A NEW SUN

ANNUAL REPORT 2022

KFE

ANNUAL REPORT 2022

CONTENTS

소개

10 인사말
12 연혁
14 개요
15 조직
16 인력
17 예산

대표 연구성과

20 KSTAR연구본부
28 핵융합공학연구본부
36 ITER한국사업단
44 플라즈마기술연구소

주요 경영성과

54 주요 경영성과
60 포토뉴스

부록

68 수행연구과제 현황
73 논문발표 실적
78 산업재산권 현황
82 포상 현황
84 협약체결 현황

KOREA ARTIFICIAL SUN SHINE

스스로 빛나는 태양처럼 지구의 미래를 밝힐 태양을 상상하며
연구하고 있습니다. KSTAR는 1억도 초고온 플라즈마 운전 성과를 바탕으로
새로운 미래 상용로 플라즈마 운전모드의 가능성을 지닌
FIRE 모드를 개발하여 핵융합에너지 실현을 위해 한발짝 나아갑니다.

FUSION ENGINEERING

인류의 미래를 밝힐 새로운 태양, 1억도 열정으로
실증로 핵심 기술개발을 통해 KSTAR와 ITER를 넘어,
국민의 행복과 미래 세대를 위해 차질 없는
한국의 핵융합 실증로 건설을 준비합니다.

EXTENTION OF NEW ENERGY

지난날 우리가 상상했던 미래는 이미 우리 곁에 와 있습니다.
에너지 걱정 없는 다음 세상을 위해 오늘도 스스로 빛을 내는 별처럼
한국핵융합에너지연구원은 대한민국의 영원히 꺼지지 않는
태양을 만듭니다.

인사말

KFE는
시뮬레이션과 가상화 기술,
핵융합연료시스템 등
실증로 핵심 기술 개발을 통해
KSTAR와 ITER를 넘어,
차질 없는 한국의 핵융합 실증로
건설을 준비할 것입니다.

에너지 주권 확보는 2050 탄소중립 실현뿐만 아니라, 국가 안보와도 밀접한 이슈입니다. 정치·경제적 기반이 비교적 안정되어 보이던 유럽도 러시아가 가스 밸브를 잠그자 큰 혼란을 겪었습니다. 에너지 무기화가 현실화 된 것입니다.

바야흐로 기술 패권시대, 에너지 패권시대입니다. 에너지의 90% 이상을 수입에 의존하는 우리나라가 에너지 자립을 실현할 방법은 자원에 의존하지 않는 기술 에너지, 핵융합에너지를 실현하는 것입니다. KFE는 우리나라의 온전한 독립을 염원하는 독립투사의 마음으로 2022년에도 핵융합 연구개발에 매진 해 왔습니다.

KSTAR연구본부는 KSTAR에서 수행된 1억℃ 초고온 플라즈마 운전 성과를 바탕으로 새로운 미래 상용로 플라즈마 운전모드의 가능성을 지닌 FIRE 모드의 발견 성과를 세계적 논문에 게재하는 성과를 거두었습니다. 2022년 플라즈마 캠페인을 통해서는 플라즈마 경계면불안정성(ELM)제어 부분과 고성능 플라즈마 운전 부분에서 괄목할 만한 성과를 거두었으며, 나아가 초고온 플라즈마의 장시간 운전을 위해 토카막 내벽을 텅스텐으로 교체하는 장치 성능 고도화를 준비하였습니다.

또한 ITER 국제핵융합실험로 건설을 위해 진공용기 등 핵심부품 조달을 수행하였으며, 인력양성을 위한 Korea-ITER 박사후연수 프로그램 운영도 시작하였습니다. 더불어 시뮬레이션과 가상화 기술, 핵융합 연료 시스템 등 실증로 핵심 기술 개발을 추진하며, 한국의 핵융합 실증로 건설 준비를 수행했습니다.

플라즈마기술연구소는 플라즈마 물성 참조표준을 개발과 '플라즈마물성데이터센터' 구축과 운영 성과를 인정받아 국가 표준화 부분 장관표장의 성과를 거두었으며, 국내 기업들과 함께 고온 플라즈마를 활용한 폐자원 가스화 상용로 개발에도 착수하였습니다.

세계 핵융합계는 상용화 시대를 준비하며 에너지 증폭과 지속이라는 두 마리 토끼를 모두 잡기 위해 노력하고 있습니다. 국제핵융합로 ITER가 2035~2038년 사이 에너지 증폭과 지속에 성공하면 세계는 핵융합에너지 실증으로 전환하는 변곡점을 맞게 될 것입니다. 이는 세계 각국이 협력이 아닌 본격적인 경쟁을 통해 핵융합 상용화를 추진하게 됨을 의미합니다. 따라서 우리는 핵융합 전력생산 실증에 절대적으로 필요한 핵심 기술을 사전에 확보해야 합니다.

KFE 구성원 모두의 열정과 신념, 그리고 결집 된 노력이 대한민국 핵융합의 오늘을 만들었듯, 이제 국민과 함께 대한민국이 에너지 독립국으로 자립하는 역사를 만들겠습니다.
감사합니다.

한국핵융합에너지연구원 원장 **유 석 재**

연혁

1995.12~2003.06
우리나라 본격적인 핵융합 연구

1995

1995. 12
「국가핵융합연구개발기본계획」 수립

1996. 01
핵융합연구개발사업단 출범 및 KSTAR 사업 착수

2003. 06
국제핵융합실험로(ITER) 프로젝트 공식 가입
(ITER 참여당사국 만장일치 승인)

2005.10~2010.11
핵융합 연구 운영 기반 확립

2005

2005. 10
「국가핵융합연구소」설립(기초(연) 부설)

2006. 12
핵융합에너지개발진흥법 공포
(법률 제8079호)

2007. 09
KSTAR 완공 및 「ITER 한국사업단」 출범

2008. 07
KSTAR 최초 플라즈마(First Plasma)
마일스톤 달성

2010. 10
제23차 IAEA 국제핵융합컨퍼런스(FEC) 개최

2010. 11
세계 최초 KSTAR 고성능 H-모드 달성

2012.11~2021.09
세계적 핵융합 전문기관 기반 강화

2012

2012. 09
세계 최초 KSTAR를 통한 ITER 제어시스템 실험 성공

2012. 11
플라즈마기술연구센터(플라즈마기술연구소) 개소(군산)

2013. 10
국가핵융합연구소 신축 본관 준공

2014. 12
국제핵융합실험로(ITER) 초전도 도체
성공적 조달 완료 (ITER 참여국 중 최초)

2015. 10
개소 10주년 기념행사 개최

2016. 09
KSTAR 고성능 플라즈마 운전 세계 최장 시간
(70초) 달성

2018

2018. 12
세계 최초 KSTAR 플라즈마 이온온도 1억도 달성
(초전도 장치)

2019. 05
플라즈마기술연구센터 복합연구동 준공

2020. 04
한국핵융합에너지연구원 설립 법안 통과(제337회 국회)

2020. 11
한국핵융합에너지연구원 설립 및 유석재 초대원장 취임

2021. 09
세계 최초 KSTAR 이온온도 1억도 30초 달성

2021. 12
제4차 핵융합에너지 개발 진흥 기본계획('22~'26) 수립

비전 및 목표

설립목적

핵융합에너지 연구개발을 수행하여 국가 경제의 발전과 국민의 삶의 질 향상에 이바지

임무

핵융합에너지 상용화 및 한국형 핵융합로 기술 개발

R&R

궁극적 에너지 문제 해결 및 미래 에너지 강국 도약을 위한
깨끗하고 안전한 핵융합 에너지 실현

연구분야

전략목표 1
KSTAR를 활용한 핵융합로 노심 운전기술 확보

전략목표 2
ITER 사업을 통한 핵융합 핵심기술개발

전략목표 3
핵융합 실증로 핵심 공학기술 개발

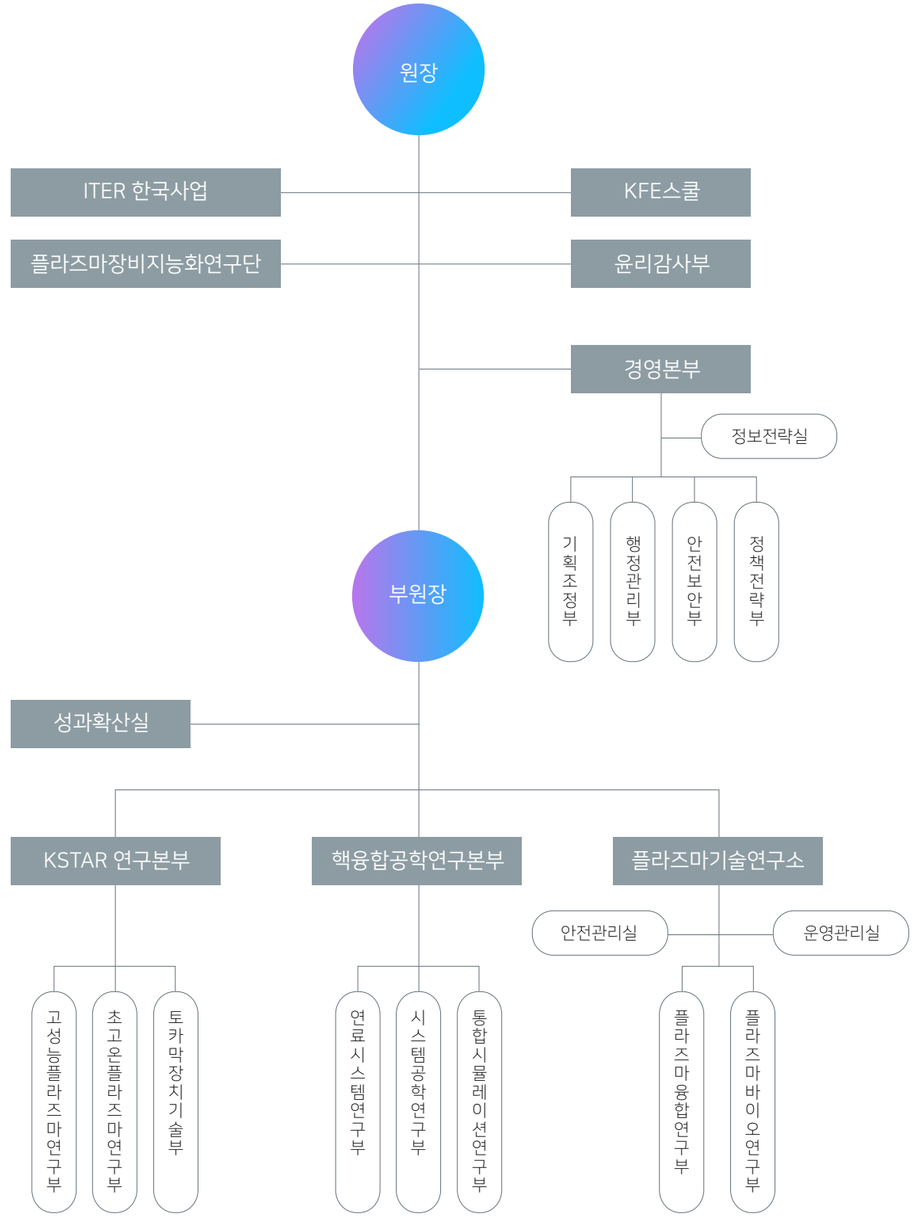
전략목표 4
플라즈마 원천기술 개발

주요기능

- 핵융합에너지 원천·기반·실증 기술의 연구개발
- 국제핵융합실험로(ITER) 공동개발사업 참여 및 핵심기술 확보
- 핵융합에너지 환경 안전성 및 기술표준 (Codes & Standards) 관련 기술 연구
- 플라즈마 과학연구 및 원천기술 개발
- 핵융합에너지 관련 연구장비·시설을 활용한 시험검증 및 공동활용·지원 등

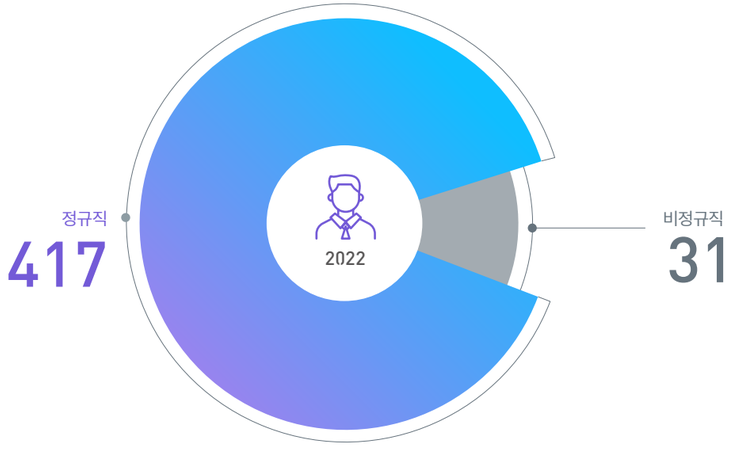
* 출처 : 연구원 정관 제4조

조직도



조 직 : 1부원장, 1사업단, 3본부 1연구소, 1연구단, 1스쿨, 13부, 4실 (2022. 12. 31 기준)

인력현황

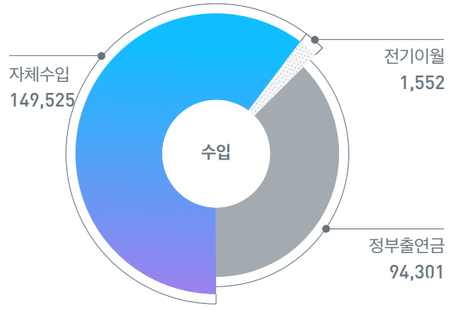


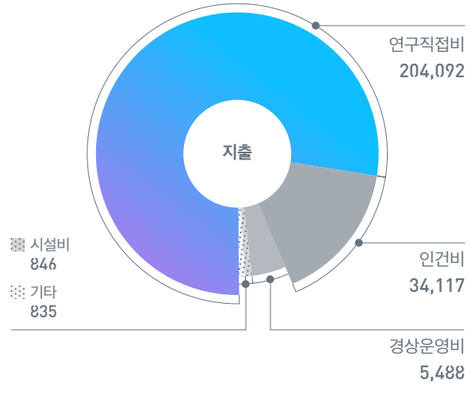
정규직	책임급	선임급	원급	소계
연구직	126	55	-	181
기술직	47	53	13	113
행정직	21	20	11	52
기능직	-	-	-	-
무기직	-	14	57	71
소계	194	142	81	417

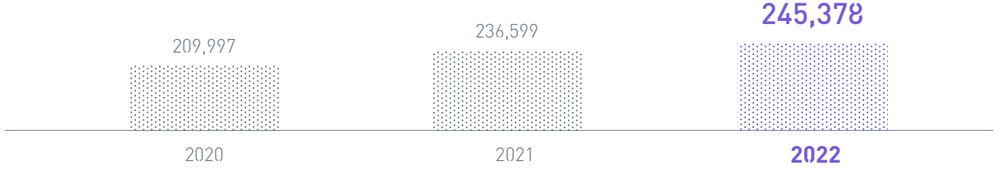
비정규직	책임급	선임급	원급	소계
연구계약직	2	4	3	9
기술계약직	1	7	3	11
행정계약직	-	-	11	11
기능계약직	-	-	-	-
-	-	-	-	-
소계	3	11	17	31

2022년 12월 31일 기준, 단위 : 명

예산현황







수입

정부출연금		94,301
	기관운영비	30,984
	주요사업비	62,481
	시설비	836
자체수입		149,525
	정부수탁	127,403
	민간수탁	20,739
	기타수입	1,383
대체조정		-
전기이월		1,552
	출연금	1,552
	자체수입	-
소계		**245,378**

지출

인건비	34,117
연구직접비	204,092
경상운영비	5,488
시설비	846
차입금 상환	-
기타	835
소계	**245,378**

2022년 12월 31일 기준, 단위 : 백만원

RESEARCH AND DEVELOPMENT ACHIEVEMENTS

대표 연구성과

20 KSTAR 연구본부
KSTAR RESEARCH CENTER

28 핵융합공학연구본부
FUSION ENGINEERING RESEARCH

36 ITER 한국사업단
ITER KOREA

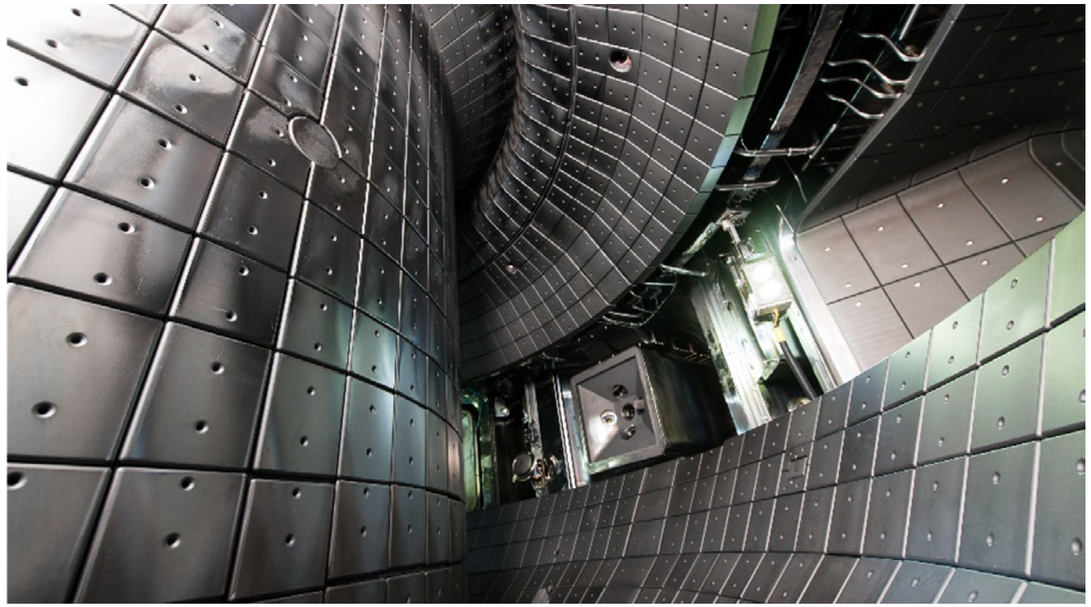
44 플라즈마기술연소
PLASMA TECHNOLOGY RESEARCH

KSTAR RESEARCH CENTER

KSTAR 연구본부

상용화를 향해 도약하는
핵융합의 미래만큼,
높아진 한국 핵융합의 위상만큼,
2022년 한국의 인공태양
KSTAR는 더 큰 도전을 위해
더욱 뜨겁게 타올랐다.

기술에너지 자립의 꿈, 1억도 KSTAR의 도전



기존 운전모드 단점 해결한 FIRE 모드, 네이처紙 발표

고성능 플라즈마 장시간 운전제어 기술 축적

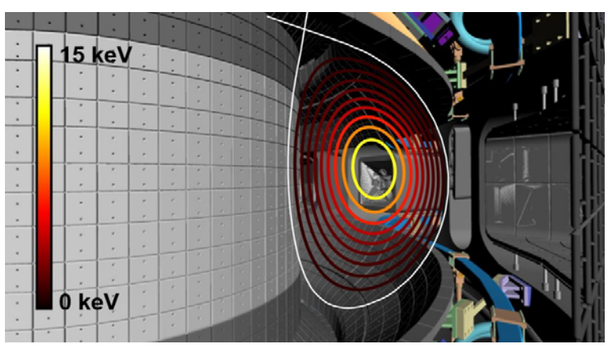
KSTAR 내벽 업그레이드 등 성능 고도화

KSTAR 프로그램 자문위원회(PAC) 개최

미래 상용로 운전방식으로 주목받는 FIRE 모드 개발

지구에서 태양과 같은 핵융합에너지를 얻기 위해서는 핵융합 반응이 일어날 수 있는 초고온 플라즈마가 계속 유지될 수 있어야 한다. 이를 위해 현재 토카막에 적용되는 가장 대표적인 플라즈마 운전 방법은 고성능 플라즈마 운전 모드라 불리는 H-모드이다. 하지만 H 모드에서는 플라즈마 가장자리의 압력이 임계치를 넘어가면 경계면이 불안정하여 풍선처럼 터지는 엘름(ELM) 현상이 발생하여, 핵융합로의 손상을 야기하는 어려움이 있다. 이에, ELM을 제어하는 방법과 함께 보다 안정적인 플라즈마 운전 모드를 찾으려는 노력이 지속되어 왔다.

KSTAR연구본부는 서울대 연구팀과 함께 KSTAR의 운전데이터를 분석하고, 시뮬레이션으로 검증한 결과 플라즈마 가열시 발생한 고속이온이 플라즈마 내부의 난류를 안정화시켜 플라즈마 온도를 급격히 높이는 현상을 발견하였다. 연구진들은 이를 'FIRE(Fast Ion Regulated Enhancement) 모드'로 명명하였으며, 이 새로운 운전 방식은 상대적으로 낮은 플라즈마 밀도에서 중심부에 가열을 집중하는 방법으로 만들어진다.



이때 높은 에너지를 지닌 고속이온들이 플라즈마 내부의 난류를 안정화시켜, 플라즈마 중심의 이온온도를 급격하게 높이고 오랜 시간 유지하는 것이 특징이다.

그 결과 H-모드 대비 플라즈마 성능이 개선됐으며, ELM 현상도 발생하지 않았다. 또한 운전제어도 용이하여 미래 상용로 플라즈마 운전 기술 확보의 가능성을 열었다. 연구성과는 2022년 9월 네이처紙에 발표되어 KSTAR가 달성한 초고온 플라즈마 장시간 운전 성과의 독창성이 국내외 학계에서 인정받는 성과를 올렸다. 무엇보다 고속이온을 물리적으로 이해하는 바탕을 마련하여 KSTAR의 1억도 초고온 플라즈마 운전성능 및 지속시간 향상, 그리고 향후 ITER 및 핵융합 실증로 운전 기술 개발에 기여할 것으로 기대된다.

고성능 플라즈마 장시간 운전제어 기술 축적

2022년 KSTAR는 고성능 플라즈마(βN ≥ 3) 12초 유지 및 H-모드에서 나타나는 경계면 불안정성 억제(ELM Suppression) 상태 45초 유지라는 세계적인 기록을 세우며 꺼지지 않는 인공태양 개발에 한 걸음 더 다가섰다. 1초의 천분의 일인 밀리세컨드의 차이에서도 결과가 달라지는 플라즈마 제어 관점에서 수십 초는 매우 긴 시간이다.

KSTAR의 최종 목표는 2026년 초고온 플라즈마 300초 연속 운전이다. 고성능 플라즈마의 장시간·안정적 운전 기술을 확보하기 위해 노력해온 KSTAR는 2018년 초전도핵융합연구장치 최초로 이온온도 1억도 초고온 플라즈마를 1.5초 유지하는 데 성공하였다. 이후 해마다 기록 경신을 거듭해 2021년 30초 운전기록을 달성하였다. 또한 고성능 플라즈마 지표인 βN~3급 유지시간도 2020년 7초에서 2021년 10초, 2022년 12초로 지속적으로 향상되었다.

더불어 KFE는 ITER 요구 성능을 구현하기 위해 고자장/금속내벽 조건에서의 시동 시나리오 개발 연구 및 ITER 표준운전모드 연구에도 매진하였다. 또한 가용 가열 범위 내에서 안정적인 최대전류(~1.2 MA) 플라즈마의 운전조건을 탐색하고, 유사시 빠르고 안전하게 운전을 중단하는 시나리오 탐색 등 ITER와 K-DEMO에 특화된 고성능 운전시나리오 개발도 추진되었다.

또한 인공지능 제어 알고리즘을 통한 실시간 ELM 제어 기술 개발은 2022년 고성능 플라즈마의 장시간 운전 성공을 뒷받침하였다. 2019년 KSTAR의 플라즈마 제어시스템에 이식된 인공지능 제어 알고리즘은 플라즈마의 H-모드 천이와 ELM 붕괴를 천분의 일초 수준에서 분류해 내며, ELM 붕괴가 없는 H-모드 플라즈마를 만들고 높은 플라즈마 베타값을 얻는 데 성공하였다.

KSTAR 장치 성능 고도화로 플라즈마 성능 뒷받침

한국의 인공태양 KSTAR는 고성능 플라즈마를 더 뜨겁게, 더 오래 지속하기 위해 장치성능 고도화 작업을 추진하였다. 2022년말 플라즈마 연소로 생긴 불순물을 제거하는 핵심 장치인 '디버터' 업그레이드에 착수하였다. 1억도 이상의 초고온 플라즈마 운전 시간이 늘어나며, 고온의 플라즈마를 더욱 오랜 시간 버틸 수 있도록 KSTAR의 플라즈마 대면장치 교체가 필요해진 것이다. KFE는 2019년 플라즈마 대향장치(PFC)의 공학설계 및 시제품 제작을 시작했으며, 2020년 시제품 성능테스트 및 냉각수 시스템 도입, 2022년 KSTAR 캠페인이 종료 후 텅스텐 소재의 디버터로 교체하기 위한 준비를 시작하였다. KFE는 새로운 디버터로 텅스텐 대면재료의 운전조건을 탐색하고, 초고온 플라즈마 300초 이상 운전 환경을 조성하는 등 ITER에 적용 가능한 운전기술 개발에도 기여한다는 계획이다.

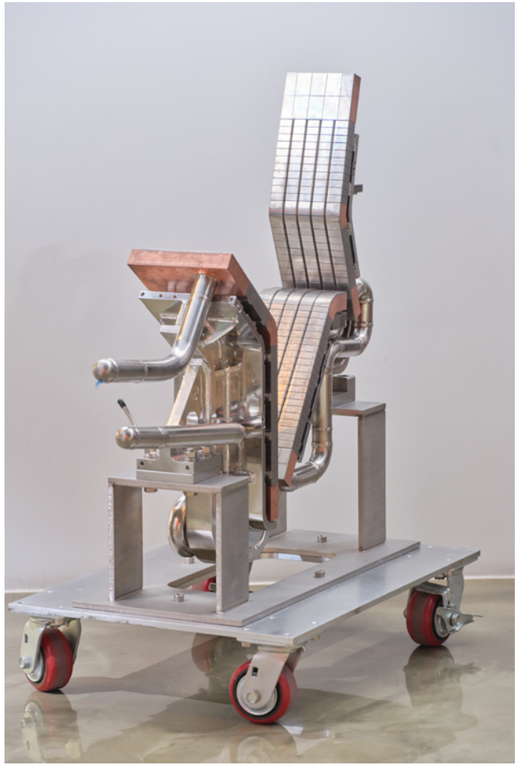
이와 함께 KSTAR를 더 뜨겁게 달굴 가열 및 전류구동 장치의 성능 향상도 함께 추진되었다. 중성입자빔가열장치(NBI-2)의 출력 향상과 전류구동 효율성 제고를 위한 성능 업그레이드를 추진하고, 4㎿ 고출력 운전을 50초 성공하였다. 또한 전자공명가열장치(ECH)는 3㎿ 출력 최적화를 통한 전류구동 효율성 향상에 기여하였으며, 2023년까지 5㎿ 출력기반을 확보하여 플라즈마 안정화에 기여 할 계획이다. 더불어 플라즈마 운전을 실시간으로 진단·제어하는 시스템을 연동하기 위하여 MIR/CSS 준자동화 제어 시스템도 구축하였다. 가시광 진단 광학계 개선 및 Zeff 분포 계산 알고리즘 개발, 도플러 반사계용 위상 배열 안테나 개발 등 신규진단계 개발도 활발히 추진되었다. 향후 ITER RTF 적용될 실시간 제어 시스템을 이용한 KSTAR 전원 보호 프로그램 개발이 진행되었으며, 초임계 헬륨계통 냉각회로 분석 및 운영 효율화를 위한 운전기술개발을 통해 연속운전 기준 전기요금 3% 절감이 기대된다.

KSTAR 찾은 14인의 핵융합 전문가, 자문위원회(PAC) 개최

세계적 핵융합 전문가 14명이 참여한 KSTAR 국제 자문위원회가 2022년 8월 29일부터 31일까지 개최되었다. PAC는 지난 3년 KSTAR 연구성과와 함께 시설 및 실험 프로그램에 대한 단기 계획(2022-2026)과 장기 계획(2026-2032)을 검토하였다.

PAC는 KSTAR연구본부가 이 독특한 3열 자기장 구조와 강력한 이론연구 및 모델링 노력과 국제적인 협업을 통해 3-D 토카막 물리학 분야에서 세계적 리더의 면모를 강화했다고 밝혔다. 특히 ITER 롱 펄스 또는 K-DEMO에 적용 가능한 상위 베타에 이르기까지 다양한 운영 시나리오를 탐색하고, 새로운 운전방식인 FIRE 모드를 발견하는 등 지난 3년간 보여준 과학기술적 성과를 높이 샀다. 이와 함께 높은 베타에서의 플라즈마 운전, MHD 안정성 및 배기 물리학과 같이 향후 ITER와 실증로 운전에 중요한 영역에서는 3D 영역과 동일한 수준으로 이론 및 모델링 노력을 강화하고, 공동 코드 개발 등을 위한 명확한 전략을 개발할 것을 권장하였다.

또한 2026년까지의 단기 계획과 관련하여 '텅스텐 디버터와 고베타 정상 상태 시나리오 개발' 계획을 KSTAR 미션 및 설계 특징과 일치하는 중요한 목표로 보았다. 3D 필드를 이용한 ELM 억제, 장치 성능 개선과 이에 수반되는 고급 모델링 프로그램을 포함한 시나리오 개발 전략을 비롯해 SPI 캠페인과 같은 ITER의 초기 운영을 지원하는 국제 협력의 중요성도 강조하였다. 한편 2026년 이후 장기계획과 관련하여 KSTAR와 K-DEMO 설계 팀 간의 긴밀한 협력이 K-DEMO의 기계 사양을 물리학과 기술의 격차를 식별하는 실질적인 요구 사항으로 변환하는 데 도움이 될 것이라고 조언하였다.



실시간 RMP 통합 제어 기반 ELM 제어 장시간 유지 및 성능향상

연구개요

- 인공지능 기반 실시간 제어 기술과 3차원 자기장(RMP, Resonant Magnetic Perturbation) 최적화를 통합적으로 활용함으로써, 플라즈마 경계면 불안정성 현상(ELM, Edge Localized Mode)의 장시간 제어 및 플라즈마 성능향상 연구

연구내용

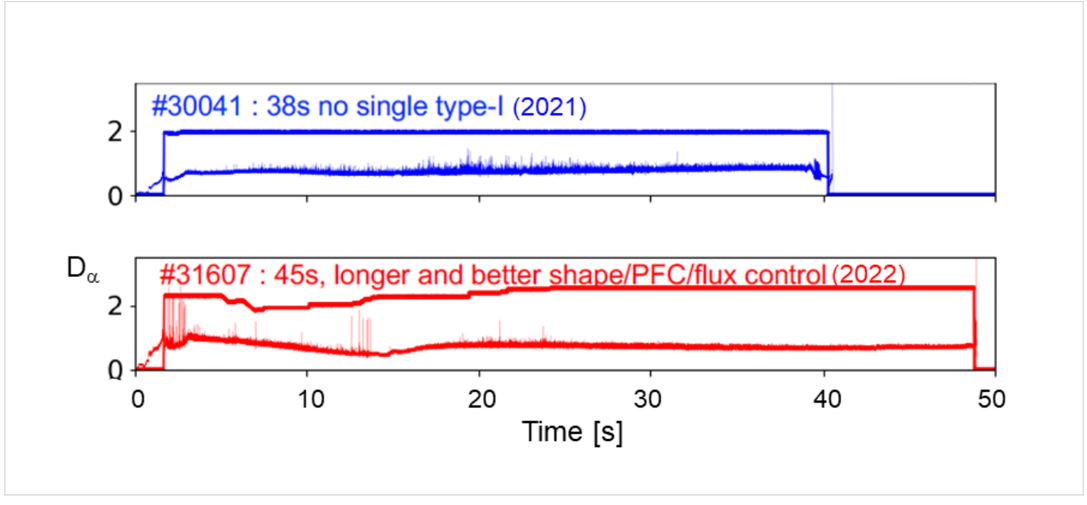
- 어댑티브(adaptive) 제어 기술(3차원 자기장의 세기와 구조를 실시간으로 조절), 기계학습(Machine Learning) 알고리즘(실시간 플라즈마 상태 및 L-H 판단 및 RMP 인가), 가장자리 국소 RMP 스펙트럼 최적화 기술(ERMP, Edge-localized RMP) 개발

주요성과

- 정성적 성과 : 어댑티브 ELM 제어 및 기계학습 모델과 RMP 스펙트럼 최적화 기반의 고성능 장시간 ELM 제어 실험을 통하여 ELM 제어시의 세계 최장 운전 시간 달성 (~45초) 및 ELM 제어 중 기존의 최대 플라즈마 성능과 비교해 약 10% 향상된 최대 2.65의 베타값(β_N)을 달성
- 정량적 성과 : APS-DPP 2022 등 다수의 국제학회 발표 및 논문 게재*

기대효과

- ITER나 K-DEMO 등의 차세대 핵융합로에서 요구되는 고성능 장시간 플라즈마에서의 ELM 제어를 위한 최신 기술을 제공함으로써, 세계 최고 수준의 ELM 제어 및 KSTAR 만의 독자 기술로 활용 기대



인공지능 기반 실시간 제어 기술과 3차원 자기장 최적화를 통한 2021년(38초)과 2022년(45초) 플라즈마 운전구간 비교표

FUSION ENGINEERING RESEARCH

핵융합공학연구본부

시뮬레이션과 가상화 기술,
핵융합연료시스템 등 실증로
핵심 기술 개발을 통해
KSTAR와 ITER를 넘어,
차질 없는 한국의 핵융합 실증로
건설을 준비한다.

슈퍼컴퓨터와 가상화 기술로 대비하는 실증로 시대

- 플라즈마 난류/수송 시뮬레이션 및 초전도 자석관련 전산해석 방법 개발
- 실증로 핵심기술 증식블랑켓 및 연료주기, 디버터시스템 연구
- 가상화 기술로 더욱 발전 하는 핵융합, Virtual KSTAR 개발
- 극한 핵융합토카막 환경에서 작업 가능한 원격조작 기술 개발
- 초고성능컴퓨팅 센터 지정으로 핵융합 연구개발 거점 자리매김

플라즈마 난류 시뮬레이션 코드 개발 및 초전도 자석관련 전산해석 방법 개발

시뮬레이션 코드와 같은 핵융합 SW 기술은 핵융합 실증로 개발의 중요한 자산이다. 핵융합 플라즈마에서 나타나는 대표적 불안정 현상 중 하나인 토로이달 알펜 모드(이하 'TAE 불안정 현상')를 해석·예측할 수 있는 국산 핵융합 시뮬레이션 코드 연구성과가 2022년 6월 7일 국제 학술지 'Physics of Plasmas'에 소개되었다. TAE 불안정 현상이란 핵융합 플라즈마의 고속이온과 플라즈마가 자기장에 의해 만드는 일정한 파형의 상호작용 과정에서 생기는 불안정 현상으로 플라즈마 내부의 고속이온을 이탈시켜 가둠을 방해한다. 플라즈마 입자 중 일반 이온보다 수 배 높은 운동에너지를 갖는 고속이온은 핵융합에 필요한 플라즈마의 온도와 성능을 높이는 역할을 한다. 이에 고속이온을 안정적으로 가두는 것은 핵융합 반응을 유지하기 위한 핵심 과제 중 하나이다. KFE는 기존에 국내기술로 개발된 핵융합 시뮬레이션 코드인 gKPSP를 활용해, 고속이온의 움직임에 따른 TAE 불안정 현상의 변화를 계산하고, 이를 예측할 수 있는 '고속이온 시뮬레이션 코드'를 개발하였다. 기존 gKPSP 코드는 핵융합 플라즈마 수송 현상을 분석하는 데 주로 사용됐지만, 이번 연구로 TAE 불안정 현상과 같은 전자기 현상의 분석 기능이 확장되었다. 해당 코드는 고속이온의 가둠 성능 분석에 활용돼 고속이온의 가둠 성능 최적화를 통한 플라즈마 성능 향상 기술 확보에 이바지할 전망이다.

한편 인류 공통의 숙제를 풀어야 하는 R&D 분야에서 개방형 플랫폼을 통한 협업도 활발해지고 있다. KFE는 고온초전도체 모델링(HTS Modeling) 커뮤니티에 공개된 고온초전도자석의 자기장 계산에 대한 기존 연구를 개선한 결과를 2022년 10월 전기전자학회(IEEE) 저널에 발표하였다. 고온초전도체 설계에 고려해야 할 전류 전송 능력(임계전류) 산출을 위한 새로운 전산 해석방법을 개발한 성과로, 자기장 계산에 있어서 불가피하게 취급할 수밖에 없는 빈 공간(air volume)을 획기적으로 줄일 수 있다.

또한, 외부 자기장의 효과를 고려한 모형개발이 수월하여 실제 초전도체의 작동환경을 보다 쉽고 정확하게 다룰 수 있다. 더불어 연구결과는 고온초전도도체의 성능해석에 직접 활용 가능해 효율적인 자기장-전류 모형의 연구개발에도 영감을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

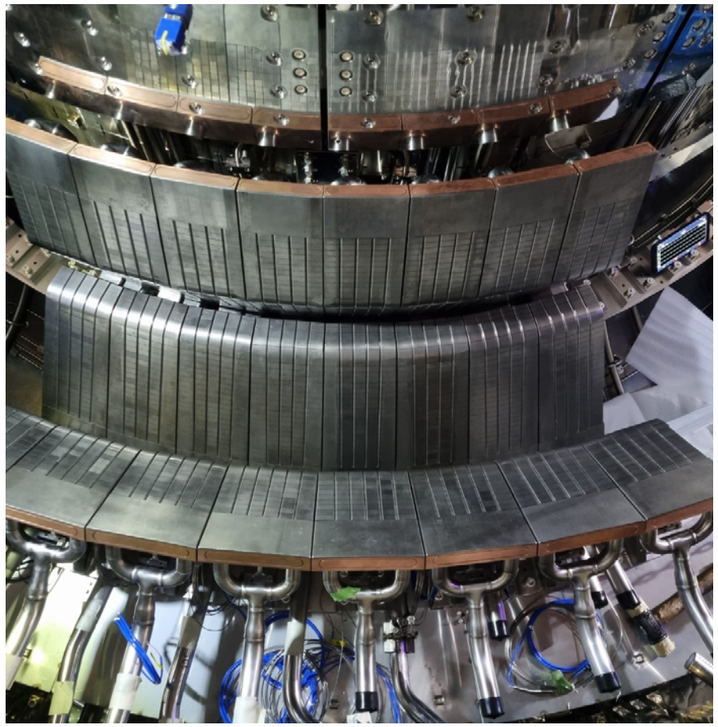
실증로 개발의 핵심기술, 증식블랑켓·연료주기·디버터시스템

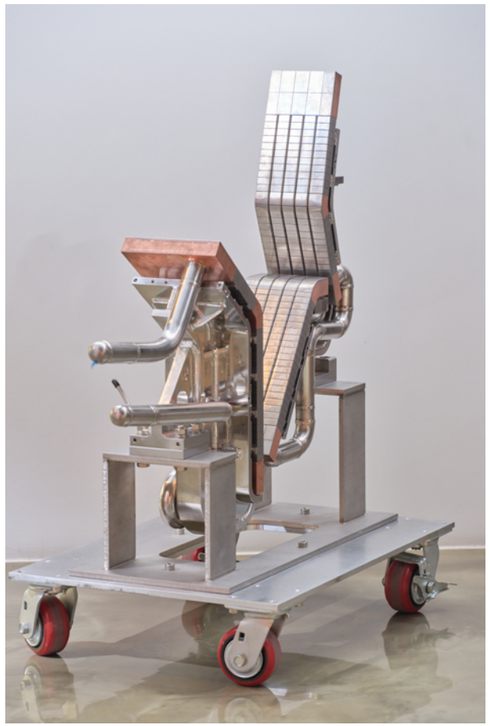
증식 블랑켓은 핵융합 연료인 삼중수소를 대량으로 생산하는 동시에 핵융합 반응의 결과물인 중성자의 운동에너지를 열에너지로 변환하고, 중성자와 감마선을 차폐하여 진공용기와 초전도자석을 보호하는 세 가지 역할을 담당하는 핵심 장치이다.

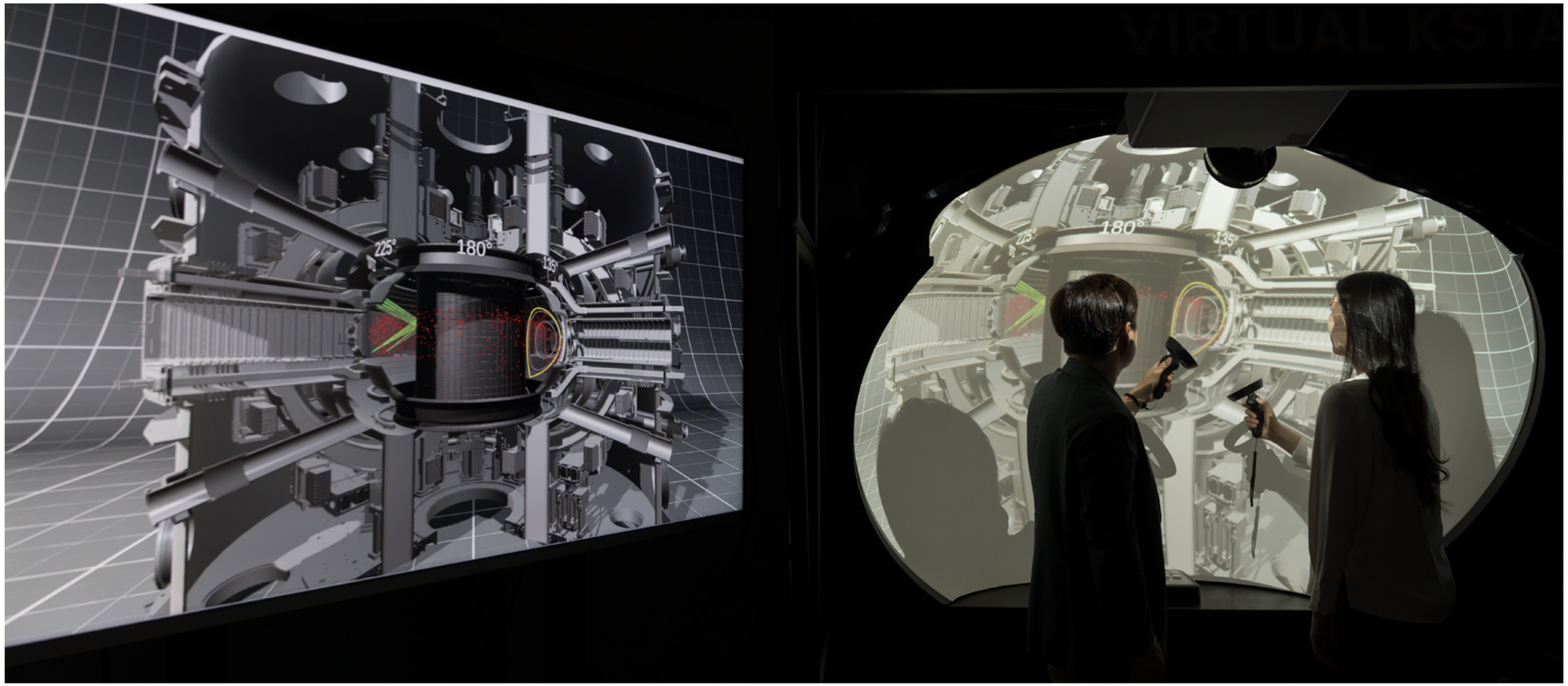
2050년 한국형 실증로를 운용하려면 2030년까지 ITER TBM 설치 및 이후 ITER 핵융합 환경에서 TBM을 실증하고, 이에 병행하여 조속한 시점에 증식블랑켓 목업의 성능 및 안전성을 검증할 수 있도록 실증로와 같이 (준)연속 운전이 가능한 중성자생산시설을 구축하여 2040년 즈음 삼중수소증식율 및 삼중수소 추출성능 검증이 완료되어야 한다.

이를 위해 KFE는 증식블랑켓 설계개념 도출 및 해석 모델링 연구를 추진하여 핵융합 실증로용 증식블랑켓 요구조건 및 설계인자 후보를 도출하고, 증식블랑켓 예비개념 설계 및 일차벽 형상 설계개념 기술보고서를 작성하였다. 더불어 연료인 삼중수소 사용에 따른 핵융합로용 저방사화 구조재 개발을 위한 단기·장기 로드맵을 마련하고, 한국형 저방사화 철강재의 10,000시간 이상 장기 크립 물성 데이터베이스 구축에 나섰다.

더불어 실증로의 연료인 삼중수소의 핵융합로 내 자급을 위하여 삼중수소를 생산·회수·저장·공급하는 연료주기 기술 개발을 위하여 삼중수소 취급 기술 분석 및 공정 최적화를 위한 Superstructure 구상에 착수하였다.







KSTAR 장치를 가상현실로 구현하는 Virtual KSTAR

현실의 실증로 건설을 위한 핵심기술 개발과 더불어 '가상 핵융합로' 개발을 추진해 온 KFE는 2022년 '가상 KSTAR'의 전체 형상을 완성하였다. 가상 KSTAR를 기반으로 만들어질 가상 핵융합로는 실증로 설계의 최적화와 건설 리스크의 최소화를 위해 효율적으로 활용될 수 있다.

KSTAR 장치를 가상현실에 구현하는 Virtual KSTAR는 시뮬레이션 연구 결과가 실제 장치에 미치는 영향을 반영하는 동시에 실제 장치의 운전조건이 변경되면 시뮬레이션에 어떤 변화가 생기는지를 확인하며 더욱 선도적인 핵융합 연구를 추진할 수 있는 기반이 된다.

그간 KFE는 핵융합 물리현상에 대한 이론연구와 모델링 연구의 바탕 위에서 시뮬레이션과 디지털 트윈, 그리고 둘을 통합한 Virtual KSTAR 실현이란 큰 방향성을 갖고 SW 연구를 추진해 왔다. 현재 Virtual KSTAR를 통해 장치의 운전상태와 KSTAR의 내벽온도 변화 등 실제 실험 내용을 직관적으로 볼 수 있는 3차원 디스플레이 모니터링 시스템 구축도 마무리 단계이다. 2025년 플라즈마, 가열 및 전류구동 시뮬레이션 기능 통합, 2026년에는 통합시뮬레이션 가능한 Virtual-KSTAR 구현이 목표이다.

극한 환경의 실증로 유지보수 책임질 핵융합 원격조작 기술 개발

앞으로 건설될 핵융합 실증로는 핵융합 반응에 의한 고온의 열속, 고자기장, 방사화 등 극한 환경 조건으로 인하여 작업자의 접근이 제한되므로 원격으로 유지보수를 진행해야 한다. 따라서 핵융합 실증로의 개념설계 단계부터 주기적인 검사·교체 등 원격유지보수를 고려한 자동화 설계를 적용하고 실증로 환경에 적합한 로봇 시스템을 개발이 요구된다.

더욱이 핵융합로용 로봇은 일반 산업현장에서 사용되는 로봇과 달리 핵융합로 내부의 초고온·고진공·고자기장 등 극한 환경을 견디면서도 복잡한 핵융합로 내에서 주변 장치와 시스템을 손상하지 않고 검사·절단·용접 등의 유지보수 작업을 원격으로 수행한다. 따라서 고도의 로봇 시스템 개발이 필요하다.

KFE는 핵융합 실증로 원격유지보수 전략 수립 연구를 수행하는 한편 KSTAR에 적용할 수 있는 로봇팔 및 시뮬레이션 개발을 추진하였다. 또한 로봇 암 메커니즘 검증용 모듈 목업 제작 및 시험, 소형파이프 내부 용접·가공기 상세설계에 착수하는 등 핵융합 실증로에 필요한 원격유지보수 기술 개발을 위한 기반을 마련하였다.

초고성능컴퓨팅 센터 지정으로 초고성능컴퓨팅 활용 핵융합 연구개발 중심지 역할

디지털 트윈, AI 등 최첨단 기술과 핵융합의 결합을 통해 핵융합 난제를 풀기 위한 시도가 확대되며 슈퍼컴퓨터의 중요성도 더욱 커지고 있다.

2022년 KFE는 국내 초고성능컴퓨팅 전문센터로 지정되어, 초고성능컴퓨팅을 활용한 국내 핵융합 연구 개발의 거점지로 자리매김하였다. 초고성능컴퓨팅 자원은 핵융합 연구 뿐 아니라 빅데이터의 분석, AI 기술 등 주목받는 최첨단 과학기술 연구개발을 위한 필수요소이다. 전문센터는 초고성능컴퓨터의 전문적 활용이 필요한 분야에 대하여 전문성을 보유하고 해당 분야에 특화된 자원과 인력, 기술을 기반으로 전문화된 서비스를 제공하며, 이를 바탕으로 해당 분야 연구개발의 수행 및 초고성능컴퓨팅 활용을 활성화하는 거점 역할을 수행한다. KFE는 2011년부터 핵융합 연구전용 슈퍼컴퓨터인 '크라켄'을 활용해왔으며, 2020년에는 1PF급 슈퍼컴퓨터 '카이로스'를 추가 도입하여 핵융합 이론 및 각종 시뮬레이션 연구를 추진해 왔다. 이번 정식 센터 지정을 통해 관련 체계의 확대와 정비가 이루어지고, 정기적이고 안정적인 역할을 수행할 수 있는 제도적 근거가 마련되었다.

더불어 KFE는 핵융합 고성능 시뮬레이션 연구성과 확대를 위한 핵융합 슈퍼컴퓨터 '카이로스' 활용 교육을 7월 12~13일 이틀간 진행하였다. KFE는 핵융합 시뮬레이션 연구 확대를 위하여 지난 2020년 '카이로스'를 도입하고, 국내 대학 및 연구기관과 함께 핵융합 시뮬레이션 연구를 위한 공동연구장비로 활용하고 있다. 2022 카이로스 활용 교육은 갈수록 중요성이 높아지는 핵융합 시뮬레이션 연구를 활성화하고 성과를 확대하기 위해 마련되었다. 교육은 카이로스 슈퍼컴퓨터의 시스템 및 소프트웨어 활용 교육과 핵융합 시뮬레이션 개발 및 활용 연구 현황 발표 등으로 진행됐으며, 급속히 변화하는 슈퍼컴퓨터 기술의 현재와 미래를 살펴봄으로써 미래의 연구환경을 대비하고 공동연구 확대를 위한 연구 네트워크 강화의 시간도 마련되었다.

전자기-구조 연성해석 환경 개발을 통한 실증로 디버터의 통합공학해석

연구개요

- 전자기-구조 연성해석이 가능한 환경을 개발함으로써 실증로 플라즈마 붕괴 시 디버터에 발생하는 전자기력과 이로 인한 변형 및 응력을 평가

연구내용

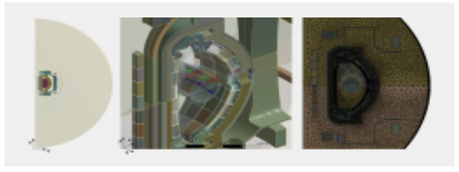
- ANSYS Emag Solver를 이용하여 핵융합 실증로의 플라즈마 붕괴 시 발생하는 전자기력을 다양한 시나리오에 대해 계산하고 이 힘을 구조해석에 적용하여 디버터의 구조적 건전성을 평가할 수 있는 통합해석환경을 개발

주요성과

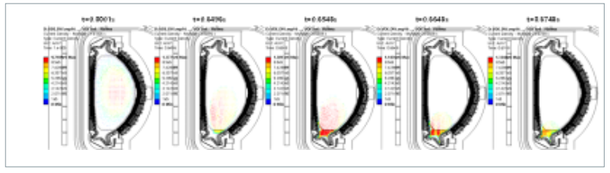
- 핵융합 실증로의 대표적인 플라즈마 붕괴 시나리오인 MD (Major Disruption), VDE (Vertical Displacement Events)의 6종에 대하여 전자기력을 평가하고 각 시나리에오 의한 구조해석을 수행하고 연성해석 환경을 개발

기대효과

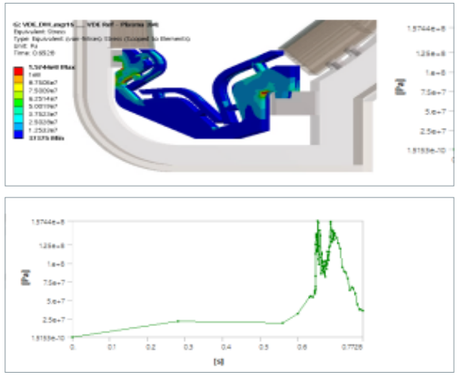
- 개발된 통합해석환경을 통해서 실증로 디버터 뿐만 아니라 블랑켓, 진공용기 등 다양한 주요 부품의 전자기력 및 구조 안전성 평가 활용에 기대



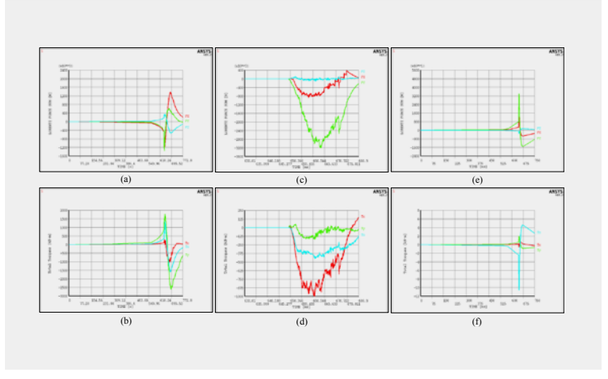
전자기장 해석을 위한 모델



실증로 플라즈마 붕괴시나리오 (예: VDE_DW_exp16ms)



실증로 플라즈마 붕괴(예: VDE_DW_exp16ms) 시 전자기력에 의해 디버터에 발생하는 응력 평가



실증로 플라즈마 붕괴(예: VDE_DW_exp16ms)에 의해서 발생하는 전자기력(PFV:좌, HC:중, TFV:우)

핵융합에너지 개발의 게임체인저? 고온초전도 도체 개념연구

연구개요

- 초고자장으로 핵융합에너지 개발의 혁신이 기대되는 고온초전도 도체 개념을 개발하여, 기존 저온초전도 자석의 한계를 극복하고 세계 최고 수준과 경쟁할 수 있는 핵융합로용 자석 핵심기술 개발

연구내용

- 새로운 형태의 고온초전도 도체(고온초전도 선재를 적층한 형태로 핵융합로용 거대 자석 기반 기술) 및 열수력 해석기술(해당 도체로 제작한 자석 안정성 분석) 개발

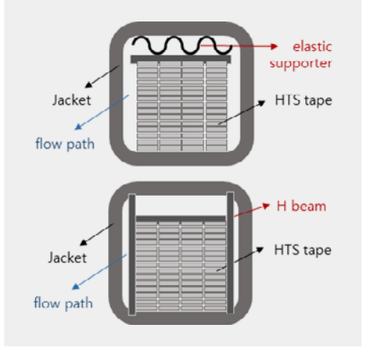
주요성과

- **정성적 성과** - 관련 기술을 선도하고 있는 미국과 유럽의 기술적 장점을 접목하여 독자적인 기술 개발 기반 확보

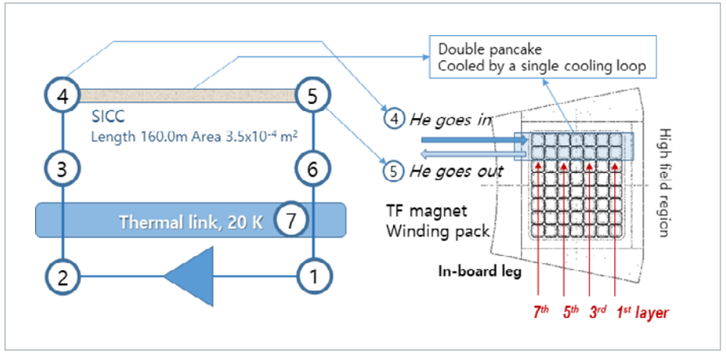
  정량적 성과 - 고온초전도 도체 개념에 대한 특허 출원 1건 및 열수력 해석에 따른 분석 내용에 관한 논문 투고

기대효과

- 개념연구에 따른 실제 제작을 진행하고 있으며 실험적 검증을 통해 기술이전 및 사업화 추진 예정



고온초전도 도체 개념



열수력 해석기술 개념도

ITER
KOREA

ITER KOREA

ITER한국사업단

ITER 한국사업단과
국내 산업체의 긴밀한 협력으로
국제 핵융합에너지 실증무대가 될
ITER 건설에 이바지하며
세계의 인공태양 완성을 위한
단단한 토대를 구축하였다.

한국의 기술과 인력으로 완벽한 ITER 건설 실현한다

ITER 한국사업 건설 2단계 종료 및 3단계 착수

제1회 Korea-ITER 박사후연구원 파견

진공용기 및 블랑켓 차폐블럭, 진단 및 전원장치 조달 순항

ITER 기구 및 회원국과의 국제협력 강화

ITER 한국사업 건설 2단계 종료 및 3단계 사업 착수

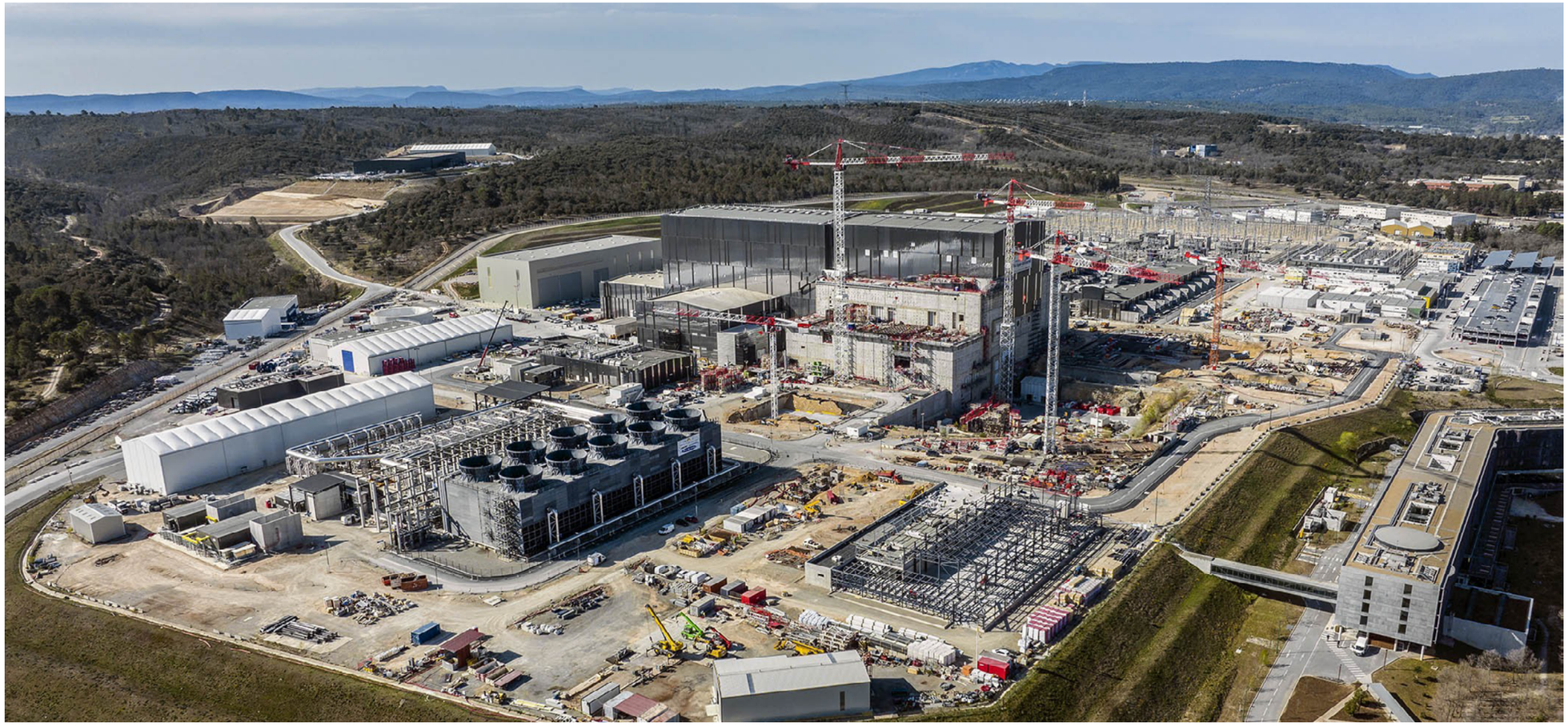
ITER 국제공동개발사업은 핵융합 반응을 통해 대용량 전기 생산 가능성을 공학적으로 실증하기 위한 500MW급 국제핵융합로 건설과 운영을 통해 2050년대 핵융합에너지 상용화를 위한 핵심기술 확보가 목표이다. 우리나라는 EU, 일본, 미국, 중국, 인도, 러시아 등 7개국이 공동으로 추진하는 국제핵융합로 ITER 건설 프로젝트에 참여하고 있다.

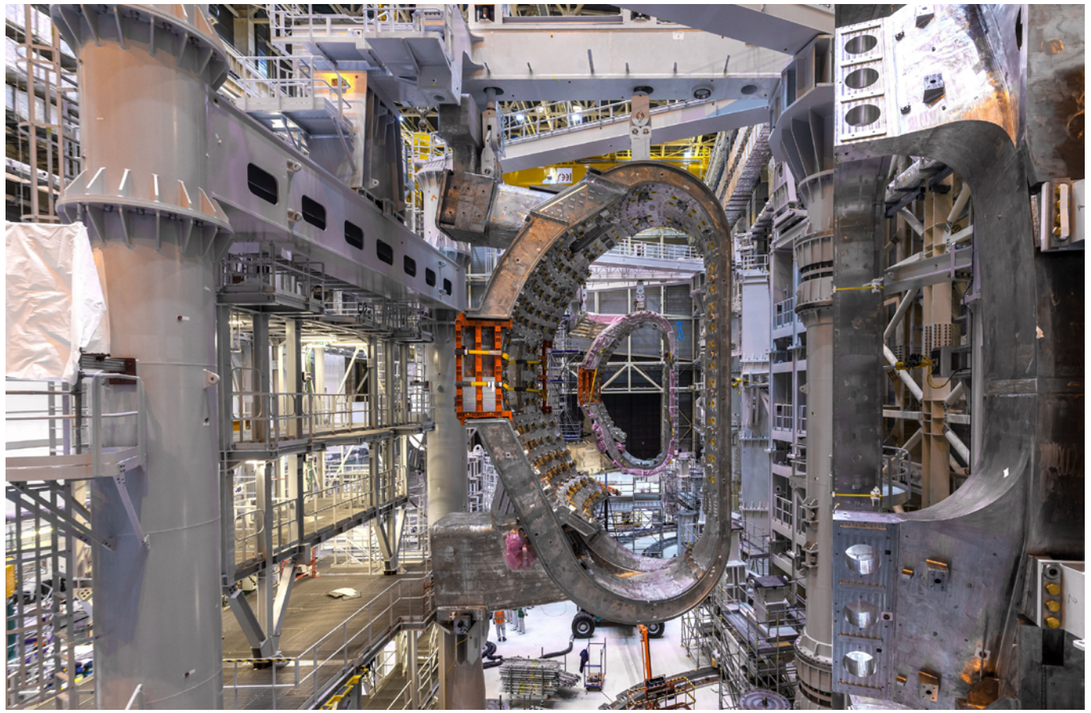
ITER 한국사업은 2004년 2월 1일 시작돼 2025년 12월 31일까지 약 22년간 건설완료(최초 플라즈마 달성)를 목표로 추진된다. 건설완료를 위한 사업 기간은 ▲준비단계(2004.2.1.~2008.1.31.)부터 ▲1단계(2008.2.1.~2012.1.31.) ▲2단계(2012.2.1.~2021.12.31.) ▲3단계 2022.1.1.~2025.12.31.)로 나뉜다.

ITER 한국사업단은 2021년 12월 31일 2단계 사업이 마무리됨에 따라 2022년 1월 시행된 사업계획 대비 성과를 평가받는 종료평가 결과 S등급(총괄)을 받았으며, 사업비 집행 결과 또한 '적정'으로 평가받았다.

더불어 3월에는 3단계(2022.1.1.~2025.12.31.) 추진계획(안) 확정에 따른 3단계 연구개발계획서 점검회의(연구재단)에 적절 대응을 통해 안정적 사업수행 및 예산에 대한 적정성을 확보하였다.

이를 토대로, ITER한국사업은 3단계 2022년도 1차년도 사업으로 6개 과제에 착수하였으며, 2023년 2차연도 예산은 과기부(원자력기금), 산업부(전력기금)과 긴밀한 협력을 통해 정부수탁이 확보되었다.





핵융합 인재양성의 요람, 제1회 Korea-ITER 박사후연구원 3명 파견

핵융합 연구를 이끌 우수 인재 양성은 미래 핵융합에너지 실현을 위한 필수과제이다. 2022년 12월 말 기준 공개경쟁을 통해 ITER 국제기구에 채용되어 근무하고 있는 한국인은 65명이다. 공개채용을 통한 ITER 근무자 외에도 2022에는 핵융합 전문인력 양성을 목표로 선발된 제1회 Korea-ITER 박사후연구원 3명이 22년 9월 ITER 국제기구 근무에 착수하였다.

'Korea-ITER 박사후연구원 지원사업'은 대한민국 국적의 신진 핵융합 연구인력(5년 이내 박사학위 취득자)을 매년 3명씩 선발하여 ITER 기구에서 2년간의 근무 기회를 제공하는 프로그램으로 2022년 신설되었다. ITER건설 프로젝트에 참여하는 7개 회원국 국민을 대상으로 공개경쟁을 통해 진행되는 기존 선발 절차와 달리, ITER 기구-ITER 한국사업단 공동 선발기구를 통해 대한민국 국적의 박사후연구원만을 선발하여 국내 신진연구자에게 더 많은 ITER 경험 기회를 제공할 수 있게 되었다. 제1회 Korea-ITER 박사후연구원은 ITER 국제기구의 채용공고(2~4월), ITER-한국사업단 공동심사(4~5월) 과정을 거쳐 플라즈마 대면 및 진단, 전자공명가열(ECH) 연구 분야의 최종 합격자 3명을 선발하였다. 이들은 앞으로 2년간 ITER 국제기구 소속 직원으로 엔지니어링(2명), 과학·운전(1명) 부문에서 근무하며, 세계 최고 수준의 핵융합 기술을 습득하고 연구 경험을 축적할 전망이다.

한편 'Korea-ITER 박사후연구원' 프로그램은 과기정통부의 적극적인 요청과 한국의 차세대 전문인력 양성이 ITER 사업의 성공에도 이바지할 수 있다는 ITER 기구와의 공감대 형성에 따라 추진되었다. 이를 위해 ITER 한국사업단과 ITER 국제기구는 2022년 1월 '박사후연구원 계약'을 체결하는 등 체계적 사전 준비를 마쳤다. 이를 계기로 국내 신진인력이 국제무대에서 우수한 역량을 축적하여 ITER 운영단계(`26~)에 활발히 참여하고, 국내 핵융합 실증 연구를 선도해 나가는 인력 선순환이 이루어질 것으로 기대된다.

세 번째 진공용기 등 조달 업무 순항, 차질 없는 ITER 건설 뒷받침

2022년 1월 한국에서 출발한 진공용기 세 번째 섹터(섹터#8)가 약 2달 만에 프랑스 카다라쉬 ITER 건설 현장에 도착하였다. ITER 진공용기를 구성하는 9개의 섹터 중 우리나라는 ITER 국제기구 간 위임계약을 포함하여 총 4개 섹터의 조달을 담당한다. 우리나라는 지난 2020년 첫 번째 섹터 조달을 성공리에 완수하였으며, 2021년에도 두 번째 섹터의 적기 조달을 완료하였다. 한국이 조달할 마지막 진공용기 섹터#7은 12월 최종 조립을 완료하고, 프랑스행을 준비 중이다.

2022년 ITER 한국사업단이 진행한 조달 업무는 진공용기 포트 외에도 블랑켓 차폐블록, ITER 진단장치와 전원장치, ITER 삼중수소 저장·공급 시스템 개발 등 다양한 분야에서 순조롭게 진행되었다. 먼저 ITER 진단장치 분야에서는 중성자 방사화 시스템과 진공자외선 분광기 개발이 추진되었으며, 18번 상부포트 통합장치 개발이 진행되었다. 또한 TF 컨버터 및 변압기 단락시험 및 공장시험 등 전원장치 조달 업무도 추진되었다.

ITER 참여국들은 핵융합 실증로 건설에 앞서 증식 블랑켓의 기능 및 효과를 ITER 환경에서 미리 평가하고 검증해 볼 수 있도록 시험 모듈 형태로 개발을 추진하고 있으며, 이를 테스트 블랑켓 모듈(Test Blanket Module), 즉 TBM이라 한다. ITER 한국사업단은 2022년 TBM 설계 및 기술 개발을 위하여 한-EU TBM 공동개발 약정서 및 TBM 약정서를 작성하고, TBM 안전 인풋 작성 등 TBM-PT 공통 업무를 수행하였다.

ITER 회원국과의 전략적 협력 및 사업관리 만전

핵융합 선진 7개국이 힘을 합쳐 핵융합에너지 실현을 위한 거대 인공태양을 건설하는 인류 최대 국제협력 프로젝트 ITER의 성공은 7개 회원국이 약속한 각자의 역할을 성실히, 그리고 성공적으로 수행할 때 가능하다. 따라서 공통된 기술기준과 절차, 합의와 소통의 프로세스 구축 및 실행은 신뢰 형성의 기반이다. ITER 한국사업단은 2022년 품질보증시스템 안정화 및 조달 품목별 조달관리를 체계화하고 ITER 한국사업 종합사업관리시스템을 마련해 기술·지식재산의 관리 효율성을 높였다. 또한 ITER 이사회 및 산하위원회(MAC 등)에 전략적으로 참가하고, 양자 협력을 지속적으로 강화하며, 실무그룹 참여 확대로 협력 네트워크를 강화하였다. 더불어 건설 베이스라인과 핫셀복합동 시설에 대한 검토, 2022 경영평가 및 운영 베이스라인 수립 등 주요 사안에 대하여 적극적으로 입장을 개진하였으며, 2022년 조달품목별 기술자료 중심 현황을 점검하고, 자료 등록도 추진하였다.

수소 동위원소 저장·공급 용기 개발 및 검증

연구개요

- ITER 핵융합 연료주기를 위한 독자적 설계의 삼중수소 저장·공급 용기 개발 및 검증

연구내용

- ITER 연료주기 삼중수소 플랜트에서 사용될 수소 동위원소(삼중수소, 중수소)의 안전한 저장 및 공급을 위한 저장·공급 용기 개발
- 설계요건, 설계개념, 제작 절차 수립 및 실험 용기 제작을 완료하고, 수소/중수소를 이용한 성능 검증을 수행

주요성과

정성적 성과

- ITER 삼중수소 저장·공급 시스템의 핵심 구성품인 우라늄 기반 삼중수소 저장·공급 용기의 독자적 설계안을 제시함
- 다양한 크기의 실험 용기 제작 및 수소/중수소를 이용한 성능 검증 결과와 공정 영향성 실험 수행함. 이를 통해 핵융합을 위한 삼중수소 저장 용기 관련 독보적인 데이터베이스 구축 기반 수립
- 저장 용기 구성 부품/요소 선정 및 신뢰성 평가를 위한 체계적 요소 검증 실험, 수소화물 수소 저장재 기초 시험 및 성능평가 수행

정성적 성과

- SCI 저널 출판 : IJHE(International Journal of Hydrogen Energy), Vol. 47, pp22093
- 국제 학회 구두 발표 : 13th International Conference on Tritium Science and Technology (루마니아 / 2022년 10월)

기대효과

- ITER 및 핵융합 실증로 등 핵융합 연구/발전 시설과 다양한 삼중수소 이용 시설에 적용될 삼중수소 저장·공급 용기 기술기준 확립
- 수소 저장 용기의 개발 및 시스템 통합 성능 시험수행 역량은 수소 산업(수소 Energy Storage System, 수소 저장소 등)의 고체형 수소 저장 기술, 저장 용기의 개발 및 검증에 기여할 수 있을 것으로 기대됨

성능 검증시험용 우라늄 수소 저장용기(DU FB) 와 공정성능 검증시험 장치(DU-SPOVE)

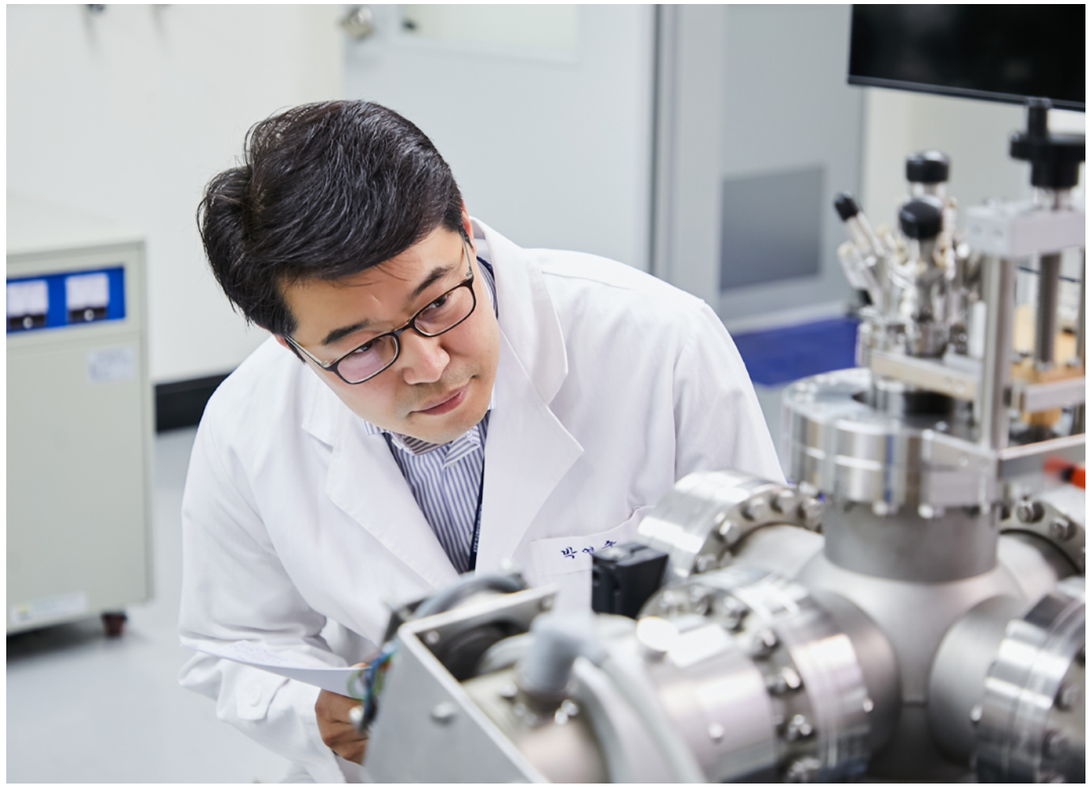
PLASMA
TECHNOLOG

PLASMA TECHNOLOGY RESEARCH

플라즈마기술연구소

플라즈마 전문 연구와
플라즈마 활용 연구의 균형발전으로
플라즈마 원천기술 개발과 첨단산업,
그리고 일상생활 곳곳에서
플라즈마의 활약을 이끌다.

원천기술 개발과 신산업 발전의 마중물 플라즈마



- 2022 세계 표준의 날 '국가표준화 부문' 장관 표창 수상
- 플라즈마 데이터 통합관리시스템 개발
- KFE-현대중공업 파워시스템-GS건설 업무협력 협약 체결
- 신개념 ECR 플라즈마 스퍼터링 기술, (주)아바코에 기술이전
- 플라즈마 이용 피부 보호 가능한 소독제 개발

2022 세계 표준의 날 '국가표준화 부문' 장관 표창 수상

세계 각국이 기술과 산업의 경쟁력을 선점하기 위해 플라즈마 연구를 활발하게 추진하는 가운데, KFE가 2022년 세계 표준의 날 기념식에서 국가표준화부문 산업통상자원부 장관 표창을 수상하였다. 각종 산업에서 활용도가 높은 플라즈마 기술개발에 필요한 플라즈마 물성 참조표준을 개발하고, 이를 보급하기 위한 '플라즈마 물성 데이터 센터'를 구축·운영하여 산업 발전에 기여한 공로를 인정받은 결과이다.

KFE는 각종 산업에서 활용도가 높은 플라즈마 기술개발에 필요한 양질의 플라즈마 물성 정보 데이터를 활용해 980여 건의 참조표준을 개발하였다. 플라즈마 물성 참조표준은 플라즈마를 산업에 적용하는 일종의 가이드라인과 같다. 즉, 플라즈마를 구성하는 전자, 이온, 원자 및 분자들의 물성값을 과학적으로 분석 평가하여 공인한 값이다.

KFE 플라즈마기술연구소 플라즈마물성데이터센터는 2006년 국가참조표준을 개발하는 데이터 센터 1호로 지정받아 플라즈마 관련 물성 데이터의 수집과 측정, 평가를 통해 '플라즈마 물성 참조표준'을 개발하여 보급해왔다. 이곳에서 확보한 표준 데이터들은 향후 개발되는 플라즈마 관련 기술의 완성도를 높이고, 산업 현장의 다양한 기술 수요에 신속하게 대응하며 우리나라 산업 기술력을 높이는 기반이 된다.

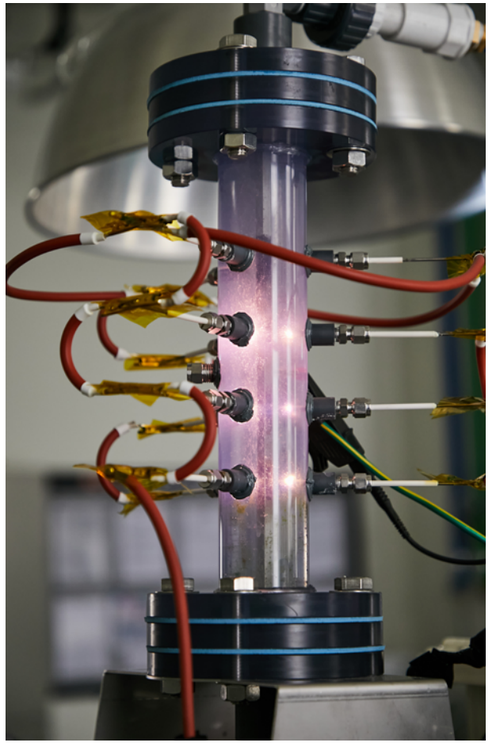
KFE는 국내 유일의 플라즈마 물성 및 특성 측정 중심기관으로서 앞으로도 신뢰할 수 있는 플라즈마 물성 데이터 확보 및 해석 역량 강화를 위해 노력할 방침이다.

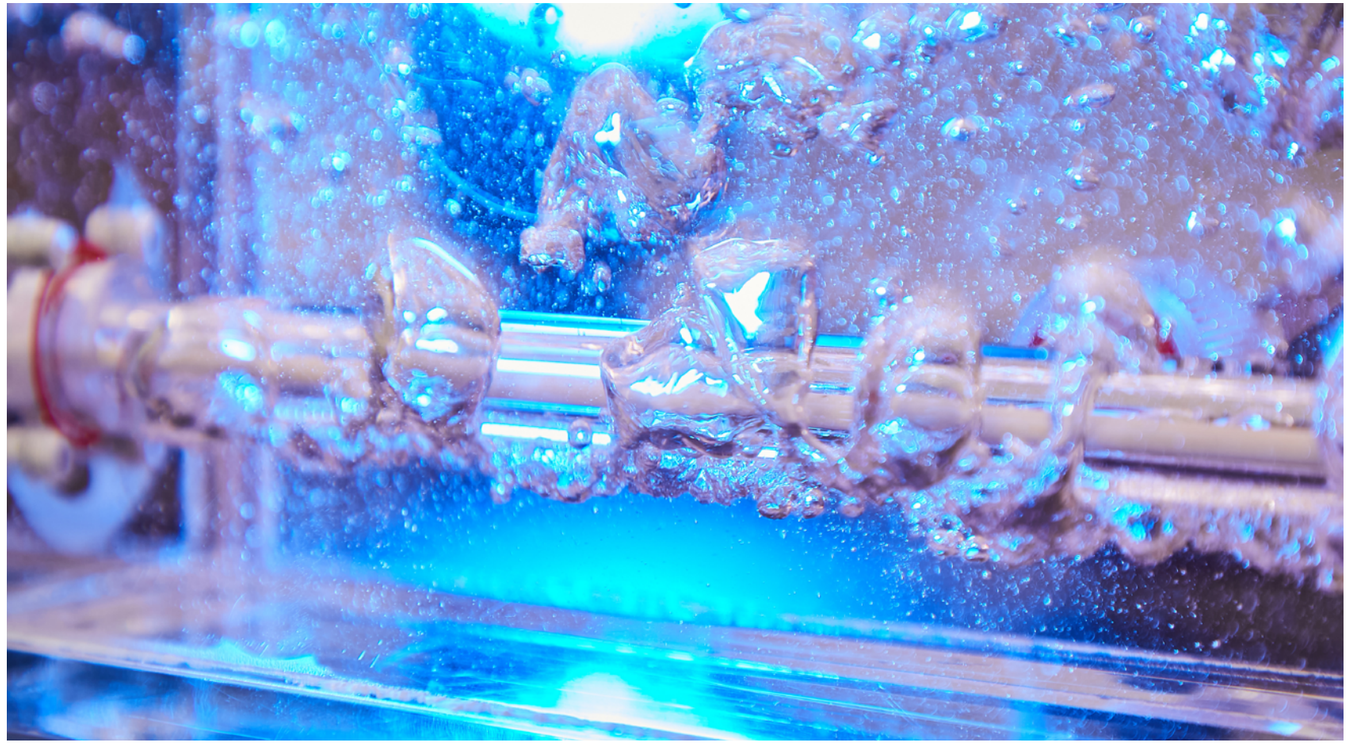
플라즈마 데이터 통합관리시스템 개발

플라즈마기술연구소는 국내 유일의 플라즈마 물성 데이터 관련 연구센터를 운영하며 산학연이 필요로 하는 플라즈마 물성 데이터들을 수집, 보급, 평가해왔다. 또한 플라즈마의 원자, 분자 간 물질 반응과 관련한 움직임을 규명하기 위하여 다양한 이론 연구와 함께 플라즈마 실험장치를 이용하여 데이터 연구에 활용하고 있다.

하지만 플라즈마 연구에 데이터를 이용하기 위해 각 장치마다 저장된 데이터를 일일이 접속하여 확인하고, 또 이를 분석하기 위해 한곳에 모으는 작업을 해야 하는 애로가 있었다. 이에 플라즈마기술연구소는 각 실험장치에 있는 데이터를 연구자들이 효율적으로 활용할 수 있도록 한 번에 수집·처리 가능한 플라즈마 데이터 통합관리시스템을 개발해왔다. 2022년에는 ▲플라즈마 물성 데이터 수집 시스템 성능 개선, ▲연구데이터 관리를 위한 리포지토리 설계 및 구축, ▲IAEA 협력 핵융합 분야 플라즈마 물성 참고문헌 수집 등의 작업이 추진되었다.

분야별 성과를 살펴보면 먼저 플라즈마 물성 데이터 수집 시스템 성능 개선을 위해 플라즈마 참조표준 데이터 수용을 위한 DB 구조 설계를 완료했으며, 플라즈마 참조표준 데이터 제공을 위한 검색 기능을 개발하고 이를 배포하였다. 또한 연구데이터 관리를 위한 리포지토리 설계 및 구축을 위해 해외 플랫폼 사례를 조사했으며, 플라즈마 연구데이터(DMP)를 구축하고, 리포지터리 시스템 적용을 위한 데이터 e북 템플릿 샘플을 완성하였다. 더불어 IAEA 협력 핵융합 분야 플라즈마 물성 참고문헌 수집을 위해 IAEA-AMBDAS 2021년도 문헌 데이터를 116건 업데이트하고, 기존 물성데이터를 분류하고 동향을 파악하였다.





(주)HPS·GS건설과 고온 플라즈마 폐자원 가스화 상용로 개발 추진

산업화와 도시화의 진전으로 현대인의 삶은 편리해진 반면, 생활쓰레기와 산업폐기물의 급증으로 환경문제가 심각하다. 플라즈마기술연구소는 4월 12일 ㈜현대중공업 파워시스템(HPS), ㈜GS건설과 '고온 플라즈마 가스화 상용로 개발을 위한 업무협력 협약'을 체결하고, 고온의 플라즈마를 활용해 폐기물을 친환경적으로 처리하는 동시에 고순도 수소를 생산할 수 있는 '고온 플라즈마 가스화 상용로' 개발에 착수하였다.

세 기관은 ▲플라즈마 열분해 가스화 시스템 기술개발 연구 및 설계, ▲플라즈마 열분해 가스화 상용로 장치 개발 및 제작, ▲고온 플라즈마 가스화 기술의 사업화를 위한 협력을 추진하고 있다. 플라즈마 가스화 기술은 고온의 플라즈마로 폐기물 내 유기물들을 열분해하여 단위 분자인 수소, 일산화탄소 등으로 쪼개어 가스화하는 기술로 대기오염물질이 발생하지 않는 친환경 폐기물 처리 방식이다. 특히 배출되는 열분해 가스를 정화하여 수소 생산의 원료로 사용할 수 있을 뿐 아니라, 가스 터빈을 사용하면 발전도 가능해 폐자원을 에너지로 전환할 수 있다.

플라즈마기술연구소는 플라즈마 가스화로 상용로의 핵심기술인 500kW급 대용량 플라즈마 토치를 개발했으며, 현재 일 처리량 1.5톤 규모의 실험로를 운영하고 있다. ㈜HPS는 친환경적인 폐자원 에너지 유효 이용 원천기술을 확보할 수 있는 하루 100톤 급 플라즈마 폐자원 가스화 상용로의 개발과 제작을 진행할 예정이다. 또한 GS건설은 플라즈마 폐자원 가스화 상용로 시스템을 이용한 발전 및 수소 생산 시설 구축 기술을 개발할 계획이다. 출연연의 축적된 기술과 대기업의 친환경 보일러 제작 기술, 플랜트 분야 건설 경험의 결합으로 신뢰성 있는 플라즈마 폐자원 가스화 상용로 개발이 속도를 낼 전망이다.

(주)아바코, KFE 기술로 차세대 디스플레이 제작 양산장비 개발 추진

장치 수명과 안정성을 획기적으로 높일 수 있는 플라즈마 디스플레이·반도체 제작 기술이 국내 기업에 이전되었다. KFE는 우수 연구 성과의 산업 분야 확산을 위해 5월 17일 ㈜아바코와 'ECR 플라즈마를 이용한 스퍼터링 기술'의 기술이전 계약을 체결하였다.

ECR 플라즈마 스퍼터링 기술은 타깃 근처에 고밀도 플라즈마의 발생과 전압 조절을 각각 독립적으로 제어할 수 있어, 고에너지 입자에 의한 박막의 손상을 최소화하고, 박막 표면 가열 효과를 통해 저온에서 고품질의 박막을 증착하는 첨단 기술이다. 하지만 기존 기술은 장치의 구조적 문제로 인한 증착률 손실과 마이크로파 발생 장치의 짧은 수명, 내·외부 진공 챔버의 크기 등으로 인해 대규모 양산에 한계가 있었다.

반면 KFE의 '신개념 ECR 플라즈마 스퍼터링 기술'은 기존 기술보다 공정 압력을 10배 낮게 운전할 수 있다. 또한 증착률과 입자의 에너지 조절이 가능해 장치 수명과 안정성이 획기적으로 개선돼 기존 장치가 구현하지 못했던 차세대 디스플레이 박막 증착 공정에 적용 가능 가능할 것으로 기대받고 있다.

플라즈마 라디칼수로 피부 보호하는 소독제 개발, 사이언티픽 리포트에 발표

첨단산업 분야에서 활약해 온 플라즈마 기술이 전염 및 감염 예방 시장에서도 새로운 가능성을 찾아내며, 플라즈마-바이오 융합기술에 대한 기대를 높이고 있다. 플라즈마를 활용한 새로운 피부 소독 방식의 피부 보호 및 우수한 항균 효과가 입증되어 기존의 알코올 소독제를 대체할 수 있는 새로운 소독제 방식으로 주목받았다. KFE 플라즈마기술연구소는 ㈜아이씨디, ㈜플라리트와 공동연구를 통해 플라즈마를 이용해 합성한 '라디칼수(水)'가 피부를 손상하지 않으면서 기존의 알콜 소독제와 동일 수준 이상의 살균 및 항균 효과가 있음을 입증하였다.

의료 시설 등에서 감염의 위험을 줄이기 위해 주로 활용하는 피부 소독제의 경우 알코올이 주성분으로 값이 저렴하고 살균 및 항균 효과는 높지만, 자주 사용 시 정상 피부 세포에도 유해한 영향을 미치는 문제점이 있다. 공동연구팀은 플라즈마가 발생할 때 생성되는 라디칼과 물을 합성한 라디칼수에 대한 살균 및 항균 효과와 안정성과 피부 소독제로 활용 가능성을 확인하였다. 라디칼수를 피부 소독제로 사용할 때 피부 세포에 미치는 영향을 세포독성으로 분석한 결과, 정상 피부 세포에 대한 독성이 없음을 확인하였다. 또한 라디칼수의 살균 및 항균 효과가 7개월 이상 지속됨을 검증했으며, 실험결과 항바이러스 효과를 입증하여 기존의 소독제를 대체할 가능성을 발견하였다.

한편 KFE는 2021년 ㈜아이씨디 및 ㈜플라리트와 기술이전 협약을 체결하였다. ㈜아이씨디와의 협력으로 안전하고 살균 및 항균 효능에 최적화된 라디칼수 양산 기술을 개발하였으며, ㈜플라리트와 협력하여 해당 라디칼수의 세포독성 및 살균 및 항균 효능 검증하였다. 관련 연구결과는 4월 8일 국제학술지 '사이언티픽 리포트(Scientific Report)에 게재되었다. KFE와 공동연구팀은 이번 연구성과를 바탕으로 피부 소독제 외에도 라디칼수를 활용한 염증 치료제 등 의약외품 개발을 위한 임상시험을 진행하고 있다.

플라즈마 빅데이터 기반 ICT 융합기술 연구사업

연구개요

- 플라즈마 빅데이터와 ICT 기술을 융합하여 첨단산업에 활용 가능한 플라즈마 데이터 생산 및 데이터 활용/공유 기술을 개발하여 국가현안 문제 해결 및 삶의 질 향상을 위한 플라즈마 종합플랫폼 구축

연구내용

- (플라즈마 데이터 생산 기술 개발 및 데이터 생산)탄소 중립 실현 대응 산업 공정 혁신을 위한 대체 후보 가스의 플라즈마 물성 및 플라즈마-물질 반응 데이터 확보
- (플라즈마 데이터 수집 시스템 개발)기존의 데이터베이스 구축의 한계를 돌파하여 연구자가 원하는 실질적 기능을 구현하기 위해 연구소에서 기술 개발 과정에서 발생하는 데이터의 체계적 관리
- (데이터 기반 장비 지능화 기술 개발) 계산 과학 기반 모델링과 시뮬레이션 기술과 센서/빅데이터/컴퓨팅 기반의 고성능/고신뢰성 플라즈마 공정 모니터링 및 제어 요소기술 개발

주요성과

- 분광 참조 데이터 기반 플라즈마 분광 분석 기법 개발 및 플라즈마 분광 물성 참조 표준 개발 및 등록 <그림1>
- 세계 최초 전자 충돌에 의한 C_3F_6O 분자의 충돌 산란단면적 측정 및 논문화<그림2>
- 저장 용기 구성 부품/요소 선정 및 신뢰성 평가를 위한 체계적 요소 검증 실험, 수소화물 수소 저장재 기초 시험 및 성능평가 수행
- SF6/PFC/HFC의 대체 화합물 4종 ($C_3H_2F_6$ 이성질체 2종, c-C_6F_6, C_3F_8O)에 대한 구조, 에너지 등 기초 물성에 대한 DFT 계산 수행, 관련 이론데이터, 전자충돌 cross section 데이터, 전자 수송 계수와 전자-분자 화학반응 계수 데이터 set 확보
- 국내 최초 플라즈마 전용 연구 데이터 리포지토리 설계 및 구현 (https://pida.kfe.re.kr) <그림3>
- 국내 유일 플라즈마 물성 데이터 수집 및 무료 제공 시스템 운영
- OES 센서 자체가 플라즈마 상태(전자 밀도, 전자온도)를 가상 계측 할 수 있는 센서 개발 <그림4>

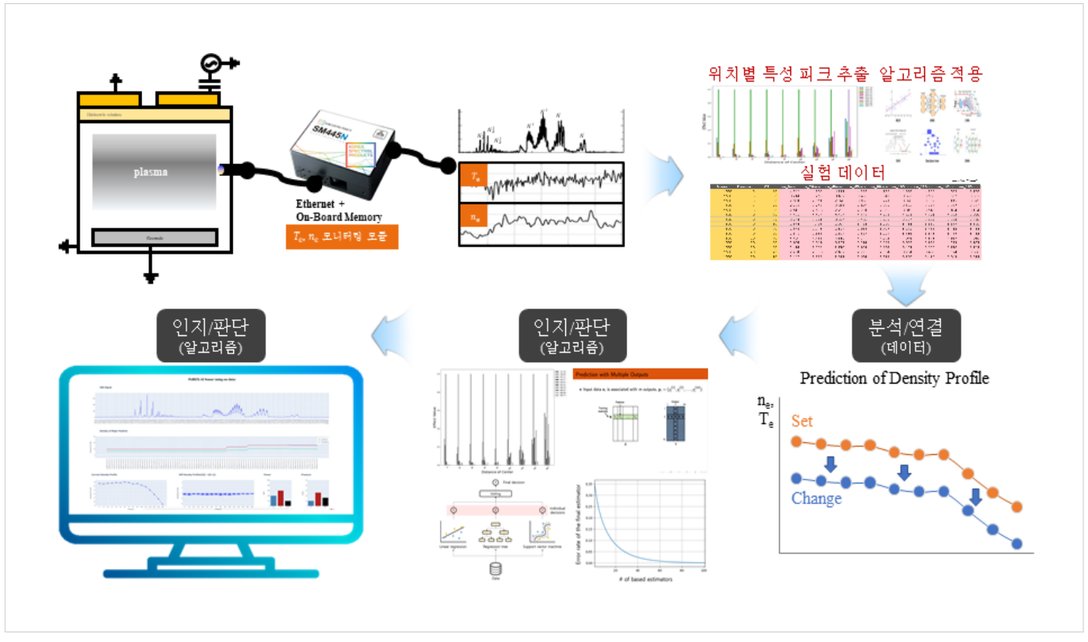
기대효과

- 산업체 수요가 매우 높음에도 불구하고, 세계적으로 제공되지 않는 플라즈마 공정용 물성데이터 연구를 통해 선제적으로 확보하여 산업체 활용 가능

<그림 1> 성능 검증시험용 우라늄 수소 저장용기(DU FB) 와 공정성능 검증시험 장치(DU-SPOVE)

<그림 2> 전자에너지 15 eV ~ 90 eV 영역에 대한 C_3F_6O 분자의 TCS 측정 결과

<그림 3> 성국문 : 플라즈마 정보 및 데이터 표준화 및 관리 체계



<그림 4> 플라즈마 정보로 변환·모니터링하고 인지·판단할 수 있는 스마트 센서 기술 개발

MANAGEMENT PERFORMANCES

주요 경영성과

54 주요 경영성과 MANAGEMENT PERFORMANCES

60 포토뉴스 PHOTO NEWS

MANAGEMENT PERFORMANCES

주요 경영성과

2050 핵융합 상용화를 비추는
KFE의 비전과 로드맵,
구성원의 열정과 신념을 키우는
조직문화, 그리고 대국민 소통과
공감대를 원동력으로
핵융합 시대가 열리고 있다.

단단한 조직문화와 소통 에너지로 2050 핵융합 시대 준비

2022년 KFE 소통 워크숍 등 조직문화 강화

성과확산 노력으로 지식재산경영 우수기관으로 선정

강력한 정보보안으로 사이버 위협 대비

대국민 소통으로 핵융합 비전 확산

안전한 연구환경과 활기찬 직장문화 조성

전 구성원이 한마음으로 준비하는 2050 핵융합 시대

기술로 만드는 미래에너지, 핵융합에너지 시대를 열기 위해 전 구성원이 한마음으로 달려온 KFE가 연구부서 간, 신구세대 간 열린 소통으로 서로의 업무를 더 잘 이해하고 기관의 비전을 공유하기 위해 12월 20일 '2022년 KFE 소통 워크숍'을 개최하였다. 워크숍 1부는 핵융합에너지 실증연구 본격화를 앞두고 KFE의 비전과 주요사업 중장기로드맵 초안을 공유하며 조직의 소통문화를 강화하였다. 2부는 KFE 직원들이 서로의 업무 중 공유하고 싶은 내용을 소개하는 포스터 세션으로 진행되었다.

연구부서와 행정부서, KSTAR와 ITER, 한국형 실증로, 그리고 플라즈마까지 각각의 부서에서 추진하는 업무 내용과 역할, 그리고 책무를 서로 이해하고 공감하는 과정에서 더 큰 융합의 물꼬를 텄다.

한편 KFE는 이보다 앞서 미래비전 수립 TF를 발령하고, 2050을 준비하는 새 비전과 이를 실현할 전략을 수립해 왔다. 미래비전 수립 TF는 2022년 5월 13일부터 12월 20일까지 총 18회에 걸쳐 TF회의를 진행했으며, 미래비전 수립 설문조사를 통해 구성원의 의견을 수렴하였다. 그 결과 KFE는 미래와 현재가 맞닿는 세 가지 핵심가치인 ▲사람과 환경 ▲도전과 도약 ▲그리고 융합과 공유를 통해 에너지의 미래로 여행한다는 청사진을 제시하고, 최종 내용을 KFE 미래비전 보고서로 제작하였다. 더불어 'KSTAR 중장기 계획'과 '플라즈마 중장기 계획', '핵융합에너지 연료시스템 구축' 계획은 2050 한국의 실증로를 완성하는 세 개의 열쇠가 될 전망이다.

이 밖에도 직무역량 강화 중심의 교육훈련과 사회형평성 인력 활용을 위한 적극적 장애인 고용 등을 통해 KFE의 조직문화는 한층 더 단단해졌다. 2022년 직무전문성 향상을 위한 교육분류 체계를 역량교육과 필수교육으로 개편하고, 역량교육 의무이수 학점을 기존 10학점에서 15학점으로 확대 시행하였다.

또한 계층별 리더십 교육 및 계층별 맞춤형 역량강화 교육프로그램을 운영하고, 내부 전문가를 활용한 부서별 자체 지식공유활동(CoP)을 활성화하여 구성원의 역량 강화를 도모하였다. 또한 부서별로 장애인이 일할 수 있는 직무 발굴을 위한 수요조사를 진행하여 5개 직무를 발굴하고, 12월 기준 장애인 의무고용율 100%를 달성하였다.

핵융합 기초원천기술과 응용기술, 다양한 산업 현장에서 활약

9월 열린 '2022년 범부처 공공기술 이전 사업화 로드쇼'에서 KFE가 지식재산경영 우수기관으로 선정돼 특허청장 표창을 수상하고, 특허청 지식재산포인트를 인센티브로 받았다. 한국특허전략개발원은 5월 18일부터 6월20일까지 전국의 대학과 공공연구기관을 대상으로 'IP 경영 기초진단 조사'를 진행하고, 최근 3년간 IP 경영 운영 관리 실적 등을 종합 평가하였다. KFE는 우수 연구성과를 바탕으로 유망기술 발굴과 효과적인 기술 이전을 위해 노력해 왔다. 지식재산경영 관리 우수성을 바탕으로 국가산업 발전에 이바지하기 위해 지식재산권 관리절차를 개정하는 등 특허관리시스템(IMPS)의 고도화도 추진하였다. 또한 지속적인 IP 경영전략 추진으로 특허 국내출원이 2021년 24건에서 2022년도 39건으로 62% 증가하였다.

이와 함께 '핵융합 산업체 상생한마당'이 11월 30일 3년 만에 대면 행사로 진행되었다. 행사는 연구개발 성과 및 핵심 사업화 유망기술 소개를 비롯하여 기술이전 상담회 등 신규 비즈니스 분야 개발과 유관기업 간 네트워크 강화 순으로 진행되었다. 또한 R&D 역량이 높은 14개의 기업을 신규 패밀리기업을 선정하여, 이들 기업이 강소기업으로 성장할 수 있도록 협력의 기반도 강화하였다. 한편 대내외적으로 IP관리의 중요성이 높아지는 만큼 산업체와의 MOU 및 NDA 체결로 인한 연구원의 법적책임과 리스크를 최소화하고 연구원의 권리를 보호하기 위해 총 14건의 국내외 NDA 및 MOU 체결 검토를 지원하였다. 또한 2022년 1년간 중소기업기술상담 및 기술수요조사를 비롯해 기업지원 기술멘토링 등 145건의 대면·비대면 상담을 통해 국내 산업체와의 동반성장을 위해 노력이 지속되었다. 그 결과 2022년 플라즈마 액체 처리장치를 이용한 공간 살균 기술과 ECR 플라즈마를 이용한 스퍼터링 기술의 기술실시계약을 체결해 핵융합 기초원천기술 및 응용기술이 다양한 산업 현장에서 활약하는 기반이 마련되었다.

전방위적 보안체계 강화로 정보보호 종합평가 1위

KFE가 정보보안, 개인정보보호를 포함한 감사 및 정책수행 성과를 정책평가와 현장감사, 사이버 모의훈련 대응을 통해 종합적으로 평가하는 과기정통부 정보보호 종합평가에서 종합 1위를 달성하였다. 특히 정보시스템 취약점 점검 및 보완조치, 정보화사업 보안관리, 사이버 위협 대응을 위한 각종 보안관리 활동 등 전방위적인 보안체계화로 현장 점검에서 높은 점수를 받았다. 이는 평소 정보보호를 위해 정보보안 최고책임자를 지정·운영하고, 정보보안 전담조직 신설, 정보보안 전담 인력 확대 등 과기정통부의 주요 정책사항을 적극 반영한 결과이다.

더불어 사이버위협에 효과적으로 대응하기 위한 최신 보안시스템도 마련하였다. 최근 급증하는 정보보안 위협에 대비하여 지능화된 대응을 할 수 있도록 인공지능 공격 분석 차단시스템 SOAR 구축하는 등 네트워크 보안을 강화하였다. 노후화된 무선랜 침입방지시스템(WIPS)을 교체하여 무선네트워크 보안 대책도 강구하였다. 서버 보완을 위해 주요 업무파일 보호를 위한 서버 랜섬웨어 대응체계를 구축하고, 성능 개선형 문서암호화시스템(DRM)을 새롭게 마련하여 문서 보안을 강화하였다. 나아가 개인정보 보호를 위한 개인정보유출 차단시스템을 구축하여 웹사이트에서 개인정보 유출 시도 시 자동 차단을 위한 개인정보 유출차단시스템(웹필터)도 마련하였다. 개인정보 보유사이트에서 개인정보 열람 시 접속기록을 남기는 개인정보 접속기록관리시스템이 구축되었으며, 개인정보보호 기반 확충과 함께 효과적 관리체계도 마련되었다. 또한 정부의 '2022년 행정공공기관 정보시스템 클라우드 전환통합사업'에 따라 KFE 주요 정보시스템의 성공적인 전환도 완료하였다.

대국민 핵융합 소통 활성화 및 기관 브랜드 가치 강화

유튜브 및 블로그, 페이스북, 트위터 등 다양한 SNS 채널을 통해 핵융합 우수 연구성과를 알리며 대국민 소통을 추진해온 KFE가 '제12회 2022 대한민국 SNS 대상' 연구소 부문 최우수상을 수상하였다. KFE는 영상, 스토리텔링, 카드뉴스 등 다양한 형태의 콘텐츠를 제작해 핵융합 및 플라즈마 연구 분야에 대한 신뢰도 높은 정보를 제공하며 최첨단 과학기술에 대한 대국민 인식 제고에 앞장서 왔다. 또한 연구원 브이로그, 연구 현장 랜선 투어 영상 등을 통해 생생한 과학기술 현장을 공유하고 정기적인 라이브 방송과 국민 참여 이벤트를 추진하는 등 쌍방향 소통을 이끌어내는 콘텐츠 기획으로 많은 주목을 받았다.

연구원 공식 캐릭터인 '억도리'를 활용한 친근감 높은 홍보활동과 창의적 홍보 콘텐츠를 제작했으며, 종합 홍보 캠페인 '슬기로운 과학생활-핵융합에너지'를 통해 대국민을 대상으로 핵융합 동영상&이미지 공모전을 개최하고, 핵융합 송, 댄스 등 대중적 콘텐츠 8편 제작 및 현장 라이브 콘서트를 추진하였다. 이처럼 다양한 소통 활성화 노력으로 유튜브 구독자가 전년 대비 50% 증가하는 등 기관 홍보 채널의 영향력과 기관의 브랜드 가치가 강화되었다.

한편 KFE는 핵융합 교육 프로그램의 개발과 운영을 통해 과학문화 확산에 기여한 공로로 '2022 교육기부대상'을 수상하였다. 기관 자체 교육기부 프로그램 운영을 확대하고, 첨단 코딩 교육 시스템 활용 핵융합 교육 프로그램 신규 개발을 확대한 결실이다. 또한 월간 과학잡지 내 핵융합에너지 학습 만화 '솔라특공대'를 연재하여 많은 관심을 받았다. KFE는 앞으로도 양질의 콘텐츠를 기반으로 국민과 소통할 수 있는 기회를 더욱 확대하고 국민들의 핵융합에너지 인식제고에 기여 할 계획이다.

안전책임경영 실천, 4년 연속 대한민국 안전대전환 우수기관 선정

안전한 연구환경을 바탕으로 우수한 연구를 수행하는 것은 국책연구기관의 책무 중 하나이다. 안전책임경영을 실천해온 KFE는 2018년도부터 4년 연속 대한민국 안전대전환 우수기관으로 선정되었다. 매월 기관장이 본원 및 군산연구소를 방문하여 연구실을 순회 점검하는 찾아가는 안전점검 및 제도개선 간담회 통해 지속적으로 안전문화를 개선하고 안전문화 기반을 강화한 결실이다.

8월 17일부터 10월 14일까지 지속된 '2022 대한민국 안전대전환' 기간을 맞아 안전한 연구원 환경 마련을 위해 각종 시설 및 실험실 등 원내 시설의 안전관리를 강화하고 안전 문화 확산 활동을 추진하였다. 대한민국 안전대전환은 안전한 대한민국을 만들기 위해 중앙부처, 지자체, 공공기관을 비롯한 국민 모두가 사회 전반에 대한 안전관리 실태를 점검하고 생활 속 안전 위험 요소를 진단 및 개선하는 활동이다.

KFE는 타 기관과 합동 교차점검을 통해 점검의 전문성과 효율성을 높였으며, 특별 점검까지 총 3단계에 걸친 점검을 통해 안전 점검의 실효성을 확보하였다.

더불어 대국민 안전 문화 확산 및 안전취약계층의 지원을 위하해 9월 8일 관내 중증장애인 거주시설인 '사랑의 집'을 방문하여 위생 및 안전용품 등을 제공하고 관계자들에게 화재 사고 예방 등 안전관리에 대한 교육을 진행하였다.

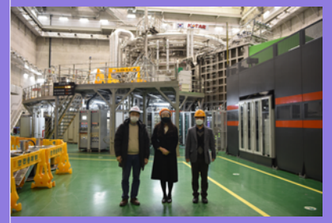
이밖에도 건강한 조직 문화를 조성을 위한 노력도 지속되었다. 구성원의 후생복지 증진과 업무능률을 향상을 위해 매달 유성구 정신건강복지센터의 스트레스 측정 및 심리 상담을 진행하였다. 또한 직무스트레스 평가, 도수치료 강좌, 원예치유 프로그램 진행 등 직원들을 대상으로 직무스트레스 예방프로그램을 운영하며 정서적 안정을 도모하고 활기찬 직장문화를 조성하는 데 기여하였다.

포토뉴스

1 JAN

03. KFE 온라인 시무식

12. 과기부 거대공공연구협력과 신임사무관 내방



3 MAR

03. KFE 스쿨 현판식

16. 과학기술혁신본부장 핵융합에너지분야 연구현장 간담회

23. 주한 이스라엘 대사관 AKIVA TOR 내방

31. 과기부 거대공공연구협력과장 내방

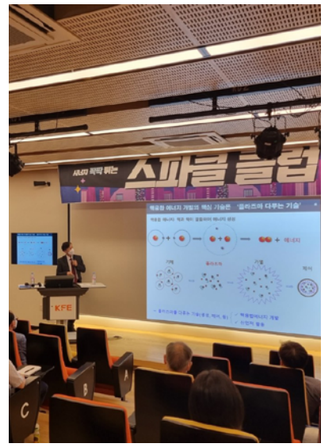
4 APR

12. KFE-HPS-GS건설 간 고온 플라즈마 가스화 상용로 개발 업무협약 체결식

20. KFE-KINAC 간 상호연구협력을 위한 양해각서 체결식

22. 대덕넷 협력 스파클 투어

28. 과학의 달 'ITER의 모든 것' 라이브 방송



5 MAY

17. KFE-(주)아바코 간 기술이전계약 체결식

27. KFE스쿨-UST-충남대 물리학과 협업을 위한 캠퍼스 투어

포토뉴스

6 JUN

09. 기획재정부 연구개발예산과 관계자 내방

17. 피부 손상없는 살균소독제 개발(홍용철-김강일 책임연구원, 대전일보 게재)

피부 손상없는 살균소독제 개발

핵융합연·아이씨디·플라리트 공동 연구

7 JUL

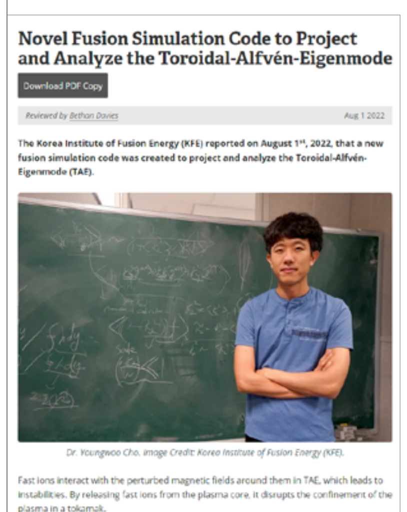
01. 대덕원자력포럼 김승호 박사 초청세미나

07. 핵융합 불안정 현상 예측할 시뮬레이션 개발(조영우 박사, 외신보도)

07. UKAEA(UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY) 내방

12~13. 2022 슈퍼컴퓨터(KAIROS) 사용자 교육

21. 경북지역 STEAM 교사 연구회 KSTAR 탐방



Novel Fusion Simulation Code to Project and Analyze the Toroidal-Alfvén-Eigenmode

Download PDF Copy

Reviewed by Bethan Davies Aug 1 2022

The Korea Institute of Fusion Energy (KFE) reported on August 1st, 2022, that a new fusion simulation code was created to project and analyze the Toroidal-Alfvén-Eigenmode (TAE).

Dr. Youngwoo Cho. Image Credit: Korea Institute of Fusion Energy (KFE).

Fast ions interact with the perturbed magnetic fields around them in TAE, which leads to instabilities. By releasing fast ions from the plasma core, it disrupts the confinement of the plasma in a tokamak.

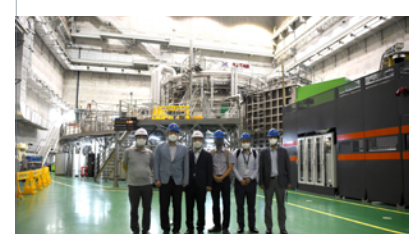
8 AUG

10~12. 2022 KSTAR CAMPAIGN SUMMARY MEETING

11. 제1회 청소년과학대장정

17. 정부 국무조정실 관계자 내방

29~31. 10TH KSTAR PAC MEETING



9 SEP

01. 핵융합가속기 초고성능컴퓨팅 전문센터 지정서 수여식

07. 365온통과학대전 교육기부 활동

15. 과학기술정보통신부 신임사무관 KSTAR 탐방

15. 핵융합 분야 전공 대학생 초청행사 KSTAR 연구시설 탐방

20. 과학기술정보통신부 제1차관 오태석 내방

20. 정보보안 최고책임자 워크숍

포토뉴스

10 OCT

07. 2022 대한민국교육기부대상 단체부문 장관표창

13. 2022 세계 표준의 날 기념식 (국가표준화부문 장관표창)

15. 경북과학교사 대상 핵융합 초청강연 직무연수 연계 프로그램 참여

27. 경제인문사회연구회 이사장 내방

11 NOV

01. 체코 브르노공과대학 KSTAR 탐방

08. 국가과학기술연구회 장병원 감사위원장 내방

16. 여성과학기술인 연차대회 및 장관상 수상자 간담회

29. 대전시 신임사무관 KSTAR 탐방

30. 2022 핵융합 산업체 상생한마당(1)
2022 핵융합 산업체 상생한마당(2)

30. 제2회 핵융합실증로기본계념(안) 전문가 의견수렴 공청회

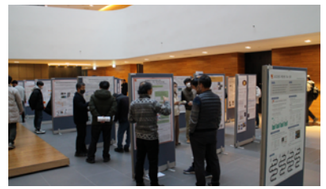
12 DEC

09. 한중 JCM 본회의

10~11. 출연연 연구자 미디어 트레이닝 과정 참여

20. 2022 소통 워크숍(1)
2022 소통 워크숍(2)

20. 두산에너빌리티 박용성 명예회장 내방



68
수행연구과제 현황
RESEARCH PROJECT

73
논문발표 실적
RESEARCH PAPERS

78
산업재산권 현황
INDUSTRIAL PROPERTY

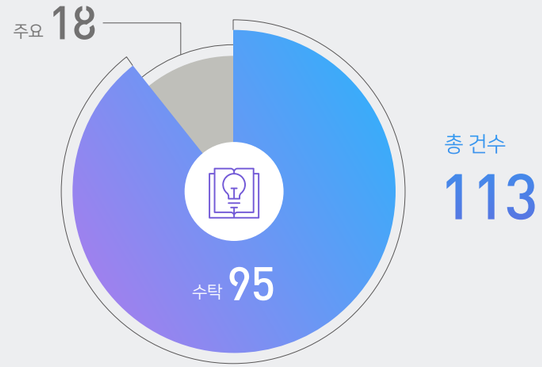
82
포상 현황
REWARD

84
협약체결 현황
AGREEMENT

APPENDIX

부록

수행연구과제 현황



총 건수
113

2022년 12월 31일 기준

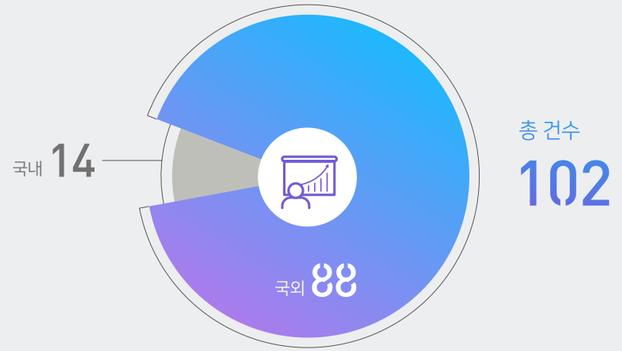
구분	과제명	책임자	연구기간		발주기관
			시작일	종료일	
주요	KSTAR 공동실험 및 플라즈마 연구	윤시우	2022-01-01	2022-12-31	한국핵융합에너지연구원
	KSTAR 장치운영사업	박갑래	2022-01-01	2022-12-31	한국핵융합에너지연구원
	KSTAR PFC 성능향상 사업	박수현	2022-01-01	2022-12-31	한국핵융합에너지연구원
	핵융합 실증플랜트 설계개념 및 기반 기술 연구	허남일	2022-01-01	2022-12-31	한국핵융합에너지연구원
	핵융합 실증 연구 촉진을 위한 기반 연구사업	정현경	2022-01-01	2022-12-31	한국핵융합에너지연구원
	고성능 핵융합 시뮬레이션 연구	권재민	2022-01-01	2022-12-31	한국핵융합에너지연구원
	ITER 사업운영 및 종합사업관리	하태형	2022-01-01	2022-12-31	한국핵융합에너지연구원
	ITER 비조달 핵심기술 개발	이현곤	2022-01-01	2022-12-31	한국핵융합에너지연구원
	ITER 연소 플라즈마 물리 연구 및 실험 운영 기술 개발	윤시우	2022-01-01	2022-12-31	한국핵융합에너지연구원
	ITER 가열 및 전류구동 기술 개발	곽종구	2022-01-01	2022-12-31	한국핵융합에너지연구원
	ITER 연료주기 기술 개발	장민호	2022-01-01	2022-12-31	한국핵융합에너지연구원
	ITER 디버터 대면재 기술개발	김형찬	2022-01-01	2022-12-31	한국핵융합에너지연구원
	ITER 디버터 시제품 제작 및 원격유지보수 기술 추적	김경민	2022-01-01	2022-12-31	한국핵융합에너지연구원
	ITER 테스트 블랑켓 모듈 (TBM) 설계 및 기술개발	조승연	2022-01-01	2022-12-31	한국핵융합에너지연구원
	플라즈마 융합 원천 연구사업	최용섭	2022-01-01	2022-12-31	한국핵융합에너지연구원
	미래선도 플라즈마-농식품 융합 기술 개발 사업	유승민	2022-01-01	2022-12-31	한국핵융합에너지연구원
	플라즈마 빅데이터 기반 ICT 융합기술 연구사업	송미영	2022-01-01	2022-12-31	한국핵융합에너지연구원
	주요사업 연구장비 설치 지원	이현곤	2022-01-01	2022-12-31	한국핵융합에너지연구원
수탁	국제핵융합실험로(ITER) 공동개발사업	정기정	2022-01-01	2022-12-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 유체-입자 결합 다차원 다중 스케일 플라즈마 장비/공정 시뮬레이터 개발	권득철	2021-05-22	2022-05-21	과학기술정보통신부
	[RCMS] PFC 가스 대체용 Fluorocarbon 계열 Precursor를 이용한 식각 공정 기술 개발	최희철	2022-01-01	2022-11-30	산업통상자원부
	[Ezbaro] 플라즈마 난류 및 자기력선 재결합에 대한 난류 영향 연구	이재현	2021-03-01	2022-02-28	과학기술정보통신부
	[Ezbaro]무소음/무진동 엔진으로서 활용이 가능한 전기풍 액추에이터의 가용성 향상을 위한 연구	박상후	2021-03-01	2022-02-28	과학기술정보통신부
	[RCMS]플라스틱 분해 미생물 증식 극대화를 위한 플라즈마 전처리 기술 개발	지상혜	2022-01-01	2022-12-31	농림축산식품부
	[RCMS] 고속 고품질 Maskless 플라즈마 다이싱 가공장비 개발	최용섭	2022-01-01	2022-12-31	산업통상자원부
	[RCMS] 플라즈마 살균 순환식 양액공급 및 클라우드 영농관리 시스템 고도화	유승민	2021-07-15	2022-07-14	중소벤처기업부
	[RCMS] 핵융합시험로 VUV 진단장치용 벨로우즈 공정기술 개발을 위한 요구조건 정립 및 공정 절차 검토	선창래	2021-06-30	2022-06-29	중소벤처기업부
	[RCMS] 5KV급 정전기 제거 기능을 갖춘 고진공 OLED 물류 챔버 개발	최용섭	2021-11-01	2022-10-31	중소벤처기업부
	[RCMS] 저온 플라즈마 기반 친환경 염색가공 기술 개발	김강일	2021-12-01	2022-11-30	중소벤처기업부
	[Ezbaro/융합단-세부1] 플라즈마 특성 및 공정 센싱 데이터 개발	김종식	2021-11-01	2022-10-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro/융합단-세부1] 플라즈마 특성 및 공정 센싱 데이터 개발	김종식	2022-11-01	2023-10-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro/융합단-세부2] 고신뢰성 장비/공정 해석 데이터베이스 개발 및 센서 신뢰성 평가 테스트베드 구축	이효창	2021-11-01	2022-10-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro/융합단-세부2] 고신뢰성 장비/공정 해석 데이터베이스 개발 및 센서 신뢰성 평가 테스트베드 구축	이효창	2022-11-01	2023-10-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro/융합단-세부3] 차세대 2차원 나노소재 기반 플라즈마 공정 데이터 개발	배수강	2021-11-01	2022-10-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro/융합단-세부3] 차세대 2차원 나노소재 기반 플라즈마 공정 데이터 개발	배수강	2022-11-01	2023-10-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro/융합단-세부4] 장비/공정 해석 기술 개발	권득철	2021-11-01	2022-10-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro/융합단-세부4] 머신러닝 기반 플라즈마 장비/공정 해석 기술 개발	권득철	2022-11-01	2023-10-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro/융합단-세부5-1] 스마트 센서 및 디지털 트윈 기술 개발	유진승	2021-11-01	2022-10-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro/융합단-세부5-1] 스마트 센서 및 디지털 트윈 기술 개발	유진승	2022-11-01	2023-10-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro/융합단-세부5-2] 스마트 센서 및 디지털 트윈 기술 개발	조기환	2021-11-01	2022-10-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro/융합단-세부5-2] 스마트 센서 및 디지털 트윈 기술 개발	조기환	2022-11-01	2023-10-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro/융합단-세부6-1] 장비 플라즈마 데이터 기반 지능형 제어 시스템 개발	김곤호	2021-11-01	2022-10-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro/융합단-세부6-1] 장비 플라즈마 데이터 기반 지능형 제어 시스템 개발	김곤호	2022-11-01	2023-10-31	과학기술정보통신부

구분	과제명	책임자	연구기간		발주기관
			시작일	종료일	
수탁	[Ezbaro/융합단-세부6-2] 장비 플라즈마 데이터 기반 지능형 제어 시스템 개발	홍상진	2021-11-01	2022-10-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro/융합단-세부6-2] 장비 플라즈마 데이터 기반 지능형 제어 시스템 개발	홍상진	2022-11-01	2023-10-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro/융합단-세부7] 공정 장비의 지능화 기술검증 및 테스트베드 구축	김대철	2021-11-01	2022-10-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro/융합단-세부7] 공정 장비의 지능화 기술검증 및 테스트베드 구축	김대철	2022-11-01	2023-10-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 친환경 기술 활용한 플라즈마 기인 식물유전자 조절 네트워크 개발 연구	이영경	2022-03-01	2023-02-28	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 친환경 기술 활용한 플라즈마 기인 식물유전자 조절 네트워크 개발 연구	이영경	2022-01-01	2022-12-31	산업통상자원부
	[RCMS] 국가참조표준데이터 개발·보급 사업	송미영	2022-01-01	2022-12-31	환경부
	[RCMS] 저에너지 수중플라즈마 기반 방류수의 초고도 정화 및 생태독성 저감 기술개발	홍용철	2022-01-01	2022-12-31	농림축산식품부
	[Ezbaro] 친환경 이산화탄소 공급 및 대기질소 비료화 기술개발/시작품 구축을 통한 실증평가	홍용철	2021-04-30	2022-04-29	중소벤처기업부
	[RCMS] 원자력 코드 벨로우즈 기반 이중 진공경계 로타리 피드스루 개발 및 검증	안영화	2022-04-30	2023-04-29	중소벤처기업부
	[RCMS] 원자력 코드 벨로우즈 기반 이중 진공경계 로타리 피드스루 개발 및 검증	안영화	2022-01-01	2022-12-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 3D memory/logic device 공정용 장비 해석 인터페이스 개발	권득철	2022-01-01	2022-12-31	환경부
	[RCMS] 해수 살균을 위한 저에너지 소모 플라즈마 모듈 개발 및 특성 분석	김강일	2022-01-01	2022-12-31	산업통상자원부
	[RCMS] 고해상도 AMOLED용 저저항 미세금속배선을 위한 구리박막 건식식각 공정·장비 기술개발	노태협	2021-06-01	2022-03-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 저온 플라즈마를 이용한 절삭유 부패장치가 부착된 고압 COOLANT SYSTEM 개발	천세민	2021-06-01	2022-03-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] Hybrid Plasma(Arc+Microwave) 소스를 적용한 반도체공정 폐가스 분해반응로 개발	신동훈	2021-06-01	2022-03-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 고밀도 플라즈마열풍 활용 악취제거 일체형 바이오폐기물 건조로 및 공정개발	신동훈	2021-07-26	2022-01-25	과학기술정보통신부
	핵융합에너지 전력생산 실증연구 촉진을 위한 미래 법제 발전방안 연구	이현곤	2022-01-01	2022-12-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 고성능 삼중수소 증식재 원료 확보 및 페블 제조를 위한 원천기술 개발	박이현	2021-08-04	2022-04-03	과학기술정보통신부
	핵융합에너지 핵심기술 연구를 위한 실험장치의 개념 및 요건 연구	이현곤	2021-10-01	2022-09-30	과학기술정보통신부
	D-T 핵융합 중성자원을 활용한 Li2TiO3 페블의 삼중수소 증식 연구	박이현	2021-09-01	2022-02-28	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 저자극/고활성 플라즈마를 이용한 미생물의 폐플라스틱 분해 가속화 연구	지상혜	2022-03-01	2023-02-28	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 저자극/고활성 플라즈마를 이용한 미생물의 폐플라스틱 분해 가속화 연구	지상혜	2021-09-01	2022-08-31	산업통상자원부
	[RCMS] 고밀도 확장된 플라즈마 소스를 적용한 대용량 반도체 PFCs 가스 스크러버 개발	신동훈	2021-09-16	2022-09-15	과학기술정보통신부

구분	과제명	책임자	연구기간		발주기관
			시작일	종료일	
수탁	[RCMS] 고밀도 확장된 플라즈마 소스를 적용한 대용량 반도체 PFCs 가스 스크러버 개발	신동훈	2021-09-16	2022-09-15	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 50CMM급 고효율 복합방식 악취 탈취기 시제품 개발과 신뢰성 평가 및 인증	천세민	2021-12-01	2022-11-30	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 의약소재개선 및 거동평가연구	김성봉	2022-12-01	2023-11-30	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 의약소재개선 및 거동평가연구	김성봉	2022-03-01	2023-02-28	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 대형 초전도 자석용 코일 내부 초전도 도체 접합 기술 개발을 위한 기초 연구	이현정	2022-01-01	2022-12-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro]Korea-ITER 박사후연구원 지원	김준배	2022-11-01	2023-10-31	과학기술정보통신부
	[RCMS] 플라즈마 촉매 결합형 600lpm급 저탄소 PFCs 분해 핵심기술 개발 및 실증	신동훈	2022-04-01	2022-12-31	산업통상자원부
	[RCMS] 정밀온도 제어를 위한 멀티존 히터가 포함된 정전척용 세라믹 히터의 개발	이강일	2022-01-01	2022-12-31	산업통상자원부
	[RCMS] 60 Nm3/h 수소 생산이 가능한 HOLLOW형 플라즈마 기반 고효율 플라즈마 개질기 개발	천세민	2022-04-01	2022-12-31	중소벤처기업부
	[Ezbaro]대전류 트로이드형 고온초전도 자석의 핵심기술 개발	오상준	2022-04-20	2022-12-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 가스흡수선 및 백그라운드 스펙트럼 연구	송미영	2022-04-01	2022-12-31	기상청
	[Ezbaro] 저분자화 리그닌의 원심박막 방사 기술과 플라즈마 열처리 기술을 통한 저비용 고특성 탄소섬유 융합원천기술 개발	홍용철	2022-06-01	2023-05-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro]플라즈마 처리에 의한 식물의 2차 대사 산물의 분자생물학적 메커니즘 규명 연구	송일찬	2022-06-01	2023-02-28	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 플라즈마 난류 동역학 추적 및 제어 기술 개발	이재현	2022-06-01	2023-02-28	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 운동슈타르크효과를 이용한 핵융합 플라즈마 반경 방향 전기장 진단 연구	고진석	2022-06-01	2023-02-28	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 비유도 전류 구동에 의한 역자기장 플라즈마 형성 연구	이기용	2022-06-01	2023-02-28	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] MHD 직접발전 연계 전력생산기술 개발	최용섭	2022-06-01	2023-05-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 저온 플라즈마를 이용한 절삭유 부패방지 장치가 부착된 고압 Coolant system 시제품 개발과 신뢰성 평가 및 인증	천세민	2022-06-01	2023-05-31	과학기술정보통신부
	D-T 핵융합 중성자원을 활용한 Li2TiO3 페블의 삼중수소 증식 연구	박이현	2022-10-11	2023-10-10	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 대면적 3D-Carbon Nanowalls Film 연속생산을 위한 마이크로웨이브 플라즈마 기반 RTR 장치 기술	박현재	2022-09-01	2023-01-31	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 핵융합에너지 핵심기술 개발을 위한 기술분류체계 수립 기획연구	정현경	2022-11-30	2023-08-29	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 탄소중립-식량위기 공동대응을 위한 저탄소농업기술 융합클러스터	송종석	2022-12-01	2023-11-30	과학기술정보통신부
	[Ezbaro] 초전도 자석 계통 설계 및 운영 설비 구축	이현정	2022-11-01	2022-12-31	과학기술정보통신부
	ITER 진공용기 섹터(7번, 8번) 제작 및 공급	김현수	2022-01-01	2022-12-31	ITER Organization
	삼중수소 저장·공급시스템 조달약정(PA) 준비 설계	강현구	2021-01-01	2022-12-31	ITER Organization

구분	과제명	책임자	연구기간		발주기관
			시작일	종료일	
수탁	KSTAR 장치에서 SPI 입사에 따른 방사 파워 측정	김재현	2018-12-21	2023-12-20	ITER Organization
	ITER 단기 파견자 그룹(IPA) 관리사업	하태형	2022-01-01	2022-12-31	ITER Organization
	KSTAR 장치의 SPI 입사에 대한 밀도 진단 개선	이관철	2019-07-01	2022-09-30	ITER Organization
	KSTAR 장치에서 고속 카메라를 사용한 SPI 입사 상황 측정	김재현	2019-12-20	2023-12-19	ITER Organization
	ITER IVC Busbar 제작 검사	박수현	2022-01-01	2022-12-31	ITER Organization
	ITER Quench Detector 테스트 벤치의 설계 및 제작	추용	2020-12-01	2022-08-31	ITER Organization
	KSTAR를 활용한 ITER RTF 평가	홍재식	2020-05-01	2022-08-31	ITER Organization
	KSTAR를 활용한 ITER RTF 평가	홍재식	2022-09-01	2024-08-31	ITER Organization
	열차폐체 계측장치 Cubicle 부품 공급 및 조립	이용희	2021-05-01	2022-03-31	ITER Organization
	EU 섹터용 운송 및 리프팅 프레임 제작 · 공급	하민수	2022-01-01	2022-12-31	ITER Organization
	ITER 진단 일차벽(DFW) 제작 검사	심희진	2021-06-01	2022-12-31	ITER Organization
	ITER 수직 안정화 코일(VSC) 품질감독	남경오	2022-01-01	2022-12-31	ITER Organization
	블랑켓 차폐블록 Thin Wall 제작성 검토	김사웅	2021-11-01	2022-08-31	ITER Organization
	ITER Magnet Quench 검출용 고전압 신호처리 시스템 개발 및 납품	요네가와 히로후미	2021-12-09	2024-09-08	ITER Organization
	ITER 하부포트 2번 진단 통합장치 개발	천문성	2022-09-01	2023-08-31	ITER Organization
	중이온가속기 저온초전도 4극 전자석 기술 연구	김광표	2021-02-01	2022-12-31	제이에이취엔지니어링
	뇌질환 치료용 약물담지 AC 초전도 자석의 냉각 시스템 효율성 향상 연구	이현정	2022-06-01	2022-12-31	한미테크윈
	SK제공 Oil sludge를 이용 합성가스 생산을 위한 플라즈마 가스화 기술의 타당성 평가연구	최대현	2022-10-01	2023-09-30	SK 이노베이션
	3차원 자기장에 의한 핵융합플라즈마 불안정성의 실시간 제어연구	고원하	2021-04-01	2022-03-31	한국수력원자력(주)
	플라즈마 바이오 융합기술 실행 연구용역	김성봉	2021-10-15	2022-03-13	새만금개발청
	[Ezbaro]암상 및 기타 물질의 혼합체(복합물질)의 중성자 CT 해외 공조 분석	이영석	2022-07-01	2022-12-31	한국지질자원연구원
	핵융합 실험로 KSTAR 운전 모드들에 대한 노심 플라즈마 반경 방향 전기장의 실험적 추정	고주영	2022-12-01	2023-11-30	과학기술연합대학원대학교

논문발표 실적



2022년 12월 31일 기준

논문명	국내/외	저널명	주저자	게시일자	발주기관
High removal efficiency of industrial toxic compounds through stable catalytic reactivity in water treatment system	국외	CHEMOSPHERE	신용욱 (공동저자)	2022-01-01	SCIE
Suppression of Toroidal Alfven Eigenmodes by the ElectronCyclotron Current Drive in KSTAR Plasmas	국외	NUCLEAR FUSION	김정희	2022-01-04	SCIE
Preemptive RMP-driven ELM crash suppression automated by a real-time machine-learning classifier in KSTAR	국외	NUCLEAR FUSION	신기욱	2022-01-05	SCIE
Development and status of high-voltage power supply and integrated control system for KSTAR ECH system	국외	FUSION ENGINEERING AND DESIGN	김성국	2022-01-05	SCIE
Fluorine-doped graphene oxide prepared by direct plasma treatment for supercapacitor application	국외	CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL	석동찬 (공동저자)	2022-01-15	SCIE
Fast visible camera diagnostic for dual shattered pellet injections at KSTAR	국외	FUSION ENGINEERING AND DESIGN	유정원	2022-01-15	SCIE
Development of plasma sources and diagnostics for the simulation of fusion edge plasmas	국내	JOURNAL OF THE KOREAN PHYSICAL SOCIETY	강인제 (공동저자)	2022-01-18	SCIE
Fabrication of Polyaniline Ni-Complex Catalytic Electrode by Plasma Deposition for Electrochemical Detection of Phosphate through Glucose Redox Reaction as Mediator	국외	CATALYSTS	유인근 (공동저자)	2022-01-21	SCIE
Optimization of 3D controlled ELM-free state with recovered global confinement for KSTAR with n=1 resonant magnetic field perturbation	국외	NUCLEAR FUSION	김재현 (공동저자)	2022-01-21	SCIE
Overview and recent progress of KSTAR diagnostics	국외	JOURNAL OF INSTRUMENTATION	이상곤	2022-01-21	SCIE
Generation of E×B flow shear by finite orbit width effects from heat sources in tokamaks	국외	NUCLEAR FUSION	김성식	2022-01-24	SCIE
Critical bending wavelengths associated with current sharing temperature degradation in multistage twisted Nb3Sn cable CICC	국외	CRYOGENICS	권순필	2022-01-26	SCIE

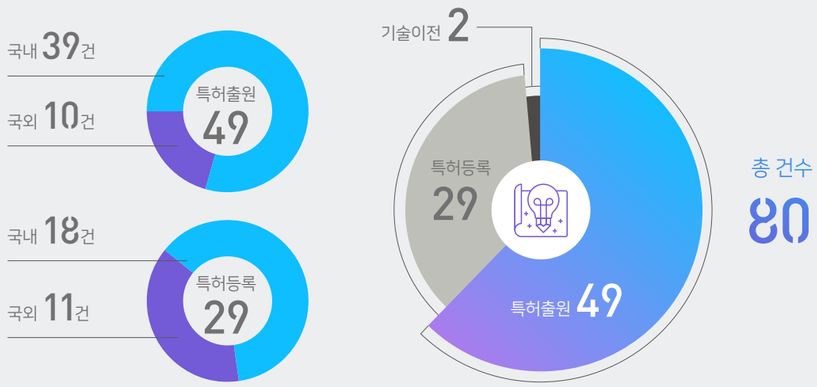
논문명	국내/외	저널명	주저자	게시일자	발주기관
Sintering and creep behavior of Li2TiO3 pebble bed for breeding blanket of fusion reactor	국외	FUSION ENGINEERING AND DESIGN	박이현	2022-01-28	SCIE
Estimation of the neutron production of KSTAR based on empirical scaling law of the fast ion stored energy and ion density under NBI power and machine size upgrade	국외	NUCLEAR ENGINEERING AND DESIGN	곽종구	2022-02-01	SCIE
Near real-time streaming analysis of big fusion data	국외	PLASMA PHYSICS AND CONTROLLED FUSION	최민준 (공동저자)	2022-02-02	SCIE
Limit cycle oscillations, response time, and the time-dependent solution to the Lotka- Volterra predator-prey model	국외	PHYSICS OF PLASMAS	마이클르콩트	2022-02-04	SCIE
Overview of recent progress in 3D field physics in KSTAR	국내	JOURNAL OF THE KOREAN PHYSICAL SOCIETY	박건영	2022-02-07	SCIE
Neoclassical transport analysis of high rotational trace limit tungsten impurities in KSTAR tokamak	국외	PHYSICS OF PLASMAS	강지성 (공동저자)	2022-02-10	SCIE
Fast Signal Modeling for Thomson Scattering Diagnostics and Effects on Electron Temperature Evaluation	국외	PLASMA AND FUSION RESEARCH	이종하 (공동저자)	2022-02-21	SCOPUS
Analysis of change in the GRIs management system applying the theory of new institutionalism	국내	기술혁신학회지	최원재	2022-02-28	KCI
Simulations of fusion edge plasmas by linear plasma devices: physics and plasma-material interactions	국내	JOURNAL OF THE KOREAN PHYSICAL SOCIETY	강인제	2022-02-28	SCIE
Tomato Yield Effects of Reciprocal Hybridization of Solanum lycopersicum Cultivars M82 and Micro-Tom	국내	PLANT BREEDING AND BIOTECHNOLOGY	이영경 (공동저자)	2022-03-01	KCI
An exploratory study on application of big science business ecosystem for K-DEMO project	국외	FUSION ENGINEERING AND DESIGN	최원재	2022-03-01	SCIE
A Planning Study for Virtual DEMO Development in Korea	국외	FUSION ENGINEERING AND DESIGN	조아라	2022-03-01	SCIE
Neural Network Data Analysis in the Large Helical Device Thomson Scattering System	국외	PLASMA AND FUSION RESEARCH	이종하 (공동저자)	2022-03-08	SCOPUS
Enhancing antioxidant activities and anti-aging effect of rice stem cell extracts by plasma treatment	국외	APPLIED SCIENCES-BASEL	지상혜	2022-03-11	SCIE
Gas pressure casting technique for manufacturing of W/OFHC-Cu monoblock	국외	FUSION ENGINEERING AND DESIGN	방은남	2022-03-21	SCIE
Energy transfer of trapped electron turbulence in tokamak fusion plasmas	국외	SCIENTIFIC REPORTS	기뢰	2022-03-23	SCIE
Design and experimental demonstration of feedback adaptive RMP ELM controller toward complete long pulse ELM suppression on KSTAR	국외	PHYSICS OF PLASMAS	서동철 (공동저자)	2022-03-24	SCIE
Fast and realistic 3D feature profile simulation platform for plasma etching process	국외	JOURNAL OF PHYSICS D-APPLIED PHYSICS	육영근	2022-03-30	SCIE
Simulation study of fast ion losses associated with the n=1 resonant magnetic perturbations in KSTAR	국외	NUCLEAR FUSION	이동렬	2022-03-31	SCIE
Development of a gyrokinetic hyperbolic solver based on discontinuous Galerkin method in tokamak geometry	국외	COMPUTER PHYSICS COMMUNICATIONS	조가형	2022-04-01	SCIE
Toward Holistic Understanding of the ITER-like Resonant Magnetic Perturbation (RMP) ELM Control on KSTAR	국외	NUCLEAR FUSION	김기민 (공동저자)	2022-04-05	SCIE
Boron-rich Boron Nitride Nanotubes as Highly Selective Adsorbents for Selected Diatomic Air Pollutants: A DFT Study	국외	ADVANCED THEORY AND SIMULATIONS	최희철 (공동저자)	2022-04-11	SCIE
Remote Plasma-Induced Synthesis of Self-Assembled MoS2/Carbon Nanowall Nanocomposites and Their Application as High-Performance Active Materials for Supercapacitors	국외	NANOMATERIALS	신진하	2022-04-13	SCIE

논문명	국내/외	저널명	주저자	게시일자	발주기관
Current advancements in the molecular mechanism of plasma treatment for seed germination and plant growth	국외	INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES	리자 아디티아	2022-04-21	SCIE
Effects of light impurities on zonal flow activities and turbulent thermal transport	국외	PHYSICS OF PLASMAS	서장훈	2022-05-03	SCIE
Narrow lpa1 Metaxylems Enhance Drought Tolerance and Optimize Water Use for Grain Filling in Dwarf Rice	국외	FRONTIERS IN PLANT SCIENCE	리자 아디티아	2022-05-10	SCIE
The measurement of carbon density profile using charge exchange spectroscopy in KSTAR	국외	AIP ADVANCES	이제길	2022-05-10	SCIE
The Effect of Gap Distance between a Pin and water surface on the Inactivation of Escherichia coli using a pin-to-water plasma	국외	INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES	임정현	2022-05-12	SCIE
Phase synchronization versus modulational instability for zonal flow generation and pattern formation	국외	NUCLEAR FUSION	이수민	2022-05-13	SCIE
Three distinct phases of electron heating in an rf-driven atmospheric-pressure plasma jet	국외	PLASMA SOURCES SCIENCE & TECHNOLOGY	박상후	2022-05-17	SCIE
Enhancement of detachment control with simplified real-time modelling on the KSTAR tokamak	국외	PLASMA PHYSICS AND CONTROLLED FUSION	김흥수 (공동저자)	2022-05-26	SCIE
Manufacturing completion of the First ITER Vacuum Vessel Sector	국외	NUCLEAR FUSION	김현수	2022-05-30	SCIE
Characterization of the Impurity features deposited on the boronization tungsten tiles exposed in KSTAR tokamak using laser-induced breakdown spectroscopy	국외	NUCLEAR MATERIALS AND ENERGY	방은남 (공동저자)	2022-06-01	SCIE
Investigations of plasma response associated with resonant magnetic perturbation fields using perturbation method in KSTAR H-mode plasmas	국외	NUCLEAR FUSION	고원하 (공동저자)	2022-06-01	SCIE
Characteristics of uranium hydride bed for fusion fuel cycle: Hydrogen and deuterium absorption	국외	INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROGEN ENERGY	강현구	2022-06-03	SCIE
Hybrid-gyrokinetic simulations of low-n toroidal Alfven eigenmodes using gKPSP	국외	PHYSICS OF PLASMAS	조영우	2022-06-07	SCIE
Scanning deposition method for large-area diamond film synthesis using multiple microwave plasma sources	국외	NANOMATERIALS	홍승표	2022-06-08	SCIE
Low energy electron scattering from c-C4F8	국내	Atoms	권득철 (공동저자)	2022-06-23	ESCI
Development of Low-Temperature Metal Dry-Etching Equipment via ECR Plasma Source	국외	JOURNAL OF THE SOCIETY FOR INFORMATION DISPLAY	장수욱 (공동저자)	2022-06-28	SCIE
Maintenance of the 1st NBI vacuum system for the KSTAR tokamak	국외	IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING	이영주	2022-06-30	기타
Ion beam figuring with focused anode layer thruster	국외	REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS	이강일 (공동저자)	2022-06-30	SCIE
Total electron scattering cross section of C3F6O at the intermediate-energy region for developing an alternative insulation gas to SF6	국외	CURRENT APPLIED PHYSICS	박연수	2022-06-30	SCIE
Radiation distribution for shattered pellet injection experiment with AXUV array diagnostics in KSTAR	국외	FUSION ENGINEERING AND DESIGN	장주혁	2022-07-01	SCIE
Measurement of Mach probe on plasma flow velocity in highly collisional plasma jet	국외	CURRENT APPLIED PHYSICS	강인제	2022-07-01	SCIE

논문명	국내/외	저널명	주저자	게시일자	발주기관
Implementation of the nonlinear Fokker-Planck collision operator in Rosenbluth form using discontinuous Galerkin method	국외	COMPUTER PHYSICS COMMUNICATIONS	권재민 (공동저자)	2022-07-03	SCIE
Comparison of EU-DEMO React & Wind Nb3Sn TF CICC Current Sharing Temperature against Wind & React Nb3Sn CICCs	국내	한국초전도, 저온논문지	권순필	2022-07-19	KCI
Effect of the inertial term of the ion momentum equation on fluid transport simulation for capacitively coupled plasma sources	국외	CURRENT APPLIED PHYSICS	권득철 (공동저자)	2022-07-21	SCIE
Role of a ZF-HD Transcription Factor in miR157-Mediated Feed-Forward Regulatory Module That Determines Plant Architecture in Arabidopsis	국외	INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES	이영경	2022-08-04	SCIE
Investigation of multiple-ion-source neutral beam operation conditions compatible with motional Stark e ect diagnostics	국외	REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS	고진석	2022-08-10	SCIE
Experimental results from X-ray imaging crystal spectrometer utilizing double crystal assembly in Korea Superconducting Tokamak Advanced Research (KSTAR)	국내	REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS	이상곤	2022-08-12	SCIE
Spatially averaged ion temperature model for low-temperature plasma sources	국외	JOURNAL OF PHYSICS D-APPLIED PHYSICS	권득철	2022-08-18	SCIE
Strain-Rate Dependence of Tensile Behavior in Commercial Grade Tungsten – Effect of Recrystallization Condition	국외	MATERIALS	김형찬 (공동저자)	2022-08-24	SCIE
Optimized Design of a 170-GHz Gyrotron Magnet With Thermally Insulated Structures	국외	IEEE TRANSACTIONS ON APPLIED SUPERCONDUCTIVITY	남석호	2022-09-01	SCIE
Test and Analysis of Laboratory-Scale D-Shaped Co-Wound No-Insulation HTS Single Pancake Coil for TF Coil Application	국내	IEEE TRANSACTIONS ON APPLIED SUPERCONDUCTIVITY	김현욱 (공동저자)	2022-09-01	SCIE
Density functionals for core excitations	국외	JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS	박영춘	2022-09-02	SCIE
Development of fabrication technologies for the first wall of the HCCR blanket	국외	FUSION ENGINEERING AND DESIGN	권효성	2022-09-06	SCIE
Toroidal rotation dynamics in KSTAR ohmic plasmas	국외	NUCLEAR FUSION	이상곤	2022-09-07	SCIE
A sustained high-temperature fusion plasma regime facilitated by fast ions	국외	NATURE	한현선	2022-09-08	SCIE
Simulated experiments for removal of odorous gases by wire-mesh electrode dielectric barrier discharge	국외	PHYSICS OF PLASMAS	양건우	2022-09-09	SCIE
Mechanism of ( )-epigallocatechin gallate (EGCG) dimerization by low-temperature plasma	국외	SCIENTIFIC REPORTS	박승일	2022-09-13	SCIE
Local destabilization of the ideal or infinite-n ballooning mode in the H-mode pedestal region with high triangularity	국외	NUCLEAR FUSION	김진용	2022-09-15	SCIE
A Study on the Characteristics of Inductively Coupled Plasma Nitridation Process	국외	COATINGS	신종현	2022-09-20	SCIE
Relation of pandemics with solar cycles through ozone, cloud seeds, and vitamin D	국외	ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH	이관철	2022-09-23	SCIE
Effect of heavy inert ion strikes on cell density-dependent profile variation and distortion during the etching process for high-aspect ratio features	국외	PHYSICS OF PLASMAS	권득철 (공동저자)	2022-09-26	SCIE
Development of two dimensional full wave spectral code for the ICRF heating and current drive research including scrape-off layer in tokamaks	국내	NUCLEAR ENGINEERING AND TECHNOLOGY	곽종구 (공동저자)	2022-10-01	KCI

논문명	국내/외	저널명	주저자	게시일자	발주기관
Nonlinear MHD modeling of n=1 RMP-induced pedestal transport and mode coupling effects on ELM suppression in KSTAR	국외	NUCLEAR FUSION	김민우 (공동저자)	2022-10-01	SCIE
Progress in gyrokinetic validation studies using NBI heated L-mode discharge in KSTAR	국외	CURRENT APPLIED PHYSICS	강지성 (공동저자)	2022-10-01	SCIE
KO AC/DC Converter System Installation Status and Commissioning Plan at ITER Site	국내	전력전자학회 논문지	송인호	2022-10-01	KCI
A DFT Study on the Direct CF2 Fragmentation Mechanisms of 1,3-C4F6 and 1,3-C4F6+ in Plasma	국외	PLASMA CHEMISTRY AND PLASMA PROCESSING	최희철	2022-10-06	SCIE
Water surface plasma source for large area water treatment by using volume dielectric barrier discharge	국외	IEEE TRANSACTIONS ON PLASMA SCIENCE	양종근	2022-10-10	SCIE
Determination of best operation parameters of electron cyclotron wall conditioning in KSTAR	국외	NUCLEAR MATERIALS AND ENERGY	김재현 (공동저자)	2022-10-12	SCIE
Competitive roles of dislocations on blister formation in polycrystalline pure tungsten	국내	JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS	김형찬 (공동저자)	2022-10-15	SCIE
Global ExB flow pattern formation and saturation	국외	NUCLEAR FUSION	기뢰	2022-10-17	SCIE
Observation of a new type of self-generated current in magnetized plasmas	국외	NATURE COMMUNICATIONS	고진석 (공동저자)	2022-10-29	SCIE
Efficacy of Hydrogen Peroxide on Root Rot Disease of Ginseng Sprouts	국내	식물병 연구	송종석	2022-10-31	KCI
Design Space Exploration of K-Demo Using Novel Method for the Minimum Build Determination	국외	IEEE TRANSACTIONS ON PLASMA SCIENCE	조가형	2022-11-01	SCIE
Development of a Virtual Tokamak platform	국외	FUSION ENGINEERING AND DESIGN	권재민	2022-11-01	SCIE
Gyro-averaging operators with magnetic field inhomogeneity	국외	PHYSICS OF PLASMAS	장호건	2022-11-01	SCIE
A design study on metal C-ring seals	국외	VACUUM	김근홍	2022-11-01	SCIE
Evaluation of the Functional Acceptability of the ITER Vacuum Vessel	국외	NUCLEAR FUSION	문호규	2022-11-10	SCIE
Different roles of elongation and triangularity in the H-mode pedestal height enhancement through strong plasma shaping	국외	PHYSICS OF PLASMAS	김진용	2022-11-15	SCIE
Cold Plasma Treatment Increases Bioactive Metabolites in Oat (Avena sativa L.) Sprouts and Enhances In Vitro Osteogenic Activity of their Extracts	국외	PLANT FOODS FOR HUMAN NUTRITION	박승일 (공동저자)	2022-11-16	SCIE
Activation analysis of a tritium breeding blanket in the Korean fusion demonstration reactor using the SuperMC code	국내	JOURNAL OF THE KOREAN PHYSICAL SOCIETY	김병철	2022-11-30	SCIE
Experimental and numerical evaluation of the neutral beam deposition profile in KSTAR	국외	FUSION ENGINEERING AND DESIGN	나병근	2022-12-01	SCIE
Evaluation of plasma current quench time using a discrete Rogowski coil in the KSTAR tokamak	국외	FUSION ENGINEERING AND DESIGN	박준교	2022-12-01	SCIE
Microwave Plasma Assisted Aerosol Deposition (μ-PAD) for Ceramic Coating Applications	국외	CERAMICS	장수욱	2022-12-02	SCOPUS
Fluctuation effects on the plasma density profiles measured by using a frequency modulated continuous wave reflectometer	국외	PLASMA PHYSICS AND CONTROLLED FUSION	서성헌	2022-12-06	SCIE
A New Integrated Analysis Suite for Fast-Ion Study in KSTAR	국외	FUSION SCIENCE AND TECHNOLOGY	강지성 (공동저자)	2022-12-19	SCIE
Stochastic fluctuation and transport of tokamak edge plasmas with the resonant magnetic perturbation field	국외	PHYSICS OF PLASMAS	최민준	2022-12-19	SCIE
A review of supersonic molecular beam injection for plasma fueling and physical studies in magnetic fusion devices	국외	REVIEWS OF MODERN PLASMA PHYSICS	곽종구 (공동저자)	2022-12-26	SCIE

산업재산권 현황



■ 특허출원

2022년 12월 31일 기준

구분	특허명칭	주발명자	출원일자	출원번호	출원국가
특허출원	주파수 조향 위상 배열 안테나	서성헌	2022-02-09	10-2022-0016995	대한민국
	토치 결합용 자동 개폐식 용융로 포트 및 이를 이용한 플라즈마 용융로	강인제	2022-02-15	10-2022-0019351	대한민국
	플라즈마 가스의 예열 가능한 비이송식 공동형 플라즈마 토치	강인제	2022-02-15	10-2022-0019368	대한민국
	플라스틱 생분해 효율 향상 방법 및 효율이 향상된 미생물 이용 플라스틱 생분해 방법	지상혜	2022-03-16	10-2022-0032840	대한민국
	유전분체의 선별장치	석동찬	2022-03-23	10-2022-0036099	대한민국
	링형 전극을 구비하는 마이크로웨이브 다이아몬드 성막 장치	최용섭	2022-03-25	10-2022-0037315	대한민국
	대면적 플라즈마 증착 장치	최용섭	2022-03-30	10-2022-0039511	대한민국
	마이크로웨이브 다이아몬드 성막 장치	최용섭	2022-03-31	10-2022-0040501	대한민국
	질소산화물 활성수 제조장치 및 이를 이용한 질소산화물 고농도 활성수 제조 시스템	홍용철	2022-04-06	10-2022-0042801	대한민국
	플라즈마 버너 화염 발생기 및 이를 이용한 플라즈마 버너	홍용철	2022-04-08	10-2022-0043751	대한민국
	플라즈마 시뮬레이션 방법 및 시스템	권득철	2022-04-19	10-2022-0048242	대한민국
	기계학습을 이용한 플라즈마 시뮬레이션 방법 및 시스템	권득철	2022-04-25	10-2022-0051027	대한민국
	텍스트 추출을 이용한 시뮬레이션 방법	권득철	2022-04-29	10-2022-0053501	대한민국
	가장자리 영역밀도가 높은 마이크로웨이브 토치 플라즈마를 이용한 분말 처리 장치	홍용철	2022-05-03	10-2022-0054873	대한민국
	제한된 편집을 제공하는 플라즈마 시뮬레이터	권득철	2022-05-04	10-2022-0055505	대한민국
	플라즈마 처리된 에르고스테롤 반응물의 제조방법, 상기 제 조방법으로 제조된 반응물, 이로부터 분리된 화합물 및 이 의 용도	김성봉	2022-05-10	10-2022-0056954	대한민국
	실링용 C 타입 링	김근홍	2022-05-18	10-2022-0060666	대한민국
	LTS 및 HTS 관내도체의 하이브리드 조인트 조립체, 이의 LTS 및 HTS 관내도체의 하이브리드 조인트 방법 및 이에 의한 LTS 관내도체의 연장 방법	이현정	2022-05-26	10-2022-0064445	대한민국
	반도체 장비를 통합 관리하기 위한 지능형 시스템	윤정식	2022-06-03	10-2022-0067932	대한민국
	전도성 분말의 플라즈마 표면처리 장치	유승열	2022-06-09	EP 21744361.3	유럽
	전도성 분말의 플라즈마 표면처리 장치	유승열	2022-06-28	CN 202180007026.7	중국
	플라즈마 방전 전극이 결합된 다공성 세라믹 필터	한덕선	2022-06-29	10-2022-0079706	대한민국
	전도성 분말의 플라즈마 표면처리 장치	유승열	2022-07-01	US 17/758,324	미국
	총질소 억제 색도 제거 플라즈마 수처리 장치 및 그 방법	홍용철	2022-07-01	US 17/856,111	미국
	비접촉 플라즈마 모니터링 방법 및 이를 이용한 비접촉 플라즈마 모니터링 장치	김대철	2022-07-08	10-2022-0084493	대한민국
	미세버블을 활용한 폐양액 플라즈마 살균 장치	유승민	2022-07-14	10-2022-0086671	대한민국
	적층형 동축 공동 고주파 무선전력 결합장치	왕선정	2022-08-02	10-2022-0096365	대한민국
	고주파 무선전력 증폭모듈	왕선정	2022-08-02	10-2022-0096366	대한민국
	플라즈마 모니터링용 뷰포트, 이를 포함하는 플라즈마 발생기 및 플라즈마 모니터링 방법	김종식	2022-08-18	10-2022-0103103	대한민국
	용량 결합 플라즈마 발생 장치용 전극, 이를 포함하는 용량 결합 플라즈마 발생 장치 및 용량 결합 플라즈마 균일성 조정 방법	김종식	2022-08-18	10-2022-0103107	대한민국
	공진 도파관에 의한 플라즈마 발생장치	장수욱	2022-09-07	10-2022-0113477	대한민국
	튜너를 구비하는 공진 도파관에 의한 플라즈마 발생장치	장수욱	2022-09-07	10-2022-0113586	대한민국
	플라즈마를 이용한 핸드레일 살균장치	한덕선	2022-09-08	10-2022-0114420	대한민국
	수중 플라즈마 방전을 이용한 황화구리 제조방법	홍용철	2022-09-14	10-2022-0115302	대한민국
	플라즈마 방전수를 이용한 방역 시스템 및 플라즈마 방전수를 액적으로 분무하는 분무노즐	홍용철	2022-09-14	CN 202180021022.4	중국
	플라즈마 방전수를 이용한 방역 시스템 및 플라즈마 방전수를 액적으로 분무하는 분무노즐	홍용철	2022-09-19	US 17/906,688	미국
	두 개의 독립된 개질공간을 구비하는 합성가스 반응기	조창현	2022-09-22	10-2022-0119984	대한민국
	질소산화물 용존수 제조 시스템 및 이를 이용한 질소산화물 용존수 제조공정	홍용철	2022-10-31	10-2022-0142228	대한민국
	플라즈마 스퍼터링 장치	김성봉	2022-11-09	10-2022-0148871	대한민국
	윈도우 열화 방지 플라즈마 장치	장수욱	2022-11-17	10-2022-0154395	대한민국
	고온초전도 자석용 관내 도체	오상준	2022-11-28	10-2022-0161522	대한민국
	공진 도파관에 의한 플라즈마 발생장치	장수욱	2022-12-02	10-2022-0166500	대한민국
	공진 도파관에 의한 플라즈마 발생장치	장수욱	2022-12-02	10-2022-0166849	대한민국
	연속적 섬유 안정화 및 탄화 장치 및 연속적 섬유 안정화 및 탄화 방법	홍용철	2022-12-07	10-2022-0169415	대한민국
	질소산화물의 선택성 증대한 마이크로웨이브 플라즈마 장치 및 이를 이용한 질소산화물 함유 수 제조 방법	홍용철	2022-12-16	US 18/010,912	미국

구분	특허명칭	주발명자	출원일자	출원번호	출원국가
특허출원	질소산화물의 선택성 증대한 마이크로웨이브 플라즈마 장치 및 이를 이용한 질소산화물 함유 수 제조 방법	홍용철	2022-12-23	CN 202180045262.8	중국
	유체 이송되는 폐가스를 분해처리 하기 위한 고밀도 마이크로파 플라즈마 장치	박승일	2022-12-28	10-2022-0187079	대한민국
	전도성 탄소 분말의 수분산성 향상 방법 및 전도성 탄소 분말의 콜로이드 용액 제조 방법	석동찬	2022-12-29	US 18/003,779	미국
	전도성 탄소 분말의 수분산성 향상 방법 및 전도성 탄소 분말의 콜로이드 용액 제조 방법	석동찬	2022-12-30	CN 202180046891.2	중국

■ 특허등록

2022년 12월 31일 기준

구분	특허명칭	주발명자	출원일자	출원번호	출원국가
특허등록	자동 운전 제어 가능한 전자파 플라즈마 토치 반응기	홍용철	2022-01-26	10-2357964	대한민국
	기판 가장자리 또는 에지링의 식각 상태를 실시간 진단할 수 있는 플라즈마 기판 식각 장치	송재민	2022-02-09	10-2362418	대한민국
	플라즈마 가감압 종자 살균 장치	지성훈	2022-02-22	10-2367845	대한민국
	브레이징 접합 간격 조정을 통한 텅스텐 모노블록 적층 부품 제조 방법, 및 브레이징 접합 시에 용융된 용가재의 흐름을 방지할 수 있는 텅스텐 모노블록 적층 부품이 적층된 모듈 제조 방법	김경민	2022-02-28	10-2370120	대한민국
	원자층 연마 방법 및 이를 위한 연마 장치	최용섭	2022-03-08	US 11,268,191	미국
	에피갈로카테킨 갈레이트 및 플로로글루시놀 혼합물에 플라즈마 처리하여 획득한 신규 화합물을 유효성분으로 함유하는 항비만용 조성물	김태훈	2022-03-24	10-2379821	대한민국
	코팅용 분체 에어로졸 증착용 마이크로웨이브 플라즈마 노즐 및 이를 이용하는 코팅용 분체 에어로졸에 의한 코팅 장치	장수욱	2022-03-30	10-2382221	대한민국
	플라즈마 장비의 센싱데이터를 이용한 공정 예측 방법 및 이를 위한 스마트센서	송중호	2022-04-01	10-2383416	대한민국
	대용량 플라즈마 열산화기	홍용철	2022-04-18	10-2389362	대한민국
	듀얼 타입 플라즈마 토출부를 구비하는 플라즈마 장치	석동찬	2022-04-26	ZL 201811130616.5	중국
	환형 면방전 플라즈마 장치를 이용한 점상 식각 모듈 및 점상 식각 모듈의 식각 프로파일을 제어하는 방법	석동찬	2022-05-30	JP 07081740	일본
	플라즈마 시뮬레이션을 위한 데이터의 입력 장치 및 방법	권득철	2022-06-30	10-2416787	대한민국

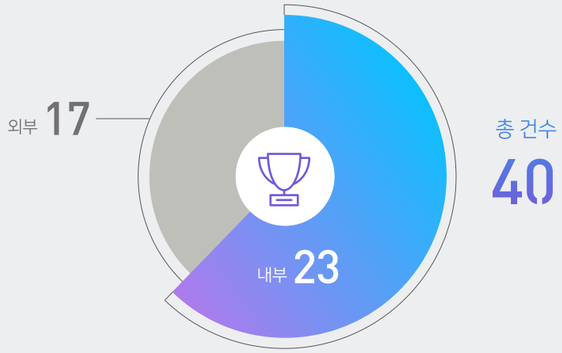
구분	특허명칭	주발명자	출원일자	출원번호	출원국가
특허등록	원자층 연마 방법 및 이를 위한 연마 장치	최용섭	2022-07-19	JP 07106791	일본
	전자파 플라즈마 토치의 점화기 및 이를 이용하는 전자파 플라즈마 토치	유현종	2022-08-19	10-2435691	대한민국
	플라즈마 발생 모니터링 및 제어 시스템	박승일	2022-08-22	10-2436148	대한민국
	선회식 플라즈마 용융장치	최용섭	2022-08-24	JP 07129044	일본
	전도성 탄소 분말의 수분산성 향상 방법 및 전도성 탄소 분말의 콜로이드 용액 제조 방법	석동찬	2022-09-02	10-2441127	대한민국
	복수의 파워 반도체 냉각장치	왕선정	2022-09-06	10-2442547	대한민국
	플라즈마를 처리한 활성수를 이용하여 식물의 뿌리털 생장을 조절하는 방법	이영경	2022-09-27	10-2449546	대한민국
	다공질 유전체를 포함하는 플라즈마 발생원	석동찬	2022-10-05	EP 3952618	유럽
	열구배 완화 플라즈마 발생 장치	박승일	2022-10-13	10-2455730	대한민국
	비열 플라즈마를 이용한 식물 생장 촉진 박테리아의 활성을 증가시키는 방법	지상혜	2022-10-14	10-2456371	대한민국
	플라즈마 OES 진단용 윈도우 및 이를 이용한 플라즈마 장치	이강일	2022-10-21	JP 07162940	일본
	플라즈마를 이용한 아토마이징 시스템 및 아토마이징 방법	김지훈	2022-11-11	10-2467741	대한민국
	플라즈마를 이용한 악취 제거 장치	홍용철	2022-12-02	ZL 202010236863.4	중국
	소각 및 가스화 공정 배가스의 플라즈마 처리 장치	홍용철	2022-12-14	VN 34686	베트남
	플라즈마 방전수를 이용한 방역 시스템 및 플라즈마 방전수를 액적으로 분무하는 분무노즐	홍용철	2022-12-15	10-2479272	대한민국
	소각 및 가스화 공정 배가스의 플라즈마 처리 장치	홍용철	2022-12-21	MY-194872-A	말레이시아
	질화붕소분말의 발수처리 방법 및 발수코팅된 질화붕소	정용호	2022-12-23	JP 07199760	일본

■ 기술이전

2022년 12월 31일 기준

구분	기술명칭	책임자	업체명	계약일자
기술이전	플라즈마 액체 처리장치를 이용한 공간 살균 기술	홍○○	㈜스테○○	2022-05-06
	ECR 플라즈마를 이용한 스퍼터링 기술	김○○	㈜아○○	2022-05-17

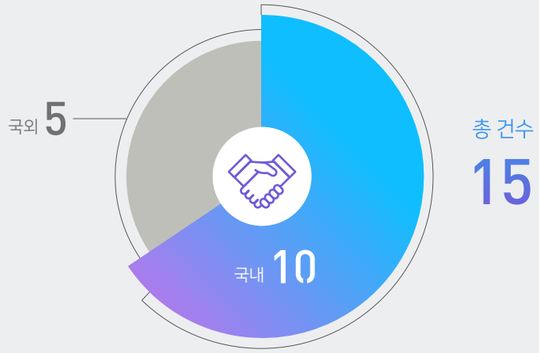
포상 현황



2022년 12월 31일 기준

구분	포상자명	부서명	훈격	수상기관	수상내용	수상일자
내부	권재민	통합시뮬레이션연구부	원장표창	-	자랑스런 KFE人	2023-01-02
	-	구매자산팀	원장표창	-	우수부서	2023-01-02
	-	진단제어기술팀	원장표창	-	우수부서	2023-01-02
	-	홍보협력팀	원장표창	-	우수부서	2023-01-02
	김사웅	ITER토카막기술부	원장표창	-	우수직원	2023-01-02
	김형식	기획조정부	원장표창	-	우수직원	2023-01-02
	이은상	정책전략부	원장표창	-	우수직원	2023-01-02
	정동유	ITER시스템기술부	원장표창	-	우수직원	2023-01-02
	한현선	고성능플라즈마연구부	원장표창	-	(논문상)최우수논문	2023-01-02
	리자 아디티아	플라즈마·바이오연구부	원장표창	-	(논문상)우수논문1	2023-01-02
	송종석	플라즈마·바이오연구부	원장표창	-	(논문상)우수논문2	2023-01-02
	신기욱	고성능플라즈마연구부	원장표창	-	(논문상)신진연구자	2023-01-02
	김성봉	파견	원장표창	-	(기술상)우수상	2023-01-02
	홍용철	플라즈마융합연구부	원장표창	-	(기술상)장려상	2023-01-02
	박준환	기획조정부	원장표창	-	모범상	2023-01-02
	박갑래	토카막장치기술부	원장표창	-	최우수과제	2023-01-02
	박수현	KSTAR연구본부	원장표창	-	우수과제	2023-01-02
	김성국	초고온플라즈마연구부	원장표창	-	우수앰버서더	2023-01-02
외부	신동훈	플라즈마융합연구부	원장표창	-	중소기업협력인	2023-01-02
	-	총무팀	원장표창	-	보안우수부서	2023-01-02
	김영진	토카막장치기술부	원장표창	-	보안우수	2023-01-02
	-	플라즈마진단연구팀	원장표창	-	안전우수부서	2023-01-02
	박승일	플라즈마·바이오연구부	원장표창	-	안전우수	2023-01-02
	윤시우	KSTAR연구본부	장관표창	과학기술정보통신부	2022년 과학의날 표창	2022-04-21
	권재민	통합시뮬레이션연구부	장관표창	과학기술정보통신부	2022년 과학의날 표창	2022-04-21
	이한빛	안전보안부	장관표창	과학기술정보통신부	코로나19 대응 유공	2022-04-29
	정윤정	행정관리부	이사장표창	국가과학기술연구회	2022년 출연(연) 우수직원 이사장상	2022-06-24
	-	한국핵융합에너지연구원 (성과확산실)	청장표창	특허청	지식재산 경영 우수기관	2022-09-21
	-	한국핵융합에너지연구원 (홍보협력팀)	장관표창	과학기술정보통신부	교육기부 대상	2022-10-07
	-	한국핵융합에너지연구원 (플라즈마융합연구부)	장관표창	산업통상자원부	2022년 세계표준의 날 - 국가표준화부문	2022-10-13
	-	한국핵융합에너지연구원 (홍보협력팀)	회장상	한국소셜콘텐츠진흥협회	2022 대한민국 SNS 대상	2022-10-14
	고원하	고성능플라즈마연구부	장관표창	과학기술정보통신부	우수 여성과학기술인담당관	2022-11-23
	박승일	플라즈마 바이오연구부	장관표창	과학기술정보통신부	2022년 창립기념 NST 이사장상	2022-11-20
	송승준	행정관리부	이사장표창	국가과학기술연구회	2022년 창립기념 NST 이사장상	2022-11-20
	고미상	정책전략부	장관표창	과학기술정보통신부	과학문화 확산 유공	2022-12-13
	노승훈	안전관리실	장관표창	과학기술정보통신부	2022년 비상대비업무 유공	2022-12-30
	윤진	정보전략실	장관표창	과학기술정보통신부	정보보호 유공	2022-12-30
	조광운	안전보안부	이사장표창	국가과학기술연구회	소방안전문화 확산 유공	2022-12-30
	이종하	고성능플라즈마연구부	구성장표창	유성구청	꿈나무과학멘토 유공	2022-12-30
	-	한국핵융합에너지연구원 (안전팀)	구청장표창	유성구청	재난대응 안전한국훈련 우수기관	2022-12-30

협약체결 현황



2022년 12월 31일 기준

구분	체결기관	체결국가	협정명	체결일자	주요내용	발효기간
국외	IAEA	국제기구	Practical Arrangements between IAEA and KFE on Cooperation in the area of atomic, molecular and plasma-material interaction data relevant to fusion	2022-02-16	원자, 분자 및 플라즈마 물질 상호 작용 데이터의 평가, 정보 교환 공동연구	3년
	ICSI	루마니아	Addendum to Cooperation Agreement	2022-05-23	삼중수소 분리공정연구 분야 공동연구 및 인력교류를 위한 연구협약 (Cooperation Agreement) 연장	5년
	UCLA	미국	Amendment #4 Task Agreement between The Korea Institute of Fusion Energy And The Regents of the University of California, Los Angeles For Cooperation on R&D for Fusion Nuclear Science to Expedite the Realization of Magnetic Fusion Energy	2022-07-22	한-EU가 공동 개발하는 HCCP-TBM의 삼중수소 거동 예측 및 누출에 대한 안전 검증을 수행하고, 향후 실증로 증식블랑켓의 설계 및 삼중수소 이송 예측 기술을 확보하기 위한 공동연구 연장	2년
	IAEA	국제기구	KFE-IAEA Research Agreement (No. 26499)	2022-11-01	IAEA Artificial Intelligence for Accelerating Fusion R&D 공동 연구 프로그램 참여	5년
	JINR	러시아	Cooperation Agreement No 116	2022-12-29	KSTAR의 중수소 핵융합 플라즈마에서 방출되는 고속 중성자 에너지 측정을 위한 분광 측정 시스템의 성능향상을 위한 공동연구 수행	3년

구분	체결기관	협정명	체결일자	주요내용	발효기간
국내	차세대지능형반도체 사업단	반도체 공정용 장비 부품 지능화 기술 R&D 연구에 관한 차세대지능형반도체사업단-플라즈마장비지능화연구단 간 상호협력협약서	2022-01-27	반도체 공정용 장비 부품 지능화 기술 R&D 연구 협력	5년
	한국에너지공과대학	한국에너지공과대학-한국핵융합에너지연구원 간 핵융합 초전도 자석 공동연구 협력을 위한 상호협력협약서	2022-1-27	핵융합 초전도 자석 공동연구 협력	3년 (1년씩 자동 연장)
	HPS, GS건설	고온 플라즈마 가스화기술 국산화 개발을 위한 업무협력협약서	2022-04-12	고온 플라즈마 가스화기술 국산화 개발을 위한 업무 협력	3년 (1년씩 자동 연장)
	한국원자력통제기술원	한국핵융합에너지연구원-한국원자력통제기술원 상호 연구 협력을 위한 양해각서	2022-04-20	핵비확산 핵안보 및 핵융합 연구 협력	5년 (3년씩 자동 연장)
	한국식품연구원, 한국과학기술원 전북분원, 한국생명공학연구원 전북분원, 한국생산기술연구원 전북본부, 안전성평가연구소 전북분소	전라북도 소재 출연(연) 안전보건협의회 구성 및 운영을 위한 업무협약서	2022-05-31	전라북도 소재 출연 연구기관은 안전보건수준 향상을 위한 안전에 관한 정보교류, 상호협력	계속
	충남대학교농업생명과학대학, 기초과학지원연구원	충남대학교 농업생명과학대학, 한국기초과학지원연구원, 한국핵융합에너지연구원 간 교육연구교류를위한업무협약서	2022-06-01	충남대농대-기초연-핵융합연 간 교육연구 교류협력	'22.06.27 해지
	중소기업기술정보진흥원	중소기업 기술애로 해결 및 기술경쟁력 강화를 위한 중소기업기술정보진흥원, 한국핵융합에너지연구원 업무협약서	2022-06-02	중소기업 기술애로 해결 및 기술경쟁력 강화를 위한 업무협력	1년 (자동 연장)
	울산과학기술대학교	한국핵융합에너지연구원과 울산과학기술원 간 학술 및 기술정보 교환 합의서	2022-07-12	차세대 핵융합 예비실증로 (가칭 UFR) 설계 및 공학해석 자료의 제공 및 활용	자동 연장
	부경대학교 산학협력단	한국핵융합에너지연구원 KSTAR연구본부 - 부경대학교 산학협력단 간 초전도 도체 내부 열·유동 현상 분석 공동연구 협력을 위한 상호협력협약서	2022-10-28	초전도 도체 내부 열·유동 현상 분석 공동연구 협력	3년
	서울과학기술대학교 산학협력단	한국핵융합에너지연구원 KSTAR연구본부 - 서울과학기술대학교 산학협력단 간 핵융합로용 전자석 기기 열성능 평가 및 열설계 연구 협력을 위한 상호협력 협약서	2022-10-28	핵융합로용 전자석 기기 열성능 평가 및 열설계 공동연구 협력	3년

KFE

ANNUAL REPORT 2022

발행일 2023년 3월 31일

발행인 유석재

발행처 한국핵융합에너지연구원
대전광역시 유성구 과학로 169-148
Tel 042-879-6000 | www.KFE.re.kr

디자인 디자인 오호(Design oho)