

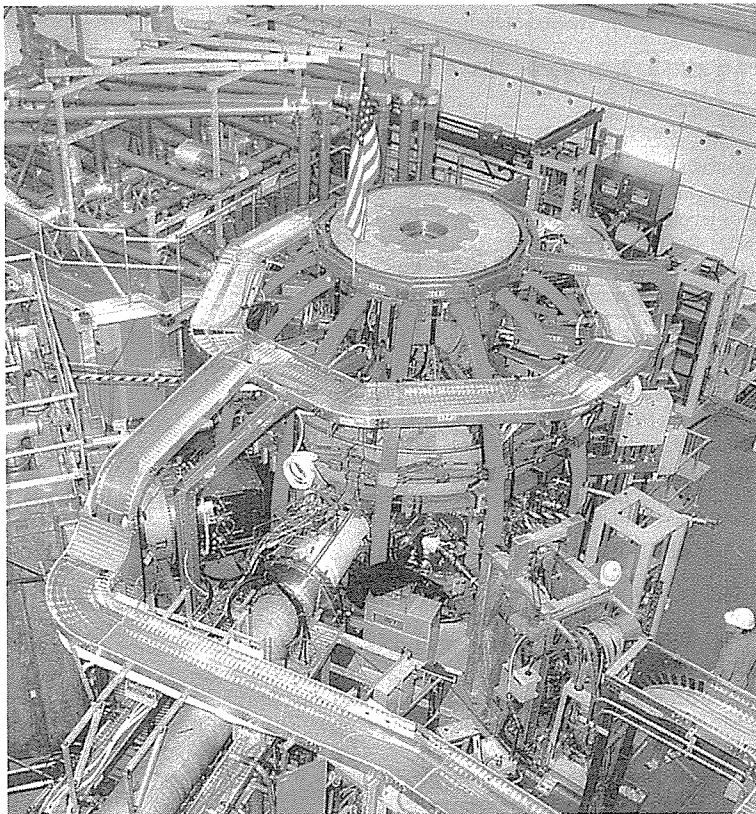
‘꿈의 에너지’는 언제쯤 실현될까?

핵융합 에너지개발 계속 추구

사과모양의 반응로

지난 50년간 핵융합로 개발에 막대한 연구비를 투자해 오던 미국의 연구자들은 요즘 성공에 한 발 더 다가섰다고 주장하고 있으나 과연 언제쯤 실용화 할 수 있을까? 세계의 물리학자들은 대체로 핵융합 에너지를 꺼내는 방법에는 모두 동의하고 있다. 수소 플라즈마(원자가 전리된 가스상태)를 자기마당에 가두는 대부분의 핵융합 실험은 ‘토카마크’라는 도넛모양의 자기 병을 사용하고 온도를 화씨 1억 8천만도까지 끌어 올린다. 그 다음은 자연에게 맡긴다. 이런 상태에서는 수소 핵에 큰 힘을 보태주지 않아도 서로 부딪치면서 헬륨으로 융합되어 빠른 속도로 움직이는 중성자의 형태로 엄청난 에너지를 방출한다.

핵융합의 요점은 입력한 것 보다 더 많은 에너지를 출력해야 하는 것이지만 지금까지 이런 목표를 달성하는 데 성공한 사람은 아무도 없다. 1994년 미국 프린스턴 플라즈마 물리학연구소의 3억달러 짜리 체육관 크기의 토카마크 핵융합 시험로가 기록적인 1천70만 와트의 에너지를 생산했으나 이것은 아직도 입력한 것보다 적은 출



미국 프린스턴 소재 원형 핵융합로

력이다. 영국 옥스퍼드 근처의 유럽공동 토러스반응로는 이보다 성적은 좋았으나 아직도 입출력의 손익분기점을 통과하지 못했다.

17년 전 프린스턴대학 물리학자 마틴 펡은 이 문제를 검토한 결과 사과와 닮은 구형 토러스(원환체) 형태의 자기 병은 토카마크 보다 에너지를 덜 쓰면서 같은 양의 출

력을 생산할 수 있다는 이론을 내세웠다. 사과모양의 로는 건설에 비용이 덜 드는 소형 자석이 필요하다. 더욱이 토러스는 플라즈마를 보다 뾰족한 형태로 간직할 수 있어 핵융합하기가 한결 쉬어진 다. 펡의 구상은 1999년에 2천5백만달러의 미국립 구형(球型) 토러스 시험기(NSTX)가 가동하기 시

별들이 연소하는 과정을 핵융합반응 이용에 성공하면 인류는 더 이상 에너지 걱정은 하지 않아도 된다. 게다가 오염을 거의 발생하지 않아 '꿈의 에너지'로 불린다. 핵융합로의 연료는 보통의 바닷물에서 얼마든지 추출할 수 있는 수소다. 그러나 지난 반세기 동안 과학자들은 상업적으로 실용화할 수 있는 핵융합로를 만들려고 무던히 애를 썼지만 아직도 융합을 일으키고 계속 유지시키는데 성공한 사람은 아무도 없다. K-STAR 프로젝트라는 이름으로 핵융합개발사업에 착수한 우리나라는 2006년 3월경에 핵융합로의 시험운영을 개시할 계획인 것으로 알려졌다.

작함으로써 구체화되었다.

이 기계는 12개의 길고 굽은 자석으로 수소 플라즈마를 가두는 한편 극초단파의 '돌풍'이 입자를 수백만도 가열한다. 반응로는 2천 7백장의 흑연 타일로 덮여 있고 플라즈마의 밀도와 온도를 측정하는 많은 센서가 설치되어 있다. 지금까지의 시험결과는 매우 좋다. NSTX는 초기의 반응로에 비해 2배나 효율적이었다. 더욱이 구형 자기 병은 뜻밖에도 플라즈마 압력의 증가로 에너지를 수용하는 시스템의 성능이 향상되었다.

1백년 미래의 꿈

영국과 미국의 연구집단이 보다 비용이 덜 드는 핵융합로의 건설을 지향하고 있으나 국제핵연구협력사업은 다른 길을 걷고 있다. 미국, 유럽연합(EU), 러시아 및 일본이 공동으로 2008년 완성을 목표로 추진하고 있는 차세대 핵융합시험로인 현안의 국제열핵실험로(ITER)가 건설되면 상당량의 잉여 융합에너지를 생산하는 최초의 핵융합발전로가 될 것으로 보인다.

그러나 60억달러라는 엄청난 건설비 문제로 1998년 미국은 이 사

업에서 손을 뗐다. 비록 연료비가 들지 않는다고 해도 60억달러의 이런 발전소는 상업적으로 운영하기 어렵다고 생각하고 있다. MAST와 NSTX는 비용이 덜 드는 방법이기도 하지만 어느 한 모델도 손익분기점에 근접할 수 없다는 것이 결정적인 흠이다. 그래서 2002년 9월 초 미국 에너지부 핵융합에너지 과학자문위원회 위원들은 미국 정부에 대해 1998년 탈퇴한 ITER건설에 다시 참여할 것을 건의했다.

한편 미국 워싱턴의 월드 위치 협회의 크리스토퍼 플라빈은 핵융합이 과연 차세대 대체에너지에서 주요한 자리를 차지할 수 있을까? 의문을 제기하고 있다. 그의 생각은 핵융합이 실용화 되기 이전에 벌써 '화석연료 후 시대'의 주역들의 운곽이 드러나게 될 것이라는 것이다. 플라빈에 따르면 핵융합은 중앙집중적인 비즈니스가 될 것이기 때문에 비즈니스 자금은 정부에서 나오게 된다고 전망하고 있다. 그러나 앞으로 세계는 집중을 배제하고 분산하는 방향으로 나가는 추세에 있기 때문에 태양 에너지, 풍력, 바이오매스 그리고 연료전지와 같은 재생 가능한 에

너지의 개발을 더 한층 추구해 나갈 것이다. 현재 세계 최대의 에너지 소비국가인 미국의 경우 미국의 총 에너지 수요에 대해 재생 에너지가 공급하는 비중은 8%에 지나지 않으나 21세기 중반경에는 50%로 뛰어 올라 핵융합이 비비고 들어갈 자리가 크게 남지 않을 것이라고 전망하고 있다.

그러나 미국 정부는 계속 핵융합에도 에너지의 미래를 걸고 있다. 미 에너지부는 핵융합에너지에 대해 연간 2억5천만달러의 연구개발비를 지출하고 이중에서 가장 큰 몫인 7천만달러를 프린스턴 핵융합로가 차지하고 있다. 부시대통령의 국가에너지정책도 차세대 에너지원으로서 융합에너지의 개발을 강조하고 있다. 로브 골드스틴 프린스턴연구소 소장은 상용 핵융합로의 가동시기를 2050년으로 못박지 않고 있으나 화석연료원이 바닥나고 지구온난현상을 더 이상 받아들이 수 없게 될 때에 대비하여 핵융합에너지 개발은 계속해야 한다고 주장하고 있다. 그는 2100년에는 핵융합로가 미국의 전력수요의 반을 공급할 수 있게 될 것으로 내다보고 있다.①

(春堂人)