

## 学位論文内容の要旨

電力システムの安定運用は、いつの時代においても最重要課題である。このために欠かせないものの一つに解析技術が挙げられる。現在産業を支える上で高品質な電力は不可欠であり、そのために、システムの動特性、特に故障に伴うシステムの過渡応答特性すなわち安定度を精度良くシミュレートする技術は非常に重要である。

本論文は電力システム解析技術の向上を目的として、新しい解析モデルについて論ずるものである。電力システム解析プログラムは既に広く用いられているものがいくつかあるが、本研究ではこれらのもつ欠点を補うべく開発したモデルについて述べる。本論文は、(1)可変速揚水発電システムの解析モデル開発、(2)風力発電システムの新しい制御法の提案、の2構成となっており、前者では発電機と半導体電力変換装置を融合させた統合的な解析モデルを開発し、後者ではこのモデル化手法を応用した風力発電システムの新しい制御法を提案する研究論文となっている。各々の研究内容を以下に示す。

(1) 可変速揚水発電システムの解析モデル開発について、発電機として用いられる誘導機を対象として、一般に  $dq$  軸座標系にて定式化されるモデルについて座標変換が不要な瞬時値相座標系にて定式化を行う。続いて、誘導機を応用した可変速揚水発電システムのモデル化を行う。現段階では、大容量のシステムが既に系統で運用されているが、これを一つのユニットとして扱う解析モデルは用意されておらず、解析の際には個々の要素モデルを組み合わせて全体モデルを作り上げる必要がある。本検討では、これらを統合的に扱うモデルを構築する。本モデルでは、発電機を含む電気回路は瞬時値ベースでのモデリングながら、電力変換装置についてはそのスイッチング動作を模倣せず、平均的な動作を行うモデルとするところが大きな特徴である。

(2) 風力発電システムの新しい制御法について、従来、固定速度で運転される風力発電機にかわり、より高品質な電力の供給を目的として風車を可変速運転させるシステムが開発され、系統への投入も進んでいる。可変速運転の方法はいくつかあるが、交流励磁形同期発電機を用いたシステムが最も多く採用されている。現在、このシステムは自身の出力制御のみを行う仕様のもものがほぼ全てと言えるが、本検討では既に備えられている制御系に付加的な制御系を追加することで、自身のみならず周囲の風力発電機を安定化する手法を提案する。

## 論文審査結果の要旨

近年、電力システムに対して、揚水発電システムや風力発電システムに代表される形で、可変速の発電システムが設置されるケースが増えている。これは従来の固定速発電機に対して可変速発電機が種々の利点を有するからであり、今後益々その導入量が増大すると予想される。しかしながら、可変速発電システムには基本的にインバータ等のパワーエレクトロニクス装置が付随するので、その解析モデルの導出や制御系の構築が複雑であり、特に大規模システムを対象とした可変速発電システムのモデルがほとんど未整備の状態であった。

これに対して本論文では、可変速発電機の基本となる誘導機のモデルを導出した後、大規模系統解析を目的とした可変速揚水発電システムのモデリング手法を提案し、その有効性を確認した。更には、これらの手法を可変速風力発電システムに適用し、従来機には無い新しい形の制御システムを提案し、その有効性を確認した。

これを要するに、申請者は大規模電力系統解析を目的とした可変速揚水発電システムの解析手法、並びに可変速風力発電システムの新しい制御手法を提案し、その有効性を確認したものであり、電力工学の分野に対して貢献するところ大である。

よって、申請者は北見工業大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。