

핵융합 에너지의 開發, 現況과 展望 그리고 우리의 對應

박 인 호

(기술 평가 연구실)

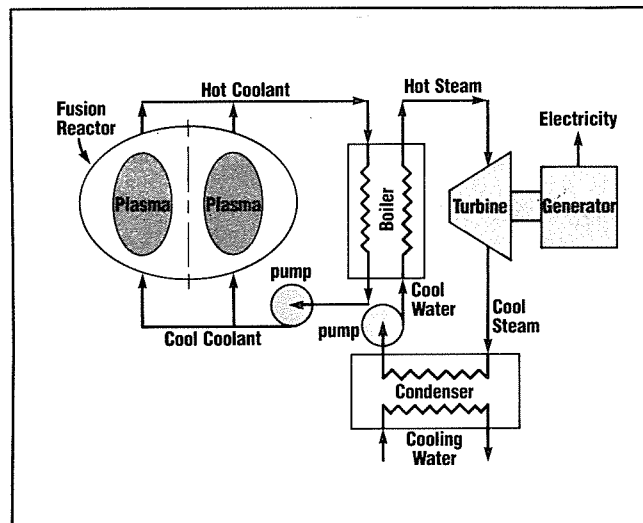
과학자들에 의해 꿈의 에너지, 또는 미래의 에너지라 불리는 핵융합 에너지는 수십 억년 간 빛을 발하고 있는 태양의 에너지원이다. 핵융합이란 더욱 널리 알려진 원자력 발전의 기본 원리가 되는 핵분열과는 상반되는 개념이다. 즉, 핵분열에서는 무거운 원소의 핵이 수소와 같은 가벼운 원소의 핵으로 분리되는 반면, 핵융합에서는 수소와 같은 원소의 핵이 서로 결합하여 더 무거운 원소의 핵을 형성하게 된다. 두 경우 모두 반응의 결과로 많은 양의 에너지가 방출되는데, 이 에너지를 여러 형태로 변형하여 사용할 수 있다(그림 1 참조).

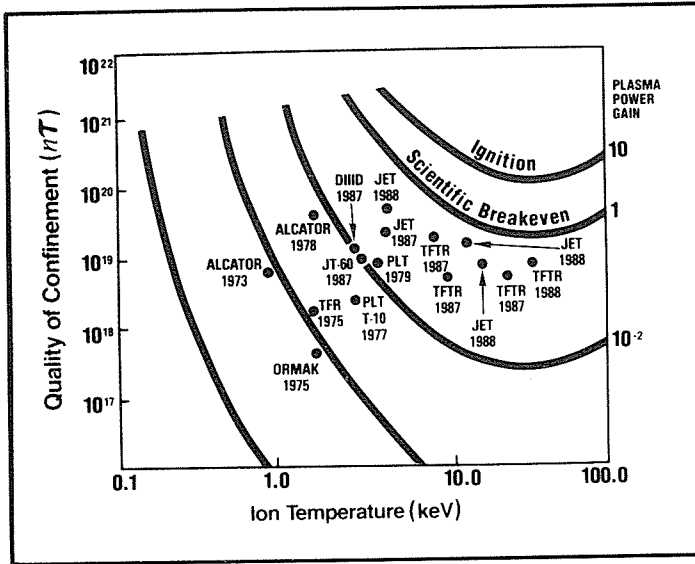
지난 30여 년 동안, 지구에서 핵융합 에너지의 개발을 위해 선진국을 중심으로 활발한 연구가 진행되어 왔으며, 근래에는 중·후진국까지 가담하여 그야말로 전세계적인 참여 하에 연구가 진행되고 있다.

이와 같은 각국의 끊임없는 노력의 결과로 핵융합 에너지 개발의 성공에 매우 가까이 와 있으며 JET 토카막(핵융합로의 하나로 Joint European Torus의 약어)에서 임계 조건(투입된 에너지 = 방출된 에너지)이 성취되었고, 상업적 핵융합로 건설에 필요한 점화(Ignition : 추가의 에너지 투입없이 자체의 에너지로 반응이 계속되는 상태)를 위한 노력이 계속되고 있다(그림 2 참조).

미래의 전력 수요는 연간 2%의 증가율만을 감안한다고 해도, 이러한 증가가 계속된다면 2040년에는 60개의 새로운 100만kW급 발전소가 필요하게 된다(그림 3 참조). 원자력 발전이나 화력 발전이 이 수요의 일부를 담당할 수는 있으나 결국은 핵융합 발전만이 이의 해결책이 될 것이다. 전력 생산에 있어서 4개의 항목이 비용의 대부분을 차지하는데, 발전소의 건설 비용, 연료, 발전소의 운전

〈그림1〉
핵융합으로부터
얻어진
에너지의 변환 경로

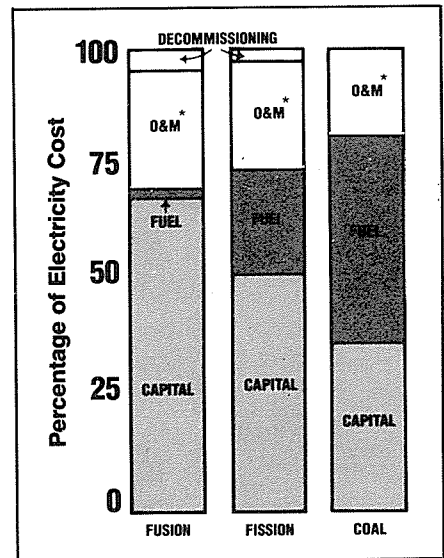




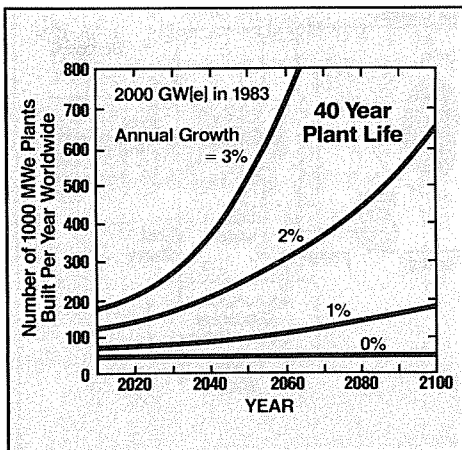
<그림2>
자장 폐쇄 방법에 의한 핵융합 실험의 수행 추이

및 유지, 그리고 발전소의 폐기 등이 그것이다. 이 중 주된 차이점은 발전소 건설과 연료의 비용이다. 예를 들어, 화력 발전소의 경우 발전소의 건설 비용이 연료에 비해 상대적으로 싸게 먹히고 원자력 발전소의 건설 비용은 화력 발전소에 비해 훨씬 비싸다. 반면에 연료는 훨씬 싸게 먹힌다. 또한 핵융합 발전소는 그 건설 비용이 더욱 더 비싸고 연료는 훨씬 싸게 먹힌다. 따라서 핵융합 발전을 위한 연료의 비용이 화력 발전이나 원자력 발전에 비해 훨씬 싸게 먹히는 것을 알 수 있다(그림 4 참조).

특히, 서기 2040년에 가서는 화석 연료는 물론 우라늄 핵연료마저 사실상 세계적으로 고갈 상태에 들어가기 때문에 그 가격이 상당히 비싸지게 되므로 경제적인 면에서 핵융합의 개발은 피할 수 없



<그림4>
핵융합 발전, 원자력 발전 화석 연료에 의한 발전 사이의 각 항목별 비용의 비교



<그림3>
매년 세계적으로 필요한 1000MW급 발전소의 수

을 것으로 판단된다. 뿐만 아니라, 핵융합은 바닷물부터 무한정 얻을 수 있는 중수소를 연료로 사용하므로 연료 공급이 용이하고 대기 오염과 온실 효과를 일으키는 공해 물질을 방출하지 않을 뿐더러 방사능 위험이 거의 없어 깨끗하고 안전하며 무진장한 에너지원이라는 장점을 가지고 있다. 또한 기술적인 면에서 핵융합 발전은 대형 복합 기술인 만큼

기초, 응용 및 첨단 기술의 결집체를 개발하는 연구로서, 국가 첨단 산업에의 파급 효과가 지대할 것이다. 이러한 이유로 인해 세계 각국은 벌써부터 미래의 대체 에너지로서 핵융합 에너지 개발에 박차를 가하고 있다.

일본은 일찍부터 국가 산업 발전과 핵융합 발전과의 관계를 인식하고 '핵융합 연구는 에너지 자립화와 첨단 기술 습득을 통한 산업계의 견인차 역할'이라는 국가적 목표 아래 20여 년 간 꾸준히 투자한 결과, 첨단 기술의 산업계 파급 효과와 아울러 핵융합의 세계 4대 선진국으로 진입하였다. 이를 계기로 일본은 세계 각국의 핵융합로 건설 독점을 목표로 기업의 적극적인 참여 속에 핵융합 에너지 개발에 총력을 기울이고 있다. 최근에는 일본, 미국, 소련, EC가 국제 공동 프로젝트로 추진을 예정하고 있는 핵융합 실험로(ITER) 설계 계획에 일본의 참여가 결정되어 '91년도 정부 예산안에 23억 8000만 엔의 공학 설계 관련비가 인정되었고, 이를 계기로 ITER의 공학적 설계 활동에 적극적으로 참여하고 있다. 미국은 1960년대 이래로 핵융합 이론 및 실험 연구에 막대한 자원, 인력을 투자하여 연구하고 있으며, 최근에는 3~4천억 원 이상을 핵융합 연구에 투자하고 있다. 미국의 FPAC(Fusion Policy Advisory Committee)는 1990년 9월에 발표된 보고서를 통해 미래 에너지의 안정적 확보라는 측면에서 국가의 가장 큰 관심인 핵융합 정책을 제시하였다. 이 보고서에 따르면, 2025년까지는 실지 검증용 핵융합 발전소의 가동이, 그리고 2040년까지는 상업적 핵융합 발전소의 가동이 실현될 수 있을 것으로 내다보고 있다.

유럽은 각국이 공동으로 투자하여 핵융합 에너지 개발을 공동으로 추진하고 있을 뿐 아니라 각국이 독자적으로 핵융합 연구에 상당한 노력을 기울이고 있다. 또한 유럽 공동체 위원회(The Commission of the European Communities)는 1991년 1월의 FPA(Fusion Power Associates)의 발표에서 핵융합은 에너지원의 안정적 확보와 깨끗한 환경의 보존

이라는 두 과제를 동시에 해결할 수 있는 인류의 미래 에너지원이 될 것이라는 것과, 연구 개발 전략에 있어서는 핵융합 개발에 우선권을 주는 것 그리고 핵융합 개발에 있어서 산업체의 참여를 강조하고 있다.

이와 같이 세계 각국이 미래의 에너지원으로서의 핵융합 개발에 열을 올리고 있지만 정작 에너지 부존 자원이 부족한 국내에서는 이의 개발을 위한 연구 활동이 매우 빈약한 상태에 있다. 우리보다 낙후된 중국에서도 핵융합 연구를 위한 연구 활동이 활발하며 북한도 핵융합로를 건설 가동중인 것으로 보고되고 있다. 현재 국내에서는 서울대, 원자력 연구소 등이 소형 핵융합로를 가지고 실험중에 있으나 자원, 장비, 인력 등에서 상당히 부족한 형편이다. 지난해 미국의 텍사스 대학으로부터 소형 연구용 핵융합로를 기증받은 KAIST에서 이를 이용한 연구가 진행되고 있으며, 최근에는 기초 과학 지원 센터에서 미국 MIT대학으로부터 플라즈마 연구 시설의 무상 증여를 통해 국제 공동 연구의 길을 열어 놓고 있으나 여러 가지 사정으로 이의 실현이 불투명한 상태이다.

핵융합 연구를 위해서는 상당한 자원이 요구되나 핵융합 공동 연구 시설을 통해 자원의 절약뿐 아니라 산·학·연의 협동 연구를 촉진시킬 수 있으며, 특히 핵융합 연구는 전통적으로 공개적이며 매우 긴밀한 국제 협력이 이루어지고 있으므로 외국의 핵융합로 연구에 국제 공동 연구 과제로 참여함으로써 선진 첨단 기술 이전의 기회를 확보할 수도 있을 것이다. 지난해 정부의 소련 원자력 첨단 기술 도입에 핵융합 등이 공동 연구 또는 합작 사업으로 포함되어 있으므로 이를 통한 새로운 인식이 있을 것도 기대해 본다.

끝으로, 핵융합 연구와 개발은 미래 에너지원의 안정적 확보라는 측면과 선진 첨단 기술의 습득이라는 측면을 동시에 만족시킨다고 볼 때 국가적 차원의 장기적 정책 수립과 연구 개발 전략이 절실하다 하겠다.*