

V325a 多重像 X 線干渉計 MIXIM の開発 –EM アルゴリズムを用いた復号解析–

朝倉一統, 林田清, 善本真梨那, 袴田知宏, 大出優一, 佐藤淳矢, 石渡幸太, 青柳美緒, 萩原涼太, 野田博文, 松本浩典 (大阪大), 米山友景 (ISAS/JAXA), 小高裕和 (東京大)

我々はこれまで、従来とは異なる原理で高角度分解能を実現する X 線撮像系、多重像 X 線干渉計 (MIXIM: Multi-Image X-ray Interferometer Module) の開発を進めてきた (e.g., Hayashida+2016)。MIXIM は周期的な開口部を有するマスクと微小ピクセル撮像素子から構成され、基本的にはピンホールカメラと同様の原理で撮像を行う。角度分解能向上のために開口部を縮小すると回折が結像を妨げるが、MIXIM では特定の波長を分光し、その波長における Talbot 干渉効果を利用することで、回折の影響を抑制してシャープな結像を実現している。2019 年度には周期的なピンホール配列を用いた約 9 m の撮像系で 0.1 秒角を切る角度分解能での X 線撮像に成功し (Asakura+2020)、2020 年度には開口率約 50% の周期的な符号化マスクでも Talbot 干渉効果による結像ができることを実証することで有効面積の大幅な向上を達成した (Asakura+2022)。

符号化マスクによる撮像の場合、得られる像はマスクパターンと光源分布の畳み込みとなるため、光源分布の情報を得るには復号を行う必要がある。撮像性能はこの復号にも依存しており、これまでの簡易的な復号解析では偽像の出現等の影響もあり期待される性能に届いていなかった。そこで、我々は新たに EM アルゴリズムを用いた復号解析 (Shepp & Vardi 1982) を MIXIM に適用した。その結果、撮像性能は大幅に向上し、符号化マスクを用いた約 1.5 m の撮像系で角度分解能 ~ 0.5 秒角を達成した。2022 年には更なる性能評価のため、X 線ビームの入射角を少しずつ変えながら取得したデータを複合することでより複雑な光源分布を模擬した復号解析や、光源の偏光情報も加味した復号解析にも着手した。本講演ではこれらの実験の詳細や解析結果についても報告する。