

技術委員会より

JABM技術委員長
愛知製鋼(株)
濱田 典彦

技術委員会では、5月の技術例会（主にハード材料）、9月の技術例会（主にソフト材料）、12月のBMシンポジウムで最新の情報を提供し、皆様のお役に立てて参りたいと思います。

寺子屋BM塾や軟磁性材料研究会については別途報告を参照いただくとして、以下、第106回技術例会と2025BMシンポジウムについて簡単にまとめておきます。

カーボンニュートラルの実現に向けてxEV普及やICT推進は極めて重要であり、モータやパワエレ用素子の高性能化に寄与する低損失軟磁性材料やノイズシールド技術の研究開発が進められています。第106回技術例会では、パワエレ用コンバータと受動素子、圧粉磁心の最新動向と高Bsナノ結晶圧粉磁心、モータ用軟磁性材料とボンド磁石モータについて、その最前線でご活躍の講師の方々に講演をお願いしました。また、2025年7月27日～31日につば国際会議場で開催された第28回希土類磁石ならびに次世代磁石とその応用に関する国際会議（REPM2025）に当協会の副会長が参加し、その聴講結果を報告しました。参加者は、講師、スタッフを含めて94名でした。なお、講演の詳細についてはBMLレポートを参照ください。

第106回技術例会プログラム

「カーボンニュートラルの実現に向けたパワエレ用素子及びモータの高性能化に寄与する軟磁性材料の開発動向」

日時：2025年9月12日（金）12：50～17：20（開場12：20）

場所：アートホテル日暮里ラングウッド & ZOOMのハイブリッド

1. 第28回希土類磁石ならびに次世代磁石とその応用に関する国際会議（REPM2025）聴講報告

JABM 副会長
諏訪部 繁和

REPM2025には世界各国から永久磁石に関わる多くの研究開発者が参加し、最近の研究成果や開発状況がレビュー的に講演され、主に5つのカテゴリーで収集した情報を報告した。1) Nd-Fe-B磁石：重希土フリー/省重希土類に関わる発表が多く、特にPr系合金など重希土類を使用しない粒界拡散に関するものが多かった。また、結晶粒の微細化も含め、熱間加工磁石に関するものが多い。2) リサイクル：欧州全体のCRMA（Critical Raw Materials Act）などの取り組み発表や米国の発表が多かったが、日本の発表はゼロであった。3) REリーク、REフリー磁石：研究は着実に進んでいるが、有力な新材料発見のトピックスはなかった。4) 磁石特性を理解するための観察法、分析法の進歩は著しい。5) 機械学習、データ駆動型材料開発など、材料開発への最先端のアプローチも進展している。

2. パワーコンバータに使用される高周波磁気デバイス応用技術

名古屋大学
未来材料・システム研究所
准教授 今岡 淳

車載用パワーエレクトロニクス機器の最新動向について紹介した。この分野では、高効率化、高電力密度化、単位システムあたりの高効率化が求められており、それに関する近年の車載用DC/DCコンバータの実例を紹介した。次に、データセンター用電源のトランスに関する動向について紹介した。電圧変換を回路の直並列の工夫など巻数比以外で変化させることで、トランスによる損失低減や小型化している。最後に、化合物半導体応用を加速させる磁気デバイスの応用技術について紹介した。パワーデバイスの高周波駆動は受動阻止の小型軽量化に効果的だが、受動素子の過度な発熱が応用に関しては課題である。現状、ヘリカルインダクタ巻き線やスパイラル巻き線の放熱技術で応用されているが、スプリットコアを用いたミランダ配線による高放熱化を提案した。

3. 日本ケミコンのコイル事業と新製品FXシリーズのご紹介

日本ケミコン株式会社
第二製品開発部 コイルグループ
主管 及川 美智子

ナノ結晶合金を用いた従来のFL-VやFWシリーズを進化させた新製品FXシリーズを紹介した。特殊な熱処理により低保磁力化することで、高透磁率化と低コアロス化を実現させている。コモンモードフィルタの用途として期待され、将来は、楕円コアの量産も予定している。

4. 圧粉磁心の規格開発動向(IEC TC51)

IEC TC51 国際幹事
TDK株式会社
川久保 直喜

近年の規格開発の状況として、以下の4点を紹介した。海外製品のレベル向上で日本製品の規格による差別化が困難であること、中国が圧粉コアの規格を制定したこと、日本に圧粉コアメーカーはなく、圧粉の専門家不在で対応していること、圧粉コア規格が金属コイルにも波及していることである。TC51WG1（フェライトおよび圧粉磁心）では、フェライト系は日本が主に推進しているが、圧粉磁心に関しては、その規格を中国が提案し主に中国が推進している。TC51WG9（インダクティブ部品）では、中国が提案した金属コイル外観基準の規格化が国際会議で可決し、2025年12月末までに原案発行の予定である。

5. 高透磁率・超低損失を両立した高Bsナノ結晶圧粉磁心の開発

株式会社トーキン
MSA事業本部 材料研究開発部
主任 今野 陽介

高透磁率・超低損失を両立したNANOMETの圧粉磁心について紹介した。非晶質かつ球状粉末のNANOMETでは高密度化が困難であり、材料の高Bs特性を活かせていなかった。そこで、ナノ結晶化時の軟化挙動を利用し、成形とナノ結晶化の複合プロセスを開発し、例えばD50が17 μ mのNANOMET粉末を用いた場合、充填率が70%から89%へ、Bsが1.28Tから1.54Tへ、Pcvが852kW/m³から146 kW/m³へ向上した。

6. モータ及び関連システムにおける軟磁性材料

大同特殊鋼株式会社
技術開発研究所 軟磁性材料研究室
室長 梶並 佳朋

電磁鋼板に比べ、高飽和磁束密度であるFe-Co系の開発について紹介した。従来、Fe-49Co-2V合金（パーメンジュール）は2.4Tと高飽和磁束密度を示すが、脆化相存在のため加工性が低い問題があった。Co量、添加元素など検討し、電磁鋼板に比べ高飽和磁束密度、かつ、パーメンジュールに比べ冷間加工性に優れた材料を開発した。300W級モータのステータにこの材料を適用したシミュレーションでは、トルク定数が6.4%の向上が見込める結果となった。また、軟磁性粉末、パーマロイ、EMC評価技術についても紹介した。

7. 異方性ボンド磁石を用いたモータの研究開発

静岡大学
工学部機械工学科
教授 朝間 淳一

バイオマス発電機用12kW発電機の開発について紹介した。磁石を使用しない同期リラクタンズ形発電機（SynRG）、Dyフリー異方性Nd系ボンド磁石及び等方性Ndボンド磁石を用いた永久磁石補助SynRGの設計、試作、評価を行った。永久磁石補助SynRGは、SynRGの1/3の体積とした。SynRG、Dyフリー異方性Nd系ボンド磁石を用いたSynRG、等方性Ndボンド磁石を用いたSynRGの効率、それぞれ、94.5%、93.3%、92.2%を示した。また、異方性ボンド磁石を用いた100W級のモータについても紹介した。1次試作では、20万回転に達する前に故障したが、機械的な問題として現在解析中である。

脱炭素社会の実現に向けて、磁気センサ、軟磁性材料、永久磁石材料は不可欠な技術要素であり、個別の材料・デバイスの高性能化に加え、それらの組合せ最適化によって、電動化・省エネ分野における革新的な応用が進展しています。2025BMシンポジウムでは、社会生活に不可欠なホール素子（センサ）の果たす役割から、軟磁性材料とパワーエレクトロニクスにおける低損失化、永久磁石の開発状況とその応用製品の市場性、そして、永久磁石の主要応用分野であるモータの高効率化手法について、その最前線でご活躍の講師の方々に講演をお願いしました。また、当協会では、校正用磁石セット（ver.4）を2025年12月に頒布開始し、その紹介をしました。参加者は、講師、スタッフを含めて105名でした。講演の詳細についてはBMLレポートを参照ください。

2025BMシンポジウムプログラム

「高性能軟磁性材料の開発とパワーエレクトロニクスへの応用及び高性能永久磁石材料の開発とモータへの応用」

日時：2025年12月12日（金）10：10～17：20（開場9：40）

場所：アートホテル日暮里ラングウッド & ZOOMのハイブリッド

1. JABM 校正用磁石セットVER.4の紹介

JABM技術委員会
東英工業株式会社 磁性部
林 裕希

校正用磁石セット Ver.3の完売に伴い、新たに校正用磁石セット Ver.4を作製し、その紹介を行った。磁石はフェライトボンド磁石、低保磁

カタイプNdFeB等方性ボンド磁石、高保磁カタイプNdFeB等方性ボンド磁石、AlNiCo磁石を採用し、その磁気特性と使用方法について説明した。磁石形状は従来と同じΦ10mm×7mmである。

2. 電子制御モータを生んだ高感度薄膜磁気センサ技術

公益財団法人 野口研究所
学術顧問
柴崎 一郎

高感度薄膜ホール素子開発の紹介を行った。マイカ基板上に厚さ0.8μmのInSbの電磁移動度の大きい薄膜の開発、薄膜と基板の接着技術、フェライトサンドイッチによるホール素子の高感度化、耐熱樹脂パッケージ化技術、及び、ホール素子の特性について述べ、次に、自動車向けのInAsホール素子の開発について述べた。最後に、ホール素子とSi集積回路を組み合わせた世界で初めてのハイブリッドホール ICの開発とその応用について紹介した。

3. 永久磁石市場におけるグローバル動向・将来展望 -永久磁石の有望用途と市場性-

株式会社富士経済
インダストリー&マテリアル事業部
主任 山西 孝信

ネオジム焼結磁石、希土類ボンド磁石（熱間加工磁石を含む）、フェライト焼結磁石、フェライトボンド磁石の4種類で、独自に市場調査した。すべての磁石において、市場は中長期的に大きく成長することが予測される。成長する市場として、ネオジム焼結磁石は高トルクが求められる用途、希土類ボンド磁石は成形性に優れた射出の市場、フェライト焼結磁石は12材やLa-Co置換型など高特性磁石の採用が期待され、フェライトボンド磁石はモーターメカによる内製が主体となると予測した。

4. パワーエレクトロニクス用軟磁性材料の損失起源と低損失化アプローチ

東北大学多元物質科学研究所 副所長、
無機材料研究部門
教授 岡本 聡

高周波領域の損失についてレビューし、現在、広く使用されている損失解析と損失分離法は低周波領域向けのため、高周波における損失の理解は完全には明らかにされておらず、高周波向けには大幅な改良が必要と提唱した。次に、データサイエンス技術を用いた材料開発の動向の紹介、実用上問題となる複数周波数の解析状況について述べた。最後に、ナノ結晶の最新の動向と評価を述べ、磁区構造と微細構造の制御により、損失を大幅に低減できることを示唆した。

5. 6.5wt.%SiFe合金極薄箔の工業生産可能性

東北大学 電気通信研究所
所長・教授 石山 和志

6.5wt%SiFe合金は優れた磁気特性を有しているものの機械特性が悪いという致命的欠陥がある。近年の新しいパワー半導体素子の開発に伴い、スイッチング周波数が増大している。6.5wt%SiFe合金を10μm以下の箔にできれば、MHz領域で動作する小型低損失のコア材料の実現が期待される。今回、この致命的欠陥を回避する新たな作製方法として急冷法を提案し、数十μmの箔を試作した。この箔を2μmまで冷間圧延することができ、靱性を有する6.5wt%SiFeの試作に成功した。今後の進め方として、圧延可能となったメカニズム解明、性能評価、表面絶縁被膜などの検討を行う。

6. NIMSDでの希土類磁石研究

国立研究開発法人 物質・材料研究機構
磁性スピントロニクス材料研究センター
高橋 有紀子、
H.SEPEHRI-AMIN、
大久保忠勝

新しい希土類磁石材料として、高い飽和磁束密度とレアアースの少ないThMn₁₂型、TbCu₇型のSm-Fe系磁石を検討した。同一薄膜内にSmFe_{6.8}~SmFe_{12.6}の成分を作製及び評価を行い、SmFe₉N_{1.1}の成分において、異方性磁界22Tと飽和磁化1.64Tの特性が得られた。次に熱間加工磁石の最新の研究成果について紹介した。超微細な結晶粒を有する重希土フリーの熱間加工磁石を作製後、PrAlCuを拡散させ、保磁力2.8Tの磁石が得られた。

7. 重希土フリー熱間加工磁石の開発と応用

大同特殊鋼株式会社
技術開発研究所 磁石製品開発室
研究員 木原 史瑛

熱間加工磁石は、微細な結晶粒を活かして重希土フリーで高保磁力化でき、金型設計により、磁氣的配向及び磁石形状の制御が可能なることを紹介した。また、高性能化の取り組みとして、超急冷プロセスの改善によりさらなる磁気特性の向上を実現した。さらに、軽希土類系の粒界浸透拡散を適用し、Dy含有焼結磁石相当の特性を達成した。その応用として、配向制御による耐減磁性を向上した磁石の三日月形状適用したモータを試作し、市販模擬モデル対比で最大トルク13%向上することを実証した。

8. HEV・EV駆動用の非対称埋込磁石同期モータの開発

三菱電機株式会社
先端技術総合研究所
高橋 朋平

非対称スリットを設けた自動車用集中巻IPMSMについて紹介した。一般的に集中巻は分布巻に比べてリアクタンストルクが小さいが、非対称スリットにより磁束の平衡状態を崩すことでリアクタンストルクを向上でき、高トルク・高出力化が可能となった。非対称スリットの外径側先端部を回転方向と反対方向に移動するほどトルクリプルを小さくすることができた。逆転時のトルクリプルは非対称スリットの影響で正転時より増加する傾向にあるが、ロータコア表面に切欠き部を設けることで正転時の平均トルク値を保ったまま逆転トルクリプルを低減できた。

9. 可変漏れ磁束型IPMSMの技術

日産自動車株式会社
パワートレイン・EV技術開発本部
(兼) 総合研究所 EVシステム研究所
博士(工学) 加藤 崇

電動機の高効率域と常用域が一致可能な可変モータを提案した。まず、基本原理と理論解析及び設計手法を述べた。次にモータの設計例で長所と短所について述べ、円弧磁石型の可変漏れ磁束型IPMSMを提案した。解析により、損失、効率特性を紹介し、高効率領域が高回転側に拡大した。実際に80kW級のモータを試作し、実機評価したところ幅広い回転域で高効率であることを実証した。

当協会では、旬なテーマを取り上げ、会員様、参加者様の調査や開発に役立てていきたいと思っております。ご要望テーマがあれば提案して頂き、技術委員会で議論し選定していきたいと思っております。末筆となりましたが、協会活動への変わらぬご支援、ご指導をよろしくお願い申し上げます。