

バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業
地域自立システム化技術開発事業

オンサイト小型バイオガス発電システムの
要素技術開発事業

(株)アイシン
愛知県農業総合試験場(委託先)

問い合わせ先
(株)アイシン
土井将一
E-mail: s-doi@rd.aisin.co.jp
TEL: 0566-62-8144

事業概要

1. 期間

開始 : 2019年2月

終了 : 2021年2月

2. 最終目標

FIT制度に頼らないオンサイト小型バイオガス発電システムを小規模酪農家が投資可能なコストで実現する。システムの効率的な運用により酪農家が抱える、ふん尿処理負担の増大や、近隣への臭いの問題を、以下の要素技術を開発することで解決を図る。

最終的に年間ふん尿処理費の25%低減を目指す。

- ①ふん尿の堆肥化処理コストの低減 : 固液分離後固分回収率 35 %以下
- ②発酵槽の低コスト化と発酵効率向上 : 22m³/日以上 of ガス発生
- ③小型エンジンの総合効率 : 効率 90%以上
- ④消化液利用技術の開発 : 堆肥化時に消化液の全量利用

3. 成果概要・進捗概要

2019年2月に事業を開始し、計画通りに2021年2月に終了した。上記の各々の技術目標に対して、①回収率平均31%、②21.6m³/日（夏季）、20.4m³/日（冬季）、③88.1%（夏季）、84.7%（冬季）、④全量処理可能、の結果を得た。またこれらを総合した年間ふん尿処理費用の低減効果は50%であった。消化液の利用に関しては、システム設置場所の気候条件の影響を受けるが、目標値を達成した。

目 次

1. 酪農家課題と提案システム
2. 要素技術開発の進捗
3. 成 果
4. 今後の展望

目 次

1. 酪農家課題と提案システム

2. 要素技術開発の進捗

3. 成 果

4. 今後の展望

1. 酪農家の課題と課題解決に向けた提案システム

〔酪農家の課題〕

1. 家畜ふん尿の処理費が大きな課題

通常は家畜ふん尿を堆肥化して処理している。堆肥化費用は、乾燥ハウス、堆肥舎での労務費、運転経費が主で堆肥化処理量に比例する。ふん尿に含まれる水分量が多いため堆肥化において、水分調整材（もみ殻等）を大量使用し、処理量がさらに増大し酪農家の負担を増加させている

2. 環境問題としてふん尿の悪臭問題があり近隣住民からのクレームがある

〔酪農家の課題解決へ向けての提案〕

小型メタン発酵システムの提案により、ふん尿の処理量を低減

（システムの特徴）

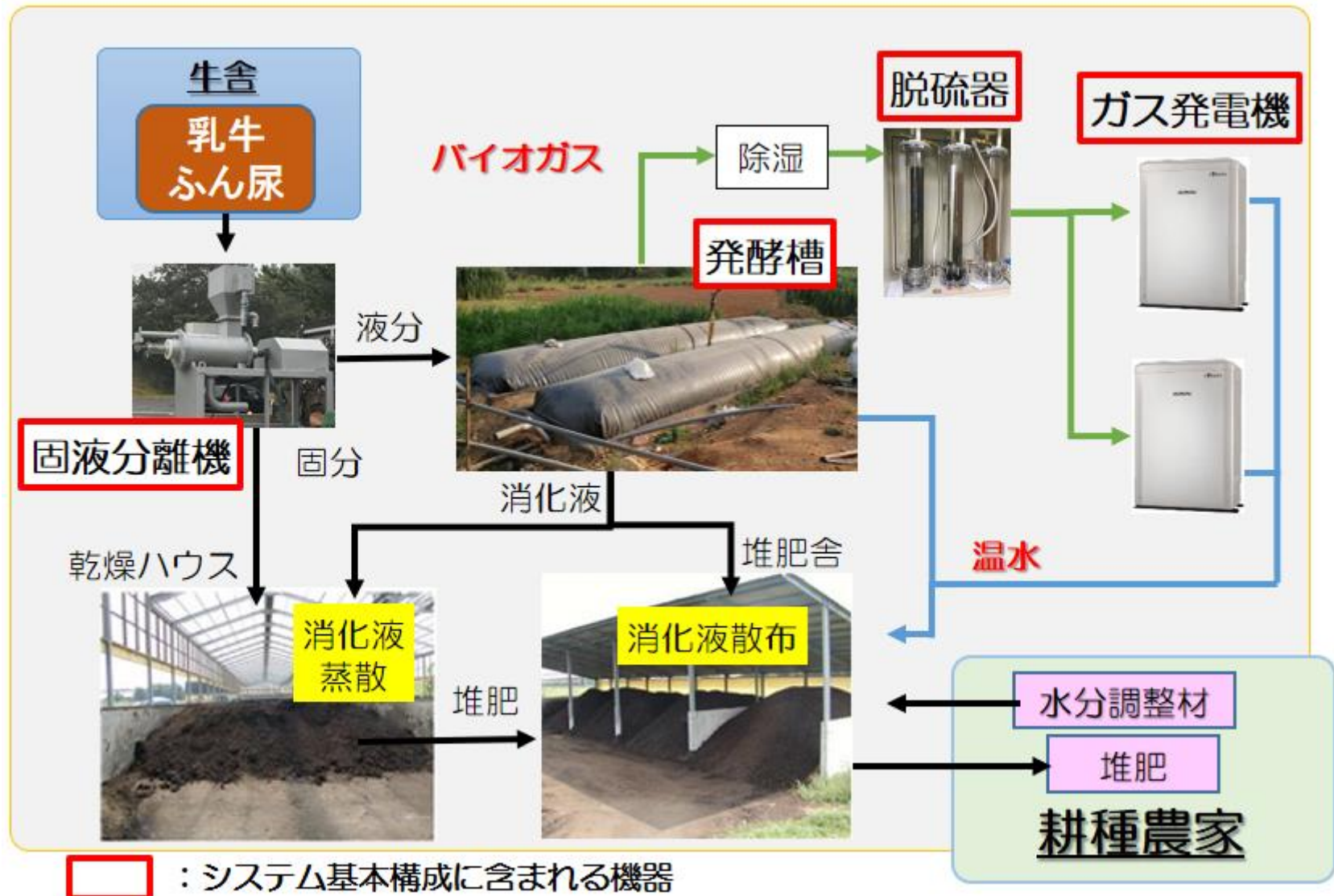
- ・ ふん尿の固液分離で、堆肥化処理する固形分量の低減
- ・ 固液分離後の液分をメタン発酵し、ガスエンジンで電気・熱エネルギーに変換
- ・ メタン発酵後の消化液は堆肥化工程で利用
- ・ 固液分離及びメタン発酵により、ふん尿の悪臭を低減

〔期待できる効果〕

**ふん尿処理費（ふん尿の堆肥化労務費・運転経費）の削減
悪臭の低減**

1. 酪農家の課題と課題解決に向けた提案システム

提案するシステムの概略図



目 次

1. 酪農家課題と提案システム

2. 要素技術開発の進捗

3. 成 果

4. 今後の展望

2. 要素技術開発の進捗 開発日程

開発目標と日程

- ①ふん尿の堆肥化処理コストの低減：固液分離による分離後固分を分離前の平均 3 5 %以下
- ②発酵槽の低コスト化と発酵効率向上：ふん尿 1 トンに対し22m³/トン・日以上バイオガス発生
- ③小型エンジンの総合効率：総合効率 90%
- ④消化液利用技術：堆肥化時に消化液の全量利用

研究開発項目		'18年度	2019年度	2020年度
大日程		'19年/2月 事業開始 ▼	技術検討委員会 ▼ (2019/12/4)	技術検討委員会 (2020/9/15) ▼ '21年/2月 最終報告▼ '21年/2月 終了▼
実証モデル 建設・設置・評価			設計 → 設置	実証モデル評価 まとめ
①	ふん尿の堆肥化処理 コストの低減		機能開発試験	夏季評価 まとめ (冬季評価) まとめ
②	発酵槽の低コスト化と 発酵効率向上化		機能開発試験	夏季評価 まとめ (冬季評価) まとめ
③	小型エンジンの 総合効率の向上		機能開発試験	夏季評価 まとめ (冬季評価) まとめ
④	消化液利用技術およ び浄化処理技術の 開発		消化液全量消費	夏季評価 まとめ (冬季評価) まとめ
			消化液改質・液肥施用試験 簡易浄化機能開発試験	

目 次

1. 酪農家課題と提案システム

2. 要素技術開発の進捗

3. 成 果

- ①ふん尿処理費の低減
- ②発酵槽の低コスト化と発酵効率向上
- ③小型エンジンの総合効率
- ④消化液利用技術
- ⑤経済性

4. 今後の展望

3－①. ふん尿処理費の低減

目標：固液分離による分離固分を分離前の平均35%以下

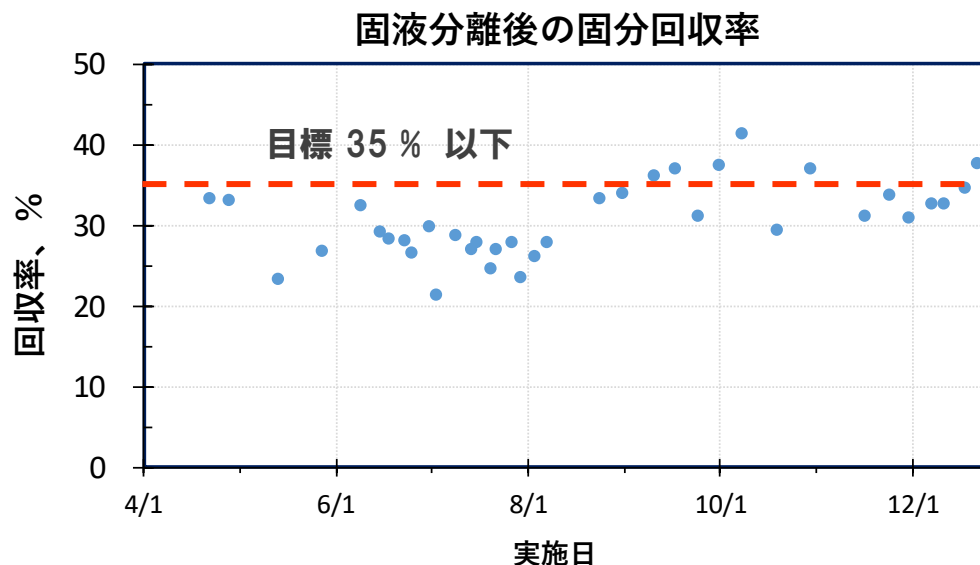
【目標設定の根拠】

国内の酪農家にとってふん尿処理費が負担になっている

2019年度の結果では、ふん尿固液分離後の固分の回収率35%で、固分の水分含有率が75%
水分含有率75%以下なら、水分調整材（もみ殻など）なしで好気発酵が始まるため、
堆肥化処理費・工数の大幅削減が期待できる。分離固分回収率安定を目指し上記目標を設定

【実施内容】 固液分離工程における、原料投入ライン整備実施および作業の定型化

【結果】 分離固分回収率：平均31%



固液分離装置
(スクリーンプレス式)

3－②. 発酵槽の低コスト化と発酵効率向上

目標：ふん尿 1 トンを固液分離した液分より、22 m³/日以上バイオガス発生

【目標設定の根拠】

低コスト化に向けプラスチックチューブ式を採用し、実証にて従来同等性能確保を確認する
堆肥減容のために固液分離しているため、ふん尿1トン当たりのメタン発生量は以下とした

$$22\text{m}^3/\text{日} \quad \div \quad 35\text{m}^3/\text{日} \times 62\%$$

↑

(過去確認したガス発生量)

↑

(固液分離後のBOD：分離前比)

【実施内容】

投入原料の調整：水の添加

調整後、原料の連続投入とガス発生量の確認

発酵槽保温、投入原料加温による発酵槽内温度維持

【結果】

ふん尿1トンあたり 平均21.6 m³/日 (夏季)

平均20.4 m³/日 (冬季) 相当を確認

【考察】

冬季のガス発生量が夏季より少ない理由として

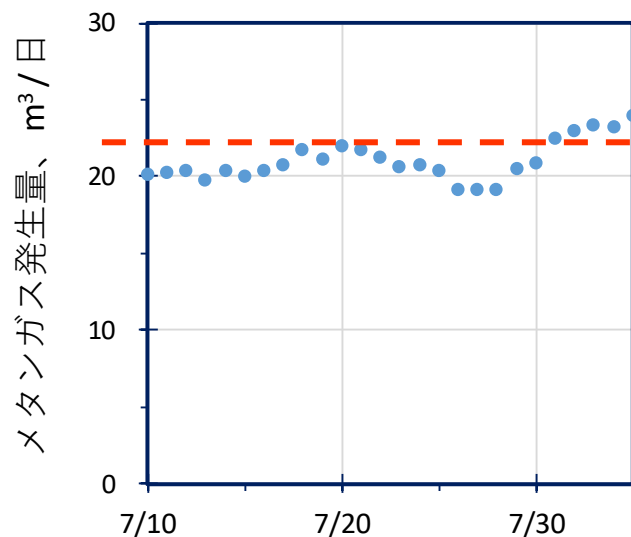
- ① 冬季は原料温度が低く発酵槽内での加水分解、酸生成工程での細菌の活性化を阻害
- ② 冬季は硫化水素濃度が少し高めで消化液のpHも夏に比べ少し高め (夏：7.4～7.6
冬：7.7～8.0) でメタン生成菌の活性化を阻害



3－②. 発酵槽の低コスト化と発酵効率向上

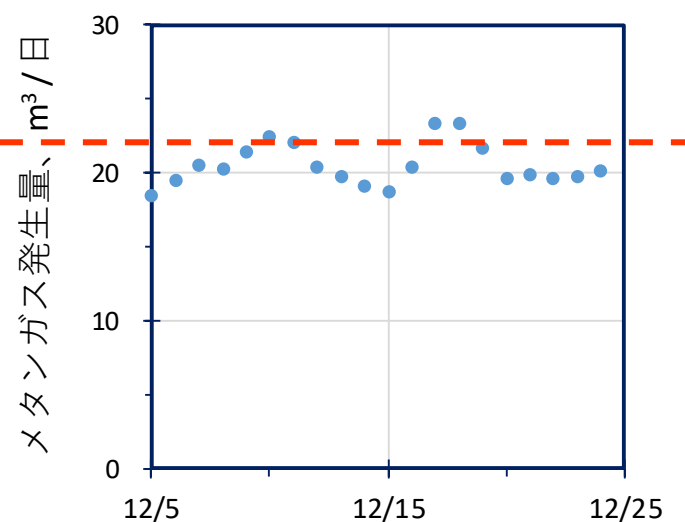
目標：ふん尿 1 トンを固液分離した液分より、22 m³/日以上バイオガス発生

メタンガス発生量の推移（夏季）



目標
22m³/日
以上

メタンガス発生量の推移（冬季）



ふん尿1トンあたり 平均21.6 m³/日（夏季）
平均20.4 m³/日（冬季）相当を確認

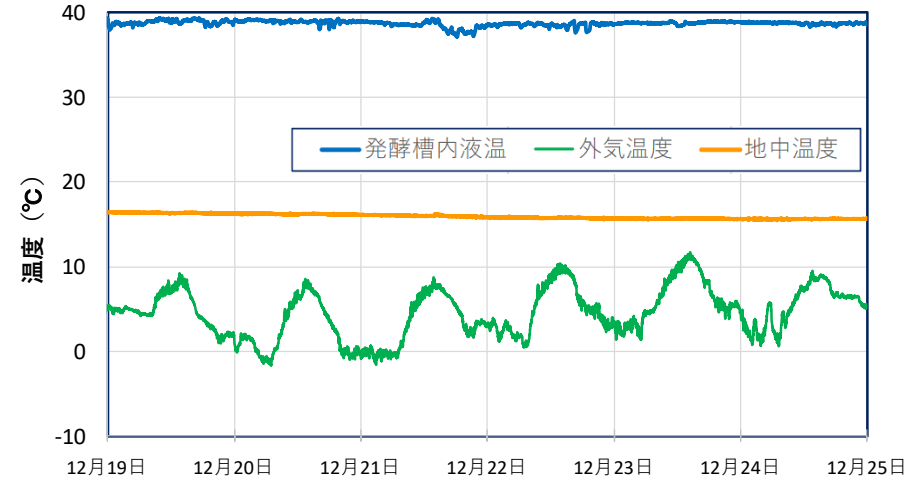
3－②. 発酵槽の低コスト化と発酵効率向上

発酵槽内の温度維持状況

8月



12月



外気温度、地中温度変化に対し、発酵槽内液温は35～39℃を維持

3－③. 小型エンジンの総合効率

目標：総合効率 90%以上 の確認

【目標設定の根拠】

本システムでは「家庭用ガスエンジンコージェネレーションシステム：コレモ」を使用
都市ガスを燃料とする場合、総合効率は定格運転（1.5kW）時で 90% である
そこで、本研究ではバイオガス燃料を使用して、総合効率90%の確認を行う

夏季においては気温が高いため、排熱の利用先が限定される印象があるが、
2019年度に実施した 試験では8月度においても堆肥化工程での加温効果を得ている
夏季、冬季での、発酵槽の加温、堆肥舎床面の加温、における効果を明らかにし、
ガスエンジンから得られる排熱を使い切る技術であることを明らかにする

【実施内容】

バイオガス向けに、燃料吸入系の流路調整、バルブ開度調整等を実施
バイオガス仕様のコレモの連続運転

【結果】

総合効率 ： 88.1 % （夏季）、 84.7%（冬季）

排熱の利用率： 排熱の87%を有効利用可

3-④. 消化液利用技術

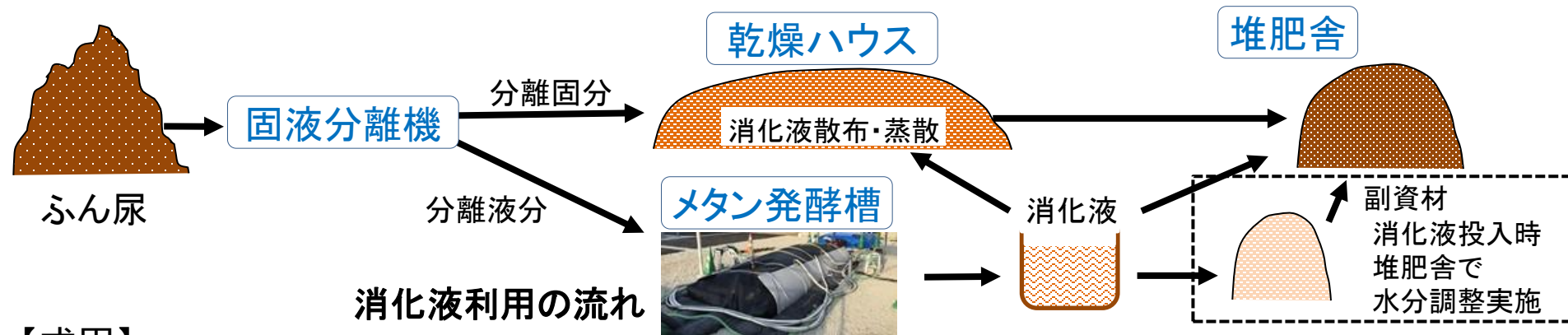
目標：堆肥化時に消化液の全量利用の確認

【目標設定の根拠】

- ・メタン発酵後の消化液は、液肥利用することが可能だが、酪農場の外での利用では、運搬・移送の費用が発生するので、全量場内利用が望ましい
- ・2020年度上期に、夏季では堆肥化過程での消化液を全量蒸散できることを確認した
しかし、冬季では全量蒸散は困難と予測できた

【実施内容】 1. 冬季での乾燥ハウスでの消化液蒸散量の把握

2. 蒸散できずに残った消化液を、水分調整剤で吸収する堆肥化の確認



消化液利用の流れ

【成果】

- ① 11月末～12月の乾燥ハウスで $2.77\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$ の水分蒸散量を確認
- ② 乾燥ハウスから取り出した分離固分に蒸散できずに残った消化液と夏季に作製した戻し堆肥、もみ殻を混合して水分率71%、容積重 $570\text{kg}/\text{m}^3$ で発酵を確認
- ③ 実績値と名古屋市日射量・日射時間で、水分蒸発量予測を補正
年間のもみ殻使用量は従来より92%削減できると推定（従来89.8トン→今回6.9トン）

3－④. 消化液利用技術

乾燥能力向上検討

目標：水分蒸発量2倍以上

12, 1月の蒸発量が1.8倍にできれば、冬季の消化液全量蒸散が可能になる

【実施内容】 乾燥ハウス断熱向上にてハウス内温度を上げ飽和蒸気圧上昇させる蒸発促進と外気導入により換気促進により乾燥能力を向上を図る

【結果】 蒸発量が1.9 倍に向上

月・日	水分蒸発量、kg		
	Aハウス	Bハウス	Cハウス
12月8日	1.8	2.5	0
12月9日	0.4	1.6	0
12月13日	0.9	1.7	0
平均	1.03	1.93	0

Aハウス: 既存乾燥ハウス状態

Bハウス: 断熱向上と換気ファン作動による
外気導入(日中のみ作動)

Cハウス: 断熱向上と自然換気による外気導入

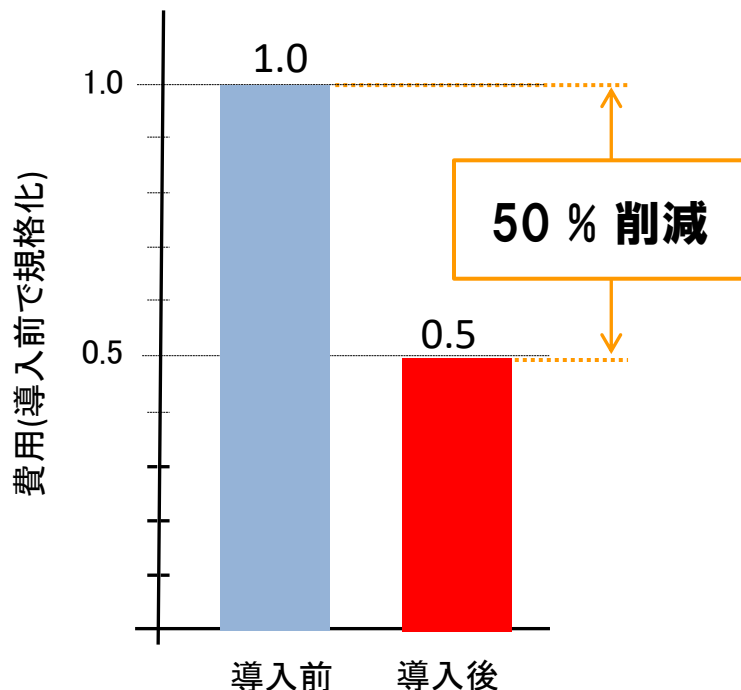
3－⑤. 経済性

システム導入後の酪農家メリットと投資回収年

目標：ふん尿処理費用年間25% 削減

【実施内容】 乳牛飼育数平均40頭、ふん尿 2.6 トン/日の酪農家を想定した場合で
費用削減、投資回収を試算

【結果】 処理費用：50%削減、 想定システム導入価格に対する投資回収：8年程度



	導入前	導入後
堆肥化費用	1.0	0.38
発電による電気代低減	0	-0.22
固液分離作業費	0	0.09
メタン発酵作業費	0	0.07
消化液処理作業費	0	0.06
システム消費電力	0	0.03
システムメンテ費	0	0.09
合計	1.0	0.5

導入前のふん尿処理費用を“1”として比較

3. 2020年度 要素技術開発の成果一覧

目標	成果
①ふん尿の堆肥化处理 コストの低減：固液分離による分離固分を分離前の平均35%以下	<ul style="list-style-type: none">固液分離後の固分回収率は平均31%夏季では水分調整材無で堆肥化が可能冬季はもみ殻添加が必要だが使用量は従来の8%以下
②発酵槽の低コスト化と 発酵効率向上：ふん尿1トンに対し、22m ³ /日以上 のバイオガスの発生	<ul style="list-style-type: none">ふん尿1トンあたり21.6m³/日（夏季）、20.4m³/日（冬季）相当でバイオガスの安定発生を確認低コストなプラスチックチューブ式発酵槽でメタン発酵確認（ガスエンジン発電可能な硫化水素・メタン濃度）
③小型エンジンの 総合効率： 総合効率 90%以上	<ul style="list-style-type: none">総合効率88.1%（夏季）、84.7%（冬季）を確認回収した排熱の87%を有効利用
④消化液利用技術： 堆肥化時に消化液の 全量利用	<ul style="list-style-type: none">愛知県の気候での水分蒸発量では、年間に発生する消化液を、蒸散や堆肥化の水分調整で全量利用が可能であることを確認水分蒸発能力向上で全量蒸散の可能性も確認
⑤その他 経済性確認： ふん尿処理費 年間25%低減	<ul style="list-style-type: none">愛知県相当の気候条件では、2.6トン/日の牛ふん尿に対し、システム導入後での処理費用試算では50%程度の削減可能性を得た。想定導入コストに対する投資回収年数は8年程度

目 次

1. 酪農家課題と提案システム

2. 要素技術開発の進捗

3. 成 果

4. 今後の展望

助成事業後の事業化に向けた活動

4. 今後の展開 助成事業後の事業化に向けた活動

1. 愛知県および愛知県と気候が類似した地域でのシステム展開
2. 愛知県よりも気候条件の厳しいその他の地域への展開
 - ・乾燥ハウス蒸散能力の向上
 - ・消化液利活用、利用技術の探索
 - ・断熱、保温の向上、排熱利用マネジメント