

イチゴ・トマト画像によるLAI、開花量の 推定手法の開発

研究課題名：施設園芸デジタル化による
栽培支援システムの構築

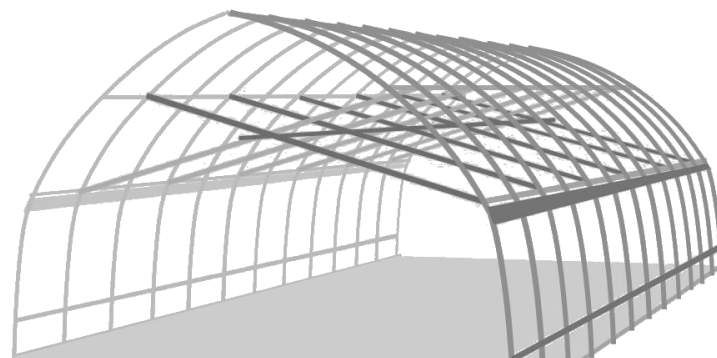
農林業技術部 農業技術研究室 野菜研究グループ

背景など

これまでの研究開発

施設園芸に関する
ハード設備から
制御プログラムまでを
(匠の管理技術)

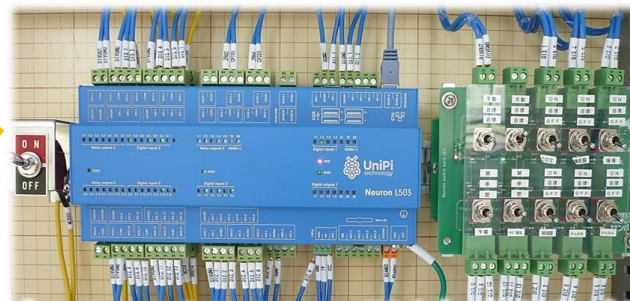
パッケージ化して提供



低コストで耐候性に優れたハウス仕様

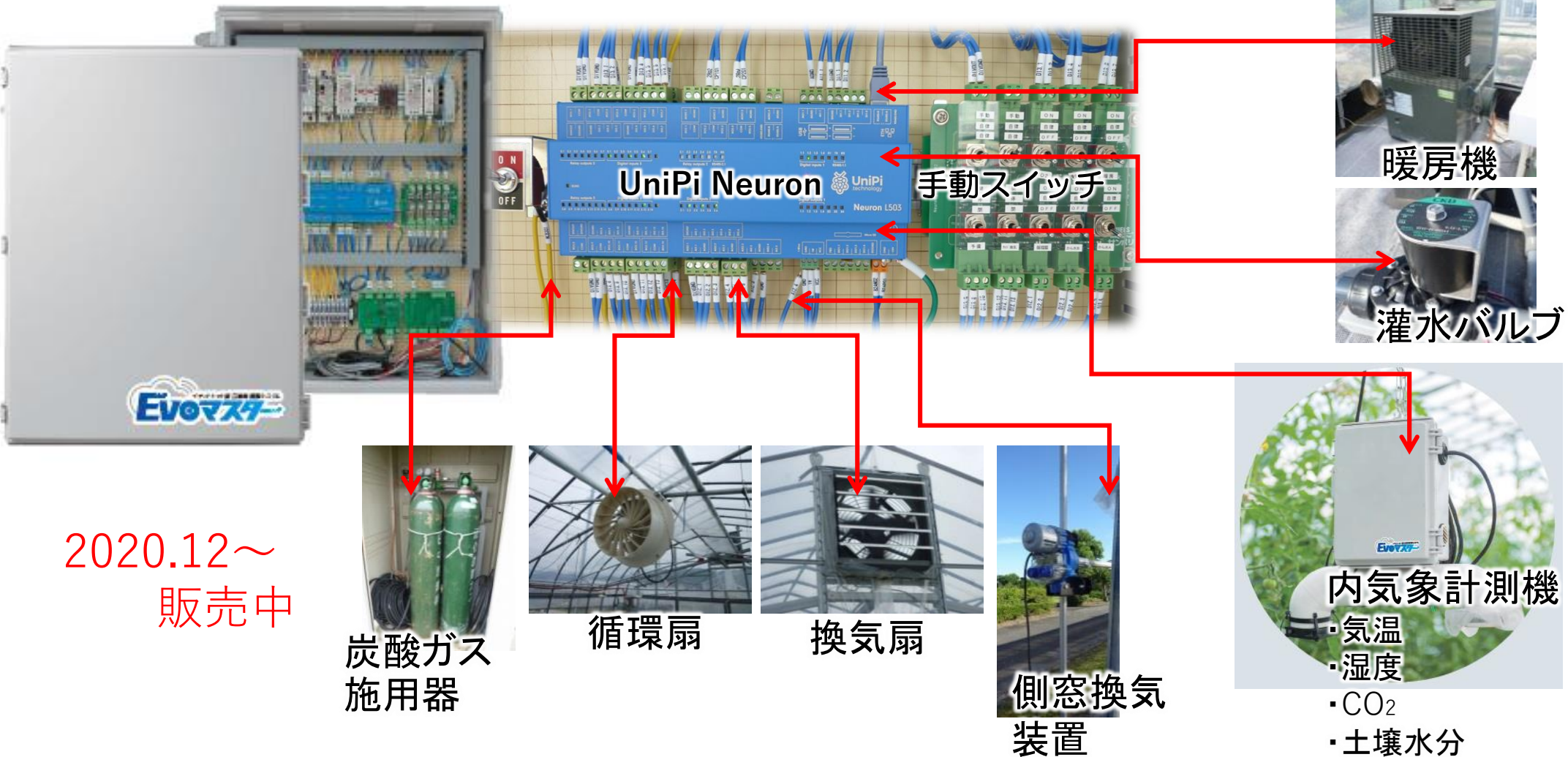


イチゴ・トマト用の栽培システム



生産性を高めるための環境制御機器・動作プログラム

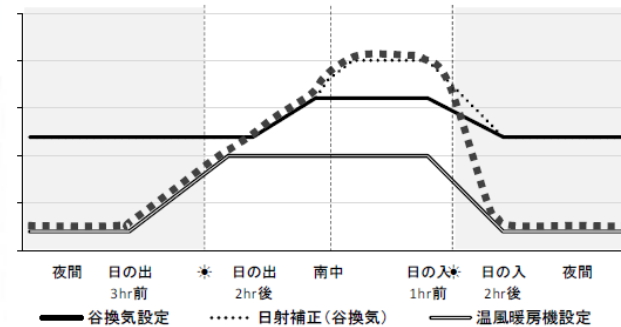
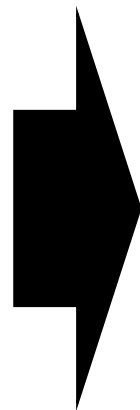
環境制御機器「Evoマスター」の開発



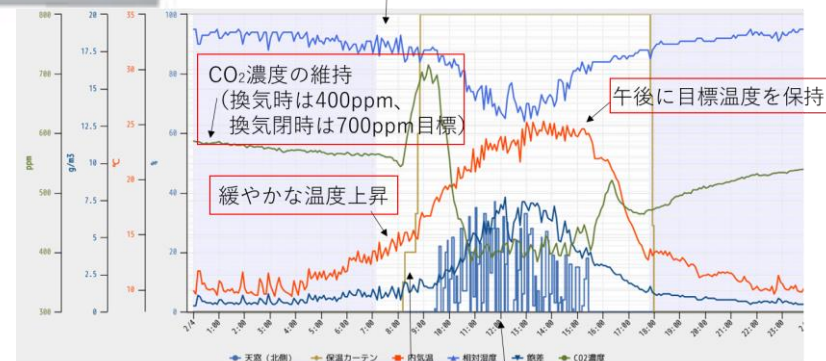
UECS規格で動作するDIY製品をベースにハード開発し、商品化。
協力企業：(株)サンポリ、(株)ワビット（現：アルスプラウト株）

イチゴ・トマトの「農の匠」栽培管理の特徴解析と標準プログラム作成

安定多収農家のデータ収集 → 動作プログラムの導入



緩やかな湿度変化



段階的な内張開閉 細やかな換気制御

「農の匠」の特徴と環境制御設定についてマニュアル化

イチゴ・トマトにおける 「農の匠」栽培管理の特徴と 環境制御の基本設定マニュアル



令和 5 年 2 月
山口県農林総合技術センター

2 県内「農の匠」の栽培管理の特徴

ここでは、山口県内のイチゴ・トマトの「農の匠」の栽培管理や生育の特徴について記載します。

2-1 イチゴ・長期どりトマトに共通した特徴



2-1-1 光合成促進、暖房の省エネに有効な温度管理 イチゴ・長期どりトマト

図3は、イチゴのハウス内気温推移（1月上旬の1日）を示しています。「農の匠」の温度管理には、以下の3つの特徴が見られました。

- ① 夜明け前からの段階的早朝加温
- ② 穏やかな気温推移
- ③ 日没に向けた高めの気温維持

これらは、光合成促進と暖房の省エネ、結露防止によるカビに起因する病害予防に有効です。

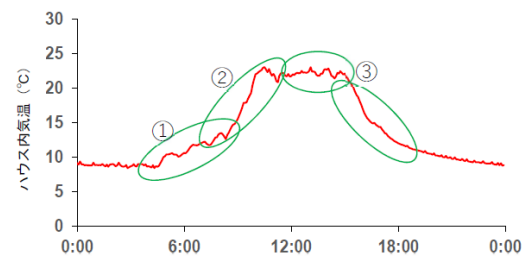


図3 イチゴ「農の匠」のハウス内気温推移（1月上旬）

4 イチゴ・トマトの時期ごとの環境制御設定（例）

ここでは、これまで紹介した環境制御の基本設定について、作物、時期ごとの設定の目安について記載します。

4-1 イチゴ（9月定植、11～5月収穫）

①換気装置・温風暖房機

時間	換気設定(°C)					暖房設定(°C)
	10/中～	11/下～	2月～	3月～	4月～	
0:00	12	17	17	12	8	7
日出 -180分	12	17	17	12	8	7
日出 +60分	17	17	17	17	17	15
日出 +120分	17	17	17	17	17	15
南中 -30分	21	21	21	21	20	15
南中	21	23	21	22	21	15
南中 +60分	21	25	21	25	21	20
日入 -60分	21	25	21	25	21	20
日入 +120分	12	17	17	12	8	7
23:59	12	17	17	12	8	7

赤字は晴れの日に日射警報が働いた場合の設定値です。本設定は、無段階で変温管理できる機器を想定して記載しています。

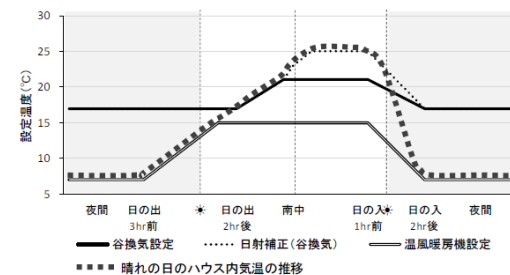


図14 時間帯ごとの温度設定とハウス内気温の推移（11/下～1月）

換気設定は、10/中～2月は日平均気温を確保するために晴れの日はやや高めの温度設定とし、3月以降は果実品質を維持するためにやや低めの気温設

課題

- ・システム導入してマニュアル通りにすれば誰でも「匠」になれるわけではない。
- ・若手生産者等が「匠」と同様に高い収量性を安定的に実現するためには、**植物の生育を正しく判断**して、植物の生育状態に応じて**環境制御システムを正しく運用**することが必要となるが、経験と技術が必要。
- ・匠や指導者が若手生産者等と**環境・生育状況を共有**するとともに、**改善に向けてサポートできる仕組み**が必要。

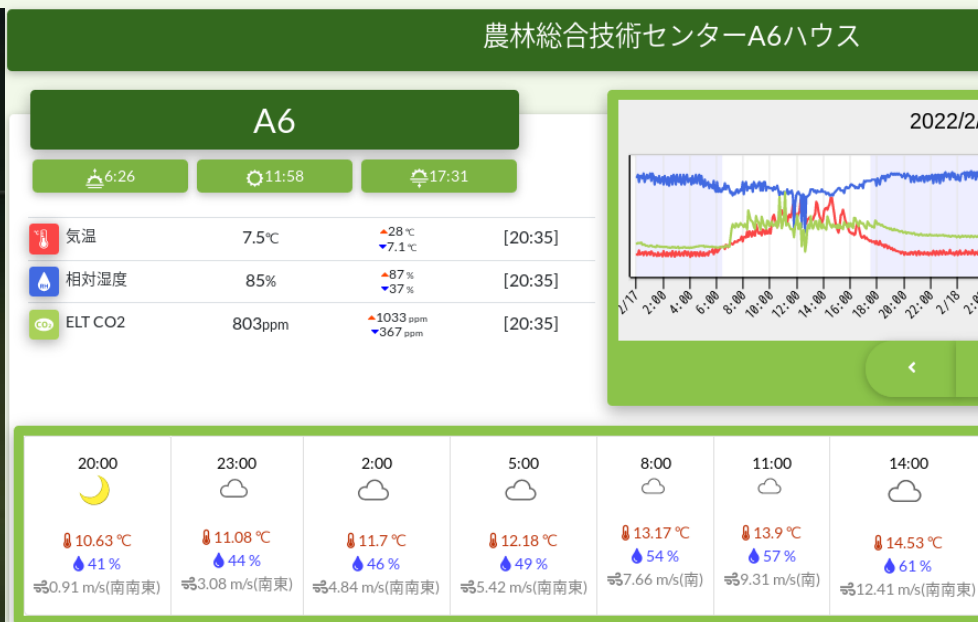
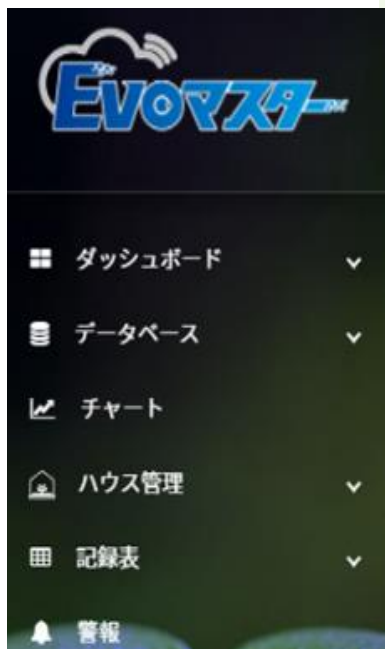
現在の取り組み概要 (R4~6)

若手生産者等のサポート機能を充実

専用ネットワークシステムの構築

画像診断等を活用した植物生育の診断・病虫害の予測

若手生産者を対象とした栽培支援実証



全体の課題構成

課題名：施設園芸デジタル化による栽培支援システムの構築

- 1 専用ネットワークシステムの構築
 - ・専用クラウドの構築（機能選定、使用感の検証、ウィークリーレポートを活用した改善策の示唆システム作成）
- 2 **画像診断等を活用した高度サポート機能の開発**
 - ・ 植物体生育の診断技術の開発（画像によるLAI、開花量推定、画像診断や環境データからの生育バランス評価、出荷予測）
 - ・病害予測機能の開発（画像によるアザミウマ発生予察、環境条件と病害発生の関係解析）
- 3 若手生産者を対象とした栽培支援実証
 - ・栽培支援モデル実証ほ設置

関係研究の内容

イチゴ・トマト画像によるLAI、開花量の推定手法の開発

定点等の簡易カメラ画像によりLAI、開花量を数値化

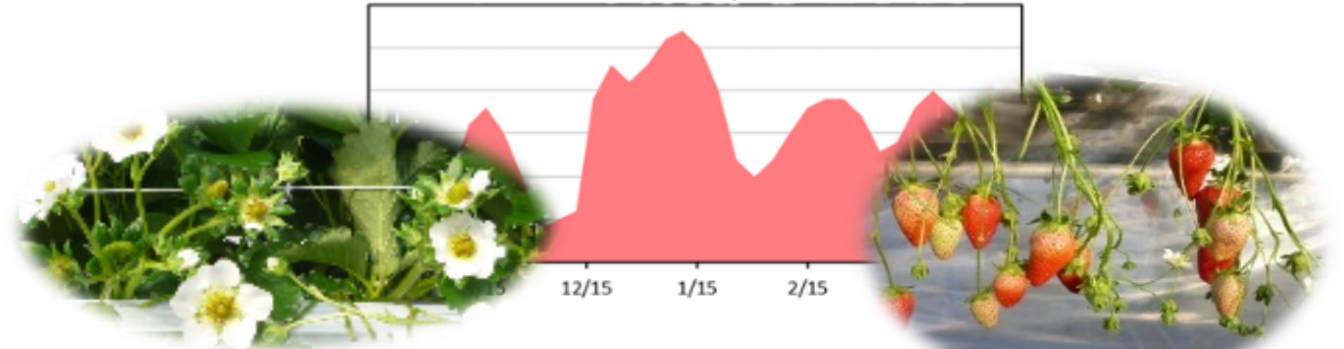


季節に応じた適切な
植物体管理の指標
生育バランスの評価
出荷ピーク予測

LAIや生育バランスの画像解析



イチゴの出荷推移を予測



現在の取組状況

イチゴ LAI推定

○生育調査からLAIを測定するための事前調査

○画像 + LAI値のデータセット作成
(画像撮影・生育調査)

○画像からの葉面積推定モデルの作成

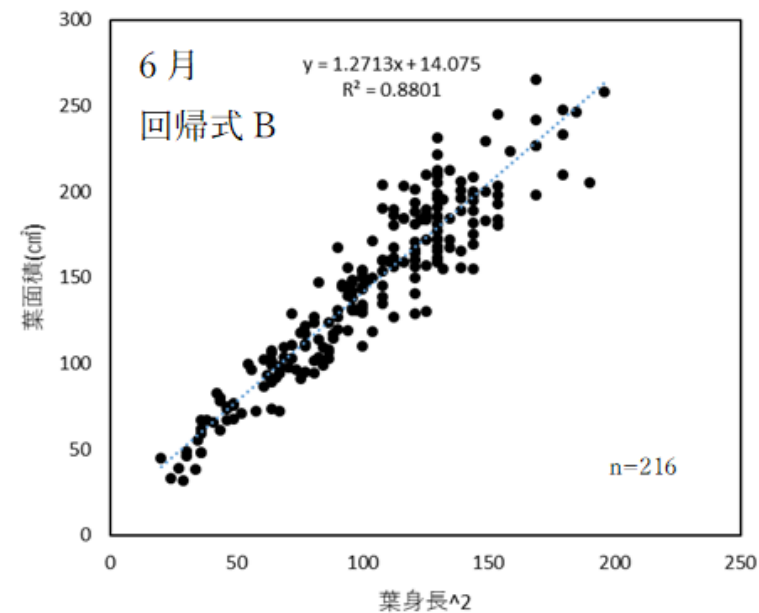
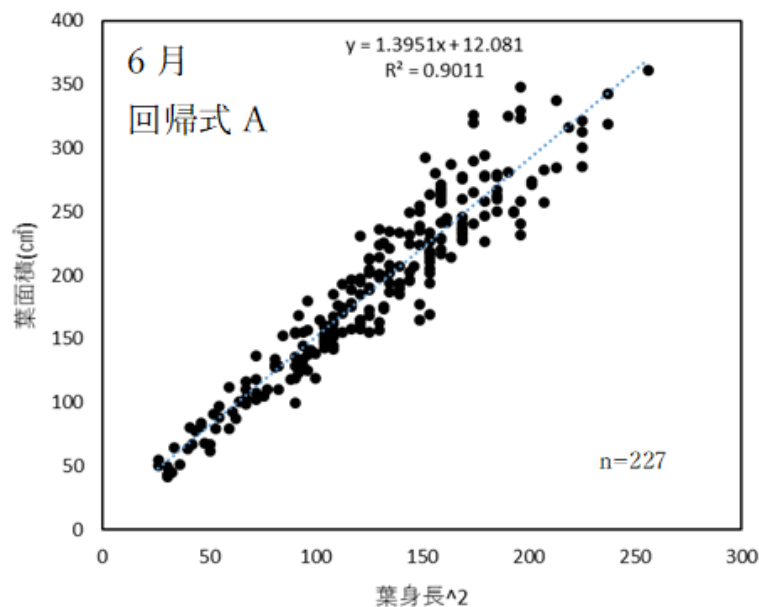


図1.葉身長²と葉面積の関係と回帰式 (左: 'かおり野'、右: 'よつぼし')

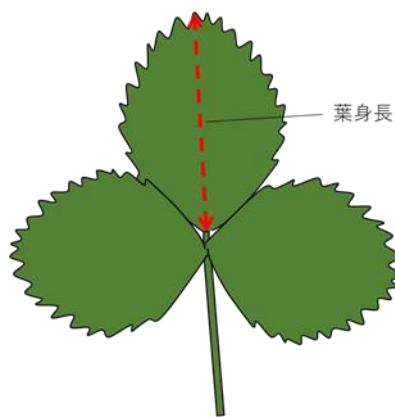


図2.イチゴLAI推定のための調査部位

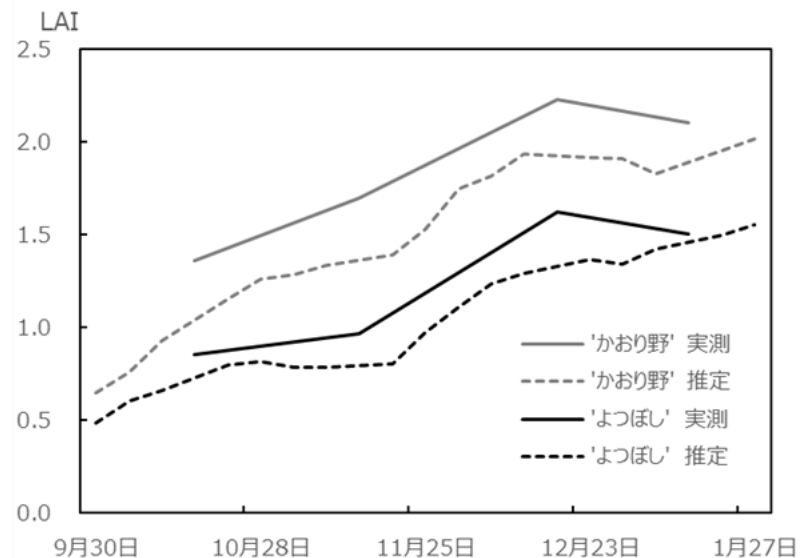


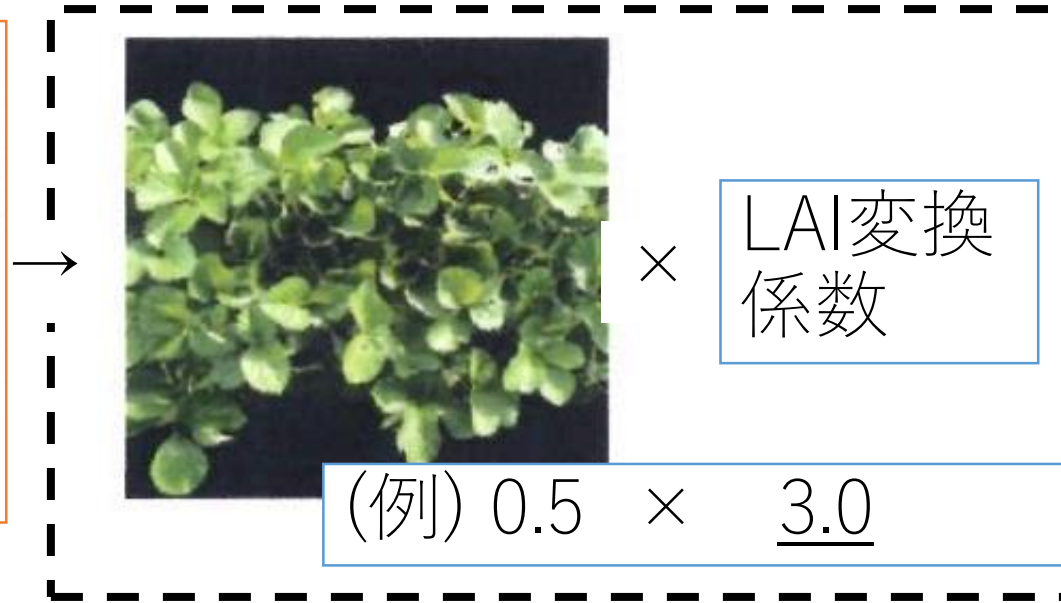
図3.LAIの推定値と実測値の推移

画像 + LAI値のデータセット作成 (農技セ)



葉面積推定のためのモデル作成（山口大学）

植物部分の抽出 投影面積比の算出



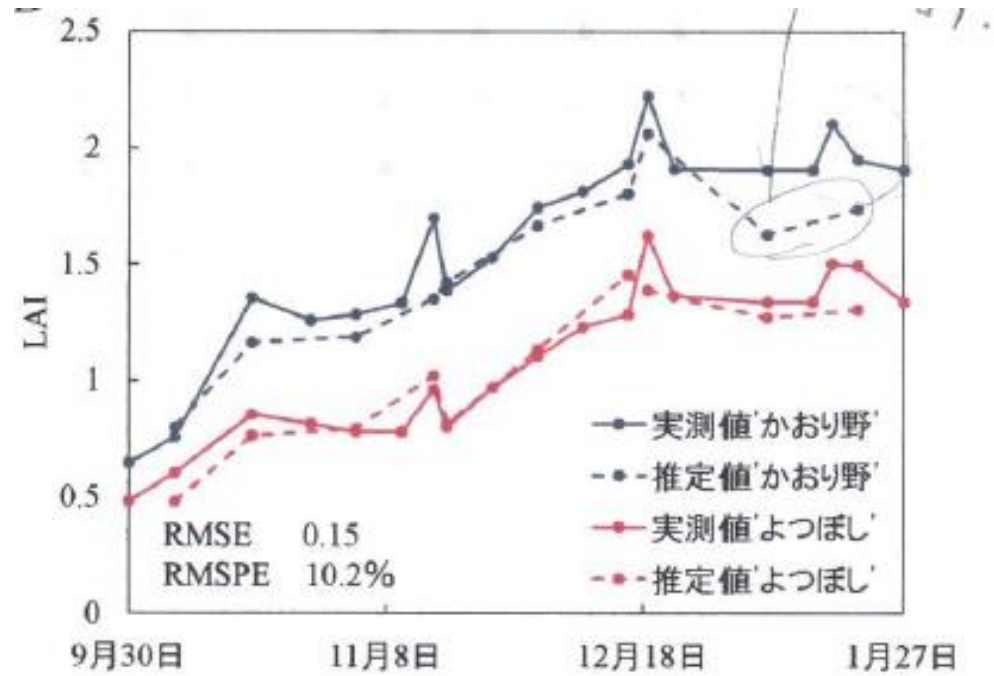
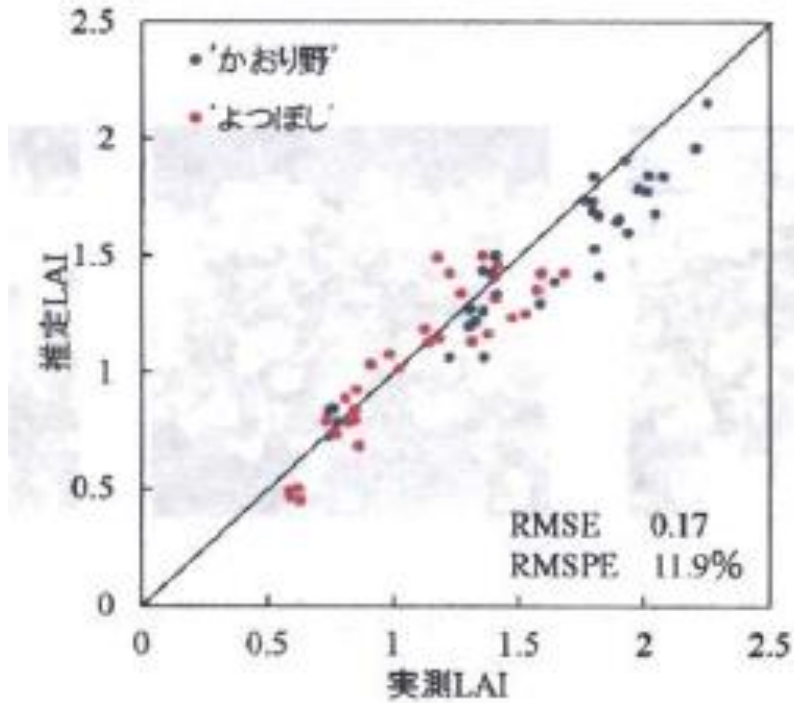
$$\times \text{LAI変換係数} = \text{LAI}$$

$$\text{(例) } 0.5 \times \underline{3.0} = 1.5$$

データセット作成、学習

→ 画像からLAI変換係数を推定する
CNNモデル作成

モデルの検証 (山口大学)



画像からの推定値との差

画像からの推定値の推移

→ 大まかなLAI推定ができそう

トマト LAI推定

○生育調査からLAIを測定するための事前調査

○画像 + LAI値のデータセット作成
(画像撮影・生育調査)

○画像からの葉面積推定モデルの作成

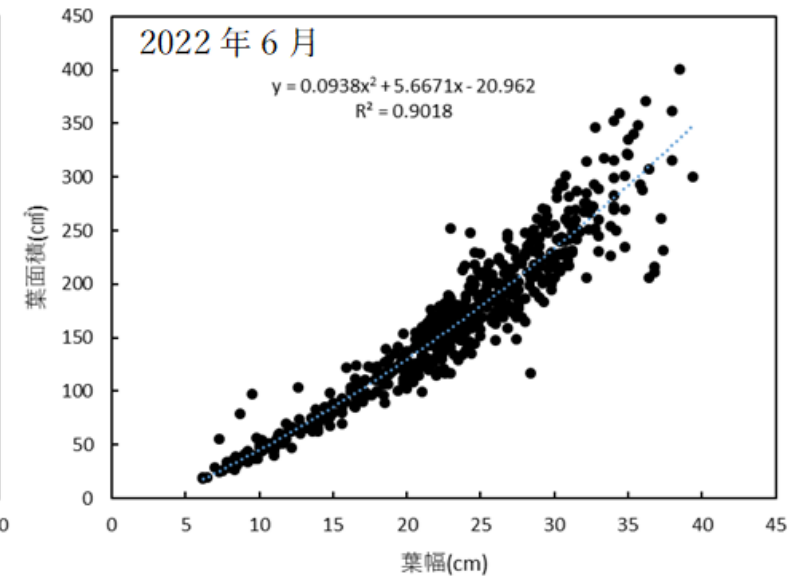
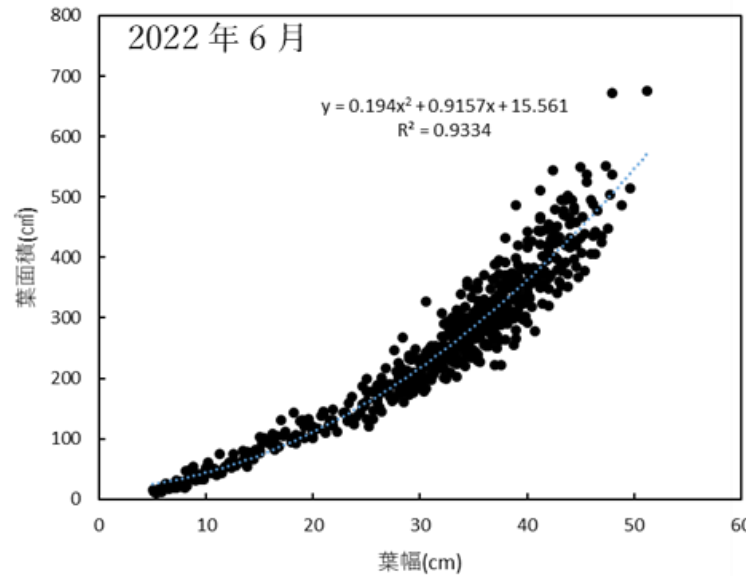


図5.葉幅と葉面積の関係と回帰式 (左: 'CF桃太郎はるか'、右: 'マイロック')

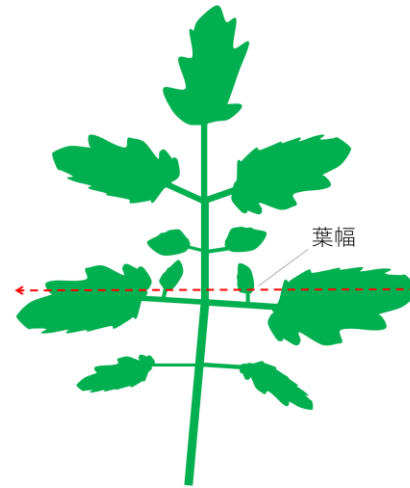


図6.トマトLAI推定のための調査部位

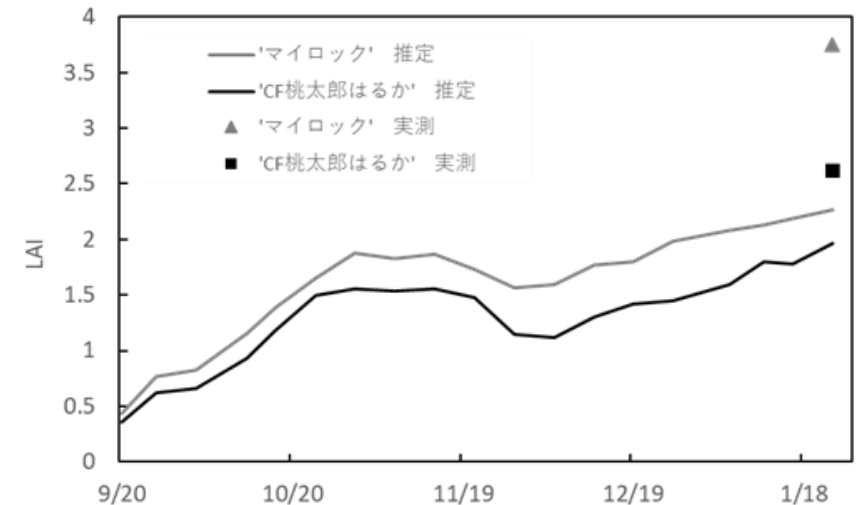


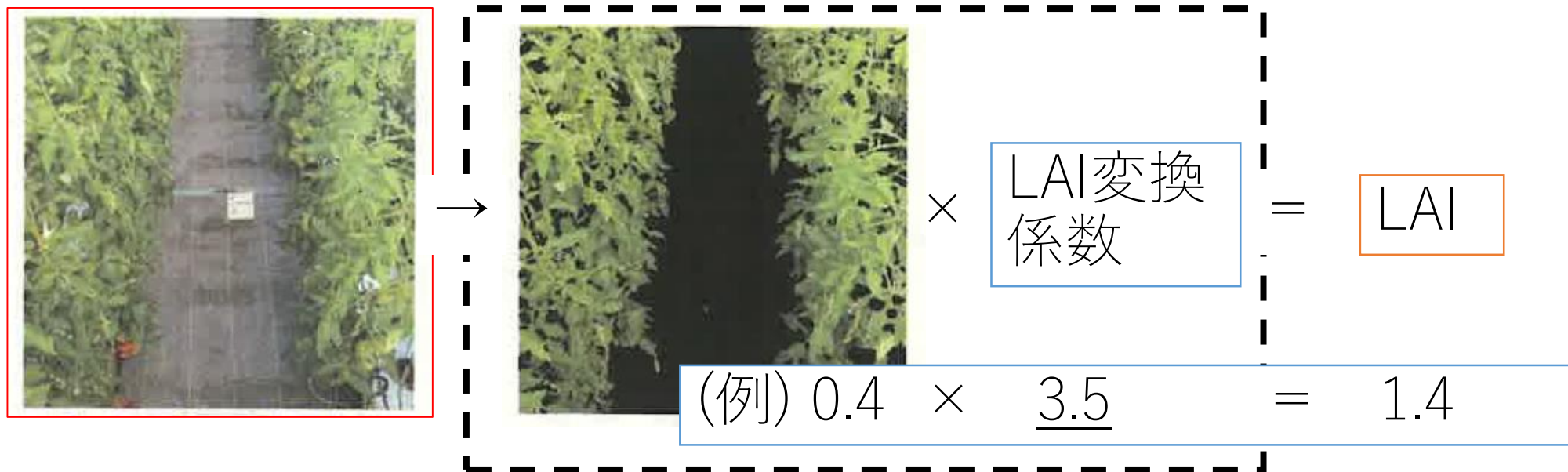
図8.群落LAIの推定値推移と実測値

画像 + LAI値のデータセット作成 (農技セ)



葉面積推定のためのモデル作成（山口大学）

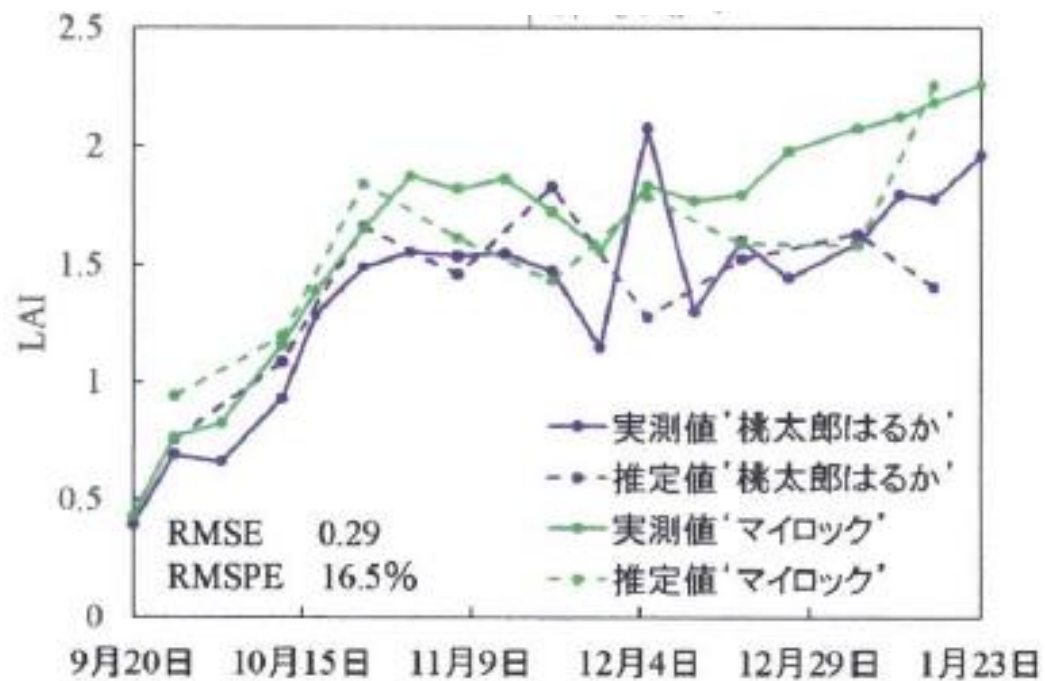
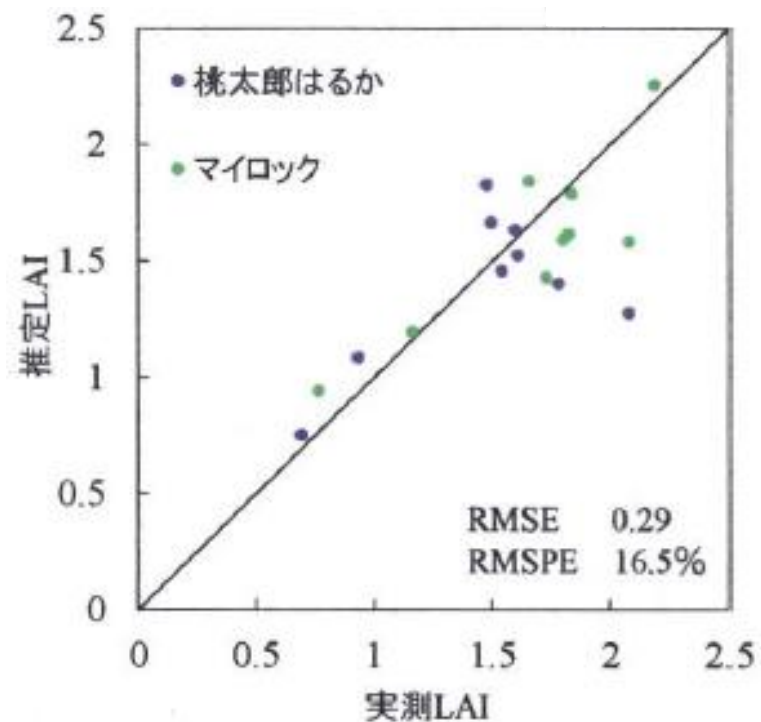
植物部分の抽出 投影面積比の算出



データセット作成、学習

→ 画像からLAI変換係数
を推定する
CNNモデル作成

モデルの検証 (山口大学)



画像からの推定値との差

画像からの推定値の推移

→ 学習データの充実、LAI測定精度の向上が必要

イチゴ 開花量推定

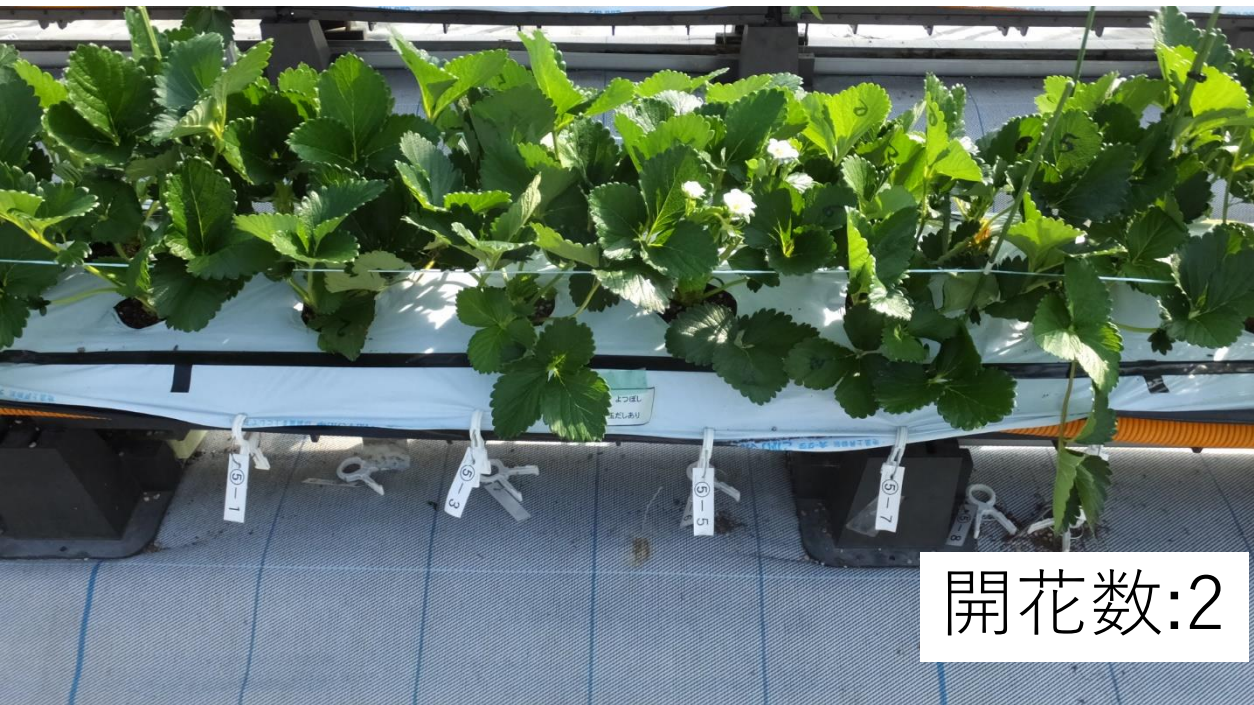
画像+開花数のデータセット作成 (農技セ)



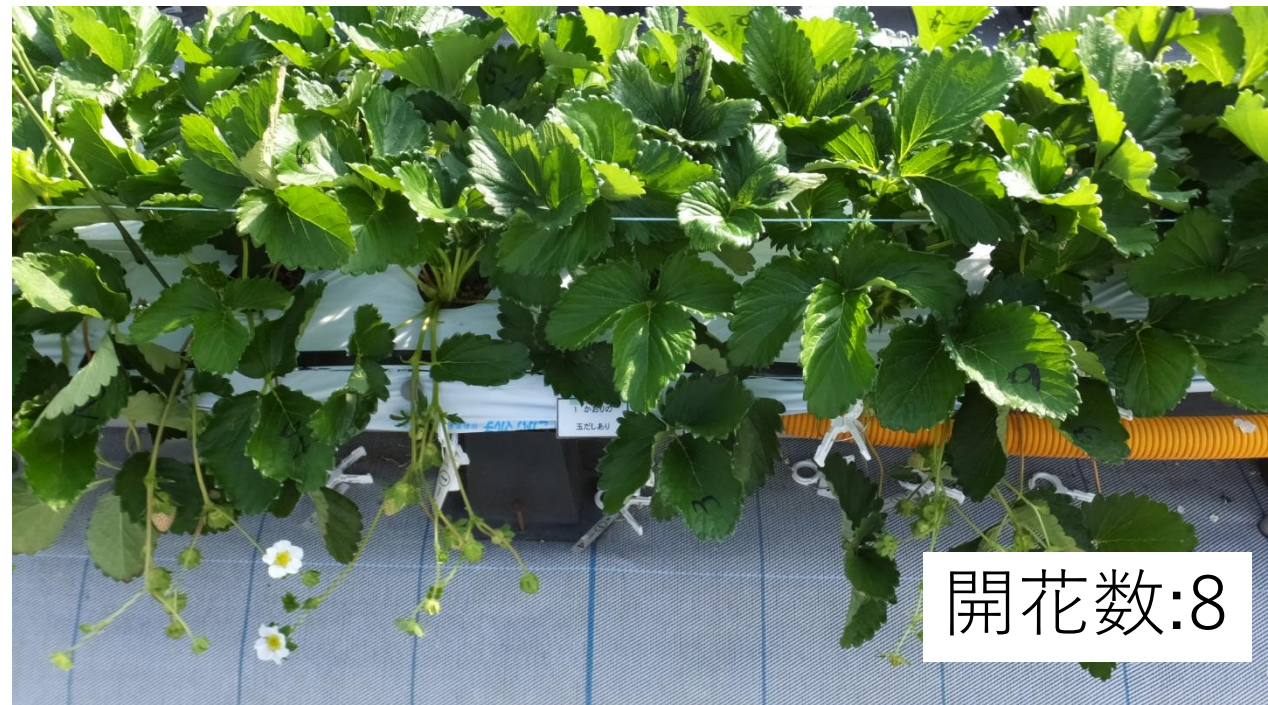
開花数:6



開花数:5



開花数:2



開花数:8

イチゴ開花量推定のためのモデル作成（山口大学）



データセット作成、学習

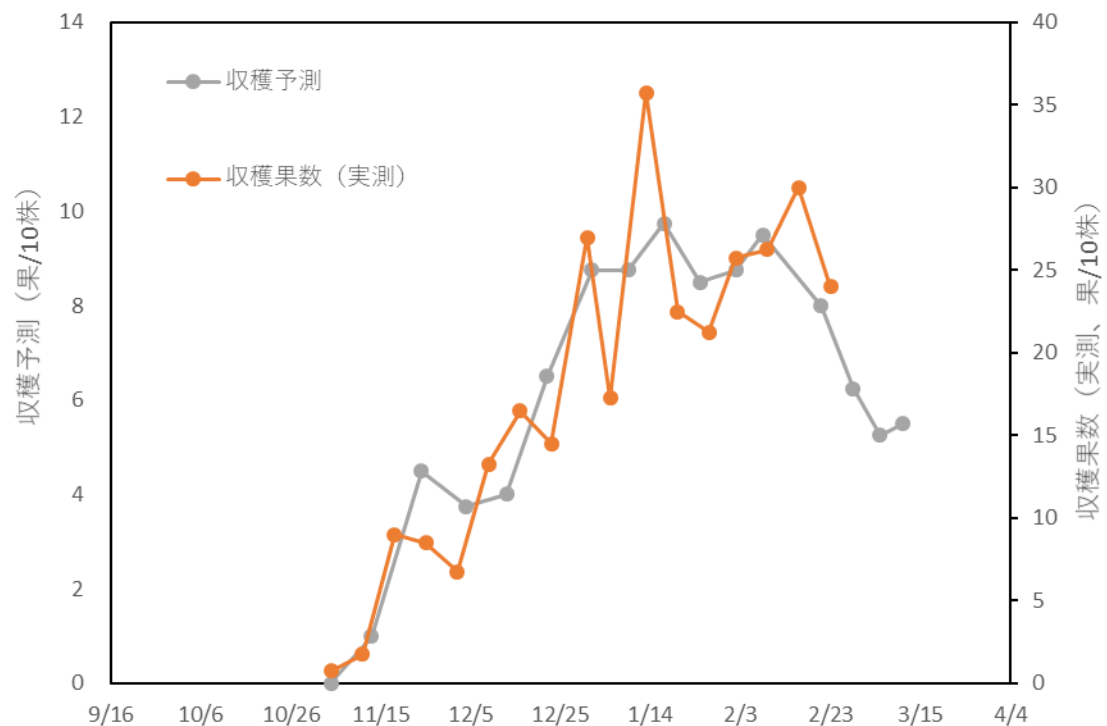
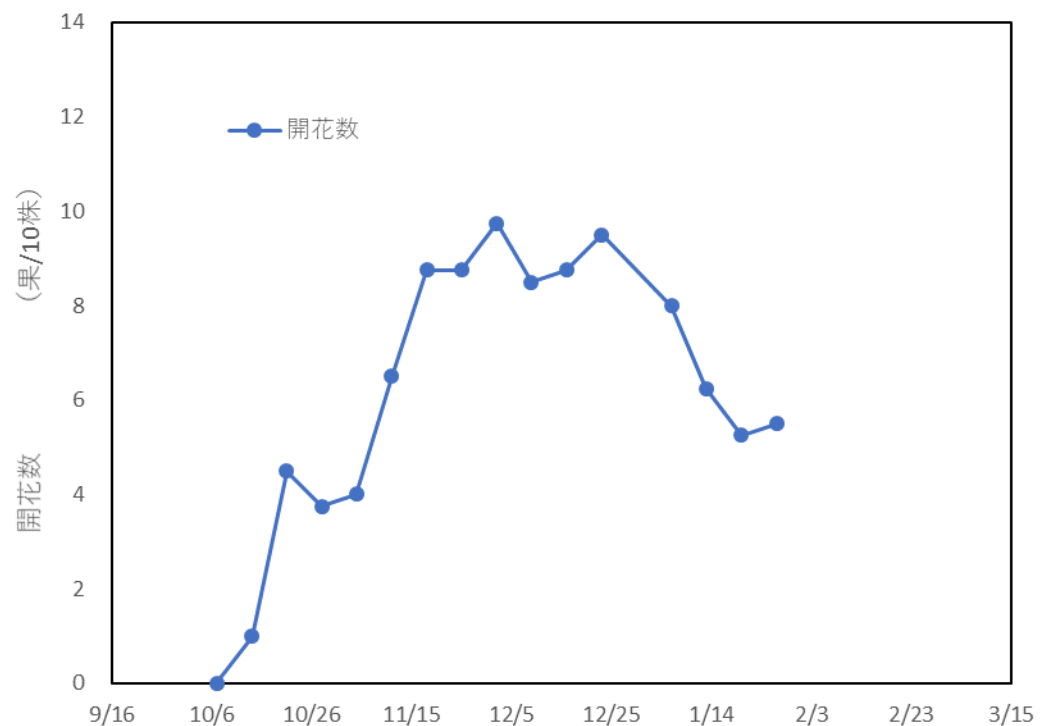
→

画像から花部分を
推定し抽出する
CNNモデル作成

→



イチゴ開花量からの出荷予測（農技セ）



画像から得られた
開花数 + ハウス内
環境データ



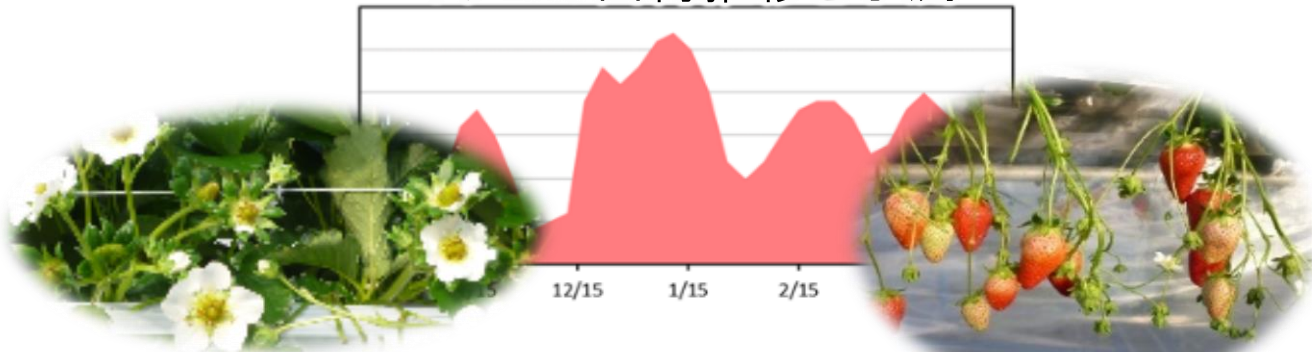
収穫ピーク予測

データ活用の現場実装の方法・・・

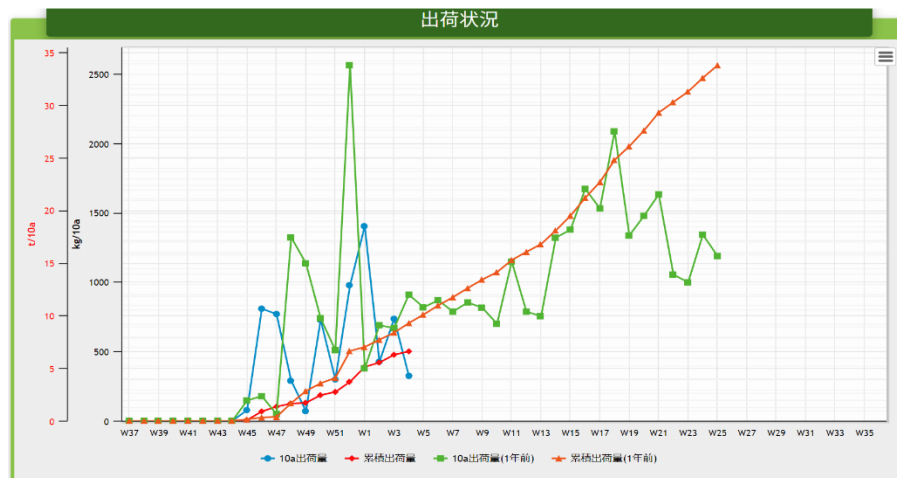
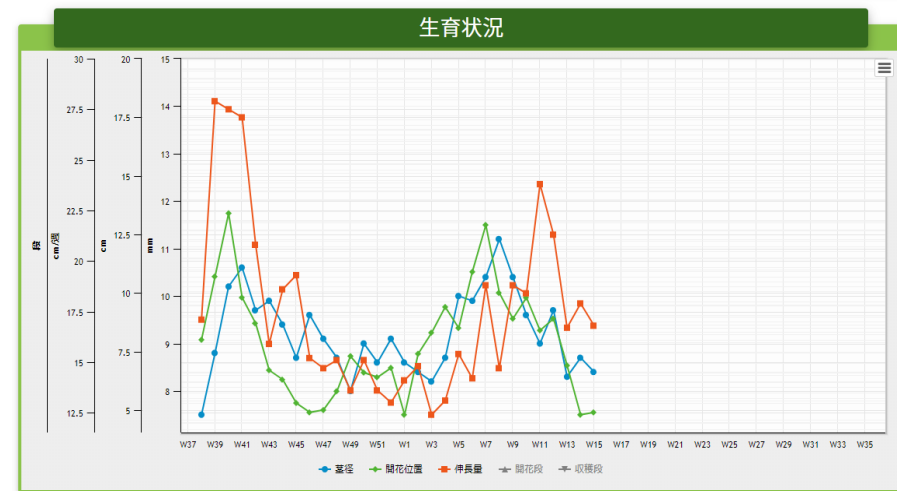
LAIや生育バランスの画像解析



イチゴの出荷推移を予測



データをクラウド上で確認？



専用ネットワークシステムの構築 ～アルスプラウトクラウド内に専用空間～

ログイン画面



データ共有機能

共有グループ内で探す

N o.	地域	品目	ニックネーム	共有状況 (相手→自分)	共有状況 (自分→相手)
1			ベリーロードB	共有を依頼する	データを公開する
2			出光興産株式会社	共有中	データを公開する
3			萩アグリ (ミニトマト)	共有中	公開中
4			農大G1	共有を依頼する	データを公開する
				共有を依頼する	データを公開する

カメラ
2022/03/06 12:26:33

The camera view shows a greenhouse interior. The plants are covered with white plastic mulch. The date and time are 2022/03/06 12:26:33. A small green icon with a white exclamation mark is visible in the bottom right corner of the camera view.

画像取得機能あり

ウィークリーレポート表示機能（環境データ）

メモ
▼

外気象

☀️ 日の出時刻 [40-120-1]	05:58	05:49
🌇 日の入時刻 [40-120-1]	18:38	18:43
☀️ 積算日射量 [40-120-1]	23.4 MJ/m2	25.9 MJ/m2 ▲
☀️ 最大日射強度 [40-1-1]	0.93 kW/m2	0.95 kW/m2 ▲
🔥 [日中]屋外平均気温 [40-120-1]	16.7 °C	17.5 °C ▲
🔥 [夜間]屋外平均気温 [40-120-1]	7.7 °C	14.1 °C ▼
🔥 [24時間]屋外平均気温 [40-120-1]	12.6 °C	15.8 °C ▲

◀ W15 ▶

内気象

🔥 [日中]平均気温 [40-120-1]	23.5 °C	22.1 °C ▼
🔥 [夜間]平均気温 [40-120-1]	14.4 °C	16.1 °C ▲
🔥 [24時間]平均気温 [40-120-1]	19.3 °C	19.3 °C
💧 [日中]平均相対湿度 [40-120-1]	63 %	79 % ▲
💧 [夜間]平均相対湿度 [40-120-1]	96 %	99 % ▲
💧 [24時間]平均相対湿度 [40-120-1]	79 %	88 % ▲
🌫️ [日中]平均CO2濃度 [40-120-1]	524 ppm	489 ppm ▼

◀ W15 ▶

土壌環境

🌿 灌水量1 [40-120-1]	--	4.9 L/m2
🌿 排水率 [40-120-1]	37.1 %	33.8 % ▼
給液 - EC	1.1 mS/cm	0.8 mS/cm
給液 - pH	6	6
排水 - EC	0.6 mS/cm	0.5 mS/cm
排水 - pH	6.7	6.8
🌿 [24時間]含水率 [40-120-1]	--	62.6 %

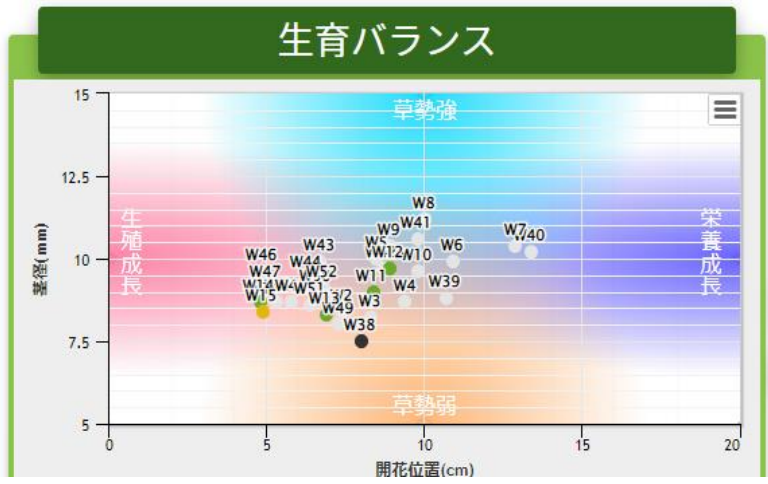
◀ W14 ▶

クラウドに蓄積される膨大な量のデータを解析しやすくするため、週ごとの平均値に自動計算

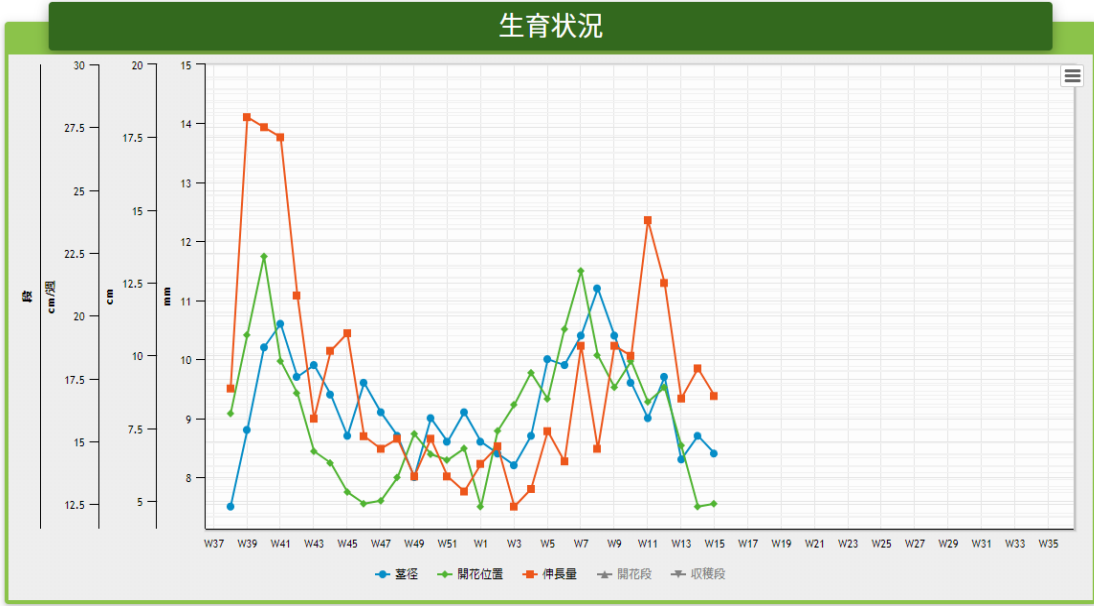
光合成環境

🌿 強光 [40-120-1]	52.7 h	64.0 h	46.8 h ▼
🌿 [弱光]良好 [40-120-1]	23.8 h	16.8 h	8.2 h ▲
🌿 [弱光]温度不足 [40-120-1]	0.0 h	0.0 h	0.0 h
🌿 [弱光]CO2不足 [40-120-1]	0.0 h	0.0 h	0.0 h
🌿 [弱光]温度・CO2不足 [40-120-1]	0.0 h	0.0 h	0.0 h

◀ W15 ▶

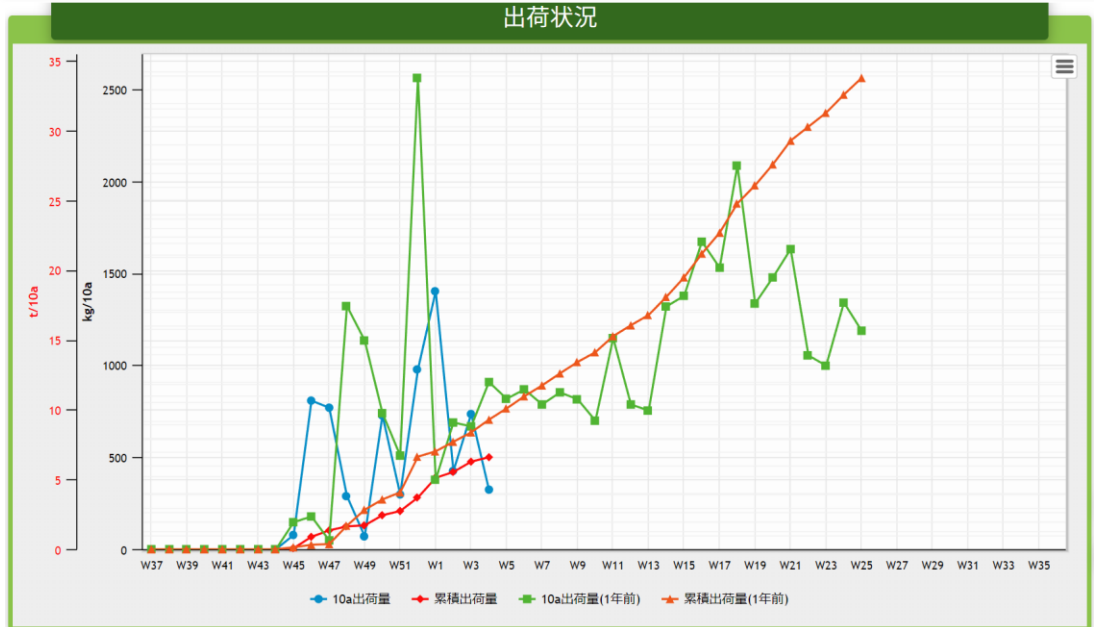


ウィークリーレポート表示機能（生育・出荷データ）



週ごとの生育・出荷データの記録、生育バランス、グラフ表示

外気象・環境制御の結果（内気象、土壌環境等）と、生育変化とを対比することによって、**栽培管理・環境制御設定の検討をサポート**



→ここにデータが反映されると使いやすい