

電磁機器および電力変換機器のための磁性材料高度活用技術調査専門委員会 設置趣意書

マグネティックス技術委員会

1. 目的

近年、再生可能エネルギーシステム、電気自動車（EV）、電動航空機、スマートグリッド、データセンターなどの高度化に伴い、モータおよび変圧器を中心とする電磁機器と電力変換機器は社会インフラを支える基幹技術としてその重要性を一段と増している。とりわけ、EV 駆動モータ・電動航空機用高出力モータ・高効率変圧器といった次世代電磁機器では、高効率化・小型化・高出力密度化への要求が急速に高まっており、それを支える鉄心材料をはじめとする電力用磁性材料とその活用設計技術は極めて重要な要素となっている。

さらに、SiC や GaN などのワイドバンドギャップ半導体の普及により、モータおよび変圧器の中では、商用周波数とは大きく異なる高周波励磁や、商用周波数に高周波スイッチングが重畳した環境下で動作するようになってきている。その結果、磁性材料には、高磁束密度・高周波励磁下での鉄損増大、PWM 励磁による矩形波特有の損失特性の複雑化、小型化・高密度化に伴う熱負荷増大と冷却上の制約といった新たな課題が顕在化している。これらを克服するためには、実機モータ・変圧器の稼働条件を忠実に模擬した磁気特性評価技術を確立し、その結果を反映した磁性材料の最適活用指針を構築することが不可欠である。

本調査専門委員会では、モータおよび変圧器を中心とした電磁機器および電力変換機器を対象に、国内外の磁性材料開発動向・国際標準化状況の調査、次世代パワーエレクトロニクス環境下での評価技術の整理、さらに高効率化・低損失化を実現する設計指針の体系化を行うことで、脱炭素社会への移行と我が国産業の国際競争力強化に貢献する。

2. 背景

2015 年のパリ協定、2020 年の日本政府による 2050 年カーボンニュートラル宣言、さらに 2023 年の GX 推進法施行により、2030 年に向けた中間目標の達成が重要な政策課題となっている。世界的にも脱炭素化への取り組みは加速しており、再生可能エネルギー、電動化、分散電源の導入が急速に進んでいる。産業分野を見れば、エネルギー消費の多くを占めるのはモータ、変圧器、発電機などの電磁機器であり、それらを駆動する電力変換機器である。したがって、これらのシステムの高効率化は、地球温暖化対策と産業競争力強化の両面で極めて重要である。

一方、電磁機器は従来の 50/60Hz 商用周波数を前提とした駆動から進化し、EV 駆動モータでは数 kHz～数十 kHz の高周波 PWM 駆動、変圧器では商用周波数に MHz 級スイッチングが重畳した複雑磁束環境へと使用条件が大きく変化している。この結果、正弦波励磁を前提とした従来の磁性材料評価法では、実際の損失挙動を十分に捉えられなくなっている。

さらに、モータや変圧器では、巻線配置・鉄心構造・冷却条件などが複雑に絡み合い、実際の稼働磁束分布は非均一かつ時間変動性を持つ。このため、高周波・高磁束密度下の実稼働条件に即した磁気特性評価技術の確立が強く求められている。

このような背景のもと、次世代モータ・変圧器および電力変換機器の性能を最大限引き出すためには、磁性材料を実機条件下で適切に評価し、最適活用できる新たな技術体系が必要であり、本委員会の設置意義は極めて大きい。

3. 調査検討事項

本委員会では、電磁機器および電力変換機器の高効率化を支えるために、以下の項目を中心に調査・検討を行う。

- (1) モータ・変圧器など電磁機器高効率化のための磁性材料の開発動向調査
- (2) 次世代電力変換用磁性材料の特性と応用の動向調査
- (3) モータ・変圧器など実稼働条件下での磁気特性評価および予測（AI）技術の調査
- (4) モータ・変圧器など電力変換機器設計への適用と最適化技術の調査

4. 期待される効果

- (1) 次世代磁性材料の開発および応用による電磁機器の高効率化
- (2) 次世代電力変換機器に適した磁性材料評価法と設計指針の確立
- (3) 実稼働条件に基づく磁気特性評価による損失低減と高効率化の実現
- (4) 電力変換機器と磁性材料分野の連携強化による産業界の競争力向上
- (5) GX 実現に向けたエネルギー効率改善と 2050 年カーボンニュートラルへの貢献

5. 調査期間

令和 8 年（2026 年）4 月 ～ 令和 11 年（2029 年）3 月（3 年）

7. 活動予定

委員会 6 回／年 ， 幹事会 3 回／年 ， 研究会 2 回／年

8. 報告形態

本委員会の調査結果は、全国大会にて報告する。

理由：

本委員会の調査結果は、材料分野、計測分野、変圧器及びモータ等の電力用電磁機器設計・開発分野やその応用分野と、多岐の技術者・研究者へ有益であると考えます。D 部門小形軽量化を目指した高周波駆動電磁アクチュエータシステムのための磁性材料とその磁気現象に関する協同研究委員会と連携し、報告形態を全国大会シンポジウムとすることによって、D 部門の変圧器及びモータ分野、鉄鋼協会などの材料分野、日本磁気学会などの磁気工学分野、自動車技術会などの電磁機器利用分野の参加者の増員、学会入会の増大が見込め、A 部門への貢献が期待される。