

令和 6 年 6 月 11 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K04002

研究課題名（和文）マイクログリッド実現のためのロバスト電力需給制御マネージャの開発

研究課題名（英文）Robust Supply and Demand Control Manager for Realizing A Microgrid

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）・准教授

研究者番号：10511561

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：電力システムを構成する個々の要素技術とそれらを効率的に運用するためのシステム高度化や、再エネ変動や災害時に対する信頼度維持に関する検討は重要な課題である。本研究では、再エネ・インバータ型電源を含むマイクログリッド（MG）の電力需給制御に焦点を当て、「経済性および安定性を継続的に確保する運用管理（EMS）手法」と「災害時における緊急時最適需給制御手法」の実現を主な目的として、(i) 需給管理を一括して行うロバスト需給制御マネージャの開発とその機能検証、(ii) 災害時、確実に需給不均衡を解決する緊急時対応MG-EMSのシステム構築を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現状、電力システム工学分野における供給安定性と社会経済性を両立した再エネ主導型のMG運用に関する有効なマネジメント法が存在しないことから、非常に独創的で有望な研究テーマである。本研究で開発したマネージャは、再エネ予測など電力会社の中央給電司令所で実際に利用できるアルゴリズムの蓄積で構築されているため、国内外でも電力システムの計画・運用・制御技術の蓄積がある限られた大学のみで実施できるものであり、本研究の意義は非常に大きい。

研究成果の概要（英文）：It is an important issue to study the individual system operation technologies that make up the power system and their system upgrade for efficient operation, and for maintaining reliability in the event of renewable energy fluctuations and disasters. This study focuses on the power supply-demand control of microgrids (MGs), including renewable energy inverter-based power sources, with the main objectives of realizing an energy management system (EMS) method that continuously ensures economic efficiency and stability and an optimal emergency supply-demand control method in the event of a disaster, and aims to (i) develop a robust supply-demand control manager that collectively manages supply-demand and (ii) verify the functionality of the EMS method, and (iii) develop a robust supply-demand control manager and its functional verification, and (ii) the construction of an emergency response MG-EMS system that reliably resolves supply-demand imbalances in the event of a disaster.

研究分野：電力システム工学

キーワード：電力システム マイクログリッド エネルギー管理システム 電力需給制御マネージャ 再生可能エネルギー

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、東日本大震災や北海道ブラックアウトの事象を切っ掛けに、電力システムの大規模改革や地域マイクログリッド(MG)実証が注目されている。しかし、需要地において再エネ・インバータ型電源を大量導入した MG を構築した場合の供給安定性と信頼性維持の両者に着目した研究はほとんど行われていない。地域 MG のように、従来の集中型電力システムから分散型システムに大きく移行していくと、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実性はシステム全体の崩壊に至る大きな要因となる。さらに、従来方式のインバータによる電力供給の比率が大きくなると、システム全体が不安定化となり、安定な需給運用が実現できないことが指摘されていた。

2. 研究の目的

上記 1 の背景から、研究代表者は MG を含む電力システムの信頼度維持、およびシステム運用管理法に関して多くの研究を行い、不確実性に対しロバストな電力需給制御手法、信頼度維持に関するロバスト指標の提案、MG を安定化するインバータ開発などの研究を行ってきた。本研究の目的は、再エネ・災害対応の MG 安定運用を実現する需給制御法を開発することである。

MG に関する国内外の最新研究動向や、電力システムを取り巻く制度改革の議論を踏まえ、図 1 に示す再エネ・インバータ型電源を含む MG 安定運用のためのロバスト電力需給制御マネージャを開発することを目的とした。これを用いて、柔軟な形態をとる自立分散型電力システムの信頼性と最適性を追求することで 1 の背景で述べた課題を克服するための検討を実施した。

図 1 のマネージャは、既存集中型システムの分散化や、老朽化したシステムの再構築、あるいは未電化地域の新たなシステム構築を行う際にも適応でき、電力需給に関する機能(計画・運用・制御)を統括するものだが、各機能を独立しても利用可であり柔軟な設計としている。さらに、この設計指針に基づき、計画・運用・制御の各断面におけるそれぞれの不確実性要因に対して、ロバストな電力需給制御アルゴリズムを組み込み完成させる。各断面の不確実性モデルに関する整理・開発も本研究の範疇である。特に、MG では小さなグリッドゆえに不確実性の影響が顕著になり、安定な需給制御が非常に困難になる。このため、平常時において経済的かつ安定的に運用するためのマネジメント手法開発に加え、従来の電力システム運用においては十分に考慮されてこなかった、緊急時における調整力として、「太陽光(PV)出力抑制」、「負荷抑制等のデマンドレスポンス(DR)」を検討した。

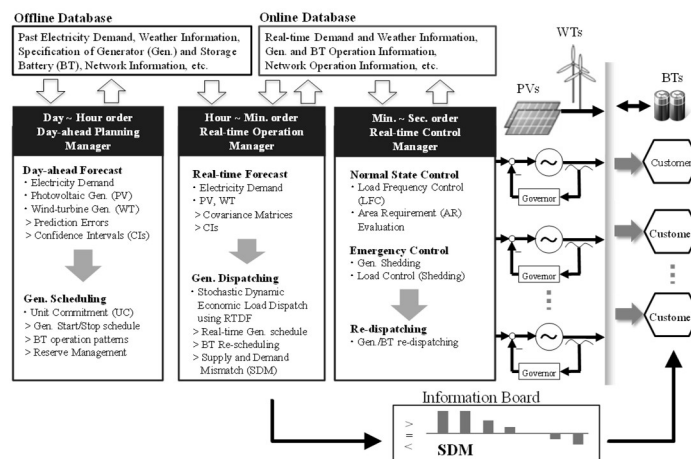


図 1 電力需給制御マネージャ

3. 研究の方法

研究代表者が先行研究で開発したマネージャにはデフォルト機能として、発電から需要家までの全体管理を担う計画・運用・制御機能がある。本研究では、このマネージャの各機能断面における不確実性に関する新しいモデルの組み込みを行った。このモデルを導入した平常・緊急時の MG において、各機能の単独でも安定的かつ経済的に運用管理する需給制御アルゴリズムの開発を行った。各機能からなる部分システムの確実な動作を検証した後、全体システムの協調最適化を行う。次の項目(i)~(iv)を実施しながら、ロバスト電力需給制御マネージャを構築した。開発中の新型の再エネ・インバータ型電源へリアルタイムに出力指令値を与え、模擬負荷等からなる研究室 MG において、本マネージャの実運用における有用性についても検討を実施した。

- (i) デフォルト機能である計画・運用・制御機能のアップデート
- (ii) 各機能断面における再エネ・電力需要についての不確実性のモデル化と実装
- (iii) 平常時・緊急時の MG 需給制御アルゴリズムの開発とマネージャへの実装
- (iv) 各機能の部分システムについて動作検証、全体システム協調最適化、テスト MG 検証

項目(i)では、テスト MG に対し、主に太陽光・需要予測、発電機と再エネ・インバータ型電源の最適運用計画、リアルタイム運用制御のアップデートを行った。項目(ii)に関しては、ロバスト信頼度の概念を適用し、再エネ出力および需要家消費の変動を各機能断面で取り扱うことができる不確実性モデルを構築、マネージャにこのモデルを組み込んだ。項目(iii)では、平常時の運用制御に加え、系統での災害発生時における緊急時の MG 需給制御アルゴリズムの開発、マネージャへの実装を試みた。項目(iv)では、マネージャの各機能の動作検証後、図 1 に示したマ

マネージャの情報共有のための黑板機能を活用して、全体システム最適化を行いながら、テスト MG での動作検証を行った。以上、項目(i)~(iv)について、研究期間内に各項目を実施した。項目(i)~(iv)はさらに以下の詳細項目(a)~(c)に分類することができる。

- (a) マネージャの機能更新と不確定性モデルの組み込み 開発済みのマネージャについて、再エネ・インバータ型電源群からなる自立分散型 MG 向けの各種計算プログラムの更新、太陽光・需要の不確定性モデルの組み込みを検討した。
- (b) MG ロバスト需給制御アルゴリズムの開発と実装 本項目では、特に緊急時における太陽光出力抑制、DR 機能を開発する。研究代表者が開発した先行予測に基づく需給不均衡推定手法を改良し、ロバスト需給制御アルゴリズムに適用を実施する。
- (c) 部分システム検証と全体システムの最適化 協調最適化プログラムを開発し、テスト MG での動作検証を行う。

以上、上記の研究項目(a)~(c)について、研究期間である3年間(2021~2023年度)のスケジュールで、研究を結果を報告書にとりまとめ、開発するロバスト電力需給制御マネージャを用いた MG 最適運用の有効性・効率性を示した。以上より、本研究の目的を達成した。

4. 研究成果

4.1 マネージャの機能更新と不確定性モデル

カーボンニュートラル実現に向け、国内外において再エネの大量導入が進んでいるが、PV は日射条件に依存し発電量が大きく変動するため、配電系統の電圧調整や PV 出力変動を吸収するための調整力確保などの問題が顕在化している。このような不確定性に対して、確率的な観点からの前日需給計画の経済性評価や火力機の柔軟性に着目した前日需給解析などが研究されている。先行研究では、不確定環境下で電力系統の信頼度を定量的にみる尺度: ロバスト信頼領域を提案した。また、気象予報データを用いた PV 発電量予測法を開発し、PV 予測モデルを用い、図 1 に示す著者らの電力需給マネージャの枠組みで不確定性を考慮した前日需給計画問題について検討してきた。さらに、システム運用者の意思決定を考慮するために Information Gap Decision Theory (IGDT)を用いた需給評価を行ってきた。ここでは、マイクログリッド運用者(MGO)が不確定性モデルを自身で準備し、そのモデルに基づいて IGDT による確定的な需給計画の策定を行うことを考えた。MGO は不確定性に起因する、MGO コスト増減に対し運用の意思決定を行うことを想定した。IGDT は不確定パラメータについて予測値データだけを利用し、不確定性によって引き起こされる事象に対して有効な手法でもある。IGDT では2種類の評価関数、Robustness Function (RF)と Opportunity Function (OF)により MGO の意思が決定される。RF は不確定性のコスト評価などに主に利用され、不確定パラメータの増加に対して、どの程度システムが対応できるのかを表現できる。

$$RF = \max_{CI_{RF}} \left\{ \begin{array}{l} CI_{RF} : \text{Maximum Total Cost is} \\ \text{Not higher than a Specified limit} \end{array} \right\} \quad (1), \quad OF = \min_{CI_{OF}} \left\{ \begin{array}{l} CI_{OF} : \text{Minimum Total Cost is} \\ \text{Less than a Specified limit} \end{array} \right\} \quad (2)$$

一方、OF は不確定性によって得られる利益を扱うために一般的に使用され、不確定パラメータの低下により、どの程度システムが利益を得ることができるのかを表現できる。本研究では、MG の前日需給計画、特に、発電機の運用コストに着目し、RF/OF を利用し、これをマネージャの機能として追加した。なお、本研究では需給計画の時系列を考えた際、時刻 t における信頼区間 $CI(t)$ を目的関数として不確定性を考察期間の全域で考えるため、以下のような不確定性モデルを考案した。

$$U(CI(t), \hat{p}(t)) = \left| \frac{p(t) - \hat{p}(t)}{\hat{p}(t)} \right| \leq CI(t) \quad (3), \quad \text{ただし、} \hat{p}(t): \text{前日の PV 予測値である。}$$

4.2 MG ロバスト需給制御アルゴリズムの開発と実装

4.1 で述べた不確定性モデルに基づいて、MG の発電機起動停止計画問題を考えた。調整力として蓄電池(BESS)も考慮した。MGO の目的関数は、ディーゼル発電機群の総燃料費の最小化であり、式(4)のように定式化した。

$$f = \sum_{k=1}^{N_G} \sum_{t=1}^T u_k (a_k P_{G,k}^2(t) + b_k P_{G,k}(t) + c_k) + \sum_k (u_k(T_P) - u_k(T_N)) \cdot SUC_k \quad (4) \quad \text{ただし、} N_G: \text{発電機台数, } T:$$

計画期間(翌日 24 時間(30 分毎 48 時点), すなわち $T=48$), u_k : 時点 t における発電機 k の起動停止変数, $P_{G,k}(t)$: 時点 t における発電機 k の出力[kW], a_k, b_k, c_k : 発電機 k のコスト係数, T_N : 最小需要時刻, T_P : 最大需要時刻(発電機の複数時刻起動停止を回避する制約), SUC_k : 発電機 k の起動費[円]である。

上記の目的関数について、まず、RF では最大の不確定性に対応できるように、信頼区間 CI を最大化する問題として式(5),(6)のように新たな定式化を考案した。

【上位レベル(UL)問題 (信頼区間 CI の最大化)】

maximize: CI (5), subject to: $R_C^{RF} = (1 + \sigma) \times R_0$, (3), ただし、 σ : 運用コストの許容幅(任意), R_0 : ベースコスト(不確定性なしの最適運用コスト). RF が大きければ不確定性に対して、その決定はロバストである。

$C_{UC} \leq R_C^{RF}$ (6), ここで, C_{UC} :運用者が指定した初期費用 R_C^{RF} 内で定まる運用コストである。これを上位レベル問題(UL)とした。また, 発電機群の総燃料費の最大化問題として, 式(6)および UC 問題の各種制約として定式化する。これを下位レベル問題 (LL) として取り扱った。

【下位レベル(LL)問題 (発電機群の総費用最大化)】

maximize: $C_{UC} = R(x(t), p(t))$ (6), *subject to:* 前日需給計画の基本制約条件。

以上の上位および下位レベルを 2 レベル最適化問題として求解した。これにより, 総コストを予測コスト以下に設定する際に必要となる PV 実効値の量を検討することができる。LL は KKT 最適性条件を用い UL の制約条件に組み込み, 単一の線形計画問題として, MILP により求め, CPLEX をソルバーとして利用した。

4. 3 部分システム検証と全体システムの最適化

本研究では Ward-Hale 6-bus-system を参考に図 2 に示すテスト MG を考察対象とした。MGO は, 需要家への電力供給用にディーゼル発電機 3 機(P_{G1}, P_{G2}, P_{G3}), および需給調整用に蓄電池 (P_{BESS})を所有しているものとした。また, 負荷ピーク値: 5[MW], PV 導入量: 2[MW]とした。発電機および BESS の仕様は表 1 および表 2 に示す通りである。

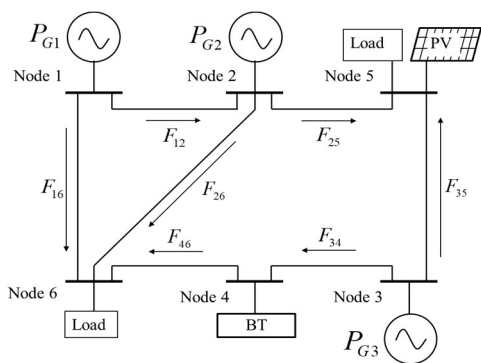


図 2 テスト MG

表 1 発電機特性

Unit	Upper and lower limits [kW]	Ramp-rate [kW/min]	SUC [yen]	Coefficients of fuel cost		
				a	b	c
P_{G1}	600-2000	66.67	4,000	0.0011	16.416	4320
P_{G2}	375-1250	41.67	2,500	0.0021	17.410	3667
P_{G3}	675-2250	75.00	4,500	0.0002	20.178	3993

表 2 BESS 特性

Rated capacity [kWh]	Maximum power for discharge [kW]	Maximum power for charge [kW]	Charge/Discharge Efficiency [%]
2000	500	500	95

まず MGO は RF について, σ 値を 0,0.01,0.02 として前日需給を検討することを想定した。4.2 の最適化アルゴリズムを実行することで, 不確定パラメータ $p(t)$ を決定できる(翌日晴天予報時については図 3,4, 雨天予報については図 5,6 であり, 図中の **computed** が算出された値である)。図 3(晴天日)から, σ 値が小さい場合(MGO が高精度な PV 予測を行うことに相当)には, MGO が指定する運用コスト内で CI を最大化しており, 最適化で求まる出力 について PV 予測値 に対して上振れと下振れの両方が見られた。MGO のコストについては表 3 へ示した。 σ に従って増大していることがわかる。一方, この σ の範囲内であれば, 起動停止状態に変更はないことがわかる。また, 雨天日の図 5 を見ると, σ 値が大きくなる(不確定性に対して運用コスト増(図 7)を見込む)と需給バランスを満たしながら発電機起動停止の変化もみられ, PV 出力 が下振れのみとなっている。この際には前日需給計画に少なくとも BESS の運用パターンなどに変化が見られる。 σ 値の設定は MGO の指定コストに対して数%幅で検討したが MGO が用いる予測モデル精度とも関連していることもわかる。OF についても同様に, MGO は σ 値を 0, 0.01, 0.02 として前日需給を検討することを想定した。翌日晴天予報時については図 4, 雨天予報については図 6 の結果となった。MGO の運用コストは図 7 に示す通りである。なお, 雨天時 $\sigma=0.03$ については制約違反が発生し解がえられなかった。このケースでは, 前日予報が晴天日, 雨天日ともに, σ を大きく設定することにより, 計算結果の PV 出力値が予測値を上回る量の時間帯が多くなっていることがわかる。晴天日については, σ を 0.03 以上に設定し求解することはできていない。これは図 4 からわかるように PV 予測値の上限が晴天時は予測値と非常に近い値をとっており, 予測値以上の PV 出力を望めないためである。雨天時には MGO の運用コストについて, 起動停止策定時に必要となる PV 出力下限値を示しており, PV がこの量を上回らなければ発電量が足りず需給不均衡(DR 発動)を引き起こす可能性がある。

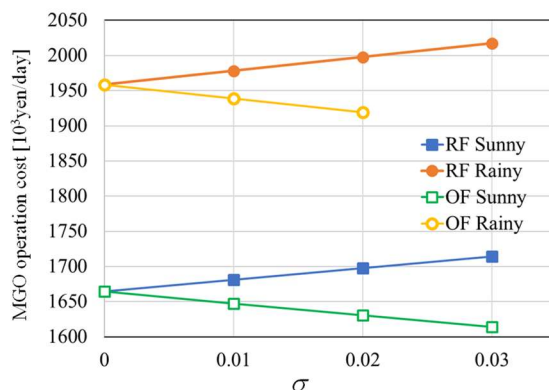


図 7 MGO のロバスト運用コスト領域

4. 4 研究成果のまとめ

本研究では IGDT における RF と OF を需給計画問題に適用し、MGO の意思決定策をシミュレーションした。 σ 値を増加させることで、PV 予測値に対する PV 出力値が MGO の運用コストに与える影響を調べた。需給不均衡の発生が期待される場合は、適切なタイミングで DR を発動する必要がある。今後としては、不確定性モデルを拡張し、予測はずれが発生しやすい時間帯や、電力需要や電動車両(EV)などの不確定要因についても考慮する予定である。

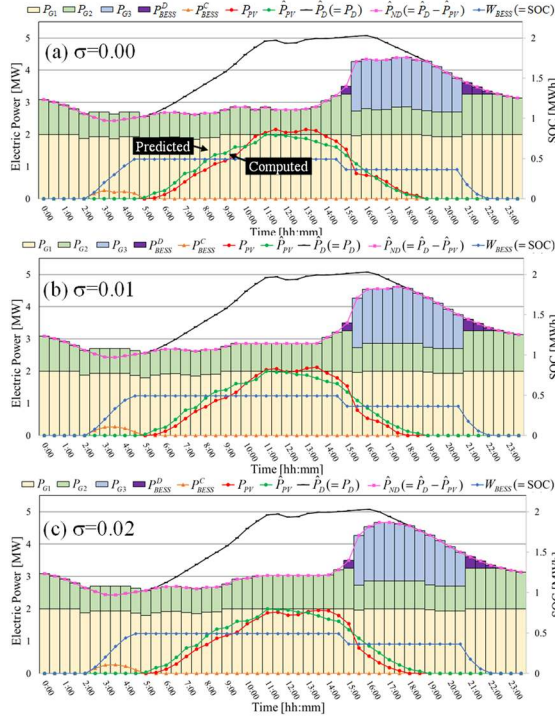


図3 晴天日におけるRF需給計画結果

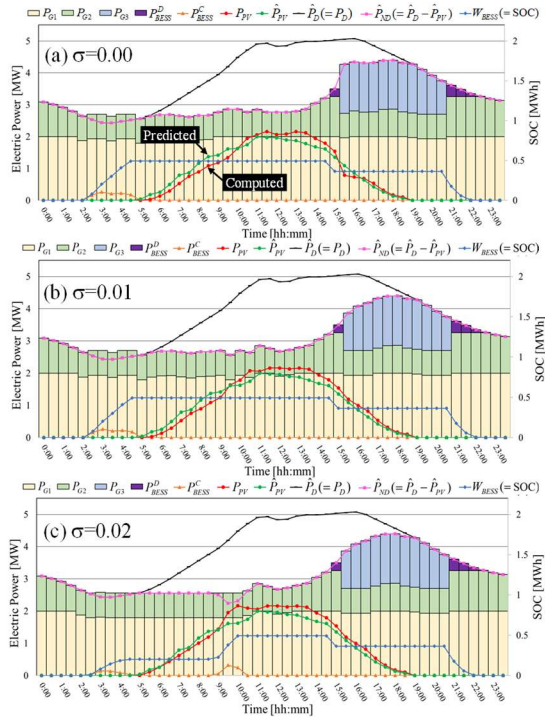


図4 晴天日におけるOF需給計画結果

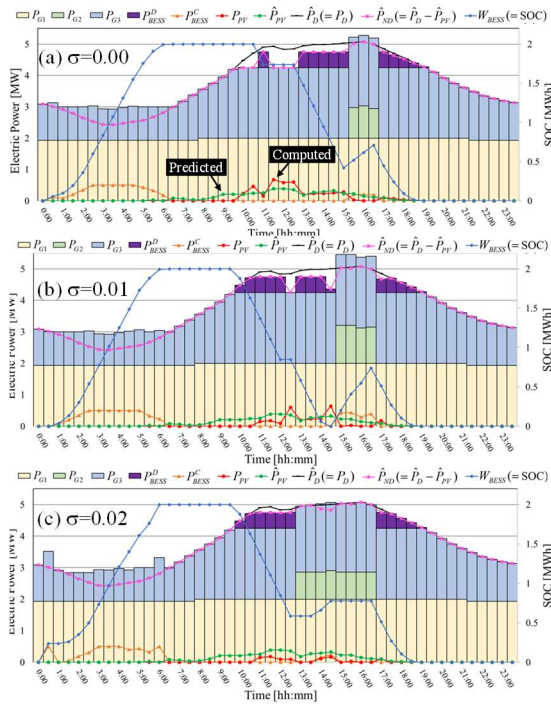


図5 雨天日におけるRF需給計画結果

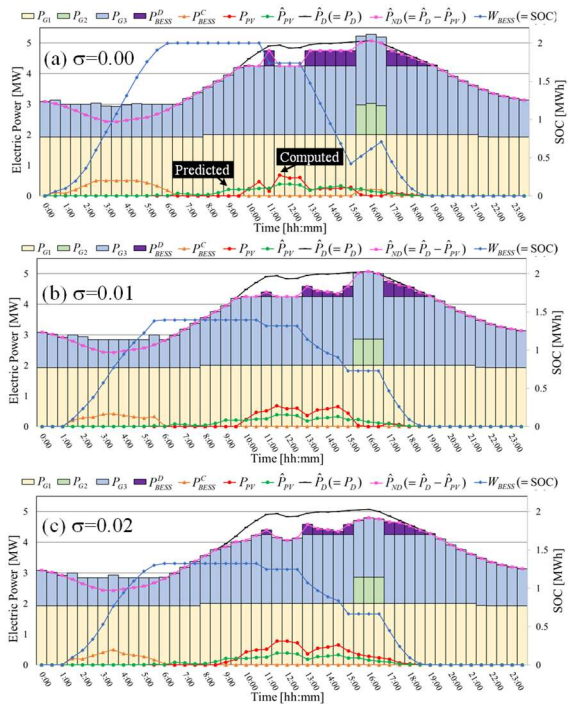


図6 雨天日におけるOF需給計画結果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Sekizaki Shinya, Yorino Naoto, Sasaki Yutaka, Zoka Yoshifumi, Shimizu Toshihisa, Nishizaki Ichiro	4. 巻 18
2. 論文標題 Single phase Synchronous Inverter with Overcurrent Protection using Current Controller with Latched Limit Strategy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering	6. 最初と最後の頁 1001 ~ 1014
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/tee.23765	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 Weichao Wang, Yutaka Sasaki, Naoto Yorino, Yoshifumi Zoka, Ahmed Bedawy	4. 巻 10
2. 論文標題 Frequency Regulation of High-Penetration Renewable Energy Microgrids Using Adaptive Model Predictive Control	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 CSEE Journal of Power and Energy Systems	6. 最初と最後の頁 1-11
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Kihembo Samuel Mumbere, Yutaka Sasaki, Naoto Yorino, Yoshifumi Zoka, Yoshiki Tanioka, Ahmed Bedawy Khalifa Hussien	4. 巻 16
2. 論文標題 A Resilient Prosumer Model for Microgrid Communities with High PV Penetration	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Energies	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/en16020621	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 Weichao Wang, Naoto Yorino, Yutaka Sasaki, Yoshifumi Zoka, Ahmed Bedawy Khalifa Hussien, Seiji kawauchi	4. 巻 213
2. 論文標題 A Novel Adaptive Model Predictive Frequency Control Using Unscented Kalman Filter	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Electric Power Systems Research	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.epsr.2022.108721	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 Naoto Yorino, Hiroyuki Taenaka, Ahmed Bedawy, Yutaka Sasaki, Yoshifumi Zoka	4. 巻 213
2. 論文標題 Novel Agent-based Voltage Control Methods for PV Prosumers Using Nodal Price	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Electric Power Systems Research	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.epsr.2022.108407	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 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 餘利野 直人, 関崎 真也, 足立 虹太, 佐々木 豊, 造賀 芳文, 清水 敏久	4. 巻 142
2. 論文標題 単相交流マイクログリッド構想	5. 発行年 2022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 14-22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejpes.142.14	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 Naoto Yorino, Shinya Sekizaki, Kota Adachi, Yutaka Sasaki, Yoshifumi Zoka, Ahmed Bedawy Khalifa Hussien, Toshihisa Shimizu and Kazuya Amimoto	4. 巻 N/A
2. 論文標題 A Novel Design of Single-phase Microgrid Based on Non-Interference Core Synchronous Inverters for Power System Stabilization	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IET Generation, Transmission & Distribution	6. 最初と最後の頁 1-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1049/gtd2.12455	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 -

〔学会発表〕 計72件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 33件）

1. 発表者名 Yutaka Sasaki, Naoto Yorino, Yoshifumi Zoka, Kihembo Samuel Mumbere, Chiraz Krifa, Shinya Sekizaki, Ahmed Bedawy
2. 発表標題 A Robust Energy Management Controller for Microgrid Operations Considering Generator's Feasibility and Energy Trading
3. 学会等名 2023 IEEE PES ISGT Europe (ISGT Europe 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ahmed Bedawy, Yutaka Sasaki, Yoshifumi Zoka, Naoto Yorino
2. 発表標題 An Effective Voltage Control Approach for Distribution Systems with High Penetration of Renewable Energy Resources
3. 学会等名 2023 24th International Middle East Power System Conference (MEPCON) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kihembo Samuel Mumbere, Yutaka Sasaki, Yoshifumi Zoka, Naoto Yorino, Ahmed Bedawy, Chiraz Krifa, Yoshiki Tanioka
2. 発表標題 Day-Ahead Optimal Resilient Energy Management for Grid-Connected Prosumer Microgrid
3. 学会等名 2023 IEEE PES ISGT Europe (ISGT Europe 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Weichao Wang, Yutaka Sasaki, Naoto Yorino, Yoshifumi Zoka, Ahmed Bedawy
2. 発表標題 Adaptive Model Predictive Control Based Frequency Regulation for Low-inertia Microgrid
3. 学会等名 The 5th International Conference on Power and Energy Technology (ICPET2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Weichao Wang, Yutaka Sasaki, Yoshifumi Zoka, Naoto Yorino, Ahmed Bedawy, Seiji, Kawauchi
2. 発表標題 Adaptive MPC-Based Load Frequency Control for Microgrid with Renewable Energy
3. 学会等名 The International Conference on Electrical Engineering (ICEE2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kubo Ryuta, Naoto Yorino, Yoshifumi Zoka, Yutaka Sasaki, Satoshi Taoka, Ahmed Bedawy
2. 発表標題 Target Voltage Control Approach for Active Distribution System Based on PV Active and Reactive Powers Nodal Prices
3. 学会等名 6th International Symposium on Devices, Circuits and Systems (ISDCS2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐々木豊, 上杉友輝, 造賀芳文, 餘利野直人, Mumbere Kihembo Samuel, Chiraz Krifa
2. 発表標題 経済性と供給信頼性を考慮したマイクログリッドにおける電力需給制御に関する基礎的検討
3. 学会等名 2023年電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 王 偉朝, 佐々木豊, 造賀芳文, 餘利野直人, Ahmed Bedawy, 楊 賀麟
2. 発表標題 再エネ・蓄電池を含むマイクログリッドにおける適応型モデル予測周波数制御
3. 学会等名 2023年電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 太田 舜, 佐々木豊, 造賀芳文, 餘利野直人, 佐藤素成
2. 発表標題 地域マイクログリッドの前日需給計画における電気自動車の活用最大化
3. 学会等名 2023年電気学会電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐々木豊, 王 偉朝, 餘利野直人, 造賀芳文, サムエルムンベレ キヘンボ, シラズクリファ
2. 発表標題 適応型モデル予測制御を用いたマイクログリッドの周波数制御手法に関する研究
3. 学会等名 2023年電気学会電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kihembo Samuel Mumbere, Yutaka Sasaki, Yoshifumi Zoka, Naoto Yorino, Ahmed Bedawy, Chiraz Krifa, Yoshiki Tanioka
2. 発表標題 A Predictive Rolling Horizon Optimization Energy Management System for Enhanced Precision
3. 学会等名 2023 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宇佐見大悟, 榎本 翔, 佐々木豊, 造賀芳文, 餘利野直人, 竹内海颯
2. 発表標題 局地気象観測データを用いたニューラルネットワークによる前日太陽光発電量予測
3. 学会等名 2023 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名	Weichao Wang, Yutaka Sasaki, Yoshifumi Zoka, Naoto Yorino, Ahmed Bedawy Khalifa Hussien
2. 発表標題	Adaptive MPC-Based Load Frequency Control for Microgrids Considering High Penetration of Renewable Energy
3. 学会等名	IEEJ PES-IEEE PES Thailand Joint Symposium on Advanced Technology in Power Systems 2023 (国際学会)
4. 発表年	2023年

1. 発表者名	Yutaka Sasaki, Weichao Wang, Naoto Yorino, Yoshifumi Zoka
2. 発表標題	Frequency Regulation of an Islanded Microgrid Using Adaptive Model Predictive Control
3. 学会等名	Grand Renewable Energy 2022 International Conference (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Ahmed Bedawy Khalifa Hussien, Naoto Yorino, Yutaka Sasaki, Yoshifumi Zoka
2. 発表標題	An Optimal Approach for Voltage Regulation and PV Hosting Capacity Enhancement Using Nodal Pricing
3. 学会等名	23rd International Middle East Power Systems Conference (MEPCON) 2022 (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Weichao Wang, Naoto Yorino, Yutaka Sasaki, Yoshifumi Zoka, Ahmed Bedawy Khalifa Hussien, Seiji Kawauchi
2. 発表標題	Adaptive MPC-Based Cooperative Frequency Control for Community Microgrid
3. 学会等名	4th International Conference on Smart Power & Internet Energy Systems (SPIES2022) (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名 Daigo Usami, Yutaka Sasaki, Sho Enomoto, Yoshifumi Zoka, Naoto Yorino
2. 発表標題 Day-ahead Photovoltaic Power Forecasting for Microgrid System Operation
3. 学会等名 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ryuta Kubo, Naoto Yorino, Hiroyuki Taenaka, Yutaka Sasaki, Yoshifumi Zoka, Satoshi Taoka
2. 発表標題 A Voltage Control Method for Distribution Systems Based on P&Q Nodal Prices using PV-PCSs
3. 学会等名 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shoya Ogawa, Naoto Yorino, Junpei. Koishi, Yutaka Sasaki, Yoshifumi Zoka, Shinya Sekizaki
2. 発表標題 Effect of PV-based Grid-Forming Inverter on the Power System Stability
3. 学会等名 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Naoki Kono, Naoto Yorino, Yutaka Sasaki, Naoki Inoue, Yoshifumi Zoka, Ahmed Bedawy Khalifa Hussien, Hajime Yasuda
2. 発表標題 A New Monitoring and Control Method for Improving Voltage Stability Margin
3. 学会等名 11th International Conference on Innovative Smart Grid Technologies (ISGT-Asia 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1 . 発表者名 Motonari Sato, Yutaka Sasaki, Yoshifumi Zoka, Naoto Yorino
2 . 発表標題 Day-ahead Generation Schedule Considering Community Microgrid 's Uncertainties
3 . 学会等名 11th International Conference on Innovative Smart Grid Technologies (ISGT-Asia 2022) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Yutaka Sasaki, Daigo Usami, Naoto Yorino, Yoshifumi Zoka, Liying Ma, Kash Khorasani
2 . 発表標題 Photovoltaic Power Forecasting using Iterative Network Pruning Technique for Renewable-based Microgrid
3 . 学会等名 ISAP Online Event 2022 Machine Learning and AI for Sustainable Power and Energy Systems (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Samuel Kihembo Mumbere, Yutaka Sasaki, Naoto Yorino, Yoshifumi Zoka, Ahmed Bedawy Khalifa Hussien, Yoshiki Tanioka
2 . 発表標題 An Interconnected Prosumer Energy Management System Model for Improved Outage Resilience
3 . 学会等名 2022 IEEE PES/IAS PowerAfrica Conference (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Naoto Yorino, Yoshifumi Zoka, Yutaka Sasaki, Shinya Sekizaki, Ahmed Bedawy Khalifa Hussien, Hiromu Inami, Jumpei Koishi, Takuya Shimada, Keita Tanaka
2 . 発表標題 Development of Single-phase Synchronous Inverter for Grid Stabilization
3 . 学会等名 11th Bulk Power System Dynamics and Control Symposium (IREP 2022) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1. 発表者名 Yutaka Sasaki, Naoki Takahashi, Naoto Yorino, Yoshifumi Zoka
2. 発表標題 Microgrid Operation Planning Method Using An IGDT-based Robust Optimization
3. 学会等名 2022 IEEE Power & Energy Society General Meeting (IEEE PES GM) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Samuel Kihembo Mumbere, Yutaka Sasaki, Naoto Yorino, Yoshifumi Zoka, Ahmed Bedawy, Yoshiki Tanioka
2. 発表標題 A Single-Phase Interconnected Prosumer Control Model for Improved Outage Resilience
3. 学会等名 2022 IEEE Power & Energy Society General Meeting (IEEE PES GM) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Naoto Yorino, Hiroyuki Taenaka, Ahmed Bedawy, Yutaka Sasaki, Yoshifumi Zoka
2. 発表標題 Novel Agent-Based Voltage Control Methods for PV Prosumers Using Nodal Price
3. 学会等名 Power Systems Computation Conference (PSCC ' 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yutaka Sasaki, Makoto Ueoka, Yuki Uesugi, Naoto Yorino, Yoshifumi Zoka, Ahmed Bedawy Khalifa Hussien, Samuel Kihembo Mumbere
2. 発表標題 A Robust Economic Load Dispatch in Community Microgrid Considering Incentive-based Demand Response
3. 学会等名 11th Symposium on Control of Power and Energy Systems (IFAC CPES 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1 . 発表者名 Shinya Sekizaki, Naoto Yorino, Yutaka Sasaki, Yoshifumi Zoka, Toshihisa Shimizu, Ichiro Nishizaki
2 . 発表標題 Latched Limit Strategy for Single-phase Synchronous Inverter for Realization of Designed Grid Forming Performance
3 . 学会等名 11th Symposium on Control of Power and Energy Systems (IFAC CPES 2022) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Yutaka Sasaki, Naoto Yorino, Yuki Uesugi, Yoshifumi Zoka
2 . 発表標題 Optimal Generation Re-dispatch with CCT and Transmission Constraints Using Bi-level Optimization
3 . 学会等名 IEEE T&D 2022 (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Ahmed Bedawy Khalifa Hussien, Naoto Yorino, Yoshifumi Zoka, Yutaka Sasaki, Ryuta Kubo, Satoshi Taoka
2 . 発表標題 Optimal Management of PV Prosumers Powers for Voltage Control and Profit Maximization Using Nodal Prices
3 . 学会等名 The 2023 Annual Conference of the Institute of Electrical Installation Engineers of Japan
4 . 発表年 2023年

1 . 発表者名 Samuel Kihembo Mumbere , Yutaka Sasaki, Naoto Yorino, Yoshifumi Zoka, Yoshiki Tanioka, Ahmed Bedawy Khalifa Hussien
2 . 発表標題 Battery State of Charge Limitations for Energy Preservation during Prolonged Outages
3 . 学会等名 The 2023 Annual Conference of the Institute of Electrical Installation Engineers of Japan
4 . 発表年 2023年

1. 発表者名 王 偉朝, 餘利野 直人, 佐々木 豊, 造賀 芳文
2. 発表標題 自立マイクログリッドにおける適応型モデル予測制御を用いた負荷周波数制御に関する検討
3. 学会等名 2023年電気学会全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 上杉 友輝, 佐々木 豊, 造賀 芳文, 餘利野 直人
2. 発表標題 マイクログリッドにおける発電機実行可能領域を用いた電力取引手法に関する検討
3. 学会等名 2022年電気学会電力系統技術研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中野 湧斗, 関崎 真也, 餘利野 直人, 造賀 芳文, 佐々木 豊, 西崎 一郎
2. 発表標題 発電事業者群の入札量の分割を考慮した前日市場シミュレーション
3. 学会等名 2022年電気学会電力系統技術研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野田 智暉, 佐々木 豊, 造賀 芳文, 保田 創
2. 発表標題 調相設備の実運用を考慮した電圧監視制御法の提案
3. 学会等名 2022年電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宇佐見 大悟, 榎本 翔, 佐々木 豊, 造賀 芳文, 餘利野 直人
2. 発表標題 前日発電計画における太陽光発電量予測法の開発-入力データとニューラルネットワーク構造最適化-
3. 学会等名 2022年電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 久保 龍汰, 妙中 宏行, 餘利野 直人, 佐々木 豊, 造賀 芳文, 田岡 智志
2. 発表標題 地点別PQ価格に基づく配電系統における需要家側のPCSを用いた電圧管理手法
3. 学会等名 2022年電気学会電力・エネルギー部門大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河野 直生, 餘利野 直人, 野田 智暉, 佐々木 豊, 造賀 芳文, 保田 創
2. 発表標題 基幹系統における電圧安定性監視制御ツールの開発と機能検証
3. 学会等名 2022年電気学会電力・エネルギー部門大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野田 智暉, 河野 直生, 餘利野 直人, 佐々木 豊, 造賀 芳文, 保田 創
2. 発表標題 実運用における調相設備を考慮した電圧監視制御
3. 学会等名 2022年電気学会電力・エネルギー部門大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上杉 友輝, 佐々木 豊, 餘利野 直人, 造賀 芳文
2. 発表標題 線路潮流制約を考慮した過渡安定度の最過酷状況を改善する予防制御手法
3. 学会等名 2022年電気学会電力・エネルギー部門大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤 素成, 佐々木 豊, 高橋 直輝, 造賀 芳文, 餘利野 直人, 奥本芳治
2. 発表標題 インフォギャップ確定理論を用いたマイクログリッドにおけるロバスト需給最適化
3. 学会等名 2022年電気学会電気・情報・システム部門大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 王 偉朝, 餘利野 直人, 佐々木 豊, 造賀 芳文
2. 発表標題 適応型モデル予測制御を用いたマイクログリッドの周波数制御
3. 学会等名 2022年電気学会電気・情報・システム部門大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上杉 友輝, 佐々木 豊, 上岡 真琴, 造賀 芳文, 餘利野 直人
2. 発表標題 デマンドレスポンスを用いたマイクログリッドにおける電力需給調整
3. 学会等名 2022年電気学会電気・情報・システム部門大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中野 湧斗, 関崎 真也, 餘利野 直人, 佐々木 豊, 造賀 芳文, 西崎 一郎
2. 発表標題 再エネ・需要パタンを考慮した発電事業者群の戦略的行動に基づく前日市場シミュレーション
3. 学会等名 2022年電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河野 直生, 餘利野 直人, 野田 智暉, 佐々木 豊, 造賀 芳文, 保田 創
2. 発表標題 電力系統電圧安定性監視制御ツールの最大負荷点付近における高精度化
3. 学会等名 2022年電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 王 偉朝, 餘利野 直人, 佐々木 豊, 造賀 芳文
2. 発表標題 適応型モデル予測制御を用いた再エネ・蓄電池を含むマイクログリッドの周波数制御
3. 学会等名 2022年電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上杉 友輝, 佐々木 豊, 造賀 芳文, 餘利野 直人
2. 発表標題 ロバスト実行可能領域によるマイクログリッドの電力取引モデルの構築に向けた基礎的検討
3. 学会等名 2022 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中野 湧斗, 関崎 真也, 餘利野 直人, 造賀 芳文, 佐々木 豊
2. 発表標題 発電事業者の戦略パターンを含む電力市場シミュレータの構築
3. 学会等名 2022 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yutaka Sasaki
2. 発表標題 Dynamic Economic Load Dispatch with Emergency Demand Response for Microgrid System Operation
3. 学会等名 2021 22nd International Middle East Power Systems Conference (MEPCON) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Sho Enomoto, Yutaka Sasaki
2. 発表標題 Solar Power Prediction Using Iterative Network Pruning Technique for Renewable-based Microgrid
3. 学会等名 2021 IEEE 12th International Workshop on Computational Intelligence and Applications (IWCIA2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Samuel Kihembo Mumbere, Yutaka Sasaki
2. 発表標題 Development of an Energy Management System Tool for Disaster Resilience in Islanded Microgrid Networks
3. 学会等名 The 20th International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Samuel Mumbere Kihembo, Yutaka Sasaki
2. 発表標題 Prosumer Control Strategy for A Robust Microgrid Energy Management System
3. 学会等名 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Samuel Mumbere Kihembo, Yutaka Sasaki
2. 発表標題 An Energy Management System for Disaster Resilience in Islanded Microgrid Networks
3. 学会等名 2021 IEEE PES/IAS PowerAfrica (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Sho Enomotop, Yutaka Sasaki
2. 発表標題 A Study on Re-design of the Neural Network Structure for Photovoltaic Power Generation Forecast by using Iterative Pruning Algorithm
3. 学会等名 The International Conference on Electrical Engineering (ICEE2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yutaka Sasaki, Makoto Ueoka
2. 発表標題 Dynamic Economic Load Dispatch Considering Incentive-based Demand Response
3. 学会等名 IEEE PES Innovative Smart Grid Technology (ISGT-Asia) 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yutaka Sasaki, Naoki Takahashi
2. 発表標題 Robust Unit Commitment Based on IGDT Approach for Microgrid System Operation
3. 学会等名 IEEE PES Innovative Smart Grid Technology (ISGT-Asia) 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yutaka Sasaki, Sho Enomoto
2. 発表標題 Solar Power Prediction Using Iterative Network Pruning Technique for Microgrid Operation
3. 学会等名 IEEE PES Innovative Smart Grid Technology (ISGT-Asia) 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐々木 豊, 高橋 直輝
2. 発表標題 IGDTに基づく前日電力需給計画に関する検討
3. 学会等名 2022年電気学会全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐々木 豊, 高橋 直輝
2. 発表標題 Info-Gap Decision Theoryに基づく前日需給計画
3. 学会等名 2022年電気学会電力技術・電力系統技術・半導体電力変換合同研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Samuel Kihembo Mumbere, Yutaka Sasaki
2. 発表標題 Prosumers Control Strategy for Microgrid Energy Management System
3. 学会等名 Joint Technical Meeting on “ Power Engineering ”, “ Power System Engineering ” and “ Electron Devices ”
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上岡 真琴, 佐々木 豊
2. 発表標題 需要家の不効用関数を考慮した緊急時デマンドレスポンスによる電力需給バランス維持に関する研究
3. 学会等名 第23回IEEE広島支部学生シンポジウム (HISS 23rd)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 榎本 翔, 佐々木 豊
2. 発表標題 MAE基準による反復プルーニング法を用いた前日太陽光発電量予測手法の計算効率化
3. 学会等名 第23回IEEE広島支部学生シンポジウム (HISS 23rd)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上杉 友輝, 佐々木 豊
2. 発表標題 ロバスト実行可能領域によるマイクログリッドの電力取引モデルの構築に向けた基礎的検討
3. 学会等名 第23回IEEE広島支部学生シンポジウム (HISS 23rd)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上岡 真琴, 佐々木 豊
2. 発表標題 緊急時デマンドレスポンスに向けた複数需要家の不効用関数を用いた電力需給調整に関する研究
3. 学会等名 2021年度電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上杉 友輝, 佐々木 豊
2. 発表標題 口バラスト実行可能領域によるマイクログリッドの電力取引モデルの構築に向けた基礎的検討
3. 学会等名 2021年度電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤 素成, 佐々木 豊
2. 発表標題 電気自動車の不確実性を考慮した地域マイクログリッドの前日需給運用計画
3. 学会等名 2021年度電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 榎本 翔, 佐々木 豊
2. 発表標題 MAE基準を用いた反射プルーニング法を用いた前日太陽光発電量予測のためのNNs最適化
3. 学会等名 2021年度電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋 直輝, 佐々木 豊
2. 発表標題 Information Gap Decision Theoryを用いたマイクログリッドのロバスト最適運用計画に関する基礎検討
3. 学会等名 2021年度電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上岡 真琴, 佐々木 豊
2. 発表標題 マイクログリッドにおけるデマンドレスポンスの基礎設計
3. 学会等名 2021 IEEE SMC Hiroshima Chapter若手研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 榎本 翔, 佐々木 豊
2. 発表標題 プ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研究
3. 学会等名 2021 IEEE SMC Hiroshima Chapter若手研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋 直輝, 佐々木 豊
2. 発表標題 太陽光発電の不確定出力に対するIGDTに基づく発電機起動停止計画の検討
3. 学会等名 2021 IEEE SMC Hiroshima Chapter若手研究会
4. 発表年 2021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
---------	---------