

中山間地域におけるスマート農業導入・加速化事業 実証試験の実施について



青森県農林水産部農村整備課農村環境整備グループ

1 自動給水栓の実証試験

(1) 目的

- ・ 中山間地域の小区画な水田で自動給水栓による水管理を行い、省力効果を検証する。

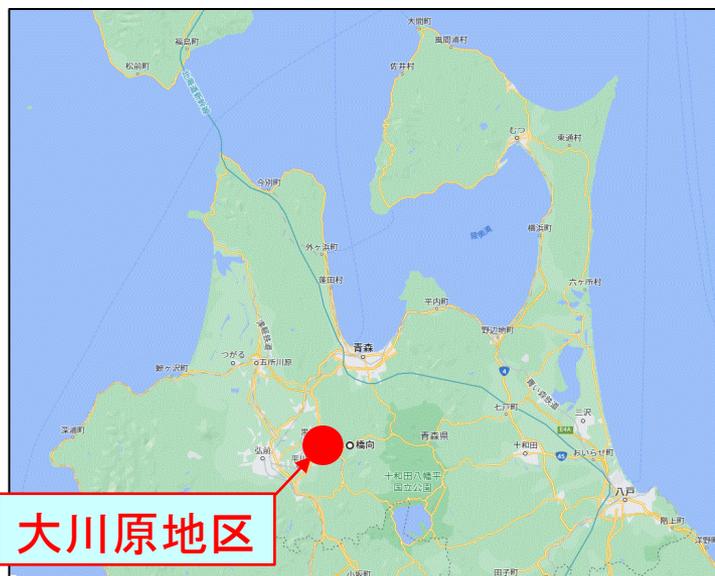
(2) 方法

- ・ 田越灌漑をしている黒石市大川原地区の水田で、自動給水栓及び無線型水位計を設置した「田越灌漑システム」により遠隔で水管理を行う試験区を設置。

1 自動給水栓の実証試験

(3) 実証ほ場（黒石市大川原地区）

- ・令和4年2月に農林水産省の「つなぐ棚田遺産」に認定。
- ・中山間地域等直接支払制度の「棚田地域加算」を活用し、さまざまな取組を実施。



1 自動給水栓の実証試験

(4) 使用機械

① 自動給水栓

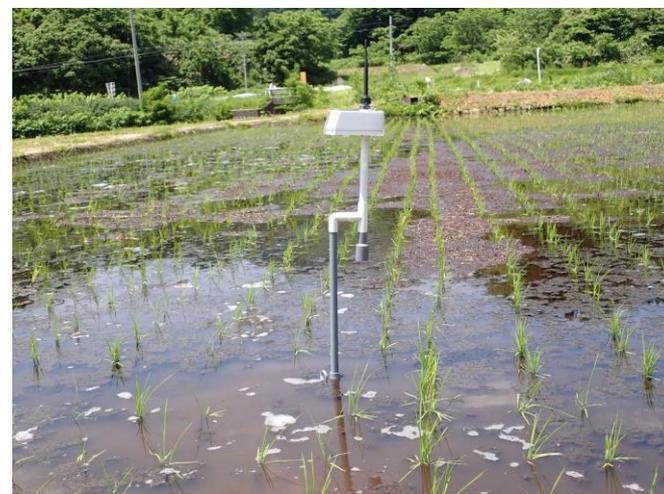
- ・ (株)クボタケミックス
「WATARAS (ワタラス)」
- ・ 給水・排水をスマートフォンやパソコンで遠隔操作または自動制御。
- ・ 太陽光発電で稼働。



自動給水栓 (WATARAS)

② 水位センサー

- ・ (株)Farmo
「水位センサー(水温付き)」
- ・ 水位・水温をスマートフォンやパソコンで確認。
- ・ 太陽光発電で稼働。



水位センサー (farmo) 4

1 自動給水栓の実証試験

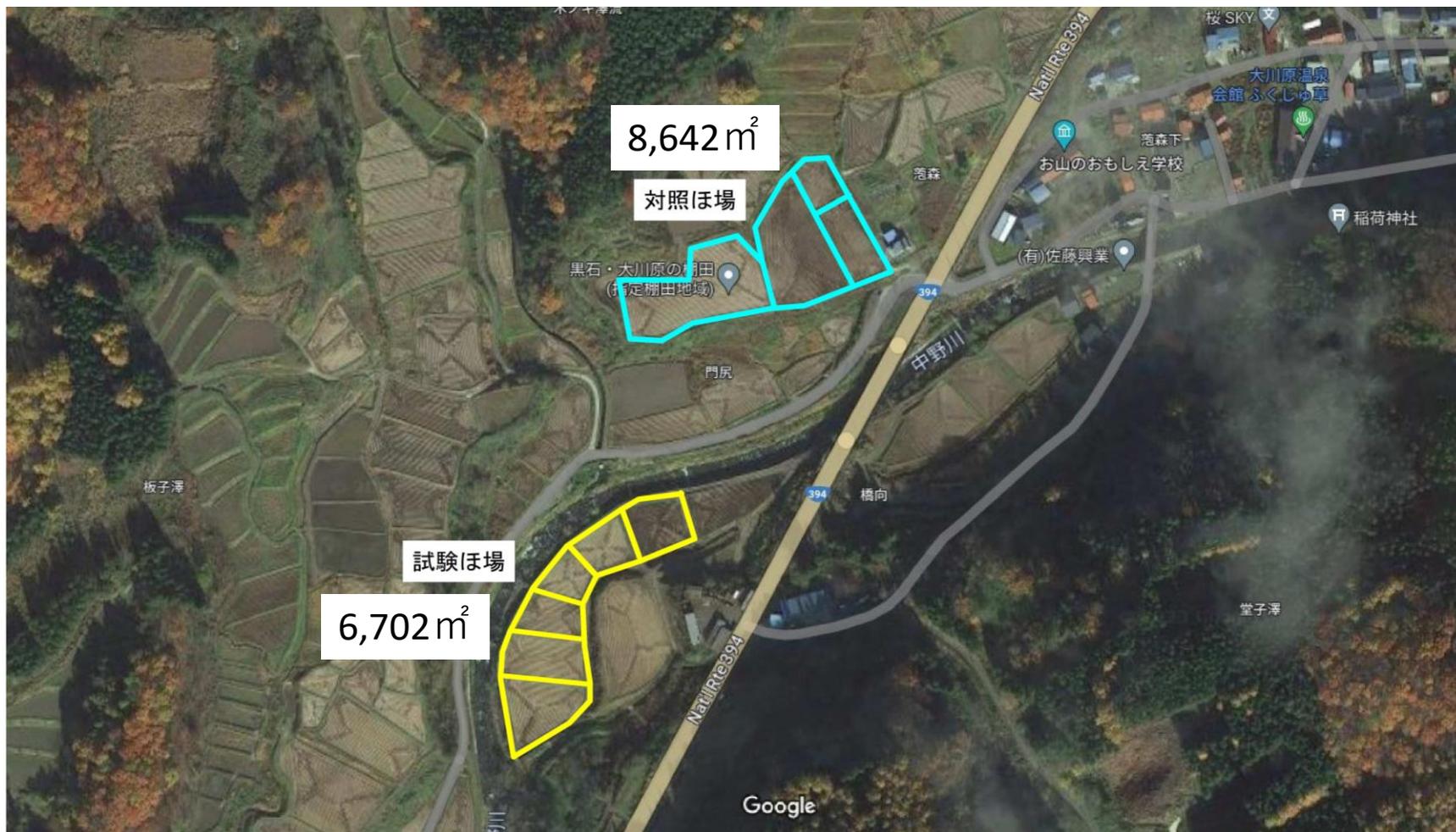
③ スマートフォンでの操作画面



1 自動給水栓の実証試験

(5) 実証試験

① 位置図



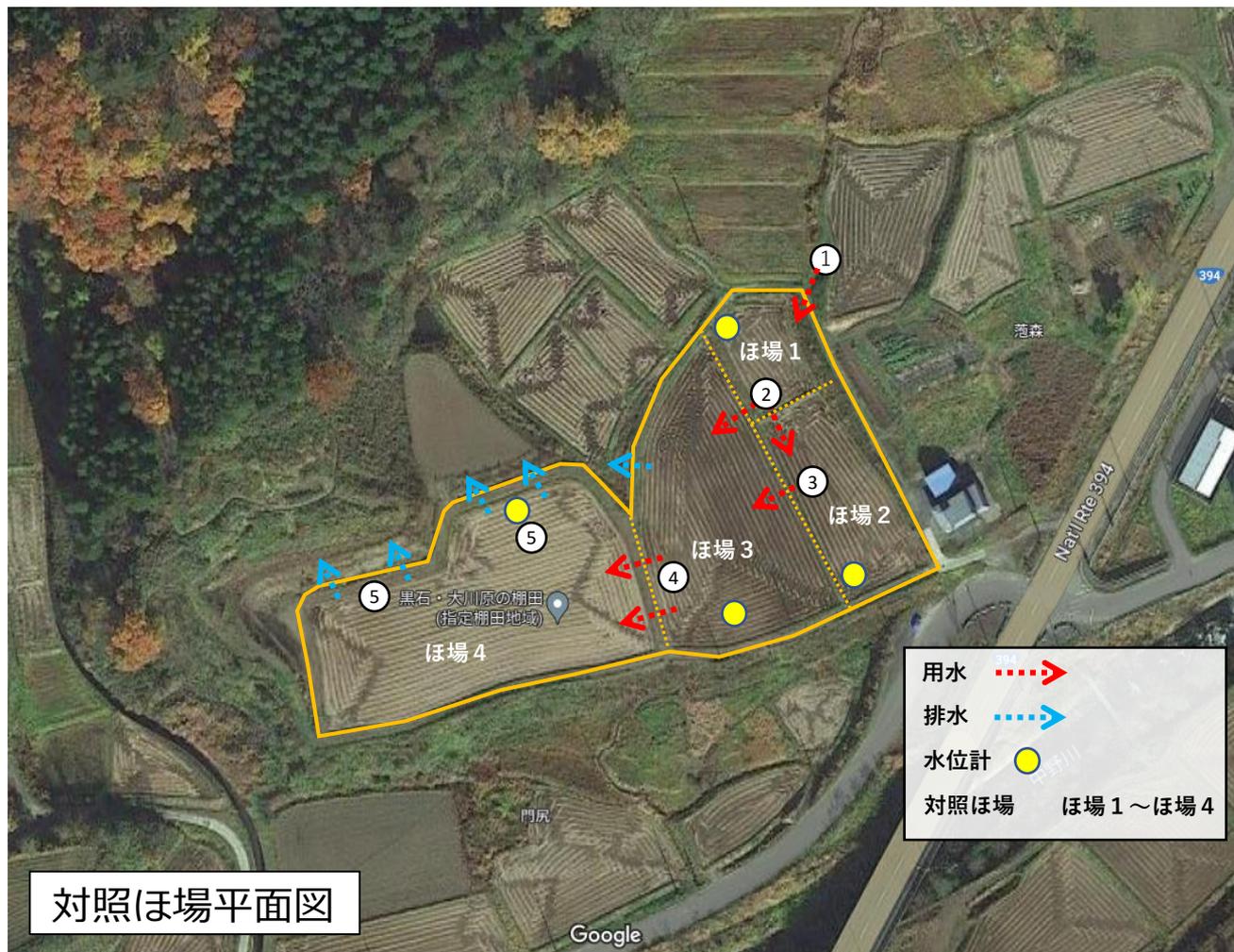
1 自動給水栓の実証試験

② 実証ほ場



1 自動給水栓の実証試験

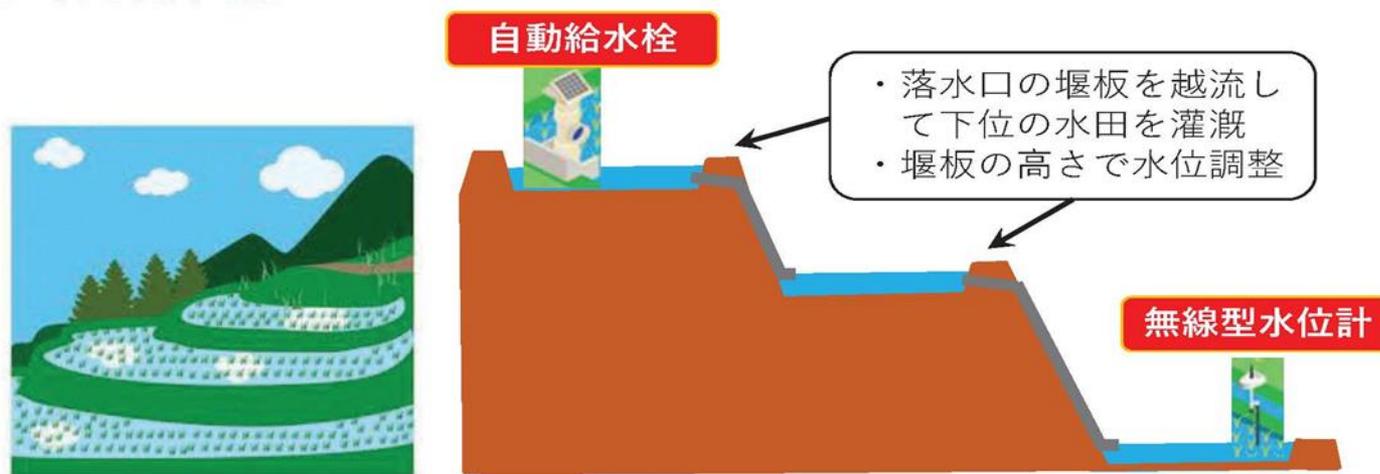
③ 対照ほ場



1 自動給水栓の実証試験

④ 田越灌漑システムの概要

- ・ 田越灌漑をしている水田において、**最上段の水田に自動給水栓**を設置し、**最下段に無線型水位計**を設置。
- ・ 最下段に設置した水位計のデータに応じて、自動給水栓が開閉。
- ・ 複数の水田を1つのシステムで水管理することで、**機器の導入コストを削減**。



((国研) 農業・食品産業技術総合研究機構 若杉上級研究員)

1 自動給水栓の実証試験

(6) 結果

① 田越灌漑システムによる水管理

(参考資料 2、3)

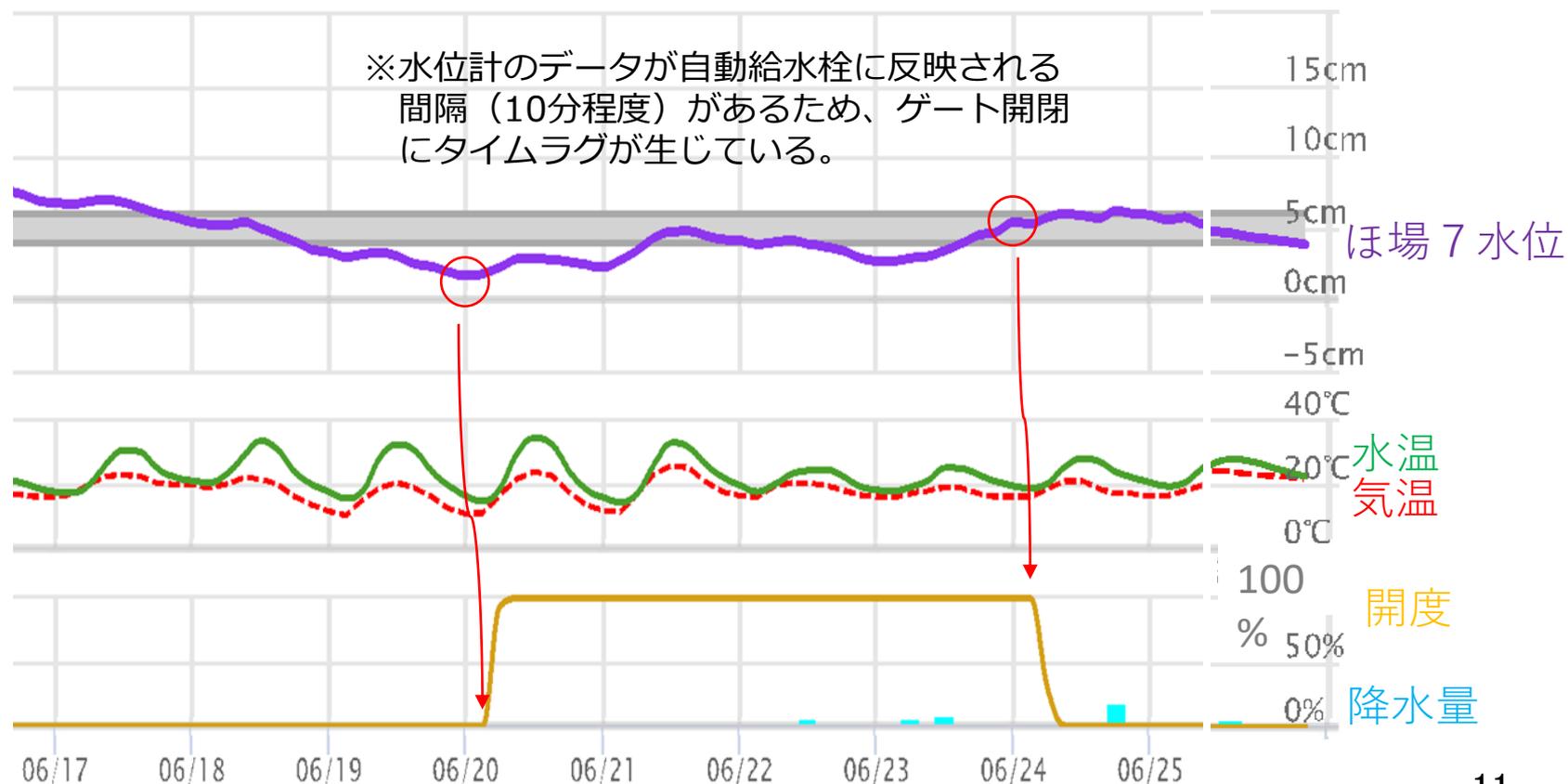
- ・ 田越灌漑システムによる実証ほ場では、対照ほ場と比較しても、水管理に特に支障は生じなかった。
- ・ 収量についても影響は生じず、年間を通して適正に水管理が行われている。

※実証ほ場の収量は6俵/10aであったが、猛暑等の影響もあり、同品種を作付けしている他地域の状況も同じ程度であった。

1 自動給水栓の実証試験

② 自動給水栓の開閉

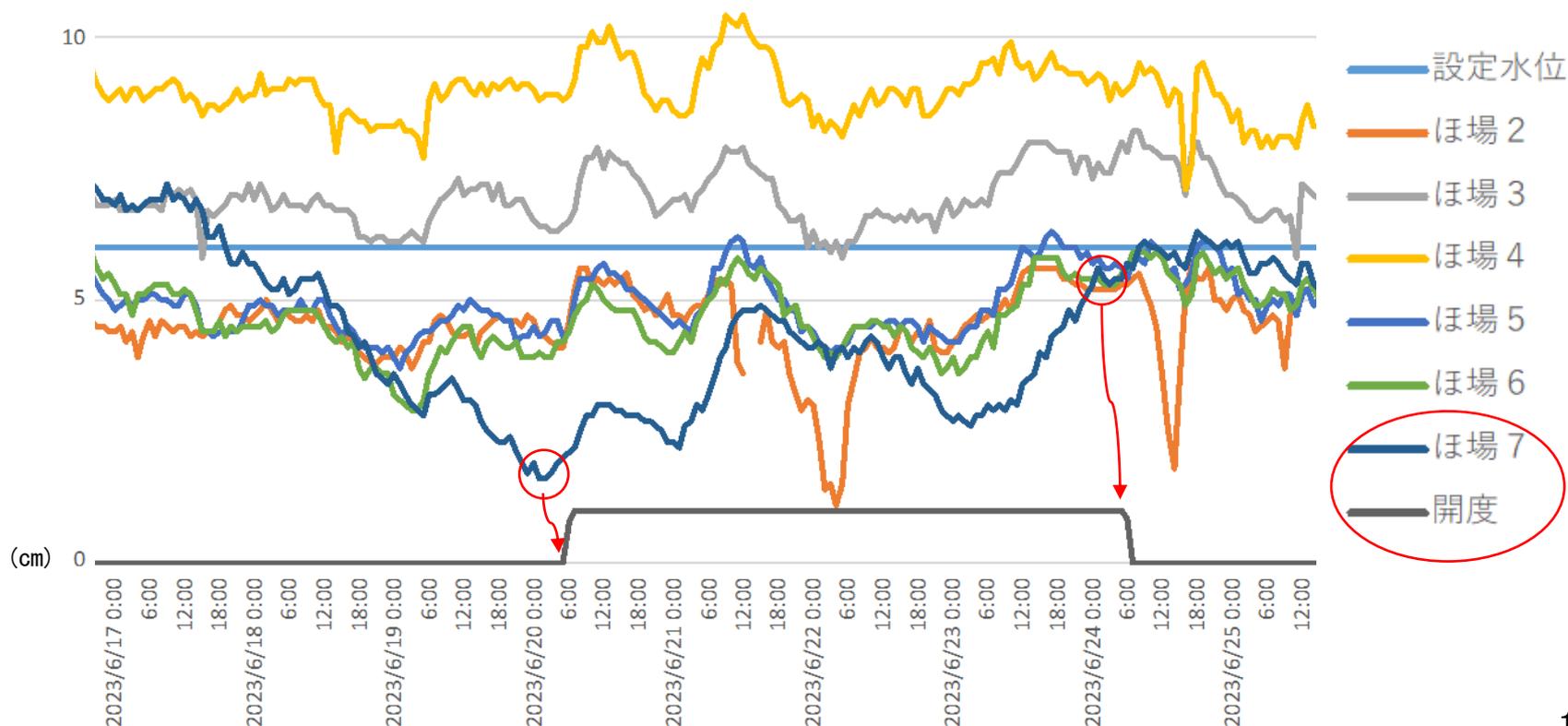
- Web画面から、自動給水栓の開閉は、最下流の水位と連動していることが確認できた。



1 自動給水栓の実証試験

参考：各ほ場の水位変化を重ねたグラフ

- ・ 基本的には全ほ場は同じ水管理を行っている。
- ・ 堰板の高さ調整の関係ではほ場 2 及び 3 は水位が高い位置にあるが、水位変化の傾向は他ほ場と同様である。



1 自動給水栓の実証試験

③ 水田の見回り時間

- ・ 水管理日誌から、試験区の見回りに要した時間は、対照区に比べ約3割の短縮が確認できた。

現場	黒石市大川原				備考
	対照区	試験区			
	見回り	見回り	遠隔操作 監視	計	
面積(m ²)	8,642	6,702			
所要時間(分)					
5月	195	150	0	150	
6月	340	135	83	218	
7月	90	60	20	80	
8月	210	90	83	173	
計	835	435	186	621	
(1,000m ² 当り)	97分	65分	28分	93分	
時間短縮	—	あり			3割短縮

1 自動給水栓の実証試験

④ 減水深の試算 (1/2)

・各ほ場の状況

自動給水栓が“閉”の間 [(水位低下 - 雨) ÷ 時間]

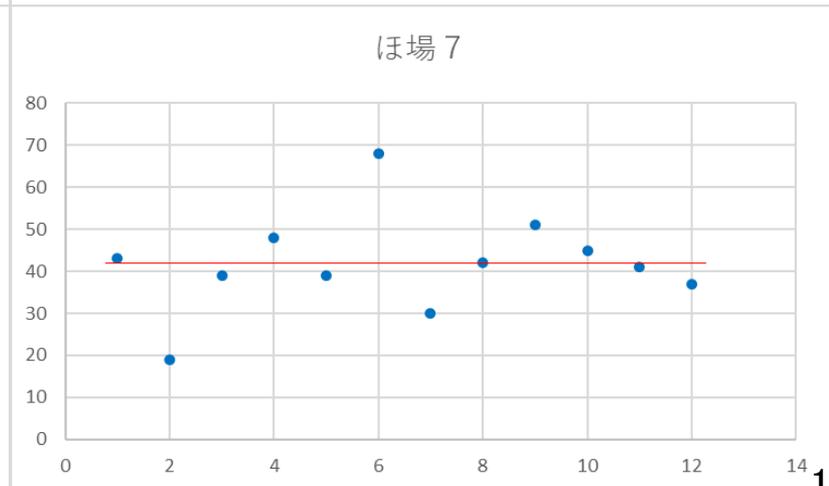
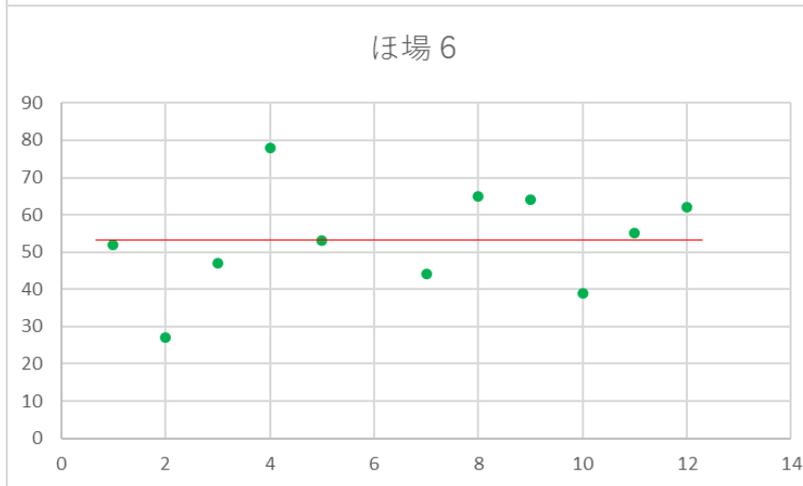
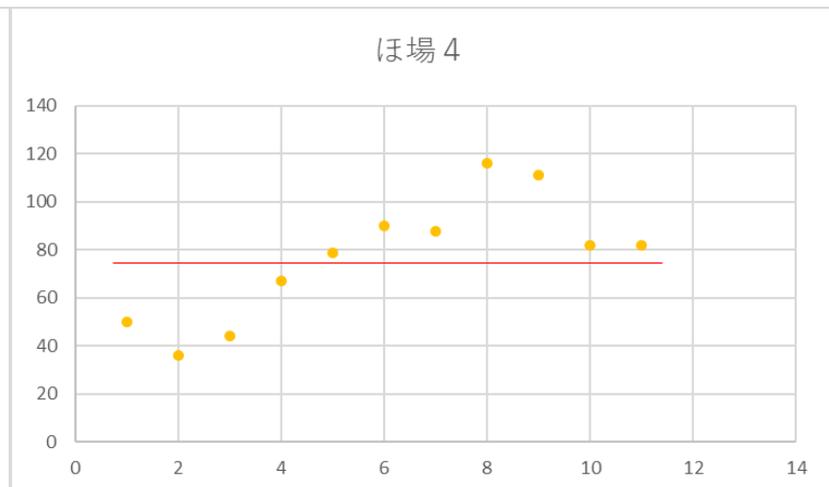
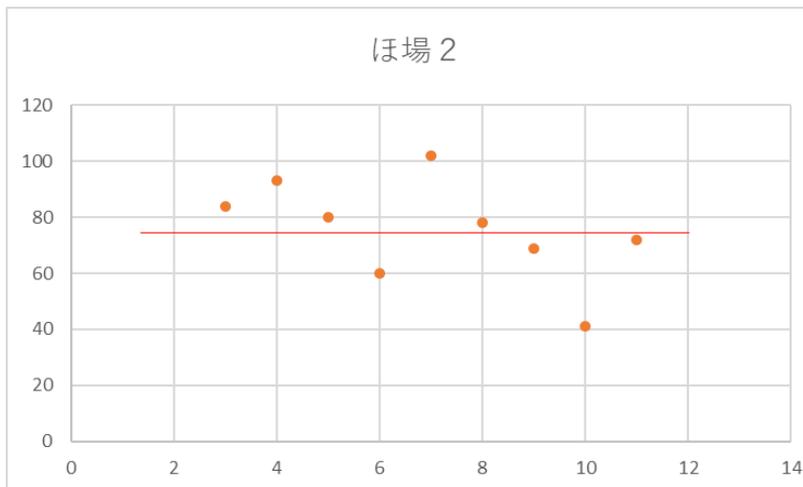
(mm/日)

測定No.	日付	ほ場 2	ほ場 3	ほ場 4	ほ場 5	ほ場 6	ほ場 7	備考
1	6月8日		108	50	82	52	43	除草剤止水
2	6月9日		31	36	22	27	19	〃
3	7月9日	84	66	44	49	47	39	
4	7月12日	93	88	67	100	78	48	
5	7月16日	80		79	87	53	39	中干
6	8月1日	60	69	90	58		68	
7	8月9日	102	77	88	49	44	30	
8	8月11日	78	85	116	68	65	42	
9	8月13日	69	88	111	69	64	51	
10	8月15日	41	85	82	55	39	45	
11	8月20日	72	55	82	60	55	41	
12	8月26日				45	62	37	
最大値		102	108	116	100	78	68	
最小値		41	31	36	22	27	19	
平均値		75	75	77	62	53	42	

1 自動給水栓の実証試験

④ 減水深の試算 (2/2)

(横軸：測定No 縦軸：減水深mm/日)



1 自動給水栓の実証試験

(7) 考察 (1/2)

- ・ 実証ほ場において、年間を通して適切に水管理ができていますが、見回り時間が対照ほ場と比較して3割短縮となっており、**省力効果が発揮できている。**
- ・ 水位計データによる自動給水栓の自動開閉は問題なく稼働しており、中山間地域における「田越灌漑システム」は有効であることが確認できた。
- ・ ただし、今回は初めての試みでもあり、機械に対する不安や操作の不慣れなどにより、水田の見回り時間に影響があったと考えられる。
- ・ 今回、機械操作等にも習熟したことから、極力機械に任せて、見回り時間を少なくできるよう検証する。

1 自動給水栓の実証試験

(7) 考察 (2/2)

- ・ 水位計データに、しばしばエラーが発生しており、稲や雑草の生長、風による水面の波立ちなどが原因かと推測される。
- ・ 水位計の設置について、雑草の影響が少ない位置の選定や、雑草の影響を受けないようにカバーをつけるなど、現地状況を確認しながら行う必要がある。

2 自動草刈機の実証試験

(ア) ラジコン草刈機

(1) 目的

- ・ 中山間地域の水田の法面等における、ラジコン草刈機の安定走行と省力効果、安全性を検証する。

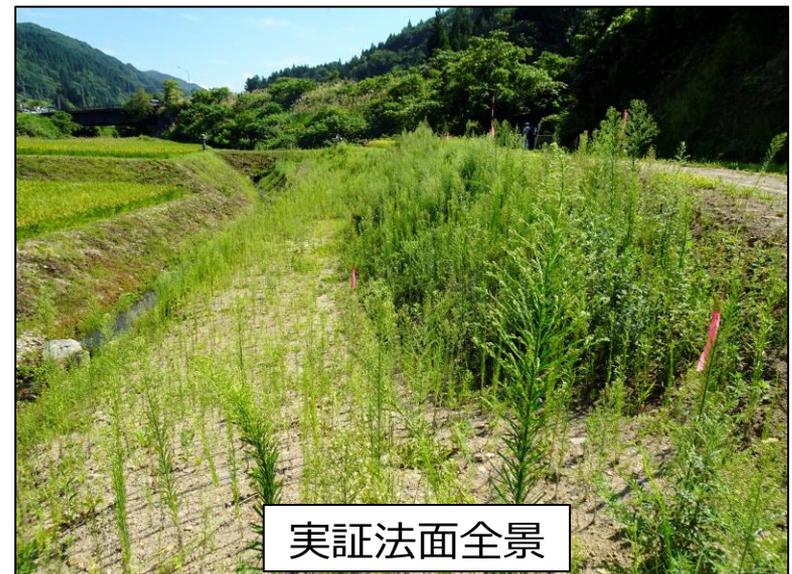
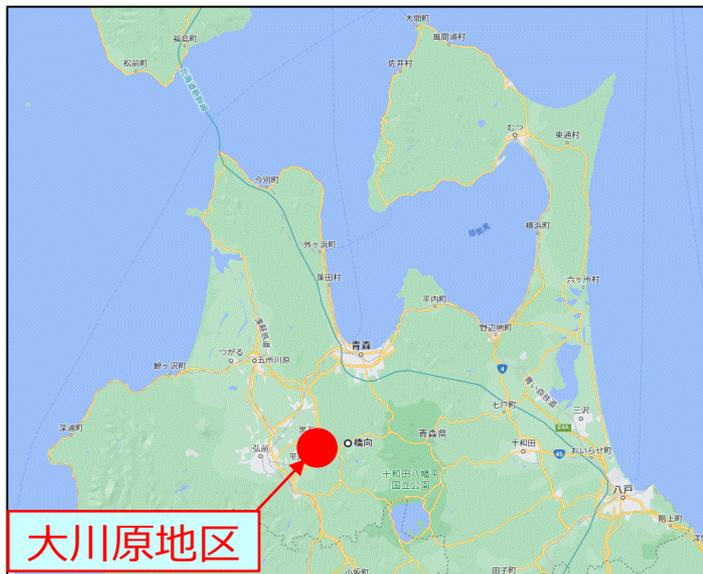
(2) 方法

- ・ 黒石市内の水田の法面において、ラジコン草刈機による草刈り作業を行い、刈払機での作業時間等と比較する。

2 自動草刈機の実証試験

(3) 実証法面（黒石市大川原地区）

- ・急傾斜な水田法面であり、通常は刈払機により1人で1回につき40分程度かけて草刈りを行っている。
- ・傾斜がきついため危険であり、雑草が繁茂する時期には大変な時間と労力を要している。



実証法面全景

2 自動草刈機の実証試験

(4) 使用機械

- ・ ヤンマーアグリ(株)「ラジコン草刈機」
- ・ 使用燃料：潤滑油混合ガソリン
- ・ 対応傾斜：～45度（左右）、～30度（前後）
- ・ 重量：155kg

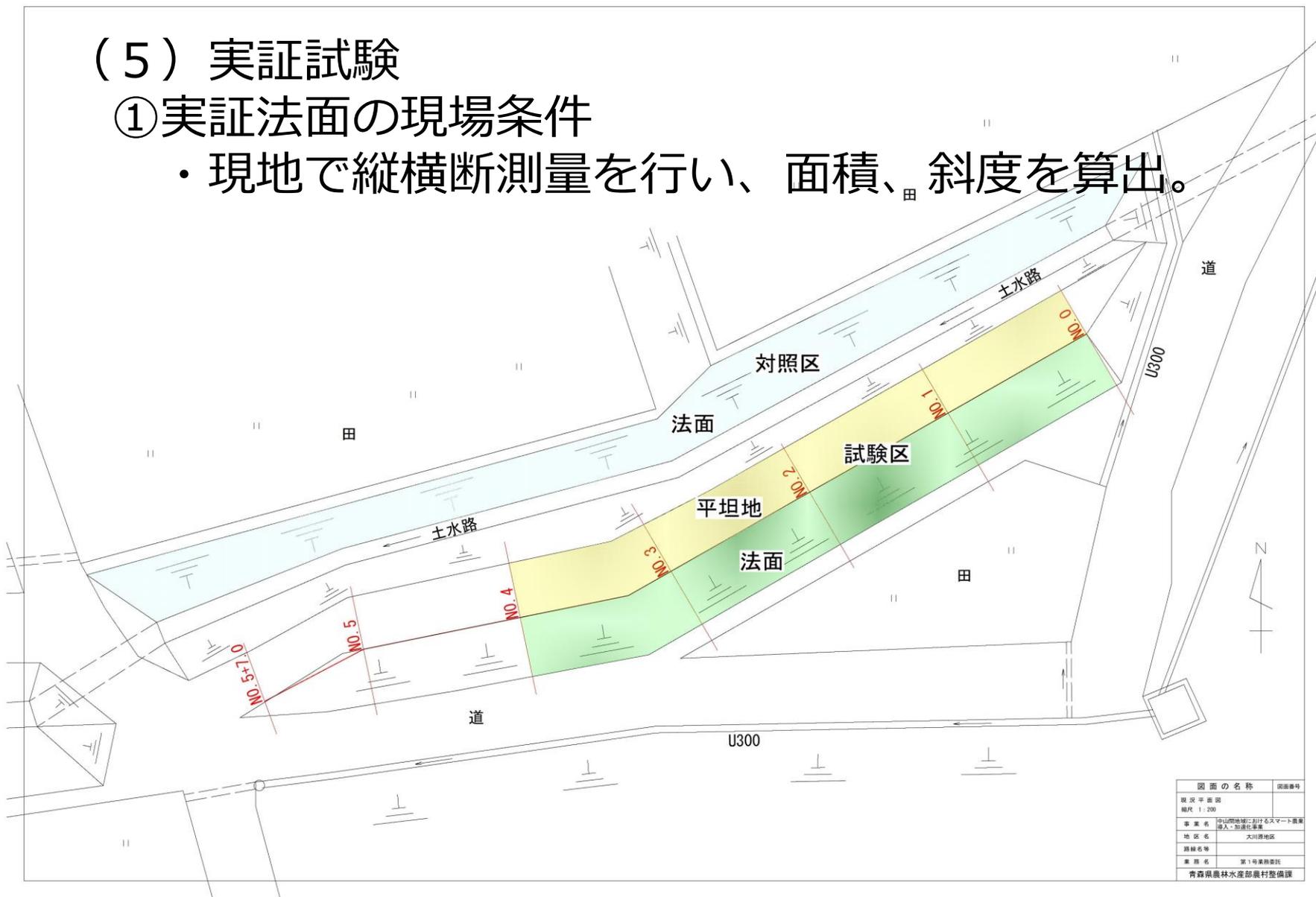


2 自動草刈機の実証試験

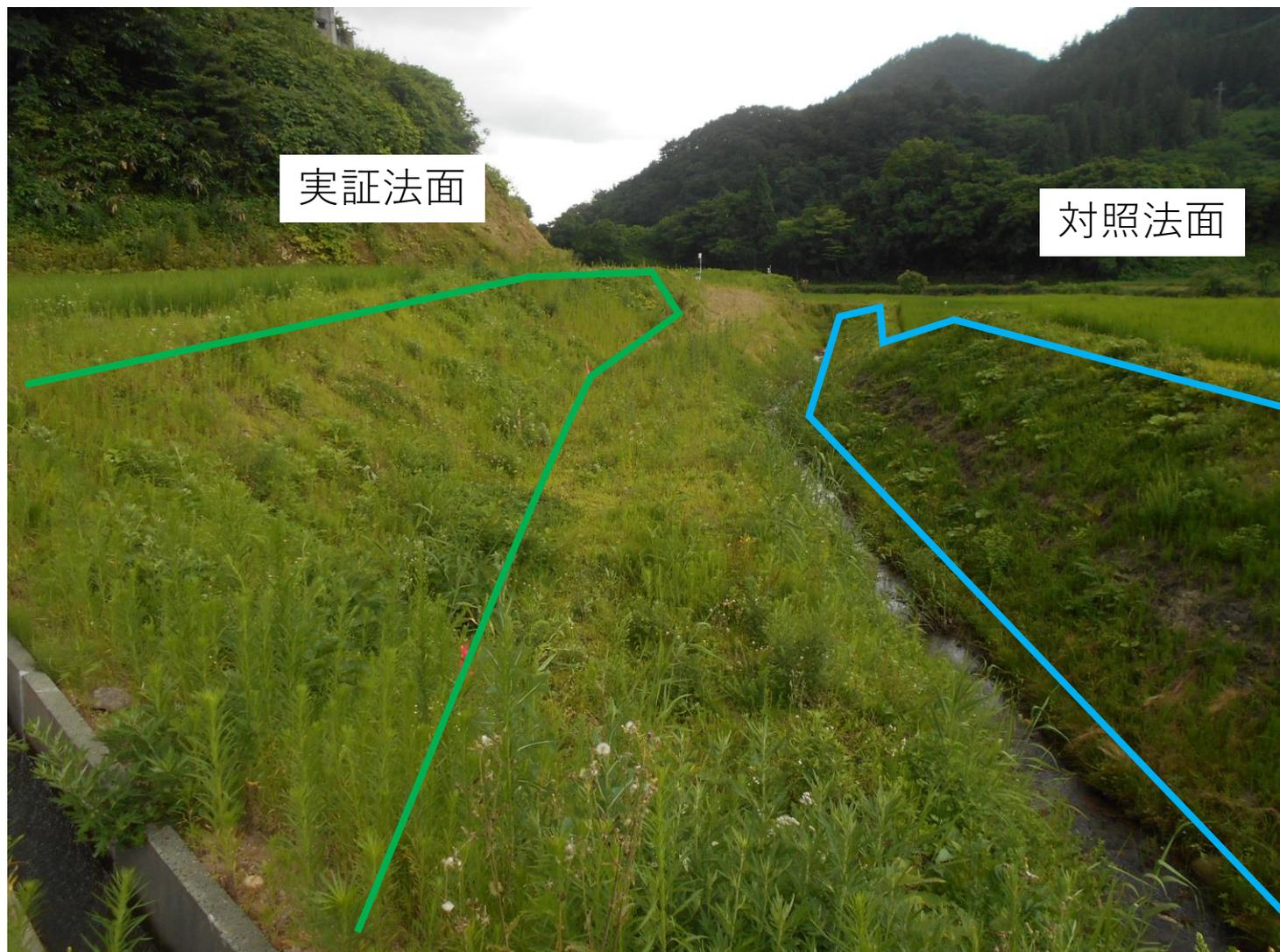
(5) 実証試験

① 実証法面の現場条件

- ・ 現地で縦横断測量を行い、面積、斜度を算出。

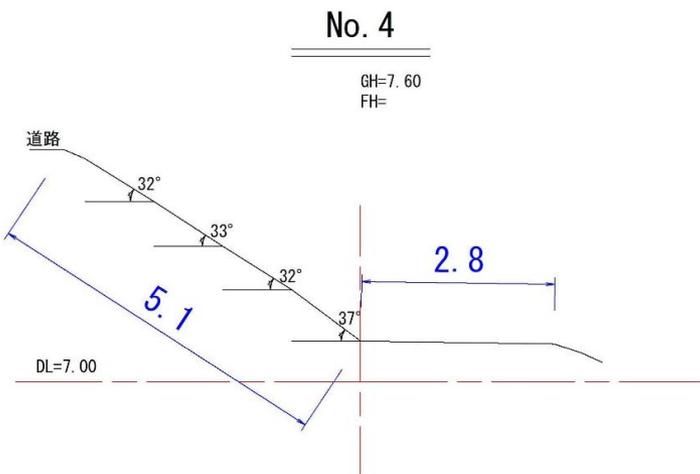
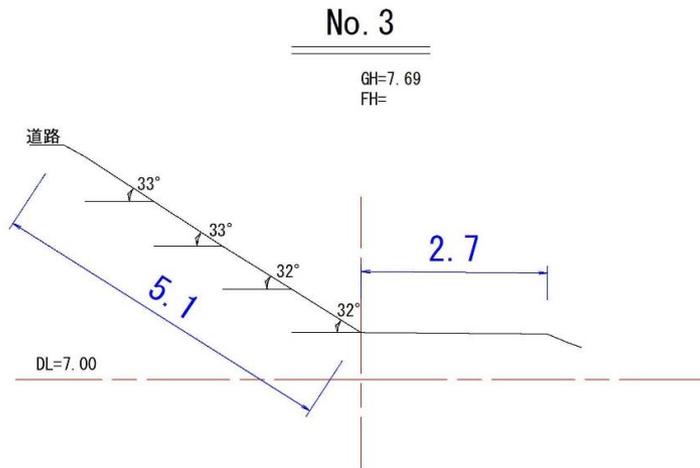


2 自動草刈機の実証試験



- 実証法面は、前回の草刈りから1か月程度経過。草丈は長いもので30cm以上のものもあり雑草が繁茂している状態。
- 対照法面は、草刈りから1週間程度経過。草丈は長いものでも10cm程度であり、比較的きれいな状態。

2 自動草刈機の実証試験



法面

測点	距離	法長	平均	面積	備考
No.0	0.0	2.9			
No.1	10.0	3.7	3.30	33.0	
No.2	10.0	4.2	3.95	39.5	
No.3	10.0	5.1	4.65	46.5	
No.4	10.0	5.1	5.10	51.0	
No.5	10.0	4.4			
No.5+7.0	7.0	0.9			
合計	57.0			170.0	

水平面

測点	距離	道幅	平均	面積	備考
No.0	0.0	2.4			
No.1	10.0	3.1	2.75	27.5	
No.2	10.0	2.9	3.00	30.0	
No.3	10.0	2.7	2.80	28.0	
No.4	10.0	2.8	2.75	27.5	
No.5	10.0	2.4			
No.5+7.0	7.0	2.6			
合計	57.0			113.0	

2 自動草刈機の実証試験

	対照区	試験区
面積 (m ²)	217	170
斜度 (度)	39	31~39 (平均34)
機械種別	肩掛刈払機	ラジコン 草刈機

2 自動草刈機の実証試験

②実証試験の方法

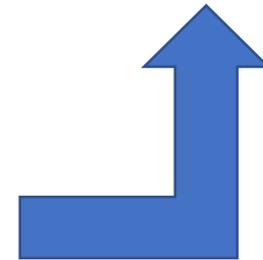
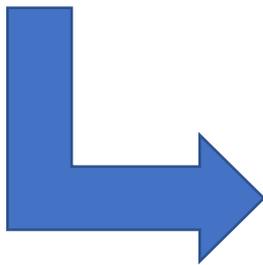
- ・日時：令和5年8月31日 午前
- ・天気：晴れ
- ・試験区の法面を刈り終わる時間を計測。
(参考までに平坦部も計測)
- ・オペレータの「始め」、「終わり」の合図による。
- ・一回走行とし、かつ刈り残しがないよう刈る。
二回、三回走行はしない。
- ・ラジコン草刈機の操作者は法面の上または下の平らな場所で操作する。
- ・比較対象は、協力者が通常使用している肩掛式刈払機とした。

2 自動草刈機の実証試験

試験前



試験後



2 自動草刈機の実証試験

(6) 結果

現場	黒石市大川原			備考
	対照区(法面)	試験区(法面)	試験区(平坦)	
面積(m ²)	217	170	113	
斜度(°)	39	31-39 (平均34)	—	
機械種別	対照機械/ 肩掛式刈払機	試験機械/ ラジコン草刈機		
機種名	ハスクバー ナ・ゼノア(株) BCZ275GW	ヤンマーアグリ(株) YW500RC		
稼働・ 所要時間	30-40分/回 (聞取り)	16分/回	7分/回	R5/8/31
(1,000m ² 当り)	161分	94分	62分	
時間短縮	—	あり		4割短縮
労力	機械操縦	コントローラ 操作のみ		
不快感(振動)	あり	なし		
〃(騒音)	大きい	小さい		遠隔操作
疲労感	あり	なし		
けが危険性	多い	少ない		

2 自動草刈機の実証試験

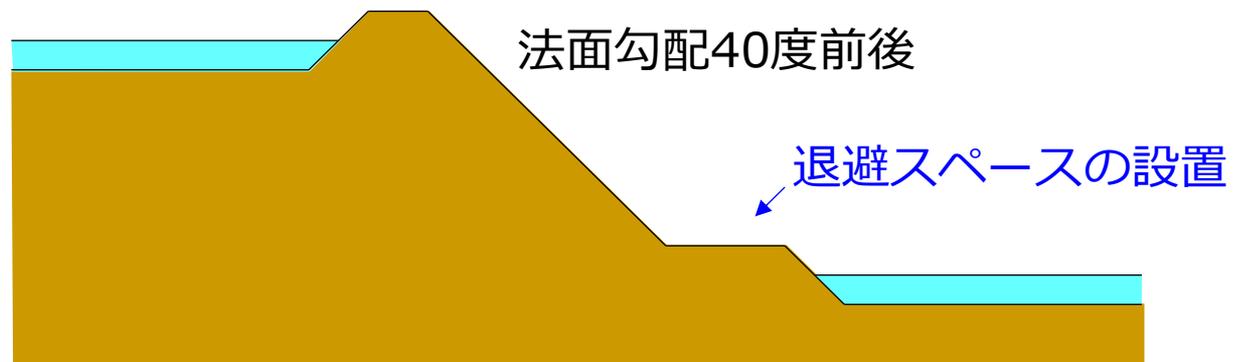
(7) 考察 (1/3)

- ・ 対照法面において従来の刈払い機で行う草刈り作業は1人で40分であるが、ラジコン草刈機は1人で16分と、4割程度の時間短縮となった。
- ・ また、刈払い機は人が法面に立ちながら作業を行う必要があるが、ラジコン草刈機は法面上下の平らな場所で操作することができるため安全である。
- ・ このように、草刈り作業の時間短縮と安全性の向上が図られるため、**省力効果は高い**。

2 自動草刈機の実証試験

(7) 考察 (2/3)

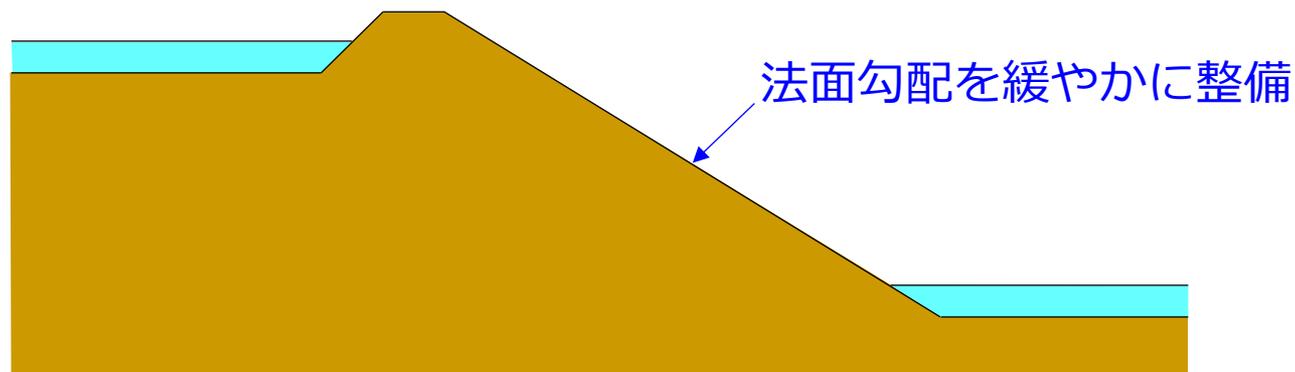
- ・ 法面勾配について、カタログスペックで最大に近い40度前後では、草刈り作業は可能であったものの、法面を滑落する可能性が高く、水路や水田間の法面のように法尻部に水がある状況では危険性があるため、法尻部に待避スペースとなる平場が必要。



2 自動草刈機の実証試験

(7) 考察 (3/3)

- ・ 今後、中山間地域の水田整備を行う場合、法尻部に退避スペースを設ける方法のほか、法面勾配を緩やかに整備することも検討するため、ラジコン草刈機が滑落せずに安定して作業を行うことの可能な勾配を検証する必要がある。



2 自動草刈機の実証試験

(イ) ロボット草刈機

(1) 目的

- ・ 中山間地域の樹園地におけるロボット草刈機の安定走行と省力効果を検証する。
- ・ 特に、電源の確保できない場所におけるロボット草刈機の実用性について検証する。

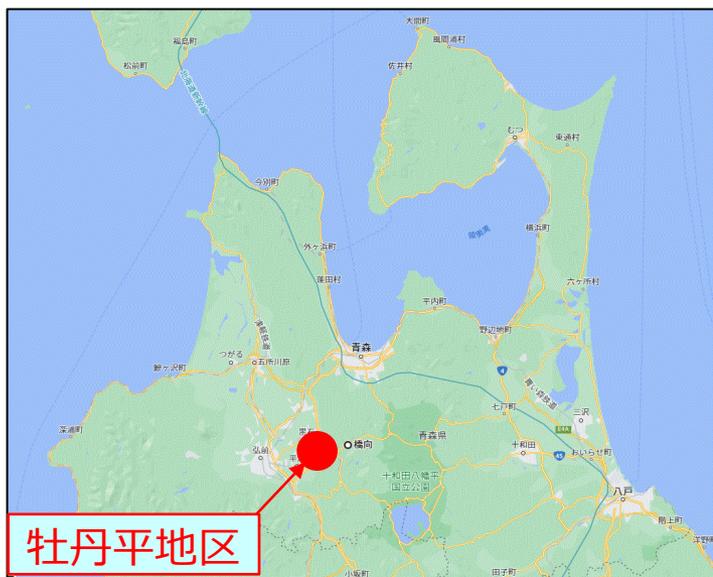
(2) 方法

- ・ 黒石市内の樹園地（桃園）にロボット草刈機を9日間設置し、通常の草刈り（乗用）と作業時間等を比較する。
- ・ 電源が確保できない場所であり、太陽光パネルを設置し、充電ステーションと接続。

2 自動草刈機の実証試験

(3) 実証ほ場（黒石市牡丹平地区）

- ・ 山間部にある桃園であり、通常は1人で乗用草刈機により草刈り作業を行っている。
- ・ 草丈は5cm程度になるよう草刈りしているが、桃園全体の草刈りを終えるのに1回45分から60分程度を要している。



2 自動草刈機の実証試験

- ・草刈りは、6月から9月にかけて2週間に1回程度の頻度で行っているが、特に7月のように暑い時期は雑草の繁茂が非常に早く、1週間に1回草刈りをする必要がある月もある。
- ・果樹の周囲は狭く凹凸もあり、乗用草刈機では困難なため、月に数回刈払い機により草刈り作業を行っている。

2 自動草刈機の実証試験

(4) 使用機械

- ・ 和同産業(株)「ロボモア」
- ・ バッテリーから草刈機本体に充電
(バッテリーには、今回は太陽光パネルから充電)
- ・ 最大登坂能力：20度
- ・ 重量：16kg



ロボット草刈機と太陽光パネル



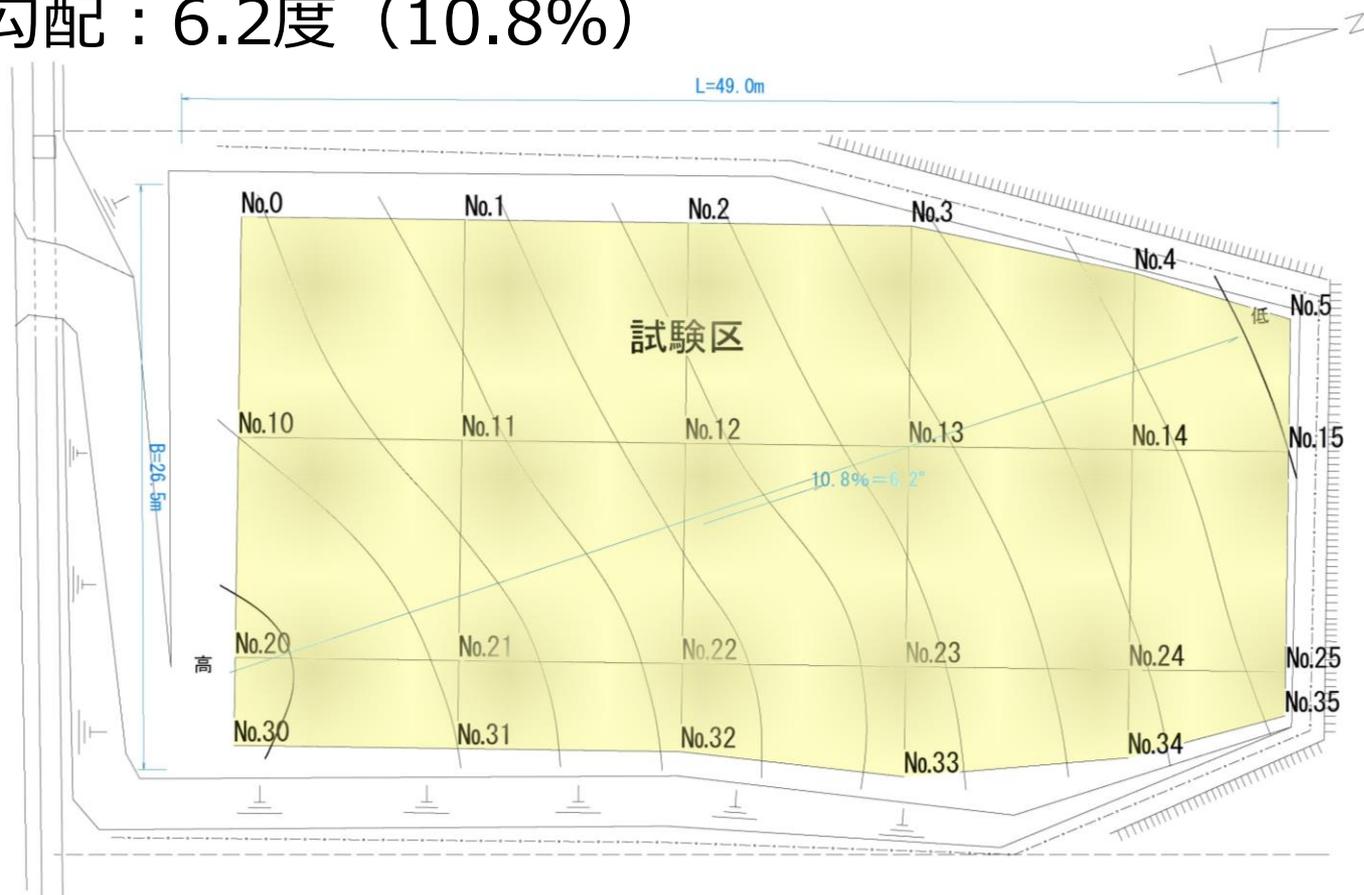
埋設ケーブル

2 自動草刈機の実証試験

(5) 実証試験

① 実証ほ場の現場条件

- ・ 面積：1,100m²
- ・ 勾配：6.2度（10.8%）



2 自動草刈機の実証試験

② 実証試験の方法

- ・ 試験期間は令和5年10月4日～13日（10日間）。
- ・ 10月は、桃園の収穫が終了し最後の草刈りを行う時期であること、日照時間が短く太陽光パネルによる充電には不利な条件であることから決定した。
- ・ ロボット草刈機は、充電条件が良ければ24時間稼働するが、メーカーでは10月の日照時間では実証ほ場全体の草刈りを終えるのに10日程度掛かると想定。
- ・ 草丈を①試験前、②試験6日目（10/10）、③試験終了（10/13）、④試験終了10日目（10/23）の計4回、定点観測する。
- ・ 比較対象は、通常使用している乗用草刈機とする。

2 自動草刈機の実証試験

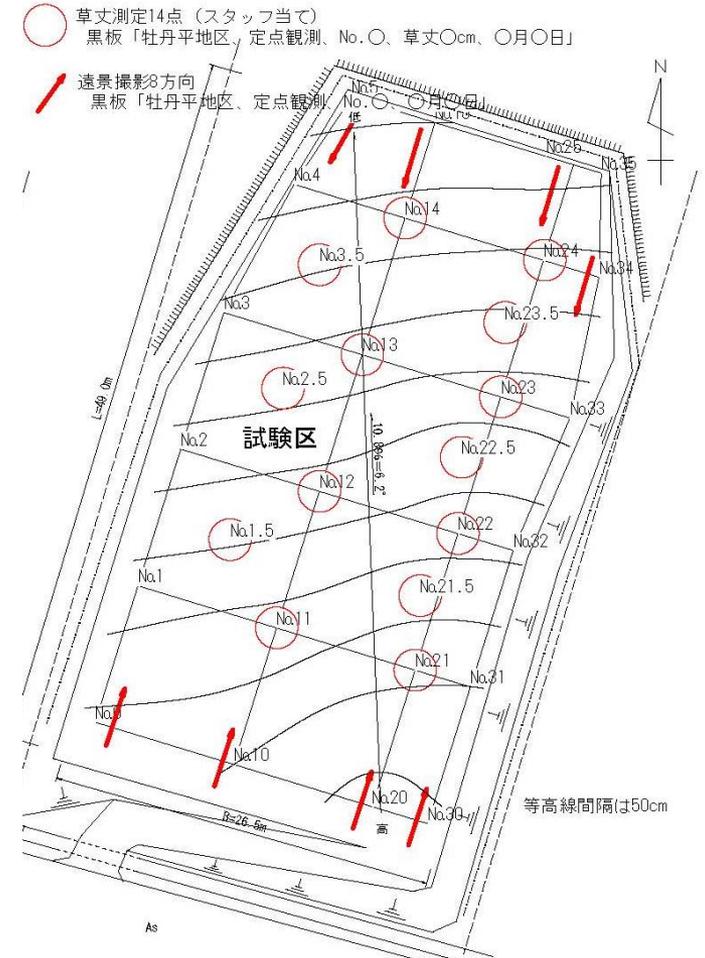
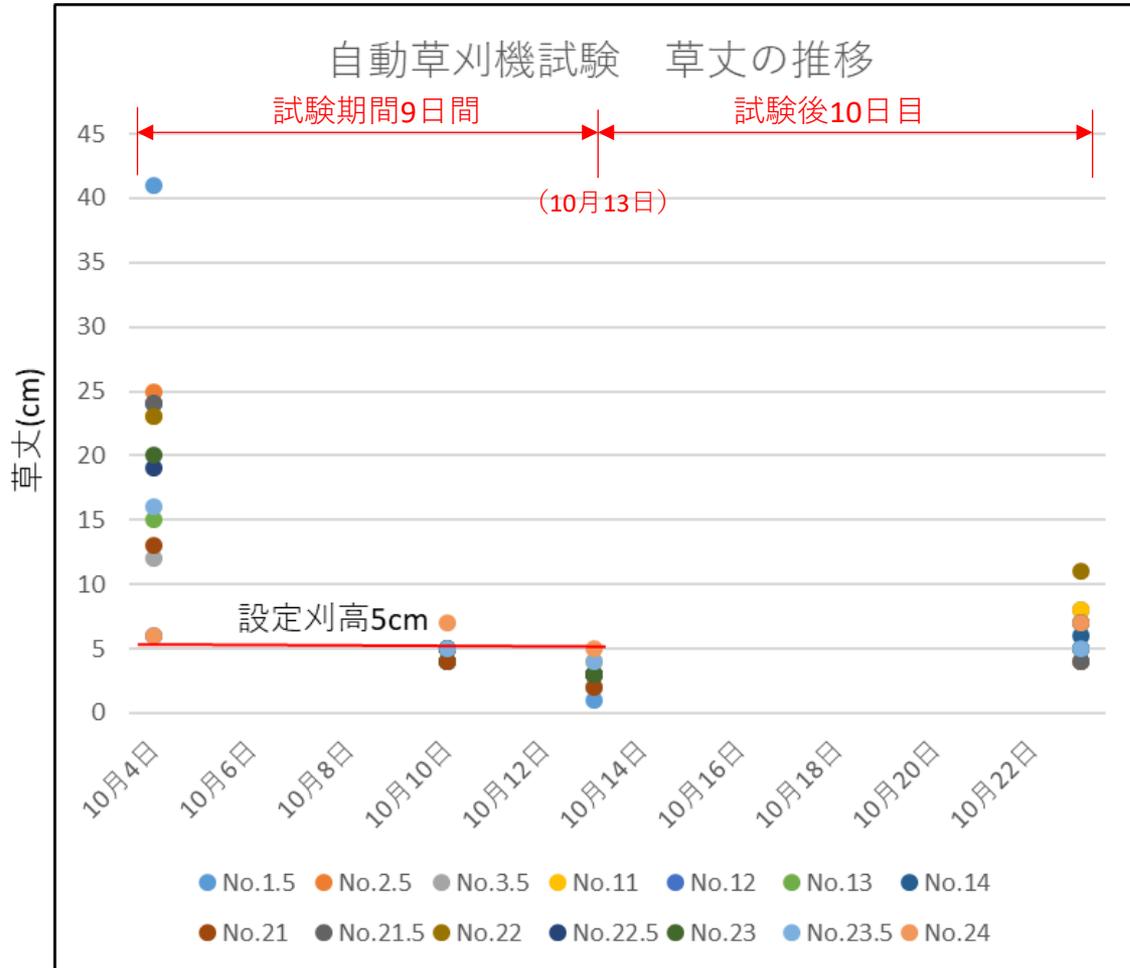
日照時間（黒石観測所）と稼働時間

黒石	天気	日照時間(h)	稼働時間(分)
10月4日	晴れ	9.2	240
10月5日	雨	1.6	180
10月6日	雨	0.4	105
10月7日	曇り	8.3	522
10月8日	晴れ	9.8	427
10月9日	晴れ	7.8	395
10月10日	雨	0	68
10月11日	晴れ	10.3	114
10月12日	晴れ	9.9	468
10月13日	晴れ	10.5	185
合計		67.8	2,705(45h)

- ・バッテリーはフル充電の状態からスタート

2 自動草刈機の実証試験

草丈の推移



2 自動草刈機の実証試験

草丈の推移

- ・ 試験6日目（10/10）でほぼ設定刈高5cmまで刈れていたが、試験終了の10日目（10/13）には設定刈高より短くなっていた。
- ・ 設定刈高は刈刃の高さで調整するが、地面の凹凸によりタイヤが沈み、その場所を何度も往復することで設定より短く刈ってしまう。
- ・ 草を短くし過ぎないように、設定刈高を高めにするなど、微調整が必要。

2 自動草刈機の実証試験



2 自動草刈機の実証試験



2 自動草刈機の実証試験



2 自動草刈機の実証試験

(6) 結果

現場	黒石市牡丹平		備考
面積(m ²)	1,100		
斜度(°)	6.2 (10.8%)		
機械種別	対照機械/ 乗用草刈機	試験機械/ ロボット草刈機	
機種名	(株)築水キャニコム CM2403HCS	和同産業(株) MR-301H	
稼働時間	—	45hr/9日	R5/10/4-13
所要時間	45-60分/回 (間取り)	3-4日/回 (525-1,047分)	(5-6回/年)
(1,000m ² 当り)	48分	786分=13時間	
時間短縮	—	なし	16倍増
労力	機械操縦	巡回点検10分/日	
不快感(振動・騒音)	あり	なし	
疲労感	あり	なし	
けが危険性	あり	なし	

2 自動草刈機の実証試験

(7) 考察 (1/2)

- ・ 実証ほ場全体の草刈りに要した時間は、従来の乗用草刈機が60分であるのに対し、ロボット草刈機は4日であった。
- ・ ただし、ロボット草刈機は、実質的に人が行う草刈り作業時間はゼロであり、機械の状況を確認するための点検時間（今回は1日平均10分）を考慮しても4日で40分程度である。
- ・ 乗用草刈機による草刈り作業が2週間に1回程度必要なことに対し、ロボット草刈機は点検作業のみで設定刈高をキープできることから、ロボット草刈機による省力効果は高い。

2 自動草刈機の実証試験

(7) 考察 (2/2)

- ・ 樹園地は、中山間地域に特有の電源確保が困難な場所であったが、太陽光パネルによる充電でも、想定以上に草刈り作業を行うことができた。
- ・ しかし、園地に落ちていたビニルひもが刈刃に絡まり機械が停止したり、枝を支えるための支柱を倒して破損したこともあり、障害物やゴミ等がない環境をつくることが必要であることが分かった。
- ・ 今回は、比較的勾配も緩やかで地面も平坦な樹園地であったが、中山間地域には、より条件の厳しい場所もあることから、勾配等の条件が厳しい樹園地における稼働性についても検証する必要がある。