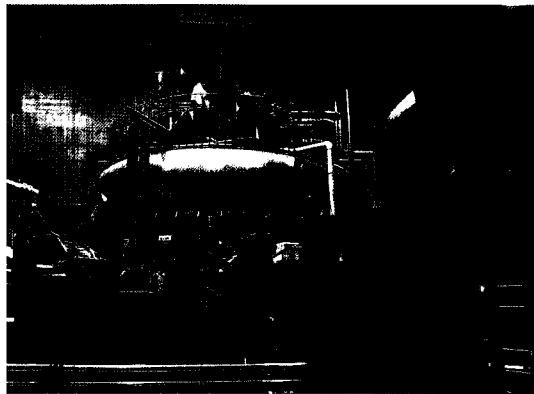


중국의 인공태양, EAST와 함께 있는 사람들 그리고 새로운 다짐



2010년 봄, 국제 공동실험 연구를 목적으로 중국이 시작한 중국의 핵융합장치 EAST 토카막 캠페인. 세계의 많은 핵융합 전문가들이 참여한 이 캠페인에는 우리 연구소 가열시스템 개발팀 도희진 연구원도 포함되어 있었다. 그녀가 본 ASIPP연구소와 중국이 자랑하는 핵융합장치 EAST의 모습은 어떠했을까.

중국의 토카막 EAST를 보기 위해 방문한 허페이시. 시원하게 뚫린 도로 옆에 들어선 대형건물들은 이곳이 새롭게 발전하는 도시라는 것을 알게 해주었다. 우리나라의 대덕특구와 비슷한 과학도시라는 느낌을 받으며 도착한 ASIPP 연구소, 이곳에는 중국의 태양 EAST가 있었다.



EAST 토카막

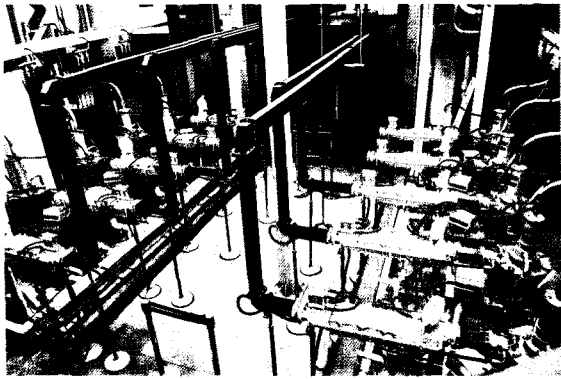
토카막의 보조가열장치는 크게 두 타입으로 나뉘는데 하나는 고주파(RF)를 이용한 가열장치이고, 다른 하나는 중성자 빔(NB)을 이용한 가열장치이다. RF를 이용한 가열장치에는 전자 공명 주파수를 이용한 ECH/CD, 이온 공명을 이용하는 ICRH/FWCD와 LH파를 이용하는 LHCD가 있다. KSTAR는 이 네 가지 보조 가열장치를 모두 사용할 계획이고, KSTAR의 중장기 계획에 따라 각 보조가열장치를 설계 및 설치하고 있다.

4가지 보조가열장치는 모두 각자의 특징을 가지고 있지만 내가 연구하고 있는 LHCD는 정말 특별하다고 생각한다. 비유도성 전류 구동으로 토카막의 장시간 운전 및 AT (Advanced Tokamak)

운전을 가능하게 하는 것! 하지만 2010년 현재, KSTAR LHCD 가열장치의 각 시스템은 설계 및 제작, 설치하고 있는 중이라 아직 KSTAR에서는 LHCD 가열장치를 이용한 플라즈마 실험은 할 수 없다. 그리하여 LHCD 가열장치를 이용한 플라즈마 실험의 선 경험과 설치된 장치견학을 위해 이곳 ASIPP연구소에 방문한 것이다.

EAST 토카막의 major radius와 minor radius는 각각 1.7m와 0.4m로 KSTAR 토카막보다 크기 면에서 약간 작은 초전도 토카막이다. KSTAR는 high-beta의 AT 운전을 목표로 하는 반면, EAST는 long-pulse 운전(1,000초)을 목표로 한다는 것이 큰 차이점이다. 제어실로 들어섰을 때 2만 번째 방전을 실시하기 직전이었다. 3분 정도의 간격으로 플라즈마 방전을 실시했는데, 방전 사이의 시간이 15분인 KSTAR에 비해 굉장히 짧아 제어실은 정신없이 돌아가고 있었다.

LHCD 가열장치의 핵심은 LH파 출력원인 클라이스트론과 LH파를 토카막 내부로 입사시키는 안테나이다. '100kW 출력의 20대의 클라이스트론'이란 말을 논문에서 보았음에도 불구하고 눈앞에 펼쳐진 20대의 클라이스트론은 충격 그 자체였다.



클라이스트론



1층과 2층에 각각 10대씩 설치된 클라이스트론, 사진에 한 번에 담을 수도 없는 이 규모는, 이곳이 바로 대륙임을 실감하게 해주었다(사실, LHCD 파워 업그레이드를 위한 클라이스트론의 추가 설치 예정이라는 계

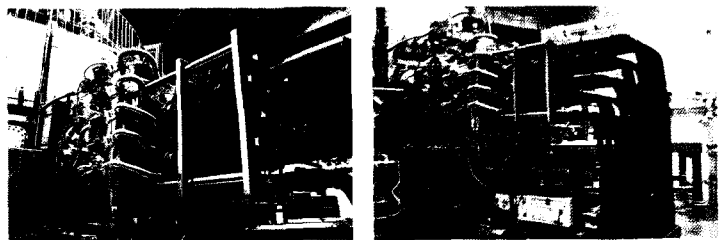
획이 더 무서웠다). 클라이스트론 한 대의 출력이 우리 KSTAR의 클라이스트론 (500kW) 보다 작다지만, 20대가 한꺼번에 가동되고 있는 모습은 중국 정부의 핵융합 및 기초과학에 대한 관심과 지원을 보여주는 것 같아 정말 부러웠다. 방문 전, 내가 설계하는 안테나가 실제 어떻게 동작하는지, RF 구동 시스템은 어떻게 설계가 되어 있는지, 우리와는 또 어떻게 다른지, 코드 시뮬레이션 결과처럼 LH파가 정말 토카막 내 플라즈마를 가열하고, 플라즈마 전류는 정말로 구동되는지 등등이 굉장히 궁금해서 직접 LHCD 가열장치를 본다는데 설렜는데, 뜻밖에도 캠페인 도중에 플라즈마 실험을 중단하고 외부 방문객을 위해 EAST 토카막 외부 견학 시간을 마련해 주어서, 토카막 홀 내에 있는 LHCD 가열장치의 안테나 시스템까지도 볼 수 있었다.

이메일로만 연락을 주고받던 Ding 박사님과과의 공동실험은 즐거운 에피소드였다. 플라즈마 방전 실험은 24시간, 3교대로 이루어졌기 때문에 점심시간 구분 없이 실험이 진행되었다. 심지어 내 Runtime은 한밤중에 배정되었다. 이 때문에 계획에 없던 밤샘실험을 하신 Ding 박사님의 초췌해진 얼굴이 아직도 어른거린다. 연구가 곧 삶이 되어야

만 가능할 것들. 내가 좋아 연구하면서도 힘들 때, 연구가 인생의 전부는 아니라며 다른 숨 쉴 곳을 만들었던 내 안일한 생활에 신선한 자극이 되었다. 물론 밤낮과 식사시간, 휴식시간을 다 버리지는 못하겠지만, 그리고 그 생활이 모두 옳은 것은 아니지만, 내가 거의 잊은 채 살아왔던 열정과 젊음에 대해 다시 생각하게 해준 고마운 경험이었다.

또 하나 EAST의 LHCD 연구하는 그룹의 학생들과 미팅을 통해 특정가열장치에 우리보다 훨씬 많은 인력이 있다는 사실이 부러웠다. 연구 인력의 부족, 가진 자원이 아무 것도 없어서, 어느 한 사람이라도 잃을 여유가 없었던 핀란드의 교육철학이 떠올랐다. 부디 국가의 지원과 관심이 늘어 이공계 졸업생들이 연구 인력으로 남기를 포기하는 일이 없어지길 마음속 깊이 소망한다. 한 사람의 연구 인력이 정말 어렵고, 그들은 소중한 한국과학계의 자원이기 때문이다.

방문 전 여러 박사님들의 많은 도움을 받고 출발하여, 실험 경험과 장치견학에, 도움을 주려는 Ding 박사님의 순수함과 그들의 열정까지 덩이로 받고 돌아온 이번 ASIPP 연구소의 방문은 많은 것을 받기만 한 소중한 시간이었다. 또한 나에 대한 새로운 다짐을 할 수 있었던 기회이기도 했다. 우리 NFRI에, 대한민국에, 핵융합 에너지 연구계에, 나는 무엇을 줄 수 있을지 다시 한 번 생각해 본다. NFRI



LHCD 안테나