

[별첨 3] 글로벌초격차 기술 목록

분야	순번	글로벌초격차 급소기술명	국제협력 필요성
반도체	1	차세대 인터포저를 활용한 칩셋 이중집적 첨단 패키징 기술	글로벌 반도체 기업의 경우 첨단 패키징 기술 적용 제품을 이미 상용화한 반면 국내기술은 제품 양산 준비단계로 국내 기반기술의 경쟁력을 강화하기 위해서는 차세대 첨단패키징을 위한 2xD이상의 인터포저 기술, 고방열 및 재배선 기술 등을 주도하고 있는 美, 벨기에, 대만 등 글로벌 기관/기업과 협력 필요
디스플레이	2	XR 마이크로 디스플레이를 위한초고해상도 화소 형성 기술	XR용 초고해상도 화소형성기술중 양자점을 사용하는 기술에 대해서 국내 기술수준이 낮아 선형적으로 기술개발하고 있는 獨 기관 협력 필요
	3	고효율 장수명 고색순도 특성을 갖는 조형광 소자	OLED 디스플레이의 고휘도 장수명 소재의 해외 특정업체 의존도가 높아서 폴란드 대학 등과 협력을 통해 이러한 소재의 국산화·대체화하거나 다변화하여 수입단가를 낮출 필요가 있음
이차전지	4	고용량 리튬이온배터리 음극용 나노실리컨 기반 소재부품 기술	이차전지 성능한계 극복을 위해 실리컨 소재강국인 日 기업과의 국제협력을 통해 나노실리컨 소재를 기반으로 고용량 이차전지 음극재로 적용하는 원천기술 개발
	5	고에너지밀도 리튬 황 복합전극 기술	美 대학 등의 혁신적이고 창의적인 기술개발 방식을 도입하여 폴리설파이드 용출 제어기술을 확보하고 기술개발 시간단축 및 기술 경쟁력 확보
	6	고이온전도도 고체 전해질 기술	세계 최고 수준의 美 연구기관과의 공동연구를 통해 고체전해질의 합성 공정 및 안정성 개선하고 액체전해질 수준의 이온전도도를 확보하여 이를 기반으로 셀 성능 향상 및 차세대 배터리의 신규 시장 진출 및 수출 확대 도모
	7	대면적 리튬금속 제조 및 리튬금속전지 장수명 기술	대면적 리튬 금속 및 보호막 제조기술 확보, 글로벌 공급망 강화, 국내 소부장 기업의 서플라이 체인을 구축하기 위해 美 기업, 대학과 협력 필요
	8	고용량 대면적 무음극 전지용 Cu primer layer 및 전해질 기술	아직까지 무음극에서의 리튬 전착 메커니즘에 대해 완벽하게 규명되어 있지 않은 상황에서, 美 대학 등과 협력하여 고도 분석을 통한 메커니즘 분석 및 고속충방전이 가능한 공정 관련 주요기술 확보 필요
미래모빌리티	9	수소전기차용 금속분리판 클리닝 기술 및 불량 검출 기술	국내에는 금속분리판 클리닝 및 AI 이미지 불량 검사 관련 원천기술을 보유하고 있는 기관/기업이 없으며 금속분리판 클리닝, 검사 관련 원천기술을 보유한 美 대학, 네델란드 연구소와의 협력 필요

분야	순번	글로벌초격차 급소기술명	국제협력 필요성
	10	전기차용 고안전고집적화 초고효율 전력변환시스템	고성능화 추세인 전기차용 전력변환시스템의 고안전/고집적화 국내 부품업체 기술역량은 미흡한 실정으로, 고성능 전력변환시스템 관련분야 설계/해석/평가 등 다양한 원천기술과 기반기술을 보유하고 있는 日 대학, 美 대학 등과의 협력을 통해 국내 부품업체의 고성능 전력변환 기술역량 강화 필요
	11	글로벌 공급망 대응 전기구동부품 성능검증용 다목적 에뮬레이터	국내의 경우 고신뢰도(High fidelity)의 전기구동계 전력모사 에뮬레이터의 실시간 모델링 및 시뮬레이션 기술이 미흡하며, 전기구동계 에뮬레이터 S/W 및 H/W 관련분야의 세계 최고 수준의 기술 및 노하우를 보유하고 있는 日 대학 등과의 협력을 통해 고난이도 장비기술 고도화 및 국산화 필요
	12	EV 수요기업 대응 GIGA Press 공동연구	글로벌 기업들은 산업계 다양한 니즈에 대응하기 위해 디지털 트랜스포메이션 개발을 통해 제품 개발을 위한 연구개발을 최소화하여 개발 기간과 비용을 단축하기 위한 지속적인 연구를 수행하고 있으나, 우리나라의 경우 아직까지 초대형 주조성형 공정 전후공정 인공지는 기반 특성 예측 연구가 미진한 상황이므로 국제협력 필요
	13	자동차 보안취약점 기반 위협분석시스템	해외에서 '00년대 초부터 선제적으로 수행한 차량 사이버보안 프로젝트 경험 및 축적 기술(Data 포함)을 활용하고, 국제 표준의 지속적인 대응과 최신 글로벌 취약점의 실시간 데이터베이스 반영을 위해 협력 필수
	14	공용SW-OS기반 고성능 AI컴퓨팅 플랫폼 기술	미래 SDV(소프트웨어정의차)를 선점하기 위해 글로벌 테크컴퍼니의 기술종속에 대비한 고성능 AI기반 고성능 컴퓨터의 SW플랫폼을 확보하기 위해, 차량용 OS를 보유한 美 기업 등의 OS활용한 글로벌 공용 오픈소스 SW 플랫폼 협력 필요
	15	소형원자로 기술 이용 수소생산 해상플랜트 기술(엔지니어링 및 설계)	해양플랜트 Topside 엔지니어링은 국내업체가 자체적으로 수행한 사례가 없으며, 국내 SMR기술은 국제경쟁력을 유지하고 있으나 해양부유식 원전 플랜트 기술(기자재 포함)은 해외 기술력이 우수하여 국제협력 통해 기술확보 미래제품 선도 및 해외 업체들(美 기업, 덴 기업, 佛 기업 등과 밸류체인을 선제적으로 만들어 가는 것이 중요
	16	액체수소운반선 화물창의 시험선 이용 실증 및 운용기술	액체수소 관련 국내 미개발 기자재 및 액체수소운반 시험선 운용을 담당할 경험이 있는 英 기업과 협력으로 사업성과 제고 및 국내업체의 조기 기술확보가 필요하며, 국내 자체개발만으로는 기술개발에 과도한 시간과 비용 소요 우려
	17	조선소 도장공정(내업) 자동화 기술	선박 도장공정 자동화는 전세계적으로도 초고난도의 기술이며, 선박의 대형 구조물 도장작업용 로봇기술 등에서 세계 최고수준의 기술을 보유하고 있는 오스트리아 기업, 호주 기업, 핀란드 기업 등과의 협력으로 사업성과 제고 및 국내 기자재업체

분야	순번	글로벌초격차 급소기술명	국제협력 필요성
			기술력 향상
핵심 소재	18	미래 모빌리티용 오가노 시트 제조기술	국내에는 오가노 시트 제조를 위한 다층 복합 콘솔리데이션(Consolidation) 공정 관련 원천기술을 보유하고 있는 기관/기업이 없어, 핵심기술 내재화를 위해서는 공정장비 및 설계 관련 원천기술을 보유 중인 獨 기업, 연구소, 美 연구소와 협력 필요
	19	방열/차폐 친환경, 경량성의 모빌리티용(전자기기, 자동차) 산업용 섬유복합재	국내에는 글로벌 모빌리티용 방열-차폐 기능 친환경 복합재 부품을 대한 평가기술을 보유한 기관이 없어, 조기 상용화를 위해서는 글로벌 모빌리티용 복합재 평가기술을 보유한 獨 연구소, 日 대학과의 글로벌 협력 필요
	20	반도체 및 전력용 고온 산화방지제	국내 자체개발 역량이 부족한 상황이며, 업계 최고수준 고온산화 방지제 기술을 보유한 日 기업 등과의 협력으로 개발 소요 비용, 기간 단축 및 초격차 확보 필요
	21	스마트 위치용 형광소재	관련 분야의 최고기관이자 한국과의 공동연구경험이 있으며, 형광체 산업과 교류가 활발한 日 대학과의 협력으로 기술 확보 조기 달성
	22	배터리용 투명 난연 접착제	글로벌 협력을 통해 배터리 화재에 따른 연소기법, 신뢰성 인증법 및 배터리용 투명 난연 접착제 제조 기술력 확보를 통한 미래소재 분야의 글로벌 기술 우위 선점 필요. 이에 日 대학과의 협업을 통해 국내 기술력이 부족한 소재의 성능 개선 및 신뢰성 검증 필요
	23	질화물계 나노급 고방열 소재	고품위 질화물계 소재의 경우 거의 일본 수입 의존. 미래 모빌리티 및 차세대 반도체 분야에서 급속히 증대되는 열문제를 해결하기 위한 핵심 소재로 개발이 시급한 분야이며 초격차 기술 지위 달성을 위하여 日 대학 및 국내외 응용기술 융합으로 신제품 개발 필요
	24	전기차 배터리카세트용 고내열/난연소재	국내의 경우 PO-EPDM 소재 배합 및 물성 정량 분석 기술 미흡으로 인해 선도국과의 글로벌 협력 필요. 즉, 국내 연구기관의 고성능 가교제, 난연제 등 핵심기술과 국내 기업의 연속식 사출 기술을 기반으로 日 대학이 보유한 배합기술과의 융합 개발을 추진하여 개발시간과 소요자원 투입 절감
	25	고성능 배터리용 고방열 기능성 세라믹 필러 소재기술	국내에는 고열전도성 소재인 AlN 등 질화물 방열 소재 관련 원천기술이 미성숙하며, 방열 유무기 필러 제조기술이 부족하여 獨 연구소, 美 대학 등과 협력 필요
	26	초미세 고정밀 광학기공용 극저열팽창 세라믹 소재기술	국내에는 극자외선 반도체용 관련 소재부품 원소재 제조기술과 가공, 측정, 코팅 등 부품을 위한 원천기술이 부재하며, 극자외선 선도기술을 보유한 獨 연구소, 美 기업, 네덜란드 기업 등과 협력 필요
27	수소기반 에너지 전환을 위한 극한환경용 세라믹 코팅소재 및 공정기술	세라믹 코팅에 대한 열화 거동 해석, 내구성 향상 소재-코팅공정 등의 원천기술을 보유한 美 대학, 캐나다 연구소, 獨 연구소 등과 협력을 통한 국산화 촉진 필요	

분야	순번	글로벌초격차 급소기술명	국제협력 필요성
	28	연료전지 및 수전해장치용 고강도 유연 지르코니아 소재 및 가공기술	국내에는 고내구성 박판형 전해질 지지형 소재 및 제조 관련 원천기술이 부재하며, 선도기술을 보유한 獨 연구소, 英 대학, 日 대학 등과 협력 필요
	29	고가희토류 극저감 및 대체형 영구자석소재 기술	국내에서는 희토류 자원 확보가 원활하지 않아 자원 생산국의 기업과 협력이 불가피하며, 또한 자성소재 특성 극대화 분석/해석 원천기술 또한 이 분야 최고 선진국 대비 상당히 낮은 수준임. 따라서 국내 고가 희토류 저감 기술 기반 영구자석 제조 기술의 낮은 성숙도를 극복할 글로벌 공급망 협력 강화를 통한 해외 전/후방 기업군과의 기술협력 추진 및 세계 최고 수준의 분석/해석 장비/기술 보유 중인 日 기업과의 협력 연구 필요
	30	백금족 금속 활용 수소에너지용 백금족(Pt, Pd, Ir) 촉매 소재 기술	국내 백금족 금속의 재련-정련-탈산-분말제조-부품소재화 중 일부 요소기술은 확보 중이나, 전공정 연계기술이 부족하여, 전공정 연구를 위해 비어있는 요소기술 분야들을 리딩하는 美 대학, 日 대학, 韓 대학 등과의 협력을 통해, 궁극적으로 세계 최고 수준의 전공정 연계 기술 개발 필요
	31	미래모빌리티용 반도체레이저 에피웨이퍼 소재	국내 III-V족 레이저다이오드 소재 원천 기술 보유기관 부재로 글로벌 산업의 경쟁력 약화되어 선도기술을 보유한 美 기업, 연구소, 대학 등과의 협력에 의한 핵심 기술 확보 필요
	32	철강 탄소중립을 위한 바이오매스 업그레이드 및 화석연료 대체 공정 활용 기술	바이오카본 원료는 50% 이상을 수입하는 실정으로 국내 확보가 불가능한 상황. 바이오매스 사전처리, 원료 공급, 가공 기술 등 바이오매스의 철강 공정 최적 사용 기술 관련 국제 기술 교류는 미래 탄소중립시대에 절대적으로 필요
	33	금속제조 공정 디지털 전환 기술	탄소국경조정제도(CBAM) 시행기반인 제품탄소발자국 측정 및 추적과 관련된 디지털 전환 및 탄소중립 연계기술은 개별 국가만의 이슈가 아닌 국제적으로 공동대응이 필수적인 상황으로, 탄소중립 대응형 신강종 추적, Si 연계, 철스크랩 국제 표준 개발 및 판정시스템, 디지털트윈 연계 가상-실제 혼합현실 구현 및 공정 최적화 기술 개발을 위한 국제 교류와 탄소발자국 측정추적 국제 표준 주도/참여 필요
	34	100% 바이오매스 소재 활용 자원순환형 생분해 섬유소재 및 제품화 기술	Lactic Acid 등 바이오매스 기반 생분해 소재 단량체 핵심기술을 보유하고 있는 국내 기업이 없어, 성공적인 기술개발을 위해서는 바이오매스(사탕수수, 옥수수 등) 기반 원료 추출 및 물성 다양화 기술과 관련하여 세계적 수준의 원천기술을 보유한 美 기업과 협력 필요
	35	비목질계 셀룰로스 섬유 및 부직포 기술	국내 비목질계 셀룰로스 적용 섬유소재 제조 관련 원천기술을 보유하고 있는 기관/기업이 없어, 성공적인 기술개발을 위해서는 비목질계 셀룰로스 원료 및 부직포 제조기술 관련 세계 최고 수준의 원천기술을 보유한 日 기업과 협력 필요
	36	천연 유래 고성능	국내에는 셀룰로오스 나노섬유의 친환경 양산공법에 대한 기술을 보유하고 있는 기업이 없어, 셀룰로오스 나노섬유

분야	순번	글로벌초격차 급소기술명	국제협력 필요성
		셀룰로오스 나노섬유 및 생활/산업용 유무기 다상(多相) 복합소재 제조기술	제조기술개발 추진 시 日 대학, 기업과 공정기술 협력을 통한 생산 경제성 확보 필요
	37	바이오매스 유래 TPU 섬유 제조기술	국내에는 바이오매스 유래 TPU 섬유의 주 원료 중 하나인 이소시아네이트 원료 및 단량체에 대한 원천기술을 보유하고 있는 기업이 없어, 바이오매스 유래 이소시아네이트 관련 원천기술을 보유한 獨 기업, 日 기업과의 협력 필요
	38	복합재질 폐섬유의 생물학적 리사이클 기술	국내에는 생물학적 리사이클 관련 소재 효소분해 원천기술을 보유하고 있는 대학/기업이 일부 있으나 Lab 스케일 연구수준에 머물러 있어, 조기 상용화를 위해서는 생물학적 리사이클(효소, 분리, 정제, 공정, 재조합, LCA 등) 핵심기술을 보유한 英 대학, 美 연구소와의 협력 필요
	39	초임계 유체를 이용한 기능성 물질 합성 및 섬유 가공기술	국내에는 현재 PET섬유에 대한 초임계 유체 염색설비 제작기술 및 식품산업의 초임계 유체 추출기술에 대한 기초기술은 보유를 하고 있지만, 초임계 유체를 이용한 고분자 합성 및 섬유가공을 위한 원천기술을 보유하고 있는 기관/기업이 없어, 성공적인 기술개발을 위해서는 초임계 유체 응용 관련 세계적 수준의 원천기술을 보유한 日 대학, 獨 대학, 네덜란드 기업 등과의 국제협력 필요
지능형 로봇	40	로봇, 장비, 사람, 작업모델 기반의 실환경-가상환경 연계 디지털 트윈 기술	국내에는 로봇, 인공지능이 융합된 디지털트윈 플랫폼 원천기술이 성숙되지 않은 반면, 인더스트리 4.0 개념을 선도적으로 도입하여 CPS, DT 및 스마트팩토리 구축을 활발하게 추진하고 있는 獨 연구소와의 기술 협력이 필요
	41	신속하고 정확한 이동-조작 기능을 가지는 제조로봇 공통 플랫폼	국내에도 이동로봇, 로봇팔, 그리퍼에 관련한 연구를 수행하는 기관/기업이 다수 있으나 선도 기술과의 격차가 존재하는 상황으로, 차세대 이동-조작 로봇 플랫폼의 핵심 기술인 로봇구동모듈, 경량형 로봇팔 등을 세계 최초로 개발하고 산업용/서비스용 휴머노이드 플랫폼 관련 기술을 선도하고 있는 獨 연구소와의 협력을 통해 신속한 플랫폼 원천기술 확보 필요
	42	전문가 스킬 디지털화 및 작업공정·환경 이해 기반 고난이도 공정 AI 솔루션	국내에도 고난이도 자율 이동-조작 작업을 수행하기 위한 로봇 자동화 연구가 일부 수행되고 있으나 기술 성숙도가 미흡한 상황으로, 인간-로봇 공존 환경에서 활용되는 협동 로봇 기술, 유연 환경에서 다양한 작업 수행이 가능한 양팔 로봇 기술 분야를 선도하고 있는 獨 연구소와의 협력을 통해 차세대 로봇 교시/학습 기술, 로봇 조작 지능 원천기술 확보 필요
	43	스마트시티와 연동성이 확보된 R2X 표준 프로토콜 및	국내에는 로봇-인프라용 통신 관련 원천기술과 국제표준화 역량이 다소 부족함. 이를 해소하기 위하여 美 대학과 같이 IoT, 통신 관련 원천기술을 보유한 해외전문기관과 협력을 통한 원천기술 확보 및 국제표준화 선도 필요

분야	순번	글로벌초격차 급소기술명	국제협력 필요성
		네트워크 기술	
	44	서비스 로봇용 다중감각 지능모듈	국내에서도 관련 연구가 일부 진행되었으나 제품화 단계까지 이른 사례가 없으나 美 대학은 가장 앞선 원천기술을 보유하고 있고 창업을 통한 제품화까지 성공한 경험이 있어 협력연구를 통해 차세대 원천기술 신속 확보 기대
	45	다중감각 지능모듈 내장 인간생활 지원로봇·서비스	인간과 로봇간 소셜 상호작용 기술을 객관적으로 평가할 수 있는 방법론은 국내 뿐 아니라 세계적으로도 아직 연구가 이루어지지 않고 있는 단계임. 美 대학은 로봇 디자인, 로봇 AI/시스템 개발, 실환경(가정 병원 등) 실증, 로봇 상용화 (소셜로봇 Jibo) 등 인간과 로봇 소셜 상호작용 관련 기초 연구에서 상용화까지 전 단계에서 세계최고 수준이며, 스웨덴 연구소는 비언어적 모션 생성 분야 세계최고 기술(최고 성능)을 보유하고 있어 양 기관과의 협력연구를 통해 인간과 로봇간 소셜 상호작용 기술을 객관적으로 평가할 수 있는 방법론을 세계최초로 확립하고 관련 원천기술을 신속하게 확보할 수 있을 것으로 기대
첨단 제조	46	가상 물리 생산 시뮬레이션 플랫폼	제조 공정별 가상 시뮬레이션 플랫폼 관련 기술개발 및 현장적용 경험 보유한 국내기업이 거의 전무하며, 이에 연구인력, 시설장비 등 연구자원이 풍부한 美 연구소, 대학, 獨 연구소 등과의 협력을 통해 시행착오(비용, 시간소요 등)를 최소화할 것으로 기대
	47	농업용 트랙터 자율작업 기술	국내에는 트랙터 자율작업 관련 기술력이 부족하여, 성공적인 기술개발을 위해서는 환경인식, 군집제어 등 자율작업 관련 세계적 수준의 기술을 보유한 日 대학 및 美 대학 등과 협력 필요
	48	토양-농기계-작업기 디지털트윈 모델	국내에는 농작업 디지털트윈 모델 관련 원천기술을 보유하고 있는 기관/기업이 없어, 성공적인 기술개발을 위해서는 VR기반 가상 농작업 모델 관련 세계적 수준의 원천기술을 보유한 美 대학 등과의 협력 필요
	49	자율제조를 위한 품질검사 공정 대응 디지털 트윈 기술	국내에는 3차원 작업 환경의 실시간 비파괴검사 관련 원천기술을 보유하고 있는 기관/기업이 없어, 성공적인 기술 개발을 위해서는 비파괴검사 관련 세계적 수준의 원천기술을 보유한 獨 연구기관과의 협력 필요
	50	글로벌 가치사슬 위기관리 및 제조 물류 AI 어시스턴트 기술개발	국제 환경 규제에 대응하는 친환경 유통물류 서비스 기술과 관련하여 국내에는 해당 기술이 성숙되지 않아 기술수준이 부족하여, 성공적인 기술개발을 위해서는 북미 지역의 선행연구 경험을 보유한 캐나다 대학과 협력 필요

분야	순번	글로벌초격차 급소기술명	국제협력 필요성
	51	글로벌 ESG 디자인 평가체계 및 전주기 지원 플랫폼 기술	글로벌 ESG 시장 규제에 대응하고 경쟁력 있는 제품 개발을 위한 스타일산업 ESG 디자인 평가 플랫폼 구축하기 위해 美 연구소, 美 대학 등과 협력연구 필요
항공 방산	52	AAV 로터 구조물진동 및 공력소음 최적화 기술	국내 기술 성숙도가 낮으므로 많은 지식과 경험을 보유한 美 대학과 협력이 필요하며, 국내 기업과 국제공동연구 시너지 효과가 큼
	53	터보샤프트엔진 공력효율 향상 기술	국내 시험평가 인프라 및 노하우가 절대 부족하여 美 대학과 협력 없이 프로젝트 실패 가능성 높으며, 국제 R&D 네트워크를 활용하여 엔진 탑재 항공기 발굴 및 시험을 수행하여 추후 사업화 촉진 기대
	54	RTM 공정 시뮬레이션 및 최적화 기술	국내 기술 수준이 상용화단계에 진입을 못하기 때문에 美 대학 등과 협력하여 시간과 비용을 단축하고, 항공기 구 조물 국제공동연구를 활용하여 차세대 항공기 공동개발등 상대국 시장 진출 추진
	55	피치계 초고탄성 흑연섬유 핵심기술 개발 및 복합재 제품기술	국내에는 우주, 방산 전략물자에 해당하는 피치계 기반 탄소섬유 기술이 부재, 日 대학 및 美 연구소 기술협력을 통해 국내 피치계 원료기술 확보와 탄소섬유 제조기반 마련 필요
첨단 바이오	56	글로벌 선도형 디지털트윈 기반 의약품 생산고도화 기술	국내 제약바이오기업은 디지털모사 기반의 의약품 제조공정 시스템 기술이 미확보되어, 성공적인 개발을 위해서는 바이오의약품 제조 관련 세계적 수준을 보유한 美 연구기관, 英 연구기관 등과의 협력 필요
	57	핵산의약품 개발을 위한 변형핵산 제조공정 기술	mRNA 등 핵산치료제 개발 및 제조공정 기술은 美 대학, 연구소, 기업 등이 세계적인 기술력을 보유하고 있어 이를 기반으로 국내 연구자들와의 협력을 통한 기술 습득을 통하여 글로벌 기술력 확보 필요
	58	Emergent MicroPhysical System (미세생리환경 시스템) 기반 첨단대체실험 적용 첨단바이오제품	다중세포 3차원 배양 수준 및 장기칩 제작 수준을 보유한 국내 연구진 수준 기반과 고품질/고효능 효능 및 안전성 기기 개발 원천 핵심 기술을 보유한 美 기업, 대학, 獨 기업과 협력체계를 구축하고, 첨단대체실험법으로 활용가능하 기 위해 이를 기반으로한 OECD 등의 표준화 체계 확립이 필요함
	59	공간 다중오믹스(Spatial Multiomics) 기반 맞춤형 진단예측 기술	단일세포 분석 및 검증을 위한 공간 다중오믹스 기반 진단예측 핵심 기술은 美 대학, 기업, 獨 연구소, 스웨덴 연구소 등 에서 보유하고 있어, 이와 연계한 지속적인 공동연구개발을 통해 국내 진단예측 기기 및 기술의 자립화 체계 구축 필요
	60	디지털헬스케어 기기 및 서비스 다기관 분산형 임상실증 기술	디지털헬스케어 기기·서비스 수출을 위해서는 해당국가 국민(인종) 및 해외현지 의료체계 적합성 검증이 필요함. 개발단계부터 성능 검증을 위해 다국적(美, 日 등), 다기관(국내 또는 현지기업), 사용자, 모니터링(美 대학, 병원 등) 주체를 연계하는 분산형 임상시험기술 협력 필요

- 7 -

분야	순번	글로벌초격차 급소기술명	국제협력 필요성
	61	인체 부착형 생체 모니터링 전자패치 기술	웨어러블 형태 헬스케어 기기를 통한 생체정보 측정 기술고도화를 위해 인체에 부착 또는 삽입하는 패치형 모니터링 디바이스 기술을 보유한 美 대학과 협력 필요
	62	가혹 환경 디지털헬스 모니터링 및 실증환경 구현기술	사람이 생존하기 가혹한 산업 및 생활환경(고열, 저온, 밀폐, 가스, 우주 등)을 모의 구현하고, 정확도가 향상된 생체 정보 인지 기술을 보유한 美 대학, 獨 연구소 등과 협력

- 8 -

[Attachment 3] The List of Global Super-Gap Technology

Field	Number	Super-Gap Technology Name	The Need for International Cooperation
Semiconductor	1	Chipset Heterogeneous Integration advanced packaging technology using next-generation interposer	In the case of global semiconductor companies, products using advanced packaging technology have already been commercialized, while domestic technology is in the preparation stage for products. To strengthen the competitiveness of domestic basic technologies, cooperation is needed with global companies in US, Belgium, Taiwan, etc. that are leading the way in 2xD or higher interposer, high heat dissipation, and rewiring technology for next-generation advanced packaging
Display	2	The formation technology of ultra high definition pixel for XR micro displays	Since domestic technology is relatively low-level, cooperation with German institution developing in advance is necessary regarding the technology using quantum dots among the UHD pixel formation technologies for XR
	3	Hyper-fluorescence devices with high-efficiency, long lifespan, and high color purity	As high-brightness and long-life materials for OLED displays are highly dependent on specific overseas companies, we need to localized or substitute products through cooperation with overseas institution such as Polish universities, or diversify import sources to lower unit costs.
Rechargeable Battery	4	Nanosilicon-based material and part technology for high-capacity lithium-ion battery negative electrodes	To overcome the performance of rechargeable batteries, we need to cooperate internationally with Japanese companies, to develop source technologies based nano-silicon materials that can applied as the negative electrodes of high-capacity rechargeable batteries
	5	Lithium-sulfur combination electrode technology with high energy density	By introducing innovative and creative development methods from American universities, we secure polysulfides elution control technology, shorten the time of development
	6	High ionic conductivity solid electrolyte technology	To improve cell performance and enter new markets for next-generation battery, we need to improve the synthesis process and stability of solid electrolytes, and secure ionic conductivity at the level of liquid electrolytes through joint research with world-class American institutes
	7	Large-area lithium metal manufacturing and lithium metal battery long-life technology	To secure large-area lithium metal and protective film manufacturing technology, strengthen the global supply chain, and construct the supply chain of domestic materials, parts, and equipment companies, we need to cooperate with American companies and universities
	8	Cu primer layer and electrolyte technology for high-capacity, large-area	In a situation where the plating mechanism of lithium on a anodeless has not yet been completely identified, we need to cooperate with American universities, etc. to secure key technologies related to mechanism analysis and any process that enable high-speed charging & discharging through advanced analysis

Field	Number	Super-Gap Technology Name	The Need for International Cooperation
		anodeless batteries	
Future Mobility	9	Metallic bipolar plate cleaning and defect detection technology for hydrogen electric vehicles	There are no institutions/companies in Korea which possesses the original technology related to metal bipolar plate and AI image defect inspection, and for cooperation with US, Dutch research institutes that possess original technologies is needed for related research
	10	High-safety, highly-integrated, ultra-high efficiency power conversion system for electric vehicles	As the technical capabilities of domestic companies related to high-safety/highly-integrated power conversion systems for electric vehicles, which are trending toward higher performance, are insufficient, it is necessary to strengthen the high-performance power conversion technology capabilities of domestic companies through cooperation with Japanese, American universities, etc. that possess various original and basic technologies.
	11	Multi-purpose emulator for performance verification of electric drive parts in response to global supply chain	In Korea, real-time modeling and simulation for high-fidelity power simulation emulators of electric drive system is insufficient, so we need to promote the localization and advancement of high-difficulty equipment technology through cooperation with Japanese universities, etc. which possess world-class technology and know-how
	12	GIGA Press joint research in response to EV demand companies	Global companies are continuing to develop products linked to digital transformation technology to respond to various needs in the industry, but in Korea, research on artificial intelligence-based characteristic prediction for pre- and post-processes and on the ultra-large casting/molding is still insufficient, so international cooperation is necessary
	13	Risk analysis system based on automobile security vulnerabilities	It is necessary to cooperate for utilizing the experience and accumulated technology (including data) of vehicle cyber-security projects that have been proactively carried out overseas since the early 2000s, and for continuously responding to international standards and for reflecting global vulnerabilities in a real-time database
	14	High-performance AI computing platform technology based on public SW-OS	To secure SW platforms for high-performance AI-based computers in preparation for technology dependence from global companies in order to preoccupy future SDVs, there is a need for cooperation on global common open source SW platforms such as American companies with automotive OS
	15	Hydrogen production offshore plant technology using small reactor technology (engineering and design)	Offshore plant topside engineering has never been performed independently by domestic companies, and overseas on offshore floating nuclear power plant technology (including equipment) are superior, so it is necessary to secure technology through international cooperation with global companies such as American, Danish and French
	16	Empirical Study and operation technology of test vessel use in cargo hold of liquid	It is necessary for the domestic industry to secure technology at an early stage by collaborating with British companies that experience in developing equipment and operating test vessels transport related to liquid hydrogen

Field	Number	Super-Gap Technology Name	The Need for International Cooperation
		hydrogen carrier	
	17	Automation of shipyard painting process (workshop)	Automation of the ship painting process is an extremely difficult technology even globally, so it is necessary to improve business feasibility and technology level through cooperation with Austrian, Australian, and Finnish companies that possess the world's highest level of technology such as robot for painting work
Core Materials	18	Organo sheet manufacturing technology for future mobility	Since there is no institution in Korea that possesses the original technology related to the multi-layer composite consolidation process for manufacturing organo sheets, cooperation with German companies, research institutes, and American research institutes is necessary to internalize core technology
	19	Industrial fiber composite for mobility with heat dissipation/shielding eco-friendly, lightweight	In Korea, there is no institution with evaluation technology for heat dissipation and shielding functional eco-friendly composite parts for global mobility, so international cooperation with German research institutes and Japanese universities is necessary for early commercialization of the technology
	20	High-temperature antioxidant for semiconductors and power	Due to the lack of domestic in-house development capabilities, it is necessary to reduce costs and periods through cooperation with Japanese companies which possess high-temperature antioxidant technology
	21	Fluorescent materials for smart watches	Early achievement of securing technology through cooperation with Japanese universities with active exchanges in phosphor industry
	22	Transparent flame retardant adhesive for batteries	It is necessary to take the lead in global technology in the field of future materials by securing technologies such as combustion techniques, reliability certification methods for battery fires, etc. through international cooperation
	23	Nitride-based nano-level high heat dissipation material	In the cases of high-quality nitride-based materials, we rely almost entirely on imports from Japan. It is a core material to solve heat problems in the field of future mobility and next-generation semiconductors. New product development cooperated with Japanese universities is necessary to achieve super-gap technology status
	24	High heat-resistant and flame-retardant material for electric vehicle battery gaskets	In Korea, global cooperation with leading countries is necessary due to insufficient PO-EPDM material mixing and quantitative analysis technology for physical properties. In other words, the time and required resource input are reduced by pursuing development that combines that core technologies of domestic companies with the blending technology possessed by Japanese universities
	25	High heat dissipation functional ceramic filler material for high-performance batteries	Korea lacks the original technology related to nitride heat dissipation materials such as AlN and inorganic fillers, so cooperation with German research institutes and American universities is necessary
	26	Ultra-low thermal expansion	Korea lacks the original technology related to raw material manufacturing technology for extreme ultraviolet semiconductor

- 11 -

Field	Number	Super-Gap Technology Name	The Need for International Cooperation
		ceramic material technology for ultra-fine high-precision optical devices	and componentization, it is necessary to cooperate with German research institutes, American companies, etc.
	27	Ceramic coating materials and process technology for extreme environments for hydrogen-based energy conversion	It is necessary to promote localization through cooperation with American universities, Canada/German research institutes that possess original technology for ceramic coating
	28	High-strength, flexible zirconia materials and processing technology for fuel cells and water electrolysis devices	In Korea, there are no original technologies related to highly durable thin-plate electrolyte supporting materials and manufacturing, we need to cooperate with German research institutes, British/Japanese universities which possess advanced technologies
	29	High-value rare earth metals extreme reduction and alternative permanent magnet material technology	It is difficult to secure rare earth metals, so cooperation with resource producing countries is inevitable, and magnetic material analysis/interpretation technology is also at a low-level compared to countries. Therefore, in order to overcome the low maturity of domestic technology and strengthen supply chain cooperation, there is a need for collaborative research with Japanese companies that possess the relevant technology
	30	Platinum group(Pt, Pd, Ir) catalyst material technology for hydrogen energy using platinum group metals	Some technologies for smelting-refining-deoxidation-powder manufacturing-part materialization of domestic platinum group metals are being secured, but the front-end process linking technology lacks. Thus, there is a need to develop world-class linked technology through collaboration with American, Japanese, and Canadian universities that are leading the technology
	31	Semiconductor laser epiwafer material for future mobility	In the absence of a domestic institution possessing original technology for III-V group laser diode materials, core technology was secured by collaboration with American companies, research institutes, and universities with leading technology
	32	Biomass upgrading and fossil fuel replacement process utilization technology for carbon neutrality in steel	More than 50% of biocarbon raw materials are imported, making it difficult to secure them domestically. International technological exchanges related to optimal use of steel processes, such as biomass preprocessing, raw material supply, and processing technology, are absolutely important in the future carbon neutral era.
	33	Metal manufacturing process digital conversion technology	A joint international response is essential for technology related to product carbon footprint measurement and tracking, which is the basis for CBAM implementation. Therefore, international exchange is needed to track new steel types in response to carbon neutrality and develop international standards for AI-linked steel springs, etc..
	34	Resource recycling	As there are no domestic companies that possess core technology for biomass-based biodegradable material monomers such

- 12 -

Field	Number	Super-Gap Technology Name	The Need for International Cooperation
		biodegradable fiber materials and commercialization technology utilizing 100% biomass materials	as lactic acid, successful technology development requires cooperation with American companies that possess world-class original technologies related to biomass-based raw material extraction and property diversification
	35	Non-woody cellulosic fiber and nonwoven technology	Since there is no domestic institution/company that possesses the original technology for manufacturing non-woody cellulosic fiber materials, cooperation is necessary with a Japanese company that possesses the world's highest level of original technology
	36	Manufacturing technology for naturally derived high-performance cellulose nanofibers and organic-inorganic multi-phase composite materials for home and industrial use	Since there are no companies in Korea with technology for eco-friendly mass production of cellulose nanofibers, it is necessary to secure production economics through process technology cooperation with Japanese universities and companies
	37	Biomass-derived TPU fiber manufacturing technology	Since there are no companies in Korea that possess the original technology for isocyanate raw materials and monomers, which are one of the main raw materials for biomass-derived TPU fibers, cooperation with German and Japanese companies that possess the original technology for biomass-derived isocyanate is necessary
	38	Biological recycling technology for composite waste fibers	There are some universities/companies in Korea that possess the original technology for enzymatic decomposition of materials related to biological recycling, but since the research remains at the lab-scale level, collaboration with British universities and US research institutes that possess the relevant technology is necessary
	39	Functional material synthesis and fiber processing technology using supercritical fluid	There are no companies/institutions in Korea that possess the original technology for polymer synthesis and fiber processing using supercritical fluids, so international cooperation with Japanese/German universities, and Dutch companies is needed for successful technology development
Intelligent Robot	40	Digital twin technology linking real-virtual environment based on robots, equipment, humans, and work	While the original technology for a digital twin platform that combines robots and artificial intelligence is not yet mature in Korea, technical cooperation is needed with German research institutes that have pioneered the introduction of the Industry 4.0 concept

- 13 -

Field	Number	Super-Gap Technology Name	The Need for International Cooperation
		models	
	41	Common platform for manufacturing robots with quick and accurate movement-manipulation intelligence	There are many institutions/companies in Korea conducting research on mobile robots, robotic arms, and grippers, but there is a gap with leading technologies. Thus, it is necessary to quickly secure the original technology through cooperation with German research institutions that developed the core technology of the next-generation mobile-manipulation robot platform for the first time in the world and are leading industrial/service humanoid platforms
	42	High-difficulty process AI solution based on expert skill digitization, work process, and environmental understanding	Some robot automation research is being conducted in Korea to perform high-difficulty autonomous movement and manipulation tasks, but the technology is not mature enough, so it is necessary to secure for the original technologies with next-generation robot teaching/learning technology and robot operation intelligence through cooperation with German research institutes leading the field of collaborative robot technology used in human-robot coexistence environments and dula-arm robot technology capable of performing various tasks in a flexible environment
	43	R2X standard protocol and network technology that ensures connectivity with smart cities	In Korea, there is a lack of original technology and international standardization capabilities related to robot-infrastructure communication. To solve this problem, we secure technology through cooperation with overseas specialized institutes that possess IoT and communication related original technologies
	44	Multisensory module for service robots	Although some related research has been conducted in Korea, there has been no case that has reached the commercialization stage. However, US universities have the most advanced original technology and have experienced success in commercializing it through startups, so it is expected that they will quickly secure the next-generation original technology through cooperation
	45	Human life support robots · services with built-in multi-sensory intelligence module	A methodology that can objectively evaluate social interaction technology between humans and robots has not yet been researched globally. US universities are world-class in all stages from basic research to commercialization related to human-robot social interaction, including robot design, AI/system development, real-world verification. The Swedish research institutes possesses the world's best technology in the field of non-verbal motion generation. So, it is expected that the world's first human-robot interaction technology evaluation methodology will be established through collaborative research with US universities and Swedish research institutes
Advanced Manufacturing	46	Virtual physical production simulation platform	There are almost no domestic companies with experience developing and field application of virtual simulation platform technology for each manufacturing process. So, development trial and error is minimized through cooperation with US research institutes, universities, and German research institutes that have abundant resources such as research personnel and facilities equipment
	47	Agricultural tractor autonomous operation technology	There is a lack of technology related to autonomous tractor operation in Korea, so for successful technology technology development, cooperation is needed with Japanese and US universities that have world-class technologies related to autonomous operation such as environmental awareness and swarm control

- 14 -

Field	Number	Super-Gap Technology Name	The Need for International Cooperation
	48	Soil-agricultural machinery-working machine digital twin model	There are no institutions/companies in Korea that original technology related to the agricultural digital twin model, so for successful technology development, cooperation with US universities that possess world-class original technology related to the VR-based virtual agricultural model is necessary
	49	Digital twin technology for quality inspection process response for autonomous manufacturing	Since there are no companies/institutions in Korea that possess original technology related to real-time non-destructive testing in a 3D work environment, cooperation with German research institutes that possess world-class original technology related to non-destructive testing is necessary
	50	Global value chain crisis management and manufacturing logistics AI assistant technology development	Regarding eco-friendly distribution logistics service technology that responds to global environmental regulations, the technology is not mature in Korea and the level of technology is insufficient, so collaboration with Canadian universities with prior research experience in North America is necessary
	51	Global ESG design evaluation system and full-cycle support platform technology	Collaboration with British research institutes and US universities is needed to establish an ESG design evaluation platform related to the style industry to respond to global ESG market regulations and develop competitive products
Aerospace & Defense	52	AAV rotor structural vibration and aerodynamic noise optimization technology	As domestic technological maturity is low, cooperation with US universities with extensive knowledge and experience is necessary, and there is a great synergy effect in international joint research with domestic companies
	53	Turboshaft engine aerodynamic efficiency improvement technology	Due to the absolute lack of domestic test evaluation infrastructure and know-how, there is a high possibility of project failure without cooperation with US universities. It is expected that future commercialization will be promoted by utilizing the international R&D network to discover and test engine-equipped aircraft
	54	RTM process simulation and optimization technology	Since the domestic technology level has not reached the commercialization stage, we shortened development time and costs by collaborating with US universities and promoted market entry by utilizing international joint research on aircraft structures
	55	Development of core technology for pitch-based ultra-high elastic graphite fiber and composite product technology	In Korea, there is no pitch-based carbon fiber technology corresponding to strategic materials in the space and defense industries. It is necessary to secure domestic pitch-based raw material technology and establish a carbon fiber manufacturing base through technical cooperation with Japanese universities and US research institutes

- 15 -

Field	Number	Super-Gap Technology Name	The Need for International Cooperation
Advanced Bio	56	Globally leading digital twin-based pharmaceutical production advancement technology	Domestic pharmaceutical and bio companies do not have digital simulation-based drug manufacturing process system technology, so successful development requires cooperation with world-class US and UK research institutes related to biopharmaceutical manufacturing
	57	Modified nucleic acid manufacturing process technology for nucleic acid drug development	US universities, research institutes, and companies have world-class technology for the development and manufacturing process of nucleic acid therapeutics such as mRNA, so it is necessary to secure global technology through cooperation with US researchers based on this
	58	Advanced bio products applied with advanced alternative experiments based on Emergent MicroPhysical System	It is necessary to establish a cooperative system with US companies, universities, and German companies that possess the original technology for high-quality, high-efficacy safety devices, and establish a standardization system based on this
	59	Customized diagnosis prediction technology based on Spatial Multiomics	Core technologies of customized diagnosis prediction based on Spatial Multiomics for single cell analysis and verification are secured by US universities, companies, German research institutes, etc., so it is necessary to establish a self-reliant system for domestic diagnostic prediction devices and technologies through continuous joint research and development in connection with this
	60	Digital healthcare devices and services multi-center distributed clinical verification technology	In order to export digital healthcare devices and services, verification of the suitability of the country's citizens(race) and overseas local medical system is required. There is a need for distributed clinical trial technology cooperation linking multinational and multi-institutional suppliers, users, and monitoring entities from the development stage to performance verification
	61	Body-mounted biometric monitoring electronic patch technology	In order to advance biometric information measurement through wearable healthcare devices, collaboration is needed with US universities that possess patch-type monitoring device technology that can be attached or inserted into the human body
	62	Harsh environment digital health monitoring and verification environment implementation technology	Collaborating with US universities and German research institutes that have technology to simulate industrial and living environments(high-low temperature, sealed, gas, and space, etc.) that are harsh for people to survive and biometric information recognition technology with improved accuracy

- 16 -