

04 유럽핵물리공동연구소 CERN
국제공동연구로
우주 생성 비밀을 밝힌다



CERN 연구소는 유럽의 12개국이 1954년에 공동으로 설립한 연구소로 물리학, 특히 입자물리학과 핵물리학 분야의 실험시설 중에 세계에서 가장 높은 에너지의 양성자 가속기를 보유하고 있다. 2009년 기초기술연구회에서는 '소관연구기관의 해외거점 설치에 관한 기획 연구'사업의 하나로 '한국-CERN 과학기술협력센터'를 한국기초과학지원연구원 주관으로 기획한 바 있다. CERN 연구소와 한국과의 협력 관계를 소개한다.

순수과학 연구 목적의 공동연구소

“이 세상을 구성하는 물질은 무엇으로 이루어져 있을까?” 물질을 구성하는 기본 요소에 대한 질문의 답을 얻기 위해 인류는 많은 생각과 실험을 거듭하였다. 기원전 400년 경의 기록에 의하면 고대 그리스에서 데모크리토스는 물질이 더 이상 쪼갤 수 없는 작은 입자로 이루어져 있다고 상상하였으며 이를 '원자'라 이름 지었다.

19세기, 20세기에 걸친 과학의 역사를 통해 우리는 물질을 구성하는 요소를 실험적으로 발견하여 이를 원자라고 불렀지만, '원자'의 어원인 '더 이상 쪼갤 수 없다'는 의미와는 달리, 원자는 양성자와 중성자로 구성된 원자핵이 전자로 둘러싸여있는 구조를 가지고 있음을 알게 되었다. 그렇다면, 양성자와 중성자, 전자는 진정으로 '더 이상 쪼갤 수 없는' 기본 요소인가? 물질의 기본 요소에 대한 인간의 궁극적은 이렇게 오랜 역사를 통해 계속되어 왔으며, 이 질문은 이제 인간의 단순한 호기심을 넘어 과학기술의 최첨단 연구를 추진하는 원동력이 되었다. 물질을 구성하는 기본 입자를 규명하는 연구에서 시작한 가속기 실험은 우주 생성 초기에 어떤 사건들이 일어났는가를 밝히는 연구로까지 발전하였다.

2차 세계대전이 원자폭탄 투하와 함께 종료되고 과학자들은 과학이 인류를 파괴하는 도구로 사용되었다는 사실에 망연자실하였다. 반면에 2차 세계대전은 과학 발전의 중요성을 입증한 역사이기도 하다. 이에 전후 유럽에서는 입자물리학, 핵물리학에 대한 연구를 강력히 추진하였다. 연구시설 구축에 소요되는 막대한 비용을 감당하기 위해 유럽에서 공동으로 운영하는 연구소를 설립하기로 합의하였으며, 이 공동연구소는 순수하고 기초적인 원자핵 관련 연구를 수행하며 군사적인 필요성에 의한 일은 전혀 다루지 않을 것을 설립을 위한 협약문에서 못박았다. CERN 연구소의 이러한 설립 정신은 지금까지 계속된다.

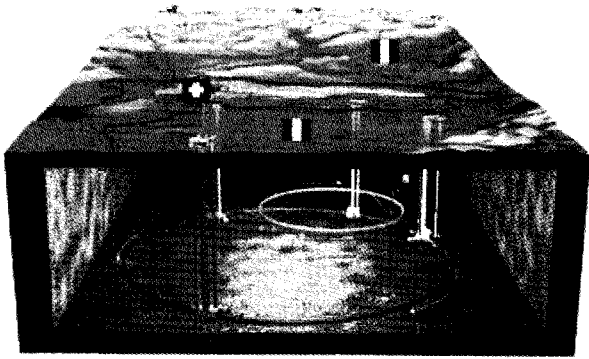
빛의 속도로 양성자 가속 · 충돌시켜 반응 연구

우주 생성의 과정을 밝히기 위하여 CERN에는 현재 21세기 최대의 입자가속기 대형강입자가속기(LHC)가 2008년에 완공되어 가동되고 있다. 물질을 구성하는 입자 부류 중의 하나인 강입자는 원자핵 내의 양성자와 중성자를 구성하는 기본 요소인 쿼크로 만들어진 입자들을 뜻한다. 양성자나 중성자는 세 개의 쿼크가 뭉쳐진 강입자에 속하며, 그 외에도 우주선이나 가속기에서 발견된 강입자들이 있다. LHC는 우주가 생성되는 빅뱅 당시의 상황을 가속기를 이용한 실험으로 재현하여 현대물리 이론을 검증하는 목적과 힉스 입자를 발견하는 목적의 실험들이 실행되고 있다. 현재 과학자들 간에 인정받고 있는 입자물리 모델을 따르면 힉스 입자는 이 세상에 존재해야 하는 입자인데, 아직 실험적으로 발견되지 않고 있다. 힉스 입자의 발견 여부는 입자물리 모델을 결정짓는 중요한 역할을 할 것이다.

지하 100m 깊이에 위치한 LHC 가속기는 지름 3.7m의 터널로 둘레가 27km 정도이다. 대략 광



글 권경훈 한국기초과학지원
연구원 책임연구원
khoon@kbsi.re.kr
글쓴이는 서울대학교 물리학
과 졸업 후 동대학원에서 석
사·박사학위를 받았다. 현
재 프르테움 인포텍스 연
구회 위원장, 국가핵융합실
무위원회 위원 등을 겸임하
고 있다.



▶▶ CERN 연구소에서 스위스와 프랑스의 국경을 가로질러 깊이 100m의 지하에 둘레 27km의 터널로 건설한 대형강입자가속기 시설(사진 : <http://www2.cerns.fr/>)

화문에서 국회의사당까지 정도의 폭을 가진 거대시설이다. 가속기 터널 내에서 서로 반대방향으로 두 양성자가 터널을 회전하며 높은 에너지로 가속되어 충돌한다. 이때 가속된 양성자는 거의 빛과 같이 빠른 속도로 날아간다. 10^{15} m 크기의 양성자가 가속기를 돌면서 빛의 속도로 가속된 뒤, 마찬가지로 빛의 속도로 날아오는 양성자와 정면에서 부딪치도록 만드는 장치가 LHC 가속기이다. 이 가속기가 얼마나 정교한 과학과 고도의 기술을 요구하는가는 가히 짐작할 만하다.

빛의 속도로 날아가는 두 양성자가 서로 정면에서 충돌하면 양성자를 구성하는 쿼크들의 반응으로 새로

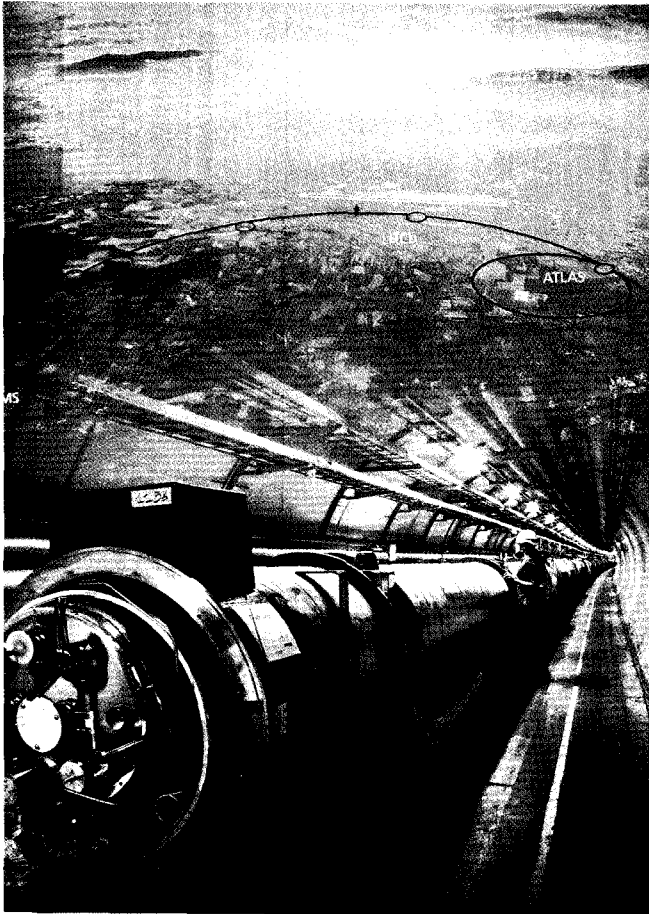
운 입자들이 튀어나온다. 터널에 장착된 CMS, ALICE, ATLAS, LHC-b의 4개 검출기는 양성자가 서로 부딪치는 시점에 일어나는 현상을 관측하게 된다. LHC 가속기 장치에서는 양성자-양성자 충돌 실험뿐만 아니라 납원자처럼 무거운 원자핵을 충돌시키는 원자핵-원자핵 충돌 실험도 진행되고 있다.

유럽공동연구소에서 세계공동연구소로 발돋움

유럽 12개국의 공동연구소로 출범한 CERN은 현재 유럽 내 20개 회원국이 운영한다. 유럽을 포함한 전 세계의 비회원국에서도 다수의 과학자 그룹이 CERN과 공동연구에 참여하고 있다. 2천400명 정도의 직원으로 CERN은 운영되고 있지만, 전 세계 입자물리학 연구자의 절반인 1만 명에 달하는 과학자들이 이곳을 방문하여 연구를 수행하고 있으니, 유럽공동연구소에서 시작한 CERN은 이제 세계 공동연구소로 확실한 자리매김을 한 셈이다. CERN은 순수과학의 연구리는 설립 당시의 미션에 충실함으로써 이렇게 오랜 기간 동안 전 세계 과학자의 연구터전으로 우수한 성과를 계속 잇게 되었다.

CERN에서 이룬 연구성과의 우수성은 노벨 물리학상 수상자를 6명 배출했다는 사실로도 입증할 수 있다. CERN에서 새로운 입자 발견을 위해 대형 프로젝트를 주도한 카를로 루비아와 시몬 반 데르 미어 박사가 W입자, Z입자를 발견한 공로로 1984년에 노벨상을 수상한 데 이어 가속기 검출기술을 개발한 조르주 샤프팍 박사가 1992년에 노벨상을 수상하였다. 샤프팍 박사는 과거에 버블 체임버로 입자의 생성과 운동을 분석했던 한계를 극복하기 위해 새로운 입자검출 기술을 개발하여 가속기에서 사용하였다. 이 검출기 기술은 의공학 분야에도 적용되어 인체영상 분석장치에 유용하게 활용한다.

물리학 분야의 성과와 더불어 IT 분야의 성과 또한 주목할 만하다. 가속기는 전 세계의 과학자들이 함께 실험하고 연구하는 시설로서, 여기서 만들어진 데이터와 연구 결과는 참여한 과학자들이 공유한다. 기존의 정보시스템은 방대한 데이터 양을 여러 그룹에서 공유하고 교환하는 데에는 부적합하였다. 이에 과학자들 간의 정보공유 및 데이터 교환을 위한 전산정보기술을 연구하는 중에 현재 우리가 사용하고 있는 월드 와이드 웹(www)이 1989년에 개발되었다. CERN의 팀 버너스리가 www의 발명자이다. 과학자 간의 데이터 교류 목적으로 탄생한 www은 계속 발전하여 이제는 전 세계인이 다양한 목적으로 일상적으로 사용하는 네트워크 시스템이 되었다.



▶ 스위스 제네바와 프랑스 국경에 맞물려 위치한 CERN은 가속기연구소의 메카로 불린다. CERN 지하 100m에는 직경 3.7m 길이 27km 규모의 원형터널이 만들어졌고 이곳에 지구 상에서 가장 큰 강입자충돌가속기(LHC)가 설치돼 2008년부터 가동에 들어갔다. LHC는 무려 6조 원이 투입돼 20년간의 공사 끝에 완성된 유럽의 물리학 연구소의 심장같은 곳이다. 2010.11.17. (연합포토)

www 발명 당시에 www가 이렇게 세상을 바꾸리라 예상한 이는 극히 드물었을 것이다.

우리도 정부차원에서 CERN과 공동연구 지원

CERN에서는 가속기 건설 분야, 실험 분야, 데이터 분석 분야 등에서 전 세계 과학자들이 공동참여하고 있으며, 과거에 우리나라는 과학자들 간의 개별적인 연구 교류 및 방문연구가 진행되어왔다. 그러던 중에 LHC가 설치되어 가동을 시작하고 실험을 위한 예산의 규모가 커짐에 따라 국가 차원의 협력연구 프로그램의 필요성이 대두되었다. 이에 2006년 10월에 우리나라는 CERN과 협력 협정을 체결하였고, 2007년에는 교육과학기술부와 연구관리 전문기관 및 국내 입자물리학 전문가 등 10인 내외로 한·CERN 협력 조정위원회를 구성하였다. 현재 CERN 관련 연구개발사업 예산 배분으로 정부 차원에서 CERN과의 공동연구를 지원하고 있다.

한국 연구자들은 LHC 장치의 2개 검출기 ALICE와 CMS와 관련된 대형 국제공동연구에 참여 중이다. CMS는 주로 양성자-양성자 충돌 중에 생성되는 전자나 뮤온 같은 가벼운 입자의 측정을, ALICE는 주로 원자핵-원자핵 충돌 중에 생성되는 강입자의 측정을 주목적으로 하고, 각 분야의 국내 실험 전문가들이 연구에 대거 참여하고 있다. 이러한 국제공동연구에서 얻은 성과는 한국 과학자를 포함하여 참여한 모든 구성원이 공동저자가 되어 발표한다. 검출기 실험 분야와 더불어 LHC에서 사용

하는 전산자원 및 전산분석 기술을 제공하는 사업도 한국이 참여하는 분야 중의 하나이다.

CERN과 우리나라의 협력 활동의 일환으로 지난 8월에는 국내 과학교사 20명이 교육과학기술부 지원으로 CERN 연구소를 일주일간 방문하여 '프로젝트기반 전문 교사연수'에 참여하였다. 이 프로그램은 CERN 연구소에서 이론물리분야 책임을 맡고 있는 엘리스 박사의 강의와 첨단 가속기 시설 견학, 클라우드 체임버 실험 참여 등으로 진행하여 과학교사들에게 매우 특별하고 유익한 경험을 제공하였다.

앞으로도 우리 정부의 적극적인 지원 정책과 국내 과학자들의 열성적인 참여와 함께 최첨단 과학에 대한 국민들의 관심이 계속된다면 CERN에서의 입자물리학, 핵물리학 연구와 같은 세계 최고 수준의 연구에 우리 과학자들이 당당히 참여하여 국가 위상을 드높이는 기여를 할 것으로 기대된다. 이와 더불어, 우주 생성의 비밀을 밝히려는 노력과 같이 전 세계의 과학자들이 함께 협력하여 미지의 세계를 탐구하는 연구에 우리 젊은 과학도들이 과감히 도전하는 기회를 얻기를 바란다. 10년, 20년 전의 연구 환경과 비교할 때, 이제는 세계가 우리 앞에 열려있으니 노력하는 만큼의 결과를 얻을 수 있을 것이다. **SD**