

2023 年度年次報告書

社会課題解決を志向した革新的計測・解析システムの創出

2023 年度採択研究代表者

矢代 航

東北大学 国際放射光イノベーション・スマート研究センター
教授

実材料ダイナミクス観察のための超次元 CT の開発

主たる共同研究者:

鎌田 圭 (東北大学 未来科学技術共同研究センター 准教授)

工藤 博幸 (筑波大学 システム情報系 教授)

祖山 均 (東北大学 大学院工学研究科 教授)

研究成果の概要

非繰り返し・非平衡系には、人類の最先端の計測技術でもアクセスできない広大な 4D 未踏領域が存在し、非繰り返し・非平衡系を高時間・空間分解能で理解することは、新たな学術領域の創生、延いては様々な社会課題の解決につながると期待される。本研究では、研究代表者らの独自の斬新なアイデアによって、最近、世界に先駆けて開発してきた X 線によるミリ秒オーダー時間分解能 X 線 CT (空間分解能 10 μm 前後) をさらに発展させて、サブミリ秒、さらには 1~10 マイクロ秒時間分解能のマルチモーダル (元素識別など) 4DX 線 CT (超次元 CT) の開発を目指している。一期一会の非繰り返し・非平衡現象を前人未踏の時間分解能で 4D (3D+時間) さらには 5D (+元素識別など) 可視化することにより、将来的に、グローバル社会のゲームチェンジに向けた様々な社会課題の解決につなげることをねらっている。

2023 年度 (2023 年 10 月以降) は、中間目標達成のためのサブミリ秒、さらには 1~10 マイクロ秒時間分解能の超次元 CT を、3 GeV 高輝度放射光施設 NanoTerasu や欧州 XFEL 施設で実現するための光学設計を行った。また、マルチモダリティの可能性について検討を開始した。また、超高感度・高時間分解能を両立する X 線シンチレータの開発については、ファイバー量産技術について検討を開始した。さらに、画像解析 (CT 再構成) については、時空間トモグラフィと超スパースビュートモグラフィ方法論の構築に向けてシミュレーションプログラムを整備した。さらに応用展開については、3D+時間の前の予備実験の位置づけで、2D+時間の高速 X 線イメージング実験を大型放射光施設 SPring-8 で行った。観察対象の一つに渦キャビテーションに関する特異な現象を挙げていたが、2D+時間の X 線イメージングだけでも、これまで知られていなかった現象を観察することができた。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Voegeli, W. Takayama, H. Liang X. Shirasawa, T. Arakawa, E. Kudo, H. Yashiro, W. Multibeam X-ray tomography optical system for narrow-energy-bandwidth synchrotron radiation, *Appl. Phys. Express*, **17**, 032002, (2024)