

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Robust Unit Commitment under Uncertainties of Variable Renewable Energy Generation and Demand Response
著者(和文)	チョヨンチェ
Author(English)	Youngchae Cho
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12078号, 授与年月日:2021年9月24日, 学位の種別:課程博士, 審査員:井村 順一,石崎 孝幸,三平 満司,中尾 裕也,早川 朋久
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12078号, Conferred date:2021/9/24, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Youngchae Cho	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	井村 順一	教授	早川 朋久	准教授
	審査員	石崎 孝幸	准教授		
		三平 満司	教授		
中尾 裕也		教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Robust Unit Commitment under Uncertainties of Variable Renewable Energy Generation and Demand Response (変動性再生可能エネルギー発電及び需要反応の不確かさを考慮したロバスト発電機起動停止計画)」と題し、英文全 5 章から構成されている。

第 1 章「Introduction (序論)」では、発電機起動停止計画問題に関する概要を述べ、変動性再生可能エネルギー発電及び需要反応の不確かさを考慮した既存の発電機起動停止計画法の特徴を整理している。また、それらの既存手法の問題点である不確かさに対する保守性を改善するために、本論文で提案する発電機起動停止計画法の概要を述べている。

第 2 章「Two-stage Non-anticipative Robust UC with Uncertain VRE Generation (変動性再生可能エネルギー発電の不確かさを考慮した 2 段階ノンアンチシペイティブロバスト発電機起動停止計画)」では、ロバスト最適化を用い、変動性再生可能エネルギー発電の不確かさのもとで最悪ケースの電力供給コストを最小化する発電機起動停止計画法を提案している。ノンアンチシペイティブ条件を満たすために、既存の 2 段階ロバスト発電機起動停止計画法にもとづき、火力発電機の発電量及び蓄電池の蓄放電量の許容範囲を前日に定め、当日には許容範囲内で発電量及び蓄放電量の最適化を行うアプローチを提案している。これにより、同じ目的で発電量及び蓄放電量を再生可能エネルギー発電量のアフィン関数として定める既存の 2 段階ノンアンチシペイティブロバスト発電機起動停止計画法に比べ、提案手法が経済的であることを数値シミュレーションにより示している。さらに、本章では、提案手法の不確かさに対する保守性をさらに減らす 2 つの方法を説明している。一つ目は、確率的最適化を用い、最悪ケースの電力供給コストの上限を設定した上で一部の変動性再生可能エネルギー発電シナリオに対する電力供給コストの期待値を最小化するものである。二つ目は、多目的最適化を用い、提案手法により得られた発電量及び蓄放電量の許容範囲を拡張することで、最悪ケースの電力供給コストを最小化しながら最悪ケースでない変動性再生可能エネルギー発電シナリオに対する電力供給コストを減らすものである。これら 2 つの方法の有効性を、数値シミュレーションにより示している。

第 3 章「Three-stage Non-anticipative Robust UC with Uncertain Wind Power (風力発電の不確かさを考慮した 3 段階ノンアンチシペイティブロバスト発電機起動停止計画)」では、ロバスト最適化を用い、風力発電の不確かさのもとで最悪ケースの電力供給コストを最小化する発電機起動停止計画法を提案している。提案手法では、第 1 章で説明している 2 段階ノンアンチシペイティブロバスト発電機起動停止計画法にもとづき、風力発電の不確かさが時間とともに減少するという事実を活用するために、前日段階と当日段階の間に新しい意思決定段階を導入している。これにより、電力需給計画に関わる決定変数の一部を、減少した不確かさのもとで最適化できることを示している。しかしながら提案手法は、標準的な解法が存在しない 3 段階ロバスト最適化問題として定式化される。この問題を解くために、送電容量制約条件が無視できるようにする仮想的な制約条件を加え、2 段階ロバスト最適化問題に書き換えて解く準最適解法を提案している。提案手法が第 1 章の手法より経済的に電力需給均衡を達成できることを数値シミュレーションにより示している。

第 4 章「Two-stage Robust UC with Uncertain Demand Response (需要反応の不確かさを考慮した 2 段階ロバスト発電機起動停止計画)」では、ロバスト最適化を用い、入札型需要反応における需要家効用の不確かさのもとで最悪ケースの社会的効用を最大化する発電機起動停止計画法を提案している。提案手法は各需要家の落札状態を決定変数として扱うことで、同じ目的を持つ既存手法に比べ、需要反応においてより一般的な制約条件を取り入れることを可能にしている。また、提案する第 2 段階問題は、混合整数線形計画問題である 2 段階ロバスト最適化問題として定式化され、その問題を解くために、ネスト型 column-and-constraint generation アルゴリズムを適用している。

第 5 章「Conclusion (結論)」では、本論文の主な結果をまとめ、今後の研究の方向性について述べている。

以上を要するに、本論文は、変動性再生可能エネルギー発電及び需要反応が不確かなときも電力需給均衡が安定的かつ経済的に達成できる発電機起動停止計画法を提案するものであり、工学上及び工業上貢献するところが

大きい。よって本論文は博士（工学）の学位論文として十分な価値があると認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。