연계 가능한 재제조 배터리 관리 플랫폼 개발	25-1 재제조배터리 평가 및 관리 기술 개발	(이력 관리) 5, 25	
				25-2 재제조배터리 관리 플랫폼 개발		
26	2-2	검사 기술/ 유통 관리	데이터 기반 전기차 배터리 탈거 전 인공지능(AI) 성능평가 기술 개발	26-1 전기차 운행 상태 및 차종별 데이터 수집 방법론 및 장치 개발	(데이터) 3, 18, 19, 20, 21, 26	
				26-2 데이터 기반 성능평가 AI 모델 구축		
				26-3 배터리 전주기활용을 위한 성능평가 데이터 공공 DB 구축		

○ 기술수요조사서는 5개 키워드(재제조 배터리, 검사기술, 관리체계, 플랫폼, 환경부)로 전남도 기획과제 RFP에 맞춰 분류하였음

○ 중복성 및 적정성 검토하였을 때, BMS 데이터를 활용한 검사 기술 , 재제조 배터리 운영 관리, 임피던스 기반의 검사 기술, 이력관리 등으로 분류하였음

○ 다만 아직 재제조 배터리에 대한 명확한 범위가 나오지 않아 swap 배터리 등 튜닝 범위와 중첩되는 연구 내용이 포함되어, 향후 연구 과제 수행 시 재제조 배터리의 제작 범위 등을 연구할 필요성이 있음

<표 67> 기술수요조사서 우선순위 평가 결과

기 술 명	구성기술 중요도					평균	순위
	정책부합성	기술실현가능성	경제성	시장수요성	기술개발시급성		
◎ 사용후 배터리 3단계 안전점검 체계 고도화 기술 개발							
1. 사용후 배터리 성능/안전성 진단기술 개발을 위한 주요인자 및 상태지표 도출	4.1	4.1	4	4.3	4.2	4.13	1
2. 정적·동적검사, 운행 데이터 기반 검사방법 등 각 검사방법 비교·분석 및 교차 검증을 통한 검사 기술 최적화(신속/정확) 방안 도출	4.1	4.3	3.8	3.8	3.6	3.91	6
3. 자동차 검사 연계형 검사 시나리오 개발	3.7	3.8	3.4	3.2	3.3	3.48	8
◎ 전기자동차 재제조 배터리 순환 체계 안전관리 기술 개발							
1. 재제조 배터리 부품 안전기준 및 인증 기술 개발	4.2	4.2	3.7	3.8	4.2	4.01	2
2. 재제조 배터리 사업자의 시설·장비, 기술 인력 및 운송·보관 기준, 시스템 등의 표준모델 개발(등록요건 포함)	4.6	4.2	3.4	3.7	4.1	3.98	5
3. 재제조 배터리 운송·보관 관리 기술 개발	4.4	4.1	3.4	3.7	4.3	4.01	2
◎ 전기자동차 사용후 배터리 안전점검/재제조 배터리 순환 체계 안전관리 실증 및 관련 법·제도 개발							
1. 현장적용 인프라 설계서 개발 및 실증 사이트 구축·운영을 통한 검증	3.8	3.7	3.3	3.6	3.7	3.62	7
2. 사용후 배터리 안전점검 및 재제조 배터리 순환 체계 제도화 개발	4.3	4.0	4.1	3.7	3.9	4.00	4

- 전문가 기획위원 5명으로부터 5개 척도 평가를 받은 결과, 사용후 배터리 안전점검 기술 개발 분야에 있어 '사용후 배터리 성능/안전성 진단기술 개발을 위한 주요인자 및 상태지표 도출'이 가장 중요하게 여겨지는 것으로 나타남
- 이어서, '재제조 배터리 부품 안전기준 및 인증 기술 개발'과 '재제조 배터리 운송·보관 관리 기술 개발'이 전기자동차 재제조 배터리 순환 체계 개발에서 이어 그 다음의 중요도를 띄는 단위 과제로 평가됨

- 또한, ‘사용후 배터리 안전점검 및 재제조 배터리 순환 체계 제도화 개발’ 과제도 상위의 중요도를 보이며, 전문가들은 검사 기술 개발을 통한 사업화 및 제도화를 중요하게 인신하고 있는 것으로 판단됨
- 반면, 사용후 배터리 성능평가 기술을 제도화하기 위해 검사소 적용 방안 마련을 위한 ‘자동차 검사 연계형 검사 시나리오 개발’은 상대적으로 낮은 중요도를 보임

(2) 정책 환경변화 검토

○ ‘이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안’(‘23.12.13) 발표에 따라 사용후 배터리 민간 자율거래 시장 조성을 위하여 배터리 탈거 전 성능평가 방식 도입 계획이며 ‘폐기물’이 아닌 ‘제품’인정에 따른 관리 정책 마련이 필요함

- 탈거 전 성능평가 → 폐차 → 재제조 배터리 제작 → 유통 전 안전검사 → 시장 유통 → 사후검사 과정으로 재제조 배터리 특화 3단계안전점검 및 시장 조성이 필요함

○ 또한, ‘(3) 배터리 핵심 광물 공급망 강화’를 위한 배터리 전주기 이력관리 시스템과 연계된 재제조 배터리 이력관리 시스템이 필요함. 운행차(검사 이력, 정비 이력 등), 사용후 배터리 성능평가에서 이력관리가 필요한 각 단계별 정보입력 및 재제조 배터리 유통(상품관리, 등록, 입·출고, 재고, 창고, 검수 등) 체계 형성이 필요함

- 전기차 재제조 배터리 특화 수거, 운송, 해체, 보관, 매각 등에 대한 순환체계개발 및 배터리 전주기 이력관리 시스템 연계 가능한 재제조 배터리 관리 플랫폼 개발 내용도 포함하였음

○ 다만, ‘사용후 배터리 산업 육성을 위한 법·제도·인프라 구축 방안’(‘24.7.10)에서 ‘⑤ 사용후 배터리 유통체계 마련’을 위하여 공정거래 가이드 마련(산업부)을 통한 사용후 배터리 시세조작, 담합 방지 방안 구축, 사업자 등록제 운영 등 사용후 배터리의 공정한 유통체계 마련 계획

- 재제조 사업자(국토부) : 「자동차관리법」 상 재제조 시설, 장비, 기술인력 등 재제조 배터리 부품제작자등에 대한 기준 신설
- 재사용 사업자(산업부) : 재사용을 위한 사용후 배터리 전용 보관 설비, 안전성 검사 장비 및 인력 확보 여부 기준 신설
- 재활용 사업자(환경부) : 「폐기물관리법」 상 재활용 시설, 장비, 기술능력 등 요건 신설

- 유통 사업자(산업부) : 「친환경산업법」 상 사용후 배터리 판매, 유통, 운송·보관 계획 기준 등 요건 신설

○ 신규 재제조 배터리 사업자 안전관리를 위한 재제조 배터리 제조 관리 기술, 재제조 배터리 운영 관리 기술 개발을 통하여 재제조 배터리 부품 안전기준 및 인증 기술, 제조 및 품질관리기준 등 가이드라인, 재제조 배터리 사업자 관리 표준 모델 개발이 필요함

○ 반면, 전기차 재제조 배터리 이력관리 시스템 구축은‘전기차 배터리 인증관리시스템 구축 및 운영’(재정기반사업)을 통하여 ‘배터리팩 인증 → 전기차 등록 → 전기차 운행(정비·검사·리콜) → 배터리 성능평가 → 폐차 → 재제조 배터리’생애주기 흐름별 시스템 개발을 진행하고 있어 중복성 확인

- 재정기반사업과의 중복성으로 인하여 전기차 배터리 인증관리시스템과의 연계를 위한 재제조 배터리 관리를 위한 검사 항목 제도 연구 수행 필요

(3) 기술수요조사서

(가) 「사용후 배터리 안전관리 및 재제조 유통순환 기술개발 기획연구」 기술수요조사서

기술수요조사서

01	제안 과제명	사용후배터리 성능 및 안전성 평가를 위한 DB 구축

□ 기획과제 개요

목표	사용후배터리 성능 및 안전성 평가를 위한 주요 인자 도출 및 데이터베이스 구축
필요성	사용후배터리의 제재조/재사용/재활용 분류를 위한 주요 평가인자 도출 및 해당 인자를 중심으로 한 평가 데이터베이스 구축이 필요

□ 국내외 연구개발 동향

사용후배터리의 성능 및 안전성 평가에 대한 국내외 연구 동향은 배터리의 안전성, 수명, 및 재활용 방법 개선에 중점을 두고 진행되고 있음.

1. 배터리 안전성 및 성능 평가
- 배터리 안전성 평가에서 중요한 부분은 고급 특성화 기술과 테스트 프로토콜을 개발. 내부 단락 메커니즘을 연구하고 배터리 셀, 모듈, 팩 디자인을 안전성을 위해 최적화하는 작업을 포함
- 전기차 배터리 관리 시스템(BMS)을 개선하기 위해 인공지능을 활용하는 연구가 진행 중. 정확한 상태 진단 및 고장 분석을 통해 배터리 성능을 최적화하는 것을 목표로 함

2. 노화 및 신뢰성 연구
- 배터리가 노화 및 Failure 모드, 그리고 전체적인 신뢰성과 안전성에 미치는 영향을 이해하기 위한 연구가 진행 중임. 이 과정은 광범위한 데이터 수집 및 분석을 포함하며, 종종 인공지능을 활용하여 Battery

Failure를 예측하고 완화하는 데 활용되고 있음.

3. 안전 모니터링 기술
- 리튬 이온 배터리의 실시간 안전 모니터링을 위해 Fiber Bragg Grating 센서와 같은 혁신적인 기술이 사용되고 있으며 기타 다기능성 센서들이 개발되고 있음. 또한 배터리의 데이터 수집을 위한 다양한 원격데이터 플렛폼에 대한 연구가 진행되고 있음.

4. 글로벌 협력 및 표준
- 국제적으로는 안전 평가 및 성능 평가를 표준화하려는 노력이 진행되고 있음. 글로벌 연구 기관 간 협력을 통해 배터리 재활용 및 재사용을 위한 보편적인 벤치마크 및 방법론을 개발하는 데 중점을 두고 진행됨

사용후배터리의 안전성과 효율성을 향상시키기 위한 다각적인 접근의 필요성을 보여주며, 배터리 산업의 지속가능성을 높이기 위한 기술 발전, 엄격한 테스트 체제, 국제 협력 등이 요구됨

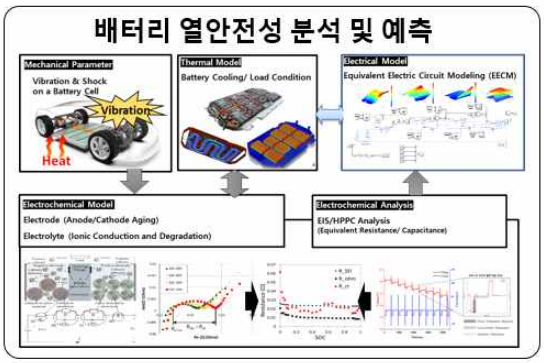
□ 주요 연구내용

■ 사례 분석
- 배터리 안전성 및 성능 평가를 위한 기초 문헌 조사
- 배터리 성능/안전성 관련 정량 지표 항목 관련 연구 및 규격 현황 검토

■ 성능 및 안전성 주요 인자 도출
- SOx(SOC, SOH, SOB, SOP, SOS 등) 성능, 안전성 인자 분류
- 주요 인자별 가혹(Abuse Test) 및 내구 시험 계획 수립

■ 배터리 장주기 내구 시험 수행 및 분석
- 내구 시험조건 수립 및 가속노화시험법 개발
- 셀단위 내구시험 진행 및 SOH 상관성 인자 분석

■ 안전성 평가 관련 시험 수행 및 분석
- 배터리 안전성 평가 관련 규격시험 정리 (GB, IEC, KSC 등)
- 과충/과열/과방전 및 기타 가혹조건에 대한 안전성 시험 진행
- 배터리 열폭주 및 화재 시험결과 정리 및 분석



□ 추진 방안

○

주 관 기 관	담당기술내용
공공기관	▪ 사용후 배터리 데이터 플랫폼 개발
참 여 기 관	
산/학/연	
담당 기술개발 내용	
▪ 연구사례분석 ▪ 성능 및 안전성 주요인자 도출 ▪ 배터리 내구 및 안전성 시험, 분석	▪

□ 추정 기간 및 비용

총 사업비 / 사업기간	6억 / 3년

□ 활용방안

사용후배터리의 성능 및 안전성 평가 데이터베이스를 활용하여 배터리의 재제조, 재사용, 재활용 및 안전관리를 촉진하고, 배터리 관련 산업의 지속 가능한 발전을 도모

1. 재사용 가능성 평가
 - 사용 후 배터리의 잔존 성능 데이터를 분석하여, 아직 성능이 우수한 배터리를 선별
 - 성능 기준에 따라 분류된 배터리를 특정 용도에 맞게 재배치함으로써 경제적 가치를 극대화
 - 사용후배터리의 에너지 저장 장치(ESS), 전동공구, 전기자동차 등 다양한 분야에서 재제조, 재사용 활용성 증대
2. 재활용 최적화
 - 데이터베이스에 기록된 배터리의 성능 저하 및 고장 원인 분석을 통해, 리사이클링 과정에서 주의해야 할 사항을 파악
 - 배터리 소재의 회수 효율성을 높이고, 처리 과정에서 발생할 수 있는 환경적, 안전적 위험을 최소화
 - 소재별 회수 가능성과 경제적 비용을 평가하여, 리사이클링 과정의 효율성을 높일 수 있음.
3. 안전성 모니터링 및 관리
 - 배터리의 사용 이력과 고장 데이터를 분석하여, 배터리의 안전성 관련 문제를 조기에 진단
 - 위험성이 높은 배터리는 선제적으로 폐기하거나 특별 관리를 통해 안전 사고를 방지
 - 안전 관리 프로토콜을 개발하고, 이를 배터리 관리 시스템에 통합하여 실시간으로 모니터링
4. 정책 및 규제 지원
 - 사용후배터리에 대한 체계적인 데이터 분석을 통해, 정부 또는 산업 규제 기관에 필요한 정책 제안 자료를 제공
 - 배터리의 안전성, 환경 영향, 경제적 가치 등을 종합적으로 평가하여, 지속 가능한 배터리 생태계 구축을 위한 규제 개발에 기여
5. 기술 개발 및 혁신 촉진
 - 성능 및 안전성 데이터를 기반으로 새로운 배터리 디자인 및 재료 개발에 활용
 - 데이터 기반의 시뮬레이션과 예측 모델을 통해, 더 높은 성능과 안전성을 갖춘 차세대 배터리 개발을 촉진

□ 제안자 인적사항 등

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	
		E-mail	

기술수요조사서

02	제안 과제명	사용후배터리 열폭주 및 화재 시험 및 분석

□ 기획과제 개요

목표	제재조용 배터리 안전성 확보를 위한 평가 기법 개발 및 시험 데이터베이스 구축
필요성	제재조 배터리의 운용단계 진입을 위한 배터리 안전성 평가 항목 도출 및 시험 데이터 확보

□ 국내외 연구개발 동향

사용후배터리의 열폭주 및 화재 시험 및 분석 연구는 배터리의 안전성과 관련하여 매우 중요한 영역임. 최근 몇 년간 전기차의 보급 증가와 함께 사용 후 배터리의 안전성 문제가 더욱 부각되고 있으며 다음의 연구 내용들이 수행, 발표되고 있음.

1. 열폭주 메커니즘의 이해
 - 배터리가 과열되어 내부 압력이 급격히 상승하면서 발생하는 열폭주 현상의 기본 원리를 이해하는 것이 연구의 기본
 - 배터리 소재별 열폭주 온도와 발화 온도를 측정하고, 이에 영향을 미치는 요인들을 분석

2. 실험적 접근 방법
 - Nail penetration test, overcharge test, thermal abuse test 등 다양한 실험을 통해 배터리의 열폭주 및 화재 현상을 관찰
 - 배터리의 온도, 전압, 내부 가스 압력 등을 실시간으로 측정하여 데이터를 수집 및 분석

3. 모델링 및 시뮬레이션
 - 배터리의 열적 거동과 화학적 변화를 예측하기 위해 다양한 해석 모델이 개발되고 있음
 - 모델의 정확성을 높이기 위한 연구가 지속되며, 이를 통해 배터리 설계와 안전 기준을 설정하고 개선 모델을 제시

4. 실제 환경에서의 안전성 평가
 - 실제 사용 환경에서의 배터리 안전성을 평가하기 위한 장기간 필드 테스트 진행
 - 특정 환경에서 발생한 배터리 관련 사고를 분석하여, 그 원인과 해결 방안을 연구

5. 고급 진단 기술 개발
 - 배터리의 상태를 실시간으로 모니터링할 수 있는 센서 기술의 개발이 진행
 - 데이터 분석을 통해 배터리의 수명 예측 및 유지보수 시기를 결정할 수 있는 시스템의 연구

6. 안전성 향상을 위한 재료 혁신
 - 배터리 안전성을 향상시킬 수 있는 새로운 배터리 재료와 구조의 개발이 활발히 진행중
 - 내열성이 높은 전해질, 열폭주를 지연시키는 복합재료 등의 연구가 진행되고 있음

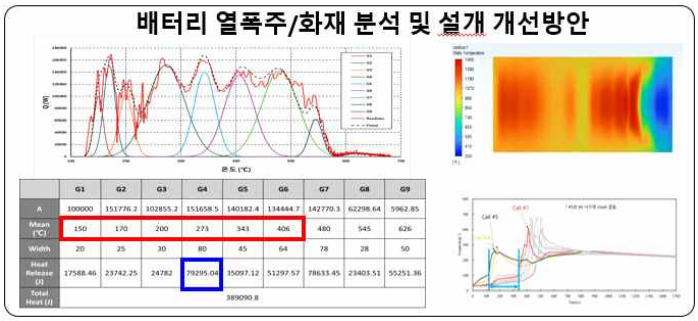
□ 주요 연구내용

■ 배터리 열폭주/화재 안전성 관련 연구사례 및 기존기술 분석
 - 배터리 화재 및 폭발 관련 기초 문헌 조사
 - 열폭주, 화재 관련 기존 시험 및 분석 기법 적용성 검토
■ 사용후 배터리 안전성 시험 절차 개발

- 환경 조건에 따른 배터리 열폭주 시험 기법 조사 및 검토
- 열폭주 화재 시험 환경 구축 및 시험데이터 확보

■ 배터리 안전성 평가지표 산출 및 정량화
- 배터리 안전성 시험에 따른 결과 분석 및 정량지표 산출
- 안전성 지표에 따른 재제조 배터리 분류 방안 제안

■ 배터리 열폭주 모델 및 재제조/재사용 배터리 안전설계방안 제시
- 배터리의 열적 거동의 예측이 가능한 해석 모델이 개발
- 배터리 설계와 안전 기준을 설정하고 개선 방안 제시



□ 추진 방안

○

주 관 기 관	담당기술내용
공공기관	▪ 사용후 배터리 안전성 평가 플랫폼 개발
참 여 기 관	
산/학/연	
담당 기술개발 내용	
▪ 배터리 열폭주/화재 안전성 관련 연구사례 및 기존기술 분석 ▪ 사용후배터리 안전성 시험 절차 개발 ▪ 배터리 안전성 평가지표 산출 및 정량화 ▪ 배터리 열폭주 모델 및 재제조/재사용 배터리 안전설계방안 제시	▪

□ 추정 기간 및 비용

총 사업비 / 사업기간	9억/3년

□ 활용방안

사용후배터리의 열폭주 및 화재 시험 및 분석 연구는 배터리의 재사용, 리사이클링 및 안전 관리에서 핵심적인 사항이며 다양한 방면에서 활용이 가능

1. 안전 기준 및 규제 개발
   - 기준 설정: 연구 결과를 통해 배터리 제품의 안전 기준을 설정하거나 강화하여 엄격한 품질 관리가 가능하여 안전한 재제조/재사용 배터리 제공에 기여
   - 정책 및 규제 제안: 정부나 규제 기관에 배터리 사용과 관련된 안전 규제를 제안하고, 업계 전반의 안전 규범을 정립하는 데 기여
2. 설계 개선 및 기술 개발
   - 배터리 설계 최적화: 열폭주 및 화재 시험 데이터를 활용하여 재제조/재사용 배터리의 설계를 개선하고 이를 통해 배터리의 열 관리 시스템을 최적화, 안전성을 높일 수 있는 구조 개발

- 신소재 개발: 내화성이 높은 새로운 재료를 탐색하고 개발하여, 배터리의 안전성을 향상시킴

3. 재제조, 재사용, 재활용 프로토콜 개발
- 재사용 판단 기준 수립: 열폭주 및 화재 시험 결과를 바탕으로, 재제조/재사용이 가능한 배터리와 리사이클링이 필요한 배터리를 효과적으로 분류할 수 있는 기준을 개발
- 리사이클링 프로세스 개선: 배터리의 구성 요소를 안전하게 분리하고 재활용하는 과정에서 발생할 수 있는 위험을 최소화하는 새로운 리사이클링 프로토콜을 개발

4. 위험 관리 및 사고 예방
- 실시간 모니터링 시스템: 배터리의 상태를 실시간으로 모니터링하고, 잠재적인 위험 상황을 사전에 감지할 수 있는 시스템을 개발 가능하여. 배터리의 안전 운용을 보장하고 사고를 예방하는 데 중요한 역할을 함
- 응급 대응 프로토콜: 배터리 열폭주나 화재 발생 시 신속하게 대응할 수 있는 응급 대응 체계를 구축허요 사고 발생 시 인명 피해 및 재산 손실을 최소화하는 데 기여

5. 교육 및 훈련
- 교육 프로그램 개발: 배터리 취급자 및 관리자를 대상으로 한 교육 프로그램을 개발하여, 안전한 배터리 사용, 관리 및 처분에 대한 인식을 고취
- 산업 표준 교육: 업계 종사자들에게 최신의 안전 표준과 시험 방법을 교육함으로써, 일관된고 표준화된 안전 관리 가능

□ 제안자 인적사항 등

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	
		E-mail	

기술수요조사서

03	제안 과제명	모델 기반 배터리 상태진단 알고리즘 개발

□ 기획과제 개요

목표	전기차용 배터리 성능 평가를 위한 상태진단 기술 개발
필요성	사용후배터리의 제재조/재사용/재활용 분류를 위한 SOH, SOP와 같은 상태지표의 고정밀 추정 알고리즘 및 기술이 필요

□ 국내외 연구개발 동향

전기차용 배터리의 성능 평가 및 상태진단 기술은 전기차의 효율성, 안전성, 그리고 신뢰성을 결정하는 중요한 요소임. 배터리의 수명을 정확하게 예측하고, 성능을 최적화하기 위한 다양한 방법론과 기술의 개발에 초점을 맞추고 있으며 이와 관련된 주요 연구 동향을 아래와 같음

1. 실시간 상태 모니터링 기술
- 전압, 전류, 온도 모니터링: 배터리의 기본적인 전압, 전류, 온도 데이터를 실시간으로 측정하여 배터리의 상태를 지속적으로 관제
- 임피던스 분석: 배터리 셀의 내부 임피던스를 측정하여, 셀의 상태 변화와 수명 및 상태 변화를 감지하여 비파괴적으로 신속한 배터리 진단

2. 데이터 기반 진단 및 예측 모델
- 머신 러닝과 인공지능: 다량의 운영 데이터를 활용하여 배터리의 미래 성능을 예측하는 머신 러닝 모델이 개발되고 있음. 이러한 모델은 배터리의 성능 저하 요인을 분석하고, 수명을 예측하는 데 사용됨
- 상태 예측 알고리즘: 시간에 따른 배터리의 성능 변화를 추적하고 예측하기 위한 알고리즘이 개발되고 있음. 이러한 알고리즘은 정확한 유지보수 일정을 계획하고, 전체 배터리 시스템의 관리를 최적화에 기여

3. 고급 센서 기술
- 전기화학적 센서: 배터리 셀 내부의 화학적 변화를 감지할 수 있는 고급 센서 기술이 연구되고 있으며 배터리의 고장 원인을 초기 단계에서 진단하는 데 활용됨
- 광학 센서: 배터리 셀의 열적 및 구조적 변화를 비침습적으로 감지할 수 있는 광학 센서 기술 개발 중

4. 복합적 상태진단 방법
- 다중 센서 시스템: 여러 센서를 통합하여, 배터리의 다양한 측정치를 동시에 취득하고 분석하는 시스템이 개발되고 있으며 이를 활용하여 보다 정확하고 신뢰성 높은 배터리 상태 진단이 가능
- 하이브리드 진단 모델: 물리 기반 모델과 데이터 기반 모델을 결합한 하이브리드 접근 방식이 연구되고 있으며 해당 모델을 통하여 배터리 진단의 정확성을 높이며, 다양한 운영 조건에서의 배터리 성능을 효과적으로 예측할 수 있음

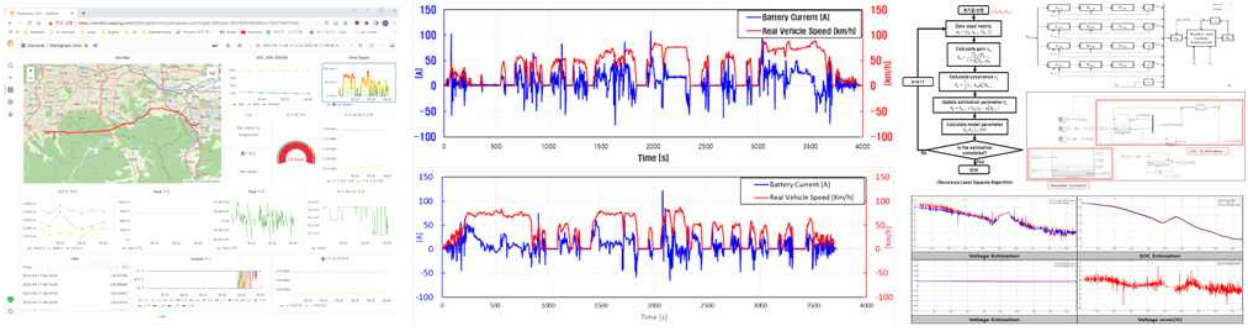
5. 표준화 및 인증 프로세스
- 표준 개발: 배터리 상태진단 기술에 대한 표준화 작업이 진행 중이며 업계 전반에 걸쳐 배터리 성능 평가 및 관리의 일관성을 보장하는 데 중요함
- 인증 프로세스: 안정성과 신뢰성을 보장하기 위해, 배터리 상태진단 기술에 대한 인증 프로세스가 강화되고 있음

□ 주요 연구내용

■ 연구사례 분석
- 배터리 SOC/SOH/SOP 추정을 위한 모델 기반 알고리즘 및 진단기술 기술검토
- 기존 기술의 추정정확도 및 실용화 단계 검토

■ 사용후배터리 성능 진단 기법 개발
- SOH 추정 정확도 향상을 위한 획득 데이터 및 분해능 결정
- SOC/SOH 추정 알고리즘 개발을 위한 배터리 모델링 수행
- 모델 기반 Kalman Filter 진단 알고리즘의 적용성 분석

■ 배터리 장주기 시험 기반 알고리즘 검증
- 장주기 내구 시험 데이터 기반 SOH 추정 정확도 검증
- SOH 상태진단 알고리즘의 보완 및 수정



[모델기반 전기차 배터리 상태진단 알고리즘 기술의 예시]

□ 추진 방안

○

주 관 기 관	담당기술내용
자동차 관리 기관	▪ 사용후 배터리 진단 플랫폼 개발
참 여 기 관	
산/학/연	
담당 기술개발 내용	
▪ 연구사례분석 ▪ 사용후배터리 성능진단 기법 개발 ▪ 배터리 장주기 시험 기반 알고리즘 검증	▪

□ 추정 기간 및 비용

총 사업비 / 사업기간	6억/3년

□ 활용방안

모델 기반 배터리 상태진단(State of Health, SoH) 알고리즘은 배터리 관리 시스템(BMS)에 중요한 구성 요소로, 배터리의 건강 상태와 수명을 정확하게 추정하고 관리하는 데 사용됨. 물리적/화학적 모델을 기반으로 하여 배터리의 성능 저하를 예측하고, 이를 통해 다양한 응용 분야에서 배터리의 효율적인 사용과 유지보수 및 안전한 사용을 지원하며, 배터리 수명 주기 전반에 걸쳐 경제적이고 환경적으로 지속 가능한 관리를 가능하게 함.

1. 재제조 전기차 배터리 관리
- 성능 최적화: 배터리의 현재 상태와 가능한 성능을 정확히 파악함으로써, 전기차의 주행 가능 거리를 최적화하고 에너지 효율을 개선
- 수명 예측: 배터리의 남은 수명을 예측하여, 사용자에게 배터리 교체 또는 유지 보수의 적절한 시기 예측

2. 재사용 에너지 저장 시스템(ESS)에서의 활용
- 수요 대응: 에너지 저장 시스템에서 배터리 상태진단을 통해 충전과 방전 시의 최적 타이밍을 결정할 수 있어, 전력 수요와 공급을 효과적으로 관리
- 재생 에너지 통합: 태양광이나 풍력과 같은 변동성이 큰 재생 에너지 소스와의 통합을 구현하고 배터리의

상태를 정확히 파악함으로써 에너지 손실을 최소화하고 효율적인 에너지 관리가 가능

3. 상용 및 산업용 배터리 시스템
- 비용 효율성 증대: 배터리의 상태를 실시간으로 모니터링함으로써, 유지 보수 및 운영 비용을 절감
- 장비 보호: 배터리 상태진단을 통해 과충전이나 과방전과 같은 잠재적인 문제를 사전에 감지하고, 장비 손상 및 수명 단축을 방지

4. 사용 후 배터리의 재제조, 재사용 및 리사이클링
- 재사용 평가: 사용 후 배터리의 상태를 평가하여, 여전히 적합한 성능을 보유한 배터리를 다른 용도로 재사용할 수 있는지 결정
- 리사이클링 결정 지원: 배터리의 상태에 따라 최적의 리사이클링 프로세스를 결정하는 데 필요한 정보를 제공합니다.

□ 제안자 인적사항 등

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	
		E-mail	

기술수요조사서

04	제안 과제명	사용후배터리 평가 효율성 증대를 위한 원격진단 플랫폼 개발

□ 기획과제 개요

목표	전기차용 배터리의 평가 시간 단축 및 정확도 증대를 위한 원격진단 플랫폼 개발
필요성	사용후배터리의 제재조/재사용/재활용 분류에 있어서 시간 단축 및 비용 절감과 함께 진단 정확도 증대를 위하여 전기차 운행 전주기 평가 플랫폼을 개발하여 적용

□ 국내외 연구개발 동향

사용 후 배터리의 평가와 관리를 위한 원격진단 플랫폼 개발은 배터리의 재제조, 재사용 및 재활용을 촉진하고, 배터리 수명 주기 관리를 최적화하는 데 중요한 역할을 하며 이 분야의 최신 연구 동향은 아래와 같이 요약 가능

1. 데이터 수집 및 분석 기술의 발전
 - 고급 센서 기술: 배터리의 전압, 전류, 온도 등의 기본적인 데이터뿐만 아니라, 화학적 및 물리적 변화를 감지할 수 있는 센서 기술이 개발되고 있으며 이를 통해 배터리의 상태를 더욱 정밀하게 파악
 - IoT 기반 기술: 배터리와 연결된 IoT 기기를 통해 수집된 데이터를 클라우드 서버로 전송하고 실시간으로 분석할 수 있는 플랫폼이 개발되고 있으며 원격으로 배터리의 상태를 효과적으로 모니터링

2. 머신 러닝 및 인공지능의 적용
 - 예측 모델링: 배터리 데이터를 기반으로, 머신 러닝 알고리즘을 사용하여 배터리의 잔여 수명이나 성능 저하 시점을 예측하는 모델을 개발하여 배터리의 유지보수와 교체 시기를 결정하는 데 활용
 - 자동화된 의사결정: AI 기술을 활용하여 데이터 분석 결과에 기반한 자동화된 의사결정 시스템을 개발함으로써, 배터리 관리와 최적화를 수행

3. 클라우드 기반 플랫폼
 - 통합 데이터 관리: 배터리에서 수집된 데이터를 클라우드에 저장하고 관리함으로써, 사용자가 언제 어디서나 데이터에 접근할 수 있도록 하여 다양한 위치에 있는 배터리의 상태를 중앙에서 관리할 수 있는 능력을 제공
 - 협업과 공유: 다양한 이해관계자들이 데이터를 공유하고 협업할 수 있는 기능을 제공함으로써, 효율적인 배터리 관리 및 의사결정을 가능하게 함

4. 사이버 보안 및 데이터 보호
 - 보안 프로토콜: 배터리 데이터는 민감한 정보를 포함할 수 있으므로, 데이터 전송과 저장 과정에서의 사이버 보안을 강화하는 것이 중요하며 이를 위해 고급 암호화 기술과 안전한 데이터 전송 프로토콜이 연구되고 있음
 - 규제 준수: 데이터 보호 및 개인정보 보호에 관한 법적 규제를 준수하는 플랫폼을 개발하기 위한 연구가 진행 중

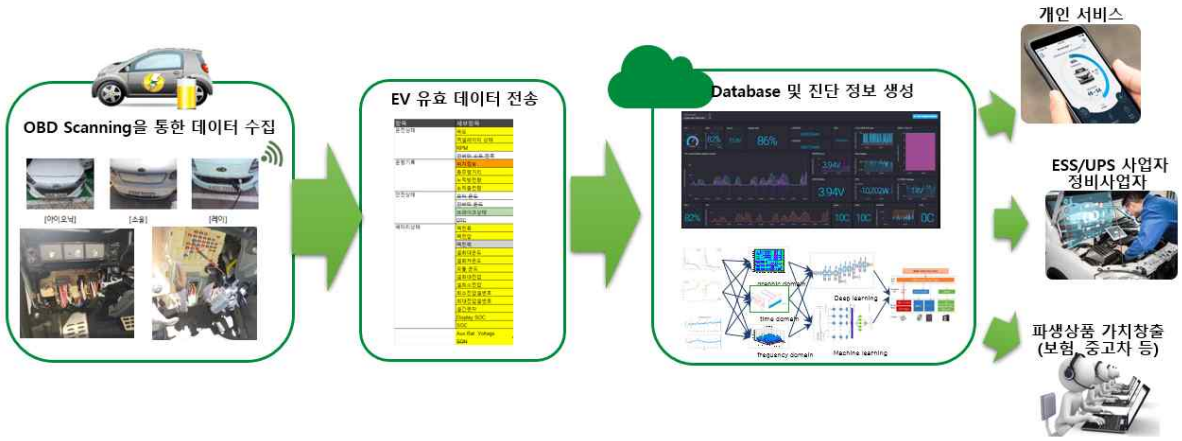
□ 주요 연구내용

■ 전기차 원격진단 연구사례 및 현황 분석
 - 전기차 배터리팩 원격 데이터 취득, 분석, 평가에 관한 기존 연구사례 수집
 - 배터리 원격진단 상용 기술 및 플랫폼의 Benchmarking 및 적용성 검토

■ 전기차 배터리팩 원격 진단 데이터 플렛폼 개발
 - 현재 운행 중인 전기차 배터리의 데이터 가용성 여부 검토
 - 배터리 원격진단을 위한 필요 데이터 정리 및 취득 가능 데이터 비교 검토

- 전기차 배터리팩의 원격 취득 데이터 신뢰성 평가
- 배터리 데이터 수집, 저장, 운용을 위한 통합 플랫폼 구축

■ 전기차용 배터리 원격진단 기법 개발
- AI 알고리즘, 모델 기반 알고리즘, 시험데이터 기반 알고리즘 등 배터리 원격 진단 기술의 비교 평가
- 배터리 평가를 위한 최적 알고리즘 선정 및 적용성 검토
- 장주기 운행데이터 기반 진단 알고리즘 검증 및 보완



[전기차 배터리팩 원격진단 플랫폼 예시]

□ 추진 방안

○

주 관 기 관	담당기술내용
자동차 데이터 관리 기관	▪ 전기차 배터리 원격진단 플랫폼 구축
참 여 기 관	
산/학/연	
담당 기술개발 내용	
▪ 전기차 원격진단 연구사례 및 현황 분석 ▪ 전기차 배터리팩 원격 진단 데이터 플랫폼 개발 ▪ 전기차용 배터리 원격진단 기법 개발	▪

□ 추정 기간 및 비용

총 사업비 / 사업기간	12억/3년

□ 활용방안

전기차 배터리의 원격진단 플랫폼은 전기차 배터리의 상태를 실시간으로 모니터링하고 분석하여, 전기차 소유자와 제조사에게 중요한 정보를 제공하는 혁신적인 시스템임. 이러한 플랫폼은 배터리의 성능과 안전성을 유지하면서 전체 운영 효율을 향상시키는 데 기여할 수 있음. 또한 재제조 배터리팩을 장착한 전기차의 운영 효율을 향상시키고, 사용자의 만족도를 높이며, 전체적인 차량 유지 관리 비용을 줄이는 데 크게 기여함. 이러한 플랫폼의 발전은 전기차 산업의 지속 가능성과 환경 친화성을 더욱 강화하는 중요한 요소가 될 수 있음.

1. 재제조 배터리의 실시간 성능 모니터링
- 상태 추적: 배터리의 전압, 전류, 온도 등을 실시간으로 모니터링하여, 배터리의 상태를 지속적으로 추적하며 이를 통해 배터리의 성능 저하나 고장 가능성을 조기에 감지 가능
- 안전 경고 시스템: 이상 상태가 감지되면 즉시 사용자나 서비스 센터에 경고를 발송하여, 사고를 예방하고 즉각적인 대응을 유도 가능

2. 유지보수 및 서비스 최적화
- 예측 유지보수: 데이터 분석을 통해 배터리의 수명을 예측하고, 유지보수가 필요한 시점을 사전에 인지하며 이는 예기치 않은 배터리 고장을 방지하고, 유지보수 비용을 절감하는 데 효과적임
- 원격 문제 해결: 간단한 문제의 경우 원격으로 진단 및 해결 방안을 제공하여, 고객이 직접 문제를 해결할 수 있도록 지원 가능

3. 데이터 기반 의사 결정 지원
- 성능 분석: 수집된 데이터를 분석하여 배터리의 성능 패턴을 이해하고, 이를 바탕으로 배터리 관리 전략을 수립함
- 제품 개선: 사용 패턴과 성능 데이터를 제조사에 제공하여, 배터리 설계 및 기술 개선에 활용할 수 있으며 장기적으로 재제조, 재사용 배터리팩의 품질을 향상시키는데 기여

4. 재제조 배터리의 사용자 경험 개선
- 사용자 인터페이스: 사용자가 쉽게 접근하고 이해할 수 있는 인터페이스를 제공하여, 배터리의 상태와 성능 정보를 쉽게 확인할 수 있어 재제조 배터리의 신뢰성 개선
- 맞춤형 정보 제공: 사용자의 운전 스타일과 배터리 사용 패턴에 맞춘 최적의 충전 시간 및 운전 권장 사항을 제공

5. 환경 영향 최소화
- 효율적 에너지 사용: 배터리의 성능을 최적화하고 사용 패턴을 분석함으로써, 전기차의 에너지 사용 효율을 높이고 환경 영향을 최소화함.
- 사용후배터리의 재제조 및 재사용 촉진: 배터리의 상태를 정확하게 평가하여, 재제조, 재사용 가능한 배터리를 선별하거나 효율적인 재활용 프로세스를 안내

□ 제안자 인적사항 등

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	
		E-mail	

기술수요조사서

05	제안 과제명	배터리 이력관리 체계 연계 재제조 배터리 유통순환관리 기반 기술 개발

□ 기획과제 개요

목표	국가적 전기차 배터리 생애전주기 통합관리제도 구축을 위하여, 배터리 이력관리 체계와의 연계성을 고려한 재제조 배터리 유통순환 체계 개발
필요성	○ 재제조 배터리 유통·순환 시 절차별 세부 관리 요소 확립 필요 - 관리 요소 확립을 통한 사용 후 배터리 공급망 거래안정성 강화 및 활성화 기반 마련 가능 ○ 배터리 이력관리 체계 고려한 전기차 사용후 배터리 관리체계 구축 필요 - 정부에서 旣 준비 중인 배터리 이력관리제도와의 연결성 고려, 불합리 요소에 대한 정합화·제거 등을 통해 관련 제도 간 연계성·합리성 강화 - 전기차 배터리(재제조 배터리 포함) 생애전주기 안전 관리 표준화 기여 ○ 사용후 배터리 분야 국제 표준 및 글로벌 선도 제도와의 동조화 필요 - 국제 표준을 기반으로 각국의 무역 기술 장벽이 강화되고 있음에 따라, EU 배터리 여권제도 등 국제 표준과의 호환성을 고려한 재제조 배터리 관리체계 구축을 통해 규제 대응·회피 기반 마련 필요

□ 국내외 연구개발 동향

○ (국내) 재제조 배터리 관리체계 및 플랫폼 도입에 관한 정부차원 연구개발 사례 없음. 전기자동차의 배터리 이력 관리 및 안전인증체계 제도화 방안 수립에 관한 연구(국토부)는 '22년 12월 완료되어, 현재 제도화 추진 중임

○ (중국) 전기차 배터리 재활용 측면에서 배터리의 규격, 등록, 회수, 포장, 운송, 해체 등 각 단계별 국가 표준을 제정하여 적용

○ (유럽) EU는, 민관 협력단체 Global Battery Alliance(GBA)가 2020년 제안한 디지털 플랫폼인 Battery Passport를 바탕으로 2026년부터 자체적인 '배터리 여권' 제도의 시행을 규정안에 명시, 본격적인 추진에 나서고 있음

○ (미국) 사용후 배터리 운송 관련 지침(US Department of Transport Title 49 Code of Federal Regulations of the Hazardous Materials Regulations) 제정을 통해 대형 리튬이온배터리의 전기전도성 물질에 대한 노출 방지 등 사용후 배터리 운송을 위한 패키징 시 준수사항 제시

□ 주요 연구내용

○ 글로벌 스탠다드와 조화된 재제조 배터리 유통순환관리 시스템 개발
- 전기차 배터리 이력관리, 사용후 배터리 분야 글로벌 표준화·제도화 동향 파악
- 국제-국내 관련 제도와의 연계성 고려한 재제조 배터리 유통순환관리 시스템 설계

○ 재제조 배터리 유통 전 주요 절차에 대한 기준 연구
- 일반사항 : 유통순환체계 관련 총체적 요구사항 및 표준 문서양식, 저장·관리 일반요구사항 등 제시
- 규격 : 관리 대상 배터리(규격, 소재 등) 기준 확립
- 등록·폐기 : 배터리 이력관리 체계와의 연계성을 고려한 재제조 배터리 등록번호 연동(또는 신규 부여) 체계, 탈거 후 폐기 시 배터리 이력관리(추적) 종료를 위한 배터리 말소신청 절차 기준 등
- 해체 : 해체 작업의 용어 및 세부 작업의 절차·범위 정의
- 회수 : 해체 후 운송·보관 단계에서의 사용후 배터리 유해 물질 유출 및 확산 방지를 위한 프로세스 및 포장·운송에 관한 기술적 조건 제시 등

□ 추진 방안

주 관 기 관	담당기술내용
▪ 국내 재제조 배터리 관리 제도 개발 연구	- 전기차 배터리 이력관리 관련 국제 표준화 동향 및 국내 도입 제도 분석 - 전기차 배터리 이력관리제도-재제조 배터리 관리체계 간 연계점 도출 - 재제조 배터리 통합관리체계 설계 및 관리제도(안) 제시

참 여 기 관(A, B, C...)	담당기술내용
▪ 각 요소 단계별 표준화 연구	- 재제조 배터리 각 관리단계별 표준 관리 요소 도출, 표준 절차 수립

□ 추정 기간 및 비용

총 사업비 / 사업기간	20억/4년

□ 활용방안

ㅇ 국제 표준, 국내 타 제도와 조화된 사용후 배터리 유통순환 프로세스 확립으로, 관리시스템의 타당성 · 신뢰성 · 확장성 확보

ㅇ 사용후 배터리 산업 참여 사업자(사용후 배터리 ①취득, ②판매, ③활용사업자)에 명확한 가이드라인을 제시함으로써, 거래시장 활성화 및 공급망 강화에 기여

□ 제안자 인적사항 등

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	
		E-mail	

기술수요조사서

06	제안 과제명	재제조 배터리 유통순환 체계 정보 관리에 관한 연구

□ 기획과제 개요

목표	재제조 배터리 주요 취득 정보에 대한 관리 체계 및 보안 위협 대응 방안 수립
필요성	○ 사용후 배터리의 재제조·재사용·재활용 활용을 위하여 배터리 정보관리 중요성 증대 - 배터리 이력관리 데이터 및 재제조 배터리 유통순환 과정에서의 수집 데이터 등의 표준화를 통한 배터리 데이터의 활용성 확대 → 경제적 부가가치 창출 가능 ○ 성능정보 등 재제조 배터리 주요 정보에 대한 보안 관리 필요 - ISO 표준 준용 등을 통한 취득 정보의 관리 체계화 방안 수립 필요 - 배터리 유통순환관리 플랫폼 상 보안 취약점 최소화 연구 및 실증 필요

□ 국내외 연구개발 동향

○ (국내) 재제조 배터리 관리체계의 정보관리와 관련한 정부차원 연구개발 사례 없음

○ (유럽) ISO에서 전기차 배터리 정보관리에 관한 국제표준 ISO 18006-1(Electrically propelled road vehicles - Battery information - Part.1 : Labelling and QR/bar code for specification, safety and sustainability), 18006-2(Electrically propelled road vehicles - Battery information - Part.2 : End of life) 제정 준비중

○ (일본) 일본 내 배터리 및 부품업체 211개사('24.6월 기준)로 구성된 배터리공급망 협의회(BASC)에서 2022년 6월, 일본 배터리 공급 및 이력 추적관리 체계의 디지털 플랫폼에 관한 Japanese battery digital scheme을 제안. 일본 국토교통성과 면담 진행 등 제도화 추진

□ 주요 연구내용

○ 배터리 데이터 보안 관련 국제 표준 동향 파악 및 유사 사례 조사

○ 재제조 배터리 유통순환 관리시스템의 데이터 제공(교환) 프로세스 연구

- 외부 연동 기능 : 배터리 유통순환 관리시스템의 외부 데이터 제공(교환)을 위한 표준조건, 연동을 위한 기능적 사양 정립
- 접근 권한 : 데이터 취급자의 역할별/데이터 중요도별 정보 공개 범위 제한 혹은 권한 부여하는 기준 설정
- 데이터 표기 : 데이터베이스 내 유관 데이터 간 연계·통합관리를 위한 데이터 매핑 기준 확립 및 데이터 속성 표기(labelling) 방법에 관한 표준화
- 정보 관리 : 데이터 보관·관리·제공 기준 및 보안 문제 발생 시 보안 위협 대응 프로세스 수립
- 데이터 인증 : 데이터 정합성 검증 프로세스 수립

□ 추진 방안

주 관 기 관	담당기술내용
▪ 재제조 배터리 데이터 관리 방안 연구	- 배터리 데이터 보안 관련 국제 표준화 동향 분석 및 국내 유사 사례 조사 - 배터리 데이터 취급자 역할 구분, 데이터 중요도 설정 - 재제조 배터리 데이터 관리제도(안) 제시

참 여 기 관(A.)	담당기술내용
▪ 데이터 관리 보안 체계 수립	- 재제조 배터리 데이터 관리 보안 프로세스 설계

참 여 기 관(B)	담당기술내용
▪ 데이터 관리 실증	- 데이터 관리·교환 테스트베드 구축 및 실증 테스트 진행

□ 추정 기간 및 비용

총 사업비 / 사업기간	30억/6년

□ 활용방안

ㅇ 재제조 배터리의 데이터 관리 기준 제시를 통한 재제조 배터리 유통순환 플랫폼의 데이터 관리 효율성 제고
ㅇ 재제조 배터리 데이터 제공 용이성 확보로 인한 사용 후 배터리 관련 사업자의 활용성 증대 및 이로 인한 재제조 배터리 유통 시장 활성화 예상됨

□ 제안자 인적사항 등

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	
		E-mail	

기술수요조사서

07	제안 과제명	임피던스(AC, DC) 기반 신속 정확 탈착전 배터리 성능 평가 기술 개발

□ 기획과제 개요

목표	신속 정확 (20분이내, ±5%) 임피던스 기반 탈착전 배터리 성능 평가 기술 개발
필요성	○ 향후 2030년 증가될 탈거된 배터리를 대비한 신속한 배터리 성능 평가 기술 필요 - 現 완전충방전 방식의 배터리 성능 평가 방법으로는 향후 대응 불가 - OBD방식 및 S/W방식 이외에 배터리에 전류 및 전압 변화 방식의 배터리 성능 평가 필요

□ 국내외 연구개발 동향

○ 빅데이터 분석 방법 및 OBD 데이터 기반 배터리 성능평가 기술 연구
- 실주행 데이터 수집을 통한 배터리 성능평가 및 OBD 포트를 통한 제작에서 제공하는 SOH를 취득하는 방식

○ 배터리에 전압/전류값 변동시 측정되는 센서 데이터 값을 활용한 배터리 성능평가 기술 연구
- 차대동력계를 활용하여 단시간 모드 주행 통한 배터리 성능평가 및 전류 인가를 통한 배털리 성능평가

□ 주요 연구내용

○ 배터리 내부저항에 따른 배터리 성능평가(SOH) 알고리즘 개발
- 임피던스 방식을 활용하기 위한 배터리 SOH에 따른 내부 저항 DB 구축(차량 5종 이상)
- 완전충방전 방법과의 정합성 고도화 기술 개발(오차율±5% 이내)

○ 국내 제도 도입을 위한 차량 실증 및 고도화 연구
- DC-IR 방식과 AC-IR 방식 도입을 위한 차량 적용성 평가 및 고도화 연구
- 임피던스 평가 장비(AC-IR, DC-IR) 장비 고도화 기술 개발

□ 추진 방안

주 관 기 관	담당기술내용
▪ 국내 제도 도입 실증 연구	- 차량 실증을 통한 개선사항 도출 및 방안 제시 - 국내 제도도입을 위한 근거 자료 확보

참 여 기 관	담당기술내용
▪ 임피던스 방식 알고리즘 개발	- 각 배터리 및 SOH에 따른 내부저항 DB 구축 - 완정충방전 방법과의 정합성 기술 개발

□ 추정 기간 및 비용

총 사업비 / 사업기간	20억/4년

□ 활용방안

○ 탈거전 배터리 상태평가 기술 방법에 활용 및 재제조 배터리 장착후 성능평가 및 전기자동차 정기검사 방법에 활용

□ 제안자 인적사항 등

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	
		E-mail	

기술수요조사서

08	제안 과제명	배터리 재제조 표준기술 확립과 재제조 배터리 안전성 평가기술 제도 개발

□ 기획과제 개요

목표	배터리 재제조 표준 기술 도출 및 재제조 배터리 안전성 평가기술 및 제도 개발
필요성	○ 배터리 재제조 범위 및 재제조 배터리 안전성을 위한 평가기술 및 제도화 필요 - 배터리 재제조 수리 범위 모호 및 재제조 배터리의 안전성 확보를 위한 기술 및 제도 무 - 배터리 재제조 수리 방법 및 수리 범위에 대한 표준 및 안전성 확보를 위한 검증 체계 필요

□ 국내외 연구개발 동향

○ 배터리 재제조/재사용/재활용에 대한 기술개발은 다수이나, 법/제도로 도입된 사례는 없음
○ 재제조 배터리에 대한 명확한 안전성 검사체계 미흡과 재제조 수리범위에 대한 연구 사례 없음

□ 주요 연구내용

○ 재제조 배터리에 대한 표준기술 및 관리체계 개발
- 재제조 배터리 수리 범위(팩단위/모듈 단위/셀 단위) 도출 및 수리방법에 대한 표준 기술 확립
- 재제조 배터리 수리 범위에 따른 관련 제도 제/개정안 개발(정비 및 튜닝)
○ 재제조 배터리 안전성 확보를 위한 평가기술 확립 및 제도화 개발
- 재제조 배터리 화재 및 성능 검증을 위한 배터리 평가항목 개발 및 평가기술 고도화
- 재제조 배터리 유통을 위한 재제조 배터리 안전성 인증 체계 개발

□ 추진 방안

주 관 기 관	담당기술내용
▪ 재제조 배터리 관리 및 인증체계 개발	- 재제조 배터리 수리 범위에 따른 제도 제/개정안 개발 - 재제조 배터리 안전성 인증 체계 개발

참 여 기 관	담당기술내용
▪ 재제조 배터리 재제조 표준기술 개발	- 재제조 배터리 수리 절차서 개발 - 재제조 배터리 수리 관련 표준 기술 개발

참 여 기 관	담당기술내용
▪ 재제조 배터리 안전성 평가항목 및 평가기술 개발	- 재제조 배터리 안전성 평가항목 도출 - 재제조 배터리 안전성을 위한 평가기술 및 관련 장비 개발

□ 추정 기간 및 비용

총 사업비 / 사업기간	40억/4년

□ 활용방안

○ 배터리 재제조에 대한 수리 범위 설정과 배터리 재제조를 위한 표준 정비 메뉴얼 개발에 활용
○ 재제조 배터리 안전성 확보를 위한 배터리 보관/유통체계의 안전성 평가 체계에 활용

□ 제안자 인적사항 등

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	
		E-mail	

기술수요조사서

09	제안 과제명	부하검사를 통한 배터리 진단 기술 개발

□ 기획과제 개요

목표	부하검사를 통한 상태 및 안정성 진단 기술 개발
필요성	- 운용중 전기자동차 배터리의 상태 및 안정성 진단 기술 필요 - 배터리 진단 검사 기준 미비로 인한 구축 필요

□ 국내외 연구개발 동향

○ 완전충방전 용량 및 배터리 임피던스(AC-IR, DC-IR) 기반 성능 진단
- 배터리 용량 및 임피던스 Database를 활용하여 배터리의 건강상태를 진단하는 방식

○ 모델 기반 배터리 성능 분석 기술 연구
- 물리학 및 데이터 기반 모델링 기법을 사용하여 배터리의 동작과 열화를 예측하여 평가하는 방식

□ 주요 연구내용

○ 차량 부하검사 시, 누적 BMS 데이터 기반 배터리 상태 및 안정성 진단 알고리즘 개발
- Dynamometer 시험을 활용한 부하검사 절차 구축
- BMS의 전류, 전압, 온도를 통해 도출한 내부 DC 저항 데이터 기반 SOH(State of Health) 진단 기술 개발
- 실시간 BMS 배터리 팩 내부 셀간 전압 편차 데이터 분석을 통한 차량 배터리의 SOB(State of Balance) 평가 기술 개발

□ 추진 방안

주 관 기 관	담당기술내용
▪ 신규 기술 개발 및 제도 제언 가능 기관	- 실증 시험 및 실용적 활용을 위한 신규 제도 개발 방향성 제시

참 여 기 관	담당기술내용
▪ BMS 데이터 및 DC 저항 분석 알고리즘 개발	- `DC 저항과 SOH간의 관계 정립 - SOB 분석을 통한 배터리 안정성 지표 개발

□ 추정 기간 및 비용

총 사업비 / 사업기간	20억/4년

□ 활용방안

○ Dynamometer를 활용한 자동차 부하검사을 통한 배터리 상태 및 안정성 진단에 활용 가능하며, 이를 자동차 정기검사에 적용 가능할 것으로 기대됨

□ 제안자 인적사항 등

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	
		E-mail	

기술수요조사서

10	제안 과제명	사용후 배터리 제품화 생태계 통합플랫폼 개발

□ 기획과제 개요

목표	**사용후 배터리 재제조 및 재사용을 위한 생태계를 하나로 통합하여 정보를 관리하는 통합플랫폼의 실증 개발**
필요성	- 탄소중립을 위해 전 세계 각국에서 전기차 배터리에 대한 개발 및 양산이 증가할 것으로 예상되며, 향후 사용후 생산량에 대비한 사용후 배터리 제품화 생태계 통합플랫폼 개발이 필요한 시점 - 전기차 시장이 급속히 확대됨에 따라 전기차용 배터리(EVB)도 2020년부터 2030년까지 약 10배가량 성장할 것으로 전망 - 사용후 배터리 관련 업체에서 사용후 배터리 발생 이후 회수 · 유통 · 활용(재제조/재사용/재활용)에 대한 주도적 의사결정이 가능한 시스템 구축 - 사용후 배터리는 가급적 부가가치가 높은 재제조 및 재사용에 우선 활용하고, 이외 배터리들은 재활용에 사용하는 등 사용후 배터리 전용 통합관리시스템 필요

□ 국내외 연구개발 동향

[국내]

- 사용후 배터리 전 주기에 걸친 배터리 기본 정보, 운행 중 사용정보, 거래 결과, 성능 및 안전점검 결과 등 사용후 배터리 이력정보를 실시간으로 모니터링 가능한 시스템 구축 연구

[국외]

- **(일본)** 환경보호와 안정적인 배터리 공급망 확보를 위한 사용후 배터리 회수 및 폐배터리 사용 의무화 실시
- **(중국)** 전기차 제조업체가 배터리를 회수해 관리하는 배터리 재활용 생산 책임자를 시행하고 재활용 촉진을 위한 배터리 규격, 등록, 회수, 포장, 운송, 해체 등 전 과정에서 국가표준을 제정 중이며, 전기차 배터리의 이력 모니터링 관리 및 감독체계 구축

□ 주요 연구내용

1. 사용후 배터리 제품화에 필요한 생태계 단계별(수거, 운송, 해체, 보관, 검수, 판매, 사후관리 등) 기관 및 업체를 관리 가능한 플랫폼 형태의 솔루션 개발
   - 마스터 관리 항목으로 각 업체 및 기관의 정보를 등록 및 관리하는 플랫폼 솔루션
   - 기관 및 업체가 등록된 생태계의 단계에 따른 별도의 화면을 통하여 사용후 배터리의 단계별 정보를 입력
2. 제품화에 필요한 생태계의 각 단계별 필수 데이터를 정의
   - 단계별 중요 항목과 비필수 항목의 데이터를 구분하여 DB 및 시스템 설계
   - 사용후 배터리의 이력 및 재제조 배터리의 이력은 배터리 별로 단일식별키로 조회 가능하도록 설계
3. 사용후 배터리의 해체 및 재제조 이력도 추적 가능한 데이터 구성 설계
   - 사용후 배터리의 해체 시 해체 전 배터리 이력을 추적 가능하도록 데이터 구성
   - 재제조 배터리는 재제조 전 각 구성 배터리의 이력을 추적 가능하도록 데이터 구성
4. 제품화 후 배터리는 통합플랫폼에서 제품이력조회 화면을 통하여 사용자가 이력 조회가 가능하도록 개발
   - 다양한 사용자 인터페이스로 접근 가능하도록 구성(모바일, PC, 웹 등)
5. 플랫폼 확장성을 고려한 설계
   - 제품화 후의 운영 데이터나 점검데이터의 확보를 통한 재제품화의 영역으로의 확장성도 고려

□ 추진 방안

주 관 기 관		담당 내용
▪ 통합플랫폼 개발 총괄		▪ 사용후 배터리 이력관리 플랫폼·솔루션 개발

참 여 기 관		
▪ 이력관리시스템 설계 및 개발		▪ 통합플랫폼 기반 사용후 배터리 이력관리 시스템 설계 및 개발

□ 추정 기간 및 비용

총 사업비 / 사업기간	30억 / 4년

□ 활용방안

1. 사용후 배터리 제품화 생태계의 종합적 관리 실증
2. 제품화 배터리의 사용자 신뢰성 확보에 대한 기여
3. 배터리 재제조 시장의 활성화에 기여

□ 제안자 인적사항 등

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	
		E-mail	

기술수요조사서

11	제안 과제명	스마트 센싱과 이동 로봇 기술 기반 대량의 사용후 배터리 안전 보관 기술 개발

□ 기획과제 개요

목표	대량의 사용후 배터리를 안전하게 보관하기 위한 상태 모니터링 기술 개발
필요성	○ 향후 2030년 증가될 탈거된 배터리를 대비한 대량의 사용후 배터리를 안전하게 보관하는 기술 필요 - 現 구획별 CCTV나 연기 및 화재감시 센서 설치만으로는 안전 모니터링에 한계가 있음 - 보관된 사용후 배터리의 상태를 개별적으로 체크 할 수 있는 신뢰성 있는 장치와 모니터링 시스템 개발이 필요함

□ 국내외 연구개발 동향

○ Off 가스 모니터링에 의한 배터리 안전 운용 및 보관 기술 연구
- Off 가스 감지 센서 개발 및 외부 가스에 대한 오동작을 방지하는 감지 알고리즘 기술 연구
○ 배터리 보관 시설에 실시간 열, 온·습도 및 가스 모니터링 시스템을 구축하여 화재 예방하는 기술 연구
○ 박스 내부 환경 정보를 확인할 수 있는 안전관리시스템이 탑재된 배터리 운반 및 보관을 위한 박스 연구

□ 주요 연구내용

○ 보관중인 배터리의 상태를 검출 할 수 있는 신뢰성 있는 스마트 센싱 및 모니터링 기술 개발
- 로봇 기술을 활용한 보관된 배터리 개별 상태 센싱 기술 개발 (배터리별 센싱 시간 : 10초 이내)
- 이상 상태 감지 알고리즘 고도화 기술 개발
○ 실증 및 고도화 연구
- 실증을 통한 다양한 차종(5종 이상) 적용 가능성 평가
- 배터리 상태 센싱 장비 고도화 기술 개발

□ 추진 방안

주 관 기 관	담당기술내용
▪ 실증 연구 및 장비 고도화	- 다양한 차종 실증을 통한 개선사항 도출 및 방안 제시

참 여 기 관	담당기술내용
▪ 배터리 스마트 센싱 및 모니터링 기술 개발	- 스마트 센싱 및 배터리간 이동 시스템 개발 - 센싱 데이터를 이용한 신뢰성 있는 감지 알고리즘 개발

□ 추정 기간 및 비용

총 사업비 / 사업기간	25억/4년

□ 활용방안

○ 사용후 배터리 및 재제조 배터리의 안전 보관에 활용

□ 제안자 인적사항 등

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	
		E-mail	

기술수요조사서

12	제안 과제명	전기차 충전 포트 기반 배터리 신속 성능 평가 기술 연구

□ 기획과제 개요

목표	전기차 배터리 신속 평가가 가능한 충전 포트 기반 임피던스 측정 및 평가 기술 연구 개발
필요성	○ 새로이 출시되는 전기차 차종 증가를 대비한 호환형 배터리 신속 진단 기술 연구 - 전류 및 전압 변화 등의 배터리 실측정 데이터를 얻기 위해서는 제조사 프로토콜 정보 필요 - 신규 차종 추가 시에도 호환이 가능한 신속 진단 기술 연구 필요

□ 국내외 연구개발 동향

○ 리버스 엔지니어링을 통한 배터리 제어 프로토콜 확보
- 자체적인 리버스 엔지니어링을 진행하거나 관련 연구 기업들과의 협업을 통해 기술력 확보 진행
- 빠르게 추가되는 신규 차종 대비 리버스엔지니어링에 소모되는 기간, 인력, 자본의 부담이 큼

○ 차량에서 제공하는 OBD 데이터 혹은 BMS 데이터를 기반으로 하는 한계성을 지님

□ 주요 연구내용

○ 전기차 충전 포트 기반 임피던스 측정 기술 연구 개발
- 전기차 전장 구조 및 노이즈 분석 기술 연구
- 차종/차량별 배터리 진단을 위한 임피던스 측정 안정화 기술 및 장비 개발

○ 전기차 측정 데이터 기반 배터리 성능평가 알고리즘 개발
- 차종/차량별 배터리 테스트 DB 구축
- 완전충방전/DC-IR/AC-IR 방법과의 정합성 검증 (오차율 : 평가 연구 기준 ± 10%)
- AI 학습형 진단 알고리즘 적용성 평가 연구

□ 추진 방안

주 관 기 관	담당기술내용
· 측정 기술 및 알고리즘 연구 개발	- 노이즈 분석 기술 적용, 차량 기반 임피던스 측정 장비 개발 - 임피던스 기반 배터리 성능 평가 인자 분석 - DB 기반 성능평가 알고리즘 개발 및 AI 학습형 진단 알고리즘 적용성 평가연구

참 여 기 관	담당기술내용
· 차종/차량별 전장 분석 기술 연구 개발	- 전기차 전장 구조 분석 자료 확보 - 전장 구조에 기반한 노이즈 분석 및 처리 방안 연구 - 상기 기술이 적용된 차량 기반 임피던스 측정 장비 연구 개발

□ 추정 기간 및 비용

총 사업비 / 사업기간	20억/4년

□ 활용방안

○ 탈거전/재제조 배터리 장착 후 성능평가 등 전기차 기반의 배터리 성능평가에 있어서, 향후 증가하는 국내/외 신규 차종을 대비하여 적용성 평가 연구를 통한 데이터 확보 및 실용화 후속 연구 준비

□ 제안자 인적사항 등

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	
		E-mail	

기술수요조사서

13	제안 과제명	전기화학 분석기반의 안전 방전 자동화 공정기술 및 회생 방전 시스템 개발

□ 기획과제 개요

목표	사용후 배터리의 신속하고 안전한 방전 공정 기술 및 방전 전력의 회생 시스템 개발
필요성	○ 향후 2030년 증가될 탈거된 배터리를 대비한 신속하고 안전한 배터리 방전 기술 필요 - 현재 일반적인 배터리 방전 방식은 방전 과정 또는 완료에 대한 안전이 취약하여 화재에 대한 대응 불가 - 다양한 제품의 배터리에 적합한 안전 방전 공정 기술 개발 필요 - 사용후 배터리의 처분(보관 또는 폐기) 방식에 따라 자동화된 배터리 안전 방전 기술 개발로 방전 공정 단순화 필요 - 사용후 배터리의 충전 전력의 계통 전원 회생으로 친환경적인 방전 기술 필요

□ 국내외 연구개발 동향

○ 소재, 전지설계 인자에 따른 과방전구간의 특성 분석 및 알고리즘 기술 연구
- 양극소재별 비가역방전영역 부반응 매커니즘 연구
○ 폐배터리 방전 시스템 기술 연구
- 패배터리 상태 및 방전 데이터의 분석, 활용을 위한 통합 운용 시스템 연구

□ 주요 연구내용

○ 제품 유형별 방전 시 배터리 전기화학 특성기반 신속 방전 알고리즘 개발
- 과방전 구간의 전기화학 특성 분석 및 알고리즘 설계
○ 사용후 배터리 안전 방전 자동 공정 시스템 개발
- 전기차 배터리 규격DB에 따라 설계 및 구축된 규격화 방전 기능 개발
- 배터리 방전 공정 과정에서 화재 발생시 효과적인 소화와 확산 방지 기술 개발
○ 회생형 방전기 개발
- 대용량 회생형 방전기 개발 및 소형화 설계
○ 배터리 모듈 직병렬 안전 연결 지그 및 단락기 개발
- 직/병렬 확장과 안전 구조의 지그 설계 및 개발

□ 추진 방안

주 관 기 관	담당기술내용
▪ 국내 제도 도입 실증 연구	- 다양한 차종 실증을 통한 개선사항 도출 및 방안 제시

참 여 기 관	담당기술내용
▪ 안전 방전 자동 공정 알고리즘 및 시스템개발	- 각 배터리 방전시 특성 분석 및 안전 공정 설계 - 회생형 방전 장치와 연결 지그 및 통신 시스템 개발

□ 추정 기간 및 비용

총 사업비 / 사업기간	25억/4년

□ 활용방안

○ 사용후 배터리의 안전 보관 또는 재활용을 위한 배터리 방전 공정에 활용

□ 제안자 인적사항 등

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	
		E-mail	

기술수요조사서

14	제안 과제명	재사용/재제조 가능한 사용후 배터리 안전 보관·운송 기술

□ 기획과제 개요

목표	안전성과 편의성으로 인해 운송비 절감 및 저에너지형 방전기술 개발
필요성	• 기존에는 사용후배터리의 습식방전을 통해 화재·폭발을 방지했으나, 사용후배터리 재제조, 재사용 활성화 및 생태계 조성을 위하여 배터리의 성능을 저해하지 않으면서 안전성이 보장된 방전 및 보관·운송 기술 개발이 시급한 상황 • 또한 전기차 보급 지속확대, ESS 등 이차전지 재사용 제품 발생량 급증 등에 따라 사용후 배터리 대용량을 동시에, 안전하고 효율적으로 처리(방전) 및 보관·운송 필요

□ 국내외 연구개발 동향

□ 주요 연구내용

1차 년도	○ 저에너지형 방전기술 개발 - 기존 기술의 한계를 극복하는(전자부하 방전 기술의 처리속도 개선, 건식방전 공정원가 절감 등) 기술 개발 - 방전 전·후의 배터리 성능 차이 5% 이내의 성능보전 방전 공정 개발 - -50℃ 이하의 초저온 냉동기술 등 신기술 접목 ○ 사용후배터리 화재·폭발 방지형 운송·보관 기술 개발 - 화재·폭발 방지 및 위험성을 사전에 저감하는 운송·보관 장비 개발 (전해질 점도 증가 등을 통한 폭발 위험 차단 등)
2차 년도	○ 저에너지형 방전 장비 개발 - 공전 원가를 절감하고 환경친화적이며, 대용량 동시처리, 처리속도가 빠른 방전장비 설계(안) 마련 ○ 이동식 냉각장치 탑재차량 개발 - 냉열을 이용한 초저온 절연 젤리 분리공정의 원가절감 및 환경오염물질 발생 저감
3차 년도	○ 저에너지형 방전 장비 시운전 - 방전장비 pilot test 및 방전후배터리 재사용/재제조에의 활용성 점검 ○ 원료 수급의 편의성을 고려한 이동식 냉각장치 탑재차량의 권역별 수거·이송 기술 실증 - 입지적 제약 요인을 극복하는 운송 기술 실증 - 냉열 활용 등 에너지 효율성 검토
4차 년도	○ 고속(30분 이내) 대용량 방전 장비 실증 - 방전장비 pilot test 및 방전후배터리 활용성 점검 - 처리속도 개선 및 대용량 배터리 동시처리를 위한 연구 추진 ○ 대용량 배터리 처리 및 화학적 파손/손실 방지 기술개발 - 대용량 배터리 처리 시스템 구축 및 유해물질 발생 점검 ○ 폐기 냉열 활용 등 에너지저감형 공정 개선 및 기술개발 - 전기에너지가 아닌 배터리 내 잔존에너지 활용 등 에너지효율성 제고 기술개발

□ 추진 방안

주 관 기 관	담당기술내용
기업	대용량 방전 장비 실증

참 여 기 관	참 여 기 관
대학,	연구소
담당 기술개발 내용	**담당 기술개발 내용**
에너지효율성 제고 기술개발	유해물질 발생 점검

○

□ 추정 기간 및 비용

총 사업비 / 사업기간	70억원/4년

☐ **활용방안**

○ 사용후배터리 수거·운송 업체 : 경북테크노파크 등 지역거점수거센터, 지역 폐차장 등
○ 재사용, 재제조 업체 : ESS, UAM 등 재사용 산물 생산업체 및 차량탑재용 재제조 배터리 생산업체

☐ **제안자 인적사항 등**

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	
		E-mail	

기술수요조사서

15	제안 과제명	환경오염물질이 원천적으로 발생하지 않는 재활용 플랜트 개발 및 해외현지 적용

□ 기획과제 개요

목표	전해질 안정화로 국가간 이동이 안전하고 리튬 선추출을 통한 오염물질 저감 재활용 기술
필요성	• EU 등 주요 국가에서는 자국 내 배터리 재활용을 규제로 활용하고 있으며 국내 기업은 국내·외 합작법인 설립 등을 통해 기술교류 및 해외진출을 추진하고 있으나, • 재활용 공정에서 발생하는 환경오염물질(폐수 등), 화재·폭발사고 등 환경안전 문제로 인한 공장 인허가 및 운전에 애로를 겪고 있음 • 이차전지 글로벌 시장을 선점하고 탑티어 기술을 개발할 수 있는 해외시장 맞춤형, 해외규제 대응형 재활용 플랜트의 개발 및 현지적용이 필수

□ 국내외 연구개발 동향

□ 주요 연구내용

1차 년도	○ 환경오염물질 발생을 원천적으로 차단하는 재활용 新공정 설계 - 용액 기반 배터리 분리·해체 기술 개발 - 양극재, 음극재, 분리막 등 배터리팩 내 유가자원 직접 재활용(direct recycling) 기술 개발 ○ 재활용플랜트 해외 현지 구축을 위한 국제공동연구 추진 - 현지 공장부지, 인허가 절차, 현지 환경규제 등 조사 - 환경오염물질 발생 차단을 위한 현지 기술교류
2차 년도	○ 환경오염물질 발생을 원천적으로 차단하는 재활용 新공정 구축 - 용액 기반 배터리 분리·해체 기술 실증 - 양극재, 음극재, 분리막 등 배터리팩 내 유가자원 직접 재활용(direct recycling) 기술 실증 및 적용 ○ 해외 현지 재활용플랜트 구축(처리량 1,000t/d 이상)을 위한 기반기술 개발 - 현지 규제 맞춤형 설계(안) 변경 등
3차 년도	○ 환경오염물질 발생을 원천적으로 차단하는 재활용 新공정 운전 - xEV, FCEV, HEV 등 첨단모빌리티 및 ESS, UAM 등 재사용 이차전지 동시처리 재활용 기술 실증 ○ 해외 현지 재활용플랜트 운전(처리량 1,000t/d 이상) - 현지에서 발생하는 원료 분석 및 그에 따른 재활용 공정 운전
4차 년도	○ 해외 현지 재활용플랜트 운전 및 배터리급 재생원료 추출 - 파쇄하지 않는, 배터리팩의 셀 단위 해체·분리 기술 실증 - Acid-free 침출 기술을 활용한 리튬 98% 이상 회수 ○ 저에너지 친환경 新공정 운영 및 환경전과정평가(LCA) - mass/energy balance 분석 및 재활용 공정 환경전과정평가 수행

□ 추진 방안

ㅇ

주 관 기 관	담당기술내용
기업	대용량 방전 장비 실증

참 여 기 관	참 여 기 관
대학,	연구소
담당 기술개발 내용	**담당 기술개발 내용**
에너지효율성 제고 기술개발	유해물질 발생 점검

□ 추정 기간 및 비용

총 사업비 / 사업기간	120억원/4년

□ **활용방안**

○ 배터리 재활용 업체 : 성일하이텍, 에코프로, 포스코 클린메탈 등
○ 회수자원 기반 제조업체 : 이차전지 배터리 생산업체 및 실리콘 음극재 생산업체

□ **제안자 인적사항 등**

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	
		E-mail	

기술수요조사서

16	제안 과제명	전기차 배터리 재제조 프로세스 수립 및 진단 / 평가

□ 기획과제 개요

목표	재제조 프로세스 수립 및 재제조 완료 배터리에 대한 성능, 신뢰성 및 안전성 등을 인증
필요성	전기차 배터리를 지속 사용하기 위한 배터리 재제조를 통해서, 차량에 다시 사용 가능하게 만드는 기술 개발 및 성능, 신뢰성 및 안전성 인증을 통한 글로벌 전기차 배터리 시장 선도

□ 국내외 연구개발 동향

자원순환방법 중 순환경제 효과가 우수한 '재제조' 에 대한 관심이 급증
- 재사용을 통한 자원·에너지 절약, 폐기물 발생 감소, 탄소배출 저감 등 효과가 큰 녹색산업
 * (해외) 자동차 부품·제품 분야 재제조 시장 주도 / (국내) 자동차 부품 분야, 재제조 시장 80% ↑

□ 주요 연구내용

재제조 배터리 공정 프로세스 수립
재제조 배터리의 신뢰성, 안전성 등 시험평가 프로세스 및 항목 수립

□ 추진 방안

○

주 관 기 관	담당기술내용
공공기관	▪
참 여 기 관	
배터리 재제조 업체	협회
담당 기술개발 내용	
▪	▪

□ 추정 기간 및 비용

총 사업비 / 사업기간	49억 / 3년

□ 활용방안

재제조 배터리 시장 활성화를 통한 탄소중립 실현 및 순환경제 혁신
재제조 완료 배터리에 대한 성능, 신뢰성 및 안전성 등을 인증
제조 설계, 평가, 인증지원 등 산업 전반의 재제조 제품의 기술수준 제고 및 기술 인프라 확보

□ 제안자 인적사항 등

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	
		E-mail	

기술수요조사서

17	제안 과제명	전기차 배터리 교체 기술을 활용한 배터리 구독 서비스 사업화

□ 기획과제 개요

목표	전기차 배터리 교체 가능한 시스템 및 기술 개발을 통한 구독 비즈니스 모델 수립
필요성	전기차 등의 배터리를 리스 형태로 빌려서 사용하고 매월 사용료를 지불 → 리스용 배터리는 필요시 교체해서 사용을 통한 글로벌 전기차 배터리 서비스 시장 선도

□ 국내외 연구개발 동향

국내 기술적 경쟁사는 없으며, 글로벌 경쟁사로는 NIO와 AMPLE이 대표적임.
현재 경쟁사 대비 자동화율은 낮지만,피트인은 차량의 성능저하나 플랫폼 개조가 불필요 하고,모든차량에적용 가능한 스왑기술개발을 진행중

□ 주요 연구내용

Battery Swap Device 개발 및 EV부품 개선을 통해 사업초기 15분내 배터리팩 교체를 목표
냉각수 밸브 일체형 퀵커넥터 및 체결신뢰성 개발 검증

□ 추진 방안

○

주 관 기 관	담당기술내용
산업계	▪

참 여 기 관	참 여 기관
산업계	연구기관

담당 기술개발 내용	
▪	▪

□ 추정 기간 및 비용

총 사업비 / 사업기간	20억 / 3년

□ 활용방안

영업용 운수사업자에게 안정적인 충전요금, 중고EV의 잔존가치 향상 그리고 영업용전기차의 장기간 효율적 사용이라는 부가적인 가치 제공

□ 제안자 인적사항 등

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	
		E-mail	

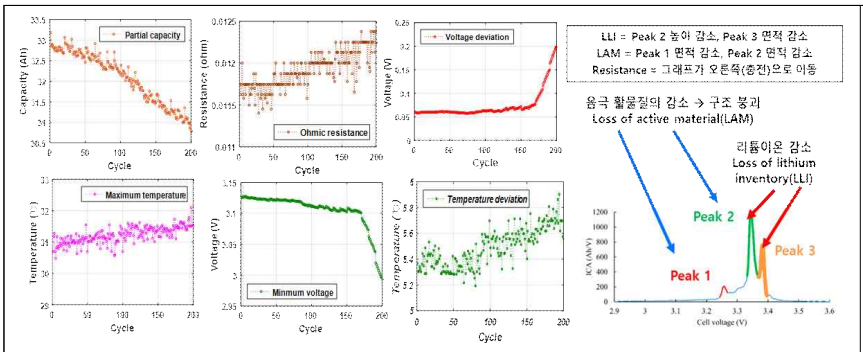
기술수요조사서

18	제안 과제명	배터리 탈거 전 사용 후 배터리의 신속 진단을 위한 SOH 진단 기술 개발

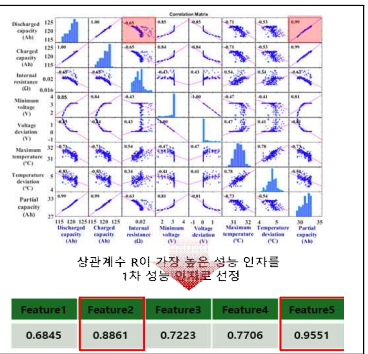
□ 주요 연구내용

o 차량 운용 특성 및 신속 진단을 고려한 단계별 성능 인자 도출

- 배터리 탈거 전 신속 진단을 위해 참고 문헌 조사 및 데이터 분석 기반 충/방전 성능 인자 탐색
- 진단 영역에서 추출한 다수 성능 인자와 용량의 상관 분석을 통한 배터리 열화를 대변하는 1차 성능 인자 선정

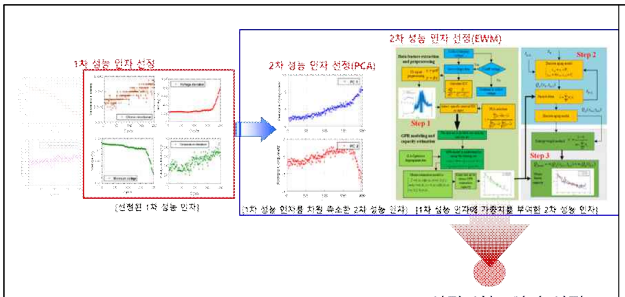


진단 영역에서 배터리 성능 인자 추출

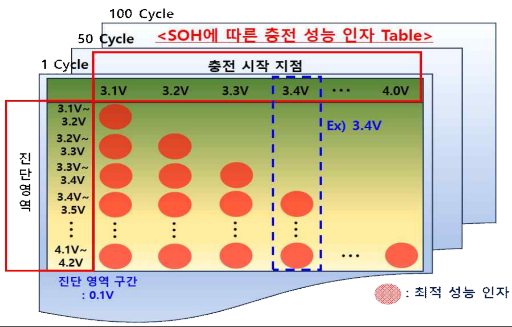


상관분석 기반 1차 성능 인자 선정

- 선정된 1차 성능 인자 기반 PCA 및 가중치 기법 등을 적용 및 상관 분석을 통해 2차 최적 성능 인자 선정
- 최적 성능 인자 추출을 위한 충/방전 시작 전압 결정(충/방전 시작 전압에 따른 오차 발생)
- 신속 진단을 위한 성능 평가 인자 테이블 작성 및 실험 데이터 기반 성능 테이블의 정확도 검토



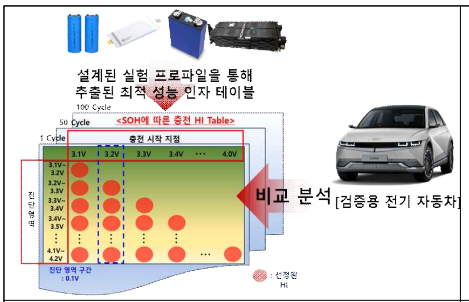
1차 성능 인자 기반 2차 성능 인자 추출 및
전압 영역별 최적 성능 인자 선정



신속 진단을 위한 성능 인자 테이블 모식도

o 배터리 탈거 전 신속 진단을 위한 성능 인자 기반 배터리 SOH 진단 알고리즘 개발

- 성능 인자 테이블을 통한 배터리 탈거 전 초기 전압에 따른 성능 인자 테이블 기반 SOH 진단 가능
- 추출한 성능 인자 테이블 기반 신속 진단 시, 소요 시간 및 SOH 정확도 검증 수행



성능 인자 테이블 검증 방안

충/방전 시작 전압	진단 영역에 따른 최적의 HI (0.1V씩)			진단 SOH			실제 SOH			진단 오차			진단 소요 시간		
3.1V/4.0V	0.45/ 0.65	…	0.81/ 0.98	94.3/ 95.5	…	92.1/ 94.5	98	…	98	3.7%/ 2.5%	…	5.9%/ 3.5%	10분/ 8분	…	50분/ 46분
3.2V/3.9V	0.49/ 0.68	…	0.92/ 1.2	97.2/ 95.5	…	95.3/ 92.5	98	…	98	0.8%/ 2.5%	…	2.7%/ 5.5%	10분/ 8분	…	46분/ 43분
3.3V/3.8V	0.52/ 0.72	…	0.94/ 0.99	97.8/ 96.4	…	94.1/ 93.6	98	…	98	0.2%/ 1.6%	…	3.9%/ 4.4%	11분/ 9분	…	42분/ 38분
⋮		⋮			⋮			⋮			⋮			⋮	
3.9V/3.2V	0.65/ 0.88	…	0.78/ 0.81	98.5/ 97.5	…	89.3/ 90.5	98	…	98	0.5%/ 0.5%	…	8.7%/ 7.5%	10분/ 8분	…	30분/ 25분
4.0V/3.1V	0.69/ 0.77	…	0.73 /0.8	94/ 94.8	…	90.9/ 88.8	98	…	98	4%/ 3.2%	…	7.1%/ 9.2%	10분 /8분	…	28분/ 20분

배터리 진단 영역에 따른 SOH 추정 성능 및 소요 시간 예시

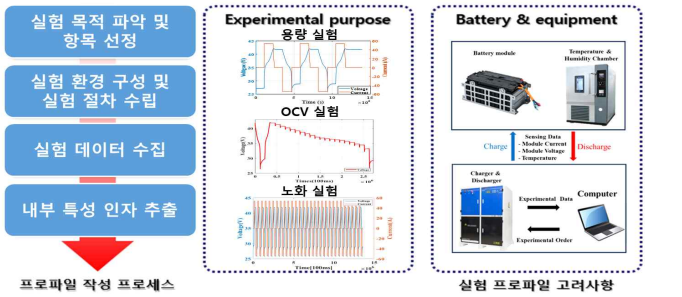
기술수요조사서

19	제안 과제명	사용 후 배터리 성능/안전성 평가를 위한 SOx(State-of-x) 진단 기술 개발

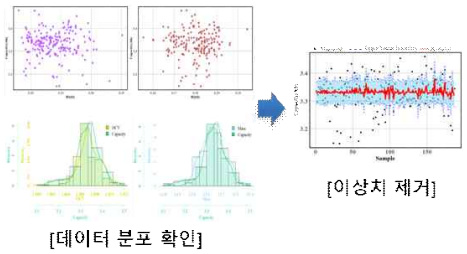
□ 주요 연구내용

o 배터리 성능/안전성 평가를 위한 전기적 특성 실험 및 차량 데이터 분석

- 상태 추정 알고리즘 개발을 위한 전기적 특성 실험 항목/절차 수립 및 전기적 특성 실험 수행
- 측정된 데이터 및 수급되는 차량 데이터의 탐사적 데이터 분석 수행



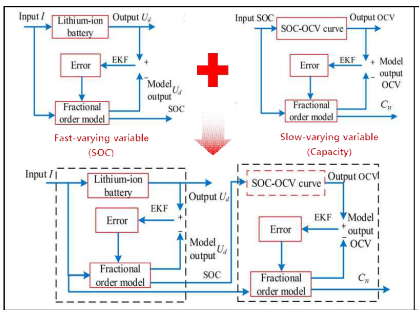
배터리 알고리즘 제작 및 데이터 확보를 위한 실험 프로파일 선정 예시



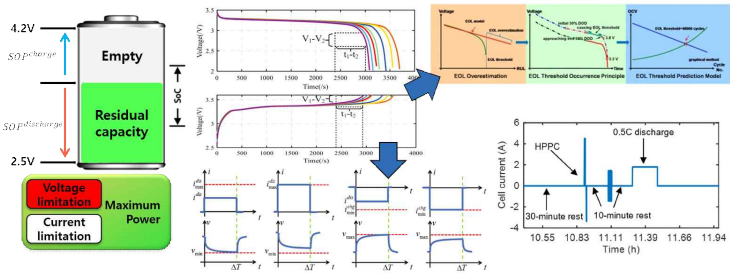
탐사적 데이터 분석
(데이터 분포 및 이상치 제거)

o 탈거 전 배터리 성능/안전성 평가를 위한 SOx 진단 기술 개발

- 성능/안전성 평가 진단 기술 개발을 위한 차량의 데이터 조건(입출력 데이터 및 부하 조건) 검토
- 배터리 등가회로 모델 및 특성 데이터를 활용한 SOx(SOC, SOH, SOB, SOP 등) 진단 기술 구현
- 차량 데이터 적용 후 SOx(SOC, SOH, SOB, SOP 등) 알고리즘 정확도 확인



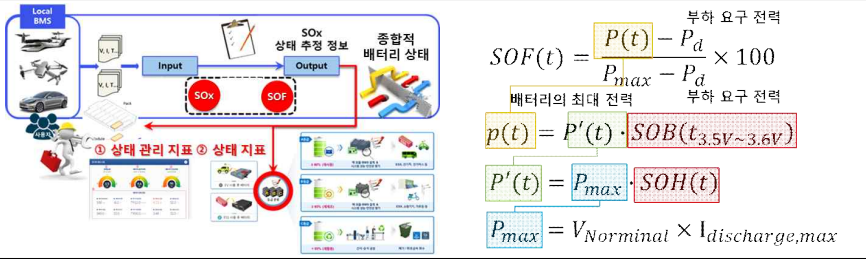
DEKF 개념도



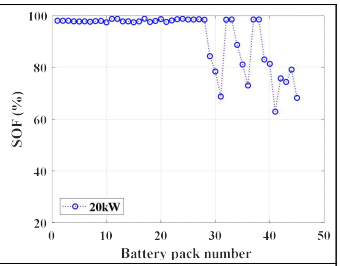
배터리 모델 기반 최대 가용 출력 개념도

o 종합 평가 진단 지표(SOF; State-of-function) 개발을 위한 진단 기술 개발

- 배터리의 충전 상태를 나타내는 SOC, 현재 수명 정보를 나타내는 SOH, 최대 가용 출력을 나타내는 SOP, 배터리 팩 내 셀간 전압/용량 불균형을 나타내는 SOB를 활용한 종합적 성능 평가 지표(SOF) 개발



SOF 기반 성능/안전성 진단 기술 컨셉



SOF에 따른 성능 평가(예시)

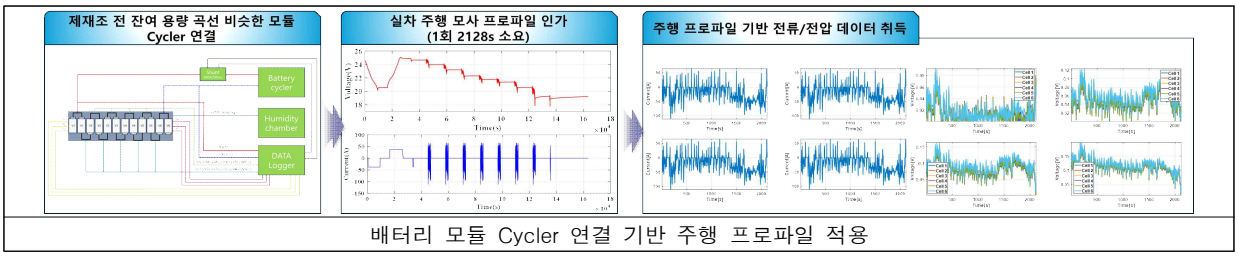
기술수요조사서

20	제안 과제명	실시간 BMS 데이터를 활용한 신호 처리 알고리즘 및 통계적 기법 기반 제재조 배터리 이상 진단 기술 개발

□ 주요 연구내용

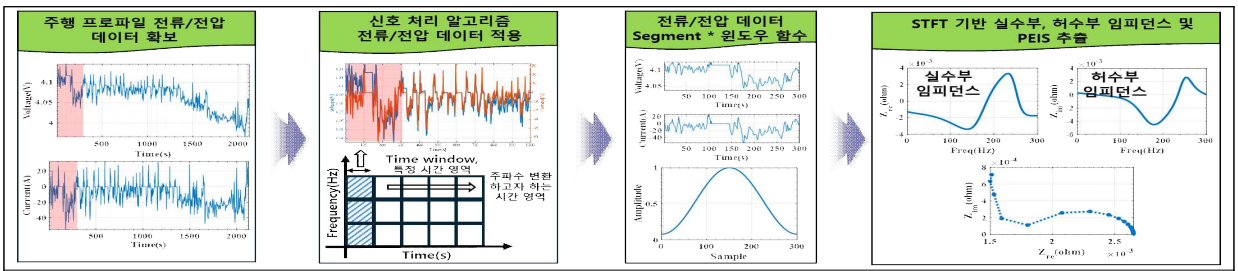
o 사용후 배터리 시스템 주행 프로파일 기반 안전성 인자 추출

- 배터리 제재조 전 탈거 후 수명 곡선 유사한 모듈끼리 동일한 충전 상태(State-of-charge; SOC) 형성
- 각 SOC 상태가 동일한 모듈 주행 프로파일 인가(1회 2128s, 약 30분 소요) 및 전류 전압 데이터 취득



배터리 모듈 Cycler 연결 기반 주행 프로파일 적용

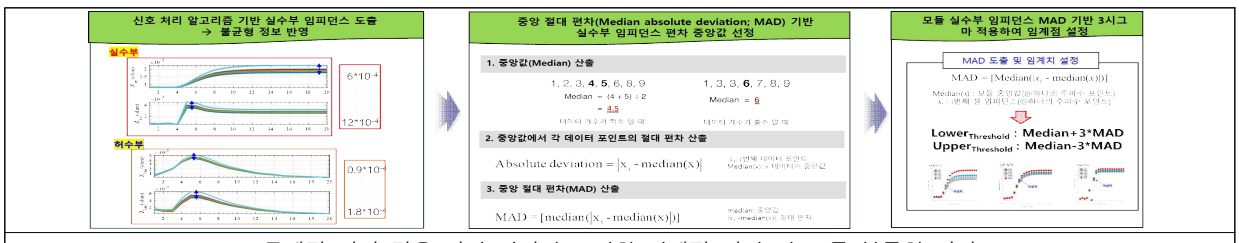
- 취득한 모듈 별 전류/전압 데이터에 신호 처리 알고리즘(푸리에 변환 알고리즘 등) 기반 주파수 데이터 확보
- 모듈의 불균형 진단을 위한 실수부 및 허수부 임피던스 개별 추출



취득한 모듈 전류/전압 데이터 기반 신호 처리 알고리즘 적용 및 실수부 임피던스 추출

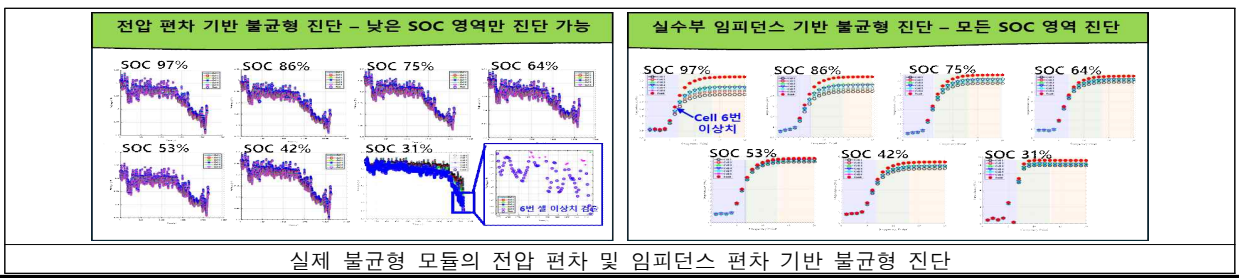
o 안전성 인자 기반 통계적 기법을 적용한 이상 진단 기술 개발

- 통계적 기법 중 하나인 중앙 절대 편차(Median absolute deviation; MAD) 기법 모듈 내 실수부 임피던스 적용
- 모듈의 중앙값 선정 기반 최대/최소 임피던스에 치우치지 않는 기준 마련
- 모듈 간 불균형 진단을 위한 모듈 내 실수부 임피던스 편차의 MAD 기반 3시그마 적용하여 임계점 기준 수립



통계적 기법 적용 기반 임피던스 편차 임계점 선정 및 모듈 불균형 진단

- 실수부 임피던스에 MAD 적용 기반 동일 SOC 영역에서 모듈 내 불균형 진단 가능성 확보



실제 불균형 모듈의 전압 편차 및 임피던스 편차 기반 불균형 진단

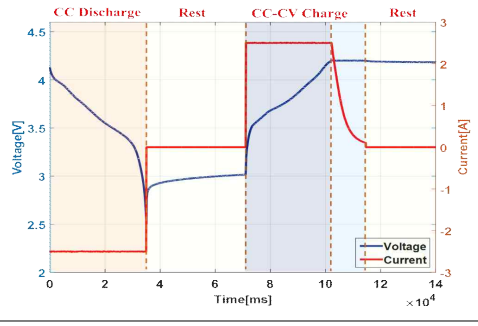
기술수요조사서

21	제안 과제명	EV 주행환경을 고려한 BMS 내 운용 이력 데이터 기반 SOH 성능 평가 기술 개발

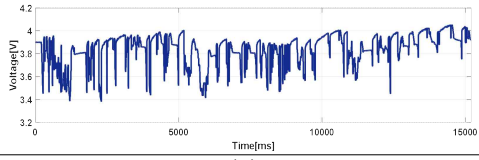
□ 주요 연구내용

o 기 보유 EV 배터리 운용 모사 데이터 수집 및 추가 특성 실험

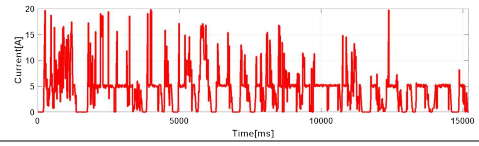
- 배터리 탈거 전 취득되는 BMS 내 운용 데이터 분석을 위한 기보유 데이터 수집
- 사용자의 운용 패턴에 따라 불규칙적으로 구성되는 방전 구간 내 Health Indicator 선정 필요



(a)



(b)

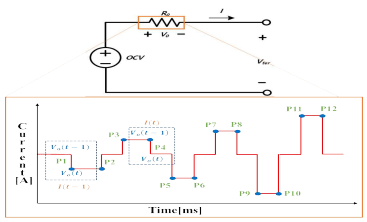


(c)

EV 주행 환경 모사를 위한 기 보유 데이터 수집 (a) Reference SOH 도출을 위한 Fully charge/discharge 시험 (b) UDDS의 전압 프로파일 및 (c) 전류 프로파일

o Ohmic resistance 기반 Data labeling 및 Feature set 구성

- Ohmic resistance와 Labeling method의 결합으로 운행 데이터 기반 성능 평가를 위한 Feature set 구성

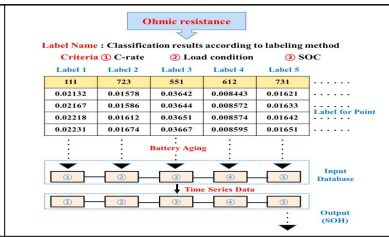


(a)

Criteria for resistance labeling classification

C-rate		Load condition		SOC	
Low to Low	1	C to C	1	⋮	1
Low to Middle	2	C to D	2	0.58 < SOC < 0.60	2
Low to High	3	C to R	3	0.60 < SOC < 0.62	3
Middle to Low	4	R to D	4	0.62 < SOC < 0.64	4
Middle to Middle	5	R to C	5	0.64 < SOC < 0.66	5
Middle to High	6	D to C	6	0.58 < SOC < 0.60	6
High to Low	7	D to D	7	0.60 < SOC < 0.62	7
High to Middle	8	D to R	8	0.62 < SOC < 0.64	8
High to High	9			⋮	9

(b)

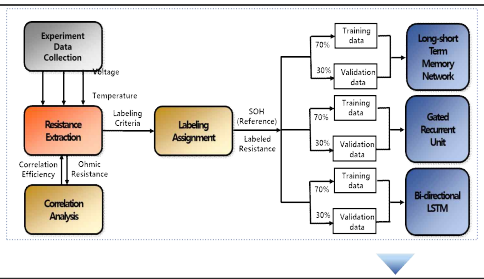


(c)

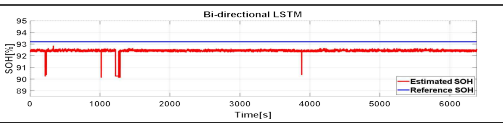
Health Indicator 선정을 위한 Ohmic resistance 기반 Labeling 적용 (a) Ohmic resistance 추출 방법 (b) Labeling 기준 및 (c) Ohmic resistance 별 Labeling 적용 방법

o 선정된 시계열 예측/추정 모델 별 SOH 성능 정확도 검증

- Feature set 학습 이후 시계열 모델 설계에 따른 운용 중 데이터 기반 현재 SOH 성능 평가
- 충전 및 방전으로 구성된 별도의 성능 평가 시험 불필요



(a)



(b)

(c)

Input dataset(운용 중 데이터 내 추출된 Feature) 적용에 따른 SOH 추정 성능 평가 (a) SOH 추정을 위한 인공지능 기반 시계열 모델 선정 및 성능 평가 결과 (b) Bi-directional LSTM (c) LSTM

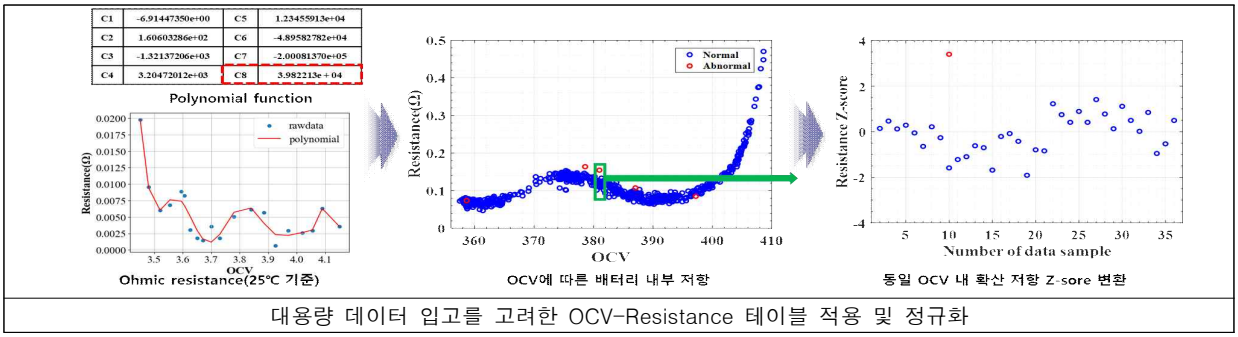
기술수요조사서

22	제안 과제명	Fuzzy Inference system 기반 성능 평가 프로파일(방전 구간) 내 이상 배터리 모듈 검출 방안 개발

□ 주요 연구내용

o 입고 후 상이한 배터리 상태를 고려한 그룹화

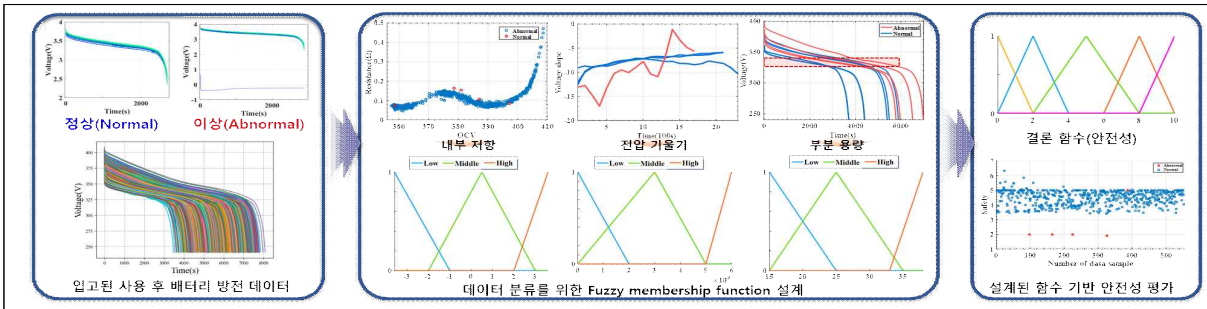
- 입고 이후 노화 및 배터리 내부 저항 균일화를 위한 Open circuit voltage / Partial capacity 라벨링
- SOC에 따라 비선형적인 저항 특성 반영을 위한 Polynomial function 산출 및 Z축 적용



대용량 데이터 입고를 고려한 OCV-Resistance 테이블 적용 및 정규화

o 성능 평가 프로파일 내 이상 배터리 전압 신호 특성분석에 따른 Inference system 구축

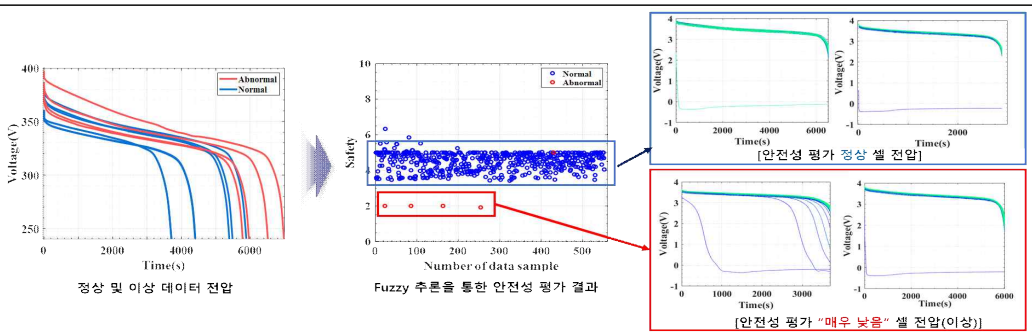
- 방전 시 급격한 전압 강하, 방전 도중 전압 기울기의 이상 현상 등 이상 모듈에서 발생하는 신호 특성 분석
- 이상 배터리 모듈 내에서 검출된 신호 특성 기반 Membership function & Conclusion function 설계
- 입고된 배터리마다 Fuzzy Inference System 적용에 따른 안전성 평가



Fuzzy Inference System 설계 및 적용에 따른 안전성 평가

o 배터리 입고 시점을 고려한 안전성 평가 알고리즘 성능 검증

- 안정성 평가 결과 검증을 위해 이상으로 진단된 배터리 모듈의 개별 셀 전압 데이터 추출
- 추가적인 분석에 따른 신호 특성 반영(Membership function) 및 Neuro Fuzzy system 구축에 따른 고도화 용이



실제 배터리 모듈 내 셀 간 편차 기반 Fuzzy Inference System 성능 검증

기술수요조사서

23	제안 과제명	재제조 배터리 운영 및 물품관리 플랫폼 개발

□ 기획과제 개요

목표	전기차 재제조 배터리 운영 및 물품관리 시스템 개발
필요성	o 투명성 부족 : 재제조 배터리의 출처, 성능, 안전성 등에 대한 정보가 투명하게 공개되지 않아 소비자들의 신뢰를 얻지 못함 o 품질 관리 어려움 : 재제조 배터리는 사용 후 배터리를 원재료로 활용하기 때문에 품질 관리가 어렵고 이는 안전성 문제로 이어짐

□ 국내외 연구개발 동향

o 국내 연구개발 동향

전기차 배터리의 재제조 및 재활용에 대한 관심이 지속 증가중이며, 주요 배터리 제조업체들이 배터리 재활용 기술 개발과 함께 재제조 배터리 사업에 대한 투자 및 연구 확대중

- SK온(SK Group) : 재제조 배터리 플랫폼 개발 및 사업 추진
- LG에너지솔루션(LG Group) : 전기차 배터리 재제조 기술 개발 및 투자 확대
- 현대차(현대그룹) : 폐배터리 재활용 및 재제조 플랫폼 구축

o 해외 연구개발 동향

전기차 배터리의 재제조 및 재활용에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 특히 유럽과 미국을 중심으로 재제조 배터리 운영 플랫폼 개발이 활발히 진행중

- 유럽연합(EU) : 순환경제 전략에 따른 재제조 배터리 활용 촉진
- 미국 : 폐배터리 재활용 및 재제조 정책 강화
- 중국 : 전기차 배터리 재활용 산업 육성 정책 추진
- Redwood Materials(미국) : 전기차 배터리 재활용 및 재제조 플랫폼 운영
- Li-Cycle Corp(캐나다) : 폐리튬이온 배터리 재활용 기술 개발 및 사업 추진
- Battery Resourcers(미국) : 흑연 재활용 및 재제조 기술 개발
- Glencore(스위스) : 코발트 재활용 및 재제조 기술 개발

□ 주요 연구내용

o 전기차 재제조 배터리 운영 및 물품관리 시스템 개발

- 재제조 배터리 운영 및 물품 관리 기술 개발
  - 배터리 제품 적합성 평가서 등록/조회, 배터리 팩 등록/관리/조회, 제조사 등록/관리/조회, 부품 등록 조회, 상세보기 기능, 부품관리, 사용이력 및 수리이력 관리, 교체이력 및 폐기이력 등 관련기능 설계 및 개발

    * 관련 데이터

      일반 정보 : 재제조 배터리 제조자(사) 및 제조일자/지역, 구성 및 형태 등

      사용이력 정보 : 재제조 배터리의 충전상태 기록내역, 사고/수리 및 교환이력 등

      취득 정보 : 재제조 배터리 제조 전 배터리 유형, 외관상태 등

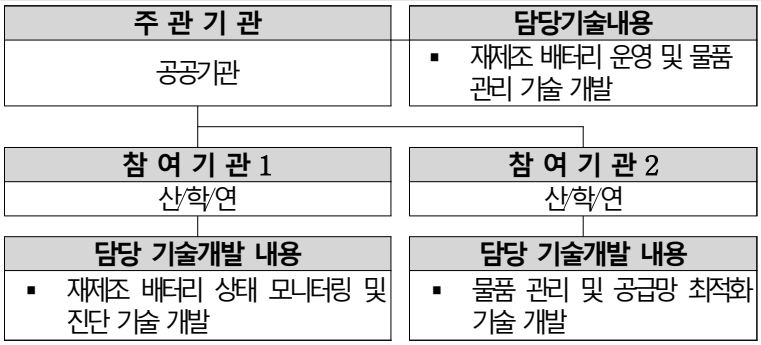
      거래 정보 : 재제조 배터리 거래 참여자, 거래일, 거래 단가 및 물량, 거래 대상의 잔존가치 평가 등

      재제조 정보 : 재제조 배터리 안전검사 결과, 기본 성능 정보 등

  - 재제조 배터리의 입고, 출고 및 추적(운영 데이터 수집/분석/시각화) 기능 개발

- 재제조 배터리 상태 모니터링 및 진단 기술 개발
  • 배터리 성능 저하, 손상 및 고장 예측/감지 알고리즘 개발
  • 배터리 수명 연장 및 안전성 향상 전략 개발
- 물품 관리 및 공급망 최적화 기술 개발
  • 수요 예측 및 공급망 계획 모델 개발

□ **추진 방안**



□ **추정 기간 및 비용**

총 사업비 / 사업기간	30억 / 3년

□ **활용방안**

o 재제조 배터리 및 전기차 제조업체
- 배터리 수명 및 성능 관리를 통한 전기차 안전성 제고
- 유지보수 비용 절감 및 서비스 수준 향상
- 통해 고객 만족도 향상 및 시장 경쟁력 강화

o 유통 및 판매 업체
- 재제조 배터리 입고, 출고 및 추적 기능 활용 재고 관리 최적화, 물류 비용 절감
- 수요 예측 및 공급망 계획 모델 활용을 통한 효율적인 재고 관리 및 공급망 구축

o 서비스 및 유지보수 업체
- 재제조 배터리 사용 이력 및 수리 이력 추적 기능 활용 고객 맞춤형 서비스 제공
- 배터리 성능 저하 및 고장 예측 기능 활용 예방 정비 서비스 제공

o 정부 및 관련기관
- 기술 발전 촉진 및 국내외 표준화 작업

□ **제안자 인적사항 등**

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	
		E-mail	

기술수요조사서

24	제안 과제명	재제조 배터리 인증 시스템 표준 모델 개발

□ 기획과제 개요

목표	재제조 배터리 인증 시스템 표준 모델 개발
필요성	o 안전성 확보 : 소비자 보호 및 시장 안정 o 성능 보장 : 소비자 만족도 향상 및 시장 신뢰 구축 o 신뢰성 제고 : 투명한 시장 환경 조성 및 공정 경쟁 촉진 o 시장 투명성 확보 : 소비자 권익 보호 및 정보 격차 해소 o 국제 경쟁력 강화 : 글로벌 시장 진출 기반 마련 및 국가 경제 발전 기여

□ 국내외 연구개발 동향

o 국내 연구개발 동향
- 산업통상자원부 : 재제조 배터리 산업 육성을 위한 "재제조 배터리 로드맵" 발표
- 한국표준협회 : 재제조 배터리 관련 표준 개발 사업 추진
- 한국산업기술진흥원 : 재제조 배터리 인증 시스템 구축을 위한 연구 지원

o 해외 연구개발 동향
- 유럽연합(EU) : 재제조 배터리 규제 마련을 위한 "재제조 배터리 규정" 제정
- 미국 에너지부(DOE) : 재제조 배터리 인증 시스템 구축, 연구개발 지원, 인프라 구축 등 재제조 배터리 산업 발전 지원을 위한 5억 달러 규모의 투자 계획 발표
- 미국 환경보호청(EPA) : 재제조 배터리의 환경영향 평가를 위한 연구 진행
- 중국 : 재제조 배터리 산업 발전을 위한 인증 시스템 마련
- Underwriters Laboratories(UL)(미국): 재제조 배터리 인증 시스템 운영
- TÜV SÜD(독일): 재제조 배터리 안전성 및 성능 인증 제공
- Intertek(영국): 재제조 배터리 환경 인증 제공

□ 주요 연구내용

o 재제조 배터리 인증 시스템 표준 모델 개발
- 국내외 재제조 배터리 인증 시스템 조사 및 분석을 통한 표준 모델 개발
- 재제조 배터리의 특성을 고려한 인증 기준 및 평가 방법 개발
- 안전성, 성능, 신뢰성 등을 평가하는 종합적 평가 체계 구축
- 인증 시스템 운영 및 관리 방안 마련
- 인증 시스템 표준화 진행

o 표준 모델 타당성 검증 및 보완
- 재제조 배터리 표준 모델 적용 및 평가 실증
- 실증 결과 분석을 통한 표준 모델 개선 및 보완
- 전문가 자문 및 피드백 반영

□ 추진 방안

□ **추정 기간 및 비용**

총 사업비 / 사업기간	50억 / 3년

□ **활용방안**

o 제조업체 및 공급망 관리
- 제품 품질 및 안전성 보장(일관된 품질 관리 및 고객 만족도 향상)
- 부품 및 재료 안정성 확보

o 법규 준수 및 규제 요구 사항 충족
- 인증을 통한 국내외 법규를 준수 및 시장 진입 기여

o 기술 혁신 및 연구 개발 지원
- 재제조 기술 발전 촉발
- 시장 내 기술 경쟁력 강화 기여

o 국제 시장 진출 및 경쟁력 강화
- 글로벌 시장 진입 장벽 해소를 통한 경쟁력 확보

□ **제안자 인적사항 등**

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	
		E-mail	

기술수요조사서

25	제안 과제명	배터리 전주기 이력관리 시스템 연계 가능한 재제조 배터리 관리 플랫폼 개발

□ 기획과제 개요

목표	효율적인 재제조 배터리 전주기 이력 관리 및 배터리 전주기 이력관리 시스템과 연계 가능한 플랫폼 개발
필요성	o 제품 추적 및 관리 : 배터리 출처 확인과 안전성 및 성능 관리 요구 o 환경 보호 및 지속 가능성 : 배터리 재활용 가능성 추적관리를 통한 지속 가능 자원 이용 촉진 o 재제조 배터리의 효율적인 관리 및 안전성과 품질 보장

□ 국내외 연구개발 동향

o 국내
- 환경부 : 전기차 배터리 재사용 및 재활용 촉진을 위한 정책적 지원 및 규제 완화
- LG에너지솔루션 : 전기차 배터리의 재사용 및 재활용 연구 및 사용후 배터리에서 리튬, 니켈, 코발트 등 유가 금속을 추출하는 기술 개발 중
- 삼성SDI : 재제조 배터리의 안전성 확보를 위해 배터리 셀의 잔존 수명 평가 기술과 재사용 배터리의 성능 테스트 기술 개발. 사용 후 배터리를 새로운 제품에 재사용하는 사례를 통해 지속 가능한 배터리 사용 방안 모색
- SK이노베이션 : 배터리 전주기 관리 시스템을 통해 배터리의 생산부터 폐기까지의 모든 과정을 추적. 배터리 재사용 및 재활용 기술 연구를 통해 자원 순환을 촉진
- 한국전자기술연구원(KETI) : 배터리 전주기 이력관리 시스템 개발 중, 블록체인 기술을 활용한 배터리 데이터의 무결성 및 추적 가능성 확보

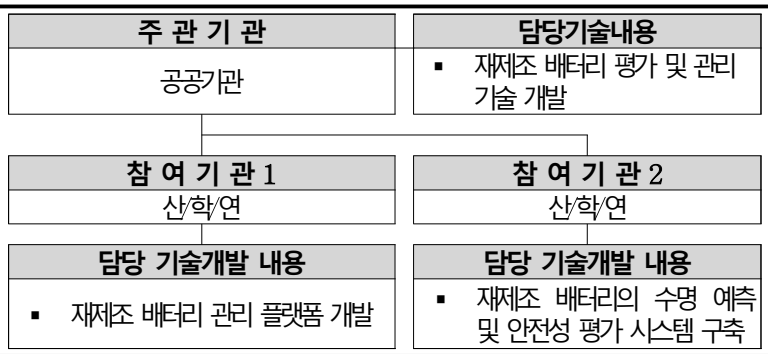
o 해외
- 유럽연합(EU)
  - 2021년 EU 배터리 규제 (Battery Regulation) 발효
  - 배터리 지침(Battery Directive)을 통해 배터리의 재사용 및 재활용 의무화와 배터리 생산자에게 배터리 회수 및 재활용 책임 부여
  - 배터리 여권 제도(Battery Passport) 도입 및 의무화 (2026년부터)
    * 배터리의 생산부터 폐기까지 모든 단계의 정보를 기록
    * 재제조 및 재활용을 위한 투명성 및 추적성 확보
- 미국
  - 2022년 배터리 공급망 정보 공개 법안 발의
  - 2023년 배터리 여권 시스템 구축을 위한 논의 진행

□ 주요 연구내용

o 배터리 전주기 이력관리 시스템 연계 가능한 재제조 배터리 관리 플랫폼 개발
- 재제조 배터리 평가 및 관리 기술 개발
  - 재제조 배터리의 상태 진단 및 성능 평가 기술 개발
    * 전기적 특성 평가 : 재제조 배터리의 잔존 용량, 내부 저항, 충방전 효율 등 전기적 특성을 평가하는 기술 개발.
    * 화학적 특성 분석 : 배터리의 화학적 성분 분석을 통해 재제조 과정에서의 변화 및

열화 진단. 다양한 화학적 분석 기술 적용.
  * 성능 테스트 : 재제조 배터리의 충방전 사이클 테스트, 고온/저온 환경에서의 성능 평가 등을 통한 재제조 배터리 품질 검증.
- 재제조 배터리의 수명 예측 및 안전성 평가 시스템 구축
  * 수명 예측 모델 : 머신러닝 및 데이터 분석 기법을 활용하여 재제조 배터리의 수명을 예측 모델 개발. 다양한 사용 환경을 고려한 수명 예측.
  * 안전성 테스트 : 재제조 배터리의 과충전, 과방전, 단락 테스트 등을 통한 안전성 평가
- 재제조 배터리 관리 플랫폼 개발
- 재제조 배터리의 관리 플랫폼 개발
  * 플랫폼 아키텍처 설계 : 재제조 배터리 관리를 위한 플랫폼 아키텍처 설계. 모듈화된 설계를 통한 확장성 확보
  * 데이터베이스 구축 : 재제조 배터리의 이력, 성능, 안전성 데이터를 저장하고 관리할 수 있는 데이터베이스 구축
- 사용자 인터페이스(UI) 및 데이터 시각화 기능 설계
  * 사용자 친화적 UI/UX : 다양한 사용자(제조사, 재제조업체, 소비자 등)가 쉽게 접근하고 사용할 수 있는 직관적인 사용자 인터페이스 설계
  * 데이터 시각화 도구 : 배터리의 상태, 성능, 이력 데이터를 시각적으로 표시하여 사용자가 쉽게 이해할 수 있도록 지원하는 시각화 도구 개발
- 재제조 배터리의 품질 보증 및 추적 관리 기능 구현
  * 품질 보증 시스템 : 재제조 배터리의 품질을 보증하기 위한 인증 시스템 구축. 품질 보증서 발급, 지속적인 배터리 상태 모니터링
  * 추적 관리 시스템 : 배터리의 생산부터 재제조, 재사용까지의 모든 과정을 추적할 수 있는 관리 시스템 개발, 데이터의 투명성과 신뢰성 확보기술 개발

□ **추진 방안**



□ **추정 기간 및 비용**

총 사업비 / 사업기간	60억 / 3년

□ **활용방안**

o 산업적
- 배터리 제조사 및 재제조업체의 배터리 관리 체계 구축
- 전기차 제조사 및 에너지 저장 시스템(ESS) 운영사의 재제조 배터리 사용 확대

o 환경적
 - 배터리의 재사용 및 재활용을 통한 자원 절약 및 환경 보호
 - 탄소 배출 저감 및 폐기물 감소에 기여

o 정책적
 - 정부의 배터리 재활용 및 재제조 촉진 정책 수립에 기여
 - 표준화된 관리 시스템을 통한 재제조 배터리의 법적 규제 준수 및 안전성 확보

□ **제안자 인적사항 등**

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	
		E-mail	

Ⅵ 과제제안서(RFP)(안)

연구과제명	사용후 배터리 안전관리 및 재제조 유통순환 기술개발
1. 연구개발 목표	
	○ 사용후 배터리 분류체계 구축을 위한 3단계 안전점검 기술 개발 및 재제조 배터리 안전성 확보를 위한 재제조 유통체계 기술 개발 - (3단계 검사기술) 사용후 배터리 3단계 안전점검 체계 고도화 기술 개발 * 검사항목 4종 이상, 검사 시나리오 1건, 검사장비 3종, 알고리즘 1건, 인자 DB 1건 - (재제조 배터리 순환 체계) 전기자동차 재제조 배터리 순환 체계 구축을 위한 재제조 배터리 사업자 안전관리 기술 개발 * 인증기준 1건, 기술기준 1건, 시제품 4종, 가이드라인 1건, 표준모델 1건, 지침서 1건, 규정 1건 - (실증, 법·제도) 전기자동차 사용후 배터리 안전점검/재제조 배터리 순환 체계 안전관리 실증 및 관련 법·제도 개발 * 설계서 1건/실증 2건(6개월 이상), 법령 제개정(안) 6건
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발 필요성	**< 사용후 배터리 용어 정리 >** □ 사용후 배터리: 전기차 또는 에너지저장장치(ESS) 등에서 탈거되어 사용종료된 배터리 □ 재제조: 전기차 사용후 배터리의 부속품을 교체·수리하여 전기차 배터리로 재조립 □ 재사용: 사용후 배터리의 부속품을 교체·수리하여 ESS 등 기타 용도로 재조립 □ 재활용: 사용후 배터리를 파·분쇄하여 리튬, 코발트, 니켈 등 유가금속을 추출 ○ 「환경친화적자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률 제3조」에 따라 온실가스 저감을 목적으로 2030년까지 전기자동차 362만대 보급 추진 ○ 「2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안」 발표('21.10), 제4차 친환경자동차 보급 기본계획을 발표('21.4)하였으며, '30년도까지 전기자동차 362만대(수소자동차 포함 450만대) 보급을 목표로 제시하고 있어, 전기자동차 안전관리 기술개발 및 제도화 시급 ○ 「규제개선·지원을 통한 순환경제 활성화 방안」을 발표('22.9, 경제 규제혁신TF)하여 사용후 배터리 진단평가 기술 고도화, 재제조·재사용·재활용 기술 개발 필요성을 제시함 ○ 전기차 배터리 손상사고는 연간 423건 발생하였으며, 최근 5년(20219~2023)

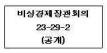
기준 전기차 고전압 배터리 손상사고 14.1배 증가, ‘폐기물’이 아닌 ‘제품’으로 인정받은 재제조 배터리 안전성 평가 기술 및 관리제도 도입 시급

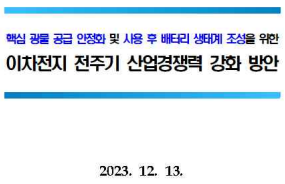
출처 : 삼성화재 보도자료(‘24.4)

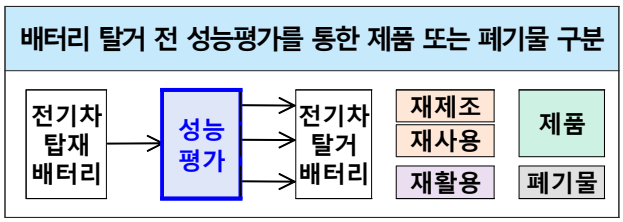
<table>
<tr><td rowspan="3">전기차 전손 처리
*배터리 매각 18건 포함</td><td colspan="3">전기차 수리 진행(분손사고)</td></tr>
<tr><td colspan="3">전체 배터리팩 신품 전체 교체 요구(126건)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">297건</td><td colspan="2">배터리팩 부분 수리가능 진단 (102건)</td><td rowspan="2">신품 배터리팩 전체 교체 수리 진단</td></tr>
<tr><td>배터리 케이스 교환</td><td>배터리 전장품 교환
*배터리 모듈, BMS 등</td></tr>
<tr><td></td><td>97건</td><td>5건</td><td>24건</td></tr>
</table>

자료) 삼성화재 자동차보험 가입 전기차 사고발생 기준(차량담보)

○ 기재부, 국토교통부, 산업통상자원부, 환경부 등 범부처 합동 「이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안」 발표(‘23.12.13)하였으며, 사용후 배터리 재제조·재사용·재활용 시장을 조성하여 산업 생태계 체계적 육성 계획 포함







◇ 사용후 배터리에 대한 3단계 안전점검(❶사용 후 배터리 성능평가 – ❷유통 전 안전검사 – ❸사후검사)을 통해 전기차·제품 신뢰성 제고

❶ **(성능평가)** 배터리 탈거 전 **재제조·재사용·재활용 활용 용도 구분** 및 **잔존성능·안전성**(예시 전압·전류·셀단위상태) 등 **상세 성능평가**

- **전기차 탑재상태**에서 **배터리 성능평가**를 **효율적**으로 할 수 있는 **평가기술 개발** 및 **평가장비 보급**(국토부)
- **사용 후 배터리 성능평가 주체·방식, 용도별 구분 기준** 마련 (주관 국토부 + 협조 산업부·환경부)

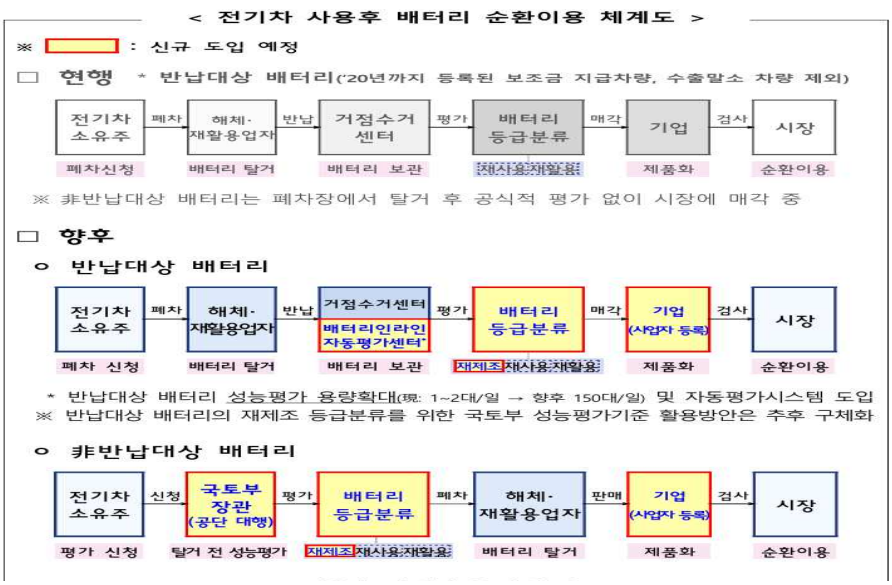
❷ **(유통 전 안전검사) 재제조·재사용 배터리**를 탑재한 **전기차·제품***의 **안전한 작동 여부** 등 **검사기준** 마련(전기차 국토부, 제품 산업부 등)

* 드론(국토부), 선박(해수부), 농기계(농식품부) 등

❸ **(사후검사) 사용후 배터리**를 탑재한 **전기차·ESS**의 **지속적인 안전성 확보** 및 **품질 유지 검사기준** 마련(산업부·국토부)

「이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안」 발표('23.12, 비상경제관계장관 회의) 내용 中 발췌

○ 「사용후 배터리 산업 육성을 위한 법·제도·인프라 구축방안」 발표('24.7, 경제관계장관 회의)하였으며, 전기차 배터리 탈거 전 성능평가 도입 및 사용후 배터리 시장 형성 지원 목표 발표

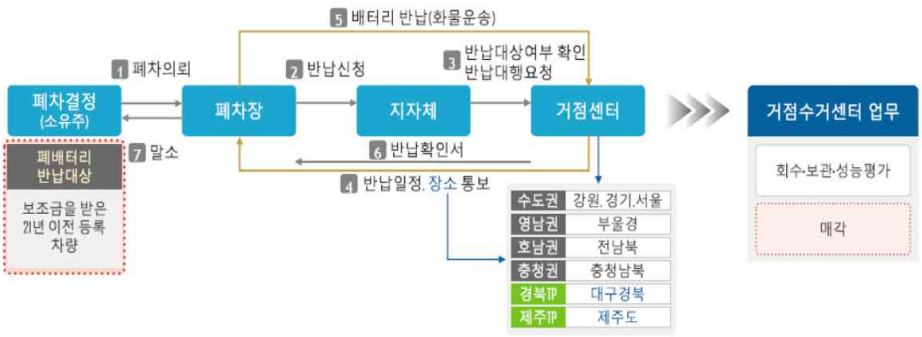
<table>
<tr><td></td><td> 

「사용후 배터리 산업 육성을 위한 법·제도·인프라 구축방안」 발표('24.7, 경제관계장관 회의) 내용 中 발췌</td></tr>
<tr><td>□ 개발동향</td><td>○ 전기자동차 사용후 배터리 안전검사 기술
- (국내) 전기생활용품안전법 제34조의2 ~ 제34조의9 안전성 검사 규정 신설에 따른 재사용 전지 안전성 검사제도가 있으나, 재사용 배터리에 한정하여 규정하고 있으며 재제조 배터리에 대한 검사 규정 부재 및 기술 부족
- (EU) 유럽의 JRC(Joint Research Centre)에서는 사용 후 배터리의 재사용성 평가 프로토콜 개발 및 SOH 평가 알고리즘 연구 등을 주도하고 있으며, 정량적인 성능평가 기준 마련에 기여하고 있음
- (중국) 중국은 '신에너지차 차량 운행안전성능 검사규정'을 통해 전기차에 장착된 배터리의 검사를 운행안전성능 검사의 필수 검사 항목으로 포함('25.3.1 시행 예정). GB/T34015-2017 '차량용 동력배터리 재활용 잔여성능검사'을 통하여 재사용, 재활용을 구분 중임

○ 전기자동차 사용후 배터리 관리체계 기술
- (국내) 국내 사용후 배터리 관리체계는 배터리 반납 의무가 있는 것과 반납 의무가 없는 것으로 구분되며, 각 단계별 내용은 아래와 같음.</td></tr>
</table>

구분	반납 대상	非반납 대상
주요 규정	• 대기환경보전법 – 전기자동차 배터리 반납 등에 관한 고시	• 폐기물관리법 – 폐기물관리법 시행규칙
회수관리 주체	• 정부(Article 3(1)) – 21년 이전 등록 전기차 폐차 시 반납	• 규정 없음 – 21년 이후 등록 전기차 반납 대상 제외
정보 & 추적성	• 규정 없음	
지속 가능성	• 규정 없음	
성능 & 분류	• 규정 없음	• 폐배터리의 잔존용량 및 잔존 수명 측정(별표 8) – 측정 기준 부재
수거	• 자동차해체재활용업자가 반납 (Article 3(3))	• 규정 없음
보관	• 보관 방법(Article 10) – Refer to 전자제품등자원순환법	• 폐배터리 보관(별표 5) – 보관 기준 없음
해체	• 분리 기준 및 방법(Article 6, 7) – Refer to 전자제품등자원순환법	• 규정 없음
포장 및 운송	• 운반 방법(Article 9)	• 폐배터리 수집운반(별표 5) – 운송 기준 없음
2nd life 시장 참여자 요건	• 정부가 매각(Article 5) – 정부 사업 참여자 – 폐기물 재활용업자	• 폐기물재활용업자
자원 효율성	• 규정 없음	

• 국내 사용후 배터리 관리체계는 지자체 반납 의무 대상(폐차 시) 사용후 배터리에 한하여 관리되고 있으므로, 지자체 반납 의무 非대상 사용후 배터리에 대한 관리체계 마련 시급

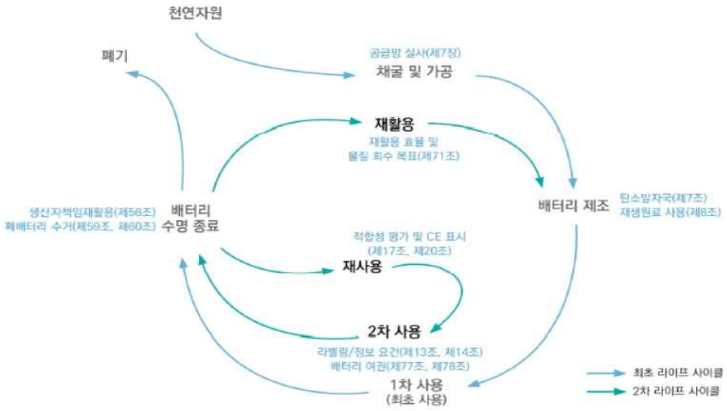


[현행 사용후 배터리 관리체계(반납 대상 배터리)]

– (EU) 배터리 라이프사이클 밸류체인의 각 정보를 통일된 디지털 플랫폼에 기록하는 배터리 여권제를 도입하였지만, 아직 배터리 여권에 관리될 정보 계층 및 기술 규칙이 구체화되지 않음. 또한 EU는 배터리를 폐기물과, 폐기물이 아닌 것을 특성에 맞게 구분하여 적합한 관리체계를

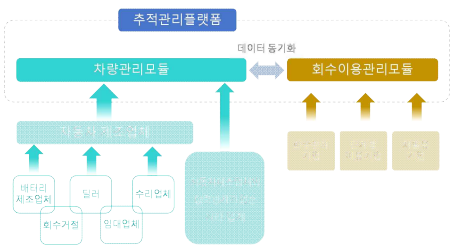
구축하기 위해 신규 배터리 지침(EU 배터리법)을 채택하였음

* 폐기물(waste battery), 용도변경(Repurposing)과 재제조(Remanufacturing), 재활용(Recycling)으로 구분하고, 이를 포괄하여 처리(treatment)라 명칭
* (참고) “용도변경”이란 폐배터리가 아닌 배터리의 일부 또는 전부를 변경해 배터리의 원래 설계와는 다른 목적 또는 용도로 사용할 수 있도록 변경하는 것으로 국내 재사용과 유사

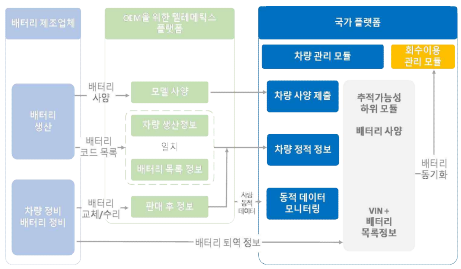


[배터리 순환경제와 EU 배터리 규정 주요 조항]

- (중국) 배터리 전생애주기의 정보 수집을 위한 정부주도로 ‘배터리 이력추적 플랫폼(EVMAM-TBRAT)’을 2018년 8월 구축, 배터리 생산에서 폐기까지의 효율적 사용과 관리·감독을 강화함. 또한 2021년부터 배터리 재사용 분야 기업에 대해 배터리 정보 입력을 의무화 함



[배터리 이력추적 플랫폼(EVMAM-TBRAT)]



[배터리 종합 관리 플랫폼]

• 사용후 배터리의 공급자와 수요자는 ‘배터리 종합 관리 플랫폼’을 통해 연결하며, 배터리 종합 관리 플랫폼을 통하여 사용자는 재사용 및 재활용, 폐기 등 활용 목적에 따라 사용후 배터리를 활용

3. 연구개발 내용	
□ 연구내용	□ (핵심기술 1) 사용후 배터리 3단계 안전점검 체계 고도화 기술 개발 1) 사용후 배터리 3단계 안전점검 평가기술 개발

	○ 사용후 배터리 각 단계별 검사 기술 개발(❶사용후 배터리 성능평가, ❷유통 전 안전검사, ❸사후검사 각 단계별 기술 개발) ❶ (성능평가) 사용후 배터리 재제조·재사용·재활용 활용 용도 구분 및 잔존성능·안전성 등 상세 성능평가 ❷ (유통 전 안전검사) 재제조·재사용 배터리를 탑재한 전기차의 안전한 작동 여부 등 검사 ❸ (사후검사) 사용후 배터리를 탑재한 전기차의 지속적인 안전성 확보 및 품질 유지의 정기적 형태의 검사 - 사용후 배터리 성능/안전성 진단기술 개발을 위한 주요인자 및 상태지표 도출 * (성능 인자) 용량 및 출력 성능 산출을 위한 장주기 내구시험 결과치 제시 및 사용후 배터리 성능 인자 도출 * (안전성 인자) 배터리 화재/열폭주 요인분석 및 과충/과열/단락 등의 사용후 배터리 가혹시험 결과 기반 사용후 배터리 안전 인자 도출 * (상태지표) 사용후 배터리 진단을 위한 정량화된 성능/안전성 지표 ※ 예) 성능: State-of-Health(SOH) / State-of-Power(SOP), 안전성: State-of-Safety(SOS) - 정적·동적검사, 운행 데이터 기반 검사방법 등 각 검사방법 비교·분석 및 교차 검증을 통한 검사 기술 최적화(신속/정확) 방안 도출 ※ 예) 부분용량추출 또는 DC-IR① 또는 EIS 추출 후 SOH 상관성을 기반으로 SOH 또는 용량 진단 및 차량단위 배터리팩 DC-IR 또는 EIS 추출 IR-SOH 상관성을 적용한 SOH 또는 용량 진단 및 셀 밸런싱 진단 배터리 상태추정 알고리즘(DEKF②, ICA③ 등)에 의한 SOx 진단 및 전기차 BMS 데이터 기반 배터리 진단 등 ① 부분용량추출 또는 DC-IR : 전하-방전 과정에서 특정 전압 구간에 해당하는 용량을 분석하여 배터리의 열화 상태나 성능을 평가하는 방법 ② DEKF(Dual Extended Kalman Filter): 배터리 상태진단에서 상태 변수와 파라미터를 동시에 추정하기 위해 사용되는 기법. 두 개의 칼만 필터를 사용하여 배터리의 열화 관련 파라미터를 추정하는 방법 ③ ICA(Increment Capacity Analysis): 충전 또는 방전 과정에서 발생하는 미세한 용량 변화를 전압에 대해 미분하여 분석하는 기법으로, 배터리의 열화 메커니즘을 분석하고 잔존수명을 예측하는 방법 ○ 재제조 배터리 3단계 안전점검(배터리 성능평가, 유통 전 안전검사, 사후검사) 검사 시나리오 개발

	- 자동차검사소(「자동차관리법」 제44조에 의한 자동차검사소) 연계형 검사 시나리오 개발 * 초기 「자동차관리법」 제44조에 의한 자동차검사소에서 시행, 제도 안정화 이후 향후 제45조에 의한 자동차검사소까지 확대 예정. 본 과제는 「자동차관리법」 제44조의 의한 자동차검사소 적용을 목표로 함. **2) 사용후 배터리 3단계 안전점검 단계별 검사장비 개발** ○ 사용후 배터리 안전점검 단계별 검사장비 개발 - (성능평가 장비 개발) 재제조·재사용·재활용 활용 용도 구분, 잔존성능·안전성 등 상세 성능평가 및 진단 기술을 포함하는 장비 - (유통전 안전 검사장비 개발) 재제조 배터리가 장착된 전기차에 대하여 유통 전(또는 운행전) 배터리 및 전기차의 성능 및 안전성을 검증할 수 있는 진단 기술을 포함하는 장비 - (사후 검사장비 개발) 재제조 배터리 탑재한 운행 중인 전기차에 대하여 배터리의 성능 및 안전성을 검증할 수 있는 진단 기술을 포함하는 장비 * 「자동차관리법」 제44조에 의한 자동차검사소 적용 검사장비 개발 ○ 각 단계별 검사항목 및 성능/안전성 주요인자 도출, 개발 장비를 통한 검사(진단 기능 및 알고리즘) 구현 - 배터리 성능/안전성 상태지표 인자도출 및 진단 알고리즘 개발 방안 도출 * 배터리 노화모델 SOC①/SOH②/SOP③/SOB④ 등 주요 인자도출 및 배터리상태 지표 추정 알고리즘 개발 ① SOC(State-of-Charge) : 배터리 잔존 용량. 현재 배터리의 충전량을 나타내는 지표 ② SOH(State-of-Health) : 배터리 잔존 수명. 출고 상태 100%를 기준으로 현재 용량 성능을 나타내는 지표 ③ SOP(State-of-Power) : 배터리 출력 상태. 일정 시간 범위 동안 전기차를 충전하거나 방전할 수 있는 전력의 가용성을 나타내는 지표 ④ SOB(State-of-Balance) : 배터리 셀 혹은 모듈간 균형 정도. 배터리 셀 또는 모듈 간의 전압 등의 편차를 나타내는 지표 - 배터리 탈거(또는 분리) 전·후 배터리에 대한 진단 알고리즘 성능 시험 및 비교·분석 * 분석 데이터 기반 기능 및 알고리즘 고도화 * 기존 폐배터리 성능검사(완전충방전 방식) 대비 배터리 탈거전 성능평가와의 결과값(SOH, State of Health) 정합성 비교·분석을 통한 신뢰성 검증

□ **(핵심기술 2) 전기자동차 재제조 배터리* 순환 체계 구축을 위한 재제조 배터리 사업자 안전관리 기술 개발**

1) 재제조 배터리 제조 관리 기술 개발

○ 재제조 배터리 부품 안전기준 및 인증 기술 개발

- 핵심 신기술 검증방법 및 인증체계 개발(인증절차 및 인증규격서 등)
- 기술기준 제정(안) 개발 및 핵심 인증 기술 적합성 확인
- 재제조 배터리 부품 안전 및 인증 DB 플랫폼 개발

○ 제조 및 품질관리기준 등 가이드라인 개발

- 제조단계에서 고려해야할 사항 및 품목허가·신고·심사, 품질관리기준 등에 대한 규정

* (재제조 배터리) 관계 중앙행정기관의 장이 공동으로 정하여 고시하는 기준 이상의 성능과 안전을 갖춘 전기자동차 사용후 배터리를 그 부속품 교체 및 수리 등을 통해 「자동차관리법」 제29조 제4항에 따라 국토교통부장관이 정하는 기준의 성능으로 복원하여 전기자동차로 재조립하는 것

2) 재제조 배터리 운영 관리 기술 개발

○ 재제조 배터리 사업자의 시설·장비, 기술 인력 및 운송·보관 기준, 시스템 등의 표준모델 개발(등록요건 포함)

○ 셀, 모듈, 팩단위의 운영관리 지침서 개발

3) 재제조 배터리 운송·보관 관리 기술 개발

○ 재제조 배터리 운송·보관 방법에 관한 세부규정 개발

- 운송·보관 방법 규정 입안서 또는 지침서 개발

○ 재제조 배터리 성능 보전 안전 운송·보관 시스템 개발

- 재제조 배터리 이차사용을 위한 성능 보전 운송·보관 안전관리 기술 개발

* 성능을 저해하지 않으면서 재제조 배터리 안전 운송·보관함(안전성 확보 구조 설계 및 설비)
* 화재 감지시 소방청 연계를 통한 e-Call
* 화재 발생시 즉각 대응을 위한 소화수 인입 및 제연 기술 개발

- 재제조 배터리 내부 주요정보* 취득 시스템 개발

	* 실시간 데이터 수집을 위한 배터리 연결 커넥터 개발(OBD2 기능 포함) * 안전관리 측면의 배터리 SOC 상태, 팩전압, 모듈온도, 셀전압 등 - 차종별* 재제조 배터리 BMS(Battery Management System) 정보를 활용한 디지털 트윈** 기반 모니터링 시스템 개발 * 승용 2종, 승합 1종, 화물 1종 ** 3D 모델링을 통한 안전 운송·보관함 내부의 배터리, 센서, 설비 상태 수집 및 분석 **□ (핵심기술 3) 전기자동차 사용후 배터리 안전점검/재제조 배터리 순환 체계 안전관리 실증 및 관련 법·제도 개발** **1) 전기자동차 사용후 배터리 안전점검 및 순환 체계 안전관리 실증** ○ 사용후 배터리 3단계 안전점검 및 검사 장비 실증 - 현장적용 인프라 설계서 개발 및 실증 사이트 구축·운영을 통한 검증 * 「자동차관리법」 제44조에 의한 자동차검사소 연계형 인프라 및 실증 사이트 구성 ○ 재제조 배터리 순환 체계 및 안전관리 기술 실증 - 재제조 배터리 제조 관리 기술 실증 * 재제조 배터리 부품 안전기준 및 인증 기술 실증 * 재제조 배터리 사업자의 시설·장비, 기술 인력 및 운송·보관 기준, 시스템 등의 표준모델 검증(非반납 배터리 대상 전과정 실증) ※ 예) 전기차 소유주 → 탈거전 성능평가 → 배터리등급분류(재제조) → 배터리탈거(해체재활용업자) → 제품화(재제조사업자) → 시장(순환이용) - 재제조 배터리 운영 관리 및 운송·보관 기술 고도화 기술개발 실증 * 재제조 배터리 내부 주요정보 취득 시스템 및 차종별 배터리 BMS 정보를 활용한 모니터링 시스템 실증 * 재제조 배터리 성능 보전 운송·보관 시스템 실증 **2) 전기자동차 사용후 배터리 안전점검 및 순환 체계 안전관리 제도화 개발** ○ 사용후 배터리 3단계 안전점검 제도화 개발 - 사용후 배터리 각 단계별 탈거전(배터리 분리전) 검사 법·제도 개발 - 전기차 재제조 배터리 장착 차량에 대한 안전기준 개발 ○ 재제조 배터리 순환 체계 및 안전관리 제도화 개발

	- 재제조 배터리 사업자에 대한 등록요건(시설·장비, 기술 인력 등) 및 안전관리 기준(해체 및 운송·보관 등) 법·제도 개발 - 재제조 배터리 부품 안전기준 및 인증기준 법·제도 개발
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 사용후 배터리 산업생태계 활성화를 위한 국토부-환경부 다부처 연구개발 사업 전략 제시 - 전기차 탈거 전 성능평가에 따른 사용후 배터리 용도별 분류(재제조/재사용/재활용) 체계 확립 및 이에 따른 정책 연계 방향성 제시 ○ 핵심 연구개발성과의 연차별 목표 및 성능 수준 등 제시 - 핵심 기술 제시 및 그에 따른 연차별 목표를 수립하고, 연차별 세부 추진 전략 및 일정계획, 핵심성과 로드맵 제시 - 단계별, 연차별 달성목표(마일스톤)를 구체적으로 제시하고 성과평가 방법 명시 - 연구개발목표는 가능한 정량화하여 제시하고 제품 개발의 경우 (제품성능, 경제성 등)는 기존 제품과 대비하여, 설정근거와 함께 정량적으로 반드시 제시할 것 ※ 예) 생산단가 기존 대비 00% 절감, 00% 수준의 성능 향상, 00까지 00% 보급 등 ○ 연구내용, 개발기술, 성과물 간 연계가 표출되도록 기술개발 · 성과 로드맵 및 연차별 성과 평가지표(안) 제시 ※ 단계별/연차별 성과 평가지표(안)은 향후 단계/중간 평가 시 참고 예정 ○ 기존에 수행되었거나 국내 · 외에서 현재 수행 중에 있는 관련 연구개발 결과의 구체적인 연계 또는 통합 활용방안을 연구계획에 포함시켜 추진 - 타 부처 영역과 중복 우려가 있는 연구개발내용에 대해서는 부처 간의 협력 방안 또는 연계, 공동 활용방안 등을 제시 ○ 정부 및 관련 기업 · 공사 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축 - 기술수요기관의 충분한 의견수렴을 통하여 실용성 확보 - 관련 정부부처 및 전문기관과 협의 수행 - 관련 업계 전문가로 구성된 포럼 등을 구성하여 요구조건 파악 ○ 기술의 객관성 및 실효성 확보를 위하여 검증시험 등을 수행할 평가단을 구성하여 공정하고 신뢰성 있는 결과 도출 ○ 실증이 필요한 경우 연구개발계획서에 시범운영 등을 포함하여 구체적인

	연차별 실증 계획 반영 필요 ○ 연구개발성과물을 연구개발계획서에 구체적으로 제시 - 연구개발내용 및 성과물은 1단계, 2단계로 구분하여 제시 - 수요자 중심으로 연구개발 성과물 활용방안 제시 - 개발된 기술과 성과물의 목표 수준 달성도를 확인 할 수 있는 객관적 방안 제시 - 연구개발성과의 보급으로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급 효과 및 산출 근거 제시 ※ 제시한 성과지표가 부족하다고 판단될 경우, 협약시 조정(추가) 될 수 있음 ○ 사용후 배터리 안전관리 및 재제조 유통순환 기술개발을 위한 단계별 목표를 수립하고, 실용화에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립 ○ 정부, 지자체, 자동차 및 부품 제작사, 연합회 및 협회, 검사기관, 정비업체, 교육기관 등 이해당사자 의견 수렴, 기술수요처 수요조사 및 유기적 협조 체계 구축 - 전기자동차 재제조 배터리 순환 체계 구축을 위한 거버넌스 차원의 이해당사자 의견 수렴 - 연구성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 수요조사 - 현장 애로사항 및 이해관계자와 갈등 발생 가능성에 대한 대응방안 등 반영 ○ 산·학·연 공동연구 수행을 통한 기술개발 상용화, 성능수준 및 기술기준 등 제안하고 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 - 공동연구진 및 이해당사자(제작자, 정비사업자, 조합 등)의 의견수렴을 위한 위원회 구성 및 지속적인 의견 수렴을 통한 사회적 합의안 도출 ○ 국내·외 전기자동차 관련분야 전문가 유기적인 협력체계 구축 - 선진 각종 선행사례, 유사사례 등에 대한 조사 및 전문가 의견 수렴 - 최신 기술에 대한 지속적인 벤치마킹을 위한 공동 및 협력연구방안 추진 - 연구개발과 법제개선 및 활성화를 위한 타 부처, 관련 자동차 및 배터리 전문기관 등과 유기적인 협조체계 구축
□ 추진체계	○ 본 연구개발과제는 국토교통과학기술진흥원이 주관하여 한국환경산업기술원과 다부처 사업으로 진행하며, 각 세부 과제별 주관연구개발기관, 공동연구개발기관으로 편성된 컨소시엄 공모로 진행 - 주관연구개발기관은 개발 기술간 연계·활용, 최종 연구개발성과물의 실용화 등을 고려하여 컨소시엄을 구성하고 연구개발과제의 총괄 역할을 수행

	- 연구책임자는 역할 분담의 필요성 및 명확성 등을 고려하여 공동연구개발기관과의 협의를 통해 구체적인 연구개발계획을 수립하고, 전체 연구개발과제를 책임지고 진행·관리 ○ 컨소시엄 구성시 과다한 연구개발기관의 참여 및 연구개발계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양할 것 ※ 연구개발기관 구성시 합리적으로 구성하여야 하며, 연구개발내용 및 역할이 중복된다고 판단될 경우 선정평가 및 협약체결시 조정될 수 있음 ○ 연구개발과제 추진의 효율성 및 연구개발비 집행의 투명성을 고려하여 참여기관 이외 타 기관 소속 연구자의 참여 배제 ○ 관련 기술 및 기준 등에 대한 전문가 자문단을 구성·활용하여 연구개발의 기술·정책적 보완사항 확인 및 반영 ○ 연구자의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요 ○ 산·학·연 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력을 통한 수요지향적 기술개발 및 수행 체계 구축 필요(지속적인 기술 동향 조사 및 수요 조사 등) ○ 연구개발 제안시 국토교통부 등 유관 부처·기관의 협력 방안 제시 필요
5. 최종 연구개발성과물	
□ 주요 최종 성과물	**□ (핵심기술 1) 사용후 배터리 3단계 안전점검 체계 고도화 기술 개발** **1) 사용후 배터리 3단계 안전점검 평가기술 개발** ○ 사용후 배터리 각 단계별 검사 기술 개발(❶사용후 배터리 성능평가, ❷유통 전 안전검사, ❸사후검사 각 단계별 기술 개발) - 전기자동차 사용후 배터리 검사항목 4종* 이상 도출 * 동일성 확인, 제원 확인, 배터리 성능, 배터리 안전성 등(※ 각 검사항목에 대한 검사기준 및 방법 포함) ○ 재제조 배터리 3단계 안전점검(배터리 성능평가, 유통 전 안전검사, 사후검사) 검사 시나리오 개발 - 자동차검사소(「자동차관리법」 제44조에 의한 자동차검사소) 연계형 검사 시나리오 1건 ※ 주) 전기차 탑재상태에서 배터리 검사를 효율적으로 할 수 있는 검사기술 개발 **2) 사용후 배터리 3단계 안전점검 단계별 검사장비 개발** ○ 사용후 배터리 안전점검 단계별 검사장비 개발 - 전기자동차 사용후 배터리 성능평가 검사장비 1종

	- 전기자동차 재제조 배터리 유통 전 검사 장비 1종 - 전기자동차 재제조 배터리 사후검사 장비 1종 ○ 각 단계별 검사항목 및 성능/안전성 주요인자 도출, 개발 장비를 통한 검사 구현 - 배터리 성능/안전성 상태지표 인자DB 1건 - 배터리 상태 진단 알고리즘 1건 ※ 주) 전기차 탑재상태의 배터리를 효율적으로 검사할 수 있는 검사장비 개발 **□ (핵심기술 2) 전기자동차 재제조 배터리 순환 체계 구축을 위한 재제조 배터리 사업자 안전관리 기술 개발** **1) 재제조 배터리 제조 관리 기술 개발** ○ 재제조 배터리 부품 안전기준 및 인증 기술 개발 - 재제조 배터리 인증기준 1건 - 재제조 배터리 제조 기술기준(안) 1건 - 재제조 배터리 인증 DB 플랫폼 시제품 1종 ○ 제조 및 품질관리기준 등 가이드라인 개발 - 재제조 배터리 품질관리 기준 가이드라인 1건 **2) 재제조 배터리 운영 관리 기술 개발** ○ 재제조 배터리 사업자 모델 개발 - 재제조 배터리 사업자의 표준모델(시설·장비, 기술 인력 등 등록요건 포함) 규격 1건 - 셀, 모듈, 팩단위의 운영관리 지침서 1건 **3) 재제조 배터리 운송·보관 관리 기술 개발** ○ 재제조 배터리 운송·보관 방법에 관한 세부규정 개발 - 운송·보관 방법 규정 입안서 또는 지침서 1건 ○ 재제조 배터리 안전 운송·보관 시스템 개발 - 재제조 배터리 이차사용을 위한 성능 보전 재제조 배터리 안전 운송·보관함 시제품 1종 - 재제조 배터리 내부 주요정보 취득 시스템 시제품 1종 * 실시간 데이터 수집을 위한 배터리 연결 커넥터 개발(OBD2 기능 포함)

	- 차종별 재제조 배터리 BMS(Battery Management System) 정보를 활용한 디지털 트윈 기반 모니터링 시스템 시제품 1종 **□ (핵심기술 3) 전기자동차 사용후 배터리 안전점검/재제조 배터리 순환 체계 안전관리 실증 및 관련 법·제도 개발** **1) 전기자동차 사용후 배터리 안전점검 및 재제조 배터리 순환 체계 안전관리 실증 운영** ○ 사용후 배터리 3단계 안전점검 및 검사 장비 실증 - 현장적용 인프라 설계서 1건 - 전기자동차 사용후 배터리 3단계 안전점검 실증 운영 보고서 1건 * 「자동차관리법」 제44조에 의한 자동차검사소 연계형 실증 사이트 확보 / 6개월 이상 실증 운영을 통한 검증 ○ 재제조 배터리 순환 체계 및 안전관리 기술 실증 - 재제조 배터리 순환 체계 실증 운영 보고서 1건 * 재제조 배터리 사업자의 표준모델 구축 / 6개월 이상 실증 운영을 통한 검증(非반납 배터리 대상 전과정 실증) **2) 전기자동차 사용후 배터리 안전점검 및 재제조 배터리 순환 체계 안전관리 제도화 기술 개발** ○ 사용후 배터리 3단계 안전점검 제도화(안) 3건 - 전기자동차 사용후 배터리 성능평가 검사 제도화(안) 1건 - 전기자동차 재제조 배터리 유통 전 안전검사 제도화(안) 1건 - 전기자동차 재제조 배터리 사후검사 제도화(안) 1건 ○ 재제조 배터리 순환 체계 안전관리 개별법(안) 2건 - 재제조 배터리 사업자 등록요건 개별법(안) 1건 - 재제조 배터리 사업자 운영요건 개별법(안) 1건 ○ 재제조 배터리 부품안전 기준 제도화(안) 1건
6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	**○ (시범적용)**

	- 전기자동차 3단계 안전점검 기술 및 장비를 개발하여 본 과제에서 도출한 성과물 활용을 통해 「자동차관리법」 제44조에 의한 자동차검사소에 재제조 배터리 전용 검사 수행 및 제도화(※ 초기 「자동차관리법」 제44조에 의한 한국교통안전공단 자동차검사소에서 시행, 제도 안정화 이후 향후 동법 제45조에 의한 민간 자동차검사소까지 확대) - 전기자동차 재제조 배터리 순환 체계 안전관리 기술 개발하여 재제조 배터리 인증 및 제조 기술/사업자의 표준모델 도출 등을 통해, 재제조 배터리 시장 산업 활성화 및 제제조 배터리 안전성 확보 - 전기자동차 사용후 배터리 안전점검/재제조 배터리 순환 체계 안전관리 실증 및 관련 법·제도 개발을 통해, 재제조 배터리 성능·안전성 확인을 위한 검사기준 및 방법, 운송·보관 등 관리 절차 도출 및 제도화 ○ **(활용처)** 전기자동차 및 부품 제작사, 안전인증기관, 자동차 검사 관련 기관, 사용후 배터리 관련 사업자 등 ○ **(실용화 조건)** - 실증 후 결과분석을 통한 제도 개선 및 보완 후 활용 - 각 수요처/활용처의 특성을 반영하여, 본 사업 성과물 개선을 통한 활용 - 과제 종료 이후 법제도화 시점을 고려하여 과제 종료 후 4년 이내 전국 자동차 정기검사소 시행
□ 기대효과	○ **사회적 효과** - 재제조 배터리 순환 체계 구축을 통한 재제조 배터리 장착 전기자동차 안전성 확보 및 사용후 배터리 순환이용 생태계 조성 - 사용후 배터리 시장 활성화를 통한 전기차 폐차 비율 감소, 추가 신규 배터리 제작 비용 등 사회 직·간접적 비용 감소 유도 - 전기자동차 산업의 활성화, 전기자동차 보급 확대로 국가 중장기 목표 달성 기대 - 전기자동차 재제조 배터리 관리사업자 확대에 따른 전기자동차 사고, 리콜 등 사회적 비용 손실 최소화 운영 및 일자리 재창출 ○ **기술적 성과** - 사용후 배터리의 원활한 순환 체계 구축 기술개발로 정책 집행을 위한 제반 산업 및 현장 적용 가능한 기술 확보 - 배터리 BMS 데이터 기반의 사용후 배터리 안전 예측 알고리즘 개발에 따른

	상시 안전관리 시스템 구축 및 분류 시스템 구현 - 전기자동차 재제조 배터리 제작 및 관리 기술 개발을 통한 전기자동차 후방 산업 활성화 및 국가 경쟁력 강화 기여 - 재제조 배터리 순환 체계 관리를 위한 배터리 전생애주기 관리 연계 기술 향상 및 전기자동차 안전관리 기술 확보 **○ 파급효과** - 사용후 배터리 안전성 확보로 전기자동차 운행 년수 증가 및 운송분야의 탄소중립 목표 달성 가능 - 재제조 배터리 관리사업자의 운영 시설·장비 기술인력 정립을 통한 이차전지 산업 활성화 및 세계 탄소 발자국 선도
7. 연구개발 기간 및 연구개발비	
	○ 총 연구개발기간 : 2025.04~2028.12 (3년 9개월) [1단계] - 1차년도 연구개발기간 : 2025.04~2025.12 (9개월) - 2차년도 연구개발기간 : 2026.01~2026.12 (12개월) [2단계] - 3차년도 연구개발기간 : 2027.01~2027.12 (12개월) - 4차년도 연구개발기간 : 2028.01~2028.12 (12개월) ○ 총 정부지원연구개발비 : 19,000 백만원 이내 - 1차년도 정부지원연구개발비 : 2,400 백만원 이내 ※ 정부지원연구개발비는 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음 ※ 영리기관 참여시 기관부담연구개발비는 연차별로 「국가연구개발혁신법 시행령」 [별표 1]을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구개발비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능
8. 기 타	
	○ 본 연구개발과제의 보안등급은 “일반과제”임 ○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP) 및 기획보고서에 제시된 연구

	개발내용을 참고하여 작성하되, 연구개발목표 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 연구개발내용을 가감할 수 있으며, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함 ○ 기 수행하였거나 현재 수행 중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함 ※ 홈페이지(www.kaia.re.kr)의 지식-성과도서관-과제·보고서 및 www.ntis.go.kr 참고 - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 연구개발과제의 결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구개발계획에 포함 - 제안된 연구개발내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함 ※ 연구개발 수행 도중 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음 ○ 연구개발 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 핵심연구개발성과별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시 ○ 연구개발계획서에 구성기술 간 연구개발내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시 - 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시 ※ (예시) 개발기술 상호간, 연구개발성과물 상호간, 개발기술-연구개발성과물간 연계성 - 과학기술적 성과물을 포함하여 최종 연구개발성과물을 구체화하여 제시 ○ 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 연구개발 일정계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함 ※ 연구개발과제 선정 후 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용 - 신청자는 연구를 통해 도출되는 최종성과(핵심성과물)를 유형별(사양, 장비/장치, 소프트웨어, 시스템, 정책제도 등)로 나열하고, 세부 설명 제시 - 제시한 성과지표는 선정평가 또는 협약시 조정(추가) 가능 - 아래 표를 참고하여 본 연구개발과제와 관련되는 성과지표를 반영하고 그 외 과제특성을 고려한 고유 성과지표도 제안할 수 있음 ※ 첨부의 기획보고서 內 전략계획서(안)을 참고하여 성과지표 설정 가능 - 성과지표별 목표는 도전적으로 설정해야 하며 목표치 설정근거 제시 ※ “성과지표 설정의 적정성 및 목표 도전성”은 선정평가 평가항목이며 미흡할 경우

협약시 조정

우선순위	단위/세부사업 성과지표	성과지표	IRIS 성과등록시 성과항목
1 (핵심지표)	특허등급 (지수)	· **특허등급지수 BB이상 특허등록(건)** * 한국발명진흥회 SMART 평가 'BB' 등급 이상	· **지식재산권**(특허)
2 (핵심지표)	정책활용도 (지수)	· **법제도 제개정(건)** · **정책채택(건)** · **설계기준·시방서 제·개정(건)**	· **법령반영** · **정책활용** · **설계기준**(설계기준, 표준시방서 등)
3	기술사업화 효과(금액)	· **사업화/제품화(건)** * 연구개발성과를 실제 계약한 실적	· **사업화현황** · **매출실적**
4	기술실시계약(건)	· **기술실시(이전)(건)**	· **기술실시**(이전)
5 (핵심지표)	연구개발성과 현장검증(건)	· **현장시험 및 검증(건)** * 연구개발성과 검증을 위해 현장에 시범적용, 시험시공 등을 한 성과	-
6	인증(건)	· **기술및제품인증(건)** * 형식승인, SIL, ISO, NET 등 인증서	· **신기술지정** · **기술및제품인증**
		· **표준화(국내·국제)(건)** * KS, KRS, IEC, IRIS 등	· **표준화**(국내표준) · **표준화**(국제표준)
7	참여기업의 청년인력 신규 채용(명)	· **청년인력 채용 인원(명)** * 채용시점 기준으로 만 15세이상 34세 이하(군 복무기간 고려 최고 만 39세까지), 참여율 100%, 최소 1년 이상 고용 유지 * 목표산출근거 : 총 연구기간의 정부출연금 총액을 기준으로 5억원당 1명 이상의 비율로 청년인력 신규로 채용	· **고용창출**
8 (핵심지표)	학술지게재 논문(지수)	· **SCI(E) 학술지 게재(건)**	· **논문**

○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음

- 본 연구개발과제의 연구개발기간은 추후 협약 시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관연구개발기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구개발목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할수 있음
- 연구개발 추진과정에서 관련기술 환경변화 등에 따라 연구개발내용(연구개발비 포함)이 조정될 수 있음

○ 연구성과의 현장검증(시험시공), 실용화 및 사업화 추진계획 필히 제시

- 신청자는 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적

	파급효과 및 산출근거 제시 - 신청자는 현장실증시험 등을 통한 연구성과의 실용성 검증 및 사업화 추진 계획을 필히 제시

Ⅰ 참 조 자 료 Ⅰ

(1) 미래폐기물 자원순환 생태계 활성화를 위한 정부지원 방안 : 전기차 사용후 배터리를 중심으로 - 여준석, 여승필

(2) 이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안 - 관계부처 합동

(3) 사용후 배터리 산업 육성을 위한 법·제도·인프라 구축방안 - 관계부처 합동

(4) 중국환경 INSIGHT-중국 폐배터리 회수이용 산업현황 - 한국환경산업기술원

(5) 전기차 고전압 배터리 재제조 활성화 필요성 - 삼성화재

2025년도

국가연구개발사업

전략계획서

국 토 교 통 부

사업명: 사용후 배터리 안전관리 및 재제조 유통순환 기술개발

작성자	작성 부서	모빌리티자동차국 자동차정책과	작성 실무자 및 연락처	서혜린사무관 / 044-201-3852 / arounddawn@korea.kr
	작성 책임자	자동차정책과장 김은정		국토교통과학기술진흥원 박윤정 선임연구원 / 031-389-6437 / yjpark20@kaia.re.kr

1. 사업개요

1 사업명

사업명	단위사업	교통물류연구사업
	세부사업	사용후 배터리 안전관리 및 재제조 유통순환 기술개발
	내역사업	사용후 배터리 안전점검 기술 및 재제조 배터리 순환 체계 안전관리 기술개발

2 사업목적

사업목적	사용후 배터리 분류체계 구축을 위한 3단계 안전점검 기술 개발 및 재제조 배터리 안전성 확보를 위한 재제조 안전 관리체계 기술 개발

3 사업추진경위

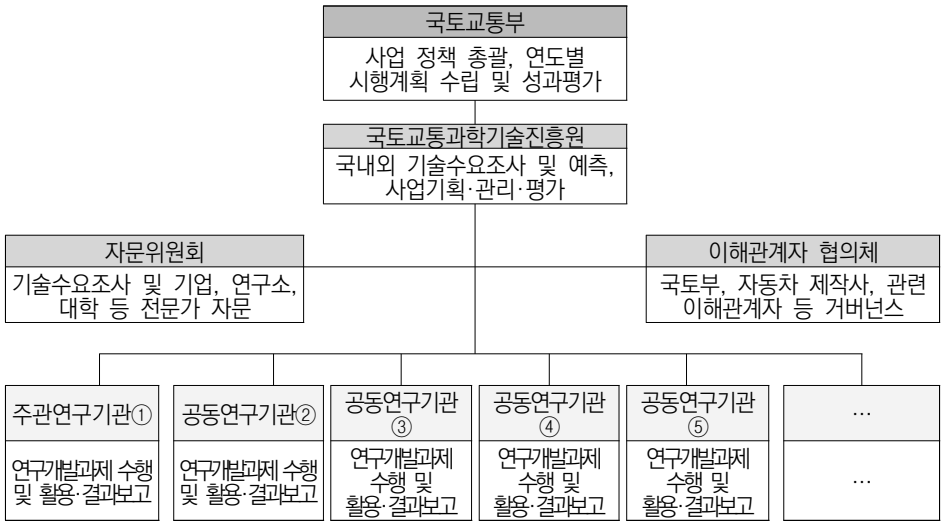
추진근거	법적 근거	○ 「국토교통과학기술 육성법」 제8조(연구개발사업의 추진) ○ 「국가통합교통체계효율화법」 제98조(교통기술 연구·개발사업의 추진)
	상위계획	○「규제개선·지원을 통한 순환경제 활성화 방안」을 발표('22.9, 경제 규제혁신TF) - 사용후 배터리 진단평가 기술 고도화, 재제조·재사용·재활용 기술개발 필요성 제시 ○ 기재부, 국토교통부, 산업통상자원부, 환경부 등 범부처 합동 「이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안」발표('23.12.13) - 사용후 배터리 재제조·재사용·재활용 시장을 조성하여 산업 생태계 체계적인 육성 계획 발표 ○ 사용후 배터리 산업 육성을 위한 법·제도·인프라 구축방안」 발표('24.7, 경제관계장관 회의) - 전기차 배터리 탈거 전 성능평가 도입 및 사용후 배터리 시장 형성 지원 목표 발표

4 사업 현황

사업구분	계속사업 □ 기한사업 ■		
사업추진방식	상향식 □ 혼합식 □ 하향식 ■		
사업유형	공공기술개발		
다부처 여부	다부처 ■	참여부처 **(다부처사업)**	국토교통부(자동차정책과) / 환경부(자원재활용과)
사업기간	'25. 4.~'28. 12. (45개월)	**총사업비**	190억원
사업규모	1개 내역사업, 1개 과제(핵심기술 3개)	**지원대상**	대학, 기업, 연구기관 등
지원형태	출연	**지원조건**	과제별 기업참여시 Matching
사업시행주체	국토교통부(국토교통과학기술진흥원)		
예비타당성 통과여부	-		

5 사업추진체계 및 전략

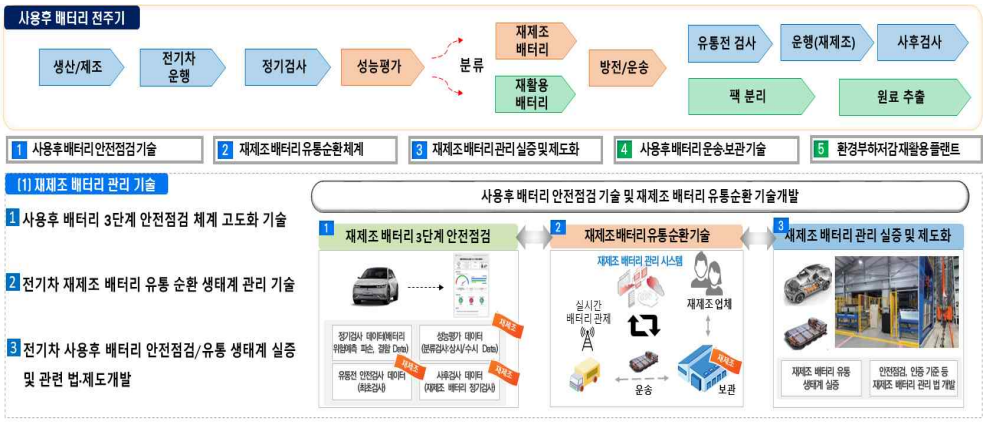
사업수행주체



수행주체	역할 세부내용
국토교통부	○ 사업정책 총괄, 연도별 시행계획 수립 및 성과평가
국토교통과학기술진흥원	○ 연구개발 과제사업 기획·관리·평가 등
자문위원회	○ 기술수요조사 및 기업, 연구소, 대학 등 전문가 자문
이해관계자 협의체	○ 자동차제작사, 재제조 사업자, 자동차검사대행자, 지정정비사업자, 시험인증기관, 사용후 배터리 관련 협·단체 등 거버넌스
주관연구기관	○ 연구과제 수행, 성과 및 활용실적 보고

사업추진전략

추진전략



[재제조 배터리 순환 체계 로드맵]

○ '23.12.13 '이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안' 관계부처 합동 계획 발표에 따라 사용후 배터리 제품 인정 및 사용후 배터리 3단계 안전점검(성능평가-유통 전 안전검사-사후검사) 도입 필요

○ 재제조 배터리 제조 시장 활성화를 통한 보험, 배터리 교체 비용 등 사회적 비용 감소를 위한 시설·장비·인력 안전 기준 마련

○ 사용후 배터리 관리 체계 변화에 따른 기존 탈착된 배터리 검사 대비 소요시간 및 투입 비용 감소를 위한 신규 성능평가 방법 마련

[기술개발 로드맵(안)]

R&D 전주기 사업관리 계획

[사업 추진절차]

○ (추진절차) 과제 발굴·기획 → 과제 선정 → 과제 관리 → 과제종료 → 성과활용·확산

① (과제 발굴 및 기획) 기술수요조사*를 통해 연구과제를 발굴하고, 필요시 사전 단계로 기획연구 수행(총 연구비 50억원 이상 경우 등)

* On-line을 통한 상시 수요조사 및 Off-line을 통한 반기별(매년 1월, 7월) 수요조사 병행 추진

② (신규과제 선정) 사업담당관(실·국)이 우선순위를 매겨 미래전략 일자리담당관에게 제출하면, 별도 선정회의를 통해 예산편성안에 반영

* 과기부(4~7월), 기재부(8월), 국회 예산심의(~12월)를 거쳐 신규 추진여부 확정

③ (과제 확정 및 관리) 예산에 반영된 신규과제는 진흥원을 통해 차년도에 연구자 선정을 거쳐 평가·성과 관리 등 과제 관리 진행

※ 계속사업의 경우, 매년 차년도 투입 예산요구 및 결산, 성과평가 업무 추진

④ (과제 종료) 최종 평가를 통해 과제의 성공·실패를 결정

⑤ (성과활용·확산) 성과의 활용 및 확산을 위한 성과정보시스템 운영, 추적평가, 공모전, 전시회 등 활동을 정기적으로 추진

- 성과 및 사업화 정보시스템 운영 : 국토교통 R&D 사업의 성과관리를 위하여 국토교통 R&D 사업관리시스템(http://rnd.kaia.re.kr) 운영
- 추적평가 수행 : 성과의 활용 및 확산을 위하여 종료된 R&D과제를 대상으로 과제 종료 후 5년간 발생성과에 대한 정기적 추적평가를 실시하여 성과의 사후관리를 수행
- 국토교통기술대전 개최 : 매년 국토교통 R&D 성과물에 대한 대국민 홍보와 기술교류 확산을 위해 국토교통 R&D 우수성과 전시 등을 추진
- 국토교통기술 아이디어 공모전 개최 : 국토교통 기술 분야에 대한 국민 관심 증대와 기술저변 확대를 위해 국토교통기술 아이디어를 발굴
- 국토교통 R&D 대표성과 사례집 발간 : 매년 대국민을 대상으로 국토교통 R&D 성과물에 대한 홍보추진을 위해 대표성과 사례집 발간

위험요인 및 극복방안	**위험요인**	**극복방안**
	ㅇ다른 여타사업(타부처 등)과의 중복성 여부 -다른 타부처 사업등과의 차별성 필요	ㅇ재사용을 위한 평가방법만을 제시하였으며, 또한 자동차 탑재상태에서의 검사(평가) 방법은 전무한 상태 -본 사업을 통해 평가방법 개발 및 이에 대한 적용가능성을 면밀히 분석해 제도정책에 반영하고자 함
	ㅇ정책 또는 제도는 정부주도이나, 기술개발은 고도화를 달성하기 위해 민간참여 필요성 중요 -민간참여를 유도하여 기술개발 및 실증을 통한 효율성 검토 필요	ㅇ국가연구개발의 민간 적극 참여 유도를 위한 추진체계 -개발기술의 실수요자인 민간기업의 적극 참여(연구개발기관, 정책대화, 기술협력 등)를 유도하여 컨소시엄 구성 및 연구 수행
	ㅇ다부처 협력방안 및 부처간 공동 목표 설정 필요 -정부발표와 함께 사용후배터리 체계의 고도화를 위한 다부처 협력방안 모색 필요	ㅇ사용후 배터리 산업생태계 활성화를 위한 국토부-환경부 다부처 연구개발 사업 연계 방향 및 전략 제시 -국토부 및 기존 환경부 성능평가 결과값 정합성 비교·분석을 통한 신뢰성 검증 및 운송·보관 기술 신뢰성 검증을 통한 공동 목표 설정
	ㅇ배터리 전주기 이력관리 제도 및 통합관리 시스템의 기술개발 연계 관리방안 검토 필요 -배터리 전주기 이력관리를 위해 통합 시스템 구축을 위해 성능평가 이후 폐기단의 정보 및 제도화 기술개발 검토 필요	ㅇ사용후 배터리 안전성 확보를 위환 배터리 전주기 이력관리 제도와의 연계성 연구 -사용후 배터리 안전성 확보를 위한 배터리 전주기 이력관리 시스템(국토부 재정사업)과 연계 가능하도록 검사 시나리오 개발 시 주요 검사 항목 고려하여 연구
수혜자	-	

6 사업기대효과

과학기술적 기대효과	ㅇ 사용후 배터리의 원활한 순환 체계 구축 기술개발로 정책 집행을 위한 제반 산업 및 현장 적용 가능한 기술 확보 ㅇ 배터리 BMS 데이터 기반의 사용후 배터리 안전 예측 알고리즘 개발에 따른 상시 안전관리 시스템 구축 및 분류 시스템 구현 ㅇ 전기자동차 재제조 배터리 제작 및 관리 기술 개발을 통한 전기자동차 후방산업 활성화 및 국가 경쟁력 강화 기여 ㅇ 재제조 배터리 순환 체계 관리를 위한 배터리 전생애주기 관리 연계 기술 향상 및 전기자동차 안전관리 기술 확보
사회경제적 기대효과	ㅇ 재제조 배터리 순환 체계 구축을 통한 재제조 배터리 장착 전기자동차 안전성 확보 및 사용후 배터리 순환이용 생태계 조성 ㅇ 사용후 배터리 시장 활성화를 통한 전기차 폐차 비율 감소, 추가 신규 배터리 제작 비용 등 사회 직·간접적 비용 감소 유도 ㅇ 전기자동차 재제조 배터리 관리사업자 확대에 따른 전기자동차 사고, 리콜 등 사회적 비용 손실 최소화 운영 및 일자리 재창출 ㅇ 사용후 배터리 안전성 확보로 전기자동차 운행 년수 증가 및 운송분야의 탄소중립 목표 달성 가능

7 사업 내용

예산 규모

(백만원)

구분		`25년도	`26년도	`27년도	`28년도
□ 사용후 배터리 안전점검 기술 및 재제조 배터리 순환체계 안전관리 기술개발	19,000	2,400	6,000	7,400	3,200
■ 사용후 배터리 안전점검 기술 및 재제조 배터리 순환체계 안전관리 기술개발	19,000	2,400	6,000	7,400	3,200

세부내용

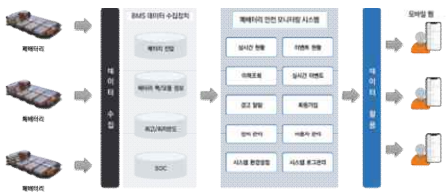
내역사업	주요 내용
사용후 배터리 안전점검 기술 및 재제조 배터리 순환체계 안전관리 기술개발	ㅇ 사용후 배터리 3단계 안전점검 체계 고도화 기술 개발 - 사용후 배터리 3단계 안전점검 평가기술 개발 • 사용후 배터리 각 단계별 검사 기술 개발(❶사용후 배터리 성능평가, ❷유통 전 안전검사, ❸사후검사 각 단계별 기술 개발) • 재제조 배터리 3단계 안전점검(배터리 성능평가, 유통 전 안전검사, 사후검사) 검사 시나리오 개발 - 사용후 배터리 3단계 안전점검 단계별 검사장비 개발 • 사용후 배터리 안전점검 단계별 검사장비 개발 • 각 단계별 검사항목 및 성능/안전성 주요인자 도출, 개발 장비를 통한 검사(진단 기능 및 알고리즘) 구현 ㅇ 전기자동차 재제조 배터리 순환 체계 구축을 위한 재제조 배터리 사업자 안전관리 기술 개발 - 재제조 배터리 제조 관리 기술 개발 • 재제조 배터리 부품 안전기준 및 인증 기술 개발 • 제조 및 품질관리기준 등 가이드라인 개발 - 재제조 배터리 운영 관리 기술 개발 • 재제조 배터리 사업자의 시설·장비, 기술 인력 및 운송·보관 기준, 시스템 등의 표준모델 개발(등록요건 포함) • 재제조 배터리 운송·보관 방법에 관한 세부규정 개발 • 재제조 배터리 성능 보전 안전 운송·보관 시스템 개발 ㅇ 전기자동차 사용후 배터리 안전점검/재제조 배터리 순환 체계 안전관리 실증 및 관련 법·제도 개발 - 전기자동차 사용후 배터리 안전점검 및 순환 체계 안전관리 실증 • 사용후 배터리 3단계 안전점검 및 검사 장비 실증 • 재제조 배터리 사업자 안전관리 기술 실증 - 전기자동차 사용후 배터리 안전점검 및 순환 체계 안전관리 제도화 개발 • 사용후 배터리 3단계 안전점검 제도화 개발 • 재제조 배터리 사업자 안전관리 기술 제도화 개발

연차별 추진내용(로드맵)

① 사용후 배터리 3단계 안전점검 체계 고도화 기술 개발

<table>
<tr><th></th><th colspan="2">핵심기술 1 - 사용후 배터리 3단계 안전점검 체계 고도화 기술 개발</th></tr>
<tr><td rowspan="4">주요내용</td><td>구분</td><td>주요내용</td></tr>
<tr><td>1차
년도</td><td>[3단계 안전점검 기술개발을 위한 현황 파악 및 개념도 설계]
○ 사용후 배터리 현황 및 기술 조사/분석
- 사용후 배터리 관련 현행 법/체계 및 관리체계 현황 조사, 문제점 파악
- 전수검사 기반 SOH, SOP, SOB 등 평가 기술개발 방안 개념도 설계
[기술개발을 위한 환경 구축 및 인프라 설계]
○ 차량 선정 및 개발환경 구축
- 대상 차량 및 장비 사양 검토, 선정 등을 통한 개발환경 구축
- 사용후 배터리 상태진단 평가기술 개발을 위한 인프라 설계
[검사장비 개발을 위한 개념설계 및 컨셉 설정]
○ 장비개발을 위한 전문가 의견 수렴 및 기본방향 설정
- 유사장비 비교·분석 및 컨셉 설정
- 장비 기본 설계 시방서 및 사양서 도출</td></tr>
<tr><td>2차
년도</td><td>[사용후 배터리 각 단계별 검사기술 개발]
○ 각 단계별 검사기술 Test Case에 따른 교차 검증/분석 및 유효 데이터 확보
- 재제조 배터리 장착 차량 검사를 위한 정적·동적검사 검사결과값 비교·분석
- 운행 데이터 수집장치 개발 및 관련 플랫폼 구축
- 사용후 배터리 잔존가치 및 안전성 평가를 위한 유효 데이터 및 알고리즘 확보
[각 단계별 검사장비 초도품 개발]
○ 시작품 검증 및 개선을 통한 초도품 개발
- 각 단계별 검사구현 및 실증결과 반영 개선점 도출
- 장비 정합성 및 내구 신뢰성 등 확보를 위한 장비평가 항목 도출</td></tr>
<tr><td>3차
년도</td><td>○ [실증 반영 각 단계별 검사기술 고도화 개발]
- 운행 데이터 기반 사용후 배터리 검사결과 결과값 분석 및 정합성 검증
- 실증 기반 성능 및 안전성 주요인자 도출(검사기술 고도화)
○ [실증 반영 각 단계별 검사장비 고도화 개발]
- 장비의 정합성 검증, 신뢰성 항목 선정에 따른 인증평가 착수(장비 고도화)
- 검사장비 표준사양서 및 기술 규격서 개발 완료</td></tr>
<tr><td>4차
년도</td><td>○ [검사기술 고도화에 따른 제도 적용 가능성 분석]
- 각 단계별 검사항목 및 평가 주요인자 도출에 따른 실제 적용가능성 검증/분석
- 검사기술 및 상태진단 등 평가 정합성 검증
○ [검사장비 신뢰성 인증 및 시제품 개발/인증]
- 검사장비 신뢰성 인증 및 각 검사방법 개발에 따른 전체 검사 구현 (개발장비 적용)
- 실증결과 분석 및 T/B 보완사항 대책 수립, 장비 표준화 및 보급 시책 착수</td></tr>
<tr><td>적용대상
(활용처)</td><td colspan="2">○ 전국 단위 자동차검사소 및 배터리 인증·평가 기관, 재제조 연구기관 및 업체 등
○ 대단위 배터리 활용 산업 연구개발 기관 및 기타 자동차 튜닝업체 또는 연구기관 등 (사용후 배터리 재제조 대상)</td></tr>
<tr><td>주요
성과물</td><td colspan="2">○ 재제조 배터리 평가 장비 표준화, 재제조 배터리 표준 성능지표, 배터리 성능/안전성 주요인자 도출
○ 검사장비 표준사양서 및 기술 규격서 도출, 표준화된 신뢰성 인증 장비 보급 가능성 확보</td></tr>
</table>

② 전기자동차 재제조 배터리 순환 체계 구축을 위한 재제조 배터리 사업자 안전관리 기술 개발

<table>
<tr><td></td><td colspan="2">핵심기술 2 - 전기자동차 재제조 배터리 순환 체계 구축을 위한
재제조 배터리 사업자 안전관리 기술 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="5">주요내용</td><td>구분</td><td>주요내용</td></tr>
<tr><td>1차
년도</td><td>[사용후 배터리 관리 체계 구축] - 협업
○ 국내외 사용후 배터리 관리 체계 정책 조사
- 육로 운송·보관 및 배터리 운송 시스템 자료 조사
○ 배터리 운송·보관 시스템 기초 설계
- 배터리 모니터링 시스템 및 자동소화시스템 사양 선정
[재제조 배터리 사업자]
○ 재제조 배터리 사업자 안전 기준 조사
- 해외 재제조 배터리 관리 기술 조사</td></tr>
<tr><td>2차
년도</td><td>[사용후 배터리 관리 체계 구축] - 협업
○ 배터리 운송·보관 기술 초도품 제작
- 배터리 모니터링 기술 제작 및 배터리 데이터 송수신 검토
[재제조 배터리 사업자]
○ 재제조 배터리 주요 노출 안전 요소 점검 및 검토
- 재제조 배터리 제작 및 운영 안전 요소 검토</td></tr>
<tr><td>3차
년도</td><td>[사용후 배터리 관리 체계 구축] - 협업
○ 배터리 운송·보관 기술 고도화
- 배터리 모니터링 기술 연계형 배터리 물류 관리 기술 개발
[재제조 배터리 사업자]
○ 재제조 배터리 사업자 안전 기준 마련
- 재제조 배터리 제작, 운영 관리 기술 기준 마련</td></tr>
<tr><td>4차
년도</td><td>[사용후 배터리 관리 체계 구축] - 협업
○ 재제조 배터리 운송 보관 기술 개발
- 실증을 통한 수거, 운송, 보관 등 재제조 배터리 안전 관리 체계 기술 개발
[재제조 배터리 사업자]
○ 사업자 안전 관리 체계 실증 검증
- 재제조 배터리 인증 표준 시스템 개발 및 사업자 관리 체계 연계</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>적용대상
(활용처)</td><td colspan="2">○ 배터리 운송업체 등 재제조 배터리 운송·보관 시스템 및 차량 개발 업체
○ 사용후 배터리 관리 체계 마련을 통한 재제조 배터리 제작 업체 안전기준으로 활용</td></tr>
<tr><td>주요
성과물</td><td colspan="2">○ 실시간 배터리 데이터 모니터링이 가능한 재제조 배터리 운송보관 기술 개발
○ 재고, 제품별 보관 위치 등 보관 환경 적용형 재제조 배터리 물류 관리 기술 개발
○ 재제조 배터리 제작 시 위험 요소 제거를 위한 제재조 배터리 사업자 기준 개발</td></tr>
</table>

③ 전기자동차 사용후 배터리 안전점검/재제조 배터리 순환 체계 안전관리 실증 및 관련 법·제도 개발

<table>
<tr><td></td><td>핵심기술 3- 전기자동차 사용후 배터리 안전점검/재제조 배터리 순환 체계 안전관리 실증 및 관련 법·제도 개발</td></tr>
<tr><td>주요내용</td><td>
<table>
<tr><th>구분</th><th>주요내용</th></tr>
<tr><td>1차 년도</td><td>[제재조 배터리 관리 법·제도 개발]
○ 배터리 시험 및 검사 규정, 법/제도 조사
- 산업부, 환경부 등 배터리 성능평가 시험 방법 조사
- 재제조 배터리 범위 및 시험 범위 설정
[재제조 배터리 관리 체계 실증]
○ 기존 배터리 관리 체계 법/제도 조사
- 배터리 반납에 따른 운송, 보관 규정 등 관련 법/제도 조사
- 반납된 배터리 물류 관리 및 거래 시스템 조사</td></tr>
<tr><td>2차 년도</td><td>[제재조 배터리 관리 법·제도 개발]
○ 재제조 배터리 검사 체계 개념도 설계
- 안전 점검 시험 대상, 작업자, 작업장소 선정
- 안전 인증 시험 방법 제시
[재제조 배터리 관리 체계 실증]
○ 재제조 배터리 관리 체계 로드맵 도출
- 사용후 배터리(재제조, 재사용, 재활용) 관리 체계 로드맵 도출 및 각 배터리 용도별 로드맵 개발</td></tr>
<tr><td>3차 년도</td><td>[제재조 배터리 관리 법·제도 개발]
○ 재제조 배터리 관리 제도화(안) 제시
- 제도화(안) 개발에 따른 자문 검증 및 전문가 의견 수렴
[재제조 배터리 관리 체계 실증]
○ 재제조 배터리 관리 기법 및 체계 예비 실증
- 재제조 배터리 관리 기법 실차 검증 및 실증 사이트 섭외
- 재제조 배터리 관리 기술 실증 및 수정 사항 도출</td></tr>
<tr><td>4차 년도</td><td>[제재조 배터리 관리 법·제도 개발]
○ 재제조 배터리 관리 제도화(안) 고도화
- 법률 전문가 검토 및 이해당사자 의견 수렴
- 국토부 및 관계부처 협의를 통한 제도화(안) 개발
[재제조 배터리 관리 체계 실증]
○ 재제조 배터리 관리 기법 및 체계실증 고도화
- 3단계 안전점검 검사 및 관리 체계 본 실증
- 재제조 배터리 사업자 관리 기술 개발을 통한 배터리 생태계 실증</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>적용대상 (활용처)</td><td>○ 재제조 배터리 운송, 보관 등 배터리 인증평가 기관, 재제조 연구 업체 등
○ 보험사, 제작차 등 재제조 배터리 활용 업체</td></tr>
<tr><td>주요 성과물</td><td>○ 재제조 배터리 성능지표 등 안전 점검 방법(안) 및 재제조 배터리 안전 인증 기준(안)
○ 재제조 배터리 관리 체계 검증 실증 보고서</td></tr>
</table>

2. 단계별 성과목표 및 지표

1 전략목표

전략목표	사용후 배터리 3단계 안전점검 기술 개발 및 재제조 배터리 안전성 확보를 위한 재제조 안전 관리체계 기술 개발을 통한 사용후 배터리 성능평가 기술 개발, 재제조 배터리 및 사업자 관리 체계 법·제도 안착

가. 1단계 성과목표 및 지표

2 단계별 성과목표

단계(평가주기)	1단계	기간	2025 ~ 2026

단계별 성과목표						관련 내역사업명
성과목표-1	사용후 배터리 3단계 안전점검 기술 개발	가중치	0.4	설정 근거	사용후 배터리 분류 및 재제조 배터리 안전 검사를 위한 사용후 배터리 검사 항목 및 장비 개발로 성과지표 설정	사용후 배터리 안전점검 기술 및 재제조 배터리 순환 체계 안전관리 기술개발
성과목표-2	재제조 배터리 제조 및 운영관리 기술 개발	가중치	0.4	설정 근거	재제조 배터리 특성을 고려한 안전 기준과 신규 재제조 배터리 사업자 제도화를 위한 가이드라인 및 운송·보관 시스템을 성과지표로 설정	
성과목표-3	사용후 배터리 안전점검/배터리 순환체계 실증 구축 및 관련 법·제도 개발	가중치	0.2	설정 근거	실증 및 법·제도 개발 검증을 위한 재제조 배터리 관리 체계 로드맵 개발로 성과지표 설정	

3 성과지표

단계별 성과목표명		가중치	성과지표명	단위	구분 / 연도	실적 및 목표치 2025	실적 및 목표치 2026	지표 유형	질적 지표	성과지표 설정 사유
성과목표-1	사용후 배터리 3단계 안전점검 기술 개발	0.4	사용후 배터리 검사 항목 도출	%	목표	50	100	산출(질)	√	• 사용후 배터리 3단계 안전점검(성능평가-유통 전 안전검사-사후검사) 기술 개발을 위한 사용후 배터리 검사 항목을 성과지표로 설정
					실적	-	-			
			사용후 배터리 검사 장비 개발	건	목표	1	2	산출(양)		• 사용후 배터리 3단계 안전점검(성능평가-유통 전 안전검사-사후검사) 사용후 배터리 검사 장비 개발을 성과지표로 설정
					실적	-	-			

성과목표-2	재제조 배터리 제조 및 운영 관리 기술 개발	0.4	배터리 재제조 가이드라인 개발	산출(질)	목표	70	100	산출(질)	√	• 사용후 배터리 신규 재제조 배터리 제품 인정에 따른 배터리 재제조 가이드라인 개발로 성과지표로 설정
					실적					
			배터리 운송보관 시스템 초도품 개발	건	목표	1	1	산출(양)		• 재활용 배터리가 아닌 전기차에 장착되어야 하는 재제조 배터리의 성능보전을 위하여 운송보관 시스템 초도품 개발을 성과지표로 설정
					실적					
성과목표-3	사용후 배터리 안전점검/배터리 순환체계 실증 및 관련 법·제도 개발	0.2	재제조 배터리 관리체계 로드맵 개발	건	목표	2	1	산출(양)		• 성능평가, 운송보관, 재제조 배터리 제조 등 관리체계 확립을 위한 재제조 배터리 관리체계 로드맵 개발을 성과지표로 설정
					실적					
			재제조 배터리 검사 개념도 설계	%	목표	80	100	산출(질)	√	• 사용후 배터리 3단계 안전점검 시설, 장비, 장소 제도화를 위한 재제조 배터리 검사 개념도 설계를 성과지표로 설정
					실적					
계										

④ 성과지표의 목표치 및 측정방법

성과지표명	목표치 설정방법 및 근거	측정산식 및 방법, 시기	자료 출처
사용후 배터리 검사 항목 도출	• 사용후 배터리 3단계 안전점검 개발을 위한 사용후 배터리 검사 항목(4종 이상) 도출을 목표치로 설정 - 연차별 목표치 산정 근거 : 연구개발계획서의 연구수행 일정에 따라 사용후 배터리 3단계 안전점검 개발을 위한 사용후 배터리 검사 항목(4종 이상) 도출을 시험방법 절차/설계/개발 보고서, 제작확인서, 공인시험성적서 작성 및 발급 등을 통해 목표달성 여부 확인 성과지표 / '25 / '26 목표 / 50%(2종) / 100%(4종) 실적 / - / -	**[측정산식]** • 사용후 배터리 검사 항목(4종 이상) 도출하기 위해 1차년도 2종, 2차년도 4종 이상 검사 항목수 산정 성과지표 / 1단계 ('25 / '26) 목표 / 50%(2종) / 100%(4종) 실적 / - / - **[측정시기 및 방법]** • (측정방법) 관련 개발보고서, 시험성적서 등 증빙서류 확인 • (측정시기) 당해연도 연구기간	• 범부처통합연구 지원 시스템(IRIS) • 국가과학기술지식 정보서비스(NTIS)
사용후 배터리 검사 장비 개발	• 사용후 배터리 안전 관리를 위한 사용후 배터리 검사 장비 개발을 목표치로 설정 - 연차별 목표치 산정 근거 : 연구개발계획서의 연구수행 일정에 따라 사용후 배터리 검사 장비를 개발하고 시제품 제작 확인서 및 시험성적서 등을 통해 목표 달성 여부 확인 ※ 목표치 달성 증빙 방법	**[측정산식]** • Σ아래 표 달성 항목별 개발 건수	• 범부처통합연구 지원 시스템(IRIS) • 국가과학기술지식 정보서비스(NTIS)

<table>
<tr>
<td></td>
<td>
<table>
<tr><th>구분</th><th>건수</th><th>항목</th><th>증빙</th></tr>
<tr><td>‘25</td><td>1</td><td>검사장비 개념설계 및 사양서</td><td>설계보고서</td></tr>
<tr><td rowspan="2">‘26</td><td>1</td><td>배터리 성능/안전성 상태지표 DB</td><td>개발보고서</td></tr>
<tr><td>1</td><td>배터리 상태 진단 알고리즘</td><td>개발보고서</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><th>구분</th><th>2025</th><th>2026</th></tr>
<tr><td>검사장비 개념설계 및 사양서</td><td>1</td><td>-</td></tr>
<tr><td>배터리 성능/안전성 상태지표 DB</td><td>-</td><td>1</td></tr>
<tr><td>배터리 상태 진단 알고리즘</td><td>-</td><td>1</td></tr>
<tr><td>개발 건수</td><td>1</td><td>2</td></tr>
</table>
[측정시기 및 방법]
• (측정방법) 사용후 배터리 검사 장비 개발을 위해 개발된 설계서, 배터리 성능/안전성 상태지표 DB, 배터리 상태 진단 알고리즘 시험방법의 시험결과서 등 증빙서류 확인
• (측정시기) 당해연도 연구기간
</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>배터리 재제조 가이드라인 개발</td>
<td>
• 배터리 제조 가이드라인 개발
- 연차별 목표치 산정 근거 : 연구개발계획서의 연구수행 일정에 따라 ‘25년(1차년도)은 재제조 배터리 제조 가이드라인, ‘26년(2차년도)은 재제조 배터리 품질관리 기준 도출을 목표로 설정하고 가이드라인 및 기준을 통해 확인
• 목표 설정
- 제조 및 품질관리기준 등 가이드라인
- 셀, 모듈, 팩단위 운영관리 지침서
<table>
<tr><th>성과지표</th><th>’25</th><th>’26</th></tr>
<tr><td>목표</td><td>70%</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>실적</td><td>-</td><td>-</td></tr>
</table>
</td>
<td>
[측정산식]
• 배터리 재제조 가이드라인 개발하기 위해 1차년도 개발 70%, 2차년도 제조 및 품질관리기준, 셀, 모듈, 팩단위 운영관리 지침서 개발
<table>
<tr><th rowspan="2">성과지표</th><th colspan="2">1단계</th></tr>
<tr><th>’25</th><th>’26</th></tr>
<tr><td>목표</td><td>70%</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>실적</td><td>-</td><td>-</td></tr>
</table>
[측정시기 및 방법]
• (측정방법) 관련 기준 및 지침서 등 증빙서류 확인
• (측정시기) 당해연도 연구기간
</td>
<td>
• 범부처통합연구 지원 시스템(IRIS)
• 국가과학기술지식 정보서비스(NTIS)
• 연차별 실적보고서
</td>
</tr>
<tr>
<td>배터리 운송보관 시스템 초도품 개발</td>
<td>
• 성능보전 운송보관을 위한 재제조 배터리 운송보관 시스템 초도품 개발을 목표치로 설정
- 연차별 목표치 산정 근거 : 연구개발계획서의 연구수행 일정에 따라 배터리 운송보관 시스템 초도품을 개발하고 시제품 제작 확인서 및 시험성적서 등을 통해 목표 달성 여부 확인

※ 재제조 배터리 운송보관 시스템 초도품 개발 계획
</td>
<td>
[측정산식]
• Σ아래 표 달성 항목별 개발 건수
<table>
<tr><th>성과지표</th><th>2025</th><th>2026</th></tr>
<tr><td>배터리 모니터링 시스템 개념설계 및 사양서</td><td>1</td><td>-</td></tr>
<tr><td>배터리 운송보관 시스템 초도품</td><td>-</td><td>1</td></tr>
<tr><td>개발 건수</td><td>1</td><td>1</td></tr>
</table>
</td>
<td>
• 범부처통합연구 지원 시스템(IRIS)
• 국가과학기술지식 정보서비스(NTIS)
</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr>
<td></td>
<td>
<table>
<tr><th>구분</th><th>건수</th><th>항목</th><th>증빙</th></tr>
<tr><td>‘25</td><td>1</td><td>배터리 모니터링 시스템 개념설계 및 사양서</td><td>설계보고서</td></tr>
<tr><td>‘26</td><td>1</td><td>배터리 운송보관 시스템 초도품</td><td>개발보고서</td></tr>
</table>
</td>
<td>
- 최종 시작품에 대하여 공인시험성적서 및 검사장비 SW 등록으로 증빙

[측정시기 및 방법]
• (측정방법) 시작품 제작 확인서, 시험성적서 등 증빙서류 확인
• (측정시기) 당해연도 연구기간
</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>재제조 배터리 관리체계 로드맵 개발</td>
<td>
• 사용후 배터리 생태계 조성을 위한 재제조 배터리 관리체계 로드맵 개발을 목표치로 설정
- 연차별 목표치 산정 근거 : 연구개발계획서의 연구수행 일정에 따라 재제조 배터리 관리체계 로드맵을 개발하고 시제품 제작 확인서 및 시험성적서 등을 통해 목표 달성 여부 확인

※ 재제조 배터리 관리체계 로드맵 개발 계획
<table>
<tr><th>구분</th><th>건수</th><th>항목</th><th>증빙</th></tr>
<tr><td rowspan="2">‘25</td><td>1</td><td>사용후 배터리 현행 법제도 조사 보고서</td><td>조사보고서</td></tr>
<tr><td>1</td><td>현장 실증 적용 인프라 설계서</td><td>설계보고서</td></tr>
<tr><td>‘26</td><td>1</td><td>재제조 배터리 관리체계 로드맵</td><td>개발보고서</td></tr>
</table>
</td>
<td>
[측정산식]
• Σ아래 표 달성 항목별 개발 건수
<table>
<tr><th>성과지표</th><th>2025</th><th>2026</th></tr>
<tr><td>사용후 배터리 현행 법제도 조사 보고서</td><td>1</td><td>-</td></tr>
<tr><td>현장 실증 적용 인프라 설계서</td><td>1</td><td>-</td></tr>
<tr><td>재제조 배터리 관리체계 로드맵</td><td>-</td><td>1</td></tr>
<tr><td>개발 건수</td><td>2</td><td>1</td></tr>
</table>
[측정시기 및 방법]
• (측정방법) 설계서, 개발보고서 등 증빙서류 확인
• (측정시기) 당해연도 연구기간
</td>
<td>
• 범부처통합연구 지원 시스템(IRIS)
• 국가과학기술지식 정보서비스(NTIS)
• 연차별 실적보고서
</td>
</tr>
<tr>
<td>재제조 배터리 검사 개념도 설계</td>
<td>
• 재제조 배터리 검사 개념도 개발
- 연차별 목표치 산정 근거 : 연구개발계획서의 연구수행 일정에 따라 ‘25년(1차년도)은 재제조 배터리 검사 체계(시설, 장비 등) 도출, ‘26년(2차년도)은 재제조 배터리 검사 기준(안) 도출을 목표로 설정하고 개념 설계서를 통해 확인

• 재제조 배터리 검사 개념도 목표 설정
- 재제조 배터리 검사 체계(시설, 장비 등)
- 재제조 배터리 검사 기준(안)
<table>
<tr><th>성과지표</th><th>’25</th><th>’26</th></tr>
<tr><td>목표</td><td>80%</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>실적</td><td>-</td><td>-</td></tr>
</table>
</td>
<td>
[측정산식]
• 재제조 배터리 검사 개념도 설계하기 위해 1차년도 재제조 배터리 검사 체계, 2차년도 재제조 배터리 검사 기준(안) 개발
<table>
<tr><th rowspan="2">성과지표</th><th colspan="2">1단계</th></tr>
<tr><th>’25</th><th>’26</th></tr>
<tr><td>목표</td><td>80%</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>실적</td><td>-</td><td>-</td></tr>
</table>
[측정시기 및 방법]
• (측정방법) 관련 기준 등 증빙서류 확인
• (측정시기) 당해연도 연구기간
</td>
<td>
• 범부처통합연구 지원 시스템(IRIS)
• 국가과학기술지식 정보서비스(NTIS)
• 연차별 실적보고서
</td>
</tr>
</table>

나. 2단계 성과 목표 및 지표

1 단계별 성과목표

단계(평가주기)	2단계	기간	2027 ~ 2028

단계별 성과목표						관련 내역사업명
성과목표-1	사용후 배터리 3단계 안전점검 기술 및 장비 고도화 개발	가중치	0.4	설정 근거	1단계 사용후 배터리 3단계 안전점검 기술 및 장비 초도품을 활용한 실증 검증에 활용할 사용후 배터리 3단계 안전점검 기술 및 장비 고도화로 성과지표 설정	사용후 배터리 안전점검 기술 및 재제조 배터리 순환체계 안전관리 기술개발
성과목표-2	재제조 배터리 관리 표준모델 개발	가중치	0.4	설정 근거	재제조 배터리 제조 기술 기준 개발 및 운영 관리 기술의 법제화를 위한 재제조 배터리 관리 표준모델 개발을 성과지표로 설정	
성과목표-3	사용후 배터리 안전점검/배터리 순환체계 검증 및 관련 법·제도 제안	가중치	0.2	설정 근거	사용후 배터리 3단계 안전점검 관리 기법 현장 검증을 위한 실증 검증 및 법·제도 제안을 성과지표 설정	

2 성과지표

단계별 성과목표명		가중치	성과지표명	단위	구분	실적 및 목표치		지표 유형	질적 지표	성과지표 설정 사유
					연도	2027	2028			
성과목표-1	사용후 배터리 3단계 안전점검 기술 및 장비 고도화 개발	0.4	사용후 배터리 3단계 안전점검 기술 고도화	건	목표	1	1	산출(양)		• 기 개발된 기술 검증 및 신뢰성 확보를 위해 자동차검사 연계형 검사 시나리오 및 검사기술 현장 적용성 검토를 성과지표로 설정
					실적	-	-			
			사용후 배터리 3단계 안전점검 장비 시제품 개발	건	목표	1	1	산출(양)		• 장비의 검사소 현장 적용 문제점 발굴을 위해 사용후 배터리 3단계 안전점검 초도품 개발 및 검사 장비 현장 적용성 검토를 성과지표로 설정
					실적	-	-			
성과목표-2	재제조 배터리 관리 표준모델 개발	0.4	재제조 배터리 검사 기준 개발	건	목표	2	1	산출(양)		• 재제조 배터리 안전성 확보를 위해 재제조 배터리 제조 기술 기준 및 검사 기준을 성과지표로 설정
					실적	-	-			
			재제조 배터리 운영 관리 기준 개발	건	목표	2	1	산출(양)		• 사용후 배터리 관리 체계 확립을 위해 재제조 배터리 사업자 표준모델 및 재제조 배터리 운송보관함 시제품 개발을 성과지표로 설정
					실적	-	-			
성과목표	사용후 배터리 안전점검/배터리	0.2	재제조 배터리 관리 기법 및 체계 검증	건	목표	5	20	산출(양)		• 개발된 검사 기술 및 장비 검증을 위해 사용후 배터리 3단계 안전점검 및 운송보관 실증을 성과지표로 설정
					실적	-	-			

-3	순환체계 검증 및 관련 법·제도 제안		사용후 배터리 3단계 안전점검, 재제조 배터리 관리 체계 제도화	건	목표	2	2	산출 (양)		• 현장실증 결과를 기반으로 하여 사용후 배터리 3단계 안전점검(안) 및 재제조 배터리 관리 체계(안)을 제시하는 것을 성과지표로 설정
					실적	-	-			
계										

3 성과지표의 목표치 및 측정방법

성과지표명	목표치 설정방법 및 근거	측정산식 및 방법, 시기	자료 출처
사용후 배터리 3단계 안전점검 기술 고도화	• 사용후 배터리 3단계 안전점검 기술 고도화를 위한 자동차검사 연계형 검사 시나리오 및 검사기술 적용성 검토를 목표치로 설정 - 연차별 목표치 산정 근거 : 연구개발계획서의 연구수행 일정에 따라 자동차검사 연계형 검사 시나리오를 개발하고 개발된 기술을 적용성 검토 보고서 등을 통해 고도화 여부 확인 ※ 목표치 달성 증빙 방법 구분 / 건수 / 항목 / 증빙 '27 / 1 / 자동차검사 연계형 검사 시나리오 / 개발보고서 '28 / 1 / 검사기술 현장 적용성 검토 / 검토보고서	**[측정산식]** • Σ아래 표 달성 항목별 개발 건수 성과지표 / 2027 / 2028 자동차검사 연계형 검사시나리오 / 1 / - 검사기술 현장 적용성 검토 / - / 1 개발 건수 / 1 / 1 **[측정시기 및 방법]** • (측정방법) 개발보고서, 검토보고서 등 증빙서류 확인 • (측정시기) 당해연도 연구기간	• 범부처통합연구 지원 시스템(IRIS) • 국가과학기술지식 정보서비스(NTIS) • 연차별 실적보고서
사용후 배터리 3단계 안전점검 장비 시제품 개발	• 사용후 배터리 3단계 안전점검 장비 시제품 개발을 위한 검사장비 초도품 개발 및 검사장비 현장 적용성 검토를 목표치로 설정 - 연차별 목표치 산정 근거 : 연구개발계획서의 연구수행 일정에 따라 검사 장비 초도품을 개발하고 개발된 장비를 현장 적용성 검토 보고서 등을 통해 목표 달성 여부 확인 ※ 목표치 달성 증빙 방법 구분 / 건수 / 항목 / 증빙 '27 / 1 / 사용후 배터리 3단계 안전점검 장비 초도품 / 개발보고서 '28 / 1 / 검사장비 현장 적용성 검토 / 검토보고서	**[측정산식]** • Σ아래 표 달성 항목별 개발 건수 성과지표 / 2027 / 2028 사용후 배터리 3단계 안전점검 장비 초도품 개발 / 1 / - 검사장비 현장 적용성 검토 / - / 1 개발 건수 / 1 / 1 **[측정시기 및 방법]** • (측정방법) 사양서, 개발보고서, 검토보고서 등 증빙서류 확인 • (측정시기) 당해연도 연구기간	• 범부처통합연구 지원 시스템(IRIS) • 국가과학기술지식 정보서비스(NTIS) • 연차별 실적보고서

<table>
<tr>
<td>재제조 배터리 검사 기준 개발</td>
<td>
• 재제조 배터리 검사 기준 개발을 위한 재제조 배터리 제조 기술 및 검사 기준 개발 실적을 목표치로 설정
– 연차별 목표치 산정 근거 : 연구개발계획서의 연구수행 일정에 따라 재제조 배터리 안전성 확보를 위한 제조 기술 기준(안) 및 검사 기준 등을 통해 목표 달성 여부 확인

※ 목표치 달성 증빙 방법
<table>
<tr><th>구분</th><th>건수</th><th>항목</th><th>증빙</th></tr>
<tr><td rowspan="2">'27</td><td>1</td><td>재제조 배터리 검사 DB 관리 플랫폼</td><td>개발보고서</td></tr>
<tr><td>1</td><td>재제조 배터리 제조 기술 기준(안)</td><td>입안제시문서</td></tr>
<tr><td>'28</td><td>1</td><td>재제조 배터리 검사기준</td><td>입안제시문서</td></tr>
</table>
</td>
<td>
[측정산식]
• Σ아래 표 달성 항목별 개발 건수
<table>
<tr><th>성과지표</th><th>2027</th><th>2028</th></tr>
<tr><td>재제조 배터리 검사 DB 관리 플랫폼</td><td>1</td><td>–</td></tr>
<tr><td>재제조 배터리 제조 기술 기준(안)</td><td>1</td><td>–</td></tr>
<tr><td>재제조 배터리 검사기준</td><td>–</td><td>1</td></tr>
<tr><td>개발 건수</td><td>2</td><td>1</td></tr>
</table>
[측정시기 및 방법]
• (측정방법) 개발보고서, 입안제시문서 등 증빙서류 확인
• (측정시기) 당해연도 연구기간
</td>
<td>
• 범부처통합연구 지원 시스템(IRIS)
• 국가과학기술지식 정보서비스(NTIS)
• 연차별 실적보고서
• 법·제도 제안 공문 등
</td>
</tr>
<tr>
<td>재제조 배터리 운영 관리 기준 개발</td>
<td>
• 재제조 배터리 운영 관리 기준 개발을 위한 재제조 배터리 사업자 표준모델 및 운송보관함 시제품 개발 실적을 목표치로 설정
– 연차별 목표치 산정 근거 : 연구개발계획서의 연구수행 일정에 따라 재제조 배터리 안전성 확보를 위한 제조 기술 기준(안) 및 검사 기준 등을 통해 목표 달성 여부 확인

※ 목표치 달성 증빙 방법
<table>
<tr><th>구분</th><th>건수</th><th>항목</th><th>증빙</th></tr>
<tr><td rowspan="2">'27</td><td>1</td><td>재제조 배터리 사업자 표준모델</td><td>개발보고서</td></tr>
<tr><td>1</td><td>재제조 배터리 운송보관 방법 규정 지침서</td><td>지침서</td></tr>
<tr><td>'28</td><td>1</td><td>재제조 배터리 운송보관함 시제품</td><td>개발보고서</td></tr>
</table>
</td>
<td>
[측정산식]
• Σ아래 표 달성 항목별 개발 건수
<table>
<tr><th>성과지표</th><th>2027</th><th>2028</th></tr>
<tr><td>재제조 배터리 사업자 표준모델</td><td>1</td><td>–</td></tr>
<tr><td>재제조 배터리 운송보관 방법 규정 지침서</td><td>1</td><td>–</td></tr>
<tr><td>재제조 배터리 안전 운송보관함 시제품</td><td>–</td><td>1</td></tr>
<tr><td>개발 건수</td><td>2</td><td>1</td></tr>
</table>
[측정시기 및 방법]
• (측정방법) 개발보고서, 지침서 등 증빙서류 확인
• (측정시기) 당해연도 연구기간
</td>
<td>
• 범부처통합연구 지원 시스템(IRIS)
• 국가과학기술지식 정보서비스(NTIS)
• 연차별 실적보고서
</td>
</tr>
<tr>
<td>재제조 배터리 관리 기법 및 체계 검증</td>
<td>
• 개발된 검사 기술 및 장비를 활용한 사용후 배터리 3단계 안전점검 및 운송보관을 실시한 차량 대수를 목표치로 설정
– 연차별 목표치 산정 근거 : 연구개발계획서의 연구수행 일정에 따라 사용후 배터리 3단계 안전점검 실증 보고서를 작성하고 검사결과 데이터 등을 확보하여 목표 달성 여부 확인

※ 목표치 달성 증빙 방법
</td>
<td>
[측정산식]
• Σ아래 표 달성 항목의 가중치
<table>
<tr><th>구분</th><th>2027</th><th>2028</th></tr>
<tr><td>사용후 배터리 3단계 안전점검 및 운송보관 실증 건수(차량 대수)</td><td>5</td><td>20</td></tr>
<tr><td>합계</td><td>5</td><td>20</td></tr>
</table>
</td>
<td>
• 연차별 실적보고서
• 검사장비 운영일지 등
</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr>
<td></td>
<td>
<table>
<tr><th>성과지표</th><th>증빙</th></tr>
<tr><td>사용후 배터리 3단계 안전점검 및 운송 보관 실증 건수(차량 대수)
• 검사항목
① 성능평가
② 유통 전 안전검사
③ 사후검사
④ 운송보관</td><td>실증결과 보고서</td></tr>
</table>
</td>
<td>
[측정시기 및 방법]
• (측정 방법) 검사결과 데이터 등 실증보고서 확인
• (측정시기) 당해연도 1월1일부터 12월31일 까지
</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>사용후 배터리 3단계 안전점검, 재제조 배터리 관리 체계 제도화</td>
<td>
• 사용후 배터리 3단계 안전점검, 재제조 배터리 관리 체계를 위한 관리체계(안) 검증 및 입안 제시 실적을 목표치로 설정
– 연차별 목표치 산정 근거 : 연구개발계획서의 연구수행 일정에 따라 사용후 배터리 3단계 안전점검 및 재제조 배터리 관리체계 제도 개선 추진을 목표로 설정하고 관련 법령 제개정 및 의견조사서 등을 통해 달성 여부 확인

※ 목표치 달성 증빙 방법
<table>
<tr><th>연도</th><th>건수</th><th>항목</th><th>증빙</th></tr>
<tr><td rowspan="2">‘27</td><td>1</td><td>사용후 배터리 3단계 안전점검(안) 검증</td><td>의견조사서</td></tr>
<tr><td>1</td><td>재제조 배터리 관리 체계(안) 검증</td><td>의견조사서</td></tr>
<tr><td rowspan="2">‘28</td><td>1</td><td>사용후 배터리 3단계 안전점검 제도 입안 제시</td><td>입안제시문서</td></tr>
<tr><td>1</td><td>재제조 배터리 관리 체계 제도 입안 제시</td><td>입안제시문서</td></tr>
</table>
</td>
<td>
[측정산식]
• Σ아래 표 달성 항목별 실적
<table>
<tr><th>구분</th><th>2027</th><th>2028</th></tr>
<tr><td>사용후 배터리 3단계 안전점검(안) 검증</td><td>1</td><td>–</td></tr>
<tr><td>재제조 배터리 관리 체계(안) 검증</td><td>1</td><td>–</td></tr>
<tr><td>사용후 배터리 3단계 안전점검 제도 입안 제시</td><td>–</td><td>1</td></tr>
<tr><td>재제조 배터리 관리 체계 제도 입안 제시</td><td>–</td><td>1</td></tr>
<tr><td>합계</td><td>2</td><td>2</td></tr>
</table>
[측정시기 및 방법]
• (측정 방법) 증빙서류 확인
• (측정시기) 당해연도 1월1일부터 12월31일 까지
</td>
<td>
• 범부처통합연구 지원 시스템(IRIS)
• 국가과학기술지식 정보서비스(NTIS)
• 연차별 실적보고서
• 법·제도 제안 공문 등
</td>
</tr>
</table>

[참고] 성과목표 및 지표 총괄표

<table>
<tr><th>구 분</th><th colspan="3">내용</th></tr>
<tr><td>전략목표</td><td colspan="3">사용후 배터리 3단계 안전점검 기술 개발 및 재제조 배터리 안전성 확보를 위한 재제조 안전 관리체계 기술 개발을 통한 사용후 배터리 성능평가 기술 개발, 재제조 배터리 및 사업자 관리 체계 법·제도 안착</td></tr>
<tr><td>(최종)
성과목표</td><td colspan="3">• (1단계, ‘25~’26년) 사용후 배터리 3단계 안전점검 기술 및 장비 개발
• (2단계, ‘27~’28년) 현장검증 기반 사용후 배터리 안전을 위한 법제도화 기술 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="12">단계별
성과목표
및 지표</td><td colspan="3">1단계(25년도~26년도)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">단계별 성과목표</td><td rowspan="2">가중치</td><td colspan="2">성과지표</td></tr>
<tr><td>지표명</td><td>지표
구분</td></tr>
<tr><td>사용후 배터리 3단계 안전점검 기술 개발</td><td>0.4</td><td>사용후 배터리 검사 항목 도출</td><td>질</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>사용후 배터리 검사 장비 개발</td><td>양</td></tr>
<tr><td>재제조 배터리 제조 및 운영관리 기술 개발</td><td>0.4</td><td>배터리 재제조 가이드라인 개발</td><td>질</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>배터리 운송보관 시스템 초도품 개발</td><td>양</td></tr>
<tr><td>사용후 배터리 안전점검/배터리 순환체계 실증 구축 및 관련 법·제도 개발</td><td>0.2</td><td>재제조 배터리 관리체계 로드맵 개발</td><td>양</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>재제조 배터리 검사 개념도 설계</td><td>질</td></tr>
<tr><td colspan="3">2단계(27년도~28년도)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">단계별 성과목표</td><td rowspan="2">가중치</td><td colspan="2">성과지표</td></tr>
<tr><td>지표명</td><td>지표
구분</td></tr>
<tr><td>사용후 배터리 3단계 안전점검 기술 및 장비 고도화 개발</td><td>0.4</td><td>사용후 배터리 3단계 안전점검 기술 고도화</td><td>양</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>사용후 배터리 3단계 안전점검 장비 시제품 개발</td><td>양</td></tr>
<tr><td>재제조 배터리 관리 표준모델 개발</td><td>0.4</td><td>재제조 배터리 검사 기준 개발</td><td>양</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>재제조 배터리 운영 관리 기준 개발</td><td>양</td></tr>
<tr><td>사용후 배터리 안전점검/배터리 순환체계 검증 및 관련 법·제도 제안</td><td>0.2</td><td>재제조 배터리 관리 기법 및 체계 검증</td><td>양</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>사용후 배터리 3단계 안전점검, 재제조 배터리 관리 체계 제도화</td><td>양</td></tr>
</table>

3. 사업평가 계획

평가연도	평가대상 기간/ 해당 단계	평가대상 성과목표	평가 시기 설정 사유
2027	2025년도~2026년도 (총2년)/1단계	사용후 배터리 3단계 안전점검 기술 개발	국가연구개발혁신법에 의해 단계평가로 조정되어 1단계 연구개발 평가
		재제조 배터리 제조 및 운영관리 기술 개발	
		사용후 배터리 안전점검/배터리 순환체계 실증 구축 및 관련 법·제도 개발	

4. 핵심특허 등 지식재산권 창출 활동(해당하는 경우 추가 작성)

(해당사항 없음)

5. 성과 활용·확산 계획서 제출 계획(계속사업은 작성 불요)

사업 종료 연도	성과 관리·활용 계획서 제출 연도	효과성 분석 보고서 제출 연도
2028	2029	2033