

令和3年度 除草自動化検討ワーキング（第2回）

～ SMART-Grass ～

日時 令和4年2月28日(月) 10:30～
場所 札幌第1合同庁舎 10階1号会議室

次 第（案）

議 事

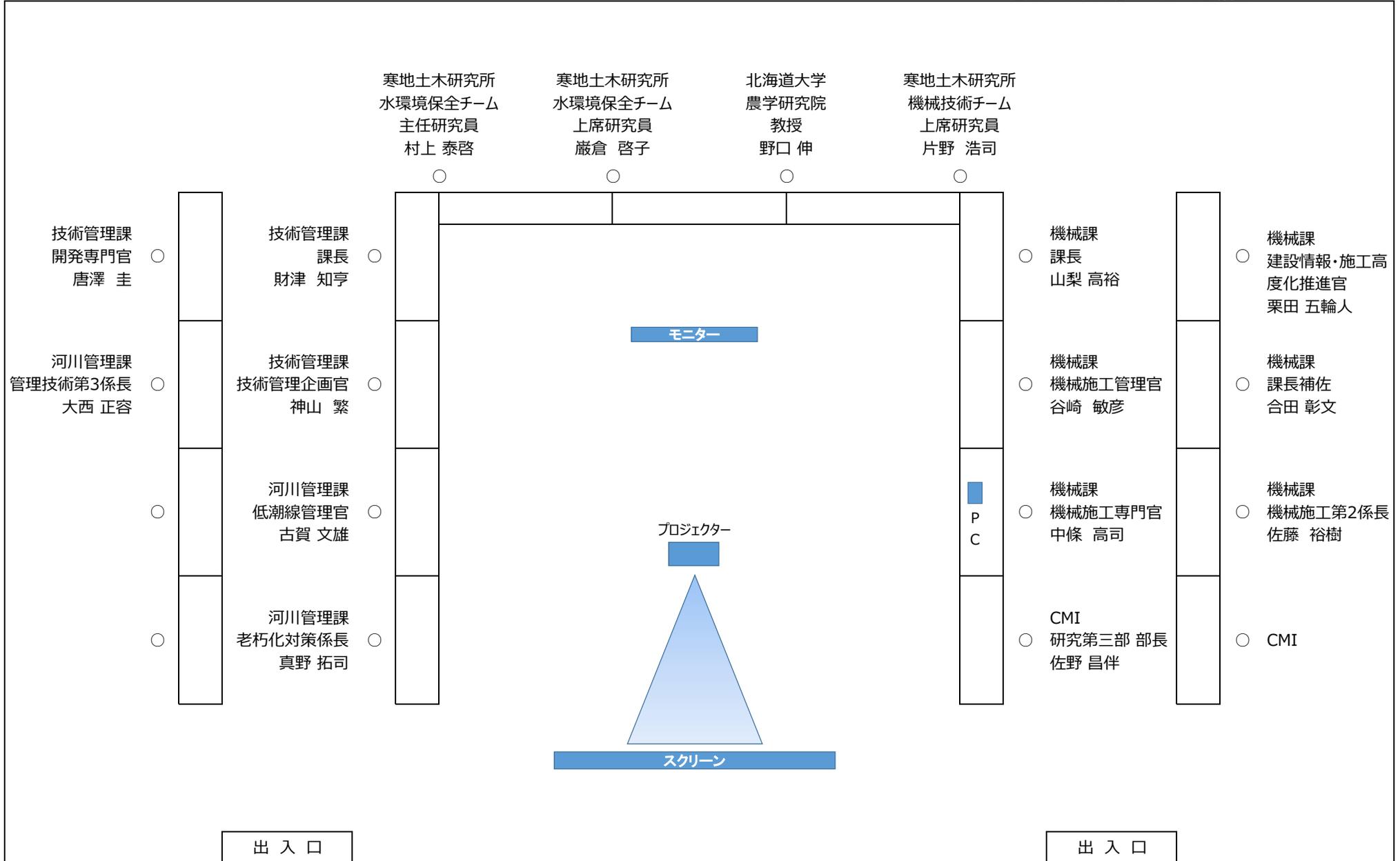
- 1) 除草機械自動化システム搭載について
- 2) 除草機械自動化システム確認試験報告
- 3) その他
 - ・寒地土木研究所寒地機械技術チームからの連絡事項
 - ・今後の予定

令和3年度 除草自動化検討ワーキング(第2回) 出席者名簿

	所属	氏名	役職	
アドバイザー	北海道大学農学研究院	野口 伸	教授	
	国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所 寒地技術推進室 寒地機械技術チーム	片野 浩司	上席研究員	
	国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所 寒地水圏研究グループ 水環境保全チーム	巖倉 啓子	上席研究員	
構成員	北海道開発局 事業振興部 技術管理課	財津 知亨	課長	
		神山 繁	技術管理企画官	
		唐澤 圭	開発専門官	
	北海道開発局 事業振興部 機械課	山梨 高裕	課長	
		谷崎 敏彦	機械施工管理官	
		栗田 五輪人	建設情報・施工高度化推進官	
		合田 彰文	課長補佐	
		中條 高司	機械施工専門官	
		佐藤 裕樹	機械施工第2係長	
	北海道開発局 建設部 河川管理課	古賀 文雄	低潮線保全官	
		大西 正容	管理技術第3係長	
		真野 拓司	老朽化対策係長	
		一社 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 研究第三部	佐野 昌伴	部長
		国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所 寒地水圏研究グループ 水環境保全チーム	村上 泰啓	主任研究員

令和3年度 除草自動化検討ワーキング（第2回） 座席表

令和4年2月28日 (月)
札幌第1合同庁舎 10階1号会議室





令和3年度 除草自動化検討ワーキング（第2回） ～ SMART-Grass～

令和4年2月28日（月）10:30～
札幌第1合同庁舎 10階1号会議室

※SMART-Grass とは...

～Self-Moving And Remote-sensing Technique for Grass-cutting～

除草自動化検討ワーキングのキャッチフレーズです。



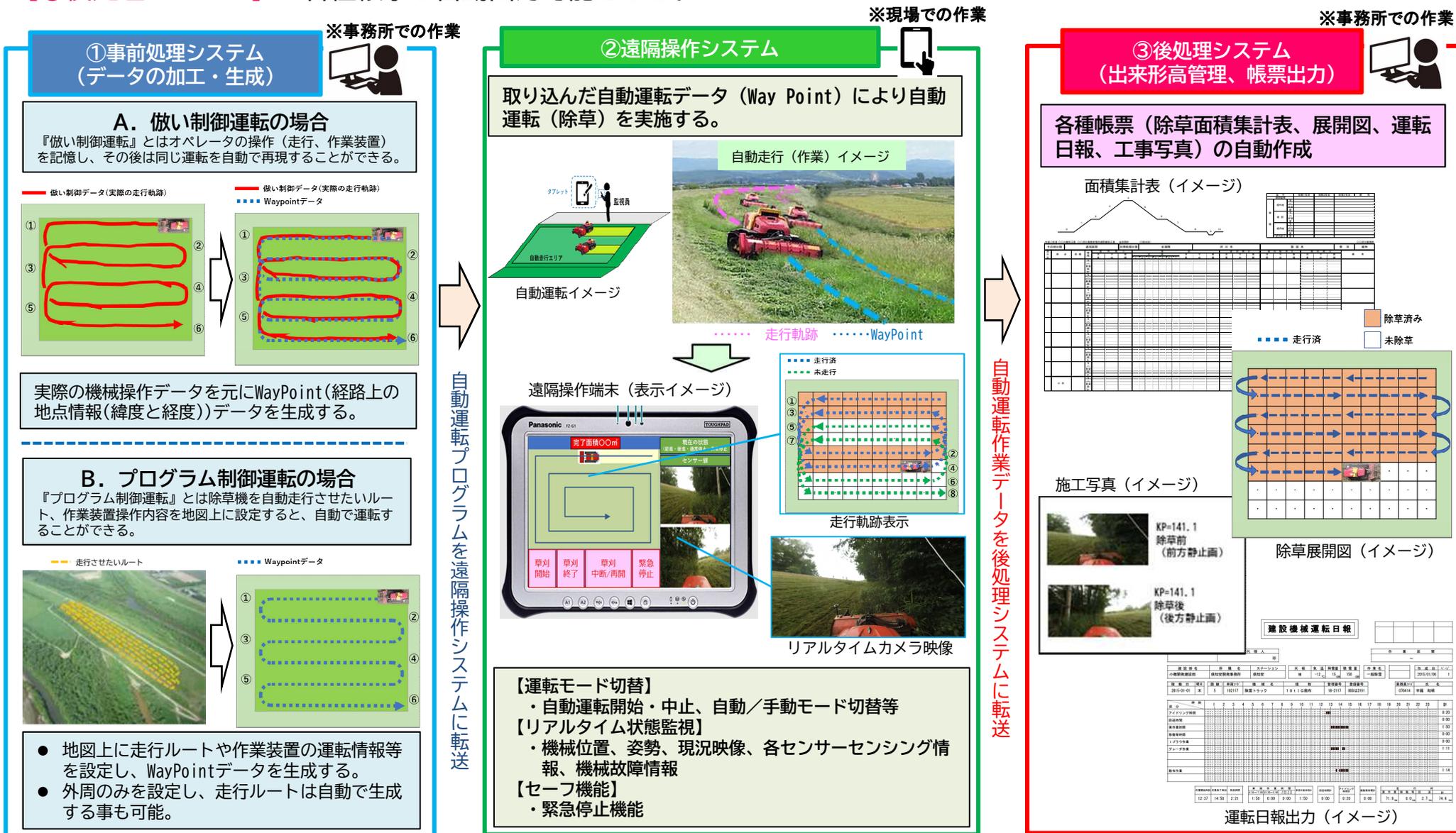
1) 除草機械自動化システム搭載について

- ① システム概要
- ② システム構成 (R3現在)
- ③ システム搭載状況
- ④ システム機器 仕様書

事業振興部 機械課

1) 除草機械自動化システムについて【①システム概要】

自動化システムは事務所の【①事前処理システム】で生成した自動運転プログラムを現場の【②遠隔操作システム】に転送し自動で除草を行うものである。除草作業完了後は【②遠隔操作システム】に記録された作業データを事務所の【③後処理システム】で各種帳票が自動出力可能となる。



1) 除草機械自動化システムについて【②システム構成 (R3現在)】

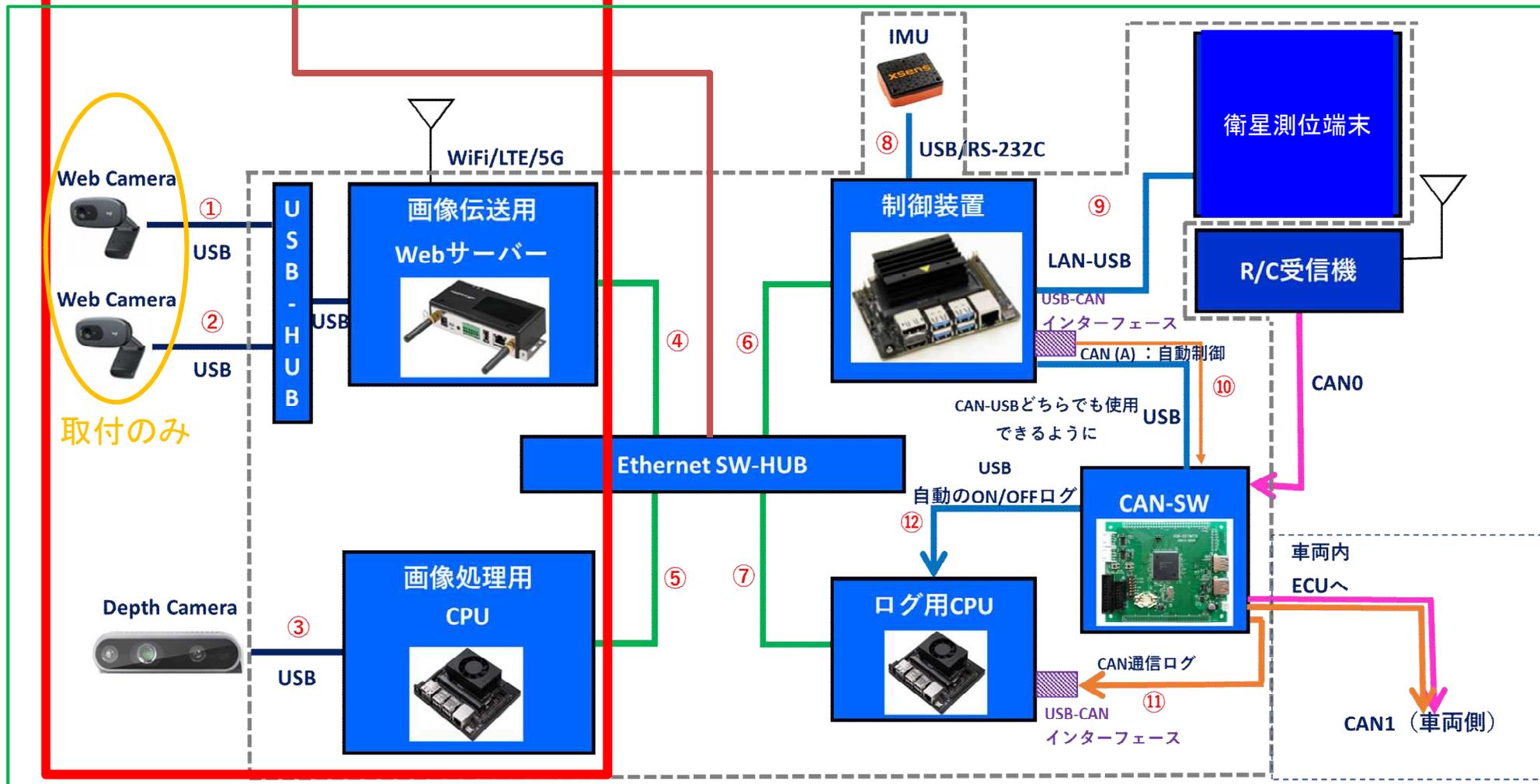
今年度は未施工

寒地土木研究所との連携

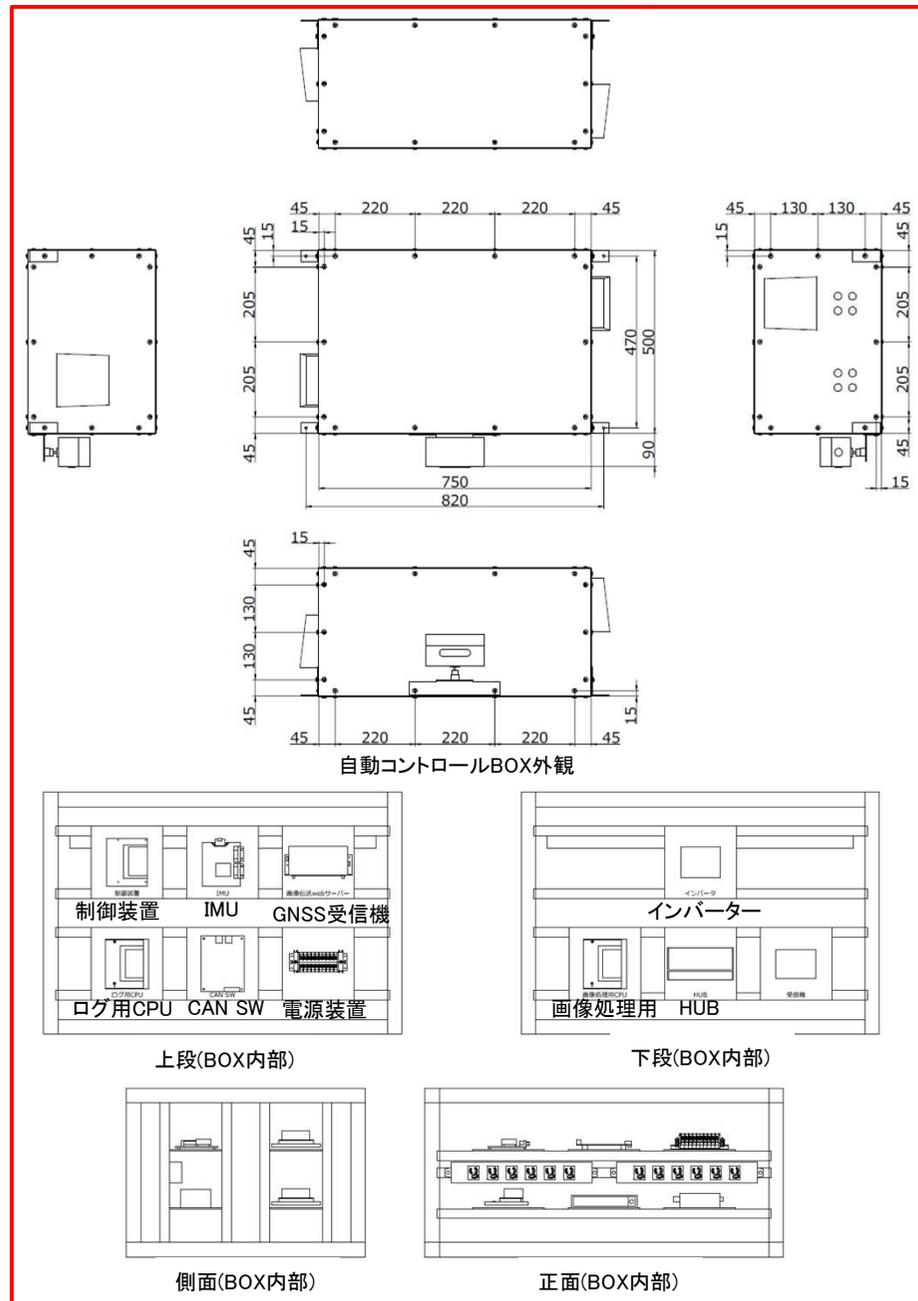
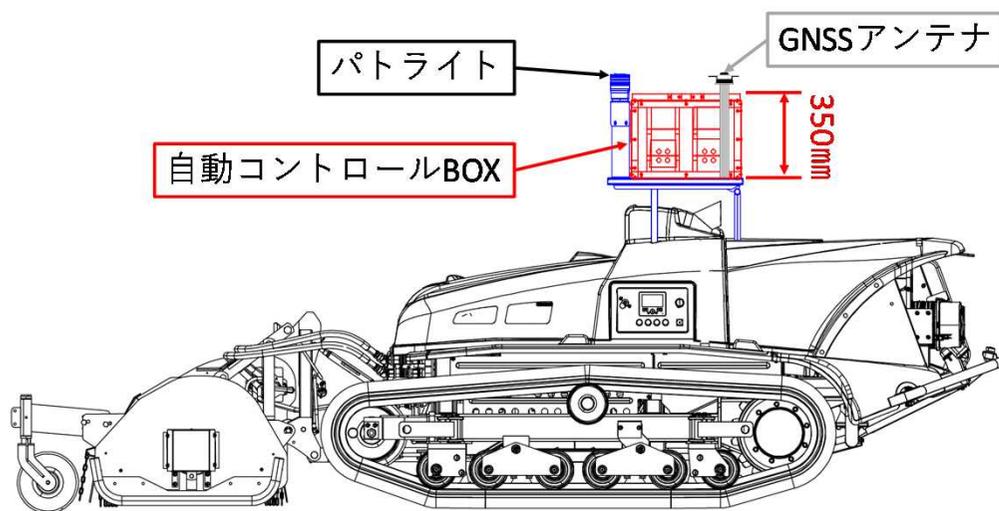
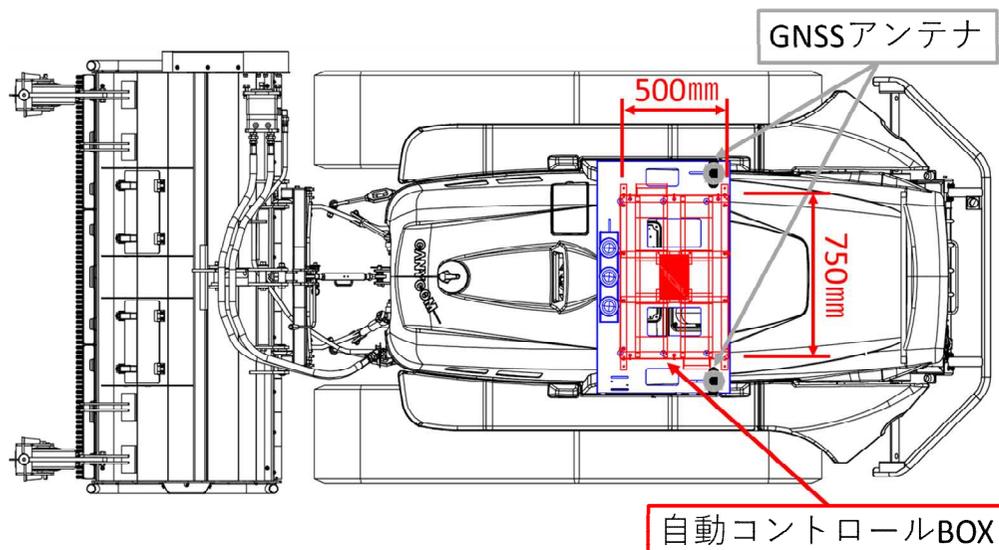
周辺探知
障害物検知
各種センサー



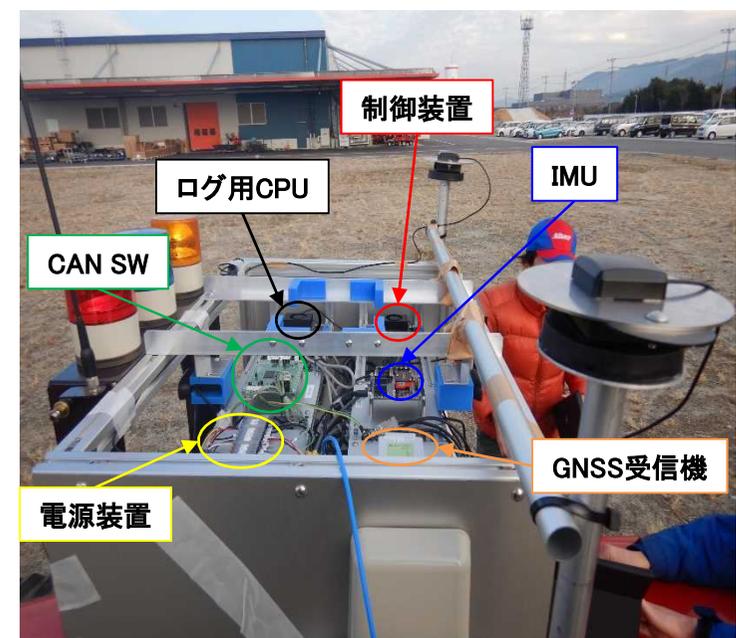
直接通信



1) 除草機械自動化システムについて【③システム搭載状況】



1) 除草機械自動化システムについて【④システム搭載状況】



別添資料

2) 除草機械自動化システム確認試験報告

- ①実施概要
- ②試験結果
- ③まとめ
- ④次年度実施項目

事業振興部 機械課

2) 除草機械自動化システム確認試験報告【①実施概要（試験地・工程等）】

大型遠隔操縦式草刈機の基礎データ収集及び、令和4年度の実証実験における検証項目（実施方法・計測内容等含む）検討の目的で、今年度は実機に自動化技術（自動走行、出来高自動計測）を搭載し、確認試験を行った。

【機器搭載・確認試験の概要】

- ・場所 福岡県久留米市うきは工業団地（（株）筑水キャニコム工場）
- ・時期 機器搭載）R3. 10. 14～R4. 2. 14（輸送期間含む）
確認試験）R4. 01. 20～21
- ・内容 ①精度検証：指定走行ルートと実際の走行ルートの比較
②比較検証：従来のラジコン操縦と自動操縦（自動走行）の比較
③出来高計測（面積）の検証（従来施工との比較検証（精度や時間））
④その他：その他必要な項目一式



図 2.2 操作方法

作業内容	実施日	12月20日	12月21日	12月22日	12月23日	12月24日	～1月10日	1月11日	1月12日	1月13日	1月14日	～1月18日	1月19日	1月20日	1月21日	備 考	
	曜日	月曜日	火曜日	水曜日	木曜日	金曜日	-	火曜日	水曜日	木曜日	金曜日	-	水曜日	木曜日	金曜日		
	日数	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	-	6日目	7日目	8日目	9日目	-	10日目	11日目	12日目		
		AM PM	AM PM	AM PM	AM PM	AM PM	AM PM	AM PM	AM PM	AM PM							
準備・事前確認		■	■	■	■	■		■	■	■	■						
直進性、旋回の精度検証														■	■	■	【① 精度検証：指定走行ルートと実際の走行ルートの比較】 【② 比較検証：従来のラジコン操縦と自動操縦（自動走行）の比較】
作業速度の変による検証														■	■	■	【① 精度検証：指定走行ルートと実際の走行ルートの比較】
出来高計測の検証														■	■	■	【③ 出来高計測（面積）の検証（従来施工との比較検証）】
自動化の精度・安定性および出来高計測の高度化・安定性の検証														■	■	■	【① 精度検証：指定走行ルートと実際の走行ルートの比較】
安全性の検証											■	■					【④ その他：その他必要な項目一式】
自動化した遠隔操縦草刈機の運用の検証															■		【④ その他：その他必要な項目一式】
片付け (自動コントロールBOXの取外し等)															■		

2) 除草機械自動化システム確認試験報告【①実施概要（実施場所等）】

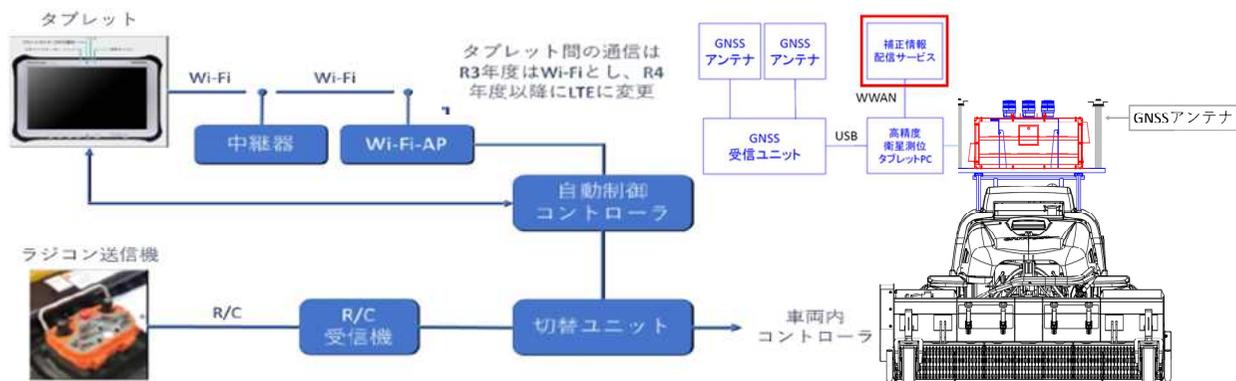


図1 コントロールシステム構成

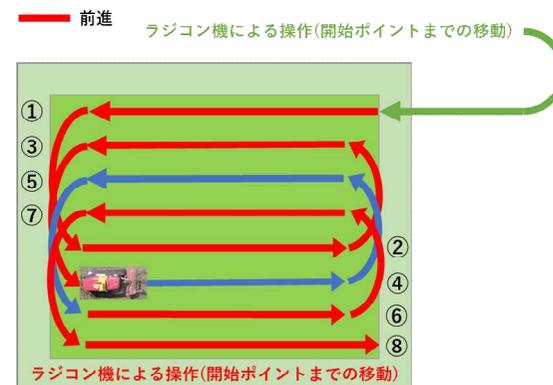
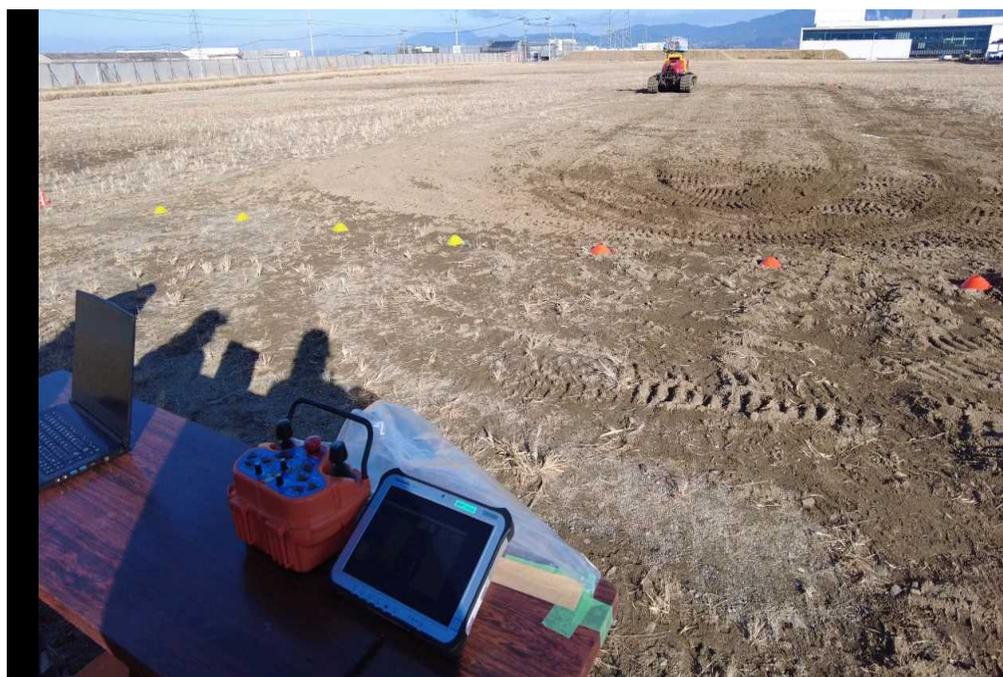


図2 走行パターン



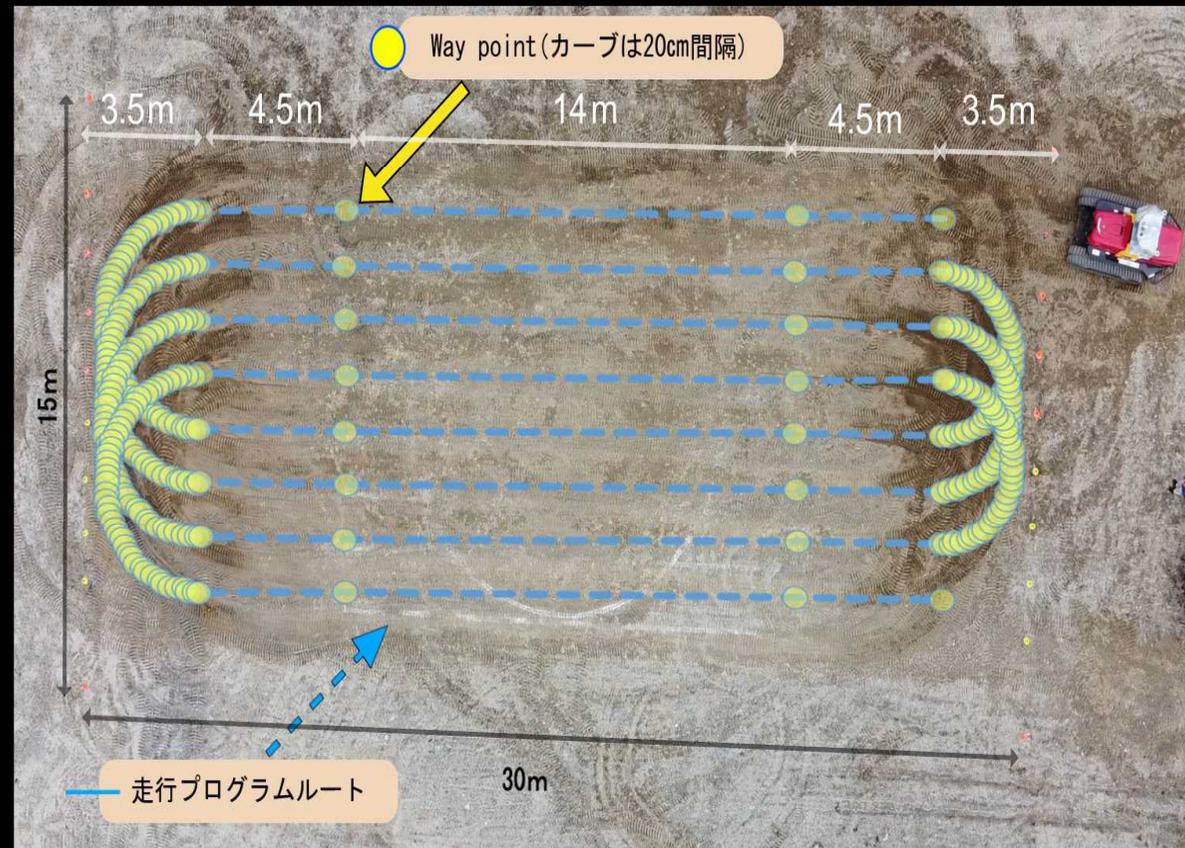
確認試験状況 (時速2.0km/h)



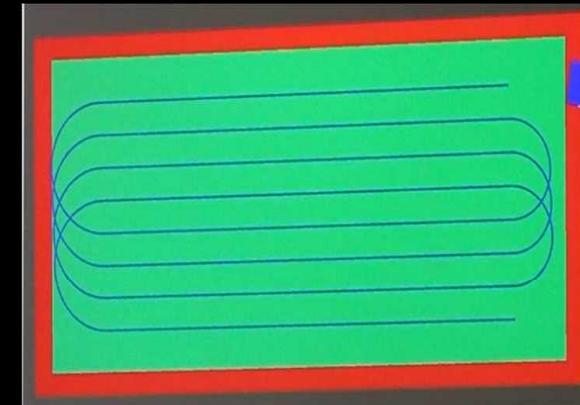
UAV映像 (時速2.0km/h)

2) 除草機械自動化システム確認試験報告【②試験結果】

- ①試験日時：1月20日(15:38~15:44)
- ②天候情報：晴れ
- ③試験内容：速度可変による直進性、旋回の精度検証・出来高計測検証
- ④走行速度：4.0km/h



走行軌跡および出来高表示モニター



表示モニター情報

X座標: 37500.65	除草範囲面積: 450.0 平方m
Y座標: -25385.10	未刈り取り面積: 449.0 平方m
緯度: 33.33786003	刈り取り済面積: 1.0 平方m
経度: 130.72729484	進捗パーセント: 0.22 %
方位: 6.8°	走行状態: 自動走行中
速度: 0.83m/s	領域判定: 領域内
	通信状況: 通信中
	刈り取り: 起動中

注) UAVからの撮影のため、風の影響で画角が多少ずれる場合があります。

2) 除草機械自動化システム確認試験報告【②試験結果】

1. 走行性（直進、旋回）、安定性の検証

- ・試験速度 2.0km/h及び4.0km/h
- ・検証方法 10回の繰返し走行を行い、各測定位置(ルート：①～⑧、測定区間：直線部(A～D)及びカーブ)でのWaypoint座標データと実走行データとズレ量(平均値、最大値)を用いて比較検証する。

◆平均ズレ量

両速度ともに、直線部及びカーブ区間において許容値(目標値)の範囲内であった。

◆最大ズレ量

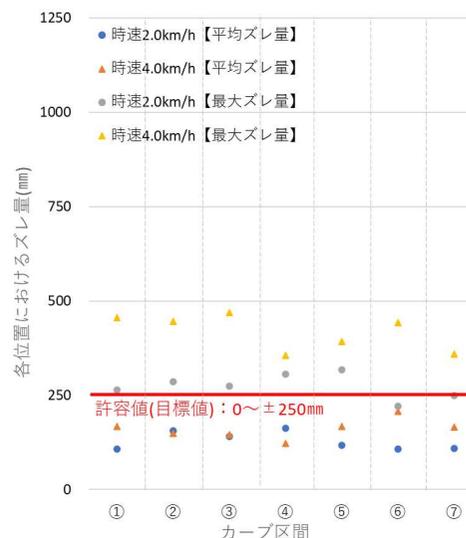
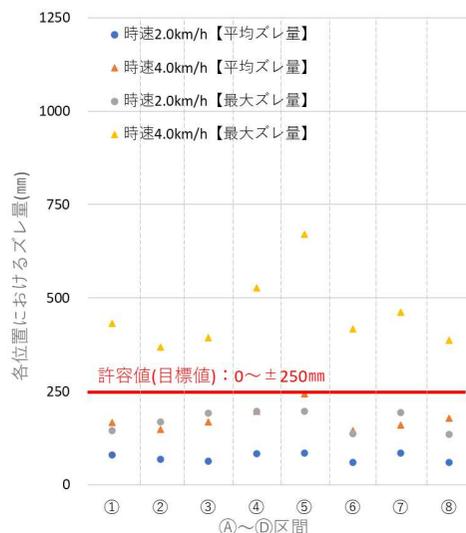
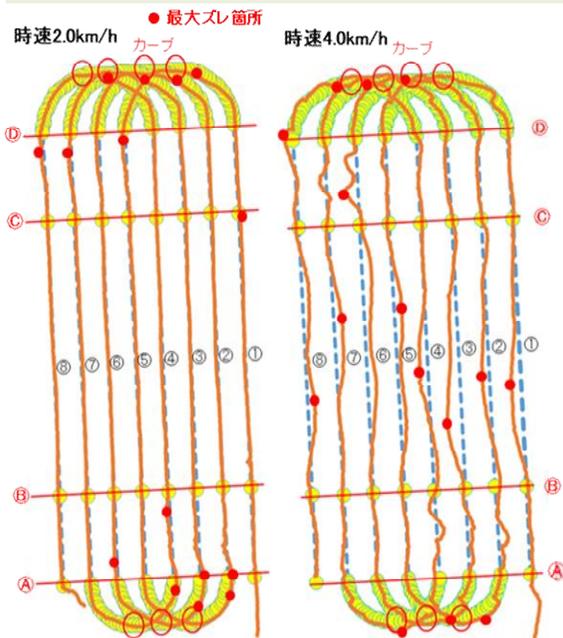
- ・直線部の4.0km/hでは許容値(目標値)を超える結果となった。これは大型遠隔操縦式草刈機が履帯駆動であり、その特性として、走行速度が速くなるほど、左右履帯の回転数に差が大きくなり、直進性が悪くなる傾向がある。加えてwaypoint間隔が長かったことが重なったため最大ズレ量が大きくなった事が考えられる。
- ・旋回部分では両速度ともに許容値(目標値)を超える事が多くなった。要因としては旋回時における走行パラメータ(最大旋回加速度・最大旋回速度・目標地点への到達判断など)の設定値による影響が考えられる。

時速2.0km/hにおける平均・最大ズレ量

作業速度	行程	測定点	平均ズレ量(mm)	最大ズレ量(mm)
2.0 km/h	①	A④区間	80	145
		カーブ	108	264
	②	A④区間	68	169
		カーブ	156	286
	③	A④区間	64	191
		カーブ	140	274
	④	A④区間	83	197
		カーブ	162	305
⑤	A④区間	85	198	
	カーブ	117	317	
⑥	A④区間	61	136	
	カーブ	107	221	
⑦	A④区間	85	194	
	カーブ	109	250	
⑧	A④区間	60	135	

確認試験時の衛星測位は、常にfixであった。

注) は許容値(目標値)超過を示す。



繰返し走行(10回/1条件)の各位置のズレ量(左図：直線箇所 右図：旋回箇所)

時速4.0km/hにおける平均・最大ズレ量

作業速度	行程	測定点	平均ズレ量(mm)	最大ズレ量(mm)
4.0 km/h	①	A④区間	166	432
		カーブ	167	457
	②	A④区間	149	369
		カーブ	150	446
	③	A④区間	168	394
		カーブ	145	470
	④	A④区間	196	527
		カーブ	122	356
	⑤	A④区間	243	671
		カーブ	167	393
	⑥	A④区間	145	417
		カーブ	208	443
	⑦	A④区間	160	461
		カーブ	165	359
⑧	A④区間	178	387	

確認試験時の衛星測位は、常にfixであった。

注) は許容値(目標値)超過を示す。

2) 除草機械自動化システム確認試験報告【②試験結果】

2. 作業速度可変による比較検証(サイクルタイム)

- ・試験速度 2.0km/h及び4.0km/h
- ・検証方法 10回の繰返し走行を行い、平均サイクルタイムを用いて検証する。

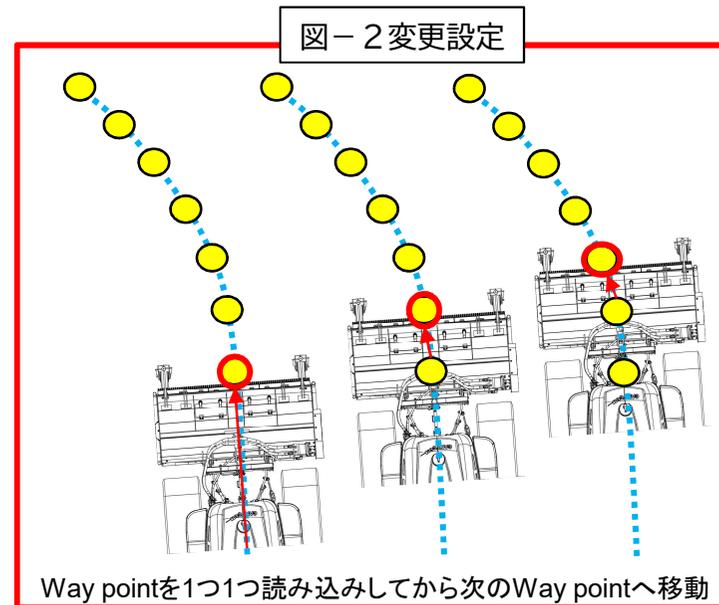
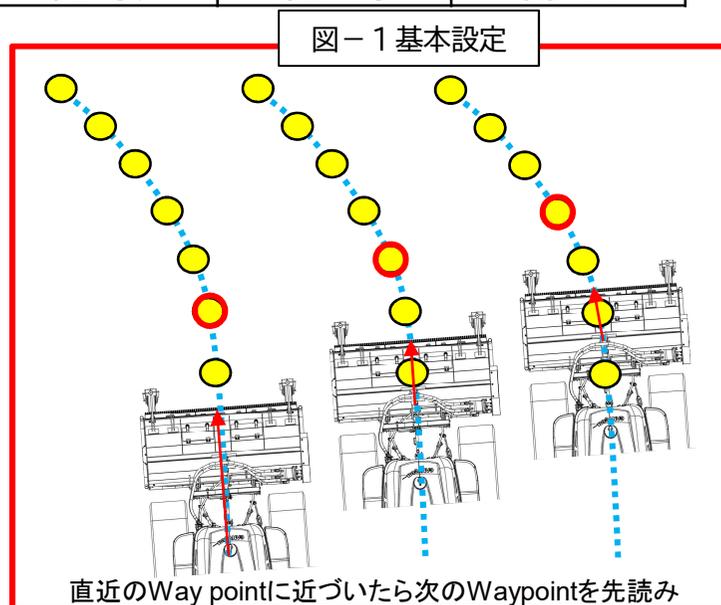
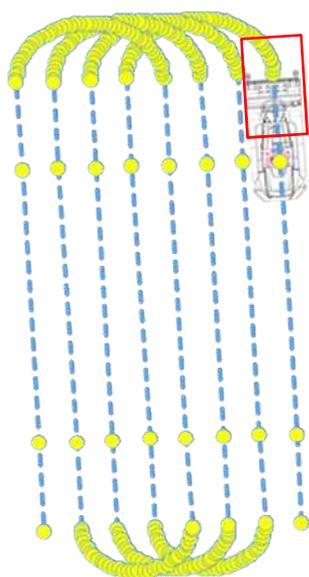
◆サイクルタイム

下記の理由から2.0km/hの方が4.0km/hよりも1分早い結果となった。

本自動走行プログラムは、『図-1 基本設定』の様に、直近のWay pointに接近すると次のWaypointを先読みして、設定した速度で直進・旋回するものであったが時速4.0km/hで走行したところ、旋回時に指定ルート逸脱する等の事象が発生した。

その対応として『図-2 変更設定』の様に、Way pointを1つ1つ読み込みを行ってから、次のWay pointに走行するプログラムとした事で旋回時が低速になり、サイクルタイムに差が生じたと考えられる。

作業速度の可変による検証	速度	直線区間	カーブ区間	サイクルタイム
	2.0km/h	03:42	01:05	04:57
	4.0km/h	02:59	02:48	05:47



2) 除草機械自動化システム確認試験報告【②試験結果】

3. 従来手動操縦（ラジコンによる手動走行）と自動操縦（自動走行）の比較検証

- ・試験速度 2.0km/h
- ・検証方法 自動走行と手動走行の直進性の違いと平均サイクルタイムを用いて検証する。

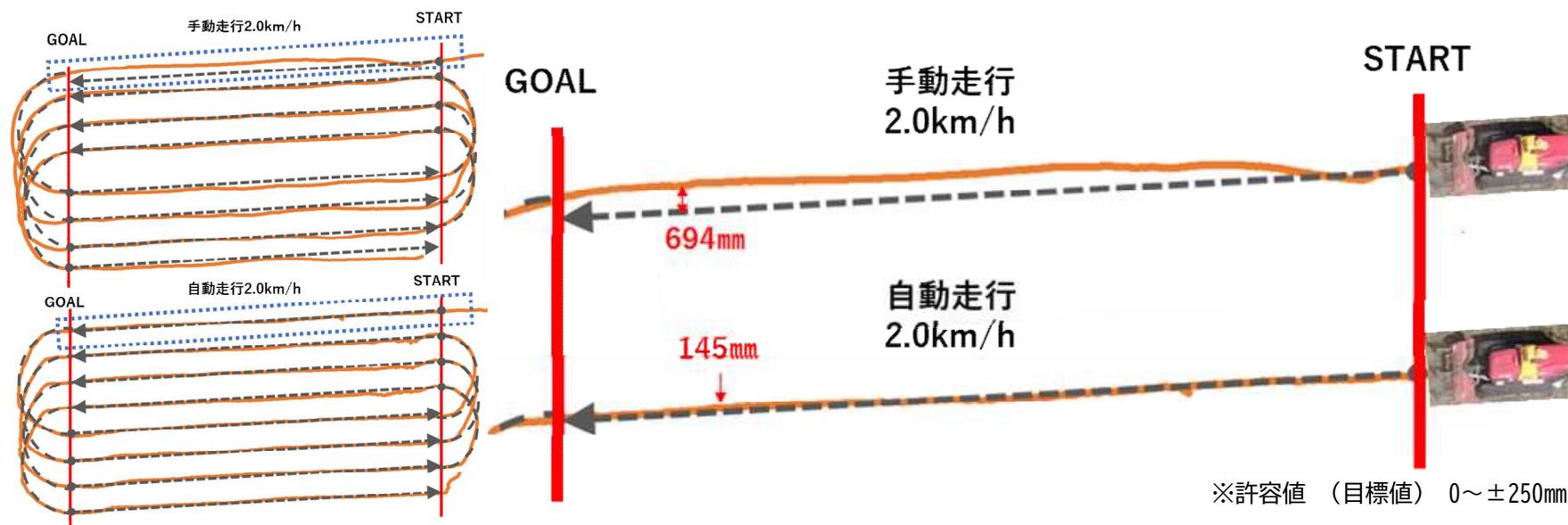
◆最大ズレ量

直線区間では手動走行が694mmで許容値(目標値)を超える結果となった。
要因として手動走行は目標走行ラインの把握が困難であり、ズレ量が大きくなった。

◆サイクルタイム検証

自動走行は手動走行よりも1分早い結果となった。
要因は自動走行は直進、旋回ともに時速2.0km/hを保っていたが、手動走行は慎重な操作が必要となり、直進、旋回時ともに低速になっていたことが確認された。

作業速度の可変による検証	設定速度	直線区間	カーブ区間	サイクルタイム
	自動走行2.0km/h	03:42	01:05	04:57
	手動走行2.0km/h	04:03	01:49	05:52



自動走行2.0km/hと手動走行2.0km/hの直線区間のズレ

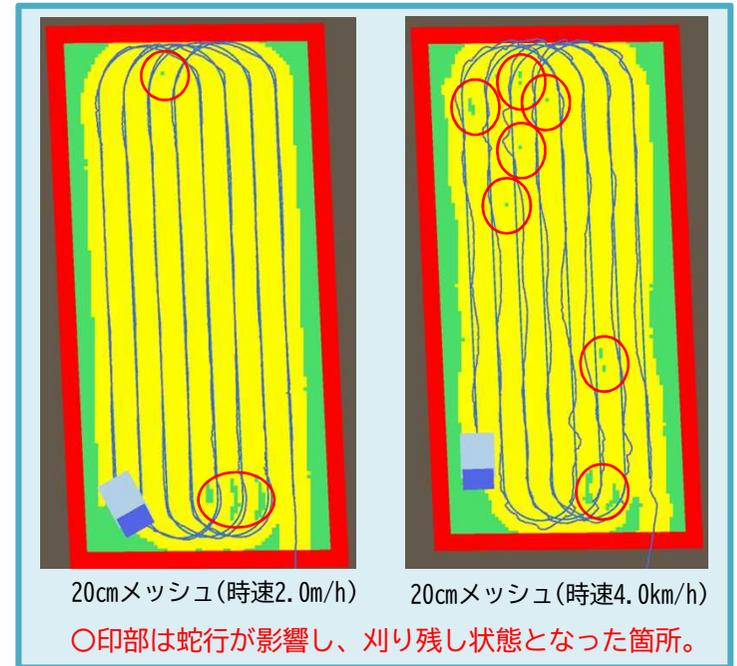
2) 除草機械自動化システム確認試験報告【②試験結果】

4. 出来形計測技術の検証

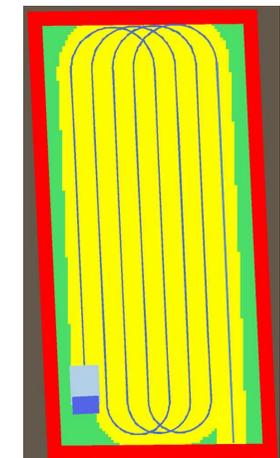
- ・試験速度 2.0km/h及び4.0km/h
- ・メッシュサイズ 20cm及び50cm
- ・検証方法 自動走行したルートを反映した除草出来形展開図となっているかを確認する。確認には出来形管理計測システムのシュミレート機能で算出した全体面積(345㎡)との刈り残し面積との差を算出し検証の参考とする。

◆除草面積自動算出確認果

両速度ともに蛇行が原因で発生する刈り残し部分が展開図に出力されている事が確認できた。



作業速度	測定方法		除草済面積										平均値	
			1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目		
2.0km/h	施工前除草面積(㎡)		345.0	345.0	345.0	345.0	345.0	345.0	345.0	345.0	345.0	345.0	345.0	345.0
	システム算出面積(㎡)	20cmメッシュ	342.0	348.4	349.8	342.2	337.9	335.9	336.9	340.4	339.2	343.6	341.6	
		50cmメッシュ	343.0	351.0	351.5	341.3	338.8	338.8	339.5	342.0	338.8	345.3	343.0	
	刈り残し面積(㎡)	20cmメッシュ	3.0	-3.4	-4.8	2.8	7.1	9.1	8.1	4.6	5.8	1.4	3.4	
50cmメッシュ		2.0	-6.0	-6.5	3.7	6.2	6.2	5.5	3.0	6.2	-0.3	2.0		
4.0km/h	施工前除草面積(㎡)		345.0	345.0	345.0	345.0	345.0	345.0	345.0	345.0	345.0	345.0	345.0	
	システム算出面積(㎡)	20cmメッシュ	335.8	328.4	332.6	343.0	320.4	343.2	342.8	339.2	344.5	343.3	337.3	
		50cmメッシュ	336.3	329.8	336.3	339.8	322.8	343.8	344.8	338.3	347.3	344.3	338.4	
	刈り残し面積(㎡)	20cmメッシュ	9.2	16.6	12.4	2.0	24.6	1.8	2.2	5.8	0.5	1.7	7.7	
50cmメッシュ		8.7	15.2	8.7	5.2	22.2	1.2	0.2	6.7	-2.3	0.7	6.6		



施工前除草面積(345㎡) 黄色箇所
(遠隔操作端末によるシュミレート機能)

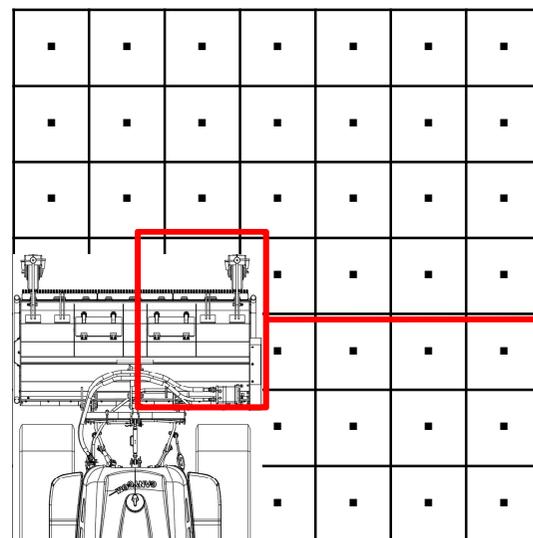
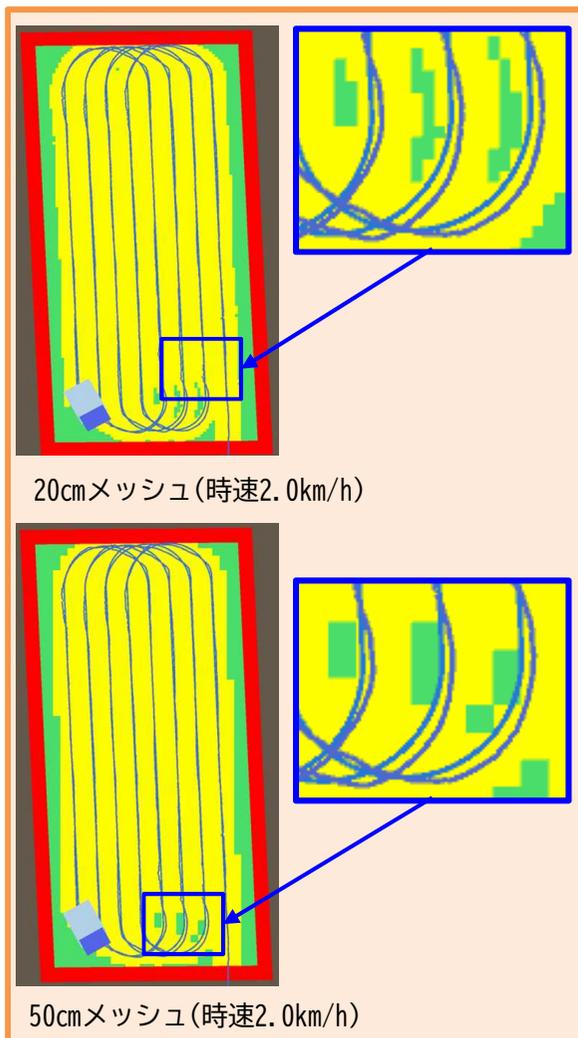
2) 除草機械自動化システム確認試験報告【②試験結果】

◆メッシュサイズ可変結果

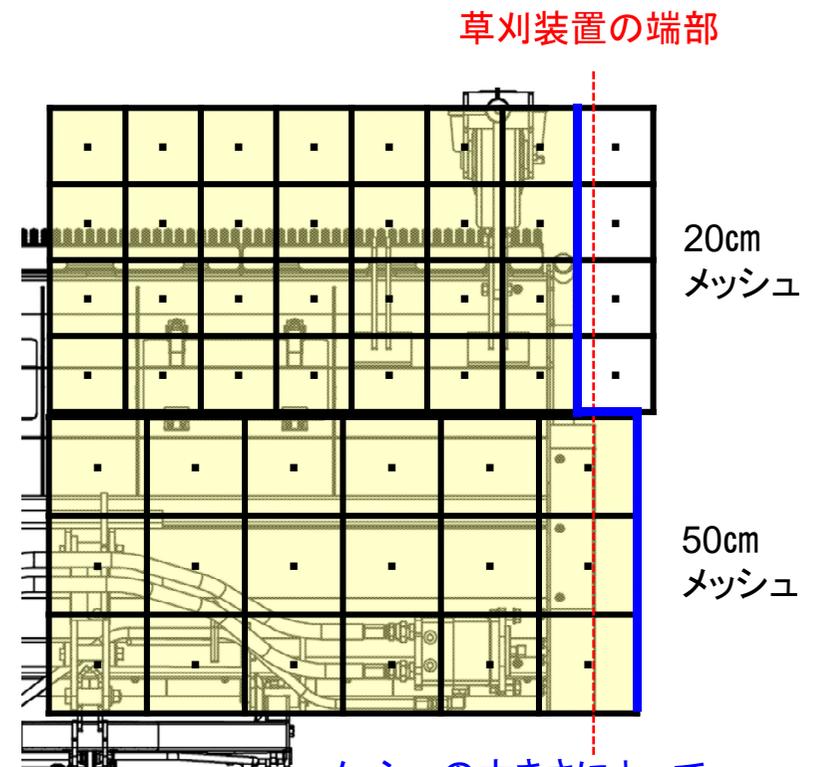
今回の走行ルートによるシュミレート結果では、メッシュ20cmの刈り残し面積が大きい結果となった。

要因としては下に示すとおり、メッシュサイズによる差と考えられる。

今回はシステム自動計測結果を用いた机上確認で行ったが、次年度の実作業で詳細を検証する必要がある。



草刈機がメッシュの中心位置を通過したことによって、ラップ部分も含め、除草済範囲を塗りつぶして表示



メッシュの大きさによって段差が生じ、刈り残し面積に差が生じたと推察

2) 除草機械自動化システム確認試験報告【②試験結果】

試験日時 : 令和3年12月14日 (10 : 45~14 : 21)
天候情報 : 晴れ
試験内容 : 安全性の検証 (非常停止)
走行条件 : 2.0km/h



非常停止ボタンによる停止 (2.0km/h)



モニター画面 (2.0km/h)

2) 除草機械自動化システム確認試験報告【②試験結果】

試験日時 : 令和3年12月14日 (10 : 45~14 : 21)
天候情報 : 晴れ
試験内容 : 安全性の検証 (非常停止)
走行条件 : 4.0km/h



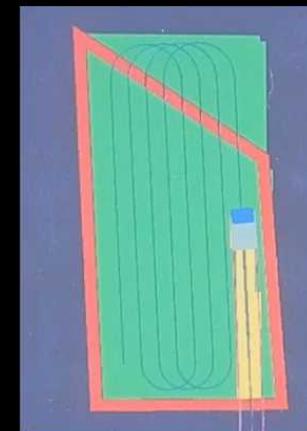
非常停止ボタンによる停止 (4.0km/h)

2) 除草機械自動化システム確認試験報告【②試験結果】

試験日時：令和3年12月14日(10:45~14:21)
天候情報：晴れ
試験内容：安全性の検証(緊急停止)
走行条件：2.0km/h



エリア逸脱による緊急停止(2.0km/h)



走行状態：自動走行中
領域判定：領域内
通信状況：通信中
刈り取り：起動中

モニター映像(2.0km/h)

2) 除草機械自動化システム確認試験報告【②試験結果】

試験日時 : 令和3年12月14日 (10 : 45~14 : 21)
天候情報 : 晴れ
試験内容 : 安全性の検証(緊急停止)
走行条件 : 4.0km/h



エリア逸脱による緊急停止(4.0km/h)

2) 除草機械自動化システム確認試験報告【②試験結果】

5. 安全性の検証 (非常停止、緊急停止)

- ・試験速度 2.0km/h及び4.0km/h
- ・検証方法 両速度でそれぞれ2回走行し、非常停止及び緊急停止動作の停止時間及び距離(参考)を確認し、安全性を検証する。

◆非常停止機能

遠隔監視端末(タブレット)の非常停止ボタンを操作し、停止までの時間と距離を確認。

- ・両速度とも目標停止時間の1秒以内を満たす結果となった。

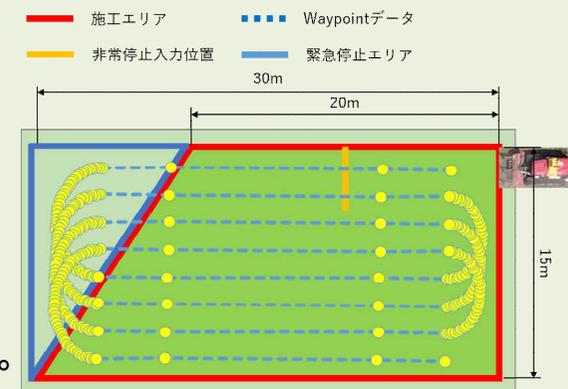
◆緊急停止機能

施工エリア逸脱時の緊急停止を再現し、施工エリアを逸脱から停止までの時間と距離を確認。

- ・両速度とも停止時間は目標値に近い約1秒となった。

◆その他

- ・時速4.0km/hで非常停止と緊急停止の距離に差が生じたのは、緊急停止エリア境界部にあるWay pointを読み込むための制動(減速)動作が発生したため、緊急停止の停止距離が短くなったものとする。
- ・本試験の通信ではWi-Fiを使用した。LTE等の他の通信方法を活用する場合には通信速度の変化による影響も考慮する必要がある。



非常停止ボタンを押してから停止するまで(時速2.0km/h・時速4.0km/h)

非常停止ボタンを押してから停止するまでの時間・距離

速度	試験回数	停止時間	停止距離
2.0km/h	1回目	0.35秒	22cm
	2回目	0.35秒	17cm
4.0km/h	1回目	0.75秒	92cm
	2回目	0.75秒	98cm



緊急停止距離(時速2.0km/h)

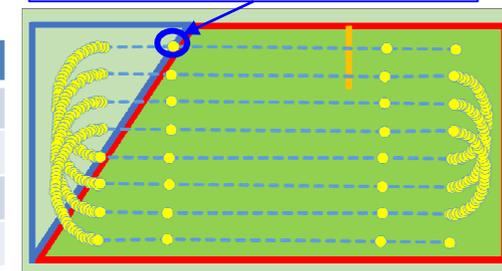


緊急停止距離(時速4.0km/h)

施工エリア逸脱による緊急停止

速度	試験回数	停止時間	停止距離
2.0km/h	1回目	0.9秒	29cm
	2回目	1.1秒	33cm
4.0km/h	1回目	1.1秒	45cm
	2回目	1.2秒	46cm

Way pointにより草刈機側で制動(減速)された



2) 除草機械自動化システム確認試験報告【②試験結果】

試験日時：令和3年12月20日(15:28~15:33)
天候情報：晴れ
試験内容：運用の検証(ハンドガイドとの併用)
走行条件：2.0km/h



UAV映像



ハンドガイドによる追従

2) 除草機械自動化システム確認試験報告【②試験結果】

6. 自動化運用方法の検証

- ・試験速度 2.0km/h
- ・検証方法 搭乗式ハンドガイド草刈機を操作するオペレータが自動走行草刈機を操作（監視）可能か試験を実施し、「除草作業効率化」及び「遠隔操縦式草刈機の操作員負担軽減」の可能性を確認するため、使用感や要望等をヒアリング調査で実施した。

Q1：ハンドガイドと自動化した草刈機の離隔距離について

A1：草刈機の約1.5～2台分程度の距離を意識したが、旋回部では感覚が掴めず接近してしまった。

Q2：遠隔操作端末の見え方(振動や光の映り込みによる影響)について

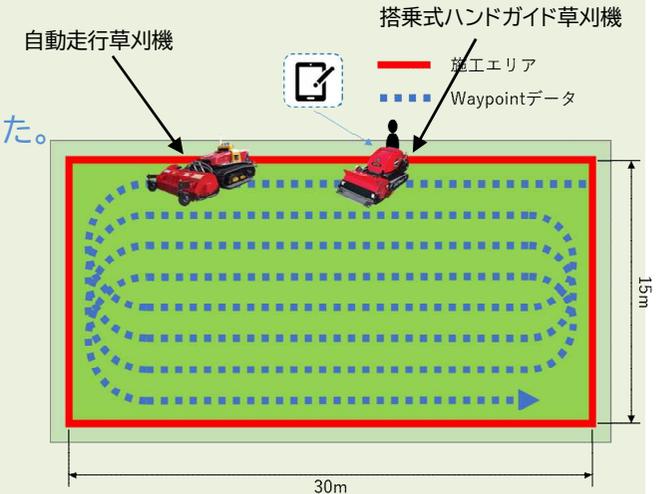
A2：振動は問題なし。光の映り込みは多少確認されたが、視認性に問題なし。
基本的にはハンドガイドの操作に集中し、遠隔操作端末はたまに見るような感じ。

Q3：ハンドガイドに乗った状態で緊急停止やホーンボタンを押すことの可否について

A3：ハンドガイドの操作は右手で操行レバー、左手で体を支えており、緊急時に遠隔操作端末を焦って操作しようとする、ハンドガイドを誤操作する可能性はあると思う。

Q4：ハンドガイドの運転時に頻繁に操作する箇所や確認するメータ等について

A4：走行中の基本的な操作は、走行レバーのみ。
確認するメータは、液晶モニタの燃料残量やエラー表示。走行中は凝視しない。



タブレット端末の搭載状況



ハンドガイド操縦者とタブレット端末



ヒアリング状況

1. 走行性（直進、旋回）、安定性の検証

【確認結果】

- 時速2.0km/hの条件では、指定した走行ルートに近い自動走行が出来た。
- 時速4.0km/hの条件では、直線区間で蛇行が発生したため、直進性向上が必要。
- 旋回部分の最大ズレ量は両速度ともに許容値(目標値)を超える事が多かったため、旋回性向上が必要。

【今後の検討事項】

- 時速4.0km/hの直進性向上を図るため、Way pointの最適な間隔を模索。
- 旋回性向上のため、Way point間隔、走行パラメータ(最大旋回加速度・最大旋回速度・目標地点への到達判断など)の設定の見直しを行う。

【留意点】

※Way point増加のメリットは走行が意図通りになりやすく、直進性や安定性の確保が期待できる反面、デメリットは経路計算の増加が制御装置の処理計算に負荷を与えてしまう可能性がある。

2. 作業速度可変による比較検証(サイクルタイム)

【確認結果】

- 手動操作による走行速度に近い時速4.0km/hの条件において安定した走行性が必要。

【今後の検討事項】

- 直線部は手動操作と同等の時速4.0km/h、旋回部は時速2.0km/h程度での走行が可能となるように、Way point間隔や走行パラメータ(最大旋回加速度・最大旋回速度・目標地点への到達判断など)の設定の見直しを行う。

【留意点】

※Way point増加のメリットは走行が意図通りになりやすく、直進性や安定性の確保が期待できる反面、デメリットは経路計算の増加が制御装置の処理計算に負荷を与えてしまう可能性がある。

3. 従来操縦（ラジコンによる手動走行）と自動操縦（自動走行）の比較検証

【確認結果】

- 操作目標が無い地形では、手動走行よりも自動走行の方が直進性が良いことが確認された。
- 自動走行での旋回速度は、経験の浅いオペレータよりも速い。

【今後の検討事項】

- これまでの手動操作では困難であった『一本飛ばしルート』などの運転パターンが可能となるため、施工効率の向上や堤防法面への損傷軽減が期待できる運転パターンを検討する。

4. 出来形計測技術の検証

【確認結果】

- 走行ルートを反映した除草出来形展開図が作成されていることを確認できた。
- メッシュ20cmと50cmでは、算出面積に違いが発生する。

【今後の検討事項】

- メッシュサイズの設定値など、現場での実用性を確認する必要がある。
- 実除草作業面積との比較検証を実施する。
- 帳票出力システムを検討する。

【留意点】

- ※ 必要以上に細かいメッシュサイズを設定すると、処理計算に負荷を与えてしまう可能性がある。

5. 安全性の検証（非常停止、緊急停止）

【確認結果】

- 非常停止及び緊急停止機能は、ほぼ目標の停止時間で動作することが確認された。

【今後の検討事項】

- Wi-Fi以外のLTEや5G通信等を活用した場合の停止時間変化（影響）を確認する必要がある。

6. 自動化運用方法の検証

【確認結果】

- ヒアリング結果では、追従走行での自動除草機械の監視は、ある程度可能と判断できる。

【今後の検討事項】

- 確認試験では工場敷地内の平坦な地形であり、かつ、メーカー担当者がハントガイド式草刈機を操作した結果であったことから、今後は実際に作業に従事しているオペレータに実現場で除草作業を行い、本運用方法についてヒアリング調査を行い、今後の展開を検討する。

3) その他

- ・寒地土木研究所寒地機械技術チームからの連絡事項
- ・今後の予定

※寒地土木研究所 寒地機械技術チームからの連絡事項は非公表のため、28～30ページは欠番

3) 今後の予定【①除草機械自動化ロードマップ（案）について】

		R2	R3	R4	R5	R6
搭載主要要素技術			自動走行 出来形計測 手動操作	周辺探知 自動走行 出来形計測 手動操作	協調運転 周辺探知 自動走行 出来形計測 手動操作	協調運転 周辺探知 自動走行 出来形計測 手動操作
自動化レベル目標		手動操作 ラジコン 操作員	タブレット 監視員	タブレット 監視員	タブレット 監視員	
実証試験			自動化機器搭載工場敷地 (動作確認試験)	試験地 (岩見沢河川事務所)	実現場 (通常堤)	
3Dデータ作成				9 1 R5自動運転用 地図作成		
協調運転制御				9 1 協調運転 技術検討		
大型遠隔操縦式 草刈機	30-4151		10 2 自動走行技術 出来形計測技術 確認試験	7 9 10 2 傾斜地対応技術 実証試験 緊急停止技術 周辺探知技術 (寒地土研連携)	6 9 10 12 協調運転用地実装 自動運転用地実装 実証試験 評価検証	実働配備
	R01-4151		凡例) 検討・実装 試験 評価検証	10 2 緊急停止技術 傾斜地対応技術 出来形計測技術 自動走行技術	2 周辺探知技術	実働配備

3) 今後の予定【②次年度検討項目】

次年度検討項目（予定）

検討項目	目的	検討内容
傾斜地対応技術の調査検討 (第1回WG指摘事項)	傾斜地での自車位置測位補正や直進走行補正、その他必要な技術を搭載し、傾斜地における作業を可能とするため	詳細検討及び実機への実装 ・斜地対応技術（8月末までに実装） ・緊急停止技術（2月末までに実装）
緊急停止技術の調査検討	障害物接触検知時の停止技術又は同等技術を搭載し、安全性を確保するため	
協調運転技術の検討	次年度に自動化大型遠隔操縦式草刈機2台体制での実証試験を実施するため	詳細検討を実施。 ※協調運転技術はR5に実装予定
警告表示・通知方法の検討 (第1回WG指摘事項)	遠隔監視するオペレータが必要とする機械状態監視項目、緊急時の警告内容・方法を検討し、適正な運用管理を可能とするため	・機械状態監視項目の検討 ・緊急時警告内容・方法の検討 ・遠隔操作端末上での視認性等を確認
通信方法の変更に伴う通信速度の検証確認（R3確認試験結果より）	広範囲で自動化を行うため、Wi-Fi以外の通信方法が必要となるため	・非常停止及び緊急停止機能の応答速度確認 ・遠隔監視の遅延影響確認
時速4.0km/hの直進性及び、旋回性の向上（R3確認試験結果より）	施工性向上を確保するため	・Way point間隔検討、走行パラメータ見直し、システムの改良と走行テストを実施
手動操作の自動化パターン拡大	スイッチバックや α ターンを可能とし、様々な現場での適応性を拡大するため	
出来形計測技術評価 (R3確認試験結果より)	出来形計測技術の精度を確認し、現場での適用を可能とするため	実作業除草面積とメッシュ幅を可変した自動計測結果の比較を行い、現場条件に適した計測システムに調整する。
出来形計測帳票出力システム検討 (R3確認試験結果より)	工事書類の自動作成機能を構築し、帳票作成作業の省力化を実現するため	帳票の自動作成機能検討及び実装を行い、従来手法との効率化検証する。（測量作業比、出来形書類作成、各種日報作成作業と比検証）