

自律飛行マルチロータ・ドローンとディープ・ラーニングを用いた太陽光パネルの異常検知

Anomaly Detection of Solar Panels Using Autonomous Multi-rotor Drone and Deep Learning

【研究背景・目的】

現在、持続可能なエネルギーへの取り組みは、世界的な課題となっている。持続可能なエネルギーの一つとして、太陽光発電の需要が増加しつつある。将来、太陽光発電が増加するに伴って、太陽光発電所の自動点検を行うシステムの普及が見込まれる。また、近年、マルチロータ・ドローンが注目されている。マルチロータ・ドローンは、構造が簡素であることや安定性が高いことから、点検や農業などに幅広く利用されている。しかし、マルチロータ・ドローンの需要が高まるにつれパイロット不足が懸念されている。この問題を解決するため、現在、ドローンの自律飛行の研究が盛んに行われている。一方、画像処理の分野では、現在、ディープ・ラーニングが注目されている。ディープ・ラーニングは高い認識率で物体を識別したり検出できる。

そこで、本研究では、**マルチロータ・ドローン**と**ディープ・ラーニング**に着目し、太陽光パネルのひび割れとhotspot(異常発熱)を自動検知する技術を開発した。

【Multi-rotor Drone】

- **RTK (Real-Time Kinematic)** を搭載して**自律飛行**
- 可視光カメラ、サーモ・カメラを搭載して撮影



【Deep Learning】

- 物体検出手法 **YOLOv4-tiny**
- 太陽光パネルの**ひび割れ**, **Hotspots**(異常発熱)を検知

→ **太陽光パネル点検システム**の開発

【RTK-GNSSの精度実験】

ドローンを自律飛行させるには、GPS (Global Positioning System)などのGNSS (Global Navigation Satellite System)を用いる方法がある。

しかし、従来法の**単独測位**は、**数[m]の誤差**が発生する。一方、**RTK-GNSS**はリアルタイムで**数[cm]の誤差**で測位できる。RTKは基準局と移動局とを用いて測位する相対測位の一種で、ドローンや無人農業ロボットの分野で普及が見込まれている。そこで、本研究で開発するドローンには、自律飛行させるためにRTK-GNSSを搭載した。

単独測位

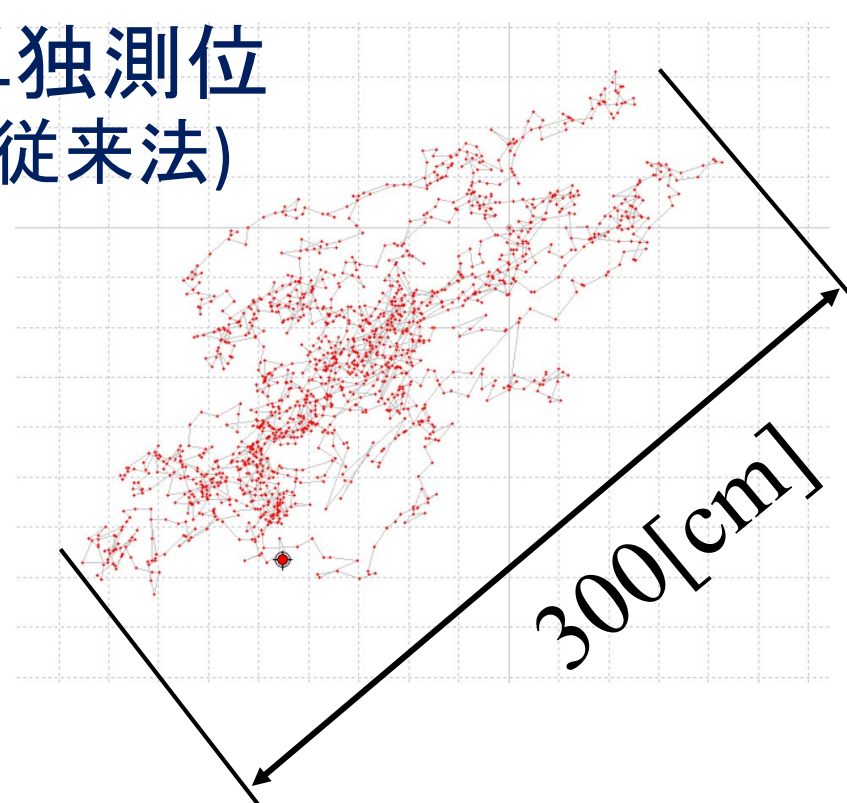
スマホ、カーナビ等で利用
数メートルの誤差が発生

RTK

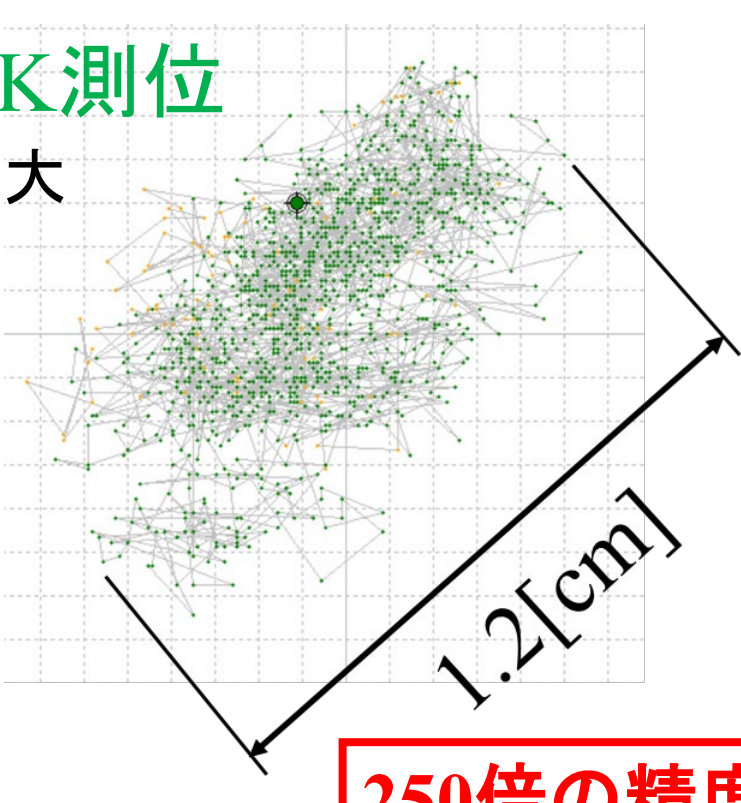
- **基準局**と**移動局**から成る**相対測位**
- リアルタイムで**誤差数センチメートル**の測位

→ **精密な自律飛行**が可能

単独測位 (従来法)



RTK測位 *拡大



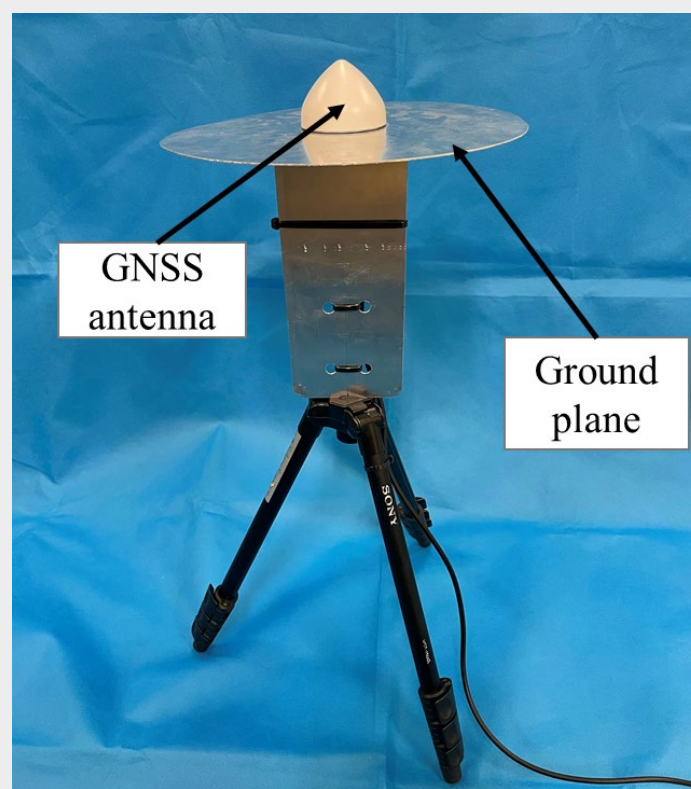
250倍の精度

【自律飛行マルチロータ・ドローンの開発】

本研究では、モータを8台搭載したオクタクワッド型を採用した。フレームやモータ等は市販品を使用し、機体制御に用いるフライト・コントローラとしては、Pixhawkを使用した。また、GPU搭載マイコンとしてJetson Xavier NXを使用した。



設計・製作したマルチロータ・ドローン



製作した基準局

【YOLOv4-tinyを用いた太陽光パネルの異常検知】

太陽光パネルのひび割れ検知

太陽光パネルとひび割れの学習には**YOLOv4-tiny**を使用した。YOLOv4-tinyのcfgファイルを編集し、太陽光パネルとひび割れの2つのクラスを検知させる学習モデルを作成した。307枚の画像を学習に用いた。239枚をTrainingに、68枚をTestに使用した。



Solar panels

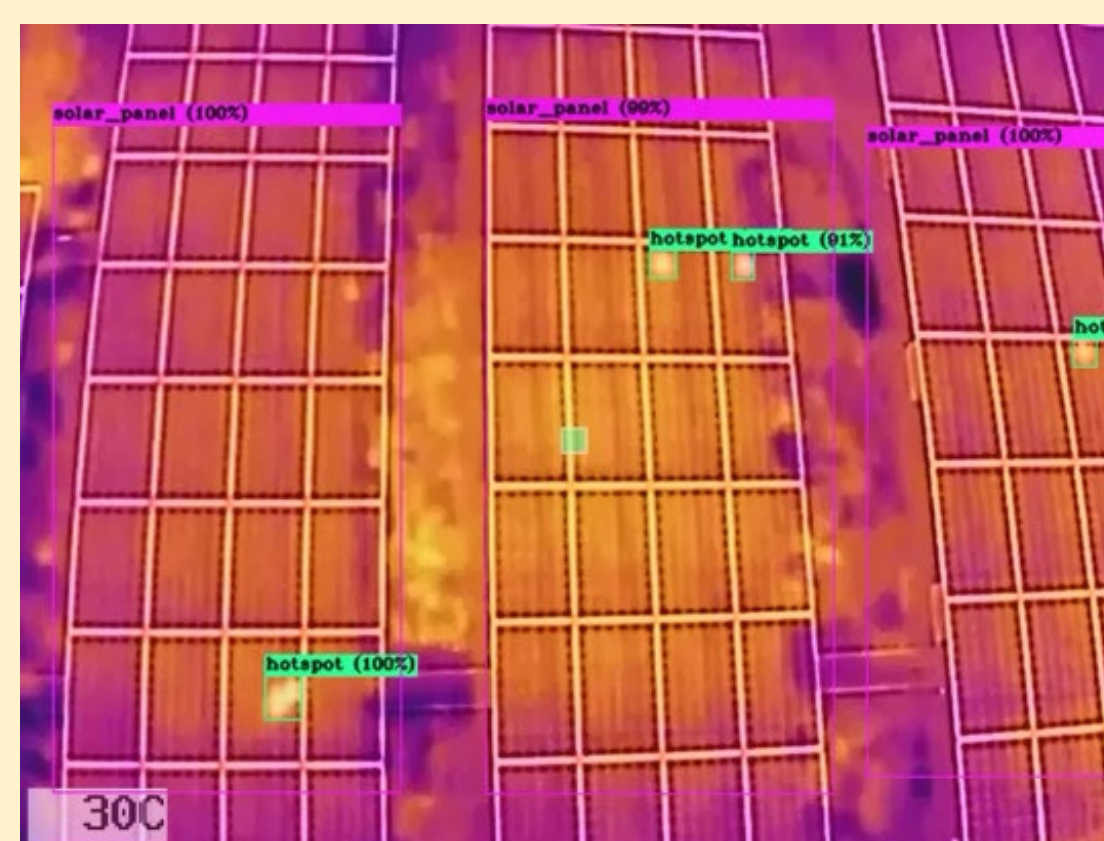
Cracks

学習結果を用いてひび割れの検知を行った例

訓練に用いていないひび割れのある太陽光パネルの画像40枚を用いて、学習モデルの評価を行った。ひび割れのある太陽光パネルの画像40枚には、太陽光パネルが52個、ひび割れは85個写っている。52個の太陽光パネルのうち検知率は**100%**であった。85個のひび割れのうち検知率は**89.4%**であった。

太陽光パネルのHotspots検知

YOLOv4-tinyのcfgファイルを編集し、太陽光パネルとHotspotsの2つのクラスを検知させる学習モデルを作成した。1,385枚の画像を学習に用いた。1,135枚をTrainingに、250枚をTestに使用した。



Solar panels

Hotspots

学習結果を用いてひび割れの検知を行った例

訓練に用いていないHotspotsのある太陽光パネルの画像33枚が、学習モデルの評価に用いられた。Hotspotsのある太陽光パネルの画像33枚には太陽光パネルが112個、Hotspotsが57個写っている。112個の太陽光パネルの検知率は**99.1%**であった。57個のHotspotsの検知率は**89.5%**であった。

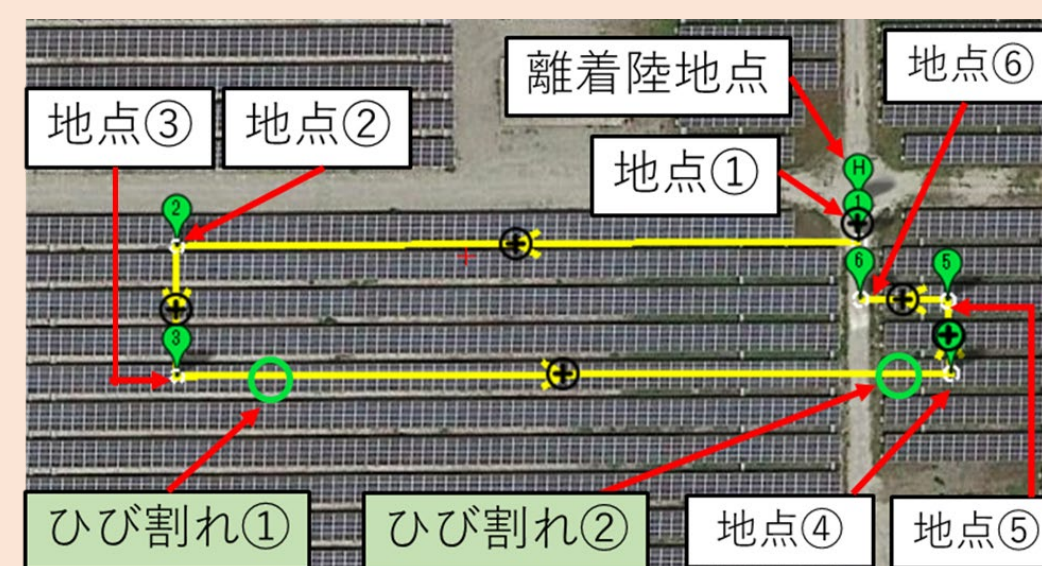
【太陽光発電所での自律飛行および異常検知】

太陽光発電所において、ドローンを、太陽光パネルの上空10[m]を自律飛行させ、実際のひび割れおよびHotspotsの検知を行わせた。

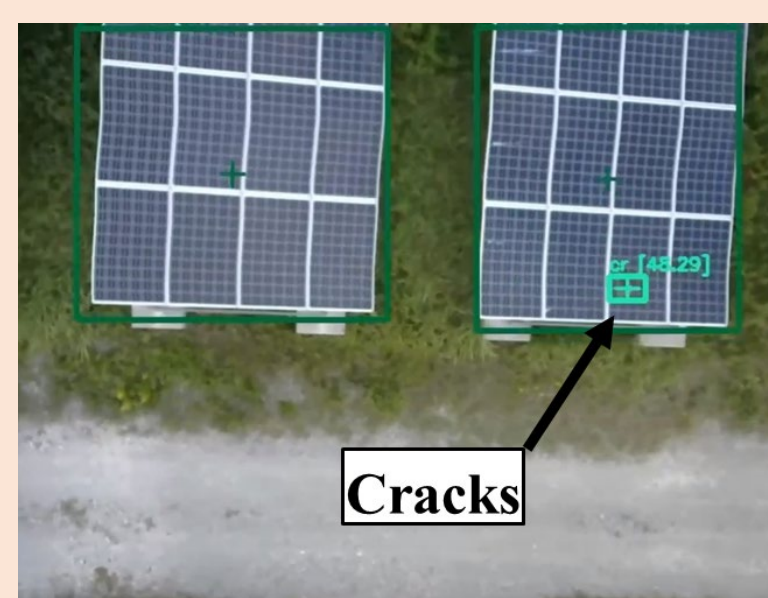
結果、飛行経路上にある2か所のひび割れのうち、1か所を検知した。また、4か所中3か所のHotspotsを検知した。



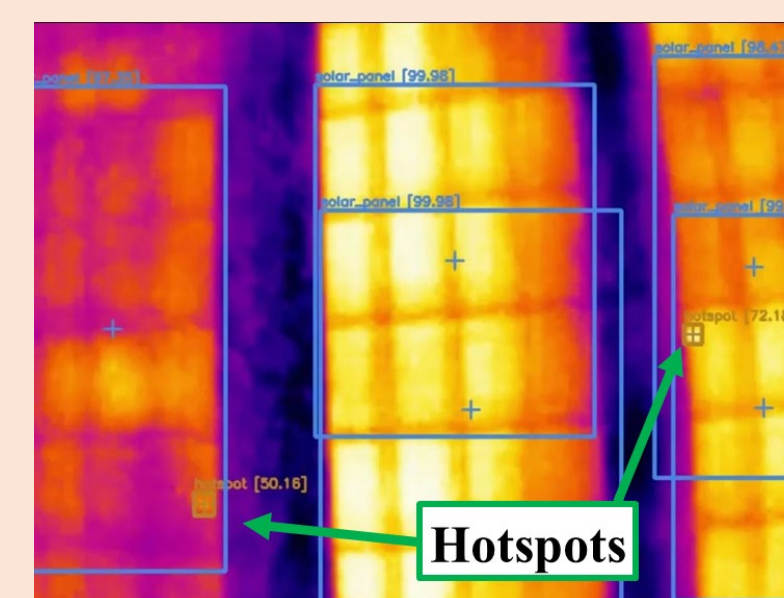
自律飛行中の機体



機体の飛行経路



検知したひび割れ



検知したHotspots

A I 収穫量予測システムの開発

現在の圃場画像から将来の収穫量を予測する
システムの開発に取り組んでいます。

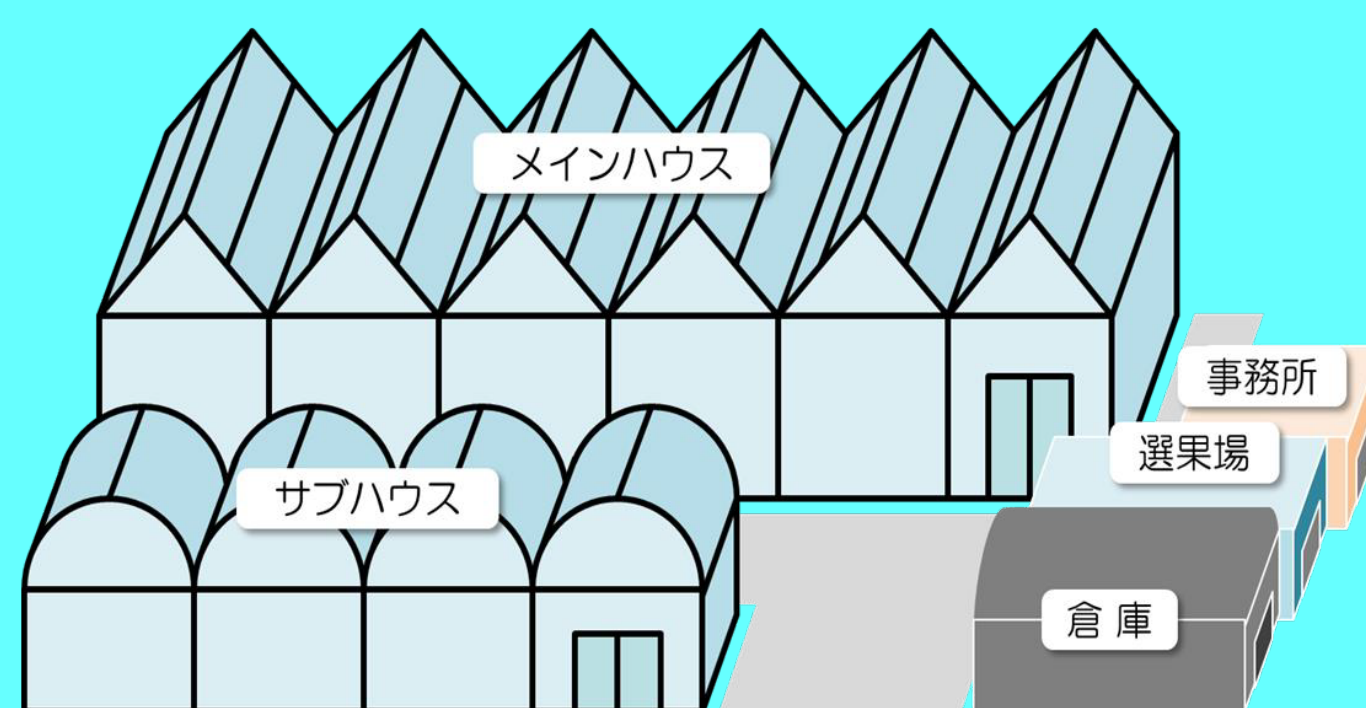


開発の背景

農業では、注文管理、出荷計画、作業計画を行う上で、
将来の収穫量を予測することが重要になります。

ところが、収穫量の予測は**熟練者の目と経験**に頼っているのが現状です。
当社は、熟練者の目と経験に代わる**収穫量予測システム**の開発に取り組み、
新規就農者の支援を目指しています。

A I 収穫量予測システム（トマト施設園芸用）



本日の圃場画像
(2022年2月13日)



INPUT

A I の目



熟度 1 トマト	74個
熟度 2 トマト	4個
熟度 3 トマト	6個
熟度 4 トマト	8個

翌週の収穫量予測

A I 予測

(2022年2月14~20日)

179.3kg

誤差率
+1.1%

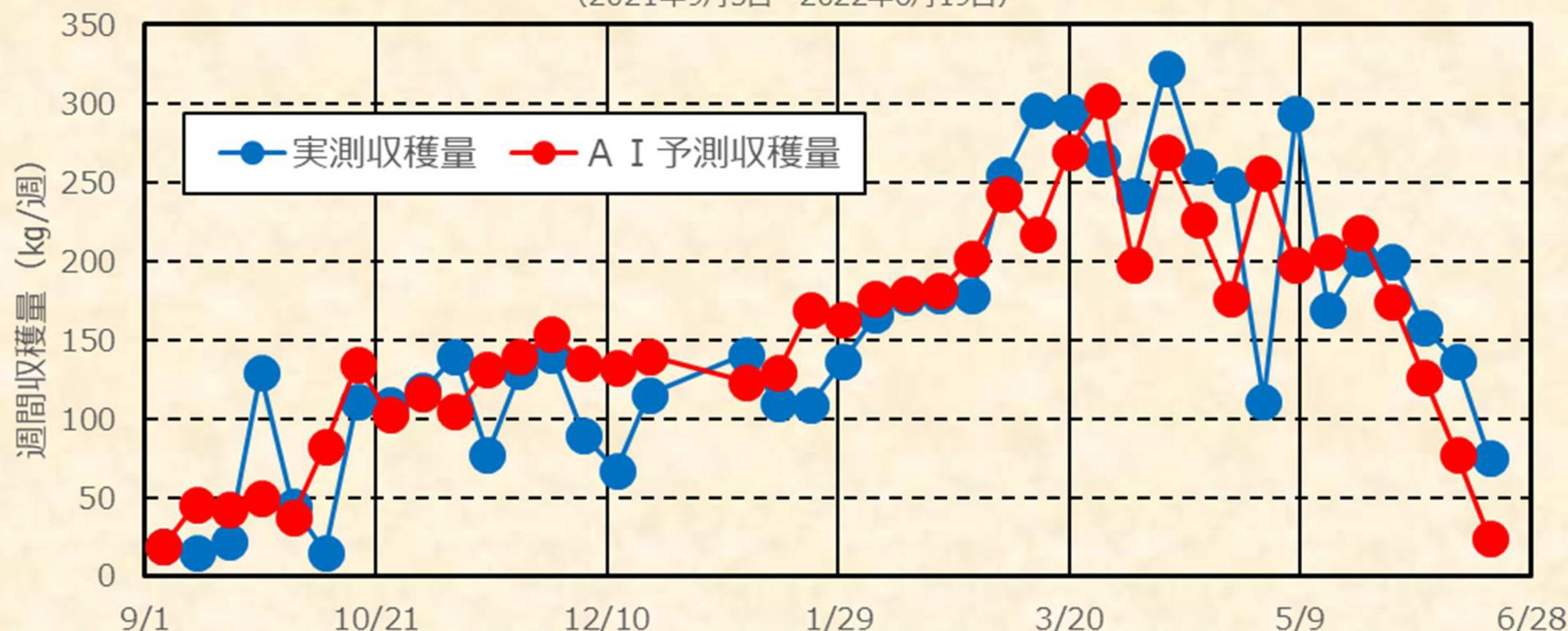
実測収穫量

(2022年2月14~20日)

177.4kg

実測収穫量とA I 予測収穫量

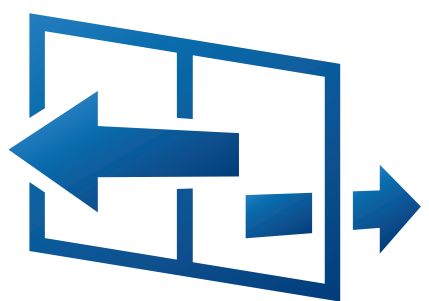
(2021年9月5日~2022年6月19日)



今日を支え 明日を創る

株式会社 四電五

協力: 愛媛大学ロボット・知能システム学研究室 岡本 伸吾



ウイルス
対策に!

「換気」の見える化 快適な「温湿度」管理も

換気モニタリングシステム 換気マインダー

CO₂濃度で換気を管理、温度・湿度のほか
非接触で体表面温度の測定も可能!(※)
省エネ対策にも!!
※医療機器ではありません。



換気マインダー子機

「いつも」の安心、
「もしも」の備えに



ハウスの環境管理を しっかりサポート

栽培環境モニタリングシステム ハッピー・マインダー

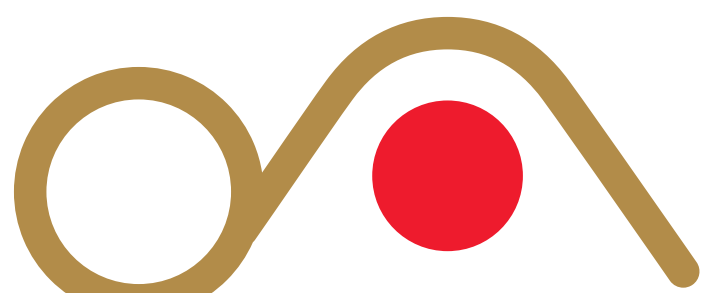
いつでもどこでも簡単モニター、
ハウス内環境のデータ分析に最適!
作業の省力化や収量の安定化、
技術継承にも!!



ため池や河川等の 水位上昇を遠隔監視

水位モニタリングシステム ウォーター・マインダー

各地に設置した子機から送られてくる
情報をもとに河川等の水位状況を観測し
防災・減災の一助に!



open**ATOMS**[®]
open Advanced Topological
On-Demand Monitoring System



地震時の建物影響を 即座に可視化

振動モニタリングシステム スイング・マインダー

地震による建物の揺れを遠隔地でも容易に確認
構造ヘルスモニタリングに必要な
計測精度を確保



出典: (一財) 消防防災科学センター
<https://www.isad.or.jp/>

フィールドモニタリングシステムの共通基盤技術

open**ATOMS**[®]

無線で
楽々設置

通信ケーブル不要で
既存施設に後付け可

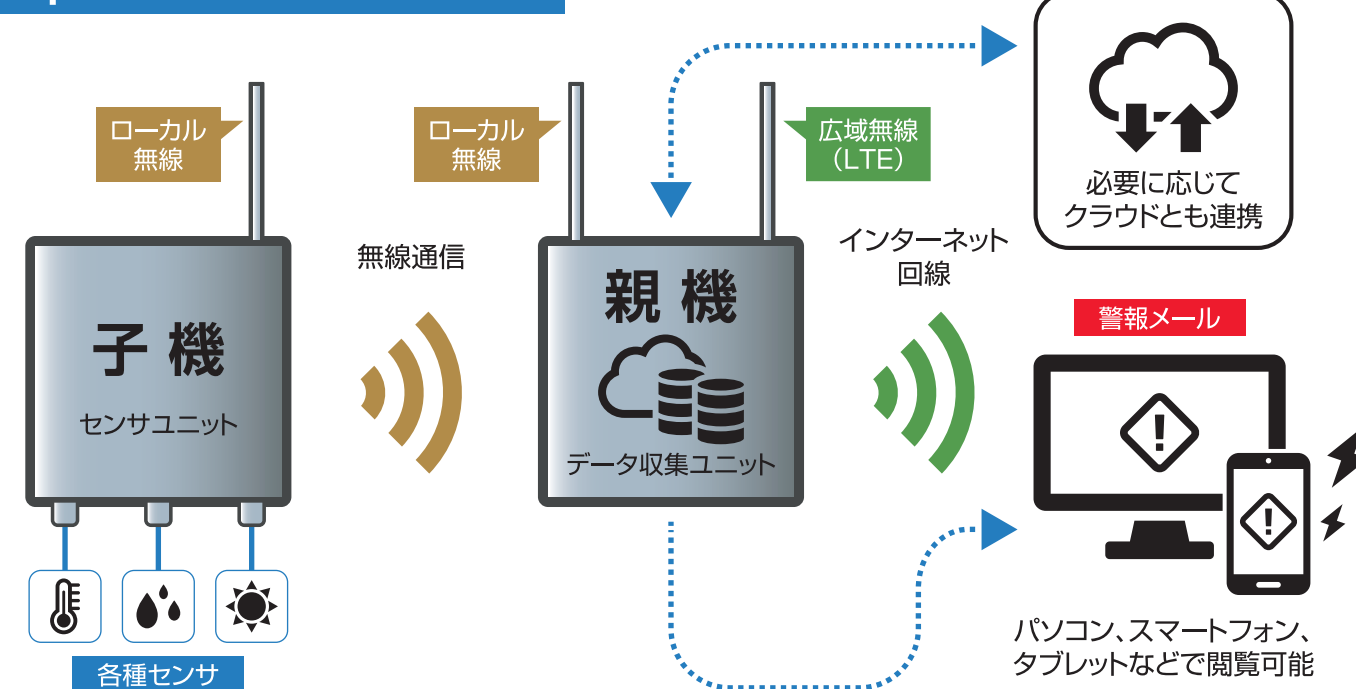
優れた
拡張性

センサの組合せ次第で
何でもモニタリング

簡単
モニター

専用ソフト不要、
警報メールの受信可

openATOMSの仕組み



openATOMSの機能

- センサのデータを親機へ送信**
 - 無線通信機能を搭載
 - 「2.4GHz Zigbee」「920MHz MultiHop」「920MHz LoRa」はじめ、様々な無線技術に対応可能
- 現地でデータを収集・可視化**
 - データを「エッジクラウド(親機)」で自動収集して即座に可視化
 - 通信環境に左右されず、スピーディなデータ処理を実現!
- 遠隔地からデータを閲覧**
 - 現地の親機に蓄積されたデータを、PCやスマホからダイレクトに閲覧可能
 - 異常時には、メールでお知らせ



今日を支え 明日を創る

株式会社 四電工



四国電力グループ

確かな未来へ、“わくわく”を形に



株式会社 四国総合研究所

SHIKOKU RESEARCH INSTITUTE INC.

