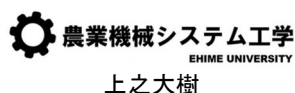


電動農機によるアグリカーボンニュートラル —低トルク農機における電動化仕様の検討—



本研究は、以下の受託研究です
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の先導研究プログラム (JPNP-14004)

研究背景

2

課題

- ・ 大自然災害
- ・ 地球温暖化
- ・ 生産基盤の脆弱化

→ 「みどりの食料システム戦略」

2050までに目指す姿

農林水産業の

「CO2ゼロエミッション化」

農業機械



電動化

化石燃料からの切り替えによる
カーボンニュートラル

研究目的

3

Type 1: 高トルク農機

電動乗用モータの
エネルギー消費削減技術の構築



Type 2: 低トルク農機

電動乗用管理機の
最適制御システムの構築



Type 3: トルク分散農機

コンバイン刈取部・風選別部の
電動化による作業精度検知技術



Type 4: 小型農業ロボット

急傾斜地向け自走ロボットと
ロボット公適応性圃場設計



研究目的

4

電動化の課題

連続作業時間の延長

消費エネルギーの削減

低トルク農機電動化のための基本仕様を明らかにする

- ・ 電動化の有効性を確認するための走行実験
- ・ 機械負荷制御による効率的な制御方法を明らかにするための圃場実験



電動化



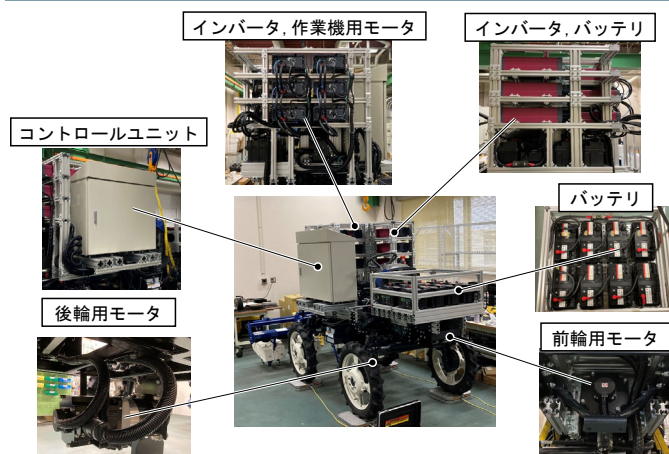
目次

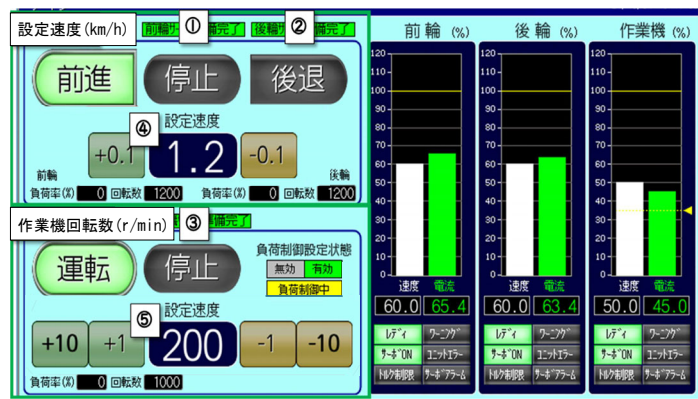
5

- ・ 電動化仕様
- ・ エンジン式とモータ式の消費エネルギー比較実験
- ・ 機械負荷制御の検討

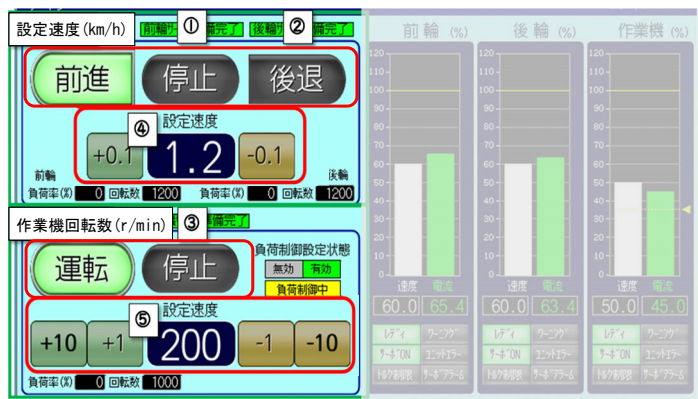
配線接続

6

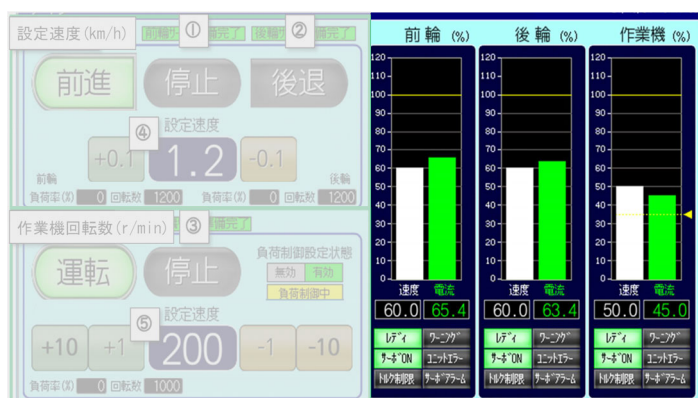




タッチパネル・メイン画面

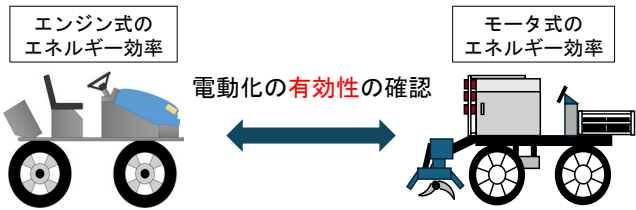


タッチパネル・メイン画面



タッチパネル・メイン画面

- ・ 電動化仕様
- ・ エンジン式とモータ式の消費エネルギー比較実験
- ・ 機械負荷制御の検討



1 kmを走行するのに必要な消費電力量 (kWh) をエンジン式とモータ式で比較を行う

1 kmを走行するのに必要な消費電力量 (kWh) を「消費エネルギー」と称する

消費エネルギー算出のため走行実験を行った

測定場所: 愛媛大学先端農業R&Dセンター外周 (191.8 m)
測定項目: バッテリー電圧、モータ電流、走行時間、走行距離
設定速度: 低速 (1.0 km/h)、中速 (1.5 km/h)、高速 (2.0 km/h)



モータ式 (データロガー搭載)



データロガー (GL980 midi LOGGER)

モータ式走行実験結果

13

測定結果					
設定速度 (km/h)	前輪モータ 消費電力 (kW)	後輪モータ 消費電力 (kW)	1周走行 時間 (分)	1周走行 距離 (m)	周回数 (周)
低速 1.0	0.365	0.103	22.1	191.8	1
中速 1.5	0.426	0.081	14.6		1
高速 2.0	0.452	0.100	10.9		1

消費エネルギーの算出			
設定速度 (km/h)	前後輪モータ 消費電力量 (kWh)	消費エネルギー (kWh)	平均走行速度 (km/h)
低速 1.0	0.658	3.435	0.52
中速 1.5	0.475	2.477	0.79
高速 2.0	0.388	2.021	1.06

エンジン式走行実験方法

14

実験場所: 愛媛大学先端農業R&Dセンター外周 (198.1 m)
搭載物 : 軽油タンク、水 (16.8 L: 機体総重量調整)
測定項目: 軽油消費量、走行時間、走行距離
ギア速度: 低速 (2.5 km/h)、中速 (3.0 km/h)、高速 (5.0 km/h)



エンジン式 (軽油タンクと水搭載)

エンジン式走行実験結果

15

測定結果					
ギア速度 (km/h)	走行前タンク 重量 (g)	走行後タンク 重量 (g)	1周走行 時間 (s)	1周走行 距離 (m)	周回数 (周)
低速 2.5	1250.0	884.7	303	191.8	3
中速 3.0	1919.7	1484.8	257		5
高速 5.0	1613.2	1511.3	143		5

消費エネルギーの算出			
ギア速度 (km/h)	消費燃料 (g)	消費エネルギー (kWh)	平均走行速度 (km/h)
低速 2.5	365.3	8.386	2.29
中速 3.0	434.9	5.744	2.69
高速 5.0	101.9	1.346	4.83

実験結果

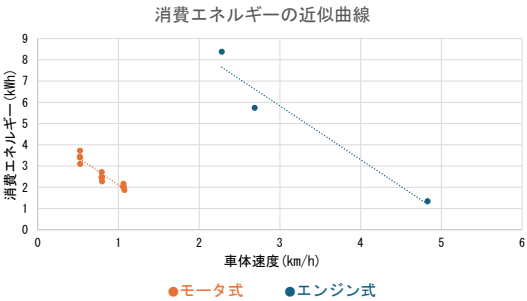
16

モータ式消費エネルギーの算出		
設定速度 (km/h)	消費エネルギー (kWh)	平均車体速度 (km/h)
低速 1.0	3.435	0.52
中速 1.5	2.477	0.79
高速 2.0	2.021	1.06

エンジン式消費エネルギーの算出		
ギア速度 (km/h)	消費エネルギー (kWh)	平均車体速度 (km/h)
低速 2.5	8.386	2.29
中速 3.0	5.744	2.69
高速 5.0	1.346	4.83

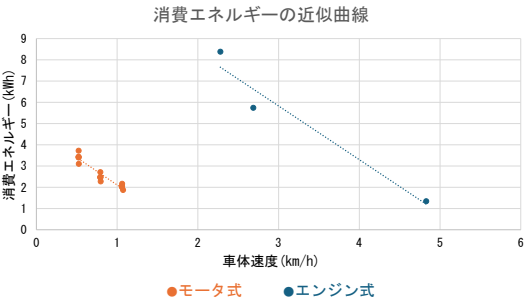
実験結果

17



実験結果

18



モータ式 1 km/hの場合
2.110 kWh

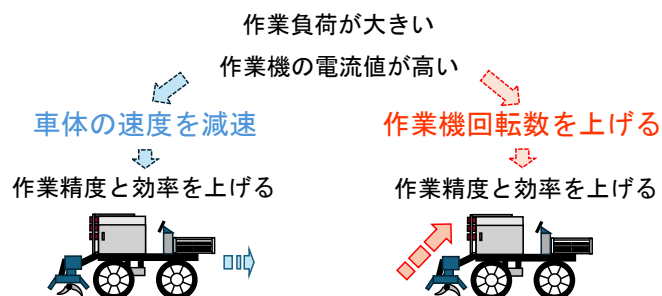
エンジン式 1 km/hの場合
10.883 kWh

- ・電動化仕様
- ・エンジン式とモータ式の消費エネルギー比較実験
- ・機械負荷制御の検討

機械負荷制御

作業機用モータ電流値の変化に応じて車体を制御

作業効率と精度の向上を目的としている



機械負荷制御による効率的な制御方法を検討する

作業機を装着して圃場実験を行い
作業機回転数と車体速度の
消費エネルギーの関係性を明らかにした

野菜用ロータリカルチでの圃場実験
(中耕作業)マルチロータリでの圃場実験
(うね形成作業)

実験場所:愛媛大学附属高校農場

測定項目:バッテリー電圧、モータ電流、走行時間

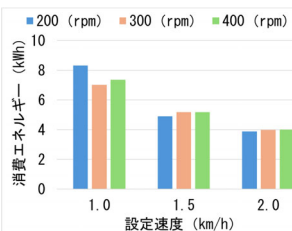
走行距離:18.6 m(中耕作業用)、9.0 m(うね形成用)

設定速度:低速(1.0 km/h)、中速(1.5 km/h)、高速(2.0 km/h)

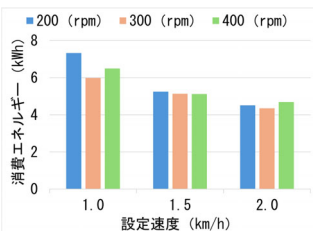
作業機回転数:200 rpm、300 rpm、400 rpm

野菜用ロータリカルチ
(中耕作業用)マルチロータリ
(うね形成用)野菜用ロータリカルチの
消費エネルギー(kWh)

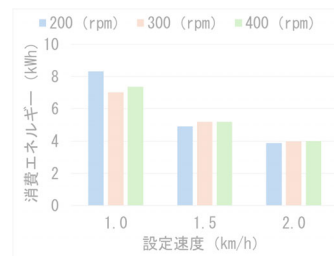
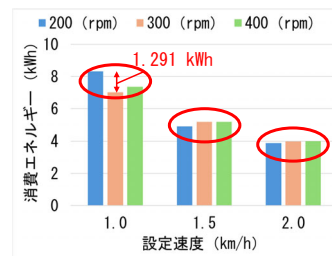
設定速度 (km/h)		作業機回転数 (rpm)		
		200	300	400
低速	1.0	8.323	7.032	7.357
中速	1.5	4.903	5.192	5.188
高速	2.0	3.891	3.985	4.005

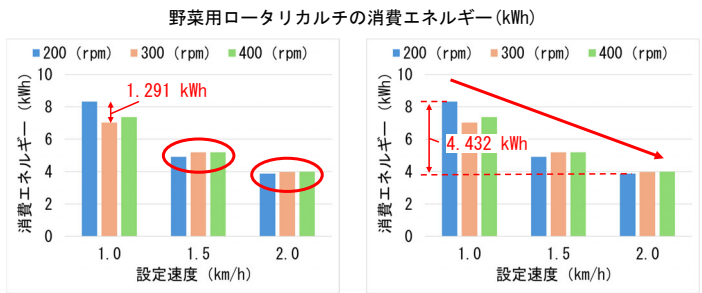
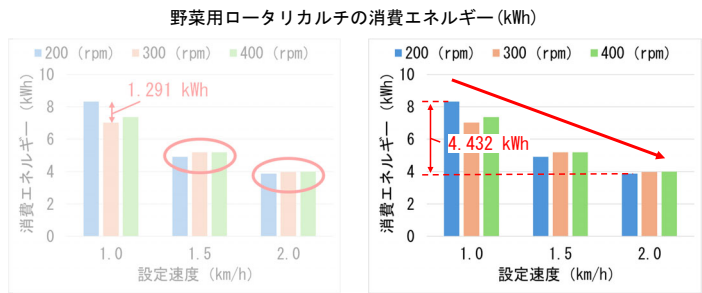
マルチロータリの
消費エネルギー(kWh)

設定速度 (km/h)	作業機回転数 (rpm)		
	200	300	400
低速 1.0	7.320	5.982	6.485
中速 1.5	5.245	5.126	5.118
高速 2.0	4.498	4.340	4.676

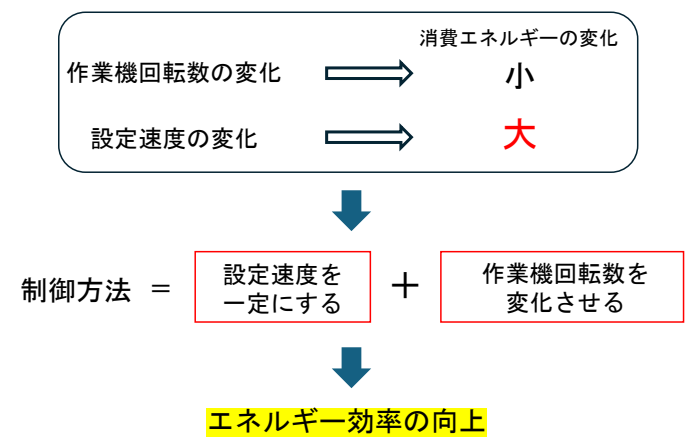
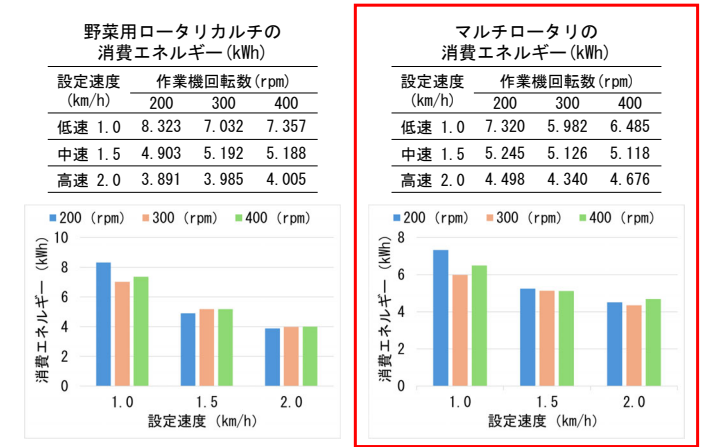


野菜用ロータリカルチの消費エネルギー(kWh)





作業機回転数で比較したときの消費エネルギーの変化は小さい
設定速度で比較したときの消費エネルギーの変化は大きい



- まとめ
- ・電動化により消費エネルギー低減が可能
 - ・作業機回転数を機械負荷制御で制御を行う

消費エネルギー減少 → 連続作業時間の延長

- 展望
- ・電動乗用管理機の重量減少
 - ・機械負荷制御アルゴリズムの開発
 - ・作業機および土壌条件ごとの回転数とエネルギー効率との関係の解明