

評 価 関 係 資 料

【研究課題評価】

- 1．担い手の育成に資するIT等を活用した新しい生産システムの開発
- 2．ウナギ種苗生産技術の開発

**担い手の育成に資するIT等を活用した新しい
生産システムの開発**

プロジェクト研究推進体制

(担い手の育成に資するIT等を活用した新しい生産システムの開発)

1. 農林水産技術会議事務局

事業担当課長 研究開発官(食料戦略グループ) 尾関 秀樹
プログラムオフィサー 研究調整官(食料戦略グループ) 柴田 道夫

2. プロジェクト研究運営委員等(技会事務局以外)

【土地利用型作物生産技術の開発】

(1) 外部専門家

国立大学法人東京大学大学院農学生命科学研究科准教授 芋生 憲司
国立大学法人北海道大学大学院農学研究院教授 岩間 和人
株式会社日本政策金融公庫農林水産事業本部総合支援部 岡田 英明
国立大学法人東京大学大学院農学生命科学研究科教授 森田 茂紀
東京農業大学国際食料情報学部教授 門間 敏幸

(2) 関係行政部局

大臣官房参事官 榊 浩行
生産局農業生産支援課長 雨宮 宏司
生産局技術普及課長 深井 宏

3. 研究実施体制

プロジェクトリーダー

独立行政法人農研機構中央農業総合研究センター研究管理監 寺島 一男

チームリーダー

独立行政法人農研機構北海道農業研究センター北海道畑輪作研究チーム長 石田 茂樹

独立行政法人農研機構東北農業研究センター東北水田輪作研究チーム長 持田 秀之

独立行政法人農研機構中央農業総合研究センター北陸水田輪作研究チーム長 細川 寿

独立行政法人農研機構中央農業総合研究センター関東東海水田輪作研究チーム長

渡邊 好昭
独立行政法人農研機構近畿中国四国農業研究センター中山間耕畜連携・水田
輪作研究チーム長

亀井 雅浩
農研機構九州沖縄農業研究センター九州水田輪作研究チーム長

田坂 幸平

【施設園芸生産技術の開発】

(1) 外部専門家

国立大学法人東京大学大学院農学生命科学研究科准教授 芋生 憲司
株式会社日本政策金融公庫農林水産事業本部総合支援部 岡田 英明
カゴメ株式会社経営企画本部総合研究所農業研究部長 細井 克敏
東京農業大学国際食料情報学部教授 門間 敏幸

(2) 関係行政部局

大臣官房参事官 榊 浩行
生産局農業生産支援課長 雨宮 宏司
生産局技術普及課長 深井 宏

3. 研究実施体制

プロジェクトリーダー

独立行政法人農研機構野菜茶業研究所野菜研究調整監 吉田 建実

チームリーダー

独立行政法人農研機構野菜茶業研究所高収益施設野菜研究チーム長
高市 益行

独立行政法人農研機構野菜茶業研究所高収益施設野菜研究チーム主任研究員
大森 弘美

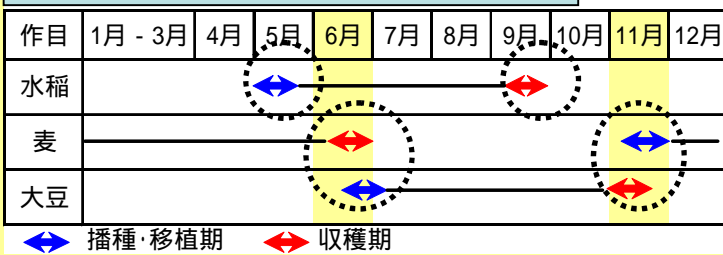
独立行政法人農研機構九州沖縄農業研究センターイチゴ周年生産研究チーム長
沖村 誠

土地利用型農業の生産性向上モデルの確立について

作業ピークの集中

- 稲作の品種に多様性がないため、**育苗・移植・収穫期に作業ピーク**が存在。また、米の生産調整と麦・大豆の自給率向上のため、米・麦・大豆の水田輪作が導入されるが、**麦・大豆の農繁期が重複**。
- **寒地畑作**では、地力維持のため、麦、豆、馬鈴薯、てん菜が輪作され、雪解け後の**5月に播種・移植作業が集中**するとともに、降雪前までの効率的な収穫技術が必要
- **作業競合等による規模拡大限界**もあり、結果として本格的な**コスト低減に至らず**。

関東における3品目の播種・収穫等適期(現行)



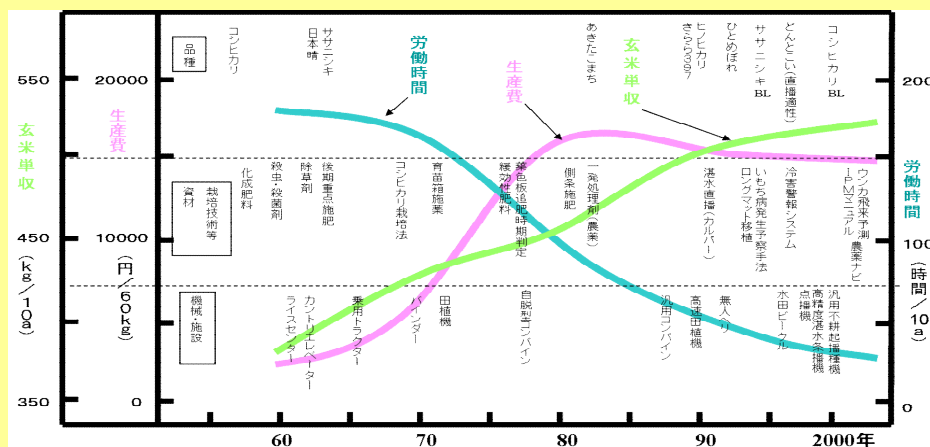
農繁期の作業ピークが存在

家族経営では、限界規模が壁となり、高コスト構造が維持。

生産費の増加

これまでの土地利用型農業(水稻)では、食料の増産、農外の労働需要等の時々の社会的要請に対応した技術開発が進展。

- 品種改良、肥料等の多投技術により「**玄米単収**」を増加させることに成功。
- 機械化により「**労働時間**」の削減に成功するが、資材コスト等が増大し「**生産費**」は増加。
- 小規模な土地を**緻密・集約的に利用**することにより、**土地生産性は向上**するが、**資材や農機具費の負担により高コスト化**。



農業の構造改革への要請

- 農業の国際化が進む中「**大幅な生産性向上技術体系の構築**」が必要。

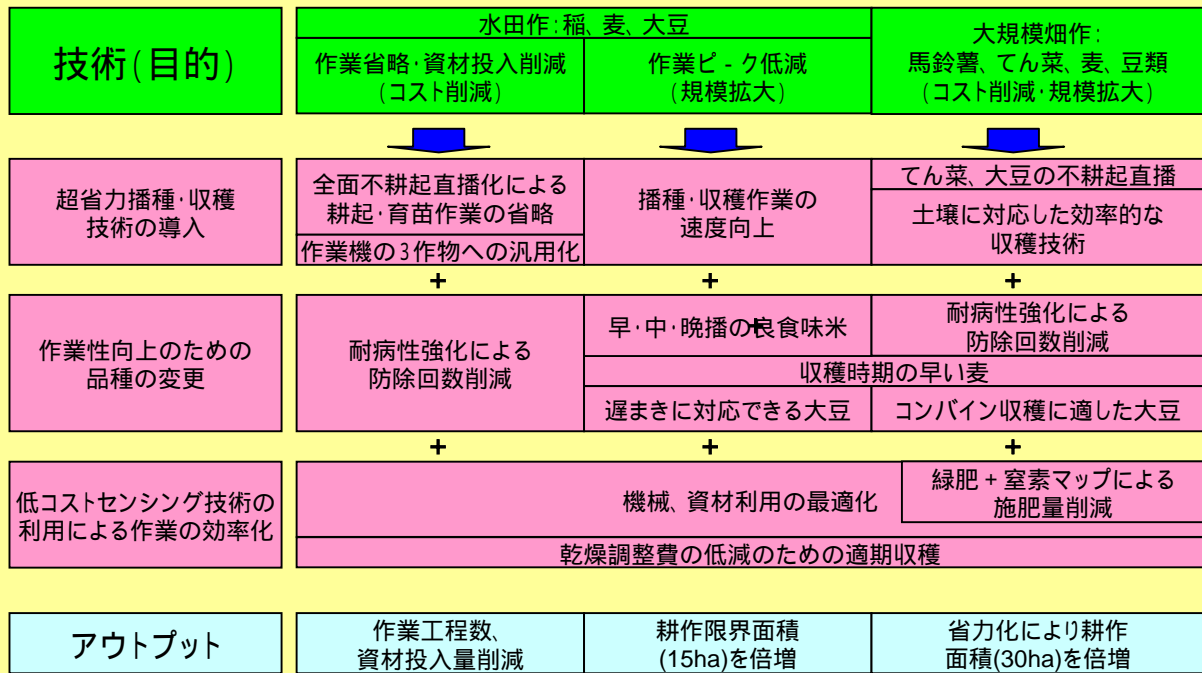
抜本的な低コスト化に向けて

担い手等の経営を単位として、品質・収量等を維持しつつ、これまでの機械・労働力を最大限発揮。

徹底的に無駄を省き、機械・労働利用を最適化。

効率追求型農業へ

生産費半減のための技術群



新技术を組合せ体系化

家族経営において、作業の省略と分散により耕作面積を水田作で30ha、畑作で60ha規模まで拡大し、かつ、大幅な生産性向上が可能となるモデルを提示

担い手の規模拡大や大規模法人経営の生産性向上に貢献

IT等新技术を基幹とした新たな施設園芸

現状



販売価格の低迷による
収益性の低下
施設設置面積の減少
小規模、家族経営
夏季栽培不適

トマト栽培

収量は20t/10a
所要労働時間は約1800h/10a
うち管理作業が50%
(ハイワイヤー誘引法)

イチゴ栽培

収量は4t/10a
所要労働時間約2000h/10a
うち収穫作業が25%

研究開発

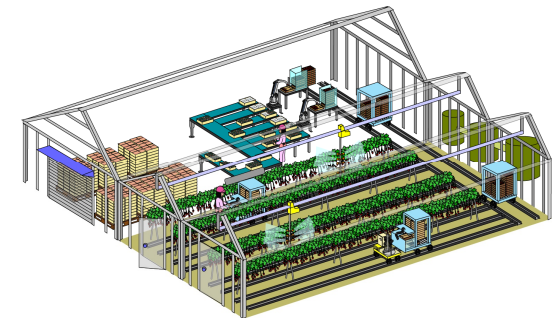
省力的作業体系の確立
長時間収穫が可能な
収穫ロボットの利用
草勢管理作業を補助する
乗用作業装置
施設内空間を高効率に
利用する移送式ベット
施設内の運搬作業を効
率化する苗・収穫物・残さ
搬送装置

生産の低コスト化
設置コストを従来型から
半減する超低コストハウ
ス利用
低コストに環境を制御
する自律分散協調型環
境制御システム
安定多収生産技術
(補光、炭酸ガス施用)

目標

トマト、イチゴの
施設栽培について

労働時間及び
生産コストの
大幅な削減



大課題名	(1) 馬鈴しょ収穫、てん菜播種の効率化を核とした低コスト大規模畑輪作体系の確立		
チームリーダー氏名 所属・役職	寺島一男 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・研究管理監		
実施期間	H19年度～H20年度 (全期間H19～23年度)	研究費	976百万円内数 (総額2277百万円内数)
共同研究機関	北海道大学、帯広畜産大学、東京農工大学、北海道立十勝農業試験場、北海道立北見農業試験場、日立ソフトウェアエンジニアリング、東洋農機、ホクトヤンマー、ホクレン農業協同組合連合会、種苗管理センター北海道中央農場、十勝農協連、JA芽室		
<p>1. 研究目的と研究目標</p> <p>(1) 馬鈴しょ収穫、てん菜播種の効率化を核とした低コスト大規模畑輪作体系を確立する</p> <p>馬鈴しょと麦栽培の作業ピークの軽減技術、てん菜 - 大豆汎用直播機の技術等を組み合わせ、現状の生産コストの5割削減を可能とする生産体系を確立する。</p> <p>【研究目標の説明】</p> <p>北海道大規模畑作地帯の5年5作体系(小麦 - てん菜 - 大豆 - 馬鈴しょ - 緑肥)におけるコスト低減のため、作業労力がかかり、規模拡大の限定要因となるテンサイの移植作業と馬鈴しょの収穫作業の効率化を図る。すなわち、てん菜では育苗、移植等一連の春作業を不要とする不耕起直播体系を開発するとともに、狭畦栽培により収量性の低下を6%程度にとどめる。また、多畦収穫機導入により収穫作業時間を4割以下まで短縮する。馬鈴しょについては、全粒種いも等を利用した省力播種作業や高精度な播種床造成により、作業時間を4割以下まで減じるソイルコンディショニング栽培を確立する。あわせて、収穫機械等の効率的利用と肥料等資材の投入量削減に有効な衛星画像等に基づくIT管理調整技術を開発する。これらの技術の組み合わせにより現状の各経営ごとの作付面積30haを60haまで拡大可能とし、現状の生産コストの5割程度まで削減を可能とする生産体系の確立をめざす。</p>			
<p>2. 研究目標の達成度等</p> <p>2年の研究期間内に個別技術の開発研究が進展し、馬鈴しょの新栽培システムの核となるセパレータの開発、市販化、さらにその普及が行われたほか、てん菜と大豆の播種に汎用利用できる不耕起狭畦直播機、衛星画像等に基づく管理調整技術やリアルタイム土壌センサの開発がすすめられた。実証研究では馬鈴しょのソイルコンディショニング栽培の品質面での有利性や省力性が現地で実証されている。てん菜直播栽培の安定化技術で一部計画変更を必要とする部分もあるが、全体として計画達成が見込める進捗状況となっている。以下、個別の項目について記載する。</p> <p>馬鈴しょの栽培技術については、より低価格な日本型セパレータ試作1号機を開発した。これを基に市販機が発売され、10数台が実用化されている。またソイルコンディショニング栽培の実証試験を実施し、打撲損傷が少ないなど良好な品質の生産物が得られること、生育期間中の投下労働時間は収穫作業時間の短縮等により、7割以下に削減できることを示した。その他、播種機や多畦収穫機の開発は概ね順調に進捗して</p>			

いる。なお、全粒種いもの生産技術については品種に応じた対応が求められることから現段階では体系化に至っていない。

てん菜では、てん菜と大豆の播種に汎用利用できる不耕起狭畦直播機を試作し、硬い土壌（1MPa）条件の不耕起圃場においても高速（7 km/h）播種が可能で出芽率も慣行と同等であることを明らかにした。また直播栽培の現地実証試験では目標レベルとなる10aあたり5.4tの収量を得た。しかし、霜害を回避するための発芽を抑制するコーティング資材の開発については、効果的な資材の開発が現段階では達成困難な状況である。

ITを利用した技術等については、集荷データに基づくてん菜および秋まき小麦の生産者別収量・品質マップを作成するとともに、生育診断システムのプロトタイプ版を開発した。さらに、リアルタイム土壌センサを用いてそれぞれのpH予測値マップをその場で作成し、その有効性を生産者のアンケートで確かめた。また、初期密度が異なる現地圃場（中密度・低密度）を用いて、線虫密度低減に有効な緑肥候補作物（ミニトマト・野生トマト・ハリナスビ）を栽培し、初期密度に関係なく70%～90%土壌中の線虫密度を低減させることを明らかにした。これらはさらにその有効性を現地で継続して確認する必要があるが、計画達成が十分見込める進捗状況にある。

生産コストの低減については、輪作体系としての実証試験を20年度から開始したところで評価にいたっていないが、生産者の協力により20haを超える大規模な実証試験を実施中で、有効な実証データの収集が得られる見込みである。

3．来年度以降の研究計画と進行管理

てん菜湿害回避用コーティング種子の開発に関しては、新たな資材の探索に取り組んでいるが、実用化技術としての見通しが難しい状況とみられることから整理する。これに伴って、汎用不耕起狭畦直播機の開発は、700万円を超える高価な輸入機械の半額程度を目標とした安価な国産播種機械の開発に重点を置く方向に変更する。

馬鈴しょ全粒種いも生産に向けた種いも予措技術と原種いも増殖技術の確立研究は規格歩留りの高い種馬鈴しょ生産体系の確立研究との連携を強化し、研究期間内で実用的なソイルコンディショニング用種いも生産技術体系の確立をめざす。また、種いも生産技術の評価とこれを活用した栽培体系確立のため、高能率収穫に適合する栽培体系の構築と実証の課題を平成23年度まで延長する。

馬鈴しょのソイルコンディショニング技術については21年度から実証試験連絡会を開始し、関連課題間の連携を図ることでより省力的で安定した栽培技術の確立とマニュアル策定をめざす。

新技術を導入した大規模畑作生産システムの成立条件の提示は実証研究と一体的に実施し、開発体系の経営評価とともに導入方向について検討をすすめる。また、総合的雑草防除技術の開発は5年5作に対応した体系的除草技術の開発とマニュアル化をめざし、研究期間を23年度まで延長して実施する。

大課題名	(2) 稲・麦・大豆の汎用不耕起直播栽培技術等による水田輪作体系の確立		
チームリーダー氏名 所属・役職	寺島一男 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・研究管理監		
実施期間	H19年度～H20年度 (全期間H19～23年度)	研究費	976百万円内数 (総額2277百万円内数)
共同研究機関	岩手県農業研究センター、秋田県農業技術センター、長野県農事試験場。富山県農業技術センター、宮城県古川農業試験場、同農業・園芸総合研究所、茨城県農業総合研究センター、埼玉県農業研究センター、兵庫県農業技術総合センター、山口県農林総合技術センター、三重県科学技術センター、愛知県農業総合試験場、奈良女子大学、佐賀県農業試験研究センター、福岡県農業総合試験場		
<p>1. 研究目的と研究目標</p> <p>(2) 稲・麦・大豆の汎用不耕起直播栽培技術等による水田輪作体系を確立する これまでの耕起から育苗・田植えまでの作業を大幅に省力化する不耕起直播栽培技術、作業ピークの軽減に有効な品種等を組み合わせ、現状の生産コストの5割削減を可能とする生産体系を確立する。</p> <p>【研究目標の説明】</p> <p>寒冷地1年1作地帯においては、漏水の軽微な地域を対象にグレーンドリルとカルチパッカ鎮圧を主とした水稲乾田直播栽培、漏水程度の大きい地域では直播適性品種と鉄コーティング及び乗用管理機の汎用利用による湛水散播栽培を確立する。大豆は、作業速度の速い耕起法を導入した有芯部分耕播種、浅耕同時小畦立て播種等を開発する。</p> <p>寒冷地2年3作地帯は、湿害軽減を目的とした耕うん同時畝立て栽培の麦への汎用利用と大豆の密植栽培、鉄コーティング種子とエアアシスト広幅散布機による高効率な水稲湛水直播栽培技術を開発する。一方、漏水の軽微な地域についてはアップカッターと播種機の汎用化による水稲(乾田直播)・麦・大豆一貫栽培体系に取り組む。</p> <p>温暖地乾田地帯では平坦な地域における大区画圃場を対象として、水稲(乾田直播)、麦類、大豆のいずれの作物の播種作業にも利用できるディスク駆動式の汎用型不耕起播種機(平成14年度より市販化)を用い、不耕起一貫体系を開発する。</p> <p>温暖地湿田地帯ではクラスト形成や排水不良による大豆の湿害を軽減するため、小明渠作溝播種機による浅耕播種技術を開発するとともに、水稲、麦の播種作業への汎用化を一台で行う栽培体系を確立する。中山間地域の小区画圃場では、安価な鉄コーティングを用い、表面播種栽培技術による生産性の高い水稲湛水直播栽培を確立する。</p> <p>暖地2年4作地帯では、倒伏軽減を目的としてショットガン水稲直播技術の速度向上等による高能率化、鉄コーティング種子や直播適性品種「ふくいずみ」の利用等による水稲湛水直播栽培技術を開発する。ダイズでは麦わらの効率的すきこみと一工程で高能率に播種する技術、および汚粒を低減する収穫技術を開発する。</p> <p>以上のような各地帯の栽培条件に対応した技術体系を開発することにより、現状の生産コストの5割程度を削減できる生産体系を確立することとしている。</p>			
2. 研究目標の達成度等			

2年の研究期間内に個別技術の開発研究が進展し、寒冷地1年1作におけるグレインドリルを用いた寒冷地乾田直播栽培技術、大豆の小畦立て栽培技術等を確立した。また、作業機械では、湿材対応型の自脱型コンバイン、湿害軽減のための広幅高畦栽培を可能とする各種作業幅のアップカットロータリー、大幅な省力化が可能なGPSレベラー、大豆収穫時の汚粒発生を軽減するコンバインの受け網、IT関連技術としてはマップ管理による集団営農管理システムをそれぞれ開発した。このうち、広幅高畦用アップカットロータリー、ダイズの受け網は市販化されたほか、GPSレベラーや湿材対応型の自脱型コンバインは市販化に向けて準備中である。また、小畦立て栽培は東北地域で1000ha以上、耕うん同時畝立て栽培は麦を対象としたものについて200ha以上の作付けに導入が見込まれ、集団営農管理システムは400件のシステム配布が行われるなど技術の普及がすすめられている。体系としての成果は実証試験が開始されて間もないことから限られているが、宮城県ではアップカットロータリーを活用した広畦成形播種方式による水稲・麦・大豆の汎用播種技術を確立し、水稲と大豆では労働時間の削減とコスト低減が可能であることを明らかにした。実証試験全体のコスト削減状況を暫定的な数値の平均でみると、水稲、大豆が平成15年の基準年における費用合計の60%前後までの低減、麦では同じく85%前後までの低減に至っている。こうした点から全体として順調な進捗状況と判断するが、小麦品質の診断システム等当初の計画通りに進展しなかった課題があるほか、コストについては、なお目標数値との間に差がある。このため、さらなるコスト減に必要な課題を各地帯、作目ごとに明らかにし、重点的に対処するとともに、雑草防除の体系化、整地作業、収穫残渣の措置等切り替え時の作業体系にも取り組みを強化し、体系全体のマニュアル化を図ることで、目標達成をめざす。

中課題「寒冷地1年1作水田輪作地帯」：これまでにグレインドリルとカルチパッカ鎮圧を主とした乾田直播栽培技術を開発したほか、収穫作業時間帯を通常より前後1時間程度拡大できる湿材対応型のコンバイン、安価な部品と簡便な改良で導入できる大豆の小畦立て播種栽培技術を開発した。小畦立て播種栽培については東北地域で1000haを超える普及をみている。一方、土壌水分シミュレーションを活用した各種ダイズ栽培法の適用条件の解明については目的達成に困難性が認められている。現地実証試験での生産コストは6割ないし8割の削減程度であり、さらに周辺技術を含めた技術の体系化により計画の達成を図る。

中課題「寒冷地2年3作水田輪作地帯」：大豆の畝立て密植と麦の畝立て播種に利用できる平高畝成型用の耕耘ロータリーを開発し、5機種市販化（麦については200ha以上の導入）させたほか、エアアシストを用いた高速播種技術を開発した。また、宮城県において水稲乾田直播へのアップカットロータリの汎用利用を行うとともに、水稲・麦・大豆の一貫栽培体系を確立し、水稲、大豆における省力化とコスト低減効果を実証した。北陸では2年3作体系下での大麦の収量に不安定性があり、生産コスト低減のネックになっているが、体系を見直しつつ周辺技術を組み合わせ、計画達成をめざす。

中課題「温暖地乾田型水田輪作地帯」：これまでに、大幅な省力化が可能なGPSレベラーを開発し、21年度中の市販化を予定している。不耕起栽培における大豆茎疫病等阻害要因の影響評価と対策についても検討をすすめてきた。実証試験ではこうした要因のために収量が不安定となっている例もあるが、一部では生産コストを6割程度まで削減できる結果が得られている。不耕起栽培小麦の増収に有効な播種溝施肥等周辺技術の整備をすすめて、阻害要因を克服することで計画の達成は可能である。

中課題「温暖地湿田型水田輪作地帯」：大規模経営を支援するマップ管理による集団営農管理システムを開発し、配付件数400件と広く現場での利用をすすめた。また、浅耕鎮圧播種方式を開発する一方、鉄コーティング湛水直播の実証試験を各地で展開した。生産コストについては一部の現地実証試験で現状の6割程度まで削減できる結果が得られているなど、計画の達成は十分見込める状況である。

中課題「暖地2年4作水田輪作地帯」：これまでに、汚粒防止用のロール式受け網を

開発し、市販化が行われたほか（一部の大豆コンバインでは標準装備となる予定）、ショットガン直播について作業能率を改善するとともに鉄コーティング種子の利用が可能であることを明らかにした。麦の品質改善のための診断技術については困難性が認められるが、生産コストは現状の6割程度まで削減可能であることを認めており、全体としては計画の達成が十分見込める状況である。

なお技術の広域的導入のためのデータ収集と普及に向け、「汎用型不耕起播種機」、「耕うん同時畝立て密植」、「不耕起V溝直播」、「鉄コーティング播種」については公募型の実証試験連絡会を設置し、24件の実証試験を行っている。

3．来年度以降の研究計画と進行管理

寒冷地1年1作における大豆の各種耕起法の適用土壌条件の提示に関する研究課題、寒冷地2年3作の不耕起湛水直播や乾田直播による無代かき栽培技術の開発、また、暖地2年4作の有明海沿岸平坦重粘土地帯における水田輪作技術の体系化及び品質管理システムの現地実証の内、近赤外等の簡易迅速測定法を活用した麦の品質管理技術の部分については、いずれも計画達成もしくは現地実証試験への導入が困難と見込まれることから課題を整理する。温暖地乾田型の高精度GPS測位を活用した圃場整備技術の開発の課題、温暖地湿田型のダイズ病害虫の簡易発生予測・診断による収量性の向上技術の開発に関する課題のうち病害の診断マニュアル作成の部分、暖地2年4作における台風等で倒伏しにくい低コスト直播栽培技術の開発の内のショットガンに関する課題、及び大豆・麦類のアップカットロータリーを活用した耐天候型高能率播種技術及び大豆汚粒低減技術の確立の内の大豆関連課題は、いずれも計画をほぼ達成したことから早期完了とする。一部の実証研究課題では対象とする技術の絞込みを行い、体系化やコスト低減対応技術の確立に重点化する。

開発研究課題については、現地実証試験においてさらに効果を検証するとともに周辺技術との整合性を確認し、体系化とマニュアル策定に必要なデータ収集をすすめる。実証試験課題においては、コスト減に向けた限定要因を見定め、水稻や大豆では切りつめられる資材費について削減を図る。一方麦類については収量確保が重要と判断されることから、増収につながる肥培管理を検討する必要がある。また除草や病虫害防除の失敗はコストに直接跳ね返るため、現地試験を依頼している生産者との密接な連携をとって適切な管理を行う。さらに、マニュアル策定に向け、雑草防除の体系化、整地作業、収穫残渣の措置等切り替え時の作業体系にも取り組む必要がある。このため、開発課題と連携を取りつつ実証研究に必要な資源配分を行い、こうした周辺技術の確立を加速化させる。

大課題名	(3) 収穫・選果作業ロボット技術等を活用した低コスト施設園芸体系の確立		
チームリーダー氏名 所属・役職	吉田 建実 農業・食品産業技術総合研究機構 野菜茶業研究所 野菜研究調整監		
実施期間	H19年度～H20年度 (全期間H19～23年度)	研究費	108百万円内数 (総額252百万円内数)
共同研究機関	農工研、近中四農研、九沖農研、生研センター、グリーンテック株式会社、三重県農業研究所、大阪府立大学、京都大学、愛媛農林水産研究所、佐賀農研センター、鹿児島農総センター		

1. 研究目的と研究目標

(3) 収穫・選果作業ロボット技術等を活用した低コスト施設園芸体系を確立する

施設園芸の規模拡大の障害となる収穫・選果作業の効率化に向け、イチゴ及びトマト生産を開発対象とし、果菜類収穫ロボットや高性能選果機を用いた新たな栽培体系を確立し、現状の労働時間または生産コストの5割削減を可能とする超省力生産体系を確立する。

【研究目標の説明】

生産施設の建設コスト削減及び環境制御の高度化については、屋根ユニット工法ハウスの建設作業時間を1/3に縮減し、建設コストを2割削減する。大型高軒高ハウスにおいて、細霧冷房等の高温抑制技術により、ハウス内環境の均一化を図り、高温期の収量を2～3割増加させる。作物生育と作業快適性を両立させる高度な複合環境調節手法を、約4割減の設置コストで実現する。

トマト生産システムでは、挿し芽大量育苗・貯蔵技術、開花認識・自動着果処理装置や自動収穫装置等のRT(ロボット技術)等を活用し、1ha規模で低段密植栽培の体系化を行い、現行の生産量20t/10aから40t/10aに拡大し、労働時間は1800時間から1260時間へ3割削減、また収穫物1t当たりの生産コストは5割削減を可能とする超省力生産システムを開発する。

イチゴ生産システムでは、開発する吊り下げ式高密植栽培装置に自動収穫・選別・搬送装置を導入し、さらに極少量培地によるバッグ栽培技術やク라운部局所温度制御技術、苗の効率的な大量生産技術、低コスト果実鮮度保持技術を開発することにより、最終的に、現行の平均作付面積30a、収量4t/10aを、1ha、10tに拡大し、収穫物1t当たりの労働時間500時間及び生産コスト93万円を、それぞれ250時間及び46万円に半減する超省力10tどり生産システムを開発する。

2. 研究目標の達成度等

施設の建設作業時間削減について、屋根ユニット工法における搬送動線と組立て手法を検討し、複数ユニットの同時組み立てにより、ユニット組み立て速度を約10%向上できることを実証し、高軒高ハウス対応クレーン(4.9t型)によりサイトファクトリー手法が実施可能であることを実証した。環境制御の高度化では、細霧冷房によるトマトの増収効果を確認し、循環扇による群落内の気温・葉温分布を調査し、空間均一化効果の特性を明らかにした。快適性・作業性向上手法の構築については、作業者の意識調査および心拍反応によるストレス評価を実施し、熱中症指数(WBGT)が約24以上になると作業性低下に関わる問題が生じてくることを明らかにした。環境制御の高度化については予定通りに調査研究が進んでいるが、施設建設の合理化では、工程数削減のための全体的なアプローチがやや遅れ気味である。

トマトにおいては、品種選定では、高温期（7月播種）の収量が減少したため目標の75%となる約30t/10a、効率的栄養繁殖法では、全茎切断法により安定的にシュートを採用でき、目標の150%となる約300本/株（側枝採りの4.6倍）となった。また、自動着果処理では、夜間動作で最高95%の噴霧成功率、簡易収穫装置では、果柄を固定する補助器具を利用することにより90%程度収穫できたものの、果柄が短い場合は一部損傷を与えた。汎用ロボットと摘葉を前提として設計したエンドエフェクタ方式では、エンドエフェクタが本葉と上段果房との接触により収穫困難であった。なお、着果処理装置及び簡易収穫装置については特許を出願した。生産量40t/10aは高温対策や着果個数の増加により達成できる見込みであり、栄養繁殖法は想定以上の進捗状況、着果・収穫の装置化は概ね想定通りの進捗状況である。

イチゴにおいては、平成20年度までに、ロボット収穫に対応した吊り下げ式可動ベッドとロボットが安定移動できるプラットフォーム機構を開発し、手散布の約3割の時間で薬剤散布できる自動防除機を試作するとともに、慣行の1.5倍の高密植により、総収量が1.6倍、収量1t当たり作業時間が約60時間短くなることを確認した。画像処理技術とハンドリング技術を組み合わせた自動選別試験装置と簡易な果梗除去機構を開発した。二段階採苗と空中採苗により採苗時間を36%削減、簡易栽培槽に不織布製バッグを付加した株当たり培地量が慣行の1/3、栽植株数が2倍の少量培地栽培により、収量を5割増、定植作業時間を8割削減でき、クラウン部温度管理により、「さがほのか」の促成栽培において11月から6月末までに約1300g/株（9t/10a）の収量が得られた。収穫果実への光照射により着色が促進され、定温蒸気処理により硬度が高まり、真菌数が減少することを確認した。生産量10t/10aの目標は少量培地栽培に密植とクラウン温度制御を組み合わせることで達成できる見込みである。また、収穫ロボット導入に対応した可動式吊り下げ式高設栽培とプラットフォーム機構については低コスト化を図る。収穫ロボットが開発され、さらに課題間の連携を強化することで目標を達成できる見込みである。

3．来年度以降の研究計画と進行管理

施設建設では、小型クレーン（2.9t型）により改良アタッチメントを用いた実証試験を行い、用地形状を考慮した最適パターンの検討を行うが、全建設工程数の削減のためのアプローチを再整理しておく必要がある。環境調節技術については、細霧冷房制御ロジックの最適化を検討し、CFDシミュレーションにより、循環扇の最適配置・制御手法を検討する。作業者の心拍間隔変動（HRV）によるストレス指標を用いて遮光に対する生体反応を解析し、作物生育と作業者ストレス緩和を両立できる遮光運用手法を検討する。これらの環境調節手法を、汎用規格であるユビキタス環境制御システム（UECS）上で動作するソフトウェアとして構築する準備作業を進める。

トマトでは、赤外線反射資材等を用いた高温対策、栄養繁殖苗を用いた試験を実施し、収量向上を図るとともに、各装置の改良、走行部との統合を進め、作業精度及び能率の向上を図る。また三重県内農家圃場において現地実証試験に取り組む。なお、22005（ロボットを利用した低段トマトの房採り収穫技術の開発）では、エンドエフェクタの開発は実用性が低いため今年度で終了し、22003と22004の共通技術として、昼間の花房及び果房の認識向上技術に特化して研究を実施する。

イチゴでは、現在プラットフォームに対応したイチゴ収穫ロボット3号機が生研センター次世代緊プロ事業で開発中であり、引き続き連携してロボット収穫に対応した栽培・作業体系を構築する。吊り下げ式高設栽培ベッドによる多収生産システムについては、極少量培地耕やクラウン部局所温度制御技術など各課題成果を組合せ、平成21年度から開始される「周年型高密植イチゴの超省力10tどり生産システムの現地実証」課題に活用し、九州における実証試験に取り組む。また、自動選別装置および鮮度保持技術についても、現地実証のためのシステム構築に着手する。

1. バレイショのソイルコンディショニング栽培用セパレータの開発と市販化

- ・バレイショのソイルコンディショニング栽培(図1)用に開発したセパレータ1号機の効果を現地で実証。
1号機区の緑化いも重が少なく規格内いも重が慣行区に優る(表1)。
収穫時の土塊石礫混入量はほぼ0kg/10aとなり、投下労働時間は慣行86人時/haに対し、43人時/haと50%減(表1)。
- ・1号機をもとに製作されたセパレータが市販化(図2)。



図1 ソイルコンディショニング栽培の特徴



図2 市販化されたセパレータ

セパレータ:圃場内の石れきを選別し、ベッド外の通路部分(轍)へ排出する機械

表1 実証試験区の収量と収穫作業能率

試験区	総いも重 (kg/10a)	規格内いも重 (kg/10a)	規格内いも重割合 (%)	緑化いも重 (kg/10a)	作業能率 (ha/h)	投下労働時間 (人時/ha)	土塊石礫混入質量 (kg/10a)
セパレータ1号機	4,691	4,317	92.0	89	0.14	43.2	0
慣行	4,605	4,132	90.0	248	0.07	86.2	325(石101)

2. バレイショのソイルコンディショニング栽培の体系化

- ・ソイルコン体系では、緑化や打撲の少ない高品質なばれいしょが生産され、収穫作業の投下労働時間は約4割削減される。
- ・作付面積の拡大により慣行体系でハーベスタが2台必要となる場合に、機械利用経費は慣行体系よりも国産ソイルコン体系で低い。

表1 ばれいしょの収量・品質および収穫作業能率の比較

場所	体系	年次	上いも数 (個/株)	上いも1個重 (g)	規格内いも重		規格内率 (%)	緑化率 (%)	変形率 (%)	収穫作業			
					(kg/10a)	(%)				速度 (m/s)	作業能率 (ha/h)	土塊石れき (kg/10a)	打撲損傷 (個数%)
新得町	ソイルコン	2005~2008	10.7	100	3,147	98	77	0.7	1.5	0.7	0.13	12	1.5
	慣行	平均	8.2	114	3,206	100	80	2.5	3.2	0.4	0.08	426	13.3
津別町	ソイルコン	2005~2008	11.1	94	4,031	99	82	2.2	0.8	0.4	0.10	59	0.5
	慣行	平均	9.4	115	4,087	100	80	11.2	2.2	0.3	0.06	297	11.0
新得町	輸入セバレータ	2006~2008	12.5	81	3,477	100	81	0.7	1.5	0.6	0.13	12	1.5
	国産セバレータ	平均	11.6	86	3,481	100	82	0.9	1.6	0.6	0.13	29	0.5

注1) 土塊石れき:ハーベスタの選別コンベヤ上に上がってくる土塊と石れきの量で、手作業による選別が必要となる。

2) 打撲損傷は、加工歩留に影響する深さ3mm以上の損傷。2008年新得は、ハーベスタの第1コンベヤの土量不足のため平均から除いた。

表2 投下労働時間(2005~2008年の平均値、単位:人・時/ha)

場所	体系	作業項目								収穫	その他	合計	慣行比 (%)
		いも切り	砕土整地	ベッドフォーマ	セバレータ	播種培土	施肥播種	早期培土	中耕培土				
新得町	ソイルコン	-	-	0.8	2.2	8.2	-	-	-	43.7	37.6	92.5	67
	慣行	14.1	3.2	-	-	-	5.8	-	2.6	74.5	38.0	138.2	100
津別町	ソイルコン	-	0.7	1.1	3.0	8.6	-	-	-	64.6	38.0	116.0	68
	慣行	16.4	2.4	-	-	-	5.6	-	2.7	105.7	37.9	170.6	100

注1) 斜体字は、北海道農業生産技術体系第3版より引用したデータを含む。その他は実測値。

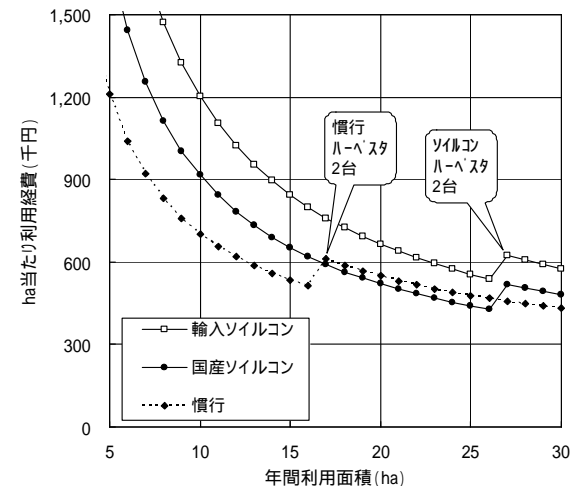


図1 ha当たり機械利用経費の比較(新得)

3. 土壌試料採取手間と圃場マップ作成期間を大幅に削減できるリアルタイム土壌センサ (RTSS) 活用技術

リアルタイム土壌センサ (図1) を従来の2倍の速度 (0.56m/s) で観測し、各種圃場マップを迅速に効率良く作成する技術。土壌試料採取と各種圃場マップ作成までの時間を大幅に削減 (表1) し、一筆管理の代表値としての精度も良好 (表2)。コスト削減、環境負荷軽減及び収量増には慣行の一筆管理から局所管理 (図2,3) が効果的。

実証例の紹介 (pHマップ)

圃場形状は長方形 (長辺303m × 短辺144m)、面積436a、圃場マップは一筆内を区画毎に分割表現 (図2,3)。

土壌試料は6a (長辺25m × 短辺24m) 区画内中心付近から1試料を採取した分析値を圃場マップ化 (図2)。

リアルタイム土壌センサは区画内中心線上を長辺方向へ観測、1区画内12データの平均値を予測値として圃場マップ化 (図3)。

分析値と予測値の圃場内における最大、最少、平均値及び変動係数を (表2) にまとめた。

pH以外に同時予測・マップ化した土壌成分は土壌水分、有機物、硝酸態窒素、全窒素、全炭素。

施肥基準単位 (kg/10a) より一筆内の適切な土壌診断における土壌試料数は (圃場面積) / (個/10a) 以上とした。



図1 リアルタイム土壌センサ

表1 一筆当たり土壌試料72個採取時の削減効果

圃場マップ作成手法	土壌試料・データ収集時間	土壌分析・予測値演算期間
土壌試料採取 (人員1名)	288分	1ヵ月以上 1
RTSS観測	60分	瞬時 2

1: 播種前等は土壌分析が集中し、一度に数十試料の分析は困難

2: 各土壌成分の検量線を用いた予測値演算時

表2 分析値と予測値の結果

pH	最大値	最小値	平均値	圃場内変動係数 (%)
分析値	7.8	5.2	5.6	6.3
予測値	6.8	5.0	5.6	4.2

RTSSはGPS、画像、可視・近赤外分光器及び土壌抵抗等を搭載し、圃場内のバラツキを詳細に記録する土壌センシング技術の一つです。

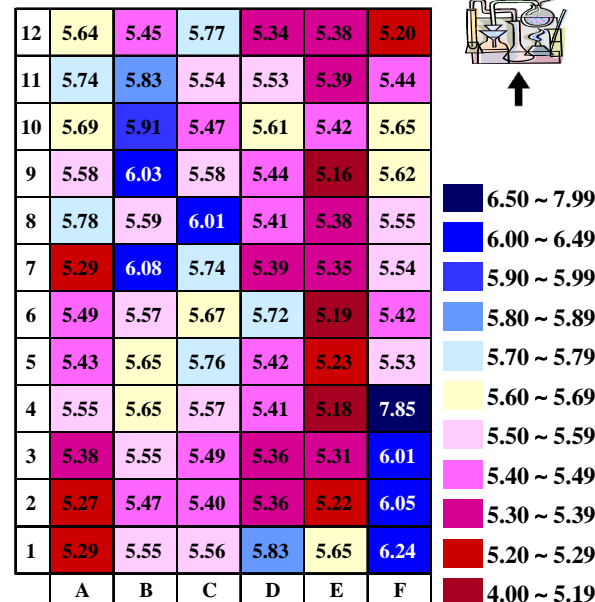


図2 土壌分析値 (pH)

pH色分類

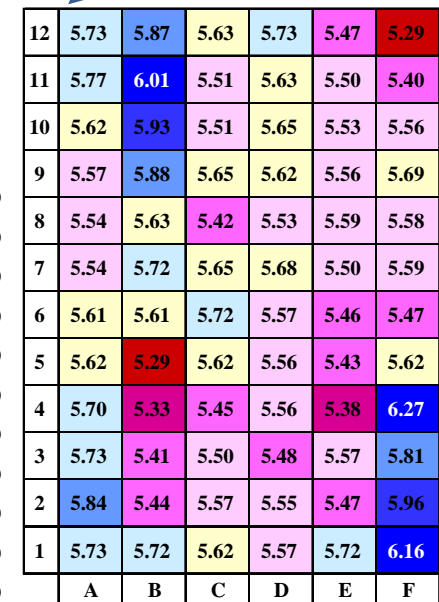


図3 RTSS予測値 (pH)

4. 乾田直播の高能率播種体系と漏水防止技術

ハローパッカおよびカルチパッカによる強鎮圧と畦畔際代かきを組み合わせることで(図1、2)、大豆跡を含む現地実証圃場(5枚、合計3ha)のすべての圃場で日減水深が2cm以下となった(表1)。苗立ち率は、すべての圃場で80%以上であり、全刈り収量は、「ひとめぼれ」が516~567kg/10a、「萌えみのり」は610~635kg/10aであり、移植栽培(520kg/10a)と同等以上であった。グレードリルを用いた乾田直播は、次年度は10ha程度に増える見込み。

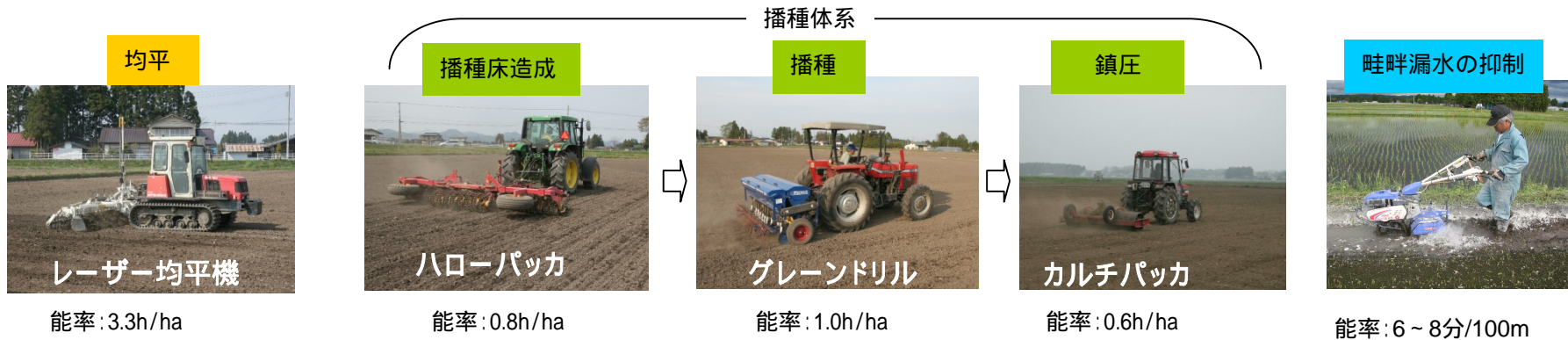


図1 均平作業およびグレードリルを用いた乾田直播の播種体系

図2 畦畔際代かきの様子

表1 現地圃場の日減水深の推移(2008)

単位: cm/日

	乾田直播			移植
	乾直2年目	移植跡	大豆跡	移植連作
7月6日	1.7	1.5	1.5	0.9
7月7日	1.9	1.2	1.4	0.9
7月8日	1.4	0.9	1.0	0.8
7月13日	2.2	1.9	1.4	1.3
7月16日	2.2	1.0	1.2	1.3
7月26日	2.1	1.7	1.4	1.6

大豆跡圃場の畦畔際代かきでは、ベントナイトを施用

表2 現地圃場の苗立ち率および全刈り収量(2008)

圃場番号	面積 a	前作	品種	播種量 kg/10a	苗立ち率 % (本/m ²)	全刈り収量 kg/10a
56.3	乾田直播	ひとめぼれ	5.9	78(170)	567	
77.2	移植水稻	萌えみのり	5.9	86(180)	610	
82.1	大豆	萌えみのり	5.9	89(186)	635	
60.4	乾田直播	ひとめぼれ	5.9	81(177)	517	
30.4	移植水稻	ひとめぼれ	5.9	91(198)	516	

収量は粒厚1.9mm以上

5. 湿害回避により水田大豆の増収をはかる小畦立て栽培

小畦立て播種機は、トラクタ装着型で、代かき用ハローの耕耘爪配列の改変と、播種機アタッチメント及びチゼル爪の装着により、10cm程度の畦を立てながら、3～4条の同時施肥・播種を行う作業機である(図1)。生産者が、安く簡単に組み立てできる。作業性や強度を増すための改良オプションも提示している(図2)。

水田大豆の湿害を軽減し、慣行平畦に比べ収量が10%程度高まる(図3)。1台当たりの作業可能面積は13～20haと試算され、大規模経営体に導入でき、岩手県で864ha、東北全体で1300haほど(推定)普及している。

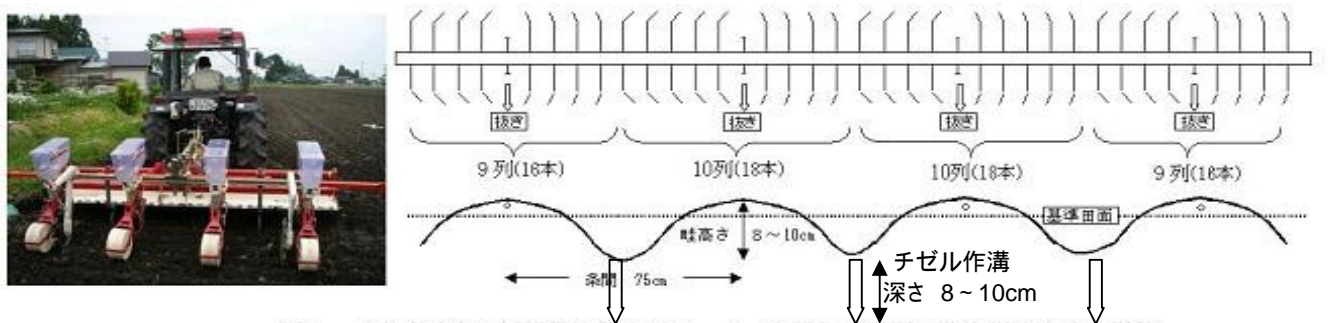


図1 4条小畦立て播種機の代かきローターの耕耘爪配列の改変例と小畦の形状

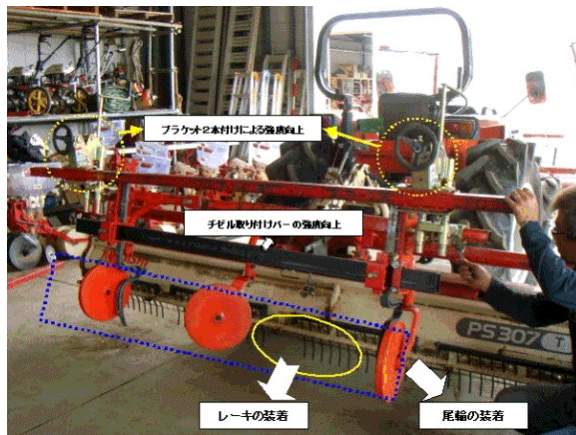


図2 作業性や強度を増すための改良オプション

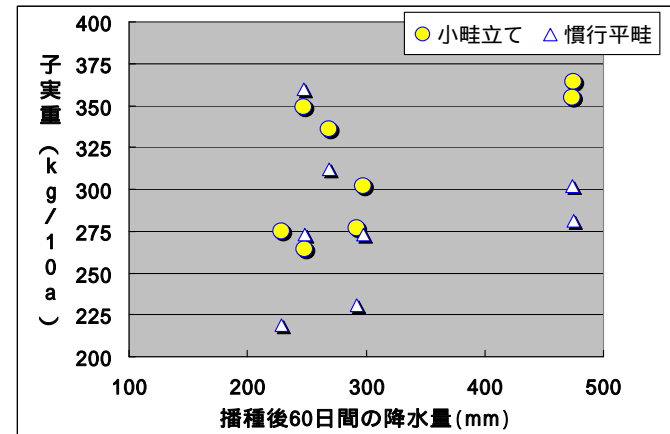


図3 小畦立て播種栽培の大豆収量

6. 湿材適応性技術による自脱コンバインの稼働時間拡大を実証

生研センターで開発した湿材適応性技術(送塵弁開度制御機構およびフッ化樹脂コートをした揺動選別機構)を自脱コンバインに適用した(図1)。試作機を実証試験に供試した結果、朝夕における脱穀所要動力および脱穀選別損失(排塵口損失)の急増抑制が図られ、通常の自脱コンバインの稼働時間を前後1時間程度拡大できることを確認した(図2)。また、汎用コンバインの揺動選別機構にフッ化樹脂コート等を適用し(図3)、ほ場試験において大豆の汚粒発生低減効果を確認したため(図4)、稼働時間拡大や大豆高品質生産に寄与できると考えられた。



図1 試作機の概要(自脱コンバイン)



図3 試作機の概要(汎用コンバイン)

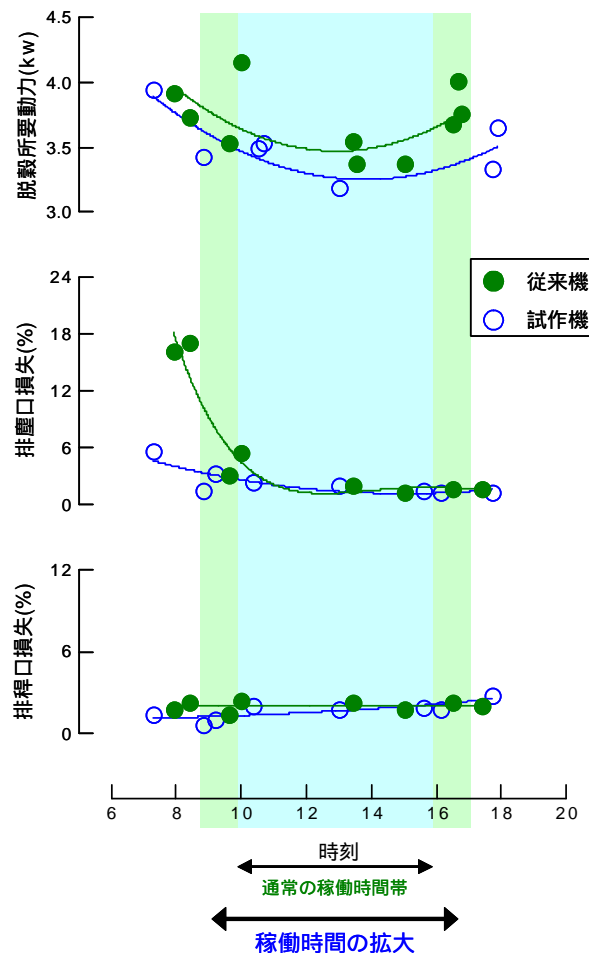


図2 実証試験結果(自脱コンバイン)

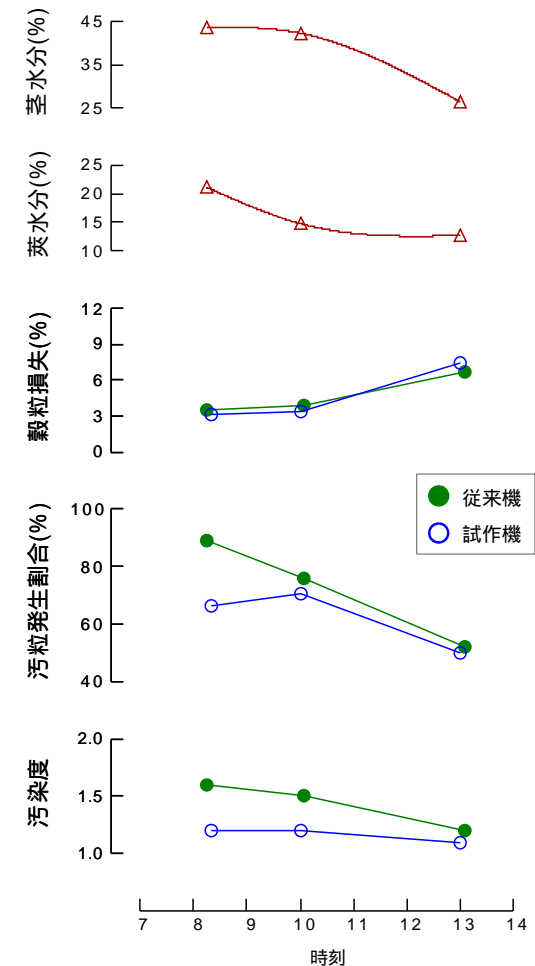


図4 ほ場試験結果(汎用コンバイン)

7. 寒冷地太平洋側における輪作リスク低減と 大規模省力水田輪作の体系化

宮城古川農試
宮城農園研

コスト低減ポイント

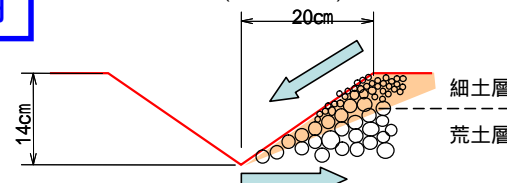
- 作業機の汎用利用(麦・大豆・水稻)
アップカットロータリ、播種機、
普通型コンバイン、防除機械
- 栽培様式変更・作期移動による作業
削減・作業ピークの軽減(大豆・水稻)
麦後大豆: 晩播狭畦
中耕培土削減
雑草・病虫害防除の低減
大豆後水稻: 乾田直播
育苗削減
基肥・病虫害防除低減
- 収穫から後作物播種までの作業の効
率化(麦・水稻)
普通型コンバイン高刈り
+ フレールモア残稈処理体系

アップカットロータリ汎用利用



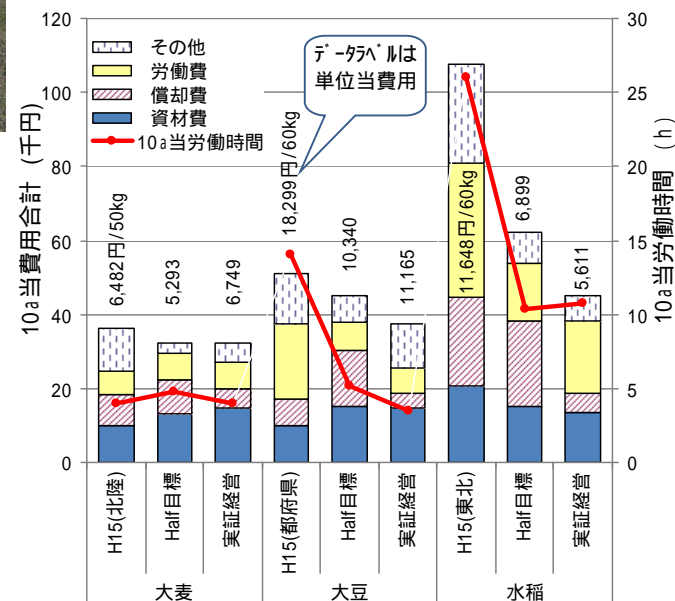
広畦成形播種方式による
麦・大豆・水稻の汎用播種

条件により地表排水への
利用可能(麦・大豆)



作土底面への通水浸透による
土壌水分調整機能(水稻乾直)

逆転ロータリの爪配列変更による乾田直播



大麦 + 大豆 + 水稻 (2年3作) での
作物別10a当費用・労働時間(2008年産)

労働時間 **44** 18h/10a (3作物)
単位生産物当たり費用合計 (3作物合計)
約 **3.7** 2.4万/60(50)kg

普通型コンバイン汎用利用



普通型コンバイン高刈り
+ フレールモア残稈処理

8. 耕うん幅の異なる畝立て用アップカッターロータリの開発と市販化

耕うん幅、150、160、170(仕様変更)、180、220cm(仕様変更) 5機種、畝立てが可能なホルダー型のアップカッターロータリを新たに開発した(表1)。作業機はゲージ輪位置をトラクタ前方から後方に移動させ(図1)、播種機装着時の重量バランスが改善されるように考慮した。また耕うん爪の曲がり部分を長くし、75cm畝や平高畝が作りやすい構造にした。市販化され、仕様変更前の従来機と合計すると、大豆では北陸、東北等を中心に、麦では長野や九州北部地域を中心に、全国20県以上で導入されている。ダイズの畝立て密植栽培、ムギの畝立て栽培ともに、収量増加効果が認められるが、ダイズでは倒伏、ムギでは倒伏と生育過剰による収量減に注意が必要である(図2, 3)。

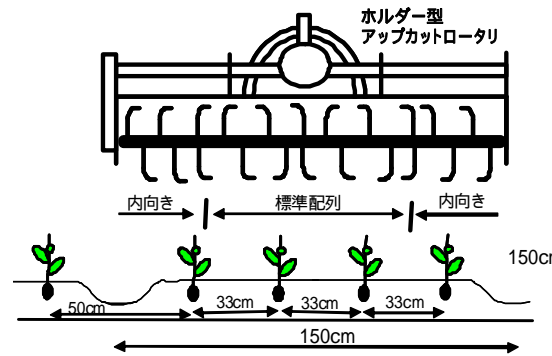


図1 開発した畝立て用ロータリと大豆密植播種(160cm幅)

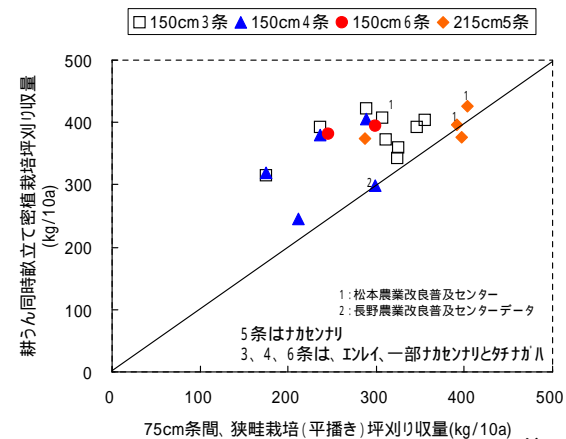
表1 市販機の仕様

種別	型式	耕うん幅 (mm)	爪本数 (本)	回転外径 (mm)	機体寸法(mm)			質量 (kg)	備考
					全長	全幅	全高		
新規	APU1510H	1500	32	510	1430	1700	1150	365	取付バー含む
新規	APU1610H	1600	32	510	1430	1800	1150	375	取付バー含む
新規	APU1810H	1800	38	510	1430	2000	1150	405	取付バー含む
改良前	PU1705H	1700	44	490	1210	1870	970	360	取付バー除く
改良後	APU1710H	1700	34	510	1430	1900	1150	395	取付バー含む
改良前	BUR2208H	2200	54	520	1375	2405	1070	625	取付バー除く
改良後	BUR2210H	2200	54	520	1445	2295	1145	675	取付バー含む

出荷時に爪配列仕様(2畝、平高畝等)指定可能
全機種耕うん爪共通化(一部移行中)



図2 左: 麦後大豆播種(75cm畝)と稲後麦播種(220cm畝)



注) 倒伏が大きいと収量減

図3 畝立て密植栽培の収量(大豆)

9. 高精度GPS測位を活用した圃場整備技術

GPSレベラーとレーザーレベラによる整地均平作業を1ha規模の圃場で比較し(図1)、GPSレベラーにより計測作業時間を64%、整地作業時間を32%削減できることを明らかにした(表1)。市販化の予定。



図1 岐阜県海津市における現地試験

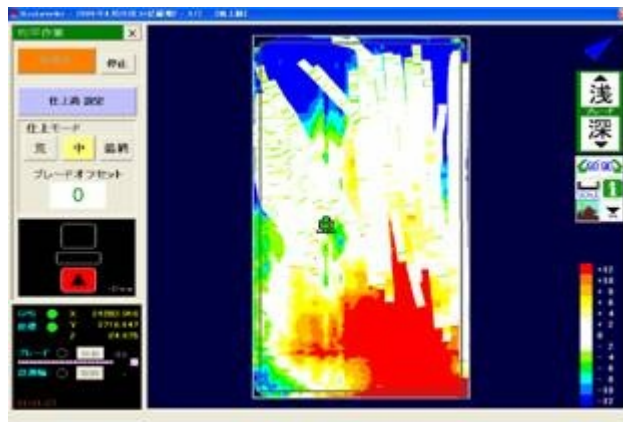


図2 トラクタ搭載パソコンの作業時画面

表1 レーザーとRTK-GPSによる水準測量と水平整地均平の作業時間(分/ha)

作業項目	レーザー	GPS	-	削減率 %
外周計測	0	5		
現況水準測量	45(90)	14	-31 (-76)	68.8 (84.4)
完了水準測量	41(82)	12	-29 (-70)	70.7 (85.4)
小計	86(172)	31	-55 (-141)	64.0 (82.0)
整地均平作業	136	92	-44	32.3
計	222(308)	123	-99	44.6 (60.0)
整地後均平度 ±2.5cm以内	64.6	70	富良野	
整地後の均平度	83.3	87.5	海津	

10. GIS互換の圃場地図を利用した作業計画・管理支援システム

多数の圃場を管理する生産法人や営農集団等において、空中写真画像や地形図画像と圃場図を重ね表示し、圃場単位の作付け・作業計画作成や栽培作業進捗・履歴管理などの情報管理を、視覚的に支援するソフトウェア。兵庫県加古川市実証現地生産法人へ機材とともに実証システムを設置し、2008年産小麦作から実証運用するとともに、Web公開(<http://www.aginfo.jp/PMS/>)で約400件ほどの利用(試用を含む)実績。利用者フィードバックを受けて既存機能の改良や新機能(水利, 雑草, 生産出荷管理, 生産資材の在庫管理, 蓄積データのレポート作成・任意データ抽出など書類作成支援)の追加が進行中。

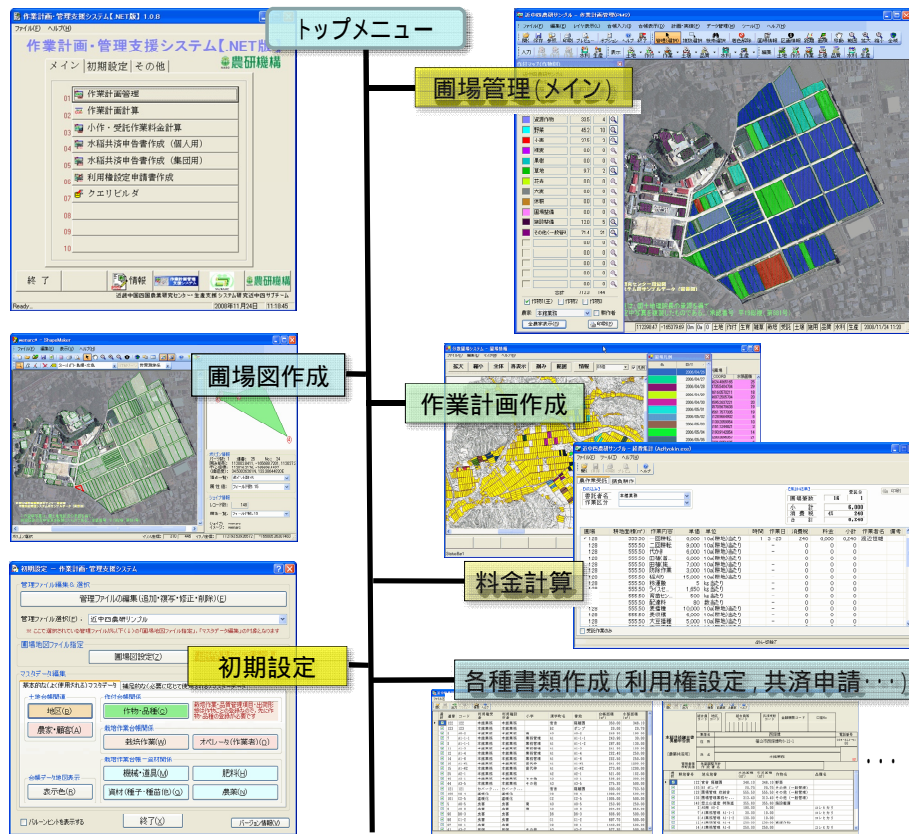


図1 システム構成(2008年12月)

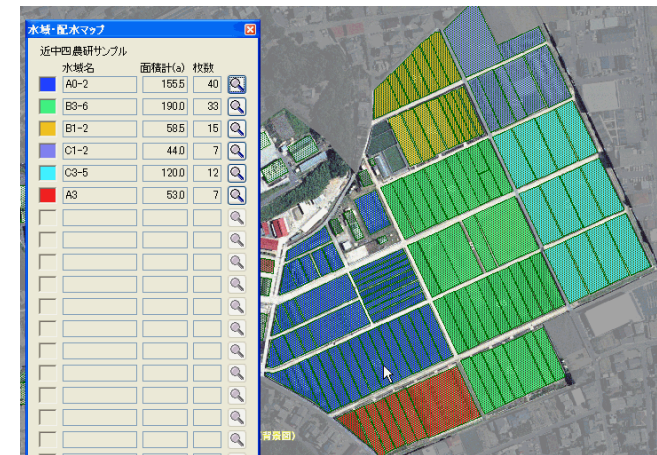


図2 水利管理(データ表示)画面例

生産ロット詳細 - ロット番号(LID): 1 製品番号(PID): 1

PID	登録日	出荷形態	単価(円)	数量	金額(円)
1	2008/06/08	30kg紙袋	¥7,600	10	¥76,000
2	2008/06/08	60kg麻袋	¥12,500	30	¥375,000
3	2008/06/08	フレコン	¥320,000	5	¥1,600,000

図3 生産出荷管理画面例(ロット管理)