

施設だより

極端紫外光研究施設 UVSOR の現状

極端紫外光研究施設長 解良 聡

本年度4月より小杉先生を引き継ぐ形で施設長を拝命いたしました。大学をはじめ、国内研究機関を取り巻く環境は年々厳しさを増しています。このような職位についた事もあり、若輩ながら我が国の目指すところとその行く末を案じつつ、大学共同利用機関としての在り方について改めて考えさせられております。この場をお借りして UVSOR 施設の現況と今後の展開について徒然なるままに述べたいと思います。

UVSOR 施設は1983年11月に「初点」を発してから35年が経とうとしています。当初は世界的にも貴重な数少ない放射光施設の一つでしたが、井口施設長の旗振りの元、「ケミカルマシン」としてユニークな成果を多く発信してきました。その後、諸先生方のご尽力により、UVSOR は時代毎に新しい光源開発技術を積極的に取り入れ、2度の光源加速器高度化に成功してきました。世界的に見て技術革新の折に新施設が建設されていくことが常であるかと思いますが、UVSOR のように「改造」で先端性を維持しているケースは例外的で、当時のいわゆる第二世代の面影を残している貴重な施設とも言えます。

現在では、1 GeV 程度以下の低エネルギー放射光施設としては、世界最高性能を達成し（電子ビーム低エミッタンス）、真空紫外光から軟X線領域をカバーする世界的競争力をもつ放射光施設として運用しています（図1）。現在、ビームラインはスリム化されたものの14本が稼働しており、海外からの第一線の研究者が利用に来るような競争力のある先端アンジュレータービー

ムライン6本を中心に実験設備の重点整備を進めています。特に真空紫外分光、光電子分光、軟X線吸収分光は世界的競争力がありますが、施設利用の課題数としては、より一層の国際利用率の増加が求められると感じています（昨年度利用率：約9%）。ちなみに全体としては、UVSOR 施設には年間約220件申請、のべ1200名強のユーザー利用があります。

光源加速器性能の観点からは、前述のように技術的に完成域にあり成熟期を迎えつつあると言えますが、その設備関係に目を向けると、基本となる機器構成が古く、多くが老朽化しています。昨年度は偏向電磁石の冷却水系統の漏水問題が発生しました。高電圧

が走る環境、真空環境において「漏水」は極めて深刻なトラブルの一つです。その他にも、経年劣化による各機器の故障は突発的に発生しますが、幸いにして優秀な技術スタッフの努力により、その都度に随時対応している状況です。しかしユーザーにとっては計画を練りに練った貴重な実験時間を失うことになり、自身の経験上からも「運が悪かった」では済まないことも承知しています。末端の計測・分析装置である先端実験設備に安定した光源を供給し、国際的な共同利用環境を維持するためには、こうした光源加速器の老朽化設備全体の抜本的なオーバーホールも検討すべき段階にきていると言えますが、予算措置の厳しい現状に直面

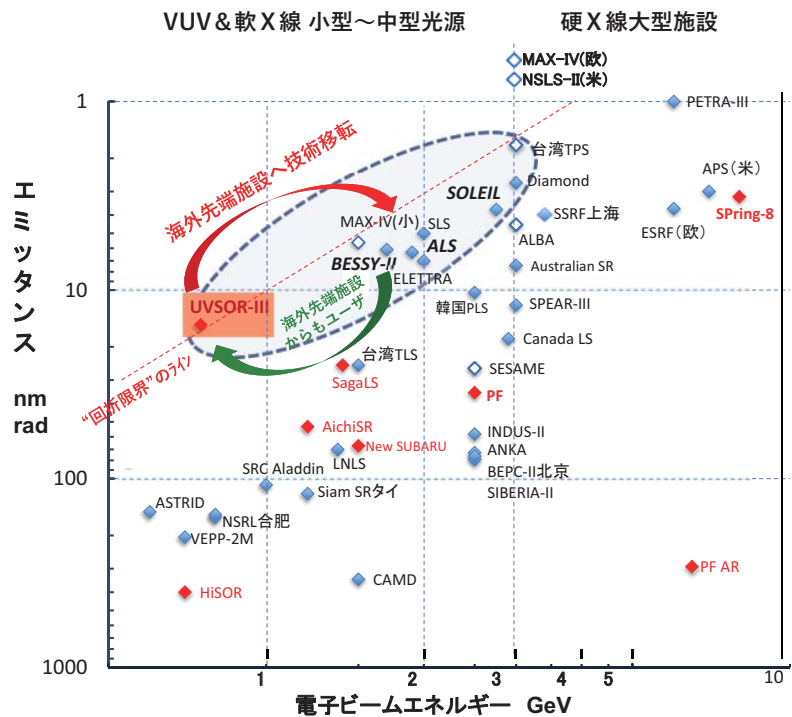


図1 世界の放射光施設における位置づけ
(低エネルギー施設では唯一、回折限界のエミッタンスを実現＝赤点線)

します。また時代背景として、AI技術等を導入した制御システムの自動化等による加速器の安定運転技術の確立も検討すべきと考えています。

一方で、光輸送系（分光器設備）と末端の各種実験機器は、学術分野の推移と先端技術の開発動向に留意し、定期的に整備していくことが求められます。世界を先導する高度な装置の提供により、ユーザー間の国際的な厳しい競争原理を促し、成果を上げていく体制を構築することが不可欠です。昨年度分子研に、新たな研究職位として「主任研究員」が制度化されました。UVSOR施設では、電子光学とX線光学を専門にする主任研究員を公募し、松井文彦氏（電子光学）を採用しました。最近の動向として、光源の高度化に伴い、世界的には各種分析法における顕微イメージング化技術に注目が集まっており、UVSORでは主任研究員主導により「高分解能波数分解光電子顕微鏡」を導入する計画を進めています。光電子顕微鏡は20年来、局所電子状態の違いから元素・磁性・官能基分布等をイメージングする装置として開発が進められ、最近では数10 nmの空間分解能を実現するまで発展しました。ごく最近、電子レンズ光学系に斬新なアイデアが導入され、逆空間（波数空間）の電子状態イメージを十分高いエネルギー分解能と波数分解能で取得できる装置が開発されました（図2）。電子状態測定の代表機器である光電子分光装置は約20年毎に大きな技術革新が起こっていますが、今まさに情報の次元アップという劇的な変革期を迎えたのです。実験情報の多次元化により、研究者の脳は全く異なる視点で刺激され、実験方法論そのもののパラダイムシフトが起こると思っています。我が国にはまだ導入例が無く、開発元のドイツに大きく後れを取らないためにも、迅

速に整備していくことが必須であると感じています。

分光器の陳腐化と経年劣化による性能低下は先端研究環境を維持する上で重要な検討因子です。特にUVSORは「ケミカルマシン」として顕著な業績を上げてきましたが、軽元素化合物、特に有機材料等の詳細な知見を得るためには、分光器の炭素汚染は極めて深刻な問題となります。依然として放射光施設は物理的視点の研究が多く、ともすると炭素汚染は先送りの問題となりがちですが、UVSORでは積極的に対応してきています。一方で、UVSORの波長帯は特に材料の物性や機能を議論するために極めて有効ですが、「ケミカルマシン」として潜在的なユーザーを上手く取り込めてきているとは言えません。第三世代放射光の発展の歴史を振り返ると、設備を駆使してその美しい光を巧く利用できているユーザーは限定的であり、分野によっては使いこなすのに長い年月を浪費しました。今、光源性能として完成域にあるUVSORが目指すところは、ユーザーコミュニティのすそ野を拡張し、放射光を通じて新たな学術分野を切り開いていくこ

とでしょう。多種多様な研究課題（特に分子科学）に対応できる「使い易い環境」を提供することであると思います。

こうした末端の実験設備が先端である期間は10年程度であるため、機動力をもって計画的にエンドステーションを見直し、UVSORの極めて高い光源性能と先端実験設備の両機能を維持していくことが世界トップレベルの研究を支援するうえで不可欠です。同時に、汎用性の高い実験は偏光電磁石ラインで安定した実験環境を提供し、地方大学等の学生教育にも貢献するなどして、共同利用機関としてバランスのとれた支援を継続することも大事なミッションのひとつであると考えています。国内やアジア隣国の他施設の動向や次世代光源の台頭により、連携、共存、競合といったベクトルが散逸し、施設の未来には大きな課題が立ちまわります。分子科学コミュニティの皆様も、あらためて本施設の利用方法をご検討いただき、斬新な実験アイデアとともに施設に対して叱咤激励を賜りたいと存じます。よろしくお願いいたします。

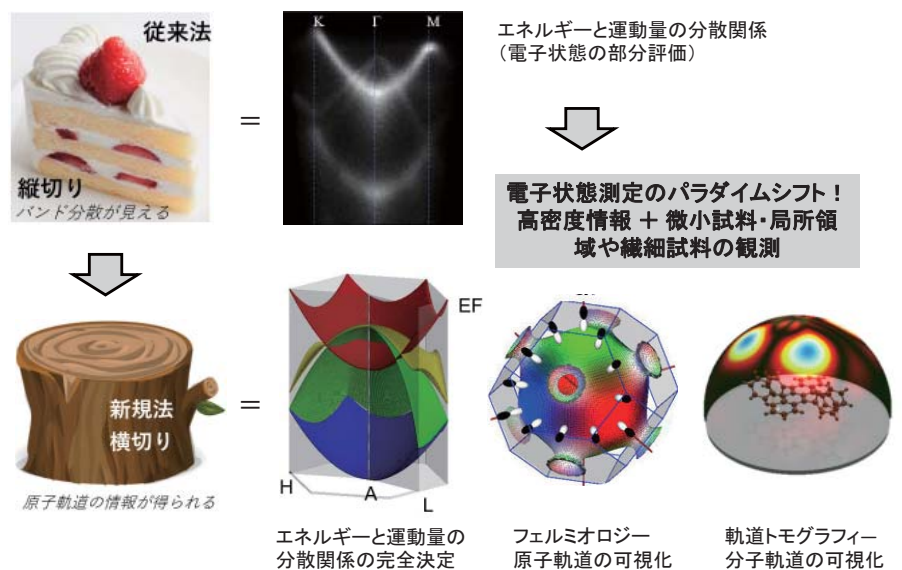


図2 新規実験方法：高分解能波数分解光電子顕微鏡により広がる研究