

研究者紹介

電気エネルギーシステム シミュレータ設備の紹介

名古屋工業大学大学院工学研究科 青木 睦

1. 導入の背景と概要

これまで、低炭素社会の実現やセキュリティを考慮したエネルギーシステムの構築に向けて、太陽光発電や燃料電池などの分散型電源の積極的な導入が各方面で検討されている。さらに、東日本大震災以降、電力の安定供給の重要性が改めて認識されるようになった。このため、再生可能エネルギーシステムの大量導入に対応し、エネルギーの安定供給を実現する新しい電力システムの構築が喫緊の課題となっている。新しい電力システムにおいては、エネルギー供給事業者と需要家間における双方向のエネルギー融通とこれを実現するエネルギーインフラの構築が必要である。これまでに、大学構内や企業の研究施設内に分散型電源システムや蓄電池などの実験設備を導入した例が多く見られるが、設備の制約などから、試験できる範囲が限られていた。

本設備は、エネルギーシステム関連の実設備機器と、様々な社会システムを模擬するリアルタイム・デジタルシミュレータ（RTS：Real-Time digital Simulator）とを結合したものであり、実設備の特性を実感しながら様々な条件に対応できる社会システムの構築技術に関する実践的な教育研究の推進を図るものである。このように、実機やコントローラなどのハードウェアを、ソフトウェアのシミュレーションループに組み込んで検証および試験を行う手法は、Hardware-in-the-Loop（HIL）テストと呼ばれている。HILテストは、ハードウェアのテストシステムの全てを構築する必要がなく、一部をソフトウェアで模擬できるため、機器開発期間を短縮できる手法として注目されているものである。本設備は、これを電力システムに応用したものであり、Power HIL（PHIL）とも呼ばれる。本稿では、このPower HILテスト設備の概要について述べる。

2. 設備の構成

本設備は、電力システムモデルを実時間でシミュレーション可能なRTS（OPAL-RT Technologies社製OP5600）と、これに結合する模擬配電設備とから成る。模擬配電設備は、RTSの演算結果の信号を実機の電圧レベルに増幅するパワーアンプ（交流電源）、模擬太陽光発電システム、模擬風力発電システム、電気自動車（または定置用蓄電池）を模擬した模擬蓄電池システム、負荷装置、配電線を模擬したインピーダンス装置から成る。模擬太陽光発電システムおよび模擬風力システムでは、屋上に設置された日射センサおよび風速センサからデータを収集し、これにより、時々刻々変動する太陽光発電や風力発電の出力を模擬できるようになっている。設備の外観を図1に示す。

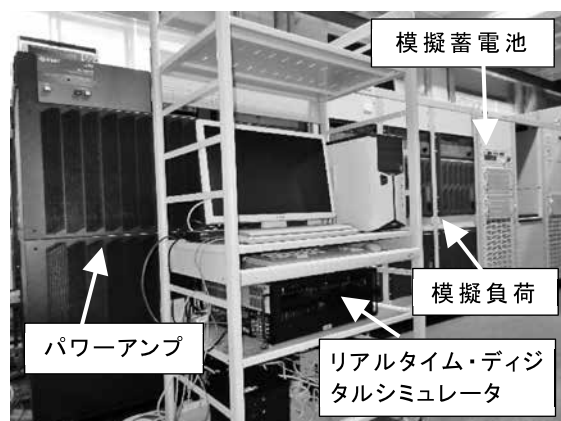


図1. 設備構成写真

3. 設備の活用例

配電系統に大量の分散型電源 (DG : Dispersed Generator) が連系されると、逆流による電圧上昇やDGの不規則な出力変化による電圧変動などの問題が生じる懸念がある。そこで、配電用変電所から上位の系統の影響による電圧変動や高調波電圧の変化などを考慮して、電気自動車 (EV : Electric Vehicle) の蓄電池の活用や系統連系用PCS (Power Conditioning System) による無効電力制御などの効果の検証を目的に、図2に示すPHILテストシステムを構成した。図2は、システムの動作確認のため、上位系統モデルはR-L直列インピーダンスのみを考慮し、配電用変電所からの複数のフィードを1本に縮約した簡易なモデルとなっている。

PHILテストでは、RTSによる演算結果をデジタルからアナログ値に変換し、ハードウェアのシステムに出力する。ハードウェアシステム

では、パワーアンプによりアナログ信号を実機の電圧レベルに増幅し、試験対象となる実機に電圧が加えられる。同時にパワーアンプの出力電流はセンサでアナログ信号に変換され、RTSにフィードバックをされる。この一連の動作において、RTSの演算時間、A/D変換およびD/A変換に要する時間、パワーアンプによる時間遅れの合計が1ステップの時間内に完結する必要があるため、RTSは実時間に対応した計算出力が可能となる性能が求められる。このように、PHILではシミュレータの出力はモデルの電圧の計算結果であり、シミュレータへのフィードバック信号はパワーアンプの出力電流になる。このような実装方法は電圧型ITM (Ideal Transformer Model) と呼ばれ、PHILの実装法で多く使用されるものである。

今後、このモデルを使ったPHILテスト環境の妥当性評価、および、配電系統におけるDGからの有効電力・無効電力変動や高調波の上位系統への影響などを検証していく予定である。

4. まとめ

本稿では、PHILテストシステムの例として、上位系統を実装したRTSと配電系統模擬装置を相互に接続した最も簡易な構成について述べた。RTSでは、MATLAB/Simulinkを用いて、より複雑なモデルを作成することができるため、マイクログリッドから広域電力ネットワークまで様々な規模、条件で次世代電力ネットワークの実証試験が可能となる。また、電気エネルギーシステム以外のエネルギーシステムのモデルを組み込むことができるため、多元的エネルギー源や制御装置を連携した新しい電力システムを構築する技術の検証も可能になる。

本設備の活用によって、多数のスマートメータとの通信に代表される通信技術や高効率エネルギー変換のためのデバイス技術とも融合して様々な条件で実機を試験していきながら、エネルギーの安定供給を目指した次世代エネルギーネットワークを実現していきたいと考えている。

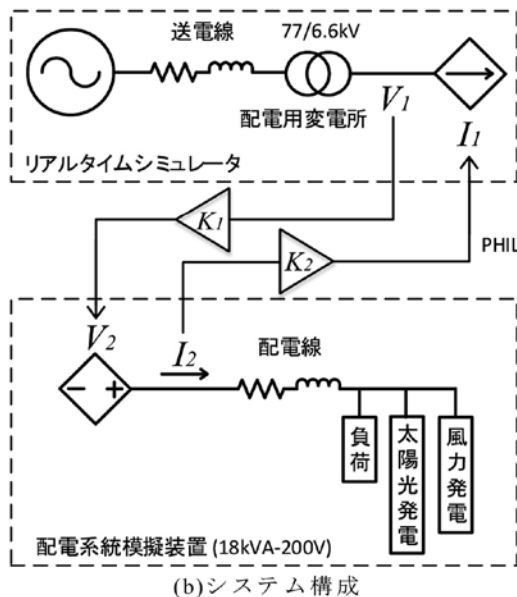
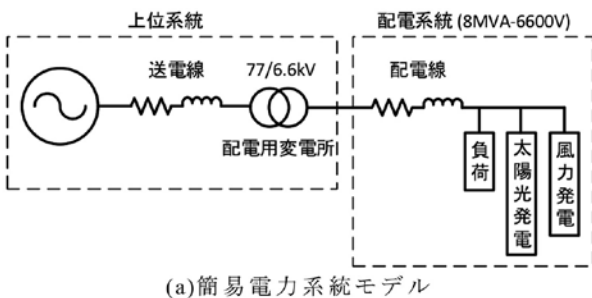


図2. PHILテストシステム構成図