

『農匠ナビ』が拓く農業の未来

～農家の作業技術の数値化及びデータマイニング手法の研究開発～

「平成23年度地域情報化セミナー in KUMAMOTO」の開催について
—情報通信技術を活用した地域振興と防災—

主催:

総務省九州総合通信局、農林水産省九州農政局、経済産業省九州経済産業局、社団法人九州テレコム振興センター

日時:平成23年11月25日(金曜日) 13時30分～16時30分

場所:熊本地方合同庁舎 1階 講堂(熊本市春日2丁目10番1号)



九州大学大学院農学研究院・教授
南石晃明

本資料には、農林水産省委託研究「農家の作業技術の数値化及びデータマイニング手法の開発」(略称:農匠ナビプロジェクト、研究開発責任者:南石晃明)の共同研究機関の成果を含みます。詳細は:<http://bbs1.agr.kyushu-.ac.jp/keiei/NoshoNavi/>

講演の要旨

- 熟練農業者の技術（匠の技）を、携帯電話やICタグ、GPS、カメラなどの多様なセンサーを組み合わせることで、農業の新規参入者をはじめ、あらゆるレベルの農業者に継承することを目的としたシステム「農匠ナビ」を紹介する。
- 具体的には
 - 農林水産省委託研究として実施している「農匠ナビプロジェクト」の概要を紹介すると共に、
 - 農業を「見える化」する「営農可視化システムFVS」の内容や現地実証試験の結果について述べる。
 - 本プロジェクトの目的は、次世代の農業人の育成であり、ICT活用により既存の熟練農業技術の継承や改善を支援するシステムを開発することである。
 - 農作業情報、環境情報、生体情報の連続計測・データベース化・可視化が、農匠ナビの基盤である。
 - その成果に基づいて、ナレッジマネジメントやデータマイニング技術の応用を行う。これにより、次世代農業に求められているリスクと情報のマネジメントを加速することができる。

目次

- **はじめに**
 - **農業の変化と農業技術継承・人材育成**
- **農匠ナビの目的と対象**
- **農匠ナビの全体像**
- **農匠プロジェクトの主要成果**
- **おわりに**

研究の背景と目的

● 背景

- 「我が国の食と農林漁業の再生のための中間提言」(食と農林漁業の再生実現会議、H23年8月2日)
- 基本的な考え方(2):経営継承を円滑に行い、農林漁業の6次産業化を担う人材を確保する
- 特に、土地利用型農業では、今後5年間に高齢化等で大量の農業者が急速にリタイアすることが見込まれ、実質的な規模拡大を図る

- 戦略1:競争力・体質強化～攻めの担い手実現、農地集積～
- 経営の複合化・法人化、機械や技術の最適化、6次産業化などの農業経営の多様な発展がある
- 経営の発展に応じた教育が受けられる仕組みを検討

● 目的

- 今後数年で急速に失われていく可能性のある篤農家の有する「匠の技」(暗黙知)を可視化し、他の農業者や新規参入者等に継承する仕組みを確立する。
 - 本研究課題で研究開発を行う手法およびシステムを総称して「農匠ナビ」(のうしょうナビ)と呼ぶ。これは、「篤農家の匠の技を抽出・可視化し、次世代への技術継承・人材育成をナビゲート」という意味をこめたものである。
 - 「農匠ナビ」は、単一の手法・技術および情報システムではなく、それらの活用方法・応用手順まで含め体系化した総体である。

農業の変化（その1）

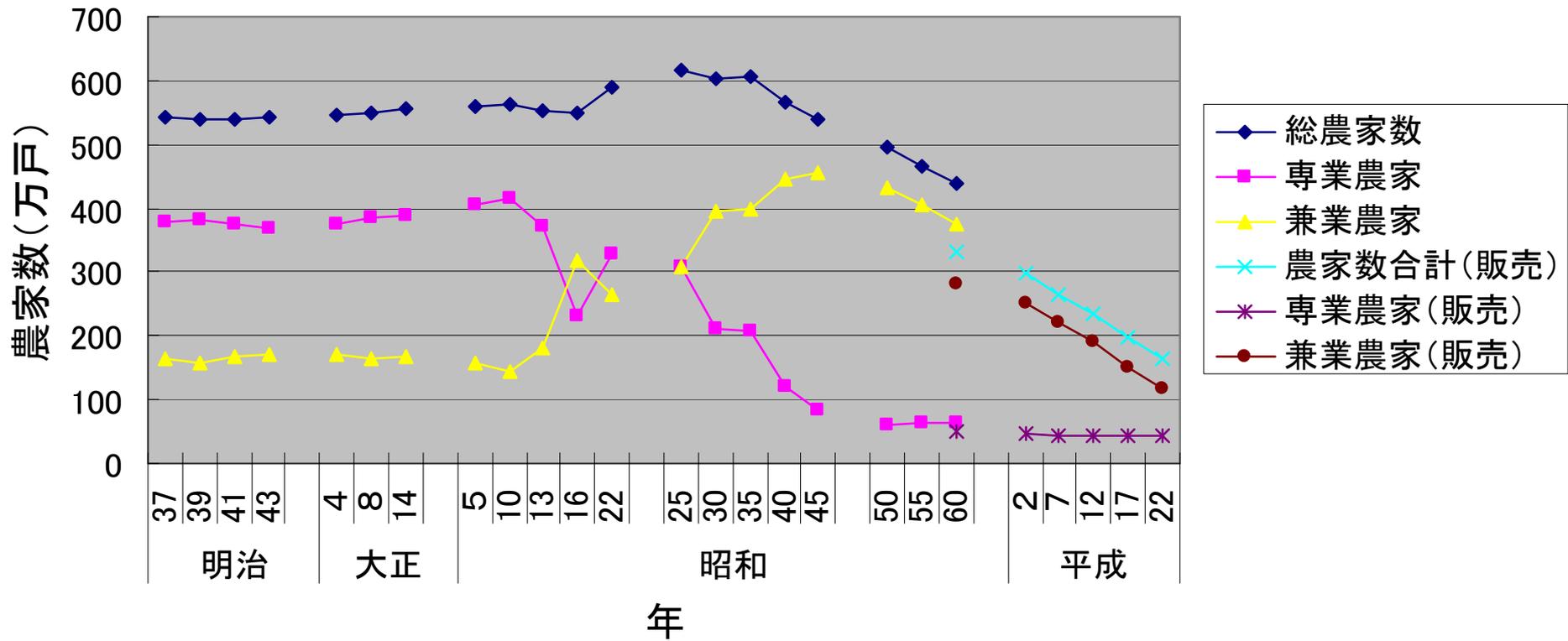
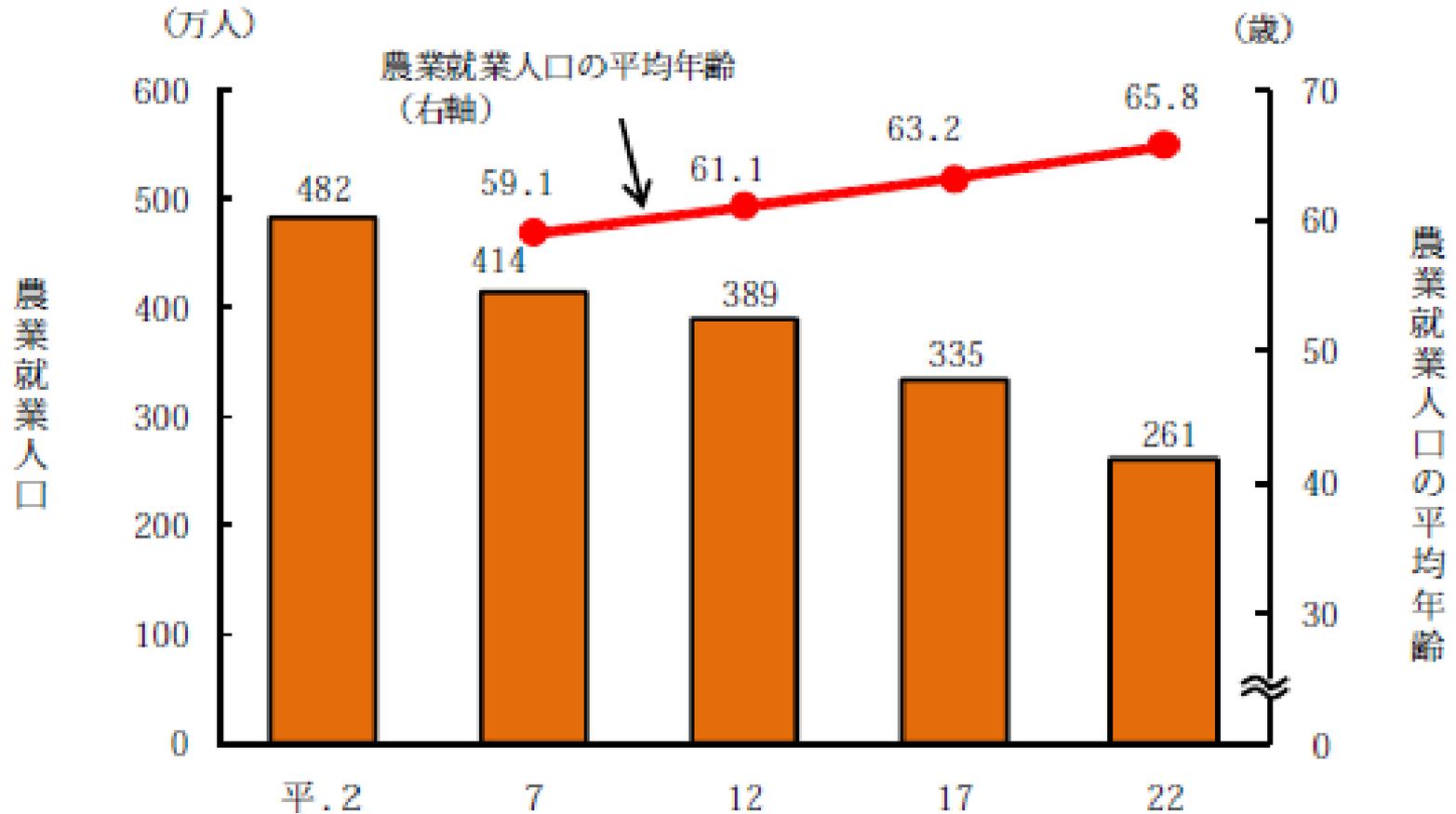


図 農家数の推移

- 出典：統計センター（2008）および農林水産省（2010）に基づいて作図。
- 農家数は昭和30年代後半から減少に転じている。
- その後も大幅な減少傾向が続き、平成22年には昭和35年の3割以下になっている。
- 専業農家は、昭和20年代後半から大幅に減少し、昭和50年には昭和25年の2割にまで減少している。
- 平成になってからは急激な減少傾向に歯止めがかかり、安定的に推移している。

農業の変化（その2）



- 図 農業就業人口の推移(全国)
- 出所:農林水産省(2010a)
- 農業就業人口の急激な減少と高齢化
- 農業就業人口は、過去20年間で480万人から260万人へほぼ半減
- 2010年には平均年齢も65歳を越え農業者の高齢化も急速に進展

農業の変化（その3）

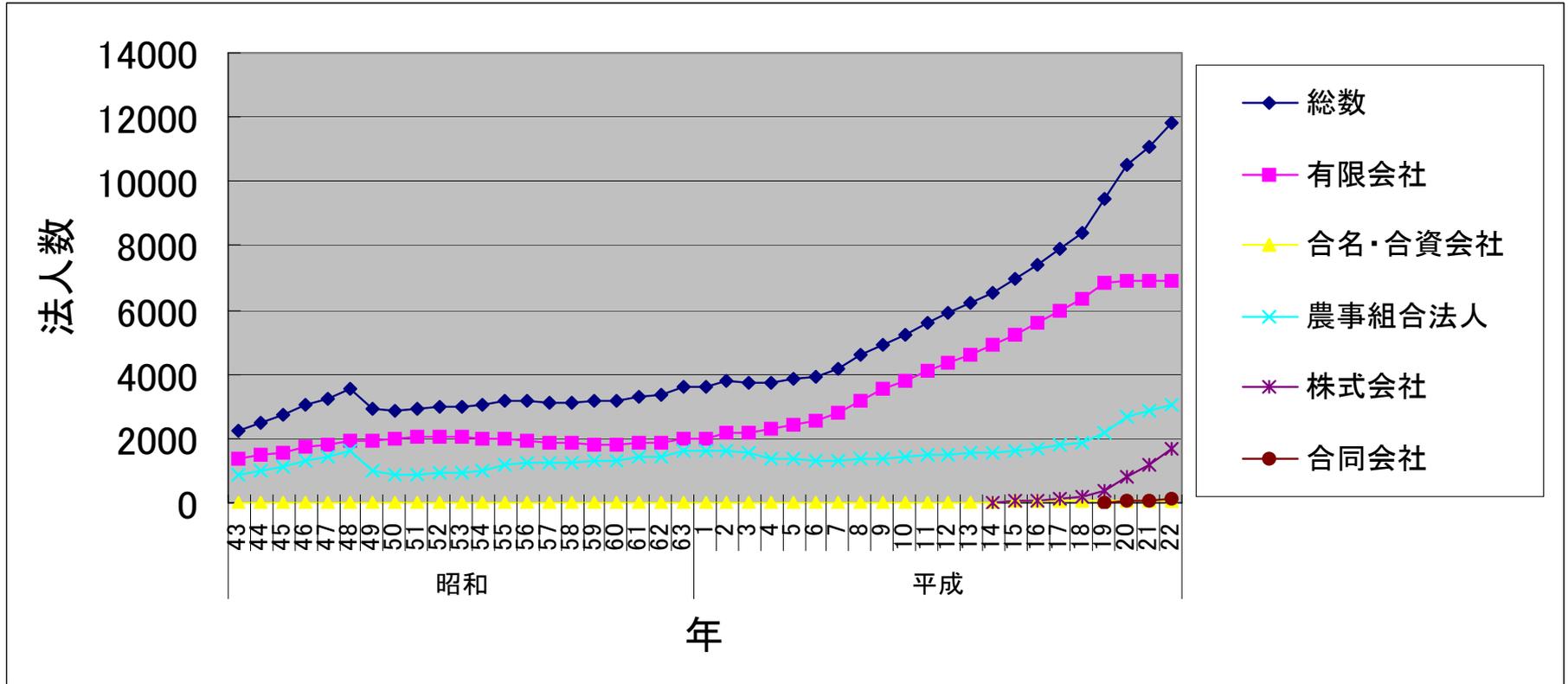


図 農業生産法人数の推移

出所：農林水産省『ポケット農林水産統計』各年版。

農業生産法人は、昭和40年代から緩やかに増加傾向を示していたが、平成10年前後から増加傾向が顕著となり、過去40年間で4倍になっている。

農業の変化（その4）

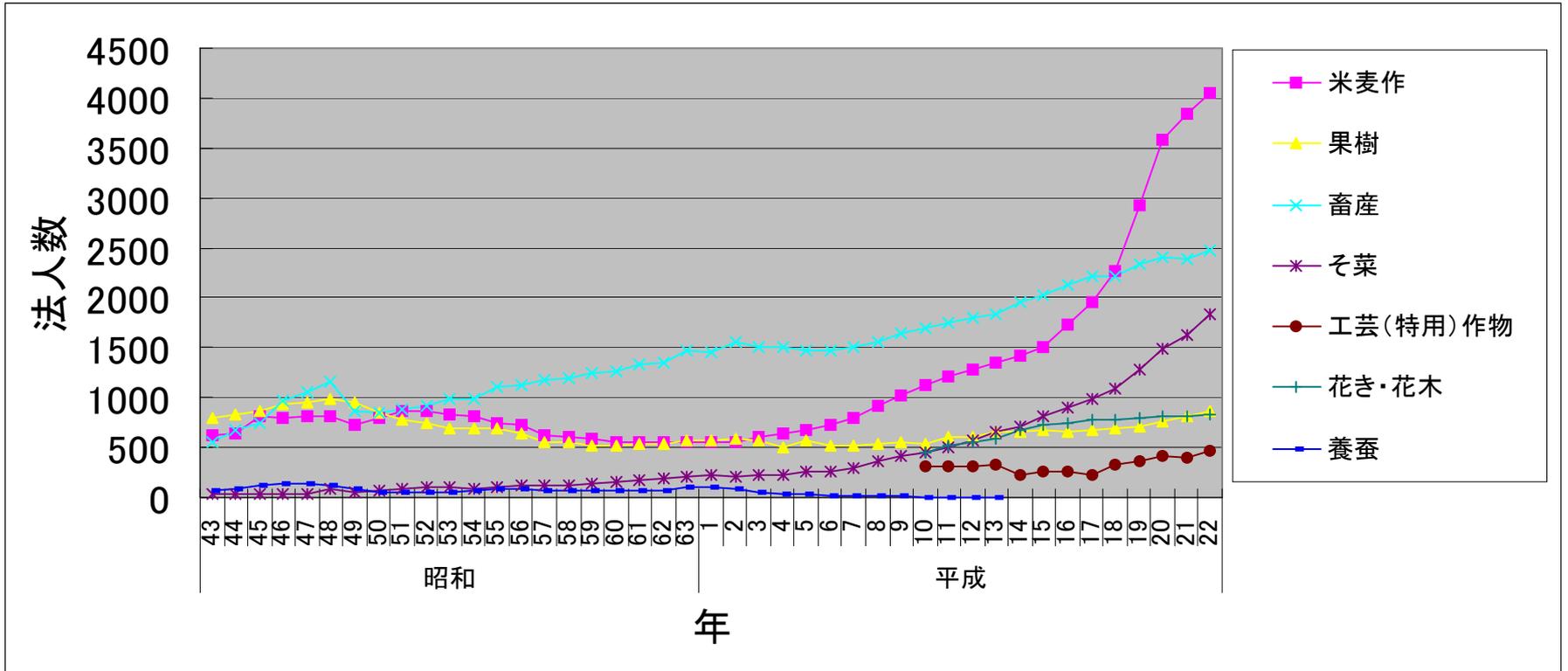
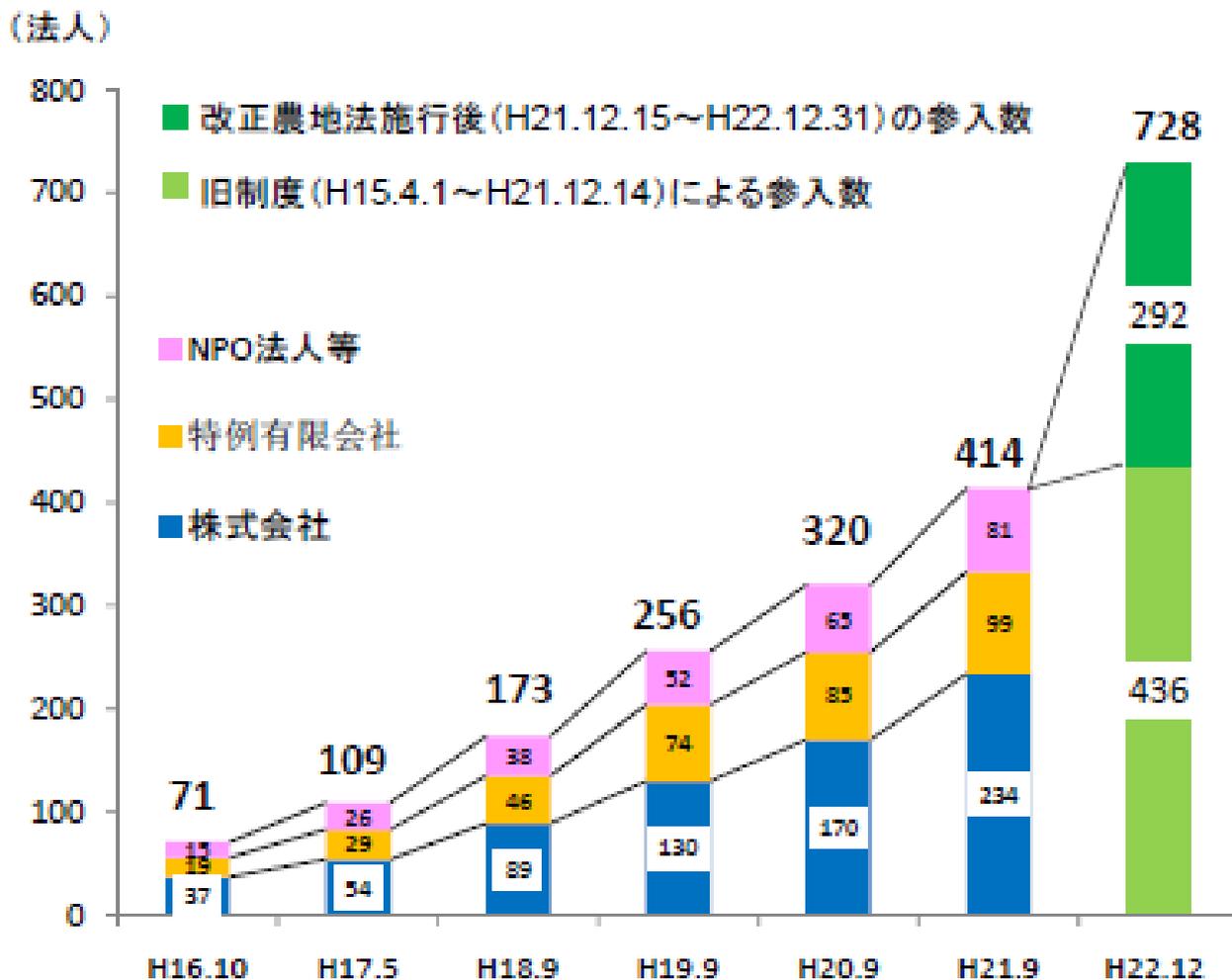


図 農業生産法人数の推移

出所：農林水産省『ポケット農林水産統計』各年版。

昭和55年以降は、畜産が最も多かったが、米麦作が急速に増加し、最近では畜産を上回っている。また、野菜（野菜）も増加傾向が強まっており、畜産に迫っている。

農業の変化（その5）



- 図 農業参入法人数の推移
- 出典：農林水産省(2011)
- 平成15年以降、農業に参入する法人が大幅に増加している。
- 特に、平成21年の農地法等改正後、参入数が急増し、過去6年間で10倍に達している。⁹

技術継承と人材育成の課題と方向性（1）

• 農業技術継承や農業人材育成

– 家族農業経営（農家）

- 主に農家内におけるOJTにより実施
- 職人的な経験と勘を重視

– 企業農業経営

- 例：フクハラファーム
 - 150ha、役員2名、従業員17人、売上約2億円
 - 農匠ナビプロジェクト現地実証農場の一つ
- 農業体験のない従業員の増加
- 人材育成が、経営発展の生命線

• 農作業の特徴と技術継承

- 季節性が強く1年間に体験できる回数が限られている
- 圃場毎の立地や微気象が異なり、同じ気象条件や圃場条件で体験できる農作業の回数も限られている
- 初心者（新規就農者）が、1人前（平均的な農業者）になるには5年、熟練者（中堅農業者）になるには10年は掛かるとも言われてきた。

技術継承と人材育成の課題と方向性（2）

- **データに基づく科学的な農業**
 - 従来の農業は経験と勘に頼りすぎており、ICTを活用することで、合理的な農業が実現できるとする考え方
- **欧米では**
 - もともと粗放的な農業であり
 - precision farmingが実用化・普及
- **我が国では**
 - 世界に例を見ない極めて周密な農作業が古くから実施
 - 農業者は精密な農業を実践できる高い能力
- **農匠ナビプロジェクトの考え方**
 - ICTは、農業者に代替するものではなく、農業者を支援し、その能力を一層向上させるためのもの
 - ICTを活用して既存の農業技術をさらに高度化できる農業人材が必要
 - こうした農業人材育成が、農業イノベーションの条件

農匠十ビ：対象とする農業者

• 人材育成と技術継承

- 既存の優れた農業技術を継承する新規就農者を育成
- ICTなどを活用してデータに裏付けられた農業生産管理を実践できる農業者を育成

• 対象とする「人」

- 農業の初心者が一気に農業の匠になることはできない。
- 農業のことをほとんど何も知らない初心者。
- 指示された標準的な農作業ができる中級者。
- 自分の判断で標準的な農作業ができる上級者。
- 秀でた篤農技術をもつ匠

• 対象とする「技」

- 農業機械操作における身体的技能
- 水管理や施肥管理における作業判断
- 作付計画や営農計画を策定する経営判断

農匠ナビシステムとは

- **農作業情報、環境情報、生体情報各種をセンサーで連続計測し、データベース化、画像や図表で可視化する。農匠ナビ＝のうしょうナビ**
- **農作業情報（今までは、作業者が自分で入力。自動計測の研究は少ない）**
 - － 作業者、時期、場所、内容、資材など5W1H情報（だれが、いつ、どこで、何を、なぜ、どのように）
- **環境情報（自動研究は10年以上前から進んでいる）**
 - － 気温、湿度、日射量、CO2濃度、土降水量、壤水分、風向、風速など
- **作物生体情報（自動計測の研究は少ない）**
 - － 作物の葉色、葉面温度、重さ（果実）、草丈、茎数など
- **農匠ナビ実用化に向けて、全国の協力農場で現地実証試験を実施中**
 - － 水稻や野菜を対象とした現地実証試験を、糸島農業産学官連携推進協議会アグリコラボいとしま、株式会社さかうえ、有限会社新福青果、有限会社フクハラファームなどと共同して実施
- **「農匠ナビ」プロジェクトの2010年度主要成果集公表**
 - － Webサイト：<http://www.agr.kyushu-u.ac.jp/keiei/NoshoNavi/>

研究目標と期待される具体的成果

篤農家の作業内容、作物の生体及び生育環境情報の記録・データベース化を可能にする。

農場データベースのフォーマットや記録の方法を標準化し、多様な作目に応用可能にする。

農場データベースから、農業者が作業に有用な情報(匠の技)を取り出し、携帯電話等のPDAで表示可能にする。

「農匠ナビ」の全国規模の現地実証で、その有用性、経済性を解明し、研究成果の実用化を推進する。

①農作業情報の連続計測・可視化技術

- ・時刻, 圃場, 資材, 機械, 施設
- ・GPS, ICタグ, 音声, 画像

→初心者技術、標準技術、篤農家技術の差異の数値化
→農作業の技、コツ、ノウハウ(技能、判断)を営農情報と関連付けて疑似体験できるデジタル教材・システム

②作業・環境・生体情報の計測・統合・可視化技術

- ・統合情報の連続計測・記録・統合管理技術
- ・統合情報の図表・地図・映像表示技術

→環境・生体情報と農作業の関連可視化
→環境・生体情報に基づく農作業支援

③作業・環境・生体情報のデータマイニング技術

- ・農作業の技、コツ、ノウハウを作業・環境・生体情報から抽出する技術

→各種DM手法の活用場面・有効な組合せ方解明
→篤農家技術の抽出

④「農匠ナビ」運用・サービス体制の検討・構築

→研究成果の社会化、農業人材育成への貢献
(雇用型経営における従業員育成、家族経営における経営継承の支援)

研究体制と実施計画

九州大学（研究開発責任者：南石晃明）

- ①「農匠ナビ」全体システムの設計・実証の統括、
- ②農作業内容の連続計測・可視化およびデータマイニングの等基盤技術の研究開発

施設利用型農業を対象

慶應義塾大学

- ①眼球運動計測や行動分析による篤農家・熟練者の匠の技の抽出、
- ②意思決定支援のためのデータマイニング基盤技術の研究開発

東海大学

作業・環境・生体情報を規格化・一元化した情報プラットフォームを構築、施設生産情報の蓄積・検索を統合化

富士通株式会社

作業情報・生育情報・環境情報センシングデータから、データマイニング技術による匠の技の抽出実証

日本食農連携機構

匠の技継承・人材育成を推進するための手順・手法(教材)の開発および実証

静岡県農林技術研究所

「農匠ナビ」の実用性評価及び経済性検証

土地利用型農業を対象

農業・食品産業技術総合研究機構

作業・環境・生体情報統合化技術を開発し、統合データベースやデータ利用のための共通APIを構築

滋賀県農業技術振興センター

「農匠ナビ」の実用性評価及び経済性検証

基礎・基盤

実証・応用

研究全期間における重点化目標

	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
①農作業情報・環境情報・生体情報の連続計測・データベース化システムの開発	計測する情報の拡大と精度向上				
②農作業情報・環境情報・生体情報の統合化・可視化システムの開発	部分的な統合・可視化		全体的な統合・可視化		
③熟練農作業ノウハウの抽出・継承手法の開発	異なる手法の試作・検討			有望な手法に集中	

2010～2012年：本課題の基盤となる①農作業情報・環境情報・生体情報の連続計測・データベース化システムの開発を重点的に実施する。

2012～2013年：①の成果に基づいて、本課題の成果実用化の鍵となる②農作業情報・環境情報・生体情報の統合化・可視化システムの開発を重点的に実施する。

2013～2014年：①および②の成果に基づいて、本課題の最終目標に直結する③熟練農作業ノウハウの抽出・継承手法の開発を重点的に実施する。

農匠ナビプロジェクトの全体イメージ

- ・農作業情報・環境情報・生体情報の連続計測・データベース化システムを開発(図1)。
- ・農作業情報・環境情報・生体情報の統合化・可視化システムを開発(図2)。
- ・現地実証農場(水稲、メロンなど)を対象にして、熟練農作業ノウハウ抽出・継承手法を開発(図3)。

図1 農作業情報・環境情報・生体情報の連続計測・データベース化システム概要

農作業情報の連続計測・データベース化技術の開発



ICタグリーダー+スマートフォン・GPS携帯などを用いて、農作業情報(位置、内容、使用資材、施設の状態など)を省力的に連続計測する実用性の高い技術を開発。装着型システムによる作業者の視野映像・視点・発話などの農作業情報の連続計測技術も開発中。

生体情報の連続計測・データベース化技術の開発



繁茂度光計測センサー、果重センサーによるメロンの繁茂度や果重、ICタグリーダーやカメラ画像による水稲苗草丈、などの生体情報の連続計測技術を開発中。

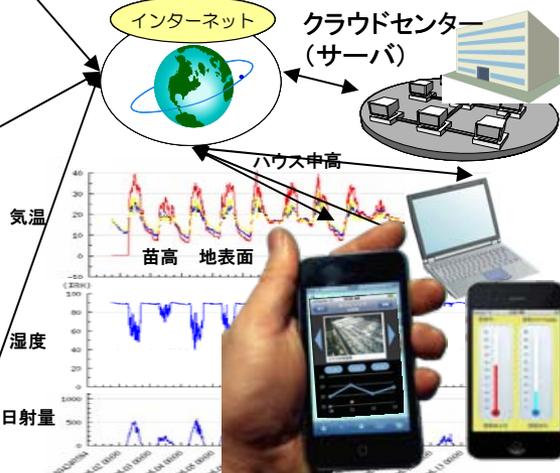
環境情報の連続計測・データベース化技術の開発



気温、湿度、水温、日射量、CO₂、土壤水分、ECなどの環境情報を連続計測する技術を開発(改良)。

図2 農作業情報・環境情報・生体情報の統合化・可視化システム概要

計測情報の統合化・可視化技術の開発



各種センサーなどで計測・データベース化した農作業情報、生体情報、環境情報を統合化・可視化し、地図やグラフなどで、分かりやすくスマートフォンやPCに表示する技術を開発。映像、音声、視点などの統合化・可視化技術も開発中。

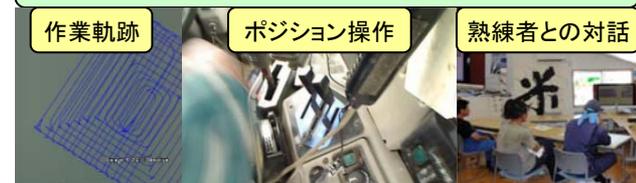
図3 熟練農作業ノウハウ抽出・継承手法概要(暗黙知の形式知化、作業ノウハウDB)

作業ノウハウの継承手法の開発(作業ノウハウDB)



農業技術全体の作業スケジュール、作業時間、使用する資材・施設・機械の種類・経費、農産物の収量や価格などを格納した農業技術体系データと連動させて、作業ノウハウを映像等も用いて分かりやすく提示する手法を開発中。

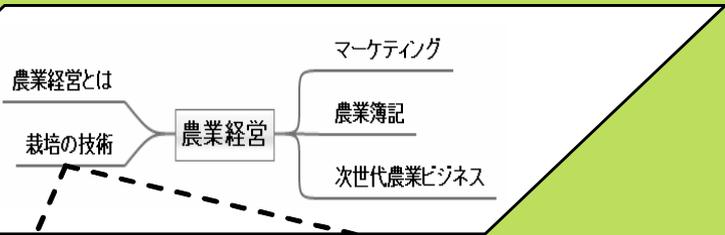
作業ノウハウ抽出手法の開発(暗黙知の形式知化)



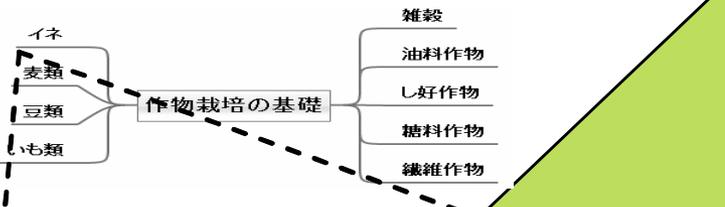
統合化・可視化したデータに基づいて熟練作業ノウハウの抽出を行う手法として、①熟練作業者との対話を重視する手法と、②データ解析を重視する手法の融合方法を開発中。

農業者支援からみた農匠ナビの全体像

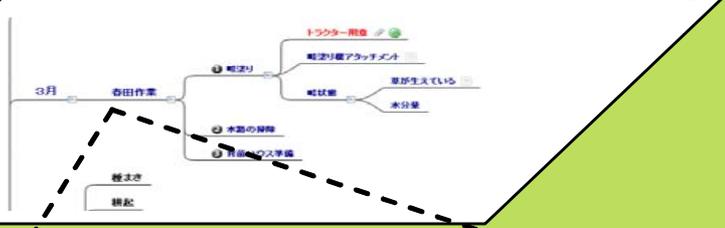
【経営レベル】



【技術体系レベル】



【個別作物・作業判断レベル】



【作業のノウハウ・コツレベル】



【農業経営判断支援】

経営戦略・計画判断支援
(経営・作付シミュレーション)

農業技術選択判断支援
(標準技術と匠技術の比較)
(作業から収支まで概要)

【農業技術継承支援】

作業ノウハウ継承支援
(農業技術体系DBと農作業ノウハウDBを連動させて、農業技術習得・継承を支援する)

作業ノウハウ抽出支援
(熟練農業者とのインタビューや計測・可視化されたデータ解析などを組合わせて作業ノウハウ抽出)

【農作業判断・実施支援】

法令・GAP規
範遵守支援

農業等の適正使用支援
(富士通や農業ナビ等の既存システムと連携)

GAP導入支援
(富士通や農業ナビ等の既存システムと連携)

警告作業
助言支援

環境・生体・作業情報異常値警告
(目標値・通常値比較)

作業時期・内容・ノウハウ助言支援

情報計測・可視
化・観察支援

環境情報可視化・観察支援

生体情報可視化・観察支援

作業情報可視化・観察支援

主要機能からみた農匠ナビの全体像

【農業経営判断支援】

経営戦略・計画判断支援
(経営・作付シミュレーション)

農業技術選択判断支援
(標準技術と匠技術の比較)
(作業から収支まで概要)

農薬・肥料・GAP DB

農業技術体系DB
(技術から財務まで含む総合的なデータ)

【農作業判断・実施支援】

法令・GAP規
範遵守支援

農薬等の適正使用支援
(富士通や農業ナビ等の既存システムと連携)

GAP導入支援
(富士通や農業ナビ等の既存システムと連携)

【農業技術継承支援】

作業ノウハウ継承支援
(農業技術体系DBと農作業ノウハウDBを連動させて、農業技術習得・継承を支援する)

作業ノウハウ抽出支援
(熟練農業者とのインタビューや計測・可視化されたデータ解析などを組合わせて作業ノウハウ抽出)

農作業ノウハウDB
(ノウハウ、ポイント、標準化スキルなど)

農作業情報・環境情報・生体情報統合DB
(センサーで計測した農作業情報、環境情報、生体情報の統合データ)

警告・作業
助言支援

環境・生体・作業情報異常値警告(目標値・通常値比較)

作業時期・内容・ノウハウ助言支援

情報計測・可視
化・観察支援

環境情報可視化・観察支援

生体情報可視化・観察支援

作業情報可視化・観察支援

農業経営簿記・会計DB (既存)

本プロジェクトで開発(既に一部実用化段階)

関連プロジェクト成果(実用化段階)と連携、今後改良

農業におけるICT活用の事例ー資材ナビの場合①ー



特定非営利活動法人
農業ナビゲーション研究所

① 農薬使用計画を作成する

② 判定依頼する

農薬ナビ判定サーバに接続して農薬使用判定を行います。判定を実行しますか?

判定を行う

キャンセル

No.	農薬使用日	農薬登録番号	農薬名	作業区分・目的	1000倍	3700kg/10a	ハダニ・灰葉病・炭そ病	ハダニ	灰葉病
1	2004年03月29日	15100	ハーベストオイル	実芽前・3月下旬~4月					
2	2004年03月29日	11579	トコジウム水和剤	実芽前・3月下旬~5月					
3	2004年04月19日	20900	サンリット水和剤	風船状・開花1日前~4月					
4	2004年04月19日	20909	マトリックコアアブル	風船状・開花1日前~4月					
5	2004年04月29日	18921	ペルコート水和剤	満開1日後~5月上旬					
6	2004年05月09日	2544	オゾンナド水和剤	満開15日後~5月中旬					
7	2004年05月09日	4962	スミチオン乳剤	満開15日後~5月中旬	1000倍				
8	2004年05月18日	11602	ペンレート水和剤	5月中旬~6月下旬	2000倍	3700kg/10a			
9	2004年05月18日	10629	ペンレート水和剤	5月中旬~6月下旬	1000倍				

システムの利用者は、
1) パソコンを用いて農薬使用計画を作成する。

2) 作成した農薬使用計画は、
農薬ナビ判定サーバを用いて、
その適否判定をおこなう。

3) 防除作業直前には、圃場や
農薬庫から携帯電話を用いて農
薬使用の適否を判定する。

4) 農薬使用に問題が無ければ、
そのデータをすぐに農薬使用履
歴として記録する。

判定結果

インターネット

農薬ナビ判定サーバ

③ 判定結果を得る

● 有効成分 MEP の総使用回数が、法律で定められた総使用回数を超過しています。

適用時期	農薬	適用回数	制限回数	超過回数
適用時期: 7月中旬~7月下旬	2004年07月19日 80261 モトキラン水和剤	2回	11キップ00.00	2回
適用時期: 7月中旬~7月下旬	2004年07月22日 87961 スピロネ水和剤	1回	11キップ00.00	1回
適用時期: 7月中旬~7月下旬	2004年07月22日 12156 スプラザイ水和剤	2回	11キップ00.00	2回
8月中旬	2004年08月19日 80261 モトキラン水和剤	2回	11キップ00.00	2回
8月中旬	2004年08月19日 4962 スミチオン乳剤	1回	11キップ00.00	1回
9月上旬~10月中旬	2004年10月10日 15801 シェキラ乳剤	1回	11キップ00.00	1回

農業におけるICT活用の事例—資材ナビの場合②—



特定非営利活動法人

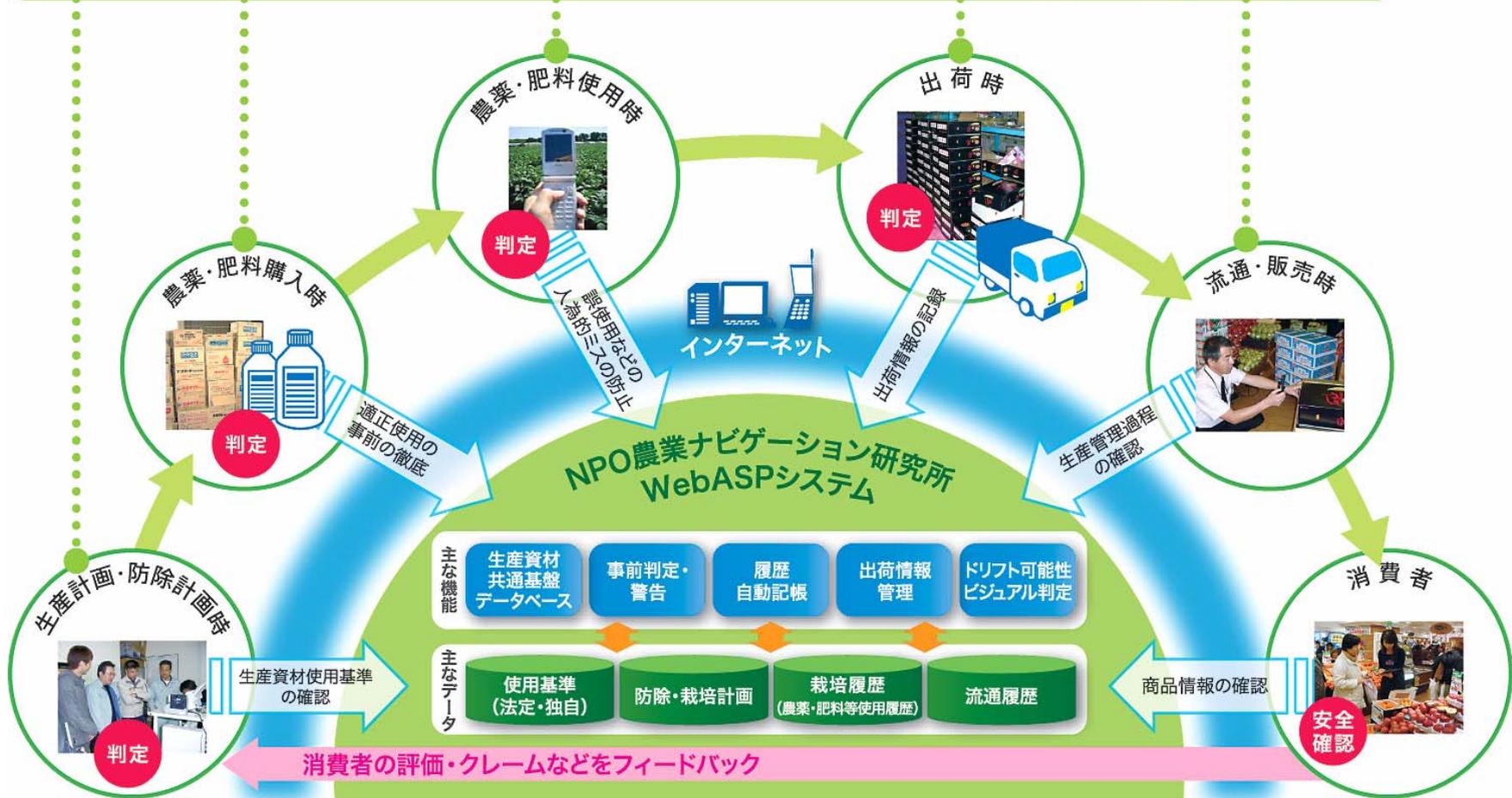
農業ナビゲーション研究所

リスク管理ポイント(生産資材判定)

使用基準

使用計画

使用履歴



資材ナビ: 農薬や肥料などの農業生産資材の適正使用を事前に判定し、生産履歴情報として自動記帳するシステム. 28000人がインターネット経由で利用(大半はOCR利用).

作業ノウハウ抽出の方法と内容

1. 熟練者に対するインタビューによって、その経営理念・戦略、体験・経験と関連付けて、熟練技術の考え方やノウハウを整理・抽出する。

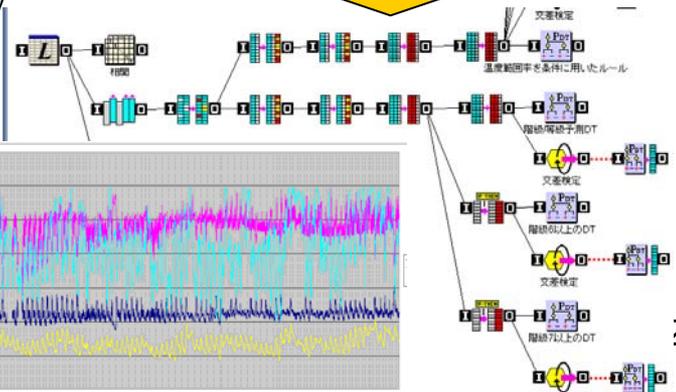
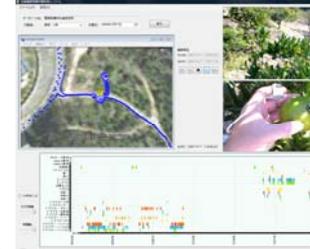
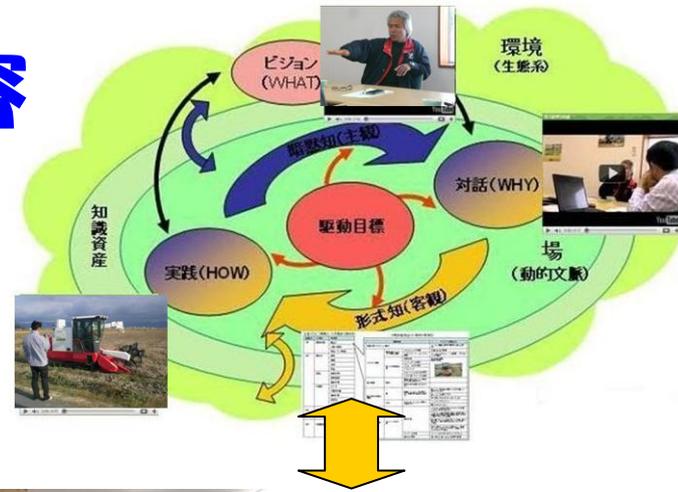
目的論的ダイナミック構造を解明し、デジタルコンテンツとして表現することで、熟練者自身が熟練技術の背景と意味を再認識できる。また、他の農業者が、熟練者の背景と意味を総合的に理解できる。

2. 作業情報、環境情報、生体情報をデータ化・可視化し、熟練者が考え方、ノウハウやコツを解説することで、熟練技術のノウハウを具体的なデータや映像として整理・抽出する。

熟練技術と通常技術の違いを具体的なデータとして認識・理解することで、熟練者自身が熟練技術の内容を客観視できるようになる。また、他の農業者が熟練技術を疑似体験することができる。

3. 作業情報、環境情報、生体情報のデータ解析を行うことで、熟練者が意識していなかった作業ノウハウを整理・抽出する。

熟練者が意識していなかった作業情報、環境情報、生体情報の関連性の有無や具体的関係性を解明するデータ解析することができるようになる。



2010年度主要成果の概要

農匠ナビシステム全体の設計・現地実証を推進すると共に、プロジェクト全体の主要成果集（16ページ）を取りまとめて公表（2011年2月、プレスリリース）した。

具体的な主要研究成果は以下の3つに区分できる。

①農作業情報の連続計測・可視化

・農作業情報を連続計測する営農可視化システムFVS

- ・ 農作業情報を連続計測する営農可視化システム(FVS Farming Visualization System)を試作した。
- ・ FVSは、ICタグ、GPS、カメラ、マイクなどを組み合わせることで、詳細な農作業情報の自動連続計測を行い、これらの情報をデータベース化し、さらに可視化(データ統合表示)を可能にする。
- ・ また、気象情報等の環境情報の連続計測・データベース化・可視化を含めてFVSの現地実証試験を行い、農業技術継承・人材育成への有効性と実用化上の課題を解明した。

②環境・生体情報統合化と農匠ナビ・アプリケーション

- ・ 施設園芸匠の技抽出と生産支援情報システム
- ・ 意味を伴うスキーマ定義に基づくデータ管理体系

③「匠の技」の抽出・可視化とデータマイニング手法

- ・ ユビキタス環境制御システムを利用した温室メロン栽培環境のデータ化
- ・ 水稻の水管理作業における技能・知識の内容と特徴
- ・ 技能継承のための農業技術可視化・形式知化手法
- ・ 農作業時の農家の視点解析に基づく意思定過程解明のための基盤技術の検討
- ・ 生育状況・環境情報・作業履歴の規則性の有無を検証

農作業情報を連続計測する営農可視化システムFVS

利用者の様々な用途・条件に多様な仕様を比較検討中(●:対応、×:未対応)

営農可視化システムFVS(Farming Visualization System)は、南石らの特許(第3951025)に基づいて、農作業5W1H情報の自動連続計測、データベース化、可視化(データ統合表示)を行うシステム。カメラ、マイク、ICタグ、GPS、加速度センサーなどを組み合わせることで、農作業5W1H情報が自動連続計測が可能。多様な現場ニーズに対応できるように、高性能タイプから低価格タイプまで、様々なタイプのシステムを試作(表参照)。

大規模稲作経営、大規模畑作経営、施設園芸経営などで、試作システムの現地実証を開始。農匠ナビ協力機関と連携し、有効性・実用性が確認されたシステムから、順次、実用化を進める予定。

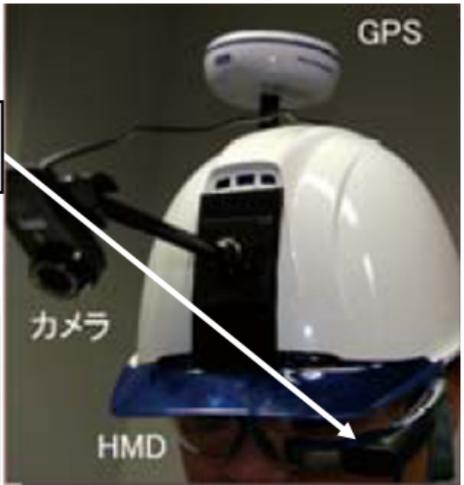
	画像カメラ (自動記録)	音声マイク (自動記録)	場所 GPS	資材、械、 場所、作業 者 ICタグ	加速度セ ンサ	備考 データ精度、導入 コスト等
高性能タイプ(PCタイプ、非無線) システム試作&評価	● カメラ2台 (手元と全 体)	●	● 高精度	● ICタグリー ダ2台(左 右の両手)	× 次年度検 討	データ種類多、 高精度、統合表 示解析機能有、 高コスト
高性能タイプ(ヘルメット装着カメラ、無線 &非無線) システム評価(工業用)	●	●	×	×	●	解析機能有 高コスト
高性能タイプ(ヘルメット内蔵カメラ+GPS、 無線) システム試作・評価	●	● 録音機能 無	●	×	×	操作性良 高コスト
普及タイプ(GPS携帯電話+ICタグリーダ、 クラウド) システム試作・評価	×	×	●	●	× 次年度検 討	低コスト 操作容易 解析機能有
普及タイプ(小型ビデオカメラ+小型GPS ロガー、非無線) システム試作・評価	●	●	●	×	×	低コスト 操作容易

高機能タイプ (PCタイプ)

ディファレンシャルGPSレシーバ

ヘッドマウントディスプレイHMD

カメラ(手元・広角各1台)



腕時計型RFIDリーダ/指先アンテナ付属
電磁誘導方式 3.56MHz Weicart WIT-150-T)

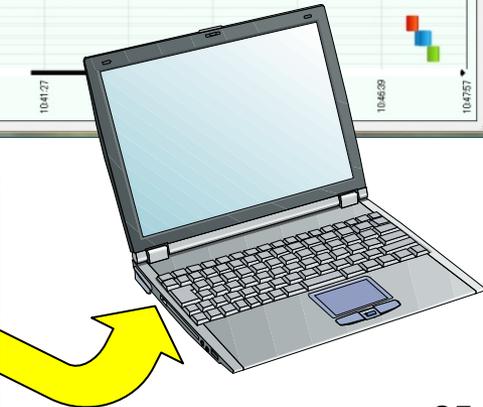


GPS

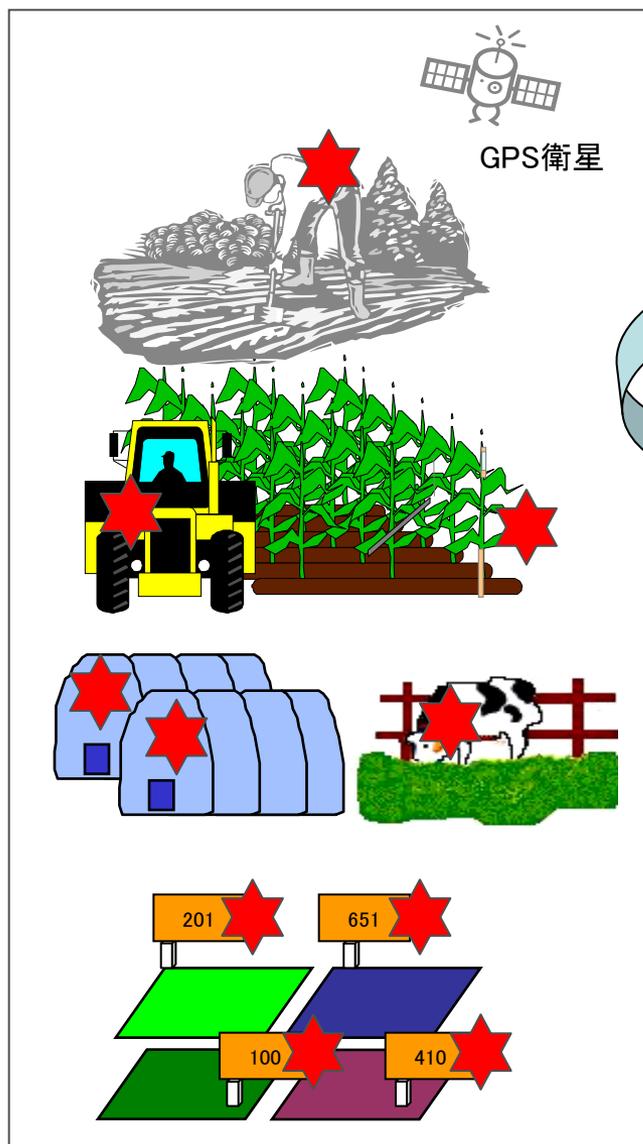
ICタグ

ICタグID	時間	位置
ハラス入りロ		
畝1		
畝2		
コンテナ4		
コンテナ9		
収穫かごB		
ハサMA		
作物1		
作物2		
作物3		

カメラ、GPS、ICタグの記録用PC



普及タイプ (GSP携帯電話 + ICタグリーダー)



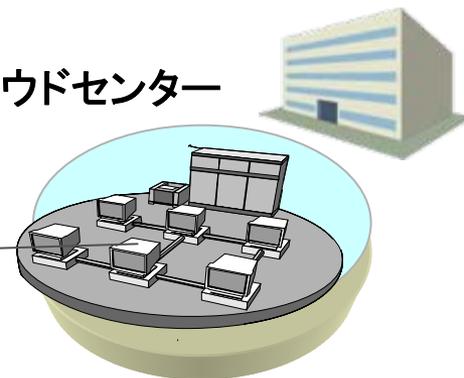
GPS携帯電話



インターネット



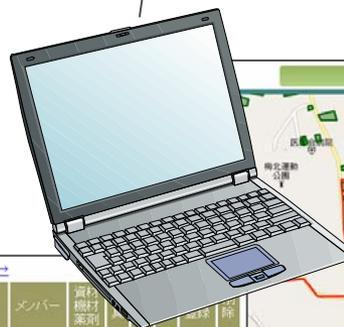
クラウドセンター



- ・データベース蓄積
- ・加工・解析処理
- ・可視化処理
- ・データ管理



ICタグリーダー



←前日 9月1日 翌日→

作業時刻	作業時間	圃場	品種	作業	メンバー	資材	機材	薬剤	除草
計画	実績								
	07:00-07:30								<input type="checkbox"/>
	12:00-13:00								<input type="checkbox"/>
	13:00-14:00								<input type="checkbox"/>
	14:00-17:00								<input type="checkbox"/>
	17:30-18:00								<input type="checkbox"/>

ICタグ



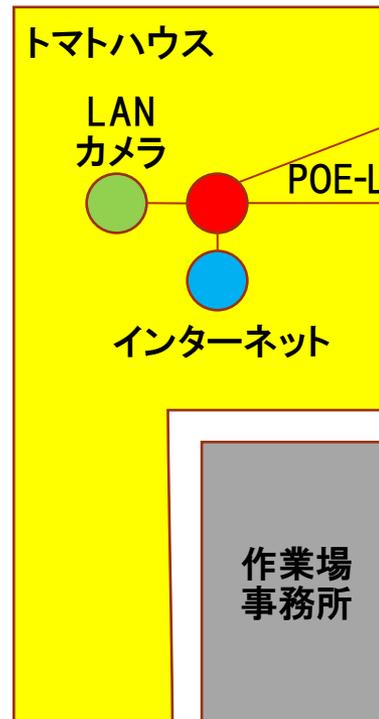
★ ICタグ(13.56MHz)

普及タイプ(小型ビデオシステム+GPSロガー)



環境情報モニタリング装置の設置状況(福岡)

温度, 湿度,
日射量, CO₂,
土壌水分・温度・EC



温度, 湿度,
日射量



強制通風させるため
内部に小型ファンを配置

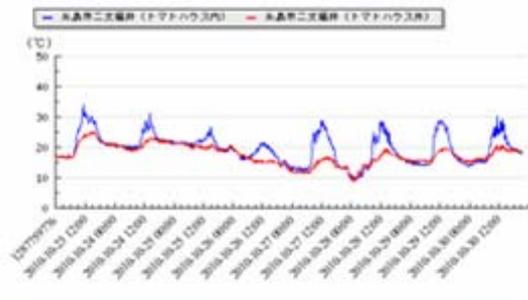


環境・生体・農作業情報の統合閲覧システム

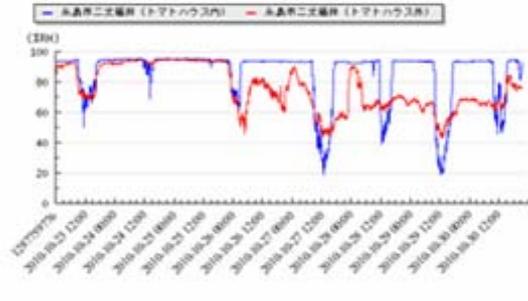


農家自ら
入力

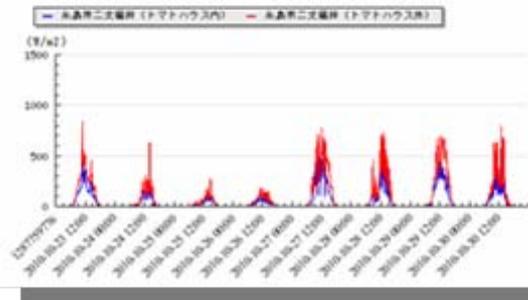
ハウス内外の温度比較



ハウス内外の湿度比較



ハウス内外の日射量比較

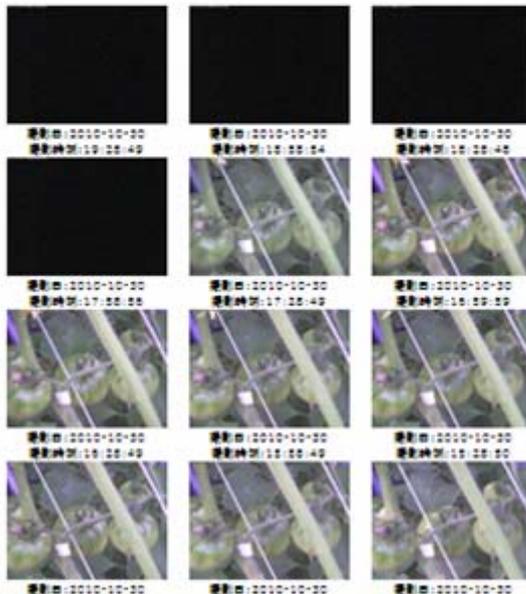


農業作業履歴と環境データはDB内で関連付け

圃場画像データの表示

撮影年月: 2010年 10月 (元)

2010年10月							2010年10月							
日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	
	5	6	7	8	9	10	11	3	4	5	6	7	8	9
12	13	14	15	16	17	18	10	11	12	13	14	15	16	
19	20	21	22	23	24	25	17	18	19	20	21	22	23	
26	27	28	29	30			24	25	26	27	28	29	30	
							31							



農作業履歴の計画別表示

トマト010(公開) 履歴を表示 表示

作業計画名: トマト2010

時刻	作業名	内容	備考
2010-10-26 10:46:06	添液作業: 給液 追肥給肥		ウレシエーゼンタ
2010-10-26 10:42:32	管理作業: 観察		わせ芽方式, 観察
2010-10-26 10:35:17	管理作業: 観察		
2010-10-23 10:34:30	管理作業: 観察		
2010-10-23 13:40:10	管理作業: 観察		わせ芽方式
2010-10-23 09:35:06	添液作業: 給液 液肥灌水		
2010-10-22 10:33:27	管理作業: 観察		
2010-10-22 09:34:09	魚糞散布: 魚糞散布		カルシウム肥料
2010-10-21 11:00:26	管理作業: 観察		一畝元以下観察
2010-10-20 10:30:50	管理作業: 観察		一畝元以下観察
2010-10-16 09:34:38	添液作業: 給液 液肥灌水		観察済
2010-10-16 09:26:19	魚糞散布: 魚糞散布		カルシウム肥料微量散布済
2010-10-15 09:32:10	管理作業: 温度管理	17℃	白南帆拡張長温度変更 20℃ → 17℃
2010-10-14 10:12:49	管理作業: 観察		わせ芽方式
2010-10-13 14:12:19	管理作業: 観察		わせ芽方式
2010-10-13 10:08:20	魚糞散布: 魚糞散布		液体カルシウム肥料
2010-10-12 09:09:33	添液作業: 給液 液肥灌水		OKF-1
2010-10-11 10:33:41	管理作業: 観察		観察
2010-10-09 16:33:04	管理作業: マルハナバチ放飼		

モニタリングデータの表示例

LANカメラの撮影画像表示例
(画像クリックで拡大画像表示)

農業作業履歴の表示例

FVS現地実証実験(滋賀県、水稻)

代かき等を対象に、FVSの試験運用や映像を利用したコンテンツを作成し、非熟練者への継承場面における活用の可能性を検証。その結果、技能・知識の継承に際し、映像やGPS作業軌跡、発話データを活用することの有効性などを確認。

(現地実証は滋賀県農業技術振興センターで実施)

● 視野映像



代掻きなど機械作業の技能解析の基礎データ計測

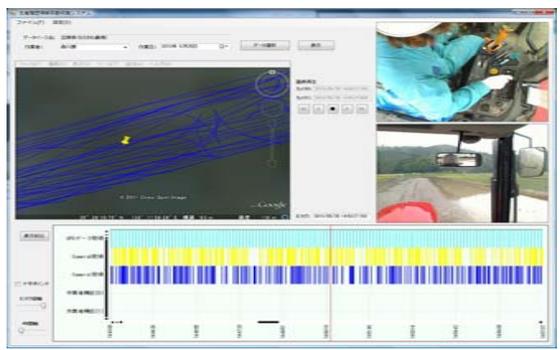
● 操作映像



● GPS



● 子機PC



Fukuhara "水地均"とは？

- 耕掻きした後にレーザー均平が掛けられなかったは、高低差が10cm以上になると、普通の田んぼ作業ができません。
- この場合は、普通に土を動かしても、高低差が直りません。

↓

土をトコトコして動かす"水地均"の方法で代かき※土が均一になれば水田に高い方が使えます。

2010年度主要成果の概要

①農作業情報の連続計測・可視化

- ・農作業情報を連続計測する営農可視化システムFVS

②環境・生体情報統合化と農匠ナビ・アプリケーション

環境情報(気温、湿度、二酸化炭素濃度、日射量、降水量、土壌水分、風向、風速など)および生体情報(LAI、果実重量、葉面温度、草丈、莖数、NDVIなど)を計測・データベース化・可視化するシステムの試作・実証を行った。

・施設園芸匠の技抽出と生産支援情報システム

情報プラットフォームサーバのプロトタイプ構築、ポケット温湿度計iOSアプリの開発、BIXcompositeのiOSアプリへの移植、作物の繁茂度の数値化方式提案、果実の重量変化の検出システムの設計などを行った。

・意味を伴うスキーマ定義に基づくデータ管理体系

作業情報・環境情報・生体情報のデータ互換性・相互運用性を高めるデータ管理体系を提案した。

③「匠の技」の抽出・可視化とデータマイニング手法

- ・ユビキタス環境制御システムを利用した温室メロン栽培環境のデータ化
- ・水稻の水管理作業における技能・知識の内容と特徴
- ・技能継承のための農業技術可視化・形式知化手法
- ・農作業時の農家の視点解析に基づく意思定過程解明のための基盤技術の検討
- ・生育状況・環境情報・作業履歴の規則性の有無を検証

施設園芸匠の技抽出と生産支援情報システム

施設植物生産の匠の技を抽出し、それらを統合・可視化して、初心者教育や生産者のアシスタントとして使用できる高度施設園芸生産支援情報システムの開発を目指して研究を進めています。

ユビキタス環境制御システム対応の植物体
繁茂度(LAI)の生体情報計測ノードの開発

葉温による水管理技術の抽出試行



(1) 匠の技抽出のための生体情報計測技術の開発

温室マスクメロンを対象作物にして、その生産技術を抽出するための計測技術の開発に着手。草勢コントロールの指標となり得る作物吸水速度、蒸散速度、果実重量、葉温、葉面積指数(LAI)などの生体情報の計測方法について検討。

ワンストップ高度施設園芸生産支援情報システムの開発コンセプト



ユビキタス環境制御システム(UECS)とスマートフォン用アプリ試作例(ポケット温湿度計)



LAIを主にした作物地上部の繁茂度を数値化するために、既存の光学式繁茂度センサの評価を実施。このセンサは現場で使用するには高コストなので、低コスト簡易型のセンサの開発と、今後普及が進むと考えられる低コスト自律分散型環境制御システムであるユビキタス環境制御システム(UECS)に対応した、植物体繁茂度生体情報計測ノードを開発。

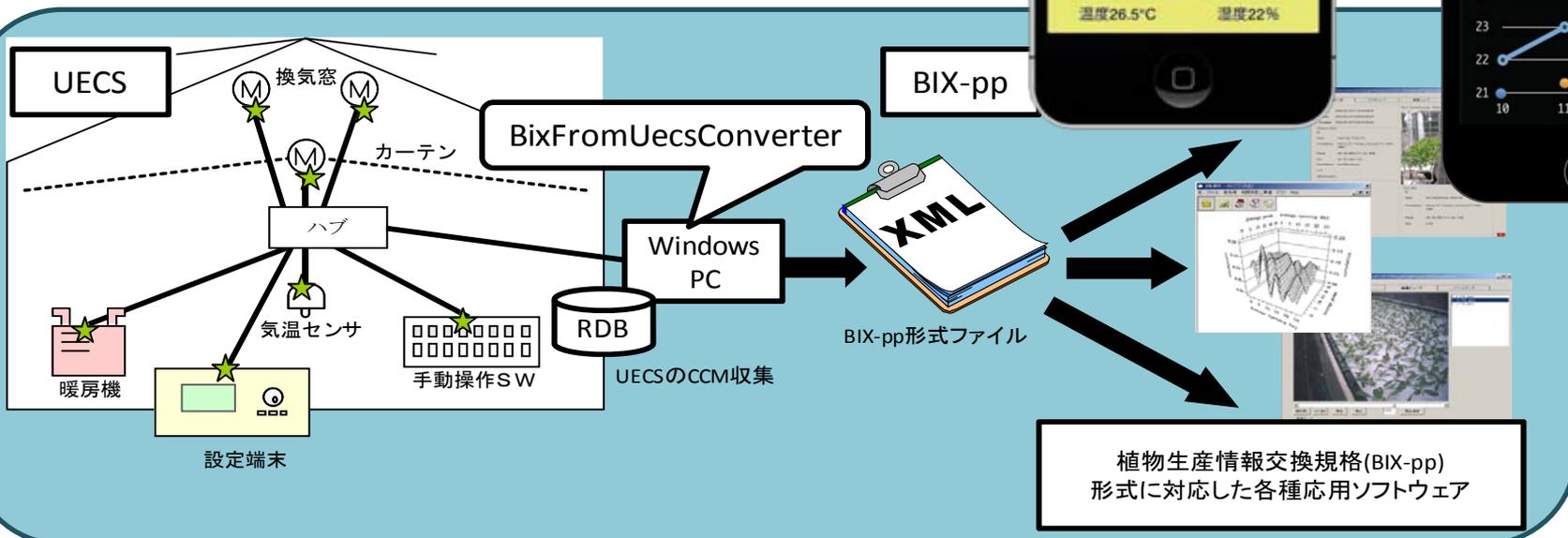
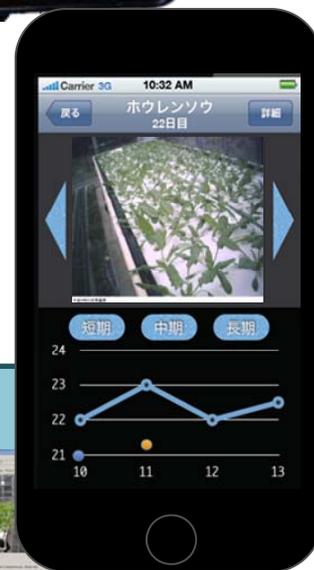
また、水管理や天候変化に伴う植物体の萎れ可視化のために、携帯型赤外線画像計測装置を使った葉温測定を試行を開始。

施設園芸匠の技抽出と生産支援 情報システム

(2) ワンストップ高度施設園芸生産支援情報システムの開発

施設植物生産に関する全ての管理をスマートフォンなどの携帯情報端末を使って、どこからでも可能にするワンストップ高度施設園芸生産支援情報システムの開発に着手。

生産履歴情報を可視化するiPhone用アプリを開発。UECSの室内気象計測ノードが設置された温室で、そのノードが測定した気温、相対湿度、飽差をiPhoneでどこでも表示できる、ポケット温湿度計のアプリ試作。



意味を伴うスキーマ定義に基づくデータ管理体系

数値データで表される作業・環境・生体情報の統合化をめざします

農業生産現場で発生する様々な作業情報・環境情報・生体情報のデータ互換性・相互運用性を高めることを目的として、①データの表現形式を規格化する、②その規格化の中で使用されるデータの意味定義に必要な用語を整理して可視化する、③各システムは規格化されたデータ表現形式とのデータ交換機能を装備する、の3段階構成で情報統合化を実現するデータ管理体系を提案。

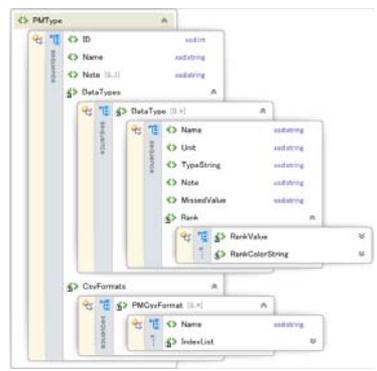


図 PMTypeバージョン1.1スキーマ



図 PMSの構造を開発中のツールで視覚化事例

管理
マップ
属性
定義一覧
個別データ
コンタ階級
定義編集
CSV書式
ネット共有
属性データタイプ・CSV書式管理と共有
コンタ表示
データ値編集
圃場編集
地点データ(栽培・作業・圃場)管理
シェイプ出力・表示

3面構成による管理
(対象ツリー, マップ, 属性表示)

図 PFUManager (GPXX 1.1 に対応したデータ管理ソフト) と DigiFarmLogger への適用例



DigiFarmLogger (CAN対応低価格ログ)



共通データ形式 (GPXX1.1形式)

2010年度主要成果の概要

①農作業情報の連続計測・可視化

- ・農作業情報を連続計測する営農可視化システムFVS

②環境・生体情報統合化と農匠ナビ・アプリケーション

- ・施設園芸匠の技抽出と生産支援情報システム
- ・意味を伴うスキーマ定義に基づくデータ管理体系

③「匠の技」の抽出・可視化とデータマイニング手法

農匠ナビ試作システムなどを複数の作物(メロン、トマト、水稻)に適用し、「匠の技」の抽出・可視化に向けたデータマイニング手法の基礎的検討を行った。

- ・ユビキタス環境制御システムを利用した温室メロン栽培環境のデータ化
「生育状況の把握」や「観察・判断」で篤農家と一般農家の技能の差が大きいことなどが判明した。
- ・水稻の水管理作業における技能・知識の内容と特徴
水管理における技能・知識数は、合計で100を上回り、経営固有の知識の占める割合が70%に達すること、熟練者が把握している圃場特性数は323筆で合計1003に達することなどが判明した。
- ・技能継承のための農業技術可視化・形式知化手法
水稻を対象に、生産プロセスと畦塗りに関するノウハウの形式知化などを試行するとともに、言語化できない暗黙知を可視化するために映像情報が有効であることを確認した。
- ・農作業時の農家の視点解析に基づく意思定過程解明のための基盤技術の検討
アイカメラによる分析の結果、果実(トマト)以外の作物部位を対象とした眼球運動が、篤農家と非熟練農家との間で異なることを示唆する結果などを得た。
- ・生育状況・環境情報・作業履歴の規則性の有無を検証
多様なデータをさらに蓄積することが必要であることが示唆された。

ユビキタス環境制御システムを利用した 温室メロン栽培環境のデータ化

篤農技術を要する高度な 施設園芸の栽培管理を 正確な数値で記録

篤農家の有する「匠の技」(暗黙知)を数値化、データベース化することで、他の農業者等に継承する仕組みの確立をめざす。

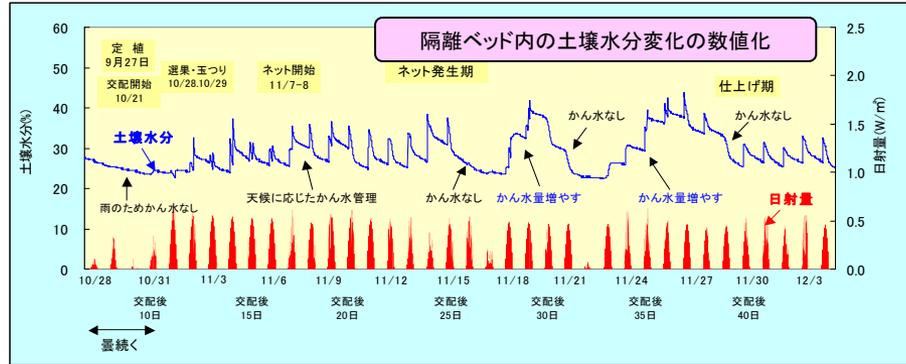
篤農技術を有するメロン生産者を対象に聞き取り調査を進め、作業全体の流れの中で、作業項目ごとに重要度を区分し、それぞれの観察点、重要度別に分類し、「匠の技」の抽出。その結果、「生育状況の把握」や「観察・判断」で技能の差が大きいことが判明した。

また、研究所内のメロン栽培施設においては、かん水作業の記録、環境情報(温度、湿度、二酸化炭素濃度、土壌水分等)を連続計測することにより、これまで「経験」と「勘」に判断を依存することが多かった環境データを数値化。これらのデータは、「観察・判断」を補助する手段として、環境・生体情報を数値化することが有効であることが篤農家からも指摘。

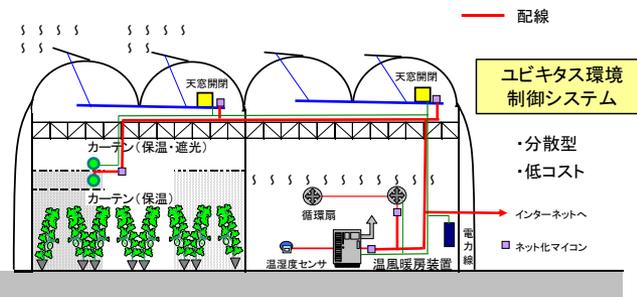
これにより、生産者の栽培管理の判断を援助する「情報」を得ることが可能となる。今後、引き続き、生体情報等の計測についても検討。



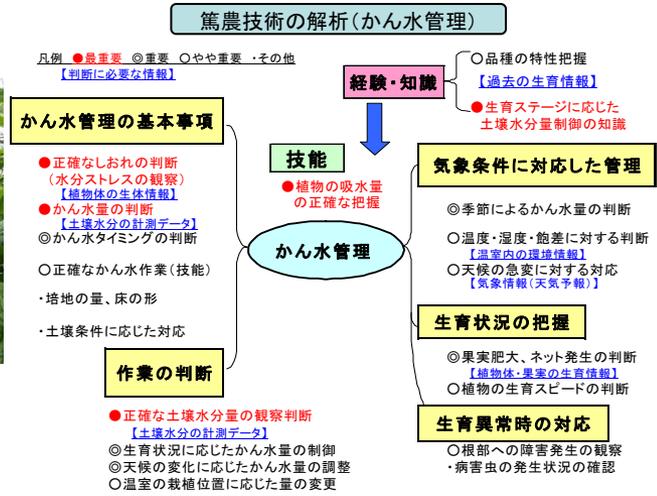
施設園芸の中でも特に高度な生育管理技術が必要とする静岡県の温室メロン栽培



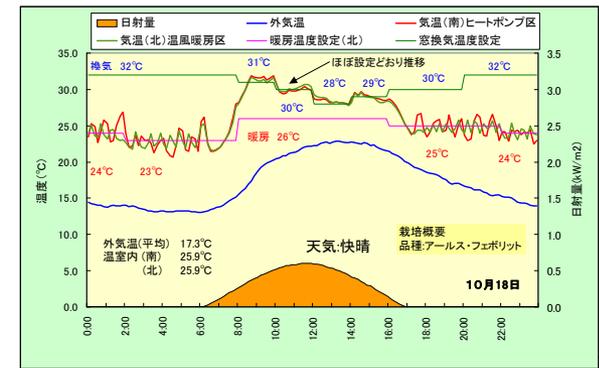
かん水管理の判断に密接に関係する土壌水分、温室環境制御の判断に必要な環境情報を数値化することが可能となりました。



ユビキタス環境制御システムを活用した環境・生育データの記録



ユビキタス環境制御機器 (ネット化マイコン)



実際栽培における環境データの数値化の事例

水稲の水管理作業における技能・知識の内容と特徴

水稲の水管理作業を対象に、滋賀県内でトップクラスの技術を有する大規模水田作経営の熟練者へのインタビュー調査などで得られた発話データを解析し、水管理における技能・知識の内容と特徴を分析。

【技能・知識の構成要素】

水管理作業における技能・知識は、「事前準備」、「作業の基本的事項」、「多様な条件に対応した水位の管理」、「作業の判断」、「生育状況の把握」の5分野18項目で構成される(図1)。

【水管理における技能・知識の特徴】

①農作業における技能・知識は、その性質から一般的知識(教科書的な定式化された知識)、経営固有知識(経営条件や経営者の考え方に応じて蓄積された知識)、運動系技能(意図したように実施する技能)、感覚系技能(感覚により、作業の状況や状態を把握する技能)、知的管理系技能(手順・方法を計画修正する技能)に分類できる。また、水管理におけるこれらの特徴と内容は表1の通り。

②水管理における技能・知識数は、合計で100を上回り、知識の占める割合が高い。とりわけ経営固有知識が全体の約70%を占めることが判明(表1)。

③経営固有知識には、作業の基礎となる「圃場特性の把握」、「作型・品種毎の生育ステージの把握」が含まれる。圃場特性の把握は膨大な数になり、A法人熟練者が把握している圃場特性数は323筆で合計1003に達することが判明。

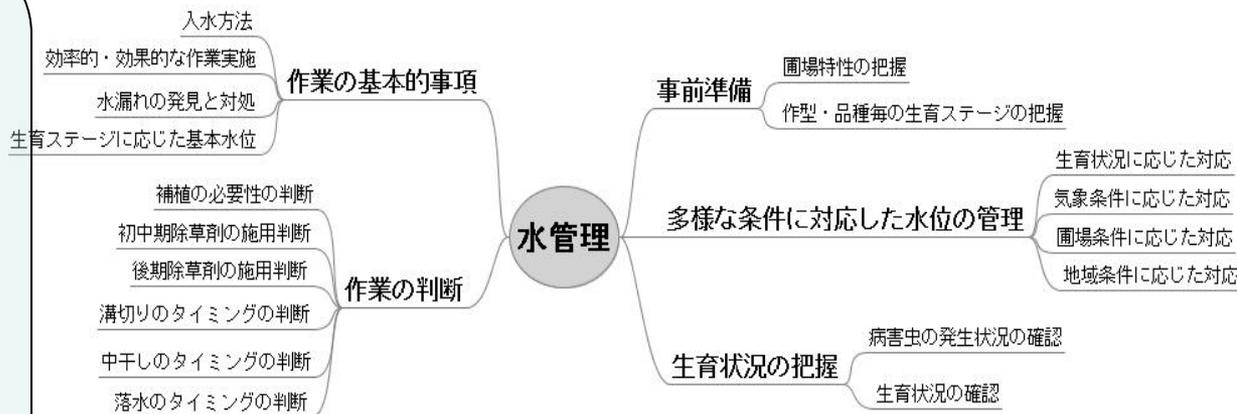


図1 水管理における技能知識の構成要素

表1 水管理における技能知識の内容と特徴

区分	知っていること					合計
	内容を知っている		やり方を知っている			
	知識		技能			
	一般的知識	経営固有知識	運動系技能	感覚系技能	知的管理系技能	
定義	教科書的な定式化された知識	経営条件や経営の考え方に応じて蓄積された知識	意図したように実施・操作する技能	感覚により作業の状況や状態を把握する技能	手順・方法を計画修正する技能	—
水管理の特徴	「病害虫の発生状況の確認」に関わる項目が多い	圃場条件や水利条件など経営固有の状況に応じて蓄積された知識	「止水板の着脱」など簡易な技能	圃場の観察に基づき生育状況等を視覚的に判断する技能	圃場条件、気象条件、生育状況に関わる知識を活用して手順方法を修正する技能	—
技能・知識の具体例	近くの畦畔や堤防にイネ科雑草が繁茂している圃場では、カラムシに注意。特に収穫が早い圃場で被害を受けやすい。	水の確保が難しいA地区は、出穂期以降に水が不足するので中干しを実施せず、入水→田んぼが乾く→入水を繰り返す。	ザリガニで水漏れした場合、付近1mを鍬でつぶし、踏み固める。それでもダメな場合、40cmの畔波を入れる。	株と株の間を縦方向に跳め、スツ筋が見えるが間に草がポツポツと生えている程度により後期除草剤の施用を判断する。	落水時期は、品質への影響、圃場の土質、機械の操作性と天気を考慮しながら決定する。	—
技能・知識数	A法人	34	83	5	4	4
	B法人	(21.5)	(68.9)	(3.8)	(3.1)	(3.1)
	法人	26	90	5	3	4
	(20.3)	(70.3)	(3.9)	(2.3)	(3.1)	(100)

注1)：「技能・知識」の分類は、調査により得られた発話データを意味的にひとまとまりになるように区切り、その内容を読み取り、定義に基づき種類を判定したものである。

2)：「技能・知識の具体例」は、調査により得られた熟練者の発話データを要約したものである。

3)：「技能・知識数」上段は、各種類別の技能・知識数、下段括弧内は、その構成比(%)を表す。

技能継承のための農業技術可視化・形式知化手法

農業の匠が持つ暗黙知の「見える化」、および形式知化を図り、技能継承・人材育成に係る情報を収集し、匠の技の継承、人材育成の実現のために手順・手法の体系化を目指す。

- ① 水稻を対象に、標準的な作業体系を試作し、「農匠ナビ」技術継承・技能伝承のプロトタイプの内容を試作。水稻を対象に生産プロセスと畦塗りに関するノウハウの形式知化などを試行するとともに、言語化できない暗黙知を可視化するために映像が有効であることを確認。
- ② 経営レベル～タスクレベルのマイクロ・マクロの視点、利潤動機と行動原則の交換関係などを、とりまとめた形で、サービス実用化戦略を策定。

映像コンテンツの例(代かきのノウハウを見る化するための映像)



形式知化したコンテンツの例(生産プロセス(左)と畦塗りに関するノウハウの形式知化(右))

生産プロセス概要(3~6月標準作業抜粋)

実施月	大項目	中項目
3月	春田作業	畦塗り
		水路の掃除
		育苗ハウス準備
4月	種まき	催芽
		播種
		出芽
		育苗
		育苗
	耕起	耕起作業
		同時施肥
		補助作業
	代掻き	水入れ
		代掻き作業
補助作業		
除草剤		
水管理		
5月	田植え	田植え作業
		補助作業
		水管理
6月	中間管理	水管理
		中間追肥
		水田除草
		畦除草
		畦除草

作業詳細(畦塗りの標準作業項目)

詳細項目			ノウハウ・注意点など
畦塗り機アタッチメント選択			メーカー機種選択が重要(土壌との相性)
トラクター用意	畦塗り機アタッチメント装備・調整	アタッチメントの装備	正規の方法で装備
		トップリンク、アームリンクの調整	アームリンクはチェーンの調整、一定のあそびが重要
	日々の作業前点検	燃料点検	形式知化困難 映像で表現
		エンジンオイル点検	
		ラジエータの水点検	
		グリスアップ	
		ボルト・ナットのゆるみ点検	
バッテリー液・チャージの点検			
畦の準備	除草	蔓性の草が生えている場合 草刈り機で除草する 前年の秋に除草をすませておく	
畦・水田の状態の確認	畦	乾燥していたり、水分量が多い状態(雨の直後)は避ける	乾いている状態の判断: 土を手で握って団子にならない 乾いていると崩れやすい 雨の翌日は水分が多くだれてしまう
	水田	水がたまっていない状態で作業を行う	ハンドリングがしにくい 轍ができてよくない
トラクターの作業	オペレータの作業	基本作業	トラクターの本体と畦のオフセットを正確に決めて作業を始める トラクターの進行速度は遅め、畦塗り機の回転は速め(畦塗り機を高速に回しすぎると壊れやすいので注意) 畦を塗ったら正面を向いて作業し振り向かない、後ろを見るときはバックミラーで見る 途中で曲がってしまった場合は、一度曲がったところまでバックさせ、正確にオフセットをとり直し
		コーナーの作業	コーナーはぎりぎりまでバックすること
		曲がりの補正	遠くを見る、遠くのものを目標に直進

農作業時の農家の視点解析に基づく 意志決定過程解明のための基盤技術の検討

(1) 農作業視覚情報行動分析手法の基盤技術確立に向けた試験的実証
眼球運動計測を実施する装置(アイカメラ)を用いた実証を実施。篤農家、非熟練農家、農業経験を持たない成人のデータ取得。トマト以外の作物部位を対象とした眼球運動が、篤農家と非熟練農家との間で異なることを示唆する結果が得られており、次年度さらに詳細なデータ分析を進める。

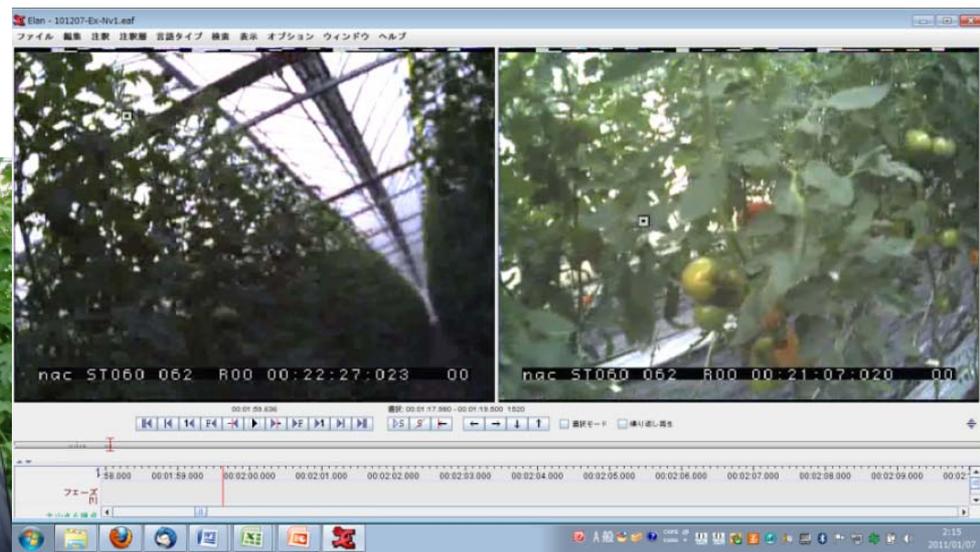
(2) 圃場計測環境の検討
温湿度、日照、土壌温湿度、EC値、並びに動画像などのデータを情報端末で閲覧可能とした。熟練農家が判断を下す際の参考情報とする予定。

(3) 作物生育状態の取得手法に関する検討
篤農家の判断に伴う生育状態の状況把握する手法として、非破壊型での連続生体計測に関する取り組みの有効性が考えられたことから、これに関し次年度以降の取り組みを計画。

視線・行動計測実験の様子



視線・行動分析画面(左:篤農家、右:若手農家)



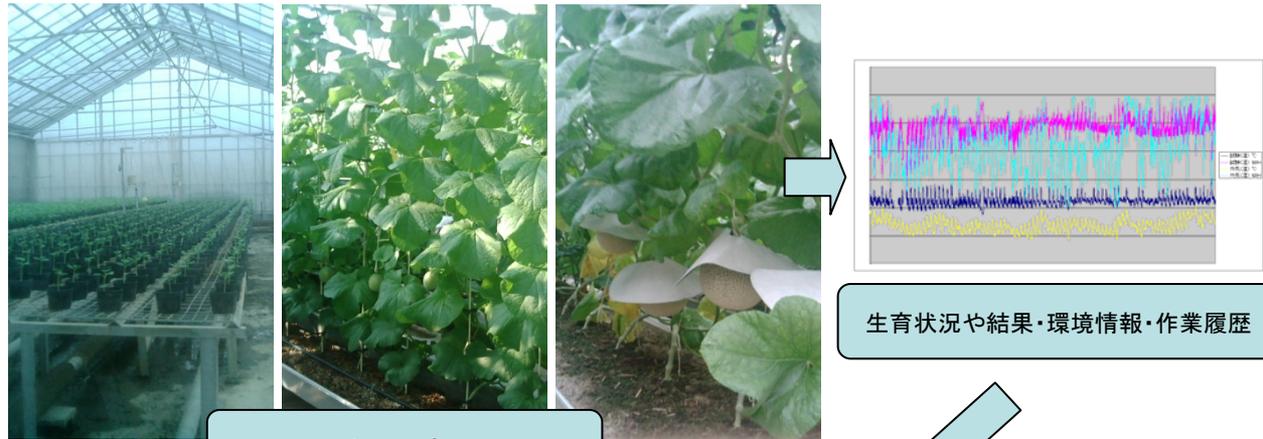
農業情報へのデータマイニング技術適用の検証

生育状況・環境情報・作業履歴の有無を検証

富士通が以前より開発した研究試作データ分析プラットフォームを活用し、メロンハウスのセンサデータを対象として、データマイニング技術を適用して、生育結果への規則性の有無を検証中。図1は、この分析プラットフォームの分析画面例である。

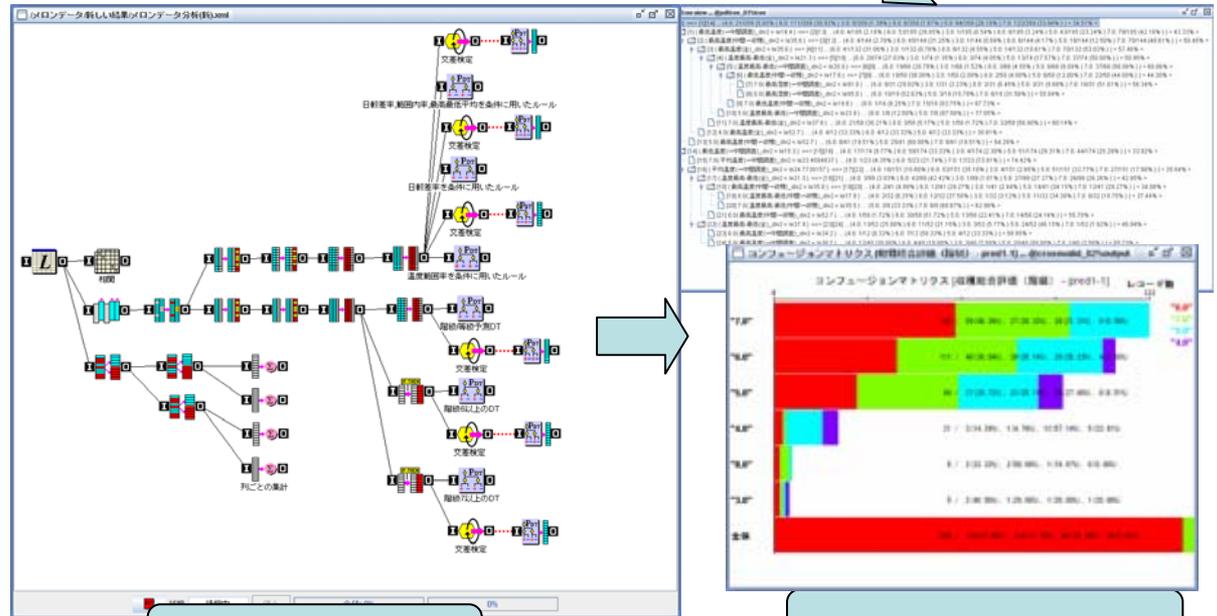
この分析プラットフォームは、分析機能やデータ処理機能など、一つ一つの機能をアイコンで表し、それらの結線で分析手順を可視化している。また、分析手順の保存・修正はもちろんのこと、途中状態の保持と実行状態の管理を通じて、パラメータや手順変更時の最小範囲での実行を実現している。更に、分析の試行錯誤にかかせない、パラメータサーベイや交差検定などの容易な設定を可能とするとともに、並列分散環境での自動分散による高速実行を実現している。このようなプラットフォームを活用することで、データと分析手順さえ保存しておけば、いつでも必ず同様の結果を得ることができる。

分析結果からは、センシングデータと生育状況との間に明確な傾向は認められなかった。しかし、様々な蓄積データに対して、このような分析プラットフォームによるシステムティックなデータマイニング技術適用することで、定量的な評価による勘と経験からの脱却や、思ってもいなかった規則性の抽出による新たな気づきを得ると同時に、分析専門家でなくても、結果再現性が保証されることで、これら分析技術の活用が広まることを期待。



メロンハウス

生育状況や結果・環境情報・作業履歴



分析適用

規則性の有無を検証

おわり

- **農業における人材育成が重要な課題になっている背景と、農匠ナビプロジェクトの概要を説明した。**
- **農匠ナビは、農作業情報、環境情報、生体情報の計測と可視化によって、以下の支援を目的**
 - ①**熟練農作業/ノウハウの抽出(形式知化)支援**
 - 人による手法とデータ解析による手法などがある
 - ②**農業技術継承(技術習熟)支援**
 - 形式知による継承と暗黙知のままの継承がある
 - ③**作業判断・実施支援**
 - リマインダー、警告、助言(計画、計画との乖離情報、異常値、作業/ノウハウなど)
 - ④**ICTが活用できる農業人材の育成支援**
- **農匠ナビは、作業者の支援システムであり、システムが人間に代替することは目指していないが、熟練者のノウハウや技能を対象にしており、人工知能研究との接点もある。**
- **また、農匠ナビプロジェクトの第1の目的は、過去の農作業の内容、その時の環境や作物の状態の再現であり、ライフログの研究との接点もある。**
- **人工知能研究の成果を活用する前提となるデータの収集と蓄積、さらに、対象とすべき熟練作業が明らかになりつつあり、今後の連携が期待される。**

参考文献

1. 南石晃明[編著]農業人材育成を支援する「農匠ナビ」農林水産省委託研究「農家の作業技術の数値化及びデータマイニング手法の開発」の概要と成果（I），2011年2月，九州大学大学院農学研究院農業経営学研究室，<http://bbs1.agr.kyushu.ac.jp/keiei/NoshoNavi/>
2. 南石晃明『農業におけるリスクと情報のマネジメント』，農林統計出版，2011年1月．
3. 農業経営学会[編] 南石晃明・土田志郎・木南章・木村伸男[責任編集]『次世代土地利用型農業と企業経営—家族経営の発展と企業参入—』，養賢堂，2011年8月．

