

TODAY

接合科学研究所 — その使命と役割



国立大学法人 大阪大学
接合科学研究所
所長 南 二三吉

平成 29 年 4 月 1 日付けで大阪大学接合科学研究所の第 14 代所長に就任いたしました南二三吉です。その重責を両肩で感じていますが、研究所の設立理念を高く掲げ、皆様のご期待に応えるべく全身全霊を傾けて任務を全うする所存です。どうぞ宜しくお願い致します。

接合科学研究所は、「ものづくり」に欠かせぬ溶接・接合技術を科学的視点から捉え、溶接・接合のプロセス、メカニズム、デザイン・評価を担う 3 基盤研究部門と、材料加工の先進プロセス技術を開発する附属研究センターから成る、我が国で唯一、世界でも屈指の溶接・接合科学に関する総合研究所です。

本研究所の原点は、我が国溶接界の強い要望に応えた日本学術会議の勧告に基づいて 1969 年に設置された大阪大学工学部附属「溶接工学研究施設」で、1972 年に本学の独立した部局として「溶接工学研究所」に昇格しました。「溶接工学研究所」は、溶接工学分野の総合研究を目的とする工学系で我が国初の全国共同利用研究所です。その後、ものづくり産業における構造改革とグローバル化の大きな潮流の中で、溶接・接合技術の高度化・多様化に応えるべく、1996 年に「接合科学研究所」に改組・改称し、2009 年には文部科学省から「接合科学共同利用・共同研究拠点」として認定され、そのミッションはさらに大きくなっています。このように、本研究所は 1972 年に設立されて以来、「溶接」から「接合」へと変革・転換を遂げながら成長・発展し、溶接・接合分野における我が国唯一、世界屈指の総合研究所として認知されるに至りました。

2016 年度から第 3 期中期目標・中期計画が始まり、各国立大学は、強み・特色を最大限に生かし、自ら改善・発展する仕組みを構築することが求められています。各部局にも、「部局の強み・特色を生かす基本理念」の策定が求められており、接合科学研究所では、溶接・接合研究のメッカとしての求心力に磨きをかけるべく、2016 年 4 月 1 日に改組を行い、溶接・接合を科学的視点から捉えた基盤研究を担う「接合プロセス研究部門」、「接合機構研究部門」、「接合評価研究部門」の 3 研究部門と、ナノ・メゾの視点で材

料加工の未来を切り開く「スマートプロセス研究センター」からなる研究所として、それぞれの役割を明確にしました。

それによって、2009 年に文部科学省から認定された「接合科学共同利用・共同研究拠点」としての強みを最大限に活かし、国内外の大学・中立研究機関と質の高い共同研究、および拠点間連携研究を推進するとともに、「地域に生き世界に伸びる」を旗幟とした産学共創研究を展開します。

国際社会で活躍できる人材育成も喫緊の課題です。本研究所は国際溶接学会 (International Institute of Welding, IIW) から認定された、IWE(International Welding Engineer) 資格を取得できる国内で唯一の正規教育訓練機関 (Approved Training Body, ATB) です。その特徴を生かしたグローバル人材育成と、ものづくり世界戦略に沿った広域アジア事業 (文部科学省特別経費による「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業」) の推進により ASEAN 諸国等のネットワーク強化を図っていきます。

接合科学研究所は、2022 年に創立 50 周年を迎えます。下図に、本研究所の活動展開図を示します。本研究所は、共同利用・共同研究拠点等の機能を最大限に活用して、溶接・接合研究者コミュニティに開かれた世界屈指の研究拠点としての役割を果たしつつ、高度に洗練された「学問知」と国際社会に通じる「技術知」を兼ね備えたグローバル人材を輩出し、接合科学の持続的発展を目指します。所員一同、切磋琢磨を重ね、より一層研究教育に励む所存です。皆様のご支援・ご鞭撻を賜りますよう、宜しくお願い申し上げます。



Visual-JW : International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation
ILIM : International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development

Intermag2017 国際会議に参加して 高効率モーター用磁性材料技術研究組合 主席研究員 谷川 茂穂

1. はじめに

平成 24 年度から 10 年間の予定でスタートした新エネルギー・産業技術総合開発機構委託業務「次世代高効率モーター用磁性材料技術開発」プロジェクト（以下 "MagHEM"）は、平成 28 年度で前半 5 年間が終了し、平成 29 年度から後半 5 年間の第 2 期に入っている。第 1 期 5 年間 JRCM 内に設置された技術調査センターでは、①永久磁石材料、②軟磁性材料、③モータ 3 分野の特許調査・技術調査活動を実施した。プロジェクト第 2 期は新磁石材料開発に絞って進めることになり、技術調査センターを霞が関分室に改称した。

本年 4 月にダブリン（アイルランド）にて開催された、磁性および応用に関する国際会議 Intermag2017 に参加し磁石材料を中心とする技術調査を行ったので、その概要を報告する。

2. 会議の概要

ダブリン市はアイルランド東部に位置する、アイルランド最大の都市で人口約 55 万人、政治、経済、文化の中心地である。市内には、煉瓦造りのアパートや事務所が点在する一方で、現在街の至る所で再開発事業が進められている。ダブリンはギネスビール発祥の地知られているが、近郊のリークスリップにはインテルの先端半導体工場などがある。会場となった、コンベンションセンター（図 2-1）は、空港からバスで約 30 分のリフィー川の河口沿いの市の中心部に位置する。Intermag2017 は、151 のセッションからなり、参加者は約 1,500 名強で、その国籍は 50 ケ国以上にのぼる。発表論文は、オーラル 500 件超、ポスター 1,000 件弱で、オーラル約 8 セッション、ポスター約 9 セッションのプレゼンが、ほぼ同時並行で進められ、調査対象を

厳選して情報を収集した。以下磁石材料、軟磁性材料およびモータ他応用分野の概要につき記載する。

3. 磁石材料

硬磁性および磁石材料のオーラルセッションは、以下の 5 テーマについて開催された。

- (1) L1₀ Magnets & Related Structure
- (2) Rare Earth Permanent Magnets
- (3) Theory of Hysteresis & Coercivity
- (4) Ce-Substitution, Recycling & Novel Permanent Magnets
- (5) Additive Manufacturing & 3D Printing of Magnets

発表論文の地域別の比率を図 3-1 に示す。昨年 8 月ドイツで希土類永久磁石関連の大きな国際会議が開催されたことや、日本の大学や研究機関が年度始めにあたることなどより、日本や米国からの参加者は例年より少ない印象を受けた。図 3-2 に、材料および技術分野別の分類を示す。理論計算 / 解析分野は、日本、フランス、ドイツなどが主導的な研究を実施している。磁性材料分野全般で量、質ともに日本の研究機関の層が厚いのは心強い。



図 2-1 コンベンションセンター



図 2-2 リフィー川



図 2-3 会場エントランス



図 2-4 ポスター発表会場



図 2-5 煉瓦造りの建造物



図 2-6 トリニティーカレッジダブリン (エリザベス 1 世設立のアイルランド最古の大学)



図 2-7 アイルランド聖教会

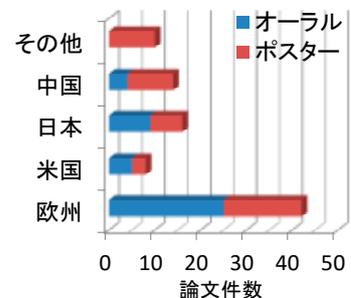


図 3-1 論文の地域別件数 (筆頭講演者で分類)

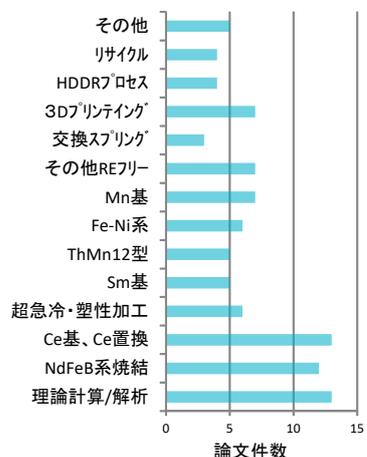


図 3-2 テーマ別論文件数

理論計算/解析、Ce 基および Ce 置換材料、NdFeB 系焼結磁石などをテーマとした論文が多い。ThMn₁₂ 型化合物や L1₀ 型 FeNi 化合物に関連する発表が海外においても増加する傾向にある。

Ce 基および Ce 置換磁石は、中国、米国などで関心が強い。リサイクル技術は、英国バーミンガム大を中心として欧州で具体的な取り組みが進んでいる。欧米では、3D プリンティングプロセスの磁石材料への応用が注目されており、今回シンポジウムテーマとしても取り上げられた。欧州および米国から、各 2 件の講演がなされた。オークリッジの研究所に設置されている BAAM (Big Area Additively Manufacturing) システムは、かなり洗練された設備であるように推察される。ただし個人的な見解として、3D プリンティングシステムを磁石製造に適用する工業的メリットには疑問がある。磁性材料分野であれば、むしろ軟磁性コア材料等へ適用する方が本プロセスの特徴をより活かせるのではないかと考える。



図 3-3 BAAM による希土類ボンド磁石

次世代磁石材料(ThMn₁₂ 型化合物・Fe-Ni 化合物・Mn 基・Fe 基など)として期待されている材料に関連する発表には、大きな進展は見られなかった。ThMn₁₂ 型化合物に関連する主な講演は以下である。

・講演番号 CG03

Sm-Fe-Ti 系硬磁性薄膜：

CNRS ネール研究所 (仏) 他

・講演番号 CG04

Sm(Fe_{1-x}Co_x)₁₂ 薄膜化合物の磁性：

NIMS (日) 非窒化物で、高磁気特性発現の可能性を示唆する研究である。

・講演番号 DF03

窒化物 REFe_{12-x}M_xN_y 相の生成エネルギーの考察：Upssal 大 (Sweden)

・講演番号 HQ06

バルク Sm-Fe_{12-x}Mo_x 磁石：DCMat.

(スペイン) & Delaware 大

・講演番号 07

Sm_{1-x}Ce_xFe₉Co₂Ti の磁気異方性：

DCMat. 他スペインの研究グループ & Delaware 大

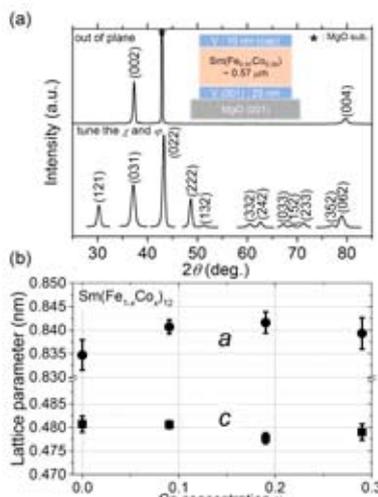


図 3-4 Sm(Fe_{1-x}Co_x)₁₂ 薄膜の構造解析例

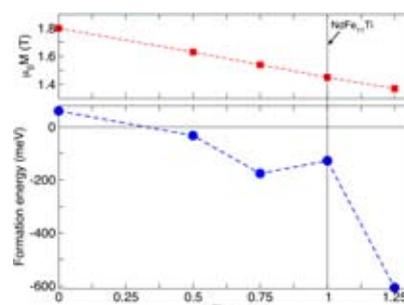


図 3-5 REFe_{12-x}M_xN_y 相の生成エネルギーと飽和磁化の Ti 量との関係

硬磁性 Fe-Ni 化合物に関連する主な講演は以下の 6 件である。

・講演番号 AG01

Tetragonality & Magnetism in equiatomic FeNi：Northeastern 大学

・講演番号 AG02

Towards realization of bulk L1₀

FeNi：INN.NCSR(ギリシャ)

・講演番号 AG03

Current assistant synthesis：

acceleration formation of low

temperature phases for permanent

magnets production：TU Darmstadt

・講演番号 AG04 薄膜プロセス

Fabrication & characterization of

L1₀FeNi films using a combinatorial

sputtering：INN.NCSR(ギリシャ)

・講演番号 AG05 急冷薄帯

Magnetic properties of L1₀ FeNi

phase developed through annealing

of an amorphous alloy：IMS 東北大

・講演番号 EG05 シミュレーション

Coercivity improvement through

nano-structuring of rare-earth free

L1₀ FeNi magnet：Danube 大 (オー

ストリア) & INN.NCSR(ギリシャ)

Ce 基、Ce(La) 置換磁石材料に関連する講演も多数発表されているが、大きく分類すると、主相の Nd(Pr) の一部を Ce で置換し軽希土類元素の有効活用と低コスト化を目的とする研究アプローチと Ce や La を粒界相に偏析させることより主相の磁気特性の低下を最小限に抑制するという二つの研究アプローチがある。これらの研究に関連する S 級特許が日本の複数のメーカーから出願されている。

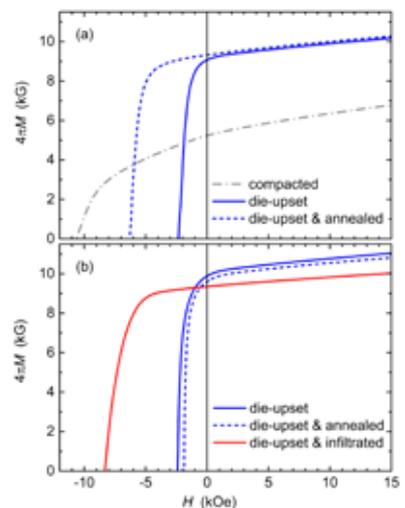


図 3-6 Ce 置換塑性加工磁石 (講演番号 FG01)

永久磁石材料は、Nd-Fe-B 系焼結磁石や Nd-Fe-B 系熱間塑性加工磁石において、粒界改質技術、Ga 添加磁石、重希土類フリーのナノ結晶磁石などが既に実用化されており、これら既存の高性能磁石に代わる新磁石材料開発におけるハードルは、ますます高くなっているといえるが、ThMn₁₂ 型や正方晶 Fe-Ni 化合物の実用化研究の今後の更なる進展に期待し、注目してゆきたい。

4. 軟磁性材料およびモータ

軟磁性材料に関しては、オーラルポスター合わせて 4 セッションが設けられていたが、材料自体の研究開発は低調と言わざるを得ない。セッションテーマはアモルファスおよびナノ結晶合金・トランスおよびインダクター・結晶質軟磁性材料などである。図 4-1 に軟磁性材料の分野毎

の論文件数を示す。従来同様薄膜材料に関する論文が最も多い。

図4-2に、モータ関連の国別論文件数を示す。(オーラル発表のみの集計) 中国からの発表が圧倒的に多く、次いで英国、日本からの発表が多い。

モータ関連の講演は、永久磁石材料セッションの合間に一部の講演を聴講したため、技術トレンドの全体像を把握することはできていない。

IPM や定数可変モータ、新構造モータなどの講演が増加しているという印象を受けた。中国からの講演は、FEM 解析によるものが比較的多い。アモルファスやナノ結晶材料、圧粉磁心などを用いたモータの発表は、件数は少ないが、日本の研究機関を中心に、いくつか挑戦的な研究発表がみられた。

・講演番号 EH05

アモルファストロイダルコアを用い

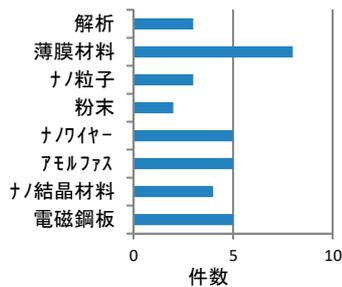


図 4-1 軟磁性材料の論文件数

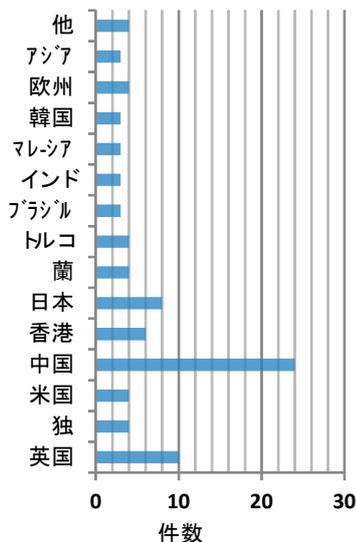


図 4-2 地域別モータ論文件数

たりニアモータ: Karlsruhe 工科大(独) 巻き構造の磁心をカットして U 型のコアを制作、アモルファス材の難加工性を回避した。(図 4-3 参照)

・講演番号 ER11

ナノ結晶材料(ファインメット)をステータコアに用いた永久磁石同期モータ: 豊田工大

ナノ結晶材料(ファインメット)をステータコアに用いたモータの試作および性能評価を行った。

材料素材に形状的制約(薄帯幅)があるため、ステータは 4 分割した構造としている。無方向性電磁鋼板に、比較し、顕著な鉄損低減効果を確認した。(図 4-4 参照)

・講演番号 DG07

超薄板電磁鋼板を用いた、高速・高効率モータ: 大分大

極薄無方向性電磁鋼板(板厚 50 μm) のベクトル磁気特性の評価およびそれを用いたモータの試作性能評価を行った。コアの歪取熱処理などのプロセスも付加し、500Hz 以上の高周波帯域で顕著な鉄損効果を確認

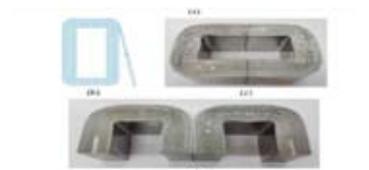
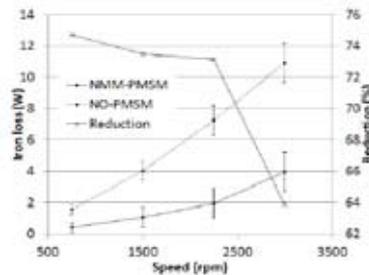


Fig. 3. (a) Structure of EC-oriented flux-modulated stator machine. (b) Wound stator. (c) Wound stator with 48 slots core module.

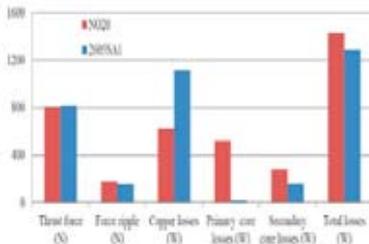


Fig. 2. Performance comparison with different materials for primary core.

図 4-3 アモルファスコアを用いたリニアモータ

認した。アモルファスや Fe-6.5Si 材料に比較し高飽和磁束密度という特長がある。(図 4-5 参照)

今後アモルファスやナノ結晶材料、圧粉磁心などの材料を上手に使いこなす技術(コア製造技術を含めて)の進展により、より特色あるモータの実用化が期待される。

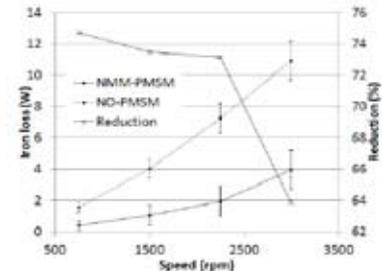
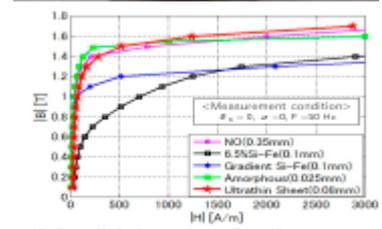
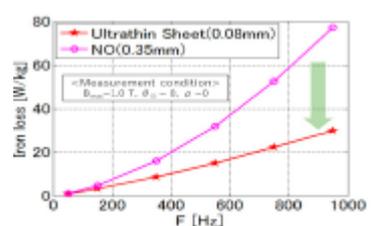


図 4-4 FM コアの鉄損特性



(a) Initial magnetization curve



(b) Frequency characteristic

図 4-5 超薄板電磁鋼板によるステータ

The Japan Research and Development Center for Metals

JRCM NEWS / 第 370 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写・複製・転載することを禁じます。

発行 2017年8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