

2023.8.8 スマート農業推進セミナー資料

スマート農業生産技術を活用した日本産イチゴの 輸出拡大を見据えた高品質生産・出荷体系の構築

(国研)農研機構西日本農業研究センター 曾根 一純

「阿蘇イチゴスマート農業実証コンソーシアム」(施H6,R1-R2)

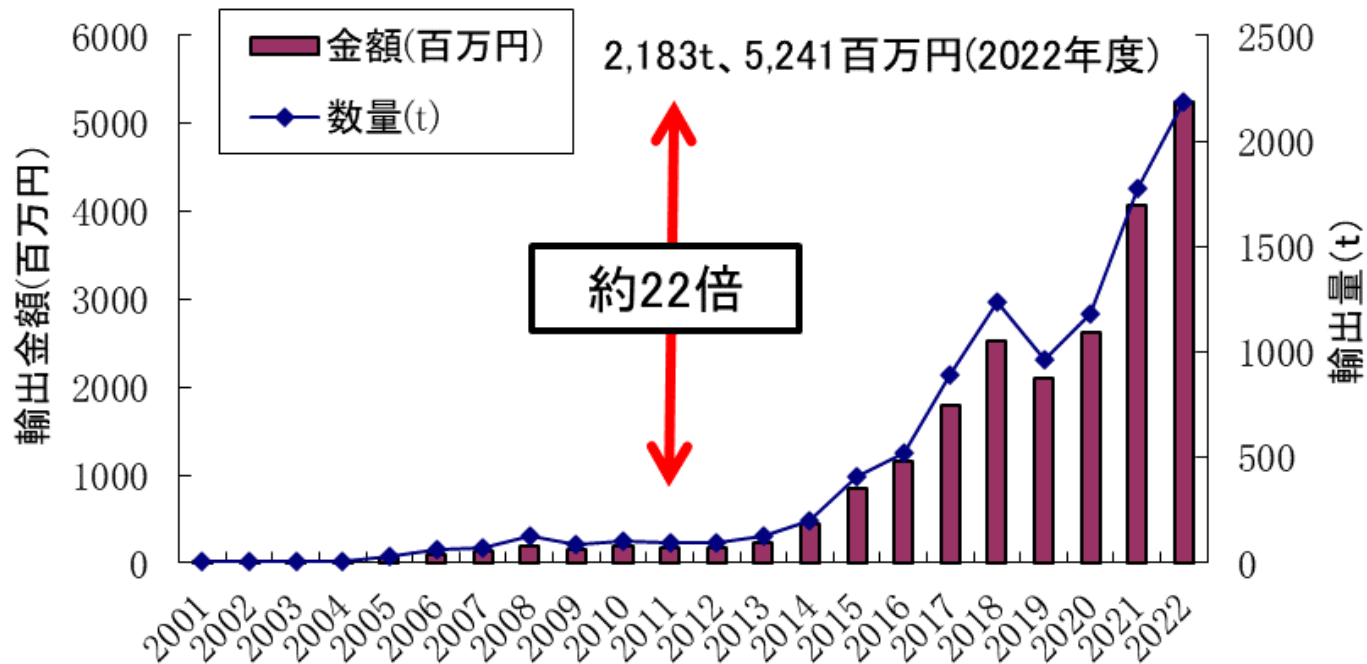
農研機構九州沖縄農業研究センター、九州大学大学院農学研究院環境農学部門、長崎県立大学情報システム学部、秋田県立大学生物資源学部、熊本県農業研究センター農産園芸研究所高原農業研究所、大分県産業科学技術センター、(公財)九州先端科学技術研究所、キヤノンITソリューションズ(株)、キヤノンマーケティングジャパン(株)、大石産業(株)

「阿蘇イチゴ輸出スマート農業実証コンソーシアム」(施3H6輸,R3-R4)

農研機構(九州沖縄農業研究センター、食品研究部門)、九州大学大学院農学研究院(環境農学部門、農業資源経済学部門)、長崎県立大学情報システム学部、秋田県立大学生物資源学部、宇都宮大学農学部附属農場、熊本県農業研究センター農産園芸研究所高原農業研究所、イオン九州(株)、日本通運(株)、(一社)GAP普及推進機構、キヤノンITソリューションズ(株)、大石産業(株)

本研究は農林水産省「スマート農業技術の開発・実証プロジェクト」により実施した。

- ・ 日本産イチゴの輸出量は、この10年で約22倍に急増。そのうち、98%が香港、台湾を含む東アジア向け。
- ・ 2018年以降の踊り場を経て、2022年度52.4億円と大幅な伸び
新型コロナ後の需要回復、円安による競争環境の改善が要因。
- ・ 2025年度 輸出目標額86億円が示されている。

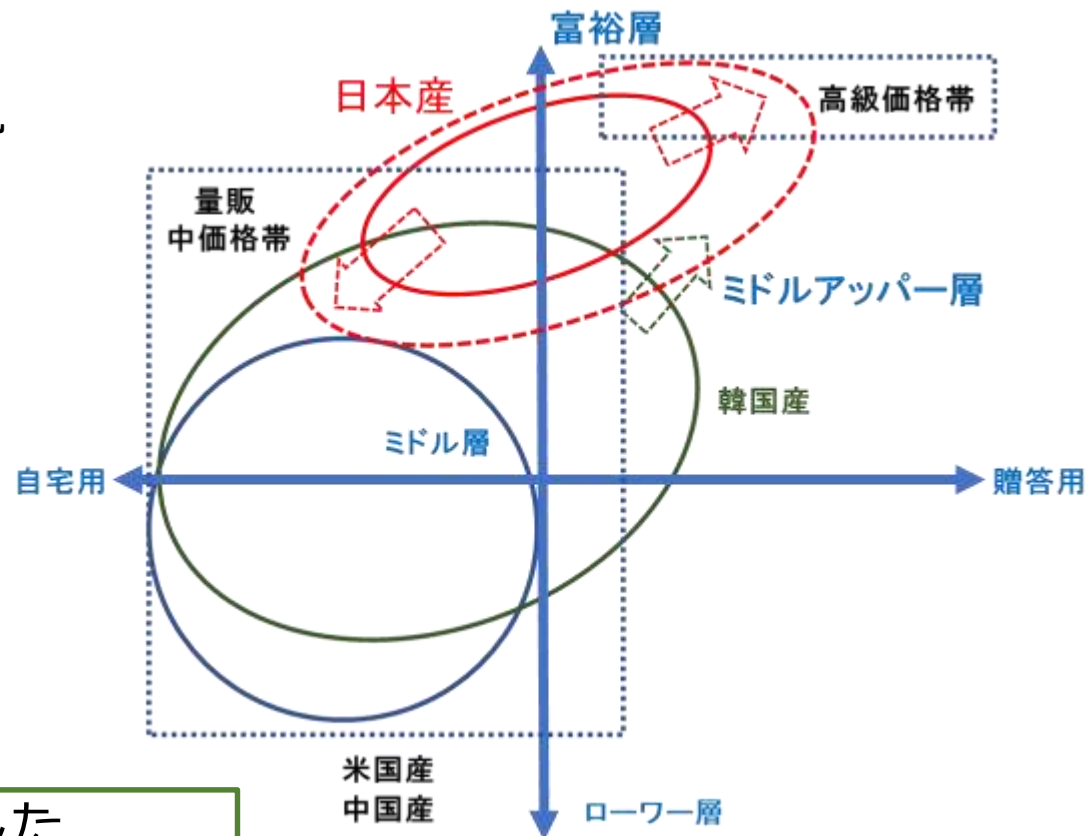


日本産イチゴ輸出数量及び金額の推移

出展：農林水産省「農林水産物輸出入概況」

更なる需要拡大には、韓国産等が主体の中価格帯での商品の充実が必要。

- ◆ 輸出目標(2025年86億円) 実現には、出荷量**2.7%**を輸出に。
(2019年度実績 0.6%程度)
- ◆ **高級価格帯の充実**とともに、相手国ニーズにあった**中価格帯輸出対応規格品**を提供し、輸出競争力を強化、**収益力向上**。
- ◆ 現地バイヤーからの聞き取りでは、中価格帯売価の希望として韓国産の**1.5倍以内**に。



日本産イチゴの強みを活かした、**スマート農業技術**を活用した輸出に対応した**環境負荷低減型栽培体系モデルの構築**が必要。

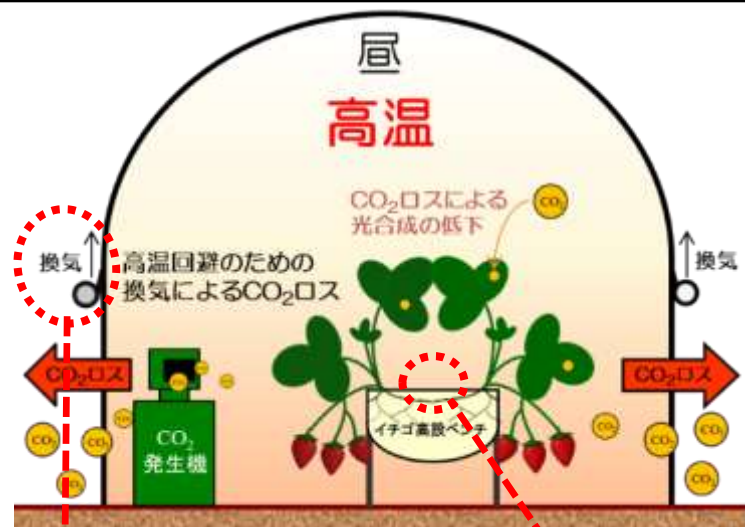
スマート農業技術を生産、出荷調製、流通に活用し、シームレスな輸出対応型生産体系を検証



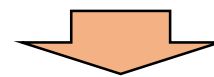
CO₂施用技術のスマート化

- 問題点
- ①植物がない空間も含めてハウス全体に施用（空間的なムダ、ムラ）
 - ②高温時の窓換気と連動したCO₂のオンオフが困難（換気時にCO₂ロス）
 - ③CO₂ロスを懸念して高濃度施用できず（増収効果小）

➡ 局所CO₂施用と換気時自動中断の組合わせた高濃度施用で**増収と省エネの両立**



ハウス全体の施用や換気によるCO₂ロスが心配で、400～500ppm程度にしか設定できない・・・



窓開閉検知装置でCO₂施用中断

スマートCO₂施用の導入

灌水用チューブで高CO₂の空気を葉付近に施用

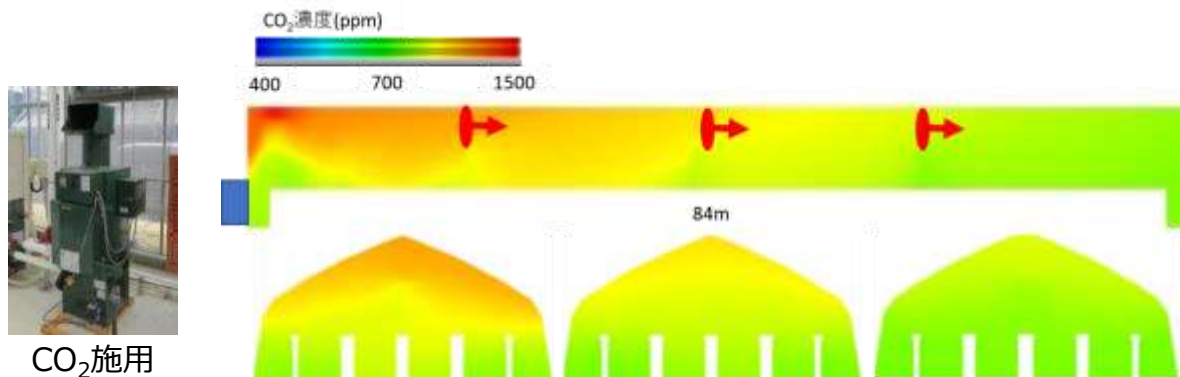


CO₂の局所施用と換気時の自動中断でCO₂高濃度管理を安心してできる！
= 増収と燃油削減の両立



CO₂ 施用の違いによる予測CO₂拡散の状況

- 全体施用（灯油燃烧式）+循環扇(シュミレーション20分後)

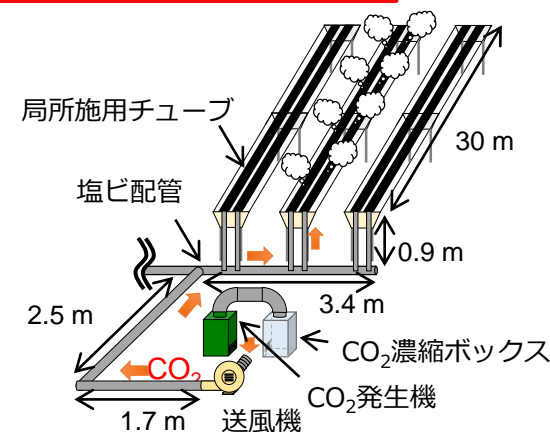
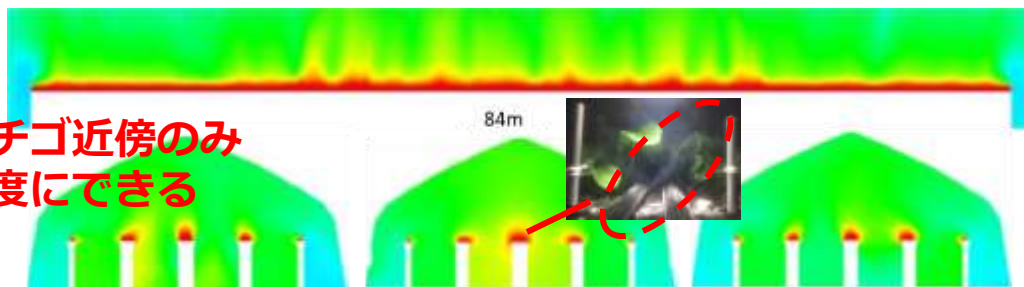


施用機と反対側はやや低濃度となり、循環扇の活用で拡散が必要
灯油燃烧式なので、ハウス上部に滞留

- 局所施用+循環扇なし(シュミレーション10分後)

②ハウス奥まで短時間で濃度が均一に

①イチゴ近傍のみ
高濃度にできる



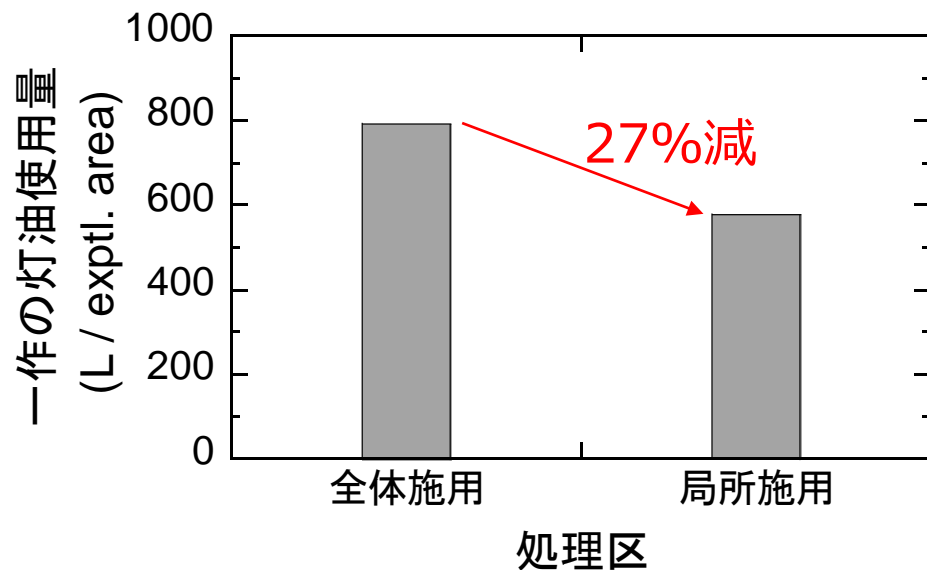
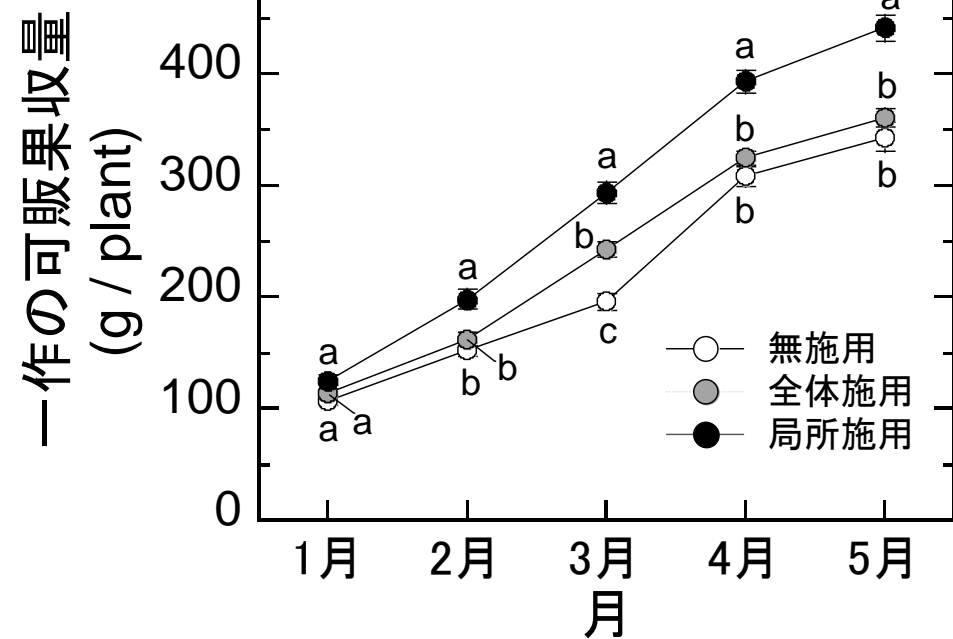
施用開始10分で、株周辺は均一に高濃度分布
それ以外でも比較的低濃度（700 ppm前後）環境を創出

局所CO₂施用によって**増収と省エネの両立**

ハウス全体施用と比べて

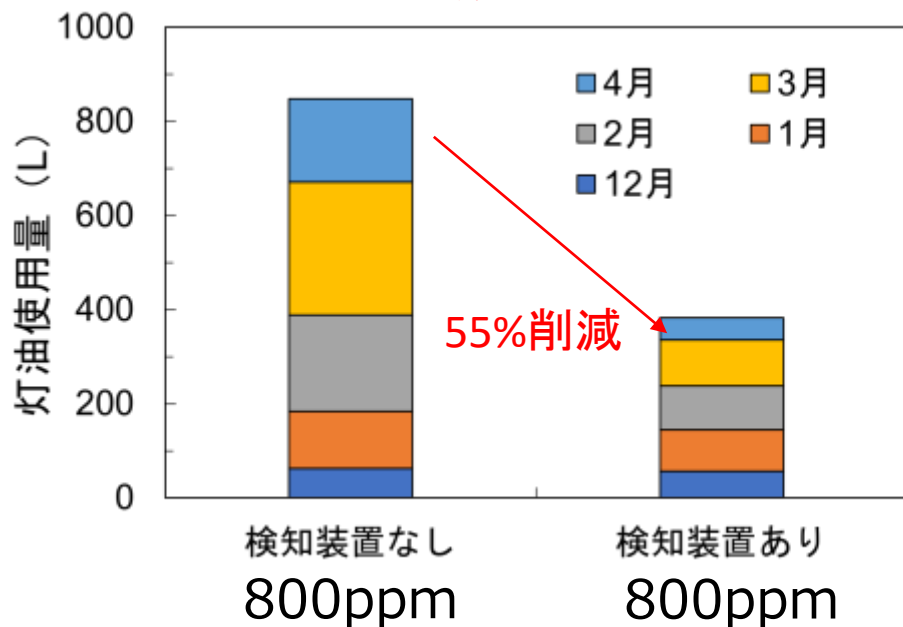
トータル収量：**22%増収**

灯油使用量：**27%削減**



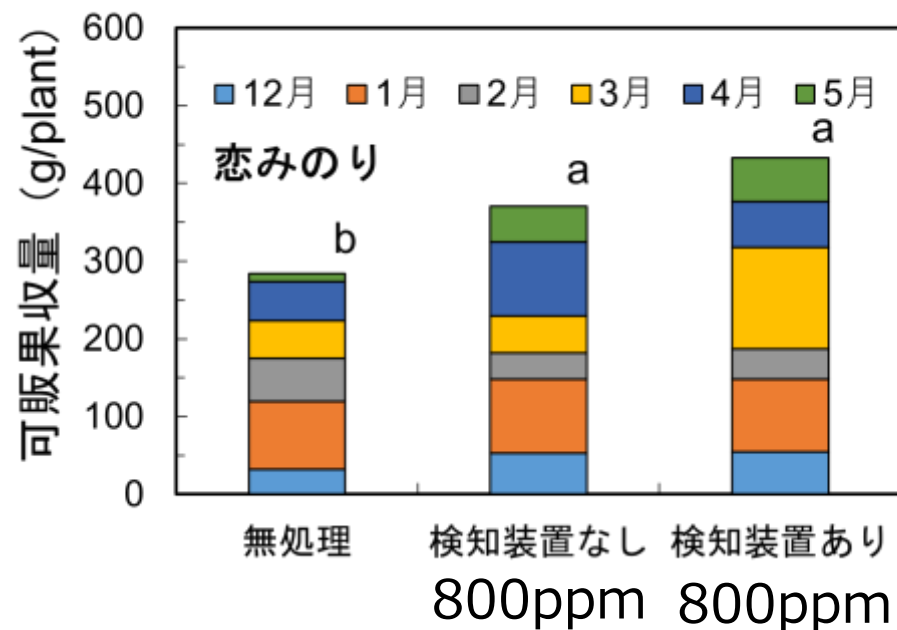
リミットありで **大幅な**
燃料削減効果

55%減



リミットありでリミット
なしと **同等以上の収量**

17%増



メーカーより市販化

施設ナスへの適応拡大 (R4現地実証)

みやま市、柳川市の生産者



高精細カメラとAIによるイチゴの生育画像解析システム
(AGRI-VISION) を用いて、イチゴの花数、果実数、熟度、葉面積等の生育量を計測・収集するとともに、得られた情報から収穫期・収量予測を実証する。

達成目標：生育特徴量計測精度90%、収量予測精度80%以上

イチゴ生育画像解析システム (AGRI-VISION)



- ①イチゴ生育画像の収集
- ・スマホカメラ等での写真
 - ・定点・定時撮影
 - ・撮影位置決定半自動化

- ②イチゴ生育画像解析の実行・評価
- ・生育画像の蓄積
 - ・画像解析・収量予測の日次処理

- ③解析データの提供
- ・生育画像推移の提供
 - ・生育状況の数値化
 - ・2週間後の収量予測値

スマートフォン画像を活用したAGRI-VISION を用いた果実熟度の自動計測と収量予測

異なる3品種における果実熟度および収量予測精度

成熟ステージ	恋みのり	さがほのか	ゆうべに
花	0.92 ^z	0.87	0.92
緑熟期	0.92	0.97	0.89
白熟期	0.84	0.84	0.68
赤熟期	0.86	0.88	0.60
収穫期	0.98	0.93	0.95
macro平均 ^y	0.90	0.90	0.81
収量予測(R2値)	84	69	51

^zF値: 再現率と適合率の調和平均値。

^y各ステージ(花、緑熟期など)の評価指標をもとにしたマクロ平均値。



収穫台車を用いた 環境モニタリング



- ①温度
- ②湿度
- ③CO₂濃度
- ④照度
- ⑤時刻
- ⑥場所
- ⑦画像

全協力農家に情報提供



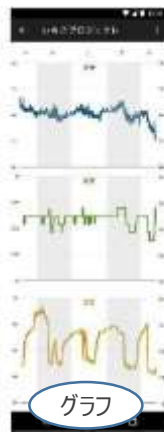
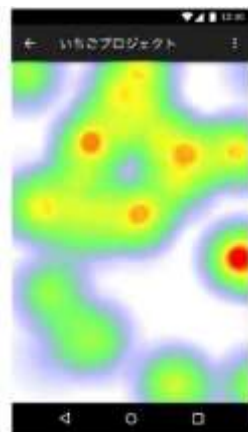
可視化

定点モニタリング



- ①収穫期
- ②収穫量
- ③画像
- ④排液量
- ⑤EC
- ⑥気温、湿度等

圃場内環境モニタリングインフラの構築



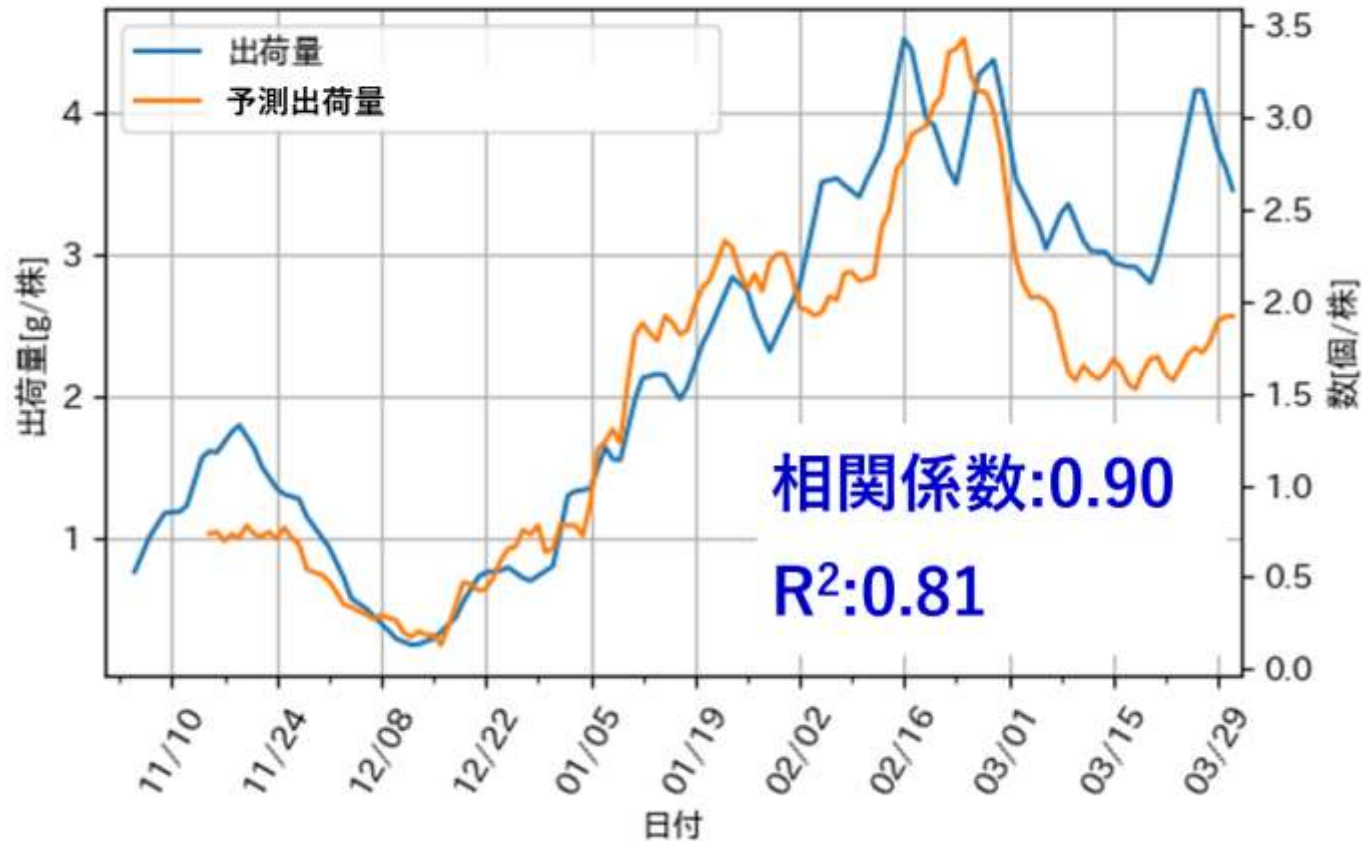
[表示デバイス]

- ・ スマートフォン

[表示情報]

- ・ グラフ (時系列変化)
- ・ 画像 (視覚情報)
- ・ ヒートマップ (空間分布)

AGRI-VISION（果数、熟度情報）とハウス内環境情報を活用した収量予測



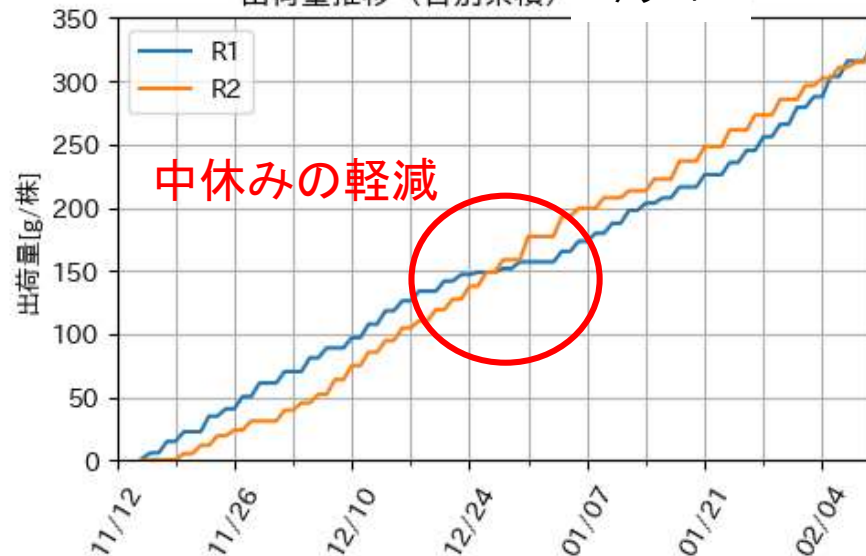
利点：圃場管理、パッケージセンターにおける作業員の人員配置
出荷数量の把握に活用

課題：出荷量の安定化、有利販売等には部会単位等での導入が必要

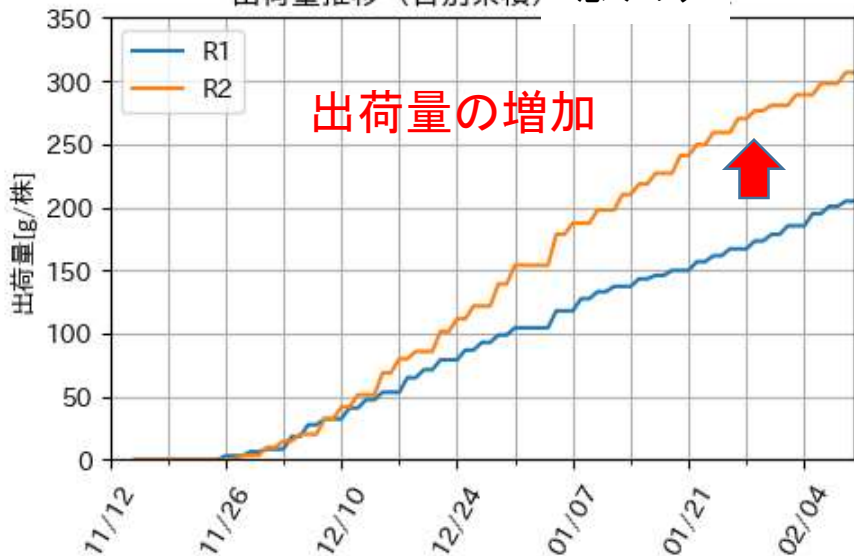
出荷量推移（日別累積） さがほのか



出荷量推移（日別累積） ゆうべに



出荷量推移（日別累積） 恋みのり



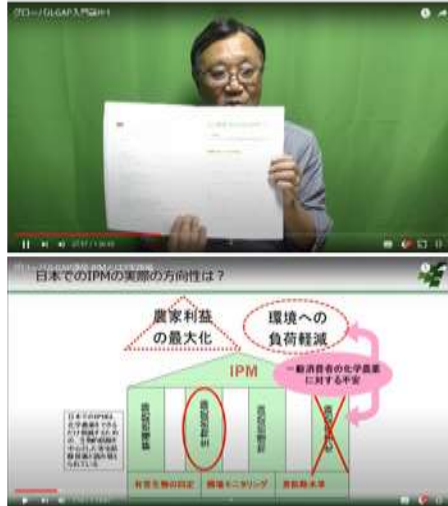
- ・CO₂施用の最適化
 - ・AGRI-VISIONによる熟度別果数推定
 - ・ハウス内栽培環境情報の有効活用
- 排水量EC管理の徹底(施肥の最適化)、摘果の徹底



収穫の谷の軽減による収穫増、安定性が向上。

昨年比、同等～7割増で推移

(1) WEB自己学習



(2) ワークショップ



(3) 模擬審査



実証結果：技術面・運用面で課題残る

実証結果：旅費50%削減、WEB自己学習の実用化を進める

【実用化研修コンテンツ例】

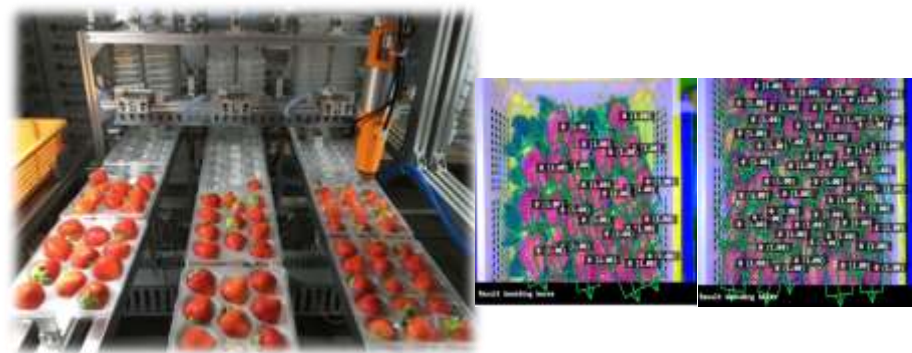
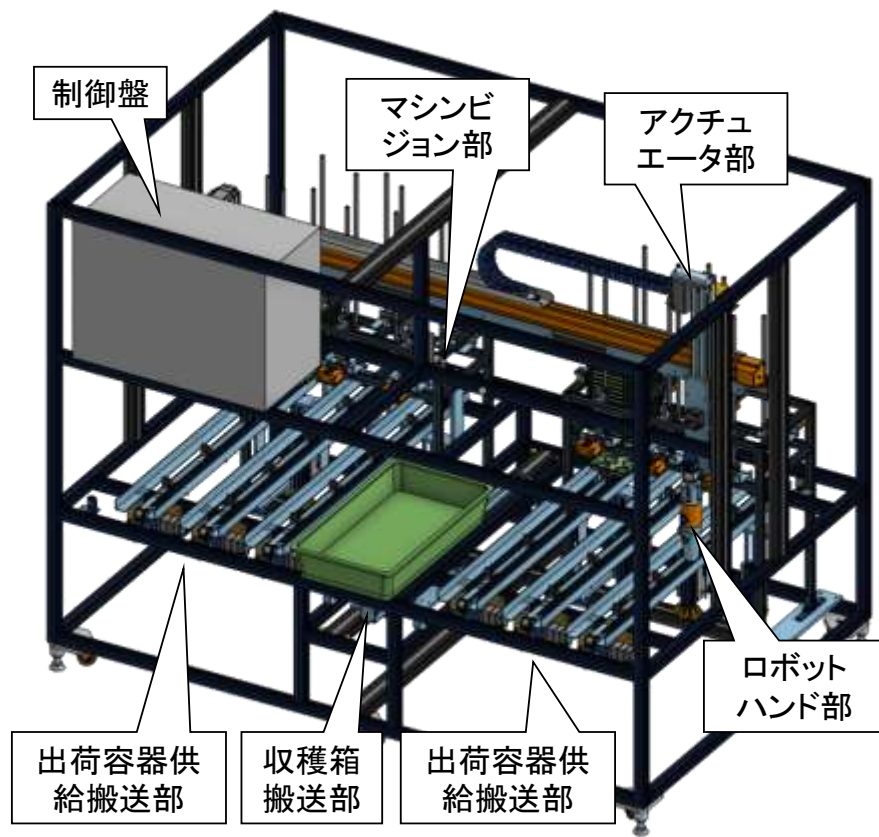


- グローバルGAP入門講座1 ●グローバルGAP入門講座2 ●事例学習
- リスク評価とは ●施肥とは1法律編 ●施肥とは2実践編
- 農薬とは1法律編 ●農薬とは2実践編
- IPMとは1法律編 ●IPMとは2実践編 ●一般衛生管理とは

お問合せ：一般社団法人GAP普及推進機構

URL : <https://www.ggap.jp/> (お問合せフォームからお願いします)

自動選別パック詰め装置の概要



- ・ パック詰め作業、選別作業の補助
- ・ ヒトとの協働作業の実現

- 重量推定精度: RMS誤差1g未満
- 処理コンテナ数(粗選別): 12コンテナ/h
- R5年度より市販化予定、1000万円程度(選別パック詰め機能)
- 果実品質評価機能付与(糖度、損傷評価等)を画像処理、選別連携予定(R7年度)

安価なマイコン: ラズベリーパイで制御する簡易型ロボットを2台設置し、質量がそろった果実を作業者に供給可能。

事前選果および収穫箱の形状がパック詰作業の効率化に及ぼす効果

収穫箱形態	平トレー 出来数	パック当り 作業時間(s)	慣行比	作業時間の 変動係数 (%)	効率化の 評価 ²	講 評
従来型	10	41.8 a ²	100	33	—	パック詰め作業後半で、該当する果実を探すのに手間が必要。
縦置き	11	32.4 ab	77	17	○	大きさを揃える手間は大幅に軽減。果実の形状が分かりづらい。
横置き	10	28.2 b	68	16	◎	大きさ、形状も分かりやすく詰めやすい。積載効率向上を希望。

平トレー(270g)、Tukey-Kramer多重比較(n=10~11)

²○: 優れる、◎: 極めて優れる



従来型(慣行)



縦置き



横置き

- ・慣行収穫箱比で、**事前選別**することで**23~32%の効率化**。
- ・事前選別区ではパック詰作業時間の変動係数が小さく、安定して作業が可能。
- ・横置きの方が縦置きより作業効率が高い。

自動選別・パック詰めロボットと慣行（ヒト）による果実の損傷程度の差異影響



+



「ゆりかご」

全てのパック詰め行程をロボットによる選別パック



+



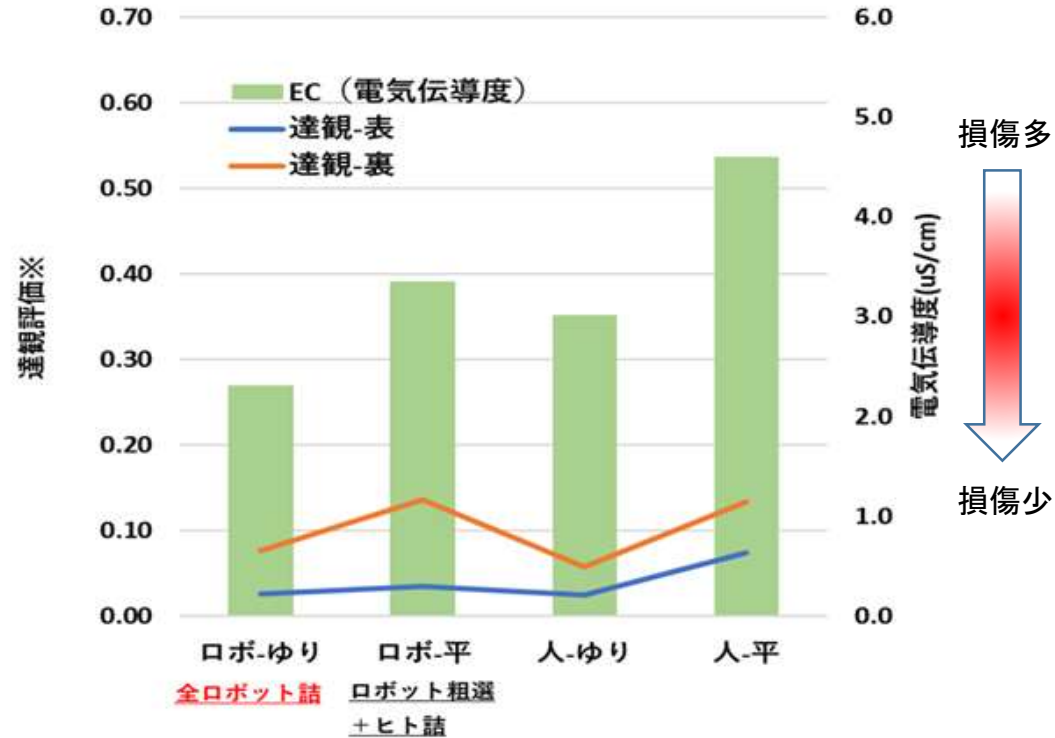
ロボットによる
大きさの粗選別



平トレー



「ゆりかご」



※遠観評価法・・・カビ：3，オセ：2，スレ：1，接触痕：0.1，損傷なし：0とし，損傷程度 = { 3 × カビの発生面積割合 (%) + 2 × オセの発生面積割合 (%) + 1 × スレの発生面積割合 (%) + 0.1 × 接触傷の発生面積割合 (%) } / 100

※平：平トレー、ゆり：ゆりかご

- ・ロボット選果と慣行（ヒト）による果実の損傷程度は同等
- ・出荷容器の差の方が大きい

輸送中の果実損傷の軽減技術の実証 - 香港輸出を想定した国内輸送試験

低コストな船便でも、**宙吊り包装と輸送温度2℃の組み合わせ**により、慣行包装出荷形態（平トレと5℃の組み合わせ）に比べて、季節によらず安定的にイチゴの損傷を低減可能

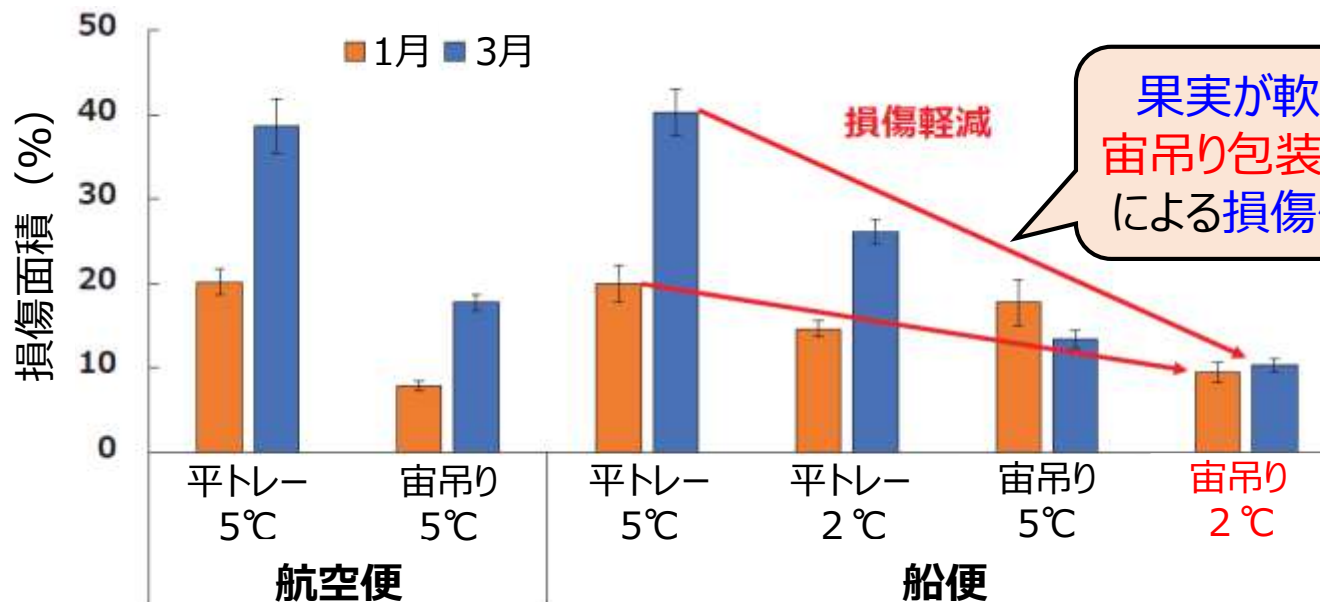
	航空便	船便
ルート	JA阿蘇→熊本空港→羽田空港→つくば	JA阿蘇→博多港→那覇港→博多港→東京港→つくば
輸送日数	1月試験：7日間 3月試験：8日間	1月試験：14日間 3月試験：15日間



宙吊り包装

※品種は「恋みのり」。輸送日数には保冷陳列4日間含む。

船便の3月試験は博多港で貯留ののち東京港に輸送、那覇港の経由なし。



輸出数量、容器の最適化、冷蔵コンテナ船便利用により、**環境負荷を軽減しつつ、韓国産に十分に競争力を持つ商品を提供可能**

輸送試験結果を受けて輸送形態の違いによる想定販売価格の差異

1回当たり 出荷量	航空便 慣行270g 評価	船便 慣行270g 評価	船便 最適化150g 評価
1000P	112(HK\$) ×	117 ×	72 ○
2000P	112 ×	94 ○	59 ◎

輸送試験結果を受けて船便イチゴのロス率 航空便とほぼ同等 2%
 概算条件 船便200千円/コンテナ、飛行機便300千円/1パレット
 評価：韓国産比目標価格1.5倍以内達成○、韓国産比同等67HK\$/P以下◎



+



出荷容器(150g仕様)の最適化

船便による高鮮度コンテナ活用した輸送

<実証全体について>

農研機構九州沖縄農業研究センター E-mail:smart-karc@naro.affrc.go.jp
TEL: 096-242-7529

<局所適時CO₂施用技術について>

農研機構九州沖縄農業研究センター E-mail:smart-karc@naro.affrc.go.jp
TEL: 096-242-7529

<イチゴ生育画像解析システムについて>

キヤノンITソリューションズ(株) E-mail: masai.takayuki@canon-its.co.jp
TEL: 03-6636-5470

<自動選別パック詰めロボットについて>

秋田県立大学 E-mail: syamamot@akita-pu.ac.jp TEL: 0185-45-3945

<イチゴ輸出に適した高品質輸送技術について>

農研機構食品研究部門 E-mail: twtnb@affrc.go.jp TEL: 029-838-7191

<GLOBALG.A.P.取得オンライン研修について>

一般社団法人GAP普及推進機構 E-mail: info@ggap.jp TEL: 03-5532-7329