

(4) 大型施設・ソフト、データ領域技術紹介

”To see Element”から”To see Chemistry”へ

—次世代放射光計画の現状とこれから—

O29

From ”To see Element” to ”To see Chemistry” –Future Perspective of the Role of Next Generation Synchrotron Radiation Facility

高田昌樹 masaki.takata.a4@tohoku.ac.jp

東北大学 多元物質科学研究所

2023年の完成を目指して、次世代放射光施設の整備が、東北大学の新青葉山キャンパスで始まっている。この次世代放射光施設は文部科学省の「官民地域パートナーシップによる次世代放射光施設の推進」により、国の主体である量子科学技術研究開発機構と、宮城県、仙台市、東北大学、東北経済連合会、(一財)光科学イノベーションセンターにより建設が行われるものである。施設の概要は、電子を光のスピードに加速する約110mの線形加速器(入射器)と電子蓄積リング(周長348.8m)から構成される。蓄積される電子ビームのエネルギーは、3GeV、蓄積電流400mAで、リング型放射光の次世代の方式と言われる4ベント・アクロマット方式が採用されている(図1)。その結果、電子ビームのエミタンスは1.1nmradとなり、SPring-8のエミッタンスを初めて超える低エミッタンス光源が実現する。

この施設は軟X線向き放射光施設として軟X線(数100eV領域)、 tender X線(数keV領域)、硬X線(~30keV領域)の広領域のX線を、高輝度でシングルナノ集光による利用が可能とする。そして、SPring-8ができなかった軽元素のLiまでカバーし、強度不足で十分な観測ができなかったFe, Cr, Coなどの3d遷移金属の価電子帯の電子の磁性や電子状態を分光計測(MCD, XPS)の精度とスピードを飛躍的に向上させる。

例えば、SPring-8の軟X線領域では、100nm集光で 10^8 フォトン/秒のフォトンを集光可能であるが、この輝度では、信号はノイズレベルを超える程度となり、時分割測定でメカニズムまで探るのは困難である。これを、次世代放射光では10nm以下のシングルナノ領域に $10^{10} \sim 10^{11}$ フォトン/秒を集光可能とし、デバイス界面での金属元素の磁性の振る舞いを可視化し、電圧効果による磁性コントロールのメカニズムを明らかにすることを可能とする。触媒の反応や失活のメカニズムのオペランド計測もより精緻に行われ、100倍に向上するコヒーレンスを活用した化学状態の可視化がナノスケールで可能となる。構造材料の破壊のメカニズムも、化学状態と併せた可視化が進み、“元素を見る”から“化学を見る”ツールへ革新が起こるであろう。ナノの可視化技術の進展は、さらにデータ科学との融合をも加速することになるであろう。

この次世代放射光施設が完成すれば、この施設が30keVの硬X線領域までカバーすることから、硬X線向き施設の

計画の目標設定に基づくビームライン構想とともに、その活用が実現する次世代サイエンスの支援ツールとしての役割について、将来展望を概説する。



図1 次世代放射光施設の設計図と完成予想図

【関連プロジェクト】 官民地域パートナーシップによる次世代放射光施設の推進

【参考文献】(最大3本)

[1] M. Takata, W. Utsumi, et al., AAPPS Bulletin (2019)

【関連WEB】(最大2本)

[1] <https://www.3gev.qst.go.jp/>

[2] <http://www.sris.tohoku.ac.jp/>