

TODAY

大学改革の行く末



東北大学金属材料研究所
所長 高梨 弘毅

本年4月より、東北大学金属材料研究所(金研)の所長職を拝命しました。金研は、約1年半後の2016年5月に創立百周年を迎えます。日本の国立大学附置研究所の中で最も長い歴史と伝統を有する金研の舵取り役という重責を担うこととなり、身が引き締まる思いであります。

私は1986年に東京大学大学院で博士の学位を取得し、金研の助手として仙台に赴任してきましたので、金研での生活は既に30年近くになりますが、その間、世の中も大学を巡る環境も大きく変わり、もはや隔世の感があります。私が金研に赴任した頃は、バブル経済が絶頂期を迎えつつあるときで、ジャパニアナンバーワン(1979年)と言われて久しく、日本はまるで沈まぬ太陽のごとく浮かれ立っていました。その後バブルは崩壊し(1991年)、日本は長い低迷期に入ります。中国などの新興国の台頭もあり、日本は自信を失い、そのときどきで景気の上下はあるものの、今もなお経済の行方は不透明です。その中で国立大学は法人化され(2004年)、抜本的な制度改革が行われました。同時に、効率化係数の名のもとに基盤経費である運営費交付金は年々減額され、その一方でいわゆる競争的資金に関しては、かつては科研費くらいしかありませんでしたが、今ではさまざまな制度・システムが生まれています。

そして現在は、2016年度から始まる第3期中期目標期間に向けて、国立大学改革加速期間と位置付けられ、急激に進むグローバル化や少子高齢化の中で、運営費交付金配分法の見直しや人事・給与システムの変革、学長のガバナンス強化、大学の強み・特色を活かした機能強化などが強く求められています。東北大学や金研のみならず、日本のすべての国立大学や関係部局が、今大きな

時代の荒波の中に立たされています。その中で、私が日頃感じていることを申し述べたいと思います。

法人化後、国立大学の管理業務は格段に増えました。安全衛生管理や防火・防災のみならず、安全保障輸出管理や個人情報管理、研究不正防止に至るまで、これらの業務に大学の教職員がどれほど労力を費やしているか、計り知れません。もちろんこのような管理は必要なことで、かつての国立大学はあまりにも放漫であり、それが問題であったことは否めません。しかし、一方で、管理が行き過ぎると、お互いにいつも監視しているような窮屈な状況になり、組織の活力が失われることも事実です。特に日本社会ではその傾向が顕著で、不祥事の防止に注力するあまり、お互いにお互いを縛り付け合うような状況が生じ、精神的に萎縮してしまうことが危惧されます。

ガバナンスの強化についても同様のことが言えます。かつての大学は、学問の自由や大学の自治を旗印に、各部局や各研究室がまるで独立国のごとく振る舞っていたような雰囲気がありました。管理運営上、これは好ましいことではなく、最低限のガバナンスは必要でしょう。しかし、大学のアクティビティは各個人の独自の発想に基づく自由な研究活動によって支えられており、これが失われれば大学の存在意義そのものが失われると私は考えています。各個人が自由に研究活動を行うための環境の確保・整備こそが、大学で上に立つ者の最大の責務であると思います。

昔から、日本の大学の教員は忙しい、と言われます。欧米の大学に比べて、管理運営業務の量が多いことが一つの原因と思われるが、この状況は最近ますますひどくなっているように思います。それは、先ほど述べた管理運営業務の増大だけでなく、競争的資金の制度とも関係があります。資金獲得に競争原理が働くのは当然だと思いますが、問題は制度が安定していないことです。科研費のように旧来から安定した制度であれば良いですが、数年毎に新しい制度が立ち上がり、そして消えていくような状況では、腰を据えた息の長い研究は望めません。研究ならば、時代の変化に即応する必要もあるので、まだまだです。本来安定なシステムが求められる教育は、もっと深刻です。21世紀COE、グローバルCOE、そして現在のグローバル大学院など、学生支援の制度も目ま

ぐるしく変わり、新しい制度ができるたびに、大学の教職員はその獲得と評価のために、膨大な書類仕事に振り回されています。そもそも基盤経費である運営費交付金は年々減額されていますし、競争的資金には通常間接経費が付いてきますので、研究・教育活動を維持するためには、大学としてもできる限り競争的資金を確保しなければいけません。研究・教育活動を維持するために、教員の研究・教育にかける時間はどんどん減少するという皮肉な現象が顕著になっています。

かつてマックスウェーバーは「職業としての学問」と呼ばれる有名な講演の最後で、「日々の仕事に帰れ」と聴衆を叱咤したそうですが、大学教員にとっては、研究・教育こそが日々の仕事であるはずで、大学の研究・教育は、そのすべてが必ずしも直ちに産業競争力や経済成長につながるものではありません。しかし、10年後、あるいは20年後、必ずや国力の基礎となるものです。

私は、日本が世界の中で最も誇れること、優れていることは、緻密な技術力ときめ細やかなサービスであると考えています。これこそが日本の強みで、これがあって

の日本です。日本の大学も社会も、この日本の強みを必ずや後世に継承していかなければいけません。日本はシステム化や標準化などに弱く、グローバル化への対応に後れを取ったというような話はよく聞きますし、こういった弱い部分を改善していくことも、もちろん必要でしょう。しかし、グローバル化に伴う、不安定で多忙な状況の中で、日本の強みをしっかりと継承できなくなってしまったら、それこそ由々しき事態だと思います。現在進められている大学改革が、日本の強みを活かし、伸ばしていく方向に進むことを願っています。

当初は、最近の金研における材料科学の成果や今後の展望、あるいは私が専門としている磁性材料やスピントロニクスの研究のことなども書きたいと思っていたのですが、それとはかけ離れた原稿になってしまいました。しかし、民間や大学外の方々には、今の大学の現状（一側面ですが）を多少なりとも知ってもらうための一助になれば嬉しく思います。

JRCMの方々には、今後ともご理解とご協力のほど、よろしくお願い申し上げます。

JRCM REPORT

米国 MMM（磁気学および磁性材料）会議（ハワイ）に参加して 磁性材料研究部長 村木 峰男

JRCMでは、平成24年度より10年間の予定で開始された新エネルギー・産業技術総合開発機構委託業務「次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発」（以下「MagHEM」）において、技術調査センターとして特許調査・技術調査活動を実施している。このMagHEMは経済産業省未来開拓技術プロジェクトの一環として実施されているものであるが、時を同じくして米国ではエネルギー省の磁性材料関係プロジェクト「REACT」（希土類代替先端技術プロジェクト/Rare Earth Alternative in Critical Technologies）が2011年に開始している。MagHEMならびにREACTにおける磁性材料の開発対象例と主な実施機関を表1、表2に示す。いずれも自動車駆動用モータに広く用いられるNdFeB系磁石の高温特性劣化を防ぐための必須添加希土類元素Dyの2011年以降の価格暴騰を強く意識して活動開始したものである。

今回、米国における磁性材料に関する定期開催会議であるMMM会議に参加したので材料研究開発視点からみたその要旨を報告する。また、

前年の同会議内容との対比を可能な限り行い、開発動向方向性の抽出を試みた。

表1. MagHEM 開発対象磁性材料と主実施機関

主な対象磁性材料	主実施機関
微細結晶NdFeB系焼結磁石	インターメタリックス
HDDR（水素化利用微細化）磁石	愛知製鋼
窒化鉄磁石	T&Tイノベーションズ
ナノ複層組織（交換相互作用）磁石	トヨタ自動車
FeNi超格子磁石	デンソー
ナノ結晶析出軟磁性材料	NECTーキン

表2. REACT開発対象磁性材料と主実施機関

主な対象磁性材料	主実施機関
FeNi超格子磁石	Northeastern Univ.
MnBi系ならびにMn基磁石	Univ. of Maryland
窒化鉄磁石	Oak Ridge National Lab.
ナノ複層組織（交換相互作用）磁石	Univ. of Delaware
セリウム基磁石	General Motors
アルニコ磁石	Ames Laboratory

1.MMM 会議

今回参加した MMM 国際会議は IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers/ 米国電気・電子技術者協会) の主催により InterMag(国際磁気学会) と連携して米国内で毎年開催される磁性関連の定期開催学会で、今回で 59 回の開催を数える。前回 2013 年はコロラド州デンバー、前々回はイリノイ州シカゴで InterMag との共同開催であり、次回第 60 回はふたたび 3 年毎の InterMag との共同開催としてカリフォルニア州サンディエゴでの実施が予定されている。

今回 59 回会議は 11 月 3 日から 7 日にかけてハワイ州ホノルルで開催された。米国本土以外で開催されるのは第 33 回会議が 1988 年にカナダで行われて以来のこととなる。ホノルルは米日中韓豪のそれぞれ複数空港および台湾 1 空港と定期直行便で結ばれており、後述するようにアジアからの報告数が前年と比して増加した。一方で地理的な問題から米国本土および欧州からの報告数は減少した。

会議はワイキキ西にある Hilton Hawaiian Village Waikiki Resort 内で行われた。開催場所となったホテルは計 3,200 室を擁する巨大なもので、会議は附設された 6 階建ての Mid Pacific Conference Center (図 1) においてすべてのセッションが行われ、約 1,600 人の参加者を集めた (図 2)。この参加者数は前年と同一規模である。

会議報告は口頭報告会場 (図 3) / ポスター会場 (図 4) に分かれ、



図 1. 会議開催場
Mid Pacific Conference Center



図 2. 1600 人の MMM 会議参加者

技術分野は磁石材料 / 軟磁性材料 / 電磁応用 / 薄膜・ナノ材料 / 磁気記録 / 磁気センサー / スピントロニクス / 磁気冷却 / 理論など磁性全般多岐に亘る。会場はあわせて 11 の部屋に分かれて並行セッション方式で行われ、連日 30℃ に達する陽気のなか熱心な質疑がなされた。

今回調査では左記技術分野のうち、磁石材料 / 軟磁性材料の両分野を中心に以下の各セッションでのポスターを含む計 151 報 (うち欠講 33) の聴講・聴取を行い分析を加えた。

<磁石材料関連セッション：122 件 (うち本邦からは 37 件) >

- ・NdFeB 系磁石 (Rare-Earth Transition Metal Borides) : 29 件
- ・希土類フリーおよび L1o 構造磁石 (Rare-Earth Free and L1o Hard Magnets) : 31 件
- ・ナノ構造磁石 (Nanostructured Permanent Magnets) : 16 件
- ・金属間化合物等新規磁石 (Intermetallics and Other Hard Magnets) : 16 件
- ・磁石製造等プロセス (Hard Magnets: Materials and Processing) : 30 件



図 3. 磁性材料セッション会場と
会場入口掲示



図 4. ポスターセッション会場

<軟磁性材料関連セッション：29 件 (うち本邦からは 6 件) >

- ・アモルファス / ナノ結晶材 (Amorphous and Nanocrystalline Soft Magnets) : 29 件

2. 磁石材料関連セッションにおける発表動向

磁石材料関連セッション報告数総計 122 (うち欠講 26) は前年の 153 からやや減少した。報告国別機関別件数割合 (表 3) では米：欧：その他が、それぞれ 2 割：1 割：7 割となり、前年の 4 割：2 割：4 割と比して開催国米国および欧州が減り、日本を含むアジアからの報告が大幅に増えている。本邦報告が全体に占める割合も前年の 2 割から 3 割へ増加した。産官学比は 1 割：3 割：6 割であり、これは前年傾向と変わらない。なお、本年は米国ビザが得られないことを理由とした中国からの報告キャンセルが目についた。計 122 報に占める中国からの報告件数は 31 件であるが、このうちポスターセッションを中心に過半の 19 報が欠講となった。

磁石材料別の発表件数内訳では、自動車駆動用モータに現在も広く使われる NdFeB 系が計 38 件と突出して多い。MagHEM での新規開発対象磁石においては件数順に、FeNi を主とする L1o 超格子構造 -17 件、ナノ複相組織 (交換相互作用活用) -7 件、窒化鉄 -4 件、HDDR (水素化利用微細化) 磁石 -3 件、であり、

表 3. 磁石材料分野国別機関別
発表件数内訳

	米国	欧州	その他	計
産	3	0	4 (3)	7
官	5	8	25 (9)	38
学	16	4	57 (25)	77
計	24	12	86 (37)	122

(カッコ内は内数で日本)

REACT 対象磁石では、MnBi 磁石 -8 件、MnAl 等その他 Mn 基磁石 -8 件、Ce 等非 Nd・Sm 希土類元素活用 -8 件、コバルト炭化物系等 -5 件、アルニコ磁石 -3 件、などである。左記いずれのプロジェクトにも含まれない既存磁石としてはフェライト磁石 -7 件、SmCo 系 -5 件の報告があった。磁石組成系の多寡はほぼ前年傾向どおりであったが、そのなかで FeNi を主とする L1₀ 超格子構造磁石の報告が増加傾向にある。



図5.天然に合成された FeNi 超格子磁石 (隕鉄)

NdFeB 系関連の報告としては、既に報告された省 Dy 技術もしくは Dy-free 化技術の解析もしくは工業生産化を企図したものが過半を占める。NdFeB 系に関する限り、新規技術の紹介は全般的には前年より減少し、内容が解析・応用に向かっていていることが伺える。その中で、NdFeB 系と同等以上の特性を有する磁石組成系として産総研 (日) より NdFe₁₂Nx 薄膜の新規報告がなされた。また MagHEM 成果としてインターメタリックス社 (日) よりヘリウムジェットミルによる結晶粒微細化効果に HDDR (水素化利用微細化) 法を組み合わせた省 Dy 技術の報告があった。発表では、粒径から期待される予測値よりも保磁力が小さいことを粒界 Nd 富化層欠乏のためとしたが、質疑においてはその結論に至った理由を深く問うたり、また焼結材の密度に対しても確認質問があるなど、その工業化可能性に対する注目度が伺われた。

次に件数の多い FeNi を主とする L1₀ 超格子構造磁石に関しては、コロンビア大 (米) から FeNi 磁石の磁化曲線等に関する報告があった。この磁石の冶金的合成には 320℃ 付近の狭い温度域に数万年単位の長時間保持する必要がある現実的ではない。そのために別種の製造法アプローチが多くなされているが、本報では偶然左記の熱処理を得た隕鉄 (図5) を購入して詳細測定を行っているものである。試料はノースウェスタン大 (米) が調整し、REACT 参画の各機関が連携して解析を行っている。連携機関に G M

(米), Ford (米) が名を連ねているのが興味深い。

次いで発表件数の多かった MnBi 化合物は理由は諸説あるものの保磁力の温度依存性が特異的に正であることから、高特性を示す低温相の製造困難さにも拘わらず注目されている。

北京大 (中) からは、この MnBi を他の高温で保磁力が低下する磁石と組み合わせる温度特性を補完するという報告予定があったが、残念ながら欠講であったため詳細内容は不詳である。また、アラバマ大 (米) からは MnBi の保磁力 / 磁気異方性の正の温度依存性について、熱膨張係数の a 軸 / c 軸異方性に起因するという解釈が示された。

窒化鉄については京大 (日) から準安定相 Fe₁₆N₂ の熱安定性に対する報告がなされ、実験のアレニウスプロットより 100 年規模の使用には 80℃ 程度以下の使用が推奨されるという見通しが示された。質疑では今後の熱安定化手法の考え方と実現性が問われたが、現時点で可能性の大きな対策は明確には結論づけられなかった。

磁石発表全体を通しては厚膜化技術に注目した。冶金的な製造法と異なり製膜プロセスは緻密な組成 / 結晶制御が可能である利点があるがバルク製造が難しい。従来法ドライプロセス製膜法では膜厚は nm オーダーであるのに対し、電析により厚膜化を試みる報告が複数あった。この中で最大厚みは 20 分で 30 μm である。用途イメージを質問したところ MEMS / マイクロマシンへの

適用ということであり、自動車駆動モータなどのバルク磁石製造を製膜プロセスに依るにはもう一段の技術革新を必要とする。

3. 軟磁性材料セッションにおける発表動向

軟磁性材料セッション報告数総計 29 (欠講 7 を含む) は前年の 29 と同一数である。

欠講 7 件の内訳は中国 4 をはじめいずれも米国入国ビザを要する国からであった。報告国別機関別件数割合 (表 4) では米 : 欧 : その他が、それぞれ 1 割 : 2 割 : 7 割となり、前年の 2 割 : 3 割 : 5 割と比して開催国米国および欧州が減り、日本を含むアジアからの報告が大幅に増えている傾向は磁石セッションと同一である。材料内訳としては件数順に高磁束の NANOMET 関連が 9 件、商用化されている FINEMET 関連が 7 件、アモルファス関連が 4 件などとなっている。

東北大 (日) からは 120mm 広幅の製造が可能となった NANOMET の高磁束を支える bcc-Fe ナノ結晶析出に関する Cu クラスターの役割に関して、XAFS による観察結果が示された。

質疑では bcc-Fe と同一結晶構造をとった bcc-Cu 中に Fe が一部固溶することもナノ析出の要因ではないかとのコメントが寄せられたが結論はでなかった、今後の検討事項である。

また、本セッション内でダブルノズルによる厚手化・複層化の複数報告があった。数十 μm を典型厚とする本セッション材料の一桁厚アップを伺う手法として今後も継続ウォッチしたい。

表 4. 軟磁性材料分野国別機関別発表件数内訳

	米国	欧州	その他	計
産	0	0	0	0
官	0	3	4	7
学	3	2	17 (6)	22
計	3	5	21 (6)	29

(カッコ内は内数で日本)

The Japan Research and Development Center for Metals

JRCM NEWS / 第 338 号

内容に関するご意見、ご質問は JRCM 総務企画部までお寄せください。
本書の内容を無断で複製・複製・転載することを禁じます。

発行 2014 年 12 月 1 日

発行人 小紫 正樹

発行所 一般財団法人 金属系材料研究開発センター

〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目 5 番 11 号 第 11 東洋海事ビル 6 階

T E L (03)3592-1282 (代) / FAX (03)3592-1285

ホームページ URL <http://www.jrcm.or.jp/>

E-mail jrcm@oak.ocn.ne.jp