

氏 名 AUNG MYO WIN

#### 主論文審査の要旨

電力システムは発電電力と負荷が常に釣り合っている必要があり、その釣り合いが崩れると停電に至る可能性がある。そのため、火力発電機や水力発電機を適切な台数分だけ起動あるいは停止し、また、その出力を制御することで、安定かつ経済的に電力システムを運用することができる。

一方、気候温暖化対策からも再生可能エネルギー電源の導入が促進されている。これら再生可能エネルギー電源の中でも、太陽光発電や風力発電など自然エネルギーに由来する電源の発電電力は、日射や風速など気象条件により常に変動する。このように発電電力が不確実に変動する再生可能エネルギー電源を含んだ系統で、火力発電機など従来型発電機の適切な起動停止計画を立案することは非常に難しい課題である。本研究では、この不確実な再生可能エネルギー電源を含む系統の起動停止計画問題に、**Information Gap Decision Theory (IGDT: 情報ギャップ確定理論)**を適用し、不確実さによる変動が発生する領域を設定することで不確実さに対しロバストな起動停止計画を立案する。さらに起動停止計画を立案する際においても、発電電力と負荷の一定時間ごとの電力量 (kWh) の均衡を取る一般的な手法ではなく、時点ごとに発電電力と負荷電力 (それぞれ kW で表される) の均衡を取る手法を提案している。提案手法を、**IEEE 10 機テスト系統**に適用してその有効性を検証し、また、現実の問題への適用可能性を検証するために、母国ミャンマーの実際の電力システムを模した系統にも適用を試みている。

本学位論文は全 7 章で構成されている。

第 1 章は序論で、研究背景と文献レビュー、研究目的について述べている。

第 2 章は、不確実さをもつモデルを対象とする IGDT (情報ギャップ確定理論) について述べている。

第 3 章は、発電機の起動停止計画問題について述べ、発電電力と負荷の一定時間ごとの電力量 (kWh) の均衡を取るエネルギーベースの手法と、本学位論文で提案する時点ごとの発電電力と負荷電力 (それぞれ kW で表される) の均衡を取る電力ベースの手法について述べる。

第 4 章は問題の定式化であり、発電機の起動停止モデルとコスト最小化のための IGDT に基づく起動停止計画問題の数式化を示す。

第 5 章では、**IEEE 10 機テスト系統**について述べた後、電力ベースの手法を用いて IGDT に基づく起動停止計画問題に関するシミュレーション結果を示し、提案手法の有効性について述べている。

第 6 章では、ミャンマーの電力システムを元にした利益最適化モデルを作成し、第 5 章と同様に電力ベースの手法を用いて IGDT に基づく起動停止計画問題に関するシミュレーションを行う。その結果から、提案手法が現実規模の系統にも適用できることを述べている。

最後に、第 7 章で、本学位論文の結論を述べる。

以上のように、本学位論文提出者は、電力システムの運用と経済性に重要な役割を果たす発電

機の起動停止計画問題を熟知し、そのような不確実性をもつ対象への最適化手法に関してさまざまな文献に当たり、十分な学識を身に付けている。その学識から、近年提案されたIGDTを起動停止計画問題に適用するとともに、発電電力と負荷の釣り合いを、従来のエネルギーベースではなく、より現実に即した電力ベースの手法を提案し、提案手法は実運用にも耐え得ることを示している。このような現実系統に即した提案を行えるのは、本学位論文提出者が実際の電力系統の運用に当たってきた経験に加え、電力システムに対する豊富な学識に基づくものである。また、本学位論文提出者に対し、審査委員が本学位論文の内容、及び、電気工学とその関連する分野に関する試問を行ったところ、本学位論文提出者は、電気工学に関連する十分な知識をもっていることを確認した。

本論文の研究成果は、いずれも筆頭著者として、学術雑誌 IREE に原著論文 1 編、査読付き国際会議 ICEE2021 に論文を 1 編それぞれ公表しており、本教育プログラムの学位授与基準である学術論文誌論文、査読付き国際会議論文各 1 編以上を満たしている。

#### 最終試験の結果の要旨

審査委員会は、本学位論文提出者に対して、当該学位論文の内容ならびに関連分野全般に関して試問を行った。その結果、本学位論文提出者は、当該分野及びその関連分野に関する知識と理解力を有すると判断する。また、英語論文の公表および国際会議における英語での発表を通して、十分な英語運用能力を有するものと認める。

以上の結果に基づき、審査委員会は、本学位論文提出者に対する最終試験の結果を、合格と判定する。

本学位論文の一部が含まれる英語論文を公開している学術雑誌出版団体が、著作権上の二重公開を禁じているため、学位論文のインターネット公表は「要約」とする。

また、本学位論文を iThenticate により剽窃チェックを行ったところ、一致した割合は全体で 35%と評価された。文献との一致度が最も高いものでも 3%と判定されているが、3%と判定された文献が 1 件、2%と判定された文献が 2 件のみであり、その他は全て 1%以下の一致度であり、極めて高い一致度を示す文献はなかった。よって、本学位論文には剽窃が問題となる部分は検出されていない

審査委員 工学専攻機能創成エネルギー教育プログラム 准教授 宮内 肇

審査委員 工学専攻機能創成エネルギー教育プログラム 教授 藤吉 孝則

審査委員 工学専攻先端情報通信工学教育プログラム 教授 福迫 武