

審査の結果の要旨

氏名 相原 良太

本論文は「太陽光発電が大量導入された電力系統における電力貯蔵設備を考慮した最適電源運用計画に関する研究」と題し、7章よりなる。

第1章は「序論」で、まず、太陽光発電(PV)の大量連系によって電力系統に発生する課題について述べ、それを解決するための電力貯蔵設備の必要性について解説している。次に、本研究の目的と本論文の構成について述べている。

第2章は「電力系統における需給運用」と題し、本研究の対象となる電力系統の需給運用、電力貯蔵設備である揚水発電所、蓄電池について解説し、本研究で用いる多目的最適化、その評価の指標の一つである供給信頼度の概念について述べている。

第3章は「週間運用計画作成手法」と題し、PVが大量連系された電力系統における揚水発電所を含めた火力発電所の週間運用計画の最適化手法について述べている。まず、揚水発電所の運用計画を制御変数とし、週間火力燃料費の最小化を目的関数として最適化を行うタブーサーチ法を用いた週間運用計画手法を提案している。揚水発電所の運用計画に対しては、動的計画法を用いて火力機の起動停止計画を決定している。更に、需給バランスの制約条件を、目的関数にペナルティ項を付加することで緩和し、実用上、発電機故障によって供給力が不足するような条件においても最適な運用計画の作成を実現している。その結果、PVが大量に導入された場合には、PVが発電を行う昼間において揚水運転を行い、夜間において発電運転を行うこととなり、現状の運用と大きく異なる結果が得られた。また、電力需要が大きい夏期において発電機故障が生じ供給力が不足するような条件であっても、揚水発電所が発電運転を行い供給力の不足を補填する運用計画が得られており、ペナルティ法によって発電機故障を考慮した運用計画の作成が可能となることが分かった。

第4章は「週間需給シミュレーション手法」と題し、PV出力変動・電力需要変動・発電機故障の三種類の不確実性を考慮した日々の需給運用シミュレーション手法とそれに基づいた揚水発電所の週間運用計画の修正法を提案している。また、計算負荷が増大するのを抑制するため、データベースを用いた高速化手法も提案している。本提案手法によって、週間運用計画に対する供給信頼度と週間燃料費、余剰電力発生率の三種類の評価指標を算出することが可能となった。特に、春期においては、平日における供給不足発生リスクは夏期と同程度であるが、軽負荷となる週末においては供給不足発生リスクと余剰電力発生リスクの双方があり、電力需給運用面から見ると最も厳しい季節となることが判明した。

第5章は「運転予備力を考慮した最適電源運用計画作成手法」と題し、電力需要に対する予備率とPV出力に対する予備率の双方を考慮した週間運用計画手法を提案し、週間需給シ

ミュレーションによって供給信頼度と週間燃料費の評価を行っている。その結果、PV出力に対する運転予備力の増加によっては余剰電力の発生リスクが高まることや、供給力不足確率(LOLP)の向上に必ずしも有効とは言えないことが判明した。そこで、時間断面毎に最適な運転予備力を求める手法を提案した。週間需給シミュレーション結果から、軽負荷となる土曜日や日曜日の週末において予備力の確保量を抑制することで、固定予備率の場合と比べて、余剰電力の発生率を削減した上でLOLPの値は維持できることが分かった。

第6章は「蓄電池導入を考慮した最適運用計画」と題し、電力系統に新たに導入される蓄電池と揚水発電所の双方の出力を制御変数とした最適週間運用計画作成手法を提案している。その需給週間シミュレーションにより、電力需要が大きい夏期においては、LOLPと余剰電力の発生率の双方を抑制することができ、蓄電池を導入することによって経済性を更に向上することができる一方、需要の小さい春期においては、蓄電池の運用によって経済性が向上しないため、蓄電池は週間を通じてほとんど運用されないという結果が得られた。

第7章は「結論」で、各章の結論をまとめている。

以上を要するに、本論文は、太陽光発電が大量連系された電力系統における課題解決に必要な電力貯蔵設備である揚水発電所と系統用蓄電池の最適週間運用計画を、日々の運用シミュレーションを考慮して高速に求める手法を提案し、その有効性や太陽光発電出力の不確実性に対する運転予備力の効果などを、供給信頼度、週間燃料費などの観点からモデル系統を用いて明らかにしたもので、電気工学、特に電力システム工学に貢献するところが少ない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。