



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(Ⅱ)

研究の概要と対象	2
研究全期間における重点化目標	3
「農匠ナビ」全体システムの支援機能	4
農業人材育成における営農可視化とノウハウ抽出	5
研究目標と期待される具体的成果	6
2011年度主要成果の概要	7
分担課題の構成とその関連	27
研究実施体制・問合せ先	28

2012年2月

農匠ナビ・プロジェクト事務局

九州大学大学院

農学研究院農業経営学研究室



研究の概要と対象

農林水産省委託研究「農作業の軽労化に向けた農業自動化・アシストシステムの開発」
研究課題名: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
研究期間:2010年度～2014年度(5年間)
中核機関:国立大学法人 九州大学
研究開発責任者:九州大学大学院農学研究院・教授 南石晃明

■農匠ナビとは

農匠ナビ(のうしょうナビ)は、農業の匠の育成を支援する手法および情報システムの総称である。

農匠ナビの研究開発は、農林水産省委託研究「農作業の軽労化に向けた農業自動化・アシストシステムの開発」のうち九州大学が中核機関として実施する上記の委託研究課題において実施されている。

■研究の概要

本研究課題の目的は、農家の作業技術の数値化およびデータマイニング手法の研究開発を行うことである。具体的には、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」と呼ぶ。これは、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(指南)」する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。

農匠ナビは、農業者の農業技術習熟の支援を目的としており、専門家に代替することを目指すいわゆるエキスパートシステムとは異なっている。

■研究が対象とする農業者

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といった段階がある。農匠ナビでは、これら全ての段階を対象にしている。

企業農業経営においては、従業員の人材育成が重要な課題になっている。また、新規就農者への農業技術継承は、家族農業経営の技術力向上と共に、地域農業発展を考える上でも重要な課題である。農匠ナビは、このような多様な場面で活用できるように、設計されている。

農匠ナビが対象とする「技」には、いろいろな次元のものがある。これらは、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などに大別できる。

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。

最終到達目標

- ・ 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、さらにこれらの情報の統合化・可視化を可能にし、
- ・ 熟練農作業ノウハウの抽出および継承を支援する実用的なシステムおよび手法を開発する。
- ・ これにより、高度な農業技術の次世代継承が加速され、また農業者に対する適時的確なアドバイスの提供が可能になる。
 - － 農作業情報
 - ・ 農作業の作業者、時刻、位置、内容、使用資材・機械、作業者の視野映像・視点・発話など
 - － 環境情報
 - ・ 気温、湿度、飽差、CO₂、水温、日射量、土壌水分、土壌EC、土壌微生物など
 - － 生体情報
 - ・ 草丈、繁茂度、果実の重量・肥大速度、果実成分、蒸散速度、葉色、葉面温度など

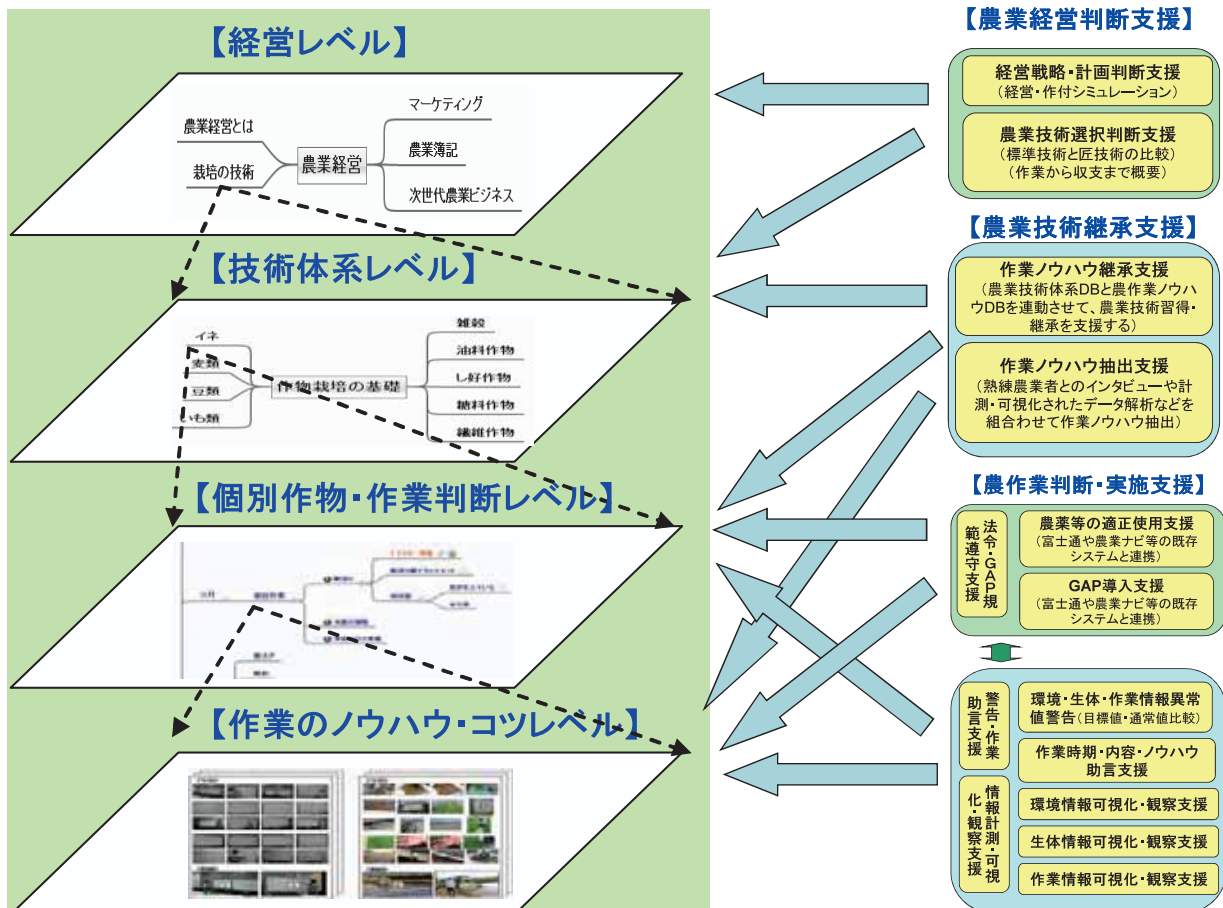
「農匠ナビ」全体システムの支援機能

農匠ナビプロジェクトでは、農業経営における意思決定の段階として、少なくとも以下の4つのレベルを想定している。つまり、①経営レベル、②技術体系レベル、③個別作物・作業判断レベル、④作業のノウハウ・コツレベルである。こうした意思決定レベルに対応する農業者支援機能を、農匠ナビプロジェクトでは、①経営判断支援、②農業技術継承支援、③農作業判断・実施支援の3つに大別している。

各意思決定レベルは相互に関連しており、最も下位に位置する作業ノウハウの意味が、最も上位に位置する経営レベルの経営戦略に依存する場合もある。このため、熟練農作業ノウハウを抽出し、可視化するためには、経営レベルから作業のノウハウ・コツレベルまでの各段階の情報を統合的に計測する必要がある。

これらの支援機能は、農業経営における多様な意思決定レベルを支援することができる。このうち、今年度までは、②農業技術継承支援および③農作業判断・実施支援を主な対象として、システム開発を行なっている。これらの支援場面では、農作業情報、生体情報、環境情報の計測・可視化・観察支援が重要な支援機能となる。また、警告・作業助言支援として、作業時期・内容・ノウハウ助言支援、環境・生体・作業情報異常値警告(目標値・通常値比較)が重要であり、今後の研究開発を予定している。さらに、今後は、これらの支援機能を、①経営判断支援と連携させることが重要となる。

農業者支援からみた農匠ナビの全体像



農業人材育成における 営農可視化とノウハウ抽出

農業イノベーションを牽引し、次世代農業を確立できる農業人材の育成には、多角的な取組が必要になる。育成する次世代人材としては、農業経営者および農業技術者・作業者が想定できる。家族経営では、一人が両者を兼ねることが多いが、企業経営ではそれぞれの役割が分離する傾向が強い。農業経営者は、主に農業経営の理念を定め、経営の戦略と計画を主に担当し、農業技術者・作業者は、経営の戦略と計画に従った、農作業の実施を主に担当する。

農業技術者・作業者の人材育成は、熟練した農業技術者・作業者の作業技術を、非熟練者に継承し、熟練した農業技術者・作業者の技能向上を支援し、その成長を加速することといえる。この基礎となるのは、熟練した農業技術者・作業者が実施している農作業の内容を、環境情報と生体情報と関連付けて詳細に計測し、その相互関連をデータに基づいて具体的に明らかにすることである。これを、農匠ナビプロジェクトでは、「営農可視化」とよんでいる。

営農可視化には、農作業情報可視化、環境情報可視化、生体情報可視化と、その関連付けが必要になる。従来は、農作業の時期と内容の詳細な情報を省力的に記録することが困難であったが、情報通信技術の活用によって、農作業の可視化を可能にする技術が開発されつつある。また、環境情報や生体情報についても、計測可能な対象・項目が拡大しつつある。可視化された各種情報を用いることで、熟練した作業ノウハウの抽出が可能になる。

さらに、情報通信技術を駆使し、可視化された営農情報を活用して、より高度な水準の農業技術を確立し、農作業を実施できる農業技術・作業者の育成も、農匠ナビプロジェクトの目的の一つである。

作業ノウハウ抽出の方法と内容

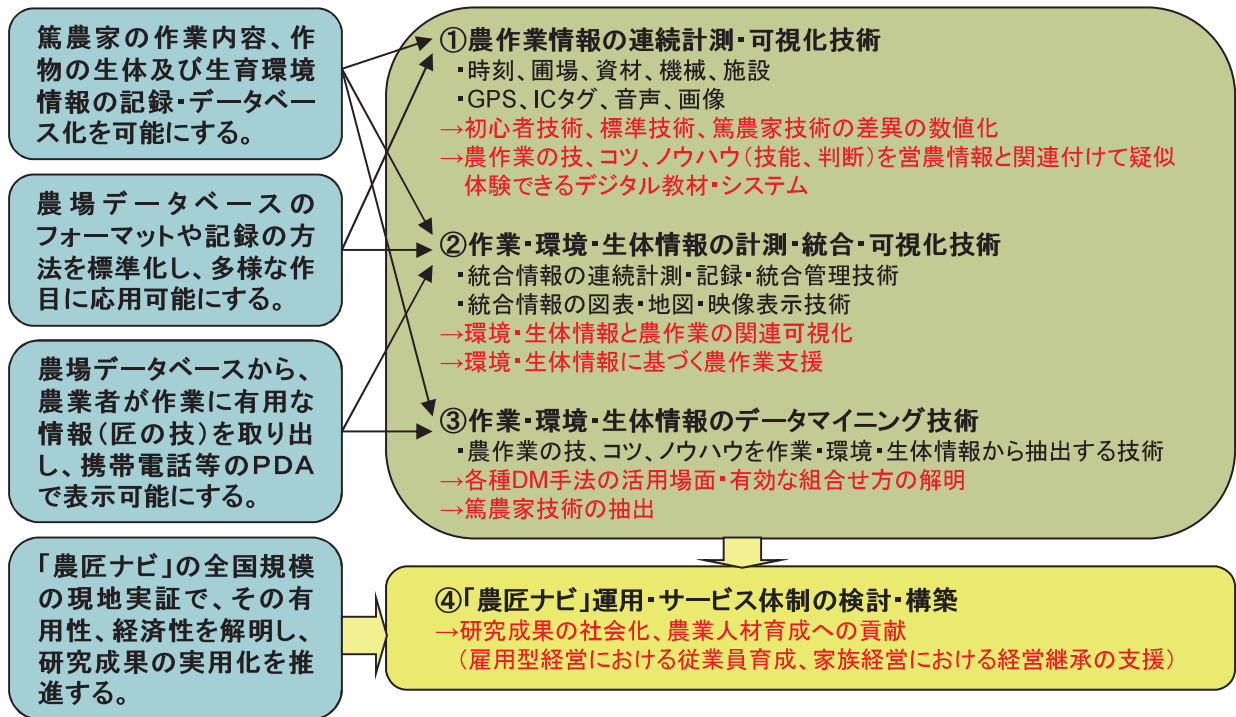
1. 熟練者に対するインタビューによって、その経営理念・戦略、体験・経験と関連付けて、熟練技術の考え方やノウハウを整理・抽出する。
目的論的ダイナミック構造を解明し、デジタルコンテンツとして表現することで、熟練者自身が熟練技術の背景と意味を再認識できる。また、他の農業者が、熟練者の背景と意味を総合的に理解できる。

2. 作業情報、環境情報、生体情報をデータ化・可視化し、熟練者が考え方や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。

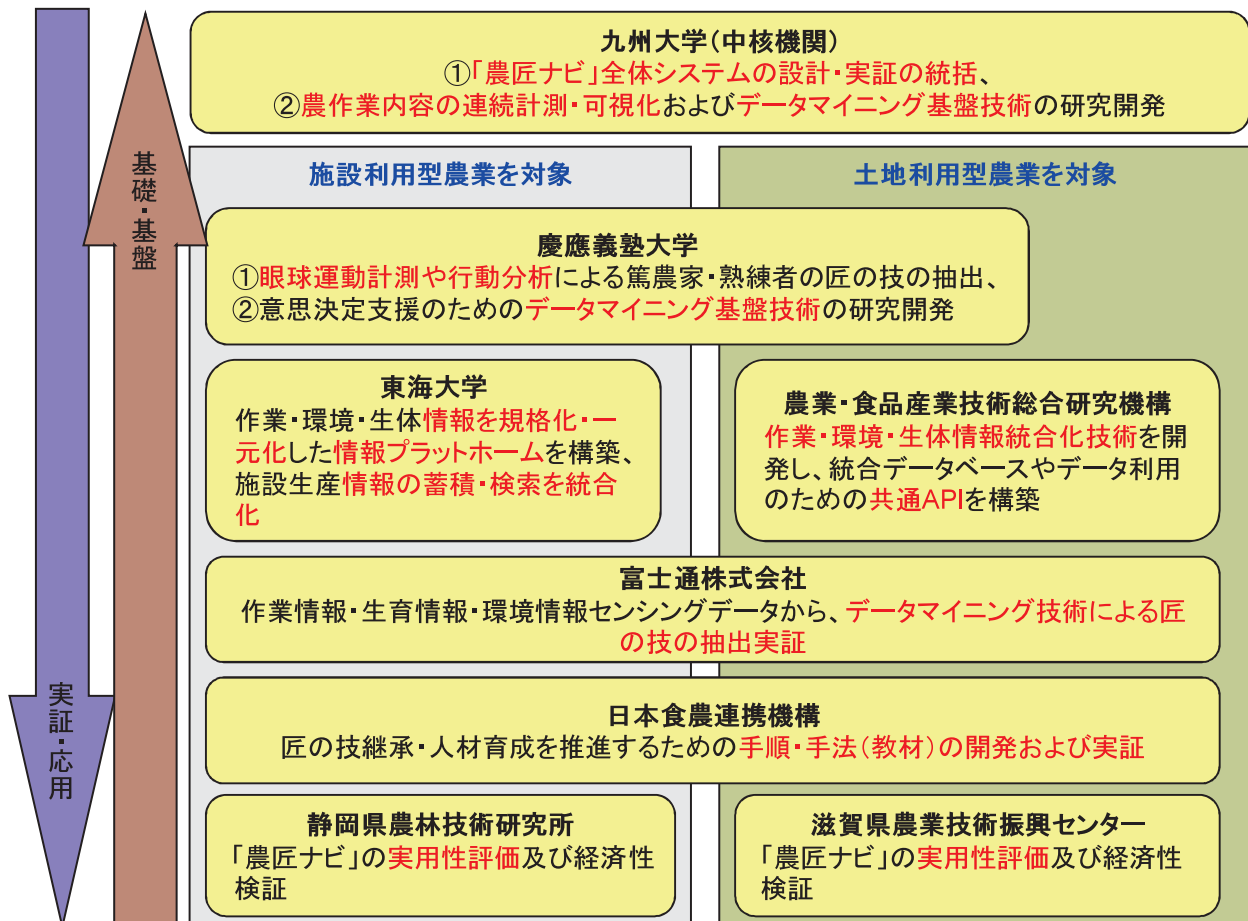
3. 作業情報、環境情報、生体情報のデータ解析を行うことで、熟練者が意識していなかった作業ノウハウを整理・抽出する。
熟練者が意識していなかった作業情報、環境情報、生体情報の関連性の有無や具体的関係性を解明するためのデータ解析を支援する。



研究目標と期待される具体的成果



研究の分担と担当機関



2011年度主要成果の概要

2011年度主要成果は、1. システムの全体設計と農作業情報連続計測システム、2. 環境・生体・作業情報の統合化システム、3. システムの現地実証および技術・知識の抽出・継承手法の3つに大別することができます。以下では、各研究機関の主要な研究成果をこの区分に従って配置しています。

注) 下記主要成果は、担当機関が作成したものである。

本冊子のそれ以外の部分は、研究開発責任者が作成・編集したものである。

1. システムの全体設計と農作業情報連続計測システム

- ① 「農匠ナビ」の全体システムの設計…………… 8
- ② 「農匠ナビ」の支援機能と現地実証…………… 9
- ③ 営農可視化システムFVSによる農作業情報の連続計測と可視化……………10
- ④ 圃場設置カメラを利用した農業者位置計測……………12
- ⑤ 農作業時の農家の視点解析に基づく意思決定過程解明のための
基盤プラットフォームの構築……………14

2. 環境・生体・作業情報の統合化システム

- ⑥ 施設園芸匠の技抽出のための植物成育の自動計測……………16
- ⑦ ワンストップ施設園芸サポートシステムによる情報化の達成……………17
- ⑧ 農業生産工程管理データスキーマの提案と既存ソフトウェアへの適用・実装
- 農業生産現場で発生する生産工程管理データの標準化をめざして-……………18

3. システムの現地実証および技術・知識の抽出・継承手法

- ⑨ 土地利用型農業における農匠ナビシステムの現地実証…………… 20
- ⑩ 温室メロンにおける農匠ナビシステムの現地実証…………… 22
- ⑪ 施設利用型農業における環境情報の連続計測と農作業情報の可視化…………… 23
- ⑫ 匠コメント付き映像活用による暗黙知継承支援技法…………… 24
- ⑬ 農業情報へのデータマイニング技術適用の検証
- 施設園芸における収集データ間の関係性の抽出-……………26

農匠ナビ活用上の留意点

農匠ナビによって計測された農作業情報を解析することで、農業者自身が気づいていない、農業上有益な法則性やノウハウが抽出される可能性があります。こうした農匠ナビの波及効果をも理解した上で、農業経営者が想定外の不利益を被らないように、システム利用を行う必要があります。

農匠ナビおよびこれに類するシステムを利用する場合には、計測されるデータおよびその解析から得られる知的財産の所有権および利用権について、十分に留意することが望まれます。これらのシステムの導入に際しては、農業経営者、システムの開発者や運営者等の間で、利用条件を事前に明確化する必要があります。

「農匠ナビ」の全体システムの設計

(1)「農匠ナビ」の全体システム

農匠ナビ構想に基づいて、システム全体の設計を、共同研究機関と緊密に連携して進めています。具体的には、プロトタイプシステムの設計、現地実証、システム改良というプロトタイピング手法に基づいて、実用性の高いシステムの全体設計を行なっています。今年度は、農匠ナビ全体システム設計をほぼ完了しました。

農匠ナビは、以下の3つのサブシステムから構成されます。各サブシステムは、独立して作動しますが、これらを連携させることで、より効果的に機能します。

まず第1ステージとして、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優先的に行なっています。第2ステージでは、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します。こうして収集・統合化・蓄積された各種データに基づいて、第3ステージでは、熟練農作業ノウハウの抽出・継承手法を開発します。

(2)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

「農匠ナビ」は、中核機関である九州大学が開発している各種サブシステムと共に、共同研究機関が開発している各種サブシステムを総体として統合・連携したシステムです。サブシステムの中で、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は、他のシステムや手法の基盤となるものです。

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では、①ICタグリーダ＋スマートフォン・GPS携帯などを用いた農作業情報(位置、内容、使用資材、施設の状態など)の連続計測技術、②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タグリーダやカメラ画像による水稻苗草丈などの生体情報連続計測技術、③気温、湿度、水温、日射量、CO₂、土壤水分、ECなどの環境情報連続計測技術を開発しています。

農匠ナビゲーションシステムの全体構想

- ・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(ステージ1)。一部は実用化に目処。
- ・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(ステージ2)。一部は実用化に目処。
- ・現地実証農場(水稻、メロンなど)を対象にして、熟練農作業ノウハウ抽出・継承手法を開発中(ステージ3)。

ステージ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

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＋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)を効率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タグリーダやカメラ画像による水稻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)。

ステージ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

計測情報の統合化・可視化技術の開発

インターネット
クラウドセンター
ハウス中高

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。

ステージ3: 熟練農作業ノウハウ抽出・継承手法(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)

作業軌跡 ポジション操作 熟練者との対話

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。

担当機関: 国立大学法人 九州大学

担当課題名: 「農匠ナビ」全体システム設計・実証および農作業連続計測・可視化・データマイニング基盤技術の研究開発

「農匠ナビ」の支援機能と現地実証

(1)「農匠ナビ」全体システムの支援機能

農匠ナビプロジェクトでは、農業経営における意思決定の段階として、少なくとも以下の4つのレベルを想定している。つまり、①経営レベル、②技術体系レベル、③個別作物・作業判断レベル、④作業のノウハウ・コツレベルである。こうした意思決定レベルに対応する農業者支援機能を、農匠ナビプロジェクトでは、①経営判断支援、②農業技術継承支援、③農作業判断・実施支援の3つに大別している。

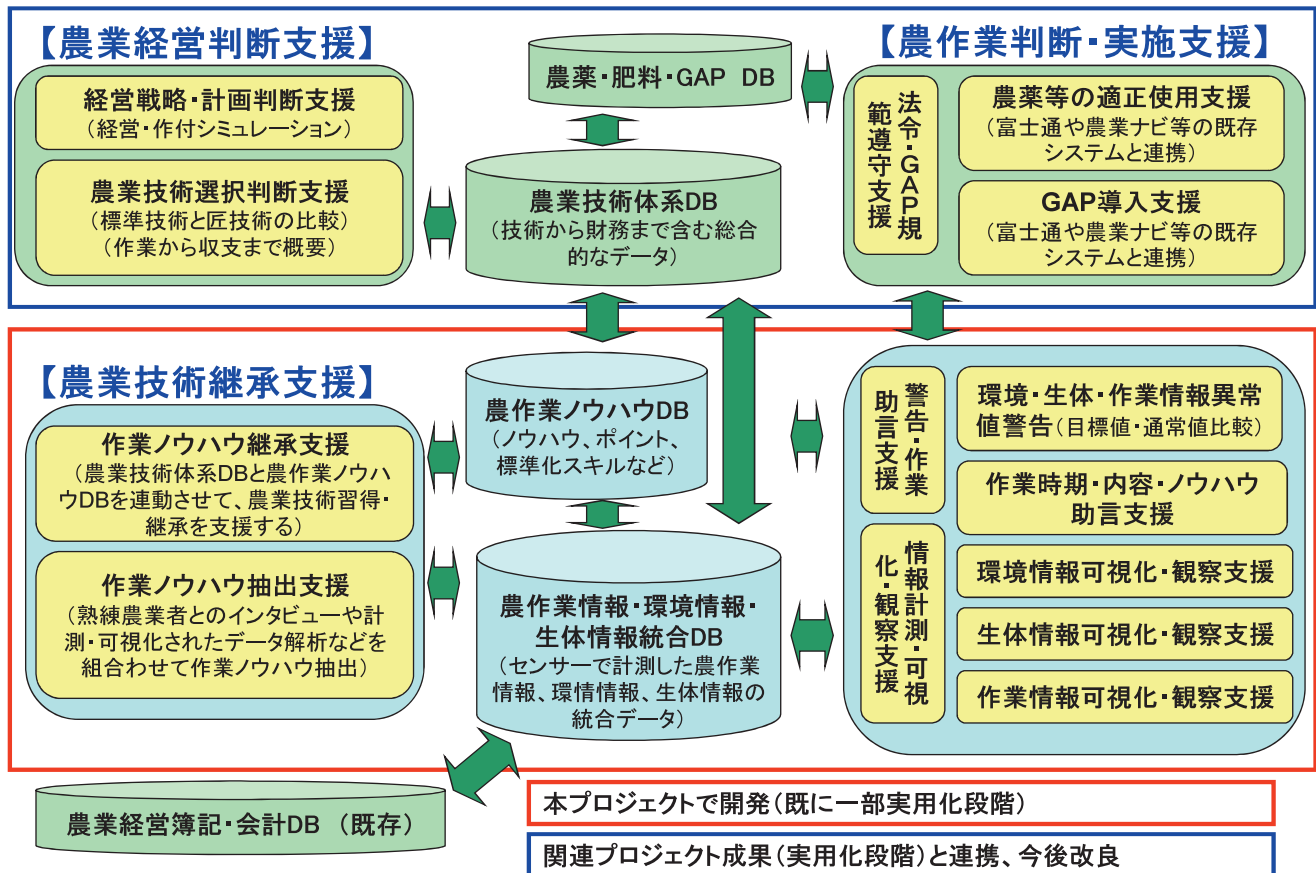
これらの、各意思決定レベルは相互に関連しており、最も下位に位置する作業ノウハウの意味が、最も上位に位置する経営レベルの経営戦略に依存する場合もある。このため、熟練農作業ノウハウを抽出し、可視化するためには、経営レベルから作業のノウハウ・コツレベルまでの各段階の情報を統合的に計測する必要がある。今年度は、こうした観点から、「農匠ナビ」全体システムの支援機能を整理し、体系化した。

(2)農作業判断・実施支援の概要

これらの支援機能は、農業経営における多様な意思決定レベルを支援することができる。このうち、今年度は、②農業技術継承支援および③農作業判断・実施支援を主な対象として、システム開発を行なった。これらの支援場面では、農作業情報、生体情報、環境情報の計測・可視化・観察支援が重要な支援機能となる。また、警告・作業助言支援としては、作業時期・内容・ノウハウ助言支援、環境・生体・作業情報異常値警告(目標値・通常値比較)が重要になる。

これらの機能に関連して、現在、優先的に開発を行なっているサブシステムとしては、営農可視化システムFVSや、ユビキタス環境制御システムUECSを発展させたワンストップ高度施設園芸生産支援情報システムなどがある。これらのサブシステムの有効性を向上させ、実用化につなげるため、共同研究機関と一体となって、土地利用型農業および施設利用型農業を対象に、全国的な現地実証を実施した。

主要機能からみた農匠ナビの全体像



担当機関: 国立大学法人 九州大学
 担当課題名: 「農匠ナビ」全体システム設計・実証および農作業連続計測・可視化・データマイニング基盤技術の研究開発

営農可視化システムFVSによる 農作業情報の連続計測と可視化

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)を行うシステムです。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できることが明らかになっています。

多様な現場ニーズに対応できるように、様々な情報を高精度で計測できる高機能タイプから、低価格で導入しやすい普及タイプまで、様々なタイプのシステムを試作しています。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しています。農匠ナビ協力機関(裏表紙参照)と連携し、有効性・実用性が確認されたシステムから、順次、実用化を進めています。

営農可視化システムFVSは、技術継承のためのeラーニング教材作成や、農業者の技能の違いの具体的な要因の解析にも有効です。一筆毎の圃場の条件(土壌など)も異なり、日々の天候の影響も受けやすい農業では、今まで、農作業の内容と作物の収量や品質の関係を科学的に解析することが困難でした。しかし、FVSで計測した詳細な農作業データと環境情報(気温、湿度、土壌水分、日射量など)や作物生体情報(葉色、葉温、収量、品質など)と組み合わせることで、熟練農業技術者と平均的農業者、新入社員と中堅社員、新規就農者と平均的農業者の農作業の違いを科学的に解析し、熟練作業の本質を明らかにすることが可能になります。

FVSで計測された農作業情報と、環境情報や作物生体情報を統合化・可視化することで、熟練農作業のコツやノウハウを科学的に解析することが可能になります。

営農可視化システムFVSによる農作業ノウハウの可視化

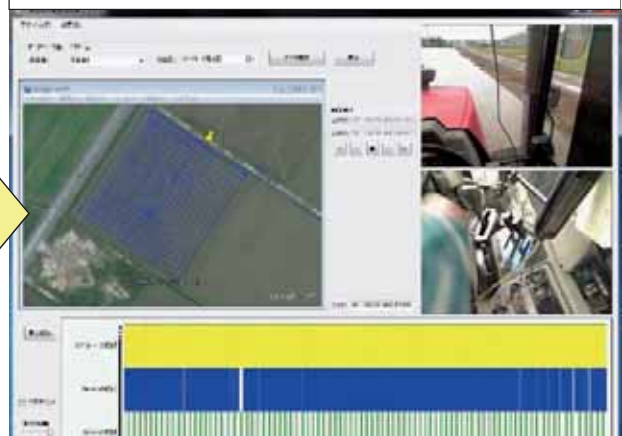
FVS(高機能版)による代掻き作業情報の連続計測(GPS、カメラなど)



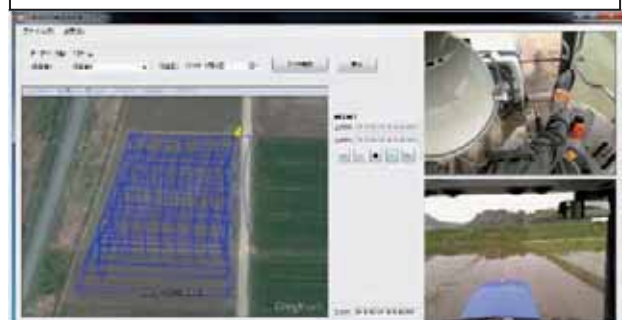
FVSを用いることで、高度な機械操作が要求される代掻き作業の様子を、GPSやカメラで連続計測し、それらを統合化して、可視化することができるが、滋賀県農業技術振興センターの現地実証で明らかにされている。

熟練作業(図上)と非熟練者(図下)の作業軌跡や視野・操作画像などの可視化作業情報を比較することで、作業熟練度の差異が明確になり、作業ノウハウ抽出が可能になる。また非熟練者が、熟練者の操作映像を視聴することで、作業ノウハウの継承が促進される。

熟練者の作業軌跡および操作映像



非熟練者の作業軌跡および操作映像



担当機関: 国立大学法人 九州大学

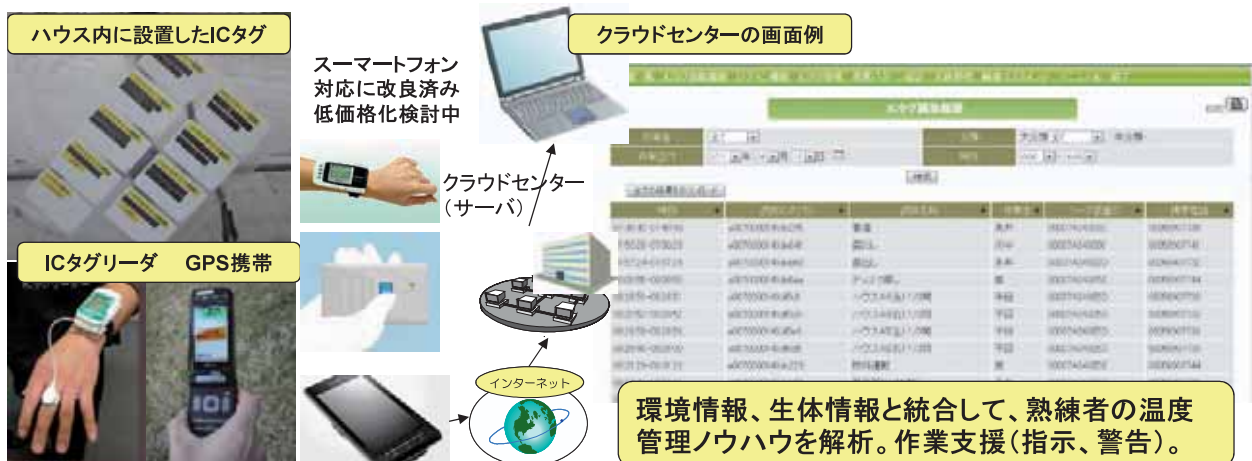
担当課題名: 「農匠ナビ」全体システム設計・実証および農作業連続計測・可視化・データマイニング基盤技術の研究開発

営農可視化システムFVSによる 農作業情報の連続計測と可視化

普及タイプの営農可視化システムFVSは、スマートフォンとICタグリーダを用いて、詳細な農作業情報の連続計測と可視化ができる。計測されたICタグ、GPS、画像情報は、スマートフォン経由でクラウドセンターに送信・蓄積される。蓄積された情報に基づいて、予め利用者が設定した様々な表や図として表示される。つまり、統合化・可視化が半自動的に行なわれる。

計測・可視化したい農作業内容にICタグを自由に対応させることができるシステム仕様となっているので、様々な作物・農作業項目に応用することができる。

ICタグを用いることで、手作業では記録が困難であった、水稲育苗ハウスの開閉作業の内容と正確な時刻を省力的に計測できることが、滋賀県農業技術振興センターの現地実証で明らかにされている。

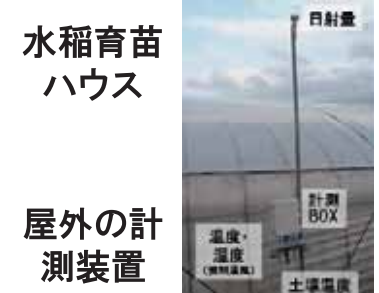


水稲育苗ハウス



ハウス内の計測装置

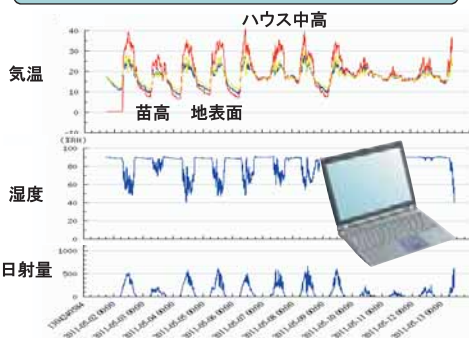
水稲育の生育の変化(画像)



屋外の計測装置



水稲育苗ハウス内環境の変化



作業情報との統合化を推進

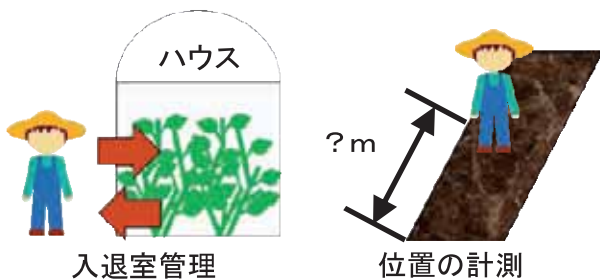
担当機関: 国立大学法人 九州大学
 担当課題名: 「農匠ナビ」全体システム設計・実証および農作業連続計測・可視化・データマイニング基盤技術の研究開発

圃場設置カメラを利用した農作業位置計測

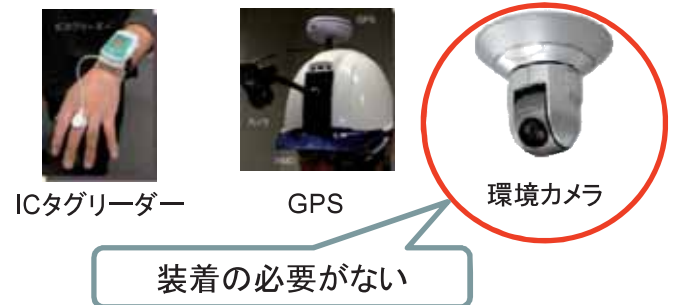
農作業情報(いつ、どこで、誰が、何の作業をしたか)を自動的に計測・記録することを目的としています。これにより、ハウスへの入退室の管理や作業状況の可視化、作業時間の自動記録などが可能になります。

農作業の詳細な作業情報を記録する方法としては、GPSやICタグリーダー等の有効性が明らかになっています。しかしこれらの方法では、農作業が作業時に位置計測デバイスを装着する必要があります。そこで、ハウス内にカメラを設置することにより、作業者に負担をかけることなく農作業情報を自動記録する技術の確立を目指しています。現在は農作業者の位置情報を自動獲得する技術と、その結果を利用した圃場内の滞在時間の推定や位置ごとの滞在時間を表す滞在マップについての検討を行っています。

研究目的



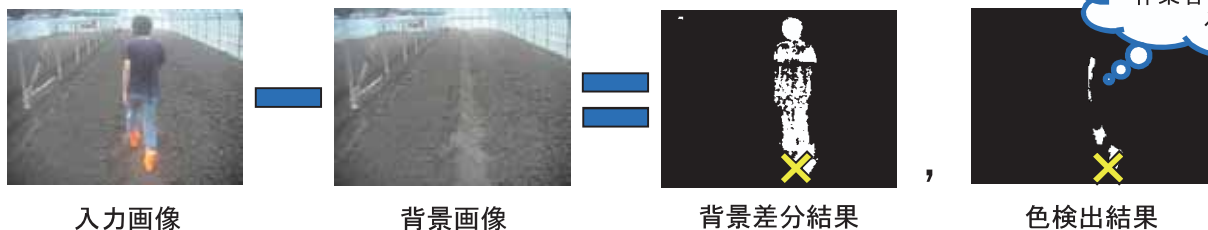
位置計測デバイス



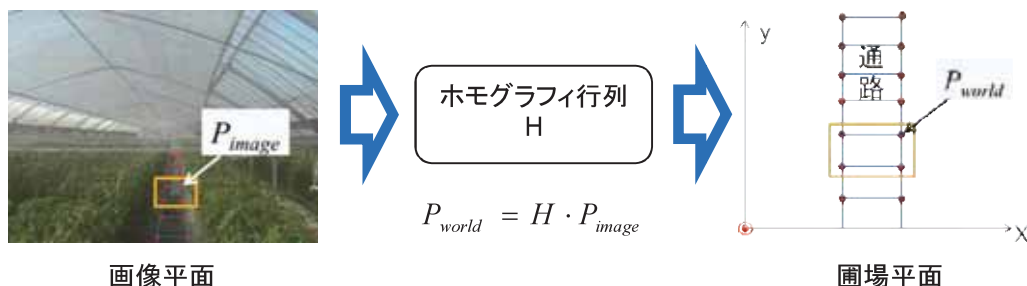
農作業者の位置を検出するために、2段階の処理を行います。1段階目では、画像上で作業者がどの位置にいるのかを検出します。画像上の位置検出手法としては、背景差分法(画像上の変化のあった部分の検出を行う手法)と、色検出(特定の色のある物体の位置を検出する手法)を利用します。背景差分法ではどのような物体であっても検出が可能ですが、照明条件の変化のような環境変動も検出してしまうため、常に物体の位置を精度よく推定できるとは限りません。一方、色検出では特定の色のみを検出するため精度よく位置の推定が可能ですが、色を検出できない場合(色のついた部分が隠れてしまった時など)は検出を行うことができません。そこでこれらの手法を相補的に利用することで、出来るだけ常に高精度な位置推定を行う手法の開発を進めています。

2段階目では、画像上の座標から、実際の圃場の座標への変換を行います。これは、画像平面の座標と圃場平面の座標を対応付けることによって行っています。画像平面上での作業者の足元の位置情報を圃場平面の座標に変換して、圃場上での位置を記録するようにしています。

1. 画像上の作業位置検出(背景差分法, 色検出)

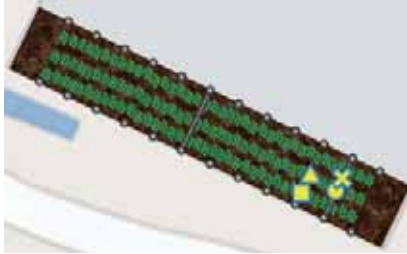


2. 画像平面と圃場平面の対応付け(ホモグラフィ行列)



きゅうりの収穫作業を行っている作業者の位置の情報を実際に記録しました。撮影は朝の5時から夜の20時まで自動的に行われています。約2ヶ月分の計測データをもとに、入退室の判断結果から作業時間を記録したり、位置の計測結果から「圃場内のどこに長く滞在したか」を表す滞在マップの作成を行っています。滞在時間は近似的に農作業を行った時間であると考えられるため、このマップを他の圃場センシング結果と統合して分析を行うことにより、農作業支援に有用な新しい知識が得られることを期待しています。

撮影環境と作業者



福岡県糸島市の協力農場
(きゅうりを栽培)



収穫作業のシーン例

設置したカメラ



✕ ネットワークカメラ1



● ネットワークカメラ2



入退室管理

作業日	時間
11/22	08:59~09:04
11/23	09:32~09:39
⋮	⋮

位置計測

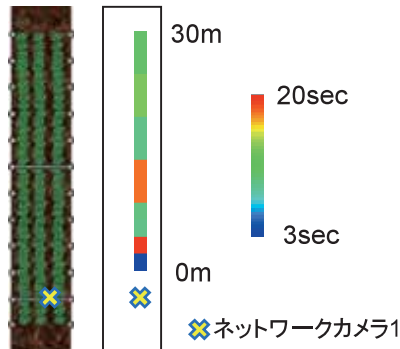


誤差
カメラ付近
0.1~1.0m
遠く
1.0~2.5m

滞在マップの作成



農作業中は位置
が移動しない



場所ごとの滞在時間のマップ

実作業の計測における課題



足元を検出できない場合

- ・カメラを2台使用
- ・頭部位置の検出

農作業時の農家の視点解析に基づく 意思決定過程解明のための基盤プラットフォームの構築

慶應義塾大学では、昨年度の取り組みを踏まえ農業用技能継承プラットフォーム（【施設栽培用視覚情報測定システム】・【農家用状態把握システム】）と、作物生育データとを連携したソリューションのプロトタイプを構築しました。これらは、個々の農家の問題発見能力に資する技能継承を促進する事を目的とした学習支援ツールとしての効果も期待できます。

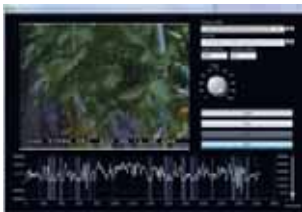
<基盤プラットフォームの方向性と狙い>

方向性：熟練者・非熟練者の「判断」の可視化

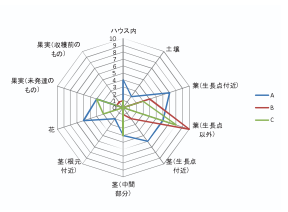
- ◆ 人間の認知と外部環境や作物状態のデータを同期
- ◆ 時系列や作物状態に応じた「判断」を可視化することで学習へのフィードバックの仕組み作りを推進

①技能継承プラットフォームの農業分野への拡張

A. 視線データ (無意識的判断)



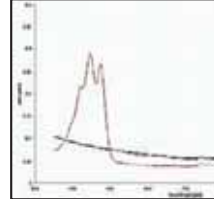
B. 「気付き」データ (意識的判断)



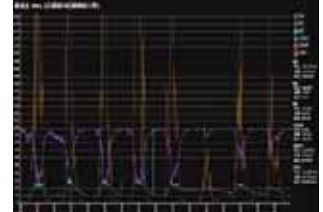
データ連携

②作物生育状態の取得手法の検討

C. 作物内部状態 データ



D. 圃場環境 データ



①技能継承プラットフォームの農業分野への拡張

慶應義塾大学が介護・福祉分野において取り組んできた【技能継承プラットフォーム】を農業用に拡張し、実証実験を通じて、気付きの差異の可視化を進め、プロトタイプシステムのパッケージング化に取り組まれました。無意識的判断の視線データと、意識的判断の気付きデータが、時系列に沿って可視化されることで、熟練者・非熟練者が、その相関性や活動内容などを明示的に把握・分析できることで、それぞれの技能向上に資する事が期待されます。

A. 視線データ(無意識的判断)



- ◆ 人間の視野の動きを解析し、注視点を抽出する
- ◆ 複数の人間の視野を比較することで、個々人の注視点の違いを比較
- ◆ 動画像差分フィルタを調整可能。屋内外の環境変化はフィルタ調整により対応



B. 気付きデータ(意識的判断)

<入力端末(スマートフォン)>



<入力項目案)>

項目名	項目内容	項目名	項目内容
作業時間	作業時間	作業内容	作業内容
作業場所	作業場所	作業方法	作業方法
作業対象	作業対象	作業回数	作業回数
作業状況	作業状況	作業結果	作業結果
作業環境	作業環境	作業評価	作業評価
作業者	作業者	作業時間	作業時間
作業日	作業日	作業場所	作業場所
作業時間	作業時間	作業内容	作業内容
作業場所	作業場所	作業方法	作業方法
作業対象	作業対象	作業回数	作業回数
作業状況	作業状況	作業結果	作業結果
作業環境	作業環境	作業評価	作業評価
作業者	作業者	作業時間	作業時間
作業日	作業日	作業場所	作業場所

- ◆ 農家が気づいた内容をスマートフォンを活用し、簡単にメモ
- ◆ 時系列データとして蓄積。上段ツールとの連携
- ◆ 複数人のデータを比較することで、個々に異なる気づきを相対的に比較
- ◆ 個々人の問題発見能力の違いを議論する為のツールとして活用

担当機関：慶應義塾大学 SFC 研究所
担当課題名：農作業視覚情報行動分析手法および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

農作業時の農家の視点解析に基づく 意思決定過程解明のための基盤プラットフォームの構築

②作物生育状態の取得手法の検討

圃場のセンシングデータなどによる環境データと、分光計測等による作物そのものの状態を同時に可視化し、前述のプラットフォームに統合・表示する仕組みを開発しました。これにより、作物の状態や環境の変化に対して、どのような視線や気付きに基づく判断を行っているかを、一元的に把握できることで、それぞれの因果・相関性の詳細な検証・分析を可能にする基盤プラットフォームのための基盤技術を構築しました。

C. 作物内部状態データ



- <C:作物内部状態データ:分光計測による特定成分の定量分析>
- ◆分光計測による定量分析
 - 作物の特定成分の吸光度等を計測
 - 作物の成分同定用の波長を選択
 - 統計処理により定量化のデータ補正方法を確立
 - 作物の価値を形成する高付加価値成分の定量化モデルを構築

<D:圃場環境データ>

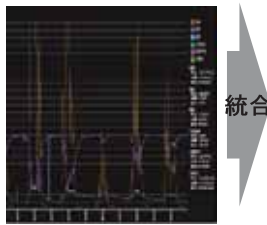
- ◆土壌温湿度、大気温湿度、EC値、日照などのデータを時刻同時性を担保しつつ取得
- ◆圃場環境データと生育状態の分析データを連携
 - 「気付き」を得たときの圃場環境と作物の生育状況を同期することで、新たな気付きや、気付きの発展を促す

<各データの連携・統合>

- ◆作物内部状態データと圃場環境データ、【技能継承プラットフォーム】の時間軸に沿ったデータ関係ツールによる統合

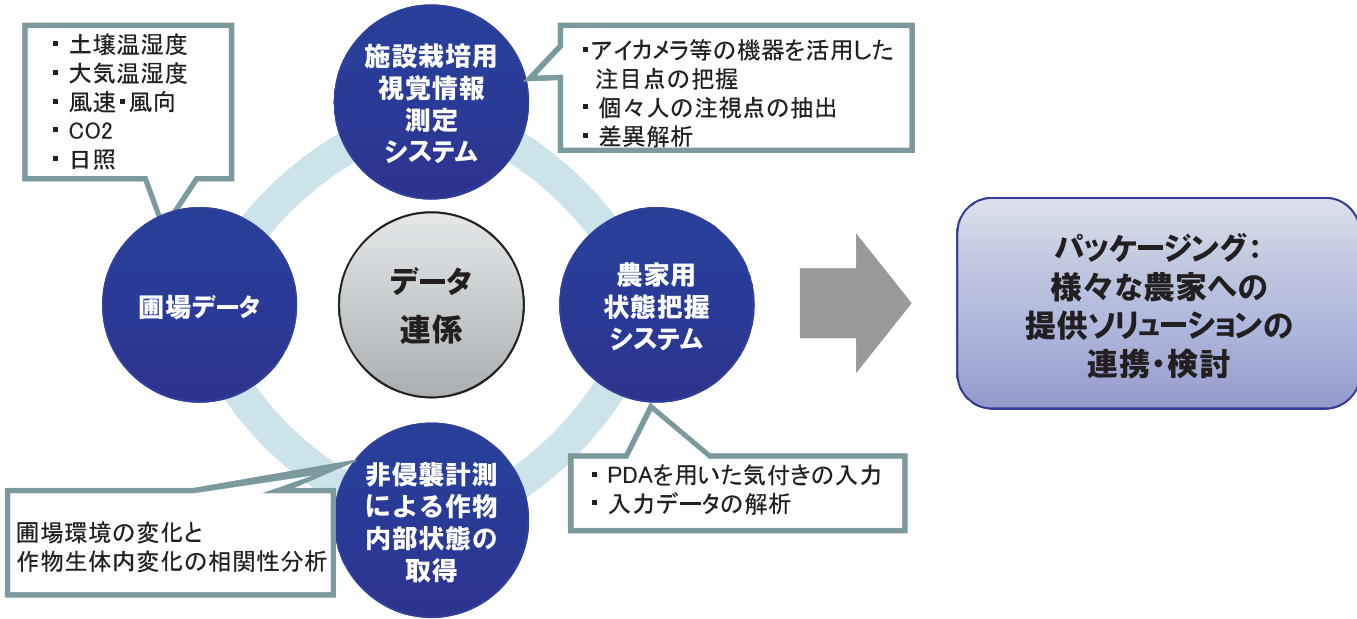
一元的可視化の実現

D.圃場環境データ



まとめ・今後の展望

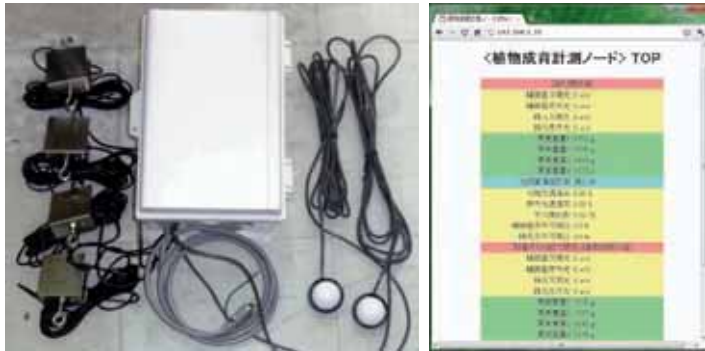
今後は、様々なデータとの動的連携を実現するマッシュアップ型のプラットフォーム基盤としての発展を図り、個々の農家の技能の違いを、各人が認識し、改善に務める際に有効なソリューションとして実フィールドにおいて有用性を検証する予定です。



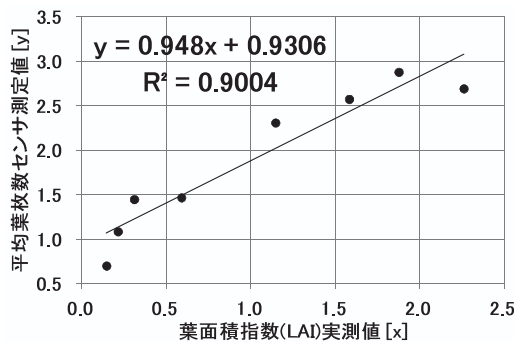
担当機関: 慶應義塾大学 SFC 研究所
 担当課題名: 農作業視覚情報行動分析手法および意思決定支援のためのデータマイニング基盤技術の研究開発

施設園芸匠の技抽出のための植物成育の自動計測

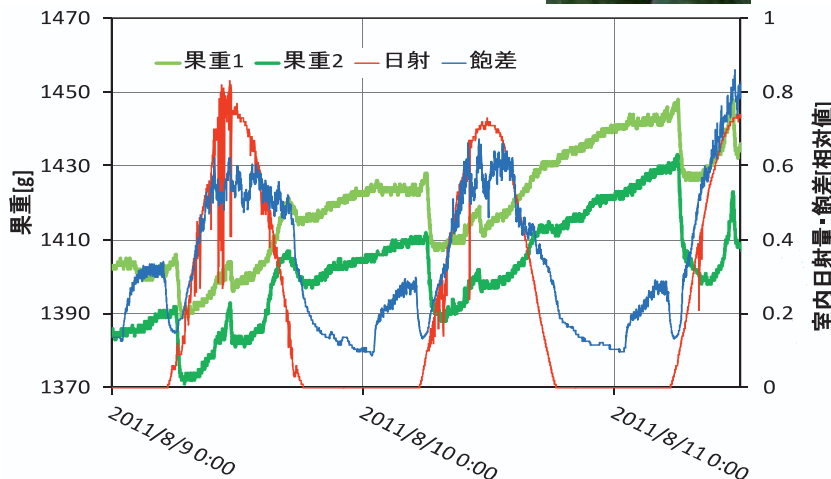
施設植物生産の匠の技を抽出し、それらを統合・可視化して、初心者教育や生産者のアシスタントとして使用できる高度施設園芸生産支援情報システムの開発を目指して研究を進めています。植物がどのように時々刻々成育しているかを測定し、定量化することは、生産技術の抽出・評価のために大切です。ここでは、光と重量のセンシング技術を活用した、植物成育情報の非破壊・連続測定装置を、ユビキタス環境制御システム(UECS)に対応させた低コストシステムとして開発しました。施設植物生産現場に設置して植物成育情報のリアルタイム計測を可能にしました。



UECS対応の生体情報計測ノードの外観およびWeb表示画面。1点の平均葉枚数と4点の重量測定が可能です。本体製造原価(センサ除く)は約3万円です。



メロンの測定例。生体情報計測ノードで測定した平均葉枚数とLAI実測値が良い相関を示しました。LAI自動測定の可能性が示されました。



メロン果重の経時変化測定例。メロンの果重増加が、日射量および飽差の変化と関係しながら、主に夜間に起きていることが綺麗に示されています。1.4kg程度のメロン果重は1日に約20g増加することが示されました。



静岡マスクメロン生産者の温室への設置例。赤丸が、今回開発した可視光と赤外光を使って平均葉枚数を計測する低コスト光センサです。

←メロン果重の連続測定状況



野菜茶業研究所のキュウリ植物工場での測定試験。三重県農業研究所のトマト植物工場においても試験を実施中です。

協力機関: 静岡県農林技術研究所、農研機構野菜茶業研究所、三重県農業研究所、ミネベア株式会社

担当機関: 東海大学

担当課題名: 施設利用型農業における作業・環境・生体情報の統合化・可視化技術の開発

ワンストップ施設園芸サポートシステムによる情報化の達成

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。施設園芸の生産現場で生産者が支援情報システムを動作させる情報機器は、小型・耐環境性・低コストでなければならず、パソコンでは不適合です。そこで、スマートフォンなど、日常の通話・メール・Webページ閲覧などに使用するモバイル通信機器(ガジェット)で全ての実行が可能なワンストップ施設園芸サポートシステムを開発しました。生産者はいつも使っているたった1台のスマートフォンをポケットに入れて温室に行くだけで全ての情報を管理できます。



ワンストップ施設園芸サポートシステムの構成概念図。温室内は ユビキタス環境制御システム(UECS)の通信規格で標準化され、情報データベースとサーバはリナックスボックスに構築された低コスト情報サーバが担当します。スマートフォンなどの無線LAN機能を備えたガジェットを使って各種情報にアクセスしたり、直接UECSノード(機器)を操作したりできます。

Androidスマートフォンで動作するポケット温湿度計アプリ。スマートフォンのOSとして最も普及しているアンドロイドのアプリですので、多数の機種が使用可能になりました。本システムのアプリは今後全てアンドロイド用として開発される予定です。



低コスト情報サーバの操作画面例。全てWebインターフェースを使って操作できます。左は、記録されている情報のうち、必要な部分をファイル出力するページです。右は、グラフ表示の画面です



Androidスマートフォンで動作する総合情報モニタアプリ。過去の任意の施設植物生産情報を閲覧することができます。例えば、去年の同時期の気温や成育状況を、温室の中ですぐに確認できます。

協力機関: 株式会社富士通九州システムズ

担当機関: 東海大学

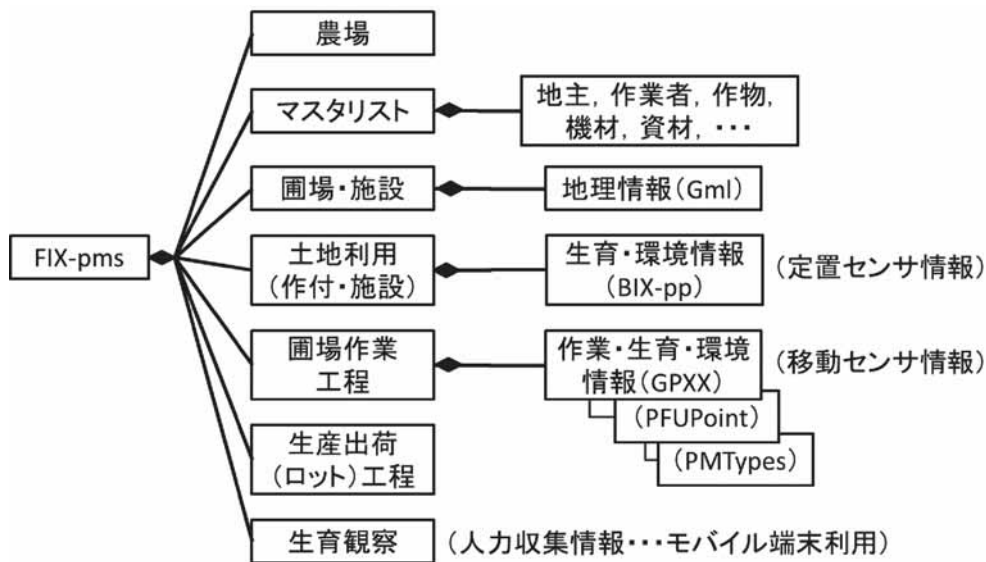
担当課題名: 施設利用型農業における作業・環境・生体情報の統合化・可視化技術の開発

農業生産工程管理データスキーマの提案と 既存ソフトウェアへの適用・実装

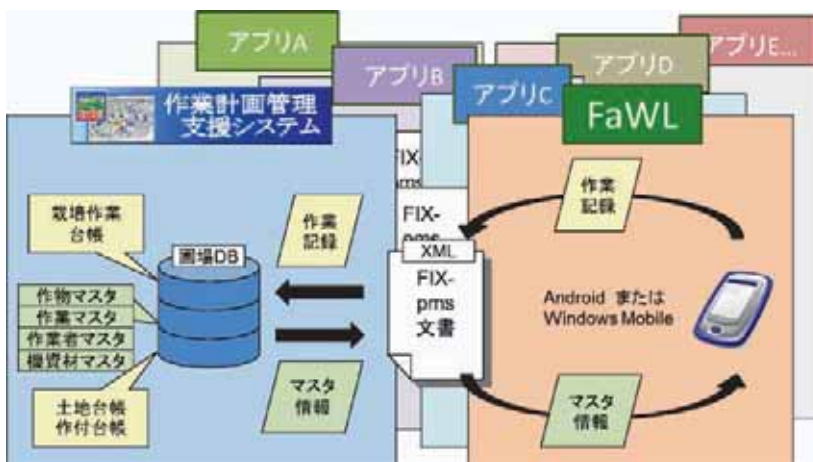
農業生産現場で発生する生産工程管理データの標準化をめざして

農業生産現場で発生する様々な作業情報・環境情報・生体情報は、これまでの研究成果に基づくシステム化・製品化によって収集できるようになってきました。しかし、収集されたデータの多くは個々の研究成果やシステム内での使用に特化した形式で保管されており、各システム間でのデータ互換性・相互運用性はほとんどありませんでした。そこで、このデータ互換性・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します。

データ表現形式の規格化については、農業生産工程管理上で発生する多様なデータの一表現形式としてXML Schemaに基づいて規定された「FIX-pms」規格を考案しました。この規格はEUで提唱されている「agroXML」規格および農研機構において開発・公開されている「作業計画・管理支援システム(PMS)」が取り扱う農業生産工程管理データ構造を踏まえつつ、2010年度に提案した連続的に収集される作業情報・環境情報・生体情報表現規格GPXXも包含して一体的な表現が可能な構造となっています。

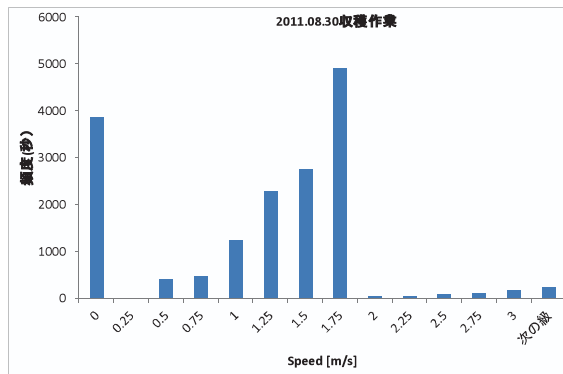


作業・環境・生体情報を含む農業生産工程管理データ表現規格FIX-pmsの構造骨格



農業生産工程管理データ表現規格FIX-pmsによるデータ交換概念(左)と実装例FaWL(右)

FIX-pms規格によるXML文書(FIX-pms文書)によるデータ交換機能を既開発・公開中のPMSに追加しました。さらに、農作業現場で携帯情報端末(AndroidまたはWindows Mobile)を使用して作業情報を記録するソフトウェア「FaWL (Farm Work Logger)」を開発しました。これを模範として、各種の農業用アプリケーションがFIX-pms規格に対応することで農業生産工程管理データのデータ交換・標準化を目指しています。



後付けで簡便に機械作業情報を収集するDFL(DigiFarmLogger)の水稲収穫作業への適用(左)とデータ解析例(右)

農業機械に簡便に後付けして作業情報を収集できるDFL(DigiFarmLogger)を水稲収穫作業に適用し(2011/8/23～10/11)、稼働状況を記録しました。この作業情報もDFLからGPXX形式(FIX-pms規格の一部)で交換されます。

データ表現規格の定義において使用される用語の意味の収集・整理については、Semantic MediaWiki (SMW)上での事例収集を継続するとともに、効率的な収集を実現するツールソフトウェアとして、XML Schema で定義されたデータ表現規格をSMWに取り込むWebアプリケーションを作成しました。これにより、気象データをはじめとする農業生産を取り巻く生産環境データなどのデータ表現事例収集を加速しています。

Import XML Schema Into SMW

インポート、インクルードファイルのチェックを行いました。

次のインポート、インクルードxsdファイルを確認してください。

インポート、インクルードxsdファイル状態

登録されているファイルにはある場合、登録することができません。

URL	登録されている	ダウンロードできる	アクション
http://xml.kishou.go.jp/jmxm1/body/vokanology1/jmx_voic.xsd	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	アップロード
http://xml.kishou.go.jp/jmxm1/body/meteorology1/jmx_mete.xsd	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	アップロード
http://xml.kishou.go.jp/jmxm1/InformationBasis1/jmx_ib.xsd	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	アップロード
http://xml.kishou.go.jp/jmxm1/body/seismology1/jmx_ses.xsd	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	アップロード

必要なファイルをアップロードした後に再チェックをお願いします。

##終了

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?><xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:jmx="http://xml.kishou.go.jp/jmxm1/..."/>
```

Import XML Schema Into SMW

xsdファイルを表示します。

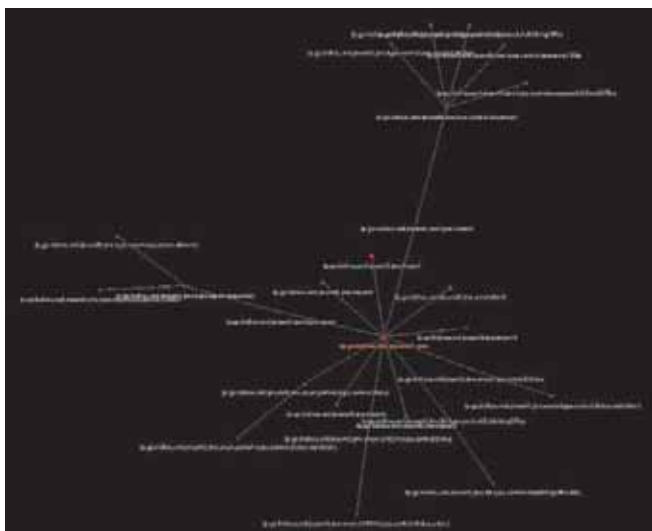
このファイルで問題がなければ登録を実行してください。

##終了

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?><xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:jmx="http://xml.kishou.go.jp/jmxm1/..."/><xs:annotation/><xs:element name="..."/><xs:complexType name="..."/></xs:complexType/></xs:schema/>
```

XML Schema文書をSMWへインポートするWebアプリケーションの実行画面例

さまざまな機関・団体が公開を始めているXML Schemaによるデータ表現定義を収集し、SMW上に集積しています。集積されたデータ表現間の対応関係を作成することで、データ表現間のマッチング・データ交換の実現を目指しています。



気象庁防災情報XMLのインポート例
気象庁が公開している「防災情報XML」のXML Schemaによる定義情報をインポートしてデータ構造を可視化した例です。

担当機関: 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
担当課題名: 土地利用型農業における作業・環境・生体情報の統合化・可視化技術の研究開発

土地利用型農業における農匠ナビシステムの現地実証

滋賀県農業技術振興センターでは、大規模水田作経営を対象に、経営者ら熟練者が有する技能・知識の内容と特質を分析するとともに、共同研究機関と連携してこれらを従業員に継承するための手法を検討しています。本年度は、①熟練者・従業員へのインタビュー、作業動向調査などにより農作業における技能・知識の抽出と分析およびこれらを継承するための手法の試作、②九州大学が開発した営農可視化システム(以下、FVSという)などのICTを用いた情報の取得と活用に関する現地実証試験などの取り組みを進めました。以下に、本年度の主な取り組み内容を紹介しします。

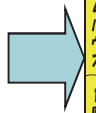
(1) FVS(ICタグ・携帯電話・クラウド版)現地実証試験

水稻の育苗作業、収穫作業などを対象に九州大学が開発したFVS(ICタグ・携帯電話・クラウド版)や自動定点観測カメラ、温度データロガーなどのICT活用して農作業情報、生育情報、環境情報の取得を行うとともに、取得した情報の活用方策について検討しました。

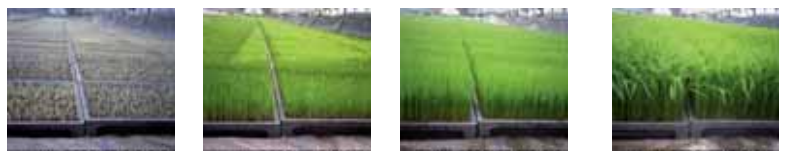
現地実証試験の結果、FVSなどのICTを活用することで現地実証農場において記帳による取得が困難であった詳細な農作業情報の取得が可能となるなど生産現場での情報取得に活用できることを確認しました。また、取得した情報を関連付けて体系的に整理することで、作業判断の背景にある多様な状況に対する理解促進や計画策定時の判断支援など従業員の能力養成に有用であることを確認するとともに、今後の実用化に向けた改善点を抽出しました。



月日	3月				4月																									
	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
外気温	平均	5	6	7	9	7	8	7	8	7	8	13	11	11	12	8	9	9	11	12	11	10	11	9	8	9	10	11	9	9
	最高	12	14	12	14	15	16	11	13	14	14	22	12	14	19	16	15	16	17	17	14	15	19	14	11	14	14	13	16	13
	最低	-2	-1	1	4	0	3	4	4	-1	0	7	9	9	6	4	4	1	3	8	7	6	5	6	4	2	7	7	5	5
ハウス温度	平均											17	14	15	15	12	13	12	15	15	14	14	14	12	12	14	13	12	11	
	最高											30	18	24	26	24	27	22	25	23	20	24	22	20	25	24	22	19	19	
	最低											7	8	8	5	4	4	1	4	8	7	5	6	7	4	2	7	6	5	6
作業工程	浸種	浸種期間: 6.1日				催芽	播種	苗出	緑化期間: 3.8日	緑化終了	播種~田植開始日までの日数: 21日																			田植
	農作業							生育	5mm以下																				草丈 11cm、葉齢 2.5	
	画像								●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
農作業問題点																						*								*



ICタグを用いた育苗作業の情報取得



取得した情報の活用方策の一例(育苗作業全体図)



籾黄化率の観察と情報取得

No	品種	播種日	田植開始	田植終了	面積(a)	出穂期	収穫予想時期																		
							900度	950度	金	土	日	月	火	水	木	金									
22	羽二重餅	5月17日	5月31日	5月31日	672	8月25日	9月30日	10月3日	黄化率 50%				黄化率 70%			黄化率 80%									●
23	日本晴(湛直)	-	6月2日	6月2日	95	8月24日	9月29日	10月2日					黄化率 60%			黄化率 70%									
24	玉栄	5月25日	6月9日	6月9日	193	8月20日	9月24日	9月27日	黄化率 60%				黄化率 70%			黄化率 70%									
25	日本晴	5月25日	6月9日	6月10日	376	8月21日	9月25日	9月28日								黄化率 70%									

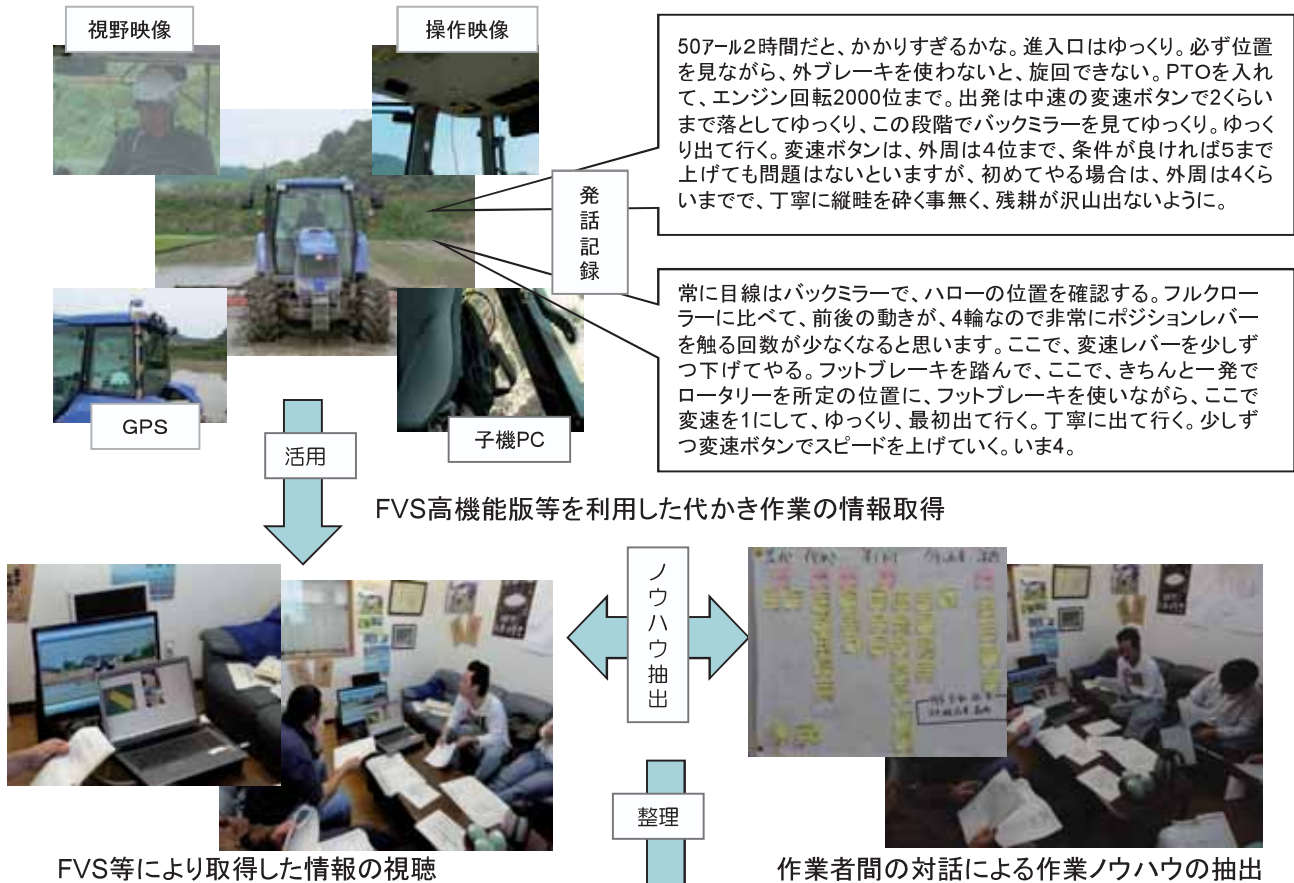
注) 表中●印は、出穂日の観察記録と出穂後の積算気温から算出した収穫予測日を表す。

取得した情報の活用方策の一例(収穫予定全体図)

(2) 熟練農作業ノウハウの抽出・継承手法の試作

熟練者の農作業ノウハウを抽出・継承するための手法を試作するとともに、水稻の農作業の中で重要度・難易度が高い作業に位置づけられる代かき作業を対象に現地実証試験を行いました。当手法は、①当センターが考案した農作業方法やノウハウを体系的に整理するための農作業構造分析表、②九州大学が開発した視野映像や操作映像、作業軌跡を取得・統合表示するためのFVS高機能版などにより取得した映像教材の視聴を組み合わせて、作業者間の対話をととして作業方法やノウハウを抽出・継承するというものです。

現地実証試験の結果、①FVS高機能版で取得した詳細な農作業情報を活用することで農作業ノウハウの抽出および暗黙知に対する理解を促進できること、②農作業構造分析表を用いた作業者間の対話により作業方法やノウハウを体系的に抽出・整理できることなど、当手法の活用が経営内での農作業ノウハウの抽出・継承に有用であることを確認するとともに、今後の実用化に向けた改善点を抽出しました。



NO	【作業手順】	【基本的な方法】	【臨機応変な対応策】	
			圃場条件	気象条件
12	4隅の高低差を直す	隅の高さの状況に応じて適切にハローを操作して土を動かす	<p>【隅が高い時】 高い方側のハローを傾けて作業する ※土を多く動かす場合は均平板を下げて引っ張る。</p> <p>【高い部分の幅が1～2m程度の場合】 ハローを傾けてPTOの回転を止めて高い部分の土を引き出す。</p> <p>【高い部分の幅が4～5m程度の場合】 ハローを水平にして、全体を前に引き出す。</p> <p>【高低差が少い場合】 外周2周目に作業機を降ろしたまま2目盛り程度ポジションを上げて旋回する</p>	
13	作業中に田んぼの高低を判断する	水の動きを観察して圃場の高低差を判断する		<p>【照り返しが強い時】 トラクタのボンネットで影になる部分を利用して確認する。</p> <p>【強風時】 強風時はさざ波を観察する(さざ波の高い所が低い所)</p>

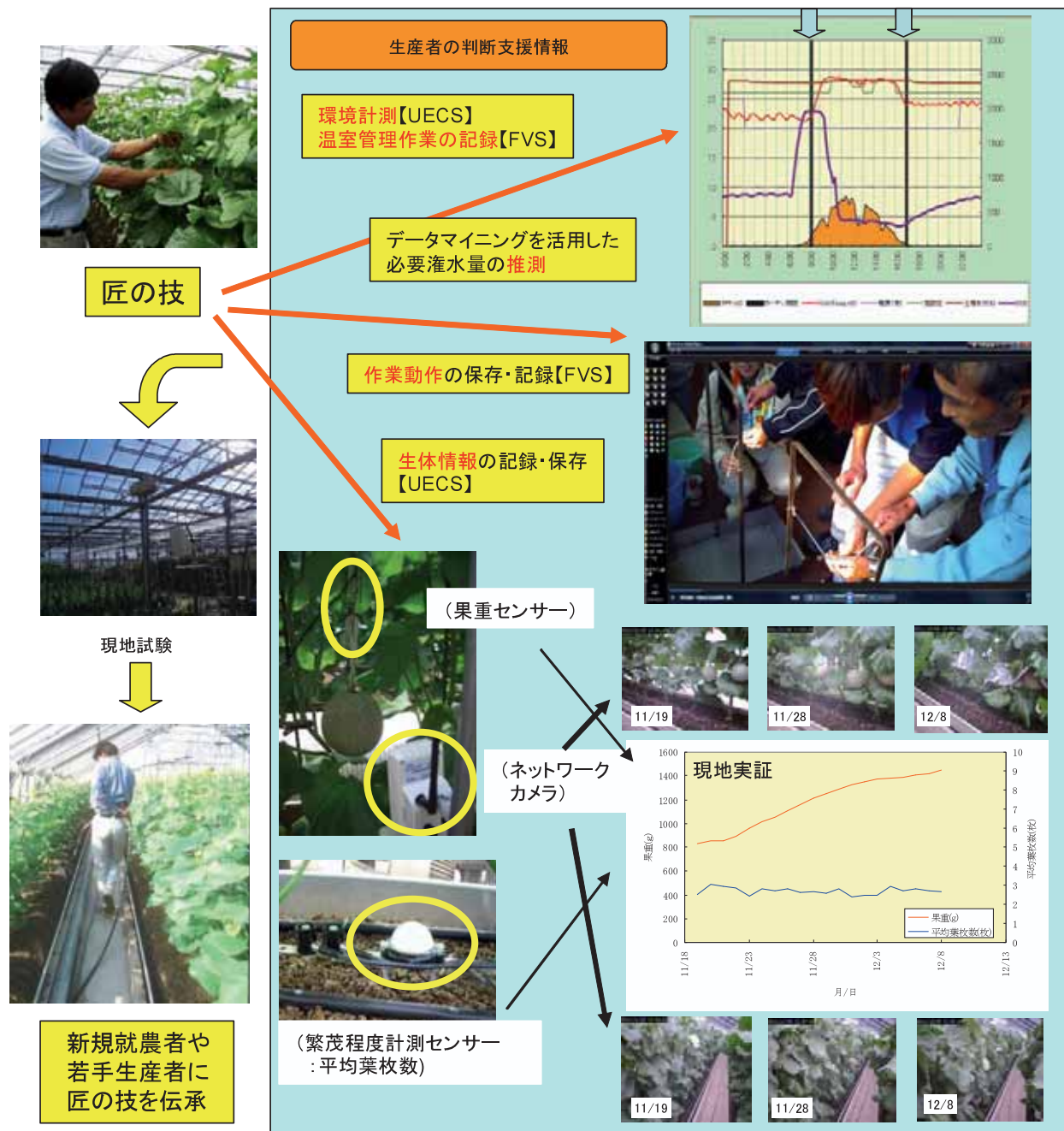
農作業構造分析表に整理した作業方法・ノウハウの一例(代かき作業)

担当機関: 滋賀県農業技術振興センター
 担当課題名: 土地利用型農業における「農匠ナビ」の現地実証

温室メロンにおける農匠ナビシステムの現地実証

静岡県の温室メロン栽培における生育診断や生育制御は、管理者の「経験」と「勘」に基づき行われており、技術の継承が極めて困難であると言われています。そこで、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を確立するため、温室内の環境情報や生体情報等を連続計測して数値化する手法を検討しています。

本年は、東海大学が開発したセンサーによって、これまで数値化が難しかった繁茂程度や果重の数値化に取り組み、生育状況を正確、客観的、かつリアルタイムに把握することが可能となりました。これらの生体情報センサーと、環境計測センサー(温度、湿度、PPF、二酸化炭素濃度、土壌水分、地温)を生産者圃場等に設置し、現地実証試験を行うことにより、「匠の技」を数値化することができました。また、メロン栽培において重要な技術である灌水管理について、富士通株式会社データマイニングによって法則性を探り、灌水量の推測式を作成しました。九州大学のFVSIにより、匠の作業動作の記録や温室管理の情報を得ました。以上より、これまで「経験」と「勘」に判断を依存することが多かった「匠の技」について、数値化や保存・記録を行い、生産者の判断を支援する情報を得ることが可能となりました。



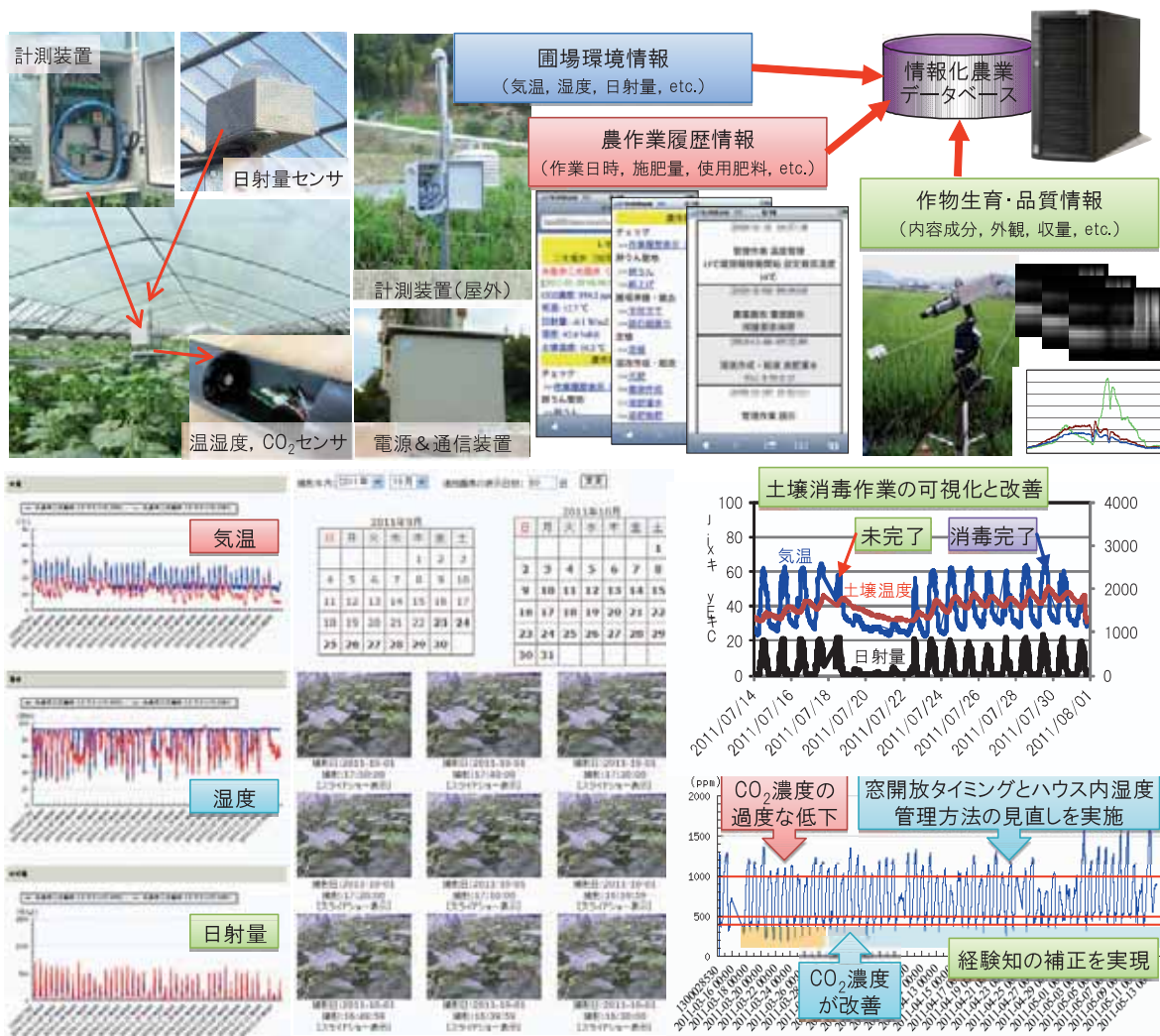
担当機関: 静岡県農林技術研究所
 担当課題名: 施設利用型農業における「農匠ナビ」の現地実証

施設利用型農業における 環境情報の連続計測と農作業情報の可視化

簡易圃場環境情報モニタリング装置(温湿度・日射量・土壌温度の計測で数万円を実現)は、各種センサーで計測された圃場環境情報をメール形式のデータとして、メールサーバーへ定期的に自動送信することができる。計測項目は、気温、湿度、日射量、二酸化炭素、土壌温度、土壌水分、ECなどである。メールサーバーに収納されたデータは、定期的に情報化農業データベース(クラウドシステムとしての運用を想定)に転送・保存される。同データベースには、LANカメラで撮影された圃場内画像も収納可能である。

農作業履歴情報は、携帯端末を用いて入力・収集できる。作物の生育・品質情報は、ハイパースペクトルカメラで撮影した葉色画像から判断している(23年度は予備試験実施、24年度から本試験実施予定)。これらの情報は全てデータベースに転送・収納され(生育・品質情報は現在別システムで稼働)、Webブラウザを介して、直ちに参照することが可能である。

実証試験の結果、本システムは、環境・農作業情報(一部)の可視化と、農作業工程(土壌消毒、ハウス設備管理等)の改善に活用できることが明らかにされた。



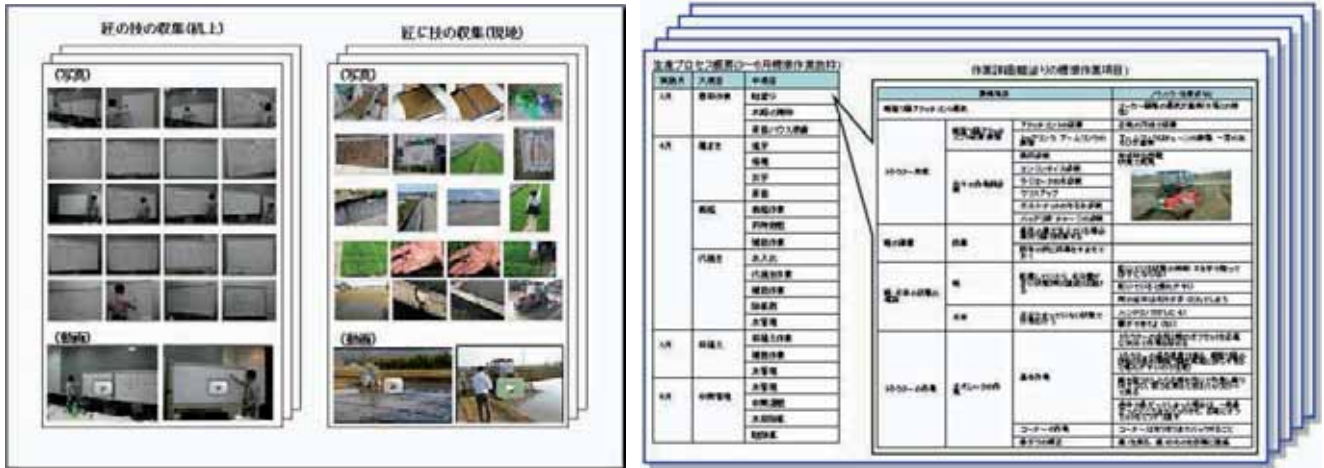
担当機関: 国立大学法人 九州大学
 担当課題名: 「農匠ナビ全体システム設計・実証および農作業連続計測・可視化・データマイニング基盤技術の研究開発」

匠コメント付き映像活用による暗黙知継承支援技法

担当課題:「匠の技継承・人材育成手法の開発」では、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しています。

そこで、まず机上と農業現場において匠の技を収集し、匠の技の「見える化」「形式知」(生産プロセス概要、作業詳細項目にノウハウ・注意点などを付加したもの)化を進め、その体系化を図りました。

体系化されたものは、主に個々のタスクレベルの形式知となっています。

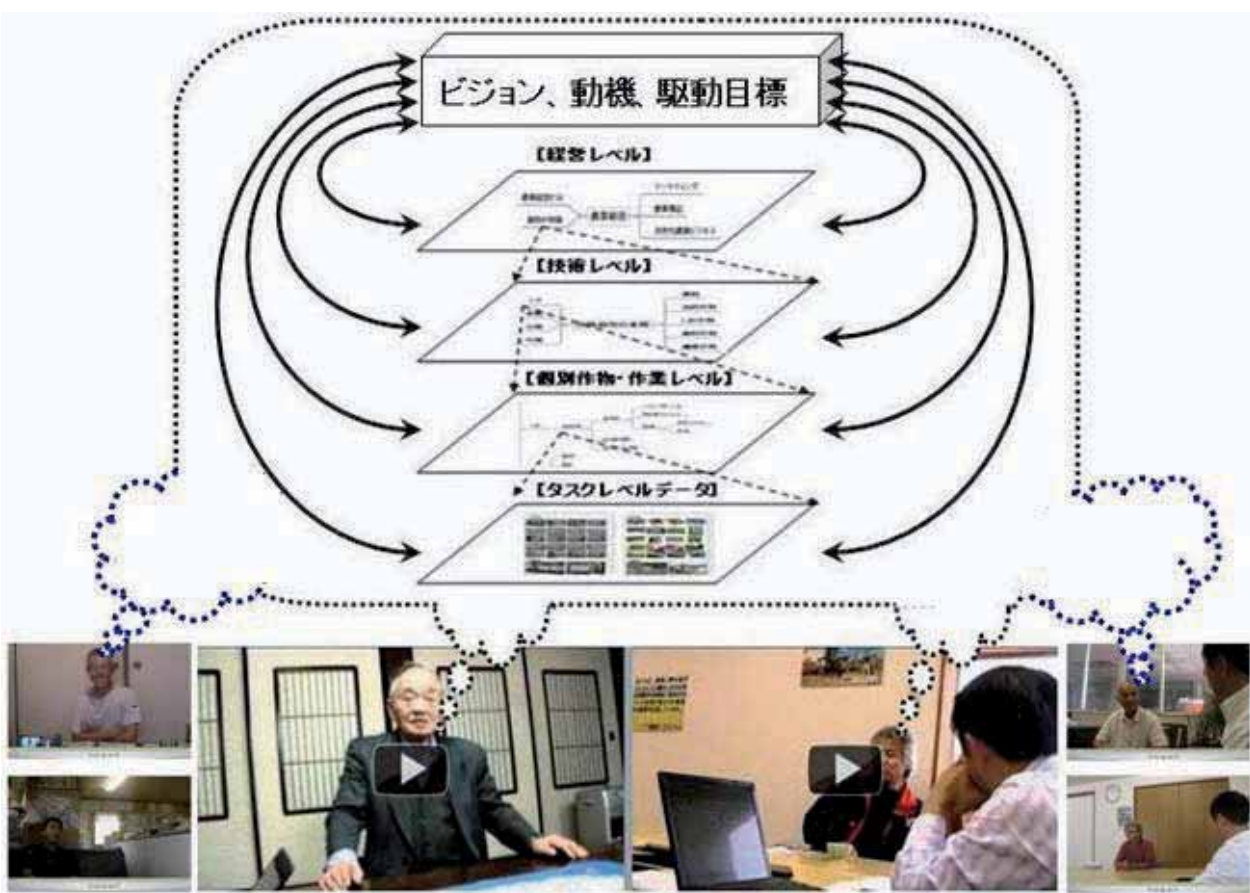


(机上と農業現場において匠の技を収集)

(見える化、体系化された、匠の技のタスク主体の「形式知」集)

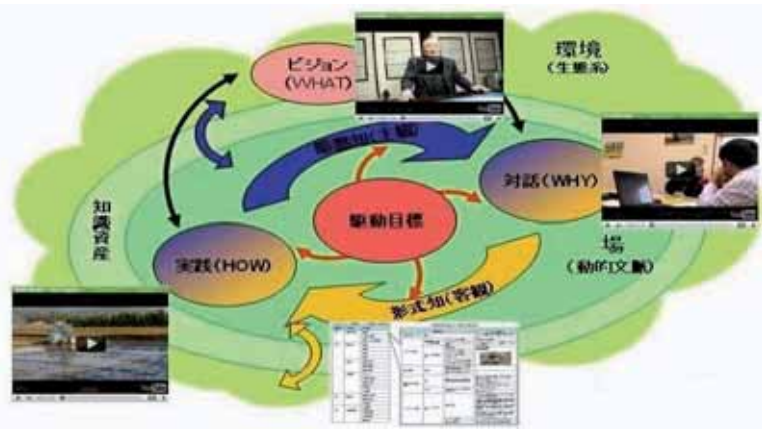
次に、多くの匠の方々へのインタビュー・現地調査をおこない、それらを映像ナレッジライブラリー化しました。

その映像内容・対話を分析すると、体験・経験の豊かな、篤農家の「匠の技」と言われているものは、単なる「形式知」では表現・構造化しきれない、いわゆる「暗黙知」を含むものであり、それは、ビジョン・動機などを駆動目標とし、経営レベル、技術レベル、作業レベル、個々の細かなタスクレベルからなる総合的な目的志向ダイナミック構造を持っていることが見えてきました。



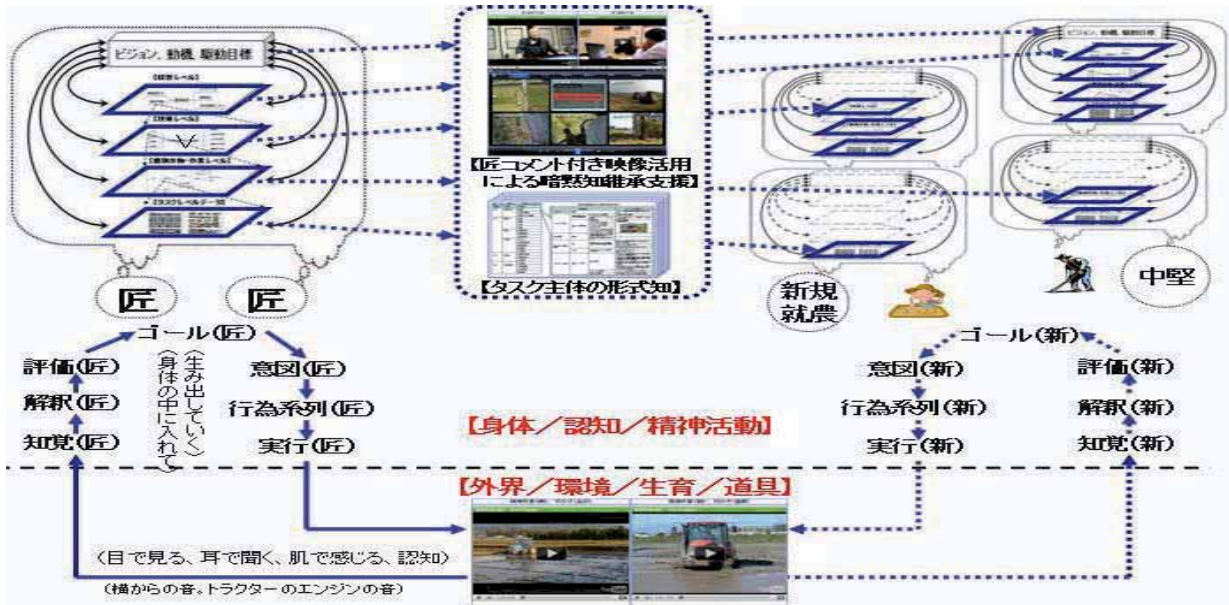
(多くの匠の方々へのインタビュー:「匠の技」と言われているものの構造は、ビジョン・動機などを駆動目標とし、経営レベル、技術レベル、作業レベル、タスクレベルからなる総合的な目的志向ダイナミック構造)

知識創造組織における動態モデル(野中郁次郎氏らのモデル)の考え方では、知識は関係性の中で創られるとし、知識創造組織モデルのダイナミズムは、暗黙知と形式知のダイナミズム、駆動目標が生み出す矛盾解消のダイナミズム、場(共有された動的文脈)のダイナミズム、知識資産生成と利用のダイナミズム、企業と環境(知のエコシステム)との関係性のダイナミズム、にあるとされています。この考え方を応用してみると、上述のような構造をもつ「匠の技」を継承し、次世代の「人材育成」をしていくためには、「形式知(生産プロセス概要、作業詳細項目、ノウハウ・注意点など)」に加えて、対話の場と実践の場からなる動的な文脈の場、収集された「匠の映像ナレッジライブラリー」を総合的に活用した学びの環境場を構築していくことが望まれます。



(匠の技継承、人材育成のための学びの環境場:背景図は野中郁次郎氏の知識創造組織の動態モデルを引用)

一方、匠から学ぶ個人(新規就農者など)にとっての基本的な課題として、「何を聞いていいのかわからない」ということを良く耳にします。これは、何のどこを見て、「知覚」したものは何か、知覚したものをどのように「解釈」し、「評価」すればいいのかわかりたいと思ったこと(「ゴール」と「意図」)から、実際に行ない得る身体動作(「行為系列」)のどの行為をするかを特定した後で、それを「実行」という7段階の各段階で、「匠」の「身体/認知/精神活動」との視点・観点の相違が生じていることに起因すると思われる。これは、単に、個々のタスクレベルのスキルを「まねる・学ぶ」ことから、自らの中に匠の世界観(総合的な目的志向ダイナミック構造)を総合的に再構築していくことへの転換が必要であることを示唆しています。



(匠の知覚、解釈、評価、ゴール、意図、行為系列、実行を自らの中に再構築、匠の目的志向ダイナミック構造を再構築)

匠のインタビューの映像ナレッジライブラリー化に加えて、「匠」の「身体/認知/精神活動」との視点・観点の相違を意識化させるためのコンテンツ教材として、「匠のコメント付きの多視点の映像コンテンツ」を作成しました。



(ヘリコプターカメラ、GPS軌跡、固定カメラ、匠のアイカメラ、キャビン頭上カメラ、追尾カメラからなる6映像の同時提示。重要なポイントでは、右側の映像のように、匠のコメント付きの映像が拡大表示される)

担当機関: 一般社団法人 日本食農連携機構
 担当課題名: 匠の技継承・人材育成手法の開発

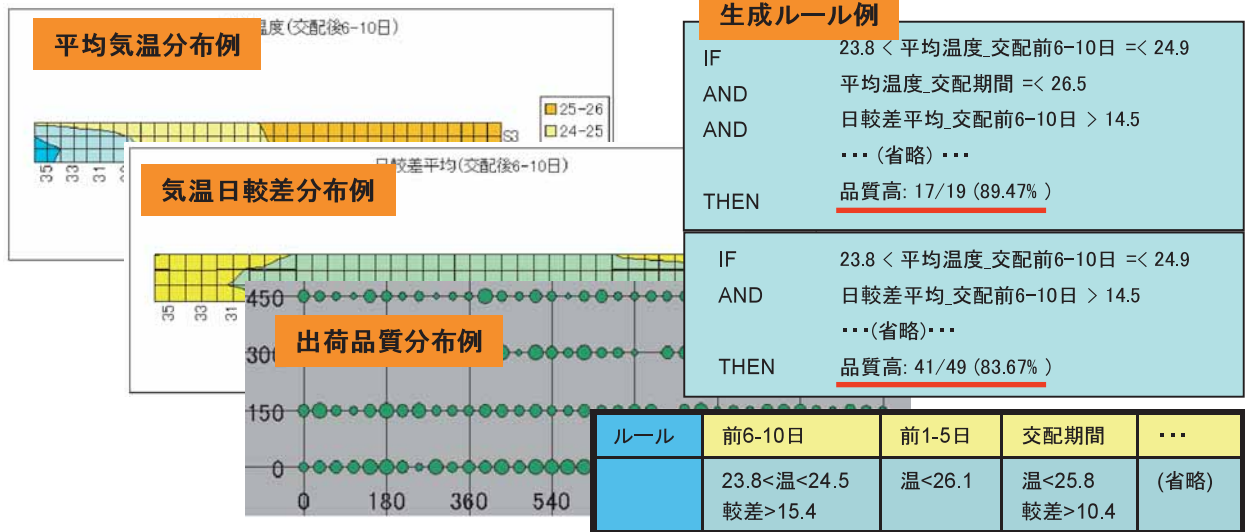
農業情報へのデータマイニング技術適用の検証

施設園芸における収集データ間の関係性の抽出

本プロジェクトでは、農業現場で収集された様々なデータ間の関係性をデータマイニングの手法で分析することで、篤農家の匠の技を抽出することを目指しています。今回、静岡県農林技術研究所様協力の元、メロン温室で取得したセンサデータや品質データ間の関係性の抽出を行いました。

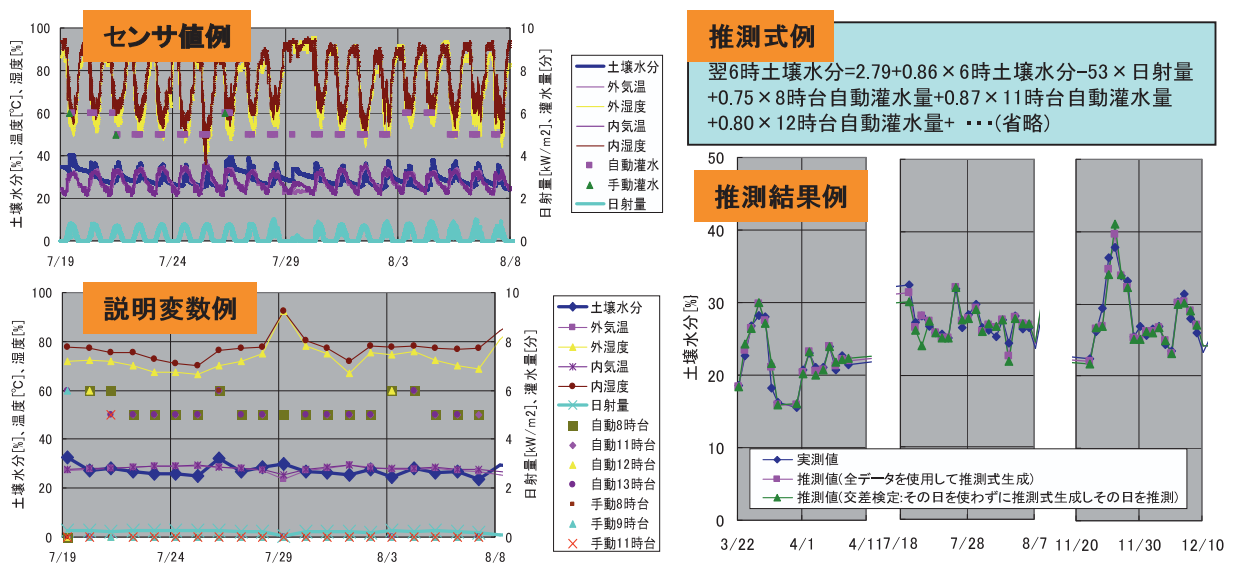
(1)メロン温室内の温度と品質の関係

温室内の温度分布が品質に及ぼす影響を求めました。温室内の複数の温度センサ値から苗位置の温度を補間し、5日単位の平均気温と日較差を説明変数とし、出荷品質を目的変数として、決定木を用いて、高品質が得られる温度条件を求めました。その結果、温度のみの限定条件ではありますが、85%の確信度で高品質メロンが得られるルールを生成することができました。



(2)メロン温室内外の気象と灌水量と土壌水分の関係

メロン栽培に重要とされる灌水量を制御するために、気象、灌水量、土壌水分の関係式を求めました。朝の土壌水分、その日の気象(温室内外の温度、湿度、日射量の平均値)、時間ごとの灌水量を説明変数として、昼、夕方、翌朝の土壌水分を目的変数とし、重回帰分析により土壌水分の推定式を生成しました。その結果、気象は日射量のみが関係し、得られた土壌水分の推定式は、実測値に対する誤差が1ポイント以下と高精度な推定式を得ることができました。



担当機関: 富士通株式会社
 担当課題名: 「農匠ナビ」作業・環境・生体情報を用いたデータマイニング技術による匠の技抽出の実証

分担課題の構成とその関連

1. 農匠ナビ全体システムの設計・開発・評価 1. 標準化・統合、2. 作業連続計測・可視化・マイニング、3. 経済性評価

- ①「農匠ナビ」全体システム設計・実証および農作業連続計測・可視化・データマイニング基盤技術の研究開発 (九州大学)
- ②農作業視覚情報行動分析手法および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 (慶應大学)
- ③施設利用型農業における「農匠ナビ」の現地実証 (静岡県農林技術研究所)
- ④土地利用型農業における「農匠ナビ」の現地実証 (滋賀県農業技術振興センター)

2. 作業・環境・生体情報の統合・可視化手法の研究開発

対象: 農場情報 (稲・野菜等の作業内容、生産環境情報、作物生体情報)

- 1. 連続記録・データベース化・情報共有
- 2. 統合化・可視化・問題解決
- 3. タイムリーな作業・経営判断支援
- ⑤施設利用型農業における作業・環境・生体情報の統合化・可視化技術の研究開発 (東海大学)
- ⑥土地利用型農業における作業・環境・生体情報の統合化・可視化技術の研究開発 (農研機構)

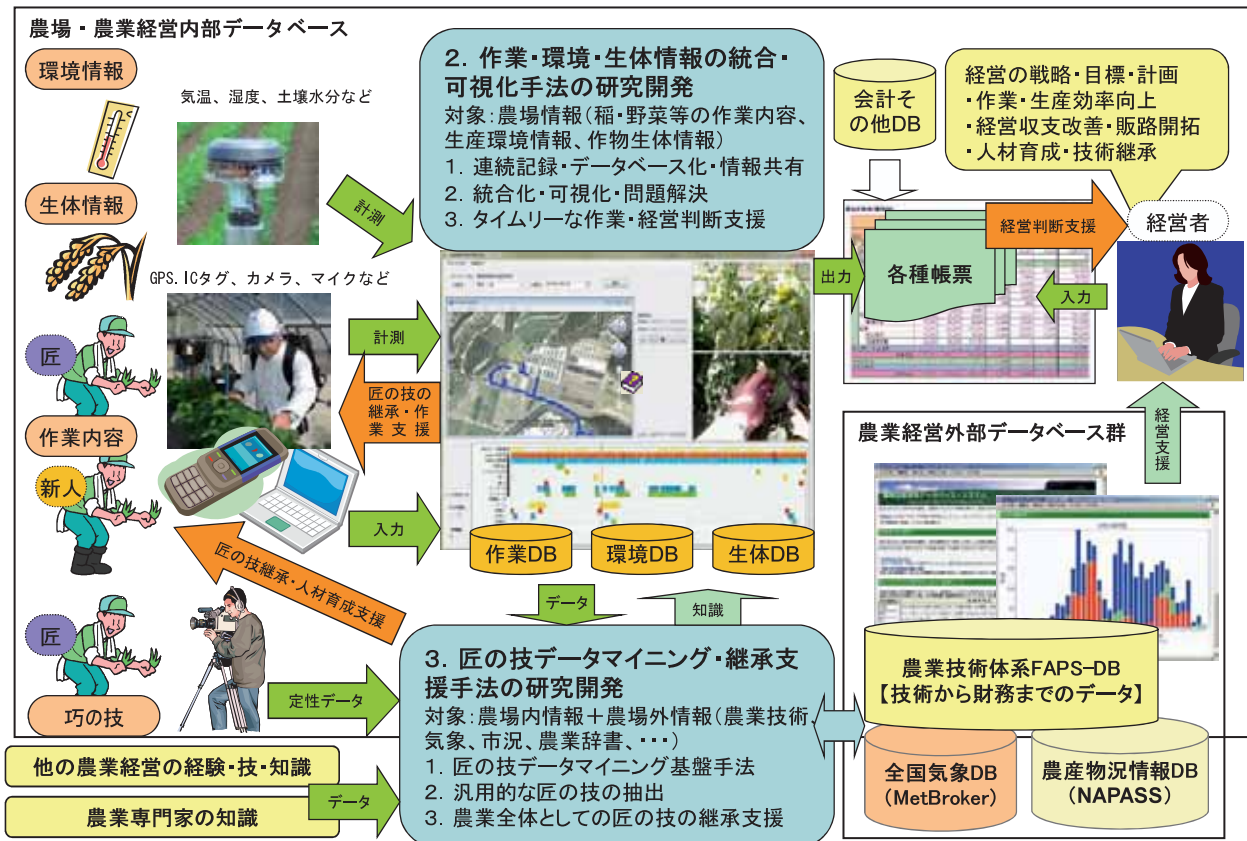
3. 匠の技データマイニング・継承支援手法の研究開発

対象: 農場内情報+農場外情報 (農業技術、気象、市況、農業辞書、...)

- 1. 匠の技データマイニング基盤手法
- 2. 汎用的な匠の技の抽出
- 3. 農業全体としての匠の技の継承支援
- ①「農匠ナビ」全体システム設計・実証および農作業連続計測・可視化・データマイニング基盤技術の研究開発 (九州大学)
- ②農作業視覚情報行動分析手法および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 (慶應大学)
- ⑦作業・環境・生体情報を用いたデータマイニング技術による匠の技抽出の実証 (富士通)
- ⑧匠の技継承・人材育成手法の開発 (日本食農連携機構)

【農匠ナビ: 農の匠の技を抽出・可視化し、次世代への技術継承・人材育成をナビゲート】

1. 農匠ナビ全体システムの設計・開発・評価 1. 標準化・統合、2. 作業連続計測・可視化・マイニング、3. 経済性評価



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」 「農匠ナビ」プロジェクト研究実施体制(2012年2月現在)

■ 中核機関・研究開発責任者

国立大学法人九州大学 大学院農学研究院・教授 南石晃明

■ 研究分担者(◎印は、各機関の研究実施責任者)

九州大学 大学院農学研究院 教授・南石晃明◎、准教授・岡安崇史、准教授・平井康丸、助教・竹内重吉
大学院システム情報科学研究院 教授・谷口倫一郎、教授・竹田正幸、准教授・長原一、准教授・坂内英夫、
助教・畑埜晃平、助教・島田敬士

慶應義塾大学 環境情報学部 准教授・神成淳司◎、特任講師・福田亮子、SFC研究所 特任教授・松原仁

静岡県農林技術研究所 野菜科 主任研究員・今原淳吾◎、経営・生産システム科 上席研究員・山根俊、
野菜科長・大石直記

滋賀県農業技術振興センター 栽培研究部主査・藤井吉隆◎、主任主査・中橋富久

東海大学 開発工学部生物工学科教授・星岳彦◎

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構

中央農業総合研究センター 上席研究員・吉田智一◎、上席研究員・木浦卓治、主任研究員・佐藤正衛、
主任研究員・菅原幸治、主任研究員・田中慶

近畿中国四国農業研究センター 主任研究員・寺元郁博

九州沖縄農業研究センター 主任研究員・大嶺政朗

富士通株式会社 農林水産ビジネス室 シニアマネージャー・砂子幸二◎、部長付・関口英紀、部員・吉田滋範

一般社団法人日本食農連携機構 研究開発部 部長・佛田利弘◎、主任研究員・遠藤隆也

■ アドバイザリー委員会委員

アドバイザリー委員は、農匠ナビプロジェクト研究の効果的な推進に資するため、研究開発責任者が任命したプロジェクト外部の有識者です。

国立大学法人東京農工大学・教授 澁澤栄、国立大学法人東京大学・教授 二宮正士、国立大学法人三重大学・教授 亀岡孝治、NECシステムテクノロジー株式会社システムテクノロジーラボラトリ・所長 島津秀雄

■ 主な協力機関

現地実証関連：有限会社フクハラファーム、有限会社新福青果、株式会社ぶった農産、株式会社さかうえ、糸島農業産学官連携推進協議会アグリコラボいとしま、愛媛県農林水産研究所、岩手県農業研究センター、福岡県農業総合試験場、三重県農業研究所。その他、全国の多くの個人経営の農業者にご協力を頂いております。

情報システム開発関連：株式会社富士通九州システムズ、株式会社コア九州カンパニー、株式会社三菱総合研究所、株式会社谷沢製作所、NTTアドバンステクノロジー株式会社、NTTコミュニケーションズ株式会社、西日本電信電話株式会社、株式会社ウェルキャット、株式会社エムスクエア・ラボ、ミネベア株式会社、一般社団法人ALFAE、特定非営利活動法人農業ナビゲーション研究所、国立大学法人三重大学、他

農匠ナビ・プロジェクト事務局・問合せ先
九州大学大学院農学研究院 農業経営学研究室
教授 南石晃明 (nanseki@agr.kyushu-u.ac.jp)

〒812-8581 福岡市東区箱崎6-10-1 (Tel: 092-642-2970)

農匠ナビWebサイト: <http://bbs1.agr.kyushu-u.ac.jp/keiei/NoshoNavi/>