

食料生産地域再生のための先端技術展開事業 成果発表会  
2020年12月11日

# 自給飼料を導入した大規模水田輪作による 耕畜連携システムの実証研究

## □コンソーシアム参画機関□

(国研) 農研機構・東北農業研究センター、同・農業技術革新工学研究センター、  
同・中央農業研究センター、同・畜産研究部門、福島県農業総合センター、  
東北大学、筑波大学、(株)やまびこ、(特非) ミネロファーム

研究代表：

農業・食品技術総合研究機構 東北農業研究センター  
迫田 登稔

1. プロジェクトの背景
2. 課題構成
3. 実証試験地
4. 主な研究成果
5. 開発技術の社会実装活動と今後の展望

# プロジェクトの背景と技術開発の コンセプト



## ＜技術開発コンセプト＞

- ①大面積の水田耕作  
→省力的で持続的な水田輪作体系の構築
- ②担い手の帰還や参入を促進  
→ICTも活用した魅力的な機械化営農体系

＜地域の水田営農の将来像＞  
複数の大規模法人経営が地域の  
水田営農を担う  
→大面積水田の省力的な管理

## ＜現状・課題＞

- ・避難先からの帰還が低調  
→担い手不足
- ・圃場整備：表土はぎ取り、  
地力が低下  
→営農面の課題が多い

## ＜背景＞

- 東日本大震災から10年
- ・原発事故による長期の避難
  - ・避難指示解除区域が拡大

## ＜技術開発コンセプト＞

- ③耕種経営と畜産経営のWin-Winの連携  
→耕畜連携システムの構築

# 自給飼料を導入した大規模水田輪作による 耕畜連携システムの実証研究

## 【背景】

被災地域の営農再開にあつては、担い手・雇用労働力不足、  
また圃場の地力低下で、高収益な作物生産が困難

## 【目的】

大型機械、ICTによる超省力多収・低コスト生産技術および  
それを実現する地力増強技術・耕畜連携システムの確立

【実証地区】 南相馬市（小高区 農業法人（株）紅梅夢ファーム）、新地町（農業法人（有）恵みのファーム）

中課題 1 プラウ耕鎮圧・高速高精度汎用  
播種体系による乾田直播水稻-子実用トウモ  
ロコシ-ダイズの多収輪作体系の開発・実証

中課題 2 大区画圃場におけるICT  
利用機械化輪作体系の開発実証

中課題 3 子実用トウモロコシの導入  
による耕畜連携システムの再構築

目標：乾直水稻600kg/10a、  
子実用トウモロコシ800kg/10a、  
ダイズ250kg/10aの実現

目標：ICTを利用した大区画圃場対応  
省力化技術の実証

目標：耕畜連携システムの確立

- ・多収栽培技術の開発
- ・子実用トウモロコシ、ダイズ品種の選定
- ・水田転換畑における子実用トウモロコシの高  
位安定生産技術の実証
- ・乾直の除草体系の構築と実証
- ・循環的地力管理法の設計と検証
- ・リモートセンシング・ドローンを活用した多収輪  
作アシストツールの開発と実証

- ・ICT利用機械化体系の構築
- ・凹凸計測および均平作業の自動化
- ・畑地型水田管理技術の開発
- ・精密肥培管理技術の開発・実証
- ・モータ駆動真空播種機による大規模  
圃場向け高能率播種技術の開発

- ・大規模営農に対応する収穫乾燥調製  
技術の高度化
- ・低コストサイレージ調製技術の構築
- ・乳牛への給与実証試験
- ・高品質牛ふん堆肥の生産・流通システ  
ムの実証
- ・合理的な耕畜連携システムの提示

## 達成目標：耕種経営体の収益10%向上

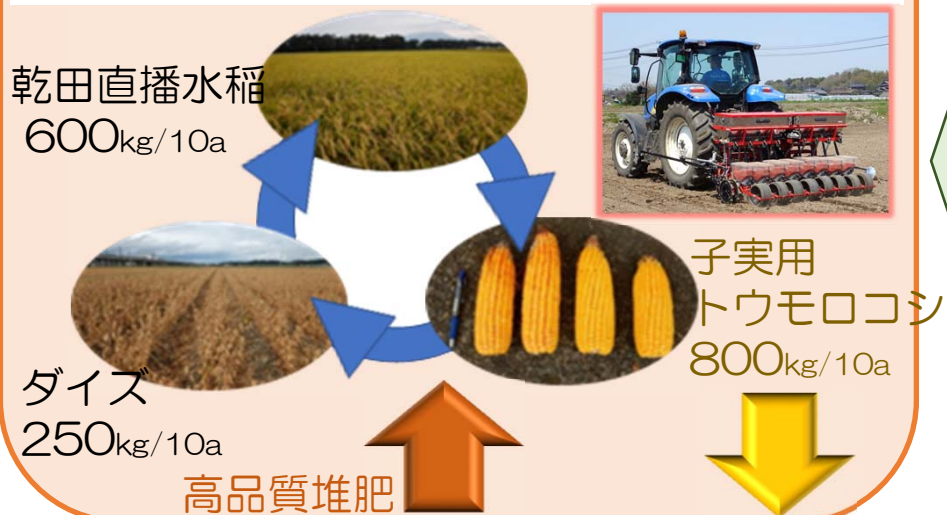
〔想定する経営体〕 福島県沿岸地域の大規模（概ね100ha規模）耕種経営体

普及組織、生産者団体と連携し、生産者等へ情報発信

波及効果：1.福島県浜通り地域の食糧生産基地としての再生を通じた地域経済への寄与  
2.耕畜連携システムに基づく環境負荷低減・高収量輪作による食料自給率向上

## 1 乾直水稲-子実用トウモロコシ-ダイズ 多収輪作技術

高速汎用施肥播種機と循環的な地力管理法による  
多収水田輪作体系の構築



## 2 大区画圃場のICT機械化技術

GNSS・準天頂衛星など利用した自動操舵、  
ロボットトラクタによる圃場均平の  
自動化技術の開発・実証

ロボットトラクタ  
均平作業



ドローン自動飛行

## 3 耕畜連携システムの再構築

子実用トウモロコシの収穫から乾燥調製・給与技術を確認し、  
高品質堆肥を耕種農家へ還元する耕畜連携システムの確立



高効率収穫乾燥

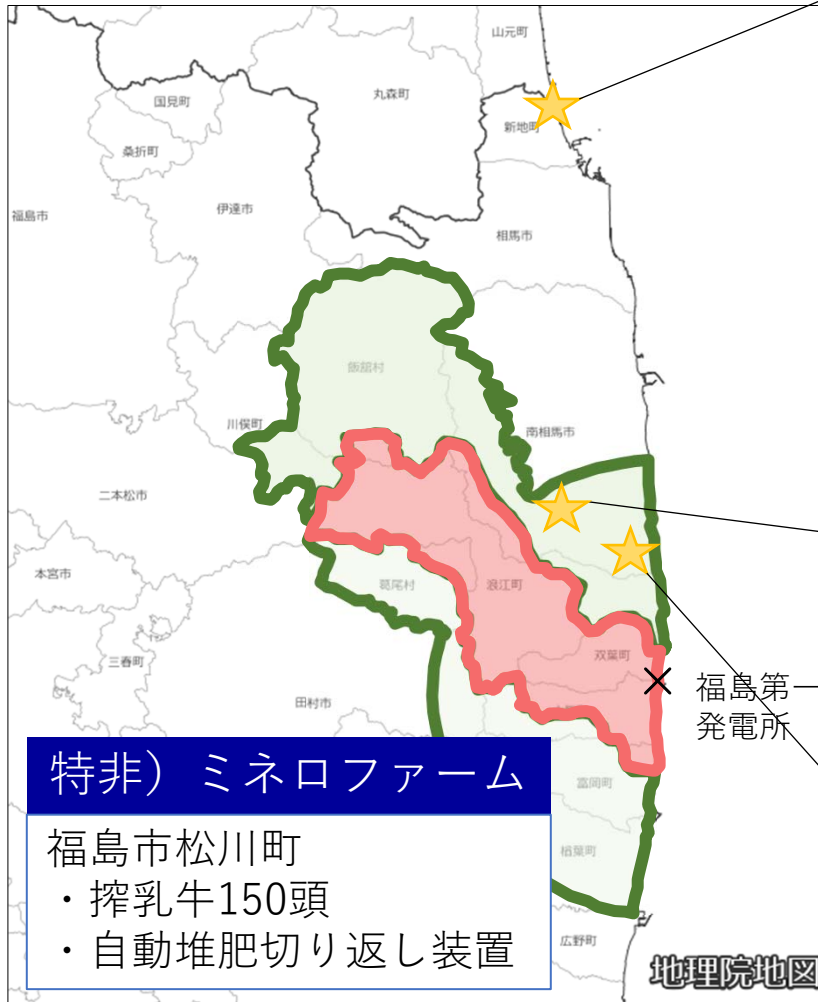


サイレーシ調製技術



高品質堆肥製造

# 実証試験地



## (特非) ミネロファーム

福島市松川町

- ・搾乳牛150頭
- ・自動堆肥切り返し装置

## (有) 恵みのファーム

新地町

- ・2011年 津波被災
- ・2020年 水稲約12.5ha（ほぼすべて乾直）、  
ダイズ約30ha、  
小麦約30ha、  
トウモロコシ1.2ha
- ・省力的な作目と栽培方法に関心
- ・本プロジェクトを契機に水稲はほぼ全面的に移  
植から乾直に転換。

## (株) 相馬牧場

南相馬市小高区小谷（2016年7月避難指示解  
除）

- ・2017年から7haデントコーン作付け

## (株) 紅梅夢ファーム

南相馬市小高区（2016年7月避難指示解除）

- ・2011年 津波被災、原発事故避難指示
- ・2019年 水稲29ha（乾直12ha）  
大豆7haほか
- ・5年後に200ha、10年後に500haなど、  
今後の面積拡大に備える。

■ 帰還困難区域

■ 避難指示が解除された区域

※経済産業省「避難指示区域の概念図」（2020年3月10日時点）  
を基に国土地理院白地図を用いて作成

# 主な研究成果 1

(中課題 1)

プラウ耕鎮圧・高速高精度汎用播種  
体系による乾田直播水稻－子実用ト  
ウモロコシーダイズの多収輪作体系  
の開発・実証

# ①水田と畜産を繋ぐ多収水田輪作システムを開発

高速汎用施肥播種機を用いた  
循環的な地力管理法による  
乾田直播水稻 600kg/10a、  
ダイズ 250kg/10a以上の水田輪作

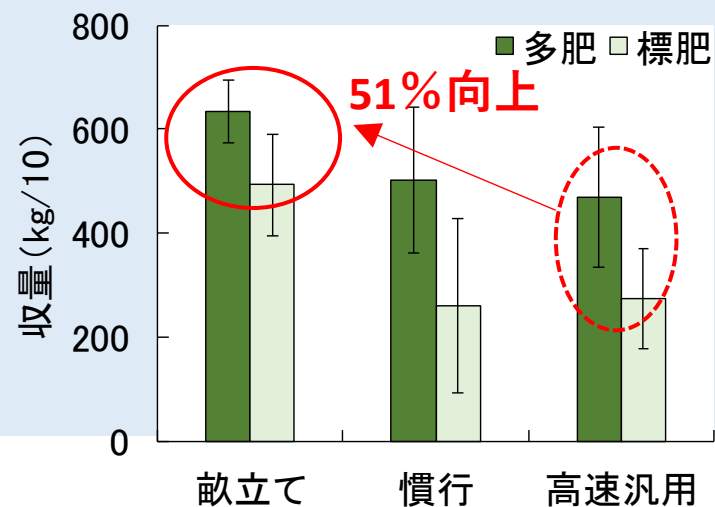
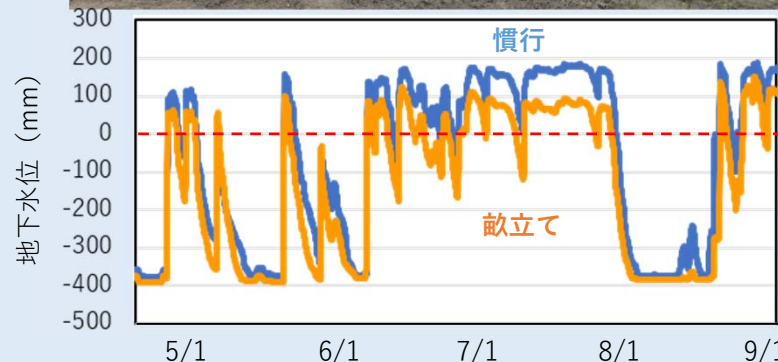
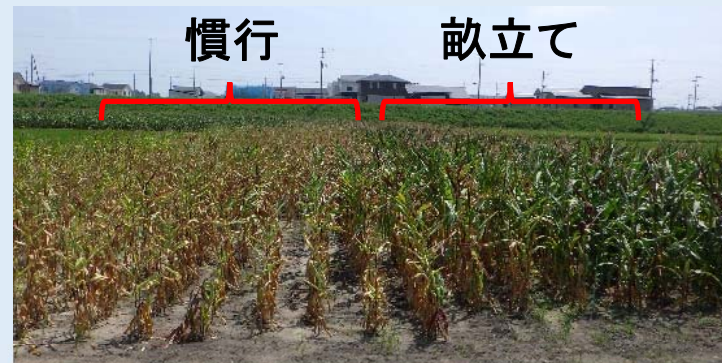
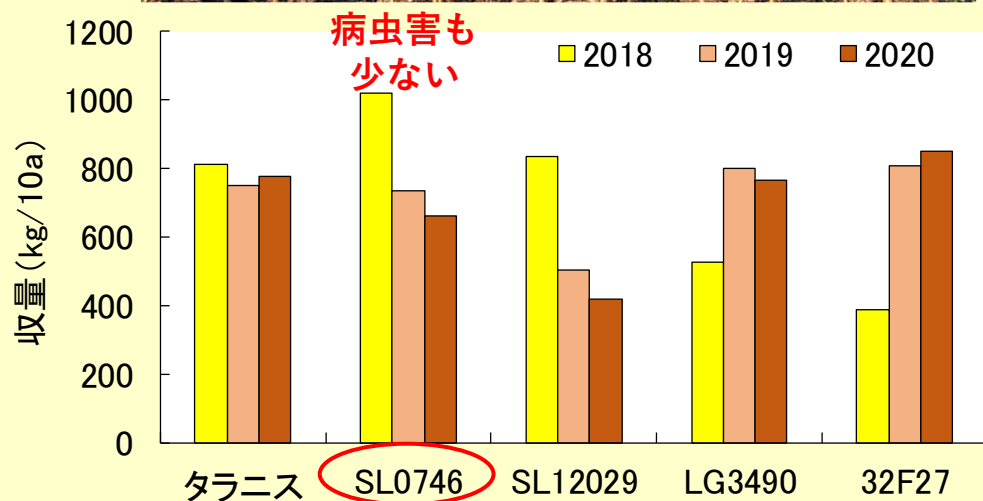
作物	現地	全刈収量 kg/10a
	新地	643
	小高	637
	新地	508
	小高	541
	新地	257
	小高	270



\*全刈収量は2019、2020年の平均値を示し、水稻は出荷袋数、トウモロコシは収穫直後の現物収量、ダイズは小高が出荷袋数、新地は収穫直後の全刈収量（水分15%）を表す。



# ②水田でのトウモロコシの高位安定化技術を実証



水田輪作体系下では**多収品種**を使い  
**畝立て播種法**と**多肥体系**を組み合わせることで高位安定化が可能

## 主な研究成果 2

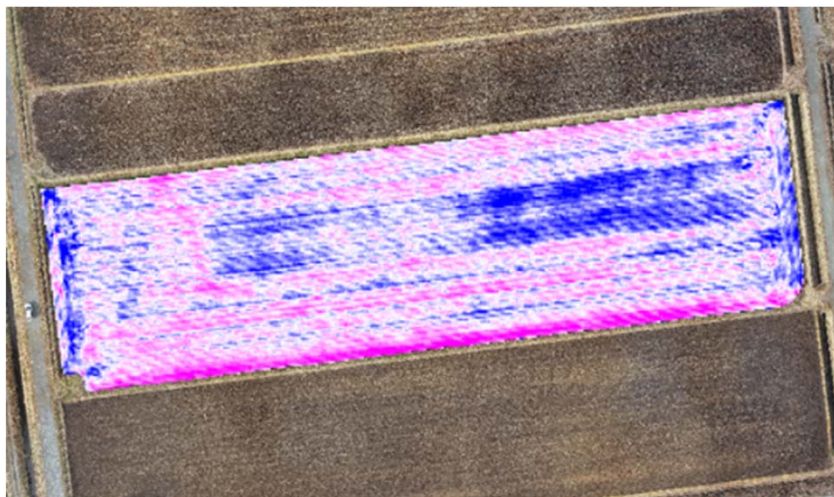
(中課題 2)

大区画圃場におけるICT 利用機械化  
輪作体系の開発実証

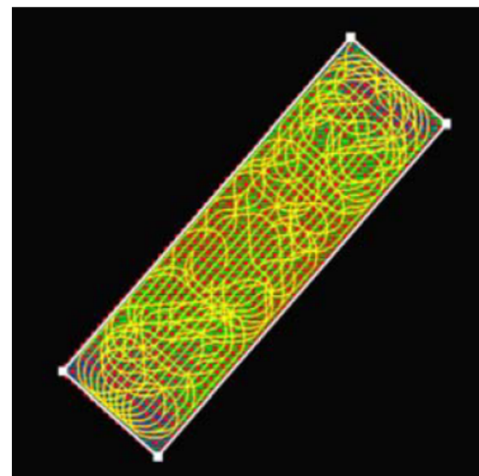
# ③ロボットトラクタによる自動均平作業技術を開発



ドローンによりほ場を撮影



凹凸マップの作成



凹凸マップを  
基に最適作業  
経路を作成



ロボット利用によりオペレータ  
作業時間を半減

## ④ドローンの自動飛行による省人・省力化を検証



### ■無人ヘリコプタ（委託）による農薬散布

- 作業時間は短い
- 委託のため思い立ってすぐに実施できない
- 農薬代に加えて面積分の委託料金が必要



### ■ドローンによる農薬散布

- 作業速度が遅いため、作業時間はヘリコプタより必要
- 自動飛行であれば一人作業が可能
- ある程度以上の面積をこなせば無人ヘリコプタより低コストになる

## 主な研究成果 3

(中課題 3)

子実用トウモロコシの導入による  
耕畜連携システムの再構築

## ⑤子実用トウモロコシの高能率な収穫・乾燥技術を開発

トウモロコシ子実対応の汎用コンバイン

→作業能率：目標20a/h達成

脱穀選別損失：目標3%以下（米麦並み）達成

トウモロコシ子実乾燥技術（移動式高温高速乾燥機）

→現状の約2倍で乾燥可能（平均乾減率2.5～3.5%/h）



コンバイン収穫試験：

頭部損失は、倒伏や水分状況によりばらつくが、5%以下（2018）、1%以下（2019）を確保。



移動式高温高速乾燥機による乾燥試験

# ⑥ トウモロコシ子実の高能率・高品質のサイレージ調製技術を開発

破碎～マルチコンパクターで子実も梱包・密封  
 →高品質ロールベールラップサイレージ調製（約4分/個）  
 →乳牛用発酵混合飼料の原料として利用可能  
 （嗜好性良好、乳量や乳成分に影響なし）



材料水分 (%)	ロス重量 (kg/個)	調製時間 (分/個)	重量 (kg/個)
26.5	21.4	4.1分	596
34.7	48.4	8.8分	555

- 材料水分 → 調製時間とロスに大きく影響
- **品質良好**：発酵品質評価 (V-スコア 99点/100点満点)

# ⑦高品質な牛ふん堆肥の生産流通技術体系を 開発

堆肥クレーンに堆肥温度測定システムを実装

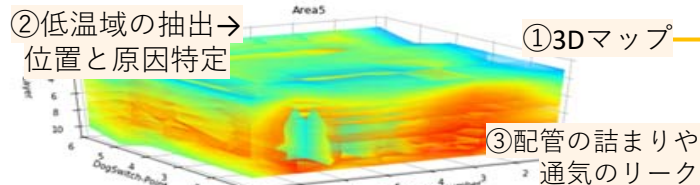
→配管の詰まりや通気のリークの見える化～迅速対応

→ 高品質堆肥生産

フレコンを軸とした流通システムの開発

→流通・散布の分業化～作業分担、作業平準化

→ 耕畜連携の推進



堆肥温度3D可視化プログラムを開発



9か月間屋外で一時保管



## ＜堆肥生産流通技術の体系化＞

温度把握による高品質堆肥生産

↓  
フレコン投入の高能率化（特許申請中）

↓  
ブルーシート利用による屋外保管  
（圃場等での保管時には、ブルーシートで覆い  
雨水の侵入を防止できることを確認）

↓  
省力作業を可能とする  
ピックアップアーム開発



# 開発技術の社会実装促進活動と 今後の展望

# 開発技術の社会実装促進活動（1）

## 福島県 普及に移しうる成果

実用化技術情報タイトル	担当部署	要旨	期待される効果	適用範囲
梱包・密封機能が一体化したマルチコンパクターにより高品質トウモロコシ子実サイレージを調製することができる	福島県農業センター 畜産研究所 飼料環境科	完熟期に収穫したトウモロコシ子実を破砕し、梱包・密封機能が一体化したマルチコンパクターによりロールベールラップサイレージに調製することができ、調製後3か月目の発酵品質も良好である。	(1)乾燥コストがかからず、貯蔵施設も不要となるため、コスト削減につながる (2)地域の畜産農家が配合飼料の一部を代替として利用することができ、飼料自給率の向上とともに経営の安定化につながる	県内全域
県内産トウモロコシ子実サイレージは発酵混合飼料（TMR）の原料として適している	福島県農業センター 畜産研究所 酪農科	濃厚飼料が輸入に大きく依存している中、国産の濃厚飼料の利用は自給率向上にとって重要である。このような状況で、トウモロコシ子実サイレージを発酵TMRの原料として乳牛に給与しても、乳量や乳成分に影響なく濃厚飼料として利用可能である。	(1)国産濃厚飼料としての子実トウモロコシの生産が拡大し、利用が促進される	県内酪農家



○福島県農業総合センター浜地域農業再生研究センターと畜産研究所は、南相馬市小高区において、避難地域等における営農再開の促進と畜産振興を目的として、「営農再開に向けた飼料用トウモロコシの利用」をテーマにセミナーを開催（2020年9月1日）

## 東北農研 乾田直播や子実用トウモロコシの技術普及

東北農研では2020年4月に農業法人、自治体、機械メーカー等と「水稻直播および子実用トウモロコシ普及促進会」を設立し、水稻直播と子実トウモロコシの技術普及活動を進めている。

○乾田直播技術に関しては、福島県会津地域、宮城県、岩手県、青森県、山形県においても、乾田直播栽培に取り組む農業者に対して、地元機関が開催する現地圃場巡回指導や研修会などで栽培管理に関する助言を行っている。

○子実用トウモロコシに関しては、東北では、秋田県、山形県、岩手県花巻市で農業法人による栽培が実践されているほか、紫波町等でも実証圃を設け、普及活動に取り組んでいる。



# 開発技術の社会実装促進活動（3）



## 福島県内の乾田直播栽培に関する普及活動

H30年度	9月5日 新地町	約50名	水稻乾田直播セミナー
	7月15日 南相馬市小高、新地町	約30名	先端プロ「水田耕畜連携」現地検討会
	2月22日 新地町	約20名	浜通り地域水稻乾田直播栽培実績検討会
R1年度	7月17日 南相馬市小高、新地町	約30名	先端プロ「水田耕畜連携」現地検討会
	7月19日 南相馬市鹿島	約50名	浜通り地域における乾田直播栽培セミナー
	12月16日 南相馬市小高	約15名	乾田直播および先端プロ成果に関する研究会
	12月19日 郡山市	約10名	福島県との乾田直播栽培の意見交換会
	2月5日 飯舘村	約20名	乾田直播講習会
	2月18日 福島県新地町	約50名	水稻乾田直播技術向上セミナー
	3月18日 喜多方市、会津坂下町ほか	約10名	会津地域乾直現地試験打合せ
R2年度	4月19日 喜多方市、会津坂下町ほか	約15名	会津地域乾直現地巡回指導
	6月17日 喜多方市、会津坂下町ほか	約15名	会津地域乾直現地巡回指導
	7月22日 喜多方市、会津坂下町ほか	約61名	会津地域水稻乾田直播現地研修会
	9月5日 南相馬市小高、新地町	約20名	先端プロ「水田耕畜連携」現地検討会
	11月27日 富岡町	約20名	水稻乾田直播技術向上セミナー

実証地域だけでなく会津地域から富岡町まで全15回、400人以上

## 【本プロジェクトの成果】

- 1) 高速高精度汎用播種機を活用した水稲乾田直播－子実用トウモロコシ－ダイズの省力的で多収を可能とする水田輪作体系を開発した。
- 2) 子実用トウモロコシを効率的に収穫し、高能率・高品質に飼料化する技術と高品質堆肥の生産流通体系を開発した。

## 【子実用トウモロコシを活用した耕畜連携の現場課題】

飼料供給側（耕種経営）と需要側（畜産経営）のマッチングにおいて、供給飼料の種類、時期、単価、品質、保管場所など、ケースバイケースで解決すべき様々な問題がある。また支援する技術開発面も不足。

## 【子実用トウモロコシを活用した耕畜連携の動向】

- 規模拡大の中、省力的な子実用トウモロコシ栽培への関心（＝耕種経営）
- ブランディングの観点から国産の子実用トウモロコシ利用へ関心を示す動き（＝畜産経営）

## 【今後の水田輪作研究の方向性の一つ】

「子実用トウモロコシを組み込んだ大規模水田輪作体系の技術確立と現場普及」  
理由：①担い手に農地が集積される中、大面積での省力的作物生産の必要性  
②国産飼料の供給を通しての食料自給力の向上

# ご清聴ありがとうございました

## □問い合わせ先□

国立研究開発法人 農業・食品技術総合研究機構（農研機構）

東北農業研究センター

地域戦略部 研究推進室 広報チーム

[\(http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/tarc/inquiry/\)](http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/tarc/inquiry/)

「農研機構」 > 「東北農業研究センター」 > お問い合わせ