

令和 2 年 6 月 11 日現在

機関番号：15401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K14644

研究課題名(和文) 社会受容性と経済合理性を考慮した需要家側リソース統合型電力供給システムの構築

研究課題名(英文) Electric power supply system with demand resources considering social acceptance and economic rationality

研究代表者

関崎 真也 (Sekizaki, Shinya)

広島大学・工学研究科・助教

研究者番号：70724897

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、電力品質制御の一部に需要家側リソースを用いた電力供給システムの構築を、社会受容性と経済合理性の観点から検討した。非協力・協力ゲームの枠組みに基づき定式化した最適化問題を解くことで得られる最適解の下では、利己的な需要家群が協力へのインセンティブを持つ。また、数値シミュレーションにより、配電系統内の需要家群が協力してリソースを制御することで経済的に配電系統を運用できることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的意義：電力システムが社会基盤であることに留意して実用性に重点を置き、大規模な非協力ゲームおよび協力ゲームの解を効率的に求めることを可能にしたため、現実問題への適用を重視する工学分野において、重要な意義を持つ。

社会的意義：再生可能エネルギーが大量導入された配電系統において、コストを低減しつつ電力品質を適正範囲内に維持することが可能になるため、我が国が積極的に推し進めているエネルギー政策の実現に貢献できる。

研究成果の概要(英文)： The aim of this research is to operate electric distribution systems efficiently by using demand resources considering social acceptance and economic rationality. This research has been performed based on non-cooperative and cooperative game approaches to consider selfish behavior of consumers in the distribution systems. The numerical simulations using optimal solutions of optimization problems based on the game theory have revealed that the proposed system can operate the distribution systems efficiently while the selfish consumers have incentives to cooperate with others.

研究分野：電力システム工学

キーワード：非協力ゲーム 協力ゲーム 配電系統 再生可能エネルギー 最適化

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

東日本大震災を契機として進められてきた我が国におけるエネルギー改革の一連の流れの中で、経済産業省は平成 27 年 7 月に策定した「長期エネルギー需給見通し」を実現するため、平成 28 年 4 月に「エネルギー革新戦略」として具体的な政策措置を提示した。「エネルギー革新戦略」では、スマートメータと IoT (internet of things) 技術の活用により、需要家側のエネルギーリソースの遠隔制御を通じた柔軟な需要マネジメントが可能となりつつあることが示されており、コストを抑制しつつ、再生可能エネルギー導入拡大を可能にする手段の一形態として、需要家側のエネルギーリソースの制御・活用に期待が寄せられている。需要家リソースの制御には需要家の円滑な協力を可能にするシステム構築が不可欠となるが、実現性の観点からは、システム運用者が提示する制度やインセンティブが需要家側に受け入れられること、すなわち、社会受容性が重要となる。需要家側、システム運用者側双方からの要求を満たしつつ、全体が調和した電力供給システムを構築することが、我が国が積極的に推し進めているエネルギー改革を実現するために重要であると言える。

### 2. 研究の目的

従来の配電システムにおける電力品質は、主に配電設備の自端制御によって適正範囲内に維持されてきたが、再生可能エネルギーの急速な導入拡大によって、自端制御で対応できる範囲を逸脱する懸念が生じている。そこで、配電システムにおける電力品質の制御を情報通信技術を用いて高度化することで、再生可能エネルギーの導入を拡大しつつ、配電システム側のコストを低減し効率向上を図る。研究代表者は需要家側、システム運用者側に着目した個々の研究については業績を残しているが、研究開始当初は、これらを統合して社会受容性と経済合理性を同時に考慮することには着手できていなかった。そこで、需要家側リソースを用いた配電システム運用システムを需要家側の受容性を考慮した上で構築し、経済性といったシステム運用者の要求する水準を反映した解を選定する手法の開発を目的とした。

### 3. 研究の方法

本研究では以下の 3 項目(1)(2)(3)を実施することで、社会受容性と経済合理性を考慮した需要家側リソース統合型電力供給システムの構築を試みる。

#### (1) 需要家側リソースを用いた配電システム運用システムのモデル構築

需要家リソースを用いた配電システム運用システムのモデル構築を実施する。非協力ゲームの枠組みで経済合理性を検討し、協力ゲームの枠組みで社会受容性を検討する。

##### 非協力ゲームの枠組みの下での経済合理性の検討

再生可能エネルギーの発電量に依存して需要家が獲得する金銭的利得や、需要家がリソース制御量に応じて受け取る金銭的対価を想定する。需要家が所有する再生可能エネルギーの発電量やリソース制御量に応じて獲得する利得が、配電線電圧等の物理的制約により需要家の接続箇所に応じて変化することを考慮した上で、利得が最大となる利己的な行動をとる需要家による非協力ゲームを Stackelberg ゲームとしてモデル化する。これにより、需要家の立場から経済合理性を持つ解を導出する。

##### 協力ゲームの枠組みの下での社会受容性の検討

配電システム内の全需要家を集合  $N$ 、 $N$  の任意の部分集合を提携  $S$  とし、提携  $S$  に含まれる需要家が所有するリソースの制御により提携  $S$  が獲得する金銭的利得を特性関数  $v(S)$  として定式化する。需要家が獲得する利得は上記(1)と同様のものを想定する。協力ゲームにより得られる配分の集合としてはコアが自然であると考えられるため、配電システムに連系する需要家数が大きい場合であってもコアに含まれる配分を効率的に導出できるよう、計算負荷が低減される形式でのモデル化を行う。

#### (2) 定式化した数理モデルの分析と数値シミュレーションによる検証

上記(1)において構築した非協力ゲームと協力ゲームの数理モデルに対し最適解を求める。また、最適解と配電システムモデルに基づき数値シミュレーションを実施し、経済合理性と社会受容性について考察する。

##### 定式化した非協力ゲームの分析とシミュレーション

モデル化した Stackelberg ゲームの解を求め、得られた解に基づいた分析、評価を実施し、提案システムの持つ経済合理性について検討を行う。まず、需要家が獲得する金銭的な利得の最大化を目的として、再生可能エネルギー発電量や可制御負荷制御量の単位電力量あたりの価格を決定する問題を上位レベルの最適化問題に設定する。一方で、利己的な需要家が自身の獲得する金銭的な利得を最大化するためのリソース制御量を決定する問題を下位レベルの最適化問題に設定し、Stackelberg ゲームを、上位レベルと下位レベルの問題から成る 2 レベル数理計画問題として定式化する。その後、配電システムモデルの諸量をパラメータとし、定式化した 2 レベル数理計画問題を解くことで、最適ナリソース価格とリソース制御量を同定する。

次に、最適ナリソース価格とリソース制御量を用いて数値シミュレーションを実施する。数値シミュレーションには、再生可能エネルギーと可制御負荷を所有する複数の需要家が接続された大規模配電システムモデルを使用する。

#### 定式化した協力ゲームの分析とシミュレーション

需要家の協力により得られた利得に基づき、協力ゲームのコアに含まれる適切な配分を計算し、提案システムの社会受容性について検討を行う。まず、全体提携  $N$  の特性関数  $v(N)$  の最大化を目的として、Owen(1975)により考察された線形生産計画ゲームの枠組みの下で協力ゲームの定式化を行う。具体的には、需要家の所有するリソース制御量を決定変数とした線形計画問題を定式化する。この線形計画問題の最適解における双対変数は需要家リソースの潜在価格を与えるため、潜在価格およびリソース容量に基づき、全体提携  $N$  に含まれる需要家への配分を Owen(1975)の手法に基づき計算する。

次に、線形計画問題を解くことで求めた最適なリソース制御量と配分を用いて数値シミュレーションを実施する。数値シミュレーションには、上記(2)と同じ大規模配電システムモデルを使用する。

#### (3) 設計した配電系統運用システムの下でのリソース容量および配電設備の最適化

設計した配電系統運用システムの下で、リソース容量および配電設備の最適化を実施する。

##### リソース容量の最適化

上記(1)(2)において設計したシステムは需要家が所有する既設リソースの制御を対象としており、需要家群の利益を最大化するために必要なリソース容量の拡張を考慮していない。この条件の下では必ずしも需要家群の利益は最大化されず、経済合理性を損なうことが考えられる。そこで、設計したシステムの下で需要家リソース容量の最適化を実施する。具体的には、需要家リソース容量の拡張量を決定変数として全体提携  $N$  の獲得する利得を最大化する問題を上位レベルの問題にし、与えられたリソース容量の下で全体提携  $N$  の獲得する利得を最大化する問題を下位レベルの問題とした2レベル数理計画問題を定式化する。この2レベル数理計画問題を解くことで、配電系統内の需要家群  $N$  が獲得する利益が最大化される。

##### 配電設備の最適化

実際の配電系統においては、配電系統運用者が所有する配電設備による運用が行われているが、上記(1)(2)において設計したシステムは配電系統設備による運用を考慮していない。そのため、リソース制御と配電設備が適切に協調されておらず、需要家リソースあるいは配電設備への不必要な負担増加をもたらす可能性がある。そこで、上記(3)において最適化されたリソース容量の下で、電力品質が適正範囲を逸脱しないように配電設備パラメータを最適化する。

##### 多目的最適化

需要家が獲得する利得の最大化、および配電設備コストの最小化という相反する複数の目的間のトレードオフを考慮するために、(i) リソース容量・制御最適化問題と(ii) 配電設備コスト最小化問題を多目的最適化問題として定式化する。この多目的最適化問題を解くことで得られたパレート最適解集合から効率的にシステム運用者の持つ希求水準を反映させた解を同定する。具体的には、リソース容量・制御最適化問題の解に基づき電力潮流計算を実施し、与えられたリソース容量・制御量の下に必要な配電設備コスト評価指標を計算する。これにより需要家の利得と配電設備コスト評価指標の組が得られるため、複数の組に対しパレートフロントを描画することで、システム運用者の持つ選好を満たす代替案を適切に選択可能な意思決定支援システムを開発する。

#### 4. 研究成果

上記の3項目3.(1)(2)(3)に対応する研究成果として、以下のものが得られた。

##### (1) 需要家側リソースを用いた配電系統運用システムの構築

###### 非協力ゲームの枠組みの下での経済合理性の検討

再生可能エネルギーとして太陽光発電システム(Photovoltaic generation system: PV)を想定し、PV出力に起因する配電線電圧上昇によって電圧が適正範囲から逸脱することを回避するために、電圧上昇量に上限制約を設けた。この電圧上昇量制約の下で、PV出力および可制御負荷の制御量に応じて需要家が金銭的な利得を獲得するシステムをStackelbergゲームとしてモデル化した。モデル化にあたっては、平常時における配電系統が放射状で運用されていることを利用し、PV出力変動および可制御負荷の制御により生じる電圧変動量を、配電線インピーダンスにより近似可能な電圧感度係数を用いることで線形化した。また、高速な通信網を必要とする集中制御の採用に伴う通信インフラ整備に必要な金銭的なコストを抑制するために、低速な通信網でもリソース制御が可能ないように、自端で計測可能なデータに基づきリソース制御量を決定するモデルを構築した。

###### 協力ゲームの枠組みの下での社会受容性の検討

提案する配電系統運用システムへ需要家が協力するインセンティブを付与するため、提携  $N$  に含まれる需要家が所有するPVの出力およびリソースの制御量に依存して需要家が獲得する金銭的な利得を特性関数  $v(N)$  としてモデル化した。PV出力に起因する電圧上昇量に上限制約が設けられている点では上記と同じである。この電圧上昇量制約を満たすためにはPV出力を抑制しなければならない場合があるが、この発電機会損失に対し、需要家リソースを用いて金銭的な利得の向上量を協力ゲームにおける譲渡可能効用とすることで、

任意の提携における特性関数を最適化問題の解として得た。また、上記と同様に、配電線電圧上昇量を電圧感度係数を用いて線形で記述することで、協力ゲームの解を求めるための計算時間短縮を図った。さらに、通信コスト低減のために、上記(1)と同様の自端制御を採用した。

(2) 定式化した数理モデルの分析と数理モデルを用いた数値シミュレーションによる検証

定式化した非協力ゲームの分析とシミュレーション

(1) において定式化を行った配電系統運用システムの解を求め、得られた解に基づいた分析および評価を実施した。まず、2レベル数理計画問題として定式化した配電系統運用システムの下位レベルの問題が線形計画問題であることを利用し、Karush-Kuhn-Tucker (KKT) 条件を用いて等価な制約条件に変換した。この制約条件は相補性条件を含むため、Fortuny-Amat and McCarl (1981)による“bigM”を用いた手法により相補性条件を線形化した。これにより2レベル数理計画問題は混合整数線形計画問題に帰着されるため、分枝限定法といった効率的な解法を適用できる。

この問題の最適解は商用ソルバにより厳密解が実行時間内に求まるため、得られた解に基づき、分析と数値シミュレーションを実施した。多数の需要家が接続された大規模配電系統モデルを用いた数値シミュレーションにおいては、晴天、曇天、雨天といった天候に基づき設定されたPV出力や、配電線途中に設置された自動電圧調整器といった配電設備を考慮した。得られた解は安価かつ電圧制御効果が高い需要家リソースが優先的に使用されることで効果的かつ経済的に配電系統の運用が可能であることを示しており、社会的余剰を増加させるための性能を有することを確認した。

定式化した協力ゲームの分析とシミュレーション

(1) において定式化を行った協調的配電系統運用システムの解に基づき需要家への配分を計算し、提案システムが持つ社会受容性に対し検討を行った。まず、コアに含まれる配分を計算し、配分に基づいた需要家リソース制御により、適切に配電系統電圧が制御可能であることを数値シミュレーションにより確認した。需要家リソースの潜在価格は、所望の電圧制御効果を満たしつつ、全体提携の獲得する利益が最大となるように導出されるため、需要家の連系地点やPV導入量の偏りによって配分が異なる結果になった。ただし、提案システムの下では、全ての需要家が全体提携Nから逸脱するインセンティブを持たないため、社会受容性を持つことが期待できる。

(3) 設計した配電系統運用システムの下でのリソース容量および配電設備の最適化

リソース容量の最適化

上述の(1)および(2)において構築した提案システムにおいて、2レベル数理計画問題の下位レベルの問題が線形計画問題であることを利用し、KKT条件を適用することで等価な制約条件に変換した。その上で、KKT条件の相補性条件を線形化することで、協調的電圧管理システムの下でのリソース容量最適化問題を混合整数線形計画問題に帰着させた。これを大規模配電系統モデル(図1)の諸元を用いて解き、数値シミュレーションを実施した。その結果、安価な需要家リソースが優先的に制御され(図2)、また、安価な需要家リソースの容量が優先的に拡張されるため、全体提携Nが獲得する利益が最大化された。これにより、PVによる電圧上昇量を閾値以下に抑制しつつ需要家群の獲得する利益を増加させることができ、かつ、需要家リソースの潜在価格のばらつきが小さくなり、需要家間の公平性が向上し得ることを確認した。

配電設備の最適化

設計したシステム運用形態の下で、配電設備の最適化を実施した。上記(3)において設計した協調的電圧管理システムがPV出力変動に起因する配電線電圧変動量の上限值を与えることを利用し、配電線電圧が適正範囲から逸脱しない制約を与えた上で、配電設備コストが最小となるように配電設備の電圧制御パラメータを最適化した。パラメータの最適化にあたっては、電圧管理に必要な負担が配電設備に偏ることで設備コストが増大することを回避するために、PVの系統連系用PCS(power conditioning system)や可制御負荷を含む需要家リソース容量の最適化についても同時に実施した。この需要家リソース容量の最適化問題は混合整数二次錐計画問題として定式化しており、商用ソルバによる効率的な求解が可能となった。

多目的最適化

配電系統運用者が持つ配電系統運用・計画に対する選好を考慮するために、(i) リソースを所有する需要家群がPV発電電力量に応じて獲得する利益の最大化、および(ii) 配電設備コスト評価指標の最小化という2つの目的を持つ多目的最適化問題として扱った。この2目的最適化問題において需要家群と配電系統運用者両者の選好を満足する代替案を効率的に選択することを目的とした意思決定支援システムの開発に着手し、上記の商用ソルバで求めた最適解と配電系統モデルを用いた電力潮流計算結果に基づき、設備劣化指標とコストとの間のパレートフロントを提示(図3)するシステムを構築した。得られたシステムの有効性を配電系統モデルを用いた数値シミュレーションにより検証し、需要家群の安定な協力の下で配電設備コストが低減される可能性が示された。

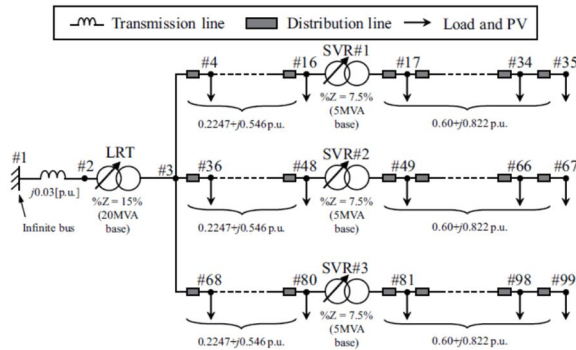


図1 配電システムモデル

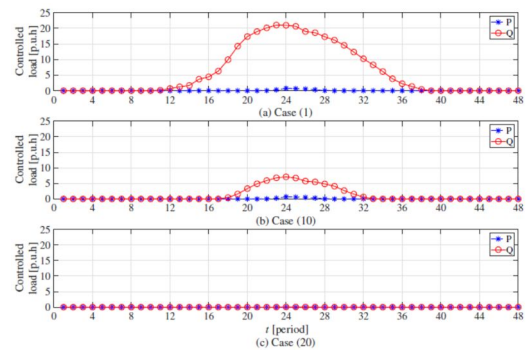


図2 リソース制御量

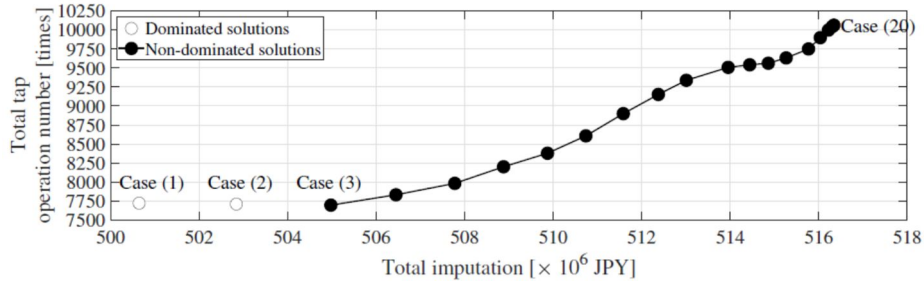


図3 需要家の獲得する利益と配電設備動作回数との関係

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Shinya Sekizaki, Ichiro Nishizaki, and Tomohiro Hayashida	4. 巻 vol. 105
2. 論文標題 Decision making of electricity retailer with multiple channels of purchase based on fractile criterion with rational responses of consumers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Electrical Power and Energy Systems	6. 最初と最後の頁 877-893
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ijepes.2018.09.011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 関崎 真也, 西崎 一郎, 林田 智弘	4. 巻 vol. 138, no. 11
2. 論文標題 競争環境下における電力小売事業者間の均衡分析モデル構築	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 電気学会論文誌B（電力・エネルギー部門誌）	6. 最初と最後の頁 902-913
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1541/ieejpes.138.902	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 関崎 真也, 西崎 一郎, 林田 智弘, 瀬吉 拓哉, 枅見 慎也	4. 巻 vol. 32, no. 6
2. 論文標題 需要家リソース活用型配電系統電圧管理システムに対する利得配分	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 システム制御情報学会論文誌	6. 最初と最後の頁 234-248
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5687/iscie.32.234	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 関崎 真也, 西崎 一郎, 林田 智弘	4. 巻 vol. 31, no.4
2. 論文標題 太陽光発電システム導入時における配電系統電圧管理を目的とした需要家リソースに対するプライシングに関する意思決定手法	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 システム制御情報学会論文誌	6. 最初と最後の頁 137-149
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5687/iscie.31.137	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 関崎 真也, 西崎 一郎, 林田 智弘, 栢見 慎也, 瀬吉 拓哉	4. 巻 vol. 33, no. 4
2. 論文標題 太陽光発電システムが導入された配電系統における協調的電圧管理を目的とした需要家リソースの最適化	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 システム制御情報学会論文誌	6. 最初と最後の頁 110-122
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shinya Sekizaki, Ichiro Nishizaki, and Tomohiro Hayashida	4. 巻 vol. 207
2. 論文標題 A development of an equilibrium analysis model between electricity retailers under competitive environment	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Electrical Engineering in Japan	6. 最初と最後の頁 24-35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/eej.23201	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shinya Sekizaki, Ichiro Nishizaki, and Tomohiro Hayashida	4. 巻 vol. 26, no. 3-4
2. 論文標題 A many-objective evolutionary algorithm incorporating decision maker's preference and its application to management of the electricity distribution network	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Multi-Criteria Decision Analysis	6. 最初と最後の頁 165-186
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mcda.1680	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計23件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 関崎 真也, 瀬吉 拓哉, 西崎 一郎, 林田 智弘
2. 発表標題 需要家リソース活用型配電系統電圧管理システムに対する利得配分
3. 学会等名 第 62 回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山崎 拓哉, 関崎 真也, 西崎 一郎, 林田 智弘, 石川 博之, 上西 宏和
2. 発表標題 多数目的最適化手法を用いた配電系統切替時のパレート最適解の導出
3. 学会等名 平成30年 電気学会 電力・エネルギー部門大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山崎 拓哉, 関崎 真也, 西崎 一郎, 林田 智弘, 石川 博之, 上西 宏和
2. 発表標題 配電系統における遠制開閉器設置箇所の妥当性に関する多基準評価,
3. 学会等名 電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松山 裕士郎, 関崎 真也, 西崎 一郎, 林田 智弘
2. 発表標題 競争環境下における電力小売事業者間の均衡分析
3. 学会等名 平成30年度(第69回) 電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 栴見 慎也, 関崎 真也, 西崎 一郎, 林田 智弘
2. 発表標題 太陽光発電システム導入時における配電系統電圧管理に対する利得配分
3. 学会等名 平成30年度(第69回) 電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 灘吉 拓哉, 栢見 慎也, 関崎 真也, 西崎 一郎, 林田 智弘
2. 発表標題 利得配分に基づいた協調的電圧管理システムにおける電圧制御効果の基礎検討 分岐を有する配電系統への適用
3. 学会等名 平成31年電気学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関崎 真也, 山崎 拓哉, 澁川 直之, 西崎 一郎, 林田 智弘, 金沢 由樹, 上西 宏和
2. 発表標題 配電系統での太陽光発電出力変動に対応した系統切替の多目的最適化アルゴリズムの開発
3. 学会等名 平成31年 電気学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shinya Sekizaki, Nadayoshi Takuya, Shinya Masumi, Ichiro Nishizaki, and Tomohiro Hayashida
2. 発表標題 Payoff Allocation to Controllable Demand Resources in Distribution Network with Photovoltaic Generations
3. 学会等名 Grand Renewable Energy 2018 International Conference and Exhibition (GRE2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 関崎 真也, 西崎 一郎, 林田 智弘
2. 発表標題 太陽光発電システム導入時における配電系統電圧管理を目的とした需要家側リソース活用のためのプライシングとその解法
3. 学会等名 第 61 回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西山 翔悟, 関崎 真也, 西崎 一郎, 林田 智弘
2. 発表標題 利得配分に基づいたアグリゲータの市場戦略とデマンドレスポンス参加者の協力構造の分析
3. 学会等名 2017 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 関崎 真也, 西崎 一郎, 林田 智弘
2. 発表標題 運用者の選好を反映した多数目的最適化アプローチの配電系統運用問題への適用
3. 学会等名 平成29年電気学会電力・エネルギー部門大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 栞見 慎也, 関崎 真也, 西崎 一郎, 林田 智弘
2. 発表標題 太陽光発電システム導入時の配電系統電圧管理を目的とした需要家に対するプライシングの解法
3. 学会等名 2017年 日本オペレーションズ・リサーチ学会 中国・四国地区 SSOR
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shinya Sekizaki, Ichiro Nishizaki, and Tomohiro Hayashida
2. 発表標題 Practical decision making for distribution network management based on evolutionary algorithms and preference of the network operator
3. 学会等名 24th International Conference on Multiple Criteria Decision Making (MCDM2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shogo Nishiyama, Shinya Sekizaki, Ichiro Nishizaki, and Tomohiro Hayashida
2. 発表標題 Analysis of cooperative structure of demand response and market strategy of aggregator based on payoff allocation
3. 学会等名 2017 IEEE 10th International Workshop on Computational Intelligence & Applications Proceedings (IWCIA 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 関崎 真也, 瀬吉拓哉, 西崎 一郎, 林田 智弘
2. 発表標題 需要家リソース活用型配電系統電圧管理システムに対する利得配分
3. 学会等名 第 62 回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shinya Sekizaki, Takuya Nadayoshi, Shinya Masumi, Ichiro Nishizaki, Tomohiro Hayashida
2. 発表標題 Payoff allocation to controllable demand resources in distribution network with photovoltaic generations
3. 学会等名 Grand Renewable Energy 2018 International Conference and Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 関崎 真也, 西崎 一郎, 林田 智弘, 瀬吉 拓哉
2. 発表標題 変圧器動作低減を目的とした協調的電圧管理システムの下での不感帯整定
3. 学会等名 第 64回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 灘吉 拓哉, 関崎 真也, 西崎 一郎, 林田 智弘
2. 発表標題 太陽光発電システム導入時の配電系統における協調的電圧管理システムの電圧制御効果に関する検討
3. 学会等名 令和元年 電気学会 電力・エネルギー部門大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松山 裕士郎, 関崎 真也, 西崎 一郎, 林田 智弘
2. 発表標題 電力小売事業者間の均衡分析への適用を目的とした均衡制約付均衡問題の定式化と解法の提案
3. 学会等名 令和元年 電気学会 電力・エネルギー部門大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関崎 真也, 枅見 慎也, 西崎 一郎, 林田 智弘
2. 発表標題 太陽光発電システムが導入された配電系統における協調的電圧管理を目的とした需要家リソースの最適化
3. 学会等名 第63回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北脇 駿介, 関崎 真也, 西崎 一郎, 林田 智弘
2. 発表標題 寡占市場におけるアグリゲータの最適入札戦略に基づいた需要家群への利得配分
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会・2019年秋季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuya Nadayoshi, Shinya Sekizaki, Ichiro Nishizaki, and Tomohiro Hayashida
2. 発表標題 Optimization of demand resources for cooperative voltage management in distribution system with photovoltaic generations
3. 学会等名 The International Council of Electrical Engineering Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yujiro Matsuyama, Shinya Sekizaki, Ichiro Nishizaki, and Tomohiro Hayashida
2. 発表標題 Finding generalized Nash equilibrium in electricity retail market under competitive environment: An EPEC approach
3. 学会等名 The International Council of Electrical Engineering Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	西崎 一郎  (Nishizaki Ichiro)  (80231504)	広島大学・大学院工学研究科・教授    (15401)	
研究協力者	林田 智弘  (Hayashida Tomohiro)  (20432685)	広島大学・大学院工学研究科・准教授    (15401)	