

令和元年 6 月 27 日

報道機関 各位

東北大学大学院情報科学研究科
株式会社 明電舎

配電損失の最適化と切替手順の同時算出が可能に 電力の発送電分離を目前に自動計算の手法開発

【発表のポイント】

- ・ 配電系統の電力損失の最小化や各種評価指標の最適化を実現するため、電力の最適な供給経路を決定すると共に、その供給経路への切替手順を同時に算出可能なアルゴリズムの開発
- ・ 地球温暖化対策に向けた二酸化炭素排出量削減や電力システム改革を契機とした託送コスト低減への要求が高まる中、現有設備の運用のみで実現できる方策として期待される

【概要】

東北大学と株式会社明電舎による共同研究チームは、2015年より電力系統の配電分野において研究を開始し、電力の供給経路を変更することで、配電による電力損失を最小化するアルゴリズムを開発しました(特許共同申請中)。

本アルゴリズムでは、電力の最適な供給経路を算出するだけでなく、現在の供給経路からの切替手順を同時に算出可能であり、実運用への適用までを視野に入れた手法となっております。これは、東北大学大学院情報科学研究科の周暁教授、伊藤健洋准教授、鈴木顕准教授を中心とするグループと、株式会社明電舎の電力・エネルギー事業部電力システム技術部との産学共同研究による成果です。主にアルゴリズムの研究は東北大学が、電力系統技術分野の研究は明電舎が行ってまいりました。

本研究では、配電網の日本標準モデル(*1)に対する検証実験を行い、10の58乗通り以上という天文学的な選択肢の中から最適な供給経路を選び出すと同時に、100手以上を要する切替手順を算出することに成功しています。これらの算出には、市販レベルのデスクトップパソコンを用いたとしても、数秒～十数秒しかかかり

ません。また、本研究の効果を日本全国規模に単純換算すると、年間で約13.7GWh(一般家庭3,800世帯分)の損失改善が期待できます。また二酸化炭素排出量6,800トン(杉の木にして49万本分)の削減効果に相当します。

地球温暖化対策に向けた二酸化炭素排出量削減や、2020年の開始目前となった電力の発送電分離に伴う託送コスト低減への要求が高まる中、本手法は現有設備の運用のみで実現できる方策として期待されます。更には、太陽光発電等の分散型電源の普及に伴って、より複雑化する配電系統の運用・管理を支援するツールとしての活用も期待されます。

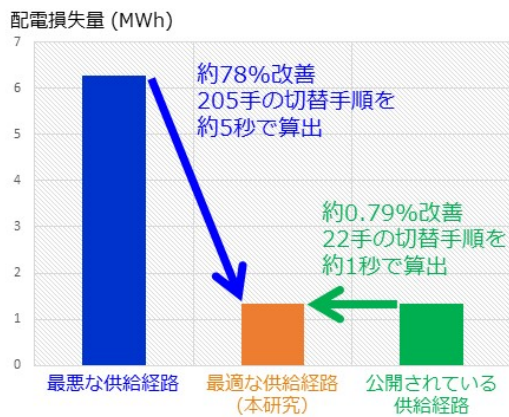
【本研究の成果】

最適な供給経路と切替手順を**同時に算出可能なアルゴリズム**

→ 実運用への適用が見込める

→ 現有設備の運用のみで、二酸化炭素排出量削減や電力の託送コスト低減が期待できる

【配電網の日本標準モデルに対する検証実験】



[22時のデータに対する実験結果]

日本全国規模へ単純換算すると、1年間あたり

- 約13.7GWhの損失改善 (一般家庭3,800世帯分)
- 6,800トンの二酸化炭素排出量削減 (杉の木にして49万本分)

に相当する効果*

*日本標準モデルにて公開されている供給経路との比較

【詳細な説明】

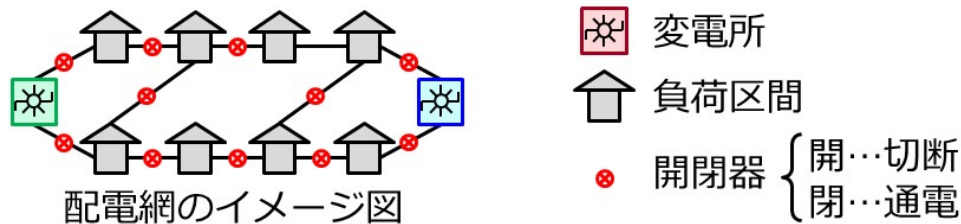
研究の背景

電力系統のうち、需要地末端に電力を送り届ける配電系統設備は系統事故時の停電区間極小化のため、複数の経路から電力が供給できるように形成されています。配電網には多数の開閉器(スイッチ)が存在し、それらの開閉状態を決定することで電力の供給経路が一つに決定されます。供給経路の決定においては、種々の電気

的な制約条件を満たす必要があるだけでなく、託送コスト等の各種評価指標を最適化したいという要望があります。また、近年急速に普及が進んだ太陽光発電等の分散型電源により、配電系統の潮流分布が複雑化し、適切な系統構成の管理がより困難なものとなっています。

既存研究と課題

一般に配電網は多数の開閉器を有し、制約条件を全て満たす供給経路に限定しても、その選択肢は天文学的な数となります。例えば、早稲田大学の林泰弘教授らが公表している配電網の日本標準モデル(*1)には、制御可能な開閉器が468個あり、種々の制約条件を満たす供給経路だけでも10の58乗通り以上の選択肢が存在します。このように多数の選択肢の中から、最適な供給経路を見つけ出す問題は、長年に渡り様々な研究が進められてきましたが、実運用に向けては課題も残されていました。例えば、配電損失を最適化したい場合には、最適な供給経路を算出するアルゴリズムは開発されていましたが、現在の供給経路から最適な供給経路への切替手順を算出することはできていませんでした。一方で、切替手順を同時算出できるアルゴリズムも開発されていますが、それらは配電損失の最適性が保証されていませんでした。



電力の供給経路の選び方で、配電損失は変わる。



【課題】

1. **最適**な供給経路を見つけられるか？
2. 現在の供給経路から、最適なものへ**切り替え**られるか？

本研究の手法

本研究では、アルゴリズム理論の新潮流となりつつある「組合せ遷移(*2)」の手法を用いて、配電損失の最適化とその切替手順の同時算出を可能とするアルゴリズムを開発しました。理論上は、現在の供給経路から最適な供給経路への切替手順が存在しない場合もあり得ます。その場合には、切替手順が存在しない旨を出力するだけでなく、現在の供給経路から切替手順が存在するものの中から、もっとも配電損失が小さい供給経路を切替手順とともに算出することもできます。

ただし、配電網の規模によっては、これらの算出に時間がかかる場合もあります。そこで、アルゴリズムを好きなタイミングで停止できるように設計したことも、本研究の特色の一つです。多くの既存アルゴリズムがいつ停止するのかわからない状況で待ち続ける必要があるのに比べ、本研究では使用目的と計算機環境に応じた柔軟なアルゴリズムの運用が可能となります。アルゴリズムを途中で停止した場合には、配電損失の最適性は保証されませんが、停止時点までに求めた最良の供給経路とその切替手順を出力します。また、アルゴリズムの並列化も容易であり、計算機環境によっては更なる高速化が見込めます。

本研究の有効性

本アルゴリズムの有効性は、配電網の日本標準モデルに対する検証実験によっても確認されています。本研究により、供給経路を最適化するためには、100手を超える開閉器の操作が必要になる場合もあることが明らかになりました。10の58乗通り以上の天文学的な選択枝の中から最適な供給経路を選び出すと同時に、100手を超え得る切替手順を算出することは、既存アルゴリズムでは困難を極めますが、本研究では市販レベルのデスクトップパソコンを用いても数秒～十数秒での算出を可能としました。以下では具体的に、2つの実験結果を紹介します。

一つ目は極端な例として、電力網の日本標準モデルに対し、配電損失を最大化(最悪化)する供給経路をあえて初期状態としました。このときの配電損失は約6.28MWhですが、最適な供給経路では約1.33MWhとなり、約78%の改善となります(日本標準モデル22時のデータを使用)。本研究のアルゴリズムは、この最悪な供給経路から最適な供給経路まで、実に205手に及ぶ切替手順を約5秒で算出することができています。

二つ目は、電力網の日本標準モデルとともに公開されている供給経路を初期状態とした場合です。この公開されている供給経路は、配電損失を最小化するものではなく、最適な供給経路に切り替えることができれば、配電損失を約0.79%改善することができます(日本標準モデル22時のデータを使用)。実際に本研究のアルゴリズムは、供給経路を最適化する22手の切替手順を約1秒で算出することができています。また、単純な拡大計算ではありますが、24時間分のデータを解析したうえで、本研究の効果を日本全国規模で概算すれば、年間で約13.7GWh(一般家庭3,800世帯分)の損失改善が期待でき、また二酸化炭素排出量6,800トン(杉

の木にして49万本分)の削減効果に相当します。

【用語解説】

*1) 配電網の日本標準モデル

日本の実際の配電網に基づいて設計された実用規模の配電網データです。早稲田大学の林泰弘教授らが調査し、アルゴリズムのベンチマークテスト用として公開しています。制御可能な開閉器数468、電力の供給源数72、総需要量73-170MWh、線路容量300A、送り出し電圧6.6kV、電圧許容範囲6.3-6.9kVとなっています。

http://www.hayashilab.sci.waseda.ac.jp/RIANT/riant_test_feeder.php

*2) 組合せ遷移

本研究における供給経路の切替手順のように、状態遷移の動的な状況を数理モデル化し、そのアルゴリズムと計算の難しさを解析する研究です。最近10年ほどの間に理論研究が急速に進められており、アルゴリズム理論の分野では世界的にも注目を集めはじめています。

【お問い合わせ先】

<研究に関すること>

東北大学 大学院情報科学研究科
准教授 伊藤健洋

E-mail: takehiro@ecei.tohoku.ac.jp

<報道担当>

東北大学 大学院情報科学研究科 広報室
〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3-09
Tel: 022-795-4529 Fax: 022-795-5815
E-mail: koho@is.tohoku.ac.jp

株式会社 明電舎 広報・IR部 広報課 松村
〒141-6029 東京都品川区大崎 2-1-1 ThinkPark Tower
Tel: 03-6420-7739 Fax: 03-5745-3027
E-mail: matsumura-ay@mb.meidensha.co.jp