

2023 年度若手研究者共同研究プロジェクト実施報告書

法政大学総長 殿

以下のとおり研究実施報告書を提出します。

基 本 情 報	研究課題名：永久磁石磁化推定システムの開発
	研究代表者 氏名：中村 勢到
	【在籍者】 研究科・専攻・学年：理工学研究科・電気電子工学専攻・2 年 【修了者】 所属・職種：
	指導教員（所属・職・氏名）：理工学部 電気電子工学科・教授・岡本吉史 （※在籍者のみ記入）
	共同研究者（所属・職・氏名）： （※指導教員と同人の場合は記入不要）
	その他 研究分担者：塩山 将英
	研究期間： 2022 年度 ～ 2024 年度（※研究終了年度を記載）
年 間 の 研 究 実 施 概 要	※研究計画の進捗状況を中心に今年度の研究実施状況を記載してください。 近年、地球規模でカーボンニュートラルが促進されている。電気工学分野では、電気自動車（EV）の普及に伴い、永久磁石同期電動機（PMSM）の高出力化設計の要求が高まっている。本研究では、永久磁石をモータ鉄芯から取り外すことなく、磁気回路の漏れ磁束より永久磁石磁化を非破壊的に推定できるシステムの開発を目的とする。結果、PMSM の高回転化に伴う磁石渦損起因の熱減磁に伴う永久磁石エネルギー積の経時変化、あるいは、設計段階における着磁の状態を把握することができる。開発予定のシステムは、PMSM から発生する漏れ磁束を計測する自動計測器と、測定器から得られる漏れ磁束を入力値として数値的に永久磁石磁化分布を推定する手法（MELF）から成り立っている。本システムより得られる磁化分布により、高性能な PMSM の設計が可能となり、さらに、装荷された永久磁石の経時変化を検知し、再着磁による永久磁石の再利用が可能となる。2023 年度は次のように、研究を進めてきた。 2023 年度研究計画進捗状況 本年度は、漏れ磁束の実測値を用いた MELF の磁化推定性能の検証を行った。まず、昨年度、MELF の性能検証に用いた PMSM のベンチマークモデル（電気学会 D モデル）と同じ寸法のロータを準備した。検証方法として、ロータに装荷された状態のままでの永久磁石の推定手法（MELF）と、永久磁石を引き抜き、自由空間中に置かれた状態における永久磁石の磁化推定手法（本研究室で開発した手法である SiGrad）により得られた結果の比較を行った。MELF と SiGrad で、推定された磁化の方向は確認できたが、磁化強度に差が生じた。この原因は、一次六面辺要素を用いた有限要素法を用いると、漏れ磁束の値が大きく評価されることが一因と考えられる。今後、二次六面体辺要素を実装することで漏れ磁束の計算精度向上を検討し、磁化推定精度向上を試みる予定である。

研 究 業 績	成果発表（学会・論文・研究会等）		
	学会・論文・研究会等の別	タイトル	発行または発表年月
	学術論文 電気学会論文誌 D（産業応用 部門誌）研究開発レター	組立後着磁における SPMSM 回転子の漏れ磁束を用いた永 久磁石磁化推定手法に関する 検討	2023 年 7 月 査読有
	国際学会発表 COMPUMAG 2023	Magnetization Estimation of Permanent Magnet Using Leakage Flux Derived from Nonlinear Magnetic Circuit	2023 年 5 月
	学会発表 令和 6 年電気学会全国大会	MELF による IPMSM 回転子 の表面磁束計測値を用いた永 久磁石磁化推定に関する検討	2024 年 3 月
	学会発表 第 27 回 電磁気応用部門，磁 粉・浸透・目視部門，漏れ試験 部門 合同シンポジウム	IPMSM 回転子における漏れ 磁束の実測値を用いた永久磁 石磁化推定	2024 年 3 月
研 究 業 績	その他（アピールすることがあればご記入ください。） 北海道大学サイエンスフェスタ 2023 ポスター発表（2023 年 12 月）		