

## PD분야별 해외기술수요조사 세부기술

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
바이오	① 맞춤형 바이오마커 상용화 및 동반진단 플랫폼 개발	① 특정 질병에 대한 맞춤형 표적의약품의 활용을 위해 약물의 반응성 혹은 안정성에 대한 예측 가능한 표적 바이오마커의 탐색 기술 및 동반진단 플랫폼 다수의 바이오마커 동시정량분석 기술 및 현장형 질병 진단예후예측 기술 및 플랫폼
	② 한계돌파형 융복합 의약품 개발기술 개발	② 기존 의약품의 한계 돌파형 성능개선 및 개량의약품 기술개발
	③ 의약품 제조혁신 생산시스템 개발	③ 빅데이터와 디지털 ICT융복합 기술 기반 의약품 제조혁신형 생산기술 개발
	④ 미래 대응형 의약바이오 제품화 기술개발	④ 바이오의약품의 낮은 효능, 짧은 반감기, 낮은 발현률 등으로 인해 잦은 투약, 비싼 치료비용 등의 문제를 획기적으로 개선한 바이오메터 개발 기술. 바이오의약품의 투여경로 다변화(비강, 폐, 피부, 안구 등)를 통한 효용성 강화 기술로서 고도의 구조안정성이 반영된 제품화 기술, 예방·치료용 백신 면역활성물질 탐색기술, 대량생산 기술, 품질평가, 안전성 효능평가 기술 및 제품화 기술개발. 치료 효능의 마이크로바이옴 자원 분리/확보를 통한 후보 균주 은행 및 선별 시스템 구축 기술 및 대량생산 시스템 개발
	⑤ 첨단바이오의약품 상용화 핵심 기술개발	⑤ 유전자 전달을 위한 바이러스 벡터 대량생산 기술, 유전자 치료제, 유전자-세포치료제의 대량생산 및 품질, 안전성, 효능평가 기술 지원. 환자 유래의 맞춤형 줄기세포 치료제의 실용화를 위한 분화 효율화 기술, 대량배양(증식) 및 장기배양 기술, 품질표준화 및 효능검증기술 개발. 바이오 인공장기를 제작하고 손상된 장기, 조직의 기능을 재생·대체에 활용하는 기술, 줄기세포 바이오 인공장기 품질을 평가 하는 기술. 재생치료제 상품화를 위한 Xeno-free 원료(배지, 첨가물) 개발 및 생산 비용절감을 위한 국산화
	⑥ 맞춤형 인공조직/장기 상용화 플랫폼 기술 개발	⑥ 인공조직/장기 구조 및 기능 부여를 위한 3D 바이오프린팅 기술 기반 제조 장비 및 공정 기술, 인공조직/장기 제작기술, 바이오리액트 시스템 개발. 바이오인공장기의 형상정밀도 향상, 강도향상, 생활성(viability) 향상, 조직화 향상을 위한 제작 전주기 공정 모니터링하기 위한 제반기술 및 장기기능 품질 표준화 기술과 이를 위한 플랫폼 기술
	⑦ 바이오빅데이터 기반 신약 스크리닝 및 디지털 전환 제조 기술개발	⑦ AI·빅데이터 기반 중단 혹은 방지되어 있는 약물의 IP 가치를 고도화 하는 플랫폼 시스템 구현. AI·빅데이터 기반 임상시험약 제조용 연속공정 디지털 전환 기술 개발
	⑧ 맞춤형 진단치료제 개발을 위한 산업적 평가·실증 플랫폼 기술개발	⑧ 특정 질환 단백질질을 조절할 수 있는 신약후보물질의 스크리닝, 발굴, 활성 및 기전, 단백질타겟, ADMET 결과 등을 예측하는 AI·빅데이터 기술. HTS (High-throughput screening), HCS (High-content screening) 기반의 NGS, 면역분석, 비침습 비파괴적 모니터링 분석 기술 등 산업적 생체모델을 대상으로 하는 고도화 된 약물 분석
	⑨ 탄소중립사회를 위한 바이오화학소재 기술개발	
	⑩ 화이트바이오산업고도화를 위한 디지털생산시스템개발	
	⑪ 안전한 사회를 위한 고부가/고기능 바이오소재 기술개발	
	⑫ 차세대 생체접합 고기능성 의약품 소재 기술개발	

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
의료기헬스케어		약물 유효성/독성 평가 기술 ⑨ 석유계 원료에 의존하는 화학산업의 주요 제품군인 플라스틱, 섬유, 용제, 코팅, 페인트, 계면 활성제, 접착제 등을 기존 화학소재 대비 동등 이상 수준을 바이오매스 기반 소재로 구현하는 기술 ⑩ 바이오화학소재 생산기술 고도화를 위한 합성생물학 기반 바이오파운드리 플랫폼 구축 및 이의 산업적 적용을 통한 국내 바이오화학소재 산업 가속화 및 국내 기업의 글로벌 경쟁력 확보 ⑪ 기존 동·식물 추출공정대신 웰빙 바이오소재 생산용 생축매 및 바이오공정 개발 기술. 생활밀착형 기능성 제품의 핵심적 역할이 예상되는 천연소재로부터 기인한 유효생리활성 저분자 신규물질 합성 기술개발 및 제품화 기술개발 ⑫ 자연 조직 및 세포 등의 생체 물질의 생리적 활동을 모방하여 항균, 고강도 및 혈관 생성과 같은 기능성을 향상한 천연 및 합성 화학소재의 개발. 천연 고분자를 3D 프린팅으로 출력하여 제작하는 환자 맞춤형 치과, 외과, 피부과 및 심혈관 치료를 위한 치주조직재생유도제, 스프레이 조직유착방지제, 인공 피부 및 심혈관 스텐트 제작 기술개발과 전임상/임상 정보 구축을 통한 신속한 제품화 기술개발
	① 난치성 질환 치료용 전자약 ② 의료 디지털 트윈 ③ 생체/활동신호 모니터링용 웨어러블 진단 기기 ④ 건강한 삶을 위한 맞춤형 헬스케어 및 의료서비스 ⑤ 디지털 치료기술 개발 및 실증·상용화 플랫폼	① 약물을 이용한 대사기능 조절의 부작용을 대체할 수 있는 의료기기로 치료부위에 선택적 자극을 통해 기존의 의약품과 같은 치료효과나 대체효과를 나타낼 수 있는 자극형 의료기기 ② 인공지능 및 빅데이터 기술을 적용하여 실제 의료 현장의 사물이나 동작에 대응하는 쌍둥이(디지털 트윈) 가상세계를 만들고, 시뮬레이션을 통해 진단, 치료, 관리 등 미래 혁신적 의료시스템 및 플랫폼을 구축할 수 있는 기술 ③ 다종다종의 생체신호를 최소화 혹은 비침습적 방법으로 모니터링·분석·활용하는 기술. 다양한 환경에서 사용자의 움직임을 측정할 수 있는 웨어러블 모션 측정 시스템 기술 및 AI기반 질환 진단·분석 활용 기술 ④ 스마트 솔루션(HW/SW) 기술 및 빅데이터를 활용한 다양한 산업군(금융·통신·건설·유통 등) 연계 비대면 건강관리 기술. ICT-AI기반 병원 내 의료자원, 건강정보 원격 모니터링을 통한 병원 의료서비스 및 질병 예방·진단·관리 서비스 기술 ⑤ 디지털치료제 개발을 위한 개방형 플랫폼 조성 및 건강취약인구집단을 위한 디지털 치료제 개발
지식서비스	① 지식서비스 가상화기술 ② 지식콘텐츠 네트워크기술 ③ 제조 서비스 융합 기술 ④ 감성진단·교감기술	① 사용자와의 접점에서 XR, 메타버스 등을 활용하여 지식서비스의 효율적 실행과 전달을 위한 특화된 서비스 가상화 기술 ② 서비스정보저장 및 검색 지식콘텐츠 네트워크 및 지식개인화 기술 등 전문가의 서비스를 데이터화하고 이를 동일 업무영역에 있는 그룹이 활용하게 하는 플랫폼 기반 기술

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
	⑤ 교수학습지원 지능형 에듀테크 ⑥ 교육운영 지원 에듀테크 ⑦ 원격 업무(근무협업) 기술 ⑧ 재택여가/스마트라이프 ⑨ 비대면 엔지니어링 협업 플랫폼 ⑩ 사고·고장 예지보전 통합 예측	③ 제조 전체 과정의 가치사슬 (제품·부품개발, 생산, 유통·물류, 유지보수, 폐기·재제조 등) 전반에 대한 제조-서비스 융합 지원을 통하여 지식기반의 제조 서비스화를 촉진하는 기술 ④ 일상생활에서 개인 또는 그룹의 감성정보와 상황에 따른 감성반응을 진단하여 초맞춤형 개인화 서비스와 감성 상호작용 서비스 제공을 통해 인간 감성을 활용한 다양한 형태의 감성 서비스 제공을 위한 감성진단 및 감성교감 기술 ⑤ ICT기술을 활용해 지능형 맞춤형된 교수학습, 교원의 역량개발 및 특수교육을 지원하는 기술 ⑥ 빅데이터, 인공지능, 블록체인, 가상·증강현실, 5G 등의 ICT 기술 활용에 업무의 지능화, 자동화를 구현하고 이를 통해 업무경감/ 운영관리 효율화를 지원하는 기술 ⑦ 물리적 거리 환경 속에서도 소외감, 조직성 결여 등 문제해결이 가능한 기업 내 비공식 회의 및 집단 소통을 실제 대면 유사환경으로 구현하고, 소속감이 들 수 있도록 가상 오피스 공간을 구축하여 실제 대면 환경과 같이 우연히 또는 쉽게 만나서 소통할 수 있도록 하는 기술 ⑧ 가정에서 개인 여가생활을 즐기고 실감나는 체험이 가능하도록 지원 하는 스마트 라이프 기술로 편리하고 몰입감 있는 서비스 제공을 위한 개인의 감성파악, 소통과 교감, 행동 분석 및 개인정보보안 기술을 포함 ⑨ 비대면 서비스에 엔지니어링 ICT 기술을 융합하여 엔지니어 및 현장 간의 비대면 협업을 통한 신속하고 정확한 소통을 실시간으로 공유하는 기술 ⑩ IoT, 빅데이터, AI, XR 등의 기술을 수직적/수평적 통합을 할 수 있는 메타버스 기반의 플랫폼을 활용하여 비전문가들이라도 스마트 팩토리를 구축, 최적 운영 및 유지보수 기술
자율주행차	① 이용자 편익용 자율주행 운용 서비스 및 공통 플랫폼 기술 ② 탑승자 모니터링 및 운전 제어권 전환 판단 기술 ③ 차량센서-ICT 융합 자율주행 통합제어 기술 ④ 자율주행용 초연결 및 데이터 분석 시스템 기술	① 자율주행차의 자동화 수준에 따라 자동차 전용도로, 일반도로 등지에서 특정 구간을 자동주행하거나 출발지에서 목적지까지 탑승자를 안전하고 편리하게 수송하는 자율주행차 기반 모빌리티 서비스 및 관련 기술로, 주행공간 및 이동서비스 수요에 따라 전용도로/일반도로/전용공간 자율주행서비스 등 도로 및 공간 특성과 종속된 서비스 모델과 무인 카셰어링 및 택시, 무인셔틀 버스, 탑승객 또는 물류의 다목적 자율수송 등 이동수요 특성에 종속된 서비스 모델 및 이를 위한 자율이동 서비스 시스템을 포함 ② 자율주행상황에서 차량 탑승자, 도로환경 정보를 통합적으로 모니터링하여 운전자의 상태를 객관적으로 판단하고 제어권(수동↔자동) 전환 시 안전하고 효율적으로 이루어지도록 지원하는 한편, 일정 수준이상의 상황인지(Situational Awareness)를 유지하도록 관리하는 Human Vehicle Interaction 기술

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
		③ 주행환경 인지 기술에 V2X 및 정밀 맵 기술을 융합하여 교통상황 및 전방위 위험도를 판단하고, 주행환경 인지 사각지대의 감소를 통해 자율주행의 안전성을 확보함. By-wire 타입의 차세대 액츄에이터와 주행 판단 시스템을 이용하여 자동차 전용도로 뿐 아니라 도심 교차로, 실내외 주차장에서의 자율주행 및 자율주차가 가능한 고신뢰 자율주행 통합제어 로직 기술을 확보함. 또한 운전자의 제어에 의존하지 않는 무인자율주행 차량의 안전 기능을 확보 ④ 고도자율주행단계(Lv3) 이상에서 운전자 편의 서비스와 고안전 기능을 포함한 차량 유무선 통신기술, 시스템 관리 및 업데이트 기술, 인프라 통신 기술, 클라우드 서버 연동 등과 같은 공통 기반 기술로 자율주행에 요구되는 자율주행 시스템, 고정밀 디지털 지도, 차세대 HMI, 시스템 보안, OTA 등 인공지능 하드웨어와 소프트웨어 플랫폼 관련 기술을 포함
로봇	① 로봇을 이용한 물품 피킹/핸들링 기술 ② 개인 맞춤형 커뮤니케이션 로봇 ③ 차세대 로봇 핵심 부품 개발 ④ 재난/안전 대응형 로봇 기술	① 물류현장에서 취급되는 다양한 물체를 높은 융통성을 가지고 파지하고 분류할 수 있으며, 일상생활에서 인간도우미의 수준에 준하는 개인서비스를 제공하기 위한 로봇 H/W와 S/W로 구성된 물체 피킹/핸들링 기술 ② 개인맞춤형 커뮤니케이션 로봇의 핵심 기술 이슈는 크게 휴머노이드형 휴먼케어로봇 기술과 감성 HRI 기반 커뮤니케이션 로봇 기술이며, 기계기술, 인공지능 등의 기술의 조합으로 이루어짐 ③ 지능형 제어기, 자율주행 센서, 스마트 그리퍼 등 차세대 서비스로봇의 3대 핵심부품 원천기술과 신뢰성 확보를 위한 상용화 기술을 포함 ④ 인구 및 산업의 복잡화에 따른 복합재난과 사회안전 환경변화에 대응하기 위한 예측/대응 기술을 의미함. 이에 로봇기술을 활용한 스마트 대응기술을 통하여, 기 구조인력의 업무지원을 목적으로 함
첨단기계	① 스마트 건설기계 고도화 기술 ② 지능형 특수목적 건설기계 기술 ③ 스마트 농작업기계 기술 ④ 농기계 고효율화 기술 ⑤ 농기계 전동화 기술 ⑥ 건설기계용 고효율 파워트레인 기술 ⑦ 산업용 고효율 히트펌프 및 제어기술 ⑧ 산업용 극저온 냉동 기술 ⑨ 산업용 냉동/냉각/냉각 시스템	① 건설기계 및 토공현장의 생산성, 안전성, 편의성 향상에 필요한 부품, 시스템 및 운영 솔루션 등의 기술 ② 도시건설용 전용화 건설기계의 산업안전 확보와 생산성 향상에 필요한 시스템 기술 ③ 국내 농작업 환경과 다양한 작목의 자율작업과 데이터 기반 농기계 운영 솔루션 구현에 필요 기술 ④ 고효율 농작업 및 부하 최적화 구현에 필요한 변속기, 유압시스템 등의 설계 및 제어 기술 ⑤ Zero-Emission 농작업 구현에 필요한 전기 및 수소 연료전지 농기계 요소 및 시스템 기술 ⑥ 건설기계의 탄소 및 오염물질을 최소화하고 동력변환 효율을 극대화 할 수 있는 에너지 절감 기술 ⑦ 제조공정 열원기기의 전력전환 및 효율향상에

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
		필요한 고온 히트펌프 및 제조공정에 필요한 히트펌프 적용 기술 ⑧ 다변화된 산업의 다양한 영역대 냉각수요 대응에 필요한 극저온 원천 기술 및 시스템 기술 ⑨ 산업공정 열환경 제어에 요구되는 냉열원 공급시스템의 요소 부품 및 시스템 기술
첨단 장비	① 스마트 제조장비용 제어기 기술 ② 센서융합 기계장비 및 데이터 처리 플랫폼 기술 ③ 로봇 융합 생산 및 시스템 패키징 기술 ④ ICT 융합 섬유 생산시스템 기술 ⑤ 제조장비 핵심부품 성능 고도화 기술 ⑥ 고생산성 고정밀 절삭가공장비 기술 ⑦ 제조공정장비 에너지 효율화 기술 ⑧ 에너지 응용 및 하이브리드 가공장비 ⑨ 고집적 고성능 융복합 반도체 제조장비 기술 ⑩ 차세대 고해상도 디스플레이 제조장비 기술 ⑪ 산업공정장비 고도화 및 지능화 기술 ⑫ 신산업 신수요 제조장비 기술 ⑬ 적층제조 특화 설계(DfAM) 기술 ⑭ 고기능성 3D프린팅 소재 기술 ⑮ 3D프린팅 공정 최적화 기술 ⑯ 고속 대형 3D프린팅 장비 기술 ⑰ ICT 융합부품 제조용 3D 직접 프린팅 기술 ⑱ 3D 프린팅 서비스 및 플랫폼 기술	① 스마트 제어기(CNC)는 제조장비의 모든 기능을 자동 제어하는 모듈로 제조장비의 필수 부품이자, 스마트 제조장비와 스마트공장 운영시스템을 연계하는 스마트 제조의 핵심 요소. 스마트 제어기(PLC)는 제조장비-제조로봇-자동화설비-스마트공장SW (MES 등) 간 '연결고리'로서, 스마트공장을 구현하는 핵심 미들웨어 및 플랫폼 ② 센서 임베디드 기계장비 유니트로부터 실시간 신호를 측정하고 디지털 트윈 기반의 기계장비 가상화 모델을 이용하여 고장/노후도 진단, 에너지 소비 및 가공최적화, 열변형, 공구 부러짐 등을 실시간으로 분석하는 스마트 기계장비 및 임베디드 데이터 처리 플랫폼 기술 ③ 다수 장비, 자동화요소(+로봇), 운영제어시스템을 구성되는 제조셀 단위로 시스템 패키지 상품화 가능한 시스템. 기존 가공시스템에 로봇 융합 및 스마트화 핵심기술을 접목하여 수요산업에 연계하는 실증형 차세대 스마트 생산시스템 기술 ④ 섬유 생산시스템에서 작업자를 줄이고 스마트 시스템으로 점진화하기 위한 로봇, ICT(머신러닝, 딥러닝) 기술을 접목한 스마트 생산 시스템 기술 ⑤ 주력가공장비(베어링, 공구, 스피들), 차세대장비(하이테크롤, 광학부품, 로봇부품), 디지털 장비(제어기(PLC), 센서융합모듈)에 사용되는 핵심 부품의 개발 및 실증 기술. 핵심부품 개발 및 국내 제조장비에 활용한 성능평가, 신뢰성 평가, 적용기술 등을 포함한 실증 기술 ⑥ 수요산업의 생산성 향상, 고정밀화, 친환경화 요구에 대응하고 고부가가치 가공장비로의 생태계 전환을 위한 핵심기술 및 high-end 가공장비 ⑦ 에너지 다소비 산업인 섬유산업, 철강, 석유화학, 에너지 소비산업 등에서 이산화탄소 발생을 저감시키고, 탄소중립을 실현하기 위하여 소재, 부품, 장비 제조공정에서의 친환경 및 시스템 에너지 효율향상 기술 ⑧ 첨단 제품 생산에 필요한 고부가가치 기능성 신소재 부품 제조를 위한 에너지 응용 장비 기술 및 다양한 공정이 융합된 하이브리드 가공장비 기술 ⑨ 모바일기기, 자율주행차, 항공, 로봇산업과 의료, 웨어러블 기기 등 새로운 응용시장에서 요구되는 초박형 고집적/고성능 융복합 반도체 및 센서와 인체 친화/감각적 디자인의 스마트 전자소자를 패키징 하는 공정 및 장비시스템

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
		⑩ 디스플레이산업은 패널 외에도 패널을 구성하는 부품 및 소재, 패널 제조에 투입되는 제조장비 등의 생산에 수반되는 모든 기술을 포함. 디스플레이 제조 공정에서 새로운 공정적용에 따른 수출 향상 및 제조기술 강화를 위한 제조 장비기술 ⑪ 주조, 금형, 소성, 용접, 표면처리, 열처리 등의 공정을 통해 소재를 부품으로, 부품을 완제품으로 생산하는 기반이 되는 장비산업으로 주력산업 및 신산업창출을 위한 소재-부품-핵심 공정-장비 원천 기술 ⑫ 미래차, 바이오, 반도체 등 신산업과 신수요에서 필요로 하는 제조장비 기술로 신산업 시장 선점과 함께 新산업 제조장비 수출이 가능한 차세대 제조장비 기술 ⑬ 재료제거 및 성형 등이 아닌 적층제조(3D프린팅) 공정에 특화된 설계기술로서 기존 제조공정에서는 재현이 불가능한 새로운 개념의 설계 가능 ⑭ 발전, 우주·항공, 국방 및 정밀산업 등 고부가가치를 창출하는 수요산업 맞춤형 고기능부품 확보를 위한 3D프린팅 전용 소재 및 실증기술 ⑮ 3D프린팅 출력 품질 최적화를 위해 소재, 장비, 부품형상 특성에 따른 출력 과정 중 오류 및 변형 등을 예측·검증하며, 실시간 공정모니터링 데이터 기반으로 공정을 최적화 조건으로 제어하는 기술 ⑯ 기존 3D프린팅 기술의 산업적 확대 적용을 위한 3D프린터의 고속화·대형화를 달성하면서 적층부품의 품질 확보가 가능한 장비기술 ⑰ 3D 프린팅 및 전자회로 기술을 융합하여, 입체(3차원) 구조로 전자소자를 집적화 하는 기술 ⑱ 3D프린팅 서비스 경쟁력을 높이기 위한 3D프린팅 공정과 전후 연계 공정 자동화와 디지털 제조 플랫폼화를 위한 기술
전기 수 소 차	① 구동 및 전력변환시스템 ② 공조 및 열관리시스템	① 전기수소자동차의 장거리 고성능 주행을 동시에 충족할 수 있는 핵심기반인 전기구동모터, 동력전달장치, 전력변환장치 기술, 그리고 이들을 일체화하여 구현하는 전기구동시스템 기술과 고전압 배터리로부터 구동시스템 및 전장시스템에 전력을 공급/변환하기 위한 고효율, 고밀도의 전력변환 기술을 의미 ② 공조기술이란 실내 공기의 온도, 습도, 냄새, 유해물질등 공기질을 적절하게 관리함으로써 탑승자에게 쾌적함을 제공할 수 있는 기술을 의미하고 있으며, 최근에는 에너지 절감을 위해 공기온도 관리보다는 탑승자의 열쾌적성을 직접 예측하여 관리할 수 있는 기술로 확대됨. 열관리 기술이란 발열부품의 적정온도 관리 기술을 말하고 있으며, 전기차의 경우 동절기에 배터리 가열기술이 필요할 뿐 아니라 모터/인버터, 배터리의 적정온도가 서로 상이하여 열관리 장치의 구성이 복잡도가 높아지고

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
		있어 공조와 발열부품간의 상호 열교환을 통해 전체 효율을 향상시킬 수 있는 통합 열관리 기술이 필요함. 지능형 통합열관리 제어 기술은 기존에 각각 제어되던 실내공조, PE(Power Electronics) 열관리, 배터리 열관리를 통합하여 제어함으로써 제어 복잡도와 난이도가 상승함에 따라 AI기술을 접목해야 더 효율적인 제어가 가능하고, 전기차의 성능유지를 위해 지속적인 열관리시스템에 대한 SW적 업데이트를 제공함으로써 차량운행기간을 늘릴 수 있고 이때 Big data와 V2X통신 기술이 필요함
스마트제조	① 산업용 IoT 융합 시스템기술 ② IT융합 지능장비·시스템SW 기술 ③ 산업 지능화 융합 플랫폼 기술 ④ 임베디드 인공지능 기반 SW 기술 ⑤ 산업별 AI 내장형 임베디드 SW 기술 ⑥ 현장지식 디지털화 기술 ⑦ 디지털기반 노동력 증강 기술	<p>① <b>전 산업분야에 활용가능한 산업용 IoT 네트워킹 기술로, 동종 또는 이종 산업분야간 융합하여 효율성, 강건성, 예측 유지·보수성, 보안성, 경제성 등을 요구</b></p> <p>② <b>주력산업분야의 IT융합 지능 장비, 생산시스템 개발을 통한 제품 지능화, 생산성 향상 및 효율화</b></p> <p>③ <b>개발산업별 다양한 솔루션과 메타 클라우드의 융합 플랫폼으로서 국제 표준기반의 산업 지능화 서비스와 솔루션의 연동, 운용 및 관리 제공 기술</b></p> <p>④ <b>산업·부품·장비에 인공지능 기술의 내재화 기반을 마련하기 위해, 산업용 임베디드OS의 HW성능 최적화, 다양한 HW호환 확장성, 데이터 기반지능화, 실시간 고신뢰 처리를 지원하는 기술 개발. 산업현장의 노하우를 임베디드 인공지능을 활용한 디지털로 전환이 용이하도록 임베디드 인공지능 라이브러리, SW프레임워크 등의 성능 가속, 알고리즘 경량화, 기계학습 최적화 엔진, 데이터 실시간 처리 기술 개발</b></p> <p>⑤ <b>산업 부품 및 장비에 요구되는 지능적 요소를 바탕으로 보다 안전하게, 보다 쉽게 임베디드 인공지능을 적용할 수 있는 기술. 실시간 인식/추론/인증 등 산업용 지능 부품 및 장비를 위한 공통 임베디드 인공지능 SW 기술. 스마트제조, 무인이동체, 로봇 등 주력산업의 임베디드 인공지능기반 제품, 서비스 구현 및 사업화를 위한 맞춤형 응용 SW 기술</b></p> <p>⑥ <b>산업 업종별 숙련인력의 노하우, 작업정보 등을 축적·분석을 통해 디지털 지식 도출 및 공유하는 현장지식 자산화 플랫폼 개발. 비숙련 작업자의 지식 체험 및 현장 적용을 위한 작업현장 다중 복합 경험지식 가상 공유 운용 기술개발</b></p> <p>⑦ <b>수집된 현장지식 자산을 바탕으로 실제 노동 현장에 적용할 수 있는 산업현장 맞춤형 노동력 증강 시스템 및 지원 툴 개발. 산업별 공정 및 작업환경 유형화를 통한 노동력 향상 디바이스 기술. 빌트인 스마트 워크벤치 및 탈부착형 스마트 워크셀 기술</b></p>
	① 선박해양 해양환경보호 시스템 ② 친환경 해양플랜트 기술 ③ 선박 해양 지능화플랫폼 및 서비스	① <b>해양환경 보호 시스템은 선박으로부터 배출되는 대기오염원 및 온실가스에 대한 방지, 저감 및 관리 기술 등을 갖춘 처리장치를 의미하며, 선박용 SCR, EGCS, DPF 및 CCS(Carbon Capture System)로 고려되고 있음. 수소</b>

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
		또는 암모니아 등 차세대 친환경 연료 추진선으로 도약하기 위한 탄소 기반 연료의 대기오염원 및 온실가스의 후처리 시스템 핵심기술 개발
기술	④ 선박 무탄소 연료 추진 발전 시스템 ⑤ 선박 경량화 및 에너지효율 향상 기술 ⑥ 선박을 이용한 에너지 저장 및 이송 시스템 ⑦ 선박 친환경화 수리개조 기술 ⑧ 지능형 야드 운영 및 제조 자동화 기술 ⑨ 엔지니어링 지능화 기술 및 스마트설계지원 시스템 ⑩ 선박 자율운항 및 지능형 기자재 기술 ⑪ 조선 공정 특화 에너지 모니터링 및 탄소 저감 시스템 ⑫ 친환경 레저 선박 및 소형 알루미늄 선박 ⑬ 선박 하이브리드 추진 및 발전 시스템 ⑭ 선박 저탄소 연료 추진 및 발전 시스템	<p>② <b>해양 산업 활성화를 위한 기자재 국산화를 확대와 표준화를 통한 CAPEX 절감. 해양플랜트 유틸리티 시스템 설계 및 제작 기술. 극한의 저온 환경에서 적용 가능한 방한, 내빙, 내마모 소재를 개발 적용하여 극지용 선박 및 해양플랜트의 안전하고 효율적인 운용을 도모. 해양 풍력 설치선 설계 및 제작 기술. 해상에서 생산되는 천연가스, 수입되는 액화천연가스 및 원자력을 포함하여 풍력 등 다양한 신재생에너지원을 활용하여 전기를 생산하고, 생산된 전기를 이용하여 청정에너지를 생산하고 저장하는 해양플랜트이거나 생산된 전기를 수요처(육상)에서 편리하게 이용할 수 있도록 저장 및 변환하기 위한 무인화된 해상 설비 설계 및 건조 기술</b></p> <p>③ <b>해양 플랜트의 원격 모니터링/관제 기술과 데이터 기반 성능/유지보수 예측 기술. 선박 및 해양플랜트에서 모니터링 된 데이터를 기반으로 준 실시간 수치해석을 수행하고 AI를 활용해 시스템의 위험인자 및 수명을 예측하는 기술. 디지털 트윈으로 획득된 빅데이터를 체계적으로 관리하고 필요 기관에 유료로 제공할 수 있는 빅데이터 플랫폼 구축. 디지털기술을 활용한 최적운항 관리 및 선박환경규제 대응기술개발. 극지 해양환경의 이해와 정보에 기반한 최적화된 자원운송 선박 및 극지 해양플랜트의 기본설계를 도출하고, 디지털 트윈 개념을 접목한 위험도 관리 기반의 운용기술</b></p> <p>④ <b>IMO 2050 감축 목표 달성을 위한 수소, 암모니아, 소형 모듈형 원자로 등을 활용한 무탄소 연료추진/발전 선박 핵심기술 개발. 연료전지 탑재 운용을 위한 액화수소/암모니아 저장 및 활용, 실선 탑재, 안전 및 평가 기술 확보. 현존하는 무기수소화합물 가스 중 가장 많은 수소를 함유한 암모니아(17.65wt%)의 선박연료 추진/발전 시스템 적용 기술</b></p> <p>⑤ <b>선형, 추진기 및 구조최적화를 통한 연비향상, 운항항로 최적화로 인한 연료절감, 선박 운항 및 화물처리를 위한 에너지 효율화 그리고 폐열회수 등을 통한 재생에너지 사용을 통하여 IMO의 EEDI Phase 2, 3을 만족시키는 기술. 항복응력 500MPa 이상급 고강도 강재를 적용한 선박 경량화를 목표로 하여, 고장력강 적용 선박 구조 최적화 기술. 선박 경량화를 위해 선체, 추진기 및 각종 부가물에 적합한 복합소재 선정, 구조 설계/생산 기술 개발, 의장품 설계/제작 기술 개발. 디지털 트윈 개념을 적용한 전선 구조 응답 모니터링 기술 및 구조건전성 진단 기술 개발</b></p> <p>⑥ <b>무탄소 연료인 수소 또는 암모니아의 대규모 저장 및 처리 시스템을 위한 핵심 기술. 차세대 친환경 연료인 수소와 암모니아의 저장, 운반, 병거링을</b></p>
	① 선박해양 해양환경보호 시스템 ② 친환경 해양플랜트 기술 ③ 선박 해양 지능화플랫폼 및 서비스	① <b>해양환경 보호 시스템은 선박으로부터 배출되는 대기오염원 및 온실가스에 대한 방지, 저감 및 관리 기술 등을 갖춘 처리장치를 의미하며, 선박용 SCR, EGCS, DPF 및 CCS(Carbon Capture System)로 고려되고 있음. 수소</b>

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
		<p>위한 대형 액화수소 저장 탱크, 극저온 단열 재료, 증발가스 처리, 액화수소 로딩암 (Loading Arm) 기술, 이산화탄소 가치 사슬의 일부인 액체 이산화탄소 수송선을 위해 대형 액체 이산화탄소 저장 탱크와 최적 압력 제어 시스템. 해상에서 친환경에너지로 생산된 전력을 육상으로 저장/이송하기 위한 필요 기술. 고효율 해상 고압 전력 변환기 설계기술, 해저 직류 송전시스템 기술, 해저 시스템 모니터링 및 유지보수 기술로 구분하고 단계적 기술 개발</p> <p>⑦ 기존선 대상 UN산하 국제해사기구(IMO)의 SOx, NOx, GHG 환경규제와, 국내 2020 친환경선박법 이행을 위한 기존 선박의 친환경화 달성을 위한 기술개발. 선상 CO2포집을 위한 개조기술, 개조 선박용 Dual-fuel 추진시스템 및 LNG generator 개발, LNG·암모니아 개질 수소생산기술 등의 원천·제품기술</p> <p>⑧ 설비와 작업공간, 건조 방식 등이 다양한 조선소를 포괄하고 생산성을 향상할 수 있는 스마트 생산 자동화 기술. 자재, 장비, 인력의 상황을 실시간 감지하고 공정을 종합적으로 파악하여 계획과 실제의 간격을 줄이는 기술. 강재 반입부터 소조립 용접까지, 단위공정별 IoT 및 고도화를 통한 내업 공정의 무인화 모델 구축. 배관 스플 제작을 위한 파이프, 플랜지 등의 이송, 분류, 취부, 용접 및 검사까지의 인공지능 활용 지능화 공정 구축</p> <p>⑨ 조선 및 해양플랜트 생산성 향상 및 비용 절감의 의사 결정을 지원할 수 있도록 설계 및 엔지니어링 지식의 디지털 전환을 구현하고 이를 기반으로 엔지니어링을 지능화하고 스마트 설계를 지원할 수 있는 응용 기능을 개발. 엔지니어링 문서, 규정집 등에서 데이터와 지식을 추출하고 설계 과정에 적용 관리할 수 있는 기술. 실적 도면과 기술문서에서 설계 정보를 추출하여 새로운 제품 개발에 활용할 수 있는 3D 모델로 생성하는 기술 개발. 설계 생산성 극대화를 위해 설계 지식과 경험을 반영한 장비, 배관 자동 배치 모델링. 설계 정보의 디지털 전환 툴 개발로 스마트십, 스마트야드의 디지털트윈에 활용할 수 있는 기반 확보</p> <p>⑩ 선박이 항구를 출발하여 다음 항구까지 완전 자율 운항 자율(IMO Level4)로 운항하기 위해 필요한 대양 운항 시의 자율운항, 자율 이접안, 군집항해 그리고 자율운항 항해 실증을 위한 법제화와 보험에 관한 기술. 자율운항 선박의 자율운항을 위하여 주변 항해 환경에 대한 감시와 인식을 통해 분석된 통합 위험도를 기반으로 안전 항해 및 효율 운항을 위한 의사결정 지원부터 충돌회피, 육해상 원격/자율 제어까지 단계적인 핵심 응용·확장 서비스 및 기술. 해운 물류 플랫폼, 항만과의 연계를 위한 통신(인공위성, 광대역)을 이용한 원격 운용</p>

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
		<p>기술. 자율운항선 및 자율운항시스템의 설계와 안전성 평가를 위한 실증 기술(사이버 보안, 대양운항, 상황인식, 충돌회피)</p> <p>⑪ 조선소에서 발생하는 이산화탄소의 배출량을 모니터링 관리하는 기술. 선박 및 해양 구조물의 내구 수명을 만족하는 필름형 도료용 고내후성, 고내구성 점, 접착제 개발 기술. 기존 노후 장비의 효율 증대 및 친환경 장비로의 교체에 필요한 기술. 배출되는 이산화탄소를 후처리 하는 기술. 조선소 현장 내 신재생 에너지 사용 확대 방안 및 관련 시스템 기술 개발</p> <p>⑫ 환경규제 강화에 따른 친환경 소재기반의 인테리어 및 선체 기술. 환경규제 대응에 따른 친환경 추진 기술. 안전한 운항을 지원하는 ICT융합형 첨단 안전지원 기술</p> <p>⑬ 하이브리드 추진시스템 선박은 발전기에서 생산된 출력과 배터리(ESS)에 충전된 에너지를 직·병렬로 이용하여 추진전동기를 구동하는 선박으로, 발전기로서 고효율·대용량 연료전지를 선박 추진시스템에 적용함으로써 단계적으로 선박에 바로 적용이 가능한 시스템 개발. 하이브리드 선박의 핵심기술인 전기인버터, 추진전동기 등, 해외에서 보유중인 기술의 국산화 기술개발 및 고도화를 통한 경쟁력 확보</p> <p>⑭ 온실가스 감축 규제 대응을 위한 저탄소연료 추진 선박 고도화 기술 확보. 연안선박용 저탄소연료(LNG, LPG, CNG, 바이오연료 등) 추진 패키지(저탄소연료 분사장치 및 제어 알고리즘기술). EEDI Phase 4 대응 및 메탄슬립 규제 대응 가스연료 엔진. 저탄소연료를 활용하는 가스연료추진선 안전 기술</p>
반도체 공정 장비	<p>① 반도체 온실가스 감축공정기술</p> <p>② EUV 노광 대응 장비 부품 소재기술</p> <p>③ 초미세 패턴 식각공정 및 장비 기술</p> <p>④ 원자층 레벨 다적층 증착공정 및 장비 기술</p> <p>⑤ 초미세 소자용 M1 공정장비</p> <p>⑥ 첨단 P&amp;T 공정 및 장비기술</p>	<p>① PFC 가스는 CO2 대비 수천 배 이상의 온실효과를 보이나 반도체 제조공정에서 PFC 가스 사용량은 지속적으로 증가. PFC 가스 대체물질을 이용한 반도체 공정 개발은 국가 온실가스 배출 감축목표 달성에 매우 중요한 역할, PFC 가스 배출량을 감소시키기 위해 PFC 가스 분해, 분리 및 회수 기술 적용이 필요하며 PFC 가스 대체 물질을 식각공정에 투입하기 위해서는 많은 평가 절차와 장기간의 식각 데이터베이스 확보 필수</p> <p>② 13.5nm (EUV) 파장을 이용하여 포토마스크에 새겨진 회로 패턴을 포토레지스트가 도포된 웨이퍼에 정밀하게 전사하는 공정과 관련해 요구되는 소재, 부품, 장비와 소재의 성능 및 공정결과를 확인하기 위한 장비 및 그 부품을 포함. 반도체의 미세가공과 집적도에 직접적으로 영향을 미치는 핵심 기술임</p> <p>③ FinFet 및 V-NAND와 같은 3D 기술을 적용 가능한 10 nm(100Å)급이하 초미세화되는 반도체 소자 개발용 초정밀도, 초저손상 식각 가능한 원자층 수준 식각공정(Atomic Layer Etch Process: ALEP) 및 장비기술, 식각하고자하는 박막물질별로 크게 유전체</p>

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
		<p>원자층 식각장비, 폴리실리콘 원자층 식각장비, 금속 원자층 식각장비로 구분되는 장비기술, 300단급이상 고종횡비(HAR : High Aspect Ratio) 식각공정 및 장비 기술, 100 Å급 차세대 메모리소자 적용을 위한 식각 후 EUV PR 마스크 및 신규 하드마스크 제거 공정으로 고밀도 플라즈마 소스, Chamber 생산성 및 성능 개선 및 장비 안정성 개선을 통해 고종횡비(HAR) 패턴 형성용 Hard Mask Strip 기술도 포함</p> <p>④ 차세대 반도체 소자는 집적도 증대 및 성능향상을 위해 3차원 구조로 발전하고 있으며, 단수 증가에 따른 warpage 문제를 극복할 수 있는 Thick TEOS 증착기술과 극한의 step coverage 확보를 위한 CVD/ALD 기술이 요구됨. 소자 미세화 및 적층구조 형성에 따른 low thermal budget이 요구되며, STI Gap fill 방식을 적용한 열처리 기술이 필요함</p> <p>⑤ 반도체 제조 중, 소자의 물리적, 전기적 특성인 공정목표치가 각 단계에서 정상수치로 충족되는지 확인하는 웨이퍼 레벨 계측공정 장비와 웨이퍼의 표면 파티클, 패턴 결함 등을 확인, 분석, 분류하는 장비. CVD, Etcher 등 온도, 플라즈마 등 공정챔버 상태에 대한 실시간 진단/모니터링 센서기술과 첨단 웨이퍼레벨 패키징 MI기술도 포함되는 추세</p> <p>⑥ 차세대 반도체 시장은 무어의 법칙 한계를 뛰어 넘는 이종칩 집적기술(Heterogeneous Integration) 및 원가절감을 위한 패널 형태등의 대면적 패키징 기술 적용이 점차 확대될 것으로 예상됨. 이종칩 집적기술은 실리콘 기반의 반도체 뿐만 아니라 통신통 화합물 반도체, 고성능 수동소자, mmWave용 안테나 등의 이종칩이나 이종부품을 패키징 기술을 이용하여 집적화시키는 기술임. 패널형태 등의 대면적 패키징 기술은 원가 절감, 수율향상을 위한 고품질 공정 장비, 생산성 향상을 위한 고속 공정 및 검사 장비 등을 포함함</p>
시스템반도체	<p>① 스마트 센서</p> <p>② 스마트 에너지관리 반도체</p> <p>③ 차세대 전력반도체</p>	<p>① 측정 대상물로부터 압력·가속도·온도·주파수·생체 신호 등의 정보를 감지하여 전기적 신호로 변환하여 주는 반도체 기반의 센서와 각종 감지 물질에서 전기적인 신호로 변환하여 주는 역할을 하는 Readout IC를 말함</p> <p>② 에너지를 효율적으로 변환, 제어, 관리하는 데 이용되는 반도체를 말하며 시스템의 안정적인 동작 및 효율 향상을 위해 사용되는 전력 변환 및 제어 IC와 안정적으로 스위칭 하는 소자와 소자를 효율적으로 구동하는 구동회로를 포함함</p> <p>③ 전기를 활용하기 위해 직류·교류 변환, 전압주파수 조정 등 전력의 변환·변압·안정·분배·제어를 수행하는 반도체로 차세대 화합물 반도체의 고전압 성능, 빠른 주파수 특성 등을 이용하여 전력반도체의 성능을 개선한 반도체를 말함</p>
이차	④ 고체 전해질 기술	① 전극간 이동을 고체전해질로 가능하게 하는 기술

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
전지	<p>② 리튬금속 음극기술</p> <p>③ 고에너지 밀도 LIB(리튬이온전지) 기술</p> <p>④ 전고체 전지기술</p> <p>⑤ 리튬황 전지기술</p> <p>⑥ 폐전지 재활용 기술</p>	<p>② 리튬금속을 이차전지 음극으로 사용하는 기술</p> <p>③ 높은 에너지밀도를 구현하기 위한 전지기술</p> <p>④ 모든 구성소재가 고체로 이루어진 매우 안전한 이차전지기술</p> <p>⑤ 양극에 황소재, 음극에 리튬금속을 사용하는 이차전지기술</p> <p>⑥ 폐전지 등 순환자원으로부터 이차전지 원료 재자원화기술</p>
금속재료	<p>① 지능형 금속재료 생산 공정</p> <p>② 탄소중립 수소환원제철공정</p> <p>③ 미래모빌리티용 경량금속</p> <p>④ 미래신산업 대응 금속소재</p> <p>⑤ 고기능성 금속분말 및 복합재</p> <p>⑥ 희소금속 회수 및 제련</p> <p>⑦ 사회안전금속소재</p> <p>⑧ 에너지 생산·변환 금속소재</p> <p>⑨ 저장·수송용 특수금속</p> <p>⑩ 금속소재 자원 재활용 및 친환경 공정</p>	<p>① 디지털 전환을 위해 AI 및 빅데이터 기반 스마트 제조기술 확보. 차세대전기 및 수소차의 보급화 이슈로 관련 핵심 부품제조 공정의 스마트화 유도. 다양한 금속소재 제조공정에 대한 디지털트윈 구축 및 운영플랫폼을 통해 발생 가능한 품질불량, 장비이상 등의 문제점을 사전에 예측하고 대응하는 기술</p> <p>② 분광석과 수소 100%를 이용하여 환원철을 제조하는 유동환원공정과 환원철 용해를 위한 신 전기로 공정을 개발하기 위한 기술</p> <p>③ 전기/수소자동차, 자율주행차 등 미래 모빌리티를 구성하는 기초 소재로, 안전성과 연비 효율성을 확보할 수 있는 경량의 고강도 금속소재 제조, 성형 및 가공, 부품화 기술을 포함. 미래모빌리티를 위해 요구되는 경량기능성소재를 경제적으로 제조하기 위한 제조기술. 미래모빌리티의 새로운 플랫폼이 고려된차체설계 및 경량화 실증기술</p> <p>④ 친환경 LNG/수소 선박 및 항공용 고강도 알루미늄 후판 소재 제조기술. 전기자동차 배터리부품의 제조기술에는 고효율구현을 위한 금속과 고분자물질의 개발과 이 조합을 가공하는 기술. 스마트정보전자부품의 초미세화에 따라 접합 및 배선에 필요한 소재 및 제조기술융합</p> <p>⑤ 고성능 전기자동차 및 전력변환용 부품 구현을 위해서는 고자속밀도, 저손실의 코어용 소재로, 기존 판재 제조 공정으로는 구현이 곤란한 합금성분계 (Si&gt;3.5%, Al&gt;4%)를 분말 기반으로 판재 제조하는 기술. 범용제조부터 고부가가치 정밀제조까지 다채로운 응용이 가능한 3D프린팅용 금속분말소재, 다기능 고분자소재, 세라믹소재 및 복합소재 제조기술과 적층제조시스템 기술. MLCC 전극제조를 위한Ni 합금분말 및 Ag 복합분말 합성기술 개발</p> <p>⑥ 국내 안정적 공급망 확보를 위해, 첨단산업(전기자동차, 신에너지 등)에 필수적인 전략 희소금속을 폐자원으로부터 회수하는 기술. 전기자동차부품, 반도체, 디스플레이 등 국내 주력산업에 필요한 핵심전략 금속의친환경, 고부가가치 생산기술</p> <p>⑦ 사회적 재난 대응/자연 인적 재난 대응/위험 진단·검출/생활안전용 안전소재 플랫폼. 인재와 자연재해 대비내진/고온/차폐대용소재, 차량 안전용 고충격 흡수 금속소재 등 개발</p>

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
화학공정		<p>⑧ 수소 혼소 및 전소 가스터빈의 부품에 적용가능하며, 수소가스터빈 환경에서 특성 우위를 갖는 금속 소재 및 표면 코팅기술. 수전해용 스택에서 요구되는 고내식 고가공성 신합금 개발하고 이를 부품화하기 위한 소재기술. 촉매 내구성 향상을 위한 고전도성/고내식성 촉매 담지체개발</p> <p>⑨ 미래 수소사회에서 수소의 생산, 저장, 운송, 이용에서 핵심소재로 활용될 금속소재. 생산된 에너지를 전달하고 활용하는 과정에서 손실을 최소화 하고 고효율성을 확보 하기 위한 기술. CCUS활성을 위해 CO2 분위기에서 내부식성, 고강도, 고인성을 가지는 철강 소재기술개발</p> <p>⑩ 공정부산물로 배출되는 폐소재를 활용하여 고품위, 다기능 소재로 제조하는 기술. 폐전극 코팅 산화를 및 전극 금속기반 산화를 슬러지에 함유된 희유금속(Ir, Pt, Ru, Nb, Mo 등) 추출 및 재활용 기술. 건식제련법을 활용하여 첨단산업에 사용되는 초부가가치소재 회수 및 제품화 기술</p>
	<p>① 전기로 활용 화학 공정 기술</p> <p>② 저에너지 혁신 화학 공정 기술</p> <p>③ 바이오화학 플랫폼 및 고부가 기초화학소재</p> <p>④ 저탄소 바이오 플라스틱 및 생태순환 고분자제품</p> <p>⑤ 플라스틱 업사이클링</p> <p>⑥ 석유화학 부생가스 전환</p> <p>⑦ 신기능 메타 탄성소재</p> <p>⑧ 고성능 고강도 경량 고분자 복합소재</p> <p>⑨ 고집적 반도체 화학소재</p> <p>⑩ 고내구성 디스플레이용 화학 소재</p> <p>⑪ 고감도 센서 소재</p> <p>⑫ 친환경 스마트 코팅 소재</p> <p>⑬ 고기능성 점-접착 소재</p> <p>⑭ 미래산업 대응형 색채 소재</p> <p>⑮ 수소산업용 고내구성 복합소재</p> <p>⑯ 석유화학 및 정밀화학 제품 지능형 제조</p> <p>⑰ 에너지 저감 석유화학 및 정밀화학 제조공정</p> <p>⑱ 무탄소 연료 기반 NCC 공정 기술</p>	<p>① 석유화학 공정 중 온실가스를 가장 많이 배출하는 나프타분해센터(NCC)에서 에너지원으로 사용되는 화학원료를 신재생 에너지 유래 전기로 대체하는 공정기술. 석탄연료를 재생에너지로 생산된 전기로 대체로 CO2 배출이 90% 감축되는 스팀크래커를 위한 전기 가열 컨셉의 신 저공해 공정기술 개발. 재생에너지 사용 최대화 및 CO2 배출 최소화를 위한 혁신적인 기후친화적 공정기술 프로젝트</p> <p>② 원유 또는 연료유의 화학원료 물질로의 전환을 위한 촉매 반응, 분리 공정 기술. 석유화학산업에서 삼냉 증류 분리공정을 대체할 수 있는 혁신적 저에너지 분리공정 개발로 에너지 소비와 CO2 배출을 저감하는 기술. 석유화학산업의 고부가화 및 구조고도화 제고를 위한 미래형 친환경 융합 저에너지 신공정 기술개발로 에너지 최적활용 산업 인프라</p> <p>③ 이산화탄소 다량 배출 석유화학 원료를 탄소중립형 바이오매스로 대체하여 화학원료/소재를 생산하는 공정기술. 석유계 원료에 의존하는 화학산업의 주요 제품군인 플라스틱 및 섬유, 용제, 코팅/도료 소재, 계면 활성제, 점착제 등을 기존 화학소재 대체 바이오매스 기반 소재로 구현하는 기술. 저가 바이오매스 활용 친환경 카르복실산 및 유도체 생산 실증기술 개발. 비화석연료인 목재, 초본, 해조류 등으로부터 유기물 소재 원료 생산 기술을 개발하여 온실가스 감축 및 지속가능 화학산업 실현</p> <p>④ 식물 등 천연물 유래 자원을 이용한 고분자 화학제품(플라스틱 및 탄성소재) 제조하는 기술. 지속발전가능 사회 구축을 위한 친환경 소재로서 완전 분해되는 생분해성 플라스틱과 재생가능한 천연유래자원 바이오매스기반의 바이오매스 플라스틱을</p>

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
		<p>제조하는 기술. 무분별하게 버려진 포장용 플라스틱, 비효율적으로 관리되는 매립지, 대중에 의한 플라스틱 쓰레기 투척 등으로부터 지구생태계와 지구환경을 보호하는 석유제품 대체의 혁신 소재 및 제품 기술</p> <p>⑤ 이산화탄소 다량 배출 저활용 플라스틱 폐기물로부터 고부가 화학원료로 생산하는 공정 기술. 페플라스틱 열분해유의 촉매화학적 업그레이딩을 통한 나프타 대체 원료 생산 기술. 저활용 페플라스틱(PU, PET, PS 등)의 열분해 또는 신축매공정기술을 통해 석유화학 원료로 전환하여 단순 정제 연료 등으로 사용하는 수준을 넘어 고부가 화학제품의 기초원료 생산기술</p> <p>⑥ 석유화학 및 산업에서 발생하는 부생가스 자원을 활용하여 화학원료를 생산하는 기술. 나프타분해센터(NCC) 전기가열로 전환 시 잉여되는 부생가스를 신재생 전력 활용하여 화학제품으로 전환하는 공정기술. 화학공정 중 폐가스 저농도 CO2 포집·활용, VOC 및 NOx 동시 전환 촉매를 이용한 바이오자원화 제조기술</p> <p>⑦ 자연계에 존재하지 않는 특성 (Ex 음의 포아송 비, 광학 파동 제어 표면, 광-탄성 결정 구조)을 구현하는 메타 탄성소재 원천기술 및 공정 기술. 고민감도 전자피부, 홀로그래피 디스플레이 등 활용 기술 포함</p> <p>⑧ 차세대 고부가가치 산업에 요구되는 복합화 기술 기반 경량소재를 경제적으로 제조하는 기술. 복합소재용 특수 에폭시 소재, 초경량 차체부품의 3D 프린팅 기술, 재난환경 대응 복합소재 및 에너지 저감 경량 고강도 소재기술을 포함</p> <p>⑨ 새로운 패러다임의 메모리 및 비메모리(시스템) 반도체 개발에 필요한 복합소재 및 공정 기술 개발</p> <p>⑩ 차세대 롤러블 디스플레이는 새로운 시장을 개척 할 수 있는 플랫폼으로 평가받고 있음. 디스플레이(OLED) 핵심소재인 중수소 적용 소재 기술 및 저에너지 중수소 추출 기술 개발 필요. 스마트 기능과 커넥티드 기술, 자율주행 등의 차량 관련 ICT 융합이 확대됨에 따라 운전자에게 편의와 안전을 도모하고, 다양한 시각적 정보를 제공</p> <p>⑪ 미래사회 및 산업의 안전과 편리함을 위해 기존 센서들의 감도, 선택성, 및 제품형태를 보완하여 응용제품의 성능을 현저히 개선할 수 있는 고감도 센서 소재를 개발</p> <p>⑫ 산업디지탈화와 ESG 기반 신산업에서 요구되는 친환경 스마트 코팅 소재. 외부로 비산되는 스프레이 도장공정의 친환경화 및 디지탈화를 위한 코팅소재, 경량소재 모빌리티용 고차원 코팅소재 및 에너지 저감 공정기술. 다양한 산업분야 신기술과 연계하여 화재 및 폭발로부터 안전성을 확보할 수 있는 신산업대응 코팅소재 기술</p> <p>⑬ 반도체, 전기·전자, 디스플레이, 미래 모빌리티 산업에서 제품의 성능과 품질을 결정적으로 좌우하는 핵심소재. 디스플레이 산업의 차세대 플랫폼(micro-LED, 웨어러블 디스플레이 등)에</p>

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
		<p>대응하고 해외 의존성이 큰 요소기술의 내재화를 이루기 위한 소재 기술. 친환경 미래 모빌리티의 소재 전환에 따른 접합 솔루션을 제공하고 새로운 핵심 부품의 탑재를 위한 고신뢰성 구조용 접착소재 기술</p> <p>⑭ 자외선, 가시광선, 근적외선 등 다양한 파장 범위에 있어서 해당 빛을 선택적으로 흡수, 반사 또는 발광함으로써 고유한 색상 및 기능을 나타내는 물질로 미래 산업 전방위적으로 사용됨. 최근 이슈화되고 있는 태양전지, 바이오, 센서 등의 응용 기술에 적합한 핵심 소재로서의 가능성을 가짐</p> <p>⑮ 미래 수소산업(그린수소생산 및 미래스마트팜)을 선도할 전기화학 및 분리막관련 경제성 확보 가능한 고내구성 핵심소재 제조기술</p> <p>⑯ 경험과 직관 기반으로 진행되는 석유화학 및 정밀화학 제품의 제조 과정에서 생성되는 다양한 데이터를 수집하고, 인공지능 기술을 통해 다양한 고객 요구에 대응할 수 있는 유연성 확보와 개발 가속화를 위한 지능형 제조 기술. 인공지능 기술 적용을 통해 석유화학 및 정밀화학 제품 제조 공정 최적화, 비정상상향 감지, 공정 자율화, 제품 물성 및 최적 설계를 구현하는 기술</p> <p>⑰ 에너지 다소비형 석유화학 및 정밀화학 제조공정을 실시간 공정 센싱, 공정 제어, 인공지능 등의 기술을 조합하여 에너지 저감 및 저탄소 공정을 구현. 전 공정을 모델화하고 각 단위공정과 전체 공정간의 상관관계를 분석, 최적화함으로써 에너지 소비 저감을 구현하는 기술</p> <p>⑱ NCC 공정의 무탄소연료(수소, 암모니아) 전환을 통해 석유화학산업의 온실가스 감축에 기여 가능한 기술 개발</p>
섬유	<p>① 데이터 기반 지능형 섬유패션 제조 및 서비스</p> <p>② 지능형 디지털트윈 제조기술</p> <p>③ 디지털 섬유소재 감성정보 시뮬레이션 기술개발</p> <p>④ 폐자원을 활용한 자원순환형 친환경 섬유소재</p> <p>⑤ 산업용 생분해 섬유소재</p> <p>⑥ 바이오매스 융합 섬유소재</p> <p>⑦ 커넥티드 스마트 홈 케어용 전자섬유 제조 기술</p>	<p>① 제조기반 지능화는 데이터 기반 생산 시스템 전환을 중심으로 설비, 오더 등을 공유하는 공유시스템, 데이터 기반 패션 스트리밍 생산, 3D 프린팅 패션, 개인맞춤 패션을 포함. 유통서비스 지능화는 빅데이터로 수집된 정보로부터 고객(혹은 바이어)가 원하는 제품을 추천하는 큐레이션, 패션-미디어 융합, 인터랙티브 V-Commerce, 블록체인 인증 등을 포함</p> <p>② 섬유산업의 세계 시장경쟁력 제고 및 노동시장변화 대응을 위해 디지털 트윈 기반의 생산관리 시스템 및 섬유제조 스트림별 무인화/자동화와 DB활용이 가능한 지능형 제조혁신 장비 기술. 섬유제조 스트림별 섬유제조장비들의 장비상태 및 제품품질을 예측할 수 있는 특화된 지능형 센서 개발 및 이들에게 발생하는 대규모의 데이터를 수집, 분석하고 사물인터넷으로 연결해 디지털트윈으로 구현 및 제어 기술</p> <p>③ 섬유소재의 디지털 시뮬레이션을 위한 감성정보(드레이프, 텍스처, 촉감, 광택 등)의 정량화 및 예측모델을 통한 섬유제품 가상제조와 정확성 향상과 디지털물성 재현기술개발. 효율적인 섬유소재 3D 시뮬레이션을 위한</p>

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
		<p>감성정보 측정센서 및 측정장비 개발. 섬유소재의 주요 감성정보를 가상소재로 구현할 수 있는 소프트웨어 기술개발 및 글로벌 비즈니스를 위한 디지털 텍스타일 플랫폼 구축</p> <p>④ 현재 섬유소재 개발의 최대 이슈는 지속가능한 소재의 개발이며, 폐자원 및 폐섬유를 이용한 재생유화 소재가 세계적 주목을 받고 있음. 난분리성 이중 폐섬유의 경우 물리·화학적 방식을 통해 이중·이색 섬유 및 복합 섬유소재 등의 폐섬유 자원을 제분화 가능한 수준의 섬유 원료로 전환하기 위한 공정기술 확보가 필요함. 리사이클 섬유소재의 경우, 페 페트병 을 재활용한 PET섬유가 대표적이거나, 최근 폴리올레핀, 나일론, 폴리우레탄 등 대부분의 합성섬유에 대해서 리사이클 한 소재를 요구함</p> <p>⑤ 분해성 소재 관련 기술개발 현황은 주로 전분, 식물체, 지방족폴리에스테르 관련 기술이고 원료 특성상 제품 다양화에 한계가 있어 응용제품 개발 및 원료기술 개발이 시급한 실정. 생분해성 소재의 경우, 생분해 기간 조절이 가능한 소재/ 위생 흡수체/ 메디컬 소재/ 자동차 내장재 소재 고부가가치 맞춤형 제품 기술 개발 포함</p> <p>⑥ 바이오매스로 부터 얻어지는 단량체, 고분자 또는 섬유구조체를 석유화학 소재와 융합하거나 단독으로 사용하여 현재까지 고바이오매스 섬유제품이 구현하지 못한 고강도, 고탄성, 수축, 항균 등 신기능을 갖는 섬유소재</p> <p>⑦ 홈 거주자의 건강, 안전/보안, 에너지관리가 서로 연결, 향시 관리 및 모니터링이 가능한 스마트 홈 케어용 IoT 기반 전자섬유(제품) 및 서비스 개발. 건강 및 안전/보안을 위한 무구속 생체신호, 활동 및 유해환경 감지 섬유기반 센서 개발. 저전력형 난방을 위한 섬유형 면상발열체 및 에너지 saving 기술. 가족의 건강/안전, 거주/수면 환경관리, 에너지 관리시스템과 사용자를 연결하는 Connected homecare용 전자섬유 및 서비스 개발</p>
세라믹	<p>① 차세대 모빌리티용 세라믹 소재</p> <p>② 6G 통신용 세라믹 소재</p> <p>③ 첨단기능 센서용 세라믹 소재 및 부품</p> <p>④ 수nm급 반도체 노광공정용 광학 세라믹소재</p> <p>⑤ 고출력 및 다기능 특수광섬유소재</p> <p>⑥ 유해환경 차단 노화 방지 뷰티케어용 바이오세라믹 소재</p> <p>⑦ 뼈-연골 동시 재생치료를 위한 바이오세라믹 기반 의료기기</p> <p>⑧ 탄소중립을 위한 제조공정 원료대체기술</p>	<p>① 미래 모빌리티 수단의 핵심 부품/소재 기술은 인공지능 센서, 고효율 전력 기반 시스템, 고효율 경량화 소재 및 고신뢰성 안전 부품 등을 포함. 자율주행차의 경우, 동시 고용량 통신정보 데이터를 판단할 수 있는 인공지능기반 센서가 핵심기술에 해당하며 전기자동차의 경우, 동력원에 해당하는 배터리-모터간 전력관리제어 부품기술이 핵심기술에 해당함. 도심 항공모빌리티의 경우, 소재, 배터리, 항법 등 관련 기술이 주요 핵심기술이며, 특히 고강도 경량화 소재 확보 필수</p> <p>② 6G통신의 핵심기술 이슈는 THz 대역용 네트워크 인프라로서, 신규 반도체 소재/소자, 초저유전 소재, 안테나 패키지, 네트워크 설계 등 다양한 세부 기술의 조합으로 이루어지며, 세라믹은 가장 근간을 이루는 핵심소재임. 6G통신은 홀로그램, 가상현실, 완전자율주행, 실시간 원격의료, IoT, 저궤도위성 인터넷 등에서 요구되는 초저지연성 및 초고속 데이터 전송이</p>

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
		필수적으로 이에 대응 가능한 세라믹소재의 개발 또한 필수 요소임. 또한, 6G통신은 자율적이고 스마트한 생활, 다중감각 가상경험, 지능형도시, 스마트농업 등에서의 요구사항을 해결하기 위한 핵심기술로 관련 세라믹소재의 개발이 매우 중요함
⑨	탄소중립을 위한 제조공정 연료대체기술	③ 센서는 4대 융합 기술인 Sensing, Networking, Computing 및 Actuating의 핵심 매개체로서, 측정 대상물로부터 정보를 감지하여 전기적 신호로 변환하는 장치임. 스마트센서는 스마트 팩토리, IoT, 전자기기, 자율주행차, 로봇, 보안, 안전 등 다양한 산업분야의 핵심부품으로, 논리제어와 처리, 메모리, 통신기능을 동시에 지닌 센서임. 스마트센서용 소재는 대부분 산화물 및 비산화물 세라믹기판 소재 등이 사용되어 센서의 다양한 기능을 구현함. MEMS 센서로는 가속도, 각속도, 초음파, 압력, 적외선, 온도, 가스 습도센서 등이 대부분 포함되며, 압전 세라믹, 질화물 세라믹, 3~4성분계 산화물 등이 핵심소재. IoT센서 자가구동을 위한 세라믹은 다양한 형상 및 경유에 따라서는 복잡형상의 압전세라믹을 대량 생산해야 하므로, 이를 정밀하게 경제적으로 생산할 수 있는 제조기술 개발이 필요
⑩	시멘트공정 폐자원 활용 및 광물자원화	④ 수 nm급 반도체의 핵심 기술 이슈는 반도체 패턴을 형성하는 노광방식이 투과에서 반사식으로의 변경과 EUV 광원(13.5nm)을 이용하는 노광기술의 대전환. 반사형 EUV 노광기술을 위한 블랭크마스크는 극저열팽창(10 <sup>-9</sup> /°C급), 고균질(極低잔류응력) 기판소재, 초정밀 표면가공 및 반사를 위한 미러코팅 기술의 조합. 극저열팽창 기판소재는 TiO <sub>2</sub> doped quartz glass가 현재 사용중이며, Lithium - alumino - silicate(LAS)계 결정화유리가 후보물질이 있으며, 내부응력 Zero 소재 생산, Sub-nm급 미러표면 가공 등 난제 포함. Mo/Si으로 구성되는 수십층 이상의 순환반사층 형성 기술과 defect-free 반사층을 형성시키기 위한 장비 국산화. 국내 미보유 상태의 극저열팽창 및 극저잔류응력 소재 평가기술 개발 또한 포함
⑪	차세대 반도체 장비용 세라믹 소재 및 부품	⑤ 적외선 대역 딜리버리용 광섬유는 레이저, 적외선 센서 등의 시스템에 적용되는 적외선 광학소재 및 광섬유는 고부가가치 미래 먹거리 산업. 적외선 파장 대역(특수광섬유용 광학유리소재는 산화물 기반 대신 비산화물 유리 및 Hollow core 등을 이용하는 특수광섬유로 적외선 파장대역에 대한 흡수를 최소화 광학 소재부품임. 중적외선 레이저, 중적외선 환경센서 특수광섬유용 광학유리소재 및 적외선 유리 광섬유기술. CO <sub>2</sub> 레이저빔 전송용 원적외선 Hollow Core 광섬유로 기반소재는 Sapphire 적용 기술. kW급 고출력 레이저용 이중클래딩 튜브(Tm) 첨가 실리케이트 광섬유 개발
⑫	환경오염 개선용 세라믹 필터	⑥ 도시의 발전과 함께 오존층 파괴, 자외선 증가, 미세먼지 및 활성산소 증대 등 유해 환경에 대한 노출은 오히려 증가하고 있어 이에 따른 뷰티제품 개발 필요. 도시형노화(자외선, 블루라이트, 미세먼지 등) ⇨ 활성산소
⑬	산업 수요 맞춤형 세라믹 3D 프린팅 소재 및 공정	
⑭	고품질 나노 세라믹 분체	
⑮	이산화탄소 활용 양방향 연료전지용 세라믹 소재 및 부품	
⑯	차세대 고효율 전력반도체 소자/패키징용 소재	
⑰	친환경 에너지 변환 압전 세라믹	

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
		증가 ⇨ DNA 손상 ⇨ 피부노화 ⇨ 기능성 뷰티제품 개발 필요. 유기 자외선 차단제에 대한 유해성이 대두됨에 따라 무기소재로 대체중. 바이오세라믹은 생체적 합성(무독성)이 뛰어나 안전한 물질로 알려짐
		⑦ 사고 및 질병으로 인해 뼈조직 또는 연골조직의 손상으로 인한 장애 및 고통 치료를 위한 조직 재생 및 대체 소재 개발에 대한 수요가 꾸준함. 급격한 인구 고령화에 대응하여 퇴행성 질환에 대한 수요가 급격하게 증가하고 있어 손상된 뼈 또는 연골조직의 기능성 회복은 사회/경제적으로 매우 중요한 이슈임. 바이오세라믹을 이용한 대체가 주로 이루어지고 있으나 기존조직의 기능성을 완벽히 대체하지는 못하고 있는 실정임
		⑧ 세라믹산업의 온실가스 배출은 시멘트(39백만톤), 유리/요업(7백만톤)으로 산업부분의 11%를 차지하며, 시멘트산업에서 배출되는 온실가스중 약 60%(23.4백만톤)가 원료에서 배출됨. 따라서 시멘트산업의 탄소중립을 위해서는 원료에서 발생하는 배출을 줄이는 기술이 반드시 필요하며, 이를 위해서 석회석 원료대체 기술, 저온소성기술 및 혼합재 사용 확대 기술이 필요함
		⑨ 온실가스 배출의 주원인인 유연탄 연료를 대체하는 기술 및 에너지 효율향상 기술이 필요하며, 이를 위해서는 폐합성수지 사용 증대 기술, 수소 등 친환경 열원 이용 기술 및 유연탄 대체 열원을 이용하는 에너지효율 향상 기술개발이 필요함
		⑩ 시멘트 산업의 CCUS 기술로서 포집된 CO <sub>2</sub> 를 이용하여 콘크리트를 양생시키는 기술, 포집된 CO <sub>2</sub> 와 반응시킨 고부가가치 탄산성 광물 제조기술, 폐열 및 CO <sub>2</sub> 를 활용한 수소생성기술 등이 필요함
		⑪ 급속 승온 냉각 그리고 온도균일성 확보가 가능한 초정밀 멀티존 세라믹 히터. Gel 기반 반도체장비용 장축형 대형 세라믹 부품. 무결합 접합기술을 적용한 반도체장비용 복합형상 세라믹 부품
		⑫ 세라믹 분리막은 기존에 널리 사용되어 온 고분자 분리막에 비하여 극한의 운용 조건(pH, 압력, 온도)에서 고신뢰성을 가지며 내환경성을 보유하고 있어, 지속 사용이 가능하여 차세대 미래 그린 산업을 주도할 수 있는 원천 기술임. 기존의 고분자 분리막의 단점을 보완한 세라믹 분리막은 향후 수처리 뿐만 아니라 증류, 흡착, 추출 등이 요구되는 제약, 반도체, 식품, 제지, 발전 등 다양한 극한 운용 조건을 요구하는 시장으로 영역 확대가 가능한 기술분야임
		⑬ 세라믹은 다양하게 우수한 물성을 가지고 있음에도 불구하고 고유의 경질성과 취성으로 인하여 복잡형상 성형 및 가공에 제약이 있으며 이로 인하여 적용되는 산업분야에 한계가 있음. 세라믹 3D프린팅은 이러한 성형 및 가공 한계를 극복하여 세라믹 신산업 창출과

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
		<p>시장확장을 기대할 수 있는 기술이나 아직 국내에서는 주목할 전략적 투자가 이루어지고 있지 않음.</p> <p>최종산물에서 필요로 하는 물성에 맞추어 적용되는 3D프린팅 기술이 상이하며, 각기술 맞춤형의 세라믹원료 소재 및 공정기술 혁신이 반드시 필요함. Material extrusion, photopolymerization, binder jetting, powder bed fusion, sheet lamination, directed energy deposition 등 적용 가능한 방식 맞춤형의 세라믹원료 소재 기술확보로 최종산물의 물성을 최적화하는 기술이 필요함. 3D프린팅후 열처리를 필요로 하지 않거나 시간을 최소화할 수 있는 신공정 기술개발도 요구됨. 다른 성질을 가지는 이종 세라믹 혹은 세라믹-금속 등 다종의 소재를 동시에 3D프린팅하고 후처리까지 완성할 수 있는 신기술 개발로 기술경쟁력 강화 및 신시장 창출이 요구됨</p> <p>⑭ 천연원료나 정제한 기존의 원료를 사용한 세라믹에 성능향상, 다양한 기능성 부여가 요구되는 세라믹 산업의 핵심 기술인 고순도, 나노 원료 합성기술. 고성능, 기능성 부여를 위해 초고순도화, 이종입자의 결합, 중공 등의 입자 합성 기술. 플라즈마를 이용한 6N 순도 이상의 세라믹분말 합성 기술. 레이저, 초음파, 화염방사 등의 기상합성법에 의한 평균입도가 균일한 세라믹 분말 합성 기술</p> <p>⑮ 제조공정에서의 탄소중립 또는 화성탐사를 위한 이산화탄소 변환 활용의 미래 원천 핵심기술 이슈는 크게 고효율 전기화학적 분해 활용기술이며, 세라믹 멤브레인, 고안정성 세라믹 촉매전극, 스택모듈화 등 다양한 세부 기술의 조합으로 이루어짐</p> <p>⑯ 차세대 전력반도체의 핵심 기술이슈는 기하급수적으로 증가하는 모바일 기기 및 전기자동차 등에서 요구되는 고전압/고전류 특성과 그에 따른 스위칭 손실 최소화 및 열특성 향상할 수 있는 기술. 기존 Si기반의 반도체 소자의 성능한계를 초월할 수 있는 GaN, SiC, Diamond, Ga2O3 등의 화합물 반도체 기반의 소재 및 소자 기술을 포함함. 기존 알루미늄 기반의 TIM기술의 성능한계를 극복하고, 전력반도체를 비롯한 전기차용 전장부품의 열관리 문제를 해결하여, 전기차의 안전성을 확보하는 기술임</p> <p>⑰ 초연결시대의 등장으로 IoT 생태계가 급성장함에 따라 IoT용 이차전지 필요성 증가: 데이터를 인지·수집하는 IoT용 스마트 센서의 수요 급증 (25년경 센서 사용량이 1조개를 돌파 예상), IoT 시대는 필연적으로 BoT(Battery of Things) 시대를 동반 (25년경 IoT용 이차전지 시장은 159억 달러 규모 전망). IoT용 신규 이차전지 핵심기술 확보를 통한 이차전지 신산업 창출: IoT기기 적용시, 기존의 리튬이온전지의 한계 발생. 가연성 액체 고용에 기인한 취약한 안정성을 극복할 수 있는 고안정 이차전지 기술 개발 필요 (열악한 환경에서의 사용이나 인명에 관련 장비와 소중한 자산을 처리</p>

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
		<p>기기의 경우 높은 안정성 확보 필요 불가결)</p> <p>① 위성 경량 구조물에 사용되는 저열변형, 고강성 복합소재 설계 및 제조 기술. 위성 구조물 대량 생산 및 자동화 가공 기술</p> <p>② 우주환경에서 전자기계 (Electromecha) 설계 및 해석 평가 기술. COTS 기반 부품 신뢰성 평가 및 위성/우주 발사체 적용 기술</p> <p>③ 우주 양자, 방사선에 의한 인공위성 EEE부품 영향성 평가 및 차폐 기술</p> <p>④ 소형/초소형 지구관측 위성영 광학 모듈 (반사경, 이미지 센서, 구조체) 개발 기술. 이미지 해상도 증강 및 탐지/식별 SW 기술</p> <p>⑤ 불법 침입 드론 탐지 및 식별 기술. 드론 격추 또는 무력화 기술</p> <p>⑥ 위성/우주발사체/항공기 체계 및 구조물 확률론 최적화 설계 기술. 우주항공방산 체계 공학 관점에서 각 구성품 신뢰성 요구도 정의 및 종합 평가 기술</p> <p>⑦ 실시간 데이터를 받아 기체 결합 및 상태, 기체 손상 지점을 예측할 수 있는 인공지능 모델을 개발. 고성능, 고신뢰성, 경량 센싱 및 데이터 전송 기술. 비행체에 탑재하여 데이터 수집 및 처리하는 엣지 컴퓨팅 기술</p> <p>⑧ 섬유 프리폼에 수지를 주입/함침하여 우주항공 구조체를 만드는 기술. 3D 프리폼 설계, 해석 평가 및 제조 기술. 수지 흐름 및 침투를 시뮬레이션을 통해서 예측하고 평가 하는 기술</p> <p>⑨ Si기반 전기 수직이착륙기 자율비행 및 비행제어 알고리즘. 미래 비행체 (Advanced Air Vehicle) 무인 운영 및 관제 시스템 구현</p> <p>⑩ 항공기 및 항공 엔진 구조 고효율화를 위한 경량화 소재 및 제작 기술로 적층제조 설계 프로세스, DB구축, 공정, 수명 예측 등 기술 포함</p>
우주항공	<p>① 위성 구조용 복합소재</p> <p>② 우주용 COTS 전자기계 부품 신뢰성 분석 기술</p> <p>③ 우주 전기/전자 소자 내방사선 신뢰성 평가 기술</p> <p>④ 저궤도 군집위성용 광학모듈 기술</p> <p>⑤ 안티 드론 기술</p> <p>⑥ 확률기반 우주항공 구조물 설계 및 리스크 평가기술</p> <p>⑦ 실시간 데이터와 분석 기술을 이용한 비행체 진단 및 수명 예측 기술</p> <p>⑧ RTM 공정을 활용한 우주항공 구조체 형상 및 공정 설계 및 해석 기술</p> <p>⑨ 미래 모빌리티 비행체 자율비행 소프트웨어 기술</p> <p>⑩ 항공인증 수준의 항공 적층제조공정의 신뢰성 확보 및 부품 경량화 기술</p>	<p>① 임의의 형상을 가지는 3차원 자유곡면에 완전히 밀착되어 신축성 전자기기를 구현하기 위한 디스플레이용 핵심 기판 소재 및 기능성 유기 소재 기술</p> <p>② 수 <math>\mu\text{m}</math> 이하의 초미세 마이크로LED로 능동구동형 디스플레이 패널 및 모듈을 제조하기 위한 소재 및 부품 기술: 유연·투명·신축이 가능한 패널 및 모듈 제작을 위해 적용되는 색변환, 기판, 배선, 코팅 및 조립 소재, 마이크로LED 패널 및 모듈 제작을 위한 공정 및 부품</p> <p>③ 고휘도/초고해상도 가상/증강현실 영상 제공을 위한 자발광형 마이크로(초소형) 디스플레이 및 이의 제조 관련 소재부품 기술: AR/VR 디바이스의 소형/경량화를 위한 초소형 디스플레이</p> <p>④ 기존의 Rigid한 기판에서 제조한 PFD대신 유리기판 부착하여 유연한 필름 기판 제작한 뒤 Lift-off</p>
디스플레이	<p>① 유연 디스플레이 혁신 소재·부품·장비 기술</p> <p>② 마이크로 LED 소재·부품·장비 기술</p> <p>③ AR/VR 디스플레이 소재·부품·장비 기술</p> <p>④ Form-Factor Free 디스플레이 기술</p>	

PD분야	세부테마(조사국가)	테마 설명 또는 예시
		공정으로 제조하는 방식의 플렉서블 디스플레이 제조 후 폼더블, 롤러블 형태로 사용(현재 플렉서블 디스플레이는 유리기판에 스크코팅으로 바니쉬를 코팅하여 공정 진행 후 레이저를 이용하여 유연필름 탈착하여 사용)

[Attachment 2]

Detail themes for overseas technology demand surveys

PD field	themes	themes instruction or examples
Bio	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Commercialization of customized biomarkers and development of companion diagnostic platform</li> <li>② Development of limit-breaking convergence drug improvement technology</li> <li>③ Development of pharmaceutical foam manufacturing innovation production system</li> <li>④ Development of technology for future-response biopharmaceutical products</li> <li>⑤ Development of core technology for commercialization of advanced biopharmaceuticals</li> <li>⑥ Development of customized artificial tissue/organ commercialization platform technology</li> <li>⑦ Bio-big data-based drug screening and digital conversion manufacturing technology development</li> <li>⑧ Development of industrial evaluation· verification platform technology for the development of customized diagnostic treatment</li> <li>⑨ Biochemical material technology development for a carbon-neutral society</li> <li>⑩ Development of digital production system for advancement of white bio industry</li> <li>⑪ Development of high value-added/ high-performance biomaterial technology for a safe society</li> <li>⑫ Development of next-generation biocompatible high-functional medical material technology</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① For the utilization of targeted drugs tailored to specific diseases, predictable target biomarker search technology and companion diagnosis platform for drug reactivity or stability, simultaneous and quantitative analysis of multiple biomarkers, on-site disease diagnosis and prognosis prediction technology, and platform</li> <li>② Performance improvement and improved drugization technology development to break through the limitations of existing drugs</li> <li>③ Development of innovative pharmaceutical manufacturing technology based on big data and digital ICT convergence technology</li> <li>④ Bio-better development technology that dramatically improved the problems of frequent dosing and expensive treatment costs due to the low efficacy, short half-life, and low expression rate of biopharmaceuticals.</li> <li>⑤ Viral vector mass production technology for gene delivery, gene therapy, and gene-cell therapy product mass production and quality, safety, and efficacy evaluation technology support. Development of differentiation efficiency technology, mass culture (proliferation) and organ culture technology, quality standardization and efficacy verification technology for the practical use of patient-derived customized stem cell therapeutics. Technology that manufactures artificial bio-organs and utilizes the functions of damaged organs and tissues for regeneration and replacement, and technology to evaluate the quality of stem cell bio-artificial organs. Development of Xeno-free raw materials (medium, additives) for commercialization of regenerative medicine and localization to reduce production cost.</li> <li>⑥ 3D bioprinting technology-based manufacturing equipment and process technology for artificial tissue/organ structure and function, artificial tissue/organ manufacturing technology, and bioreactor system development. General technology and organ function quality standardization technology and platform technology for monitoring the entire manufacturing cycle to improve shape precision, strength, viability, and organization of bio-artificial</li> </ul>

PD field	themes	themes instruction or examples
		<p>equipment</p> <p>⑦ Implementation of a platform system that advances the IP value of drugs that have been discontinued or neglected based on AI/big data. Development of continuous process digital conversion technology for manufacturing clinical trial drugs based on AI and big data</p> <p>⑧ AI/Big data technology that predicts screening, discovery, activity and mechanism of new drug candidates that can control specific disease proteins, protein targets, and ADMET results. Advanced drug analysis targeting industrial biomodels such as HTS (High-throughput screening), HCS (High-content screening)-based NGS, immunoassay, non-invasive non-destructive monitoring analysis technology, etc. Drug efficacy/toxicity evaluation technology</p> <p>⑨ A technology that realizes plastics, fibers, solvents, coatings, paints, surfactants, and adhesives, which are major product groups in the chemical industry that depend on petroleum-based raw materials, with biomass-based materials at an equivalent or higher level compared to existing chemical materials</p> <p>⑩ Accelerate the domestic biochemical material industry and secure global competitiveness of domestic companies through the establishment of a synthetic biology-based biofoundry platform for the advancement of biochemical material production technology and its industrial application</p> <p>⑪ Biocatalyst and bioprocess development technology for the production of well-lived biomaterials instead of the existing animal and plant extraction process. Development of technology for synthesizing and commercializing effective physiologically active low-molecular new substances derived from natural materials that are expected to play a key role in life-friendly functional products</p> <p>⑫ Development of natural and synthetic chemical materials with improved functionality such as antibacterial, high strength, and blood vessel formation by mimicking the physiological activities of biological materials such as natural tissues and cells. Periodontal tissue regeneration inducer for patient-customized dentistry, surgery, dermatology and cardiovascular treatment, spray tissue adhesion prevention agent, artificial skin and cardiovascular stent production technology development and rapid commercialization through preclinical/clinical information establishment technology development</p>

PD field	themes	themes instruction or examples
<b>Medical Device &amp; Health care</b>	<p>① Electronic drugs for the treatment of intractable diseases</p> <p>② Medical digital twin</p> <p>③ Wearable diagnostic device for monitoring biological/activity signals</p> <p>④ Customized healthcare and medical services for a healthy life</p> <p>⑤ Digital treatment technology development and demonstration/commercialization platform</p>	<p>① As a medical device that can replace the side effects of metabolic function control using drugs, it is a stimulation-type medical device that can exhibit the same therapeutic or alternative effects as existing drugs through selective stimulation on the treatment site</p> <p>② Technology that applies artificial intelligence and big data technology to create a twin (digital twin) virtual world that responds to objects or motions in the actual medical field, and builds a future innovative medical system and platform such as diagnosis, treatment, and management through simulation</p> <p>③ A technology that monitors, analyzes, and utilizes multiple and multiple biosignals in a minimally stimulating or non-invasive way. Wearable motion measurement system technology that can measure user movement in various environments and AI-based disease diagnosis and analysis technology</p> <p>④ Non-face-to-face health management technology linked to various industries (finance, telecommunication, construction, distribution, etc.) using smart solution (HW·SW) technology and big data. Technology for hospital medical services and disease prevention, diagnosis and management service through remote monitoring of ICT and AI-based hospital medical resources and health information</p> <p>⑤ Creation of an open platform for the development of digital therapeutics and development of digital therapeutics for the health vulnerable population</p>
<b>Knowledge Service</b>	<p>① Knowledge service virtualization technology</p> <p>② Knowledge contents network technology</p> <p>③ Manufacturing Services Convergence Technology</p> <p>④ Emotional diagnosis and sympathetic technology</p> <p>⑤ Teaching and learning support intelligent edutech</p> <p>⑥ Education operation support edutech</p> <p>⑦ Remote work (work/collaboration) technology</p> <p>⑧ Home Leisure/Smart Life</p> <p>⑨ Non-face-to-face engineering collaboration platform</p> <p>⑩ Accident and failure prediction,</p>	<p>① Specialized service virtualization technology for efficient execution and delivery of knowledge services by utilizing XR and Metaverse at the point of contact with users</p> <p>② Platform-based technology that dataizes expert services such as service information storage and retrieval, knowledge content network, and knowledge personalization technology and allows groups in the same business area to utilize them</p> <p>③ Technology that promotes knowledge-based manufacturing services through manufacturing-service convergence support for the entire value chain of the entire manufacturing process (product parts development, production, distribution/logistics, maintenance, disposal/remanufacturing, etc.)</p> <p>④ Emotion diagnosis and emotional sympathy technology to provide various types of emotional services utilizing human emotions by providing ultra-customized personalized services and emotional interaction services by diagnosing individual or group emotional</p>

PD field	themes	themes instruction or examples
	maintenance, and integrated prediction	<p>information and emotional responses according to situations in daily life</p> <p>⑤ Technology that uses ICT technology to support intelligent customized teaching and learning, teacher competency development, and special education</p> <p>⑥ Technology that realizes work intelligence and automation by utilizing ICT technologies such as big data, artificial intelligence, block chain, virtual/augmented reality, and 5G, and supports work reduction/efficiency in operation management through this</p> <p>⑦ A technology that realizes informal meetings and chat communication within a company that can solve problems such as a sense of alienation and lack of organization even in a physical distance environment into an actual face-to-face environment, and enables them to meet and communicate by chance or easily just like in a real face-to-face environment</p> <p>⑧ It is a smart life technology that supports personal leisure life at home and enables a realistic experience. It includes individual emotion identification, communication and sympathy, behavior analysis and personal information security technology to provide convenient and immersive services</p> <p>⑨ Technology that combines non-face-to-face service with engineering ICT technology to share fast and accurate communication in real time through non-face-to-face collaboration between engineers and sites</p> <p>⑩ By utilizing a metaverse-based platform that can vertically/horizontally integrate technologies such as IoT, big data, AI, and XR, even non-experts can build smart factories, optimize operation and maintenance technology</p>
Connected Automated Vehicle	<p>① Self-driving operation service and common platform technology for user convenience</p> <p>② Occupant monitoring and driving control transfer judgment technology</p> <p>③ Vehicle sensor-ICT convergence autonomous driving integrated control technology</p> <p>④ Hyperconnection and data analysis system technology for autonomous driving</p>	<p>① Depending on the level of automation of autonomous vehicles, autonomous vehicle-based mobility services and related technologies that automatically drive specific sections on automobile-only roads and general roads, or safely and conveniently transport passengers from the origin to the destination. Depending on the driving space and mobility service demand, service models dependent on road and space characteristics such as dedicated road/general road/private space autonomous driving service, and mobility demand such as unmanned car sharing and taxi, unmanned shuttle bus, and multi-purpose autonomous transportation of passengers or logistics Including a service model dependent on characteristics and an autonomous mobile service system for this.</p> <p>② Human Vehicle Interaction technology that</p>

PD field	themes	themes instruction or examples
		<p>comprehensively monitors vehicle, passenger, and road environment information in autonomous driving situations, objectively judges the driver's condition, supports safe and efficient transition of control (manual ↔ automatic), and manages to maintain a certain level of situation(Situational Awareness).</p> <p>③ By converging V2X and precision map technology with driving environment recognition technology, traffic conditions and omnidirectional risk are determined, and safety of autonomous driving is secured by reducing driving environment recognition blind spots. By-wire type next-generation actuators and driving judgment systems are used to secure high-reliable self-driving integrated control logic technology that enables autonomous driving and self-parking not only on motorways but also on urban intersections and indoor and outdoor parking lots. In addition, securing the safety function of an unmanned autonomous vehicle that does not depend on the driver's control</p> <p>④ In the high autonomous driving stage (Lv3), technologies related to artificial intelligence hardware and software platforms such as self-driving systems, high-precision digital maps, next-generation HMI, system security, and OTA are included</p>
Robot	<p>① Item picking/handling technology using robot</p> <p>② Personalized communication robot</p> <p>③ Development of next-generation robot core parts</p> <p>④ Disaster/safety response robot technology</p>	<p>① Object picking/handling technology composed of robot H/W and S/W to provide personal service equivalent to the level of a human assistant in daily life, capable of grasping and classifying various objects handled at the logistics site with high flexibility</p> <p>② The core technology issues of personalized communication robots are largely humanoid-type human care robot technology and emotional HRI-based communication robot technology, which are made up of a combination of technologies such as machine technology and artificial intelligence.</p> <p>③ Including the original technology for the three core parts of the next-generation service robot such as intelligent controller, autonomous driving sensor, and smart gripper, and commercialization technology to secure reliability</p> <p>④ Prediction/response technology to respond to complex disasters and changes in the social safety environment due to the complexity of population and industry. The purpose of this is to support the work of rescue workers through smart response technology using robot technology</p>
Advanced Indust	① Smart Construction Machinery Advancement Technology	① Technologies such as parts, systems, and operating solutions necessary to improve productivity, safety, and convenience in construction machinery and earthworks

PD field	themes	themes instruction or examples
<b>rial Machinery</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>② Intelligent special purpose construction machine technology</li> <li>③ Smart agricultural machine technology</li> <li>④ Agricultural Machinery High Efficiency Technology</li> <li>⑤ Agricultural machine electrification technology</li> <li>⑥ High-efficiency powertrain technology for construction machinery</li> <li>⑦ Industrial high-efficiency heat pump and control technology</li> <li>⑧ Industrial cryogenic refrigeration technology</li> <li>⑨ Industrial refrigeration/refrigeration/cooling system</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>② System technology required to secure industrial safety and improve productivity of specialized construction machinery for urban construction</li> <li>③ Technology required for autonomous operation of domestic agricultural work environment and various crops and implementation of data-based agricultural machine operation solution</li> <li>④ Design and control technology such as transmission and hydraulic system required for high-efficiency agricultural work and load optimization</li> <li>⑤ Electricity and hydrogen fuel cell agricultural machine elements and system technology required for zero-emission agricultural work</li> <li>⑥ Energy saving technology that can minimize carbon and pollutants of construction machinery and maximize power conversion efficiency</li> <li>⑦ High-temperature heat pump required for power conversion and efficiency improvement of heat source devices in manufacturing process and heat pump application technology required for manufacturing process</li> <li>⑧ Cryogenic source technology and system technology required to respond to cooling demand in various areas of diversified industries</li> <li>⑨ Element parts and system technology of the cold heat source supply system required for industrial process heat environment control</li> </ul>
<b>Advanced Manufacturing Equipment</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Controller technology for smart manufacturing equipment</li> <li>② Sensor fusion machinery and data processing platform technology</li> <li>③ Robot fusion production and system packaging technology</li> <li>④ ICT convergence textile production system technology</li> <li>⑤ Technology for upgrading core parts of manufacturing equipment</li> <li>⑥ High-productivity, high-precision cutting machine technology</li> <li>⑦ Manufacturing process/equipment energy efficiency technology</li> <li>⑧ Energy application and hybrid processing equipment</li> <li>⑨ High-integration, high-performance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① The smart controller (CNC) is a module that automatically controls all functions of manufacturing equipment and is an essential part of manufacturing equipment, and a key element of smart manufacturing that links smart manufacturing equipment and smart factory operating systems. A smart controller (PLC) is a key middleware and platform that implements a smart factory as a 'link' between manufacturing equipment - manufacturing robots - automation facilities - smart factory SW (MES, etc.)</li> <li>② Smart mechanical equipment and embedded devices that measure real-time signals from sensor embedded mechanical equipment units and analyze failure/deterioration diagnosis, energy consumption and processing optimization, thermal deformation, tool breakage, etc. in real time using digital twin-based mechanical equipment virtualization model Data processing platform technology</li> <li>③ A system that can be commercialized as a system</li> </ul>

PD field	themes	themes instruction or examples
	<ul style="list-style-type: none"> <li>convergence semiconductor manufacturing equipment technology</li> <li>⑩ Next-generation high-resolution display manufacturing equipment technology</li> <li>⑪ Industrial process equipment advancement and intelligence technology</li> <li>⑫ New Industry New Demand Manufacturing Equipment Technology</li> <li>⑬ Additive Manufacturing Specialized Design (DfAM) technology</li> <li>⑭ High functional 3D printing material technology</li> <li>⑮ 3D printing process optimization technology</li> <li>⑯ High-speed large-scale 3D printing equipment technology</li> <li>⑰ 3D direct printing technology for manufacturing ICT convergence parts</li> <li>⑱ 3D printing service and platform technology</li> </ul>	<p>package in units of manufacturing cells comprising multiple equipment, automation elements (+robots), and operation/control systems. Demonstration-type next-generation smart production system technology that connects to demand industries by grafting core technologies of robot convergence and smartization to existing processing systems</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>④ Smart production system technology that combines robot and ICT (machine learning, deep learning) technology to reduce workers in the textile production system and upgrade it to a smart system</li> <li>⑤ Development and demonstration technology of core parts used in main processing equipment (bearing, tool, spindle), next-generation equipment (high-tech roll, optical parts, robot parts), digital equipment (controller (PLC), sensor fusion module). Demonstration technology including performance evaluation, reliability evaluation, application technology, etc. used in core parts development and domestic manufacturing equipment</li> <li>⑥ Core technology and high-end processing equipment to respond to demands for productivity improvement, high precision, and eco-friendliness in demanding industries, and to transform the ecosystem into high value-added processing equipment</li> <li>⑦ Eco-friendly and system energy efficiency improvement technologies in the manufacturing process of materials, parts, and equipment to reduce carbon dioxide emissions and realize carbon neutrality in energy-consuming industries such as textile, steel, petrochemical, and energy-consuming industries</li> <li>⑧ Energy application equipment technology for manufacturing high value-added functional new material parts necessary for the production of advanced products and hybrid processing equipment technology that combines various processes</li> <li>⑨ Process and equipment systems that package ultra-thin, high-performance convergence semiconductors and sensors and smart electronic devices with human-friendly and sensuous design required in new application markets such as mobile devices, autonomous vehicles, aviation, robot industry, medical, and wearable devices.</li> <li>⑩ In addition to panels, the display industry includes all technologies involved in production, such as parts and materials constituting panels, and manufacturing equipment used in panel manufacturing. Manufacturing equipment technology for improving yield and</li> </ul>

PD field	themes	themes instruction or examples
		<p>strengthening manufacturing technology by applying a new process in the display manufacturing process</p> <p>① It is an equipment industry that is the basis for producing parts into parts and parts into finished products through processes such as casting, mold, firing, welding, surface treatment, and heat treatment technology</p> <p>② Next-generation manufacturing equipment technology that enables export of new industrial manufacturing equipment along with preoccupation in the new industrial market with manufacturing equipment technology required for new industries and new demands such as future cars, bio, and semiconductors</p> <p>③ As a design technology specialized for the additive manufacturing (3D printing) process rather than material removal and molding, it is possible to design a new concept that cannot be reproduced in the existing manufacturing process.</p> <p>④ Materials and demonstration technology for 3D printing to secure high-performance parts customized for demand industries that create high added value such as power generation, space/aerospace, national defense and precision industries</p> <p>⑤ Technology that predicts and verifies errors and deformations during the output process according to material, equipment, and part shape characteristics to optimize 3D printing output quality, and controls the process to optimize conditions based on real-time process monitoring data</p> <p>⑥ Equipment technology that can secure the quality of laminated parts while achieving high speed and large size of 3D printer for industrial expansion of existing 3D printing technology</p> <p>⑦ Technology to integrate electronic devices into a three-dimensional (three-dimensional) structure by fusing 3D printing and electronic circuit technology</p> <p>⑧ Technology for 3D printing process to increase competitiveness of 3D printing service, automation of processes linked before and after, and digital manufacturing platformization</p>
<b>Electric &amp; Fuel Cell Vehicle</b>	<p>① Driving and power conversion system</p> <p>② Air conditioning and thermal management system</p>	<p>① Electric drive motor, power transmission device, and power converter technology, which are the core foundations that can simultaneously satisfy long-distance, high-performance driving of electric hydrogen vehicles, and electric drive system technology that integrates and implements them, and power from high-voltage batteries to the drive system and electric</p>

PD field	themes	themes instruction or examples
		<p>system means high-efficiency, high-density power conversion technology to supply/convert</p> <p>② Air conditioning technology refers to technology that can provide comfort to passengers by appropriately managing air quality such as temperature, humidity, odor, and harmful substances in indoor air. expanded to technology that can directly predict and manage Thermal management technology refers to technology for managing the appropriate temperature of heating components. In the case of electric vehicles, not only battery heating technology is required in winter, but also the configuration of thermal management devices is increasing in complexity due to the different optimum temperatures of motors/inverters and batteries. An integrated thermal management technology that can improve overall efficiency through mutual heat exchange between parts is required. Intelligent integrated thermal management control technology integrates and controls indoor air conditioning, PE (Power Electronics) thermal management, and battery thermal management, which were previously individually controlled. In order to maintain performance, the vehicle operation period can be extended by providing software updates for the thermal management system continuously, and at this time, Big data and V2X communication technology are required.</p>
<b>Smart Safety &amp; Manufacturing</b>	<p>① Industrial IoT convergence system technology</p> <p>② IT convergence intelligent equipment and system SW technology</p> <p>③ Industrial intelligence convergence platform technology</p> <p>④ Embedded AI-based SW technology</p> <p>⑤ AI-embedded embedded SW technology by industry</p> <p>⑥ Field knowledge digitization technology</p> <p>⑦ Digital-based workforce augmentation technology</p>	<p>① It is an industrial IoT networking technology that can be used in all industries, requiring efficiency, robustness, predictive maintenance, security, and economy by converging between the same or different industries.</p> <p>② Product intelligence, productivity improvement, and efficiency through the development of IT convergence intelligence equipment and production system in major industries.</p> <p>③ Technology to link, operate, and manage solutions with international standard-based industrial intelligence services as a convergence platform for various solutions and meta-cloud by development industry.</p> <p>④ In order to lay the foundation for internalization of artificial intelligence technology in industries, parts, and equipment, technology development that supports HW performance optimization of industrial embedded OS, various HW compatible scalability, data-based intelligence, and real-time high-trust processing. Accelerating performance such as embedded artificial intelligence libraries and SW frameworks, lightning algorithms, optimizing machine learning engines, and developing real-time data processing technologies to facilitate digital conversion using embedded artificial</p>

PD field	themes	themes instruction or examples
		<p>intelligence.</p> <p>⑤ Technology that enables safer and easier application of embedded artificial intelligence based on the intelligent elements required for industrial parts and equipment. Common embedded artificial intelligence SW technology for industrial intelligence parts and equipment such as real-time recognition/inference/certification. Customized application SW technology for implementation and commercialization of embedded artificial intelligence-based products and services in major industries such as smart manufacturing, unmanned vehicles, and robots.</p> <p>⑥ Development of an on-site knowledge assetization platform that derives and shares digital knowledge through accumulation and analysis of the know-how and work information of skilled manpower by industry. Working site for unskilled workers' knowledge experience and field application. Development of virtual sharing operation technology for multiple complex experiences and knowledge.</p> <p>⑦ Development of a labor force enhancement system and support tool tailored to industrial sites that can be applied to actual labor sites based on collected field knowledge assets. Labor force improvement device technology through the categorization of processes and working environments by industry. Built-in Smart Workbench and Detachable Smart Workcell Technology</p>
Shipbuilding, Marine and Offshore	<p>① Marine Environmental Protection System for Vessels</p> <p>② Eco-friendly offshore plant technology</p> <p>③ Ship marine intelligence platform and service technology</p> <p>④ Ship carbon-free fuel propulsion power generation system</p> <p>⑤ Technology for reducing ship weight and improving energy efficiency</p> <p>⑥ Energy storage and transport system using ships</p> <p>⑦ Ship eco-friendly repair and remodeling technology</p> <p>⑧ Intelligent yard operation and manufacturing automation technology</p> <p>⑨ Engineering intelligence technology and</p>	<p>① The marine environment protection system refers to a treatment device equipped with technology to prevent, reduce, and manage air pollutants and greenhouse gases emitted from ships, and is considered as SCR, EGCS, DPF, and CCS (Carbon Capture System) for ships. Development of core technologies for carbon-based fuel air pollutants and greenhouse gas post-treatment systems to leap forward as next-generation eco-friendly fuel propulsion ships such as hydrogen or ammonia</p> <p>② CAPEX reduction through standardization and expansion of equipment localization rate to vitalize the marine industry. Offshore plant utility system design and manufacturing technology. Promote safe and efficient operation of ships and offshore plants for polar regions by developing and applying cold-resistant, ice-resistant, and abrasion-resistant materials that can be applied in extreme low-temperature environments. Offshore wind power installation ship design and manufacturing technology. It is an offshore plant that produces electricity using various renewable energy sources such as wind power, including natural gas produced at sea, imported liquefied natural gas and nuclear power, and produces and stores clean energy</p>

PD field	themes	themes instruction or examples
		<p>using the generated electricity. Unmanned offshore facility design and construction technology for storing and transforming electricity so that electricity can be conveniently used at the point of demand (on land)</p> <p>③ Remote monitoring/control technology of offshore plants, data-based performance/maintenance prediction technology, and technology to perform quasi-real-time numerical analysis based on data monitored by ships and offshore plants, and to predict system risk factors and lifespan using AI. Establishment of a big data platform that can systematically manage big data acquired through digital twins and provide it to necessary institutions for a fee. Development of optimal operation management and ship environment regulation response technology using digital technology. Basic design of optimized resource transport ships and polar offshore plants based on understanding and information of the polar marine environment</p> <p>④ Development of core technologies for carbon-free fuel propulsion/power generation ships using hydrogen, ammonia, and small modular reactors to achieve the IMO 2050 reduction target. Storage and utilization of liquefied hydrogen/ammonia for fuel cell loading and operation, solid ship loading, and securing safety and evaluation technology. Technology for applying ammonia (17.65wt%), which contains the most hydrogen among existing inorganic hydrogen compound gases, to ship fuel propulsion/power generation systems</p> <p>⑤ Technology that satisfies IMO's EEDI Phase 2 and 3 through linear, propeller and structure optimization, fuel saving due to flight route optimization, energy efficiency for ship operation and cargo treatment, and waste heat recovery. To lighten the weight of the ship, the hull, the propeller. In addition, the selection of composite materials suitable for various additives, the development of structural design/production technology, and the development of design/production technology for equipment design/production technology. Development of wire structure response monitoring technology and structural soundness diagnosis technology using digital twin concepts</p> <p>⑥ A key technology for large-scale storage and treatment systems of hydrogen or ammonia, which is a carbon-free fuel. Large liquefied hydrogen storage tank for storage, transportation, and bunkering of hydrogen and ammonia, which are next-generation eco-friendly fuels, and cryogenic. Thermal insulation materials, evaporative gas treatment, and liquefied hydrogen loading arm technology. Large liquid carbon dioxide storage tanks and optimal pressure control systems for</p>
	<p>smart design support system</p> <p>⑩ Vessel autonomous navigation and intelligent equipment technology</p> <p>⑪ Energy monitoring and carbon reduction system specialized for shipbuilding process</p> <p>⑫ Eco-friendly leisure vessels and small aluminum vessels</p> <p>⑬ Marine hybrid propulsion and power generation system</p> <p>⑭ Ship low-carbon fuel propulsion and power generation system</p>	

PD field	themes	themes instruction or examples
		<p>liquid carbon dioxide transport ships that are part of the carbon dioxide value chain. Necessary technology for storing/transferring power produced by eco-friendly energy from sea to land. It is divided into high-efficiency offshore high-pressure power converter design technology, submarine direct current transmission system technology, and submarine system monitoring and maintenance technology and develops step-by-step technology.</p> <p>⑦ Technology development to achieve eco-friendliness of existing ships to comply with the SOx, NOx, and GHG environmental regulations of the International Maritime Organization (IMO) under the UN for existing ships and the domestic 2020 Eco-friendly Ship Act. Original and product technologies such as modification technology for onboard CO2 capture, dual-fuel propulsion system for modified ships and LNG generator development, LNG/ammonia reforming hydrogen production technology, etc.</p> <p>⑧ Smart production automation technology that can cover shipyards with various facilities, workspaces, and drying methods and improve productivity. A technology that reduces the gap between planning and reality by detecting the situation of materials, equipment, and personnel in real time and comprehensively understanding the process. Establishment of an unmanned model for domestic processes through IoT and advancement for each unit process, from steel import to subassembly welding. Establishment of an intelligent process using artificial intelligence from transporting, sorting, attaching, welding and inspection of pipes and flanges for pipe spool production</p> <p>⑨ To help improve shipbuilding and offshore plant productivity and reduce costs, we seek digital transformation of design and engineering knowledge and develop application functions that can intelligent engineering and support smart design based on this. Technology that can extract data and knowledge from engineering documents and regulatory books and apply and manage them in the design process. Development of a technology that extracts design information from performance drawings and technical documents and generates it as a 3D model that can be used for new product development. Automatic placement modeling of equipment and pipes reflecting design knowledge and experience to maximize design productivity. Developing a digital transformation tool for design information to secure a foundation that can be used for digital twin of smartship and smart yard.</p>

PD field	themes	themes instruction or examples
		<p>⑩ Legalization and insurance for autonomous operation, autonomous access, cluster navigation, and demonstration of autonomous navigation in ocean operations necessary for ships to depart from the port and operate at full autonomous (IMO level 4) to the next port. Core application and expansion services and technologies, from decision-making support for safe navigation and efficient operation to remote/autonomous control over land and sea based on integrated risk analyzed through monitoring and awareness of the surrounding navigation environment for autonomous operation. Demonstration technology for design and safety evaluation of autonomous ships and autonomous operating systems (cyber security, ocean operation, situation awareness, collision avoidance)</p> <p>⑪ A technology that monitors and manages carbon dioxide emissions from shipyards. High weather resistance, high durability point and adhesive development technology for film-type paints that satisfy the durability of ships and offshore structures. Technology required to increase the efficiency of existing old equipment and replace it with eco-friendly equipment. A technology that post-processes the emitted carbon dioxide. Plans to expand the use of renewable energy in shipyard sites and development of related system technology</p> <p>⑫ Interior and hull technology based on eco-friendly materials according to the strengthening of environmental regulations. Eco-friendly promotion technology in response to environmental regulations. Aluminum bending and welding automation technology using 4th industrial technology to respond to the supply of eco-friendly aluminum ships. ICT convergence advanced safety support technology to support safe operation</p> <p>⑬ A hybrid propulsion system ship is a ship that drives a propulsion motor by using the output produced by the generator and the energy charged in the battery (ESS) in series and parallel. Development of a system that can be applied directly to ships. Securing competitiveness through localization technology development and advancement of technologies possessed overseas, such as electric inverters and propulsion motors, which are the core technologies of hybrid ships</p> <p>⑭ Securing technology for upgrading low-carbon fuel-powered ships to respond to greenhouse gas reduction regulations. Low-carbon fuel (LNG, LPG, CNG, biofuel, etc.) propulsion package (low-carbon fuel injection device and control algorithm technology) for coastal vessels. EEDI Phase 4 compliant and methane slip regulation compliant gas fuel engine. Safety technology for gas-powered ships using</p>

PD field	themes	themes instruction or examples
		low-carbon fuel
Semiconductor Manufacturing Equipment	① Semiconductor Greenhouse Gas Reduction Process Technology ② EUV exposure-response equipment, parts, and material technology ③ Ultra-fine pattern etching process and equipment technology ④ Atomic layer level multilayer deposition process and equipment technology ⑤ MI process equipment for ultra-fine devices ⑥ Advanced P&T process and equipment technology	<p>① PFC gas shows a greenhouse effect thousands of times higher than that of CO<sub>2</sub>, but the use of PFC gas in the semiconductor manufacturing process continues to increase. Semiconductor process development using PFC gas substitutes plays a very important role in achieving the national greenhouse gas emission reduction target. To reduce PFC gas emissions, PFC gas decomposition, separation and recovery technologies are required, and PFC gas substitutes are used in the etching process. In order to do this, many evaluation procedures and long-term etching databases are required.</p> <p>② Materials, parts, equipment required in relation to the process of precisely transferring the circuit pattern engraved on the photomask to the wafer coated with photoresist using 13.5nm (EUV) wavelength, and equipment for checking the performance and process results of materials and including those parts. It is a key technology that directly affects the microfabrication and integration of semiconductors.</p> <p>③ Atomic Layer Etch Process (ALEP) and equipment technology capable of ultra-precision, ultra-low-damage etching for the development of ultra-miniaturized semiconductor devices of 10 nm (100Å) or less applicable to 3D technologies such as FinFet and V-NAND, Equipment technology that is largely divided into dielectric atomic layer etching equipment, polysilicon atomic layer etching equipment, and metal atomic layer etching equipment by thin film material to be etched, high aspect ratio (HAR) etching process and equipment technology of 300 or more layers, 100 Hard mask strip technology for high aspect ratio (HAR) pattern formation is also included through high-density plasma source, chamber productivity and performance improvement, and equipment stability improvement through EUV PR mask and new hard mask removal process after etching for the application of Å-class next-generation memory devices</p> <p>④ Next-generation semiconductor devices are developing into a three-dimensional structure to increase integration and performance, and thick TEOS deposition technology that can overcome the warpage problem caused by the increase in number of stages and CVD/ALD technology to secure extreme step coverage are required. A low thermal budget is required due to device refinement and formation of a layered structure, and heat treatment technology using the STI gap fill method is required.</p> <p>⑤ During semiconductor manufacturing, wafer-level</p>

PD field	themes	themes instruction or examples
		<p>measurement process equipment that checks whether the process target, which is the physical and electrical characteristics of the device, is met with normal values at each stage, and equipment that checks, analyzes, and classifies wafer surface particles and pattern defects. The trend includes real-time diagnosis/monitoring sensor technology for process chamber conditions such as temperature and plasma, such as CVD and Etcher, and advanced wafer-level packaging MI technology.</p> <p>⑥ The next-generation semiconductor market is expected to gradually expand the application of large-area packaging technologies such as heterogeneous integration technology that goes beyond the limits of Moore's Law and panel form for cost reduction. Heterogeneous chip integration technology is a technology that integrates not only silicon-based semiconductors but also heterogeneous chips or heterogeneous components such as compound semiconductors for communication, high-performance passive devices, and mmWave antennas using packaging technology. Large-area package technology such as panel type includes high-quality process equipment for cost reduction and yield improvement, and high-speed process and inspection equipment for productivity improvement.</p>
System Semiconductor	① Smart sensor ② Smart Energy Management Semiconductor ③ Next-generation power semiconductor	<p>① A semiconductor-based sensor that detects information such as pressure, acceleration, temperature, frequency, and biological signals from a measurement object and converts it into an electrical signal, and a Readout IC that converts various sensing materials into electrical signals.</p> <p>② It refers to semiconductors used to efficiently convert, control, and manage energy, and includes power conversion and control ICs used for stable operation and efficiency improvement of the system, devices that stably switch, and driving circuits that efficiently drive devices.</p> <p>③ It is a semiconductor that converts, transforms, stabilizes, distributes, and controls power, such as DC/AC conversion and voltage frequency adjustment, to utilize electricity. Improves the performance of power semiconductors by using the high voltage performance and fast frequency characteristics of next-generation compound semiconductors. refers to a semiconductor</p>
	① Solid electrolyte technology ② Lithium metal anode technology ③ High Energy Density LIB (Lithium Ion Battery) Technology ④ All-solid-state battery technology	<p>① Technology that enables movement between electrodes with a solid electrolyte</p> <p>② Technology to use lithium metal as a negative electrode for secondary batteries</p> <p>③ Battery technology to realize high energy density</p>

PD field	themes	themes instruction or examples
	<ul style="list-style-type: none"> <li>⑤ Lithium sulfur battery technology</li> <li>⑥ Waste battery recycling technology</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>④ A very safe secondary battery technology in which all constituent materials are solid</li> <li>⑤ Secondary battery technology using sulfur material for the anode and lithium metal for the cathode</li> <li>⑥ Secondary battery material recycling technology from circulated resources such as waste batteries</li> </ul>
<b>Metallic Materials</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Intelligent metal material production process</li> <li>② Carbon-neutral hydrogen-reduced steelmaking process</li> <li>③ Light metal for future mobility</li> <li>④ Metal materials for new future industries</li> <li>⑤ High functional metal powder and composite material</li> <li>⑥ Rare metal recovery and smelting</li> <li>⑦ Social safety metal materials</li> <li>⑧ Energy production/conversion metal materials</li> <li>⑨ Special metal for storage and transportation</li> <li>⑩ Metal material resource recycling and eco-friendly process</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Securing smart manufacturing technology based on AI and big data for digital transformation. Inducing smartization of the related core parts manufacturing process due to the issue of popularization of next-generation electric and hydrogen vehicles. Technology that predicts and responds to problems such as quality defects and equipment abnormalities that may occur through the establishment and operation platform of a digital twin for various metal material manufacturing processes</li> <li>② Technology for developing a fluidized reduction process for producing reduced iron using ore and 10% hydrogen and a new furnace process for melting reduced iron</li> <li>③ It is a basic material that composes future mobility such as electric/hydrogen vehicles and self-driving cars, and includes technologies for manufacturing lightweight, high-strength metal materials that can secure safety and fuel efficiency, molding and processing, and componentization. Manufacturing technology to economically manufacture lightweight functional materials required for future mobility. Vehicle body design and lightweight demonstration technology considering a new platform for future mobility</li> <li>④ Technology for manufacturing eco-friendly LNG/hydrogen ships and aviation high-strength aluminum thickboard materials. Technology for manufacturing electric vehicle battery components is a technology for developing metal and polymer materials for high efficiency and processing this combination. Convergence of materials and manufacturing technologies necessary for bonding and wiring as smart information and electronic components become ultrafine.</li> <li>⑤ For the realization of high-performance electric vehicles and power conversion parts, it is a high magnetic flux density, low loss core material. manufacturing technology. Metal powder materials for 3D printing, multifunctional polymer materials, ceramic materials, and composite materials manufacturing technology and additive manufacturing system technology that can be applied from general-purpose manufacturing to high value-added</li> </ul>

PD field	themes	themes instruction or examples
		<p>precision manufacturing. Development of Ni alloy powder and Ag composite powder synthesis technology for MLCC electrode manufacturing</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⑥ In order to secure a stable domestic supply chain, strategic strategies essential for high-tech industries (electric vehicles, new energy, etc.) Technology to recover rare metals from waste resources, core strategies necessary for key domestic industries such as electric vehicle parts, semiconductors, displays, etc. Value Added Production Technology</li> <li>⑦ Social disaster response/natural/human disaster response/risk diagnosis/detection/safety material platform for living safety. Development of earthquake-resistant/high-temperature/shielding-response materials, high-shock-absorbing metal materials for vehicle safety, etc.</li> <li>⑧ Metal material and surface coating technology that can be applied to parts of hydrogen co-fired and all-fired gas turbines and has superior properties in the hydrogen gas turbine environment. Material technology to develop a new alloy with high corrosion resistance and high workability required for water electrolysis stack and to turn it into a part. Development of high-conductivity/high-corrosion-resistance catalyst support to improve catalyst durability</li> <li>⑨ A metal material that will be used as a key material in the production, storage, transportation, and use of hydrogen in the future hydrogen society. Technology to minimize losses and secure high efficiency in the process of delivering and utilizing the produced energy. Development of steel material technology with corrosion resistance, high strength and high toughness in CO2 atmosphere for CCUS activation</li> <li>⑩ Technology to manufacture high-quality, multi-functional materials by utilizing waste materials discharged as process by-products. Technology for extracting and recycling rare metals (Ir, Pt, Ru, Nb, Mo, etc.) contained in waste electrode coating oxide and electrode metal-based oxide sludge. Technology for recovery and commercialization of ultra-value-added materials used in high-tech industries using dry smelting methods</li> </ul>
<b>Chemical Processes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Chemical process technology using electric furnace</li> <li>② Low energy innovative chemical process technology</li> <li>③ Biochemical platform and high value-added basic chemical materials</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① A process technology that replaces fossil raw materials used as energy sources in the naphtha cracking center (NCC), which emits the most greenhouse gas among petrochemical processes, with electricity derived from renewable energy. Development of a new low-pollution process technology with an electric heating concept for steam crackers that reduces CO2 emissions by 90% by replacing coal-fired electric</li> </ul>

PD field	themes	themes instruction or examples
	<p>④ Low-carbon bioplastics and eco-circulation polymer products</p> <p>⑤ plastic upcycling</p> <p>⑥ Petrochemical by-product gas conversion</p> <p>⑦ New functional meta elastic material</p> <p>⑧ High-performance, high-strength and lightweight polymer composite material</p> <p>⑨ Highly integrated semiconductor chemical material</p> <p>⑩ Chemical materials for highly durable displays</p> <p>⑪ High-sensitivity sensor material</p> <p>⑫ Eco-friendly smart coating material</p> <p>⑬ High-performance point/adhesive material</p> <p>⑭ Future industry responsive color material</p> <p>⑮ High-durability composite material for hydrogen industry</p> <p>⑯ Intelligent manufacturing of petrochemical and fine chemical products</p> <p>⑰ Energy reduction petrochemical and fine chemical manufacturing process</p> <p>⑱ Carbon-free fuel-based NCC process technology</p>	<p>furnaces with renewable energy. Innovative climate-friendly process technology project to maximize the use of renewable energy and minimize CO2 emissions</p> <p>② Catalytic reaction and separation process technology for conversion of crude oil or fuel oil into chemical raw materials. In the petrochemical industry, energy consumption and energy consumption and Technology to reduce CO2 emissions. Industrial infrastructure that utilizes energy optimally by developing future-oriented eco-friendly convergence low-energy new process technology for high value-added and structural advancement of the petrochemical industry</p> <p>③ A process technology that produces chemical raw materials/materials by replacing petrochemical raw materials that emit large amounts of carbon dioxide with carbon-neutral biomass. Technology that implements plastics and fibers, solvents, coating/painting materials, surfactants, and adhesives, which are major product groups in the chemical industry that rely on petroleum-based raw materials, as biomass-based materials instead of existing chemical materials. Development of eco-friendly carboxylic acid and derivative production demonstration technology using low-cost biomass. Develop organic material raw material production technology from non-fossil fuels such as wood, herb, and seaweed to reduce greenhouse gas emissions and realize a sustainable chemical industry</p> <p>④ Technology for manufacturing polymer chemicals (plastic and elastic materials) using natural material-derived resources such as plants. Technology for manufacturing biodegradable plastics that are completely decomposed as eco-friendly materials for building a sustainable society and biomass plastics based on renewable natural resources. Innovative materials and product technologies that protect the global ecosystem and the global environment from indiscriminately discarded packaging plastics, inefficiently managed landfills, and plastic waste dumping by the public.</p> <p>⑤ Process technology for producing high value-added chemical raw materials from plastic waste that emits large amounts of carbon dioxide. Technology for producing naphtha alternative raw materials through catalytic chemical upgrade of waste plastic pyrolysis oil. Technology for producing basic raw materials for high-value-added chemicals beyond the level of using low-use waste plastics (PU, PET, PS, etc.) as petrochemical raw materials through pyrolysis or new</p>

PD field	themes	themes instruction or examples
		<p>catalyst process technology.</p> <p>⑥ Technology for producing chemical raw materials using by-product gas resources generated in petrochemicals and industries. Process technology that converts excess by-product gas into chemical products by utilizing renewable power when converting to electric heating from the Naphtha decomposition center (NCC). Bio-resource production technology using waste gas low concentration CO2 capture and utilization during chemical process, VOC and NOx simultaneous conversion catalysts.</p> <p>⑦ Meta-elastic material source technology and process technology that implements characteristics that do not exist in the natural world (Ex: negative Poisson ratio, optical wave control surface, photo-elastic crystal structure). Including technologies such as electronic skin and holographic displays.</p> <p>⑧ Technology to economically manufacture lightweight materials based on complex technology required for next-generation high value-added industries. Including special epoxy materials for composite materials, 3D printing technology for ultra-light body parts, composite materials to respond to disaster environments, and energy-saving lightweight high-strength material technology</p> <p>⑨ Development of composite materials and process technology necessary for the development of new paradigm memory and non-memory (system) semiconductors</p> <p>⑩ Next-generation rollable displays are evaluated as a platform that can pioneer new markets. It is necessary to develop deuterium-application material technology and low-energy deuterium extraction technology, which is a core display (OLED) material. As the convergence of vehicle-related ICT such as smart functions, connected technology, and autonomous driving expands, it promotes convenience and safety for drivers and provides various visual information.</p> <p>⑪ Develop high-sensitivity sensor materials that can significantly improve the performance of applications by supplementing the sensitivity, selectivity, and product shape of existing sensors for safety and convenience in future society and industry</p> <p>⑫ Eco-friendly smart coating materials required in industrial digitalization and ESG-based new industries. Coating materials for eco-friendliness and digitalization of the spray painting process scattered to the outside, high-level coating materials for lightweight materials and mobility, and energy reduction process technology.</p>

PD field	themes	themes instruction or examples
		<p>New industry-response coating material technology that can secure safety from fire and explosion in connection with new technologies in various industrial fields</p> <p>⑬ A core material that decisively determines the performance and quality of products in the semiconductor, electric and electronic, display, and future mobility industries. Material technology to respond to the display industry's next-generation platform (micro-LED, wearable display, etc.) and to internalize element technology that is highly dependent on foreign countries. High-reliability structural adhesive material technology to provide bonding solutions according to the material transition of eco-friendly future mobility and to mount new core parts</p> <p>⑭ It is a material that exhibits unique colors and functions by selectively absorbing, reflecting, or emitting light in various wavelength ranges such as ultraviolet, visible, and near-infrared rays. It has the functionality as a core material suitable for application technologies such as solar cells, bio, and sensors that are being discussed recently.</p> <p>⑮ High-durability core material manufacturing technology capable of securing economic feasibility related to electrochemistry and separation membrane to lead the future hydrogen industry (green hydrogen production and future smart farm)</p> <p>⑯ Intelligent manufacturing technology for accelerating development and collecting various data generated during the manufacturing process of petrochemical and fine chemical products based on experience and intuition, and securing flexibility to respond to various customer needs through artificial intelligence technology. Technology to optimize petrochemical and fine chemical product manufacturing processes, detect abnormal situations, process autonomy, and realize product properties and optimal design through the application of artificial intelligence technology</p> <p>⑰ Realize energy-saving and low-carbon process by combining energy-consuming petrochemical and fine chemical manufacturing processes with technologies such as real-time process sensing, process control, and artificial intelligence. Technology that realizes energy consumption reduction by modeling the entire process and analyzing and optimizing the correlation between each unit process and the overall process</p> <p>⑱ Development of technology that can contribute to reducing greenhouse gas emissions in the petrochemical industry</p>

PD field	themes	themes instruction or examples
		<p>through the conversion of carbon-free fuel (hydrogen, ammonia) in the NCC process</p>
Fiber & Textile	<p>① Data-based intelligent textile fashion manufacturing and service</p> <p>② Intelligent digital twin manufacturing technology</p> <p>③ Digital textile material emotional information simulation technology development</p> <p>④ Resource recycling eco-friendly textile material using waste resources</p> <p>⑤ Industrial biodegradable fiber material</p> <p>⑥ Biomass fusion fiber material</p> <p>⑦ Electronic textile manufacturing technology for connected smart home care</p>	<p>① Manufacturing-based intelligence includes a shared system that shares equipment and orders, data-based fashion streaming production, 3D printing fashion, and personalized fashion, with a focus on data-based production system conversion. Distribution service intelligence includes curation that recommends products that customers (or buyers) want from information collected through big data, fashion-media convergence, interactive V-Commerce, blockchain authentication, etc.</p> <p>② To enhance the global market competitiveness of the textile industry and respond to changes in the labor market, a digital twin-based production management system and intelligent manufacturing innovation equipment technology capable of unmanned/automated and DB utilization for each textile manufacturing stream. Development of specialized intelligent sensors that can predict the equipment status and product quality of textile manufacturing equipment for each textile manufacturing stream, collect and analyze large-scale data generated from them, and connect to the Internet of Things to implement and control technology as a digital twin</p> <p>③ Quantification of emotional information (drape, texture, touch, gloss, etc.) for digital simulation of textile materials and improvement of accuracy of virtual manufacturing of textile products through predictive models and development of digital properties reproduction technology. Development of emotional information measuring sensor and measuring equipment for efficient 3D simulation of textile materials. Development of software technology that can implement key emotional information of textile materials as virtual materials and establishment of digital textile platform for global business</p> <p>④ Currently, the biggest issue in the development of textile materials is the development of sustainable materials, and re-fiber materials using waste resources and waste fibers are attracting global attention. In the case of non-separable heterogeneous waste fibers, it is necessary to secure process technology to convert waste fiber resources such as heterogeneous/different-color fibers and composite fiber materials into fiber raw materials capable of being commercialized through physical and chemical methods. In the case of recycled fiber materials, PET fibers recycled from waste PET bottles are typical, but</p>

PD field	themes	themes instruction or examples
		<p>recently, recycled materials are required for most synthetic fibers such as polyolefin, nylon, and polyurethane.</p> <p>⑤ The status of technological development related to degradable materials is mainly related to starch, plants, and aliphatic polyester, and there is a limit to product diversification due to the nature of raw materials, so the development of applied products and raw material technology is urgent. In the case of biodegradable materials, materials with adjustable biodegradation period/ sanitary absorbers/ medical materials/ car interior materials</p> <p>⑥ Textile materials with new functions such as high strength, high elasticity, deodorization, and antibacterial that have not been realized by high biomass textile products by fusing monomers, polymers, or fiber structures obtained from biomass with petrochemical materials or using them alone.</p> <p>⑦ Development of IoT-based e-textiles (products) and services for smart home care that enables home resident health, safety/security, and energy management to be interconnected, managed and monitored at all times. Development of fiber-based sensors to detect unconstrained biosignals, activities and harmful environments for health and safety/security. Fiber-type planar heating element and energy-saving technology for low-power heating. Development of electronic textiles and services for Connected Homecare that connect users with family health/safety, living/sleep environment management, and energy management system</p>
<b>Ceramics</b>	<p>① Ceramic materials for next-generation mobility</p> <p>② Ceramic material for 6G communication</p> <p>③ Ceramic materials and components for high-tech sensors</p> <p>④ Optical ceramic material for several nm level semiconductor exposure process</p> <p>⑤ High-power and multi-functional special optical fiber material</p> <p>⑥ Prevention of harmful environment Anti-aging Bioceramic material for beauty care</p> <p>⑦ Bioceramic-based medical device for simultaneous bone-cartilage</p>	<p>① Key parts/material technologies for future mobility include artificial intelligence sensors, high-efficiency power-based systems, high-efficiency lightweight materials, and high-reliability safety parts. In the case of self-driving cars, artificial intelligence-based sensors that can judge simultaneous high-capacity communication information data are core technologies. In the case of urban air mobility, related technologies such as materials, batteries, and navigation are the main core technologies. In particular, it is essential to secure high-strength and lightweight materials</p> <p>② The core technology issue of 6G communication is the network infrastructure for the THz band, which consists of a combination of various detailed technologies such as new semiconductor materials/devices, ultra-low dielectric materials, antenna packages, and network design, and ceramics are the most fundamental core material. 6G communication is essential for ultra-low latency and</p>

PD field	themes	themes instruction or examples
	<p>regeneration treatment</p> <p>⑧ Manufacturing process raw material replacement technology for carbon neutrality</p> <p>⑨ Manufacturing Process Fuel Substitute Technology for Carbon Neutrality</p> <p>⑩ Cement process waste resource utilization and mineral resource recovery</p> <p>⑪ Ceramic materials and components for next-generation semiconductor equipment</p> <p>⑫ Ceramic filter for environmental pollution improvement</p> <p>⑬ Ceramic 3D Printing Materials and Processes Tailored to Industrial Demand</p> <p>⑭ High quality nano ceramic powder</p> <p>⑮ Ceramic materials and components for bidirectional fuel cells utilizing carbon dioxide</p> <p>⑯ Next-generation high-efficiency power semiconductor devices/materials for packaging</p> <p>⑰ Eco-friendly energy conversion piezoelectric ceramics</p>	<p>ultra-high-speed data transmission required for hologram, virtual reality, fully autonomous driving, real-time remote medical care, IoE, low-orbit satellite Internet, etc., and the development of ceramic materials that can respond to this is also an essential element. In addition, 6G communication is a key technology to address the requirements of autonomous and smart life, multi-sensory virtual experience, intelligent city, and smart agriculture, and the development of related ceramic materials is very important.</p> <p>③ A sensor is a key medium of the four convergence technologies, Sensing, Networking, Computing, and Actuating, and is a device that detects information from a measurement object and converts it into an electrical signal. Smart sensors are core components in various industries such as smart factories, IoT, electronic devices, autonomous vehicles, robots, security, and safety, and are sensors that have logic control, processing, memory, and communication functions at the same time. Materials for smart sensors are mostly oxide and non-oxide ceramic substrate materials to realize various sensor functions. Most MEMS sensors include acceleration, angular velocity, ultrasonic, pressure, infrared, temperature, gas, and humidity sensors, and piezoelectric ceramics, nitride ceramics, and three- to four-component oxides are key materials. Since ceramics for self-driving IoT sensors need to mass-produce piezoelectric ceramics of various shapes and in some cases complex shapes, it is necessary to develop manufacturing technology that can produce them precisely and economically.</p> <p>④ The core technology issue of several nm level semiconductors is the change of the exposure method for forming semiconductor patterns from transmission to reflection, and the great transformation of exposure technology using EUV light source (13.5nm). The blank mask for reflective EUV exposure technology is a combination of ultra-low thermal expansion (10<sup>-9</sup>/°C class), high homogeneity (residual stress) substrate material, ultra-precision surface processing, and mirror coating technology for reflection. TiO<sub>2</sub>-doped quartz glass is currently being used as the substrate material for ultra-low thermal expansion, and Lithium-alumino-silicate (LAS)-based crystallized glass is a candidate material, including difficulties such as production of materials with zero internal stress and processing of sub-nm mirror surfaces. Localization of equipment for forming defect-free reflective layers and technology for forming cyclic reflective layers of more than tens of layers composed of Mo/Si. Development of ultra-low thermal expansion and ultra-low residual stress</p>

PD field	themes	themes instruction or examples
		<p>material evaluation technology, which is not available in Korea, is also included.</p> <p>⑤ Optical fibers for infrared band delivery are high value-added future food industries for infrared optical materials and optical fibers applied to systems such as lasers and infrared sensors. Infrared wavelength band (optical glass material for special optical fiber is a special optical fiber that uses non-oxide glass and hollow core instead of oxide base, and is an optical material component that minimizes absorption of infrared wavelength band. Mid-infrared laser, mid-infrared environmental sensor for special optical fiber Optical glass material and infrared glass optical fiber technology Far-infrared hollow core optical fiber for CO<sub>2</sub> laser beam transmission Technology applied with sapphire as base material Development of double cladding thulium (Tm)-doped silicate optical fiber for kW-class high-power laser</p> <p>⑥ Along with the development of cities, exposure to harmful environments such as ozone layer destruction, increased UV rays, fine dust and active oxygen increases, so it is necessary to develop beauty products accordingly. Urban aging (ultraviolet rays, blue light, fine dust, etc.) ⇒ Increase in active oxygen ⇒ DNA damage ⇒ Skin aging ⇒ Need to develop functional beauty products. As the harmfulness of organic sunscreens emerges, they are being replaced with inorganic materials. Bioceramic is known as a safe material with excellent biocompatibility (non-toxic)</p> <p>⑦ There is a steady demand for tissue regeneration and development of alternative materials for the treatment of disability and pain caused by damage to bone or cartilage due to accidents and diseases. Demand for degenerative diseases is rapidly increasing in response to rapid population aging, and functional recovery of damaged bone or cartilage tissue is a very important social/economic issue. Replacement using bioceramic is mainly being made, but it is not a situation that completely replaces the functionality of the existing tissue.</p> <p>⑧ Greenhouse gas emissions from the ceramic industry are cement (39 million tons) and glass/ceramics (7 million tons), which account for 11% of the industrial sector, and about 60% (23.4 million tons) of the greenhouse gas emissions from the cement industry are raw materials. emitted from. Therefore, in order to achieve carbon neutrality in the cement industry, technology to reduce emissions from raw materials is essential, and for this, technology to replace limestone raw materials, low-temperature firing technology, and expanded use of</p>

PD field	themes	themes instruction or examples
		<p>mixed materials are needed.</p> <p>⑨ Technology to replace bituminous coal fuel, which is the main cause of greenhouse gas emissions, and technology to improve energy efficiency are needed. To this end, technology to increase the use of waste synthetic resin, technology to use eco-friendly heat sources such as hydrogen, and technology to improve energy efficiency using alternative heat sources to bituminous coal are needed.</p> <p>⑩ As a CCUS technology in the cement industry, a technology for curing concrete using captured CO<sub>2</sub>, a technology for producing high value-added carbonate minerals reacted with captured CO<sub>2</sub>, and a technology for generating hydrogen using waste heat and CO<sub>2</sub> are required.</p> <p>⑪ Ultra-precise multi-zone ceramic heater capable of rapid heating and cooling and ensuring temperature uniformity. Long-axis large ceramic parts for gel-based semiconductor equipment. Complex-shaped ceramic parts for semiconductor equipment using defect-free bonding technology</p> <p>⑫ Compared to the polymer separator widely used in the past, the ceramic separator has high reliability under extreme operating conditions (pH, pressure, temperature) and environmental resistance, so it can be used continuously and is a source technology that can lead the next generation green industry. The ceramic separator, which complements the shortcomings of the existing polymer separator, is a technology field that can expand into a market that requires various extreme operating conditions such as water treatment, distillation, adsorption, extraction, semiconductor, food, paper, power generation, etc.</p> <p>⑬ Ceramic has various excellent physical properties but has limitations in complex shape molding and processing due to its inherent hardness and brittleness. Ceramic 3D printing is a technology that can overcome these molding and processing limitations to create a new ceramic industry and expand the market. 3D printing technology applied according to the physical properties required for the final product is different, and innovation of ceramic raw materials and process technology tailored to each technology is essential. Technology that optimizes the physical properties of the final product is needed by securing applicable technologies for ceramic raw materials such as Material Extrusion, photopolymerization, binder jetting, powder bed fusion, sheet lamination, and</p>

PD field	themes	themes instruction or examples
		<p>directed energy deposition. It does not require heat treatment after 3D printing, or development of new process technology that can minimize time is also required. It is required to strengthen technological competitiveness and create new markets by developing new technologies that can simultaneously 3D print various materials such as heterogeneous ceramics or ceramic-metal with different properties and complete post-processing.</p> <p>⑭ High-purity, nano raw material synthesis technology, which is a key technology in the ceramic industry that requires performance improvement and various functionalities to ceramics using natural or refined existing raw materials. Particle synthesis technology such as ultra-high purity, combination of heterogeneous particles, and hollow to impart high performance and functionality. Ceramic powder synthesis technology with a purity of 6N or higher using plasma. Ceramic powder synthesis technology with uniform average particle size by gas phase synthesis method such as laser, ultrasonic wave, flame spinning, etc.</p> <p>⑮ The future source of carbon neutrality in the manufacturing process or the use of carbon dioxide conversion for Mars exploration core technology issues are largely high-efficiency electrochemical decomposition technology, which is composed of a combination of various detailed technologies such as ceramic membranes, highly stable ceramic catalyst electrodes, and stack modularization.</p> <p>⑯ The core technology issue of next-generation power semiconductors is the high voltage/high current characteristics required for exponentially increasing mobile devices and electric vehicles, as well as technology that can minimize switching loss and improve thermal characteristics. It includes compound semiconductor-based materials and device technologies such as GaN, SiC, Diamond, and Ga2O3 that can overcome the performance limits of existing Si-based semiconductor devices. This technology secures the safety of electric vehicles by overcoming the performance limitations of the existing alumina-based TIM technology and solving the thermal management problem of electronic parts for electric vehicles including power semiconductors.</p> <p>⑰ As the IoT ecosystem rapidly grows with the emergence of the hyper-connected era, the need for secondary batteries for IoT increases: Demand for smart sensors for IoT that recognize and collect data is rapidly increasing (sensor usage is expected to exceed</p>

PD field	themes	themes instruction or examples
		<p>1 trillion by 2025), and the IoT era is inevitable. to accompany the BoT (Battery of Things) era (the secondary battery market for IoT is expected to reach \$ 15.9 billion by 2025). Creation of a new secondary battery industry by securing new secondary battery core technology for IoT: Limitations of existing lithium-ion batteries occur when IoT devices are applied. Need to develop high stability secondary battery technology that can overcome the weak stability caused by the employment of flammable liquid</p>
Aerospace	<p>① Composite material for satellite structure</p> <p>② COTS electromechanical component reliability analysis technology for space</p> <p>③ Space electric/electronic device radiation tolerance reliability evaluation technology</p> <p>④ Optical module technology for low-orbit cluster satellites</p> <p>⑤ Anti drone technology</p> <p>⑥ Probability-based aerospace structure design and risk evaluation technology</p> <p>⑦ Vehicle diagnosis and life prediction technology using real-time data and analysis technology</p> <p>⑧ Aerospace structure shape and process design and analysis technology using RTM process</p> <p>⑨ Autonomous flight software technology for future mobility vehicles</p> <p>⑩ Securing the reliability of the aviation additive manufacturing process at the level of aviation certification and technology for reducing the weight of parts</p>	<p>① Low thermal deformation, high stiffness composite material design and manufacturing technology used in satellite lightweight structures. Satellite structure mass production and automated processing technology</p> <p>② Electromechanical design and analysis evaluation technology in space environment. COTS-based component reliability evaluation and satellite/space launch vehicle application technology</p> <p>③ Satellite EEE parts impact evaluation and shielding technology by space quantum and radiation</p> <p>④ Small/subminiature earth observation satellite imagery optical module (reflector, image sensor, structure) development technology. Image resolution augmentation and detection/identification SW technology</p> <p>⑤ Invasion drone detection and identification technology. Skills to shoot down or neutralize drones</p> <p>⑥ Satellite/space launch vehicle/aircraft system and structure probabilistic optimization design technology. Defining reliability requirements for each component from the perspective of aerospace and defense system engineering and comprehensive evaluation technology</p> <p>⑦ Develop an artificial intelligence model that can predict airframe defects and conditions, and airframe damage points by receiving real-time data. High performance, high reliability, lightweight sensing and data transmission technology. Edge computing technology mounted on aircraft to collect and process data</p> <p>⑧ A technology for making aerospace structures by injecting/impregnating resin into fiber preforms. 3D preform design, analysis evaluation and manufacturing technology. Technology to predict and evaluate resin flow and penetration through simulation</p> <p>⑨ AI-based electric vertical take-off and landing vehicle autonomous flight and flight control algorithm. Implementation of unmanned operation and control system for future air vehicle (Advanced Air Vehicle)</p> <p>⑩ Light-weight materials and manufacturing technology for high-efficiency aircraft and aircraft engine structures,</p>

PD field	themes	themes instruction or examples
		including technologies such as additive manufacturing design process, DB construction, process, life prediction, etc.
Display	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Innovative flexible display materials/parts/equipment technology</li> <li>② Micro LED materials/parts/equipment technology</li> <li>③ AR/VR display materials/parts/equipment technology</li> <li>④ Form-Factor Free Display Technology</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Core substrate material for display and functional organic material technology for realizing stretchable electronic devices by completely adhering to a 3D free curved surface having an arbitrary shape</li> <li>② Materials and parts technology for manufacturing active display panels and modules with ultra-fine micro LEDs of several micrometers or less: color conversion, substrate, wiring, coating, and assembly applied for the production of flexible, transparent, and stretchable panels and modules Material. Process and parts for manufacturing micro LED panels and modules</li> <li>③ Self-luminous micro (subminiature) display for providing high-brightness/ultra-high-resolution virtual/augmented reality images and materials and parts related to its manufacturing Technology: Subminiature display for miniaturization/light weight of AR/VR devices</li> <li>④ Instead of PFD manufactured from the existing rigid substrate, a flexible film substrate is produced by attaching a glass substrate, and then used in a pop-double or rollable form after manufacturing a flexible display that is manufactured through a lift-off process (currently, flexible displays are slit on glass substrates) After coating the varnish with coating and proceeding with the process, use a laser to detach and use the flexible film)</li> </ul>