

先端研究基盤共用促進事業（先端研究設備プラットフォームプログラム）

## 顕微イメージングソリューションプラットフォーム

### 利用報告書

報告日 2023/03/31

北海道大学創成研究機構長 殿

下記の通り利用結果を報告します。

#### ●利用課題名

STEM-EELS による鉱物の水素イオン照射損傷過程の解明

#### ●申請者情報

機関名：京都大学

部署名：理学研究科・地球惑星科学専攻

代表者：伊神 洋平 助教

#### ●利用期間

2022/11/08 ~ 2023/3/31

#### ●利用装置

分光走査透過電子顕微鏡（200 kV）JEM2100（名古屋大学 未来材料・システム研究所 超高压電子顕微鏡施設）委託分析 or 時間利用

#### ●利用分野

環境 ナノテクノロジー・物質・材料 宇宙

#### ●利用目的

近年はやぶさ2をはじめとする太陽系探査技術が進展し、月や小惑星物質の直接分析が可能となってきた。これまでに得られた天体表層粒子からは、太陽からの水素イオンの照射による表面数十 nm 厚の損傷組織が見出されており、その解釈のために多様な構造を持つ鉱物の損傷過程の統一的な基礎理解が求められる。当課題では実験的に水素イオンを照射した鉱物試料に対して電子線エネルギー損失分光 (EELS) 分析を活用し、ナノオーダーでの局所構造・電子状態変化の解析を行う。

#### ●利用結果

40 keV の  $H_2^+$  を照射した Mg ケイ酸塩鉱物（フォルステライト  $[Mg_2SiO_4]$ 、エンスタタイト  $[MgSiO_3]$ ）の単結晶から照射表面を含む断面薄膜を  $Ga^+$  集束イオンビーム装置により作成し、照射表面近傍で STEM-EELS イメージング分析を実施した。Fig. 1 に結果の一例を示す。注入深さに応じてプラズモンピーク形状に僅かな違いが生じていることが検出された。また、同様の分布での僅かな格子歪みの存在を示唆する電子回折も確認した。

この変質成分の空間分布 (Fig. 1b) は 40 keV  $H_2^+$  照射によるはじき出し損傷では説明がつかないものである。ケイ酸塩構造の骨格をなす  $SiO_4$  四面体重合体は電子励起により構造変化を引き起こしやすいとの指摘があり、今回見出した成分はケイ酸塩結晶の電子励起誘起損傷に対応する可能性がある。ただし、試料加工時に生じた不均質な損傷の影響も多かれ少なかれ存在しており、それぞれの寄与を定量決定するまでには至らなかった。今後は上記問題を解決するために低加速電圧  $Ar^+$  による追加クリーニングを実施し、内殻電子励起スペクトルのイメージング分析も進めて今回の結果との統合を図る予定である。

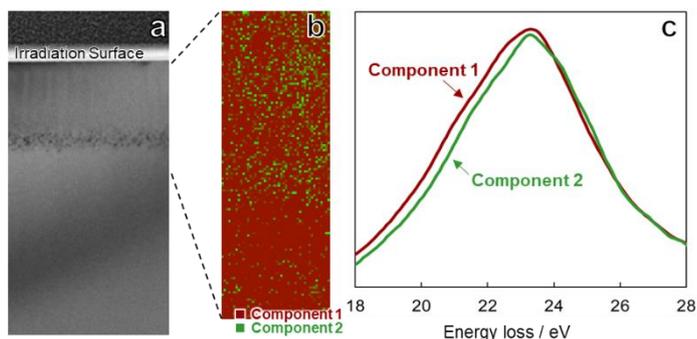


Figure. 1 フォルステライト試料の分析結果。(a)BF-TEM 像。(b)(c) STEM-EELS イメージングデータの二成分への分解結果。(b)各成分の空間分布と、(c)各成分のプラズモンピーク。

## ●成果公開について

本利用報告書を 2023 年 4 月に公開する

- 
- 受付番号 : C22P0027 (名大)
  - 受理日 : 2023 年 3 月 20 日
  - 受付担当者 : 武藤・阿部