

庄原市におけるスマート農業技術を活用した持続可能な地域資源循環型農業

(有)トールファームほか(広島県庄原市)

背景及び取組概要

<実証頭数:搾乳牛170頭 育成牛80頭 >  
<実証区 青刈りとうもろこし 5.5ha 稲WCS 1ha 慣行区 青刈りとうもろこし 2.5ha 稲WCS 1ha >

○ 輸入飼料の高騰が酪農経営体の経営を圧迫しており、輸入飼料に依存しない地域内での自給飼料生産体制の構築が急がれる。増産の要請を受けた耕種農家が保有している農業機械では、これ以上の増産は困難であるため、スマート農機の導入により作業効率を向上し生産規模の拡大を図る。また、収穫物の増加により従来の人による管理から、ICT機器(RFID)を活用したトレーサビリティシステムを構築することによって、安定した流通体制を作る。

導入技術

- ①中型GPSブロードキャスターによる施肥  
・GPS速度情報に連動し、適正な散布量と経路誘導により施肥量の低減
- ②オートトラクターと真空プランターによる播種  
・リアルタイムモニタリングで播種精度の向上
- ③オートトラクターとフォレンジハーベスターによる収穫(青刈りとうもろこし)  
汎用型微細断飼料収穫機による収穫(稲WCS)
- ④コンビラップによる調製  
・コンビラップによる調製をストックポイントで行うことで破損数の0%に抑える
- ⑤RFIDタグによる飼料管理  
・RFIDの農業への応用技術としてサイレージ管理を実装可能なシステムとして実証



# 目標に対する達成状況

## 実証課題の達成目標

- 1) 実証内容に沿った目標(公募対象で示した条件を満たす定量的な目標)
  - 輸入粗飼料使用量(乾物換算)を40%削減
  - 生産性の向上(輸入飼料から自給飼料に変更しても乳量・乳品質・収益を維持)
- 2) スマート農業技術の導入により、対象とする作業において、10a当たりの作業時間についての定量的な目標
  - 青刈りとうもろこしサイレージ 施肥・播種・収穫・調製 作業時間の12.5%削減
  - 稲WCS 収穫・調製 作業時間の10%削減
- 3) 生産者における経営収支(利益)の改善についての定量的な目標
  - 【酪農家】 収益維持と輸入飼料コスト削減による利益増加(営業損失額89%削減)
  - 【耕種農家A】 飼料生産(青刈りとうもろこし)による利益増加(10a当たり64%増加)
  - 【耕種農家B】 飼料生産(稲WCS)による利益増加(10a当たり155%増加)

## 目標に対する達成状況

- 1) 実証内容に沿った目標(公募対象で示した条件を満たす定量的な目標)
  - 輸入粗飼料使用量(乾物換算)を40%削減 ⇒ 自給比率は8%から、初年度47%、2年目39%と増加した。(図1)
  - 生産性の向上 ⇒ 自給飼料は搾乳に使用できる品質のものを使用したため、輸入飼料から自給飼料へ変更しても乳量・乳品質・収益を維持した。

輸入粗飼料使用量(乾物換算)

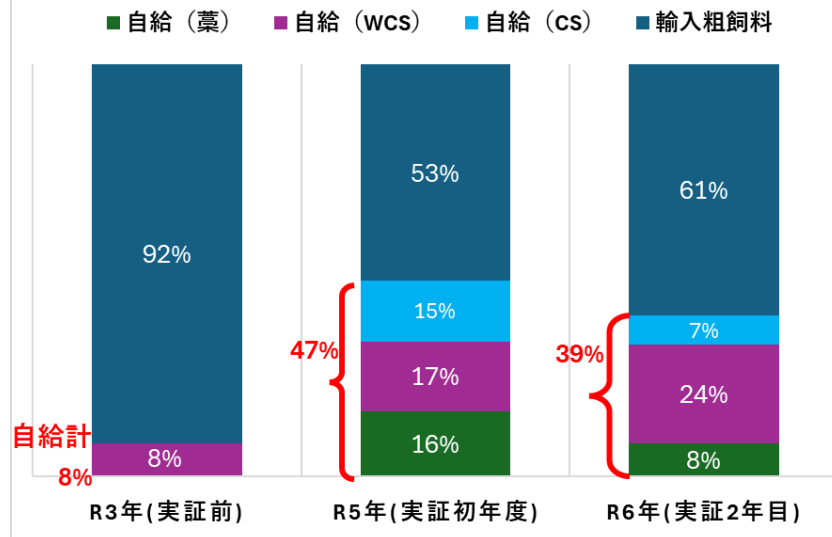


図1 輸入粗飼料使用量(乾物換算) 自給比率

# 目標に対する達成状況(つづき)

## 2) スマート農業技術の導入により、対象とする作業において、10a当たりの作業時間についての定量的な目標

- 青刈りとうもろこしサイレージの施肥、播種、収穫・調製作業時間の削減目標:12.5%削減 ⇒ 結果:20%削減(図2左)、R5年の収穫・調製作業は小区画圃場であったため、R6年は大区画圃場を追加し、スマート実証機を圃場条件によって最適化する実証を行い結果を得た。
- 稲WCS汎用型飼料収穫機による収穫・調製作業時間の削減目標:10%削減 ⇒ 結果:31%削減(図2右)。これは、実証機とともに新たに導入した自走ラッピングマシンを慣行区・実証区で使用した結果であるが、従来型ラッピングマシンと比較すると収穫・調製作業時間は53%削減された。さらにドローンによる施肥・防除を併用したことで、稲WCS総作業時間は29%削減された。

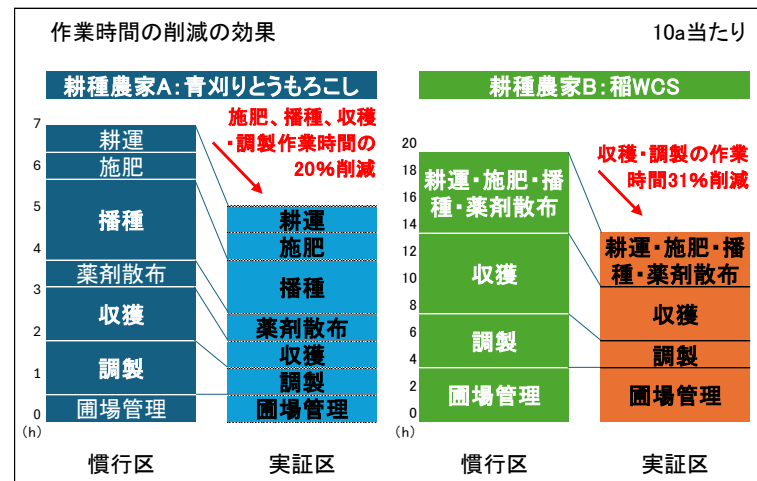


図2 作業時間の削減効果

## 3) 生産者における経営収支(利益)の改善についての定量的な目標

- 酪農家の輸入飼料コスト削減に伴う営業損失額は約88%減少。
- 耕種農家Aの青刈りとうもろこし飼料生産による10a当たり利益は計画比103%、慣行区比4%増加となった(図3左)。ドローンによる追肥や薬剤散布の導入により、作業時間が短縮された。
- 耕種農家Bの稲WCS飼料生産による10a当たり利益は計画比129%、慣行区比で8%増加となった(図3右)。スマート実証機や自走式ラッピングマシン、ドローンによる薬剤散布などを活用し、調製・収穫・運搬作業の時間短縮が図られた。自社圃場の収益改善と受託圃場の拡大が見られた。

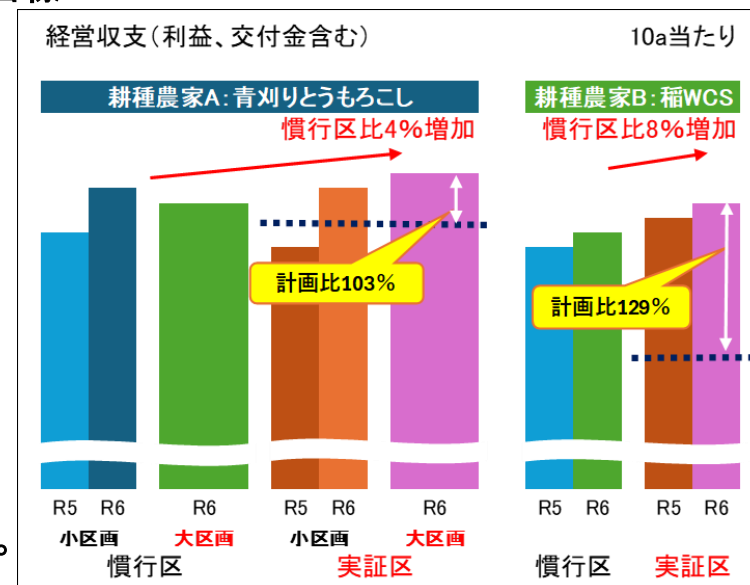


図3 経営収支の改善効果

# (実証項目別成果①) 中型GPSブロードキャスターによる施肥

## 取組概要

- GPS速度情報に連動し、適正な散布量となるように調整及び最適な経路誘導により施肥量の低減を実証した
- 車速連動で散布量は速度が変わっても一定、また可変施肥により生育状況に応じた効果的な施肥を行い、慣行比で10%低減

(使用機器) トラクター既存機 (ヤンマー YT357AJ)

GPSブロードキャスター (IHIアグリMGL1204P) (図4)

(実証面積) 小区画圃場…慣行区: 1ha、実証区: 1ha

大区画圃場…慣行区: 1.5ha、実証区: 4.5ha

(実証品目) 青刈りとうもろこし



図4 GPSブロードキャスターによる施肥

## 実証結果

- GPSブロードキャスターによる施肥量 10.6%削減  
慣行区 11.3kg/10a → 実証区 10.1kg/10a (図5)
  - 慣行区では既存機で10kg/10aを散布する従来の均一施肥方法で行い散布面積を計測した。(800kg積込み面積を計測)
  - 実証区ではGPSブロードキャスターで車速連動の機能などを利用して行った。走行経路を正確に制御するため、同じ場所に肥料を重ねて散布することを防ぎ、肥料の無駄が少なかった。

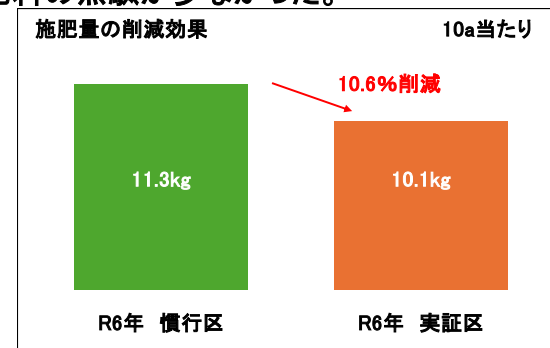


図5 施肥量の削減効果

- 実証機は肥料の追加タイミングを確認できることで補充時間の無駄がなく、経路誘導で効率的な散布作業であることなど時間効率化も期待できる。  
慣行区49分⇒実証区41分 17%削減
- 既存機では、同等の精度で均一散布を行おうとすると時間が4割多くかかり、しかも精度は劣った。

## 残された課題と対応

栽培管理支援システムに加え、ドローンによる撮影画像を用いた可変施肥マップを利用可能とする。



# (実証項目別成果②)オートトラクターと真空プランターによる播種

## 取組概要

- 真空プランターは播種をリアルタイムでモニタリング可能であるため、播種精度の向上(欠株率10%減少)を実証した。
- 導入した真空プランターは4条タイプとなっており、現在使用している2条タイプの播種機と比較すると2倍の速さで作業が可能であることから作業能率の30%向上を目指した。
- オートトラクターの自動操舵機能を活用し、初心者でも熟練者並みの作業精度を目指した。

(使用機器) オートトラクター (ジョンディアJD-6R150)  
真空プランター (ミノスTDBPNM4GS)(図6)

(実証面積) 小区画圃場…慣行区:1ha、実証区:1ha  
大区画圃場…慣行区:1.5ha、実証区:4.5ha

(実証品目) 青刈りとうもろこし



図6 オートトラクターと真空プランターによる播種

## 実証結果

- 播種作業(小区画・大区画平均) 66%削減(図7)  
慣行区 22分/10a → 実証区 7分/10a
- 従来の2条タイプから4条タイプで折返し回数が減
- ホッパ容量が3倍のため補充回数が減
- 走行速度が4km/hから6km/hに増

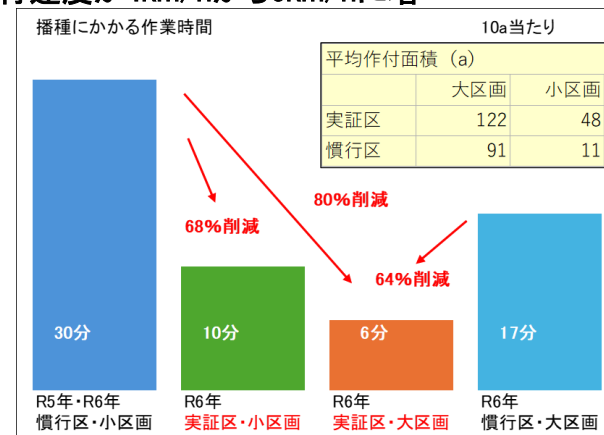


図7 播種にかかる作業時間の削減効果

- 欠株率: 慣行区10% → 実証区1%以下に減少
- 直線アシストで熟練者並みの作業精度が可能
- 初心者による簡易テスト(同一圃場で片道118m3往復の所要時間比較) → 自動操舵…有:602秒、無:693秒
- 条間・株間設定の違いによって播種量(小区画・大区画平均)4%増加し収量も増加  
慣行区 7,143粒/10a → 実証区 7,471粒/10a

## 残された課題と対応

中山間地では圃場が狭く分散しているので、効率的な播種作業を行うため、実証結果を地域で展開し、協力体制を得て圃場の団地化を進める。

# (実証項目別成果③)オートトラクターとフォレージハーベスターによる収穫

## 取組概要

- オートトラクターの自動操舵・直進制御機能により収穫作業の作業精度と効率向上を実証した。

- 収穫物の切断長、収穫時期、収穫地区による品質の比較調査を行った。

切断長:実証区20mm、11mm、慣行区11mm

- 実証機のオートトラクターとフォレージハーベスター(図8)を大区画圃場で実証したデータを収集した。前年度からの小区画圃場のデータとともに、中山間地域での効率的な播種作業を構築した。

(実証面積) 小区画圃場…慣行区:1ha、実証区:1ha  
大区画圃場…慣行区:1.5ha、実証区:4.5ha

(実証品目) 青刈りとうもろこし



図8 オートトラクターとハーベスターによる収穫

## 実証結果

- 収穫・調製作業(小区画・大区画平均) 33%削減  
慣行区 64分/10a → 実証区 43分/10a (図9)
- 作業幅2.2mの3条刈りで理論上既存機の1.5倍の速さとなり、収穫時間を約3分の1短縮できる。
- 実証区ではそれぞれの土地条件(小区画・大区画)に合った作業体系で行うことが作業効率を高める。

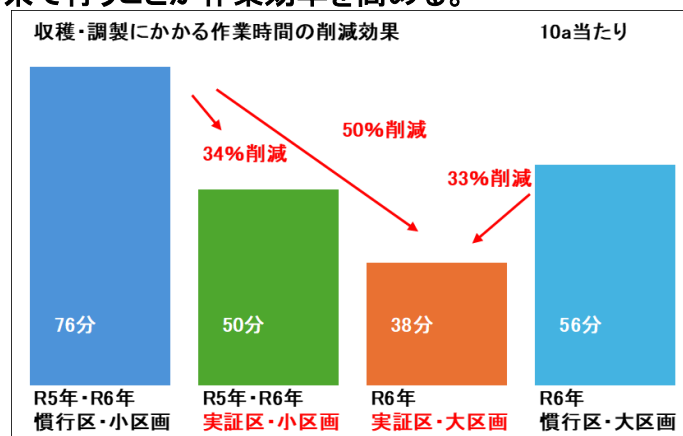


図9 収穫・調製にかかる作業時間の削減効果

- 品質に関して、微細断によりサイレージ調製することで消化性が高まっている可能性がある。
- 直線アシストで作業精度が向上
- 初心者による簡易テスト(同一圃場で片道118m3往復の所要時間比較)→ 自動操舵…有:682秒、無:784秒  
旋回時のロスや修正走行が減ることで短縮。アシスト無しと比較し15%削減効果が期待できる、疲労度も少ない。

## 残された課題と対応

中山間地域では傾斜や水はけなどの圃場条件に適した収穫・運搬機械の選定や、効率的な移し替え作業の確立が求められるため作業体系の改善を図る。

# (実証項目別成果④)コンビラップによる調製

## 取組概要

- 製品の破損率減少を実証 破損率5% → 0%
  - 土地条件に見合った収穫・運搬・調製体系を構築した。
  - R6年度は実証機のコンビラップ(図10)を大区画圃場で実証したデータを追加収集した。R5年度からの小区画圃場のデータとともに、中山間地域での効率的な播種作業を構築した。
- (実証面積) 小区画圃場…慣行区:1ha、実証区:1ha  
大区画圃場…慣行区:1.5ha、実証区:4.5ha
- (実証品目) 青刈りとうもろこし



図10 細断型コンビラップによる調製

## 実証結果

- 実証圃場では破損率0%。  
全ての圃場において、実証機のコンビラップで調製したロールの破損率は0.3%であった。(図11)

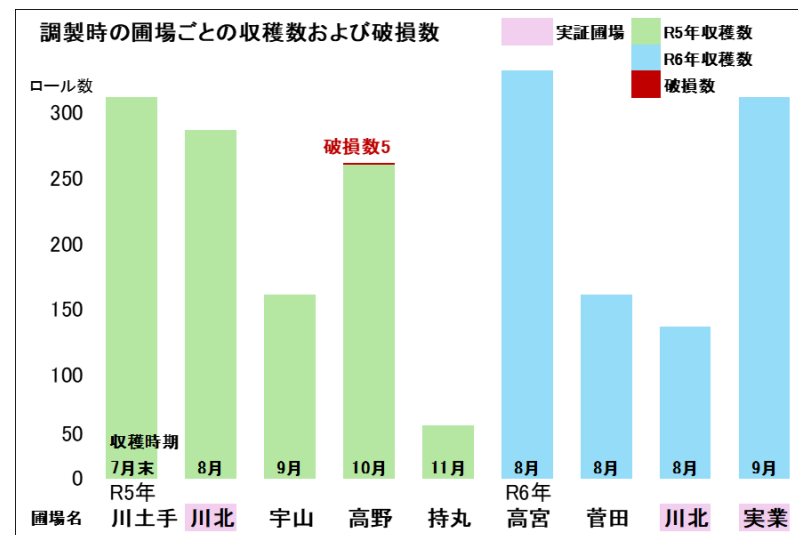


図11 調製時の圃場ごとの収穫数および破損数

- R5年度の破損要因は、熊の食害を受けた黄熟期前の水分量が多いロールを収穫・調製したことに加え、水分量が多い場合のコンビラップの設定に不慣れだったため。R6年度は0。

## 残された課題と対応

保管場所の基地にコンビラップを設置し、周辺の圃場から輸送することで効率化、破損減少による収益化が見込まれるため、そのような環境を作る。



# (実証項目別成果⑤) 汎用型微細断飼料収穫機による収穫

## 取組概要

- 細断型ホールクロップ収穫機と比較し、収穫作業時間の削減を図った。
- 収穫物の切断長(最小6mm可能)による品質の比較調査を行った。実証区11mm、慣行区30mm
- R5年度はラッピングマシンの違いが調製作業時間に影響した。慣行区ではスターラッピングマシンを、実証区では新規導入したタカキタ自走ラッピングマシンを使用した。R6年度は比較検証のため両区で同一の自走ラッピングマシンを用いたが、圃場の水分量が多く、初めて扱う社員も含まれていたため作業時間を要した。このため、R5年度の数値はR6年度と同条件を想定した理論値として扱った。

(使用機器) 汎用型微細断飼料収穫機(図12)

(タカキタSMR1030)

(実証面積) 慣行区:1ha、実証区:1ha

(実証品目) 稲WCS



図12 汎用型微細断飼料収穫機による収穫

## 実証結果

- 収穫・調製にかかる時間10%削減 31%削減 (図13)  
慣行区:66分/10a → 実証区:45分/10a
  - 理論上1.1倍の走行速度(20分/10a)で収穫が可能であり、走行しながらロールバールを放出できるため作業時間が大きく改善した。
  - 既存機での慣行作業から実証機と自走ラッピングマシンの実証作業では67%の時間削減効果があった。

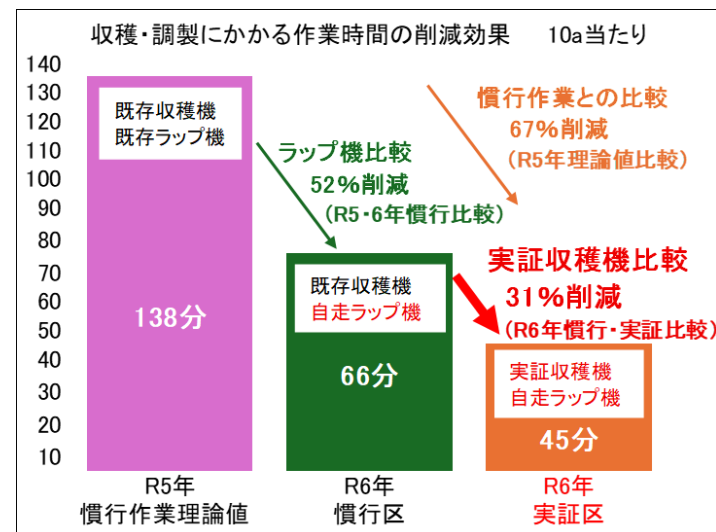


図13 収穫・調製にかかる作業時間の削減効果

- 品質に関して、微細断によりサイレージ調製することで消化性が高まっている可能性がある。

## 残された課題と対応

実証により受託作業面積の拡大が可能となった。庄原市と連携し面積拡大を進める。



# (実証項目別成果⑥)RFIDを活用したトレーサビリティシステム

## 取組概要

### ○ 調査項目

- a. 生産環境: 収穫日、収穫ほ場、生産者など
- b. 品質(成分): 個別サイレージの品質情報
- c. 技術的調査: RFID読取性能
- d. 技術的調査: RFID耐久性能

- 性能調査(タグの種類、環境による性能の変化)を行い、最適なタグを選定した。また、様々な運用方法を考慮したシステムを開発するため情報収集を継続し、見学会や視察での意見を取り入れ、可能な限り安価で容易に普及可能なトレーサビリティシステムを構築した(図14)。



図14 収穫したロールに貼付したRFIDタグの読取試験

## 実証結果

- RFIDの読取性能・数種類のタグを試験し、5mの距離(最長14m)で読取が可能なRFIDタグを選定。同時に15個のロールを読取りできる場合もあった。また、ロールの側面を1mの距離で歩きながら機械を操作しても、順次読み取っていた。ロールの水分量が多い場合は読取り性能が大幅に低下するが、金属テープなどを併用することで読取性能が向上することを確認した。
- RFIDの耐久性能・数種類のタグを1年半検証し問題なし。粘着力の弱い種類ではマーキング用のテープで対応可能。
- システムの運用・様々な運用方法に対応できるように、システム環境設定で必要項目を選択する設計に変更し、普及性を高めた。
- 生産・品質情報の項目・成分情報のほか、利用者(販売業者)が必要な項目を選択できるよう修正した。収穫時期、播種日、品種、黄熟前後の区分、農薬名称・種類・散布日、水分含量、病害虫被害状況、獣害、雑草などから選択。
- 成分データの参照方法・RFIDタグの読取りにはRFIDリーダーが必要であるが、購入者が個別に購入することは費用がかかるため、スマートフォンで成分情報の確認ができるようにQRコードを利用する方法を検討し、システムを修正した。これにより、販売する側で個別のロールにQRシールを貼付け、購入者がスマートフォンで成分情報を確認できる。

## 残された課題と対応

普及可能なシステム利便性と環境に応じた運用方法の構築

# (終了時成果(全体))実証を通じて生じた課題

## 実証を通じて生じた課題

### 1. 技術的な課題

#### (1) 今回の実証で導入したスマート農業機械・技術

作業内容	機械・技術名	技術的な課題
1 収穫(青刈りとうもろこし)	オートトラクター(ジョンディア JD-6R150) フォレージャーバスター(ケンパー C2200)	操作や設定が複雑である場合、経験の浅いオペレーターでは効率よく使いこなせない可能性がある。
2 調製(青刈りとうもろこし)	細断型コンビラップ (タカキタMW1011H)	青刈りとうもろこしは水分量が多くロール重量が500kgを超えるため、機械限度重量に余裕がほしい。またクリーニングアタッチメントは工場オプションであるが、飼料ロスがあるため標準仕様としてほしい。
3 品質管理	RFIDを活用したトレーサビリティシステム	今回の実証で水分量が多い青刈りとうもろこしのロールに貼り付けたRFIDタグは読取りの精度が低く、スペーサーを設置することで対応したが、発泡スチロールやプラスチック製では効果はなく、アルミテープを利用した。アルミテープのRFIDタグがあれば良い。

## ○ 問い合わせ先

### 実証全体について

国立大学法人広島大学 生物生産学部 杉野 利久

電話: 082-424-7956

e-mail: sugino@hiroshima-u.ac.jp

### 視察等の受入について

株式会社Co-de(コーデ)

電話 : 08477-2-4505

e-mail: info@hiroshima-co-de.jp



本実証課題は、農林水産省「スマート農業実証プロジェクト」（事業主体：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構）の支援により実施されました。

農研機構スマート農業実証プロジェクトホームページ  
<https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/>