

環境調和型磁気支持応用技術の体系化

環境調和型磁気支持応用技術の体系化調査専門委員会編

目 次

1. 緒言	3	3. エネルギー	36
1.1 調査活動の背景	3	3.1 エネルギー運用に関わる技術	36
1.2 調査活動の記録	3	3.2 省エネルギーに係わる技術	47
1.3 技術資料の分類	3	4. 結言	58
2. 環境負荷	5	4.1 環境調和型磁気支持応用技術体系化の動向	58
2.1 システムの簡素化・小型化に関わる技術	5	4.2 今後の調査活動	58
2.2 高品質・高精度に関わる技術	16		
2.3 システムの安定・安全に関わる技術	25		

環境調和型磁気支持応用技術の 体系化調査専門委員会委員

委員長 大橋 俊介(関 西 大 学)
幹 事 栗田 伸幸(群 馬 大 学)
幹 事 長谷川 均(鉄 道 総 研)
幹事補佐 丸 山 裕(東 芝)
委 員 朝間 淳一(静 岡 大 学)
大崎 博之(東 京 大 学)
大島 政英(諏訪東京理科大学)
大路 貴久(富 山 大 学)
岡 宏 一(高 知 工 科 大 学)
押野谷康雄(東 海 大 学)
小沼 弘幸(茨 城 高 専)
柿木 稔男(崇 城 大 学)

委 員 桑田 徹(I H I)
坂本 茂(日 立 製 作 所)
杉浦 壽彦(慶 応 義 塾 大 学)
鈴木 晴彦(福 島 高 専)
竹本 真紹(北 海 道 大 学)
田中 慶一(ニ コ ン)
千 葉 明(東 京 工 業 大 学)
鳥居 肅(東 京 都 市 大 学)
土方規実雄(東 京 都 市 大 学)
増澤 徹(茨 城 大 学)
水野 毅(埼 玉 大 学)
森下 明平(工 学 院 大 学)

(途中退任) 坂本 泰明(鉄 道 総 研)
地蔵 吉洋(三 菱 電 機)

1. 緒言

1.1 調査活動の背景

磁気支持応用機器の代表例である磁気浮上式鉄道は、研究開発を経て実用化段階に入っている。ドイツトランスラピッドが上海空港アクセス路線として商業運転され、安定した商業運転を行っている。国内でも愛知万博開催にあわせて HSST が実用化され、その後も商用路線として実績を積んでいる。JR 東海が中心に進めている超電導リニアも評価委員会から高い評価を受けるとともに、高温超電導磁石による走行試験を実施するなどその技術が着実に進捗した。さらに東京一名古屋間の路線建設が決定しルートや途中駅の選定が終わりまさに建設が開始される段階である。

産業応用分野でも、新領域も含めて実用化、応用拡大が見られる。磁気軸受を使用した補助人工心臓の臨床試験数が日本やドイツで増加し、半導体製造の純水ポンプなどに非接触磁気支持とモータを一体化したベアリングレスモータの利用が拡大している。磁気支持で非接触案内を実現した磁気ガイドエレベータも製品化され、新規高層ビルへの導入が検討されている。自動車や鉄道システムにおける乗り心地向上の技術としても研究が行われている。センサレス磁気浮上制御に加え、GIMC (Generalized Internal Model Control) などの信頼性向上に向けた新制御手法の提案や磁気浮上系における結合共振現象などの新たな現象の検討も進んでいる。高温バルク超電導体利用の超電導磁気軸受を適用したフライホイールエネルギー貯蔵システムでは 10kWh、スラスト方向の重量支持に超電導磁気軸受を適用した場合では 50kWh の電力貯蔵に成功した例も報告されている。さらに新しい分野への応用として半導体露光装置の高性能ステージとして磁気浮上を用いる技術も開発中である。このように、磁気支持応用機器の実用化および応用拡大が進む一方、更なる快適性の要望や東日本大震災による電力不足から、省エネルギー、CO₂ 排出量低減といった、さらなる環境との調和を求められている。またレアメタル問題の発生により省レアメタル化した技術の構築も不可欠となっている。

こうした流れの中で、環境調和型磁気支持応用技術の体系化調査専門委員会(委員長 大橋俊介)では前委員会(委員長 森下明平)の調査活動報告⁽¹⁾を踏まえて 2011 年 11 月に設置された。本委員会の目的は磁気支持応用技術を環境との調和の側面から体系化し、磁気支持技術の発展・普及に貢献することである。本報告書は、本委員会の 2014 年 10 月までの 3 年間の調査活動を報告するもので、全 4 章で構成されている。第 1 章では本委員会の調査活動の概要を示す。第 2 章では環境負荷低減にかかわる技術、第 3 章ではエネルギー効率に関わる技術についての調査報告をまとめた。本報告書では大きく環境負荷とエネルギー効率と 2 つに大別し、さらに各項目で 2 から 3 つの項目についてまと

められている。そして第 4 章でまとめを行い、今後の調査活動の方向性を述べる。

1.2 調査活動の記録

1.2.1 委員会の調査検討事項

環境調和型磁気支持応用技術の体系化調査専門委員会では、以下の項目について調査検討を行った。

- (1) 環境負荷を考慮した磁気支持応用における磁性材料と応用システムの解決すべき課題と解決手法
- (2) 電気・機械系を連成させたシステムでの解決すべき課題と解決手法
- (3) センサレス制御等先端的制御手法とその適用目的
- (4) 磁気支持応用機器におけるドライブ技術の環境調和性において解決すべき課題と解決手法

調査検討は各委員から提出された技術資料および見学会資料に基づき、議論・討論により行われた。

1.2.2 委員会の構成メンバー

本委員会は当初 23 名で構成されていたが、1 名の交代、2 名の退任、3 名の増員を経て 24 名の構成メンバーで活動を進めた。

1.2.3 委員会の開催記録

本委員会は計 18 回の委員会(第 16 回は台風の接近により中止)を開催し調査活動を行った。また実際のものを見て議論するというコンセプトのもと、積極的に 10 回の見学会を行い、環境調和型磁気支持応用技術の体系化に関する知見を得た。表 1.1 に活動の記録を示す。

これらの調査活動に加え、3 回の研究会(2011 年 12 月[浜松], 2012 年 12 月[高知], 2013 年 12 月[津])を協賛、2013 年 8 月に開催された平成 25 年度電気学会産業応用部門大会シンポジウムにて「環境調和型磁気支持応用技術の現状」⁽²⁾と題して環境調和型磁気支持応用技術の現状について第 10 回委員会終了時点での調査活動に基づいて報告を行った。また、2013 年 7 月に開催された第 9 回リニアドライブ国際シンポジウム(中国: 杭州)にも委員が参加し、磁気浮上の普及、活性化に貢献した。

1.3 技術資料の分類

環境調和型磁気支持応用技術の体系化調査専門委員会では、磁気支持応用技術の環境との調和の側面からまず大きく 2 つに分類を行った。すなわち製造課程や運用時における環境負荷自体の低減、さらに省エネルギーを主眼においたエネルギーの効率的な利用に着目した。

- ・環境負荷の低減をめざした技術
- ・エネルギーの効率的な利用をめざした技術

さらにそれらを詳細な項目に分類した。

- (1) システムの簡素化・小型化に関わる技術(環境負荷)