

【課題名】リアルタイムCO2排出係数に基づく再生可能エネルギー発電等の最適制御技術の開発・実証事業(委託and補助)

【代表者】パシフィックパワー㈱ 嶋野 崇文

【実施年度】令和4年度～令和6年度(令和7年3月終了)

## (1) 技術開発・実証の概要

### ①【課題の概要・目的】

再エネや蓄電池の制御は経済性を指標に実施されることが多いが、環境価値の面では、晴天時など再エネ比率の高い時間は発電によるCO2削減効果が低く、逆に雨天時や朝夕など火力発電比率の高い時間帯はCO2削減効果が高い。そこで時間帯別のリアルタイムCO2排出係数を制御指標として短期・中長期の予測方法も含め開発した上で、市場価格などの指標も考慮した最適な再エネ発電の制御手法の開発を行う。同時に、出力制御が比較的容易な再エネ発電としてバイオガス発電と廃棄物発電において開発したアルゴリズムを実証し、制御範囲の最大化を目指す。本技術により、よりCO2削減効果の高い再エネ発電の開発・運用が可能となる。

### ②【技術開発・実証の内容と成果】

#### ○重要な開発要素

##### A1. リアルタイムCO2排出係数の構築・短期予測

公表情報に基づく透明性の高い実績値算出方法の確立自体のほか、精度の高いCO2排出係数の前日予測手法が課題である。**実績値を算出するシステムを構築し、当社ホームページ上でリアルタイムに公開した。**また、卸電力市場価格なども説明変数に用いて、機械学習により精度高く予測を行うシステムを構築した。(実用化レベル到達年:2023年度)

##### A2. バイオガス発電および廃棄物発電の出力制御方法構築

リアルタイムCO2排出係数などの指標にもとづき、CO2削減効果を最大化するための発電計画作成システムを構築した。**廃棄物・下水処理においては搬入量や貯留可能量など様々な制約条件がある中で、最適な運転計画作成を実態にもとづき作成できた。**(実用化レベル到達年:2024年度)

##### A3. 統合構成を考慮した再エネ発電によるCO2削減効果の中長期予測

発電設備の導入段階でのCO2削減効果を評価する**中長期的な系統側の電源構成の変化および系統混雑による出力制御等の増加を踏まえて、立地を考慮した再エネ発電の活用可能な電力量およびそれに乘じるCO2排出係数を予測するツールを開発した。**(実用化レベル到達年:2024年度)

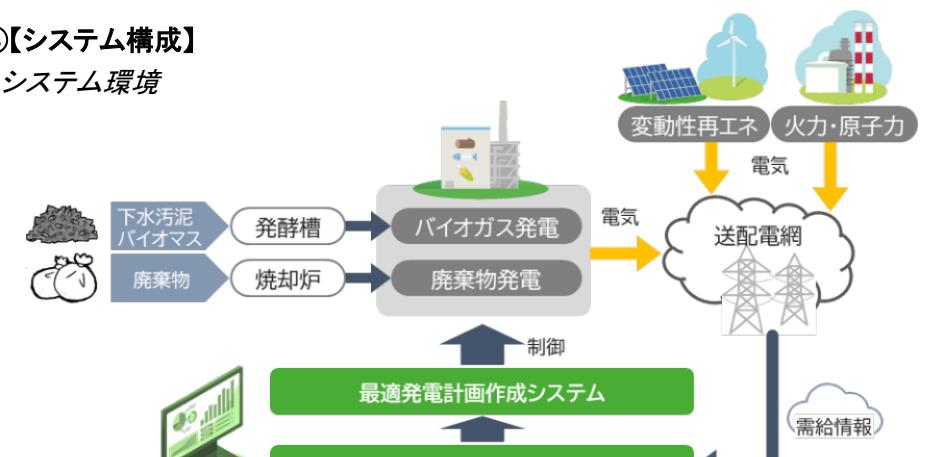
#### B. 開発要素のシステム統合と、C. その実証

リアルタイムCO2排出係数のほか系統混雑、電力市場価格など目標にすべき指標が複数になった場合、いずれかを優先するかが課題となる。**トレードオフを考慮した統合的な指標による最適な運転計画を構築し、制御指令を提示するシステムを構築した。**

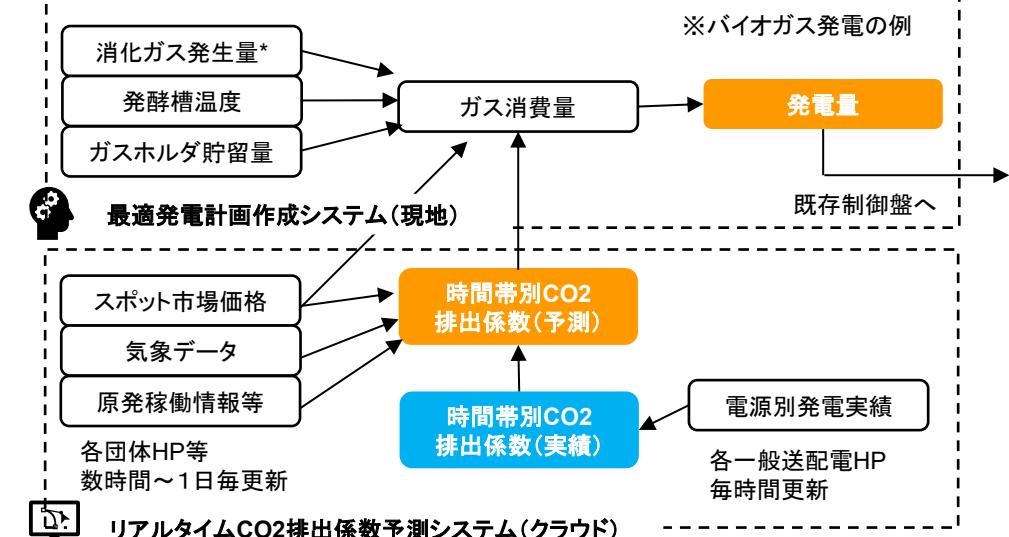
また、**福岡市の中部水処理センターのバイオガス発電設備および廿日市市の清掃工場の廃棄物発電設備にて、上記のシステムを実装・実証し、時間帯別CO2排出係数によるCO2削減が達成できることを確認した。**

## ③【システム構成】

### ・システム環境



### ・システム構成



## ④【開発・実証成果のまとめ】

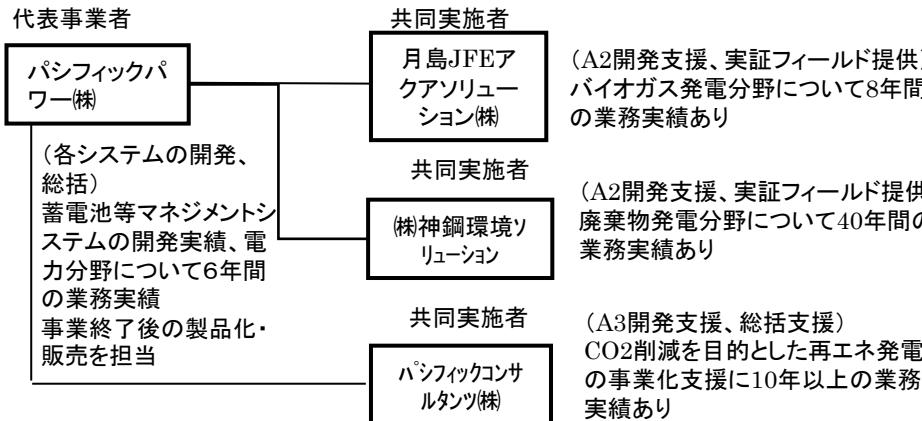
○開発・実証の目標及び達成状況: 従来の運転制御方式とくらべて、リアルタイムCO2削減効果が3%以上改善することを目標としていたが、バイオガス発電において5%程度、廃棄物発電において8%程度改善することを実証にて検証した。

○想定ユーザー: 発電事業者、利用価値: 売電単価およびCO2削減効果の向上による売電収入の向上

## (2)技術開発・実証の実施内容

### ①【実施体制】

本事業はパシフィックパワー株式会社が代表事業者として取り組み、事業化まで担当する。バイオガス発電関係では、月島機械株式会社が福岡市中部水処理センターでの実証に協力する。廃棄物発電関係では、神鋼環境ソリューションが、実際の清掃工場での実証に協力する。中長期のCO2削減効果予測については、環境省委託事業や再エネ事業化支援に携わってきたパシフィックコンサルタンツ株式会社が協力する。



### ②【実施スケジュール】

	令和4年度	令和5年度	令和6年度
要素技術A1の開発	26,026 千円	45,314 千円	35,177 千円
要素技術A2の開発	12,972 千円	37,980 千円	32,798 千円
要素技術A3の開発	25,945 千円	38,500 千円	26,154 千円
B. 統合システムの最適化	1,297 千円	1,327 千円	827 千円
C. 実証	1,205 千円	4,194 千円	3,911 千円
その他経費	1,916 千円	1,371 千円	1,458 千円
合計	69,361 千円	128,686 千円	100,325 千円
(うち委託費+補助金額)	69,361 千円	107,186 千円	82,825 千円

### ③【成果発表・特許取得状況】

- ・エネルギー・資源学会発表(2023年8月)、日本LCA学会研究発表会(2024年3月)、廃棄物資源循環学会(2025年9月)
- ・雑誌「スマートグリッド」(2024年7月号)
- ・2024年9月9日、2025年4月15日パシフィックパワー株式会社HPにてプレスリリース、電気新聞等から取材・掲載、
- ・開発要素A2に関する特許出願済

## (3)CO2削減効果の評価

### 【提案時当初計画】

開発品(システム)1台当たりのCO2削減量	60→360(t-CO2/台・年)
開発品(システム)の耐用年数	15年

年度	2025	2030	2050
CO2削減量(万t-CO2/年)	0.03	0.56	7.48
累積CO2削減量(万t-CO2)	0.03	1.6	80.9
CO2削減コスト(円/t-CO2)	3,015	1,490	540

### 【本資料作成時点見込み】

開発品(システム)1台当たりのCO2削減量	60→360(t-CO2/台・年)
開発品(システム)の耐用年数	15年

年度	2025 (販売開始年)	2030	2050
CO2削減量(万t-CO2/年)	0.03	0.56	7.48
累積CO2削減量(万t-CO2)	0.03	1.6	80.9
CO2削減コスト(円/t-CO2)	3,015	1,490	540

## (4)事業化について

### 【事業化計画】

- ・2025年度以降、時間帯別のCO<sub>2</sub>排出係数はパシフィックパワー株式会社のホームページ等に公開して社会的な普及拡大を図る。
- ・バイオガス・廃棄物発電の制御システムは、実証先の施設に対してサービス提供開始するほか、バイオガス発電を持つ自治体新電力や協力企業等の関与する他施設にも順次提供開始

### ○事業化の体制

時間帯別のCO<sub>2</sub>排出係数の公表システムおよびバイオガス発電の制御システムはパシフィックパワー株式会社が事業主体としてサービス提供していく。  
廃棄物発電の制御システムは神鋼環境ソリューション株式会社が事業主体としてサービス提供していく。

### ○事業展開における普及の見込み

- ・対象市場規模:再エネアグリゲーター市場→DRアグリゲーター・小売電気市場
- ・導入コスト目標:300万円/件(当面は自社サービスにて利用)
- ・製品単純回収年数:2年程度(=導入コスト÷年間サービス効果)

### ○年度別販売見込み

#### 【提案時当初計画】

年度	2025 (販売開始年度)	2030	2050
目標販売台数(台)	5	7	5
目標累積販売台数(台)	5	42	202

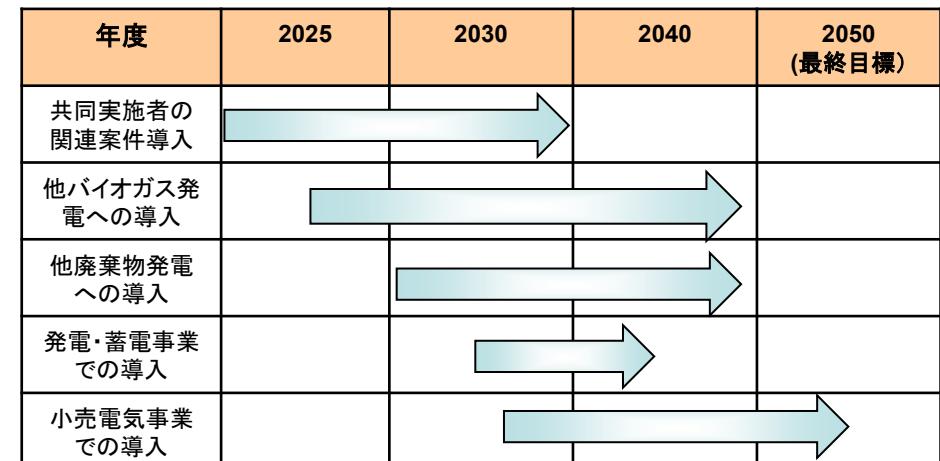
#### 【本資料作成時点見込み】

年度	2025 (販売開始年度)	2030	2050
目標販売台数(台)	5	7	5
目標累積販売台数(台)	5	42	202

### ○量産化・販売計画

- ・2025年度以降、共同実施者の関連案件に提案・導入開始
- ・2026年度以降、一般的なバイオガス、廃棄物発電にも導入
- ・2030年まで、2050年までの2段階で導入システムのハードウェア低コスト化によりコストを削減して導入可能な施設規模の幅を広げる
- ・中長期予測や補助金評価向上について発電・蓄電事業者に提供(自社事業においても利用)
- ・最終的には小売電気事業でも利用されるようにする

### ○事業拡大シナリオ



### ○事業化におけるリスク(課題・障害)とその対策

リスク(課題・障害)	対策
導入コストが高く、小規模施設に適用できず普及が限定的になる	低コスト化のためのソフト・ハード構成の簡素化・標準化
指標が社会的に受容されず普及しない	環境省の補助事業等での評価項目への追加提案、温対法に基づく小売電気事業者の排出係数算定制度への反映提案
本来の下水処理や廃棄物処理に影響が出る	管理目標となるパラメータを監視してそれを逸脱する場合には最適制御よりも安定処理を優先するフェールセーフ機能を設ける。 廃棄物処理法の処理量制限の特例措置があればさらに制御の効果が高まる

### ＜情報発信の実績＞

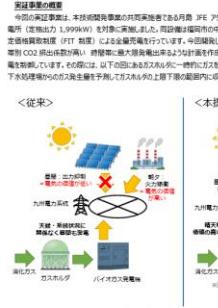
- ・2022年10月24日パシフィックパワー株式会社よりプレスリリース「環境省「令和4年度地域共創・セクター横断型カーボンニュートラル技術開発・実証事業」に採択されました～リアルタイムCO<sub>2</sub>排出係数に基づく再エネ最適制御技術の開発・実証事業を開始～」
  - ・専門誌掲載：「スマートグリッド」(2024年7月号)「系統電源構成を考慮した時間帯別CO<sub>2</sub>排出係数の算出と応用例」
  - ・2024年9月9日パシフィックパワー株式会社ホームページにて成果の一部を公表



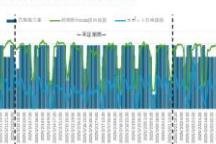
- ・ 2025年4月15日パシフィックパワー株式会社よりプレスリリース「国内初！消化ガス発電の最適制御によるCO2削減効果を見える化～時間帯別CO2排出係数に基づく再エネ最適制御技術の開発・実証事業を完了～」



2025年4月15日



### 実証事業の成果と今後の展望



「パフィック」は株式会社および「パフィックコンサルタント」は株式会社では今回開発したシステムを全国のバイオガス発電設備に導入実績があることを目指していきます。本システムは水冷方式による食品廃棄物を基盤としたバイオガス発電設備の運用が可視化です。また、2025年2月25日にフルスケールとなり、FIT制度で発売している施設でなければ(発電した電気を自家消費している施設も同様不可用)、合せて実現していきます。システムの導入を通じて、パフィックは「パフィック」は株式会社および「パフィックコンサルタント」は株式会社で引き続き地域エネルギー事業を通してまちの活性化と発展、カーボンニュートラル化の進歩に寄与していきます。

### <実証試験の様子>

- ・2024年12月に実施した廃棄物発電の制御実証、2025年2月に実施したバイオガス発電の制御実証時の様子は以下の通り
- ・広島県廿日市市の廃棄物発電は中央監視室に制御用端末を設置して、常駐職員が手動制御した
- ・福岡県福岡市のバイオガス発電は制御盤内に制御用端末を設置して、システム間連携により自動制御した



写真 バイオガス発電機



写真 ガスホルダー



写真 中央監視室

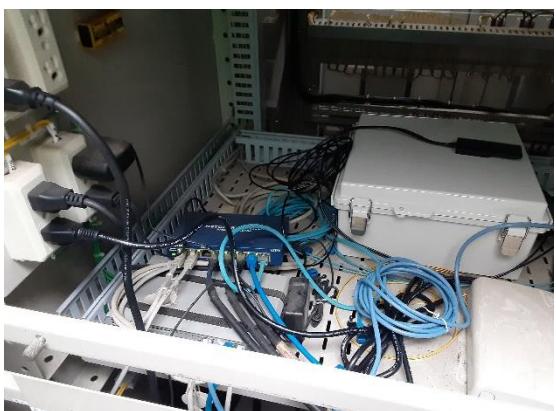


写真 制御盤内の端末

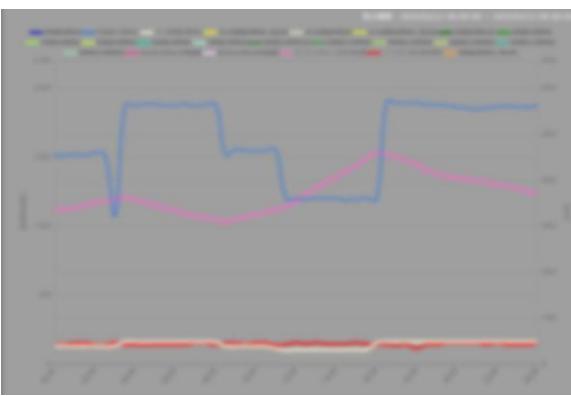


写真 構築したシステム画面の一例



写真 中央監視室内の端末

### <論文・特許・その他実績>

- 要素技術A1、A2に関する技術について以下の通り発表

#### 【学会発表】

エネルギー・資源学会発表(2023年8月1日)「電力リアルタイム CO2 排出係数の試算と応用例」(発表者:パシフィックパワー株式会社 松田健士)  
日本LCA学会研究発表会(2024年3月)「再生可能エネルギーの出力変動を考慮した時間帯別CO2排出係数の算出」(発表者:パシフィックパワー株式会社 松田健士)  
下水道研究発表会(2025年7月29日)「電力の時間帯別価値を考慮した消化ガス発電の最適運転制御システムの開発」(発表者:パシフィックコンサルタンツ株式会社 堀尾作人)  
廃棄物資源循環学会研究発表会(2025年9月)「リアルタイムCO2排出係数に基づく再エネ発電の最適制御技術開発」(発表者:(株)神鋼環境ソリューション 立見 友幸)  
建設コンサルタント業務研究発表会(2025年9月)「系統構成を考慮した再エネ発電によるCO2削減効果の中長期予測」(発表者:パシフィックコンサルタンツ株式会社 堂山俊貴、山下大樹)

- 要素技術A2に関する特許を出願中

#### 【特許】

出願日 : 2025/08/29  
題目 : 燃却プラントの操炉計画作成システム、該方法および該プログラム  
出願人 : 株式会社神鋼環境ソリューション

# 事後評価結果

評価点 6. 3点 (10点満点中。(10点:特に優れている、8点:優れている、6点:問題ない、4点:多少問題がある、2点:大きな問題がある))

## 評価コメント

### [評価される点]

- ・ 国内の発電事業者を含んだ情報を集約し、国内の電力システムの特徴も加味したモデルによる推定計算を駆使しつつ、リアルタイムCO2排出係数を算出するシステムを構築して、算出したCO2排出係数を公開した点、及びCO2排出係数に基づく再生可能エネルギー発電制御で目標以上のCO2削減効果を上げた点は評価できる。

### [今後の課題]

- ・ 委託事業による費用対効果の観点からは、特定サイトのプラント制御への活用というよりは、広く情報を使ってもらうアプリケーションへの展開が期待される。そのためには地域や規模の違いを考慮した更なる実証、全国地域における精度の確保、事業化に関する更なる考察を行うことが望まれる。特に、中長期のCO2排出係数予測で、九州エリアでの誤差率20%以上を北海道エリアと同等の10%以下に改善すること、更には全国地域でも同等の10%以下の精度の確保が望まれる。
- ・ バイオガス発電や廃棄物発電では、廃棄物処理が優先でこれに影響を与える前提だと合意がとれないリスクがあり、「制御」するというアプローチは注意する必要がある。蓄エネと組み合わせる等の廃棄物処理に影響しないアプローチが望まれる。

### [事業化に向けたコメント]

- ・ 他機関でもリアルタイムCO2排出係数の推計に取り組んでおり、グリーンデータセンターも立地や電気自動車の普及に向いている地域の選定に利用する等、グローバルで活用が広がっている。今後、リアルタイムCO2排出係数をベースとしたアプローチは、主流になる可能性があり、ElectricityMap等他機関との比較により本開発技術の優位性を示し、日本発のユニークな取組みとしてグローバルにも注目されるよう、リアルタイムCO2排出係数に関する成果の積極的な情報発信・啓蒙活動が望まれる。