

イノベーション創出を目指した先駆的電磁界解析技術調査専門委員会 設置趣意書

静止器技術委員会

1. 目的

EV に代表されるように社会全体で電動化が加速され、今後ますます電気機器の需要が増大する。それに伴い国内のエネルギー消費量は増加する傾向にあるが、その自給率は低迷している。したがって、国内の電気機器の高効率化は不可欠であり、それを実現するためには機器の構造や材料、さらには制御方式まで含めた大きな技術革新が必要である。このような状況下において、電磁界解析技術による貢献は重要でありかつ期待も高い。今後は電磁界解析がいわゆる数値シミュレーションという枠組みだけでなく、それらを包含する統括的なシステムとなるべく高度な研究を行う必要がある。2022 年度に設立された「電磁界解析を用いた革新技術開発調査専門委員会」では、大規模高速高精度解析技術、パワーエレクトロニクス用解析技術、最適設計手法、電気機器の開発事例、電磁界解析法開発の環境整備などの調査検討が行われ、多くの有望な技術が報告された。一方、昨今の DX, デジタルツイン, AI, IoT, モデルベース開発といったキーワードが一般的に知られるようになり、大学や企業においても教育や設備に対する投資は拡大し、電磁界解析をより発展させる土壌は整っている。

このような状況を踏まえ、上記調査専門委員会の成果が電磁界解析を用いた電気機器の設計開発における基盤技術となり得るが、さらにその活動を推進するとともに新しい技術課題の解決および創造される電磁界解析技術の調査検討を行うために本委員会を設置する。

2. 背景および内外機関における調査活動

電磁界解析に関する技術計算の研究開発が積極的に進められ、国際会議や国内の研究会において活発な議論が交わされている。本委員会では、特に以下のような電磁界解析の技術開発について重点課題として取り上げ、他の委員会等でも実施されていない独自の調査活動を行うものとする。

(1) 電磁界解析における大規模化、高速化、高精度化のための技術開発

領域分割法や GPU, TP-EEC 法などを用いた大規模、並列、高速計算が開発され、多くの成果を産み出してきた。また、CLN 法を含むモデル縮約等による高速解法の開発も継続されている。従来の計算技術では電気機器の全体的な効率や損失などのマクロな評価を対象としていた。しかし、最近では機器の部分的な磁束や損失の集中といったマイクロな評価も重要視されつつある。また、電気機器は複雑化し、解析モデルの大規模化が必要である。さらに、誘導機などのように多時刻ステップを要する機器も長時間の解析時間を避けられず、これらの課題に対応するためにさらなるブレークスルーとなる技術が必要である。

(2) 異常損を含む磁性材料モデリングとその応用

電気機器には多くの非線形材料が使用されており、非線形計算を行うことにより機器の特性や損失などの高精度な計算が行われてきた。特に最近では、ヒステリシスモデリングとそれを用いた磁界解析法の発展は目覚ましいものがある。しかし、機器の高周波化における異常損モデリングなどは十分とはいえず、重点テーマとしての取り組みを行う。

(3) AI を融合させた新しい電磁界解析技術

最近、一般社会では AI 技術の発展が目覚ましいが、電磁界解析においても最適化計算、ソルバー、メッ

シユ作成、磁性材料モデリングなど各要素技術に即して AI が積極的に取り入れられ、今後最も発展が見込める分野の一つである。委員会ではこれらの技術推進を図り、今までにない革新的な磁界解析法を導くことを目的とする。

(4) 実用的な最適化計算の技術開発

最近では、多目的最適化、トポロジー最適化、マルチフィジックス最適化など、多種多様で複雑な最適化計算が求められ、それらに対応した最適化手法の開発が進められている。さらに、実際の設計開発に取り入れられるためには、より広範囲な探索、グローバルな最適化、計算時間の短縮などの課題を克服する必要がある。今後も高度な最適化手法を開発すると同時に、モデル縮約法、プラントモデル、代理モデルなどの導入により計算負荷の低減も求められる。

(5) 電磁界解析の各種適用分野に向けた要素技術開発

パワーエレクトロニクス用機器、永久磁石磁化推定、非接触給電など実用的かつ重要な適用分野に必要な電磁界解析の要素技術開発を行うだけでなく、その性能評価も実施する。必要に応じてベンチマークテストモデルを提案し、実測結果や各種の手法との比較検討を行う。

電気学会において 1977 年の「有限要素法による電力機器の電磁界解析法調査専門委員会」の発足以降、40 年以上に渡って電磁界数値解析法に関する様々な検討・調査を継続的に行ってきた。その結果、わが国には他国を凌駕する優れた電磁界解析技術が蓄積されてきた。1989 年には当該分野において最大級の国際会議である International Conference on the Computation of Electromagnetic Fields (COMPUMAG) が東京で、1996 年には IEEE の電磁界解析分野における国際会議である Conference on Electromagnetic Field Computation (CEFC) が岡山で、1999 年には COMPUMAG が札幌で、2012 年には CEFC が大分で、また 2023 年には COMPUMAG が京都で開催された。このような国際会議では毎回世界各国からの多数の参加者により電磁界解析およびその応用技術による議論が活発に行われ、各国よりわが国の研究が非常に高い評価を受けている。

3. 調査検討事項

電気機器に対するイノベーション創出のための電磁界における先駆的な解析技術として主に下記に示すような項目を調査検討する。

- (1) 電磁界解析における大規模化、高速化、高精度化のための技術開発
- (2) 異常損を含む磁性材料モデリングとその応用
- (3) AI を融合させた新しい電磁界解析技術
- (4) 実用的な最適化計算の技術開発
- (5) 電磁界解析の各種適用分野に向けた要素技術開発

なお、上記の調査検討項目としては明示しないが、「電磁界解析を用いた革新技術開発調査専門委員会」の調査活動として挙げられていた電気機器の開発事例なども引き続き調査を行う予定である。

4. 予想される効果

本調査専門委員会における調査検討事項を実現することにより、先進的な電磁界解析技術を創出することができる。その結果、わが国における今後の高度な電気機器の設計開発に寄与することが期待できる。また、これらの活動を通して次世代の電磁界解析技術の進展を担う新しい研究者の育成も実現する。

5. 調査期間

2025年（令和7年）4月～2028年（令和10年）3月（3年間）

広範囲に及ぶ調査内容を整理し、有意義なものにまとめるためには3年間の調査期間を要する。

7. 活動予定

委員会 7回／年 幹事会 3回／年

8. 報告形態

調査終了後には、調査結果を技術報告として発行する。