

平成30年度
「労働力不足に対応した機械化農業推進事業」
実証試験結果報告

最先端省力化農業機械の 実証試験結果について

(地独) 青森県産業技術センター
農林総合研究所 作物部
千葉 祐太

平成29～30年度

「労働力不足に対応した機械化農業推進事業」

(青森県農林水産部農林水産政策課)

農業の労働力不足に対応するため、最先端農業機械の有効性の
実証(農業機械メーカーとの協働)により、青森県内への導入を推進

(試験研究機関:(地独)青森県産業技術センター 農林総合研究所・りんご研究所)

平成30年度

- 1) 自動直進・旋回田植機による水稻移植作業について 及び
自動ほ場水管理システムによる水稻の水管理作業について
- 2) ドローンによる大豆の薬剤散布作業について
- 3) 電動リモコン草刈り機によるブルーベリー園の草刈作業について

実証試験（実演会）の様子



最先端農業機械の実演
農業機械メーカーによる情報提供
生産者との意見交換など

30～40名が参加

（生産者、農協、農業機械メーカー、県関係者など）

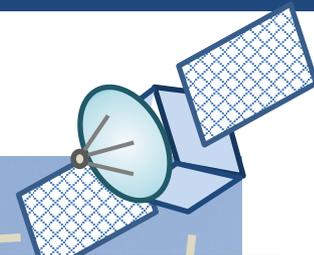
実証試験結果の報告

1. 自動直進・旋回田植機による
水稲移植作業
2. 自動ほ場水管理システムによる
水稲の水管理作業

1.自動直進・旋回田植機による 水稲移植作業



(1)-1 実証機械の概要



GNSS
アンテナ

RTK-GNSS
(高精度測位方式)

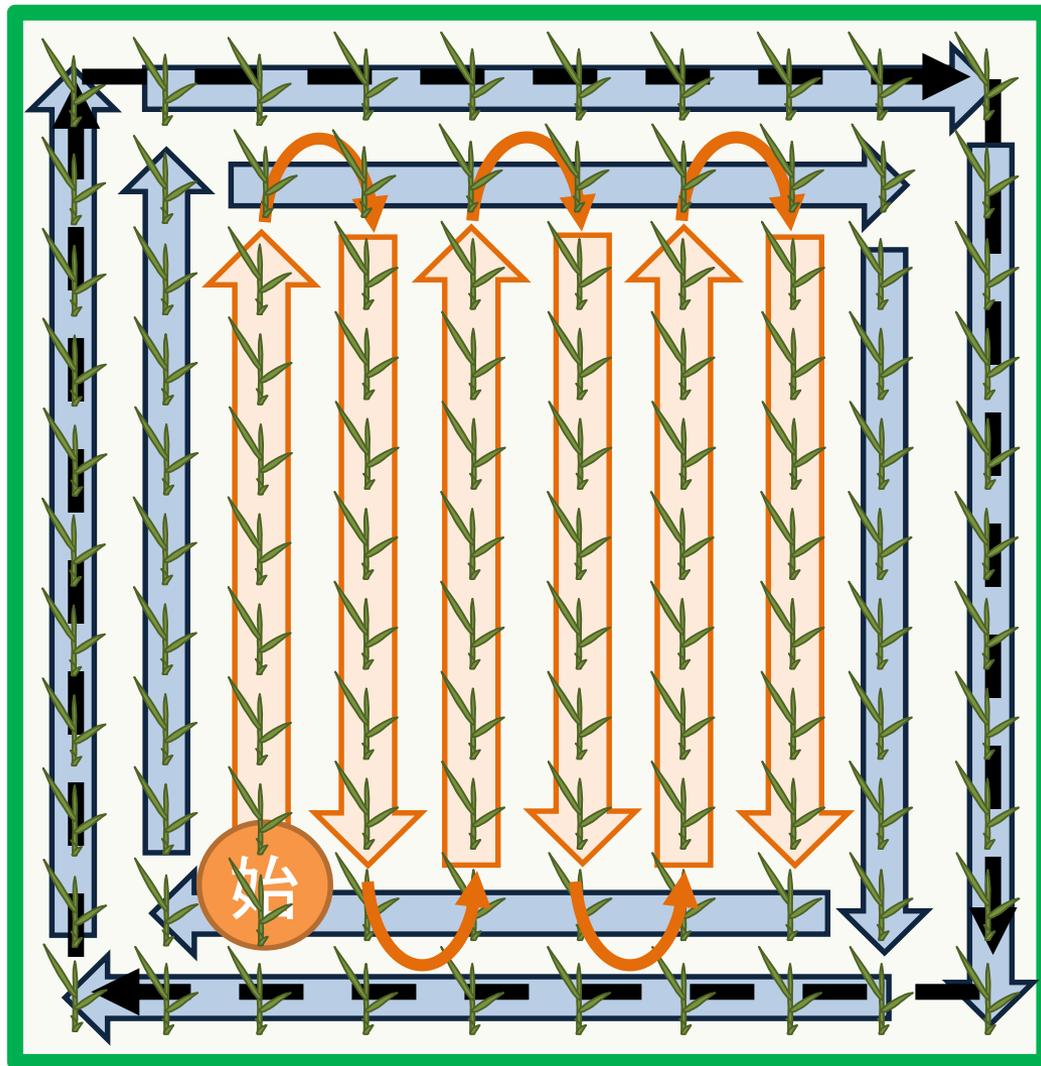
専用アプリケーション
(メーカーHPより)



基地局

自動操舵(自動直進・自動旋回)が可能な密苗田植機

(1)-2 実証機械の運用方法



① オペレータ操舵により外周を一周、自動操舵の走行経路を設定

② 自動操舵によりほ場の内部を作付

➡ 自動直進

↪ 自動旋回

③ オペレータ操舵によりほ場の外周(2行程分)を作付

➡ オペレータ操舵

(2) 実証試験の概要

	実証機械	通常機械	
作業内容	水稲移植(8条植)		
協力会社	ヤンマー(株)	—	
運転方法	自動操舵 (自動直進・自動旋回)	オペレータ操舵	
苗の種類	密苗	密苗	中苗
試験場所	つがる市 十和田市	黒石市 (農林総研)	黒石市 (農林総研)
機械操作者	メーカー技術員	技術作業員A (農林総研)	技術作業員B (農林総研)

(3) 実証での作業状況



(4)-1 実証試験の結果(作業性)

		実証機械 (密苗)	通常機械		
			密苗	中苗(標準)	
時間	作業速度	km/h 平均±SD	4.3 ± 0.6	3.7 ± 0.2	4.1 ± 0.1
	旋回時間	秒 平均±SD	15.9 ± 1.1	29.7 ± 4.1	25.7 ± 3.7
	苗補給回数	回数/ha	4.2	5.1	14.0
	作業時間	h/ha	1.5	1.8	2.2
	同上標準比		70	82	(100)
精度	植付条間	cm 平均±RMSE	28.8 ± 4.4	27.4 ± 5.0	33.6 ± 3.9
	欠株率	% 移植直後	1.0	1.2	1.2

実用的な作業時間・精度

(4)-2 実証試験の結果(水稲生育)

	苗の種類 調査地点	実証機械	
		密苗	
		つがる市	十和田市
耕種概要	品種	飼料用米 (みなゆたか)	主食用米 (まっしぐら)
	施肥窒素量 (kg/10a)	8.5(全量基肥)	8.5(全量基肥)
	移植日 (月.日)	5.16	5.15
	栽植密度 (株/m ²)	18.2	18.2
収量 ・ 品質	収量 (kg/10a)	638 (粗玄米重)	682 (精玄米重)
	全粒数 (100粒/m ²)	405	386
	登熟歩合 (%)	67.6	79.1
	品質区分	合格	2等

実用的な収量性

(5) 現地実演会での意見交換

メーカー技術員より

- ・基地局は公共のものも利用可能(県内での設置は1地点)。半径5km以内に無い場合はメーカーの基地局(有効範囲 半径1km)を購入する必要がある。
- ・三角型の水田でも自動操舵可能。ただし、作業効率の面からは自動直進のみを利用した方が良い。

実演会参加者より

- ・アクセルのみの操作のため、非常に楽に真っ直ぐ田植えができた。
- ・自動旋回により難しい行程を行う必要がなく、軽労化に繋がった。
- ・自動操舵の際には無人運転であれば良い。

(6) 経営試算

稲作経営モデル(「青森県農業経営基盤の強化の促進に関する基本方針」より)

営農類型	主食用米		飼料用米	水稲作業受託 (耕起・田植・刈取)
	移植栽培	直播栽培		
経営規模	6.5ha	6.5ha	9.0ha	(5.0ha)

	実証機械 (密苗)	通常機械	
		(密苗)	(中苗)
粗収益(千円/年)	34,857	34,857	34,857
経営費(千円/年)	23,917	23,841	24,030
償却費(通常機械(中苗)との差額)	増 207	増 3	-
労働費 (〃)	減 320	減 192	-
差額合計	計 減 113	計 減 189	-
所得(千円/年)	10,940	11,016	10,827

注)「図説 農林水産業の動向(平成30年10月)」を基に試算、償却費は導入価格の年間当たりの経費として算出(導入価格÷使用年数7年)

実証機械(密苗)では、経営費が減少する

(7) 作業面積拡大の可能性

稲作経営モデル(「青森県農業経営基盤の強化の促進に関する基本方針」より)

営農類型	主食用米		飼料用米	水稲作業受託 (耕起・田植・刈取)
	移植栽培	直播栽培		
経営規模	6.5ha	6.5ha	9.0ha	(5.0ha)

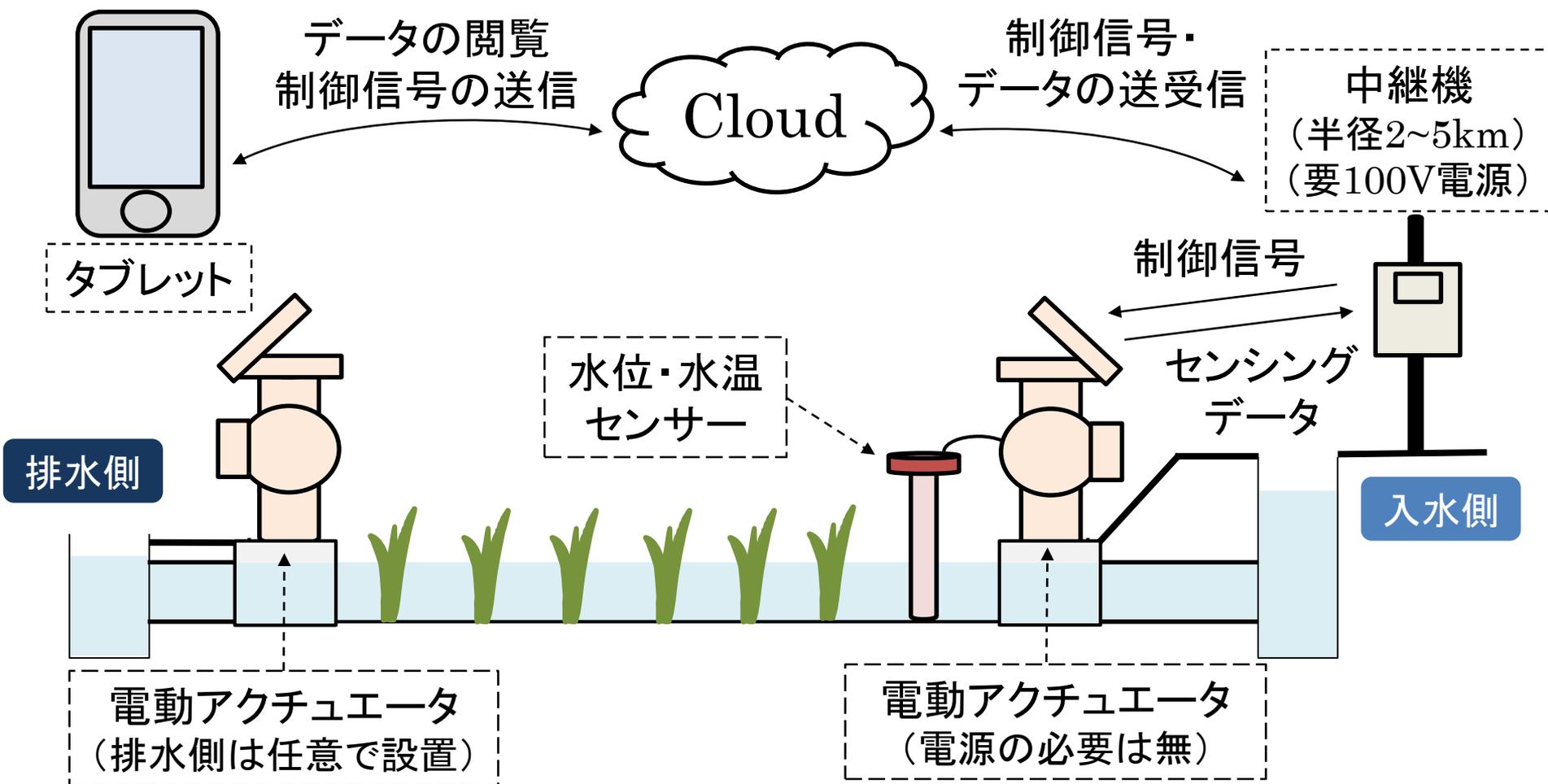
	実証機械 (密苗)	通常機械	
		(密苗)	(中苗)
作付面積(ha)	29.4	25.0	20.5
通常機械(中苗)との差	+8.9	+4.5	-
作業能率(ha/hr)	0.66	0.56	0.46
作業時間(hr)	44.6		

実証機械(密苗)では、作業面積が拡大する

2. 自動ほ場水管理システムによる 水稲の水管理作業



(1)-1 実証機械の概要



※ フォアス高圧系(H型)は即時取り付け可能

(1)-2 実証機械の運用方法



中継機



電動アクチュエータ



水位制御方法

- 一定灌水: 任意の水位を維持するように給排水
- 時間灌漑: 任意の時間帯のみ給水
- かけ流し: 高温時には任意の時間にかけて流し

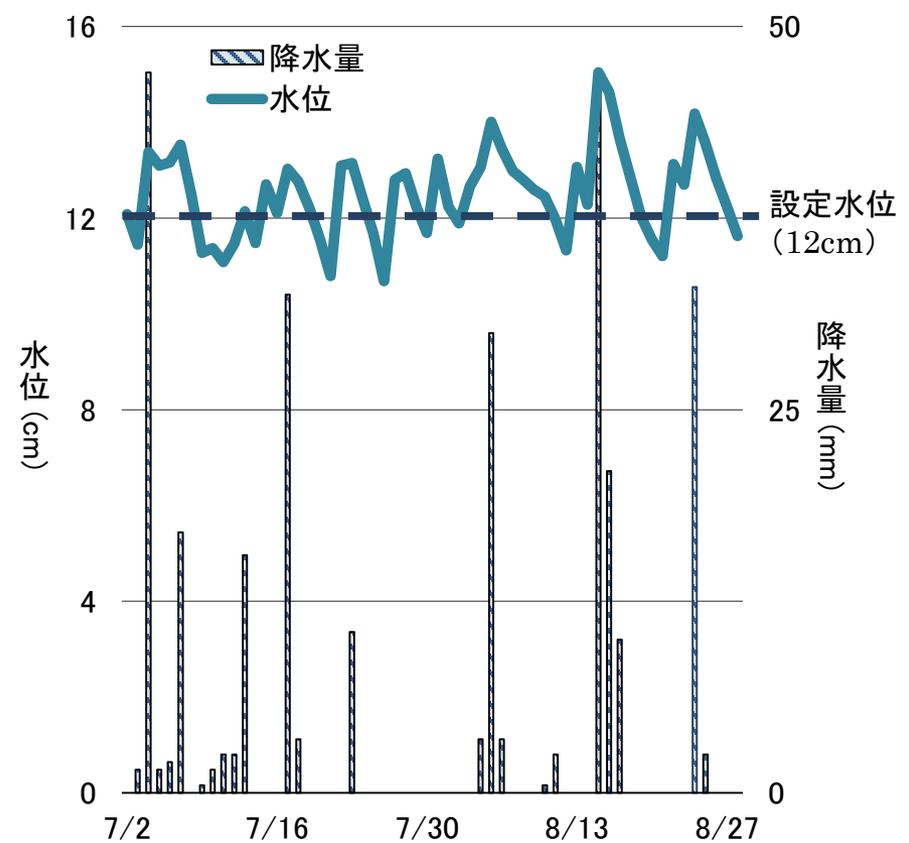
(2) 実証試験の概要

	実証機械	
協力会社	(株)クボタケミックス	
作業内容	水田の水管理	
試験条件	入水口に機器を設置。水田1筆の入水管理を対象。	
試験場所	南部町	外ヶ浜町
経営形態	個人	農事組合法人
ほ場面積	30a	50a
試験期間	7/2～8/28(機器設置～落水)	7/28～8/22(中干後～落水)
作業人数	1人	1人

(3) 実証の作業状況

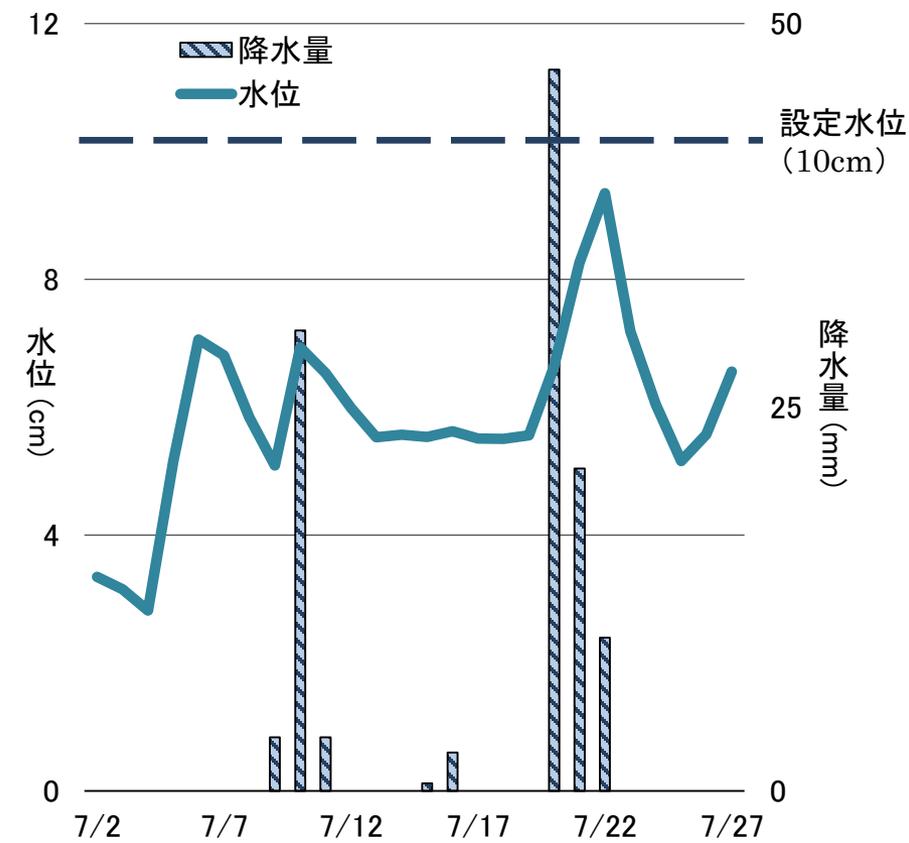


(4)-1 実証試験の結果(水位)



南部町

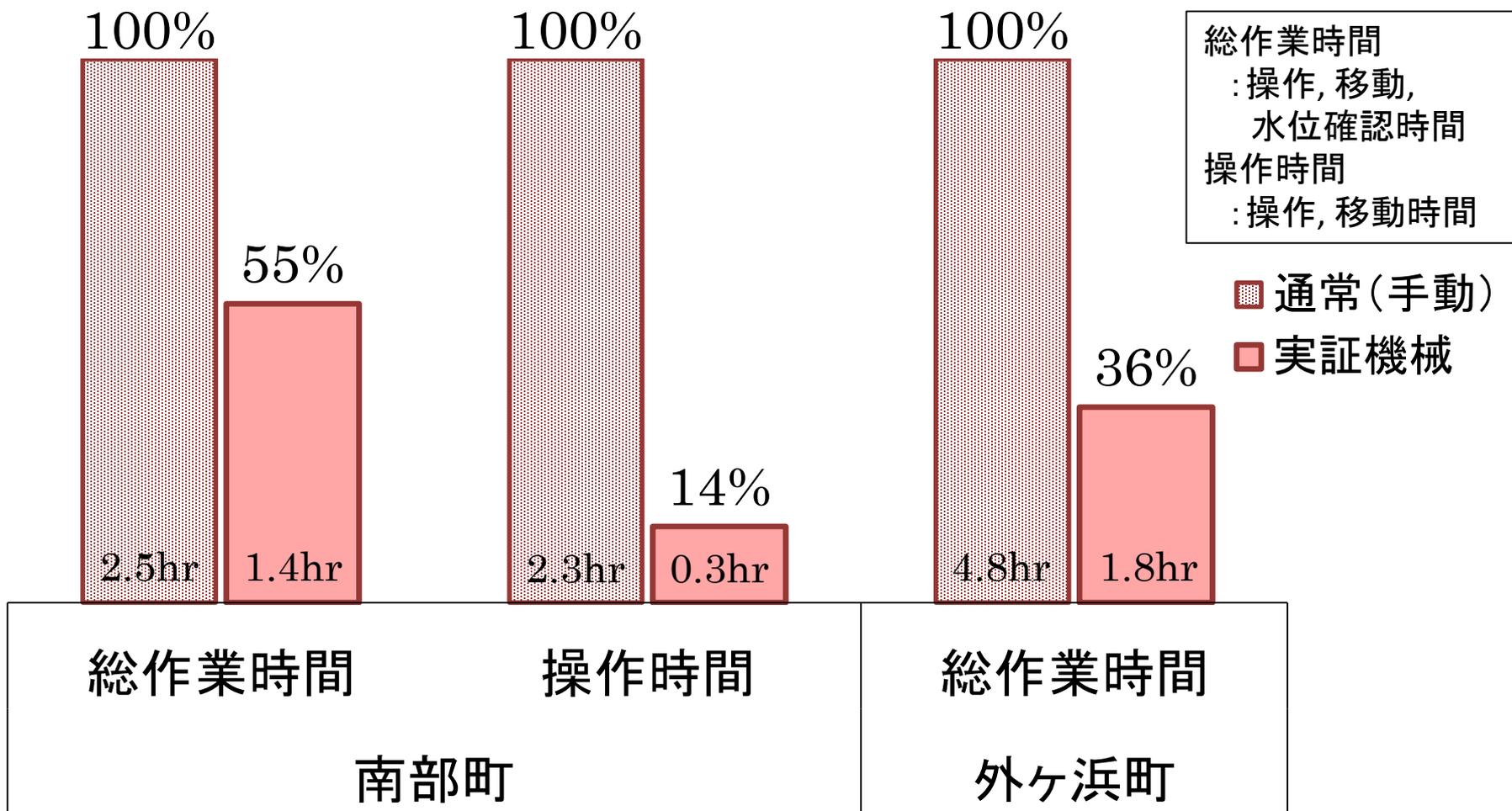
実用的な作業精度



外ヶ浜町

水路からの流入物により
入水量が十分では無かった？

(4)-2 実証試験の結果(労働時間)



実証機械では省力効果が認められる

(5) 現地実演会での意見交換

メーカー技術員より

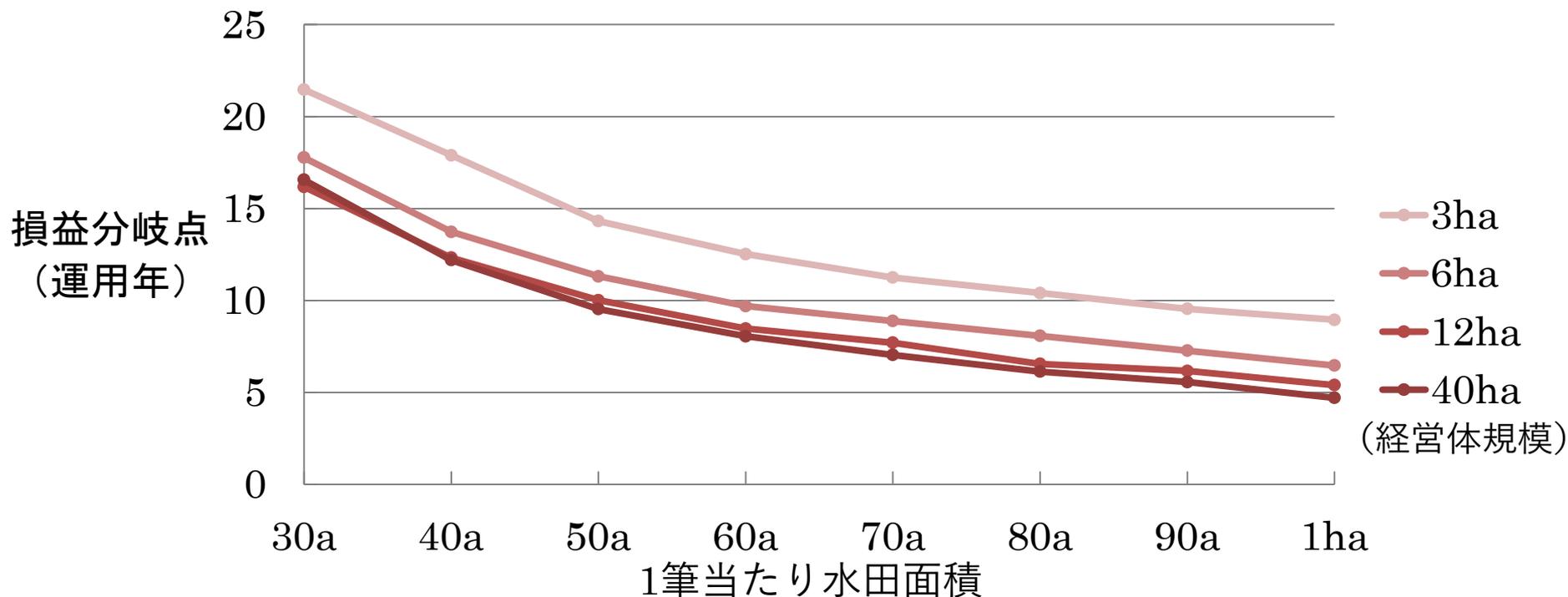
- ・H30年度はモニター販売。H31年度より本格販売を開始。
- ・中継機1台で電動アクチュエータ40機を運用可能。アンテナ部分の増設で最大80機まで可能。
- ・電動アクチュエータにはリトライ機能(異物により開栓が不十分な場合、バルブの開閉を繰り返す、異物排除動作を行う)を装備。

実演会参加者より

- ・操作は自宅で行っているため、時間の融通が利く。
- ・他の作物に時間を割けられる。
- ・バルブの開栓機能のみなど、簡易的な廉価版が欲しい。

(6) 経営試算

- ・損益分岐点は通常(手動)管理の労働費との比較から運用年として試算
- ・水田規模が3, 6, 12, 40haの各経営体で試算
- ・実証機器の経費はモニター販売価格を基に、水田一筆について給水口に電動アクチュエータを1機設置したとして算出



大区画水田で導入効果が高いと推測

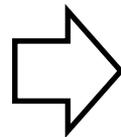
(7) 作業時間削減の可能性

稲作経営モデル(「青森県農業経営基盤の強化の促進に関する基本方針」より)

営農類型	主食用米		飼料用米	水稲作業受託 (耕起・田植・刈取)
	移植栽培	直播栽培		
経営規模	6.5ha	6.5ha	9.0ha	(5.0ha)

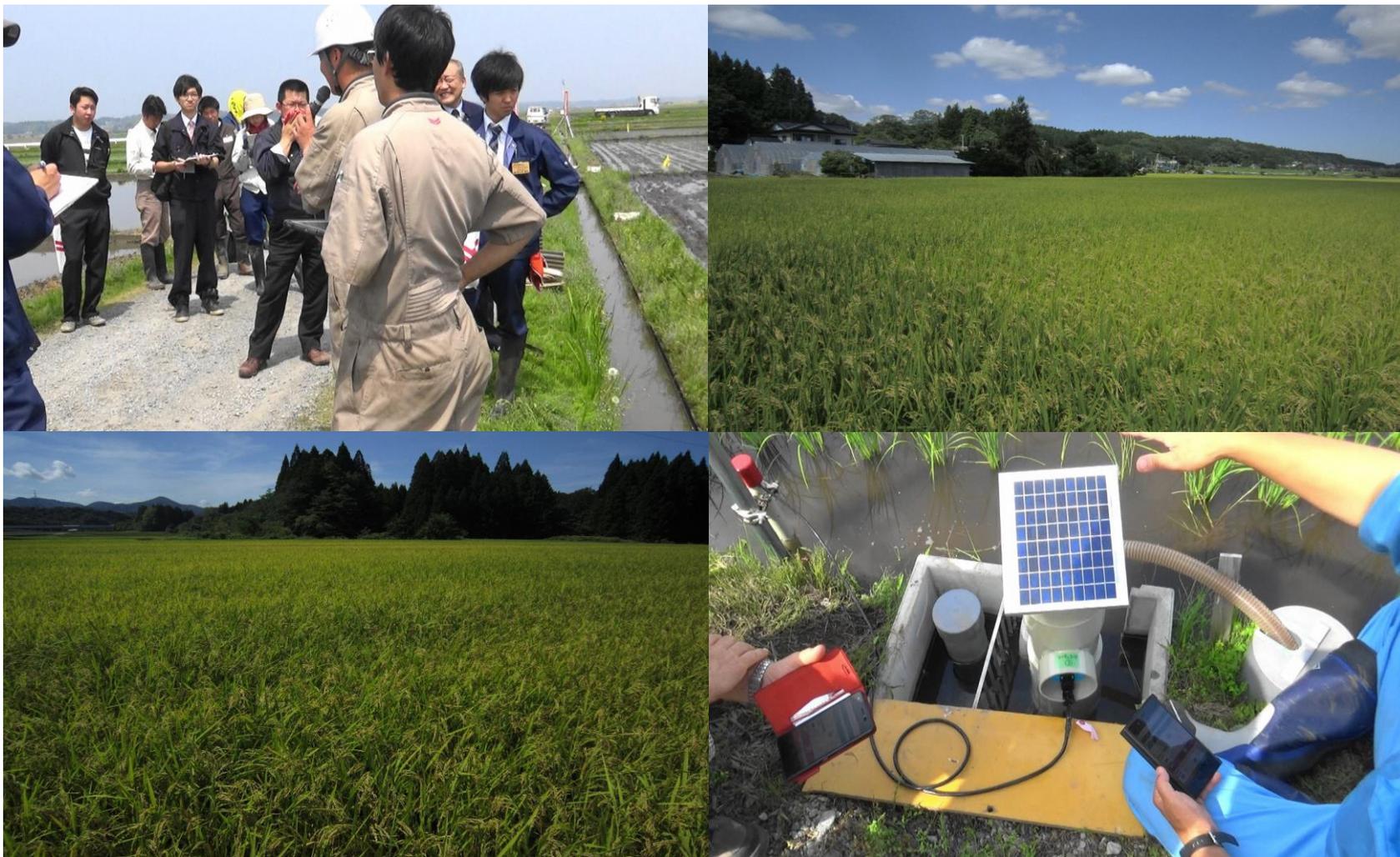
通常 (手動)	
水管理時間 (hr/年)	1,122
全労働時間 (hr/年)	4,752

水管理時間は5.1hr/10a、
全労働時間は21.6hr/10aとして試算
(「図説 農林水産業の動向」より)



実証機械 (操作のみ)		通常との差
水管理時間 (hr/年)	157 (▲86%)	減 965
全労働時間 (hr/年)	3,787 (▲20%)	
実証機械 (操作+閲覧)		通常との差
水管理時間 (hr/年)	617 (▲45%)	減 505
全労働時間 (hr/年)	4,247 (▲11%)	

実証機械では作業時間が削減される



ご清聴ありがとうございました

3. ドローンによる大豆の薬剤散布 作業について

マメシクイガの防除実証



農林総合研究所 病虫部 木村勇司・對馬佑介

(1) 実証機械の概要

供試機械：
クボタ農業用マルチローター
(ドローン) MG-1K



1.47m

メーカーHPより

https://www.jnouki.kubota.co.jp/product/kanren/mg_1k/

価格

ドローンMG-1K: 230万円
(バッテリー2個、充電器セット)

無人ヘリコプター: 1,070万円

3.7m



無人ヘリコプター

(2) 実証試験の概要

実証機械 協力会社	農業用ドローン MG-1K (株)みちのくくボタ	
試験場所	弘前市門外	十和田市三本木
耕種概要	品種:おおすず 播種:6月10日	品種:おおすず 播種:5月25日
実演月日	8月22日(強風のため水散布)	
調査項目1 (薬剤散布状況)	<ul style="list-style-type: none">散布時間薬剤落下状況	<ul style="list-style-type: none">薬剤落下状況
調査項目2 (害虫発生・被害)	<ul style="list-style-type: none">マメシンクイガ成虫発生消長収穫時の子実被害	

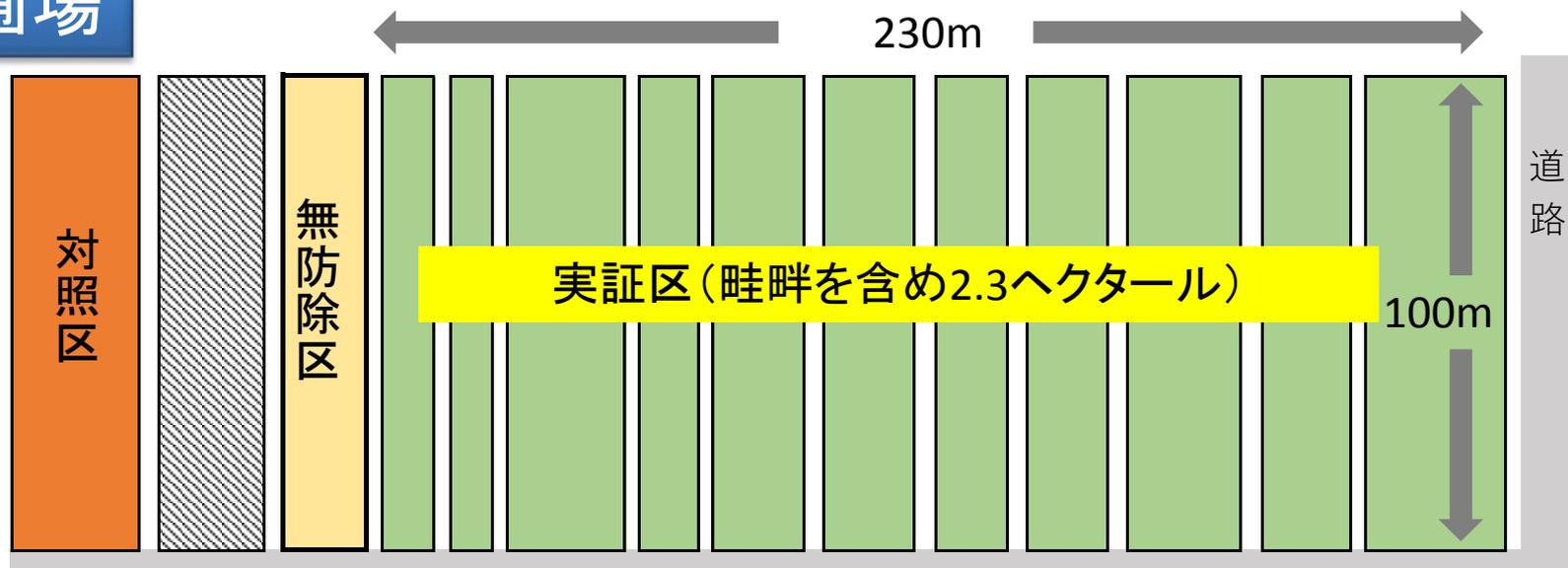
(3) 実証圃での作業状況(ビデオ)



平成30年8月22日 十和田三本木圃場での実演状況

3. ドローンによる大豆の薬剤散布作業について

弘前圃場



●マメシクイガ防除

8月21日:プレバソフロアブル5 16倍液8L/ha量散布(実証区、対照区とも無人ヘリ)

8月28日:アディオン乳剤 24倍液8L/ha量散布(実証区はドローン、対照区は無人ヘリ)

十和田圃場

●マメシクイガ防除

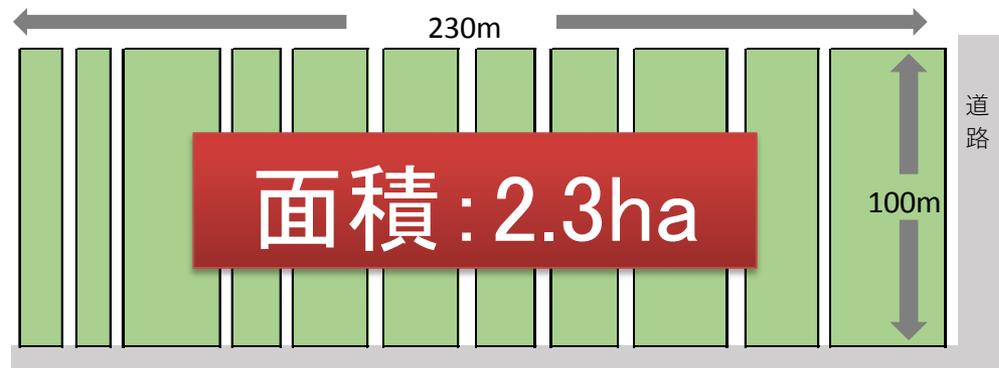
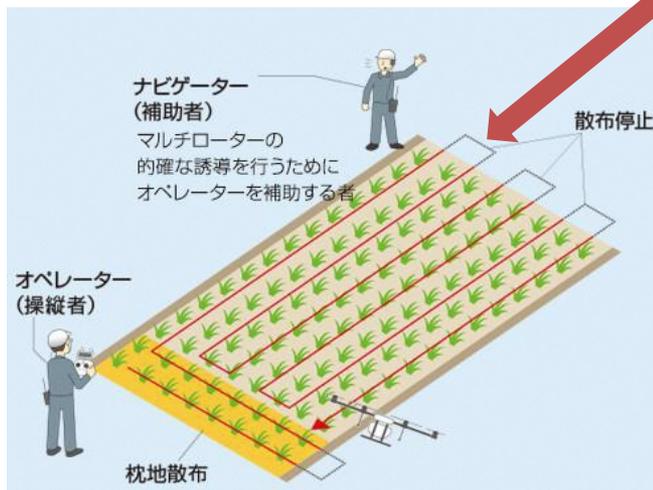
8月25日:プレバソフロアブル5 16倍液8L/ha量散布(ドローン)

9月6日:アディオン乳剤 24倍液8L/ha量散布(ドローン)



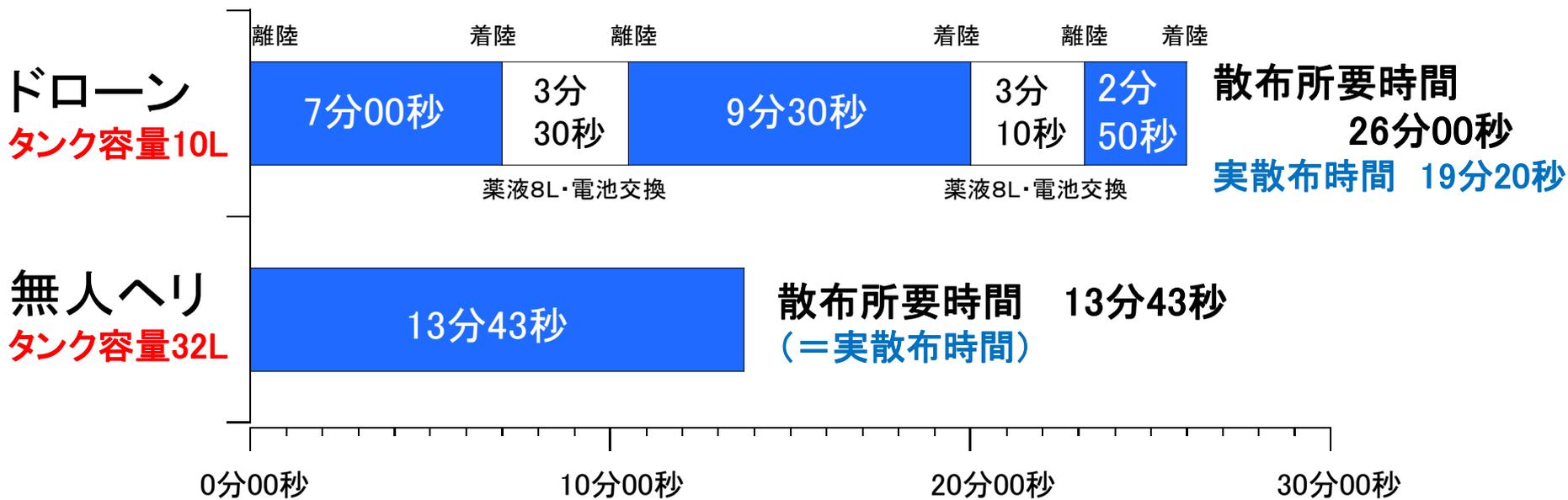
(4) 実証試験の結果：飛行諸元など

散布機械	農業用ドローン	対照) 無人ヘリコプター
散布月日	8月28日	8月21日
散布薬剤 実散布量/2.3ha	アディオン乳剤 17.5リットル	プレバソンフロアブル5 16リットル
気象条件(風速)	2~3m	無風
飛行高度・速度	1.5~2m・20km/h	3m・20km/h
飛行間隔(散布幅)	4m	7.5m



試験場所：弘前市門外圃場

(4) 実証試験の結果：散布時間



飛行開始から散布終了までの経過時間(2.3ha圃場)

- ドローンは1haに1回補給(薬剤・電池交換)が必要
- 無人ヘリは最大4haを連続散布可能
- 無人ヘリはドローンよりも散布時間が短く、効率的

(4) 実証試験の結果：薬剤落下状況

無人ヘリ散布
弘前圃場

ドローン散布
弘前圃場

ドローン散布
十和田圃場

8/21 プレバソン散布

8/28 アディオン散布

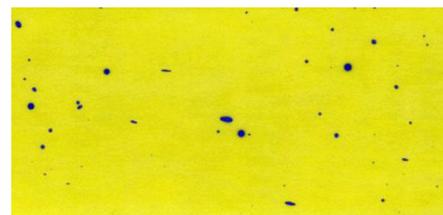
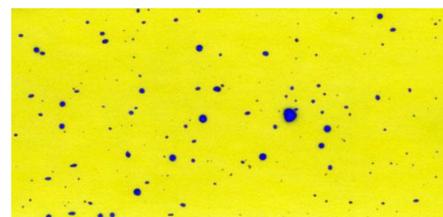
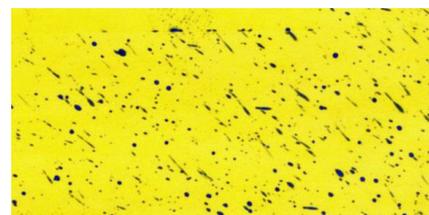
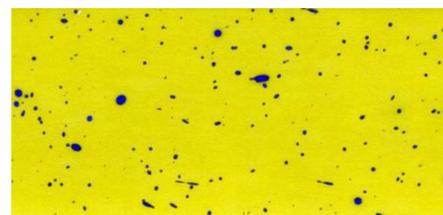
8/22 水散布



100cm

50cm

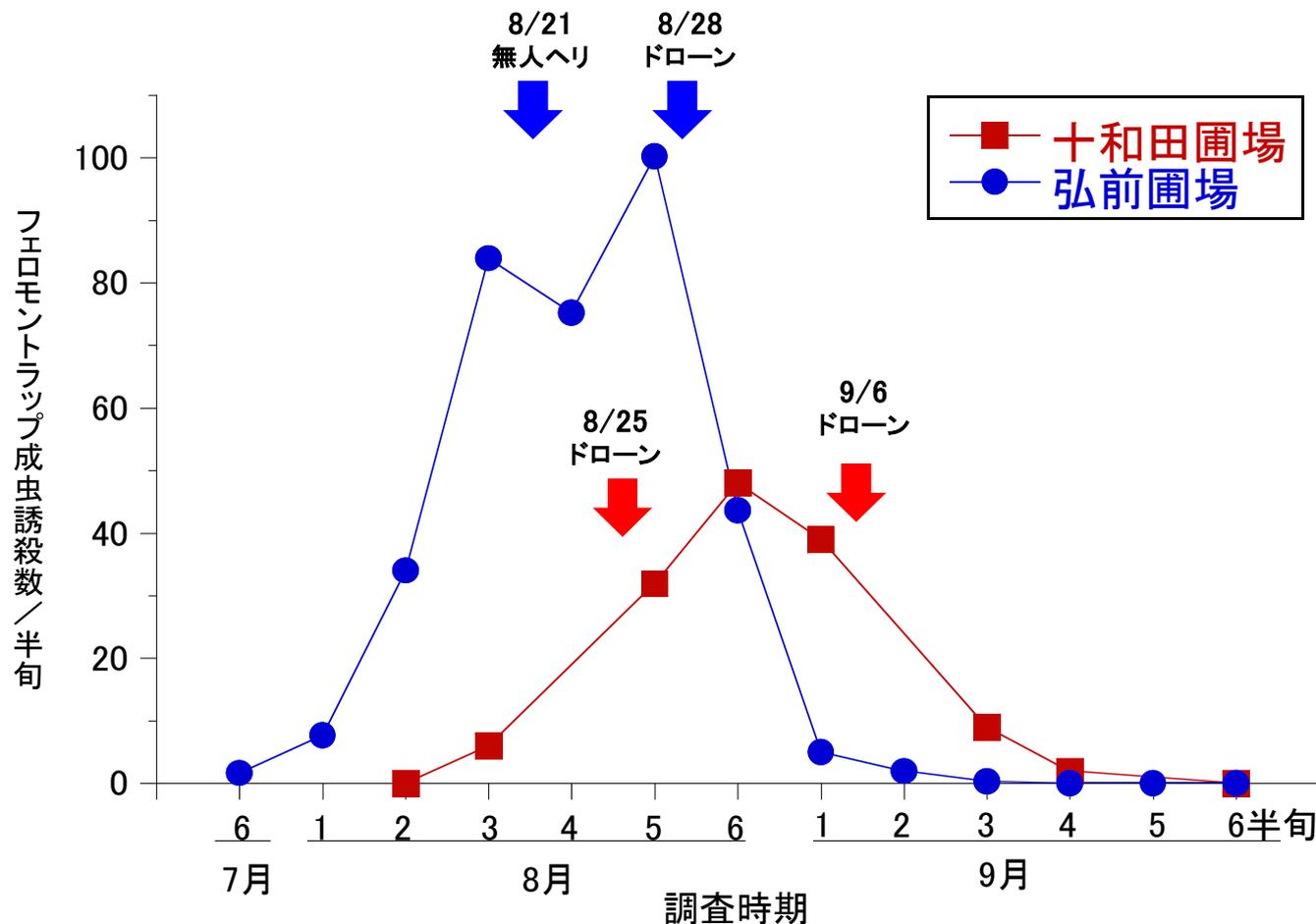
20cm



株元から高さ別に感水紙設置

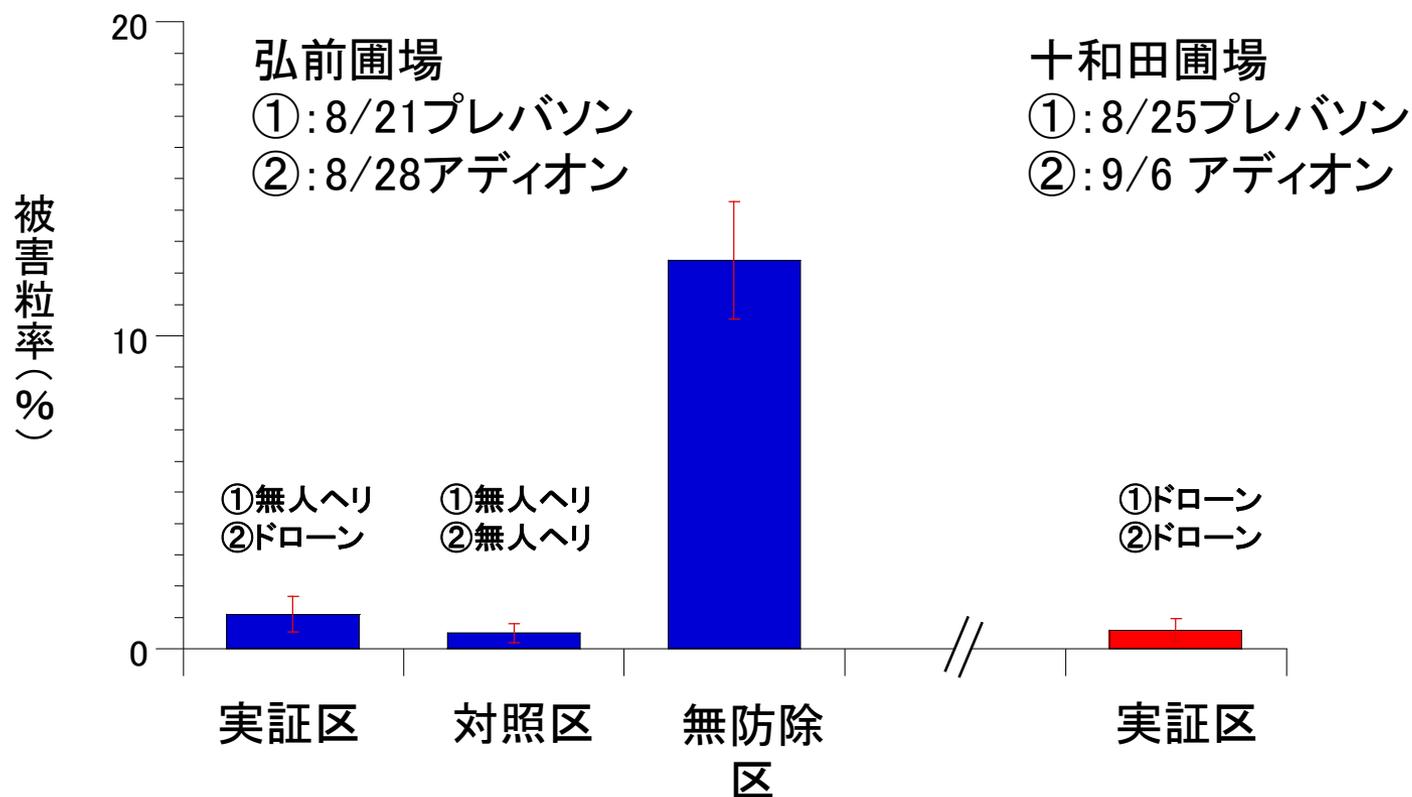
散布粒子：無人ヘリが大粒、ドローンが小粒
散布粒数：株内部では無人ヘリ≒ドローン

(4) 実証試験の結果：マメシクイガの発生状況



- いずれの圃場もマメシクイガ発生、薬剤2回散布
- 成虫には効果がないので、子実被害で効果を判定

(4) 実証試験の結果：子実被害



ドローン散布も無人ヘリ散布同様に効果あり

(5) ドローンの作業性や効果について

散布機械	ドローン(MG-1K)	無人ヘリコプター
1 ha当たりの 散布時間 (実測値/2.3ha)	11分44秒 (26分00秒)	6分47秒 (13分43秒)
1時間当たりの 散布可能面積	5.1ha	8.9ha
薬剤落下状況 対)無人ヘリ 草冠高 株元50cm高 株元20cm高	良好 やや多い 同等 同等	良好
防除効果	あり	あり

注) 散布時間は補給時間を含んだ実測値から算出

(6) ドローン導入メリットなどについて

散布機械	ドローン(MG-1K)	無人ヘリコプター
購入価格	230万円 (本体+タンク+電池2個+充電器)	1,070万円
導入メリット	<ul style="list-style-type: none">適期防除ができる初期費用が安い軽量で運搬が楽	<ul style="list-style-type: none">適期防除ができるより広い面積を効率よく散布可能
実演参加者の意見 (ドローンについて)	<ul style="list-style-type: none">取扱い、操縦が簡単そう飛行が安定していて、静かドリフトは大丈夫か？	

労働力不足に対応した機械化農業推進事業

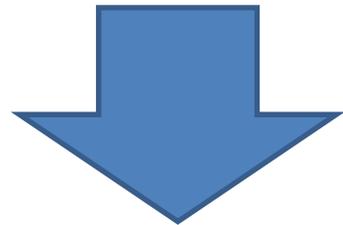
電動リモコン式草刈機による ブルーベリー園の草刈作業について



(地独)青森県産業技術センター
りんご研究所県南果樹部
山道 和子

ブルーベリー園の特徴

- 樹高2m以下の低木
- 樹姿は株状で、株元から多くの枝が発出する
- 栽植距離が短い(列間2.5m×樹間2mを指導)
- 1m以下の低い位置にも結実する
- 経営は観光摘み取り園が多い
- 農薬を使わない栽培にこだわる園主が多い



果樹園(リンゴ等)では
乗用モアを使用しているが...

- 乗用モアが使用できない園地でも使用できるか？
- 安心・安全な草刈作業ができるか？

実証試験の概要 ①

実証機械の概要

- 開発元: 株式会社ササキコーポレーション
- 品名: **電動リモコン作業機 スマモ**
走行ユニットRS400-2 + 草刈アタッチM700
- 全長: 1472mm、全高: 396mm、全幅: 845mm
- 重量: 127.5kg
- 電源: リン酸鉄リチウムイオンバッテリー
- 操作方法: 無線リモコンによる自動走行
- 作業可能条件: 傾斜35度まで、草丈40cmまで



走行ユニット

草刈アタッチ

- 価格: 155万円(税抜)
走行ユニット 120万円
草刈アタッチ 35万円

対照機械

乗用モア (価格約80万円)
atex 刈馬王PREMIUM
R980

刈払機 (価格約7万円)
共立 SRE2420
(いずれも県南果樹部所有)

調査項目

- 耕種概要(園主からの聞き取り)
- 実施面積、作業精度(刈高、作業時間等)
- 樹体への影響
- 作業前後の雑草草種と草丈
- 作業者の所感

実証試験の概要 ②

使用機械	電動リモコン式草刈機 (実証機械)		乗用モア+ 刈払機 (対照1)	刈払機のみ (対照2)
試験場所	①蓬田村長科	②五戸町倉石又重	③五戸町扇田 (県南果樹部)	④五戸町扇田 (県南果樹部)
実施日	8月21日	8月8日	8月6日	8月6日
樹齢	約10～20年	約20年	15～18年	32～35年
経営面積	約10a	約10a	—	—
実施面積	約4a	約2a	約2a	約2a
栽植距離	2.8m × 1.5m	2m × 2m	2.5m × 2m	2m × 1.5m
慣行の除草方法	列間: 自走式 草刈機、樹間: 刈払機(ナイロン 刃)(年3回)	列間: 乗用モア(年4 回)、樹間(幅約1m) に有機物マルチ(杉 皮)、除草剤(年1回)	列間: 乗用モア、 樹間: 刈払機 (年4回)、除草 剤(年1回)	刈払機(年4回)、 除草剤(年1回)
果実収穫 時期	7月中旬～ 8月中旬	7月中旬～8月中旬	7月上旬～ 8月中旬	7月上旬～ 8月下旬

実証での作業状況(ビデオ)

実証試験の結果

使用機械	電動リモコン式草刈機 (実証機械)			乗用モア+刈払機 (対照1)		刈払機のみ (対照2)
	①蓬田村長科	②五戸町 倉石又重	③五戸町扇田 (県南果樹部)	④五戸町扇田 (県南 果樹部)		
試験場所	188㎡	215㎡	215㎡	234㎡	187㎡	
実施面積	1列・45樹	1列・45樹	3列・49樹	3列・37樹	2列・52樹	
列数・樹数	156		193	153		213
樹幅(cm)	43分06秒	16分56秒	11分05秒	2分08秒	9分20秒	19分21秒
作業時間	70	70	70	98	—	—
刈幅(cm)	3~5	3~5	2	2	2	2
刈高(cm)	0	0	0	0	1	7
枝の欠損	らせん 走行	直線走行	列間のみ 直線走行	乗用モア 1台	刈払機 2台	刈払機 2台
備考						

注1 枝の欠損:試験区当たりの株元から誤って切除された枝の本数

注2 らせん走行:スラロームして前進のみで往復走行、直線走行:樹間は後進も行い列間を往復走行、
列間のみ直線走行:樹間の刈り取りは行わず列間を往復走行

実施圃場の草種と草丈

実証園地		①蓬田村長科		②五戸町倉石又重	
		草種・被度(%)	草丈(cm)	草種・被度(%)	草丈(cm)
草刈 開始 前	列 間	イネ科雑草* (70%)、 ナガハグサ(5%)、 シロツメクサ他(15%)	15~30	メヒシバ(60%)、 ヘビイチゴ(10%)、 スギナ他(25%)	2~35
	樹 間	イネ科雑草* (85%)、 タデ(5%)、 エゾノギシギシ他 (10%)	5~50	スギナ(20%)、 メヒシバ(10%)	15~30
草刈 終了 後	列 間	イネ科雑草* (70%)、 エゾノギシギシ他 (20%)	10~20	ヘビイチゴ(40%)、 メヒシバ(30%)、 スベリヒユ他(25%)	3~30
	樹 間	イネ科雑草* (60%)、 タデ他(10%)	10~20	スギナ(15%)、 メヒシバ(10%)、 オオイヌノグサ他 (15%)	3~70

注1 草種：*印のイネ科雑草はほとんどがネズミムギ(イタリアンライグラス)

注2 草丈：列間及び樹間の全草種の草丈を総合、赤字は草丈30cm以上の草種

注3 草刈終了後：①は終了13日後、②は12日後に調査

注3 ①の園地はらせん走行の場合

効果や作業者の意見

- 機械の高さや幅が小さいので、株元に入り込んでの草刈りができる。
- 操作中は目視で操作状況の確認をする必要があるが、腰を曲げることなく楽な姿勢で草刈りができる。
(メーカー技術者説明・パンフレットより)
- 垂れ下がった枝の下を楽に刈ることができる。
- 果実を落としたり枝を傷つける心配がない。
(園主の意見より)
- 直線走行は簡単だが、らせん走行では方向を変えるのにコツがいり作業時間がかかるので、操作に慣れる必要があった。
(作業者の意見より)
- ラジコンカーのように、誰でも簡単に草刈りができるのが良い。子供や女性にもまかせられるのではないか。
(実演会参加者の意見より)

まとめ(導入の効果等)①

使用機械	電動リモコン式草刈機 (実証機械)		乗用モア+刈払機 (対照1)		刈払機のみ (対照2)
	らせん走行	直線走行	乗用モア	刈払機	刈払機
10a当たり作業時間(1回)	3時間49分 15秒	1時間18分 46秒	9分07秒	1時間19分 46秒	3時間26分 57秒
年間草刈回数	4回	4回	4回		4回
年間 10a当たり 燃料代等	電気代 306円	電気代 105円	ガソリン代 186円	ガソリン代 132円	ガソリン代 683円
			(合計318円)		

注1 10a当たり作業時間:

電動リモコン草刈機は①蓬田村長科、対照は五戸町扇田(県南果樹部)の実施面積と作業時間から計算した。刈払機の作業員は1名として計算した

注2 電気代:バッテリー1台フル充電(20円)で1時間作業可能として計算した
(充電時間:1台約120分)

注3 ガソリン代:1L=150円、乗用モアは2Lで1時間作業可能、刈払機は10Lで30時間作業可能として計算した

まとめ(導入の効果等)②

- 10a当たりの作業時間は、対照(刈払機)よりも直線走行では少ないものの、らせん走行では多く要する。
- 草刈りの能力は対照(刈払機)とほぼ同等であり、燃料代は対照(刈払機)より安い。
- 走行方法を工夫することにより、作業時間の短縮や刈り残しの低減が図られる。
- 樹体を傷つける心配がなく、楽な姿勢で安全な草刈作業ができ、きめ細やかな園地管理に対応できる。