

V313b 探査機搭載を目指した超小型X線蛍光分析3D撮像システムの開発

石倉彩美, 林田清, 朝倉一統, 佐久間翔太郎, 米山友景, 岡崎貴樹, 野田博文, 松本浩典 (阪大)

非破壊元素分析のための蛍光X線分析を試料の場所ごとに行うためには、一般には、X線ビームを試料上でスキャンするタイプの大型装置が使用される。我々は、X線マスクとX線分光撮像器を組み合わせ、元素ごとのX線画像を撮影する超小型のシステムを開発している。X線分光撮像器としては、可視光用にデザインされたCMOSピクセル検出器をX線検出に流用している。具体的には、Gpixel社のGMAX0505で、ピクセルサイズ $2.5\mu\text{m}$ 、ピクセル数25Mの仕様で、常温動作で 5.9keV のX線をエネルギー分解能 176eV FWHM で検出できることを実証している (Asakura et al. JATIS, 2019 など)。常温動作が可能である点は、サイズと電力の面でも、地上での基礎実験の簡便さでも大きなメリットになっている。Amptek社の超小型X線発生装置miniXを用いて試料にX線を照射し、X線マスクを通してCMOSピクセル検出器で撮影。X線イベントごとの位置とエネルギーを測定し、元素ごとのX線イメージを作成する。第一段階の実験としては、X線マスクとして単一のピンホールを用いて、複数の種類の金属板から構成される試料に照射した (縮小率は約 $1/5$)。Fe、CuのK殻輝線が明確に分離することに成功し、試料面で 1mm 程度の位置分解能があることを実証した。続いて、X線マスクとしてコード化マスクを使用し、位置分解能と効率を両立する構成にして、照射実験を行っている。コード化マスクは、一般に、無限遠の天体を対象にしているが、我々は、近距離にある大きさを持った試料 (岩石など) からの蛍光X線を任意の距離にピントをあわせた (つまり3D) 画像として取得するアイデアを実現しようとしている。本発表では、マスク (ピンホール及びコード化パターン) とCMOS検出器を用いたX線照射実験の結果を中心に、可視光を用いたコード化マスクの原理実証実験も含めて、紹介する。