

茨城県中性子利用促進研究会
平成 29 年度磁石材料分科会

主催：茨城県中性子利用促進研究会

共催：中性子産業利用推進協議会

元素戦略プロジェクト磁性材料研究拠点

協賛：(一財)総合科学研究機構中性子科学センター

J-PARC MLF 利用者懇談会

日時：平成 29 年 11 月 20 日 (月) 10:00-17:00

場所：エッサム神田ホール 1 号館 401 会議室

〒101-0045 東京都千代田区神田鍛冶町 3-2-2

TEL: 03-3254-8787 (最終頁の〈会場へのアクセス〉をご参照下さい)

テーマ：新規磁石材料創成に向けた多様なアプローチ
— 構造解析と材料探索 —

趣旨：

省エネ社会進展の一翼を担う環境対応自動車の動力源であるモーターの高性能化のため、希少元素を使わない高性能磁石の開発が強く望まれている。こうした社会要請に応えるため、平成 24 年度から 10 年間の予定で発足した元素戦略プロジェクト磁性材料研究拠点も中間点の 5 年を経過した。そこで今回は、元素戦略プロジェクトを中心に国内で進められている新規磁石材料創成に向けた多様なアプローチの中から、量子ビームによる構造解析と計算科学による材料探索の現状を概観するとともに、新材料研究の事例を紹介する。

プログラム

10:00-10:05 開会挨拶 分科会代表 小野 寛太 (KEK)

10:05-10:25 iMATERIA での産業利用の状況

富田 俊郎 (茨城県)

茨城県が J-PARC MLF に設置している材料構造解析用パルス中性子解析装置「iMATERIA」は、J-PARC MLF の産業利用の約 6 割を担うビームラインである。パルス中性子の産業利用を活性化するために、装置の高度化・多機能化、試料環境設備の充実化、さらには研究会や講習会の開催し、利用の課題採択数は 328 件に達している。このような iMATERIA における産業利用促進のための取組みと今後の展開について概説する。

< 基調講演 >

10:25-11:15 元素戦略磁石材料研究の成果と展開

広沢 哲 (NIMS)

元素戦略プロジェクトの重要な課題は元素の機能発現機構を解明し、材料に必要な希少元素の使用量を可能な限り削減するための道筋をつけることである。元素戦略磁性材料研究拠点(ESICMM)では大型研究施設を用い、永久磁石材料の創製に必要な材料科学の主要項目である保磁力の科学と材料熱力学の創出に向けた研究を推進している。2012 年に始まった前半期 5 年間の活動の成果と今後の課題を述べ、全期間を通して基盤研究として進めている、磁石材料科学の構築から幾つかを紹介する。

11:15-11:50 企業からの磁石材料研究への期待

中村 元 (信越化学工業)

磁気特性の高さから Nd-Fe-B 系磁石はレアアース資源問題が起きた 2011 年以降も広く用いられているが、近年ではその性能向上の他に重希土類の削減が重要テーマとして注目されるようになった。量産磁石における省 Dy あるいは Dy フリーでの高保磁力化の手法としては、結晶粒の微細化、粒界相の改質、粒界拡散法があり、これらにより Dy 使用量は大幅に低減されている。一方、今後は xEV を中心に高性能永久磁石の需要は高まると予想され、これら全てを既存の Nd-Fe-B 系磁石だけでカバーすることは困難に思われる。希土類含有量の少ない、あるいは希土類を含まない新規永久磁石の開発に期待したい。

11:50-12:50 昼食

<量子ビームによる磁石材料構造研究>

12:50-13:25 電子顕微鏡・アトムプローブによるネオジム磁石の微細構造解析 —粒界相制御による高保磁力化—

宝野 和博 (NIMS)

2010 年の希土類元素パニックからすでに 6 年経過し、当時の逼迫感が記憶から薄れ始めているが、最近の英仏ならびに中国による燃焼エンジン車規制への動きにより、今後世界的に EV が急速に普及すると予想され、希土類磁石の大量消費時代が到来しつつある。これにより、Nd-Fe-B 磁石の高保磁力化に使用されている重希土類元素の削減技術の重要性が増してきている。本講演では磁石大量消費時代に答えられる唯一の高性能磁石として重希土類使わない Nd-Fe-B 系磁石開発の指針を確立するために、様々なプロセスで試作された Nd-Fe-B 磁石の微細構造を電子顕微鏡ならびにアトムプローブで詳細に解析した例を示し、Nd-Fe-B 磁石において保磁力ならびにその温度依存性を極限にまで改善する方針を議論する。

13:25-14:00 磁石プロセス指針構築のための放射光構造解析

中村 哲也 (JASRI)

磁石材料の磁気特性には微細組織が強く影響することが知られており、その微細構造を構成する主相・副相の形成過程を理解することで、磁石プロセス最適化の指針獲得が期待される。本講演では、Nd-Fe-B 焼結磁石の微細構造を構成する各結晶相の格子定数の温度特性、および、粒界副相の生成消滅反応について、熱処理プロセスを模した高温下の放射光高温 in-situ X 線回折実験により明らかにした結果を示す。

14:00-14:35 中性子による磁石材料の構造解析

小野 寛太 (KEK)

永久磁石材料の高性能化のためには、材料を構成する組織のパラメータと磁気特性との相関を微視的に明らかにする必要がある。中性子を用いることにより、結晶構造、結晶粒径、配向、副生成相の組成や構造などの材料微細組織のみならず、主相の磁気構造、結晶磁気異方性、磁区構造などの情報が得られる。材料組織と磁気特性を結びつけるための実験手法と実験結果から得られる磁石材料の設計指針について議論する。

14:35-14:45 休憩

<計算科学による新磁石材料探索>

14:45-15:20 マテリアルズ・インフォマティクスによる新材料探索

三宅 隆 (産総研)

第一原理計算と機械学習を組み合わせた物質探索の現状と課題を議論する。ThMn₁₂ 型化合物を中心として新磁石化合物の探索が注目を集めている。新磁石化合物の開発は、(A) SmCo₅、

Nd₂Fe₁₄B などプロトタイプとなる物質の探索と、(B) その周辺物質での組成最適化に問題を分けられる。前者に対する手法開発としてベイズ最適化を用いた結晶構造探索を、後者に向けた取り組みとしてカーネル法によるキュリー温度の機械学習を紹介する。

15:20-15:55 CALPHAD 法による磁石材料の状態図計算

阿部 太一 (NIMS)

焼結磁石における磁気特性の向上にはマイクロ組織の最適化、そのための主相と粒界相の相平衡・組織形成過程の解析が重要である。本研究では、B-Cu-Fe-Nd-O 系の各相のギブスエネルギーを求め、主相と粒界相に及ぼす酸素の影響を検討した。得られたギブスエネルギーを用いて構成相の割合の温度変化を求めたところ、650°C付近で高温相である Nd₂O₃から NdOへと変化し、合わせて Nd-rich の DHCP 相が生じることが明らかとなった。また、DHCP 相への酸素固溶は限定的であり、ほとんどが酸化物として固定されていることが示唆された。

<新材料研究>

15:55-16:25 L10 型 FeNi, FeNiN 系規則合金の構造と特性

後藤 翔 (デンソー)

現在世界中で広く用いられているネオジム磁石は、レアアースを含むことから、安定供給リスクがあることに加えて、耐熱性、耐食性が悪いため、レアアースフリー磁石の実現が期待されている。FeNi 超格子はレアアースフリー磁石でありながら高い磁気特性を発揮することが知られているが、その合成には 10 億年以上を必要とすると言われており、人工合成に成功した例はなかった。我々は窒化脱窒素法という全く新たな規則合金合成手法を開発し、FeNi 超格子の人工合成に成功した。当日は窒化脱窒素法の紹介と本手法により合成された FeNi 超格子の特性および今後の発展性について報告する。

16:25-16:55 計測高度化による磁性材料内部情報の抽出

矢野 正雄 (トヨタ自動車)

高保磁力永久磁石は、材料特性と相関のある定量化された組織パラメータを知ること、その組織パラメータを制御するプロセスを確立することにより得られる。そのためには、材料組織の定量化、プロセス決定に必要な状態図作成が有効な手法であるが、この手法が確立されていないことで開発スピードが上げられないという問題があった。そこで我々は、材料組織定量化のための中性子小角散乱法、状態図作成のための X 線回折法について解析精度の向上とハイスループットが必要であると考え、これまでに情報科学を活用した取り組みを進めてきた。講演ではこれら量子ビーム計測・解析の現状と課題について述べる。

16:55-17:00 閉会挨拶 (今後の予定など)

峯村 哲郎 (茨城県)

交流会 : 17:15~19:15

神田駅近くの「ワインホール 130」(最終頁の<交流会場のご案内>を参照)で交流会を開催します。参加費は 2,000 円です。講演者と参加者のざっくばらんな意見の交換の場になりますので是非ご参加下さい。参加希望者は 11 月 16 日(木)までに登録して下さい。参加費は当日いただきます。なお、当日キャンセルされた場合にも参加費はいただきますのでご了承下さい。

<参加申込み>

茨城県中性子利用促進研究会 事務局 田中 志穂

E-mail: tanaka@ibaraki-neutrons.jp

TEL: 029-352-3301

(1)名前、(2)所属、(3)連絡先(電話番号、E-mail address)、(4)交流会への参加の有無をご記入の上、メールにてお申込みください。取りまとめの都合上、できるだけ11月16日(木)までにご連絡をお願い致します。

<会場へのアクセス>

<貸し会議室>エッサム神田ホール

東京都千代田区神田鍛冶町 3-2-2

JR 神田駅北口徒歩 1分

東京メトロ銀座線神田駅 3 出口前

<http://www.essam.co.jp/hall/access/>



<交流会場のご案内>

会費：2,000円

時間：17:15～19:15

会場：ワインホール 130

(右の案内図をご参照ください)

<http://tabelog.com/tokyo/A1310/A131002/13144314/>

東京都千代田区内神田 3-18-8 ナルミビル 4F

TEL: 03-5295-2525

