

과제
번호

21RDPP-
C164799
-01

전기자동차
(EV)
안전성
평가
및
통합
안전
관리
기술
개발
기획
최종보고서

2022

국
토
교
통
과
학
기
술
진
흥
원

보안 과제(), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개()발간등록번호(11-B552989-000625-01)
2021년 국토교통연구기획사업 최종 보고서

발간번호

11-B552989-000625-01

R&D / 2021-연구기획-

전기자동차(EV) 안전성 평가 및 통합 안전 관리 기술 개발 기획 최종보고서

2022 . 6 .30 .

주관연구기관/ 한국교통안전공단
공동연구기관/ 한국자동차연구원
공동연구기관/ 중부대학교 산학협력단

국토교통부

(전문기관) 국토교통과학기술진흥원

최종보고서							보안등급			
							일반[], 보안[]			
중앙행정기관명	국토교통부			사업명	사업명		국토교통연구기획사업			
전문기관명(해당 시 작성)	국토교통과학기술진흥원			내역사업명 (해당 시 작성)						
공고번호	제공고-제34호			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)						
				연구개발과제번호	21RDPP-C164799-01					
기술분류	국가과학기술 표준분류	EA0906 안전도향상	50 %	EA0910 저공해/대체에너지 차량	30 %	SH0701 기술/실업	30 %			
	부처기술분류 (해당 시 작성)	-	%	-	%	-	%			
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문	-							
		영문	-							
연구개발과제명		국문	전기자동차(EV) 안전성 평가 및 통합 안전 관리 기술 개발 기획							
		영문	Planning on the Development of Electric Vehicles Safety Evaluation and Intergrated Safety Management Technology							
주관연구개발기관		기관명	한국교통안전공단		사업자등록번호	113-82-02014				
		주소	(우)39660 경상북도 김천시 혁신6로 17		법인등록번호	115171-0001380				
연구책임자		성명	여운석		직위	부장				
		연락처	직장전화	054-440-3121	휴대전화	010-8749-5928				
			전자우편	yus2043@kotsa.or.kr	국가연구자번호	1118 5576				
연구개발기간		전체	2021. 06. 15 - 2022. 04. 14(10개월)							
		단계	1단계	2021. 06. 15 - 2022. 04. 14(10개월)						
연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비	그 외 기관 등의 지원금				합계		연구개발비 외 지원금	
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금		현물
총계	150,000	-	-	-	-	-	-	150,000	-	150,000
1단계 1년차	150,000	-	-	-	-	-	-	150,000	-	150,000
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명	책임자		직위	휴대전화	전자우편	비고			
							역할 기관유형			
공동연구개발기관	한국자동차 연구원	현정은		책임 연구원	010-2354-7909	jehyun@katech.re.kr	공동 전문연			
	충북대학교 산학협력단	이재웅		교수	010-8862-2319	lv6677@congbu.ac.kr	공동 대학			
연구개발담당자 실무담당자	성명	김현준		직위	과장					
	연락처	직장전화	054-440-3125	휴대전화	010-8582-0447					
		전자우편	kimhj@kotsa.or.kr	국가연구자번호	1117 0720					

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2022 년 6 월 30 일

연구책임자: 여 운 석

주관연구개발기관의 장: 권 용 복 (직인)

공동연구개발기관의 장: 나 승 식 (직인)

공동연구개발기관의 장: 이 주 현 (직인)

국토교통과학기술진흥원장 귀하

제 출 문

국토교통부 장관 귀하

'전기자동차(EV) 안전성 평가 및 통합 안전 관리 기술 개발 기획'(연구개발 기간 : 2021. 6. ~ 2022. 4.) 과제의 최종보고서 10부를 제출합니다.

2022 . 6 . 30 .

주관연구기관명 : 한국교통안전공단

(대표자) 권 용 복(인)



공동연구기관명 : 한국자동차연구원

(대표자) 나 승 식(인)



공동연구기관명 : 중부대학교 산학협력단

(대표자) 이 주 현(인)



주관연구기관책임자: 여 운 석

공동연구기관책임자: 현 정 은

공동연구기관책임자: 이 재 웅

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

< 요약 문 >

사업명		국토교통연구기획사업			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		-	
내역사업명 (해당 시 작성)		-			연구개발과제번호		21RDPP-C164799-01	
기술 분류	국가과학기술 표준분류	EA0906 안전도향상	50%	EA0910 저공해/대체에너지 차 량	30%	SH0701 기술/실업	30%	
	부처기술분류 (해당 시 작성)	-	%	-	%	-	%	
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		-						
연구개발과제명		전기자동차(EV) 안전성 평가 및 통합 안전 관리 기술 개발 기획						
전체 연구개발기간		2021. 06. 15 ~ 2022. 04. 14 (10개월)						
총 연구개발비		총 150,000천원 (정부지원연구개발비: 150,000천원, 기관부담연구개발비 : 0천원, 지방자치단체: 0천원, 그 외 지원금: 0천원)						
연구개발단계		기초[] 응용[] 개발[] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[√]			기술성숙도 (해당 시 기재)		-	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)		-						
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)		-						
연구개발 목표 및 내 용	최종 목표	○ 전기자동차 안전성 평가 기술 개발 및 통합안전관리를 위한 핵심 연구개발 기획 - 전기자동차 화재 사고 예방 기술 개발 기획 - 전기자동차 안전성 평가 기술 개발 기획 - 전기자동차 안전관리 기술 개발 기획						
	전체 내용	○ 연구개발과제 추진전략 및 방법 - 시장, 기술, 특허, 법령 등 동향조사 및 분석을 통한 연구개발 환 경과 기술 분석 - 단계적인 전략수립을 통한 연구개발과제 기획 · [1단계] 기술수요조사·과제도출 및 기술개발 추진방향 정립 · [2단계] 기술개발 전략수립 및 연구내용 설정 · [3단계] 연구목표 및 범위 설정을 통한 연구개발 과제 기획 - 전문가 및 기획위원회를 통한 연구개발과제 기획 · 전기자동차와 관련된 부처, 산업계, 학계 및 연구소 등의 전문가들로 구성된 기획위원회 구성 · 기획위원회를 세분화하여 전기자동차, 배터리 및 배터리관리시스템, 전문 정비 및 검사의 업종으로 구분하여 소분과 위원회를 구성 하여 전문성이 높은 개발 항목을 도출 ○ 세부 기획연구 내용 - 전기자동차 배터리 화재원인 분석 및 대응기술 개발 기획 · 전기자동차 화재에 관한 기술동향 조사·분석 · 전기자동차의 배터리관리시스템(BMS) 데이터 기반 화재 예방 기술 기획 · 시뮬레이션 방법을 통한 화재 발생 구현 방법 기획 · 전기자동차 안전기준 제시 방법 기획						

		- 운행 전기자동차 안전성 평가기술 개발 기획 · 배터리관리시스템(BMS) 관한 기술 동향 조사·분석 · 전기자동차 배터리관리시스템(BMS) 평가 동향 조사 및 방안 기술 기획 · 전기자동차 화재예방 모니터링 알고리즘 개발 및 안전성 평가 기법 · 전기자동차 평가 기준 도출 방안 연구 - 전기자동차 정비, 검사 관련 관리방안 기획 · 전기자동차 전문정비, 검사 인력관리체계 수립 · 전기자동차 전문정비 및 검사체계 법제화 기획 · 전기자동차 전문정비 교육과정 및 검사 교육과정 로드맵 수립 · 시범운영 및 인력양성 계획 수립 전기자동차 통합안전관리 기술 개발 도출 전기차 배터리 화재원인 분석 및 대응기술 개발  전기차 화재, 폭발, 누전등의 사고예방을 위한 안전성 평가기술 개발  전기차 안전관리 기술 개발 
--	--	---

연구개발성과	○ 전기자동차(EV) 안전성 평가 및 통합 안전 관리 기술 개발 본 과제 기획 - (과제목표) 전기자동차(EV)의 보급 확대에 따른 국민 안전성 확보를 위한 전기자동차의 안전성 평가 및 통합 안전관리 기술을 개발하고 시범운영을 통한 법제 개선방안 연구 - (기간/예산) '23. ~ '26.(4년), 34.052백만원(국비 29,000백만원, 민간 5,052백만원) Vision 전기자동차 안정성 강화, 탄소중립을 위한 전기자동차 활성화 환경 조성 목표 전기자동차의 배터리 열화, 고장, 불량 등 차량 단위 실차 안전성 평가를 위한전기차 안전성 평가 및 통합 안전 기술 개발 01 (제작안전)전기자동차 제작안전을 위한 안전기준 및 인증체계  02 (운행안전)전기자동차 운행안전을 위한 검사장비 및 검사기술 03 (안전관리)전기자동차 관리사업자 전문인력 양성 및 교육체계 개발 - (제작안전) 전기자동차 제작안전기술 및 화재 진압 기술 개발을 목적으로 전기자동차 안전기준 및 평가기술 개발, 전기자동차 배터리 사전인증 평가장비 및 평가기술 개발, 전기자동차 제작 안전관리 제도화 기술 개발을 도출 - (운행 안전) 전기자동차 운행 안전을 위한 검사장비 및 검사기술 개발을 목적으로 전기자동차 고전압 및 기능 안전성 평가기술 개발, 전기자동차 전력구동시스템(배터리, 모터) 안전성 평가기술 개발, 전기자동차 안전관리 제도화 연구 및 시범사업을 도출
--------	--

- (안전관리) 전기자동차 관리사업자 및 기술 인력 양성 기술 개발을 목적으로 자동차 관리사업자 기술인력 양성기술 개발 및 시범사업, 전기자동차 관리사업자 관리체계 및 교육체계 제도화 기술 개발을 도출

제작 안전기준



◎ 전기자동차 제작안전을 위한 안전기준 및 인증체계 개발

- 제작단계 전기자동차 안전기준 및 평가기술 개발
- 전기자동차 배터리 사전인증 평가장비 및 평가기술 개발
- 전기자동차 제작 안전관리 제도화 기술 개발

운행 안전기준



◎ 전기자동차 운행안전을 위한 검사장비 및 검사기술 개발

- 전기자동차의 고전압 절연 안전성 및 기능 안전성 평가기술 개발
- 전기자동차 전력 구동시스템(배터리, 모터) 안전성 평가기술 개발
- 전기자동차 안전관리 제도화 연구 및 시범사업

관리사업 및 정비인력



◎ 전기자동차 관리사업자 전문인력 양성 및 교육체계 개발

- 자동차 관리사업자 기술인력 양성기술 개발 및 시범사업
- 전기자동차 관리사업자 관리체계 및 교육체계 제도화 기술 개발



전기자동차 생애전주기(제작, 운행, 관리) 안전성 제고

연구개발성과
활용계획 및
기대 효과

○ 기획연구 성과 활용 방안

- 전기자동차 제작사 및 부품사업자가 자기인증체계의 표준기술로 활용 가능
- 전기자동차 배터리 화재 사고 예방 및 화재사고로 발생하는 국민 피해 저감
- 전기자동차 배터리관리시스템(BMS) 안전기술 개발을 통한 국내 전기자동차 제작사 기술 향상 유도
- 전기자동차 안전성 확보로 전기자동차 산업의 활성화, 전기자동차 보급 확대에 운송 분야의 탄소 중립 목표 달성 가능
- 전기자동차 배터리관리시스템(BMS) 안전기준 국제기준 제안을 통한 국가 위상 제고
- 전기자동차분야 생태계 전환에 따른 전문인력 양성을 통한 현장 정비기술의 고도화 및 전문인력 확보 및 공급 방안 마련하여 부족한 인력난 해소에 기여
- 최근 사회적 문제가 되고 있는 전기자동차 안전관리에 대한 정보를 제공함으로써 국민의 생명과 재산 보호에 기여
- 정기적인 전기자동차 안전성 검사를 통해 전기자동차 화재 발생 등에 대한 안전관리 방안 대책 마련
- 전기자동차만의 고유특성을 반영한 성능 평가 및 검사기술 도출로 전기자동차 운전자 및 기타 보행자에 대한 안전 확보

< 목 차 >

1. 연구개발 과제의 개요	1
가. 기획연구의 목적 및 필요성	1
1) 기획연구의 목적	1
2) 기획연구의 개요	2
나. 기획연구의 내용 및 범위	3
1) 기획연구 범위	3
2) 기획연구내용	3
가) 기술개발 동향 및 수요조사 실시	3
나) 기술개발 전략 수립 및 연구내용 설정	4
다) 연구개발과제 기획	4
다. 기획과제의 결과	6
1) 연구과제 필요성 검토 및 기술수요조사	6
라. 기대효과	10
1) 기술적 측면	10
2) 경제·산업적 측면	11
3) 사회적 측면	12
2. 연구수행내용 및 성과	13
가. 기술의 정의 및 필요성	13
1) 기술 정의	13
가) 전기자동차의 정의	13
나) 전기자동차의 구조	13
다) 배터리	15
라) 배터리관리시스템(BMS)	16
2) 기술 필요성	18
나. 국내외 동향 및 환경분석	19
1) 국내 정책동향	19
가) 정책 수립 필요성	19
나) 전기자동차 안전성 평가 정책	25
다) 전기자동차 안전성 관리 정책	26
2) 해외 정책동향	27
가) 독일	27
나) 미국	28
다) 일본	29
라) 중국	30

3) 국내 기술동향	33
가) 안전 기술 개발 동향	33
나) 운행 전기자동차 평가 기법 기술 개발 동향	33
4) 국외 기술동향	36
가) 독일 기술동향	36
나) 미국 기술동향	38
다) 일본 기술동향	39
라) 중국 기술동향	40
5) 국내외 안전, 정비 검사 시장 동향	43
가) 국내 안전 정비 검사 시장 동향	43
나) 해외 안전, 정비 검사 시장 동향	44
6) 국내외 안전, 정비 검사 인프라 산업 동향	48
가) 국내 안전, 정비 검사 인프라 산업 동향	48
나) 해외 안전, 정비 검사 인프라 산업 동향	52
7) 특허 및 논문 분석	60
가) 특허 동향	60
나) 특허 동향분석	66
다) 논문 동향	82
라) 논문 동향분석	85
8) 유사과제분석 및 기존 연구와의 차별성	99
9) 종합 분석	104
가) 국내외 동향 및 환경 종합	104
나) SWOT 분석	107
다) 중점추진 연구분야 도출	108
다. 연구개발과제 구성 및 추진전략	109
1) 비전 및 목표	109
2) 연구개발과제 선정 절차	109
가) 미래사회 이슈 및 니즈분석	109
나) 국내 전기자동차 사고 Case 분석	111
다) 기술수요조사	115
라) 후보과제 도출	123
마) 우선순위 선정	137
3) 사업 추진전략	141
라. 사전타당성 검토	142
1) 논리모형(Logic Model, As is/To Be Model)	142
가) 전기자동차 제작안전 확보 및 화재 진압 기술 개발	142
나) 전기자동차 운행안전 확보를 위한 관리 기술 개발	143

다) 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리체계 개발	144
2) 정책적 타당성	145
가) 전기자동차 제작안전 확보 및 화재 진압 기술 개발 개발 정책적 타당성 검토	146
나) 전기자동차 운행안전 확보를 위한 관리 기술 개발 기술 정책적 타당성 검토	148
다) 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리 체계 개발 정책적 타당성 검토	150
3) 기술적 타당성	153
가) 전기자동차 제작안전 확보 및 화재 진압 기술 개발 기술적 타당성 검토	153
나) 전기자동차 운행안전 확보를 위한 관리 기술 개발 기술 기술적 타당성 검토	159
다) 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리 체계 개발 기술적 타당성 검토	163
4) 경제적 타당성	165
가) 전기자동차 제작안전 확보 및 화재 진압 기술 개발 기술 경제적 타당성 검토	165
나) 전기자동차 운행안전 확보를 위한 관리 기술 개발 기술 경제적 타당성 검토	178
다) 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리 체계 개발 기술 경제적 타당성 검토	190
5) 종합평가	197
마. 정책방향 의견 수렴	199
바. 인력투입계획 및 소요예산 산정	202
1) 소요인력 산정	202
가) 전체 인력 투입계획	202
나) 세부과제별 인력 투입계획	202
2) 소요예산 산정	203
가) 전체 소요예산	203
나) 세부과제별 소요예산	204
사. 과제제안요구서(RFP)	207
 3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	 215
가. 연구기획 목표 및 내용	215
나. 목표 달성여부	217
1) 연구수행 결과	217
가) 정성적 연구개발성과	217
나) 정량적 연구개발성과	217
다) 세부 정량적 연구개발성과	217
2) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항	221
다. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책	221
1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용	221
2) 자체 보완활동	221
3) 연구개발 과정의 성실성	221

< 표 차례 >

<표 1> 기획연구 세부 연구범위	3
<표 2> 본 과제 연구내용 및 예상 성과물 (부문 1)	7
<표 3> 본 과제 연구내용 및 예상 성과물 (부문 2)	8
<표 4> 본 과제 연구내용 및 예상 성과물 (부문 3)	9
<표 5> 자동차관리법 시행규칙 제57조의2(저속전기자동차의 기준)	13
<표 6> 전기자동차 주요 핵심부품 설명	14
<표 7> 배터리 팩 세부 구성품	15
<표 8> 현대차 코나 EV 화재 발생 상세 이력	21
<표 9> 자동차 제작결함 시정조치(리콜) 현황(대)	22
<표 10> 독일 산업 표준(DIN)	27
<표 11> 일본의 전기자동차 정비 관련 법칙 개정	30
<표 12> 독일의 전기자동차 안전관리 검사 동향	36
<표 13> 연구개발 또는 생산 분야에서 일하는 직원	52
<표 14> 작업장에서 차량으로 작업하는 직원	53
<표 15> 연구개발 및 차량작업 직원 두 그룹 모두	53
<표 16> L3 시험 문항 제출 내역	54
<표 17> Tesla Foundation : 시스템 수리 및 유지보수	55
<표 18> Tesla Intermediate : 시스템 작동 및 기본 진단	55
<표 19> Tesla Advanced : 진단 및 문제해결	56
<표 20> 저압전기 취급업무에 관한 특별교육(현행)	57
<표 21> 전기자동차 등의 정비업무에 관한 특별교육(안)	57
<표 22> 신에너지(전기)자동차 진단정비기술사 전문기술자격증 취득을 위한 교육 내용	58
<표 23> 특허검색 범위 및 검색 기간	60
<표 24> 특허검색 기술트리	61
<표 25> 특허검색 소분류 기술내용	62
<표 26> 특허검색 키워드 및 IPC	63
<표 27> 특허검색 관련 복수의 검색식 수립	64
<표 28> 특허검색 Raw-data 건수	65
<표 29> 기술분류별 유효특허 도출 결과	66
<표 30> 주요특허 List	72
<표 31> 특허분석(마스킹 효과를 고려한 전기자동차 경고음 음질 평가 방법 및 그 장치)	73
<표 32> 특허분석(전기자동차 배터리 운반, 화재 진압이 가능한 소방 컨테이너가 구비된 이동 차량) ·	74
<표 33> 특허분석(차량의 절연 저항의 고장을 검출하는 방법 및 그 전자 장치)	75
<표 34> 특허분석(Fire extinguisher cover for electric vehicle)	76
<표 35> 특허분석(Video monitoring and automatic fire extinguishing, device after	

electric vehicle collision)	77
<표 36> 특허분석(Method for testing and evaluating sound quality of automobile electric device)	78
<표 37> 특허분석(Power battery remaining life prediction method based on data driving)	79
<표 38> 특허분석(Electric movable telescopic fireproof cover for electric automobile)	80
<표 39> 논문분석 범위	82
<표 40> 논문검색 키워드 및 검색식	83
<표 41> 논문검색 건수	84
<표 41> 유효논문 도출 결과	84
<표 42> 주요논문 List	86
<표 43> 논문분석(Early Detection of Failing Automotive Batteries Using Gas Sensors)	87
<표 44> 논문분석(Fiber Optic Sensing Technologies for Battery Management Systems and Energy Storage Applications)	88
<표 45> 논문분석(A Fault Diagnosis Method for Lithium-Ion Battery Packs Using Improved RBF Neural Network)	89
<표 46> 논문분석(Electrical Response of Mechanically Damaged Lithium-Ion Batteries)	90
<표 47> 논문분석(Thermal Runaway Prognosis of Battery Systems Using the Modified Multiscale Entropy in Real-World Electric Vehicles)	91
<표 48> 논문분석(Online internal short circuit detection method considering equalization electric quantity for lithium-ion battery pack in electric vehicles)	92
<표 49> 논문분석(Battery Fault Diagnosis for Electric Vehicles Based on Voltage Abnormality by Combining the Long Short-Term Memory Neural Network and the Equivalent Circuit Model)	93
<표 50> 논문분석(Binary classification model based on machine learning algorithm for the DC serial arc detection in electric vehicle battery system)	94
<표 51> 논문분석(A model-based sensor fault diagnosis scheme for batteries in electric vehicles)	95
<표 52> 논문분석(Time-Efficient Fault Diagnosis of a BLDC Motor Drive Deployed in Electric Vehicle Applications)	96
<표 53> 논문분석(Online multi-fault detection and diagnosis for battery packs in electric vehicles)	97
<표 54> 논문분석(Objective evaluation of the sound quality of the warning sound of electric vehicles with a consideration of the masking effect: Annoyance and detectability)	98
<표 55> 유사과제 분석 및 차별성 1	99
<표 56> 유사과제 분석 및 차별성 2	99

<표 57> 유사과제 분석 및 차별성 3	100
<표 58> 유사과제 분석 및 차별성 4	100
<표 59> 유사과제 분석 및 차별성 5	101
<표 60> 유사과제 분석 및 차별성 6	101
<표 61> 유사과제 분석 및 차별성 7	102
<표 62> 유사과제 분석 및 차별성 8	102
<표 63> 유사과제 분석 및 차별성 9	103
<표 64> SWOT 분석	107
<표 65> 동향분석 결과 (PEST 기법)	110
<표 66> 전기자동차 배터리 사고 사례 (총 17건)	111
<표 67> 화재 원인 분석 (8번째 화재)	112
<표 68> 기술수요조사서 개요	115
<표 69> 기술수요조사서 취합본	118
<표 70> 기술수요조사서 조사분야 및 기술분야별 분류	121
<표 71> 기술수요조사 우선순위 평가 기준	123
<표 72> 전문가 및 기획위원회 활동	123
<표 73> 세부 1 기획연구위원 현황	124
<표 74> 세부 2 기획연구위원 현황	124
<표 75> 세부 3 기획연구위원 현황	125
<표 76> 세부 1 화재사고 예방 기술 부분 중복성 및 적정성 검토	131
<표 77> 세부 2 안전성 평가기술 부분 중복성 및 적정성 검토	132
<표 78> 세부 3 안전관리 기술 부분 중복성 및 적정성 검토	133
<표 79> 후보과제 우선순위 세부 평가항목	137
<표 80> 세부 1 우선순위 평가 결과	138
<표 81> 세부 2 우선순위 평가 결과	139
<표 82> 세부 3 우선순위 평가 결과	140
<표 83> 본 사업 추진체계	141
<표 84> 전기자동차 제작안전 확보 및 화재 진압 방안 기획기술의 논리모형(Logic Model) ·	142
<표 85> 전기자동차 제작안전 확보 및 화재 진압 방안 개발 기술에 따른 미래상(As-is To-be) ·	143
<표 86> 전기자동차 운행안전 확보를 위한 검사 기술의 논리모형(Logic Model)	143
<표 87> 전기자동차 운행안전 확보를 위한 검사 기술에 따른 미래상(As-is To-be)	144
<표 88> 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리체계 기획기술의 논리모형(Logic Model) ·	144
<표 89> 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리 체계 개발 기술에 따른 미래상(As-is To-be)	145
<표 90> 정책적 타당성 검토를 위한 분석의 틀	145
<표 91> 기술적 타당성 검토를 위한 분석의 틀	153
<표 92> 전기자동차 제작안전 확보 및 화재 진압 방안 적절성 검토 항목 및 검토결과 요약 ·	154

<표 93> 전기자동차 운행안전 확보를 위한 검사 기술의 기획위원회 구성	154
<표 94> 전기자동차 운행안전 확보를 위한 검사 기술 개발 기획과제에 따른 성과물 기반 로드 ..	155
<표 95> 전기자동차 제작안전 관련 논문 동향	155
<표 96> 전기자동차 제작안전 관련 특허 조사 결과	157
<표 97> 전기자동차 제작안전 관련 상위 출원인 동향	158
<표 98> 전기자동차 운행안전 확보를 위한 검사 기술 적절성 검토 항목 및 검토결과 요약 ..	159
<표 99> 전기자동차 운행안전 확보를 위한 검사 기술의 기획위원회 구성	159
<표 100> 전기자동차 운행안전 확보를 위한 검사 기술 개발 기획과제에 따른 성과물 기반 로드 ·	160
<표 101> 전기자동차 운행안전 관련 논문 동향	160
<표 102> 전기자동차 운행안전 관련 특허 조사 결과	161
<표 103> 전기자동차 운행안전 관련 상위 출원인 동향	162
<표 104> 전기자동차 제작안전 확보 및 화재 진압 방안 적절성 검토 항목 및 검토결과 요약 ..	163
<표 105> 전기자동차 운행안전 확보를 위한 검사 기술의 기획위원회 구성	163
<표 106> 전기자동차 전문정비 관련 특허 조사 결과	164
<표 107> 전기자동차 전문정비 관련 상위 출원인 동향	165
<표 108> 친환경차 연차별 보급 목표 달성률(2017 ~ 2020년 기준)	167
<표 109> 분석 시나리오 정의	167
<표 110> 연차별 전기자동차 설치비용 추정 결과(S1)	168
<표 111> 전기 충전인프라 구축 목표	169
<표 112> 전기 충전인프라(누적/신규) 구축 목표	169
<표 113> 시나리오별 전기 충전인프라 개소수 추정 결과	170
<표 114> 전기자동차 제작안전 확보 기술 비용 항목 검토 결과	171
<표 115> 전기자동차 제작안전 확보 기술 비용 추정(S1)	172
<표 116> 연차별 전기자동차 화재사고 감소 편익 추정 결과(S1)	173
<표 117> 연차별 전기자동차 리콜비용 감소 편익 추정 결과(S1)	174
<표 118> 전기자동차 제작안전 확보 기술 비용 항목 검토 결과	175
<표 119> 전기자동차 제작안전 확보 기술 비용 추정(S1)	176
<표 120> 전기자동차 제작안전 기술 경제성 분석 결과(할인율 4.5%, S1)	177
<표 121> 친환경차 누적보급 목표	179
<표 122> 친환경차 연차별 보급 목표	179
<표 123> 연차별 전기자동차 누적보급계획	180
<표 124> 친환경차 연차별 보급 목표 달성률(2017 ~ 2020년 기준)	181
<표 125> 분석 시나리오 정의	181
<표 126> 전기자동차 운행안전 검사기술 비용 항목 검토 결과	182
<표 127> 전기자동차 운행안전 검사기술 비용 추정	182
<표 128> 연차별 전기자동차 수리비용 감소 편익 추정 결과(S1)	184
<표 129> 교통사고 비용 구분	185

<표 130> 사상자 피해종별 평균비용	185
<표 131> 소비자물가 상승률	186
<표 132> 사상자 피해종별 평균비용	186
<표 133> 연차별 전기자동차 수리비용 감소 편익 추정 결과(S1)	186
<표 134> 전기자동차 운행안전 검사기술 비용 항목 검토 결과	187
<표 135> 전기자동차 운행안전 검사기술 비용 추정(S1)	188
<표 136> 전기자동차 운행안전 검사기술 경제성 분석 결과(할인율 4.5%, S1)	189
<표 137> 친환경차 연차별 보급 목표 달성률(2017 ~ 2020년 기준)	191
<표 138> 분석 시나리오 정의	191
<표 139> 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리 체계 개발 비용 항목 검토 결과	192
<표 140> 전기자동차 전문인력 양성을 위한 콘텐츠 제작 비용 추정	193
<표 141> R&D 투자의 고용창출효과 정의	194
<표 142> 전기자동차 정비 인력 고용창출 효과 편익 추정(S1)	194
<표 143> 전기자동차 정비 인력 고용창출 효과 편익 항목 검토 결과	195
<표 144> 전기자동차 정비 인력 고용창출 효과 편익 추정(S1)	196
<표 145> 전기자동차 정비 인력 경제성 분석 결과(할인율 4.5%, S1)	197
<표 146> 기획위원회를 통한 연구개발 항목 도출	199
<표 147> 정책방향 의견수렴을 통한 최종 연구개발 항목 도출	200
<표 148> 전체사업 부문별 인력투입 계획	202
<표 149> 부문별 세부과제별 인력투입 계획	202
<표 150> 전체사업 소요예산	203
<표 151> 부문별 연차별 소요예산	204
<표 152> 부문별 연차별 정부출연금 소요예산	205
<표 153> 부문별 연차별 기업투자금 소요예산	207
<표 154> 부문별 연차별 기업투자금 소요예산	207

<그림 차례>

[그림 1] 전기자동차 통합 안전관리 기술 개발 도출 목적	1
[그림 2] 기획연구의 추진 절차	2
[그림 3] SWOT 분석을 통한 비전 및 세부 연구분야 도출	6
[그림 4] 전문정비 업체 증가 예상치	12
[그림 5] 전문정비 인력 증가 예상치	12
[그림 6] 전기자동차 주요핵심부품	13
[그림 7] 배터리팩(Pack) 세부 구성	15
[그림 8] 전기자동차 배터리관리시스템 기능	16
[그림 9] 제4차 친환경자동차 기본계획 친환경차 보급 목표	19
[그림 10] 현대차 코나 EV 화재발생 일지	20
[그림 11] 전기자동차 화재 현황 및 화재원인 분석 결과(최근 4년)	21
[그림 12] EES용 배터리관리시스템 요구사항	23
[그림 13] 제작사에서 제공하는 현행 전기자동차 점검 항목	24
[그림 14] 미래형 자동차 정비 인력 증가 예측	24
[그림 15] 전기자동차 정비 교육 및 인프라 현황	25
[그림 16] 신에너지 자동차 산업 발전 계획	30
[그림 17] 신에너지 자동차 3개 보장 정책	31
[그림 18] 전기자동차 전문업체 (주)세안이 개발한 전기자동차 배터리파워팩 안전장치	34
[그림 19] 삼성SDI의 전기자동차용 배터리	35
[그림 20] 삼성SDI의 안전성 평가동	35
[그림 21] PTI Adapter 21 검사용 진단기	36
[그림 22] PTI Adapter 21 활용 분야	36
[그림 23] 독일 FSD에서 검사중인 항목	37
[그림 24] 전기자동차 배터리 열화도 진단 / 예지 모델링 프로세스	37
[그림 25] 전기자동차 배터리 열화도 진단 / 예지 빅데이터 플랫폼	37
[그림 26] 배터리 모니터링과 통신 구성	38
[그림 27] BQ79616과의 양방향 링 구성	38
[그림 28] Voltek Hybrid & EV Repair社의 열화 배터리 셀 진단 및 교체	39
[그림 29] OBD를 활용한 전기자동차 검사 연구개발 방향	39
[그림 30] iTest Battery Application	40
[그림 31] HIL SIMULATION	40
[그림 32] GB/T 35179-2017 표준	40
[그림 33] EV 3 STEP TEST 프로세스	40
[그림 34] OBD 기반 검사 장비	40
[그림 35] General Electric Safety Check	41
[그림 36] Battery Management Data	41

[그림 37] Battery Capacity Test	41
[그림 38] BIT의 빅데이터 기반 전기자동차 모니터링 플랫폼 주요 구성 및 기능	42
[그림 39] BIT의 빅데이터 기반 전기자동차 모니터링 플랫폼 사용 예시	42
[그림 40] Neusoft T-Box 제품 설명	42
[그림 41] 국내 전기자동차 등록대수 추이	43
[그림 42] 전기자동차 확산에 따른 제주도 정비업소 전망	44
[그림 43] '25년 전 세계 지역별 자동차 유지보수 시장 전망	44
[그림 44] '17~'25년 자동차 유지보수 분야별 시장 성장 전망	45
[그림 45] 자동차 유지보수 시장에 높은 파급효과를 가질 6개 분야별 수익성 변화 추이	46
[그림 46] e-mobility services market 성장 전망	46
[그림 47] 대륙별 e-mobility 서비스 시장 전망	47
[그림 48] e-mobility 증가로 인한 기존 정비소 인력 감소 전망	47
[그림 49] 자동차 통합진단시스템 검사 인프라	49
[그림 50] TUV 라인란드 Level 별 교육 커리큘럼	50
[그림 51] 영일테크 교육 커리큘럼	50
[그림 52] 전기자동차 통합 유지보수 플랫폼	51
[그림 53] 신에너지(전기)자동차 진단정비기사 직업 기능사 자격증	58
[그림 54] 국가별-연도별 출원동향	66
[그림 55] 기술분류별-연도별 출원동향	67
[그림 56] 기술분류별(중분류, 소분류) 출원동향	68
[그림 57] 상위 출원인 출원동향	68
[그림 58] 상위 출원인-기술분류 출원동향	69
[그림 59] 국가별-기술분류별 출원동향	70
[그림 60] 운행안전 분야 특허출원 동향	70
[그림 61] 제작안전 분야 특허출원 동향	71
[그림 62] 연도별 논문 발행동향	85
[그림 63] 연구개발과제 비전	109
[그림 64] 화재 원인 분석 (13번째 화재)	113
[그림 65] 음극탭 접힘 및 리튬 부산물 석출, 확산(음극→양극) 확인	113
[그림 66] 코나 EV화재사고 분석 결과	114
[그림 67] 기술수요조사서 홍보 포스터	116
[그림 68] 기술수요조사서 작성 양식	117
[그림 69] 조사 분야별 기술수요조사 수집 현황	120
[그림 70] 기술분야별 기술수요조사 수집 현황	120
[그림 71] 전문가 및 기획위원회 활동방안 체계도	123
[그림 72] 정부의 친환경자동차 보급을 위한 목표 및 추진전략	146
[그림 73] 정부의 전기자동차 제작안전 확보 및 화재 진압 방안 관련 추진 전략	146

[그림 74] 전기자동차 차종별 사고대응방안(예시)	147
[그림 75] 정부의 전기자동차 운행안전 확보를 위한 관리 방안 개발 관련 추진 전략	149
[그림 76] 미래자동차 확산 및 시장선점 전략 내 인력양성 계획	151
[그림 77] 친환경자동차 전문인력 양성 계획	152
[그림 78] 정부의 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리 체계 개발 관련 추진 전략	152
[그림 79] 전기자동차 제작안전 관련 특허 구분	157
[그림 80] 전기자동차 제작안전 관련 특허 발전 방향	158
[그림 81] 전기자동차 운행안전 관련 특허 구분	161
[그림 82] 전기자동차 운행안전 관련 특허 발전 방향	162
[그림 83] 전기자동차 전문정비 관련 특허 구분	164
[그림 84] 전기자동차 제작안전 확보 및 화재 진압 장비 개발 세부 연구내용 구성	165
[그림 85] 전기자동차 운행안전 확보를 위한 관리 방안 개발 세부 연구내용 구성	178
[그림 86] 연차별 전기자동차 보급계획 추정 절차(누적 대수 및 신규도입)	180
[그림 87] 전기자동차 등록 대수 및 차종별 수리비·부품비(2020년 기준)	183
[그림 88] 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리체계 개발 세부 연구내용 구성	190
[그림 89] 연차별 추진계획	203
[그림 90] 기획연구의 목표	215
[그림 91] 본 과제 RFP 도출	216

1. 연구개발 과제의 개요

가. 기획연구의 목적 및 필요성

1) 기획연구의 목적

- 본 기획연구는 탄소중립정책으로 전기자동차 보급확산을 대비하여 전기자동차의 안전성을 확보하고자 전기자동차의 통합안전관리를 위한 주요 안전성 평가 기술과 안전 관리기술 도출을 목적으로 함
- 전기적인 요인으로 전기자동차 화재발생 건수가 증가로 국민의 불안감이 증대하고 있어 전기자동차 배터리 화재 대응 기술 도출을 통하여 배터리 인증시험 체계구축과 배터리를 제도화하고, 화재를 모니터링 할 수 있는 배터리 관리시스템(BMS) 시험 인증체계 구축 및 화재 발생시 발화 방지 및 지연 기술 개발 도출을 목적으로 함
- 전기자동차 화재는 자동차가 판매 및 등록 이후에 발생 되는 화재로 운행되고 있는 전기자동차에서 발생하고 있으며, 정기적으로 전기자동차 안전성 검증을 위한 평가기술 개발 도출을 목적으로 함
- 전기자동차 보급활성화에 따라 등록율이 증가하고 있으나, 전기자동차를 정비와 수리를 할 수 있는 전기자동차 관리사업자에 대한 법/제도 기술개발이 필요하고, 기존 내연기관에 한정되어 있던 정비인력을 전환 또는 확장, 신규인력 양성을 위한 교육 기술 개발 도출을 목적으로 함

전기자동차 통합안전관리 기술 개발 도출

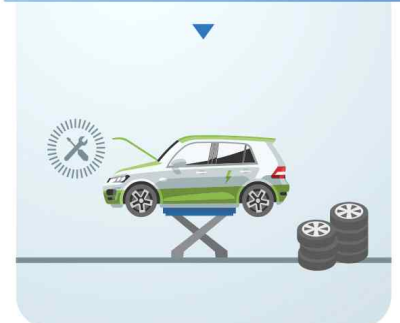
전기자동차 배터리 화재원인 분석 및 대응기술 개발



전기자동차 화재, 폭발, 누전등의 사고예방을 위한 안전성 평가기술 개발

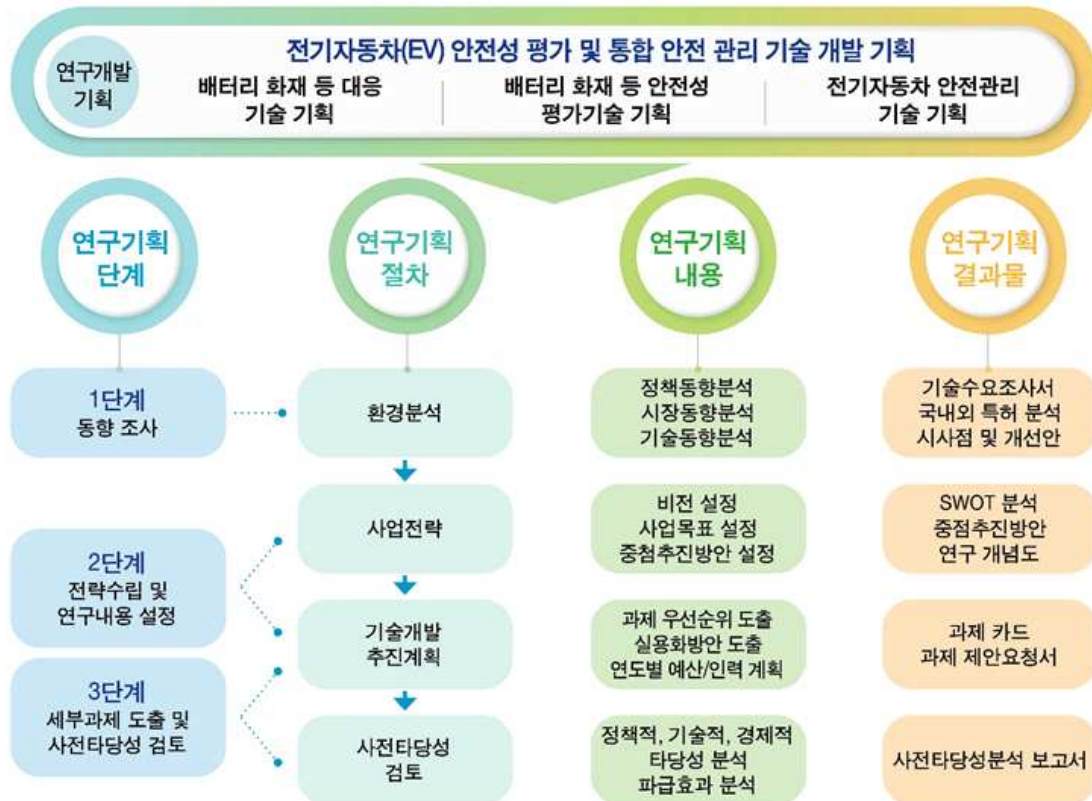


전기자동차 안전관리 기술 개발



[그림 1] 전기자동차 통합 안전 관리 기술 개발 도출 목적

2) 기획연구의 개요



[그림 2] 기획연구의 추진 절차

○ 기획연구의 기술 범위

- 본 기획연구의 기술 범위는 크게 ‘전기자동차 배터리 화재 등 대응 기술’, ‘전기자동차 배터리 화재 등 안전성 평가기술’, ‘전기자동차 안전관리 기술’로 3가지의 세부분으로 구성
- 환경분석 내용을 바탕으로 사업 추진전략과 기술개발 추진계획 등 체계적이고 단계적인 목표 설정
- 기술개발 연구계획은 수요자, 공급자, 인프라 등 시스템 관점과 정부 정책과의 연계를 통해 실용화 가능성을 파악하고, 투입 예산과 소요 인력 등 투자 자원 조달과 연도별 비용 도출 및 세부과제계획 및 단계별 기술개발 로드맵 제시
- 본 기획연구의 전략적 타당성을 종합적으로 검토하기 위해 정책적, 기술적, 경제적 타당성 분석 및 파급효과 분석 진행

나. 기획연구의 내용 및 범위

1) 기획연구 범위

- 기획연구는 기술개발 동향·수요조사 실시, 기술개발 전략 수립 및 연구내용 설정, 연구개발 과제 기획 등 총 3단계로 구분하여 기획연구를 시행하고, 기획연구의 범위는 다음과 같음

<표 1> 기획연구 세부 연구범위

구분	연구내용	연구범위
1단계	기술개발 동향·수요조사 실시	- 현황 문제점 파악과 개발기술 도출 및 분류체계 설정 - 국내외 정책·시장·기술·법령 조사 및 예측 - 국내외 기술개발 현황 및 인프라 조사 - 기술수요처 의견수렴 및 시장 요구사항 조사 - 특허/논문 분석을 통한 기술 경쟁력 분석 - SWOT 분석을 통한 연구 추진방향 정립
2단계	기술개발 전략 수립 및 연구내용 설정	- 비전 및 기술개발 시나리오, 기술로드맵 제시 - 세부목표 및 중점분야 선정 - 중점 분야별 연구개발 후보과제 설정 - 후보과제 발굴 및 우선순위 도출 - 사업단, 연구단, 일반과제 등 제시 - 후보과제별 과제카드 작성
3단계	연구개발 과제 기획	- 연구목표 및 범위 설정 - 목표 달성을 위한 추진방안 수립 - 성과물 활용방안 및 실용화 추진방안 제시 - 인력투입 계획 및 소요예산 산정 - 사전타당성 검토(정책, 기술, 경제적 검토) - 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가 기준 설정

2) 기획연구내용

가) 기술개발 동향 및 수요조사 실시

(1) 기술개발 동향 분석

- 전기자동차의 주요기술 정리 및 주요핵심부품에 대한 기술적 정의
- 국내외 전기자동차 문제점 분석과 문제점을 해결하기 위한 정책동향, 기술동향 등을 분석
- 정책/기술 개발 동향 분석을 근거로 제작안전, 운행안전, 안전관리 항목으로 주요 연구개발 항목 구성
- 특허분석을 통해 국내외 기관의 원천특허 보유 여부와 기술 경쟁력 분석
- 동향분석 결과를 바탕으로 기술개발 추진방향 정립(SWOT 분석 등)
- 본 사업 추진 필요성 정립(기술적 필요성, 정부지원 타당성) 및 미래상 분석

(2) 기술수요조사

- 국내 전기자동차 관련 홈페이지 등을 이용한 기술수요조사 실시
- 조사된 기술수요조사서 검토하여 해당 기술을 분류하고 중복성/타당성 등을 검토
- 기획위원회 및 자문위원회를 통해 검토된 기술수요조사서의 우선 순위 및 추가 연구 사항 도출

나) 기술개발 전략 수립 및 연구내용 설정

(1) 기술개발 전략 수립

- 비전 및 기술발전 시나리오, 기술로드맵 제시
- 비전 달성을 위한 세부목표 및 중점분야 설정
- 중점 추진분야별 연구개발 후보과제 설정

(2) 연구개발 후보과제 우선순위 도출

- 기술적 진보성, 경제적 타월성을 보장할 수 있는 후보과제군 도출
- 후보과제별 기술개발 목표 및 최종성과물 설정, 후보과제간 연계 및 중복 검토 (특허분석 포함) 등 종합검토

(3) 과제추진 체계(사업단, 연구단, 일반과제 등) 설정

(4) 연구개발 세부 후보과제별 과제카드 작성

- 후보 과제별 연구개발목표, 기술개발 및 산업/시장 동향, 기존기술 활용방안, 기술개발 필요성, 주요연구 내용, 정부지원 타당성, 기술확보 전략, 과제규모, 최종성과물 및 활용방안 등
- 후보과제별 기술유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과물 유형(시제품, S/W, 기준·지침, 정책제안, 표준제안 등), 시장경쟁력 확보방안, 실용화 방안, 목표 TRL 단계, 제도개선사항 등 제시

다) 연구개발과제 기획

(1) 연구 목표 및 범위 설정

- 목표 및 연구범위 설정

- 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구내용 설정
- 세부과제 연차별·단계별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정 및 성과맵 제시

(2) 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
- 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안

(3) 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시

- 성과분석 및 검증방안 제시
- 제도·정책 활용, 현장 적용, Test Bed 및 시범사업 등 구체적 실용화 방안
- 관련 제품/기술의 해외시장 진출전략 제시

(4) 인력투입 계획 및 소요예산 산정

- 과제구성에 따른 연구일정 및 인력투입계획 수립
- 과제별 소요예산 산정

(5) 사전타당성 검토

- 정책적 타당성 검토 : 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토
- 기술적 타당성 검토 : 기존 연구개발과 중복성, 기술개발 계획의 우수성, 기술 수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토
- 경제적 타당성 : 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학 기술적 파급효과 등에 대한 검토

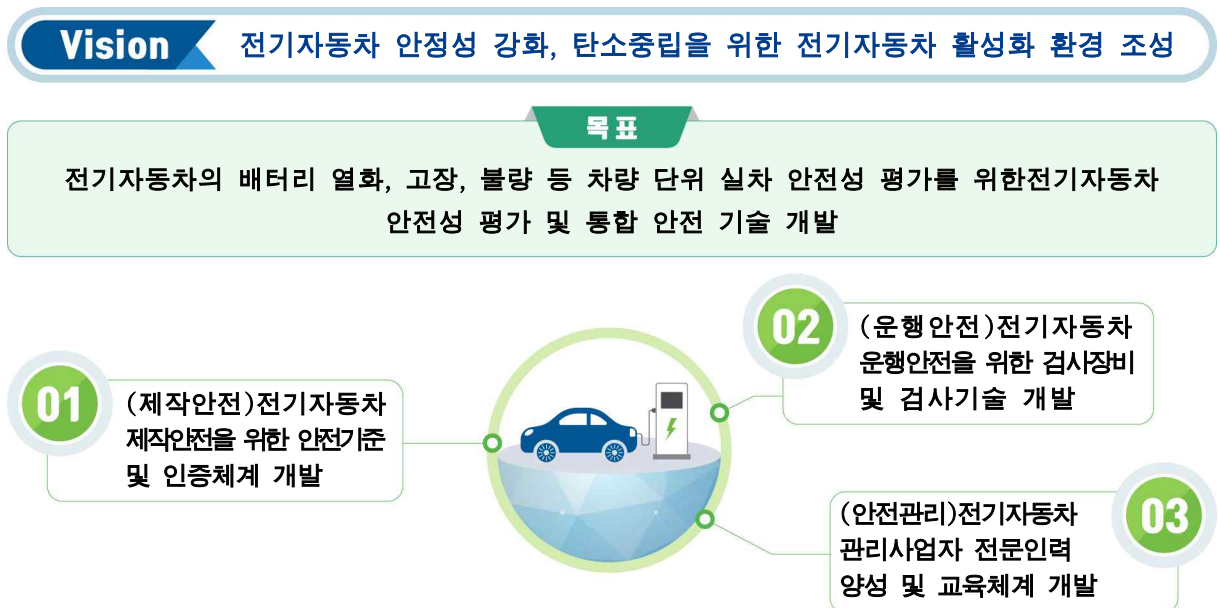
(6) 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가 기준 설정

- 연구목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제 공모를 위한 RFP 작성
- 연차별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤 설정, 평가방법 및 기준 설정

다. 기획과제의 결과

1) 연구과제 필요성 검토 및 기술수요조사

- 기획과제의 목표인 전기자동차 안전성 확보를 위한 전기 자동차 안전성 평가 기술 개발을 위한 연구개발 항목 도출을 위하여 국내외 전기자동차의 문제점 분석과 이를 대응하기 위한 정책적 동향, 기술적 동향 등을 분석함
- 관련 특허 검색 및 분석을 통하여 현재 기술수준에 대해서 확인하였으며, SWOT 분석을 실시하여 본 과제에 필요한 기술 분류를 도출함
- 전기자동차 기술 개발 및 안전성과 관련된 학회홈페이지에 기술수요조사를 실시하였으며 총 48건의 기술수요조사서를 도출, 이를 분석 및 검토하여 제작, 운행, 안전관리 분야로 분류함



[그림 3] SWOT 분석을 통한 비전 및 세부연구분야 도출

- 세 부분으로 분류된 총 48건의 기술수요조사서를 바탕으로 기획위원회 및 자문위원회를 통하여 중복성, 타당성, 우선순위 등을 도출하였음
- 기획위원회 및 자문위원회에서 도출된 연구개발 항목에 대해서 정책적, 기술적, 경제적 타당성을 각 세부항목에 따라 분석을 하였으며, 본 과제를 통해 개발된 기술 및 장비를 근거로 비용편익을 도출함
- 전기자동차 안전관리와 밀접하게 연관되어있는 정부 부처(국토부)의 전기자동차 안전관리 정책동향을 수렴하여 기획위원회 및 자문위원회에서 도출된 연구개발 항목에 추가로 구성하여 본과제의 최종 RFP를 및 정량적 성과목표를 도출함

(부문1) 전기자동차 안전을 위한 안전기준 및 인증체계 개발					
연구내용	1) 제작단계 전기자동차 안전기준 및 평가기술 개발 - 전기자동차 BMS 안전기준 및 열전이 시험 평가기술 개발 • BMS Wake up 기능 및 배터리 안전성 향상을 위한 제작기준 개발 • 전기자동차 열전이 시험평가 기술 개발 - 전기자동차 화재 예방 및 확산방지 기술 개발 • 열전이 지연 및 확산방지 화재 발생 긴급호출 기능 시스템 개발 • 차량 레벨의 열폭주 전이 방지 및 지연 차량 시제품 개발 - 전기자동차 화재사고 긴급호출 및 화재사고 최소화 기술 개발 • 전기자동차 긴급호출 기능과 연계한 차량정보 자동 전송 기술 개발 • 협소공간 근접가능한 화재 진압 구난형 특수차량 개발 및 시범 운영 • 충전 중 배터리 내 직접 급수 시스템 및 화재 확산방지 시나리오 개발 2) 전기자동차 배터리 사전인증 평가장비 및 평가기술 개발 - 전기자동차 차량 레벨의 배터리 내구성 성능평가 기술개발 • 전기자동차 배터리 극저온 성능 안전기준 및 성능평가 장비 개발 - 전기자동차 배터리 안전성 평가장비 및 평가기술 개발 • 열적 시험, 진동시험, 과열방지 시험, 고전원 안전성 시험등 11개 시험항목 - 고전원 전기자동차 절연저항 및 보호등급 평가기술 개발 3) 전기자동차 제작 안전관리 제도화 기술 개발 - 전기자동차 제작 안전기준 법제화 및 국제화 • 배터리관리시스템(BMS) 안전기준 및 열전이 시험 시행세칙 개발 • 탈착형 배터리 장착 자동차 화재 예방 안전기준 개발 등 - 전기자동차 제작안전 사전인증체계 법제화 개발 • 배터리 등 핵심부품 사전인증체계, 인증시험 환경 구축방안 개발 등				
	1) 제작단계 전기자동차 안전기준 및 평가기술 개발 - BMS 안전기준 1건 - 화재 발생 긴급호출 시스템 1종 - 열폭주 전이 방지 및 지연 차량 1대 - 전기자동차 화재 방지 시스템 2종 2) 전기자동차 배터리 사전인증 평가장비 및 평가기술 개발 - 차량 레벨 배터리 내구성능 평가 기준 1건 - 차량 레벨 배터리 극저온 성능 안전기준 1건 - 차량 레벨 배터리 극저온 성능 평가 장비 1건 - 전기자동차 절연저항 및 보호등급 평가 기술 1건 3) 전기자동차 제작 안전관리 제도화 기술 개발 - 열폭주 시험 시행 세칙 1항목 - 탈착형 배터리 화재 예방 안전기준 1건 - 배터리 등 핵심부품 사전인증체계(안) 1건 - 인증시험 환경 구축(안) 1건				
성과물					
연차별 소요예산 (정부출원금)					
	1차년도(2023)	2차년도(2024)	3차년도(2025)	4차년도(2026)	합계
	2,500백만원	4,000백만원	5,500백만원	2,900백만원	14,900백만원

<표 3> 본 과제 연구내용 및 예상 성과물 (부문 2)

(부문2) 전기자동차 운행 안전을 위한 검사장비 및 검사기술 개발					
연구내용	1) 전기자동차의 고전압 절연 안전성 및 기능 안전성 평가기술 개발 - 고전압 절연저항 검사장비 및 검사기술 개발 - 영상인지 기술 기반의 배터리 하부 파손 검사기술 개발 - 저소음자동차 경고음 발생장치 검사장비 및 검사기술 개발 2) 전기자동차 전력 구동시스템(배터리, 모터) 안전성 평가기술 개발 - 전기자동차 전력 구동시스템(배터리, 모터) 성능평가 기술 개발 - 전기자동차 전력 구동시스템(배터리, 모터) 안전성 평가기술 개발 · 주행상태 모사 시험모드 개발, 차량 레벨 BMS 성능평가 알고리즘 개발 등 · 배터리 화재 안전성 평가기술, 모터 구동 안전성 평가기술 개발 3) 전기자동차 안전관리 제도화 연구 및 시범사업 - 전기자동차 성능·상태점검 관리체계 제도화 기술 개발 - 전기자동차 정기검사 제도화 기술 개발 및 시범운영 · 전기자동차 관능검사 및 기기검사 법제화 기술 개발				
	1) 전기자동차의 고전압 절연 안전성 및 기능 안전성 평가기술 개발 - 전기자동차 절연저항 검사장비 및 검사기술 1건 - 저소음자동차 경고음 발생장치 검사장비 및 검사기술 1건 - 영상인지 기반 배터리 팩 파손 검사기술 장비 및 검사기술 1건 - 전기자동차 전용 정기검사 시범진로 1건 2) 전기자동차 전력 구동시스템(배터리, 모터) 안전성 평가기술 개발 - 전력 구동시스템(모터, 배터리) 운행 안전성 평가 검사장비 및 기술 1건 - 전력 구동시스템(모터, 배터리) 성능 검사 기준 도출 알고리즘 1건 - 전력 구동시스템(모터, 배터리) 성능 평가 기술(안) 1건 3) 전기자동차 안전관리 제도화 연구 및 시범사업 - 전기자동차 관리 방안 제도화(안) 1건 - 전기자동차 검사 및 정비를 위한 기술정보 보고서 1건 - 전기자동차 관능검사기술 보고서 1건				
연차별 소요예산 (정부출원금)					
	1차년도(2023)	2차년도(2024)	3차년도(2025)	4차년도(2026)	합계
	2,000백만원	3,600백만원	2,000백만원	1,600백만원	9,200백만원

(부문3) 전기자동차 관리사업자 전문인력 양성 및 교육체계 개발					
연구내용	1) 자동차 관리사업자 기술인력 양성기술 개발 및 시범사업 - 전기자동차 기술 전문인력 양성 교육 의무화 최소기준 개발 · 전기자동차 정비 Hazard(위험) 제거 및 예방 매뉴얼 개발, 전문정비 Level 별 인력관리체계 개발, 전기자동차에 특화된 단계별 교육 수료제도 개발 - 전기자동차 전문인력 양성을 위한 교육 플랫폼 개발 및 시범운영 · 전기자동차 기술 전문인력 신규·정기·전환 교육 프로그램 개발, 온라인 및 현장 실습 신규교육 콘텐츠 개발, 교육 영상 콘텐츠 제작 및 플랫폼 개발 2) 전기자동차 관리사업자 관리체계 및 교육체계 제도화 기술 개발 - 자동차 정비사업자별 사업관리체계 제도화 기술 개발 · 종합정비, 소형정비, 부분정비 등 사업자별 분류체계, 사업범위, 자격 등 - 전기자동차 정비사업별 시설 및 장비 최소기준 개발 - 전기자동차 기술 전문인력 교육체계 법제화 개발				
	1) 자동차 관리사업자 기술인력 양성기술 개발 및 시범사업 - 전기자동차 정비 Hazard(위험) 제거 및 예방 매뉴얼 - 전기자동차 기술 전문인력 신규, 정기, 전환 교육 프로그램 각 1건 - 온라인 및 현장 실습 중심의 신규교육 콘텐츠 1건 - 전기자동차 교육 영상 콘텐츠 제작 및 플랫폼 1건 - 자동차 관리사업 종사자 대상 현장 교육 실증 보고서 2) 전기자동차 관리사업자 관리체계 및 교육체계 제도화 기술 개발 - 전기자동차 Level 별 교육 수료제도 및 안전교육 제도(안) - 전기자동차 전문정비 Level 별 인력관리체계 보고서 - 전기자동차 정비에 특화된 단계별 교육 수료 제도(안) - 전기자동차 전문정비 업종별 시설관리체계 수립(시설 및 장비기준 등) 보고서 - 정비사업자의 시설장비 최소기준 개발/작업(제안) 범위기준(안) - 전기자동차 정비사업자 현장 시설 시범운영 보고서				
연차별 소요예산 (정부출원금)					
	1차년도(2023)	2차년도(2024)	3차년도(2025)	4차년도(2026)	합계
	1,500백만원	1,400백만원	1,000백만원	1,000백만원	4,900백만원

라. 기대효과

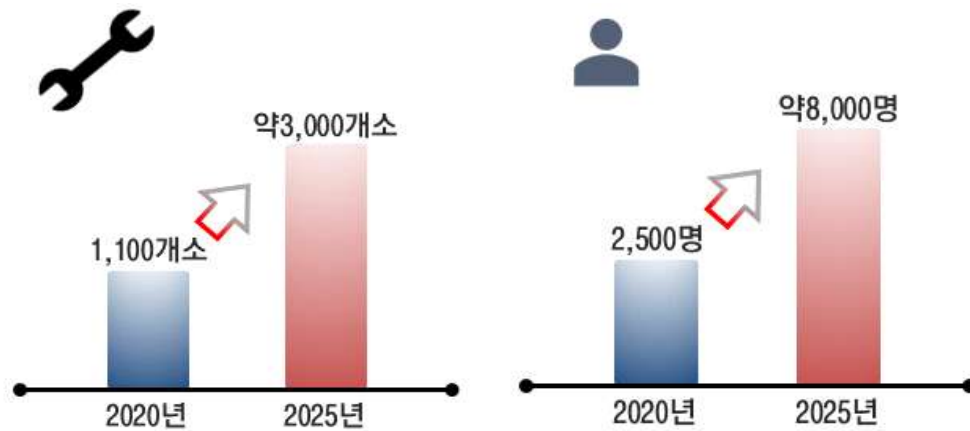
1) 기술적 측면

- 열폭주 감지 및 제어 기술을 통한 기술적 경쟁력 강화
 - 이차전지 적용 사업 분야의 안전 확보
- 지능형 제어기술을 통한 실증 데이터 및 실험 데이터 확보
 - 열폭주 시험을 통한 실제 상황 재현 및 제어 기술 개발
 - 배터리 모듈의 고효율 및 수명증대 기대
 - 고성능·고신뢰성 배터리 모듈 개발을 통해 예기치 않은 화재 사고 및 고장 미연에 방지
- 국내 제품기반 고유 시험평가 방법개발을 통한 기술 선점
 - 산·학·연 협업을 통한 다양한 환경적 요인 검토 및 시험방법 개발, 제품 시험 적용에 따른 데이터베이스 확보 가능
 - 타 부품군의 선제적·선도적 화재 억제 시험방법 가이드라인 제시로, 부품생산 기업의 사업 다각화 모색 가능
 - 높은 신뢰성·재현성을 갖춘 국내 고유 시험방법 제시를 통한 국제표준·규제 기준 제시 및 선점을 통해 대외위상 상승과 국내기업의 해외진출 독려 기대
- 전기자동차 운행 안전성 평가에 대한 기술적 우의를 선점으로 세계적인 전기자동차 안전관리 기술 개발 홍보(국제자동차검사위원회 CITA홍보)
- 체계적이고 획일화된 전기자동차 전문정비 기술인 양성을 위한 관리체계 및 정비자격 등급제 개발
 - 양성교육의 기존 문제점 및 개선방향 분석을 통한 장단기 발전방안 도출 및 전기자동차 전문정비 기술교육 표준화 구축
- 단순 '현장인력 양성'이 아닌 '고급기술 전문인력 양성'을 통해 고급기술 인력 확보방안 마련
 - 자동차분야 생태계 전환에 따른 전기자동차 분야 전문인력 양성을 통한 현장 정비기술의 고도화
- 고전압 배터리 안전교육 등이 최근 사회적 이슈가 되고 있는 상황에서 전기자동차 화재에 대한 차량관리 및 사전 예방 가능

2) 경제·산업적 측면

- 전기자동차 정밀 안전성 향상 기술확보로 안전 진단을 통한 국민 안전성 향상

- 인명피해로 이어질 수 있는 전기자동차 배터리 화재 사고를 사전 예방할 수 있어 국민 생활 안전성 향상 기대
- 고도화된 안전성 진단 기술확보 및 평가 기준 규격화를 통한 글로벌 시장 개척 가능
 - 전기자동차 배터리의 열화 및 안전성 평가 기준 수립을 통해 진단 규격 도출 및 글로벌 전기자동차 안전 진단 시장 진출 및 진단 기술 수출 기대
- 배터리 화재 감시 및 예방을 통한 전기자동차 안전성 확보에 의한 EV 시장의 저변 확대와 이를 통한 저탄소 녹색 성장 산업 가속화
 - 국민 인식 개선과 전기자동차 판매량 증가를 통한 탄소 배출량 감소 목표 달성 및 탄소 중립, 순 배출 영점화, 탄소 제로 등의 목표 달성의 사회적 분위기 조성
- 전기자동차 정밀 안전 진단산업 견인
 - 국내에 전무한 친환경 자동차 안전성 정밀 진단기술 확보를 통한 전기자동차 안전 진단 전문인력 양성 및 진단 장비 개발에 의한 산업 견인 기대
- 정부(타부처 ‘고용노동부’ 등) 훈련제도 연계 및 범위·적용 대상 확대 가능
 - 법적 교육(훈련) 제도화 정책 반영을 통해 교육이수자 중 우수훈련생 선발 등을 연계하여 장려금, 인센티브 등의 지급 및 고용노동부 제도(청년 일자리 사업 등)등 고용정책의 반영 기대
- 현장 전기자동차 정비인프라 및 인력확대를 통해 정비난 해소
 - 미래자동차 생태계로 전환을 위한 전기자동차 전문 정비체계 구축 및 정비인프라 확대, 실무중심의 현장인력 양성을 통해 전기자동차 현장인력 역량 향상 및 인력 부족현상 해소
 - (전문정비 업체) 2020년 기준 전국의 전기자동차 전문 정비소는 1,100개이며, 전기자동차 전문 정비 인프라 확대를 위해 2025년까지 전기자동차 전문정비소를 연간 30%씩 확충으로 약 2,750개소를 목표로 함 ※ $1100+(1100 \times 30\% \times 5\text{년})=\text{약 } 3,000$
 - (전문정비 인력) 2020년 기준 국내 자동차 정비업체수는 약 4만 5000개소이며 정비인력은 약 10만명이며, 전기자동차 정비인력은 현재 약 2,500명으로 예상됨. 인력 확대를 위해 2025년까지 전기자동차 전문정비 인력을 연간 40% 확충으로 약 7,500명의 정비인력 양성을 목표로 함 ※ $2,500+(2500 \times 40\% \times 5\text{년})=\text{약 } 8,000$



[그림 4] 전문정비 업체 증가 예상치

[그림 5] 전문정비 인력 증가 예상치

3) 사회적 측면

- 새로운 비즈니스 모델 확대를 통한 고용 확대 및 양질의 일자리 창출을 통한 사회적 가치 향상
- 국내 EV용 배터리의 안전성 확보를 통한 국민 안전성 확보
 - EV 차량의 보급 확대를 통한 국가발전 및 환경의 지속가능성 확보
 - 고안전성 이차전지 모듈 개발로 이차전지 안전성에 대한 국민 의식 제고 기여
- 리튬이차전지의 고안전성 확보를 통한 인식개선
 - 배터리에 대한 소비자 및 공동 사회의 위험인식이 팽배해져 있어, 본 연구를 통하여 안전성이 확보된 제품의 보급을 장려하여, 배터리 화재에 대한 안전성 · 신뢰성을 회복함으로써 건전한 이차전지 산업생태계 조성 기대
- 전기자동차 현장인력의 전문성 강화를 통한 취업시장 및 지역경제 활성화에 기여
 - 전기자동차 전문정비 인재양성 교육 개발 프로그램을 통한 안전교육 및 정비기술 강화에 따른 교육생태계 전환점 마련, 지역 취업시장 활성화 유도 기대
- 전기자동차 분야 현장인력 기능·기술훈련 교육을 수행을 통해, 현재 내연기관 위주 교육과정을 전기자동차 중심으로 전환
 - 직무능력 배양을 위한 실무 위주의 전기자동차 현장인력 양성 교육 프로그램 개발 및 운영을 통해 미래차 시대에 대비하고, 침체된 지역경제의 경제 활성화를 도모
- 전기자동차 현장인력의 전문성 강화를 통한 취업시장 및 지역경제 활성화에 기여
 - 전기자동차 전문정비 인재양성 교육 개발 프로그램을 통한 안전교육 및 정비기술 강화에 따른 교육생태계 전환점 마련, 지역 취업시장 활성화 유도 기대

2. 연구수행내용 및 성과

가. 기술의 정의 및 필요성

1) 기술 정의

가) 전기자동차의 정의

- 전기자동차는 KS R 0121(도로차량-하이브리드 자동차 용어)에 따른 분류에서 ‘차량 추진을 위한 동력원으로 전동기와 구동 축전지(traction battery)만을 사용하는 자동차’ 라고 정의하고 있으나, 미국 자동차 기술자 협회(society of automotive engineers; SAE)에서는 간단히 전기자동차(EV)라고 정의하고 있음
- 전기자동차 가운데 자동차관리법 시행규칙 제57조의2(저속전기자동차의 기준)에 따라 전기에너지를 동력원으로 사용하는 전기자동차 중 국토교통부령으로 정하는 최고속도 및 차량 중량 이하의 자동차는 저속전기자동차라고 정의함

<표 5> 자동차관리법 시행규칙 제57조의2(저속전기자동차의 기준)

구분	내용
최고 속도	60km/h 이하
차량 총중량	1,361kg 이하

나) 전기자동차의 구조



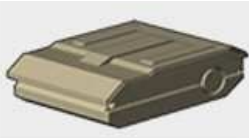
[그림 6] 전기자동차 주요핵심부품

- 전기자동차는 화석연료를 사용하는 자동차와 달리 전기에너지를 외부에서 충전 받아 전기자동차에 탑재된 배터리팩에 전기에너지를 저장하고 있다가, 전기자동차 주행 및 기타 보기장치 작동 시에는 전기에너지를 공급하여 운동에너지 또는

열에너지로 변환하는 구조를 가짐

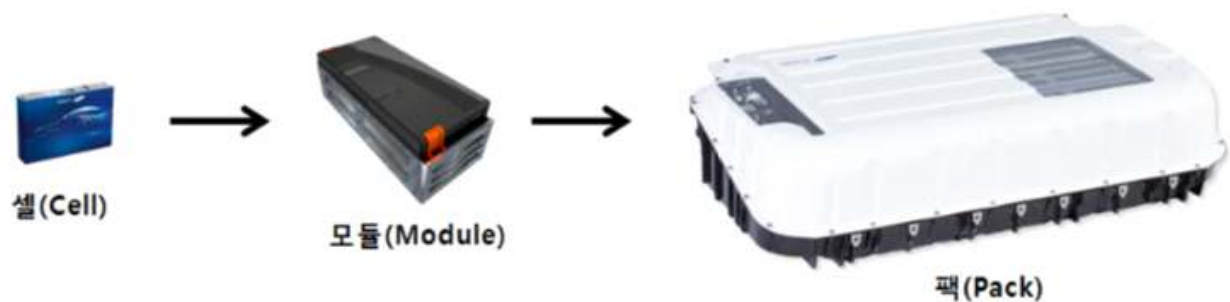
- 전기자동차의 주요 핵심부품으로는 완속충전기, 컨버터, 인버터, 모터, 감속기, 배터리팩 및 급속충전부로 구성되어 있음

<표 6> 전기자동차 주요핵심부품 설명

번호	명칭	사진	설명
1	완속충전기		· 외부로부터 공급되는 AC type의 전기를 배터리팩에 저장하기 위해 DC type으로 변환하는 장치
2	컨버터		· 모터를 구동하기 위해 배터리팩에 저장되어 있는 DC type의 전기를 AC type 전기로 변환하는 장치
3	인버터		· 배터리에 저장되어있는 350V 이상의 전기를 보기장치에 사용하기 위해 12V 저전압으로 변환하는 장치
4	모터		· 내연기관의 엔진과 동일한 역할을 하는 장치로 전기에너지를 운동에너지로 변환하는 장치
5	감속기		· 모터의 높은 회전수를 감속하여 적절한 속도와 토크로 변환하여 휠에 전달하는 장치
6	배터리팩		· 전기에너지를 저장하는 장치로 DC type의 전기를 저장하는 리튬이온배터리
7	급속충전부		· 외부에서 전기를 공급받을 때 사용하는 단자

다) 배터리

- 전기자동차의 동력원인 전기에너지를 공급하기 위해서는 많은 양의 배터리가 필요하며, 많은 양의 전기에너지를 보관하기 위해서는 대용량을 배터리가 필요함
- 전기자동차에 탑재되는 배터리는 리튬이온 성분으로 배터리를 개발하고 있으며, 전기자동차의 종류마다 배터리의 구성은 조금씩 차이가 있을 수는 있으나 일반적으로는 셀(Cell), 모듈(Module), 팩(Pack)으로 구성되어 있음



[그림 7] 배터리팩(Pack) 세부 구성

- 전기에너지를 보관하는 배터리 셀을 안전하고 효율적으로 관리하기 위해서는 일정량의 셀을 한 묶음으로 결합하여 배터리 모듈을 구성하고, 구성된 배터리 모듈을 묶어서 최종적으로 전기자동차에 배터리 팩 형태로 들어가는 구성임
- 배터리 팩 형태를 구성할 때 각 셀 또는 모듈의 온도나 전압 등을 관리해주는 배터리관리시스템(battery management system: BMS)과 냉각장치 등을 추가함

<표 7> 배터리 팩 세부 구성품

구분	내용
배터리 셀(Cell)	• 전기에너지를 충전, 방전으로 사용할 수 있는 리튬이온 배터리의 기본 단위 • 양극, 음극, 분리막, 전해액을 사각형의 알루미늄 케이스에 넣어서 만듦
배터리 모듈(Module)	• 배터리 셀(Cell)을 외부충격과 열, 진동 등으로부터 보호하기 위해 일정한 개수로 묶어 프레임에 넣은 배터리 조립체(Assembly)
배터리 팩(Pack)	• 전기자동차에 장착되는 배터리 시스템의 최종형태 • 배터리 모듈에 BMS(Battery Management System), 냉각시스템 등 각종 제어 및 보호 시스템을 장착하여 완성

라) 배터리관리시스템(BMS)

- 배터리관리시스템인 BMS(Battery Management System)은 전기자동차에 장착되어 있는 배터리를 제어하는 시스템으로 전기자동차의 배터리는 작은 셀의 집합체로 구성되어 있음
- 작은 셀들을 모여 하나의 전기자동차 배터리로 구성되어 있으며, 이를 충전/방전, 배터리 잔량 등을 확인하는 것이 배터리관리시스템의 주요 기능들 중 하나임



[그림 8] 전기자동차 배터리관리시스템 기능

○ 전기자동차 배터리 셀관리

- 배터리관리시스템은 배터리를 구성하고 있는 셀들을 관리하는 기능을 보유하고 있으며, 각 셀의 전압을 밸런싱하여 배터리의 전압을 조절하고, 각 셀에 과부하가 걸리지 않도록 관리해주는 역할을 함
- 특정 배터리셀의 고장이 발생한 경우 셀 밸런싱을 통하여 다른 셀에서 대처하여 사용가능하도록 제어하여 배터리 수명 및 효율을 증대시킬 수 있도록 제어함
- 또한, 배터리 내부에 장착되어 있는 전류센서를 이용하여 충/방전 시 과전류/저전류 상태가 되면 배터리관리시스템에 장착된 진단 기능을 이용하여 배터리가 정상적으로 동작할 수 있도록 제어함
- 배터리 내부에 장착된 온도센서를 배터리 모듈의 온도를 측정하여 과온/저온을 판단하여 배터리의 효율을 극대화할 수 있도록 온도를 제어할 수 있도록 별도의 부가 장치를 작동하게 함

○ 배터리 충전상태(SOC : State of Charge) 예측

- 배터리팩 내부에 장착되어 있는 전류, 전압, 온도 센서를 이용하여 SOC를 예측하고 SOC 예측을 통하여 배터리 충전 여부를 판단하고, 현재 배터리 잔량에 대해 확인할 수 있도록 함
- SOC는 지정된 가용 영역에 따라 상/하 기준을 정하게 되며, 지정된 SOC 영역을 벗어나게 되면 추가적인 충전이 되지 않도록 파워를 제한함
- 배터리의 과충전과 과방전을 방지하는 기능으로 특정 SOC 이상 배터리가 충전이 되면 충전을 제한하고, 반대로 SOC가 낮은 상태에서 방전이 지속되면 파워 제한을 두어 더이상 방전되지 않도록 제어하는 기능임

○ 냉각 제어

- 배터리를 사용함에 따라, 배터리 팩의 내부온도가 상승하여 배터리가 과열되는 현상이 초래하게 되는데 이를 방지하기 위해 냉각 제어를 실시함
- 배터리관리시스템은 일반적으로 냉각팬을 제어할 수 있는 기능을 갖추고 있으며, 배터리팩이 특정 온도 이상 상승하게 되면 PWM 신호를 냉각팬에 인가하여 단계 별로 냉각팬이 작동할 수 있도록 하며, 일반적으로 PWM 신호로 작동할 수 있고, CAN 신호로도 냉각팬을 컨트롤할 수 있도록 함

○ 진단 기능

- 배터리 시스템의 고장진단을 하는 기능으로 배터리팩의 과/저전압, 배터리셀 고장, 전류센서 고장, 온도센서 고장, 단선/단락, 냉각팬 고장, 통신 이상, 릴레이 유착 등 다양한 고장에 대하여 검출하고 이를 타 제어기에 DTC 코드를 송출해 주는 기능을 함
- 위험한 고장일 경우 직접 릴레이를 off 시켜 추가 고장이나 위험상황을 방지하기도 하며, 이 DTC 코드는 진단 장비를 통해 직접 확인할 수 있으며, 실제 정비소에서도 많이 사용하여 자동차 고장 원인 확인 및 수리에 유용하게 사용되는 기능임

○ PRA(Power Relay Assembly) 제어

- 배터리에 인가되는 전력을 모터로 공급 및 차단하는 기능으로 고전압 배터리가 고장 날 경우를 대비하여 전원 공급 차단을 위해 릴레이를 OFF하여 고전압 배터리를 보호하고, 큰 사고로 이어지지 않도록 방지해주는 역할을 함

2) 기술 필요성

- 세계적으로 탄소 배출량 감축을 위해 다양한 정책을 수립중에 있으며, 국내 정부에서는 친환경차 보급 정책을 수립하여 전기자동차를 비롯한 친환경자동차의 보급 확대를 위해 노력하고 있음
- 국내외적인 정책으로 전기자동차의 보급 활성화가 이루어지고 있는 가운데, 전기자동차의 배터리 팩(이차전지 및 power pack)의 신뢰성 문제로 인하여 화재가 빈번히 발생하고 있음에 따라, 국민의 안전성 제고 필요
- 배터리 제조단계에서 배터리 팩 단품에 대한 안전성 평가는 진행되고 있으나, 전기자동차에 장착된 이후 전기자동차의 전반적인 시스템에 대한 안전성 평가를 이루어지지 않고 있어 전기자동차 제작 단계에서 안전성을 확보할 수 있는 평가 기술 개발이 필요함
- 전기자동차의 화재는 전기화재로 분류된 C급 화재는 전류가 흐르고 있는 전기기, 배선과 관련된 화재를 말하며, 통전 중인 상태에서 전기자동차에서 발생하는 화재임
- 주로 전기자동차 화재는 충전 중 또는 충전이 완료된 직후에 화재의 발생률이 높은 것으로 통계가 분석되고 있으며, 국내 주거 특성상 아파트 지하 주차장에 전기자동차 충전기 설치 사례가 높아지고 있음에 따라, 이를 대비하기 위한 전기자동차 소화 방지 대책 기술 개발이 필요함
- 전기자동차의 화재는 대다수 차량이 등록된 이후 운행되는 과정에서 발생하기 때문에 정기적으로 전기자동차에 안전성을 확인할 수 있는 기술 개발이 필요함
- 등록된 이후 운행 중인 자동차는 국토부에서 정기적으로 안전성을 확보할 수 있도록 정기검사제도를 운영하고 있으나, 이 정기검사 시에는 전기자동차의 특성을 고려한 검사방법, 기술 및 장비 등이 미흡한 실정임
- 따라서, 등록된 이후의 전기자동차의 구조적 특성 등을 고려하여 안전성을 정기적으로 관리하기 위한 기술연구 개발이 필요함
- 전기자동차의 보급률이 급격히 증가가 되면서 전기자동차 제작 산업 및 관련된 산업군들의 발전은 지속적으로 이루어지고 있으나, 정비와 관련된 자동차관리사업자들에 대한 제도적 개선 등에 대한 연구개발이 미흡한 실정임
- 현재 전기자동차 제작사에서만 전기자동차의 정비 및 관리를 진행하고 있어 전기자동차 등록 증가율에 비해 전기자동차 정비 및 관리 시설군이 부족함
- 자동차관리사업자에 대해 전기자동차도 관리할 수 있도록 제도 개선이 필요하며, 자동차관리사업에 종사하는 종사자들에 대한 신설 교육체계 및 교육과정 개발과 기존 내연기관 자동차정비에 제한된 체계를 확장할 필요가 있음

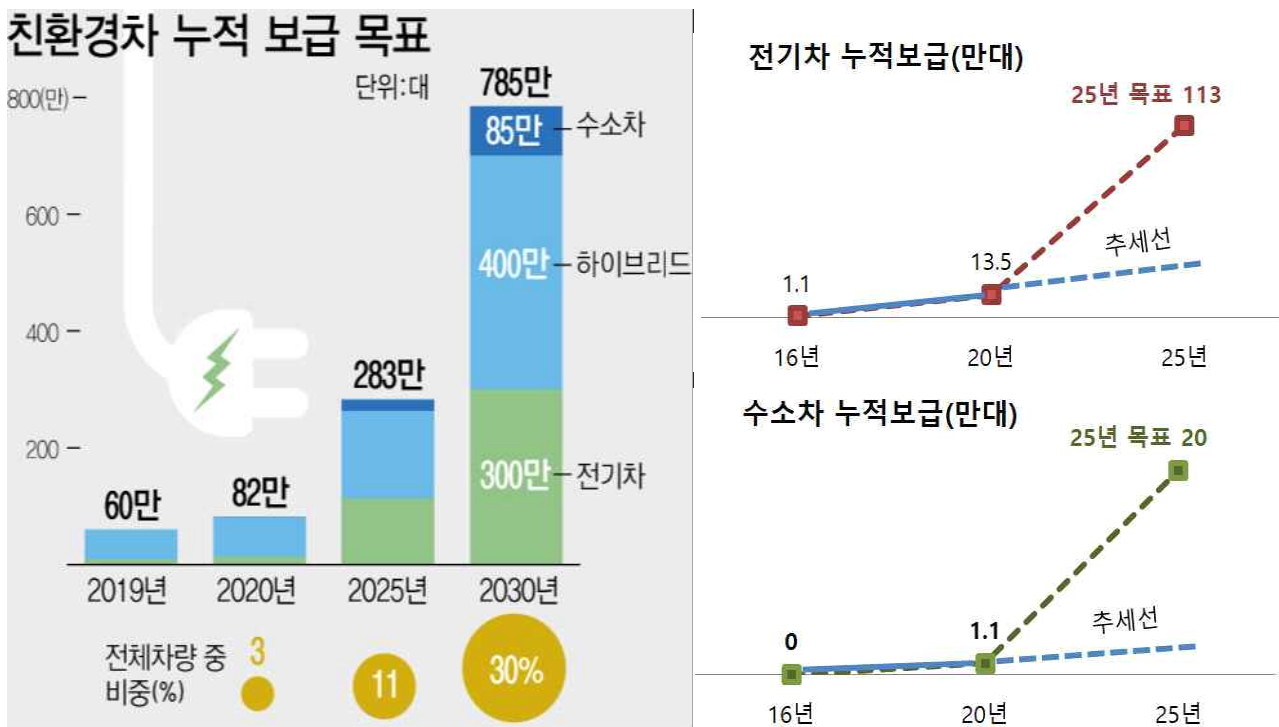
나. 국내외 동향 및 환경분석

1) 국내 정책동향

가) 정책 수립 필요성

○ 전기·수소자동차 보급 확대 활성화¹⁾

- 정부에서는 수송분야에서 온실가스 저감효과와 자동차 산업시장의 우선순위를 선점하기 위하여 법적인 근거 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률 제3조」에 따라 2021년 2월 제4차 친환경 자동차 기본계획을 수립함
- 기본계획의 목표는 2025년까지 친환경차 중심사회 및 산업생태계를 구축하고 친환경차 누적 보급대수 283만대, 온실가스 배출 수준을 8% 감축하는 것을 목표로 설정하였으며, 추진전략으로는 친환경차 확산을 가속화하는 사회시스템 구축, 기술혁신을 통해 탄소중립시대 개척, 탄소중립 산업생태계로 전환 가속화를 계획하고 있음



[그림 9] 제4차 친환경자동차 기본계획 친환경차 보급 목표

- 산업 및 환경방면에서는 전기자동차를 보급하기 위한 제반시설 및 정책적으로 많이 지원하고 있으나, 전기자동차의 운행 안전성 확보를 위한 평가기술 및 관련 장비에 대한 대책 방안이 현재 미흡한 실정임
- 급격한 산업체계 변화로 인하여 기존에 화석연료를 사용하는 내연기관의 자동차를 정비 및 검사하는 정책과 정비·검사 인력 인프라가 구축되어 있으나, 친환경 자동차인 전기자동차를 관리할 수 있는 정책과 인력 인프라가 부족한 실정임

1) 환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률 제3조(제4차 친환경 자동차 기본계획)

- 전기자동차는 국제기준이 제정되어 운행 안전성을 확보하기 위하여 제작단계와 운행 검사단계에서 최소한 안전기준이 제정되어 있으나, 화재와 관련한 상세한 안전기준이 부재함에 따라, 우선적으로 선점하여 친환경자동차의 선도 국가로 도약 이행을 위한 국제 기술 및 정책 선점이 필요함

○ 전기자동차용 이차전지 및 power pack의 신뢰성 문제 발생

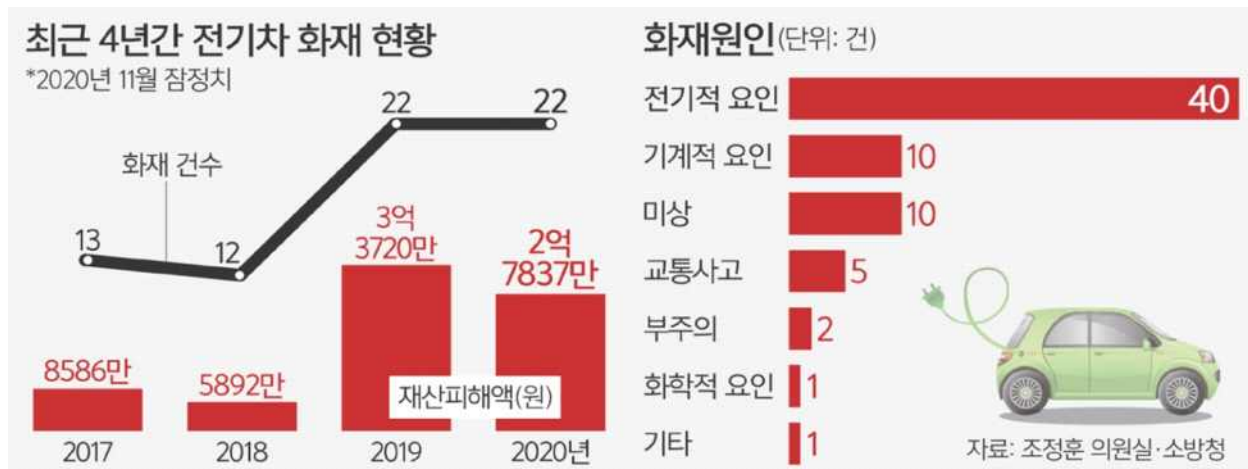
- 2020년 9월 소방청 발표에 의하면 한해 전기자동차의 전체 차량 대수 대비 화재 사고율이 0.02%로 전체 차량 화재사고율(0.02%)과 비슷한 추이를 보이고 있음
- 2017년 13건, 2018년 12건, 2019년 22건, 지난해 1월~11월까지 22건을 기록하여 갈수록 증가하고 있고, 발화 요인은 전기적 요인(58.0%), 기계적 요인(14.5%), 원인을 알 수 없는 경우(14.5%), 교통사고(7.0%), 부주의(3.0%)로써 배터리 및 관련 부품에 의한 것으로 추정되는 전기적 요인이 가장 높은 비율을 차지
- 특히, 현대차 ‘코나 일렉트릭’ 화재는 충전 중 또는 완충 후 발생한 화재가 50%로 집계되었으며, 2019년 이후 코나 EV에 화재가 집중되면서 추정 재산 피해액은 약 8억원

현대차 ‘코나 일렉트릭’
화재 발생 일지



날짜	장소	상황
2018년 5월 19일	현대차 울산1공장	주차 중
8월 6일	현대차 울산1공장	주차 중
2019년 7월 26일	캐나다	미충전
7월 28일	강원 강릉	충전 중
8월 9일	경기 부천	미충전
8월 13일	세종	완충 후
9월 17일	오스트리아	주행 중
2020년 5월 29일	대구	완충 후
8월 7일	대구	충전 중
8월 24일	전북 정읍	완충 후
9월 26일	제주	완속 충전 중
10월 4일	대구	완충 후

[그림 10] 현대차 코나 EV 화재발생 일지



[그림 11] 전기자동차 화재 현황 및 화재원인 분석 결과(최근 4년)

<표 8> 현대차 코나 EV 화재 발생 상세 이력

No	일시	장소	발화 위치	충전정보	BMS 업데이트	충전기	충전상태	특이사항
1	2018.5.19	현대차 울산 1공장	뒤	미충전	-	-	확인불가	언플러그
2	2018.8.06	현대차 울산 1공장	뒤	미충전	-	-	확인불가	언플러그
3	2019.7.28	강원도 강릉	뒤	완속 충전중	미실시	중앙제어 완속충전기	확인불가	플러그인
4	2019.8.10	경기도 부천	뒤	미충전 (완충 후)	미실시	완속충전기	100%	언플러그 (100% 완충 후 주차)
5	2019.8.13	세종	뒤	완속 충전중	미실시	중앙제어 완속충전기	100%	플러그인
2020. 03 BMS 업데이트 적용(현대차)								
6	2020.5.29	대구	뒤	급속충전 후	업데이트 실시	한국전력운영 급속충전기	100%	언플러그
7	2020.8.07	대구	앞	완속충전 후	업데이트 실시	아파트 완속충전기	100%	언플러그
8	2020.8.24	전북 정읍	뒤	미충전 (완충 후)	업데이트 실시	대영채비 완속충전기	100%	언플러그 (100% 완충 후 주차)
9	2020.9.26	제주	뒤	완속충전 중	확인불가	대영채비 완속충전기	확인불가	플러그인
10	2020.9.26	대구	뒤	완속충전 중	업데이트 실시	아파트 완속충전기	확인불가	플러그인

- 고전압 배터리에는 고인화성 물질이 포함되어 충격·결함으로 인한 열폭주 현상과 완전 연소 시까지 화학반응이 지속되는 특성이 있으며, 전기자동차는 충돌사고 시 화재 및 감전 위험으로 접근·구조가 어렵고, 화재 진압의 어려움으로 2차 화재 가능성도 존재

(3) 전기자동차의 고전압 배터리 결함에 대한 불안감 상승

- 2021년 2월 국토교통부는 현대자동차에서 제작 판매한 코나 EV 등 3개 차종에서 배터리 제작결함이 발견돼 자발적 시정조치(리콜)를 요청함
- 에너지저장장치(Energy Storage System; ESS) 사고조사위원회의 1차 결과 발표와 마찬가지로 LG에너지솔루션의 중국 남경 공장에서 초기 생산(2017년 9월 ~ 2019년 7월)된 배터리 중 제조불량(음극탭 접힘)으로 인한 내부단락 가능성을 확인함

<표 9> 자동차 제작결함 시정조치(리콜) 현황(대)

구분	2017년	2018년	2019년	2020년	비율
전체 자동차	1,975,672	2,642,997	2,009,110	2,211,725	9.1%
전기·수소차	3,456	12,264	13,024	90,746	62.2%
배터리 관련	-	-	-	35,040	-

- 전기자동차 배터리 관련 리콜의 높은 비율(약 40%)과 국내전기자동차 화재(배터리) 관련 사고의 지속 보도 등으로 불안감 증대
- 고전압 배터리는 내부 팩·셀 등의 제조 불량 및 제작결함이 충·방전 등 과정에서 화재 원인으로 발전할 가능성 존재하며, 화재 시 발화 부위의 심한 훼손으로 발화 위치 및 원인 추정이 어려워 결함조사 장기화로 화재 원인의 조기 차단이 어려움

○ 전기자동차 안전도 평가에 대한 신뢰성 미흡²⁾

- 전기자동차 배터리 화재 등 전기자동차 관련 안전사고가 끊이지 않는 가운데, 국토부에서 시행한 전기자동차 안전도평가(KNCAP) 결과에 신뢰성 논란 발생
- ‘2021년 자동차안전도평가 전기자동차 2종 시험’ 결과, 평가 대상 11개 차종 중 1차로 전기자동차 2종에 대해 평가한 결과 현대 아이오닉5는 1등급, 테슬라 모델3는 2등급을 획득
- 그러나, 국산차와 수입차 단 2대만 실험한 후 1, 2등급을 매긴 결과이며, 충돌 안전성, 보행자안전성, 사고예방안전성 부분만 평가했을 뿐, 배터리 방전, 과열, 감전, 화재 등 안전사고에 대한 항목은 평가가 이루어지지 않았음

○ 배터리관리시스템(BMS) 인증 시험 평가 방안 필요

- 현재 국제 규격에서는 BMS단품에 대한 시험 평가 방법이 제시되어 있지 않은 상황이며, BMS에 대한 기능 검증은 시스템 레벨에서 과충전, 과방전, 과열 제어 시험 정도로 한정되어 있는 상황임
- BMS의 제어 오류, 신뢰성 등에 대한 최소한의 안전성을 검증하기 위한 항목 도출 및 시험평가 방안, 필요한 기능 등에 대한 제시가 필요한 상황임

2) <https://www.ewestoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=1505770>

- 전기자동차 제조사가 자체적으로 설립한 정비업체만이 전문 교육을 받았으며, 민간 검사업체의 경우 전기자동차의 안전 진단 장비 및 인력 수급이 어려워 국내 전기자동차 안전성의 위협이 발생할 것으로 예상

주행거리	일일 점검	매10,000 km	매15,000 km	매20,000 km	매30,000 km	매40,000 km	매60,000 km	매80,000 km	매100,000 km	매105,000 km	매120,000 km	매140,000 km	매160,000 km
점검항목													
로워암 볼 조인트 점검					○								
도어 체커, 각 잠금장치, 각 힌지부 점검주유		○											
앞 바퀴 정렬상태		상태에 따라 수시 점검 및 수정											
공조 장치용 에어필터		매 15,000km 마다 교체											
에어컨 냉매 점검		매 12개월 마다 점검											
에어컨 작동 상태 점검		매 12개월 마다 점검											

■ 가혹 조건

●: 교환, ○: 점검, 조정, 보충, 청소 또는 필요시 교환

점검항목	점검방법	점검주기	운행 조건
브레이크 패드 및 디스크	○	상태에 따라 수시 점검	2, 3, 4, 5, 6
로워암 볼 조인트 점검	○	상태에 따라 수시 점검	2, 3
드라이브 샤프트와 부트	○	상태에 따라 수시 점검	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
감속기 오일	●	매 120,000km	3, 4, 5, 6, 8

[그림 13] 제작사에서 제공하는 현행 전기자동차 점검 항목

○ 전기자동차 정비 관련분야 시설·제도·인력 미비 문제

- 기업, 자본시장, 정부 모두 전기자동차 시장이 가파르게 성장할 것으로 예측하고 있으며, 실제로 전기자동차 산업은 점점 확대되고 있으나, 사후관리 측면인 정비 분야에서 전기자동차를 정비할 수 있는 시설과 인력이 부족하여 제도와 정책적 뒷받침이 필요³⁾
- 전기자동차의 정비 교육 시스템은 완벽히 갖추어지지 않은 상태임. 현대자동차 등 완성차 제조업체가 전기자동차 정비·진단 기술을 독점하고 자사 서비스센터의 소수 직원들에게만 교육을 제공하고 있음



* 미래형자동차 최초 조사결과('15년) 기반 '18년 전망 시 12만명을 예상하였으나, 재조사 결과 '18년 5.1만명 증가, '28년 전망 시 8.9만명 필요

[그림 14] 미래형 자동차 정비 인력 증가 예측

3) '20.03 산업통상자원부 한국산업기술진흥원 '미래형자동차 산업 인력 구조 변화'

전기자동차 수요 및 생산량 증대

모델명	사실
테슬라	머세데스 S
7세대	CV(코르벳카본)
증가된 1세대	JW(조지프카본)
메르세데스-벤츠	EQ4-EQS
BMW	IX-103
아우디	e트론 스포츠백 55
테슬라	모데Y

2021년 출시 예정 주요 전·하이브리드차

Tesla 연간 50만대 생산이 가능한 중국 공장 운영 개시

기아차 내 전기와 하이브리드 차량 10만 대 이상 판매 목표

SAIC/BAIC 중국 전기와 하이브리드 차량 23만 대의 수요

BMW 유럽 시장 전기차량 - 2021년까지 25만 대 이상, 2022년까지 40만 대 이상, 2023년까지 50만 대 이상

Renault-Nissan-Mitsubishi 2022년까지 유럽과 미국에 42만 대의 전기차량 (Pulsant) 출시

BMW 2023 전기차량 25만 대 출시

Volvo 2025년까지 전기차량 50만 대 이상

Ford 전 세계 목표량으로 전기차량 400만 대, 전기차량 개발에 150억 달러 투자 (2022년 투자)

VW그룹 전 세계 판매량 중 25%는 전기차, 2025년까지 BEV만 판매할 계획 (미국 제외) (미국 제외) (미국 제외)

Toyota 2025년까지 전 세계 판매량 중 55%는 전기차, 2025년까지 150만 대 이상

BMW 2030 전기차량 50% 이상, 2030년까지 33% 이상

Mazda 2030년까지 33% 이상, 2030년까지 33% 이상

GM 2025년까지 전 세계 판매량 중 25%는 전기차, 2025년까지 25% 이상

Honda 전기차량 판매량 23% 이상

VW그룹 2025년까지 전 세계 판매량 중 25%는 전기차, 2025년까지 25% 이상

Daimler 전기차량 판매량 50% 이상

GM 2025년까지 전 세계 판매량 중 25%는 전기차, 2025년까지 25% 이상

전기자동차 정비 교육 현황
- 완성차 제조업체가 전기차 정비·진단 기술을 독점하고 자사 서비스센터의 소수 직원에게만 교육을 제공 - 일반 공업사 및 카센터에 근무하는 정비사들은 교육의 기회가 없고 스스로 정비법을 습득하고 있는 실정 → 전기차 수리의 경우 고전압으로 인하여 전문지식 없이 작업시 사고 위험성 높음
전기자동차 정비 인프라 현황
정비 인력 부족으로 인하여 전기차 사용자의 경우 차량에 사소한 문제가 발생하여도 제조업체의 서비스 센터를 방문해야 함 - 전기차가 많은 제주도의 경우 수리 필요시 6개월 이상이 소요되는 경우도 발생 ➤ 전기차를 수리할 수 있는 전문인력의 양산이 시급함



나) 전기자동차 안전성 평가 정책

○ 전기자동차 안전성 평가 기준 확대

- (충돌안전 평가) ‘21년 신차안전도평가(KNCAP) 대상차량에 전기자동차를 포함(4종)하여 실차 충돌안전성 등을 평가하였으며, 안전기준보다 가혹한 조건으로 충돌, 보행자, 사고예방안전성을 평가하여 안전성 향상 유도 (충돌 시 승객보호(상해), 연료장치 안전성 및 충돌 후 문열림(승객탈출) 여부 등 확인)
- (배터리 안전기준 추가) 고전압배터리 안전성 평가를 위한 기존 7개 시험항목(낙하 안전시험, 액중투입안전시험, 열노출안전시험, 연소안전시험, 과충전과방전안전 시험, 단락안전시험, 고전원전기장치 안전성시험)에 5개 항목(진동시험, 열충격시험, 과전류시험, 충격시험, 압착시험)을 추가하여 12개 항목으로 확대하여, 제작단계에서 안전성을 강화

○ 전기이륜차 안전기준 신설⁴⁾

- 무분별한 중국산 이륜차 자정 필요성에 따라, 수요가 급증하고 있는 전기이륜차에 대한 11개 안전성 항목을 포함하는 안전기준을 신설
- 안전성 평가 항목으로는 진동시험, 열충격시험, 연소시험, 단락시험, 침수시험, 충격시험 등을 포함하며, 유럽의 전기이륜차 안전기준(UN R136)과 비교하여 과전류시험, 침수시험 2개 항목이 더 많음

다) 전기자동차 안전성 관리 정책

○ BMS 진단기능 강화

- 운행단계에서 BMS(배터리관리시스템)가 배터리 이상변화를 자체 진단하여 충전 제한 등 안전조치를 수행토록 개선('21. 전기차 BMS 안전성능 가이드라인 마련)
- BMS에 배터리의 전압강하, 전압표준편차 등 이상변화를 모니터링하여 일정수준 초과 시 충전제한, 제작사 콜센터 자동 통지 등 기능 탑재하도록 정책 마련

○ 친환경차 정비 서비스 확충

- (시설·장비 확충) 전기자동차 화재 재현실험 등은 자동차안전연구원의 지역센터를 활용하고, 추가 필요 시설·장비는 단계적 확충 추진('21~)
- (결합조사인력 확충) 전기·수소차 전문인력(전기·전자, 배터리·소재)을 중심으로 미국 수준(결합조사 건당 6.37명)의 결합조사인력(現 38명) 확충 추진

○ 친환경차 검사기준 강화 및 검사장비·인프라 확충

- 현재 배선, 충전구 등에 대한 점검이 육안검사 위주로 이루어지고 있으나, 배터리, 전동기 등 절연상태·작동상태에 대한 점검이 이루어질 수 있도록 검사기준을 확대할 예정
- 고전원장치의 절연 안전성, 작동상태 등 검사 기준을 강화('21.6)하고, 범용진단기도 보급(~'23, 약 1.9천 개소, 교통안전공단) 예정
- 현재, 감전의 위험성이 높은 전기충전구에 대해서만 절연저항 검사를 실시하고 있으나, 22년 하반기부터는 범용진단기를 이용하여 고전원배터리 등 주요 전기 장치에 대한 절연상태 및 작동상태를 점검할 예정
- 범용진단기는 20년 133개소에서 시범운영 중에 있으며, 23년에는 모든 검사소에 보급될 수 있도록 인프라를 확충할 계획

○ 친환경차 전문인력 양성⁵⁾

- (전문인력) 전문인력 양성을 위해 친환경차 중심으로 자동차학과 교육과정 전환을 유도하고, 중소기업 근로자를 대상으로 미래차 부품 기술·제조 교육프로그램에 참여할 수 있는 기회 제공 예정
- (정비인력) 현재 자동차관리법령에는 정비책임자 선임 시의 자격기준만을 규정하고 있어, 정비책임자로 선임된 이후에는 스스로 정비기술을 습득해야 함에 따라 신기술 습득 및 정비역량 강화에 한계
- 정비업체의 정비책임자에 대하여 신규교육 및 3년 주기의 정기교육을 이수할 것을

5) <https://www.hellot.net/mobile/article.html?no=55160>

의무화 하였으며(자동차관리법 시행규칙), 일정한 시설 및 장비를 갖춘 전문교육 기관을 지정하여 교육 프로그램을 운영할 예정

2) 국외 정책동향

가) 독일

○ 독일 산업 표준(DIN)을 바탕으로 정비사의 전기자동차 정비교육 의무화⁶⁾

- 전기자동차에서 사용하는 배터리는 대부분 핸드폰에 사용하는 것과 같은 리튬이온 배터리로, 효율이 좋고 방전이 안된다는 장점이 있지만 과열되기 쉽고 열에 민감하여 화재에 아주 취약한 결정적인 단점을 가지고 있음
- 따라서 리튬이온 배터리를 사용하는 전기자동차의 배터리 시스템은 반드시 화재에 대비할 수 있는 다중적인(redundant) 안전장치가 절대적으로 필요하며, 독일에서는 전기자동차의 고전압 안전 정비기술교육을 국가적 차원에서 의무화 하고 있음
- 유럽연합과 독일정부가 정한 고압전기자동차 정비기준법(EUP : Elektrotechnisch Unterwiesene Person(Electrically trained person),독일 규정(DIN VDE 0105-100)과 EU (DGUV200-005))은 고압(High Volt)자동차 기술자에 대한 정의 및 규정을 포함하고 있음
- 또한, 독일은 전기 자동차 수리 자격이 법으로 정해져 있으며 독일 산업 표준인 DIN으로 정리되어 있음

<표 10> 독일 산업 표준(DIN)

정의	Deutsches Institut für Normung(독일규격협회)
대상분야	전기.전자.의료등전산업분야
적용국가	독일
인증마크	 

- 위 규정에 따라 독일과 유럽연합에서는 자동차 정비교육지침으로 고압전기시스템(HV: Hoch Volt) 혹은 E-Mobility 교육을 도입하여 실행하고 있음
- 이 규정은 발표와 동시 모든 자동차 정비교육을 받는 교육생이 의무적으로 받는 프로그램으로, 기존 현직 정비사들과 자동차 명장인 마이스터들도 전기 및 하이브리드자동차의 정비를 위해서는 반드시 이수해야 하도록 규정하고 있음

6) <https://www.dekra-akademie.de/weiterbildung-elektrofachkraft/>

- 전기자동차에 대한 특별한 검사제도가 별도로 마련되어 있지 않으며, 다른 내연기관의 자동차와 동일하게 정기적 검사를 진행함에 따라 육안 검사를 통해 배선 등의 결함 여부를 전기자동차 소유자에게 권고하는 상태임

나) 미국

○ 미국 도로교통안전국 배터리 세이프 이니셔티브 설립⁷⁾

- 미국 도로교통안전국(NHTSA)이 전기자동차 배터리의 안전 연구와 사고 조사를 추진하는 이니셔티브를 설립하여 제너럴모터스(GM)와 현대자동차 등 글로벌 완성차 업체들의 전기자동차 화재로 인한 우려를 불식
- 이니셔티브는 전기자동차 배터리의 안전 관련 데이터를 수집·분석하고 사고 조사를 수행
 - 배터리 진단과 이상 신호 조기 감지
 - 배터리관리시스템(BMS)의 사이버 보안
 - 무선·초고속 충전의 안전성을 비롯해 고전압 배터리의 충전 실패와 영향 분석
- 전기자동차 안전성을 다룬 세계기술기준(GTR) No.20의 1단계를 미국 연방 자동차안전기준(FMVSS)으로 개발하고, GTR No.20의 2단계 제정에도 참여

○ 비영리기구 ASE 전기자동차 정비 자격 L3 레벨 운영⁸⁾⁹⁾

- National Institute for Automotive Service Excellence(ASE)는 한국산업인력공단과 달리 정부와 독립된 민간 비영리 기구로, 미국의 자동차정비 종사자들은 ASE로부터 자격을 취득하는 경우가 많음
- ASE가 발급하는 자격의 종류 중 전기자동차와 관련된 것은 A6(Electrical Systems Certification)와 L3(Light Duty Hybrid/Electric Vehicle Specialist Certification)가 있음
- A6는 내연기관자동차 내부의 전자장비에 관련한 것으로, 전기자동차에 특화된 자격이라고 보기는 어려움
- L3는 Battery System, Internal Combustion Engine, Drive System, Power Electronics, Hybrid Supporting Systems 등을 시험과목으로 두고 있어 전기자동차에 특화된 자격임

7) <https://www.theguru.co.kr/news/article.html?no=17749>

8) TEST INFORMATION FOR THE LIGHT DUTY HYBRID/ELECTRIC VEHICLE SPECIALIST TEST (L3)

9) 전기자동차 관련 전문자격제도의 개선방향과 과제 (<http://dx.doi.org/10.22680/kasa2021.13.3.026>)

- 하지만, 위와 같은 자격 제도와 별개로, 미국 노동통계국(Bureau of Labor Statistics) 발간 자료의 설명을 참조하면, 대부분의 경우 전기자동차 정비에 관한 교육훈련은 전기자동차를 제작하는 제작사들에 의하여 이루어지는 상황
- 전기자동차의 안전도 검사를 위한 별도 검사항목을 제시하고 있지는 않으나, 사업용 자동차에 적용된 고전원전기장치의 구별법과 차량별 유형, 고전압 노출로 인한 위험 발생 상태 구분법, 고전압 위험성, 저/고전압 시스템에 대한 항목별 숙지사항 등은 별도의 교육자료와 프로그램으로 운영되고 있음

다) 일본

○ 전기자동차 정비사 안전을 위해 법칙 제 36조 개정¹⁰⁾

- 일본은 노동안전위생법(1972년 법률 제57호) 제 59조 제3호에서 “사업자는 위험 또는 유해한 업무이며 후생노동성령으로 정하는 것에 노동자를 종사시킬 때에는 특별교육을 해야 하는 것으로 명문화되어 있음
- 노동안전위생규칙 제36조 제4호에 특별교육이 필요한 업무로 고압 및 저압 전기 취급 업무를 정하고 있음
- 최근 보급이 진행되고 있는 전기자동차나 하이브리드자동차 등은 대지전압이 50 볼트를 넘는 대형의 축전지를 내장하고 있고 그 정비업무는 저압전기 취급업무에 있어서 사업자는 전기자동차 등의 정비를 하는 노동자에 대해서 해당 노동자의 전기에 의한 위험을 방지하기 위해서 법칙 제36조 제4호에 인한 특별교육을 실시하는 것이 의무화되어 있음
- 특별교육의 목표 : 전기 자동차 등의 특유의 구조나 정비 작업에 수반하는 위험 · 유해성에 대해서, 정비 업무에 종사하는 노동자의 이해를 촉진 그리고 감전에 의한 노동재해를 방지하기 위해 필요한 지식을 습득할 수 있도록 함
- (법칙 제36조의 개정) 특별교육의 대상이 된 전기취급업무의 범위를 다시 검토하고 전기자동차 등의 정비업무를 독립시킴

10) <https://www.technofer.biz/w1803/index.php/2019/08/08/post-2400/>

<표 11> 일본의 전기자동차 정비 관련 법칙 개정

법칙 제36조 개정 전	법칙 제36조 개정 후
- 고압*1 또는 특별고압*2의 충전전기회로와 그 지지물의 부설, 점검, 수리, 조작의 업무 - 저압*3의 충전전기회로*4의 부설·수리의 업무 (전기자동차 등의 정비업무를 포함한다) - 배전반실 변압실 등 구획된 장소에 설치되는 저전압의 전기회로 중에 충전부분이 노출되고 있는 개폐기의 조작업무	- 고압*1 또는 특별고압*2의 충전전기회로와 그 지지물의 부설, 점검, 수리, 조작의 업무 - 저압*3의 충전전기회로*4의 부설·수리의 업무 (전기자동차등의 정비업무를 제외한다) → 전기자동차 등의 정비업무 독립 - 배전반실 변압실 등 구획된 장소에 설치되는 저전압의 전기회로중에 충전부분이 노출되고 있는 개폐기의 조작업무

⇒

고압*1 : 직류에서는 750V를, 교류에서는 600V를 넘고, 7000V이하인 전압을 말한다.
 특별고압*2 : 7000V를 넘는 전압을 말한다.
 저압*3 : 직류에서는 750V 이하, 교류에서는 600V 이하인 전압을 말한다.
 충전전기회로*4 : 대지전압이 50V 이하인 것 등을 제외한다.

라) 중국

○ 중국 국무원 “신에너지 자동차 산업 발전 계획” 발표¹¹⁾

国务院办公厅关于印发新能源汽车产业发展规划（2021—2035年）的通知

发布日期：2020-11-02 11:55 来源：中国政府网

国办发〔2020〕39号

各省、自治区、直辖市人民政府，国务院各部委、各直属机构：

《新能源汽车产业发展规划（2021—2035年）》已经国务院同意，现印发给你们，请认真贯彻落实。

国务院办公厅
2020年10月20日

（此件公开发布）

新能源汽车产业发展规划（2021—2035年）

发展新能源汽车是我国从汽车大国迈向汽车强国的必由之路，是应对气候变化、推动绿色发展的战略举措。2012年国务院发布《节能与新能源汽车产业发展规划（2012—2020年）》以来，我国坚持纯电动战略取向，新能源汽车产业发展取得了巨大成就，成为世界汽车产业发展转型的重要力量之一。与此同时，我国新能源汽车发展也面临核心技术创新能力不强、质量保障体系有待完善、基础设施建设仍显滞后、产业生态尚不健全、市场竞争日益加剧等问题，为推动新能源汽车产业高质量发展，加快建设汽车强国，制定本规划。

[그림 16] 신에너지 자동차 산업 발전 계획

출처: China Energy Network

- 중국 국무원은 2012년 “에너지 절약 및 신에너지 자동차 산업 발전 계획 (2012-2020)”을 발표한 이후 순수 전기 자동차 산업의 발전을 이룩하였음
- 발전 과정에서 충전 인프라 부족, 짧은 배터리 수명, 가격 등 여러 문제점을 확인하였으며, 이러한 신에너지 자동차의 문제점을 해결하기 위한 “신에너지 자동차 산업 발전 계획(2021-2035)”을 발표하였음

11) <https://www.china5e.com/news/news-1105135-1.html>

- “에너지 자동차 산업 발전 계획(2021-2035)”에는 3가지 문제에 대한 해결책을 제시
 - 신에너지 전기자동차 우대 정책으로 저렴한 충전 요금 달성
 - 배터리 충전 및 교환 모드의 개발을 촉진하여 충전 편의성 달성
 - 안전한 차량 이용을 위한 건전한 관리체계 구축
 - 특히, “안전한 차량 이용을 위한 건전한 관리체계 구축”을 위해 4가지 구체적인 방안을 제시
 - 전원 배터리 운송 및 보관, 수리 및 유지 관리, 안전 검사, 해체 및 퇴출, 재활용 및 활용 관리시스템을 구축 및 개선하고 전체 수명 주기에 대한 감독을 강화
 - 제품 안전에 대한 기업의 주요 책임을 강화하고 확장된 생산자 책임 시스템을 구현하며 전체 차량, 전원 배터리, 전자 제어 및 기타 핵심 시스템의 품질 및 안전 관리, 안전 상태 모니터링 및 유지 관리 테스트를 강화
 - 신에너지 자동차 부품, 수리·정비시험, 충전·교체 등의 안전기준 및 규정을 개선하고, 신에너지 자동차의 안전생산 및 안전회수 관리에 대한 감독·관리를 강화
 - 기업 운영 및 사용자의 위험을 줄이기 위해 충전 시설에 대한 보험 시스템을 개선
- 국가시장감독총국 “수리, 교체, 반품 3개 보장” 정책 시행 공식 발표¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾



[그림 17] 신에너지 자동차 3개 보장 정책

출처: 베이징 경제 기술 개발구

12) http://kfqgw.beijing.gov.cn/cxyz/kjcgzhczq/kjzc/202108/t20210809_2459097.html

13) <https://www.pcauto.com.cn/news/2597/25971551.html>

14) <https://finance.sina.com.cn/tech/2021-07-27/doc-ikqcfnc9292387.shtml>

- 2022년 1월 1일에 시행되는 “가정용 자동차 제품의 수리, 교체 및 반환에 대한 책임에 관한 규정”이 시행될 예정이며, 중국에서 생산 및 판매되는 자동차 제품에 제조업체는 법률에 따라 “수리 + 교체 + 반품” 3가지를 보증해야 함
- 신에너지 자동차에 대한 보증조항이 추가되었음
 - (2022년 새로운 정책 항목 추가) 제2장 제9조(7) : 보증 기간 동안 가정용 순수 전기 및 플러그인 하이브리드 전기 자동차 제품의 전원 배터리 용량 감쇠 한계를 명확히 표시해야 함
 - (2022년 새로운 정책 항목 추가) 제3장 제20조 : 보증 기간 동안 엔진, 변속기, 전원 배터리 및 구동모터에 품질 문제가 생기면, 무료로 교체해주어야 함
- 2022년 시행될 예정인 신정책에 따라 신에너지 자동차의 주요 부품이 보장 범위에 포함되게 되었음

○ 중국 표준화 관리국 새로운 안전 요구사항 “GB 18384-2020” 발표¹⁵⁾

- 중화인민공화국 표준화 관리국(SAC)는 전기 자동차 안전 요구사항에 대한 새로운 표준 GB 18384-2020을 발표하고 2021년 1월 1일부터 적용을 시작하였음
- 기존 전기자동차 안전관련 표준은 다음과 같음
 - GB/T 18384.1-2020 “전기 추진 도로 차량_안전사양_파트1: 온보드 충전식 에너지 저장 시스템(REESS)”
 - GB/T 18384.2-2015 “전기 추진 도로 차량_안전사양_파트2: 차량 작동 안전 수단 및 고장 방지”
 - GB/T 18384.3-2015 “전기 추진 도로 차량_안전사양_파트3: 감전으로부터 사람 보호”
- GB 18384-2020은 최신 국제 기술 표준에 따라 업데이트 되었으며, 특히 UN GTR No.20을 참조하여 중국 국내 제품의 기술 수준, 테스트 경험과 결합하여 수정되었으며, 주요 변경사항은 다음과 같음
 - 고전압 경고 표시 수정
 - 상위 충전 장치에 대한 면제 요건이 추가
 - 절연 저항 모니터링은 선택 사항에서 필수 사항으로 변경
 - 용량성 결합 요구사항의 일부가 수정

15)

<https://www.china-certification.com/en/new-gb-standard-gb-18384-2020-about-electric-vehicles-safety-requirements/>

- 전체 차량과 구성요소 모두에 방수 요구사항이 추가
- REESS 열 이벤트 정보 요구 사항이 추가
- 절연 저장 측정 방법이 수정
- 절연 모니터링 기능에 검증 테스트가 추가
- Y 커패시터에 저장된 전기량 계산 공식이 추가

3) 국내 기술동향

가) 안전기술 개발 동향

○ BSA 기술을 통해 에너지 효율 및 안전성 확보¹⁶⁾

- 현대모비스는 배터리가 전기자동차에서 안전하게 작동할 수 있도록 BSA(Battery System Assembly) 기술을 개발
- BSA는 배터리셀뿐만 아니라 배터리관리장치(BMS, Battery Management System), 냉각팬과 전원차단장치 등이 하나의 모듈로 합쳐져 구성되어 있어, 에너지 공급/차단, 충전상태 진단, 배터리 수명 예측, 최적의 작동 온도를 만들어주는 등 배터리가 안전하고 효과적으로 구동하도록 보호할 수 있도록 하였음
- BSA에는 배터리를 물리적 충격에서 보호할 수 있는 충격안전 설계 및 외부의 열로부터 보호할 수 있도록 파우치 타입의 배터리가 사용되며, 효율적인 열관리를 위해 배터리 모듈의 냉각 채널을 개선하고 냉각 분리구조가 적용되어 있음
- 차량 충돌 시 발생할 수 있는 배터리 발화 및 폭발 여부를 확인하는 충돌시험, BSA 내부로 수분 유입을 확인하는 수밀시험, 소금물에 배터리를 침수해 부식 및 발화, 폭발 여부를 점검하는 침수시험, 화염에 직접적으로 노출시키는 연소시험 이렇게 4가지 유형의 고강도 테스트를 통해 고강도 테스트를 통해 BSA의 안전성을 테스트 하였음

나) 운행 전기자동차 평가 기법 기술 개발 동향

○ 전기자동차용 배터리 안전센서 개발¹⁷⁾¹⁸⁾

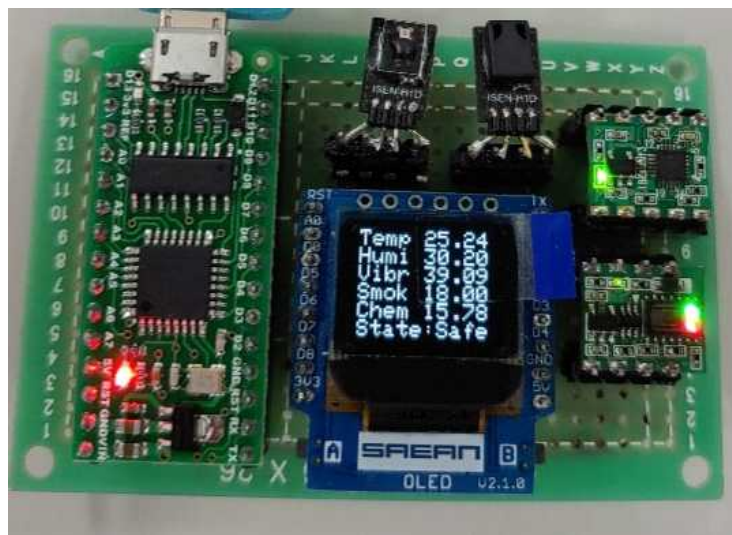
- 리튬이온 배터리팩에는 제어장치로서 배터리 관리시스템인 BMS와 에너지 공급을 제어하는 PCM이 내장되어 있으나 이를 안전하게 통제하고 모니터링할 수 있는 안전 센서장치는 없는 상황

16) <https://www.autodaily.co.kr/news/articleView.html?idxno=429126>

17) http://www.global-autonews.com/bbs/board.php?bo_table=bd_020&wr_id=535

18) <http://www.newsbrite.net/news/articleView.html?idxno=131589>

- ESS용의 경우 화재 등 문제가 발생하게 될 경우 미리 인지하고 조치할 수 있다면, ESS는 뿐만 아니라 전기자동차, 수소연료전지차 등 다양한 시설과 친환경 모빌리티에 활용할 수 있을 것으로 예상됨
- (주)세안에서는 이러한 문제를 근본적으로 해결할 수 있는 첨단 배터리 안전 센서장치가 개발되어 주목을 크게 받고 있음
- (주)세안의 미국 주재팀이 개발한 이 장치는 담배갑 크기로 배터리팩의 온도, 습도, 진동, 가스와 화학적 특성까지 인지할 수 있고 원격으로 전달하여 미리부터 안전 사고 방지는 물론 예방적 조치가 가능하여 리튬이온 배터리팩 제어에 필수적인 장치임
- 향후, 이 장치의 용도는 전기자동차는 물론이고 ESS, 수소 연료전지차의 수소탱크, 수소 충전소, 현재 많은 것이 사용되고 있는 각종 가스시설까지도 응용이 가능할 것으로 예상됨



[그림 18] 전기자동차 전문업체 (주)세안이 개발한
전기자동차 배터리파워팩 안전장치

○ 관성 및 차량전복을 고려한 배터리 안전성 평가 테스트 항목 추가¹⁹⁾

- 현재 전기자동차에 사용되고 있는 리튬이온배터리는 양극, 음극, 전해질, 분리막의 4개의 구성요소로 이뤄져 있는데 양극과 음극 사이에 분리막이 있어 두 극판이 직접적으로 접촉되는 것을 방지하고 있으나, 배터리가 외부로부터 충격을 받는 사고가 나면 분리막이 손상돼 양극과 음극이 직접 만나게 되고 강한 에너지가 발생하게 됨
- 따라서 배터리의 발화 방지를 위해서는, 배터리 제조사는 배터리 내부의 양극과 음극이 접촉되지 않도록 하는 것이 중요하고 대부분의 배터리 안전성 테스트는 음극과 양극의 접촉 방지에 집중하고 있음

19) <https://www.edaily.co.kr/news/read?mediaCodeNo=257&newsId=01256246629081064>

- 삼성SDI는 배터리 화재의 위험성에 대비하기 위해 생산하는 전기자동차용 배터리들에 대해 압축, 관통, 낙하, 진동, 과충전, 단락, 고열, 열충격 등의 10가지의 안전성 평가를 진행
- 전기자동차용 배터리의 경우 운행 환경에서 예기치 못한 사고를 대비하여, 자동차 사고 시 물리적 충격을 가정한 관성과 전복 테스트를 추가로 진행
- 이 테스트들은 자동차가 급정거하는 상황에서 차량에 탑재된 배터리들이 관성에 의해 내부 구성물이 한쪽으로 쏠리거나 자동차가 사고로 전복돼 배터리가 뒤집히거나 회전할 때의 안전성을 검증하기 위함
- 삼성SDI는 배터리 안전성 테스트들을 원활히 하기 위해 배터리 내구성 시험을 위한 ‘안전성 평가동’을 울산사업장에 갖추고 극한 조건 하에 전기자동차와 ESS 등 중대형 배터리의 성능을 테스트하고 있음
- 안전성 평가동은 1900㎡의 면적 내에 배터리 안전성 검사를 위한 여러 가지 실험실 및 검사 장비들이 갖추고, 특수 콘크리트를 사용해 벽 두께만 40cm로 TNT 50여개가 동시에 폭발해도 견딜 수 있도록 설계



[그림 19] 삼성SDI의 전기자동차용 배터리



[그림 20] 삼성SDI의 안전성 평가동

○ ‘전기자동차 배터리 진단 서비스’ 개발²⁰⁾

- SK온은 전기자동차 배터리 상태를 운전자가 직접 확인할 수 있는 기술을 개발해 ‘배터리 진단 서비스’를 개발하여, 2022년 시험사업을 시작할 예정
- 이에 앞서, SK온은 실제 주행하는 전기자동차에 적용해 배터리 데이터를 수집할 수 있는 ‘배터리 모니터링 솔루션’ 기술을 보유하고 있음
- ‘배터리 진단 서비스’는 ‘배터리 모니터링 솔루션’ 기술을 기반으로 전기자동차가 주행하고 충전하는 모든 사용 환경에서 배터리 변화를 측정하고, 수집한 데이터는 SK온이 자체 개발한 ‘BaaS AI(Battery as a Service Artificial Intelligence)’로 분석해, 사용자에게 배터리 수명 상태와 이상 현상, 수명을 늘릴 수 있는 주행 습관 등을 안내할 수 있음

20) <https://biz.newdaily.co.kr/site/data/html/2021/12/06/2021120600255.html>

4) 국외 기술동향

가) 독일 기술동향

○ 안전 기술 개발 동향²¹⁾²²⁾

- 전기자동차에 대한 특별한 검사제도가 별도로 마련되어 있지 않으며, 다른 내연기관의 자동차와 동일하게 정기적 검사를 진행함에 따라 육안 검사를 통해 배선 등의 결함 여부를 전기자동차 소유자에게 권고하는 상태임
- 독일의 자동차검사기술연구소(FSD)에서는 검사용 진단기 및 동력계 등을 활용하여 전기자동차에 대한 검사방법 및 기준을 개발 완료하였음

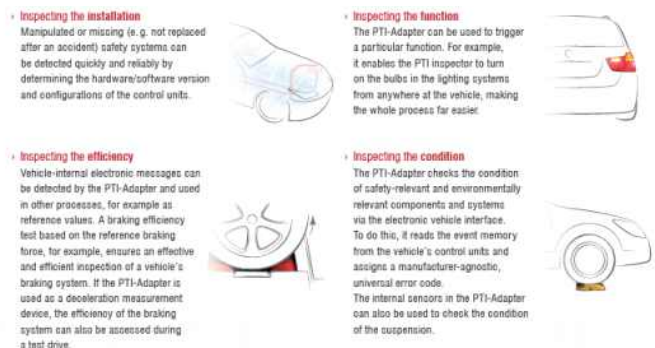
<표 12> 독일의 전기자동차 안전관리 검사 동향

진단기를 활용한 고전압 검사	배터리 전압치(최고-최저 검사)
	
배터리 냉각시스템 검사	차대동력계를 활용한 검사
	

- 전기자동차의 회생 제동 시스템 결함 또는 고전압 시스템 절연 등 결함을 감지를 위해 PTI-Adapter 사용



[그림 21] PTI Adapter 21 검사용 진단기

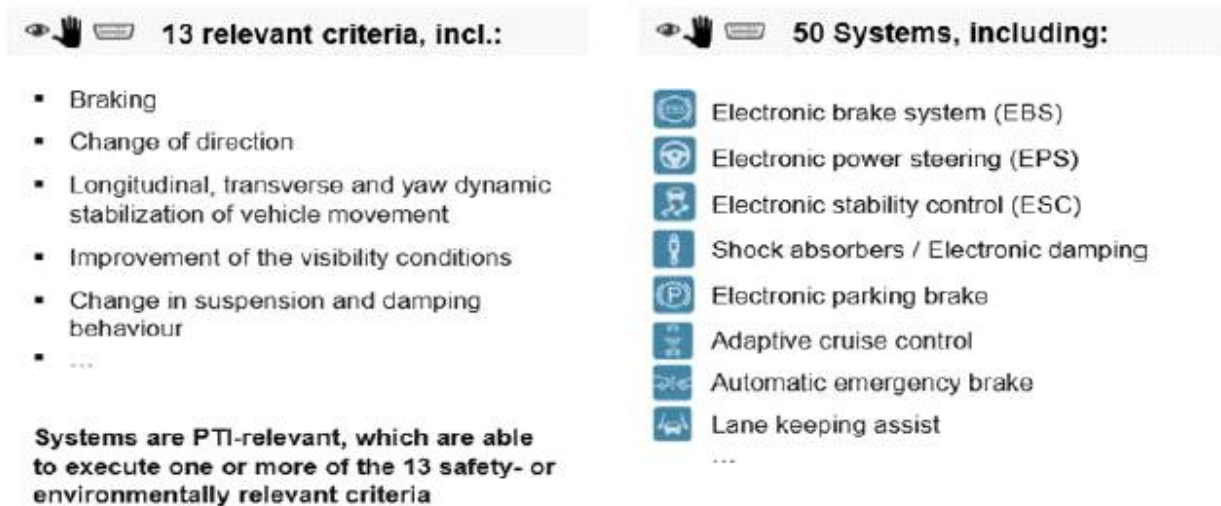


[그림 22] PTI Adapter 21 활용 분야

21) PTI_Flyer_PT-Adapter21_eng

22) 국토교통연구기획사업 기획보고서_첨단안전장치 장착자동차 성능평가 검사기술 개발 계획(2019)

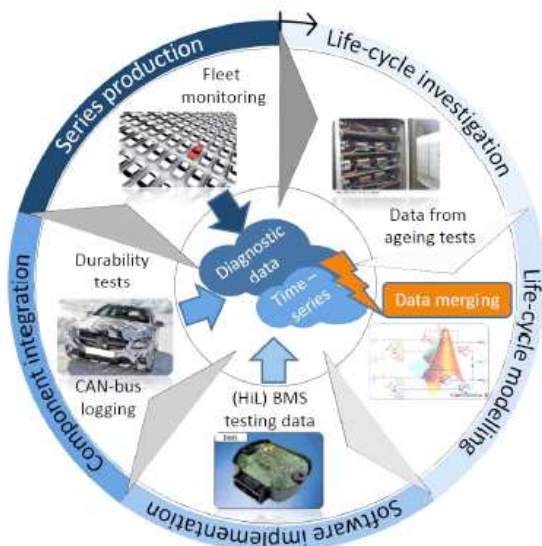
- 자동차에 탑재된 첨단 안전장치에 대해서는, 검사에 필요한 정보를 법령을 통해 검사기관에 의무적으로 제공하고 있으며, 독일 검사기술연구소(FSD)에서 전자식 안전장치 검사방법 및 장비 개발을 통해 검사소에 적용하고 있음
- 독일 FSD가 개발한 전자제어 진단기는 13개 시스템의 검사, 50개의 첨단안전 장치에 대한 검사 가능



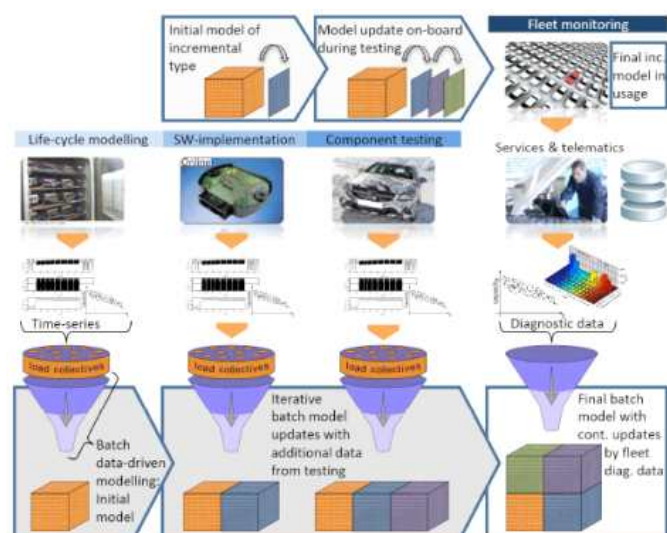
[그림 23] 독일 FSD에서 검사중인 항목

○ 운행 전기자동차 평가 기법 기술 개발 동향²³⁾

- 다임러 그룹은 전기자동차 배터리 사용에 따른 상태 데이터를 수집하여 DB화 하고 모델링하여 이를 기반으로 한 배터리 열화도 및 수명 진단/예측 플랫폼을 구축



[그림 24] 전기자동차 배터리 열화도 진단 / 예지 모델링 프로세스

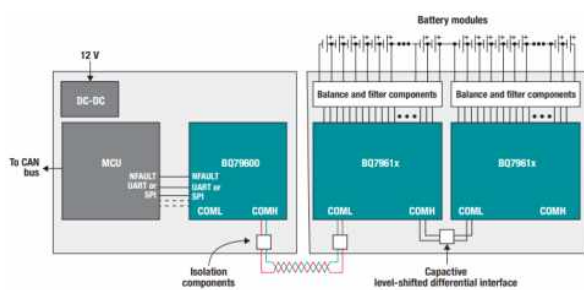


[그림 25] 전기자동차 배터리 열화도 진단 / 예지 빅데이터 플랫폼

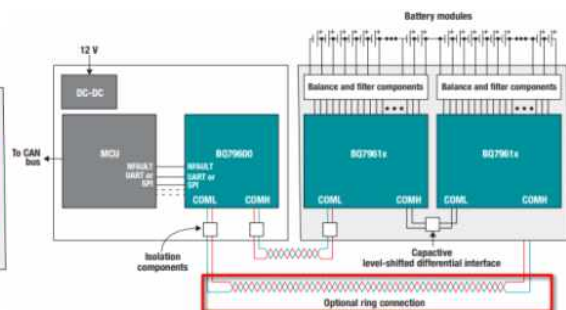
나) 미국 기술동향

○ 안전 기술 개발 동향²⁴⁾

- Texas Instruments社は 전기자동차 배터리 팩을 안전 작동 범위 내로 유지하기 위해 배터리 모니터링 주문형 반도체(ASIC)를 이용하고 있으며, 이를 통해 배터리 팩의 온도 및 전류 흐름 관련 정보를 측정하여 배터리 제어 장치로 전송함
- 다만, 배터리와 모니터링 ASIC 사이, 또는 ASIC 간 통신 연결에서 고장이 발생하는 경우 배터리 제어 시스템은 작동이 될 수 없고 팩에 있는 배터리 상태를 관리할 수 없어 위험한 상황을 초래할 수 있음
- Texas Instruments社は 양방향 링 구성을 사용한 이중화 설계를 통해, 배터리와 모니터링 ASIC 사이의 고장, 개방 또는 단락이 발생한 경우 제어 프로세서가 모든 배터리 모니터링 ASIC와의 통신을 지속할 수 있도록 설계함으로써, 배터리를 관리할 수 있도록 기술을 개발하였음



[그림 26] 배터리 모니터링과 통신 구성



[그림 27] BQ79616과의 양방향 링 구성

○ 운행 전기자동차 평가 기법 기술²⁵⁾

- 전기자동차 전문 정비업체 Voltek Hybrid & EV Repair社は 축적된 전기자동차 배터리 상태 DB에서 배터리 셀 단위의 이상을 진단 및 예후 분석하여 해당 셀만 교체하는 진단 플랫폼 개발



[그림 28] Voltek Hybrid & EV Repair社の 열화 배터리 셀 진단 및 교체

출처: <https://www.voltek.biz/>

24) 차량 전기화를 위한 배터리 관리시 기능적 안전성 고려 사항 (Texas Instruments)

25) 전기차 통합유지보수 플랫폼 기술개발-산업통상자원부(2020.11)

다) 일본 기술동향

○ 안전 기술 개발 동향

- 하이브리드/전기자동차 판매가 증가함에 따라 새로운 정비기술 개발 필요성 인식
- 내연기관 자동차에서 활용하였던 OBD를 활용한 검사방법을 2024년 전기자동차에도 적용하기 위한 연구개발을 진행하고 있음



[그림 29] OBD를 활용한 전기자동차 검사 연구개발 방향

출처: <https://smbiz.asahi.com/article/14443354>

○ 운행 전기자동차 평가 기법 기술²⁶⁾

- 일본 A&D Technology는 iTest 배터리를 통해 전력 프로세스 시스템, 공기 냉각제 시스템, BMS, 냉각 시스템과 같은 시험 등을 수행할 수 있는 검증된 드라이버를 보유 중이며, 차량 데이터가 동기화된 HILS를 통해 다양한 안정성 시뮬레이션 시스템을 구축하고 있음



[그림 30] iTest Battery Application



[그림 31] HIL SIMULATION

출처: AND PRODUCT OVERVIEW Catalog

라) 중국 기술동향

○ 안전 기술 개발 동향²⁷⁾

- 중국에서는 2017년 12월 29일 발행된 GB/T 35179-2017 표준에서는 6가지 분야로 전기자동차 테스트 장비/방법을 제공하고 있음

- General Electric Safety
- Battery Management Data
- Driving Efficiency
- Electric Consumption
- Battery Service performance
- Electromagnetic Environment Safety



[그림 32] GB/T 35179-2017 표준

- 중국 COSBER社에서는 GB/T 35179-2017 표준에 따라, 2019년 OBD 기반의 전기자동차 검사 장비 및 3단계 프로세스를 개발하여 적용하고 있음



[그림 33] EV 3 STEP TEST 프로세스



OBD for EV,
New Launched on 2019

[그림 34] OBD 기반 검사 장비

① 1단계 테스트 : General Electric Safety Check

Check list Item	Requirement
• Power Battery • Motor • Motor controller • DC-DC converter • Charger and other housing	External requirements of electric vehicles below should not be significantly deformed, damaged, warning signs should be clear and firm.
• Power cables	Should be undamaged, the connectors securely fastened, and the cables and the moving parts of the vehicle should not interfere.
• Battery Type	Chemical type should be clearly visible.
• Insulation resistance of the DC circuit	At maximum operating voltage, the minimum insulation resistance of the DC circuit shall be at least 100 Ω / V and the AC circuit at least 500 Ω / V.



[그림 35] General Electric Safety Check

27) CITA Internatioanl Conference & 19th General Assembly / COSBER -Technical Requirement for Electric Vehicle Inspection in China / April. 2019. Seoul

② 2단계 테스트 : Battery Management Data

Testing condition:

- SOC > 30%, Bat.
- Temperature < 65 ° C

1. Max Different Voltage b/t Bat. Cell .
2. Bat. Assemble **Voltage**.
3. Battery **Current** & Maximum discharge multiple
4. Battery working **Temperature**
5. Battery Aging(times been charged)

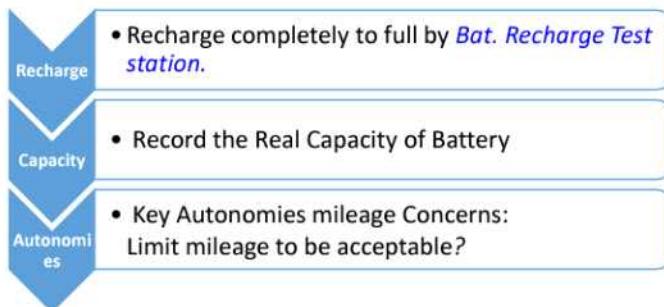


[그림 36] Battery Management Data

③ 3단계 테스트 : Battery Capacity Test

Testing condition:

- Discharged EV battery to 0 %
- Holding time 20-30 mins.



[그림 37] Battery Capacity Test

○ 운행 전기자동차 평가 기법 기술²⁸⁾²⁹⁾

- 국립배터리기술연구소(BIT)에서는 전기자동차 서비스 및 관리센터(SMC-EV)를 설립하고, 주행 중인 전기자동차의 센서를 통해 수집된 배터리의 온도와 전압, 모터, 인버터 상태 등의 빅데이터를 엔트로피로 분석 및 수치화하여 실시간으로 차량의 상태를 진단 및 예후 분석하는 빅데이터 플랫폼 구축

28) 전기차 통합유지보수 플랫폼 기술개발_산업통상자원부(2020.11)

29) <https://www.neusoft.com/Products/Automotive/2289/>



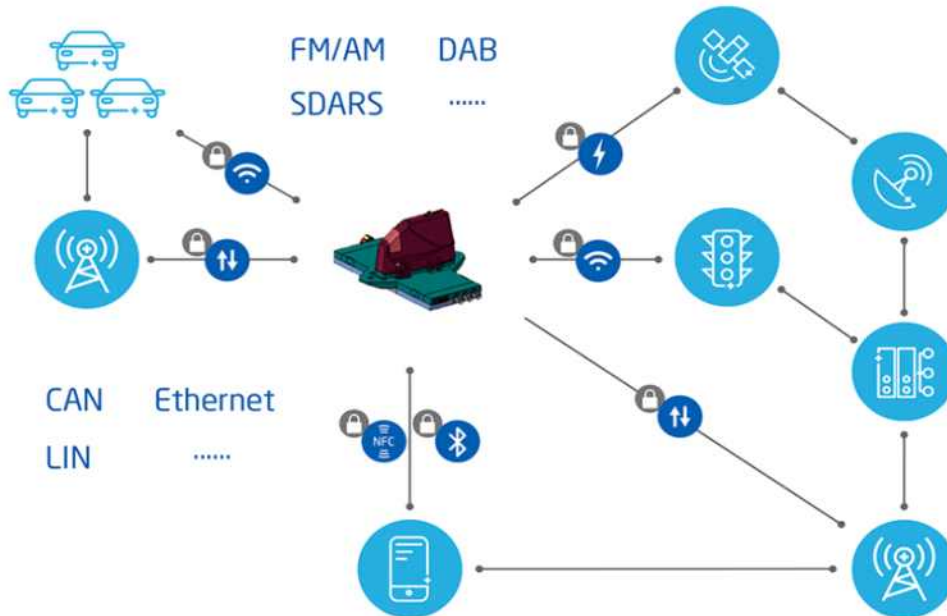
[그림 38] BIT의 빅데이터 기반 전기자동차 모니터링 플랫폼 주요 구성 및 기능



[그림 39] BIT의 빅데이터 기반 전기자동차 모니터링 플랫폼 사용 예시

출처: Beining Institute of Technology, 2017

- Neusoft T-Box는 전기자동차를 모니터링하는 데 사용되는 지능형 차량 내 상호 연결 터미널로, T-Box, Shark 안테나, 이더넷, CAN, WIFI 및 BLE를 통합하여 차량 내부 및 외부 네트워크를 연결하여 전기자동차 운전자에게 더 안전하고 안락한 운전 환경을 제공
- 또한, Neusoft T-Box는 GB/T32960(표준 ID) 기반의 전기자동차 안전성 진단을 수행하여, SOC/SOH 진단 정밀도를 95% 이상, 배터리팩 연결 상태 모니터링 등 고장진단 및 코드 표시 기능을 탑재함

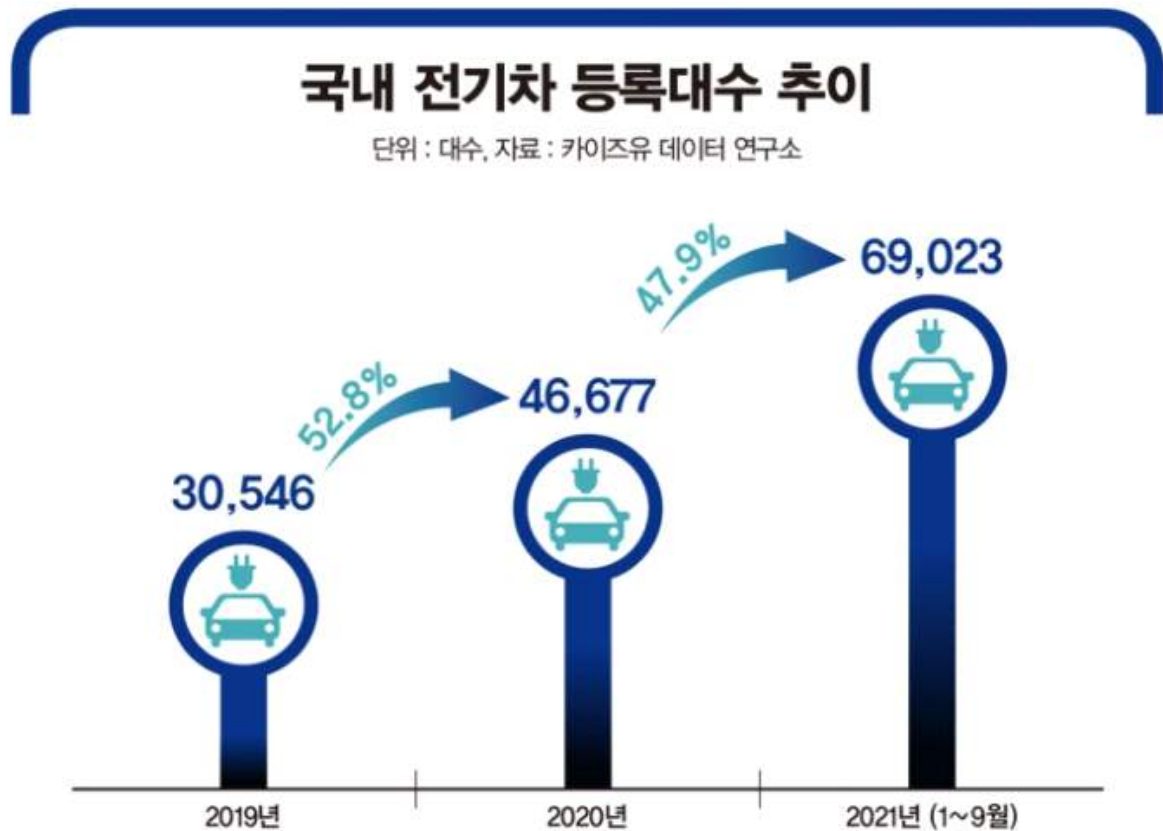


[그림 40] Neusoft T-Box 제품 설명

출처: <https://www.neusoft.com/Products/Automotive/2289/>

5) 국내외 안전, 정비 검사 시장 동향

가) 국내 안전 정비 검사 시장 동향³⁰⁾³¹⁾



[그림 41] 국내 전기자동차 등록대수 추이

출처: MoneyS, “비싼 전기차 유지보수는? 특화 멤버십 앞세운 車 회사들”

- 전기자동차는 엔진(6900여개) 등 3만여개의 부품으로 구성된 내연기관차와 달리, 부품이 1만여개로 기존 대비 3분의 1에 불과하며, 특히 내연기관차에서, 경정비 대상인 엔진 오일, 변속기 오일 등 각종 오일류, 엔진과 변속기와 관련한 부품 자체가 없어, 정비수요가 적음
- 하지만, 국내 전기자동차 보급의 급격한 증가로 전기자동차 유지보수에 대한 수요 또한 증가할 것으로 보이며, 전기자동차 유지보수 시장의 확대가 예상됨
- 반면에, 전기자동차 확산에 따라 내연기관차를 정비시장은 급격하게 축소될 것으로 전망됨
- 특히, 국내에서 1인당 전기자동차 보급률이 가장 높은 제주도의 경우 전기자동차 보급률이 올라가자 정비업소의 폐업률도 급증
- 2015~2019년 제주도의 전기자동차 보급률이 5%까지 상승하는 동안 제주 지역 정비소 59곳(12.6%)이 폐업하였음

30) <https://moneys.mt.co.kr/news/mwView.php?no=2021102913478016616>

31) <https://m.segye.com/view/20210809512636>

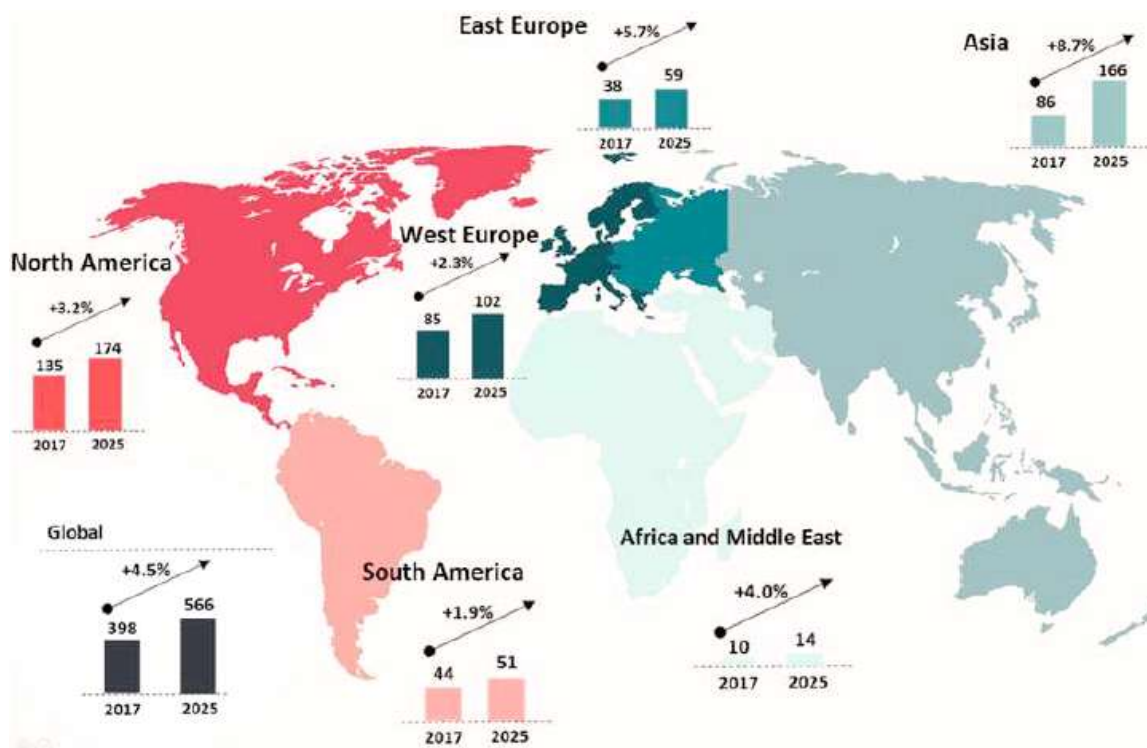
	2020년	2030년(예상)
전기차	3만9951대	▶ 37만7217대
주유소	193곳	▶ 13곳
정비소	502곳(2019년 기준)	▶ 21곳

[그림 42] 전기자동차 확산에 따른 제주도 정비업소 전망

출처: 세계일보, "가속페달 밟는 전기차 전환에 국내 정비업계 '한숨'"

- 2025년 제주도의 전기자동차가 22만7524대로 늘어날 경우, 주유소는 109곳으로 절반가량이 줄고, 정비소는 87% 감소한 64곳으로 감소할 것으로 전망됨. 전기자동차 전환이 본격화할 2030년에는 제주도의 전기자동차가 37만7217대로 늘면 주유소는 13곳, 정비소는 21곳만 남을 것으로 전망됨
- 따라서, 기존 정비인력에 대한 전기자동차 전환 교육을 강화하고, 인공지능(AI) · 고성능 센서 · 빅데이터 등 최첨단 IT기술이 필요한 자율주행 분야 전문인력 양성이 절실히 필요함

나) 해외 안전, 정비 검사 시장 동향³²⁾³³⁾³⁴⁾



[그림 43] '25년 전세계 지역별 자동차 유지보수 시장 전망

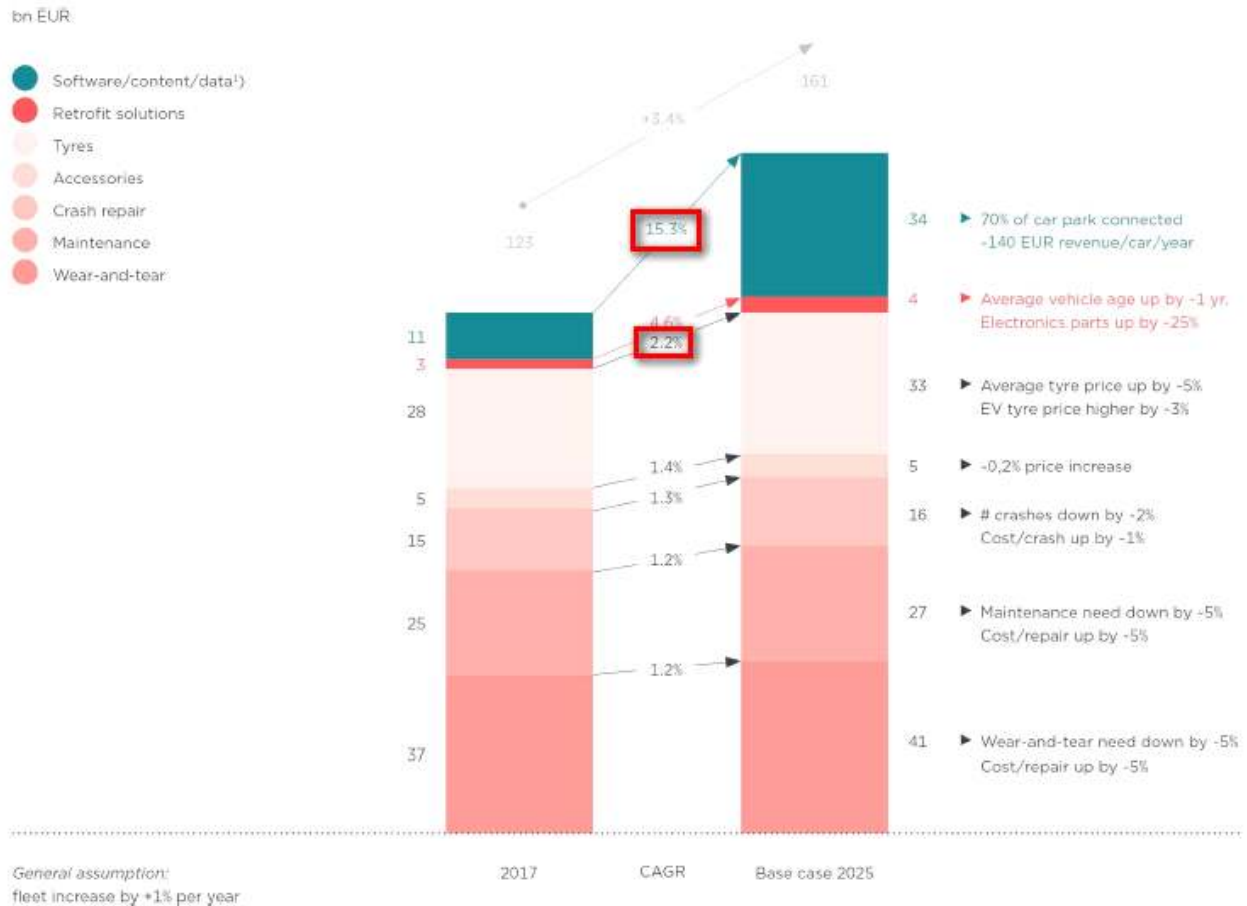
출처: Stern Stewart & Co., QVARTZ, 2018

32) 전기차 통합유지보수 플랫폼 기술개발(연차보고서)_산업통상자원부

33) <https://www.psmarketresearch.com/market-analysis/electric-e-mobility-service-market>

34) <https://marketnewspoint.medium.com/demand-for-e-mobility-services-market-to-experience-a-significant-dip-in-2030-influenced-by-c9dfcfc28db>

- 전 세계 자동차 유지보수 시장은 '17년 3,980억유로에서 '25년 5,660억유로로 성장이 전망됨 (Stern Stewart & Co., QVARTZ, 2018)
- 성숙된 시장인 서유럽, 북미, 라틴 아메리카 등은 3% 이하의 성장이 예상되는 반면, 동유럽(5.7%)과 아시아(8.6%) 등은 높은 성장이 예상됨
- 특히 아시아의 유지보수 시장은 규모가 두 배 이상 팽창하여 '25년 전세계 유지보수 시장의 30%를 차지할 것으로 전망됨



[그림 44] '17~'25년 자동차 유지보수 분야별 시장 성장 전망

출처: Stern Stewart & Co., QVARTZ, 2018

- 유지보수 분야별로는 내연엔진 관련 부품 교체, 일반 정비, 사고에 따른 수리 등의 시장은 1% 안팎의 성장에 그치는 반면, 소프트웨어 및 데이터 플랫폼과 타이어 시장이 비교적 크게 성장할 것으로 전망됨
- 전기자동차의 특성상 초반의 높은 토크, 배터리로 인한 무게, 보유기간 및 주행 거리 증가 등으로 타이어 교체 수요가 증가할 것으로 예상됨 (연간 2.2%)
- 무선통신을 이용한 차량 진단 서비스(Over-The-Air, OTA), 전기자동차에 특화된 주행 보조 시스템(Advanced Driver Assistance System)의 확대 적용에 따른 소프트웨어 및 데이터 플랫폼 관련 유지보수 시장이 대폭 성장할 것으로 예상됨 (연간 15.3%)

Top disruptive trends	Impact from automotive supplier perspective		
	Revenues	Profitability	Market structure ¹
 Consolidation among parts distributors	➡ No effect on size of demand	⬇️ Distributors are able to push prices by leveraging bargaining power	 Medium Market power of distributors increases
 OEMs aggressively expanding after-market activities	⬇️ Revenues from services and diagnostics might be captured by OEMs (for pure IAM players)	⬇️ OEMs can control many steps in the value chain and push margins	 Medium OEMs move into IAM and other value chain areas
 Digitization of channels/interfaces	➡ No effect on size of demand	⬆️ Higher margins due to shorter value chains (direct sales)	 High Value chain becomes shorter, some players might be cut out
 Access to car-generated data	⬆️ Car data is crucial to sell existing services and offers potential for new revenues	⬆️ Incremental revenues with higher margins	 High New products and services can be offered by all players
 Increasing influence of (digital) intermediaries	➡ No effect on size of demand	⬇️ Intermediaries are able to push prices by leveraging bargaining power	 Medium Market power of intermediaries increases via direct access to customers
 Increased price transparency and diversity of supply for customers	➡ No effect on size of demand	⬇️ Increasing competition and price transparency decrease margins	 Medium Market power of consumers and intermediaries increases

[그림 45] 자동차 유지보수 시장에 높은 파급효과를 가질 6개 분야별 수익성 변화 추이

출처: McKinsey&Company, 2017

- 특히 자동차에서 생성된 데이터의 DB화 및 접근 관련 플랫폼은 자동차 유지보수 시장에서 높은 수익을 낼 것으로 전망됨

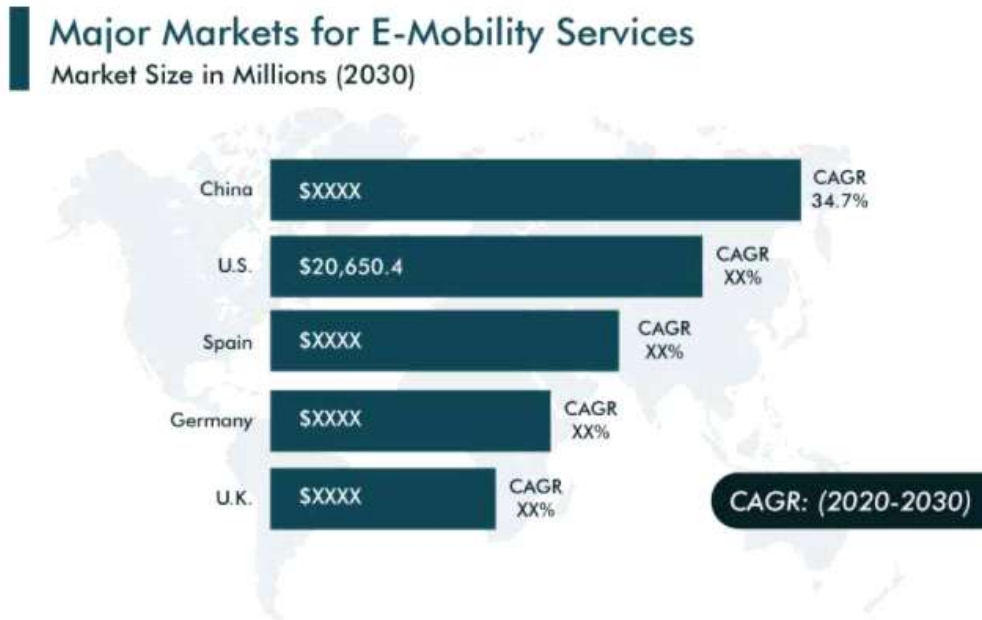


[그림 46] e-mobility services market 성장 전망

출처: P&S Intelligence, 2020

- 사람들의 환경에 대한 관심 및 적은 전기자동차 유지비용 때문에, 기존의 내연기관에서 electric mobility로 이동이 예상됨

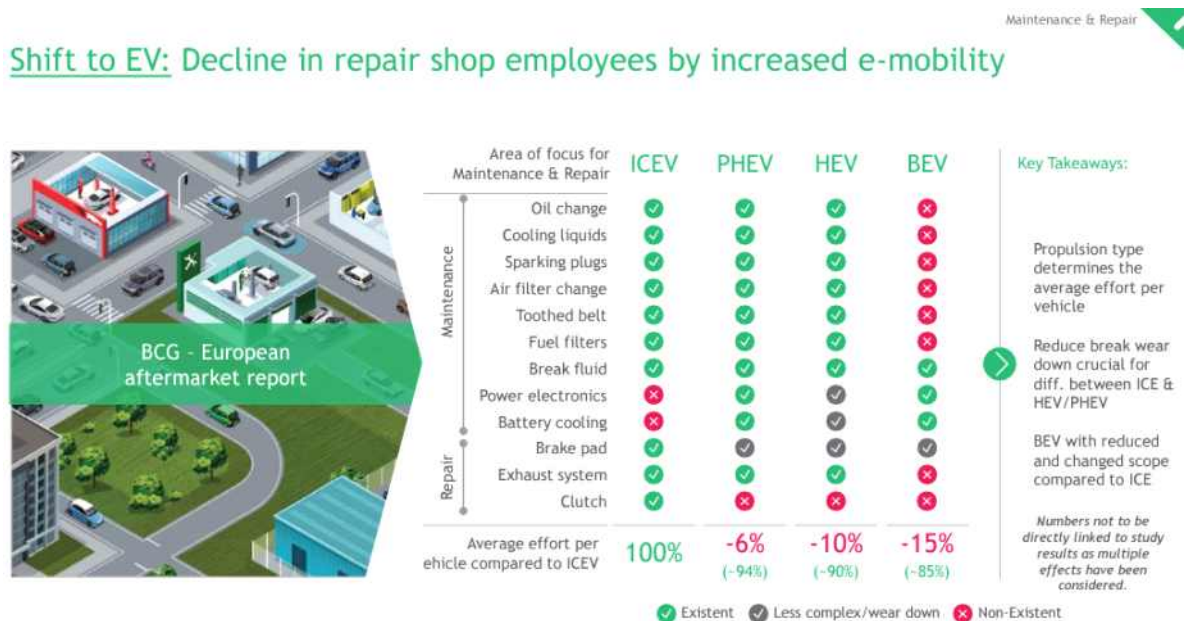
- 전 세계 e-mobility 서비스 시장은 '19년 31억 8,980만 달러(\$3,189.8 million)에서, 2020년부터 2030년까지 CAGR 40.7% 성장하여, 788억 9,830만 달러 (\$78,898.3 million) 시장규모를 가질 것으로 예상됨



[그림 47] 대륙별 e-mobility 서비스 시장 전망

출처: P&S Intelligence, 2020

- 아시아-태평양(APAC) 지역은 e-mobility services 최대 시장으로 남을 것으로 예상되며, 특히 중국은 2030년까지도 가장 큰 시장으로 남아있을 것으로 예상됨
- 라틴 아메리카, 중동 및 아프리카 지역은 현재는 e-mobility services market의 초기단계에 있으나, 충전 인프라 등 EV 관련 인프라 보급이 확산되면서, 가장 빠르게 성장할 것으로 예상됨



[그림 48] e-mobility 증가로 인한 기존 정비소 인력 감소 전망

출처: P&S Intelligence, 2020

- e-mobility는 기존 내연기관(ICEV)차량에 비해, 전기구동계가 상대적으로 단순하기 때문에 유지관리가 필요한 부분이 적어 사용자가 관리하는데 비용이 적게 들 것으로 예상
- 따라서, e-mobility 보급 증가로 인해 기존 내연기관 차량 정비소의 고용인원은 감소할 것으로 전망됨

6) 국내외 안전, 정비 검사 인프라 산업 동향

가) 국내 안전, 정비 검사 인프라 산업 동향³⁵⁾

○ 전기자동차 안전사고 예방 기술 인프라 산업 동향

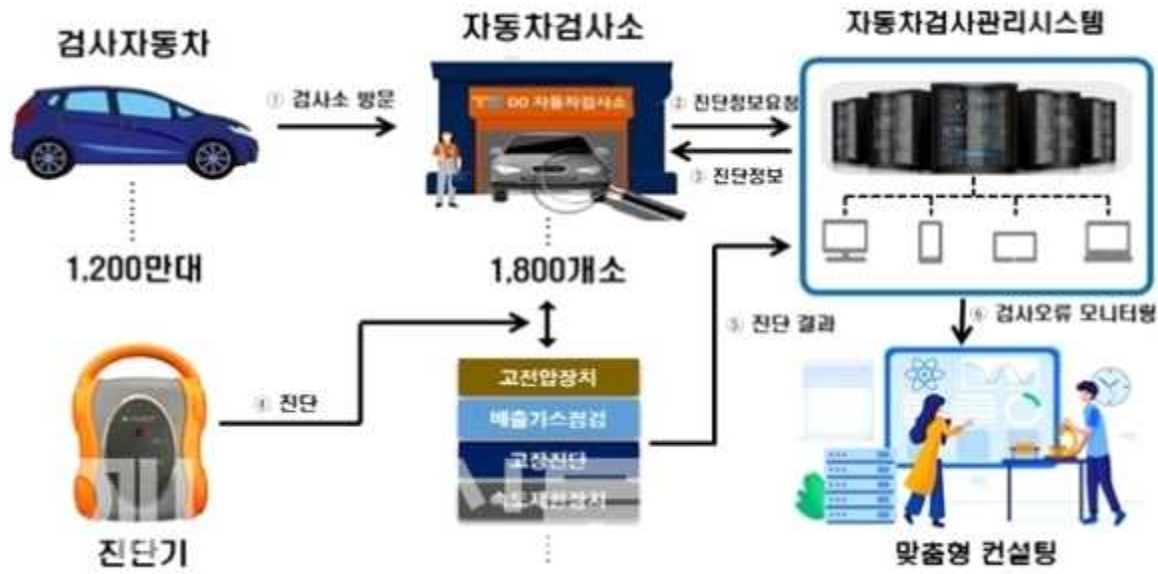
- 정부가 전기자동차 화재를 사전에 예측하고 이를 예방할 수 있는 ‘전기자동차 배터리 안전 모니터링 시스템’ 구축을 추진하고 있음
- 운행 중인 전체 전기자동차 배터리에서 관련 정보를 수집해 빅데이터를 구축하면 이를 근거로 ‘화재 징후’를 포착해 과충전 방지 및 서비스 점검 명령 등을 내려 화재를 막을 수 있을 것으로 기대됨
- 배터리 충전 시 배터리 온도변화, 운행방식 등의 자료를 수집하면 이를 분석해 화재사고 사전 징후를 파악하는 것이 가능할 것으로 예상됨

○ 전기자동차 안전성 평가 인프라 산업 동향³⁶⁾

- 현재 자동차 정비는 내연기관차·부품 중심으로 이뤄지고 있고, 전기자동차에 대해서는 명확한 정비 체계가 갖춰지지 않아, 육안검사 위주로 진행되고 있음
- 또한, 전기자동차 점검 장비와 인력 또한 턱없이 부족한 상황으로, 전기자동차 화재의 주요 원인인 고전원 전기장치 검사기준 자체가 미흡하며, 검사원·정비사의 전문성도 부족해 전기자동차에 대한 안전성이 우려되며, 전기자동차 안전성을 평가할 수 있는 인프라 구축이 필요
- 전기자동차 운행안전 확보를 위한 미래차 검사를 체계화 방안으로, 고전원 전기장치(고전원배터리, 모터 등)의 절연 안전성, 작동상태 등 종합검사가 가능토록 검사기준을 강화(‘21.10)하고, 2021년 12월까지 전기자동차 검사 매뉴얼을 제작·배포해 검사업체별 검사 품질 균등화 도모할 예정
- 배터리관리시스템을 개발, 운행단계에서 배터리셀 고온·전압편차 등 이상변화를 자체 진단해 충전제한 등 안전조치를 수행할 수 있도록 검사기술 개발

35) <https://www.etoday.co.kr/news/view/1985603>

36) <https://www.energy-news.co.kr/news/articleView.html?idxno=78028>



[그림 49] 자동차 통합진단시스템 검사 인프라

출처: 에너지신문, "정부가 미래차 정비 체계 구축에 주목하는 이유"

- 첨단운전자보조지원시스템(ADAS) 장착 차량의 안전성 확보, 국제기준 대응을 위한 검사장비 등을 개발하고 검사장비 고도화를 위한 제작기준 표준화도 추진
- 전기자동차 사고의 핵심요소인 고전원 전기장치의 무상수리 의무기간을 판매일 2년/4만km에서 3년/6만km 이내로 원동기 수준까지 확대하고, ADAS 장착 차량의 원활한 정비를 위해 첨단장치에 대한 정비업체의 데이터 접근성 제고를 추진

○ 전기자동차 검사/정비 및 관리체계 인프라 산업 동향³⁷⁾³⁸⁾³⁹⁾⁴⁰⁾

- 국내에는 전기자동차 전문인력을 양성할 수 있는 교육기관 및 교육 프로그램이 부족한 실정이며, 독일의 세계적인 시험인증기관인 TUV가 주관하는 ‘전기자동차 안전교육’에 참여하고 있음
- TUV 라인란드의 전기 자동차 고전압 안전 교육은 독일 규격 BGI/GUV-I 8686 E를 기반으로 3단계로 이루어짐
- Level 1은 비전기 작업을 다루며, Level 2는 비활전 상태에서의 전기 작업 시 필요한 안전사항을 다루어짐. 가장 높은 자격을 부여하는 Level 3은 직원이 전기자동차의 고전압 시스템의 활전 상태에서의 전기 작업 시 필요한 여러 안전 조치 사항에 대한 교육임
- 전체 교육 과정은 독일의 노동 안전 규격인 DGUV 200-006 (BGI/GUVI 8686E)를 기반으로 실시되며, Level 2와 3 교육 과정은 이론 교육과 더불어 실제 전기 자동차를 활용한 실기 교육이 진행됨

37) tuv-rheinland-ev-brochure-ko

38) Youngil_Tech_ catalog

39) <https://www.energy-news.co.kr/news/articleView.html?idxno=75099>

40) <https://www.yna.co.kr/view/AKR20200630049300063>

ELECTRIC VEHICLE HIGH VOLTAGE SAFETY TRAINING

교육 과정명	고전압 안전 교육 레벨 1 Non-Electrical Work	고전압 안전 교육 레벨 2 De-Energized Work	고전압 안전 교육 레벨 3 Life-Line Work
교육 기간	1 Day, 09:00 ~ 18:00	2 Days, 09:00 ~ 18:00	3 Days, 09:00 ~ 18:00
교육 내용	- Training Background - EV Introduction - General Safeguard - Electric Hazard - First Aid - Test	- Basic Electrical Knowledge - Use of HV system in vehicles - Motor and motor controlling - Organization of safety and health for electrical work - Electrical hazards - First Aids - Measures for protection against electric shock and fault arcs - Charge on Electric Vehicles - Written Test	- Theoretical part of safety training on HV systems - Practical part of safety training on HV systems - Basics of safety and health at work on HV systems on-board road vehicles - Enterprise internal organization - Electric hazards - CPR - Written Test - Operation instructions/Work Instructions - Safety measures - Usage, Maintenance and Testing of PPE (Personal Protective Equipment) - First Aid - Practical Test
교육 대상	누구나 신청 가능	현재 관련 직업군, 관련 전공자, 유 경험 숙련 정비사 권장	레벨2 교육이수 필수, 현재 관련 직업군, 관련 전공자, 유 경험 숙련 정비사
교육 비용	300,000원 /인 (부가세 별도)	1,000,000원 /인 (부가세 별도)	2,000,000원 /인 (부가세 별도)

[그림 50] TUV 라인란드 Level 별 교육 커리큘럼

출처: www.tuv.com

 72Hr/L2~L3 전기자동차 전문정비교육 <table> <tr> <th>이론</th><th>실습</th></tr> <tr> <td> - 고전압배터리의 원리, 구성 - BMS, 셀밸런싱 기술 - 구동모터의 원리, 구조 - 충전기의 작동원리 - 통합제어기 구성(VCU,MCU) - DC/DC 컨버터 - 감속기 내부구조 - 파킹브레이크 원리 - 제동장치, 회생제동 - 공조장치 </td><td> - 배터리 탈착, 분해 - 배터리 구성요소 측정, 분석 - 구동모터 탈착 - 충전기 구조분해 - 통합제어기 탈착, 분해 - 통합제어기 구성요소 분석 - 감속기 분해 - 진단기기 활용법 - 고장코드 DTC 대응방법 - 데이터 분석 - 정비사례 </td></tr> </table>	이론	실습	- 고전압배터리의 원리, 구성 - BMS, 셀밸런싱 기술 - 구동모터의 원리, 구조 - 충전기의 작동원리 - 통합제어기 구성(VCU,MCU) - DC/DC 컨버터 - 감속기 내부구조 - 파킹브레이크 원리 - 제동장치, 회생제동 - 공조장치	- 배터리 탈착, 분해 - 배터리 구성요소 측정, 분석 - 구동모터 탈착 - 충전기 구조분해 - 통합제어기 탈착, 분해 - 통합제어기 구성요소 분석 - 감속기 분해 - 진단기기 활용법 - 고장코드 DTC 대응방법 - 데이터 분석 - 정비사례	 16Hr/L1~L2 SAFETY 전기자동차 고전압안전교육 <table> <tr> <th>이론</th><th>실습</th></tr> <tr> <td> - 기초전기 용어 - AC, DC 전기의 차이점 - 전기가신체에 미치는 영향 - 고전압 안전장비, 공구(PPE) - HEV, PHEV, BEV 구조 - 주요 구성 시스템 동작 - 전기차의 주요 구성품 - 전기차의 견인방법 - 전기차의 식별, 고정, 차단방법 - 침수, 화재, 충돌 조치사항 - 배터리관련 사고증상 - 충전소와 연관된 화재 조치 </td><td> - 사고 초기 대응 절차 - 전기차의 전원 차단 방법 (긴급 대응 가이드) - 사고 차량의 보관 방법 리뷰 - 고전압 안전에 대한 정리 - 중요 사항 재정립 </td></tr> </table>	이론	실습	- 기초전기 용어 - AC, DC 전기의 차이점 - 전기가신체에 미치는 영향 - 고전압 안전장비, 공구(PPE) - HEV, PHEV, BEV 구조 - 주요 구성 시스템 동작 - 전기차의 주요 구성품 - 전기차의 견인방법 - 전기차의 식별, 고정, 차단방법 - 침수, 화재, 충돌 조치사항 - 배터리관련 사고증상 - 충전소와 연관된 화재 조치	- 사고 초기 대응 절차 - 전기차의 전원 차단 방법 (긴급 대응 가이드) - 사고 차량의 보관 방법 리뷰 - 고전압 안전에 대한 정리 - 중요 사항 재정립
이론	실습								
- 고전압배터리의 원리, 구성 - BMS, 셀밸런싱 기술 - 구동모터의 원리, 구조 - 충전기의 작동원리 - 통합제어기 구성(VCU,MCU) - DC/DC 컨버터 - 감속기 내부구조 - 파킹브레이크 원리 - 제동장치, 회생제동 - 공조장치	- 배터리 탈착, 분해 - 배터리 구성요소 측정, 분석 - 구동모터 탈착 - 충전기 구조분해 - 통합제어기 탈착, 분해 - 통합제어기 구성요소 분석 - 감속기 분해 - 진단기기 활용법 - 고장코드 DTC 대응방법 - 데이터 분석 - 정비사례								
이론	실습								
- 기초전기 용어 - AC, DC 전기의 차이점 - 전기가신체에 미치는 영향 - 고전압 안전장비, 공구(PPE) - HEV, PHEV, BEV 구조 - 주요 구성 시스템 동작 - 전기차의 주요 구성품 - 전기차의 견인방법 - 전기차의 식별, 고정, 차단방법 - 침수, 화재, 충돌 조치사항 - 배터리관련 사고증상 - 충전소와 연관된 화재 조치	- 사고 초기 대응 절차 - 전기차의 전원 차단 방법 (긴급 대응 가이드) - 사고 차량의 보관 방법 리뷰 - 고전압 안전에 대한 정리 - 중요 사항 재정립								
 36Hr/L3~L4 차량통신교육 CAN <table> <tr> <th>이론</th><th>실습</th></tr> <tr> <td> - 차량네트워크의 기초이론 - 통신적용 시작의 배경 - 네트워크의 구조 - 통신 별 데이터 전송 방식, 구별 (CAN, LIN, KLINE) - 프로토콜의 이해 - 데이터 프레임의 기준 - 데이터 분석 - 파형 분석 - 스코프 측정 방법 </td><td> - 스코프 작동 방법 - 종단 저항 측정 - 통신 별 파형 측정, 구분 - 구성 부품 별 통신 파형 측정 - 측정 파형의 분석 - 고장 부품 검출 방법 - 진단 기기 활용법 - 정비 사례 </td></tr> </table>	이론	실습	- 차량네트워크의 기초이론 - 통신적용 시작의 배경 - 네트워크의 구조 - 통신 별 데이터 전송 방식, 구별 (CAN, LIN, KLINE) - 프로토콜의 이해 - 데이터 프레임의 기준 - 데이터 분석 - 파형 분석 - 스코프 측정 방법	- 스코프 작동 방법 - 종단 저항 측정 - 통신 별 파형 측정, 구분 - 구성 부품 별 통신 파형 측정 - 측정 파형의 분석 - 고장 부품 검출 방법 - 진단 기기 활용법 - 정비 사례	 72Hr/L1~L2 모듈 전자 부품 수리교육 <table> <tr> <th>이론</th><th>실습</th></tr> <tr> <td> - 기초 전자 전자 원리 - 전력 전자 기초 - 회로 이론 - 스코프, LCR 미터 활용 2차원 측정기의 활용 이론 - PCB 기초 - 데이터 시트의 활용, 분석 - 전력 소자의 작동 원리 - 모터 원리, 구조 동작 - 인버터 작동 기초 </td><td> - 납땜, 인두기의 활용 - 소자 탈, 부착 - 기본 회로 구성 및 측정 - TEST PCB 고장 진단 2차원 측정기 활용 - 모듈 분해, 조립 - 기록 분석 사례 집 작성 방법 </td></tr> </table>	이론	실습	- 기초 전자 전자 원리 - 전력 전자 기초 - 회로 이론 - 스코프, LCR 미터 활용 2차원 측정기의 활용 이론 - PCB 기초 - 데이터 시트의 활용, 분석 - 전력 소자의 작동 원리 - 모터 원리, 구조 동작 - 인버터 작동 기초	- 납땜, 인두기의 활용 - 소자 탈, 부착 - 기본 회로 구성 및 측정 - TEST PCB 고장 진단 2차원 측정기 활용 - 모듈 분해, 조립 - 기록 분석 사례 집 작성 방법
이론	실습								
- 차량네트워크의 기초이론 - 통신적용 시작의 배경 - 네트워크의 구조 - 통신 별 데이터 전송 방식, 구별 (CAN, LIN, KLINE) - 프로토콜의 이해 - 데이터 프레임의 기준 - 데이터 분석 - 파형 분석 - 스코프 측정 방법	- 스코프 작동 방법 - 종단 저항 측정 - 통신 별 파형 측정, 구분 - 구성 부품 별 통신 파형 측정 - 측정 파형의 분석 - 고장 부품 검출 방법 - 진단 기기 활용법 - 정비 사례								
이론	실습								
- 기초 전자 전자 원리 - 전력 전자 기초 - 회로 이론 - 스코프, LCR 미터 활용 2차원 측정기의 활용 이론 - PCB 기초 - 데이터 시트의 활용, 분석 - 전력 소자의 작동 원리 - 모터 원리, 구조 동작 - 인버터 작동 기초	- 납땜, 인두기의 활용 - 소자 탈, 부착 - 기본 회로 구성 및 측정 - TEST PCB 고장 진단 2차원 측정기 활용 - 모듈 분해, 조립 - 기록 분석 사례 집 작성 방법								

[그림 51] 영일테크 교육 커리큘럼

출처: 영일테크 카탈로그

- (주)영일테크에서는 전기자동차 및 하이브리드 자동차 수리 전문인력 양성을 위한 교육과정을 진행하고 있음

- 교육을 전담하는 트레이닝 강사는 자동차기능장 자격보유, TUV Rheinland-고전압 안전교육, TUV SUD -고전압전기작업교육 등을 이수한 전문가로 구성되어 있으며, 교육분야에 따라 다양한 커리큘럼으로 운영
- 기아자동차가 전기자동차 사업체제로의 전환 계획에 맞춰 국내 최초로 전기자동차 정비기술인증제도인 ‘KEVT(Kia Electric Vehicle Technician level up program)’를 도입
- 기아는 KEVT를 기술 역량 수준에 따라 ‘베이직과 프로’ 총 2개 등급으로 분류해서 운영되며, EV 에센셜은 전기자동차 정비 안전과 특화시스템에 대한 이해를, EV 진단 I 은 전기차 진단수리와 부품 교환 방법, EV 진단II 는 전기차 고난도 진단수리와 전기차 신기술 이해에 대한 교육이 이루어짐



[그림 52] 전기자동차 통합 유지보수 플랫폼

출처: 연합뉴스, 제주에 2024년까지 전기차 AS 플랫폼 구축한다

- 제주도는 국내 최고 수준의 전기자동차 점유율(22%, 2020년)과 1만 4천여개의 충전 인프라(2020년)를 보유하고 있으며, 한국생산기술연구원, 산업통상자원부는 “전기차 통합유지보수 기반구축 사업”을 통해 제주도를 전기자동차 유지 보수 기술을 보급하는 선도 기지로 만들 예정
- 2024년까지 전기자동차 주요 고장 유형과 고장 재현 데이터를 빅데이터 기술로 데이터베이스화한 전기자동차 통합유지보수 플랫폼을 구축하고, 정비·제조·부품업체의 역량 강화를 위한 기술도 지원할 예정

나) 해외 안전, 정비 검사 인프라 산업 동향

○ 독일⁴¹⁾

- 독일은 전기 자동차 수리 자격이 법으로 정해져 있으며, 독일 산업 표준인 DIN(“DGUV 규정 1 DIN VDE 0105-100, DIN VDE 1000-10 및 DGUV 정보 200-005“에 포함)에 포함
- 법적 근거에 따라서 교육 및 자격증 없이는 전기 자동차 수리가 불가
- 전기 자동차 수리 교육 및 자격 검증은 독일 자동차 검사 협회에 의해 설립된 DEKRA Academy를 통해 진행되며, DEKRA는 독일에서 가장 큰 검사 회사이자 세계에서 세 번째로 큰 검사 회사임
- DEKRA Academy 는 전기 자동차 작동 및 작업에 대한 다양한 교육 과정과 지침을 제공(DEKRA Academy의 교육 과정은 “DGUV 200-005“ 규정을 준수)
- 전기자동차 또는 고전압 부품 작업을 위한 교육과정은 교육대상에 따라 2가지로 진행됨

<표 13> 연구 개발 또는 생산 분야에서 일하는 직원

구분	교육시간 (TU)	교육시간 (HR)	내용
Level 1	2~4	1.5~3	시운전, 차량 유지보수, 차체 작업, 오일 및 휠 교체를 수행하는 사람들을 대상
Level 2a	100	75	전기에 대한 사전지식이 없는 사람들을 대상
Level 2b	48	36	자동차 전기기사, 자동차 메카트로닉스 기술자, 자동차 정비사와 같이 자동차 부문에서 이전에 전기 지식을 가진 사람들을 대상
Level 2c	20	15	산업 전자 기술자, 전기 기술자와 같은 자격을 갖춘 전기 기술자를 대상

41) <https://www.dekra-akademie.de/weiterbildung-elektrofachkraft/>

<표 14> 작업장에서 차량으로 작업하는 직원

구분	교육시간 (TU)	교육시간 (HR)	내용
Level 1	2~4	1.5~3	시운전, 차량 유지보수, 차체 작업, 오일 및 휠 교체를 수행하는 사람들을 대상
Level 2	16	12	DGUV 200-005 3.1b 규정에 따라 자동차 전기기사, 자동차 메카트로닉스 기술자, 자동차 정비사 자격을 갖춘 사람들을 대상 안전한 차량에 대해서 HV 부품 교체, 무전압 상태에서 작업 수행 시 안전하게 작업할 수 있도록 교육 *DEKRA Akademie 는 유일하게 온/오프라인 “혼합 학습” 모델의 형태로 제공 *참가자는 레벨 2 교육을 부분적으로 온라인으로 완료할 수 있으며, 이를 통해 강의실 교육을 단 하루로 단축할 수 있음
Level 2.1	21	16	DGUV 200-005 3.2b 규정에 따라 본 교육을 통해 직원은 HV가 아닌 상용차량의 고전압 구성요소에 대해서도 작업할 수 있는 자격을 획득 교육 내용은 무엇보다도 전기 자동차에 대한 측정 및 테스트 활동과 다양한 안전 및 차단장치에 대한 지식이 포함

<표 15> 연구 개발 및 차량작업 직원 두 그룹 모두

구분	교육시간 (TU)	교육시간 (HR)	내용
Level 3a	8	6	레벨 2b, 2c 또는 2.1 자격을 갖춘 사람들을 대상 HV 시스템의 문제 해결, 전압 상태의 구성 요소 변경 및 회사의 전문가 및 관리책임을 지는 작업 영역
Level 3b	48	36	엔지니어링 또는 자연 과학 연구에 대한 사전 교육을 받은 레벨 2a 자격을 가진 사람들을 대상 HV 시스템의 문제 해결, 전압 상태의 구성 요소 변경 및 회사의 전문가 및 관리책임을 지는 작업 영역

○ 미국⁴²⁾⁴³⁾

- 미국은 비영리기관인 ASE에서 ASE 평가 프로그램 L3 인증제도 운영
- 미국의 정비사들은 ASE 자격을 취득하는 경우가 많으며, 전기자동차 정비를 위한 ASE 자격이 존재함
- ASD에서는 하이브리드/전기자동차의 진단 및 수리를 수행하는 기술자를 대상으로 하는 새로운 L3(Light Duty Hybrid/Electric Vehicle Specialist)인증을 개발하고, 2015년 1월 시험을 시작하였음

42) TEST INFORMATION FOR THE LIGHT DUTY HYBRID/ELECTRIC VEHICLE SPECIALIST TEST (L3)

43) <https://service.teslamotors.com/sites/default/files/public/emeaservice/training.html>

- L3 인증은 하이브리드 차량 서비스를 위한 ASE 인증에 대한 업계의 요청에 따라 개발되었으며, 하이브리드/전기자동차 기술을 포괄하는 인증을 개발하기 위해 OEM 및 애프터마켓 부문의 업계 전문가가 참여하였음
- 소개 : 경량 하이브리드/전기자동차 전문가(L3) 테스트
- 자격조건 : L3 테스트에 등록하려면 기술자는 자동차 전기/전자 시스템(A6) 및 엔진 성능(A8) 테스트를 모두 통과 해야하고, 기술자는 L3 테스트를 통과한 후 3년 간 실무 경험을 쌓아야 함
- 목적 : 경량 하이브리드/전기자동차 정비사를 대상으로, 정비사의 기술 지식을 측정하기 위함
- 테스트 방법 : L3 시험은 객관식 45문항으로 구성되며, 2시간 동안 문제를 해결 해야 함

<표 16> L3 시험 문항 제출 내역

항목	문항수	출제비율
A. 배터리 시스템	11 문항	25 %
B. 내연기관	6 문항	13 %
C. 드라이브 시스템	9 문항	20 %
D. Power Electronics	13 문항	29 %
E. 하이브리드 지원 시스템	6 문항	13 %
총합	45 문항	100 %

- 테슬라에서도 Tesla HV Training Program을 운영
- 국내 완성차 업체 현대/기아차가 자체 인증 프로그램을 운영하고 있는 것과 유사하게, Tesla에서는 독립적인 수리 교육 프로그램을 개발하고, 테슬라 차량 서비스를 제공하는 기술자 및 정비소에 교육을 제공하고 있음
- 수리 레벨에 따라서 교육 프로그램이 Tesla Foundation, Tesla INTERMEDIATE, Tesla Advanced 3단계로 구성됨

<표 17> Tesla Foundation : 시스템 수리 및 유지보수

모듈코드	이름	시간	모듈설명	자격
TIN101	Tesla 소개: 기본 수리 및 유지 관리 (새 버전)	5일	이 교육을 진행하는 동안 Tesla에서 안전하게 작업하는 방법을 배우게 됩니다. 측정 방법과 HV 시스템이 작동하기에 안전한지 확인하는 방법을 배우게 됩니다. Tesla의 유지 보수 및 가장 일반적인 수리 방법에 대한 기본 교육입니다. 이 교육은 기술자에게 Tesla의 새시 구성 요소, 열 시스템, 차체 제어 장치 및 인포테인먼트 시스템을 사용하는 데 필요한 기본 지식을 제공합니다.	F Gas Certification

<표 18> Tesla Intermediate : 시스템 작동 및 기본 진단

모듈코드	이름	시간	모듈설명	자격
HVE201	고전압 및 전기 시스템	3일	이 교육은 HV 시스템의 작동에 대해 자세히 설명하고 간단한 진단과 무거운 수리를 하는 방법을 배웁니다. 드라이브 장치를 교체하는 방법도 배우게 됩니다. Tesla의 전기 네트워크에 대해 논의합니다. 가장 일반적인 전기 문제를 진단하는 방법과 Tesla 표준에 따라 해결하는 방법을 볼 수 있습니다. 이 과정은 이미 배선도, 멀티미터 작동 및 기본적인 전기 지식(옴의 법칙)에 익숙한 기술자를 대상으로 합니다.	Tesla Foundation 이수
IDA202	인포테인먼트 및 운전자 지원 시스템	2일	Tesla 차량에서 인포테인먼트 및 운전자 지원이 작동하는 방식에 대한 기본 교육입니다. 교육 동안 우리는 이러한 시스템의 구성 및 운영에 대한 통찰력을 제공합니다. 즉, 교육은 기술자에게 조명 진단 및 수리를 수행하는 데 필요한 기본 지식을 제공합니다.	Tesla Foundation 이수
BCT203	차체 제어, 열 및 새시 시스템	3일	이 교육에서는 Tesla 자동차에서 열 시스템이 어떻게 작동하는지 배우게 됩니다. 공조 시스템의 구성 및 작동에 대한 통찰력을 제공합니다. 이 시스템을 진단하고 열 테스트 및 세척 절차를 수행하는 방법을 배우게 됩니다. 이 교육 과정에서 f-가스를 사용합니다. 또한 Tesla 표준에 따라 여러 새시 및 차체 제어 구성 요소에서 작업하는 방법을 배우게 됩니다. 즉, 신체 정렬, 여러 가지 교정 및 무거운 수리를 수행하는 방법을 배우게 됩니다.	Tesla Foundation 이수
CLG204	Closures and Glazing	2일	이 교육을 받는 동안 Tesla의 마감 또는 글레이징 수리를 수행하는 데 필요한 모든 것을 볼 수 있습니다. 클로저, 글레이징 및 파노라마 루프에 대한 조정 및 보정을 수행하는 방법을 배우게 됩니다.	E-Vehicle에 대한 교육을 받은 사람

<표 19> Tesla Advanced : 진단 및 문제해결

모듈코드	이름	시간	모듈설명	자격
HVE301	고전압, 전기 시스템 및 NVH 진단	3일	이 교육은 Tesla 중급자에 대한 교육입니다. 고전압 및 전기에 대한 복잡한 문제를 진단하는 방법을 배웁니다. 또한, 소음 문제를 진단하고 해결하는 방법을 배우게 됩니다.	Tesla INTERMEDIATE HVE201교육 이수
IDA302	인포테인먼트 및 운전자 지원 시스템 진단	3일	이 교육은 Tesla 중급자에 대한 교육입니다. 인포테인먼트 및 운전자 지원 시스템에서 복잡한 문제를 진단하는 방법을 배웁니다.	Tesla INTERMEDIATE IDA202교육 이수
BCT303	차체 제어, 열 및 채시 시스템 진단	2일	이 교육은 Tesla 중급자에 대한 교육입니다. 신체 제어, 열 및 채시 시스템의 복잡한 문제를 진단하는 방법을 배우게 됩니다.	Tesla INTERMEDIATE BCT203교육 이수
BAT304	모델 3 배터리 수리	2일	이 교육을 진행하는 동안 Model 3 배터리를 안전하게 수리하는 방법을 배우게 됩니다.	Tesla Advanced HVE301 교육 이수

○ 일본⁴⁴⁾⁴⁵⁾⁴⁶⁾

- (특별교육규정의 개정) 전기자동차 등의 정비업무에 관한 특별교육의 과목 · 범위 · 시간을 규정
- 2019년 1월부터 3월까지 “전기자동차등의 정비업무에 필요한 특별교육 방식에 대한 검토회” 를 3회 개최하였음
- 특별교육 개정을 통해, 전기 자동차의 특유의 구조나 작업에 수반하는 위험 · 유해성에 대해서 노동자에게 이해시키고, 감전에 의한 노동재해 방지를 위해서 필요한 지식을 부여

44) <https://www.technofer.biz/w1803/index.php/2019/08/08/post-2400/>

45) <https://car.ttc.ac.jp/columns/47>

46) <https://www.pref.akita.lg.jp/pages/archive/45978>

<표 20> 저압전기 취급업무에 관한 특별교육(현행)

	과목	범위	시간
학과 교육	저압의 전기에 관한 기초지식	저압의 전기위험성, 합선 누전 접지 전기절연	1시간
	저압의 전기설비에 관한 기초지식	배전설비 변전설비 배선전기 사용설비 보수 및 점검	2시간
	저압용의 안전작업용구에 관한 기초지식	절연용 보호구, 절연용 방구, 활선 작업용 기구, 검전기 기타의 안전작업 용구 관리	1시간
	저압의 활선작업 및 활선근접작업의 방법	충전전기회로의 방호, 작업자의 절연보호, 정전전기회로에 대한 조치, 작업관리, 구급처리, 재해방지	2시간
	관계법령	노동안전위생법령 중의 관련 조항	1시간
실기	저압의 활선작업 및 활선근접작업의 방법		7시간*6

*6 개폐기의 조작업무만을 하는 사람에 대해서는 1시간

<표 21> 전기자동차 등의 정비업무에 관한 특별교육(안)

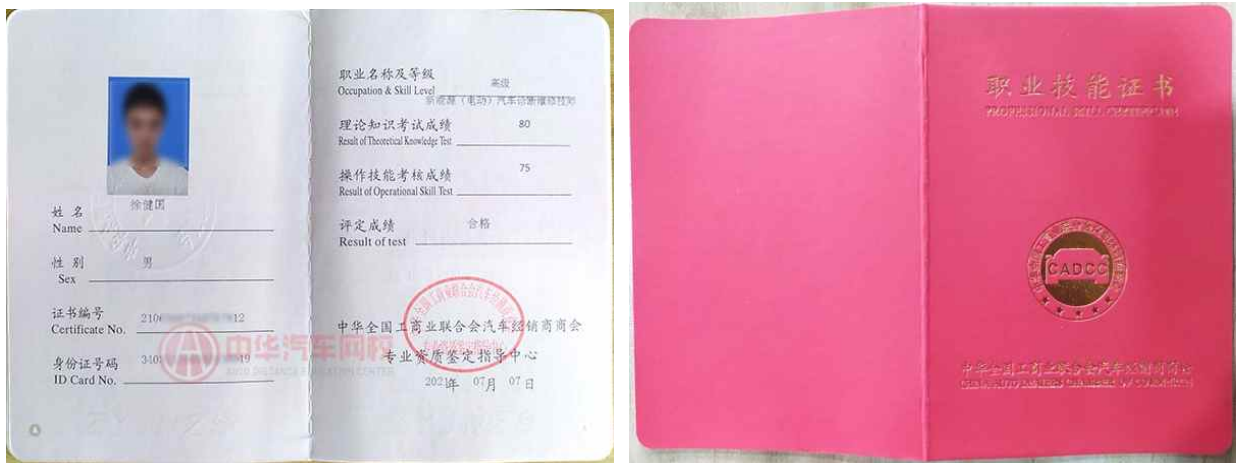
	과목	범위	시간
학과 교육	저압의 전기에 관한 기초지식	저압의 전기위험성, 합선 누전 접지 전기절연	1시간
	저압의 전기설비에 관한 기초지식	전기자동차등의 구조와 종류, 컨버터 및 인버터, 배선, 구동용 축전지 및 충전기, 구동용 원동기 및 발전기, 전기사용기기 보수 및 점검	2.5시간
	저압용의 안전작업용구에 관한 기초지식	절연용 보호구, 절연공구 및 절연 테이프, 검전기, 기타의 안전작업용구 관리	0.5시간
	전기자동차등의 정비작업방법	충전전기회로의 보호, 작업자의 절연보호, 서비스플러그의 취급방법, 정전전기회로에 대한 조치, 작업관리, 구급처리, 재해방지	1시간
	관계법령	노동안전위생법령 중의 관련조항	1시간
실기	전기자동차등의 정비 작업의 방법		1시간

- 그 밖에 전기자동차 정비에 관한 지식을 효율적으로 배울 수 있는 전문학교 교육과정이 갖추어져 있음
- 도교 공과 자동차 대학교 1급 자동차 정비과에서는, 3년 차에 하이브리드 자동차의 정비를 배울 수 있음
- 급속히 보급되고 있는 하이브리드차의 정비를 할 수 있도록, 전기에 관한 지식을 알기 쉽게 습득하는 것이 가능

- 아키타현 메사기술전문학교에서는 2급 자동차 정비사의 자격 취득 과정에서, 전기자동차 등의 정비를 상정한 특별 교육을 실시하고 있음

○ 중국⁴⁷⁾

- 중국에서는 신에너지 자동차 서비스 분야에 대해 전중국공상연합자동차상공회의소는 신에너지 자동차 분야 실태 평가를 위한 신에너지(전기)자동차 진단 및 정비기사 평가를 실시하고 있으며, 합격한 자에게는 신에너지(전기)자동차 진단정비기사 직업 기능사 자격증을 발급
- 신에너지(전기)자동차 진단정비기술사 전문기술자격증은 근로자가 특정 직업에 종사하는 데 필요한 지식과 기술을 보유하고 있음을 증명함



[그림 53] 신에너지(전기)자동차 진단정비기사 직업 기능사 자격증

<표 22> 신에너지(전기)자동차 진단정비기술사 전문기술자격증 취득을 위한 교육 내용

훈련단위	구체적인 내용
전원 배터리 시스템 유지 보수 및 간단한 고장 진단 및 문제 해결	전원 배터리 시스템 유지 보수 준비
	전원 배터리 시스템 유지 보수 장비 표준 운영 프로세스
	전원 배터리 시스템의 전원이 켜지지 않고 충전되지 않는 경우 증상, 원인, 진단 및 교체 방법
	장입 파일의 유지 보수 내용
드라이브 시스템 유지 관리 및 간단한 오류 진단 및 문제 해결	드라이브 시스템 유지 보수 전 현장, 장비 및 차량 준비
	드라이브 모터 리졸버 고장 및 고온 고장 수리 방법
	드라이브 모터 컨트롤러의 문제 해결 방법
차체 전기 시스템 유지 보수 및 간단한 진단 및 문제 해결	신체 전기 정비 전 각종 준비
	신에너지 차량 공조 시스템 유지보수

47) <https://www.chinaadec.com/s-xnyqx.html>

훈련단위	구체적인 내용
	신에너지 차량 공조 시스템의 단순 고장진단 및 유지보수
	조명 시스템 유지 보수
	신에너지 차량용 조명 시스템의 단순 고장 현상, 원인, 진단 및 유지보수 방법
신에너지 차량 새시 유지보수	신에너지 차량 샤시 구조의 분류 및 구조
	신에너지 차량 새시 구조의 윤활 및 유지 보수
	신에너지 차량의 일반적인 새시 고장에 대한 일반적인 사례 분석

7) 특허 및 논문 분석

가) 특허 동향

(1) 분석대상 기술

- 본 기획연구 과제에서 목표로 하고 있는 「전기자동차(EV) 안전성 평가 및 통합 안전 관리 기술 개발 기획」과 관련하여 국내외에 등록된 특허를 조사 및 분석하였으며, 기술 분류는 운행, 제작, 전문인력 양성으로 분류함

① 전기자동차 제작 안전 확보 및 화재 진압 기술 개발

- BMS 고도화를 위한 배터리 시스템 인증 체계 구축 및 검증
- 단셀 열폭주로 인한 배터리 시스템 강건화 검증 시험 방법 정립 및 관련 기술 개발
- 전기자동차 화재 확산 지연을 위한 화재 진압 차량 개발

② 전기자동차 운행 안전 확보를 위한 관리 기술 개발

- 전기자동차 전용 검사 관리 방안 기술 개발
- 전기자동차 배터리 정기적 안전성 관리 기술 개발
- 전기자동차 구동시스템 정기적 안전성 관리 기술 개발

③ 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리 체계 개발

- 전기자동차 정비인력 기준 개발
- 전기자동차 정비/검사 종사자 교육 개발
- 전기자동차 정비 교육 플랫폼 개발

(2) 분석범위

- 특허분석에서는 분석대상 기술을 포함하고, 2021년 12월까지 출원 공개된 한국, 일본, 미국, 유럽, 중국 공개 및 등록 특허를 분석범위로 지정함

<표 23> 특허검색 범위 및 검색 기간

자료 구분	국 가	검색 DB	분석기간	검색범위
공개 ·등록특허 (공개·등록일 기준)	한국특허 (KIPO)	WIPS ON	~ 2021. 12	특허공개 및 등록 전체문헌
	미국특허 (USPTO)			
	일본특허 (JPO)			
	유럽특허 (EPO)			
	중국특허 (SIPO)			

(3) 기술트리

○ 대상기술

- 기획연구 과제에서 제시하고 있는 운행안전, 제작안전, 전문정비 기술을 포함하도록 특허검색 기술트리 구축을 완료함

<표 24> 특허검색 기술트리

대분류	중분류	소분류	
A. 운행안전	AA. BMS 기술	AAA. BMS 알고리즘(SW)	
		AAB. BMS 회로	
		AAC. 배터리 상태 예측(시뮬레이션)	
	AB. 검사장비 기술	ABA. 배터리 상태 검사 장치/방법	ABAA. 전기적 방법
			ABAB. 비전기적 방법
		ABB. 배선손상/결함 측정 장치/방법	
AC. 동력계통 검사 기술	-		
B. 제작안전	BA. 배터리 결함 검출	BAA. 배터리 분리막 손상	
		BAB. 배터리 이물질 유입	
		BAC. 회로/배선 내부 단락	
	BB. 배터리 화재 대응	BBA. 열폭주/발화 측정 센서	
		BBB. 발화 지연	
		BBC. 발화 차단	
		BBD. 배터리 냉각	
	BC. 화재 진압기술	BCA. 배터리 화재 진압	
		BCB. 전기차 화재 진압	
C. 전문정비	CA. 정비인력 교육	CAA. 인력 교육장비	
	CB. 정비 서비스	CAB. 인력 교육 프로그램/시스템	
		CBA. 정비소 운영 시스템	
		CBb. 정비소 연계 서비스	

- 유효특허의 기술분류를 위하여 소분류 별로 관련된 기술내용을 정리하였으며, 해당 기술분류 과정에서 일부 기술분류 항목에 대해서는 추가적으로 기술분류 기준을 적용하였음

<표 25> 특허검색 소분류 기술내용

소분류	기술내용
AAA. BMS 알고리즘(SW)	BMS 구동을 위한 방법/알고리즘
AAB. BMS 회로	차량에 내장되어 배터리 상태를 측정할 수 있는 BMS 회로/센서
AAC. 배터리 상태 예측(시뮬레이션)	측정값을 바탕으로 배터리 상태 예측 기준추가 : 열폭주는 BBA로 분류, 열폭주가 아닌 BMS에 내장되어 배터리 고장/수명 예측 기술 AAC로 분류
ABA. 배터리 상태 검사 장치/방법	검사/정비 과정에서 전기신호를 이용하여 배터리 상태를 측정하는 장치/방법 (SOC, SOH 측정 장비, 충전기를 통한 측정) 기준추가 : 배터리 모니터링 관련 기술분류
ABB. 배선손상/결함 측정 장치/방법	검사/정비 과정에서 비전기적 방식(영상인식 등)을 이용하여 배터리 상태를 측정하는 장치/방법
AC. 동력계통 검사 기술 (중분류)	모터 등 동력계통의 문제를 감지하기 위한 장비/센서/방법
BAA. 배터리 분리막 손상	배터리 분리막 손상으로 인한 발화 기준추가 : 배터리 셀 내부에서 과손으로 인해 문제가 발생하는 경우
BAB. 배터리 이물질 유입	배터리 내부 이물질 추가로 인한 발화 기준추가 : 배터리에 무언가가 유입되어 문제가 발생하는 경우
BAC. 회로/배선 내부단락	배터리 회로/배선 단락으로 인한 발화
BBA. 열폭주/발화 측정 센서	배터리 셀 열폭주/발화 여부 측정을 위한 센서(온도센서, 기타) 기준추가 : 열폭주 예측/경보 시스템
BBB. 발화 지연	배터리 셀 발화를 지연할 수 있는 구조(열 분산, 열 차단 등)
BBC. 발화 차단	배터리 셀 발화를 사전에 차단할 수 있는 구조(급속방전 등)
BBD. 배터리 냉각	배터리 발화 예방을 위한 냉각시스템
BCA. 배터리 화재 진압	배터리 또는 차량 내부에 설치되어 배터리에서 발생하는 불을 소화하는 장치/방법
BCB. 전기차 화재 진압	전기차 외부에서 전기차 화재를 진압하기 위한 장치/방법 (컨테이너/탱크/박스 형태)
CAA. 인력 교육장비	정비인력 교육을 위한 장비
CAB. 인력 교육 프로그램 /시스템	정비인력 교육을 위한 프로세스/시스템
CBA. 정비소 운영 시스템	전기차를 수리하기 위한 정비소 운영 시스템
CBb. 정비소 연계 서비스	전기차 고장 관련 서비스 제공을 위한 플랫폼

(4) 키워드 및 검색식

○ 키워드

- 대상기술을 포함하는 Raw-Data 확보하기 위해 검색식 작성에 필요한 키워드군을 선별하고, 해당 키워드 군을 확장하여 관련 기술이 모두 포함될 수 있도록 함
- 전기자동차, 배터리, 정비 관련 IPC를 추출하고 검색식에 적용

<표 26> 특허검색 키워드 및 IPC

키워드군	키워드 확장
전기차	(전기차* 전기자동차* ((전기* 일렉* 일렉* electric* 전지*) NEAR2 (자동차* 차량* car* vehicle* 비히클* 바이클* automo*)))
화재	(화재* 화염* 발화* 열화* 불꽃* 파이어* 화이어* 파이어* 화이어* fire* burn* flame* ignite* blaze* flare* 열폭주* ((thermal*) adj (runaway*)))
화재진압	((((화재* 화염* 발화* 열화* 불꽃* 파이어* 화이어* 파이어* 화이어* fire* burn* flame* ignite* blaze* flare* 열폭주* ((thermal*) adj (runaway*))) near2 (소화* 진압* extinguish* quench* suppress* fight* prevent*)) 소방* 방재* 방화*))
배터리	(배터리* 바테리* 바테리* 밧데리* 축전* batter* 전원* 전지* 전력* 파워* POWER* “ESS” cell* ((전기* electric* 에너지* energy*) NEAR2 (저장* 스토리* storage* source*)))
결합	(결합* 고장* 하자* 결점* 불량* fault* defect* trouble* fail* 파손* 파열* 손괴* 손상* damag* distruct* crack* 장애* 애러* 에러* error*)
검사	(검사* 테스트* 시험* 검출* examin* detect* test* 진단* diagnosis* 점검* inspect* 체크* check* 모니터* monitor* 평가* evaluat*)
정비	(정비* 보수* maintenanc* 수리* 리페어* 리페어* repair* 에이에스* “A/S”)
경고음 발생	(경고* 경고* alarm* warning* 소리* 사운드* sound* 음향* 음성* ((엔진* 모터* engine* motor*) near2 (소음* 잡음* 노이즈* noise*)))
IPC	
IPC	H01M : 화학에너지를 전기에너지로 직접 변환하기 위한 방법 또는 수단, 예. 배터리 B60L : 전기 추진차량의 추진 B60K : 차량의 추진 기관 또는 변속기(트랜스미션, transmission)의 배치 또는 설치 ; 복수의 다양한 원동기의 배치 또는 설치 ; 차량용 보조 구동장치 ; 차량용 계기 또는 계기판 ; 차량의 추진 장치의 냉각, 흡기, 배기 또는 연료 공급에 관한 배치 H02P : 전동기, 발전기, 회전변환기의 제어 또는 조정; G01M : 차량의 시험 A62C : 소방(소방제, 화학물질의 사용 A62D-001/00; G10K : 음을 발생하는 장치 B60Q-005/00 : 청각적 신호장치 배치 또는 그 적용 G06F : 전기에 의한 디지털 데이터처리 G06Q : 관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 데이터 처리 시스템 또는 방법;

○ 검색식

- 중복되는 기술별로 복수의 검색식을 수립하여 유효특허 비중이 높도록 함

<표 27> 특허검색 관련 복수의 검색식 수립

소분류	기술내용
검색식 1 (전기차).KEY. AND (배터리).KEY. AND (화재).KEY,CLA. AND IPC	(전기차* 전기자동차* ((전기* 일렉* 일렉* electric* 전지*) NEAR2 (자동차* 차량* car* vehicle* 비히클* 비이클* automo*))).KEY. AND (배터리* 바테리* 배터리* 밧데리* 축전* batter* 전원* 전지* 전력* 파워* POWER* “ESS“ cell* ((전기* electric* 에너지* energy*) NEAR2 (저장* 스토리* storage* source*))).KEY. AND ((화재* 화염* 발화* 열화* 불꽃* 파이어* 화이어* 파이어* 화이어* fire* burn* flame* ignite* blaze* flare* 열폭주* ((thermal*) adj (runaway*))).KEY,CLA. AND (H01M* B60L*).IPC.
검색식 2 (전기차).KEY,CLA. AND (결합) NEAR5 (검사 OR 정비)).KEY,CLA. AND IPC	(전기차* 전기자동차* ((전기* 일렉* 일렉* electric* 전지*) NEAR2 (자동차* 차량* car* vehicle* 비히클* 비이클* automo*))).KEY,CLA. AND ((결합* 고장* 하자* 결점* 불량* fault* defect* trouble* fail* 파손* 파열* 손괴* 손상* damag* destruct* crack* 장애* 애러* 에러* error*) NEAR5 ((검사* 테스트* 시험* 검출* examin* detect* test* 진단* diagnosis* 점검* inspect* 체크* check* 모니터* monitor* 평가* evaluat*) OR (정비* 보수* maintenanc* 수리* 리페어* 리페어* repair* 에이에스* “A/S“))).KEY,CLA. AND (H01M* B60L* B60K* H02P* G01M* G06F* G06Q*).IPC.
검색식 3 (화재 진압).KEY,CLA. AND (전기차).KEY,CLA. AND IPC	((((화재* 화염* 발화* 열화* 불꽃* 파이어* 화이어* 파이어* 화이어* fire* burn* flame* ignite* blaze* flare* 열폭주* ((thermal*) adj (runaway*))) near2 (소화* 진압* extinguish* quench* suppress* fight* prevent*)) 소방* 방재* 방화*).KEY. AND (전기차* 전기자동차* ((전기* 일렉* 일렉* electric* 전지*) NEAR2 (자동차* 차량* car* vehicle* 비히클* 비이클* automo*))).KEY,CLA. AND (A62C* H01M* B60L*).IPC.
검색식 4 (전기차).KEY. AND (경고음) near5 (검사).KEY,CLA. AND IPC	(전기차* 전기자동차* ((전기* 일렉* 일렉* electric* 전지*) NEAR2 (자동차* 차량* car* vehicle* 비히클* 비이클* automo*))).KEY. AND ((경고* 경고* alarm* warning* 소리* 사운드* sound* 음향* 음성* ((엔진* 모터* engine* motor*) near2 (소음* 잡음* 노이즈* noise*))) near5 (검사* 테스트* 시험* 검출* examin* detect* test* 진단* diagnosis* 점검* inspect* 체크* check* 평가* evaluat*))).key,cla. AND (B60L* G01M* G10K* B60Q*).IPC.

- 각 검색식에서 도출된 내용을 근거로 조사가 완료되어 총 8,403건이 도출되었으며, 검색된 특허를 국가별과 분류한 결과 중국이 5,561건으로 가장 높은 특허 보유를 확인함

<표 28> 특허검색 Raw-data 건수

구분	기술내용					
	한국	일본	미국	유럽	중국	합계
검색식 1	205	694	302	108	2,295	3,604
검색식 2	302	331	535	180	2,399	3,747
검색식 3	45	11	36	21	859	972
검색식 4	42	73	102	24	416	657
(검색식 1) OR (검색식 2) OR (검색식 3) OR (검색식 4)	594	1,109	975	333	5,969	8,980

※ 검색결과는 중복 및 공개/등록 특허의 중복이 제거된 건수임

(5) 유효특허 도출

○ 유효특허 도출 기준

- 기술트리 기술내용에 해당하는 기술을 유효특허로 선별 하였음
- 유효특허 선별 과정에서 노이즈로 판단하고 제외한 특허는 아래와 같음
 - 외부충격 등으로 인한 화재 발생 방지를 위한 배터리 케이스 HW 구조 제외
 - 배터리 냉각장치의 경우 화재방지를 위한 냉각의 경우에만 선별하고, 일반적인 발열 냉각을 위한 기술은 제외
 - 하이브리드 전기자동차 기술은 제외
 - 전기차 충전기/충전시스템에 관한 기술은 제외
 - 배터리 셀 열화에 대한 기술은 제외
 - 자동차가 아닌 철도차량에 대한 기술은 제외
 - 회생제어 관련 기술은 노이즈로 제외
 - 차량의 전기(전장)시스템에 관한 기술은 제외
- 기술분류 과정에서 특허에 중복된 기술이 포함되어 있을 경우 아래와 같은 우선 순위를 적용하여 분류함
 - BBB. 지연, BBC. 차단이 중복되면 지연으로 우선 분류
 - 배터리 냉각시스템의 고장을 검출하는 기술은 BBD. 냉각 이 아닌 ABAB. 비전기적 방식(온도센서를 이용하는 특허였음)으로 분류
 - BCA. 배터리 화재 진압과, BBD. 배터리 냉각이 겹치면 BCA.로 분류

○ 유효특허 도출 결과

- 유효특허 도출 및 기술분류 결과 388건의 유효특허가 확인 되었으며, 기술분류별 분포 현황은 아래와 같음
- 전세계적으로 탄소중립 정책이 이슈가 되면서 전기자동차 제작안전에 해당되는 특허기술이 259건으로 가장 높게 조사가 되었으며, 전기자동차에 대한 보급률이 급격히 높은 중국의 유효특허 보유 개수가 206건으로 가장 많은 것을 확인함

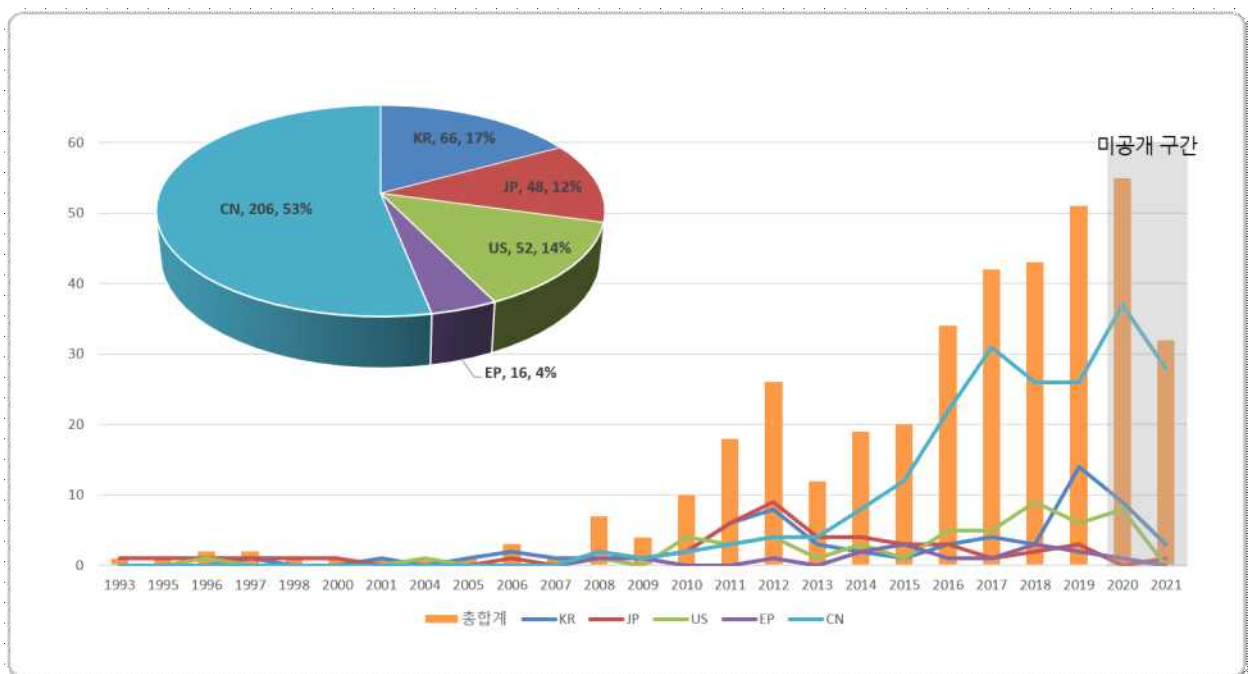
<표 29> 기술분류별 유효특허 도출 결과

구분	기술내용					
	한국	일본	미국	유럽	중국	합계
A. 운행안전	25	11	13	1	50	100
B. 제작안전	35	36	37	15	136	259
C. 전문정비	6	1	2	0	20	29
총 합계	66	48	52	16	206	388

나) 특허 동향분석

(1) 정량분석

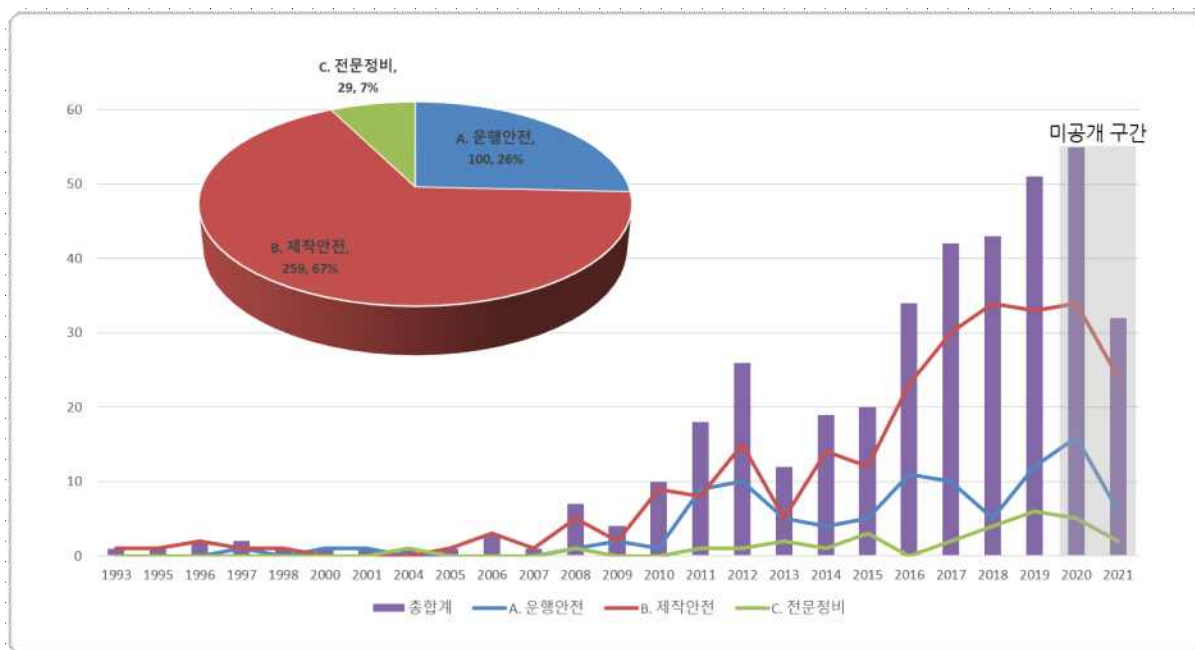
○ 국가별-연도별 출원동향



[그림 54] 국가별-연도별 출원동향

- 전기자동차 정비 관련 기술에 대한 관심/개발이 활발한 국가는 중국으로, 전체 출원의 53%를 차지하는 것으로 확인되었으며, 한국, 미국, 일본, 유럽 순으로 출원 건수가 분포
- 한국의 경우 Raw-Data가 많지 않았음에도 불구하고, 일본, 미국보다 많은 특허가 출원된 것으로 보아, 한국에서도 전기자동차 안전/정비에 대한 관심이 매우 높은 것으로 보여짐
- 일본의 경우 Raw-Data는 많았지만, 배터리 열화로 인한 성능저하, 하이브리드 자동차 관련 특허가 다수를 차지하였으며, 전기자동차의 정비에 관한 기술은 많지 않은 것으로 확인됨

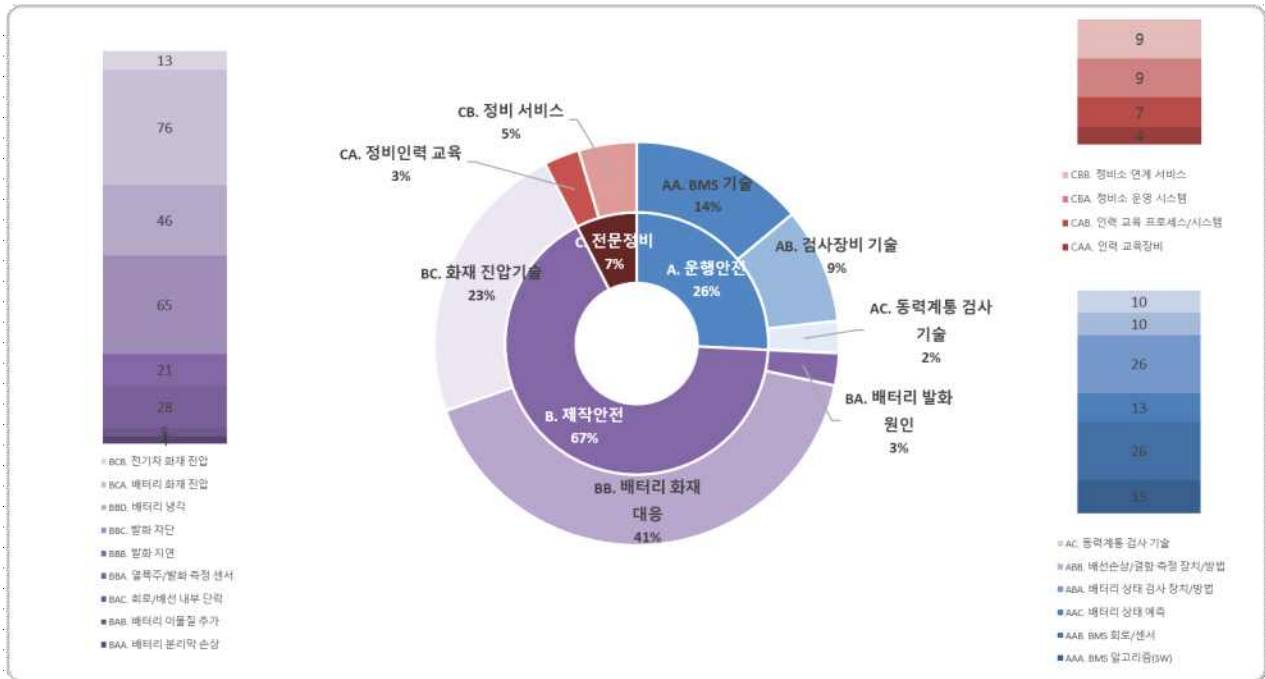
○ 기술분류별-연도별 출원동향



[그림 55] 기술분류별-연도별 출원동향

- 기술분류별로 B. 제작안전 기술 출원이 67%를 차지하는 것으로 확인되었으며, A. 운행안전, C. 전문정비 관련 기술은 출원이 미미함
- 전기자동차 정비 기술은 2010년대 이후 전기자동차에 대한 연구가 활발히 진행됨에 따라 출원건수도 함께 급격하게 증가한 것으로 보여지며, 특히 2015년 이후 B. 제작안전 관련 기술의 출원이 다수를 차지함
- 정비인력에 대한 교육 및 전기자동차 정비 시설에 대한 기술(C. 전문정비) 또한 과거에 비해 최근에 출원이 활발하게 이루어지고 있는 것을 확인할 수 있으며, 전기자동차 보급 증가 및 사고로 인한 관심이 높아졌기 때문으로 사료 됨

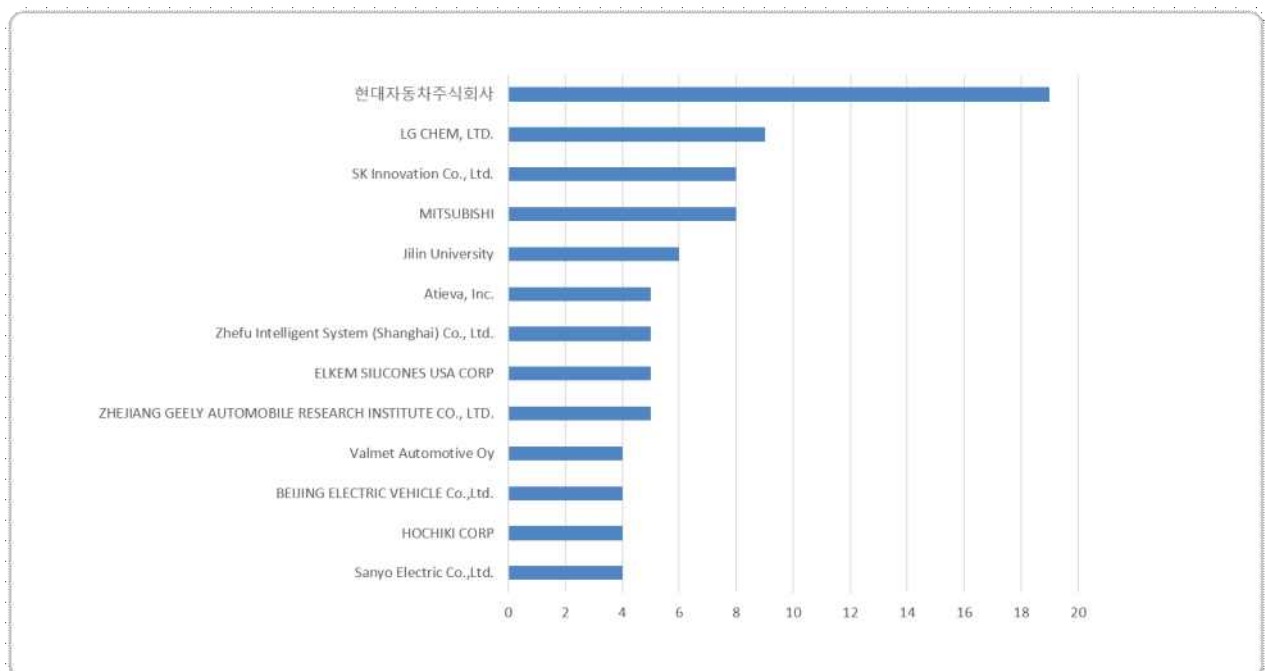
(3) 기술분류별(중분류, 소분류) 출원동향



[그림 56] 기술분류별(중분류, 소분류) 출원동향

- 전기자동차 배터리 화재사고로 인하여 배터리 화재에 대한 관심이 높아졌기 때문에, B. 제작안전 기술 중에서 배터리 화재를 측정/예방하고 진압하는 기술 출원이 가장 많은 비중을 차지함
- 전기자동차 동력계통의 문제를 측정(AC. 동력계통 검사 기술)하는 기술, 전기자동차 정비 인프라 구축을 위한 특허(C. 전문정비)는 출원 비중이 적은 것으로 보아 기술 개발에 대한 관심이 부족한 것으로 보여짐

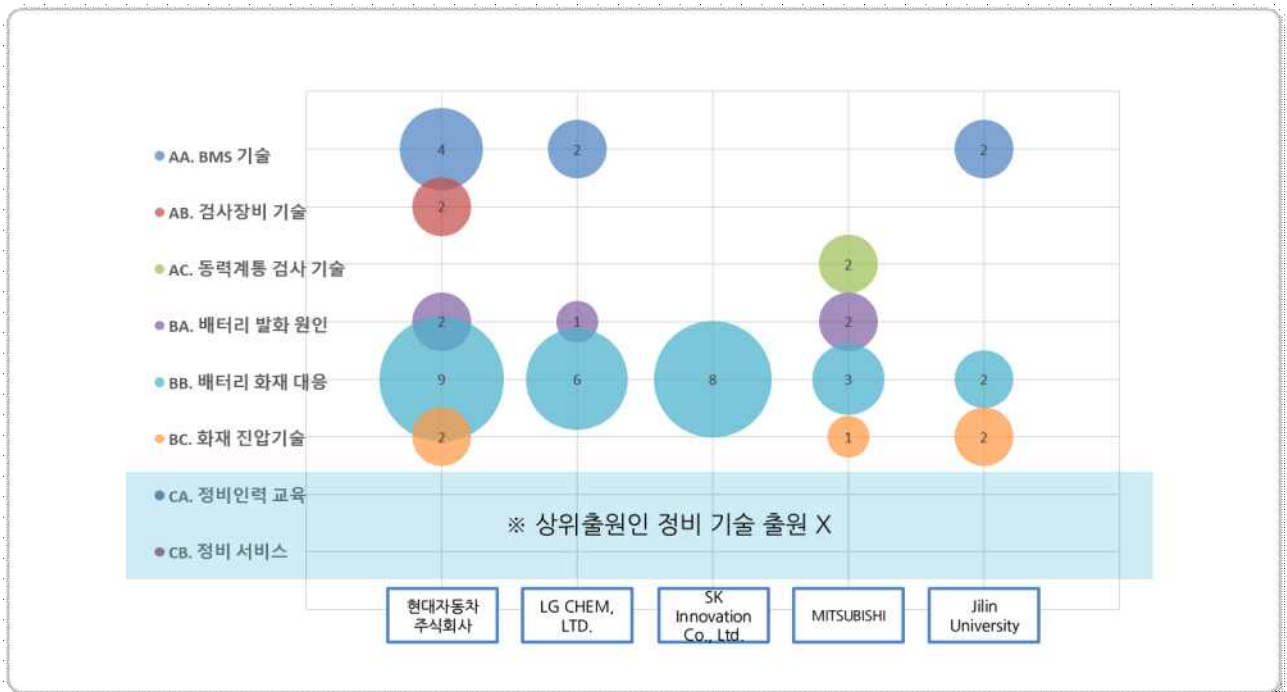
○ 상위 출원인 동향



[그림 57] 상위 출원인 출원동향

- 전기자동차 정비 관련 기술 개발이 활발한 기업은 현대자동차인 것으로 확인되었으며, 전기자동차차 발화 원인이 배터리인 만큼 배터리 제조 기업인 LG CHEM, SK INNOVATION에서도 정비기술을 활발하게 개발하고 있는 것으로 확인되었음
- 상위 출원인에 일본, 중국 기업/학교가 다수 포함되어 있으나, 각 출원인의 출원 건수가 많지 않은 것으로 확인됨에 따라 기술개발을 선도하는 기업/학교는 없는 것으로 사료됨

○ 상위 출원인-기술분류 출원동향

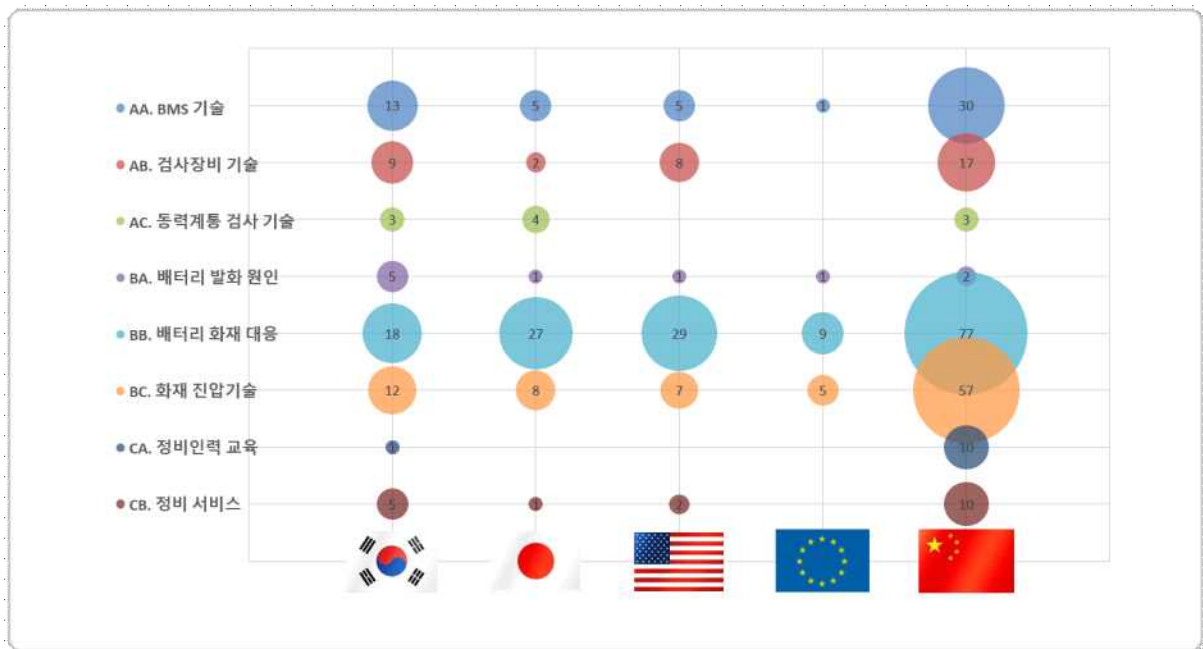


[그림 58] 상위 출원인-기술분류 출원동향

- 상위 출원인들은 BMS, 배터리 화재 대응 및 진압기술 쪽으로 기술개발을 집중하고 있는 것으로 확인되었음
- 상위 출원인들은 C. 전문정비 기술에 대한 특허를 출원하고 있지 않은 것으로 확인됨

○ 기술분류-상위 출원인 출원동향

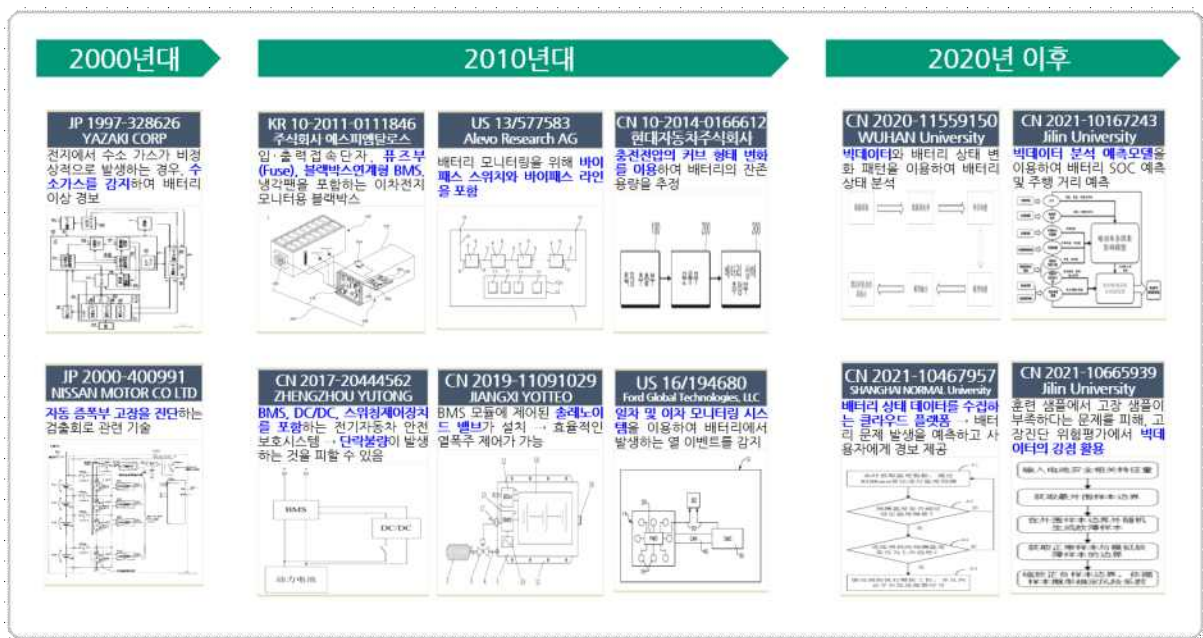
- 한국, 중국은 모든 기술분야에 걸쳐 골고루 출원이 이루어지고 있으며, 특히 중국의 경우 C. 전문정비 관련 기술개발도 활발한 것으로 사료되며, 배터리 화재 대응/진압 기술에 대한 출원 또한 활발하여 B. 제작안전 기술 선도국으로 사료됨
- 일본, 미국, 유럽은 B. 제작안전 기술에 집중되어 있으며, C. 전문정비 관련 기술을 특허로 거의 출원하고 있지 않음



[그림 59] 국가별-기술분류별 출원동향

(4) 기술흐름 분석

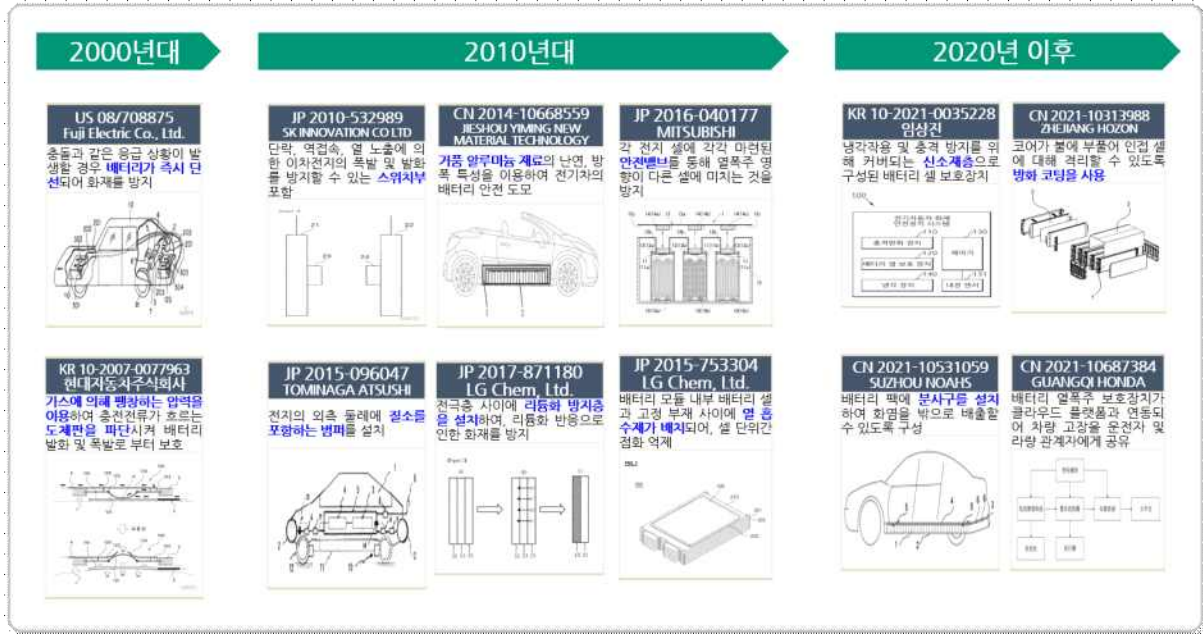
○ 운행안전 출원동향



[그림 60] 운행안전 분야 특허출원 동향

- 운행안전 기술은 2000년대 이전에는 센서를 이용하여 배터리에서 발생하는 전기 신호 및 가스를 측정하고 이상을 감지하는 기술로 시작하였으며, 2010년대 이후 단순 센서에서 발전하여 블랙박스, 스위치를 포함하는 다양한 회로를 이용하는 방향으로 발전하였음
- 최근 2020년대에 들어서는 배터리 및 차량에서 측정된 값들을 차량 자체에서 분석하는 것에서 벗어나, 빅데이터, 클라우드, 인공지능과 같은 첨단 IT 기술을 접목하여 전기자동차의 안전을 도모할 수 있도록 발전하였음

○ 제작안전 출원동향



[그림 61] 제작안전 분야 특허출원 동향

- 제작안전 기술은 2000년대 이전에는 배터리와의 배선 단선, 도체판을 파단하는 물리적인 방법을 이용하여 화재의 발생/확산을 억제하였으며, 2010년대 이후에는 물리적 방법뿐만 아니라, 안전밸브를 사용하는 방법, 배터리 모듈 내부에 화재 방지를 위한 리튬화 방지층, 열 흡수제를 이용하는 방향으로 발전하였음
- 최근 2020년대에 들어서는 신소재층, 방화코팅 등을 적용하는 방법뿐만 아니라, 배터리 내부 화염을 밖으로 분출할 수 있도록 분사구를 포함하는 등 기존의 기술을 활용하는 방향으로 발전하고 있음

(5) 주요특허 분석

○ 주요특허 선별기준

- 전기자동차 안전 확보를 위한 관리방안 및 세부 연구내용과 기술적으로 유사한 특허를 주요특허로 선별하였음
- 한국교통안전공단에서 관심을 가지고 있는 상세한 세부 연구내용은 아래와 같음
 - 절연저항 검사장비 및 검사기법 고도화 : 충전기 통신규약 OCCP1.6 검토를 통한 검사방법 고안
 - 전기자동차 경고음 발생 장치 검사장비 및 검사기술 개발
 - 영상 인지 기술 기반의 배터리 팩 하부 파손 검사기법 개발
 - 전기자동차 배터리 정기적 안전성 관리기술 개발
 - 전기자동차 구동시스템 정기적 안전성 관리기술 개발

· 전기자동차 화재 확산 지연을 위한 화재 진압 차량 개발

- 선별 결과 8건의 주요특허를 확인하였음

<표 30> 주요특허 List

No.	출원번호	기술분류	상태	발명의 명칭
1	KR 10-2017-0022289	ABB. 배선손상/결함 측정 장치/방법	등록	마스킹 효과를 고려한 전기자동차 경고음 음질 평가방법 및 그 장치
2	KR 10-2020-0062092	BCB. 전기차 화재 진압	등록	전기 자동차 배터리 운반, 화재 진압이 가능한 소방 컨테이너가 구비된 이동 차량
3	KR 10-2019-0171564	ABB. 배선손상/결함 측정 장치/방법	등록	차량의 절연 저항의 고장을 검출하는 방법 및 그 전자 장치
4	US 16/164285	BCB. 전기차 화재 진압	-	FIRE EXTINGUISHER COVER FOR ELECTRIC VEHICLE
5	CN 2020-20135108	BCB. 전기차 화재 진압	등록	Video monitoring and automatic fire extinguishing device after electric vehicle collision
6	CN 2020-10742342	ABB. 배선손상/결함 측정 장치/방법	심사중	Method for testing and evaluating sound quality of automobile electric device
7	CN 2020-11559150	AAC. 배터리 상태 예측	심사중	Power battery remaining life prediction method based on data driving
8	CN 2020-22318128	BCB. 전기차 화재 진압	등록	Electric movable telescopic fireproof cover for electric automobile

○ 주요특허 분석

<표 31> 특허분석(마스킹 효과를 고려한 전기자동차 경고음 음질 평가 방법 및 그 장치)

<1>

출원국	KR	출원인	인하대학교 산학협력단
기술분류			
출원일	2017-02-20	출원번호	10-2017-0022289
등록일	2018-01-18	등록번호	10-1821923
패밀리 특허	KR10-1821923B1		
발명의 명칭	마스킹 효과를 고려한 전기자동차 경고음 음질 평가 방법 및 그 장치		
요약	본 발명은 마스킹 효과를 고려한 전기자동차 경고음 음질 평가 방법 및 그 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 복수의 경고음과 복수의 배경 소음 간을 서로 조합하여 복수의 합성 신호를 생성하는 단계와, 상기 복수의 합성 신호로부터 상기 배경 소음에 의해 마스킹된 와인 소음(Whine Noise) 신호를 각각 추출하는 단계와, 상기 와인 소음 신호에 대한 시간 및 주파수 영역의 신호 특성에서 검출되는 신호 레벨들을 이용하여 상기 와인 소음 신호의 음질 지수인 와인 인덱스(Whine Index)를 연산하는 단계, 및 상기 합성 신호별 피검자의 짜증도를 청음평가한 주관적 평가치들과 상기 합성 신호별 연산한 상기 와인 인덱스들을 이용하여, 소정의 와인 인덱스에 대응하는 짜증도 지수를 연산하기 위한 짜증도 인덱스 식을 생성하는 단계를 포함하는 전기자동차 경고음 음질 평가 방법을 제공한다. 본 발명에 의하면, 주변의 배경소음에 의해 마스킹된 전기자동차 경고음의 음질을 마스킹 효과를 고려하여 객관적으로 평가할 수 있으며 전기자동차 경고음의 음질 평가 인덱스를 신뢰성 있게 제공할 수 있다. 또한, 실제 전기자동차 경고음으로부터 와인 인덱스를 추출하는 것만으로 경고음의 짜증도 지수 및 인지성 지수를 손쉽게 예측할 수 있어 전기자동차 경고음의 객관적 평가 및 음질 향상에 기여할 수 있다.		
대표 청구항	복수의 경고음과 복수의 배경 소음 간을 서로 조합하여 복수의 합성 신호를 생성하는 단계;상기 복수의 합성 신호로부터 상기 배경 소음에 의해 마스킹된 와인 소음(Whine Noise) 신호를 각각 추출하는 단계;상기 와인 소음 신호에 대한 시간 및 주파수 영역의 신호 특성에서 검출되는 신호 레벨들을 이용하여 상기 와인 소음 신호의 음질 지수인 와인 인덱스(Whine Index)를 연산하는 단계; 및상기 합성 신호별 피검자의 짜증도를 청음평가한 주관적 평가치들과 상기 합성 신호별 연산한 상기 와인 인덱스들을 이용하여, 소정의 와인 인덱스에 대응하는 짜증도 지수를 연산하기 위한 짜증도 인덱스 식을 생성하는 단계를 포함하는 전기자동차 경고음 음질 평가 방법.		
대표도면			
검토의견	마스킹 효과를 고려한 전기자동차 경고음 음질 평가 장치에 관한 것으로, 전기자동차 경고음 발생 장치 검사장비 관련 특허에 해당함		

<표 32> 특허분석(전기자동차 배터리 운반, 화재 진압이 가능한 소방 컨테이너가 구비된 이동 차량)

<2>

출원국	KR	출원인	정미정 ! 박현우
기술분류			
출원일	2020-05-25	출원번호	10-2020-0062092
등록일	2020-12-24	등록번호	10-2197265
패밀리 특허	KR10-2197265B1		
발명의 명칭	전기 자동차 배터리 운반, 화재 진압이 가능한 소방 컨테이너가 구비된 이동차량		
요약	본 발명은 전기 자동차 배터리 운반, 화재 진압이 가능한 소방 컨테이너가 구비된 이동차량에 관한 것으로서, 소화 약제가 보관되는 소방컨테이너를 이용하여 전기차 배터리 운반과정 또는 전기 자동차 운행 과정 중 전기차 배터리에서 발생되는 화재의 초기 진압이 가능하도록 하여 화재로 인한 피해를 최소화 하기 위한 것이다. 이를 실현하기 위한 본 발명은, 이동차량(10)의 일측에는 전기차 배터리(B)가 적재될 수 있는 배터리 적재부(20)가 구성되고; 상기 배터리 적재부(20)의 상부에는 방재를 위한 소화 약재(S)가 미립자 형태로 보관되는 소방 컨테이너(30)가 구성되며; 상기 소방 컨테이너(30)에는 소화 약재(S)의 배터리 적재부(20) 배출을 단속하기 위한 개폐밸브(31)가 구비된 것을 특징으로 한다.		
대표 청구항	이동차량(10)의 일측에는 방재를 위한 소화 약재(S)가 미립자 형태로 보관되는 소방 컨테이너(30)가 구성되고;상기 소방 컨테이너(30)에는 전기 자동차(100)가 수용될 수 있는 일정 크기의 자동차 수용부(32) 및 상기 자동차 수용부(32)로 소화 약재(S)를 배출시키기 위한 개폐밸브(31)가 구비되며;상기 이동차량(10)에는 소방 컨테이너(30)를 이동시키기 위한 컨테이너 이동수단이 구성된 것을 특징으로 하는 전기 자동차 배터리 운반, 화재 진압이 가능한 소방 컨테이너가 구비된 이동차량.		
대표도면			
검토의견	전기 자동차가 수용될 수 있는 소방 컨테이너를 이용하여 화재를 진압할 수 있도록 하는 점이 특징으로, 전기차 화재 진압 차량 특허에 해당함		

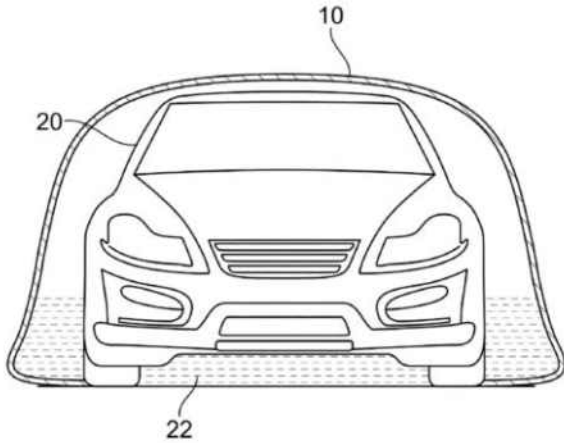
<표 33> 특허분석(차량의 절연 저항의 고장을 검출하는 방법 및 그 전자 장치)

<3>

출원국	KR	출원인	주식회사 현대케피코
기술분류			
출원일	2019-12-20	출원번호	10-2019-0171564
등록일	2021-02-09	등록번호	10-2216631
패밀리 특허	KR10-2216631B1		
발명의 명칭	차량의 절연 저항의 고장을 검출하는 방법 및 그 전자 장치		
요약	본 발명의 다양한 실시 예들은, 차량의 절연 저항의 고장을 검출하는 방법 및 그 전자 장치에 관한 것으로서, 고장 검출 장치는, 절연 저항 측정 회로, 메모리, 및 상기 절연 저항 측정 회로 및 상기 메모리와 연결된 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 상기 절연 저항 측정 회로를 통해 차량의 연료전지 스택 전압계와 상기 차량의 바디 간의 절연 저항을 산출하고, 상기 절연 저항 측정 회로를 통해 상기 차량의 승압 전압계와 상기 차량의 바디 간의 절연 저항을 산출하고, 상기 산출된 절연 저항의 값들에 기반하여 상기 차량의 절연 저항의 고장 여부를 판단할 수 있다. 다른 실시 예들도 가능하다.		
대표 청구항	절연 저항 측정 회로; 제 1 스위치 및 제 2 스위치를 포함하는 스위치 회로; 및 상기 절연 저항 측정 회로 및 상기 스위치 회로와 연결된 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 상기 절연 저항 측정 회로를 통해 차량의 연료전지 스택 전압계와 상기 차량의 바디 간의 절연 저항을 산출하고, 상기 절연 저항 측정 회로를 통해 상기 차량의 승압 전압계와 상기 차량의 바디 간의 절연 저항을 산출하고, 상기 산출된 절연 저항의 값들에 기반하여 상기 차량의 절연 저항의 고장 여부를 판단하되, 상기 프로세서는, 상기 제 1 및 제 2 스위치의 턴 온 및 턴 오프를 각각 상보적으로 동작시켜 상기 절연 저항 측정 회로에 포함된 측정 저항에 걸리는 전압을 측정하고, 상기 측정된 전압에 기반하여, 상기 차량의 연료전지 스택 전압계와 상기 차량의 바디 간의 절연 저항, 및 상기 차량의 승압 전압계와 상기 차량의 바디 간의 절연 저항을 산출하는 고장 검출 장치.		
대표도면	<pre> graph LR 140[스위치 회로] --- 120[프로세서] 120 --- 130[메모리] 120 --- 150[절연 저항 측정 회로] </pre>		
검토의견	절연 저항 측정 회로를 이용해 차량 절연 저항의 고장 여부를 판단하는 기술로, 절연저항 검사장비 및 검사기법 고도화에 참고 가능한 특허에 해당		

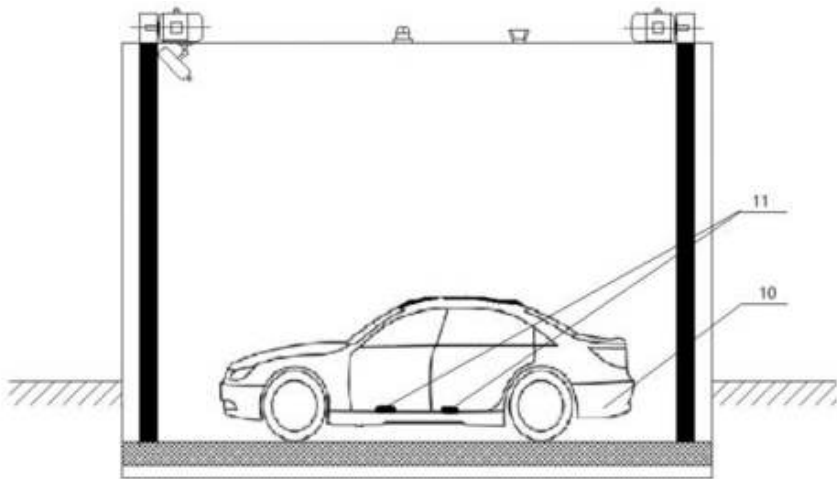
<표 34> 특허분석(Fire extinguisher cover for electric vehicle)

<4>

출원국	US	출원인	Frank Daniel Engell Brubakken
기술분류			
출원일	2018-10-18	출원번호	16/164285
등록일	-	등록번호	-
패밀리 특허	CA3021309A1 ! DK3473301T3 ! EP3473301B1 ! ES2810007T3 ! NO343041B1 ! US11202928B2		
발명의 명칭	FIRE EXTINGUISHER COVER FOR ELECTRIC VEHICLE		
요약	Disclosed is a fire extinguisher cover for covering over a motor vehicle, the battery of which has caught fire. The cover comprises a sheet for covering over the vehicle, the sheet comprising an opening disposed thereon, and a casing assembly comprising a plurality of spaced apart casings and a drawstring running through the plurality of casings. The drawstring is arranged to be tightened to achieve a tight abutment between the casing assembly, the ground and the vehicle tires when the vehicle is covered by the sheet, and the fire-extinguishing fluid is run through the at least one opening to be fill up between the vehicle and the sheet resulting in said fluid reaching the battery for extinguishing the fire emanating therefrom.		
대표 청구항	1. A fire extinguisher cover for covering a motor vehicle having at least one battery on fire, comprising a sheet with at least one opening for receiving a fire extinguishing fluid, the cover characterized by, a casing assembly attached to the sheet, the casing assembly comprising: a plurality of spaced apart casings are arranged close to an outer edge of the sheet around a whole circumference of the sheet; and at least one drawstring running through the plurality of casings; wherein, the at least one drawstring is arranged to be tightened to achieve a tight abutment between the casing assembly, the ground and the vehicle tires when the vehicle is covered by the sheet, and the fire-extinguishing fluid is run through the at least one opening to fill up between the vehicle and the sheet resulting in said fluid reaching the battery for extinguishing the fire emanating therefrom.		
대표도면	 FIG 2		
검토의견	전기 자동차를 덮는(cover) 방법으로 화재를 진압하는 점이 특징으로, 전기차 화재 진압 차량 개발 시 참고 가능한 특허에 해당		

<표 35> 특허분석(Video monitoring and automatic fire extinguishing, device after electric vehicle collision)

<5>

출원국	CN	출원인	Chongqing Changan Automobile Co.,Ltd.
기술분류			
출원일	2020-01-21	출원번호	2020-20135108
등록일	2020-10-16	등록번호	211696959
패밀리 특허	CN211696959U		
발명의 명칭	Video monitoring and automatic fire extinguishing device after electric vehicle collision		
요약	The utility model discloses a video monitoring and automatic fire extinguishing device for an electric automobile after collision, which comprises a water tank, a water pump and a controller, the boxbody is located over the water pool; the video monitor is used for collecting video signals of a vehicle located on the lifting mechanism; the temperature sensor is used for collecting temperature information of the vehicle; the smoke sensor is used for detecting smoke concentration; the industrial control computer is used for receiving information acquired by the video monitor, the temperature sensor and the smoke sensor; the industrial control computer starts the lifting mechanism to move downwards when judging that the smoke concentration exceeds the standard based on the smoke concentration detected by the smoke sensor, the lower portion of the vehicle can be soaked in the water pool, and the industrial control computer is electrically connected with the video monitor, the temperaturesensor, the smoke sensor and the lifting mechanism. The intelligent fire extinguishing system has the functions of 24-hour real-time monitoring, automatic fire extinguishing and alarming.		
대표 청구항	1. The utility model provides a video monitoring and automatic fire extinguishing device after electric automobile collides which characterized in that includes:a pool (1) in which water is stored;a box body (2) which is positioned right above the water pool (1);the lifting mechanism is arranged in the box body (2);a video monitor (7) for capturing video signals of a vehicle (10) located on the lifting mechanism;a temperature sensor (11) for acquiring temperature information of the vehicle (10);a smoke sensor (5) for detecting the concentration of smoke;and the industrial control computer (12) is used for receiving information collected by the video monitor (7), the temperature sensor (11) and the smoke sensor (5), the industrial control computer (12) judges that the smoke concentration exceeds the standard according to the smoke concentration detected by the smoke sensor (5) and starts the lifting mechanism to move downwards, so that the lower part of the vehicle can be soaked in the water pool (1), and the industrial control computer (12) is respectively and electrically connected with the video monitor (7), the temperature sensor (11), the smoke sensor (5) and the lifting mechanism.		
대표도면			
검토의견	전기 자동차를 pool 에 넣는 방법으로 차량의 성능을 모니터링 하거나, 화재를 진압하는 점이 특징으로, 전기차 화재 진압 차량 개발 시 참고 가능한 특허에 해당		

<표 36> 특허분석(Method for testing and evaluating sound quality of automobile electric device)

<6>

출원국	CN	출원인	China Faw Co.,Ltd.
기술분류		출원번호	2020-10742342
출원일	2020-07-29	등록번호	-
등록일	-		
패밀리 특허	CN111985788A		
발명의 명칭	Method for testing and evaluating sound quality of automobile electric device		
요약	The invention discloses a method for testing and evaluating the sound quality of an automobile electric device. Aiming at representative noise characteristics including motor sound and friction sound of an electric device, influences of different acoustic parameters such as characteristic loudness, roughness and fluctuation on human ear hearing are analyzed, a development method and an evaluation method of the sound of the electric device are established, and a development process of automobile sound quality is perfected. The method comprises the following steps: subjectively evaluating the sound quality of an electric device in a whole vehicle state; carrying out objective test on the sound quality of the electric device in the whole vehicle state; selecting an objective evaluation parameter primary edition; carrying out final determination of sound quality objective evaluation parameters of the electric device; and determining subjective and objective evaluation targets of the sound quality of the electric device.		
대표 청구항	1. The method for testing and evaluating the sound quality of the automobile electric device is characterized by comprising the following steps of: s1, carrying out subjective evaluation on the sound quality of the electric device in the whole vehicle state, and recording an evaluation score as S1; s2, performing objective test on the sound quality of the electric device in the whole vehicle state; s3, selecting an objective evaluation parameter initial edition; s4, finally determining the sound quality objective evaluation parameters of the electric device; and S5, determining the subjective and objective evaluation target of the sound quality of the electric device.		
대표도면	<pre> graph TD A[电器件声品质主观评价] --> B[主观评价样本处理] C[电器件声品质客观数据采集] --> D[客观评价样本处理] D --> E[按照电机运行声、启动、停止声聚类分析] E --> F[心理声学客观参量分析] F --> G[客观评价参量初版选定] B --> H[电器件电机声主、客观参量关联性分析] G --> H H --> I[电器件声品质心理声学准客观参量确定] I --> J[信度分析] J --> K{绝对误差>95%} K -- 否 --> H K -- 是 --> L[电器件声品质心理声学客观参量最终确定] L --> M[电器件电机声主、客观评价目标建立] M --> N[电器件声品质测试及评价方法完成] </pre>		
검토의견	자동차 전기 소자 음질 테스트 평가 방법으로, 모터 소리, 마찰 소리 등 파라미터를 고려하여 객관적 평가가 이루어지도록 함을 특징으로 하며, 전기자동차 경고음 발생 장치 검사기술 개발 시 참고 가능한 특허에 해당		

<표 37> 특허분석(Power battery remaining life prediction method based on data driving)

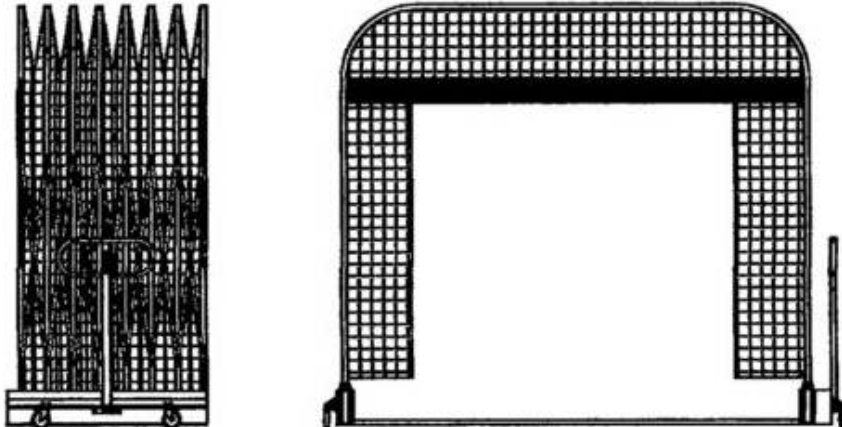
<7>

출원국	CN	출원인	WUHAN University OF TECHNOLOGY
기술분류		출원번호	2020-11559150
출원일	2020-12-25	등록번호	-
등록일	-	발명의 명칭	Power battery remaining life prediction method based on data driving
패밀리 특허	CN112765772A		
요약	The invention relates to a power battery remaining life prediction method based on data driving. The method comprises the steps of obtaining pure electric vehicle driving data; preprocessing the driving data of the pure electric vehicle; performing feature extraction on the preprocessed data; constructing an algorithm model by using a fusion model of an LSTM model and BP-GM (1, N) according to related feature data obtained by feature extraction; and predicting the residual life of the power battery through the algorithm model. According to driving big data of an electric vehicle, battery health state information and a change rule thereof are fully mined, related characteristics such as historical SOH, SOH characterization parameters, driving characteristics and vehicle category characteristics of the battery are constructed, and the hidden battery health state information and the change rule thereof are fully mined from vehicle data and battery data, therefore, the RUL is predicted on the basis of the SOH of the battery.		
대표 청구항	1. A method for predicting the residual life of a power battery based on data driving is characterized by comprising the following specific steps:a data preparation stage: acquiring running data of the pure electric vehicle;a data sorting stage: preprocessing running data of the pure electric vehicle;a characteristic construction stage: carrying out feature extraction on the data obtained in the data arrangement stage;an algorithm model construction stage: constructing an algorithm model by using an LSTM model and a BP-GM (1, N) fusion model according to the relevant characteristic data obtained in the characteristic construction stage;a verification stage: and predicting the residual life of the power battery by using an algorithm model.		
대표도면			
검토의견	빅데이터를 이용하여 배터리 건강 상태 정보 및 변화 패턴을 파악하고, 잔여 수명을 예측하는 점을 특징으로 하며, 배터리 정기적 안전성 관리 기술 개발 시 참고 가능한 특허에 해당		

<표 38> 특허분석(Electric movable telescopic fireproof cover for electric automobile)

<8>

출원국	CN	출원인	Shenzhen highway passenger and Freight Transportation Service Center Co.,Ltd. SHENZHEN EASY PARK EQUIPMENT Corp.
기술분류			
출원일	2020-10-14	출원번호	2020-22318128
등록일	2021-09-24	등록번호	214260420
패밀리 특허	CN214260420U		
발명의 명칭	Electric movable telescopic fireproof cover for electric automobile		
요약	The utility model relates to a fire protection safety field of electric automobile spontaneous combustion, a novel electric movable telescopic electric automobile fire-proof cover, which comprises high silica fire-resistant fiber cloth, a supporting framework, a round hole, a stay cord, an X-shaped rectangular steel pipe, a cable, an electric trailer, a directional travelling wheel, a motor wheel, a trailer handle, a control button, a trailer case, a storage battery, a universal brake wheel, a controller, a framework wheel groove and a trailer chassis, when in use, namely the electric automobile is spontaneously combusted, the universal brake wheel is manually opened, the electric trailer is pulled, the fire-proof cover is moved to the side of the spontaneous combustion electric automobile and is aligned with the position, the control button is started, the storage battery supplies power to the motor wheel through the controller and the cable, the motor wheel pulls the fire-proof cover to automatically walk and open, the high silica fire-resistant fiber cloth surrounds the left side and the right side of the electric automobile, the stay cord is pulled to put down the rolled fiber cloth to surround the front and the back of the electric automobile, the round holes on the two side surfaces can properly ventilate to prevent gas and heat from accumulating, expanding and exploding and facilitate the fire hose to be connected into the fire hose to spray water for fire extinguishing, so that the harm of the spontaneous combustion electric automobile to personal and property safety can be effectively prevented.		
대표 청구항	1. The electric movable telescopic electric automobile fireproof cover comprises high silica fireproof fiber cloth (1), a supporting framework (2), round holes (3), a pull rope (4), an X-shaped rectangular steel pipe (5), cables (6), an electric trailer (7), directional travelling wheels (8) and motor wheels (9), and is characterized in that the high silica fireproof fiber cloth (1) and the supporting framework (2) form a telescopic frame whole, the pull rope (4) can roll the front high silica fireproof fiber cloth and the rear high silica fireproof fiber cloth to be locked when not needed, the X-shaped rectangular steel pipe (5) can play a role in stabilizing and guiding the frame when being opened or retracted, the motor wheels (9) and the electric trailer (7) are connected together through the cables (6), the electric trailer (7) can move the fireproof cover to a required position and control the opening, retraction and stopping of the fireproof cover, the directional travelling wheels (8) can assist in supporting and stabilizing and assisting to travel to a corresponding position when the frame is opened, the motor wheel (9) can draw and open the fireproof cover and automatically walk to surround the self-ignited electric automobile, and the round hole (3) can properly ventilate to prevent gas and heat accumulation expansion explosion and is convenient for the fire-fighting water pipe to be connected into to spray water for fire extinguishment.		

대표도면	
검토의견	전기 자동차 방화커버에 관한 것으로, 전기자동차의 폭발을 막고, 내부 수도 파이프에서 물이 분사되는 소화를 용이하게 하는 점이 특징으로, 전기차 화재 진압 차량 개발 시 참고 가능한 특허에 해당

다) 논문 동향

(1) 분석대상 기술

- 본 기획연구 과제에서 목표로 하고 있는 「전기자동차(EV) 안전성 평가 및 통합 안전 관리기술 개발 기획」과 관련하여 국내외에 발표된 논문을 조사 및 분석하였으며, 기술 분류는 운행, 제작, 전문인력 양성으로 분류함

① 전기자동차 제작 안전 확보 및 화재 진압 기술 개발

- BMS 고도화를 위한 배터리 시스템 인증 체계 구축 및 검증
- 단셀 열폭주로 인한 배터리 시스템 강건화 검증 시험 방법 정립 및 관련 기술 개발
- 전기자동차 화재 확산 지연을 위한 화재 진압 차량 개발

② 전기자동차 운행 안전 확보를 위한 관리 기술 개발

- 전기자동차 전용 검사 관리 방안 기술 개발
- 전기자동차 배터리 정기적 안전성 관리 기술 개발
- 전기자동차 구동시스템 정기적 안전성 관리 기술 개발

③ 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리 체계 개발

- 전기자동차 정비인력 기준 개발
- 전기자동차 정비/검사 종사자 교육 개발
- 전기자동차 정비 교육 플랫폼 개발

(2) 논문 분석범위

- 논문분석에서는 분석대상 기술을 포함하고, 2021년 12월 까지 NDSL(과학기술 지식인프라), SCOPUS(글로벌 학술논문 데이터베이스 플랫폼)에 게재된 국내외 논문을 분석범위로 하였음

<표 39> 논문분석 범위

자료 구분	국가	검색 DB	분석구간
논문	국내	NDSL	~ 2021. 12.
	해외	NDSL	
		SCOPUS	

(3) 논문 검색식

- 논문 검색식 작성을 위한 키워드는 특허 검색 키워드를 활용하였으며, 대상기술에 따라 3가지 방향으로 검색식을 작성하였음

<표 40> 논문검색 키워드 및 검색식

구분	검색식
검색식 1 Scopus	TITLE-ABS-KEY(전기) AND TITLE-ABS-KEY(자동차) AND TITLE-ABS-KEY(화재) (TITLE-ABS-KEY ((electric)) AND TITLE-ABS-KEY ((mobility OR vehicle OR automobile))) AND TITLE-ABS-KEY ((fire OR burn OR flame OR ignite OR blaze OR flare OR ((thermal) AND (runaway)))))
검색식 1 NDSL	초록(전기차) AND 초록(화재) 초록=(전기차 전기자동차 ((전기 일렉 일렉 electric) (자동차 차량 car vehicle 비히클 바이클 automo))) AND 초록=(화재 화염 발화 불꽃 파이어 화이어 파이어 화이어 fire burn flame ignite blaze flare 열폭주 ((thermal) (runaway)))
검색식 2 Scopus	TITLE(전기) AND TITLE(자동차) AND TITLE-ABS-KEY(결함) AND TITLE-ABS-KEY(검사/정비) (TITLE ((electric)) AND TITLE ((mobility OR vehicle OR automobile)) AND TITLE-ABS-KEY ((fault OR defect OR trouble OR fail OR damage OR distrust OR crack OR error)) AND TITLE-ABS-KEY ((examin OR detect OR test OR diagnosis OR inspect OR check OR monitor OR evaluate OR maintenance OR repair)))
검색식 2 NDSL	초록(전기차) AND 초록(결함) AND 초록(검사/정비) 초록=(전기차 전기자동차 ((전기 일렉 일렉 electric) (자동차 차량 car vehicle 비히클 바이클 automo))) AND 초록=(결함 고장 하자 결점 불량 fault defect trouble fail 파손 파열 손괴 손상 damage distrust crack 장애 애러 에러 error) AND 초록=(검사 테스트 시험 검출 examin detect test 진단 diagnosis 점검 inspect 체크 check 모니터 monitor 평가 evaluat 정비 보수 maintenanc 수리 리페어 리페어 repair)
검색식 3 Scopus	TITLE-ABS-KEY(전기) AND TITLE-ABS-KEY(자동차) AND TITLE-ABS-KEY(경고음) AND TITLE-ABS-KEY(안전) (TITLE-ABS-KEY ((electric)) AND TITLE-ABS-KEY ((mobility OR vehicle OR automobile)) AND TITLE-ABS-KEY (((engine OR motor OR alarm OR warning) AND (noise OR sound))) AND TITLE-ABS-KEY ((safety OR danger OR accident)))
검색식 3 NDSL	초록(전기차) AND 초록(경고음) 초록=(전기차 전기자동차 ((전기 일렉 일렉 electric) (자동차 차량 car vehicle 비히클 바이클 automo))) AND 초록=((엔진 모터 engine motor 경고 경보 alarm warning) (소음 잡음 노이즈 noise 소리 사운드 sound 음향 음성))

<표 41> 논문검색 건수

구분	검색건수		
	국내 (NDSL)	해외	합계
검색식 1 Scopus	-	1,765	1,765
검색식 1 NDSL	329	198	527
검색식 2 Scopus	-	912	912
검색식 2 NDSL	127	527	654
검색식 3 Scopus	-	272	306
검색식 3 NDSL	52	312	364
총 합계	508	3,986	4,528

(4) 유효논문 도출

○ 유효논문 도출 기준

- 유효논문 선별 과정에서 노이즈로 판단하고 제외한 논문은 아래와 같음
 - 외부충격 등으로 인한 화재 발생 방지를 위한 배터리 케이스 HW 구조 제외
 - 배터리 냉각 장치의 경우 화재방지를 위한 냉각의 경우에만 선별하고, 일반적인 발열 냉각을 위한 기술은 제외
 - 하이브리드 전기자동차 기술은 제외
 - 전기자동차 충전기/충전시스템에 관한 기술은 제외
 - 배터리 셀 열화에 대한 기술은 제외
 - 자동차가 아닌 철도차량에 대한 기술은 제외
 - 회생제어 관련 기술은 노이즈로 제외
 - 차량의 전기(전장)시스템에 관한 기술은 제외
- 이외에 사항에 대해서는 유효특허 도출 기준과 동일하게 적용 하였음

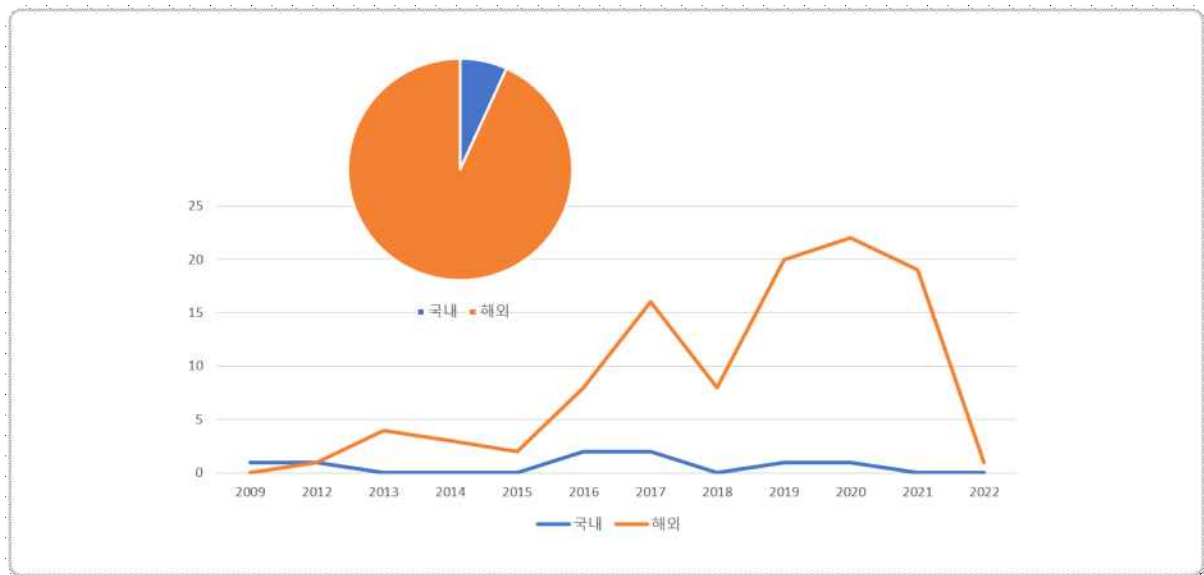
<표 41> 유효논문 도출 결과

구분	유효논문 건수		
	국내(NDSL)	해외	합계
NDSL/SCOPUS	8	110	118

라) 논문 동향분석

(1) 정량분석

○ 연도별 발행동향



[그림 62] 연도별 논문 발행동향

- 전기자동차 안전 기술 관련 논문은 국내보다는 해외에서 많이 연구되고 있는 주제이며, 특히 2016년 이후 연구가 활발하게 진행되고 있어, 2015년 이후 출원이 급격하게 증가하고 있는 특허 동향과 거의 유사함
- 특허에서는 한국 출원 비중이 상대적으로 높았던 반면에, 논문에서는 국내 비중이 낮은 것으로 확인됨에 따라, 대학/연구소보다는 기업 위주로 제품에 적용/판매될 수 있도록 연구개발이 이루어지고 있는 것으로 사료 됨

(2) 주요논문 분석

○ 주요논문 선별기준

- 전기자동차 안전 확보를 위한 관리방안 및 세부 연구내용과 기술적으로 유사한 논문을 주요논문으로 선별하였음
- 본 기획연구 과제에서 중점적으로 관심을 가지고 있는 상세한 세부 연구내용은 아래와 같음
 - 절연저항 검사장비 및 검사기법 고도화 : 충전기 통신규약 OCCP1.6 검토통한 검사방법 고안
 - 전기자동차 경고음 발생 장치 검사장비 및 검사기술 개발
 - 영상 인지 기술 기반의 배터리 팩 하부 파손 검사기법 개발
 - 전기자동차 배터리 정기적 안전성 관리 기술 개발

· 전기자동차 구동시스템 정기적 안전성 관리 기술 개발

· 전기자동차 화재 확산 지연을 위한 화재 진압 차량 개발

- 선별 결과 12건의 주요논문을 확인 하였음

<표 42> 주요논문 List

No.	Source	Authors	Year	Title
1	NDSL	Essl, Christiane ; Seifert, Lauritz ; Rabe, Michael ; Fuchs, Anton	2021	Early Detection of Failing Automotive Batteries Using Gas Sensors
2	NDSL	Su, Yang-Duan ; Preger, Yuliya ; Burroughs, Hannah ; Sun, Chenhu ; Ohodnicki, Paul	2021	Fiber Optic Sensing Technologies for Battery Management Systems and Energy Storage Applications
3	NDSL	Wang, Jia ; Zhang, Shenglong ; Hu, Xia	2021	A Fault Diagnosis Method for Lithium-Ion Battery Packs Using Improved RBF Neural Network
4	NDSL	Soudbakhsh, Damoon ; Gilaki, Mehdi ; Lynch, William ; Zhang, Peilin ; Choi, Taeyoung ; Sahraei, Elham	2020	Electrical Response of Mechanically Damaged Lithium-Ion Batteries
5	SCOPUS	Hong J., Wang Z., Ma F., Yang J., Xu X., Qu C., Zhang J., Shan T., Hou Y., Zhou Y.	2021	Thermal Runaway Prognosis of Battery Systems Using the Modified Multiscale Entropy in Real-World Electric Vehicles
6	SCOPUS	Lai X., Yi W., Li H., Han X., Feng X., Li S., Zhou L., Zheng Y.	2021	Online internal short circuit detection method considering equalization electric quantity for lithium-ion battery pack in electric vehicles
7	SCOPUS	Li D., Zhang Z., Liu P., Wang Z., Zhang L.	2021	Battery Fault Diagnosis for Electric Vehicles Based on Voltage Abnormality by Combining the Long Short-Term Memory Neural Network and the Equivalent Circuit Model
8	SCOPUS	Xia K., Guo H., He S., Yu W., Xu J., Dong H.	2019	Binary classification model based on machine learning algorithm for the DC serial arc detection in electric vehicle battery system
9	SCOPUS	Yu Q., Wan C., Li J., Xiong R., Chen Z.	2021	A model-based sensor fault diagnosis scheme for batteries in electric vehicles
10	SCOPUS	Usman A., Rajpurohit B.S.	2020	Time-Efficient Fault Diagnosis of a BLDC Motor Drive Deployed in Electric Vehicle Applications
11	SCOPUS	Kang Y., Duan B., Zhou Z., Shang Y., Zhang C.	2020	Online multi-fault detection and diagnosis for battery packs in electric vehicles
12	SCOPUS	Lee S.K., Lee S.M., Shin T., Han M.	2017	Objective evaluation of the sound quality of the warning sound of electric vehicles with a consideration of the masking effect: Annoyance and detectability

○ 주요논문 분석

<표 43> 논문분석(Early Detection of Failing Automotive Batteries Using Gas Sensors)

<1>

Source	NDSL	Authors	Essl, Christiane ; Seifert, Lauritz ; Rabe, Michael ; Fuchs, Anton
YEAR	2021		
TITLE	Early Detection of Failing Automotive Batteries Using Gas Sensors		
ABSTRACT	Safety for automotive lithium-ion battery (LIB) applications is of crucial importance, especially for electric vehicle applications using batteries with high capacity and high energy density. In case of a defect inside or outside the cell, serious safety risks are possible including extensive heat generation, toxic and flammable gas generation, and consequently fire and explosion. New regulations (GB 38031-2020) require a warning for passengers at least five minutes before serious incidents. This regulation can hardly be fulfilled with state-of-the-art battery monitoring. In this study, gases produced during battery failure before and during a thermal runaway (TR) are investigated in detail and the use of different gas sensors as early detectors of battery incidents is tested and proposed. The response of several commercially available gas sensors is tested in four battery failure cases: unwanted electrolysis of voltage carrying parts, electrolyte vapor, first venting of the cell and the TR. The experiments show that battery failure detection with gas sensors is possible but depends highly on the failure case. The chosen gas sensor can detect H2 produced by unwanted electrolysis and electrolyte vapor and gases produced by degassing of state-of-the-art LIBs. The results may contribute significantly to failure detection and improvement of battery safety.		
ABSTRACT (번역)	자동차 리튬 이온 배터리(LIB) 애플리케이션의 안전성은 특히 고용량 및 고에너지 밀도 배터리를 사용하는 전기 자동차 애플리케이션에서 매우 중요합니다. 셀 내부 또는 외부에 결함이 있는 경우 광범위한 발열, 유독성 및 인화성 가스 발생, 이에 따른 화재 및 폭발 등 심각한 안전 위험이 발생할 수 있습니다. 새로운 규정(GB 38031-2020)에 따르면 심각한 사고가 발생하기 최소 5분 전에 승객에게 경고해야 합니다. 이 규정은 최첨단 배터리 모니터링으로 거의 충족될 수 없습니다. 본 연구에서는 열폭주(TR) 전후에 배터리 고장 시 발생하는 가스를 자세히 조사하고 배터리 사고의 조기 감지기로 다양한 가스 센서를 사용하는 방법을 테스트하고 제안합니다. 여러 상업적으로 이용 가능한 가스 센서의 응답은 4가지 배터리 고장 사례에서 테스트됩니다. 전압 전달 부품의 원치 않는 전기분해, 전해질 증기, 전지 및 TR의 첫 번째 배출. 실험은 가스 센서로 배터리 고장 감지가 가능하지만 고장 사례에 크게 의존한다는 것을 보여줍니다. 선택한 가스 센서는 원치 않는 전기분해로 생성된 H2와 전해질 증기 및 최첨단 LIB의 가스 제거로 생성된 가스를 감지할 수 있습니다. 결과는 고장 감지 및 배터리 안전성 향상에 크게 기여할 수 있습니다.		
검토의견	전기 자동차 화재/폭발 등 위험 발생을 조기 감지하기 위해 가스 센서를 이용하는 방안을 제안하고 있으며, 배터리 안전성 관리 기술 개발 시 참고 가능		

<표 44> 논문분석(Fiber Optic Sensing Technologies for Battery Management Systems and Energy Storage Applications)

<2>

Source	NDSL	Authors	Su, Yang-Duan ; Preger, Yuliya ; Burroughs, Hannah ; Sun, Chenhu ; Ohodnicki, Paul
YEAR	2021		
TITLE	Fiber Optic Sensing Technologies for Battery Management Systems and Energy Storage Applications		
ABSTRACT	Applications of fiber optic sensors to battery monitoring have been increasing due to the growing need of enhanced battery management systems with accurate state estimations. The goal of this review is to discuss the advancements enabling the practical implementation of battery internal parameter measurements including local temperature, strain, pressure, and refractive index for general operation, as well as the external measurements such as temperature gradients and vent gas sensing for thermal runaway imminent detection. A reasonable matching is discussed between fiber optic sensors of different range capabilities with battery systems of three levels of scales, namely electric vehicle and heavy-duty electric truck battery packs, and grid-scale battery systems. The advantages of fiber optic sensors over electrical sensors are discussed, while electrochemical stability issues of fiber-implanted batteries are critically assessed. This review also includes the estimated sensing system costs for typical fiber optic sensors and identifies the high interrogation cost as one of the limitations in their practical deployment into batteries. Finally, future perspectives are considered in the implementation of fiber optics into high-value battery applications such as grid-scale energy storage fault detection and prediction systems.		
ABSTRACT (번역)	정확한 상태 추정을 통해 향상된 배터리 관리 시스템에 대한 요구가 증가함에 따라 배터리 모니터링에 광섬유 센서의 적용이 증가하고 있습니다. 이 검토의 목표는 일반 작동을 위한 국부적 온도, 변형률, 압력 및 굴절률을 포함한 배터리 내부 매개변수 측정의 실질적인 구현은 물론 열에 대한 온도 구배 및 배기 가스 감지와 같은 외부 측정을 가능하게 하는 발전에 대해 논의하는 것입니다. 가솔 임박 감지, 전기 자동차 및 대형 전기 트럭 배터리 팩과 같은 3 단계 규모의 배터리 시스템과 그리드 규모 배터리 시스템을 갖춘 다양한 범위 기능의 광섬유 센서 간에 합리적인 일치가 논의됩니다. 전기 센서에 비해 광섬유 센서의 장점이 논의되고, 섬유 이식 배터리의 전기화학적 안정성 문제가 비판적으로 평가됩니다. 이 검토에는 일반적인 광섬유 센서에 대한 예상 감지 시스템 비용도 포함되어 있으며 배터리에 실제 배치하는 데 있어 제한 사항 중 하나로 높은 조사 비용이 포함되어 있습니다. 마지막으로 그리드 규모 에너지 저장 오류 감지 및 예측 시스템과 같은 고부가가치 배터리 애플리케이션에 광섬유를 구현할 때 미래의 전망이 고려됩니다.		
검토의견	배터리의 정확한 상태 추정을 위해 광섬유 센서를 적용하고 있으며, 배터리 안전성 관리 기술 개발 시 참고 가능		

<표 45> 논문분석(A Fault Diagnosis Method for Lithium-Ion Battery Packs Using Improved RBF Neural Network)

<3>

Source	NDSL	Authors	Wang, Jia ; Zhang, Shenglong ; Hu, Xia
YEAR	2021		
TITLE	A Fault Diagnosis Method for Lithium-Ion Battery Packs Using Improved RBF Neural Network		
ABSTRACT	With the increasing demand for electric vehicles, the high voltage safety of electric vehicles has attracted significant attention. More than 30% of electric vehicle accidents are caused by the battery system; hence, it is vital to investigate the fault diagnosis method of lithium-ion battery packs. The fault types of lithium-ion battery packs for electric vehicles are complex, and the treatment is cumbersome. This paper presents a fault diagnosis method for the electric vehicle power battery using the improved radial basis function (RBF) neural network. First, the fault information of lithium-ion battery packs was collected using battery test equipment, and the fault levels were then determined. Subsequently, the improved RBF neural networks were employed to identify the fault of the lithium-ion battery pack system using the experimental data. The diagnosis test results showed that the improved RBF neural networks could effectively identify the fault diagnosis information of the lithium-ion battery packs, and the diagnosis accuracy was about 100%.		
ABSTRACT (번역)	전기 자동차에 대한 수요가 증가함에 따라 전기 자동차의 고전압 안전성이 크게 주목받고 있습니다. 전기 자동차 사고의 30% 이상이 배터리 시스템에서 발생합니다. 따라서 리튬 이온 배터리 팩의 결함 진단 방법을 조사하는 것이 중요합니다. 전기차용 리튬이온 배터리 팩의 결함 유형은 복잡하고 처리가 까다롭다. 본 논문에서는 개선된 RBF(Radial Basis Function) 신경망을 이용한 전기자동차 전원 배터리의 고장 진단 방법을 제시한다. 먼저 배터리 테스트 장비를 이용하여 리튬이온 배터리 팩의 고장 정보를 수집한 후 고장 정도를 판단하였다. 그 후 개선된 RBF 신경망을 사용하여 실험 데이터를 사용하여 리튬 이온 배터리 팩 시스템의 결함을 식별했습니다. 진단 테스트 결과 개선된 RBF 신경망이 리튬이온 배터리 팩의 고장 진단 정보를 효과적으로 식별할 수 있었으며 진단 정확도는 약 100%였다.		
검토의견	RBF(Radial Basis Function) 신경망을 이용한 전기자동차 전원 배터리의 고장 진단 방법을 적용하고 있으며, 배터리 안전성 관리 기술 개발 시 참고 가능		

<표 46> 논문분석(Electrical Response of Mechanically Damaged Lithium-Ion Batteries)

<4>

Source	NDSL	Authors	Soudbakhsh, Damoon ; Gilaki, Mehdi ; Lynch, William ; Zhang, Peilin ; Choi, Taeyoung ; Sahraei, Elham
YEAR	2020		
TITLE	Electrical Response of Mechanically Damaged Lithium-Ion Batteries		
ABSTRACT	Lithium-ion batteries have found various modern applications due to their high energy density, long cycle life, and low self-discharge. However, increased use of these batteries has been accompanied by an increase in safety concerns, such as spontaneous fires or explosions due to impact or indentation. Mechanical damage to a battery cell is often enough reason to discard it. However, if an Electric Vehicle is involved in a crash, there is no means to visually inspect all the cells inside a pack, sometimes consisting of thousands of cells. Furthermore, there is no documented report on how mechanical damage may change the electrical response of a cell, which in turn can be used to detect damaged cells by the battery management system (BMS). In this research, we investigated the effects of mechanical deformation on electrical responses of Lithium-ion cells to understand what parameters in electrical response can be used to detect damage where cells cannot be visually inspected. We used charge-discharge cycling data, capacity fade measurement, and Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) in combination with advanced modeling techniques. Our results indicate that many cell parameters may remain unchanged under moderate indentation, which makes detection of a damaged cell a challenging task for the battery pack and BMS designers.		
ABSTRACT (번역)	리튬 이온 배터리는 높은 에너지 밀도, 긴 주기 수명 및 낮은 자체 방전으로 인해 다양한 최신 응용 분야를 발견했습니다. 그러나 이러한 배터리의 사용이 증가함에 따라 충격이나 압입으로 인한 자연 발화 또는 폭발과 같은 안전 문제가 증가했습니다. 배터리 셀의 기계적 손상은 종종 배터리 셀을 폐기할 충분한 이유가 됩니다. 그러나 전기 자동차가 충돌에 연루된 경우 때로는 수천 개의 셀로 구성된 팩 내부의 모든 셀을 육안으로 검사할 수단이 없습니다. 또한 기계적 손상이 전지의 전기적 응답을 어떻게 변화시킬 수 있는지에 대한 문서화된 보고서가 없으며, 이는 차례로 배터리 관리 시스템(BMS)에 의해 손상된 전지를 감지하는 데 사용될 수 있습니다. 이 연구에서 우리는 리튬 이온 전지의 전기적 응답에 대한 기계적 변형의 영향을 조사하여 전지를 시각적으로 검사할 수 없는 손상을 감지하는 데 사용할 수 있는 전기적 응답 매개변수를 이해했습니다. 우리는 고급 모델링 기술과 함께 충전-방전 사이클링 데이터, 용량 페이드 측정 및 EIS(Electrochemical Impedance Spectroscopy)를 사용했습니다. 우리의 결과는 많은 셀 매개변수가 중간 정도의 들여쓰기에서 변경되지 않은 상태로 유지될 수 있음을 나타내므로 손상된 셀을 감지하는 것이 배터리 팩 및 BMS 설계자에게 어려운 작업이 됩니다.		
검토의견	리튬 이온 전지의 전기적 응답에 대한 기계적 변형의 영향을 조사하여 시각적으로 검사할 수 없는 손상을 감지하는 배터리 관리 시스템(BMS)을 적용하고 있으며, 배터리 안전성 관리 기술 개발 시 참고 가능		

<표 47> 논문분석(Thermal Runaway Prognosis of Battery Systems Using the Modified Multiscale Entropy in Real-World Electric Vehicles)

<3>

Source	Scopus	Authors	Hong J., Wang Z., Ma F., Yang J., Xu X., Qu C., Zhang J., Shan T., Hou Y., Zhou Y.
YEAR	2021		
TITLE	Thermal Runaway Prognosis of Battery Systems Using the Modified Multiscale Entropy in Real-World Electric Vehicles		
ABSTRACT	The battery system is vital for the safety and durability of a real-world electric vehicle (EV), and the prognosis of battery thermal runaway triggered by various abuse conditions is critical for preventing security incidents, such as spontaneous combustion or explosion. This article presents a real-scenario-based thermal runaway prognosis on a Li(NiCoMn)O2 ternary battery in an actual electric bus, deriving historical operation data from the National Monitoring and Management Platform for Electric Vehicles of China. The multiscale detailed features of the fault signals before the accident are extracted using the modified multiscale entropy algorithm, avoiding entropy fluctuations and information redundancy due to the sliding averaging process, as well as overcoming the shortcomings of the single-scale coarse-graining and dimensional disaster. The results show that abnormal cells can be detected as early as one week before the accident. Furthermore, a real-time multilevel prognosis strategy based on the determined anomaly coefficients is proposed, which can highlight the faulty cells and improve the prognosis sensitivity by filtering out the redundant scales. The verification results on the accident vehicle show that the early abnormal cells can be effectively diagnosed, preventing the occurrence of thermal runaway and safeguarding the safety of drivers and passengers in real-world vehicular operation. © 2015 IEEE.		
ABSTRACT (번역)	배터리 시스템은 실제 전기 자동차(EV)의 안전성과 내구성에 매우 중요하며, 자연 발화 또는 폭발과 같은 보안 사고를 방지하기 위해서는 다양한 남용 조건에 의해 유발되는 배터리 열 폭주의 예측이 중요합니다. 이 기사에서는 실제 전기 버스의 Li(NiCoMn)O2 삼원 배터리에 대한 실제 시나리오 기반 열 폭주 예측을 제시하고 중국 전기 자동차에 대한 국가 모니터링 및 관리 플랫폼에서 이력 작동 데이터를 파생합니다. 수정된 다중 엔트로피 알고리즘을 사용하여 사고 전 결합 신호의 다중 세부 특성을 추출하여 슬라이딩 평균화 프로세스로 인한 엔트로피 변동 및 정보 중복을 방지하고 단일 규모의 거친 및 차원 재해의 단점을 극복 . 그 결과 사고 1주일 전부터 비정상 세포를 감지할 수 있는 것으로 나타났다. 또한 결정된 이상 계수를 기반으로 하는 실시간 다단계 예후 전략을 제안하여 결합이 있는 세포를 강조 표시하고 중복 척도를 필터링하여 예후 민감도를 향상시킬 수 있습니다. 사고 차량에 대한 검증 결과는 초기 이상 셀을 효과적으로 진단할 수 있어 열폭주의 발생을 방지하고 실제 차량 운행에서 운전자와 승객의 안전을 보호할 수 있음을 보여주고 있다. © 2015 IEEE.		
검토의견	전기자동차 배터리의 자연 발화 또는 폭발과 같은 사고를 방지하기 위해서, 다중 엔트로피 알고리즘을 사용하여 배터리의 열 폭주 발생을 방지할 수 있는 연구내용을 포함하고 있으며, 배터리 성능검사 기준 도출을 위한 알고리즘 개발 시 참고 가능		

<표 48> 논문분석(Online internal short circuit detection method considering equalization electric quantity for lithium-ion battery pack in electric vehicles)

<6>

Source	Scopus	Authors	Lai X., Yi W., Li H., Han X., Feng X., Li S., Zhou L., Zheng Y.
YEAR	2021		
TITLE	Online internal short circuit detection method considering equalization electric quantity for lithium-ion battery pack in electric vehicles		
ABSTRACT	The timely and accurate detection of an internal short circuit (ISC) is critical for improving electric vehicle (EV) safety. Typical ISC detection approaches are based on consistency differences between each cell in a module. However, the indispensable equalizer in a battery management system reduces inconsistency, affecting the accuracy and timeliness of ISC detection. Hence, an online ISC detection method considering equalization electric quantity (EEQ) is proposed. First, the remaining charge capacity and state-of-charge difference approaches are investigated. Next, the negative impact of EEQ on ISC detection is analyzed; thereafter, improved approaches based on EEQ compensation are proposed. Moreover, an ISC routing inspection approach for dormant EVs is proposed. Lastly, the proposed approaches are verified. The main results are as follow: (a) The ISC detection method without EEQ compensation has issues, such as significant errors, undetected ISC, and longer detection periods; our approaches help effectively overcome these issues, while the detection error is maintained below 5%; (b) Supplementing the above approaches, the proposed ISC routing inspection approach can help detect a moderate ISC even for a dormant EV, while further improving timeliness in ISC detection. © 2020 John Wiley & Sons Ltd		
ABSTRACT (번역)	내부 단락(ISC)을 적시에 정확하게 감지하는 것은 전기 자동차(EV) 안전을 개선하는 데 중요합니다. 일반적인 ISC 탐지 접근 방식은 모듈의 각 셀 간의 일관성 차이를 기반으로 합니다. 그러나 배터리 관리 시스템의 필수 이퀄라이저는 ISC 감지의 정확성과 적시성에 영향을 미치는 불일치를 줄여줍니다. 따라서 등화전기량(EEQ)을 고려한 온라인 ISC 검출 방법을 제안한다. 먼저, 남은 충전 용량과 충전 상태 차이 접근 방식을 조사합니다. 다음으로 EEQ가 ISC 탐지에 미치는 부정적인 영향을 분석합니다. 그 후 EEQ 보상에 기반한 개선된 접근 방식이 제안됩니다. 또한 휴면 EV에 대한 ISC 라우팅 검사 접근 방식이 제안됩니다. 마지막으로 제안된 접근 방식을 검증한다. 주요 결과는 다음과 같습니다. (a) EEQ 보상이 없는 ISC 탐지 방법은 심각한 오류, 탐지되지 않은 ISC 및 더 긴 탐지 기간과 같은 문제가 있습니다. 우리의 접근 방식은 이러한 문제를 효과적으로 극복하는 데 도움이 되며 탐지 오류는 5% 미만으로 유지됩니다. (b) 위의 접근 방식을 보완하여 제안된 ISC 라우팅 검사 접근 방식은 휴면 EV에 대해서도 중간 수준의 ISC를 감지하는 데 도움이 되는 동시에 ISC 감지의 적시성을 더욱 향상시킬 수 있습니다. © 2020 John Wiley & Sons Ltd		
검토의견	전기 자동차 안전 개선을 위해 라우팅 검사 접근 방식을 이용해 내부 단락을 정확하게 감지하는 연구내용을 포함하고 있으며, 배터리 안전성 관리 기술 개발 시 참고 가능		

<표 49> 논문분석(Battery Fault Diagnosis for Electric Vehicles Based on Voltage Abnormality by Combining the Long Short-Term Memory Neural Network and the Equivalent Circuit Model)

<7>

Source	Scopus	Authors	Li D., Zhang Z., Liu P., Wang Z., Zhang L.
YEAR	2021		
TITLE	Battery Fault Diagnosis for Electric Vehicles Based on Voltage Abnormality by Combining the Long Short-Term Memory Neural Network and the Equivalent Circuit Model		
ABSTRACT	Battery fault diagnosis is essential for ensuring safe and reliable operation of electric vehicles. In this article, a novel battery fault diagnosis method is presented by combining the long short-term memory recurrent neural network and the equivalent circuit model. The modified adaptive boosting method is utilized to improve diagnosis accuracy, and a prejudging model is employed to reduce computational time and improve diagnosis reliability. Considering the influence of the driver behavior on battery systems, the proposed scheme is able to achieve potential failure risk assessment and accordingly to issue early thermal runaway warning. A large volume of real-world operation data is acquired from the National Monitoring and Management Center for New Energy Vehicles in China to examine its robustness, reliability, and superiority. The verification results show that the proposed method can achieve accurate fault diagnosis for potential battery cell failure and precise locating of thermal runaway cells. © 1986-2012 IEEE.		
ABSTRACT (번역)	배터리 결함 진단은 전기 자동차의 안전하고 안정적인 작동을 보장하는 데 필수적입니다. 이 글에서는 장단기 기억 순환 신경망과 등가 회로 모델을 결합하여 새로운 배터리 결함 진단 방법을 제시합니다. 수정된 적응적 부스팅 방법을 활용하여 진단 정확도를 높이고 사전 판단 모델을 사용하여 계산 시간을 줄이고 진단 신뢰도를 높였습니다. 배터리 시스템에 대한 운전자 행동의 영향을 고려하여 제안된 계획은 잠재적인 고장 위험 평가를 달성하고 이에 따라 조기 열폭주 경고를 발행할 수 있습니다. 견고성, 신뢰성 및 우수성을 조사하기 위해 중국의 국가 신에너지 차량 모니터링 및 관리 센터에서 대량의 실제 작동 데이터를 수집합니다. 검증 결과 제안한 방법이 잠재적인 배터리 셀 고장에 대한 정확한 고장 진단과 열폭주 셀의 정확한 위치를 찾을 수 있음을 보여줍니다. © 1986-2012 IEEE.		
검토의견	장단기 기억 순환 신경망과 등가 회로 모델을 결합하여 새로운 배터리 결함 진단 방법을 제시하고 있으며, 배터리 성능검사 기준 도출을 위한 알고리즘 개발 시 참고 가능		

<표 50> 논문분석(Binary classification model based on machine learning algorithm for the DC serial arc detection in electric vehicle battery system)

<8>

Source	Scopus	Authors	Xia K., Guo H., He S., Yu W., Xu J., Dong H.
YEAR	2019		
TITLE	Binary classification model based on machine learning algorithm for the DC serial arc detection in electric vehicle battery system		
ABSTRACT	Direct current (DC) serial arc faults usually occur in the damaged insulation lines or line connections, which will cause serious accidents such as fires and explosions. With the rapid increase of electric vehicles, DC serial arc faults are more and more dangerous to battery system. Therefore, a binary classification model based on machine learning algorithm was proposed to detect DC serial arc faults effectively in this study. It was optimised according to the characteristic signals of the arc to be satisfied with different loads for higher detection accuracy and robustness. In the simulative experiments for the power system electric vehicle, while the loads changing to the motor, the resistor or the inverter, it will all reach a highly successful detection rate, respectively. © The Institution of Engineering and Technology 2018.		
ABSTRACT (번역)	직류(DC) 직렬 아크 오류는 일반적으로 손상된 절연 라인 또는 라인 연결에서 발생하며, 이는 화재 및 폭발과 같은 심각한 사고를 유발할 수 있습니다. 전기 자동차의 급속한 증가와 함께 DC 직렬 아크 오류는 배터리 시스템에 점점 더 위협합니다. 따라서 본 연구에서는 DC 직렬 아크 결함을 효과적으로 감지하기 위해 기계 학습 알고리즘을 기반으로 하는 이진 분류 모델을 제안했습니다. 아크의 특성 신호에 따라 최적화하여 다양한 부하를 만족시켜 검출 정확도와 견고성을 높였습니다. 전력 시스템 전기 자동차에 대한 모의 실험에서 부하가 모터, 저항 또는 인버터로 변경되는 동안 모두 각각 매우 성공적인 감지율에 도달합니다. © 엔지니어링 및 기술 연구소 2018.		
검토의견	DC 직렬 아크 결함을 효과적으로 감지하기 위해 기계 학습 알고리즘을 기반으로 하는 이진 분류 모델을 제안하고 있으며, 배터리 성능검사 기준 도출을 위한 알고리즘 개발 시 참고 가능		

<표 51> 논문분석(A model-based sensor fault diagnosis scheme for batteries in electric vehicles)

<9>

Source	Scopus	Authors	Yu Q., Wan C., Li J., Xiong R., Chen Z.
YEAR	2021		
TITLE	A model-based sensor fault diagnosis scheme for batteries in electric vehicles		
ABSTRACT	The implementation of each function of a battery management system (BMS) depends on sensor data. Efficient sensor fault diagnosis is essential to the durability and safety of battery systems. In this paper, a model-based sensor fault diagnosis scheme and fault-tolerant control strategy for a voltage sensor and a current sensor are proposed with recursive least-square (RLS) and unscented Kalman filter (UKF) algorithms. The fault diagnosis scheme uses an open-circuit voltage residual generator and a capacity residual generator to generate multiple residuals. In view of the different applicable state of charge (SOC) intervals of each residual, different residuals need to be selected according to the different SOC intervals to evaluate whether a sensor fault occurs during residual evaluation. The fault values of the voltage and current sensors are derived in detail based on the open-circuit voltage residual and the capacity residual, respectively, and applied to the fault-tolerant control of battery parameters and state estimations. The performance of the proposed approaches is demonstrated and evaluated by simulations with MATLAB and experimental studies with a commercial lithium-ion battery cell. © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland.		
ABSTRACT (번역)	배터리 관리 시스템(BMS)의 각 기능 구현은 센서 데이터에 따라 다릅니다. 효율적인 센서 고장 진단은 배터리 시스템의 내구성과 안전성에 필수적입니다. 본 논문에서는 재귀적 최소제곱(RLS) 및 무향 칼만 필터(UKF) 알고리즘을 사용하여 전압 센서와 전류 센서에 대한 모델 기반 센서 오류 진단 기법과 내결함성 제어 전략을 제안한다. 고장 진단 방식은 개로 전압 잔류 생성기와 용량 잔류 생성기를 사용하여 다중 잔류를 생성합니다. 각 잔차의 적용 가능한 충전 상태(SOC) 간격이 다르기 때문에 잔차 평가 중 센서 오류가 발생하는지 여부를 평가하기 위해서는 서로 다른 SOC 간격에 따라 서로 다른 잔차를 선택해야 합니다. 전압 및 전류 센서의 결함 값은 각각 개방 전압 잔류 및 용량 잔류를 기반으로 상세하게 도출되며 배터리 매개변수의 내결함성 제어 및 상태 추정에 적용됩니다. 제안된 접근 방식의 성능은 MATLAB 을 사용한 시뮬레이션과 상용 리튬 이온 배터리 셀을 사용한 실험 연구를 통해 입증 및 평가되었습니다. © 2021 작성자. 사용권자 MDPI, Basel, Switzerland.		
검토의견	배터리 관리 시스템(BMS)에서 재귀적 최소제곱(RLS) 및 무향 칼만 필터(UKF) 알고리즘을 사용하여 배터리 성능을 평가하는 기술을 제안하고 있으며, 배터리 성능검사 기준 도출을 위한 알고리즘 개발 시 참고 가능		

<표 52> 논문분석(Time-Efficient Fault Diagnosis of a BLDC Motor Drive Deployed in Electric Vehicle Applications)

<10>

Source	Scopus	Authors	Usman A., Rajpurohit B.S.
YEAR	2020		
TITLE	Time-Efficient Fault Diagnosis of a BLDC Motor Drive Deployed in Electric Vehicle Applications		
ABSTRACT	The high-performance characteristics of Brushless Direct Current (BLDC) motor have made them indispensable for Electric Vehicle (EV) applications. The physical replacement of rotor windings with the Permanent Magnets (PMs), makes the BLDC motor more compact, generating high torque-power density. However, the continuous operation of BLDC motors in EVs make them vulnerable to faults. This paper illustrates the importance of PM-type BLDC motor for EV applications and the time-efficient fault diagnosis of the motor when subjected to fault conditions. The proposed methodology of fault diagnosis is feasible for the early detection of fault in its incipient stage. © 2020 IEEE.		
ABSTRACT (번역)	BLDC(Brushless Direct Current) 모터의 고성능 특성으로 인해 전기 자동차(EV) 애플리케이션에 없어서는 안될 필수 요소가 되었습니다. 영구 자석(PM)으로 회전자 권선을 물리적으로 교체하면 BLDC 모터가 더 작아지고 높은 토크 전력 밀도가 생성됩니다. 그러나 EV 에서 BLDC 모터의 지속적인 작동은 결함에 취약합니다. 이 논문은 EV 애플리케이션을 위한 PM 형 BLDC 모터의 중요성과 고장 조건에 노출될 때 모터의 시간 효율적인 고장 진단을 설명합니다. 제안된 결함 진단 방법론은 초기 단계에서 결함을 조기에 탐지할 수 있습니다. © 2020 IEEE.		
검토의견	전기자동차에 동력을 제공하는 BLDC(Brushless Direct Current) 모터의 고장을 진단하기 위한 방법을 제안하고 있으며, 구동시스템 정기적 안전성 관리 기술 개발 시 참고 가능		

<표 53> 논문분석(Online multi-fault detection and diagnosis for battery packs in electric vehicles)

<11>

Source	Scopus	Authors	Kang Y., Duan B., Zhou Z., Shang Y., Zhang C.
YEAR	2020		
TITLE	Online multi-fault detection and diagnosis for battery packs in electric vehicles		
ABSTRACT	Rapid detection and accurate diagnosis of faults are essential to safe operation of battery packs in electric vehicles. However, the misdiagnosis happens occasionally because of similar signatures of cell faults, sensor faults and connection faults. In this paper, an online multi-fault diagnostic method is proposed based on a non-redundant crossed-style measurement circuit and improved correlation coefficient method. In the measurement circuit, each sensor measures the voltage sum of two neighboring cells and one connection part without increasing the hardware cost. The correlation coefficient method is used to catch fault signatures and assess the fault degree. By applying these two methods, the cell faults can be distinguished from other faults by identifying the correlation coefficient of neighboring voltages with fault flags. Furthermore, connection faults and voltage sensor faults are isolated by the correlation coefficient of the neighboring voltages difference and current. The multi-fault diagnostic method can avoid false fault detection among different faults, and ensure high robustness to normal measurement errors and battery inconsistencies of ambient temperature, state of charge, and state of health. The feasibility and advantage are validated by theoretical analysis and comparative study of experimental results. © 2019 Elsevier Ltd		
ABSTRACT (번역)	전기차 배터리 팩의 안전한 작동을 위해서는 신속한 고장 감지와 정확한 진단이 필수적이다. 그러나 셀 결함, 센서 결함 및 연결 결함의 유사한 서명으로 인해 오진이 가끔 발생합니다. 본 논문에서는 비중복 교차형 측정 회로와 개선된 상관 계수 방법을 기반으로 온라인 다중 결함 진단 방법을 제안한다. 측정 회로에서 각 센서는 하드웨어 비용을 증가시키지 않고 인접한 두 셀과 하나의 연결 부분의 전압 합을 측정합니다. 상관 계수 방법은 결함 시그니처를 포착하고 결함 정도를 평가하는 데 사용됩니다. 이 두 가지 방법을 적용하여 고장 플래그로 인접 전압의 상관 계수를 식별하여 셀 고장을 다른 고장과 구별할 수 있습니다. 또한, 접속불량과 전압센서불량은 인접하는 전압차와 전류의 상관계수에 의해 분리된다. 다중 오류 진단 방법은 서로 다른 오류 간의 잘못된 오류 감지를 방지하고 주변 온도, 충전 상태 및 건강 상태의 일반적인 측정 오류 및 배터리 불일치에 대한 높은 견고성을 보장할 수 있습니다. 이론적 분석과 실험 결과의 비교 연구를 통해 타당성과 이점을 검증합니다. © 2019 엘스비어(주)		
검토의견	전기차 배터리 팩의 신속한 고장 감지를 위해 비중복 교차형 측정 회로와 개선된 상관 계수 방법을 기반으로 온라인 다중 결함 진단 방법을 제안하고 있으며, 배터리 성능검사 기준 도출을 위한 알고리즘 개발 시 참고 가능		

<표 54> 논문분석(Objective evaluation of the sound quality of the warning sound of electric vehicles with a consideration of the masking effect: Annoyance and detectability)

<12>

Source	Scopus	Authors	Lee S.K., Lee S.M., Shin T., Han M.
YEAR	2017		
TITLE	Objective evaluation of the sound quality of the warning sound of electric vehicles with a consideration of the masking effect: Annoyance and detectability		
ABSTRACT	This study developed a method to evaluate the sound quality of the warning sound masked by background noise considering the masking effect. The warning sound of an electric vehicle is required by law for the safety of pedestrians. Therefore, the warning sound becomes an additional noise pollution source if it is designed as an annoyance. On the other hand, if the sound is designed with a low sound pressure level, pedestrians will not recognize the approach of vehicle due to background noise. To avoid noise pollution and permit the detectability of an approaching vehicle, a method for evaluating the annoyance and detectability of an electric vehicle is required. In this paper, the whine index evaluating the whine sound masked by the background was developed and used as a sound metric. This metric was employed for the development of an annoyance index and detectability index for electric vehicles. © 2017, The Korean Society of Automotive Engineers and Springer-Verlag Berlin Heidelberg.		
ABSTRACT (번역)	본 연구에서는 마스킹 효과를 고려하여 배경 소음으로 마스킹된 경고음의 음질을 평가하는 방법을 개발하였다. 전기자동차의 경고음은 보행자의 안전을 위해 법적으로 의무화되어 있습니다. 따라서 경고음은 성가심으로 설계된 경우 추가적인 소음공해원이 된다. 반면에 저음압 레벨로 사운드를 설계하면 주변 소음으로 인해 보행자가 차량의 접근을 인지하지 못합니다. 코 오염을 방지하고 접근하는 차량의 감지 가능성을 허용하기 위해서는 전기 자동차의 성가심 및 감지 가능성을 평가하는 방법이 필요합니다. 본 논문에서는 배경에 가려진 윙윙거리는 소리를 평가하는 윙윙거리는 소리 지수를 개발하여 사운드 메트릭으로 사용하였다. 이 메트릭은 전기 자동차에 대한 성가심 지수 및 감지 가능성 지수 개발에 사용되었습니다. © 2017, 대한자동차공학회 및 Springer-Verlag Berlin Heidelberg.		
검토의견	마스킹 효과를 고려하여 보행자의 안전을 위해 전기 자동차에서 경고음을 평가하는 방법을 제안하고 있으며, 전기자동차 경고음 발생장치 검사기술 개발 시 참고 가능		

8) 유사과제분석 및 기존 연구와의 차별성

<표 55> 유사과제 분석 및 차별성 1

번호 1	과제명	전기자동차 국제표준화 대응 강화 및 보급·확산 지원을 위한 표준화 기반 구축			
기준년도	2016~2019	부처명	산업통상자원부	연구비	619,900천원
개요	○ 전기자동차 무선충전 상호호환성 국제표준 CD 및 ACDV 단계, 전기자동차용 커패시터 모듈 국제표준 ACDV 단계, ISO/TC22/SC37 및 IEC/TC20, TC21, TC69 표준화 추진 협의회 운영 및 역할 강화				
차별성	- 본 과제는 전기 자동차의 무선충전에 관한 산업표준규격을 개발하는 과제로 전기자동차의 안전성 확보보다는 충전의 효율성을 증대하는 기술개발로 확인 - 전기자동차의 충전과 관련된 중요부품인 커패시터에 대한 국제 산업 표준을 개발하기 위하여 다양한 산업표준규격을 확인하고, 이를 추진하기 위해 협의회 및 운영/역할을 강화하는 과제로 전기자동차의 주요 핵심부품 및 전기자동차의 안전과는 차별성이 있는 것으로 확인				

<표 56> 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	- 폐배터리의 배터리 노화 예측 모델을 정립하는 목적으로는 운행되고 있는 전기 자동차의 성능 평가 방법과 동일은 하나, 그 목적은 배터리의 재사용 기반 기술을 목적으로 하고 있어 안전성 검사 기술과는 차이가 있음 - 본 기획과제에서 목표로 하고 있는 운행전기자동차의 안전성 평가기술개발은 배터리가 자동차에 장착되어 있는 상태인 차량 단위에서의 평가기술 개발을 통하여 배터리의 성능 및 안전성 확보를 목표로 하고 있기 때문에 본 과제와는 차별성이 있는 것으로 확인				

<표 57> 유사과제 분석 및 차별성 3

번호 3	과제명	충전데이터 기반의 전기차 특화 진단 서비스			
기준년도	2020	부처명	중소기업기술 정보진흥원	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/운영, 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 진단서비스를 개발하고, 실증을 통해 기술 확보를 목표로하고 있음 - 이와 더불어 평가센터 설립 및 운영을 통하여 실증 데이터를 확보하고, 확보된 데이터를 기반으로 전기차 배터리 진단 서비스를 개발하는 것을 목표로 하고 있지만, 본 기획과제에서는 충전 데이터가 아닌, 전기 소모 데이터를 활용한 배터리 진단 알고리즘을 개발하고자 함이기 때문에 차별성이 있는 것으로 확인				

<표 58> 유사과제 분석 및 차별성 4

번호 4	과제명	EV용 전기부품 성능평가 및 기술지원 사업			
기준년도	2013~2015	부처명	한국산업기술 평가관리원	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 전기자동차의 주요핵심부품인 배터리에 대한 안전성 평가 및 열화 진단기술 개발 등 전기자동차 화재 안전성 확보를 위해 배터리를 중점적으로 하고 있으며, 국내외 문헌 조사 결과 열화에 의해 모터 성능 및 안전성이 감소한다는 사례는 보이지 않음				

<표 59> 유사과제 분석 및 차별성 5

번호 5	과제명	전기차 통합유지보수 실증기반 구축			
기준년도	2021	부처명	한국산업기술진흥원	연구비	3,065,000천원
개요	○ OBD-II 기반 전기차 실주행 데이터 모니터링 환경 및 분석기반 구축 - 전기차 주행시 주요부품 및 전기차 시스템 특성, 운전 패턴, 주행환경에 의한 차량 변화, 고장 및 이상 증상에 따른 데이터, DTC 등 정보 수집 ○ 전기차 주요부품(차체, 배터리, 동력전달시스템) 정밀 고장분석 장비구축 - 전기차 주행재현장비, 배터리, 모터, 동력전달시스템 분석용 장비구축 ○ 데이터 수집/분석을 위한 계측/해석용 HW/SW 구축 및 고장 DB 구축환경 조성 - 전기차 주요부품의 고장 DB 구축을 위한 장비구축				
차별성	- 전기자동차 주행 데이터를 기반으로 분석하여 전기자동차의 시스템 특성 및 고장 이상 증상을 판단한다는 목표는 본 기획과제의 목표와 유사하지만 데이터를 취득하는 환경 조건이 상이함 - 본 기획과제에서는 전기자동차 성능점검을 위한 차량 단위의 성능 평가 모드를 개발하고 이를 활용하여 데이터 수집 및 분석하여 전기자동차의 배터리 및 모터의 성능을 도출하는 알고리즘 개발을 목적으로 하고 있음 - DTC코드 수집의 경우 현재 자동차 정기검사소에서 현재 시행되고 있음에 따라, 별도의 과제 수행이 필요없을 것으로 판단됨				

<표 60> 유사과제 분석 및 차별성 6

번호 6	과제명	승용 전기차의 화재진압을 위한 최적 기술 개발			
기준년도	2020	부처명	한국산업기술평가관리원	연구비	200,000천원
개요	○ 전기차 화재 현황 분석 - 전기차 시스템 및 구성부품(전원부) 기능 조사·분석 및 국내외 전기차 충전 운영 조건 및 기준 분석 ○ 전기차 화재진압 최적 진압 방안 도출 - 전기차 사고현장 화재발생 전 구조 관련 초동대응 방안제시 및 전기차 화재진압 대응 대원용 장비운영 매뉴얼(안) 제시 ○ 전기차 화재진압기술 및 장비 알고리즘 선정 - 전기차 화재 진압 기술 분석을 통한 진압 기술 알고리즘 선정 및 진압장비 모델 초안 설계 ○ 전기차 화재진압 최적 진압 기술 선행연구 보고서 작성 - 전기차 화재대응 시 유해·위험요소 분석				
차별성	- 본 과제는 전기차의 화재 발생시 화재진압을 위한 최적 진압 방안 및 화재진압기술 개발을 하는 과제로 본 기획과제에서 목표로 하고 있는 화재진압차량 개발과 유사함 - 본 기획과제에서는 전기차의 화재진압 매뉴얼 개발이 아닌, 지하주차장 등 전고가 낮은 건물에서 전기차 화재가 발생할 시 화재를 진압을 위해 초동 진압장비를 개발을 목적으로 하고 있음에 따라, 전기차 화재의 소화목적의 과제와는 차별성이 있음				

<표 61> 유사과제 분석 및 차별성 7

번호 7	과제명	차량 탑재상태 잔존가치 분석 기반 전기차 배터리 전주기 활용성 제고 기술개발				
기준년도	2021	부처명	한국산업기술 평가관리원	연구비	143,000천원	
개요	○ 전주기 사용 요건이 반영된 전기자동차용 배터리 모듈/팩 설계기술 개발 ○ 탑재상태의 배터리 상태정보 외부전송이 가능한 BMS 설계 및 배터리 셀단위 SOH, 잔존수명 추정 모델 개발을 위한 Training data/검증 data 수집 ○ 기존 공개 데이터(NASA Data)를 활용한 SOH 및 잔존수명 추정 모델 개발 및 검증 ○ HILS 기반 응용 분야별 배터리 시스템 잔존가치 검증기술 개발 ○ 배터리 상태별(SOH)별 노화 모사 시험 환경 구성 및 배터리 모듈 노화 시험 ○ 사용후 배터리를 활용한 기존 ESS 응용제품의 환경/안전성 시험 사전 모의 평가 및 시뮬레이션 기술 개발					
차별성	- 본 과제는 전기자동차의 배터리 모듈/팩을 개발하는 과제로 전기자동차용 배터리 생애전주기를 목표로 배터리 모듈 및 팩을 개발하고자 함 - 배터리 팩을 개발하는 가운데 배터리관리시스템(BMS)의 기술 개발도 함께 이루어지는 목표를 가지고 있으며, 배터리 상태를 외부에 전송이 가능하도록 개발하는 것이 목표임 - 본 기획과제에서는 화재 발생시 배터리 상태 데이터를 전송하는 기술개발을 목표로 하고 있으나, 배터리 셀 단위별 SOH 및 잔존수명 모델은 배터리 팩 및 전기자동차 제작사에서 제공하는 모델을 사용함에 따라, 기술개발 목표의 차이점이 있음					

<표 62> 유사과제 분석 및 차별성 8

번호 8	과제명	산업위기지역 미래형전기차 연구기반구축				
기준년도	2021	부처명	한국산업기술 평가관리원	연구비	3,325,200천원	
개요	○ (건축) 공사시행, 감리, 사용승인신청과 건축물 등기, 준공 절차 완료 ○ (장비구축) 미래형 전기차 핵심부품 실증 평가 장비 3종 중 2종 구축 완료 - ‘전기구동계 동력계 및 내환경 챔버’ 및 ‘ECU 검증용 범용 HILS’에 대한 공장 검수 실시 ○ (소량생산자동차 인증 평가법 개발) 인증용 시작 차량에 대한 충돌 시험 및 해석 결과 분석을 통해 인증 평가법 도출 - 인증용 소규모 생산 시작 차량에 대한 충돌 시험 평가 및 분석 - 인증시험 기준을 전문가 위원회 검토 및 교통안전공단 검수를 통한 기준안 도출					
차별성	- 본 과제는 전기자동차의 구동부품(모터)에 대한 단품 평가 장비 구축을 위한 과제이며, 차량용 ECU 검증을 위한 HILS 장비 구축과 같은 장비구축 사업임 - 또한, 소량생산자동차 인증 평가방법을 도출하는 과제로 본 기획과제에서 목표로 하고 있는 전기자동차의 화재 및 안전성 평가기술 개발과는 차이점이 있음					

<표 63> 유사과제 분석 및 차별성 9

번호 9	과제명	전기차산업 시범 인적자원개발협의체 지원			
기준년도	2015	부처명	한국산업기술 평가관리원	연구비	50,000천원
개요	○ 에너지신산업(전기차 분야) 활성화를 위한 인력양성네트워크 활성화 및 체계 확보의 초석 마련 - 전기차산업 중장기 인력 수요 예측 및 분석 지원 - 기간별 인력수급 계획 및 전략 작성지원 ○ 에너지신산업 실행과제 중 하나인 전력·통신·자동차 등 융복합산업인 전기차산업분야 전문가 인력양성 로드맵 수립 지원 - 전기차 산업 인적자원개발협의체 구성·운영 - 전기차 산업 산·학 네트워킹 활동(산학 협력 교류회/포럼 또는 세미나 형식)				
차별성	- 본 과제는 전기차 분야의 인력양성 네트워크 활성화 기초 연구 과제로 전기차 관련 종사자 인력 창출을 위한 기초연구과제임 - 전기차 분야의 인력양성을 위해 제도적 개발 또는 교육 커리큘럼 등에 관한 세부 연구개발내용이 아닌 네트워크 활성화 체계 구축임에 따라, 본 기획과제에서 요구하는 세부적인 목표와는 차별성이 있음				

9) 종합 분석

가) 국내외 동향 및 환경 종합

(1) 국내외 정책동향 분석

○ 국내 정책동향

- 국내에서는 지속적인 배터리 관련 사고로 인해서 전기자동차 안전성에 대한 불안감이 높아지고 있으며, 안전성 평가에 대한 필요성이 대두됨
- 그러나, 현재 실시 중인 전기자동차 안전도 평가는 국산차, 수입차 2대만 실험하며, 충돌안전성, 보행자안전성, 사고예방안전성 부분만 평가하여, 배터리 방전, 과열, 감전, 화재 등 배터리 안전성을 평가하기에는 미흡함
- 고전압 배터리 안전성 평가 기존 7개 시험항목에 5개 항목(진동시험, 열충격시험, 과전류시험, 충격시험, 압착시험)이 추가되어 제작단계에서 안전성을 강화
- 또한, 정비 서비스를 제공할 수 있는 인프라 및 인력을 적극적으로 확충 예정

○ 해외 정책동향

- 독일에서는 독일 산업 표준(DIN)을 바탕으로 전기자동차 정비사의 정비교육이 의무화 되었음
- 미국에서는 도로교통안전국에서 배터리 세이프 이니셔티브를 설립하여 배터리의 안전 연구와 사고 조사를 추진하고 있으며, 비영리기구 ASE, 테슬라에서 전기자동차 정비 자격/인증 제도를 운영하고 있음
- 일본에서는 전기자동차 정비사 안전 및 정비 품질 향상을 위해, 고압의 전기를 다루는 전기자동차 등의 정비업무를 노동안전위생법 제 36조에서 제외하여, 전기자동차 정비 업무를 독립시킬 수 있도록 개정하였음
- 중국에서는 “신에너지 자동차 산업 발전 계획”을 통해 안전한 전기자동차 이용을 위한 관리체계를 구축 하였으며, “수리, 교체, 반품 3개 보장” 정책 시행을 통해 신에너지 자동차에 대한 안전보증을 제공하고 있음

(2) 국내외 시장/인프라동향 분석

○ 국내외 시장동향

- 국내 전기자동차 보급의 증가로 전기자동차 유지보수에 대한 수요도 증가할 것으로 예상되며, 이에반해 내연기관차의 정비시장은 급격하게 축소될 것으로 전망됨
- 전기자동차 보급이 가장 많이 이루어진 제주도의 경우 내연기관차 정비소 및 주유소의 폐업이 잇따르고 있음

- 기존 정비인력에 대한 전기자동차 정비 전환 교육을 강화를 통한 전문인력 양성이 필요함
- 해외 electric mobility 서비스 시장은 2030년까지 CAGR 40.7% 속도로 급격하게 성장이 예상됨
- e-mobility 서비스 관련 2030년 중국이 가장 큰 시장으로 남아있을 것으로 예상되며, 라틴 아메리카, 중동, 아프리카 지역은 현재는 초기단계에 있으나, EV 관련 인프라 보급이 확산될 것으로 예상됨

○ 국내외 인프라 동향

- 국내에서는 내연기관차 중심으로 정비가 이루어지고 있으며, 전기자동차 검사 기준 강화 및 전기차 검사 매뉴얼을 제작·배포할 예정
- 국내 전기자동차 전문인력 양성 교육기관으로 독일의 시험인증기관인 TUV가 주관하는 ‘전기차 안전교육’이 있으며, 국내 기업으로는 현대기아차에서 자체적으로 전기자동차 정비기술인증제도를 도입하여 진행하고 있음
- 독일에서는 전기 자동차 수리 자격이 법으로 정해져 있으며, DEKRA Academy를 통해서 교육대상(연구개발 분야/생산 분야)에 따라 교육이 이루어지고 있음
- 미국은 비영리 기관인 ASE에서 전기자동차의 진단 및 수리를 수행하는 기술자를 대상으로 하는 L3 인증을 개발하여 운영하고 있으며, 테슬라에서도 자차적으로 전기차 수리 레벨에 따라서 단계를 나누어 교육을 제공하고 있음
- 일본은 전기자동차 등의 정비업무에 관한 특별교육의 과목·범위·시간을 규정하고 있으며, 전문학교 교육을 통해서 전기자동차 정비에 관한 지식을 배울 수 있음
- 중국은 신에너지 자동차 진단 및 정비기사 평가를 통해 자격증을 발급하고 있으며, 자격증 취득을 위한 교육 내용에는 “고전압 전기제어계통 유지보수” 교육이 포함되어 있음

(3) 국내외 기술동향 분석

○ 국내 기술동향

- 현대 모비스에서는 BMS, 냉각팬, 전원차단장치 등 하나의 모듈로 합쳐진 BSA 기술을 개발하여 배터리가 전기자동차에서 안전하게 작동할 수 있도록 하였음
- 전기자동차 배터리 생산 기업인 삼성SDI에서는, 전기자동차 운행 환경에서 발생할 수 있는 전복 사고에 대한 배터리 테스트를 추가로 진행하여 안전성을 검증

- SK온은 인공지능 기술을 적용하여 전기차 배터리 상태를 점검할 수 있는 서비스를 개발하여 상용화 예정

○ 해외 기술동향

- 독일에서는 전기자동차를 검사하는 진단기로 PTI Adapter 21을 사용하고 있으며, 해당 진단기는 13개의 시스템 검사, 50개의 첨단안전장치에 대한 검사가 가능함
- 미국에서는 Texas Instrument에서 양방향 링 구성을 사용한 이중화 설계를 통해 고장 또는 단락이 발생한 경우에도 배터리를 제어할 수 있도록 함으로써 화재를 예방할 수 있음
- 일본에서는 기존 내연기관 자동차 검사에 이용하고 있는 OBD를 활용한 검사 방법을 전기차에도 적용하기 위해 연구개발을 진행하고 있음
- 중국에서는 OBD 기반의 전기자동차 검사 장비 및 이를 이용한 3단계 검사방법을 개발하여 적용 중에 있음

(4) 국내외 특허동향 분석

- 전기자동차 정비 기술 관련해서는 중국이 가장 많은 출원을 하고 있으며, 일본, 미국은 안전과 관련된 기술 개발이 활발하지 않은 것으로 확인됨
- 기술별로는 배터리 화재 대응/진압 기술 개발 비중이 높으며, 전문인력 양식/교육 관련 인프라 구축 관련 기술은 미미한 것으로 확인됨
- 전기자동차 정비 관련 기술은 완성차 제조 기업(현대자동차 등) 및 전기차 배터리 제조 기업(LG CHEM 등)에서 적극적으로 개발하고 있으나, 중국의 경우 대학에서도 연구가 활발하게 진행되고 있지만, 대부분 인프라 구축 관련 특허를 확보하고 있지 않아, C. 전문정비 관련 기술은 공백기술로 사료 됨
- 기술흐름 분석 및 주요특허 분석 결과 최근에는 빅데이터, 클라우드, 인공지능과 같은 첨단 IT 기술을 접목하여 전기자동차의 안전을 도모하는 기술 개발이 활발함

(5) 국내외 논문동향 분석

- 전기자동차 정비 기술 관련해서는 국내보다 해외에서 많이 연구되고 있으며, 특허와 연구동향이 유사함
- 특허/논문 동향을 종합해볼때 국내에서는 대학/연구소 보다는 기업 위주로 전기자동차 정비 기술에 대한 연구가 활발히 진행되는 것으로 사료됨
- 주요특허 분석 결과 배터리 고장 진단, 발화 예방 등에 다양한 인공지능 알고리즘을 적용하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있는 것으로 확인됨

나) SWOT 분석

- 전기자동차 통합안전 관리와 관련하여 사회적 이슈, 국내외 정책 추진현황, 시장 규모, 연구개발 현황 등 외부 환경 변화내용을 종합하여 SWOT 분석을 실시하고, 이를 근거로 하여 SO(강화전략), WO(만회전략), ST(우회전략), WT(생존전략)을 도출하여 본 사업의 추진전략을 도출함

<표 64> SWOT 분석

내부요인 외부요인	강점(S)	약점(W)
	○ 전기자동차, 배터리 생산 기업에서 관련기술 연구가 활발히 진행 및 특허 다수 보유 ○ 세계 최초 배터리 안전기준 제도 확립 및 관련 시험장비 보유 ○ 범국가적으로 전기차 보급 확대를 위한 다양한 정책 지원 공약 마련 ○ 전기자동차 정비에 IT기술을 접목하여 서비스 제공 ○ 대학, 전문대학 등 풍부한 교육 인프라로 전문 정비인력 양성 가능	○ 등록된 이후 전기자동차의 안전성 관리방안을 위한 R&D 진행 사례 없음 ○ 정비 원천기술 개발에 필요한 대학/연구원 R&D 부족 ○ 전기자동차 정비인력 부족 및 정비인력 고령화에 따른 IT 기술을 이용하나 진단 장비/방법에 대한 교육 어려움
기회(O)	SO 전략 (강화 전략)	WO 전략 (만회 전략)
○ 전기자동차 안전성 관리방안에 대한 제도 및 기술이 발표되어 있지 않음 ○ 국외 교육관련 선진교육제도가 있으나, 특허를 확보하고 있는 기업 및 국가는 부재 ○ 전기자동차 보급률이 지속적으로 증가가 예상됨에 따라 전기자동차 정비 시장의 급격한 성장이 예상 ○ 정책적으로 전기자동차 정비/인프라 구축을 위한 방안을 수립	○ 배터리 개발 기술을 배터리 제작안전 기술에 적용하여 배터리 안전관리 제도 도입 ○ 자동차 정기검사시 사용되고 있는 장비 및 기술을 전기차 특성을 고려하여 적용 ○ 보유하고 있는 전기차 배터리 생산/개발 기술과 IT 기술을 접목한 전기자동차 정비 기술 개발 ○ 해외 선진 교육 및 인증제도를 도입하고 도입하여 기술 격차 해소	○ 등록된 이후 전기자동차의 안전관리를 위해 R&D를 수행하여 기존 정기검사 장비를 활용하는 방안 도출 ○ 대학/연구원과 정비교육 R&D를 수행하여 교육제도 도출 및 특허 선점 ○ 기존 내연기관 정비인력을 전기차로 대체할 수 있는 전환제도 개발 및 교육 프로그램 개발 ○ 전기자동차 관리사업자 확대를 위한 법제도적 정책 개선(안) 필요
위협(T)	ST 전략 (우회 전략)	WT 전략 (생존 전략)
○ 중국의 전기자동차 시장이 확대되고 있어 중국이 다수의 특허를 보유하고 있기 때문에 우리기업의 중국 진출에 어려움 ○ 세계적으로 인정받은 해외 교육기관의 영향력 확대로 국내 전기자동차 정비 시장 잠식	○ 전기자동차 동적인 상태에서 구동장치(모터, 배터리) 안전성 평가를 위한 기술 개발 ○ 전기자동차를 비롯한 자동차의 정비 관련 제도적 관리를 국가에서 진행	○ 국내 자동차관리체계에 적합한 제도 및 기술 개발을 R&D로 도출하고 그 결과물을 제도적 안착 필요 ○ 교육관련 제도 및 프로그램을 국내 법제도화를 통해 관련 법령 제정 및 총괄운영 필요

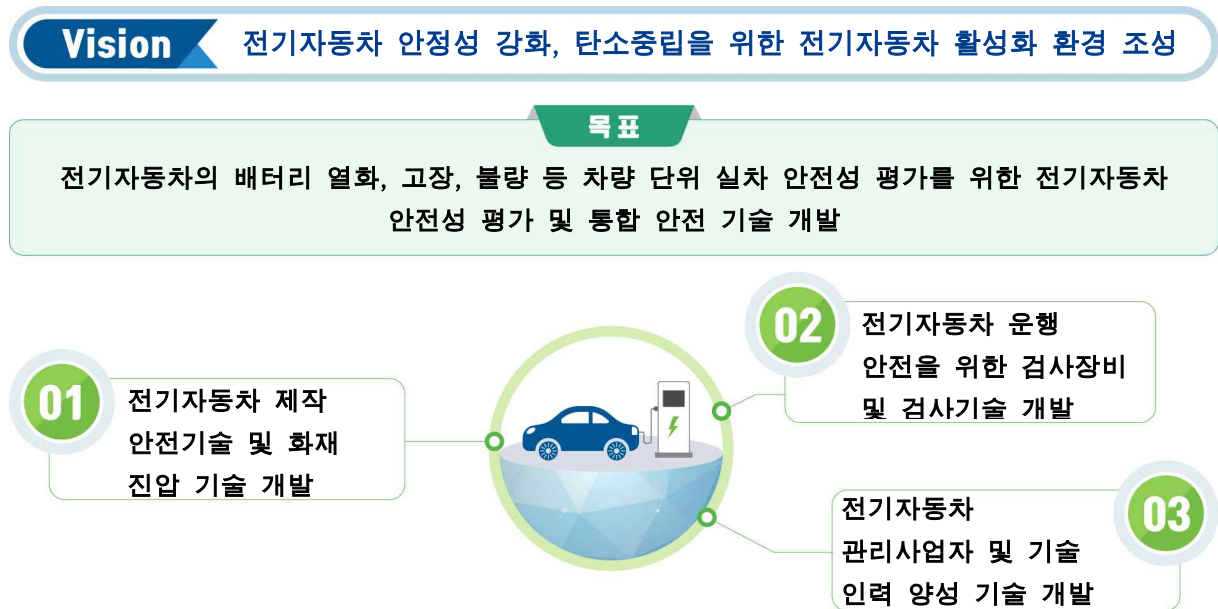
다) 중점추진 연구분야 도출

- 앞서 조사한 국내외 정책동향, 국내외 사정 및 인프라 동향 분석, 국내외 기술동향 분석, 국내외 특허동향 분석 및 국내외 논문동향 분석을 통하여 전기자동차(EV) 안전성 평가 및 통합 안전 관리 기술 개발에 필요한 중점 추진 연구분야를 도출함
- 또한 본 기술개발과 관련하여 SWOT 분석을 완료하였으며, SWOT 분석에 따른 SO, WO, ST, WT 전략을 도출하여 본 과제에서 수행되어야 하는 분야를 선정함
- 도출된 연구분야로는 전기자동차 제작 안전기술 및 화재 진압 기술개발, 전기자동차 운행 안전을 위한 검사장비 및 검사기술 개발 및 전기자동차 관리사업자 및 기술 인력 양성 기술 개발로 연구분야를 도출함
- 첫 번째 연구분야인 전기자동차 제작 안전기술 및 화재 진압 기술개발의 경우 전기자동차 제작과 관련된 분야에서 안전성능을 평가하기 위한 기술개발의 목적을 이루고 있으며, 배터리 단품에 대한 검사는 현재 GTR 규정 등에 대해서 관리를 하고 있음
- 따라서, 검증된 배터리를 자동차에 장착하고 나서 이루어지는 안전성 성능 평가로 배터리 팩만이 아닌, 배터리 팩을 관리하는 배터리관리시스템(BMS)등에 대한 성능 평가 기술, 화재를 지연 및 방지하기 위한 배터리 팩 내부 기술개발과 화재 발생 시 대처 방안에 대한 기술개발을 포함하고 있음
- 두 번째 연구분야인 전기자동차 운행 안전을 위한 검사장비 및 검사기술 개발은 등록된 이후 운행되고 있는 전기자동차의 안전성능을 평가하기위한 기술개발의 목적을 이루고 있으며, 전기자동차만의 특화된 성능평가 방법을 도출하고자 함
- 또한, 전기자동차의 차량 단위에서 전기자동차의 주요부품인 배터리 및 모터의 성능평가를 할 수 있는 장비 및 기술 개발을 포함하고 있으며, 여기서 도출된 기술들을 활용하여 법/제도화(안) 제시를 포함하고 있음
- 세 번째 연구분야인 전기자동차 관리사업자 및 기술 인력 양성 기술개발로 등록된 자동차를 관리하는 정비, 매매 및 폐차 등의 업무를 수행하는 관리사업자들을 관리할 수 있는 제도 방안 개발을 포함하고 있음
- 또한, 전기자동차 전문인력 양성과 관련하여 기존 내연기관차를 정비하는 인력들에 대해 특정한 전환 교육 또는 추가 교육 제도를 신설하여 전기자동차를 정비할 수 있는 인력 개발 교육 과정 및 제도 기술 개발을 포함하고 있음
- SWOT 분석으로 도출된 세 가지 중점 추진 연구분야를 바탕으로 기술수요조사를 실시하고, 분석하여 본 연구과제 주요연구항목을 도출하고자 함

다. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1) 비전 및 목표

- 본 기획과제의 기획목표인 전기자동차(EV) 안전성 평가 및 통합 안전 관리 기술 개발 기획을 위해 ‘전기자동차 사고예방 기술’, ‘안전성 평가 기법’, ‘전기자동차 안전관리 기술 개발’의 3가지 관점으로 전략 목표를 제시하였으며, 각 전략 목표를 달성하기 위해 분석을 실시함



[그림 63] 연구개발과제 비전

2) 연구개발과제 선정 절차

가) 미래사회 이슈 및 니즈분석

- PEST기법으로 동향 분석 결과를 검토한 후 브레인스토밍 방법으로 미래사회의 전망과 니즈를 도출함
- 전문가 자문위원회를 개최하여 개발기술 관련 전문가 의견을 수렴(방법론, 기본틀, 분류체계 등)하여 객관성이 확보된 논리적인 결과를 도출함
- 탐구적 접근방법과 규범적 접근방법을 활용하여 니즈를 도출함
 - 탐구적 접근 : 전기자동차 안전성 평가 및 통합 안전 관리 기술 개발에 따른 미래 사회를 전망하고 이슈 도출
 - 규범적 접근 : 전기자동차 안전성 평가 및 통합 안전 관리 기술 개발에 따른 미래 사회 기시적 니즈를 도출하고, 단계별로 분류를 통하여 세부 분류 항목별로 미시적 니즈 도출

<표 65> 동향분석 결과 (PEST 기법)

구분	시장환경	시사점
Political (정치)	- 온실가스 저감을 위하여 환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률에 따라 제4차 친환경 자동차 기본계획 수립 - 친환경자동차 보급확산 정책의 뒷받침 목적으로 안전기반 확립 정책 수립을 위해 BIG 산업별 중점 추진과제 선정	→ 국외 탄소중립정책에 따른 국정비전의 내재화 및 OECD 국가에 대응하는 정책 수준 확보를 위한 법/제도 개선 필요 → 국내외 전기자동차 보급활성화 정책에 맞추어 전기자동차 안전관리 향상을 위해 다양한 분야의 제도 개선 방안 필요
Economic (경제)	- 친환경차 대중화와 친환경차 중심사회 및 생태계 구축을 비전으로 산업 생태계 확장이 불가피하여 새로운 시장 활성화 기대 - 자동차 관리사업자의 전기자동차 관리 사업으로 업무 확장이 불가피하며, 새로운 일자리 창출 효과 기대	→ 내연기관 중심에서 전기자동차 중심으로 생태계가 확장되는 초기 단계임으로 안전관리 제도 개발로 경제적 우위 선점 가능 → 전기자동차 관리사업자라는 새로운 업무 영역 도출로 인하여 관리사업자 관리제도 및 교육 체계 개발 필요
Society (사회)	- 전기자동차 보급률 확대와 더불어 전기적인 요인으로 발생하는 전기자동차 화재가 빈번히 발생하여 국민 불안감 증대 - 전기자동차 관리사업자 제도 미흡 및 정비인력 부족 현상으로 정비불량과 정비지연으로 친환경차 보급확산 정책 기대감 저하	→ 전기자동차 화재 예방을 위해 전기자동차 주요부품 제작안전기준과 운행안전기준 신설 및 개선 연구 필요 → 전기자동차 수요자가 불편없이 전기자동차를 관리할 수 있도록 자동차 관리사업자 관리 제도 확대 등 관련 제도 기술 개발 필요
Technology (기술)	- 전기자동차 부품개발시 성능 및 안전을 확인할 수 있는 시험방법은 제시가 되어 있으며, 국내 배터리 제작기술은 세계 최고임 - 국내외적으로 배터리관리시스템(BMS)의 안전성을 평가하는 방법은 부재하며, BMS를 평가하는 방법을 강구하고 있음	→ 주요 부품에 대한 시험방법은 제시되었으나, 차량 단위에서 성능 및 안전성을 시험할 수 있는 장비 및 기술이 없으므로 개발 연구 필요 → 배터리 셀과 BMS를 통합하여 평가하는 방법이 필요하며, 이를 확장하여 차량 단위에서 평가할 수 있는 기술 연구 개발이 필요

나) 국내 전기자동차 사고 Case 분석

- 2018년도부터 파악된 전기자동차 배터리 사고 원인 분석에 대한 내용을 분석함

<표 66> 전기자동차 배터리 사고 사례 (총 17건)

번호	발생일자(장소)	차종	비고
1	2018. 5. 19. (울산공장)	코나 EV	주차 중
2	2018. 8. 06. (울산공장)	코나 EV	주차 중
3	2019. 7. 28. (강릉)	코나 EV	충전 중
4	2019. 8. 09. (부천)	코나 EV	주차 중
5	2019. 8. 13. (세종)	코나 EV	주차 중
6	2020. 4. 02. (안산)	코나 EV	충전 중
7	2020. 5. 29. (대구)	코나 EV	충전 중
8	2020. 8. 07. (대구)	코나 EV	충전 중
9	2020. 8. 24. (정읍)	코나 EV	주차 중
10	2020. 9. 26. (제주)	코나 EV	충전 중
11	2020. 10. 04 (대구)	코나 EV	충전 중
12	2020. 10. 17. (대구)	코나 EV	충전 중
13	2021. 1. 23. (대구)	코나 EV	충전 중
14	2021. 2. 15. (창원)	현대 일렉트릭버스	주행 중
15	2021. 6. 18. (보령)	코나 EV	주차 중
16	2021. 7. 01. (세종)	코나 EV	주차 중
17	2021. 7. 14. (대구)	포터2 일렉트릭	주행 중

- 2018년 5월 현대자동차 울산공장의 전기자동차 화재를 시작으로 2021년 7월 기준 총 17건 발생
- 순수 전기자동차 사고 사례 중 배터리에서 발생한 부분의 통계이며, 사고 원인에 대한 내용 및 대응 방향에 국토부에서는 아래와 같이 대응함
- 국토교통부는 상기의 전기자동차 화재 발생 사고를 방지하기 위한 2번의 리콜을 실시하였음

① 코나 EV 소프트웨어 업데이트 및 리콜 (2020년 10월 16일)

- 리콜 시 배터리관리시스템(BMS)을 업데이트 한 후 점검결과, 과도한 셀간 전압 편차, 급격한 온도 변화 등 배터리 이상 징후가 발견되는 경우 배터리를 즉시 교체함
- 이상이 없더라도 업데이트된 배터리 관리시스템(BMS)의 상시 모니터링 과정에서 추가 이상 변화가 감지되면 충전중지와 함께 시동이 걸리지 않게 제한하며 경고 메시지를 소비자 및 긴급출동서비스 콜센터(현대차)에 자동 전달하므로 화재 발생 가능성은 최소화될 것으로 추정

② 코나 EV 외 3개 차종 배터리 교체를 위한 리콜 (2021년 3월 29일)

- 전기자동차 배터리 발화 원인에 대하여 ①~⑤는 국토부 해명자료 기반으로 작성 하였으며 ⑥은 국립수사연구원 보고서를 인용하여 전자 신문 자료를 참고하여 분석하였음

① 배터리 셀 내부 열폭주 (셀 내부 단락가 원인 미정)

- 인위적인 화재 재현실험을 통해 배터리셀 내부 열 폭주 시험에서 발생한 화재 영상이 실제 코나 EV 화재 영상(대구 칠곡 CCTV, '20.8.7)과 유사 확인

<표 67> 화재 원인 분석 (8번째 화재)

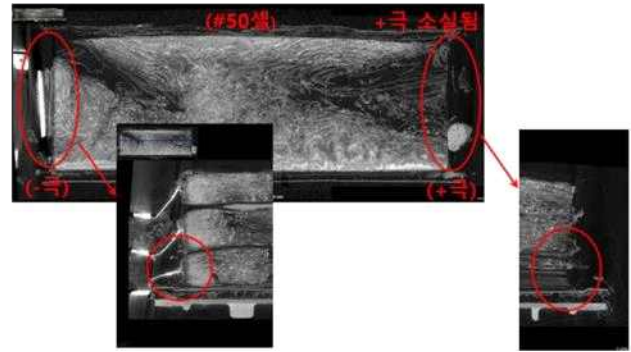
코나 EV 화재 영상(CCTV)	인위적 화재 재현실험 영상
 <대구 칠곡(2020.8.7.)>	 <셀 내부 열폭주 시험(2020.11.18.)>

② 배터리 셀 내부 단락 확인

- 3번 팩 좌측의 배터리 셀에서 발생했고, 내부 양극(+) 탭의 일부가 화재로 소실된 것을 확인



<대구 화재 차량 배터리(2021.1.23.)>

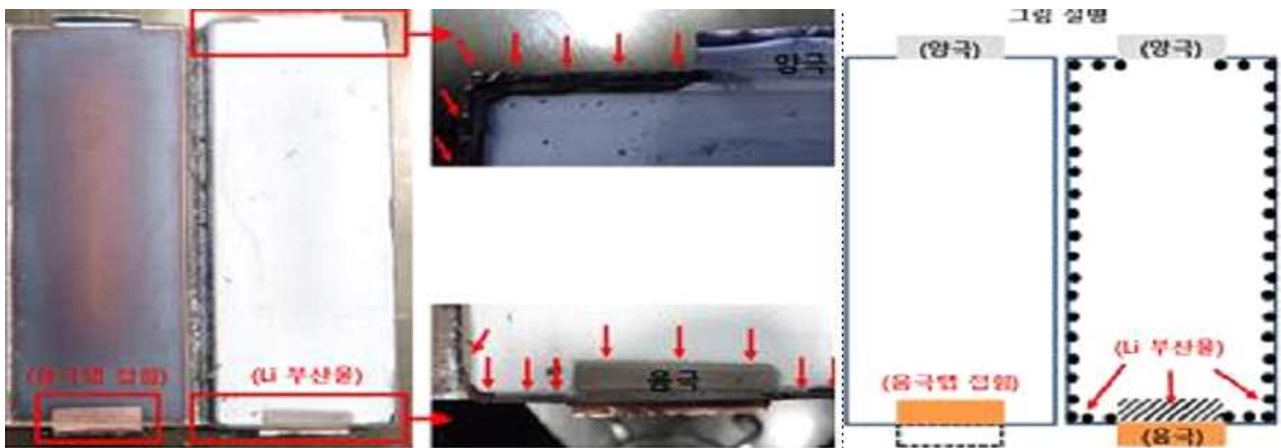


<좌측 셀(50번) CT(내부 및 양극(+)) 소실 >

[그림 64] 화재 원인 분석 (13번째 화재)

③ 음극 탭 접힘으로 인한 배터리 셀 내부 단락 가능성

- 3번 팩 좌측의 배터리 셀에서 발생했고, 내부 양극(+) 탭의 일부가 화재로 소실된 것을 확인
- 음극탭 접힘으로 인해 음극에 리튬 부산물이 석출되고 석출물이 양극으로 확산되면서 양극탭과 접촉 시 단락 가능성
- 재현 시험으로 검증되지 않음



[그림 65] 음극탭 접힘 및 리튬 부산물 석출, 확산(음극→양극) 확인

④ 배터리셀 분리막 손상을 확인 배터리 셀 내부 단락 가능성

- 재현 시험으로 검증되지 않음

⑤ 과충전 등 BMS 제어 오류에 의한 배터리 화재 발생 가능성

- BMS 충전맵 로직 오적용 확인 하였으나 정상 적용간의 유의미한 차이 판단이 어려워 유보
- 배터리 과충전 방지 2단계 작동 확인

⑥ 안전 마진 축소로 인한 배터리 열화성 내부 단락 발생 가능성

- 사고셀 중지 전압이 4.17V로 높았음 (ESS 화재처럼 가용 용량을 최대한 늘려 열화 발생에 의한 내부 단락 가능성)

‘코나 일렉트릭’ 화재 사고 법안전 감정서 주요 내용(국과수 보고서 기준)

감정 요약	배터리팩 내부 전기적 원인에 의한 발화로 추정배터리팩 내부 발화지점 및 발화원인 논란 불가
배터리 셀 수	98개(98s3p)
공칭 용량	180Ah
정격 팩 전압/공칭 셀 전압	352.8V · 3.63V
정격 전압 범위	240V(방전 중지 전압)~412.8V(충전 중지 전압)
사고 셀(평균) · 팩 중지 전압	4.176V · 409.3V

사고 차량의 배터리 팩 설계 전압과 운용 전압 비교

	팩 정격 전압	사고 후 팩 중지 전압	전압 편차(율)
방전 최소 전압	240V	알수 없음	알수 없음
충전 최대 전압	412.8V	409.3V	3.5V (0.86%)

전기차 모델3 · 볼트 · 코나 배터리 안전 마진 비교(각사 · 국과수 보고서)

	공칭 용량	정격 용량	가용 용량	마진율(추정)
모델3	80 kWh	75 kWh	72 kWh	10%
볼트(Bolt)	60 kWh	57 kWh	55 kWh	8.4%
코나 일렉트릭	64 kWh	63.5 kWh	62 kWh	3.2% (확인)

※공칭 배터리량은 98개 셀 × 공칭 단셀 전압(3.63V) × 공칭 용량(180Ah), 정격 배터리량은 98개 셀 × 정격 팩 전압(352V), 가용 배터리량은 공칭 용량(64kWh) × 97%(충전율(SOC) 설정값)으로 각각 계산. (Wh는 에너지량 단위, Ah는 배터리 용량 단위)

[그림 66] 코나 EV화재사고 분석 결과

다) 기술수요조사

(1) 기술수요조사 목적

- 정부 정책 등에 따라 전기자동차의 보급률이 증가할 것으로 예상하고 있으나, 빈번히 발생하는 전기자동차 화재에 대한 안전기준 미흡과 전기자동차의 배터리 정밀 안전 검사기술 부재 및 사후 관리 측면인 정비분야에서 전기자동차를 정비할 수 있는 시설 및 인력이 부족함
- 본 기술수요조사는 전기자동차 보급확대를 대비하여 전기자동차 안전성 평가와 전기자동차 안전관리 및 정비체계를 관리할 수 있는 안전관리 기술 개발에 대하여 세부적인 필요기술을 조사하고 연구과제 내용을 도출할 목적으로 수행함
- 구체적으로는 본 연구기획의 목표와 내용을 바탕으로 정리한 운행안전, 제작안전, 관리체계에 대하여 산업계, 학계 및 현장의 기술수요를 반영하고자 함

(2) 기술수요조사 개요

<표 68> 기술수요조사서 개요

구분	내용
기술수요조사 기관	한국교통안전공단
기술수요조사 기간	2021. 08. 24 ~ 2021. 09. 23
기술수요조사 홍보사이트	한국자동차공학회, 한국자동차안전학회, 한국교통안전공단 홈페이지
기술수요조사 대상	○ 전기자동차 배터리 화재원인 분석 및 대응기술 개발 기획 - 단셀 열폭주에 의한 인증 시험 체계구축 및 검증 기술 개발 - 배터리 시스템 내부 발화 방지 및 지연 기술 개발 - 배터리관리시스템(BMS) 신뢰성 안전성 시험 인증 체계 구축 및 검증 기술 개발 기획 ○ 전기자동차 화재, 폭발, 누전 등의 사고예방을 위한 안전성 평가 기술 개발 - 전기자동차 안전성 평가를 위한 배터리팩 주요 모니터링 기술 개발 기획 - 전기자동차 배터리 상태진단을 위한 배터리팩 상태 추정/예측 기술 고도화 개발 기획 - 배터리팩 안전관리를 위한 배터리관리시스템(BMS) 관리 및 진단 기술 개발 기획 - 운행 전기자동차 안전관리를 위한 검사방법 및 체계 개발 기획 ○ 전기자동차 안전관리 기술 개발 기획 - 전기자동차 안전관리를 위한 검사 및 정비 기준 개발 기획 - 전기자동차 안전관리를 위한 전문 정비 업종 관리체계 개발 기획 - 전기자동차 안전관리를 위한 전문 정비 인력양성방안 구축 및 특화교육과정 개발 기획

- 기술수요조사는 전문적인 자동차 관련 학회(한국자동차공학회, 한국자동차안전학회)와 한국교통안전공단 홈페이지를 통하여 홍보를 실시함

전기자동차(EV) 안전성 평가 및 통합 안전 관리 기술 개발 과제 기술수요조사

「전기자동차(EV) 안전성 평가 및 통합 안전 관리 기술 개발」과제의 기획을 위한 기술수요조사를 다음과 같이 공고하오니, 연구 개발 관련기관 및 연구자의 많은 참여를 부탁드립니다.



기획연구개요

- 전기자동차 보급확대를 대비하여 전기자동차 안전성 평가와 전기자동차 안전관리 및 정비체계를 관리할 수 있는 통합 안전 관리 기술 개발을 위한 기획연구 과제임



수요조사 목적

- 본 수요조사는 향후 4년간 진행되어야 할 전기자동차(EV) 안전성 평가 및 통합 안전 관리 기술 개발 연구의 방향성 제시와 연구 과제의 발굴을 위한 기술 수요조사임
※ 상기 과제 일정은 사정에 따라 변경될 수 있음
- 제안된 기술개발수요 정보는 본 기획연구의 추진계획 수립에 적극 반영될 예정



수요조사 제안 자격

- 「전기자동차(EV) 안전성 평가 및 통합 안전 관리 기술 개발 기획」에 관심이 있는 연구관련 대학, 연구소, 기업체 및 이해 관계자 등

※ 선정된 기술수요조사서 제안자가 기획연구에 참여하기를 원할 경우, 자문위원으로 참여 가능



수요조사 대상

01

전기차 배터리 화재
원인 분석 및 대응
기술 개발 기획

02

전기차 화재, 폭발,
누전 등의 사고예방을
위한 안전성 평가
기술 개발 기획

03

전기차 안전관리
기술 개발 기획



접수방법

첨부된 수요조사서 양식에 따라
작성 후 E-mail로 제출



접수기간

2021.08.24(화)~2021.09.23(목)
18:00 까지



수신처

한국교통안전공단 김현준 과장
TEL: 054-440-3125 | E-mail: kimhj@kotsa.or.kr



국토교통부



KAIA

TS 한국교통안전공단

[그림 67] 기술수요조사서 홍보 포스터

*

[첨부 1]

※ 기술수요조사서는 3페이지 범위 이내에서 작성하여 제출 요망

기술수요조사서

00	제안 과제명	
----	-----------	--

□ 기획과제 개요

목표	
필요성	○ - *

□ 국내외 연구개발 동향

○ - *

□ 주요 연구내용

○ - *

□ 추진 방안

○ - *

□ 추정 기간 및 비용

총 사업비 / 사업기간	00 억원(정부출연금 : 00 억원, 민간 : 00 억원) / ' 00 ~ ' 00
--------------	--

□ 활용방안

○ - *

□ 제안자 인적사항 등

성명		소속기관명	
소속부서		직위	
주소		연락처	010-0000-1234 031-0000-1234
		E-mail	

[그림 68] 기술수요조사서 작성 양식

(3) 기술수요조사서 검토

- 본 기획과제에서 기술수요조사서를 조사하기 위하여 약 30일 동안 각종 학회 홈페이지에 홍보하였으며, 그 결과 총 48건에 대하여 조사 완료되었으며, 조사된 기술수요조사서를 분류 및 검토하였음

<표 69> 기술수요조사서 취합본

번호	기술수요 과제명	기관형태
1	BMS기반 사전, 사후 이상 징후 감지 메커니즘 개발	산
2	열전이 국내 기준 시험 평가 방법론 개발	정
3	배터리 화재 방지 대응을 위한 불연 소재 적용 배터리 시스템 개발	산
4	파우치 셀 열폭주 시 내압 센서 장착 이차전지 셀 개발	산
5	내부 히터를 활용한 단셀 열폭주에 의한 열전이 시험 검증 방법 정립	산
6	화재 지연을 위한 배터리 구조 최적화 기술 개발	산
7	화재 지연을 위한 불연 패드 소재 개발	산
8	자체 초기 화재 진압이 가능한 소화액 차용 배터리 시스템 개발	산
9	안전 감지 기능이 향상된 셀 개발	산
10	화재 지연을 위한 PPS 기반 불연 첨가제 강화 케이스 제조	산
11	사전 detection을 위한 모니터링 요소 기술 분석 개발 및 BMS 원격제어 기술 개발	학
12	전기차 배터리 열전이 시험 평가 검증 기술 개발	연
13	친환경 EV 자동차용 고전압 배터리 안전성 강화를 위한 평가 및 검사 기술 개발	연
14	친환경 EV 자동차 실시간 배터리 모니터링 기술 개발	연
15	전기차 화재 등 사고 시 안전관리 대응을 위한 차량 전인 및 화재진압 장치를 겸비한 특수진압차량 개발	산
16	배터리 열폭주 해석 기술 개발	학
17	전기자동차 회생제동장치 검사 방법 연구	연
18	전기차 하부 배터리 보호 커버의 충격 내구성 평가를 위한 시험 방법 개발	연
19	전기차 배터리 관리 시스템의 제어 알고리즘 개발 및 안정성 평가 기준연구	연
20	전기차 정기검사를 위한 배터리 상태 평가 방법 개발	연
21	운행 전기자동차 전자기파 간섭 측정 기술 연구	정
22	전기 자동차 정비사의 단기적인 정비 기술력 향상 및 정비 자격 부여 방안	기타

번호	기술수요 과제명	기관형태
23	메타버스를 활용한 전기차 검사, 정비 교육 플랫폼 및 매뉴얼 개발	정
24	전기차 주요 부품 상태 모니터링을 위한 모의주행 검사모드 개발	정
25	AI 및 빅데이터 기반 실시간 전기차 배터리 상태 관리기술 개발	산
26	전기차 배터리 진단을 위한 동적 특성 해석 기반 시뮬레이션 기술 개발	산
27	전기차 배터리 안전관리를 위한 전기화학 기반의 진단 기술 개발	산
28	전기차 배터리 안전관리를 위한 실시간 상태 진단 BMS 오픈 플랫폼 기술 개발	산
29	전기자동차 잔존수명 성능평가 기술 개발	정
30	전기자동차 배터리 종합성능 평가기법 기술 개발	정
31	전기자동차 화재예방 성능 모니터링 시스템 구축	정
32	전기자동차 주행상태를 재현한 검사기법 개발	정
33	전기자동차 충전 안전성 검사기법 개발	정
34	전기자동차 전용검사진로 개발	정
35	전기자동차 검사관련 제도화연구	정
36	전기자동차 검사원 교육체계 개선 연구	정
37	전기자동차 정비업종 관리기법 개발	정
38	전기자동차 정비인력 온라인 교육시스템 개발	정
39	전기자동차 정비인력 전문교육 기술등급제 개발	정
40	전기차 전문정비·검사체계 법제화를 통한 안전관리 교육체계 구축	학
41	xEV 전문정비·검사체계 법제화를 통한 안전관리 교육체계 구축	학
42	xEV 대국민 안전교육 체계 구축 및 운영 확산	학
43	전기차 전문정비분야 - 정비인력양성을 위한 전기차 통합 교육시스템 개발	학
44	전기차 모터성능점검을 위한 기술 개발	정
45	전기차 충전으로 인한 안전사고 예방을 위한 전기차 충전소 안전성 평가기술 개발	정
46	어쿠스틱카메라(음향카메라)를 이용한 전기차 결함발견 기술 개발	정
47	전기차 배터리 에너지 소비율 검사방법 개발	정
48	터널 내 전기차 열폭주 화재 발생시 주행조건 및 터널 특성에 따른 화재위험성 분석	학

- 접수된 48건의 기술수요조사서를 본 기획과제의 분류에 맞게 운행안전, 제작안전, 관리체계로 분류를 하였음
- 운행안전은 총 22건으로 조사되었으며, 주로 자동차가 등록 이후 운행되고 있는 자동차의 안전을 확보하기 위한 검사기술 및 장비, 제도 개발로 구성되어 있음
- 제작안전은 총 15건으로 조사되었으며, 배터리 소재기술개발과 배터리관리시스템(BMS) 모니터링 방안 및 안전기준 시험방법 개발로 구성되어 있음
- 관리체계는 총 10건으로 조사되었으며, 전기자동차 정비와 관련하여 정비종사자의 교육 커리큘럼 개발 및 교육방법, 제도 개발로 구성되어 있음



[그림 69] 조사 분야별 기술수요조사 수집 현황

- 접수된 48건의 기술수요조사서를 기술별로 분류하였으며, 배터리와 관련된 기술은 18건, 전기자동차 기타(안전관리기술 등) 9건, 법제도화 5건 등으로 분류가 되었음



[그림 70] 기술분야별 기술수요조사 수집 현황

<표 70> 기술수요조사서 조사분야 및 기술분야별 분류

번호	기술수요 과제명	조사분야	기술 분야
1	BMS기반 사전, 사후 이상 징후 감지 메커니즘 개발	제작 안전	알고 리즘
2	열전이 국내 기준 시험 평가 방법론 개발	제작 안전	시험 평가
3	배터리 화재 방지 대응을 위한 불연 소재 적용 배터리 시스템 개발	제작 안전	부품 (배터리)
4	파우치 셀 열폭주 시 내압 센서 장착 이차전지 셀 개발	제작 안전	부품 (배터리)
5	내부 히터를 활용한 단셀 열폭주에 의한 열전이 시험 검증 방법 정립	제작 안전	배터리
6	화재 지연을 위한 배터리 구조 최적화 기술 개발	제작 안전	부품(배 터리)
7	화재 지연을 위한 불연 패드 소재 개발	제작 안전	소재
8	자체 초기 화재 진압이 가능한 소화액 차용 배터리 시스템 개발	제작 안전	배터리
9	안전 감지 기능이 향상된 셀 개발	제작 안전	배터리
10	화재 지연을 위한 PPS 기반 불연 첨가제 강화 케이스 제조	제작 안전	배터리
11	사전 detection을 위한 모니터링 요소 기술 분석 개발 및 BMS 원격제어 기술 개발	제작 안전	BMS
12	전기차 배터리 열전이 시험 평가 검증 기술 개발	제작 안전	배터리
13	친환경 EV 자동차용 고전압 배터리 안전성 강화를 위한 평가 및 검사 기술 개발	운행 안전	배터리
14	친환경 EV 자동차 실시간 배터리 모니터링 기술 개발	운행 안전	BMS
15	전기차 화재 등 사고 시 안전관리 대응을 위한 차량 견인 및 화재진압장치를 겸비한 특수진압차량 개발	운행 안전/ 제작 안전	배터리
16	배터리 열폭주 해석 기술 개발	운행 안전/ 제작 안전	배터리
17	전기자동차 회생제동장치 검사 방법 연구	운행 안전	전기차 기타
18	전기차 하부 배터리 보호 커버의 충격 내구성 평가를 위한 시험 방법 개발	제작 안전	배터리
19	전기차 배터리 관리 시스템의 제어 알고리즘 개발 및 안정성 평가 기준연구	제작 안전	BMS
20	전기차 정기검사를 위한 배터리 상태 평가 방법 개발	운행 안전	배터리
21	운행 전기자동차 전자기파 간섭 측정 기술 연구	운행 안전	전기차 기타
22	전기 자동차 정비사의 단기적인 정비 기술력 향상 및 정비 자격 부여 방안	관리 체계	법 제도화
23	메타버스를 활용한 전기차 검사, 정비 교육 플랫폼 및 매뉴얼 개발	관리 체계	교육

번호	기술수요 과제명	조사분야	기술 분야
24	전기차 주요 부품 상태 모니터링을 위한 모의주행 검사모드 개발	운행 안전	법 제도화
25	AI 및 빅데이터 기반 실시간 전기차 배터리 상태 관리기술 개발	운행 안전	배터리
26	전기차 배터리 진단을 위한 동적 특성 해석 기반 시뮬레이션 기술 개발	운행 안전/제작 안전	배터리
27	전기차 배터리 안전관리를 위한 전기화학 기반의 진단 기술 개발	운행안전/제작안전	배터리
28	전기차 배터리 안전관리를 위한 실시간 상태 진단 BMS 오픈 플랫폼 기술 개발	제작 안전	BMS
29	전기자동차 잔존수명 성능평가 기술 개발	운행 안전	전기차 기타
30	전기자동차 배터리 종합성능 평가기법 기술 개발	운행 안전	배터리
31	전기자동차 화재예방 성능 모니터링 시스템 구축	운행 안전	BMS
32	전기자동차 주행상태를 재현한 검사기법 개발	운행 안전	전기차 기타
33	전기자동차 충전 안전성 검사기법 개발	운행 안전	전기차 기타
34	전기자동차 전용검사진로 개발	운행 안전	전기차 기타
35	전기자동차 검사관련 제도화연구	운행 안전	법 제도화
36	전기자동차 검사원 교육체계 개선 연구	관리 체계	교육
37	전기자동차 정비업종 관리기법 개발	관리 체계	교육
38	전기자동차 정비인력 온라인 교육시스템 개발	관리 체계	교육
39	전기자동차 정비인력 전문교육 기술등급제 개발	관리 체계	교육
40	전기차 전문정비·검사체계 법제화를 통한 안전관리 교육체계 구축	관리 체계	법 제도화
41	xEV 전문정비·검사체계 법제화를 통한 안전관리 교육체계 구축	관리 체계	법 제도화
42	xEV 대국민 안전교육 체계 구축 및 운영 확산	관리 체계	교육
43	전기차 전문정비분야 - 정비인력양성을 위한 전기차 통합 교육시스템 개발	관리 체계	교육
44	전기차 모터성능점검을 위한 기술 개발	운행 안전	모터
45	전기차 충전으로 인한 안전사고 예방을 위한 전기차 충전소 안전성 평가기술 개발	운행 안전	전기차 기타
46	어쿠스틱카메라(음향카메라)를 이용한 전기차 결함발견 기술 개발	운행 안전	전기차 기타
47	전기차 배터리 에너지 소비율 검사방법 개발	운행 안전	배터리
48	터널 내 전기차 열폭주 화재 발생시 주행조건 및 터널 특성에 따른 화재위험성 분석	제작 안전	배터리

라) 후보과제 도출

(1) 기술수요조사서 검토

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

<표 71> 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, 개발기술이 적정 기술수준을 구현해야만 하는 시기의 시급성

- 조사된 기술수요조사서를 바탕으로 총괄 기획위원회를 개최하여 각 소분과별로 중점적으로 검토되어야 할 사항을 안내하였으며, 이후 소분과별로 조사된 기술 수요 조사서를 검토하여 연구방향을 도출함



[그림 71] 전문가 및 기획위원회 활동방안 체계도

<표 72> 전문가 및 기획위원회 활동

세부 1	세부 2	세부 3
 · 일 시 : 2021. 10. 26 · 참 석 자 : 참여연구진 외 기획위원 10명 · 회의내용 : 적정성 및 중복성 검토	 · 일 시 : 2021. 10. 19 · 참 석 자 : 참여연구진 외 기획위원 7명 · 회의내용 : 적정성 및 중복성 검토	 · 일 시 : 2021. 11. 05 · 참 석 자 : 참여연구진 외 기획위원 13명 · 회의내용 : 적정성 및 중복성 검토

<표 73> 세부 1 기획연구위원 현황

번호	소속	성함	직급	구분
1	현대자동차	정 O O	파트장	산업계
2	현대자동차	이 O O	책임	산업계
3	현대자동차	박 O O	책임	산업계
4	현대모비스	전 O O	책임	산업계
5	현대모비스	남 O O	책임	산업계
6	엘지에너지솔루션	이 O O	책임	산업계
7	삼성SDI	윤 O O	책임	산업계
8	충남대학교	김 O O	교수	대학교
9	한국교통대학교	김 O O	교수	대학교
10	국립과학수사연구원	박 O O	책임	연구소

<표 74> 세부 2 기획연구위원 현황

번호	소속	성함	직급	구분
1	지능형자동차부품진흥원	강 O O	단장	연구소
2	한국에너지기술연구원	김 O O	책임	연구소
3	LGCNS	박 O O	책임	산업계
4	테너지	민 O O	이사	산업계
5	LG전자(VS사업부)	이 O O	책임	산업계
6	(주)휴네이트	김 O O	이사	산업계
7	전국자동차검사정비사업조합연합회	권 O O	부장	기타
8	민테크	홍 O O	이사	산업계
9	(주)포드림	김 O O	본부장	산업계
10	계명대학교	한 O O	교수	대학교
11	영남대학교	유 O O	교수	대학교
12	한양대학교	박 O O	교수	대학교

<표 75> 세부 3 기획연구위원 현황

번호	소속	성함	직급	구분
1	서영대학교	윤 ○ ○	교수	대학교
2	기아자동차	오 ○ ○	센터장	대학교
3	대덕대학교	이 ○ ○	교수	대학교
4	서영대학교	봉 ○ ○	교수	대학교
5	영남이공대학교	한 ○ ○	교수	대학교
6	전주비전대학교	백 ○ ○	교수	대학교
7	영남대학교	남 ○ ○	교수	대학교
8	공주대학교	조 ○ ○	교수	대학교
9	한국지엠	김 ○ ○	부장	산업계
10	현대자동차	문 ○ ○	책임	산업계
11	한국자동차검사장비사업조합연합회	윤 ○ ○	실장	기타
12	태산시스템	박 ○ ○	대표	산업계

(2) 중복성 및 적정성 검토

번호	기술수요 과제명	세부과제 내용	중복성		
			소분과1	소분과2	소분과3
1	BMS기반 사전, 사후 이상 징후 감지 메커니즘 개발	1-1 온도 레벨에 따른 화재 방지 혹은 지연 방법의 시나리오 구체화			
		1-2 냉매 종류 변경에 따른 냉각 소화 효과 및 냉각 효율 분석			
2	열전이 국내 기준 시험 평가 방법론 개발	2-1 국내 주요 이차전지 셀 유형에 대한 열폭주 시험 평가 방법의 구체화	(열폭주) 2,4,5,12	(열폭주) 2,4,5,12	
		2-2 단셀 열폭주 방법 (히트,nail, 내부 히트) 등에 대한 시험 평가 방법 구체화	(열폭주) 2,4,5,12	(열폭주) 2,4,5,12	
3	배터리 화재 방지 대응을 위한 불연 소재 적용 배터리 시스템 개발	3-1 다양한 재료의 불연 패드 및 두께의 개발 및 이에 따른 소화 효과 분석	(소재개발) 3,7,10	(소재개발) 3,7,10	
		3-2 불연패드 적용 위치 및 적용 방법에 따른 모듈의 소화 효과 분석	(소재개발) 3,7,10	(소재개발) 3,7,10	
		3-3 불연 패드 적용 위치 및 방법의 최적화 및 연변 방향성에 따른 영향도 분석	(소재개발) 3,7,10	(소재개발) 3,7,10	
4	파우치 셀 열폭주시 내압 센서 장착 이차전지 셀 개발	4-1 각 셀의 엔드 실링 부분에 압력 배출부의 삽입 기술 개발	(열폭주) 2,4,5,12	(열폭주) 2,4,5,12	
		4-2 셀의 열화에 따른 혹은 이상 반응에 따른 스웰링 현상으로 인한 이상 감지를 위한 압력 게이지 적용 방법 고안 및 연구	(열폭주) 2,4,5,12	(열폭주) 2,4,5,12	
		4-3 열폭주 상황을 모사한 여러 가지 상황에서의 셀 연변부의 적절한 동작 여부 검증	(열폭주) 2,4,5,12	(열폭주) 2,4,5,12	
5	내부 히터를 활용한 단셀 열폭주에 의한 열전이 시험 검증 방법 정립	5-1 내부 히터를 활용한 시험 검증/인증평가 정립 부분	(열폭주) 2,4,5,12	(열폭주) 2,4,5,12	
		5-2 내부에 히터를 삽입한 셀로 배터리를 구성하여 시험 진행	(열폭주) 2,4,5,12	(열폭주) 2,4,5,12	
6	화재 지연을 위한 배터리 구조 최적화 기술 개발	6-1 연변구 분산을 통한 압력 분출부 다변화로 빠른 하압 배출으로 화재 지연 효과 검증			
		6-2 냉각 분리를 통한 온도/전압 이상시 빠른 열배출을 통한 화재 방지 효과 검증			
		6-3 연변구 다구간 확보 및 냉각 분리 제어를 통한 시험 평가 검증			
		6-4 배터리 폭발 시뮬레이션을 통한 분출구의 위치 최적화			
7	화재 지연을 위한 불연 패드 소재 개발	7-1 화재 지연 효율성을 높인 불연성 소재 개발	(소재개발) 3,7,10	(소재개발) 3,7,10	
		7-2 화재 지연 시트 두께에 따른 차단 능력 검증 시험 방법 개발	(소재개발) 3,7,10	(소재개발) 3,7,10	
		7-3 얇은 패드 형 혹은 셀을 고립시키기 위한 isolation 형 등의 다변화 형태의 시트 개발	(소재개발) 3,7,10	(소재개발) 3,7,10	
		7-4 셀 단위에서의 열폭주시 발화 양상 분석	(소재개발) 3,7,10	(소재개발) 3,7,10	
8	자체 초기 화재 진압이 가능한 소화액 차용 배터리 시스템 개발	8-1 배터리 모듈 혹은 시스템 내외부의 효율적인 소화 액체 탑재 방향 검토			
		8-2 단셀 발화시 소화 액체 적용에 따른 소화 효과 분석 및 적용 방안 수정 보완			
		8-3 효율적인 소화를 위한 최적 소화액 개발 (폼, 냉매 기타 등)			
9	안전 감지 기능이 향상된 셀 개발	9-1 파우치 유형 셀의 온도, 압력 센서 일체화된 센서 개발			
		9-2 셀 자체 삽입 방법 고안 및 실험성 검증			
		9-3 오용 상황에 따른 파우치 셀의 압력 혹은 온도에 따른 연변 분석 및 대응 방향 제시			
10	화재 지연을 위한 PPS 기반 불연 첨가제 강화 케이스 제조	10-1 내열성이 우수한 고분자 기반의 불연 첨가제 첨가를 통한 화재 지연에 우수한 고분자 복합 소재 개발 및 적용	(소재개발) 3,7,10	(소재개발) 3,7,10	
		10-2 소재 변경에 따른 열전도도 분석 및 내화 시험을 통한 내화 성능 분석	(소재개발) 3,7,10	(소재개발) 3,7,10	
		10-3 고분자 복합소재에 적합한 최적 사출 조건 및 금형 설계	(소재개발) 3,7,10	(소재개발) 3,7,10	
		10-4 두께 조절을 통한 열전이 효과 분석	(소재개발) 3,7,10	(소재개발) 3,7,10	

번호	기술수요 과제명	세부과제 내용	소분과1	소분과2	소분과3
11	사전 detection을 위한 모니터링 요소 기술 분석 개발 및 BMS 원격제어 기술 개발	11-1 온도, 전압, 압력 등 위험 수준에 따른 분류 방법 제시	(BMS(제품)개발) 11, 28	(BMS(제품)개발) 11, 28	
		11-2 한계 온도 도달시 화재 안전성을 높이는 방법론 제시	(BMS(제품)개발) 11, 28	(BMS(제품)개발) 11, 28	
		11-3 이상 반응 감지 시 원격 제어 기술 개발	(BMS(제품)개발) 11, 28	(BMS(제품)개발) 11, 28	
		11-4 BMS 하드 웨어 및 소프트웨어 구현 및 검증	(BMS(제품)개발) 11, 28	(BMS(제품)개발) 11, 28	
12	전기차 배터리 열전이 시험 평가 검증 기술 개발	12-1 전기자동차용 배터리의 단열 발화 방법(히터- 파우더, 원통형, 각형)을 통한 단열의 발화 거동 분석	(열폭주) 2,4,5,12	(열폭주) 2,4,5,12	
		12-2 전기자동차용 배터리의 단열 발화 방법(nail-각형)을 통한 단열의 발화 거동 분석	(열폭주) 2,4,5,12	(열폭주) 2,4,5,12	
13	친환경 EV 자동차용 고전압 배터리의 안전성 강화를 위한 평가 및 검사 기술 개발	13-1 친환경 자동차용 고전압 배터리의 안정성 평가법 개발	(검사) 13,32,33,34	(검사) 13,32,33,34	
14	친환경 EV 자동차 실시간 배터리의 모니터링 기술 개발	14-1 전기차 배터리의 정보제공 기술 개발	(진단) 14,24,31	(진단) 14,24,31	
15	전기차 화재 중 사고시 안전관리 대응을 위한 차량 견인 및 화재 진압장치를 겸비한 특수 진압차량 개발	15-1 전기차 화재의 유형별 분석		제각안전?	
		15-2 전기차 화재 진압 프로세스 정립 및 최적 진압 장비/자랑 개발 2021-02-15			
		15-3 국내와 전기차 화재대응시 유해, 위험요소 분석 및 소방안전 매뉴얼 작성			
16	배터리 열폭주 해석 기술 개발	16-1 배터리 열폭주 해석 모델 개발		해석기술	
		16-2 배터리 열폭주 원인인자별 전파 특성 해석		제각안전?	
		16-3 전기차 배터리충전 및 운전조건과 배터리의 열폭주 상관관계 해석		열폭주, 열전이 시험 (중복)	
17	전기자동차 화재재충전지 검사방법 연구	17-1 전기자동차 화재재충전지 검사방법 개발			
18	전기차 하부 배터리 보호 커버의 충격 내구성 평가를 위한 시험 방법 개발	18-1 전기차 하부 배터리팩 보호 커버의 내구성 평가 기준 수립			
		18-2 전기차 하부 배터리팩 보호 커버의 내구성 평가 환경 구현			
		18-3 전기차 하부 배터리팩 보호 커버의 내구성 평가			
19	전기차 배터리 관리 시스템의 제어 알고리즘 개발 및 안정성 평가 기준연구	19-1 국내 전기차 안전 기준에 따라 배터리 안전성 평가 시 BMS의 보호 기능의 안정성 평가			
		19-2 BMS의 제어 알고리즘의 적정성 평가를 위한 평가 기준 제시			
20	전기차 정기검사를 위한 배터리의 상태 평가 방법 개발	20-1 전기차 배터리의 주행 단계 검사 방안 절차 수립			
		20-2 배터리 상태 진단 장비로 취득한 센서 데이터를 이용한 정기검사 평가 방법 개발			
21	운행 전기자동차 전자기파 간섭 측정 기술 연구	21-1 전기자동차 전자기파 연관 사고 상관 관계 분석		현실성, 실현가능성 없음, 신뢰성 확보 어려움	
		21-2 전기자동차 전자기파 간섭 측정 기술 개발	전자파 강제 인증은 제각안전시 수행 하고 있음	EMC/EMC 평가의 경우 제각안전임	
22	전기 자동차 정비사의 단계적인 정비 기술력 향상 및 정비 자격 부여 방안	22-1 기존 정비 자격증 보유자를 활용한 전기차 수리 연어나 자격증을 부여로 정비 수요 대응			39번(물량제개발)과 제각안전시 항목 - 자격증은 교통노동부와 관련 있음 자동차진단평가사' 같은 단순 자격이 아닌 국토부도 해당되겠지만, 실효성이 부족 우려됨
		22-2 전기 자동차를 수리할 수 있는 단기 교육 12~16시간 정도의 전문 교육으로 자격증이나 연어 제공			- 자격증 부분은 식재
		22-3 내연 기관 수리에 익숙한 기존 정비사를 전기차 수리 전문 기사로 인력 전환 배치			- 교육받은 경우 교육받은 후에도 있는 데, 우리나라도 이를 따르다면 이에 대한 통제권을 어떻게 가져갈지나 문제가 있음 (자격증, 교육내용, 비용, 교육, 보인일, 36,37,38,39,42,43 교육시스템 관련
		22-4 열관리 시공 협회나 가스 안전 공사가 시행 중인 유사한 교육 형태로 전기차 전문 교육 기관 설립 및 관리			- 교육에 있어서는 온라인이나 메타버스 가 목인이 되어서는 안됨 - 오프라인이 목인이여야 하며, 부속이한 경우 온라인이나 메타버스에의 함 - 42의 경우, 대국민 대상 교육일, 전기차 를 구비할 경우 교육을 통해 (가스터차
23	메타버스를 활용한 전기차 검사, 정비 교육 플랫폼 및 매뉴얼 개발	23-1 고전압 전기장치 검사 및 정비를 수행하는 인력에 대한 매뉴얼 개발			
		23-2 전기차 정비 및 검사 항목, 장비, 시설, 인력 기준 설정			
		23-3 고전압 검사, 정비 교육 전용 메타버스 플랫폼 개발			

번호	기술수요 과제명	세부과제 내용	소분과1	소분과2	소분과3
24	전기차 주요 부품 상태 모니터링을 위한 모의주행 검사모드 개발	24-1 민간 운행차 검사소의 현장 상황 조사 및 문제점 도출	(진단) 14,24,31	(진단) 14,24,31	
		24-2 상황별 모의 주행모드 테스트를 통한 전기차 성능 비교 연구	(진단) 14,24,31	(진단) 14,24,31	
		24-3 기존 운행차와 전기차에 동시 호환 가능한 동력계 개발 및 수정	(진단) 14,24,31	(진단) 14,24,31	
		24-4 검사용 전기차 모의 주행모드 개발 및 제도화	(진단) 14,24,31	(진단) 14,24,31	
25	AI 및 빅데이터 기반 실시간 전기차 배터리 상태 관리기술 개발	25-1 다양한 조건(열화도, 운전기간, 운전 조건 등)의 전기차 배터리 데이터를 수집할 수 있는 Big Data 플랫폼 구축	(배터리 진단) 25,26,27,29,30 (배터리 진단)	(배터리 진단) 25,26,29,30	
		25-2 전기차 배터리 열화도, 평균수명 및 수명 종료율 평가하고 잔여 수명을 평가할 수 있는 기술 개발	25,26,27,29,30 (배터리 진단)	(배터리 진단) 25,26,29,30	
		25-3 전기차 사고시 원인 규명을 위하여 실시간으로 필스 형태의 이벤트를 계속 고분해능(High Resolution) 센서 적용 기술 개발	(배터리 진단) 25,26,27,29,30 (배터리 진단)	(배터리 진단) 25,26,29,30	
		25-4 실시간 상태 데이터를 Machine Learning에 학습하여 미래의 이상을 예측하고 고장을 방지할 수 있는 기술을 개발	25,26,27,29,30 (배터리 진단)	(배터리 진단) 25,26,29,30	
			25,26,27,29,30 (배터리 진단)	(배터리 진단) 25,26,29,30	
26	전기차 배터리 진단을 위한 동적 특성 해석 기반 시뮬레이션 기술 개발	26-1 전기적 특성 기반 송/방전 데이터를 통해 자동차 배터리 노화에 따른 전기차 배터리 내부 상태 정보 추적	(배터리 진단) 25,26,27,29,30	(배터리 진단) 25,26,29,30	
		26-2 전기화학 임피던스 측정(Electrochemical Impedance Spectroscopy, EIS)을 통한 전기차 배터리 동가모듈 구현	(배터리 진단) 25,26,27,29,30 (배터리 진단)	(배터리 진단) 25,26,29,30	
		26-3 전기화학 임피던스 측정에 의한 배터리 동가모듈과 전기적 동가화로 모듈링 기술을 통한 배터리 모듈링 기술 고도화	(배터리 진단) 25,26,27,29,30 (배터리 진단)	(배터리 진단) 25,26,29,30	
		26-4 동적 열특성 분석을 통해 전기차 배터리 상태를 모니터링 하기 위한 정량적 지표 도출	(배터리 진단) 25,26,27,29,30	(배터리 진단) 25,26,29,30	
			25,26,27,29,30	(배터리 진단) 25,26,29,30	
27	전기차 배터리 안전관리를 위한 전기화학 기반의 진단 기술 개발	27-1 고전압 멀티채널 교류 임피던스 분석 기술 개발			
		27-2 전압범위 1000Vdc 이상, 고주파 10kHz 이상, 저주파 0.01Hz 이하 범위			
		27-3 고전압 교류 임피던스 전기화학 분석 기술 개발			
		27-4 1회 진단 소요시간 15분 이하로 진단 시간을 획기적으로 줄일 수 있는 진단방법 개발	(배터리 진단) 25,26,27,29,30 (배터리 진단)		
		27-5 전기차 배터리의 성능 및 안전성을 진단하고 분류하기 위한 기준 마련	25,26,27,29,30 (배터리 진단)		
		27-6 전기차 배터리 성능 및 안전성 진단 신뢰성 98% 이상의 진단방법 개발	25,26,27,29,30 (배터리 진단)		
		27-7 기존 방법에 비해 50%이상 저렴한 전기차 배터리 성능 및 안전성 진단기술 개발	25,26,27,29,30 (배터리 진단)		
			25,26,27,29,30		
28	전기차 배터리 안전관리를 위한 실시간 상태 진단 BMS 오픈 플랫폼 기술 개발	28-1 전기차 배터리의 상태 모니터링으로 과충전, 과방전, 이상 온도 상승을 Machine Learning 기반 평가 BMS 기술 개발	(BMS(제품)개발) 11, 28	(BMS(제품)개발) 11, 28	
		28-2 동적특성 시뮬레이션 데이터와 센서 측정 데이터의 분석으로 배터리의 동적특성을 예측 보호기능 강화 BMS 기술 개발	(BMS(제품)개발) 11, 28	(BMS(제품)개발) 11, 28	
		28-3 오픈 플랫폼 기반의 BMS 하드웨어 개발	(BMS(제품)개발) 11, 28	(BMS(제품)개발) 11, 28	
		28-4 BMS 제어 S/W 기술 개발	(BMS(제품)개발) 11, 28	(BMS(제품)개발) 11, 28	
29	전기자동차 잔존수명 성능평가 기술 개발	29-1 전기자동차 잔존가치 평가 주요인자 개발	(배터리 진단) 25,26,27,29,30		
		29-2 전기자동차 잔존가치 평가기술 개발	(배터리 진단) 25,26,27,29,30 (배터리 진단)		
		29-3 전기자동차 잔존수명 예측 개발	25,26,27,29,30 (배터리 진단)		
			25,26,27,29,30 (배터리 진단)		
30	전기자동차 배터리 종합성능 평가기법 기술 개발	30-1 배터리 종합성능 평가 주요인자 개발	(배터리 진단) 25,26,27,29,30 (배터리 진단)	(배터리 진단) 25,26,29,30	
		30-2 배터리 열화상태 평가기법 개발	(배터리 진단) 25,26,27,29,30 (배터리 진단)	(배터리 진단) 25,26,29,30	
		30-3 배터리 건강상태(SOH) 평가기법 개발	(배터리 진단) 25,26,27,29,30 (배터리 진단)	(배터리 진단) 25,26,29,30	
		30-4 배터리 종합성능 평가방식 개발	(배터리 진단) 25,26,27,29,30	(배터리 진단) 25,26,29,30	
			25,26,27,29,30	(배터리 진단) 25,26,29,30	

번호	기술수요 과제명	세부과제 내용	소분과1	소분과2	소분과3	
31	전기자동차 화재예방 성능 모니터링 시스템 구축	31-1 전기자동차 화재 예방 최소 관리항목 개발	(진단) 14.24.31	(진단) 14.24.31		
		31-2 전기자동차 관제를 위한 통신모듈 개발 및 시험 운영	(진단) 14.24.31	(진단) 14.24.31		
		31-3 전기자동차 관제를 위한 클라우드 시스템 개발	(진단) 14.24.31	(진단) 14.24.31		
		31-4 전기자동차 관제를 위한 관리감독 프로그램 개발	(진단) 14.24.31	(진단) 14.24.31		
		31-5 전기자동차 관제 위험 상황 표출기법 개발	(진단) 14.24.31	(진단) 14.24.31		
32	전기자동차 주행상태를 재현한 검사기법 개발	32-1 차대동력계를 활용한 전기자동차 검사개발 설계	(검사) 13.32.33.34	(검사) 13.32.33.34		
		32-2 차대동력계를 활용한 전기자동차 검사 시나리오 개발	(검사) 13.32.33.34	(검사) 13.32.33.34		
		32-3 주행상태를 재현한 전기자동차 검사모드 개발	(검사) 13.32.33.34	(검사) 13.32.33.34		
		32-4 주행상태에 따른 전기자동차 검사기준 개발	(검사) 13.32.33.34	(검사) 13.32.33.34		
33	전기자동차 충전 안전성 검사기법 개발	33-1 전기자동차 검사를 위한 충전 안전성 검사장비 개발	(검사) 13.32.33.34	(검사) 13.32.33.34		
		33-2 전기자동차 검사를 위한 충전 안전성 검사방법 개발	(검사) 13.32.33.34	(검사) 13.32.33.34		
		33-3 전기자동차 검사를 위한 충전 안전성 검사기준 개발	(검사) 13.32.33.34	(검사) 13.32.33.34		
34	전기자동차 전용검사장 개발	34-1 전기자동차 전용검사장 시설 및 장비기준 개발	(검사) 13.32.33.34	(검사) 13.32.33.34		
		34-2 전기자동차 전용검사장시범진로 구축 및 실증	(검사) 13.32.33.34	(검사) 13.32.33.34		
		34-3 드라이브스루 방식 전기자동차 검사진로 개발설계	(검사) 13.32.33.34	(검사) 13.32.33.34		
		34-4 드라이브스루 방식 전기자동차 검사진로 시범진로 구축	(검사) 13.32.33.34	(검사) 13.32.33.34		
35	전기자동차 검사관련 제도화연구	35-1 친환경자동차 종류별 검사대상 적정성 연구				
		35-2 전기자동차 검사주기 적정성 연구				
		35-3 전기자동차 검사제도 법제화 연구				
36	전기자동차 검사원 교육체계 개선 연구	36-1 전기자동차 검사원 전문교육 대상 연구			자동차관리 시행규칙이 바뀜. 배출가스 측정기 등 없어도 전 - 전기차 보급 초기이므로 (검 사정비) 수요가 많을 것 같 - 보험수리나 일반수리 고려 사고 수리 지연 등이 있을 수	
		36-2 전기자동차 교육과목 및 시간 등 교육프로그램 개선 연구				
		36-3 전기자동차 검사원 자격관리 기법 개발				
37	전기자동차 정비업종 관리기법 개발	37-1 자동차 정비업종 시설 및 장비 등 환경 분석 연구				
		37-2 자동차 정비업종 종사자 현황 분석 연구				
		37-3 전기자동차에 특화된 자동차 정비업 관리기법 개발				
		37-4 전기자동차 정비업 개선 법제화 연구				
38	전기자동차 정비인력 온라인 교육시스템 개발	38-1 전기자동차 영상기반 교육프로그램 개발				
		38-2 전기자동차메타버스 기반 온라인 교육프로그램 개발				
		38-3 전기자동차 상시교육을 위한 온라인 교육시스템 플랫폼 개발				
39	전기자동차 정비인력 전문교육 기술등급제 개발	39-1 정비인력 전문교육 기술등급제 타당성 연구				
		39-2 정비인력 전문교육 기술등급제 개발				
		39-3 전기자동차 전문교육 기술등급제 비용편익 분석				
		39-4 정비인력 전문교육 기술등급제 법제화 연구				
					회의결과 참고 (많은 부	

번호	기술수요 과제명	세부과제 내용	소분과1	소분과2	소분과3
40	전기차 전문정보-검사체계 법제화를 통한 안전관리 교육체계 구축	40-1 전기차 전문정보체계 법제화 40-2 권역별 거점교육센터 지정 및 시범 운영 40-3 전기차 교육과정 개발 및 운영			본이 중복됨에 따라 회의 결과서에 최종4단계로 분류하고 세부과제명 입력 예정
41	xEV 전문정보-검사체계 법제화를 통한 안전관리 교육체계 구축	41-1 xEV 전문정보체계 법제화 41-2 충궐교육센터 및 권역별 거점교육센터 구축 41-3 xEV 교육과정 개발 및 운영			
42	xEV 대국민 안전교육 체계 구축 및 운영 확산	42-1 xEV 대국민 안전교육 법제화 42-2 충궐교육센터 및 권역별 거점교육센터 지정 42-3 대국민 xEV 안전관리 교육체계 구축 42-4 xEV 대국민 안전교육과정 개발 및 운영 및 확산			
43	전기차 전문정보분야 - 정비인력양성을 위한 전기차 통합 교육시스템 개발	43-1 자동차 정비 매뉴얼 및 전문 장비 개발 43-2 전기차통차 교육과정 매뉴얼 개발 43-3 고전압장치 안전교육 단계별 매뉴얼 개발			
44	전기차 모터성능검을 위한 기술 개발	44-1 전기차 모터 성능 점검기술 개발			
45	전기차 충전으로 인한 안전사고 예방을 위한 전기차 충전소 안전성 평가기술 개발	45-1 전기차 충전소 안전성 평가기술 개발 45-2 전기차 충전소 관리 시스템 개발	운영안전, 제작안전 분류 예매 충전소가 본 과제의 scope 인지 확인 필요	운영안전, 제작안전 분류 예매	
46	어쿠스틱카메라(음향카메라)를 이용한 전기차 결함발견 기술 개발	46-1 소음진동을 감지하는 어쿠스틱카메라를 이용하여 배터리의 연결부, 동력전달 연결부 등의 결함발견 기술 개발			
47	전기차 배터리 에너지 소비율 검사방법 개발	47-1 부하검사를 이용한 전기차 배터리 에너지 소비율 검사기술 개발 및 검증			
48	터널 내 전기차 열폭주 화재 발생시 주행조건 및 터널 특성에 따른 화재위험성 분석	48-1 전기차 리튬이온 배터리의 화재특성자료 및 화재 시나리오 조사 48-2 터널 내 전기자동차의 화재특성 및 연기, 유해가스 거동 분석 48-3 터널 내 전기차 열폭주 화재에 따른 안전 가이드라인 제시			

- 기술수요조사 완료 후, ‘21. 10. 19.(안전성 평가기술), ‘21. 10. 16.(화재사고 예방 기술), ‘21. 11. 05.(안전관리 기술)별로 각 세부별 소분과 위원회를 통하여 접수된 48개 기술수요조사서에 대한 기술적 분류와 중복성 및 적정성 검토를 진행함
- 기획위원 의견 수렴에 따라 48개 기술수요조사서는 안전성 평가기술(22개), 화재사고 예방기술(16개), 안전관리 기술(10개)로 분류되었으며, 각 세부 소분과 위원회에서 해당 소속의 과제들의 세부과제 내용 등을 종합 평가한 결과, 8개 기술 주제에 대하여 과제들이 유사하거나 일부 중복되어 있는 것으로 확인되었으며, 이러한 결론은 1,2,3 각 세부 소분과 위원회에서 공통으로 나타났음
- 소분과 위원회에서는 접수된 기술수요조사서상 소속 과제들을 기술 성격에 따라 재분류하고, 아래와 같이 새로이 나열한 후 각 과제에 대한 적정성을 평가함.

○ 화재사고 예방 기술

<표 76> 세부 1 화재사고 예방 기술 부분 중복성 및 적정성 검토

구분	기술성격	기술수요조사 과제명	중복성	적정성
제작 안전	소방화재	2-1 전기자동차 화재 등 사고 시 안전관리 대응을 위한 차량 견인 및 화재 진압장치를 겸비한 특수 진압차량 개발		4
		2-2 터널 내 전기자동차 열폭주 화재 발생시 주행조건 및 터널 특성에 따른 화재위험성 분석		2
	BMS 기술 개발	2-3 BMS기반 사전, 사후 이상 징후 감지 메커니즘 개발		3.5
		2-4 사전 detection을 위한 모니터링 요소 기술 분석 개발 및 BMS 원격제어 기술 개발	그룹 4	2
		2-5 전기자동차 배터리 안전관리를 위한 실시간 상태 진단 BMS 오픈 플랫폼 기술 개발	그룹 4	2.5
	배터리 기술 개발	2-6 화재 지연을 위한 배터리 구조 최적화 기술 개발		2.5
		2-7 파우치 셀 열폭주 시 내압 센서 장착 이차전지 셀 개발	그룹 5	1.5
		2-8 안전 감지 기능이 향상된 셀 개발		1.5
	배터리 소재 개발	2-9 배터리 화재 방지 대응을 위한 불연 소재 적용 배터리 시스템 개발	그룹 6	2
		2-10 자체 초기 화재 진압이 가능한 소화액 차용 배터리 시스템 개발		2
		2-11 화재 지연을 위한 불연 패드 소재 개발	그룹 6	1.5
		2-12 화재 지연을 위한 PPS 기반 불연 첨가제 강화 케이스 제조	그룹 6	1.5
	배터리 성능 시험 평가	2-13 전기자동차 배터리 열전이 시험 평가 검증 기술 개발	그룹 5	3.5
		2-14 열전이 국내 기준 시험 평가 방법론 개발	그룹 5	4
		2-15 내부 히터를 활용한 단셀 열폭주에 의한 열전이 시험 검증 방법 정립	그룹 5	4
	BMS 시험	2-16 전기자동차 배터리 관리 시스템의 제어 알고리즘 개발 및 안전성 평가 기준 연구		4

○ 안전성 평가기술

<표 77> 세부 2 안전성 평가기술 부분 중복성 및 적정성 검토

구분	기술성격	기술수요조사 과제명	중복성	적정성
운행 안전	열폭주 해석	1-1 배터리 열폭주 해석 기술 개발		3
	배터리 단위 단품 평가	1-2 전기자동차 배터리 진단을 위한 동적 특성 해석 기반 시뮬레이션 기술 개발	그룹 1	3.5
		1-3 전기자동차 배터리 안전관리를 위한 전기화학 기반의 진단 기술 개발	그룹 1	4
	실시간 모니터링	1-4 친환경 EV 자동차 실시간 배터리 모니터링 기술 개발	그룹 2	3
		1-5 AI 및 빅데이터 기반 실시간 전기자동차 배터리 상태 관리기술 개발	그룹 1	3.5
		1-6 전기자동차 화재예방 성능 모니터링 시스템 구축	그룹 2	4
	상태 모니터링	1-7 어쿠스틱카메라(음향카메라)를 이용한 전기차 결함발견 기술 개발		3.5
	운행 전기자동차 배터리 잔존가치 평가	1-8 친환경 EV 자동차용 고전압 배터리 안전성 강화를 위한 평가 및 검사 기술 개발	그룹 3	4
		1-9 전기자동차 잔존수명 성능평가 기술 개발	그룹 1	4
		1-10 전기자동차 배터리 종합성능 평가기법 기술 개발	그룹 1	4
		1-11 전기자동차 정기검사를 위한 배터리 상태 평가 방법 개발		4
	운행 전기자동차 차량 안전성 평가	1-12 전기자동차 주행상태를 재현한 검사기법 개발	그룹 3	4
		1-13 전기자동차 회생제동장치 검사 방법 연구		3.5
		1-14 전기자동차 모터성능점검을 위한 기술 개발		3.5
		1-15 전기자동차 주요 부품 상태 모니터링을 위한 모의주행 검사모드 개발	그룹 2	4
		1-16 전기자동차 배터리 에너지 소비율 검사방법 개발		3
	전기자동차 검사 제도화	1-17 전기자동차 전용 검사진로 개발	그룹 3	3.5
		1-18 전기자동차 검사관련 제도화 연구		4
	충전 차량 안전	1-19 전기자동차 충전 안전성 검사기법 개발	그룹 3	4
		1-20 전기차 충전으로 인한 안전사고 예방을 위한 전기차 충전소 안전성 평가기술 개발		3
	기타 검사	1-21 운행 전기자동차 전자기파 간섭 측정 기술 연구		1.5
		1-22 전기자동차 하부 배터리 보호 커버의 충격 내구성 평가를 위한 시험 방법 개발		4

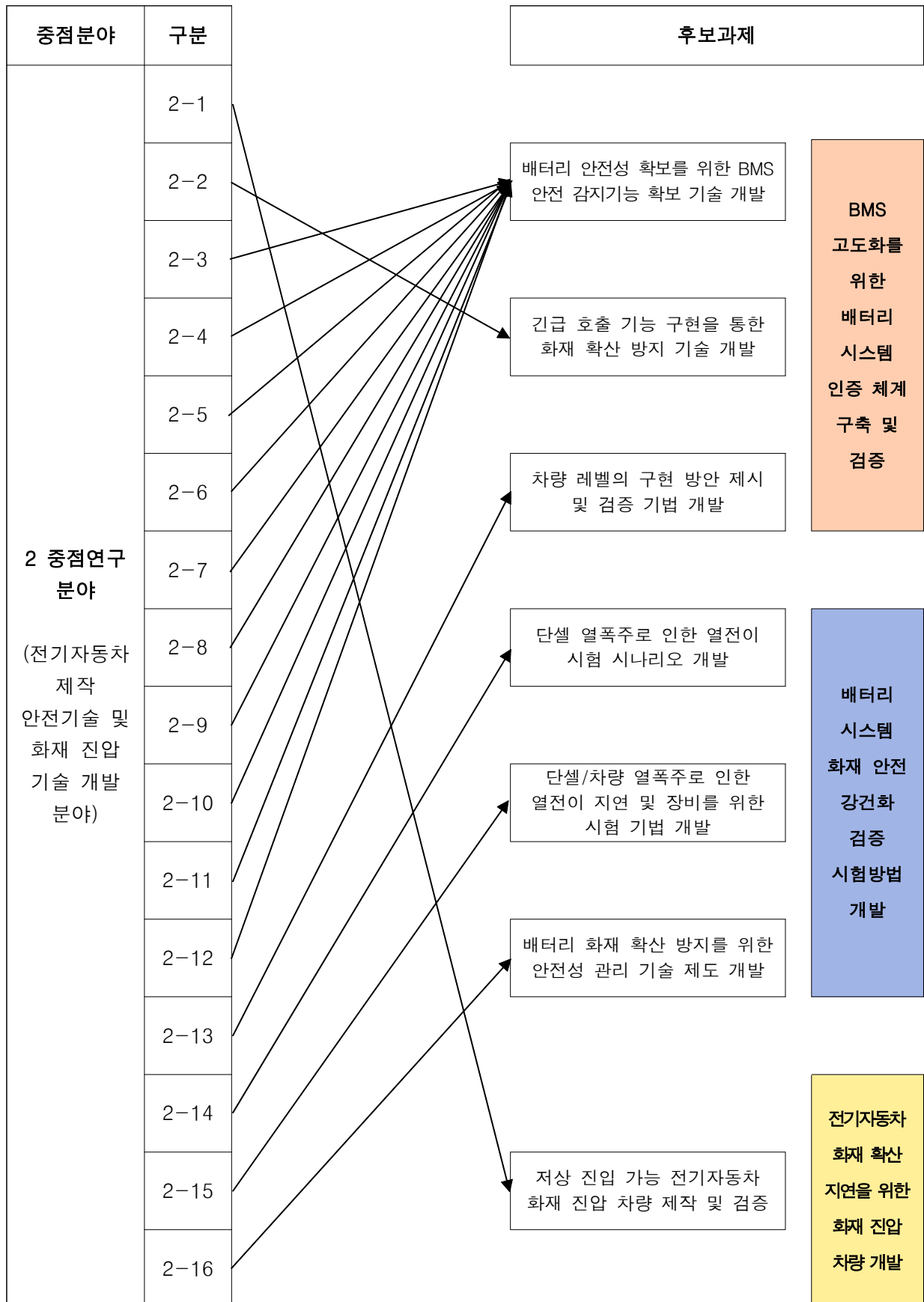
○ 안전관리 기술

<표 78> 세부 3 안전관리 기술 부분 중복성 및 적정성 검토

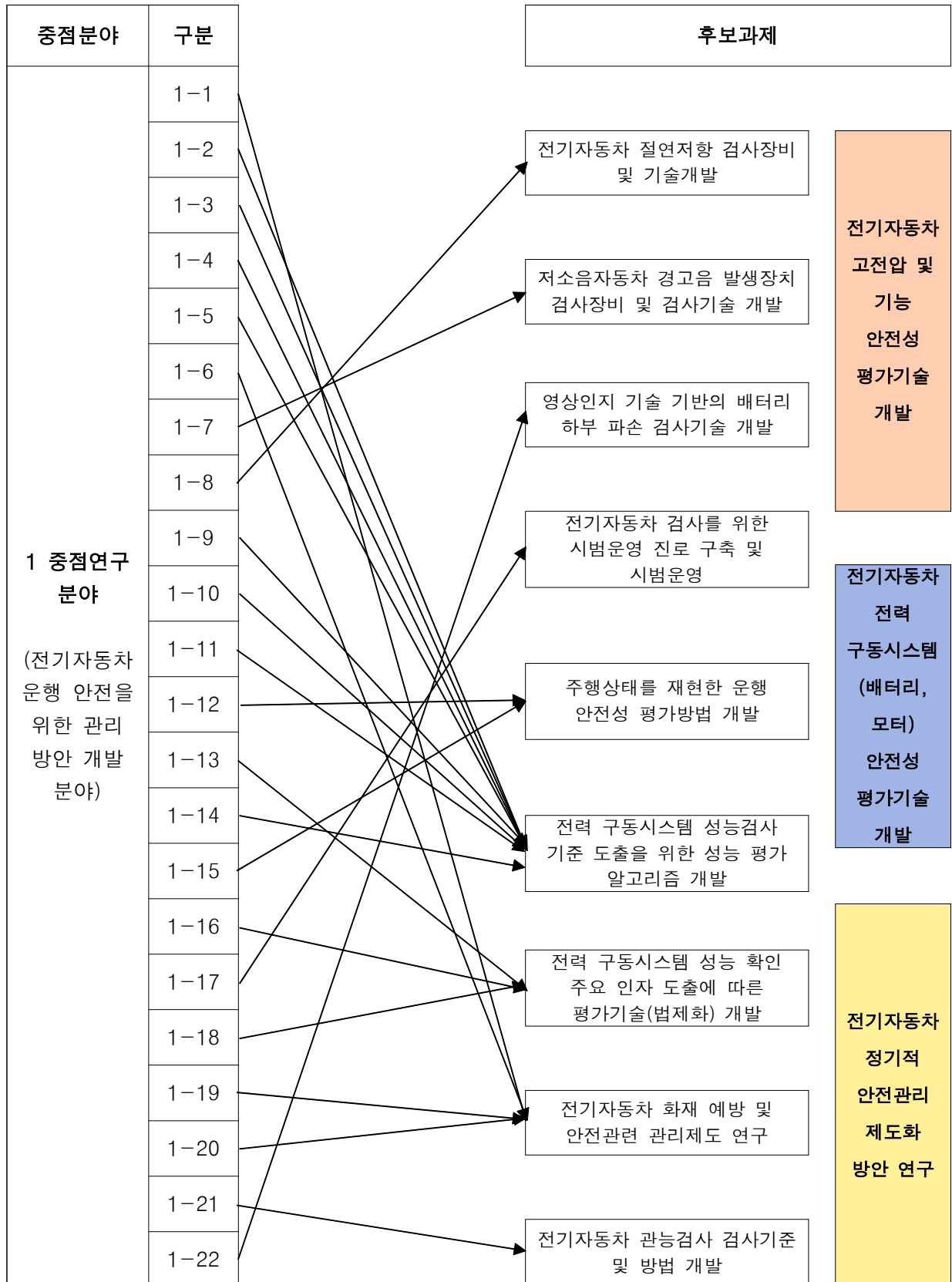
구분	기술성격	기술수요조사 과제명	중복성	적정성
제작 안전	인력 (등급제, 자격)	3-1 전기자동차 정비사의 단기적인 정비 기술력 향상 및 정비 자격 부여 방안	그룹 7	3
		3-2 전기자동차 정비인력 전문교육 기술등급제 개발	그룹 7	4
	교육 개발	3-3 메타버스를 활용한 전기차 검사·정비교육 플랫폼 및 매뉴얼 개발	그룹 8	2.5
		3-4 전기자동차 검사원 교육체계 개선 연구	그룹 8	4
		3-5 전기자동차 전문정비분야 정비인력양성을 위한 전기자동차 통합 교육시스템 개발	그룹 8	4
		3-6 전기자동차 정비인력 온라인 교육시스템 개발	그룹 8	3.5
		3-7 전기자동차 전문정비·검사체계 법제화를 통한 안전관리 교육체계 구축		4
		3-8 xEV 전문정비·검사체계 법제화를 통한 안전관리 교육체계 구축		4
		3-9 xEV 대국민 안전교육 체계 구축 및 운영 확산	그룹 8	3
	관리기법 개발	3-10 전기자동차 정비업종 관리기법 개발	그룹 8	4

(3) 후보과제 도출

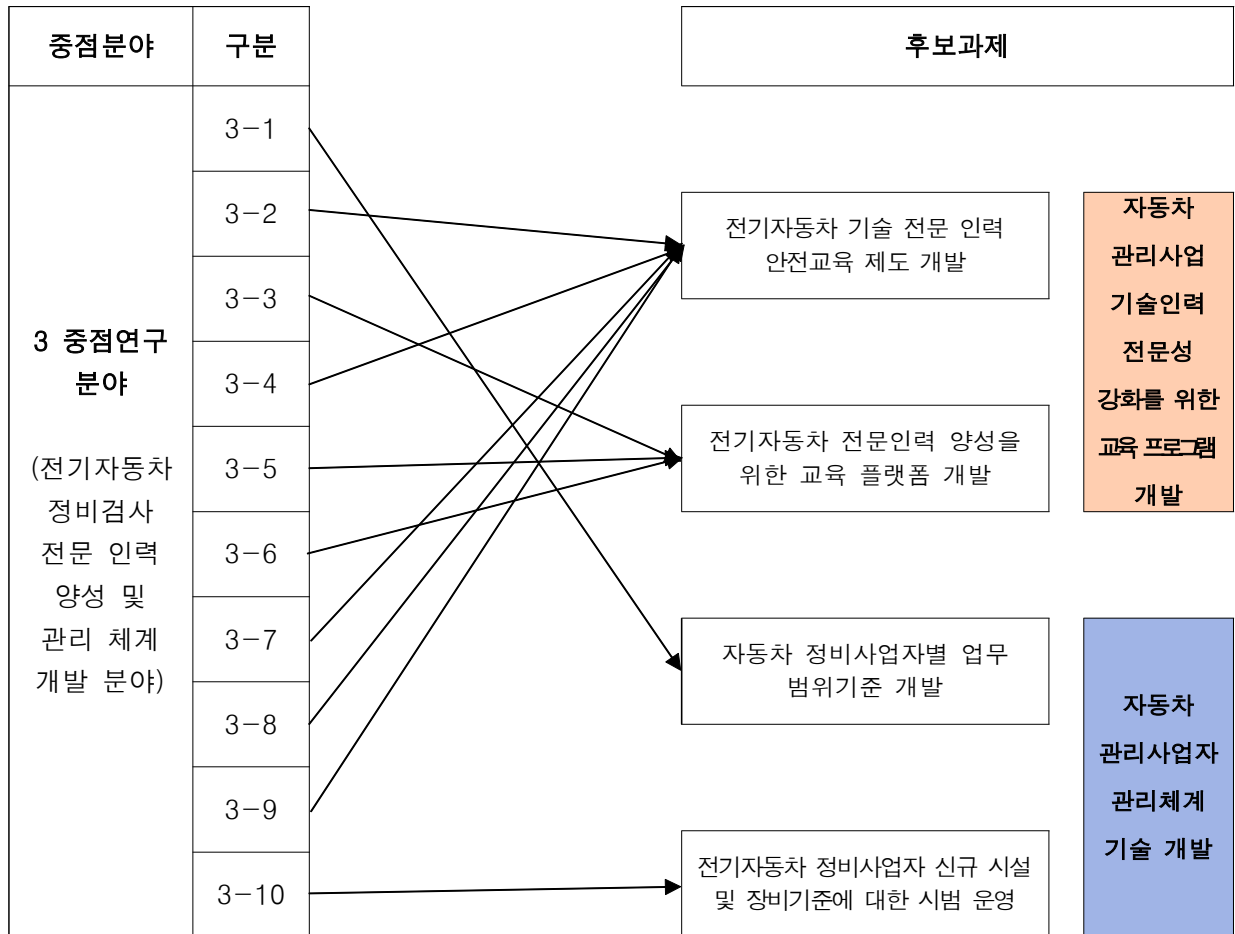
○ (화재사고 예방 기술)전기자동차 제작 안전기술 및 화재 진압 기술 개발 분야



○ (안전성 평가 기술)전기자동차 운행 안전을 위한 관리 방안 개발



○ (안전관리 기술)전기자동차 정비검사 전문 인력 양성 및 관리 체계 개발



마) 우선순위 선정

○ 후보과제 우선순위 세부 평가항목

<표 79> 후보과제 우선순위 세부 평가항목

구분	정의
정책 부합성	정부에서 공식적으로 발표한 중장기계획 (예: 자동차정책기본계획 등) 부합정도
기술 실현가능성	기술개발이 용이하여 실현 및 산업 적용 가능성이 높은 기술
경제성	새로운 산업을 창출할 가능성, 관련 시장의 규모 확대 가능성, 기존 산업의 재편 가능성, 부가가치화 및 생산성 향상 등에 기여할 수 있는 정도
시장 수요성	관련 시장이 크고, 많은 수요자들이 개발을 요구하는 기술
시급성	국내·외 환경에 비추어 볼 때 기술개발의 시급성이 요구되는 정도. 적정 기술수준을 구현해야 하는 시기의 시급성을 의미.

○ 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, 시장 수요성, 시급성의 기준으로 과제의 우선순위를 선정하였음
- 총괄 기획위원회를 통하여 우선순위 선정을 진행하였으며, 각 기획위원들에게 도출된 후보과제에 대한 세부 연구내용을 설명하고 각 평가항목에 따라 1~5점 까지 배점하여 우선순위를 도출하도록 계획함

○ 기획전문위원 우선순위 평가 결과

① (세부1) 전기자동차 제작 안전기술 및 화재 진압 기술 개발

<표 80> 세부 1 우선순위 평가 결과

과 제 명	구성기술 중요도					평균	순위
	정책 부합성	기술 실현 가능성	경제 성	시장 수요 성	기술 개발 시급성		
(세부과제1) 전기자동차 제작 안전기술 및 화재 진압 기술 개발							
◎ BMS 고도화를 위한 배터리 시스템 인증 체계 구축 및 검증							
1. 배터리 안전성 확보를 위한 BMS 안전 감지기능 확보 기술 개발	4.1	4.1	4	4.3	4.2	4.13	1
2. 긴급 호출 기능 구현을 통한 화재 확산 방지 기술 개발	4.1	4.3	3.8	3.8	3.6	3.91	5
3. 차량 레벨의 구현 방안 제시 및 검증 기법 개발	3.7	3.8	3.4	3.2	3.3	3.48	7
◎ 배터리 시스템 화재 안전 강건화 검증 시험방법 개발							
1. 단셀 열폭주로 인한 열전이 시험 시나리오 개발	4.2	4.2	3.7	3.8	4.2	4.01	2
2. 단셀/차량 열폭주로 인한 열전이 지연 및 방지를 위한 시험 기법 개발	4.6	4.2	3.4	3.7	4.1	3.98	4
3. 배터리 화재 확산 방지를 위한 안전성 관리 기술 제도 개발	4.4	4.1	3.4	3.7	4.3	4.01	2
◎ 전기자동차 화재 확산 지연을 위한 화재 진압 차량 개발							
1. 저장 진입가능 전기자동차 화재 진압 차량 제작 및 검증	3.8	3.7	3.3	3.6	3.7	3.62	6

- 전문가 기획위원 18명으로부터 5개 척도 평가를 받은 결과, 전기자동차 제작 안전기술 관련 분야에 있어 ‘배터리 안전성 확보를 위한 BMS 안전 감지기능 확보 기술 개발’이 가장 중요하게 여겨지는 것으로 나타남
- 이어서, ‘단셀 열폭주로 인한 열전이 시험 시나리오 개발’과 ‘배터리 화재 확산 방지를 위한 안전성 관리 기술 제도 개발’이 BMS 안전 감지기능 확보 기술 개발을 이어 그 다음의 중요도를 띄는 단위 과제로 평가됨
- 또한, ‘단셀/차량 열폭주로 인한 열전이 지연 및 방지를 위한 시험 기법 개발’과제도 상위의 중요도를 보이며, 전문가들은 배터리 시스템 화재 안전 강건화 검증 시험방법 개발 관련 과제들을 중요하게 인식하고 있는 것으로 판단됨
- 반면, 화재 지연 및 확산 방지 신기술의 실효성 검토를 통한 인증기법 및 인증화를 다루는 ‘차량 레벨 구현 방안 제시 및 검증 기법 개발’은 상대적으로 낮은 중요도를 보임

② (세부2) 전기자동차 운행 안전 확보를 위한 관리 기술 개발

<표 81> 세부 2 우선순위 평가 결과

과 제 명	구성기술 중요도					평균	순위
	정책부합성	기술실현가능성	경제성	시장수요성	기술개발시급성		
(세부과제2) 전기자동차 운행 안전 확보를 위한 관리 기술 개발							
◎ 전기자동차 고전압 및 기능 안전성 평가기술 개발							
1. 전기자동차 절연저항 검사장비 및 검사기술 개발	4.3	4.3	3.8	3.9	4.2	4.11	1
2. 저소음자동차 경고음 발생장치 검사장비 및 검사기술 개발	3.5	4.1	3.3	3.1	3.2	3.43	8
3. 영상인지 기술 기반의 배터리 하부 파손 검사기술 개발	3.8	3.9	2.9	3.1	3.2	3.41	9
4. 전기자동차 검사를 위한 시범운영 진로 구축 및 시범운영	3.9	3.9	3.3	3.5	3.7	3.66	7
◎ 전기자동차 전력 구동시스템(배터리, 모터) 안전성 평가기술 개발							
1. 주행상태를 재현한 운행 안전성 평가기술 개발	4.2	3.8	3.6	3.8	4.1	3.92	4
2. 전력 구동시스템 성능검사 기준 도출을 위한 성능 평가 알고리즘 개발	4	4	3.6	3.7	3.9	3.85	5
3. 전력 구동시스템 성능 확인 주요 인자 도출에 따른 평가기술(법제화) 개발	4.1	3.8	3.3	3.6	3.8	3.71	6
◎ 전기자동차 정기적인 안전관리 제도화 방안 연구							
1. 전기자동차 화재 예방 및 안전관리 관련 관리제도 연구	4.5	4.1	3.5	3.8	4.4	4.06	2
2. 전기자동차 관능검사 검사기준 및 방법 개발	4.4	4.2	3.3	3.6	4.1	3.94	3

- 전문가 기획위원 19명에 의한 5개 척도 기준 평가 결과, 관련 전문가들은 운행 전기자동차 안전 확보와 관련하여 ‘전기자동차의 절연저항 측정과 관련된 검사 장비 및 검사기술 개발’을 가장 중요하게 다루어져야 할 단위 과제로 생각하고 있는 것으로 나타남
- 이어서, ‘전기자동차 화재 예방 및 안전관리 관련 관리제도 연구’가 두 번째, ‘전기자동차 관능검사 검사기준 및 방법 개발’이 세 번째 중요도를 띄는 단위 과제로 나타남
- 그 외, ‘주행상태를 재현한 운행 안전성 평가기술 개발’ 또한 중요한 단위 과제로서 인식되고 있었음

③ (세부3) 전기자동차 정비검사 전문 인력 양성 및 관리 체계 개발

<표 82> 세부 3 우선순위 평가 결과

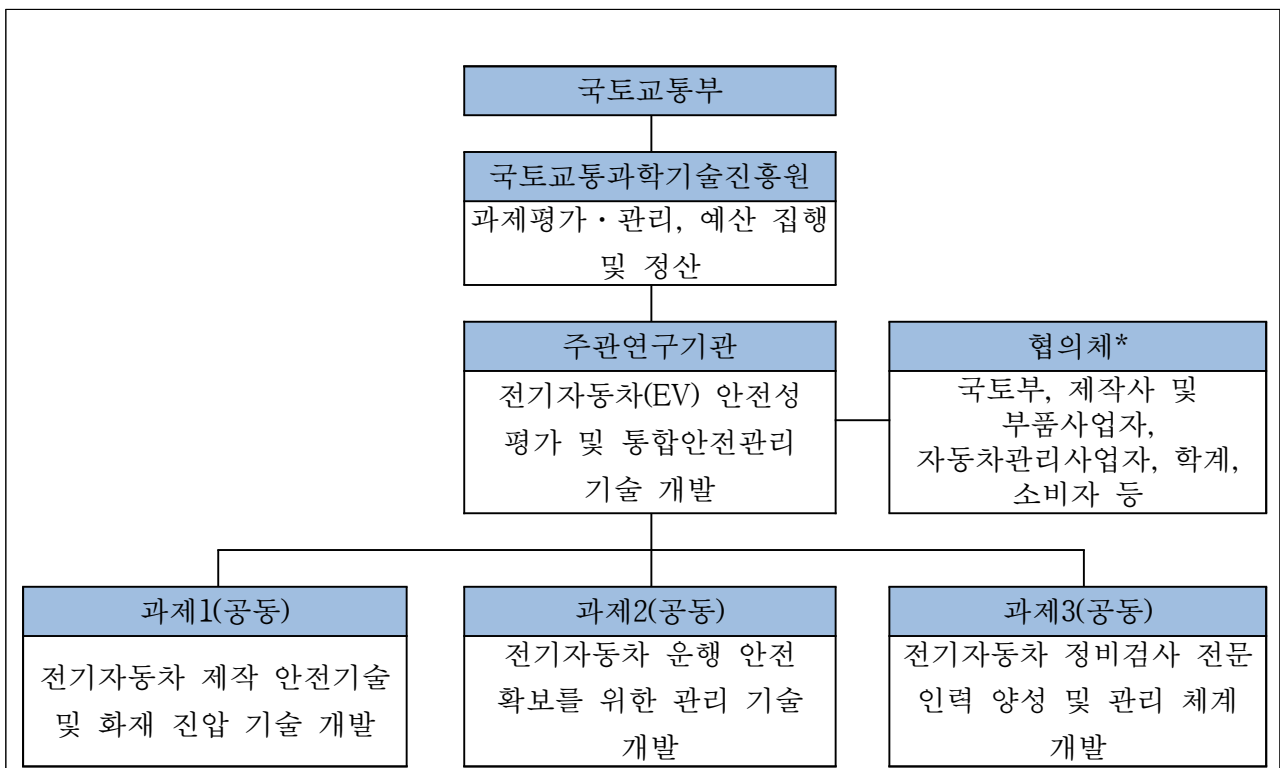
과 제 명	구성기술 중요도					평균	순위
	정책부합성	기술실현가능성	경제성	시장수요성	기술개발시급성		
(세부과제3) 전기자동차 정비검사 전문 인력 양성 및 관리 체계 개발							
◎ 자동차 관리사업 기술인력 전문성 강화를 위한 교육프로그램 개발							
1. 전기자동차 기술 전문 인력 안전교육 제도 개발	4.7	4.7	4.1	4.3	4.4	4.46	1
2. 전기자동차 전문인력 양성을 위한 교육 플랫폼 개발	4.8	4.6	3.9	4.4	4.3	4.39	2
◎ 전기자동차 관리사업자 관리체계 기술 개발							
1. 자동차 정비사업자별 업무 범위기준 개발	4.5	4.3	4.1	4.1	4.1	4.2	3
2. 전기자동차 정비사업자 신규 시설 및 장비기준에 대한 시범 운영	4.3	4.3	3.5	3.6	3.9	3.93	4

- 전문가 기획위원 19명의 5개 척도 기준 평가 결과, ‘전기자동차 기술 전문 인력 안전교육 제도 개발’ 이 가장 높은 중요도를 띄는 과제인 것으로 평가됨
- 그 뒤를 이어 ‘전기자동차 전문인력 양성을 위한 교육 플랫폼 개발’이 높은 순위를 차지함. 이를 통해 기존 내연기관 전문 인력과 차별화된 전기자동차 관리사업자 및 기술인력의 양성과 전문성 강화를 위한 교육 제도 개발이 매우 중요하게 다루어져야 함을 확인할 수 있었음
- 해당 분야의 단위 과제들은 타 분야 과제 대비 높은 정책부합성과 기술실현가능성 점수를 획득하여, 비교적 높은 현실성과 정책적 필요성을 가지는 과제로 인식됨을 알 수 있었음
- 현재 정비책임자 교육과 고전원전기장치 등 취급자 안전교육을 실시하고 있으나, 부족한 전기자동차 정비사의 전환 교육, 신규 교육 등과 같이 자동차관리법에서 정하는 자동차 관리사업자 교육 및 자격 등급화 개발이 필요함

3) 사업 추진전략

- 본 연구는 3개 과제를 주관 및 공동 연구로 구성, 각 세부과제별로 산·학·연 협동 연구체계를 구축하여 연구단으로 진행
- 기존에 연구 및 개발된 성과 및 연구 진행 과정에서 도출되는 각 세부별 성과를 효과적으로 활용하기 위한 세부 과제 간 연구범위 및 방향 상호 조율방안 및 그에 따른 지속적인 연구개발 및 성과도출 공유 방안 마련
- 연구추진의 효율성 증대를 위해 세부별로 독자적인 전략을 수립함과 동시에 연구단 내 세부과제 사이의 상호 정보 교류를 위한 정기적인 워크숍을 추진하여 진행하고자 함
- 산·학·연 각각의 기관별 특성에 맞는 연구분야를 설정하고, 연구단을 중심으로 각각의 연구 성과를 유기적으로 종합하여 연구효율을 극대화함
- 산·학·연 분야별 전문가로 구성된 기획위원회를 통해 총괄목표 및 세부목표를 수립하고 이를 달성하기 위한 3개의 과제와 9개의 세부과제를 구성
- 본 과제는 개발기술의 실용화가 핵심 성공요인이며, 실용화를 위한 법·제도 개선 등 사회적 합의를 위한 국토부, 지자체, 이해관계자 등 협의체를 구성·운영

<표 83> 본 사업 추진체계



라. 사전타당성 검토

1) 논리모형(Logit Model, As is/To Be Model)

- 논리모형은 크게 이슈 및 문제, 목표, 수혜자, 예산 및 인력 투입, 연구활동, 목표 산출물, 성과 및 영향, 가정 등으로 구분하여 구성함
- 기획과제에서 제작안전, 운행안전, 관리체제로 크게 3부분으로 구성되어 기획하고 있어 논리모형도 3개의 구분하여 도출함

가) 전기자동차 제작안전 확보 및 화재 진압 기술 개발

<표 84> 전기자동차 제작안전 확보 및 화재 진압 기술 기획기술의 논리모형(Logit Model)

구분	내용
1. 이슈 및 문제	· 전기자동차용 이차전지 및 power pack의 신뢰성 문제 발생으로 인한 배터리관리시스템(BMS) 인증 시험 평가 방안 필요 · 전기자동차는 내연기관 자동차와 달리 전기적인 원인에 의해 화재 발생율이 높고, 고전압 배터리를 사용하기 때문에 내연기관 자동차와 달리 많은 화재 위험요소를 내포하고 있으나, 전기자동차 사고 발생시 명확한 사고 원인 규명이 어려워 국민 불안감 대두
2. 목표	· BMS 고도화를 위한 배터리 시스템 인증체계 구축 및 검증 · 배터리 시스템 화재 안전 강건화 검증 시험방법 개발 · 전기자동차 화재 확산 지연 및 화재진압 차량 개발
3. 수혜자	· 민간 검사업체 및 정비업체 · 소방공무원 · 전기자동차 이용자
4. 투입	· 예산 : 총 150억(국고 120억, 민간투자금 30억) · 산학연 연구자 : 총 75명(산 : 30명, 학 : 16명, 연 : 29명)
5. 활동	· 3개의 세세부 과제 3개 기술, 2개의 검증 및 시험기법 개발, 화재 진압 차량 제작
6. 산출	· 화재진압 장비3종, 안전기준 1건,시행세칙 4건, 시스템 개발 3건
7. 성과 및 영향	· 전기자동차 화재 감소로 인한 사회적 간접 비용 감소 · 국내 전기자동차용 배터리의 안전성 확보를 통한 전기자동차의 보급 확대를 통한 국가발전 및 환경의 지속가능성 확보 · 리튬이차전지의 고안전성 확보를 통한 인식개선
8. 가정	· 동 기술개발 과제는 성과를 연계해야 하는 상호 유기적인 연관 관계를 가짐 · 전기자동차 화재 진압을 위한 최적 방안이 함께 마련되어야 함

<표 85> 전기자동차 제작안전 확보 및 화재 진압 기술 개발 기술에 따른 미래상(As-is To-be)

As-is	To-be
전기자동차 화재 발생시 진압 방법 부재, 2차 사고 발생 가능성 등을 통한 직·간접 피해 확대 	BMS 안전 감지 기능 확보, 긴급 호출 기능 개발, 전기자동차 화재 진압 장비 개발을 통한 신속 대처 및 피해 최소화 실현 

나) 전기자동차 운행안전 확보를 위한 관리 기술 개발

<표 86> 전기자동차 운행안전 확보를 위한 관리 기술의 논리모형(Logic Model)

구분	내용
1. 이슈 및 문제	- 기존 자동차 검사소는 일반 자동차검사와 같은 제동력 측정, 배출가스, 주행/조향장치 등 검사 항목에 머물고 있어 전기자동차의 정기검사 진행이 어려움 - 국내 운행 전기자동차 검사는 자동차관리법 시행규칙 [별표 15]에 따라 감전사고 예방을 위해 정기검사 매뉴얼과 전문 검사장비도 없이 배선, 접속구의 육안검사와 절연저항 검사만 진행하고 있으며, 배터리 안전성 검사는 부재함 - 제조사 전기자동차의 일상 점검항목을 제시하고 있으나, 정비 항목에 대한 표준이 부재하고 배터리를 별도로 검사하는 점검 항목에 대해서는 아직 구체화되지 않음 - 국외의 경우 전기자동차에 대한 검사방법 및 기준 개발, 법제화 등의 논의를 진행 중임 - 전기자동차 보급 확산에 따른 전기자동차 운행 안전 확보를 위한 관리 기술 개발 필요
2. 목표	- 전기자동차 고전압 및 기능안전성 평가기술 개발 - 전기자동차 전력 구동시스템 안전성 평가기술 개발 - 전기자동차 정기적 안전관리 제도화 방안 연구
3. 수혜자	- 전기자동차 관련 업체(제조사, 민간 검사업체 및 정비업체 등) - 일반 이용자
4. 투입	- 예산 : 총 113억(국고 90억, 민간투자금 23억) - 산학연 연구자 : 총 56명(산 : 25명, 학 : 15명, 연 : 16명)
5. 활동	3개의 세세부 과제 4개 기술, 2개(배터리 및 모터 성능)의 검사 및 평가기술, 안전관리 제도화방안 제시
6. 산출	검사장비 3종, 검사기준 6건, 검사방법 2건, 법제화 1건
7. 성과 및 영향	- 국내 제품기반 고유 시험평가 방법개발을 통한 기술 선점 - 전기자동차의 사전 관리를 통한 사고 예방 가능 - 전기자동차 정밀 안전 진단산업 견인 - 전기자동차 정밀 안전성 향상 기술 확보로 안전 진단을 통한 국민 안전성 향상 - 전기자동차 안전성 평가 기준 수립을 통한 진단 규격 도출 및 글로벌 전기자동차 안전 진단 시장 진출 및 기술 수출 기대

8. 가정	· 동 기술개발 과제는 성과를 연계해야 하는 상호 유기적인 연관 관계를 가짐 · 다양한 시험을 통한 진단 기술 개발 및 법제화 문제 해결 필요
-------	--

<표 87> 전기자동차 운행안전 확보를 위한 관리 기술에 따른 미래상(As-is To-be)

As-is	To-be
· 전기자동차 안전관리 항목 부재 및 원인 불명의 화재, 감전사고 등으로 인한 국민 불안감 증대 	· 고전압 및 기능 안전, 전력 구동시스템 안전 검사기술 확보를 통한 안전관리기준 제도화 및 검사기준 고도화 

다) 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리체계 개발

<표 88> 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리체계 기술개발 기술의 논리모형(Logic Model)

구분	내용
1. 이슈 및 문제	· 내연기관 자동차와는 달리 300~500V에 달하는 고전압배터리를 사용하기 때문에 감전될 경우 생명이 위협하여, 숙련된 정비사라고 해도 전기자동차를 취급하기 위해서는 필히 관련 교육을 이수해야 하나, 전기자동차의 전문 교육 부재 · 국내 제작사 공식 서비스 협력사의 경우 자체적으로 전기자동차 정비인력을 육성시키고 있으나, 육성 인원이 한정적이며, 일반 공업사 등에서는 전기자동차 정비 교육을 받을 기회가 없음 · 전문 정비 인력을 양성할 수 있는 교육 체계를 구축하고 내연기관정비사 전환 교육, 신규 전기자동차 인력 양성교육, 전기자동차 전문 정비인력의 단계별 교육, 전기자동차 검사 방법 등의 제도화 필요
2. 목표	· 전기자동차 전문인력 양성 제도화 개발 · 전기자동차 전문인력 양성을 위한 교육 플랫폼 개발 · 전기자동차 정비를 위한 정비사업자 관리기술 개발
3. 수혜자	· 민간 검사업체 및 정비업체 · 관련 업계 종사자
4. 투입	· 예산 : 총 100억(국고 80억, 민간투자금 20억) · 산학연 연구자 : 총 50명(산 : 18명, 학 : 22명, 연 : 10명)
5. 활동	· 3개의 세세부 과제 전문인력 교육제도 및 프로그램 개발, 온라인 및 현장 실습용 교육 콘텐츠 개발, 정비사업자 업무범위 기준 및 기술인력 등급 개발
6. 산출	· 제도개선 2건, 저작권 8건(영상물 및 교육프로그램), 사업자 관리기준 2건

구분	내용
7. 성과 및 영향	· 양성교육의 기존 문제점 및 개선방향 분석을 통한 장단기 발전방안 도출 및 전기자동차 전문정비 기술교육 표준화 구축 · 정부(타부처 ‘고용노동부’ 등) 훈련제도 연계 및 범위·적용 대상 확대 가능 · 현장 전기자동차 정비인프라 및 인력확대를 통해 정비난 해소 · 전기자동차 현장인력의 전문성 강화를 통한 취업시장 및 지역경제 활성화에 기여
8. 가정	· 동 기술개발 과제는 성과를 연계해야 하는 상호 유기적인 연관 관계를 가짐 · 교육양성을 위한 제도개선, 관리기준 등 필요

<표 89> 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리 체계 개발 기술에 따른 미래상(As-is To-be)

As-is	To-be
· 전기자동차 전문 인력 부재로 인한 전기자동차 정비시 장기간 소요, 이용 가능한 정비소 부재 	· 교육체계 구축 및 전문 인력 양성을 통한 전기자동차 정비 시간 단축 및 이용 편리성 증대 · 취업률 증가 및 지역 경제 활성화 

2) 정책적 타당성

- 본 기획기술의 정책적 타당성 분석은 국가 전략적 중요성 및 상위계획과의 부합성과 위험요인 분석으로 도출하였으며, 각 세부마다 정책적 타당성을 도출함

<표 90> 정책적 타당성 검토를 위한 분석의 틀

구분	대항목	검토내용	소항목
정책적 타당성	국가 전략적 중요성 및 상위계획과의 부합성	· 정부지원의 타당성 및 사업 추진의 시급성을 국가 정책 관점에서 검토 · 해당 사업 추진에 대한 정책적 합의 여부 검토	· 정부정책의 중요성 · 법정계획의 부합성 · 부처 방침과의 부합성
	위험요인 분석	· 법제도적 위험요인 및 재원조달 가능성 검토	· 관련 법제도적 위험요인 · 국비 및 민간 재원조달 가능성

가) 전기자동차 제작안전 확보 및 화재 진압 기술 개발 정책적 타당성 검토

(1) 정부 정책 및 법정 계획, 부처 방침과의 부합성

- 2021년 산업통상자원부에서 제4차 친환경자동차 기본계획(2021 ~ 2025)을 발표하였으며, 해당 계획 배터리 전수명 품질 및 적합성 기준, 배터리 재사용을 촉진하기 위한 전기자동차 사용 후 배터리 안전성 검증 체계 및 사후관리 제도 도입 등의 내용이 명시되어 있음

◇ 온실가스 관리체계를 자동차 수주기평가로 대전환	
◆ 실질적 탄소중립을 위해 주행이외에 배출되는 온실가스도 관리 필요	
◆ 자동차 수주기관점에서 탄소배출요인을 체계적 관리 추진	
1) 배터리 전수명생산 → 재활용관리로 깨끗한 고품질 배터리유통 촉진	
○ 선도국 사례를 참고하여 배터리 전수명 품질·적합성 기준 도입	
- ▲ 성능·내구성·안전성 확보 ▲ 배터리 전수명동안 탄소배출 저감, ▲ 재활용 확대 등 품질·적합성 평가체계 및 기준 검토	
- 연구용역 추진(21~22), 제도설계 및 이해관계자 의견수렴 추진(23~)	
○ 배터리 재사용을 촉진하기 위해 “전기차 사용후 배터리” 안전성 검증 체계 및 사후관리 제도 도입	
안전성 검사	주요내용
사후관리	배터리의 재사용을 위해 분해 또는 재조립하는 경우 설비요건 등 자격을 갖춘 사업자가 절연·용량 등 항목을 검사 안전성 검사결과와 적절성을 공장검사를 통해 주기적으로 확인 (연 1회 이상), 사용후배터리 공급자의 책임보험 가입 의무화 등

IV. 목표 및 추진전략

비전

2021년 친환경차 대중화 원년.

2025년 친환경차 중심 사회·산업생태계 구축

전기차 전용플랫폼 적용모델 출시, 수소트럭특수차 보급 개시

전기·수소차 주차·충전·운행 편리, 25년까지 자동차 부품기업 500개 전환

목표

친환경차 누적보급(20년 82만대) : 25년 283만대(신차판매 51%), 30년 785만대(신차판매 83%)

	'20년	'25년	'30년
친환경차	82만대	283만대	785만대
전기차	13.5만대	113만대	300만대
수소차	1.1만대	20만대	85만대
하이브리드	67.4만대	150만대	400만대
전체차량 중 비중	3%	11%	30%

온실가스 배출(17년대비, 주행기준) : 25년까지 8%, 30년까지 24% 감축

	'17년	'25년	'30년
자동차 온실가스	73백만톤	67.1백만톤	55.7백만톤

* 친환경차 보급확대에 따른 온실가스 감축 효과(대중교통 전환 효과 제외)로 적용 등은 불포함)

[그림 72] 정부의 친환경자동차 보급을 위한 목표 및 추진전략

- 2021년 8월 기획재정부에서는 BIG3 산업별 중점 추진과제를 발표하였으며, 전기자동차 운행단계에서 배터리셀 고온·전압편차 등 이상변화를 자체 진단해 충전 제한 등 안전조치를 수행토록 개선하는 추진 방향 제시⁴⁸⁾
- 해당 기술 관련 개발 후 향후 자동차 사이버보안 국제기준(UNR WP.29) 제안도 2022년 이후 추진 예정

III. 추진 방향

비전	미래차의 안전한 운행을 위한 검사·정비 체계 구축
목표	◆ 전기차 정비소 3,300개, 수소차 검사소 26개 구축(·25) * (전기차 정비소) '20년, 1,100여개 → '25년, 3,300개(총 정비소의 약 10%) ** (수소차 검사소) CNG수소차 복합검사소 22개, 수소차 전용검사소 4개 ◆ 미래차 검사·정비인력 4.6만명* 육성(·24) * (검사) 6천명, (정비) 4만명

추진 전략	◆ 미래차 운행안전을 위한 제도적 기반 마련 ◆ 공공 및 민간 검사·정비 인프라의 선제적 확충 ◆ 미래차 수요에 기반한 전문인력 집중 양성
--------------	--

추진 과제	<table> <tr> <td>제도적 기반 마련</td><td> · 운행안전 확보를 위한 미래차 검사 체계화 · 미래차 검사기술 개발을 위한 선제적 R&D 투자 확대 · 미래차 특성에 대응한 정비환경 조성 </td></tr> <tr> <td>인프라 확충</td><td> · 미래차 검사 접근성 제고를 위한 시설·장비 확충 · 미래차 전문 정비소 확대를 위한 사업자 부담 완화 </td></tr> <tr> <td>전문인력 양성</td><td> · 미래차 검사역량 강화 · 정비사 전문교육 강화 및 미래차 정비 전문인력 양성 </td></tr> </table>	제도적 기반 마련	· 운행안전 확보를 위한 미래차 검사 체계화 · 미래차 검사기술 개발을 위한 선제적 R&D 투자 확대 · 미래차 특성에 대응한 정비환경 조성	인프라 확충	· 미래차 검사 접근성 제고를 위한 시설·장비 확충 · 미래차 전문 정비소 확대를 위한 사업자 부담 완화	전문인력 양성	· 미래차 검사역량 강화 · 정비사 전문교육 강화 및 미래차 정비 전문인력 양성
제도적 기반 마련	· 운행안전 확보를 위한 미래차 검사 체계화 · 미래차 검사기술 개발을 위한 선제적 R&D 투자 확대 · 미래차 특성에 대응한 정비환경 조성						
인프라 확충	· 미래차 검사 접근성 제고를 위한 시설·장비 확충 · 미래차 전문 정비소 확대를 위한 사업자 부담 완화						
전문인력 양성	· 미래차 검사역량 강화 · 정비사 전문교육 강화 및 미래차 정비 전문인력 양성						

◇ 미래차 검사기술 개발을 위한 선제적 R&D 투자 확대	
○ (배터리관리시스템) 운행단계에서 배터리셀 고온·전압편차 등 이상변화를 자체 진단에 중점제한 등 안전조치를 수행토록 개선	
* BMS 안전성능 가이드라인 마련(21.7), 자동차안전도평가 항목에 BMS 포함(22)	
- 전기차 BMS 관리·진단기술 개발(22.4, 기획연구) 및 자동차 사이버보안 국제기준(UNR WP.29) 제안도 추진(22~)	
○ (수소서비스) 대형 내압용기(수소탱크)의 내구성·기밀성 등 안전성 확보를 위한 검사기술·장비 개발 추진(23, 280억원)	
* 내압용기 최적화·비파괴검사(조음파, 음향방출 등), 내압용기 수소 투과량 검사, 미 반응된 수소 배출량 검사 등	
◀수소차 내압용기(예시)▶  ◀음향방출 비파괴 검사(예시)▶ 	
○ (첨단안전장치) 첨단운전자보조시스템(ADAS) 장착 차량의 안전성 확보, 국제기준 대응을 위한 검사장비 등 개발(23~)	
- 검사장비 고도화를 위한 제작기준 표준화도 추진	
* 22년부터 안전운행보조장치(15개 유형)의 의무장착을 확대하는 규정 제정(19년, EU)	
** 검사장비 개발(23년) → 장비 고도화 및 실증(24년) → 장비보급(25년~)	
◀첨단운전자보조시스템(ADAS)▶ - (개발) 운전 중 발생하는 다양한 상황 가운데 일부를 차량 스스로 인지·판단하여 기계장치를 제어함으로써 안전한 운행을 보조하는 첨단시스템  전방충돌 경고  비상 자동제동  차선 이탈 방지	

[그림 73] 정부의 전기자동차 제작 안전 확보 및 화재 진압 기술 관련 추진 전략

48) https://policy.nl.go.kr/search/searchDetail.do?rec_key=SH2_PLC20210259339

- 2020년 소방청에서 전기자동차 사고대응 매뉴얼을 개발하여 현장활동 시 소방대원의 안전확보와 대응역량을 강화하도록 하였으며, 매뉴얼에는 국내에 보급되고 있는 전기자동차 32종에 대한 구조방법, 구조활동 시 주의사항 등이 제시되어 있음⁴⁹⁾
- 또한 전기자동차 화재 시 대응 절차에 대해서도 수록하여 소방대원들이 이를 활용하여 신속하게 전기자동차 화재 진압을 할 수 있도록 정보를 제공하고 있음



[그림 74] 전기자동차 차종별 사고대응방안(예시)

- 또한 2021년 현대차그룹과 소방청간 업무협약을 체결하여 현대차그룹은 기술 연구소에서 시험용으로 사용한 차량 약 300대를 3년간 순차적으로 지원하여 차량 화재진압 및 교통사고 인명구조 등 소방대원의 교육·훈련에 활용하도록 하였음
- 영국 베드퍼드셔주 소방 및 구조서비스(Bedfordshire Fire and Rescue Service ; BFRS)에서는 전기자동차 화재 대응을 위해 소방대원들의 전기자동차 화재 대응 역량 강화를 위해 교육하고 이를 모니터링하고 있으며, 화재시 전기자동차를 포함하여 사고에 연루된 차량의 모델, 배터리 및 격리 스위치 위치 등을 파악할 수 있는 자료를 개발하였음⁵⁰⁾

(2) 사업 추진상의 위험요인과 대응방안

- 해당 세부과제의 최종적 목표는 세세부과제에서 개발된 기술들을 바탕으로 전기자동차의 화재사고를 사전에 예방하고, 화재 발생시 신속한 대응을 통한 인명 및 재산 피해 최소화임
- 이를 위해 본 과제에서는 긴급 호출 기능 구현을 통한 화재 확산 방지 기술 개발, 전기자동차 화재 진압을 위한 배터리의 안전 감지 및 제도화 기술 개발 등의

49) 소방청(2020), 소방청, 전기자동차 사고대응 매뉴얼 개발 - 전기자동차 사고 신속대응 및 소방대원 안전확보를 위해 -

50) <https://www.bedsfire.gov.uk/Community-safety/Road-safety/Fire-in-Electric-Vehicles.aspx>

연구가 수행되고 이들이 서로 유기적으로 연계되어 하나의 시스템으로 개발될 수 있도록 해야 함

- 또한 전기자동차 화재 시 신속한 대응을 위해 저장 진압이 가능한 화재 진압 차량 제작을 수행하며, 이때 전기자동차 유형별 특징에 적합한 진화 방법 개발, 그리고 2차 사고 예방, 환경오염을 최소화할 수 있는 방안을 함께 고려해야 할 것으로 판단됨

나) 전기자동차 운행 안전 확보를 위한 관리 기술 개발 기술 정책적 타당성 검토

- 전기자동차 운행 안전 확보를 위한 관리 기술 개발 기술 연구의 정책적 타당성을 정부 정책 및 법정 계획, 부처 방침과의 부합성 측면, 그리고 사업추진상의 위험 요인과 대응방안의 측면에서 분석하고자 함
- 각 항목별 세부적인 평가내용과 평가방법을 설정하고 전기자동차 운행 안전 확보를 위한 검사 기술의 사전 타당성을 정책적 측면에서 살펴봄

(1) 정부 정책 및 법정 계획, 부처 방침과의 부합성

- 한국교통안전공단은 전기자동차, 수소자동차 등 친환경미래자동차의 보급 확대에 발맞추어 고전원 전기장치에 대한 자동차검사 제도를 개선하는 등 운행 안전성을 강화한다고 2022년 1월 발표하였음⁵¹⁾
- 친환경자동차의 안전 강화를 위해 차량에 사용되는 고전원 전기장치와 경고음 발생장치의 작동 여부 등에 대한 제도 개선 예정
 - 전기자동차의 누전 사고 예방을 강화하기 위해 고전원 전기장치와 배터리의 절연/작동상태 등 이상 유무를 전자장치 진단기 등으로 점검
 - 보행자의 사고 예방을 위해 하이브리드, 전기·수소자동차 등 저소음 자동차에 장착된 경고음발생장치와 후방 보행자 안전장치의 작동상태도 확인함
- 2021년 8월 기획재정부에서는 BIG3 산업별 중점 추진과제를 발표하였으며, 해당 발표자료에서는 전기자동차 운행 안전 확보를 위해 전기자동차 검사 기준 강화, 검사 매뉴얼 제작 및 배포, 교통안전공단의 검사관리 시스템을 통해 검사 오류 상시 점검 등 전기자동차 검사 체계화 방안 수립⁵²⁾

51) <http://www.safetimes.co.kr/news/articleView.html?idxno=106449>

52) https://policy.nl.go.kr/search/searchDetail.do?rec_key=SH2_PL20210259339

III. 추진 방향

비전 미래차의 안전한 운행을 위한 검사·정비 체계 구축

목표

- ◆ 전기차 정비소 3,300개, 수소차 검사소 26개 구축(~'25)
 - * (전기차 정비소) '20년, 1,100여개 → '25년, 3,300개(수 정비소의 약 10%)
 - ** (수소차 검사소) CNG 수소차 복합검사소 22개, 수소차 전용검사소 4개
- ◆ 미래차 검사·정비인력 4.6만명* 육성(~'24)
 - * (검사) 6천명, (정비) 4만명

추진전략

- ◆ 미래차 운행안전성을 위한 제도적 기반 마련
- ◆ 공공 및 민간 검사·정비 인프라의 선제적 확충
- ◆ 미래차 수요에 기반한 전문인력 집중 양성

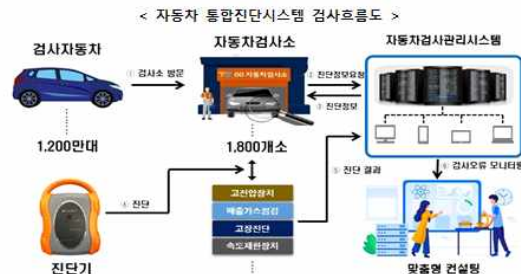
추진과제	제도적 기반 마련	• 운행안전 확보를 위한 미래차 검사 체계화 • 미래차 검사기술 개발을 위한 선제적 R&D 투자 확대 • 미래차 특성에 대응한 정비환경 조성
	인프라 확충	• 미래차 검사 접근성 제고를 위한 시설 장비 확충 • 미래차 전문 정비소 확대를 위한 사업자 부담 완화
	전문인력 양성	• 미래차 검사역량 강화 • 정비사 전문교육 강화 및 미래차 정비 전문인력 양성

IV. 미래차 검사·정비체계 구축방안

1 제도적 기반 마련

◇ 운행안전 확보를 위한 미래차(전기·수소차) 검사 체계화

- (검사기준 강화) 고전원 전기장치(고전원배터리, 모터 등)의 절연 안전성, 작동상태 등 종합검사가 가능토록 **검사기준 강화**(21.10)
 - * (현재) 육안검사 위주 : 배선 접속상태, 충전구 절연저항 등
 - (개선) 진단기 검사 : 전기장치의 절연작동상태 등 육안 확인이 어려운 차량 상태 파악
- (검사 매뉴얼) 검사업체별 검사 종전 균등화를 위한 전기·수소차 검사 매뉴얼 제작·배포(21.12, 교통안전공단)
 - * 고전원장치 취급 요령, 수소내압용기 점검절차, 진단기를 활용한 검사방법 등
- (모니터링) 교통안전공단 검사관리시스템*을 통해 전국 1,800여개 검사업체의 **검사오류를 상시점검**하고, 맞춤형 권선통 진행(19~)
 - 모니터링 전담인력 확보, 모니터링 기준·방법 마련도 추진(23~)
 - * 검사업체의 검사프로그램 및 장비와 연계한 검사업무 지원, 검사결과 관리 등
 - ** (운영실적) '19년, 12만대 모니터링(233대 적발), '20년, 19만대 모니터링(389대 적발)



[그림 75] 정부의 전기자동차 운행 안전 확보를 위한 관리 기술 개발 관련 추진 전략

- 우리나라는 국토교통부에서 시속 20km 이하의 주행 상태에서는 75dB 이하의 경고음을 내야 하고, 전진 주행할 때는 속도 변화를 보행자가 알 수 있도록 주파수 변화를 주어야 한다고 규정하였음⁵³⁾
- 국외에서는 전기자동차와 보행자간 사고를 방지하기 위해 전기자동차 경고음 발생장치 장착을 의무화하는 추세임⁵⁴⁾
- 유럽연합(EU)은 2019년 7월 1일부터 출시되는 4개 이상의 바퀴가 달린 모든 전기자동차, 하이브리드자동차, 플러그인 하이브리드 자동차에 반드시 차량 경고음 장치(AVAS) 장착해야 한다는 법을 시행하였음⁵⁵⁾
 - 해당 법은 UN의 유럽경제위원회 규정(ECE R138), EU 자동차 소리 수준에 관한 규제에 따라 이번 결정이 내려졌음
 - 해당 법에 따르면 시속 20km일 때 56 ~ 75dB, 후진시 47dB 이상으로 인공 소음은 차량 발진부터 시속 20km까지만 발생하면 됨
 - AVAS 소리는 보행자나 다른 도로 이용자들에게 차량 운전 상태를 알려주는 지속적인 형태의 것이어야 한다고 규정하고 있음
- EU와 영국은 2021년 7월 1일부터 모든 전기자동차, 하이브리드자동차에 저속 주행 시 소음 장착을 의무화하였음⁵⁶⁾

53) <https://www.hankookilbo.com/News/Read/201910031613721447>

54) <https://post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=26801947&memberNo=46319871>

55) <https://www.hankookilbo.com/News/Read/201910031613721447>

56) <https://www.hankyung.com/economy/article/202106072580i>

- 해당 규제는 과거에 출시한 모델이더라도 새로 출고된 모든 전기자동차와 하이브리드자동차로 대상을 확대하였으며, 운전자가 임의로 AVAS를 끄지 못하도록 하는 규제도 새로 추가하였음
- 차량이 시속 10km 이하로 저속 주행할 땐 50dB, 시속 10 ~ 20km는 56dB 이상의 소음을 내야 하며, 후진 시 47dB 이상 나와야 함
- 미국 도로교통안전국(National Highway Traffic Safety Administration; NHTSA)은 2020년 9월부터 모든 전동화 자동차를 대상으로 시속 30km 미만으로 주행할 때 가상의 소리를 내도록 의무화한다고 발표하였음
- 일본의 경우 2018년 저소음 친환경자동차에 임의 소음 발생기 부착을 의무화하였으며, 전기자동차 소음 기준은 시속 10km까지 50dB 이상, 시속 20km는 56dB 이상임

(2) 사업 추진상의 위험요인과 대응방안

- 해당 세부과제의 최종적 목표는 세부과제에서 개발된 기술들을 바탕으로 전기자동차의 전압 및 기능 안전, 전력 구동시스템 안전 검사기술 확보를 통한 안전관리기준 제도화 및 검사기준 고도화로 이를 위해서는 다양한 실험 및 그에 적합한 환경 구축이 필요함
- 또한 전기자동차 제작사에서 통신 규격, 제공 가능한 데이터 등을 사전에 제공 및 공개하여야 하며, 향후 해당 제도 마련시 관련된 데이터들의 정보제공 의무화가 필수적으로 마련되어야 함
- 본 연구에서 개발하고자 하는 저소음자동차 경고음 발생장치의 검사 장비 및 기술의 경우 2018년 7월 국토교통부에서 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙에 저소음자동차 경고음 발생장치를 추가하였으며, 해당 제도를 뒷받침할 수 있는 관리 및 점검 기술 마련이 신속하게 추진되어야 함

다) 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리 체계 개발 정책적 타당성 검토

(1) 정부 정책 및 법정 계획, 부처 방침과의 부합성

- 2020년 10월 발표한 미래자동차 확산 및 시장선점 전략에서 정부는 2022년을 미래차 대중화의 원년으로 삼아 2025년까지 미래차 중심 사회·산업생태계 구축하겠다는 비전을 공포함
- 미래차 생태계로의 전환을 대비하여 전기·수소차 정비시스템을 완비하고, 우수 현장인력 2천명을 양성하겠다는 정책과제를 확정하여, 이를 필두로 '18년 기준 전체 일반 정비소(3.8만개소)의 2%에 불과한 전기자동차·수소자동차 정비소

(600여개)를 ' 25년까지 5%(2~3천개)로 확대한다는 목표 수립

- 정비·현장인력 관련하여서는 정비업체 재직자의 전환교육 이수 의무화 및 전문 교육기관 지정·운영, 친환경차 중심으로 자동차학과 교육과정(전문대 등) 전환 유도, 中 소 근로자 대상 전기 자동차 부품 기술·제조 교육프로그램 제공 등의 사업 추진을 준비하고 있음

비전	2022년 미래차 대중화 원년, 2025년 미래차 중심 사회·산업생태계 구축 * '22년 전기·수소차 판매비중 10%, 자율주행차 레벨3 출시 * 전기·수소차 주차·충전·운영 편의, 자동차 부품기업 1,000개 전환	(3) 미래차 시대를 대비하여 정비시스템을 완비하고, 우수 현장인력 2천명을 양성하는 한편(~'25), 중전산업의 지속가능한 투자환경을 조성하겠습니다.
목표	◆ '25년 전기차 113만대, 수소차 20만대 국내 보급을 위한 수요 창출 노력 ◆ '25년 전기·수소차 수출 53만대, 이차전지 매출 50조원 달성 ◆ '22년 세계 최고수준 자율주행 레벨3 본격 출시→'24년 레벨4 일부 상용화 * 레벨3 운영가능영역 내 자율주행비상시에도 운전자 개입 가능 * 레벨4 운영가능영역 내 자율주행비상시에도 운전자 개입 불필요 ◆ 자동차 부품기업 1천개를 미래차 기업으로 전환 (~'30년)	○ (정비시스템) 일반 정비소(3.8만개소·'18년)의 2%에 불과한 전기차·수소차 정비소(600여개)를 '25년까지 5%(2~3천개)로 확대 * 고압전기수소탱크 전문정비 119개소, 전기차 일반정비 420개소(현대기아) * 수소내압용기 검사(충동차 4년 주기)를 위한 전용검사소 구축(~'23년 2개소)
추진전략	◆ (수요확충) 민간의 대대적 수요창출을 위한 사회시스템 전환 ◆ (재원집중) 환경개선·일자리 효과가 큰 분야에 비용외과적 투입 ◆ (세계시장) 배터리 연료전지 등 미래차 부품을 수출 주력으로 육성	○ (정비·현장인력) 정비업체 재직자의 전환교육 이수 의무화(자동차관리법 시행규칙 개정, '20.7) 및 전문교육기관 지정·운영(국도부, '21-)
정책과제	미래차 친화적 사회시스템 * 전국 주차면 5%를(0.5%) 전기·수소차 전용구역으로 지정('25) * 환경개선 효과 가격인하, 성능향상 촉진을 위한 보조금체계 개편 * 대규모 수요자 친환경차 구매확보제 도입 미래차 및 연관산업 수출주력화 * 전기·수소차 성능 개선으로 수출비중 '20년 3%→'25년 20% 달성 * 이차전지 매출 50조원·소부장 매출 13조원 달성→세계 1위 * 도심 수소트램('24)·연안 수소선박('25) 및 플라잉카 상용화('25) 자율주행 및 모빌리티 서비스 활성화 * 연택트서비스, 소외지역 지원에 자율서를 활용('25년 300대) * 자율주행정보 세계최초 국가표준화·공유를 통해 데이터형 구축 * 자율주행 민군 협력 강화·협안·공용 승용 등 비규제 지역 활용 확대 미래차 생태계로 전환 * 사업재편·상생 등을 통하여 부품기업 1천개를 미래차로 전환 * 센서·소프트웨어·정량소재 등 고부가가치 핵심기술 확보 * 전기·수소차 정비시스템 완비 및 현장·개발인력 2천명 양성	* "미래차 현장인력양성사업"('21년 16억원)을 통해 전문대학 협업 추진 * 중소 근로자 대상 미래차 부품 기술·제조 교육프로그램 제공 (중기부) * 미래차 부품 중소기업 계약학과 운영(미래차 부품소재, 전장 부품, 금속 화학소재, 인공지능 SW 등)('21-) ○ (개발인력) '25년까지 10~20여개 대학에 미래차 융합과정 신설 * 기계·소재 뿐만 아니라, 전자·통신·SW 등 과목이수를 통하여 석·박사 취득 ○ (충전 사업자) 보조금 의존 해소화, 중전산업 자생력 확보 지원 * 정책금융기관(신보) 의 전기·수소 충전사업자에 대한 우대보장 지원 * 現 보증료를 자금대상: 녹색성장산업 영위기업, 신성장동력산업 영위기업 등 * 키오스크형 충전기 등 신유형 충전기 보급 지속 확대(환경부, 산업부) * 多數충전기와 무선 연결된 1개 키오스크가 충전정보 표시, 카드결제 등 가능

[그림 76] 미래자동차 확산 및 시장선점 전략 내 인력양성 계획

- 2021년 산업통상자원부에서 발표한 제4차 친환경자동차 기본계획(2021 ~ 2025)에 관련 정책이 제시되어 있으며, 일반 정비소(2018년 기준 3.8만개소)의 2%에 불과한 전기자동차·수소자동차 정비소(600여개)를 2025년까지 5%(2 ~ 3천개)로 확대
- 우리나라는 전환수요가 많은 정비·부품제조 분야 교육기관(직업훈련기관 + 전문대) 및 교육대상(구직자 + 재직자) 확대 정책을 수립하였음
- 정비업체 재직자의 전환교육 이수 의무화(자동차관리법 시행규칙 개정) 및 전문교육기관 지정·운영
- 중소 근로자 대상 미래차 부품·제조 교육프로그램 제공 및 계약학과 운영 (중기부)

◇ 정비시스템 원비 및 친환경차 전문인력 양성 ('25년까지 2.1만명)

- [정비시스템] 일반 정비소(3.8만개소, '18년)의 2%에 불과한 전기차·수소차 정비소(600여개)를 '25년까지 5%(2~3천개)로 확대
 - 친환경 정비설비가 우수한 정비사업장을 선정·포상하여 판심 유도
 - * '자동차전문정비사업조합연합회'를 통해 산업부 장관명의 표창
- [융합형 선도인력] "다학제 융합교육과정 확대", "전문대 자동차학과 미래차 교과비중(현행 20% 미만) 확대를 유도"
 - * 미래형자동차R&D전문인력양성(기초, 산업부)
 - ** "미래차 현장인력양성사업"('21년 13.7억원, 신규)을 통해 전문대와 협업 추진
 - 인체의 현장 활용성 제고를 위한 산학협력 프로그램을 강화하고, 지방 거점대학 중심의 사업추진으로 지방대학 역량 강화
 - * 친환경차(EV) 부품개발 R&D 인력양성사업('21년 신규, 16.6억원, 25명 목표)
 - 미래차 분야 반도체 설계인력(~25년 300명), 인공지능 및 소프트웨어 전문인력(~25년 1천명) 등 기반기술 분야도 지속 투자
- [정비·현장인력] 전문요구가 많은 정비·부품제조 분야 교육기관(직업훈련기관+전문대) 및 교육대상(구직자+재직자)을 확대
 - * 정비업체 재직자의 전문교육 이수 의무화(자동차관리법 시행규칙 개정, '21.1) 및 전문교육기관 지정 운영 (국토부, '21년~)
 - * 중소·크로자 대상 미래차 부품 기술·제조 교육프로그램 제공 및 계약학과 운영 (중기부)
- [내연차 인력전환] "기존 기업의 미래차업종 전환시 미래차 융합기술 교육 제공", "고용위기 인력은 직업훈련·고용안정 프로그램 패키지 지원"
 - * 직무전환 희망 구직자·재직자 대상 미래차 융합 기술 집중교육 지원('21년 13.7억원, 산업부)
 - ** 40대 실직자 중심으로 자동차부품 품질관리 직업훈련 및 직무안정 지원('21년 14.1억원, 산업부 및 고용부·고용촉진지원금·프로그램 연계)

[그림 77] 친환경자동차 전문인력 양성 계획

- 2021년 8월 기획재정부에서는 BIG3 산업별 중점 추진과제를 발표하였으며, 정비 가능 범위에 따라 종합·소형·원동기·전문정비업으로 구분되며, 2020년 기준 약 3.6만개 정비업체가 운영 중이나 전기자동차 리콜·화재의 주원인인 고전원 전기장치 검사기준이 미흡함
- 또한, 검사원·정비사의 전문성이 부족하는 등 안전이 우려되어 전기자동차 정비소 2020년 1,100여개에서 2025년 3,300개(소 정비소의 약 10%)로 확대하고, 미래차 검사·정비인력을 2024년까지 4.6만명(검사 : 6천명, 정비 : 4만명)을 육성하는 것을 목표로 제시하였음⁵⁷⁾

III. 추진 방향

비전 미래차의 안전한 행을 위한 검사·정비 체계 구축

목표

- ◆ 전기차 정비소 3,300개, 수소차 검사소 26개 구축(~'25)
 - * (전기차 정비소) '20년, 1,100여개 → '25년, 3,300개(소 정비소의 약 10%)
 - ** (수소차 검사소) CNG수소차 복합검사소 22개, 수소차 전용검사소 4개
- ◆ 미래차 검사·정비인력 4.6만명* 육성(~'24)
 - * (검사) 6천명, (정비) 4만명

추진 전략

- ◆ 미래차 운행안전을 위한 제도적 기반 마련
- ◆ 공공 및 민간 검사·정비 인프라의 선제적 확충
- ◆ 미래차 수요에 기반한 전문인력 집중 양성

추진 과제

제도적 기반 마련	· 운행안전 확보를 위한 미래차 검사 체계화 · 미래차 검사기술 개발을 위한 선제적 R&D 투자 확대 · 미래차 특성에 대응한 정비환경 조성
인프라 확충	· 미래차 검사 접근성 제고를 위한 시설 정비 확충 · 미래차 전문 정비소 확대를 위한 사업자 부담 완화
전문인력 양성	· 미래차 검사역량 강화 · 정비사 전문교육 강화 및 미래차 정비 전문인력 양성

1 추진 일정

추진과제	소관부처	추진일정
1. 친환경차 보급을 가속화하는 사회시스템 구축		
1-1. 공공기관 의무구매 비율 향상 및 차종확대	산업부·환경부	~'23
1-2. 친환경차 구매목표제 도입운영	산업부·환경부	'21~
1-3. 저공해차 보급 목표제 단계적 강화	환경부·산업부	'21~
1-4. 버스·택시·트럭 등 사업용 차량 전환 촉진	환경부·국토부·산업부	'21~
1-5. 하이브리드를 온실가스 감축 수단으로 활용	산업부	~'25
1-6. 전기차충전기 적기 구축	환경부·산업부·국토부	~'25
1-7. 수소차 충전소 최적 배치전략 수립	환경부·산업부·국토부	'21
1-8. 내연기관차 수준의 경제성 확보	산업부·기재부·국토부·환경부	'25 전기차 30 수소차
1-9. 전기차·수소차 리스사업 활성화	산업부·환경부	'21~
1-10. 친환경차 최적 전환전략 수립	산업부·환경부	'21
1-11. 자동차 전주기평가로 대전환 추진	산업부	'21~
2. 기술혁신을 통해 탄소중립시대 개척		
2-1. 전기차·수소차 성능혁신	산업부·과기부	~'25
2-2. 탄소중립+ 프로젝트	산업부·국토부	'21~
2-3. 그린수소 Boom-up	산업부·환경부·해수부	'21~
2-4. 모빌리티 전환의 친환경화	산업부·국토부·해수부·농림부·환경부	'21~
2-5. 배터리·수소연료전지 제사용 및 재활용 촉진	산업부·환경부	'21~
3. 탄소중립 산업생태계 전환 가속화		
3-1. '미래차 그린뉴딜 펀드' 조성	산업부	'21
3-2. 사업재편·사업전환 승인기업 누적 300개사 달성	산업부·중기부	'25
3-3. 친환경차 정비시스템 원비 및 전문인력 양성	산업부·국토부·중기부	~'25
3-4. New-Player의 친환경차 시장진입 활성화	중기부·산업부·과기부	'21~
3-5. 수소차 제조전문기업 육성	산업부	~'23
3-6. 전기차 공용플랫폼 구축	산업부·환경부	~'22

3 전문인력 양성

◇ 미래차 검사역량 강화

- (교육확대) 검사원의 역량강화를 위해 첨단차 관련 신기술 등 교육내용을 추가하고, 정기교육 의무화(자관법 시행규칙, '21.1)
 - * 고전원전기장치 안전 이론 및 실습, 첨단차 구조 및 안전, 검사 관련 신기술 등
 - (역량평가) 민간검사업체의 검사역량을 모니터링·평가하기 위한 자동차검사역량평가('19., 교통안전공단) 내실화
 - 평가결과에 따른 맞춤형 컨설팅을 통해 결함발견율(20, 65%)을 국제자동차검사위원회(CITA)의 권고수준인 85%로 성장(~'26)
 - * 차량당 2~3개의 검사부작업 항목을 의도적으로 만들고, 검사업체의 발견여부를 평가(평가대상 : '19년, 민간 607개소 → '20년, 6007개소 → '21년~, 6307개소)
- < 자동차검사역량평가(MCT) 흐름도 >
-

◇ 정비사 전문교육 강화 및 미래차 정비 전문인력 양성

- (전문인력 확보) 미래차 현장인력 양성사업('21~'25)을 통해 전문대 자동차 관련 학과의 교육과정을 미래차 중심으로 전환·유도(산업부)
 - 첨단차 고장진단, 전장부품 정비 등 현장 기술 훈련도 지원
 - * '25년까지 총 3,000여명의 미래차 정비인력 양성 추진
- (전문성 강화) 정비책임자의 첨단차 등에 대한 정기교육을 의무화(자관법 시행규칙, '21.1)하고, 전문교육기관 지정·운영('22.1)
 - * 고전원전기장치 취급관련 안전교육, 정비관련 신기술 및 정비기술 등
- (지원체계) 자동차산업 인적자원개발위원회 신설('21.7), 산업계 수도로 현장 중심 미래차 정비 인력양성 지원(교육부)
 - * 미래차 정비 관련 인력수요(신규양성 전직수요) 파악 및 직무능력 표준화

[그림 78] 정부의 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리 체계 개발 관련 추진 전략

57) https://policy.nl.go.kr/search/searchDetail.do?rec_key=SH2_PLC20210259339

(2) 사업 추진상의 위험요인과 대응방안

- 해당 세부과제의 최종적 목표는 세세부과제에서 전기자동차 전문인력 양성 제도화, 전문인력 양성을 위한 교육 플랫폼 개발, 전기자동차 정비사업자 관리기술 등을 개발하여 전기자동차 관련 전문인력 및 정비소를 확보하는 것임
- 우리나라는 현재 전기자동차 관련 전문인력 확보가 부족하기 때문에 해외의 교육 프로그램, 교육제도 등을 벤치마킹해야 하며, 이 때 우리나라 환경에 적합하도록 변경해야 함
- 실질적인 전문 인력으로서의 양성을 위해서는 교육 방법(영상, 실습, 강의 등)을 다양하게 고려해야 하며, 교육 대상자들의 수준(초급, 중급, 고급 등)에 따라 교육 콘텐츠를 개발해야 함
- 내연기관 자동차와 유사하게 기술인력 등급 기준을 개발하고 자격증을 취득할 수 있는 제도 개선이 함께 마련되어야 할 것이며, 전문교육기관 설립, 국가기술 자격증 취득을 위한 필수교육과목, 교육이수시간 등의 세부적인 계획 수립이 필요함

3) 기술적 타당성

- 본 기획기술의 기술적 타당성 분석은 기획과제에서 도출된 기술개발의 적절성, 성공 가능성 및 기존 사업과의 중복성을 검토하여 기술적 타당성을 도출함

<표 91> 기술적 타당성 검토를 위한 분석의 틀

구분	대항목	검토내용	소항목
기술적 타당성	기술개발의 적절성	· 목표 설정의 적절성 · 세부 내용의 구체성과 연계성	· 기획전문가 구성 등의 적절성 · 사업목표 및 내용의 적절성
	기술개발 성공가능성	· 본 기획기술의 발전추세가 투자 근거로 합리적인지 검토	· 관련 논문, 기술 및 특허 동향 분석
	기존 사업과의 중복성	· 연구개발사업의 재정부용상 낭비 요인 최소화를 통한 중복성 검토	· NTIS 활용 중복성 검토 · 유사사업과의 중복성 검토

가) 전기자동차 제작 안전 확보 및 화재 진압 기술 개발 기술적 타당성 검토

(1) 기술개발 계획의 적절성

- 본 기획기술에 대한 기술개발계획의 적절성은 기획전문가 집단의 적절성, 연구개발 수요과약 및 우선순위 설정의 적절성, 사업목표의 적절성, 기술 구성 및 내용의 적절성 측면에서 검토하였음
- 검토 결과 전기자동차 제작 안전 확보 및 화재 진압 기술은 상위계획에 근거한

이슈 발굴 및 연차별로 구체적인 목표를 수립하였으며, 각 기술 간 연계를 체계적으로 고려한 것으로 판단됨

<표 92> 전기자동차 제작 안전 확보 및 화재 진압 기술 적절성 검토 항목 및 검토결과 요약

구분	검토내용
기획전문가 집단의 적절성	- 전기자동차의 제작 안전 확보를 위한 BMS 안전기준, 배터리 화재안전 기술, 화재 지연 및 진압기술 등을 개발함 - 이를 위해 자동차 검사를 수행 및 관리하는 한국교통안전공단이 주관하며, 자동차 검사 관련 기술 개발 및 평가 전문기관인 한국자동차 연구원과 전기자동차 충전장치 개발, 검사표준화법 등의 연구를 진행한 중부대학교가 참여하였음
연구개발 수요파악 및 우선순위 설정의 적절성	- 본 기획기술과 관련된 연구계·학계를 포함하여 본 기술을 적용할 수 있는 업계 기술수요 파악 - 기획연구진 외 전문가 집단을 활용하여 기술의 우선순위 결정
사업목표의 적절성	전기자동차 제작 안전 확보를 위한 이슈 발굴, 상위계획과의 연계한 구체적 목표 설정

○ 기획전문가 구성

- 본 기획기술은 전기자동차 제작 안전 확보 및 화재 진압 기술 개발이 가능한 전문가 집단으로 구성하였으며, 업계 7인, 학계 2인, 연구계 1인 등 총 10명으로 구성되어 산학연 조화를 이루었음

<표 93> 전기자동차 운행 안전 확보를 위한 검사 기술의 기획위원회 구성

학계	연구계	산업계	수요기관	합계
2인	1인	7인	-	10인

○ 사업목표 및 내용의 적절성

- 본 기획기술은 최종적으로 전기자동차 제작 안전 확보 및 화재 진압 기술을 개발하기 위해 총 3개의 세세부로 기술 개발을 계획하였음
- 세부 기술은 크게 BMS 고도화를 위한 배터리 시스템 인증 체계 구축 및 검증, 배터리 시스템 화재 안전 강건화 검증 시험방법 개발, 전기자 화재 확산 지연을 위한 화재 진압 차량 개발로 구분하였음

<표 94> 전기자동차 운행 안전 확보를 위한 검사 기술 개발 기획과제에 따른 성과물 기반 로드

세세부과제	연구내용
BMS 고도화를 위한 배터리 시스템 인증 체계 구축 및 검증	• 배터리 안전성 확보를 위한 BMS 안전 감지기능 확보 기술 개발 • 긴급 호출 기능 구현을 통한 화재 확산 방지 기술 개발 • 차량 레벨의 구현 방안 제시 및 검증 기법 개발
배터리 시스템 화재 안전 강건화 검증 시험방법 개발	• 단셀 열폭주로 인한 열전이 시험 시나리오 개발 • 단셀 열폭주로 인한 열전이 지연 및 방지를 위한 시험기법 개발 • 차량 레벨의 열폭주 열전이 방지 및 지연 시험 기법 개발 • 배터리 화재 확산 방지를 위한 안전성 관리 기술 제도화 방안 제시
전기차 화재 확산 지연을 위한 화재 진압 차량 개발	• 전기자동차 화재 진압을 위한 배터리의 안전 감지 및 제도화 기술 개발 • 저장 진압을 통한 효율적인 화재 진압 차량 제작 및 검증 • 전기자동차 충전 상태에 따른 화재 확산 방지 시나리오 개발

(2) 기술개발 성공 가능성

- 전기자동차 제작 안전 확보 및 화재 진압 기술 개발 기술의 성공가능성 분석을 위하여 관련 논문 동향, 기술 동향, 특허 동향을 파악하여 기술추세를 분석함

○ 논문동향

- 전기자동차 제작 안전 관련 논문은 총 9개로, 세부적인 논문별 내용은 다음의 표와 같음

<표 95> 전기자동차 제작 안전 관련 논문 동향

세세부과제	연구내용
Early Detection of Failing Automotive Batteries Using Gas Sensors(2021)	• 본 논문에서는 열폭주(TR) 전후에 배터리 고장 시 발생하는 가스를 자세히 조사하고 배터리 사고의 조기 감지기로 다양한 가스 센서를 사용하는 방법을 테스트하고 제안합니다. 여러 상업적으로 이용 가능한 가스 센서의 응답은 4가지 배터리 고장 사례에서 테스트하였음
Fiber Optic Sensing Technologies for Battery Management Systems and Energy Storage Applications(2021)	• 본 연구의 목표는 일반 작동을 위한 국부적 온도, 변형률, 압력 및 굴절률을 포함한 배터리 내부 매개변수 측정의 실질적인 구현은 물론 열에 대한 온도 구배 및 배기 가스 감지와 같은 외부 측정을 가능하게 하는 발전
A Fault Diagnosis Method for Lithium-Ion Battery Packs Using Improved RBF Neural Network(2021)	• 본 논문에서는 개선된 RBF(Radial Basis Function) 신경망을 이용한 전기자동차 전원 배터리의 고장 진단 방법을 제시하였음

세세부과제	연구내용
Electrical Response of Mechanically Damaged Lithium-Ion Batteries(2020)	• 본 논문에서는 리튬 이온 전지의 전기적 응답에 대한 기계적 변형의 영향을 조사하여 전지를 시각적으로 검사할 수 없는 손상을 감지하는 데 사용할 수 있는 전기적 응답 매개변수를 도출하였음
Thermal Runaway Prognosis of Battery Systems Using the Modified Multiscale Entropy in Real-World Electric Vehicles(2021)	• 본 연구는 전기 버스의 Li(NiCoMn)O ₂ 삼원 배터리에 대한 실제 시나리오 기반 열 폭주 예측을 제시하고 중국 전기 자동차에 대한 국가 모니터링 및 관리 플랫폼에서 이력 작동 데이터를 확인하여 배터리 안전성 진단 여부를 확인하였음
Online internal short circuit detection method considering equalization electric quantity for lithium-ion battery pack in electric vehicles(2021)	• 본 연구는 전기 자동차 안전 개선을 위해 라우팅 검사 접근 방식을 이용해 내부 단락을 정확하게 감지하는 방안을 검증하는 것임
Battery Fault Diagnosis for Electric Vehicles Based on Voltage Abnormality by Combining the Long Short-Term Memory Neural Network and the Equivalent Circuit Model(2021)	• 본 연구는 장단기 기억 순환 신경망과 등가 회로 모델을 결합하여 새로운 배터리 결함 진단 방법을 제시하고 장단기 기억 순환 신경망과 등가 회로 모델을 결합하여 새로운 배터리 결함 진단 방법을 제시하였으며, 그 결과 잠재적인 배터리 셀 고장에 대한 정확한 고장 진단과 열 폭주 셀의 정확한 위치를 찾을 수 있음을 확인하였음
Binary classification model based on machine learning algorithm for the DC serial arc detection in electric vehicle battery system(2019)	• 본 연구에서는 DC 직렬 아크 결함을 효과적으로 감지하기 위해 기계 학습 알고리즘을 기반으로 하는 이진 분류 모델 제안
A model-based sensor fault diagnosis scheme for batteries in electric vehicles(2021)	• 본 논문에서는 재귀적 최소제곱(RLS) 및 무향 칼만 필터(UKF) 알고리즘을 사용하여 전압 센서와 전류 센서에 대한 모델 기반 센서 오류 진단 기법과 내결함성 제어 전략을 제안함

○ 기술동향

- 미국 Texas Instruments社は 양방향 링 구성을 사용한 이중화 설계를 통해, 배터리와 모니터링 ASIC 사이의 고장, 개방 또는 단락이 발생한 경우 제어 프로세스가 모든 배터리 모니터링 ASIC와의 통신을 지속할 수 있도록 설계 함으로써, 배터리를 관리할 수 있도록 기술을 개발하였음
- 독일은 자동차에 탑재된 첨단 안전장치에 대해서는 검사에 필요한 정보를 법령을 통해 검사기관에 의무적으로 제공하고 있으며, 독일 검사기술연구소(FSD)에서 전자식 안전장치 검사방법 및 장비 개발을 통해 검사소에 적용하고 있음
- 또한 독일 FSD가 개발한 전자제어 진단기는 13개 시스템의 검사, 50개의 첨단안전장치에 대한 검사가 가능함
- 일본은 내연기관 자동차에서 활용하였던 OBD를 활용한 검사방법을 2024년 전기 자동차에도 적용하기 위한 연구개발을 진행하고 있음

- 중국에서는 2017년 12월 29일 발행된 GB/T 35179-2017 표준에서는 6가지 분야로 전기자동차 테스트 장비/방법을 제공하고 있음
 - General Electric Safety
 - Battery Management Data
 - Driving Efficiency
 - Electric Consumption
 - Battery Service performance
 - Electromagnetic Environment Safety
- 중국 COSBER社 에서는 GB/T 35179-2017 표준에 따라, 2019년 OBD 기반의 전기 자동차 검사 장비 및 3단계 프로세스를 개발하여 적용하고 있음
 - 1단계 테스트 : General Electric Safety Check
 - 2단계 테스트 : Battery Management Data
 - 3단계 테스트 : Battery Capacity Test

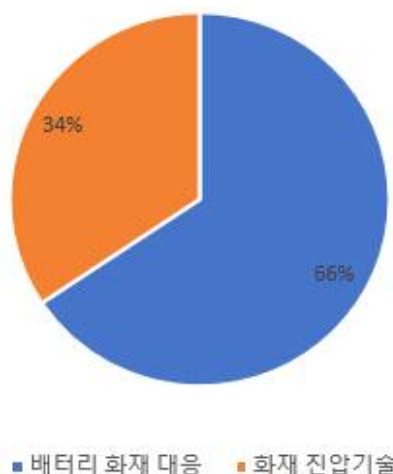
○ 특허동향

- 전기자동차 제작 안전 관련 특허를 살펴본 결과 국내외 총 259개의 특허가 조사 되었으며, 중국이 가장 많은 특허를 보유하고 있는 것으로 분석되었음

<표 96> 전기자동차 제작 안전 관련 특허 조사 결과

한국	일본	미국	유럽	중국	합계
35건	36건	37건	15건	136건	259건

- 전기자동차 제작 안전 관련 특허를 세부적으로 살펴보면 배터리 화재 대응 > 화재 진압기술 순으로 비중을 차지함



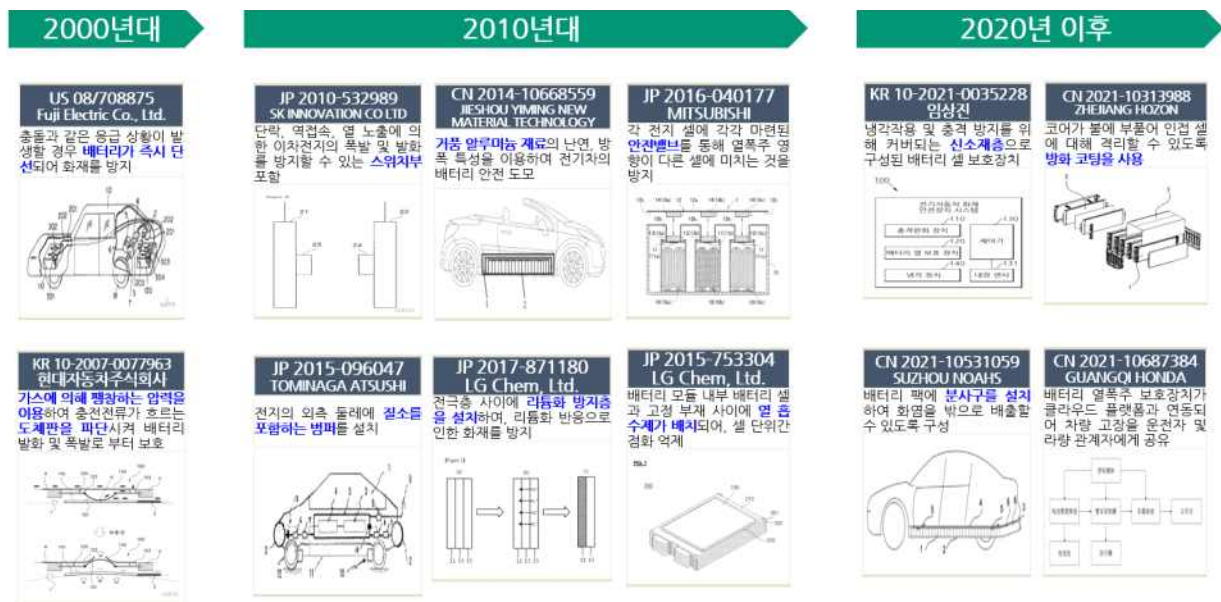
[그림 79] 전기자동차 제작 안전 관련 특허 구분

- 전기자동차 제작 안전 관련 상위 출원인 출원 동향을 살펴보면 다음의 표에서 보는 바와 같이 현대자동차주식회사가 13건으로 가장 많았으며, 주식회사 SK Innovation 8건, LG CHEM 7건 등으로 우리나라가 상위 출원인을 등록된 것을 알 수 있음

<표 97> 전기자동차 제작 안전 관련 상위 출원인 동향

구분	상위 출원인	구분	상위 출원인
1	현대자동차주식회사(13건)	6	ELKEM SILICONES USA CORP(5건)
2	SK Innovation co.,Ltd.(8건)	7	ZHENGZHOU YUTONG BUS Co.,Ltd.(5건)
3	LG CHEM, LTD.(7건)	8	Valment Automotive Oy(4건)
4	MITSUBISHI(6건)	9	BEIJING ELECTRIC VEHICLE Co.,Ltd.(4건)
5	Zhefu Intelligent System(Shanghi) Co., Ltd.(5건)	10	HOCHIKI CORP(4건)

- 제작안전 기술은 2000년대 이전에는 배터리와의 배선 단선, 도체판을 파단 하는 물리적인 방법을 이용하여 화재의 발생/확산을 억제하였으며, 2010년대 이후에는 물리적 방법뿐만 아니라, 안전벨트를 사용하는 방법, 배터리 모듈 내부에 화재 방지를 위한 리튬화 방지층, 열 흡수제를 이용하는 방향으로 발전하였음
- 최근 2020년대에 들어서는 신소재층, 방화코팅 등을 적용하는 방법뿐만 아니라, 배터리 내부 화염을 밖으로 분출할 수 있도록 분사구를 포함하는 등 기존의 기술을 활용하는 방향으로 발전하고 있음



[그림 80] 전기자동차 제작 안전 관련 특허 발전 방향

나) 전기자동차 운행안전 확보를 위한 관리 기술 개발 기술 기술적 타당성 검토

(1) 기술개발 계획의 적절성

- 본 기획기술에 대한 기술개발계획의 적절성은 기획전문가 집단의 적절성, 연구개발 수요파악 및 우선순위 설정의 적절성, 사업목표의 적절성, 기술 구성 및 내용의 적절성 측면에서 검토하였음
- 검토 결과 전기자동차 운행 안전 확보를 위한 검사 기술은 상위계획에 근거한 이슈 발굴 및 연차별로 구체적인 목표를 수립하였으며, 각 기술 간 연계를 체계적으로 고려한 것으로 판단됨

<표 98> 전기자동차 운행안전 확보를 위한 검사 기술 적절성 검토 항목 및 검토결과 요약

구분	검토내용
기획전문가 집단의 적절성	• 전기자동차의 고전압 및 기능 안전성, 전기자동차 전력 구동시스템 안전성 평가 기술을 개발하여 전기자동차 정기적 안전관리 제도화 방안 제시 • 이를 위해 자동차검사를 수행 및 관리하는 한국교통안전공단이 주관하며, 자동차 검사 관련 기술 개발 및 평가 전문기관인 한국자동차 연구원과 전기자동차 충전장치 개발, 검사표준화법 등의 연구를 진행한 중부대학교가 참여하였음
연구개발 수요파악 및 우선순위 설정의 적절성	• 본 기획기술과 관련된 연구계·학계를 포함하여 본 기술을 적용할 수 있는 업계 기술수요 파악 • 기획연구진 외 전문가 집단을 활용하여 기술의 우선순위 결정
사업목표의 적절성	• 전기자동차 운행 안전 확보를 위한 이슈 발굴, 상위계획과의 연계한 구체적 목표 설정

(2) 기획전문가 구성 등의 적절성

○ 기획전문가 구성

- 전기자동차 운행 안전 확보를 위한 검사 기술 개발이 가능한 전문가 집단으로 구성하였으며, 업계 6인, 학계 3인, 연구계 2인, 수요기관 1인 등 총 12명으로 구성되어 산학연 조화를 이루었음

<표 99> 전기자동차 운행안전 확보를 위한 검사 기술의 기획위원회 구성

학계	연구계	산업계	수요기관	합계
3인	2인	6인	1인	12인

○ 사업목표 및 내용의 적절성

- 본 기획기술은 최종적으로 전기자동차 운행 안전 확보를 위한 검사 기술 개발을 위해 총 3개의 세부로 기술 개발을 계획하였으며, 크게 고전압 및 기능 안전, 전력 구동시스템 안전, 안전관리 제도화로 구분하였음

<표 100> 전기자동차 운행안전 확보를 위한 검사 기술 개발 기획과제에 따른 성과물 기반 로드

세세부과제	연구내용
전기자동차 고전압 및 기능 안전성 평가기술 개발	• 전기자동차 절연저항 검사장비 및 검사기술 개발 • 저소음자동차 경고음 발생장치 검사장비 및 검사기술 개발 • 영상인지 기술 기반의 배터리 팩 하부 파손 검사기술 개발 • 전기자동차 검사를 위한 시범운영 진로 구축 및 실증
전기자동차 전력 구동시스템 안전성 평가기술 개발	• 주행상태를 재현한 운행 안전성 평가기술 개발 • 전력 구동시스템 성능 검사 기준 도출을 위한 알고리즘 개발 • 전력 구동시스템 성능 확인 주요 인자 도출에 따른 평가기술(안) 개발
전기자동차 정기적 안전관리 제도화 방안 연구	• 검사대상, 검사주기, 재검사 및 벌칙 등 제도화 방안 연구 • 전기자동차 기술 정보를 활용한 검사 및 정비 활용 방안 연구 • 전기자동차 관능검사 검사기준 및 방법 고도화(안) 제시

(3) 기술개발 성공 가능성

- 전기자동차 운행 안전 확보를 위한 관리 기술 개발 기술의 성공가능성 분석을 위하여 관련 논문 동향, 기술 동향, 특허 동향을 파악하여 기술추세를 분석함

○ 논문동향

- 전기자동차 운행 안전 관련 논문은 많지 않았으며 세부적인 논문별 내용은 다음의 표와 같음

<표 101> 전기자동차 운행안전 관련 논문 동향

세세부과제	연구내용
Objective evaluation of the sound quality of the warning sound of electric vehicles with a consideration of the masking effect: Annoyance and detectability(2017)	• 본 논문에서는 마스킹 효과를 고려하여 배경 소음으로 마스킹된 경고음의 음질을 평가하는 방법을 개발하였음
Online multi-fault detection and diagnosis for battery packs in electric vehicles(2020)	• 본 논문에서는 비중복 교차형 측정 회로와 개선된 상관 계수 방법을 기반으로 온라인 다중 결함 진단 방법을 제안함
Time-Efficient Fault Diagnosis of a BLDC Motor Drive Deployed in Electric Vehicle Applications(2020)	• 본 논문에서는 EV 애플리케이션을 위한 PM형 BLDC 모터의 중요성과 고장 조건에 노출될 때 모터의 시간 효율적인 고장 진단 방법을 제시하고 있음

○ 기술동향

- 전기자동차 운행 안전 관련 국외 기술 동향을 미국, 독일, 일본, 중국으로 구분하여 살펴본 결과 국외에서는 전기자동차 운행 안전 관련 기술 및 검사기준을 개발, 도입하고 있음
- 미국은 전기자동차 전문 정비 업체 Voltek Hybrid & EV Repair社는 축적된 전기

자동차 배터리 상태 DB에서 배터리 셀 단위의 이상을 진단 및 예후 분석하여 해당 셀만 교체하는 진단 플랫폼 개발

- 독일 다임러 그룹은 전기자동차 배터리 사용에 따른 상태 데이터를 수집하여 DB화 하고 모델링하여 이를 기반으로 한 배터리 열화도 및 수명 진단/예측 플랫폼 구축
- 일본 A&D Technology는 iTest 배터리를 통해 전력 프로세스 시스템, 공기 냉각제 시스템, BMS, 냉각 시스템과 같은 시험 등을 수행할 수 있는 검증된 드라이버를 보유 중이며, 차량 데이터가 동기화된 HILS를 통해 다양한 안정성 시뮬레이션 시스템을 구축하고 있음
- 국립배터리기술연구소(BIT)에서는 전기자동차 서비스 및 관리센터(SMC-EV)를 설립하고, 주행중인 전기차의 센서를 통해 수집된 배터리의 온도, 전압, 모터, 인버터 상태 등의 빅데이터를 엔트로피로 분석 및 수치화하여 실시간으로 차량의 상태를 진단 및 예후 분석하는 빅데이터 플랫폼을 구축하였음
- Neusoft T-Box는 GB/T32960(표준 ID) 기반의 전기자동차 안전성 진단을 수행하여, SOC/SOH 진단 정밀도를 95% 이상, 배터리팩 연결 상태 모니터링 등 고장 진단 및 코드 표시 기능을 탑재함

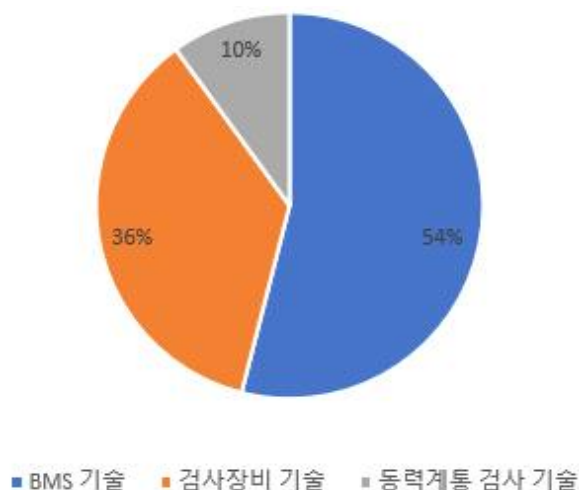
○ 특허동향

- 전기자동차 운행 안전 관련 특허를 살펴본 결과 국내외 총 100개의 특허가 조사 되었으며, 중국이 가장 많은 특허를 보유하고 있는 것으로 분석되었음

<표 102> 전기자동차 운행안전 관련 특허 조사 결과

한국	일본	미국	유럽	중국	합계
25건	11건	13건	1건	50건	100건

- 전기자동차 운행 안전 관련 특허를 세부적으로 살펴보면 BMS 기술 > 검사장비 기술 > 동력계통 검사 기술 순으로 비중을 차지함



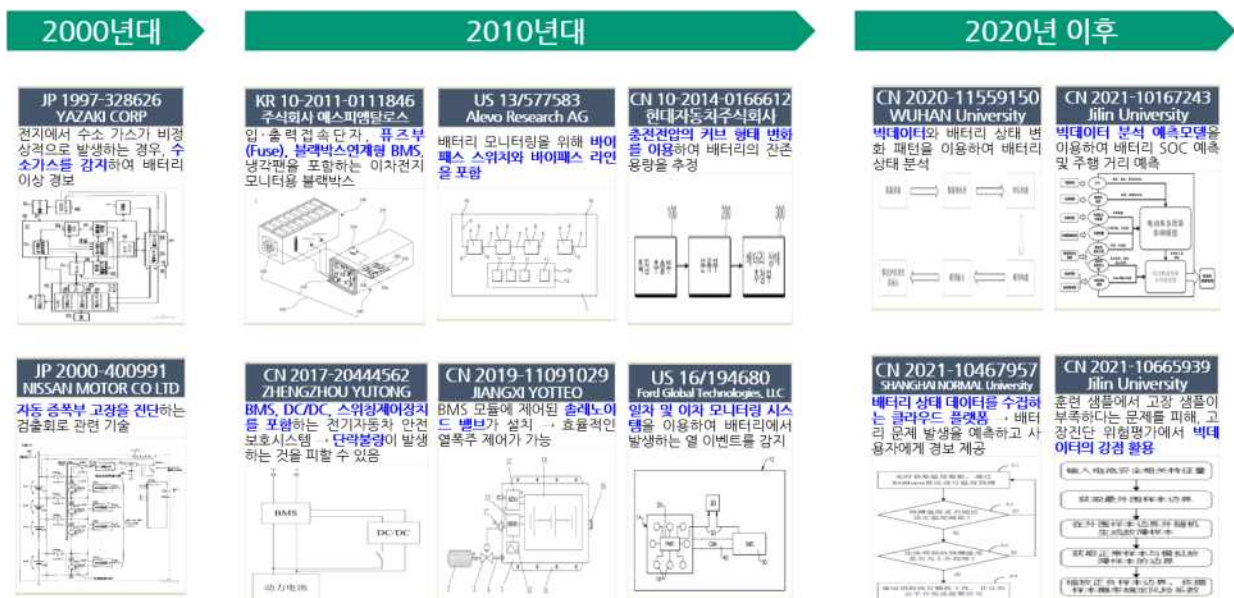
[그림 81] 전기자동차 운행 안전 관련 특허 구분

- 전기자동차 운행 안전 관련 상위 출원인 출원 동향을 살펴보면 다음의 표에서 보는 바와 같이 현대자동차주식회사가 6건으로 가장 많았으며, 주식회사 현대케피코 3건, 그 외 기관은 2건으로 동일하였음

<표 103> 전기자동차 운행안전 관련 상위 출원인 동향

구분	상위 출원인	구분	상위 출원인
1	현대자동차주식회사(6건)	6	BEIJING LIANCHUANG DRIVE TECHNOLOGY CO.,LTD.(2건)
2	주식회사 현대케피코(3건)	7	University of Science and Technology of China(2건)
3	ZHENGZHOU YUTONG BUS Co.,Ltd.(2건)	8	Jilin University(2건)
4	WUHAN University of Technology(2건)	9	YANTAI CHUNGWAY NEW ENERGY TECHNOLOGY CO.,LTD(2건)
5	Atieva.Inc.(2건)	10	LG CHEM,LTD(2건)

- 운행 안전 기술은 2000년대 이전에는 센서를 이용하여 배터리에서 발생하는 전기신호 및 가스를 측정하고 이상을 감지하는 기술로 시작하였으며, 2010년대 이후 단순 센서에서 발전하여 블랙박스, 스위치를 포함하는 다양한 회로를 이용하는 방향으로 발전하였음
- 최근 2020년대에 들어서는 배터리 및 차량에서 측정된 값들을 차량 자체에서 분석하는 것에서 벗어나, 빅데이터, 클라우드, 인공지능과 같은 첨단 IT 기술을 접목하여 전기자동차의 안전을 도모할 수 있도록 발전하였음



[그림 82] 전기자동차 운행 안전 관련 특허 발전 방향

다) 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리 체계 개발 기술적 타당성 검토

(1) 기술개발 계획의 적절성

- 본 기획기술에 대한 기술개발계획의 적절성은 기획전문가 집단의 적절성, 연구개발 수요파악 및 우선순위 설정의 적절성, 사업목표의 적절성, 기술 구성 및 내용의 적절성 측면에서 검토하였음

<표 104> 전기자동차 제작 안전 확보 및 화재 진압 기술 적절성 검토 항목 및 검토결과 요약

구분	검토내용
기획전문가 집단의 적절성	• 전기자동차 전문인력 양성 제도 개발, 전기자동차 전문인력 양상을 위한 전문 교육 플랫폼 개발 등을 통해 전기자동차 정비를 위한 정비사업자 관리기술을 개발하는 것이 목표임 • 이를 위해 자동차 검사를 수행 및 관리하는 한국교통안전공단이 주관하며, 자동차 검사 관련 기술 개발 및 평가 전문기관인 한국자동차 연구원과 전기자동차 충전장치 개발, 검사표준화법 등의 연구를 진행한 중부대학교가 참여하였음
연구개발 수요파악 및 우선순위 설정의 적절성	• 본 기획기술과 관련된 연구계·학계를 포함하여 본 기술을 적용할 수 있는 업계 기술수요 파악 • 기획연구진 외 전문가 집단을 활용하여 기술의 우선순위 결정
사업목표의 적절성	• 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리체계 개발을 위한 이슈 발굴, 상위 계획과의 연계한 구체적 목표 설정

○ 기획전문가 구성

- 본 기획기술은 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리 체계 개발이 가능한 전문가 집단으로 구성하였으며, 업계 4인, 학계 7인, 연구계 1인 등 총 12명으로 구성되어 산학연 조화를 이루었음

<표 105> 전기자동차 운행 안전 확보를 위한 검사 기술의 기획위원회 구성

학계	연구계	산업계	수요기관	합계
7인	-	4인	1인	12인

○ 사업목표 및 내용의 적절성

- 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리 체계 개발의 성공가능성 분석을 위하여 관련 논문 동향, 기술 동향, 특허 동향을 파악하여 기술추세를 분석함
- 그 결과 해당 기술은 전기자동차 정비검사 전문인력 양성과 관련된 항목으로 국내외에서 국가가 정책적·제도적으로 지원하는 분야로 전문인력 양식/교육 관련 인프라 구축 관련 기술, 전문정비 관련 특허 부분은 미미한 것으로 확인됨

(2) 기술개발 성공 가능성

- 전기자동차 운행 안전 확보를 위한 관리 기술 개발 기술의 성공가능성 분석을 위하여 관련 기술 동향, 특허 동향을 파악하여 기술추세를 분석함

○ 기술동향

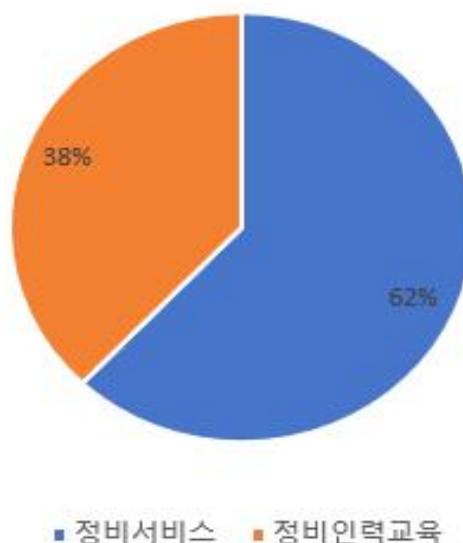
- 국내 전기자동차 전문인력 양성 교육기관으로 독일의 시험인증기관인 TUV가 주관하는 ‘전기차 안전교육’이 있으며, 국내 기업으로는 현대기아차에서 자체적으로 전기차 정비기술인증제도를 도입하여 진행하고 있음
- 독일에서는 전기 자동차 수리 자격이 법으로 정해져 있으며, DEKRA Academy를 통해서 교육대상(연구개발 분야/생산 분야)에 따라 교육이 이루어지고 있음
- 미국은 비영리 기관인 ASE에서 전기자동차의 진단 및 수리를 수행하는 기술자를 대상으로 하는 L3 인증을 개발하여 운영하고 있으며, 테슬라에서도 자체적으로 전기자동차 수리 레벨에 따라서 단계를 나누어 교육을 제공하고 있음
- 일본은 전기자동차 등의 정비업무에 관한 특별교육의 과목·범위·시간을 규정하고 있으며, 그 밖에 전문학교 교육을 통해서 전기자동차 정비에 관한 지식을 배울 수 있음
- 중국은 신에너지 자동차 진단 및 정비기사 평가를 통해 자격증을 발급하고 있으며, 자격증 취득을 위한 교육 내용에는 “고전압 전기제어계통 유지보수” 교육이 포함되어 있음

○ 특허동향

- 전기자동차 전문정비 관련 특허를 살펴본 결과 국내외 총 29개의 특허가 조사되었으며, 중국이 가장 많은 특허를 보유하고 있는 것으로 분석되었음

<표 106> 전기자동차 전문정비 관련 특허 조사 결과

한국	일본	미국	유럽	중국	합계
6건	1건	2건	-	20건	29건



[그림 83] 전기자동차 전문정비 관련 특허 구분

- 전문정비 기술의 경우, 상위 출원인들은 기술개발을 하지 않고 있으며, 중국 및 한국의 일부 기업/기관에서 1~2건 출원을 진행하고 있어 연구개발이 막 시작된 초기 단계로 보여짐

<표 107> 전기자동차 전문정비 관련 상위 출원인 동향

구분	상위 출원인	구분	상위 출원인
1	CAIWULUI(2건)	6	STATE GRID CORPORATION OF CHINA(1건)
2	CHONGQING INDUSTRY POLYTECHNIC COLLEGE(2건)	7	FORD GLOBAL TECHNOLOGIES, LLC(1건)
3	Guangzhou Mingzhu Electronic Control Equipment Technology Co.,Ltd(2건)	8	Wuxi Institute of Commerce(1건)
4	엘지전자 주식회사(1건)	9	한국교통안전공단(1건)
5	TIANJIN UNIVERSITY(1건)	10	주식회사 엔제로(1건)

4) 경제적 타당성

가) 전기자동차 제작안전 확보 및 화재 진압 기술 개발 기술 경제적 타당성 검토

(1) 세부 기술간 연계도



[그림 84] 전기자동차 제작안전 확보 및 화재 진압 기술 개발 세부 연구내용 구성

(2) 세부 연구내용

○ BMS 고도화를 위한 배터리 시스템 인증 체계 구축 및 검증

① 배터리 안전성 확보를 위한 BMS 안전 감지기능 확보 기술 개발

- ② 긴급 호출 기능 구현을 통한 화재 확산 방지 기술 개발
- ③ 차량 레벨의 구현 방안 제시 및 검증 기법 개발

○ 배터리 시스템 화재 안전 강건화 검증 시험방법 개발

- ① 단셀 열폭주로 인한 열전이 시험 시나리오 개발
- ② 단셀 열폭주로 인한 열전이 지연 및 방지를 위한 시험기법 개발
- ③ 차량 레벨의 열폭주 열전이 방지 및 지연 시험 기법 개발
- ④ 배터리 화재 확산 방지를 위한 안전성 관리 기술 제도화 방안 제시

○ 전기자동차 화재 확산 지연을 위한 화재 진압 차량 개발

- ① 전기자동차 화재 진압을 위한 배터리의 안전 감지 및 제도화 기술 개발
- ② 저장 진입을 통한 효율적인 화재 진압 차량 제작 및 검증
- ③ 전기자동차 충전 상태에 따른 화재 확산 방지 시나리오 개발

(3) 경제성 분석

○ 기준년도 및 할인율 정의

- 본 연구의 편익과 비용 산정의 분석 기준년도는 2026년으로 설정하였으며, 분석 기간은 10년(2036년), 15년(2041년), 20년(2046년) 단위로 분석함
- 또한 본 과업에서는 사회적 할인율은 수정·보완된 예비타당성조사『일반지침(제6판)』 사회적 할인율의 조정(2016)에서 제시된 할인율 4.5%를 적용

○ 연도별 전기자동차 누적대수 및 신규차량대수 추정

- 연차별 전기자동차 보급계획 추정 결과에서 제시한 전기자동차 누적대수 및 신규차량대수를 활용함

○ 분석 시나리오 정의

- 2017년 ~ 2020년까지 정부의 친환경차 도입 목표⁵⁸⁾와 결과⁵⁹⁾를 비교해보면 평균 약 68% 정도의 달성률을 보이기 때문에 2050년까지 정부의 보급계획은 지극히 낙관적인 것으로 볼 수 있으며, 정부의 전기자동차 보급목표를 4가지(낙관적, 중립적, 비관적, 절망적)로 구분하여 경제성 분석을 수행하고자 함

58) 관계부처 합동(2015), 제3차 환경친화적자동차 개발 및 보급 기본계획

59) 환경부(2020), 환경부, 친환경 미래 모빌리티 보급에 박차 보도자료

<표 108> 친환경차 연차별 보급 목표 달성률(2017 ~ 2020년 기준)

구분	2017년	2018년	2019년	2020년	합계
목표(대)	30,000	40,000	50,000	70,000	200,000
결과(대)	25,108	30,648	34,162	45,044	134,962
달성률(%)	83.69	76.62	68.32	64.35	67.48

자료 : 관계부처 합동(2021), 제4차 친환경자동차 기본계획(2021~2025)

<표 109> 분석 시나리오 정의

구분	내용
낙관적 시나리오 (S1)	· 2050년까지 정부의 계획대로 전기자동차 보급 목표를 달성하는 경우
중립적 시나리오 (S2)	· 2030년, 2050년 정부의 전기자동차 보급 목표를 70% 달성하는 경우
비관적 시나리오 (S3)	· 2030년, 2050년 정부의 전기자동차 보급 목표를 50% 달성하는 경우
절망적 시나리오 (S4)	· 2030년, 2050년 정부의 전기자동차 보급 목표를 30% 달성하는 경우

○ 비용 항목 검토

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

① 관련 검사장비 구매 비용 추정

- 연구개발을 진행하는 1세부 과제진으로부터 협의된 비용 항목은 다음과 같음
- 배터리 시스템 열전이 시험을 위한 기반 마련 비용 필요
 - 배터리 시스템 열전이 시험장비 : 5억원/대
- 관련 구축 장비의 유지보수비용은 매년 구매가격의 10%로 정의

② 제작사 부담 비용 추정

- 제작사 부담 비용은 전기자동차 내 설치하는 장치 및 배터리 시스템 열전이 시험검사 비용임
- 전기자동차 설치비용
 - 자동호출장치 설치비용 : 20,000원/대 * 신규전기차량(연차별)
 - 화재지연장치 설치비용 : 200,000원/대 * 신규전기차량(연차별)

- 차량 정보 자동 전송 기술 설치비용 : 20,000원/대 * 신규전기차량(연차별)
- 배터리 시스템 열전이 시험비용 : 1,000,000원/회(제작사가 의뢰하여 진행하며 연 4회 한다고 가정)
- 전기자동차 설치 장치의 유지보수비용은 매년 구매가격의 10%로 정의
- S1 시나리오의 연차별 전기자동차 설치비용 추정 결과는 다음과 같음

<표 110> 연차별 전기자동차 설치비용 추정 결과(S1)

구분	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
신규판매대수 (대)	370,806	370,808	370,808	370,808	370,808	36,170	36,170
설치비용 (천원/대)	240	240	240	240	240	240	240
전기자동차 설치비용 (천원)	88,993,440	88,993,920	88,993,920	88,993,920	88,993,920	8,680,771	8,680,771
구분	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
신규판매대수 (대)	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170
설치비용 (천원/대)	240	240	240	240	240	240	240
전기자동차 설치비용 (천원)	8,680,771	8,680,771	8,680,771	8,680,771	8,680,771	8,680,771	8,680,771
구분	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046
신규판매대수 (대)	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170
설치비용 (천원/대)	240	240	240	240	240	240	240
전기자동차 설치비용 (천원)	8,680,771	8,680,771	8,680,771	8,680,771	8,680,771	8,680,771	8,680,771

③ 관련 업계 부담 비용 추정

- 관련 업계가 부담하는 비용은 전기자동차 충전시설 설치비용으로 다음과 같음
- 전기자동차 충전시설 설치비용
 - 전기자동차 화재 진압 시스템 : 50,000원/대 * 신규전기차 충전시설(연차별)
- 2021년 관계부처합동으로 BIC3 산업별 중점 추진과제를 발표하였으며, 해당 문서 내 2025년까지 충전기(급속 및 완속)에 대한 보급 목표가 제시되어 있음

<표 111> 전기 충전인프라 구축 목표

구분	2017	2018	2019	2020	2021	2025
급속충전기	3,343	5,213	7,396	9,805	12,789	120,000
완속충전기	10,333	22,139	37,396	54,383	59,316	500,000
합계	13,676	27,352	44,792	64,188	72,105	620,000

자료 : 관계부처합동(2021년), BIC3 산업별 중점 추진과제

- 이를 바탕으로 보간법을 활용하여 2025년까지 충전기 누적설치대수 및 신규설치대수를 추정하였음

<표 112> 전기 충전인프라(누적/신규) 구축 목표

구분		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
누적 설치 대수	급속	3,343	5,213	7,396	9,805	12,789	39,592	66,395	93,197	120,000
	완속	10,333	22,139	37,396	54,383	59,316	169,487	279,658	389,829	500,000
	합계	13,676	27,352	44,792	64,188	72,105	209,079	346,053	483,026	620,000
신규 설치 대수	급속	3,343	1,870	2,183	2,409	2,984	26,803	26,803	26,803	26,803
	완속	10,333	11,806	15,257	16,987	4,933	110,171	110,171	110,171	110,171
	합계	13,676	13,676	17,440	19,396	7,917	136,974	136,974	136,974	136,974

- 정부는 2021년 2월에 제4차 친환경자동차 기본계획(2021~2025)을 발표하였으며, 해당 문서 내 전기자동차 보급대수의 50% 이상 충전인프라를 구축하는 것이 목표로 제시되어 있어 이를 근거로 2050년까지의 충전인프라를 보간법으로 추정하였음

<표 113> 시나리오별 전기 충전인프라 개소수 추정 결과

연도	S1		S2		S3		S4	
	누적대수	신규설치	누적대수	신규설치	누적대수	신규설치	누적대수	신규설치
2017년	13,676	13,676	13,676	25,108	13,676	25,108	13,676	25,108
2018년	27,352	13,676	27,352	30,648	27,352	30,648	27,352	30,648
2019년	44,792	17,440	44,792	34,162	44,792	34,162	44,792	34,162
2020년	64,188	19,396	64,188	45,044	64,188	45,044	64,188	45,044
2021년	72,105	7,917	72,105	134,962	72,105	134,962	72,105	134,962
2022년	209,079	136,974	124,269	52,164	89,174	17,069	75,136	3,031
2023년	346,053	136,974	176,433	52,164	106,243	17,069	78,167	3,031
2024년	483,026	136,974	228,597	52,164	123,312	17,069	81,197	3,031
2025년	620,000	136,974	280,761	52,164	140,380	17,069	84,228	3,031
2026년	758,384	138,384	306,020	25,259	160,829	20,449	96,497	12,269
2027년	943,788	185,404	331,278	25,259	181,277	20,449	108,766	12,269
2028년	1,129,192	185,404	356,537	25,259	201,726	20,449	121,036	12,269
2029년	1,314,596	185,404	381,796	25,259	222,175	20,449	133,305	12,269
2030년	1,500,000	185,404	407,055	25,259	242,623	20,449	145,574	12,269
2031년	1,518,085	18,085	432,314	25,259	263,072	20,449	157,843	12,269
2032년	1,536,170	18,085	457,573	25,259	283,520	20,449	170,112	12,269
2033년	1,554,255	18,085	482,832	25,259	303,969	20,449	182,381	12,269
2034년	1,572,340	18,085	508,091	25,259	324,417	20,449	194,650	12,269
2035년	1,590,425	18,085	533,349	25,259	344,866	20,449	206,920	12,269
2036년	1,608,510	18,085	558,608	25,259	365,315	20,449	219,189	12,269
2037년	1,626,595	18,085	583,867	25,259	385,763	20,449	231,458	12,269
2038년	1,644,680	18,085	609,126	25,259	406,212	20,449	243,727	12,269
2039년	1,662,764	18,085	634,385	25,259	426,660	20,449	255,996	12,269
2040년	1,680,849	18,085	659,644	25,259	447,109	20,449	268,265	12,269
2041년	1,698,934	18,085	684,903	25,259	467,557	20,449	280,534	12,269
2042년	1,717,019	18,085	710,161	25,259	488,006	20,449	292,804	12,269
2043년	1,735,104	18,085	735,420	25,259	508,455	20,449	305,073	12,269
2044년	1,753,189	18,085	760,679	25,259	528,903	20,449	317,342	12,269
2045년	1,771,274	18,085	785,938	25,259	549,352	20,449	329,611	12,269
2046년	1,789,359	18,085	811,197	25,259	569,800	20,449	341,880	12,269
2047년	1,807,444	18,085	836,456	25,259	590,249	20,449	354,149	12,269

연도	S1		S2		S3		S4	
	누적대수	신규설치	누적대수	신규설치	누적대수	신규설치	누적대수	신규설치
2048년	1,825,529	18,085	861,715	25,259	610,697	20,449	366,418	12,269
2049년	1,843,614	18,085	886,974	25,259	631,146	20,449	378,688	12,269
2050년	1,861,699	18,085	912,232	25,259	651,595	20,449	390,957	12,269

- 전기자동차의 충전시설의 유지보수비용은 매년 구매가격의 10%로 정의

④ 한국형 전기자동차 화재 진압 특수 차량 구매비용 추정

- 해당 차량은 소방서에서 구매하여 전기자동차 화재 진압 시 활용 가능한 장비로 우리나라 전국 소방서는 143개소⁶⁰⁾임

- 소방서별 1대의 차량은 구매한다고 가정하여 구매 비용 추정

· 100,000,000원/대 * 소방서(143개소) = 14,300,000,000원

- 본 차량의 유지보수비용은 매년 구매가격의 10%로 정의

⑤ 소비자 부담 비용 추정

- 해당 기술이 개발될 경우 추가 검사비용 및 장비 설치비용이 발생하여 전기자동차의 소비자가격 상승 가능성이 존재하나, 이에 대한 제작사의 명확한 가이드가 제시되지 않았기 때문에 해당 비용은 제외하였음

⑥ 비용 검토 결과 요약

- 전기자동차 제작 안전 검사기술 관련 비용 추정 결과는 다음과 같음

<표 114> 전기자동차 제작 안전 확보 기술 비용 항목 검토 결과

구분	내용	본 연구 반영 결과
자동차안전관리 기관	- 배터리 시스템 열전이 시험을 위한 기반 구축 비용 - 배터리 시스템 열전이 시험장비 : 5억원/대 - 관련 구축 장비의 유지보수비용은 매년 구매가격의 10%로 정의	반영
제작사	- 배터리 시스템 열전이 추가 시험 비용 - 시험비용 : 1,000,000원/회(제작사가 의뢰하여 진행) 1년에 4회 한다고 가정	반영
	- 전기자동차 설치비용 - 자동호출장치 설치비용 : 20,000원/대 * 신규전기차량(연차별) - 화재지연장치 설치비용 : 200,000원/대 * 신규전기차량(연차별) - 차량 정보 자동 전송 기술 설치비용 : 20,000원/대 * 신규전기차량	반영

60) <https://www.nfa.go.kr/nfa/introduce/status/firestationidfo/?searchDistance=10&searchMode=keyword&myX=16.0544068&myY=108.2021667&searchKeyword=%EC%84%9C%EC%9A%B8&pageIndex=1>

구분	내용	본 연구 반영 결과
	(연차별) · 관련 구축 장비의 유지보수비용은 매년 구매가격의 10%로 정의	
관련 업체	· 전기자동차 충전시설 설치비용 - 전기자동차 화재 진압 시스템 : 50,000원/대 * 신규전기자동차 충전시설 · 관련 구축 장비의 유지보수비용은 매년 구매가격의 10%로 정의	반영
소방서	· 한국형 전기자동차 화재 진압 특수 차량 구매비용 - 소방서 143개소 중 광역시 및 도청에서 1개씩 구매한다고 가정 - 100,000,000원/대 * 소방서(143개소) = 14,300,000,000원 · 관련 구축 장비의 유지보수비용은 매년 구매가격의 10%로 정의	반영
소비자	· 추가 시험, 추가 장비 설치로 차량구매가격 상승 - 해당 기술로 인한 전기자동차 차량가격 상승여부가 결정되지 않았고, 제작사 및 관련 업체에 해당 비용을 반영하였으므로 미반영	미반영

⑦ 비용 추정

- 비용 추정을 위해 앞서 해당 기술의 검사장비 구매 및 유지보수 비용을 산정한 결과는 다음과 같음

<표 115> 전기자동차 제작 안전 확보 기술 비용 추정(S1)

(단위 : 원)

연도	장비 구축 비용	시험비용	충전시설 설치비용	진압특수 차량구매 비용	전기자동차 설치비용	유지보수 비용	비용계
2026년	500,000,000	40,000,000	138,384	14,300,000,000	88,993,440,000	-	103,833,578,384
2027년	-	40,000,000	185,404	-	88,993,920,000	10,379,357,838	99,413,463,242
2028년	-	40,000,000	185,404	-	88,993,920,000	10,379,357,838	99,413,511,242
2029년	-	40,000,000	185,404	-	88,993,920,000	10,379,357,838	99,413,511,242
2030년	-	40,000,000	185,404	-	88,993,920,000	10,379,357,838	99,413,511,242
2031년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	10,379,357,838	19,100,195,008
2032년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116
2033년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116
2034년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116
2035년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116
2036년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116
2037년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116
2038년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116
2039년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116
2040년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116
2041년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116
2042년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116
2043년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116

연도	장비 구축 비용	시험비용	충전시설 설치비용	진압특수 차량구매 비용	전기자동차 설치비용	유비보수 비용	비용계
2044년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116
2045년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116
2046년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116

○ 편익 추정

- 편익항목은 본 기술개발이 완료된 시점에 도출 가능한 편익 항목은 사고안전성 편익, 사회적 편익, 시장창출 편익이 가능함

① 사고안전성 편익

- 전기자동차 화재사고는 전체 차량 화재와 비슷한 0.02% 수준임
- 전기자동차 화재 사고 감소 효과는 교통사고비용은 도로교통공단에서 발간한 ‘20 도로교통 사고비용의 추계와 평가 보고서를 이용하여 편익에 대한 화폐가치를 환산하고자 하며, 앞서 제시한 사상자 피해종별 평균비용의 중상비용을 적용하였음
- 그 결과 전기자동차 화재 사고 감소 효과를 추정한 결과 다음과 같음

<표 116> 연차별 전기자동차 화재사고 감소 편익 추정 결과(S1)

구분	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
신규판매대수 (대)	259,565	259,565	259,565	259,565	259,565	25,319	25,319
화재발생비율 (%)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
화재발생건수	74	74	74	74	74	7	7
중상사고비용 (천원)	5,055	5,055	5,055	5,055	5,055	493	493
구분	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
신규판매대수 (대)	25,319	25,319	25,319	25,319	25,319	25,319	25,319
화재발생비율 (%)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
화재발생건수	7	7	7	7	7	7	7
중상사고비용 (천원)	493	493	493	493	493	493	493
구분	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046
신규판매대수 (대)	25,319	25,319	25,319	25,319	25,319	25,319	25,319
화재발생비율 (%)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
화재발생건수	7	7	7	7	7	7	7
중상사고비용 (천원)	493	493	493	493	493	493	493

- 2017 ~ 2020년까지 국내 전기자동차 리콜 대수는 26,397대⁶¹⁾로 리콜비율은 약 19.6%임
- 또한 해당 기간 내 국내외 리콜 대수는 81,701대이며 리콜비용은 약 1조원으로 추정됨
- 이를 토대로 1대당 리콜비용을 산정하면 약 12,239,752원임
- S1시나리오의 연도별 리콜대수 및 리콜비용을 추정한 결과 다음의 표와 같음

<표 117> 연차별 전기자동차 리콜비용 감소 편익 추정 결과(S1)

구분	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
신규판매대수 (대)	259,565	259,565	259,565	259,565	259,565	25,319	25,319
리콜비율 (%)	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
리콜건수 (대)	72,525	72,526	72,526	72,526	72,526	7,074	7,074
리콜비용 (천원/대)	12,240	12,240	12,240	12,240	12,240	12,240	12,240
리콜비용 감소편익 (천원)	887,692,289	887,697,077	887,697,077	887,697,077	887,697,077	86,589,007	86,589,007
구분	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
신규판매대수 (대)	25,319	25,319	25,319	25,319	25,319	25,319	25,319
리콜비율 (%)	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
리콜건수 (대)	7,074	7,074	7,074	7,074	7,074	7,074	7,074
리콜비용 (천원/대)	12,240	12,240	12,240	12,240	12,240	12,240	12,240
리콜비용 감소편익 (천원)	86,589,007	86,589,007	86,589,007	86,589,007	86,589,007	86,589,007	86,589,007
구분	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046
신규판매대수 (대)	25,319	25,319	25,319	25,319	25,319	25,319	25,319
리콜비율 (%)	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
리콜건수 (대)	7,074	7,074	7,074	7,074	7,074	7,074	7,074
리콜비용 (천원/대)	12,240	12,240	12,240	12,240	12,240	12,240	12,240
리콜비용 감소편익 (천원)	86,589,007	86,589,007	86,589,007	86,589,007	86,589,007	86,589,007	86,589,007

61) <https://www.fnnews.com/news/202102241822033115>

② 사회적 편익

- 본 기획기술 개발을 통해 얻을 수 있는 사회적 편익은 대기환경 개선 비용으로 전기자동차 안전 확보로 구매 건수 증가로 인해 대기환경이 좋아짐을 의미함
- 이를 위해서는 전기자동차 안전 확보에 따른 소비자의 구매의향 관련 설문조사 결과가 존재하여야 하는데, 문헌 검색 결과 대부분은 구매보조금, 세금 등의 혜택이나, 충전소 등의 설치 등에 의한 것으로 조사되어 편익으로의 반영이 어려움

③ 시장창출 편익

- 본 기획기술의 개발로 인한 시장창출 편익은 새로운 장비 개발을 통한 시장창출 효과와 새로운 장비 개발을 통한 해외 장비 판매 효과로 크게 2가지로 구분할 수 있음
- 본 기획기술로 인한 시장창출 효과 및 해외 장비 판매 효과는 현재 계획된 것이 없으므로 분석에서 제외함

④ 편익 항목 검토 결과 요약

- 전기자동차 제작 안전 검사기술 편익 항목 검토 결과 다음의 표와 같이 본 기획기술에서 반영하는 편익 항목은 사고안전성 편익으로 전기자동차 화재사고 예방을 통한 중상사고비용 및 전기자동차 배터리 리콜비용 감소 효과로 도출되었음

<표 118> 전기자동차 제작 안전 확보 기술 비용 항목 검토 결과

구분	내용	본 연구 반영 결과
사고안전성 편익	· 전기자동차 화재사고 감소 효과 - 전기감전사고 관련 신문기사는 존재하나, 보고된 사고건수가 없으므로 정량화하기 어려워 제외	반영
	· 전기자동차 배터리 리콜 비용 감소 효과 - 전기자동차 평균 수리비용과 2019년 기준 전기자동차 부적합률을 활용하여 산정	반영
사회적 편익	· 전기자동차 안전 확보로 구매 건수 증가로 인한 대기환경 개선 - 전기자동차 구매의 대부분은 구매보조금, 세금 등의 혜택이나, 충전소 등의 설치 등에 의한 것으로 조사된 연구결과가 대부분으로 근거를 찾기 어려워 제외	미반영
시장창출 편익	· 새로운 장비 개발을 통한 시장창출 효과 추정 - 신규 장비에 대한 시장창출 효과 추정 어려움	미반영
	· 새로운 장비 개발을 통한 해외 장비 판매 추정 - 신규 장비에 대한 해외 장비 판매 효과 추정 어려움	미반영

⑤ 편익 추정

- S1시나리오에 대해 전기자동차 화재사고 예방을 통한 중상사고비용 저감 효과 및 전기자동차 배터리 리콜비용 감소 효과 편익 추정 결과 다음의 표와 같음

<표 119> 전기자동차 제작 안전 확보 기술 비용 추정(S1)

(단위 : 원)

연도	화재사고 감소	리콜비용 감소	편익계
2026년	5,055,198	887,692,289,474	887,697,344,672
2027년	5,055,225	887,697,077,381	887,702,132,606
2028년	5,055,225	887,697,077,381	887,702,132,606
2029년	5,055,225	887,697,077,381	887,702,132,606
2030년	5,055,225	887,697,077,381	887,702,132,606
2031년	493,104	86,589,006,541	86,589,499,645
2032년	493,104	86,589,006,541	86,589,499,645
2033년	493,104	86,589,006,541	86,589,499,645
2034년	493,104	86,589,006,541	86,589,499,645
2035년	493,104	86,589,006,541	86,589,499,645
2036년	493,104	86,589,006,541	86,589,499,645
2037년	493,104	86,589,006,541	86,589,499,645
2038년	493,104	86,589,006,541	86,589,499,645
2039년	493,104	86,589,006,541	86,589,499,645
2040년	493,104	86,589,006,541	86,589,499,645
2041년	493,104	86,589,006,541	86,589,499,645
2042년	493,104	86,589,006,541	86,589,499,645
2043년	493,104	86,589,006,541	86,589,499,645
2044년	493,104	86,589,006,541	86,589,499,645
2045년	493,104	86,589,006,541	86,589,499,645
2046년	493,104	86,589,006,541	86,589,499,645

⑥ 경제성 분석 결과

- 할인율 4.5%를 기준으로 2026년부터 2045년까지 경제성 분석을 시행한 결과 S1 시나리오 B/C = 8.56, S4시나리오 7.37로 분석되었음

<표 120> 전기자동차 제작 안전 기술 경제성 분석 결과(할인율 4.5%, S1)

연도	비용						편익					
	장비 구축 비용	시험 비용	충전 시설 설치 비용	진압 특수 차량 구매 비용	전기자 동차 설치비 용	유비보 수 비용	비용계	비용 현재 가치	화재 사고 감소	리콜 비용 감소	편익계	편익 현재 가치
2026년	500,000,000	40,000,000	138,384	14,300,000,000	88,993,440,000	-	103,833,578,384	103,833,578,384	5,055,198	887,692,280,474	887,697,344,672	887,697,344,672
2027년	-	40,000,000	185,404	-	88,993,920,000	10,379,357,838	99,413,463,242	95,132,500,710	5,055,225	887,697,077,381	887,702,132,606	849,475,724,982
2028년	-	40,000,000	185,404	-	88,993,920,000	10,379,357,838	99,413,511,242	91,035,929,802	5,055,225	887,697,077,381	887,702,132,606	812,885,400,605
2029년	-	40,000,000	185,404	-	88,993,920,000	10,379,357,838	99,413,511,242	87,115,722,299	5,055,225	887,697,077,381	887,702,132,606	777,800,364,215
2030년	-	40,000,000	185,404	-	88,993,920,000	10,379,357,838	99,413,511,242	83,364,327,559	5,055,225	887,697,077,381	887,702,132,606	744,302,689,029
2031년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	10,379,357,838	19,100,195,008	15,326,971,472	493,104	86,589,006,541	86,589,409,645	69,483,834,606
2032년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116	8,499,745,869	493,104	86,589,006,541	86,589,409,645	66,491,707,757
2033년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116	8,133,728,104	493,104	86,589,006,541	86,589,409,645	63,628,428,476
2034년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116	7,783,471,870	493,104	86,589,006,541	86,589,409,645	60,888,448,302
2035년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116	7,448,298,440	493,104	86,589,006,541	86,589,409,645	58,263,457,705
2036년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116	7,127,558,316	493,104	86,589,006,541	86,589,409,645	55,757,375,794
2037년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116	6,820,629,967	493,104	86,589,006,541	86,589,409,645	53,356,340,473
2038년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116	6,526,918,629	493,104	86,589,006,541	86,589,409,645	51,058,689,017
2039년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116	6,245,855,147	493,104	86,589,006,541	86,589,409,645	48,859,999,000
2040년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116	5,976,894,878	493,104	86,589,006,541	86,589,409,645	46,755,979,961
2041년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116	5,719,516,630	493,104	86,589,006,541	86,589,409,645	44,742,564,556
2042년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116	5,473,221,655	493,104	86,589,006,541	86,589,409,645	42,815,851,250
2043년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116	5,237,532,684	493,104	86,589,006,541	86,589,409,645	40,972,106,459
2044년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116	5,011,992,999	493,104	86,589,006,541	86,589,409,645	39,207,757,377
2045년	-	40,000,000	18,085	-	8,680,771,084	2,348,090,947	11,068,880,116	4,796,165,550	493,104	86,589,006,541	86,589,409,645	37,519,385,050
B/C								8.56				
NPV								4,316,860,018,032				

나) 전기자동차 운행안전 확보를 위한 관리 기술 개발 기술 경제적 타당성 검토

(1) 세부 기술간 연계도

- 전기자동차 운행 안전 확보를 위한 관리 기술 개발의 경우 총 3개의 세부과제로 구성되어 있으며, 이들은 1단계 기술 개발, 2단계 실증 및 고도화 단계로 기획하였음



[그림 85] 전기자동차 운행안전 확보를 위한 관리 기술 개발 세부 연구내용 구성

(2) 세부 연구내용

- 전기자동차 고전압 및 기능 안전성 평가기술 개발
 - ① 전기자동차 절연저항 검사장비 및 검사기술 개발
 - ② 저소음자동차 경고음 발생장치 검사장비 및 검사기술 개발
 - ③ 영상인지 기술 기반의 배터리 팩 하부 파손 검사기술 개발
 - ④ 전기자동차 검사를 위한 시범운영 진로 구축 및 실증
- 전기자동차 전력 구동시스템 안전성 평가기술 개발
 - ① 주행상태를 재현한 운행 안전성 평가기술 개발
 - ② 전력 구동시스템 성능 검사 기준 도출을 위한 알고리즘 개발
 - ③ 전력 구동시스템 성능 확인 주요 인자 도출에 따른 평가기술(안) 개발
- 전기자동차 정기적 안전관리 제도화 방안 연구
 - ① 검사대상, 검사주기, 재검사 및 벌칙 등 제도화 방안 연구
 - ② 전기자동차 기술 정보를 활용한 검사 및 정비 활용 방안 연구
 - ③ 전기자동차 관능검사 검사기준 및 방법 고도화(안) 제시
 - ④ 전기자동차 검사 제도 도입에 따른 비용편익 분석

(3) 경제성 분석

○ 기준년도 및 할인율 정의

- 본 연구의 편익과 비용 산정의 분석 기준년도는 2026년으로 설정하였으며, 분석 기간은 10년(2036년), 15년(2041년), 20년(2046년) 단위로 분석함
- 또한 본 과업에서는 사회적 할인율은 수정·보완된 예비타당성조사『일반지침(제6판)』 사회적 할인율의 조정(2016)에서 제시된 할인율 4.5%를 적용

○ 연도별 전기자동차 누적대수 및 신규차량대수 추정

- 우리나라는 2030년까지 전기자동차 보급계획을 제4차 친환경자동차 기본계획에 제시하고 있음

<표 121> 친환경차 누적보급 목표

구분	2020년	2025년	2030년
전기자동차	13.5만대	113만대	300만대
수소자동차	1.1만대	20만대	85만대
하이브리드	67.4만대	150만대	400만대
친환경차 합계	82만대	283만대	785만대
전체차량 중 비중	3%	11%	30%

자료 : 관계부처 합동(2021), 제4차 친환경자동차 기본계획(2021~2025)

- 이 중 2025년까지 연도별 보급계획은 환경부에서 발표한 친환경 미래 모빌리티 보급사업에 제시되어 있음

<표 122> 친환경차 연차별 보급 목표

(단위 : 대)

구분	2020년	2022년	2023년	2024년	2025년
전기자동차	106,000	157,500	187,000	227,500	288,000
수소자동차	15,185	36,540	40,850	45,700	51,300
합계	12.1만	19.4만	22.8만	27.3만	33.9만

자료 : 관계부처 합동(2021), 제4차 친환경자동차 기본계획(2021~2025)

- 정부는 2050 탄소중립을 위해 2050년까지 전기 및 수소차의 보급을 신차 판매의 97%까지 확보하는 것으로 발표하였음⁶²⁾
- 2030년 기준 신차판매량 9,457,831대로 2021년 기준 신차등록대수 6.2% 증가율⁶³⁾을

62) <http://www.m-i.kr/news/articleView.html?idxno=891088>

반영하여 2050년 신차 판매대수 추정

- 이러한 정부의 관련 발표자료를 바탕으로 2046년까지 전기자동차 누적대수 및 신규도입대수를 추정하였으며, 추정 절차는 다음과 같음



[그림 86] 연차별 전기자동차 보급계획 추정 절차(누적 대수 및 신규도입)

- 연차별 전기자동차 보급계획을 추정한 결과는 다음의 표와 같음

<표 123> 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	-

○ 분석 시나리오 정의

- 2017년 ~ 2020년까지 정부의 친환경차 도입 목표⁶⁴⁾와 결과⁶⁵⁾를 비교해보면 평균 약 68% 정도의 달성률을 보이기 때문에 2050년까지 정부의 보급계획은 지극히 낙관적인 것으로 볼 수 있으며, 정부의 전기자동차 보급목표를 4가지(낙관적, 중립적, 비관적, 절망적)로 구분하여 경제성 분석을 수행하고자 함

63) https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:JLF0v5wIplgJ:https://m.etnews.com/20210120000088+&cd=15&hl=ko&ct=clnk&gl=vn&lr=lang_en%7Clang_ko

64) 관계부처 합동(2015), 제3차 환경친화적자동차 개발 및 보급 기본계획

65) 환경부(2020), 환경부, 친환경 미래 모빌리티 보급에 박차 보도자료

<표 124> 친환경차 연차별 보급 목표 달성률(2017 ~ 2020년 기준)

구분	2017년	2018년	2019년	2020년	합계
목표(대)	30,000	40,000	50,000	70,000	200,000
결과(대)	25,108	30,648	34,162	45,044	134,962
달성률(%)	83.69	76.62	68.32	64.35	67.48

자료 : 관계부처 합동(2021), 제4차 친환경자동차 기본계획(2021~2025)

<표 125> 분석 시나리오 정의

구분	내용
낙관적 시나리오 (S1)	· 2050년까지 정부의 계획대로 전기자동차 보급 목표를 달성하는 경우
중립적 시나리오 (S2)	· 2030년, 2050년 정부의 전기자동차 보급 목표를 70% 달성하는 경우
비관적 시나리오 (S3)	· 2030년, 2050년 정부의 전기자동차 보급 목표를 50% 달성하는 경우
절망적 시나리오 (S4)	· 2030년, 2050년 정부의 전기자동차 보급 목표를 30% 달성하는 경우

○ 비용 항목 검토

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

① 관련 검사장비 구매 비용 추정

- 연구개발을 진행하는 1세부 과제진으로부터 협의된 비용 항목은 다음과 같음
- 검사기술 도입 시 별도의 시설 개선은 없으나 추가 장비 구입 필요
 - 고전압 절연저항 검사장비 : 2,000천원/대
 - 저소음 자동차 경고음 발생장치 검사장비 : 4,000천원/대
 - 영상기반 배터리팩 하부 파손 검사장비 : 5,000천원/대
 - 전력구동시스템 OBD 수집장치 검사장비 : 1,500천원/대
- 관련 검사장비 구매비용은 다음과 같이 추정
- 검사소 당 장비 1개씩 구매 가정
 - 공단 검사소(59개소)⁶⁶⁾ × (12,500,000원/대) = 737,500,000원
 - 민간 검사소(1,737개)⁶⁷⁾ × (12,500,000원/대) = 21,873,500,000원

66) <https://www.data.go.kr/data/15021107/standard.do>

67) <http://xn--c79a92lprlvza53twmh.kr/view.asp>

· 총 구매비용 = 22,450,000,000원

② 운행차 검사 비용 추정

- 운행차 검사는 범국가적 사업임에 따라 소비자가 추가로 지불하는 검사수수료는 없음

③ 운행차 검사 비용 추정

- 전기자동차 운행 안전 검사기술 관련 비용 추정 결과는 다음과 같음

<표 126> 전기자동차 운행안전 검사기술 비용 항목 검토 결과

구분	내용	본 연구 반영 결과
자동차 검사소 (공단, 민간)	· 관련 검사장비 구매 비용 - 검사소 당 장비 1개씩 구매 가정 - 공단 검사소(59개소) × (12,500,000원/대) = 737,500,000원 - 민간 검사소(1737개) × (12,500,000원/대) = 21,873,500,000원 - 총 비용 : 22,575,000,000원 · 관련 구축 장비의 유지보수비용은 매년 구매가격의 10%로 정의	반영 (검사소 1개당 비용으로 산정)
소비자	· 운행차 검사는 범국가적 사업임에 따라 추가 검사 비용 없음	미반영 (추가비용이 없으므로 반영하지 않음)

④ 운행차 검사 비용 추정

- 비용 추정을 위해 앞서 해당 기술의 검사장비 구매 및 유지보수 비용을 산정한 결과는 다음과 같음

<표 127> 전기자동차 운행안전 검사기술 비용 추정

연도	검사장비 구매비용	유지보수비용	비용계
2026년	22,450,000,000	-	22,450,000,000
2027년	-	2,245,000,000	2,245,000,000
2028년	-	2,245,000,000	2,245,000,000
2029년	-	2,245,000,000	2,245,000,000
2030년	-	2,245,000,000	2,245,000,000
2031년	-	2,245,000,000	2,245,000,000
2032년	-	2,245,000,000	2,245,000,000
2033년	-	2,245,000,000	2,245,000,000
2034년	-	2,245,000,000	2,245,000,000
2035년	-	2,245,000,000	2,245,000,000

연도	검사장비 구매비용	유지보수비용	비용계
2036년	-	2,245,000,000	2,245,000,000
2037년	-	2,245,000,000	2,245,000,000
2038년	-	2,245,000,000	2,245,000,000
2039년	-	2,245,000,000	2,245,000,000
2040년	-	2,245,000,000	2,245,000,000
2041년	-	2,245,000,000	2,245,000,000
2042년	-	2,245,000,000	2,245,000,000
2043년	-	2,245,000,000	2,245,000,000
2044년	-	2,245,000,000	2,245,000,000
2045년	-	2,245,000,000	2,245,000,000
2046년	-	2,245,000,000	2,245,000,000

○ 편익 추정

- 편익 항목은 본 기술개발이 완료된 시점에 도출 가능한 편익 항목은 다음과 같이 사고안전성 편익, 사회적 편익, 시장창출 편익이 가능함

① 사고안전성 편익

- 인터넷 검색 결과 2018년 4월 전기관용차 정차 후 충전을 위해 충전케이블을 차량에 연결시킨 순간 화상을 입었다⁶⁸⁾는 기사를 발견하였으나, 공식적으로 통계는 발간되지 않았으며, 정량화된 수치를 찾기 어려워 검사기술 도입에 따른 편익으로 산정하기 어려운 것으로 판단
- 한국교통안전공단에서 공표한 2019년 전기자동차 부적합률은 6.0%로 조사되었으며, 2020년 기준 차종별 수리비 및 부품비(교통사고)는 약 3,822,000원임



[그림 87] 전기자동차 등록 대수 및 차종별 수리비·부품비(2020년 기준)

주 1) 등록대수(국토교통부 발표자료) : 하이브리드, 수소차 등 제외

2) 부품비 및 수리비(보험개발원 자료) : 자기차량손해 담보 사고 기준(단위 : 천원)

자료 : <http://www.kpinews.co.kr/news/articleView.html?idxno=153649>

68) <https://www.cctoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=1129221>

- S1 시나리오의 연차별 전기자동차 수리비용 감소에 따른 편익 추정 결과는 다음과 같음

<표 128> 연차별 전기자동차 수리비용 감소 편익 추정 결과(S1)

구분	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
신규판매대수 (대)	370,806	370,808	370,808	370,808	370,808	36,170	36,170
부적합율 (%)	2,225	2,225	2,225	2,225	2,225	217	217
부적합대수 (대)	2,225	2,225	2,225	2,225	2,225	217	217
평균 자동차 수리비용 (천원/대)	3,822	3,822	3,822	3,822	3,822	3,822	3,822
전기자동차 수리감소편익 (천원)	8,503,323	8,503,369	8,503,369	8,503,369	8,503,369	829,448	829,448
구분	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
신규판매대수 (대)	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170
부적합율 (%)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
부적합대수 (대)	217	217	217	217	217	217	217
평균 자동차 수리비용 (천원/대)	3,822	3,822	3,822	3,822	3,822	3,822	3,822
전기자동차 수리감소편익 (천원)	829,448	829,448	829,448	829,448	829,448	829,448	829,448
구분	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046
신규판매대수 (대)	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170	36,170
부적합율 (%)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
부적합대수 (대)	217	217	217	217	217	217	217
평균 자동차 수리비용 (천원/대)	3,822	3,822	3,822	3,822	3,822	3,822	3,822
전기자동차 수리감소편익 (천원)	829,448	829,448	829,448	829,448	829,448	829,448	829,448

- 2016년 현대해상 교통기후환경연구소에서 발간한 ‘저소음 차량의 보행자 안전 영향 연구’에서 제시한 이면도로에서 하이브리드자동차의 보행자 사고율(0.34%)을 적용하여 보행자교통사고 건수를 추정
- 보행자사고의 교통사고비용은 도로교통공단에서 발간한 ‘20 도로교통 사고비용의 추계와 평가 보고서를 이용하여 편익에 대한 화폐가치를 환산하고자 함

- 본 보고서에서는 사고비용을 물적피해비용, 인적피해비용, 사회기관비용으로 구분하였으며, 이에 대한 설명은 다음의 표와 같음

<표 129> 교통사고 비용 구분

구분	내용
물적피해 비용	• 교통사고로 손상을 입은 차량과 적하, 차량 이외의 물적 손실과 도로의 구조물 등의 손실을 비용화한 것 • 물적피해비용은 물적피해로부터 재물을 원상회복하기 위한 수선비, 자가용 차량의 파손 또는 고장으로 다른 교통수단을 이용하거나 사업용 차량이나 영업상 필요한 재물의 손상으로 인한 휴업 손실 등을 포함 • 교통사고가 발생된 사실이 없는 상태에서 단지 교통사고의 잠재 발생 가능성 때문에 사고예방을 위해 소요된 비용은 제외
인적피해 비용	• 부상자의 경우 의료비, 휴업으로 인한 시간비용, 후유장애로 인한 노동력 상실(국가적으로는 인적자원손실), 본인과 가족들의 정신 피해 등을 비용으로 수 있으며 사망자의 경우에는 장례비를 추가하여야 함 • 또한 교통사고로 인해 사고당사자나 친척, 친구, 가족뿐만 아니라 모든 사회 구성원들의 고통, 불안, 좌절 등과 같은 정신 피해 등 사회 심리 비용은 손해배상대행기관이나 법원의 결에 의해 지급되는 자료를 최소한의 비용으로 인정하여 인적피해비용에 합산하여 계상
사회기관 비용	• 교통사고로 인해 사회에서 지출되는 각종비용 중 사고당사자나 그의 대행자가 아닌 거의 전 사회인이 공동으로 부담하는 비용으로 교통경찰의 교통사고처리에 따른 비용, 119 구조구급대의 긴급구호활동에 따른 비용, 그리고 자동차보험회사의 사고처리 비용 등임

자료 : 도로교통공단(2021), 2021년판(2020년 통계) '20 도로교통 사고비용의 추계와 평가

- 2021년도 도로에서의 교통사고발생상황, 교통사고피해보상대행기관의 보상수준, 교통사고처리기관의 비용수준, 사상자들의 노동생산력과 취업률 등을 반영한 사상자 피해종별 평균비용은 다음의 표와 같음

<표 130> 사상자 피해종별 평균비용

(단위 : 천원)

구분 피해종별		순평균비용	사회기관비용	계 ¹⁾
인적피해	사망	482,400.2	2,985.5	485,385.6
	중상	64,351.6	2,150.8	66,502.4
	경상	4,839.0	406.0	5,245.0
	부상신고	2,384.2	198.5	2,582.7

주 1) 구체적인 피해종류와 관계없이 적용할 때의 금액임(사상자 1명당 평균비용)

자료 : 도로교통공단(2021), 2021년판(2020년 통계) '20 도로교통 사고비용의 추계와 평가

- 2020년 기준 사상사고 건당 비용을 국가지표체계에서 제공하는 소비자물가 지수⁶⁹⁾를 반영하여 2021년의 비용으로 보정하여 아래와 같이 산정하였음

69) <https://www.index.go.kr/unify/idx-info.do?idxCd=4226>

<표 131> 소비자물가 상승률

구분	2017년	2018년	2019년	2020년
총지수	95.8	97.6	99.1	100.0

자료 : <https://www.index.go.kr/unify/idx-info.do?idxCd=4226>

<표 132> 사상자 피해종별 평균비용

(단위 : 천원)

구분 피해종별		순평균비용		사회기관비용		계 ¹⁾	
		2020년	2021년	2020년	2021년	2020년	2021년
인적피해	사망	482,400.2	494,460.2	2,985.5	3,060.1	485,385.6	497,520.2
	중상	64,351.6	65,960.4	2,150.8	2,204.6	66,502.4	68,165.0
	경상	4,839.0	4,960.0	406.0	416.2	5,245.0	5,376.1
	부상신고	2,384.2	2,443.8	198.5	203.5	2,582.7	2,647.3

주 1) 구체적인 피해종류와 관계없이 적용할 때의 금액임(사상자 1명당 평균비용)

- S1 시나리오의 연차별 보행자교통사고 감소에 따른 편익 추정 결과는 다음과 같음

<표 133> 연차별 전기자동차 수리비용 감소 편익 추정 결과(S1)

구분	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
누적차량대수 (대)	1,516,768	1,887,576	2,258,384	2,629,192	3,000,000	3,036,170	3,072,340
보행자사고율 (%)	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
보행자 사고건수(인)	5,157	6,418	7,679	8,939	10,200	10,323	10,446
중상사고비용 (천원/인)	68,165.0	68,165.0	68,165.0	68,165.0	68,165.0	68,165.0	68,165.0
보행자교통 사고감소편익 (천원)	351,528	437,467	523,405	609,344	695,283	703,666	712,049
구분	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
누적차량대수 (대)	3,108,510	3,144,680	3,180,849	3,217,019	3,253,189	3,289,359	3,325,529
보행자사고율 (%)	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
보행자 사고건수(인)	10,569	10,692	10,815	10,938	11,061	11,184	11,307
중상사고비용 (천원/인)	68,165.0	68,165.0	68,165.0	68,165.0	68,165.0	68,165.0	68,165.0
보행자교통 사고감소편익 (천원)	720,431	728,814	737,197	745,580	753,962	762,345	770,728
구분	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046
누적차량대수 (대)	3,361,699	3,397,869	3,434,039	3,470,208	3,506,378	3,542,548	3,578,718

보행자사고율 (%)	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
보행자 사고건수(인)	11,430	11,553	11,676	11,799	11,922	12,045	12,168
중상사고비용 (천원/인)	68,165.0	68,165.0	68,165.0	68,165.0	68,165.0	68,165.0	68,165.0
보행자교통 사고감소편익 (천원)	779,111	787,493	795,876	804,259	812,642	821,025	829,407

② 사고안전성 편익

- 본 기획기술 개발을 통해 얻을 수 있는 사회적 편익은 대기환경 개선 비용으로 전기자동차 안전 확보로 구매건수 증가로 인해 대기환경이 좋아짐을 의미함
- 이를 위해서는 전기자동차 안전 확보에 따른 소비자의 구매의향 관련 설문조사 결과가 존재하여야 하는데, 문헌 검색 결과 대부분은 구매보조금, 세금 등의 혜택이나, 충전소 등의 설치 등에 의한 것으로 조사되어 편익으로의 반영이 어려움

③ 사고안전성 편익

- 본 기획기술의 개발로 인한 시장창출 편익은 새로운 장비 개발을 통한 시장창출 효과와 새로운 장비 개발을 통한 해외 장비 판매 효과로 크게 2가지로 구분할 수 있음
- 본 기획기술 연구진과의 인터뷰시 해당 기술은 신규 장비가 아닌 기존 장비의 개선품으로 시장창출 편익은 없는 것으로 판단

④ 편익 항목 검토 결과 요약

- 전기자동차 운행 안전 검사기술 편익 항목 검토 결과 다음의 표와 같이 본 기획 기술에서 반영하는 편익 항목은 사고안전성 편익으로 관련 자동차 수리비용 감소와 보행자 교통사고 감소 효과로 도출되었음

<표 134> 전기자동차 운행안전 검사기술 비용 항목 검토 결과

구분	내용	본 연구 반영 결과
사고안전성 편익	• 전기자동차 감전사고 감소 효과 - 전기감전사고 관련 신문기사는 존재하나, 보고된 사고건수가 없으므로 정량화하기 어려워 제외	미반영
	• 관련 자동차 수리비용 감소 - 전기자동차 평균 수리비용과 2019년 기준 전기자동차 부적합률을 활용하여 산정	반영

구분	내용	본 연구 반영 결과
	· 보행자 교통사고 감소 효과 - 2016년 현대해상 교통기후환경연구소 연구 결과에서 제시된 하이브리드 이면도로 보행자사고 사고율 반영	반영
사회적 편익	· 전기자동차 안전 확보로 구매건수 증가로 인한 대기환경 개선 - 전기자동차 구매의 대부분은 구매보조금, 세금 등의 혜택이나, 충전소 등의 설치 등에 의한 것으로 조사된 연구결과가 대부분으로 근거를 찾기 어려워 제외	미반영
시장창출 편익	· 새로운 장비 개발을 통한 시장창출 효과 추정 - 기존 장비의 개선품이므로 시장창출 효과 없음 · 새로운 장비 개발을 통한 해외 장비 판매 추정 - 기존 장비의 개선품이므로 해외 장비 판매 효과 없음	미반영

⑤ 편익 추정

- S1시나리오에 대해 자동차 수리비용 감소 및 보행자 교통사고 감소에 대한 편익 추정 결과는 다음의 표와 같음

<표 135> 전기자동차 운행안전 검사기술 비용 추정(S1)

연도	검사장비 구매비용	유지보수비용	비용계
2026년	8,503,323,192	351,527,668	8,854,850,860
2027년	8,503,369,056	437,466,501	8,940,835,557
2028년	8,503,369,056	523,405,334	9,026,774,390
2029년	8,503,369,056	609,344,167	9,112,713,223
2030년	8,503,369,056	695,283,000	9,198,652,056
2031년	829,447,677	703,665,767	1,533,113,445
2032년	829,447,677	712,048,535	1,541,496,212
2033년	829,447,677	720,431,302	1,549,878,979
2034년	829,447,677	728,814,070	1,558,261,747
2035년	829,447,677	737,196,837	1,566,644,514
2036년	829,447,677	745,579,605	1,575,027,282
2037년	829,447,677	753,962,372	1,583,410,049
2038년	829,447,677	762,345,140	1,591,792,817
2039년	829,447,677	770,727,907	1,600,175,584
2040년	829,447,677	779,110,674	1,608,558,352
2041년	829,447,677	787,493,442	1,616,941,119
2042년	829,447,677	795,876,209	1,625,323,886
2043년	829,447,677	804,258,977	1,633,706,654
2044년	829,447,677	812,641,744	1,642,089,421
2045년	829,447,677	821,024,512	1,650,472,189
2046년	829,447,677	829,407,279	1,658,854,956

○ 경제성 분석 결과

- 할인율 4.5%를 기준으로 2026년부터 2045년까지 경제성 분석을 시행한 결과 S1 시나리오 B/C = 1.09, S4시나리오 0.37로 분석되었음

<표 136> 전기자동차 운행안전 검사기술 경제성 분석 결과(할인율 4.5%, S1)

연도	비용				편익			
	검사장비 구매비용	유지보수 비용	비용계	비용현재 가치	수리비용	보행자교통 사고비용	편익계	편익현재 가치
2026년	22,450,000,000	-	22,450,000,000	22,450,000,000	8,503,323,192	351,527,668	8,854,850,860	8,854,850,860
2027년	-	2,245,000,000	2,245,000,000	2,148,325,359	8,503,369,056	437,466,501	8,940,835,557	8,555,823,500
2028년	-	2,245,000,000	2,245,000,000	2,055,813,741	8,503,369,056	523,405,334	9,026,774,390	8,266,087,672
2029년	-	2,245,000,000	2,245,000,000	1,967,285,876	8,503,369,056	609,344,167	9,112,713,223	7,985,439,651
2030년	-	2,245,000,000	2,245,000,000	1,882,570,216	8,503,369,056	695,283,000	9,198,652,056	7,713,634,027
2031년	-	2,245,000,000	2,245,000,000	1,801,502,599	829,447,677	703,665,767	1,533,113,445	1,230,248,488
2032년	-	2,245,000,000	2,245,000,000	1,723,925,932	829,447,677	712,048,535	1,541,496,212	1,183,708,372
2033년	-	2,245,000,000	2,245,000,000	1,649,689,887	829,447,677	720,431,302	1,549,878,979	1,138,895,180
2034년	-	2,245,000,000	2,245,000,000	1,578,650,610	829,447,677	728,814,070	1,558,261,747	1,095,746,484
2035년	-	2,245,000,000	2,245,000,000	1,510,670,440	829,447,677	737,196,837	1,566,644,514	1,054,202,030
2036년	-	2,245,000,000	2,245,000,000	1,445,617,646	829,447,677	745,579,605	1,575,027,282	1,014,203,667
2037년	-	2,245,000,000	2,245,000,000	1,383,366,169	829,447,677	753,962,372	1,583,410,049	975,695,275
2038년	-	2,245,000,000	2,245,000,000	1,323,795,377	829,447,677	762,345,140	1,591,792,817	938,622,704
2039년	-	2,245,000,000	2,245,000,000	1,266,789,834	829,447,677	770,727,907	1,600,175,584	902,933,703
2040년	-	2,245,000,000	2,245,000,000	1,212,239,076	829,447,677	779,110,674	1,608,558,352	868,577,857
2041년	-	2,245,000,000	2,245,000,000	1,160,037,393	829,447,677	787,493,442	1,616,941,119	835,506,530
2042년	-	2,245,000,000	2,245,000,000	1,110,083,630	829,447,677	795,876,209	1,625,323,886	803,672,801
2043년	-	2,245,000,000	2,245,000,000	1,062,280,985	829,447,677	804,258,977	1,633,706,654	773,031,409
2044년	-	2,245,000,000	2,245,000,000	1,016,536,828	829,447,677	812,641,744	1,642,089,421	743,538,696
2045년	-	2,245,000,000	2,245,000,000	972,762,515	829,447,677	821,024,512	1,650,472,189	715,152,551
2046년	-	2,245,000,000	2,245,000,000	930,873,220	829,447,677	829,407,279	1,658,854,956	687,832,363
B/C					1.09			
NPV					4,684,586,489			

다) 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리 체계 개발 기술 경제적 타당성 검토

(1) 세부 기술간 연계도



[그림 88] 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리체계 개발 세부 연구내용 구성

(2) 세부 연구내용

- 전기자동차 전문인력 양성 제도화 개발
 - ① 전기자동차 기술 전문 인력에 대한 안전교육 제도 개발
 - ② 전기자동차 기술 전문 인력의 신규 및 정기 교육프로그램 개발
 - ③ 전기자동차 검사/정비 교육등급제 개발
 - ④ 전기자동차 이용자 안전교육 프로그램 개발
 - ⑤ 전기자동차 정비/검사 교육을 위한 교육프로그램 실증
- 전기자동차 전문인력 양성을 위한 교육 플랫폼 개발
 - ① 온라인(메타버스 등) 교육용 콘텐츠 개발
 - ② 현장 실습 중심의 정기 및 신규교육 콘텐츠 개발
 - ③ 전기자동차 교육 영상 콘텐츠 제작 및 플랫폼 개발
 - ④ 전기자동차 교육용 콘텐츠 실증사업
- 전기자동차 정비를 위한 자동차관리사업자 관리기술 개발
 - ① 자동차 정비사업자별 업무 범위기준 개발
 - ② 전기자동차 기술인력 등급별 기준 개발
 - ③ 전기자동차 인력양성 관리체계 개발
 - ④ 전기자동차 정비사업자 신규 시설 및 장비기준에 대한 실증

(3) 경제성 분석

○ 기준년도 및 할인율 정의

- 본 연구의 편익과 비용 산정의 분석 기준년도는 2026년으로 설정하였으며, 분석 기간은 10년(2036년), 15년(2041년), 20년(2046년) 단위로 분석함
- 또한 본 과업에서는 사회적 할인율은 수정·보완된 예비타당성조사『일반지침(제6판)』 사회적 할인율의 조정(2016)에서 제시된 할인율 4.5%를 적용

○ 연도별 전기자동차 누적대수 및 신규차량대수 추정

- 앞서 연차별 전기자동차 보급계획 추정 결과에서 제시한 전기자동차 누적대수 및 신규차량대수를 활용함

○ 분석 시나리오 정의

- 2017년 ~ 2020년까지 정부의 친환경차 도입 목표⁷⁰⁾와 결과⁷¹⁾를 비교해보면 평균 약 68% 정도의 달성률을 보이기 때문에 2050년까지 정부의 보급계획은 지극히 낙관적인 것으로 볼 수 있으며, 정부의 전기자동차 보급목표를 4가지(낙관적, 중립적, 비관적, 절망적)로 구분하여 경제성 분석을 수행하고자 함

<표 137> 친환경차 연차별 보급 목표 달성률(2017 ~ 2020년 기준)

구분	2017년	2018년	2019년	2020년	합계
목표(대)	30,000	40,000	50,000	70,000	200,000
결과(대)	25,108	30,648	34,162	45,044	134,962
달성률(%)	83.69	76.62	68.32	64.35	67.48

자료 : 관계부처 합동(2021), 제4차 친환경자동차 기본계획(2021~2025)

<표 138> 분석 시나리오 정의

구분	내용
낙관적 시나리오 (S1)	· 2050년까지 정부의 계획대로 전기자동차 보급 목표를 달성하는 경우
중립적 시나리오 (S2)	· 2030년, 2050년 정부의 전기자동차 보급 목표를 70% 달성하는 경우
비관적 시나리오 (S3)	· 2030년, 2050년 정부의 전기자동차 보급 목표를 50% 달성하는 경우
절망적 시나리오 (S4)	· 2030년, 2050년 정부의 전기자동차 보급 목표를 30% 달성하는 경우

○ 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

70) 관계부처 합동(2015), 제3차 환경친화적자동차 개발 및 보급 기본계획

71) 환경부(2020), 환경부, 친환경 미래 모빌리티 보급에 박차 보도자료

① 초기 환경구축 비용

- 연구개발을 진행하는 3세부 과제진으로부터 협의된 비용 항목은 다음과 같음
- 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 개발을 위한 정비 교육 콘텐츠 및 교육 프로그램 제작(영상 제작 3편 이상, 저작권 5권 이상으로 정의되어 영상, VR 콘텐츠, 교육용자료 모두 3건으로 정의)
 - 영상제작 : 5,000,000원/편 * 3편 = 15,000,000원
 - VR 콘텐츠 제작 : 10,000,000원/편 * 3편 = 30,000,000원
 - 교육용자료 제작 : 2,000,000원 * 3건 = 6,000,000원
- 해당 제도를 수립하기 위해 R&D 예산을 투입하였기 때문에 해당 비용을 반영하였으며, 해당 기술의 비용은 2026년까지 누적된 비용 이외에는 없는 것으로 판단

② 이용자 교육 비용 추정

- 해당 교육은 국가지원사업(국비)로 대체 예정임에 따라 이용자가 부담해야 하는 교육비는 없음

③ 비용 검토 결과 요약

- 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리 체계 개발 관련 비용 추정 결과는 다음과 같음

<표 139> 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리 체계 개발 비용 항목 검토 결과

구분	내용	본 연구 반영 결과
한국교통안전공단	• 해당 세부는 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 제도화 개발, 전문 교육 플랫폼 개발, 자동차관리사업자 관리기술을 개발하는 것으로 교육을 위한 초기 환경구축 비용과 해당 플랫폼의 유지보수비용만 존재함 - 영상제작 : 5,000,000원/편 * 3편 = 15,000,000원 - VR 콘텐츠 제작 : 10,000,000원/편 * 3편 = 30,000,000원 - 교육용자료 제작 : 2,000,000원 * 3건 = 6,000,000원 • R&D 투자비용 반영 - 해당 제도를 수립하기 위해 R&D 예산을 투입하였기 때문에 해당 비용을 반영	반영
교육 대상자	• 본 교육은 국가지원사업(국비)로 대체 예정임에 따라 이용자가 부담해야 하는 교육비는 없음	미반영

④ 비용 추정

- 정비 교육 콘텐츠 및 교육 프로그램 제작 및 유지보수 비용을 산정한 결과는 다음과 같음

<표 140> 전기자동차 전문인력 양성을 위한 콘텐츠 제작 비용 추정

(단위 : 원)

연도	영상제작 비용	VR 콘텐츠 제작 비용	교육용 자료 제작 비용	R&D 투자비용	비용계
2026년	15,000,000	30,000,000	6,000,000	36,300,000,000	36,351,000,000
2027년	-	-	-	-	-
2028년	-	-	-	-	-
2029년	-	-	-	-	-
2030년	-	-	-	-	-
2031년	-	-	-	-	-
2032년	-	-	-	-	-
2033년	-	-	-	-	-
2034년	-	-	-	-	-
2035년	-	-	-	-	-
2036년	-	-	-	-	-
2037년	-	-	-	-	-
2038년	-	-	-	-	-
2039년	-	-	-	-	-
2040년	-	-	-	-	-
2041년	-	-	-	-	-
2042년	-	-	-	-	-
2043년	-	-	-	-	-
2044년	-	-	-	-	-
2045년	-	-	-	-	-

○ 편익 추정

① 고용창출 효과 편익

- 고용창출효과는 직접적으로 고용이 증대된 경우와 고용증대로 인해 국민소득의 증가가 국가 전반에 투자지출을 유발함으로써 고용이 유발되는 경우로 구분하여 분석 가능

- 특정 기업이 대규모 시설 투자를 할 경우에 해당 시설로 직접 고용되는 인원과 해당 시설에 관련된 이하 사업체에서 고용되는 인원이 직접고용인원이며 직접 고용의 파급효과로 국민소득 수준의 증가가 다른 타 분야에 영향을 끼쳐 고용되는 인원이 고용유발인원임

<표 141> R&D 투자의 고용창출효과 정의

구분	내용
고용창출 효과	· 정부 R&D 예산이 투입됨으로 인해 해당산업(기술) 분야와 타 산업 분야에서 고용을 직·간접적으로 증가시킨 전체적인 고용 효과
직접고용효과	· 정부 R&D 예산이 투입됨으로 인해 해당산업(기술) 분야에서의 고용을 직접적으로 증가시킨 효과
고용유발효과	· 해당 산업(기술) 분야에 투자된 정부의 R&D 예산이 소득 증가를 통해 전 분야에서 근로자와 기업의 추가적인 소비 및 투자지출을 유발시킴에 따라 발생하는 고용창출 효과

자료 : 김호영 외 3인(2014), 산업기술 R&D 투자의 고용창출효과 분석, 기술혁신학회지 제17권 4호 pp.651 ~ 672

- 고용창출 효과는 R&D 투자금액과 산업별 고용유발계수를 통해 산정가능함
- 본 기술은 자동차를 제작하는 사업으로 2017년 한국은행에서 발표한 산업별 고용유발계수를 확인해보면 0.69명/억임
- 이를 활용하여 해당 산업의 고용창출 효과를 산정하면 다음과 같음
 - 363억(총 R&D 소요예산) × 0.69(해당 산업 고용유발계수) = 250.47명
- 2020년 산업통상자원부는 2021년 국비로 연간 480여명의 현장인력 기술교육을 지원⁷²⁾하였으며, 해당 수치를 적용하여 매년 전기자동차 정비 인력을 양성한다고 가정하였음

<표 142> 전기자동차 정비 인력 고용창출 효과 편익 추정(S1)

연도	인력양성비용	편익계
2026년	14,730,140,700	14,730,140,700
2027년	28,228,800,000	28,228,800,000
2028년	28,228,800,000	28,228,800,000
2029년	28,228,800,000	28,228,800,000
2030년	28,228,800,000	28,228,800,000
2031년	28,228,800,000	28,228,800,000
2032년	28,228,800,000	28,228,800,000
2033년	28,228,800,000	28,228,800,000
2034년	28,228,800,000	28,228,800,000
2035년	28,228,800,000	28,228,800,000
2036년	28,228,800,000	28,228,800,000

연도	인력양성비용	편익계
2037년	28,228,800,000	28,228,800,000
2038년	28,228,800,000	28,228,800,000
2039년	28,228,800,000	28,228,800,000
2040년	28,228,800,000	28,228,800,000
2041년	28,228,800,000	28,228,800,000
2042년	28,228,800,000	28,228,800,000
2043년	28,228,800,000	28,228,800,000
2044년	28,228,800,000	28,228,800,000
2045년	28,228,800,000	28,228,800,000

② 시장창출 편익

- 본 기획기술의 개발로 인한 시장창출 편익은 새로운 장비 개발을 통한 시장창출 효과와 새로운 장비 개발을 통한 해외 장비 판매 효과로 크게 2가지로 구분할 수 있음
- 본 기획기술로 인한 시장창출 효과 및 해외 장비 판매 효과는 현재 계획된 것이 없으므로 분석에서 제외함

③ 편익 항목 검토 결과 요약

- 전기자동차 정비 인력 고용창출 효과 편익 항목 검토 결과 다음의 표와 같이 본 기획 기술에서 반영하는 편익 항목은 고용창출 효과로 도출되었음

<표 143> 전기자동차 정비 인력 고용창출 효과 편익 항목 검토 결과

구분	내용	본 연구 반영 결과
고용창출 효과 편익	· 전기자동차 정비인력 고용창출 효과 추정 - R&D 투자금액과 산업별 고용유발계수를 통해 산정 - 해당 인력은 장기적인 계획이 수립되어 있지 않기 때문에 2021년 480여명의 현장인력을 활용하여 2046년까지 매년 인력을 양성한다고 가정	반영
시장창출 편익	· 새로운 장비 개발을 통한 시장창출 효과 추정 - 제도 및 교육 콘텐츠 개발로 시장창출 효과 추정 어려움	미반영
	· 새로운 장비 개발을 통한 해외 장비 판매 추정 - 구체적인 계획이 수립되어 있지 않아 반영이 어려움	미반영

④ 편익 추정

- 시나리오별 전기자동차 정비 인력 고용창출 효과 편익 추정 결과는 다음의 표와 같음

<표 144> 전기자동차 정비 인력 고용창출 효과 편익 추정(S1)

연도	S1	S2	S3	S4
2026년	14,730,140,700	14,730,140,700	14,730,140,700	14,730,140,700
2027년	28,228,800,000	19,760,160,000	14,114,400,000	8,468,640,000
2028년	28,228,800,000	19,760,160,000	14,114,400,000	8,468,640,000
2029년	28,228,800,000	19,760,160,000	14,114,400,000	8,468,640,000
2030년	28,228,800,000	19,760,160,000	14,114,400,000	8,468,640,000
2031년	28,228,800,000	19,760,160,000	14,114,400,000	8,468,640,000
2032년	28,228,800,000	19,760,160,000	14,114,400,000	8,468,640,000
2033년	28,228,800,000	19,760,160,000	14,114,400,000	8,468,640,000
2034년	28,228,800,000	19,760,160,000	14,114,400,000	8,468,640,000
2035년	28,228,800,000	19,760,160,000	14,114,400,000	8,468,640,000
2036년	28,228,800,000	19,760,160,000	14,114,400,000	8,468,640,000
2037년	28,228,800,000	19,760,160,000	14,114,400,000	8,468,640,000
2038년	28,228,800,000	19,760,160,000	14,114,400,000	8,468,640,000
2039년	28,228,800,000	19,760,160,000	14,114,400,000	8,468,640,000
2040년	28,228,800,000	19,760,160,000	14,114,400,000	8,468,640,000
2041년	28,228,800,000	19,760,160,000	14,114,400,000	8,468,640,000
2042년	28,228,800,000	19,760,160,000	14,114,400,000	8,468,640,000
2043년	28,228,800,000	19,760,160,000	14,114,400,000	8,468,640,000
2044년	28,228,800,000	19,760,160,000	14,114,400,000	8,468,640,000
2045년	28,228,800,000	19,760,160,000	14,114,400,000	8,468,640,000
2046년	28,228,800,000	19,760,160,000	14,114,400,000	8,468,640,000

○ 경제성 분석 결과

- 할인율 4.5%를 기준으로 2026년부터 2045년까지 경제성 분석을 시행한 결과 S1 시나리오 B/C = 10.51, S4시나리오 3.44로 분석되었음

<표 145> 전기자동차 정비 인력 경제성 분석 결과(할인을 4.5%, S1)

연도	비용						편익		
	영상제작 비용	VR 콘텐츠 제작비용	교육용 자료 제작 비용	R&D 투자비용	비용계	비용 현재가치	인력양 성비용	편익계	편익 현재 가치
2026년	15,000,000	30,000,000	6,000,000	36,000,000,000	36,351,000,000	36,351,000,000	14,730,140,700	14,730,140,700	14,730,140,700
2027년	-	-	-	-	-	-	28,228,800,000	28,228,800,000	27,013,205,742
2028년	-	-	-	-	-	-	28,228,800,000	28,228,800,000	25,849,957,647
2029년	-	-	-	-	-	-	28,228,800,000	28,228,800,000	24,736,801,577
2030년	-	-	-	-	-	-	28,228,800,000	28,228,800,000	23,671,580,456
2031년	-	-	-	-	-	-	28,228,800,000	28,228,800,000	22,652,230,101
2032년	-	-	-	-	-	-	28,228,800,000	28,228,800,000	21,676,775,217
2033년	-	-	-	-	-	-	28,228,800,000	28,228,800,000	20,743,325,566
2034년	-	-	-	-	-	-	28,228,800,000	28,228,800,000	19,850,072,312
2035년	-	-	-	-	-	-	28,228,800,000	28,228,800,000	18,995,284,509
2036년	-	-	-	-	-	-	28,228,800,000	28,228,800,000	18,177,305,750
2037년	-	-	-	-	-	-	28,228,800,000	28,228,800,000	17,394,550,957
2038년	-	-	-	-	-	-	28,228,800,000	28,228,800,000	16,645,503,309
2039년	-	-	-	-	-	-	28,228,800,000	28,228,800,000	15,928,711,300
2040년	-	-	-	-	-	-	28,228,800,000	28,228,800,000	15,242,785,933
2041년	-	-	-	-	-	-	28,228,800,000	28,228,800,000	14,586,398,022
2042년	-	-	-	-	-	-	28,228,800,000	28,228,800,000	13,958,275,619
2043년	-	-	-	-	-	-	28,228,800,000	28,228,800,000	13,357,201,549
2044년	-	-	-	-	-	-	28,228,800,000	28,228,800,000	12,782,011,052
2045년	-	-	-	-	-	-	28,228,800,000	28,228,800,000	12,231,589,524
B/C						10.51			
NPV						345,577,577,201			

5) 종합평가

○ 타당성 분석 결과

- 전기자동차의 보급률이 증가함에 따라 전기자동차의 안전성 확보를 위해 전기자동차 안전성 평가 및 통합 안전 관리 기술 개발을 목표로 기획 연구과제 수행 중임
- 본 용역은 전기자동차 안전성 평가 및 통합 안전 관리 기술 개발 과제의 수행 타당성을 도출하기 위하여 다양한 관점에서 사전타당성 검토가 목적임
- 국내외 전기자동차 현황을 검토하고 관련 정책, 타당성 분석 사례 등을 조사하였음

- 그 결과 국외뿐만 아니라 우리나라에서도 전기자동차의 보급률은 지속적으로 확대되고 있으므로 제조사부터 정부에 이르기까지 전기자동차의 안전을 확보하기 위한 종합대책 마련의 필요성을 도출하였음
- 전기자동차의 경우 내연기관 자동차 대비 소음이 적기 때문에 보행자와의 사고를 예방하기 위해서는 저소음 자동차 경고음 발생장치를 개발하여 의무적으로 장착하여야 함
- 리튬이온배터리는 화재가 발생하면 온도가 높은 열 폭주 현상으로 이어져 일반적인 방법으로 진화가 어려우며, 대부분 전기자동차 화재가 발생하면 차량은 전소되기 때문에 제조업체에서는 안전한 설계기준을 요구하고, 소방청은 구조대뉴얼과 대응훈련을 주기적으로 시행해야 하며, 국토교통부는 전기자동차에 대한 안전 기준을 재점검하여 화재사고에 대한 대비를 시행해야 함
- 또한 부족한 정비 인력, 정비시설 등의 확충을 위해 다양한 교육 프로그램 및 제도 마련이 필요함
- 문헌 검토 결과 해당 기술에 대한 타당성 분석 방법은 경제성 분석 방법과 이를 논리적·정책적·기술적 타당성·경제적 타당성을 분석하는 방법으로 구분됨
- 본 연구에서는 기획보고서의 취지에 적합한 사전 타당성 검토 방법을 활용하도록 하며, 해당 기술 개발에 따른 화재발생 및 사고건수 감소로 편익에 대한 화폐 가치로의 전환이 가능하기 때문에 비용편익 분석을 수행하고자 함
- 전기자동차(EV) 안전성 평가 및 통합 안전 관리 기술의 각 세부별로 사전타당성을 검토하기 위해 4가지 시나리오를 정의하였음
- 정부의 전기자동차 보급목표를 4가지(낙관적, 중립적, 비관적, 절망적)로 구분하여 경제성분석 수행
- 편익과 비용 산정의 분석 기준년도는 2026년으로 설정하였으며, 분석기간은 10년(2036년), 15년(2041년), 20년(2046년) 단위로 분석함
- 또한 본 과업에서는 사회적 할인율은 수정·보완된 예비타당성조사『일반지침(제6판)』 사회적 할인율의 조정(2016)에서 제시된 할인율 4.5%를 적용하였음
- 세부별 경제성 분석 결과는 다음과 같으며, S1의 경우 모든 세부과제에서 경제적 타당성이 있는 것으로 도출되었음
 - 1세부 : S1시나리오 B/C = 1.09, S4시나리오 0.37로 도출
 - 2세부 : S1시나리오 B/C = 8.56, S4시나리오 7.37로 도출
 - 3세부 : S1시나리오 B/C = 10.51, S4시나리오 3.44로 도출

마. 정책방향 의견 수렴

- 기술수요조사서를 수집 및 전문가 자문회의 및 기획위원회에서 중복성, 타당성 분석을 통하여 도출한 연구개발 항목을 도출하였으며, 도출된 연구개발 항목에 대해 타당성을 분석을 실시하여, 제작안전, 운행안전 및 관리 안전관리 기술 개발을 도출함

<표 146> 기획위원회를 통한 연구개발 항목 도출

부문1(제작안전)	전기자동차 제작안전 확보 및 화재 진압 기술 개발
① BMS 고도화를 위한 배터리 시스템 인증 체계 구축 및 검증 - 배터리 안전성 확보를 위한 BMS 안전 감지기능 확보 기술 개발 - 긴급 호출 기능 구현을 통한 화재 확산 방지 기술 개발 - 차량 레벨의 구현 방안 제시 및 검증 기법 개발 ② 배터리 시스템 화재 안전 강건화 검증 시험방법 개발 - 단셀 열폭주로 인한 열전이 시험 시나리오 개발 - 단셀 열폭주로 인한 열전이 지연 및 방지를 위한 시험기법 개발 - 차량 레벨의 열폭주 열전이 방지 및 지연 시험 기법 개발 - 배터리 화재 확산 방지를 위한 안전성 관리 기술 제도화 방안 제시 ③ 전기자동차 화재 확산 지연을 위한 화재 진압 차량 개발 - 전기자동차 화재 진압을 위한 배터리의 안전 감지 및 제도화 기술 개발 - 저장 진압을 통한 효율적인 화재 진압 차량 제작 및 검증 - 전기자동차 충전 상태에 따른 화재 확산 방지 시나리오 개발	
부문2(운행안전)	전기자동차 운행안전 확보를 위한 관리 기술 개발
① 전기자동차 고전압 및 기능 안전성 평가기술 개발 - 전기자동차 절연저항 검사장비 및 검사기술 개발 - 저소음자동차 경고음 발생장치 검사장비 및 검사기술 개발 - 영상인지 기술 기반의 배터리 팩 하부 파손 검사기술 개발 - 전기자동차 검사를 위한 시범운영 진로 구축 및 실증 ② 전기자동차 전력 구동시스템 안전성 평가기술 개발 - 주행상태를 재현한 운행 안전성 평가기술 개발 - 전력 구동시스템 성능 검사 기준 도출을 위한 알고리즘 개발 - 전력 구동시스템 성능 확인 주요 인자 도출에 따른 평가기술(안) 개발 ③ 전기자동차 정기적 안전관리 제도화 방안 연구 - 검사대상, 검사주기, 재검사 및 벌칙 등 제도화 방안 연구 - 전기자동차 기술 정보를 활용한 검사 및 정비 활용 방안 연구 - 전기자동차 관능검사 검사기준 및 방법 고도화(안) 제시 - 전기자동차 검사 제도 도입에 따른 비용편익 분석	
부문3(안전관리)	전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리 체계 개발
① 전기자동차 전문인력 양성 제도화 개발 - 전기자동차 기술 전문 인력에 대한 안전교육 제도 개발 - 전기자동차 기술 전문 인력의 신규 및 정기 교육프로그램 개발 - 전기자동차 검사/정비 교육등급제 개발 - 전기자동차 이용자 안전교육 프로그램 개발 - 전기자동차 정비/검사 교육을 위한 교육프로그램 실증	

② 전기자동차 전문인력 양성을 위한 교육 플랫폼 개발

- 온라인(메타버스 등) 교육용 콘텐츠 개발
- 현장 실습 중심의 정기 및 신규교육 콘텐츠 개발
- 전기자동차 교육 영상 콘텐츠 제작 및 플랫폼 개발
- 전기자동차 교육용 콘텐츠 실증사업

③ 전기자동차 정비를 위한 자동차관리사업자 관리기술 개발

- 자동차 정비사업자별 업무 범위기준 개발
- 전기자동차 기술인력 등급별 기준 개발
- 전기자동차 인력양성 관리체계 개발
- 전기자동차 정비사업자 신규 시설 및 장비기준에 대한 실증

- 위의 표에서 도출된 세부연구개발 목표에 대해 관리부처인 국토부와 논의를 진행하였으며, 전기자동차 화재 및 안전관리에 대한 국가(국토부)의 정책방향을 고려하여 본 과제의 세부 연구내용을 수정함
- 전기자동차의 배터리 화재를 미연에 방지하기 위한 기술인 사전검지(early detectin) 기술개발의 필요성은 확인되나, 산업체 및 배터리 팩 제작사의 의견을 조율한 결과 배터리팩의 온도상승후 화재까지 걸리는 시간이 매우 짧기 때문에 사전검지보다는 화재지연 쪽에 연구개발 선정하는 것이 타당한 것으로 도출함
- 현행 자동차관리법에 의하여 전기자동차에 장착되는 배터리 또는 전기자동차 안전기준에 대해서는 자기인증제도를 채택하여 관리하고 있음에 따라, 개발 및 제작된 전기자동차에 대해서는 국가에서 사후관리 성격으로 관리하고 있음
- 하지만, 전기자동차 화재가 빈번히 발생하고, 국민의 불안감이 증대가하여 국가에서는 전기자동차에 한해서만 사전인증 제도를 도입하고자 하는 방안도 고려되고 있음
- 본 과제에서 전기자동차 배터리와 전기자동차에 대한 안전기준을 사전인증체계 방법으로 도입이 가능한 유무에 대해서 연구목표를 추가적으로 선정하였으며, 사전인증체계를 도입시 필요한 평가장비 및 평가기술 개발을 세부 연구목표로 선정함
- 세부적으로 전기자동차 배터리 사전인증을 위해서 극저온 환경에서 배터리의 안전기준 및 성능 평가를 할 수 있는 기준 및 장비 개발과 배터리 안전성 확인을 위해 GTR 규정에서 제시하고 있는 11개 항목에 대한 평가장비 및 평가기술 개발 및 전기자동차 절연저항 및 보호등급 평가기술 개발 연구를 도출함
- 전기자동차 제작안전 사전인증체계 법제화를 위하여 전기자동차의 배터리 등 핵심부품에 대한 사전인증체계 구축과 사전인증을 위한 인증시험 환경 구축방안 개발 연구를 도출함

<표 147> 정책방향 의견수렴을 통한 최종 연구개발 항목 도출

부문1(제작안전)	전기자동차 제작안전을 위한 안전기준 및 인증체계 개발
① 제작단계 전기자동차 안전기준 및 평가기술 개발	

- 전기자동차 BMS 안전기준 및 열전이 시험 평가기술 개발
 - BMS Wake up 기능 및 배터리 안전성 향상을 위한 제작기준 개발
 - 전기자동차 열전이 시험평가 기술 개발
- 전기자동차 화재 예방 및 확산방지 기술 개발
 - 열전이 지연 및 확산방지 화재 발생 긴급호출 기능 시스템 개발
 - 차량 레벨의 열폭주 전이 방지 및 지연 차량 시제품 개발
 - 충전 중 배터리내 직접 급수 시스템 및 화재 확산방지 시나리오 개발

② 전기자동차 배터리 사전인증 평가장비 및 평가기술 개발

- 전기자동차 차량 레벨의 배터리 내구성 성능평가 기술개발
 - 전기자동차 배터리 극저온 성능 안전기준 및 성능평가 장비 개발
- 전기자동차 배터리 안전성 평가장비 및 평가기술 개발
 - 과충전·과방전 등 전기적 시험, 낙하시험 등 물리적 시험, 침수 시험·열충격시험, 열폭주·연소시험 등 열적 시험, 진동 시험·과열방지 시험, 고전원 안전성 시험 등 11개
 - 고전원 전기자동차 절연저항 및 보호등급 평가기술 개발

③ 전기자동차 제작 안전관리 제도화 기술 개발

- 전기자동차 제작 안전기준 법제화 및 국제화
 - 배터리관리시스템(BMS) 안전기준 및 열전이 시험 시행세칙 개발
 - 탈착형 배터리 장착자동차 화재 예방 안전기준 개발 등
- 전기자동차 제작안전 사전인증체계 법제화 개발
 - 배터리 등 핵심부품 사전인증체계, 인증시험 환경 구축방안 개발 등

부문2(운행안전) 전기자동차 운행안전을 위한 검사장비 및 검사기술 개발

① 전기자동차 고전압 및 기능 안전성 평가기술 개발

- 고전압 절연저항 검사장비 및 검사기술 개발
- 영상인지 기술 기반의 배터리 하부 파손 검사기술 개발
- 저소음자동차 경고음 발생장치 검사장비 및 검사기술 개발

② 전기자동차 전력 구동시스템(배터리, 모터) 안전성 평가기술 개발

- 전기자동차 전력 구동시스템(배터리, 모터) 성능평가 기술 개발
- 전기자동차 전력 구동시스템(배터리, 모터) 안전성 평가기술 개발
 - 주행상태 모사 시험모드 개발, 차량 레벨 BMS 성능평가 알고리즘 개발 등
 - 배터리 화재 안전성 평가기술, 모터 구동 안전성 평가기술 개발

③ 전기자동차 안전관리 제도화 연구 및 시범사업

- 전기자동차 성능·상태점검 관리체계 제도화 기술 개발
- 전기자동차 정기검사 제도화 기술 개발 및 시범운영
 - 전기자동차 관능검사 및 기기검사 법제화 기술 개발

부문3(안전관리) 전기자동차 정비검사 전문인력 양성 및 관리 체계 개발

① 자동차 관리사업자 기술인력 양성기술 개발 및 시범사업

- 전기자동차 기술 전문인력 양성 교육 의무화 최소기준 개발
 - 전기자동차 정비 Hazard(위험) 제거 및 예방 매뉴얼 개발, 전문정비 Level 별 인력관리체계 개발, 전기자동차에 특화된 단계별 교육 수료제도 개발
- 전기자동차 전문인력 양성을 위한 교육 플랫폼 개발 및 시범운영
 - 전기자동차 기술 전문인력 신규·정기·전환교육 프로그램 개발, 온라인 및 현장 실습 신규교육 콘텐츠 개발, 교육 영상 콘텐츠 제작 및 플랫폼 개발

② 전기자동차 관리사업자 관리체계 및 교육체계 제도화 기술 개발

- 자동차 정비사업자별 사업관리체계 제도화 기술 개발
 - 종합정비, 소형정비, 부분정비 등 사업자별 분류체계, 사업범위, 자격 등
- 전기자동차 정비사업별 시설 및 장비 최소기준 개발
- 전기자동차 기술 전문인력 교육체계 법제화 개발

<표 148> 예상 성과물 성능목표 및 활용방안

연구개발 내용	예상 성과물	성능목표	활용방안
(핵심1) 전기자동차 제작 안전성을 위한 안전기준 및 인증체계 개발	차량 단위 극저온 성능 및 안전 평가 장비	- 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙 제108조의2에 해당되는 4WD 동력계 - 온도(-40~60° C), 습도(20~95%), 태양광 모사시스템 환경 재현 - 실시간 전력 분석기 8채널	차량단위 초저온에서 배터리 안전성 평가 및 전기자동차 관련 안전기준 등 제도 제시
	전기자동차 배터리 열확산 안전성 평가장비	- 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙 제18조의3 및 69조의4에 해당되는 배터리 안전성 평가장비 - 전기자동차 배터리 사전인증제도 평가장비 - 방폭챔버 및 충방전기 2채널, 진동시험기 등	- 전기자동차 사전인증 평가기준 및 시행세칙 개발 - 전기자동차 침수시험 국제기준 반영 및 화재발 관련 배터리 개선(안) 연구
	대용량 고전압 전기장치 안전성 평가장비	- 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙 제18조의2 및 69조의3에 해당되는 고전압 전기장치 평가장비 - 전기자동차 및 전기이륜차 평가용 방폭 및 절연저항 보호등급 평가장비	- 전기자동차 사전인증 평가장비 활용 - 직접저촉 및 절연저항 전기안전성 평가장비 활용
	배터리 화재확산 방지 BMS 안전기준 및 시스템	- 화재 발생사실 긴급호출 시스템 개발 - 배터리 열전이 방지 시제품 개발 - 차량 내외부 직접급수 시스템 개발	- 전기자동차 배터리 BMS 안전기준 및 시행세칙 개발 - 배터리 열폭주 예방 시스템 도입
(핵심2) 전기자동차 운행 안전성을 위한 검사장비 및 검사기술 개발	절연저항 검사장비	- BMS PRA 스위치 제어 기능 추가 - 자동차관리법 시행규칙[별표15]에 준한 절연저항 최소 1MΩ 이상 측정	- 전기자동차 전용 정기검사제도 도입시 활용 - 전국 자동차 정기검사소(공단/민간) 활용
	배터리 하부 파손 검사장비	영상 기반 배터리 팩 파손 (0.04cm²) 이상 판별	
	저소음자동차 경고음 발생장치 검사장비	자동차 및 자동차 부품의 성능과 기준 시행세칙에 준한 음향/음압 측정	
	전기자동차 전력구동시스템 검사 장비 개발	OBD 데이터, 동력계 데이터 연계 검사 장비 개발	
	전기자동차 전력 구동시스템 성능 검사 기준 도출 알고리즘 개발	전력구동시스템(모터, 배터리) 성능 및 안전 기준 도출 알고리즘(정확성 90% 이상)	

연구개발 내용	예상 성과물	성능목표	활용방안
	제도화(안) 및 실증 보고서	- 전국 2개소, 6개월 이상 실증보고서 - 전기자동차 전용 검사제도(안)	
(핵심3) 전기자동차 관리사업자 전문인력 양성 및 교육체계 개발	전기자동차 전문정비 Level 체계 개발	Level별 교육 체계 및 교육 과정 제시(Level 4단계 이상)	- 자동차관리법 제7장(자동차관리사업 등)의 개정(안) 제시 - 전기자동차 정비교육 관련 법령 의무교육 방안 모색
	전기자동차 단계별 교육 수료 제도 개발	Level 4단계 이상 세부 교육 체계 개발	
	정비사업자별 분류체계 개발	전기자동차 정비사업자별 분류체계(안) 제시	
	정비사업자 자격/시설/장비 등 기준 개발	- 전기자동차 정비사업자 자격조건(안) 제시 - 전기자동차 정비사업자 시설/장비 기준(안) 제시 - 정비사업자 1곳 이상 실증 보고서	



[그림 89] 연차별 추진계획

바. 인력투입계획 및 소요예산 산정

1) 소요인력 산정

가) 전체 인력 투입계획

- 전체사업 부문별 연차별 연구내용을 토대로 인력투입계획을 다음과 같이 산출함

<표 149> 전체사업 부문별 인력투입 계획

(단위 : M/M)

구 분		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	소계
부문1	전기자동차 제작안전을 위한 안전기준 및 인증 체계 개발	79	127	175	92	473
부문2	전기자동차 운행안전을 위한 검사장비 및 검사기술 개발	63	114	63	51	291
부문3	전기자동차 관리사업자 전문인력 양성 및 교육 체계 개발	48	44	32	32	156
합 계		190	285	270	175	920

나) 세부과제별 인력 투입계획

- 부문별 세부과제 인력투입계획은 다음과 같음

<표 150> 부문별 세부과제별 인력투입 계획

(단위 : M/M)

구 분		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	소계
부문1	전기자동차 제작안전을 위한 안전기준 및 인증체계 개발	79	127	175	92	473
제작단계 전기자동차 안전기준 및 평가기술 개발		48	51	25	10	134
전기자동차 제작안전관리 제도화기술 개발		20	63	143	76	302
전기자동차 제작안전관리 제도화기술 개발		11	13	6	6	36
부문2	전기자동차 운행안전을 위한 검사장비 및 검사기술 개발	63	114	63	51	291
전기자동차의 고전압 절연 안전성 및 기능안전성 평가기술 개발		32	57	25	22	136
전기자동차 전력구동시스템 안전성 평가기술 개발		25	46	25	23	119
전기자동차 안전관리 제도화 연구 및 시범사업		6	11	13	6	36
부문3	전기자동차 관리사업자 전문인력 양성 및 교육체계 개발	48	44	32	32	157
자동차관리사업자 기술인력 양성기술 개발 및 시범 사업		35	32	21	22	110
전기자동차 관리사업자 관리체계 및 교육체계 제도화 기술 개발		13	13	11	10	47
합 계		190	286	270	175	920

2) 소요예산 산정

가) 전체 소요예산

- 전체사업에 대한 부문별 연구내용에 따라 전체 소요예산을 산출하였으며, 소요 예산 및 수행기간은 세부과제의 중점 연구내용별 로드맵을 기반으로 연차별 연구개발 내용에 따라 세분화하여 산정함
- 전체 연구사업은 총 4개년에 걸쳐서 수행되며, 연구수행기간 동안 소요예산 추정액은 33,808백만원으로 산출되었음
- 연차별로는 1차년도 6,000백만원, 2차년도 9,000백만원, 3차년도 8,500백만원, 4차년도 5,500백만원이 소요됨
- 정부출연금은 29,000백만원이며, 기업부담금은 4,219백만원이 소요됨

<표 151> 전체사업 소요예산

(단위 : 백만원)

구 분	정부출연금	기업투자금	합 계
1차년도	6,000	1,010	7,010
2차년도	9,000	1,568	10,568
3차년도	8,500	1,510	10,010
4차년도	5,500	964	6,464
합 계	29,000	5,052	34,052

- 부문별 소요예산은 부문1 ‘전기자동차 제작안전을 위한 안전기준 및 인증체계 개발’ 과제에서 17,650백만원, 부문2 ‘전기자동차 운행안전을 위한 검사장비 및 검사기술 개발’ 과제에서 10,409백만원, 부문3 ‘전기자동차 관리사업자 전문인력 양성 및 교육체계 개발’ 과제는 5,418백만원으로 산출됨
- 부문별 연차별 정부출연금 소요예산은 부문1 ‘전기자동차 제작안전을 위한 안전기준 및 인증체계 개발’ 과제에서 14,900백만원, 부문2 ‘전기자동차 운행 안전을 위한 검사장비 및 검사기술 개발’ 과제에서 9,200백만원, 부문3 ‘전기자동차 관리사업자 전문인력 양성 및 교육체계 개발’ 과제는 4,900백만원으로 산출됨
- 부문별 연차별 기업투자금 소요예산은 부문1 ‘전기자동차 제작안전을 위한 안전기준 및 인증체계 개발’ 과제에서 2,750백만원, 부문2 ‘전기자동차 운행안전을 위한 검사장비 및 검사기술 개발’ 과제에서 1,209백만원, 부문3 ‘전기자동차 관리사업자 전문인력 양성 및 교육체계 개발’ 과제는 518백만원으로 산출됨

나) 세부과제별 소요예산

<표 152> 부문별 연차별 소요예산

(단위 : 백만원)

구분	세부내용	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	소 계
[부문1] 전기자동차 제작안전을 위한 안전기준 및 인증체계 개발	제작단계 전기자동차 안전기준 및 평가기술 개발	1,824	1,920	960	360	5,064
	전기자동차 제작안전관리 제도화기술 개발	756	2,400	5,400	2,880	11,436
	전기자동차 제작안전관리 제도화기술 개발	350	400	200	200	1,150
	소 계	2,930	4,720	6,560	3,440	17,650
[부문2] 전기자동차 운행안전을 위한 검사장비 및 검사기술 개발	전기자동차의 고전압 절연 안전성 및 기능안전성 평가기술 개발	1,200	2,160	960	840	5,160
	전기자동차 전력구동시스템 안전성 평가기술 개발	960	1,728	960	864	4,512
	전기자동차 안전관리 제도화 연구 및 시범사업	200	360	400	180	1,140
	소 계	2,360	4,248	2,320	1,884	10,812
[부문3] 전기자동차 관리사업자 전문인력 양성 및 교육체계 개발	자동차관리사업자 기술인력 양성기술 개발 및 시범사업	1,320	1,200	780	840	4,140
	전기자동차 관리사업자 관리체계 및 교육체계 제도화기술 개발	400	400	350	300	1,450
	소 계	1,720	1,600	1,130	1,140	5,590
합 계		7,010	10,568	10,010	6,464	34,052

<표 153> 부문별 연차별 정부출연금 소요예산

(단위 : 백만원)

구분	세부내용	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	소 계
[부문1] 전기자동차 제작안전을 위한 안전기준 및 인증체계 개발	제작단계 전기자동차 안전기준 및 평가기술 개발	1,520	1,600	800	300	4,220
	전기자동차 배터리 사전인증 평가장비 및 평가기술 개발	630	2,000	4,500	2,400	9,530
	전기자동차 제작안전관리 제도화기술 개발	350	400	200	200	1,150
	소 계	2,500	4,000	5,500	2,900	14,900
[부문2] 전기자동차 운행안전을 위한 검사장비 및 검사기술 개발	전기자동차의 고전압 절연 안전성 및 기능안전성 평가기술 개발	1,000	1,800	800	700	4,300
	전기자동차 전력구동시스템 안전성 평가기술 개발	800	1,440	800	720	3,760
	전기자동차 안전관리 제도화 연구 및 시범사업	200	360	400	180	1,140
	소 계	2,000	3,600	2,000	1,600	9,200
[부문3] 전기자동차 관리사업자 전문인력 양성 및 교육체계 개발	자동차관리사업자 기술인력 양성기술 개발 및 시범사업	1,100	1,000	650	700	3,450
	전기자동차 관리사업자 관리체계 및 교육체계 제도화기술 개발	400	400	350	300	1,450
	소 계	1,500	1,400	1,000	1,000	4,900
합 계		6,000	9,000	8,500	5,500	29,000

<표 154> 부문별 연차별 기업투자금 소요예산

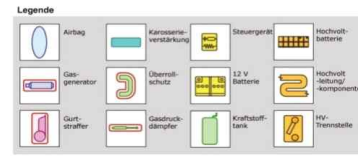
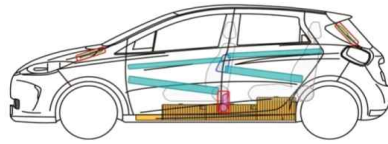
(단위 : 백만원)

구분	세부내용	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	소 계
[부문1] 전기자동차 제작안전을 위한 안전기준 및 인증체계 개발	제작단계 전기자동차 안전기준 및 평가기술 개발	304	320	160	60	844
	전기자동차 배터리 사전인증 평가장비 및 평가기술 개발	126	400	900	480	1,906
	전기자동차 제작안전관리 제도화기술 개발	-	-	-	-	-
	소 계	430	720	1,060	540	2,750
[부문2] 전기자동차 운행안전을 위한 검사장비 및 검사기술 개발	전기자동차의 고전압 절연 안전성 및 기능안전성 평가기술 개발	200	360	160	140	860
	전기자동차 전력구동시스템 안전성 평가기술 개발	160	288	160	144	752
	전기자동차 안전관리 제도화 연구 및 시범사업	-	-	-	-	-
	소 계	360	648	320	284	1,612
[부문3] 전기자동차 관리사업자 전문인력 양성 및 교육체계 개발	자동차관리사업자 기술인력 양성기술 개발 및 시범사업	220	200	130	140	690
	전기자동차 관리사업자 관리체계 및 교육체계 제도화기술 개발	-	-	-	-	-
	소 계	220	200	130	140	690
합 계		1,010	1,568	1,510	964	5,052

사. 과제제안요구서(RFP)

연구개발 과제명	전기자동차 안전성 평가 및 통합 안전관리 기술 개발																													
1. 연구개발 목표	◦ 전기자동차(EV)의 보급 확대에 따른 국민 안전성 확보를 위한 전기자동차의 안전성 평가 및 통합 안전관리 기술을 개발하고 시범운행을 통한 법제 개선방안 연구 - 전기자동차 제작 안전을 위한 안전기준 및 인증체계 개발 - 전기자동차 운행 안전을 위한 검사장비 및 검사기술 개발 - 전기자동차 관리사업자 전문인력 양성 및 교육체계 개발																													
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	□ 연구개발의 필요성 ◦ 「환경친화적자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률 제3조」에 따라 온실가스 저감을 목적으로 2030년까지 전기자동차 362만대 보급 추진 ◦ 전기자동차의 잦은 화재사고 발생으로 국민의 안전이 위협받고 있으며, '20년 기준 22건의 화재사고가 발생하여 2억8천만원의 재산피해액이 발생, 전기자동차 화재사고 등의 전기자동차 안전성 평가기술 및 관리제도 개선 시급 최근 4년간 전기차 화재 현황 *2020년 11월 잠정치 <table><thead><tr><th>연도</th><th>화재 건수</th><th>재산피해액(원)</th></tr></thead><tbody><tr><td>2017</td><td>13</td><td>8586만</td></tr><tr><td>2018</td><td>12</td><td>5892만</td></tr><tr><td>2019</td><td>22</td><td>3억 3720만</td></tr><tr><td>2020년</td><td>22</td><td>2억 7837만</td></tr></tbody></table> 화재원인(단위: 건) <table><tbody><tr><td>전기적 요인</td><td>40</td></tr><tr><td>기계적 요인</td><td>10</td></tr><tr><td>마상</td><td>10</td></tr><tr><td>교통사고</td><td>5</td></tr><tr><td>부주의</td><td>2</td></tr><tr><td>화학적 요인</td><td>1</td></tr><tr><td>기타</td><td>1</td></tr></tbody></table> 자료: 조정훈 의원실·소방청 <전기자동차 화재 현황 및 화재원인 분석 결과(최근 4년)> ◦ 국토교통부, 산업통상자원부, 환경부 등 범부처 합동 「BIG3 중점추진과제」를 발표하였으며, 전기자동차 검사기준 강화 및 검사장비·인프라 확충, BMS 진단기능 강화, 전문인력 및 정비소 확충 등 관리제도 개선 포함 ◦ 「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 ◦ 「미래차 운행안전을 위한 미래차 검사·정비체계 구축」 발표('21.8, 혁신성장 BIG3 회의)하였으며, 전기자동차 검사기준(장비, 인프라 확충)과 제작 안전기준의 강화 및 전문 정비소 및 전문인력 양성 확충 정책 목표 발표 ◦ 자동차관리법에서 정하고 있는 법정계획인 제3차 자동차정책기본계획을 수립(~'22.6) 중에 있으며, 자동차정책기본계획에 반영되어 협의 중에 있음 □ 개발동향 ◦ 전기자동차 제작 안전 강화 및 화재사고 확산방지 기술 - (국내) 국내인증규격은 국제인증규격(GTR) 개발을 위한 열전이 및 BMS 고도화를 포함한 강화된 인증 규격 제시 및 관련 기술 개발 검증이 필요하며, 저상 투입 화재 진압 기술은 미비한 상황임	연도	화재 건수	재산피해액(원)	2017	13	8586만	2018	12	5892만	2019	22	3억 3720만	2020년	22	2억 7837만	전기적 요인	40	기계적 요인	10	마상	10	교통사고	5	부주의	2	화학적 요인	1	기타	1
연도	화재 건수	재산피해액(원)																												
2017	13	8586만																												
2018	12	5892만																												
2019	22	3억 3720만																												
2020년	22	2억 7837만																												
전기적 요인	40																													
기계적 요인	10																													
마상	10																													
교통사고	5																													
부주의	2																													
화학적 요인	1																													
기타	1																													

- (UN) 국제인증규격(GTR)에서 제작안전 강화를 위한 신규 시험방법(열전이시험 등)이 논의되고 있으며, 효율적인 전기자동차 화재 진압을 위한 차량 정보 전송 등을 포함한 진압 기술이 개발 중에 있음



<르노 전기자동차 차량구조 정보 카드 (예시)>

- 전기자동차 운행 안전 확보를 위한 검사 기술
 - (국내) 자동차관리법 시행규칙 [별표15]에 따라 육안검사(배선 색상, 연결부 손상 등)와 충전구에 한하여 절연저항 검사를 시행하고 있으나, 전기자동차의 기능 및 성능에 대한 검사기술 부족
 - (독일) 자동차검사기술연구소(FSD)는 검사용진단기와 차대동력계 등을 활용한 전기자동차 검사방법 및 기준을 개발 완료하였으며, 현재 법제화를 위한 논의 단계 중에 있음

진단기를 활용한 고전압 검사	배터리 전압치(최고-최저 검사)
Support of the PT1-Adapter in the PT1 of high-voltage vehicles	Support of the PT1-Adapter in the PT1 of high-voltage vehicles Inspection for proper operation of the battery management system (BMS) • Adjustment of maximum and maximum charging voltage of the HV-battery
배터리 냉각시스템 검사	차대동력계를 활용한 검사
Support of the PT1-Adapter in the PT1 of high-voltage vehicles Inspection of the cooling system of the HV-battery • Detecting overheating temperature of the HV-battery	Collecting and Analyzing Vehicle speed Battery Voltage Inverter Current Motor speed Motor Torque Throttle Position Coolant Temperature Inverter Temp Battery Temp Header Temp AC Status

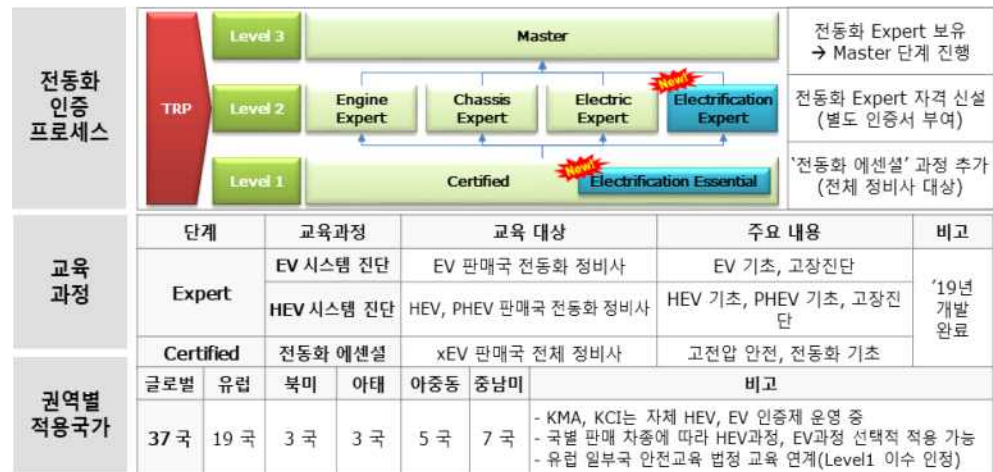
<독일의 전기자동차 안전관리 검사 현황>

- (일본) OBD를 활용한 전기자동차 검사방법을 연구개발 진행 단계에 있으며, 제작사에게 정보를 제출토록 법제화하여 2024년 검사를 추진할 예정
- (중국) 검사장비 제작사(Cosber)는 전기자동차 절연저항 검사를 위한 검사장비를 개발하여 지방정부와 협력하여 실증사업 중에 있으며, 충전 안전성 기능 및 성능 검사를 위한 검사장비 및 검사기법 개발 완료

일본의 전기자동차 검사방법(안)	중국의 전기자동차 검사장비
New vehicle inspection method by using OBD OTMA Submission of list of DTC which is related to nonconformity for regulations ("Specific DTC") from OEMs Authorized scan tool in which information of Specific DTC is installed At the inspection If Specific DTC is detected by authorized scan tool, the vehicle is rejected at the inspection. Scope / Schedule Scope New models of passenger car, Bus and Truck since 2021 (Import Car 2022) 1. ADAS (Advanced driver-assistance systems) ABS, ESC, BAS, AEB and AVAS 2. ACSF Enhanced-Lane Keeping, Lane changing 3. Exhaust gas reduction systems Date of enforcement 2024 (Import Car 2025)	Electrical Safety Inspection Measuring of AC/DC Insulation resistance - AC: < 500 V/V - DC: < 100 V/V BMS System EV Charging Safety Test - Communication - Information of the EV Battery - Charging security test COSBER EV Test-Box

<일본, 중국의 전기자동차 안전관리 검사 현황>

- 전기자동차 관리사업자 제도 및 인력양성 기술
 - (국내) 전기자동차 정비 교육 시스템은 미흡하며, 완성차 제조업체가 정비·진단 기술을 독점하여 자사 서비스센터 소수 직원들만 교육을 진행하여 민간 정비업체에 대한 전기자동차 전문 기술 교육 전무
 - (EU) 프랑스, 독일, 스페인, 스웨덴, 영국 등 전기자동차 기술인력 전문교육제도를 운영하고 있으며, 기본교육(Level 1), 일반교육(Level 2), 고전압계통 심화교육(Level 3)을 시행하여 체계적인 정비 종사자 교육 시행



<대륙별 전기자동차 안전관리 전문 정비 인력제도 교육제도 현황>

3. 연구개발내용

□ 연구내용 (부문1) 전기자동차 제작안전을 위한 안전기준 및 인증체계 개발

- 제작단계 전기자동차 안전기준 및 평가기술 개발
 - 전기자동차 BMS 안전기준 및 열전이 시험 평가기술 개발
 - BMS Wake up 기능 및 배터리 안전성 향상을 위한 제작기준 개발
 - 전기자동차 열전이 시험평가 기술 개발
 - 전기자동차 화재 예방 및 확산방지 평가기술 개발
 - 열전이 지연 및 확산방지 화재 발생 긴급호출 기술 개발
 - 차량 레벨의 열폭주 전이 방지 및 지연 차량 시제품 개발
 - 충전 중 배터리내 직접 급수 시스템 및 화재 확산방지 시나리오 개발
- 전기자동차 배터리 사전인증 평가장비 및 평가기술 개발
 - 전기자동차 차량 레벨의 배터리 내구성 성능평가 기술개발
 - 전기자동차 배터리 극저온 성능 안전기준 및 성능평가 장비 개발
 - 전기자동차 배터리 안전성 평가장비 및 평가기술 개발
 - 열적 시험, 진동시험, 과열방지 시험, 고전원 안전성 시험등 11개 시험항목
 - 고전원 전기자동차 절연저항 및 보호등급 평가기술 개발
- 전기자동차 제작 안전관리 제도화 연구
 - 전기자동차 제작 안전기준 법제화 및 국제화
 - 배터리관리시스템(BMS) 안전기준 및 열전이 시험 시행세칙 개발
 - 탈착형 배터리 장착자동차 화재 예방 안전기준 개발 등
 - 전기자동차 제작안전 사전인증체계 제도화 연구

(부문2) 전기자동차 운행안전을 위한 검사장비 및 검사기술 개발

- 전기자동차의 고전압 절연 안전성 및 기능 안전성 평가기술 개발
 - 고전압 절연저항 검사장비 및 검사기술 개발
 - 영상인지 기술 기반의 배터리 하부 파손 검사기술 개발
 - 저소음자동차 경고음 발생장치 검사장비 및 검사기술 개발
- 전기자동차 전력 구동시스템(배터리, 모터) 안전성 평가기술 개발
 - 전기자동차 전력 구동시스템(배터리, 모터) 성능평가 기술 개발
 - 전기자동차 전력 구동시스템(배터리, 모터) 안전성 평가기술 개발
 - 주행상태 모사 시험모드 개발, 차량 레벨 BMS 성능평가 알고리즘 개발 등
 - 배터리 화재 안전성 평가기술, 모터 구동 안전성 평가기술 개발
- 전기자동차 안전관리 제도화 연구 및 시범사업
 - 전기자동차 성능·상태점검 관리체계 제도화 기술 개발
 - 전기자동차 정기검사 제도화 기술 개발 및 시범운영
 - 전기자동차 관능검사 및 기기검사 법제화 기술 개발

(부문3) 전기자동차 관리사업자 전문인력 양성 및 교육체계 개발

- 자동차 관리사업자 기술인력 양성기술 개발 및 시범사업
 - 전기자동차 기술 전문인력 양성 교육 의무화 최소기준 개발
 - 전기자동차 정비 Hazard(위험) 제거 및 예방 매뉴얼 개발, 전문정비 Level 별 인력관리체계 개발, 전기자동차에 특화된 단계별 교육 수료제도 개발
 - 전기자동차 전문인력 양성을 위한 교육 플랫폼 개발 및 시범운영
 - 전기자동차 기술 전문인력 신규·정기·전환교육 프로그램 개발, 온라인 및 현장 실습 신규 교육 콘텐츠 개발, 교육 영상 콘텐츠 제작 및 플랫폼 개발
- 전기자동차 관리사업자 관리체계 및 교육체계 제도화 기술 개발
 - 자동차 정비사업자별 사업관리체계 제도화 기술 개발
 - 종합정비, 소형정비, 부분정비 등 사업자별 분류체계, 사업범위, 자격 등
 - 전기자동차 정비사업별 시설 및 장비 최소기준 개발
 - 전기자동차 기술 전문인력 교육체계 법제화 개발

4. 연구개발 추진방법

- 추진전략
- 전기자동차 안전성 평가 및 통합 안전관리 기술 개발을 위한 단계별 목표를 수립하고, 실용화에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립
 - 정부, 지자체, 자동차 및 부품 제작사, 연합회 및 협회, 학부모, 검사기관, 정비업체, 교육 기관 등 이해당사자 의견 수렴, 기술수요처 수요조사 및 유기적 협조체계 구축
 - 전기자동차 및 배터리 관련 안전관리를 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 실 사용자(시설운영자, 운전자, 동승자 등)의 의견수렴을 위한 위원회 구성 및 지속적인 의견 수렴을 통한 사회적 합의안 도출
 - 국내외 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	◦ 과제 컨소시엄 구성 시 과다한 기관 수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고 주관연구개발기관은 과제 시작시점부터 종료까지 동일기관이 연구를 수행하여야 함(중소·중견기업 참여 필수) ◦ 관련 기술 및 기준 등에 대한 전문가 자문단을 구성·활용하여 연구개발의 기술·정책적 보완 사항 확인 및 반영 ◦ 관계부처 및 업계 간 유기적 협의체계 구축을 통한 의견 수렴 및 교류 활성화 ◦ 주관연구개발기관은 연구단 컨소시엄을 구성하여 컨소시엄 특성상 주관기관 업무 수행에 가장 적합한 기관이 수행하도록 하고 각 과제는 과제별로 공동연구 체계를 구성할 수 있음
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	(부문1) 전기자동차 제작안전을 위한 안전기준 및 인증체계 개발 1) 제작단계 전기자동차 안전기준 및 평가기술 개발 ◦ BMS 안전기준 1건 ◦ 화재 발생 긴급 호출 시스템 1종 ◦ 열폭주 전이 방지 및 시연 차량 1대 ◦ 전기자동차 화재 방지 시스템 2종 2) 전기자동차 배터리 사전인증 평가장비 및 평가기술 개발 ◦ 차량 레벨 배터리 내구성능 평가 기준 1건 ◦ 차량 레벨 배터리 극저온 성능 안전기준 1건 ◦ 차량 레벨 배터리 극저온 성능 평가 장비 1건 ◦ 전기자동차 절연저항 및 보호등급 평가 기술 1건 3) 전기자동차 제작 안전관리 제도화 연구 ◦ 열폭주 시험 시행 세칙 1항목 ◦ 탈착형 배터리 화재 예방 안전기준 1건 ◦ 배터리 등 핵심부품 사전인증체계(안) 1건 ◦ 인증시험 환경 구축(안) 1건 (부문2) 전기자동차 운행안전을 위한 검사장비 및 검사기술 개발 1) 전기자동차의 고전압 절연 안전성 및 기능 안전성 평가기술 개발 ◦ 전기자동차 절연저항 검사장비 및 검사기술 1건 ◦ 저소음자동차 경고음 발생장치 검사장비 및 검사기술 1건 ◦ 영상인지 기반 배터리 팩 파손 검사기술 장비 및 검사기술 1건 ◦ 전기자동차 전용 정기검사 시범진로 1건 2) 전기자동차 전력 구동시스템(배터리, 모터) 안전성 평가기술 개발 ◦ 전력 구동시스템(모터, 배터리) 운행 안전성 평가 검사장비 및 기술 1건 ◦ 전력 구동시스템(모터, 배터리) 성능 검사 기준 도출 알고리즘 1건 ◦ 전력 구동시스템(모터, 배터리) 성능 평가 기술(안) 1건 3) 전기자동차 안전관리 제도화 연구 및 시범사업 ◦ 전기자동차 관리 방안 제도화(안) 1건 ◦ 전기자동차 검사 및 정비를 위한 기술정보 보고서 1건

- 전기자동차 관능검사 기술 보고서 1건

(부문3) 전기자동차 관리사업자 전문인력 양성 및 교육체계 개발

1) 자동차 관리사업자 기술인력 양성기술 개발 및 시범사업

- 전기자동차 정비 Hazard(위험)요소 제거 기술 및 매뉴얼
- 전기자동차 기술 전문 인력 신규, 정기, 전환 교육 프로그램 각 1건
- 온라인 및 현장 실습 중심의 신규교육 콘텐츠 1건
- 전기자동차 교육 영상 콘텐츠 제작 및 플랫폼 1건
- 자동차 관리사업 종사자 대상 현장 교육 실증 보고서

2) 전기자동차 관리사업자 관리체계 및 교육체계 제도화 기술 개발

- 전기자동차 Level 별 교육 수료제도 및 안전교육 제도(안)
- 전기자동차 전문정비 Level 별 인력관리체계 보고서
- 전기자동차 정비에 특화된 단계별 교육 수료 제도(안)
- 전기자동차 전문정비 업종별 시설관리체계 수립(시설 및 장비기준 등) 보고서
- 정비사업자의 시설·장비 기준과 작업(제안) 범위기준(안)
- 전기자동차 정비사업자 현장 시설 시범운영 보고서

6. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

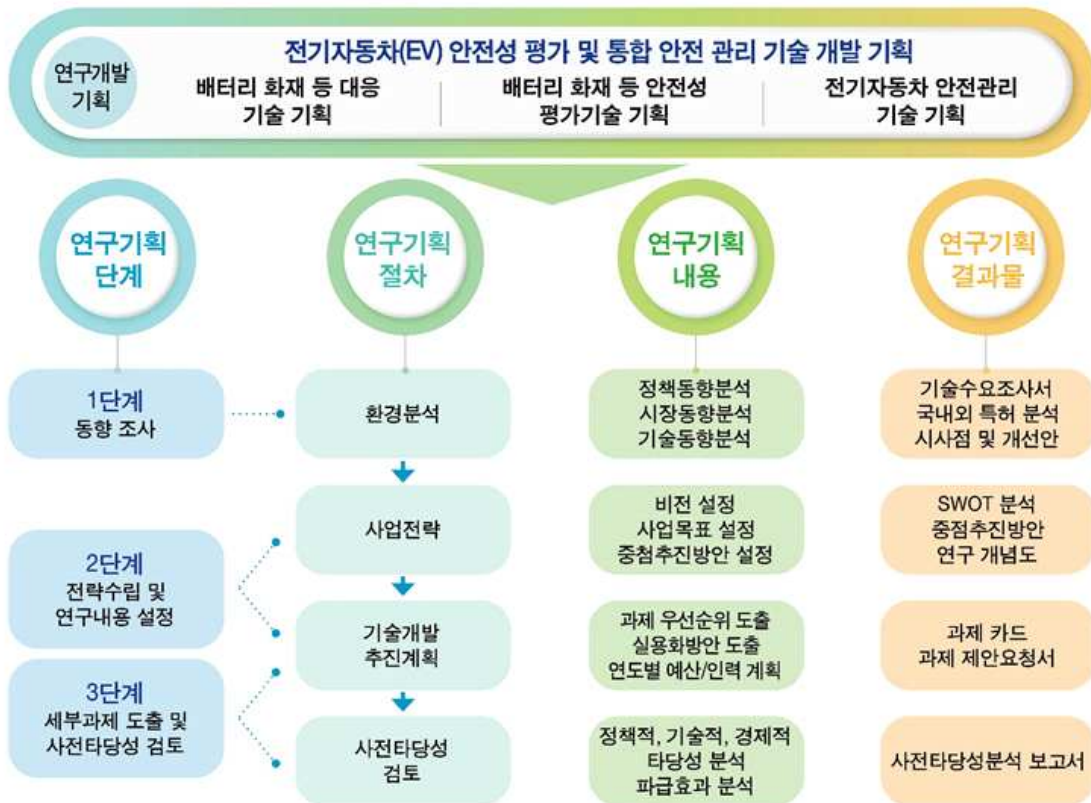
- 전기자동차 제작사 및 부품사업자가 자기인증체계의 표준기술로 활용 가능
- 전기자동차 배터리 화재 사고 예방 및 화재사고로 발생되는 국민 피해 저감
- 전기자동차 배터리관리시스템(BMS) 안전기술 개발을 통한 국내 전기자동차 제작사 기술 향상 유도
- 전기자동차 안전성 확보로 전기자동차 산업의 활성화, 전기자동차 보급확대로 운송 분야의 탄소 중립 목표 달성 가능
- 전기자동차 배터리관리시스템(BMS) 안전기준 국제기준 제안을 통한 국가 위상 제고
- 전기자동차분야 생태계 전환에 따른 전문인력 양성을 통한 현장 정비기술의 고도화 및 전문인력 확보 및 공급 방안 마련하여 부족한 인력난 해소 기여
- 최근 사회적 문제가 되고 있는 전기자동차 안전관리에 대한 정보를 제공함으로써 국민의 생명과 재산을 보호 기여
- 정기적인 전기자동차 안전성 검사를 통해 전기자동차 화재 발생 등에 대한 안전관리 방안 대책 마련
- 전기자동차만의 고유특성을 반영한 성능 평가 및 검사기술 도출로 전기자동차 운전자 및 기타 보행자에 대한 안전 확보
- 자동차관리법에 명시되어 있는 운행자동차의 안전확보를 위한 검사기술 및 장비 마련으로 운행자동차 정기검사소에 기술 활용 가능
- 구체적인 법률, 시행령, 시행규칙, 서식 등과 관련 해설은 단기 또는 중장기적으로 입법에 활용될 수 있음. 즉, 정부안 또는 의원입법에 참조자료로 제공됨으로써 단계적으로 입법화될 수 있고, 그 과정에서 공청회, 보도자료, Q&A로도 활용
- 전기자동차 인재양성 교육 개발 프로그램을 통한 안전교육 및 정비기술 강화에 따른 교육생태계 전환점 마련, 지역 취업시장 활성화 유도 기대
- 전기자동차 관리사업자 관리체계 기술을 제공함으로써 시설기준, 인력기준 안전기준 등 법적기준마련하고 기업의 성장에 기여
- 교육 플랫폼을 통하여 신규교육, 정기교육 전환교육등 다양한 실무 및 이론 교육을 제공하여 사용자에게 편리 제공
- 정부의 미래차 발전전략('19.10), 한국판뉴딜('20.7), 미래자동차 확산 및 시장선점 전략('20.10), '25년 전기·수소차 보급 및 미래차 경쟁력 세계 1위 목표 및 관련 생태계 구

축, 미래차 전환 연구. 현장인력 양성 및 공급하는 정책 방향에 기여	
□ 기대효과	◦ 사회적 효과 - 전기자동차 배터리 화재사고 예방 및 화재사고로 발생하는 국민 피해 저감 - 전기자동차 배터리관리시스템(BMS) 안전기준 개발을 통한 국내 전기자동차 제작사 기술 향상 유도 - 전기자동차 안정성 확보로 국민의 불안감 해소를 통한 환경친화적 자동차 개발 및 보급에 관한 국가의 중장기 목표 달성 기대 - 전기자동차 정비인력 및 관리사업자 확대에 따른 전기자동차 소유자의 정비 등 운영 방안 효율화 ◦ 기술적 성과 - 전기자동차 정기검사(Period Technical Inspection; PTI) 기술 개발 및 검사장비 개발을 통한 국외 검사기술 우위 선점 가능 - 전기자동차 배터리관리시스템(BMS) 안전기준 국제기준 제안을 통한 국가 위상 제고 - 제작 안전기술 및 화재 진압기술 개발을 통한 전기자동차 및 배터리 기술력 향상에 이바지 함으로써 전기자동차 산업 경쟁력 강화 기여 - 전기자동차 안전관리를 위한 관리사업자 및 기술인력 교육체계 개발을 통해 내연기관에서 전기자동차로의 기술 전환 확립 ◦ 파급효과 - 전기자동차 안전성 확보로 전기자동차 산업의 활성화, 전기자동차 보급 확대에 운송분야의 탄소중립 목표 달성 가능 - 국내의 전기자동차 전주기에 대한 관리사업자(정비, 매매, 폐차 등) 및 기술인력에 대한 안전관리 기반 마련
7. 연구기간 및 소요예산	
	◦ 총 연구기간 : 2023. 4. ~ 2026. 12. (44개월) - 1단계 : 2023. 4. ~ 2024. 12. (20개월) - 2단계 : 2025. 1. ~ 2026. 12. (24개월) ◦ 총 정부출연금 : 29,000백만원 이내 - 1단계 정부출연금 : 14,000백만원 이내 - 2단계 정부출연금 : 15,000백만원 이내 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구개발비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능
8. 기 타	
	◦ 본 과제의 보안등급은 “일반 과제”임 ◦ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함 ◦ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함 ※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발 결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함 하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
- ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음
- 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시
- 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시
- ※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성
- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시
- 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시
 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
- ※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능
- 연구성과의 현장검증(시험시공), 실용화 및 사업화 추진계획 필히 제시
 - 신청자는 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출 근거 제시
 - 신청자는 현장실증시험 등을 통한 연구성과의 실용성 검증 및 사업화 추진계획을 필히 제시
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장 제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발 결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
 - 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
 - 전문기관은 필요시 선정된 주관연구기관(연구책임자)과 협의를 통해 연구개발계획서를 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
 - 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용 및 연구개발비는 조정될 수 있음

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

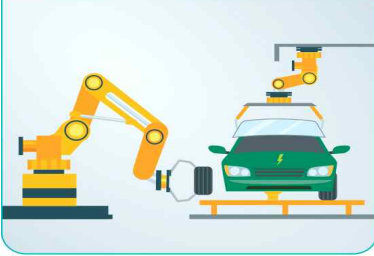
가. 연구기획 목표 및 내용



[그림 90] 기획연구의 목표

- 본 기획연구의 목표는 전기자동차 보급활성화 정책과 배터리 화재 발생으로 인한 국민 안전성을 확보하기 위한 목적으로 전기자동차 안전성 평가 및 통합 안전 관리 기술 개발 기획 과제를 수행함
- 국내외 동향조사 및 특허분석 등 다양한 방면에서의 필요성 등 환경분석을 통하여 개발돼야 할 연구분야를 분류하였으며, SWOT 분석을 통하여 전기자동차 안전성 확보를 위한 현재 문제점 및 극복 방안에 대하여 분석을 실시함
- 산업계, 학계 등 다양한 업계에 기술수요조사를 공고하여 기술수요조사서를 수집하였으며, 기획위원회에서 중복성, 우선순위 등을 검토하였으며, 본 기술개발을 수용 및 제도적으로 안착하게 될 정부기관과의 협의회 최종 연구 개발 내용을 선정함
- 제작안전분야, 운행안전분야, 자동차관리 분야로 구성하여 각 분야별 세부 연구 개발 항목 도출

제작 안전기준



- ◎ 전기자동차 제작안전을 위한 안전기준 및 인증체계 개발
 - 제작단계 전기자동차 안전기준 및 평가기술 개발
 - 전기자동차 배터리 사전인증 평가장비 및 평가기술 개발
 - 전기자동차 제작 안전관리 제도화 기술 개발
- * 연구개발 기간/예산(정부출연금) : 2023~2026년/14,900백만원

운행 안전기준



- ◎ 전기자동차 운행안전을 위한 검사장비 및 검사기술 개발
 - 전기자동차의 고전압 절연 안전성 및 기능 안전성 평가기술 개발
 - 전기자동차 전력 구동시스템(배터리, 모터) 안전성 평가기술 개발
 - 전기자동차 안전관리 제도화 연구 및 시범사업
- * 연구개발 기간/예산(정부출연금) : 2023~2026년/9,200백만원

관리사업 및 정비인력



- ◎ 전기자동차 관리사업자 전문인력 양성 및 교육체계 개발
 - 자동차 관리사업자 기술인력 양성기술 개발 및 시범 사업
 - 전기자동차 관리사업자 관리체계 및 교육체계 제도화 기술 개발
- * 연구개발 기간/예산(정부출연금) : 2023~2026년/4,900백만원



전기자동차 생애전주기(제작, 운행, 관리) 안전성 제고

[그림 91] 본 과제 RFP 도출

나. 목표 달성여부

1) 연구수행 결과

가) 정성적 연구개발성과

해당사항 없음

나) 정량적 연구개발성과

해당사항 없음

다) 세부 정량적 연구개발성과

[과학적 성과]

☐ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율

☐ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	대한기계학회 신뢰성부문 2022년 춘계 학술대회	기태균	2022.3.25	제주	대한민국

☐ 기술 요약 정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식

☐ 보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호

☐ 생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도

[기술적 성과]

☐ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		

○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타

☐ 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율

☐ 신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

☐ 기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		

☐ 표준화

○ 국내표준

번호	인증구분 ¹⁾	인증여부 ²⁾	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류 ³⁾	제안/인증일자

* 1) 한국산업규격(KS) 표준, 단체규격 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.

* 2) 제안 또는 인증 중 해당하는 사항을 기재합니다.

* 3) 신규 또는 개정 중 해당하는 사항을 기재합니다.

○ 국제표준

번호	표준화단계구분 ¹⁾	표준명	표준기구명 ²⁾	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식 ³⁾	제안자	표준화 번호	제안일자

* 1) 국제표준 단계 중 신규 작업항목 제안(NP), 국제표준초안(WD), 위원회안(CD), 국제표준안(DIS), 최종국제표준안(FDIS), 국제표준(IS) 중 해당하는 사항을 기재합니다.

* 2) 국제표준화기구(ISO), 국제전기기술위원회(IEC), 공동기술위원회1(JTC1) 중 해당하는 사항을 기재합니다.

* 3) 국제표준(IS), 기술시방서(TS), 기술보고서(TR), 공개활용규격(PAS), 기타 중 해당하는 사항을 기재합니다.

[경제적 성과]

☐ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)

☐ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황

* 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

☐ 사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 ¹⁾	사업화 형태 ²⁾	지역 ³⁾	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		

- * 1) 기술이전 또는 자기실시
- * 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등
- * 3) 국내 또는 국외

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
합계					

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과					
사업화 계획	사업화 소요기간(년)				
	소요예산(천원)				
	예상 매출규모(천원)		현재까지	3년 후	5년 후
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내			
		국외			
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획				
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)		현재	3년 후	5년 후
	수출				

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			yyyy년	yyyy년	
합계					

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)
고용 효과	개발 전	연구인력	
		생산인력	
	개발 후	연구인력	
		생산인력	

□ 비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

☐ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도							
기대 목표							

☐ 산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

☐ 기술 무역

(단위: 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	기 징수액	총 계약액	해당 연도 징수액	향후 예정액	수출/ 수입

[사회적 성과]

☐ 법령 반영

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용

☐ 정책활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용

☐ 설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구 분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/ 지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용

☐ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황											
			학위별				성별		지역별					
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	

☐ 산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원

☐ 다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

☐ 국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

☐ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일

☐ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관

[인프라 성과]

☐ 연구시설·장비

구축기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)

* 「과학기술기초법 시행령」 제42조제4항제2호에 따른 연구시설·장비 종합정보시스템을 의미합니다.

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

해당사항 없음

2) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

해당사항 없음

다. 목표 미달성시 원인(사유) 및 차후대책

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

해당사항 없음

2) 자체 보완활동

해당사항 없음

3) 연구개발 과정의 성실성

해당사항 없음

[뒷면지]

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업 전기자동차(EV) 안전성 평가 및 통합 안전 관리 기술 개발 기획과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 국토교통부부(국토교통과학기술진흥원 전문기관)에서 시행한 국토교통연구기획사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.