

# コンビナトリアル手法を用いた Fe-Cr 系における磁気転移の一括解析

## High throughput analysis of magnetic transition in Fe-Cr system by combinatorial technique

東理大基礎工<sup>1</sup>, JASRI<sup>2</sup> ○(M1)山本雅大<sup>1</sup>, (M2)西尾直<sup>1</sup>, (M1)木村恵太<sup>1</sup>, (M1)角野知之<sup>1</sup>,  
(B)國井創太郎<sup>1</sup>, (B)仙井遼平<sup>1</sup>, 大河内拓雄<sup>2</sup>, 小嗣真人<sup>1</sup>

Tokyo Univ. of sci.<sup>1</sup>, JASRI<sup>2</sup>, °Masahiro Yamamoto<sup>1</sup>, Tadashi Nishio<sup>1</sup>, Keita Kimura<sup>1</sup>,

Tomoyuki Kadono<sup>1</sup>, Sotaro Kunii<sup>1</sup>, Ryohei Senni<sup>1</sup>, Takuo Ohkochi<sup>2</sup>, Masato Kotsugi<sup>1</sup>

E-mail: 8219585@ed.tus.ac.jp

### 1. 緒言

マテリアルズインフォマティクス (MI) の発展を背景に、新規材料の探索やプロセスの最適化が精力的に進められている。MI は材料探索に情報科学的手法を活用することで、材料組成や物性を最適化するための枠組みであり、材料開発の加速化が期待されている<sup>[1]</sup>。その一方で、材料データや計測データの取得は効率が課題となっており、効率的な実験データの取得方法の開発が急務となっている。そこで本研究では網羅的かつ自動的に実験を行うコンビナトリアル手法に着目し<sup>[1]</sup>、効率的な材料作製および機能解析の枠組みを開発した。実験では Fe-Cr 二元系合金を対象に、(1)マグネトロンスパッタによる効率的な材料作製、(2)光電子顕微鏡 (PEEM) による効率的なデータ取得、(3)情報統計を活用した磁気状態の解析を行なったので、その結果について報告する。Fe-Cr 合金はスピントロニクスにおける代表的な磁性材料であり、組成に応じて強磁性から反強磁性へ転移するため、コンビナトリアル合成の絶好の対象である<sup>[2]</sup>。試料はスパッタ装置と治具を組み合わせて Fe-Cr 二元系傾斜薄膜を微小領域に一括で作製した。解析では PEEM を用いた。PEEM は観測視野内の情報を一括で取得することができ、ピクセル毎に X 線吸収スペクトル (XAS) と X 線磁気円二色性 (XMCD) を記録できることから、組成と電子状態と磁気情報を効率的に取得できる<sup>[3]</sup>。取得した大容量のデータについて情報統計を活用しながら強磁性-反強磁性転移の解析を行なった。

### 2. 実験方法

試料作製は DC マグネトロンスパッタ装置を用いて行った。3D プリンターで作製した治具と TEM グリッドを用いてスパッタ粒子の指向性と拡散を制御し、Si 基板上に Fe-Cr 二元系の傾斜薄膜を作製した (Fig.1)。放射光解析は SPring-8 の BL17SU に設置された PEEM を用いて、XAS および MCD 解析を実施した。PEEM スクリーンの情報を CCD カメラ (512×512 ピクセル, 16bit) で撮影し、Fe および Cr の L 吸収端をスキャンすることで、計 25 万本の XAS スペクトルを 10 分間で取得した。得られたデータをピクセル毎に解析し、Fe および Cr の XAS 強度を用いて局所的な組成比を算出した。各ピクセルの情報を Fe-Cr 組成比に対して整理し、各々の組成比における磁気コントラストをヒストグラムとして得た。ヒストグラムの変化と組成の変化を対応づけることで Fe-Cr 合金における組成と磁気状態の関連性について議論した。

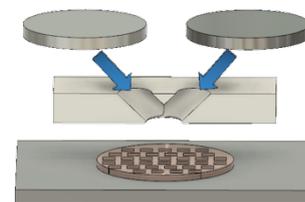


Fig.1 治具と TEM グリッドを用いた試料作製

### 3. 結果及び考察

PEEM で得られた組成分布より、Fe と Cr が重なる領域では Fe-Cr 組成が連続的に変化していることを確認できた。また、同一視野で XMCD 解析を行なったところ、磁気コントラストの出現と消失を確認することができた。XAS 及び XMCD の結果をピクセル単位で解析した結果、Fe 組成の増大に伴って磁気コントラストが増大することを確認できた。詳細な結果は当日議論するものとする。

### 4. 結言

本研究では、組成が連続変化する Fe-Cr 二元系合金薄膜を作製した。PEEM による XAS および XMCD 測定を行い、ピクセル単位で化学組成と磁気状態の解析を行なった結果、常磁性-強磁性転移を効率的に解析することに成功した。今後は三元系への拡張などを予定している。

### 5. 参考文献

- [1] T. Lookman *et al.*, Information Science for Materials Discovery and Design, Springer, 2017, p.4-5, p.242-247
- [2] 近角聡信, 磁性体ハンドブック, 朝倉書店, 1975, p.321-322
- [3] T. Ohtsuki *et al.*, J. Vac. Soc. Jpn. 57, (2014) p.333-334