

「分散協調型エネルギー管理システム構築のための理論及び基盤技術の
創出と融合展開」

H25 年度
実績報告

平成 25 年度採択研究代表者

造賀 芳文

広島大学大学院工学研究院

准教授

パワーデバイスレベルまで考慮した
高精度なシミュレーション技術に関する基礎的理論および方法論の構築

§ 1. 研究実施体制

(1) 造賀グループ

① 研究代表者: 造賀 芳文 (広島大学大学院工学研究院, 准教授)

② 研究項目

・パワーデバイスレベルまで考慮した, 高精度なシミュレーション技術に関する基礎的理論および方法論の構築を行う。

§ 2. 研究実施の概要

【本研究のねらい】

本研究では、「電力システム」、「パワーエレ機器」および「パワーデバイス」の各領域を見通すことのできるような、高精度かつ高速なシミュレーション解析技術の基礎的理論・方法論の構築を目指して、種々の検討を行うことを目的としている。

【研究内容】

本研究では、研究テーマを主に 3 つに分けて、提案するシミュレーション技術の有効性評価および簡易検証実験による実測との比較を行いながら研究成果をとりまとめる計画である。

- ① パワーデバイスのハイスピードかつ高精度なシミュレーション解析法の開発
- ② 高精度なパワーデバイスモデルを活用したパワーエレ回路設計法の開発と簡易検証実験
- ③ 事故時等の過渡状態を考慮した電力システムシミュレーション解析法の検討

① パワーデバイスのハイスピードかつ高精度なシミュレーション解析法の開発

分散協調型エネルギー管理システムを構築するための重要な要素技術として、電力システムからパワーデバイスまで、領域を横断する柔軟な設計法および制御法を実現するために、パワーデバイスモデルについても様々な検証や検討を行った。具体的には、まず実測値を用いて、モデルに実デバイスを模擬させるためのモデルのカスタマイズを行った。次に、その結果を用いて、最初の簡単な例として微小容量のスイッチングテスト回路を設計・試作し、パルス電圧入力に対する基本動作波形の測定を行い、実測波形を基にモデルの評価を行った。その結果、負荷インダクタを取り替えてもモデルの再調整の必要なく、波形及びエネルギー損失値を十分な精度で予測できることが確認された。更に、プリント回路基板の試作もを行い、測定環境を構築した。

② 高精度なパワーデバイスモデルを活用したパワーエレ回路設計法の開発と簡易検証実験

②-A 既存のパワーデバイスモデルを用いた電力システム解析シミュレーションの実施

現状の電力システム解析ではパワーエレ機器を理想的なスイッチングを行う線形モデルで表現したうえで、実効値レベルの解析シミュレーションを主に実施している。本年度はまず、線形モデルを用いた電力系統事故現象に関するシミュレーションを実施した。さらに、太陽光発電等に併設されるインバータ(パワーコンディショナ)に同期化力という回転機と同等の機能を持たせ、事故時でも周波数が安定に収束することを確認した。また、①の研究で開発中の高精度パワーデバイスモデルをパワーエレ回路に導入する方法についても調査し、最適な実装方法を得つつある。

②-B 簡易検証試験のための環境構築

高精度なシミュレーション技術に関する基礎的理論の構築のために、比較評価用の実測データも必要になる。このため、本年度に検証用実験環境の構築を行った。

構築した実験環境が正常に機能することを確認するために、簡易検証実験を行った。まず、インバータのコントローラのプログラムを C 言語で記述した上で制御信号生成システムに実装し、実際にインバータを駆動させた。このとき、インバータ上のパワーデバイスへと入力される制御信号やインバータ出力電圧・電流を測定機器にて測定し、シミュレーションによる理論値との比較検証が高精度に可能であることを確認した。

③ 過渡状態を考慮した電力システムシミュレーション解析法の検討

本年度は、パワーエレクトロニクスを含む電力システムシミュレーションの現状を把握・確認するため、文献調査を行った。電力システムレベル、パワーエレクトロニクス回路レベル、パワーデバイスレベルにおいてそれぞれ異なるアプローチでシミュレーションが行われていること、およびそれらのレベル間の結合には、さまざまな近似方法、もしくはいわゆるブラックボックス化した方法などが用いられていることを改めて整理した。同時に、本チームがすでに部分的に構築している「電力システム解析モデル」を改良・拡張し、考察すべき状況および事故時を想定した安定度解析のための準備を行った。本チームのシミュレータと業界標準とされている(財)電力中央研究所が開発した解析プログラムとの比較を行った。今後は、上記②にて開発中のインバータモデルなどを組み込み、全体のシミュレーションを実施していく予定である。

§ 3. 成果発表等

(3-1) 原著論文発表

1 A. Saito, M. Miura-Mattausch, M. Miyake, T. Umeda and H. J. Mattausch, "Experimental Verification of Power MOSFET Model under Switching Operations," in Proc. the 11th Int. Workshop on Compact Modeling (IWCM'14), pp. 41-44, Singapore, Jan. 2014.

(3-2) 知財出願

- ①特許出願件数(国内 0 件)
- ②CREST 研究機関累積件数(国内 0 件)