

農機研ニュース

No.57



平成 23 年 3 月 31 日
生研センター さいたま本部
(農業機械化研究所)



— 主な内容 —

- ・携帯型植物水分情報測定装置
- ・コンバインの稼働時間拡大に関する研究
- ・高効率ネギ調製機の開発
- ・汎用型飼料収穫機の導入の目安
- ・農業機械の評価試験における測定精度の管理
- ・消費エネルギーの無駄を削減する循環式乾燥機の粉乾燥作業方法
- ・イチゴ収穫ロボットが「第4回ロボット大賞」で優秀賞を受賞
- ・農作業安全を巡る状況 他



農業現場のデジタル革命？！



1 年ほど前、「農で起業する！一脱サラ農業のススメ」という本をたまたま読みました。内容は、やり手の外資系サラリーマンであった著者が新規就農し、これまでの勘に頼る農業ではなく計測と情報化を武器に儲かる農業を実現したという、どこか

で聞いたことがあるような成功話でした。これを農水省的に言えば GAP の実践ということになるのでしょうか。農機研に着任し、PF の説明を聞いたとき、頭の中で、本の内容と GAP と PF がつながりました。脱サラおじさんの話しも GAP も基本は個人の工程管理ですが、FARMS で個人をつなげて膨大なデータを集積・分析して農業現場にフィードバックができれば、新しい次元の農業が拓かれるのではないかと、工場やオフィスでは当たり前になりつつあるデジタル革命の兆しが、ようやく農業にも見えてきた、そんな印象を持ちました。

このような動きが、これまで農業ではなかなか進展しないのにはいろいろな理由があると思います。自然を相手にしているという複雑さや平均年齢が 65 を超えるような従事者の年齢を考えると、90 年代、会社で PC が導

生研センター所長 前川泰一郎

入されたとき以上の困難が容易に想像できます。本気で革命を起こさせようとするなら、一部の意識の高い脱サラおじさんだけでなく、普通の農家の方が容易に導入できるようにならなければならないでしょう。職場や家庭に PC がこれだけ普及したのは、使いやすい OS やネット環境の整備もあったことなのでしょうが、私は、ユーザー・インターフェースの進化こそが、特に導入初期段階においては重要だったと考えています。パンチカードは論外としても、マウス抜きキーボード単体の状態では、オフィスにさえ普及は無理だったと思います。それが、今や、iPad に見られるような、直感的操作が可能なタッチパネルが採用され、マウス操作が難しいと思われる高齢者にも普及しはじめています（我が家のケース）。農業現場において工程管理がデジタル化されるに際して、農業機械＝PC の、まさにマウスに当たるものの登場がまさに望まれるところです。

普段通りの農作業をしているのに、きちんと工程管理され、データが自動で収集、サーバーに転送され、結果が現場にフィードバックされる、いふなれば新規就農者が篤農家の知恵と経験を実装できるような世界、それはもう手の届くところにきていると思いませんか。

表紙写真 第4回ロボット大賞授賞式の様子（平成22年11月26日、日本科学未来館にて）

高精度高速施肥機に関する現地検討会の様子（平成22年12月7日、生研センター附属農場にて）

携帯型植物水分情報測定装置

基礎技術研究部 山下貴史

はじめに

高品質農産物の安定生産に求められる精密なかん水管理を行うためには、作物の水分状態を迅速かつ簡便に測定する必要がある。ウンシュウミカンにおいては、マルドリ方式等の精密なかん水管理を必要とする栽培技術が普及しつつある一方で、かん水管理方法は多くが経験や勘に依存した目視観察や、プレッシャチャンバ法等の煩雑な測定方法に頼っているのが現状である。よって、生研センターでは、ウンシュウミカン葉の物理的な特性から、樹体の水分情報等のかん水管理に必要な指標を測定する携帯型植物水分情報測定装置の開発に取り組んでいる。

1. 水ポテンシャルとヤング率の関係

作物の水分情報を表す指標として水ポテンシャルがある。水ポテンシャルは作物の水分保持力を示し、作物の受けている水ストレスと強い関係があると言われている。代表的な水ポテンシャル測定方法として、圧力容器と窒素ガスを使うプレッシャチャンバ法があるが、装置が重い、測定試料の採取を必要とする破壊測定である、精度良く測定するためには経験を要する等の問題があり、かん水管理のために栽培現場で使用するのには難しい。そこで、水ポテンシャルを測定する別の方法として、作物の弾性力（ヤング率）から水ポテンシャルを推定する方法を検討した結果、ウンシュウミカン葉において、ヤング率と水ポテンシャルとの間に相関があることが分かった。

2. 試作装置の概要

以上より、ヤング率を測定することで水ポテンシャルを推定するための、現場ほ場で使用可能な携帯型植物水分情報測定装置を試作した。試作装置は、センサユニット、制御BOX、測定PCから構成される（図1）。電源は100V交流か内蔵12Vバッテリーから選択可能である。センサユニットには突起部φ4mmのロードセルとリニアアクチュエータが内蔵されており、測定対象の葉をセンサユニットのスリットに挿入し、制御BOXのスタートスイッチを押下すると、ロードセルの突起



図1 試作した携帯型植物水分情報測定装置

部で葉の圧縮を開始する。圧縮動作中は、ロードセルとアクチュエータからの出力情報が測定PCで逐次記録され、設定圧力に達すると葉の損傷防止のためにアクチュエータを停止・開放させ、ヤング率を自動計算した後に測定を終了する。

3. 性能試験

所内の‘青島温州’8年生樹の葉を対象に、試作装置によりヤング率、プレッシャチャンバ（PMS Model 600）により水ポテンシャルを測定し日変化を比較したところ、水ポテンシャルとヤング率は時刻の経過に従い同傾向で変化し、1度に測定した葉5枚分の平均値は決定係数 $R^2=0.91$ と高い相関を示した（図2）。

おわりに

現場ほ場での測定装置の使用を考えると、少ない測定回数での実用的な精度の確保と、小型軽量、簡単な操作で使える取扱い性の向上が必要である。よって今後はこれらについて改良を行い、実用性を高めていきたい。

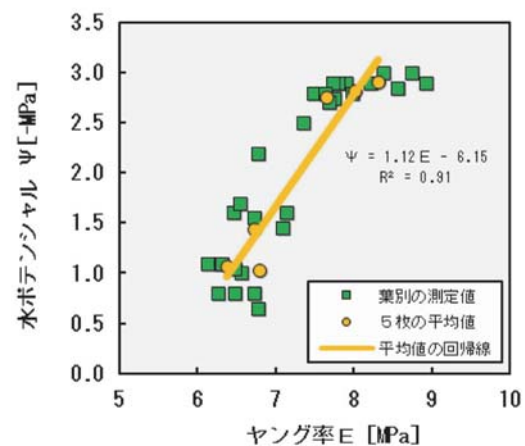
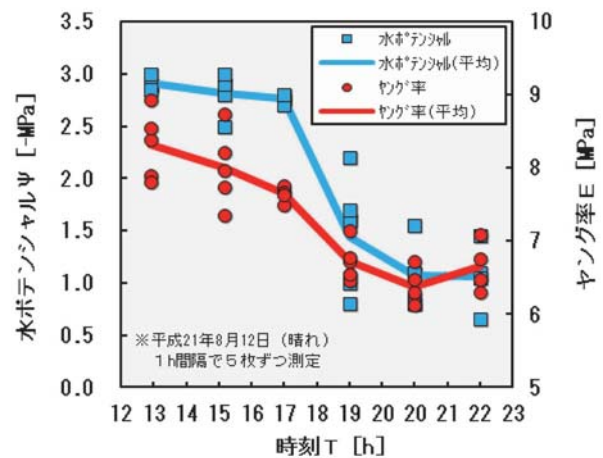


図2 性能試験の結果

コンバインの稼働時間拡大に関する研究

生産システム研究部 栗原英治 梅田直円

はじめに

穀物収穫における生産費低減方法としては、コンバインの稼働可能時間を増やし、能率を向上させることなどが考えられる。一般的に自脱コンバインの稼働時間については、朝露や夜露等の関係から午前10時から午後4時までを推奨しており、これを前後1時間ずつ拡大できれば、稼働時間が40%程度拡大するため、穀物生産費の低減に寄与することができる。そこで、本研究においては、穀物の低コスト生産のためコンバインの稼働時間拡大を目的とし、脱穀部の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備えた自脱コンバインの実証試験を行うこととする。

1. 実用機の概要

(1) 脱穀部の送塵弁開度制御機構

湿材（朝露や夜露等で湿った水稻）収穫作業時の1つ目の大きな問題点である、脱穀部における脱穀所要動力の急増抑制を図るため、脱穀こぎ室内の送塵弁に着目し、脱穀処理物の流量に応じて送塵弁開度を制御することができる、弾性部材（ねじりコイルばね）を用いた送塵弁開度制御機構を開発した（図1）。

(2) フッ化樹脂コートをした揺動選別機構

湿材収穫作業時のもう1つの大きな問題点である選別部における選別性能の低下抑制を図るため、揺動選別機構の部材のはっ水性に着目し、濡れた被選別物の付着軽減を図るため、揺動選別機構のフィンとグレンパンにフッ化樹脂コートをした（図1）。なお、コーティングの加工コスト低減のため、部分的な加工とした。

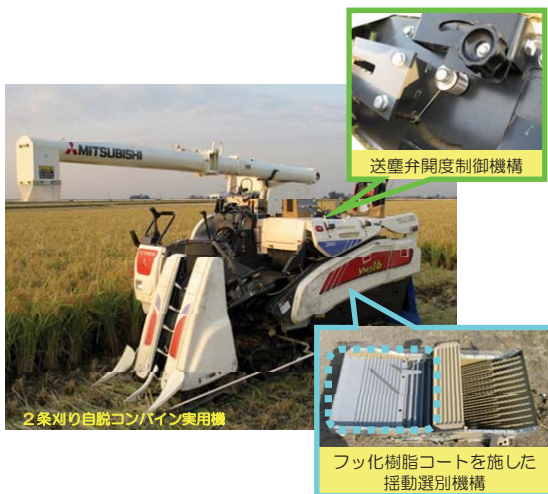
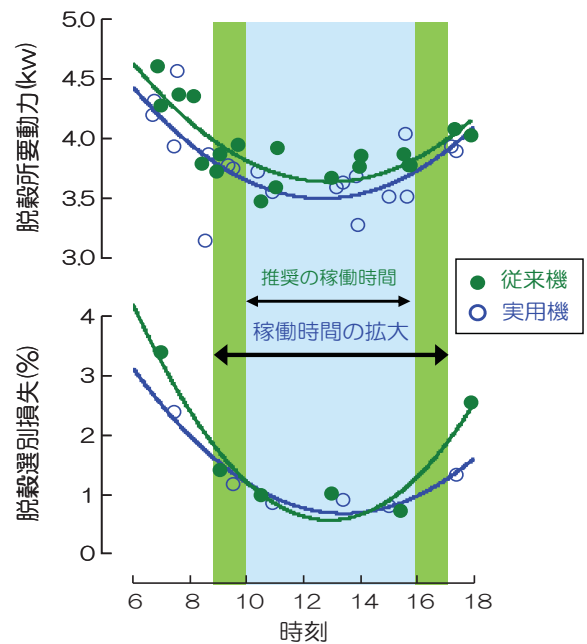


図1 実用機の概要
(M社製2条刈り自脱コンバイン)

2. 実証試験

自脱コンバインの稼働時間拡大を確認するため、実用機を用いて日変化測定試験を行った結果、実用機は、従来機と比較し、朝夕における脱穀所要動力および脱穀選別損失の急増抑制が図られ、推奨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、穀粒口の品質調査結果によると、実用機と従来機との間に大きな差異がなかったため、脱穀部の送塵弁開度制御機構とフッ化樹脂コートをした揺動選別機構を用いた実用機は、穀粒口の品質に悪影響を及ぼさないことをあわせて確認した。



試験日：2009/11/3、供試水稻：附属農場‘朝の光’、助走区間：30m、試験区間：5m

図2 日変化測定試験結果
(M社製2条刈り自脱コンバイン)

3. 経済性の検討

自脱コンバインの推奨の稼働時間を前後1時間ずつ拡大した場合の経済性について試算した結果、推奨の稼働時間が前後1時間ずつ拡大することにより、コンバインの利用可能面積が拡大し、単位面積当たりの機械償却費が低減することが示された。

おわりに

生研センターと三菱農機(株)が共同で開発した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備えた自脱コンバインが2010年から市販化されている。今後、生産現場への普及が期待される。

高効率ネギ調製機の開発

園芸工学研究部 藤岡 修

はじめに

長ネギの調製作業は、生産労働時間の約半分を占める重要な作業で、これまでに多くの調製用機械が実用化されてきた。特に皮むきは圧縮空気の利用により作業能率が向上したが、多くの圧縮空気が必要となり、エアコンプレッサの大型化が課題となっている。また、出荷規格の一つであるネギの太さ判別は、作業者の目視に頼ることが多く、非熟練者での判別精度の確保が課題となっている。そこで、空気使用量を減らして小型のエアコンプレッサでも高能率に皮むきができ、また、太さ判別機能を利用して誰でも容易に太さ選別ができる、新しいネギ調製機を開発した。

なお、本課題は農林水産省の新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業の課題で取り組み、調製機は(株)マツモトと共同開発したものである。

1. ネギ皮むき用回転ノズル

慣行の皮むき機は圧縮空気をネギ表面に噴射して皮をむくが、作用する範囲が狭く、隈なく皮をむくには時間がかかる。そこで、工業分野で水分除去やバリ取りで利用例がある回転ノズルの利用を検討した。回転ノズルは、ラップ状のノズルカバーと圧縮空気を通す柔軟な樹脂チューブで構成され、ノズルカバーの内壁に沿ってチューブが回転しながら圧縮空気を噴射するため、強い打力の圧縮空気を広い範囲に当てることができる。長ネギの皮むきではむいた皮を吹き飛ばす風量が必要のため、チューブ内径を大きくし、また、ネギ表面に付着した土砂の飛散によるノズル部材の摩耗を抑えるためにノズルカバーをステンレス、チューブをウレタンゴムに変更したネギ皮むき用の回転ノズルを新たに開発した(図1)。

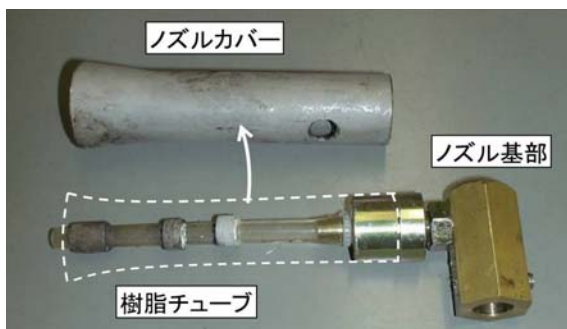


図1 ネギ皮むき用回転ノズル

2. 太さ判別機能

物のあるなしの検出に利用するエリア式ファイバセンサに着目し、投光部と受光部との間に置かれたネギが光を遮る程度でネギの太さを測定する装置を考案した。この投受光部を皮むきノズルの後方(手前側)に設置し、皮むきと同時に太さを測ることができる構造とした。太さの出荷規格は産地毎に若干異なるため、

太さ判別の基準値は、タッチパネルで容易に変更できるようにした。太さの判別結果はパネルで表示するとともに、音声で作業者に知らせる仕組みも設けた。

3. 試作3号機の製作と実証試験

試作3号機(図2)を3台製作し、これらを用いた実証試験を秋田県内のネギ生産農家において実施して、作業能率、空気使用量、電力消費量(三相)、太さ判別精度や取扱性を調査した。なお、各農家で普段使用している皮むき機を慣行機として比較、調査した。

実証試験の結果、皮むきの作業能率は慣行機と比べ8~27%向上した。また、空気使用量は慣行機の46~83%に節減され、単位空気量当たりの処理本数に換算すると慣行機の1.2~2.2倍に増加した。空気使用量の減少に伴い、エアコンプレッサの稼働に要する電力消費量(三相)も慣行機と比べ33~72%に節減可能であった。機械による太さ判別と熟練者の目視による太さ判別の精度を比較した結果、3号機の正解率は平均63%(56~74%)であり、熟練者の目視判別精度の平均68%(62~72%)とほぼ同程度であった。

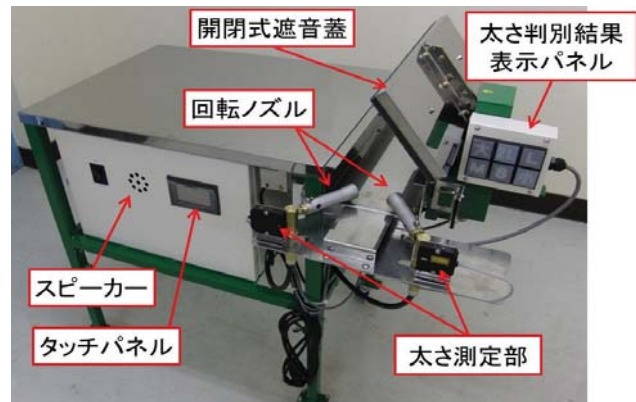


図2 試作3号機

おわりに

開発機を用いることで、より小型のコンプレッサでも高能率な皮むき作業が可能となり、新規導入時の初期投資を軽減できる。また、エアコンプレッサの稼働に要する電力消費量を最大1/3に節減できることから、生産費の軽減にも寄与できると考える。

なお、高効率ネギ調製機は2011年春に市販化予定である。また、ネギ皮むき用回転ノズルは、2009年秋からニンニク調製機(塊根分離機)で市販化されている。

汎用型飼料収穫機の導入の目安

畜産工学研究部 川出哲生 橘 保宏
基礎技術研究部 志藤博克

はじめに

汎用型飼料収穫機（以下、開発機）は、トウモロコシ、牧草および飼料イネ等の多様な飼料作物を収穫・ロール成形でき、2009年 年から府県のコントラクタを中心に普及が始まった。今回は開発機を導入する際の指針として、現地実証試験で得られたデータを基に、開発機に要する収穫調製費と受託作業料の関係から開発機の導入の目安となる負担面積の一例を示した。

1. 現地実証試験

現地実証試験は、圃場条件や対象作物等が異なる7組織のコントラクタや農業生産法人等にご協力頂いて実施した。試験は、開発機と自走式ラップを各試験地の実情に合った作業方法で行い、数週間から数ヶ月間の稼働状況から、対象作物ごとに一日あたりの作業可能面積と変動費を調査した。また、試験地一箇所において機械運搬費を調査した。

対象作物はトウモロコシ、飼料イネ、飼料ムギであり、開発機の一 日あたり作業可能面積の平均値は、トウモロコシで 1.41ha、飼料イネで 0.97ha、飼料ムギで 1.85ha であった。飼料ムギ収穫には飼料イネ用アタッチメントを使用した。変動費の平均値はトウモロコシで 8,346 円/10a、飼料イネで 10,491 円/10a、飼料ムギで 6,138 円/10a であった。機械運搬費は 4,198 円/10a であった。なお、現地実証試験地の一筆あたりの平均圃場面積はトウモロコシが 34a、飼料イネが 40a、飼料ムギが 65a であった。

2. 導入の目安の検討

1) 収穫調製費と受託作業料

収穫調製費は、次式のようにして求めた。

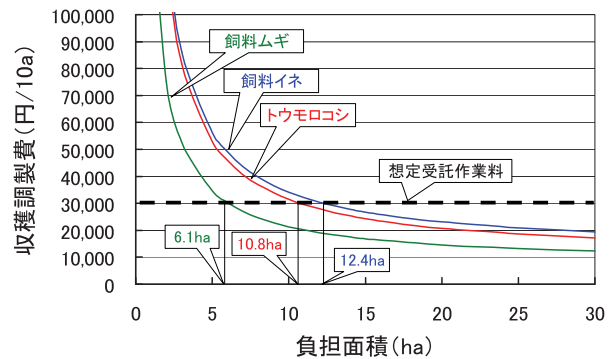
$$\text{収穫調製費} = \frac{[(\text{減価償却費} + \text{修理費}) \times \text{利用率}] / \text{負担面積} + 10\text{aあたり変動費} + \text{同機械運搬費}}$$

減価償却費は、各アタッチメントを含む開発機と自走式ラップの他、作業に使用した機械を対象とし、法定耐用年数を5年、残存はないものとして計算した。修理費は、開発機価格の4%と設定した。減価償却費と修理費は補助金による費用の圧縮を行わなかった。開発機体系の各対象作物への利用率は、現地実証試験での実績からトウモロコシ 40%、飼料イネ 40%、飼料ムギ 20%と設定した。変動費と機械運搬費は、現地実証調査結果の平均値を使用した。

収穫から密封までの受託作業料は各作物一律 30,000 円/10a と想定した。

2) 試算結果

各対象作物の負担面積と収穫調製費の関係を図に示す。この図から、想定受託作業料 30,000 円/10a を上回らないために必要な負担面積を求めると、トウモロコシが 10.8ha 以上、飼料イネが 12.4ha 以上、飼料ムギが 6.1ha 以上の合計 29.3ha 以上と試算された。負担面積がこれより大きくなれば、収益の増加あるいは受託作業料の値下げが期待できると考えられた。



一日あたりの作業可能面積は、トウモロコシ 1.41ha、飼料イネ 0.97ha、飼料ムギ 1.85ha とした。ネット代 28,700 円/本、ラップフィルム代 10,100 円/本、軽油単価 123 円/L、ガソリン単価 145 円/L、労働費単価 2,000 円/h と設定。機械運搬費は、中古 8t トラック、2t トラックを使用し、片道 10km とした場合の減価償却費と変動費から算出。受託作業料は 30,000 円/10a と想定。

図 コントラクタ等への導入の目安の試算例

なお、開発機体系導入の目安は、一日あたりの作業可能面積、作物の収穫可能期間、輸送方法等の条件や、受託作業料の想定額によって異なるため、実際に導入を図る際には、現地で想定しうるデータを用いて試算する必要がある。

おわりに

開発機は 2009 年から販売が開始され、初年度で 12 台が普及（その内 3 台が現地実証試験を実施した組織が導入）している。本報告が導入の指針となれば幸いである。

現地実証試験の実施にあたり、多大なるご協力、ご尽力を賜った関係各位に感謝の意を表す。

農業機械の評価試験における測定精度の管理

評価試験部 原田道生

はじめに

測定結果の精度すなわち測定の信頼性については近年、測定結果のばらつきの範囲を統計的に表現するという考え方（不確かさ）が用いられるようになりつつある。このため、試験機関に要求される新しい測定精度の管理方法の農業機械評価試験への適用について調査・研究を行った。

1. 試験機関に関する国際規格

生研センター評価試験部では、従来から農業機械を対象として型式検査の方法基準や OECD テストコードなどに則り試験の実施とその測定精度の管理を行ってきた。一方、校正機関や試験機関に対して、国際規格 ISO/IEC 17025 では、測定の不確かさを推定する手順をもち、適用することを要求事項に加えている（図）。そこで同規格が定める要件のうち技術的要求事項に適合した評価手法を農業機械評価試験へ適用することで、測定の品質管理を行った。

ISO/IEC17025(試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項)	
○管理上の要求事項	…組織、品質システム、文書管理、契約、記録管理、内部監査など
○技術的要求事項	…要員、試験方法及び妥当性確認、施設・環境条件など
	<ul style="list-style-type: none"> ・方法の選定 ・測定の不確かさの推定 ・方法の妥当性確認 ・データ管理

※不確かさ…「測定の結果に付随した、合理的に測定量に結び付けられ得る値のばらつきを特徴づけるパラメータ」(ISO「計測における不確かさの表現のガイド」より)

図 ISO/IEC17025 における試験機関の要件

2. トラクタ評価試験における測定の不確かさ

トラクタの機体寸法・質量測定、PTO 性能、油圧性能、けん引性能、制動、旋回、騒音試験等について、各試験結果の統計解析（分散分析）を行って、測定者の個人差や繰返し等による不確かさを推定することで、測定結果のばらつきに影響を及ぼす各要因とその大きさを調べた。なお分散分析には、(独)産業技術総合研究所計量標準総合センターが開発したプログラム AIST-ANOVA を使用した。

3. 測定の精度向上に向けた検討

各試験の不確かさ評価等をもとに、測定精度の維持・向上のための方策を検討し、これを実施することにより、多くの試験において測定値のばらつき低減や個人差の影響の低減を図ることができた（表）。例えば制動距離の測定では、計測機器校正の不確かさのほか測定者の個人差や繰返し性が不確かさ要因と考えられ、クラッチペダルとブレーキペダルを踏込むタイミングを合わせる手法により、繰返し性の影響が低減できた。

表 測定方法の改善成果事例

項目	方策	成果
寸法測定 (前輪外側幅)	測定点位置を車軸の近傍に統一	測定値のばらつき（合成標準不確かさ）低減
PTO 性能試験 (PTO トルク)	負荷の低い側からのみ負荷設定後、安定時間を確保	測定値のばらつき（合成標準不確かさ）低減
制動試験 (制動距離)	クラッチ・ブレーキペダルの踏込むタイミングを合わせる	繰返しの影響（標準不確かさ）低減
油圧性能試験 (ポンプ出力)	流量制御バルブの操作を間接式から直接式に変更	測定者個人差の影響（標準不確かさ）低減
騒音試験 (運転者耳元)	測定の反復を2倍にする	測定者個人差の影響（標準不確かさ）低減

4. 測定システムにおける信頼性確認

自動化された測定システムについては、従来、多種の計測機器で構成されることから、計測機器個々の製造者等による点検校正のみで、測定システム全体の精度確認をすることが困難であった。このため、内部校正によりシステム全体の精度を確認できるようキャリブレーションを導入することとした。この導入により、測定器から出力される信号に相当する信号を発信してシステムへ入力し、指示値を確認すると同時に、システムからの出力をキャリブレーションへ入力して、その精度を確認できるようになった。PTO 性能、けん引性能試験では動力計回転数、燃料温度、潤滑油温度等の測定に適用することとした。

5. 管理マニュアルの作成

上述のような取組を踏まえた測定の管理マニュアルを作成した。計測要領のほか、測定精度を求める手法（不確かさの評価手法を主とする）を記載した。試験要員の測定技術を確認・維持する意図からも、不確かさの評価は定期的に行い、各校正サイクルに合わせることにした。また計測機器の管理については、測定システム等に用いるキャリブレーションや騒音計用の音響校正器、電子天秤用の分銅等に対して運用方法を定め、製造者等による外部保守点検・校正と併用することとした。

おわりに

今後、貿易自由化等の動向からも国際規格に応じた測定精度の管理の必要性が高まることが予想される。試験計測の国際認証等にも本取組が役立つものと考えられる。

消費エネルギーの無駄を削減する循環式乾燥機の籾乾燥作業方法

生産システム研究部 野田崇啓

はじめに

化石燃料の価格上昇による経営の圧迫、同燃料の消費による地球温暖化の進行が問題となっている。循環式穀物乾燥機では、満量張込みの奨励、過乾燥の防止、排気ダクトの保守点検等の対策を講じることでエネルギー消費量（灯油消費量+電力消費量）を節減できるとされており、これらの対策による効果を数値で示し、使用者に的確な情報を示す必要がある。そこで本研究では、同じ型式の乾燥機を用い、運転条件の違いでエネルギー消費量がどの程度変化するかを調査した。

1. 試験の概要

循環式穀物乾燥機（型式：PCG-9F、最大穀物処理量860kg、熱風式）を同じ環境下に設置して雰囲気条件をそろえ、同一圃場の籾を張込み、サンプル条件を統一した後、運転条件を変えて乾燥試験を行った。エネルギー消費量は、乾燥に要したエネルギー消費量を乾燥水分量で除した「穀物水分1kgの乾減に要するエネルギー量（MJ/kg・H₂O）」にて評価し、作業要因別に比較した。

2. 張込み量の違いによる乾燥エネルギーの差

張込み量を満量にして乾燥した時に比べ、張込み量約半分で乾燥した場合は、全体で29%エネルギー消費が増加する。さらに最低張込み量で乾燥した場合は、全体で65%エネルギー消費が増加した（図1）。圃場での収穫作業の調整や無駄な分別乾燥を行わない等の対策を講じることでエネルギー増加を抑制できる。

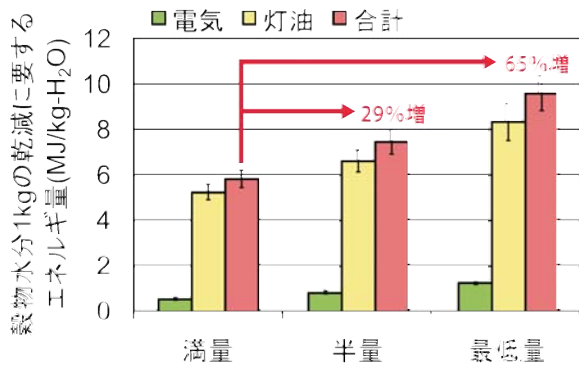


図1 張込み量の違いによる乾燥エネルギーの差

3. 停止水分の違いによる乾燥エネルギーの差

籾水分15%w.b.まで乾燥した時に比べ、13%w.b.まで過乾燥すると、全体で20%エネルギー消費が増加した（図2）。停止水分ダイヤルの確認や水分計の定期的な校正等の対策を講じることでエネルギー増加を抑制できる。

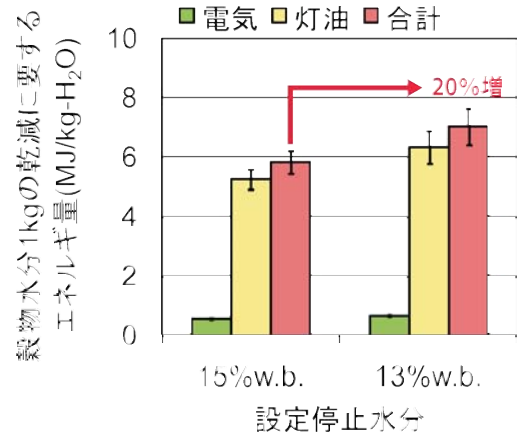


図2 停止水分の違いによる乾燥エネルギーの差

4. 排気の一部吸引による乾燥エネルギーの差

排気ダクトの破損等により排気が室内に漏れ、吸引風量の約25%の排気が機内に吸引された場合、排気の吸引がない時に比べ、全体で19%エネルギー消費が増加した（図3）。排気ダクトの保守点検を行うことでエネルギー増加を抑制できる。

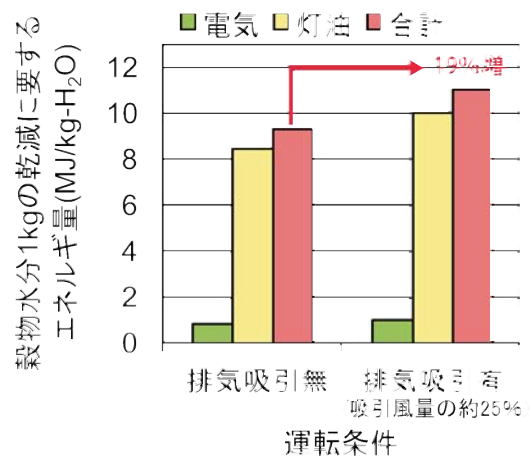


図3 排気の一部吸引による乾燥エネルギーの差

おわりに

本情報は社団法人日本農業機械化協会編の「農業機械の省エネ利用マニュアルー平成22年度改訂版」（2011年3月改定後にインターネット上に公開予定）に掲載される。

イチゴ収穫ロボットが「第4回ロボット大賞」で優秀賞を受賞

特別研究チーム（ロボット） 林 茂彦

はじめに

“真っ暗なイチゴハウスで、LED 照明が時折点灯する。耳を澄ますと、何やら組立工場で聞いたことのある「キシッ、キシーン」という音も聞こえてくる。ロボットが一生懸命にイチゴを収穫しているのです。”

これは、経済産業省/社団法人日本機械工業連合会が主催する「第4回ロボット大賞」に提出した書類の書き出しです。生研センターとエスアイ精工(株)が共同開発したイチゴ収穫ロボットが、サービスロボット部門「優秀賞」を受賞いたしました。

1. 収穫ロボットの構成

イチゴ収穫ロボットは、以下の要素から構成されています。大きさは長さ 1.7m、幅 0.6m、高さ 1.9m です。

- ①マニピュレータ：3 自由度の円筒座標型マニピュレータを利用しています。
- ②マシンビジョン：LED 照明と CCD カメラ 3 台から構成され、画像を入力する時のみ LED が点灯します。
- ③採果ハンド：果柄を切断するフィンガと、果実を検知するセンサから構成されています。フィンガの先端に隙間を設けることにより、別の果柄を切断しないようになっています。
- ④トレイ収容部：収穫した果実を入れるトレイを格納するスペースがあります。空トレイを 1 箱ずつ取り出し、収穫して満杯になったら収容部に戻します。
- ⑤走行部：ロボット本体を搭載してハウス内を移動します。

2. 生産者に使ってもらうための実用性の追求

このロボットはイチゴの生産現場で動作し、普及することを目指して開発され、以下の特徴があります。

- ①着色度の判定：熟練した生産者の目に負けないように、果実の色味具合を判定します。一般に 8 分着色以上であれば収穫に適しています。この基準値は、生産者の判断で変更できるようになっています。
- ②果柄の検出と把持：イチゴはとても柔らかいため、果実に触れると傷みが心配です。傷つけないように果柄を持って摘み取ります。
- ③トレイへの収容と運搬：収穫した果実をトレイに順次収容してゆきます。満杯になったら次のトレイが準備されます。

3. イチゴハウスでの動作

収穫ロボットは、ホーム位置を起点として、横移動し栽培ベッドの通路に入っていきます。前進動作で通路右側の果実を収穫します。通路終端で機体を 180° 旋回させ、後進しながら通路左側の果実を収穫します。採果動作は走行部が停止した状態で行います。

- ①2 台の CCD カメラにより果実の 3 次元位置を計測します。
- ②検出した果実の着色度を推定します。
- ③収穫しようとする果実に向きなおし、中央の CCD カメラで果実を撮影し、果柄の切断位置と傾きを求めます。
- ④採果ハンドは、果実の傾きに応じて左右に回転して、果柄の切断位置に接近します。
- ⑤フィンガで果柄を切断し、果実を把持できていることを確認して、トレイに収容します。
- ⑥これらの処理が終わると、走行部は 200mm 移動し、次の果実を探します。

4. 収穫性能と利用方法

ロボットといっても人間と同じ能力を持っているわけではありません。基本性能は以下の通りです。

- ①適熟果実の収穫割合：60～66%
- ②サイクル時間（果実 1 個の収穫処理）：9s

人間に比べサイクル時間が遅い分、夜間に確実に作業を行います。夜間稼働することで照明条件が一定になり果実を見つけ易くなります。また、夜間は果実の温度が低いため、果皮が硬く傷つきにくく、新鮮なイチゴを消費者に届けることができます。収穫できる割合は 6 割強ですから、採れなかった果実は翌朝に生産者が収穫しなければなりません。寝ている間に約 2/3 の作業を済ませてくれるので、大変助かります。



図 イチゴ収穫ロボット

おわりに

10 アール当たりの作業労働時間がきわめて多いイチゴ生産において、その 1/4 を占める収穫作業の省力化に繋がることを期待しています。

農作業安全を巡る状況

特別研究チーム長（安全） 中村利男

農作業死亡事故については、官民挙げての農作業事故防止対策にも拘わらず、高齢化の進展もあり、近年、年間400件（人）前後で推移しております。

平成19年の就業人口10万人当たりの死亡事故者数でみると、全産業が2.7人、建設業が12.6人に対し、農作業は12.7人となり、初めて建設業を上回りました。

このように厳しい状況下、安全に対する国民の関心の高まりを背景にして、昨年来、農作業安全についても、新たな動きが活発化してきております。

まず、農林水産省では、平成22年3月策定された「食料・農業・農村基本計画」において、農作業安全対策の推進を初めて位置づけ、更なる農作業安全対策の強化を図ることとなったところであり、また、6月に閣議決定された農業白書においても農作業安全について取り上げられました。

平成22年4月には、「よい農業生産の実践」ともいべきGAP（Good Agricultural Practice）の共通基盤に関するガイドラインが策定され、食品安全だけでなく、環境保全や労働安全についてもその関連する法体系や諸制度を俯瞰し、我が国の農業生産活動において、特に実践を奨励すべき取組が明確化されました。

また、5月には日本農村医学会、全国農業協同組合中央会が核となって「全国農作業事故防止対策連絡協議会」が設立され、関係機関・団体が相互に連携して、農作業安全に取り組む体制ができあがりました。

一方、同月、(社)日本農業機械化工業会の刈払機部会において、安全鑑定基準に適合していないスロットレルレバーの刈払機の生産を平成23年9月末をもって中止することが、会員企業や賛同メーカーにより合意され、刈払機の安全性が一層高まることとなりました。

9月には「農作業安全確認運動推進会議」が、関係機関・団体、農機メーカー参集の下に、農林水産省で開催され、農作業安全の推進に向けての関係機関・団体、メーカーの意志統一がなされました。

11月には、日本農村医学会と日本農業新聞の共催で「全国農作業安全活動発表集会および日韓合同シンポジウム」が盛岡市で開催され、関係者、関係機関・団体の参加の下、農作業安全に向けての情報・意見交換が活発になされました。

農林水産省の平成23年度予算概算決定は前年の10倍の規模となり、農作業事故の対面調査による詳細分析やトラクタの安全フレームの装着等による農作業事故防止に向けた取り組みが、推進されることとなりました。

当チームとしても、平成22年度のチーム課題研究（新規課題1，継続課題1）に鋭意、取り組むほか、各県の農作業事故に関する情報の収集、現地調査等を行いました。中でも「農業機械の安全対策に関する研究」（平成20～22年度）では、主要農業機械の運転操作装置の現状、高齢者・女性を含む農業者の農業機械運転操作に係る身体機能について調査し、これらを分析して、安全鑑定基準等の見直しを含む、高齢者・女性に対する安全装備の適応性を改善する方策をとりまとめ、提言することができました。

当チームでは、今後とも農作業安全についての様々な取り組み、動きを把握するとともに、これらと可能な限り連携・協力し、「農業機械」と「人」の両面から農作業事故の低減に向けた試験・研究、調査、情報収集・発信を積極的に進めたいと考えております。

平成23年度においては、特に、農林水産省本省、関係機関等のご協力を得て収集した農作業事故データを用いて、事故発生原因、作業環境等との因果関係を明らかにする調査・分析手法の研究を新たに進める予定です。

また、当チームが中心に管理運営しているWebサイト「農作業安全情報センター」の資料・情報の一層の充実及びコンテンツの一つである農機安全eラーニングの活用促進も図りたいと考えています。



図 農機安全 eラーニングのメインメニュー画面

平成22年度の主な会議等の開催について

[1] 研究課題検討会

開催日：平成23年1月25日、26日、28日

開催場所：生研センター本部 研究交流センター
花の木ホール

出席者：農林水産省関係部局、生研センター役職員
議事：1) 平成22年度の事業報告及び平成23年度の事業計画(案)の検討
2) 研究成果情報候補課題の検討

リフト低減型防除機の防除効果

(4) ナシ園における棚用ドリフト低減型防除機の防除効果

2) 実演会

3) 高機動型果樹用高所作業台車に関する現地検討会

開催日：平成22年11月5日

開催場所：検討会：福島県農業総合センター

果樹研究所 大会議室

実演会：福島県農業総合センター

果樹研究所 わい化リンゴ栽培ほ場

出席者：農林水産省、都道府県関係者(行政・普及・研究)、JA関係者、独立行政法人研究機関、大学、生産者、農業団体関係者、企業関係者、報道関係者

議事：1) 検討会

(1) 高機動型果樹用高所作業台車の機能と構造

(2) 福島県における高機動型果樹用高所作業台車の効果的活用方法

(3) 青森県における高機動型果樹用高所作業台車の効果的活用方法

2) 実演会

[2] 現地検討会、中央検討会

1) 最新管理作業機に関する現地セミナー

開催日：平成22年7月16日

開催場所：検討会：富山県農業協同組合中央会農業総合研修館 大講義室

実演会：富山県農林水産総合技術センター農業研究所(大豆栽培ほ場)

出席者：農林水産省、都道府県関係者(行政・普及・研究)、JA関係者、独立行政法人研究機関、大学、生産者、農業団体関係者、企業関係者、報道関係者

議事：1) 検討会

(1) 基調講演

(2) 開発機の機能と効果的活用方法

2) 実演会

2) 果樹用ドリフト低減型防除機に関する現地検討会

開催日：平成22年10月28日

開催場所：検討会：埼玉県農林総合研究センター園芸研究所 講堂

実演会：埼玉県農林総合研究センター園芸研究所 ナシ栽培ほ場

出席者：農林水産省、都道府県関係者(行政・普及・研究)、JA関係者、独立行政法人研究機関、大学、生産者、農業団体関係者、企業関係者、報道関係者

議事：1) 検討会

(1) 立木用および棚用ドリフト低減型防除機の性能と効果的活用方法

(2) SS用ドリフト低減型ノズルの性能と効率的活用方法

(3) わい化リンゴ園における立木用ド

4) 高精度高速施肥機に関する現地検討会

開催日：平成22年12月7日

開催場所：検討会：川里農業研修センター 集会室

実演会：生物系特定産業技術研究支援センター 附属農場ほ場

出席者：農林水産省、都道府県関係者(行政・普及・研究)、JA関係者、独立行政法人研究機関、大学、生産者、農業団体関係者、企業関係者、報道関係者

議事：1) 検討会

(1) 高精度高速施肥機の性能と効果的活用方法

2) 実演会

(1) 開発機の特徴について

(2) 開発機によるデモンストレーション

5) イチゴ収穫ロボットに関する現地検討会

開催日：平成22年12月15日

開催場所：検討会：愛媛県農林水産研究所 農業研

究部 花き研究指導室 大研修室
 実演会：近隣イチゴ栽培ハウス
 出席者：農林水産省、都道府県関係者（行政・普及・研究）、JA関係者、独立行政法人研究機関、大学、生産者、農業団体関係者、企業関係者、報道関係者

- 議 事：1) 検討会
 (1) イチゴ収穫ロボットの特徴と性能
 (2) イチゴ収穫ロボットの効果的な利用方法
 (3) イチゴ収穫ロボットへの期待
 2) 実演会
 (1) イチゴ栽培ハウス（可動つり下げ式高設栽培ベット）
 (2) イチゴ収穫ロボットの实演（2機種）

6) 高精度てん菜播種機に関する現地検討会

開催日：平成23年2月3日
 開催場所：大空町女満別研修会館 大会議室
 出席者：農林水産省、北海道（行政・普及・研究）、JA関係者、独立行政法人研究機関、大学、生産者、農業団体関係者、企業関係者、報道関係者

- 議 事：講演
 (1) 第4期北海道農業・農村振興推進計画におけるてん菜生産努力目標の考え方について
 (2) てん菜直播栽培に関わる諸問題と技術的対策
 (3) 緊プロ開発機「高精度てん菜播種機の概要と性能」

[3] 生研センター研究報告会

開催日：平成23年3月10日
 開催場所：大宮ソニックシティ「小ホール」
 出席者：農林水産省関係部局、都道府県関係部局、公立試験研究機関、独立行政法人各試験研究機関、大学、農業団体、農業機械関連企業、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構、その他

- 議 事：1) 情勢報告
 (1) 農林水産省生産局
 (2) 農林水産省農林水産技術会議事務局
 2) 生研センターの研究内容報告
 (1) 基礎技術研究部

- (2) 生産システム研究部
 (3) 園芸工学研究部
 (4) 畜産工学研究部
 (5) 評価試験部
 (6) 特別研究チーム（エネルギー）
 (7) 特別研究チーム（ロボット）
 (8) 特別研究チーム（安全）

- 3) 個別研究報告
 (1) 第4次農業機械等緊急開発事業の成果
 (2) 水稲収穫作業における混入防止技術の開発
 (3) 高効率ネギ調製装置の開発
 (4) 農業機械の安全対策に関する研究
 4) 総合討議

[4] 農業機械開発改良試験研究打合せ会議

開催日：平成23年3月10日、11日
 開催場所：大宮ソニックシティ「小ホール」
 生研センター 基礎技術研究館大会議室他（分科会）

出席者：農林水産省関係部局、都道府県関係部局、公立試験研究機関、独立行政法人各試験研究機関、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構

- 議 事：全体会議（研究報告会と合わせて実施）
 (1) 分科会1. 水田作、畑作分科会
 ー水田作・畑作の低コスト化に挑む機械化新技術
 (2) 分科会2. 園芸、特作分科会
 ー国産野菜の生産性拡大に向けた技術開発
 (3) 分科会3. 果樹分科会
 ー果樹生産における軽労化、快適化のための新技術
 (4) 分科会4. 畜産分科会
 ー酪農生産における先進的飼養管理技術

[5] 情報・意見交換会

1) 埼玉県農林総合研究センターと生研センターの情報交換会

開催日：平成22年7月9日
 開催場所：埼玉県農林総合研究センター茶業研究所
 出席者：埼玉県農林総合研究センター、生研センター

- 議 事：1) 茶業研究所の概要・研究内容の紹介
2) 茶業研究所施設案内
3) 生研センター最近の研究成果紹介
4) 今後に向けた意見交換会

[6] 研究会・セミナー等

1) 日韓研究交流セミナー及び共同研究打合せ会議

開催日：平成22年5月25日～27日

開催場所：韓国農村振興庁国立農業科学院農業工学部

出席者：韓国農村振興庁国立農業科学院、農業技術
実用化財団、農機メーカー、大学、生研セ
ンター

- 議 事：1) 講演
(1) 農業機械安全性の向上技術に関する研究
(2) 農業機械試験評価の技術向上に関する研究
2) 質疑・意見交換

2) 新技術セミナー

開催日：平成23年3月9日

開催場所：大宮ソニックシティ「小ホール」

出席者：農業機械関連企業、農業団体、大学、国・
都道府県関係部局、公立試験研究機関、
独立行政法人各試験研究機関、その他

- 議 事：1) 講演
(1) 食料自給力向上に向けた主要農産物の
取組みの現状と対策の概要
(2) 各地における主要な取組みと農業機
械化の課題
①中山間地域における集落営農法人の取
組みと課題（広島県）
②米・大豆の生産・加工・販売の取組み
と課題（新潟県）
③畜産と結びついた飼料米生産の取組み
と課題（岩手県）
(3) 米麦大豆等に係る機械開発の課題と
展望
2) パネルディスカッション

[7] 研究課題評価委員会

開催日：平成23年2月15日

開催場所：生研センター 花の木ホール他

出席者：外部評価委員、農林水産省生産局、
生研センター役職員

- 議 事：1) 評価方法について
2) 代表的な研究内容について

[8] 検査・鑑定業務関係

1) 平成22年度農機具型式検査及び農業機械安全鑑定 等の説明会

開催日：平成22年4月21日

開催場所：生研センター 花の木ホール

出席者：農機具型式検査及び農業機械安全鑑定関係
者等

- 議 事：1) 型式検査、安全鑑定等に係わる最近の
動向
2) 平成22年度型式検査、安全鑑定等の
実施について
3) その他

[9] 緊プロ開発機公開行事

開催日：平成23年2月17日

開催場所：生研センター 花の木ホール他

出席者：農林水産省関係部局、都道府県関係部局（農業
改良普及センターを含む）、独立行政法人試験
研究機関、公立試験研究機関、大学、農業関係
団体、報道関係、新農業機械実用化促進株式会
社及び出資メーカー、独立行政法人農業・食品
産業技術総合研究機構、その他

- 議 事：1) 説明
(1) イチゴ収穫ロボット
(2) 高精度てん菜播種機
(3) 高機動型果樹用高所作業台車
(4) 果樹用農薬飛散制御型防除機
(5) 高精度高速施肥機
2) 開発機の展示・実演

人の動き

1. 役員

なし

2. 職員

発令年月日	氏名	新所属	旧所属
22.9.30	稲田 辰也	農林水産省（門司植物防疫所総務部庶務課管理係長）	総務部会計課用度チーム主査
22.10.1	生駒 将亮	総務部会計課経理チーム主査	総務部会計課経理チーム
22.10.1	佐藤 裕司	総務部会計課用度チーム主査	農林水産省（横浜植物防疫所総務部会計課用度係長）

技術講習生等

1. 技術講習生

所 属	人数	期 間	講 習 内 容
東京大学大学院	1名	平 22.5.10～23.3.31	イチゴのロボット収穫及び、生育情報収集技術に関する専門知識の習得
東京農工大	1名	平 22.7.1～23.3.31	自脱コンバインの作業安全性向上技術に関する専門知識の習得
東京大学	1名	平 22.8.23～22.9.2	農業機械分野の研究・開発現場の体験
宇都宮大学	4名	平 22.8.30～22.9.10	農業機械分野の研究・開発現場の体験
新潟大学	2名	平 22.8.30～22.9.10	農業機械分野の研究・開発現場の体験
首都大学東京大学院	5名	平 22.9.27～22.10.1	農業機械分野の研究・開発現場の体験
北海道大学大学院	1名	平 22.9.27～22.10.1	農業機械分野の研究・開発現場の体験
京都大学大学院	1名	平 22.9.27～22.10.1	農業機械分野の研究・開発現場の体験
三重県農業研究所	1名	平 22.11.1～22.12.22	農業機械分野の研究・開発現場の体験

2. 教育研究研修生

所 属	人数	期 間	研 修 内 容
芝浦工業大学大学院	1名	平 22.4.1～23.3.31	果樹の農作業省力化技術の開発（指導教員（連携大学院客員准教授）：小林研）
芝浦工業大学大学院	1名	平 22.4.1～23.3.31	装着型農作業アシスト装置の開発（指導教員（連携大学院客員准教授）：牧野英二）

知的財産権

(H22.7～H23.1)

【公開】

種別	発 明 名 称	公開日	公開番号
特許	脱穀装置	H22.8.26	2010-183847
特許	中耕除草機	H22.9.9	2010-193776
特許	根切断装置および玉葱調製機	H22.9.9	2010-193800
特許	自動操舵用駆動装置	H22.9.9	2010-195252
特許	走行制御装置	H22.9.16	2010-200674
特許	通気抵抗測定装置	H22.9.16	2010-203906
特許	乳牛係留用ストールのネックレール装置	H22.9.24	2010-207131
特許	乳牛健康状態判別方法及び判別システム	H22.9.24	2010-207130
特許	乳頭洗浄装置	H22.9.24	2010-207139
特許	乳頭洗浄装置	H22.9.24	2010-207140
特許	乳頭洗浄システム	H22.9.24	2010-207141
特許	洗浄ブラシ及び乳頭洗浄装置	H22.9.24	2010-207142
特許	穀物種子の消毒装置及び消毒方法	H22.10.21	2010-233451
特許	耕深測定装置及び方法、並びにトラクタ	H22.10.21	2010-233453
特許	チェーン用安全装置	H22.10.21	2010-235252
特許	小型散布装置	H22.10.28	2010-240600
特許	小型散布装置	H22.10.28	2010-239909
特許	作業台車	H22.10.28	2010-241303
特許	家畜の排せつ物を含む畜産排水の処理方法及びそれに用いる畜産排水処理装置	H22.11.4	2010-247094
特許	ゴムクローラの分離装置	H22.11.11	2010-254170
特許	ゴムクローラの分離装置	H22.11.11	2010-254169
特許	排水のリン除去方法	H22.11.25	2010-264457
特許	結球野菜収穫機の結球部刈取装置	H22.12.2	2010-268763
特許	ネギ調製機	H23.1.13	2011-4669

【 登 録 】

種別	発 明 名 称	登 録 日	登 録 番 号
特許	作溝器	H22. 7. 23	4553430
特許	円筒型乳頭清拭装置	H22. 8. 13	4565210
特許	農作業支援プログラム、及び農作業支援方法	H22. 8. 27	4572417
特許	ロールベアラ	H22. 10. 1	4595049
特許	植物の生育度測定装置	H22. 10. 8	4599590
特許	乗用型コンバイン	H22. 10. 22	4610752
特許	乗用型コンバイン	H22. 10. 22	4610750
特許	乗用型コンバイン	H22. 10. 22	4610751
特許	複合型耕耘装置	H22. 10. 29	4613343
特許	排水のリン除去方法	H22. 11. 5	4618937
特許	脱臭材	H22. 11. 5	4620616
特許	トラクタ及び運転支援装置	H22. 11. 19	4625924
特許	洗浄装置の洗浄方法	H23. 1. 7	4658978
特許	畝押え機構	H23. 1. 7	4654386
特許	茎葉処理機	H23. 1. 7	4654387
特許	茎葉搬送装置	H23. 1. 7	4654388
特許	ON/OFF 機構付きケーブルシステム	H23. 1. 7	4659945

出版案内

1) 平成 22 年度農業機械化研究所年報	(H22. 10)	¥341
2) 平成 22 年度事業報告	(H23. 3)	¥983
3) 平成 22 年度生研センター研究報告会	(H23. 3)	¥1, 318
4) 平成 22 年度海外技術調査報告書	(H23. 3)	¥353
5) 農業機械化研究所研究報告		
第 40 号青果物の非破壊品質評価技術に関する研究	(H23. 2)	¥787

農機研ニュース No.57

平成 23 年 3 月 31 日発行

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構
生物系特定産業技術研究支援センター(生研センター)
〒331-8537 埼玉県さいたま市北区日進町 1-40-2
[電話] 048(654)7000 、 [FAX] 048(654)7129
[URL] <http://brain.naro.affrc.go.jp/iam/>