

## 論文要旨

## Abstract

Optimal Operation of Renewable Energy System by Applying Forecasting Techniques  
(予測手法を用いた自然エネルギー利用システムの最適運用)

近年、新エネルギー導入目標達成を目指す背景から太陽光発電設備や風力発電設備の生産量および導入量はともに増加を続けており、今後さらにその普及が進むと考えられる。しかしながら、太陽光発電設備で得られる太陽光エネルギーは日射量、パネル面の温度などにより大きく変動する。また、風力発電機の出力電力は風速の3乗に比例して変動するため、風力発電機を大規模に設置した際の電力系統へ与える影響が懸念されており、対策が求められている。そこで、太陽光発電設備および風力発電機により生じる電力変動を緩和して積極的に電力系統へ投入する目的から蓄電池等の電力貯蔵装置を併設する試みが有力視されているが、蓄電池等による設備コストの増加が課題として挙げられる。したがって、当該電力系統の効率的な運用と蓄電池等の有効活用を目的とした観点から当該発電設備の発電電力予測手法、設備容量の決定方法及び最適運転方法による対策が重要と考えられる。これらの課題に対し本研究では下記のように取り組んだ。

まず、各発電設備の発電電力予測手法については、一定時間先気象予測に基づく太陽光発電設備と風力発電機の発電電力予測手法を提案した。予測モデルにはパターン学習により一定時間先の気象予測を可能とするニューラルネットワーク(NN: Neural Network)を用いており、太陽光発電設備と風力発電機の発電電力予測に対する有効性は数種のNNを用いた場合の年間を通したシミュレーション結果により確認した。

次に、風力発電機に併設された蓄電設備の設備コストが最小となる最適容量の算出方法を提案した。風力発電機による発電電力変動は蓄電池の充放電により事業者の要求する許容範囲まで平滑化しており、最適容量の算出には、蓄電池の制御器パラメータの最適化も同時に達成した。また、離島の小規模電力系統を対象とした風力、太陽光、ディーゼル発電機及び蓄電池の最適容量を遺伝的アルゴリズム(GA: Genetic Algorithm)により決定する手法を提案した。提案手法の有効性は年間の運用コストがディーゼル発電機のみ電力系統より10%低減されることをシミュレーション結果より確認した。

最後に、蓄電池等が併設された太陽光発電システムの最適運転計画について提案した。対象とする太陽光発電システムは9時間先までの発電電力予測値に基づいて最適化を行っている。シミュレーション結果より、太陽光発電設備の発電電力変動を抑制し、発電事業者にとって最大の利益が得られることを確認した。また、蓄電池容量を変えた場合でも各日射変動パターンに対して蓄電池容量を十分に有効利用した運転計画が達成されることを確認した。

上述のように本研究では自然エネルギー発電設備の有効活用に関する研究に取り組んできた。本研究で得られた成果は当該対象地域に限らず、他地域でも普遍的に適用可能である。また、本学位論文の技術を汎用的に活用することが可能となれば、自然エネルギー発電設備の積極的な導入によりCO<sub>2</sub>の大幅削減が可能となり、地球温暖化防止技術として社会に貢献できうる。

Name YONA, Atsushi (與那 篤史)

平成22年2月16日

琉球大学大学院  
理工学研究科長 殿

論文審査委員

主査 千住 智信 

副査 金城 寛 

副査 上里 勝實 

副査 山本 哲彦 

副査 関根 秀臣 

### 学位（博士）論文審査及び最終試験の終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び最終試験を終了したので、下記のとおり報告します。

記

申請者	専攻名 総合知能工学専攻 氏名 與那 篤史 学籍番号 
指導教員	千住 智信
成績評価	学位論文 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格 最終試験 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格
論文題目	Optimal Operation of Renewable Energy System by Applying Forecasting Techniques (和文題目:予測手法を用いた自然エネルギー利用システムの最適運用)
審査要旨 (2000字以内)	<p>近年、新エネルギー導入目標達成を目指す背景から太陽光発電設備や風力発電設備の生産量および導入量はともに増加を続けており、今後さらにその普及が進むと考えられる。しかしながら、太陽光発電設備で得られる太陽光エネルギーは日射量、パネル面の温度などにより大きく変動する。また、風力発電機の出力量は風速の3乗に比例して変動するため、風力発電機を大規模に設置した際の電力系統へ与える影響が懸念されており、対策が求められている。</p>

(次頁へ続く)

そこで、自然エネルギー発電設備により生じる電力変動を緩和して積極的に電力系統へ投入する目的から電力貯蔵装置や蓄電池等を併設する試みが有力視されている。しかしながら、蓄電池等の併設コストが増加すると、自然エネルギー導入の妨げとなることが懸念されている。したがって、当該発電設備の効率的な運用と蓄電池等の有効活用を目的とした観点から発電電力予測手法、設備容量の決定方法及び最適運転方法による解決策が必要とされている。これらの課題に対して本研究で達成された解決手法を要約すると以下の内容となる。

1. 各発電設備の発電電力予測手法については、気象予測に基づく太陽光発電設備と風力発電機の発電電力予測手法を提案している。予測モデルにはパターン学習により一定時間先の気象予測を可能とするニューラルネットワーク (NN: Neural Network) を用いている。太陽光発電設備と風力発電機の発電電力予測に対する有効性は数種の NN を用いた場合において、2年間の実気象データによるシミュレーション結果から確認している。
2. 風力発電機に併設された蓄電設備の設備コストが最小となる最適容量の算出方法を提案している。風力発電機による発電電力変動は蓄電池の充放電により電力供給事業者の要求する許容範囲まで平滑化しており、最適容量の算出には、蓄電池の制御器パラメータの最適化も同時に達成されている。また、離島の小規模電力系統を対象とした風力、太陽光、ディーゼル発電機及び蓄電池の最適容量を遺伝的アルゴリズム (GA: Genetic Algorithm) により決定する手法を提案している。提案手法の有効性はディーゼル発電機のみでの電力系統よりも年間の運用コストが低減されることをシミュレーション結果により確認している。
3. 蓄電池等が併設された太陽光発電設備の最適運転計画について提案している。対象とする太陽光発電設備の発電電力予測値に基づいた運転計画の最適化を行っている。シミュレーション結果では、蓄電池容量を有効利用することで太陽光発電設備の発電電力変動を抑制すると同時に発電電力を最大限に活用した運転計画が達成されることを確認している。

上述のように本研究は自然エネルギー発電設備の有効活用に関する研究であり、得られた研究成果は当該対象地域に限らず、他地域でも普遍的に適用可能である。また、本学位論文の技術を汎用的に活用することが可能となれば、自然エネルギー発電設備の積極的な導入により CO<sub>2</sub> の大幅削減が可能となり、地球温暖化防止技術として社会に貢献できうる。したがって、本研究成果は工学的に有用であり、提出された学位論文は博士の学位論文に相当するものとして学位論文の審査を合格とする。また、論文発表会における発表ならびに質疑応答の結果、申請者は専門分野および関連分野の十分な知識ならびに琉球大学大学院理工学研究科博士後期課程修了者として十分な研究能力を有していることが確認できたので最終試験も合格とする。