

令和 3 年 6 月 7 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K04081

研究課題名（和文）電力需給制御マネージャの構築に関する研究

研究課題名（英文）Development of Power Supply and Demand Manager

研究代表者

佐々木 豊（SASAKI, YUTAKA）

広島大学・先進理工系科学研究科（工）・助教

研究者番号：10511561

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究で開発した需給制御マネージャの主な機能としては、天候条件に起因する太陽光発電出力の不確定性に対し、急峻な予測外れに対応できるような調整力確保機能として、緊急時デマンドレスポンス機能および、電気自動車に搭載される小容量蓄電池を用いた調整力確保機能の追加を行い、電力需給制御マネージャのさらなる改良を実施した。これより、平常時の経済的なシステムの運用はもちろん、予測外れなどに起因する緊急時の需給状態において、ロバストに電力需給管理を行えるようになった。本研究成果は電気学会をはじめとした国内会議、IEEE PES ISGTなどの国際会議で広く公表し、その成果を学術論文誌にまとめた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発した、電力需給制御マネージャは、電力会社の全体業務を等価的にモデル化し、リアルタイム需給運用コントローラとして構築する新しい試みである。本マネージャは、集中システムの全体制御、分散システムの協調制御に用いる設計とするなど独自のアプローチを採用している。現状で電力会社の中央給電指令所で用いられている各種ツールは、大手重電メーカーによるノウハウの蓄積で構築されているため、本研究は国内外でも技術の蓄積がある少数の限られた大学のみで遂行でき、この意味でも研究の意義は非常に大きい。

研究成果の概要（英文）：This research investigates a new power supply and demand controller which has robustness functions against uncertainties by weather condition. Especially, a novel demand response program for emergency events and efficient treatment of electric vehicles are proposed in this work. Assumed dis-utility functions of the consumers are created and the function are used to the microgrid operator's decision-making in the proposed demand response methodology. On the other hand, the behavior of the electric vehicles is simulated based on the trip data, and applied to day-ahead generation schedules by using the installed storage batteries. This achievements are widely presented such as IEEE annual conference or IEEE PES ISGT conference, and published to the scientific journal of the IEIEJ.

研究分野：電力系統工学

キーワード：電力系統 再生可能エネルギー 供給信頼度 エネルギーマネジメントシステム 最適化 電力需給
マネージャ ロバスト性

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

わが国では自然大災害の事例を切っ掛けに、新しいシステム技術やパワーエレクトロニクス技術を駆使したスマートグリッドやマイクログリッド技術が注目されているが、需要地において太陽光発電等の再生可能エネルギー電源を大量導入する場合の、グリッドに対する信頼性維持に関する研究はほとんどなされていない。特に従来の集中型システムから分散化を指向する場合、グリッドの信頼性とエネルギー利用効率化は相反する項目であり、さらに天候により発電量が大きく変化する太陽光発電などの不確定性は、電力システムのシステム崩壊に至る大きな要因となる。研究代表者はこれまで、電力システムにおける信頼度の維持およびシステム運用管理手法に関して多くの研究を行い、ロバストな電力需給マネージャの概念を提案および個々の需給制御アルゴリズムに関連する研究開発を行ってきた。

2. 研究の目的

近年の国内外での研究動向や改革の議論を踏まえ、図1に示す電力需給制御マネージャを用いて柔軟な形態の分散型電力システムの供給信頼度と最適性を追求することで上記課題を克服することを目的とした。本マネージャは、既存システムの分散化やシステム再構築あるいは未電化地域のシステム構築を行う際に柔軟に対応できるマネージャであり、部分システム毎に独立させて制御することもできる。本研究では不確定性に対してロバスト電力需給制御マネージャを開発した。

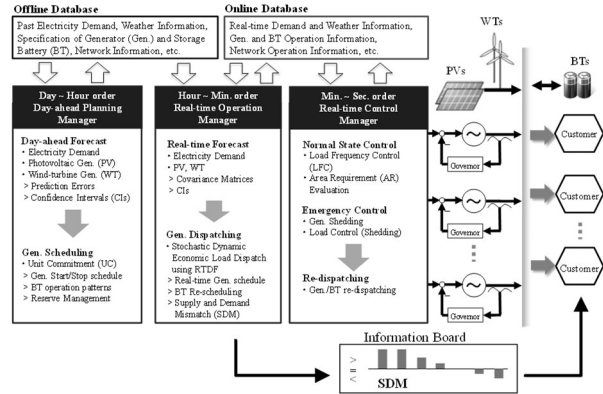


図1 電力需給制御マネージャ

3. 研究の方法

開発した電力需給制御マネージャは、異なる条件の部分システムに対して共通して利用可能な機能を実装する。電力システムは、個々のシステム毎に機器構成や条件が異なるため、開発するマネージャは発電から需要家までのエネルギー管理全体を担う機能をデフォルトとして持たせ、部分システムにおける条件に合わせて使用機能を選択できるように設計した。具体的には、本研究では以下の項目(i)~(iv)を実施しながら、改良を重ねて電力需給制御マネージャを完成させた。

- (i) 既存の集中形大規模電力システムの中央給電指令所で使用されているEMS機能の実装 (Energy Management System(EMS): 主に需要予測, 発電機運用計画, リアルタイム運用制御)
- (ii) 再生可能エネルギーの大量導入に対応するためのロバスト信頼度維持方式の開発
- (iii) 太陽光抑制や需要レスポンス等の需要端エネルギーマネジメントシステムの構築
- (iv) 部分システム最適化と全体システム協調の追求

項目(i)に関して、電力需給制御マネージャは、現状の電力システムにおける計画・運用・制御に必要な核となる機能をすべて実装した。すなわち、前日計画機能(前日需要予測)、発電機起動停止計画、各種簡略安定度解析、潮流解析、最適潮流計算および当日リアルタイム運用機能、ダイナミック経済負荷配分、負荷周波数制御、インバータ型分散電源制御などシステム運用の核となる手法は、研究代表者が所属する研究室に十分な蓄積があるため可能な限りすべてを実装した。項目(ii)に関しては、ロバスト信頼度に関する研究成果を活用し、個々に再生可能エネルギー電源の不確定性を取り扱うための新手法を開発し、需給制御マネージャに組み込んだ。項目(iii)に関しては、本研究代表者が所属する研究教育ビルをモデル化し、マネージャの利用を想定した簡易型のデマンド管理システムを構築した。項目(iv)に関しては、図1に示したマネージャの黒板機能を活用して、簡易的な通信ネットワークを構築して分散協調を図った。黒板方式を活用したシステム最適化については過去に提案した手法を用い、これを活用して新手法を構築する計画である。以上、項目(i)~(iv)を着実に実施して、当該期間内に本研究を実施した。

4. 研究成果

本研究で開発した電力需給マネージャの機能について特徴的な機能について成果報告する。

- (1) 1時間先の需給不均衡予測に基づくインセンティブ型デマンドレスポンス機能の実装
太陽光発電の出力変動不確定性に対応する、デマンドレスポンスのリソースを活用した当日需給運用手法を開発、需給制御マネージャの機能として実装した。ここでは、すでに開発済の太陽光発電量予測手法と発電機実行可能領域の概念を利用した。発電機実行可能領域の概念の詳細を省略するが、マイクログリッド内で調達可能な発電機群の出力可能領域を総負荷に対して厳密に算出し、将来時点における需給状態を正確に予測することができる画期的な手法である。本研究では、この手法を応用して、1時間先需給不均衡予測に基づくインセンティブ型デマンドレスポンスの枠組構築と通信ネットワークを含む有効性を検証した。

開発したデマンドレスポンス(DR)の概念 DRには需要制御の方法によって、電気料金型とインセンティブ型に大別されるが、本研究では、確実な調整力調達が必要であることから、電気

料金型よりも確実な効果が期待できるインセンティブ型 DR (IDR) を採用した。また TDF の計算から、現時刻から 1 時間先の需給不均衡を予測できることから、DR 要請のタイミングは実需給の 1 時間前を想定した。インセンティブ型 DR を導入したマイクログリッドにおける電力取引モデルを構築するにあたり、マイクログリッド運用者(MGO)の調達コスト最小化と、需要家の利益最大化を反映することを目的とする。そこで、インセンティブを取得可能な需要家(フォロワー)と、需要家の応答を想定して意思決定を行う MGO(リーダー)の取引を Stackelberg ゲームとしてモデル化した。

IDR プログラムの定式化 本研究では、2 レベル数理計画問題として、次のように定式化する。下位問題は非線形計画問題となるため、MATLAB の非線形計画ソルバー *fmincon* を用いて解いた。また、各下位レベルの最適解から上位レベルの問題を解く際に遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm: GA)による近似解法で求めた。

Stackelberg ゲームの解法として有効性が示されている GA を用いた近似解法で求解した。

シミュレーション 本研究では、図 2 のような発電機 3 機 (P_{G1}, P_{G2}, P_{G3}) からなる典型的なマイクログリッドモデルを用いた。なお、電力系統側との連系点は、Node4 とし、系統側の発電機 P_{sl} が接続されているものとする。総需要はピーク時 5[MW], PV 導入量は 2[MW]とし、Node4 および Node5 に接続されている。図 3 に電力需要, PV 出力, BT 充放電出力のデータを示す。その他、BT および EV の出力パターンも記載しているが、これらは前日の需給計画に基づき計算されるものであり、当日リアルタイムには出力変更しない。本研究では、10:00 付近で PV 出力が急激に低下し、既存の発電機群を最大限活用しても、需給不均衡(電力不足)が生じる状況を TDF の計算に基づき予測し、このときに下げ方向の DR を実施することとした。蓄電池設備として、Node6 に定置用大型蓄電池設備と EV ステーションを想定した。図 2 のマイクログリッドにおいて、需要家を 3 種(A, B, C)想定した(表 1)。DR 要請に対して需要家 A は中立の考え(中立型), B は受容タイプ(受容型), C は回避タイプ(回避型)であり、各需要家は総負荷に対して 3 等分した需要を持つとする。全需要家で DR 要請に対する最大削減割合はスマートコミュニティ 4 地域実証実験の結果から下限値である 10[%]とした。また、各需要家の不効用単価関数は、電力削減量が増加するほど不効用が増加するような単調増加関数となるように図 4 に示すように設定し、その価格幅については九州地方でのピークタイムリベート (Peak Time Rebate, PTR)の実証実験結果から 50 ~100 [円/kWh]とした。本研究では、研究代表者が提案している負荷配分法により発電機 3 台の実行可能領域を 5 分刻み 1 時間先までリアルタイムに算出し、その領域内で経済的な運用点を決定する。ここでは、一例として、午前中 9:00~10:00 の G1~G3 の TDF 上下限と発電機出力と

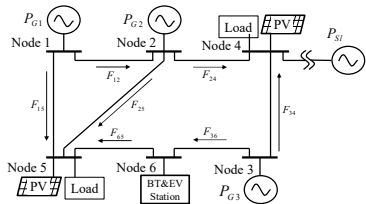


図 2 マイクログリッドテストモデル

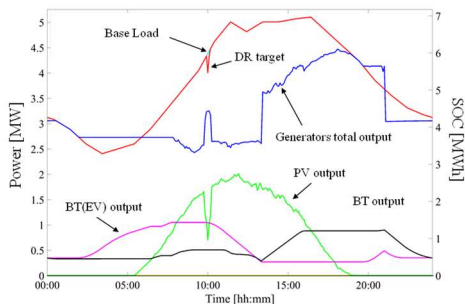


図 3 電力需給状況の想定

表 1 需要家の特性

Consumer #	A	B	C
Electric Consumption Rate for Total Demand	1/3	1/3	1/3
Available Load Curtailment Rate	1/10	1/10	1/10
Customer's Mind for Load Curtailment	Neutral Type	Acceptance Type	Avoidance Type

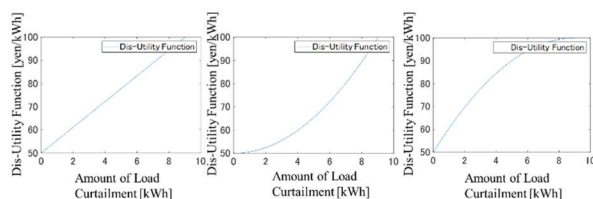


図 4 需要家の不効用関数の設定

電力削減量が増加するほど不効用が増加するような単調増加関数となるように図 4 に示すように設定し、その価格幅については九州地方でのピークタイムリベート (Peak Time Rebate, PTR)の実証実験結果から 50 ~100 [円/kWh]とした。本研究では、研究代表者が提案している負荷配分法により発電機 3 台の実行可能領域を 5 分刻み 1 時間先までリアルタイムに算出し、その領域内で経済的な運用点を決定する。ここでは、一例として、午前中 9:00~10:00 の G1~G3 の TDF 上下限と発電機出力と

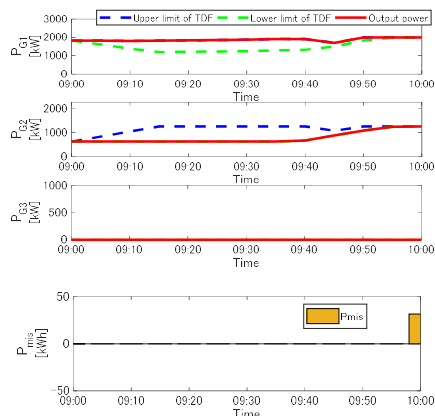


図 5 リアルタイム電力需給監視の結果

表 2 開発機能に基づく DR 実施結果

P_{mis}	31.42[kWh]
f_{MGO}	3686.8 [yen]
$\lambda_{incentive}$	86.0 [yen/kWh]
$\sum_{l=1}^{N_D} \rho_l$	9.04[kWh]
$p_{Maingrid}$	22.38[kWh]

需給不均衡量を図5に示す。図5から1時間後の10:00に需給不均衡が発生することが予測されている。このときMGOは需給不均衡量分の調整力を発電機以外で確保する必要がある。そこで最適化問題を解き、調整力調達コストの最小化を行った。MGOにとって最適な電力取引結果を表2に示す。このときMGOにとって最も経済的な調整力確保が可能となる。またこのとき需要家は自身の利益を最大化する負荷削減量を実施していることがわかる。以上より、需給マネージャに緊急時デマンドレスポンスプログラムを実装し、有効に機能していることが確認できた。

(2) 電気自動車の不確実性を考慮したマイクログリッドの需給計画機能の実装

需給制御マネージャの一機能であるの前日発電機起動停止計画 (Unit Commitment: UC) の機能拡張を行った。太陽光発電量の不確実性に対して、予備力制約を設けて定置用蓄電池を用いたロバストな需給計画手法を開発した。一般的に、需要家側のEV群は個々の需要家の効用が向上するようにふるまうと考えられるが、マイクログリッド全体として、経済性と効率性、環境性の面では決して良いふるまいとは言い難い。このため、我が国でも2021年度以降、リアルタイムプライシングを導入して電気自動車 (EV) 群を統合制御する実証試験が行われる見込みである。この状況を踏まえて、本研究では以下の機能を提案マネージャに追加した。

- (i) EV運用 (到着・出発) パターンのモデル化: 比較的容易に入手できるEVの到着・出発分布データのみを用いたコンパクトなモデル化
- (ii) EV特性 (台数, 搭載BTの出力・容量) の考慮
- (iii) 前日UC策定段階でのEV群の統合的制御
- (iv) (i)-(iii)の結果に基づく不確実性の総合的評価

UCの定式化 UCの機能として、事前に作成された電力需要予測およびVRE発電量予測の情報を基に、各種の運転制約を満足させながら、発電機の期間毎の運転計画を策定する。VRE発電量予測に適用した予測手法については、実運用面で許容できる精度を持つが決して万全ではないため、予測外れを予め想定して計画に反映する必要がある。先行研究では、VREの急峻な変動にも対応でき、比較的安定的に解が得られるようにVRE発電量予測誤差対応制約も導入した。実際の電力システムにおけるUCは30分同時同量の下で策定していることを踏まえて、提案マネージャでも対象日の30分毎48地点のUC問題とし、グリッド内に存在する発電機群の総燃料費を最小化する問題として定式化する。通常、2次関数を目的関数としているが、ここでは、計算の効率化を図るために、区分線形近似法を採用する。本問題の求解には、IBM-ILOG CPLEXの混合整数線形計画 (Mixed-integer Linear Programming: MILP) ソルバーを用いた。

EVのモデル化 需要家側のEV群をUCの策定段階で電力需給調整に利用することで、VREの出力不確実性に対応したロバストなシステムを構築することができ。定置用BTとの違いは、EV群は個々の需要家の効用を満足するように自由に移動するという点にある。ただし、システムの全体運用の観点からは、EV群を活用することで、比較的高価な定置用BTの容量を少なくできるため、定置用BTの設置コストの面から、コスト削減が見込める。しかしながら、EVを利用するためには、EVを利用可能な時間や台数を決定する必要がある。その際に、図6に示す車両の到着・出発のヒストグラムを利用した。このデータは、国土交通省の起終点 (Origin-Destination: OD) 調査を参考としている。ここで到着とは、EVがEV用充電器に到着すること (EVが電力システムに接続されること) であり、出発とは、EVをEV用充電器から出発すること (EVが電力システムから切断されること) である。シミュレーションにおいて、EVを1台1台考慮すると、想定台数によっては計算負荷が大きくなる。そこで、計算負荷を減らすために複数台のEV毎に1つにまとめ (EVモデル)、UCに利用する。本研究では、以前より、このEVモデルを導入した研究を行ってきた。従来法では、図6のヒストグラムに対して、EVモデルの数だけ棒グラフを用意し、ヒストグラムと棒グラフの差が最小となるように最適化を行い、それによってEVモデルの到着・出発時刻を決定していた。しかし、先行研究では、同じヒストグラムを利用すれば、EV想定台数およびEVモデル数が同様の場合に、最適化によって到着・出発時刻が決定することから、それらが一意にしか定まらず、不確実性に対応できないという問題点が挙げられる。したがって、本研究では、EVの到着・出発時刻の決定に対してモンテカルロ法を適用することで、不確実性を表現し、それに対応する。ここで、提案法の概要について説明する。 $[0, 1]$ をとる一様乱数を用い、EVモデル数だけ値を生成させる。そして、各時刻のヒストグラムの値をとしてその合計値が1であることを利用することで、一様乱数の値によって到着・出発時刻を決定する (図7)。EVモデルをUCに適用する際には到着・出発時刻の両方が必要と

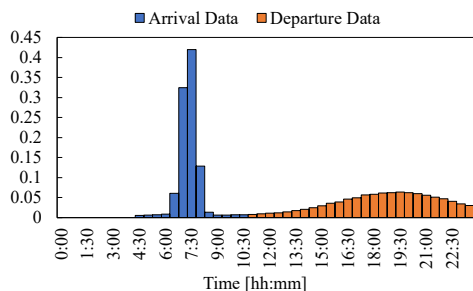


図6 車両の到着出発分布データ

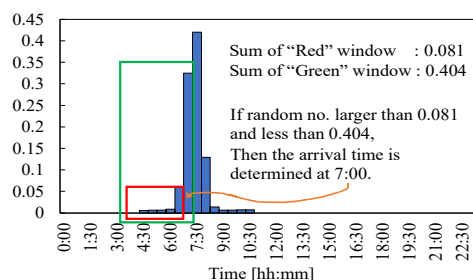


図7 到着分布データの取り扱い方法

なるが、決定フローは同様であるため、例として到着時刻について図を示している。EVモデルごとに生成された一様乱数と、ヒストグラムの時刻までの合計値が不等式を満たすまで比較を行い、満たしたときの時刻を到着時刻とする。そして、この方法を出発時刻にも適用することで、EVモデルごとに到着・出発時刻が決定し、その時間内であれば、EVをシステムに対して利用することができる。一様乱数の値によってその時刻が変化することになるので、それに対して、繰り返しシミュレーションを行うことで、不確定性に対応していく。

シミュレーション 対象としたシステムモデルは図2に示したマイクログリッドモデルである。シミュレーションによって得られたEVモデルの到着・出発のヒストグラムを図8に示す。また、元データのヒストグラムの分散および標準偏差の値と、シミュレーション結果によるそれらの値をまとめた表を表3に示す。そして、図9および図10に最大・最小コスト時のUC策定結果を示す。表3より、統計データとシミュレーション結果による分散及び標準偏差がほぼ同じ値をとっており、一様乱数を用いた繰り返し計算が問題なく機能していることがわかる。図9および図10のUC策定結果については、最大コストが1,239,635[円]で、最小コストが1,227,985[円]であり、それらと比較すると、発電機の起動停止パターンが大きく変化していることがわかる。これは、0:00~10:30までは、発電機2台で運用をした方がコストを抑えることができるということに加えて、最大コスト時のEVモデルの到着・出発の間隔が短いということが要因として考えられる。実際に、最大コスト時のEVモデルの平均滞在時間は10.6時間、最小コスト時の平均滞在時間12.0時間となっている。また、これほど大きく起動停止パターンが変化したにもかかわらず、コストに関しては、最大コストと最小コストの差がおよそ0.95[%]であった。これは、午前中の需要において、発電機の起動停止パターンと出力の変化によるコストの変動がかなり微細であるからだと考えられる。さらに、最小コスト時には、比較的活発にEVによる系統への放電が行われる等、到着・出発時刻の変化による系統への影響が確認できた。以上より、需給マネージャへのEVモデルの実装および車載蓄電池の有効利用について機能を追加することができた。

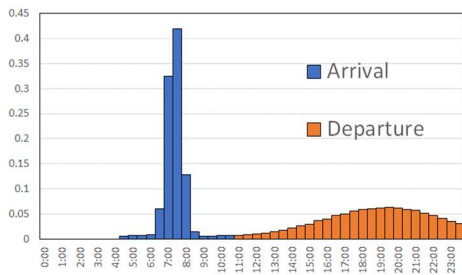


図8 EVのモデル化検証結果

表3 ヒストグラムの分散と標準偏差

	Variance		Standard deviation	
	Arrival	Departure	Arrival	Departure
Original data	1.77	34.88	1.33	5.91
Simulated result	1.79	34.78	1.34	5.90

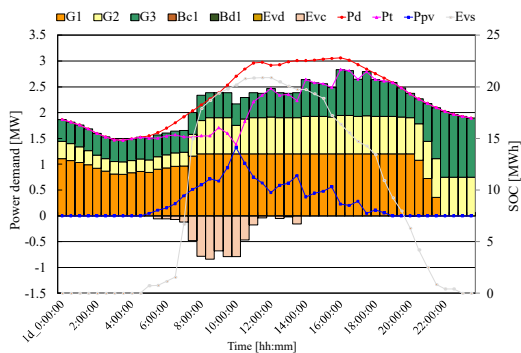


図9 最大コスト時のUC計画

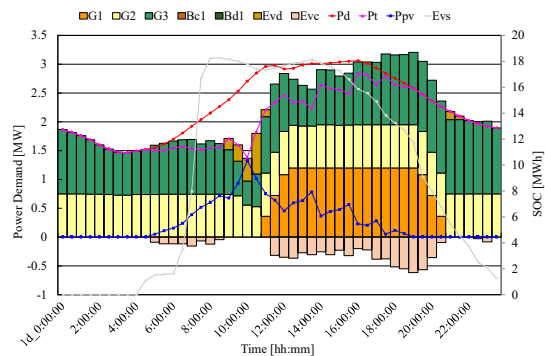


図10 最小コスト時のUC計画

以上の追加機能(1)および(2)は本研究で開発・実装した主な機能であるが、その他、需給制御に最低限必要となる機能も実装済みである。これより、当初の研究計画通りに電力需給マネージャの開発と機能拡充を実施することができた。今後、さらなる機能拡張を実施し、実用に耐えるツールに仕上げる予定である

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 谷岡 佳紀, 佐々木 豊, 松本 宗一郎, Mumbere Kihembo Samuel, 福原 敦, 関崎 真也, 餘利野 直人, 造賀 芳文	4. 巻 41
2. 論文標題 地域コミュニティにおける複数の蓄電池を用いた電力融通制御に関する研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 電気設備学会 論文誌	6. 最初と最後の頁 19-28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14936/tieiej.41.3_19	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 Ahmed Bedawy, Naoto Yorino, Karar Mahmoud, Yoshifumi Zoka, Yutaka Sasaki	4. 巻 35
2. 論文標題 Optimal Voltage Control Strategy for Voltage Regulators in Active Unbalanced Distribution Systems Using Multi-Agents	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Power Systems	6. 最初と最後の頁 1023-1035
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TPWRS.2019.2942583	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 該当する
1. 著者名 Yutaka Sasaki, Toshiya Tsurumi, Naoto Yorino, Yoshifumi Zoka, Adelhard Beni Rehiara	4. 巻 9
2. 論文標題 Real-time dynamic economic load dispatch integrated with renewable energy curtailment	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of International Council on Electrical Engineering	6. 最初と最後の頁 85-92
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/22348972.2019.1686861	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 佐々木 豊, 嶋村 悠太, 山本 友貴, 造賀 芳文, 餘利野 直人, 間屋口 信博	4. 巻 39
2. 論文標題 太陽光発電・蓄電池導入を目的とした需要家向けEMSシミュレータの開発～蓄電池内部温度制約の考慮～	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電気設備学会論文誌	6. 最初と最後の頁 41-49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14936/tieiej.39.7_41	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 間屋口 信博, 餘利野 直人, 嶋村 悠太, 谷岡 佳紀, 佐々木 豊, 造賀 芳文	4. 巻 139
2. 論文標題 太陽光発電および蓄電池を含むHEMS運用計画に関する研究	5. 発行年 2019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 234-239
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejpes.139.234	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44件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 19件)

1. 発表者名 Mumbere Kihembo Samuel, Atsushi Fukuhara, Yutaka Sasaki, Yoshifumi Zoka, Naoto Yorino, Yoshiki Tanioka
2. 発表標題 A Novel Energy Management Approach to Networked Microgrids for Disaster Resilience
3. 学会等名 2021 International Symposium on Devices, Circuits and Systems (ISDCS) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mumbere Kihembo Samuel, Atsushi Fukuhara, Yutaka Sasaki, Yoshifumi Zoka, Naoto Yorino, Yoshiki Tanioka
2. 発表標題 Development of An Energy Management Tool for Community Disaster Resilience
3. 学会等名 The 4th International Workshop on Power Engineering in Remote Islands (IWPI 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Makoto Ueoka, Shuya Sakai, Yutaka Sasaki, Kazunari Imanishi, Yoshifumi Zoka, Naoto Yorino
2. 発表標題 A Novel Economic Load Dispatch Method for Microgrid Considering Incentive-based Demand Response
3. 学会等名 The 4th International Workshop on Power Engineering in Remote Islands (IWPI 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 榎本 翔, 佐々木 豊, 造賀 芳文, 餘利野 直人
2. 発表標題 ブルーニングを用いたニューラルネットワークの構造再設計に関する基礎的検討
3. 学会等名 令和3年電気学会全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阪井 柊弥, 上岡 真琴, 澤山 僚杜, 佐々木 豊, 餘利野 直人, 造賀 芳文, 田岡 智志
2. 発表標題 1時間先の需給不均衡予測に基づくインセンティブ型デマンドレスポンスの基礎的検討
3. 学会等名 電力系統技術研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福原 敦, 谷岡 佳紀, Mumbere Kihembo Samuel, 松本 宗一郎, 佐々木 豊, 関崎 真也, 餘利野 直人, 造賀 芳文
2. 発表標題 マイクログリッドにおける複数プロシューマ間の電力融通制御に関する研究
3. 学会等名 電力系統技術研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 今西 一就, 佐藤 素成, 佐々木 豊, 造賀 芳文, 餘利野 直人
2. 発表標題 電気自動車の不確定性を考慮したマイクログリッドの需給計画に関する研究
3. 学会等名 電力系統技術研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福原 敦, 谷岡 佳紀, 佐々木 豊, 松本 宗一郎, Mumbere Kihembo Samuel, 関崎 真也, 餘利野 直人, 造賀 芳文
2. 発表標題 複数のプロシューマ側蓄電池を用いた地域コミュニティモデルと電力融通シミュレーション
3. 学会等名 The 22nd IEEE Hiroshima Section Student Symposium
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上岡 真琴, 阪井 柊弥, 佐々木 豊, 餘利野 直人, 造賀 芳文
2. 発表標題 1時間先需給不均衡に対応した調整力配分法の基礎検討
3. 学会等名 The 22nd IEEE Hiroshima Section Student Symposium
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Samuel Kihembo Mumbere, Yoshiki Tanioka, Soichiro Matsumoto, Yutaka Sasaki, Yoshifumi Zoka, Naoto Yorino
2. 発表標題 Distributed control of Islanded Microgrids Based on Battery SOC in Disaster situations
3. 学会等名 2020 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe (ISGT-Europe) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Samuel Kihembo Mumbere, Yoshiki Tanioka, Soichiro Matsumoto, Atsushi Fukuhara, Yutaka Sasaki, Yoshifumi Zoka, Naoto Yorino
2. 発表標題 A Novel Energy Management Technique for Shared Solar and Storage Resources in Remote Communities
3. 学会等名 2020 IEEE PES/IAS PowerAfrica (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 榎本 翔, 佐々木 豊, 造賀 芳文, 餘利野 直人
2. 発表標題 気象観測1時間データを用いた前日太陽光発電量予測
3. 学会等名 2020年度(第71回)電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋 直輝, 兼岡 新司, 佐々木 豊, 造賀 芳文, 餘利野 直人
2. 発表標題 Information Gap Decision Theoryを用いたマイクログリッドにおけるロバスト最適運用計画の基礎検討
3. 学会等名 2020年度(第71回)電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阪井 柊弥, 上岡 真琴, 佐々木 豊, 餘利野 直人, 造賀 芳文
2. 発表標題 1時間先の需給不均衡予測に基づくインセンティブ型デマンドレスポンスの基礎設計
3. 学会等名 2020年度(第71回)電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上岡 真琴, 阪井 柊弥, 佐々木 豊, 餘利野 直人, 造賀 芳文
2. 発表標題 1時間先需給不均衡に対応した調整力配分法の基礎検討
3. 学会等名 2020年度(第71回)電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福原 敦, 谷岡 佳紀, 佐々木 豊, Mumbere Kihembo Samuel, 造賀 芳文, 餘利野 直人
2. 発表標題 異なる複数のプロシューマによる電力融通制御
3. 学会等名 2020年度(第71回)電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 今西 一就, 上島 李樹, 佐藤 素成, 佐々木 豊, 餘利野 直人, 造賀 芳文
2. 発表標題 電動車両の車載バッテリーを活用した 地域マイクログリッドにおける前日需給計画に関する研究
3. 学会等名 令和2年電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 今西 一就, 上島 李樹, 佐々木 豊, 餘利野 直人, 造賀 芳文
2. 発表標題 到着/出発分布に基づく電動車両の充放電モデルを考慮した前日需給計画に関する研究
3. 学会等名 令和2年電気学会電力・エネルギー部門大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福原 敦, 谷岡 佳紀, 佐々木 豊, Mumbere Kihembo Samuel, 造賀 芳文, 餘利野 直人
2. 発表標題 地域コミュニティにおける複数の蓄電池を用いた電力融通制御に関する研究
3. 学会等名 2020年(第38回)電気設備学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shinji Kaneoka, Yutaka Sasaki
2. 発表標題 Robust Power System Security Assessment with Confidence Intervals
3. 学会等名 The International Conference on Electrical Engineering (ICEE2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazunari Imanishi, Yutaka Sasaki
2. 発表標題 Robust Generation Scheduling using Supply and Demand Manager against High PV Penetration
3. 学会等名 The International Conference on Electrical Engineering (ICEE2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Soichiro Matsumoto, Yutaka Sasaki
2. 発表標題 A Novel Control Strategy of Batteries for Building Energy Management System
3. 学会等名 The International Conference on Electrical Engineering (ICEE2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shuya Sakai, Yutaka Sasaki
2. 発表標題 Real-time Generation Schedule Considering Renewable Energy and Load Curtailments
3. 学会等名 The International Conference on Electrical Engineering (ICEE2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yutaka Sasaki
2. 発表標題 Development of a Novel EMS Controller for Managing Distributed Batteries
3. 学会等名 15th International Workshop on Electroc Power Control Centers (EPCC15) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yutaka Sasaki
2. 発表標題 A Robust Optimization Approach for the Solving Generation Scheduling Problem Considering Renewable Energy Sources
3. 学会等名 IEEE PES General Meeting 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Samuel Mumbere Kihembo, Yutaka Sasaki
2. 発表標題 Battery Management System for Microgrid Customers
3. 学会等名 The 3rd International Workshop on Power Engineering in Remote Islands (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 兼岡 新司, 佐々木 豊
2. 発表標題 太陽光発電・電力需要の予測変化率を考慮した電力システムのセキュリティ評価に関する研究
3. 学会等名 2019 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上島 李樹, 佐々木 豊
2. 発表標題 太陽光発電量の予測信頼区間を用いたマイクログリッド需給計画システム
3. 学会等名 2019 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松本 宗一郎, 佐々木 豊
2. 発表標題 マイクログリッドにおける複数蓄電池を用いたエネルギーマネージメントに関する研究
3. 学会等名 2019 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 兼岡 新司, 佐々木 豊
2. 発表標題 PV, 負荷の予測変化率を考慮したロバスト信頼指標計算
3. 学会等名 2019 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 上島 李樹, 佐々木 豊
2. 発表標題 再エネ発電量予測の信頼区間を考慮したマイクログリッドの翌日運用計画法
3. 学会等名 2019 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 兼岡 新司, 佐々木 豊
2. 発表標題 太陽光発電・電力需要の予測信頼区]間を考慮した電力系統のセキュリティ評価に関する研
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 漆崎 裕介, 佐々木 豊
2. 発表標題 再生可能エネルギー電源の不確定性を考慮したマイクログリッド内の電力需給調整に関する基礎的検討
3. 学会等名 2019 電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 今西 一就, 佐々木 豊
2. 発表標題 太陽光発電量予測の信頼区間を用いたマイクログリッド運用計画法
3. 学会等名 第21回 IEEE広島支部学生シンポジウムHISS
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yutaka Sasaki, Naoto Yorino, Yoshifumi Zoka, Adelhard Rehiara Beni
2. 発表標題 Real-time Dynamic Economic Load Dispatch Considering Prediction Errors of PV
3. 学会等名 20th Power Systems Computation Conference (PSCC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 Shinji Kaneoka, Yutaka Sasaki, Naoto Yorino, Yoshiharu Okumoto, Yoshifumi Zoka
2 . 発表標題 Robust Power System Security Assessment Under Uncertainties of PV Penetration
3 . 学会等名 Grand Renewable Energy 2018 Conference (GRE 2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Riki Ueshima, Yutaka Sasaki, Naoto Yorino, Yoshifumi Zoka
2 . 発表標題 Robust Supply and Demand Controller under High PV Penetration
3 . 学会等名 Grand Renewable Energy 2018 Conference (GRE 2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Toshiya Tsurumi, Yutaka Sasaki, Naoto Yorino, Yoshifumi Zoka
2 . 発表標題 Real-time Dynamic Economic Load Dispatch Integrated with Renewable Energy Curtailment
3 . 学会等名 The International Conference on Electrical Engineering (ICEE 2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Yasuaki Izawa, Yutaka Sasaki, Naoto Yorino, Yoshifumi Zoka
2 . 発表標題 Development of Day-ahead and Real-time Forecasting Method for PV Generation
3 . 学会等名 The International Conference on Electrical Engineering (ICEE 2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 Liyang Ma, Naoto Yorino, Yutaka Sasaki, Yoshifumi Zoka, Kash Khorasani, Adelhard Beni Rehiara
2. 発表標題 A Simple and Reliable Photovoltaic Forecast for Reliable Power System Operation Control
3. 学会等名 10th IFAC Symposium on Control of Power and Energy Systems (CPES 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yutaka Sasaki, Naoto Yorino, Yoshifumi Zoka
2. 発表標題 Development of a Robust EMS against Large Amount of PV Installation
3. 学会等名 10th IFAC Symposium on Control of Power and Energy Systems (CPES 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鶴見 俊哉, 佐々木 豊, 餘利野 直人, 造賀 芳文
2. 発表標題 PV出力抑制を考慮したリアルタイム経済負荷配分法
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 兼岡 新司, 餘利野 直人, 佐々木 豊, 造賀 芳文, 奥本 芳治
2. 発表標題 予測誤差を考慮したロバスト信頼指標による電力系統の信頼度評価
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 漆崎 裕介, 佐々木 豊, 造賀 芳文, 餘利野 直人
2. 発表標題 周波数制御機能を備えた需給マネージャの開発
3. 学会等名 平成31年電気学会全国大会
4. 発表年 2019年

〔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
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------