

大型 放射光 시설(SPring-8) 見學 記

머릿말

1995년 9월 하순, 태풍 14호가 일본해 북쪽으로 지난간 다음날, 약 2시간의 짧은 시간 동안 효고현(兵庫縣) 서남부의 구릉지대에 있는 하리마(播磨) 과학공원 도시의 중심적 과학시설이 되어 있는 대형 방사광 시설의 건설상황을 견학할 수 있었습니다.

방사광 시설이라면, 국내 최대의 것으로 쓰꾸바 시에 있는 고에너지 물리학 연구소의 폰톤 팩토리(Photon Factory)가 유명하지만, 이 곳에 건설중인 것은 가속된 전자 에너지가 그보다 약 3배이상이나 되는 큰 것입니다. 다시말해 전자의 25억 전자볼트(2.5GeV)에 비해 80억 전자볼트 (8GeV)입니다. 環狀의 건물로 덮힌 축적 링(뒤에 논함)을 바탕으로 하여 Super Photon ring 8GeV 또는 SPring-8 이라 이 시설은 불리워지고 있습니다. SPring 8은 Table 1에 나타나는 바와 같이, 전세계에서 건설내지 가동중인 같은 종류의 시설 중에서 최대의 전자 에너지를 가진 시설입니다.

방사광이란?

電·磁場이 진동하여 전자파를 발생시킬 때 그것은 파도가 되어 사방으로 전파되어 가지만, 파장이 장파, 중파, 단파, 마이크로파, 적외선, 가시광선, 자외선, X(γ)선과 같이 짧게 되어감에 따라 에너지가 크게 되고 물질의 성질

에서 입자의 성질이 현저하게 되어 갑니다.

Table 1 運轉·建設中の 世界 大型放射光施設

計畵名稱	ESRF European SR Facility	APS Advanced Pho- ton Source	SPring-8 Super Photon ring-8
設置者 設置場所	유럽運合 (12개국) 그로노블(佛)	美國에너지省 일리노이주 아르곤	原研·理研 兵庫縣播磨 科學公園都市
에너지 挿入光源빔라인 數周長	6.0(GeV) 29本+ α 844m	7.0(GeV) 34本+ α 1104m	8.0(GeV) 38本+ α 1436m
年次 計畵	準備	1986~1987	1987~1989
	建設	1988~1993	1986~1988 1989~1995
	利用	1994~	1996~ 1998~ (1997一部公用開始)

α 는 偏向電磁石으로부터의 빔라인

또한 자외선의 영역에서 파장이 짧은 것은 전리 방사선의 범주에 들어가는 것이라 함은 주지의 사실이라 믿습니다. 그런데 빛은 전자 파이지만, 그 발생원에는 ① 태양광이나 백열등과 같이 고온 방사체에 의한 열방사, ② 형광등과 같은 열 이외의 원인에 의한 형광, ③ 제동방사나 체렌코프 방사, 싱크로트론 방사 등의 입자방사가 있습니다. ③의 제동방사는 X선관으로 잘 알려져 있지만, 싱크로트론 방사라는 것은 고에너지이며 광속에 가깝고, 상대성 이론에서 나타나는 것과 같은 질량이

증가한 전자가 원운동을 하고 있을 때 전자파를 방사하는 현상을 말합니다.

방사광이란 정확하게는 싱크로트론 궤도 방사선(Synchrotron Orbital Radiation : SOR)의 뜻으로, 광속에 가까운 高에너지 전자가 원운동에 의해 그 접선방향으로 방사하는 전자방사선을 가리키지만, 근년에는 단지 싱크로트론 방사광(Synchrotron Radiation : SR)이라 부르고 있습니다. 그런데 이 “광”이라는 것은 기본적으로 연속 스펙트럼을 말하며, 파장 수백 um, 에너지 수백 meV의 遠적외선 부분에서 파장 수백mm, 에너지 수백keV의 硬 X선 부분에 걸쳐 있습니다. 실제에는 이중에서 목적에 따라 파장영역을 선택하여 이용합니다. 방사광의 특징은 輝도가 높은, 지향성이 좋은, 날카로운 빔狀으로 결집시킬 수 있다는 점입니다. 전자의 에너지가 높을수록 이러한 특징이 두드러진 밝고 뛰어난 광원이 됩니다.

방사광의 이용

위에 말한 특징에서 분광기에 의해 목적의 파장역의 “광”을 선택하면, 다방면으로 이용할 수 있습니다. 원자구조의 디펜션에 상당하는 약 100억분의 1m의 짧은 파장의 광을 추출하면, 반도체, 초전도 재료의 원자 레벨에서의 구조, 고온·고압하의 물질상황 등 물질의 구조, 물성의 연구에 큰 도움이 됩니다.

또한 밝은 광 밑에서는 극단적으로 빠른 셔터로 사진을 찍을 수 있기 때문에 반응속도가 빠른 화학 프로세스, 반도체 결정의 성장과정, 촉매의 반응기구를 연구하는 데에 이용이 가능합니다. 물질의 분석에는 輝도가 높은 소량의 試料로서도 충분하기 때문에 0.01mm 經 정도의 결정 담백질 등의 구조·작용을 해명할 수가 있으며, 또한 방사광에 의한 형광 X선을 이용하여 미량으로 존재하는 원소

의 정량이 가능합니다. 의료·진단분야에서는 X선촬영이나 단층사진에 비해 월등하게 뛰어난 화상을 얻을 수 있기 때문에 임의의 파장 X선은 선택·조합, 심장 관상동맥의 촬영등 순환기 장애나 암의 진단에 이용됩니다.

시설의 개요

SPring 8의 시설은 ① 도달전자 에너지 10억 전자볼트 (1GeV)로, 길이 140m의 선형가속기, ② 이것을 한층 더 가속시키는 최대 전자에너지를 보급·유지하는 80억 전자볼트 (8GeV), 周長 1,436m의 축적 링으로 이루어져 있습니다. 축적링에는 전자빔의 에너지(파장)의 차에 의한 集束을 조정하는 6극전자석(336개) 및 전자의 운동방향을 변경시키는 편향 전자석(88개)이 규칙적으로 올바르게 반복 배치되어 있습니다. 이 축적링은 정확히 말해 완전한 원(環)은 아니며, 길이 약 6.5m의 직선부분 34개소, 길이 약 30m의 직선부분 4개소, 합계 38개소의 직선부분을 가지고 있어, 여기에는 특정 파장의 輝도가 높은 방사광을 선택적으로 끌어내기 위한 안주레터, 매우 파장이 짧고 휘도가 높은 연속 스펙트럼의 방사광을 발생시키기 위한 위글러가 설치됩니다. 양자는 어느쪽이나 강력한 전자석으로 전자빔의 궤도를 蛇行시키거나 急偏向시키는 것으로 삼입광원이라 불리워집니다.

링의 접선방향으로 끌어낸 60수분의 방사광의 빔라인은 대다수가 길이 약 80m의 것이지만, 약 300m의 中尺라인과 약 1,000m의 長尺 라인도 예정되어 있습니다.

이러한 3개 시설이 표고 약 250~350m의 구릉지 약 141 헥타르의 부지에 펼쳐지고 있으며, 건설은 일본 원자력연구소와 이화학연구소가 협동으로 이루어지고 있습니다.[Fig 1]

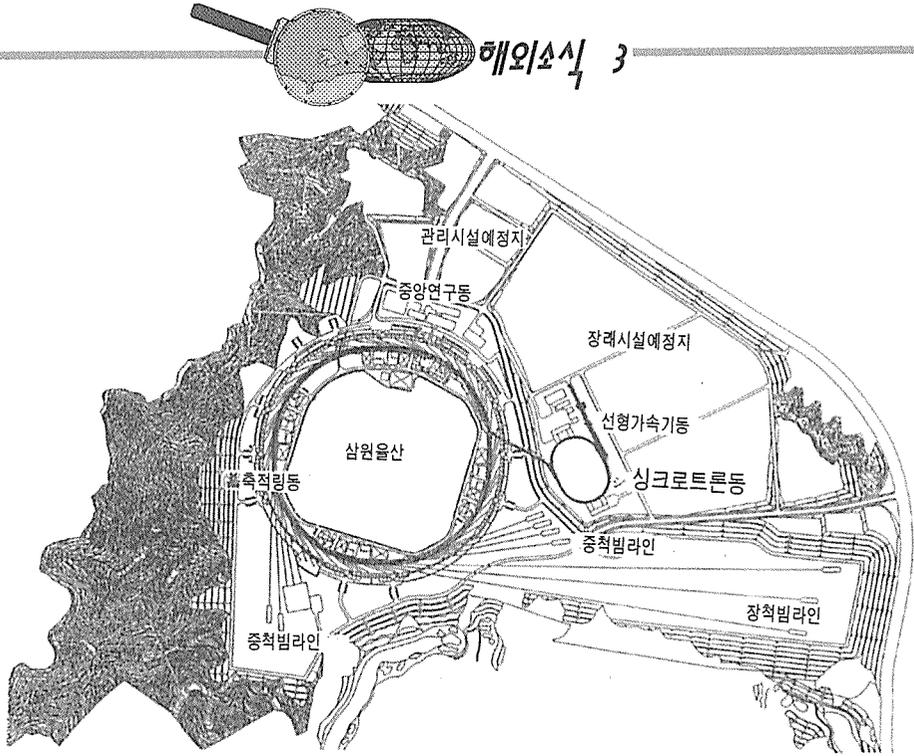


Fig 1. 施設全體配置圖

이 프로젝트가 시작된 것은 1986년 11월부터이지만, 선형가속기와 싱크로트론의 운전개시는 각각 1995년 9월과 같은 해 11월이었으며, 축적링의 공동이용 빔라인 供用개시는 당초 예정보다 1년 빠른 1996년 여름과 가을 사이에 있을 예정인듯 합니다.

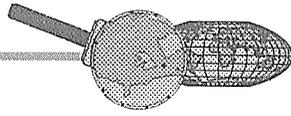
시설의 견학

너무나 알려져 있지 않는 첨단기술의 시설이므로 시설의 해설에 지면을 너무 채웠습니다.

필자가 견학에 임했을 때 건물의 건설이 끝난 축적링棟에서는 전일까지 견학용으로 전시한 集束전자석과 偏向用전자석 등이 실제의 본위치에 반입된 직후여서 그 설치상황을 실험 홀 안의 빔 반출구의 창을 통해 볼 수 있도록 허용되었습니다. 약 80m의 빔라인의 각접선상에 放射狀으로 늘어진 실험 홀과 그 바깥쪽에 環狀으로 둘러싼 분석실이나 준비실 등은 아직 빈 방으로 있는 상태였습니

다. 또한 선형가속기棟과 싱크로트론棟은 일체가 된 건물이지만 이 시설의 진척상황은 축적링보다 약간 앞서 있습니다. 그러나 필자의 눈에는 그다지 차이가 없는 것으로 보였습니다. 운전시에는 출입이 불가능한 集束자석 등이 준비한 터널에 들어가 그러한 것을 직접 만져보고 설명을 얻었다는 것이 좋은 추억으로 남게 되었습니다.

이러한 견학을 위해 山陽新幹線의 相生 역에서 약 20여분 임시 버스를 타고 갔습니다만, 서서히 고도가 높아진 터널을 빠져나온 뒤에는 도로가 잘 정비된 공원도시의 중심부에 들어갑니다. 거기에는 兵庫縣立 姫路공업대학 이학부, 西播磨 컴퓨터 칼리지와 소학교가 전원도시 설계 계획에 의해 장려한 모습을 드러냅니다. 그러나 도로는 한산하여 대학생들도 기숙사 생활을 하거나, 縣 당국이 그 지역에 운영을 위탁한 정기버스로 통학하기도 하여 아직도 미개발입니다. 이곳에 진출한 민간기업도 싱크로트론을 건설소유하는 關西



계의 한 회사뿐입니다. SPring-8에 있어서도 연구원의 숙박시설, 식당 등의 시설건설은 이제부터입니다. 소학교 근처의 택지분양과 건축주택의 판매가 이루어지고 있는데 대해 약간 놀라움을 느꼈습니다만, 그 가격은 싼 편은 아니었습니다. 방사광시설 구내는 축정링棟의 외주도로(약 1,500m)를 버스로 순회하고, 中尺, 長尺 빔라인용 정지상황이나 變電 설비 등을 순찰하기도 했습니다.

귀로에는 三原栗山の 산기슭을 깎아 메운 SPring-8의 1,000m의 長尺 빔라인의 능선을 아래서 바라보며, 2년 뒤에 이루어질 ‘빛의 탄생’에의 관계자 여러분의 노고를 생각하며 건투를 빌면서 산을 내려왔습니다.

끝으로 당일 안내를 맡고, 또한 견학기록을 위한 자료를 제공해 주신, 일본 원자력연구소 대형방사광 시설개발이용 연구부 大野英雄 부장에게 사의를 표합니다.(矢部 明)

구인.구직 알선

우리협회는 직원을 구하는 단체회원사와 취업을 원하는 개인회원을 위하여 구인.구직을 알선해 드리고 있습니다. 항시 전화나 우편, FAX로 연락 주시면 좋은 결실을 맺을 수 있도록 성심 성의껏 안내해 드리겠으니 많은 연락 바랍니다.

연락처: 조성과 회원관리담당자

[전화:(02)566-1092,3 FAX:(02)566-1094]