

令和 2 年度
畜産バイオマスエネルギー導入活性化事業
報告書

令和 3 年 3 月

鹿 児 島 県
バイオマスリサーチ株式会社

目次

はじめに

（１）利用バイオマスの把握・収集方法の検討

- ① 利用バイオマスの把握（賦存量等調査）
- ② 利用バイオマスの収集方法の検討
- ③ 検証地域の選定

（２）エネルギー供給（メタン発酵ガス化）の技術動向調査及び採算性の検討

- ① コスト面及び効率面の調査
 - ア 地域原料の混合による収益性の把握
 - イ メタンガスの直接利用を含むエネルギー需要の把握
 - ウ コストミニマムなプラントの可能性の検討
- ② 安全面等の調査
- ③ 概略モデルの検討

（３）消化液の利用等の検討

（４）事業コストの試算

まとめ

はじめに

事業の背景と目的

- 平成30年3月に策定された「再生可能エネルギー導入ビジョン2018」において、本県の多様で豊かな資源を最大限に活用し、バイオマスなどの再生可能エネルギーの導入を積極的に促進することとされた。
- 畜産バイオマス資源は県内に点在し、地域におけるエネルギー需給や営農体系等の相違から事業成立条件が多種・多様であるため、具体的な事業化がなかなか進まないのが現状である。
- 畜産バイオマスエネルギー利用に係る情報や課題を調査・整理し、再生可能エネルギー事業者等へ提供することで、畜産バイオマスエネルギー利用の拡大及び活性化を図る。

業務内容

- バイオマス賦存量、これまでの計画など畜産バイオマスエネルギー利用に係る情報や課題に関して、自治体や関係者に対してアンケート調査及びヒアリング調査を行う。
- 地域の実態を踏まえるため現地での実態調査を、セミナー及び勉強会形式で実施する。
- 原料収集方法、メタン発酵ガス化の技術・コスト・安全性、消化液の利用等に関して調査・検討し、概略モデルを作成する。
- 調査を踏まえ、事業コストを試算し、事業実施可能性を評価する。

(1) 利用バイオマスの把握・収集方法の検討

① 利用バイオマスの把握（賦存量等調査）

バイオマスのエネルギー利用（メタン発酵ガス化）が検討可能なポテンシャルがある地域を抽出するため、これまで自治体等が策定した計画等を調査し、その計画の進捗や課題、また地域で発生するバイオマスの種類、性状及び賦存量に関して、アンケート及びヒアリング調査を行った。

1. 県内既存のバイオマス関連政策

バイオマス資源の利用(メタン発酵ガス化)に関する計画
(バイオマスタウン構想、バイオマス産業都市構想等)

18市町 21計画

そのうち、畜産バイオマスをテーマとした計画

13市町 14計画

詳細調査の実施や実験プラントが設置された自治体
7自治体

現在稼働しているプラントはなく、

3自治体では計画は策定したが未着手であった。

計画が進まなかった、断念した理由	自治体
コスト	7
堆肥化を推進	5
消化液の利用（処理）	3
原料収集、確保	2
エネルギー需要先	1
臭い	1
出力制限	1
地域住民の理解が得られなかった	1

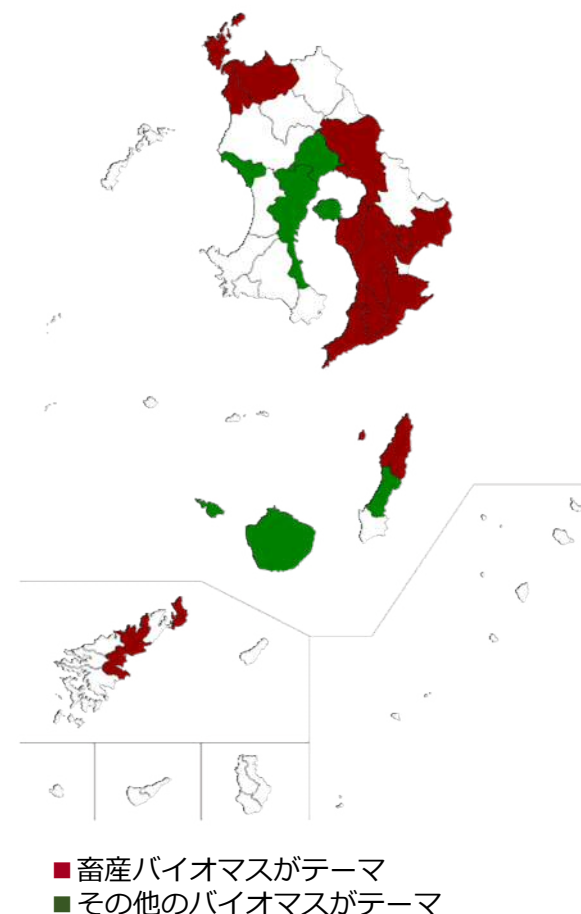


図 メタン発酵ガス化に関する計画があった自治体

① 利用バイオマスの把握（賦存量等調査）

2. ヒアリング調査結果

(1) 調査期間

令和2年11月4日～12月7日

(2) 調査対象

畜産バイオマス関連の計画があった13自治体中11自治体(85%)に4自治体を追加し15自治体をヒアリング調査対象とした。

- ・ 訪問調査：12市町（曾於市、志布志市、大崎町、鹿屋市、垂水市、肝付町、錦江町、南大隅町、出水市、中種子町、南種子町、西之表市）
- ・ 電話調査：県内3市町（霧島市、長島町、天城町）

(3) 調査項目

- ・ バイオガス事業の展開手法と進捗状況（稼働状況）
- ・ 畜産バイオマスのエネルギー利用の導入可能性
- ・ 自治体ごとの状況に応じた項目
- ・ 現地での実態調査の要望確認

(4) ヒアリング調査結果の概要

■ 畜産バイオガスプラント事業に関心のある自治体

→西之表市、出水市、天城町

■ 畜産バイオマスのエネルギー利用の可能性

- ・ 多くの自治体では堆肥センターでの堆肥化を基盤としている(8自治体)
- ・ 堆肥センター利用農家からはコストや労力の面でメリットがあるため好評
- ・ 建設、運営、堆肥購入補助金など自治体の経済負担大
- ・ 家畜ふん尿処理事業の収支改善を目的としたバイオガス事業の検討が必要
- ・ バイオガスプラント処理やメタン発酵消化液(液肥)の利用を希望する農家の具体的な情報は得られなかった



図 ヒアリング調査対象自治体

① 利用バイオマスの把握（賦存量等調査）

3. アンケート調査結果

県内自治体やＪＡのバイオマス事業（メタン発酵ガス化に限らず）に関する取組みや課題について把握するため、アンケート調査を実施した

(1) 調査期間

【自治体】

令和2年10月28日～11月12日（一次回答）

～12月15日（二次回答）

【ＪＡ】

令和3年1月28日～2月10日

(2) 調査対象

県内43自治体及び13ＪＡ

(3) 調査方法

【自治体】アンケートのメール配付・メール回収

※発着は県エネルギー政策課

【ＪＡ】郵送にて配布・返信用封筒にて回収

(4) 回収状況

全43自治体中、40自治体から回答あり（回収率93%）

全13ＪＡ中、6ＪＡから回答あり（回収率46%）

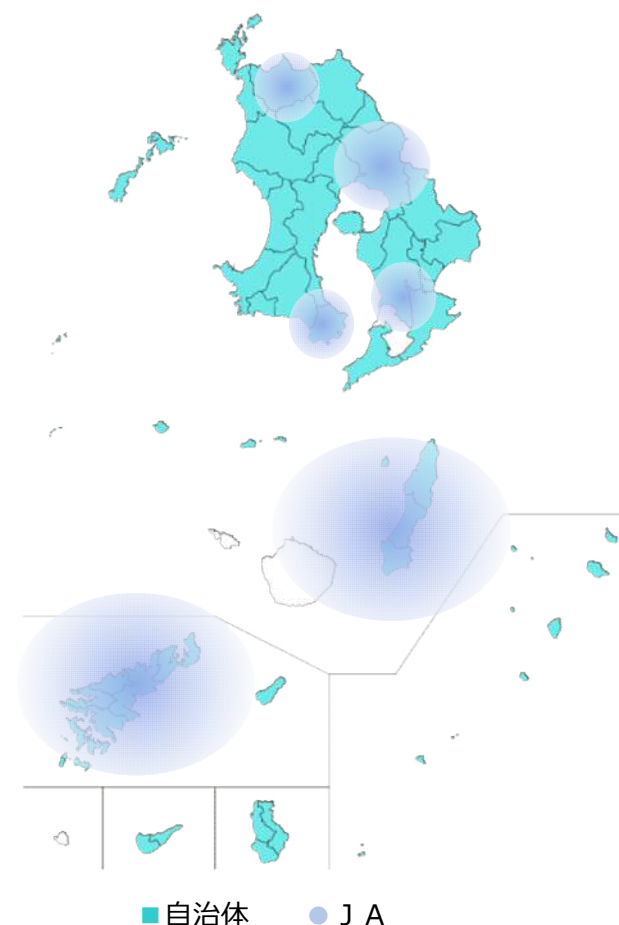


図 アンケート回答があった自治体、JA

① 利用バイオマスの把握（賦存量等調査）

3. アンケート調査結果

(5) アンケート結果の概要

- 回答者のうち40%にあたる16自治体と33%にあたる2 J A がバイオマス事業に取り組んでいた。
- バイオマスの種類別では、家畜ふん尿系6自治体、漁業・水産加工系4自治体、食品加工系7自治体、生ごみ系8自治体、汚泥系3自治体及び木質系6自治体であった。2 J A の取り組んでいるバイオマス事業は家畜ふん尿の堆肥化であった。
- 現在取組みはないが関心のあるバイオマス事業について、19自治体(回答者のうち48%)が回答した。「家畜ふん尿を原料とするバイオガスプラント事業」が最も多く、11自治体(同28%)が挙げた。また1 J A がバイオガスプラント事業に関心があると回答した。
- 「家畜ふん尿を原料とするバイオガスプラント事業」に関心のある11自治体のうち、原料の種類別では、乳用牛ふん尿が1自治体、肉用牛ふん尿が9自治体、豚ふん尿が4自治体、鶏ふんが2自治体であった。

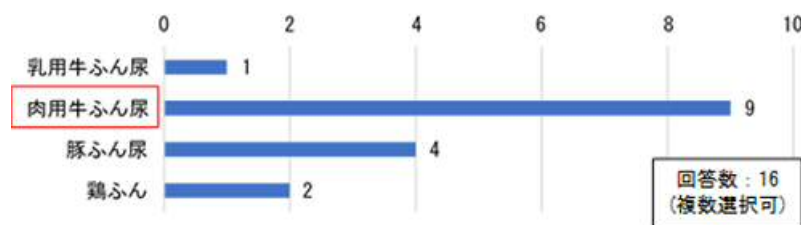


図 家畜ふん尿を原料とするバイオガスプラント事業への関心（原料種別）（自治体数）

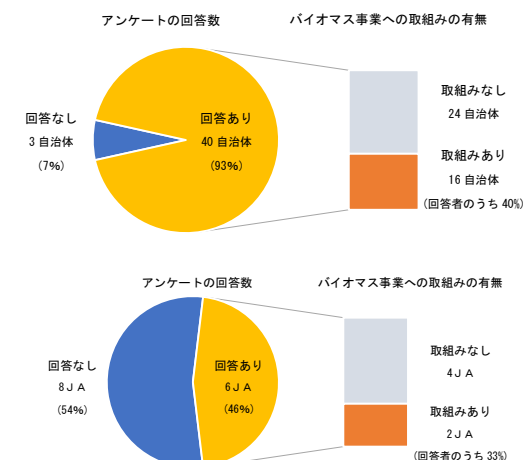


図 アンケートの回答数とバイオマス事業への取組みの有無（上:自治体 下: J A）

表 関心のあるバイオマス事業(自治体)

関心のあるバイオマス事業		自治体数
家畜ふん尿	家畜ふん尿を原料とするバイオガスプラント事業	11
生ごみ	生ごみ系、堆肥化	5
農作物	農作物系	1
漁業・水産	漁業・水産加工系のバイオマス事業	2
食品加工	奄美黒糖焼酎廃液を活用した事業	2
木質	木質バイオマス発電	6
全般	バイオマスポテンシャル調査	1
	バイオマス資源の現状、バイオマス発電等のビジネス可能性調査、検討	1
その他	耕畜連携事業	1

① 利用バイオマスの把握（賦存量等調査）

3. アンケート調査結果

(5) アンケート結果の概要

- バイオマス事業に取り組むための動機として最も多かったのは、「廃棄物排出量を削減、有効活用するため」であり、18自治体(回答者のうち45%)であった。次いで、「バイオマス利活用による地域貢献」が12自治体(同30%)、「CO2排出量を削減するため」が10自治体(同25%)の順であった。
- バイオマス事業に取り組むための課題として最も多かったのは、「バイオマス利活用施設のランニングコストが高額である」であり、20自治体(回答者のうち50%)であった。同様にコスト面の課題では、「資金調達」が17自治体(同43%)、「バイオマス利活用施設の建設コストが高額である」が15自治体(同38%)であった。情報に関する課題を挙げた自治体も多く、「バイオマス利活用の技術に関する情報が不足している」が16自治体(同40%)、「バイオマス資源の現状を把握できていない」が14自治体(同35%)であった。
- 地域住民、関係者が行政に対して何を期待していると思うかについて最も多かったのは、「把握していない」であり、14自治体(回答者のうち35%)であった。このことから、期待を把握するための情報や機会が十分ではないと考えられる。
- 行政が地域住民、関係者に対して期待することとして最も多かったのは、「バイオマス利用に対する理解・認知度向上」であり、27自治体(同68%)であった。
- 研究機関、大学等に対して期待することとして最も多かったのは、「地域に貢献できる特色ある調査・研究」であり、24自治体(回答者のうち60%)であった。



図 バイオマス事業に取り組む動機



図 バイオマス事業に取り組むための課題

① 利用バイオマスの把握（賦存量等調査）

4. バイオマス賦存量調査結果

各統計データより、鹿児島県の家畜の飼養戸数及び頭羽数は以下の通りである。

表 鹿児島県の家畜の飼養戸数・頭羽数

畜種		飼養戸数	飼養頭羽数 (頭・千羽)
乳用牛	搾乳牛	166	8,030
	乾乳牛		1,420
	育成牛		4,360
肉用牛	2歳未満	7,330	197,710
	2歳以上		127,890
	乳用種		15,400
豚	子取り用メス豚	514	125,700
	種オス豚		6,240
	肥育豚		963,200
	その他		173,400
採卵鶏	ひな	126	3,150
	成鶏メス		8,567
	種鶏		224
ブロイラー		377	27,970

出典：畜産統計（乳用牛・肉用牛：令和2年2月1日現在 豚・鶏：平成31年2月1日現在）

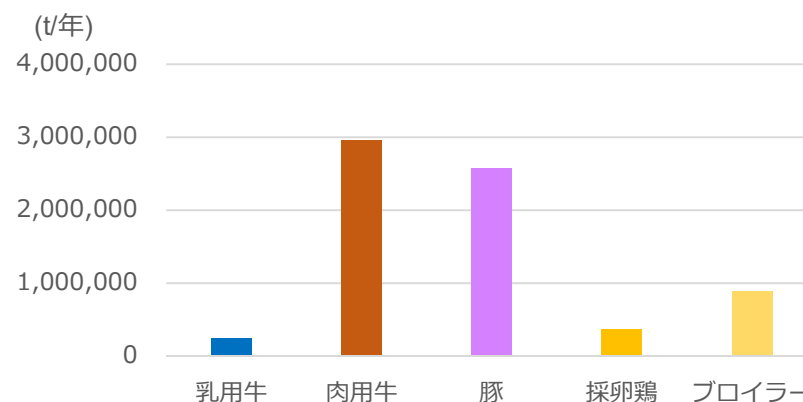
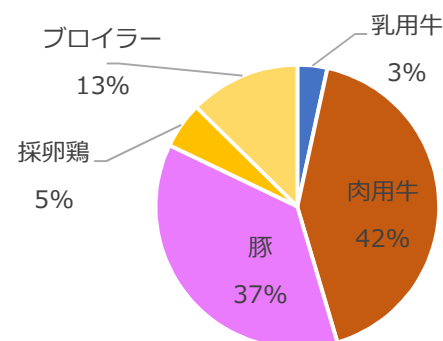


図 鹿児島県の家畜ふん尿の賦存量 (t/年)



家畜ふん尿の賦存量は合計700万トンを超え、肉用牛と豚のふん尿の合計が約8割を占める。

① 利用バイオマスの把握（賦存量等調査）

4. バイオマス賦存量調査結果

各市町村へのアンケート結果より、自治体ごとの家畜ふん尿の賦存量は以下の通り推計される。

現行では、家畜ふん尿は堆肥化処理されたり、鶏ふんバイオマス発電の燃料としてほぼ全量が適正に処理還元されているが、中には規模拡大により新たにバイオマス利用を考える農家や、未利用資源のエネルギー化や環境対策からバイオガスプラントの導入を検討する自治体が、賦存量の多少に関わらず出てきていると推察される。

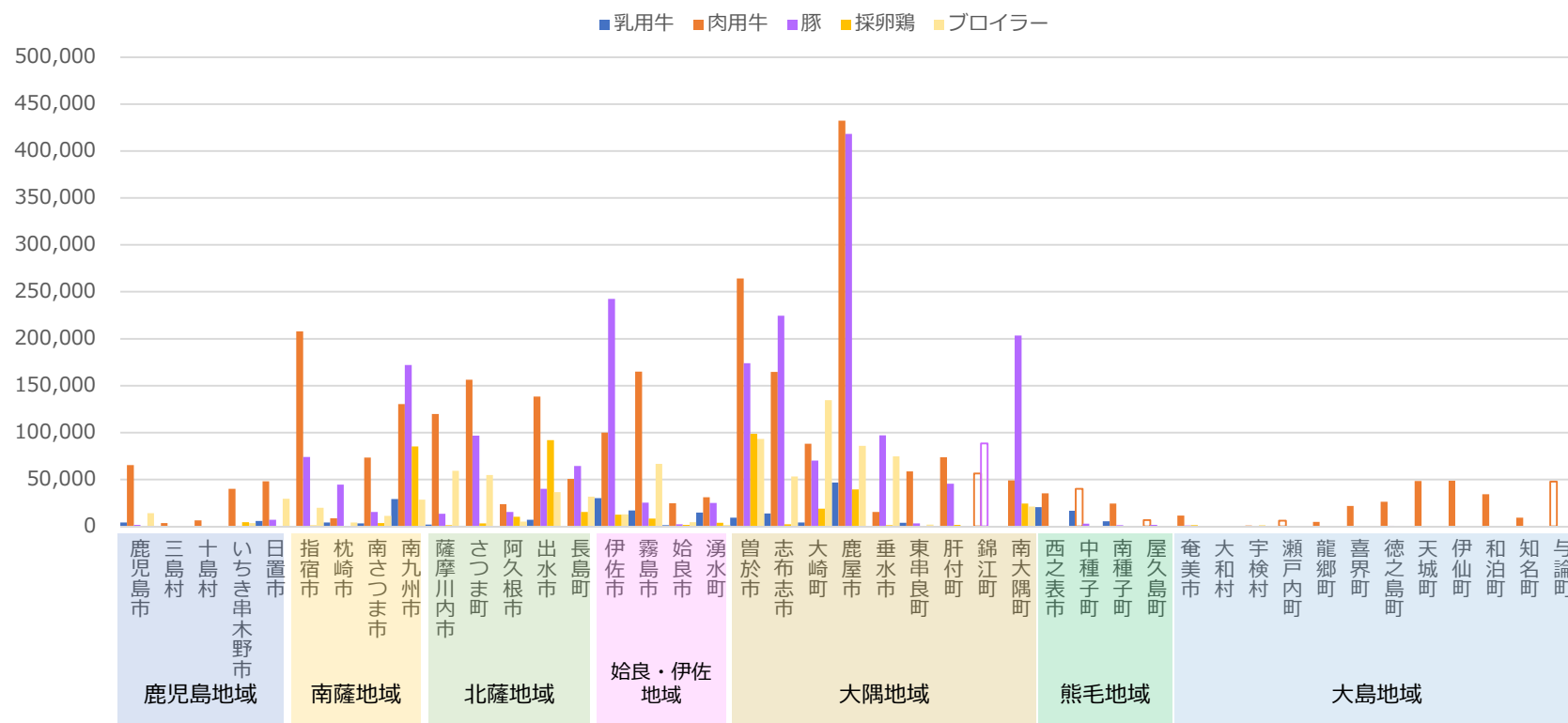


図 各市町村の家畜ふん尿の賦存量 (t/年)

※色抜き：未回答（H31年畜産データを代用）

② 利用バイオマスの収集方法の検討

バイオマスの種類、性状及び賦存量、家畜防疫対策を踏まえた効率的な原料の収集方法事例を調査・検討し、輸送コストを試算した。

1. 収集方法

■ 北海道の事例

バイオガス事業が盛んな北海道では、多量の原料を効率的に収集するためにバキューム車(有効容量10m³)やコンテナ車(有効容量15m³、積載量は10m³程度が目安)が利用されている。バキューム車はスラリー状の乳牛ふん尿や豚ふん尿など水分の多い原料の輸送に適している。コンテナ車は肉用牛ふん等固形分含量の高い原料に適している。



写真 輸送車両例(左：バキューム車と右：コンテナ車)

■ 地域に適した輸送車両の選定

① 液体原料

北海道等の大規模農業地帯では、有効容量10m³程度のバキューム車の利用が一般的であるが、本県の農業地帯等は道路幅が狭い地域もあるため、状況に応じて有効容量3m³程度のバキューム車の利用も検討する。



写真 小型バキューム車

② 固形分含量の高い原料

固形分含量の高い原料は、主に肉用牛のふんである。前述したコンテナ車の利用が積載量も多く効率的であるが、飼養頭数が少ない、農村地帯の道路幅が狭い、農家敷地で十分なスペースを確保することが難しい等の理由から、コンテナ車の利用が適切でない場合も考えられる。その場合は、各農家が所有するトラックなどで原料をプラントまで運搬する方法が現実的と考えられる。

② 利用バイオマスの収集方法の検討

2. 輸送コストの試算

■ 乳牛集中型500頭モデルの例

乳牛集中型500頭モデルでは、参加農家数は5戸、乳牛飼養頭数は搾乳牛換算で100頭、各農家からバイオガスプラントまでの距離は一律5kmとした。

搾乳牛1頭1日あたりのふん尿排泄量は、65kg/日とした。

飼養形態によってふん尿の性状は異なるが、ここではフリーストール牛舎を想定し、ふん尿はスラリー状でバキューム車で収集するとした。

原料輸送にかかるイニシャルコストは、29,780千円であった。年間諸経費は、自動車税、各種保険、車検整備費等を含め1,497千円であった。

人件費については1名とし、年間4,000千円とした。

以上から、乳牛1頭あたりの年間ふん尿収集コストは22,295円と試算された。

表 原料輸送にかかるイニシャルコスト(単位：千円)

品名	形式	数量	単価	金額
バキューム車	駆動方式6×4(有効容量10m ³)	1	29,780	29,780
合計				29,780

表 年間ふん尿収集コスト

費用項目	金額	備考
車両の減価償却費の負担分	1,489	耐用年数を20年とする
年間諸経費	1,497	
年間燃料費	4,161	「年間の燃料代」の合計額。
人件費	4,000	1名とする
合計	11,147	



写真 バキューム車

表 原料輸送にかかる年間諸経費(単位：千円)

費用項目	バキューム車		
	単価	数量	金額
自動車税	66	1	66
重量税	55	1	55
自賠責保険	39	1	39
任意保険	360	1	360
車検整備費	179	1	179
一般整備費	300	1	300
バキュームポンプOH	20	1	20
油脂費	60	1	60
タイヤ	350	1	350
ADブルー費			69
合計			1,497

表 乳牛1頭あたりの年間ふん尿収集コスト

年間ふん尿輸送コスト	11,147	千円/年
年間ふん尿量	11,863	t/年
ふん尿1tあたりの収集コスト	940	円/t・年
牛1頭あたりのふん尿収集コスト	22,295	円/頭・年

② 利用バイオマスの収集方法の検討

2. 輸送コストの試算

■ 肉用牛集中型1,400頭モデルの例

肉用牛集中型1,400頭モデルでは、参加農家数は4戸、肉用牛飼養頭数は2戸が500頭、あと2戸が200頭、各農家からバイオガスプラントまでの距離は一律4kmとした。

肉牛(2歳以上)1頭1日あたりのふん尿排泄量は、25kg/日とした。

固形分濃度は飼養形態や敷料の混合具合によるが、30～45%と高いため、ふん尿の収集にはアームロール車と原料収集用コンテナを用いる。原料輸送にかかるイニシャルコストは、50,620千円であった。年間諸経費は、自動車税、各種保険、車検整備費等を含め1,525千円であった。

人件費については2名とし、年間8,000千円とした。

以上から、肉牛1頭あたりの年間ふん尿収集コストは11,500円と試算された。



写真 アームロール車とコンテナ

表 原料輸送にかかるイニシャルコスト(単位：千円)

品名	形式	数量	単価	金額(税抜)
収集用コンテナ	15m ³ 脱着式 (有効容量9m ³)	6	3,100	18,600
収集用コンテナ	15m ³ 脱着式 (有効容量9m ³)	1	3,100	3,100
コンテナ用天蓋	手動スライド式	7	780	5,460
アームロール車	駆動方式6×4	1	23,460	23,460
合計				50,620

表 年間ふん尿収集コスト

費用項目	金額	備考
コンテナの減価償却費の負担分	1,358	耐用年数を20年として算出。
車両の減価償却費の負担分	1,173	耐用年数を20年として算出。
年間諸経費	1,525	
年間燃料費	3,995	「年間の燃料代」の合計額。
人件費	8,000	
合計	16,050	

表 原料輸送にかかる年間諸経費(単位：千円)

費用項目	単価	数量	金額
自動車税	65.7	1	66
重量税	55	1	55
自賠責保険	38.7	1	39
任意保険	360	1	360
車検整備費	178.7	1	179
一般整備費	300	1	300
油脂費	60	1	60
タイヤ	400	1	400
ADブルー費			67
合計			1,525

表 肉牛1頭あたりの年間ふん尿収集コスト

年間ふん尿輸送コスト	16,050	千円/年
年間ふん尿量	12,775	t/年
ふん尿1tあたりの収集コスト	1,260	円/t・年
牛1頭あたりのふん尿収集コスト	11,464	円/頭・年

② 利用バイオマスの収集方法の検討

3. 運搬車両の洗浄消毒

日本の周辺諸国では家畜の伝染性疾病が蔓延している。県内でも今年度高病原性鳥インフルエンザが発生したところである。バイオガス施設を導入するにあたり、病原菌を持ち込ませないために十分な防疫対策が必要である。

(1) 山鹿市バイオマスセンター(熊本県)

家畜伝染病の防疫として、施設への入退場の際に、原料運搬車両の消毒を行なっている。

同センターに出入りする車両は、出入口付近に設置された消毒設備で消毒を行なってから、場内に入退場する仕組みとなっている。



写真 消毒設備・トラックスケール

(2) 車両消毒装置製造メーカー(丸山製作所)

消火器、噴霧器等を製造する株式会社丸山製作所(東京)では、車両消毒装置を製造・販売している。製品には手動タイプ、センサー感知による自動運転タイプがあり、手動タイプは移動可能・設置工事不要、自動運転タイプは受注生産となっている。



図 車両自動消毒装置(丸山製作所)

(3) 車両消毒装置製造メーカー(北海バネ)

農業機械用の各種スプリングを製造する北海バネ(北海道小樽市)では、安価で設置が大がかりにならない車両消毒装置を開発した。ゲートは高さ、幅とも4mで、動力噴霧器は200V電源で稼働する。ノズルの噴霧能力は1分間に最大28L。価格は工事費を含め170万円からとなっている。



写真 車両自動消毒装置(北海バネ)

③ 検証地域の選定

アンケート、ヒアリング調査の結果から、これまでの取組みの具体性と事業への関心が高い、西之表市、出水市、天城町を検証地域として選定した。検証地域にてバイオガスセミナーを開催し、地域の実態を踏まえるため現地での実態調査を、セミナー及び勉強会形式で実施した。

畜産バイオマスのエネルギー利用に関する効果及び事業モデルの提案と、地域関係者との意見交換を通じて、モデル検討を行った。

なお、西之表市・天城町は現地、出水市は鳥インフルエンザの発生を踏まえ、書面により実施した。

	天城町	西之表市
日時	令和3年1月18日(月)13:00～14:45	令和3年1月20日(月)13:00～14:45
場所	天城町役場4階会議室	西之表市役所 3階第4委員会室
参加者	20名	16名
次第	1 開 会 2 鹿児島県畜産バイオマスエネルギー導入活性化事業について 鹿児島県 企画部エネルギー政策課 再生可能エネルギー推進係 主事 椎原正実 3 基調講演(オンライン) 「バイオガスプラントの基礎」 キルギス共和国国立農業大学 名誉教授 西崎邦夫 4 畜産バイオガスプラントモデル案の説明 バイオマスリサーチ株式会社 専務取締役 竹内良曜 5 質疑応答 6 閉 会	
検討モデル	肉牛（乾式）モデル	乳牛（湿式）モデル
セミナー、検討会のトピック	・ バイオガスプラントに関して ・ 生ごみの混合発酵について ・ 家畜ふん尿処理、堆肥づくりの現状 ・ 徳之島で適正な肉牛ふん尿バイオガスプラントの規模 ・ バイオガスプラントの原料、混合発酵 ・ バイオマスエネルギーの利用方法 ・ 農家が負担するふん尿処理コストについて ・ バイオガス事業の運営方法、実施主体 ・ 今後の検討について	・ バイオガスプラントの在り方、目的 ・ さとうきびへの消化液の散布について ・ 離島で小規模プラントを成功していくためには、農家の負担は ・ 消化液散布後の肥料成分について ・ バガスについて ・ 家畜ふん尿処理、堆肥づくりの現状 ・ 適正な乳牛ふん尿バイオガスプラントの規模 ・ バイオガスプラントの原料、混合発酵 ・ バイオマスエネルギーの利用方法 ・ 農家が負担するふん尿処理コストについて ・ バイオガス事業の運営方法、実施主体 ・ 今後の検討について



写真 天城町バイオガスセミナーの様子



写真 西之表市バイオガスセミナーの様子

（２）エネルギー供給（メタン発酵ガス化）の 技術動向調査及び採算性の検討

① コスト面及び効率面の調査

バイオガス事業の採算性を検討するためには、コストと収入を左右する「原料の収集方法」「発酵効率（時間、単位あたりガス発生量）」、「エネルギー利用方法」、「消化液利用（処理）方法」を調査・整理することが重要である。

また、採算性を判断する上では、現在の処理コストを把握し、比較する事も重要である。

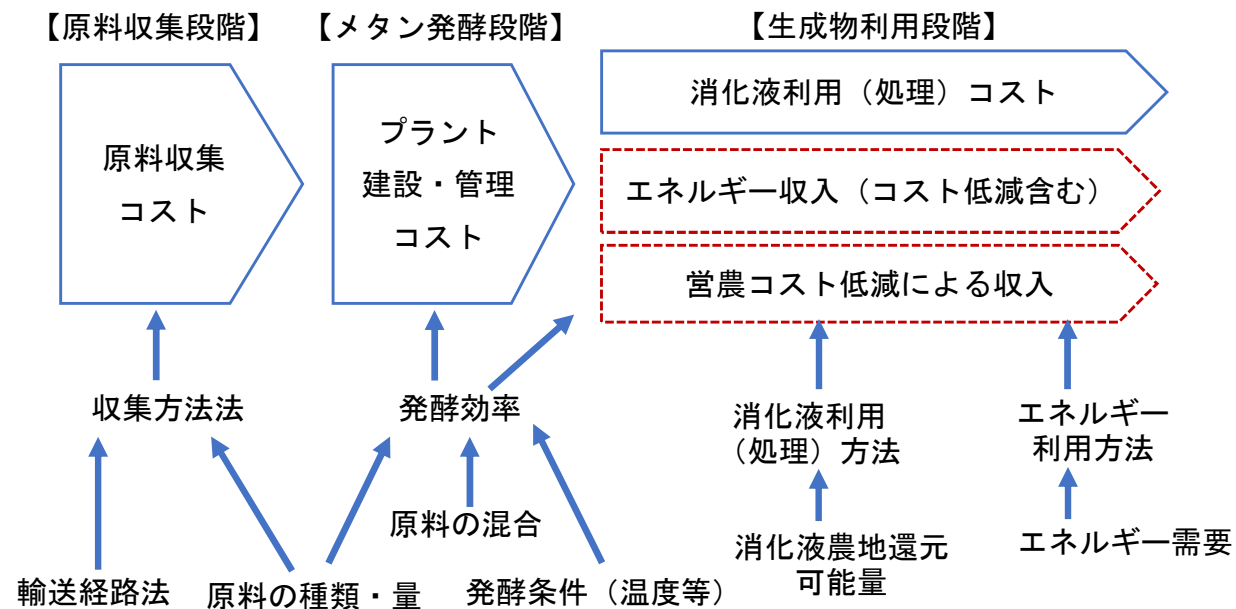


図 バイオガス事業のコスト構成

① コスト面及び効率面の調査

ア) 地域原料の混合による収益性の把握

メタン発酵は、発酵の効率や時間等が課題となることから、これらについて国内のメタン発酵施設の現状及び今後の技術動向、地域のバイオマス原料の混合について調査・整理した。

■ 混合発酵による収益性向上 北海道興部町

北海道興部町では、バイオガスプラント導入にあたり、各種バイオマスのメタン発酵試験を実施し、生ごみの単位当たりバイオガス発生量が乳用牛ふん尿比約3倍であることが確認された。現在は乳用牛ふん尿に加え、生ごみ、下水汚泥をバイオガスプラントで処理しており、混合発酵によるバイオガス増量と従来の処理費用の削減効果により年間約2千万円の収益となっている。

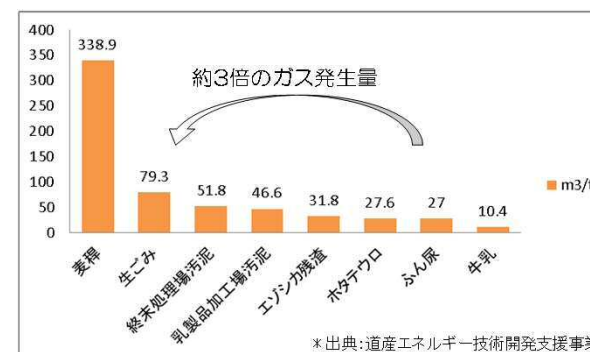


図 各試料のバイオガス発生量

■ 検証地域の家畜ふん尿以外のバイオマス

アンケート結果より、出水市では現在焼却処理されている食品廃棄物、排水処理汚泥を原料に加えて混合発酵すると、123万m³/年のバイオガスの発生が見込まれ発電見込量は2,613MWh/年である。また、ヒアリング結果より天城町(徳之島)では死亡牛、し尿、じゃがいもの不良品、給食残渣、西之表市(種子島)では、バガス、さつまいも残渣が現在処理に苦労しており、混合発酵によるバイオガス増量と処理費用削減の可能性が考えられる。ただし、分別や前処理の工夫は検討が必要である。

表 検証地域のふん尿以外のバイオマス

	バイオマスの種類	発生量(t/年)	処理方法	備考	バイオガス発生見込量(m³/年)	発電見込量(kWh/年)
出水市	食品廃棄物	14,774	焼却	焼却施設は広域運営	1,171,578	2,483,745
	排水処理汚泥	21,466	焼却	焼却施設は広域運営	61,178	129,697
合計					1,232,756	2,613,442

① コスト面及び効率面の調査

■ 家畜ふん尿とその他のバイオマス資源の混合メタン発酵施設の事例

いずれの施設も、混合原料を用いることにより、メタン発酵の安定化、バイオガス量の増加、消化液の肥料成分比率の改善、化学肥料の削減、営農コスト削減等のメリットが出ている。

表 家畜ふん尿とその他のバイオマス資源の混合メタン発酵の事例

設置 場所	沖縄県 島尻郡 八重瀬町	北海道 亀田郡 七飯町	岩手県 岩手郡 雫石町	京都府 南丹市
事業主体 《施設名》	八重瀬町バイオガスプラント	(株)エネコープ《(株)エネコープバイオマスプラントエネルギー技術開発研究所》	(株)バイオマスパワーしずくいし(BPS)	南丹市(管理：(公財)八木町農業公社)《南丹市八木バイオエコロジーセンター》
計画処理量 (t/日)	30	13.3	116	65
原料	乳牛ふん尿、食品廃棄物	搾乳牛ふん尿、食品残渣(店舗(コブさっぽろ)／七飯町学校給食センター)、粗グリーン(植物系)	家畜ふん尿、食品加工残渣、有機汚泥等	乳牛ふん尿、おから、豆乳、豆かす他
処理方法	湿式メタン発酵(中温発酵)	湿式メタン発酵(中温発酵)	湿式メタン発酵(中温発酵)	湿式メタン発酵(中温発酵)
運転開始	H30年5月	H25年1月	H18年4月	H10年6月
イニシャルコスト	バイオガスプラント 422,800千円、車両(液肥運搬車、キャリアカー、液肥散布車)費 57,000千円	①総工費 534,700 千円 (内、液肥利用設備の金額 84,136 千円) ②液肥運搬・散布車両兼用 6,300 千円	総工費 10 億円(交付金 5.533 億円)(液肥運搬車両、液肥散布車両はリース購入として経費算入)	①総工費千円 1,723,768 千円(内、液肥利用設備の金額 1,047,999 千円) ②一般車両(2～4tトラック 5 台、軽トラ 2 台他) ③液肥運搬車両 3.8t バキューム車 1 台 8,000 千円、2.7t バキューム車 1 台 7,000 千円、2.4t バキュームダンパー車 1 台 12,000 千円、2t 搭載型タンク 1 台 1,000 千円 ④液肥散布車両 クローラ式散布機 2,500L タンク×2 台 16,000 千円 合計 1,767,768 千円
ランニングコスト(支出)	人件費 8,540千円、電力費 924千円、薬品費 1,850千円、化学肥料300千円、ガソリン代 683千円、車両メンテナンス費 1,595千円、保守点検 5,000千円、合計18,892千円	用役費 34.5%、補修費(車検費等) 6.7%、その他 18.6%、人件費 40.2% (内、液肥関連のコストは全体の約 10%)	用役費 10.1% 補修費(車検費等) 28.5% その他 29.2% 人件費 13.9% 一般管理費等 18.3%	用役費 69,241 千円、補修費(車検費等) 5,922 千円、その他 5,969 千円、人件費 22,481 千円 計 103,614 千円
(収益)	原料受入費1,000円/m ³ 、液肥散布費 700円/m ³ 、有機資材受入費7,500円/t、バイオガス販売費65円/Nm ³	食品残渣：コブさっぽ10,000 円/t 相当、NEDO 共同研究継続中のため液肥を販売できず／諸経費：運搬距離、職員拘束時間などで算出請求、視察受入、コンサル業務(物件あるが収入はこれから)	1,000 円/t (家畜ふん尿) 12,000 円/t (食品加工残渣、有機汚泥等) 家畜ふん尿処理料収益 15.8% 食品加工残渣等処理料収益 63.8% FIT 12.0%、グリーン電力 1.4% 液肥散布等 0.1%、たい肥販売収益 5.1% 米販売・見学科等 1.8%	(金額非公開) 食品廃棄物処理料収入 売電収入 液肥販売収入 家庭生ごみ処理委託料

出典：消化液の肥料利用を伴うメタン化事業実施手引(平成28年3月)一般社団法人地域環境資源センター、平成26～28年地域循環型バイオガスシステム構築モデル事業報告書

① コスト面及び効率面の調査

イ) メタンガスの直接利用を含むエネルギー需要の把握

バイオマスのエネルギー利用（メタン発酵ガス化）には、発電と発電以外にガスや熱利用があるため、検証地域のエネルギー需要調査を行った。また、EV車が今後普及し、バイオガス電気の供給先となることを想定し、行政車両の交通機関の消費燃料量などの車両走行状況をアンケート調査した。

■ 種子島

・ 電気

自治体	調査対象施設数	利用量(kWh/年)	購入金額(千円/年)
西之表市	1	479,940	11,798
中種子町	4	915,316	19,507
南種子町	34	2,473,381	61,012
合 計	39	3,868,637	92,317

・ 熱

自治体	灯油				A重油				軽油				LPG			
	施設数	使用量(kL/年)	購入費(千円/年)	熱量(GJ/年)	施設数	使用量(kL/年)	購入費(千円/年)	熱量(GJ/年)	施設数	使用量(kL/年)	購入費(千円/年)	熱量(GJ/年)	施設数	使用量(m3/年)	購入費(千円/年)	熱量(GJ/年)
西之表市	0	0.0	0	0	1	24.5	2,819	953	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0
中種子町	1	0.8	88	30	2	39.7	4,713	1,546	0	0.0	0	0	3	1,960	1,317	187
南種子町	4	70.5	7,407	2,574	1	3.1	359	122	1	2.6	236	99	22	2,755	1,716	263
合 計	5	71.4	7,495	2,604	4	67.4	7,891	2,621	1	2.6	236	99	25	4,715	3,033	450
4種の燃料の合計 熱利用量：5,774GJ/年 購入金額：18,655千円/年																

・ 公用車

自治体	燃料種別	台数(台)	燃料量(L/年)	燃料費(千円/年)	総走行距離(km/年)	EV置換時に必要な電気量(kWh/年)
西之表市	ガソリン	21	4,800	57,376	56,750	7,567
中種子町	ガソリン	5	2,558	35,661	35,258	4,701
	軽油	2	248	2,409	2,371	1,235
南種子町	ガソリン	47	23,267	473,252	483,412	64,455
	軽油	11	6,339	66,584	65,677	34,207
合 計	ガソリン	73	30,625	566,289	575,420	76,723
	軽油	13	6,587	68,993	68,048	35,442
総計		86		635,282	643,468	108,165

① コスト面及び効率面の調査

■ 徳之島

・ 電気

自治体	調査対象施設数	利用量(kWh/年)	購入金額(千円/年)
天城町	19	1,103,136	33,197
徳之島町	5	779,551	22,259
伊仙町	11	1,411,755	31,611
合 計	35	3,294,442	87,067

・ 熱

自治体	灯油				A重油				軽油				LPG			
	施設数	使用量(kL/年)	購入費(千円/年)	熱量(GJ/年)	施設数	使用量(kL/年)	購入費(千円/年)	熱量(GJ/年)	施設数	使用量(kL/年)	購入費(千円/年)	熱量(GJ/年)	施設数	使用量(m3/年)	購入費(千円/年)	熱量(GJ/年)
天城町	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	891	777	85
徳之島町	1	3	393	127	0	0	0	0	2	0	31	8	5	2,263	1,519	216
伊仙町	2	3	308	121	1	99	9,784	3,863	1	2	184	63	4	1,602	1,064	153
合 計	3	7	701	248	1	99	9,784	3,863	3	2	215	72	20	4,757	3,360	454
4種の燃料の合計 熱利用量：4,636GJ/年 購入金額：14,060千円/年																

・ 公用車

自治体	燃料種別	台数(台)	燃料量(L/年)	燃料費(千円/年)	総走行距離(km/年)	EV置換時に必要な電気量(kWh/年)
徳之島町	ガソリン	57	1,348,404	未調査	407,064	54,275
	軽油	6	5,426	未調査	20,994	10,934
伊仙町	ガソリン	28	11,512	1,834	141,438	18,858
	軽油	6	7,092	971	57,004	29,690
合 計	ガソリン	85	1,359,916	—	548,502	73,134
	軽油	12	12,518	—	77,998	40,624
総 計		97			626,500	113,758

※天城町は未調査のため2町の合計

① コスト面及び効率面の調査

■ 出水市

・ 電気

調査対象施設数	利用量(kWh/年)	購入金額(千円/年)
94	11,475,102	209,193

・ 熱

灯油				A重油				軽油				LPG			
施設数	使用量(kL/年)	購入費(千円/年)	熱量(GJ/年)	施設数	使用量(kL/年)	購入費(千円/年)	熱量(GJ/年)	施設数	使用量(kL/年)	購入費(千円/年)	熱量(GJ/年)	施設数	使用量(m3/年)	購入費(千円/年)	熱量(GJ/年)
46	55	5,664	2,017	15	353	24,749	13,739	8	9	2,159	340	50	21,494	12,064	2,052
4種の燃料の合計 熱利用量：18,148GJ/年 購入金額：44,637千円/年															

※電気・熱に関して、一部概算を含む

・ 公用車

燃料種別	台数(台)	燃料量(L/年)	燃料費(千円/年)	総走行距離(km/年)	EV置換時に必要な電気量(kWh/年)
ガソリン	25	17,397	2,704	296,161	39,488
軽油	3	2,211	296	16,492	8,590
計	28		3,000	312,653	48,078

■ 電気自動車(EV)置換時に必要な電気量の試算

ガソリン車は日産リーフ、ディーゼル(軽油)車は三菱eCanterで置き換えた。

[EV設定条件]

・ ガソリン車の代替

車両：日産リーフ e+X、62kWh

電費：7.5km/kWh(WTLCモード航続距離より)

・ ディーゼル(軽油)車の代替

車両：三菱eCanter、13.5kWh×6パック=合計81kWh

電費：1.92km/kWh(WTLCモード航続距離より)



① コスト面及び効率面の調査

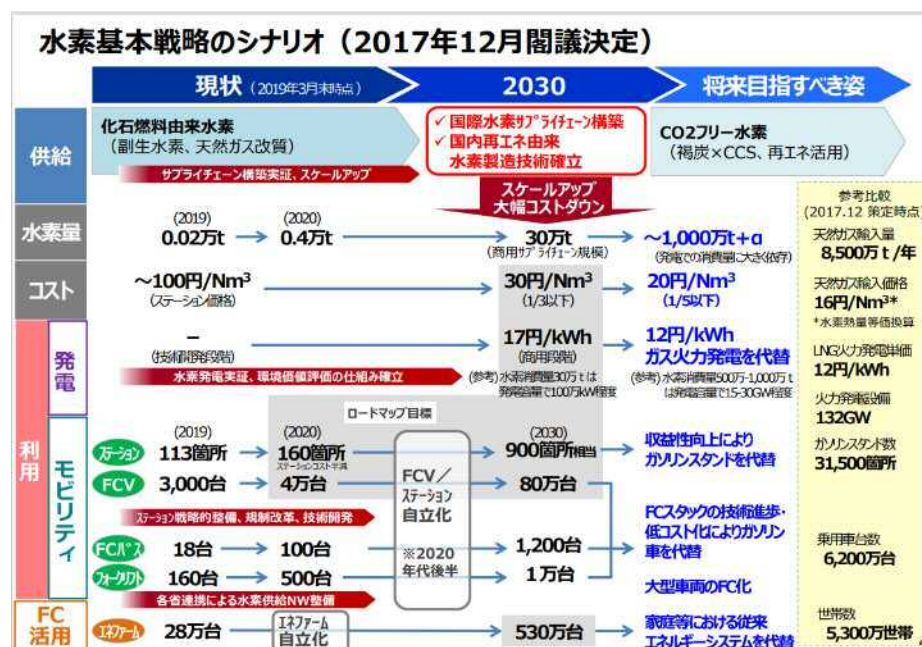
発生するメタンガスの他のエネルギー利用（水素製造等）について事例を調査した。

■ 水素製造に関する調査：有効な技術と事業性の検討

- ・水素活用の方針：低コスト化がカギ

現在、国を挙げて水素の利用拡大のため製造、貯蔵、運搬、利用それぞれの段階でさまざまな取り組みがなされている。

しかし、経済産業省によると現在の製造コストは1m³あたり100円程度とされている。同量のエネルギーを得るために液化天然ガス（LNG）を利用した場合と比較すると8倍のコスト高となっている。普及拡大には低コスト化がカギであり、平成29年に策定された「水素基本計画」では、2030年までに1m³あたり30円、将来には20円とする目標を掲げている。



出典：
水素・燃料電池に関する
経済産業省の取組について
令和元年5月
資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部
新エネルギーシステム課
水素・燃料電池戦略室

① コスト面及び効率面の調査

発生するメタンガスの他のエネルギー利用（水素製造等）について事例を調査した。

■ 家畜ふん尿由来水素を活用した水素サプライチェーン実証事業

表 実証事業の概要

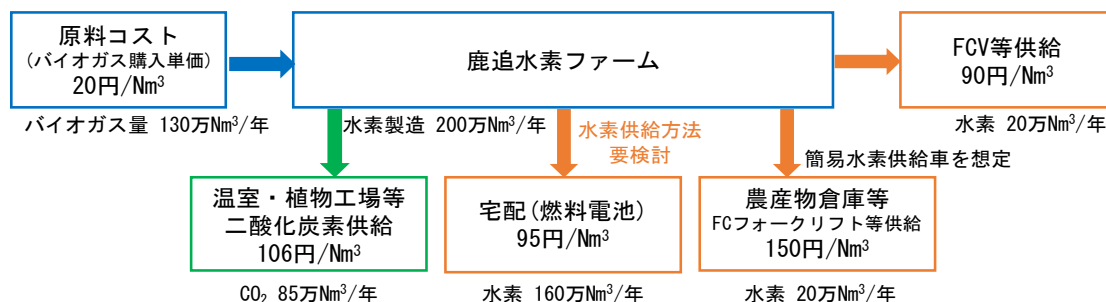
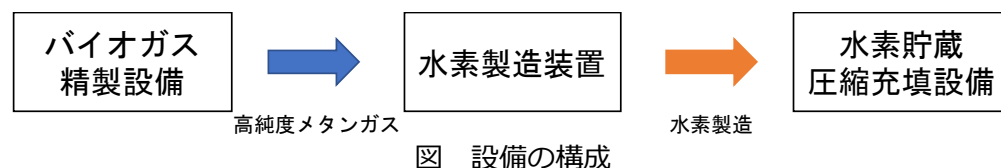
環境省事業名	平成27年度地域連携・低炭素水素技術実証事業(低炭素な水素サプライチェーン実証事業)
採択事業名	家畜ふん尿由来水素を活用した水素サプライチェーン実証事業
事業実施者	エア・ウォーター株式会社(代表企業) 鹿島建設株式会社 日鉄住金パイプライン&エンジニアリング株式会社 エアプロダクツジャパン株式会社
実施場所	北海道鹿追町、帯広市
実施期間	平成27年度～令和元年度

本事業は、地域内で発生する家畜ふん尿由来の水素を地域内で利用することで、化石燃料利用量を削減し、災害に強い分散型エネルギー事業を実現する地産地消型モデルの実現を目指して実施された。具体的には、北海道十勝地区(バイオマス産業都市)において、牛舎の家畜ふん尿をメタン発酵することで得られるバイオガスから水素を製造し、燃料電池による電気・熱供給とFCV・FCフォークリフト等へ利用するサプライチェーンモデルの実証を行った。

表 水素製造量の試算

項目	数値(Nm ³ /日)
バイオガス発生量	5,500
発酵槽加温使用量	1,800
メタンガス量	2,130
水素製造量	5,660

原料：1,300頭の搾乳牛ふん尿(豚3,000頭のふん尿、生ごみ、下水・浄化槽汚泥の一部を含む)



水素コストの試算

水素ステーションによるFCV等への水素供給、宅配及びFCフォークリフト等への水素供給について、取扱水素量と設置コストを含めたコストを試算した。ただし、二酸化炭素の販売コストは原価(二酸化炭素の供給に要する費用のみ)とした。

その結果、FCV等供給は90円/Nm³、一般家庭等への宅配は95円/Nm³、FCフォークリフト等への供給は150円/Nm³と試算された。

ただし、2030年時点のコスト試算であり、施設整備費用及び運用コストについては、現状費用ではなく戦略的な価格設定(将来目標値等)を採用している。

① コスト面及び効率面の調査

■脱炭素型地域づくり検討事業(北海道八雲町)

表 実証事業の概要

環境省事業名	脱炭素イノベーションによる地域循環共生圏構築事業のうち、地域の多様な課題に応える脱炭素型地域づくりモデル形成事業
採択事業名	脱炭素型地域づくり検討事業
事業実施者	八雲町 北海道大学大学院工学研究院
実施場所	北海道八雲町
実施期間	令和元年度

- ① 新たな水素輸送キャリアの技術、メチルシクロヘキサン(MCH)の可能性の検討
- ② 蓄電池による電力供給コスト(電気料金): 197円/kWh
- ③ 水素エネルギー輸送(MCH活用)による電力供給コスト: 264円/kWh(234円+30円)

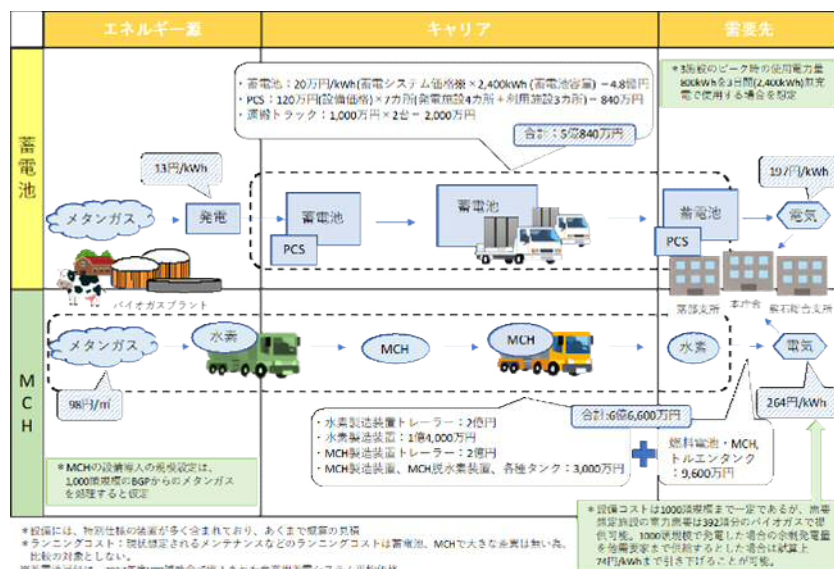


図 蓄電池による電力供給と水素エネルギー輸送(MCH活用)による電力供給

■その他利用方法：メタノール、ギ酸の生成

バイオガスからのメタノールとギ酸の製造が昨年報告された。大阪大学と北海道興部町による研究では、常温・常圧で二酸化炭素を排出することなく、簡便にメタノールとギ酸を製造することに世界で初めて成功した。生産されるメタノールは常温常圧下において液体であることから、メタノール燃料電池の燃料として常時・非常時にかかわらず利用が可能であり、さらに同時に生産されるギ酸は、現在水素キャリアとして注目されており、こちらも常温・常圧下において液体であることから、水素を活用したまちづくりにもつながると言われている。

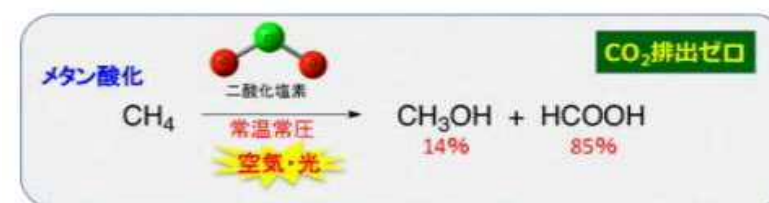


図 二酸化塩素によるバイオガス中に含まれるメタン酸化の反応式
出典:2020年7月15日北海道興部町・大阪大学プレスリリース

① コスト面及び効率面の調査

ウ) コストミニマムなプラントの可能性の検討

消化液の発生量とエネルギー生産量（メタン発酵ガス化）のバランスを取ったコストミニマムなプラントの可能性を検討。

■プラントの建設・管理コストに関する検討

原料の量、バイオガス発生量に最適な設備容量とすることによって、コストは抑えられる。そのためには、事業計画時におけるバイオマスの種類、量（日発生量、季節変動）の把握、メタン発酵試験によるガス発生量の把握が重要である。

・乳牛250頭規模プラントにおける高温発酵と中温発酵の比較

乳牛250頭規模のバイオガスプラントで、鋼製の高温発酵とRC製の中温発酵を比較すると、高温発酵では発酵期間が半分となるため、発酵槽の容積と床面積は半分となる（右表①）。総事業費は高温発酵ならば中温発酵の9割（右表②）程度に抑えることができる。また、高温発酵槽の攪拌機動力が中温発酵槽の4割で済むため、年間売電金額は中温発酵の1.1倍の1,500万円を見込める（右表③）。年間メンテナンス費は9割程度で済む（右表④）ため、20年間のライフサイクルコスト

（LCC）は売電損失も含めて中温発酵の7割弱で収まり、その差額は73,600千円になると試算された（右表⑤）。

表 250頭規模プラント 高温(鋼製)と中温(RC製)の比較

		高温発酵槽 鋼製	中温発酵槽 RC製	中温－高温
投入量	m ³ /日	23	23	0
発酵期間	日	20	40	20
有効容積	m ³	460	920	460 ①
直径	m	8.2	15.8	8
高さ	m	9.5	5.5	-4
容積	m ³	495	1,078	582
設置数	基	1	1	0
床面積	m ²	26	50	24 ①
総事業費	千円	287,000	324,500	37,500 ②
年間売電金額	千円	15,000	13,630	-1,370 ③
発酵槽	千円	43,000	60,000	17,000
基礎工事	千円	2,700	0	-2,700
攪拌機	千円	4,360	13,800	9,440
殺菌槽	千円	0	9,360	
熱交換器	千円	0	4,400	
発酵槽周辺装置 合計	千円	50,060	87,560	37,500
攪拌機動力	kw	2.6	30	27
売電単価	円	39	39	0
稼働時間	時/日	24	5	-19
売電損失額	千円/年	888	2,258	1,370
売電損失額	千円/20年	17,765	45,160	27,395 ④
機器メンテ費	千円/年	4,369	4,804	435
維持費/20年 合計	千円	87,375	96,075	8,700
維持費20年平均	千円	4,369	4,804	435
LCC 計	千円/20年	137,435	183,635	46,200
LCC + 売電損失/20年を合計した差額	千円	155,200	228,795	73,595 ⑤

① コスト面及び効率面の調査

■消化液貯留槽に関する検討

消化液貯留槽についてはその形状・構造ごとにメリットデメリットがあり、必要容量や建設地の形状・広さ、経済性等の条件によって最適な形式を選択することでコストを低減することができる。各形式について概要をとりまとめ比較する。

貯留槽形式	概 要	規模・仕様 (200頭規模の場合)	コスト 順位
①コンクリート製長方形型 	・ 構造強度確保のため躯体工事費が割高 ・ 方形のため配置計画上の比較優位性あり ・ 切妻屋根の設置など円形に対して屋根の設置が容易	縦横寸法：13.2×26.4 m 有効容量：1,600 m ³ 槽の深さ：5.5 m 貯留液面高さ：5.0 m 屋根付き	3
②コンクリート製円形型 	・ 円形のため構造的に安定しており、長方形と比べ工事費は割安 ・ 屋根設置にあたり円形のため小屋組形式に工夫が必要	直径：21 m 有効容量：1,600 m ³ 槽の深さ：5.5 m 貯留液面高さ：5.0 m 屋根付き ※写真は屋根なしタイプ	2
③シートラグーン型 	・ 土の掘削とシート敷設が主な工事のため3タイプの中では最も安価で工期が短い ・ 貯留槽の深さが浅いため面積が広くなり敷地が必要 ・ 消化液表面に雨水分離用シートを被せることで屋根機能を確保	正方形 液面辺長：28 m 盛土外周辺長：35 m 有効容量：1,600 m ³ 貯留液面高さ：2.9 m 消化液表面に雨水分離シートを敷設	1

② 安全面等の調査

メタン発酵では可燃性のバイオガスの発生に加え、そのガス中に硫化水素等も含まれていることから、バイオガスの取り扱いには十分注意する必要がある。

■ バイオガスの安全な取り扱い方法の検討

- 一般に生成したバイオガス中には、有毒な硫化水素を数100～3,000ppm 程度を含有しているが、食品廃棄物を含む混合発酵の場合には、これより高くなる可能性がある。硫化水素は2,000ppm以上だと即死に至り、燃焼により硫酸化物になることや腐食性があることから、バイオガス事業の安全性を保つためには除去して使用する必要がある。
- 可燃性であり、人体に有害な硫化水素が含まれるバイオガスの取り扱いには、発酵槽、発電機などガス利用設備まで、システムを一貫した安全性を確保しなければならない。
- ガス漏れ防止に配慮した設計、ガス漏れを検知する安全装置、脱硫装置(生物脱硫・乾式脱硫)の性能、脱硫剤交換、全体システムの管理システムなどハード面の整備、管理は基本的なバイオガスの安全管理項目である。

■ 安全なプラント管理

- バイオガスプラントの安全対策についてヒアリングを行った。発酵槽、生物脱硫装置、除湿装置、乾式脱硫装置、ガスバックには圧力計を設置し、圧力異常上昇時には安全に開放する安全弁を設けている。また、各所に取り付けられたポンプも圧力上昇を検知したら停止する設定となっている。発電機は圧力や温度の異常を検知したら自動停止するように、また停電時には自動でプラントの電源を切り替えて発酵が停止しないように、メーカーによって安全対策が設けられている。

② 安全面等の調査

■法的規制一覧

	法律名	特記事項等	備考
環境面	廃棄物処理法	一定規模以上の処理施設の設置に許可が必要	
	大気汚染防止法	ガスエンジンにて燃料を35L/h(重油換算)以上利用する場合、またはボイラーで伝熱面積が10m ² 以上の場合、ばい煙排出の遵守が必要となる。	
	水質汚濁防止法	公共用水域へ放流する場合に適用する。自治体によって上乘せ基準が設定されている。	
	下水道法	処理水を公共下水道へ排出する場合に適用する。	
	騒音規制法	空気圧縮機及び送風機(原動機の定格出力が7.5kW以上のものに限る)は、本法の特定施設に該当し、知事が指定する地域では規制の対象となる。	
	振動規制法	空気圧縮機及び送風機(原動機の定格出力が7.5kW以上のものに限る)は、本法の特定施設に該当し、知事が指定する地域では規制の対象となる。	
	悪臭防止法	本法においては、特定施設制度をとっていないが、知事が指定する地域では規制を受ける。	
	家畜排せつ物法	家畜排せつ物による公共用水域、地下水の水質汚濁を防止する目的とともに家畜排せつ物をバイオマス資源として循環利用を促進させる目的を担っている。	
安全面	消防法	重油タンク等は危険物貯蔵所として本法により規制される。	
	労働安全衛生法	ボイラー利用設備に対し、ボイラー技士が必要となるが、伝熱面積が6m ² (蒸気ボイラー)、28m ² (温水ボイラー)未満の場合は不要となる。	ボイラー種別：小型ボイラー、取扱資格：事業者による特別教育受講者以上
	肥料取締法	肥料について届出や品質表示が必要となる。 (※汚泥を原材料の場合：「汚泥肥料中の重金属管理手引書」(農水省H22.8月)等も参考のこと。)	液肥の成分分析により法基準を満たすことを確認し、届出する必要がある。
	建築基準法	建築物を建築しようとする場合、建築主事の確認が必要である。	
事業面	電気事業法	特別高圧(7,000V以上)で受電する場合。高圧受電で受電電力の容量が50kW以上の場合自家用発電設備を設置する場合及び非常用予備発電装置を設置する場合。	
	ガス事業法	ガスの製造能力又は供給能力のいずれか大きいものが300m ³ /日以上である場合、メンブレンガスホルダーはガス事業法技術基準への適合・維持義務が課せられる。	
	高圧ガス保安法	高圧ガスの製造、貯蔵等を行う場合。	
	熱供給事業法	複数の建物(自家消費は除く)へ熱を供給し、加熱能力の合計が21GJ/h以上の熱供給者が対象。	

注1：その他、条例アセス、都市計画法、環境アセスメント条例が適用される場合があるので留意する。

注2：廃棄物系バイオマスの利活用を明確に記載している法としては、バイオマス活用推進基本法や食品循環資源の再利用等の促進に関する法律(食品リサイクル法)がある。

出典：「消化液の肥料利用を伴うメタン化事業実施手引(平成28年3月)」一般社団法人地域環境資源センター

③ 概略モデルの検討

地域性、それぞれの畜産業の特性、家畜ふん尿以外の混合原料の発生状況を踏まえて、エネルギー利用、消化液の利用等に配慮し、概略モデルを検討した。

【検討項目】

- a バイオマス原料：家畜（乳牛／肉牛／豚／採卵鶏）ふん尿、食品廃棄物等の混合発酵原料
- b バイオガスプラントの仕様：湿式（高温発酵／中温発酵）、乾式、混合発酵の場合前処理施設の有無
- c バイオガスの利用方法：発電、ガス利用、水素等その他の利用
- d 発電の場合の売電方法：FIT売電、FIT売電以外(地産地消)
- e 消化液の利用、処理：散布量、散布方法、浄化处理
- f 再生敷料の利用：ニーズの有無、販売方法
- g 事業形態：個別型／集中型（共同型）
- h プラント運営方式：バイオマス排出者、エネルギー・消化液の利用者によるプラント運営SPC
- i ファイナンスの蓋然性評価の獲得



	規模	処理量	仕様	検証地域
乳用牛小規模モデル	250頭	16.25t/日	湿式（高温）	
乳用牛大規模モデル	500頭	32.5t/日	湿式（高温）	西之表市（種子島）
肉用牛モデル	1,400頭	35t/日	乾式	天城町（徳之島）
豚モデル	2,500頭	40t/日	湿式（中温）	
採卵鶏モデル	14万羽	20t/日	湿式（中温）	出水市

③ 概略モデルの検討

乳用牛小規模モデル

■ 概要

酪農家から排出される乳用牛ふん尿を、農場内の個別型バイオガスプラントで処理し、バイオガスを生産・利用、消化液を生産するモデル。原料処理量の目安は、250頭分の16.25 t/日で、地域の状況に応じて副原料（食品廃棄物）なども混合処理が可能である。

■ 主な特徴

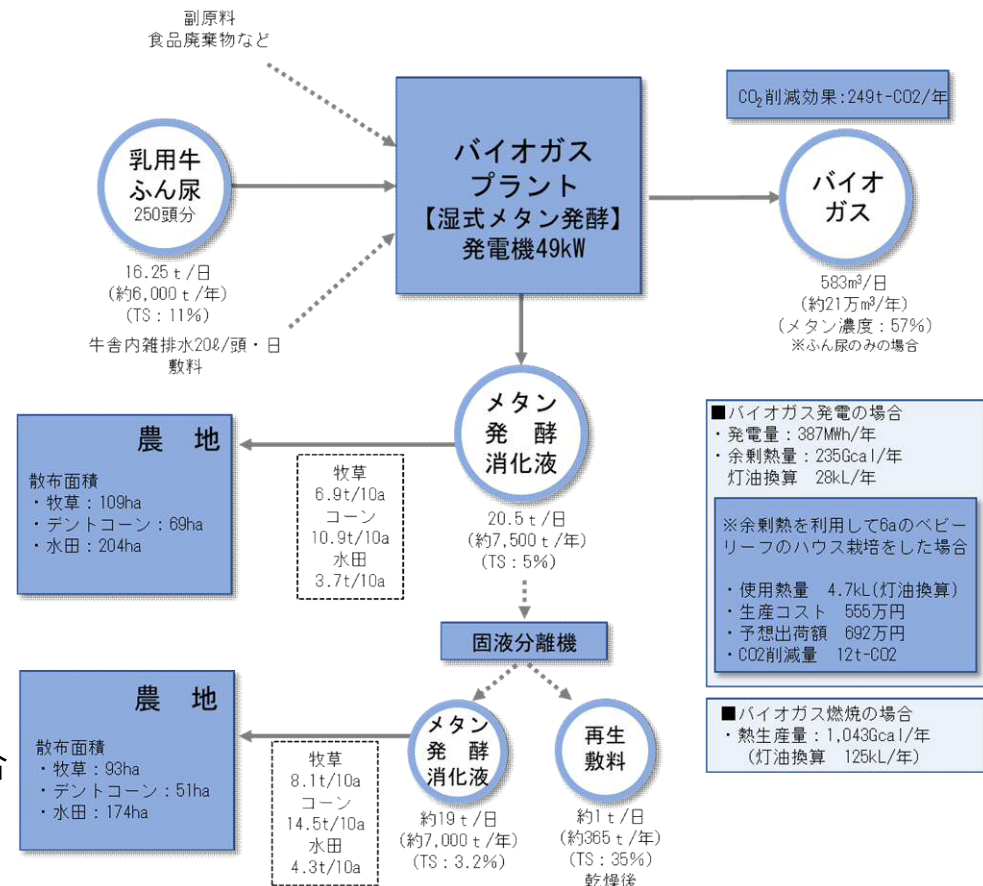
- 原料：乳用牛（経産牛）ふん尿 250頭分
- メタン発酵方式：湿式
- 生産肥料：消化液（液肥）
- その他：再生敷料の生産
- バイオガス発生量：583m³/日
- 発電容量：50kW未満
- 発電量：387MWh/年
- 余剰熱量：235Gcal/年
(灯油換算 28kL/年)

■ 肥料生産（消化液）：20.5t/日

- N：19 t/年
- P：12 t/年
- K：17 t/年

※消化液成分

N：0.25% P：0.16% K：0.23%の場合



③ 概略モデルの検討

乳用牛大規模モデル

■ 概要

数戸の酪農家から排出される乳用牛ふん尿を収集運搬し、集中型バイオガスプラントで処理し、バイオガスを生産・利用、消化液を生産するモデル。原料処理量の目安は、500頭分の32.5 t/日で、地域の状況に応じて副原料（食品廃棄物）なども混合処理が可能である。

■ 主な特徴

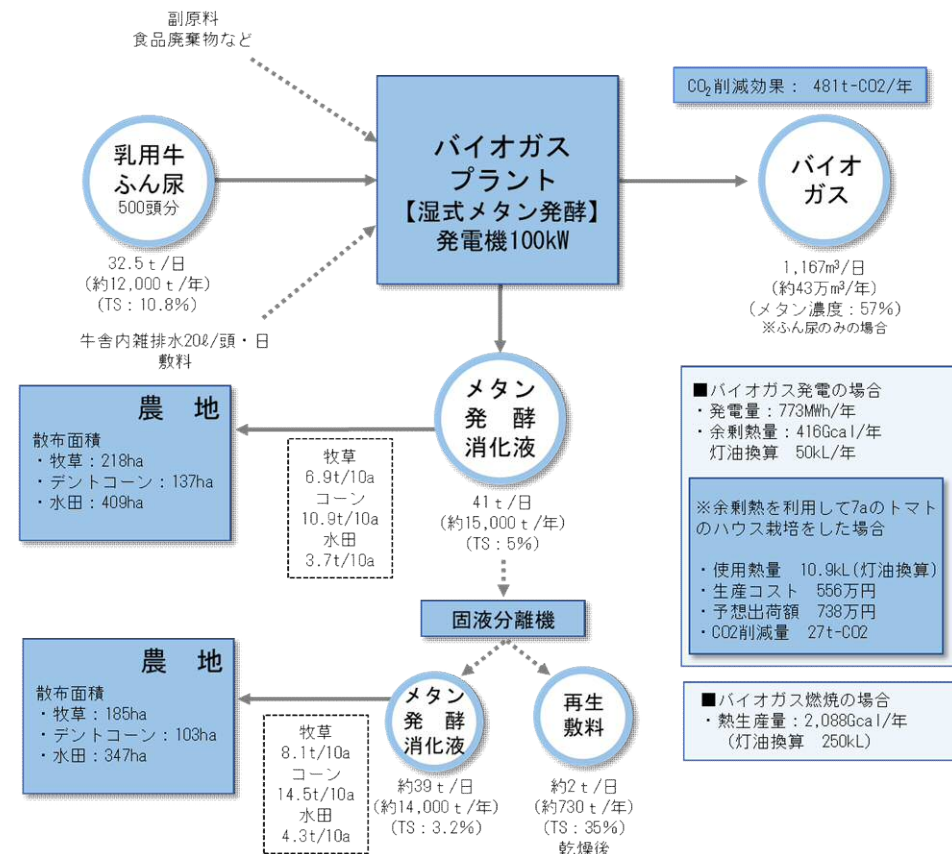
- ・原料：乳用牛（経産牛）ふん尿 500頭分
- ・メタン発酵方式：湿式
- ・生産肥料：消化液（液肥）
- ・その他：再生敷料の生産
- ・バイオガス発生量：1,167m³/日
- ・発電容量：100kW
- ・発電量：773MWh/年
- ・余剰熱量：416Gcal/年
（灯油換算 50kL/年）
- ・CO₂削減効果：481t-CO₂/年

■ 肥料生産（消化液）：41t/日

- ・N：37t/年
- ・P：24t/年
- ・K：34t/年

※消化液成分

N：0.25% P：0.16% K：0.23%の場合



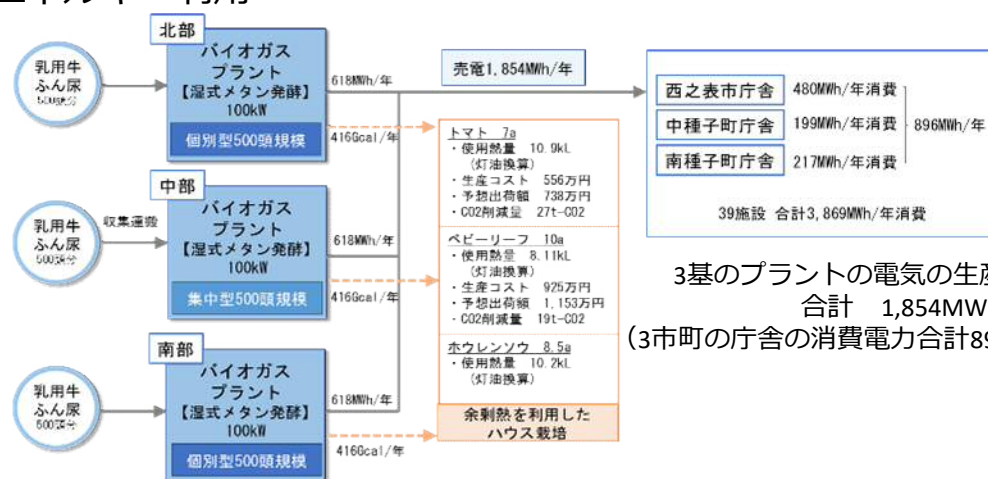
③ 概略モデルの検討

種子島モデル

■ 概要

種子島北部と南部に400~500頭規模の個別農家が1戸ずつ、中部には数戸の農家が10km圏内に点在し合計500頭規模となるため、島内に乳用牛大規模プラント3基設置するモデル。生産される電気は、島内の公共施設で利用し、消化液は牧草及びコーンを中心に島内の農産物へ施用する。

■ エネルギー利用



3基のプラントの電気の生産ポテンシャル
合計 1,854MWh/年
(3市町の庁舎の消費電力合計896MWh/年の約2倍)



■ 消化液利用

各プラントの生産量：14,000t/年
(西之表市) 牧草とコーン畑15%
(中種子町) 牧草の約9割
(南種子町) 牧草地とコーン畑+α
余剰分はかんしょやさとうきびへの散布を行うか、中種子町と連携して牧草地に散布するシステムを構築する。さとうきびとの兼業農家もあり、飼料米への散布の要望もあるため、現在も馬鈴薯、ブロッコリーへの散布試験をされているが、引き続き効率の良い消化液の利用方法を検討する必要がある。

地域	作物	経営面積 (ha)	消化液散布量 (t/年)	合計 (t/年)
西之表市	牧草	184	12,696	21,089
	コーン	77	8,393	
	かんしょ	664	38,512	
	さとうきび	630	34,650	
中種子町	牧草	228	15,732	26,414
	コーン	98	10,682	
	かんしょ	592	34,336	
	さとうきび	1,244	68,420	
南種子町	牧草	138	9,522	13,228
	コーン	34	3,706	
	かんしょ	382	22,156	
	さとうきび	457	25,135	



③ 概略モデルの検討

肉用牛モデル

■ 概要

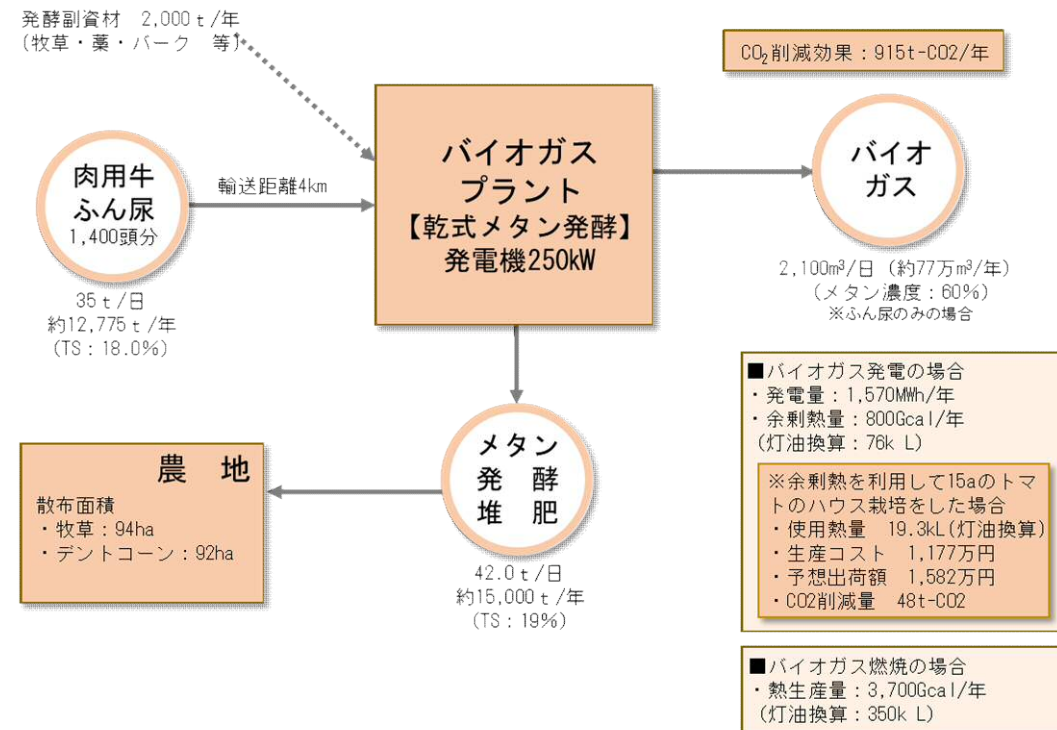
数戸の畜産農家から排出される肉用牛ふん尿を収集運搬し、集中型バイオガスプラントで処理し、バイオガスを生産・利用、堆肥を生産するモデル。原料処理量の目安は、1,400頭分の35 t /日で、地域の状況に応じて副原料（食品廃棄物）なども混合処理が可能である。

■ 主な特徴

- ・原料：肉用牛 ふん尿 1,400頭分
- ・メタン発酵方式：乾式
- ・生産肥料：堆肥
- ・建設面積：6,000m²
- ・バイオガス発生量：2,100m³/日
- ・発電容量：250kW
- ・発電量：1,570MWh/年
- ・余剰熱量：800Gcal/年
(灯油換算 76kL/年)
- ・CO₂削減効果：915t-CO₂/年

■ 肥料生産（堆肥）：42t/日

- ・N：43 t/年
- ・P：38 t/年
- ・K：65 t/年



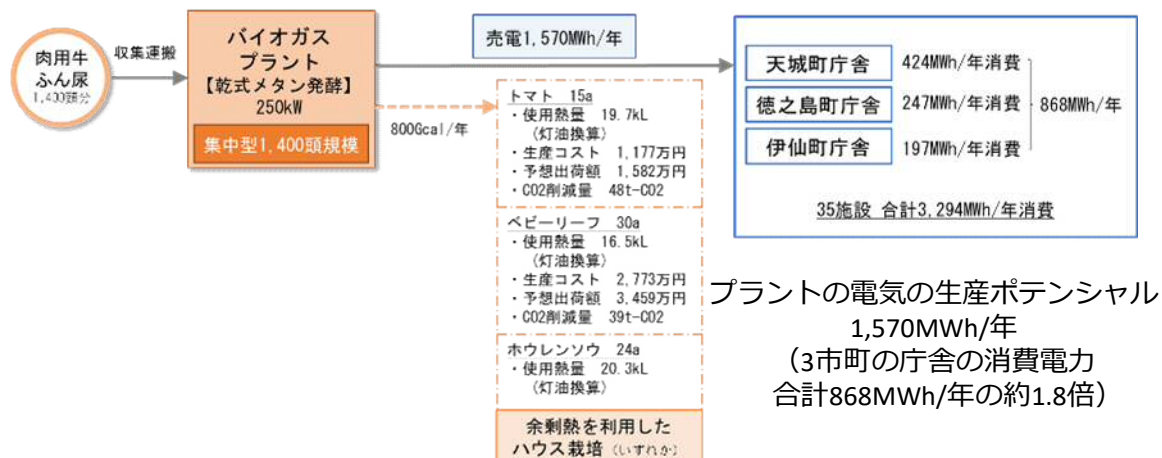
③ 概略モデルの検討

徳之島モデル

■ 概要

三京地区には大規模農家があり、周辺農家の意識が変われば、1,000頭以上のプラントの導入可能性がある。島内の3割くらいは少頭飼育(10頭未満)であり、機械での畜舎からのふん尿搬出はできないので、ふん尿輸送が必要なバイオガスプラントは島内の7~8割が対象になる。400~500頭クラスの肉牛農家があるので、そのサイズの小規模プラントであれば個別プラントの普及の可能性がある。

■ エネルギー利用(電気・熱)



バイオガス燃焼による熱利用として、生産ポテンシャルは3,700Gcal/年である。これは、3町のエネルギー需要調査結果1,107Gcal/年(4,636GJ/年)分を賄える量である。なお、ガス利用にあたってはガスの運搬やボイラーの整備などの検討が必要となる。



③ 概略モデルの検討

豚モデル

■ 概要

養豚農家から排出される豚ふん尿を、農場内の個別型バイオガスプラントで処理し、バイオガスを生産・利用、消化液を生産するモデル。消化液の消費ができない場合は浄化処理の必要がある。地域の状況に応じて副原料（食品廃棄物）なども混合処理が可能である。

■ 主な特徴

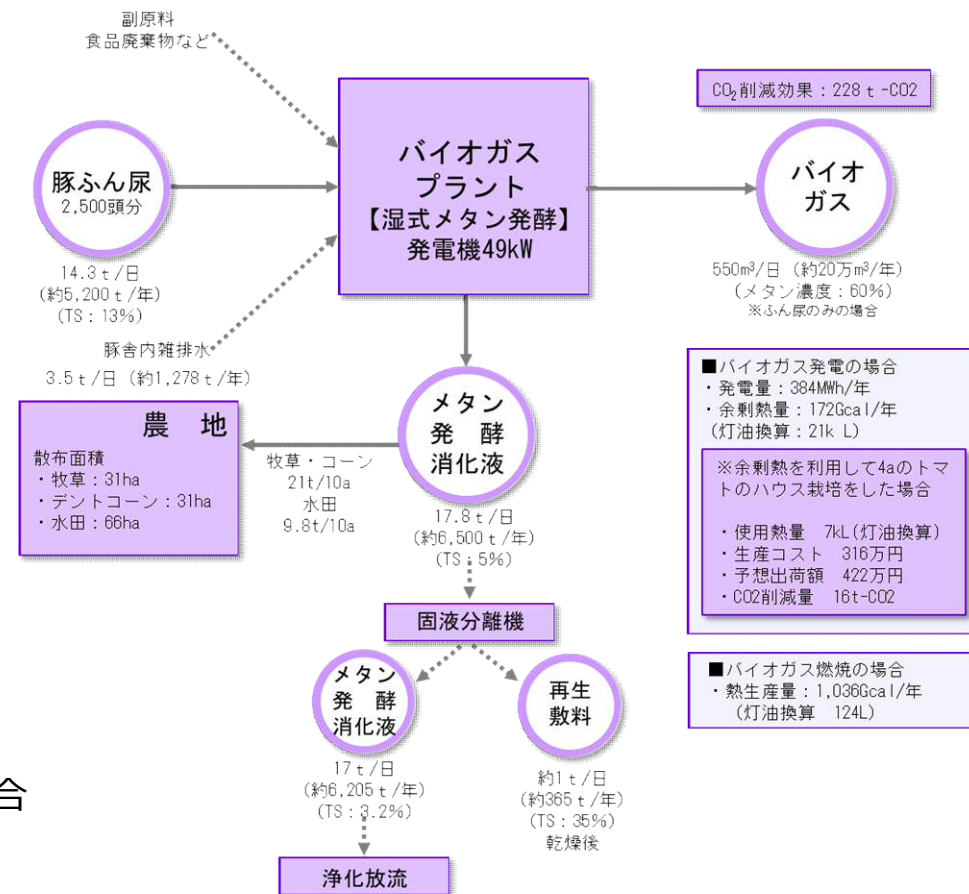
- ・原料：豚（肥育豚）ふん尿 2,500頭分
- ・メタン発酵方式：湿式
- ・生産肥料：消化液（液肥）
- ・その他：再生敷料の生産
- ・バイオガス発生量：550m³/日
- ・発電容量：49kW
- ・発電量：384MWh/年
- ・余剰熱量：172Gcal/年
（灯油換算 21kL/年）
- ・CO₂削減効果：228t-CO₂/年

■ 肥料生産（消化液）：17.8t/日

- ・N：8t/年
- ・P：4t/年
- ・K：4t/年

※消化液成分

N：0.13% P：0.06% K：0.06%の場合



③ 概略モデルの検討

採卵鶏モデル

■ 概要

養鶏農家から排出される鶏ふんを、農場内の個別型バイオガスプラントで処理し、バイオガスを生産・利用、消化液を生産するモデル。消化液は消費できない場合、浄化処理の必要がある。地域の状況に応じて副原料（食品廃棄物）なども混合処理が可能である。希釈水も含め前処理の検討の必要がある。

■ 主な特徴

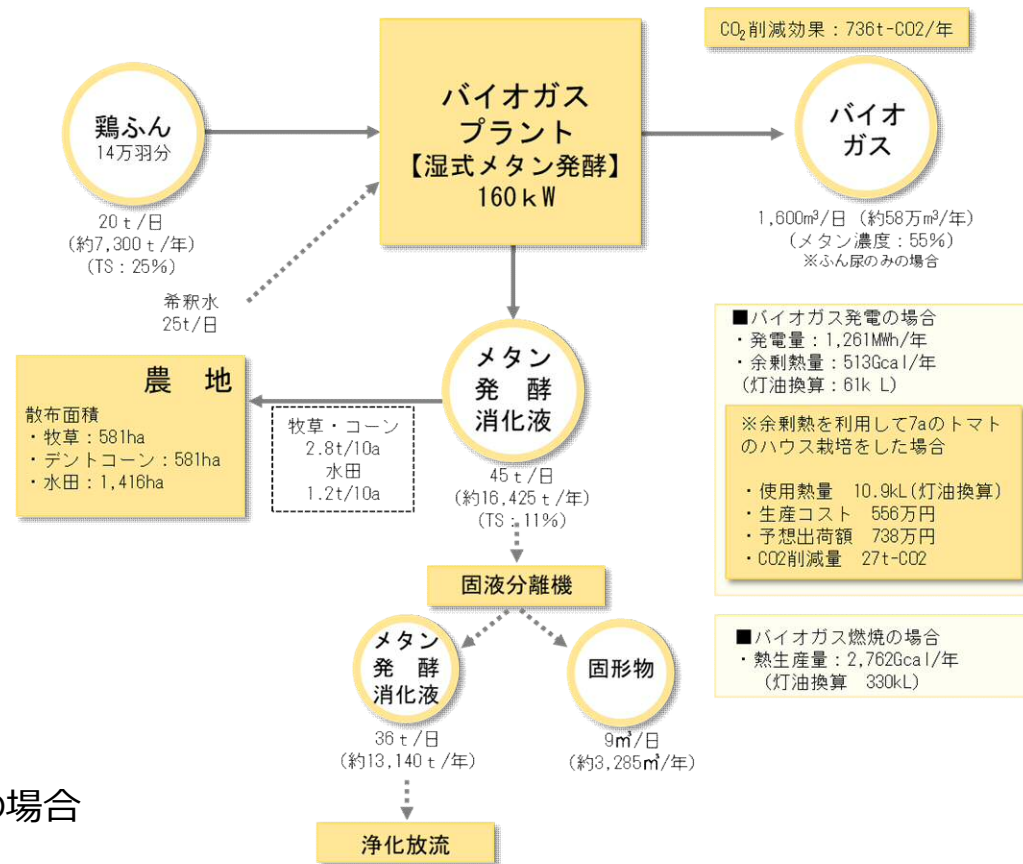
- ・原料：鶏ふん 20t
- ・メタン発酵方式：湿式
- ・生産肥料：消化液（液肥）
- ・その他：固形物 9m³
- ・バイオガス発生量：1,600m³/日
- ・発電容量：160kW
- ・発電量：1,261MWh/年
- ・余剰熱量：513Gcal/年
（灯油換算 61kL/年）
- ・CO₂削減効果：736t-CO₂/年

■ 肥料生産（消化液）：45t/日

- ・N：158t/年
- ・P：142t/年
- ・K：77t/年

※消化液成分

N：0.96% P：0.86% K：0.47%の場合



③ 概略モデルの検討

出水市モデル

■概要

採卵鶏モデルをもとに、出水市におけるバイオガスプラント事業モデルを作成した。

■エネルギー利用(電気・熱)

生産された電気は市内の公共施設に既存の送電線を介して供給するものとした。プラントの電気の生産ポテンシャルは1,261MWh/年(プラント自家消費を除く)である。これは、出水市役所本庁舎(686MWh/年)で消費する電気の約2倍に相当する。

余剰熱は513Gcal/年発生するため、プラントに隣接したハウスへの熱供給が可能である。トマトならば7a、ベビーリーフならば10a、ホウレンソウならば8.5aのハウス栽培に余剰熱の供給が可能と試算された。

またはバイオガス燃焼による熱利用として、生産ポテンシャルは2,762Gcal/年である。これは、出水市のエネルギー需要調査結果4,335Gcal/年(18,148GJ/年)の64%に相当する。なお、ガス利用にあたってはガスの運搬やボイラーの整備などの検討が必要となる。

■消化液利用

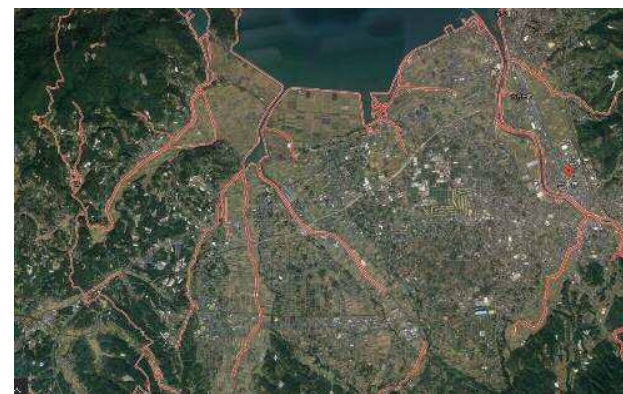
消化液は16,400t/年生産され、市内の水稻、ばれいしょ、かんしょに散布するとすると、生産量は必要量の86%に相当する。

表 出水市の経営耕地の状況及び消化液散布量

作物	経営面積 (ha)	単位当たり施用量 (t/10a)	消化液散布量 (t/年)
水稻	1,151	1.2	13,812
ばれいしょ	150	2.5	3,750
かんしょ	106	1.5	1,590
合計	1,407	—	19,152

※消化液の単位当たり施用量の試算は第3章に記載

出典：各作物の経営面積：農林業センサス2015またはわがマチわがムラ



③ 概略モデルの検討

堆肥施設共同利用モデル

本県では現状堆肥化による家畜ふん尿処理が主流となっているが、メタン発酵施設を必ずしも堆肥化施設の代替として導入するのではなく、相乗効果を生み出せないか検討することも重要である。既存の堆肥センターに集まる原料のうち、高水分のものはメタン発酵施設で処理し、低水分のものは堆肥化するようなシステムを導入することで、幅広い原料の受入が可能となり、それによりガス発生量が増えればエネルギー収入増も期待できる。

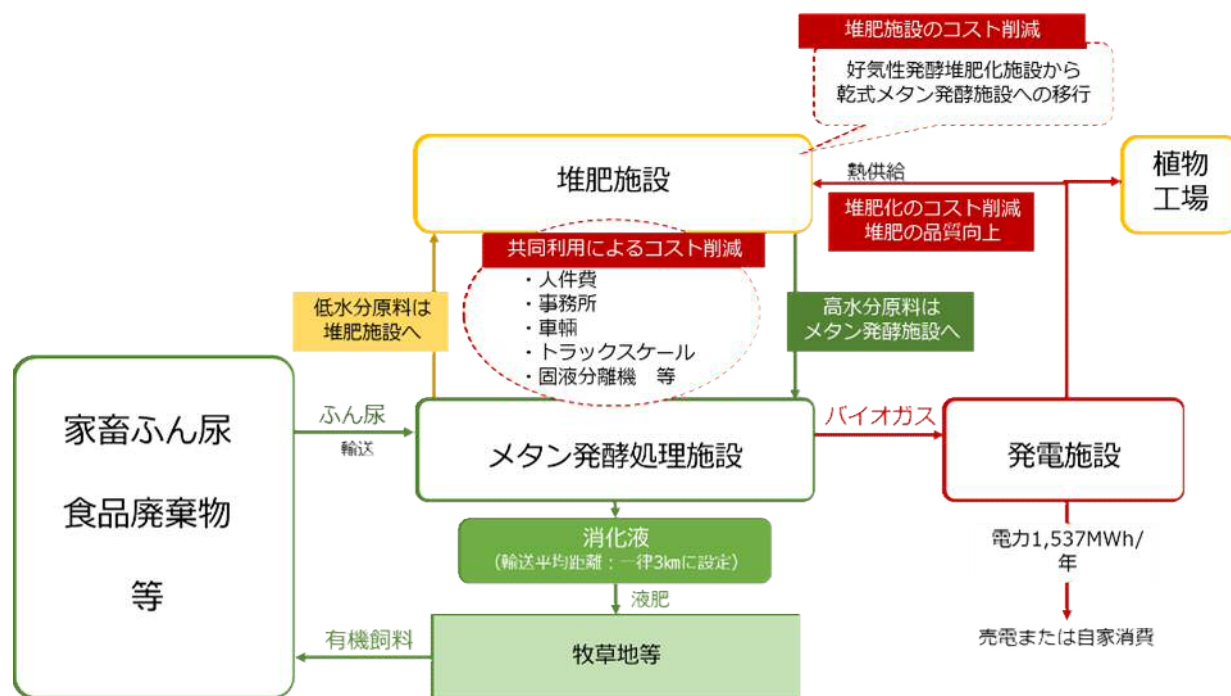


図 堆肥施設共同モデル

（３）消化液の利用等の検討

1. 消化液の効果

● 消化液の特徴

- ・ 全体量および窒素、リン、カリウムなどの肥料成分の量はほとんど変化しない。
- ・ メタン発酵により固形物、有機物、揮発性有機酸の数値が低下する。
- ・ 窒素の約半分がアンモニア態窒素になるため、化学肥料との代用が可能で、植物への吸収がよい。
- ・ 有機酸が減少し、アンモニアが増加するためpHが上昇する。
- ・ 家畜ふん尿に含まれる大腸菌、サルモネラといった病原菌は、消化液を生産する処理過程でほとんどが死滅。
- ・ 雑草種子の死活化
- ・ 腐食物質の増加による膨軟化と排水性の改善効果が期待できる



写真 貯留槽



写真 消化液の散布

● 消化液の経済価値

化学肥料換算で約3,000円/t

表 消化液価格試算(単位: kg/t、円)

プラント	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
	北海道清水町	帯広畜産大学	北海道鹿追町	北海道士幌町	北海道足寄町	北海道興部町	宮崎県個別型	千葉県山田パ'イマス7'ラント
成分含有量								
N	4.1	3.6	3.3	3.7	3.4	4	2.5	3.4
P ₂ O ₅	2.2	1.7	1.4	1.7	1.2	1.7	1.6	1.2
K ₂ O	3.4	4.4	3.3	2.3	2.8	3.4	2.3	3.9
推定価格	3,548	3,888	3,047	2,610	2,668	3,325	2,412	3,345

窒素は1kgあたりおよそ130円、リンは420円、カリウムは615円とした場合

● 散布時の悪臭低下

消化液の臭気強度は原料の10分の1となる。散布時にはアンモニア臭を感じるが、30分後のすべての悪臭物質濃度は検出限界以下になる。

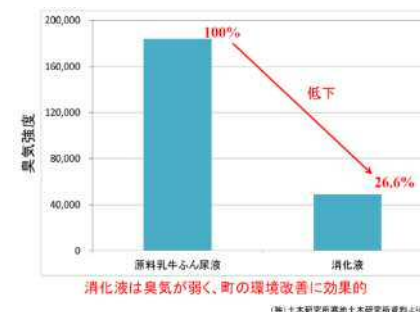


図 消化液の悪臭改善効果

● 土壌の物理的改善

- 腐植物質の増加による膨軟化と排水性の改善
- 草地更新の延長
- 雑草種子の死活化

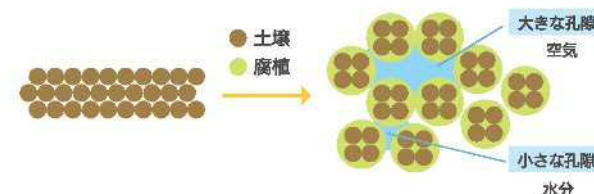


図 腐植物質の増加

2. 先進地の事例

● 化学肥料と同程度の収量

消化液を散布した圃場では、収量と栄養価について、どちらも化学肥料と同程度の施肥効果が維持されていた。
このことから、消化液の肥料としての性能が十分であり、畑作農家にとっても費用対効果が大変高いことが証明されている。

● 牧草収量の増加と品質の向上

バイオガスプラント導入前の収量平均値と比較して、導入後の収量平均値は、10.6%増加

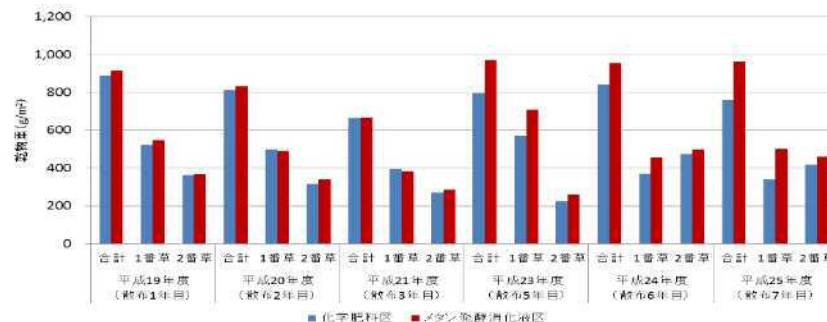


図 別海バイオガスプラント試験圃場での乾物収量の推移

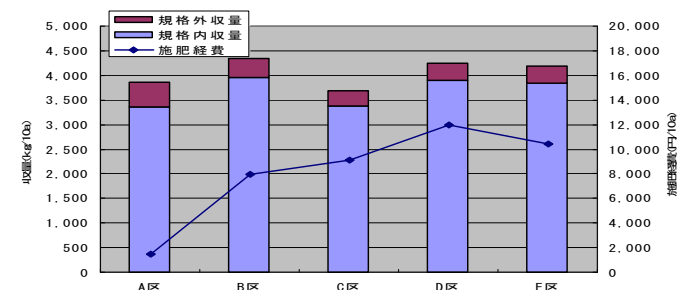


図 馬鈴薯の施肥試験結果(平成21年鹿追町環境保全センター)

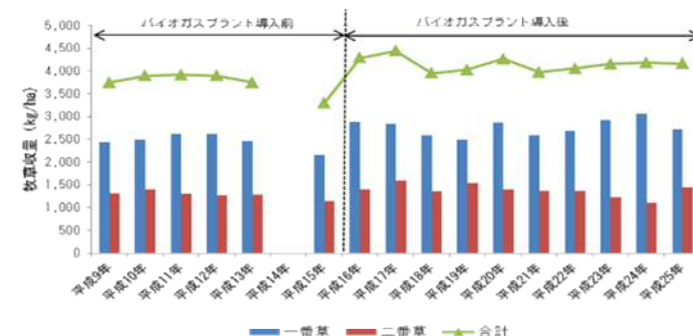


図 消化液散布に伴う牧草収量の変化 (土幌町鈴木牧場)

● バイオガスプラント利用前後の施肥費用の変化

好気性発酵で生産される堆肥よりも肥料効果が高い。同量の糞尿を用いても消化液区の収量が多いことや、基肥および追肥の化学肥料の散布量が少ないなどの経済効果が期待できる。

表 バイオガス消化液の利用前後の施肥費用

農家名称		ビート			豆類			小麦			合計 (千円/年)	差額 (千円/年)	反あたりの 差額 (千円/年)
		面積 (ha)	化学肥料 購入額 (千円/年)	消化液 使用額 (千円/年)	面積 (ha)	化学肥料 購入額 (千円/年)	消化液 使用額 (千円/年)	面積 (ha)	化学肥料 購入額 (千円/年)	消化液 使用額 (千円/年)			
A農場	導入前	11.92	2,197	0	3	295	0	10.16	779	0	3,270	1,050	42
	導入後		1,318	358		147	92.1		0	305	2,220		
B農場	導入前	1.88	363	0	6	223	0	3.35	165	0	750	303	27
	導入後		181	34		111	0		0	121	447		
C農場	導入前	7.3	1,009	0	7.8	599	0	8.9	512	0	2,120	323	13
	導入後		807	219		321	182.4		0	267	1,796		
平均												559	27

4. 消化液散布方式の検討

● 大規模農地

大規模農地ではトラクターが牽引するスラリータンカーを使用する。牧草地やデントコーン畑への散布方法は主にスプラッシュプレート方式を用いる。散布時の悪臭を防止するために、スラリースプレッターや地下埋設型のスラリーインジェクターが用いられることもある。また、畑作など大型車両による踏圧の影響が懸念される場合、傾斜地への散布を行う場合は、リールマシンによる散布が想定される。



スプラッシュプレート



スラリースプレッター



インジェクター



リールマシン

● 小規模農地及び離島

平地が少なく、道路幅や農地が狭いといった地理的条件を考慮し、当地に適した散布車両を選定する必要がある。

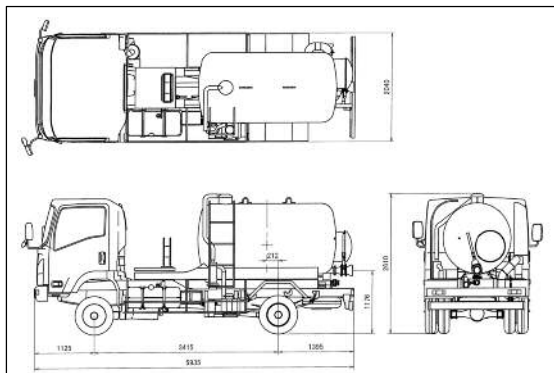


図 トラックタンカー M30(3t)の車両外観図



クローラー型消化液散布車



ホース式消化液散布車

5. 消化液散布量の算出

● 各原料の消化液施用量

消化液の利用については、各地域の施肥基準を遵守することが前提となる。現時点で想定される主な作物の作付面積、作物毎の施肥基準、及び各原料由来の消化液施用量を以下に示した。なお、肉用牛ふん尿は含水率55～70%程度で敷料の割合も多く、湿式には不適とされているので、消化液散布量の算出は乳牛、豚、採卵鶏で行う。

表 作物ごとの単位面積当たりの施用量

作物名	作付面積 (ha)	施肥基準 (kg/10a)			各原料の消化液の施用量 (t/10a)		
		N	P	K	乳用牛	豚	採卵鶏
水稻	19,500	7	6	8	3.7	9.9	1.2
牧草	18,900	15	20	15	6.9	21.1	2.8
青刈りとうもろこし	2,030	15	20	36	10.9	21.1	2.8
ソルゴー	1,840	15	20	15	6.9	21.1	2.8
さつまいも	12,100	8	12	22	5.8	11.3	1.5
さとうきび	9,450	15	12	12	5.5	21.1	2.3
ばれいしょ	4,510	14	13	14	6.4	19.7	2.5
だいこん	2,080	15	15	15	6.9	21.1	2.8
キャベツ	1,990	15	15	15	6.9	21.1	2.8

表 各原料の消化液の成分と肥効率の設定
(単位：%)

	N	P	K
乳用牛	0.25	0.16	0.23
豚	0.13	0.06	0.06
採卵鶏	0.96	0.86	0.47
肥効率	55	60	95

肥効率は消化液の指針がない場合、牛液状ふん尿の肥効率で代替するため、畜産環境対策大事典(第2版)(2004年)の値を用いる。

● 消化液の施用量算出方法

乳用牛ふん尿由来の消化液を水稻に散布する場合の施用量は、以下の通り3.7t/10aと試算された。他の作物、各原料由来の消化液に関しても同様に試算を行った。

表 水稻における乳用牛由来の消化液施肥上限量の試算

肥料成分	消化液の肥料成分含有量		肥効率		消化液から供給される肥料成分量	必要肥料成分量		消化液から供給される肥料成分量		消化液必要量
窒素	2.5 kg/t	×	0.55	=	1.4 kg/t	7 kg/10a	÷	1.4 kg/t	=	5.0 t/10a
リン酸	1.6 kg/t	×	0.60	=	1.0 kg/t	6 kg/10a	÷	1.0 kg/t	=	6.0 t/10a
カリ	2.3 kg/t	×	0.95	=	2.2 kg/t	8 kg/10a	÷	2.2 kg/t	=	3.7 t/10a
消化液施肥上限量										3.7 t/10a

5. 消化液散布量の算出

● 各原料由来消化液の必要農地面積

県内の家畜ふん尿のバイオガスプラント処理による消化液散布可能性を検討するため、県全体の飼養頭数をもとに消化液量を算出した。乳用牛はパーラー排水等によりふん尿量の1.26倍、豚は遊び水等によりふん尿量の1.24倍、採卵鶏は2.25倍希釈した量を消化液量とした。各作物の単位面積当たりの施用量から、消化液の散布に必要な農地面積を算出した。作物毎の施用量は作物の作付面積の比率に準じて行った。

3種の消化液の必要農地面積の合計は、74,053haで県内主要作物の作付面積の合計72,400haと比較すると1,653ha不足するため、他の作物への散布の検討や場合によっては一部浄化する必要がある。実際には畜種、作物の地域性があり、3種の消化液を全ての作物に散布する状況にはならず、原料を混合して肥料成分を調整することも検討する。また、県内の家畜ふん尿賦存量の約4割を占める肉用牛ふん尿の堆肥の農地還元分も考慮しなければならないので、浄化処理や域外への販売ルート確保も含めて、ふん尿が適切に循環利用されるシステムを構築する必要がある。

表 各原料由来消化液の必要農地面積

作物名	作付面積 (ha)	面積比率	乳用牛由来消化液			豚由来消化液			採卵鶏由来消化液		
			施用量 (t/10a)	消化液量 (t/年)	必要面積 (ha)	施用量 (t/10a)	消化液量 (t/年)	必要面積 (ha)	施用量 (t/10a)	消化液量 (t/年)	必要面積 (ha)
水稻	19,500	26.9%	3.7	81,824	2,235	9.9	861,815	8,735	1.2	224,411	19,349
牧草	18,900	26.1%	6.9	79,306	1,155	21.1	835,298	3,951	2.8	217,506	7,692
青刈りとうもろこし	2,030	2.8%	10.9	8,518	78	21.1	89,717	424	2.8	23,362	826
ソルゴー	1,840	2.5%	6.9	7,721	112	21.1	81,320	385	2.8	21,175	749
さつまいも	12,100	16.7%	5.8	50,773	873	11.3	534,767	4,743	1.5	139,250	9,233
さとうきび	9,450	13.1%	5.5	39,653	722	21.1	417,649	1,975	2.3	108,753	4,688
ばれいしょ	4,510	6.2%	6.4	18,924	295	19.7	199,322	1,010	2.5	51,902	2,065
だいこん	2,080	2.9%	6.9	8,728	127	21.1	91,927	435	2.8	23,937	846
キャベツ	1,990	2.7%	6.9	8,350	122	21.1	87,949	416	2.8	22,901	810
合計	72,400	100.0%		303,796	5,719		3,199,764	22,074		833,199	46,259

6. 消化液の利用に関するアンケート調査

県内全自治体と13のJAへ化学肥料や消化液利用に関するアンケート調査を行い、課題をとりまとめた。

(1) 調査期間

【自治体】

令和3年1月27日～3月9日

【J A】

令和3年1月28日～2月10日

(2) 調査対象

県内43自治体及び13 J A

(3) 調査方法

【自治体】アンケートのメール配付・メール回収

※発着は県エネルギー政策課

【J A】郵送にて配布・返信用封筒にて回収

(4) 回収状況

全43自治体中、40自治体から回答あり（回収率93%）

全13 J A 中、6 J A から回答あり（回収率46%）

(5) 回答の概要

消化液の利用普及への関心度は半数以上と高く、
耕種農家や稲作農家での利用に関してまだ認知が低い。
すでに散布試験等行っている先進地からは、完熟堆肥
からの転換の難しさや、地域に合う仕組みの構築が
課題として挙がった。

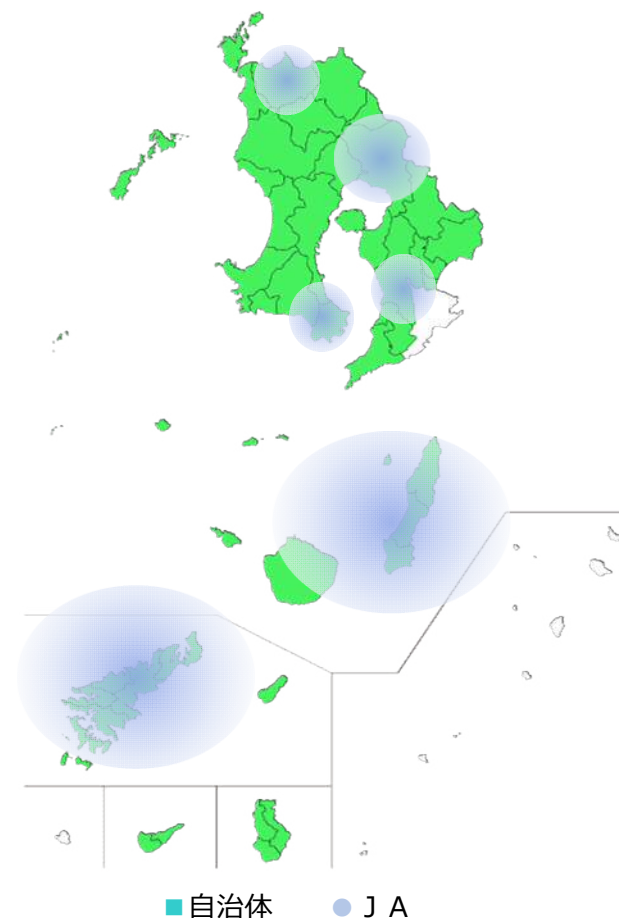
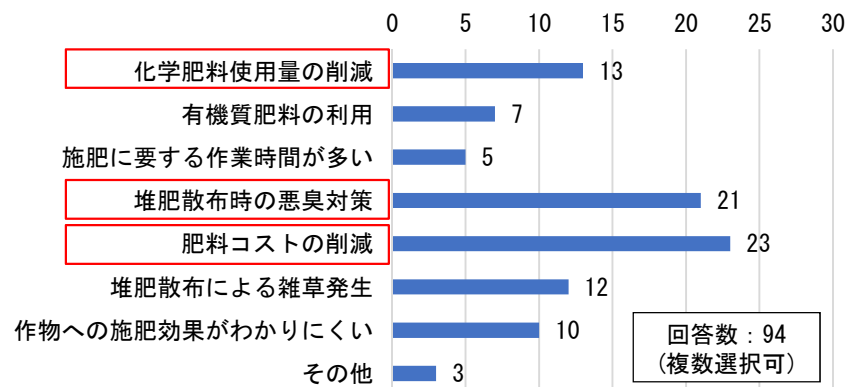


図 アンケート回答があった自治体、JA

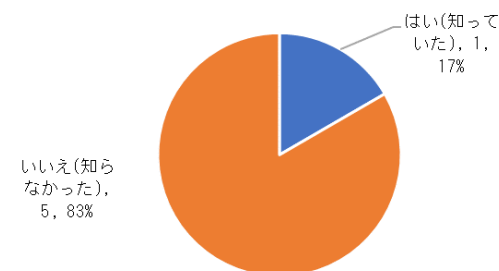
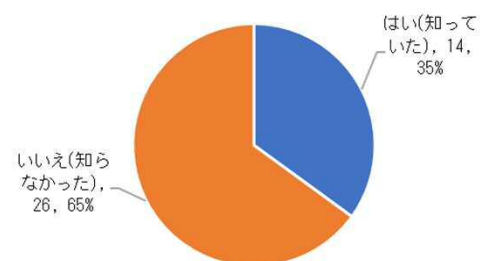
6. 消化液の利用に関するアンケート調査

(6) 集計結果（左：自治体、右：J A）

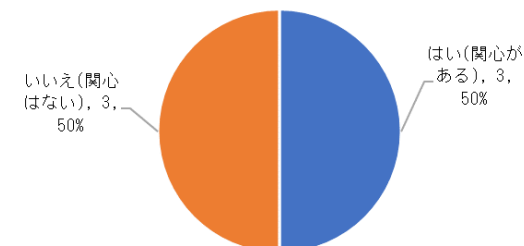
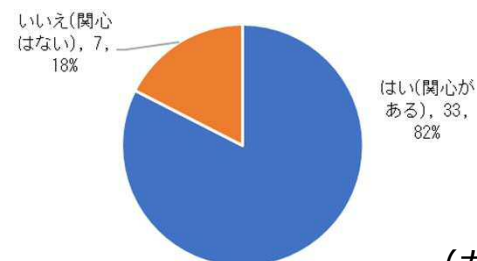
1) 肥料全般の利用について課題と思われること



2) 消化液が酪農家だけでなく、耕種農家、稲作農家でも利用されていることの認知度



3) 消化液の利用普及への関心度

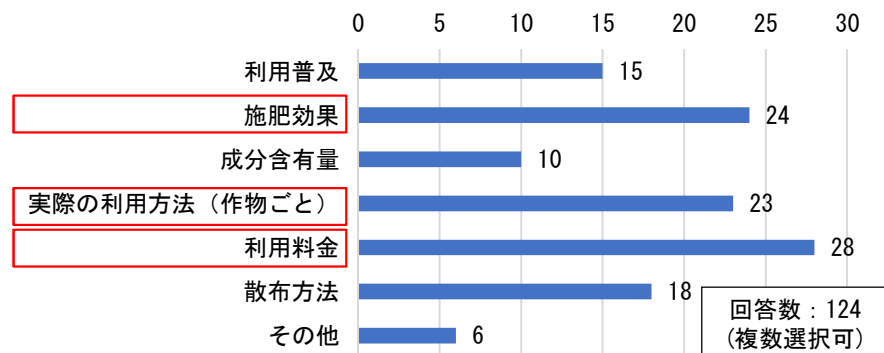


(左：自治体、右：J A)

6. 消化液の利用に関するアンケート調査

(6) 集計結果（左：自治体、右：J A）

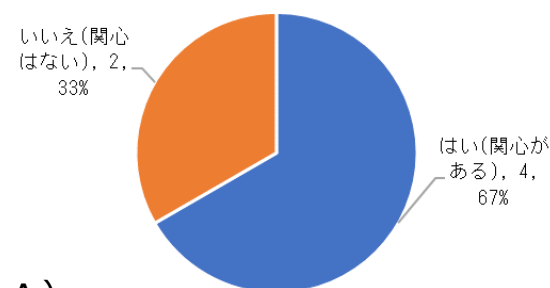
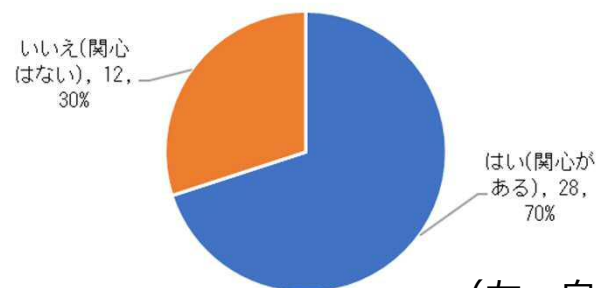
4) 消化液に関して関心のあること



その他の内容

- 消化液圃場還元地の確保、ふん尿集合処理に伴う疾病の交差汚染リスク(鹿屋市)
- 消化液を自前で作る場合（原料の収集，消化処理まで行う場合），酪農牛ではなく豚・鶏・畜産牛の糞尿を原料として消化液を製造しても採算が合うのか。また，その際に必要な糞尿の量はどれくらいか。(指宿市)
- 北海道とは営農スタイルが異なる本県及び本地区の農家に利用しやすい仕組みが構築できるか。(西之表市)
- 消化液を見たことがないので，内容がわからない。(さつま町)
- 散布方法の違いによる使用機械の更新は必要なのか？ 離島であるための輸送コストの比較など。(屋久島町)
- 奄美大島の作物に適しているかどうかの実証と検討プラン(宇検村)

5) 再生敷料の利用普及への関心度



(左：自治体、右：J A)

7. 消化液散布コストの試算

散布農地の地勢や運搬距離などによって散布コストが変動することから、地域に合った散布車両の選定、貯留槽の設置場所・個数などの検討が必要である。

消化液の運搬と散布にかかるコストは、車両の減価償却費、年間諸経費、年間燃料費、人件費の試算の合計とした。

■ 乳用牛大規模モデル（消化液発生量14,965t/年（41t/日））の消化液散布コスト試算の例

(1) 小型トラックタンカー(3t)による運搬及び散布

費用項目	金額(千円)	備考
車両の減価償却費の負担分	2,000	耐用年数を20年間として算出。
年間諸経費	1,704	
年間燃料費	3,477	
人件費	8,000	200日×20千円×2人
合計	15,181	原料1tあたり1,014円

(2) 10tバキューム車による運搬と小型クローラー車による散布

費用項目	運搬	散布	合計	備考
車両の減価償却費の負担分	3,696	900	4,596	耐用年数を20年間として算出。
年間諸経費	2,868	2,000	4,868	ランニングコスト
年間燃料費	928	3,247	4,175	
人件費	5,600	5,600	11,200	140日×20千円×4人（運搬・散布2人ずつ）
合計	13,092	11,747	24,839	原料1tあたり1,660円

(3) 運搬距離によるコスト比較

小型トラックタンカー(3t)による運搬及び散布
・プラントから農地までの距離が2kmの場合

費用項目	金額(千円)	備考
車両の減価償却費の負担分	2,000	耐用年数を20年間として算出。
年間諸経費	1,704	
年間燃料費	4,268	
人件費	2,800	140日×20千円×2人
合計	10,772	原料1tあたり720円

・プラントから農地までの距離が10kmの場合

費用項目	金額(千円)	備考
車両の減価償却費の負担分	4,000	耐用年数を20年間として算出。
年間諸経費	3,408	
年間燃料費	9,216	
人件費	12,000	150日×20千円×4人
合計	28,624	原料1tあたり1,913円

8. 消化液浄化放流技術調査

AT-BC方式による乳牛ふん尿メタン発酵消化液の浄化・放流(20m³/日の場合)

技術の概要

- ・ AT-BCシステムは“活性汚泥法”と“回転生物接触法”の2つの処理法を用いた廃水処理システム。
- ・ 既設の水槽(ブロー)への装置後付けによる処理も可能。
- ・ バチルス菌を利用。
- ・ 除去率：BOD60～70%以上、窒素90%以上、リン70%前後。
- ・ 脱臭：高い臭気除去効果

■施設仕様

- ・ 排水の種類：メタン発酵消化液
- ・ 処理方式：除濁前処理（凝集脱水）
AT-BC装置
電気分解処理
- ・ 日排水量：20 m³/日(乳牛300頭)
- ・ 排水流入時間：24 時間/日
- ・ 平均流入水量：0.8 m³/hr
- ・ 平均処理水量：0.8 m³/hr

■イニシャルコスト：85,000千円 (内訳)

- ・ 設備費：59,000千円
- ・ 土木建設費：26,000千円

■ランニングコスト：7,371千円 (内訳)

- ・ 電力費：2,075千円
- ・ 活性剤費：360千円
- ・ 薬品費：4,636千円
- ・ NaCl(電気分解用)：300千円



■年間の処理コスト：

減価償却費(20年)4,250千円+ランニングコスト7,371千円=11,621千円

- ・ 乳牛1頭あたりの処理コスト：11,621千円÷300頭=38千円/頭・年
- ・ 人件費、税金、固定資産税等は含まず。

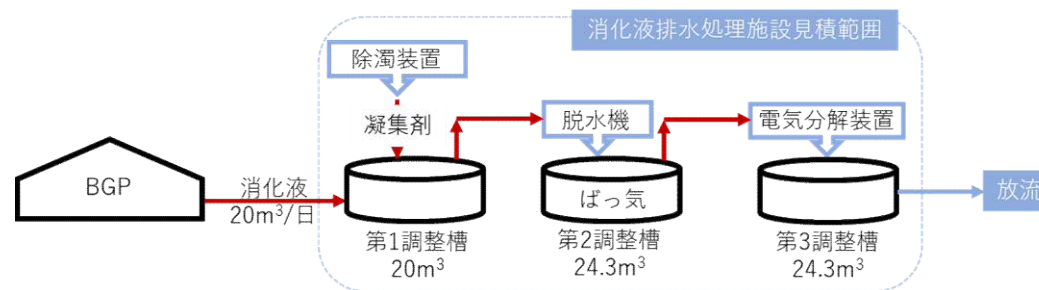


図 処理フロー図

(4) 事業コストの試算

事業コスト試算の前提条件

バイオガスプラントの事業収支には、個別型の場合、収入として売電収入、支出としてバイオガスプラントの償却費、維持管理費、借入金利(利率1%とする)、租税公課を計上する。集中型の場合は、収入に消化液、余剰熱の販売収入が加わり、原料排出者から徴収する処理負担金(農家負担金)が見込まれる。支出として、ふん尿輸送費及び消化液散布費、プラントを管理するための人件費等が追加で見込まれる。これらをそれぞれ算出し、各バイオガスプラントモデルの事業収支を試算した。

なお、試算に際しIRR(内部収益率)が20年で1%以上となるように、農家負担金を設定した。

また、売電方法はFIT売電(39円/kWh)と地域電力会社等へ販売し地域で活用する(地産地消)ことを想定した。地産地消の場合は建設費の補助を2/3とし、売電価格を13円/kWhと仮定して試算を行った。

			FIT売電	地産地消
収入	糞尿処理費	千円		
	糞尿輸送費	千円		
	売電収入	千円		
	余剰熱販売費	千円		
	消化液販売費	千円		
	消化液散布費	千円		
	廃棄物処理費	千円		
	合計	千円		
支出	用地賃貸料	千円		
	BGP償却費	千円		
	BGP維持管理費	千円		
	糞尿輸送費	千円		
	消化液散布費	千円		
	管理者の人件費	千円		
	借入金利(利率1%、20年の平均)	千円		
	租税公課(固定資産税、20年の平均)	千円		
	合計	千円		
収支		千円		

1. 乳用牛小規模モデル

個別型のため、ふん尿輸送費はかからない。

消化液散布は農家にて行う。

■コスト

- ・概算建設費：2.8億円
- ・ランニングコスト：550万円/年

■売電収入見込

- ・FIT売電：1,500万円/年
- ・地産地消：500万円/年

■単年度事業収支

- ・FIT売電：1,748千円/年
農家負担 36千円/頭・年
- ・地産地消：561千円/年
農家負担 30千円/頭・年

(参考)消化液散布費 12千円/頭・年

項目		FIT売電	地産地消
収入	糞尿処理費	千円	9,000
	糞尿輸送費	千円	
	売電収入	千円	15,000
	余剰熱販売	千円	
	消化液販売代	千円	
	消化液散布代	千円	
	廃棄物処理費	千円	
	合計	千円	24,000
支出	用地賃貸料	千円	
	BGP償却費	千円	14,000
	BGP維持管理費	千円	5,500
	糞尿輸送費	千円	
	消化液散布費	千円	
	管理者の人件費	千円	
	借入金利(利率1%、20年の平均)	千円	1,470
	租税公課(固定資産税、20年の平均)	千円	1,282
	合計	千円	22,252
	収支	千円	1,748
1頭あたりのふん尿処理費		千円	36
1tあたりのふん尿処理費		千円	1.52

2. 乳用牛大規模モデル

100頭規模の農家5戸から搾乳牛計500頭分のふん尿を収集・処理するモデル。

プラントと農家の距離は5kmと仮定してふん尿輸送費を試算。

プラントと農地の距離を5kmと仮定して消化液散布費を試算。

■コスト

- ・概算建設費：5億円
- ・ランニングコスト：1,100万円/年

■売電収入見込

- ・FIT売電：3,000万円/年
- ・地産地消：1,000万円/年

■単年度事業収支

- ・FIT売電：4,113千円/年
農家負担 39千円/頭・年
- ・地産地消：1,530千円/年
農家負担 37千円/頭・年

■ふん尿輸送費 22千円/頭・年

■消化液散布費 30千円/頭・年

項目		FIT売電	地産地消
収入	糞尿処理費	千円	19,500
	糞尿輸送費	千円	11,147
	売電収入	千円	30,000
	余剰熱販売	千円	
	消化液販売代	千円	
	消化液散布代	千円	15,181
	廃棄物処理費	千円	
	合計	千円	75,828
支出	用地賃料	千円	473
	BGP償却費	千円	25,000
	BGP維持管理費	千円	11,000
	糞尿輸送費	千円	11,147
	消化液散布費	千円	15,181
	管理者の人件費	千円	4,000
	借入金利(利率1%、20年の平均)	千円	2,625
	租税公課(固定資産税、20年の平均)	千円	2,289
	合計	千円	71,715
収支		千円	4,113
1頭あたりのふん尿処理費		千円	39
1tあたりのふん尿処理費		千円	1.64

3. 肉用牛モデル

500頭規模の農家2戸、200頭規模の農家2戸、計4戸から1,400頭分のふん尿を収集・処理するモデル。

プラントと農家の距離は4kmと仮定してふん尿輸送費を試算。

堆肥は耕種農家に1,000円/tで販売するものとする。

■コスト

- ・概算建設費：5.7億円
- ・ランニングコスト：17,510千円

■売電収入見込

- ・FIT売電：57百万円/年
- ・地産地消：19百万円/年

■単年度事業収支

- ・FIT売電：5百万円/年
農家負担 6.7千円/頭・年
- ・地産地消：2百万円/年
農家負担 16千円/頭・年

項目			FIT売電	地産地消
収入	糞尿処理費	千円	0	6,860
	糞尿輸送費	千円	9,380	16,050
	売電収入	千円	56,667	18,889
	余剰熱販売	千円	0	0
	堆肥販売代	千円	14,691	14,691
	堆肥散布代	千円	0	0
	廃棄物処理費	千円	0	0
	合計	千円	80,738	56,490
支出	用地賃貸料	千円	2,700	2,700
	BGP償却費	千円	28,571	9,524
	BGP維持管理費	千円	17,510	17,510
	糞尿輸送費	千円	16,050	16,050
	堆肥散布費	千円	0	0
	原料投入・搬出費	千円	1,223	1,223
	管理者の人件費	千円	4,000	4,000
	借入金利(利率1%、20年の平均)	千円	3,000	1,000
	租税公課(固定資産税、20年の平均)	千円	2,616	2,616
	合計	千円	75,670	54,623
収支		千円	5,068	1,868
1頭あたりのふん尿処理費		千円	0	4.9
1頭あたりのふん尿輸送費		千円	6.7	11.5
1tあたりのふん尿処理費		千円	0.00	0.54
1tあたりのふん尿輸送費		千円	0.73	1.26

4. 豚モデル

個別型のため、ふん尿輸送費はかからない。

消化液散布は農家にて行う。散布先を確保できない場合は浄化処理を行う。

■コスト

- ・概算建設費：2.8億円(浄化設備除く)
- ・ランニングコスト：4.5百万円/年

■売電収入見込

- ・FIT売電：15百万円/年
- ・地産地消：5百万円/年

■単年度事業収支

- ・FIT売電：1,748千円/年
農家負担 3.2千円/頭・年
- ・地産地消：561千円/年
農家負担 2.6千円/頭・年

項目			FIT売電	地産地消
収入	糞尿処理費	千円	8,000	6,500
	糞尿輸送費	千円		
	売電収入	千円	15,000	5,000
	余剰熱販売	千円		
	消化液販売代	千円		
	消化液散布代	千円		
	廃棄物処理費	千円		
	合計	千円	23,000	11,500
支出	用地賃貸料	千円		
	BGP償却費	千円	14,000	4,667
	BGP維持管理費	千円	4,500	4,500
	糞尿輸送費	千円		
	消化液散布費	千円		
	管理者の人件費	千円		
	借入金利(利率1%、20年の平均)	千円	1,470	490
	租税公課(固定資産税、20年の平均)	千円	1,282	1,282
	合計	千円	21,252	10,939
収支		千円	1,748	561
1頭あたりのふん尿処理費		千円	3.2	2.6
1tあたりのふん尿処理費		千円	1.54	1.25

5. 採卵鶏モデル

個別型のため、ふん尿輸送費はかからない。

消化液散布は農家にて行う、もしくは浄化設備で処理する。

■コスト

- ・概算建設費：4億円(浄化設備除く)
- ・ランニングコスト：16百円/年

■売電収入見込

- ・FIT売電事業の場合 49百万円/年
- ・地産地消の場合 16百万円/年

■事業収支

- ・FIT売電事業の場合 9,265千円/年 農家負担なし
- ・地産地消の場合 764千円/年 農家負担1,310円/t-鶏ふん

項目		FIT売電	地産地消
収入	糞尿処理費	千円	0
	糞尿輸送費	千円	9,563
	売電収入	千円	49,196
	余剰熱販売	千円	16,399
	消化液販売代	千円	
	消化液散布代	千円	
	廃棄物処理費	千円	
	合計	千円	49,196
支出	用地賃料	千円	25,962
	BGP償却費	千円	
	BGP維持管理費	千円	6,667
	糞尿輸送費	千円	16,000
	消化液散布費	千円	
	管理者の人件費	千円	
	借入金利(利率1%、20年の平均)	千円	700
	租税公課(固定資産税、20年の平均)	千円	1,831
	合計	千円	39,931
	合計	千円	25,198
収支		千円	9,265
鶏ふん1tあたりの処理費		千円	764
		千円	0
			1.31

集中型で運営する場合は、別途原料輸送コストがかかる。

参考に4戸の参加農家による合計20t/日の原料輸送コストと45t/日の消化液散布コストを示す。

消化液浄化コストは前述のAT-BC方式(20t/日放流)を基に算出。膜分離方式の見積結果を併記する。

■原料輸送コスト(車両の減価償却費+年間諸経費+年間燃料)

参加農家4戸、1日合計20tの原料排出、プラントまで片道5km輸送
人件費：プラント管理者と兼ねるとし、0人→0円

軽油単価：北薩(本土)価格 134円/L

	年間	原料1tあたり
バキューム車(10t)	約500万円	700円/年
コンテナの場合	約760万円	1,000円/年

■消化液散布コスト

(車両の減価償却費+年間諸経費+年間燃料+人件費)

消化液発生量：16,425t(45t/日)

軽油単価：北薩(本土)価格 134円/L

	年間	消化液1tあたり
バキューム車(3t)2台	約1,500万円	930円/年
バキューム車(10t)で運搬、クローラー型消化液散布車で散布	約2,150万円	1,300円/年

■消化液浄化コスト(減価償却費+年間諸経費)

人件費、税金、固定資産税等は含まず

	年間	消化液1tあたり
AT-BC方式	約2,600万円	1,583円/年
膜分離方式	約6,000万円	3,653円/年

まとめ1 / 「自治体のバイオマス関連政策」

1. メタン発酵ガス化に関する政策：21計画

18自治体
(41.9%)

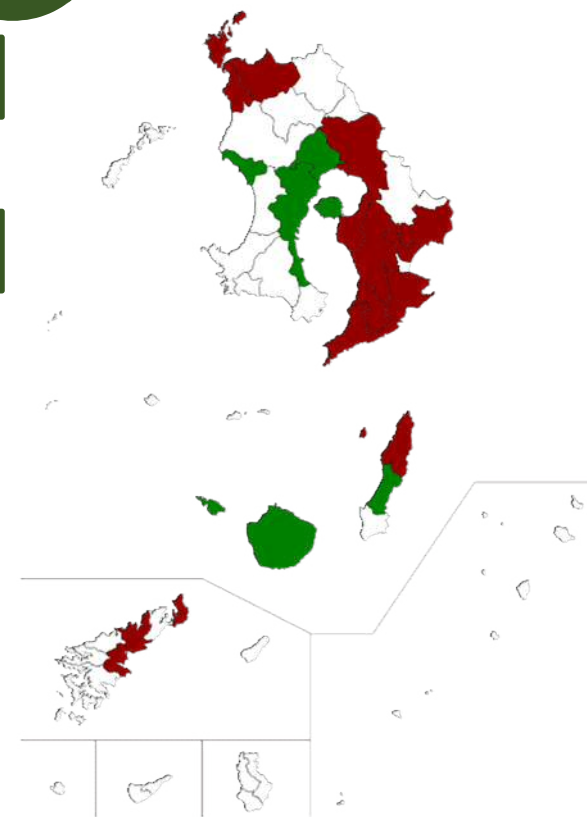
2. 畜産バイオガス計画：14計画

3. 詳細調査の実施・実験プラントの設置：7自治体

その後、県内ではバイオガス事業が進んでいない。

計画が進まなかった・断念した理由

計画が進まなかった、断念した理由	自治体
コスト	7
堆肥化を推進	5
消化液の利用（処理）	3
原料収集、確保	2
エネルギー需要先	1
臭い	1
出力制限	1
地域住民の理解が得られなかった	1



■ 畜産バイオマスがテーマ
■ その他のバイオマスがテーマ

図 メタン発酵ガス化に関する計画があった自治体

まとめ2 / 「バイオガス事業の課題」

「家畜ふん尿を原料とするバイオガスプラント事業」に関心

19自治体
(48%)

バイオマス事業の動機

廃棄物の
削減・有効活用

18自治体
(45%)

地域貢献

18自治体
(45%)

CO₂削減

10自治体
(25%)

バイオマス事業の課題

ランニングコスト
が高額

20自治体
(50%)

資金調達

17自治体
(43%)

建設コスト
が高額

15自治体
(38%)

最大の課題は「情報」？

市町村が思う課題

技術情報
の不足

16自治体
(40%)

市町村が思う課題

バイオマス資源
を把握していない

14自治体
(35%)

行政には何を期待されている？

把握していない

14自治体
(35%)

まとめ3 / 「関心度ランク」

県内自治体の畜産バイオマスエネルギー導入に関する関心度を以下の項目で評価し、ランク付けを行った。

- ・家畜ふん尿に関する計画や取組みがある
- ・家畜ふん尿バイオマス賦存量が9,000t/年(25t/日)以上である
- ・バイオマスに関するアンケートにてバイオガスプラント事業への関心を示す
- ・消化液に関するアンケートにて利用普及への関心を示す

以上4項目いずれも当てはまる自治体(ランクA)は今回検証地域とした西之表市、出水市、天城町の3自治体と霧島市、奄美市、南大隅町の3自治体の合計6自治体であった。3項目に当てはまる自治体(ランクB)は、鹿屋市、阿久根市、指宿市、薩摩川内市、長島町、大崎町、宇検村、徳之島町の8自治体であった。

すでに取組のあるところもあるが、引き続き情報発信と理解の促進に努めることが畜産バイオマスエネルギー導入に繋がると考えられる。

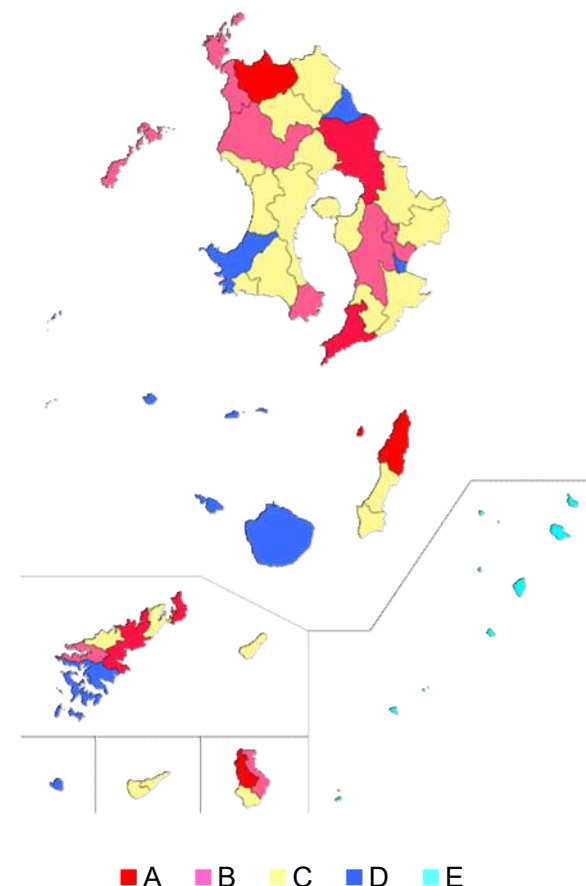


図 畜産バイオマスエネルギー導入に関する関心度

まとめ4 / 「コスト」

乳用牛や豚モデルでは原料1tあたり1,250～1,700円のふん尿処理コストがかかると試算されたため、現在の処理コストと比較し検討する。個別型の場合は消化液散布にかかるコスト(労力)が別途かかる。

採卵鶏モデルではふん尿処理費がかからないと試算されたが、希釈水確保、消化液散布農地の確保、散布できない場合の浄化システムの導入が課題となる。

モデル		乳用牛小規模		乳牛大規模		肉用牛		豚		採卵鶏	
頭羽数規模		250頭		500頭		1,400頭		2,500頭		14万羽	
処理量(t/日)		16.25		32.5		35		14.3		20	
年間処理量(t/年)		6,000		12,000		12,775		5,200		7,300	
個別/集中		個別		集中		集中		個別		個別	
仕様		湿式		湿式		乾式		湿式		湿式	
消化液生産量(t/年)		7,500		15,000		※堆肥(15,000)		6,500		16,425	
バイオガス発生量(m³/年)		210,000		430,000		770,000		200,000		580,000	
発電容量(kW)		49		100		250		49		160	
売電方法		FIT	地産地消	FIT	地産地消	FIT	地産地消	FIT	地産地消	FIT	地産地消
プラント 建設費	総額(千円)	280,000		500,000		570,000		280,000		400,000	
	自己負担金(千円)	280,000		500,000		570,000		280,000		400,000	
	補助率	2/3		2/3		2/3		2/3		2/3	
処理 料金 金	処理費(千円/t)	1.52	1.26	1.64	1.56	0.00	0.54	1.54	1.25	0.00	1.31
	輸送費(千円/t)			0.94	0.94	0.73	1.26				
	消化液散布費(千円/t)			1.01	1.01						
	合計(千円/t)	1.52	1.26	3.60	3.51	0.73	1.79	1.54	1.25	0.00	1.31
収入	原料処理費	9,000	7,500	19,500	18,500	0	6,860	8,000	6,500		9,563
	原料輸送費			11,147	11,147	9,380	16,050				
	売電収入	15,000	5,000	30,000	10,000	56,667	18,889	15,000	5,000	49,196	16,399
	消化液散布費			15,181	15,181						
	堆肥販売費					14,691	14,691				
	合 計	24,000	12,500	75,828	54,828	80,738	56,490	23,000	11,500	49,196	25,962
支出	用地賃貸料			473	473	2,700	2,700				
	BGP償却費	14,000	4,667	25,000	8,333	28,571	9,524	14,000	4,667	20,000	6,667
	BGP維持管理費	5,500	5,500	11,000	11,000	17,510	17,510	4,500	4,500	16,000	16,000
	原料輸送費			11,147	11,147	16,050	16,050				
	消化液散布費			15,181	15,181						
	原料投入・搬出費					1,223	1,223				
	管理者の人件費			4,000	4,000	4,000	4,000				
	借入金利(利率1%・20年の平均)	1,470	490	2,625	875	3,000	1,000	1,470	490	2,100	700
	租税公課(固定資産税、20年の平均)	1,282	1,282	2,289	2,289	2,616	2,616	1,282	1,282	1,831	1,831
合 計		22,252	11,939	71,715	53,298	75,670	54,623	21,252	10,939	39,931	25,198
収 支		1,748	561	4,113	1,530	5,068	1,868	1,748	561	9,265	764
IRR		20年目 1.0%	20年目 1.0%	20年目 1.0%	20年目 1.0%	20年目 1.0%	20年目 1.0%	20年目 1.0%	20年目 1.0%	16年目 1.0%	20年目 1.0%

まとめ5 / 「次年度以降の課題」

- 採算性を高めるためには、既存施設を活用した消化液の浄化処理や、液肥としての利用を図ることなどが重要なポイントとなる。
- 豚ふん尿の場合、処理過程で発生する消化液の処理や、ガス化の安定に必要な食品残渣等の炭素源の確保、一箇所にふん尿を集める集合処理に伴う豚特有の疾病の交差汚染リスクなど、解決すべき課題が多い、と先進地から報告がある。
- 事業者等が取り組む場合、コスト面や環境問題など様々な課題が出てくると考えられるが、行政主導での取り組みでは恒久的な運用が困難であると思われるため、事業者等からの要望に応じて支援等を実施していきたいと考えている自治体も多い。
- バイオガスの水素化を見越して、燃料電池利用の普及を促進して欲しい、といった要望や、数ある再生可能エネルギーの中でどれをどのくらい導入することができるのか(最も効率的か)といった基礎調査が不十分な状況である、という意見も挙がっている。
- 次年度以降の想定（案）
 - (1)モデル地域を対象としたモデル実現に向けた検討
 - (2)営農コストの調査
 - (3)メタンガスの直接利用方法の具体的な検討
 - (4)消化液の利用等の検討
 - (5)地域懇談会の開催（7振興局）
 - (6)全体計画の作成