

# 畜産バイオガスシステムの自動化実証プロジェクト

(株) 本部農場 (宮崎県新富町)、(有) 富田牧場 (北海道士幌町) ほか

◎強靱な地域農業

## 背景及び取組概要

令和4年度 <実証面積:0.83ha> <実証品目:イタリアンライグラス、デントコーン>

バイオガスプラントはメタン発酵により有機物から再生可能エネルギーとしてメタンガスを取り出す設備である。畜産ふん尿の処理では、再エネ獲得のほか、ふん尿処理の自動化、衛生的な肥料の生産、ふん尿の低臭気化など多くのメリットをもたらす。

本プロジェクトでは畜産バイオガスプラントで生産されるメタン発酵消化液(以下、「消化液」という)の肥料としての農地散布に要する労力・コスト低減の実現のため、『自走式消化液散布車両』と消化液の『濃縮技術』の実証試験を行う。事業の課題整理、試験結果の評価を目的として、バイオガスプラントを導入している農家、JA、自治体を構成員とする協議会を設立し、事業を円滑に推進する。

### ① 消化液の『自動散布車両』の実証

- ・自動散布車両の開発
- ・試験ほ場での消化液散布試験
- ・将来の大型車両の開発に向けた課題の整理

### ② 消化液の『濃縮技術』の実証

- ・濃縮技術の検証、現地での実証試験の実施
- ・バイオガス技術の連携(廃熱利用可能性の検討)
- ・濃縮段階によるコスト比較

## 実証目標

実証テーマに沿った目標「強靱で持続可能な地域農業の構築」◎

実証目標1：自動散布車両導入により消化液散布人件費コスト90%低減

実証目標2：消化液濃縮により消化液散布人件費コスト20%低減

### 令和4年度実証農場

株式会社本部農場  
有限会社富田牧場

### バイオガスプラント

消化液 18t/日  
固形分 4t/日

### 実証1 自動運転車両

小型自走式消化液  
散布車両の開発

### 実証2 消化液濃縮

プラズマイオン技術  
による濃縮実験

### 実証1+2 ほ場散布

実証ほ場 0.83ha  
令和4年8月ころ



家畜糞尿

バイオマス  
ガスプラント

自動散布車両

消化液濃縮

濃縮消化液  
自動散布

# 目標に対する達成状況等

## 実証課題の達成目標

### 1) 実証テーマに沿った目標

実証1目標： 自動散布車両導入により消化液散布人件費コスト90%低減

実証2目標： 消化液濃縮により消化液散布人件費コスト20%低減

### 2) 生産者のコスト低減、収量・品質向上等についての目標

本コンソーシアムが実施する2つの実証を組み合わせることで、現在生産者が消化液の散布に要する総労働時間を50%に低減することを目標として実証を行う。

### 3) 生産者の経営全体の改善についての目標

2つの実証に必要な初期設備投資、ランニングコストを踏まえて、農業経営全体に対して10%コスト低減となることを目標として実証を行う。

## 目標に対する達成状況

### 1) 実証テーマに沿った目標に対する達成状況

実証1目標：自動散布車両導入により消化液散布人件費コスト90%低減

達成状況：各生産者における散布人件費コスト 73.9%低減および66.3%低減となり達成に至っていない。今回、自動化対象としなかった給液時間が作業に占める割合が大きいことが主な要因だった。給液の自動化は現在の技術で十分に達成可能と考えられる。

表 各生産者において想定される無人散布による作業時間削減効果

富田牧場（16圃場 対象散布面積 7,581a）		
18tタンカーによる自動散布を想定	総計	
年間のべ散布面積	18,953	a
通常消化液総散布量	8,339	t
慣行・総作業時間	207.3	時間
自動散布時・残り有人作業時間	54	時間
有人作業時間の削減効果（自動散布）	73.9	%
削減された人件費（時給1,500円）	229,909	円
本部農場（35圃場 対象散布面積 2,365a）		
13tタンカーによる自動散布を想定	総計	
年間のべ散布面積	6,894	a
通常消化液総散布量・年間	5,586	t
慣行・総作業時間	148.6	時間
自動散布時・残り有人作業時間	50.1	時間
有人作業時間の削減効果（自動散布）	66.3	%
削減された人件費（時給1,500円）	147,705	円

# 目標に対する達成状況等（つづき1）

実証2目標: 消化液濃縮により消化液散布人件費コスト20%低減

達成状況: 生産者における散布人件費コスト 50%低減および66.7%低減を達成した。

表 消化液濃縮による作業時間削減効果

富田牧場（16圃場 対象散布面積 7,581a）		
18トンスラリタンカ想定	総計	
のべ散布面積	18,953	a
通常消化液総散布量（トン）	8,339	t
慣行農法において散布に要する作業時間	207.3	時間
消化液濃縮で削減できた作業時間	103.6	時間
消化液濃縮時の残り有人作業時間	103.7	時間
<b>自動化による作業時間の削減率</b>	<b>50</b>	<b>%</b>
人件費換算（時給1,500円）	155,400	円

本部農場（35圃場 対象散布面積 2,365a）		
13トンスラリタンカ想定	総計	
のべ散布面積（a）	6,894	a
通常消化液総散布量（トン）	5,586	t
慣行農法において散布に要する作業時間	148.6	時間
消化液濃縮で削減できた作業時間	99.1	時間
消化液濃縮時の残り有人作業時間	49.5	時間
<b>自動化による作業時間の削減率</b>	<b>66.7</b>	<b>%</b>
人件費換算（時給1,500円）	148,650	円

濃縮による有人作業時間の短縮効果: 圃場における散布時間、圃場までの往復回数、給液時間がそれぞれ減少。

※ 濃縮のみの効果を見るため、散布等の作業は全て有人としている。

※ 散布車両への給液作業は、他の試験項目を優先するため自動化の対象外とした。なお技術的に困難な点はなく、取り組めば自動化可能と考えられる。

# 目標に対する達成状況等（つづき2）

## 2) 生産者のコスト低減、収量・品質向上等についての目標に対する達成状況

目標：2つの技術（自動運転、濃縮）を組み合わせることによって、現在生産者が消化液の散布に要する総労働時間を50%に低減

達成状況：人件費については自動散布と濃縮の複合効果により2生産者それぞれ87%、88%と目標を上回る効果を得ている。

表 自動散布および消化液濃縮の複合による作業時間削減効果

富田牧場（16圃場 対象散布面積 7,581a）			本部農場（35圃場 対象散布面積 2,365a）		
18トンスラリタンカ	総計		13トンスラリタンカ	総計	
のべ散布面積	18,953	a	のべ散布面積	6,894	a
通常消化液総散布量	8,339	t	通常消化液総散布量	5,586	t
慣行での総作業時間	207.3	時間	慣行での総作業時間	148.6	時間
自動運転+濃縮で削減された作業時間	180.3	時間	自動運転+濃縮で削減された作業時間	131.9	時間
残り作業時間（有人）	27.0	時間	残り作業時間（有人）	16.7	時間
有人作業時間の削減効果 （2倍濃縮+自動散布）	<b>87.0</b>	%	有人作業時間の削減効果 （3倍濃縮+自動散布）	<b>88.8</b>	%
人件費換算（時給1,500円）	270,450	円	人件費換算（時給1,500円）	197,850	円

有人作業時間の削減効果の内容：自動化による散布作業無人化（作業時間0）、圃場往復の無人化（作業時間0）、給液時間の短縮（濃縮の効果）  
残り作業時間（有人）の内容：散布車両への給液作業

※ 他の試験項目を優先するため散布車両への給液作業は自動化の対象外とした。技術的に特に困難な点はなく自動化可能と考えられる。

# 目標に対する達成状況等（つづき）

## 3) 生産者の経営全体の改善についての目標に対する達成状況

目標：農業経営全体に対して10%コスト低減

達成状況：FIT売電を行っているバイオガスプラントにおいて、外部からエネルギー供給を行って消化液濃縮するとコスト増につながる結果となった。

【自動運転/消化液濃縮の実施による年間コストの変化】 ※ 緑字は慣行に対して低下するコスト

費用項目	慣行	2倍濃縮	2倍濃縮	2倍濃縮	3倍濃縮	3倍濃縮	3倍濃縮
		【燃料単価】 LPG845円/㎥	【燃料単価】 LPG252円/㎥	【燃料単価】 重油120円/L	【燃料単価】 LPG845円/㎥	【燃料単価】 LPG252円/㎥	【燃料単価】 重油120円/L
散布人件費	310,950(富田牧場) 222,900(本部農場)	40,500	40,500	40,500	25,050	25,050	25,050
自動運転に係る機器の年間償却 (法定7年) ※カタログより推計	---	714,286	714,286	714,286	714,286	714,286	714,286
濃縮のための燃料費 ※ 熱回収あり、固液分離なし	0	53,820,823	16,050,707	19,621,333	80,731,235	24,076,061	29,432,000
濃縮機の年間償却 (10年) ※年間償却 1台800万円	0	11,454,670	11,454,670	11,454,670	17,182,005	17,182,005	17,182,005
水道・電気・操作人件費	0	5,003,400	5,003,400	5,003,400	7,505,100	7,505,100	7,505,100
熱交換に要する機器年間償却 (法定13年) 機器一式：150万円	0	115,385	115,385	115,385	115,385	115,385	115,385
トラクター・スラリータンカー 年間償却 (法定7年)	12,142,857	2,385,714	2,385,714	2,385,714	2,385,714	2,385,714	2,385,714
貯留槽・年間償却 (法定60年)	939,817	667,692	667,692	667,692	492,628	492,628	492,628
年間 総額	13,082,674	74,202,470	36,432,354	40,002,980	109,151,403	52,496,228	57,852,168
年間コストの差額 (対慣行)	0	61,119,796	23,349,680	26,920,306	96,068,729	39,413,554	44,769,494



# (実証項目別成果①) 自動散布車両の実証 (北海道富田牧場)

## 取組概要

本事業では、小型の自動散布車両(無人化運転技術)の開発を目標とし、バイオガスプラントを所有する酪農家(本協議会)の試験ほ場での消化液および濃縮消化液の散布試験を実施する。

自動散布機開発のベースとした車両(ヤンマー製コンバイン YH6115 QXJPUI)

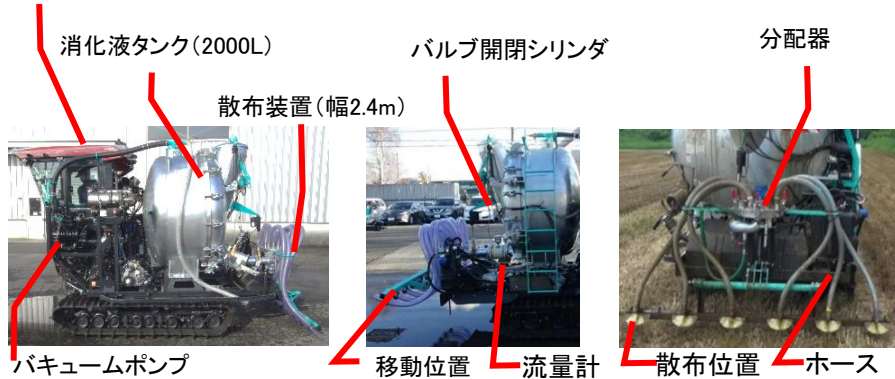


図 自動散布車両 外観

図 タンク・送液部

図 散布装置

### ・散布試験概要:

黄:原液有人作業

30トン/1ha  
作業速度3.6km/h  
流量7.2L/秒  
長さ70m x 1往復

赤:2倍濃縮無人作業

15トン/1ha  
作業速度7.2km/h  
流量7.2L/秒  
長さ70m x 4往復

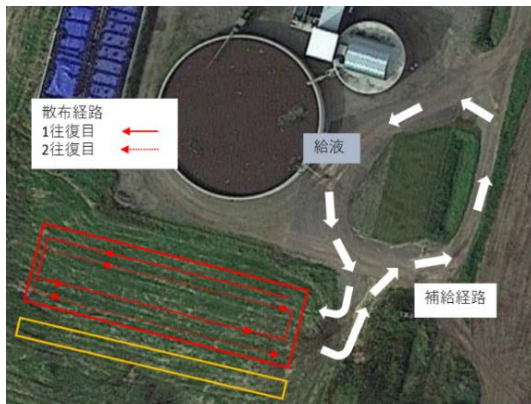


図 散布経路概要

## 実証結果

- ・ 固液分離されていない原液消化液、2倍濃縮消化液ともに、シャッター開口部に異物が詰まることなく散布作業が可能であった
- ・ 自動散布機の継続使用においては、当該機の連続運用における現在の営農作業との連携性の確認、長期運用の実証、通年使用での運用コストの確認を行う。

表 散布結果

供試材料	圧力 (MPa)	平均流量 (L/秒)	平均流量目標値 (L/秒)
原液消化液	0.050	7.8	7.2
2倍濃縮消化液	0.050	8.0	7.2



図 2倍濃縮消化液の散布跡



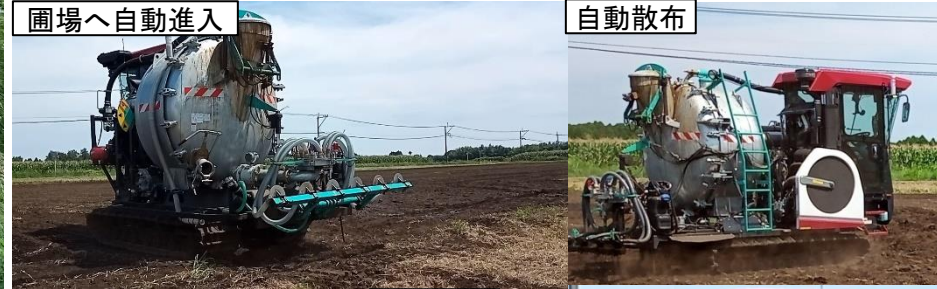
# (実証項目別成果①) 自動散布車両の実証 散布作業状況

(北海道富田牧場、宮崎県本部農場)

散布エリアまで無人移動 ~ 自動散布 ~ 給液地点に自動復帰

令和4年6月28日 北海道 富田牧場

令和4年8月26日 宮崎県 本部農場





### 取組概要

本事業年度において実際の営農で求められる消化液の散布量に対応すべく、装置処理能力を向上させた新型機「RMLQ-17」をレンタルし導入した。



図 大型濃縮装置RMLQ-17

表 RMLQ-17諸元

	RMLQ-17
サイズ	W5240/D2400/H2590
エネルギー	LPガス(今後、余剰メタンガス利用を想定)
処理対象物	水溶液専用
標準処理量	5000kg
減質量率	70% (液体を想定)
設置場所	屋外可
ランニングコスト	今回実証テストにて検証

### 実証結果

(2倍濃縮・北海道 富田牧場)

- ・ 富田牧場バイオガスプラント(北海道士幌町)の消化液を使用。
- ・ 消化液約4トン进行約2トンに濃縮した(下図)。
- ・ 消化液は固液未分離であり、予備試験にて3倍濃縮では流動性が確保できないと判断、濃縮倍率を2倍にとどめた。
- ・ 消化液4トン进行2トンに濃縮するのに6時間を要した。
- ・ 大容量の場合でも、おおむね時間に比例した濃縮が可能であり、安定した濃縮が行えることを確認できた。

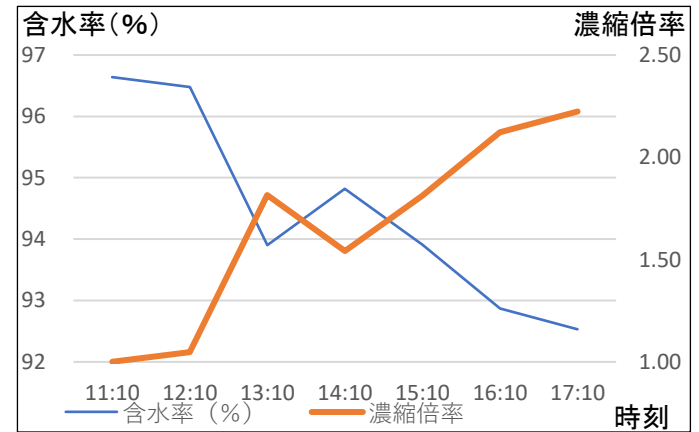


図 大型機RMLQ-17による消化液の濃縮過程(2倍濃縮時)

(3倍濃縮・宮崎県 本部農場)

- ・ 本部農場バイオガスプラント(宮崎県新富町)の消化液を使用。
- ・ 一連の作業により消化液原液約27トン进行約9トンに濃縮した。
- ・ 消化液は固液分離されており流動性が高く、濃縮倍率は予定通り3倍とした。
- ・ 消化液4トン进行1.3tに濃縮する際に12時間を要した。

※ 3倍濃縮時に、やむを得ず使用したボイラーが低出力(蒸発量500kg/hから250kg/hに変更)であったため、濃縮倍率から想定される以上の長時間を要した。



# (令和4年度成果(全体)) スマート農業技術の導入による経営上の効果

## 取組概要

- ・ 送配電状況等により売電が不可能な地域では、経済性の面からバイオガスプラント導入が困難とされてきた。
- ・ そのような地域を想定して、バイオガスを消化液の濃縮に活用し、濃縮消化液は周辺農家へ販売(有償自動散布)を行うプランを試算した。

## 実証結果

- ・ バイオガスは年間に生産される消化液全量を2倍濃縮するのに十分な熱量を有していた。
- ・ 濃縮の燃料としてバイオガスを使用できる環境であれば、濃縮消化液の自動散布により十分な収益を確保できることが明らかとなった。

◎ プラントから発生するバイオガスは消化液全量を2倍濃縮するのに十分な熱量を持つ (バイオガスプラント 乳牛250頭規模)

	熱量 MJ/L	2倍濃縮に必要な年間使用量 (L)	発生熱量 (MJ/年)
重油	40.40	163,701	6,613,530
	熱量 MJ/m <sup>3</sup>	年間発生量 (m <sup>3</sup> )	発生熱量 (MJ/年)
バイオガス	21.16	500,340	10,587,194
2倍濃縮に必要な熱量に対するバイオガス熱量の比率			<b>160.1%</b>

◎ 周辺耕種農家への自動散布を行った場合の収益性 (バイオガスプラント 乳牛250頭規模)

	2倍濃縮	3倍濃縮
濃縮のための燃料費	0	0
濃縮および散布経費 (自動散布/濃縮機器償却含む・年間)	20,381,647	28,435,618
販売可能な濃縮消化液量 (t/年)	4,170	2,780
消化液の自動散布単価 (円/t)	6,800	10,200
自動散布による年間想定売上高 (円)	28,356,000	28,356,000
<b>年間収益</b>	<b>7,963,383</b>	<b>-92,598</b>

※消化液の単価設定について：消化液の販売価格は肥料成分の含有量によって決まるものと仮定し、消化液の実際の肥料成分含有量に対して現行化学肥料の成分別価格をあてはめて推定を行った。

# (終了時成果(全体)) 実証を通じて生じた課題

## 実証を通じて生じた課題

### 技術的な課題

今回の実証で導入したスマート農業機械・技術

作業内容	機械・技術名	技術的な課題
1 自動散布	自動散布機	給液作業の自動化
2 自動散布	自動散布機	対人センサーの装備
3 消化液濃縮	濃縮装置「RMLQ-17」	アンモニアの揮散抑止または回収

## ○ 問い合わせ先

### ・ 実証全体・自動散布機について

東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授 深尾 隆則 (e-mail: fukao@i.u-tokyo.ac.jp) Tel. 03-5841-6379

### ・ バイオガスプラント・消化液について

バイオマスリサーチ株式会社 島田 武明 (e-mail: shimada@biomass-research.com) Tel. 011-252-9386

### ・ 自動散布機(車体・散布装置)について

株式会社タカキタ 製造開発本部開発部 杉原 敦 (e-mail: a-sugihara@takakita-net.co.jp) Tel. 011-781-1111

### ・ 濃縮装置について

グレンカル・テクノロジー株式会社 取締役 大澤 明仁 (e-mail: osawa@glencaltech.com) Tel. 03-5288-7059



本実証課題は、農林水産省「スマート農業実証プロジェクト」（事業主体：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構）の支援により実施されました。

農研機構スマート農業実証プロジェクトホームページ  
<https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/>