

開発者が明かす次の一手

# 農業技術進化系

進化する技術を一早く畑で応用し、成功を収める人がいる。そんな経営者は必ず開発者と接点を持つ。開発と生産現場をダイレクトに結ぶ——農業技術進化系。

## 第2回 精密畑作農法

<b>高精度 施肥機</b>	<b>メッシュ 栽培管理</b>	<b>植被率 カメラ</b>	<b>静電散布</b>	<b>GPS収量 マッピング</b>	<b>概論</b>
GPSから得られる位置情報と連動、肥沃度のばらつきに合わせて自動制御で肥料散布量を調整…………… P 117	様々なデータに対する互換性を実現、メッシュ単位で数値と属性を一括管理できるソフトウェア…………… P 116	デジタルカメラとPDAで手軽に計測、植被率から生育状況を把握…………… P 115	害虫防除に有効積算温度を活用、防除適期がひと目でわかる…………… P 115	コンバインで収穫しながら大豆収量をリアルタイムに計測、GPSの利用により正確な収量マップに…………… P 114	情報を栽培管理にフィードバック、高度で省力的な次世代型農業技術…………… P 111

生産性の向上と環境保全を同時に実現させる。その回答のひとつが、「精密農法」である。精密農法の概念は80年代末に欧米で考案された。土壌の状況や作物の生育状態など、圃場におけるばらつきを管理。そのために様々な計測装置が利用され、収集された各種データをもとに生産計画が作成される。たとえばばらつきに対して適切な肥料・農薬の散布量を割り出すことで、最適量を施すことが可能になる。結果、コスト削減につながり、生産性を維持・向上させることができるのだ。欧米では、すでに実用技術として生産者に受け入れられている。

一方、日本においては、約10年前から研究が行なわれてきたものの、精密農法への関心はそれほど高くなかった。というのも、欧米に比べて圃場規模が小さく、かつては必要コストと成果のバランスを考えるうえで導入が非現実的であったからだ。だが、最近になって、農地の大規模化の進展により、そのメリットが見直されてきた。ここ数年、国内の研究機関で日本型の精密農法を目指した開発も増えており、成果も徐々に始めている。ここでは、2003年度から(独)農業・食品産業技術総合研究機構(以下、農研機構)が開発した「精密畑作」プロジェクトを中心に、研究者がその実例を紹介する。こうした研究テーマが生産現場で「使える」技術にまで成長できるかは、開発者と手を組める農業経営者の実証力いかによる。

生産性向上と環境保全の  
同時実現を目指す

# 日本型の精密農法とは

(独)農研機構 中央農業総合研究センター 高度作業システム研究チーム 宮崎昌宏  
**情報を栽培管理にフィードバック、  
高度で省力的な次世代型農業技術**

(独)農業・食品産業技術総合研究機構では、2003年からプロジェクト「消費者に信頼される生産体制を支える精密畑作農業技術の開発」を開始した。畑作物を対象として、土壌特性や前作の品質・収量、作物生育状況などの情報を圃場の栽培管理にフィードバックして、品質の安定化、肥料・農薬等の資材投入量削減を可能とする精密圃場管理技術を開発している。これにより、収益性の向上と環境負荷の低減を両立させるとともに、栽培管理履歴や篤農的栽培管理技術の情報等を蓄積。消費者ニーズに貢献しうる知識集約型の高度で省力的な次世代型農業技術の実現を目指す。

我が国では、食料自給率の向上とともに、消費者に信頼される安全・良質な農産物の供給体制の確立が喫緊の課題となっており、生産現場においてこれを支える環境保全型の作物生産技術の開発、先端的な経営体の育成、消費者への情報提供が求められている。しかし、麦・大豆では、品質のばらつきにより安定した供給が困難であり、野菜・茶では、品質

確保を優先するため、肥料・農薬の削減が進まない状況にある。さらに、農業従事者の高齢化、後継者難により篤農的栽培管理技術情報の次世代経営体への継承が困難となりつつある。これらの問題を解決するため、GISやGPSなどの情報技術を活用した、消費者の信頼を得る新たな農法を確立していく。

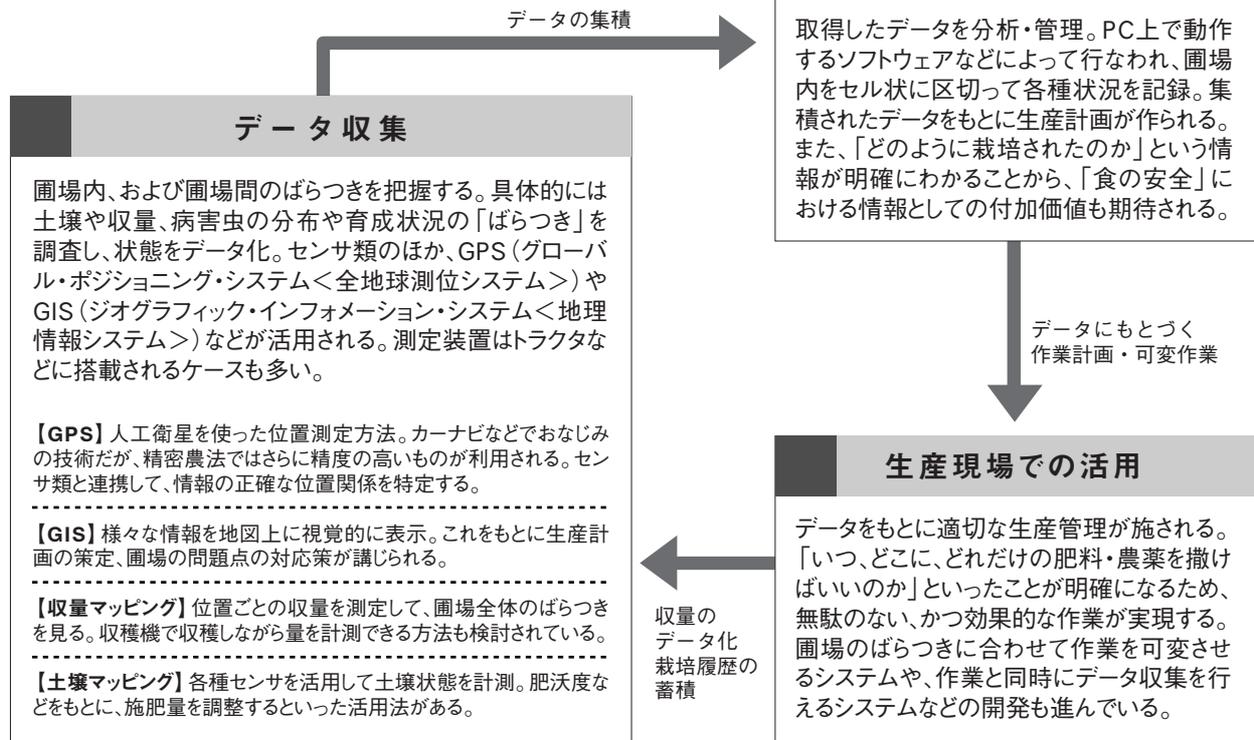
本プロジェクトでは、主に次の研究テーマで開発が進められている(次頁参照)。全体として開発は概ね順調で、すでに市販されているものもある。今後は、機器開発と同時に実証研究を通してそれらの機器を活用した処方箋作成まで研究を深化させていきたい。



**宮崎昌宏**  
みやざき まさひろ  
1956年兵庫県生まれ、1974年兵庫県立農業試験場(現四国農業試験場)に入社。現在は、精密農業技術の開発研究に従事し、現在、物理的防除法の開発研究に着手している。

問い合わせ  
TEL : 029-838-8812  
E-mail : miyamas@affrc.go.jp

# 精密農法の流れ



## 【「精密畑作」プロジェクト 研究テーマ一覧】

●**メッシュ栽培管理ソフト (PFUManager・PMPocket)**  
作業ナビゲータをはじめとする精密農業用機材が入出力する各種データを、共通的に取り扱うための情報管理ソフト。機材間やGISとのデータ交換も可能。  
担当:近畿中国四国農業研究センター※ 吉田智一 →**詳細は116ページ**

●**トラクタ搭載型土壌分析システム**  
圃場を走行して連続的に土壌成分をセンシングし、GPSで測定した位置情報と組み合わせて土壌分析マップを作成。圃場の地力分布を知ることにより最適な施肥設計が可能となる。  
担当:東京農工大学・シバヤマシナリー(株) 平子進一(TEL:076-292-3162)

●**植被率カメラシステム**  
作物の近赤外画像をデジタルカメラで取得し、PDAの画像処理によって生育量として植被率を算出する。小型軽量で一人で簡単に生育を調査できる。  
担当:中央農業総合研究センター※ 大嶺政朗 →**詳細は115ページ**

●**麦の初期センシング装置**  
家庭用ビデオカメラにより、麦の初期生育画像を取得。画像の取得間隔は時間や距離に応じて設定でき、位置情報を利用した自動合成写真が作成できる。  
担当:畜産草地研究所※ 住田憲俊(TEL:0287-37-7801)

●**コンバイ装着型分析試料収集装置**  
自脱コンバインに装着して、収穫物の一部を品質分析のための試料として収集。収量計測システムと連動し、収量マップのみならず品質マップを作成できる。  
担当:中央農業総合研究センター※ 帖佐直(TEL:025-526-3236)

●**大豆用収量コンバイン**  
普通コンバインで収穫しながら大豆収量をリアルタイムに計測し、圃場内の収量分布をマッピングするシステム。  
担当:中央農業総合研究センター※ 建石邦夫 →**詳細は114ページ**

●**VR施肥システム**  
施用マップにしたがった施肥量を可変できるシステム。施肥機の管理にはMP(モバイルプロセッサ)を使用し、欧米規格のISO-BUSに準拠。  
担当:北海道大学 石井一暢(TEL:011-706-2569)

●**小麦品質迅速計測システム**  
小麦品質を収穫後の荷受け段階で整粒し、近赤外分析機で迅速に計測するシステム。水分、粗タンパク含量、生重での容積重を4分程度で出力する。  
担当:中央農業総合研究センター※ 玉城勝彦(TEL:029-838-8815)

●**うね立て同時部分施用機**  
うね立てと同時に肥料や農薬を土壌と攪拌しながらうねの中央部分に施用する機械。キャベツやハクサイ等葉菜類栽培において、単位面積当たりの肥料施用量を約30%削減でき、野菜生産の低コスト化が可能になる。  
担当:東北農業研究センター※ 屋代幹雄(TEL:019-641-7136)

●**静電散布装置**  
静電散布装置を搭載したブームスプレーヤー。薬液に静電気を帯電させて散布し、作物への付着性能を向上させて、農薬散布量の削減を図る。  
担当:静岡県農業試験場 大村和宏(TEL:0538-36-1554)

●**有効積算温度表示器**  
田畑の有効積算温度を計測表示し、任意の有効積算温度に達するとLED点灯で報知。害虫防除適期判断や作物生育モデルの利用が可能になる。  
担当:野菜茶業研究所※ 荒木琢也 →**詳細は115ページ**

●**茶園用送風式農薬散布機**  
茶園用送風式農薬散布機は葉層内部への薬液到達性が高いため、茶葉裏面への薬液付着が良い。また、動力噴霧機を用いた農薬散布と比較して、散布量を削減できる。  
担当:野菜茶業研究所※ 深山大介(TEL:0547-45-4654)

●**高精度歩行型施肥機**  
肥料繰出し量が作業速度に連動し、単位面積当たり肥料散布量は作業速度の影響を受けない。肥料繰出し機構はロール式を採用し、速度連動機構には多段変速機を装備したことで、高精度な散布量調節が可能。  
担当:野菜茶業研究所※ 深山大介(TEL:0547-45-4654)

※印は(独)農業・食品産業技術総合研究機構

(独)農研機構 中央農業総合研究センター 高度作業システム研究チーム 建石邦夫

# コンバインで収穫しながら大豆収量をリアルタイムに計測、DGPSの利用でより正確な収量マップに

転作作物の大豆では収量・品質が不安定な農家が多く、収益の低さが課題になっている。その解消のためには、適切な栽培管理が必要であることは言うまでもない。とはいえ、圃場が大規模化する中、すべてを経験と勘のみで管理するのは難しい。圃場ごとの品質や収量情報をもとに、迅速で的確な栽培管理が大農場でも実現できるシステムが求められてきている。

すでに欧米では普通コンバインに装備する収量モニタが実用化されているが、ラフな計測精度とコンバインのサイズの違いもあって、我が国への導入には適さない。そこで、国産普通コンバインで収穫しながら、大豆の収穫情報を取得できるモニタリング技術の開発をスタートした。開発中のシステムは普通コンバインで収穫しながら大豆収量をリアルタイムに計測し、圃場内の収量分布をマッピングするもので、精密栽培管理や効率的な収穫作業計画の策定に利用できる。圃場内の位置は、GPSより高精度なDGPS（ディファレンシャルGPS）を利用。誤差50cm程度の精度で計測できる。流量はグレンタンク（収穫された穀粒を一時貯留する場所）入り口に流れてくる穀粒の厚みを距離センサで計測し、5%以内の精度で測定可能だ。さらに、これらのデータを計測・記録するコンピュータを搭載しており、収穫しながらコンバイン上で圃

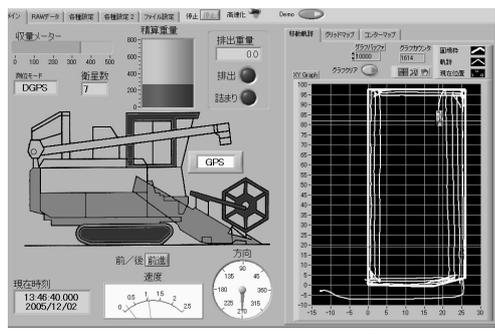
場内の位置や収量マップのオペレータへの表示も行なえる。

現在、収量マッピングのための各種センサやそれらを計測制御するソフトウェアなど、システムとしての研究開発はほぼ終了。農家圃場における収穫試験においても目標とした5%以内の精度をほぼ達成できた。あとは、水分や雑草の影響など、様々な条件での計測結果の検証を残すのみとなっている。



コンバインの後部に各種センサ、制御装置を搭載。後部にはGPSアンテナが見えるアーム状に前方へ伸びているのが排出量センサ。

場内の位置や収量マップのオペレータへの表示も行なえる。



圃場データを管理するソフトウェア。データは「メッシュ栽培管理ソフト」(116ページ)への流用も可能。



**建石邦夫** たていし くにお  
1974年北海道生まれ。北海道大学大学院農学  
研究科農業工学専攻修士課程修了後、98年に  
農林水産省（農業研究センター）に入省。農  
業機械における計測・制御技術の高度化に関  
する研究に従事する。

問い合わせ  
TEL: 029-838-8812  
URL: <http://narc.naro.affrc.go.jp/soshiki/fmsrt.htm>

(独)農研機構 野菜茶業研究所 茶生産省力技術研究チーム 荒木琢也

## 害虫防除に有効積算温度を活用、防除適期がひと目でわかる

茶栽培において難防除害虫であるクワシロカイガラムシの防除適期を有効積算温度（生物の生育に必要な温度の積算）によって把握する試みがあるが、有効積算温度の算出は手間がかかるため簡便な方法が求められていた。また、茶以外の作物でも有効積算温度を指標にした技術が多く見られる。それらの技術を生産現場で容易に利用するために、「有効積算温度表示器」開発の着手に至った。



圃場に設置された「有効積算表示器」。ランプの色で防除適期を判断できる。

本装置は田畑の気温を計測し有効積算温度を算出・表示する。任意の有効積算温度（3段階）に達するとLEDが点灯して有効積算温度がどのレベルにあるかを確認できるようになっている。有効積算温度の設定

も容易で、計測開始日時と閾値、警報温度（3水準）の設定を行うだけで有効積算温度を計測可能だ。警報温度に達すると緑・黄・赤のLEDの点滅でどのレベルにあるかをひと目で確認できる。具体的には、緑で「もうそろそろ…」、黄で「場合によ

っては…」、赤で「普通ならずで…」といった感じで防除適期の目安を示す。また、電源に太陽電池を用いて設置場所を選ばない、有効積算温度の計算は2回路で生育用と害虫用などと1台でふたつの計測を可能にする、といった工夫も施してある。開発状況については、フルタ電機株の協力を得てすでに実用機に近いものができている。今後、搭載する機能の選択などが行なわれる模様だ。

**荒木琢也** あらき たくや  
1999年4月農林水産省入省。1999年8月から野菜茶業研究所。茶園管理の省力化・合理化のための機械化や情報化および防霜ファンについて研究。  
問い合わせ  
(独)農研機構 野菜茶業研究所  
TEL: 0547-45-4101  
フルタ電機株式会社  
TEL: 0547-47-3311

(独)農研機構 中央農業総合研究センター 北陸大規模水田作研究チーム 大嶺政朗

## デジタルカメラとPDAで手軽に計測、植被率から生育状況を把握

大区画水田では、地力のムラによって生育のばらつきが生じ、結果として収量のばらつきと品質の低下をまねくことが問題となっている。収量・品質において作物を安定生産するには、生育状況や地力に応じて適時に適切な栽培管理を行なうことが有効である。その中でも生育状況を的確に把握（センシング）することは重要かつ不可欠。すでに生育量を測定する市販機は数種類ある。だが、導入コストや計測条件・仕様などの面で営農現場での利用は少ないのが現状だ。そのため、実際の圃場でも手軽に扱えるシステムを開発した。



専用のデジタルカメラで撮影した画像をPDAに転送して植被率を計測する。持ち運び、使用における手軽さも魅力。

「植被率カメラ」は、誰でも簡単に扱えるデジタルカメラと携帯型情報端末装置（PDA）を用いて「植被率」という作物の生育量（植物が地面を占めている面積の割合）を測定

するシステム。測定方法は簡単で、デジタルカメラで大豆や水稲を撮影。画像をPDAで読み込ませることによって「植被率」が数値表示

され、客観的な生育指標を得ることができる。仕組みは、近赤外波長を測れば植物体は明るく、地表などは暗くなることを応用した。植被率の精度は大豆や水稲で誤差4%以内。麦や野菜などにも活用できる。本システムは、既に(有)木村応用芸芸より市販化(価格は約15万円)されており、農業現場で活用されている。また、カメラ付携帯電話にて計測して生育診断するタイプとトラクタなど作業機に搭載して作業時にリアルタイム計測するタイプも開発中だ。

**大嶺政朗** おおみね まさあき  
1969年沖縄県生まれ。琉球大学大学院農学研究所生物生産学専攻修士課程修了後、99年に農林水産省入省。北陸農業試験場を経て現在、重粘土水田における精密管理作業技術に関する研究開発、ITを活用した作物の生育情報センシング技術に関する研究開発などに従事。  
問い合わせ  
TEL: 025-526-3236  
E-mail: omine@affrc.go.jp  
URL: http://cse.naro.affrc.go.jp/omine/

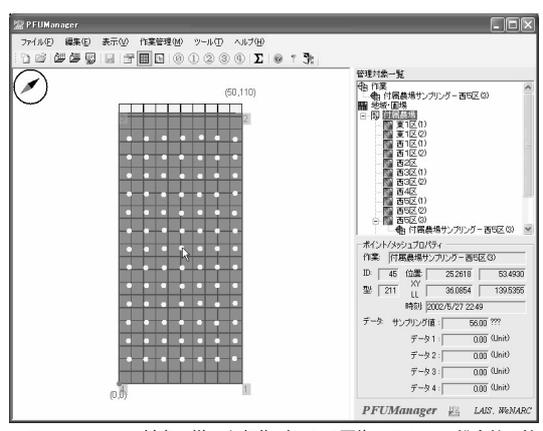
(独)農研機構 近畿中国四国農業研究センター 生産支援システム研究近中四サブチーム 吉田智一

# 様々なデータに対する互換性を実現、メッシュ単位で数値と属性を一括管理できるソフトウェア

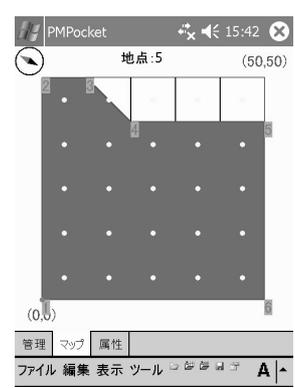
これまで様々な精密農業用機材が開発されてきたが、データを管理するためのソフトウェアはそれぞれに専用のものであった。たとえば、機械Aで収集されたデータと機械Bで収集されたデータを組み合わせると、それぞれのソフトウェアの間でデータの互換性がないのだ。そこで、共通して使用できるソフトウェアの開発に

至った。「メッシュ栽培管理ソフト」は、精密農業用に開発された各種情報収集センサ（GPS、土壌センサなど）を装備したトラクタやコンバインが作業中に収集したデータを統一的に取り扱うことができる情報管理ソフトウェア。一つの圃場を「メッシュ」という任意サイズの矩形エリアに区切り、その圃場内で作業中に収集さ

れる各種のデータをメッシュ単位で管理する。それぞれの機材によって収集されるデータ（数値）には意味があり、その意味と数値をセットで管理できるのが特徴。そのおかげで様々なデータを統一的に取り扱うことができる。精密農業用に開発された機材は、GPSに基づく位置情報、その地点でのセンサ情報や作業情報などを使用する。その点に注目して、位置情報と属性情報（センサ情報・作業情報などの総称。位置に付随する情報のこと）という形に単純化することで、いろいろな精密農業用機材に対しても適用可能であるという点が最大のメリットと言える。



ソフトはWindows対応。様々な収集データに互換しており、総合的に管理できる。



こちらはPDA版（Pocket PC 2003以降、VGA表示対応）。

ソフト自体はほぼ出来上がっており、サイトからフリーソフトとしてダウンロードできる（Windows対応）。GPSセンサを入手しパソコンに接続すれば、簡単なGPS測量を行うことが可能だ。ほかに、PDA（携帯情報端末）上で動作する姉妹ソフトも用意している。

**吉田智一** よしだ ともかず

農業に関する情報のデータベース化、それを活用した営農上の意思決定を支援するソフトウェア・システムの開発を行う。同プロジェクト以前は、農業機械騒音の低減やハウレンソウ収穫機の開発に携わっていた。

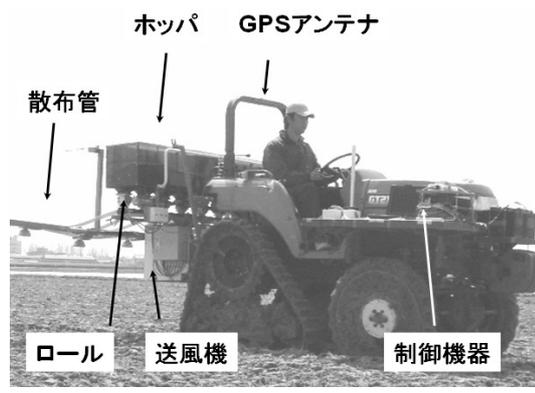
精密畑作栽培管理用ソフト・サポートサイト  
URL: <http://www.aginfo.jp/PFU/>  
※プロトタイプ版のダウンロードが可能

(独)農研機構 中央農業総合研究センター 北陸大規模水田作研究チーム 帖佐 直

# GPSから得られる位置情報と連動、肥沃度のばらつきに合わせて自動制御で肥料散布量を調整

ができる。

市販の粒状物散布機をGPSにより制御するシステムを開発した。粒状物散布機はトラクタに装着して、ホップ内の粒状資材を繰出しローラーで排出。空気搬送により一定の作業幅(2・5〜10m)で散布することができ、散布量の調節は、繰り出しローラーの回転数を制御することによって行うが、開発したシステムではこの回転数をGPSから得られる位置や速度に連動して制御すること



GPSから得られるデータをもとに自動制御で施肥量を変化させる。

私達の研究チームでは、大区画水田における精密農法の研究を2001年より開始(「精密畑作」とは別のプロジェクト)。資材散布作業の軽労化を目標として、これまで定幅散布機と呼ばれる粒状物の散布機やその利用技術を開発。これにより省力的で均一な資材散布作業が可能になった。この散布機にGPSを搭載し、水田内の位置を認識しながら局所的に資材の散布量を変化させることができれば、肥沃度や生育にばらつきのある水田においても局所ごとに適切な資材の散布が行なえるため、無駄な資材散布を抑え、高品質化にも寄与できるものと考えた。

これまで、肥沃度や生育のばらつきを事前に調査し、そのばらつきに応じて基肥や追肥の量を自動的に変化させる試験を行ってきた。実際に農家の水田をお借りしての実証試験も行なっており、成熟期や収量などのばらつきが小さくなり、品質の均一化を実現した事例が報告されて



散布量を決める繰出しローラーの回転数を自動制御。

いる。今後はより多くの水田で試験を繰り返し、その有用性を再現できるかどうか調査していく。

開発当初は、RTK-GPSと呼ばれるトラクタよりも高額なGPSを使用して研究を進めてきた。しかし、最近ではカーナビなどに搭載されているような、より安価なGPSを用いて、同等の制御を行なえるように改善を図っている。これにより、研究レベルから実用レベルの技術へと大きく近づいた。実証試験の継続とあわせて低価格化のための機構の改善も引き続き行なっていく。



帖佐 直 ちようさ ただし  
1969年鹿児島県生まれ。東京農工大学大学院修士課程修了。農業研究センター、北陸農業試験場などを経て現在に至る。大区画水田における農作業の省力化技術の開発のほか、収量計測コンバイン、可変施肥機など精密農業に関する要素技術の研究に携わる。

問い合わせ  
TEL: 025-524-8578