東京大学 大学院新領域創成科学研究科
基盤科学研究系 先端エネルギー工学専攻
2019年3月修了　修士論文要旨

電力需要減少・再生可能エネルギー電源導入拡大下における送電線の増設と撤去の両面を考慮した送電系統計画手法に関する研究

学生証番号　47176063　氏名　伊藤　夏
（指導教員　永田　真幸　准教授）
Key Words: Power System, Transmission System Planning, Power Supply Reliability, Optimization

人口減少や地球温暖化問題への対策強化，2011年の東日本大震災を契機とした節電志向の高まり等から，将来日本の電力需要は減少すると想定されている。また，日本では高度経済成長期に建設された電力流通設備の高経年化が進展しており，設備の保守や更新の機会が集中的に増加することが懸念されている。このような状況においては，送電設備の利用率向上や設備の維持コスト低減が重要となってきており，そのために供給信頼度を損なうことなく送電設備を縮小することが求められる。

一方，地球環境問題に対する取り組みやエネルギーセキュリティの観点から，太陽光発電や風力発電をはじめとした再生可能エネルギー(再エネ)電源の大量導入の機運が高まっている。地域偏在性の高い再エネ電源出力を需要地に送電するためには送電線の増強が必要となる場合も予想される。さらに，2016年4月に電力小売完全自由化が始まり，託送取引の増加及び不確実性の増大が懸念されている。こうした中，今後電力市場が健全に発展していくためには，多様な託送取引に対応可能な設備形成を行い，公平・透明な競争環境を整備していく必要もある。

このように，電力需要減少・電力流通設備の高経年化という側面においては，設備縮小が重要であるのに対して，再エネ電源導入拡大・電力自由化という側面においては設備を新設する必要もあると考えられる。これまでの送電系統計画の研究においては，その多くが需要増大や再エネ電源導入拡大の条件下において，送電線の増設のみに焦点が置かれてきた。その一方，電力需要減少という日本特有の状況下において，送電線の撤去に着目した研究は国内にわずかに存在するのみであり，さらに送電線の増強・撤去の両方に着目した研究はなされていない。しかし，前述の通り，今後日本の電力系統が直面する諸問題に鑑みると，送電線の増強と縮小の両面を考慮した，長期的な送電系統計画のスキームを構築することは必要不可欠であると考えられる。

よって，本研究における目的は，時系列的に与えられた電力需要減少・再エネ電源導入拡大シナリオに対する，増設・撤去送電線の選定およびその計画時期の策定手法の開発である。

本論文では，再エネ電源導入拡大と電力需要減少等，将来日本の電力系統が直面する問題に対して，送電線の増設と撤去の両面を考慮した送電系統計画案策定手法を提案する。提案手法では，計画問題を現在の系統構成や将来の電源構成・電力需要想定を入力とし，増設・撤去送電線とその計画時期を出力とする組合せ最適化問題として定式化する。また，供給信頼度維持と公平な競争環境の整備の観点から，供給支障量等に制約条件を課して送電線計画費を最小化する単一目的計画と，計画の妥当性を定量的・客観的に評価するために送電線以外の発電コスト等を目的関数に加えた多目的計画問題の二つを提案する。

単一目的計画では，送電線の増設により再エネ電源導入に起因する供給信頼度の悪化等を改善し，送電線の撤去により送電線維持費低減・系統全体の利用率向上が実現することが確認され，送電線の増設と撤去の両面を考慮した提案手法の有効性が示された。また，多目的計画では，得られたパレート最適解集合に対して，送電線計画費を費用，発電コストと送電線混雑費用の改善量を便益とした費用便益評価を行い，これを最大化する計画では送電線の増設と撤去により効率的に発電コストと送電線混雑費用を改善していることが確認された。さらに，得られたパレート最適解集合に対して，需要シナリオに変化を与えて各評価関数を算出し，シナリオ変化による各評価関数のワーストケース値を基にそれぞれの計画案のロバスト性を評価し，ロバスト性を加味した費用便益を最大化する計画を策定した。また，これらの結果を比較・検証することにより，多目的計画と費用便益評価・ロバスト性評価を用いて策定された計画により，コスト削減量やワーストケース値の低減量に対して送電線計画費が過大とならないような系統を構成できることを確認した。