

イプシロン型-酸化鉄( $\epsilon$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )棒磁石の真空中MFM観察

SHEET No. 011

製品: 環境制御型原子間力顕微鏡 AFM5300E

## 背景と目的

鉄と酸素からなる酸化鉄（フェライト）には、 $\alpha$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ や磁気テープなどにも利用されてきた $\gamma$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 等があります。東京大学・大越慎一教授らはナノ粒子合成法によりイプシロン相を持つ酸化鉄（ $\epsilon$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）を作り出し、既存のフェライト磁石として最高の保磁力（20 kOe）を示すことを世界で初めて発見しました。

図1は $\epsilon$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ の結晶構造とマルチフェロイック特性を持つ単結晶ロッドの磁気分極  $M$  および電気分極  $P$  の様子、その磁化特性です。ここでは、 $\epsilon$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 単結晶ロッド（サブミクロンサイズの棒磁石）の磁気構造をMFM（磁気力顕微鏡）で観察した結果を紹介します。<sup>1)</sup>

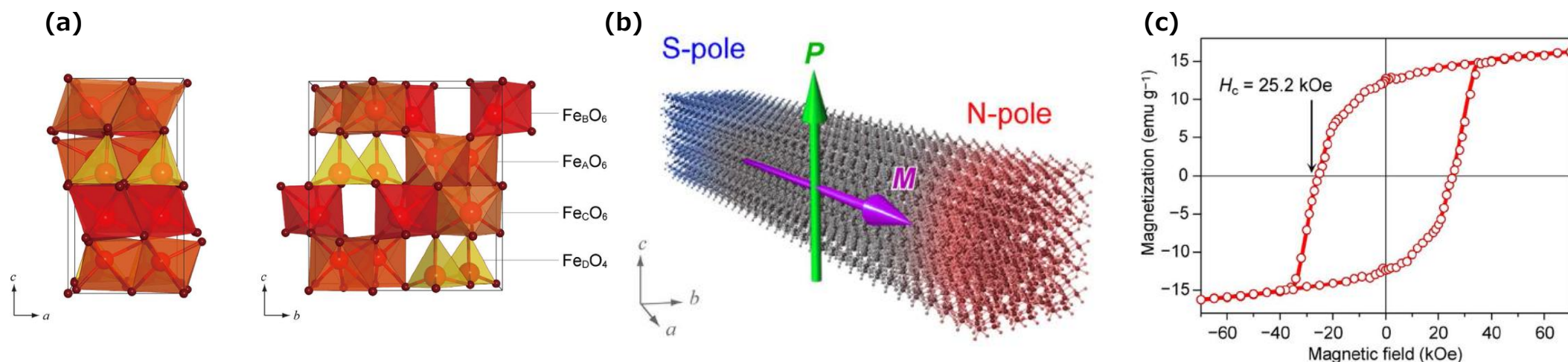


図1  $\epsilon$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ の結晶構造(a) その単結晶ロッドにおける磁気分極 $M$ および電気分極 $P$ の様子(b) 単結晶ロッドの磁化特性(c)

1) 東京大学、筑波大学、日立ハイテクサイエンスの共同研究、S. Ohkoshi *et al.*, Scientific Reports **6**, 27212 (2016).

## 実験結果

図2に  $\epsilon$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  単結晶フェライト棒磁石を真空MFM（磁気力顕微鏡）観察したデータを示します。ナノ粒子合成法により作製されたいくつかの棒磁石が基板に固定されています。個々の棒磁石が1個の単結晶であり、自発磁化を持っています。MFMによりこれらの棒磁石の両端にN極、S極が明瞭に観察されています。3本の棒磁石が重なっている箇所には、2個のN極と1個のS極の合計となる漏洩磁場を発生するため、正味N極1個分に近い信号が観察されています。

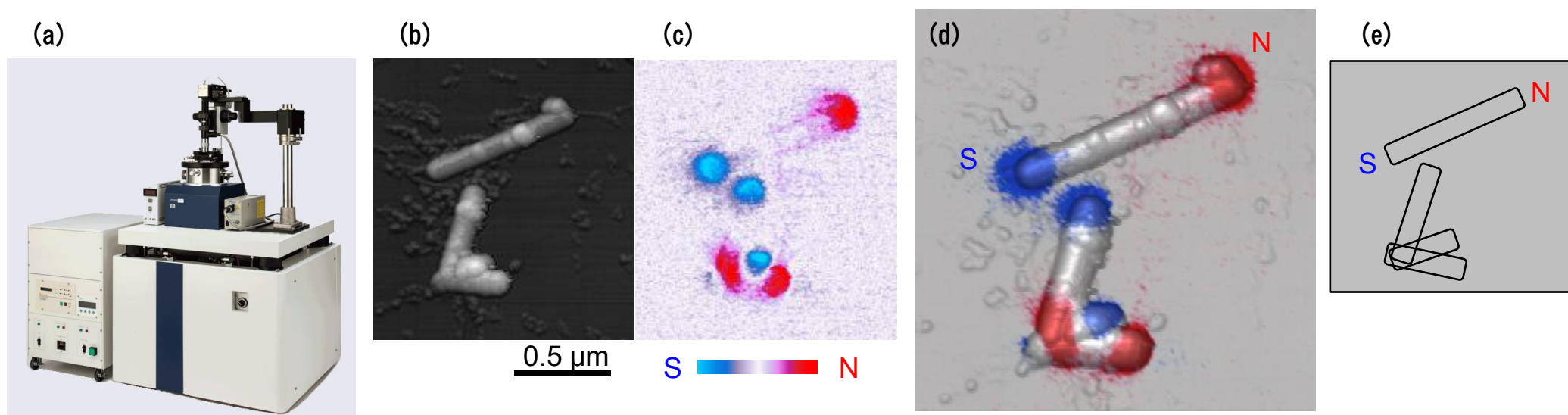


図2 AFM5300E (a) および $\epsilon$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 単結晶フェライト棒磁石の表面形状像(b)、MFM像(c)、形状像とMFM像の重ね合せ(d)、磁化配置モデル(e)

## イプシロン型-酸化鉄( $\epsilon$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )の応用

この新規材料  $\epsilon$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ の光学応答特性はテラヘルツの共鳴周波数に達し、高周波ミリ波吸収材として安全運転支援システムなどのIoTに貢献する素材として注目されています。2016年7月より英国立ロンドン科学博物館にて特別展示される予定です。

また、この材料のマグネティックス応用としては、次世代ストレージ材料が挙げられますが、 $\epsilon$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 単結晶フェライト棒磁石をカンチレバーに取り付けMFMプローブとして利用する研究も進められています。図1(c)に示す高保磁力特性と単磁区というシンプルな構造から、高性能な磁気プローブとして期待されます。

執筆者： 日立ハイテクサイエンス 応用技術部 山岡武博