

연수주제기술서

연수부서	연수분야	연수내용
KSTAR 연구본부	노심제어 연구	1. 표준 운전모드 최적화 및 정상상태 운전 기술 연구 가. 플라즈마 제어기술 개발 연구 나. 고성능 운전시나리오 최적화 및 운전영역 확대 연구 다. 자발전류 극대화 운전모드 연구 라. 장시간 연속운전기술 연구 2. 실증로급 플라즈마 운전기술 연구 가. 플라즈마 성능고도화(high β_N , high G) 운전모드 연구 나. 차세대 통합 운전 시나리오 연구 다. 실증로 노심제어시스템 개발 연구 3. 플라즈마 제어 시스템(PCS) 연구 및 개발 가. 제어시스템 표준화 및 성능향상 연구 나. 신규 PCS 개발 관련 머신러닝 및 제어 연구 4. PCS 및 제어 시스템 개발·운영 및 관리 가. 주·부 제어실 제어 인프라 운영 및 성능향상 나. 거대언어모델 등을 적용한 실험정보서비스 성능향상 다. 지역/진단 장치 제어시스템 개발 및 성능향상 라. 데이터관리 시스템/인터페이스 운영 및 성능향상
	MHD 연구	1. MHD 불안정성 능동 안정화/억제 연구 가. MHD 불안정성 억제/회피/완화 실험 및 시스템 구축 나. MHD 불안정성/붕괴 예측 및 감시 시스템 개발 다. MHD 물리 해석 전산 기법 개발 2. 고속 이온 물리 실험 연구 가. 고속이온 거동 및 MHD 상호작용 물리 연구 나. 고속이온 관련 MHD 불안정성 제어 기법 개발 3. MHD 관련 진단 개발 및 제어 연구 가. 고속이온 진단계 및 분석 소프트웨어 개발 나. 거시적 MHD 진단 (MD 및 Soft X-ray) 개발 및 성능향상 다. MHD/EP 제어 기법 연구 및 실험
	Pedestal 연구	1. Pedestal 불안정성 제어 및 메커니즘 연구 가. 3차원 자기장을 이용한 pedestal 불안정성 제어 연구 나. 3차원 자기장에 의한 pedestal 형성/구조/수송변화 연구 다. Pedestal 안정화 메커니즘 연구 라. Pedestal 불안정성이 없는 고 가둠모드 개발 2. Pedestal 영역 진단 개발 및 연구 가. Pedestal 영역 영상 진단(ECEI) 개발 및 성능향상 나. Pedestal 영역 프로파일(반사계, CES) 개발 및 성능향상 다. Pedestal 영역 측정 데이터 분석 및 해석 연구

연수부서	연수분야	연수내용
	수송 연구	1. 토카막 플라즈마 수송 관련 연구 가. 플라즈마 수송 및 관련 물리현상 연구 나. 수송현상 해석을 위한 프로파일 plot, fitting tool 개발 2. 프로파일 및 수송 관련 진단 개발 및 연구 가. 물성 프로파일 진단 개발 및 성능향상 나. 간섭계 개발 및 성능향상 다. 수송 현상 관련 진단 개발 및 성능향상 라. 물성 프로파일 상호 비교 및 통합 분석 마. 고밀도 플라즈마 관련 연구
	PWI 연구	1. Divertor/SOL 영역의 플라즈마 특성 및 제어 연구 가. Divertor/SOL 영역의 실험 및 해석 연구 나. Divertor 영역 불순물 주입 시나리오 개발 연구 다. Divertor/SOL 영역의 플라즈마 물성 실시간 제어 기법 연구 2. 플라즈마-내벽 상호작용 연구 가. PWI 및 불순물 순환 관련 연구 나. 플라즈마 대면재 불순물 방출/수송/재증착 특성 연구 라. 플라즈마 대면재 구조 최적화 연구 마. 불순물 방출 제어를 위한 기법 연구 3. 방사광 및 불순물 진단 관련 연구 가. 방사광/불순물 진단 개발 및 성능향상 나. 방사에너지/불순물 분포 실시간 진단 기법 연구 4. Divertor/SOL 진단계 개발 및 성능향상 가. 탐침 진단계 개발 및 성능향상 나. 대면재 온도 실시간 진단계 개발 및 성능향상 다. 중성입자밀도 진단계 개발 및 성능향상 라. SOL 이온 온도/유속 진단계 개발 및 성능향상 마. 플라즈마 대면재 표면 특성 진단계 개발 및 성능향상
	가열전류 구동연구	1. NBI 가열장치 운영 및 기술 개발 가. NBI 시스템 운영 및 효율 개선 나. NBI 시스템 성능 향상 및 고성능 운전 기술 개발 다. 장시간 고출력 NBI 운전연구 라. 차세대 이온원 및 고효율 전원장치 개발 마. 중성입자빔 수송 연구 2. 고주파 가열장치 운영 및 기술 개발 가. 마이크로파 ECH 시스템 운영 및 효율 개선 나. 고성능 ECH 시스템 개발 및 기술 고도화 다. 고주파 가열 및 전류구동 기술 연구 3. 가열 및 전류구동 연구 가. KSTAR 고효율 가열 및 전류구동 연구 나. 가열장치 기반의 전류구동 및 제어 연구 다. ITER 가열 및 전류구동 연구 라. 핵융합로 가열 및 전류구동 연구

연수부서	연수분야	연수내용
토카막운전 기술본부	토카막장치 운전	1. KSTAR 장치 운영 및 통합 관리 가. KSTAR 장치 운영 관리 (KSTAR 운영 절차서 제·개정 및 이행 관리) 나. KSTAR 캠페인 주관 운영 및 이행 다. KSTAR Machine Safety Interlock 시스템 운영 및 성능향상 2. KSTAR 진공/연료주입계 및 초전도자석 계통 운영 및 성능향상 가. 진공 및 연료주입계 시스템 운영 및 성능향상 나. 초전도 자석 보호 & 모니터링 시스템 운영 및 성능향상 다. KSTAR 주장치(진공&저온용기) 포트 관리 3. KSTAR In-vessel 장치 운영 및 성능 향상 가. KSTAR 플라즈마 대향 장치 금속 벽(Metal wall) 성능 향상·형상 관리 및 유지·보수 나. KSTAR 플라즈마 모니터링시스템 운영 및 성능 향상 다. In-vessel 장치 유지보수 및 성능향상 4. KSTAR 주장치실 통합 관리 및 운영 가. KSTAR Personal Safety Interlock 시스템 운영 및 통제구역 출입 관리 나. 주장치실 내부 자체 정기 점검 및 공용 비품 관리 다. 개별 장치 인터페이스 조정 관리 5. 각부문 공통: 토카막 시스템 성능 개선 및 시험 설비 구축
	극저온장치 기술	1. KSTAR 극저온시스템 운전 및 유지보수 가. 9kW 및 1kW 저온헬륨장치(HRS) 운전/유지보수 나. 헬륨분배시스템(HDS) 및 전류전송시스템(CLS) 운전/유지보수 다. IVCP, PIS, SMBI 운전용 Distribution Box(DBU#3) 운전/유지 보수 2. 극저온시스템 기술 개발 가. 극저온 회전기기 국산화 연구·개발 나. KSTAR 액체질소 공급량 저감 및 회수시스템 연구·개발 다. KSTAR 열차폐체 단독 냉각라인 연구·개발 라. KSTAR 극저온시스템의 운전 최적화 및 액체헬륨 장치 통합 운전 기술개발 3. 각부문 공통: 토카막 시스템 성능 개선 및 시험 설비 구축
	냉각설비 기술	1. 냉각수 설비 성능향상 및 운영 2. PFC & VV baking 및 drying 설비 운전 및 유지관리 3. 압축공기 및 기체질소배관 설비 운전 및 유지관리 4. IVCC 및 진단셔터 운전 및 유지관리 5. 각부문 공통: 토카막 시스템 성능 개선 및 시험 설비 구축
	초전도 시스템 연구	1. KSTAR 초전도 자석 시스템 연구 가. KSTAR 초전도 자석 특성 연구 나. KSTAR 초전도 자석 진단 시스템 개발 다. KSTAR 초전도 시스템 성능향상 연구 2. 실증로용 초전도 자석 설계 가. 실증로용 초전도 자석 설계 코드 개발 나. 실증로용 초전도 도체 및 자석 개념 설계 다. 실증로용 초전도 선재 성능 향상 연구 3. 초전도 도체 및 자석 제작 기술 연구 가. 초전도도체 및 자석 제작기술 개발 나. 초전도 도체 시험 설비 구축 다. 초전도선재 및 도체 시험·평가 4. 각부문 공통: 토카막 시스템 성능 개선 및 시험 설비 구축

연수부서	연수분야	연수내용
핵융합공학 기술본부	원격제어 로봇	1. 핵융합 실증로 원격유지보수 기술 개발 가. 주장치 원격유지보수 기술 개발 나. 부대장치 원격유지보수 기술 개발 다. VR/AR 연계 원격유지보수 기술 개발 2. 원격 로봇 암 시스템 개발 가. 고차 자유도 로봇 암 기술 개발 나. 다기능 조작기 기술 개발 3. 원격 용접 시스템 개발 가. 원격 배관 절단/용접/검사 기술 개발 나. 원격 배관 용접기 개발
	물성측정 연구	1. 플라스마 물질 반응 측정 기술 개발 가. 플라스마-물질(기체, 액체, 고체) 반응 측정 기술 개발 나. 플라스마-표면 반응 측정 기술 개발 다. 플라스마-바이오 분자 반응 측정 기술 개발 2. 플라스마 상태 물성 측정 기술 및 연구 기반 구축 가. 플라스마 상태 물성 통합 측정 시스템 개발 나. 첨단 플라스마 상태 물성 진단 기술 개발 다. 새로운 플라스마 발생원 개발 3. 플라스마 장비 시험/평가/인증 기반 구축 가. 플라스마 원천 기술 자료 관리 및 공유 시스템 개발 나. 플라스마 장비 시험/평가 표준 절차서 개발
플라스마 기술연구소	물성이론 해석	1. 플라스마-물질 반응 이론 연구 및 DB 구축 가. 산업 및 핵융합용 플라스마 데이터 수집 및 DB구축 나. 전자/이온/광자 - 물질 반응 이론 연구 다. 표면반응 해석을 위한 분자 동역학 연구 2. 플라스마 모델링 및 시뮬레이션 연구 가. 전자가열 및 수송현상 연구 나. 플라스마 장비 해석용 플라스마 모델 및 시뮬레이터 개발 다. 플라스마 공정 해석용 플라스마 모델 및 시뮬레이터 개발 3. 플라스마 과학 기술 글로벌 플랫폼 개발 가. 연구 데이터 관리·보급 체계 구축 및 공유·협력 기반 구축 나. 국내·외 플라스마 데이터 표준화(XML) 및 DB 시스템 구축 다. 국제 데이터센터 활동 및 국제 협력 활성화
	환경융합	1. 에너지·환경혁신 플라스마 산업 핵심 기술 개발 가. 온난화 가스 분해 및 자원화 기술 개발 나. 수중플라스마 활용 산업 및 원자력 제염 폐수 정화 기술 개발 다. 플라스마 활용 생활 폐기물 악취 제거 및 자원화 기술 개발 라. 플라스마 활용 친환경 인체 무해 소독제 합성 기술 개발 2. 미래환경 플라스마 핵심 기술 개발 가. 반도체·디스플레이 부품 소재용 플라스마 분체 표면처리 기술 개발 나. 우주·항공 및 모빌리티 분야 분체 표면처리 기술 개발 다. 플라스마 활용 저비용 고효율 탄소섬유 합성 기술 개발

연수부서	연수분야	연수내용
	산업융합	1. 차세대 장비 혁신 플라즈마 핵심 기술 개발 가. 차세대 다이아몬드성막장치 개발 나. 탄소소재기반 전극 합성 기술 개발 다. 새로운 플라즈마 응용 기술 개발 2. 소재·부품혁신 플라즈마 핵심 기술개발 가. 플라즈마 분체 표면 처리, 조작 및 코팅 기술 개발 3. 리튬동위원소 분리 및 분석 기술 개발 가. 리튬 동위원소 분석 기술 개발 나. 리튬 동위원소 농축기술 개발
	자원순환 기술	1. 자원순환용 플라즈마 원천기술 연구 가. 플라즈마 기반 폐기물 분해 제어 연구 나. 플라즈마 기반 가스 분해 및 전환 연구 다. 고온 플라즈마 운전 및 특성 연구 라. 고온 플라즈마-물질 상호작용 연구 마. 폐자원/폐수 유용물질(리튬) 회수 기술 개발 2. 플라즈마 기반 자원순환 전략기술 개발 가. 고온 플라즈마 기반 폐기물 분해 상용화 기술 개발 나. 플라즈마 기반 가스 분해 및 전환 상용화 기술 개발
	바이오 기술	1. 플라즈마-바이오 융합 원천기술 연구 가. 바이오 소재 등 기능성 향상 플라즈마 기술 연구 나. 세포 등 활성 및 비활성 플라즈마 기술 연구 다. 플라즈마-바이오 소재 및 액체 상호작용 연구 라. 바이오 연구용 플라즈마 특성 연구 2. 플라즈마 기반 바이오 전략기술 개발 가. 플라즈마 기반 농식품 등 저장성, 안전성 및 생산성 향상 기술 개발 나. 플라즈마 기반 바이오 소재, 미생물 등 기능성 향상 기술 개발 다. 플라즈마 기반 세포 활성/비활성 기술 개발 라. 배양육 자원 재활용 기술 개발 3. 플라즈마-바이오 융합기술 생태계 구축을 위한 플랫폼 개발 가. 플라즈마-바이오 소재 및 액체 상호작용 DB 구축 및 관리 나. 바이오 연구용 플라즈마 특성평가 기술 및 절차 개발, DB 구축 및 관리

연수부서	연수분야	연수내용
ITER 한국사업단	진단제어 기술	<ol style="list-style-type: none"> 총괄 <ul style="list-style-type: none"> - 연도별/단계별 사업계획 및 예산계획, 인력운용계획 수립 - ITER 진단장치 조달계획 수립 등 조달관리 - ITER 진단장치 개발관련 기술지원 및 기술확보 - ITER 진단장치 관련 IO 등 국제협력에 관한 사항 - ITER 제어기술 관련 총괄 및 IO 등 국제협력에 관한 사항 세부조달계획 수립, 제작 발주 및 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 세부 조달 일정 및 비용 산정 - 조달 위험요소의 식별, 분석, 완화방안 마련 - 조달약정 체결용 기술사양서 검토, 조달약정 체결 - 산업체 계약용 기술사양서 작성 - 공급자 문서 검토 및 승인 진단장치 상세설계 <ul style="list-style-type: none"> - 진단장치 상세설계 - 설계를 위한 연구개발 수행 및 위탁, 용역 과제 관리 - 설계문서 작성, IO 보고, 승인 추진 진단장치 제작, 조립 및 조달 <ul style="list-style-type: none"> - 진단장치 제작 및 조립 기술관리 - 세부 제작 및 조립 공정 수립 및 공정관리 - 품질검사·감독 및 관리 - 기성 검토 및 사정 진단장치 기술관리, 품질 검사·감독 <ul style="list-style-type: none"> - 세부 검사 및 시험 계획 수립 - 진단장치 커미셔닝 및 진단성능 검증 - 검사 및 시험 결과 보고(IO)
플라즈마 장비지능화 연구단	데이터 연구	<ol style="list-style-type: none"> 플라즈마 특성 및 공정 센싱 데이터 개발 <ol style="list-style-type: none"> 가. 지능화 센서 개발용 데이터 개발 나. 플라즈마 엔지니어링 데이터베이스 구축 다. 플라즈마 OES 센싱 고도화 기술 개발 라. V-I 센서 기반 플라즈마 변수 고정밀 모니터링 기술 개발 고신뢰성 장비/공정 해석 DB 개발 및 센서 신뢰성 평가 테스트베드 구축 <ol style="list-style-type: none"> 가. 센서 신뢰성 평가 테스트베드 구축 나. 증착 및 식각 공정/장비 시뮬레이터 해석 DB 개발 차세대 2차원 나노소재 기반 플라즈마 공정 데이터 개발 <ol style="list-style-type: none"> 가. 차세대 2차원 나노소재 공정 플라즈마 거동 DB 개발 마. 2차원 나노소재 특성 평가

연수부서	연수분야	연수내용
	해석기술 개발	1. 장비/공정 해석 기술 개발 가. 플라즈마 변수 예측 기술 개발 나. 증착/식각 장비 해석 DB 개발 다. 증착/식각 공정 디지털 트윈 신뢰도 개선 라. 2D ICP ML 진단 예측 속도 개선 마. 증착/식각 장비 해석 DB 개발 바. PIC 시뮬레이션 해석 DB 개발 사. Full-PIC 기반 시뮬레이션과 실제장비 진단결과와의 일치도 아. 머신러닝과 Bigdata 활용 시뮬레이션 수렴시간 개선
	지능제어	1. 스마트 센서 및 디지털 트윈 기술 개발 가. 증착/식각 공정 플라즈마 가상 계측 알고리즘 개발 나. 증착/식각 공정 상태 예측 알고리즘 개발 다. 플라즈마 공정 디지털 트윈 기술 개발 라. 플라즈마 장비 해석 시뮬레이션 고속화 기술 개발 2. 장비 플라즈마 데이터 기반 지능형 제어 시스템 개발 가. 플라즈마 진단 센서 및 데이터 기술 개발 나. 공정 결과 가상 계측 기술 개발 다. 플라즈마 공정 장비 지능형 제어 시스템 기술 개발 라. 장비 개발 및 공정 제어용 통합 DB 구축 마. 공정 장비 이상 상태 진단 및 예측 정비 기술 개발 바. 친환경 챔버 클리닝 가스 및 모니터링 기술 개발
	기술실증	1. 공정 장비의 지능화 기술 검증 및 테스트베드 구축 가. Lab. scale 공정장비 지능화 제어 기술 검증 나. 실공정 장비 지능화 제어 기술 검증 다. R&D 테스트베드 구축 및 운영
핵융합 정책센터	정책기획	1. 핵융합 정책 수립 지원 가. 국가 핵융합 정책연구 및 정책 수립 지원 나. 핵융합 관련 법/제도 개선 지원 다. 핵융합 국제협력 전략 수립 지원 라. 다·양자 협력 활동 지원 2. 핵융합에너지 R&D 기술 관련 정보 분석 가. 핵융합 동향 조사 분석 나. 핵융합 기술 수준 및 연구성과 분석 3. 핵융합 신규사업 발굴 및 기획 가. 신규사업 발굴 및 기획 나. 부처 사업기획 지원 4. 기타 국가 핵융합 정책 관한 제반 업무