

# ■SPring-8の利用に向けて

放射光表面化学研究グループ

■佐々木 貞 吉 ■

## Preparations for Research in SPring-8

Teikichi A. SASAKI

Research Group for Surface Chemistry by Synchrotron Radiation

New facility for synchrotron radiation research is now under construction at west site in Hyogo prefecture. The big machine, known as SPring-8 (8-GeV Super Photon ring), will be in use by the beginning of 1998. The specifications of the machine and research projects proposed by the users union are outlined. The present status of the synchrotron radiation research in JAERI is briefly described.

SPring-8ではなく、Spring-8ではないかとよく尋ねられる。間違いではない。読む場合も本来、エスピーリング・エイトと発音するのが正しい。SPと大文字にするのは、Super Photon からきている。8は電子蓄積リングの電子エネルギーが8GeVであることに由来する。しかしながらそこはニックネーム、スプリング・エイトの方が響きがいいし、いかにも光がほとばしってくるイメージを与える。

さて、SPring-8とは日本原子力研究所と理化学研究所の混成チームが兵庫県播磨科学公園都市に建設を進めている放射光施設<sup>1)</sup>である。1998年の完成予定で、フランス・グルノーブルの欧州共同体大型放射光施設 European Synchrotron Radiation Facility (ESRF, 6 GeV, 1993年秋完成)、米国・アルゴンヌの高輝度放射光施設 Advanced Photon Source (APS, 7 GeV, 1996年完成予定)とともに、世界最高水準の性能を有する大型放射光施設である。

放射光は、レーザーとともに夢の人工光と思われがちであるがそうではない。宇宙ではごくありふれた電磁波である。活動的な銀河中心核であるクエーサーでは降着円盤と呼ばれる高密度のプラズマ回転体が形成され、この部分から強力なシンクロトロン放射光が放

出されている。

本稿では、原研が放射光を利用してどのような研究を進めようとしているか、計画と先行研究の現状を簡単に記してみたい。

放射光を発生できる施設は、国内だけでも8ヶ所を越える。それらと比べた場合、SPring-8の最も大きな特徴は、周長1436mの電子蓄積リングを周回する電子のエネルギーにある。SPring-8は放射光専用リングとしては世界最高のエネルギーで、図1に示すような真空紫外～硬X線(10eV～数100keV)の高強度・高指向性連続光を取り出せる。輝度、すなわち光子密度は、おおまかに言って既存の高輝度放射光施設の約1000倍と考えてよい。極微小試料の構造解析や核ブラック散乱など、X線領域における研究分野のニーズに応えるとともに、各種高速現象の時間変化を追跡するため、ビームラインは挿入装置主体の構成となる。実際、総本数61本のビームラインが予定されているが、これらのうち38本には、多数の永久磁石で構成されたアンジュレーター(U)やウイグラー(W)と呼ばれる高磁場装置が挿入され高輝度化が図られる。

研究内容により異なるが、多くの場合、照射には単

## 放射光スペクトルと研究課題

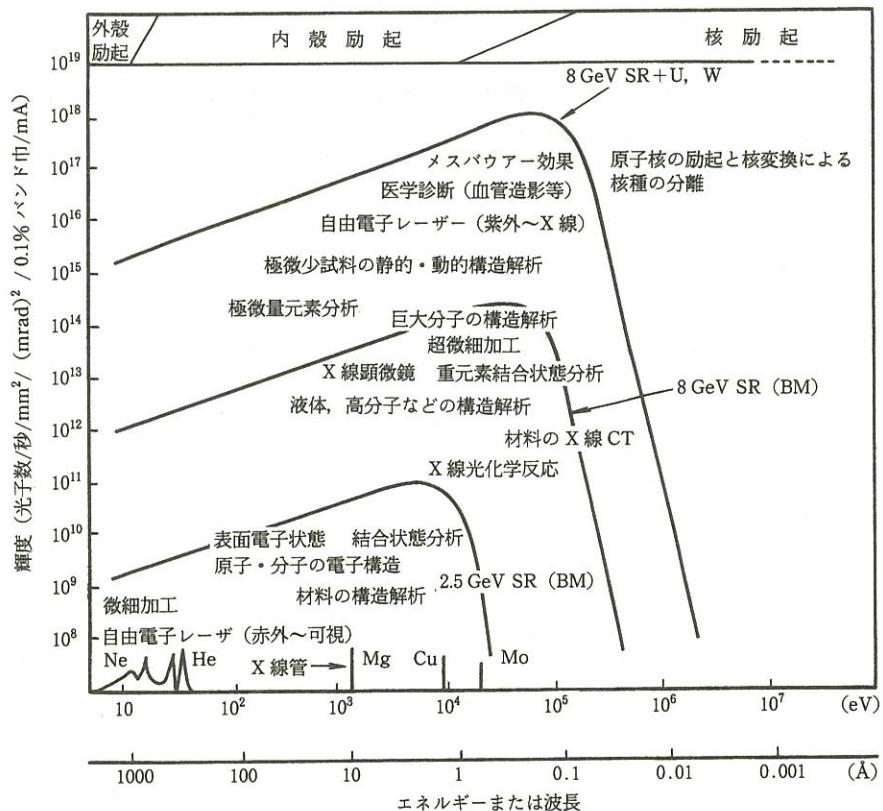


図1 放射光のエネルギースペクトルと研究課題  
8 GeV SR+U, W, 8 GeV SR (BM) は、それぞれ、SPring-8 の挿入装置、偏向電磁石ビームラインのスペクトルを表す。比較のため、KEK・PF クラスの 2.5 GeV SR (BM) の場合も示した。

色光が用いられる。モノクロメーター、ミラーなどの光学素子材料は局所的に大きな熱負荷を受けるので、本来の精密な分光特性や反射特性を失う恐れがある。このため耐熱性光学素子の製作は、SPring-8 の利用に関わる最も重要な技術開発項目となっている。

利用における態様の違いから、ビームラインは共同利用研究用と特定利用研究用の2種類に大別される。このうち後者は、特定の優れた研究目的の成就や特定の産業目的達成を念頭においていたものである。物質科学、生命科学、エレクトロニクスなどの研究基盤をさらに強化したいという願いが込められている。

1993年9～12月、国内の主要な学会誌を通して利用研究の課題募集が行われた。年末の締切までに27件の研究課題が申請されている。利用のための初ビー

ム取り出しは、1998年の早い時期に予定されている。建設を担当する原研・理研共同チームによれば、この時点までに10～12本の放射光ビームラインが完成していることになる。従って、共同利用研究はこの頃にスタートすると考えてよい。

ユーザーズユニオンの一つに、1993年4月に発足した利用者懇談会がある。これは、前身母体である次世代大型X線光源研究会のメンバーを中心に構成されている。次世代大型X線光源研究会においては、物質構造、極端条件、表面・界面、蛋白結晶構造、医学利用など26件の研究課題についてサブグループが編成され、5年間にわたり詳細な検討がなされてきた。一つのサブグループは20人前後の研究者代表で構成されているから、SPring-8の最終的な利用者数は1500～2000人になると予想される。

ここでは原研が独自に計画する利用研究にふれた。原研では、大型放射光施設開発室利用系開発グループが中心となって SPring-8 に関する所内利用計画の取りまとめを行っている。利用系開発グループをはじめ、材料研究部、先端基礎研究センターなどから、アクチノイド構造相転移、アクチノイド XAFS、微小欠陥構造解析、核ブレーキ散乱、f 電子系電子構造解析、放射光生物などの研究内容が提案されている。研究対象試料は核燃料関連物質となるため、実験は放射線管理区域に指定されたステーションでなされる必要がある。

SPring-8 における上記課題の本格研究に備え、各種の先行研究も実施してきた。利用系開発グループは、高エネルギー物理学研究所放射光実験施設(KEK・PF, 2.5 GeV)の協力を得て、1992年までに放射性物質用ビームライン BL-27 を建設した。このビームラインの軟 X 線分岐ライン(BL-27 A)には厚さ 7.5 μm のポリイミド系高分子膜(デュポン社製で商品名はカプトン)が、また、X 線分岐ライン(BL-27 B)には厚さ 200 μm の高純度ベリリウム箔が挿入され、放射性物質の飛散防止が図られている。現在、高圧下の結晶構造解析、イオン照射欠陥の散漫散乱による構造解析、核燃料物質の構造解析、RI 標識アミノ酸の放射線分解に及ぼす内殻共鳴励起効果などの研究がなされている。

放射光表面化学研究グループは、BL-27 A において表面化学反応の制御の可能性を追究するとともに、深い内殻の共鳴光電子分光の研究を進めている。内殻軌道の共鳴励起に伴うオージェ電子放出において、

$\text{SiO}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MoO}_3$  などの酸化物ではオージェピークが共鳴  $h\nu$  領域で 2 本に分裂し  $h\nu$  シフトを起こすことを見いだした<sup>2-4)</sup>。オージェ電子エネルギーの  $h\nu$  依存性などから、これは絶縁性物質の非占軌道特有の性質を反映する現象であることがわかつてきた。また、有機分子多層吸着層の非占分子軌道については、局在性、遍歴性などの知見を得つつある。これらの基礎知識を基に、SPring-8 ではウラン化合物など f 電子系の非占分子軌道を解析できるようにするための準備を進めている。

放射光科学は始まってまだ日が浅く、実験手段に過ぎないとイメージが根強い。そのカバーする領域は実に広大で、原子励起及び核励起が関わる基礎と応用のあらゆるサイエンスとテクノロジーを対象とする。それだけに多くの未知現象もクローズアップされてくる。21世紀の初頭には SPring-8 は最も優れた放射光マシンとなる。多くの研究者が利用に関心をよせて頂くことを期待したい。

## 参考文献

- 1) 菊田惺志 他, 放射光 3, 220 (1990).
- 2) Baba, Y., Sasaki, T. A. and Yamamoto, H., Phys. Rev. B49, 709 (1994).
- 3) 吉井賢資, 馬場祐治, 佐々木貞吉, 表面科学 15, 295 (1994).
- 4) Sasaki, T. A., Baba, Y., Yoshii, K., Yamamoto, H. and Nakatani, K., Phys. Rev. B (1994) 印刷中.

