

6-1 極端紫外光研究施設（UVSOR）

6-1-1 2025 年度概要

2025 年 3～5 月をシャットダウン期間とし、シンクロトロンブースターリングの大規模改修を実施した。偏向部真空ダクトを全て新品に交換を進め、より安定な状態でのビーム入射を目指した設備整備を実施した。入射ビームの電流値は 300 mA に復帰できたが、入射効率の改善余地があり、継続して調整作業を進めている。

施設スタッフとして、加藤特任教授、佐藤助教、水川技術支援員らが転出し、新たに金安教授、高橋技術員、新井特任専門員、池田技術支援員らが着任した。

最近の成果として以下の 6 点を取り上げる。いずれもこれまで見えなかったものを「観る」ことにより「解る」につなげた研究である。

[BL3B] 木村真一グループ

重い電子がプランキアン時間で運動していることをはじめて観測
——強く相互作用した電子の新たな法則を発見——

[BL7U] 解良聡グループ、田中清尚グループ

分子の運命の赤い糸は、確かにそこにあった
——分子界面に潜む「弱い結びつき」を電子共鳴で可視化

[BL5U] 田中清尚グループ

ダイナミックな電子が効率よく熱を電気に変換する
——近藤効果が熱電材料の性能を向上させるメカニズムを実験的に解明——

[BL7U] 田中清尚グループら

銅酸化物の高温超伝導体で特殊な電子状態「ノード金属」を発見
——三層構造が高い超伝導を実現する仕組みの解明へ——

[BL6U] 松井文彦グループら

光で確かめた金結晶表面のスピン向き
——新しい 2 次元スピン検出方式で、表面電子のスピン方向を可視化し決定——

[BL3U] 杉本敏樹グループ

電流で誘起される非熱的触媒反応の駆動原理を解明
——持続可能な温室効果ガス資源化の次世代化学技術に道筋——

他機関連携については、マスタープラン 2020 での協力体制方針を継承し、2023 年度から KEK-PF, UVSOR, HiSOR さらに 2024 年より物性研（ISSP_SOR）を加えた 4 機関連携による「放射光学術基盤ネットワーク」事業として「開発研究多機能ビームライン BL-11A, 11B」の整備を進めてきた。今年度、2 年弱におよぶ開発が完了し、軟 X 線と硬 X 線の同位置照射が実現し、放射光 2 ビーム利用が開始された。これにより光の順次利用計測から同時利用計測の道が切り開かれた。

6-1-2 将来構想概要

現在の光源加速器については、従来の15～20年の設備更新サイクルを鑑みると、2030年程度には大規模な更新が施設刷新の将来計画としていくつかの事業計画を立案している。日本学術会議が募集した「未来の学術振興構想」における「複雑・不均一系の分子ダイナミクスに挑む量子光科学拠点の構築」が、2023年10月にグランドビジョン「量子ビームを用いた極限世界の解明」の一計画に策定された。今年度、その改訂版として未来の学術振興構想2026版を提出した。

まだ光を利活用できていない分野の一つである、バイオやライフサイエンス分野へ啓発活動を継続しており、軟X線や真空紫外線を用いた斬新な研究成果の発信を狙った事業を開始した。岡崎三機関の基礎生物学研究所、生理学研究所の各研究グループとの共同研究としてProof of Concept実験検証を通じて、相互連携を強化する作業を進めている。OML事業経費により「ラベルフリーで元素を用いてオルガネラソーティングする技術開発」「構造光による『生命現象のゆらぎ』の摂動と制御技術の開発」について、荒木主任研究員、岩山主任研究員らがそれぞれチームを編成し推進している。また、光源グループによる先端的量子ビーム実験環境・設備の継続的な深化も継続しており、低エネルギー光源施設における国際的な発信力強化につながっている。

2025年末より、他機関との議論を深め、大学共同利用機関と共同利用／共同研究拠点の連携による事業「量子マルチビーム共創拠点」を共同提案することになった。分子科学研究所に加え、物質構造科学研究所（Photon Factory施設および低速陽電子施設）、広島大学放射光科学研究所（HiSOR）、東京大学物性研究所（軌道放射物性研究施設（ISSP-SOR）、極限コヒーレント光科学研究センター（LASOR））の4機関を軸とした提案である。複数の量子ビームの同時利用による相関計測をはじめとして、計測手法や研究分野の融合による新領域の開拓を推進する。硬X線大型光源SPring-8と軟X線中型光源NanoTerasuを補完する真空紫外（VUV）領域の小型高輝度光源に加えて、高強度陽電子源や極短パルスレーザー等を整備し、初期開発や技術人材育成に重点を置くことで、国際競争力と持続発展力を強化するとともに、物質・生命の多様な機能の根源を探究する。ロードマップ2026への申請を予定している。

一方で、高輝度放射光リングUVSOR-IVの建設費用の獲得は非常に困難であるため、事業継続性の観点から既存リング設備を軸とするUVSOR-III+（プラス）高度化および光源最適化を同時進行で計画しており、予算要求を進めている。電子ビーム蓄積リングの電磁石構成を見直し、ビーム位置モニター機構の導入により、蓄積ビームの安定性の向上と、より高精度なビーム制御による24時間運転を目標としている。UVSORの強みである挑戦的な光計測法の開発研究機能を維持しつつ、スタッフ対応が困難な夜間タイムにおいては、汎用型計測の自動化機能、AIロボット支援システムを開発することで高スループット型の実験が実現する目論見である。大型施設では相容れない汎用自動型と先進開発型の二面展開が可能となり、分子科学の新たな潮流を生み出せると期待している。ここで開発される新規イメージング法やオペランド法など先端実験設備は、次期施設（UVSOR-IV）へ持続的かつ効果的に誘い、新たな要素技術の供給源ともなると期待する。

本報告は、UVSOR施設運営委員会（2018年度より年2回）、UVSOR将来検討ワーキング・小委員会（2018年10月以降逐次）、UVSOR利用者懇談会（2018年度より年1回）、国際諮問委員会や運営顧問会議（2019年12月、2024年2月、2025年9月）における意見交換を基に改訂してきたものである（過去リポート参照）。また継続して外国人運営顧問により意見聴取も行われている（分子研リポート2016から2024参照）。