

ナノスケール磁性体を用いた機能性材料開発調査専門委員会 設置趣意書(案)

マグネティックス技術委員会

1. 目的

磁気材料は、モーターや発電機をはじめとするエネルギー産業技術のみならず、大容量・不揮発情報ストレージデバイス、省電力・高感度センサー、最近ではレザバーコンピューティングや人工知能(AI)など、その応用範囲は多岐にわたる。このような磁気材料の特性向上は、各種デバイスの高性能化に直結するため、これまで冶金学的知見に基づく新材料開発が盛んに行われてきた。一方、半導体デバイス開発で培われたナノスケールの微細加工技術や原子層オーダーの成膜制御技術を応用し、冶金学的な技術では不可能なナノ構造の作製や物質合成を実現することにより、従来の材料限界を打破する研究が盛んに行われている。「ナノスケール磁性体の構造・組織解析と創製調査専門委員会」(2016年7月～2019年6月)では、高機能・新物性を発現するナノ構造・組織の新規な創製方法の開発や、その解析技術の動向について調査活動を実施してきた。その結果、ナノスケール磁性体の新たな物性や機能性を利用した材料・デバイスの開発・応用の進展が今後ますます見込まれることが明らかとなった。

本委員会(2019年7月～2022年6月)では、これまでの調査活動をふまえ、ナノスケール磁性体の新奇物性発現に繋がる新しい物理現象を調査し、そのデバイス応用の可能性と期待される性能について調査する。高機能・新物性を発現する最適な界面構造やナノスケール組織を明らかにするためには、さらなる解析手法の進展が必要であり、その最新技術動向を調査する。また、ナノ微細構造の新規な創製方法の開発動向についても引き続き調査・検討を行う。さらに、新規な物性・機能を応用したデバイス・機器の開発状況について情報交換と研究協力を行う。この活動を通じて、ナノスケール磁性体の機能性材料開発動向を総括的に把握することを目的として、ここに同委員会の設置を提案する。

2. 背景および内外機関の調査活動

ナノスケール磁性体の磁気・スピン輸送特性の制御は、磁性ランダムアクセスメモリ(MRAM)やスピントランジスタ、スピントルク発振素子、スピン演算素子など次世代デバイスの性能を左右する重要な技術課題である。例えば、ジュール損失無しにスピン角運動量を輸送するスピン流は、省電力に磁化を反転・発振させたり、磁化読み出しに利用できるため、その生成・検出法の開発が国内外で盛んに行われている。スピン軌道相互作用の大きな物質のスピンホール効果を用いたスピン流生成が現在主流であるが、白金などの希少物質が必須であり、実デバイス化には希少物質フリーなスピン流生成の新しい原理、機構が求められている。そこで着目されている研究に、非磁性酸化物のラッシュバ界面や、表面弾性波の非平衡・非一様なスピン散乱を利用したスピン流生成がある。最近、スピン流生成に不向とされた銅やその酸化物でも白金に匹敵するスピン流を生成した先駆的な報告が日本の研究グループからなされており、スピンドバイスの材料革命として期待されている。しかし、これらの発現機構には未解明な点が多く、界面構造とスピン散乱機構の相関を定量的に調べる新しい測定技術が求められている。これらを背景に、接合界面のスピン散乱機構に敏感なスピンホール磁気抵抗効果や、スピン輸送現象のノイズ測定により接合界面でのスピン輸送パラメータを微視的理論に基づいて抽出する全く新しい技術の開発も進んでいる。さらに、大型放射光施設や電子顕微鏡を用いた材料評価、ナノスケール磁性体の微細構造・組織の解析技術の進展もめざましい。これらの技術は、物理的な微細構造のみでなく、組成・結晶構造や磁区構造を同視野で観察できる点で優れている。さらにデバイス開発に重要な高温・高磁界下での *in-situ* 観察装置・技術も開発され、ナノスケール磁性体の物性や機能の原理解明に大きく寄与すると期待されている。

3. 調査検討項目

- (1) ナノスケール磁性体の新奇スピン流生成法とその発現機構解明に向けた解析手法
- (2) ナノスケール磁性体の構造・組織の制御・創製方法
- (3) ナノスケール磁性体を用いた機能性材料開発とデバイス応用

4. 予想される効果

- (1) ナノスケール磁性体の磁気・スピン輸送特性制御技術の把握
- (2) ナノスケール磁性体のスピン流生成技術の把握と新たな応用分野の提案
- (3) ナノスケール磁性体の研究開発動向の把握と今後の指針の明確化

5. 調査期間

2019年7月～2022年6月(3年間)

6. 委員会の構成

職名	氏名	所属	会員・非会員区分
委員長	能崎 幸雄	慶應義塾大学	会員
委員	栗野 博之	豊田工業大学	非会員
同	稲葉 信幸	山形大学	非会員
同	内田 裕久	豊橋技術科学大学	会員
同	遠藤 恭	東北大学 大学院工学研究科 電気エネルギーシステム専攻	会員
同	大島 大輝	名古屋大学	非会員
同	岡本 聡	東北大学 多元物質科学研究所	会員
同	北本 仁孝	東京工業大学 大学院総合理工学研究科	会員
同	神田 哲典	大島商船高等専門学校	会員
同	小林 伸聖	(公財)電磁材料研究所	会員
同	佐久間 洋志	宇都宮大学	会員
同	佐藤 勝昭	(国研)科学技術振興機構	会員
同	品川 勉	地方独立行政法人大阪産業技術研究所	会員
同	神保 睦子	大同大学	会員
同	杉本 諭	東北大学 大学院工学研究科 知能デバイス材料学専攻	会員
同	関 剛斎	東北大学 金属材料研究所	非会員
同	曾根原 誠	信州大学 工学部 電子情報システム工学科	会員
同	竹澤 昌晃	九州工業大学	会員
同	竹村 泰司	横浜国立大学	会員
同	中川 茂樹	東京工業大学 大学院理工学研究科	会員
同	中谷 功	(国研)物質・材料研究機構 先端的共通技術部門	非会員
同	中野 正基	長崎大学	会員
同	野村 光	大阪大学 基礎工学研究科	非会員
同	栢 修一郎	東北大学 電気通信研究所	会員
同	廣瀬 伸吾	(国研)産業技術総合研究所	非会員
同	藤田 直幸	奈良工業高等専門学校	会員
同	室賀 翔	秋田大学	会員
同	藪上 信	東北大学大学院 医工学研究科	会員
同	弥生宗男	茨城工業高等専門学校	会員
同	吉本 耕助	大同特殊鋼株式会社	非会員
同	劉 小晰	信州大学 工学部 電子情報システム工学科	非会員
幹事	長谷川 崇	秋田大学	会員
同	松浦 昌志	東北大学 大学院工学研究科知能デバイス材料学専攻	会員
幹事補佐	山野井一人	慶應義塾大学	非会員

(全30名中会員22名+1名予定)

7. 活動予定

委員会 4回/年

幹事会 3回/年

8. 報告形態

A部門大会におけるテーマ付セッションの企画・発表とする。

理由：

ナノスケール磁性やスピントロニクス分野の研究は、基礎研究による物理学的知見と実用化に向けた先端技術開発の融合が求められ、産学官を横断して盛んに議論されている。今回の調査項目には、

従来の研究では無視されていた力学的現象との相乗効果も含まれており, これまでにはない電子デバイス応用に結びつく可能性がある. このように, 従来の枠を超えた分野・研究者への波及効果が期待できる. 以上の理由から, 非会員である企業研究者を会員に勧誘しつつ参加者の増員を見込めると共に, 最新の基礎研究・実用化研究の動向を迅速に発表できる「A部門大会におけるテーマ付セッション」を成果報告とする事で, より質の高い調査結果を迅速に報告できるものと考えられる.

以上