

미래 전파 新시장(에너지 및 의료 분야) 육성을 위한 지원 방안 연구

(최종보고서)

2019. 12.

한국방송통신전파진흥원

제 출 문

한국방송통신전파진흥원장 귀하

본 연구보고서를 「미래 전파 新시장(에너지 및 의료 분야) 육성을 위한 지원 방안 연구」의 최종보고서로 제출합니다.

2019. 12.

용역연구기관 : (주)웹스

연구책임자 : 김현종

참여연구원 : 김상범

김정순

장영욱

한진아

함세라

이혜진

요 약 문

1. 제목

- 미래 전파 新시장(에너지 및 의료 분야) 육성을 위한 지원 방안 연구

2. 연구개요

- 에너지 및 의료분야의 메가트렌드 분석 및 전문가그룹 토론회를 통한 미래 전파 新시장 육성 지원방안 수립 필요
- 선진국/기관의 전파 산업 관련 메가트렌드 분석과 전문가그룹(산·학·연) 토론회로 정합성이 확보된 미래 전파 新시장 육성 지원방안을 수립
- 미래 전파 新시장 육성지원 방안으로 전파 응용기술 확보 및 新시장 선점 기여와 신규 사업자에 대한 진입장벽 완화
 - 에너지 및 의료 산업분야의 전파 응용기술 확보 및 新시장 선점 기여
 - 미래 전파 新시장에 대한 예측 가능성 제고로 신규 사업자에 대한 진입장벽 완화
- 전파 기반 시장은 기존시장의 성장과 함께 新시장의 등장으로 고속성장 중
- 전파 기반 응용분야의 글로벌 시장은 17% CAGR로 2016년 365억 달러(한화로 41조 원)에서 2022년 936억 달러(한화로 106조 원)로 지속적인 성장 예상
- 국내 전파 기반 응용분야의 시장은 19.9% CAGR로 2016년 11억 달러(한화로 1.2조 원)에서 2022년 33억 달러(한화로 3.7조 원)로 빠른 성장 예상

- 미래 전파의 원활한 확보·공급과 효율적 관리가 중요한 시점으로 미래 전파의 경쟁력 제고를 위해 전문가그룹 토론회를 통한 중장기적 추진 체계 및 지원 방안 마련이 중요
- 정부는 미래 수요를 고려한 미래 전파 활용기반을 조성하고 있으며, 4차 산업혁명 시대에 따라 효율적인 관리 기반 마련이 필요
 - 정부는 공공용 주파수 수급계획, KICT 스펙트럼 플랜 등을 통해 미래 수요를 고려한 주파수 확보와 효율적이고 합리적인 전파 활용기반을 조성 중
 - 광대역(100kHz~16.5GHz), 휴대형(3.5kg 이하), 다기능(스펙트럼분석, EMF측정, 방사전력 및 공중선전력 측정 등) 무선국 검사 계측장비 개발 및 사업화 연계
 - 무궁화 위성 7호를 발사(2017년 5월)를 통해 무궁화 위성 5, 6호와 천리안 위성을 포함, 총 4기의 정지궤도 통신방송위성을 보유
- 실효성 있는 연구결과 도출을 위해 미래 에너지 및 의료 분야별 전문가 그룹(산·학·연) 토론회와 전문가 인터뷰를 통한 시사점 도출 필요
- (연구목적) 에너지 및 의료 분야의 메가트렌드 분석과 분야별 전문가그룹의 토론회 및 인터뷰를 통한 정합성이 확보된 지원방안(안) 수립으로 미래 전파 新 시장 사업화 활성화를 위한 구체적인 지원방안 마련
- (연구방법) 미래 전파 新시장(에너지 및 의료 분야) 육성을 위한 지원 방안 연구는 메가트렌드 분석, 전문가그룹 운영, 지원전략 수립의 3 STEP으로 수행
 - (1 STEP) 미래 전파 에너지/의료 분야의 국내외 시장현황 및 기술개발 동향 조사를 통한 메가트렌드 분석
 - (2 STEP) 사업화 애로사항을 파악하고 해결할 수 있도록 전문가그룹(산·학·연)을 통한 정합성이 확보된 지원방안(안) 수립
 - (3 STEP) 사업화 활성화를 위한 보급 확대 및 기술선점 등 중장기 추진체계와 구체적인 지원전략 수립

3. 환경분석

- (테라헤르츠 암치료 기술) 국내외 모두 핵심원천기술 확보 및 연구 환경 조성을 목적으로 연구원 개인 및 연구단 대상의 중기(3~5년) 기초연구 사업을 통해 테라헤르츠 관련 기술개발을 지원하는 추세
- 테라헤르츠 암치료 기술은 연구단 중심의 원천연구 기술 개발을 통해 글로벌 선도적인 연구개발이 필요
- 해외는 테라헤르츠 대역 주파수에 대해 실증 라이선스를 신설하였으나, 국내는 고주파 관련 규제는 있으나 0.1 THz 이상의 대역에 대해서는 규제가 없는 상황
- (전파 이미징 원천기술) 미국과 유럽의 경우, 시제품 임상시험 단계로 Bottom-up 방식의 실용화를 위한 기업 간 밸류체인 협업, 기업-대학교 간 공동연구 지원이 많으며 대학병원을 통해 임상시험 지원하며 일본은 Top-down 형식으로 국가정책목표&과제전략에 부합하는 연구주제, 연구단을 구성하여 연구를 추진
- 전파 이미징 원천기술의 상용화 시 국외는 ISO, IEC, CE인증이 필요하며, 국내는 AI가 도입된 전파 이미징 기술의 경우에는 개인정보 보호법에 대한 규제 완화가 필요
- 국내는 기술개발이 중단된 상황이나, 영국은 지속적인 투자로 제품 개발에 성공한 상황으로 선도적인 기술개발에 대하여 지속적인 연구개발 지원이 필요
- (인체통신기술) 미국, 일본은 개인연구자 연구지원 방식으로 지원하는 반면, 국내는 ETRI의 연구성과를 기업들(인트로메딕, 디엔엑스)이 상용화하는 방식으로 지원되고 있음
- 인체통신기술의 기술 상용화가 해외 보다 국내에서 먼저 이루어지고 있음 (TRL 수준이 높은 상태)
- 제품의 시장지위 우선 확보를 위한 표준경쟁력(국가표준개발, 국제표준화) 선도 필요

□ (원거리 무선전력 전송기술) 국외는 국제기업을 중심으로 시제품을 개발 중인 반면, 국내는 학·연 중심으로 원천기술 개발을 위한 기초 연구 중심으로 지원 중

○ 원거리 무선전력 전송기술 분야의 핵심기술을 개발하기 위한 2~3년 단기 연구가 진행중이나, 선도적인 원천기술 확보를 위해서는 적재적소에 연구 개발 지원을 할 수 있는 지원정책이 필요

- 기술개발 속도가 매우 빠른 원거리 무선전력 전송기술 분야의 특성을 고려한 기술개발 지원이 필요

○ 원거리 무선전력 전송기술의 특허 분석 결과, 기술개발 난이도가 높은 근거리, 원거리 기술의 개발은 무선충전 전체 시장의 성장을 견인할 수 있을 것으로 판단

- 중국, 일본, 유럽 보다 근거리/원거리 무선전력 전송기술개발에 대한 원천기술을 확보하기 위한 투자 및 지원정책 마련이 필요

□ (무선전력전송 효율측정기술) 국외는 국제표준화 진행과 함께 실용화 개발 중이며, 국내는 산·학 중심의 시스템 기술 개발을 위한 단기 연구 중심으로 지원 중

○ 무선전력전송 효율측정기술의 상용화를 위한, 응용기술 개발 및 향후 실증/양산을 위한 테스트베드 지원이 필요

○ 무선전력전송 효율측정기술의 표준화 중요성에 대한 인식 제고 필요

- 무선전력전송 효율측정기술은 무선전력전송 기술의 상용화 이후, 국제표준화기구를 통하여 표준화가 진행되며 우리나라도 적극적으로 표준화에 참여하여 국내 기업의 입장 표명이 필요

- 무선전력전송 기술의 상용화 이후, 국제 표준화에 적극적으로 참여할 수 있는 지원정책 마련이 필요

4. 지원전략(안)

□ 본 지원전략(안)으로 의료분야 및 에너지 분야의 각 기술분과별 R&D 및 R&BD 분야의 전체 범위를 사업 주제, 규모, 기간, 시기별로 정리하여 유망 분야의 연구 및 사업화 지원의 기반을 마련

○ R&D 분야 로드맵(안)을 토대로 연구개발 시기, 규모, 내용 측면에 적합한 지원 기반 마련

○ R&BD 분야 로드맵(안)을 기반으로 유망분야의 통합지원 및 관리 할 수 있는 기틀 마련

□ (테라헤르츠 암치료 기술) 4차례의 전문가토론회를 통해, 테라헤르츠 암치료 기술분야는 개방형 원천기술 연구단을 중심으로 선도적인 연구개발이 필요

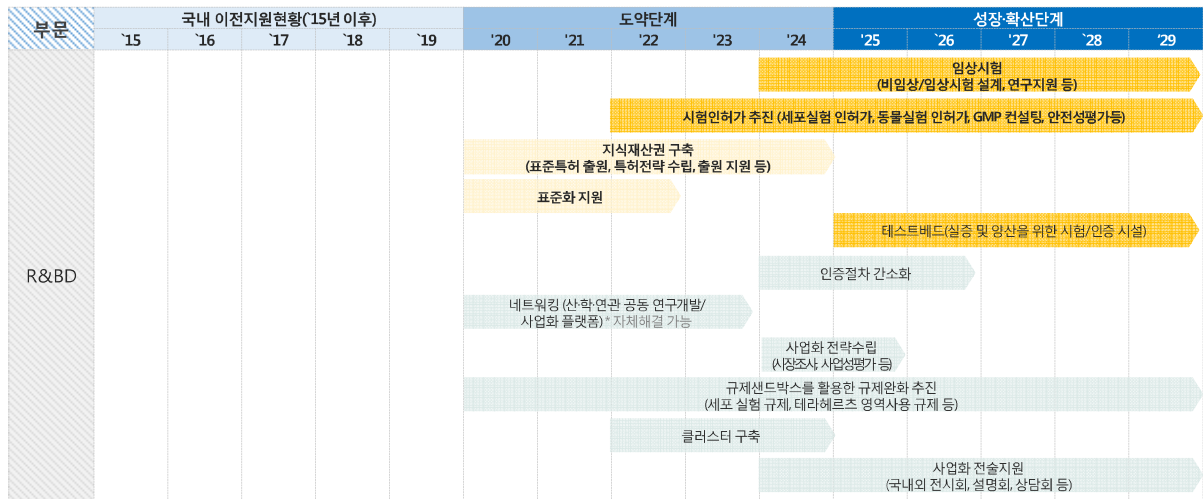
○ (도약단계) 개방형 원천기술 연구단과 세포·동물실험 인허가/임상·의료기기·GMP인증 조사 및 컨설팅을 통한 사업화 대응

○ (성장·확산단계) 시제품 및 응용기술개발과 규제샌드박스/비임상·임상 실험을 통한 제품 상용화

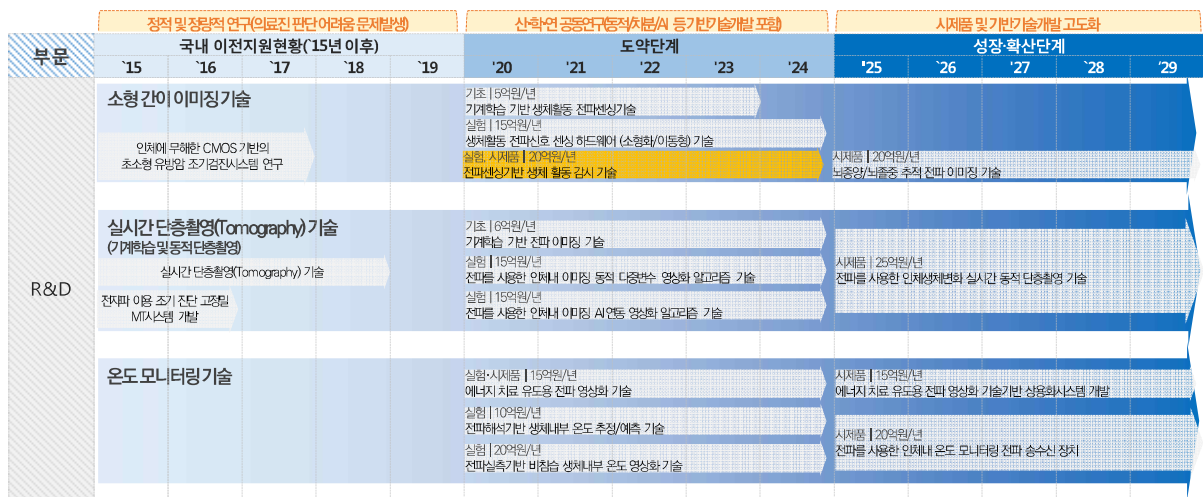
부 문	성장·확산 단계 기술의 가능성을 증명하는 기초 연구					개방형 원천 기술 연구단 지원					시제품 및 응용 기술 개발				
	국내 이진지원현황('15년 이후)					도약 단계					성장·확산 단계				
	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29
T _h 파 이용 분자 생물학적 연구						초고출력 테라헤르츠 전자파를 이용한 암 DNA 탈메틸화 응용 연구	실험 15억원/년 테라헤르츠 탈메틸화에 의한 세포기능 변화 연구				테라헤르츠 탈메틸화 세포 유해성 확인 기술				
							실험 10억원/년								
							기초 15억원/년 테라헤르츠파 기반 세포 신호 분석 기술				실험 35억원/년 세포 수준 DNA 메틸화 신호 감출 제어 연구 기술				
											실험 15억원/년 테라헤르츠파 세포 신호 제어 기술				
											기초 10억원/년 테라헤르츠파 광·음향 세포 신호 제어 분석 기술				
R&D T _h 암 치료 기술						테라헤르츠 DNA 메틸화 분자 광경 검출법을 이용한 암세포의 불경암(CUPS) 진단 기술 개발	실험 25억원/년 테라헤르츠 탈메틸화에 의한 암세포 사망 유도 기술								
							실험 25억원/년 테라헤르츠 파동 입자 치료 기술				실험 25억원/년 테라헤르츠 소파 입자 치료 기술				
							*5년 내 인체 적용 가능성 예정								
T _h 광원/부품 및 시스템 (의료기기) 개발						극강도 테라헤르츠 분광시스템 기반 메타물질의 개발 및 입진 응용	기초 20억원/년 생체 분자의 테라헤르츠 에너지 대역 광분해 원리 규명				시제품 30억원/년 포도당 고출력 테라헤르츠 광검출기 기술				
							시제품 20억원/년 이동형 고출력 테라헤르츠 광원 기술				시제품 25억원/년 고출력 테라헤르츠 초소형 광원 기술				
							기초 10억원/년 고출력, 고강도 테라헤르츠 발생/검출 기술				시제품 20억원/년 고출력 테라헤르츠-광 융합 기술				
							기초 10억원/년				기초 10억원/년				
							선택적 암세포 고출력 테라헤르츠 발생 및 소자 기술				고출력 테라헤르츠 도파관 전송 기술				
											시제품 10억원/년 암상 의료기기 및 소자 기술				

○ 국내외 사업화를 대비하여 테라헤르츠 암치료 기술에 대한 표준화 및 국내외특허 확보를 위한 지원요소가 가장 우선적으로 고려 필요

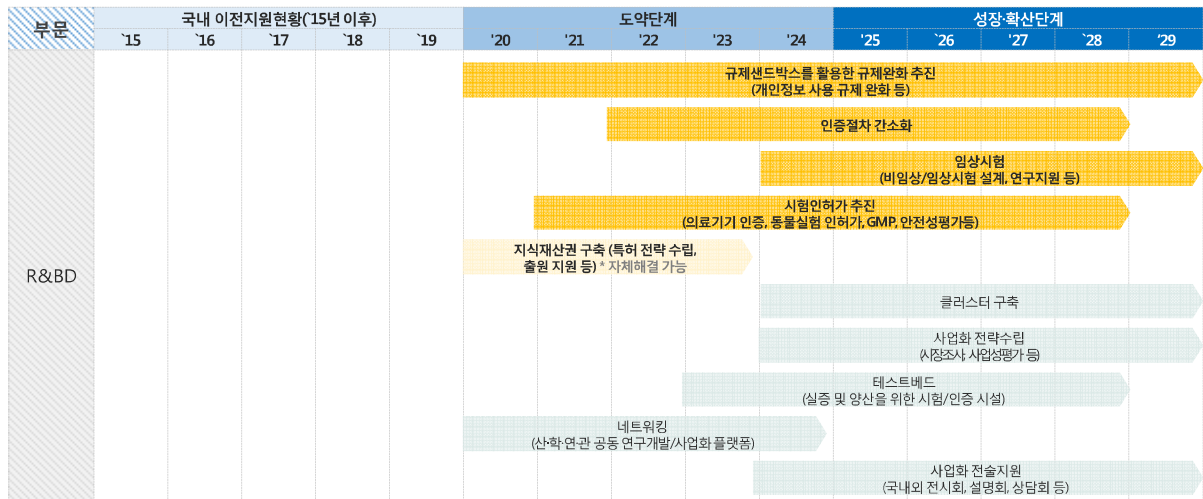
○ 향후 의료분야 특수성을 반영하여 정부차원의 의료기기 임상시험관련 규제샌드박스 기간(2+2년)에 대한 대응방안 마련 필요



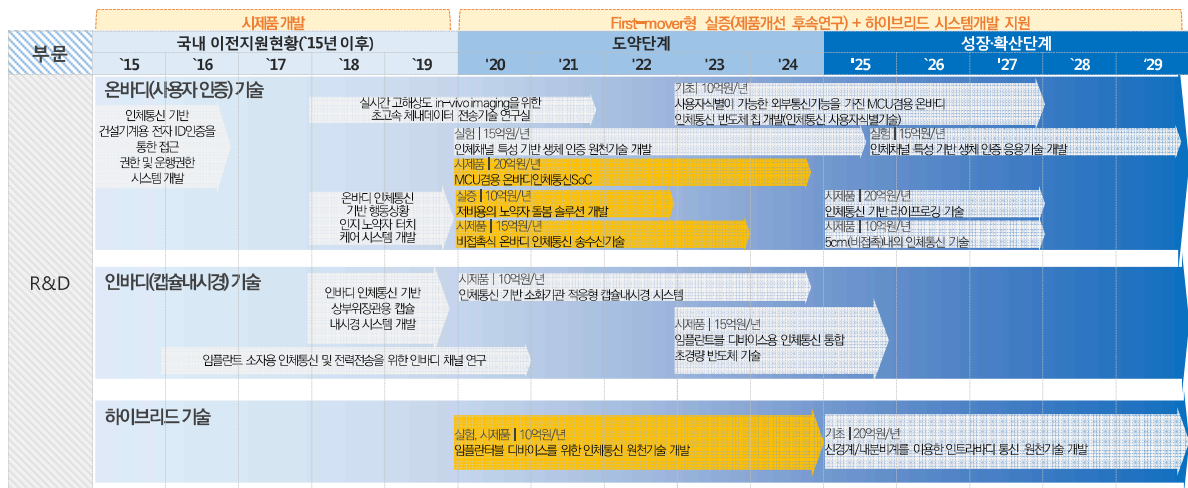
- (전과 이미징 원천기술) 4차례의 전문가토론회를 통해, 전과 이미징 원천 기술분야는 기반기술 고도화를 위한 산·학·연 공동 연구가 필요
- (도약단계) 산·학·연 공동연구(동적/차분, AI 기반기술개발 포함) 및 시험 인허가/규제 샌드박스를 통한 사업화 대응
- (성장·확산단계) 시제품 및 기반기술개발 고도화와 의료기기인증/비임상·임상실험을 통한 제품 상용화



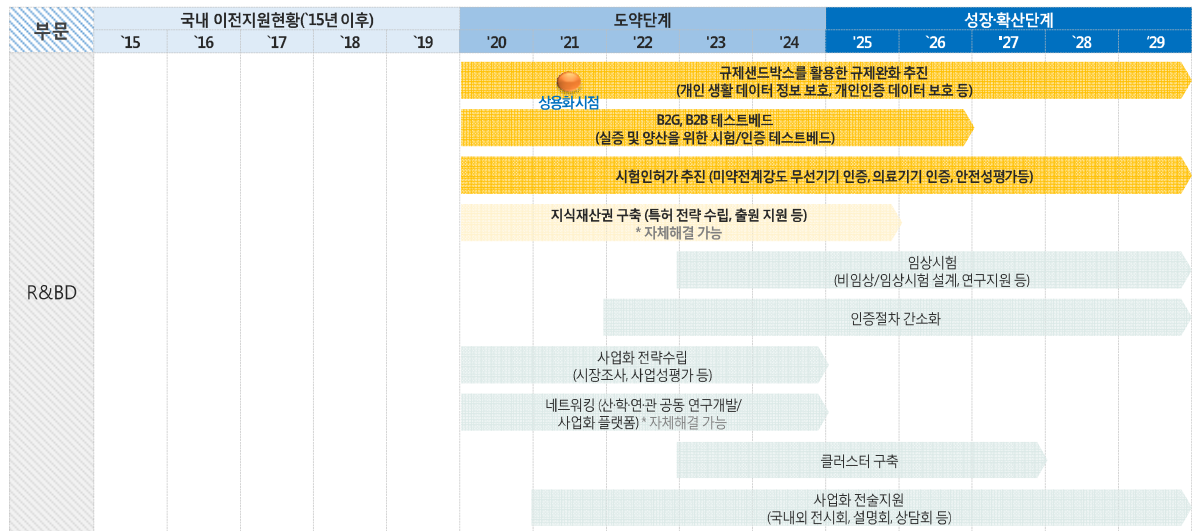
- 병원과의 공동연구 및 향후사업화를 위해 규제샌드박스 활용 필요
- 공동연구를 진행하는 병원에서 발생하는 데이터 사용 및 활용 내용이 포함된 IRB 승인 및 익명화 된 데이터 활용에 대한 전반적인 법리적 검토 필요



- (인체통신기술) 4차례의 전문가토론회를 통해, 인체통신기술분야는 실증 기반의 선도자형 연구 및 제품 적용처 확대를 위한 테스트베드가 필요
- (도약단계) First-mover 형 실증 및 제품 적용처 확대를 위한 테스트베드 /시험인허가 지원
- (성장·확산단계) 하이브리드 시스템 개발 및 양산 촉진을 위한 무선기기 인증, 의료기기 인증 등을 통한 제품 신뢰도 검증 지원



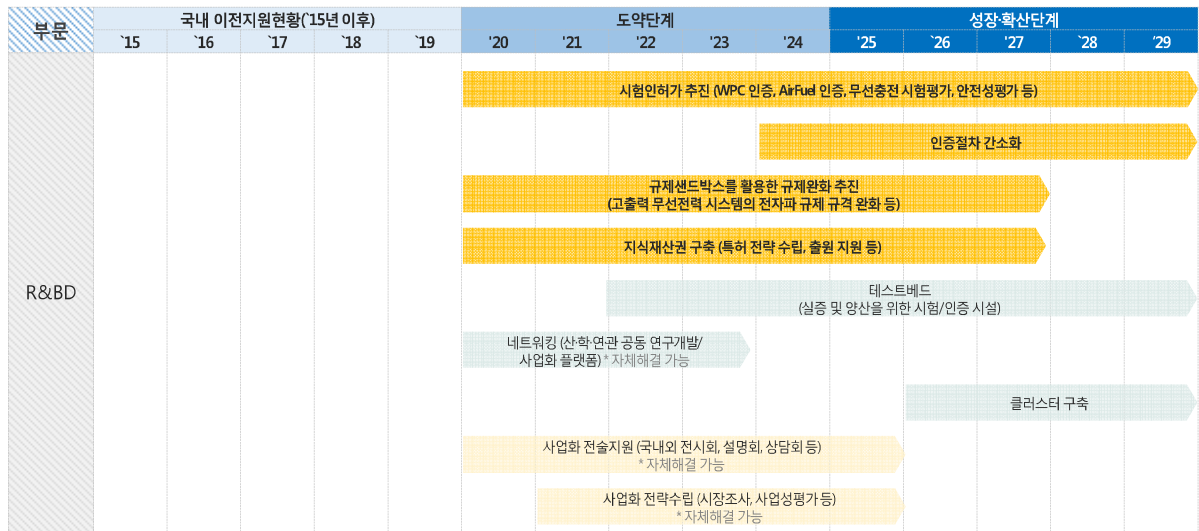
- 규제 샌드박스를 상용화 시점에 활용할 수 있도록 실증 단계에서 규제 샌드박스를 준비 할 수 있는 지원 요소가 필요
- 향후, 기존 B2G에서 사업영역 확대를 위한 B2B 측면의 실증 테스트베드 지원방안 마련 필요



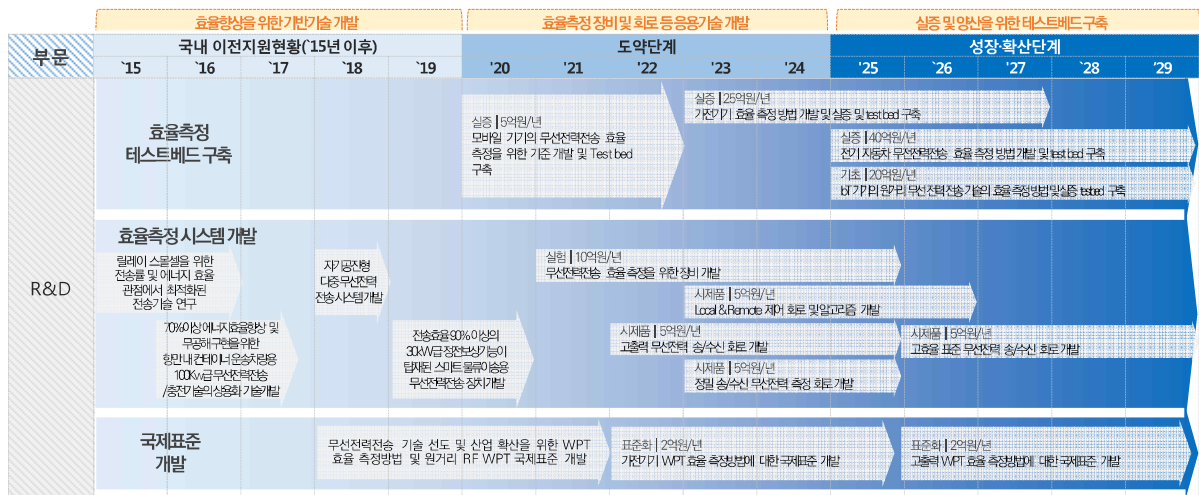
- (원거리 무선전력 전송기술) 2차례의 전문가토론회를 통해, 원거리 무선전력 전송기술분야는 응용분야 확장을 위한 연구개발 및 상용화 연구가 필요
- (도약단계) 원거리 무선전력전송 기술분야의 응용분야 확장을 위한 기술 및 시스템 개발
- (성장·확산단계) 타 ICT기술과의 융합기술개발 및 개발된 기술기반의 무선 충전제품 상용화 기술개발



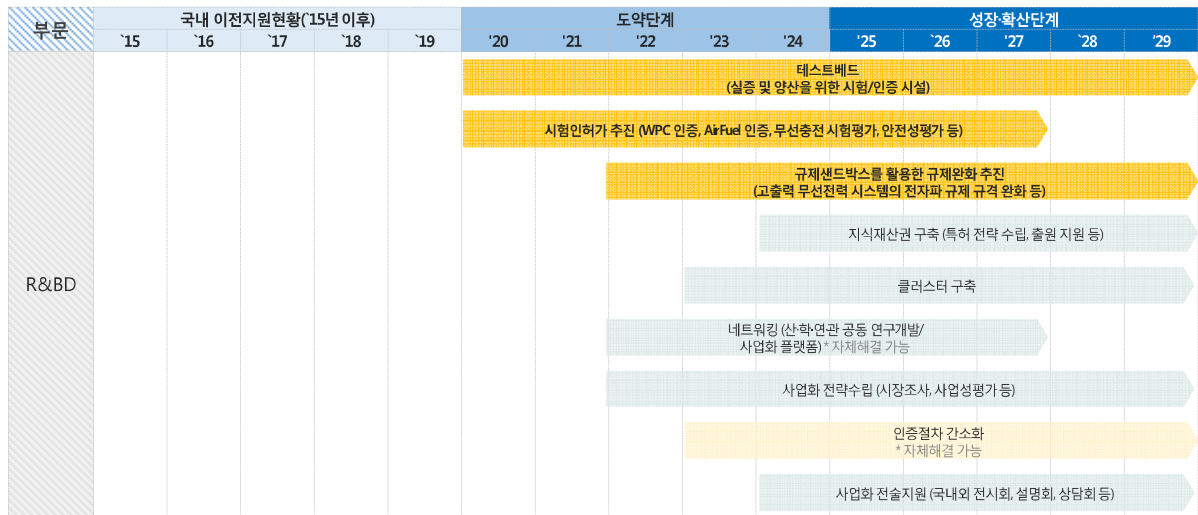
- (도약단계) 상용화를 위한 시험인허가 추진 지원/규제샌드박스 활용지원 및 기술선점을 위한 지식재산권 구축
- (성장·확산단계) 실증 및 양산을 위한 테스트베드 구축 및 관련 시험인허가 지원



- (무선전력전송 효율측정기술) 2차례의 전문가토론회를 통해, 무선전력전송 효율측정기술분야는 응용기술 개발 및 실증/양산을 위한 테스트베드가 필요
- (도약단계) 효율측정기술을 위한 장비 및 관련 회로 개발 등 관련 응용 기술 개발
- (성장·확산단계) 가전기기부터 전기자동차까지 다양한 응용분야의 실증/양산을 위한 테스트베드 구축 기술개발



- (도약단계) 상용화 및 사업화 대응을 위한 시험인허가 지원 및 테스트 베드 지원
- (성장·확산단계) 규제샌드박스를 활용한 전자파 규제 규격 완화 및 테스트 베드 지원으로 실용화 지원



5. 결과

- 테라헤르츠 암치료 기술분야는 병원이 연계된 개방형 원천기술 연구단을 중심으로 선도적인 연구개발을 위한 연구환경 조성이 필요
- 메가트랜드 분석 및 전문가 인터뷰 결과, 테라헤르츠 암치료 기술은 세포 수준에서 암 DNA 탈메틸화 제어 연구가 완료되어 2022년 상용화를 위한 연구개발 중
- 전문가토론회를 통해서 테라헤르츠 암치료 기술분야는 연구환경 조성을 위한 개방형 원천기술 연구단 중심의 R&D가 필요
- 3가지 세부 분야의 기술개발을 위해서, 도약단계 600억 원, 성장·확산단계 1,000억 원 소요 예상
- 전파 이미징 원천기술분야는 기반기술 고도화를 위한 산·학·연 공동 후속 R&D 연구 및 시장성 향상을 위한 사업화 지원사업 필요
- 메가트랜드 분석 및 전문가 인터뷰 결과, 전파 이미징 원천기술은 2016년 이후 기술개발이 중단된 상황이나, 영국은 지속적인 투자로 제품 개발에 성공
- 전문가토론회를 통해서 전파 이미징 원천기술분야는 기반기술 고도화를 위한 산·학·연 공동의 후속 R&D 연구 필요
- 3가지 세부분야의 기술개발을 위해서, 도약단계 600억 원, 성장·확산단계 750억 원 소요 예상

- 세계를 선도하고 있는 인체통신기술 분야는 First-mover형 실증 R&D 연구 및 제품 적용처 확대를 위한 테스트베드 및 시험인허가 지원 필요
 - 메가트랜드 분석 및 전문가 인터뷰 결과, 인체통신기술 분야는 국내 연구진을 필두로 원천기술을 확보하여 국제표준 제정을 완료한 상황
 - 이에, 연구원과 국내 중소기업과 함께 국가 실증사업 진행중
 - 전문가토론회를 통해서 인체통신기술은 선도기술에 대한 First-mover형 실증 R&D 연구 필요
 - 3가지 세부분야의 기술개발을 위해서, 도약단계 415억 원, 성장·확산단계 295억 원 소요 예상

- 원거리 무선전력 전송기술분야는 응용분야 확장을 위한 R&D 연구 및 타 ICT 기술과의 융합기반의 무선충전제품 상용화 R&D 연구 필요
 - 메가트랜드 분석 및 전문가 인터뷰 결과, 원거리 무선전력 전송기술은 근거리 기술은 상용화 중이나 원거리는 기술적 해결이 필요한 상황
 - 전문가토론회를 통해서 원거리 무선전력 전송기술은 응용분야 확장을 위한 기술 및 시스템 개발과 타 ICT 기술과의 융합기술 기반의 상용화 R&D 연구 필요
 - 4가지 세부분야의 기술개발을 위해서, 도약단계 445억 원, 성장·확산단계 375억 원 소요 예상

- 무선전력전송 효율측정기술분야는 응용기술 개발을 위한 R&D 및 응용 분야의 실증/양산 실험을 위한 테스트베드 구축을 위한 연구 필요
 - 메가트랜드 분석 및 전문가 인터뷰 결과, 무선전력전송 효율측정기술 분야는 국제표준을 선도할 수 있는 기반 마련이 필요
 - 전문가토론회를 통해서 무선전력전송 효율측정기술은 응용기술 개발을 위한 R&D 및 테스트베드 구축을 위한 기술개발 필요
 - 3가지 세부분야의 기술개발을 위해서, 도약단계 146억 원, 성장·확산단계 435억 원 소요 예상

목 차

제1장 연구개요 1

제1절 연구배경 및 필요성	1
제2절 연구목적 및 범위	7
제3절 연구방법	8
제4절 추진계획 및 실적진도	9

제2장 환경 분석 11

제1절 개요	11
제2절 대내외 환경분석	14
제1항 의료분과	14
1. 테라헤르츠 암치료 기술	14
2. 전파 이미징 원천기술	25
3. 인체통신기술	43
제2항 에너지분과	56
1. 원거리 무선전력 전송기술	56
2. 무선전력전송 효율측정기술	76

제3장 지원전략(안) 90

제1절 전문가그룹 사전인터뷰	90
제1항 의료분과	90
제2항 에너지분과	108
제2절 전문가토론회	116

제1항 의료분과	116
1. 1차 전문가토론회	116
2. 2차 전문가토론회	131
3. 3차 전문가토론회	148
4. 4차 전문가토론회(최종심의)	160
제2항 에너지분과	161
1. 1차 전문가토론회	161
2. 2차 전문가토론회(최종심의)	178
제3절 지원전략 수립(안)	179
제1항 의료분과	181
1. 테라헤르츠 암치료 기술	181
2. 전파 이미징 원천기술	184
3. 인체통신기술	187
제2항 에너지분과	190
1. 원거리 무선전력전송기술	190
2. 무선전력전송 효율측정기술	193

제4장 결과 196

제1절 종합결과	196
제1항 의료분과	197
1. 테라헤르츠 암치료 기술	197
2. 전파 이미징 원천기술	198
3. 인체통신기술	199
제2항 의료분과	200
1. 원거리 무선전력 전송기술	200
2. 무선전력전송 효율측정기술	201

참고자료 202

표 목 차

<표 1> 사업추진 계획 및 실적진도	10
<표 2> 전파 에너지 기술 개요	12
<표 3> 전파 의료 기술 개요	12
<표 4> 규제샌드박스 3가지 유형의 제도	13
<표 5> 1차 심의통과과제(`19.02.14)	13
<표 6> 테라헤르츠 헬스케어 응용시장전망, 2016-2027	16
<표 7> 최근 5년(`15~`19) 테라헤르츠 암치료 기술 R&D과제 수행주체	17
<표 8> 최근 5년(`15~`19) 테라헤르츠 암치료 기술 R&D지원현황	18
<표 9> 테라헤르츠 기술 관련 지원현황(FY2016)	20
<표 10> PRMRP 연구 지원방식	21
<표 11> 테라헤르츠 관련 R&D LIST	21
<표 12> 최근 5년간(2014~2018) 테라헤르츠 암치료 기술(의료) 관련 H2020 프로젝트 ..	22
<표 13> 테라헤르츠 암치료 기술 관련 JSPS 지원현황(FY2015~)	23
<표 14> JSPS 지원방식	23
<표 15> 현재 의료 이미징 주요기기 유형	25
<표 16> 전파 이미징 관련 지원현황(FY2016)	30
<표 17> Breakthrough Award Level 지원방식	30
<표 18> 최근 5년간(2014.01~2018.12) 전파 이미징(의료) 관련 H2020 프로젝트 ..	31
<표 19> EU Eurostars 전파 이미징 원천기술 관련 과제리스트	32
<표 20> Eurostars Cut-Off 2 과제 상세 내용	33
<표 21> ANR(프랑스 국가연구청) MEDIMAX 프로젝트 사례	34
<표 22> Vinnova FFI 전파 이미징 원천기술 지원현황	36
<표 23> JST 전파 이미징 관련 지원현황(FY2017-2020)	37

<표 24> 전 세계 임상시험 동향분석결과	38
<표 25> 최근 5년(`15~`19) 전파 이미징 원천기술 R&D과제 수행주체	40
<표 26> 최근 5년(`15~`19) 전파 이미징 원천기술 R&D지원현황	41
<표 27> WBAN(무선BAN)기술 간 기술경쟁력 비교	44
<표 28> 인체통신기술 표준화 진행사항	47
<표 29> 유럽 개인정보보호법(GDPR) 시행(2018년 5월부터 적용)	48
<표 30> 미국 NSF의 인체통신기술 R&D지원현황	49
<표 31> 미국 NSF의 Standard Grant 지원방식	49
<표 32> JSPS의 인체통신기술 관련 지원현황(FY2015~)	50
<표 33> JSPS 연구 지원방식	51
<표 34> 최근 5년(`15~`19) 인체통신기술 R&D과제 수행주체	52
<표 35> 최근 5년(`15~`19) 인체통신기술 R&D지원현황	53
<표 36> 국내외 무선전력전송 표준화 기구의 활동 동향	58
<표 37> JSPS 연구 지원방식	59
<표 38> 최근 5년(`15~`19) 원거리 무선전력 전송기술 R&D과제 수행주체 ...	60
<표 39> 최근 5년(`15~`19) 원거리 무선전력 전송기술 R&D지원현황	61
<표 40> 검색 DB 및 검색범위	63
<표 41> 검색식 및 나라별 검색건수	64
<표 42> 주요 출원인&기술별 출원건수 현황	71
<표 43> 주요 출원인별 집중 기술분야 현황	72
<표 44> 무선전력전송 시스템 분류	76
<표 45> ISO에서 발간하는 국제 표준문서	80
<표 46> 국내 무선전력전송 효율측정기술 관련 표준 제정 현황	82
<표 47> 유럽 WiPE 무선전력전송 효율증대 관련 연구 현황	84
<표 48> IEC 무선전력전송 효율증대 관련 연구 현황	86
<표 49> 최근 5년(`15~`19) 무선전력전송 효율측정기술 R&D과제 수행주체 ..	88

<표 50> 최근 5년(`15~`19) 무선전력전송 효율측정기술 R&D지원현황	89
<표 51> 의료분과별 전문가 사전인터뷰 대상	90
<표 52> 의료분과별 전문가 사전인터뷰 운영일정	91
<표 53> 에너지분과별 전문가 사전인터뷰 대상	108
<표 54> 에너지분과별 전문가 사전인터뷰 운영일정	108
<표 55> 의료분과 1차 전문가토론회 전문가 구성	116
<표 56> 테라헤르츠 암치료 기술분과 요소기술 수요조사 결과	117
<표 57> 전파 이미징 원천기술분과 요소기술 수요조사 결과	121
<표 58> 인체통신기술분과 요소기술 수요조사 결과	125
<표 59> 의료분과 2차 전문가토론회 전문가 구성	131
<표 60> 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&BD 요소별 중요성	137
<표 61> 전파 이미징 원천기술분과 R&BD 요소별 중요성	141
<표 62> 인체통신기술분과 R&BD 요소별 중요성	145
<표 63> 의료분과 3차 전문가토론회 전문가 구성	148
<표 64> 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&BD 요소별 중요성	151
<표 65> 전파 이미징 원천기술분과 R&BD 요소별 중요성	154
<표 66> 인체통신기술분과 R&BD 요소별 중요성	157
<표 67> 의료분과 4차 전문가토론회 전문가 구성	160
<표 68> 에너지분과 1차 전문가토론회 전문가 구성	161
<표 69> 원거리 무선전력 전송기술분과 요소기술 수요조사 결과	166
<표 70> 무선전력전송 효율측정기술분과 요소기술 수요조사 결과	168
<표 71> 원거리 무선전력 전송기술분과 R&BD 요소별 중요성	173
<표 72> 무선전력전송 효율측정 기술분과 R&BD 요소별 중요성	176
<표 73> 에너지분과 2차 전문가토론회 전문가 구성	178
<표 74> TRL(기술성숙도) 평가 기준	180
<표 75> MRL(기술성숙도) 평가 기준	180

그 립 목 차

[그림 1] 글로벌 및 국내 전파 기반·응용분야 시장 전망	1
[그림 2] 혁신성장 8대 선도사업 예시	4
[그림 3] 추진 체계	9
[그림 4] 초연결 지능화 시대 전파의 역할	11
[그림 5] 첨단 기술분야 선도적 R&D (계속)	11
[그림 6] 첨단 기술분야 선도적 R&D	12
[그림 7] 테라헤르츠 암치료 기술 개념도	14
[그림 8] 테라헤르츠 헬스케어 응용시장전망, 2016-2027	15
[그림 9] 테라헤르츠 주파수 규제	16
[그림 10] 국내 테라헤르츠 암치료 기술개발동향	19
[그림 11] 호주 ARC 테라헤르츠 암치료 기술 연구비 추세	20
[그림 12] 전파 이미징 원천기술 개념도	26
[그림 13] 의료 이미징 시장전망, 2016~2021	26
[그림 14] 의료 이미징 기기별 시장점유율	27
[그림 15] Micrima 社 전파 이미징 기기(유방암 진단) 인증	28
[그림 16] 국내 전자파 이용 조기진단 고정밀 MT 시스템 개발(`11~`16) 과제 ...	29
[그림 17] 핵심연구자들 간 공동연구	29
[그림 18] 대기업-중소기업 간 국제공동연구 수행체계	34
[그림 19] 중소기업-대학교 간 국제공동연구 수행체계	35
[그림 20] 타 산업분야(교통인프라) 기업과 융복합 제품개발 공동연구	36
[그림 21] 전략적 창조연구추진사업 지원방식	38
[그림 22] 유선통신-무선통신-인체통신 개념비교	43
[그림 23] 인체통신기술 시장전망, 2017-2025	45
[그림 24] 인체통신기술 주요 응용분야	46

[그림 25] 국내 ETRI의 인체통신기술 관련 R&D현황	51
[그림 26] 국내 통신스마트기기 업체의 GDPR 인증 애로사항	54
[그림 27] 인체통신 주파수 및 국내외 전자파 인체보호제도	54
[그림 28] 무선전력전송 방식에 따른 분류	56
[그림 29] 무선전력전송 시장 현황	57
[그림 30] 원거리 무선전력 전송기술 응용 분야 예시	62
[그림 31] 원거리 무선전력 전송기술 특허 기술분류	65
[그림 32] 주요시장국별 특허출원현황	65
[그림 33] 주요시장국별 특허출원 연평균 성장률	66
[그림 34] 한국 특허출원현황 및 분석	66
[그림 35] 한국 주요대기업 특허출원현황	67
[그림 36] 기술별 특허출원현황	67
[그림 37] 기술별 특허출원 연평균 성장률(`10~`16)	68
[그림 38] 출원인 국적별 특허출원 현황	69
[그림 39] 출원인 국적&기술별 출원건수 현황	69
[그림 40] 출원인 국적&기술별 출원점유율	70
[그림 41] 원거리 무선전력전송 키워드(전체구간: ~`19년)	73
[그림 42] 원거리 무선전력전송 키워드(최신구간: `18~`19년)	74
[그림 43] 무선전력전송 효율측정 모식도	76
[그림 44] 무선전력전송 효율측정 검사장비	77
[그림 45] 소프트웨어를 통한 무선전력전송 효율측정 결과 예시	78
[그림 46] 무선전력전송 효율측정기술의 표준단일화 모식도	79
[그림 47] 전기차 대출력 무선전력전송 개념도	87
[그림 48] 전기차 대출력 무선전력전송 측정 구성도	87
[그림 49] 전파 이미징 기술 종류	95
[그림 50] 전파영상 가이드 기술 모식도	96
[그림 51] ETRI 개발 MT 시스템 및 임상연구 결과	97

[그림 52] ETRI의 FFS 기술 차별성 설명	100
[그림 53] 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&D 로드맵 1차 결과	128
[그림 54] 전파 이미징 원천기술분과 R&D 로드맵 1차 결과	129
[그림 55] 인체통신기술분과 R&D 로드맵 1차 결과	130
[그림 56] 의료분과 R&BD 지원요소 우선순위 조사지_1	132
[그림 57] 의료분과 R&BD 지원요소 우선순위 조사지_2	133
[그림 58] 의료분과 R&BD 지원요소 우선순위 조사지_3	134
[그림 59] 의료분과 R&BD 지원요소 우선순위 조사지_4	135
[그림 60] 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&BD 요소별 상대적 중요성	136
[그림 61] 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&BD 로드맵 1차 결과	138
[그림 62] 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&D 로드맵 2차 결과	139
[그림 63] 전파 이미징 원천기술분과 R&BD 요소별 상대적 중요성	140
[그림 64] 전파 이미징 원천기술분과 R&BD 로드맵 1차 결과	142
[그림 65] 전파 이미징 원천기술분과 R&D 로드맵 2차 결과	143
[그림 66] 인체통신기술분과 R&BD 요소별 상대적 중요성	144
[그림 67] 인체통신기술분과 R&BD 로드맵 1차 결과	146
[그림 68] 인체통신기술분과 R&D 로드맵 2차 결과	147
[그림 69] 의료분과 3차 전문가토론회 참석자 명단	149
[그림 70] 의료분과 3차 전문가토론회 회의사진	150
[그림 71] 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&D 로드맵 3차 결과	152
[그림 72] 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&BD 로드맵 2차 결과	153
[그림 73] 전파 이미징 원천기술분과 R&D 로드맵 3차 결과	155
[그림 74] 전파 이미징 원천기술분과 R&BD 로드맵 2차 결과	156
[그림 75] 인체통신기술분과 R&D 로드맵 3차 결과	158
[그림 76] 인체통신기술분과 R&BD 로드맵 2차 결과	159
[그림 77] 에너지분과 R&BD 지원요소 우선순위 조사지_1	162

[그림 78] 에너지분과 R&BD 지원요소 우선순위 조사지_2	163
[그림 79] 에너지분과 R&BD 지원요소 우선순위 조사지_3	164
[그림 80] 에너지분과 R&BD 지원요소 우선순위 조사지_4	165
[그림 81] 원거리 무선전력 전송기술분과 R&D 로드맵 1차 결과	170
[그림 82] 무선전력전송 효율측정기술분과 R&D 로드맵 1차 결과	171
[그림 83] 원거리 무선전력 전송기술분과 R&BD 요소별 상대적 중요성	172
[그림 84] 원거리 무선전력 전송기술분과 R&BD 로드맵 1차 결과	174
[그림 85] 무선전력전송 효율측정기술분과 R&BD 요소별 상대적 중요성	175
[그림 86] 무선전력전송 효율측정기술분과 R&BD 로드맵 1차 결과	177
[그림 87] TRL-MRL Matrix 분석 모식도	179
[그림 88] 테라헤르츠 암치료 기술의 TRL-MRL Matrix 분석 결과	181
[그림 89] 테라헤르츠 암치료 기술의 R&D 로드맵 최종(안)	182
[그림 90] 테라헤르츠 암치료 기술의 R&BD 로드맵 최종(안)	183
[그림 91] 전파 이미징 원천기술의 TRL-MRL Matrix 분석 결과	184
[그림 92] 전파 이미징 원천기술의 R&D 로드맵 최종(안)	185
[그림 93] 전파 이미징 원천기술의 R&BD 로드맵 최종(안)	186
[그림 94] 인체통신기술의 TRL-MRL Matrix 분석 결과	187
[그림 95] 인체통신기술의 R&D 로드맵 최종(안)	188
[그림 96] 인체통신기술의 R&BD 로드맵 최종(안)	189
[그림 97] 원거리 무선전력 전송기술의 TRL-MRL Matrix 분석 결과	190
[그림 98] 원거리 무선전력 전송기술의 R&D 로드맵 최종(안)	191
[그림 99] 원거리 무선전력 전송기술의 R&BD 로드맵 최종(안)	192
[그림 100] 무선전력전송 효율측정기술의 TRL-MRL Matrix 분석 결과	193
[그림 101] 무선전력전송 효율측정기술의 R&D 로드맵 최종(안)	194
[그림 102] 무선전력전송 효율측정기술의 R&BD 로드맵 최종(안)	195

제1장 연구개요

제1절 연구배경 및 필요성

- 전파 기반 시장은 기존시장의 성장과 함께 新시장의 등장으로 글로벌 17%, 국내 19.9%로 고속성장 중¹⁾
- 전파 기반 응용분야의 글로벌 시장은 17% CAGR로 2016년 365억 달러(한화로 41조 원)에서 2022년 936억 달러(한화로 106조 원)로 지속적인 성장 예상
- 국내 전파 기반 응용분야의 시장은 19.9% CAGR로 2016년 11억 달러(한화로 1.2조 원)에서 2022년 33억 달러(한화로 3.7조 원)로 빠른 성장 예상
 - 비교적 시장규모가 작은(2016년 글로벌 564백만 달러, 국내 62백만 달러) 에너지 전송 및 수집 분야는 무선충전을 중심으로 급격한 시장 성장(글로벌 CAGR 53.8%, 국내 57.8%)이 예상
 - 전파를 이용한 의료진단 시장은 CT, MRI 등을 보완할 마이크로웨이브 단층 촬영법 기술이 등장 등으로 국내외 17% CAGR로 지속성장 예상



[그림 1] 글로벌 및 국내 전파 기반·응용분야 시장 전망

1) ICT R&D 중장기 기술로드맵 2022 제2권 전파·위성분야, IITP, 2016(10)

□ 4차 산업혁명 시대의 핵심 요소로 높은 성장률을 보이는 전파 분야는 미래의 다양한 스마트 서비스 및 제품의 필수 요소

○ 전파는 4차 산업혁명 생태계 활성화의 기반이 되는 연결망인 5G 구현을 위한 핵심 요소

- 통신은 전파와 정보의 융합으로, 4G보다 50배 빠른 속도를 보이는 5G는 28GHz의 초고대역 주파수를 이용하는 이동통신 기술
- 5G의 빠른 속도는 다른 산업과의 융합을 원활하게 해주는 핵심 요소

□ 전파 응용분야 확대 및 주파수 활용변화, 소프트웨어 중심의 무선기기의 지능화 등 전파 기술은 4차 산업혁명과 함께 활성화됨에 따라 상용화를 위한 기술개발이 활발한 상황

○ 전파 활용범위가 방송·통신 위주에서 레이더·센싱, 에너지 전송, 의료, 환경 등 다양한 응용분야로 전파기술이 융합되어 매우 빠른 속도로 성장 예상²⁾

- (에너지) 무선전력 전송기술의 경우 안테나 복사방식으로 상용화 기술이 개발됨

* 안테나 복사방식의 무선전력 전송분야에서 OSSia社は 약 9m에서 최대 1W, Energous社は 4~5m에서 1W 이상 전력전송 성공

- (의료) 극초단파를 활용한 진단과 동시에 치료를 병행하는 세라노스틱스 기술이 관심을 받고 있으며 무선전력 전송기술 기반의 암치료기가 개발됨

* 스웨덴의 살머스 공과대학 연구진은 진단과 치료를 동시에 할 수 있는 극초단파 기술을 개발하여 임상실험을 앞두고 있음

* 스웨덴 Chalmers 대학은 뇌졸중 판단용 진단기기인 스트로크파인더를 개발하였고, MIT는 비 침습의 전파를 이용하여 절개 없이 암을 치료하는 40도 온열치료기(마이크로웨이브 나이브)를 개발

* 우리나라 ETRI도 무선전력전송 기술을 기반으로 한 유방암 진단기, 열음향 기술을 개발 중

2) 주간기술동향 1804호, 정보통신기술진흥센터(IITP), 2017(07)

□ 에너지 및 의료분야의 메가트랜드 분석 및 전문가그룹 토론회를 통한 미래 전파 新시장 육성 지원방안 수립

○ 선진국/기관의 전파 산업 관련 메가트랜드 분석과 전문가그룹(산·학·연) 토론회로 적합성이 확보된 미래 전파 新시장 육성 지원방안을 수립

○ 미래 전파 新시장 육성지원 방안으로 전파 응용기술 확보 및 新시장 선점 기여와 신규 사업자에 대한 진입장벽 완화

- 에너지 및 의료 산업분야의 전파 응용기술 확보 및 新시장 선점 기여
- 미래 전파 新시장에 대한 예측 가능성 제고로 신규 사업자에 대한 진입장벽 완화

○ 전파진흥기본계획(2019-2023)에 따라 에너지 및 의료분야의 新시장에 대한 육성 지원방안 수립 필요³⁾

- (위상) 5년후의 ICT시대상 및 가치를 반영 하여 전파분야의 미래모습과 발전방향 프레임을 제시하는 전파분야 최상위중장기 계획
- (근거) 전파법 제 8조에 따라 중장기 주파수 이용, 전파산업 육성, 전파 환경 개선을 위한 제도선 등을 포함한 계획을 매 5년 마다 수립
- (성과) 그간 본 기본계획으로 모바일 주파수 공급 등 서비스 혁신을 위한 다양한 정책이 추진되어 세계최고 수준의 무선 인프라 실현
- 기본계획의 정보전송 이외의 새로운 전파 기능확장 등의 미래 환경변화 대응 방향에 따라 에너지 및 의료 분야의 미래전파 신시장 육성을 위한 지원 방안 연구가 필요

○ 정보전송(방송/이동통신) 기능뿐만 아니라, 암치료, 진단(의료산업) 및 무선 전력전송(에너지) 등의 새로운 전파 기능 확장 필요

- 전파는 혁신성장 8대 선도사업 중 6개 사업(스마트공장, 스마트팜, 스마트 시트, 드론, 자율자동차, 바이오헬스)의 상용화, 확산에 필수 자원으로 역할

3) 제3차 전파진흥기본계획, 과기정통부, 2019(01)

적용 분야	자율주행차	바이오 헬스	스마트시티·공장
			
전파 기능			
정보전송	• 차량통신(V2X)	• 수술용로봇 제어	• 실시간 물류관리
센싱	• 충돌방지 레이더	• 전파 바이오이미징	• 센서활용 시설관리
에너지전송	• (전기차) 무선충전	• 고주파 피부치료	• 무선전원 기기

[그림 2] 혁신성장 8대 선도사업 예시

□ 전파관련 법령 및 규제의 정비, 고효율 및 고출력에 따른 안정성, 충전 인프라 구축을 통한 서비스 확장 등 지원정책 마련은 미래 전파 新시장을 육성함에 있어 매우 중요한 디딤돌이 될 것으로 판단됨

○ 인체 안전성(인체보호기준 확립)이 확보된 고효율 전력변환 및 고출력 기술 개발은 사용자 규모를 확대할 수 있으며, 특정신호 전송 및 수집은 적용처 확대가 가능할 것으로 판단됨

- 모바일 기기, 웨어러블 디바이스 충전에서부터 무선충전 파워 존 (Power-Zon) 서비스 등장으로 생활가전, 전기차 등 다양한 제품으로 전파 에너지 확장 가능
- 특정 RF 신호(Ambinet RF)를 수집하거나 ISM 밴드에서의 의도적인 RF 송출 전력을 수신하여 모바일 기기 및 스마트 센서를 충전하는 기술 도입 가능

□ 전파 新시장을 선도할 신기술 및 신제품의 글로벌 경쟁력 제고를 위하여 관련 제품이나 서비스에 대한 규제완화 확대 및 샌드박스 운영 확대 등의 정부 지원 방안 모색이 필요

○ 2019년 1월 정부는 ICT 신기술 및 신산업 육성을 위해 3가지 제도의 규제 샌드박스 제도를 시행 중이나 급변하는 4차 산업혁명 시대에 맞는 서비스 활성화를 위한 제도 운영이 필요

- 제도 시행 2달여만에 국내 최초 규제 샌드박스 1호 제품인 심전도 위치가 실증규제특례로 승인
- 본 기기를 통한 데이터를 토대로 의사가 진단이나 처방을 내리는 일명 원격진료는 불가하며, 환자의 심전도 데이터를 활용해 내원을 안내하거나 1·2차 의료기관으로 전원을 안내하는 것만 허용된 상황

□ 미래 전파는 ICT의 전달근간으로서 초연결사회 전환의 필수적이고 유한한 자산으로, 신기술 및 신산업에 대한 글로벌 경쟁력 제고를 위한 정부 지원 방안 모색이 중요한 시점

○ 미래 전파는 초연결·지능정보사회의 교통·환경·의료·국방 등 사회 전반에 걸쳐 다양한 활용이 가능한 핵심요소

○ 에너지·의료 분야의 미래 전파는 전파 센싱, 에너지 전송 등의 융합 전파 산업으로 확산 중이며, 더 나아가 지능화 기술이 접목된 새로운 제품 서비스 창출로 국민편익 및 공공복리 증진에 기여 예상

- 전파 관련 핵심 원천기술을 확보하고 고품질의 다양한 전파 서비스 제공 기반을 구축하기 위한 정부의 지원 방안 모색이 필요

○ 통신서비스의 핵심 요소인 미래 전파는 신규서비스의 보급·촉진 및 보편적 서비스 제공을 통해 국가 경제와 국민의 복지 증진에 필수적인 역할


- 사회간접자본으로서 통신 인프라의 중요성이 강조되고 있으며, 통신 서비스 제공에 필요한 전파·주파수 자원 및 기타 물리적 자원의 관리와 투자 등 국가자원의 효율적 활용 측면에서도 중요

□ 미래 전파의 원활한 확보·공급과 효율적 관리가 중요한 시점으로 미래 전파의 경쟁력 제고를 위해 전문가그룹 토론회를 통한 중장기적 추진 체계 및 지원 방안 마련이 중요

- 정부는 미래 수요를 고려한 미래 전파 활용기반을 조성하고 있으며, 4차 산업혁명 시대에 따라 효율적인 관리 기반 마련이 필요
 - 정부는 공공용 주파수 수급계획, KICT 스펙트럼 플랜 등을 통해 미래 수요를 고려한 주파수 확보와 효율적이고 합리적인 전파 활용기반을 조성 중
 - 광대역(100kHz~16.5GHz), 휴대형(3.5kg 이하), 다기능(스펙트럼분석, EMF측정, 방사전력 및 공중선전력 측정 등) 무선국 검사 계측장비 개발 및 사업화 연계
 - 무궁화 위성 7호를 발사(2017년 5월)를 통해 무궁화 위성 5, 6호와 천리안 위성을 포함, 총 4기의 정지궤도 통신방송위성을 보유
- 실효성 있는 연구결과 도출을 위해 미래 에너지 및 의료 분야별 전문가 그룹(산·학·연) 토론회와 전문가 인터뷰를 통한 시사점 도출

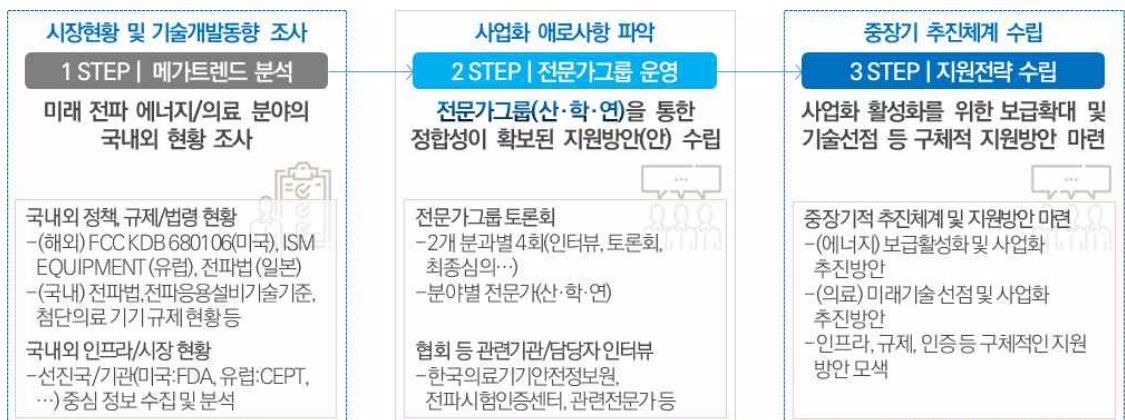
제2절 연구목적 및 범위

- 에너지 및 의료 분야의 메가트렌드 분석과 분야별 전문가그룹의 토론회 및 인터뷰를 통한 정합성이 확보된 지원방안(안) 수립으로 미래 전파 新 시장 사업화 활성화를 위한 구체적인 지원방안 마련
- (주요내용 1) 전파 에너지 및 의료분야의 메가트렌드 분석
- 국·내외 정책, 규제/법령 현황 조사
 - 국·내외 인프라 및 시장 현황 조사
- (주요내용 2) 전문가그룹(산·학·연)을 통한 지원방안(안) 수립
- 전문성(암치료, 인체통신, 전파이미징 등 의료분야)이 확보된 전문가 그룹구성
 - 협회 등 관련기관 인터뷰로 사업화 애로사항 파악
- (주요내용 3) 미래 전파 新시장 육성을 위한 지원방안 수립
- 전문가그룹을 통한 지원방안 구체화
 - 전파기술 기반 에너지/의료 분야의 중장기적 추진체계 및 지원방안 도출
- (수행범위) 미래 전파 新시장(에너지 및 의료 분야) 육성을 위한 지원 방안 연구 과업 기간 및 과업의 내용적 범위
- 과업기간: 2019년 04월 11일 ~ 2019년 12월 10일
 - 과업의 내용적 범위: 미래 에너지 및 의료 분야 기업의 글로벌 경쟁력 제고를 위한 정부 지원 방안 모색, 에너지 및 의료 분야별 전문가그룹(산·학·연) 토론회를 통한 중장기적 추진 체계 및 지원 방안 마련

수 행 범 위	주 요 내 용
<p>과 업 명 : 미래 전파 新시장(에너지 및 의료 분야) 육성을 위한 지원방안 연구</p> <p>과업기간: 2019년 04월 11일 ~ 2019년 12월 10일</p> <p> [과업의 내용적 범위]</p> <p>① 미래 에너지 및 의료 분야 기업의 글로벌 경쟁력 제고를 위한 정부 지원 방안 모색</p> <p>② 에너지 및 의료 분야별 전문가그룹(산·학·연) 토론회를 통한 중장기적 추진 체계 및 지원 방안 마련</p>	<p>① 전파 + 에너지/의료 분야의 메가트렌드 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> • 국·내외 정책, 규제/법령 현황 조사 • 국·내외 인프라 및 시장 현황 조사 <p>② 전문가그룹(산·학·연)을 통한 지원방안(안) 수립</p> <ul style="list-style-type: none"> • 전문성(암치료, 인체통신, 전파이미징 등 의료분야)이 확보된 전문가 그룹구성 • 협회 등 관련기관 인터뷰로 사업화 애로사항 파악 <p>③ 미래 전파 新시장육성을 위한 지원방안 수립</p> <ul style="list-style-type: none"> • 전문가그룹을 통한 지원방안 구체화 • 전파기술 기반 에너지/의료 분야의 중장기적 추진체계 및 지원방안 도출

제3절 연구방법

- 미래 전파 新시장(에너지 및 의료 분야) 육성을 위한 지원 방안 연구는 메가트렌드 분석, 전문가그룹 운영, 지원전략 수립의 3 STEP으로 수행
- (1 STEP) 미래 전파 에너지/의료 분야의 국내외 시장현황 및 기술개발 동향 조사를 통한 메가트렌드 분석
- 국내외 정책, 규제/법령 현황: FCC KDB 680106(미국), ISM EQUIPMENT (유럽), 전파법 (일본), (국내) 전파법, 전파응용설비기술 기준, 첨단의료 기기 규제 현황 등
 - 국내외 인프라/시장 현황: 선진국/기관(미국:FDA, 유럽:CEPT, 일본:총무성, ...) 중심 정보 수집 및 분석
- (2 STEP) 사업화 애로사항을 파악하고 해결할 수 있도록 전문가그룹 (산·학·연)을 통한 정합성이 확보된 지원방안(안) 수립
- 전문가그룹 토론회: 2개 분과별 4회(인터뷰, 토론회, 최종심의...), 분야별 전문가(산·학·연)
 - 협회 등 관련기관/담당자 인터뷰: 기술분야별 전문가, 한국의료기기안전정보원, 한국산업기술 실험원, 한국정보통신기술협회, 전파시험인증센터 등
- (3 STEP) 사업화 활성화를 위한 보급확대 및 기술선점 등 중장기 추진 체계 및 구체적인 지원전략 수립
- 중장기적 추진체계 및 지원방안 마련: (에너지) 보급활성화 및 사업화 추진방안 (의료) 미래기술 선점 및 사업화 추진방안, 인프라, 규제, 인증 등 구체적인 지원 방안 모색



제4절 추진계획 및 실적진도

- 미래 전파 新시장(에너지 및 의료 분야) 육성을 위한 지원 방안 연구는 각 수행 단계별 전문가를 투입하여 주어진 역할과 책임에 맞는 과업을 수행
- 사업기획 및 중장기발전계획수립 등의 사업화컨설팅 분야 전문가로 구성되어 있으며, 유사사업 경험이 있는 책임급 참여인력을 각 분야에 배치
- 관련 산·학·연의 전문가 Pool을 바탕으로 전문가그룹 토론회를 통해 미래 전파 에너지/의료 분야 육성 추진 체계 및 지원 방안 마련
- 관련 전문가 및 기관 인터뷰를 통해 사업화 추진 애로사항, 지원방안 등의 현황을 파악



[그림 3] 추진 체계

□ 본 사업의 총 연구기간인 2019년 4월 11일부터 12월 10일(8개월)의 사업 추진 계획에 따라 아래와 같이 세부연구내용을 진행

<표 1> 사업추진 계획 및 실적진도

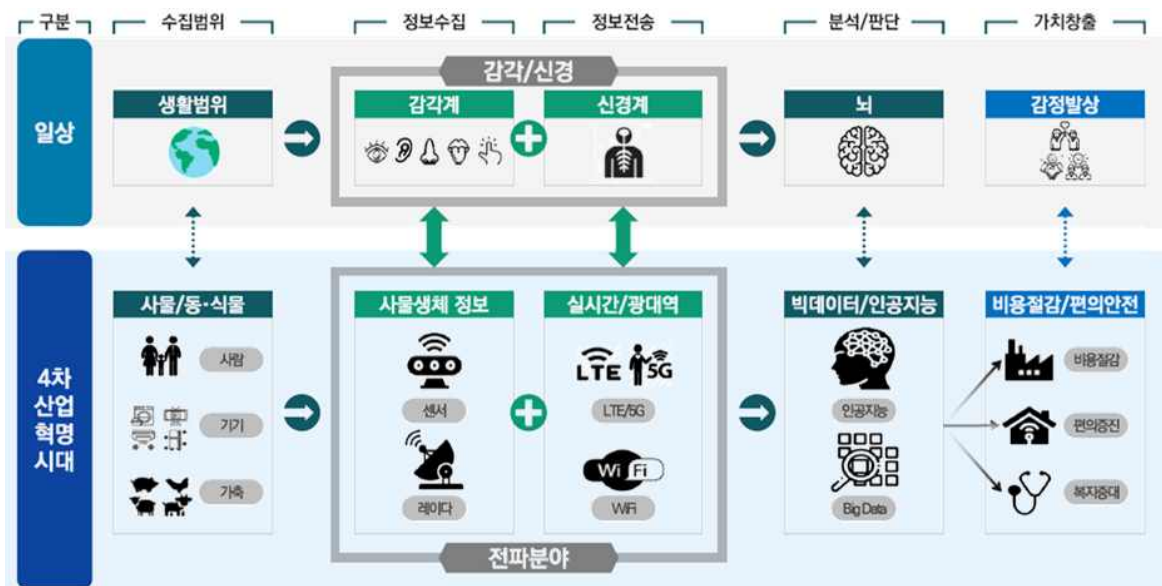
연구 내용	가중치 (%)	추진 일정 (개월)								실적진도
		1	2	3	4	5	6	7	8	
메가트랜드 분석	30									메가트랜드 분석 완료
국·내외 정책, 규제/법령 현황										
국내외 인프라. 시장 현황										
국내외 관련 과제 현황										
전문가그룹 운영	40									전문가 인터뷰 및 그룹 토론회 완료
전문가/기관 인터뷰										
전문가 그룹 토론회										
자문기관 수시검토										
지원전략 수립	40									지원전략(안) 수립 완료
전문가그룹 최종심의										
사업화 추진 방안 마련										
최종보고서 작성 및 교정	10									

제2장 환경분석

제1절 개요

□ 제 3차 전파진흥기본계획에서 초연결 지능화 시대 전파의 역할과 첨단 기술 분야 선도적 R&D 및 표준화 추진을 명시

○ (초연결 지능화 시대 전파의 역할) 전파는 초연결 지능화 시대에 무선 네트워크를 통해 정보를 전송하는 신경망 역할과 데이터를 센싱·수집하는 감각기관 역할을 수행



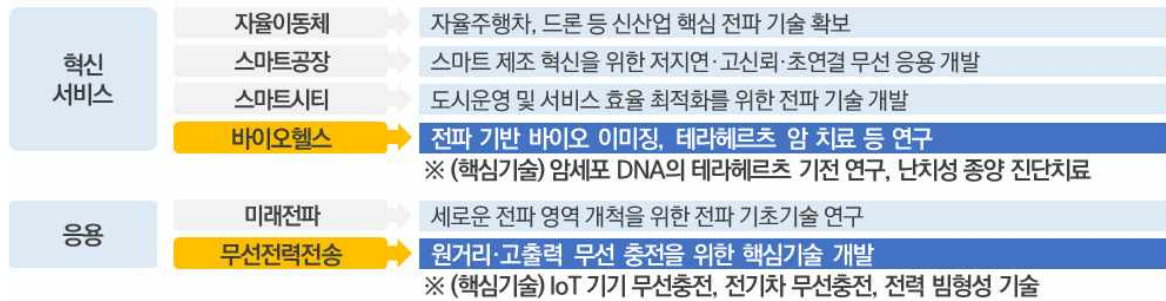
[그림 4] 초연결 지능화 시대 전파의 역할

○ (첨단 기술분야 선도적 R&D) 최고수준 대비 87.4%('18년) → 93%('23년) 수준까지 향상을 목표로 R&D 및 표준화 추진

- 전파분야 도전형, 사회문제해결형 연구과제 확대, 전문연구실 확충 등 R&D 프로세스 개선

통신	Beyond 5G	5G 이후 미래 전파통신 원천기술 개발
	위성전파	미래 우주강국을 위하여 위성항법, 탑재체, 빔포밍 기술 등 개발
	지능형 주파수 공유	AI 기계학습 기반의 주파수 공유 기술로 주파수 효율 10배 향상
방송	차세대 미디어	초실감·초고품질 미디어 기반기술 개발
	방송장비	차세대 방송서비스 동향에 대응하여 신기술 방송장비 개발

[그림 5] 첨단 기술분야 선도적 R&D (계속)



[그림 6] 첨단 기술분야 선도적 R&D

- (新시장 선점을 위한 전파응용기술 확보) 에너지, 의료, 안전 등 다양한 전파기술 수요처 확장에 대응하여 관련 전파응용 기술 확보 및 新시장 선점 추진이 필요하며, 그 중 에너지 2개 기술(원거리 무선전력 전송기술, 무선전력전송 효율측정기술), 의료 3개 기술(테라헤르츠 암치료 원천기술, 전파 이미징 원천기술, 인체통신기술)을 중점으로 지원방안을 도출
- (에너지) 무선전력전송분야 시장선점을 위해 원거리 전력전송기술 등 핵심원천기술 개발 및 각종 전파기기에 대한 국제표준화 추진

<표 2> 전파 에너지 기술 개요

연번	구분	내용
1	원거리 무선전력 전송기술	접촉시 무선충전만 가능한 현재기술과 달리 5m 이상 떨어진 물체에 전력을 공급할 수 있는 기술로 급증할 IoT 기기의 전원공급을 담당
2	무선전력전송 효율측정기술	무선전력전송의 효율 제고 및 전자파 안전 등 제품의 신뢰도 검증을 위한 무선전력전송 기기에 대한 정밀측정기술

- (의료) 고위험·도전형 전파 의료기기 원천기술 확보를 위해 테라헤르츠 주파수 특성을 이용한 암치료 원천기술, 생체 내부 변화를 실시간으로 영상화할 수 있는 전파 이미징 원천기술, 인체통신기술 등 개발

<표 3> 전파 의료 기술 개요

연번	구분	내용
1	테라헤르츠 암치료 기술	암 DNA가 테라헤르츠에 반응하는 성질을 활용한 전파 기반의 암치료 기술
2	전파 이미징 원천기술	전파를 사용하여 인체·생체변화를 실시간 단층촬영하거나, 인체 內 온도 모니터링을 하는 기술 등

□ 규제샌드박스

○ (신기술·신산업의 빠른 변화의 신속한 반영) ICT 규제샌드박스라는 실험의 장을 통해 국내 ICT융합 서비스의 혁신기반 조성 가속화 시험·검증이 필요한 기술/제품/서비스를 대상으로 한 실증사업 지원 마련 필요

- 정부는 ICT·新SW융합 제품·서비스 출시와 現규제체계 간 간극과 공백을 해소하기 위한 새로운 해결책으로 규제샌드박스 도입 및 시행
- (규제샌드 박스) 기술·서비스를 일정기간 동안 규제의 적용없이 시험·검증할 수 있는 기회를 제공(기업이 새로운 제품과 기술을 신속히 출시할 수 있도록 불합리한 규제를 면제하거나 유예하는 제도)
- 정보통신융합법, 산업융합촉진법, 지역특구법 등 국회 통과('18.09) 및 시행('19.01)

<표 4> 규제샌드박스 3가지 유형의 제도

연번	구분	내용
1	임시허가	규제와 법령이 없거나, 기존 규제와 법령의 적용이 불가능한 경우 임시 허가
2	실증특례	규제와 법령이 모호·불합리하거나 금지·불허하는 경우 예외적 실증가능
3	신속확인	허가 필요 여부 및 허가 기준 요건 등을 신속 확인 후 30일 동안 관계부처 회신 없으면 시장 출시

<표 5> 1차 심의통과과제('19.02.14)

연번	사례 이미지	내용
1		(안전1) 손목시계형 심전도 장치 현행규제: 웨어러블 기기를 통해 측정한 환자의 상태에 따라 의료기관 방문을 안내하는 것은 현행 의료법 상 근거가 불분명 신청내용: 심장질환자를 관리서비스에 대해 실증특례를 신청
2		(안전2) 행정·공공기관 모바일 전자고지 서비스 현행규제: 현행 정보통신망 상 본인확인기관이 행정·공공기관으로부터 의뢰받아 주민번호를 연계정보(CI)로 일괄 변환하는 것이 어려웠음 신청내용: 모바일로 발송하는 서비스에 대해 임시허가 신청
3		(안전3) 임상시험 참여희망자 온라인 중개 서비스 현행규제: 현행 약사법령에 따라 온라인 사이트를 통한 모집광고가 임상시험심사위원회 심의를 통과하는데 어려움이 있었음 신청내용: 스마트폰앱을 통해 임상시험 참여자를 실시기관에 연결해주는 서비스의 실증특례를 신청

제2절 대내외 환경분석

제1항 의료분과

1. 테라헤르츠 암치료 기술

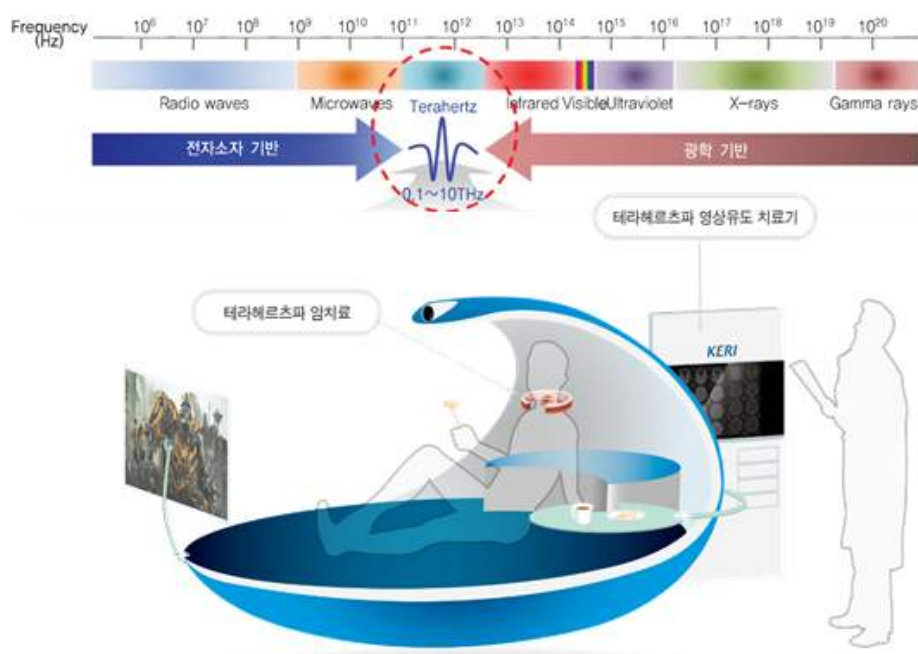
□ (테라헤르츠(THz) 암치료 기술) 암 DNA가 테라헤르츠에 반응하는 성질을 활용한 전파 기반의 암치료 기술⁴⁾

○ THz파는 정상세포에 영향을 주지 않으면서 암세포만 죽이는 생체친화적인 전자기파

- THz파는 마이크로웨이브와 적외선 사이에 위치한 전자기파로서 물과 같은 극성분자와 만나면 단시간에 에너지를 전달하면서 소멸되는 반면 플라스틱이나 옷과 같은 비극성 고분자와 만나면 거의 반응을 하지 않고 투과

* 0.1~10THz (1 THz=10¹²Hz), 파장 3mm~30μm인 전자기파

- 인체세포조직의 조그만 차이에도 매우 민감하게 반응하는 특성을 이용해 고출력의 테라헤르츠파를 암과 같은 특정 세포조직에 집중 전달하여 제거하는 암치료 기술



[그림 7] 테라헤르츠 암치료 기술 개념도

4) 2018 Electronics and Telecommunications Trends, 전자소자 기반 테라헤르츠 반도체 기술 동향 - 강동우선임/구본태책임 (고속신호처리연구그룹)

○ 부작용으로 인해 치료 횟수나 용량을 철저히 제한해야 했던 기존 X선 기술과 달리 치료과정에서의 고통 없이 암의 크기, 진행속도 등에 맞추어 자유롭게 치료 횟수와 시간을 조절할 수 있음⁵⁾

□ 테라헤르츠 헬스케어 시장형성 전 단계로 2022년 이후 상용화되어 CAGR('22~'27) 51.3%를 보이며 성장할 전망으로 잠재시장 확보를 위한 원천기술 및 적용처확대를 위한 응용기술 확보 전략 필요

○ BCC Research에 따르면, 2020년대 이전에는 THz 관련 시장은 Scientific Research를 중심으로 이루어져 2016년 기준 시장규모는 56.4백만 만달러 이나, 공공안전 보안, 헬스케어 등 잠재 응용시장이 2020년 이후 폭발적으로 증가하여 2022년 335.1백만 달러에 이를 것으로 전망함⁶⁾



[그림 8] 테라헤르츠 헬스케어 응용시장전망, 2016-2027

5) 한국전기연구원 『미래 유망 8대 암치료 전기기술』 발표, 한국전기연구원 보도자료, 2013.04.04.

6) BCC Research, Terahertz Radiation Systems: Technologies and Global Market, 2017(6)

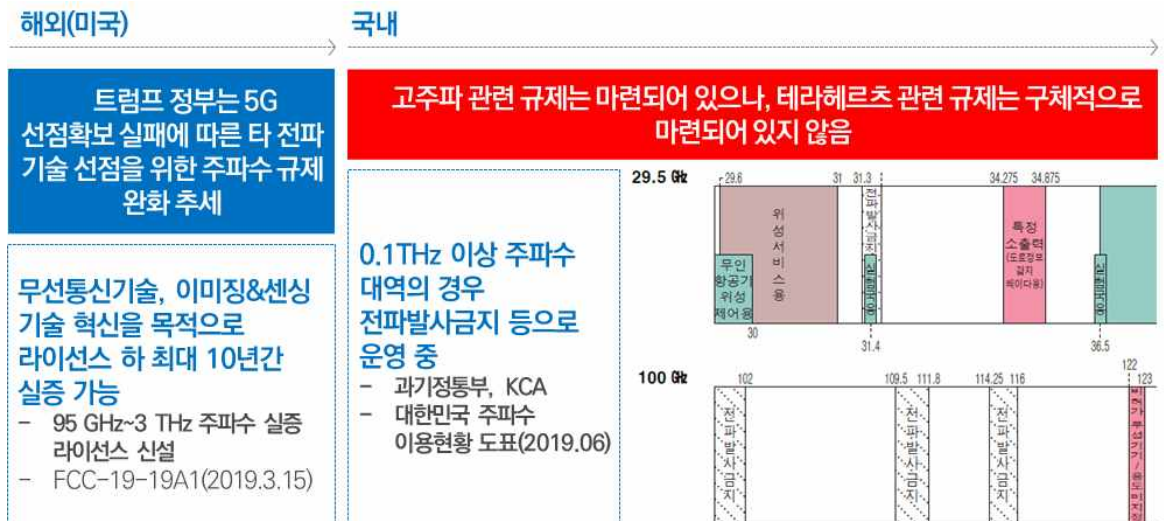
<표 6> 테라헤르츠 헬스케어 응용시장전망, 2016-2027

응용 부문	2016 (실제)	2017	2022 (예상)	2027 (잠재)	CAGR (‘17-’22)	CAGR (’22-’27)
과학 연구	52.0	52.5	55.3	58.5	1.0	1.1
제조	4.4	4.8	27.9	89.2	42.2	26.2
공공안전 보안	-	-	103.8	267.3		20.8
헬스케어	-	-	25.0	198.3		51.3
통신	-	-	0.2	25.8		164.3
농업	-	-	-	8.0		
군사 /국방	-	-	29.9	112.5		30.3
기타	-	-	93.0	575.0		44.0
총계	56.4	57.3	335.1	1334.6	42.4	31.8

- THz를 이용한 헬스케어 글로벌 응용시장은 2016년에는 집계된 시장규모가 없으나, 2022년 25백만 달러에 이를 것으로 전망되며, 잠재시장으로 2027년에는 198.3백만 달러에 이를 것으로 보고됨

□ 기술개발 투자 활성화, 기술 우위 선점을 위한 테라헤르츠 대역의 라이선스 허용 규정 마련 필요

- 의료기기 사용에 대한 테라헤르츠 허용 대역 설정 및 피폭량(인체유해성) 등 규제 마련 필요



[그림 9] 테라헤르츠 주파수 규제

□ 국내 R&D는 대부분 기초연구 방식(리서치 펠로우, 글로벌프론티어 방식)으로 지원됨

○ 연구수행주체별 과제수는 서울시립대학교 3건, 한국과학기술연구원 1건으로 파악됨

<표 7> 최근 5년('15~'19) 테라헤르츠 암치료 기술 R&D과제 수행주체

연구수행 주체코드	과제수행기관명	과제 수행수 (계속과제 중복제거)
대학	서울시립대학교	3
	연세대학교	1
	총합계	4
출연 연구소	한국과학기술연구원	1
	총합계	1
기타	서울특별시보라매병원	2
	총합계	2
총합계 (공동연구 중복제거)		5

○ 과제지원 사업은 리서치 펠로우(교육부), 방송통신산업기술개발(과기정통부), 중견연구(과기정통부), 파동에너지극한제어(과기정통부)였음

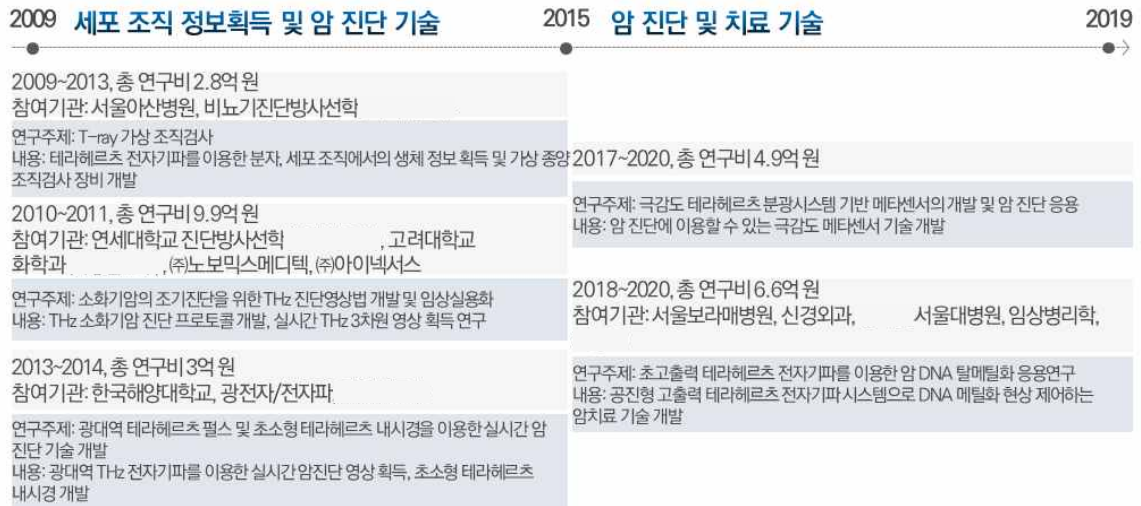
- 교육부: 이공학학술연구기반구축(리서치 펠로우)
- 과학기술정보통신부: 방송통신산업기술개발, 개인기초연구지원, 글로벌프론티어지원
- <기술수명주기: 도입기, 연구개발단계: 기초연구, 연구개발성격: 아이디어개발, 기타개발>로 구분하여 지원

<표 8> 최근 5년('15~'19) 테라헤르츠 암치료 기술 R&D지원현황

연번	과제명 (한글)	연구기간	기술수명주기코드	연구개발단계	연구개발구분	부처 부처분류	과제수행 기관명	연평균연구 연구비 (정부투자비율)	사업명	부처명	과제리 (전문)기관명
1	테라헤르츠 DNA 메틸화 분자 공명 검출법을 이용한 원발부위 불명암 (CUPS) 진단 기술 개발	2017-06-01 ~2020-05-31 (3년)	기타	기초연구	기타개발	학문 후속 세대 사업	서울시립 대학교 서울보라매병원	연 43.24 백만원 (100%)	이공학 학술 연구기 반구 추 (R&D) (리서치 펠로우)	교육부	한국연구재단
2	초고출력 테라헤르츠 전자기파를 이용한 암 DNA 탈메틸화 응용연구	2017-04-01 ~2020-12-31 (3년)	도입기	기초연구	아이디어개발	방송 통신 산업 원천 기술 개발	서울시립 대학교 서울보라매병원	연 300 백만원 (90%)	방송통신 산업 기술 개발	과학기술 기술통 신부	정보통신 기획 평가 원
3	극감도 테라헤르츠 분광시스템 기반 메타센서의 개발 및 응용	2017-03-01 ~2020-02-29 (3년)	기타	기초연구	기타개발	중견 연구 자 원 사업	서울시립 대학교	연 165 백만원 (100%)	개인기초 연구	과학기술 기술통 신부	한국연구재단
4	테라파를 이용한 단일 세포 신호 제어 기술 개발	2017-03-01 ~2020-02-29 (3년)	도입기	기초연구	아이디어개발	중견 연구 자 원 사업	연세대학교	연 50 백만원 (100%)	개인기초 연구	과학기술 기술통 신부	한국연구재단
5	테라헤르츠 메타물질 기반 고민감도 암조직 검출 시스템	2014-09-01 ~2023-08-31 (8년)	도입기	기초연구	아이디어개발	글로벌 프론 티어 사업	한국과학기술 연구원	연 250 백만원 (100%)	글로벌 프론 티어 지원 (R&D)	과학기술 기술통 신부	한국연구재단

□ 서울시립대학교 테라헤르츠 연구팀(테라헤르츠 바이오메디컬 연구실)

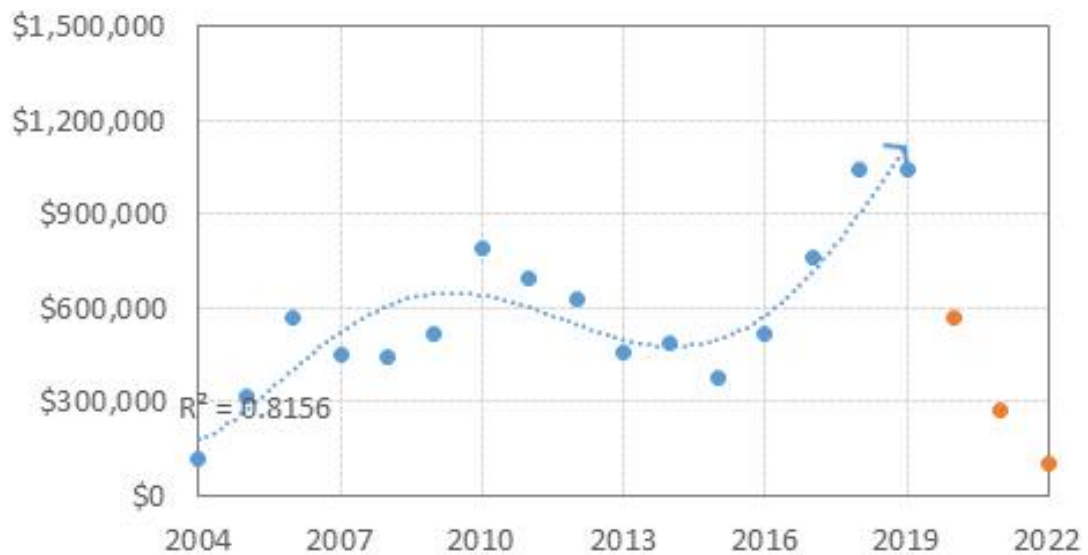
- 연구방향: 테라헤르츠파를 이용한 분자/세포 조직의 정보획득 연구
→ 분자레벨의 실시간 진단기술 개발 → DNA 탈메틸화를 통한 암세포 치료 기술 개발



[그림 10] 국내 테라헤르츠 암치료 기술개발동향

□ RPI, Macquarie University 등 선진기관 중심 기술개발 및 지원현황 호주 ARC, Horizon 분석 결과 대부분 Leadership, Scholarship 형태(연구자 중심)의 기술개발사업으로 진행

- 미국 RPI(Center for THz Research)는 THz 발생 및 검출분야, THz 센싱분야, THz 이미징 및 Tomography(단층촬영)분야, THz 광전자공학(분광학 포함) 분야에서 집중적으로 투자/개발 중
- 호주 Macquarie University는 FT150100197(Prof Alexander Argyros, \$ 897,552, 2015-2020), LP170101238(Dr Andrew Lee, \$ 350,000, 2018-2023) 등과 같은 과제를 수행 중
 - 생체 의학 이미징(조기 암 검진 등) 하기 위한 전기 신호, 빛 및 체액 등을 수집하고 전달하여 신경 활동 정보를 영상화하기 위해 필요한 인터페이스 프로브 개발
→ 최종목표는 암세포 조기 검진 및 통증 관리를 위한 이식 형 장치를 개발



[그림 11] 호주 ARC 테라헤르츠 암치료 기술 연구비 추세

□ DoD(미국 국방부)가 운영하는 CDMRP 중 PRMRP(군 검토 의학 연구 프로그램)에서 테라헤르츠 기술 관련 연구가 Discovery Award 방식(연구자 중심)으로 지원됨

- * CDMRP: 타 기관이 투자하기에 어려운 고위험, 고수익, 고영향 프로젝트를 지원. 주로, 환자 치료에 대해 패러다임을 변화시키는 획기적인 기술 연구
- * PRMRP: 군사 보건과 직접적인 관련성이 있는 의학 연구 프로젝트

○ Discovery Award 방식: 혁신적인 새로운 개념 또는 검증되지 않은 이론 연구에 대해 박사후과정 이상 경력연구자를 대상으로 \$200,000(2억4천만원)/최대 2년을 지원

<표 9> 테라헤르츠 기술 관련 지원현황(FY2016)

Proposal Title	Principal Investigator	Institution	Mechanism	Fiscal Year	Award Amount
Real-Time Detection of Cellular Respiratory Biomarkers of Early-Stage Infections Using Terahertz Sensing	MEDVEDEV, IVAN	Institution: WRIGHT STATE UNIVERSITY	Discovery Award	2016	\$264,204.00

<표 10> PRMRP 연구 지원방식

연구 지원유형	지원자격	개요	지원 금액 /기간
Clinical Trial Award	조교수 이상	임상시험 지원 *연구대상 (신약 /기기) 규제 면제 승인 (FDA)을 과제 신청일 마감일까지 받아야 함	금액 : 한계 없음 기간 : 최대 4 년
Discovery Award	박사후과 정 이상 (포스닥)	혁신적인 새로운 개념 및 검증되지 않은 이론 연구 지원	금액 : \$200,000 기간 : 최대 2 년
Focused Program Award	정교수 이상	포괄적인 목표 하 상호보완적인 4 개의 세부 프로젝트로 구성하여 지원 . 연구책임자는 대규모 프로그램 경험자이어야 함	금액 :\$7.2 million 기간 : 최대 4 년
Investigator-Initiated Research Award	조교수 이상	주제 영역에서 환자 치료 분야에 독창적이고 중요한 공헌을 하는 연구를 지원 (*파트너링으로 지원 가능)	지원 1: \$1.2 million 지원 2: \$1.5 million (Partnering PI option 포함) 기간 : 최대 3 년
Technology/Therapeutic Development Award	조교수 이상	유망한 전임상 연구결과의 임상 단계지원 .제품지향적(장치,약물 등)	금액 : \$3.0 million 기간 : 최대 3 년

- NIH(미국 국립보건원)는 대부분 연구자 중심(RPG, AREA)으로 이루어지고 있으며, 분석장치의 경우 상용화를 목표로 중소기업 기술이전형 프로젝트(STTR)가 2017년도에 등장

<표 11> 테라헤르츠 관련 R&D LIST

Project Title	Activity	Funding Mechanism	Project Duration	Organization Name	Organization Type	FY Total Cost by IC
Noninvasive Broadband Terahertz Assessment of Burn Severity	R01	RPG	2015-09-25 ~2020-07-31	STATE UNIVERSITY NEW YORK STONY BROOK	SCHOOLS OF ENGINEERING	\$477,901
Terahertz Imaging for Margin Assessment of Three Dimensional Breast Cancer Tumors	R15	AREA	2017-03-03 ~2020-02-28	UNIVERSITY OF ARKANSAS AT FAYETTEVILLE	SCHOOLS OF ENGINEERING	\$424,080
Turnkey THz Spectroscopy /Polarimetry System for Pharmaceutical Applications	R41	STTR	2017-08-01 ~2019-07-31	MICROTECH INSTRUMENTS, INC.	Domestic For-Profits	\$216,808

- RPG(Research Project Grant) 및 Academic Research Enhancement Award(AREA): 대학, 연구소 대상으로 기초연구분야를 지원. 관련 연구 환경 조성, 연구원 수 증가를 목표로 함
- STTR(Small Business Technology Transfer Grant) 방식: 기업 대상으로 대학, 연구소와의 공동협력을 유도하여 관련 벤처·중소기업 수 확장을 목표로 함

□ EU H2020 프로젝트에서는 대학 및 우수한 경력연구자를 대상으로 각각 FET Open RIA, ERC Starting Grant 방식의 R&D지원을 함

- FET Open Research and Innovation Action(RIA): 첨단기술에 대한 초기 연구 단계 지원. 개방형 공동연구(최대 300백만 유로)
- ERC Starting Grant: 뛰어난 연구자의 독립적인 경력에 대한 지원

<표 12> 최근 5년간(2014~2018) 테라헤르츠 암치료 기술(의료) 관련 H2020 프로젝트

과제명	시작일	종료일	목적 (요약)	총비용	펀딩 방식	주관 기관	국가
Far-infrared Lasers Assembled using Silicon Heterostructures	2017-11-01	2020-10-31	FLASH, will develop a room-temperature THz laser integrated on Si using CMOS technology-compatible processes and materials.	€ 3,206,498.75	FET OPEN - Research and Innovation action(RIA)	UNIVERSITA DEGLI STUDI ROMA TRE	IT
Molecular Networks with precision Terahertz Spectroscopy	2012-01-01	2016-12-31	In this project I will develop the necessary tools to measure terahertz transition frequencies in large, mass-selected molecular systems with high resolution.	€ 1,471,200	ERC-SG - ERC Starting Grant	UNIVERSITAET INNSBRUCK	AT

□ JSPS(일본학술진흥회)는 대부분 상향식(Bottom-up)으로 젊은연구자, 새로운 학술 영역 연구 방식의 R&D 지원을 함

○ 새로운 학술 영역 연구: 기초와 원천의 사이에 존재하는 연구영역을 제안하는 방식((1차년도)주연구자 선정 (2차년도 이후)협력연구자 확대)

<표 13> 테라헤르츠 암치료 기술 관련 JSPS 지원현황(FY2015~)

Project Title	Research Category	Research Field	Research Institution	Principal Investigator	Project Period (FY)	Budget Amount
파라 메트릭 엑스선 테라헤르츠 일관된 방사광을 이용한 악성 종양의 영상 진단	젊은연구자	Basic Section 57060:Surgical dentistry-related	Nihon University	川島 雄介	2019-04-01 - 2021-03-31	연 ¥910,000 (Direct Cost : ¥700,000 、 Indirect Cost : ¥210,000)
생체 고분자를 대상으로 한 테라 헤르츠 파 조사에 의한 세포 기능 제어	젊은연구자	Basic Section 38060:Applied molecular and cellular biology-related	Institute of Physical and Chemical Research	山崎 祥他	2019-04-01 - 2021-03-31	연 ¥2,990,000 (Direct Cost : ¥2,300,000 、 Indirect Cost : ¥690,000)
단백질과 고분자의 프랙탈성에 기인하는 보편적 역학의 테라헤르츠 분광 연구	새로운학술영역연구(연구영역제안형)	Grant-in-Aid for Scientific Research on Innovative Areas (Research in a proposed research area)	University of Tsukuba	森 龍也	2018-04-01 - 2020-03-31	연 ¥3,900,000 (Direct Cost : ¥3,000,000 、 Indirect Cost : ¥900,000)

<표 14> JSPS 지원방식

연구 지원유형	개요	지원금액 /기간
젊은연구자	젊은연구자 (39 세 이하)의 단독 연구	기간 :2~4 년간 지원금액 : (A)500~3,000 만엔 이하 (B)500 만엔 이하
새로운 학술 영역 연구	연구영역 제안형으로 연구자 간 공동연구 (연구단 구성)를 통한 새로운 학문 영역 개척 , 연구인력 육성 , 장비의 공용화 등	기간 : 5 년간 지원금액 : 1 영역 단년도 당 1,000 만엔 ~ 3 억엔

□ 국내외 모두 핵심원천기술 확보 및 연구환경 조성을 목적으로 연구원 개인 및 연구단 대상의 중기(3~5년) 기초연구사업을 통해 테라헤르츠 관련 기술개발을 지원하는 추세

구분	국내지원현황				미국				유럽	일본	
지원 부처	교육부	과기정통부			DoD/CDMRP	NIH			H2020	JSPS	
R&D 단계	기초연구	기초연구	기초연구	기초연구	기초연구	기초연구	기초연구	기초연구	기초연구	기초연구	기초연구
사업 유형	이공학학술연구 기반구축 (리서치펠로우)	방송통신산업 기술개발	개인기초연구 (중견연구자 지원)	글로벌프론티 어사업	Discovery Award	Research Project Grant	Academic Research Enhancement Award(AREA)	Small Business Technology Transfer Grant(STTR)	FET Open Research and Innovation action(RIA)	젊은연구자 (A,B)	(연구영역 제한형) 새로운 학술 영역 연구
사업 목적	학술연구 활동의 지속성 유지 및 질적 향상 연구능력 향상 유도	국가 성장전략에 기반한 전략기술분야 의 핵심 원천기술 개발 및 ICT R&D 연구환경 조성	창의성 높은 개인연구를 지원하여 우수한 기초연구 능력을 배양하고 리더연구자로서 의 성장 발판을 마련	세계 최고 수준의 원천기술력 확보	혁신적인 새로운 개념 및 검증되지 않은 이론 연구 지원	특정 분야에 저명한 역량을 갖춘 연구원을 지원	관련분야 공공연구 지원 , 연구원 수 증가, 연구 환경 강화	중소기업 기술이전형 . 중소기업과 연구기관의 파트너십을 통한 R/R&D 수행, 과학기술 혁신을 유도	첨단기술에 대한 초기 연구 단계 지원 . 개방형 공동연구	젊은연구자 (39 세 이하)의 단독 연구	연구자 간 공동연구를 통한 새로운 학문 영역 개척 . 연구인력 육성, 장비의 공용화 등
지원 대상	대학 내 연구전담계층 (박사후연구원 및 비전임교원)	대학, 출연연 , 기업 등	대학 등의 개인연구자	10 개 연구단 선정 · 운영	박사후과정 이상 경력연구자	핵심연구원 대상	고등교육기관 학부 /대학원 학생 및 교수 대상	중소기업 -연구기관 공동연구 (기술이전형)	중소기업, 연구기관, 대학	연구원 (개인)	연구단
지원 규모	연 0.5 억원 내외 (1~3 년)	연 10 억원 내외 (3~5 년)	연 0.5~3 억원 (1~5 년)	연 50~150 억원 (최대 9 년)	연 \$200,000(약 2.3 억원) (최대 2 년)	연 \$500,000(약 6 억원) (3~5 년간)	연 \$300,000(약 3.5 억원) (최대 3 년)	Phase 1. 타당성연구 (1 년간 \$150,000, 약 1.8 억원) Phase 2. R/R&D 개시 (2 년간 \$1,000,000, 약 12 억원) Phase 3. 상용화 (STTR 기금사용불가)	최대 3 백만유로 (약 40 억원) (3~5 년)	젊은연구자 (A): 연 500 만엔 이하 (3 억원 이하)(2~4 년) 젊은연구자 (B): 연 500 만엔 이하 (5 천만원) (2~4 년)	1 영역 단년도 당 1,000 만엔 ~ 3 억엔 (1 억원 ~32 억엔) (5 년간)

2. 전파 이미징 원천기술

□ (전파 이미징 원천기술) 전파를 사용하여 인체·생체변화를 실시간 단층촬영(Tomography)하거나, 인체 內 온도 모니터링을 하는 기술 등

○ 현재 인체진단에서 보편적으로 활용되는 X선 및 MRI 기술은 방사선 노출이나 강한 자기장에 의한 인체영향 위험이 있으나 마이크로파를 이용한 MT(Microwave Tomography) 기술은 인체 위험이 없고 정밀한 진단이 가능하여 차세대 의료 기술로 활용될 수 있다는 전망⁷⁾

<표 15> 현재 의료 이미징 주요기기 유형

의료영상							
원리	방사선		방사성 동위원소 (핵의학)		자기장		초음파
진단법	CT	X 선	PET	SPECT	MRI	fMRI	초음파 영상
형태	3D	2D	3D				
밴드	X-ray		Gamma		Radio spectrum		
방사능	매우 높음	높음	낮음		없음 (강한 자기장 및 조영제 문제)		정밀진단 불가 (두뇌 등)
용도	해부학적 진단		생리학적 진단		해부학적 진단	생리학적 진단 (뇌)	해부학적 진단

○ (마이크로웨이브 단층촬영: MT, Microwave Tomography) 마이크로파를 검사 부위에 횡단면으로 조사해 정상 조직과 암 조직 간의 전기적 특성 차이를 유전율 영상으로 촬영하는 기술. 안전한 전자파를 사용하므로 신속하고 지속적인 데이터 수집 및 모니터링이 특징적

7) 4차 산업혁명 관련 전파정책 동향 조사·분석 및 발전방안 연구, 한국방송통신전파진흥원, 2018(05)

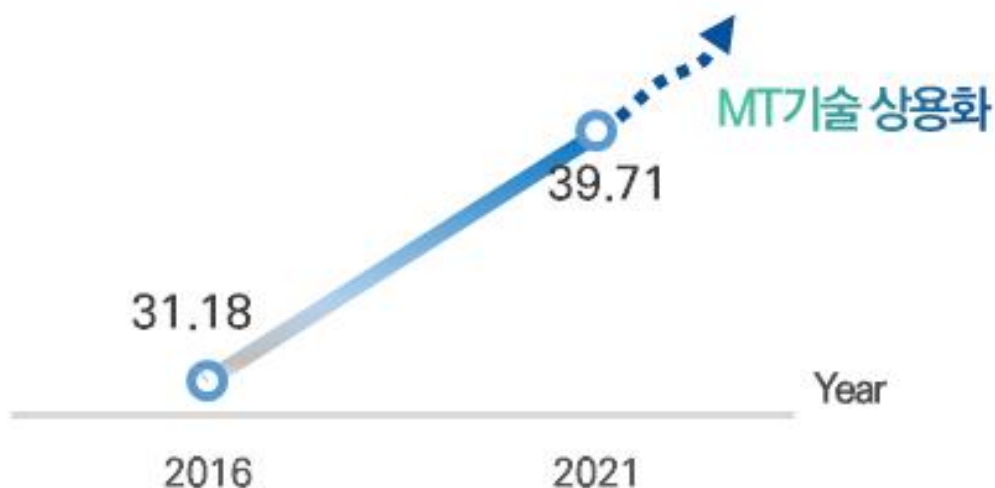
- 주요 응용분야: 유방암, 뇌졸중, 뇌혈관사고(CVA)
 - * Microwave: 초고주파, 극초단파(0.3~3 GHz,UHF), 센티미터파(3~30 GHz,SHF), 밀리파(30~300 GHz,EHF)에 걸치는 즉, 300 MHz~300 GHz 무선주파수 대역
 - * 비교 기술 X선 촬영은 방사선의 직진성을 이용해 인체 정상 조직과 암 조직 간의 밀도 차이를 구분



[그림 12] 전파 이미징 원천기술 개념도

□ 전파 이미징 원천기술은 진단시장 도입 전 단계의 기술로 기존 진단 기술과의 차별성 강화 및 시장 진입장벽 해소를 위한 R&D지원 필요

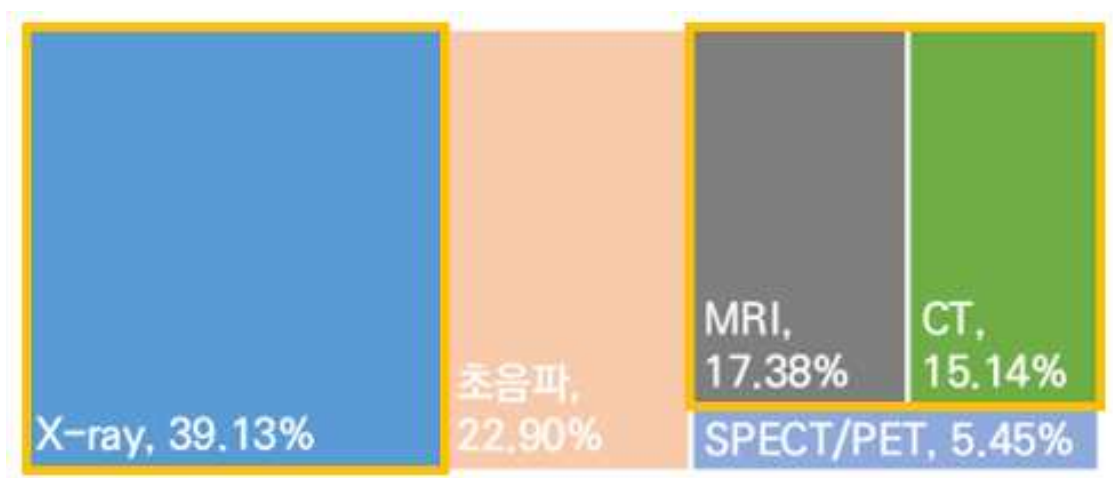
○ 의료 이미징 시장은 2016~2021년간 CAGR 4.96%를 보이며 성장⁸⁾



[그림 13] 의료 이미징 시장전망, 2016~2021

8) GLOBAL MEDICAL IMAGING MARKET 2017-2021, TECHNAVIO, 2017(1)

- 시장조사기관 Technavio(2017)에 따르면, 세계 의료 이미징 시장은 2016년 31.18십억 달러에서 2021년 39.71십억 달러로 CAGR 4.96%를 보이며 성장할 전망
 - 조기 진단에 대한 의식수준이 높아지면서 시장이 성장하고 있음
- 전파 이미징 기술은 시장 도입 전 단계의 기술로 CT, X-ray, MRI를 대체하는 기술. 시장 도입 후 급격한 성장률 증가를 보일 것으로 전망
- 의료 이미징 기기별 시장점유율은 X-ray(39.13%), 초음파(22.90%), MRI(17.38%), CT(15.14%), SPECT/PET(5.45%)으로 나타남
 - CT, X-ray, MRI 기술을 우선적으로 대체하는 기술로 성장할 전망



[그림 14] 의료 이미징 기기별 시장점유율

- 해외기업(Medfield, Micrima)은 임상 후 제품유통판매를 위해 각각 ISO, CE마크, IEC 표준 확보 중

- CE마크 확보를 위해 ISO 13485 인증 획득, IEC 60601표준 준수
- MD100(Medfield), MARIA 제품 출시시기를 2019년으로 하고 있음
 - MD100(Medfield)의 경우, 군대, 구급차, 헬리콥터와 같은 환경 내에서 사용가능하도록 표준을 준수할 계획



[그림 15] Micrima 社 전파 이미징 기기(유방암 진단) 인증

- 사전인터뷰(ETRI 전문가) 결과, 기존 진단기기(CT, MRI 등) 활용 의료진의 활용 거부심리가 높은 편이며, 기존과 다른 영상이미지 때문에 의료진의 진단이 어려운 상황. 이를 극복하기 위해서는 영상인식(진단) 정확도가 확보된 AI, 딥러닝 등 병행 개발이 필요
- 전파 이미징 + AI기술(의료영상을 판독하는 인공지능) 융복합 개발 시, AI 의료기기 인허가, 빅데이터 수집에 대한 개인정보보호법 등의 규제 및 인허가 지원 필요
- (의료 빅데이터 수집) 개인정보 보호법, 생명윤리와 안전에 관한 특별법 등 법적 이슈 존재
 - 현재 의료 인공지능 연구는 기관생명윤리위원회(IRB)의 심의를 거친 후 후향적 의료데이터를 병원 내부에서만 활용하여야 하는 등 많은 제약이 따르는 상태
- (의료기기 인허가) 식약처에서 ‘인공지능기반 의료기기의 임상 유효성 평가 가이드라인’, ‘빅데이터 및 인공지능기술이 적용된 의료기기 허가심사 가이드라인’을 제시

□ 국내 ETRI는 전자파 이용 조기진단 고정밀 MT 시스템 개발('11~'16) 과제 수행

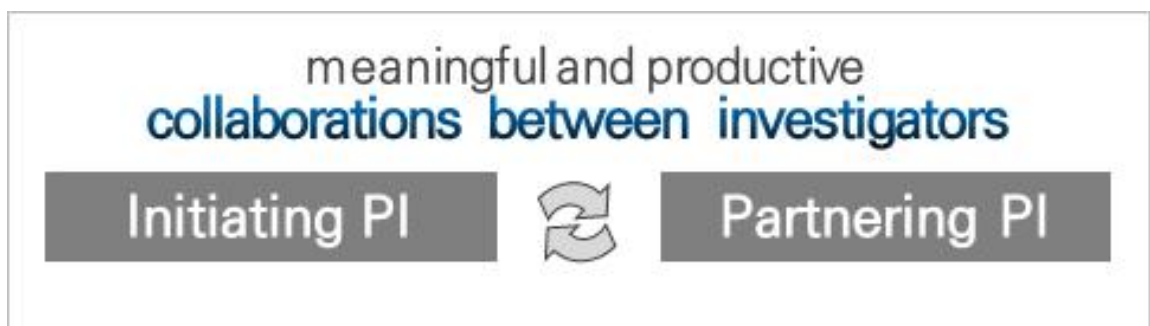
○ MT기술 적용 유방암 진단기기 상용화를 위해 국내·외 대학(병원)과 국제 공동연구 수행



[그림 16] 국내 전자파 이용 조기진단 고정밀 MT 시스템 개발('11~'16) 과제

□ DoD의 CDMRP-BCRP(미 국방부 유방암 연구프로그램)에서는 핵심연구자들 간 공동연구(Breakthrough Award Level 2 - Partnering PI Option) 방식으로 지원됨⁹⁾

○ Breakthrough Award Level 2 - Partnering PI Option: 핵심연구자(PI: Principal Investigator) 간 협력체를 구성 하 전임상시험 단계 공동연구 지원



[그림 17] 핵심연구자들 간 공동연구

9) CDMRP 홈페이지, <https://cdmrp.army.mil>

<표 16> 전파 이미징 관련 지원현황(FY2016)

Proposal Title	Principal Investigator	Institution	Mechanism	Fiscal Year	Award Amount
Integrated Platform for Spectroscopic Thermoacoustic Imaging and Focused Microwave Therapy of the Breast	WITTE, RUSSELL	Institution: ARIZONA, UNIVERSITY OF, TUCSON	Breakthrough Award - Funding Level 2 - Partnering PI Option	2015	\$741 , 314.00
Integrated Platform for Spectroscopic Thermoacoustic Imaging and Focused Microwave Therapy of the Breast	XIN, HAO	Institution: ARIZONA, UNIVERSITY OF, TUCSON	Breakthrough Award - Funding Level 2 - Partnering PI Option	2015	\$703 , 242.00
Tumor-Targeting, Single-Wall Carbon Nanotubes for Microwave-Based Imaging and Hyperthermia Treatment of Breast Cancer: A Small Animal Study	SITHARAMAN , BALAJI	Institution: NEW YORK, STATE UNIVERSITY OF, STONY BROOK	Idea Award: Collaborative Option	2009	\$457 , 335.62
Tumor-Targeting, Single-Wall Carbon Nanotubes for Microwave-Based Imaging and Hyperthermia Treatment of Breast Cancer: A Small Animal Study	HAGNESS, SUSAN C	Institution: WISCONSIN , UNIVERSITY OF, MADISON	Idea Award: Collaborative Option	2009	\$351, 523.00

<표 17> Breakthrough Award Level 지원방식

연구 지원유형	개요	지원금액
Level 1	아이디어 개발의 초기 단계에 있는 혁신적이고 위험성 높은 연구 . 새로운 길을 개척하는 잠재력을 가진 연구 . 예비데이터가 필요 없음	최대 \$ 450,000 까지 /최대 3 년
Level 2 - Partnering PI Option	이미 기존의 데이터에 의해 증명되는 기술로 전임상시험을 통해 상당한 발전을 이룩할 수 있는 연구	최대 \$ 1,500,000 까지 / 최대 3 년 (약 18 억원/3 년)

□ EU H2020에서는 혁신적인 중소·중견업체, 우수한 경력연구자 대상으로 R&D를 지원함¹⁰⁾

○ 지원방식: Industrial Leadership, Individual Fellowships

- SME Instrument(Industrial Leadership): EU회원국의 창업·벤처기업 대상으로 비즈니스 혁신을 지원(코칭, 멘토링 서비스 포함) 1단계(타당성조사) → 2단계(시장타깃, TRL 6이상)
- MSCA Individual Fellowships: 유럽 내 혹은 타 지역에서 연구경험을 증진하고자 하는 박사이상 숙련연구자를 지원하기 위한 프로그램
- UBT Tech(이탈리아) 기업의 경우, SME instrument 유형으로 2017년 1단계(사업타당성조사, 1억 원/4개월) 지원을 받은 후, 2018년 10월 이후 2단계(시장타깃 R&D과제수행, 26억 원/2년간) 지원받음
- UNIVERSIDAD POMPEU FABRA(스페인), ISTANBUL TEKNİK UNIVERSİTESİ(터키)에서 각각 마리퀴리액션으로 연구비 지원(2억 원/2년간)을 받음

<표 18> 최근 5년간(2014.01~2018.12) 전파 이미징(의료) 관련 H2020 프로젝트

과제명	시작일	종료일	총비용	편당방식	주관기관	국가
Cutting edge microwave imaging device for safe and accurate breast cancer screening	2018-10-01	2020-09-30	1990163.5 (약 26 억원 / 2 년간)	/SME-2	UMBRIA BIOENGINEERING TECNOLOGIES SOCIETÀ A RESPONSABILITÀ LIMITATA	IT
Improving COLOrectal cancer screening: Novel INverse and FORward algorithms for a new real-time microwave endoscopy	2018-07-01	2020-08-19	158121.6 (약 2 억원 / 2 년간)	/MSCA-IF-EF-ST	UNIVERSIDAD POMPEU FABRA	ES
The first ultra-high sensitive breast imaging device based on non-ionizing safe microwave	2017-08-01	2017-11-30	71429 (약 1 억원 / 4 개월)	/SME-1	UMBRIA BIOENGINEERING TECNOLOGIES SOCIETÀ A RESPONSABILITÀ LIMITATA	IT
Microwave Diagnosis of Breast Cancer with Open Ended Contact Probes	2017-05-08	2019-05-07	157845.6 (약 2 억원 / 2 년간)	/MSCA-IF-EF-RI	ISTANBUL TEKNİK UNIVERSİTESİ	

10) CORDIS EU research results 및 EU Open Data Portal 참고

□ EU Eurostars에서는 R&D 중소·중견업체 대상으로 글로벌 공동연구개발을 지원함¹¹⁾

○ 최근 5년간(2014.01~2018.12) 전파 이미징(의료) 관련 프로젝트 총 4건이 있음

- 연구개발 중심 중소기업이 혁신적인 제품/프로세스/서비스를 개발할 수 있도록 기술분야에 제한없이 Bottom-up 형식으로 신청하도록 하며, 다국적 참여기관의 각국 정부에서 연구비를 지원. 주로, 스웨덴, 스위스, 오스트리아, 영국, 터키에서 연구를 수행
- 참여기관으로 R&D 중소·중견업체 뿐만 아니라 대학, 연구소, 대기업이 참여하도록 하여 시스템(최종제품) 개발 및 상용화에 필요한 기술적 애로사항을 해결하는 역할을 함

<표 19> EU Eurostars 전파 이미징 원천기술 관련 과제리스트

과제명	시작 일	종료 일	총비용 (백만 유로)	주관기 관	참여기관	국가
Non-invasive diagnosis tool for analyzing depth and area of burn injury	01/03/2018	미정	정보 없음	Hytton Technologies AB	Datamatrix AG INFORMATICS Healthcare GmbH RISC Software GmbH Uppsala University Uppsala University Hospital	Sweden Switzerland Austria Austria Sweden Sweden
Prehospital care process optimization with a microwave-based system for diagnostics and monitoring	01/03/2015	01/03/2018	0.4	Medfield Diagnostics	South Western Ambulance Service NHS Foundation Trust	Sweden United Kingdom
Capitalizing on a Common Disruptive Microwave Measurement system for imaging & char. Applications	01/04/2015	01/07/2017	1.1	Mitos Medikal Teknolojiler San. ve Tic. A.S.	Medfield Diagnostics AB Micrima Wispry Keysight Technologies	Turkey Sweden United Kingdom Denmark Austria
Computer-Aided Minimally Invasive Liver Surgery	01/10/2013	30/09/2016	정보 없음	CAScination AG	Kardinska Institutet, Danderyds Sjukhus University of Bam, ARICOR Center for Biomedical Engineering Scientific Visualization Group Linköping University Sedra AB	Switzerland Sweden Switzerland Sweden Sweden

11) EUREKA 홈페이지(<https://www.eurekanetwork.org/eureka-projects>)

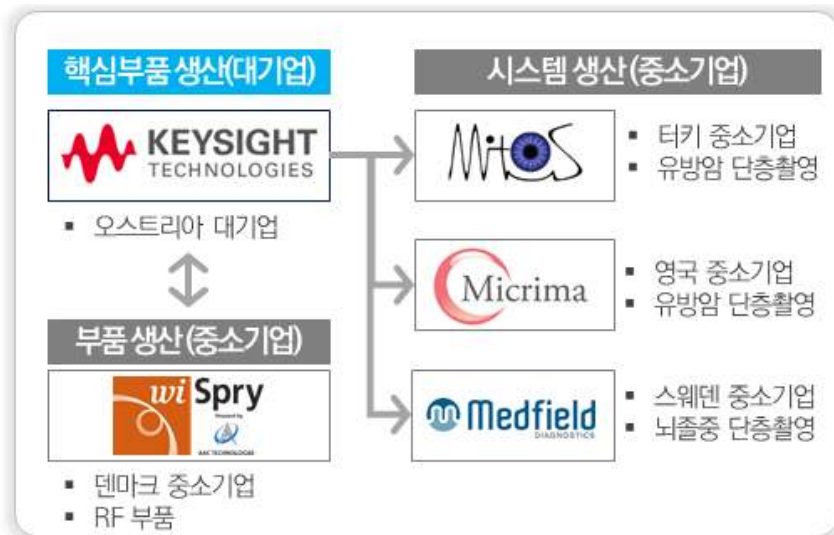
□ (Eurostars Cut-Off 2 사례) 대기업-중소기업 국제공동연구(기술사업화 확산체계)로 대기업 핵심부품 기반으로 중소기업이 최종제품을 개발하거나 부품개발 협력사로 연구하는 체계¹²⁾

- 과제명: Capitalizing on a Common Disruptive Microwave Measurement system for imaging & char. applications
- 과제유형: 대기업이 개발한 마이크로웨이브 측정 플랫폼(송수신기)을 기반으로 4개의 R&D기반 중소기업이 각각 다양한 시장에 상용화 할 제품을 개발하는 과제
- 목표시장: 뇌졸중 모니터링, 유방암 영상, RF 부품 시장

<표 20> Eurostars Cut-Off 2 과제 상세 내용

구분	내 용
Acronym	CCDMM (Reference Number: 9383)
Duration	01/04/2015 - 01/07/2017
Project Topic	Biological Sciences / Technologies
Network	Eurostars 2
Call	Eurostars Cut-Off 2
Project Partner	Mitos Medikal Teknolojiler San. ve Tic. A.S.(터키), Medfield Diagnostics AB(스웨덴), Micrima (영국), Wispry (덴마크), Keysight Technologies(오스트리아)
Funded Value	정확한 금액 정보 없음 Vinnova (스웨덴) SEK 3,339,438(약 4 억원), UK Research and Innovation(영국) £182,765(약 2 억 8 천만원) 등 그 외 덴마크 , 터키 지원금은 공시되어 있지 않음

12) ERA-LEARN 홈페이지(<https://www.era-learn.eu>)



[그림 18] 대기업-중소기업 간 국제공동연구 수행체계

□ (ANR(프랑스 국가연구청) MEDIMAX 프로젝트 사례) 중소기업 제품의 시장진출을 위한 기술적 애로사항(SW 등) 해결을 목적으로 중소기업-대학교 간 국제공동연구 수행¹³⁾

- 과제명: Numerical Solutions of Maxwell Equations for a Full medical Imaging System - MEDIMAX
- 목표시장: 뇌졸중 모니터링
- 과제상세: 전파 이미징 시스템에서 수집된 데이터의 모델링(수치해석) 도구를 개발

<표 21> ANR(프랑스 국가연구청) MEDIMAX 프로젝트 사례

구분	내 용
Submission Summary	...in collaboration with EMTensor GmbH , Vienna (Austria), an Electromagnetic Medical Imaging company and with neurologists, stroke and brain injury surgeon specialists (Carolinas Medical Center, NC, USA; Hospital of North Staffordshire , UK; Medical University of Vienna, Austria).
Partner	Institut national de recherche en informatique et automatique Laboratoire de Mathématiques Appliquées de Paris Descartes, CNRS UMR 8145 Laboratoire J.A Dieudonné, Université Nice-Sophia Antipolis, CNRS UMR 7351 Laboratoire d'Electronique, Antennes et Télécommunications, Université de Nice-Sophia Antipolis, CNRS UMR 7248

13) ANR 홈페이지 MEDIMAX 과제내용(<https://anr.fr/Project-ANR-13-MONU-0012>)

구분	내 용
Funded Value	518,101 euros
Duration	September 2013 - 48 Months
기타사항	2015 년 연구팀 Bull-Joseph Fourier Prize 수상 MRI 또는 CT 스캔보다 덜 정확하지만, 저렴한 가격, 축소 된 크기 및 지속적인 사용으로 인한 부작용 문제 해결. 기존 초음파 기기의 뇌 진단 한계를 해결

기기 제조 (중소기업)

emtensor
EMTensor(오스트리아)

SW 개발 (대학교)

(프랑스)
니스 소피아 앙티폴리스대학교
피에르 마리퀴리 대학교 등



국제 협력



The first electromagnetic tomographic brain scanner will be available on the market in 2019.

The products are under clinical investigation. The products are not available for sale in the USA and southeast.

**뇌졸중 지속 모니터링 기기
EMTensor BrainScanner
(2019 시장진출 계획)**

- 뇌혈관사고용, 임상시험 단계
- 연속적으로 일련의 3D 이미지를 의사에게 제공(원격으로) 가능
- 사이즈가 작고, 이동성이 용이: 구급차, 응급실, 중환자실에 쉽게 비치가능). 구급차 → 응급실 → 중환자실까지 지속적인 뇌혈관 사고(CVA)를 모니터링을 함

[그림 19] 중소기업-대학교 간 국제공동연구 수행체계

□ Vinnova FFI는 타 산업분야(교통인프라) 기업과의 융복합 제품개발 공동 연구 지원. 제품 사업·파급성 제고

- 과제명: SoSSUM Core(System-of-Systems for Smart Urban Mobility Core activities)
- 과제유형: 스웨덴의 FFI* 전략 이니셔티브 인프라 구축 활동(스마트도시 모빌리티를 위한 SoS, TRL levels 3-7 수준)

- * FFI: 기후, 환경, 안전에 중점을 두고 연구, 혁신, 개발에 자금을 지원하는 스웨덴 지자체와 자동차 산업체가 공동으로 운영하는 파트너십 프로그램
- FFI 주요 목적: 도로교통상황 원활화, 교통사고 사망사건 방지, 국제 경쟁력 강화
- 목표시장: 교통인프라-의료기기 간 연계를 통한 응급구조작업/구급차 서비스 개발

<표 22> Vinnova FFI 전파 이미징 원천기술 지원현황

구분	내 용
Reference number	2018-03214
Coordinator	RISE Research Institutes of Sweden AB - RISE SICS, Kista
Project Partner	Chalmers University of Technology, Uppsala University, WSP AB, RISE Victoria, VTI, EVAM AB, FellowBot AB
Funding from Vinnova	이번연도 예산 SEK 1 000 000(1 억 2 천만원) (2022 년까지 지속될 사업으로 Medfield 총 예산은 150 만 크로네)
Project duration	October 2018 - June 2019
Status	Ongoing
Venture	System-of-systems for urban mobility
Call	FFI: Samverkande system för mobilitet



[그림 20] 타 산업분야(교통인프라) 기업과 융복합 제품개발 공동연구

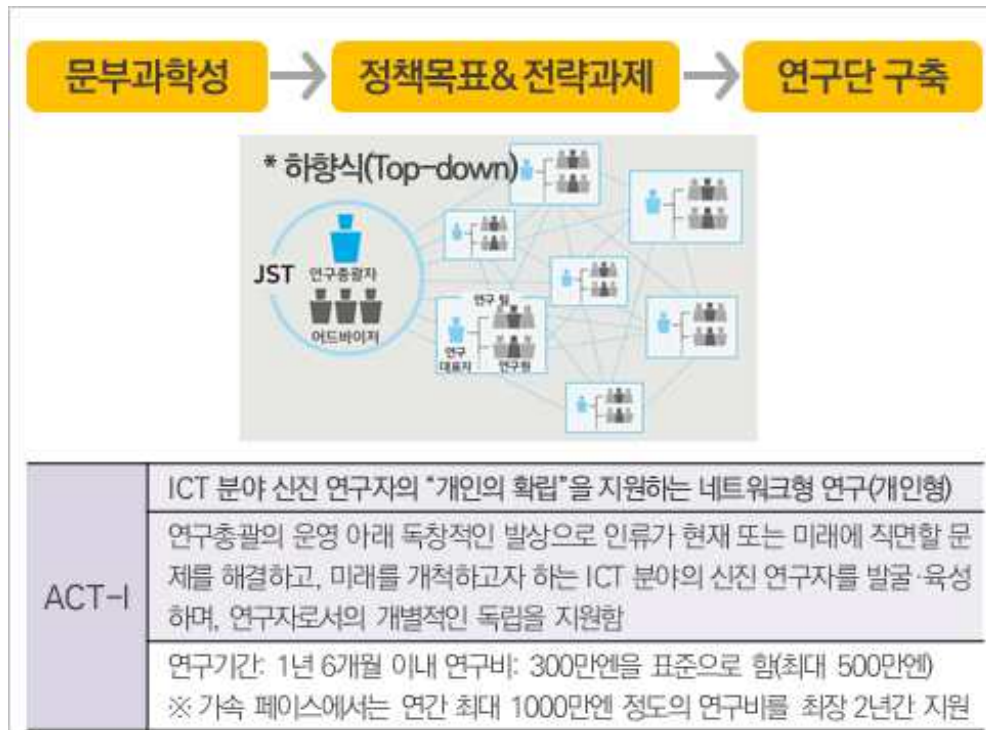
□ JST(일본과학기술진흥기구)는 전략적 창조연구추진사업(국가전략목표 실현 연구단 구축) 방식으로 지원¹⁴⁾

- 전략적 창조연구추진사업 방식: 국가 정책목표(전략목표) 실현을 위한 전략과제 해결형 기초연구 지원. 하향식(Top-down) 방식
- 우리나라 연구재단 원천기술개발사업과 유사. 국가적으로 중점화가 필요한 분야의 기초연구를 추진하여 향후 사회·경제적 변혁을 가져올 신기술의 시즈(seeds)를 창출. CREST, 사키가케, ERATO 등 8개 사업 운영

<표 23> JST 전파 이미징 관련 지원현황(FY2017-2020)

구분	내 용
과제명	초정밀 이미징 방법과 다편광 분석에 의한 유전율 추정을 통합 한 혁신적인 마이크로 웨이브 이미징 방법의 창출
과제번호	JPMJPR1771
대표연구자	木寺 正平 (전기통신대학 정보공학연구과 부교수)
연구기간(연도)	2017-2020
요약	본 연구는 마이크로파 ·테라 헤르츠 파 대역 전파 역산란 해석에서 제안자가 제창하는 화상화 처리법 (Range Points Migration 방법 : RPM 법)을 기반으로 다중 편파 데이터에 의한 유전율 추정 다중 산란파 및 도플러 속도 등의 정보를 고급 데이터 분석 방법에 의해 양방향 처리하고 새로운 고차원 이미징 방법을 제안하는 것이 목적
연구영역	측정 기술과 고도 정보 융합에 의한 지능형 측정 ·분석 기술의 개발과 응용

14) KAKEN 과제 데이터베이스(<https://kaken.nii.ac.jp/ja/grant/KAKENHI-PROJECT-21760319/>)



[그림 21] 전략적 창조연구추진사업 지원방식

- 전 세계 임상시험 동향분석결과, 유방암과 뇌졸중 대상 임상시험 중 (진행중 5건, 완료 2건) 시장진출을 위한 임상시험 지원이 대학병원 연계 방식으로 이루어지고 있음
- 2014년부터 영국, 스웨덴 기업체 주도로 임상시험이 진행, 2015년 이후 기술적 애로사항 해결, 실제 여러 명의 환자를 대상으로 시험하기 위해 대학 및 대학병원과 연계하여 임상시험이 진행되고 있음
 - 임상 완료 건: Medfield Diagnostics('14~'15, 스웨덴), Micrima, Ltd.('15~'18, 영국) 두 기업체에서 임상을 진행
 - 그 외 EMTensor GmbH, Uppsala University Hospital, MVG Industries SAS, University of Manitoba에서 임상시험을 진행 중
 - Medfield Diagnostics은 2015년 기술적 임상 이후 개발 기기 임상을 대학 및 대학병원과 공동으로 수행('15~'19)

<표 24> 전 세계 임상시험 동향분석결과

Row	Status	Study Title	Conditions	Sponsor/ Collaborators	Funder Type	Study Start	Study Completion
1	Not yet recruiting	Performance Assessment of a First Generation Breast Microwave Imaging System: Study of Breast Abnormalities Detection	Breast Diseases	University of Manitoba	Other	2019-04-01	2020-06-01
2	Recruiting	Pilot Clinical Study on a Low-power Electromagnetic Wave Breast Imaging Device for Cancer Screening Purposes.	Breast Cancer Breast Cyst	MVG Industries SAS HRB Clinical Research Facility, Galway (CRFG)	Industry / Other	2018-10-10	2019-06-01
3	Recruiting	Lymphnodetransfer for breast cancer related lymphoedema	Breast cancer	Uppsala-Örebro Regionen; Uppsala University Hospital	Other	2017-05-01	2021-05-01
4	Recruiting	A study to demonstrate the ability of the EMTensor brain-imaging scanner to identify and distinguish different acute brain damage in patients with brain disorders	stroke brain disorders	EMTensor GmbH	Industry	2017-01-01	2020-03-31
5	Recruiting	Evaluating Use of Microwave Technology to Differentiate Hemorrhagic Stroke From Infarction in the Acute Phase	Stroke	Mikael Elam Medfield Diagnostics Chalmers University of Technology Sahlgrenska University Hospital, Sweden	Other / Industry	2015-07-01	2019-12-01
6	Completed	Synthetic Aperture Radar Detection of Breast Tumours	Mammogram Scheduled	Micrima , Ltd.	Industry	2015-04-01	2018-08-01
7	Completed	Study to Evaluate Performance, Usability, Safety of Microwave Technology When Collecting Data From Patients With Stroke	Stroke Healthy	Medfield Diagnostics	Industry	2014-10-01	2015-07-01

□ 국내 R&D지원은 기초연구 및 응용연구 방식으로 지원됨. ① 기초연구: 중견연구자 대상의 중기(3년) 연구 ② 응용연구: 원천기술 기반의 시제품 장기(5년) 개발

○ 미래부(현재 과기정통부): 핵심연구자(학·연) 대상의 원천기술개발 및 연구자지원 사업을 통해 R&D과제 지원. 국내는 전파 이미징 원천기술을 도입기의 기술로 정의하여 지원

- 최근 5년('15~'19) 전파 이미징 원천기술 관련 국내 R&D과제는 총 2건이 있었음(계속과제 중복제거함)
- 연구수행주체별 과제수는 한국전자통신연구원 1건, 이화여자대학교 1건으로 파악됨
- 과제지원 사업은 방송통신산업기술개발(미래창조과학부), 도약연구지원사업(미래창조과학부) 있음
- 사업 지원방식은 응용연구의 시제품개발(핵심연구자의 경우), 기초연구를 목표로 원천기술개발, 중견연구자지원으로 나타남

<표 25> 최근 5년('15~'19) 전파 이미징 원천기술 R&D과제 수행주체

연구수행 주체코드	과제수행기관명	과제 수행수 (계속과제 중복제거)
대학	이화여자대학교	1
	서울대학교 (병원)	1
	충남대학교	1
	South Dakota State niversity(미국)	1
	총합계	4
출연 연구소	한국전자통신연구원	1
	총합계	1
총합계 (공동연구 중복제거)		2

<표 26> 최근 5년('15~'19) 전파 이미징 원천기술 R&D지원현황

연번	과제명 (한글)	연구기간	기술명 주요코드	연구개발 단코드	연구개발 성구	부처 분류	과제 수행 기관명	연평균 연구비 (정부 투자 비율)	사업명	부처 명	과제 관리 (전문 기관 명)
1	전자파 이용 조기 단 고정 밀 MT 시스 템 개 발	2011-03 -01 ~ 2016-02 -29 (5년간)	도 입 기	응 용 구	시 작 품 개 발	원 천 술 개 발	한국 전 자 통 신 원 서 울 대 충 남 대 SDSU (미국)	연 1,960 백만원 (98%)	방 송 통 신 인 프 라 원 기 술 개 발 (R&D)	미 창 과 학 부 래 조 학 부	정 보 산 업 신 원 통 신 업 원
2	인 체 에 무 해 한 CMOS 기 반 의 초 소 형 유 방 압 조 기 진 시 스 템 연 구	2014-11 -01 ~ 2017-10 -31 (3년간)	도 입 기	기 초 연 구	기 타 개 발	중 견 연 구 자 지 원	이 화 여 자 대 학 교	연 100 백만원 (100%)	중 견 연 구 자 지 원 (상 향 식)	미 창 과 학 부 래 조 학 부	국 연 재 연구 단

- 미국, 유럽: 시제품 임상시험 단계로 Bottom-up 방식의 실용화를 위한 기업간 밸류체인 협업, 기업-대학교 간 공동연구 지원이 많음
- 일본: Top-down 형식으로 국가정책목표&과제전략에 부합하는 연구주제, 연구단을 구성하여 연구를 추진
- 미국, 유럽은 대학병원을 통해 임상시험 지원(신청시 규제샌드박스와 같은 FDA 승인 사전증빙)

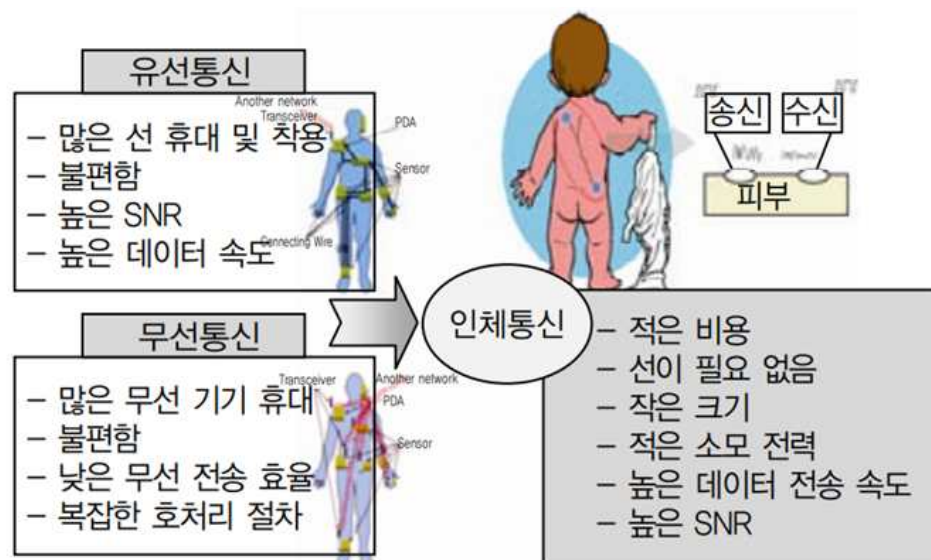
구분	국내지원현황		해외지원현황						
지원부처	미래부		DoD/CDMRP (미국)	H2020(유럽)		Eurostars (유럽)	ANR(프랑스)	JST(일본)	임상시험 (전세계)
R&D 단계	기초연구	시제품 개발	실용화	실용화	시제품 개발	시제품 개발	시제품 개발	실험	실용화
사업 유형	중견연구자지원 (상향식)	방송통신인프라 원천기술개발 (R&D)	Breakthrough Award Level 2 - Partnering PI Option (임상시험 단계 공동연구)	SME Instrument Industrial Leadership	마리퀴리액 션 - Individual Fellowship s	글로벌 공동연구개발 지원	글로벌 공동연구개발 지원	전략적 창조연구추진사 업 (국가 정책목표 &전략과제에 부합하는 연구)	
사업 목적	과학기술 분야의 창의성이 높은 연구 지원을 통해 기초연구역량을 제고하고 우수 연구 인력 양성	차세대이동 통신, 전파 등 분야의 핵심 원천기술개 발	핵심연구자 간 협력체를 조성하여 임상시험을 통해 상당한 발전을 이룩할 수 있는 연구 분야 지원	중소기업 대상 , TRL6 이상 기술의 상용화 지원	박사이상 숙련연구자 대상, 관련 연구경험 증진	Bottom-up 글로벌 공동연구개발 지원 (사례: 대기업 -중소기업 간 밸류체인 협업식)	글로벌 공동연구개발 지원 (사례: 기업 -대학 간 협업을 통한 제품상용화 기술적 애로사항 해결)	Top-down 국가 정책목표 &전략과제에 부합하는 연구단 구축	영국 /스웨덴 기업체 주도, 2015 년 이후 대학병원의 실제 환자 (유방암, 뇌졸중)를 대상으로 시험이 진행되고 있음, 2019 년 현재 5 건 진행, 2 건 완료
지원 대상	중견연구자의 개인 및 융합 연구 지원	대학, 출연연, 기업 등	핵심연구자 간 협력체	중소기업 대상, TRL6 이상 기술의 상용화 지원	박사이상 숙련연구자	대기업 -중소기업 간 밸류체인 협업	기업 -대학 간 공동연구를 통한 제품개발	연구단 구축	기업 -대학병원
지원 규모	연 1~2 억원 내외	연 10~30 억원 (3~5 년)	최대 \$750,000 까지 /최대 3 년 (약 9 억원 /3년)	1 단계 (타당성조사, 1 억 /1 년이내) 2 단계 (R&D, 26 억원 /2 년간 -확인필요)	2 억원 /2 년간				*지원신청 전 FDA 규제 승인 등 필요

3. 인체통신기술

□ (인체통신기술*) 약간의 전도성을 갖는 인체를 통신 채널로 이용하여 인체와 접촉되어 연결되는 기기들 간에 정보를 전달하는 기술

* 인체통신기술: Human Body Communications(HBC)

- BAN에 최적화 된 무선인체영역통신(WBAN) 기술 중 하나로 저비용, 저전력, 고속 통신의 특징을 가지는 인체통신기술이 주목을 받고 있음¹⁵⁾
 - BAN(Body Area Network)은 인체 주위 3 m 이내에 기기 간의 통신을 목적으로 하며 몸 자체를 주요 통신환경으로 채택한 것이 특징. PAN에서 활용되는 블루투스(Bluetooth)나 지그비(ZigBee)와 같은 무선 통신 기술이 바로 적용되기 어려움
 - 인체 접촉을 기반으로 근접한 다양한 정보 단말기들(스마트폰, 스마트패드, 스마트시계 등)이 BAN을 구성
 - 인체통신은 저전력 통신기술로, 다수의 웨어러블 센서 간 통신 간섭을 최소화하며 안정적인 통신을 제공. 또한 해킹에 높은 보안성을 보임
 - WBAN(Wireless Body Area Network): 인체내부 및 인체로부터 3 m 이내의 무선통신 환경(IEEE 정의)



[그림 22] 유선통신-무선통신-인체통신 개념비교

15) 김성은 외, WBAN 인체통신 기술동향 분석, 전자통신동향분석 제31권 제6호 2016년 12월, pp. 31-38 등

<표 27> WBAN(무선BAN)기술 간 기술경쟁력 비교

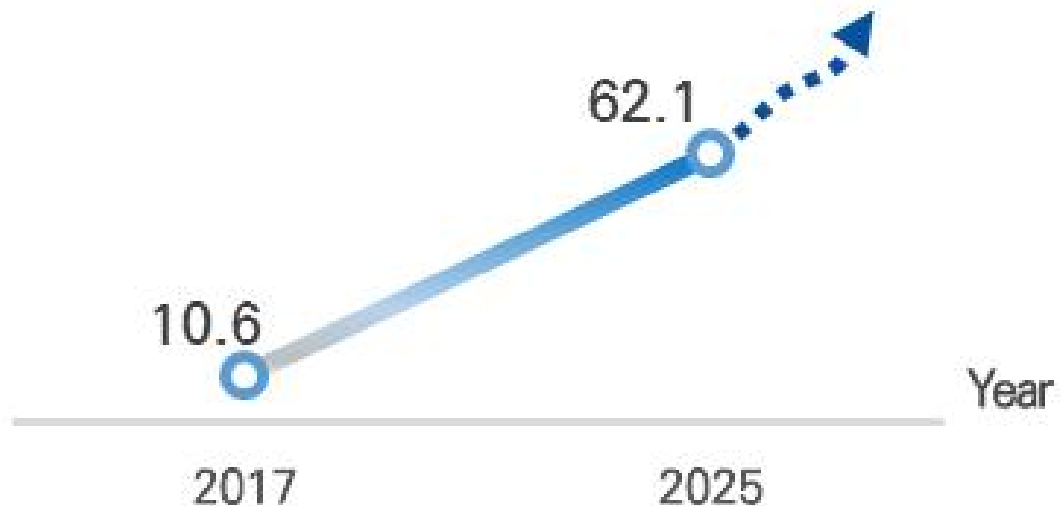
구분	HBC	BLE	NFC	Zing	ZigBee
네트워크	BAN	PAN	PAN	PAN	LAN
Topology	P2P, Star, Tree	Star	P2P	P2P	Mesh, Star, Tree
주파수	19~23MHz	2.402~2.482GHz	13.56MHz	60GHz	2.402~2.482GHz
변조방식	NBDT	GFSK	ASK	OOK/QPSK	QPSK
전송속도	1 Mbps	1 Mbps	424 Kbps	태그: 3 Gbps 리더: 5 Gbps	250 Kbps
전송범위	10 cm 3 m (body ext.)	10 m	10 cm	10 cm	75 m
MAC 복잡도	Very Low	Low	Low	Med	Med
RF 복잡도	없음	Low	Low	Med	Med
RX 소모전력	11.96 mW	28.5 mW	리더: 50 mW	리더: 300 mW	84 mW
TX 소모전력	6.39 mW	26.5 mW	-	태그: 30 mW	72 mW

□ 기존의 무선통신기술 대비 신호도가 낮은 상황으로 사용자 인지도 제고를 통한 시장진입 방안 필요

○ 많은 양의 데이터 전달을 요구하는 BAN 시장에서 인체통신기술은 반드시 접촉을 유지해야 하는 불편함이 있으며, 인체는 작은 움직임(생체 활동)에도 정전기로 인한 신호 잡음이 발생함

○ 인체통신기술이 타깃하는 BAN 시장은 2017~2025년간 CAGR 24.7%를 보이며 성장할 전망이나, 기존 무선통신기술 대비 차별화 된 기술경쟁력이 필요한 상황¹⁶⁾

- 시장조사업체 Transparency Market Research에 따르면, 세계 BAN 시장은 2017년 약10.6십억 달러(약12조원) 2025년 62.1십억 달러(약 72조원)(CAGR 24.7%)를 보이며 성장할 전망
- 웨어러블 기기 수요 증가로 인해 Wearable BAN links(심장박동, 온도 등 인체 신호 측정) 용도가 더 빠르게 성장할 전망



[그림 23] 인체통신기술 시장전망, 2017-2025

- 주요 응용분야는 헬스케어, 의료진단 분야
 - BAN시장에서 인체통신기술보다 기존의 무선통신기술(블루투스, Zigbee, Wi-Fi, RF 등)의 활용이 더 선호되는 상황
- 많은 양의 정보 전달을 요구하는 응용분야에서는 접촉을 반드시 유지해야 하는 인체통신 기술보다 기존의 RF 무선통신 기술이 더 선호
- WBAN 환경에서 기존 무선통신기술보다 차별화 된 특징(소형화, 저전력화, 높은 보안성 및 신뢰성)을 활용하는 분야(웨어러블센서네트워크, 캡슐 내시경 등)로 개발방향을 선회하는 상황

16) Body Area Network Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, and Forecast 2017 - 2025, Transparency Market Research, 2018(01), 환율 1,160.90원 = 1.00달러 (하나은행 2019.04.26.) 적용

- (웨어러블 센서 네트워크) 큰 사이즈, 무거운 모듈로 인한 사용자의 지속 착용 불편함, 해킹 노출 우려
 - 인체통신기술로 모듈 소형화, 저전력화(배터리소형화) 가능, 공기 중으로 송신하는 무선통신 대비 보안성 우수
 - 웨어러블 센서 부착만으로 센서 간 네트워크 구성 가능
 - 2015년부터 ETRI에서 WSN 인체통신기술을 개발하기 시작(2019년 터치케어기술 발표)
- (캡슐내시경) 기존 RF 전송방식은 통신모듈 사이즈 및 영상 전송 속도 문제가 있음
 - 소형화(배터리최소화), 저전력화, 전송속도 고속화 등을 위해 한국 인트로메딕사에서 인체통신 기술을 적용한 캡슐내시경 미로캠(MiriCam)을 2007년 5월에 생산¹⁷⁾
 - 2019년 3월 ETRI-인트로메딕 협력하에, 초당 24장의 사진을 무선 전력전송하는 상부위장관용 고속촬영 캡슐내시경 개발 시제품 발표



[그림 24] 인체통신기술 주요 응용분야

¹⁷⁾ 인트로메딕사 홈페이지, <https://www.intromedic.com:549/>

□ 인체통신기술 중 웨어러블 기기 형태의 온바디는 ETRI를 중심으로 2016년 국제 표준화를 구축하였으나, 캡슐내시경 형태의 인바디는 IEC(JTC1-SC6 group)에서 추진중인 것으로 확인되었으나, 현재까지 미구축 상태인 것으로 파악됨¹⁸⁾

○ 표준화 쟁점: 인체채널 주파수 대역 표준화, PHY 계층 설계, PHY 계층에 대응 가능한 MAC 계층 설계 표준화, 응용 시나리오별 발생 문제에 관한 규약 제정 등

○ 제품군 또는 사업화가 다각화될 수록 응용 시나리오별 발생될 문제에 관한 규약에 관해 선점전략이 필요

<표 28> 인체통신기술 표준화 진행사항

표준기구	표준화 개요	추진현황
IEEE802.15.6	BAN/온바디 (On-body) HBC PHY 2012.02 표준채택	<ul style="list-style-type: none"> 2006 년부터 인체통신 관련 표준화 진행 2012 년 2 월 인체통신을 위한 PHY 계층 구조가 표준으로 채택됨 (표준번호 확인필요) 이 표준은 ETRI 가 제안한 FSDT 방식에 기초하여 전송 주파수 대역을 선택할 수 있음 서비스 응용분야 및 인터페이스에 대한 내용으로 표준 범위 확대 추세
IEC, TC47	HBC 반도체 HBC Interface 2016.04 표준채택	<ul style="list-style-type: none"> 2015 년 표준화 진행 : IEC TC47 에서 인체통신 인터페이스에 대한 표준화 진행 2016 년 표준 채택 (표준번호 : IEC 62779-1, IEC 62779-3, IEC 62779-2) Semiconductor devices - Semiconductor interface for human body communication
IEC, JTC1, SC6	인바디 (In-body) Capsule PHY 진행중	<ul style="list-style-type: none"> JTC1, SC6 등에서 캡슐내시경과 연계한 인체통신 PHY 계층 프로토콜 표준화가 현재 진행 중 추후 표준 채택 여부 및 진행현황 확인 필요

18) 김성은 외, WBAN 인체통신 기술동향 분석, 전자통신동향분석 제31권 제6호 2016년 12월, pp. 31-38 등

□ 개인정보를 활용할 경우, 유럽 등 해외수출시 개인정보보호법 관리 수준의 차이로 수출제제가 발생. 개인정보를 수집하는 인체통신기술은 국내·외 개인정보 보호법으로 인한 사업화 애로사항이 존재하여 수출지원을 위해 국가 차원의 표준화된 인증시스템 및 전문컨설팅 마련 시급

○ EU GDPR('18.5) 도입 후 우리나라는 적정 국가로 인정받지 못한 상황 ('19 현재 국내 개인정보법 개정 논의 중)

<표 29> 유럽 개인정보보호법(GDPR) 시행(2018년 5월부터 적용)

구분	내용
지리적 적용범위 확대	<ul style="list-style-type: none"> ▪ EU 역내 거점 을 운영하면서 활동이 개인정보의 처리를 포함하는 경우 ▪ EU 역외 위치 하면서 EU 거주 정보주체에게 재화·서비스 제공하는 경우 ▪ 역외로 이전된 정보를 제 3 국으로 다시 이전 하여 처리할 경우
개인정보 범위의 확대	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IP 주소 , 쿠키 , RFID, 위치정보 등 도 개인정보로 간주 ▪ 민감 개인정보를 규정하고 유전정보와 바이오정보 등 을 포함
개인정보 국외이전 메커니즘	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 국가의 적정성평가 ▪ 기업의 기업규칙 , 표준계약서 , 인증 등 마련
과징금	<ul style="list-style-type: none"> ▪ GDPR 위반 기업에는 최대 연간 매출 4% 혹은 2000 만유로 중 많은 금액을 과징금으로 부과

○ 국가 차원에서 적정성을 결정 받지 못하는 경우, 기업 차원의 GDPR 인증을 위한 자문 비용 및 기간 소요가 막대함¹⁹⁾

□ NSF(미국 국립과학재단)는 CCSS 프로그램 연구장려금 방식으로 지원

○ Standard Grant 방식: 정부가 연구자의 연구수행에 개입하지 않고 자금을 지원하는 연구장려금(Grants) 방식 중 하나

19) 4차 산업혁명 시대, 스타트업 혁신을 위한 규제개혁 토론회 3탄, 2019.07.12

- CCSS 프로그램: 회로, 시스템 하드웨어, 신호처리 기술에 대한 혁신적인 연구를 지원(연구분야: 초당 테라바이트급 고속 통신, 마이크로파에서 테라헤르츠 주파수까지의 감지 및 이미징, 개인 건강 모니터링 및 지원, 보안 무선연결)

<표 30> 미국 NSF의 인체통신기술 R&D지원현황

Project Title	NSF Program	Award Instrument	Project Duration	NSF Org	Awarded Amount	Sponsor
Towards Internet of Implantable Things: A Micro-Scale Magnetoelectric Intra-Body Communication Platform	COMMS, CIRCUITS & SENS SYS (CCSS)	Standard Grant	2019-08-01~2022-07-31	ECCS Div Of Electrical, Commun & Cyber Sys	\$428,540	Pennsylvania State Univ University Park
Miniaturized Reconfigurable Wearable Antenna for Dynamic On-Body Wireless Communication	COMMS, CIRCUITS & SENS SYS (CCSS)	Standard Grant	2016-08-01~2020-07-31	ECCS Div Of Electrical, Commun & Cyber Sys	\$372,000	Baylor University

<표 31> 미국 NSF의 Standard Grant 지원방식

연구비 지급방식	개요
표준연구지원금 (Standard Grant)	일정기간 동안 (보통 1 년) 일정수준의 지원을 제공하는 지원금. 종료 후 추가 연구지원서를 제출하지 않는 한 연구비 지원을 지속적으로 제공하지 않음
계속연구지원금 (Continuing Grant)	일정기간 동안 (1 년) 일정수준의 지원을 제공하는 지원금이며, 결과가 긍정적이고 자금 사정상 가능한 경우 추후에 추가지원을 약속하는 지원금
비용상환연구지원금 (Cost Reimbursement Grant)	정해진 총액 내에서 수행한 연구비용을 추후 상환한다는 것에 동의하는 종류의 지원금. 특정프로그램과 특별한 상황을 제외하고 NSF의 연구지원비와 공동연구계약, 특히 외국기관의 참여인 국제공동연구계약은 보통 비용상환지원금
정액연구지원금 (Fixed Amount Grant)	실제 사용된 비용과 무관하게 일정수준의 지원을 제공하는 종류의 지원금. 특별한 상황이 아니고서는 프로젝트 수행과정에서 발생한 실제 비용에 대해 정부 심사 없음
공동협약지원금 (Cooperative Agreements)	프로젝트수행기간 동안 NSF의 실질적인 관리가 요구되는 종류의 지원금

□ JSPS(일본학술진흥회)는 대학교·연구기관 대상 기반연구(B,C), 젊은연구자(A,B), 연구활동스타트지원 방식으로 지원

○ 기반연구, 젊은연구자, 연구활동스타트 방식: 학술적 연구원을 대상으로 선구적인 연구분야 R&D 지원. 대부분 상향식(Bottom-up) 지원

<표 32> JSPS의 인체통신기술 관련 지원현황(FY2015~)

Project Title	Research Category	Research Field	Research Institution	Principal Investigator	Project Period (FY)	Budget Amount
인체장착로봇의 무선제어를 위한 고감도 인체통신형 생체 센서 연구	기반연구 (B)	Basic Section 21020: Communication and network engineering-related	Nagoya Institute of Technology	王 建青	2019-04-01 - 2022-03-31	¥15,210,000 (Direct Cost : ¥11,700,000 、 Indirect Cost : ¥3,510,000)
의료·건강 관리를 목적으로 한 자기장 방식 인체 통신 시스템의 개발 연구	기반연구 (C)	Basic Section 90150: Medical assistive technology-related	Niigata Institute of Technology	伊藤 建一	2018-04-01 - 2021-03-31	¥4,420,000 (Direct Cost : ¥3,400,000 、 Indirect Cost : ¥1,020,000)
착용/임플란트 공통 환경을 위한 인체통신 물리계층의 통합적 연구	젊은연구자 (A)	Communication/Network engineering	Tokyo University of Science	村松 大陸	2017-04-01 - 2020-03-31	¥21,060,000 (Direct Cost : ¥16,200,000 、 Indirect Cost : ¥4,860,000)
차세대 의료·복지·의료를 위한 생체 내외 바디 영역 통신에 관한 연구	젊은연구자 (B)	Rehabilitation science/Welfare engineering	Tokyo Polytechnic University	越地 福朗	2017-04-01 - 2019-03-31	¥4,160,000 (Direct Cost : ¥3,200,000 、 Indirect Cost : ¥960,000)
착용/임플란트 통합 환경을 위한 인체통신 기기 설계 연구	연구활동스타트지원	Communication/Network engineering	Tokyo University of Science	村松 大陸	2016-08-26 - 2018-03-31	¥2,990,000 (Direct Cost : ¥2,300,000 、 Indirect Cost : ¥690,000)


<표 33> JSPS 연구 지원방식

연구 지원유형	개요	지원금액 /기간
기반연구	하나 이상의 연구원이 공동으로 수행하는 독창적·선구적인 연구	기간 3~5 년간 (B) 500~2,000 만엔 이하 (C) 500 만엔 이하 *B,C 의 경우 , 특별 연구분야
젊은연구자	젊은연구자 (39 세 이하)의 단독 연구	기간 2~4 년간 (A)500~3,000 만엔 이하 (B)500 만엔 이하
연구활동 스타트지원	연구기관에 신규채용된 또는 유아휴직 복직 연구원을 대상으로 지원	-

□ ETRI는 원천기술 확보, 국제표준화, 시장진입 기술적 애로사항 해결 등
인체통신기술 관련 세계 최고 수준의 기술을 보유한 기관



(2009년) FSDT(디지털 직접확산 전송) 원천기술 확보, 수십 Mbps급 인체통신기술
(2012년) 미국전기전자학회(IEEE) 기술표준위원회 국제표준화
(2017년) 인체통신기술의 정보 전송 안정성 문제를 주파수 대역을 좁히는 방법으로 해결
(2019년) 터치케어, 고속촬영 캡슐내시경 프로토타입 발표

웨어러블 센서 네트워크(Wearable Sensor Network)		캡슐내시경	
2018	<p>(주)디엔엑스에 기술이전 함 (주)디엔엑스: 웨어러블 기기 개발, 주로 고령자, 아동, 반려동물용 위치추적 기기 개발)</p> <p>ETRI-(주)디엔엑스 상호협력 하에 터치태그-터치워치 개발 (주)디엔엑스가 보유한 손목밴드형 위치에 ETRI 개발 인체통신 칩을 탑재</p>	2018	ETRI-(주)인트로메딕 공동연구
2019	<p>2019년 국내 시제품 발표 MWC 2019 전시·홍보(예정) 노인복지센터 시범서비스(예정) 노인 돌봄 서비스(예정) (생활방식 분석, 노인건강관리서비스, 응급알림서비스 활용)</p> 	<p>2019 2019년 3월 상부위장관용 고속촬영 캡슐내시경 개발 시제품 발표 (기존 영상전송속도 대비 4배가 빠른 초당 24장의 고속전송가능)</p> 	

[그림 25] 국내 ETRI의 인체통신기술 관련 R&D현황

□ 국내는 수행주체에 따라 과제유형이 크게 2가지로 구분됨

- ① 개발연구: 학·연 원천기술 이전을 통한 산업체 주도의 시작품 개발 단기(1년)연구
- ② 기초연구: 학·연 대상의 기초·기반 중·장기(3년, 5년) 연구
- 최근 5년('15~'19) 인체통신기술 R&D과제 지원사업 방식 조사결과, 과기정통부에서 기초연구(개인/집단), 원천기술활용, 연구성과사업화 사업으로 각각 지원
- 산업부는 R&BD(산업집적지 경쟁력강화) 유형으로 지원

<표 34> 최근 5년('15~'19) 인체통신기술 R&D과제 수행주체

연구수행 주체코드	과제수행기관명	과제 수행수 (계속과제 중복제거)
기업	(주)인트로메딕	1
	(주)디엔엑스	1
	(주)천지테크	1
대학	포항공과대학교	1
	조선대학교	1
	총합계	1
출연 연구소	한국전자통신연구원	2
	총합계	2
총합계 (공동연구 중복제거)		5

<표 35> 최근 5년('15~'19) 인체통신기술 R&D지원현황

연 번	과제명(한글)	연구 기간	기술 수명 주기 코드	연구 개발 단계 코드	연구 개발 성격 구분	부 처 자 제 분 류	과제수 행 기관 명	연평균 연구비 (정부 투자 비율)	사업명	부 처 명	과제 관리 (전문) 기관 명
1	실시간 고해상도 in-vivo imaging 을 위한 초고속 체내데이터 전송기술 연구실	2018- 06-01 ~2021 - 02-28 (3년)	기타	기초 연구	기타 개발	이공 분야 기초 연구 사업	포항 공과대 학교	연 437.5 백만원 (100%)	집단연구 지원 (기초연 구)	과학 기술 정보 통신 부	한국 연구 재단
2	인바디 인체통신 기반 상부위장관용 캡슐내시경 시스템 개발	2018- 06-01 ~2019 - 11-30 (1년)	성숙 기	개발 연구	시작 품 개발		(주)인트 로메딕 한국전 자통신 연구원	연 504 백만원 (77%)	범부처 GigaKO REA 사업 (원천기 술)	과학 기술 정보 통신 부	(재) 기가 코리 아사 업단
3	온바디 인체통신 기반 행동상황 인지 노약자 터치케어 시스템 개발	2018- 10-10 ~2019 - 10-09 (1년)		개발 연구	시작 품 개발		(주)디엔 엑스 한 국전자 통신연 구원	연 254 백만원 (75%)	연구개발 특구육성 (연구성 과 사업화)	과학 기술 정보 통신 부	(재단) 연구 개발 특구 진흥 재단
4	임플란트 소자용 인체통신 및 전력전송을 위한 인바디 채널 연구	2016- 06-01 ~2021 - 05-31 (5년)	도입 기	기초 연구	기타 개발	이공 분야 기초 연구 사업	조선대 학교	연 281.25 백만원 (100%)	개인기초 연구	미래 창조 과학 부	한국 연구 재단
5	인체통신 기반 건설기계용 전자 ID 인증을 통한 접근권한 및 운행권한 시스템 개발	2015- 11-01 ~2016 - 10-31 (1년)	성장 기	개발 연구		정보 보안	(주)천지 테크	연 195.56 백만 (75%)	산업집적 지 경쟁력강 화 (R&BD 네트워크 운영)	산업 통상 자원 부	한국 산업 단지 공단

국내 통신스마트기기 업체의 GDPR 인증 애로사항
→ 표준화된 인증 프로세스 및 솔루션이 마련된 국내기관 전무하여
현지 로펌 및 기관 접촉을 직접 수행



스타트업 닷(dot)
 시각장애인용 점자
 스마트워치·점자기기 생산

수출

**프랑스 제1통신사
오렌지텔레콤**

복잡한 절차와 막대한 비용 소모

1. 복잡한 절차에 따른 자문 필요:
 (한국·유럽 표준인증원, 행정안전부 개인정보합력과, 국인터넷진흥원(KISA) 개인정보합력팀 등 국내외 접촉했으나, 전문가가 존재하지 않아 현지 로펌에 접촉하여 수행함)

2. 비용 및 기간 부담: 현지 로펌 등 자문 비용, 2~3개월 소요

[그림 26] 국내 통신스마트기기 업체의 GDPR 인증 애로사항

- 전자파 인체보호제도: 해외 제품 판매 시 해당국가의 전자파 인체보호제도를 준수해야 함
- 세계 국가들은 국제기구 IEEE와 ICNIRP의 전자파 인체보호기준에 따라 규정 제시
- 전자파 인체보호제도는 국가마다 상이하여 인체통신기술 주파수 대역 (19~23 MHz) 기준에 따라 전기장강도, 자기장강도, 자속밀도 등을 관리가 필요하며, 국내에서도 이와 관련된 지침 마련 필요

[인체통신의 HBC 주파수]

규격	HBC
네트워크	BAN
Topology	P2P, Star, Tree
주파수	19~23MHz
변조방식	NBDT
전송속도	1 Mbps
전송범위	10 cm 3 m (body ext.)
MAC복잡도	Very Low
RF복잡도	없음
RX 소모전력	11.96 mW
TX 소모전력	6.39 mW

[미국 전자파 인체보호기준]

주파수 범위(MHz)	전기장강도(E) (V/m)	자기장강도(H) (A/m)	전력밀도(S) (mW/cm²)	평균시간 E ², H ² or S (분)
0.3~1.34	614	1.63	(100)*	30
1.34~30	824/f	2.19/f	(180/f²)*	30
30~300	27.5	0.073	0.2	30
300~1500	-	-	f/1500	30
1500~100,000	-	-	1	30

[일본 전자파 인체보호기준]* 전자기장도(평균시간 6분간) 기준치(준파법 시행규칙 별표 제2호의2의2)

주파수	전기장강도 실험치[V/m]	자기장강도 실험치[A/m]	전력속밀도[mW/cm²]
10kHz ~ 30kHz	275	72.8	
30kHz ~ 3MHz	275	2.18/f	
3MHz ~ 30MHz	824/f	2.18/f	
30MHz ~ 300MHz	27.5	0.0728	0.2
300MHz ~ 1.5GHz	1.585√f	√f/237.8	f/1500
1.5GHz ~ 300GHz	61.4	0.163	1

※ 출처: 인체보호제도, KCA 전자파 강도측정 정보 홈페이지

[그림 27] 인체통신 주파수 및 국내외 전자파 인체보호제도

□ 미국, 일본은 개인연구자 연구지원 방식으로 지원하는 반면, 국내는 ETRI의 연구성과를 기업들(인트로메딕, 디엔엑스)이 상용화하는 방식으로 지원되고 있음

- 인체통신기술의 기술 상용화가 해외 보다 국내에서 먼저 이루어지고 있음(TRL 수준이 높은상태)
- 제품의 시장지위 우선 확보를 위한 표준경쟁력(국가표준개발, 국제표준화) 선도 필요

구분 지원 부처	국내지원현황					해외지원현황			
	과기정통부			과기정통부 (과거 미래부)	산업부	NSF(미국)	JSPS(일본)		
R&D 단계	기초연구	시제품 개발	시제품 개발	기초연구	시제품 개발	기초연구	기초연구	기초연구	기초연구
사업 유형	집단연구지원 (기초연구)	범부처 GigaKOREA 사업 (원천기술)	연구개발 특구육성 (연구성과 사업화)	개인연구지원 (이공분야 기초연구사업)	산업집적지 경쟁력강화 (R&BD 네트워크운영)	Standard Grant (CCSS)	기반연구 (B,C)	젊은연구자 (A,B)	연구활동 스타트지원
사업 목적	국내 대학 우수인력을 조직화하여 (우수연구집단) 공동연구 지원 · 국제공동연구 활성화 등	국정과제 19 번, 창조경제 5-2 가iga(Gips) 무선네트워크(N)를 기반으로 대용량 콘텐츠처리 플랫폼 (P) 등 핵심기술 확보	연구개발특구 의 연구성과 사업화 및 창업지원	창의성 높은 개인연구를 지원하여 우수한 기초연구 능력을 배양하고 리더연구자로서의 성장 발판마련	기업의 기술역량 강화	회로, 시스템 하드웨어, 신호처리 기술에 대한 혁신적인 연구를 지원	하나 이상의 연구원이 공동으로 수행하는 독창적 · 선구적인 연구	젊은연구자 (39 세 이하)의 개인 연구	연구기관에 신규채용된 또는 유아휴직 복직 연구원을 대상으로 지원
지원 대상	(주관) 대학 및 공공 · 민간연구소	(주관) ETRI 등 (참여) KETI, 삼성전자 등	(주관) 중소 /중견기업 등 (참여) 출연 (연), 대학 등	이공학분야 교원 (전임·비전임), 공공·민간연구 소의 연구원	기업	팀 구성 (교수 +창업자 +멘토)	연구원 (개인)	연구원 (개인)	연구원 (개인)
지원 규모	과제당 5~20 억원 내외	과제당 30 억원 내외 (3~5 년)	연 3 억원 이내 (1 년 이내)	최대 4 억원 이내 (1~5 년)	연 2 억원 이내	창업자금 5 만 달러 (약 6 천만원)	기반연구 (B): 연 500~2,000 만엔 이하 /최대 3~5 년간 기반연구 (C): 연 500 만엔 이하 /최대 3~5 년간	젊은연구자 (A): 연 500~3,000 만엔 이하 /최대 2~4 년간 젊은연구자 (B): 연 500 만엔 이하 /최대 2~4 년간	정보 없음

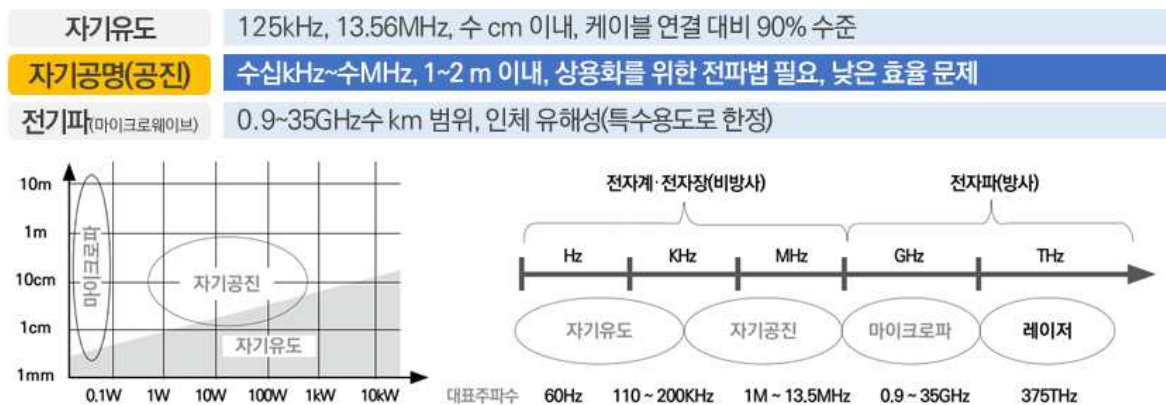
제2항 에너지분과

1. 원거리 무선전력 전송기술

□ (원거리 무선전력 전송기술) 접촉시 무선충전만 가능한 현재기술과 달리 5m 이상 떨어진 물체에 전력을 공급할 수 있는 기술로 급증할 IoT 기기의 전원 공급을 담당하는 기술

○ 무선전력전송(WPT : Wireless power transfer, Wi Power) 분야 시장 선점을 위해 원거리 전력전송 기술 등 핵심원천기술 개발 및 각종 전파기기에 대한 국제표준화 추진

- 자기유도방식(근거리)의 경우 많은 기업에서 상용화를 추진하고 있는 반면, 자기공명방식의 경우 낮은 효율과 전자파 문제가 기술적으로 해결되지 않아 사업화 추진에 어려움을 겪고 있음
- 무선전력 전송방식(거리, 용량 등)에 따라 자기유도, 자기공명, 전자기파 3가지 방식이 존재



[그림 28] 무선전력전송 방식에 따른 분류

□ 무선전력전송 시장은 2015년 16.4억 달러에서 2020년 131.1억 달러로 연평균 51.5%의 높은 시장성장률을 보이고 있으나, 표준 및 기술개발로 인한 사업화 한계가 발생되고 있음

○ 2020년 휴대폰의 40% 이상이 무선충전 기능 탑재

○ 2015년 삼성 Galaxy S6 스마트폰과 애플의 스마트워치의 등장으로 자기유도방식 기술에 대한 수요가 증가

○ 2019년 애플사는 2017년 아이폰부터 애플워치, 에어팟을 동시에 충전할 수 있는 에어파워(자기유도)를 출시하겠다고 발표하였지만 2019년 4월 기술적 한계로 출시를 포기

－ (애플의 상용화 애로사항) Qi 표준(WPC)은 일대일 충전으로 여러 개의 기기를 동시에 충전하거나, 위치, 거리 등에 유연한 충전 기술 수준이 아직 낮은 편이며, 일대다 무선충전이 가능한 자기 공명 원리에 기반을 둔 에어퓨엘(AirFuel) 표준과 인체 유해성, 부품발열(화재발생) 등 문제 개선을 위한 연구개발이 병행되고 있음²⁰⁾



[그림 29] 무선전력전송 시장 현황

□ 미국(KDB, PBA 등)을 중심으로 무선전력전송 기기의 전자파 인체영향 평가를 위한 기준이 마련되어 있으나, 자기유도방식 기술 또는 근거리, 저전력에 제품에 한함

○ 대전력 디바이스, 원거리 전력 전달 디바이스, 강한 누설 필드를 갖는 동작과 약한 결합계수와 거리를 두고 자기공진방식으로 전력을 전달하는 디바이스와 의료 디바이스는 아직 마련되어 있지 않음

20) Wireless Power Transmission Market , MarketsandMarkets, 2016(1)

- 의료 디바이스, 임플란트, 전기자동차 등 case-by-case 기기들은 KDB에 개별적 문의하여 진행
- 평가 적합성 여부는 필드 강도, 전력 밀도, SAR 측정 또는 수치 모델링 해석 등을 사용하여 RF 노출 평가계산에 근거하여 특별한 승인 요구 조건을 결정함²¹⁾
 - 관련 문서: KDB Publication 680106, FCC 규정 파트 15, 18 등

<표 36> 국내외 무선전력전송 표준화 기구의 활동 동향

구분	표준화기구	표준화 현황
국제	IEC(TC100)	<ul style="list-style-type: none"> • 자기유도, 자기공진, 전자기파 방식의 무선전력전송 국제 표준 제정 • 빔포밍 방식의 전자기파 무선전력전송 표준 개발 중
	CISPR	<ul style="list-style-type: none"> • (전자파 주파수 간섭) 자기유도형 가정용 무선전력전송 기기에 대한 EMC 규제(CISPR 14-1) 개정 중, 차량용 무선전력전송에 대해서 85kHz 등의 주파수에 대한 EMC 규제 제/개정 논의 중
	ICNIRP	<ul style="list-style-type: none"> • (인체보호) 전자파 인체 영향에 대한 주파수 대역별 규제 및 참고수준 지정(ICNIRP 1998)
	WPC	<ul style="list-style-type: none"> • 자기유도 방식 무선전력전송 규격: Qi v1.0(2010) • 가전기기를 위한 중전력 무선전력전송 규격: Qi v1.2(2016)
	AirFuel(A4 WP+PMA)	<ul style="list-style-type: none"> • 자기공진 방식 무선전력전송 규격: BBS v1.2(2012) • 중전력 무선전력전송 규격: BBS v1.3, 전파공진 방식 무선전력전송 규격: v1.4 개발 중(2014)
국내	TTA	<ul style="list-style-type: none"> • 자기유도, 자기공진, 전자기파 방식의 무선전력전송 관련 단체표준 제정
	무선전력전송 진흥포럼	<ul style="list-style-type: none"> • 2012년 출범, 주파수 및 인체 유해성 관련 논의를 위해 2016년 무선전력전송 진흥포럼으로 명칭 변경

21) 무선전력전송 기술 국내외 표준/정책/시험인증 동향, TTA Journal, 2018

□ (최신기술개발동향) 원거리 무선전력 전송을 위한 마이크로웨이브 방식의 기술 등장

○ 원거리 무선전력 전송의 해결책으로 마이크로웨이브(RF) 방식의 Wattup, Cota 기술 등이 등장. 자기장 방식에 비해 효율은 떨어지지만 10m 이상의 장거리 전송이 가능²²⁾

<표 37> JSPS 연구 지원방식

회사명	방식	전송거리 (cm)
Ossia	RF	1000
Flex Power	자기공명	1000
Wi-Charge	적외선	1000
Energous	RF	600
KAIST	자기공명	50
	자기공명	500
uBeam	초음파	450
WiTricity	자기공명	200
KETI	자기공명	100
ETRI	자기공명	100
INTEL	자기공명	70
KERI	자기공명	20
Google	자기유도	10

22) 4차 산업혁명 Enabler 무선전력전송 기술 동향, 정보통신기술진흥센터, 2018(1)

- (OSSIA) Cota 시스템 보유(최대전송거리 : 9m, 최대전력전송 : 1W, 최대효율 : 9m에서 12.5%)²³⁾
- (Energous) WattUp 시스템을 개발. 12개의 다양한 기기를 대상으로 6m 거리에서 최대 4W까지의 충전을 지원²⁴⁾
- (Flex Power) KAIST 원자력공학과 실험실 창업기업, 다이폴 코일 공진 방식(Dipole Coil Resonance System, DCRS)을 이용하여, 5m에 209W, 7m에 11W, 10m에 10W를 전송하는데 성공²⁵⁾

□ 국내 기술개발 지원은 기초 및 개발연구 및 응용연구 방식으로 지원

- ① 기초 및 개발연구: 학·연 핵심기술 개발을 위한 기초연구(3년) 및 시제품 개발 단기(2년) 연구
- ② 응용연구: 원천기술 개발을 위한 장기(10년) 개발
 - 과기정통부: 개인기초연구부터 출연(연) 연구개발비 형태로 지원
 - 국내는 원거리 무선전력 전송기술을 도입기 및 성장기 기술로 정의하여 지원²⁶⁾

<표 38> 최근 5년('15~'19) 원거리 무선전력 전송기술 R&D과제 수행주체

연구수행 주체코드	과제수행기관명	과제 수행수 (계속과제 중복제거)
대학	숭실대학교	1
	한국해양대학교	1
	한밭대학교산학협력단	1
출연 연구소	한국철도기술연구원	1
	한국전자통신연구원	1
총합계 (공동연구 중복제거)		5

23) OSSIA 홈페이지, <https://www.ossia.com/>

24) Energous 홈페이지, <https://www.energous.com/>

25) Flex Power 홈페이지, <https://flexpowerinc.com/>

26) NTIS 과제검색(<https://www.ntis.go.kr/>) 결과 재구성

<표 39> 최근 5년('15~'19) 원거리 무선전력 전송기술 R&D지원현황

연번	과제명(한글)	연구기간	기술수명주기코드	연구개발단계코드	연구개발성격구분	부처제분류	과제수행기관명	연평균연구비(정부투자비율)	사업명	부처명	과제관리(전문)기관명
1	지능적 원거리 무선전력 전송을 위한 전파집속 방법 연구	2017-03-01~2020-02-29 (3년)	기타	기초연구	기타개발	이공분야 기초연구사업	송실대 학교 (홍순기)	연 30 백만원 (100%)	개인연구 개초연구	과학기술 정보통신 부	국립 한연재
2	안정적인 장거리 무선전력 전송을 위한 고효율 스마트 멀티코일 무선전력 전송 시스템 개발	2018-03-01~2021-02-28 (3년)	성장기	기초연구	아이디어 개발	이공분야 기초연구사업	한국해 양대 교 (서동욱)	연 120 백만원 (100%)	개인연구 개초연구	과학기술 정보통신 부	국립 한연재
3	자기장 중 방식의 장거리 무선전력 전송 /장거리 전송 심기 연구	2017-01-01~2021-12-31 (4.5년)	도입기 ~성 장기	기초연구	기타개발	정보통신 부 정통방 연구 원 지	한밭대 학교 산학협 력단 (정영배)	연 62.96 백만원 (80%)	통상 개 방 산 술 발 신 기	과학기술 정보통신 부	정보 통신 기획 평가 원
4	전차선 상태 검측장비 충전용 원거리 무선전력 전송 시스템 개발	2015-01-01~2016-12-31 (2년)	성장기	개발연구	제품개발, 공 개발	-	한국철 도기술 연구원 (이경표, 이 승환)	연 452.22 백만원 (85%)	한국철 도기술 연구원 연구비 지원 한 도 연 연 영	미 창 과 학 부	국 도 기술 연구 원 한 철 기 연 원
5	10pT 급 미소자계 기반 중장거리 자기장 통신 기술	2019-01-01~2028-12-31 (10년)	도입기	융합연구	기타개발	정보통신 부 정통 융 합 산 업	한국전 신 연구 원 (조인귀)	연 1500 백만원 (100%)	한국전 신 연구 원 개 원 한 자 연 연 발	과학기술 정보통신 부	정보 통신 기획 평가 원

□ 전력이 필요한 모든 기기에 사용될 전망으로 사업성·파급성이 우수

- 전기자동차, 노면전차, 산업용 기기, 통신기기, 웨어러블 디바이스, 로봇, 디스플레이, 의료기기, 조명, 음향기기, 가전기기 등 전기에너지를 에너지원으로 사용하는 모든 기기에 활용이 가능하므로 상당한 파생적 매출이 발생할 것으로 전망²⁷⁾



[그림 30] 원거리 무선전력 전송기술 응용 분야 예시

- 후방산업: 무선전력 송·수신기 제조(자기 송·수신코일, 송·수신 제어회로, 통신회로, 전력 공급장치, 케이스, 배터리모듈)
- 무선전력전송 기술: 자기유도, 자기공명, 전자기파
- 전방산업: 모바일 기기(스마트폰, 웨어러블 기기, 노트북, 태블릿 PC), 전기자동차, 산업용 기기, 의료기기, 가전기기, 조명, 디스플레이

□ 원거리 무선전력 전송기술 관련 특허 분석

- 특허검색 DB WINTELIPS를 활용하여 2019.06.25.(검색일) 기준 5개국(한국, 미국, 일본, 유럽, 중국) 및 PCT(국제)에 공개/등록된 원거리 무선전력 전송기술 관련 특허
- 검색 DB : WINTELIPS(윈텔립스)
- 검색범위: 한국(KIPO), 미국(uspto), 일본(Jpo), 유럽(epo), 중국(SIPO): 5개국 특허 및 pct(wipo)
- 분석구간: ~2019.06.22

27) 동아경제, "주차중 무선충전... 전기차, 배터리 걱정없이 달린다", 2016.05.24

- 자료구분: 특허공개/등록공개공보

<표 40> 검색 DB 및 검색범위

국 가	자료구분	검색 DB	분석구간
한국 (KIPO), 미국 (USPTO), 일본 (JPO), 유럽연합 (EPO), 중국 (SIPO), PCT(WIPO)	특허공개 /등록공개공보	WINTELIPS	~ 2019.06.22.

- 한국, 일본 및 유럽특허: 출원일 기준으로 분석하며, 일반적으로 특허 출원 후 18개월이 경과된 때에 출원 관련정보를 대중에게 공개하고 있음. 따라서 아직 미공개 상태의 데이터가 존재하는 2017~2019년 자료는 유효하지 않으므로 정량분석은 ~2016년까지 한정함. 단, 정성분석에는 가장 최근 특허자료까지 포함시킴
- 미국특허: 등록일 기준으로 분석하기 때문에 최근 데이터도 유효하므로 정량분석은 ~2018년 데이터까지 포함하였으며, 정성분석은 2019년 자료도 포함. 반면 미국공개특허는 출원시에 선택에 의해 공개되어 통계적인 의미는 없으므로 정량분석 대상에서는 제외하고, 정성분석에만 포함시킴
- 유럽 19개 각국 특허청: 유럽특허제도는 유럽특허조약의 회원국 사이에서 유효한 유럽특허를 부여하기 위해 만들어진 제도로서 유럽특허조약(EPC: European Patent convention)에 따라 유럽특허청(EPO)에서 운영함. 유럽특허청(EPO)에 출원함과 관계없이 유럽의 각국 특허청에 출원한 특허를 포함하여 분석함(DE, FR, GB, AT, BE, CH, DD, DK, ES, FI, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RU, SE, SU)²⁸⁾

○ 무선충전 기술 전체 및 근/중거리 및 원거리 충전이 가능한 기술별(자기 유도, 자기공명, 마이크로파) 검색식을 작성하여 총 69,488건의 특허문헌을 1차로 추출

28) WINTELIPS: (주)윙스, www.wintelips.com

- 청구권리를 중심으로 무선충전 기술을 이용한 특허문헌, 특히 자기유도, 자기공명, 마이크로파 기술을 중심으로 근/중거리 및 원거리 무선충전에 관한 문헌을 2차로 총 28,555건을 추출

<표 41> 검색식 및 나라별 검색건수

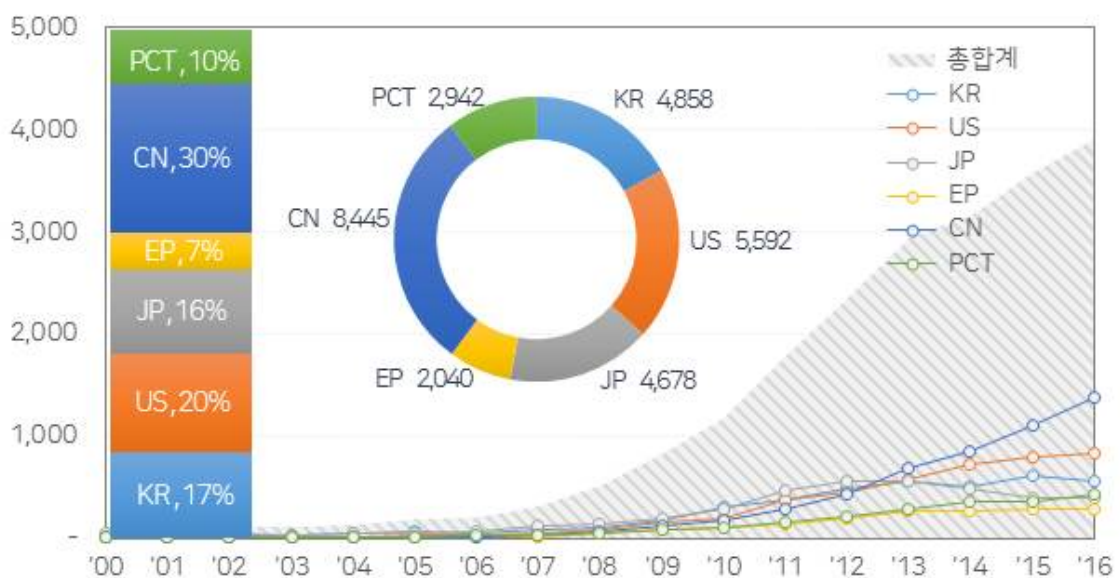
검색식						
((무선충전* 무선전력* ((무선* wireless* inductiv* 비접촉* 무접촉* 무접점* 원거리* 근거리* 단거리* 장거리* 중거리* 먼곳* 인접* 유격* 근처* 근접* 접근* range* distan*) adj (충전* 전력* 에너지* 파워* charg* recharg* power* energy*))) ((전력전송* 전력송신* ((전력* 에너지* 파워* power* energy*) near (전송* 송신* transmit* transfer* recept*))) near (무선* wireless* inductiv* 비접촉* 무접촉* 무접점* 원거리* 근거리* 단거리* 장거리* 중거리* 먼곳* 인접* 유격* 근처* 근접* 접근* range* distan*))) (((무선충전* 무선전력* ((무선* wireless* inductiv* 비접촉* 무접촉* 무접점* 원거리* 근거리* 단거리* 장거리* 중거리* 먼곳* 인접* 유격* 근처* 근접* 접근* range* distan*) adj (충전* 전력* 에너지* 파워* charg* recharg* power* energy*))) ((전력전송* 전력송신* ((전력* 에너지* 파워* power* energy*) near (전송* 송신* transmit* transfer* recept*))) near (무선* wireless* inductiv* 비접촉* 무접촉* 무접점* 원거리* 근거리* 단거리* 장거리* 중거리* 먼곳* 인접* 유격* 근처* 근접* 접근* range* distan*))) and ((자기유도* 전자기유도* 자체유도* magnetic-induct* self-induct* induct* (Rx adj (코일 coil)) ((자기* 전자기* self magnetic*) adj (유도* induct*)) 근거리* 단거리* 근접* near* (local adj area*) (short adj (range* distanc*))) OR (자기공명* 전자기공명* 전자기공진* 자기공진* 공명* 공진* resonan* 중거리* 중간* 중단거리* 중간범위* 중급* middle-distanc* medium-distanc* mid-rane* mid-distanc* middle-rane* ((middle medium* 중간*) adj (distanc* rane* 거리* 범위*))))).ti,cl.) (((무선충전* 무선전력* ((무선* wireless* inductiv* 비접촉* 무접촉* 무접점* 원거리* 근거리* 단거리* 장거리* 중거리* 먼곳* 인접* 유격* 근처* 근접* 접근* range* distan*) adj (충전* 전력* 에너지* 파워* charg* recharg* power* energy*))) ((전력전송* 전력송신* ((전력* 에너지* 파워* power* energy*) near (전송* 송신* transmit* transfer* recept*))) near (무선* wireless* inductiv* 비접촉* 무접촉* 무접점* 원거리* 근거리* 단거리* 장거리* 중거리* 먼곳* 인접* 유격* 근처* 근접* 접근* range* distan*))) and (마이크로파* 마이크로파* 마이크로웨이브* 마이크로웨이브* microwave* 전자기파* 전파기파* 전파* 전기파* 무선파* 극초단파* 극초파장* 전자파* 고주파* (Electromagnetic adj wave*) GHz 원거리* 장거리* long-rang* long-distan* ((long*) adj (distanc* rang* 거리* 범위*))))						
구분	한국 (KIPO)	미국 (USPTO)	일본 (JPO)	중국 (SIPO)	유럽연합 (EPO)	PCT(WIPO)
검색건수 -노이즈 -포함, 중복허용	11,295	15,079	12,337 (PAJ 1,531)	21,072	4,339	5,366
유효건수 (유효율) -노이즈 -제거, 중복제거	4,858 (43%)	5,592 (37%)	4,678 (38%)	8,445 (40%)	2,040 (47%)	2,942 (55%)

- (기술분류) 자기유도, 자기공명, 마이크로파 기술을 중심으로 근/중거리 및 원거리 무선충전에 관한 총 28,555건을 대상으로 기술분류(중복 허용)를 실시

기술분야	한국 (KIPO)	미국 (USPTO)	일본 (JPO)	중국 (SIPO)	유럽연합 (EPO)	PCT (WIPO)	Total
무선충전 (전체)	4,858	5,592	4,678	8,445	2,040	2,942	28,555
	KR, 17% US, 20% JP, 16% EP, 7% CN, 30% PCT, 10%						
무선충전 + 근/중거리 (자기유도, 자기공명)	1,711	2,099	1,194	627	3,229	495	9,355
	KR, 18% US, 22% JP, 13% EP, 7% CN, 35% PCT, 5%						
무선충전 + 원거리 (마이크로파)	678	428	854	281	1,006	347	2,454
	KR, 28% US, 17% JP, 35% EP, 11% CN, 41% PCT, 14%						

[그림 31] 원거리 무선전력 전송기술 특허 기술분류

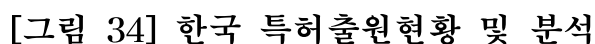
- (국가별 LANDSCAPES) 무선충전 기술 관련 특허점유율이 가장 높은 국가는 중국(30%), 다음순으로 미국(20%), 그리고 17%의 한국이 위치



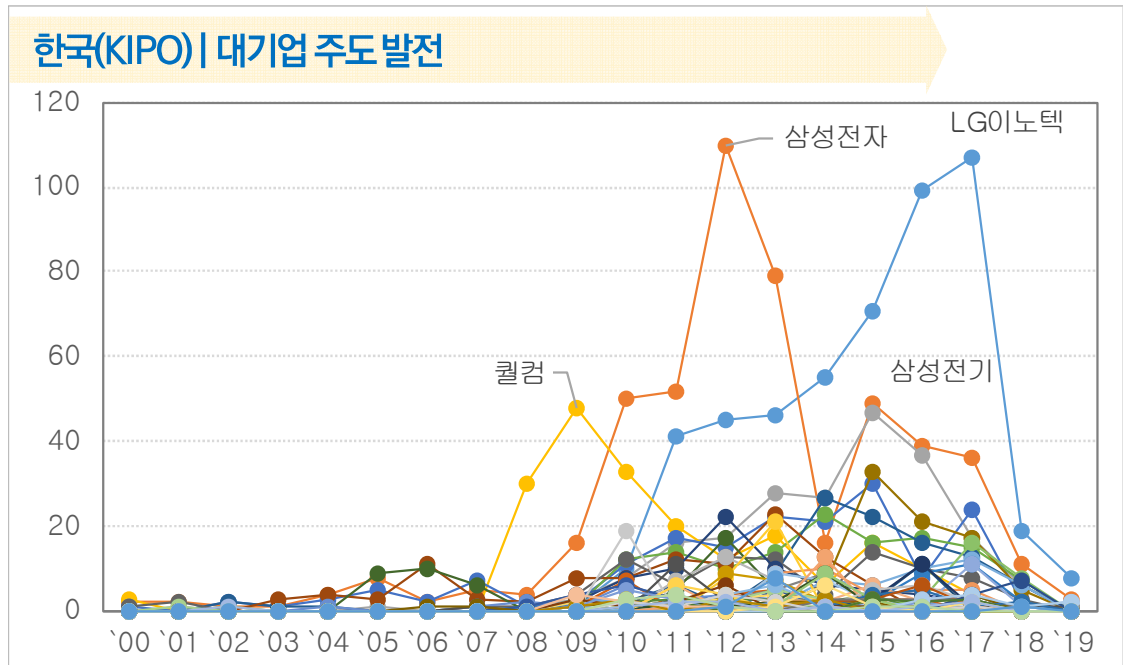
[그림 32] 주요시장국별 특허출원현황

-
- | 국가 | 출원비율 (%) |
|-------------|----------|
| KR | 11% |
| US | 27% |
| JP | 6% |
| EP | 17% |
| CN | 40% |
| 전체출원(10~16) | 22% |

○ (국가별 LANDSCAPES) 한국(KIPO)은 LG이노텍, 삼성전자, 삼성전기, LG전자, 현대자동차 등 대기업과 KAIST, ETRI 등 연구기관의 주도하 특허출원 활발

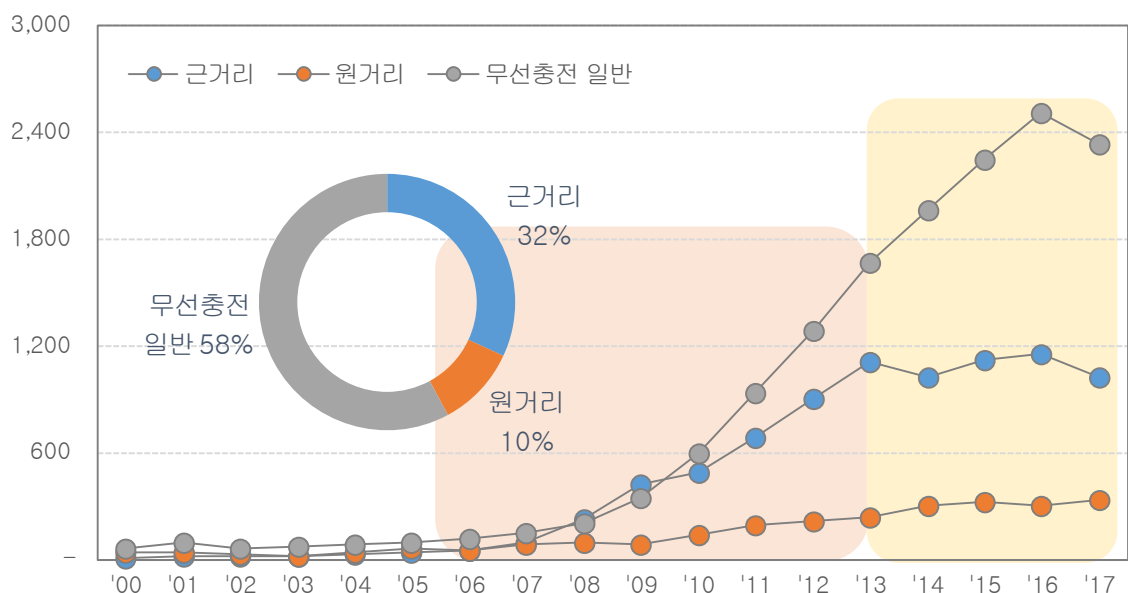


- 자기유도, 자기공진 기술이 주를 이루고 있으며 모바일 및 전기자동차 등의 적용처에 가장 많이 활용되어 출원되고 있는 것으로 파악



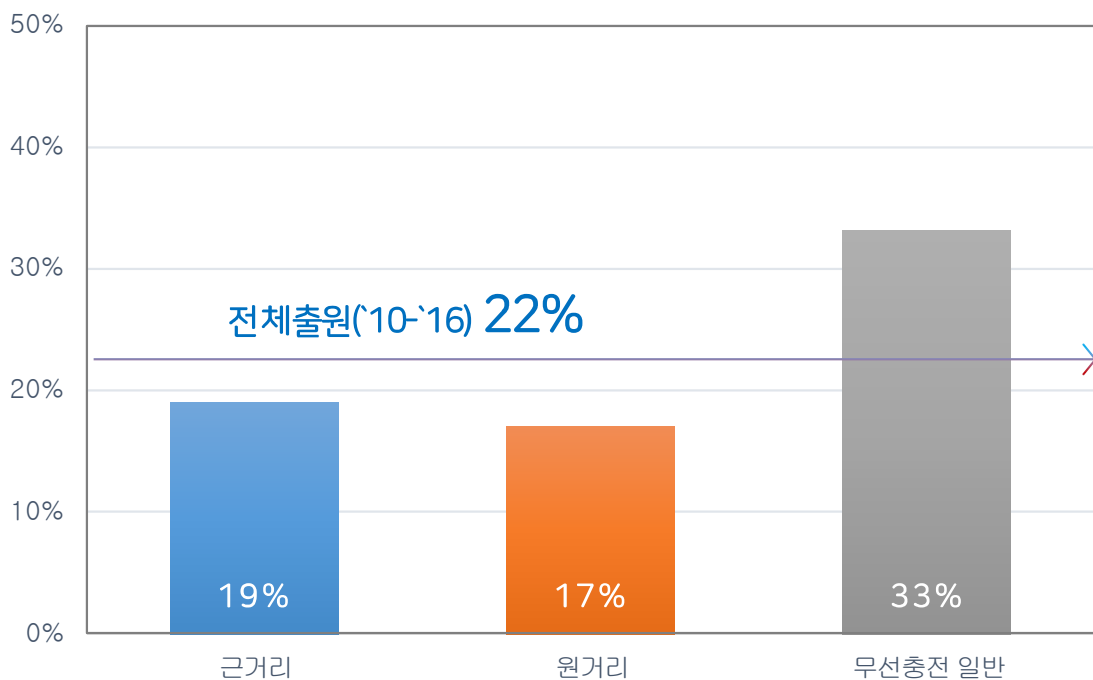
[그림 35] 한국 주요대기업 특허출원현황

- (기술별 LANDSCAPES) 기술개발 난이도가 높은 기술의 성숙이 무선충전 관련 전체 시장의 성장을 견인할 것으로 판단됨



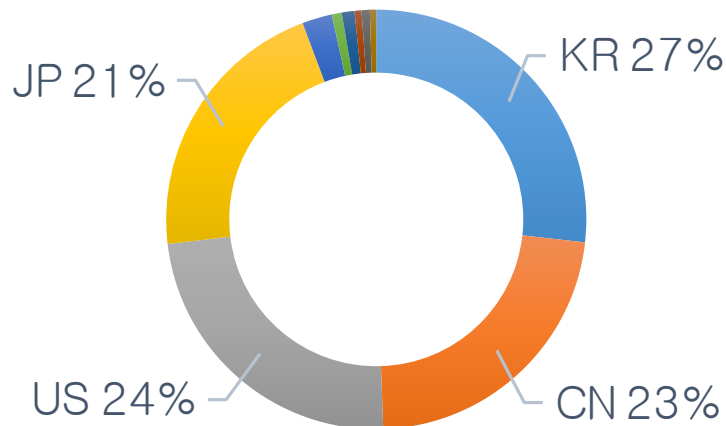
[그림 36] 기술별 특허출원현황

- 무선충전 일반(33%, 68%) > 근거리(19%, 32%) > 원거리(17%, 10%)로 보이는 성장률, 점유율은 기술개발 난이도에 따라 의존적인 추세를 보임
- 2013 이전의 경우 근거리와 원거리 무선충전 기술의 합이 무선충전 일반 기술의 출원량과 유사하다 2013년 이후부터 무선충전 일반 기술의 출원량이 급격히 증가
- 무선충전 기능을 포함하는 일반 특허의 출원 점유율은 58%로 가장 높으면서 성장률도 급상승(CAGR: 33%) 되고 있는 것으로 보아, 무선충전 기술수준이 성숙될 수록 시장내 활용도도 확대될 것으로 판단됨
- 이에 반하여 근거리, 원거리 기술에 대한 성장률은 무선충전 일반기술에 비하여 낮은편



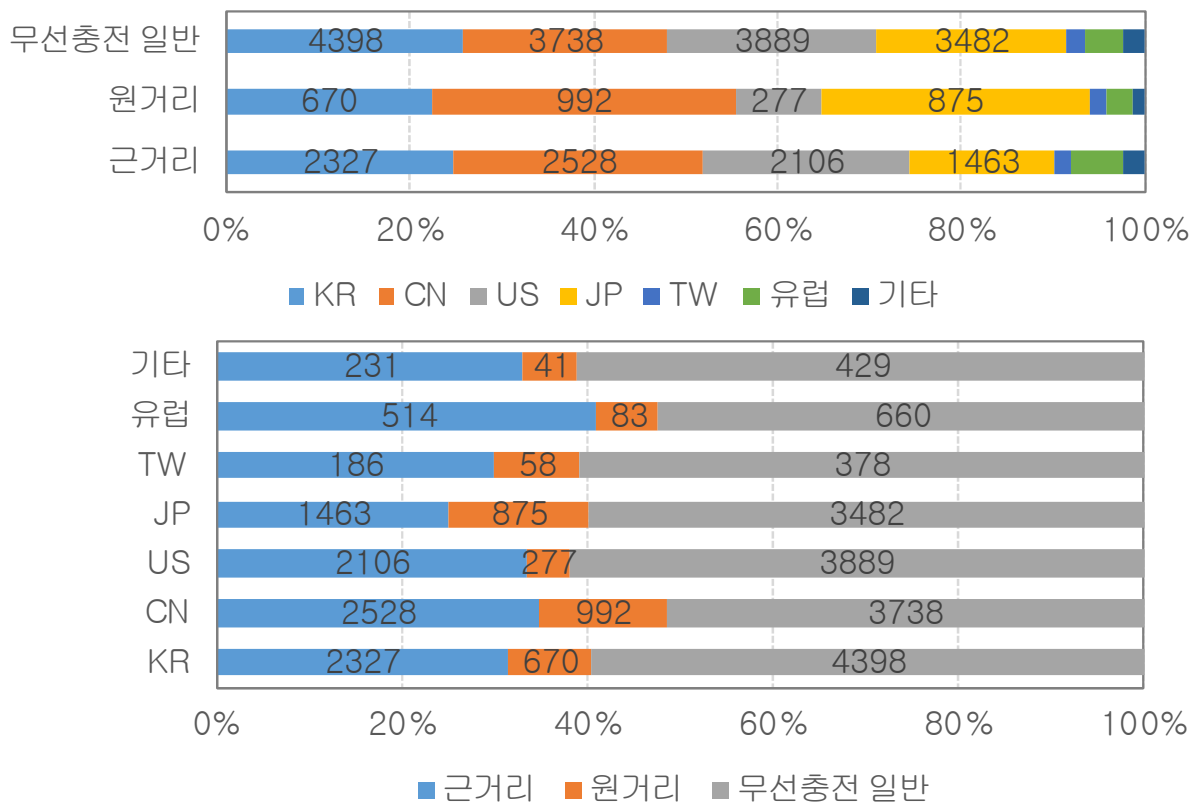
[그림 37] 기술별 특허출원 연평균 성장률('10~'16)

- (경쟁자별 LANDSCAPES) 한국 국적의 출원인은 무선충전 일반 분야의 점유량은 1위에 해당하나 원거리/근거리 기술은 타 주요 국적(특히 중국)에 뒤처지고 있는 것으로 파악됨
- 한국국적 출원인이 원거리 기술분야에서 차지하는 비중은 9%, 중국과 일본은 각각 14%, 15%

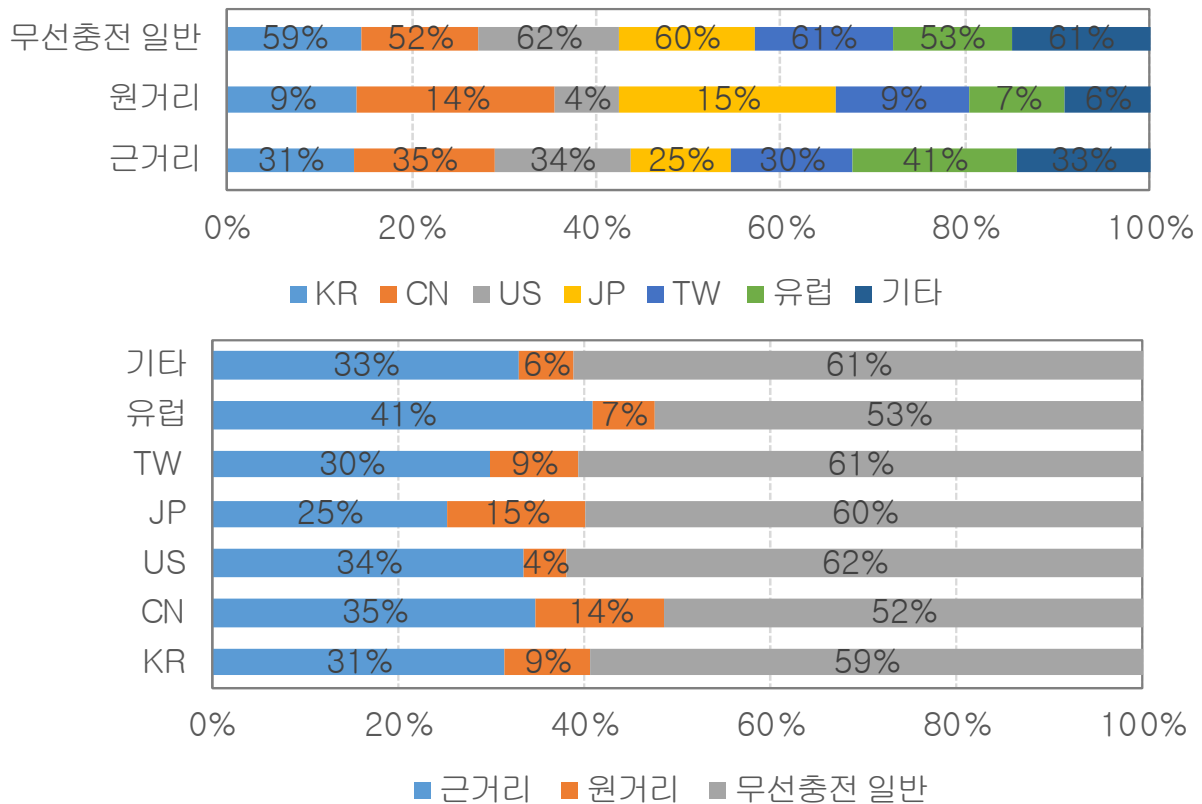


[그림 38] 출원인 국적별 특허출원 현황

- 한국국적 출원인이 근거리 기술분야에서 차지하는 비중은 31%, 유럽, 중국, 미국은 각각 41%, 35%, 34%



[그림 39] 출원인 국적&기술별 출원건수 현황



[그림 40] 출원인 국적&기술별 출원점 유율

- (경쟁자별 LANDSCAPES) 전체시장국을 대상으로 특허출원 활동을 가장 활발하게 하고 있는 출원인은 퀄컴, 삼성전자, LG이노텍, 파나소닉, LG전자 등 글로벌 기업이 포진
- 아래 표는 각 주요출원인이 각 기술분야별 출원현황을 건수로 정리한 결과로, 근거리 무선충전 관련 기술을 가장 많이 출원한 퀄컴사가 Top 1위를 차지함
 - 우리나라 출원인으로 삼성전자, LG이노텍, LG전자, 삼성전기, 한림포스텍, 현대차와 같은 대기업과 연구기관(ETRI, KAIST)이 상위 30위를 차지함
 - 우리나라 출원인은 대부분 근거리 무선충전과 무선충전 일반 기술분야의 특허출원이 활발

<표 42> 주요 출원인&기술별 출원건수 현황

랭킹	주요출원인	근거리	원거리	무선충전 일반
1	QUALCOMM	621	25	1032
2	SAMSUNG ELECTRONICS	508	47	1067
3	LG INNOTEK	332	18	835
4	PANASONIC	185	74	521
5	LG ELECTRONICS	121	17	346
6	SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS	153	27	299
7	INTEL	83	4	292
8	WITRICITY	152	2	214
9	TDK	130	12	182
10	ENERGOUS	48	6	235
11	APPLE	88	8	157
12	TOSHIBA	83	39	127
13	TOYOTA INDUSTRIES	23	58	138
14	HANRIM POSTECH	55	9	156
15	HYUNDAI MOTOR	29	8	173
16	ACCESS BUSINESS GROUP INTERNATIONAL	113	0	75
17	TOYOTA	49	19	122
18	PHILIPS NV	134	3	51
19	IHI	18	3	141
20	OSSIA	7	14	139
21	ETRI	70	31	74
22	NITTO DENKO	81	11	70
23	KAIST	58	29	77
24	SONY	65	9	75
25	FUJITSU	78	14	54
26	NISSAN MOTOR	10	8	126
27	AMOSENSE	38	12	93
28	CANON	20	14	93
29	MEDIATEK	39	2	80
30	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	63	4	57

- (경쟁자별 LANDSCAPES) 퀄컴, 화이트리시티, TDK는 근거리 무선통신 분야를 집중하고 있고, 파나소닉, 토요타인터스트리, 도시바는 원거리 무선 통신분야를 집중

<표 43> 주요 출원인별 집중 기술분야 현황

랭킹	주요출원인	근거리	원거리	무선충전 일반
1	QUALCOMM	621(37%)	25(1.5%)	1032 (61.5%)
2	SAMSUNG ELECTRONICS	508(31.3%)	47(2.9%)	1067 (65.8%)
3	LG INNOTEK	332(28%)	18(1.5%)	835(70.5%)
4	PANASONIC	185(23.7%)	74(9.5%)	521(66.8%)
5	LG ELECTRONICS	121(25%)	17(3.5%)	346(71.5%)
6	SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS	153(31.9%)	27(5.6%)	299(62.4%)
7	INTEL	83(21.9%)	4(1.1%)	292(77%)
8	WITRICITY	152(41.3%)	2(0.5%)	214(58.2%)
9	TDK	130(40.1%)	12(3.7%)	182(56.2%)
10	ENERGOUS	48(16.6%)	6(2.1%)	235(81.3%)
11	APPLE	88(34.8%)	8(3.2%)	157(62.1%)
12	TOSHIBA	83(33.3%)	39(15.7%)	127(51%)
13	TOYOTA INDUSTRIES	23(10.5%)	58(26.5%)	138(63%)
14	HANRIM POSTECH	55(25%)	9(4.1%)	156(70.9%)
15	HYUNDAI MOTOR	29(13.8%)	8(3.8%)	173(82.4%)
16	ACCESS BUSINESS GROUP INTERNATIONAL	113(60.1%)	0(0%)	75(39.9%)
17	TOYOTA	49(25.8%)	19(10%)	122(64.2%)
18	PHILIPS NV	134(71.3%)	3(1.6%)	51(27.1%)
19	IHI	18(11.1%)	3(1.9%)	141(87%)
20	OSSIA	7(4.4%)	14(8.8%)	139(86.9%)
21	ETRI	70(40%)	31(17.7%)	74(42.3%)
22	NITTO DENKO	81(50%)	11(6.8%)	70(43.2%)
23	KAIST	58(35.4%)	29(17.7%)	77(47%)
24	SONY	65(43.6%)	9(6%)	75(50.3%)
25	FUJITSU	78(53.4%)	14(9.6%)	54(37%)
26	NISSAN MOTOR	10(6.9%)	8(5.6%)	126(87.5%)
27	AMOSENSE	38(26.6%)	12(8.4%)	93(65%)
28	CANON	20(15.7%)	14(11%)	93(73.2%)
29	MEDIATEK	39(32.2%)	2(1.7%)	80(66.1%)
30	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	63(50.8%)	4(3.2%)	57(46%)



[그림 42] 원거리 무선전력전송 키워드(최신구간: '18~'19년)

□ 원거리 무선전력 전송기술의 특허 정량분석 결과, 기술개발 난이도가 높은 근거리, 원거리 기술의 개발은 무선충전 전체 시장의 성장을 견인할 수 있을 것으로 판단되며, 중국, 일본, 유럽 보다 근거리/원거리 기술개발에 대한 원천기술을 확보하기 위해 투자 및 지원정책 마련이 필요할 것으로 판단됨

○ (분석개요) 무선충전 관련 총 69,488건의 특허문헌 중 청구권리에 자기 유도, 자기공명, 마이크로파 기술을 활용하였거나, 무선충전 기능을 부여한 총 28,555건의 특허를 추출

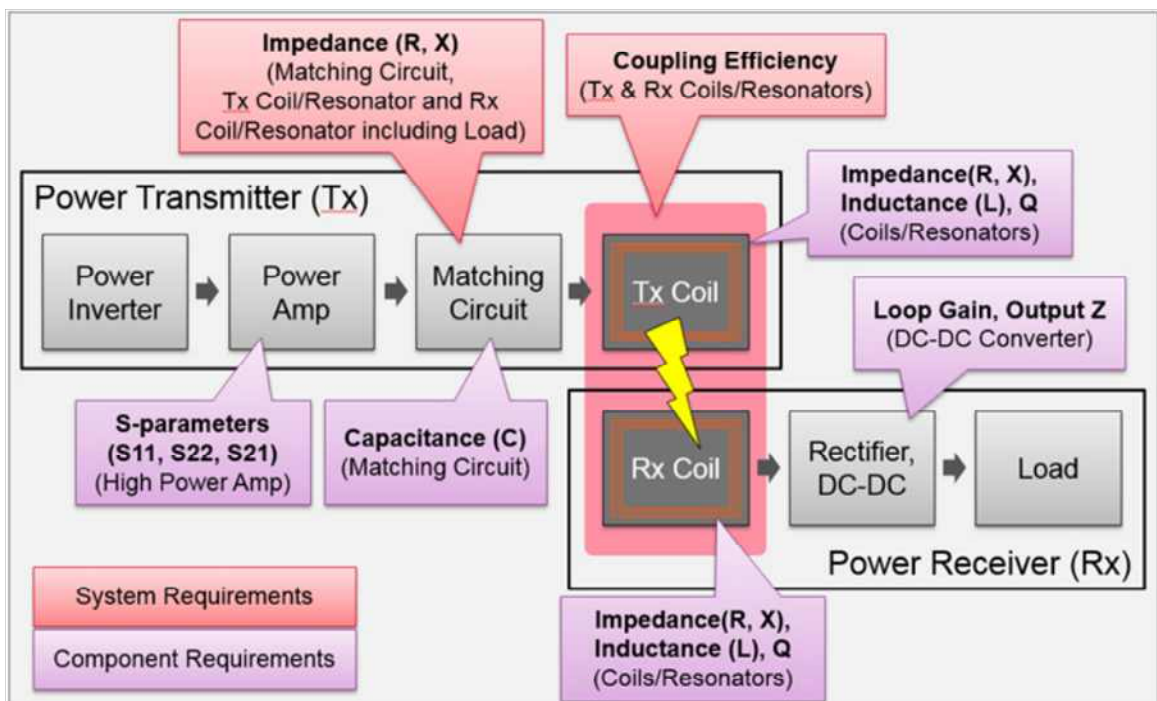
- (국가별 Landscapes) 특허점유율이 가장 높은 국가는 2010-2016년 CAGR 40%인 중국이 30%로 가장 많이 차지. 한국은 CAGR 11%, 점유율 17%로 3위
 - 한국내 출원은 LG이노텍, 삼성전자, 삼성전기, LG전자, 현대자동차 등 대기업과 KAIST, ETRI 등 연구기관이 주도
- (기술별 Landscapes) 근거리/원거리 무선충전 기술의 성숙은 무선충전 기술 적용처 확대 등 전체의 출원량을 제어할 수 있는 주요 기술 중 하나
 - 무선충전 일반(33%, 68%) > 근거리(19%, 32%) > 원거리(17%, 10%)로 보이는 성장률, 점유율은 기술개발 난이도에 따라 의존적
 - 2013 이전의 경우 근거리와 원거리 무선충전 기술의 합이 무선충전 일반 기술의 출원량과 유사하다 2013년 이후부터 무선충전 일반 기술의 출원량이 급격히 증가
- (경쟁자별 Landscapes) 한국 국적의 출원인은 원거리/근거리 기술개발은 타 주요 국적에 뒤처지고 있는 것으로 파악됨
 - 한국국적 출원인이 원거리 기술분야에서 차지하는 비중은 9%, 중국과 일본은 각각 14%, 15%
 - 한국국적 출원인이 근거리는 기술분야에서 차지하는 비중은 31%, 유럽, 중국, 미국은 각각 41%, 35%, 34%
 - 퀄컴, 화이트리시티, TDK는 근거리 무선통신분야를 집중, 파나소닉, 무선전력전송 시스템의 결합체인 코일/공진기의 시험 요구사항 중 하나인 무선전력전송 효율측정에 대한 기술토포타인터스트리, 도시마는 원거리 무선통신분야를 집중

2. 무선전력전송 효율측정기술

- (무선전력전송 효율측정기술) 무선전력전송의 효율 제고 및 전자파 안전 등 제품의 신뢰도 검증을 위한 무선전력전송 기기에 대한 정밀측정기술

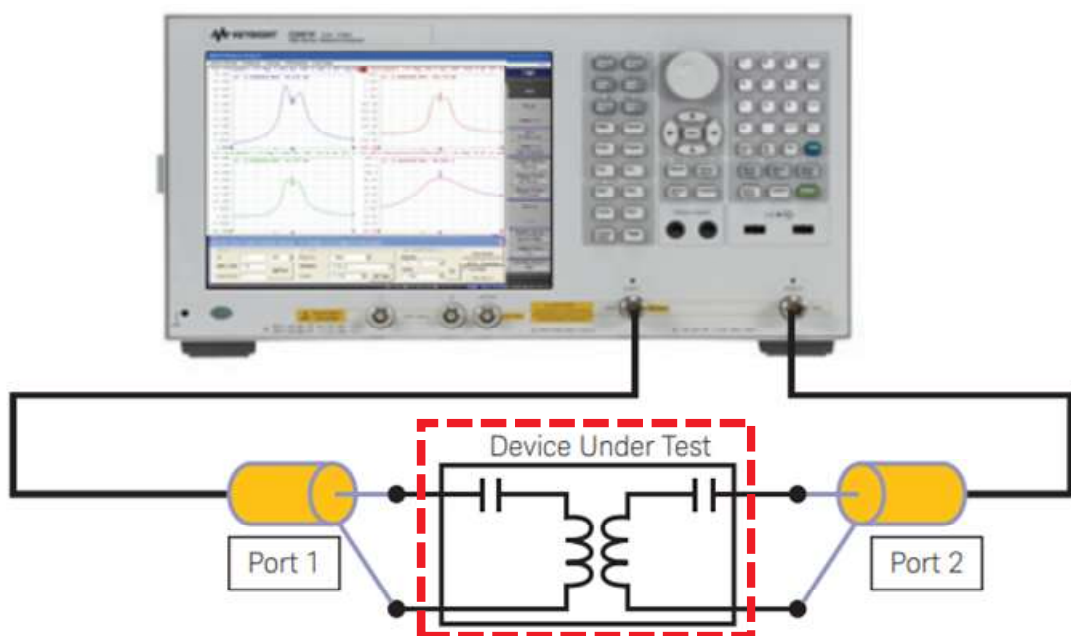
<표 44> 무선전력전송 시스템 분류

기술 분류	시험 장치	시험 요구사항
WPT 시스템	결합된 코일 / 공진기	전력 전송 효율
		임피던스 매칭
		시스템 작동 조건
WPT 구성요소	파워 앰프	진폭
		단계
		이득압축
	매칭 회로	용량
	개별 코일 / 공진기	인덕턴스
		Q 팩터
	DC-DC 컨버터	출력 임피던스
		루프 이득



[그림 43] 무선전력전송 효율측정 모식도

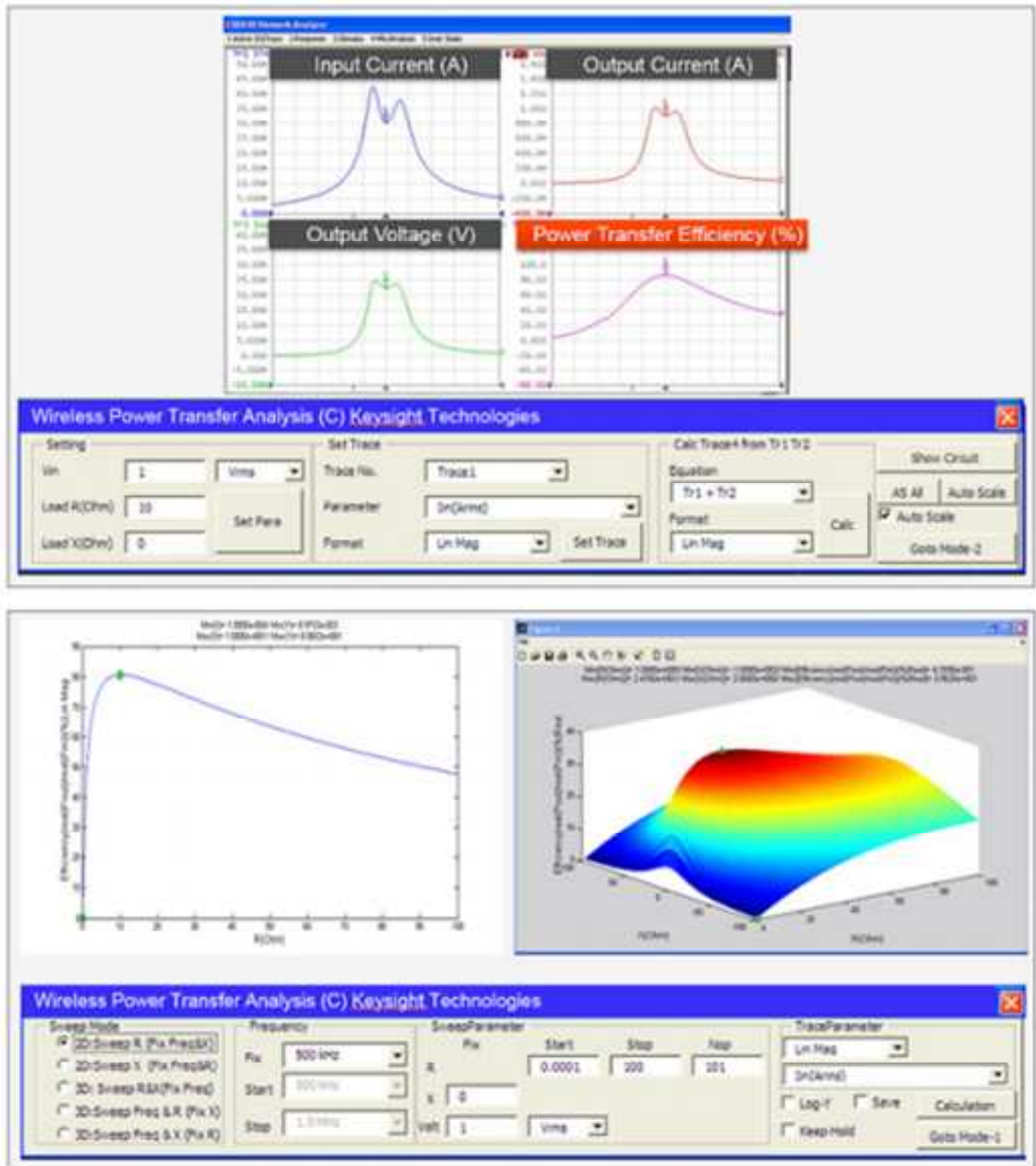
- 무선전력전송 시스템의 결합중인 코일/공진기의 시험 요구사항 중 하나인 무선전력전송 효율측정에 대한 기술
 - 전기차 분야는 고출력 전자파 EMF 기준 국제표준화에 대응하고 기술 고도화를 위한 무선전력전송 효율측정기술 확보²⁹⁾
- 무선전력전송 효율측정기술은 송신기와 수신기 사이에서 이동되는 전력 전송량 측정에 대한 기술로, 검사장비와 소프트웨어로 구성
 - 무선전력전송 효율은 WPT 시스템의 주요 성능 요소 중 하나
 - 무선전력전송 효율측정기술은 송신기와 수신기 코일/공진기 간 이동되는 전력전송량 측정을 통해 무선전력전송 효율측정을 하는 기술
 - WPT 시스템의 전압, 전류 및 무선전력전송 효율을 실시간으로 분석 가능
 - 배터리가 연결될 때 무선전력전송 효율을 시뮬레이션하기 위해서 임의의 부하 임피던스를 정의하여 무선전력전송 효율 측정도 가능



[그림 44] 무선전력전송 효율측정 검사장비

29) 무력전력전송 표준기술, ETRI Insight, 2017

- 저항(R), 리액턴스(X) 및 주파수(f)의 측정 결과를 2D 또는 3D로 시각화하여 무선전력전송 효율측정과 관련된 부하 임피던스의 종속성 쉽게 이해 가능³⁰⁾

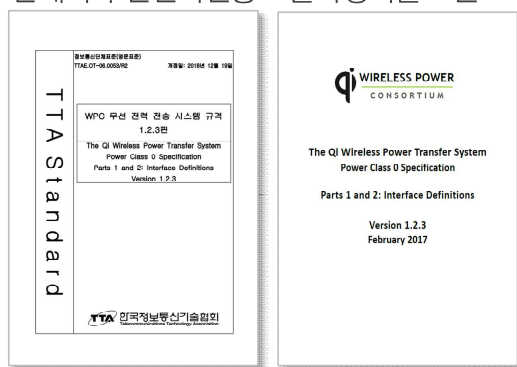


[그림 45] 소프트웨어를 통한 무선전력전송 효율측정 결과 예시

30) Wireless Power Transfer(WPT) Measurements Using the Keysight ENA Series Network Analyzers, Keysight Tehchnologies, 2015(7)

- 무선전력전송 효율측정기술은 무선전력전송 기술과 함께 국내외 단체를 통하여 표준화가 진행되고 있으며, 국제 표준화기구를 통하여 표준 단일화 진행 중
- 무선전력전송 기술의 빠른 시장 형성을 위해서 무선전력전송 효율측정에 대한 정확한 측정 방법 및 측정 기준 제시가 필요
 - 전력 송신기와 전력 수신기가 서로 다른 제조사를 통해 생산되고 있어, 전력 송신기와 전력 수신기 간의 송수신 정합 표준을 만드는 일이 중요
 - 국내외 주요기업들이 시장선점을 위하여 WPC(Wireless Power Consortium), AFA(AirFuel Alliance) 등과 같은 단체를 통한 표준화 최초 진행³¹⁾
 - IEC(International Electrotechnical Commission) 및 ITU(International Telecommunication Union) 등의 국제 표준화 기구에서 민간 컨소시엄에서 만든 무선전력전송 표준들에 대하여 국제 표준화 진행³²⁾³³⁾
 - 표준 단일화가 쉽지않아 소요시간이 길어 국가적 산업전략 차원에서의 국내외 표준화 참여가 요구되는 상황
 - 무선전력전송 표준화 문제에 직면한 기술 분야는 무선전력전송수신기의 코일 정렬 문제, 무선전력전송시 방출되는 전자파의 인체유해성 여부

단체의 무선전력전송 효율측정기술 표준



국제표준화기구의 무선전력전송 효율측정기술 표준



[그림 46] 무선전력전송 효율측정기술의 표준단일화 모식도

31) WPT 홈페이지, <https://www.wirelesspowerconsortium.com/>

32) IEC 홈페이지, <https://www.iec.ch/>

33) ITU 홈페이지, <https://www.itu.int/>

- 무선전력전송 효율측정기술은 무선전력전송기술에 대한 IEC 표준화 진행 직후부터 표준화가 진행되며, 무선전력전송 효율측정기술의 기술보고서 작성 중('19년 11월)
- 국제 표준화 기구(ISO)의 국제 전기 표준 회의(IEC)중 TC100의 TA 15 분과의 working group 2에서 무선전력전송 효율측정기술에 대한 표준화를 진행 중³⁴⁾
- ISO에서 발간하는 국제 표준문서는 6가지(IS, TS, TR, PAS, IWA, Guide)로 나누어 지며, 2019년 11월 무선전력전송 효율측정기술에 대한 표준화는 기술보고서(TR)가 작성 중인 상황³⁵⁾

<표 45> ISO에서 발간하는 국제 표준문서

연번	종 류	특 징
1	국제표준 (IS, International Standard)	<ul style="list-style-type: none"> • 예비단계(Preliminary Stage): 국제 간사에게 표준 제안자가 제안서를 제출, 지속적으로 표준안을 보완하고 개발할 전문가 확보, 제안서를 예비 작업 항목(PWI, Preliminary Work Item)으로 채택 → 기술위원회에 P 멤버 과반수 이상의 승인후 프로젝트 제안단계로 진행 (* 3년 이내 제안단계로 진행되지 못한 PWI는 자동 삭제) • 제안단계(Proposal Stage): 신규 표준제정, 기존 표준에 추가 부분, 기존 표준의 (부분)개정, 기존 표준의 (부분)수정 등의 신규 작업 제안(NP, New Work Item Proposal) → ISO Committee Internal Ballot 시스템을 통해 투표 실시(3개월간 진행) → IEC 간사는 투표 완료 후 6주 내, 취합 코멘트 문서를 중앙사무국에 제출 • 준비단계(Preparatory Stage): ISO/IEC 기술작업 지침서에 따른 작업안(WD, Working Draft) 작성, 작업반(WG, Working Group) 신설, 전문가 추천 → 1차 위원회안(CD)이 중앙사무국으로 등록되면 준비단계 종료 • 위원회단계(Committee Stage): 위원회안에 대한 멤버 기관의 코멘트 검토 단계, 멤버기관은 위원회단계에 적합한 모든 코멘트를 3개월 안에 제출 → 위원회안에 대한 합의가 이루어지지 않을 경우, 프로젝트 삭제나 연기 결정때까지 계속 진행 → 위원회안이 승인되어 중앙사무국에 등록되면 위원회단계 종료 • 질의단계(Enquiry Stage): 중앙사무국 모든 국가 멤버 기관에게 3개월 기한을 두고 질의안 배포(찬성, 반대,

34) 국제표준화 쉽게 따라잡기, KSA 한국표준협회, 2015.12.15

35) ICT 표준화 추진체계분석서, TTA

연번	종 류	특 징
		<p>기권 투표) → 투표 결과를 코멘트와 함께 기술위원회 또는 분과위원회 의장 및 간사에게 송부 → 국제표준 안 등록/발간/회부 등 결정</p> <ul style="list-style-type: none"> • 승인단계(Approval Stage): 최종 국제표준안을 2개월 간의 투표기한으로 모든 멤버기관에게 배포 → 승인되면 발간단계로 진행/미승인되면 반대 투표, 제출된 기술적 사유에 대한 재검토를 위해 관련 기술위원회 또는 분과위원회로 반려 • 출판단계(Publication Stage): ISO의 경우 1개월 이내, IEC의 경우 1.5개월 이내에 기술위원회 또는 분과위원회 간사기관에 의해 지적된 오류 시정 후 인쇄 배포
2	기술규격 (TS, Technical Specification)	<ul style="list-style-type: none"> • 사안이 아직 개발 중 이거나 또는 다른 이유로 국제표준 발행을 위한 즉각적 합의 가능성이 적은 경우, 기술위원회 또는 분과위원회는 기술규격 발간 결정 가능 • 기술위원회 또는 분과위원회 P 멤버의 2/3 이상의 찬성 필요/발간 찬성 결정 후, 간사기관은 16주 이내에 중앙사무국으로 기술규격안 제출 • 기술규격은 발간 후 3년 안에 기술위원회 또는 분과위원회에 의해 국제표준 발간 가능성에 대해 재고해야 함
3	기술보고서 (TR, Technical Report)	<ul style="list-style-type: none"> • 국제표준으로 발간되는 문서와는 다른 종류의 정보를 포함하는 참고적 문서/기술위원회 또는 분과위원회 P 멤버의 단순과반수 투표로 사무총장에게 발간 요청 가능 • 발간 찬성시, 간사기관은 기술보고서 안을 4개월 이내에 사무총장에게 제출 → 관련 기술위원회 또는 분과위원회에 의해 주기적으로 그 유효성 검증 혹은 철회 가능
4	PAS (Publicly Available Specification)	<ul style="list-style-type: none"> • 국제표준개발 전 발간되는 중간단계의 문서로 표준으로서의 조건을 모두 충족하지 않음 • 관련 위원회가 현 국제표준과 상충여부 확인 후 P 멤버의 단순 과반수 찬성으로 검증 후 발간, 발간 후 첫 3년간 유효 → 6년 이내에 국제표준 제정 또는 폐지 결정
5	IWA (International Workshop Agreement)	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 검토방식과 전혀 다른 제정방식의 규범적 문서/특정 회원기관의 행정적 지원하에 공개적인 Workshop 등에서 얻어진 결론을 규격 형태로 발간한 문서 • 별도의 회원국에 대한 투표 과정이 없음
6	가이드 (Guide)	<ul style="list-style-type: none"> • 국제표준화와 관련된 문제에 대한 지침서/ISO 총회 산하 위원회, IEC자문위원회, ISO기술자문 그룹, ISO/IEC공동 기술자문 그룹 등에서 가이드를 작성 • 제안 단계: 프로젝트 승인 → 위원회 단계: 3개월 안 위원회 내부 코멘트 검토 → 질의단계: 4개월 안 ISO 내 모든 회원기관 투표 회부 → 4이하 반대시 발간 승인 → 중앙사무국에서 발간

□ 국내 무선전력전송 효율측정기술관련 표준은 무선전력전송진흥포럼 및 TTA를 중심으로 제정되고 있으나, 2016년 이후 효율측정기술관련 표준 활동이 미진

○ 국내 무선전력전송 효율측정과 관련한 표준은 무선전력전송진흥포럼 및 한국정보통신기술협회(TTA) 등에서 국제 표준화에 대응하기 위한 활동 추진 중

- 무선전력전송진흥포럼은 2012년 삼성전자, LG전자, 한림포스텍 등이 주도하여 창립한 한국무선전력전송포럼이 2016년 이름을 변경한 단체
- 주파수, 법/제도, 서비스, 표준에 해당되는 4개 분과로 효율적인 국제적 주파수 발굴, 제도 개선, 최적 인프라 운용방안, 국내외 표준화 활동 지원 및 인체 유해성 관련 논의 수행 중³⁶⁾
- TTA는 모바일 무선충전 프로젝트 그룹을 확장하여 2014년에 TTA 스마트 전력 전송 프로젝트 그룹(PG 909) 설립³⁷⁾
- 무선전력전송 관련 산업 규격 단체표준 제정 및 자기유도, 자기공명, 초음파, 전자파 방식을 이용한 무선전력전송 관련 단체표준화 진행 중³⁸⁾

<표 46> 국내 무선전력전송 효율측정기술 관련 표준 제정 현황

연번	주체	표준번호	표준명/내용	제정일
1	무선전력전송진흥포럼	KWPF-01-2018-16-R0-V1.0	Wireless Power Transfer Energy Efficiency	2018.11.05
2	TTA	TTAR-06.0163	자기장을 이용한 근거리 무선전력전송 시스템 효율 산출 방법 (기술보고서) - Efficiency Calculation Method of Shortrange Wireless Power Transfer System using Magnetic Field(Technical Report)	2015.11.19

36) 무선전력전송진흥포럼 홈페이지, www.kwpf.org

37) TTA표준화 위원회 홈페이지, www.committee.tta.or.kr

38) 무력전력전송 표준기술, ETRI Insight, 2017

연번	주체	표준번호	표준명/내용	제정일
3	TTA	TTAR-06.0162	대출력 무선충전 전기자동차의 정차중 효율 측정 방법 (기술보고서) - Efficiency Measuring Method for WPT(Wireless Power Transfer) Heavy Duty Electric Vehicle(Technical Report)	2015.11 .19
4	TTA	TTAK.KO-06.0380	비방사 자기장을 이용한 근거리 무선전력전송 효율 평가 방법 - Evaluation method of power transfer efficiency of short-range wireless power transfer using magnetic field	2014.12 .17
5	TTA	TTAR-06.0113	모바일 기기용 무선전력전송 효율 측정 기준점 정의 (기술보고서) - 모바일 기기용 무선전력전송 시스템에 사용되는 구성품에 대한 기본 블록과 블록간 전송 효율 정의	2012.05 .23
6	TTA	TTAK.KO-10.0632	무선전력전송용 초음파 수신소자의 효율 평가 방법 - 무선전력전송 소자로 활용되는 초음파 수신 소자의 음향 수신 에너지와 전기적 출력 에너지의 측정 조건 및 측정 방법	2012.12 .21

□ 국외 무선전력전송 효율측정기술관련 표준은 나라별 협회 및 연합을 주관으로 개발 중에 있으며, 표준 개발과 함께 효율증대를 위한 방법에 대한 연구도 진행 중

○ 중국은 중국통신표준화협회(CCSA, China Communications Standards Association)에서 표준화 주관

- 중국표준화관리위원회(SAC, Standardization Administration of China)의 TC 28 및 TC 46에서 무선전력전송과 관련하여 3개의 중국 국가 표준 (GB, Guobiao)을 개발하고 있으며, WPC의 무선 전력 기기 주파수인 87 kHz ~ 2050 kHz를 준용³⁹⁾

- 중국 심천에서는 전기차 시스템에 관한 표준을 중점적으로 개발
- 일본은 전파산업회(ARIB, Association of Radio Industries and Businesses) 및 무선전력전송포럼(BWF, Broadband Wireless Forum)에서 표준화 주관
 - ARIB는 커플링 기술 관련 무선전력전송 시스템 표준 규격 발간하였으며 BWF는 전기차 무선전력전송과 관련하여 송신 전력 7.7 kW이상에 대한 연구 중⁴⁰⁾
- 유럽은 EU과학기술연합(COST, European Cooperation in Science and Technology)의 WiPE(Wireless Power Transmission for Sustainable Electronics)에서 5개의 WGs(Workgroups)을 구성하여 WPT 효율증대 방법과 관련된 규제 연구 진행⁴¹⁾

<표 47> 유럽 WiPE 무선전력전송 효율증대 관련 연구 현황

연번	연구제목	연구내용	연도
1	무선 전력 전송을 위한 2.45GHz /5.8GHz 듀얼 밴드 전력 증폭기 (2.45 GHz /5.8 GHz Dual-Band Power Amplifier for Wireless Power Transfer in Space Applications)	효율적인 전력 증폭기의 구현을 위해 CRLH(Composite Right / Left-Handed) 단위 셀 개념과 SIW 기술을 결합 , 크리 10 W RF 전력의 GaN HEMT 트랜지스터 설계 로 55 %의 PAE 및 2.4 GHz 에서 14dB 의 이득과 36 %의 PAE 및 5.8 GHz 에서 9.7 dB 의 이득을 보임	2017
2	소프트웨어 정의 및 구성이 가능한 무선 전력 전송 플랫폼을 조정하기 위한 파티클 스웜 옵티마이저 (A particle swarm optimizer for tuning a software-defined, highly configurable wireless power transfer platform)	파티클 스웜 옵티마이저 (PSO)를 사용하여 시스템의 전력 전송 효율을 최적화하는 소프트웨어 정의 근거리 무선 전력 전송 (WPT) 플랫폼	2015

39) CCSA 홈페이지, www.ccsa.org.cn

40) ARIB 홈페이지, www.arib.or.jp

41) WiPE 홈페이지, www.cost-ic1301.org

연번	연구제목	연구내용	연도
3	에너지 자율 양방향 무선 전력 전송 및 에너지 하베스팅 회로 (Energy-autonomous Bi-directional Wireless Power Transmission (WPT) and energy harvesting circuit)	무선 전력 송신기 및 에너지 하베스터로 작동 할 수 있는 새로운 2.45-GHz 양방향 회로로 변환 효율은 10dBm 범위의 출력 / 입력 RF 전력에 대해 50 %보다 높음	2015
4	멀티 사인 무선 전력 전송의 진폭 및 주파수 분석 (Amplitude and frequency analysis of multi-sine wireless power transfer)	무선 전력 전송 (WPT)의 전력 변환 효율 (PCE)을 개선하기 위한 효율적인 솔루션으로 PAPR (peak-to-average power ratio)이 높은 다중 사인 신호를 전송하는 방법으로 PCE 25.1% 향상	2015

□ WPC, AFA 등 국외 협회와 연합에서 제정된 표준을 단일화는 국제 표준화 기구인 IEC TC100을 통해서 진행 중

○ 글로벌 표준은 WPC와 AFA에서 주로 진행

- WPC는 자기유도 방식의 무선전력전송 시스템에 관한 표준화를 주도
- AFA는 자기공명 방식의 무선전력전송 시스템에 관한 표준화를 주도

○ 국제 표준화 기구인 IEC TC100을 통해 무선전력전송 및 효율측정기술에 대한 표준 단일화 진행 중

- 2013년 설립된 IEC TC100 산하 무선전력전송 서브 그룹인 Technical Area(TA) 15에서 무선전력전송과 관련된 국제 표준 단일화를 진행 중
- TA15는 무선전력전송 서비스 사업자와 전기사업자 및 충전 서비스 이용자 간 상용 충전 서비스를 위해서 무선전력전송 서비스 엔터티 식별 및 제어/관리 기술, 코디네이터/노드 제어 및 관리 기술 표준 규격을 개발
- IEC TC100 TA15 그룹은 공간충전기반 무선전력 전송 기술 등에 대한 표준화를 진행 중⁴²⁾

42) IEC 홈페이지, <https://www.iec.ch/dyn>

<표 48> IEC 무선전력전송 효율증대 관련 연구 현황

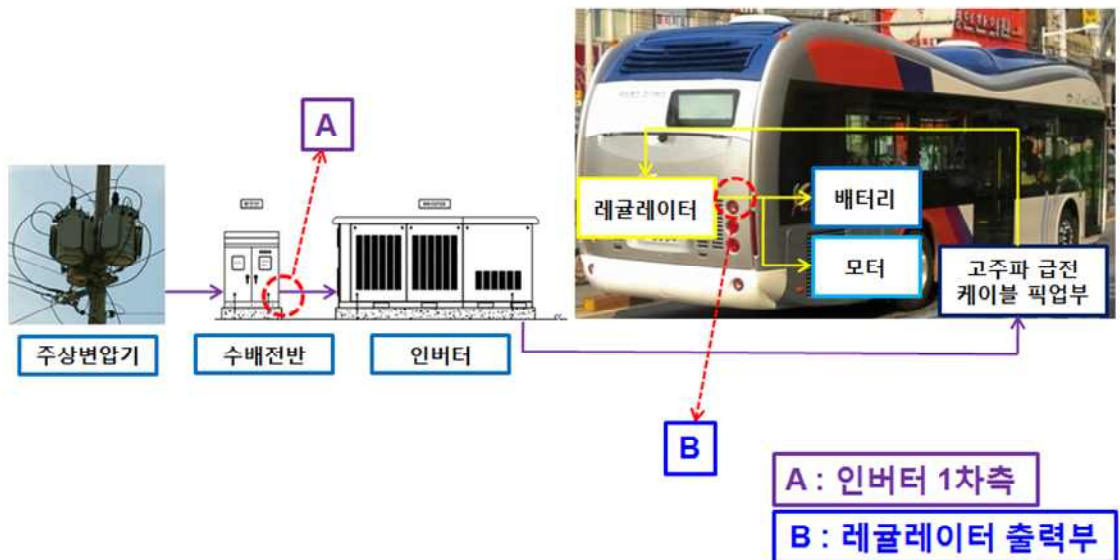
연번	표준명	내용	참고	일자
1	무선전력 전송기술의 에너지 효율 고려 (Consideration of energy efficiency in wireless power transfer technology)	IEC TR 63231:2019 에는 WPT 기술과 관련된 에너지 효율 노력과 오디오, 비디오 및 멀티미디어 시스템 및 장비와 관련된 상용 제품의 기술 배경과 사용 사례, 다른 표준 개발 조직 (SDO)의 표준화 노력 및 타국가 규정 검토	IEC TR 63231: 2019	2019.08.22
2	가전제품 및 네트워크를 위한 서비스 진단 인터페이스 -ECHONET 구현 (Service diagnostic interface for consumer electronics products and networks - Implementation for ECHONET)	IEC 62394:2017 은 디지털 인터페이스를 통합한 제품에 서비스 진단 소프트웨어를 구현하기 위한 요구사항에 대한 내용으로 이를 활용하면 유연성과 효율성 극대화로 저렴한 비용으로 제품 구현 가능	IEC 62394: 2017	2017.04.11
3	무선전력 전송 -관리 3 부 :다중소스 제어관리 (Wireless power transfer - Management - Part 3: Multiple source control management)	IEC 62827-3:2016(E)는 공간 무선전력 전송 시스템을 위한 그룹을 형성하는 방법과 절차 지정으로 다수의 수신 장치로의 효율적인 전력 전송을 달성하기 위해 다수의 전력 소스와 수신 장치 간의 전력 전송 조건 설정, 공유, 제어하는 방법 및 절차 명시	IEC 62827-3:2016	2016.12.14

□ (전기차 효율측정기술) 고정밀 GPS로 동기화가 가능한 두개의 기기를 이용하여 수배전반 및 무선충전 전기차 레귤레이터에서의 출력 전력 검출로 효율측정

○ 전기차 무선전력전송 효율측정은 한전에서 공급되는 전기에너지가 전기 자동차에 얼마나 공급되는가를 판별하는 기술⁴³⁾

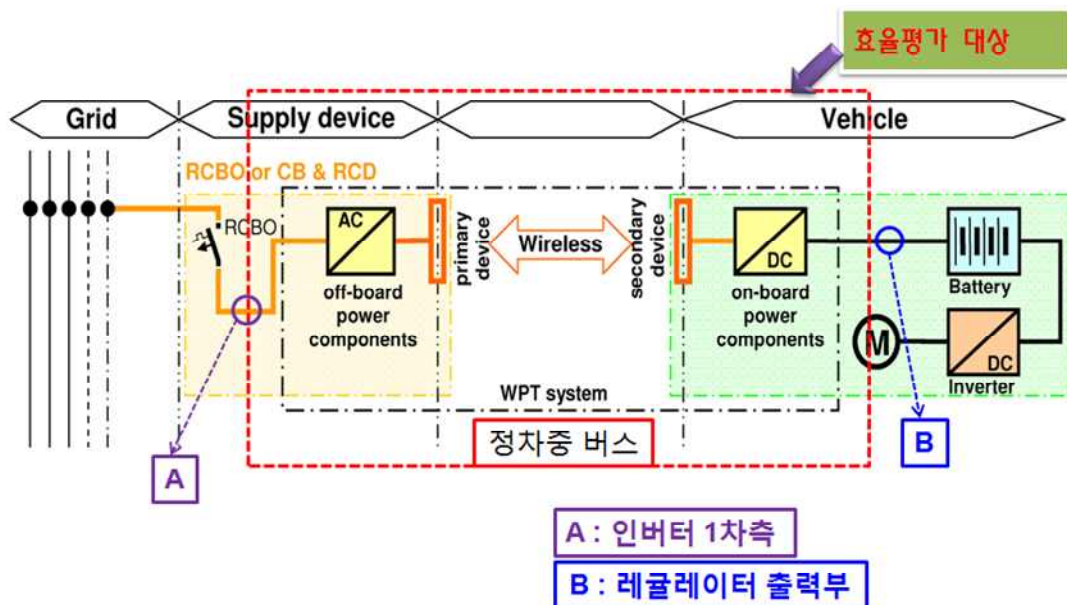
43) 대출력 무선 충전 전기 자동차의 정차 중 효율 측정 방법(기술보고서), TTA, 2015(11)

- 전기차는 대출력 무선전력 전송기술로서 한전에서 공급되는 3Ø 380~440V 60 Hz를 20 kHz 또는 60 kHz 주파수로 전환하여 최소 200A 이상의 전류가 공급되도록 하는 급전인버터로 입력
- 전기차 무선전력전송 효율측정의 기준이 되는 것은 급전인버터 입력단



[그림 47] 전기차 대출력 무선전력전송 개념도

- 공급대는 전기에너지 대비 전기차에 충전되는 전기에너지 비의 계산을 통해 무선전력전송 효율측정



[그림 48] 전기차 대출력 무선전력전송 측정 구성도

- 무선전력전송 효율측정기술은 측정 구성도 그림에서 붉은 점선으로 표시된 부분에서 손실되는 에너지의 비를 측정하는 기술
- 인버터에 공급되는 3Ø 380~440V 60 Hz가 입력되는 입력단(그림 A)과 집전된 전기에너지가 출력되는 레귤레이터의 200A, 20 kHz 출력단(그림 B) 사이의 손실 정도 측정을 운송용 IT 응용기기의 전송효율로 정의

□ 국내 기술개발 지원은 주로 개발연구 방식으로 지원

○ ① 개발연구: 산·학 중심의 시스템 기술 개발을 위한 단기(1~3년) 연구

○ ② 개발·응용연구: 국제표준 개발을 위한 3년 단기 연구

- 산자부: 효율측정기술의 핵심기술 개발비부터 국가표준 개발비 형태로 지원

- 과기정통부: 효율측정기술을 성장기 기술로 정의하여 지원⁴⁴⁾

<표 49> 최근 5년('15~'19) 무선전력전송 효율측정기술 R&D과제 수행주체

연구수행 주체코드	과제수행기관명	과제 수행수 (계속과제 중복제거)
기업	(주)세스	1
	(주)링슨 (주)광진포텍	1
대학	한국과학기술원	1
	한밭대학교	1
출연 연구소	한국기계전기전자시험연구원	1
총합계 (공동연구 중복제거)		5

44) NTIS 과제검색(<https://www.ntis.go.kr/>) 결과 재구성

<표 50> 최근 5년('15~'19) 무선전력전송 효율측정기술 R&D지원현황

연번	과제명(한글)	연구기간	기술수명주기코드	연구개발단계코드	연구개발성격구분	부처제분류	과제수행기관명	연평균연구비(정부투자비율)	사업명	부처명	과제관리(전문)기관명
1	전송효율 90% 이상의 30kW 급 정전보상기능이 탑재된 스마트 물류이송용 무선전력전송 장치 개발	2018-12-01~2020-11-30 (2년)	성장기	개발연구	제품또는공정개발	에너지자원	(주)세스(이종희)	연 192.35백만원 (65%)	중소기업기술혁신개발	중소벤처기업부	중소기업기술진흥원
2	70%이상 에너지효율향상 및 무공해 구현을 위한 항만 내 컨테이너 운송차량용 100Kw 급 무선전력전송/충전기술의 상용화 기술개발	2015-12-01~2017-05-31 (2년)	도입기	개발연구	-	고효율저공해차량관련기술	(주)링슨(김용준) (주)광진포텍(정인모)	연 306.15백만원 (67%)	에너지관심기술개발	산업통상자원부	한국에너지기술연구원
3	커패시턴스 최적화를 통해 충전기기의 위치변화에 따른 효율 감소를 실시간으로 보상하는 자기공진형 다중 무선전력전송 시스템 개발	2018-05-01~2018-12-31 (1년)	성장기	개발연구	아이디어개발	-	한국과학기술원(김민기)	연 4.4백만원 (100%)	한국과학기술연구원운영지원	과학기술정보통신부	한국과학기술원
4	릴레이 스몰셀을 위한 전송률 및 에너지 효율 관점에서 최적화된 전송기술 연구	2013-11-01~2016-10-31 (3년)	성장기	기초연구	아이디어개발	이공분야초연구사업	한밭대학교(이경재)	연 61.1백만원 (100%)	신진연구지원	미래창조과학부	한국연구재단
5	무선전력전송 기술 선도 및 산업 확산을 위한 WPT 효율 측정방법 및 원거리 RF WPT 국제표준 개발	2018-04-01~2021-12-31 (3년)	도입기	개발연구, 응용연구	기타개발	정보전기	한국기계전자연구원(한문환)	연 150백만원 (100%)	국가표준기술개발및 보급	산업통상자원부	한국산업기술관리원

제3장 지원전략(안)

제1절 전문가그룹 사전인터뷰

1. 의료분과

□ 한국방송통신전파진흥원의 사업기획 일환으로 암치료 및 전파 이미징 원천기술, 인체통신기술 등 미래 기술 선점에 대한 전문가 의견 수렴

○ (일시) 2019. 6. 25.(화) ~ 2019. 7. 15.(월) 기간 중 실시

○ (장소) 서울시립대학교, 한국전자통신연구원, 디엔엑스

○ (참석대상) 총 8명

- 전파 의료 분과별 과학기술전문가 4명
- 한국방송통신전파진흥원 미래 전파 新시장 사업담당자 1명
- 운영기관(㈜웍스) 담당자 3명

<표 51> 의료분과별 전문가 사전인터뷰 대상

연번	분과	일정	장소
1	테라헤르츠 암치료 기술	7/1(월) 오후 4시~	서울시립대학교 과학기술관 222호
2	전파 이미징 원천기술	6/26(수) 오후 2시~	한국전자통신연구원 6연구동 209호
3	인체통신기술	6/25(화) 오후 2시~	한국전자통신연구원 3연구동 203호
		7/15(월) 오후 2시30분~	디엔엑스 스타트업캠퍼스 314호

○ (운영내용) 기술에 대한 개념, 연구내용, 애로사항, 정부지원 방향 등에 대한 인터뷰

- 본 사업 및 전문가토론회 운영계획 소개
- 기술개념, 진행 중인 연구, 다른 국내외 기관의 기술개발 사례 인터뷰
- 향후 정부지원 방향(R&D투자, 임상시험, 표준 및 규제 등) 인터뷰

<표 52> 의료분과별 전문가 사전인터뷰 운영일정

연 번	주요 내용	소요시간 (분)
1	인사말 및 현재까지 진행사항 설명	10
2	개발기술 개념 및 연구현황 인터뷰	30
3	다른 국내외 기관의 기술개발 사례 인터뷰	30
4	향후 정부지원 개선방향 인터뷰	40
5	분과별 국내 과학기술전문가 추천	10

□ 테라헤르츠 암치료 기술 분야 인터뷰 결과

Q1	현재 개발 중이신 테라헤르츠 암치료 기술에 대해 설명을 부탁드립니다. (기술개요)
----	---

- 후성유전학적 변화(DNA 메틸레이션 70%)로 암 발생. 이러한 메틸레이션을 진단 및 예방(디메틸화)하는 것이 테라헤르츠 암치료 기술
 - DNA C가 T로 변화하면서 DNA 간 통신이 잘 안되면서 조직이 죽지 않고 계속 번식하는 것이 암
 - (테라헤르츠파) 공명 주파수를 이용하여 디메틸화 함

Q2	국내에서 본 기술 관련하여 가장 활발하게 연구하시는 것으로 파악되는데요. 현재 기술개발 수준은 어떠한가요? (기초·원천, 시제품 제작, 상용화 등) 관련하여 원천특허를 보유하고 계시나요? 다른 국가 및 기관 대비 차별적 경쟁력은 무엇인가요? (인체 안정성, 성능, 가격경쟁력 등)
----	--

- 시장에 부상도 안한 기술로 손주혁 교수님 연구실에서 세계 최초로 연구하는 상태(다른 테라헤르츠파 연구기관은 주로 진단 관련하여 연구함. 치료는 세계 최초). 올해 관련 논문 발표함

- Journal of Biomedical Optics(미국)에 피부암 멜라논 세포 적용 관련 논문 발표함
- 이론(진단, 치료)특허는 출원한 상태(국내 등록특허, PCT 출원)이나 디바이스 특허출원은 준비 단계. 특허포트폴리오를 통해 특허침해 대비책 마련 중

○ 세포수준에서 암 DNA 탈메틸화를 제어하는 응용연구 실험완료. 올해 동물조직 시험 계획 중이며 2020년 전임상 계획으로 2021년 본 기술로 (교수님께서) 직접 창업을 계획하고 있음

Q3	본 기술개발과 관련하여 최근 3~5년간 정부로부터 받은 R&D 지원이 있다면 어떤 지원을 받으셨나요?
-----------	--

○ 10년간 약 150~200억 원의 정부 R&D지원을 받음

○ 주로 암 진단에 관련된 지원으로 최근 치료 이론 입증 후 지속적인 R&D 지원 필요

Q4	향후 정부 지원 관련하여 보완이 필요하다면 어떤 부분인가요? (지원유형, 과제비, 과제기간, 수행체계 등) 공동연구가 필요하다면 어떤 개발기관과의 컨소시엄이 필요한가요? (SW기업, 대학병원 등)
-----------	--

○ 우선적으로 필요한 정부지원은 R&D투자로, 기술사업화까지 필요한 예산은 지난 전파진흥계획 로드맵에 명시하였듯이 2020년 2~3억 원, 2021년 45억 원, 2022년 90억 원으로 예상됨

- 파트너기관(병원 등)의 원활한 연구 활동 관리를 위해 R&D투자가 필요. 현재 파트너기관 관리가 잘 안 되는 상황. 의사 1명당 최소 5억 원의 연구비 지원 필요

- 국내의 경우 해외 보다 연구 환경이 열악한 상황으로 장비(구입)지원이 필요
 - 관련 레이저 장비가 고가로(한 세트당 3억 원 정도 소요) 원활한 R&D를 위한 연구 환경 조성이 필요
- 특허 출원 및 유지비용 지원 필요
- 공동연구 시 임상관련 병원, 기기제조 기관, (FDA승인을 위한) 엠디앤더슨 또는 FDA관련 기관과의 컨소시엄 필요
 - 기기제조: (국내) 해양대 전태인교수 신체에 깊이 투과되지 않는 테라헤르츠파를 내시경을 활용하여 투과시킴. KAIST 교수(Fabian Rotermund) 전파전자기기 개발 (해외) 예시로 헝가리 페치대학이 고출력 테라헤르츠파 기기 개발
 - 엠디앤더슨: 전임상-임상-FDA승인을 원활히 하기 위해서는 엠디앤더슨의 협업이 필요하며 이러한 이유로 창업 시 본사를 실리콘밸리나 휴스톤에 위치하는 것이 선호되는 상황(장비개발이기 때문에 제약 FDA 승인 보다는 용이할 것으로 파악)

Q5	저희가 조사한 결과, 테라헤르츠 암치료 관련 요소기술로 센싱기술, 3차원 영상화기술, 기기 소형화기술, 암치료(DNA 메틸화 제어) 기술 등이 있는 것으로 파악되는데요. 그 외 다른 중요한 요소기술은 무엇인가요?
----	--

- 본 기술은 (예산규모 측면에서) 1/3은 테라헤르츠 기술 기초연구, 1/3은 분자생물학적 암치료연구, 1/3은 임상시험(동물실험 포함)·응용연구로 구성됨

Q6	요소기술을 개발하는 국내외 기관은 어디인가요? 핵심 개발자는 누구이며, 현재 어떤 기술개발을 하고 있고 차별성이 있다고 생각하신다면 무엇인가요? (원천특허 보유여부 등) * 국내 개발자의 경우 향후 자문위원으로 참여가 가능하신지 여부 문의
----	--

- 다른 암치료 기술로 유전자가위 제약(노바티스 CAR-T: 혈액암 치료제)이 FDA 승인('17)을 받았으나, 모든 유전자를 분해하므로 부작용이 발생할 수 있고 치료비용이 비싼 측면이 있음
 - 한 봉지에 약5억 원. 치료에 평균 10 봉지 사용. 총 약50억 원 소요 예상
- 유전자가위 제약으로만 완치가 불가능하므로 테라헤르츠 치료기기를 상호 같이 보완적으로 사용할 시 치료효과가 증대될 것으로 기대
 - 올해 테라헤르츠만으로 치료가 어느 정도 가능한지 입증할 예정

Q7	개발하는 제품의 상용화 시점과 타겟 의료시장은 무엇인가요?
-----------	----------------------------------

- 상용화 시점은 2022년 이후일 것으로 판단
- 타겟 의료시장은 암치료 분야로 현재까지는 피부 바깥부분에 발생하는 피부암, 유방암 치료에 집중
- 테라헤르츠와 투과 깊이 문제로 여러 암치료에 적용이 불가한 상태지만 향후 내시경과 융합하여 해결한다면 다양한 암치료에 적용이 가능할 것으로 파악됨

Q8	R&D 지원 외 기술사업화 관련 어떠한 지원이 필요하다고 생각하시나요?
-----------	---

- 전임상-임상-FDA승인 지원필요. 인체 임상시험 시 규제/표준 필요
 - 공명 주파수이기 때문에 인체에 전달되는 에너지가 낮기 때문에 유해성 검증은 쉬울 것으로 판단
- 특허출원 및 유지비용 지원 필요

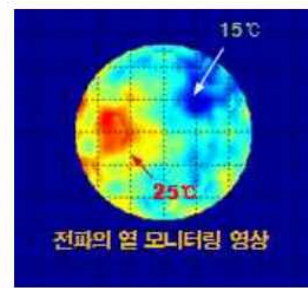
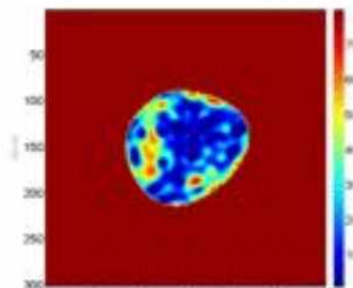
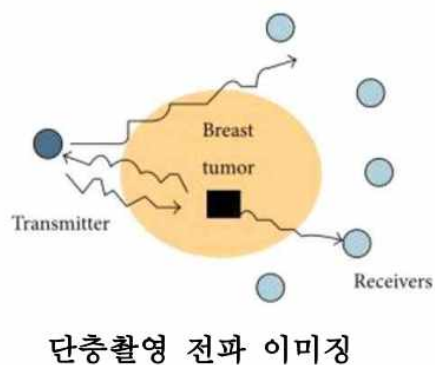
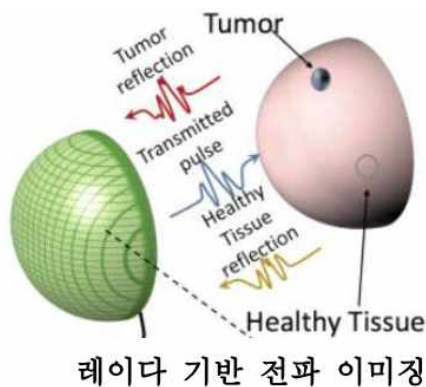
Q9	향후 상용화까지 또는 실제 의료 서비스 시행까지 예상되는 난관 및 장애물은 무엇으로 생각하시나요? (임상시험, 규제 및 표준, 기술이전, 양산, 고객 거부감 등)
----	---

○ 전파에 대한 소비자의 부정적인 인식 개선이 필요

□ 전파 이미징 원천기술 분야 인터뷰 결과

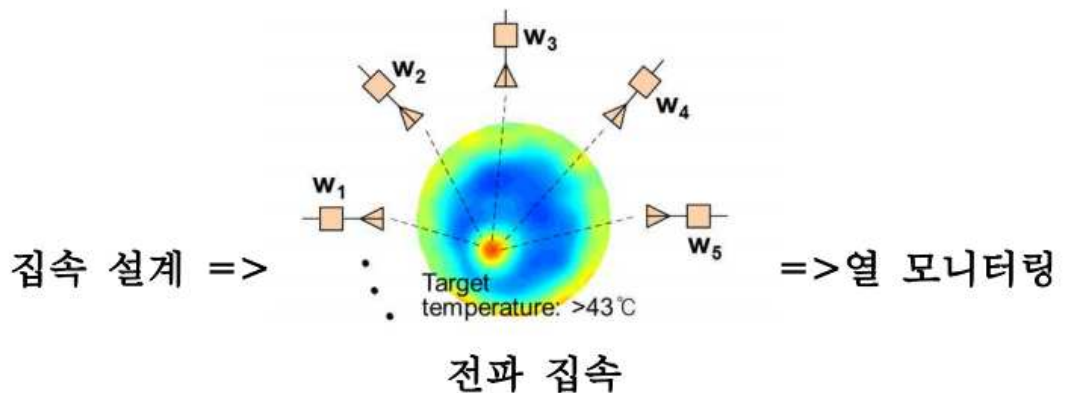
Q1	현재 개발 중이신 전파 이미징(Microwave Tomography) 기술에 대해 설명을 부탁드립니다. (기술개요)
----	--

○ 전파 이미징 기술 종류에는 해석 방식에 따라 레이더 기반 전파 이미징 기술(지연시간 해석 방식), 단층촬영 전파 이미징 기술(역산란 해석 방식) 등이 있으며, 용도에 따라 유전율 영상 기술, 열 영상 기술(온도 모니터링) 등이 있음



[그림 49] 전파 이미징 기술 종류

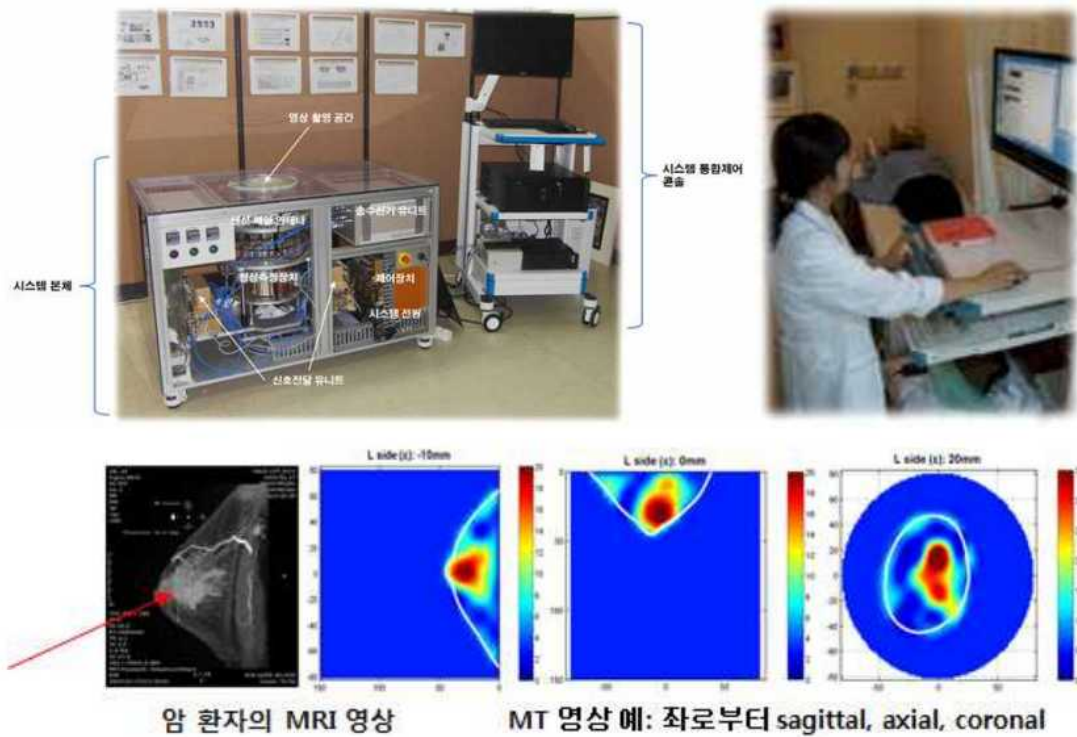
- 과거 2007~2016년간(9년) 단층촬영 전파 이미징 기술개발 관련 지원을 받았으나 정부지원중단으로, 2019년 현재는 전파치료 기술에 소요되는 전파영상 가이드 원천기술을 2년 단기로 연구 중임
- 전파치료 기술은 외부 여러 방향에서 전파를 목표하는 체내 환부 조직에 집속시켜, 발생하는 전파 에너지 열로 치료하는 기술임
- 전파영상 가이드 기술은 영상용 전파를 조사(助射)하여, 치료용 전파를 체내로 집속시키는 설계를 위해 조직 유전율 영상을 얻고, 시술 시 체내 열을 모니터링하기 위해 조직 열 영상을 얻는 기술임



[그림 50] 전파영상 가이드 기술 모식도

Q2	<p>국내에서 본 기술 관련하여 가장 활발하게 연구하시는 것으로 파악되는데요. 현재 기술개발 수준은 어떠한가요? (기초·원천, 시제품 제작, 상용화 등)</p> <p>관련하여 원천특허를 보유하고 계신가요?</p> <p>다른 국가 및 기관 대비 차별적 경쟁력은 무엇인가요? (인체 안정성, 성능, 가격경쟁력 등)</p>
----	---

- 전파 이미징 기술의 국내 수준은 레이더 기반 전파 이미징 기술은 학계 중심의 기초·원천연구 수준이고(기술의 시장경쟁력 낮음. TRL3), 단층촬영 전파 이미징 및 유전율 영상 기술은 ETRI가 전파 진단 시제품(MT 시스템) 제작하여 영상 임상연구를 수행한 수준이며 (TRL6), 현재 연구 중인 열 영상 기술은 전파치료 요소기술로서 이제 연구를 시작한 단계임



[그림 51] ETRI 개발 MT 시스템 및 임상연구 결과

- 단층촬영 전파 이미징 및 유전율 영상 기술 임상시험(10명 대상) 결과, 의사의 주관적 진단관점에서 비관적 수율 50%를 나타냄. 의료기기로서 부족한 면이 있어 후에 연구지원이 지속되지 못하였음
- 연구 종료된 단층촬영 전파 이미징 기술의 경우 역산란 해석 알고리즘, 장치 시스템 등에서 독자적인 고유 방식의 원천특허를 보유하고 있으며, 연구를 시작한 전파영상 가이드 기술은 원천특허출원 준비 중임 (또한, KTL 전자파 인체유해성 평가 받음)
- 해외는 미국 위스콘신(Wisconsin) 대학의 경우 그 동안의 레이더 기반 전파 이미징 기술연구를 중단하고 단층촬영 전파 이미징 기술에 집중하고 있으며, 미국 다트머스(Dartmouth) 대학 경우 단층촬영 전파 이미징 영상 기술 특허를 선점하였으나, 후발로 개발된 국내 ETRI 독자 기술이 (원천특허: Fast Forward Solver) GPU 기반 2배 이상의 영상화 속도, 조직 경계조건을 반영한 높은 정확도 등에서 차별적 경쟁력을 가지고 있음

- 해외 제품생산 관련하여, 레이더 기반의 경우 Medfield(스웨덴)에서 혁신적인 타깃시장(뇌졸중)을 설정하여 제품을 개발함. 단층촬영의 경우, Micrima(영국)에서 대학 등 지속지원으로 제품개발 성공 및 CE마크 확보

Q3	본 기술개발과 관련하여 최근 3~5년간 정부로부터 받은 R&D 지원이 있다면 어떤 지원을 받으셨나요?
----	--

- 단층촬영 전과 이미징 기술 관련 '15년까지 지원 받았으나, 현재는 후속과제 지원이 단절된 상태임
- ETRI 내부과제로 전과치료를 위한 전과영상 가이드 기초·원천연구를 '19년부터 2년간 연간 3억원 지원 받고 있음
 - 사업일몰로 ETRI 내부과제가 줄고 있는 추세로 연구지원이 중단될 가능성 있음

Q4	향후 정부 지원 관련하여 보완이 필요하다면 어떤 부분인가요? (지원유형, 과제비, 과제기간, 수행체계 등) 공동연구가 필요하다면 어떤 개발기관과의 컨소시엄이 필요한가요? (SW기업, 대학병원 등)
----	--

- 생명을 다루는 의료기기는 단순 전자기기가 아니므로, 충분히 기술 완성도를 높일 수 있는 안정적 장기과제(지속적 임상연구) 지원이 필요함
- 신기술 의료기기의 경우, 국내 산업투자기반이 취약하여 임상으로 기술 증명되기 이전에는 기업에서 기술이전 받기가 어려운 실정임
- 기술력 있는 의료기기 제조기업(기술이전 수요 있는), 의료용 SW 개발기업, 임상연구를 위한 임상센터 보유 대학병원 등의 기술사업화를 위한 컨소시엄 구성 하 안정적 장기과제 지원이 필요

Q5	저희가 조사한 결과, 전파 이미징 관련 요소기술로 센서 기술, 송수신 모듈 개발, 데이터 모델링(영상화) 기술 등이 있는 것으로 파악되는데요. 그 외 다른 중요한 요소기술은 무엇인가요?
----	--

- 레이더 기반 전파 이미징 기술
- 유전율 영상 기술
- 촬영 시스템 기술
- 임상 프로토콜 기술

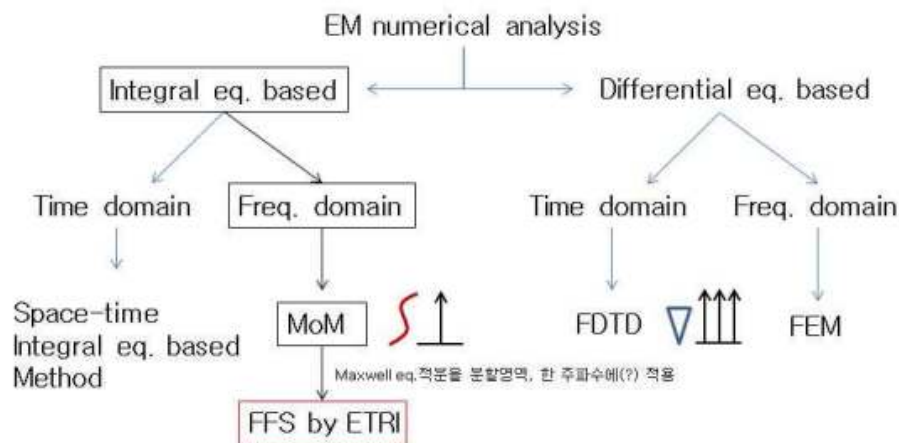
Q6	요소기술을 개발하는 국내외 기관은 어디인가요? 핵심 개발자는 누구이며, 현재 어떤 기술개발을 하고 있고 차별성이 있다고 생각하신다면 무엇인가요? (원천특허 보유여부 등) * 국내 개발자의 경우 향후 자문위원으로 참여가 가능하신지 여부 문의
----	--

- 레이더 기반 전파 이미징 기술: 진행 중인 국내 기술개발 없으나, 국외에서는 학계에서 연구 중
- 단층촬영 기술
 - 국내는 ETRI가 독자적 기반함수 그물망 전자파 수치해석 기반의 원천 특허(TRL6) 보유
 - 해외는 미국 다트머스(Dartmouth) 대학이 유한요소 전자파 수치해석법(FDTD) 기반으로 최초의 원천특허 보유, 미국 위스콘신(Wisconsin) 대학이 변형 모멘트법(MoM) 전자파 수치해석 기반의 독자적 원천특허 보유함
- 유전율 영상 기술: 대부분이 가우스-뉴턴 방식의 역산란 기법 적용 기술 (공개 기술)
- 온도 모니터링 기술: 국내 ETRI에서 독자적인 차분 영상 방식의 열 영상 원천기술을 연구하고 원천특허출원 준비 중임

- 촬영 시스템 기술: 국외 대부분 TRL3 수준이지만, 국내 ETRI에서 하이브리드(전자 스위칭 및 기계 구동) 방식의 장치 TRL6 단계 원천특허 보유함
- 임상 프로토콜 기술: ETRI 및 서울대 영상의학과 공동연구팀이 TRL6 시제품을 이용한 임상연구 실행하여 단층촬영 임상 프로토콜 연구 수행함('15)

	FDTD	MOM	FFS (ETRI)
Equation	Time Domain 미분	Freq. Domain 적분	Freq. Domain 적분
Mesh	Forward, Parameter 2 types	작은 크기 그물망 사용($\lambda/10$)	Fine, Coarse, Reconstruction 3 types
Basis function	Piecewise uniform	Uniform, Linear 등	Spline, Wavelet Dyadic
B-matrix	B-matrix	None	B-matrix
Testing function	None	Collocation 방법 Subdomain 방법 등	Dual B-matrix 사용
Green function	None	Dyadic Green함수 사용	Smoothed Dyadic Green 함수 사용
Inverse method	Gauss-Newton type		Gauss-Newton type

1. Green's function: unit source 기준으로 d 위치에서의 EM 특성 함수
2. Regularization: 수치해석 과정에 발생하는 noise를 제거하는 방법 (예: Tikonov Regularization)
3. B matrix (basis function matched system matrix): mesh (fine, coarse, reconstruction)에 할당되는 basis function의 matrix, matrix size는 mesh type에 따라 가변(?)
4. SR(Spatial Resolution): 수치해석 상의 해상도, $A = B \cdot B^T$ 로 계산
5. Jacobian matrix: 함수의 특성변화 방향성 정보를 가진 편미분 matrix



[그림 52] ETRI의 FFS 기술 차별성 설명

Q7	개발하는 제품의 상용화 시점과 타겟 의료시장은 무엇인가요?
----	----------------------------------

- 단층촬영 전파 이미징 장치 제품 개발은 ‘15년 이후 TRL6 수준에서 종료, 기술 완성도 보완이 요구되고 및 기술 고도화가 필요한 단계에서 후속개발이 중단됨(상용화 시점 예측 불가)
- 영상진단 의료기기 시장(유방암 진단 시장)

Q8	R&D 지원 외 기술사업화 관련 어떠한 지원이 필요하다고 생각하시나요?
----	---

- 단수의 임상시험이 아닌, 다수 병원, 의료진이 참여하는 충분한 임상연구 및 피드백이 필요
- 초기 단계부터 신기술 상용제품 개발 가능한 전문인력 및 투자능력 보유 기업의 발굴 및 참여가 필요

Q9	향후 상용화까지 또는 실제 의료 서비스 시행까지 예상되는 난관 및 장애물은 무엇으로 생각하시나요? (임상시험, 규제 및 표준, 기술이전, 양산, 고객 거부감 등)
----	---

- 임상연구 결과, 상용화 수준 도달을 위해서는 기술 완성도 보완 및 고도화가 필요함(추가 개발)
- 신기술이 실제 의료 서비스에 활용되기 위해서는, 단수 임상시험이 아닌, 다수 병원, 의료진이 참여하는 충분한 임상연구 및 의견 피드백, 이를 반영한 기술 보완 과정을 통해, 신기술 의료 서비스에 대한 거부감을 완화하고, 기존기술 시장의 진입장벽 등을 낮추어야 함

□ 인체통신기술 분야 인터뷰 결과

Q1	현재 개발 중이신 인체통신기술에 대해 설명을 부탁드립니다. (기술개요)
----	--

- 인체를 매질로 통신하는 기술. 터치(행동)기반 ID체크를 통해 행동패턴 확인이 가능한 기술
- 인체통신기술 중에서 캡슐내시경 등 인체 내부 삽입을 통한 통신기술은 인바디 기술이며, 인체 외부로 통한 통신기술은 온바디 기술임

Q2	국내에서 본 기술 관련하여 가장 활발하게 연구하시는 것으로 파악되는데요. 현재 기술개발 수준은 어떠한가요? (기초·원천, 시제품 제작, 상용화 등) 관련하여 원천특허를 보유하고 계시나요? 다른 국가 및 기관 대비 차별적 경쟁력은 무엇인가요? (인체 안정성, 성능, 가격경쟁력 등)
----	--

- 본 기술의 차별적 경쟁력으로 기존 RFID의 경우, 공간분할이 잘 안되고 (혼선발생, 파워를 높이면 공간이 엉망이 됨) 카메라의 경우 감시당하는 문제점이 있었는데 이러한 문제를 인체통신기술을 통해 해결 가능
- ETRI가 인체통신기술과 관련한 원천기술을 보유하고 있으며, 해당 기술을 이전받은 디엔엑스와 함께 사업화를 위한 기술개발을 진행 중

Q3	본 기술개발과 관련하여 최근 3~5년간 정부로부터 받은 R&D 지원이 있다면 어떤 지원을 받으셨나요?
----	--

- 지자체, 민간기업과 컨소시엄을 구성하여 노인복지 관련 실증사업을 수행(2개 수행 중, 1개 제안단계). 최근 여러 지자체(대전, 경기도 등)에서 관심을 보이는 추세

- KISTEP 사업(참여: ETRI, 디엔엑스, 용인시, KT, SKT, 사회보장정보원, 연세의료원) 수행
 - 실증사업으로 사업기간은 1년 6개월, 총 과제비 8.7억(주관기관은 디엔엑스로 전체 사업비의 60% 사용 예정), 78개 가구에서 시작하여 최대 500가구까지 실증테스트 진행
 - 디엔엑스는 실증사업을 통해 수집된 빅데이터를 기반으로 패턴분석을 진행하여 고령인구에게 제공할 수 있는 콘텐츠를 개발
 - 지자체는 스마트시티화, 통신업체는 기술이전 목적이며 그 중 SKT는 명령없이 대화가 가능한 자연발화 기술개발 및 AI스피커를 활용한 실증, 정보원/의료원은 고령인구 빅데이터 정보 확보를 목적으로 사업 참여
- 도시재생뉴딜사업 수행 : 세종시에 신규 설립하는 충대병원에 인체통신을 설치할 예정(5만 m²)
- 일반인까지의 적용을 목표로 KISTEP 다부처사업을 기획하고 있음

Q4	<p>향후 정부 지원 관련하여 보완이 필요하다면 어떤 부분인가요? (지원유형, 과제비, 과제기간, 수행체계 등)</p> <p>공동연구가 필요하다면 어떤 개발기관과의 컨소시엄이 필요한가요? (SW기업, 대학병원 등)</p>
----	---

- 향후 기업투자 유치를 위해 실증사업 분야의 지속투자 필요. 신뢰성 있는 실증결과를 확보해야 기업투자 유치 가능
- 실증사업을 많이 수행할수록 칩셋 업그레이드 R&D과제 필요
- 사업화 과정에서 발생하는 추가 R&D를 위한 사업화 기업과 기술개발 기관과의 지속적인 컨소시엄 필요
- 양산라인 설치 지원 필요

Q5	<p>저희가 조사한 결과, 인체통신 관련 요소기술로 전송 속도 및 안정성 향상 기반기술, 웨어러블 센서개발 응용기술, 캡슐내시경 개발 응용기술 등이 있는 것으로 파악되는데요. 그 외 다른 중요한 요소기술은 무엇인가요?</p>
----	---

- 핵심기술을 칩 설계 기술이며, 그 외 저전력 기술, 근접(1cm 떨어진 거리에서) 송수신하는 기술
- 처음 기술개발 당시 속도를 높이는데 집중하였는데 WiFi를 따라갈 수 없는 한계점이 있어, 저전력 기술개발로 Shift함. 단순 정보를 제공하는 1 mW/Mbps ETRI가 최초로 개발
 - 속도를 높여 블루투스, WiFi와 경쟁하는 것은 한계가 있어 이러한 방향으로 R&D를 하는 것은 문제가 있음

Q6	<p>요소기술을 개발하는 국내외 기관은 어디인가요? 핵심 개발자는 누구이며, 현재 어떤 기술개발을 하고 있고 차별성이 있다고 생각하신다면 무엇인가요? (원천특허 보유여부 등)</p> <p>* 국내 개발자의 경우 향후 자문위원으로 참여가 가능하신지 여부 문의</p>
----	---

- 인체 지방함량에 따라 인체통신이 통하지 않는 문제가 있었는데 이미 ETRI의 독보적인 기술로 해결한 상태(기술명: FSĐT)
- 정전 그라운드라는 방식으로 인체통신을 함. 인체 내 직류가 흐르지 않아 인체 유해성 걱정이 없음
- 경쟁기관은 없는 것으로 파악됨. 현재 ETRI가 정전 그라운드, 정전 그라운드 측정기술을 보유한 유일한 기관

Q7	개발하는 제품의 상용화 시점과 타겟 의료시장은 무엇인가요?
----	----------------------------------

- 응용시장 찾기가 어려움. 현재는 노인의 약 복용 여부 확인 등의 시니어 스마트헬스케어 시장을 타겟으로 상용화 예정
- 디엔엑스(기술이전을 받은기업)가 IFA, MWC 전시회를 통해 세계 여러 업체로부터 기술수요를 받음
 - 칠레는 노인복지를 위한 고령자케어에 관심이 많은 상황으로 관련 칠레기업에 샘플 판매를 진행할 예정
 - 멕시코 통신사 TELCEL, 프랑스 통신사 Orange, 스페인 통신사 등
- 기술 수요는 국내보다 해외가 많은 편
 - 스웨덴에서 노인의 약 복용 여부 확인용으로 관심을 보임(노인의 행동을 파악하는 빅데이터)
 - 일본 아베 총리가 올림픽 전철에 설치했으면 좋겠다는 의사를 표함
 - 프랑스 텔레콤 실증사업 요구한 상태(그러나, 국내 도입을 우선시)
 - 국내 정부는 ID(신분)확인용으로 관심을 보임
 - 그 외 현대 아이파크, 한전 실버타운 등 건축업체에서 관심을 보임

Q8	R&D 지원 외 기술사업화 관련 어떠한 지원이 필요하다고 생각하시나요?
----	---

- 현재 노인, 헬스케어 시장에 응용할 예정임. 세부적으로 응용시장을 찾는 지원이 필요하며 디엔엑스 외에 제품생산 한다는 회사가 없는 상황. 제품 생산 기업 발굴 및 육성 필요
- 여러 번의 실증사업 수행 후 기업투자유치를 받을 수 있을 것. 현재 실증 결과가 없기 때문에 기업에서 과감히 투자를 할 수 없는 상황으로 실증사업이 필요

- 기술사업화 과정에서 필요한 후속R&D 지원 및 기술이전기업과 기술개발 기관과의 안정적인 컨소시엄 환경조성을 위한 지원 필요

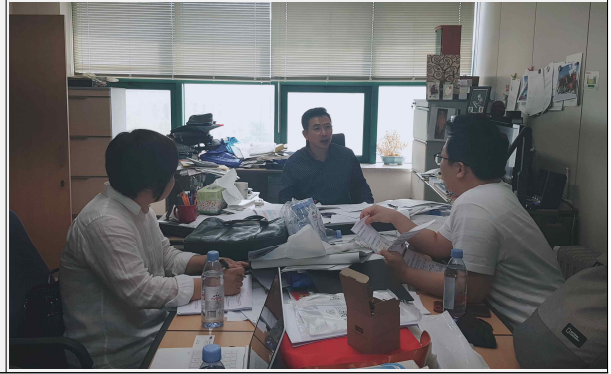
Q9	<p>향후 상용화까지 또는 실제 의료 서비스 시행까지 예상되는 난관 및 장애물은 무엇으로 생각하시나요? (임상시험, 규제 및 표준, 기술이전, 양산, 고객 거부감 등)</p>
----	---

- 인체 전파유해성 문제는 없는 것으로 파악함. 정전 그라운드 형식의 기술이며, 인체 내 직류가 흐르지 않고 30메가 이하 대역으로 인체 유해규제가 없는 것으로 파악됨 (향후 조사필요)
 - SAR 규정 주파수 RF 사용하지 않고 있고, FDA 위험기준에 해당하지 않음
- 고객 거부감이 있음. 삼성의 경우, 인체통신이라는 단어 자체가 인체에 전류를 통한다는 이미지를 보여 소비자 거부감을 일으킬 것으로 보고 있음
- 의료기기로 승인을 받으면 아무런 문제없이 사용가능하나, 의료기기가 아니면 고객 거부감을 우선적으로 해소할 필요가 있음
- 인체통신기술이 보안이 고도화 된 기술로 인식되고 있는데, 사실 인체 통신은 보안에 강한 기술이 아니기 때문에, 보안을 강화하려면 지문 인식 등 생체인식과 복합적으로 사용해야하는 문제가 있음
- 인체통신기술로 수집된 빅데이터는 민감성이 비교적 낮은 부가적인 정보이지만 개인정보보호법에 보호되는 정보로 관련 규제의 해소가 필요

□ 전문가 사전인터뷰 운영사진

○ 테라헤르츠 암치료 기술

일 시: 2019.07.01.(月) 16:00~17:30
장 소: 서울시립대학교 과학기술관
222호
참석자: 서울시립대 1명, KCA 1명,
(주)웍스 2명



○ 전파 이미징 원천기술

일 시: 2019.06.26.(水) 14:00~15:30
장 소: 한국전자통신연구원 6연구동
210호
참석자: ETRI 1명, 자문기관 전문가 1명,
(주)웍스 2명



○ 인체통신기술

일 시: 2019.06.25.(火) 14:00~15:45
장 소: 한국전자통신연구원 3연구동
203호
참석자: ETRI 1명, KCA 1명,
(주)웍스 3명



일 시: 2019.07.15.(月) 14:30~16:00
장 소: 디엔엑스
참석자: 디엔엑스 1명, KCA 1명,
(주)웍스 2명



2. 에너지분과

□ 한국방송통신전파진흥원의 사업기획 일환으로 원거리 무선전력 전송 기술, 무선전력전송 효율측정기술 등 미래 기술 선점에 대한 전문가 의견 수렴

○ (일시) 2019. 10. 24.(목) ~ 2019. 11. 05.(화) 기간 중 실시

○ (장소) 한국전자통신연구원, 한국기계전기전자시험연구원

○ (참석대상) 총 6명

- 전파 의료 분과별 과학기술전문가 2명
- 한국방송통신전파진흥원 미래 전파 新시장 사업담당자 1명
- 운영기관(㈜웍스) 담당자 3명

<표 53> 에너지분과별 전문가 사전인터뷰 대상

연번	분과	일정	장소
1	원거리 무선전력 전송기술	10/24(목) 오후 3시~	한국전자통신연구원 연구2동 회의실
2	무선전력전송 효율측정기술	11/05(화) 오후 2시~	한국기계전기전자시험연구원 본원 회의실

○ (운영내용) 기술에 대한 개념, 연구내용, 애로사항, 정부지원 방향 등에 대한 인터뷰

- 본 사업 및 전문가토론회 운영계획 소개
- 기술개념, 진행 중인 연구, 다른 국내외 기관의 기술개발 사례 인터뷰
- 향후 정부지원 방향(R&D투자, 임상시험, 표준 및 규제 등) 인터뷰

<표 54> 에너지분과별 전문가 사전인터뷰 운영일정

연번	주요 내용	소요시간 (분)
1	인사말 및 현재까지 진행사항 설명	10
2	개발기술 개념 및 연구현황 인터뷰	30
3	다른 국내외 기관의 기술개발 사례 인터뷰	30
4	향후 정부지원 개선방향 인터뷰	40
5	분과별 국내 과학기술전문가 추천	10

□ 원거리 무선전력 전송기술 분야 인터뷰 결과

Q1	현재 개발 중이신 원거리 무선전력 전송기술에 대해 설명을 부탁드립니다. (기술개요)
----	--

- 무선전력전송 기술은 2007년 MIT 물리학과 마린 솔자치치(Marin Soljacic) 교수가 이끄는 연구팀이 자기공명이라는 새로운 무선전력전송 기술을 이용하여 2m의 거리에서 무선으로 램프에 전원을 공급하는 연구 결과를 발표하면서 산업계 및 학계의 주목을 받게 되었고, 최근에는 다양한 방식의 무선전력 전송 기술을 이용하여 다양한 전기, 전자기기에 무선으로 에너지를 공급하기 위한 연구, 개발이 진행

* 자료: 조인귀 등, 무선전력전송 기술동향과 발전방향, 한국전자통신연구원 방송통신미디어 기술 특집, 2014

Q2	국내에서 본 기술 관련하여 가장 활발하게 연구하시는 것으로 파악되는데요. 현재 기술개발 수준은 어떠한가요? (기초·원천, 시제품 제작, 상용화 등) 관련하여 원천특허를 보유하고 계시나요? 다른 국가 및 기관 대비 차별적 경쟁력은 무엇인가요? (인체 안정성, 성능, 가격경쟁력 등)
----	--

- 5m이상하려면 5m 공진기를 만들어야 하는데 현실성이 없어서, 이를 해결하기 위한 방식이 RF방식(요새 빔포밍하는 기술이 많으니)으로 경희대, 에너지스(Energous) 업체들이 센싱한 사례가 있음. 그 외 IR, 초음파를 매체로, 자기유도와 같은 자기공명을 하겠다는 업체도 있음

- 국내 연구기관은 고려대, 성균관대, 경희대

- 기차, 자동차 차체가 큰 경우 송신코일 및 수신코일을 크게 감을 수 있으면 범위를 증가시키는 것이 유리

- 기차는 철도연구원, KTX, 자동차(버스)는 KAIST에서 연구. 시범사업도 추진하였음

Q3	본 기술개발과 관련하여 최근 3~5년간 정부로부터 받은 R&D 지원이 있다면 어떤 지원을 받으셨나요?
-----------	--

- 2010~2015년간 100W 이하 RF 전파 에너지 전송, 2015~2017년간 무선 E-zone 및 다차원 에너지 집적기술 개발 지원을 받음

Q4	향후 정부 지원 관련하여 보완이 필요하다면 어떤 부분인가요? (지원유형, 과제비, 과제기간, 수행체계 등) 공동연구가 필요하다면 어떤 개발기관과의 컨소시엄이 필요한가요? (SW기업, 대학병원 등)
-----------	---

- 원거리 무선전력전송관련 원천급의 기술로 과제비, 과제기간에 대한 보완이 필요

Q5	원거리 무선전력 전송기술에 중요한 요소기술은 무엇인가요?
-----------	---------------------------------

- 5m이상 떨어진 거리에서 전력을 받기란 수신기 자체가 굉장히 어려움

Q6	요소기술을 개발하는 국내외 기관은 어디인가요? 핵심 개발자는 누구이며, 현재 어떤 기술개발을 하고 있고 차별성이 있다고 생각하신다면 무엇인가요? * 국내 개발자의 경우 향후 자문위원으로 참여가 가능하신지 여부 문의
-----------	--

- 에너지스(Energous)를 애플이 샀는데 효율이 10% 나온다고해서 샀는데 실제로 하니 1%도 안 나온 것으로 알고 있음

Q7	개발하는 제품의 상용화 시점과 타겟 시장은 무엇인가요?
-----------	--------------------------------

- 소수의 개발업체들은 센서(mW, pW 전력소비)에 적용하겠다고 하나, 현실불가능하다고 판단됨. 센서 하나 공급하기 위해서 값비싼 무선전송장치(높은 파워)를 사용한다는 것이 비효율적

- 만약 적용한다면 매우 특징적인 센서로 인류를 구조한다거나, 배터리 교체
체가 거의 이루어지지 않는 센서

Q8	R&D 지원 외 기술사업화 관련 어떠한 지원이 필요하다고 생각하시나요?
----	--

- 원천기술개발단계로 성능구현을 위한 R&D 지속지원이 필요

Q9	향후 상용화까지 또는 실제 의료 서비스 시행까지 예상되는 난관 및 장애물은 무엇으로 생각하시나요? (임상시험, 규제 및 표준, 기술이전, 양산, 고객 거부감 등)
----	--

- 대형화(기차, 자동차 등)는 전송거리를 늘리는게 쉽지만, 소형화는 전송거
리를 확대하는게 쉽지 않으며 상용화 하는데 걸리는 시간 예측 불가
- 자기유도기술은 상당히 상용화 되어 있는 반면에 자기공명기술(소형화)은
R&D단계로 5m이상은 어려운 상황
 - 우리나라 삼성전자도 과기부에 주파수 할당받아서 개발하려고 했으나
상용화에 실패하였고, 국외 애플도 에너지스 인수해서 상용화를 추진하
였으나 실패
 - CES전시회에서 에너지스 제품을 직접 보았으나 실용화가 안 된 상태
임을 알았음
- 자기유도 7mm까지는 개발이 완료로 상용화된 상태지만, 그 이상 전송
거리 키우는 것은 어려운 것으로 판단
- 효율과 응용생활공간까지 만족시키는 기술은 자기공명기술이 될 것으로
전망되지만, 자기공명기술은 매우 원천단계수준으로 상용화되기까지 기술적
장애물이 큰 기술
- 전송기술 또한 릴레이(중계기 같이)를 넣어서 전송거리를 늘릴 수는
있으나, 의미가 있는지 모르겠음

□ 무선전력전송 효율측정기술 분야 인터뷰 결과

Q1	무선전력전송 효율측정기술 분야에서 무선전력전송진흥포럼 및 TTA표준화 위원회를 통해 진행중인 표준화 현황에 대해서 설명 부탁드립니다.
-----------	--

- 무선전력전송 효율측정기술 분야에 대한 표준화는 상용화되거나 상용화 과정에 있는 무선전력 전송기술에 대한 표준화가 완료된 직후부터, 글로벌 표준화 기구인 IEC를 통해 표준화가 시작됨
- IEC에서 표준화가 완료되면 이를 차용하여 무선전력전송 효율측정방법에 대한 표준화 제안이 진행된다면, TTA의 표준화위원회를 통해서 표준문서 작업 후, TTA를 통해 발간되는 과정을 거치게 됨
- 무선전력전송 효율측정기술 분야는 IEC에서 기술보고서를 발간을 준비하고 있으며, 내년도 TTA 표준화위원회를 통해서 국내 표준이 진행될 것으로 예상됨

Q2	무선전력 전송기술 분야와 효율측정기술 분야의 표준화가 별도로 진행되는 건가요?
-----------	---

- 무선전력 전송기술 분야와 무선전력 효율측정기술은 다른 기술분야로 별도로 표준화가 진행되며, 무선전력 전송기술 분야의 상용화된 기술 혹은 상용화 준비중인 기술을 대상으로 우선적으로, 무선전력전송 효율측정기술에 대한 표준화가 진행됨

Q3	무선전력전송 효율측정기술 분야의 표준화 과정에 대해서 설명 부탁드립니다.
-----------	--

- 무선전력전송 효율측정기술 분야의 표준화는 무선전력전송기술의 상용화 기술을 기반으로 글로벌 표준화 기구인 IEC를 통해 표준화 작업이 시작되며, 표준화 문서는 IS문서, TS문서, TR, PAS 등으로 분류되어 진행됨

- IS문서는 International Standard로 표준화 문서 중 가장 최상의 문서로 요구사항이 담겨 있음
- TS문서는 Technical Specification으로 기술규격으로 불리우며 추가논의가 필요하거나 논란의 여지가 있는 기술분야의 경우 표준화 이전에 작성되는 문서
- TR문서는 Technical Report로 기술보고서로 불리우며 연구보고서 혹은 동향보고서의 형태를 띠고 있으며 기술에 대한 필요한 내용이 담겨있을 뿐 요구사항이 담겨있지는 않은 문서임
- PAS는 Publicly Available Specification은 IEC 외의 단체에서 발간된 중간단계의 표준문서로 표준으로서의 모든 조건을 충족하지 않는 문서

Q4	해외 표준협회 및 국제표준화기구와 비교하였을 때 국내 무선전력전송 효율측정분야의 표준화 수준은 어느정도 인가요?
-----------	--

- 무선전력전송 효율측정분야에 대한 표준화는 국내에서 별도로 진행하고 있지 않은 상황
- 미국의 CTA(전기전자포럼)에서 무선전력전송 효율측정분야에 대한 표준화가 진행되어 표준문서가 발간되었으나, 구체적이지 못하고 개념적인 내용만 포함되어 있는 상황

Q5	무선전력전송 효율측정기술에서 중요한 요소기술은 무엇이라고 생각하시나요?
-----------	---

- 무선전력전송 효율측정기술은 무선전력전송의 효율 제고 및 전자파 안전 등 제품의 신뢰도 검증을 위한 정밀측정기술로서, 전력의 입력부와 출력부를 결정하는 것이 가장 중요한 요소
- 무선전력전송을 진행하는 기기의 특성에 따라 입력부와 출력부의 위치는 상이하며, 입력부와 출력부에서 측정 위치에 따라 값도 매우 달라질 수 있어, 입력부와 출력부를 결정하는 것이 가장 중요한 기술요소

Q6	무선전력전송 효율측정분야의 R&D 지원 이외에 기술사업화와 관련하여 어떠한 지원이 필요하다고 생각하시나요?
-----------	---

- 상용화된 무선전력전송 기술에 대하여 현실화된 측정방법, 장비가 도입된 인프라 지원이 필요하다고 생각됨
- 특히, 무선전력전송 효율측정기술분야는 상용화 무선전력전송 기술의 상용화와 밀접한 관계가 있는 기술분야로, 기기별 무선전력전송 효율측정 기술의 실증 및 상용화 실험이 가능한 테스트베드 확보를 통해 지원이 필요할 것으로 생각됨

Q7	향후 정부 지원과 관련하여 보완이 필요하다면 어떤 부분인가요? (지원유형, 과제비, 과제기관, 수행체계 등)
-----------	---

- 무선전력전송기술 및 무선전력전송 효율측정기술 분야는 활발하게 기술이 개발되는 분야로, 본 분야의 표준화는 중요한 요소 중 하나이기 때문에 표준화를 위한 지원이 필요하다고 생각됨
- 또한, 다수의 무선전력전송 기반의 제품들에 표준화된 효율측정을 위해서도 본 분야의 표준화 제정에 대한 지원이 필요하며, 국제 표준화기구인 IEC에서 표준화 제정에 우리나라도 적극적으로 참여하여 우리나라 기업의 입장을 대변할 수 있는 표준화 제정이 되도록 하는 것이 중요하다고 생각됨

Q8	무선전력전송 효율측정기술의 공동연구가 필요하다면 어떤 개발기관과의 컨소시엄이 필요한가요? (SW기업, 양산업체 등)
-----------	---

- 무선전력전송 효율측정기술은 무선전력전송 기술의 상용화 기술을 기반으로 진행되는 기술분야로, 무선전력전송 관련 기기를 개발하는 산업체와 공동연구가 필요할 것으로 생각됨

Q9	향후 상용화까지 또는 실제 의료 서비스 시행까지 예상되는 난관 및 장애물은 무엇으로 생각하시나요? (규제 및 표준, 기술이전, 양산, 고객 거부감 등)
----	--


- 기술개발속도가 매우 빠른 기술분야로 정부지원이 적재적소에 진행되지 않는 점이 가장 큰 난관
- 정부의 지원 결정은 기술개발 이후에 결정되는 경우가 많아, 본 기술 분야의 기술개발속도가 고려된 지원결정이 될 수 있도록 하는 것이 필요할 것으로 생각됨

□ 전문가 사전인터뷰 운영사진

- 원거리 무선전력 전송기술

<p>일 시: 2019.10.24.(木) 15:00~16:15</p> <p>장 소: 한국전자통신연구원 연구2동 회의실</p> <p>참석자: ETRI 1명, KCA 1명, (주)웍스 2명</p>	
---	--

- 무선전력전송 효율측정기술

<p>일 시: 2019.11.05.(火) 14:00~15:00</p> <p>장 소: 한국기계전기전자시험연구원</p> <p>참석자: 한국기계전기전자시험연구원 1명, (주)웍스 2명</p>	
---	--

제2절 전문가토론회

제1항 의료분과

1. 1차 전문가토론회

□ 한국방송통신전파진흥원의 사업기획 일환으로 암치료 및 전파 이미징 원천 기술, 인체통신기술 등 미래 요소기술 수요조사를 위한 전문가토론회

○ (일시) 2019. 10. 14.(월) ~ 2019. 10. 18.(금)

○ (방법) 온라인

○ (참석대상) 전파의료 기술분과별 과학기술 전문가 10명

<표 55> 의료분과 1차 전문가토론회 전문가 구성

연번	분과	성함	소속
1	테라헤르츠 암치료 기술	손주혁 교수	서울시립대
2		오승재 교수	연세대학교
3		천화영 교수	서울시립대
4	전파 이미징 원천기술	전순익 책임	ETRI
5		손성호 교수	순천향대
6		이광재 선임	ETRI
7	인체통신기술	박형일 책임	ETRI
8		변경진 책임	ETRI
9		이재진 책임	ETRI
10		한재근 이사	(주)디엔엑스

○ (운영내용) 기술분과별 R&D 현안 및 요소기술 수요조사 및 수행 시기별 필요한 기술사업화 지원요소 논의

- R&D 현안 및 요소기술 제안
- R&D 로드맵 수립을 위한 가능시기, 소요 기간·예산, 협력유형 조사
- R&D 수행 시기별 필요한 기술사업화 지원요소 조사

○ 테라헤르츠 암치료 기술분과 요소기술 수요조사 결과, 19건의 요소기술에 대한 현안이 수집됨

<표 56> 테라헤르츠 암치료 기술분과 요소기술 수요조사 결과

연 번	R&D 요소기술명	개발목표	개발내용	R&D 단계	R&D 가능 시기	R&D 소요 기간	R&D 소요 예산	R&D 협력 유형	제약 요소	R&BD 지원요소
1	테라헤르츠 탈메틸화에 의한 세포기전 변화 연구	테라헤르츠 탈메틸화 적용 조건에 따른 세포 기전 변화 확인, 탈메틸화에 의한 세포신호, 세포활성도 등을 평가	테라헤르츠 전자기파의 적용시간, 적용주기, 적용과위 등에 따른 세포 반응 확인 기술, 적용 단계별 세포 신호 검출 기술	실험	1~2년 이내	3~5년 이내	1500	학-연-병	세포 실험 규제	시험인허가, 연구행정간 소화
2	생체 분자의 테라헤르츠 에너지 대역 광분해 원리 규명	낮은 에너지의 테라헤르츠 전자기파로 인해 일어나는 탈메틸화 현상에 대해 물리적, 생화학적 원리 규명, 탈메틸현상에 효율적인 주파수 대역 등 조건 모델링	컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 DNA 메틸화 분자 진동 모델 구축, olego DNA 등 단분자 형태의 DNA 메틸화 실험 및 탈메틸화 경향성 실험	기초	1~2년 이내	5년 이상	2000	학-연-병	적절한 분자 시뮬레 이션 연구자 확보	집단 연구에 따른 연구행정 간소화
3	테라헤르츠 탈메틸화에 의한 암세포 사멸유도 기술	테라헤르츠 탈메틸화에 의한 유전자 발현 제어를 통해 암세포 사멸유도 혹은 억제 기술 개발 (99% 이상 사멸화 유도 목표), 사멸유도를 위하 화학적요법등의 타 치료법과 병행 가능성 확인	테라헤르츠 전자기파의 암세포 적용에 따른 암세포 반응 연구, 타 암치료 기술과의 복합적용에 의한 치료효율 개선 확인	실험	1~2년 이내	3~5년 이내	2500	산-학-연-병	세포 실험 규제	시험인허가, 연구행정간 소화
4	테라헤르츠 탈메틸화 세포 유해성 확인 기술	세포 사멸도 테스트를 통해 고출력 전자기파에 의한 유해성 및 테라헤르츠 탈메틸화에 의한 유전자 발현 변형에 의한 세포 유해성을 확인하는 기술 개발 (세포주기가 정상 대비 5% 이상 차이 나지 않도록 확인)	DNA의 구조적, 기능적 변이 확인 기술, 세포 독성 테스트, MTT, MTS 등 세포 사멸도 테스트 기술	실험	3~5년 이내	3~5년 이내	5000	산-학-연-병	세포 실험 규제	시험인허가, 연구행정간 소화

연 번	R&D 요소기술명	개발목표	개발내용	R&D 단계	R&D 가능 시기	R&D 소요 기간	R&D 소요 예산	R&D 협력 유형	제약 요소	R&BD 지원요소
5	체외진단용 세포 수준에서 DNA 메틸화 신호 검출 기술	센서 및 신호처리 기술을 조합하여 100 dB 이상의 신호 민감도를 가진 DNA 메틸화 신호 검출 시스템 개발	테라헤르츠 광센서 개발, 피드백 이산신호처리 기술 개발, 세포용 미세유체역학 센서 시스템 개발	실험	3~5년 이내	5년 이상	3500	학-연	집단 연구에 따른 기술 교류	집단 연구에 따른 연구행정 간소화
6	고출력, 고감도 테라헤르츠 발생/검출 기술 개발	정밀 암진단을 위한 기초 고출력, 고감도 테라헤르츠 발생/검출 기술 개발	유기광전물질을 이용한 고출력 테라헤르츠 발생 기술 개발, 고감도 photodiode를 이용한 고감도 EO sampling 테라헤르츠 검출 기술 개발	기초	1~2년 이내	3~5년 이내	5000	학-연	기술 규제	규제샌드박 스, 연구행정 간소화
7	주파수 선택 가능 고출력 테라헤르츠 발생 및 소자기술 개발	특정 주파수 대역만을 효율적으로 적용시키기 위해 높은 투과율(80%이상)과 좁은 FWHM (0.2 THz 이하)의 테라헤르츠 필터 기술 개발	테라헤르츠 필터를 위한 신소재 개발, 테라헤르츠 스펙트럼을 통해 소재, 형태, 두께에 따른 필터의 투과율, FWHM 측정	기초	3~5년 이내	3~5년 이내	2500	학-연	기술 규제	규제샌드박 스, 연구행정 간소화
8	고출력 테라헤르츠 도파관 전송기술 개발	고출력 테라헤르츠 전자기파를 효과적으로 전달시키기 위해 구부러짐이 가능한 도파관을 개발 (말단 효율 50% 이상)	테라헤르츠 도파관을 위한 신소재 개발, 형태에 따른 도파관 효율 시뮬레이션, 도파관 효율 측정 기술	기초	3~5년 이내	3~5년 이내	1500	학-연	기술 규제	규제샌드박 스, 연구행정 간소화
9	포터블 고출력 테라헤르츠 발생장치 기술 개발	QCL 등 테라헤르츠 전자기파의 발생장치의 소형화(table top 가능수준)와 낮은 생산단가가 가능한 기술을 개발	저주파수 QCL 테라헤르츠 발생 장치 개발, ns 레이저를 이용한 parametric 테라헤르츠 발생 기술 개발	실험	3~5년 이내	3~5년 이내	6000	산-학 -연	기술 규제	규제샌드박 스, 연구행정 간소화

연 번	R&D 요소기술명	개발목표	개발내용	R&D 단계	R&D 가능 시기	R&D 소요 기간	R&D 소요 예산	R&D 협력 유형	제약 요소	R&BD 지원 요소
10	테라헤르츠 전자기파 기반 임상 의료기기 및 소자 기술 개발	테라헤르츠 도파관, 렌즈 등 테라헤르츠 전용 광학계를 이용한 임상적용 가능한 의료기구 설계 기술	테라헤르츠 광학 부품 설계 기술, 테라헤르츠 의료기기 광기구 설계 기술	시제 품	5~10 년 이내	5년 이상	7000	산-학 -연- 병	기술 규제	규제샌드박 스, 연구행정 간소화, 인증 절차 간소화
11	테라헤르츠 파 기반 세포 신호 분석 기술	세포 내 유전자, 단백질 변화 측정	세포 내 유전자, 단백질 발현 및 억제 신호 측정 기술 개발	기초	1~2년 이내	1~3	1500	학-병		
12	테라헤르츠 파 기반 세포 신호 제어 기술	세포내 유전자, 단백질 제어 기술	세포 내 유전자, 단백질 발현 및 억제 신호 제어 기술 개발	기초	3~5년 이내	3~5	1500	학-연 -병		
13	테라헤르츠 파-광 융합 세포 신호 제어, 분석 기술	테라헤르츠파-광 융합 영상 기반 세포 내 유전자, 단백체 제어 및 측정 기술 개발	테라헤르츠파와 광 영상 기술을 융합하여 세포 내 유전자, 단백질 변화 제어 및 측정 기술 개발	기초	5~10 년 이내	5년 이상	1500	학-연 -병		
14	이동형 고출력 테라헤르츠 광원 기술	이동형 고출력 테라헤르츠 광원 기반 테라헤르츠 암치료 시스템 개발	국소암 치료를 위한 이동성이 좋은 고출력 테라헤르츠 광원 기술 개발 및 테라헤르츠 암치료 시스템 개발	시제 품	1~2년 이내	3~5	2500	산-학 -연	기술	시험인허가 (GMP, 안전 성유효성평 가)
15	고출력 테라헤르츠 파-광 융합 기술	고출력 테라헤르츠파-광 융합형 다중 광 치료 기술	고출력 테라헤르츠파-광 융합형 다중 광 치료 기술 개발	시제 품	3~5년 이내	3~5	2000	산-학 -연	기술	시험인허가 (GMP, 안전 성유효성평 가)

연 번	R&D 요소기술명	개발목표	개발내용	R&D 단계	R&D 가능 시기	R&D 소요 기간	R&D 소요 예산	R&D 협력 유형	제약 요소	R&BD 지원 요소
16	고출력 테라헤르츠 초소형 광원 기술	내시경 타입의 초소형 테라헤르츠 광원 소재소자 개발	내시경 타입으로 활용가능한 고출력 테라헤르츠 광원 기술 개발 및 테라헤르츠 내시경 암치료 시스템 개발	시제 품	5~10 년 이내	5년 이상	2500	산-학 -연	기술	시험인허가 (GMP, 안전 성유효성평 가)
17	테라헤르츠 피부암 치료 기술	테라파를 이용한 피부암 치료기술 개발	고출력 테라헤르츠파를 이용한 피부암 치료 플랫폼 개발	실증	1~2년 이내	3~5년 이내	1000	산-학 -연- 병	규제(신 의료기 기 식약처 인증)	시험인허가 (GMP, 안전 성유효성평 가), 인증(임상 시험)
18	테라헤르츠 두경부암 치료 기술	테라파를 이용한 두경부암 치료기술 개발	고출력 테라헤르츠파를 이용한 두경부암(구강암, 혀암, 후두 암, 갑상선암) 치료 플랫폼 개발	실증	3~5년 이내	3~5년 이내	1000	산-학 -연- 병	규제(신 의료기 기 식약처 인증)	시험인허가 (GMP, 안전 성유효성평 가), 인증(임상 시험)
19	테라헤르츠 소화기암 치료 기술	테라파를 이용한 소화기암 치료기술 개발	고출력 테라헤르츠파를 이용한 소화기암(위암, 대장, 직장암) 치료 플랫폼 개발	실증	5~10 년 이내	5년 이상	1500	산-학 -연- 병	규제(신 의료기 기 식약처 인증)	시험인허가 (GMP, 안전 성유효성평 가), 인증(임상 시험)

○ 전파 이미징 원천기술분과 요소기술 수요조사 결과, 11건의 요소기술에 대한 현안이 수집됨

<표 57> 전파 이미징 원천기술분과 요소기술 수요조사 결과

연 번	R&D 요소기술명	개발목표	개발내용	R&D 단계	R&D 가능 시기	R&D 소요 기간	R&D 소요 예산	R&D 협력 유형	제약 요소	R&BD 지원요소
1	에너지 치료 유도용 전파 영상화 기술	비침습 에너지 치료의 유도(guide)를 위한 생체 내부의 전자기 특성 해석/영상화 원천기술 개발 -운용 주파수: ISM대역 -대상체 크기: 직경 20cm 이내 -해석 오차: 절대치 $\pm 10\%$ 이하 -유도허용오차: 5mm	-생체 부위별 주파수특성 연구 -전파 역산란 해석/복원 기술 -역문제 선형화 기술 -시간 역행 에너지 집속 검증기술 -검증용 실험시스템 개발 -생체 부위별 검증 -대상부위 정합 인터페이스, 센싱배열 설계 -MRI 환경(강자장) 호환설계	기초/ 실험	1~2년 이내	1~3년 이내	15억 원/년	공동 연구 개발 (대학 -연구소-병원)	기술 (고난이 도,고위 험,도전 형)	고위험, 도전형 과제 지원
2	전파해석 기반 생체내부 온도 추정/예측 기술	비침습 에너지 시술 감시용 전파해석기반 생체내부의 온도 추정/예측 기술의 개발 -운용주파수: ISM대역 -추정대상체 크기: 직경 50cm 이내 -온도예측오차: 2℃ 이내	-생체 부위별 에너지 집속 예측기술 -SAR 해석 기술 -다중물리 열현상해석기술 -고속 연산 기술 -표피온도측정기술 -AI기반 추정영상화 기술 -검증용 실험시스템 개발 -생체 부위별 검증 -MRI 환경(강자장) 호환설계 -동물대상실험	기초/ 실험	1~2년 이내	1~3년 이내	10억 원/년	공동 연구 개발 (대학 -연구소-병원)	기술 (고난이 도,고위 험,도전 형)	고위험, 도전형 과제 지원

연 번	R&D 요소기술명	개발목표	개발내용	R&D 단계	R&D 가능 시기	R&D 소요 기간	R&D 소요 예산	R&D 협력 유형	제약 요소	R&BD 지원요소
3	전파실측기 반 비침습 생체내부 온도 영상화 기술	비침습 에너지 시술 감시를 위한 전파실측기반 생체내부 온도 영상화 기술 -운용주파수: ISM대역 -대상체 크기: 직경 20cm 이내 -온도탐지 최소크기: 10mm -영상화속도: 5sec/frame -온도측정최대범위: 15℃ -온도측정오차: 2℃ 이내	-생체 부위별 주파수특성 연구 -역문제 선형화 기술 -실시간 차분 영상화 기술 -검증용 실험시스템 개발 -생체 부위별 검증 -대상부위 정합 인터페이스, 센싱배열 설계 -MRI 환경(강자장) 호환설계 -동물대상실험	기초/ 실험	1~2년 이내	3~5년 이내	20억 원/년	공동 연구 개발 (대학 -연구소-병 원)	기술 (고난이 도,고위 험,도전 형)	고위험, 도전형 과제 지원
4	전파센싱기 반 생체 활동 감시 기술	전파센싱기반 기술을 활용한 생체 활동 감시 기술의 개발 -운용주파수: ISM대역 -대상부위: 식도, 기관지, 위, 폐, 뇌혈관 -영상화속도: 10sec/frame 이내 -감시정확도: 변화량 기준 ±15% 이내	-생체 부위별 주파수특성 연구 -생체 부위별 검증 -대상부위 정합 인터페이스, 센싱배열 설계 -초 미약전파신호 분석기술 -AI기반 보상 영상화 기술 -장시간 생체 부착 감시기술 -구급차 탑재용 소형 제품화 기술	기초/ 실험/ 시제 품	1~2년 이내	3~5년 이내	25억 원/년	공동 연구 개발 (대학 -연구소-산 업체-병원)	규제, 기술 (고난이 도,고위 험,도전 형)	규제샌드 박스 시험인허 가 고위험, 도전형 과제 지원
5	기계학습 기반 전파 이미징 기술	인체와 같은 복합손실매질의 내부 진단이 가능한 기계학습 기반의 전파 이미징 원천기술 개발 - 이미징 정확도: 80% 이상 - 기계학습 유형: 지도/비지도 - 학습데이터 수: 모델당 1000개 이상 - 인체모델 수: 3개 이상(예: 머리, 목, 다리 등)	- 연구용 산란데이터 생성 및 고속 학습 플랫폼 - 이미징 딥뉴럴 네트워크 및 학습 알고리즘 - 인체모델 대상 검증	기초	1~2년 이내	3~5년 이내	6억/ 년	공동 연구 개발 (학- 연)	해당없 음	해당없음

연 번	R&D 요소기술명	개발목표	개발내용	R&D 단계	R&D 가능 시기	R&D 소요 기간	R&D 소요 예산	R&D 협력 유형	제약 요소	R&BD 지원요소
6	체내 온도 이미징 기술	체내 열에너지 치료시 발생하는 온도의 모니터링을 위한 전파 이미징 핵심기술 개발 - 사용주파수: ISM 대역 - 온도측정범위: 35~45℃ - 온도정확도: ±0.5℃ 이하 - 이미징속도: 1초/이미지 이하	- 온도에 따른 생체조직의 유전율 측정 및 데이터베이스 - 전파산란 데이터 측정 하드웨어 - 고속 차분 전파 이미징 및 절대온도 매핑 알고리즘 - 실험시스템 개발 및 비임상 시험 - 기타, MRI 호환설계	실험	1~2년 이내	3~5년 이내	15억/ 년	공동 연구 개발 (산- 학-연 -병)	규제	시험인허 가
7	뇌종양/뇌 졸중 추적 전파 이미징 기술	뇌종양 또는 뇌졸중의 발생 또는 치료후 추적을 위한 전파 이미징 핵심기술 개발 - 사용주파수: ISM 대역 - 추적 가능 변화율: 10% 이하	- 두부 전파산란 해석 - 두부 정합 배열 안테나 - 송수신 트랜시버 - 추적 전파 이미징 알고리즘 - 시제품 개발 및 비임상 시험	시제 품	3~5년 이내	5년 이상	20억/ 년	공동 연구 개발 (산- 학-연 -병)	규제	시험인허 가
8	전파를 사용한 인체 내 이미징에서 의 동적 다중변수 영상화 알고리즘 기술	전파 이미징 다중변수 영상화 알고리즘 -해석 주파수: 1~6GHz -이미징 영역: 직경 1m 이내 -해석 정확도: 80% 이상	-동적 역산란 해석 기술 -레이더 기반 이미징 기술 -압축 감지 이미징 기술 -차분 이미징 기술 -혼합 이미징 기술	실험	1~2년 이내	1~3년 이내	1,500 백만 원	공동 연구 개발 (학- 연)	규제	시험인허 가

연 번	R&D 요소기술명	개발목표	개발내용	R&D 단계	R&D 가능 시기	R&D 소요 기간	R&D 소요 예산	R&D 협력 유형	제약 요소	R&BD 지원요소
9	전파를 사용한 인체 내 이미징에서 의 AI 연동 영상화 알고리즘 기술	전파 이미징 AI 연동 영상화 알고리즘 -빅데이터: 1000건 이상 확보 -해석 정확도: 90% 이상	-전파 매개변수 최적 학습 -전파측정 데이터 딥머신 런팅 -전파영상 딥머신 런팅 기술 -전파영상 데이터 확보	실험	1~2년 이내	1~3년 이내	1,500 백만 원	공동 연구 개발 (산- 학-연)	규제	시험인허 가
10	전파를 사용한 인체 내 온도 모니터링을 하는 기술	인체 내 온도 모니터링 전파 송수신 장치 -범위: 10도(36~46도) 이상 -단위: 1도 이하	-인체 내 온도 모니터링 기술 -온도 모니터링 장치 기술 -인체대상 실험	시제 품	3~5년 이내	1~3년 이내	2,000 백만 원	공동 연구 개발 (산- 학-연)	규제	시험인허 가
11	전파를 사용한 인체생체변 화 실시간 동적 단층촬영 기술	인체생체변화 실시간 단층촬영 전파 시스템 -촬영 시간: 1분 이하 -민감도: 90% 이상 -특이도: 90% 이상	-다중변수 알고리즘 장치 기술 -AI 연동 알고리즘 장치 기술 -실시간 단층촬영 시스템 기술 -인체대상 실험	시제 품	3~5년 이내	5년 이상	2,500 백만 원	공동 연구 개발 (산- 연)	규제	시험인허 가

○ 인체통신 기술분과 요소기술 수요조사 결과, 8건의 요소기술에 대한 현안이 수집됨

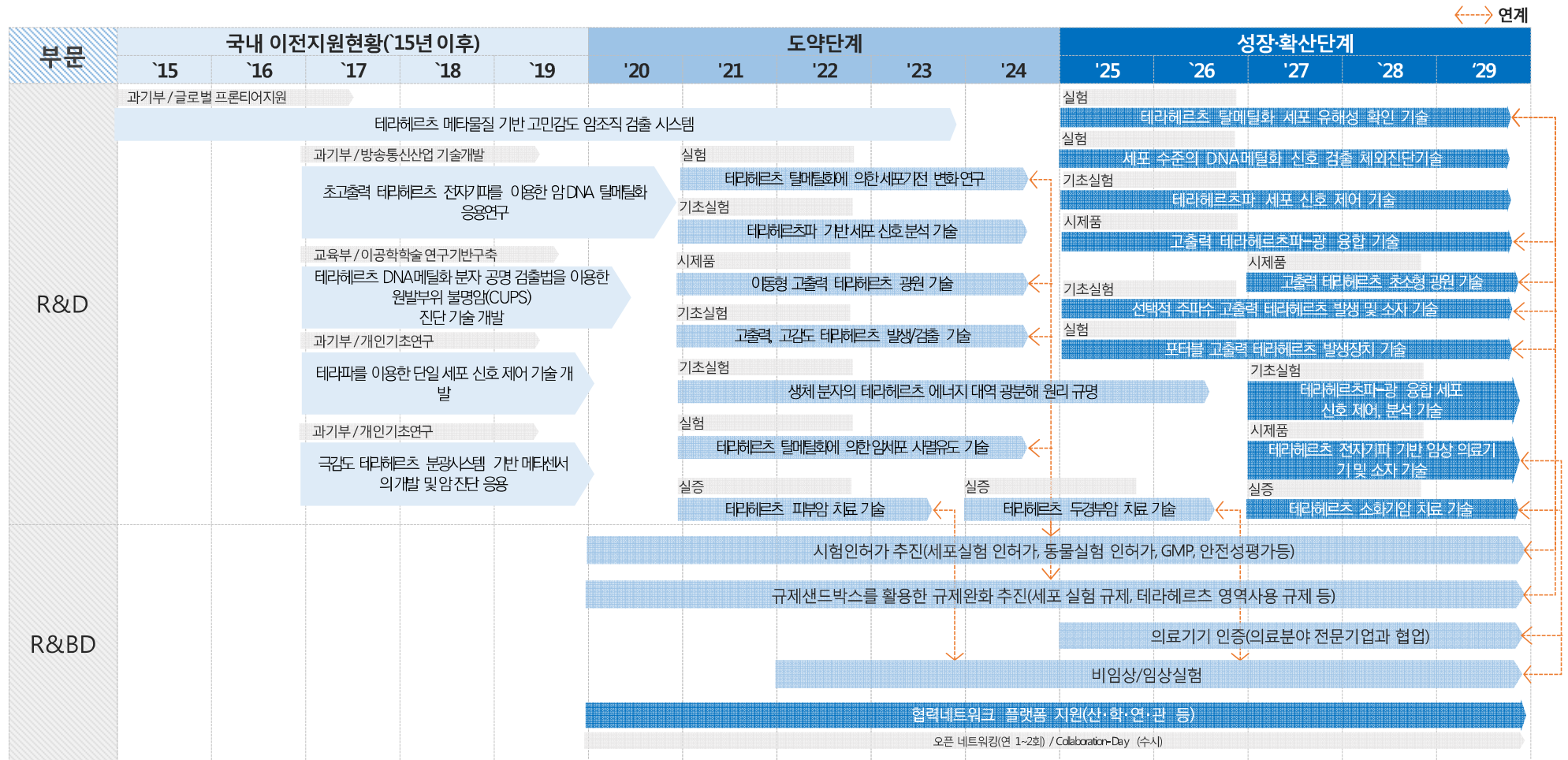
<표 58> 인체통신기술분과 요소기술 수요조사 결과

연번	R&D 요소기술명	개발목표	개발내용	R&D 단계	R&D 가능 시기	R&D 소요 기간	R&D 소요 예산	R&D 협력 유형	제약 요소	R&BD 지원요소
1	인체통신 반도체 칩 기술 기반 사용자 접촉 사물에 대한 데이터 수집으로 노인의 행동 및 상황을 분석하여 맞춤형 케어 서비스	태그용 칩: - 소모전력: <5mW - 칩크기: 1.5mm ² - 태그 대기시간: 1년 밴드용 칩: - 소모전력: <8mW - 칩크기: 2.5mm ² - 대기시간: 1주일	- 사물부착형 초저전력 인체통신태그칩 - 착용형 밴드 전용 인체통신 수신칩 - 5cm 이내의 인체통신 핵심원천기술	실증	1~2년 이내	3년	10억 원/1년	산학연 공동연구개발	만성질환 관리를 위하여 의료정보와 연계된 개인 의료정보 활용 필요	미약전계 강도기 무선기기 인증 필요
2	임플란터블 환경인 인바디와 온바디의 특성이 혼합된 하이브리드 채널에 최적인 인체통신 원천기술	전송속도: 1Mbps BER : 10 ⁻¹⁰ 전송거리 : 2m	- 임플란터블 환경에서의 채널 모델링 및 상위수준 시뮬레이터 개발 - 임플란터블 디바이스용 인체통신 송수신 알고리즘 개발 - 임플란터블 디바이스용 인체통신 AFE 모듈 및 FPGA 프로토타입 개발	실험/시제품	1~2년 이내	5년 이내	10억 원/1년	공동연구개발, 산-학-연	임플란터블 디바이스는 대부분 의료기기로서 활용되므로 의료기기 인증 필요	의료분야 전문기업과 협업을 통한 시험인허가 추진

연 번	R&D 요소기술명	개발목표	개발내용	R&D 단계	R&D 가능 시기	R&D 소요 기간	R&D 소요 예산	R&D 협력 유형	제약 요소	R&BD 지원요소
3	인체통신 기반 소화기관 적응형 캡슐내시경 시스템	동작시간: >14시간 식도 촬영속도: >24FPS 위장: 자력 위치제어 소장: 480x480 해상도 대장: >24FPS	<ul style="list-style-type: none"> - 캡슐제어용 초저전력 인체통신 커맨드 채널 개발 - 초경량 데이터 분석 기반 소화장기별 가변 프레임 전송 기술 - 소화기관 진단 시간 단축용 대용량 데이터 분석 및 이상 부위 고속 프레임 추출 기술 	시제품	3~5년 이내	3~5년 이내	10억 원/1 년	산학 연 공동 연구 개발	캡슐내 시경 의료보 험 적용	임상실험, 국내외 의료기기 인증
4	임플란트블 환경에 적합한 인체통신 IP와 생체신호 처리가 가능한 프로세서 코어가 통합된 SoC 기술	코어 동작주파수 : 50MHz 코어 소비전력 : 50uW/MHz 전송속도: 1Mbps BER : 10 ⁻¹⁰ 전송거리 : 2m	<ul style="list-style-type: none"> - RISC-V 오픈 ISA기반 생체신호처리 프로세서 코어 및 주변장치 개발 - 임플란터블 디바이스용 인체통신 송신기 및 수신기 IP 개발 - 임플란터블 디바이스용 인체통신 AFE IP 개발 - 프로세서 코어 및 인체통신 IP 통합 SoC 개발 	시제품	3~5년 이내	3년 이내	15억 원/1 년	산학 연 공동 연구 개발	동물실험의 신뢰성 및 안정성 확보	의료분야 적용시 시험인허 가 추진 필요
5	인체채널 특성 기반 생체 인증 기술	본인거부율: < 0.5% 타인수락률: < 0.01%	<ul style="list-style-type: none"> - 개별 인증 feature 도출 연구 - Feature 특성 최대화를 위한 신호 디자인 연구 - 수신 Feature 분석을 통한 classification 기술 - 인체를 통한 신호 전송 기술 	실험	5~10 년 이내	5년 이상	10억 원/1 년	산학 연 공동 연구 개발	다수의 사용자 대한 보안 인증 신뢰성 검증 필요	미약전계 강도 무선기기 인증 필요

연 번	R&D 요소기술명	개발목표	개발내용	R&D 단계	R&D 가능 시기	R&D 소요 기간	R&D 소요 예산	R&D 협력 유형	제약 요소	R&BD 지원요소
6	신경계/내분비계를 이용하여 인체 내의 다수의 전자 디바이스 간의 통신을 위한 인트라바디 통신 기술	전송거리 : 2m 전송채널수 : 32개 전송속도 : 10MHz	<ul style="list-style-type: none"> - 인트라바디 채널 모델링 - 신경계/내분비계 인터페이스 기술 - 인트라바디 통신 저간섭송수신 알고리즘 개발 - 인트라바디 통신 디바이스 아키텍처 및 회로 기술개발 	기초/ 실험	5~10 년 이내	5년 이상	20억 원/1 년	공동 연구 개발, 학-연	생명공 학, ICT, 등 다학제 간의 통합/협 력 연구 필요	다양한 분야의 기술에 대해 전문 연구기관 및 학계와 협력하여 통합 연구를 진행함
7	비접촉(3cm이하) 웨어러블 센서에서의 온바디인체통신 송수신 기술 개발		장갑, 신발등을 착용한 부위의 사물접촉시에도 인체통신 송수신이 가능한 온바디 인체통신용 SoC개발	시제 품	1~2년 이내	1~3년 이내	10억 원/1 년	공동 연구 개발, 산-학 -연	개인별 일상생활 데이터의 정보 보호	규제 샌드 박스
8	외부Bluetooth통신 /LTE M통신기능을 가지고 MCU역할을 할 수 있는 온바디 인체통신 SOC칩개발 인체통신 사용자식별기술	“BLE5/LTE M+Cortex M0+인체통신 송수신”기능을 보유한 Single 칩SOC칩개발 크기6*6*1.2mm이내 인체통신 사용자식별 정확도 99%	<p>사물에 붙여진 인체통신태그에서 사용자를 식별하여 자체 통신기능까지 수행</p> <p>(현재의 웨어러블 디바이스방식의 인체통신수신기를 착용해야하는 불편함 제거)</p>	기초	3~5년 이내	5년 이상	10억 원/1 년	공동 연구 개발, 산-학 -연	개인별 일상생활 데이터의 정보 보호, 개인인증 데이터 보호	규제 샌드 박스

○ 1차 전문가토론회 결과, 도출된 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&D 로드맵(안)은 아래와 같음



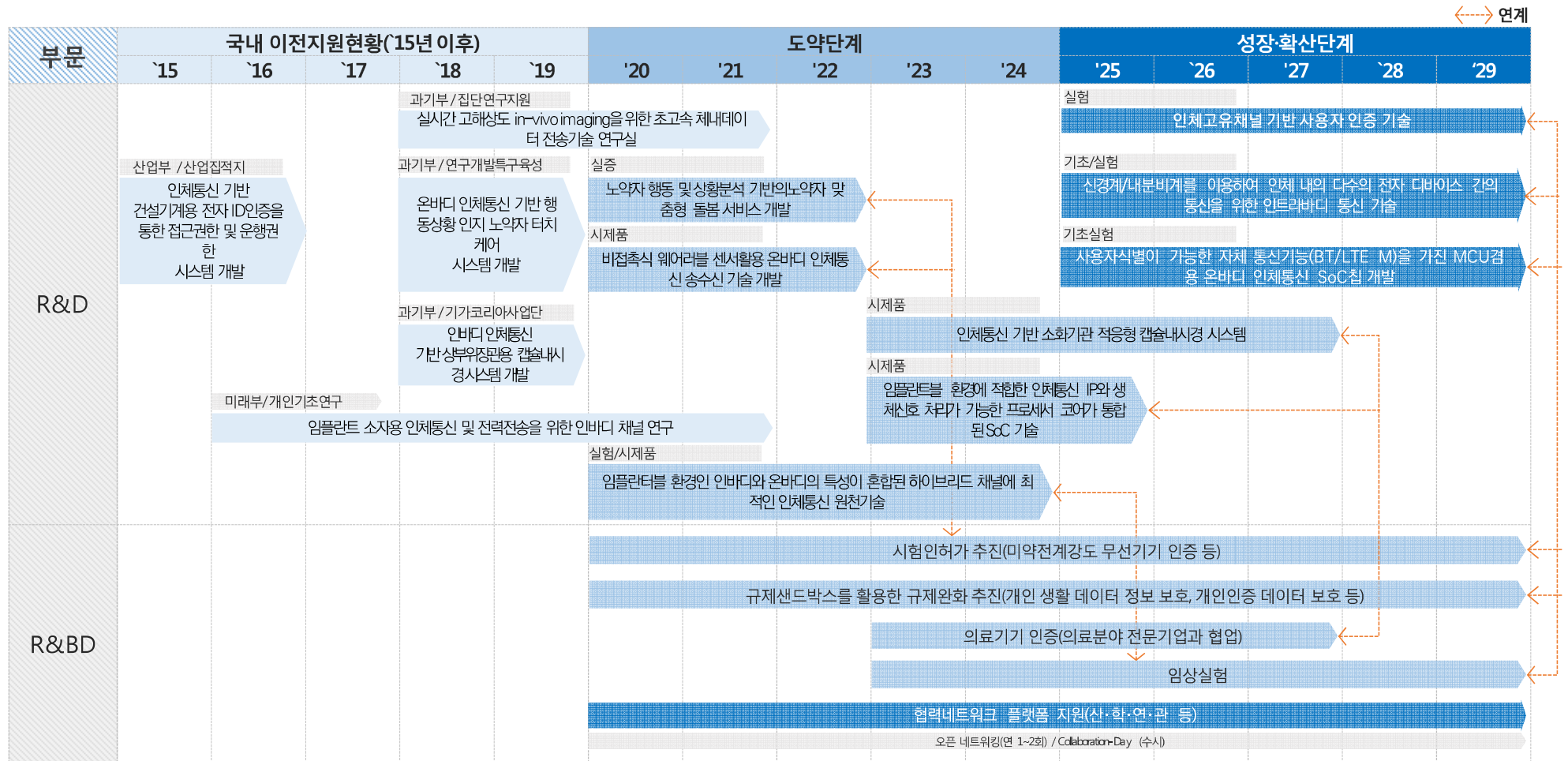
[그림 53] 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&D 로드맵 1차 결과

○ 1차 전문가토론회 결과, 도출된 전파 이미징 원천기술분과 R&D 로드맵(안)은 아래와 같음



[그림 54] 전파 이미징 원천기술분과 R&D 로드맵 1차 결과

○ 1차 전문가토론회 결과, 도출된 인체통신기술분과 R&D 로드맵(안)은 아래와 같음



[그림 55] 인체통신기술분과 R&D 로드맵 1차 결과

2. 2차 전문가토론회

□ 한국방송통신전파진흥원의 사업기획 일환으로 암치료 및 전파 이미징 원천 기술, 인체통신기술 등 미래 요소기술 수요조사를 위한 전문가토론회

○ (일시) 2019. 10. 28.(월) ~ 2019. 11. 01.(금)

○ (방법) 온라인

○ (참석대상) 전파의료 기술분과별 과학기술 전문가 10명

<표 59> 의료분과 2차 전문가토론회 전문가 구성

연번	분과	성함	소속
1	테라헤르츠 암치료 기술	손주혁 교수	서울시립대
2		오승재 교수	연세대학교
3		천화영 교수	서울시립대
4	전파 이미징 원천기술	전순익 책임	ETRI
5		손성호 교수	순천향대
6		이광재 선임	ETRI
7	인체통신기술	박형일 책임	ETRI
8		변경진 책임	ETRI
9		이재진 책임	ETRI
10		한재근 이사	(주)디엔엑스

○ (운영내용) 기술분과별 R&D 로드맵(안) 검토 및 R&BD 지원요소 우선순위 산출을 위한 전문가 토론회

- 1차 전문가 토론회를 통해 도출된 분과별 R&D 로드맵(안) 검토
- R&BD 지원요소 우선순위 조사지 응답을 통한 기술분과별 R&BD 지원요소 우선순위 산출

1. R&BD 지원요소별 상대적 중요성

※ 응답요령: 왼쪽 항목이 오른쪽 항목보다 더욱 중요할 경우 중간의 1에서 왼쪽으로 중요한 정도만큼 표시

R&BD 지원요소(A)	상대적 중요도									R&BD 지원요소(B)
	A>B ←				→ A<B					
시험인허가	9	7	5	3	1	3	5	7	9	규제샌드박스
시험인허가	9	7	5	3	1	3	5	7	9	인증절차 간소화
시험인허가	9	7	5	3	1	3	5	7	9	임상시험
시험인허가	9	7	5	3	1	3	5	7	9	지식재산권 구축
시험인허가	9	7	5	3	1	3	5	7	9	테스트베드
시험인허가	9	7	5	3	1	3	5	7	9	네트워킹
시험인허가	9	7	5	3	1	3	5	7	9	클러스터 구축
시험인허가	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전략수립
시험인허가	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전술지원
규제샌드박스	9	7	5	3	1	3	5	7	9	인증절차 간소화
규제샌드박스	9	7	5	3	1	3	5	7	9	임상시험
규제샌드박스	9	7	5	3	1	3	5	7	9	지식재산권 구축
규제샌드박스	9	7	5	3	1	3	5	7	9	테스트베드
규제샌드박스	9	7	5	3	1	3	5	7	9	네트워킹
규제샌드박스	9	7	5	3	1	3	5	7	9	클러스터 구축
규제샌드박스	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전략수립
규제샌드박스	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전술지원
인증절차 간소화	9	7	5	3	1	3	5	7	9	임상시험
인증절차 간소화	9	7	5	3	1	3	5	7	9	지식재산권 구축
인증절차 간소화	9	7	5	3	1	3	5	7	9	테스트베드
인증절차 간소화	9	7	5	3	1	3	5	7	9	네트워킹
인증절차 간소화	9	7	5	3	1	3	5	7	9	클러스터 구축
인증절차 간소화	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전략수립
인증절차 간소화	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전술지원
임상시험	9	7	5	3	1	3	5	7	9	지식재산권 구축
임상시험	9	7	5	3	1	3	5	7	9	테스트베드
임상시험	9	7	5	3	1	3	5	7	9	네트워킹
임상시험	9	7	5	3	1	3	5	7	9	클러스터 구축

[그림 56] 의료분과 R&BD 지원요소 우선순위 조사지_1

R&BD 지원요소(A)	상대적 중요도									R&BD 지원요소(B)
	A>B ←					→ A<B				
임상시험	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전략수립
임상시험	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전술지원
지식재산권 구축	9	7	5	3	1	3	5	7	9	테스트베드
지식재산권 구축	9	7	5	3	1	3	5	7	9	네트워킹
지식재산권 구축	9	7	5	3	1	3	5	7	9	클러스터 구축
지식재산권 구축	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전략수립
지식재산권 구축	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전술지원
테스트베드	9	7	5	3	1	3	5	7	9	네트워킹
테스트베드	9	7	5	3	1	3	5	7	9	클러스터 구축
테스트베드	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전략수립
테스트베드	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전술지원
네트워킹	9	7	5	3	1	3	5	7	9	클러스터 구축
네트워킹	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전략수립
네트워킹	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전술지원
클러스터 구축	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전략수립
클러스터 구축	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전술지원
사업화 전략수립	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전술지원

※ R&BD 지원요소별 상세내용

No.	R&BD 지원요소	내용
1	시험인허가	국내외 의료기기 인증, 무선기기 인증, 안전성 유효성 평가 등 관련 시험인허가 지원
2	규제샌드박스	일정기간 시험·검증 기회 획득을 위한 규제샌드박스 신청서 작성, 책임보험료 지원
3	인증절차 간소화	빠른 시장진출 지원을 위한 관련 인증절차 간소화 지원
4	임상시험	비임상시험 및 임상시험 설계, 연구지원, 비용 등 지원
5	지식재산권 구축	국내외 지식재산권(특허) 전략 수립, 출원 지원
6	테스트베드	기술개발 사업화를 위한 실증·양상·시험/인증 테스트베드 지원
7	네트워킹	산·학·연 등 기술관련 분야의 공동연구개발 및 공동사업화를 위한 네트워킹 지원
8	클러스터 구축	기술분야 집적화를 위한 원천기술개발부터 사업화 공정까지 가능한 클러스터 또는 플랫폼 구축
9	사업화 전략수립	사업화를 위한 시장조사, 사업성평가, 전략 수립 등 지원
10	사업화 전술지원	국내외 판로개척을 위한 전시회, 로드쇼, 설명회, 상담회 등 바이어 발굴 지원과 벤더 등록 지원

[그림 57] 의료분과 R&BD 지원요소 우선순위 조사지_2

2. R&BD 지원요소별 중요성

※ 응답요령: R&BD 지원요소가 사업화에 중요하다고 생각되는 정도 표시

R&BD 지원요소	해당변수의 중요도				
	전혀 중요하지 않음	중요하지 않음	보통	중요	매우 중요
	1	2	3	4	5
시험인허가					
규제샌드박스					
인증절차 간소화					
임상시험					
지식재산권 구축					
테스트베드					
네트워킹					
클러스터 구축					
사업화 전략수립					
사업화 기술지원					

3. R&BD 지원요소별 적절 지원시기

※ 응답요령: R&BD 지원요소의 필요시기를 표시(중복표시 가능)

R&BD 지원요소	필요시기				
	향후 1~2년	향후 3~4년	향후 5~6년	향후 7~8년	향후 9~10년
	1	2	3	4	5
시험인허가					
규제샌드박스					
인증절차 간소화					
임상시험					
지식재산권 구축					
테스트베드					
네트워킹					
클러스터 구축					
사업화 전략수립					
사업화 기술지원					

[그림 58] 의료분과 R&BD 지원요소 우선순위 조사지_3

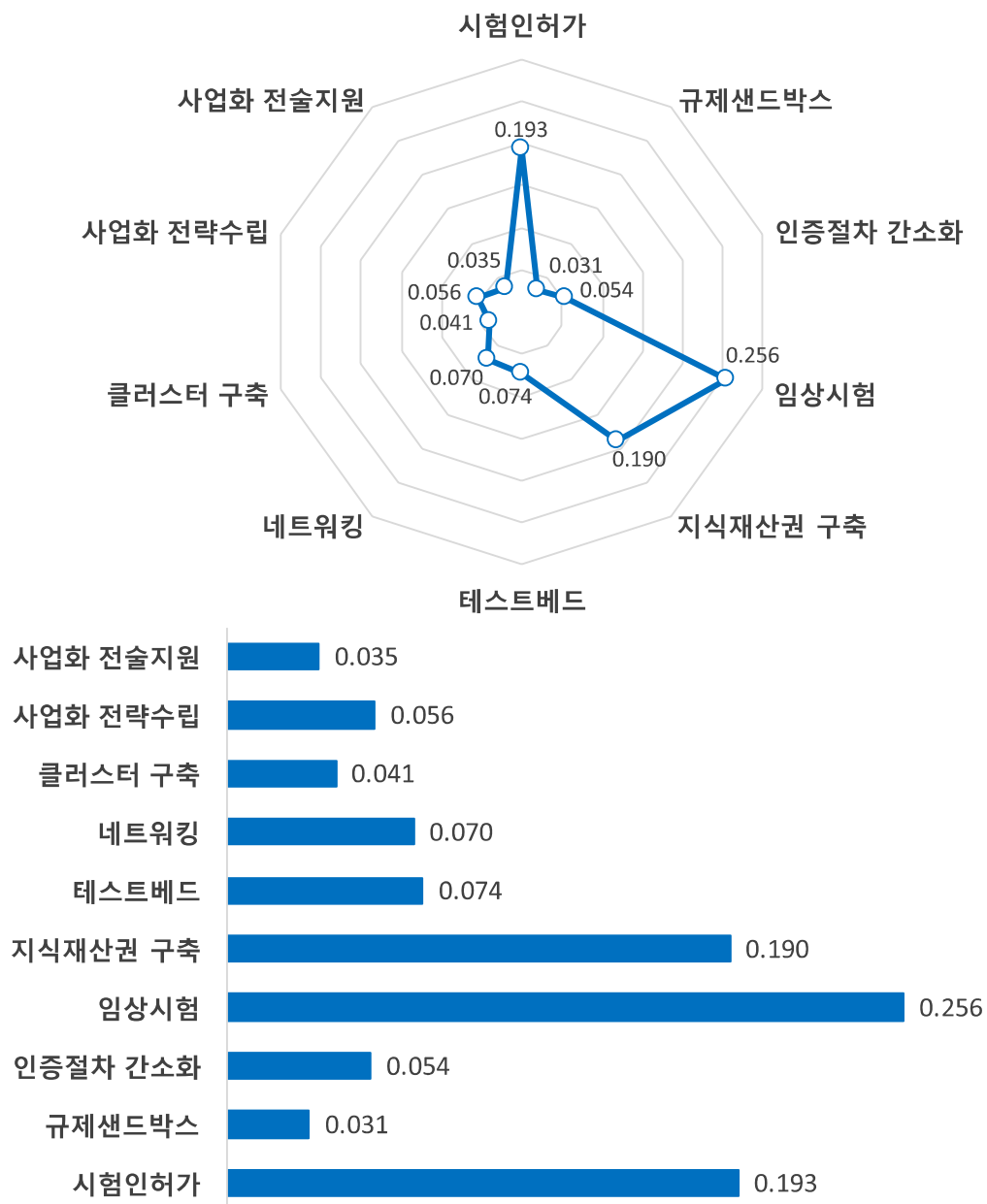
4. R&BD 지원요소별 외부기관의 도움 필요성

※ 응답요령: R&BD 지원요소의 외부기관 도움 필요성 표시

R&BD 지원요소	해당변수의 영향력				
	외부기관의 도움이 전혀 필요 없다	외부기관의 도움이 필요 없다	보통	외부기관의 도움이 필요하다	외부기관의 도움이 매우 필요하다
	1	2	3	4	5
시험인허가					
규제샌드박스					
인증절차 간소화					
임상시험					
지식재산권 구축					
테스트베드					
네트워킹					
클러스터 구축					
사업화 전략수립					
사업화 전술지원					

[그림 59] 의료분과 R&BD 지원요소 우선순위 조사지_4

- (테라헤르츠 암치료 기술) 가장 중요한 R&BD 지원요소는 임상시험, 시험인허가, 테스트베드 구축으로 조사됨
- 임상시험, 시험인허가, 인증절차 간소화 지원은 외부기관의 도움이 매우 필요한 요소
 - 지식재산권 구축, 네트워킹은 자체적으로 해결가능성이 높은 요소



[그림 60] 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&BD 요소별 상대적 중요성

<표 60> 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&BD 요소별 중요성

부문	중요성	중요성 순위	상대적 중요성	상대적 중요성 순위
시험인허가	4.333	2	0.193	2
규제샌드박스	3.667	5	0.031	10
인증절차 간소화	4.333	2	0.054	7
임상시험	5.000	1	0.256	1
지식재산권 구축	3.667	5	0.190	3
테스트베드	4.000	4	0.074	4
네트워킹	3.333	7	0.070	5
클러스터 구축	3.333	7	0.041	8
사업화 전략수립	3.333	7	0.056	6
사업화 전술지원	2.667	10	0.035	9

- 도약단계에서 개방형 원천기술 연구단과 세포·동물실험 인허가/임상·의료기기·GMP인증 조사 및 컨설팅을 통한 사업화 대응이 필요
- 성장·확산 단계에서는 시제품 및 응용기술개발과 규제샌드박스/비임상·임상실험을 통한 제품 상용화 지원이 필요
- 과학기술 전문가는 세포실험 및 동물실험 인허가 지원요소와 연구자 임상 및 의료기기, GMP 인증 관련 자료 조사 및 컨설팅은 도약단계에서 필요한 지원요소로 응답

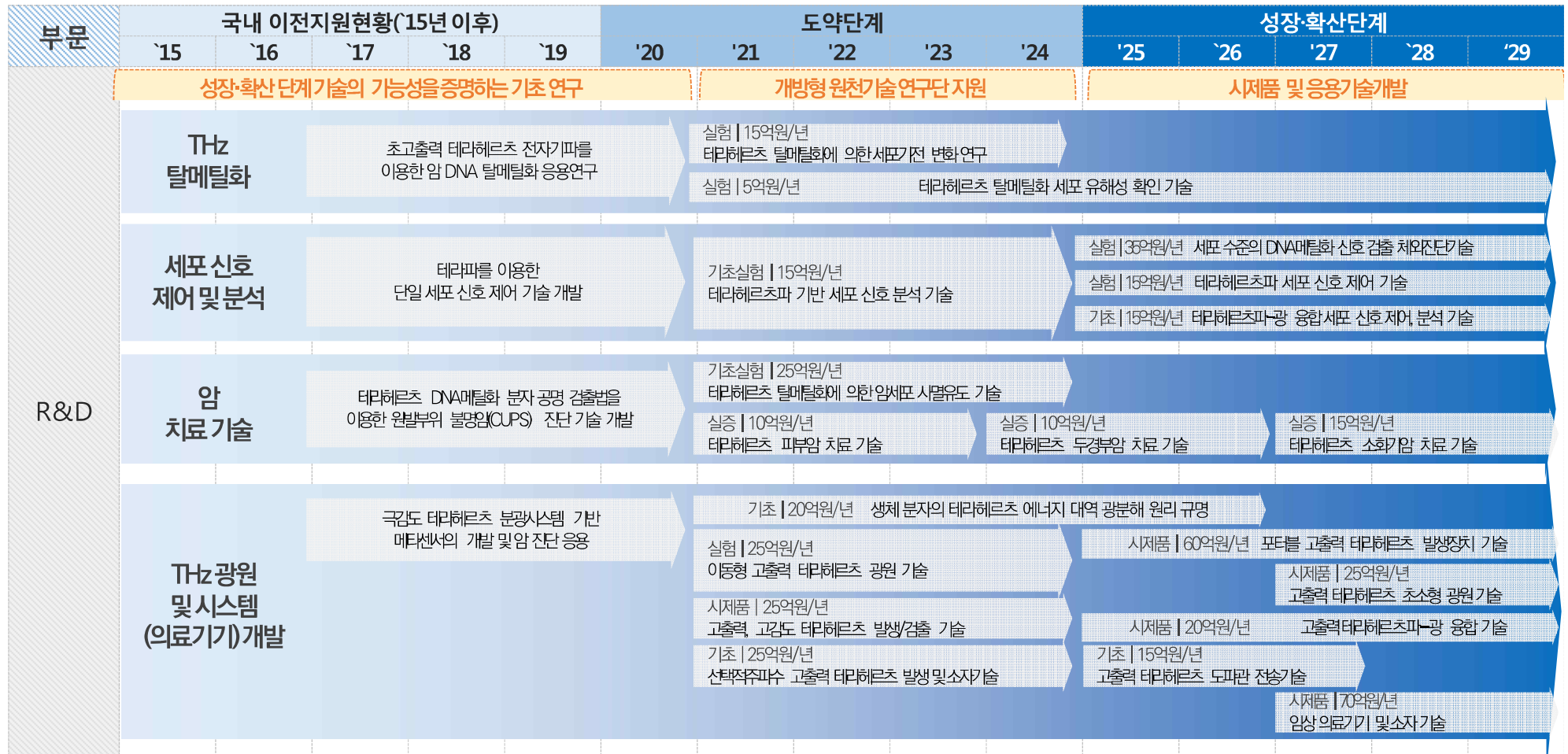
○ (테라헤르츠 암치료 기술) 도약단계에서 개방형 원천기술 연구단과 세포·동물실험 인허가/임상·의료기기·GMP인증 조사 및 컨설팅을 통한 사업화 대응이 필요하며, 성장·확산단계에서는 시제품 및 응용기술개발과 규제샌드박스/비임상·임상실험을 통한 제품 상용화 지원이 필요

○ 2차 전문가토론회 결과, 도출된 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&BD 로드맵(안)은 아래와 같음



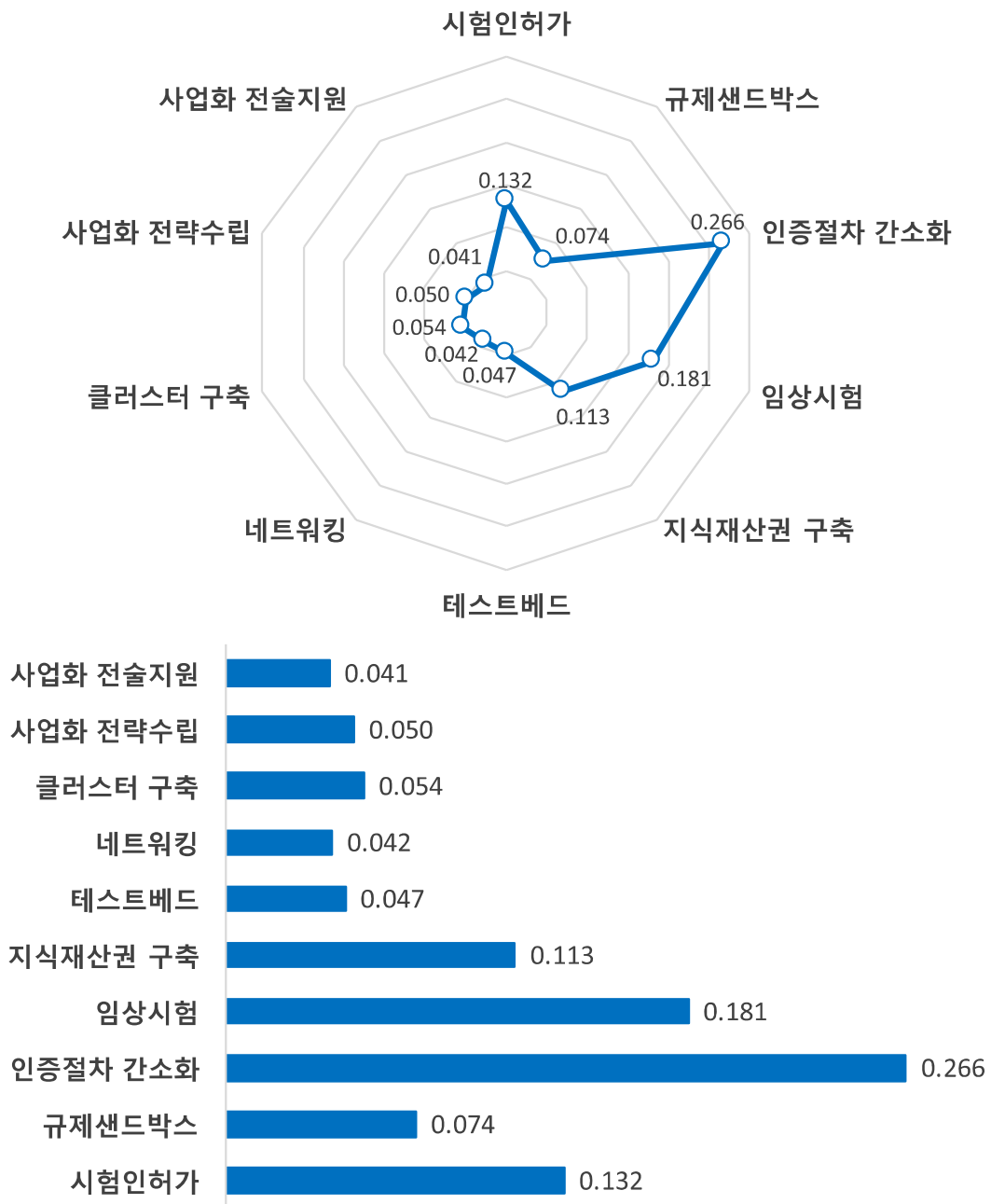
[그림 61] 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&BD 로드맵 1차 결과

○ 2차 전문가토론회 결과, 도출된 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&D 로드맵(안)은 아래와 같음



[그림 62] 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&D 로드맵 2차 결과

- (전파 이미징 원천기술) 가장 중요한 R&BD 지원요소는 인증절차 간소화, 임상시험, 지식재산권 구축, 시험인허가로 조사됨
- 인증절차 간소화, 임상시험 지원은 외부기관의 도움이 매우 필요한 요소로 분석됨
 - 지식재산권 구축은 자체 해결가능성이 높은 요소



[그림 63] 전파 이미징 원천기술분과 R&BD 요소별 상대적 중요성

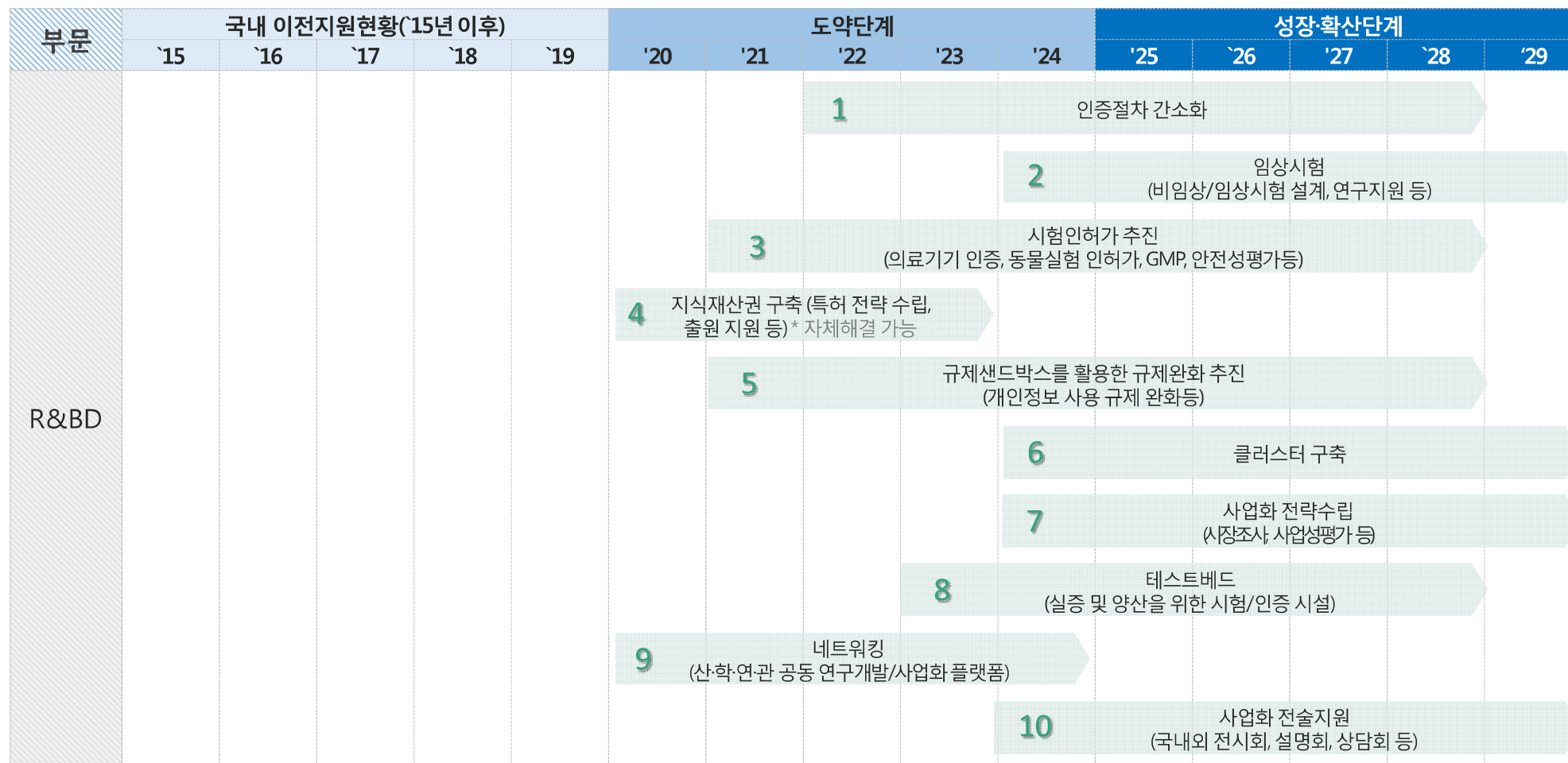
<표 61> 전과 이미징 원천기술분과 R&BD 요소별 중요성

부문	중요성	중요성 순위	상대적 중요성	상대적 중요성 순위
시험인허가	4.000	3	0.132	3
규제샌드박스	3.667	4	0.074	5
인증절차 간소화	4.667	1	0.266	1
임상시험	4.333	2	0.181	2
지식재산권 구축	3.667	4	0.113	4
테스트베드	3.000	7	0.047	8
네트워킹	3.000	7	0.042	9
클러스터 구축	3.333	6	0.054	6
사업화 전략수립	3.000	7	0.050	7
사업화 전술지원	3.000	7	0.041	10

- 도약단계에서 산·학·연 공동연구(동적/차분, AI 기반기술개발 포함) 및 시험인허가/규제 샌드박스를 통한 사업화 대응이 필요
- 성장·확산 단계에서는 시제품 및 기반기술개발 고도화와 의료기기인증/비임상·임상실험을 통한 제품 상용화 지원이 필요
- 과학기술 전문가는 도약단계에서는 규제샌드박스 활용, 동물 실험을 통한 기술 검증, 안전성 평가 및 확보 등과의 연계가 필요하다고 응답하였으며, 성장·확산단계에서는 의료기기인증, 비임상/임상시험 등과 연계를 통해 의료기기 개발로 진행되는 것이 필요하다고 응답함

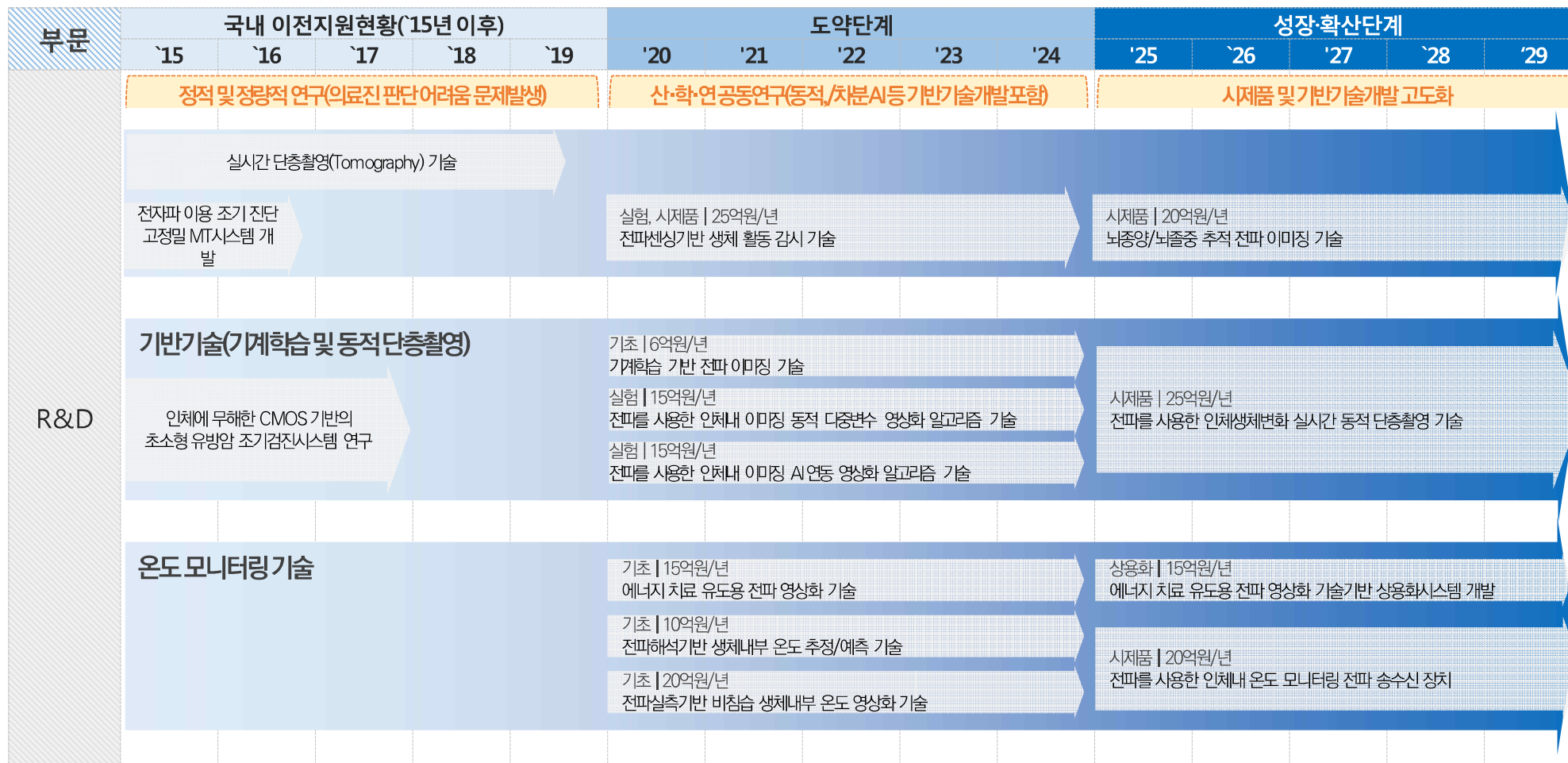
○ (전과 이미징 원천기술) 도약단계에서는 산·학·연 공동연구(동적/차분, AI 기반기술개발 포함) 및 시험인허가/규제 샌드박스를 통한 사업화 대응이 필요하며, 성장·확산단계에서는 시제품 및 기반기술개발 고도화와 의료기기인증/비임상·임상실험을 통한 제품 상용화 지원이 필요

○ 2차 전문가토론회 결과, 도출된 전파 이미징 원천기술분과 R&BD 로드맵(안)은 아래와 같음



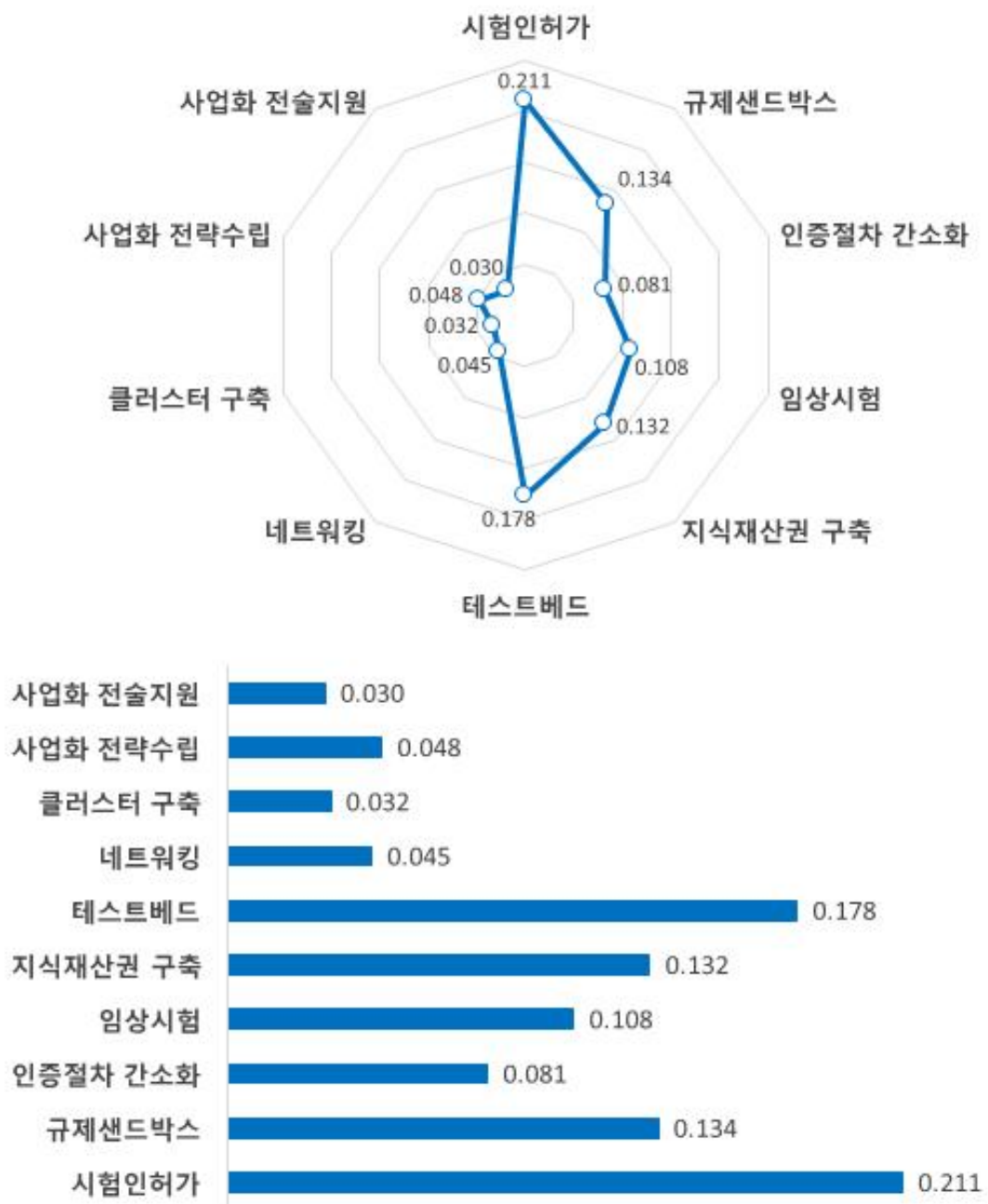
[그림 64] 전파 이미징 원천기술분과 R&BD 로드맵 1차 결과

○ 2차 전문가토론회 결과, 도출된 전파 이미징 원천기술분과 R&D 로드맵(안)은 아래와 같음



[그림 65] 전파 이미징 원천기술분과 R&D 로드맵 2차 결과

- (인체통신기술) 가장 중요한 R&BD 지원요소는 테스트베드, 시험인허가, 규제샌드박스, 지식재산권 구축으로 조사됨
- 규제샌드박스, 인증절차 간소화, 임상시험, 테스트베드 구축은 외부 기관의 도움이 매우 필요한 요소
 - 지식재산권 구축, 네트워킹은 자체적으로 해결가능성이 높은 요소



[그림 66] 인체통신기술분과 R&BD 요소별 상대적 중요성

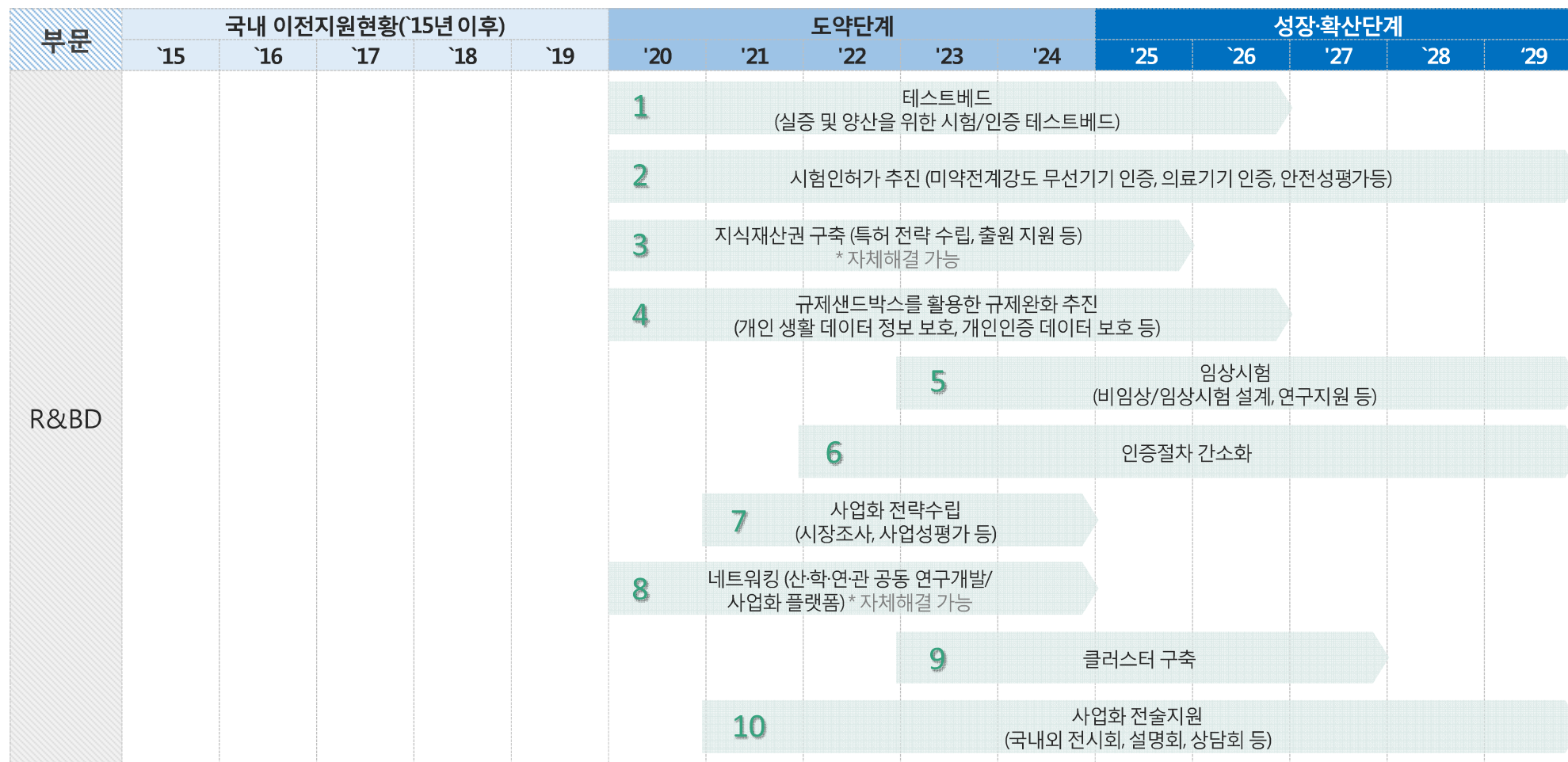
<표 62> 인체통신기술분과 R&BD 요소별 중요성

부문	중요성	중요성 순위	상대적 중요성	상대적 중요성 순위
시험인허가	4.250	3	0.211	1
규제샌드박스	4.000	4	0.134	3
인증절차 간소화	3.750	6	0.081	6
임상시험	4.000	4	0.108	5
지식재산권 구축	4.500	2	0.132	4
테스트베드	4.750	1	0.178	2
네트워킹	3.750	6	0.045	8
클러스터 구축	3.250	10	0.032	9
사업화 전략수립	3.750	6	0.048	7
사업화 전술지원	3.500	9	0.030	10

- 도약단계에서 First-mover 형 실증 및 제품 적용처 확대를 위한 테스트베드/시험인허가 지원이 필요
- 성장·확산 단계에서는 하이브리드 시스템 개발 및 양산 촉진을 위한 무선기기 인증, 의료기기 인증 등을 통한 제품 신뢰도 검증 지원이 필요
- 과학기술 전문가는 다양한 의료기기로 사업분야 확장을 위한 사업화 과제 기획 지원 및 실증사업에 대한 지원이 필요하며, 실용화 및 양산화 시점을 당길 수 있는 지원이 필요하다 응답함

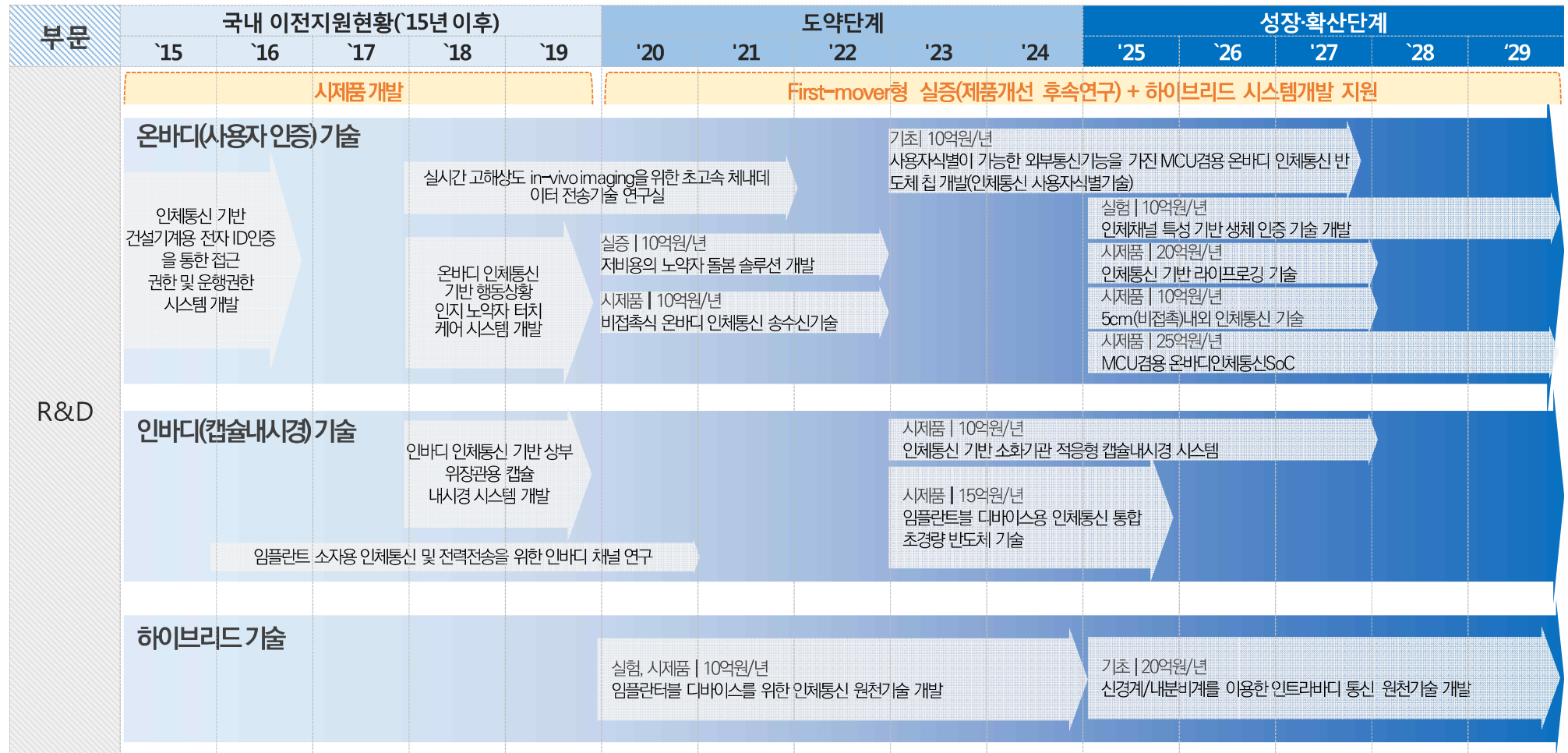
○ (인체통신기술) 도약단계에서는 First-mover 형 실증 및 제품 적용처 확대를 위한 테스트베드/시험인허가 지원이 필요하며, 성장·확산단계에서는 하이브리드 시스템 개발 및 양산 촉진을 위한 무선기기 인증, 의료기기 인증 등을 통한 제품 신뢰도 검증 지원이 필요

○ 2차 전문가토론회 결과, 도출된 인체통신기술분과 R&BD 로드맵(안)은 아래와 같음



[그림 67] 인체통신기술분과 R&BD 로드맵 1차 결과

○ 2차 전문가토론회 결과, 도출된 인체통신기술분과 R&D 로드맵(안)은 아래와 같음



[그림 68] 인체통신기술분과 R&D 로드맵 2차 결과

3. 3차 전문가토론회

□ 한국방송통신전파진흥원의 사업기획 일환으로 암치료 및 전파 이미징 원천 기술, 인체통신기술 등 미래 기술 선점을 위한 로드맵(안) 최종 검토를 위한 전문가토론회

○ (일시) 2019. 11. 13.(수) 14:00~16:00

○ (장소) 용산역 ITX3 회의실

○ (참석대상) 전파의료 기술분과별 과학기술 전문가 9명, 규제/인증 전문가 2명, 한국방송통신전파진흥원 및 (주)웍스 사업담당자




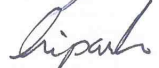
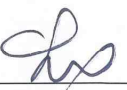



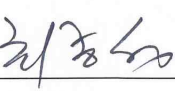
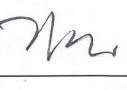
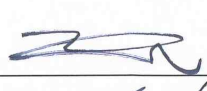
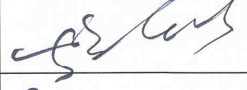


<표 63> 의료분과 3차 전문가토론회 전문가 구성

연번	분과	성함	소속
1	테라헤르츠 암치료 기술	손주혁 교수	서울시립대
2		오승재 교수	연세대학교
3		천화영 교수	서울시립대
4	전파 이미징 원천기술	전순익 책임	ETRI
5		이광재 선임	ETRI
6	인체통신기술	박형일 책임	ETRI
7		변경진 책임	ETRI
8		이재진 책임	ETRI
9		권은경 대표	(주)디엔엑스
10	규제/인증	이창범 교수	동국대학교
11		고준호 책임	TTA

2019년 미래 전파 新시장 육성방안 연구 의료분과 로드맵안 최종검토 전문가회의 참석자 명단

○ 일시 : 2019. 11. 13. (수) 14:00 ~ 16:30

○ 장소 : 용산역 ITX3 회의실

소 속	성 명	직 책	서 명
서울시립대학교	천 차 영	연구과장	
ETRI	변경민	책임	
ETRI	이재진	책임	
ETRI	박형민	책임	
연세대	오승재	교수	
TTA	고준호	책임	
ETRI	전순애	책임	
DNX	권은경	대표	
KCA	최송재	보장장	
"	김현영	팀장	
KCA	양동원	차장	
ETRI	이황재	책임	
서울시립대	김주석	교수	
연세대	이광배	책임	

[그림 69] 의료분과 3차 전문가토론회 참석자 명단

- (운영내용) 기술분야별 R&D 로드맵(안) 및 R&BD 로드맵(안) 지원요소별 지원기간 및 내용 최종검토를 위한 전문가 토론회
- R&BD 지원요소 우선순위 및 지원주체 최종 검토
 - R&D 기술별 R&BD 지원요소 지원기간, 내용 검토
 - 분야별 로드맵(안) 최종 검토



[그림 70] 의료분과 3차 전문가토론회 회의사진

- (테라헤르츠 암치료 기술) R&BD 지원요소의 중요성을 지식재산권 자금 지원, 비임상/임상 지원, 의료기기 시험인허가 순으로 변경
- 3차 전문가토론회를 통해서, 일부 R&BD 지원요소의 순서가 아래의 표와 같이 변경됨

<표 64> 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&BD 요소별 중요성

부문	중요성	중요성 순위	상대적 중요성	상대적 중요성 순위	논의 후 중요성 순위 변경
시험인허가	4.333	2	0.193	2	2
규제샌드박스	3.667	5	0.031	10	8
인증절차 간소화	4.333	2	0.054	7	5
임상시험	5.000	1	0.256	1	1
지식재산권 구축	3.667	5	0.190	3	3
테스트베드	4.000	4	0.074	4	4
네트워킹	3.333	7	0.070	5	6
클러스터 구축	3.333	7	0.041	8	9
사업화 전략수립	3.333	7	0.056	6	7
사업화 전술지원	2.667	10	0.035	9	10

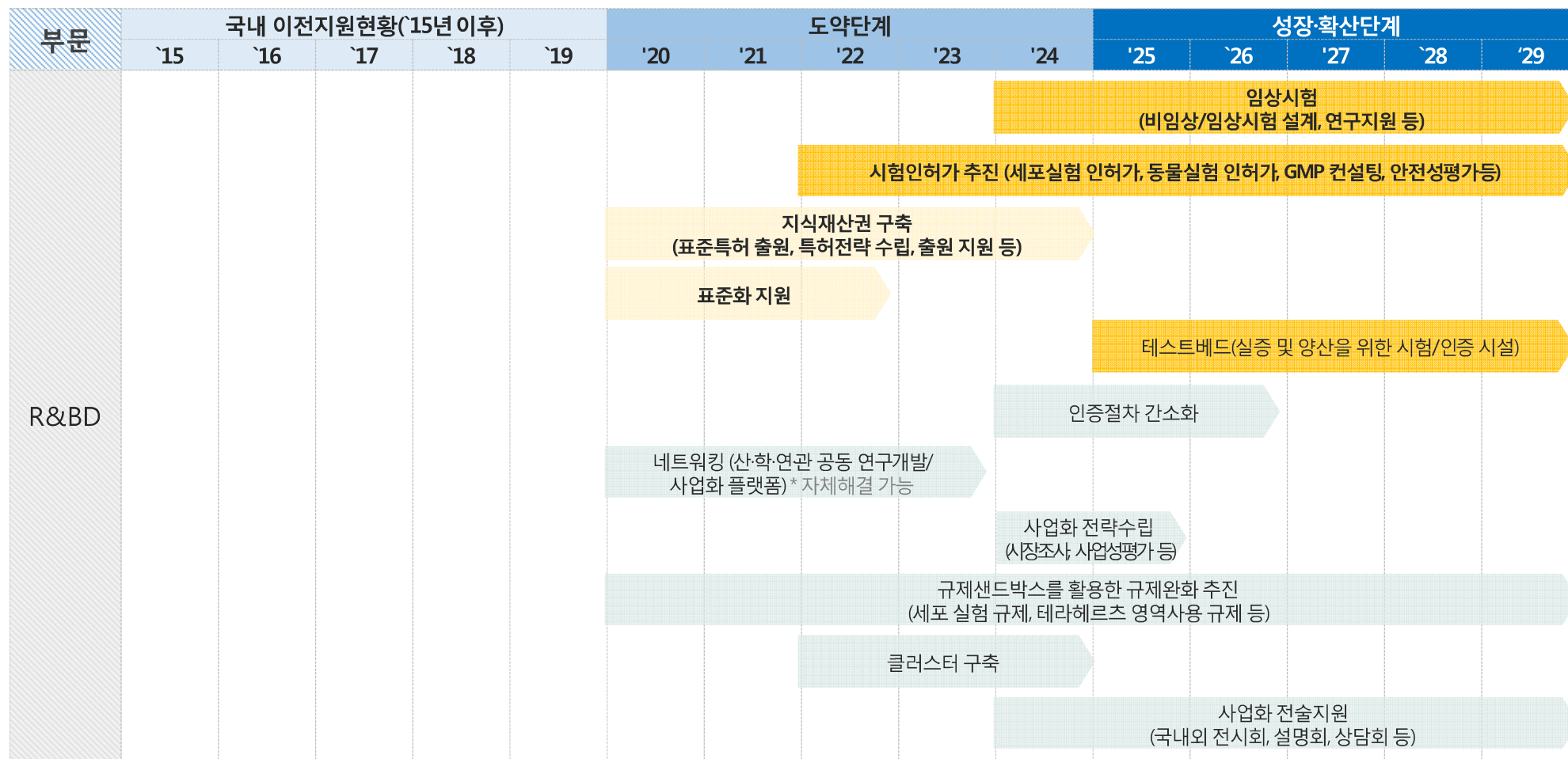
- 국내외 사업화를 대비하여 테라헤르츠 암치료 기술에 대한 표준화 및 국내외특허 확보를 위한 지원요소가 가장 우선적으로 고려
- 향후 의료분야 특수성을 반영하여 정부차원의 의료기기 임상시험관련 규제샌드박스 기간(2+2년)에 대한 대응방안 마련 필요

○ 3차 전문가토론회 결과, 수정·보완된 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&D 로드맵(안)은 아래와 같음



[그림 71] 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&D 로드맵 3차 결과

○ 3차 전문가토론회 결과, 수정·보완된 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&BD 로드맵(안)은 아래와 같음



[그림 72] 테라헤르츠 암치료 기술분과 R&BD 로드맵 2차 결과

○ (전파 이미징 원천기술) R&BD 지원요소 중 기계학습, AI 연동 기술과 관련된 개인정보활용 규제완화를 위하여 규제샌드박스를 최우선순위로 변경

- 3차 전문가토론회를 통해서, 일부 R&BD 지원요소의 순서가 아래의 표와 같이 변경됨

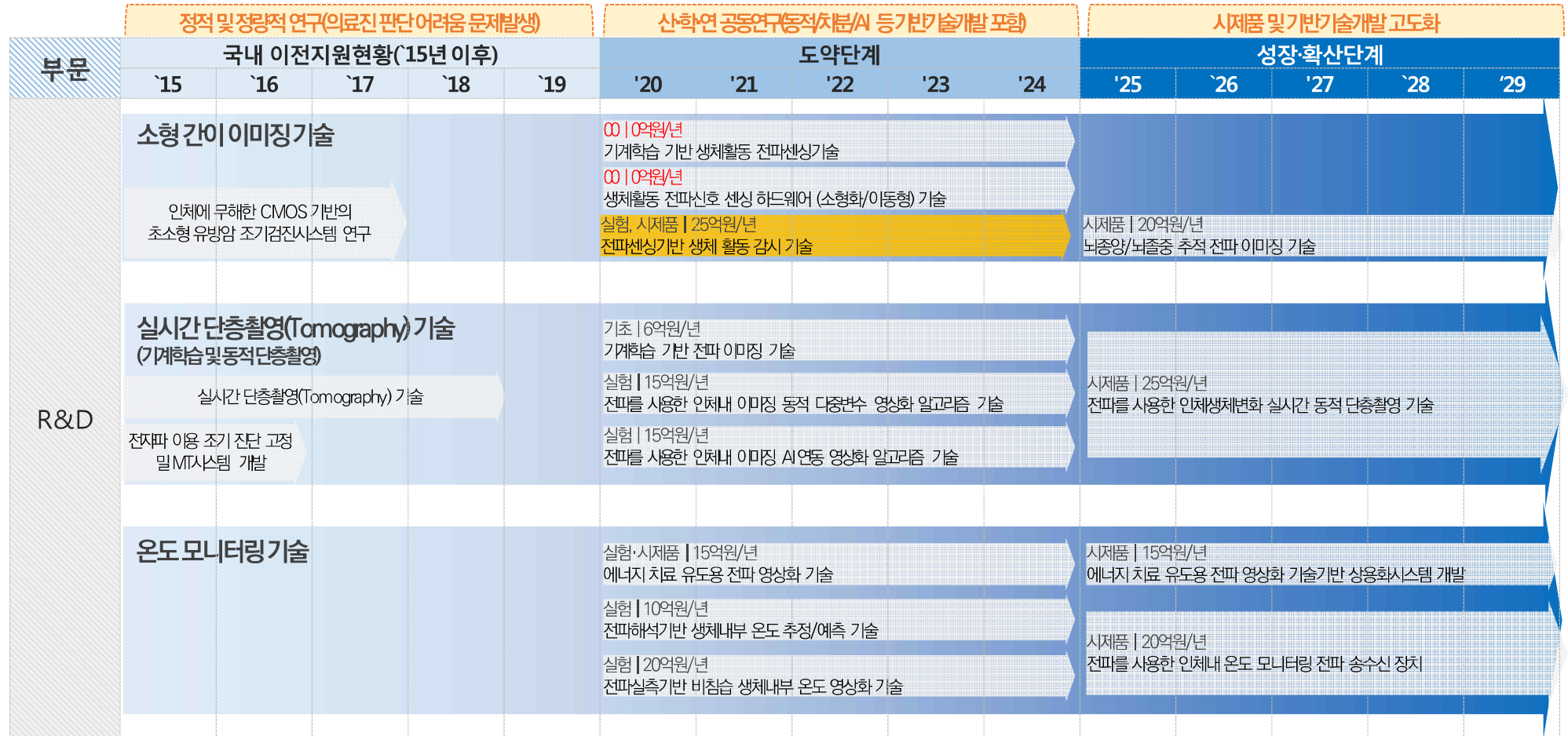
<표 65> 전파 이미징 원천기술분과 R&BD 요소별 중요성

부문	중요성	중요성 순위	상대적 중요성	상대적 중요성 순위	논의 후 중요성 순위 변경
시험인허가	4.000	3	0.132	3	4
규제샌드박스	3.667	4	0.074	5	1
인증절차 간소화	4.667	1	0.266	1	2
임상시험	4.333	2	0.181	2	3
지식재산권 구축	3.667	4	0.113	4	5
테스트베드	3.000	7	0.047	8	8
네트워킹	3.000	7	0.042	9	9
클러스터 구축	3.333	6	0.054	6	6
사업화 전략수립	3.000	7	0.050	7	7
사업화 전술지원	3.000	7	0.041	10	10

- 병원과의 공동연구 및 향후사업화를 위해 규제샌드박스 활용 필요

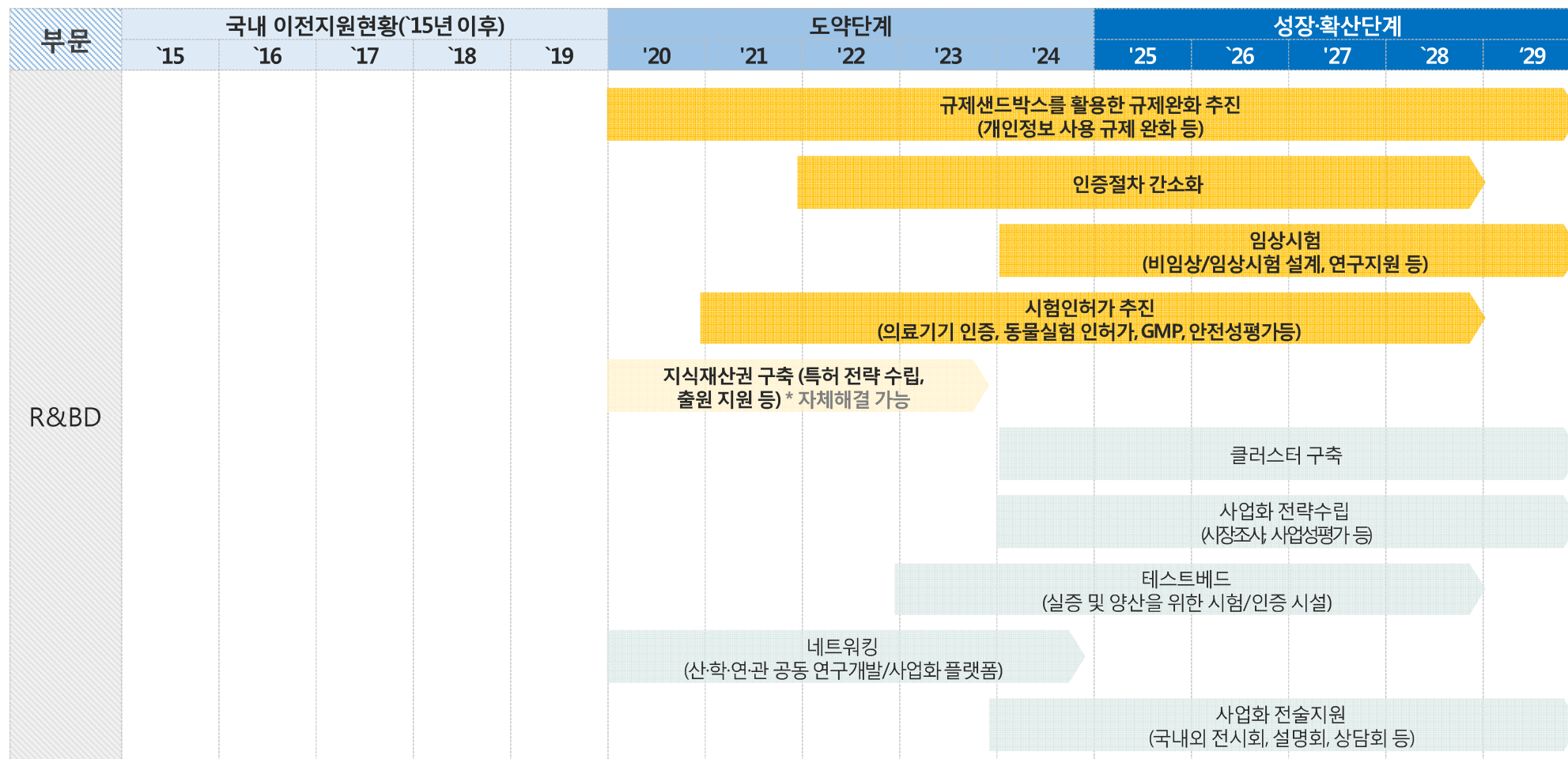
- 병원에서 발생하는 데이터 사용 및 활용 내용이 포함된 IRB 승인 및
익명화 된 데이터 활용에 대한 전반적인 법리적 검토 필요

○ 3차 전문가토론회 결과, 수정·보완된 전파 이미징 원천기술분과 R&D 로드맵(안)은 아래와 같음



[그림 73] 전파 이미징 원천기술분과 R&D 로드맵 3차 결과

○ 3차 전문가토론회 결과, 수정·보완된 전파 이미징 원천기술분과 R&BD 로드맵(안)은 아래와 같음



[그림 74] 전파 이미징 원천기술분과 R&BD 로드맵 2차 결과

○ (인체통신기술) R&BD 지원요소 규제샌드박스를 최우선순위로 변경하였으며, 일반인 대상의 실증 환경 구축을 위하여 B2B 측면의 테스트베드 지원이 필요

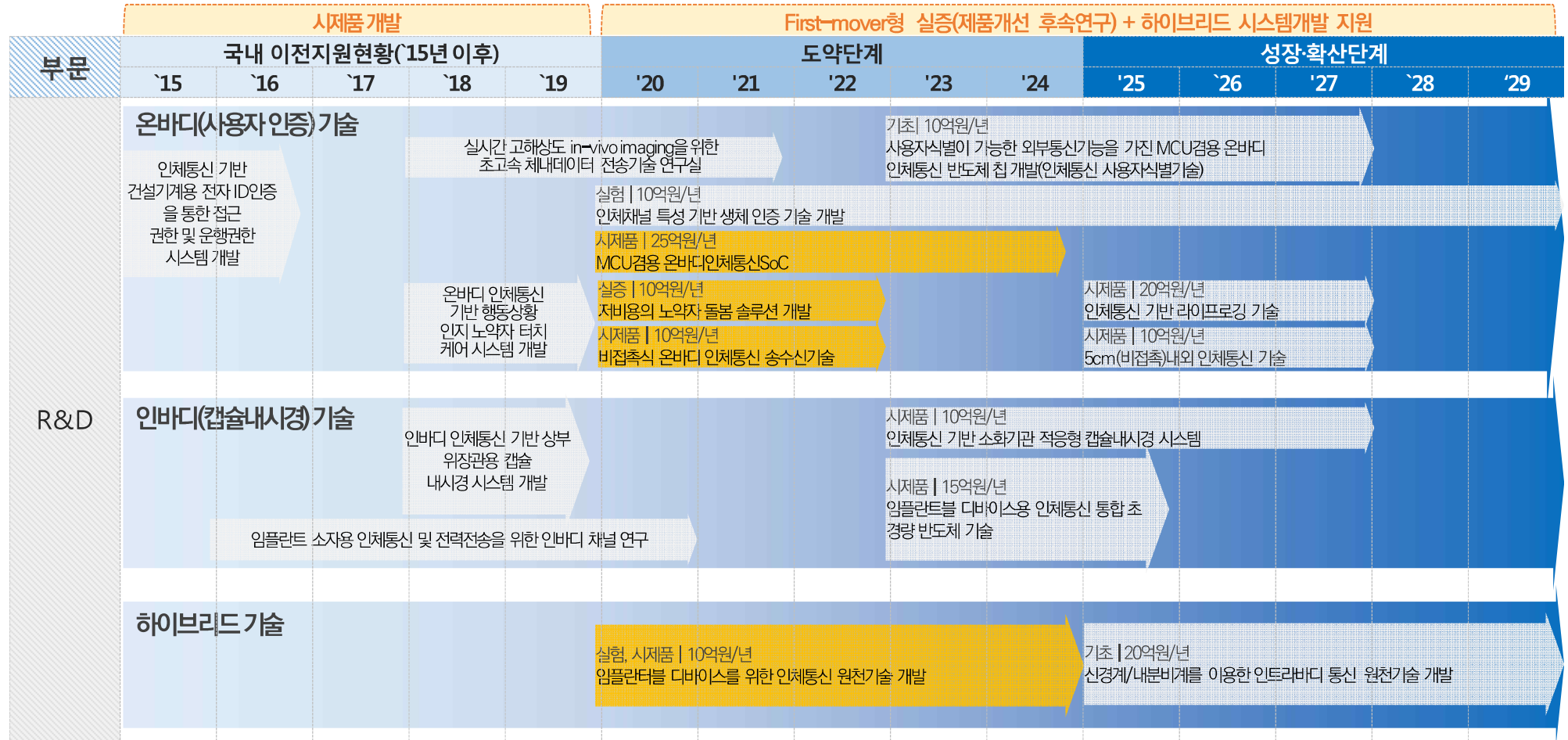
- 3차 전문가토론회를 통해서, 일부 R&BD 지원요소의 순서가 아래의 표와 같이 변경됨

<표 66> 인체통신기술분과 R&BD 요소별 중요성

부문	중요성	중요성 순위	상대적 중요성	상대적 중요성 순위	논의 후 중요성 순위 변경
시험인허가	4.250	3	0.211	1	3
규제샌드박스	4.000	4	0.134	3	1
인증절차 간소화	3.750	6	0.081	6	6
임상시험	4.000	4	0.108	5	5
지식재산권 구축	4.500	2	0.132	4	4
테스트베드	4.750	1	0.178	2	2
네트워킹	3.750	6	0.045	8	8
클러스터 구축	3.250	10	0.032	9	9
사업화 전략수립	3.750	6	0.048	7	7
사업화 전술지원	3.500	9	0.030	10	10

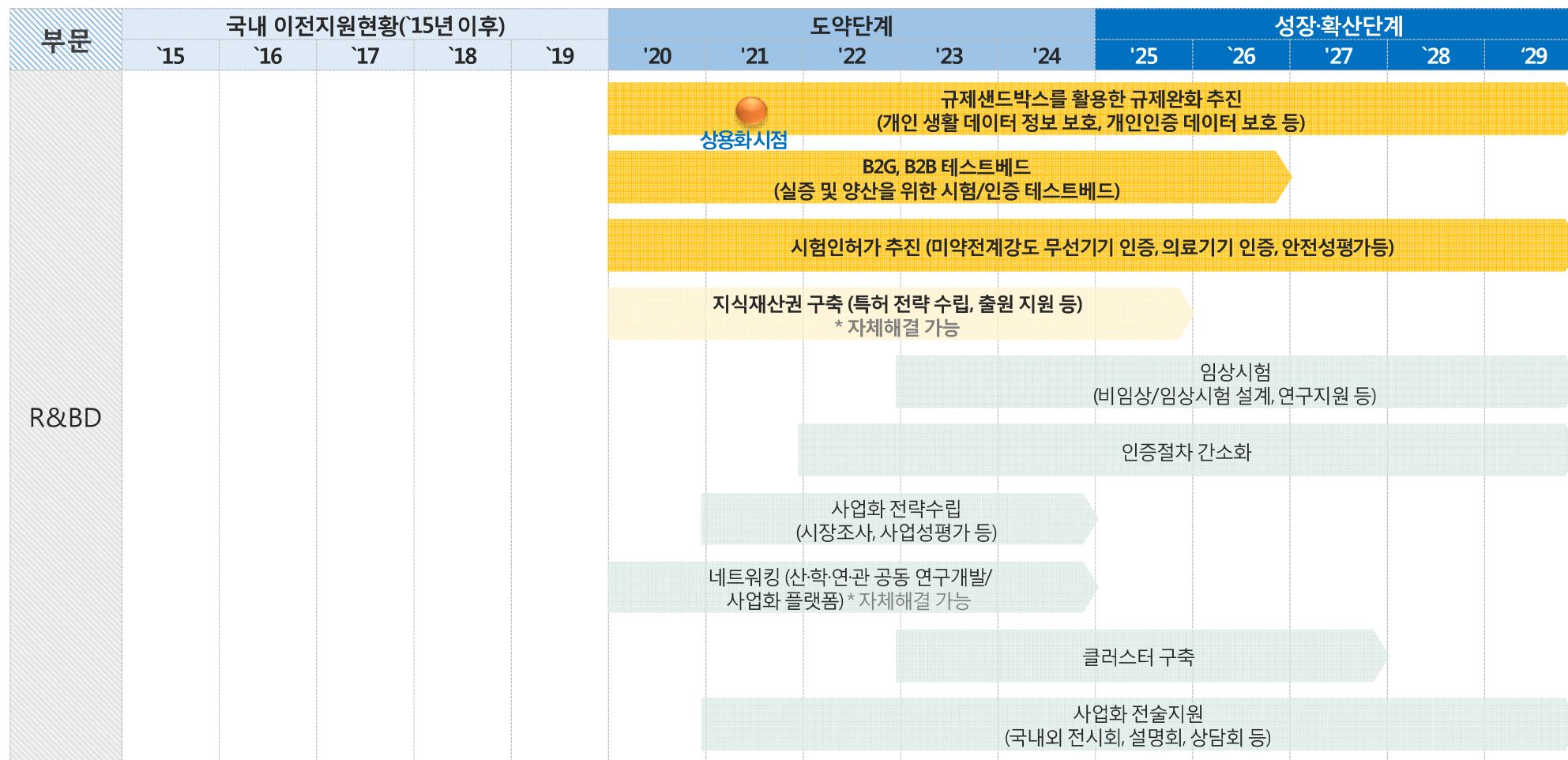
- 규제 샌드박스를 상용화 시점에 활용할 수 있도록 실증 단계에서 규제 샌드박스를 준비 할 수 있는 지원 요소가 필요
- 향후, 기존 B2G에서 사업영역 확대를 위한 B2B 측면의 실증 테스트 베드 지원방안 마련 필요

○ 3차 전문가토론회 결과, 수정·보완된 인체통신기술분과 R&D 로드맵(안)은 아래와 같음



[그림 75] 인체통신기술분과 R&D 로드맵 3차 결과

○ 3차 전문가토론회 결과, 수정·보완된 인체통신기술분과 R&BD 로드맵(안)은 아래와 같음



[그림 76] 인체통신기술분과 R&BD 로드맵 2차 결과

4. 4차 전문가토론회(최종심의)

□ 한국방송통신전파진흥원의 사업기획 일환으로 암치료 및 전파 이미징 원천 기술, 인체통신기술 등 미래 기술 선점을 위한 로드맵(안) 최종 확정을 위한 최종심의 전문가토론회

○ (일시) 2019. 11. 21. (목) ~ 2019. 11. 26. (화)

○ (방법) 온라인

○ (참석대상) 전파의료 기술분과별 과학기술 전문가 10명

<표 67> 의료분과 4차 전문가토론회 전문가 구성

연번	분과	성함	소속
1	테라헤르츠 암치료 기술	손주혁 교수	서울시립대
2		오승재 교수	연세대학교
3		천화영 교수	서울시립대
4	전파 이미징 원천기술	전순익 책임	ETRI
5		손성호 교수	순천향대
6		이광재 선임	ETRI
7	인체통신기술	박형일 책임	ETRI
8		변경진 책임	ETRI
9		이재진 책임	ETRI
10		권은경 대표	(주)디엔엑스

○ (운영내용) 기술분과별 R&D 로드맵(안) 및 R&BD 로드맵(안) 최종심의 전문가토론회

- 분과별 R&D 로드맵(안) 기술별 개발기간, 내용, 예산 등 최종심의

- 분과별 R&BD 로드맵(안) 우선순위, 지원기간, 내용 등 최종심의

○ 4차 전문가토론회 결과를 반영하여, 기술분과별 최종 R&D 로드맵(안) 및 R&BD 로드맵(안)을 도출함

제2절 에너지분과

1. 1차 전문가토론회

□ 한국방송통신전파진흥원의 사업기획 일환으로 원거리 무선전력 전송기술, 무선전력전송 효율측정기술 등 미래 요소기술 수요조사를 위한 전문가 토론회

○ (일시) 2019. 10. 24.(목) ~ 2019. 11. 13.(수)

○ (방법) 온라인

○ (참석대상) 전파에너지 기술분과별 과학기술 전문가 4명

<표 68> 에너지분과 1차 전문가토론회 전문가 구성

연번	분과	성함	소속
1	원거리 무선전력 전송기술	조인귀 책임	ETRI
2		안승영 교수	KAIST
3	무선전력전송 효율측정기술	박찬근 선임	한국기계전기전자시험연구원
4		한현석 대표	파워캐스트

○ (운영내용) 기술분과별 R&D 현안 및 요소기술 수요조사 및 R&BD 지원 요소 우선순위 산출을 위한 전문가토론회

- R&D 현안 및 요소기술 제안 및 기술별 가능시기, 소요 기간·예산, 협력유형 조사
- R&BD 지원요소 우선순위 조사지 응답을 통한 기술분과별 R&BD 지원 요소 우선순위 산출

1. R&BD 지원요소별 상대적 중요성

※ 응답요령: 왼쪽 항목이 오른쪽 항목보다 더욱 중요할 경우中间的 1에서 왼쪽으로
중요한 정도만큼 표시

R&BD 지원요소(A)	상대적 중요도									R&BD 지원요소(B)
	A>B ←				→ A<B					
시험인허가	9	7	5	3	1	3	5	7	9	규제샌드박스
시험인허가	9	7	5	3	1	3	5	7	9	인증절차 간소화
시험인허가	9	7	5	3	1	3	5	7	9	지식재산권 구축
시험인허가	9	7	5	3	1	3	5	7	9	테스트베드
시험인허가	9	7	5	3	1	3	5	7	9	네트워킹
시험인허가	9	7	5	3	1	3	5	7	9	클러스터 구축
시험인허가	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전략수립
시험인허가	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전술지원
규제샌드박스	9	7	5	3	1	3	5	7	9	인증절차 간소화
규제샌드박스	9	7	5	3	1	3	5	7	9	지식재산권 구축
규제샌드박스	9	7	5	3	1	3	5	7	9	테스트베드
규제샌드박스	9	7	5	3	1	3	5	7	9	네트워킹
규제샌드박스	9	7	5	3	1	3	5	7	9	클러스터 구축
규제샌드박스	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전략수립
규제샌드박스	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전술지원
인증절차 간소화	9	7	5	3	1	3	5	7	9	지식재산권 구축
인증절차 간소화	9	7	5	3	1	3	5	7	9	테스트베드
인증절차 간소화	9	7	5	3	1	3	5	7	9	네트워킹
인증절차 간소화	9	7	5	3	1	3	5	7	9	클러스터 구축
인증절차 간소화	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전략수립
인증절차 간소화	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전술지원
지식재산권 구축	9	7	5	3	1	3	5	7	9	테스트베드
지식재산권 구축	9	7	5	3	1	3	5	7	9	네트워킹
지식재산권 구축	9	7	5	3	1	3	5	7	9	클러스터 구축
지식재산권 구축	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전략수립
지식재산권 구축	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전술지원
테스트베드	9	7	5	3	1	3	5	7	9	네트워킹
테스트베드	9	7	5	3	1	3	5	7	9	클러스터 구축

[그림 77] 에너지분과 R&BD 지원요소 우선순위 조사지_1

R&BD 지원요소(A)	상대적 중요도									R&BD 지원요소(B)
	A>B ← → A<B									
테스트베드	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전략수립
테스트베드	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전술지원
네트워킹	9	7	5	3	1	3	5	7	9	클러스터 구축
네트워킹	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전략수립
네트워킹	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전술지원
클러스터 구축	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전략수립
클러스터 구축	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전술지원
사업화 전략수립	9	7	5	3	1	3	5	7	9	사업화 전술지원

※ R&BD 지원요소별 상세내용

No.	R&BD 지원요소	내용
1	시험인허가	WPC 인증시험, AirFuel 인증시험, 무선충전 시험평가, 안전성 유효성 평가 등 관련 시험인허가 지원
2	규제샌드박스	일정기간 시험·검증 기회 획득을 위한 규제샌드박스 신청서 작성, 책임보험료 지원
3	인증절차 간소화	빠른 시장진출 지원을 위한 관련 인증절차 간소화 지원
4	지식재산권 구축	국내외 지식재산권(특허) 전략 수립, 출원 지원
5	테스트베드	기술개발 사업화를 위한 실증·양상·시험/인증 테스트베드 지원
6	네트워킹	산·학·연 등 기술관련 분야의 공동연구개발 및 공동사업화를 위한 네트워킹 지원
7	클러스터 구축	기술분야 집적화를 위한 원천기술개발부터 사업화 공정까지 가능한 클러스터 또는 플랫폼 구축
8	사업화 전략수립	사업화를 위한 시장조사, 사업성평가, 전략 수립 등 지원
9	사업화 전술지원	국내외 판로개척을 위한 전시회, 로드쇼, 설명회, 상담회 등 바이어 발굴 지원과 벤더 등록 지원

[그림 78] 에너지분과 R&BD 지원요소 우선순위 조사지_2

2. R&BD 지원요소별 중요성

※ 응답요령: R&BD 지원요소가 사업화에 중요하다고 생각되는 정도 표시

R&BD 지원요소	해당변수의 중요도				
	전혀 중요하지 않음	중요하지 않음	보통	중요	매우 중요
	1	2	3	4	5
시험인허가					
규제샌드박스					
인증절차 간소화					
지식재산권 구축					
테스트베드					
네트워킹					
클러스터 구축					
사업화 전략수립					
사업화 전술지원					

3. R&BD 지원요소별 적절 지원시기

※ 응답요령: R&BD 지원요소의 필요시기를 표시(중복표시 가능)

R&BD 지원요소	필요시기				
	향후 1~2년	향후 3~4년	향후 5~6년	향후 7~8년	향후 9~10년
	1	2	3	4	5
시험인허가					
규제샌드박스					
인증절차 간소화					
지식재산권 구축					
테스트베드					
네트워킹					
클러스터 구축					
사업화 전략수립					
사업화 전술지원					

[그림 79] 에너지분과 R&BD 지원요소 우선순위 조사지_3

4. R&BD 지원요소별 외부기관의 도움 필요성

※ 응답요령: R&BD 지원요소의 외부기관 도움 필요성 표시

R&BD 지원요소	해당변수의 영향력				
	외부기관의 도움이 전혀 필요 없음	외부기관의 도움이 필요 없음	보통	외부기관의 도움이 필요함	외부기관의 도움이 매우 필요함
	1	2	3	4	5
시험인허가					
규제샌드박스					
인증절차 간소화					
지식재산권 구축					
테스트베드					
네트워킹					
클러스터 구축					
사업화 전략수립					
사업화 전술지원					

[그림 80] 에너지분과 R&BD 지원요소 우선순위 조사지_4

○ 원거리 무선전력 전송기술분과 요소기술 수요조사 결과, 9건의 요소기술에 대한 현안이 수집됨

<표 69> 원거리 무선전력 전송기술분과 요소기술 수요조사 결과

연 번	R&D 요소기술명	개발목표	개발내용	R&D 단계	R&D 가능 시기	R&D 소요 기간	R&D 소요 예산	R&D 협력 유형	제 약 요 소	R&BD 지원요소
1	낮은 주파수(20kHz~ 6.78MHz) 이용 중거리(5~10m) 무선전력전송 기술	- 전송거리: 5~10m - 효율: 50%이상	- 중거리 전송 모드생성 - 전자기장 성형 - 중거리 전송용 고이득 코일형상	기초+ 실험	3~5년 (개발 중)	5년	10억 원/년	단독개 발 (연)	ISM 대역외 이용시 주파수 사용 허가 및 간섭 분석	향후 인증 지원서비스 및 시험인 허가, 고출력, 중거리 실험을 위한 규제 샌드박스 필요
2	Mag-MIMO 기술을 이용한 다중 무선기기에 대한 무선충전기술	- 최적 효율 달성 알고리즘 - 2개 이상의 수신 시스템	- 최적 효율 가능한 기법개발 - 최대 효율 유지 기법 개발	기초+ 시제 품	5년	5년	15억 원/년	공동연 구개발 (학-연)	ISM 대역외 이용시 주파수 사용 허가 및 간섭 분석	향후 인증 지원서비스 및 시험인 허가
3	완전 자유도를 갖는 6DoF 공간 무선충 전기술	- 자유도: 6DoF - 효율: $\pm 10\%$ 이내	- 공간 무선충전기술 - 결합효율 유지기술	기초+ 시제 품	5년	5년	10억 원/년	공동연 구개발 (학-연)	ISM 대역외 이용시 주파수 사용 허가 및 간섭 분석	향후 인증 지원서비스 및 시험인 허가

연 번	R&D 요소기술명	개발목표	개발내용	R&D 단계	R&D 가능 시기	R&D 소요 기간	R&D 소요 예산	R&D 협력 유형	제약 요소	R&BD 지원요소
4	증장거리용 RF기반 무선전력전송 기술	- 전송거리:10~30m - 효율 20~30%	- GHz대역 인버터 효율개선 연구 - 최적 빔 포빙 기술	시험+ 시제 품	5년	5년	10억 원/년	공동연 구개발 (학-연)	복사신 호에 대한 EMF, 간섭 분석	특정한 공간에 활용키 위한 규제샌드 박스 필요
5	무선전력전송 전자파 영향 저감기술	자속밀도 < 6.25 μ T	송수신 코일 전자파 저감 설계 기술	실험	1~2년 이내	3년 이내	20억 원	공동연 구개발 (학-연)		(예시) FDA인증 지원서비스
6	고정밀 금속 및 생명체 감지 기술	금속 크기 < 1 cm 생명체 크기 < 10 cm	자기장을 이용한 금속/생명체 감지 기술	실험	1~2년 이내	3년 이내	20억 원	공동연 구개발 (산-학- 연)		
7	인체삽입형 무선전력전송 설계 기술	초소형 코일 < 1 mm	뇌/미주 신경 자극용 무선전력전송 시스템 개발	기초	2~3년 이내	5년 이상	30억 원	공동연 구개발 (학-연)		동물 실험 지원
8	초저전력 원거리 무선전력기술	거리 > 5 m, 수신 전력 > 100 mW	초소형 원거리 전력 송수신기 개발	시제 품	1~2년 이내	3년 이내	15억 원	공동연 구개발 (산-학- 연)		
9	무선전력전송 시스템 자성체 기술	전성/연성이 우수한 고투자율 자성체	무선전력전송용 자성재료 개발	시제 품	3~5년 이내	3년 이내	20억 원	공동연 구개발 (산-학- 연)		

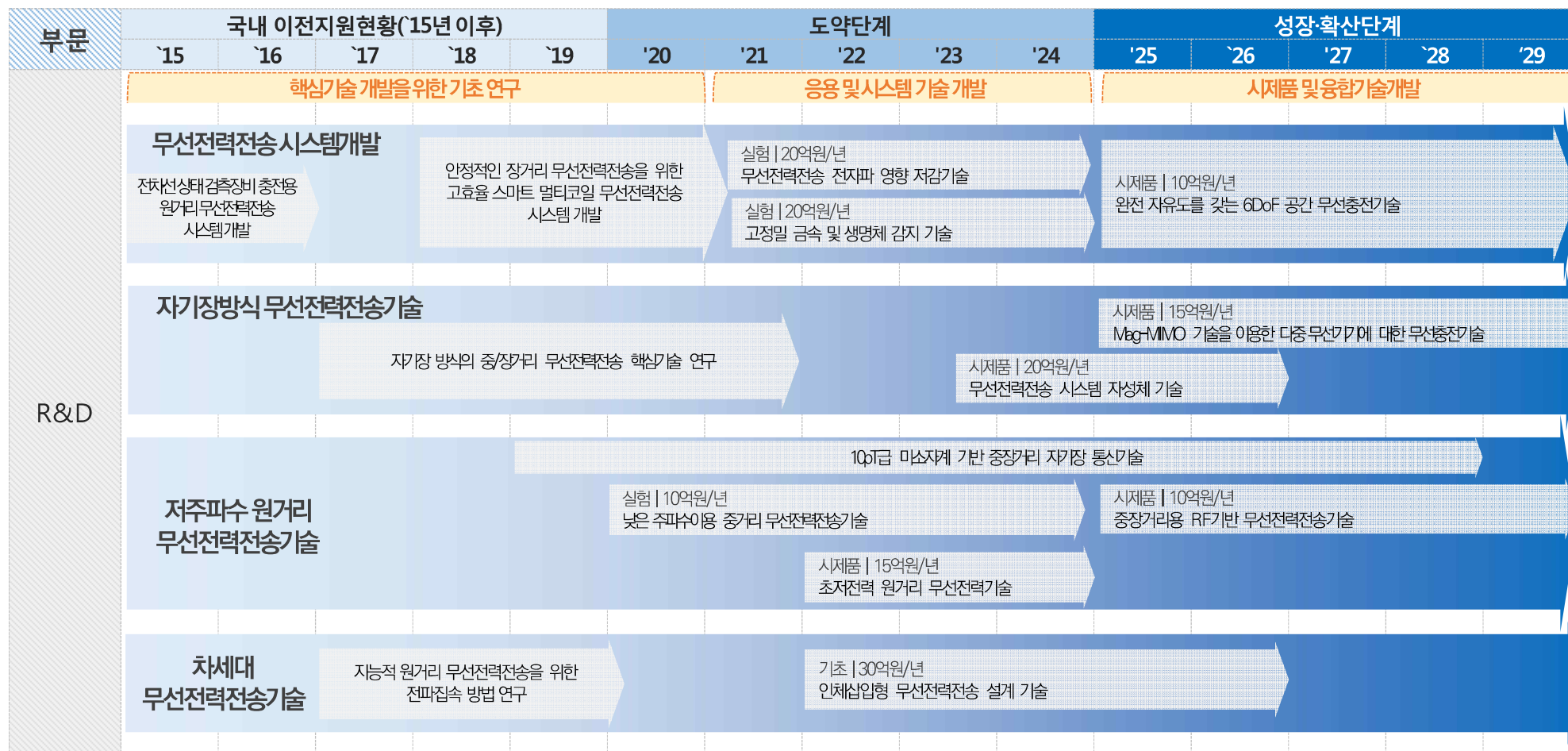
○ 무선전력전송 효율측정기술분과 요소기술 수요조사 결과, 9건의 요소기술에 대한 현안이 수집됨

<표 70> 무선전력전송 효율측정기술분과 요소기술 수요조사 결과

연 번	R&D 요소기술명	개발목표	개발내용	R&D 단계	R&D 가능 시기	R&D 소요 기간	R&D 소요 예산	R&D 협력유 형	제약 요소	R&BD 지원요소
1	모바일 기기의 무선전력전송 효율 측정을 위한 기준 개발 및 Test bed 구축	측정 결과의 소급성이 유지되고, 측정의 재현성이 유지 될 수 있는 효율 측정 레퍼런스 모델 개발	레퍼런스 모델 spec 정의 측정 장비 환경 구축 에너지 효율 등급 제도 개발	실험	-1~2 년이 내	-1~3 년이 내	5억	공동연 구개발 (산-연)	국내외 기술 규제 적용에 맞추어 진행되어야 함	-시험인허가 -인증제도 -기업 기술 지원
2	무선전력전송 효율 측정을 위한 장비 개발	효율 측정을위한 장비 개발	측정 장비 개발 에너지 효율 등급 제도 개발	기초	-1~2	3~5년 이내	10억	공동연 구개발 (산-연)	측정 기술에 대한 국내 기업 취약	-시험인허가 -인증
3	가전기기 효율 측정 방법 개발 및 실증 및 test bed 구축	무선충전 기술이 적용된 가전기기(믹서, 조리기기, PC 등)의 효율 측정 기준 개발 및 TEST BED 구축	에너지 효율 측정방법 기준 개발 상용화를 위한 기술 지원 및 시험인증 지원	기초	-3~5 년이 내	3~5년 이내	25억	공동연 구개발 (산-학- 연)	기술 초기 단계기로 기술 상용화 여부에 따라 효율 측정 기술 적용 달라질수 있음	-시험인허가 -인증 -기업 기술 지원
4	전기 자동차 무선전력전송 효율 측정 방법 개발 및 test bed 구축	무선충전 기술이 적용된 전기자동차의 효율 측정 기준 개발 및 TEST BED 구축	에너지 효율 측정방법 기준 개발 상용화를 위한 기술 지원 및 시험인증 지원	기초	-5~10 년이 내	3~5년 이내	40억	공동연 구개발 (산-학- 연)	기술 초기 단계기로 기술 상용화 여부에 따라 효율 측정 기술 적용 달라질수 있음	-규제 샌드박 스 -시험인허가 -인증

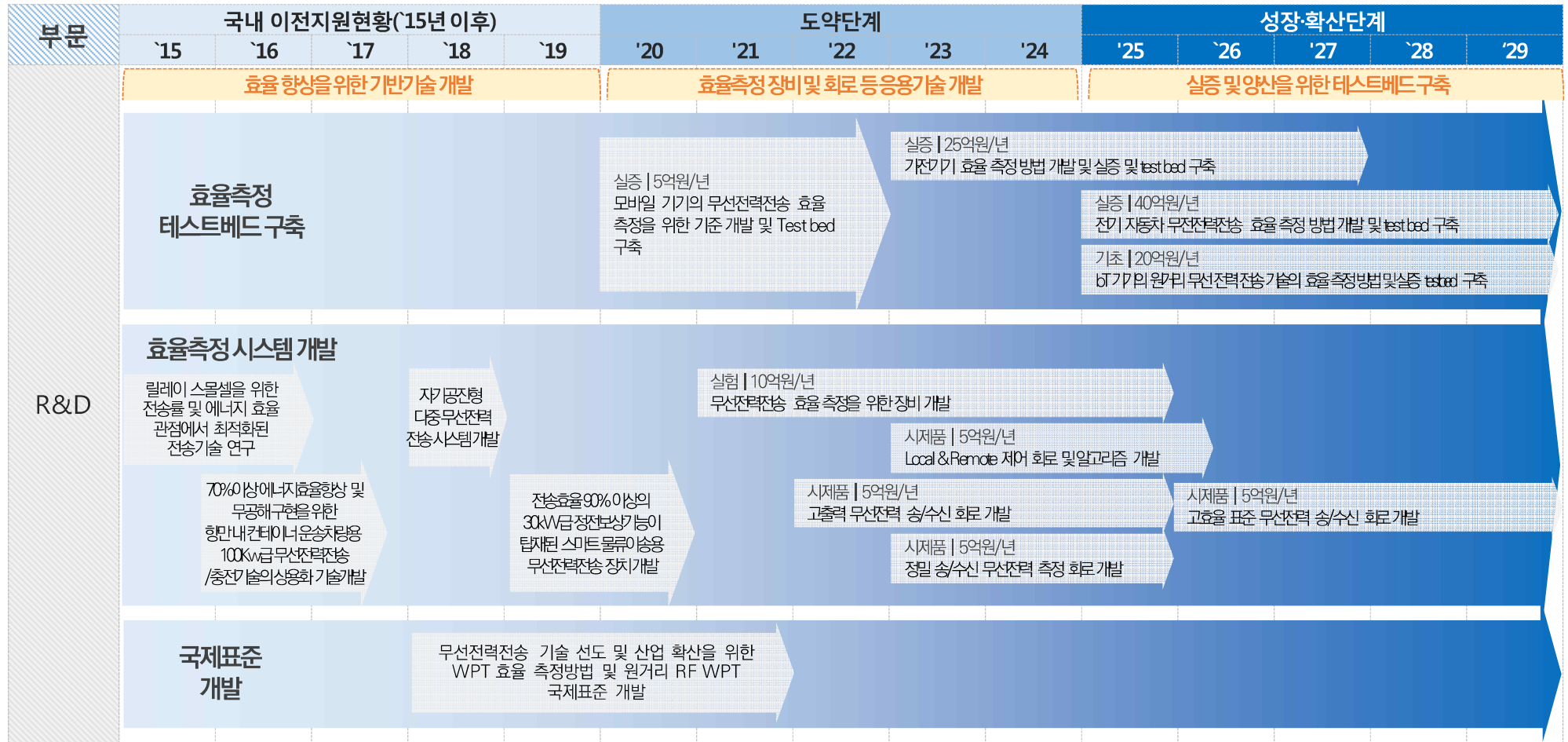
연 번	R&D 요소기술명	개발목표	개발내용	R&D 단계	R&D 가능 시기	R&D 소요 기간	R&D 소요 예산	R&D 협력유 형	제약 요소	R&BD 지원요소
5	IoT 기기의 원거리 무선 전력 전송 기술의 효율 측정 방법 및 실증 TEST BED 구축	무선충전기술이 적용된 IoT 기기의 원거리 무선전력전송 기술 효율 측정 기준 개발 및 TEST BED 구축	에너지 효율 측정방법 기준 개발 상용화를 위한 기술 지원 및 시험인증 지원	기초	-5~10 년이 내	3~5년 이내	20억	공동연 구개발 (산-학- 연)	기술 초기 단계기로 기술 상용화 여부에 따라 효율 측정 기술 적용 달라질수 있음	-규제 샌드박스 -시험인허가 -인증
6	고출력 무선전력 송/수신 회로	100W급 무선전력 효율 측정 시스템	고출력 전원 공급장치 및 전자로더 회로 개발	시제 품	2~3년 이내	1~3년 이내	5억	공동연 구개발 (산-연)	전자파 규제 규격	규제 샌드박스 (고출력 무선전력 시스템의 전자파 규제 규격 완화)
7	고효율 표준 무선전력 송/수신 회로	고효율 표준 송/수신기 - 75% 이상 @5W - 80% 이상 @ 15W - 85% 이상 @ 50W - 90% 이상 @ 100W	고효율 표준 무선전력 송/수신 회로 개발	시제 품	2~3년 이내	1~3년 이내	5억	공동연 구개발 (산-연)	전자파 규제 규격	
8	정밀 송/수신 무선전력 측정 회로	효율 측정 오차 0.5% 이내	고정밀 측정 회로	시제 품	2~3년 이내	1~3년 이내	5억	공동연 구개발 (산-연)	전자파 규제 규격	
9	Local & Remote 제어 회로 및 알고리즘		원격 제어 회로 및 프로토콜 개발	시제 품	2~3년 이내	1~3년 이내	5억	공동연 구개발 (산-연)	전자파 규제 규격	

○ 1차 전문가토론회 결과, 도출된 원거리 무선전력 전송기술분과 R&D 로드맵(안)은 아래와 같음



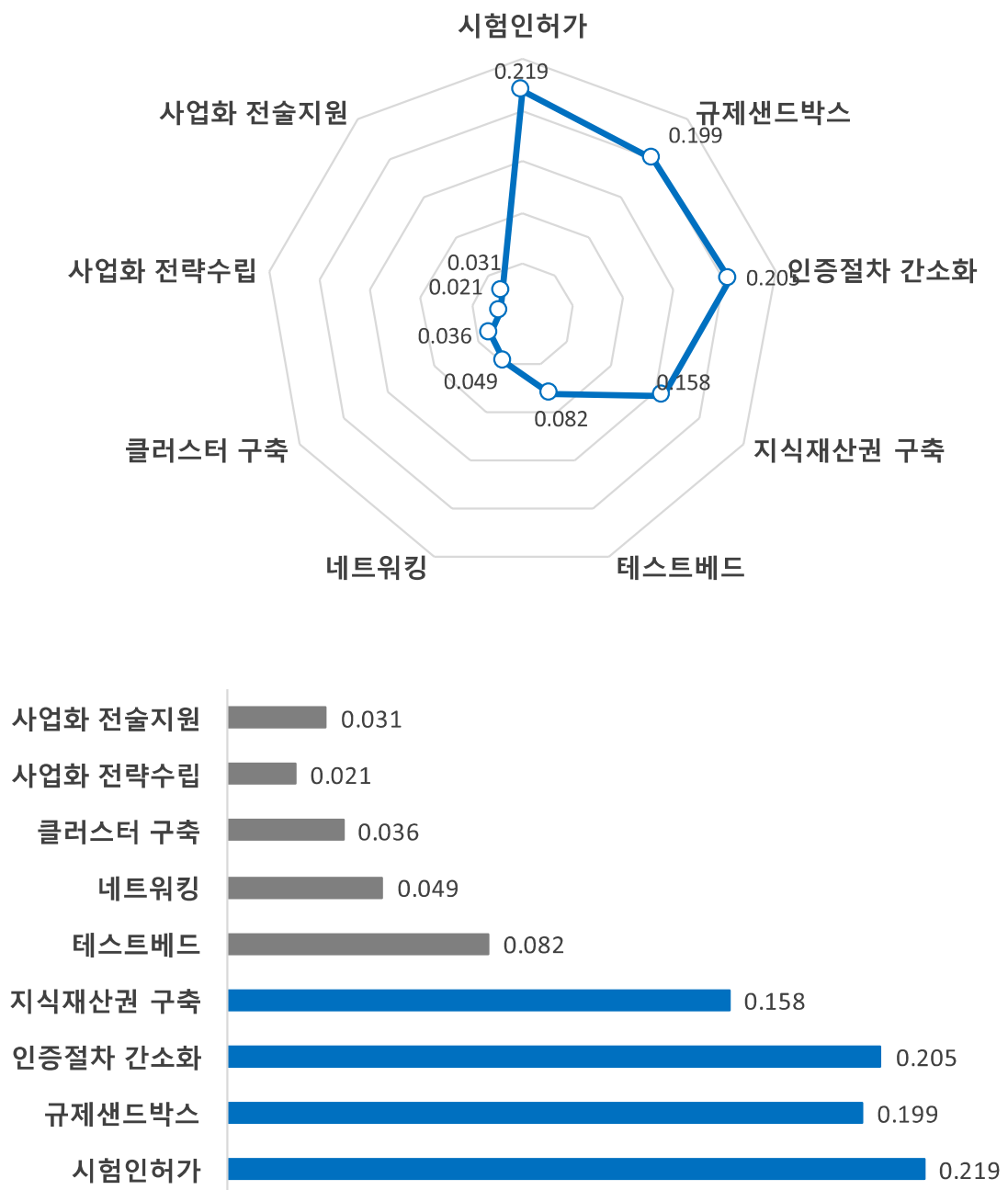
[그림 81] 원거리 무선전력 전송기술분과 R&D 로드맵 1차 결과

○ 1차 전문가토론회 결과, 도출된 무선전력전송 효율측정기술분과 R&D 로드맵(안)은 아래와 같음



[그림 82] 무선전력전송 효율측정기술분과 R&D 로드맵 1차 결과

- (원거리 무선전력 전송기술) 가장 중요한 R&BD 지원요소는 시험인허가, 인증절차 간소화, 규제샌드박스, 지식재산권 구축으로 조사됨
- 시험인허가, 규제샌드박스, 인증절차 간소화 지원은 외부기관의 도움이 매우 필요한 요소
 - 사업화 전략수립 및 전술지원은 자체적으로 해결가능성이 높은 요소



[그림 83] 원거리 무선전력 전송기술분과 R&BD 요소별 상대적 중요성

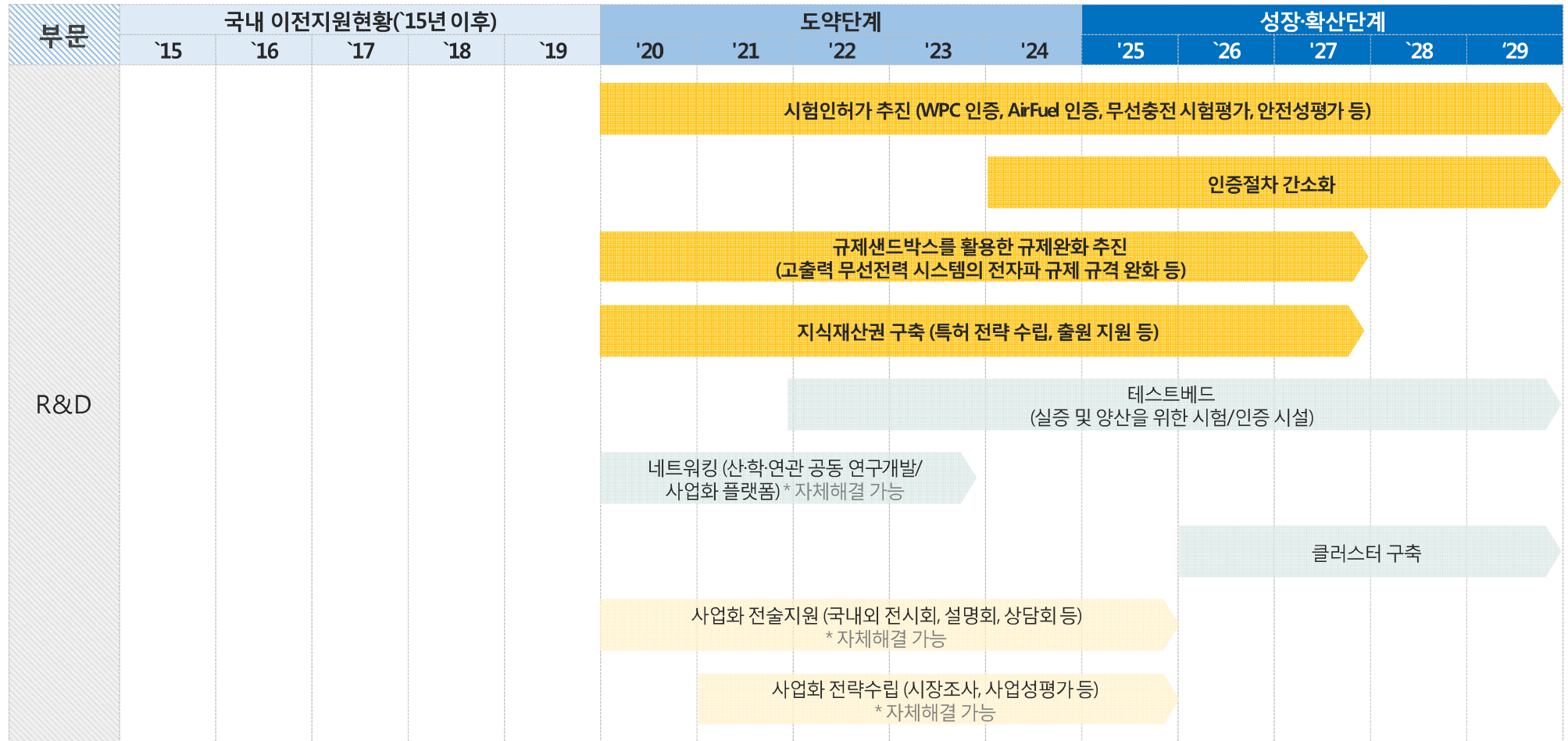
<표 71> 원거리 무선전력 전송기술분과 R&BD 요소별 중요성

부문	중요성	중요성 순위	상대적 중요성	상대적 중요성 순위
시험인허가	4.500	1	0.219	1
규제샌드박스	4.000	3	0.199491	3
인증절차 간소화	4.500	1	0.205429	2
지식재산권 구축	4.000	3	0.15762	4
테스트베드	3.500	5	0.081891	5
네트워킹	3.500	5	0.04857	6
클러스터 구축	3.500	5	0.036105	7
사업화 전략수립	2.500	9	0.021145	9
사업화 기술지원	3.000	8	0.030796	8

- 도약단계에서 상용화를 위한 시험인허가 추진 지원 및 규제샌드박스 활용지원, 기술선점을 위한 지식재산권 구축이 필요
- 성장·확산 단계에서는 실증 및 양산을 위한 테스트베드 구축 및 관련 시험인허가 지원이 필요

○ (원거리 무선전력 전송기술) 도약단계에서 원거리 무선전력 전송기술 분야의 응용분야 확장을 위한 기술 및 시스템 개발이 필요하며, 성장·확산 단계에서는 타 ICT기술과의 융합기술개발 및 개발된 기술기반의 무선 충전제품의 상용화 기술개발이 필요

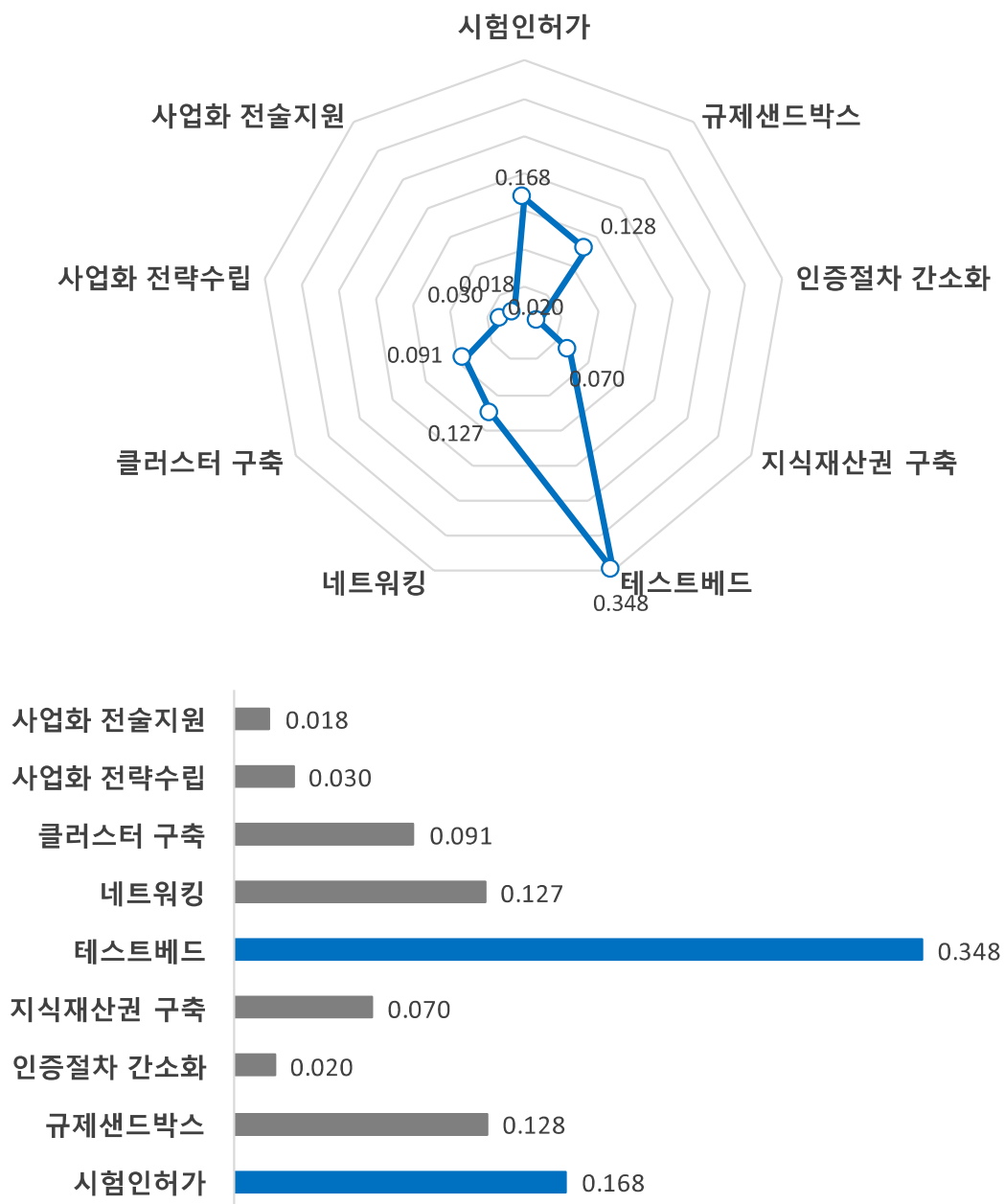
○ 1차 전문가토론회 결과, 도출된 원거리 무선전력 전송기술분과 R&BD 로드맵(안)은 아래와 같음



[그림 84] 원거리 무선전력 전송기술분과 R&BD 로드맵 1차 결과

○ (무선전력전송 효율측정기술) 가장 중요한 R&BD 지원요소는 테스트베드 구축 및 시험인허가 지원

- 규제샌드박스, 시험인허가, 테스트베드, 클러스터 구축 지원은 외부 기관의 도움이 매우 필요한 요소
- 인증절차 간소화는 자체적으로 해결가능성이 높은 요소



[그림 85] 무선전력전송 효율측정기술분과 R&BD 요소별 상대적 중요성

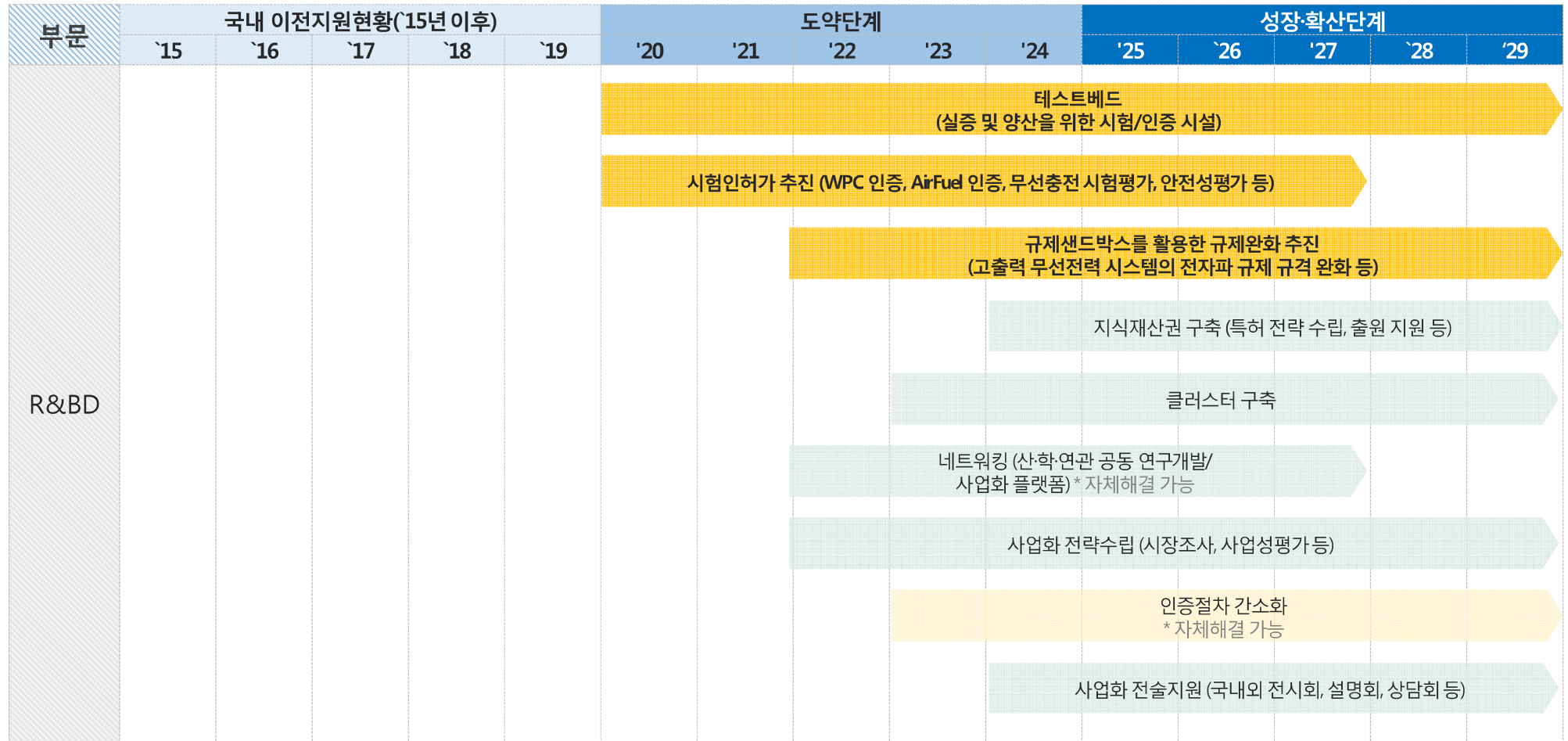
<표 72> 무선전력전송 효율측정 기술분과 R&BD 요소별 중요성

부문	중요성	중요성 순위	상대적 중요성	상대적 중요성 순위
시험인허가	4.500	2	0.168	2
규제샌드박스	4.500	2	0.128	3
인증절차 간소화	3.500	5	0.020	8
지식재산권 구축	4.000	4	0.070	6
테스트베드	5.000	1	0.348	1
네트워킹	3.000	8	0.127	4
클러스터 구축	3.500	5	0.091	5
사업화 전략수립	3.500	5	0.030	7
사업화 전술지원	3.000	8	0.018	9

- 도약단계에서 상용화 및 사업화 대응을 위한 시험인허가 지원 및 테스트베드 지원 필요
- 성장·확산 단계에서는 규제샌드박스를 활용한 전자파 규제 규격 완화 및 테스트베드 지원으로 실용화 지원이 필요

○ (무선전력전송 효율측정기술) 도약단계에서 효율측정기술을 위한 장비 및 관련 회로 개발 등 효율측정 관련 응용기술 개발이 필요하며, 성장·확산 단계에서는 가전기기부터 전기자동차까지 다양한 응용분야의 실증/양산을 위한 테스트베드 구축을 위한 기술개발이 필요

○ 1차 전문가토론회 결과, 도출된 무선전력전송 효율측정기술분과 R&BD 로드맵(안)은 아래와 같음



[그림 86] 무선전력전송 효율측정기술분과 R&BD 로드맵 1차 결과

2. 2차 전문가토론회(최종심의)

□ 한국방송통신전파진흥원의 사업기획 일환으로 원거리 무선전력 전송기술, 무선전력전송 효율측정기술 등 미래 기술 선점을 위한 로드맵(안) 최종확정을 위한 최종심의 전문가토론회

○ (일시) 2019. 11. 25. (월) ~ 2019. 11. 28. (목)

○ (방법) 온라인

○ (참석대상) 전파에너지 기술분과별 과학기술 전문가 4명

<표 73> 에너지분과 2차 전문가토론회 전문가 구성

연번	분과	성함	소속
1	원거리 무선전력 전송기술	조인귀 책임	ETRI
2		안승영 교수	KAIST
3	무선전력전송 효율측정기술	박찬근 선임	한국기계전기전자시험연구원
4		한현식 대표	파워캐스트

○ (운영내용) 기술분과별 R&D 로드맵(안) 및 R&BD 로드맵(안) 최종심의 전문가토론회

- 분과별 R&D 로드맵(안) 기술별 개발기간, 내용, 예산 등 최종심의
- 분과별 R&BD 로드맵(안) 우선순위, 지원기간, 내용 등 최종심의

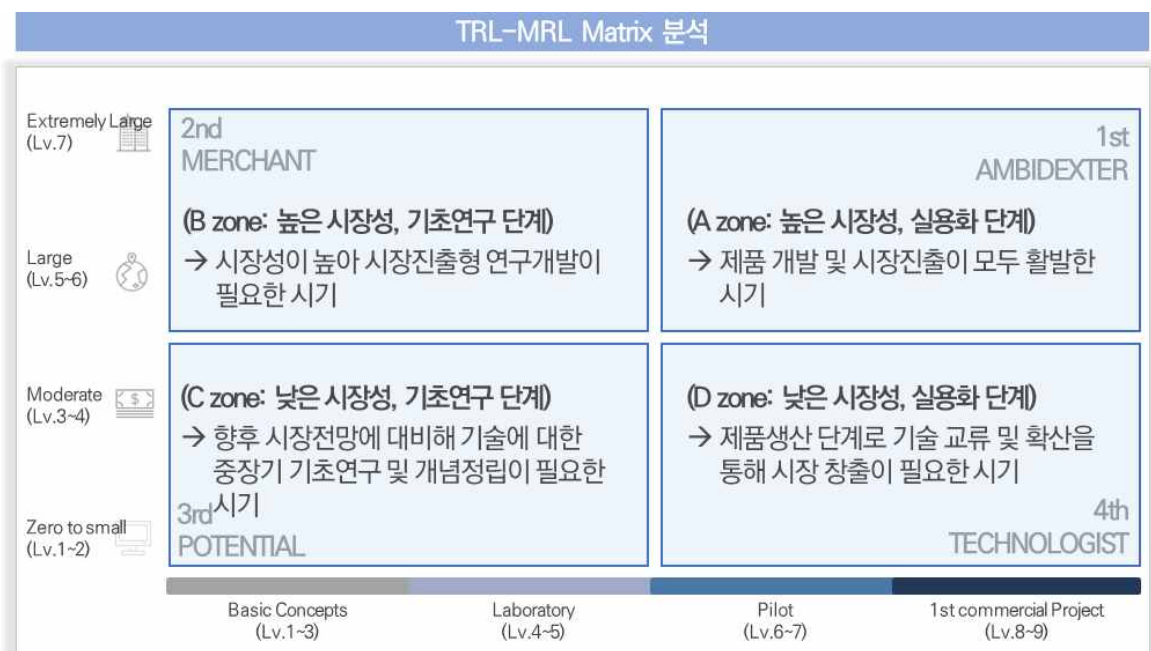
○ 2차 전문가토론회 결과를 반영하여, 기술분과별 최종 R&D 로드맵(안) 및 R&BD 로드맵(안)을 도출함

제3절 지원전략 수립(안)

□ 지원전략 수립(안)은 TRL-MRL Matrix 분석으로 기술의 개발단계에 따른 시장성을 확인하고 메가트랜드 및 사전인터뷰에 따른 도약 단계/성장·확산 단계에 따른 지원전략 수립(안)을 도출

○ TRL(Technology Readiness Assessment, 기술성숙도)-MAL(Market Readiness Level, 시장매력도) Matrix 분석⁴⁵⁾으로 기술의 개발단계에 따른 시장성을 확인

- (A zone) 시장/기술매력도가 모두 높은 기술로 제품 개발 및 시장진출이 모두 활발한 시기
- (B zone) 시장매력도가 높아 시장진출형 연구개발이 필요한 시기
- (C zone) 향후 시장전망에 대비해 기술에 대한 중장기 기초연구 및 개념정립이 필요한 시기
- (D zone) 제품생산 단계로 기술 교류 및 확산을 통해 시장 창출이 필요한 시기



[그림 87] TRL-MRL Matrix 분석 모식도

45) Young-Il Kwon and Jong-Ku Son, A Case Study on the Promising Product Selection Indicators for Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs), KISTI, 2018

<표 74> TRL(기술성숙도) 평가 기준

R&D 사업 유형	정의 (OECD)	TRL 단계		
기초 연구	특수한 응용 또는 사업을 직접적 목표로 하지 않고, 자연현상 및 관찰 가능한 사물에 대한 새로운 지식을 확득하기 위하여 최초로 행해지는 이론적 또는 실험적 연구	기 초 연구	1	【기초실험】 기본원리발견
			2	【개념정립】 기술개념과 적용분야의 확립
응용 연구	기초연구의 결과 얻어진 지식을 이용하여 주로 실용적인 목적과 목표 아래 새로운 과학적 지식을 획득하기 위한 독창적인 연구	실험	3	【기본성능검증】 분석과 실험을 통한 기술개념 검증
			4	【부품 /시스템 성능검증】 연구실 환경에서의 Working Model 개발
개발 연구	기초·응용연구 및 실제경험으로부터 얻어진 지식을 이용하여 새로운 제품 및 장치를 생산하거나 이미 생산 또는 설치된 것을 실질적으로 개선하기 위한 체계적인 연구	시 제 품	5	【장치 /시스템 시제품 제작】 유사 환경에서의 Working Model 검증
			6	【시제품 성능평가】 유사 환경에서의 프로토타입 개발
		실 용 화	7	【시제품 신뢰성평가】 실제 환경에서 시제품 데모
			8	【시제품 인증】 상용제품 시험평가 및 신뢰성 검증
-	실용화 /기술이전사업	양 산	9	【사업화】 상용제품생산

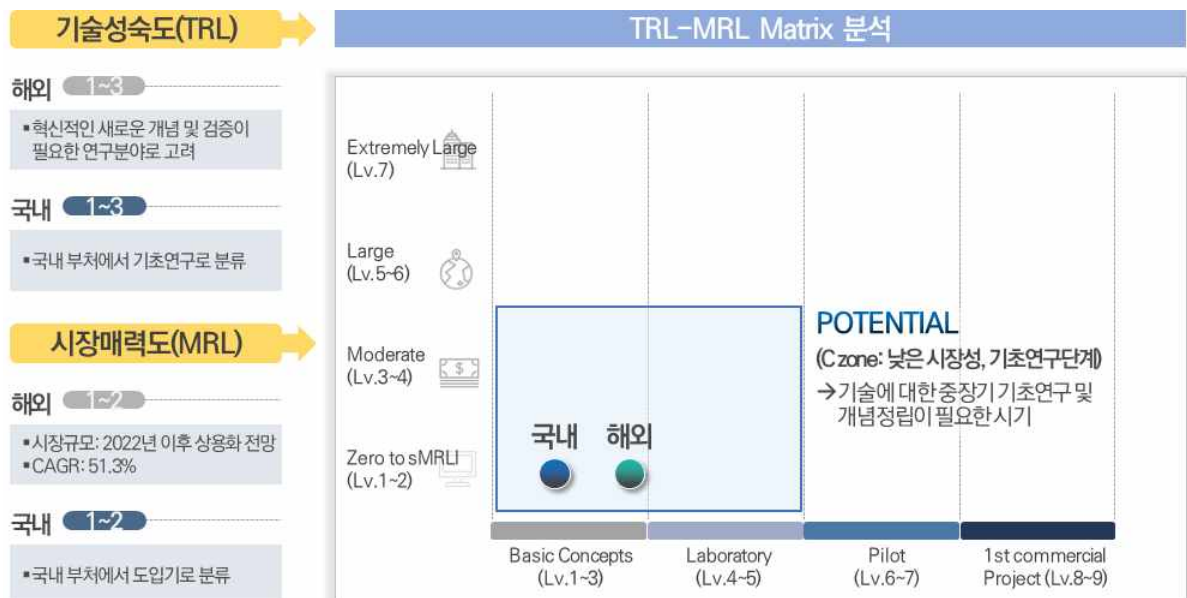
<표 75> MRL(기술성숙도) 평가 기준

평가 Factor	세계 시장규모 (백만달러)	세계 시장성장률 (%)	정책적합성
Level 1	9.9 이하	4.9 이하	매우 적은
Level 2	10~49.9	5~9.9	적은
Level 3	50~99.9	10~14.9	약간 적은
Level 4	100~499.9	15~19.5	중간
Level 5	500~999.9	20~24.9	약간 크다
Level 6	1,000~9000	25~29.9	큼

제1항 의료분과

1. 테라헤르츠 암치료 기술

- TRL-MRL Matrix 분석결과, 테라헤르츠 암치료 기술은 C zone(Potential) 영역에 속하는 기술로써 향후 시장전망에 대비하여 기술에 대한 중장기 기초연구가 필요한 시기로 분석
- 테라헤르츠 암치료 기술의 TRL(기술성숙도)은 국내/해외 모두 1~3단계인 기초연구로 분류되어 있음
 - (해외) 혁신적인 새로운 개념 및 검증이 필요한 연구분야로서 기초 연구로 분류
 - (국내) 국내 부처를 통해 테라헤르츠 암치료 기술은 기초연구로 분류
- 테라헤르츠 암치료 기술의 MRL(시장매력도)은 국내/해외 모두 1~2단계의 시장단계로 분류
 - (해외) 2022년 이후 상용화 될 것으로 예상되는 시장으로 도입기에 있는 시장으로 분류
 - (국내) 국내 부처를 통해 테라헤르츠 암치료 기술 시장은 도입기로 분류



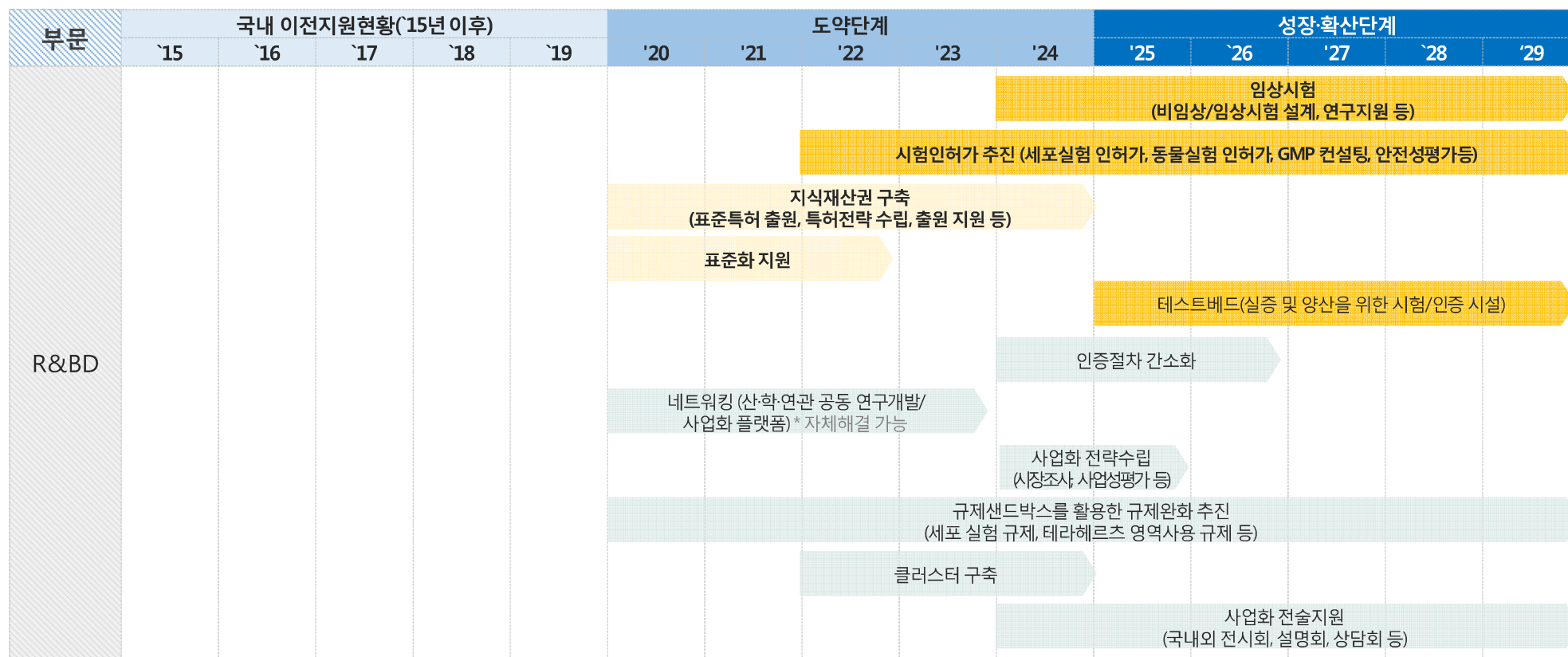
[그림 88] 테라헤르츠 암치료 기술의 TRL-MRL Matrix 분석 결과

- 4차례의 전문가토론회를 통해, 테라헤르츠 암치료 기술분야는 개방형 원천기술 연구단을 중심으로 선도적인 연구개발이 필요
- (도약단계) 개방형 원천기술 연구단과 세포·동물실험 인허가/임상·의료기기·GMP인증 조사 및 컨설팅을 통한 사업화 대응
 - (성장·확산단계) 시제품 및 응용기술개발과 규제샌드박스/비임상·임상실험을 통한 제품 상용화



[그림 89] 테라헤르츠 암치료 기술의 R&D 로드맵 최종(안)

- 국내외 사업화를 대비하여 테라헤르츠 암치료 기술에 대한 표준화 및 국내외특허 확보를 위한 지원요소가 가장 우선적으로 고려 필요
- 향후 의료분야 특수성을 반영하여 정부차원의 의료기기 임상시험관련 규제샌드박스 기간(2+2년)에 대한 대응방안 마련 필요



[그림 90] 테라헤르츠 암치료 기술의 R&BD 로드맵 최종(안)

2. 전파 이미징 원천기술

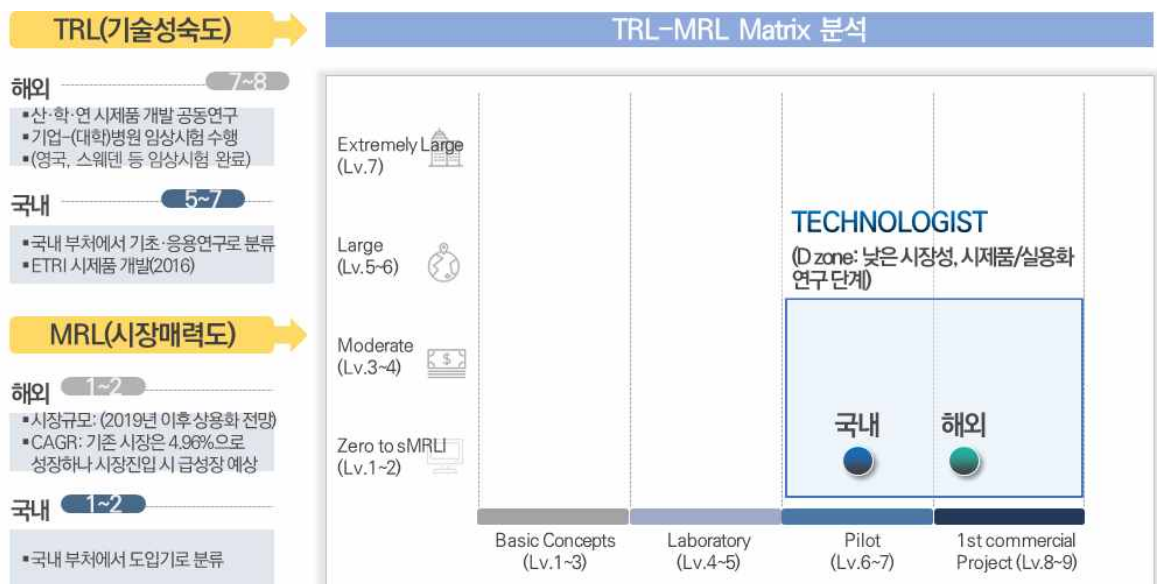
□ TRL-MRL Matrix 분석결과, 전파 이미징 원천기술은 D zone(Technologist) 영역에 속하는 기술로써 시장형성을 대비하여 시제품/실용화 연구가 필요한 시기로 분석

○ 전파 이미징 원천기술의 TRL(기술성숙도)은 국내 5~7단계인 기초·응용 연구로 분류되고 있으며 해외는 임상시험 완료 및 시제품 개발단계인 7~8단계로 분류됨

- (해외) 산·학·연 시제품 개발 공동연구, 기업-(대학)병원 임상시험 수행 (영국, 스웨덴 등 임상시험 완료)을 진행하고 있는 시제품제작, 실용화 단계
- (국내) 국내 부처를 통해서 기초·응용연구로 분류되며 ETRI는 2016년도 시제품 개발 진행

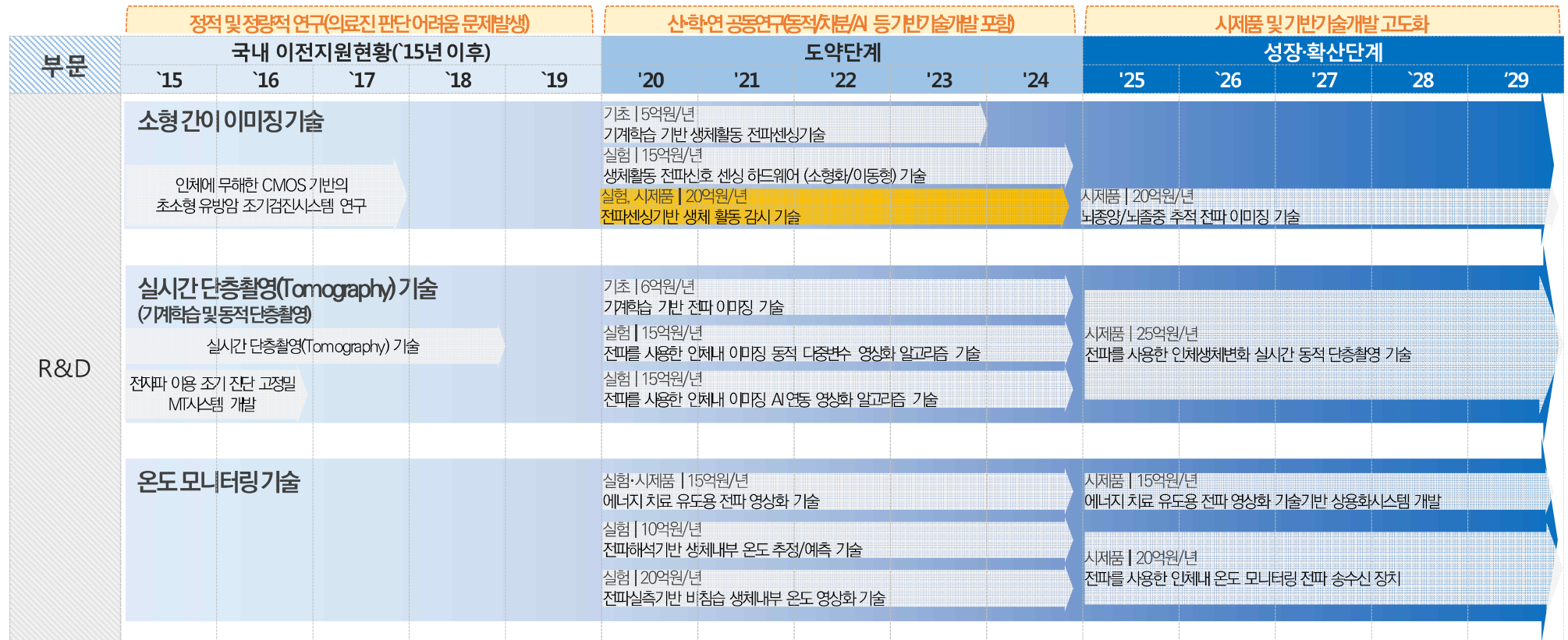
○ 전파 이미징 원천기술의 MRL(시장매력도)은 국내/해외 모두 1~2단계의 시장단계로 분류

- (해외) 2019년 이후 상용화가 전망되는 시장으로 시장진입시 급성장이 예상되는 시장으로 예상
- (국내) 국내 부처를 통해 전파 이미징 원천기술 시장은 도입기로 분류



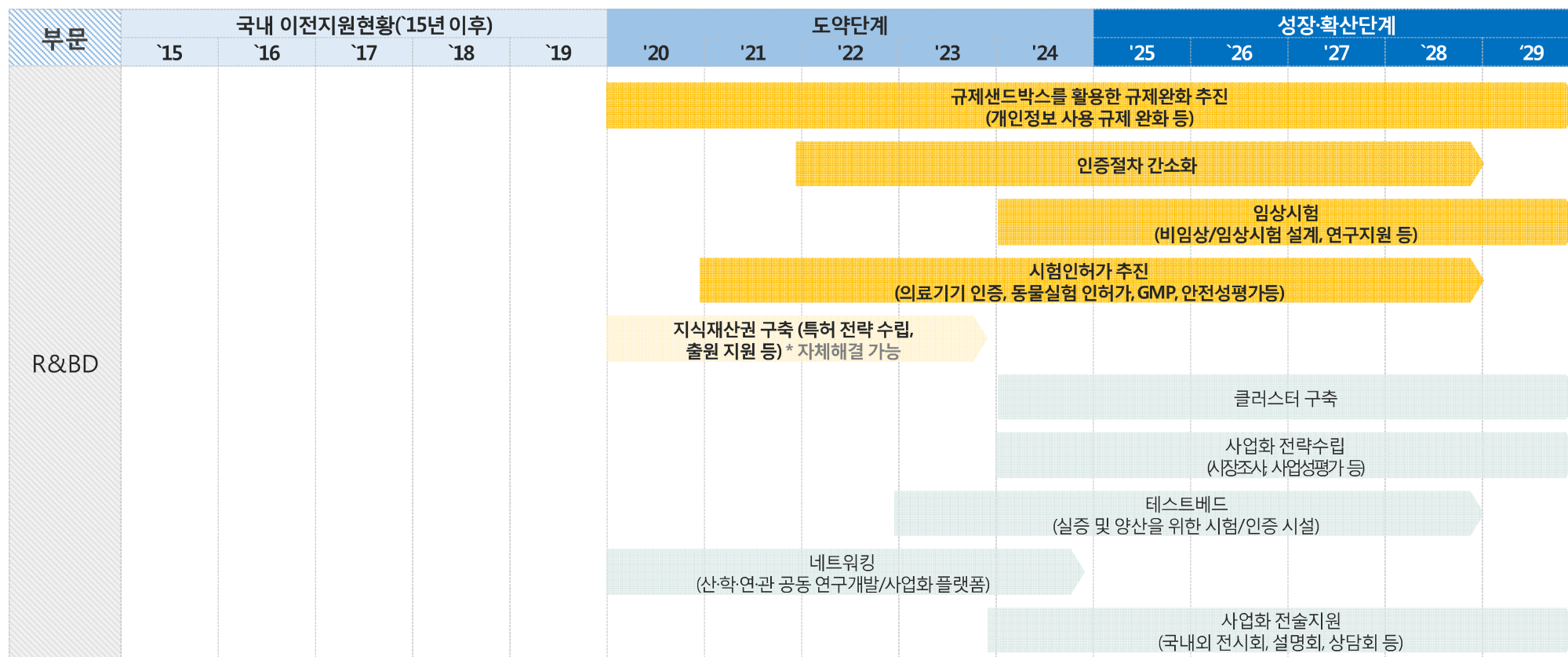
[그림 91] 전파 이미징 원천기술의 TRL-MRL Matrix 분석 결과

- 4차례의 전문가토론회를 통해, 전파 이미징 원천기술분야는 기반기술 고도화를 위한 산·학·연 공동 연구가 필요
- (도약단계) 산·학·연 공동연구(동적/차분, AI 기반기술개발 포함) 및 시험인허가/규제 샌드박스를 통한 사업화 대응
- (성장·확산단계) 시제품 및 기반기술개발 고도화와 의료기기인증/비임상·임상실험을 통한 제품 상용화



[그림 92] 전파 이미징 원천기술의 R&D 로드맵 최종(안)

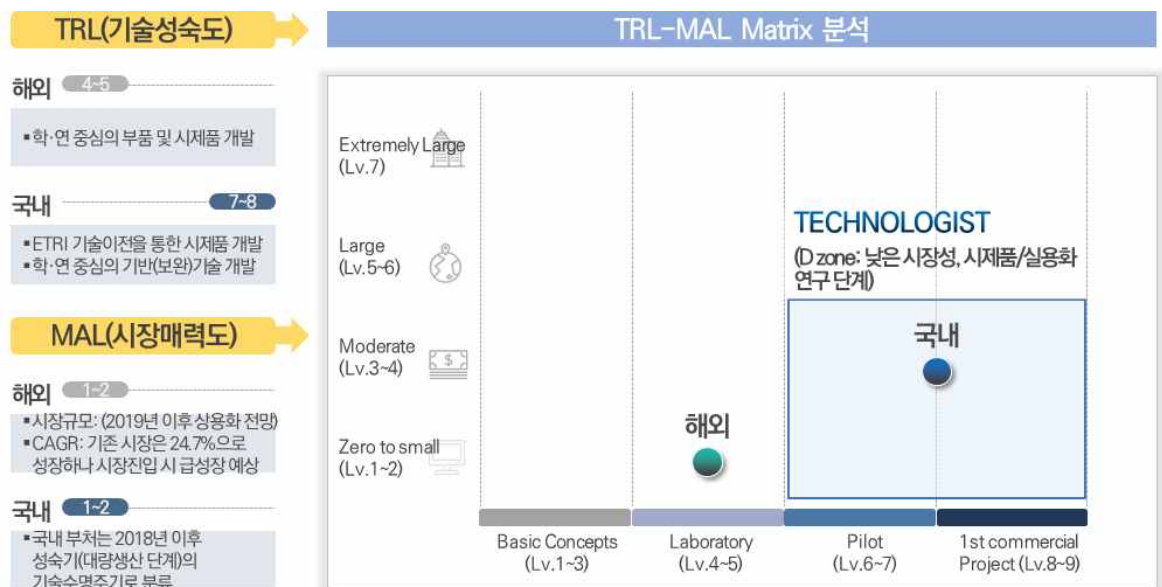
- 병원과의 공동연구 및 향후사업화를 위해 규제샌드박스 활용 필요
- 공동연구를 진행하는 병원에서 발생하는 데이터 사용 및 활용 내용이 포함된 IRB 승인 및 익명화 된 데이터 활용에 대한 전반적인 법리적 검토 필요



[그림 93] 전파 이미징 원천기술의 R&BD 로드맵 최종(안)

3. 인체통신기술

- TRL-MRL Matrix 분석결과, 인체통신기술은 D zone(Technologist) 영역에 속하는 기술로써 시장형성을 대비하고 기술선점을 위한 시제품/실용화 연구가 필요한 시기로 분석
- 인체통신기술의 TRL(기술성숙도)은 국내 7~8단계인 실용화단계로 분류되고 있으며 해외는 시제품 개발 단계인 4~5단계로 분류되어 국내의 기술성숙도가 해외보다 높음
 - (해외) 학·연 중심의 부품 및 시제품 개발 단계
 - (국내) ETRI 기술이전을 통한 시제품 개발 및 학·연 중심의 기반(보완) 기술 개발 단계인 실용화단계
- 인체통신기술의 MRL(시장매력도)은 국내/해외 모두 1~2단계의 시장단계로 분류
 - (해외) 2019년 이후 상용화가 전망되며 기존 시장은 24.7% CAGR로 성장하나 인체통신기술 제품의 시장진입 시 급성장이 예상
 - (국내) 국내 부처는 2018년 이후 성숙기(대량 생산 단계)의 기술수명주기로 분류

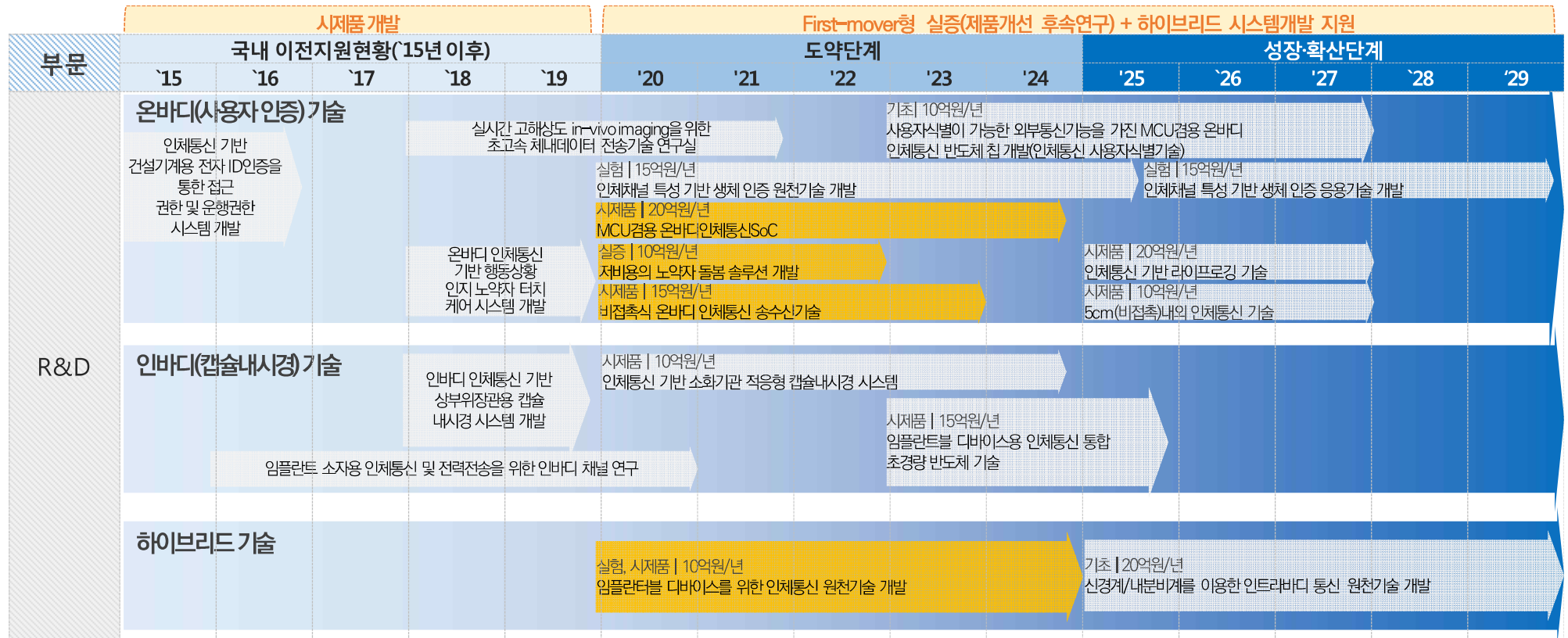


[그림 94] 인체통신기술의 TRL-MRL Matrix 분석 결과

□ 4차례의 전문가토론회를 통해, 인체통신기술분야는 실증기반의 선도자형 연구 및 제품 적용처 확대를 위한 테스트베드가 필요

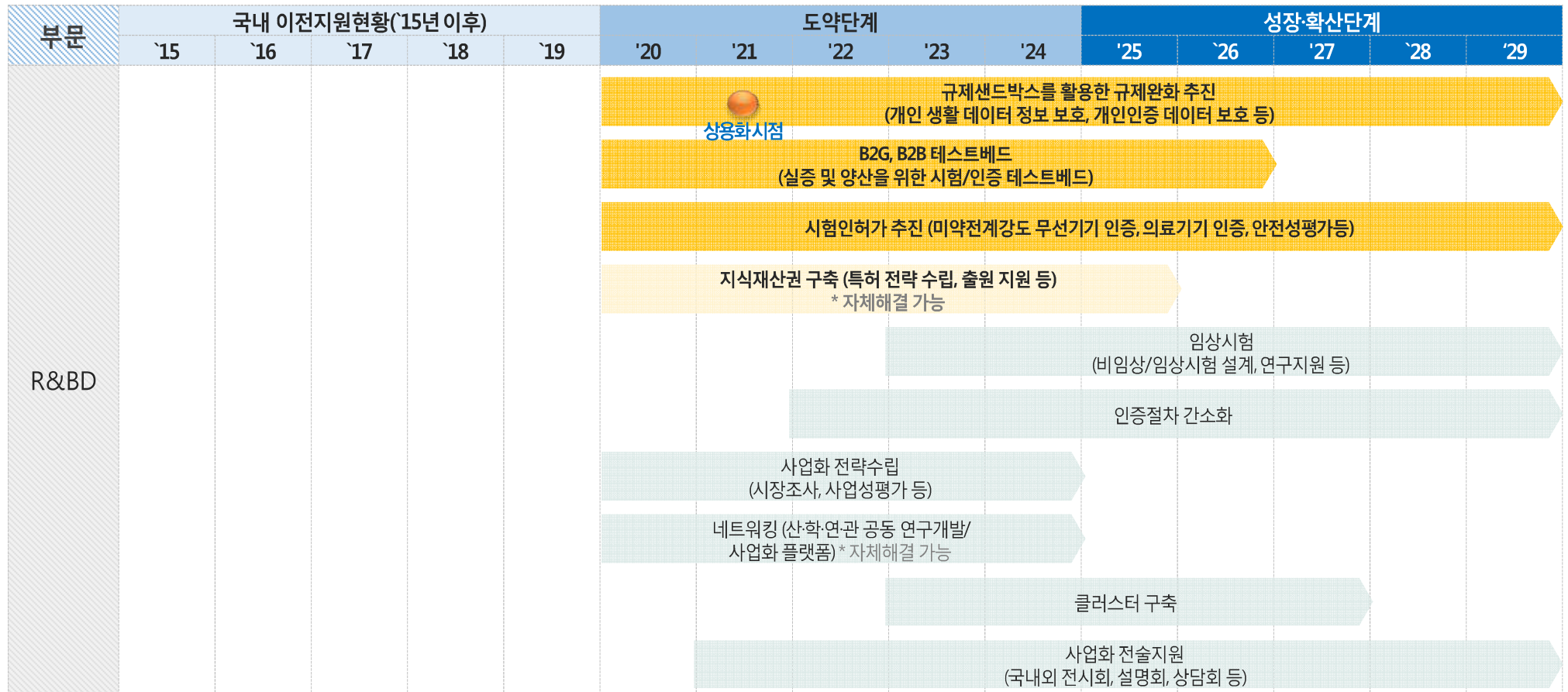
○ (도약단계) First-mover 형 실증 및 제품 적용처 확대를 위한 테스트베드/시험인허가 지원

○ (성장·확산단계) 하이브리드 시스템 개발 및 양산 촉진을 위한 무선기기 인증, 의료기기 인증 등을 통한 제품 신뢰도 검증 지원



[그림 95] 인체통신기술의 R&D 로드맵 최종(안)

- 규제 샌드박스를 상용화 시점에 활용할 수 있도록 실증 단계에서 규제샌드박스를 준비 할 수 있는 지원 요소가 필요
- 향후, 기존 B2G에서 사업영역 확대를 위한 B2B 측면의 실증 테스트베드 지원방안 마련 필요



[그림 96] 인체통신기술의 R&BD 로드맵 최종(안)

제2절 에너지분과

1. 원거리 무선전력전송기술

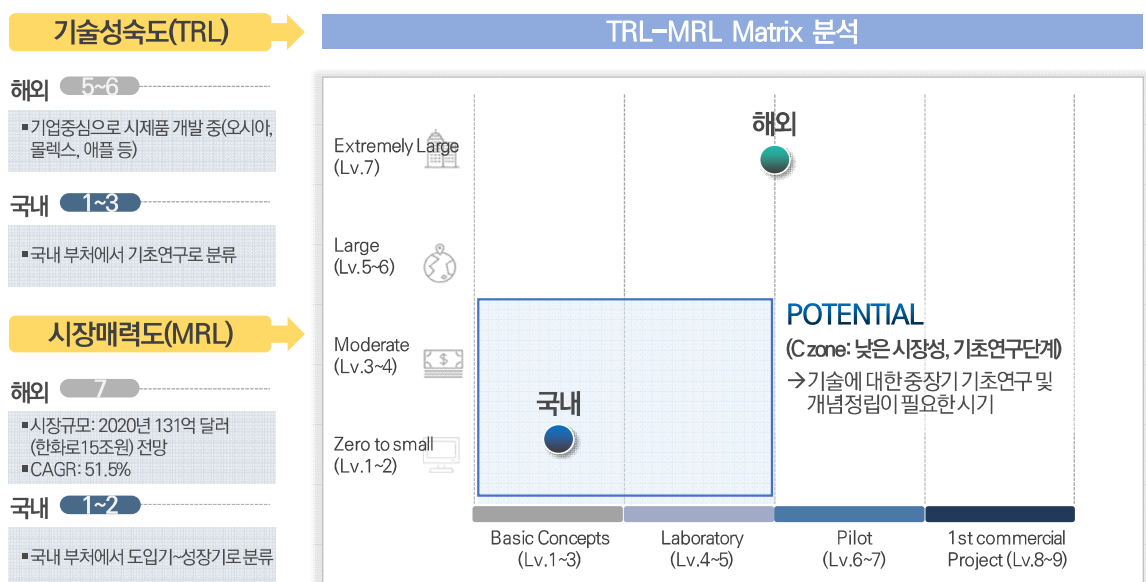
□ TRL-MRL Matrix 분석결과, 원거리 무선전력 전송기술은 C zone (Potential) 영역에 속하는 기술로써 기술에 대한 중장기 기초연구 및 개념정립이 필요한 시기

○ 원거리 무선전력 전송기술의 TRL(기술성숙도)은 국내 1~3단계인 기초연구 단계로 분류되고 있으며 해외는 시제품 개발 단계인 5~6단계로 분류되어 국내의 기술성숙도가 해외보다 낮음

- (해외) 기업중심으로 시제품 개발 중(오시아, 몰렉스, 애플 등)
- (국내) 국내 부처는 원거리 무선전력 전송기술 분야를 기초연구로 분류

○ 원거리 무선전력 전송기술의 MRL(시장매력도)은 국내 1~2단계의 시장 단계로 분류되고 있으며 해외는 7단계로 분류

- (해외) 51.5% CAGR의 높은 성장으로 2020년 131억 달러(한화로 15조 원)로 전망
- (국내) 국내 부처는 원거리 무선전력 전송기술 시장을 도입기~성장기로 분류



[그림 97] 원거리 무선전력 전송기술의 TRL-MRL Matrix 분석 결과

□ 2차례의 전문가토론회를 통해, 원거리 무선전력 전송기술분야는 응용분야 확장을 위한 연구개발 및 상용화 연구가 필요

○ (도약단계) 원거리 무선전력전송 기술분야의 응용분야 확장을 위한 기술 및 시스템 개발

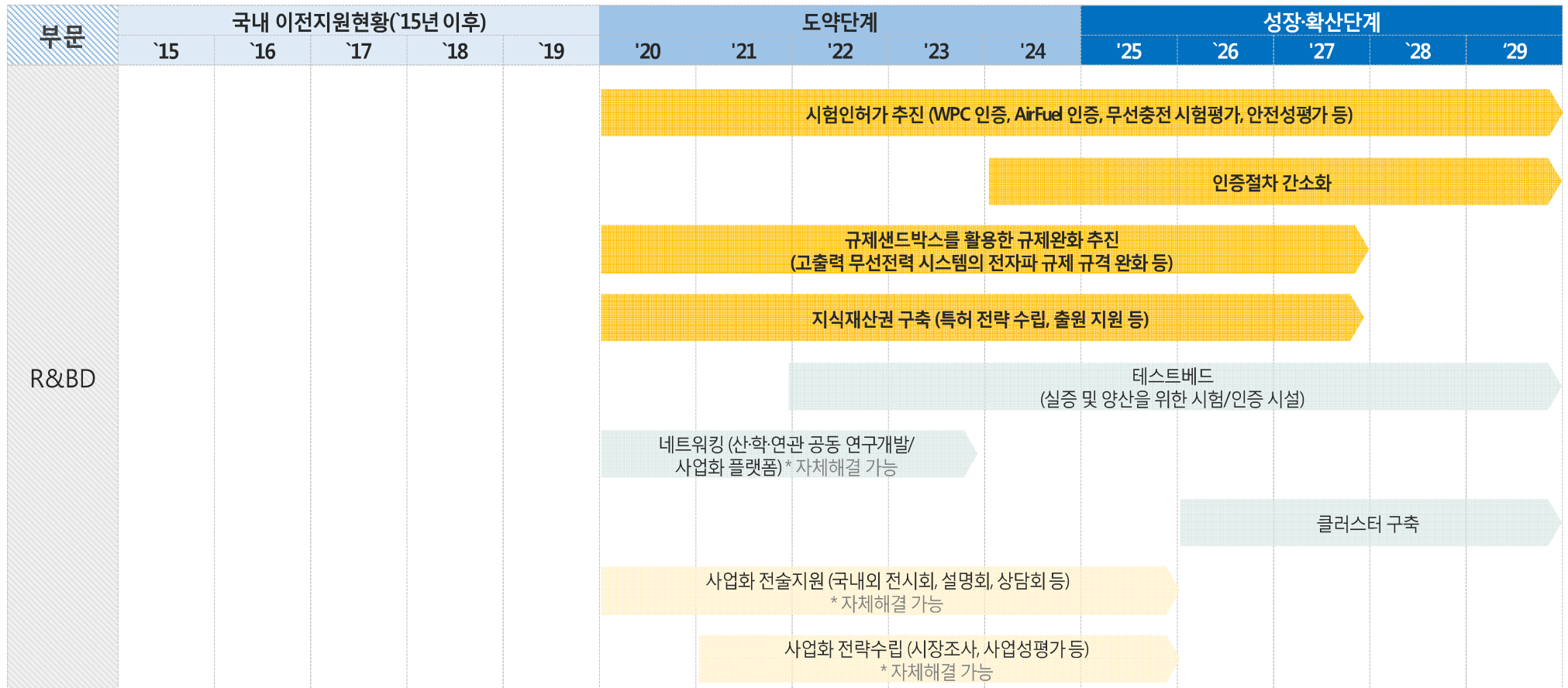
○ (성장·확산단계) 타 ICT기술과의 융합기술개발 및 개발된 기술기반의 무선충전제품 상용화 기술개발



[그림 98] 원거리 무선전력 전송기술의 R&D 로드맵 최종(안)

○ (도약단계) 상용화를 위한 시험인허가 추진 지원/규제샌드박스 활용지원 및 기술선점을 위한 지식재산권 구축

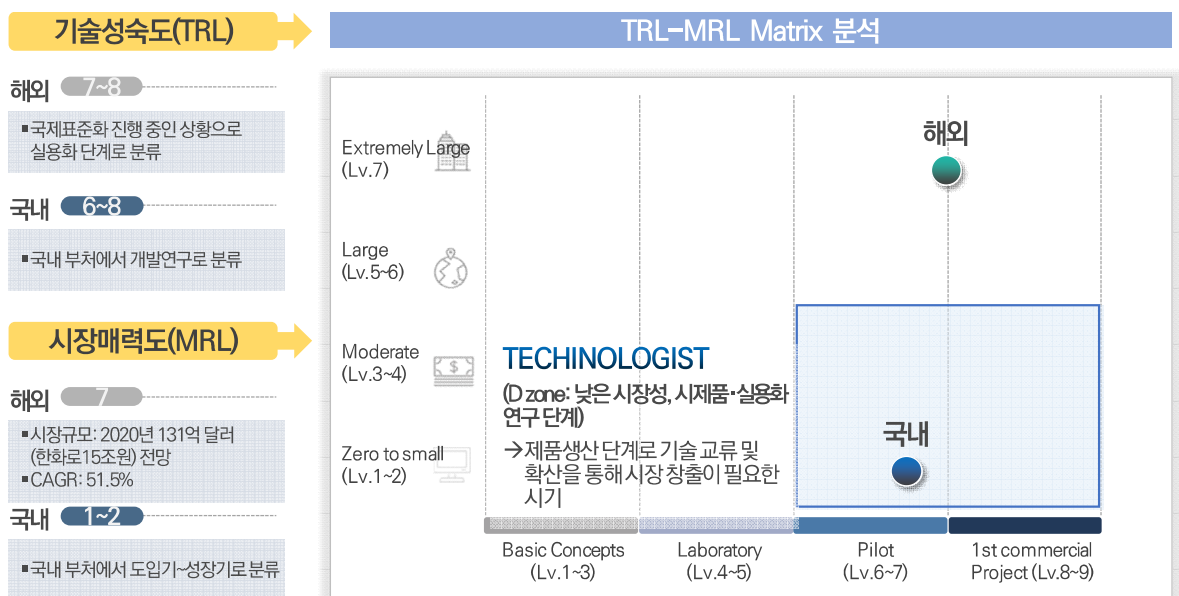
○ (성장·확산단계) 실증 및 양산을 위한 테스트베드 구축 및 관련 시험인허가 지원



[그림 99] 원거리 무선전력 전송기술의 R&BD 로드맵 최종(안)

2. 무선전력전송 효율측정기술

- TRL-MRL Matrix 분석결과, 무선전력전송 효율측정기술은 D zone (Technologist) 영역에 속하는 기술로써 시제품·실용화 연구개발 및 시장 창출을 위한 사업화 지원사업이 필요한 시기
- 무선전력전송 효율측정기술의 TRL(기술성숙도)은 국내 6~8단계인 개발연구 단계로 분류되고 있으며 해외는 실용화 단계인 7~8단계로 분류되어 국내와 해외의 기술성숙도가 유사
 - (해외) 국제표준화 진행 중인 상황으로 실용화 단계로 분류
 - (국내) 국내 부처는 무선전력전송 효율측정기술 분야를 개발연구로 분류
- 무선전력전송 효율측정기술의 MRL(시장매력도)은 국내 1~2단계의 시장 단계로 분류되고 있으며 해외는 7단계로 분류
 - (해외) 51.5% CAGR의 높은 성장으로 2020년 131억 달러(한화로 15조 원)로 전망
 - (국내) 국내 부처는 무선전력전송 효율측정기술 시장을 도입기~성장기로 분류

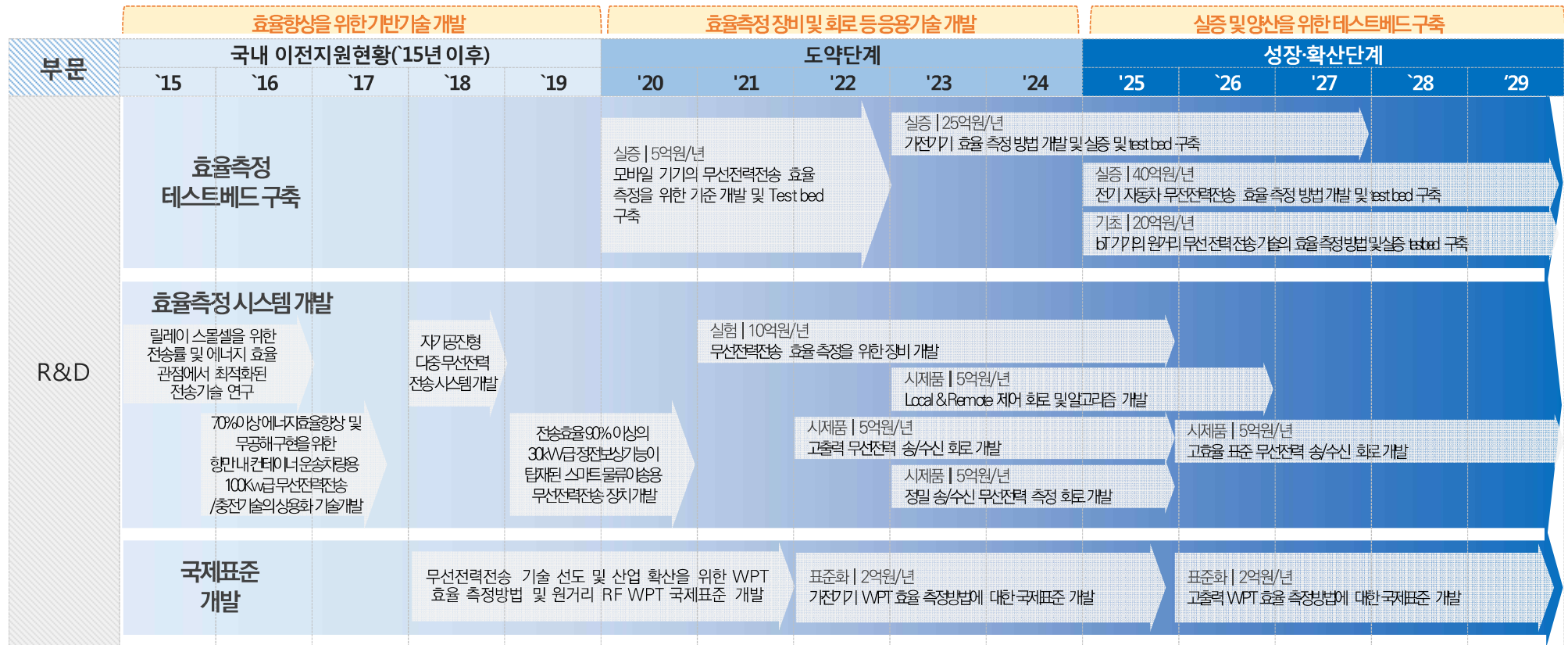


[그림 100] 무선전력전송 효율측정기술의 TRL-MRL Matrix 분석 결과

□ 2차례의 전문가토론회를 통해, 무선전력전송 효율측정기술분야는 응용기술 개발 및 실증/양산을 위한 테스트베드가 필요

○ (도약단계) 효율측정기술을 위한 장비 및 관련 회로 개발 등 관련 응용기술 개발

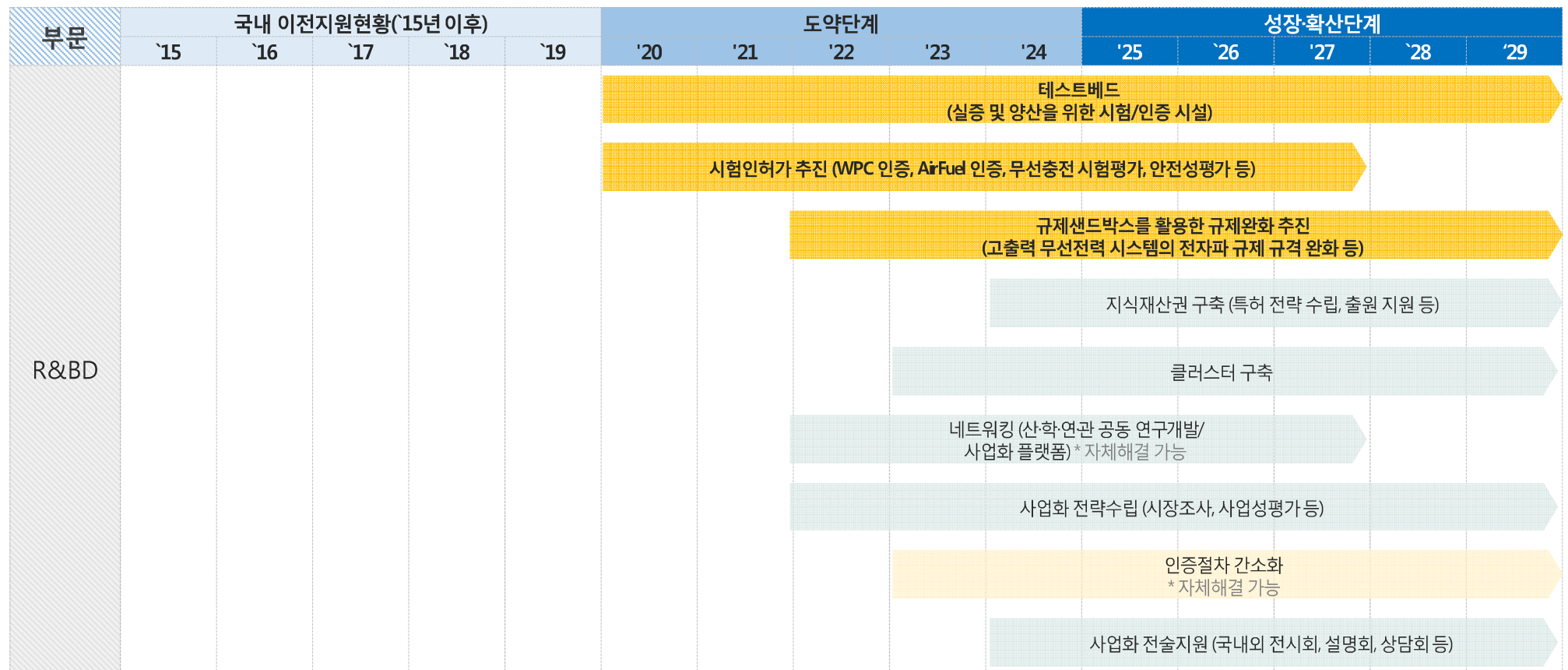
○ (성장·확산단계) 가전기기부터 전기자동차까지 다양한 응용분야의 실증/양산을 위한 테스트베드 구축 기술개발



[그림 101] 무선전력전송 효율측정기술의 R&D 로드맵 최종(안)

○ (도약단계) 상용화 및 사업화 대응을 위한 시험인허가 지원 및 테스트베드 지원

○ (성장·확산단계) 규제샌드박스를 활용한 전자파 규제 규격 완화 및 테스트베드 지원으로 실용화 지원



[그림 102] 무선전력전송 효율측정기술의 R&BD 로드맵 최종(안)

제4장 결과

제1절 종합결과

- 의료분과의 규제샌드박스 활용을 위해서는 의료분야의 특수성을 반영하여 정부차원의 의료기기 임상시험관련 규제샌드박스 규제 완화 기간(2+2)에 대한 대응방안 마련이 필요하며 에너지분과는 고출력 무선전력 시스템의 전자파 규제 규격 완화를 위한 규제샌드박스 활용이 필요
- 의료분과 3개 기술 및 에너지분과 2개 기술의 상용화 및 사업화 대응을 위한 규제샌드박스 활용방안은 다음과 같음
 - (테라헤르츠 암치료 기술) 규제샌드박스를 활용하여 테라헤르츠 영역사용 규제 및 세포 실험 규제 완화 추진
 - (전파 이미징 원천기술) 규제샌드박스를 활용하여 IRB 승인 및 익명화된 데이터 활용에 대한 개인정보 사용 규제 완화 추진
 - (인체통신기술) 규제샌드박스를 활용하여 개인 생활 데이터 정보 보호, 개인인증 데이터 보호 등에 대한 규제 완화 추진
 - (원거리 무선전력 전송기술) 규제샌드박스를 활용하여 고출력 무선전력 시스템의 전자파 규제 규격 완화 추진
 - (무선전력전송 효율측정기술) 규제샌드박스를 활용하여 고출력 무선전력 시스템의 전자파 규제 규격 완화 추진

분과	부문	도약단계					성장·확산단계				
		'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29
의료	테라헤르츠 암치료 기술										
	전파 이미징 원천기술										
	인체통신기술										
에너지	원거리 무선전력 전송기술										
	무선전력전송 효율측정기술										

제1항 의료분과

1. 테라헤르츠 암치료 기술

- 테라헤르츠 암치료 기술분야는 병원이 연계된 개방형 원천기술 연구단을 중심으로 선도적인 연구개발을 위한 연구환경 조성이 필요
- 메가트랜드 분석 및 전문가 인터뷰 결과, 테라헤르츠 암치료 기술은 세포 수준에서 암 DNA 탈메틸화 제어 연구가 완료되어 2022년 상용화를 위한 연구개발 중
 - (향후 기술개발계획) 2019년, 동물 조직 시험 → 2020년, 전임상 → 2021년, 사업화기업발굴 및 기술이전 → 2022년 상용화
 - (규제 현황, 해외) 테라헤르츠 대역 주파수 실증 라이선스 신설
 - (규제 현황, 국내) 고주파 관련 규제는 있으나 0.1 THz 이상 규제는 없는 상황
- 전문가토론회를 통해서 테라헤르츠 암치료 기술분야는 연구환경 조성을 위한 개방형 원천기술 연구단 중심의 R&D가 필요
 - 연구개발이 필요한 연구 기술분야는 THz파 이용 분자 생물학적 연구, THz 암 치료 기술 연구, THz 광원/부품 및 시스템(의료기기)개발 연구
 - 상용화를 위해서는 테라헤르츠 암치료 기술에 대한 표준화 지원이 필요
 - 또한, 의료기기 임상시험관련 규제샌드박스 확대적용 방안 마련이 필요

	도약단계 ('21~'24)	성장·확산단계 ('25~'29)
THz파이용 분자 생물학적 연구	기초 및 실험 연구 40억원/년 총 160억원	기초 및 실험 연구 70억원/년 총 350억원
THz 암 치료 기술 연구	실증 연구 50억원/년 총 200억원	실증 연구 25억원/년 총 125억원
THz 광원/부품 및 시스템(의료기기) 개발 연구	기초 및 시제품 연구 60억원/년 총 240억원	시제품 연구 105억원/년 총 525억원

2. 전파 이미징 원천기술

- 전파 이미징 원천기술분야는 기반기술 고도화를 위한 산·학·연 공동 후속 R&D 연구 및 시장성 향상을 위한 사업화 지원사업 필요
- 메가트랜드 분석 및 전문가 인터뷰 결과, 전파 이미징 원천기술은 2016년 국내 단층촬영 전파 이미징 관련 정부 지원 이후 기술개발이 중단된 상황이나, 영국은 지속적인 투자로 제품 개발에 성공한 상황
 - 국내 연구진은 2015년 전파 이미징 원천기술 분야 시제품 제작을 완료
 - (규제 현황, 해외) 상용화 시 ISO 13485:2016, IEC 60601, CE인증 필요
 - (규제 현황, 국내) AI 의료기기의 경우 개인정보 보호법
- 전문가토론회를 통해서 전파 이미징 원천기술분야는 기반기술 고도화를 위한 산·학·연 공동의 후속 R&D 연구 필요
 - 연구개발이 필요한 연구 기술분야는 소형 간이 이미징 기술, 실시간 단층촬영(Tomography) 기술, 온도 모니터링 기술
 - 전파 이미징 원천기술의 사업화를 위한 규제샌드박스 활용 지원 필요
 - 병원에서 발생하는 데이터 사용 및 익명화 데이터 활용에 대한 법적적 검토 필요

	도약단계 ('20~'24)	성장·확산단계 ('25~'29)
소형 간이 이미징 기술	기초 및 실험연구 39억원/년 총 195억원	시제품 연구 20억원/년 총 100억원
실시간 단층촬영 (Tomography) 기술	기초 및 실험연구 36억원/년 총 180억원	시제품 연구 25억원/년 총 125억원
온도 모니터링 기술	실험 및 시제품연구 45억원/년 총 225억원	시제품 연구 105억원/년 총 525억원

3. 인체통신기술

□ 세계를 선도하고 있는 인체통신기술 분야는 First-mover형 실증 R&D 연구 및 제품 적용처 확대를 위한 테스트베드 및 시험인허가 지원 필요

○ 메가트랜드 분석 및 전문가 인터뷰 결과, 인체통신기술 분야는 국내 연구진을 필두로 원천기술을 확보하여 국제표준 제정을 완료한 상황으로, 국내 중소기업과 함께 국가 실증사업 진행중

- 국내 연구진과 중소기업인 디엔엑스는 실증사업 기반 고령인구 콘텐츠 개발 중
- (규제 현황, 해외) 온바디 인증확보완료(ETRI), 인바디 표준필요
- (규제 현황, 국내) 개인정보의 보호: 유럽 GDPR 인증 관련 표준화된 지원 프로세스와 솔루션 필요

○ 전문가토론회를 통해서 인체통신기술은 선도기술에 대한 First-mover형 실증 R&D 연구 필요

- 연구개발이 필요한 연구 기술분야는 온바디(사용자 인증) 기술, 인바디 (캡슐내시경) 기술, 하이브리드 기술
- 전파 이미징 원천기술은 제품 실증단계 활용가능한 맞춤형 규제샌드박스 지원 필요
- 더불어 제품 적용처 확대를 위한 B2B 실증 테스트베드 지원 필요

	도약단계 ('20~'24)	성장·확산단계 ('25~'29)
온바디 (사용자 인증) 기술	시제품 및 실증연구 57억원/년 총 285억원	실험 및 시제품연구 36억원/년 총 180억원
인바디 (캡슐내시경) 기술	시제품연구 16억원/년 총 80억원	시제품연구 15억원/년 총 15억원
하이브리드 기술	실험 및 시제품연구 10억원/년 총 50억원	기초연구 20억원/년 총 100억원

제2항 의료분과

1. 원거리 무선전력 전송기술

- 원거리 무선전력 전송기술분야는 응용분야 확장을 위한 R&D 연구 및 타 ICT 기술과의 융합기반의 무선충전제품 상용화 R&D 연구 필요
- 메가트랜드 분석 및 전문가 인터뷰 결과, 원거리 무선전력 전송기술은 근거리 기술은 상용화 중이나 원거리는 기술적 해결이 필요한 상황
 - 자기유도방식(근거리)은 상용화 중이나, 자기공명방식(원거리)는 낮은 효율과 전자파 문제의 기술적 해결이 필요한 상황
 - (규제 현황, 해외) 자기유도방식 기술 또는 근거리, 저전력 제품에 한하여 무선전력전송 기기의 전자파 인체영향평가 기준 마련
 - (규제 현황, 국내) TTA 및 무선전력전송진흥포럼을 중심으로 자기유도, 자기공진, 전자기파 방식의 무선전력전송 관련 단체 표준 제정
- 전문가토론회를 통해서 원거리 무선전력 전송기술은 응용분야 확장을 위한 기술 및 시스템 개발과 타 ICT 기술과의 융합기술 기반의 상용화 R&D 연구 필요
 - 연구개발이 필요한 연구 기술분야는 무선전력전송 시스템 개발, 자기장 방식 무선전력전송 기술 개발, 저주파수 원거리 무선전력전송 기술 개발, 차세대 무선전력전송기술 개발
 - 원거리 무선전력 전송기술은 상용화를 위한 시험인허가 및 규제샌드박스 활용 지원과 실증 및 양산을 위한 테스트베드 구축 지원이 필요

	도약단계 ('20~'24)	성장·확산단계 ('25~'29)
무선전력전송 시스템 개발	기초 및 실험연구 44억원/년 총 220억원	시제품 연구 30억원/년 총 150억원
자기장방식 무선전력전송 기술 개발	시제품 연구 8억원/년 총 40억원	시제품 연구 23억원/년 총 115억원
저주파수 원거리 무선전력전송 기술개발	시제품 연구 19억원/년 총 95억원	시제품 연구 10억원/년 총 50억원
차세대 무선전력전송 기술개발	기초 연구 18억원/년 총 90억원	기초 연구 12억원/년 총 60억원

2. 무선전력전송 효율측정기술

- 무선전력전송 효율측정기술분야는 응용기술 개발을 위한 R&D 및 응용 분야의 실증/양산 실험을 위한 테스트베드 구축을 위한 연구 필요
- 메가트랜드 분석 및 전문가 인터뷰 결과, 무선전력전송 효율측정기술 분야는 핵심기술 개발비부터 국가표준 개발을 위한 개발비까지 정부 지원 중이나 국제표준을 선도할 수 있는 기반 마련이 필요
 - 산·학 중심의 개발연구 중심으로 단기(1~3년) 기술개발을 진행중
 - (규제 현황, 해외) 무선전력전송 기술의 상용화 이후, 무선전력전송 효율 측정기술에 대한 표준화가 진행되며, WPC 및 AFA 등의 단체에서 표준이 시작된 후, IEC에서 표준 단일화를 진행
 - (규제 현황, 국내) IEC 표준화 제정 이후, 국내 표준화 진행
- 전문가토론회를 통해서 무선전력전송 효율측정기술은 응용기술 개발을 위한 R&D 및 테스트베드 구축을 위한 기술개발 필요
 - 연구개발이 필요한 연구 기술분야는 효율측정 테스트베드 구축, 효율 측정 시스템 개발 연구, 국제표준 개발 연구
 - 무선전력전송 효율측정기술은 사업화 대응을 위한 시험인허가 지원과 규제샌드박스를 활용한 전자파 규제 규격 완화 지원이 필요

	도약단계 ('20~'24)	성장·확산단계 ('25~'29)
효율측정 테스트베드 구축	실증 연구 13억원/년 총 65억원	실증 연구 75억원/년 총 375억원
효율측정 시스템 개발 연구	시제품 연구 15억원/년 총 75억원	시제품 연구 10억원/년 총 50억원
국제표준 개발 연구	표준화연구 1.2억원/년 총 6억원	표준화연구 5억원/년 총 10억원

참 고 자 료

- ICT R&D 중장기 기술로드맵 2022 제2권 전파·위성분야, IITP, 2016(10)
- 주간기술동향 1804호, 정보통신기술진흥센터(IITP), 2017(07)
- 제3차 전파진흥기본계획, 과기정통부, 2019(01)
- 2018 Electronics and Telecommunications Trends, 전자소자 기반 테라헤르츠 반도체 기술 동향 - 강동우선임/구본태책임 (고속신호처리연구그룹)
- 한국전기연구원 『미래 유망 8대 암치료 전기기술』 발표, 한국전기연구원 보도자료, 2013.04.04.
- BCC Research, Terahertz Radiation Systems: Technologies and Global Market, 2017(6)
- 4차 산업혁명 관련 전파정책 동향 조사·분석 및 발전방안 연구, 한국방송통신전파진흥원, 2018(05)
- GLOBAL MEDICAL IMAGING MARKET 2017-2021, TECHNAVIO, 2017(1)
- CDMRP 홈페이지, <https://cdmrp.army.mil>
- CORDIS EU research results 및 EU Open Data Portal 참고
- EUREKA 홈페이지(<https://www.eurekanetwork.org/eureka-projects>)
- ERA-LEARN 홈페이지(<https://www.era-learn.eu>)
- ANR 홈페이지 MEDIMAX 과제내용, <https://anr.fr/Project-ANR-13-MONU-0012>
- KAKEN 과제 데이터베이스, [tps://kaken.nii.ac.jp/ja/grant/KAKENHI-PROJECT-21760319/](https://kaken.nii.ac.jp/ja/grant/KAKENHI-PROJECT-21760319/)
- 김성은 외, WBAN 인체통신 기술동향 분석, 전자통신동향분석 제31권 제6호 2016년 12월, pp. 31-38 등
- Body Area Network Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, and Forecast 2017 - 2025, Transparency Market Research, 2018(01), 환율 1,160.90원 = 1.00달러 (하나은행 2019.04.26.) 적용
- 인트로메딕사 홈페이지, <https://www.intromedic.com:549/>
- 김성은 외, WBAN 인체통신 기술동향 분석, 전자통신동향분석 제31권 제6호 2016년 12월, pp. 31-38 등
- 4차 산업혁명 시대, 스타트업 혁신을 위한 규제개혁 토론회 3탄, 2019.07.12

- Wireless Power Transmission Market , MarketsandMarkets, 2016(1) · 57
- 무선전력전송 기술 국내외 표준/정책/시험인증 동향, TTA Journal, 2018 58
- 4차 산업혁명 Enabler 무선전력전송 기술 동향, 정보통신기술진흥센터, 2018(1)
- OSSIA 홈페이지, <https://www.ossia.com/>
- Energous 홈페이지, <https://www.energous.com/>
- Flex Power 홈페이지, <https://flexpowerinc.com/>
- NTIS 과제검색(<https://www.ntis.go.kr/>) 결과 재구성
- 동아경제, "주차중 무선충전... 전기車, 배터리 걱정없이 달린다", 2016.05.24
- WINTELIPS: (주)웍스, www.wintelips.com
- 무력전력전송 표준기술, ETRI Insight, 2017
- Wireless Power Transfer(WPT) Measurements Using the Keysight ENA Series Network Analyzers, Keysight Technologies, 2015(7)
- WPT 홈페이지, <https://www.wirelesspowerconsortium.com/>
- IEC 홈페이지, <https://www.iec.ch/>
- ITU 홈페이지, <https://www.itu.int/>
- 국제표준화 쉽게 따라잡기, KSA 한국표준협회, 2015.12.15
- ICT 표준화 추진체계분석서, TTA
- 무선전력전송진흥포럼 홈페이지, www.kwpf.org
- TTA표준화 위원회 홈페이지, www.committee.tta.or.kr
- 무력전력전송 표준기술, ETRI Insight, 2017
- CCSA 홈페이지, www.ccsa.org.cn
- ARIB 홈페이지, www.arib.or.jp
- WiPE 홈페이지, www.cost-ic1301.org
- IEC 홈페이지, <https://www.iec.ch/dyn>
- 대출력 무선 충전 전기 자동차의 정차 중 효율 측정 방법(기술보고서), TTA, 2015(11)
- NTIS 과제검색(<https://www.ntis.go.kr/>) 결과 재구성
- Young-Il Kwon and Jong-Ku Son, A Case Study on the Promising Product Selection Indicators for Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs), KISTI, 2018

이 보고서는 한국방송통신전파진흥원의 재정지원으로 이루어졌으며,
보고서 내용은 연구자의 견해이며 한국방송통신전파진흥원의 공식
입장과 다를 수 있습니다.