

平成28年度

革新工学センター研究報告会

平成29年3月9日

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
農業技術革新工学研究センター

平成 28 年度 革新工学センター研究報告会開催次第

1. 開催日時 平成 29 年 3 月 9 日 (木)
2. 場 所 大宮ソニックシティ「小ホール」
(さいたま市大宮区桜木町 1-7-5 TEL: 048-647-4111 (代))
3. スケジュール
 - 1) 開 会 10:00
 - 2) 挨拶
(1) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
(2) 農林水産省
 - 3) 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
 - 4) 革新工学センターの研究概要報告
○ロボット・ICT 技術
○土地利用型作物用機械
○園芸・畜産用機械
○農作業安全
《 昼 食 》 12:00～13:00
 - 5) 個別研究報告
(1) 農業機械等緊急開発事業の成果
①大豆用高速畝立て播種機の開発
②高機動畦畔草刈機の開発
③樹園地用小型幹周草刈機の開発
(2) 無人ヘリ作物生育観測システムの開発と実証
(3) 直線作業アシスト装置の適用性拡大
(4) TMR センターを基軸とした国産飼料流通における技術課題調査
(5) 乗用農機で利用可能な転倒通報機能及び危険箇所警報機能に係る最近の取組
(6) 履帯走行部を対象とした除泥技術の開発
(7) 自脱コンバインの燃費性能評価手法の開発
(8) トラクタ・作業機間の通信制御共通化の現状と課題
 - 6) 総合討議
 - 7) 閉 会 17:30

目 次

1. 大豆用高速畝立て播種機の開発	1
2. 高機動畦畔草刈機の開発	14
3. 樹園地用小型幹周草刈機の開発	21
4. 無人ヘリ作物生育観測システムの開発と実証	31
5. 直線作業アシスト装置の適用性拡大	38
6. TMR センターを基軸とした国産飼料流通における技術課題調査	44
7. 乗用農機で利用可能な転倒通報機能及び危険箇所警報機能に係る 最近の取組	54
8. 履帯走行部を対象とした除泥技術の開発	60
9. 自脱コンバインの燃費性能評価手法の開発	72
10. トラクタ・作業機間の通信制御共通化の現状と課題	87

農業機械等緊急開発事業

大豆用高速畝立て播種機の開発

【参画企業】 アグリテクノ矢崎株式会社、小橋工業株式会社

【研究期間】 2014～2016年度（平成26～28年度）

農研機構 農業技術革新工学研究センター
 土地利用型システム研究領域 重松 健太

農研機構は食料・農業・農村に関する研究開発などを総合的に行う我が国最大の機関です

研究スケジュール

年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
2014			試作1号機設計・製作					性能評価試験				試作2号機一
			PT									PT
2015	一設計・製作			性能評価試験・栽培試験								試作3号機一
												PT
2016	一設計・製作		性能評価試験・栽培試験						実用化に向けた調整			
				現地PT 現地検討会							PT	公開

1. 研究の背景・目的
2. 開発目標
3. 開発機（試作3号機）の特長
4. 試作3号機の播種、栽培試験
5. 開発機の導入条件の検討
6. まとめ

大豆生産の安定化（生産量、品質）

大豆の播種期や生育初期は、**梅雨期間**にあたるため、**湿害の発生が問題**。

→出芽の安定化、初期の湿害対策、適期播種

→畝立て栽培の普及（耕うん同時畝立て播種技術）



発芽不良



湿害による葉の黄変



耕うん同時畝立て播種技術

普及面積：17,715ha
→転換田の約16%

農林水産省穀物課調べ



小畝立て栽培技術
2,718ha

○作目、土性の適応範囲が広い。

×作業速度が遅い、湿った土で難あり。

開発目標と試作3号機

従来機より2倍以上の高速（5km/h以上）で、湿潤土壌でも作業可能な播種機を開発する。



播種条数	2条
条間	60~85cm
畝の高さ	12~15cm
適応トラクタ	40~60PS (29~44kW)
全長	1.9m
全幅	2.1m
全高	1.4m
質量	409kg

施肥ユニット（オプション予定）



ディスク式畝立て機構



播種ユニット



開発機（試作3号機）の特長

- ①畝立て播種の高速作業（時速6km）が可能
- ②湿潤土壌にも播種が可能
→湿害軽減と適期播種で収量&面積アップ
- ③畝立て播種と中耕除草に利用可能
→機械費ダウン
- ④中耕除草では、同時に株元追肥が可能
→労働量ダウン、収量アップ

特長 ①高速作業

耕うん同時畝立て播種機



1.5km/h

試作3号機



7km/h

特長 ①高速作業

耕うん同時畝立て播種機



試作3号機



特長 ②湿潤土壤に播種可能

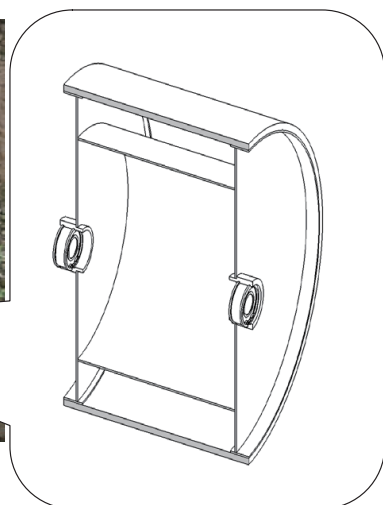
例：土の付着しにくい鎮圧輪



一般のタイヤ



開発機



タイヤ断面

→接地面が柔軟で、土がはがれる

可能な土壤水分条件はディスク式中耕除草機と同等

特長 ③畝立て播種&中耕除草



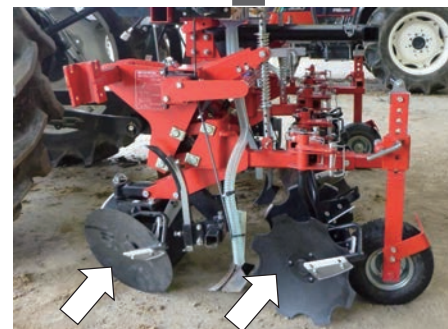
畝立て播種機



中耕除草機



①播種機離脱



②外側ディスク装着

特長 ④中耕同時追肥作業



播種機離脱、ホース位置変更



株元に追肥

→キャビンに乗ったままの作業、肥料やけも少ない。

試作3号機の播種・栽培試験場所

- 革新セ … 湿潤条件（排水が悪い）、高速作業
基礎試験を中心に栽培試験
- 北陸セ … 重粘土壌（条件が悪い）、乾燥条件
砕土率の違い
- 宮城県 … 比較的規模の大きなほ場
FOEASほ場（水分条件の変更）
- 富山県 … 砂質土壌（条件が良い）
除草処理有無を変更
- 滋賀県 … 麦跡大豆 麦稈有無を変更

附属農場東Ⅰ区 6月19日（標播） 夕チナガハ
含水比：79.8% 砕土率：96.5%



試作3号機



URS



DRS

作業速度	7.0km/h	1.8km/h	2.5km/h
畝高さ	13~15cm	13~15cm	畝なし
播種間隔	20cm-2粒で統一		
播種深さ	3~4cmで統一		

供試機	作業速度 (km/h)	出芽率 (%)	播種間隔 (cm)	播種深さ (cm)
3号機	7.0	99	19.4±6.4	4.1±0.5
URS	1.5	99	21.5±3.0	3.0±0.5
DRS	2.5	94	21.6±3.9	3.0±0.7

→湿潤土壌と高速作業への適応性を確認。

供試機	収量 (kg/10a)	主茎長 (cm)	百粒重 (g)
3号機	190±23	47.6	35.9
URS	202±28	48.6	35.9
DRS	150±60	40.0	36.3

→有意差はないが、DRSが低収量傾向

宮城古川農試 タンレイ 6月2日（標播）



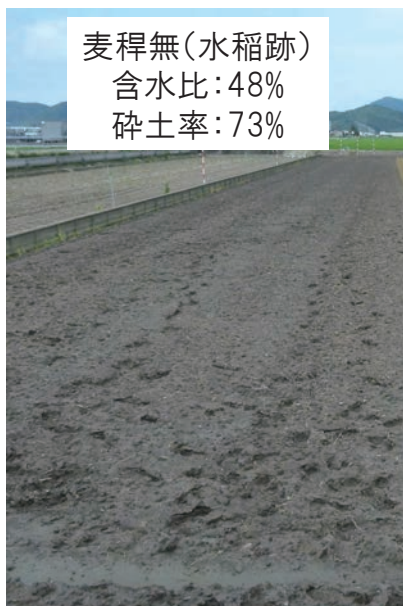
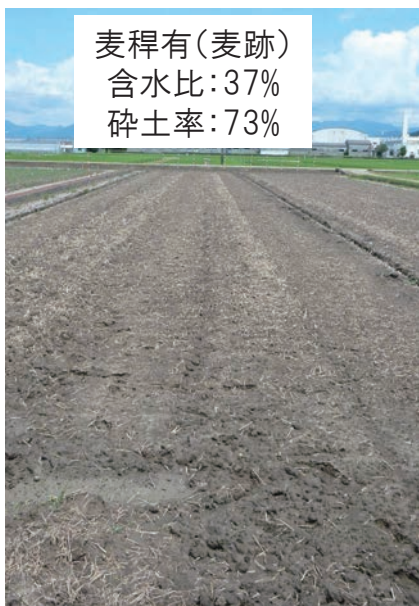
湿潤土壤への適応性（湿潤ほ場結果）



→従来機で難しい水分条件でも対応可能。

麦稈等の残渣への適応性（方法）

滋賀農技セ ことゆたか 7月4～5日（標播）





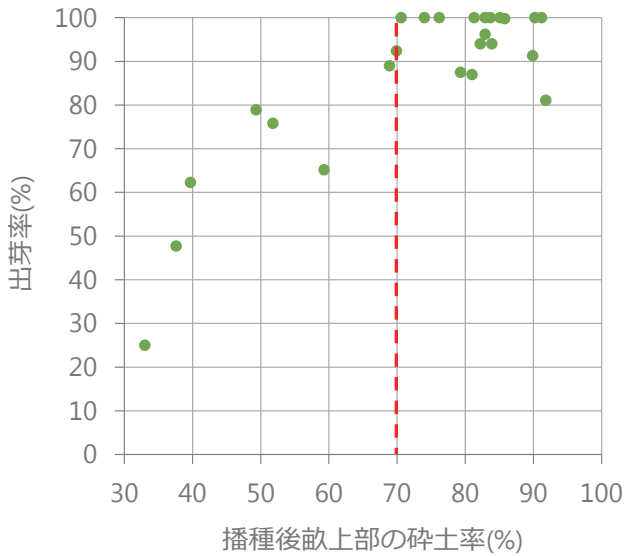
→麦稈による悪影響は確認されなかった。

試験区		出芽率 (%)	種子近傍の 碎土率(%)	収量 ¹⁾ (kg/10a)
設定条件	供試機			
麦稈有 (小麦跡)	3号機	89	69	378
	DRS	84	64	399
麦稈無 (水稻跡)	3号機	92	70	351 ^a
	DRS	46	49	242 ^b

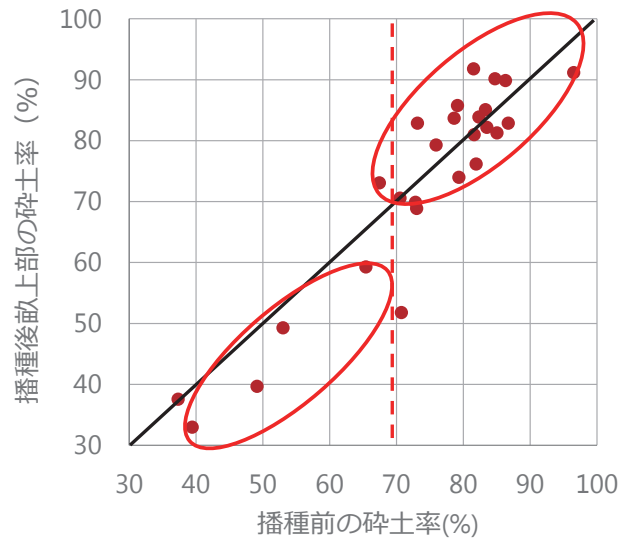
1) 異なる文字間に有意差あり。

→麦跡大豆、湿潤土壌への適応性を確認

試作機の出芽率



試作機の砕土率



→播種前に砕土率70%以上を確保することが重要。

- ①事前耕うんで**適正な砕土率（70%以上）**を確保
→安定した出芽、除草剤効果に必要
- ②事前耕うんの**適正な耕深（10cm以上）**を確保
→中耕除草作業で寄せる土に必要
- ③事前耕うんを行い、**播種床を整備する作業体系**
→太平洋側など冬場に乾燥する地域、
麦跡大豆で普通栽培する地域

開発目標	達成度	備考
5km/h以上の畝立て播種	◎	すべての試験でクリア
既存機を越える 湿潤土壌への適応性	○	トラクタで作業可能なほ場
播種と中耕除草に 利用可能	◎	市販のディスク式中耕除草機 と同等の性能

→実用化は2019年の播種シーズンを目標

残された課題

- ① 生産現場での実証（革新セ委託試験、メーカー）
- ② 播種機の耐久性の検討（メーカー試験）

高機動畦畔草刈機の開発

- ・土地利用型システム研究領域 栗原英治、西川純、山下晃平、吉田隆延、水上智道
- ・高度作業支援システム研究領域 林和信
- ・共同研究実施会社 (株)ササキコーポレーション 戸田勉、甲地重春、横浜雅透
- ・岩手県農業研究センター 高橋昭喜

農研機構は食料・農業・農村に関する研究開発などを総合的に行う我が国最大の機関です

研究の背景

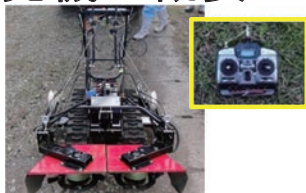
- 草刈作業は夏期の過酷条件時に行われ、労働負担大。
(6月～8月にかけて、3～4回草刈作業を実施)
 - 畦畔草刈は依然として刈払機中心。担い手に作業が集積される中、労働負担はむしろ増大。
(大規模化の障害や耕作放棄地増加の一因)
 - 市販の自走式草刈機は、エンジンによる振動、騒音、排ガス等の影響大。さらに安定性が低く、操作性に課題。
 - 中山間地域では、法面割合が高く、草刈作業は重労働かつ危険を伴う作業。
(高齢者や女性でも、安心して操作できる草刈機が必要)
- ※畦畔や法面における草刈作業の軽労化、作業者の安全性向上は重要な課題であり、新たな機械開発のニーズが非常に高いため、研究に着手。

主に水田や転換畑の除草作業を対象として、畦畔や整備法面を安定走行できる走行部を備え、一定条件下では畦畔に沿って自動走行（以下、倣い走行）しながら作業を行う機能を有し、遠隔操作等により、取扱性や安全性を高めた高機動畦畔草刈機を開発する。



本日の報告内容

1. 開発機の概要



・開発機の構造や遠隔操作機能、倣い走行機能などを説明。

2. 開発機による現地試験Ⅰ



・岩手県の生産者ほ場で現地試験を行い、性能、安全性、軽労化等に関する総合評価を実施。

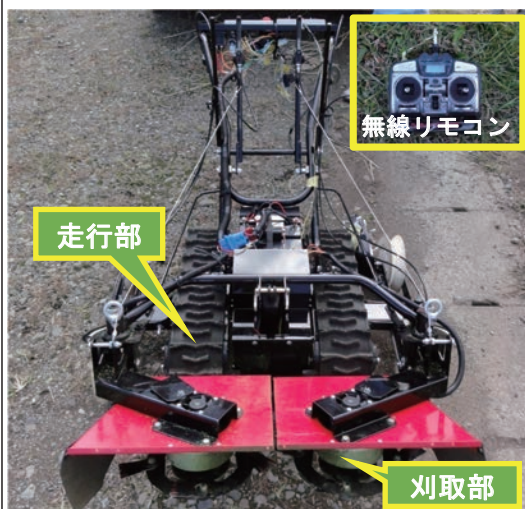
3. 開発機による現地試験Ⅱ



・岩手県農研センターほ場にて倣い走行に係る試験を実施。

1. 開発機の概要①

●開発機は、**走行部**、**刈取部**、**操作部**などから構成される**電動式**の草刈機。**走行部**は走破性の高い**クローラ式**で、**刈取部**は**2連式のカッタユニット(回転刃)**構造で、**操作部**は**無線リモコン**による**遠隔操作**が可能。

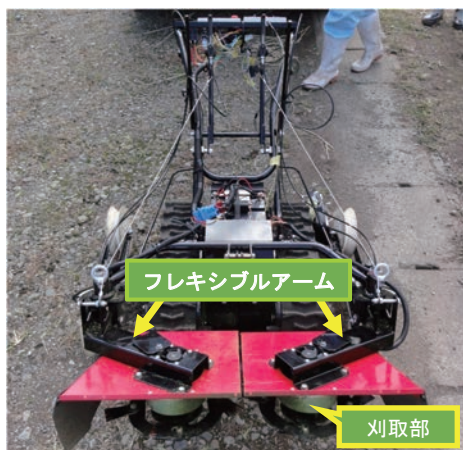


機体全体	全長(mm)	1,400
	全高(mm)	1,000
	刈幅(mm)	600(300×2連)
	重量(kg)	94
走行部	構造	2クローラ式
	トレッド幅(mm)	520
	駆動方法 (モータ出力) 作業速度(m/s)	ホイールインブラシモータ (DC24V、250W×2) 0.8(最高)
刈取部	構造	2連式カッタユニット (フレキシブルアーム)
	駆動方法 (モータ出力)	ブラシレスモータ (DC36V、300W×2)
	回転数(rpm)	3,000(標準)
操作部	無線および有線リモコン	
電源	鉛蓄電池(36V、26Ah) 稼働時間: 約30~40分程度	

1. 開発機の概要②

●開発機は、**畦畔(上面幅50cm以上)**および**傾斜法面(傾斜角32度以下)**における**草刈り作業**が可能。

●**畦畔作業時**は、刈取部が**畦畔の上面**および**法面**に適用するよう、レバー操作により、左右それぞれ**フレキシブルアーム**で支持された**カッタユニット**を前進方向に対して最大90度、畦畔法面接地角度を最大80度まで調節可能。



往路：畦畔**上面** 復路：畦畔**法面**

(※1往復作業にて1本の畦畔を完結可能)

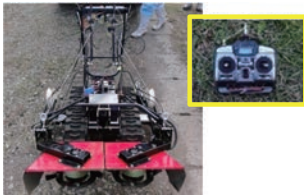
1. 開発機の概要③

●開発機は、途中に障害物(石礫、溝、杭、廃棄物等)が無く、比較的平坦で直線的かつ十分な強度を有する畦畔(畦塗機等で成形され、上面幅50cm以上、高さ30cm以上、法面傾斜角度が60度程度)では、畦畔法面に接地して走行を誘導する倣い車輪を用いた機構により、畦畔に沿った自動走行(倣い走行)が可能。



本日の報告内容

1. 開発機の概要



・開発機の構造や遠隔操作機能、倣い走行機能などを説明。

2. 開発機による現地試験Ⅰ



・岩手県の生産者ほ場で現地試験を行い、性能、安全性、軽労化等に関する総合評価を実施。

3. 開発機による現地試験Ⅱ



・岩手県農研センターほ場にて倣い走行に係る試験を実施。

2. 開発機による現地試験 I (方法)

・開発機の現地適応性を把握するため、岩手県二戸市の生産者ほ場において草刈試験を行い、対照区(市販畦畔草刈機・法面草刈機)を設置し、刈取精度、作業能率、作業環境(振動、騒音、排ガス等)について調査した。



2. 開発機による現地試験 I (結果)

供試機	岩手県(二戸)											
	法面(平均傾斜角30°)						畦畔					
	刈株高さ(cm)	作業能率(分/10a)	騒音(作業者耳元)(dB)	排ガス(定置)(ppm-co)	振動(作業者手元)(m/s ²)	塵埃(mg/m ³)	刈株高さ(cm)	作業能率(分/10a)	騒音(作業者耳元)(dB)	排ガス(定置)(ppm-co)	振動(作業者手元)(m/s ²)	塵埃(mg/m ³)
開発機 ※無線リモコン (刈取・走行モータ1.1kW)	5.2	115.2	70.6	0	0.25	0.08	6.9	121.4	69.1	0	0.49	0.10
市販畦畔草刈機 (エンジン4.2kW)	-	-	-	-	-	-	6.2	123.3	81.3	565 (アイドリング時) 1422 (フルスロットル時)	3.63	0.00
市販法面草刈機 (エンジン1.7kW)	5.2	114.6	88.8	230 (アイドリング時) 45 (フルスロットル時)	4.85	0.40	-	-	-	-	-	-

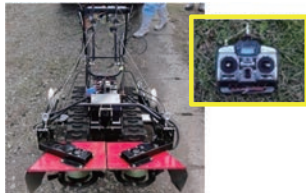
草種：ギシギシ、スギナ、タンポポ、ノゲシ、ハルジオン、ヨモギ、クローバ、ヒルガオ、他、草丈：3~45cm、草含水率：79~88%、土壌硬度：50~342kPa

○刈取精度：市販機と比較し、**同等**。

○作業能率：市販機と比較し、**同等**。

○騒音・排ガス・振動(作業環境)：市販機と比較し、**大幅に低減**。

1. 開発機の概要



・開発機の構造や遠隔操作機能、做い走行機能などを説明。

2. 開発機による現地試験 I



・岩手県の生産者ほ場で現地試験を行い、性能、安全性、軽労化等に関する総合評価を実施。

3. 開発機による現地試験 II



・岩手県農研センターほ場にて做い走行に係る試験を実施。

3. 開発機による現地試験 II (方法)

・開発機による做い走行の畦畔適応性を把握するため、岩手県農研センター内ほ場において草刈試験を行い、刈取精度、作業能率等を調査。

・2つの試験区(做い走行、無線リモコン)を設定し、試験結果について比較。



岩手県農研センター内ほ場

3. 開発機による現地試験Ⅱ（結果）

・倅い走行を行った際の刈取精度、作業能率等について調査を行った結果、補助車輪を用いた方式により畦畔に沿った自動走行（連続50m以上）が可能であり、無線リモコン使用時と比較し、刈取精度や正味刈取時間に悪影響を及ぼさないことが分かった。

供試機	岩手県(北上)										
	畦畔						長さ (cm)			角度 (度)	
	試験区間 (m)	正味刈取時間 (分/10a)	作業速度 (m/s)	刈株高さ (cm)			①	②	③	④	⑤
開発機 ※無線リモコン	20 ×1往復	113.3	0.29 (往路:前道作業) 0.19 (復路:後道作業)	①	②	③					
開発機 ※倅い走行	64 ×1往復	88.3	0.39 (往路:前道作業) 0.23 (復路:後道作業)	①	②	③	39.8	59.6	32.2	60	55.8

草種：ノビエ、メヒシバ、ギシギシ、クローバ、ヘラオオバコ、スズメノカタビラ、他、草丈：8~27cm、草含水率：78%、土壌硬度：375kPa

まとめ

- 現地試験の結果、開発機は、市販機（畦畔草刈機、法面草刈機）と比較し、刈取精度、作業能率に関しては同等。
- 作業者は遠隔操作（無線リモコン）により機体から離れて作業できるため、市販機（畦畔草刈機、法面草刈機）と比較し、安全性も高く、振動・排ガス・騒音の影響が小さく、作業環境が大幅に改善し作業負担が少ないことを確認。
- 一定条件下では畦畔に沿った倅い走行も可能。
- 今後、稼働時間の拡大や耐久性など量産化に向けた検討を行い、平成30年度に市販化予定。

樹園地用小型幹周草刈機の開発

研究期間：2014～2016年度

共同研究機関：(株)クボタ

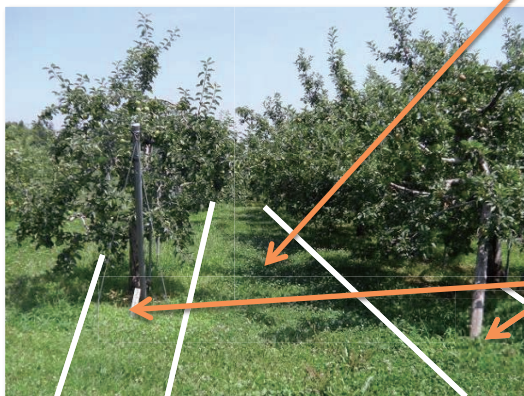
委託研究機関：岩手県農業研究センター、長野県果樹試験場

2017.3.9 平成28年度 革新工学センター研究報告会

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

背景

樹園地における草生管理



主な対象樹種：
リンゴわい化栽培園等

○通路(幅2～3m)－
市販乗用・歩行型草刈機



●幹周(幅1～2m程度)－
刈払機・除草剤散布
 ・枝を避けるためにつらい姿勢
 ・時間がかかる
 ・(刈草)作業者への飛散、
 (除草剤)被ばく
 オフセット式乗用草刈機
 ・高価・作業幅狭い

楽に早く、幹周部分が刈れる
草刈機の開発！

開発のイメージ

◆普及している法面用歩行型草刈機



- ✓4輪駆動の自走式
- ✓離れた場所で操作可
- 刈幅: 300~500mm
- エンジン出力: 1~2kW
- 機体質量: 25~50kg
- ハンドル長さ: 1.5m~2m

課題: 障害物が多いところで旋回させにくい

付加機能の追加



<機能>

- ✓操作容易な**走行・操舵機構**
- ✓樹を傷めない**幹周草刈機構**

<目標性能>

- 刈払機より作業時間を30%削減
- 心拍増加率50%以下の軽作業

<目標価格帯>

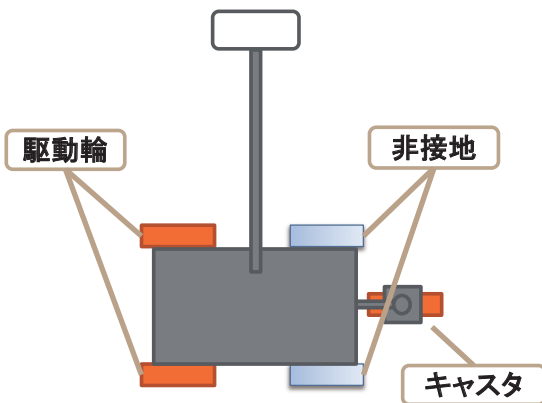
20万~40万円

安全で快適な幹周草刈作業を実現!!

開発機の基本構造

キャスタ式

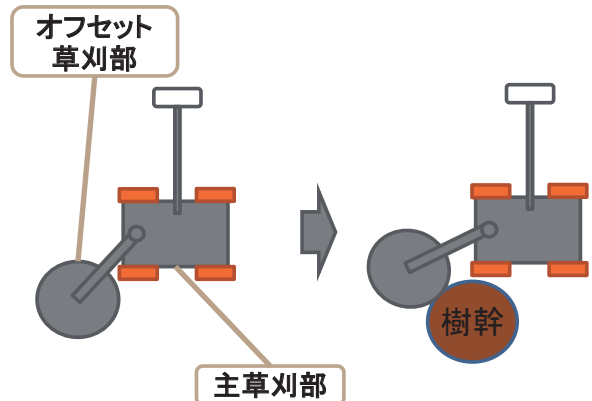
旋回動作が容易!!



- ・法面草刈機の車体片側にキャスタを付随
- ・キャスタの接地、非接地切替により4輪駆動、2輪駆動の切り替え可
- ・前後進2段変速、手元切替可能

オフセット式

直進のみで樹間も草刈!!



- ・車体本体とオフセット部材に草刈部を設置
- ・オフセット部は幹にあると自動で横に避ける
- ・前後進2段変速、手元切替可能

開発機の特長 キャスタ式



前後進2段変速

比較的軽量
取り回しが容易

操作ワイヤ位置を
低く

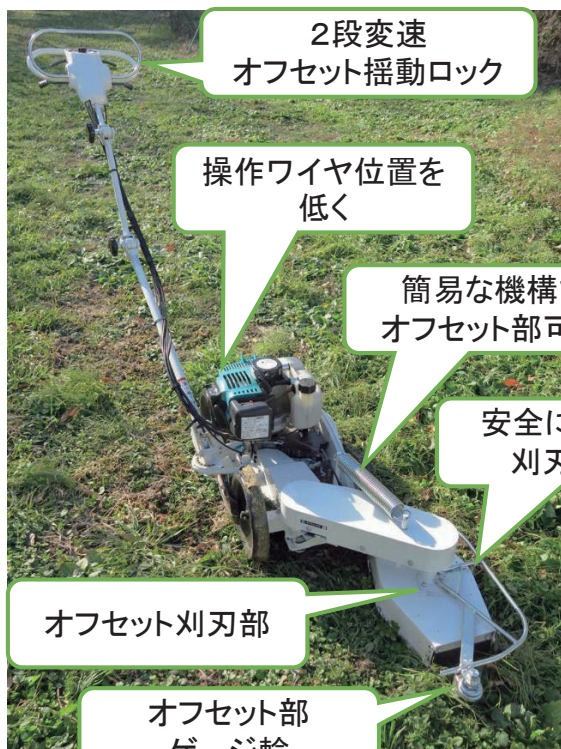
上げ下げ容易な
キャスト

キャストを上げると
法面草刈機と同様に4輪駆動に

	キャスト式
機関出力	1.0kW
刈幅	300mm
機体質量	27kg
作業速度	0.44m/s、 0.33m/s (2段変速)



開発機の特長 オフセット式



2段変速
オフセット揺動ロック

操作ワイヤ位置を
低く

簡易な機構で
オフセット部可動

安全に配慮した
刈刃カバー

オフセット刈刃部

オフセット部
ゲージ輪

	オフセット式
機関出力	1.7kW
刈幅	300mm+210mm (総刈幅 約460mm)
機体質量	45kg
作業速度	0.41m/s、0.31m/s (2段変速)



○幹周草刈試験

作業能率、労働負担(心拍数増加率、作業姿勢)

○現地実証試験

取扱性等の作業者の意見

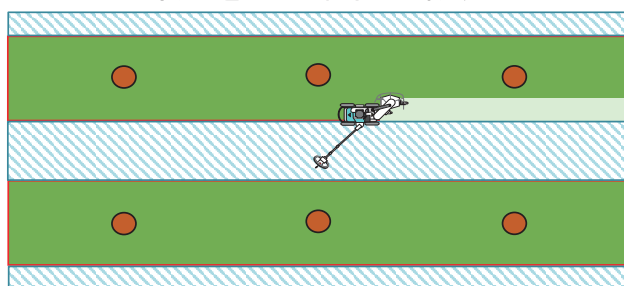
○法面草刈試験

作業能率

幹周草刈試験

1. 通路草刈先試験

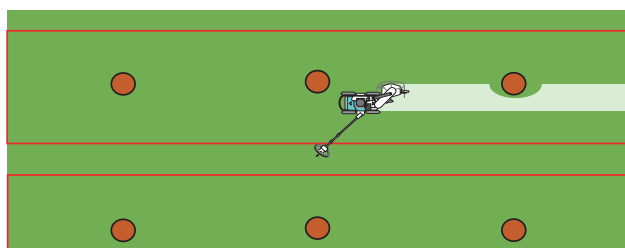
- 一 通路部分を先に乗用草刈機で刈ってから、残りの部分を作業範囲に設定



- 供試機作業範囲
- ▨ 乗用草刈機作業範囲
- リンゴ樹

2. 樹冠下草刈先試験

- 一 樹列を中心にオフセット式で4行程走行したときの刈幅を基準とした部分を作業範囲に設定



- 供試機作業範囲
- リンゴ樹

幹周草刈試験

場所	試験日程	対象樹園
岩手県農業研究センター内果樹園	平成28年 6月21日～23日 7月20日～22日	リンゴわい化栽培成木園
		リンゴわい化栽培若木園
長野県果樹試験場内果樹園	平成28年 6月29日～7月1日 7月26日～28日	リンゴ新わい化栽培成木園

リンゴわい化栽培成木園



リンゴわい化栽培若木園

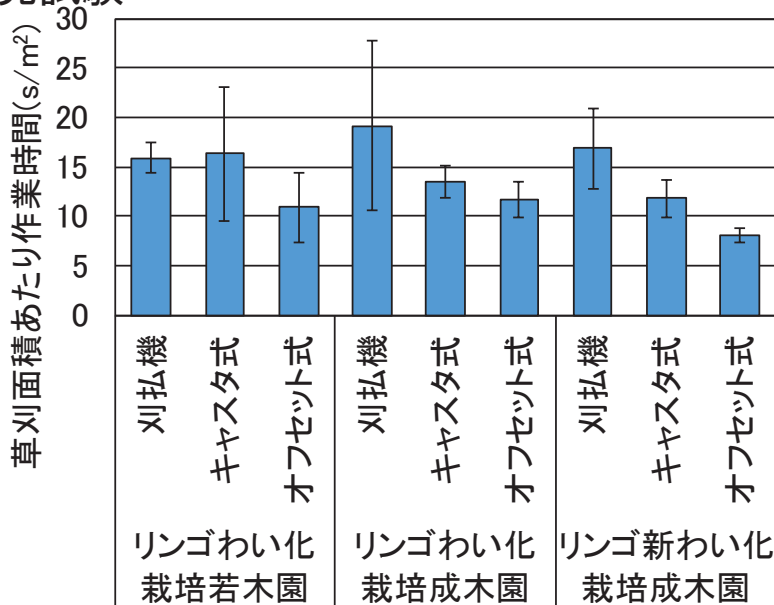


リンゴ新わい化栽培成木園



幹周草刈試験結果 作業時間

通路草刈先試験

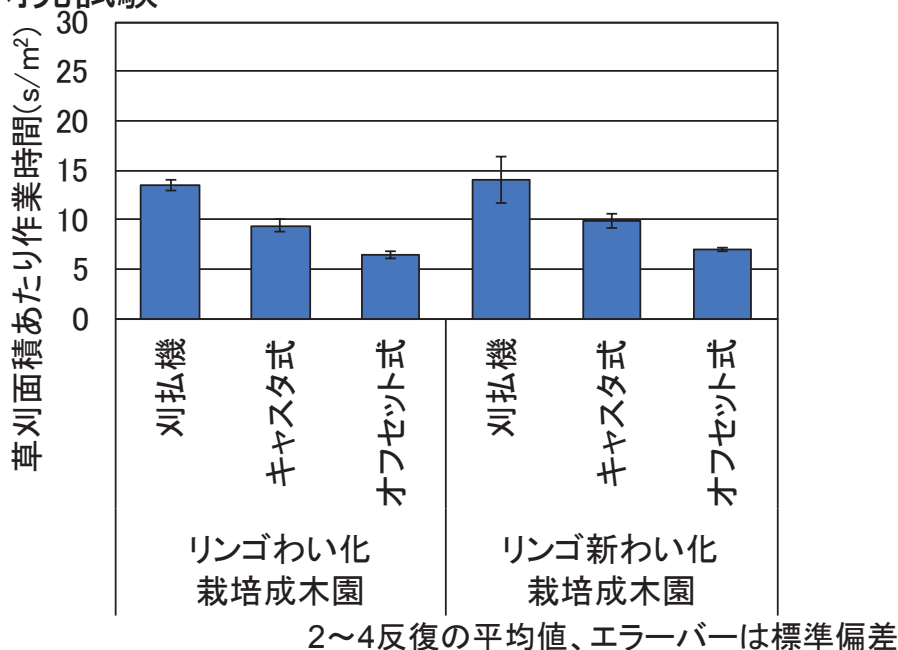


4反復の平均値、エラーバーは標準偏差

- キャスタ式は刈払機と同等～3割低減
- オフセット式は刈払機より3割～5割低減

幹周草刈試験結果 作業時間

樹冠下草刈先試験



- キャスタ式は刈払機より3割低減
- オフセット式は刈払機より5割低減

幹周草刈試験結果 心拍数増加率

	心拍数増加率(%)		
	平均	最大	最小
刈払機	44.7	66.8	35.5
キャスタ式	36.4	44.9	26.4
オフセット式	29.8	37.3	21.1

注)リンゴわい化栽培園、リンゴ新わい化栽培園の幹周草刈作業における心拍数増加率 各供試機12試験の測定値

- キャスタ式、オフセット式ともに心拍数増加率50%未満の軽作業を実現

幹周草刈試験結果 作業姿勢

楽な姿勢 ←

→ 辛い姿勢

OWAS法AC頻度(%)

	AC1	AC2	AC3	AC4
刈払機	84.4	14.7	0.9	0.0
キャスト式	92.6	7.3	0.0	0.0
オフセット式	92.6	7.1	0.0	0.0

注)リンゴわい化栽培園、リンゴ新わい化栽培園の幹周草刈作業における作業姿勢 各供試機18樹列分の測定値



幹周草刈試験結果 作業姿勢

楽な姿勢 ←

→ 辛い姿勢

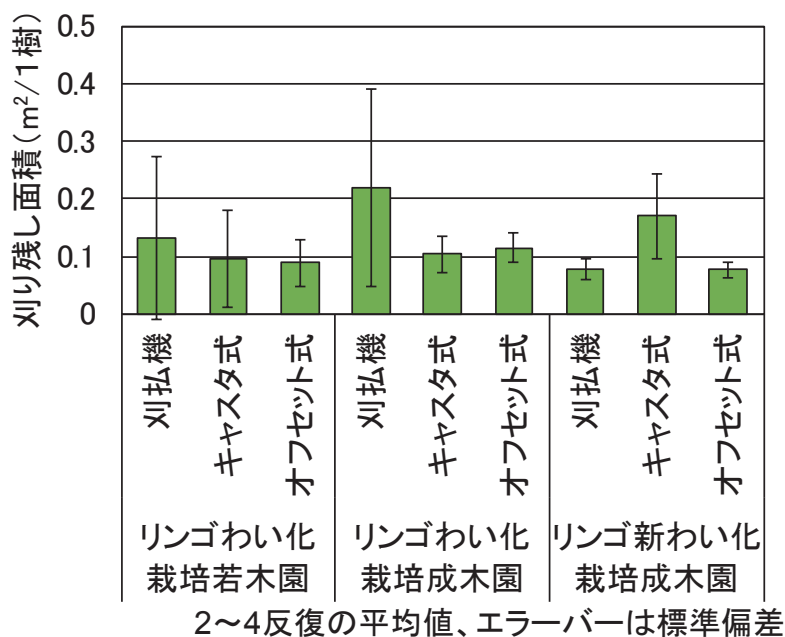
OWAS法AC頻度(%)

	AC1	AC2	AC3	AC4
刈払機	84.4	14.7	0.9	0.0
キャスト式	92.6	7.3	0.0	0.0
オフセット式	92.6	7.1	0.0	0.0

注)リンゴわい化栽培園、リンゴ新わい化栽培園の幹周草刈作業における作業姿勢 各供試機18樹列分の測定値



幹周草刈試験結果 刈取精度



刈払機



キャスタ式



オフセット式



○各供試機とも刈払機と同等で、栽培への影響がないとの意見を得た

現地実証試験結果



農業者・販売店担当者の意見

○両方式共通

- ・ついて歩くだけで草刈りできるのは本当に楽
- ・ハンドルが長いのは良い
- ・刈高さを低くすると故障しやすくなるので、あまり低くなくて良い

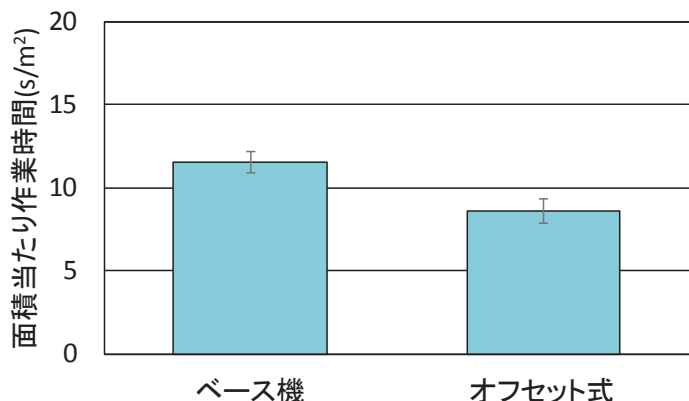
○キャスタ式

- ・旋回性は良い
- ・女性でも楽に作業出来そう
- ・ハンドルが長い分、重量バランスが悪い
- ・樹周辺では操作が煩雑になる

○オフセット式

- ・樹間もうまく刈れている
- ・もう少し刈幅が大きい方が良かったが、使ってみるとバランスが良い
- ・オフセット部がもう少し外側にでていると良い

法面草刈試験結果

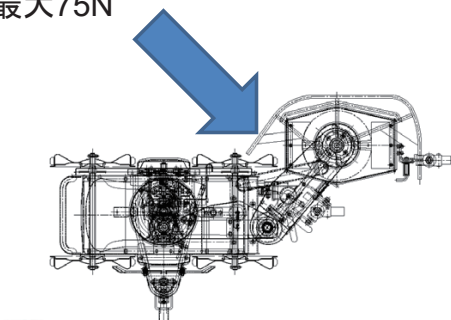


平均斜度29°、平均雑草高さ16.7cm
 3反復の平均値、エラーバーは標準偏差
 ベース機:市販法面用草刈機 刈幅300mm

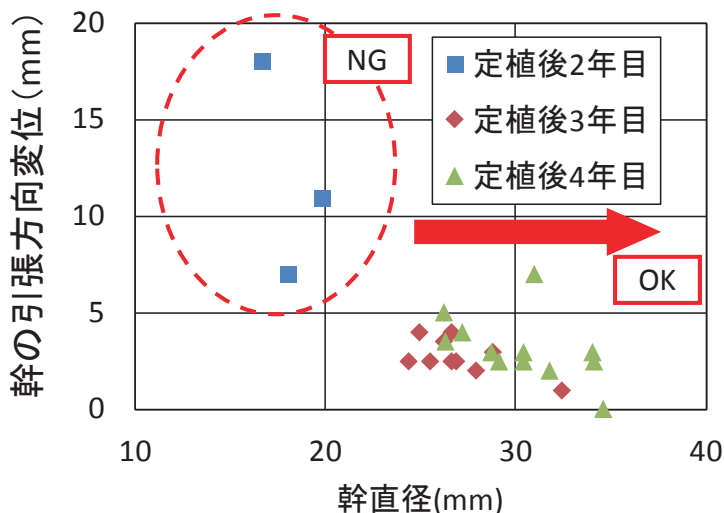
- 刈刃間の刈り残しは発生せず
- オフセット式はベース機より作業時間を3割削減

オフセット式の適応樹齢

オフセット部回転時の荷重
 最大75N



リンゴ樹の地上
 160mmの部位に
 75Nの荷重をかけ
 たときの変位を測定



幹直径が概ね25mm以上(定植後3年目)であればオフセット部を押し当てても樹へ果実の品質・収量に影響を及ぼすような障害を与えない

作業方法マニュアル案(抜粋)

1. このマニュアルについて

このマニュアルは、農業機械等緊急開発事業(以下、緊プロ事業)において農研機構革新工学センターと株式会社クボタが共同で開発した樹園地用小型幹周草刈機を効果的に利用していただくために、草刈作業におけるポイントをとりとまとめたものです。本マニュアルを参考させていただいて、樹冠下幹周部分の草刈作業を楽に効率よく行いましょう。

2. 安全な草刈作業のために

- (1) 長袖、長ズボン、手袋、安全靴または安全長靴、帽子またはヘルメット、保護メガネまたはフェイスシールドを着用しましょう。
- (2) 機械の取扱説明書に従って、運転前の点検を行いましょう。
- (3) 作業を始める前に、草刈を行う作業場の状況を確認し、作業の邪魔になる物は撤去するか、目印をつけましょう。

3. 樹園地用小型幹周草刈機の特長

長い操作ハンドルを備えた刈幅 300mm の歩行型法面用草刈機をベースに、草刈機本体の主草刈部の他に車体側方にオフセット草刈部を追加することで刈幅を 460mm に拡大し、また、オフセット草刈部が幹等の障害物にぶつかると車体側へ避ける機構を備えた草刈機。オフセット草刈部は幹等の障害物にぶつかると車体側へ避ける機構となっているため、樹列に沿ってまっすぐ走らせるだけで、幹周部分の草刈が出来ます。

機関出力	1.7kW
刈幅	300mm+210mm (総刈幅 約460mm)
機体質量	45kg
作業速度	0.41m/s、0.31m/s (2段変速)

- 1 -

(4) 樹園地幹周部分での作業手順

・樹列近傍のエリアを樹列に沿って往復で草刈し、その後その外側を周回するように草刈りします。

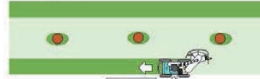
1 行程目



2 行程目



3 行程目



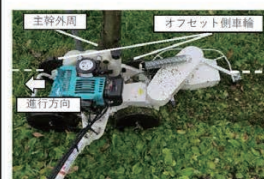
4 行程目



ポイント：樹列に沿って直進作業のみで幹周部分も草刈りできます。通路部分の草刈作業を乗用型草刈機や大きな歩行型草刈機を用いて行う場合は、このように樹列近傍から幹周草刈機を利用して草刈をするほうが、幹周草刈機の作業幅を有効に活用でき、効率よく作業できます。

(5) 走行経路の目安

・1行程目は主幹の外周直近をオフセット側車輪の外側が通るように樹列に沿って直進し、2行程目で反対側を同様に直進します。



ポイント：前後進切替を多用するより、原則前進のみで草刈作業を行った方が、効率よく作業できます。

	走行方法の違いによる作業時間および作業精度	
	原則前進のみ	前後進切替多用
前後進切替回数(回/樹)	1.11	2.84
作業時間(s/m ²)	8.05	9.41
平均刈残面積(m ²)	0.08	0.09

注) 新わい化リンゴ園での計測例

- 3 -

まとめ

<開発目標>

作業者が楽な姿勢で刈払機より高能率に果樹園の樹冠下の雑草を草刈りすることができる歩行型草刈機を開発する

目標性能:

- ・刈払機より作業時間を30%削減
 - ○ **キャスタ式、オフセット式ともに目標達成**
- ・心拍数増加率50%以下の軽作業
 - ○ **キャスタ式、オフセット式ともに目標達成**



開発目標達成と判断

より省力化効果・取扱性の高い**オフセット式**について平成29年度中の市販化に向けて準備を進める予定

無人ヘリ作物生育観測システムの開発と実証

担当部署：革新工学センター・土地利用型システム研究領域・
 栽培管理システムユニット
 協力分担：ヤンマーヘリ&アグリ(株)、滋賀農技セ
 予算区分：経常・所内特研
 研究期間：完2014～2016年度（平成26～28年度）

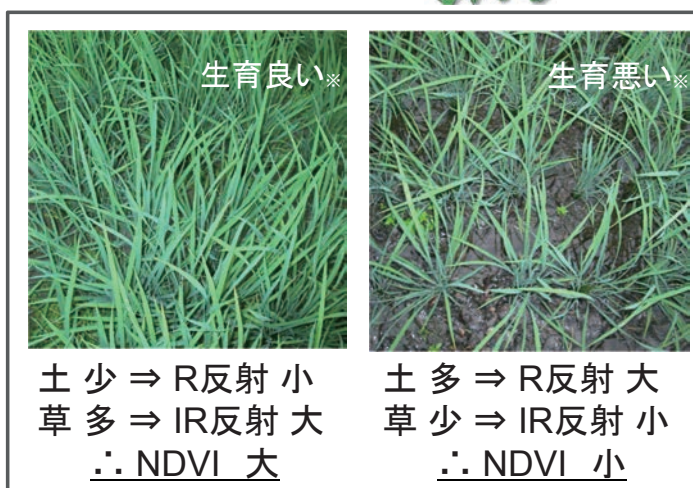
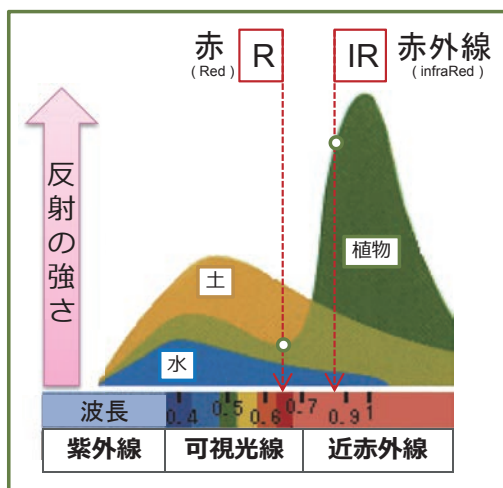
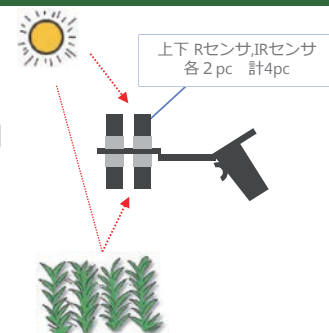
農研機構は食料・農業・農村に関する研究開発などを総合的に行う我が国最大の機関です

生育情報測定装置

NDVI値を測定する装置

Normalized Difference Vegetation Index
 日本語では「正規化差植生指数」「正規化植生指数」「植生指数」
 植生の分布状況や活性度を示す指標

$$NDVI = \frac{IR\text{反射率} - R\text{反射率}}{IR\text{反射率} + R\text{反射率}} \times 100 \text{ を「GI値」と呼ぶ (Growth Index)}$$



※出典 "出穂前に条間が見渡せるのが良いのか" <http://jyuku3.blog81.fc2.com/blog-entry-1576.html>(参照 2016-08-23)

背景

- ・ 生育情報測定装置の利用方法が不明確
- ・ 無人ヘリの年間稼働日数が少ない
- ・ (2年目から) ドローンへの期待

目的

高速に生育情報を測定し、そのデータを基に
水稻の収量や品質を制御できるか
実証試験を行う

狙い (期待される効果)

- ・ 生育情報測定装置の普及拡大
- ・ 無人ヘリの利用拡大



生育情報測定装置



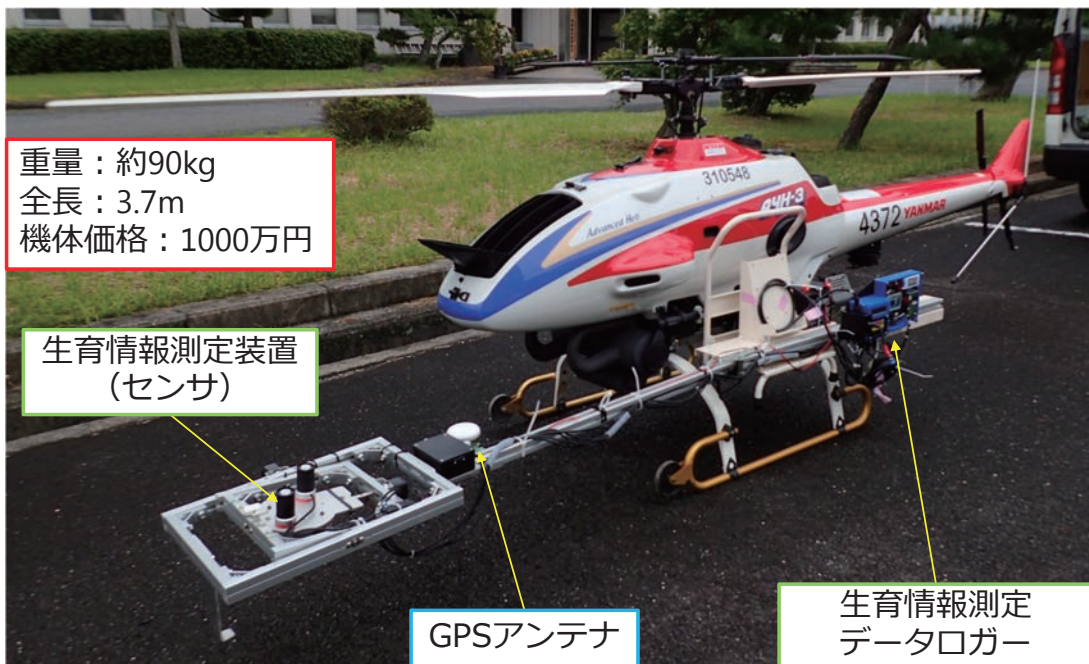
防除作業中の無人ヘリ※



ドローンでも試作

※出典 "JAあわじ島 無人ヘリコプターによる防除作業" <http://www.ja-awajishima.or.jp/info/einou/center3.html>(参照 2016-01-29)

無人ヘリ観測システムの構成



重量：約90kg
全長：3.7m
機体価格：1000万円

生育情報測定装置
(センサ)

GPSアンテナ

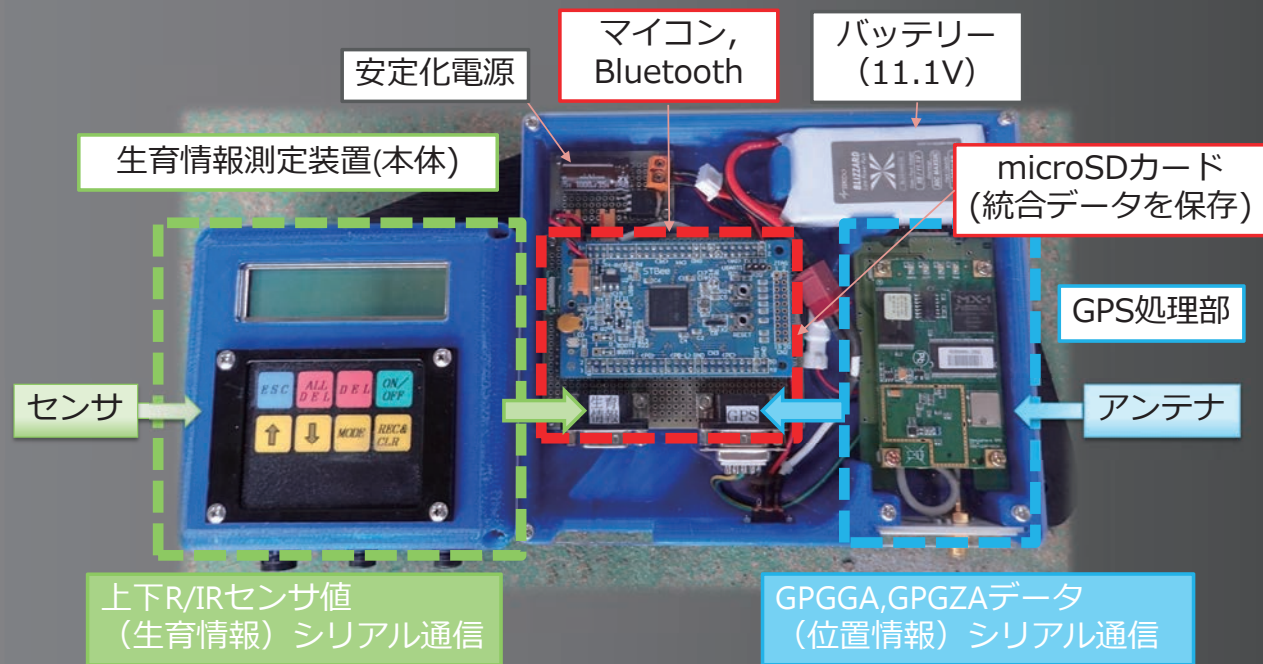
生育情報測定
データロガー

飛行条件 : 高さ3.0m 速度5m/sで水平飛行
測定範囲 : ϕ 3.5m サンプリング周波数 : 3Hz

生育情報測定データロガー



農研機構



重量 : 去年3.2kg ⇒ 今年 : 1.1kg (約66%減) ※ケーブル等付属品含む

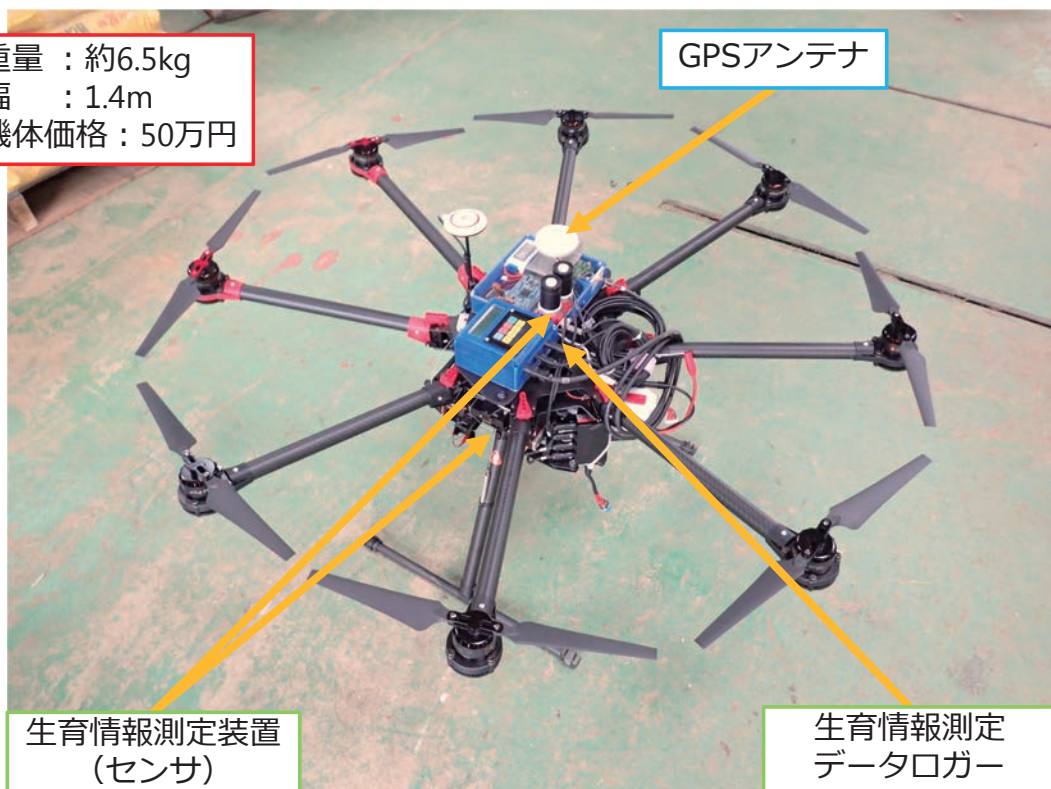
Bluetooth対応でパソコン/スマホから操作可能

ドローン生育観測システムの構成



農研機構

重量 : 約6.5kg
幅 : 1.4m
機体価格 : 50万円



スケジュールと測定内容



農研機構



※出典 "山田錦研究会レポート" http://www.hananomai.co.jp/yamada/backnumber/yamada_r42.html(参照 2016-01-29)

測定方法



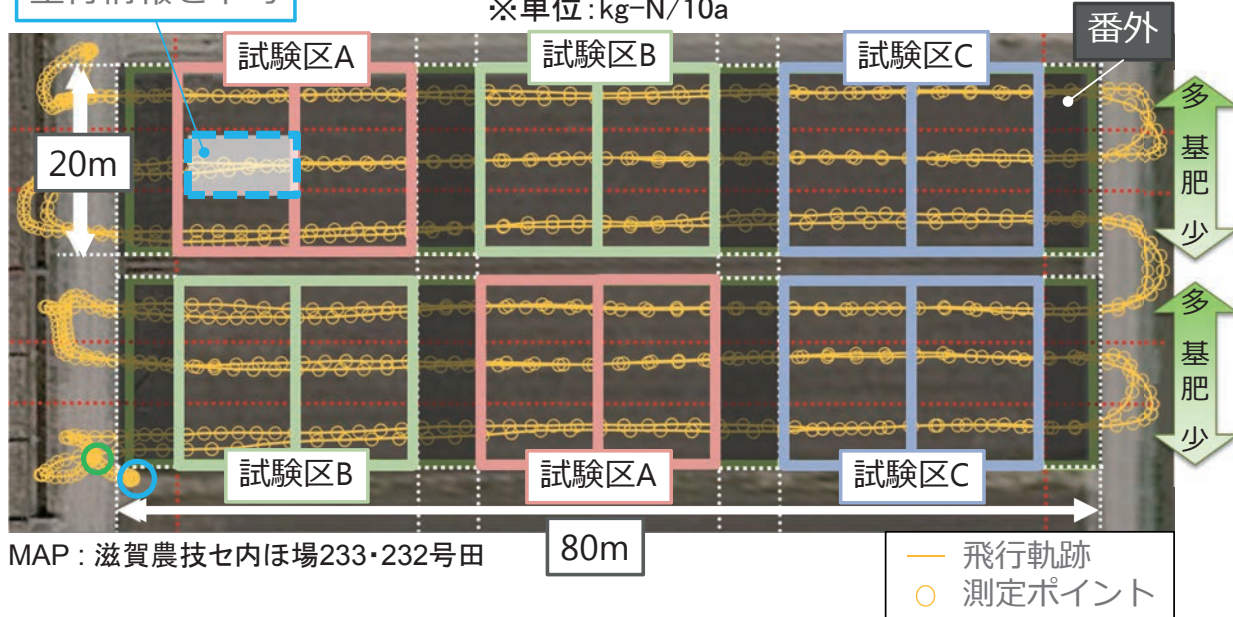
農研機構

場所：滋賀農技セ内ほ場
対象品種：コシヒカリ

1区画ごとに
生育情報を平均

試験区	A	B	C
穂肥 1回目	0	1	0 or 1
穂肥 2回目	3	3	3
穂肥 合計	3	4	3 or 4

※単位：kg-N/10a



①測定速度

試験ほ場
20m × 80m 2ヶ所



農研機構

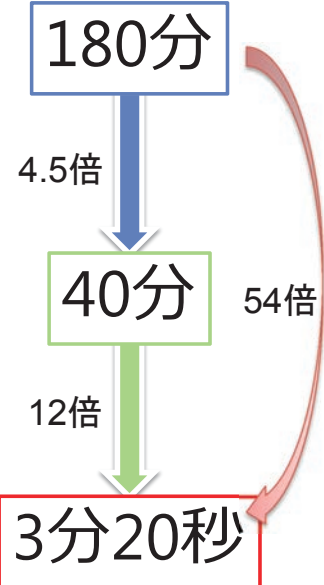
- **生育量測定**
(草丈・茎数・葉色の測定)
1回 × 72箇所 測定時



- **(地上) 生育情報測定**
10回 × 72箇所 測定時



- **(空中) 生育情報測定**
1回 × 600箇所 測定時



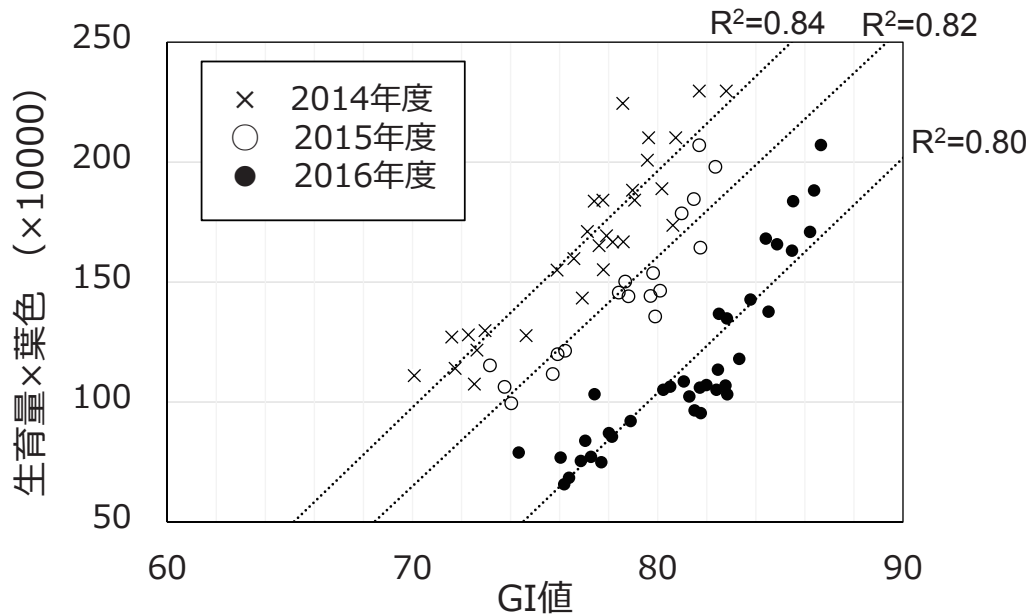
本システムは通常の54倍の速度で測定可能

※出典 "山田錦研究会レポート" http://www.hananomai.co.jp/yamada/backnumber/yamada_r42.html(参照 2016-01-29)

②幼穂形成期のGI値と生育量×葉色 調査



農研機構



毎年、決定係数 R^2 が 0.80 ± 0.02 となり、強い相関が見られた

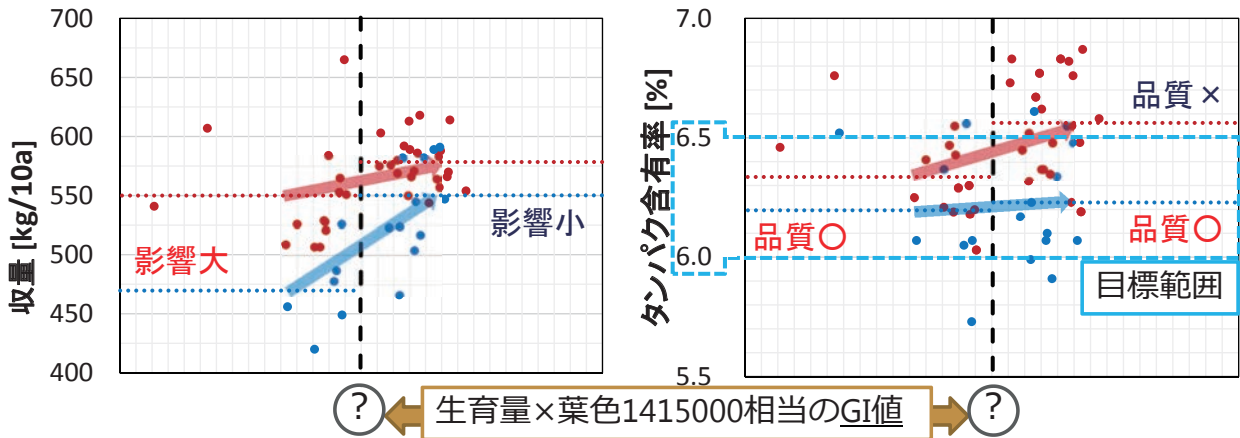
空中測定したGI値が生育量×葉色の代用可能

ただし、測定前にオフセット量の校正が必要 ⇒ サンプル数は？

③ 幼形期GI値と穂肥による影響 ※昨年度



農研機構



- 穂肥合計：4 kg-N/10a
- 穂肥合計：3 kg-N/10a
- 穂肥合計：4 kg-N/10aの平均
- 穂肥合計：3 kg-N/10aの平均

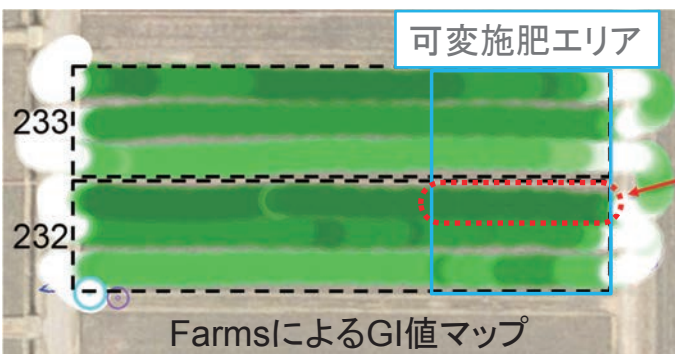
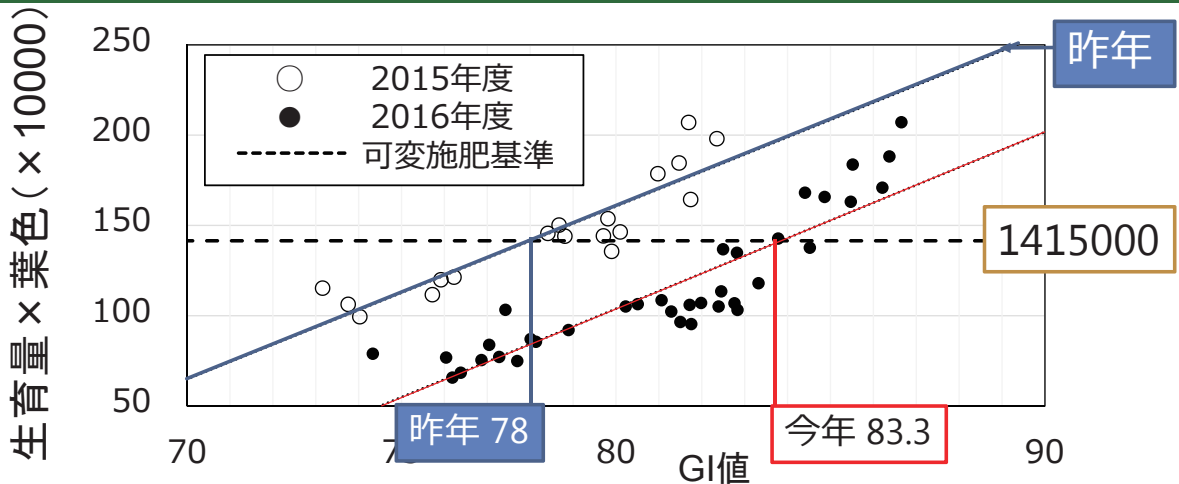
栽培指針
 境界値未満 ⇒ 穂肥合計4kg-N/10a (収量UPさせるため、品質は○)
 境界値以上 ⇒ 穂肥合計3kg-N/10a (品質○にするため、収量はKEEP)

昨年度 作成した栽培指針の実証試験を行った

③ 幼形期GI値を用いた可変施肥基準



農研機構



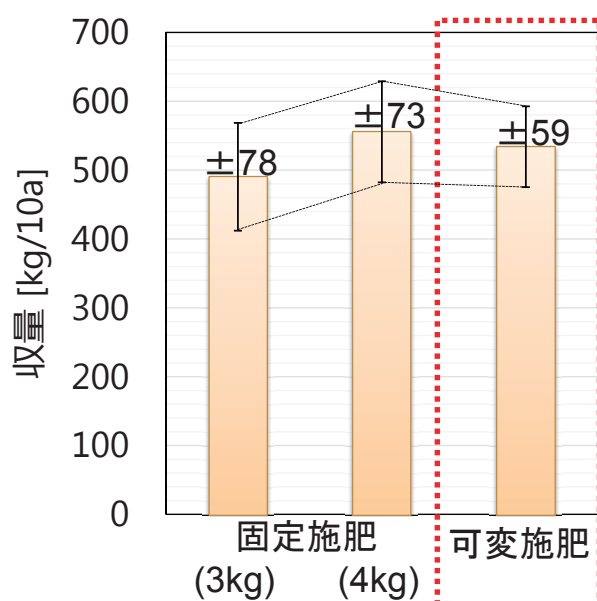
GIが83.3以上
⇒穂肥えを3kg-N/10

固定施肥と比較して
収量・品質の
改善が見られるか？

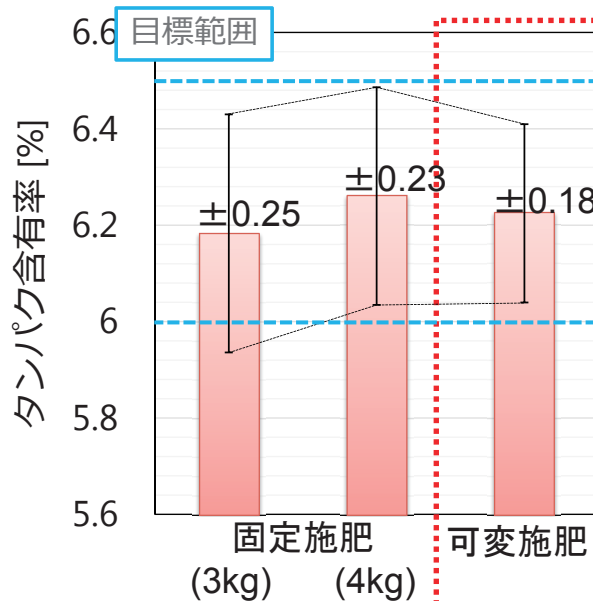
③施肥方法による収量・品質



農研機構



ばらつきが25~33%低減



ばらつき22~34%低減

収量と品質のばらつきを低減できた

まとめ



農研機構

- ◎ 開発した無人ヘリ観測システムの測定速度は、通常の54倍
- ◎ 幼穂形成期GI値と生育量×葉色は 強い相関が見られた
 - ・ 近似線の傾きの誤差は毎年±2%以内
 - ・ 近似線のオフセット量は毎年校正の必要有り
 - ⇒ 最大8データ取得することで校正可(2%の精度)
- ◎ 昨年度・栽培指針を作成 ⇒ 実証試験を行った
 - ・ 収量・品質、共に ばらつきの改善 効果が見られた

高速に生育情報を測定するシステムを開発
本システムの栽培指針作成 / 収量・品質制御を実証
⇒ 良好な成果が得られた

直線作業アシスト装置の適用性拡大

共同研究：三菱マヒンドラ農機(株)

協力分担：鹿児島県農業開発総合センター
埼玉県農業技術研究センター

革新工学センター
総合機械化研究領域
果樹生産工学ユニット
埴 圭二

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

背景

- 1) 畑作での畝立て、播種などの作業では、等間隔で直線的な作業が重要。

⇒ オペレータは**熟練者**に限定。



- 2) オペレータはトラクタの運転に加え、作業機の監視も必要。

⇒ オペレータの**負担は大きい**。



大規模化 … 熟練オペレータの**確保難**。

一般農家 … 父親世代の**高齢化**と**後継者難**。

開発する機能

作業時のトラクタの
ステアリング操作を
自動化。



真っ直ぐで等間隔な
畝立てや播種が
誰でも簡単にできる。



システムの機器構成



画像装置



既存トラクタ



操舵装置

舵角センサ

- ハードウェア：緊プロ終了時(H26)とほぼ同じ
- H27-28：画像処理ソフトの改良⇒機能拡大

新機能① 直進走行の新機能

【作業の1行程目で使用】

従来: ターゲット・ランプを検出して直進走行



新機能: 遠方の風景を記憶して直進走行

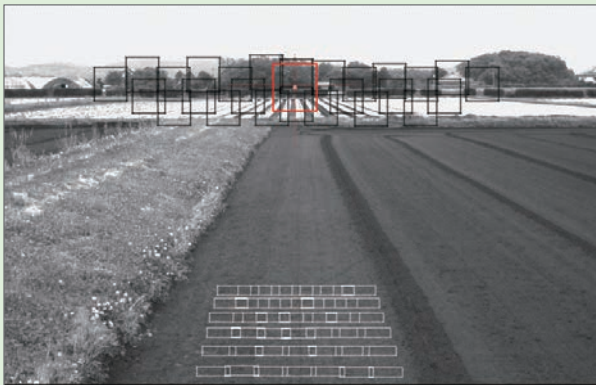


効果:

- コスト削減
- 設置の手間の削減

新機能① 直進走行の新機能

【作業の1行程目で使用】



画像処理の例

(目標地点、周辺、地面を追跡)

- 直進走行の制御
- 人や車の横切り対応

新機能: 遠方の風景を記憶して直進走行



効果:

- コスト削減
- 設置の手間の削減

新機能① 直進走行の新機能

【作業の1行程目で使用】



操作方法

- ① ダイヤルで直進走行を選択
 - ② LED点灯を確認
 - ③ 操舵ローラ:ON
- ⇒ トラクタの正面に向かって直進
※ 停止状態から自動操舵が開始

新機能: 遠方の風景を記憶して直進走行



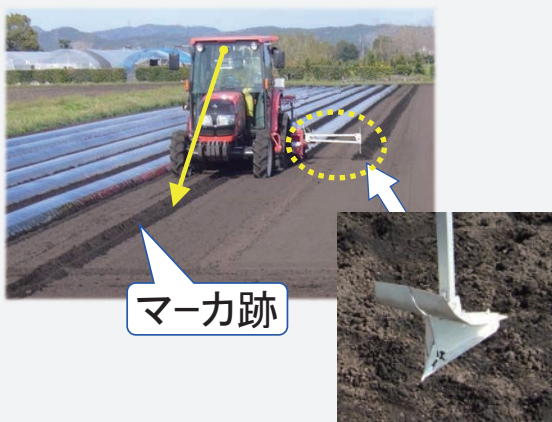
効果:

- コスト削減
- 設置の手間の削減

新機能② 追従走行の新機能

【作業の2行程目以降で使用】

従来: マーカ跡を検出して追従走行



新機能: 作業跡を検出して追従走行

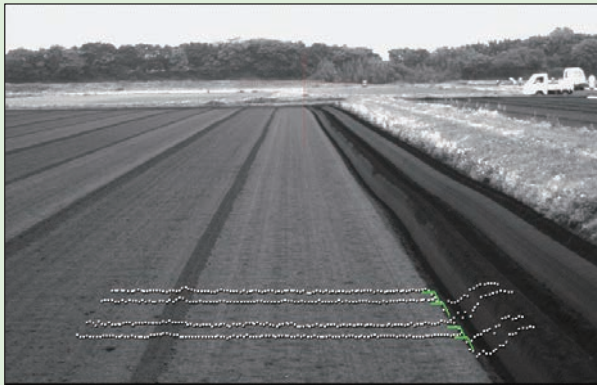


効果:

- コスト削減
- 操作の手間の削減

新機能② 追従走行の新機能

【作業の2行程目以降で使用】



画像処理の例

- ① 地面の凹凸を検出
- ② 段差の位置を検出

新機能: 作業跡を検出して追従走行



効果:

- コスト削減
- 操作の手間の削減

スマートフォンによる操作機能



- ① 操舵装置: ON

初期値



目標地点の位置を移動
(1画素/操作) \div \triangleq 6cm



- ② 必要により修正
(走行中も可)

作業跡追従



作業跡との間隔を増減
(2cm/操作)

畝立て作業での作業精度を計測



1行程目:直進走行



2~5行程目:追従走行

試験条件:半履带式、50ps + 2畦・畝立て機
鹿兒島農総セ、クロボク土、1.6km/h

圃場試験の結果

行程間隔の精度

作業条件 (1.6km/h)	平均偏差 [cm]	標準偏差 [cm]	±5cm 以内	±10cm 以内
遠方風景への直進	2.5	2.0	89 %	100 %
作業跡への追従	3.7	3.5	87 %	99 %
マーカ跡への追従	1.1	2.2	96 %	100 %



作業跡追従 ← 遠景直進 → 作業跡追従

試験結果の畝

TMRセンターを基軸とした 国産飼料流通における技術課題調査

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
 農業技術革新工学研究センター
 総合機械化研究領域 畜産工学ユニット
 研究員 滝元 弘樹

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

乳牛の飼料について

- 4つあるうちの1つめの胃に微生物が共生
- 微生物の働きで飼料を分解し、栄養を吸収

胃の環境を安定させる
 繊維質と栄養

粗飼料（草）



イネ科、マメ科
 トウモロコシ、ソルガム
 など

乳量を増加させるために
 追加する栄養

濃厚飼料（穀類）



トウモロコシ子実、
 大豆、食品製造副産物
 など

濃厚飼料ばかり食べても胃の環境が悪くなってしまうため、
 バランス良く食べさせることが大事

給餌方法について

分離給餌：粗飼料と濃厚飼料を別々に与える方法

- 一頭毎に配分量の調整が可能
- 濃厚飼料を先に選んで食べてしまう
→ 胃の環境を安定させるのが難しい

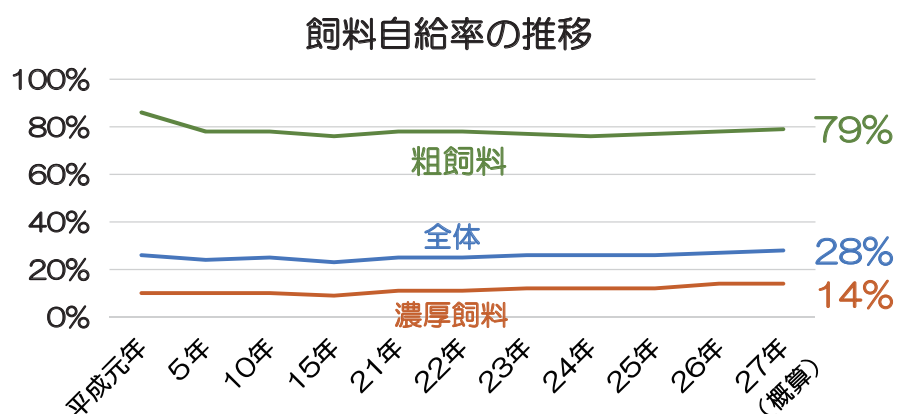
TMR：必要な飼料をあらかじめ混ぜて与える方法

(Total Mixed Ration)

- 選び食いの防止
→ 胃の環境が安定する
→ 採食量・乳量の増加
- 牛の泌乳能力を揃える必要



飼料の自給率について



全体の約7割を輸入に頼っている

特に濃厚飼料は8割以上が輸入

大規模生産された輸入飼料は価格が安い

輸入飼料は、

- バイオエタノールの材料
- 食糧不足

など世界情勢の影響を強く受ける

→飼料価格の高騰 や 輸出のストップ

- 残留農薬や異物などが含まれている可能性も

→安心できる飼料を安定して利用するために・・・

自給飼料の生産と利用を増やしていく

TMRセンターとコントラクタ数の推移

組織	H15	H20	H25	H26
TMRセンター	32	85	110	121
コントラクタ	317	522	581	606

飼料生産作業を請け負うコントラクタや

TMRを製造するTMRセンターが順調に増え、
両組織の連携も広がっているとされるが・・・

- 自給率は変わっていない（30年間ほぼ横ばい）
- 何らかの問題があるのでは？

課題を探る

調査先

- 自給飼料を利用しているTMRセンター
(7県、全7組織に対する聞き取り調査)

調査項目

- 設立の経緯、経営形態
- 利用している材料
- 調製・管理方法
- 今後の展望

設立の経緯・経営形態

- 全7組織中、組合型4組織、飼料会社型3組織

組合員へ供給

いろいろな客層へ販売

- 地域で高齢化などの問題から設立の要望があった
- 飼料会社が要望を受けてTMRを製造するようになった

事業形態は異なっても、
農家や行政などの要望を受けて設立された

- 材料はその地域で安定して入手可能なものを選択

供給量が変わると、代替材料を探してメニュー設計し直さなければならない

- 【輸入】 • 乾草、濃厚飼料（トウモロコシ子実や大豆など）
- 【国産】 • トウモロコシ、牧草、飼料イネなどのサイレージ（発酵飼料）や飼料米など
- 輸入濃厚飼料の代替として食品製造副産物を利用

食品製造副産物について

- 近年需要が高まっている
 - 新規の供給元が見つからない
 - **新たな国産飼料への要望**
 - **イアコーン**や**飼料大豆**

トウモロコシの子実、
芯、外皮



食品製造副産物
(写真は醤油粕)

【課題】

- 収穫機械が大型（イアコーン）
- 生産量が少ない（飼料大豆）



自走式フォレージハーベスタ

• 製品の梱包方法

混ぜてすぐ運搬→バラ（そのまま）

密封梱包して貯蔵・運搬→フレコンバッグ、ラップサイロ



フレコンバッグ

設備費：低
梱包密度：低
カビによるロス



ロールラップサイロ

設備費：高
梱包密度：高
形状：円柱形



角形ラップサイロ

設備費：高
梱包密度：高
形状：角形
施設型機械に限定

貯蔵・運搬の高効率化には角形形状が向いている

→ほ場でも利用可能であればさらに低コスト化

今後の展望

利用者の拡大（修繕費の積立や要望への対応のため）

- 組合員外販売（農協事業） 【課題】 運搬コスト
- メニュー数増加（株式会社） 【課題】 製造負担

国産飼料利用の拡大

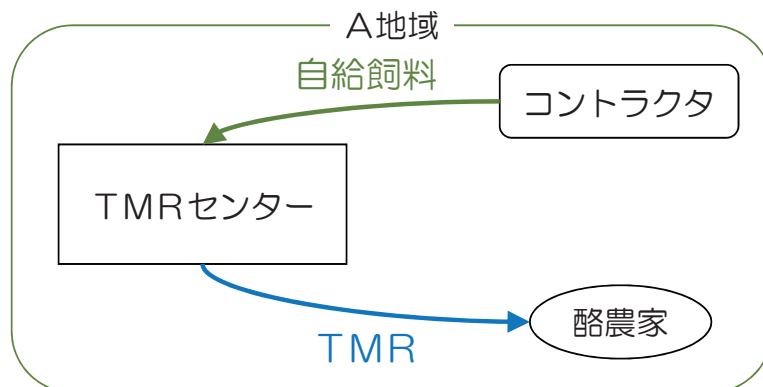
- コントラクタとの連携 【課題】 運搬コスト

7組織中6組織が何らかの形で連携していたが、

- 組合理は基本的に自給自足（地域内の流通）
- 飼料会社型はコントラクタと繋がる機会が少ない

コントラクタとの連携

組合型TMRセンターの一例



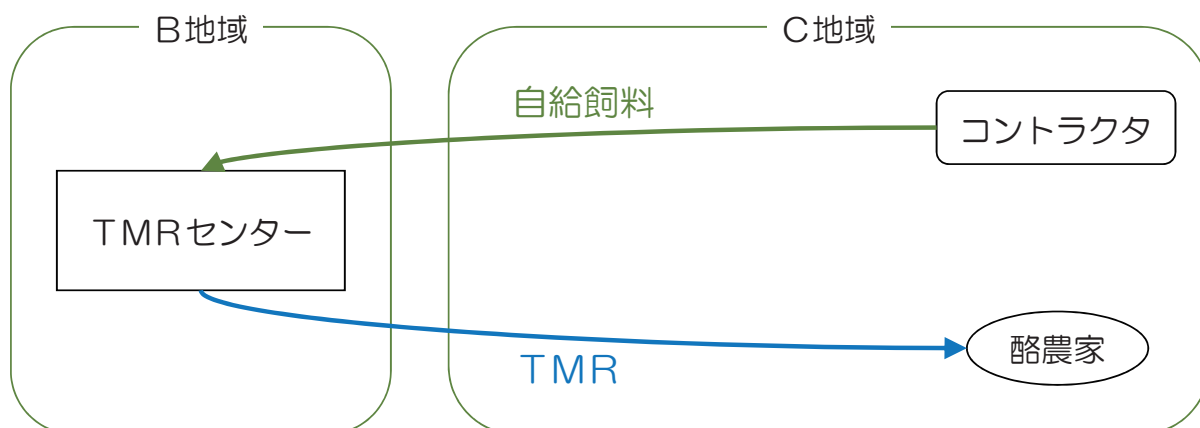
コントラクタが自給飼料の収穫作業を請け負う
TMRセンターが必要な飼料を混合する

酪農家は作業負担と機械費用を低減できる

地域内の連携であれば、
運搬コストは比較的抑えられる

他地域との流通

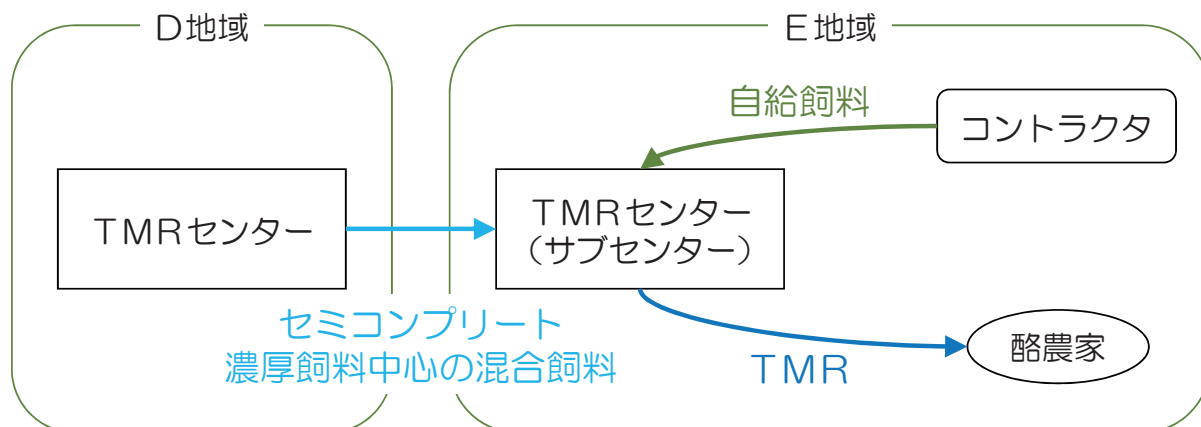
そのままの方法で地域間流通させる場合



- 地域間で自給飼料やTMRを流通させると、
運搬コストが高くなる
→ TMRセンターとコントラクタとの連携や、
飼料の広域流通が広まらない課題のひとつ

取り組み例の紹介（1）

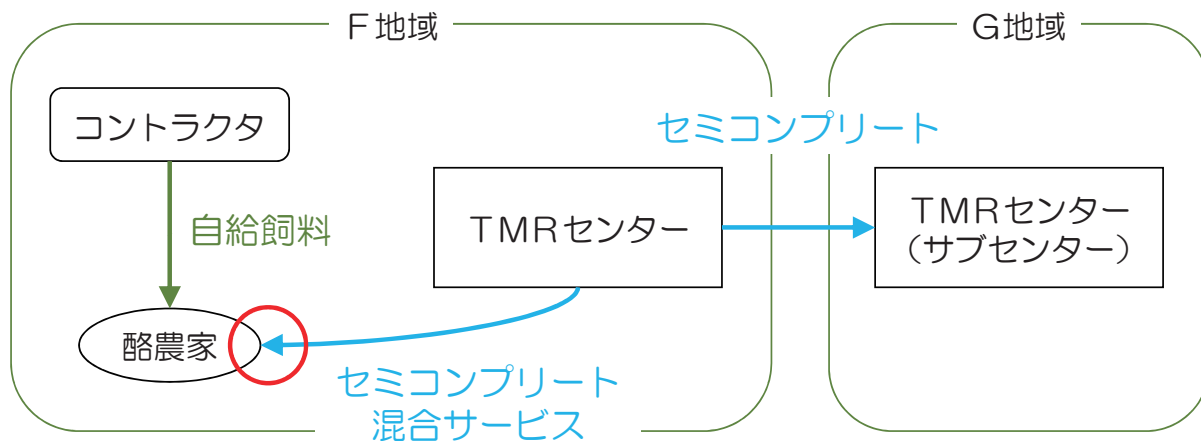
【サブセンター方式】



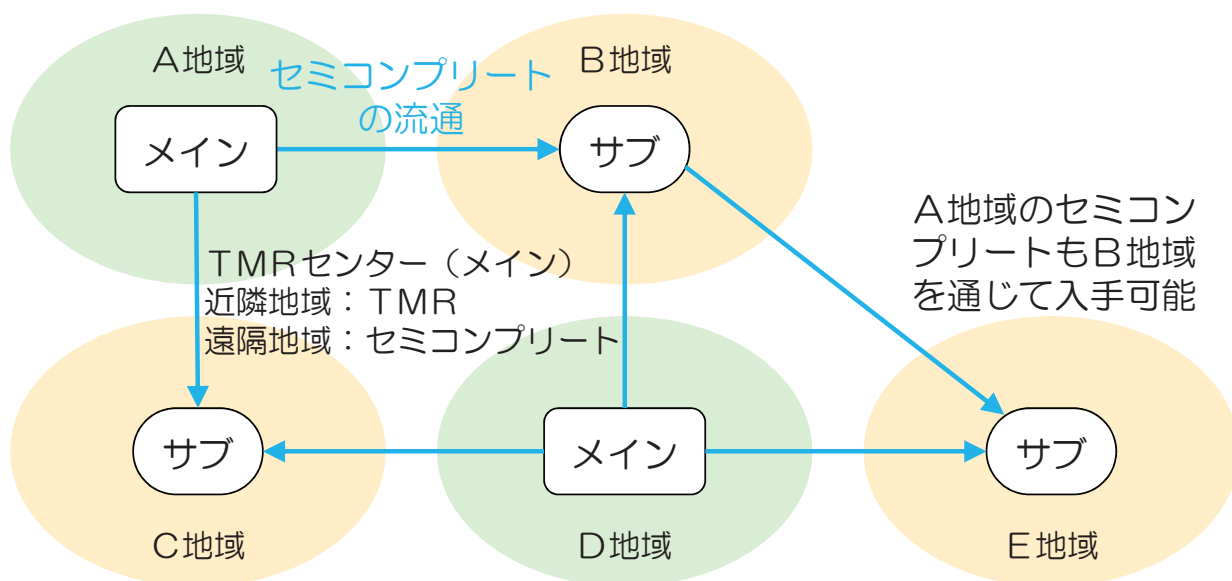
- TMRセンター遠隔地域にはセミコンプリートを配送し、サブセンターで自給飼料と混合して配送
→ 運搬距離が短く、運搬量が減り、低コスト化

取り組み例の紹介（2）

【混合サービス】



- セミコンプリートを配送した酪農家敷地内で、コントラクタが収穫した自給飼料と混合する
→ 運搬距離が短く、運搬量が減り、低コスト化



TMRセンター (サブ) : いくつかのセミコンプリートから選んで利用

一企業や団体の意見や行動だけでの実現は難しい
地域間で共通意識を持って取り組むことが重要

まとめ

国産飼料の生産・利用・流通が広がるために

- 新たな国産飼料の利用
→ イアコーンや飼料大豆などに期待
機械体系や生産量などが課題
- コントラクタとの連携
→ 流通の低コスト化
 - サブセンター方式など
地域間で共通意識を持つことが必要
 - 貯蔵・運搬の高効率化
角形梱包によるスペースの効率的利用の可能性

革新工学センター畜産ユニットの今後の取組み

- 府県でのイアコーン生産の普及に向けて
 - スナッパヘッド（収穫部分）の開発
 - 汎用型飼料収穫機を利用した機械体系
- 貯蔵・運搬の高効率化に向けて
 - 角形圧縮技術の開発
 - ほ場でも施設でも利用できる技術を目指す
 - 技術を利用した機械開発へ繋げていく



調査に御協力くださいました

TMRセンターの皆様に

厚く御礼申し上げます

乗用農機で利用可能な転倒通報機能 及び危険箇所警報機能に係る最近の取組

農業技術革新工学研究センター
労働・環境工学研究領域
安全人間工学ユニット

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

本研究の背景

<農作業死亡事故調査報告より作成>		件数	割合	
H26年度農作業死亡事故		350	—	
(内訳)	農業機械の <u>転落転倒</u>	126	36%	50%
	作業者の <u>転落</u> (農業機械・施設 ・高所等から)	50	14%	
	※参考:熱中症によるもの		19	5%



本研究の目的

・大規模法人経営等向け作業・営農支援システムに付加できる安全支援機能の開発(下記①)

・乗用農機に後付けできる安全支援装置の開発(下記②③)

メーカー・県・大学等との協定研究
→現地試験等を通して改善要望

法人経営・
大規模経営向け



①転倒時緊急通報機能
作業・営農支援システムに付加

ヤンマー(株)



転倒時緊急
通報メール

家族経営向け



**②危険箇所接近警報
アプリ**
スマートフォンを利用

福島県農総セ
福島県ハイテク
芝浦工業大



危険箇所
接近警報
アプリ



③作業員転倒検知機能
リストバンド型ウェアラブル
センサを利用

富士通(株)



ウェアラブル
センサ

①転倒時緊急通報機能

目的: **乗用農機が転倒した時の緊急通報【事故の早期発見】**

・転倒判断基準「左右20°以上10秒間継続」では誤検知があった(H27)

→乗用型トラクタにおける転倒判断基準を
「**左右45°以上一定時間以上継続**」に変更

→センサ単体の動作確認・通報機能確認

→トラクタ実装状態でセンサ誤検出の有無確認

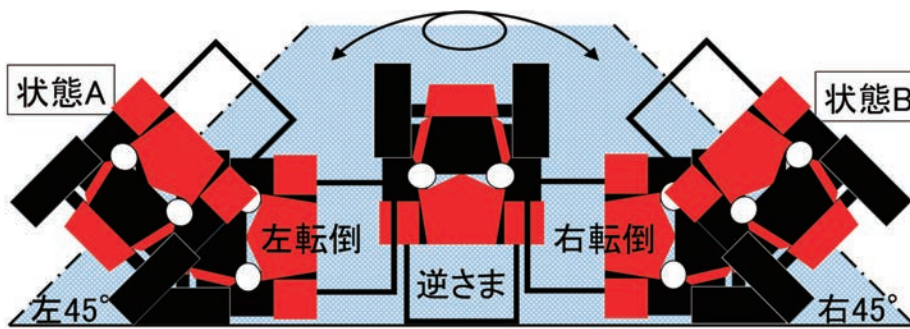


傾斜角センサ
(作業機水平制御用)



座席下ミッション
ケース上に取付け

転倒判断基準と転倒時通報内容



状態Aと状態B
の間の状態が
一定時間以上
継続

→転倒と判断
(連続転倒時にも
対応可)

メールによる
転倒時通報内容

- ・トラクタ固有番号
- ・所有者名
- ・検出した異常の内容
- ・検出日時
- ・緯度経度(住所)



・センサ単体での動作確認では、位置情報付きメールの送信を確認



トラクタ実装状態で各種動作(作業)を行った時の、センサ誤検出有無を確認予定

②危険箇所接近警報アプリ

目的: 乗用農機に取付けて運転者に警告
【事故の未然予防】

- ・危険箇所まで一定距離以内に接近するとマーカーが変色するアプリ試作
(H27、福島県農総セ、福島県ハイテク)

→H27年度版の要改善点に対応(+芝浦工業大)

→トラクタ実装状態で動作確認

→さらに要改善点の抽出



【H27年度版の課題】

- ・マーカー変色だけでは警告として不十分
- ・「危険箇所」への到達時間を考慮した警告を検討する必要
- ・「危険箇所」がどのように危険かについての情報がない
- ・「危険箇所」位置情報を地域等で共有する機能がない

危険箇所接近警報発信方法改善



危険箇所として設定



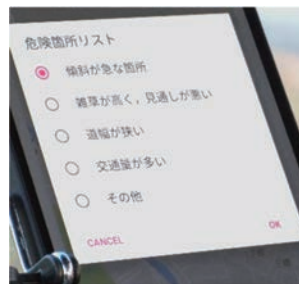
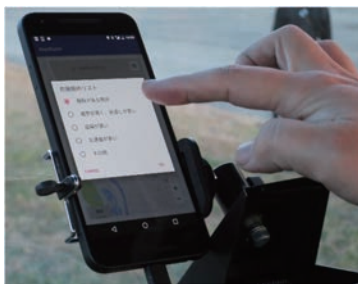
点滅表示・音・振動で
注意喚起する仕様
(注意・警告・危険の3段階)



【改善した点】

- ・バイブとビープ音を追加
- ・到達予想時間を考慮
- ・3段階の注意喚起
- ・遠ざかる危険箇所は対象外

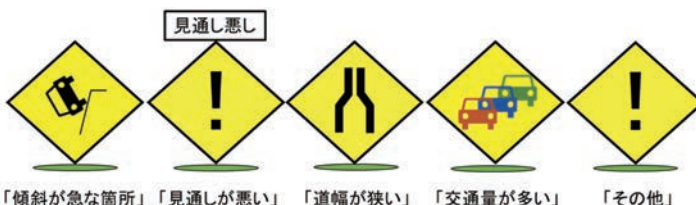
危険箇所登録方法と今後の課題



登録したい場所でリストから種類を選ぶ



現在地



【改善した点】

- ・どのように危険なのかをアイコンで表現できるようにした

【今後の課題】

- ・エリア内に複数の危険箇所がある場合の警告表示を工夫する必要
- ・複数端末での危険箇所共有・活用手法について検討する必要

③作業者転倒検知機能

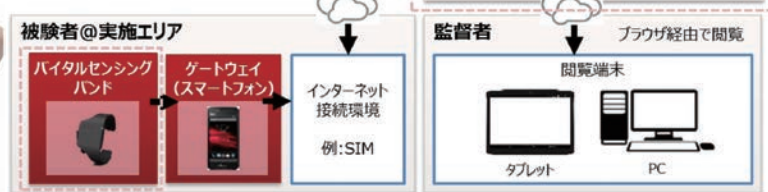
目的: 作業者(あるいは乗用農機)が転倒・転落した時の
緊急通報【事故の早期発見】

・ウェアラブルセンサ(富士通)の転倒検知機能

→農作業現場に適用可?



ウェアラブルセンサ



(富士通資料より引用)

→農作業現場に供試して要改善点を富士通へフィードバック

ウェアラブルセンサ機能確認

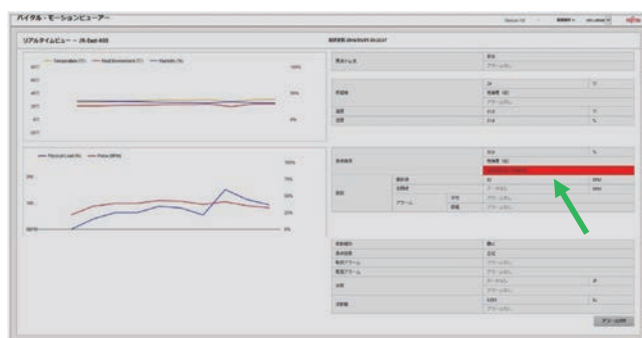
・ウェアラブルセンサをマネキンの
手首に装着してスマホとセットで供試
(加速度や気圧等の変化から作業
者の転倒・転落を検知する仕様)

・転倒・転落状況を再現し、落差を変
えてアラーム発信状況を確認

※転倒・転落アラーム発信条件
→転倒等検知後数十秒間静止
→転倒判断落差: 数十cm、
転落判断落差: 数m (全て非公開)



・転倒検知では「落差条件+5cm以上」でほぼ確実にアラーム発信
・転落検知では「落差条件-10cm以上」でほぼ確実にアラーム発信
→安定した性能を確認(しゃがみ姿勢からの転倒は検知できない可能性あり)
→農作業現場に供試して誤検知がないか確認する



身体負荷アラーム発生時の
管理者PC画面例(富士通資料より引用)



エアコンスイッチ操作後、手を振り
下ろした時に転倒アラーム発生

- ・転倒アラームが休憩中やキャブ内でのスイッチ操作時に数回発信されたものの誤検知はほとんど無し(作業中はゼロ)
- ・改善すべき点を整理して富士通側へフィードバック
(例)アラーム発生時に装着者が警告内容を把握する手段がないなど→改善される予定
- ・改善版が利用可能になり次第、現場実証を継続

まとめと今後の予定

① 転倒時緊急通報機能(ヤンマー)

- ・転倒判断基準変更、センサ単体動作確認・通報発信確認
→トラクタ実装状態での機能確認実施

② 危険箇所接近警報アプリ(福島県農総セ、芝浦工業大)

- ・アプリ改善、トラクタ実装状態で機能確認、要改善点抽出
→表示不具合改善、危険箇所共有・活用方法の検討

③ 作業員転倒検知機能(富士通)

- ・転倒検知機能確認、農作業現場に供試して改善要望
→センサ装着方法の統一化、改善版を農作業現場に供試して引き続き要改善点の抽出

以上

履帯走行部を対象とした除泥技術の開発

研究期間：平成26年～28年度

農研機構 革新工学センター

○臼井善彦、藤井幸人、ファンダントー、長澤教夫、清水一史、塚本隆行、井上利明、吉永慶太、岡田俊輔、松本将大、グエンティタンロアン、川田久之

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

講演内容

1. 背景・目的、既往の研究成果
2. 履帯内部用除泥装置の開発
3. 履帯表面用除泥装置の開発
4. 除泥装置の効果確認
5. まとめ、今後の展開

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

耕うん・代かき・収穫等の作業時に走行部や作業機に土壌が付着 → ほ場から出て移動するとき路上に散乱



問題点

- 農地周辺の宅地化によるクレームの増大（車が汚れた等）
- 交通安全上の問題（泥の塊に滑り怪我した事例も）
- 環境美化の問題

現行の対策・研究目的



トレーラによるほ場間移動



スコップ等による清掃

時間と手間が掛かる!!



やってない（できない）
生産者も多い

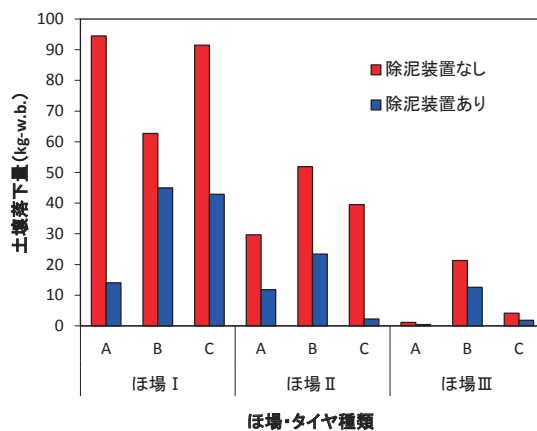


履帯走行部を対象とした除泥技術の開発

車輪式走行部に対応する除泥装置を開発（平成24年度研究報告会）



スクレーパ式の除泥装置



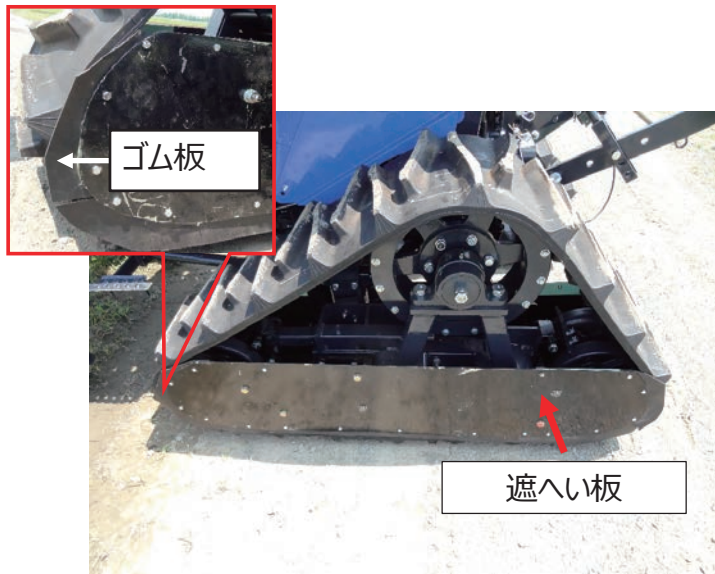
路上落下量調査の結果

平均すると**60%**程度の土壌落下量低減効果があった（最高94%）

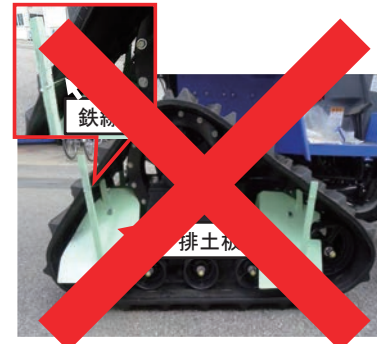
➤ 本研究では目標を**80%**とした

履帯走行部の付着土壌（動画）





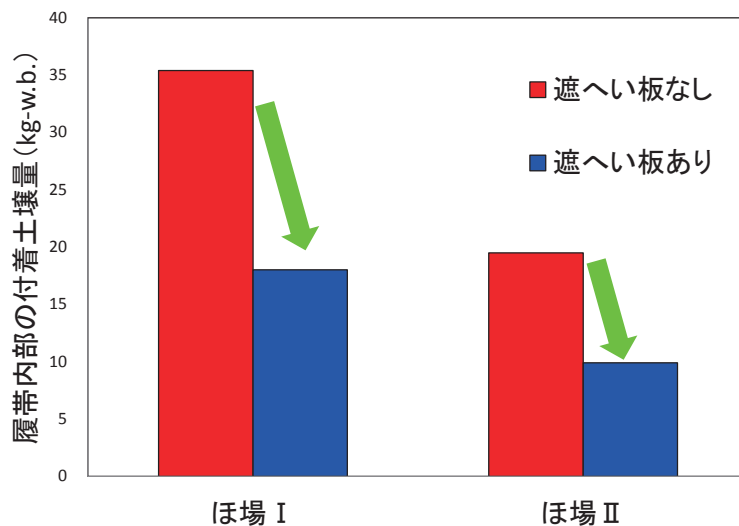
遮へい式



剥離式

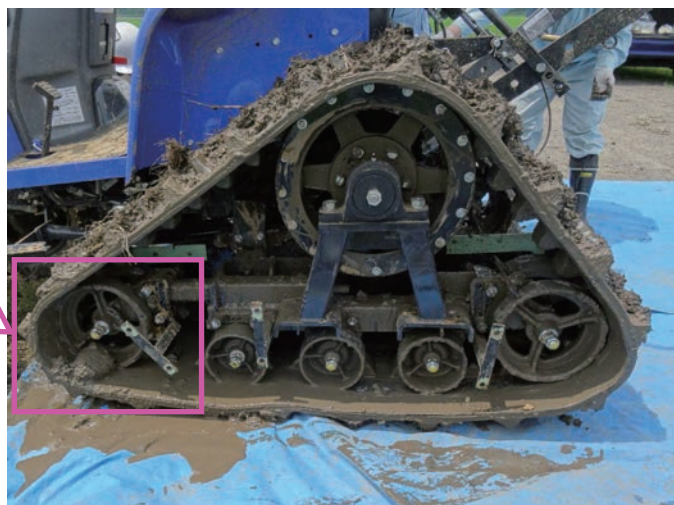
遮へい式の効果を確認するため、ほ場内を走行した後、履帯内部に付着した泥を回収し重量を測定した

遮へい板の効果



約**45%**の低減効果にとどまったが、乾土重量で比較すると低減効果はさらに**大**となる・・・何故か？

遮へい式の履帯内部の様子

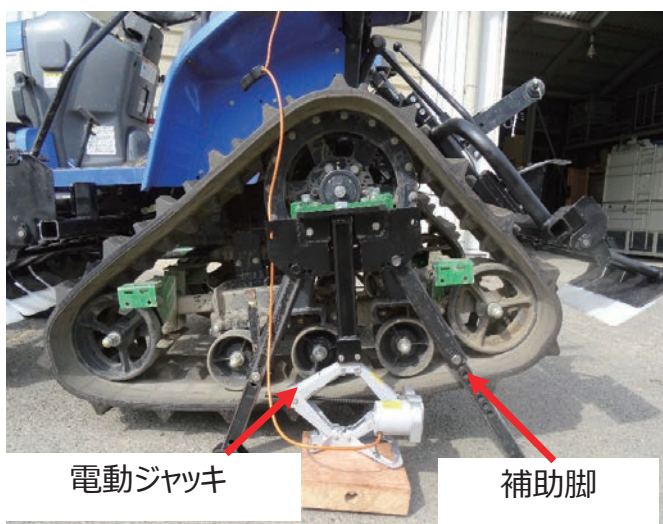


遮へい方式では履帯内部に侵入した土壌は主に液状



洗浄しやすく、路上に落下しても大きな問題になりにくい

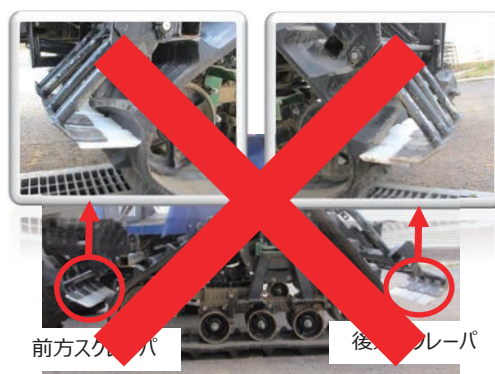
履帯表面用除泥装置



電動ジャッキ

補助脚

空転式



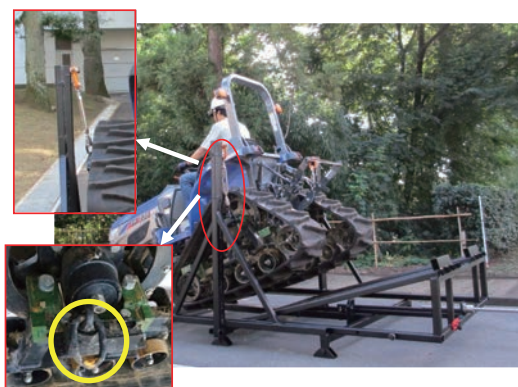
前方スクレーパ

後方スクレーパ

スクレーパ式

試作した空転式除泥装置は、高速空転時の安定性に問題があったため、新たな方式の除泥装置を試作した

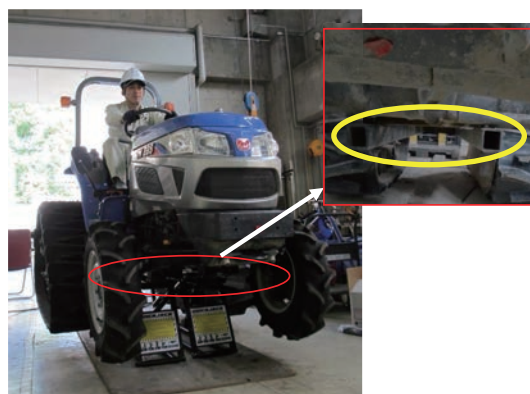
履帯表面用除泥装置（新方式）



スライド式

トラクタ側の改造

懸架するフックを付加



ジャッキアップ式

トラクタ側の改造

ジャッキの受け（角パイプ）を付加



トラクタ底面は凹凸が多いため



取扱性等

	重量 (kg)	大きさ (W×D×H) (cm)	空転までに要する準備時間 (s)	必要人数 (人)	履帯高速回転時の安定性	資材費 (万円)	その他
スライド式	202	178×220×162	153	1	良※	約10	無動力
ジャッキアップ式	79	56×186×63	139	1	良※	約35	要電源

※レーザー変位計で計測した結果、前後、上下、左右の振動が2mm未満であった

空転時間（30秒）を含めると除泥に要する時間は6分程度

➡ 洗車や路上清掃に要する時間・労力を考えると十分メリットがある!!

どちらも一長一短あるが、ほ場試験ではスライド式を用いることとした



路上落下量試験方法①

【対象機】



半装軌式トラクタ（機関出力 17 kW）

幅、リンク数、ピッチ：400W×38L×90P

接地長×幅（mm）：1103×400

接地面積（cm²）：8824

【ほ場条件】

	土性	含水比（%）	粒径組成 （粘土）（%）	走行路
ほ場Ⅰ	壤土（L）	104	12	砂利道
ほ場Ⅱ	シルト質埴土（SiC）	61	26	砂利道
ほ場Ⅲ	軽埴土（LiC）	50	42	アスファルト

※ほ場Ⅰ、Ⅱは鴻巣市の附属農場 ほ場Ⅲは上越市の北陸研究拠点

土性は粘土含量が45%以上で重粘土に分類される

【試験手順】

除泥装置なし

- ① 遮へい板を外した状態では場内を走行
- ② 路上走行（100m、2.8m/s程度）
- ③ 落下土壌を回収して重量測定（片側履帯のみ）

除泥装置あり

- ① 遮へい板を装着した状態では場内を走行
- ② ほ場外で履帯表面用除泥装置を用いて除泥（高-4、2000rpm、30秒程度）
- ③ 遮へい板を装着した状態で路上走行（100m、2.8m/s程度）
- ④ 落下土壌を回収して重量測定（片側履帯のみ）

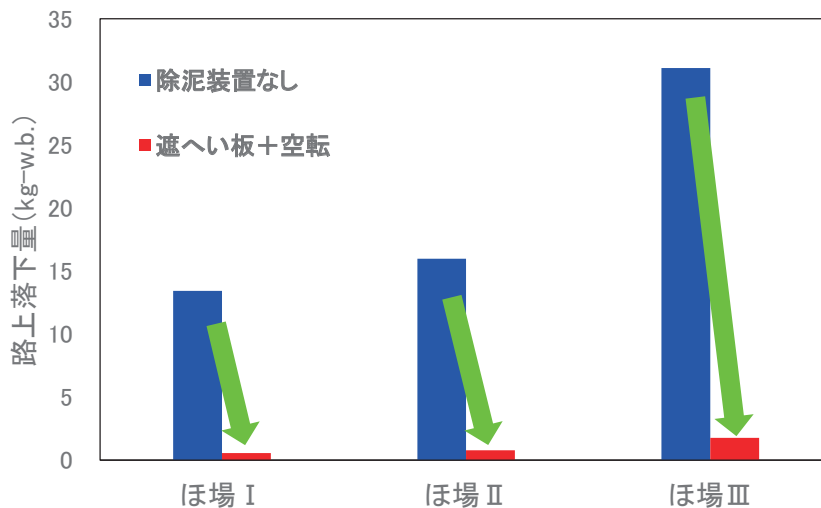
除泥装置あり・なしともに3反復行い、比較した





剥離した付着土の大部分は装置近傍に落下するため清掃も楽

土壌落下量試験結果



除泥装置の利用により路上に落下する土壌を**94~96%**低減できた

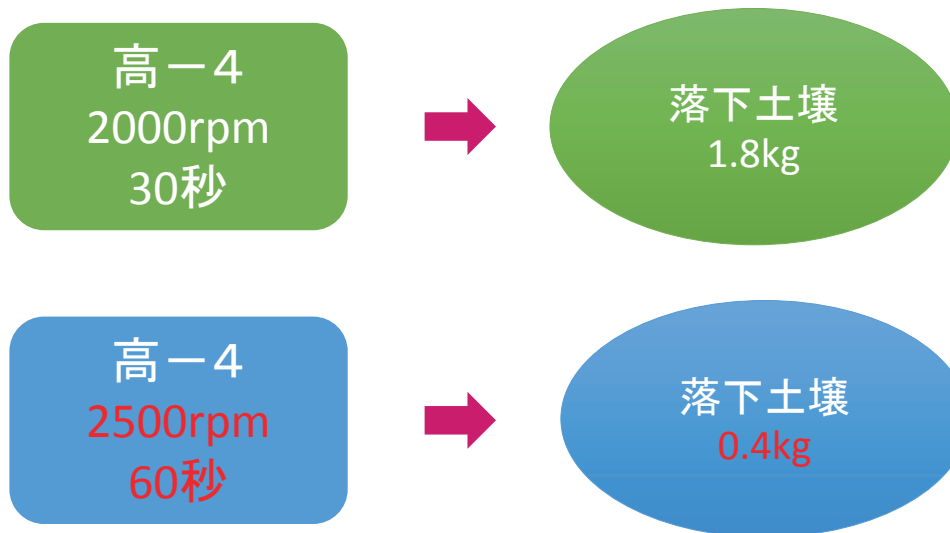


アスファルト

砂利

さらに路上に落下する泥を減らしたい!!
という場合は・・・

参考データ（ほ場Ⅲ）



エンジン回転数を上げ、空転時間を長くしたところ
低減率が**99%**になった!!

ただし、オペレータが泥まみれになることがあるので要注意

路上走行（除泥装置なし）



路上走行（除泥装置あり）



遮へい板のある左履帯に注目!!

まとめ

- ★履带式走行部を対象とした除泥技術を開発した
- ★路上に落下するトラクタ付着土を90%以上低減することができる除泥装置を開発した

今後の展開

- 空転式除泥装置の軽量化、コンパクト化
- 実用化に向けた検討

協力企業 絶賛募集中!!



以上で報告を終わります。ご静聴ありがとうございました。



自脱コンバインの燃費性能評価手法の開発

労働環境技術評価ユニット 山崎裕文 梅野寛 富田宗樹
附属農場 堀尾光広 藤田耕一

協力分担：井関農機(株)、(株)クボタ
三菱リントラ農機(株)、ヤンマー(株)
鳥取大学

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

研究の背景

1979年2度のオイルショックを経て、省エネ法が制定
(自動車等に一定の燃費基準値の達成が義務化)



燃費基準により燃費性能技術が大きく向上
(1993→2012年、12.3→21.1km/L：10・15モード)

出典：経済産業省

農業機械は省エネ法の対象になっていない



2005年京都議定書発効
(温室効果ガス削減の側面も)

低燃費な農業機械の普及は.....

農業経営にプラス、温室効果ガス削減にも寄与

研究の背景

- 2013年～ 農業機械の省エネルギー性能認証表示制度・開始
(乗用型トラクタ、穀物乾燥機)
- 普及台数、単位時間当りの燃料消費量を勘案すると、
自脱コンバインにおいても制度の実施が望まれている



研究の背景と目的

- 自動車：排気ガス試験と同時に計測している
自脱コンバインも排気ガス試験と同時計測しては??
(エンジンに直接一定の負荷パターンをかける手法)
→作物を処理する自脱コンバインでは実燃費と差が出る

既存の評価試験方法 (型式検査における能率試験)

- 4条刈：面積30 a の刈取試験
- 満タン法 (試験の前後にタンクを満タンにする)
→作物条件、ほ場条件の影響を受ける

研究の目的

- 試験条件に左右されない、公正な評価が可能な
4条刈自脱コンバインのテストコード (TC)を作成する

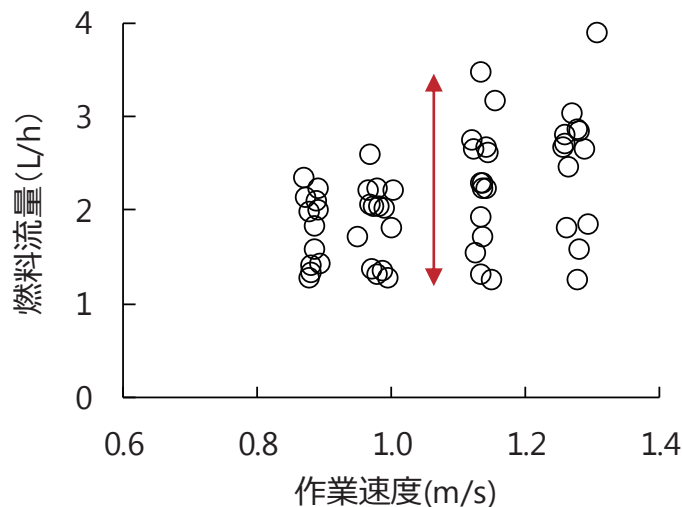


表1 作物条件一覧とその範囲

作物条件	範囲
籾収量(kg/m ²)	0.38~0.76
籾含水率(%)	17.1~30.5
ワラの含水率(%)	55.7~68.0
ワラ籾比	1.07~1.83
籾の脱粒強度(N)	2.08~2.59
籾の千粒重(g)	35.2~41.0

※供試品種は、コシヒカリ、彩のみのり、彩のかがやき、朝の光の4品種

図 作業速度と刈取脱穀選別処理にかかる燃料流量

■ 収穫時の作物条件が異なることで、燃料流量の結果が大きくばらつく

30a収穫燃費の構成

30a収穫燃費

直進刈取燃費 移動燃費 旋回燃費 排出燃費



30a収穫燃費の構成

直進刈取燃費:燃費A
(刈取作業に要する燃費)

刈取脱穀・選別処理燃費:燃費B
(作物の処理に要する燃費;
直進刈取燃費と走行・駆動燃費の差)

走行・駆動燃費:燃費C
(刈取脱穀選別部を駆動させて
空走行した燃費)

旋回燃費:燃費D
(旋回に要する燃費)

移動燃費:燃費E
(排出場所への移動に要する燃費;
最高速度時の燃費C)

排出燃費:燃費F
(排出に要する燃費)

■ 作物条件と燃費の重回帰モデルを作成

■ 土壌表面硬度と燃費の関係より補正

■ タンク内粉重量と燃費の関係より補正

30a収穫燃費

||

B+C+D+E+F

本日の発表内容

■ (燃費C~E) 土壌表面硬度と燃費の関係を把握して標準的な土壌条件の燃費に補正: 試験①

■ (燃費C~E) タンク内粉重量と燃費の関係を把握して、収穫時の燃費に反映: 試験②

→再現性が最も高い燃費Cを使って関係を把握

■ (燃費B) 作物条件と燃費の重回帰モデルを作成して「試験時の燃費」を「標準的な作物条件時の燃費」に補正: 試験③

■ 大型コンバイン (6条刈り 90PS) における試験①、③の適応性を確認: 試験④

試験①：土壤表面硬度と燃費の関係

試験内容（走行・駆動燃費）



- 供試機：4条刈り自脱コンバイン 4台
- 試験区間：約30 m（測定区間20 m）
- 刈取クラッチを入れた状態で空走し、燃費を測定
- 測定機器：小野測器 燃料流量計 FP-2240HA
- 土壤表面硬度：プッシュコーン DIK-5553



土壌表面硬度と走行・駆動燃費

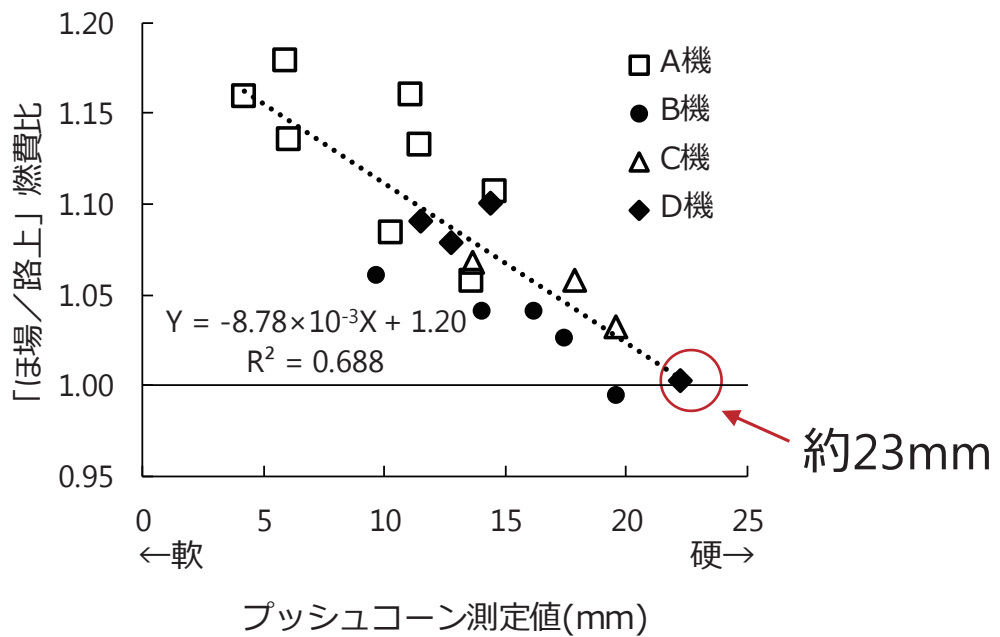


図 土壌表面硬度と走行・駆動燃費の関係

- 5 mm ≤ プッシュコーン測定値 ≤ 23 mmにおいて土壌が軟性なほど「ほ場／路上」燃費比が増加した

土壌表面硬度の補正手法

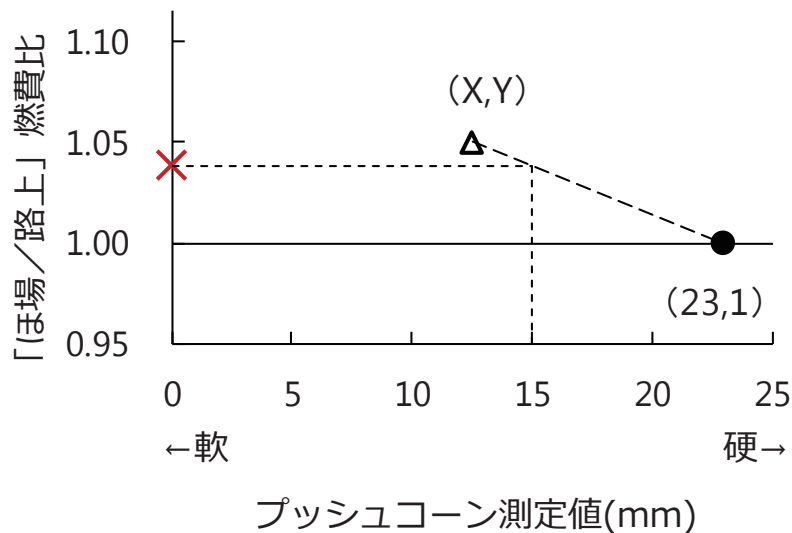


図 走行・駆動燃費の土壌表面硬度補正手法モデル図

- 収穫時の標準的な土壌表面硬度をプッシュコーン測定値15 mmと設定
- 図中の「x」を補正後の燃費とする

試験②：タンク内粉重量と燃費の関係

試験内容



- 供試機：4条刈り自脱コンバイン（50PS）1台
- 試験区間：約30 m（測定区間20 m）
- グレンタンクの粉を満タン（631 kg）の状態から排出しながら空荷（0 kg）まで変化
- 刈取クラッチを入れた状態でコンクリート路面を空走し燃費を測定（3回実施した平均値）
- 測定機器：小野測器 燃料流量計 FP-2240HA



タンク粉重量と走行・駆動燃費

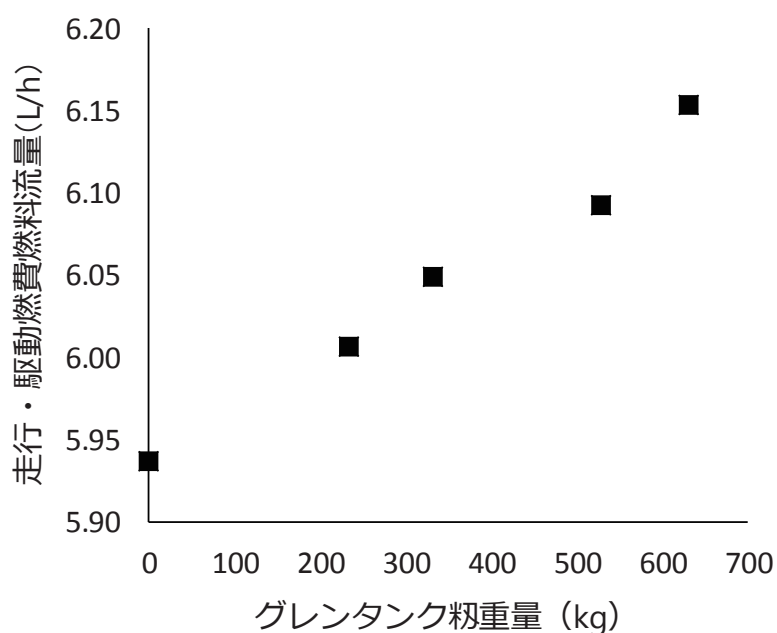


図 グレンタンク粉重量と走行・駆動燃費の関係

- グレンタンク粉重量が増加するに伴って燃料流量が増加した

タンク粉重量と走行・駆動燃費

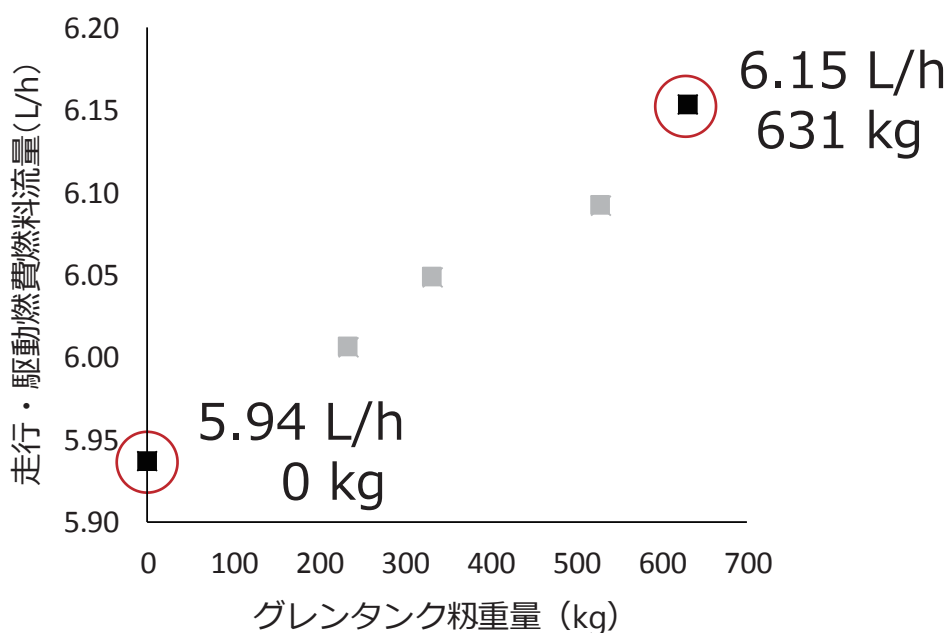


図 グレンタンク粉重量と走行・駆動燃費の関係

- 粉重量1 kgで走行・駆動燃費が増加する割合を算出
粉重係数 (kg⁻¹) = $\frac{6.15 \div 5.94}{631 - 0}$

試験③：刈取脱穀・選別処理燃費（燃費B） と作物条件の関係

試験内容



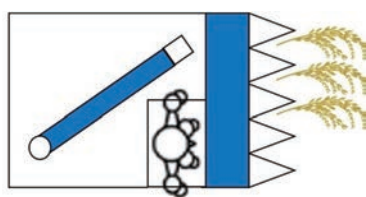
- 供試機：4条刈りコンバイン（47PS）1台
- 単位時間当たりにコンバインが処理する穀物量を変えるため

収穫条数（3, 4, 5条の3水準）

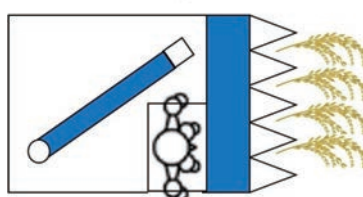
×作業速度（最高速度の60, 70, 80, 90%）

→12試験区 × 14回

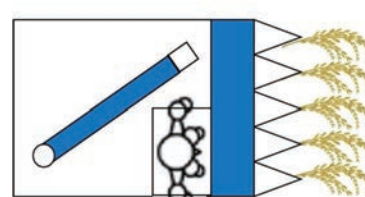
- 助走20m + 測定区間20m
- 品種：コシヒカリ, 彩のかがやき, 彩のみのり, 朝の光



3条



4条

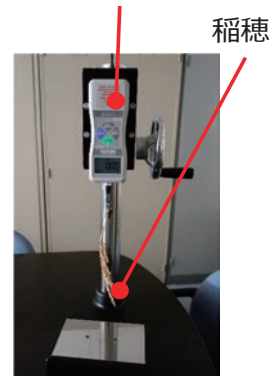


5条

重回帰分析の従属変数と独立変数 農研機構

従属変数：刈取脱穀・選別処理燃費 (L/h)

独立変数：作業速度	(m/s)	
粃収量	(kg/10a)	(含水率15%換算)
粃の含水率	(%)	
ワラ粃比	(-)	(乾物重比)
ワラの含水率	(%)	プッシュプルゲージ
湿潤ワラ質量	(kg/m ²)	
粃の脱粒強度	(N)	
粃の脱粒強度積算値	(kN/g-粃)	
粃の千粒重	(g)	
1g当たり粒数	(粒/g)	
1m ² 当たり粒数	(千粒/m ²)	



(脱粒強度測定)

作物条件と燃費の重回帰モデル 農研機構

- 作物条件と燃費Bの関係を重回帰分析した結果
以下の重回帰式を得た

$$Y = 0.6 X_1 + 2.5 X_2 + 0.03 X_3 + 2.0 X_4 + 0.09 X_5 - 7.1$$

Y : 燃費 (L/h)

X₁ : 湿潤わら質量 (kg/m²)

X₂ : 作業速度 (m/s)

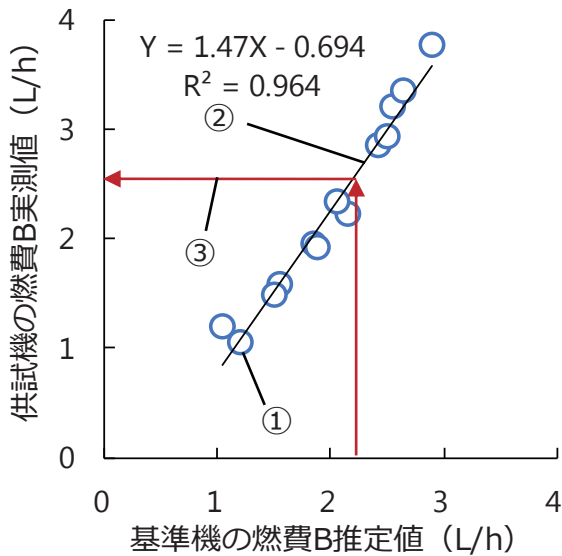
X₃ : 粃の含水率 (%)

X₄ : 含水率15%換算粃収量 (kg/m²)

X₅ : 1 g (含水率15%) あたりの粃数 (粒/g)

→ 今回供試した機種 (基準機) の燃費B推定式

- 標準的な作物条件 (標準条件 ; X₁=1.9 X₃=23 X₄=0.67 X₅=40)
および設定した任意の作業速度 (X₂=1.0) を代入
→ 目的である「標準条件時の燃費」を得る



① 供試機で実施したコシヒカリの刈取試験(7試験区×2反復)よりその際の作物・作業条件を式の中の変数 $X_1 \sim X_5$ に代入
基準機が上記条件で試験したときの推定燃費を14個得る

② 14個の推定燃費と供試機の実測燃費との間で回帰式を作成し基準機と供試機の関係を求める

③ 標準条件時の基準機の推定値から供試機の燃費Bを導出する

図 刈取脱穀・選別処理燃費の導出例

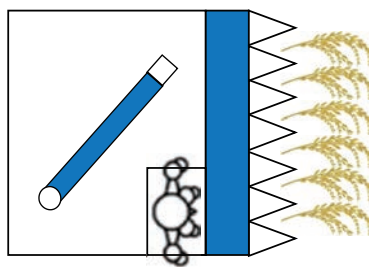
$$Y = 0.6 X_1 + 2.5 X_2 + 0.03 X_3 + 2.0 X_4 + 0.09 X_5 - 7.1$$

X_1 : 湿潤わら質量 (kg/m²) X_2 : 作業速度 (m/s) X_3 : 籾の含水率 (%)
 X_4 : 含水率15%換算籾収量 (kg/m²) X_5 : 1g (含水率15%) あたりの籾数 (粒/g)

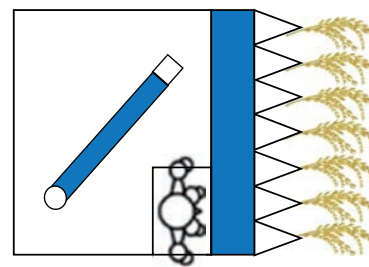
試験④：大型機への適応性拡大

試験内容：燃費B

- 供試機：6条刈り自脱コンバイン（90PS）1台
- 単位時間当たりにコンバインが処理する穀物量を変えるため、
収穫条数（6, 7条の2水準）
×作業速度（最高速度の70,75,80,85,90%）
→7試験区 × 2回（別日に実施）
- 助走25m + 測定区間20m
- 品種：コシヒカリ



6条



7条

大型機への展開：燃費B

$$Y = 0.6X_1 + 2.5X_2 + 0.03X_3 + 2.0X_4 + 0.09X_5 - 7.1$$

Y：燃費（L/h）

X_1 ：湿潤ワラ質量（ kg/m^2 ）

X_2 ：作業速度（m/s）

X_3 ：粃の含水率（%）

X_4 ：含水率15%換算粃収量（ kg/m^2 ）

X_5 ：1g（含水率15%）あたりの粃数（粒/g）

- 4条刈用に作成された上記推定式を、6条刈機に適用するには、4条刈機で収穫したように物性値を修正する

ex) 作業幅1.8 m × 45 m、50kgの粃収量：0.62 kg/m^2
→作業幅1.2 mの値に修正すると：0.93 kg/m^2

大型機への展開：燃費B

$$Y = 0.6 X_1 + 2.5 X_2 + 0.03 X_3 + 2.0 X_4 + 0.09 X_5 - 7.1$$

Y : 燃費 (L/h)

X_1 : 湿潤ワラ質量 (kg/m²)

X_2 : 作業速度 (m/s)

X_3 : 籾の含水率 (%)

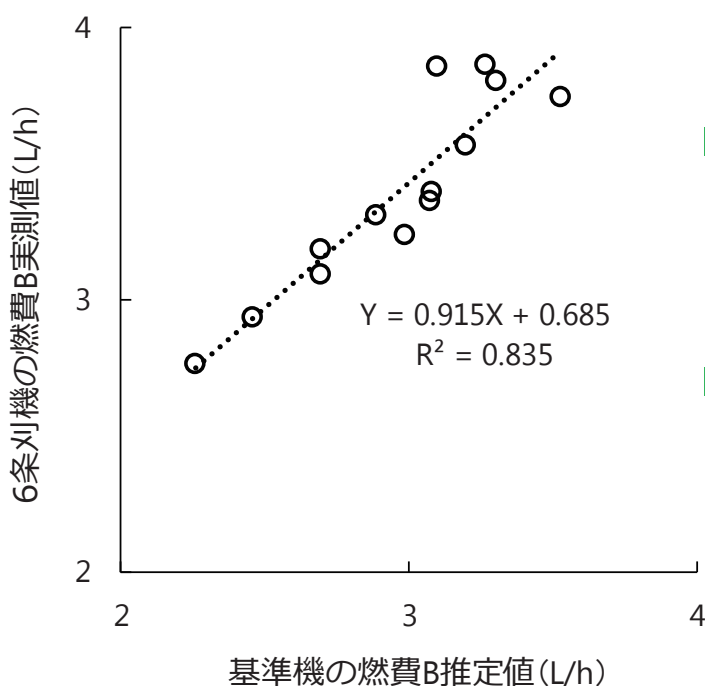
X_4 : 含水率15%換算籾収量 (kg/m²)

X_5 : 1 g (含水率15%) あたりの籾数 (粒/g)

- 4条刈用に作成された上記推定式を、6条刈機に適用するには、4条刈機で収穫したように物性値を修正する

ex) 作業幅1.8 m × 45 m、50kgの籾収量 : 0.62 kg/m²
→作業幅1.2 mの値に修正すると : 0.93 kg/m²

大型機への展開：燃費B



- 基準機の推定値と実測値の間には高い相関が確認された

- 4条刈用に作成された推定式を6条刈機に適用することができた

図 6条刈機における燃費B試験結果

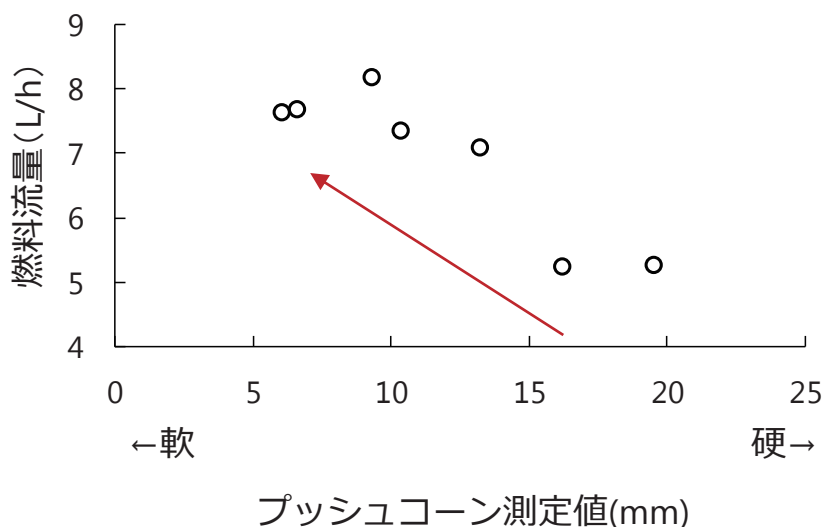


図 6 刈機における走行・駆動燃費と土壌表面硬度の関係

- 4条刈機と同様に、土壌表面硬度が軟らかくなるにつれて、燃料流量が増加する傾向があった
→大型機にも同様の燃費補正手法が使える

まとめ

- 土壌表面硬度、籾重量について、それらの燃費への影響を補正する手法を開発した
- 刈取・脱穀・選別処理にかかる燃費について、標準的な作物条件の値を算出する手法を開発した
- 4条刈自脱コンバイン用に作成したテストコードを大型機にも適用できることを確認した
- ただし、大型機の走行・駆動燃費に関してはさらなるデータの拡充が必要と考えられた

本研究は農業分野におけるCO₂排出削減促進検討事業のもとで実施された研究内容を含んでいます。

事業推進にあたっては

井関農機（株）

（株）クボタ

三菱マヒンドラ農機(株)

ヤンマー(株)

鳥取大学

の方々に甚大なるご指導，ご協力を賜りました。

以上，関係者に心より謝意を表します。

トラクタ・作業機間の通信制御共通化の現状と課題

農研機構・農業技術革新工学研究センター
高度作業支援システム研究領域
元林 浩太

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

研究の背景（情報通信の必要性）

農作業機械に対するニーズ

農作業機械の高度化

- ・自動化、ロボット化
- ・情報化
「食の安全」、「環境負荷低減」、
収量・品質の安定、トレーサビリティ

農業生産の低コスト化

- ・肥料・薬剤等の投入資材のコスト削減
- ・農作業機械費の低減



相反する要求、技術的要素の増加

農業機械の電子制御化は有効な手段

農業機械メーカーによる対応が進みつつあるが、

- ・一般的な農作業は、走行・動力源である「トラクタ」に、個別の作業を行う「作業機」を装着して行う
- ・作業機がより高度な制御（例えば車速連動制御）を容易に行うためには、車速情報ははじめとしたトラクタ情報が必要

トラクタや作業機の間での情報通信が重要

※情報通信 = ここでは、制御のための車上通信(制御通信)ネットワークを指す

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

情報通信が必要だが、その方法は……

作業機の種類やメーカーの壁を越えて

統一 されていなければならない。

※情報通信 = ここでは、制御のための車上通信(制御通信)ネットワークを指す

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

情報通信の方法が統一されていないと……

農業者

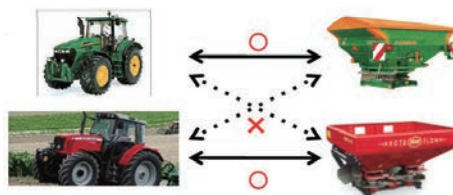
- ・トラクタ・作業機を同時に更新しなければならず、導入には多大な追加コストが発生する
様々なメーカーのトラクタ・作業機等から経営状況等に応じて選定・導入するため、トラクタ・作業機間の情報通信がメーカー間で共通化されていないと「困り込み」の状況が発生する
- ・作業機ごとに操作端末が異なるため、確実な習熟のためには多くの時間を要する

農業機械メーカー

- ・導入範囲が限定され、売れ行きが見込めない
- ・多様なメーカーへ対応するために、開発期間やコストが増大する

農業者、農業機械メーカーとも大きく不利益

情報通信がメーカーごとに違うと……



農業者は

トラクタと作業機を一度に買い換えなんてできない……



メーカーも

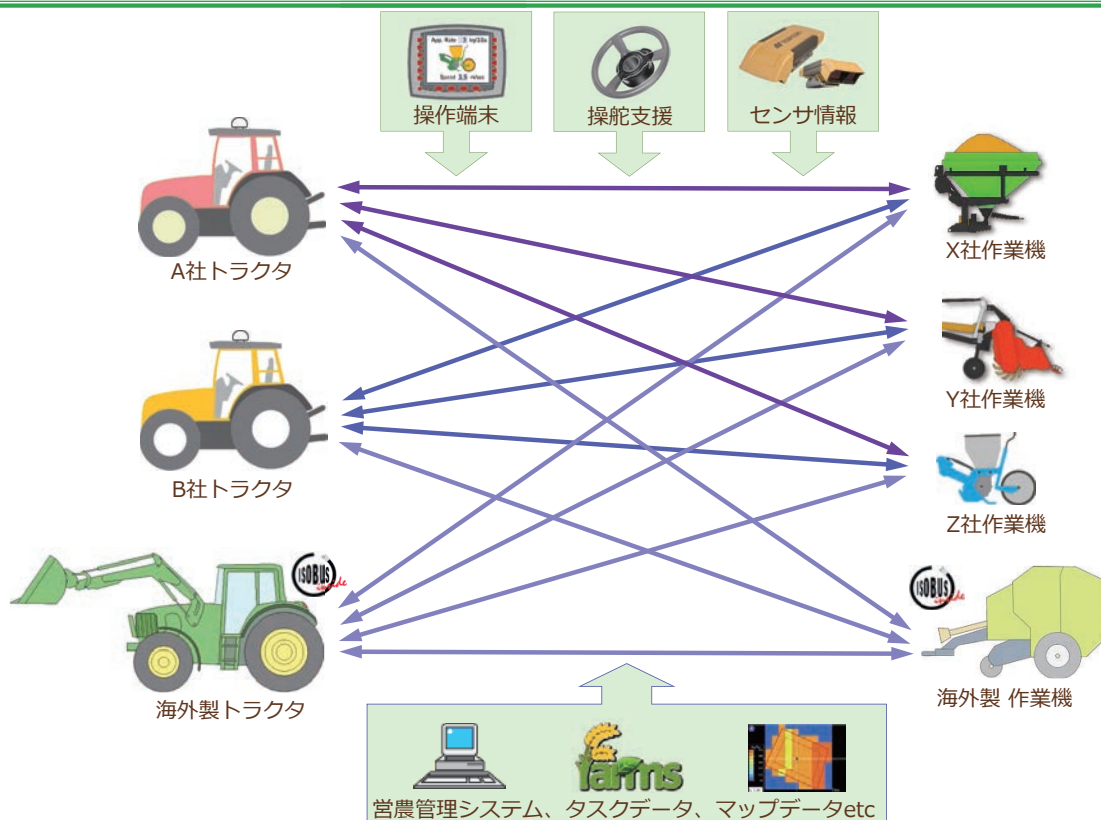
様々な方式に対応するのはもううんざり！



情報通信の統一・共通化(すなわち標準化)が必要

※情報通信 = ここでは、制御のための車上通信(制御通信)ネットワークを指す

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。



「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

➤ 調査・情報収集

ISO (国際標準化団体) や AEF (ISOBUS実装支援を行う農業機械電子財団) が検討しているISOBUSの低コスト仕様

- ・ シンプル化物理レイヤ (SPL: Simplified Physical Layer)
- ・ コスト最適化物理レイヤ (COPL: Cost Optimized Physical Layer)

及び、国内で検討を進めている統一仕様

- ・ **AG-PORT** (日本農業機械工業会規格)

➤ 国内外の整合性の向上

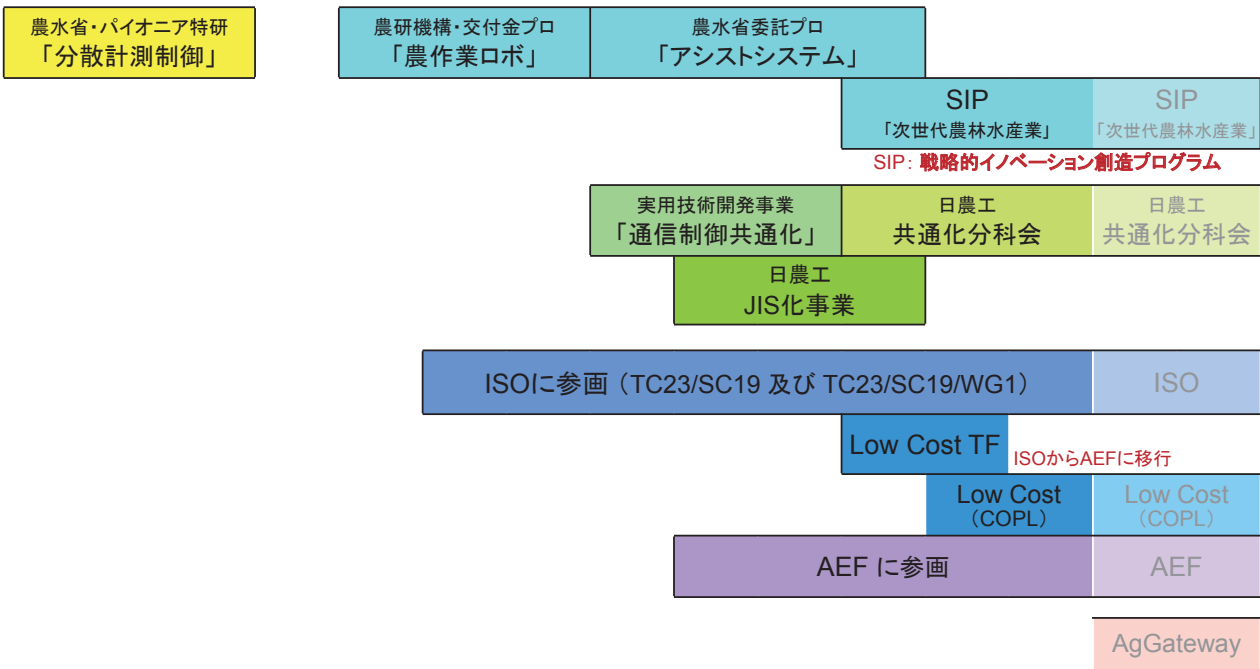
各規格化団体の低コストネットワークの**新規格の検討に参加**

海外と国内で**全く異なる物にならないように**、規格案を調整

各団体が合意可能な**新規格を開発・提案**して、整合性向上を図る

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

H12	H13	H14	~	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30
2000	2001	2002		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018



「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

【1】国際規格に関する情報収集 (ISO)

国際規格 ISO 11783

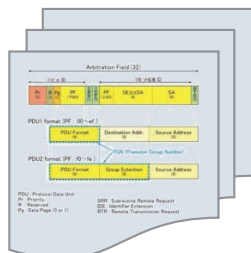
- ・トラクタと作業機の通信制御の国際規格
- ・メーカーの壁を越えた高い互換性
- ・“ISOBUS” という名称で海外主要国に普及

- ・ISO TC23/SC19/WG1で検討
- ・現在14パートからなる膨大な文書

```

// main program
void main(void) {
  initialize();
  while (true) {
    do_users_tasks();
    iso_do_tasks();
  }
}
    
```

標準化された通信手順



統一されたデータフォーマット



バーチャルターミナルの例

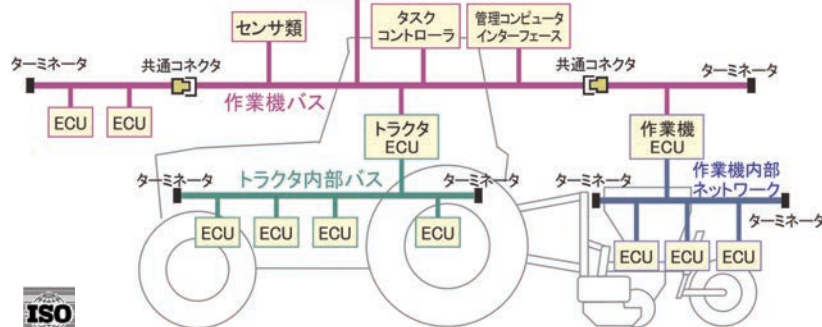
バーチャルターミナル



トラクタ後部の標準ソケット



作業機側の標準コネクタ



ISO 11783による車上ネットワークの構成例

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

【1】国際規格に関する情報収集 (AEF)

AEF (Agricultural industry Electronics Foundation)



Implementation Group ISOBUS, IGI (by VDMA、ドイツ)と
North American ISOBUS Implementation Task Force, NAIITF (by AEM、米国)
を統合するかたちで、2008年10月にメーカー各社の出資で設立

- ・規格の策定や推敲は行わない
- ・農業分野でのエレクトロニクス利用の高度化が目的
- ・ISO11783規格の実装に関わる共通解釈(ガイドラインの策定)
- ・開発機器の相互接続試験(Plugfest)の実施
- ・認証試験(Conformance Test)の実施
- ・制御システムの安全性について検討
- ・統一名称“**ISOBUS**”を使用して普及を推進(データベースの公開)



番号	プロジェクトグループ名	主な活動
PG 1	Conformance Test	Conformance test tool の開発
PG 2	Functional Safety	Functional safety guideline の策定
PG 3	Engineering and Implementation	Implementation level の策定, 相互接続試験 Plugfest の実施
PG 4	Service and Diagnostics	故障診断のための AEF database の開発
PG 5	ISOBUS Automation	Sequence control関係
PG 6	Marketing and Communication	Agritechnica ** や SIMA への出展, パンフレット*作成など
PG 7	High Voltage	作業機械の電動化のための高電圧システムの検討
PG 8	Camera Systems	アナログ及びデジタルのカメラインターフェース
PG 9	FMIS software	圃場管理システムとの連携に関する検討
PG 10	High Speed ISOBUS	ISOBUSの高速通信化の検討
PG 11	Wireless Infield Communication	圃場内での無線通信技術の検討

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

【1】国際規格に関する情報収集 (AEF)

“AEF Conformance Test Tool”



- ・ISOBUS機器の接続互換性**確認ツール**
- ・**Functionality**ごとに試験を行い、それぞれの適合性を明確に表示

相互接続試験 “Plugfest ”



- ・各社が機材を持ち寄って相互に接続互換性をチェックする**実験イベント**
- ・毎年、米国(5月頃)と欧州(9~10月頃)で各1回ずつ開催
- ・毎回、40~50社、100~120機種、250名程度が参加

ISOBUS 認証試験



- ・ISOBUS適合か否かを判定する**認証試験**
- ・合格すると認定証が発行され、証票を表示することができ
- ・この試験に合格していない機器は、ISOBUS対応と言えない

- ・いずれもAEFが開発し実施するもの
- ・ISOBUSの資産として、AEFメンバーのみが利用できる

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

【2】国際規格の運用に関する取り組み (PGN提案)

➤ ISO規格で未定義の通信メッセージについて

ISO11783規格で未定義の通信メッセージ、具体的には

- (a) わが国特有の作業で必要となる制御メッセージ
- (b) 農作業ロボットとして必要になる通信メッセージ等、について

他の課題と連携して仕様の詳細を検討し、必要に応じて提案する



WG1にて提案

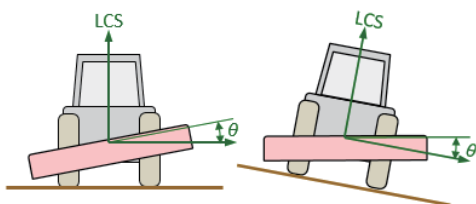
必要なメッセージ	想定される対応方法
1 リアヒッチの水平制御(指示値)	新規PGNとそれに対応する新規SPNが必要
2 リアヒッチの水平制御(実測値)	''
3 ロボットモードのON/OFFに関するステータス	Operator Presenceに関するPGN提案 (AGCO社)と関連付けられるか検討する
4 安全センサからの情報	Device class 17 (Sensor system) 中の新規Function Codeとして検討する
5 その他(状況に応じて随時対応)	推敲中のISO11783-14 Sequence Controlの動向にも注意が必要

※PGN(Parameter Group Name): ISO11783ネットワークで用いるCANメッセージの定義

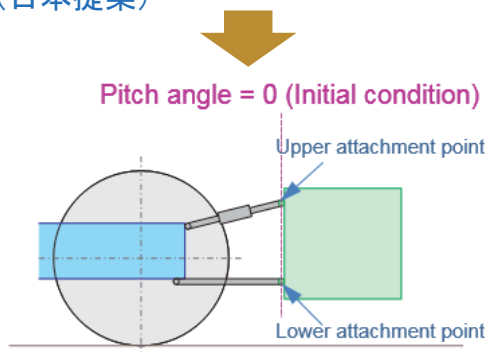
「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

【2】国際規格の運用に関する取り組み (PGN提案)

Roll angle is controlled to be preferred angle θ in the Local Coordinate System of the tractor.



ロール角に関する2つのPGNを提案 (日本提案)



ピッチ角も含めた6つのPGNに修正 (WG1)

ISO規格へのPGN提案の一般的な流れ

- ✓ 1. 提案内容 (SPN, PGN, NAME等の詳細仕様)の検討
- ✓ 2. 「J1939 Request Form」の作成し、WG1に提出
- ✓ 3. WG1ミーティング(年2回程度)において説明・検討
- ✓ 4. 必要に応じてSAE, AEF等へ送って別途検討
- ✓ 5. WG1の該当Task Force(ここではPart 7 Task Force)にて、提案書式の再調整
- ✓ 6. 提案を、WG1座長名でSAEに提出
- ✓ 7. SAEで採択後、ISOのデータベースに記載(以後、実際上使用可能になる)
- 8. 規格改定にあわせて印刷・出版される(約5年ごと)

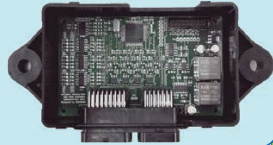
- WG1内で合意され、PGN番号調整のため現在はSAEに送付中
- 新たにヨー角に関する検討も始まった

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

【3】国内での通信制御技術の共通化(技術開発)

ハードウェアの開発:

“NARO CAN BOARD ver.5”
“Agri Bus Board 32”

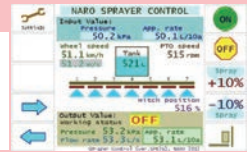


+

ソフトウェアの開発:

“Agri Bus Std Lib”
VTマスク テンプレート

```
// main program
void main(void) {
  initialize();
  while (true) {
    do_users_tasks();
    iso_do_tasks(); // this time!!!
  }
}
```



ISO 11783対応ECUの開発

- 標準化された簡素なECU
- 国内の小型農作業機械への適応が容易

農研機構では、これらを様々な農作業機械(試作機)に適応した

- トラクタ、田植機、播種機、防除機、コンバインetc
- ロボット作業機から、展示会用の模型作業機まで



「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

【3】国内での通信制御技術の共通化(規格開発)

➤ 日本版の「トラクター作業機」標準コネクタの制定

コネクタの比較

	ISO 11783-2	ISO 11786	日農工	国内案 (1)	国内案 (2)
ピン数	9	7	2	1	6-8
材質	金属/樹脂	樹脂	樹脂	樹脂	樹脂
防水性	○	○	○	○	○
線径(AWG)	8 - 24	16 - 24	18 - 24	18 - 24	18 - 24
通信方式	CAN	パルス, アナログ	CAN	パルス	パルス, アナログ
電源供給の有無	2	1	0	0	1
概算価格 (百円)	100 - 150	15 - 20	3 - 5	1 - 2	5 - 10

著しく高価

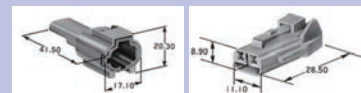
高価,
CANでない

CANでない、
汎用利用が難

使用方法が限定
される

トラクタと作業機間の通信用接続コネクタ

- 「共通化プロ」の中で検討選定 → 日農工が規格化
- 日農工規格 JAMMAS 0021-2012
- コネクタの形状を定義、通信内容はISO 11783に準拠する
- 更なる拡張に向けて検討を継続する

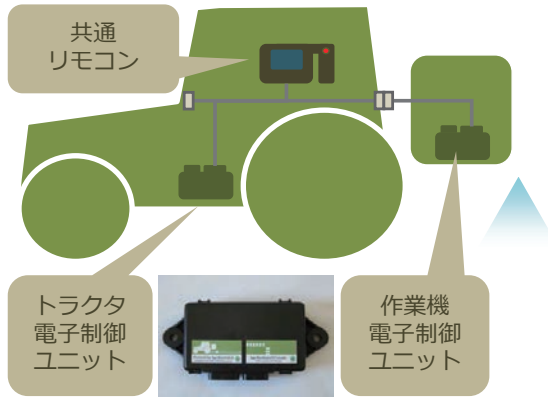


「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

【3】国内での通信制御技術の共通化 (AG-PORT) 農研機構

実用技術開発事業「共通化プロ」(2011～2013年度)

◆ **技術開発**
ISO11783に準拠した通信制御を行う後付け型の通信制御共通化システム



◆ **普及支援**

- ① 作業適用性・相互接続性実証
- ② 規格化支援 (参画メーカー以外の共通化を後押し)



日農工規格「AG-PORT」のロゴマーク



規格化された共通コネクタの例



◎ 共通コネクタを日農工規格として制定 → AG-PORT として普及

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

協力分担関係

農研機構
北海道農業研究センター
中央農業総合研究センター
近畿中国四国農業研究センター

トラクタメーカー
Kubota
YANMAR
ISEKI
三菱農機

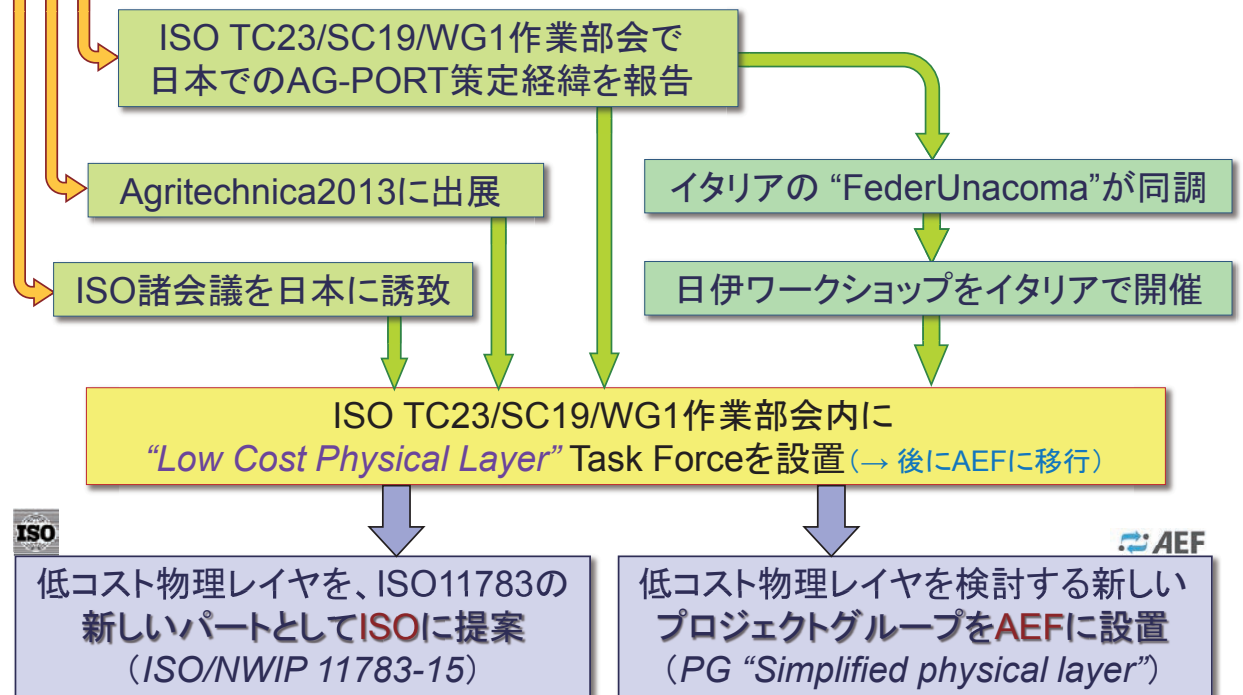
作業機メーカー
Niplo
IKK
KOBASHI
YAMAHAIKO
Sanjo KIKI
STAR
TOYONOKI
Sasaki
Takakita
丸山製作所

JAMMA
日本農業機械工業会

【4】非ガラパゴス化に向けて(低コスト仕様の検討)

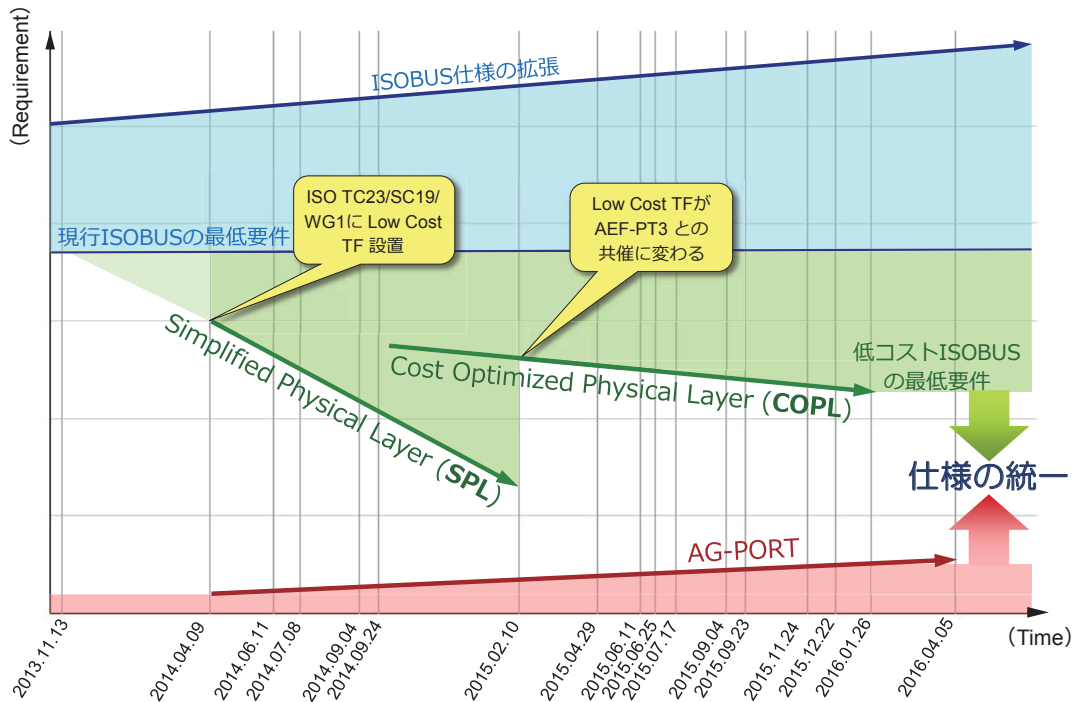
 農研機構

日本でAG-PORT規格を策定



「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

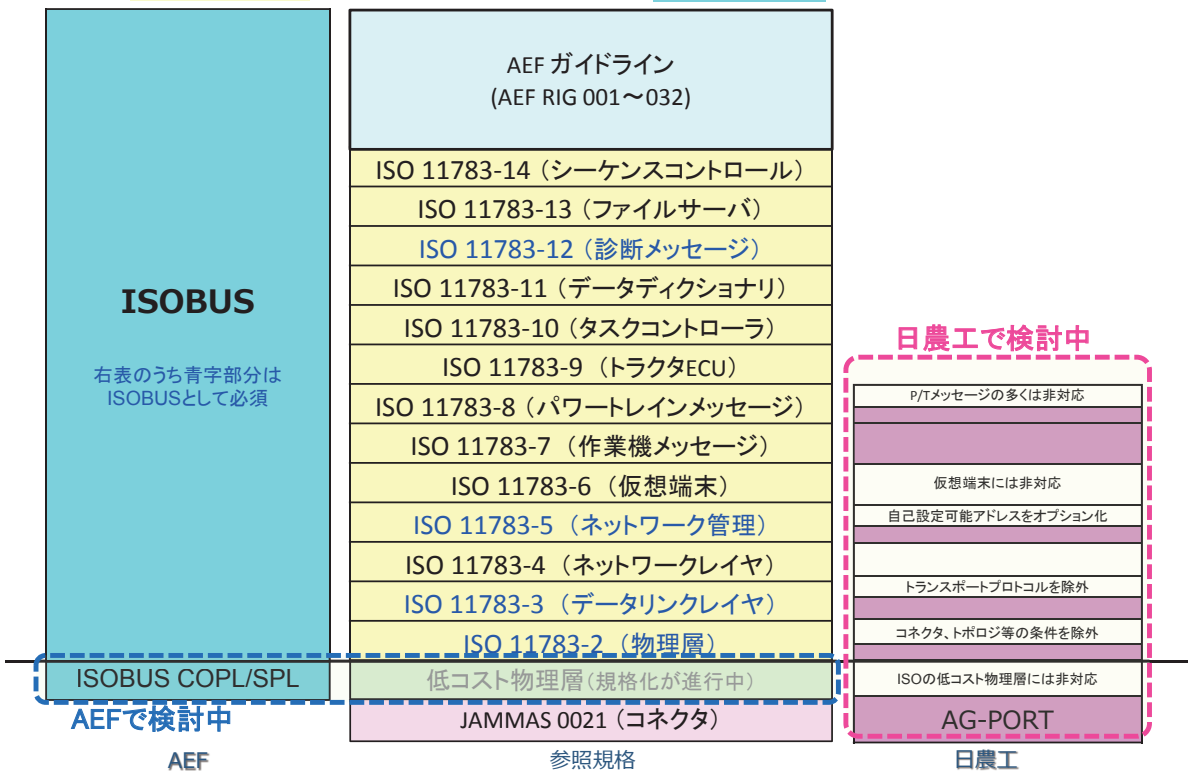
【4】非ガラパゴス化に向けて (ISOBUSとAG-PORT)



「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

【4】ISOBUS と AG-PORT の関係

どちらも ISO 11783をベースにしているが、「ISOBUS」と「AG-PORT」は別物



「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

AG-PORT は ISOBUS と互換

- ・AG-PORT=ISOBUSの低コスト版
- ・既存ISOBUSとの互換性も維持

ISOBUS互換の要件:

- ・各機器は認証を受ける必要がある
- ・アプリケーション層は十分
- ・Transport Protocolへの対応が必要
- ・Diagnosticsへの対応が必要

※低コストISOBUSとしての抜け道も?

ISOBUS互換の利点:

- ・ISOBUS資産が利用可能, such as
- ・AEF Conformance test tool
- ・AEF Guidelines
- ・ISOBUS database
- ・機能安全要求にも対応済

AG-PORT と ISOBUS は別物

- ・どちらも ISO 11783をベースとしている
- ・しかし、相互の互換性なし

ISOBUS非互換の利点:

- ・Transport Protocolへの対応は不要
- ・Diagnosticsへの対応も不要
- ・それ以前にアドレス管理要件も削減可
- ・独自の物理層が利用できる
(独自コネクタ、ECU内での終端、etc)

ISOBUS非互換で不利な点:

- ・ISOBUS資産が利用不可, such as
- ・AEF Conformance test tool
- ・AEF Guidelines
- ・ISOBUS database
- ・機能安全要求には未対応

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

AG-PORT は ISOBUS と互換

- ・AG-PORT=ISOBUSの低コスト版
- ・既存ISOBUSとの互換性も維持

ISOBUS互換の要件:

- ・各機器は認証を受ける必要がある
- ・アプリケーション層は十分
- ・Transport Protocolへの対応が必要
- ・Diagnosticsへの対応が必要

日農工・通信制御共通化分科会に於いて、AG-PORT規格は **ISOBUSとの互換性を視野に入れない旨、決定した。(2016.4.26)**

※低コストISOBUSとしての抜け道も?

ISOBUS互換の利点:

- ・ISOBUS資産が利用可能, such as
- ・AEF Conformance test tool
- ・AEF Guidelines
- ・ISOBUS database
- ・機能安全要求にも対応済

AG-PORT と ISOBUS は別物

- ・どちらも ISO 11783をベースとしている
- ・しかし、相互の互換性なし

ISOBUS非互換の利点:

- ・Transport Protocolへの対応は不要
- ・Diagnosticsへの対応も不要
- ・それ以前にアドレス管理要件も削減可
- ・独自の物理層が利用できる
(独自コネクタ、ECU内での終端、etc)

ISOBUS非互換で不利な点:

- ・ISOBUS資産が利用不可, such as
- ・AEF Conformance test tool
- ・AEF Guidelines
- ・ISOBUS database
- ・機能安全要求には未対応

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

ISOBUS と AG-PORT の比較

ソフトウェアに関する要件比較

	ISOBUS	AG-PORT
ISO 11783-3 データリンク層 ・メッセージフレームフォーマット ・プロトコルデータユニット(PDU) ・メッセージタイプ ・トランスポートプロトコル(TP)	必須 ・必須 ・必須 ・必須 ・必須	一部を除き必須 ・必須 ・必須 ・必須 ・不要
ISO 11783-5 ネットワーク管理 ・アドレス設定機能 ・NAME機能とアドレス要件 ・ネットワーク管理手順 ・ネットワーク初期化	必須 ・必須 ・必須 ・必須 ・必須	一部を除き必須 ・自己設定機能はオプション ・必須(不要の可能性あり) ・必須(不要の可能性あり) ・必須(不要の可能性あり)
ISO 11783-7 作業機メッセージ	使用可	使用可
ISO 11783-8 パワートレインメッセージ	使用可	使用可
ISO 11783-10 タスクコントローラ	使用可	不要
ISO 11783-12 診断メッセージ	必須	オプション扱い (不要になる可能性あり)
ISO 25119 機能安全要求への対応	クリア済 (MTTF _d = "High")	未対応

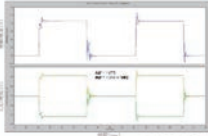


※ISOBUSは、低コスト物理層が新たに決まっても、ソフトウェア部分には影響しない

※AG-PORTは、ISOBUS互換を断念したため、要件が今後削減される可能性あり

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

ISOBUS と AG-PORT の比較

ハードウェアに関する要件比較

	ISOBUS	AG-PORT
ネットワークトポロジー	作業機はバックボーン ・最大バス長, 最大スタブ長, 最大 ノード数及び 終端抵抗値 等については、 実験で検証済 	作業機はバックボーン ・エビデンスなし (新たに調査する必要がある)
バックボーンの終端	自動終端 ・トラクタ側=コネクタに内蔵 ・作業機側=コネクタに内蔵	固定終端 ・トラクタ側=ECU内 ・作業機側=キャップ
ハーネス	ツイスト・クワッド ・TBCを含む	ツイスト・ペア
コネクタ(作業機接続用)	IBBC/IBIC(9ピン) ・CAN_H/L ・TBC_PWR/RTN/DIS ・ECU_PWR/GND ・PWR/GND 	日農工(2ピン) ・CAN_H/L 
備考	低コスト物理層の検討により 新たな仕様が追加される	作業機用の電源として、 別途コネクタを併用する

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

	ISOBUS	AG-PORT
試験機関	AEFが認定する試験機関等 ・公的機関、又はこれに準ずる基幹 ・現在、世界に5箇所	未定
試験方法	AEFの“Conformance Test Tool”を用いる ・NI社“Test Stand” ・AEFが提供する Test Sequence ・AEFのISOBUS Functionalityに対応	新たに開発する必要あり
試験結果	AEFの“ISOBUS Database Site”にアップロードされ、公表される	未定
認証方法	AEFから合格証書が発行される 認証ステッカーを使用できる	未定
試験経費	受験社から試験料を徴収 試験機関は、AEFに会費を支払う	未定

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

【5】まとめ・今後の課題

■ 共通化・標準化がなぜ必要か？

- ・機械化 → 電子制御化 → 標準化(規格化) の流れ
- ・ユーザーの利益、メーカーの利益
- ・小さな市場から、大きな市場へ、海外へ

■ 標準化が、国際競争力のために如何に大事か！

- ・規格なんて、決まったらそれに従えば良い。しかし、
- ・他人が決めた規格に従うと、コストが高くなる。



国際規格を自国に有利に策定するために、国内で協力して取り組む

■ 共通ネットワークの上では、全ての参加者が平等

今までは…… トラクタが全てを管理、トラクタに主導権。
これからは…… 作業機が能動的に作業を管理することも可能。



業界内での役割分担、新たな協力や連携といった枠組み

- ・技術開発のリード
- ・規格開発と認証システム

■ その中で、我々(研究機関や業界団体)は何をすべきか？

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

本報告の取扱いについて

本報告の全部又は一部を無断で転載・複製
(コピー) することを禁じます。

転載・複製に当たっては、原著者の許諾を
得てください。

問い合わせ先：

革新工学センター 企画部 連携推進室

TEL： 048-654-7030

FAX： 048-654-7130

または

info-iam-jouhouka@ml.affrc.go.jp

平成 28 年度 革新工学センター研究報告会

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
農業技術革新工学研究センター

〒331-8537 埼玉県さいたま市北区日進町 1-40-2
Tel. 048-654-7000 (代)

印刷・発刊 平成 29 年 3 月 9 日

