

1. 目的

パワーエレクトロニクス (PE) システムはスイッチング素子や受動素子で構成される電力変換器、バッテリーなどの電源装置、モータなどの負荷によって構成される。これらの構成要素は日進月歩で性能が向上しており、PE システムの高効率化や高性能化、地球環境問題対策などの実現を目指して多様な研究開発が続けられている。

これらの研究開発において、現在ではシミュレーションが必要不可欠となっている。構成要素やシステム的设计、基本動作検証をはじめとして、Software In the Loop Simulation (SILS) や Hardware In the Loop Simulation (HILS) のようにシステムを構成する一部の実機が用意されていなくても、シミュレーションを用いてシステムの挙動を把握したり、実機において複数の原因要素が相互に干渉し合うような現象の解明に適用されたりしている。さらにはメーカーの製造工程においては実機試作の代替えとしての高精度シミュレーション技法の開発も試みられている。このように、モデリングとシミュレーション技術に対するニーズはさらに高まっている。

これまでに電気学会産業応用部門半導体電力変換技術委員会に設置された一連のPEシミュレーションに関する協同研究委員会では、PEに関連するシミュレーション技術、モデリング技術、シミュレーションプログラムについて幅広い調査や体系化、標準的モデルの提案を行ってきた。特に2015年に設置された「パワーエレクトロニクスの実践的モデリングとシミュレーション技術協同研究委員会」ではPEシステムに適用される素子および機器に関する実践的なモデリング手法、複数のシミュレータを用いた連携/連成解析手法、効率的かつ高精度な求解を目指した解析手法に関する最新動向の調査、パラメータを含む標準的モデルの拡充および公開手法に関する議論を活発に行った。さらに、これらの議論を通してシミュレーション用語の動向調査やPEシステムの解析に適用可能なシミュレータおよびこれらの解析手法に関する最新情報の収集も発展的に行った。

本調査専門委員会ではこれらの調査検討結果をふまえ、解析目的に適した、より実践的なモデリング手法やシミュレーション技術に関する調査検討および情報提供を行うことを目的とする。モデリング手法に関しては、これまでに検討してきた標準的モデル群を基盤として、解析対象や目的に適した実践的な階層化に関する検討を通して、PEシステムの実践的モデリング手法の調査および系統的分類を行う。シミュレーション技術に関しては、複数シミュレータによる連携/連成解析やモデル接続技術、並列化処理などの計算機機能の有効活用に焦点を当てた技術の調査、PEシステムのシミュレーションに適した数学的求解法に焦点を当てながら各種シミュレータに関する最新動向調査および分類、さらにはシミュレーション用語の使われ方を含めた用語の分類調査を行う。調査検討結果についてはウェブサイトによる継続的な情報提供も行いたい。

2. 背景および内外機関における調査活動

PEシステムのシミュレーションにおいて、従来の理想モデルによる単純化した原理的現象の解析だけでなく、複数の原因要素が相互に干渉し合うような現象の詳細解析、さらには実機の代用として堪えうる高精度解析など、モデリングとシミュレーション技術に対するニーズはさらに高まっている。シミュレーションを行うための重要な要素として解析対象のモデリング、離散値に対する数学的求解法、および計算機機能の有効活用の3つが挙げられる。これらはそれぞれにおいて様々な手法が検討されているが、これらの適切な組み合わせが効率の良い、合理的な、あるいは精度の良いシミュレーションを実現する。

モデリングにおいては、例えば、特に注目されているSiCやGaNといったワイドバンドギャップ半導体も含めたスイッチング素子のモデリングでは、理想スイッチモデル、実測結果や解析結果に基づいてスイッチング時の電圧・電流特性を模擬するテーブルモデル、温度や電圧に依存する接合容量モデル、pn接合部での物理現象を模擬する物理モデル、モジュールの内部構造を考慮した自己発熱モデルなど、着目する現象に応じた様々なモデルが開発されている。また、温度特性やスイッチング特性を考慮できるスイッチング素子モデルを適用して電力変換器を構成

して損失解析やノイズ解析も行うなど、国内外を問わず、モデリングに関する研究開発が数多くなされている。

一方、シミュレーション技術の観点からは、例えば自動車分野など、パワーエレクトロニクスシステムが全体のシステムの一部として適用されうる分野においては、要素モデルをサプライヤが供給し、メーカーがこれらのモデルを用いてシステムを構築するシステム設計法や分散して設計されたモデルの接続技術が注目されている。システム設計法として MBD (Model Based Development), モデル接続仕様として FMI (Functional Mock-up Interface) が代表的な事例であり、シミュレータの進化の方向性の一つとしてこれらに追随する動きがある。

本委員会において、このような動向を注視しながら PE システムの実践的なモデリングおよびシミュレーション技術に関する理論的・系統的調査検討を行うことは、シミュレーションに対する社会的要求に応えることでもあり、電気学会の活動として価値が高い。

以上の状況から、電気学会で本調査専門委員会を設置し活動するのは大変意義があり、時宜を得ている。

3. 調査検討事項

- (1) 解析対象や目的に適した PE システムの実践的モデリング手法の調査および系統的分類
- (2) 計算機機能を有効に活用する PE システムに適したシミュレーション技術に関する調査
- (3) PE システム解析に適用されうるシミュレータに関する数学的求解法を含めた最新動向調査および分類
- (4) ウェブサイトによる継続的な情報提供

4. 予想される効果

設置予定の調査専門委員会の調査検討により、解析目的に適して階層化された実践的な標準的モデル群の提供および解析目的や解析対象に適した最新シミュレーション技術を把握でき、技術者の目的とする解析・設計をより円滑に達成することを可能にする。

5. 調査期間

平成 29 年(2017 年)12 月 ～ 平成 31 年(2019 年)11 月

6. 委員の構成

職名	氏名	(所属)	会員・非会員区分
委員長	石川 裕記	(岐阜大学)	会員
委員	青柳 滋久	(株式会社 日立製作所)	会員
委員	阿部 貴志	(長崎大学)	会員
委員	市原 純一	(AZAPA 株式会社)	会員
委員	伊東 淳一	(長岡技術科学大学)	会員
委員	今岡 淳	(九州大学)	会員
委員	上田 雅生	(メンターグラフィックスジャパン株式会社)	非会員
委員	大河内 裕太	(ローム株式会社)	会員
委員	大橋 俊介	(関西大学)	会員
委員	小笠原 悟司	(北海道大学)	会員
委員	香川 秀樹	(計測エンジニアリングシステム株式会社)	会員
委員	柿ヶ野 浩明	(立命館大学)	会員
委員	加藤 利次	(同志社大学)	会員
委員	加藤 久嗣	(田淵電機株式会社)	非会員
委員	木村 紀之	(大阪工業大学)	会員
委員	久保田 裕孝	(三菱重工業株式会社)	会員
委員	黒江 康明	(京都工芸繊維大学)	会員
委員	甲野藤 正明	(ヤンマー株式会社)	会員
委員	斉藤 亮治		会員

委員	庄山 正仁	(九州大学)	会員
委員	関末 崇行	(アンシス・ジャパン株式会社)	会員
委員	高木 茂行	(東京工科大学)	会員
委員	玉田 俊介	(株式会社東芝 エネルギーシステムソリューション社)	会員
委員	寺園 勝志	(株式会社 安川電機)	会員
委員	徳田 寛和	(富士電機株式会社)	会員
委員	野田 琢	(一般財団法人 電力中央研究所)	会員
委員	舟木 剛	(大阪大学)	会員
委員	堀口 剛司	(三菱電機株式会社)	会員
委員	馬 躍	(株式会社村田製作所)	会員
委員	松野 知愛	(Myway プラス株式会社)	会員
委員	森實 俊充	(大阪工業大学)	会員
委員	山口 忠	(岐阜大学)	会員
幹事	加藤 真嗣	(神戸市立工業高等専門学校)	会員
幹事	重松 浩一	(サイバネットシステム株式会社)	会員
幹事補佐	井上 征則	(大阪府立大学)	会員

7. 活動予定

委員会 6回/年 幹事会 6回/年

8. 報告形態

- (1) 技術報告
- (2) Web ページによる公開 (標準的モデル, ベンチマークテスト, リンク集など)
(会員/非会員によってアクセス範囲に差をもたせる予定)