近年、X 線自由電子レーザー（XFEL）施設では、ナノ秒間隔で連続する複数の X 線パルスを生成する手法が開発されている。これらを用いた高速ダイナミクス計測では、各パルスに由来する信号を時間的に区別する必要がある。しかし、一般的な X 線画像検出器のフレームレートでは、ナノ秒間隔のパルスを個別に取得することは困難である。そこで本研究では、電荷積分型 X 線画像検出器 CITIUS の電子シャッターの過渡応答を利用し、通常のフレーム読み出しでは得られない時間情報を取得する spectral streaking 法の開発を進めている。
Spectral streaking 法では、電子シャッターの開閉遷移中に入射した X 線光子に対する検出信号強度が、光子の到来時刻に応じて変化することを利用する。この応答をあらかじめ較正することで、検出信号強度から光子の到来時刻を推定し、ナノ秒スケールの時間情報を取得する。また、従来のストリークカメラとは異なり、画像検出器の二次元空間情報を保持できることも特徴である。
本研究では、米国 LCLS において、ナノ秒間隔で生成した XFEL 二重パルスを用いた実証実験を行った。CITIUS の電子シャッターの遷移応答を評価し、spectral streaking 法により、二次元散乱像において近接した二つのパルスに由来する信号を時間的に識別できることを確認した。本発表では、spectral streaking 法の測定原理と開発、LCLS における実証結果について報告する。

著者リスト：西野玄記^{1,2}、Yanwen Sun^3、Conny Hansson^3、Tim B. Van Driel^3、Mario Balcazar^3, Ying Chen^3, Angelo Dragone^3, Vincent Esposito^3 、Paul Fuoss^3 、Alex Halavanau^3、本城嘉章^2, 城地保昌^{1,2}、小林和生^{1,2}、Wilko Kroeger^3, Kazutaka Nakahara^3, Silke Nelson^3, 尾﨑恭介^2、Takahiro Sato^3, Sanghoon Song^3, Jana Thayer^3, Matthew J. Weaver^3、Mark Sutton^4, Diling Zhu^3、初井宇記^2
高輝度光科学研究センター^1、理化学研究所^2、SLAC^3、マギル大^4