

平成30年度 成績概要書

1. 研究課題名と成果の要点

- 1) 研究成果名：自動操舵機能付き田植機の直進性と経済性
(研究課題名：栽培・作業・情報技術の融合と高収益作物の導入による寒地大規模水田営農基盤の強化)
- 2) キーワード：自動操舵機能付き田植機、直進性、移植精度、作業能率
- 3) 成果の要約：Differential-GNSS と慣性計測装置による自動操舵機能付き田植機の直進性は、直線とのズレが手動操舵時と同レベルの平均 5cm 以内であり、走行軌跡の 90% で直線とのズレが 10cm 以内に収まっていた。自動操舵時の植付精度、生育、作業能率は、手動操舵と同等であり、投資額も自動操舵機能がない田植機と大きな差はなく、生産費は上昇しない。

2. 研究機関名

- 1) 担当機関・部・グループ・担当者名：北農研センター・水田作研究領域・水田機械作業G・G長 澁谷幸憲、水田輪作G、経営評価G、中央農試・生産研究部・生産システムG、水田農業G、空知農業改良普及センター
- 2) 共同研究機関（協力機関）：

3. 研究期間：：平成 29 年度-平成 30 年度（2017-2018 年度）

4. 研究概要

- 1) 研究の背景
担い手減少の中で水稻の生産量を維持するため、熟練オペレータへの依存度を低減する自動操舵技術への関心が高まっており、トラクタだけでなく田植機にも自動操舵装置の導入が進みつつある。
- 2) 研究の目的
市販の Differential-GNSS と慣性計測装置による自動操舵機能付き田植機（マット苗用）の円滑な導入に資するため、移植精度や直進性といった作業精度を明らかにする。

5. 研究内容

- 1) 異なる条件下での走行性（H29～30 年）
 - ・ねらい：全層破碎実施（パラソイラ施工：北農研圃場）、代かき程度（落水直後、落水 8 時間後：中央農試岩見沢試験地）の異なる圃場条件ごとに田植機の走行性と作業データを得る。
 - ・試験項目等：直進性、車速、圃場条件
- 2) 自動操舵機能付き田植機の現地実証（H29～30 年）
 - ・ねらい：現地圃場（空知振興局管内 A 市）の同一サイズの代かき及び無代かき圃場での移植作業を実施し、自動操舵機能付き田植機の移植精度、直進性、作業能率を明らかにする。併せて、市販機を使用した経営を対象に、自動操舵機能付き田植機の生産費を計測するとともに、乗車経験者と全国の購入者を対象に、テキストマイニングにより評価点及び問題点を解析する。
 - ・試験項目等：直進性、車速、圃場条件、移植精度、作業能率、GNSS の受信状況、初期生育、米生産費、購入者が判断する評価点・問題点
 - ・供試苗：ななつぼし、稚苗、播種量 350ml/マット、草丈 12.1cm、葉齢 2.2 葉、マット強度 2.5kgF/10cm

6. 成果概要

- 1) 供試機（市販機 EP8D-GS、マット苗用 8 条植、補助車輪装着済み（ダブル））は、搭載した衛星測位装置（Differential-GNSS 方式）と慣性計測装置（IMU）により、設定した基準線に平行な直進走行が自動操舵で可能である。供試機は、GS スイッチを押すと自動操舵で直進でき、GS スイッチを再度押すと手動操舵に切り替わる。
- 2) 自動操舵機能を使用した（自動操舵）時と使用していない（手動操舵）時の直進性は、いずれの試験でも直線とのズレが平均で 5cm 以内であった（表 1、図 1）。自動操舵時では、概ね軌跡の 90% で直線とのズレが 10cm 以内に収まっていた。全層破碎実施箇所の走行時には、大きく直線とのズレが生じたが、手動操舵時と同様に 5 秒程度で直線に復帰した。
- 3) 自動操舵時と手動操舵時の移植精度は、設定株間と実際の株間の間に大きなズレはなく、転び等の植付姿勢にも問題は見られなかった（表 2）。
- 4) 自動操舵時と手動操舵時の作業能率は、同等であった。また、GNSS の受信状況をみると、実証試験中に位置情報を受信できない状態（No-G）にまでは至らなかった（表 2）。
- 5) 自動操舵で移植された苗の初期生育（7 月上旬）は、手動操舵で移植された苗と比べて、株当たり個体数、草丈、株あたり茎数、基部白化茎長、幼穂長のいずれにも差が認められなかった。
- 6) 現地実証試験に用いた自動操舵機能付き田植機は、自動操舵機能が付加されていない同型の田植機と比較して 400 千円程度高い。実証経営の作付規模と収量（22.97ha、653kg/10a（H29 年産）、田植機 2 台）を前提とすると、生産費は、自動操舵機能付き田植機の利用時 11,310 円/60kg、自動操舵機能が付加されていない田植機の利用時 11,259 円/60kg であり、導入に伴い米生産費に大きな変化はみられなかった（表 3）。
- 7) 乗車経験者が指摘する自動操舵機能付き田植機を評価した点は、全国の購入者と同様に、直進性、熟練性が不要、マーカー注視の依存度、後方の確認、精神的余裕などであった。ただし、その問題点として、山などの遮蔽物がある場合に受信状況が低下することを指摘していた。

< 具体的なデータ >

表 1 自動操舵機能付き田植機の直進性

試験区		異なる代かき程度			現地実証試験				全層破碎	
		自動操舵 代かき	自動操舵 代かき	手動操舵 代かき	自動操舵 代かき	手動操舵 代かき	自動操舵 無代かき	手動操舵 無代かき	自動操舵 無代かき	手動操舵 無代かき
代かき・無代かき										
直線とのズレ										
平均	cm	2.9	3.0	3.6	2.7	3.6	4.1	2.5	4.9	6.1
最大	cm	10.4	9.3	10.9	6.8	12.2	12.4	6.9	26.8 ^{注2)}	36.7 ^{注2)}
標準偏差	cm	2.3	2.3	2.9	1.6	2.5	2.9	1.7	4.7	6.1
直線とのズレの累積度数										
50%	cm	2.4	2.4	2.9	2.7	3.0	3.5	2.2	3.6	4.5
70%	cm	3.8	3.8	4.7	3.1	4.6	5.7	3.2	5.9	6.6
90%	cm	6.3	6.6	7.7	5.1	6.8	8.1	4.4	9.8	9.2
走行条件										
車速	km/hr	2.9	3.0	2.9	3.0	2.8	2.8	2.9	3.1	3.4
水深	cm	0.7	0.0	0.4	3.0	1.0	1.0	0.6	1.7	1.7
耕起深	cm	15.8	14.2	15.8	13.3	13.3	14.2	15.0	10.8	10.8
耕起深直下の貫入抵抗	MPa	0.3	0.4	0.3	0.5	0.7	0.6	0.6	0.36	0.36
代かき程度(ゴルフボールの埋没)		3.4	3.1	3.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.7	1.7
さげふり深	cm	10.3	8.9	8.5	9.8	9.3	6.3	4.7	—	—

注 1) 異なる代かき程度の試験と全層破碎の試験は、調査用に RTK-GNSS を搭載して走行軌跡を記録し直進性を調べた。現地実証試験は生育初期にドローンで空撮して株の位置から直進性を調べた。

注 2) 計測用 RTK-GNSS 受信装置を機体上部に装着したため、直線とのズレが実際の走行軌跡よりも、機体の傾きにより増幅されて、過大となっている可能性がある。

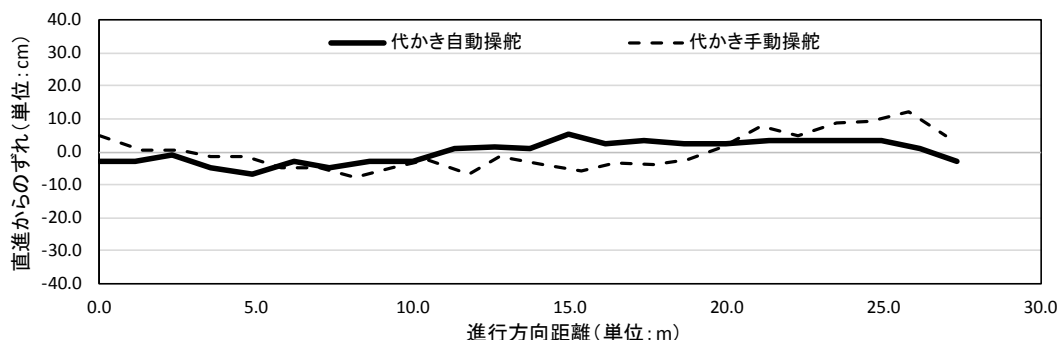


図 1 自動操舵機能を使用した時と使用しない時の走行軌跡（現地実証試験）

表 2 移植精度、作業能率、GNSS 受信状況

操舵		自動操舵	手動操舵	自動操舵	手動操舵
代かき有無		代かき	代かき	無代かき	無代かき
圃場形状	—	長方形	長方形	長方形	長方形
圃場面積	a	66.3	66.3	66.3	66.3
圃場短辺	m	53	53	53	53
圃場長辺	m	125	125	125	125
設定株間	cm	12.0	12.0	12.0	12.0
株間	cm	11.5	11.7	11.5	12.3
植付姿勢					
90° ~ 60°	%	96.7	90.0	96.7	96.7
60° ~ 30°	%	3.3	10.0	3.3	3.3
30° ~ 0°	%	0.0	0.0	0.0	0.0
浮苗株率	%	0.0	0.0	0.0	0.0
埋没株率	%	0.0	0.0	0.0	0.0
植付深さ	cm	2.1	2.0	2.0	2.2
作業時間 ^{注1)}	hr	1.39	1.38	1.40	1.37
作業能率	a/hr	47.6	48.1	47.2	48.5
GNSS受信状況					
良好 5	%	25.6	—	28.9	—
4	%	19.8	—	68.8	—
3	%	45.7	—	2.1	—
2	%	8.9	—	0.0	—
1	%	0.0	—	0.3	—
不良 No-G	%	0.0	—	0.0	—

注) 作業時間はオペレータ着席状態のもと計測している。

表 3 自動操舵機能付き田植機と従来機の米生産費

タイプ		実証経営	実証経営	参考 ^{注2)}
		自動操舵	手動操舵 (従来機)	生産費 調査 平均値
				15ha以上
農機具費	円/10a	31,537	31,067	18,862
うち田植機関係	円/10a	4,933	4,463	—
その他物財費	円/10a	50,783	50,760	44,823
労働費	円/10a	19,375	19,375	24,154
費用合計	円/10a	101,695	101,202	87,839
その他 ^{注1)}	円/10a	21,397	21,331	16,322
全算入生産費	円/10a	123,092	122,533	104,161
60kg当たり生産費	円/60kg	11,310	11,259	11,342
主産物収量(H29年産)	kg/10a	653	653	551
作付面積	a	2,297	2,297	2,152

注 1) その他は副産物価額(控除)と地代・資本利子の合計である。

注 2) 農林水産省生産費調査。

7. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

- ・同クラスの田植機利用者が主な普及対象となり、自動操舵機能付き田植機の導入時に参考にする。
- ・車速は、機体方位の認識精度を安定させるため、メーカーが推奨する中速(3km/hr 程度)とする。
- ・GNSS の受信状況によっては、直進精度が低下することがあり、マーカー等の目印を確認し作業する。
- ・生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業(うち経営体強化プロジェクト)」の支援を受けて実施した。

2) 残された問題とその対応 なし

8. 研究成果の発表等 なし