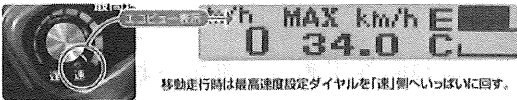
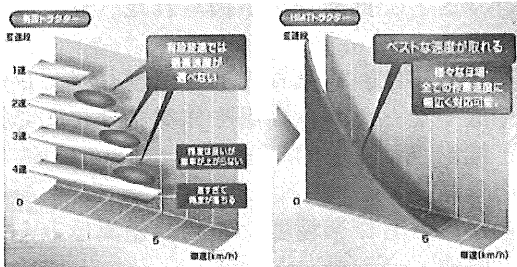


委託試験成績（平成22年度）

担当機関名 部・室名	地方独立行政法人青森県産業技術センター農林総合研究所 水稲栽培部
実施期間	平成22年～平成23年
大課題名	I. 大規模水田営農を支える省力・低コスト技術の確立
課題名	HMT無段変速トラクターを基幹とした水田不耕起栽培（水稲・麦・大豆の不耕起栽培）作業体系の確立
目的	<p>今後の水田営農では大規模経営が主流になると予想されることから、これに対応する技術の確立が求められている。高効率作業が可能とされるHMT無段変速トラクターを基幹作業機械として水田営農に組み込むことで、大規模経営を担う作業者の労働負担の軽減と作業効率の向上（低燃費化、高能率化）をねらう。</p> <p>今年度は水稲不耕起直播栽培への導入を検討するため、従来型のパワーシフト変速トラクターと性能を比較する。</p>
担当者名	野沢智裕
<p>1. 試験場所 青森県黒石市田中（青森県産業技術センター農林総合研究所内）</p> <p>2. 試験方法</p> <p>(1) 供試機械名 試験機：HMT無段変速トラクター（50馬力級、ヤンマーEG53） 対照機：パワーシフト変速トラクター（50馬力級、ヤンマーAF655）</p> <p>備考（http://www.yanmar.co.jp/products/agri/nouki/tractor/eg600/index.htmlより） 「HMT無断変速トラクターは、作業時にも、走行移動時にも、停止状態から最高速度まで変速ショックもなく、スムーズな増減速ができます。」</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;">  </div> </div> <p>(2) 試験条件</p> <p>ア 圃場条件 土壌統名：高根（灰褐色土壌）又は砂子瀬（グライ土壌） いずれの場合も排水良好な水田を供試圃場とした。</p> <p>イ 栽培等の概要</p> <p>作物・品種名 水稲・まっしぐら</p> <p>耕起 前年の秋にロータリー耕で稲わらすき込み、春は不耕起</p> <p>播種 乾田不耕起直播 播種量8kg/10a、浸種粃使用、播種期4月26・27日</p> <p>施肥 被覆尿素で8Nkg/10aを播種同時施用、りん酸・カリの施肥は省略</p> <p>除草 ノミニー液剤（乾田期）＋ダブルスターSB顆粒（湛水期）の除草剤体系処理</p> <p>その他 当所慣行</p> <p>※均平、鎮圧、代かき、育苗、移植、中耕培土は無し</p> <p>ウ 作業条件</p> <p>以下の4種の作業を、男性30歳代中肉中背の同一オペレーターで行った。各作業機も同一とした。</p>	

- 畦塗り ローター回転式畦塗機を装着した約4時間の圃場作業
- 播種 不耕起播種機を装着した約5時間の圃場作業
- 運搬 汎用コンバイン搭載のコンバイントレーラを牽引した約5kmの路上運転
- 整地 幅2mのロータリーを装着した約4時間の圃場作業(運搬作業調査後に実施)

エ 調査方法

燃料消費量：満タン法により計量した。

作業時の心拍数：胸ベルト式心拍計（アテックスGH-625M、測定部と記録部が無線式）と光電式脈拍モニター（日本精密測器HR-40、測定部と記録部が有線式）で計測した。

疲労感：日本産業衛生学会・産業疲労研究会作成の調査票「自覚症しらべ」（2002年度版）を用いて調査した。

3. 試験結果

(1) 心拍数

作業中の平均心拍数は、対照機では各作業とも100拍/分前後であったが、試験機では80～90拍/分程度であった。作業中の運動量はほぼ等しいため、心拍数の変化はストレスや緊張の度合いが影響していると考えられる。

(2) 疲労感

「自覚症しらべ」は、ねむけ感、不安感、不快感、だるさ感、ぼやけ感の5要因に分類された25項目の主観的な疲労の訴えを5段階で評価する調査票である。今回の調査では、僅かに当てはまる程度の訴えであったが、ねむけ感、不快感、だるさ感、ぼやけ感において試験機が対照機より低い傾向がみられた。これは、オペレータの労働負担軽減を示唆する結果と思われる。

(3) 燃料消費量

両機ともエンジン回転数が上がると燃料消費量が多くなる傾向は同じで、両機の差は明確では無かった。播種作業では、省エネモード条件（1,500～2,100rpm）で作業を行うことで低燃費化が図られた。

(4) 作業能率

作業能率は、畦塗り作業と播種作業で同等又はやや高く、運搬作業と整地作業ではやや低くなったが、圃場や作業条件による違いを考慮すると、対照機と概ね同等であると推定される。

(5) 作業精度

各作業とも作業精度に大きな差異はみられず、概ね同等であると推定される。

(6) その他

試験機は、本試験以外で運転した他のオペレータの感想を聞いたところ「操作しやすい」「旋回しやすい」「静かだ（キャビン内）」「変速について始めは戸惑うが、慣れれば従来機より良い」などの好評を得ている。不評、不満足見は無かった。

4. 主要成果の具体的データ

表1 各作業中の平均心拍数 (拍/分)

測定器	試験機		対照機	
	胸ベルト式	光電式	胸ベルト式	光電式
畦塗り	87	—	97	—
播種	63	—	98	—
運搬	84	92	96	95
整地	93	93	102	103
平均値	82	93	98	99

注) 胸ベルト式測定器は、試験機でノイズ影響による測定値の振れがあった。光電式は両機ともノイズ影響が無かった。

表2 畦塗り作業の燃料消費量、作業能率、作業精度

	試験機(省エネ)	対照機
試験日	4月8日	4月9日
総走行距離※ (km)	13.1	13.1
総作業時間※ (h)	4.05	4.77
エンジン回転 (rpm)	2,000	2,000
速度設定	上限1.0km/h	副C-主4か5
燃料消費量※ (L)	16.1	19.0
(L/km)	1.2	1.5
(L/h)	4.0	4.0
作業速度 (m/s)	0.19	0.12
作業能率 (min/100m)	8.7	14.1
作業精度(仕上がり、達観)	良好	良好

注)「試験機(省エネ)」は、試験機においてエンジン回転数を1,500～

2,100rpmの省エネゾーンで運転したことを示す(以下の表も同じ)。

総走行距離、総作業時間及び燃料消費量は圃場間の移動を含む。

表3 播種作業の燃料消費量、作業能率、作業精度

	試験機(定格)	試験機(省エネ)	対照機
試験日	4月26日	5月10日	4月27日
作業面積 (ha)	2.0	1.5	2.0
作業時間 (h)	4.30	3.75	4.85
エンジン回転 (rpm)	2,400	2,100	2,300
速度設定	上限4km/h	上限5km/h	副1-主4
(上段は播種機D、下段は播種機Vの時)※	上限6km/h	-	副1-主5
燃料消費量 (L)	33.9	18.0	28.6
(L/ha)	17.0	12.0	14.3
(L/h)	7.9	4.8	5.9
作業速度 (m/s)	0.97	1.03	1.00
(上段は播種機D、下段は播種機Vの時)※	1.51	-	1.30
作業能率 (min/10a)	15.0	15.0	15.8
(上段は播種機D、下段は播種機Vの時)※	10.8	-	13.3
作業精度(出芽数 本/m ²)	125	187	133
(上段は播種機D、下段は播種機Vの時)※	177	-	161
(収量 kg/10a)	452	459	465
(上段は播種機D、下段は播種機Vの時)※	517	-	502

注)「試験機(定格)」は、試験機においてエンジン回転数を定格回転(省エネゾーンより高い)で運転したことを示す(以下の表も同じ)。播種機Dはディスク駆動式汎用型不耕起播種機(M社 NSV600)、播種機Vは不耕起V溝直播機(S社AD102)。

表4 運搬作業の燃料消費量、作業能率、作業精度

	試験機(省エネ)	対照機
試験日	11月8日	11月11日
総走行距離 (km)	4.8	4.8
作業時間 (h)	2.54	2.75
エンジン回転 (rpm)	1,800	1,800
速度設定	(適宜)	(適宜)
燃料消費量 (L)	1.8	4.1
(L/km)	0.4	0.9
(L/h)	0.7	1.5
作業速度 (m/s)	3.18	3.44
作業精度(運転状況、達観)	良好	良好

注)燃料消費量は、少量であったため測定誤差大の可能性あり。

表5 整地作業の燃料消費量、作業能率、作業精度

	試験機(定格)	対照機
試験日	11月8日	11月11日
作業面積 (ha)	0.95	0.95
作業時間 (h)	4.34	3.71
エンジン回転 (rpm)	2,200	2,200
速度設定	上限1.6km/h	副1-主1
燃料消費量 (L)	32.0	31.3
(L/ha)	33.7	32.9
(L/h)	7.4	8.4
作業速度 (m/s)	0.43	0.51
作業能率 (min/10a)	27.4	23.4
作業精度(作土深 cm)	26.4	26.0

非常に
よく当て
はまる

かなり
当ては
まる

少し
当て
はまる

僅かに
当て
はまる

全く当
てはま
らない

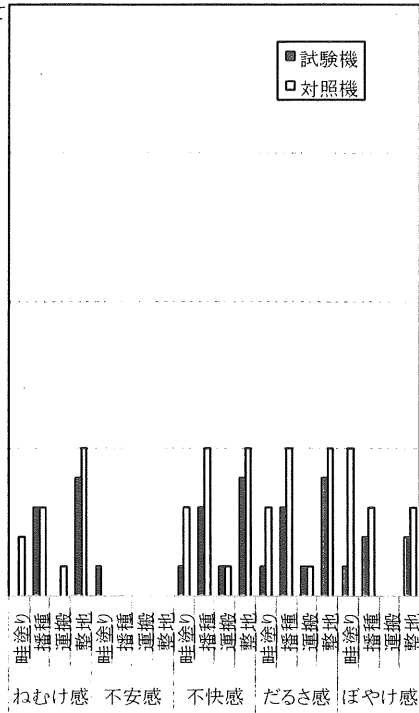


図1 「自覚症しらべ」の結果

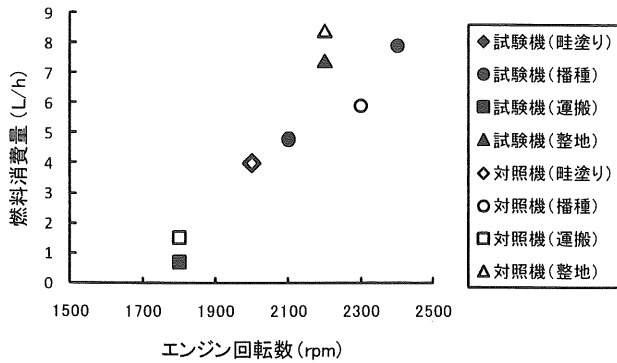


図2 供試機のエンジン回転数と燃料消費量の関係

5. 経営評価

表6 供試トラクターの経済性

対象機種		試験機				対照機					
		50馬力級				50馬力級					
区分		畦塗り	播種	運搬	整地	畦塗り	播種	運搬	整地		
作業名		畦塗り	播種	運搬	整地	畦塗り	播種	運搬	整地		
作業機名		畦塗り機	不耕起播種機	トレーラー	ロータリー	畦塗り機	不耕起播種機	トレーラー	ロータリー		
作業面	作業時間	h/ha	0.58	1.80	0.17	4.57	0.94	2.22	0.21	3.90	
	1日の作業時間	h/日	8	8	2	8	8	8	2	8	
	実作業率	%	70	60	60	70	60	60	60	70	
	1日の実作業時間	h/日	5.6	4.8	1.2	5.6	5.6	4.8	1.2	5.6	
	作業日数	日	5	25	15	30	5	25	15	30	
	作業可能日数率	%	80	70	80	80	80	70	80	80	
	作業可能日数	日	4	18	12	24	4	18	12	24	
	作業可能時間	h	22	84	14	134	22	84	14	134	
作業可能面積(負担面積)		ha	38.6	46.7	84.7	29.4	23.8	37.9	70.2	34.5	
経済面	購入価格		千円	5,628	5,628	5,628	5,628	5,513	5,513	5,513	5,513
	作業機		千円	887	2,924	1,338	1,042	887	2,924	1,338	1,042
	年間固定費	トラクタ固定費率	%	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
		トラクタ利用割合	%	8.1	25.3	2.4	64.2	12.9	30.5	2.8	53.7
		作業機固定費比率	%	28.1	23.8	22.8	28.1	28.1	23.8	22.8	28.1
		トラクタ	千円	110	342	32	867	171	404	37	711
	作業機	千円	249	696	305	293	249	696	305	293	
	計	千円	359	1,038	337	1,160	421	1,100	342	1,003	
	変動費	燃料単価	円/h	107	107	107	107	107	107	107	107
		使用量	h	4.0	4.8	5.2	7.4	4.0	5.9	10.1	8.4
		燃料費	円/h	428	514	556	792	428	631	1,081	899
		労賃	円/h	2,030	3,112	2,030	2,030	2,030	3,112	2,030	2,030
計	円/ha	2,037	10,877	733	18,409	3,301	13,829	1,063	16,318		
利用面積(経営面積)		ha	20				20				
機械利用経費		円/ha	176,742				177,818				

注) 経営規模は水稲単作で不耕起直播栽培20ha(1ha区画圃場×20枚)、農機具格納庫と圃場の距離は2.4kmと仮定した。

(1) 作業面

試験データを基に作業可能面積を試算すると、試験機では整地作業、対照機では畦塗り作業の面積が最も小さいため制限作業となり、試験機では約29ha、対照機では約24haまでの経営規模拡大が可能と考えられる。但し、作業状況を観察した結果から判断すると、両機の差は圃場条件等による作業能率の変動範囲を越えるほど大きいものではないと思われる。

(2) 経済面

試験データを基に試算した20ha規模の機械利用経費は、試験機が176,742円/ha、対照機が177,818円/haとなり、大差無い結果(1,076円/ha差)であった。

(3) 経営面

作業面と経済面で明確な差が見られず、作業精度(収量)も概ね同等であると推定されることから、水稻不耕起直播栽培の収益もほぼ同等であると考えられる。

6. 考察

(1) オペレーターの労働負担の軽減

試験機は、対照機に比べて、作業中の心拍数や疲労の自覚症状が低い傾向があり、労働負担の軽減が示唆された。

人間は、要求が解消されないとストレスや緊張が高まり、その結果心拍数が上昇する。心拍数が高い状態が長時間続くと疲労を感じる。

トラクター作業では、圃場等の状態に応じて作業速度を微妙にコントロールし、作業精度を確保したいという要求が、オペレーターにとってストレスとなることがある。パワーシフト変速の対照機は、速度段の切替時に変速ショックがあるため、作業中の速度変更は余り行わないのが普通である。そのため、作業精度確保の要求は解消されず我慢することになる。一方、HMT変速の試験機はスムーズでシームレスな変速が可能であった。これにより、オペレーターは精度確保の要求を満足させ、ストレスや緊張の度合いを低下させたのではないかと推察する。

(2) 作業効率の向上(低燃費化、高能率化)

試験機は、省エネモード条件(1,500~2,100rpm)で作業を行うと、燃費消費量が低下する結果が得られた。このことから、作業内容や圃場条件に応じて定格回転運転と省エネモード運転を使い分けることで、燃料消費量を低減できる可能性がある。

高能率化を明確に示すデータは本試験では得られなかった。しかし、試験機においてオペレーターの疲労軽減傾向が示唆されたことから、疲労に起因する作業時間のロス(集中力低下による作業行程の重複や作業ミスによるやり直し等)が減少し、長時間(期間)作業でも作業精度と作業能率を低下させない効果が期待できると思われる。

(3) 試験機の導入について

試験機は、対照機と比較して、同等の作業精度、作業能率が確保され、経済性もほぼ同等であるという結果が得られた。また、オペレーターの労働負担軽減が示唆される結果が得られた。これらの結果をまとめると、試験機の導入が、作業精度、作業能率、経済性を犠牲にせず、労働軽減を実現することを示していると考えられる。

対照機と同等性能の従来型トラクター(パワーシフト変速)を更新する場面や新たに購入する場面では、試験機と同等性能のHMT無段変速トラクターが有力候補になり得ると思われる。

7. 問題点と次年度の計画

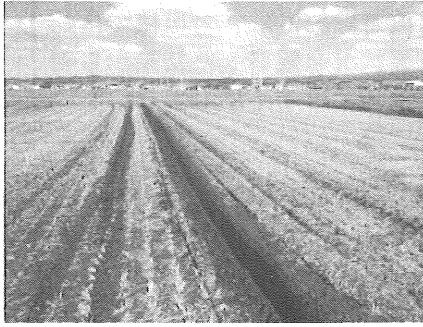
(1) 問題点

特になし。

(2) 次年度の計画

HMT無段変速トラクターを試験機とし、小麦、大豆栽培に組み入れて検討する。

8. 参考写真



(備考)
作業時の含水比
試験機：56.5%
対照機：40.6%

写真1 畦塗り作業後の畦畔（左：試験機区、右：対照機区）



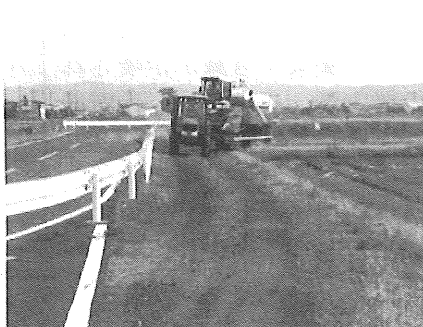
(備考)
どちらも試験機
で播種したもの

写真2 水稻の出芽状況（左：播種機D (M社NSV600)、右：播種機V (S社AD102)）



(備考)
1ha区画圃場。
手前の欠株は、
枕地合わせをし
ない農道ターン
方式で播種した
ためにできた。

写真3 水稻の成熟期の状況（左：試験機区、右：対照機区）



(備考)
作業時の含水比
試験機：56.0%
対照機：57.8%

写真4 運搬作業の様子

写真5 整地作業の様子