섭씨 1억도 뿜는다… 지름 30m '미니 태양' 공정률 45%

7개국 공조 프랑스 국제핵융합실험로 ITER 건설현장을 가다

중앙일보는 창간 52주년을 맞아 여시재·KAIST와 함께 '인류 10대 난제'를 선정했다. 핵융합발전과 암 극복, 뇌의 비밀, 우주 개발 등 인류가 풀어야 하고 풀기를 원하는 난제가 그것이다. 중앙일보는 '인류 10대 난제 도전하다'란 보도를 통해 미래를 개척해 나가고 있는 인류의 현장을 찾고, 한국의 위기와 도전을 점검해본다.

실험장, 축구장 60개 합친 규모
2035년 원전 1기 절반 열출력 확보
2055년 핵융합발전소로 전기 생산
"초고온 300~500초 제어하는 기술
극한 견디는 재료 개발이 숙제"

'인류가 에너지의 고민에서 해방됐다. 도로를 달리는 차량과 우뚝 솟은 마천루의 에너지는 모두 값싼 전기다. 마치 물과 공기처럼 부담 없이 전기를 쓴다. 공기는 맑고, 하늘은 청명하다. 뿌연 미세먼지 가득했던 한반도의 하늘은 사철 가을 하늘 모습으로 변했다. 맹위를 떨치던 지구온난화도 한풀 꺾였다. 덕분에 북미 대륙을 초토화하는 초대형 허리케인이 잦아들었다. 남태평양의 산호섬 나라 투발루는 수몰의 위기에서 벗어났다.'

21세기 중후반께 다가올지 모를 미래에 대한 상상이다. 하지만 과학소설(SF) 영화 같은 막연한 상상이 아니다. 프랑스 남부 소도시 카다라슈는 이런 인류의 미래 비전을 꿈꾸고 만들어 나가는 현장이다. 국제핵융합실험로(ITER)의 본부에는 EU와 미국·일본·중국·러시아·인도·한국 등 7개국 연구인력 800명이 상주하고 있다. ITER 공사 현장의 인력을 포함하면 2000명에 달한다.

2010년 시작한 프랑스 ITER 건설공사는 현재 공정률 45%. 2025년이면 공사를 마치고 섭씨 1억 도의 초고온 플라스마를 처음으로 뿜어낼 예정이다. ITER 사업의 최종 목표는 2035년 원자력발전소 발전용량(1GW)의 절반 수준인 500MW의 열출력을 내는 플라스마를 300~500초 이상 유지하면서 최적의 운전 방법을 찾아내는 것이다. 이 선을 넘어서면 기술적으로 외부 에너지 공급 없이도 핵융합반응이 계속될 수 있다. 이때까지 들어가는 총 예산만 23조원에 이른다.

이후에는 참여 회원국들이 ITER에서 축적한 기술을 바탕으로 실제 증기터빈까지 갖춘 핵융합발전소를 만들어 전기를 생산하는 수순을 밟는다. 그게 2055년께로 예상된다. 2000년에 태어난 밀레니엄베이비(현재 고교 2년생)는 50대의 나이에 맞을 수 있는 세상이다.

핵융합발전은 '인공태양'이라 불린다. 태양이 불타오르며 빛과 열을 내는 원리와 같기 때문이다. 태양은 수소 원자핵들이 충돌해 헬륨으로 바뀌는 핵융합 과정에서 빛과 열 에너지가 나온다. 핵융합발전은 중수소와 삼중수소를 핵융합하는 과정에서 나온 열에너지로 물을 끓여 전기를 생산한다. 문제는 태양의 원리를 어떻게 지구 위에서 구현할 수 있느냐다. 핵융합이 일어나려면 1억 도 이상의 초고온 플라스마와 이를 견딜 수 있는 '그릇'을 만들어내야 한다.

핵융합발전소가 성공하기까지는 아직 기술적으로 넘어야 할 산이 많다. 이 때문에 국내는 물론 해외에서도 거액의 국가 예산을 불확실한 계획에 투자한다며 곱지 않은 시선으로 바라보는 사람이 적지 않다. 김영철 KAIST 원자력및양자공학과 교수는 "핵융합 상용화가 가능하려면 고성능 플라스마를 장시간 유지하는 기술과 초고온 플라스마와 같은 극한 환경에서도 파괴되지 않는 재료 개발 등 아직까지 도달하지 못한 숙제들을 풀어야 한다"면서도 "그렇다고 불가능한 숙제는 아니며 인류가 극복할 수 있고, 또 극복해내야 할 과제"라고 말했다.

최준호 기자 joonho@joongang.co.kr

국제핵융합실험로(ITER) 연혁 및 계획

1985년 미·소 정상회담에서 '핵융합연구 개발 추진에 관한 공동성명' 발표
1988년 국제원자력기구(IAEA) 산하에 ITER 프로젝트 출범
2003년 한국 ITER 가입
2005년 프랑스 카다라슈에 ITER 장치 건설하기로 결정
2006년 ITER 회원국, 공동이행협정 서명
2020년 ITER 완공
2025년 ITER 첫 플라스마 생성
2035년 열출력 500MW ITER 핵융합로 풀가동 시작
2055년 ITER 회원국들, 상업 핵융합로 파워그리드 통해 전력 공급 시작
2065년 상업용 핵융합로 전성기

KSTAR 일지

1995년 국가 핵융합 연구개발 기본계획 확정 및 사업 착수
1996년 핵융합연구개발 사업단 출범
2003년 ITER 프로젝트 공식 가입
2004년 KSTAR 주장치 조립·설치 착수
2005년 핵융합연구센터 설립
2008년 KSTAR 최초 플라스마 발생
2012년 세계 최초 고성능 플라스마(H-모드) 운전 17초 달성
2014년 ITER 참여국 최초로 부품인 초전도 도체 조달 완료
2016년 KSTAR 세계 최고 기록인 플라스마 70초 달성
2017년 KSTAR, ITER 초기 운전 핵심 기술 달성

KSTAR 실험에서 발생한 플라스마 모습.

프랑스 남부지방 소도시 카다라슈에 건설 중인 국제핵융합실험로(ITER).

ITER의 한국인들

이경수 사무차장
KSTAR 개발사업의 시작부터 개발까지 주도했다. 세계적인 핵융합 전문가다. ITER 국제기구의 2인자인 사무차장으로 핵융합실험로의 설계와 건설 등 기술 분야를 총괄하고 있다.

최창호 박사
초전도자석, 진공용기 제작, 장치 조립 등 KSTAR 제작과 조립 전반에 참여했다. 2008년부터 ITER에 파견돼 진공용기 분야 책임자로 활동하고 있다.

양형렬 박사
KSTAR 장치 조립 과정을 현장에서 직접 총괄했다. 지금은 ITER 조립을 책임지는 총괄 엔지니어다.

대전 국가핵융합연구소의 한국형 핵융합장치 KSTAR. 프리랜서 김성태

핵융합과 핵분열 비교해보니

	핵분열 에너지	핵융합 에너지
장점	저렴한 연료비 이산화탄소 배출 ✕	원료 풍부(바닷물 등 지구상에 분포율 풍부) 탄소가스 배출 ✕ 폐기물 배출 ✕ 이산화탄소 배출 ✕ 방사능 위험 거의 없음
단점	우라늄 매장량의 한계 방사능 폐기물 처리 문제	1억도의 초고온과 제어 기술 필요

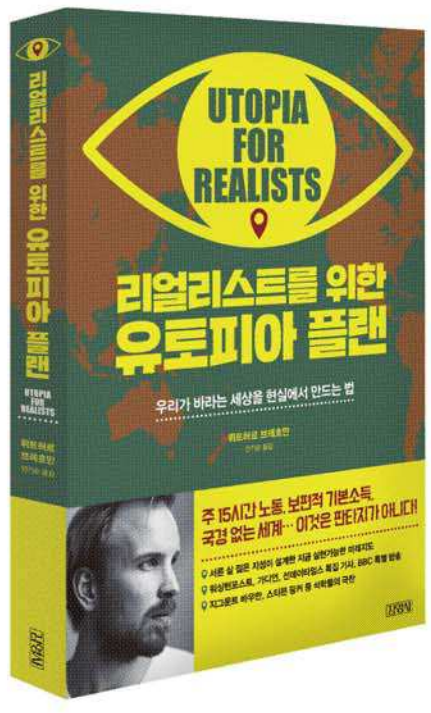
주 15시간 노동, 보편적 기본소득…
이것은 판타지가 아니다!

리얼리스트를 위한
유토피아 플랜

우리가 바라는 세상을 현실에서 만드는 법

스티븐 핑커·지그문트 바우만 등 세계 석학들이 극찬한 명저
워싱턴포스트·가디언·선데이 타임스 특집기사, BBC 특별방송

과거 사람들이 그토록 꿈꾸던 모든 것이 이미 실현되었다. 그러나 당신이 여전히 행복하지 않은 이유는 무엇인가? 서른 살 젊은 사상가가 설계한 지금 실현가능한 유토피아 플랜. 출간 전부터 네덜란드 네티즌들의 열광적 지지를 받은 문제작. 자비로 출판한 책이 아마존 베스트셀러에 오른 화제작. 전 세계 17개국 출간 확정. "좌우파의 상투적 주장에 지쳤다면 이 위대한 논쟁을 즐겨보라!" _스티븐 핑커



뤼트허르 브레흐만 새롭게 떠오르는 젊은 지성. 《진보의 역사》로 2013년 올해의 논픽션상 수상. 유럽 언론인상 2회 노미네이트. 역사학자이자 저널리스트로서 기본소득 운동을 촉발시켰다.

뤼트허르 브레흐만 | 안기순 옮김 | 320쪽 | 14,800원

'미스터 기본소득'과 'C급 경제학자'의 특별한 만남

주제_우리가 바라는 세상을 현실에서 만드는 법
강연자_뤼트허르 브레흐만 & 우석훈 | 문의_02-3668-3261
일시_2017년 10월 20일(금) 오후 7시 30분 | 장소_추후 안내

TEL: 031)955-3200 www.gimmyoung.com
무단 전재 및 복제를 금합니다.
김영사