

戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)

2023年度

研究開発成果等の概要

SIP課題名

「スマートエネルギーマネジメントシステムの構築」

サブ課題 A

エネルギーとモビリティ等

研究開発テーマ

A2. RE100 を実現する農村型 VPP の開発

研究開発期間

2023年7月 ～ 2024年3月31日

研究開発責任者	氏名	遠藤 和子
	所属機関	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
	部署	農村工学研究部門
	役職	研究領域長

研究開発成果等の概要

個別テーマ1：農山漁村地域内の再生可能エネルギーの需給を最適制御する VPPのシミュレーション技術の開発・検証

VPP シミュレータについては、農研機構が開発した農村型のエネルギーマネジメントシステム（VEMS）のシミュレータを基礎に置き、VEMS の機能の A-EMS（エリア EMS）をより高度にする方向性を見いだした。VPP シミュレーションは、あるエリアに VPP を導入する際に、導入効果の検証や、導入後の設備計画や運用計画の立案を支援する事を目的とすることから、発電設備、発熱設備、蓄電設備、蓄熱設備と電気需要と熱需要を持つある任意のエリアに VPP の概念を適用し、設定された目的関数に応じた適正制御（もしくは最適化制御）を実施した場合の制御効果を算出し、各設備の運用計画を立案する機能を持つ仕様とする（図1）。VPP を構成する熱・電気供給モデルに関して、メタン発酵モデル、バイオガスを用いた園芸施設への熱供給モデル、水利エネルギーポテンシャル評価、営農型太陽光発電施設の電力需給ケーススタディや営農との両立について検討を進めた。また、エネルギー需要について、施設園芸、土地利用型農業の乾燥、酪農、公共施設、民間事業体、住宅等のデータ計測と分析を進めた。さらに、VPP に取り組む事業者と地域新電力、VPP 事業を支援する事業者への調査を行い、事業化に必要な要件として、地域での計画、設立母体、出資、施設・システム整備等を抽出し、人材育成については、需要予測、市場取引、需要創出の視点で情報収集を進めた。

3. VPPシミュレータのフローチャート (一般化してどのエリアでも適用可能としたもの)

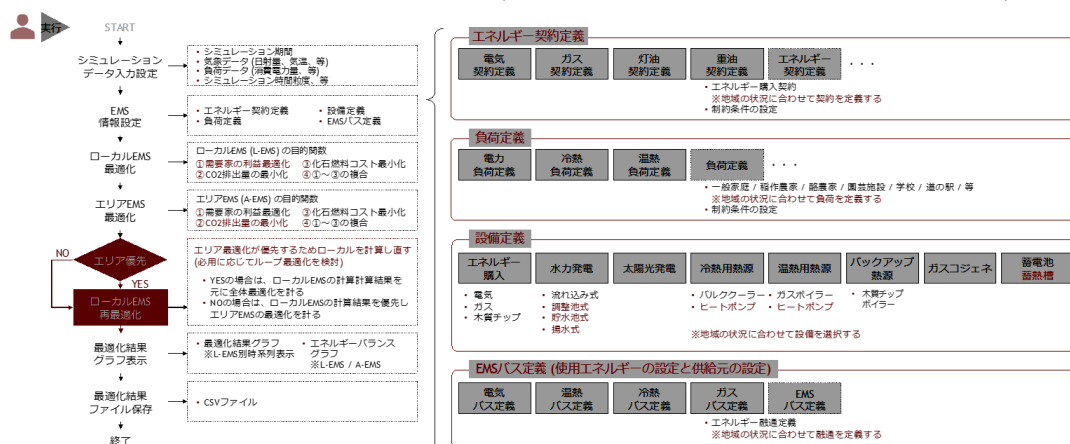


図1. VPP シミュレーション機能仕様

個別テーマ2：農業生産基盤施設を活用した新たな再生可能エネルギー生産整備技術の開発

蓄熱・蓄電装置とヒートポンプを組み合わせた熱エネルギー利用システムの設計を進めた。うち、農研機構が開発した暗渠施工機であるカットドレーナーを、地中熱ヒートポンプの熱交換器である硬質ポリエチレン管を土壌中に埋設できるように改造し、農研機構の試験圃場に埋設した（図2）。深さ 70cm 程度であれば高速で安定的に熱交換器の

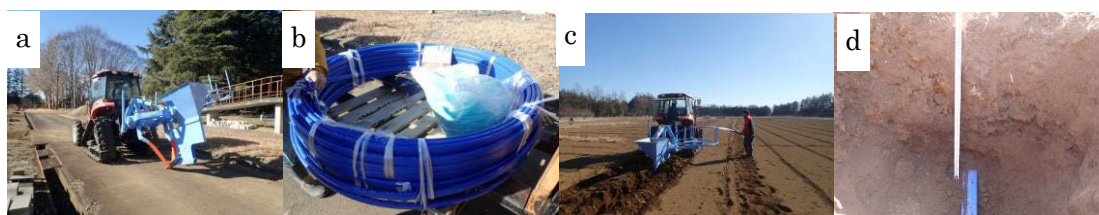


図2. a: 熱交換器の埋設装置、b: 埋設した熱交換器（扁平リチューブ）、
c: 熱交換器を埋設している様子、d: 埋設後の土壌断面

埋設が可能であることが確認され、従来よりも低コストで水平型地中熱ヒートポンプの熱交換器埋設ができる可能性が示された。既存のパイプハウス2棟において、日中に冷房することで熱を土壌中に貯留し、夜間に暖房するスケジュールと、日中の冷房を実施しないスケジュールでヒートポンプの運用を開始し、電力の平準化を評価する取り組みに着手した。

個別テーマ3：農村型 VPP における情報通信プラットフォームおよびインフラの構築

現在農業情報の標準化が進められており、エネルギーマネジメントにおいても、総合的に作物品質、コスト、人手による作業量、収益など多角的な観点で議論する必要がある。IEEE P2992 は様々な圃場データを収集・集約可能であることから、

①作物の生育状態や栽培環境

を P2992 に則り JSON で表現し、②実アプリケーションとしてコチョウランを対象とした生育状態表現手段構築した。また、エネルギーマネジメントにおいて温度管理は極めて重要であるという観点から、圃場に設置している温度センサアレーを利用した空間温度把握に加えて、センサを設置していない場所について自由に温度を推定可能な機械学習モデルを構築した。提案する手法によると、花の検出結果の適合率は 85.4 %、再現率は 87.1 %、F 値は 86.2%であり、LiDAR を用いた既存研究と遜色ない精度となった。同じ 3 次元表現フォーマットである OBJ ファイル、バイナリ形式の PLY ファイル、ASCII 形式の PLY ファイルとのデータサイズ削減率は全て 99%以上であり、データを扱いやすく、エッジに適したフォーマットとした。検索および並び替えの時間はいずれも 1 ms 前後であり、短時間で処理が行われた。温度に基づく栽培管理では、JSONata を用いて列ごとに鉢が置かれている場所の花の個数の相関など、栽培環境と生育状態の関係を確認できる。作物の特徴に基づく管理では、求められる特徴を持つ作物の検索が可能となる。このような農業生産に関する情報を取得し、VPP シミュレーターの一連の動作にも活用できるよう検討していく。

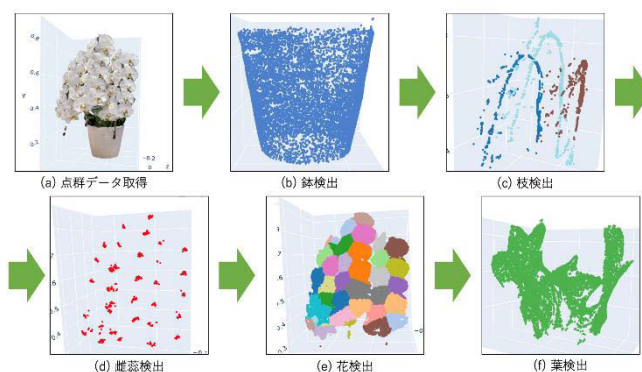


図3. コチョウランの生育状態取得のための点群処理