

令和 6 年 5 月 15 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K04426

研究課題名（和文）エネルギー自動分析のためのデータモデルと物理モデルのハイブリッドモデル分析手法

研究課題名（英文）Hybrid model analysis method with data model and physical model for automatic energy analysis

研究代表者

飯野 穰（Iino, Yutaka）

早稲田大学・スマート社会技術融合研究機構・主任研究員（研究院准教授）

研究者番号：80563238

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）：電力・エネルギーシステムにおいて需要家のエネルギー利用合理化や分散型エネルギー資源（DER）の有効活用を目指し、(1)多量のエネルギーデータから特徴量を抽出しパターン化するパターンEMS（エネルギー管理システム）方式、(2)データ（特徴量検出）と動的モデル（カルマンフィルター）の同時推定手段を用いた需要家設備（蓄電池）の状態推定手法、(3)エネルギーネットワーク構造に基づきエネルギー融通を最適化するDER群の分散協調エネルギー管理制御手法、それを用いた災害時レジリエンス対策としての共助型レジリエンスEMS方式を提案、配電系統1フィーダ規模の需要家群モデルケースで評価し有効性を検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的意義：少量のエネルギーデータの特徴量をパターン化したエネルギー管理最適化手法、データモデルをエネルギー機器の物理モデルと組み合わせたハイブリッドモデル分析手法を確立し、電力インフラのDX化に伴うエネルギーデータの有効活用に向けたデータ分析手法の見通しを得た。

社会的意義：災害時の広域停電対策として需要家資源（DER）間のエネルギー融通を実現する共助型レジリエンスEMS方式の提案・評価により、需要家資源の共有による需要家集団のレジリエンス性能向上の見通しを得た。

研究成果の概要（英文）：Aiming to rationalize energy use by consumers and effectively utilize distributed energy resources (DER) in electric power and energy systems, we have developed (1) a pattern EMS (energy management system) method that extracts features from a large amount of energy data and creates patterns; (2) a state estimation method for consumer equipment (storage batteries) using simultaneous estimation of data (feature detection) and a dynamic model (Kalman filter), (3) distributed and coordinated EMS for DERs that optimizes energy exchange based on the energy network structure. We also proposed a mutual aid resilience EMS system as a disaster resilience measure using this method and verified its effectiveness by evaluating it in a customer group model case of one feeder scale in the distribution system.

研究分野：電力・エネルギーシステム

キーワード：分散型エネルギー資源(DER) エネルギーネットワーク 分散協調制御 エネルギー融通 共助型レジリエンス データドリブンアプローチ モデルベースアプローチ DER稼働状態推定

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。

様式 C - 19 , F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

日本の電力・エネルギー政策では、省エネによるエネルギー利用の合理化、地球環境対策としての再生可能エネルギーの大量導入や電気自動車(EV)の普及、デジタル化(DX化)推進による運用管理の合理化等が進められている。例えば、スマートメーターや安価なエネルギー管理システムの普及でエネルギーデータ収集が容易になりつつある。しかしながら中小ビル施設(約 50 万件)でいまだに省エネ技術が普及していないなど、需要家のエネルギー利用合理化促進は直近の課題である。また、電力システムにおいては、太陽光発電(PV)などの変動性再生可能エネルギーが需要家領域に大量に導入され、また今後の EV 増加による充電器負荷も増大することで、電力需給バランスの低下や電圧変動などの電力システムにおける電力品質・安定性の諸問題が懸念されつつある。さらに、昨今の地震、台風、洪水など自然災害の激甚化により、広域停電などの電力供給リスクが指摘されている。これらの諸問題の解決策の一つとして、需要家サイドのスマートメーターデータなどの活用による高度なエネルギーデータ分析とエネルギー管理システム(EMS: Energy Management System)および分散型エネルギー資源(DER: Distributed Energy Resources)の活用が期待されている。しかし、その実現のために多量のエネルギーデータの効率的な分析技術による有効活用、多数の DER を合理的に管理する先進的 EMS 技術が必要である。

2. 研究の目的

本研究では、我が国の電力供給安定化への貢献を念頭に、DX化が進む電力・エネルギーシステムにおいて、需要家に普及しつつある DER のエネルギー利用合理化を目指し、その稼働状態推定(自動分析)、最適運用を実現する EMS(省エネ・エネルギー利用最適化・レジリエンス対応等)の実現を目指した。スマートメーターデータ等を効率的に分析するデータ分析技術と、需要予測や運用最適化・シミュレーション・効果予測を実現する需要家エネルギーモデル技術とを合わせたハイブリッドモデル分析手法の確立を研究目的とした。特に、需要家に普及しつつある PV や EV(蓄電池)などの多量の DER 群を前提に、大規模エネルギーデータから良質データを抽出するデータスクリーニング技術、短い期間の限定データから有効に学習する補完推定技術等の個別技術開発を目指した。本研究では、これらを以下の 3 つの研究課題として設定した。

- (1) 特徴量抽出アルゴリズム: エネルギーデータに情報量が偏在していることに着目し、モデル推定に有用なデータの特徴量抽出に基づき、データの選択的利用によりエネルギーモデルの推定精度を改善する手法の開発。
- (2) データとモデルの連携推定手法: データ分析とモデル推定の利点と欠点を相互補完しつつ、分析性能を改善する仕組みとして、データとモデルを連携した推定手法(ハイブリッドモデル分析手法)の開発。
- (3) エネルギーネットワークによる構造化モデル: 需要家におけるエネルギー利用の問題点に対する原因～結果の構造的可視化と現象理解とエネルギーシステムの運用適性化のためのエネルギーネットワークによる構造化モデルの活用手法の開発。

3. 研究の方法

本研究では、前述の 3 つの課題に対し、以下の方法で研究を進めた。

- (1) 特徴量抽出アルゴリズム: 日々の需要家負荷や DER 挙動を、特徴量抽出に基づく代表パターンに情報集約することで、年間運用の最適化を図るパターン型 EMS 手法を検討した。また、個々の需要家の短期間エネルギーデータ(情報量偏在)に対し、マルチエージェント間で連携したモデル学習(連合学習)手法を検討した。
- (2) データとモデルの連携推定手法: 需要家スマートメーター傘下(BTM: Behind The Meter)の DER(特に蓄電池)の挙動推定のために、スマートメーターデータの分析による挙動シナリオ推定と需要家エネルギーモデルに基づく状態推定を同時に行う手法を検討し、データとモデルの相互連携推定手法(ハイブリッドモデル分析手法)による性能改善の可能性検討を試みた。
- (3) エネルギーネットワークによる構造化モデル: エネルギーネットワークの機能を需要家群や DER 群の相互にエネルギー融通を行う物理層(Physical Layer)のネットワークの課題と、それぞれの協調運用を実現する分散協調 EMS による情報層(Cyber Layer)のネットワークの課題とに整理し、CPS: Cyber Physical System として問題を位置付けた。
物理層ネットワーク課題においては需要家の電力系統(配電系統)接続条件などの空間的制約を考慮した分散協調 EMS 制御手法を検討した。
情報層ネットワーク課題においては需要家群、DER 群をマルチエージェントモデルとして水平型分散協調 EMS 制御手法(管理者不在の前提で自主的な協調動作)を検討した。
また、本研究の本質課題であるエネルギー融通の合理化と、社会実装を踏まえた社会的ニーズの高い災害時の停電対策を目的に、共助型レジリエンス対応機能を評価ユースケースとした。災害時の商用停電に対し、需要家 DER 群が相互連携し、エネルギー融通により地域全体のレジリエンス性能を最大化するレジリエンス型 EMS 手法を評価した。

4. 研究成果

各課題に対する研究成果を以下に示す。

- (1) 特徴量抽出アルゴリズム： 日々の需要家負荷や DER 挙動をエネルギーデータとしてある期間収集，データベース化し，クラスタリング手法(k-means 法)により有限個の特徴量パターンに分類，それに対応した DER 最適運用パターンを併せてデータベース化することで，日々の緻密な需要予測や運用計画最適化計算を必要としない，パターン型 EMS 手法[2021b],[2021d]を開発し，年間評価で有効性を確認した。

また，個々の需要家の短期間のエネルギーデータで EMS のためのモデル学習が十分でない場合に対し，需要家間で学習情報を共有・連携する連合学習手法に基づいたパターン型 EMS 手法[2024b]を開発し，各需要家が単独で学習するよりも優れた EMS 性能を実現できることを検証した。

パターン型 EMS 手法の概念を図 1 に示す。また，年間エネルギーデータに対し，代表パターンの数(クラスター数)N を 1~350 まで変化させた場合の EMS 性能(運用コスト(棒グラフ)と最適 EMS によるコストベースラインからのコスト増加率(折れ線グラフ))を示したものである。年間運転パターンをたった 3 パターンで近似してもコスト増加は 7% にとどまる結果となり，パターン型 EMS 手法による情報圧縮の有効性を確認した。

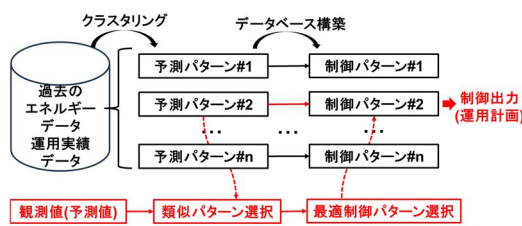


図 1 パターン型 EMS 手法

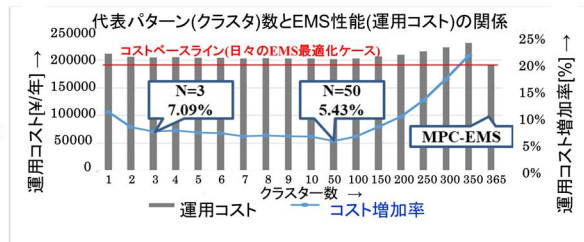


図 2 年間代表パターン数と EMS 性能(運用コスト)の関係

- (2) データとモデルの連携推定手法： 需要家のスマートメーターデータのみから，需要家傘下(BTM)の蓄電池と負荷，PV 発電を分離する用途分解手法を提案した。ここでは，蓄電池の充放電有無の挙動をデータ特徴量抽出に基づき一次推定した後，需要家エネルギーモデルに基づくカルマンフィルターを用いた DER 状態推定手法[2023b],[2023d]を適用した。結果としてデータに基づく推定手段とモデルに基づく推定手段の同時推定によるハイブリッドモデル分析手法による性能改善効果を示した。

図 3 にデータ特徴量推定とモデルベース推定の同時推定手法(ハイブリッドモデル分析手法)のフローチャートを示す。図 4 はスポット市場価格データに基づく蓄電池充放電挙動(青の部分が充電・放電の時刻)の一次推定(データ特徴量抽出)結果を示す。実際の挙動(左図)に対しデータ特徴量からの挙動推定結果(右図)が良く一致していることがわかる。図 5 は蓄電池挙動一次推定に基づき需要家のスマートメーターデータを補正し，需要家負荷をカルマンフィルターにより推定した結果，およびその負荷推定値に基づき蓄電池挙動を再推定した結果である。真の挙動(黒実線)と推定挙動(赤破線)が良く一致することが確認された[2023d]。

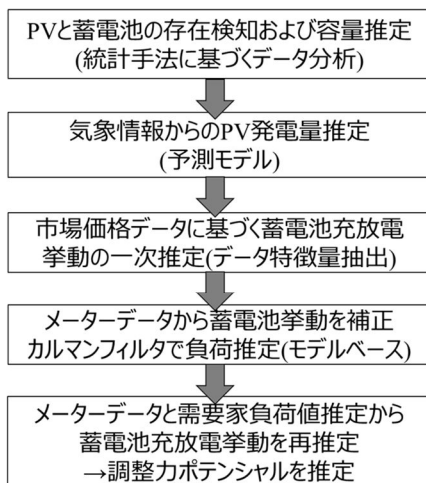


図 3 データ特徴量推定とモデルベース推定の同時推定手法

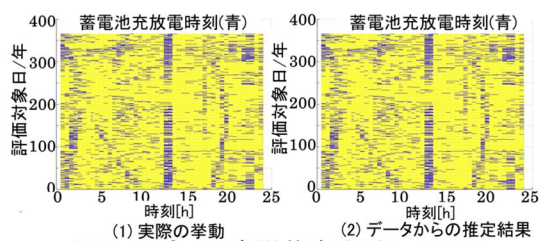


図 4 スポット市場裁定取引における需要家蓄電池の充放電挙動とその推定

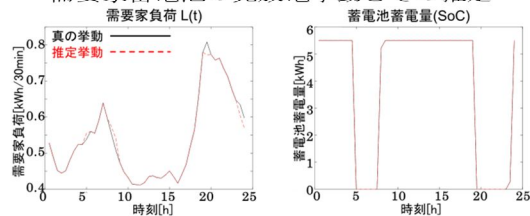


図 5 カルマンフィルターで推定した需要家負荷と再推定した蓄電池挙動(SoC変化)

- (3) エネルギーネットワークによる構造化モデル： エネルギーネットワークモデルをベースに、需要家 DER 群の相互エネルギー融通を行う物理層ネットワークの課題として、需要家の電力系統(配電系統)接続地点などの空間的制約条件[2023c]を考慮した分散協調 EMS 制御手法[2020a],[2021a]を検討した。

情報層ネットワークの課題においては、需要家 DER 群をマルチエージェントモデルとして、管理者不在の前提で自主的な協調動作を実現できる水平型分散協調 EMS 制御手法[2022b],[2022d],[2022e]を提案した。

また、評価ユースケースとして、需要家領域の DER 群を用いた相互エネルギー融通によるレジリエンス型 EMS 手法を評価・検討対象とし、分散協調型 EMS 機能によるレジリエンス管理機能(共助型レジリエンス EMS 機能) [2021c]を提案した。そこでは需要家が相互にエネルギー融通を頼ることで発生する「共倒れ」現象を課題抽出した。また、それに対する対策として、エネルギー融通規模の適正化[2022a]、多段階の負荷優先度管理による一部負荷のレジリエンス要求条件の緩和[2022c]、さらに災害時の負荷を電力需要と熱需要に拡張したケースの評価[2023a]、需要家が所有する DER の管理・運用権の条件と地域全体のエネルギー融通(レジリエンス)性能の関係性評価[2023e]、および DER 管理・運用権を動的にコントロールするレジリエンス性能改善手法[2024a]を提案した。

図 6,7 にレジリエンス性能評価における「共倒れ」現象と提案手法による改善の数値例を示す。図 6 は 512 軒の需要家群が停電時に DER 間のエネルギー融通グループを形成した時、そのグループ規模 $N=2^{(i-1)}$ 軒(単独, 2 軒, 4 軒, ..., 256 軒, 512 軒)と一日の停電時間の関係を示したものである。左図(5月)のケースでは、PV 発電に余裕があり、融通グループ規模増加とともに停電時間が減少しているが、右図(2月)のケースでは逆に融通グループ規模増加とともに停電時間が増加する「共倒れ」現象が確認された[2021c]。図 7 は、同条件で需要負荷を最重要負荷、準重要負荷、非重要負荷に分解し、異なる優先度で管理することで、最重要負荷が融通グループ規模増加とともに停電時間が減少し、「共倒れ」現象が回避できることを確認した[2022c]。

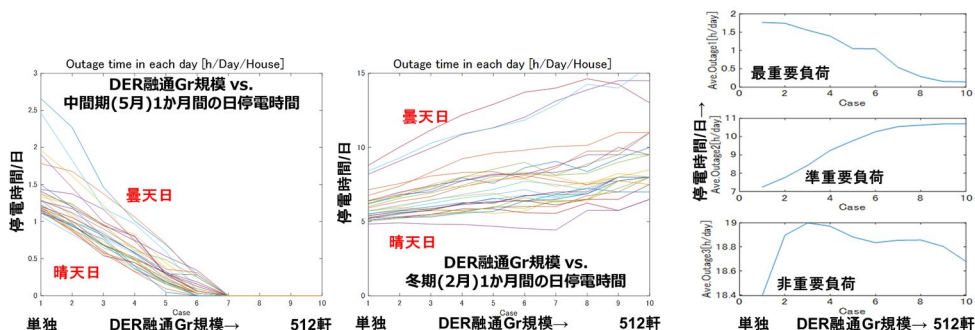


図 6: DER 群のレジリエンスモードにおける「共倒れ」現象 図 7: 負荷優先度管理方式

- (4) その他： 付随する関連研究成果として、需要家 DER の EMS 制御手法における DER の可制御性評価[2020b]や可制御性を最大化する EMS 運用計画手法[2021e]などを提案した。

(5) 成果のまとめ

以上の本研究成果を総括すると、電力・エネルギーシステムにおいて需要家のエネルギー利用合理化や分散型エネルギー資源(DER)の有効活用を目指した、(1)多量のエネルギーデータから特徴量を抽出しパターン化するパターン EMS(エネルギー管理システム)方式、(2)データ(特徴量検出)と動的モデル(カルマンフィルター)の同時推定手段を用いた需要家設備(蓄電池)の状態推定手法、(3)エネルギーネットワーク構造に基づきエネルギー融通を最適化する DER 群の分散協調エネルギー管理制御手法、それを用いた災害時レジリエンス対策としての共助型レジリエンス EMS 方式、配電系統 1 フィーダ規模の需要家群モデルケース評価と有効性検証、などである。

また、本研究成果の学術的意義としては、少量のエネルギーデータの特徴量をパターン化したエネルギー管理最適化手法、データモデルをエネルギー機器の物理モデルと組み合わせたハイブリッドモデル分析手法を確立し、電力インフラの DX 化に伴うエネルギーデータの分析手法による利活用の見通しを得た点が挙げられる。他方、社会的意義としては、災害時の広域停電対策として需要家資源(DER)間のエネルギー融通を実現する共助型レジリエンス EMS 方式の提案・評価により、需要家資源(DER 群)の共有による需要家集団、地域、社会全体のレジリエンス性能向上手段の見通しを得た点が挙げられる。

本研究成果が、今後の社会実装を経て、環境に配慮しつつ安心安全な持続可能社会の実現の一助となることを切に願っている。

<引用文献>

- [2020a] 飯野 穰, 林 泰弘: 需要家 EMS 群と協調した地産地消型エネルギー・環境マネジメントシステムの提案と評価, 第 39 回エネルギー・資源学会研究発表会, 2-3, pp.38-45 (2020)
- [2020b] 飯野 穰, 林 泰弘: 可制御軌道に基づく分散型エネルギー資源アグリゲーション制御, 第 63 回自動制御連合講演会, 1H2-4, pp.341-344 (2020)
https://doi.org/10.11511/jacc.63.0_341
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jacc/63/0/63_341/pdf-char/ja
- [2021a] 飯野 穰, 林 泰弘: 分散型エネルギー資源の相互エネルギー融通による環境価値の評価, エネルギー・資源学会 第 37 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 5-4, pp.120-124 (2021)
- [2021b] 飯野 穰, 林 泰弘: エネルギー管理システムの計画軌道パターン学習による簡易予測制御方式の検討, 計測自動制御学会 第 8 回制御部門マルチシンポジウム, 2E2-2 (2021)
- [2021c] 飯野 穰, 林 泰弘: 分散型エネルギー資源の協調運用によるレジリエンス価値のポテンシャル評価, 第 40 回エネルギー・資源学会研究発表会, 14-1 (2021)
- [2021d] Yutaka Iino, Yasuhiro Hayashi: Model Predictive Control with Pattern Learning of Prediction and Control Trajectory and its Application to a Battery EMS Problem, SICE Annual Conference 2021, pp.170-175 (2021)
<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9555308>
- [2021e] 飯野 穰, 林 泰弘: 可制御空間最大化 MPC 方式の提案と分散型エネルギー資源調整力最適化 EMS 問題への適用, 第 64 回自動制御連合講演会, 1C1-5, pp49-52 (2021)
https://doi.org/10.11511/jacc.64.0_49
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jacc/64/0/64_49/pdf-char/ja
- [2022a] 飯野 穰, 林 泰弘: 需要家群における共助型レジリエンスの評価指標とグループ規模適正化に関する提案, エネルギー・資源学会 第 38 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 7-4 (2022)
- [2022b] 飯野 穰, 林 泰弘: 共助型レジリエンスを目指した DER 群分散協調 EMS 方式の提案, 計測自動制御学会 第 9 回制御部門マルチシンポジウム, 2C1-1 (2022)
- [2022c] 飯野 穰, 林 泰弘: 負荷優先度を考慮した需要家群における共助型レジリエンス管理方式の提案, 第 41 回エネルギー・資源学会研究発表会, 3-1, pp.55-60 (2022).
- [2022d] Yutaka Iino, Yasuhiro Hayashi: Distributed coordinated energy management system for DERs to realize cooperative resilience against blackout of power grid, SICE Annual Conference 2022, pp.75-80 (2022)
<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9905835>
- [2022e] 飯野 穰, 林 泰弘: 分散協調 EMS 方式による需要家群のレジリエンス性能の向上, 第 65 回自動制御連合講演会, 1B1-4, pp.49-52 (2022)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jacc/65/0/65_49/pdf-char/ja
https://doi.org/10.11511/jacc.65.0_49
- [2023a] 飯野 穰, 林 泰弘: 電力・熱・燃料需要を考慮した需要家モデルに基づく共助型レジリエンスの評価, エネルギー・資源学会 第 39 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 17-3, pp.509-514 (2023)
- [2023b] 飯野 穰, 林 泰弘: ネット需要データに基づく需要家蓄電池の稼働状態推定, 計測自動制御学会 第 10 回制御部門マルチシンポジウム, 1A3-2 (2023)
- [2023c] 飯野 穰, 林 泰弘: エネルギーネットワークのトポロジー制約を考慮したエネルギー融通によるレジリエンス性能の一考察, 第 42 回エネルギー資源学会研究発表会, 9-5, pp.215-218 (2023)
- [2023d] Yutaka Iino, Yasuhiro Hayashi: Kalman Filter based estimation of behavior of battery energy storage system based on net load data of consumer, SICE Annual Conference 2023, pp.1226-1231 (2023)
<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=10354234>
- [2023e] 飯野 穰, 林 泰弘: 分散型エネルギー資源の所有・運用形態によるエネルギー融通性能の比較評価, 第 66 回自動制御連合講演会, 2C1-4, pp.761-764 (2023)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jacc/66/0/66_761/pdf-char/ja
https://doi.org/10.11511/jacc.66.0_761
- [2024a] 飯野 穰, 林 泰弘: 需要家資源の動的な融通優先度管理による共助型レジリエンス性能の改善, エネルギー・資源学会 第 40 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 5-3, pp.144-149 (2024)
- [2024b] 飯野 穰, 林 泰弘: 電力メータデータに基づく需要家エネルギー機器状態推定手法の検討, 計測自動制御学会 第 11 回制御部門マルチシンポジウム, 3A2-6 (2024)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計19件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 飯野 穰、林 泰弘
2. 発表標題 需要家EMS群と協調した地産地消型エネルギー・環境マネジメントシステムの提案と評価
3. 学会等名 第39回エネルギー・資源学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯野 穰、林 泰弘
2. 発表標題 可制御軌道に基づく分散型エネルギー資源アグリゲーション制御
3. 学会等名 第63回自動制御連合講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯野 穰、林 泰弘
2. 発表標題 分散型エネルギー資源の相互エネルギー融通による環境価値の評価
3. 学会等名 エネルギー・資源学会 第37回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 飯野 穰、林 泰弘
2. 発表標題 エネルギー管理システムの計画軌道パターン学習による簡易予測制御方式の検討
3. 学会等名 計測自動制御学会 第8回制御部門マルチシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 飯野 穰, 林 泰弘
2. 発表標題 分散型エネルギー資源の協調運用によるレジリエンス価値のポテンシャル評価
3. 学会等名 第40回エネルギー・資源学会研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yutaka Iino, Yasuhiro Hayashi
2. 発表標題 Model Predictive Control with Pattern Learning of Prediction and Control Trajectory and its Application to a Battery EMS Problem
3. 学会等名 SICE Annual Conference 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 飯野 穰, 林 泰弘
2. 発表標題 可制御空間最大化MPC方式の提案と分散型エネルギー資源調整力最適化EMS問題への適用
3. 学会等名 第64回自動制御連合講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 飯野 穰, 林 泰弘
2. 発表標題 需要家群における共助型レジリエンスの評価指標とグループ規模適正化に関する提案
3. 学会等名 エネルギー・資源学会 第38回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 飯野 穰, 林 泰弘
2. 発表標題 共助型レジリエンスを目指したDER群分散協調EMS方式の提案
3. 学会等名 計測自動制御学会 第9回制御部門マルチシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 飯野穰, 林泰弘
2. 発表標題 負荷優先度を考慮した需要家群における共助型レジリエンス管理方式の提案
3. 学会等名 第41回エネルギー・資源学会研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yutaka Iino, Yasuhiro Hayashi
2. 発表標題 Distributed coordinated energy management system for DERs to realize cooperative resilience against blackout of power grid
3. 学会等名 SICE Annual Conference 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 飯野穰, 林泰弘
2. 発表標題 分散協調EMS方式による需要家群のレジリエンス性能の向上
3. 学会等名 第65回自動制御連合講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 飯野穰, 林泰弘
2. 発表標題 電力・熱・燃料需要を考慮した需要家モデルに基づく共助型レジリエンスの評価
3. 学会等名 エネルギー・資源学会 第39回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 飯野穰, 林泰弘
2. 発表標題 ネット需要データに基づく需要家蓄電池の稼働状態推定
3. 学会等名 計測自動制御学会 第10回制御部門マルチシンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 飯野穰, 林泰弘
2. 発表標題 エネルギーネットワークのトポロジー制約を考慮したエネルギー融通によるレジリエンス性能の一考察
3. 学会等名 第42回エネルギー・資源学会研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yutaka Iino, Yasuhiro Hayashi
2. 発表標題 Kalman Filter based estimation of behavior of battery energy storage system based on net load data of consumer
3. 学会等名 SICE Annual Conference 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 飯野穰, 林泰弘
2. 発表標題 分散型エネルギー資源の所有・運用形態によるエネルギー融通性能の比較評価
3. 学会等名 第66回自動制御連合講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 飯野穰, 林泰弘
2. 発表標題 需要家資源の動的な融通優先度管理による共助型レジリエンス性能の改善
3. 学会等名 エネルギー・資源学会 第40回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 飯野穰, 林泰弘
2. 発表標題 電力メータデータに基づく需要家エネルギー機器状態推定手法の検討
3. 学会等名 計測自動制御学会 第11回制御部門マルチシンポジウム
4. 発表年 2024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 分担 者	林 泰弘	早稲田大学・理工学術院・教授	
	(Hayashi Yasuhiro)		
	(40257209)	(32689)	

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
---------	---------