

# 次世代永久磁石の研究開発動向と応用に関する調査専門委員会 設置趣意書

マグネティックス技術委員会

## 1. 目的

1990年代後半より2000年代当初の「環境・エネルギー問題」における重要な材料として認知されていた永久磁石は、ここ10年程度の「元素戦略」に端を発して、大学や公的機関の研究所を巻き込み、学会での議論が大いに盛んになった。本委員会の前身となる電気学会「高性能永久磁石における研究開発動向調査専門委員会（2016年4月～2019年3月）」では、Nd-Fe-B系磁石の高保磁力化ならびに省Dy化技術、これらに関連するレアアース資源や応用技術などの状況を明らかにした。更に最近の評価解析技術と電子論・計算科学の進歩を利用し、依然として課題は残るものの、明確にされてこなかった永久磁石の保磁力メカニズムの解明方法について調査してきた。一方で、多くの機関で開発中の脱希土類磁石など新規磁石材料、それを実現するための新しいプロセス技術などについても、今後明らかにする必要がある。

以上の状況から、ここで設置を提案する調査専門委員会では、Dy使用量低減技術を実現した高保磁力Nd-Fe-B系焼結磁石の学術的・実用的両面における調査・検討、その他の永久磁石材料として、Nd-Fe-B系熱間加工磁石、希土類系ボンド磁石、フェライト磁石、Nd-Fe-B系以外の焼結磁石、NdFe<sub>12</sub>N<sub>x</sub>系化合物に代表される新規磁石材料、等の開発動向についても調査すると共に、これらの材料開発を支えるプロセス技術、評価解析技術、理論などについても調査する。さらには、モータを中心とした永久磁石の応用に関する技術動向の調査・検討やリサイクルを含めたレアアース資源問題に関する調査や検討も進める。

以上述べたような調査・検討を行う委員会活動は、電気学会におけるこの分野の調査専門委員会として非常に重要な意義を有するものと考え、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における調査活動

高性能永久磁石材料の研究開発は、国内ならびに海外の大型プロジェクト(例えば国内では、JST「産学共創基礎基盤研究」、ESICMM、MagHEMなど)の支援を受け、例えばNd-Fe-B系焼結磁石に関しては、(1)高分解能電子顕微鏡、中性子や放射光などを用いた組織学的に検証する評価解析技術を利用して、Nd-Fe-B系焼結磁石の保磁力向上に貢献する「結晶粒微細化」や「粒界拡散・Ga添加等による粒界相制御」などの材料創製プロセス技術の進展、(2)(1)の成果を下に、学術的に「ニュークリエーション型」と呼ばれてきた磁化過程を見直すべきとする大型計算機を利用したシミュレーション技術や磁区構造観察技術の進展などが挙げられる。その一方で、(1)Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B相の異方性磁界に対し依然として大きな隔たりのあるNd-Fe-B系焼結磁石の保磁力値の向上技術探索や(2)新たに開発された微細結晶粒組織を有するNd-Fe-B系焼結磁石の応用への課題等(例えば、着磁技術等)、取り組むべきテーマは尽きない。

Nd-Fe-B系焼結磁石以外でも、(1)Dyフリー磁石としてハイブリット車(以下HEV)に初めて搭載され注目を浴びたNd-Fe-B系熱間加工バルク磁石や(2)フェライト磁石の応用分野の牙城を切り崩し始めた「高性能Nd-Fe-B系異方性ボンド磁石」・「Sm-Fe-N系ボンド磁石(等方性および異方性)」も今後の進展が期待される。高抵抗による永久磁石自身の渦電流損失抑制の観点より注目されるフェライト磁石の最新の材料としてCa-La-Co系M型フェライト磁石が報告される一方、古くより知られている希土類系磁石であるものの、新規な材料創製プロセスの導入で開発段階にあるSm-Fe-N系焼結磁石、飽和磁気分極の増加を図ったSm-Co系焼結磁石などの新しい高性能磁石材料の研究も注目に値する。更に、計算科学をもとに結晶構造と構成元素から磁氣的性質を明らかにし提案され、実験においても検証された高飽和磁気分極・高異方性磁界のSmFe<sub>12</sub>[Sm(Fe,Co)<sub>12</sub>]化合物など、次世代の希土類磁石も更なる進展が期待される。

## 3. 調査検討事項

以上を鑑み、設置を提案する調査専門委員会では、以下の事項について調査を行う。

- 1) Dy 添加量低減技術が導入された高保磁力 Nd-Fe-B 系磁石の応用を含めた開発動向
- 2) 高性能フェライト磁石ならびにボンド磁石の応用を含めた開発動向
- 3) 新規磁石材料（例えば、NdFe<sub>12</sub>N<sub>x</sub> 化合物、SmFe<sub>12</sub>[Sm(Fe, Co)<sub>12</sub>]化合物、L1<sub>0</sub> 型 Fe-Ni, 正方晶 Fe-Co 基合金, マンガン(Mn)基永久磁石材料の創製など）や新材料創製プロセス（例えば、Sm-Fe-N 系焼結磁石など）の開発動向
- 4) 永久磁石の評価解析技術と電子論・計算科学等に関する研究開発動向
- 5) 永久磁石モータなどの応用分野における磁石の必要性能やモータ搭載時に必要な技術（例えば、着磁技術）などの研究開発動向
- 6) 希土類資源の開発と供給動向および磁石リサイクル技術の研究開発動向

#### 4. 予想される効果

- 1) Dy 添加量低減技術を実現した高保磁力 Nd-Fe-B 系磁石に関する情報の提供
- 2) 高性能フェライト磁石ならびにボンド磁石に関する情報の提供
- 3) 新規磁石材料開発ならびに新プロセス技術により開発された磁石材料に関する情報の提供
- 4) 永久磁石の評価解析技術と電子論・計算科学等に関する情報の提供
- 5) HEV や EV（電気自動車）駆動用を含む各種永久磁石モータなどの応用分野における各種永久磁石の応用状況の把握と今後の永久磁石応用動向の展望
- 6) 希土類資源ならびに磁石リサイクル技術に関する情報の提供

#### 5. 調査期間

2019年4月 ～ 2022年3月 （3年間）

#### 6. 委員の構成（予定）

	氏 名	所 属	会員・非会員区分
委員 長	中野正基	長崎大学	会 員
委 員	有泉豊徳	東英工業（株）	会 員
	井上宣幸	イノウエ磁研	非会員
	大久保忠勝	物質・材料研究機構 磁性・スピントロニクス材料研究拠点	非会員
	大橋 健	信越化学工業（株）	非会員
	岡本 聡	東北大学多元物質科学研究所	会 員
	小川和宏	日産自動車（株）	会 員
	奥村邦夫	東京マグネットエンジニアリング（株）	非会員
	片山信宏	戸田工業（株）	会 員
	北川 功	（株）日立製作所	会 員
	後藤龍太	（株）三徳	会 員
	小林久理眞	静岡理工科大学	会 員
	齋藤哲治	千葉工業大学	会 員
	桜田新哉	（株）東芝	非会員
	佐々木 信生	（株）玉川製作所	会 員
	島田宗勝	（元）弘前大学	会 員
	島村正彦	日本電気計測器工業会	会 員
	白井照光	日本電気計器検定所	会 員
	杉本 諭	東北大学大学院工学研究科	会 員
	諏訪建一郎	TDK（株）	会 員

	高木健太	産業技術総合研究所	会 員
	谷川茂穂	高効率モータ用磁性材料技術研究組合	会 員
	徳永雅亮	(元) 日立金属 (株)	会 員
	中村元一	並木精密宝石 (株)	非会員
	西尾博明	磁気物性評価法研究所	会 員
	橋野早人	大同特殊鋼 (株)	会 員
	長谷部章雄	JM エナジー (株)	会 員
	広沢 哲	物質・材料研究機構 元素戦略磁性材料研究拠点	会 員
	福田方勝	三菱製鋼 (株)	会 員
	福永博俊	長崎大学	会 員
	藤崎 淳	富士通 (株)	非会員
	藤原照彦	(株) トーキョー	非会員
	堀 充孝	日本電磁測器 (株)	会 員
	町田憲一	大阪大学	会 員
	松田秀樹	住鋁国富電子 (株)	非会員
	三嶋千里	愛知製鋼 (株)	会 員
	村木峰男	J F E テクノリサーチ(株)	非会員
	山岡武博	(株) 日立ハイテクノロジーズ	非会員
	山田 修	ミネベアミツミ (株)	会 員
	山本日登志	(株) KRI	会 員
幹 事	西内武司	日立金属 (株)	会 員
幹 事	竹澤昌晃	九州工業大学	会 員
幹事補佐	小原 学	明治大学	会 員

## 7. 活動予定

委員会 4回/年                      幹事会 4回/年                      協賛研究会 2回/年 (共催含む)

## 8. 調査結果の報告

全国大会シンポジウムとしてまとめる。

理由：

永久磁石分野の研究は、大学や公的機関の研究者からの学術的知見と企業研究者・開発者からの実用的な知見が融合し、盛んな議論が行われている。すなわち、永久磁石分野の研究開発は一般企業の力が大きな原動力となっており、より充実した調査結果をまとめるためには、関連企業との協力は欠かせない。永久磁石の市場動向には短期間で大きく変化する可能性が潜んでおり、本調査専門委員会における研究調査結果を迅速に提供することが重要と考えられる。

以上の理由から、一般企業の協力を得やすい、すなわち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、迅速に調査結果を発表できる「全国大会シンポジウム」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