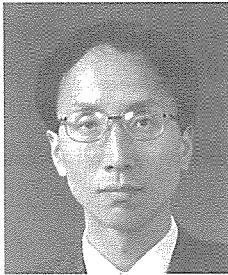




3차 亞·太 플라즈마 이론 학술회

● 일시 : 1998년 9월21일~25일 ● 장소 : 중국 베이징

지난해 9월 21일부터 25일까지 중국 베이징에서 열린 제 3차 아시아 태평양 플라즈마 이론 학술회는 15개국에서 1백54명의 학자가 참여하였고 우리나라에서도 10여명의 학자들이 참가하여 연구논문을 발표했다. 이 대회에서 한국의 홍봉근(원자력연구소)박사와 김진용(기초과학지원연구소)박사는 96년 개발 착수한 초전도 토카막장치(KSTAR)의 안정성과 동작모드에 대한 연구를 발표했다.



鄭 泰 勳

〈동아대 자연과학대 물리학과 교수〉

물 질은 그것을 구성하고 있는 분자나 원자의 운동에너지가 증가함에 따라 고체, 액체, 기체의 세가지 상태를 이룬다. 기체상태에 에너지를 가하여 더욱 고온이 되면 전리된 기체상태가 되는데 이를 플라즈마(plasma)라고 부른다. 즉 플라즈마는 전자와 양이온들로 구성된 전기적으로는 중성인 하전기체를 말한다. 우주의 대부분은 이러한 플라즈마 상태로 되어 있으며 태양과 별들에서는 플라즈마 상태에 있는 원소들의 핵융

합반응(Fusion reaction)이 일어나고 있다. 플라즈마과학이 오늘날과 같이 급진전하게 된 것은 이 플라즈마를 이용하여 에너지를 얻어보려는 노력과 그 궤를 같이한다.

양전하를 띤 핵들(D⁺, T⁺)이 Coulomb의 반발력을 극복하고 가까이 접근해야 핵융합 반응이 일어나므로 이들의 속도가 빨라야 하며, 즉 플라즈마 온도가 높아야 하고(~10⁸도), 이들이 충분히 반응할 수 있는 밀폐시간이 있어야 하며, 연료인 핵들의 밀도가 커야 핵융합 에너지원으로서 가능성을 가지게 된다. 핵융합 에너지를 얻기 위해서는 연료가 되는 하전입자를 자기장 속에 밀폐시키는 방법(Magnetic confinement)과 레이저나 이온빔을 연료에 조사시켜 폭발(Impllosion)을 일으켜 연료의 밀도를 고체의 1천배 정도 증가시킴으로써 핵융합을 일으키는 방법인 관성밀폐(Inertial confinement)가 연구되고 있다. 전자를 자기 핵융합

(Magnetic fusion), 후자를 레이저 핵융합(Laser fusion) 혹은 관성밀폐 핵융합(ICF)이라고 부르기도 한다. 대기오염과 지구온난화문제를 해결할 수 있고 화석에너지 고갈로부터 자유로울 수 있는 핵융합에너지의 개발은 오늘날의 과학자에게 주어진 숙제이다. 핵융합 이외에도 플라즈마는 우주개발, 환경기술, 반도체공정, 재료 가공, 신물질합성, 조명, 레이저, 물질분석, 전자기파 발전, 광원스위치, 플라즈마엔진, 가속기 등 다양한 분야에서 광범위하게 응용되고 있다.

15개국서 과학자 1백54명 참가

제1회 General Assembly of Asia Pacific Fusion Association (GA, APFA) 및 제3차 Asia Pacific Plasma Theory Conference (APPTC)가 중국 베이징에서 9월 21일부터 25일까지 열렸다. 이 학술회의는 플라즈마 핵융합 분야의 아시아 국가간 정보교환과 연구협력을 모색하고 차세대의 젊은 플라즈마 과학자들을 교육하고 양성한다는 목적으로 창설되었다.

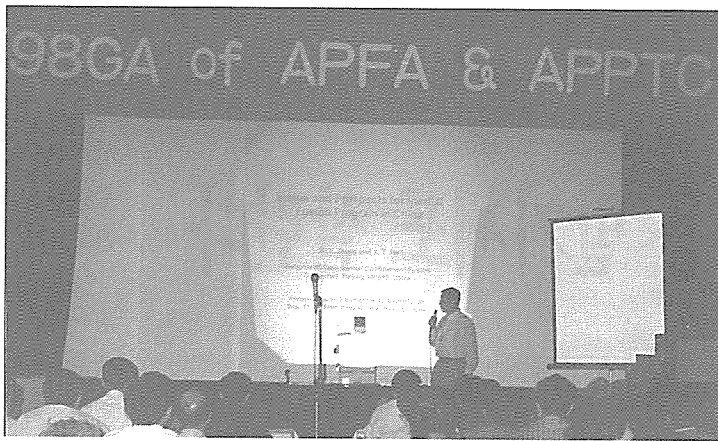
15개국에서 1백54명의 학자가 참여한 이번 회의에는 한국에서도 필자 이외에 홍상희(서울대), 이재구(포항공대)교수 등 10여명이 참가하여 연구논문을 발표하였다. APPTC는 금년이 3번째로 1회(96년 대전), 2회(97년 일본 Toki)에 이어 개최되었다. 중국과학원 산하 응용물리 및 전산수학연구소(Institute of Applied Physics and Computational Mathematics)가 주관하고 의장은 동 연구소의 X. T. He교수가 맡았다. 첫날의 개회식에서 의장의 환영 인사말에 이어 Iiyoshi박사(일본 국

립핵융합 연구소), Liu Chen교수(미국 UC어바인대), 이재구 교수(포항공대), Mima교수(일본 오사카대 레이저연구소)가 차례로 나와서 핵융합 및 플라즈마 과학의 발전을 위한 각국의 노력과 협력관계에 대해 논의하였다. 아시아 각국은 무역이나 주식시장을

통하여 경제블럭화 되어 있을 뿐만 아니라 과학과 기술의 끈으로 서로 연결되어 있다는 사실이 새롭게 인식되었다. 특별강연에서는 일본과 중국의 자기밀폐 핵융합장치 및 관성 밀폐에 관한 실험에 대한 현황 보고가 있었다.

Iiyoshi박사는 Large Helical Device에 대해 금년 3월의 실험에서 토로이달 자장 1.5T, 전자온도 1.3 KeV, 전자밀도 $3 \times 10^{19} \text{m}^{-3}$, 밀폐시간 250ms를 얻었다고 보고하였다.

Takizuka박사는 일본원자력연구소의 세계에서 가장 큰 tokamak의 하나인 JT-60U (주반경 3.3m, 용기체적 80m^3)의 실험에서 토로이달 자장 4T, 플라즈마 전류 3MA, 가열전력 30MW, 에너지 이득률(Q_{DT}) 1.25가 Reversed shear 구조에서 달성되었다고 보고하였다. Mima교수는 오사카의 ILE에서 수행중인 레이저 광을 펄렛에 균일하게 조사시키는 방법, 폭발과 동력학적인 안정성 문제, 레이저 핵융합 연구동향에 관해 강연하면서 fast ignitor를 실현시키기 위한 페타와트 레이저 모듈을 이용한 레이저 플라즈마 상호작용 등에 대해 보고하였다.



▲ 제3차 아시아·태평양 플라즈마 이론 학술회의 논문발표 장면

Wan교수(중국과학원 플라즈마 물리연구소)는 중국은 1958년부터 핵융합연구를 시작했으며 자기밀폐 핵융합 연구에 대한 국가적 지원이 최근 증가하고 있고 HL-2A, HT-7U 초전도 토카막 등이 새로이 건설 중에 있다고 보고하였다. 비록 서방국가의 관점에서는 적은 연구비로 과제를 수행하고 있지만 중국인 특유의 지구력과 저력을 가지고 연구에 임하고 있음을 느꼈다. 중국에서의 ICF 연구에 대해서는 driver 개발, 레이저 플라즈마 상호작용, target 물리, 여러 가지의 간접구동방식의 target shells 개발 등에 관한 보고가 있었다.

홍봉근·김진용박사 논문 발표

한국은 일본이나 중국에 비해 늦게 핵융합 연구에 뛰어들어 과학기술원, 원자력연구소, 서울대학교에 토카막 장치가 있고, 기초과학지원연구소에 미러장치인 '한빛' 등의 기반시설을 갖추고 있으나 세계수준과는 상당한 거리가 있다. 96년부터 초전도 토카막장치(KSTAR)의 개발에 착수하여 2002년 첫 플라즈마 발생을 목표로 사업이 순조로이 진행되고 있다. 이

장치는 주반경 1.8m, 토로이달 자장 3.5T, 플라즈마 전류 2.0 MA로서 21세기를 주도하는 핵융합장치가 되리라고 전망되고 있다. 홍봉근박사(원자력연구소)와 김진용 박사(기초과학지원연구소)가 이 KSTAR 토카막의 안정성과 동작모드에 대해 발표하였다.

이밖에도 영국 맨체스터대의 Jan Hugill교수가 Hot plasma와 Cold gas 및 Solid surface와의 상호작용에 관하여, 그리고 Heinrich Hora 박사가 레이저 핵융합의 연구 과제에 대해 특별 강연을 하였다. 핵융합 플라즈마 이외에도 최근 각광을 받고 있는 dust plasma에 관한 session과 turbulence, chaos 등의 비선형 현상, nonequilibrium plasma에 관한 session, 그리고 Basic plasma에 관한 session 등이 열려 플라즈마물리의 다양한 분야들이 활발하게 토론되었다.

한국, 중국, 일본 모두 공통된 경제위기 속에서 플라즈마 과학자들은 핵융합 연구에 대한 국가적 연구지원의 추이에 민감하게 촉각을 곤두세우고 있다. 한국은 KSTAR라 부르는 야심찬 핵융합 개발계획을 진행하고 있다. 외환위기와 실업, 경기침체로 어려움을 겪고 있는 상황에서 새로운 돌파구를 찾으려면 과학자들은 더욱 분발하여 탁월하면서도 실용적인 연구성과를 내놓아야 할 것이다. 아시아 인접국가 및 범세계적인 유대와 협력이 더욱 절실히 요구되는 것도 이 때문이다. ④⑦