

農林水産技術会議資料

「前川製作所における農林水産分野における研究開発について」

目 次

1. 農業を取り巻く環境

①前川製作所の紹介

②農業を取り巻く環境

2. 農林水産業の10年後のあるべき姿（10年後のイメージ）

キーワード：6次産業化、地域イノベーション、国産農産物・食品の海外輸出

3. 政策と研究開発体制

「産学官連携」「農商工連携」「MOT」「オープンイノベーション」

4. 実現するためのキーテクノロジー（マエカワにおける）

①RT（ロボット）

②微生物防除技術（エンドファイト）

③環境保全のための冷熱技術（鮮度保持、冷凍）

④省エネルギー技術

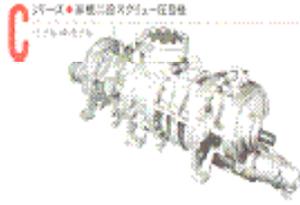
株式会社前川製作所について

前川製作所の歩み



垂直蒸気機

1924
垂直型圧縮機



1964
スクリー圧縮機



1978
極低温加速器



1981
核融合



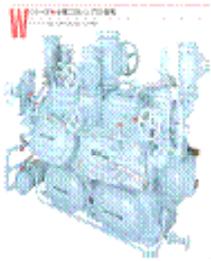
1984
リニアモーターカー



1989
ロケット燃料



1998
長野オリンピック



1958
多気筒圧縮機



ビル空調

1970



LNG船

1980



融雪

1983



スケートリンク

1990

2000

- 1924年創業 資本金10億円 従業員3300名 国内事業所数 70、海外拠点 33ヶ国
- 産業用冷凍機を中心とする各ガス圧縮機の製造・販売(同分野世界シェア40%以上)
エンジニアリング(農畜産、食品、エネルギー等)、コンサルタント(前川総研)、
ゴルフ場(朝霧)他

1. 農業を取り巻く環境

【取り巻く環境】

- ・農産物の自給率向上が望まれている。
- ・農業者の高齢化、担い手不足が顕在化している。
- ・農業所得が半減し、農業者のモチベーションの低下が課題となっている。
- ・消費者の食の安全安心志向が高まり、国産農産物、食品への関心が高まっている。
- ・GMは、世界的に流通し、多くの加工食品が輸入されている。
- ・環境的な側面から、資源の枯渇（水、リン等）する一方、大量の廃棄物が排出されている。
- ・世界的な視点から、人口増加による食糧難が危惧され、増産技術が急務である。

農林水産分野の活性化が望まれている (食料の安定供給化)

- ・先端技術の導入、IT、RT、BTの活用
- ・農家のモチベーションの向上、所得向上、若者の参画推進
- ・先端技術を導入した「植物工場」の開発と普及
- ・大規模農業と地域農業システムの構築
- ・海外への農水産物、食品の積極的な輸出
- ・農林水産を基盤とした産業創出

地域の特性を活かした農林水産業

- ・地域資源の活用、地域の産業化
- ・地域での循環型、持続可能なシステム
- ・地域の自然エネルギーの活用
- ・地産地消、食育の普及

環境的な側面が顕在化している

- ・温暖化対策(炭酸ガス排出抑制、固定技術、栽培技術)
- ・低炭素社会の実現、炭酸ガス排出抑制
- ・食品残渣低減、バイオマスの利活用
- ・エネルギーの有効活用

先端技術をどのようにして
現場で活用するか

農林水産物の付加価値化を目指す研究開発 (マエカワにおける開発姿勢)

コンセプト:

日本の農林水産品、食品の高付加価値化
5Aの実現(安全、安心、味、安定、安価)、現場・現実・現物主義

農業分野

農業ロボット技術

エンドファイト技術

- ・現場の潜在的なニーズを抽出する
- ・先端技術を現場で活かす

先端バイオ技術を「農業」の現場で活用する

- ・自動化による農業後継者不足の解消
- ・環境保全農業の実現(化学から生物農薬へ)
- ・安全安心な農産物の生産体制
- ・日本ブランドの構築
- ・海外への農産物輸出

「世界に冠たるロボット技術」を一次産業で活用する

- ・労働者不足の改善
- ・省人化、無人化システム
- ・安全な衛生環境の実現(低温環境)
- ・職人の技能(知)の自動化
- ・海外食品輸出への展開

貯蔵保管冷凍分野

鮮度保持技術

省エネルギー

先端技術を「農業」の現場で活用する

- ・ナノサイズのコールドミストによる低温高湿度保管技術
- ・マイクロバブル技術の実用化
- ・ヒートポンプ活用
- ・農産物、水産物の高付加価値化
- ・長期冷凍保管技術、新規コールドチェーン
- ・海外への農産物、食品輸出

食品産業分野では、自動脱骨ロボットの実績

2. 農林水産業の10年後のあるべき姿（10年後のイメージ）

キーワード：6次産業化、地域イノベーション、国産農産物・食品の海外輸出

「持続可能な農林水産業」

- ・地域での循環型農業が実現している。
- ・1次産業と連携する食品産業の集積、付加価値化により、6次産業化する。
- ・地域の資源を活用する産業が創出されている。
- ・

「革新的流通技術」

- ・地域の農産、水産物の鮮度保持技術でき、付加価値のある原料、食品が供給できる。
- ・新規のコールドチェーンの開発、整備が可能となり、付加価値のある農水産物が国内、海外へデリバリーできる。
- ・新規の衛生洗浄技術の開発により、安全な食品を消費者に届けることができる。

「低炭素社会実現」

- ・省エネルギー、自然エネルギー活用し、
- ・脱フロン、自然冷媒の活用、温暖化の抑制
- ・熱の有効利用、ヒートポンプ技術、太陽熱利用
（例）グリーンハウスから放出される炭酸ガスの抑制
エンジンからバッテリーへのシフト

「環境保全農業」

- ・有機農業を実現できる現場の科学的な調査、解析され、普及プラットフォームが構築できる。
- ・IPMを現場で普及するための技術、ツールを開発、普及し、減農薬が各地で実現している。
（例）生物間相互作用の解明による減農薬、減肥料の実現

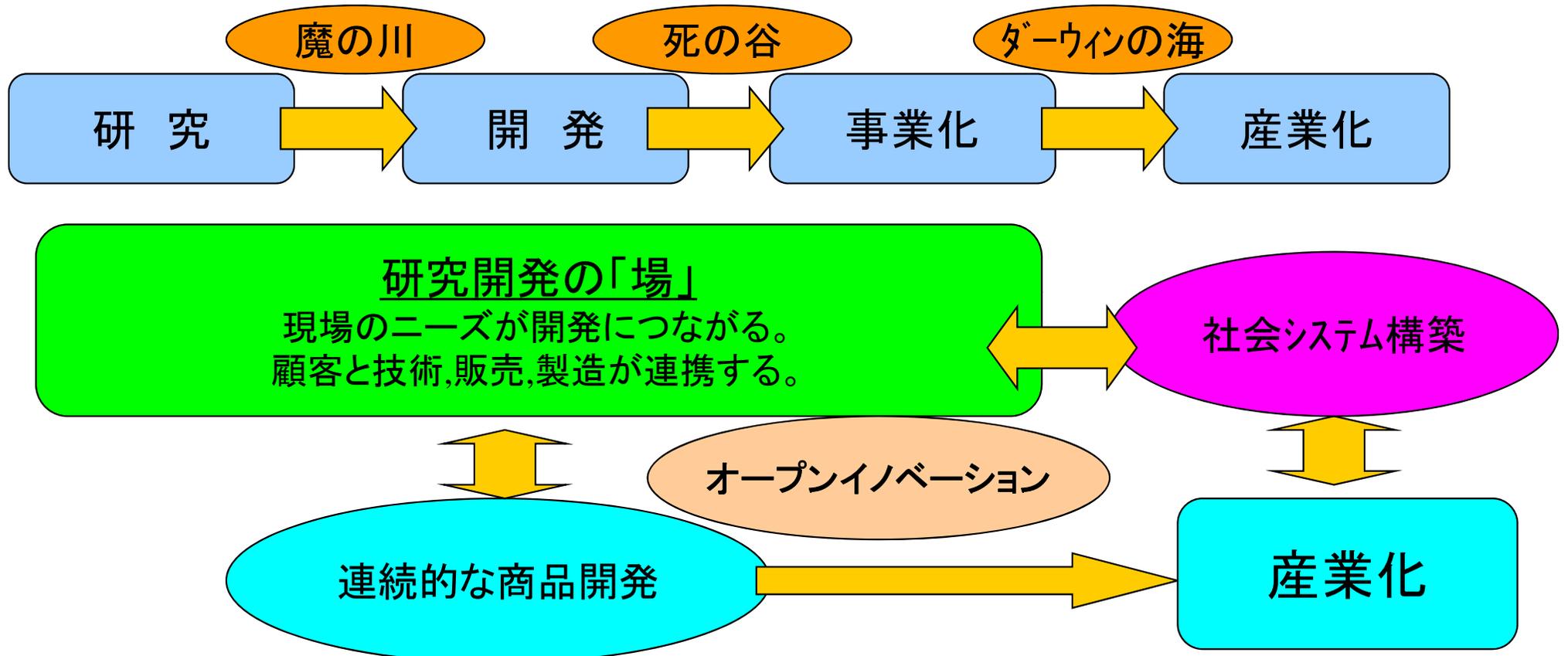
「農商工連携」+「研究体制」（仕組み）

- ・農林水産業の現場で、研究者と現場従事者が連携して、開発が行われる場が構築されている。
（例）農林水産業と植物工場、水産工場の現場での潜在的なニーズ抽出

自動車産業の事例

3. 政策と研究開発体制（MOTの側面から）

研究開発から事業化への課題



- ・顧客の現場と離れない開発を行うこと。これにより、商品化は推進される。
- ・産業化には、社会システムが構築されないと、実現しない。

4. 実現するためのキーテクノロジー（マエカワにおける）

- ①RT（ロボット技術）
- ②微生物防除技術（エンドファイト）
- ③環境保全のための冷熱技術（鮮度保持）
- ④農業分野における省エネルギー技術

<豚もも脱骨機（ハムダス）の開発>

1) 開発体制

官（助成金）： 食肉処理自動化システム開発事業(食肉生産技術研究組合（JAMTI）)
課題名：豚部分肉処理自動化システム、豚うで及びもも部位自動除骨装置の開発

学（共同研究）

【骨に沿う切り込み動作の機械化】 早稲田大学：
豚もも部分肉の解体除骨作業時における不可視情報の取得と、その情報に基づいたカットラインの生成方法

【インテリジェントカッタの開発】 東京電機大学：

鶏もも肉脱骨機トリダスで得られたカット方法では肉の形状の複雑さから豚もも肉の除骨は困難。そこで一般的な産業用ロボットに除骨させる為の計測機能と自由度をかね合わせたインテリジェントカッタの開発。

2) 開発の経緯

食肉産業は典型的な労働集約的産業であり、他産業と比較して自動化は遅れている。食肉工場では、と畜・解体工程については全自動システムが確立されている。しかしながら、極めて人的作業の集約度の高い骨と肉の分離工程においての自動化は遅れており、安全性、衛生対策の向上、労働生産性の向上、生産コストの低減の観点から機械化、自動化の要望が年々高まってきている。

3) 開発のポイント

極めて労働集約的な部分肉除骨工程に、先進的な技術を導入した機械化、自動化を進め、労働負荷の軽減と食肉処理加工の効率化を図り、より衛生的な部分肉脱骨システムの開発を行う。開発する部分肉除骨：枝肉分割：大分割装置 もも部位：ハムダス うで部位：ワンダス

4) 半自動もも除骨機の開発

人手工程と自動工程に作業分担した人間と機械の協調作業により 省力化されたマン・マシーンシステムの開発

- ①脱骨作業を行う人手による包丁の動作を分析する。
- ②骨形状を把握するため骨データマップを作成
- ③汎用ロボットによるカッティングテストにより現有技術での適合性を評価
- ④人手の動作を単純化させ、機械システムに適した除骨の検討
- ⑤筋入れ部は機械では困難と判断し、筋入れ部を人手、除骨部を専用機械処理で行うマン・マシーンシステムの有効性の確認
- ⑥大腿骨、下腿骨の除骨アクチュエータを開発し、この部位については全自動化システムとして試作し、ライン検討を行い有効性を確認
- ⑦プロトタイプ機を製作し国内ユーザーでフィールドテストを行い、除骨工程を確立した
- ⑧商品機を製作し、カナダのユーザーへ納入・・・自動化率30%

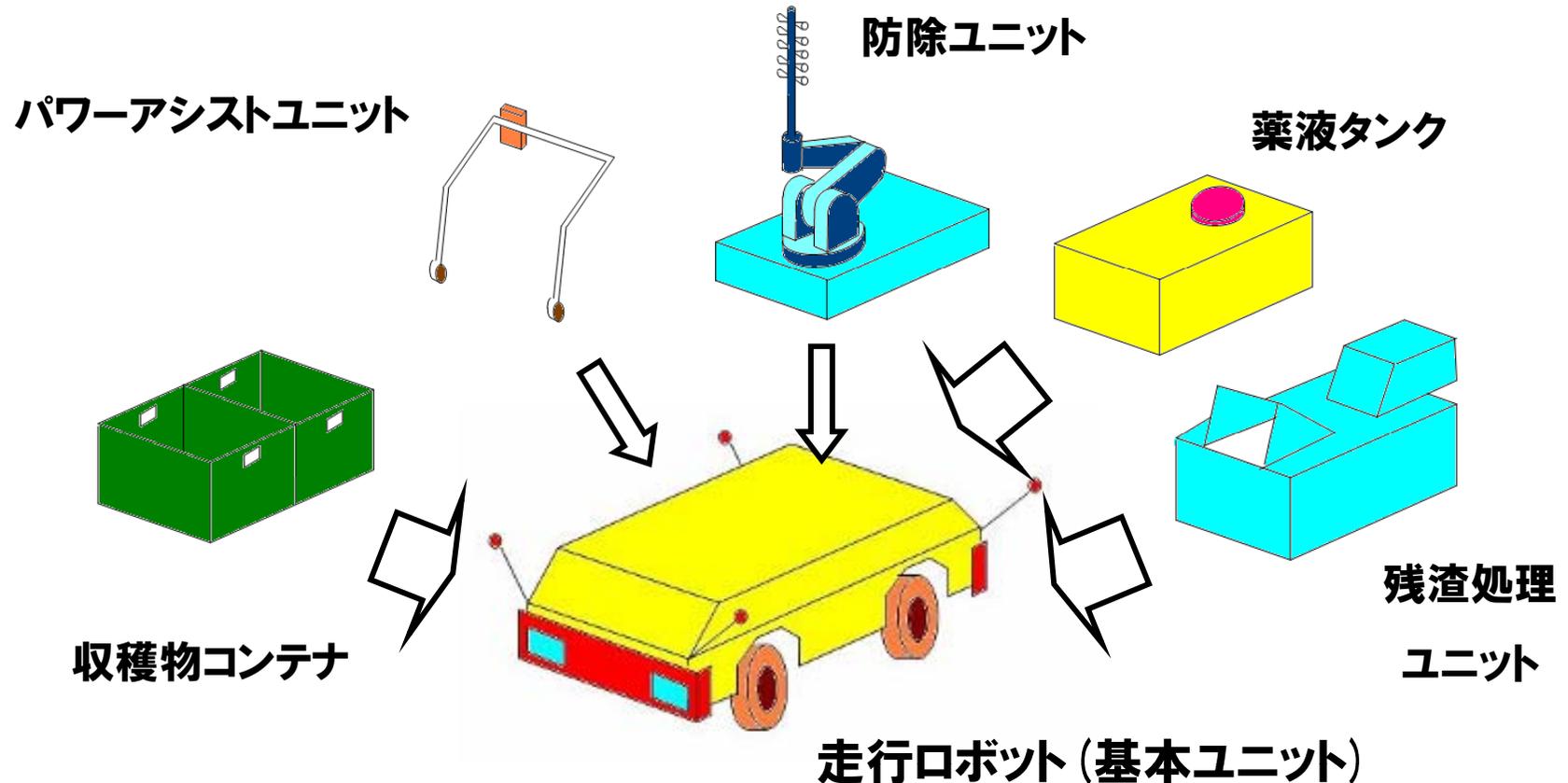
5) 豚うで及びもも部位全自動除骨装置の開発

人手にて行っていた工程を産業用ロボットを用い、除骨工程の処理速度を上げ、自動化率を半自動の倍の60%にする。

- ① 人手で行っていた筋入れ工程を多間接ロボットで行う際に、カッター部に付いたセンサー情報からのフィードバック制御では処理速度が遅くなる。現状のロボット技術では人手と同様の精度と速度を満足することは難しい。
- ② 処理速度を上げるためにロボットは代表的な除骨ラインをトレースし、ロボットハンドに自由度を持たしたカッターユニットを開発した。これにより、ロボットは最大速度で動作でき、ほぼ人手に近い筋入れが可能となる。
- ③ 現在、除骨工程部の高速と、歩留まりの向上を備えた連続搬送除骨システムを開発中。商品化出来るレベルに達している。

①RT

- ・生産～流通～加工システム
 - *従来の慣習からの脱却（例；マグロの船上解体システム）
- ・基本とオプションでの組み合わせ
 - *環境の構造化（施設園芸でロボットに適した栽培方法の確立）
 - *RTインフラを同時に整備（サービス体制）



農業ロボットの開発

日本の農業は、従事者の高齢化、継承者の不足など構造的な問題を抱えている。農業従事人口は減少し、従事者全体に占める60歳以上の割合が

年々増加している。輸入農作物が年々増加してきており、安い輸入野菜などとの競争にもさらされている。

このような環境の中で、農業の持続的な発展を実現するためには、農作業の省力化、省人化が不可欠であり、そのために、効率的な栽培技術の開発と、農作業を支援するロボットシステムの開発が望まれている。

開発体制

「トマト搬送ロボット」

農林水産技術会議事務局委託、(社)日本施設園芸協会、太洋興業株式会社、(株)前川製作所、東北大学

「イチゴ自動収穫ロボット」

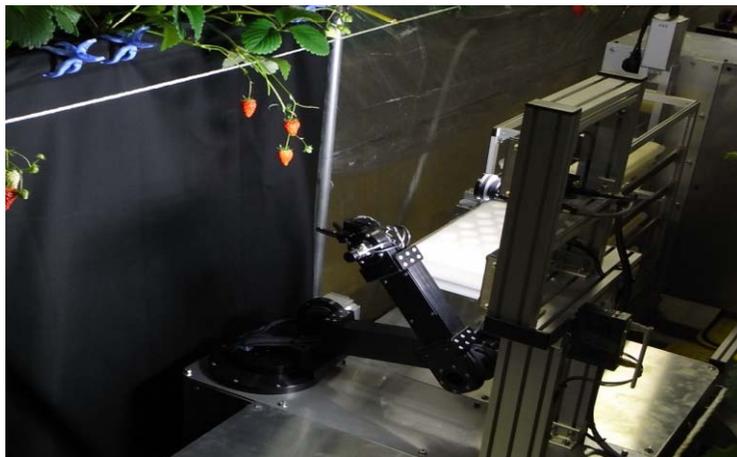
農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター（生研センター）委託、(株)前川製作所、早稲田大学

トマトの農作業支援ロボットは、自律走行、パワーアシスト走行を行い、重量のある収穫物を運搬することで作業の軽労化、収穫物の自動搬送を行う機能を基本とし、自動防除(農薬散布)、収穫後の残渣処理などを行うことを目標としている。高生産性栽培システムとあいまって、輸入品を凌駕する生産コストを目指す。(スーパーホルトプロジェクトとの関連)

太洋興業はトマトの高生産性栽培システムの開発を行い、農作業支援ロボットと組み合わせてトマト生産システムを効率化する。

イチゴ保持同収穫ロボットは、自律あるいは軌道走行し、夜間に自動収穫を行うものである。イチゴの位置を認識し、そのイチゴが収穫適期(色づき)であるかどうかを判定し、マニピュレータによって収穫、集積を行う。集積されたイチゴは保管場所へ自動移送するものである。

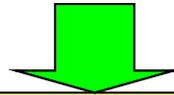
自律走行機能、自己位置認識技術、対称位置認識技術、ハンドリング技術、などがキー技術となる。また、今後タイコン収穫機の開発を現場の農業者とともに検討する。



エンドファイトとは？

エンドファイトは、植物に免疫的に病虫害抵抗性を誘導する。

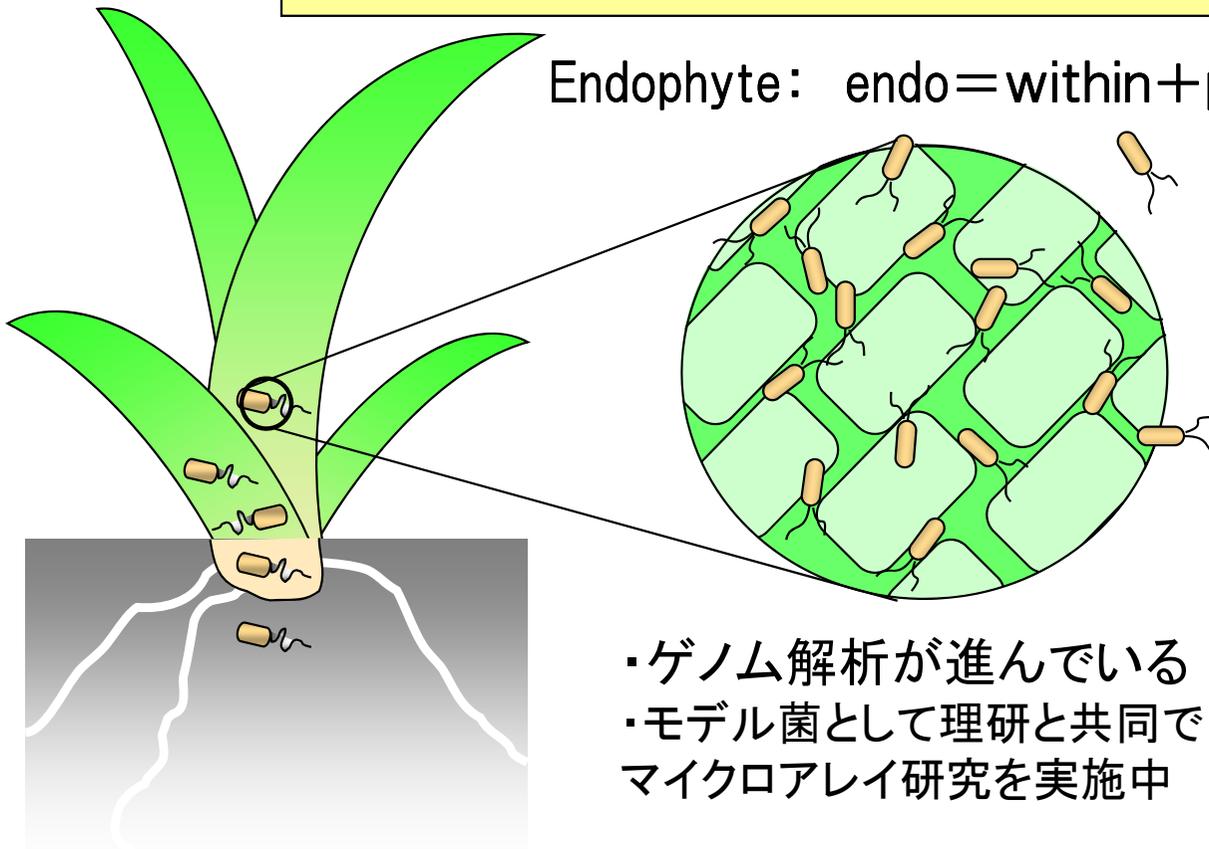
植物が病気や害虫に抵抗性を示す。



化学農薬の低減、収量の安定化、環境保全

世界を先導できる
日本オリジナル技術

Endophyte: endo = within + phyte = plantの合成語



- ・ゲノム解析が進んでいる
- ・モデル菌として理研と共同でマイクロアレイ研究を実施中



- 効果として
- ・収量の増加
 - ・免疫機構の活性化
- 「農業資材」

エンドファイト（共生菌）を利用した環境保全農業への取り組み

前川製作所におけるイネのエンドファイトの基礎研究

- 2000年～ イネエンドファイトの探索調査、東北大学と共同
- 2000年～ エンドファイトによる病虫害抑制現象の発見
- 2002年～ 研究組合による耐虫性機能の解明
- 2005年～ 2007年農水省アグリバイオ産業実用化研究
- 2005年～ 農林水産業から日本を元気にする国民会議
- 2006年～ エンドファイトのゲノム解析、DNA解析研究
- 2005年～ 北海道地区での実証試験スタート

理化学研究所
メカニズム解明

基礎的研究開発

農林水産省、
STAFF、農研機構

基礎的な研究開発
を踏まえて、農業現場
での実証

現場での実証試験（社会システム）

北海道は、日本の食料供給基地であり、
イネ栽培の最大の現場である。

北海道地区での実証試験

- ・ JA美唄、JA岩見沢、JA富良野などと共同で、エンドファイトの実証試験を実施している
- ・ 実際の水田で、イネでの病虫害の軽減、収量の増収、農薬の軽減効果が検証された。
- ・ 2008年度より、美唄地区を中心に、協議会を発足させ200haの実証試験にあたる。

北海道における安全安心な作物、農産物の供給体制の構築を目指す

高鮮度保持技術(イチゴの貯蔵試験)

ニーズ

①1ヶ月貯蔵

- ・クリスマスケーキ用として、購入経費削減と歩留まり向上
(30円/粒~70円/粒)



実験条件

設定温度: 0°C(品温0.5°C) 相対湿度95%
貯蔵期間: 28日



平積み上段28日目



パック上段28日目

イチゴは1ヶ月の鮮度保持が可能。

外観評価

- ・風やデフロストによる温度変化の影響大
- ・傷みの多くは圧迫による。

「平成21年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業委託事業」
(電磁波殺菌とナノミストを用いた青果物の高鮮度輸送技術の開発：
平成19年度～21年度予定)



試験用冷蔵コンテナ外観



試験用冷蔵コンテナ背面



試験用冷蔵コンテナ内部

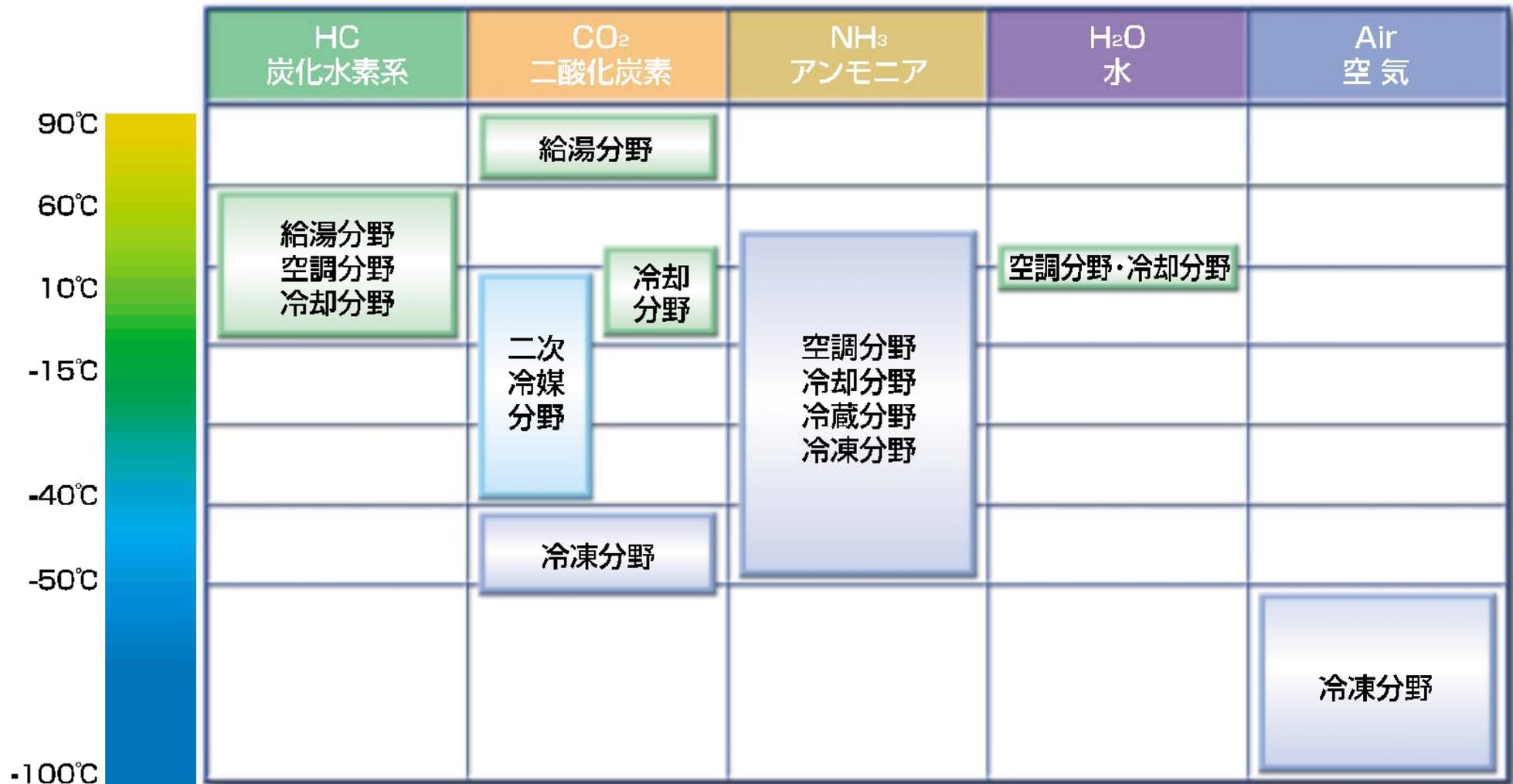


テスト用加湿器外観

地球温暖化防止に向けて…

マエカワは、あらゆる用途で、『省エネ』と『ノンフロン化』を同時に達成できる技術開発に取り組んでいます。

ナチュラルファイブ別利用温度域

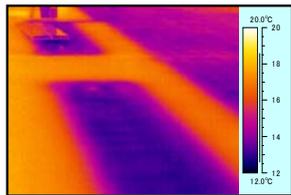


太陽熱で冷暖房する装置

空調装置



冷熱変換
吸着冷凍機



ゾーン空調

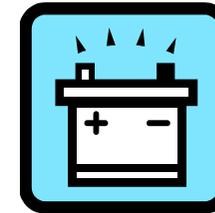
エネルギーファーム



ソーラパネル



太陽温水器



蓄電池



(補助熱源)

自然界にあるエネルギーをフル活用、**CO2排出量を最小にする次世代空調**

