

令和3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4年3月

鹿 児 島 県
バイオマスリサーチ株式会社

事業の目的／業務の内容

事業の目的

鹿児島県は、2018（平成30）年3月に策定した「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している。

また、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。

このため、畜産バイオマスエネルギー利用に係る情報を調査・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。

業務の内容

令和2年度の基礎調査をもとにモデル化可能な地域において、事業化の検討や理解の促進を図り、事業者への事業機会の提供に向けた実証事業計画を作成する。

（1）県内地域を対象にモデル化に向けた調査・検討

令和2年度に実施した「畜産バイオマスエネルギー導入活性化事業」の概略モデルをもとに事業実証化の可能性の高い県内市町村を2つ以上選定し、実証事業計画作成のための調査・検討を行う。

（2）地域懇話会

メタン発酵ガス化発電についての概略モデルや実証事業計画のもと、消化液の処理や原料確保等に関する地域関係者の理解を深め、受け入れやすい環境・体制を構築するため、必要な構成員を選定し、地域懇話会を開催する。

（3）事業の実現可能性の評価

（1）～（2）を踏まえ、事業の実現可能性を評価する。

令和2年度事業の成果

畜産バイオマスエネルギー利用に関して、自治体や関係者に対するアンケート調査及びヒアリング調査、セミナー及び勉強会形式での実態調査を実施し、さらに原料収集方法や消化液の利用等に関する調査・検討を踏まえ、①乳用牛小規模②乳用牛大規模③肉用牛④豚⑤採卵鶏という畜産バイオマス事業を進めるに当たっての5つの概略モデルを作成。

モデル		乳用牛小規模		乳用牛大規模		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(m ³ /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		FIT		FIT		FIT		FIT	
		地産地消		地産地消		地産地消		地産地消		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	93,333	500,000	166,667	570,000	190,000	280,000	93,333	400,000	133,333
	補助率	2/3		2/3		2/3		2/3		2/3	
処理料 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				
	管理者の人的費			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%	20年目 1.0%	16年目 1.0%	20年目 1.0%

令和3年度事業の進め方①

基本的考え方

- ・ 令和2年度事業成果のフル活用
- ・ 有機性廃棄物の資源化・経済化と地域産業連携による地域活性化
- ・ 安定運営可能なモデルの構築とエネルギーの多様な活用
- ・ 事業の具体化を見据えた情報収集・発信

まずは**実証事業計画を作成する地域（地域懇話会開催地域）**を選定するため、県内の全43自治体及び全13 J A に改めて意向調査（アンケート調査）を実施。

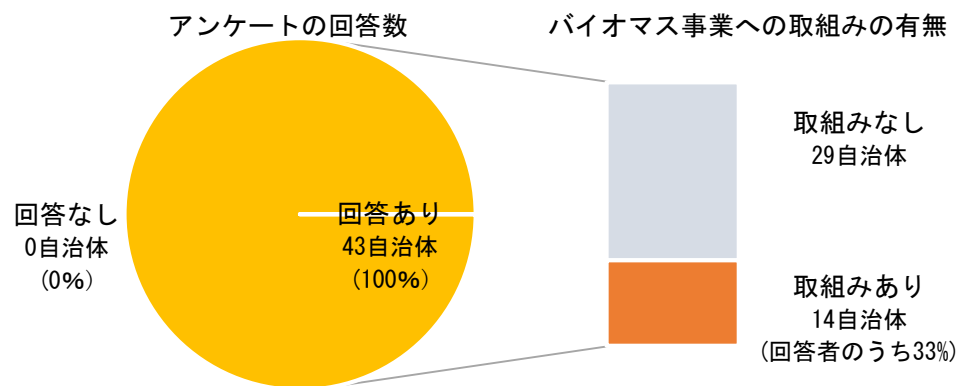


図 アンケートの回答数とバイオマス事業への取組の有無(自治体)

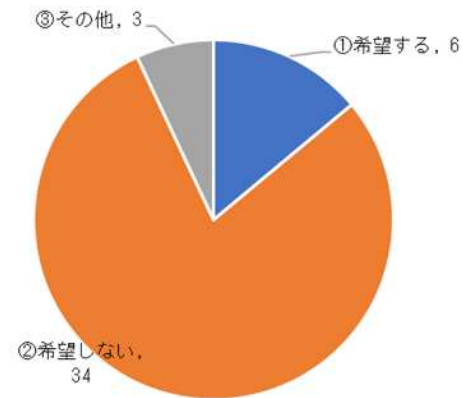


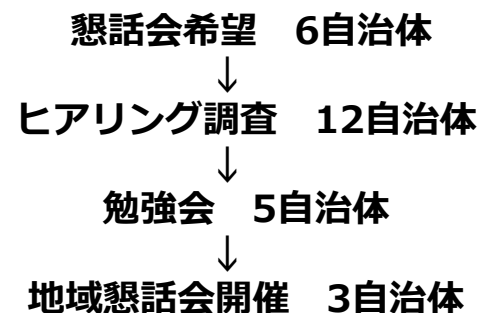
図 地域懇話会開催希望 (自治体)

令和3年度事業の進め方②

地域懇話会開催希望の自治体など、畜産バイオマスエネルギー導入に関心を示す12自治体を対象にヒアリング調査を実施した。

さらに、5自治体で勉強会を実施した。

事業実証化の可能性が高まるよう、①自治体の事業推進意欲・地域の協力②バイオマス賦存量③消化液の利用または処理課題解決が可能な地域⑤バイオガス事業者の存在—という選定条件を考慮し、3自治体を地域懇話会開催地域として選定。



① 東串良町

肉用牛ふん尿による堆肥が施設園芸農家に引き合いがあり、地域内での円滑な流通が見込まれる。また施設園芸でのエネルギー需要（熱・電気）があり、農業のゼロエミッション化など国の政策に合致した取組として推進が期待される。

② 宇検村

自治体と地域事業者によるバイオガスプラント導入検討が始まっている。畜産バイオマスのみならず黒糖焼酎廃液や養殖マグロ残渣など地域産業の廃棄物の有効活用が課題である。

③ 徳之島町

肉用牛が増頭傾向にあり今後ふん尿処理の課題が大きくなることが予想され、事前の対策検討を要している。製糖工場において従来燃烧発電に用いられるバガスの農業資材としての活用と、その後プラントエネルギー源としての活用といった、新たな資源循環スキームの構築が見込まれる。

実証事業計画を作成

- ・事業スキーム
- ・バイオマス原料の混合
- ・地域の営農体系
- ・消化液の利用
- ・発電及び発電以外のメタンガス直接利用方法
- ・系統運用
- ・設備導入
- ・維持管理にかかるコスト・採算性
- ・事業採算性向上
- ・電気事業法等関連法規
- ・設備導入等に活用可能な国の補助金等
- などに関する調査・検討

東串良町事業モデル概要①

東串良町畜産バイオガスモデル

「園芸施設園芸への畜産バイオガス熱供給」

肉牛、乳牛1,500頭のふん尿46.5 t /日を乾式バイオガスプラントで処理、園芸施設にA重油代替として熱を供給するバイオガス発電機による電熱併給モデル(FIT売電、地産地消)、バイオガスボイラーによる熱供給モデルを作成。

発電しないでバイオガス全量を熱供給するモデルでは、園芸施設のエネルギーとして消費されているA重油100,000Lの削減が可能。

生産したメタン発酵堆肥はピーマン、キュウリ、早期水稻へ施肥。

- 運営方式 : 公営事業によるバイオガスプラント事業を想定
- プラント形式 : 集中型プラント、乾式中温メタン発酵
- 建設地 : 肉牛農家敷地内または近傍
- 原料処理量 : 肉牛1,400頭、ふん尿処理量35 t /日 (12,775 t /年)
敷料 : 5.0 t /日(1,825 t /年)
乳牛 : 100頭ふん尿処理量 6.5 t /日 (2,373 t /年)
- バイオガス : 売電、施設園芸の熱源を想定
発電出力 : 217kW
- 堆肥利用 : きゅうり、ピーマン、早期水稻

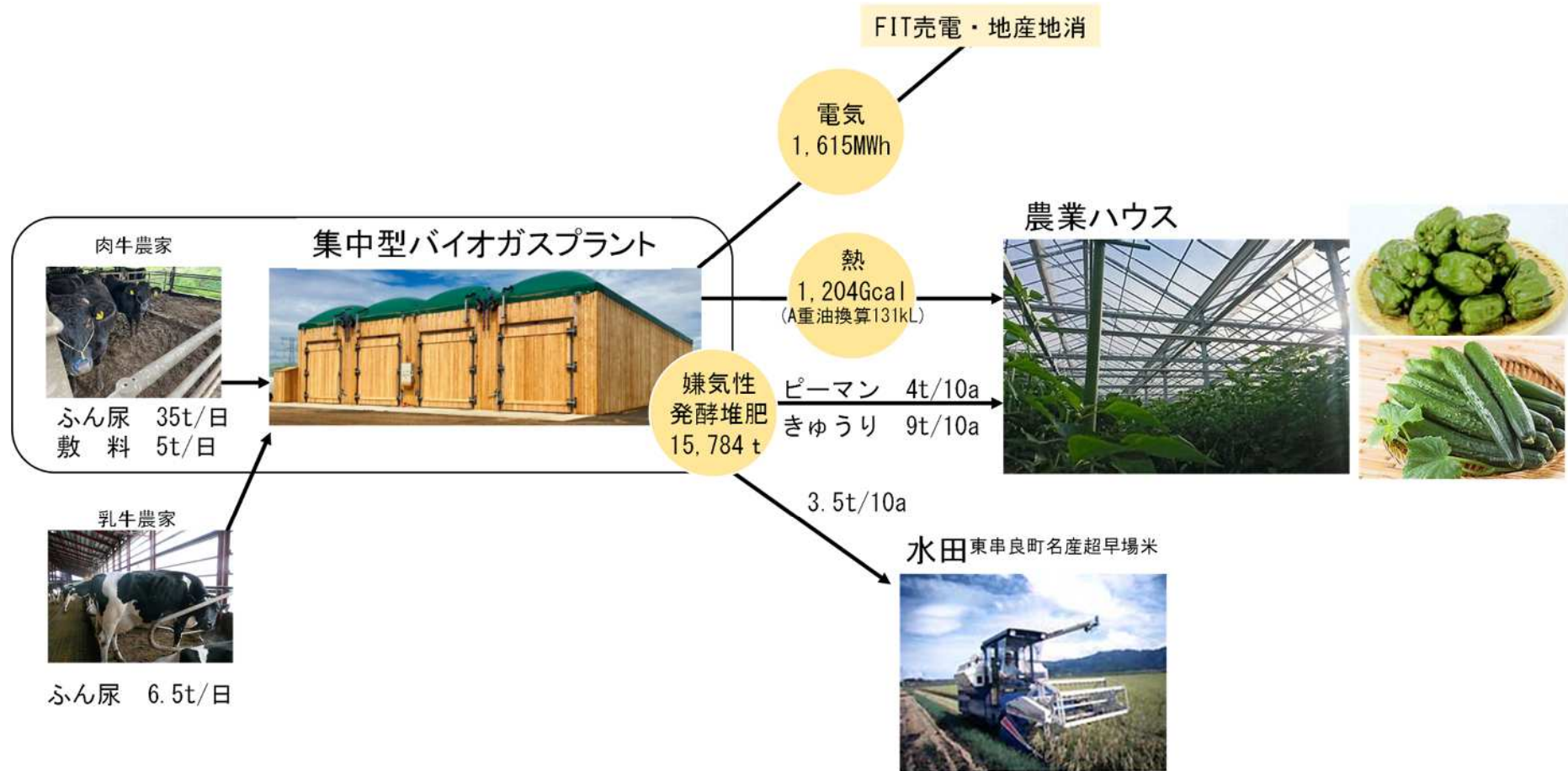
地域懇話会で協議された今後の推進方針

今年度は企画部署、農政部署が地域懇話会に参加したが、今後は町としての方針が必要である。

畜産農家の支援、糞尿の有効活用 : 本モデルは、町の廃棄物をうまく利用できるシステムと評価できる。

施設園芸の支援、再エネの供給 : 施設園芸農家は重油の高騰に苦しんでおり、農水省はみどりの食料システム戦略で施設園芸の支援政策を打ち出しており、本モデルは今の状況にうまく沿っている計画と評価できる。

東串良町事業モデル概要②



宇検村事業モデル概要①

宇検村畜産バイオガスモデル

「混合発酵バイオガスプラントによるエネルギー・オーガニック黒糖焼酎の生産」

肉牛ふん尿、鶏糞、焼酎加工残渣、養殖マグロ残渣、22 t /日を湿式バイオガスプラントで処理、公共施設、焼酎工場へ電気、熱を供給するモデルを作成した。

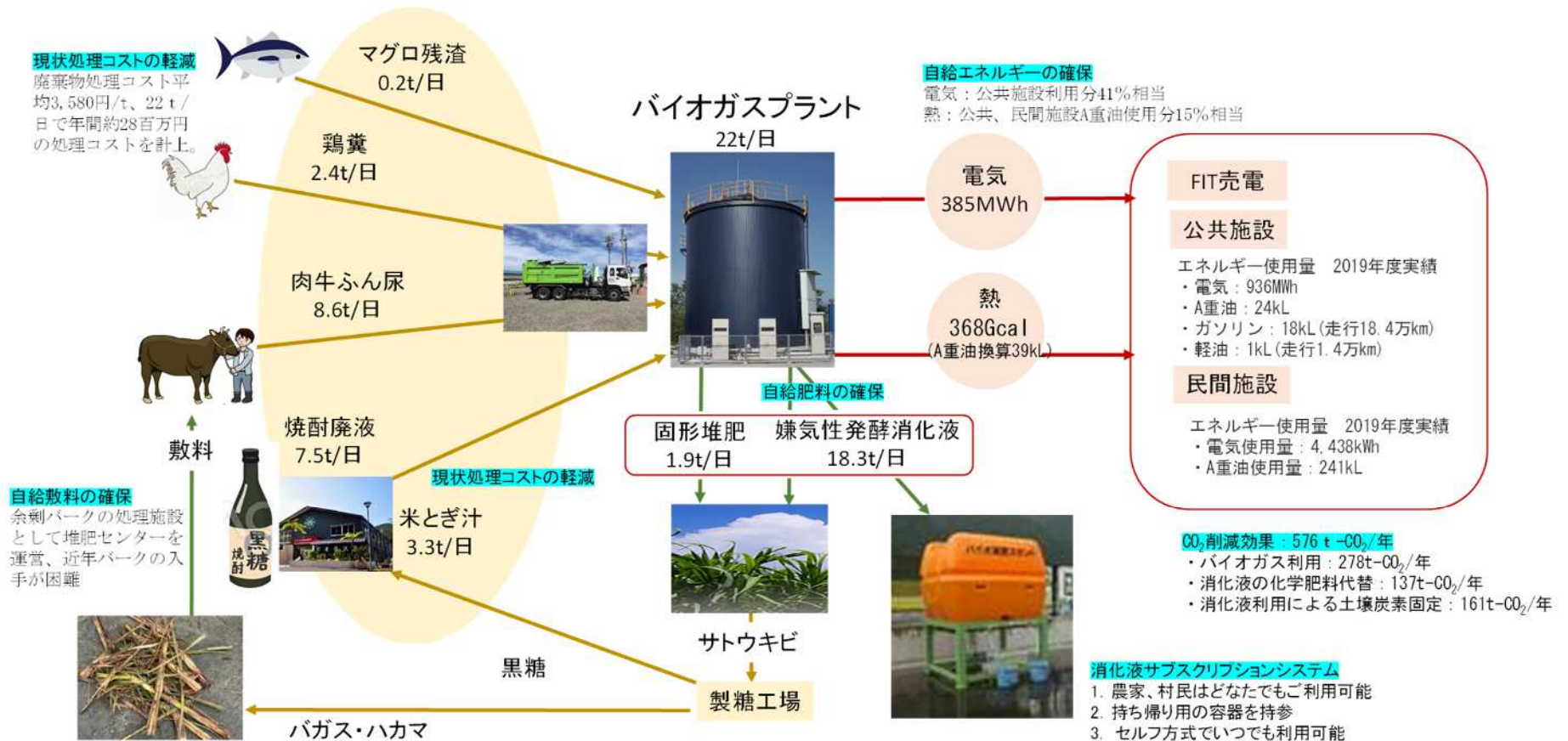
バイオガスプラントでの処理による廃棄物処理(現状平均価格約3,500円/t)の低コスト化(895円/t)を検討、メタン発酵消化液のサトウキビへの施肥によるオーガニック黒糖の生産が可能となる。

- 運営方式 : 公設、公社運営によるバイオガスプラント事業を想定
- プラント建設地 : 役場近傍
- 原料 : 肉牛ふん尿、鶏糞、養殖まぐろの残渣、焼酎廃液、米のとぎ汁
- 原料処理量 : 22t/日(8,030t/年)
- バイオガス : FIT売電モデル、地産地消モデルにより公共施設、民間施設に電気、熱を供給
発電出力 : 49kW
- 消化液利用 : サトウキビ、牧草に施肥、散布方法の開発、耕作放棄地解消計画により散布作物(カボチャ、果樹)、面積の拡大を図る

地域懇話会で協議された 今後の推進方針

高額な初期投資を要する事業であり、スタートをしっかりとることが必要であることから、令和4年4月から設立を予定している再エネ全般の協議会で課題が多くあるバイオガス事業の情報を地域で共有し、政策に合致した畜産バイオガス事業の事業設計を進める。

宇検村事業モデル概要②



徳之島町事業モデル概要①

徳之島町畜産バイオガスモデル

「製糖工場への畜産バイオガスの供給/畜産バイオマスを活用した黒糖の生産」

肉牛ふん尿、サトウキビ(バガス、ハカマ)、生ごみ、汚泥50t/日を乾式バイオガスプラントで処理、サトウキビ加工残渣で燃焼発電を行っている製糖工場、公共施設を対象に電気供給するモデルを作成した。

バイオガスプラントの導入により製糖工場のバガス、ハカマのエネルギー源としての使用量を削減しつつ敷料供給量を増加(8,000t)、従来の半額となる安価(4,500円/t)な堆肥の供給が可能となり、生ごみ、汚泥の処理コストの負担の軽減を図る。

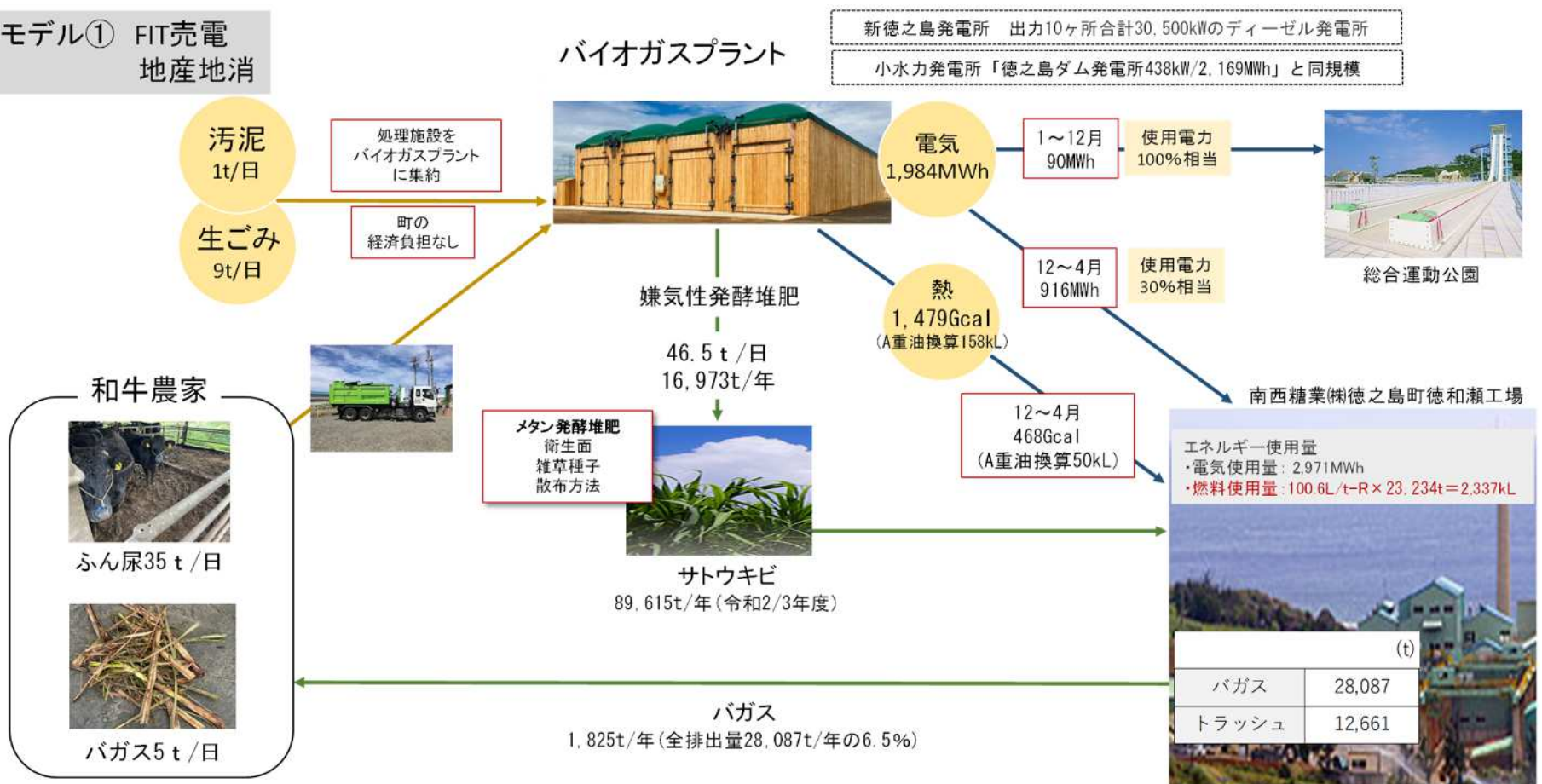
- 運営方式 : 公営事業によるバイオガスプラント事業を想定
- プラント形式 : 集中型プラント、乾式中温メタン発酵
- プラント建設地 : 堆肥センター近傍
- 原料 : 肉牛ふん尿1400頭分、サトウキビのバガス、ハカマ
町管理の汚泥、生ごみ
- 原料処理量 : 50t/日(18,250t/年)
- バイオガス : 製糖工場、公共施設へ電気、熱を供給
発電出力 : 266kW
- メタン発酵堆肥 : サトウキビ、牧草に施肥

地域懇話会で協議された 今後の推進方針

環境問題は日本の重要な課題、綿密な協議を重ねてバイオガスプラントが必要なのか検討したい。

徳之島町事業モデル概要②

モデル① FIT売電
地産地消



(1) 東串良町畜産バイオガスモデル
「園芸施設園芸への畜産バイオガス熱供給」

東串良町の概要

東串良町は、九州大隅半島のほぼ中央東端にあり、傾斜地がなく緩やかで、平坦な地形である。

気候は黒潮の影響を受けて温暖で、年平均気温は17.5℃、日照時間は年間1853時間、年間降水量は2,748mmである（肝付前田測候所のデータ）。

雨が多く、九州の特徴である台風上陸は年数回ある。このような特徴から本町は古くから施設園芸と超早場米の一大産地となっている。

平成27年の町の人口は6,530人、世帯数は2,826世帯である。平成2年比で人口は20%、世帯数では12%減少している。

総面積は27.8km²で、このうち耕地面積が半分の1,380ha（13.8km²）を占める。なお、林野面積は345haである。

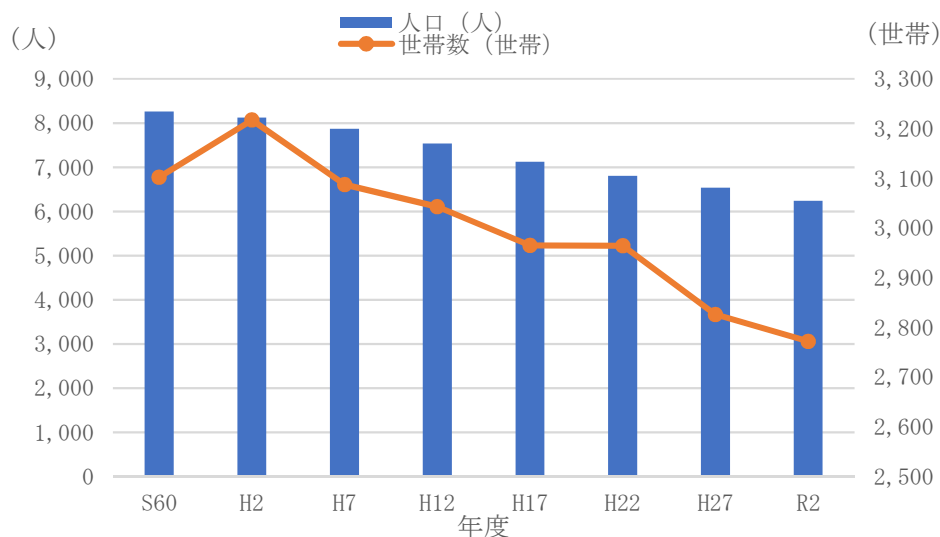


図 人口、世帯数

項目		東串良町
総面積(km ²)		27.8
耕地面積(ha)	田	826
	畑	551
	計	1,380
林野面積(ha)	国有林	162
	民有林	183
	計	345

表 面積

東串良町のバイオマス利用の現状と課題

東串良町の家畜飼養頭羽数は表のとおりで、乳用牛219頭、肉用牛6,922頭、豚1,137頭、ブロイラー6.0万羽が飼養されている。これらのふん尿をバイオマス賦存量と捉えると、特に肉用牛のふん尿の活用可能性が高いと思われる。なお、アンケート調査において、家畜ふん尿以外のバイオマスに関しては、回答がなかった。

乳用牛							
農家(戸)	計(頭)	経産牛			未經産牛		
		小計	搾乳牛	乾乳牛	小計	6ヶ月未満	6ヶ月以上
4	219	163	131	32	56	25	31
肉用牛							
農家(戸)	計(頭)	肉用種			乳用種		
		小計	24ヶ月未満	24ヶ月以上	小計	ホルスタイン他	交雑種
120	6,922	4,964	2,580	2,384	1,958	-	1,958
豚							
農家(戸)	計(頭)	子取り用メス豚	種オス豚	肥育豚	その他(素豚等)		
2	1,137	98	9	540	490		
採卵鶏					ブロイラー		
農家(戸)	計(羽)	ひな (6ヶ月未満)	成鶏メス (6ヶ月以上)	種鶏	農家(戸)	計(羽)	
-	-	-	-	-	1	60,000	

表 家畜飼養頭羽数

事業実施に向けた背景・課題／目指すべき将来像

アンケート・ヒアリング調査から東串良町におけるバイオガス事業実施に向けた背景・課題を整理し、それを踏まえて目指すべき将来像として「東串良町畜産バイオガスプラントモデル」の検討を行った。

■ 堆肥化处理

- ・ 繁殖牛は個々で堆肥化、還元する土地は十分ある
- ・ 肥育農家は町の堆肥センターを利用
- ・ 堆肥センターの堆肥は園芸作物に供給
- ・ 堆肥が不足する時期も発生

■ 増頭計画に伴うふん尿処理

- ・ 将来的に増頭でふん尿を処理できなくなるケースが発生

■ 環境対策

- ・ スラリー散布機械の走行時に悪臭の苦情

■ 廃棄物処理

- ・ 園芸農家が野菜残渣の処理に苦慮

その他アンケート・ヒアリング調査での回答

- ・ バイオマス利活用の技術に関する情報が不足している
- ・ 事業導入のための補助制度に関する情報が不足している
- ・ コーディネーター、担当者がいない
- ・ バイオマスエネルギー・生産物の利用方法がわからない
- ・ 町のバイオマス政策に進展は無い状況（過去、関連政策は未策定）
- ・ バイオマスエネルギー事業の推進方法に関する情報が不足



和牛飼育と施設園芸が盛んな町「東串良町畜産バイオガスプラントモデル」の検討

- 肉牛ふん尿からバイオガスを生産
- バイオガスを施設園芸のエネルギーとして利用

国の「みどりの食料システム戦略」が示す方向性のうち

- ① 農林水産業のゼロエミッション化
- ② 化石燃料を使用しない園芸施設への完全移行
- ③ 化学肥料の使用量の30%低減に合致！

実証事業計画「東串良町モデル」の条件整理

① 畜産バイオガスを施設園芸のエネルギーとして利用

- ・農林水産省みどりの食料システム戦略において園芸施設部門では「2050年までに化石燃料を使用しない施設への完全移行を目指す」としている
- ・東串良町は施設園芸と和牛飼育が盛んで、総生産額4,031百万円の83%を上位3品目(ピーマン、きゅうり、早期水稻)が占める

② エネルギー、農業資材の高騰

- ・敷料の高騰：木材の高騰で敷料が不足し、再生敷料に関心
- ・施設園芸：ピーマン、きゅうりの栽培が盛ん、価格動向が不安視される化石燃料の代替としてバイオガスの利用に期待



実証事業計画作成の条件整理(地域懇話会での確認)

- ・2回実施した地域懇話会で事業内容の詳細条件を決定
- ・公共事業による集中型プラントで生産したバイオガスで発電して売電、発電余剰熱、バイオガスボイラーで生産した熱を施設園芸の熱源としてバイオガスの利用を想定
- ・町全体の肉牛飼養頭数は約7,000頭で、多くが小規模だが、2,000頭規模の大規模農家が2戸あり、大規模肉牛農家の近傍にプラントを建設、バイオガス 発電余剰熱を施設園芸(新設)の熱源として供給
- ・町営の堆肥センターが稼働しており、バイオガスプラントの運営も公共事業を想定



公営事業により肉牛1,400頭、乳牛100頭のふん尿を処理

実証事業計画「東串良町モデル」①原料

プラントの原料は、肉牛1,400頭分のふん尿35 t /日、敷料5 t /日、乳牛100頭分のふん尿6.5 t、合計46.5 t /日（16,973 t /年）とした。

項目		単位	数値
肉牛 ふん尿	頭数	頭	1,400
	ふん尿量	kg/頭	25
	1日のふん尿量	t/日	35
	年間ふん尿量	t/年	12,775
乳牛 ふん尿	頭数	頭	100
	ふん尿量	kg/頭	65
	1日のふん尿量	t/日	6.5
	年間ふん尿量	t/年	2,373
敷料		t/日	5
		t/年	1,825
総量		t/日	46.5
		t/年	16,973

表 プラントの原料

実証事業計画「東串良町モデル」②プラントの概要

プラントは乾式・中温メタン発酵方式、原料ストックヤード容量は30日分、発酵槽発酵期間は30日間、堆肥貯留施設容量は30日分、発電機出力は217kWとした。

- 運営方式 : 公営事業によるバイオガスプラント事業を想定
- プラント形式 : 集中型・乾式・中温メタン発酵プラント
- 建設地 : 肉牛農家敷地内または近傍
- 堆肥利用 : ピーマン、きゅうり、早期水稲

主要設備		仕様
原料ストックヤード		40m×46.5m、容量30日分
発酵槽	原料処理量	46.5t/日
	水密門扉・膨張パッキン	耐圧：バイオガス圧10mbまで抵抗
	ドア開閉センサー	耐液：60cm
ガレージ式発酵槽		乾式・中温メタン発酵方式 30日滞留 30m×6.5m×7槽、2層ガス膜
プロセスコンテナ		配管、バルブの管理施設
堆肥貯留施設		40m×46.5m、容量30日分
バイオガス発電機(モデルA)		217kW
バイオガスボイラー(モデルB)		444kW

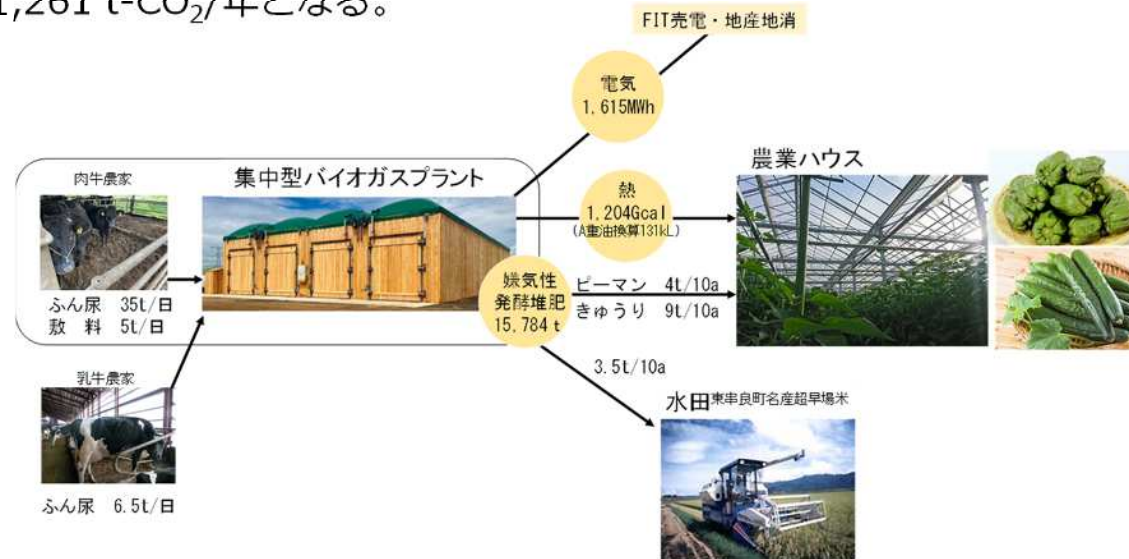
表 プラントの概要

実証事業計画「東串良町モデル」③バイオガスの利用

生産したバイオガスの利用は、発電してFIT売電または地産地消を行い、発電余剰熱を施設園芸ハウスで利用するモデルA、発電せずにバイオガスボイラーで熱供給のみするモデルBを想定。

1) モデルA 発電熱モデル：FIT売電、地産地消

バイオガス発生量は842,116m³/日、バイオガス発電機出力は217kW、発電量は1,900MWh/年、売電量は1,615MWh/年、余剰熱量は1,204Gcal(A重油換算129kL)、CO₂削減効果は電気、熱を利用した場合で1,261 t-CO₂/年となる。



項目		単位	数値
バイオガス生産量		m ³ /年	842,116
電気	発電可能量	kWh/年	1,900,369
	売電量	kWh/年	1,615,314
熱	発熱量	Mcal/年	1,642,965
	余剰熱量	Mcal/年	1,204,293
	A重油換算	L/年	128,955

表 モデルA エネルギー生産

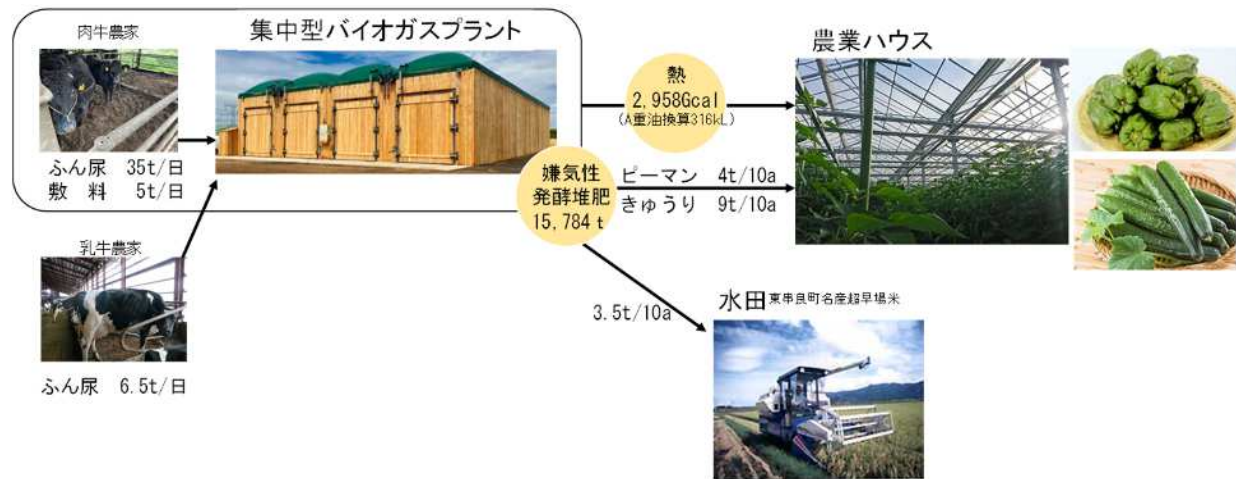
項目	数値
電気	912
熱	349
合計	1,261

表 モデルA CO₂削減効果(t/年)

実証事業計画「東串良町モデル」③バイオガスの利用

2) モデルB 熱供給モデル：バイオガス全量を施設園芸に供熱給(発電は行わない)

バイオガス発生量は842,116m³/日、バイオガスボイラー出力は444kW、余剰熱量は2,958Gcal(A重油換算316kL)、CO₂削減効果は859t-CO₂/年となる。



項目		単位	数値
バイオガス生産量		m ³ /年	842,116
電気	発電可能量	kWh/年	0
	売電量	kWh/年	0
熱	発熱量	Mcal/年	3,891,232
	余剰熱量	Mcal/年	2,958,628
	A重油換算	L/年	316,808

表 モデルB エネルギー生産

項目	数値
電気	0
熱	859
合計	859

表 モデルB CO₂削減効果(t/年)

実証事業計画「東串良町モデル」④メタン発酵堆肥の利用

生産されたメタン発酵堆肥の販売価格は
 現状の堆肥センター(施設園芸農家への販売価格) : 5,000円/t に対して
 モデルA 発電熱モデル : 3,000円/t
 モデルB 熱供給モデル : 4,000円/t と設定

メタン発酵堆肥の利用方法

原料16,973t/年からガス損失重量を差し引いたメタン発酵堆肥の生産量は15,784t/年である。ピーマン、きゅうり、早期水稻の作付面積、作物へのメタン発酵堆肥の施肥量を下表に示す。

ピーマンの施肥基準値から試算したメタン発酵堆肥のピーマンへの施肥量は4.0 t /10aと試算された。町内のピーマン作付け面積28haに必要なメタン発酵堆肥の必要量は1,104t/年である。

品種	作付面積	施肥量	
	ha	t/10a	t/年
ピーマン	28	4.0	1,104
きゅうり	22	9.0	1,953
早期水稻	420	3.5	14,700
合計	469	-	17,757

表 メタン発酵肥料の散布量

	単位	窒素 (N)	リン酸 (P2O5)	加里 (K2O)
消化物肥料成分	Kg/t	8.7	3.3	1.5
化学肥料相当肥料成分	Kg/t	3.0	2.6	1.4

表 消化物（メタン発酵堆肥）からの化学肥料相当肥料成分量

※消化物の成分は敷料使用量などで変化するので、ここでは一事例とする。
 窒素は35%、リン酸は80%、加里は90%が化学肥料と同等の効果を示した。
 (計算方法)
 窒素の化学肥料相当肥料成分 : 8.7kg/t × 35% ÷ 100 = 3.0kg/t
 リン酸、加里も同様の計算で求めた。

実証事業計画「東串良町モデル」⑤事業主体／⑥建設地

事業主体

町内の堆肥センターの運営と同様に町公設（公営事業）での運営を想定して事業収支を試算。

堆肥センターは昨年修繕済みであり、バイオガスプラントの導入決断には時間を要するが、プラントを導入した場合、プラントの原料と堆肥の保管庫として共用することで建設費の軽減が可能となる。

建設地

建設地は畜産農家、施設園芸農家の近傍を想定、必要面積は5,000m²、バイオガス利用施設、メタン発酵堆肥の販売、保管場所を想定した建設地の検討が必要である。ヒアリング調査を実施した町内肉牛農家近傍には建設に必要な十分な土地があり、近隣には施設園芸農家が数戸ある。

- ・建設地の選定：畜産農家、施設園芸農家の近傍
- ・面積：5,000m²

総事業費は、モデルA（バイオガス発電機仕様）で約659百万円(税抜き価格)、モデルB（バイオガスボイラー仕様）で約604百万円(税抜き価格)と試算された。

町の建設費自己負担は、モデルごとに異なりモデルAで494百万円（FIT）、220百万円（地産地消）、モデルBで201百万円と試算された。

	建設費	補助率	建設費自己負担	IRR	20年目 回収率
モデルA FIT	659百万円	1/4	494百万円	1% 9年目	255%
モデルA 地産地消	659百万円	2/3	220百万円	1% 12年目	191%
モデルB 熱供給	604百万円	2/3	201百万円	1% 12年目	182%

表 建設費

調査結果の考察

町の基幹産業「施設園芸」では、近年の石油価格の高騰から熱源の自主的安定供給確保が課題となっている。国のみどりの食料システム戦略の「園芸施設」では「2050年までに化石燃料を使用しない園芸施設への完全移行を目指す」ことを目標としている。町の実証事業計画は、町の抱える課題を解決するための一つの手段であり、国の政策に合致する計画であると考えている。

今後、実証事業計画を具体化していくためには、バイオガスを効率よく園芸施設に供給するためのバイオガスプラント建設地の選定、またはプラント近傍への新たな園芸施設の誘致が課題と考えており、この点について調査、検討が必要と考えている。

事業収支①モデルA (FIT売電事業)

単年度収支(20年間平均)は38,248千円と試算された。
 なお、9年目でIRR 1%、20年目の回収率は255%と試算された。

項目	単位	金額(千円)	
収入	糞尿処理費	千円	0 * 1頭当たり 0 円/年
	糞尿輸送費	千円	0 * 1頭当たり 0 円/年
	売電収入	千円	62,997 * FIT 39 円/kWh
	余剰熱販売	千円	1,826 * A重油価格 91.1 円/L × 0.5
	堆肥販売	千円	47,353 * 堆肥販売価格 3,000 円/ t
	堆肥散布代	千円	0
	廃棄物処理費	千円	0 * 廃棄物処理費 0 円/ t
	合計	千円	112,176
支出	用地賃貸料	千円	0
	BGP償却費	千円	24,720 * 補助率 1/4 償却期間を20年として算出
	BGP維持管理費	千円	19,928 * プラント、発電機、買電料、人件費を含む
	糞尿輸送費	千円	4,711
	原料購入費	千円	15,148 * 糞尿購入費 1,000 円/ t
	堆肥散布費	千円	0
	原料投入・搬出費	千円	1,422 * ホイールローダーによる原料の投入と搬出
	管理者の人件費	千円	8,000 4,000 千円/人・年
	借入金利(利率1%、20年平均)	千円	0
	租税公課(固定資産税、20年平均)	千円	0
	合計	千円	73,928
収支	千円	38,248	

表 モデルA (FIT) 事業収支

事業収支②モデルA（エネルギー地産地消事業）

単年度収支(20年間平均)は9,983千円と試算された。
12年目でIRR 1%、20年目の回収率は191%と試算された。

項目		単位	金額(千円)	
収入	糞尿処理費	千円	0	* 1頭当たり 0円/年
	糞尿輸送費	千円	0	* 1頭当たり 0円/年
	売電収入	千円	20,999	* 地産地消 13円/kWh
	余剰熱販売	千円	1,826	* A重油価格 91.1円/L × 0.5
	堆肥販売代	千円	47,353	* 堆肥販売価格 3,000円/t
	堆肥散布代	千円	0	
	廃棄物処理費	千円	0	* 廃棄物処理費 0円/t
	合計	千円	70,178	
支出	用地賃貸料	千円	0	
	BGP償却費	千円	10,987	* 補助率 2/3 償却期間を20年として算出
	BGP維持管理費	千円	19,928	* プラント、発電機、買電料、人件費を含む
	糞尿輸送費	千円	4,711	
	原料購入費	千円	15,148	* 糞尿購入費 1,000円/t
	堆肥散布費	千円	0	
	原料投入・搬出費	千円	1,422	* ホイールローダーによる原料の投入と搬出
	管理者の人件費	千円	8,000	4,000千円/人・年
	借入金利(利率1%、20年平均)	千円	0	
	租税公課(固定資産税、20年平均)	千円	0	
	合計	千円	60,195	
収支	千円	9,983		

表 モデルA（地産地消）事業収支

事業収支③モデルB（バイオガスボイラーによる熱供給）

単年度収支(20年間平均)は8,286千円と試算された。
 12年目でIRR1%、20年目の回収率は182%と試算された。

項目	単位	金額(千円)	
収入	糞尿処理費	千円	0 * 1頭当たり 0 円/年
	糞尿輸送費	千円	0 * 1頭当たり 0 円/年
	売電収入	千円	0 * 0 円/kWh
	余剰熱販売	千円	4,485 * A重油価格 91.1 円/L × 0.5
	堆肥販売	千円	63,138 * 堆肥販売価格 4,000 円/ t
	堆肥散布代	千円	0
	廃棄物処理費	千円	0 * 廃棄物処理費 0 円/ t
	合計	千円	67,623
支出	用地賃貸料	千円	0
	BGP償却費	千円	10,075 * 補助率 2/3 償却期間を20年として算出
	BGP維持管理費	千円	18,257 * プラント、発電機、買電料、人件費を含む
	糞尿輸送費	千円	4,711
	原料購入費	千円	15,148 * 糞尿購入費 1,000 円/ t
	堆肥散布費	千円	0
	原料投入・搬出費	千円	1,422 * ホイールローダーによる原料の投入と搬出
	管理者の人件費	千円	8,000 4,000 千円/人・年
	電気代	千円	1,726 * 購入電気 25 円/kWh
	借入金利(利率1%、20年平均)	千円	0
	租税公課(固定資産税、20年平均)	千円	0
	合計	千円	59,337
収支	千円	8,286	

表 モデルB（バイオガスボイラーによる熱供給）事業収支

園芸ハウスへの畜産バイオマス熱利用①

モデルA バイオガス発電余剰熱利用の場合

① バイオガスプラント1基の発電余剰熱の場合

バイオガス発電後の余剰熱(重油換算)128,955L/年、月別最低値の2月6,900L/月を規模積算の根拠とする。

施設園芸ピーマン(ヒートポンプあり)の2月の重油使用量は926L/10aであることから、運営可能な施設園芸規模は74a(町内ピーマン施設園芸の2.7%に相当)である。

② 町内肉牛飼育全頭数6,922頭を想定したバイオガスプラントの発電余剰熱の場合

運営可能な施設園芸規模は3.7ha(町内ピーマン施設園芸の13.3%に相当)である。

	生産面積 ha	年間出荷量 t	出荷量 kg/10a	出荷額 百万円	出荷額 千円/10a	重油使用量			BGP生産面積	
						ヒートポンプ あり	ヒートポンプ なし	(推計値)	ヒートポンプ あり	ヒートポンプ なし
						L/10a		kL/年	10a	
ピーマン	28	3,970	14,383	1,980	7,172	3,269	12,831	902~3,541	394	101
きゅうり	22	3,858	17,778	1,195	5,506	-	7,000	1,519	-	949

表 東串良町の施設園芸農業

項目	単位	1月	2月	3月
プラント余剰熱	L/月	7,079	6,900	8,878
ピーマン	重油使用量	L/10a	926	926
	面積	a	74	362
ヒートポンプあり	重油使用量	L/10a	3,635	3,635
	面積	a	19	92
ヒートポンプなし	重油使用量	L/10a	2,000	2,000
	面積	a	35	178

表 バイオガス利用による施設園芸規模(バイオガス発電余剰熱を熱供給)

	生産面積 全町 ha	プラント1基(1,400頭)		町全頭数(6,922頭)	
		余剰熱供給	供給率	余剰熱供給	供給率
		ha	%	ha	%
ピーマンHP	27.6	0.74	2.7%	3.7	13.3%
ピーマン	27.6	0.19	0.7%	0.9	3.4%
きゅうり	21.7	0.35	1.6%	1.7	7.9%

表 施設園芸へのバイオガス余剰熱供給

園芸ハウスへの畜産バイオマス熱利用②

モデルB バイオガスボイラーによる熱供給の場合

① バイオガスプラント1基のバイオガス全量利用の場合

バイオガスボイラーによる熱供給量(重油換算)316,416L/年、月別最低値の2月16,931L/月を規模積算の根拠とする。

施設園芸ピーマン(ヒートポンプあり)の2月の重油使用量は926L/10aであることから、運営可能な施設園芸規模は183a(町内ピーマン施設園芸の6.6%に相当)である。

② 町内肉牛飼育全頭数6,922頭の場合

運営可能な施設園芸規模は9.0ha(町内ピーマン施設園芸の32.7%に相当)である。

項目	単位	1月	2月	3月
プラント余剰熱	L/月	17,370	16,931	21,784
ピーマン ヒートポンプあり	施設園芸使用量	L/10a	926	926
	施設園芸面積	a	188	183
ピーマン ヒートポンプなし	施設園芸使用量	L/10a	3,635	3,635
	施設園芸面積	a	48	47
きゅうり	施設園芸使用量	L/10a	2,000	2,000
	施設園芸面積	a	87	85

表 バイオガス利用による施設園芸規模(バイオガス発電余剰熱を熱供給)

	生産面積 全町	プラント1基(1,400頭)		町全頭数(6,922頭)	
		余剰熱供給	供給率	余剰熱供給	供給率
	ha	ha	%	ha	%
ピーマンHP	27.6	1.83	6.6%	9.0	32.7%
ピーマン	27.6	0.47	1.7%	2.3	8.3%
きゅうり	21.7	0.85	3.9%	4.2	19.3%

表 施設園芸へのバイオガス余剰熱供給

(2) 宇検村畜産バイオガスモデル
「混合発酵バイオガスプラントによる
エネルギー・オーガニック黒糖焼酎の生産」

宇検村の概要

宇検村は、奄美大島南西部に位置し、海拔694mの標高を持つ「湯湾岳」頂上一帯の国有林の一部は昭和49年2月国定公園に指定され、学術上貴重な動植物が群生していることで知られている。

また、集落は、焼内湾の沿岸に沿って点在しており、その入り江は天然の良港として遠近海漁船の避難港としても知られている。

村内全域の土地構成は90パーセント以上が山岳地帯で占められている。総面積は103km²で奄美大島812haの12.7%を占め、耕地面積(畑)は141ha、林野面積は9,398haである。山は主として島の東西を走る連峰で焼内湾を囲み、冬季に北方から吹き込む寒風をさえぎり本村特有の温暖な気候をなしている。

地質は全域を通じて中生代の湯湾層で島では最も古い地層をなし、珪質の頁岩、砂岩等からなり酸性土壌が強い。

2020年の村の人口は1,621人、世帯数は805世帯である。1990年比で人口は34%、世帯数では23%減少している。

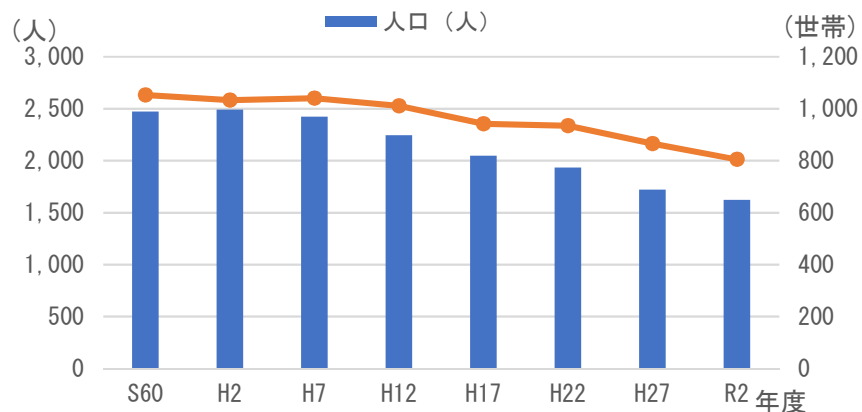


図 人口、世帯数

項目	宇検村	(奄美大島)
総面積(km ²)	103	812
耕地面積(ha)	田	0
	畑	141
	計	141
林野面積(ha)	国有林	878
	民有林	8,520
	計	9,398

表 面積

宇検村のバイオマス利用の現状と課題

宇検村の家畜飼養頭羽数は、肉用牛100頭、採卵鶏2.4万羽である。また、令和3年度宇検村二酸化炭素排出抑制対策等事業での調査により、家畜のふん尿だけでなく、まぐろ残渣や焼酎廃液を含め、地域のバイオマス賦存量が明らかになっている。

これらをバイオガスプラントで処理した場合、CO2排出量削減や処理コストの低減といった効果が見込まれる。

乳用牛							
農家(戸)	計(頭)	経産牛			未經産牛		
		小計	搾乳牛	乾乳牛	小計	6ヶ月未満	6ヶ月以上
0	0	0	0	0	0	0	0
肉用牛							
農家(戸)	計(頭)	肉用種			乳用種		
		小計	24ヶ月未満	24ヶ月以上	小計	ホルスタイン他	交雑種
1	100	100	—	—	0	—	—
豚							
農家(戸)	計(頭)	子取り用メス豚	種オス豚	肥育豚	その他(素豚等)		
0	0	0	0	0	0		
採卵鶏					ブロイラー		
農家(戸)	計(羽)	ひな (6ヶ月未満)	成鶏メス (6ヶ月以上)	種鶏	農家(戸)	計(羽)	
1	24000	—	—	0	0	0	

表 家畜飼養頭羽数

項目	バイオマス量	
肉牛ふん尿	2.6	t/日
鶏糞	2.4	
まぐろ残渣	0.2	
焼酎廃液	7.6	
米とぎ汁	3.3	kg/日
家庭系生ごみ	171.3	
給食残渣	1.6	
し尿	273.4	
浄化槽汚泥	697.8	
集落排水汚泥	652.4	

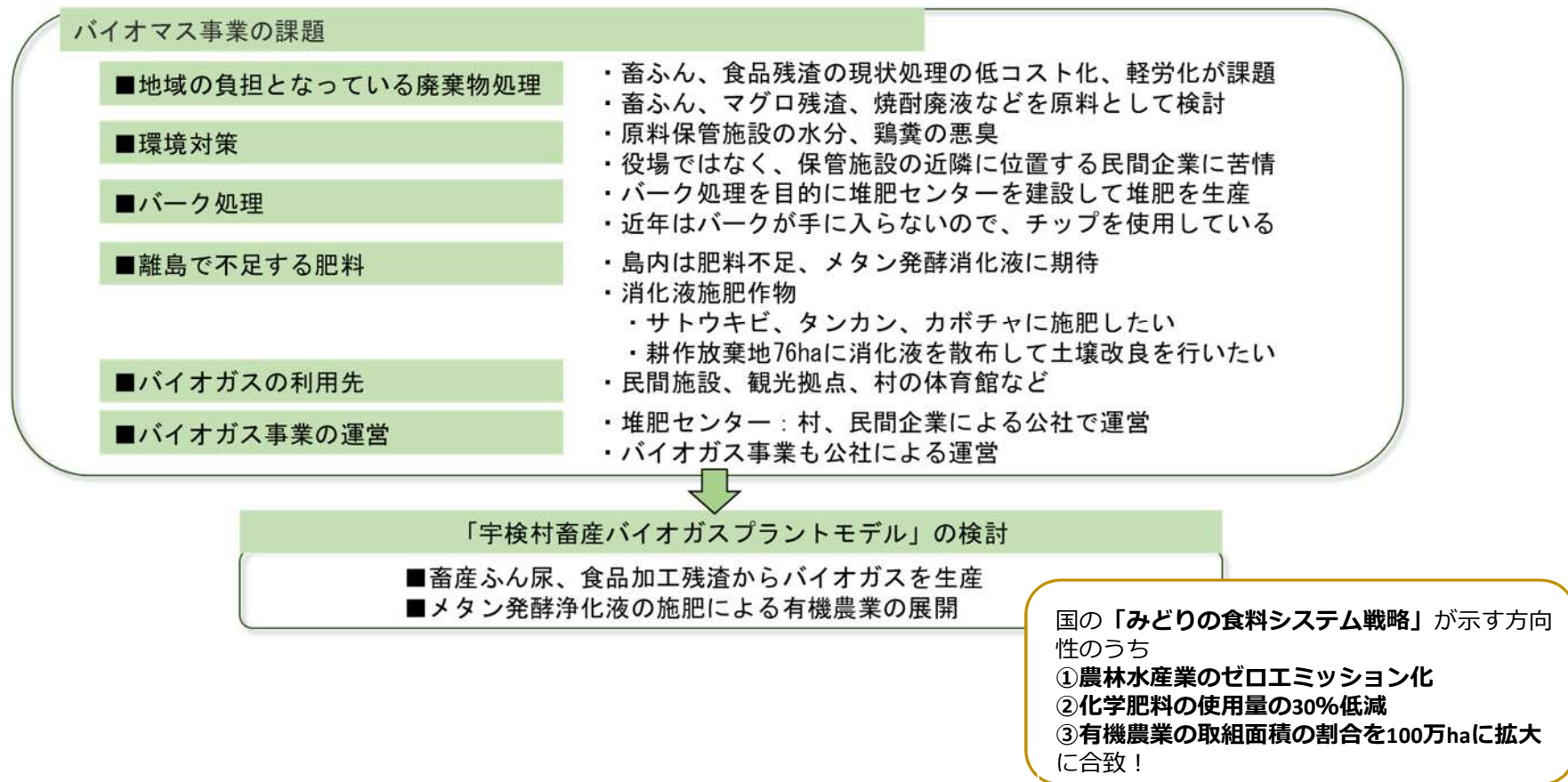
表 宇検村のバイオマス賦存量

事業実施に向けた背景・課題／目指すべき将来像

アンケート・ヒアリング調査から宇検村におけるバイオガス事業実施に向けた背景・課題を整理し、それを踏まえて目指すべき将来像として「宇検村畜産バイオガスプラントモデル」の検討を行った。

畜ふん、食品残渣の現状処理の低コスト化、軽労化が課題であることから、畜ふん、マグロ残渣、焼酎廃液などを原料として検討した。

また、堆肥原料保管施設の水分、鶏糞の悪臭に対する環境対策も必要である。



実証事業計画「宇検村モデル」の条件整理

① 畜産ふん尿、養殖マグロ残渣、焼酎廃液の処理が課題

- ・村は処理にコスト、労力を要している畜産ふん尿(肉牛ふん尿、鶏糞)と同様に処理に課題がある養殖マグロの残渣、焼酎廃液などを原料としたバイオガスプラントの導入を検討。
- ・現在稼働中の堆肥センターはバーク処理を目的に建設したが、近年はバークが入手できず、センターを維持するためのチップの購入費が負担となっている。
- ・堆肥センターのふん尿処理に関する悪臭などの苦情は地域課題となっている。

② メタン発酵消化液の散布試験

- ・島では肥料が不足していることから島外から肥料を移入、村内での肥料の自給自足を目指して、今年度からメタン発酵消化液の散布試験を開始。
- ・宮崎県からメタン発酵消化液を入手して村内のサトウキビ畑で散布試験を実施、今後は草地への施肥を想定。バイオガスプラントで生産した消化液により耕作放棄地の土壌改良を目指している。



実証事業計画作成の条件整理(地域懇話会での確認)

- ・農地面積 : 消化液を散布できる面積は少なく耕作放棄地への散布がカギ。耕作放棄地解消計画が令和4年から開始予定、5年間で耕作放棄地27haを耕作地に転換する計画。
- ・備蓄・流通 : 現状でも好気性発酵堆肥が流通。メタン発酵肥料の情報提供を行い、散布試験を継続していく。備蓄する場所が必要だが、既存施設活用で低コスト化を検討。
- ・農地散布 : 作付前に限られる。散布機械の導入による新たな散布方法の確立が求められる。
- ・環境面・悪臭: 畜ふん、廃棄物の悪臭は地域の課題・バイオガスプラントでも原料投入時、原料の収集運搬時が懸念されるが、嫌気性発酵槽投入後には臭気が外気にもれない。



集中型バイオガスプラントで肉牛ふん尿、鶏糞、食品残渣を処理し、
バイオガスを生産・利用、メタン発酵消化液を生産するモデルを検討

実証事業計画「宇検村モデル」①原料／②プラントの概要

プラントの原料は、堆肥センターで処理している肉牛100頭分のふん尿8.6 t (村外の畜産農家から輸送)、鶏17,000羽分の鶏糞2.4 t、養殖まぐろの残渣200kg、焼酎廃液7.6 t、米のとぎ汁(焼酎廃棄物)3.3 t、合計22.0 t/日とする。

原料の輸送は、家畜ふん尿はバイオガス事業者が、その他は排出者がプラントに持ち込むことを想定。

原料/処理量	肉牛ふん尿	t/日	8.6
	鶏糞	t/日	2.4
	まぐろ解体残渣	t/日	0.2
	黒糖焼酎廃液	t/日	7.5
	焼酎製造排液/米のとぎ汁	t/日	3.3
	合計	t/日	22.0

表 プラントの原料

プラントはメタン発酵方式、原料槽は3日分、発酵槽は25日分、消化液貯留槽は120日分の容量、発電機出力は49kWとした。

- 運営方式 : 公設、公社運営
- プラント建設地 : 役場近傍
- 原料処理量 : 肉牛ふん尿、鶏糞、養殖まぐろの残渣、焼酎廃液、米のとぎ汁
- 原料処理量 : 22t/日(8,030t/年)
- バイオガス : FIT売電モデル
地産地消モデル／公共、民間の電気、熱源
- 消化液利用 : サトウキビ、カボチャ、タンカンに施肥

施設・機器	仕様
原料槽	(3日分) 円柱型、有効容積 66m ³ 、5.5mφ×3.5m H
発酵槽	(25日分) 円柱型、有効容積 500m ³ 、8.5mφ×9.5m H
貯留槽	(120日分) 円柱型、有効容積 2,404m ³ 、25.0mφ×5.5m H
ガスバック	有効容積 31m ³ 、発電機消費量1時間分
発電機	49kW (24.5kW×2台)

表 プラントの概要

実証事業計画「宇検村モデル」③バイオガスの利用

本モデルでは、電気385MWh、熱368Gcal(A重油換算39kL)が生産される。
生産したバイオガスは発電によるFIT売電、発電余剰熱は焼酎工場での利用を想定し、事業収支の試算を行った。

1) 電気：FIT売電、地産地消

本モデルの電気供給可能量385MWhは、公共施設の電気使用量936MWhの41%に相当する。

2) 熱供給：施設、民間施設

本モデルの熱供給可能量(A重油換算39kL)は、公共施設のA重油使用量24kLの162%に相当する。

項目		単位	数値
バイオガス生産量		m ³ /日	900
電気	発電機出力	kW	50
	発電量	MWh/年	427
	売電量	MWh/年	385
熱	発熱量	Gcal/年	368
	(灯油換算)	kL/年	42
	(A重油換算)	kL/年	39

表 エネルギー生産量

実証事業計画「宇検村モデル」④メタン発酵消化液の利用

各作物の従来の施肥量について情報提供を受け、消化液散布の検討を行った。

サトウキビ：散布可能な面積は6ha。基肥では4.8 t /10aが散布可能で、不足分は化学肥料で窒素（N）とリン(P)の補填が必要。追肥1回目では、計算上は4 t /10aが目安。追肥2回目はサトウキビが生育した段階で、物理的に散布できるかが課題だが、計算上は4t/10aを施肥可能。6haで消化液生産量6,680tの8%に当たる528tが散布可能と試算。

牧草：現在10ha作付けされており、12t/10aの施肥設計で18.0%の1,200tが散布可能

果樹：果樹についてタンカンで試算すると消化液施肥量は11t/10aである。

- ・タンカン15haでは、消化液生産量6,680tの24.7%に当たる1,650tが散布可能と試算。
- ・マンゴーは栽培面積3.3haで385tが散布可能と試算。
- ・パッションフルーツ3.5haで396tと試算。
- ・樹木の散布作業をどう確立するかが課題

このほか、カボチャ2haで62tが散布可能と試算された。

農作物	耕作面積	消化液 散布量 試算値	散布量 試算値	現状営農方法で 現実的な散布量	耕作放棄地解消計 画を合わせた散布 可能量(5年後)	散布機械の導入な ど新たな散布方法 の確立による散布 可能量	
	ha	t/10a	t/年	t/年	t/年	t/年	
畑地面積	141.0	-	-	-	-	-	
サトウキビ元肥	6.0	4.8	288	288	288	288	
サトウキビ追肥1		4.0	240		0	240	
サトウキビ元肥2		4.0	240		0	240	
タンカン	15.0	11.0	1,650	0	0	1,650	
マンゴー	3.5	11.0	385	0	0	385	
パッションフルーツ	3.3	12.0	396	0	0	396	
カボチャ	2.0	3.1	62	0	0	62	
草地	10.0	12.0	1,200	1,200	1,200	1,200	
耕作放棄地	5.0	12.0	600	600	600	600	
その他	96.2	-	-	0	0	0	
耕作放棄地	27.0	12.0	3,240	0	3,240	3,240	
合計	168.0	-	5,061	2,088	5,328	8,301	
消化液生産量6,680tとの差					4,592	1,352	-1,621
消化液使用率					0.31	0.80	1.24

表 消化液の施肥基準

実証事業計画「宇検村モデル」⑤事業主体／⑥建設地

事業主体

プラントの運営は堆肥センター同様、公社による運営が想定される。バイオガス事業の検討に関しては、村、農家、酒造会社の他、九電工、マグロ養殖事業者、敷料が必要な養鶏事業者も加わり、再エネ全般の検討協議会を設立して、畜産バイオガスの課題についても検討する。

建設地

エネルギー需要の多いの役場近傍を想定、建設面積は 4,000m²である。バイオガスの地産地消による利用の可能性も検討していくため、エネルギー需要のある役場近傍の市街地での建設を想定。

- ・建設地：役場近傍
- ・面積：4,000m²

総事業費は、360百万円(税抜き価格)と試算された。

建設費の補助率は、FIT売電の場合1/4、地産地消の場合2/3を想定。売電単価はFIT売電の場合39円/kWh、地産地消の場合13円/kWh、家畜ふん尿、廃棄物の処理費はいずれも895円/t、消化液販売価格はいずれも1,000円/tと設定。

村の建設費自己負担は、FIT売電で270百万円、地産地消で120百万円と試算された。

	建設費	補助率	建設費自己負担	IRR	20年目回収率
FIT	360百万円	1/4	270百万円	1%19年目	117%
地産地消	360百万円	2/3	120百万円	0.5%20年目	105%

表 建設費

調査結果の考察

村が現状の堆肥センター同様にバイオガス事業を公社事業として主体的に取り組むべき意思があり、家畜ふん尿だけでなく、村内産業の廃棄物の混合発酵処理について、関係機関と共に検討している点や、バイオガス事業の導入に備えて、メタン発酵消化液の散布試験を実施している点などがバイオガス事業の導入に向けての取組として評価できると考えている。

今後、実証事業計画を具体化していくためには、メタン発酵により発生した消化液の散布農地が不足していることや、柑橘類、カボチャに対して新たな散布機械の導入などの検討が必要と考えている。

事業収支①FIT売電事業

単年度収支(20年間平均)は3,380千円と試算された。

なお、19年目でIRR1.0%、20年目の回収率は117%と試算された。

項目		単位	FIT	
収入	処理費	千円	7,183	* 1 t 当たり 895 円/年
	糞尿輸送費	千円		* 1頭当たり 3,000 円/年
	売電収入	千円	15,374	* FIT 39 円/kWh
	余剰熱販売	千円	0	* 余剰熱は無償提供するものとする。
	堆肥販売代	千円	8,030	* 堆肥販売価格 1,000 円/ t
	堆肥散布代	千円	0	
	合計	千円	30,587	
支出	用地賃貸料	千円	0	
	減価償却費	千円	13,500	* 補助金1/4、償却期間を20年として算出
	BGP維持管理費	千円	3,200	* プラント、発電機、買電料、人件費を含む
	原料輸送費	千円	0	
	消費電力	千円	858	* 発電量の10%、20円/kWh
	原料投入・搬出費	千円		
	管理者の人件費	千円	8,000	* プラント管理者の人件費を4,000千円とする。
	借入金利(利率1%、20年の平均)	千円	0	
	租税公課(固定資産税、20年の平均)	千円	1,648	
	合計	千円	27,206	
収支		千円	3,380	

表 FIT売電事業収支

事業収支②エネルギー地産地消事業

単年度収支(20年間平均)は635千円と試算された。
20年目でIRR0.5%、20年目の回収率は105%と試算された。

項目		単位	地産地消	
収入	処理費	千円	7,187	* 1 t 当たり 895 円/年
	糞尿輸送費	千円		
	売電収入	千円	5,125	* 地産地消 13 円/kwhで売電。
	余剰熱販売	千円	0	* 余剰熱は無償提供するものとする。
	堆肥販売代	千円	8,030	* 堆肥販売価格 1,000 円/ t
	堆肥散布代	千円	0	
	合計	千円	20,341	
支出	用地賃貸料	千円	0	
	減価償却費	千円	6,000	* 補助金2/3、償却期間を20年として算出
	BGP維持管理費	千円	3,200	* プラント、発電機、買電料、人件費を含む
	原料輸送費	千円		
	消費電力	千円	858	* 発電量の10%、20円/kWh
	管理者の人件費	千円	8,000	* プラント管理者の人件費を4,000千円とする。
	借入金利(利率1%、20年の平均)	千円	0	
	租税公課(固定資産税、20年の平均)	千円	1,648	* 当初3年は特例措置を利用
	合計	千円	19,706	
収支		千円	635	

表 地産地消事業収支

(3) 徳之島町畜産バイオガスモデル
「製糖工場への畜産バイオガスの供給/
畜産バイオマスを活用した黒糖の生産」

徳之島町の概要

徳之島町は、鹿児島市から南南西468kmに位置し、空路で約60分、海路で14時間半の距離にある。東西 4.5km、南北 22.9kmの細長い地形で、東は太平洋、北は東シナ海に面している。

2020年の町の人口は10,147人、世帯数は4,714世帯である。1990年比で人口は30%、世帯数では11%減少している。

亜熱帯海洋性の気候で、四季を通じ温暖多雨な地域である。過去 30 年程度の平均気温は約 21℃で、鹿児島市の平均気温と比較すると約 3℃高く、年変動は小さい。年降水量は約2,000mmで、冬期間でも月降水量が150mmを超えることがあり、日本では有数の多雨地帯となっている。

総面積は105km²で徳之島全体248haの42%を占める。耕地面積は2,330haでほぼすべてが畑、林野面積は9,398haである。

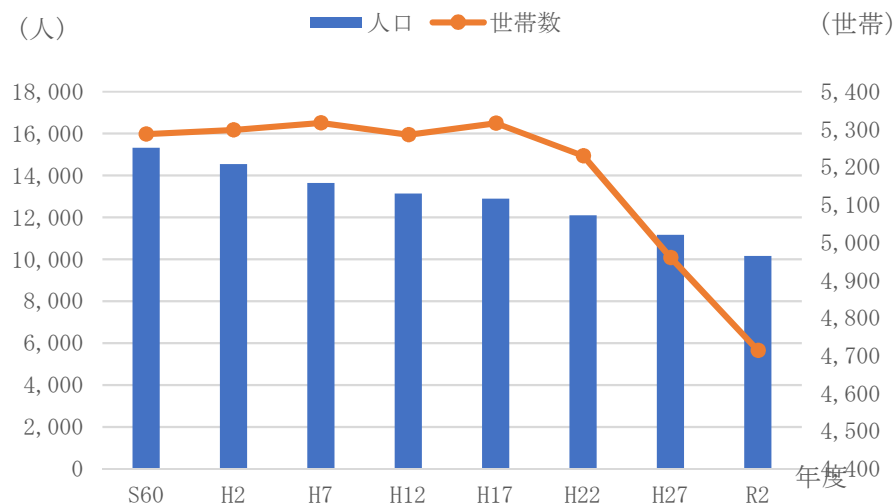


図 人口、世帯数

項目	徳之島町	(徳之島)
総面積(km ²)	105	248
耕地面積 (ha)	田	2
	畑	2,330
	計	2,330
林野面積 (ha)	国有林	1,500
	民有林	4,015
	計	5,515

表 面積

徳之島町のバイオマス利用の現状と課題

徳之島町の家畜飼養頭数は表のとおりで、肉用牛5,548頭、豚411頭が飼養されている。これらのふん尿をバイオマス賦存量と捉えると、特に肉用牛のふん尿の活用可能性が高いと思われる。

なお、ヒアリング調査の中では、現在は焼却場で処理されている生ごみの新たな処理方法が検討中であること、焼酎工場から焼酎粕、製糖工場からバガスといった有機廃棄物も町内で発生していることが示されている。これらに加え、町で管理する下水汚泥もバイオマスとして活用可能と考えられる。

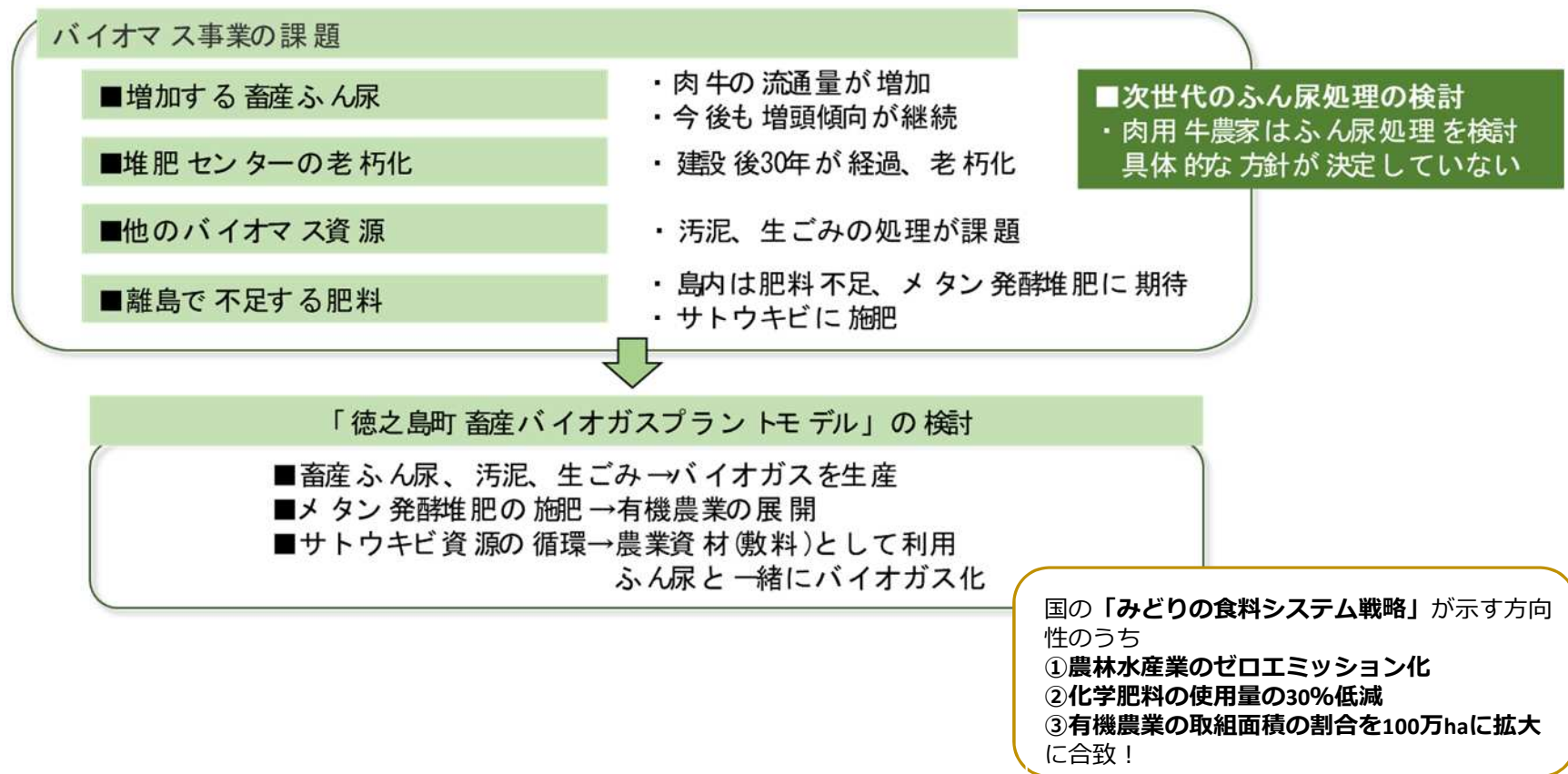
乳用牛							
農家(戸)	計(頭)	経産牛			未經産牛		
		小計	搾乳牛	乾乳牛	小計	6ヶ月未満	6ヶ月以上
肉用牛							
農家(戸)	計(頭)	肉用種			乳用種		
		小計	24ヶ月未満	24ヶ月以上	小計	ホルスタイン他	交雑種
203	5,548	5,548	2,655	2,893			
豚							
農家(戸)	計(頭)	子取り用メス豚	種オス豚	肥育豚	その他(素豚等)		
1	411	55	6	250	100		
採卵鶏					ブロイラー		
農家(戸)	計(羽)	ひな (6ヶ月未満)	成鶏メス (6ヶ月以上)	種鶏	農家(戸)	計(羽)	

表 家畜飼養頭羽数

事業実施に向けた背景・課題／目指すべき将来像

アンケート・ヒアリング調査から徳之島町におけるバイオガス事業実施に向けた背景・課題を整理し、それを踏まえて目指すべき将来像として「徳之島町畜産バイオガスプラントモデル」の検討を行った。

肉牛の増頭に伴って発生する家畜ふん尿も増加しているほか、堆肥センターの老朽化などが課題になっている。



実証事業計画「徳之島町モデル」の条件整理

① 増加する肉牛ふん尿、堆肥センターの老朽化

徳之島町の肉牛使用頭数は5,500頭。徳之島牛の流通量が増加している状況であり増頭計画もある。肉牛ふん尿の処理を行っている堆肥センターは建設後30年が経過し老朽化が進んでおり次世代のふん尿処理を検討する時期であるが、増頭計画分も含めてふん尿処理対策は策定されていない。

肉牛農家はふん尿処理を検討しているが、具体的な方針が決定していない状況であり、これまで導入されていない農家個々から家畜ふん尿を回収して集中型バイオガスプラントによる処理の要望が高まる可能性がある。

② 処理に課題のある有機廃棄物

町で管理する下水汚泥、生ごみ、製糖工程で発生するサトウキビのバガス、ハカマは現状の処理状況に課題があることから、肉牛ふん尿と混合での処理を検討する。



実証事業計画作成の条件整理(地域懇話会での確認)

- ・数戸の畜産農家から排出される肉牛ふん尿1,400頭分の35 t /日、下水汚泥1t、生ごみ9 t、合計50 t /日を収集運搬し、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とする。
- ・乾式プラントで処理した場合、生産されるのは液肥ではなく堆肥のため、肉牛ふん尿は現在堆肥化されていることから、現在利用している散布機械が利用できる。
- ・環境問題は日本の重要な課題、綿密な協議を重ねてバイオガスプラントが必要なのか検討したい。
- ・堆肥センター、糖業者、役場各部署の協議会設立による協議が必要である。
- ・次年度も県で地域懇話会を開催して、調査、検討を行うことにより畜産バイオガス事業の推進につながる。

実証事業計画「徳之島町モデル」①原料

プラントの原料は、肉牛ふん尿、サトウキビ残渣、生ごみ、汚泥とし、水分率が高い原料が発生している可能性があることから、今後詳細検討時に原料性状分析を行い、原料性状に応じて湿式メタン発酵の選択の可能性を検討する。

町内では敷料が不足していることから、本モデルでは可能な限りサトウキビ資源を敷料に使用し、敷料使用後にプラントでバイオガス生産することを目指す。プラントでのバガス、ハカマ(牛舎で敷料としての)使用量1,825t/年は、工場での全排出量28,087t/年の6.5%であり、工場運営に大きな影響を与えないと想定されるが、バイオガスプラントは畜産ふん尿だけで稼働が可能である。

項目		単位	数値
肉牛ふん尿	頭数	頭	1,400
	ふん尿量	kg/頭	25
	1日のふん尿量	t/日	35
	年間ふん尿量	t/年	12,775
敷料		t/日	5
		t/年	1,825
生ごみ		t/日	9
		t/年	3,285
汚泥		t/日	1
		t/年	365
総量		t/日	50
		t/年	18,250

表 プラントの原料

下水汚泥量1t/日処理、処理料金は徴収しない。

生ごみについては、徳之島3町で生ごみを減らす取組をしているが、分別が課題。原料対象からは外すこともできる。本モデルでは処理料金は徴収しない設定。

堆肥センターへの家畜ふん尿の輸送時には常時ではない臭気の問題はあり畜産ふん尿処理の課題のひとつ。輸送時に関してはバイオガスプラントも同様であるが、投入後の悪臭は軽減される。

実証事業計画「徳之島町モデル」②プラントの概要

プラントは、ガレージタイプの乾式発酵システムであり、あらゆる種類の固形バイオマスをバイオガスに変換することが可能である。

ホイールローダーにより、固形バイオマスを直接発酵槽に投入する方式である。投入後は発酵槽上部からメタン菌溶液が散布され、嫌気性雰囲気にてメタン発酵が促進される。

プラントは乾式・中温メタン発酵方式、原料ストックヤードは30日分、発酵槽は30日分、堆肥貯留施設は30日分の容量、発電機出力は266kWとする。

- 運営方式 : 公営事業によるバイオガスプラント事業を想定
- プラント形式 : 集中型プラント、乾式中温メタン発酵
- プラント建設地 : 堆肥センター近傍
- 原料処理量 : 肉牛ふん尿1,400頭分35 t、サトウキビのバガス、ハカマ町施設で管理の汚泥、生ごみ
50t/日(18,250t/年)
- バイオガス : 製糖工場への電気供給を想定
- メタン発酵堆肥 : サトウキビ、牧草に施肥

主要設備		仕様
原料ストックヤード		40m × 50m、容量30日分
発酵槽	原料処理量	50 t/日
	水密門扉・二次門扉	膨張パッキン
		ドア開閉センサー
ガレージ式発酵槽		乾式・中温メタン発酵方式 30日滞留 30m × 6.5m × 8 槽、2層ガス膜
バイオガス発電機		266kW
プロセスコンテナ		配管、バルブの管理施設
堆肥貯留施設		40m × 50m、容量30日分

表 プラントの概要

実証事業計画「徳之島町モデル」③バイオガスの利用

プラントの発電ポテンシャルは1,984MWh/年(プラント自家消費を除く)である。

小水力発電所「徳之島ダム発電所」と同規模であり、徳之島町役場庁舎(247MWh/年)、天城町役場庁舎(424MWh/年)、及び伊仙町役場庁舎(197MWh/年)で消費する電気合計868MWh/年(令和元年度実績)の2.2倍に相当する。

余剰熱生産ポテンシャルは1,479Gcal/年であり、3町のエネルギー需要1,107Gcal/年(4,636GJ/年)の1.3倍である。

売電先は製糖工場、運動公園を想定。製糖工場は年間5ヶ月間の稼働であり、残りの期間の利用が課題である。

1) 電気：1,984MWh/年(916MWh/12～4月)

- ・製糖工場(2,971MWh/12～4月)、総合運動公園(90MWh/年)
- ・肉牛1,400頭プラントの場合：工場の使用電気 30%相当
- ・肉牛5,548頭プラントの場合：工場の使用電気 119%相当

2) 熱：1,479Gcal/年(A重油換算156kL) 468Gcal/12～4月(A重油換算 50kL)

モデルA

- ・サトウキビは8.9万t/年が生産され、製糖段階で発生するバガス2.8万tのうち、1.8万tを燃烧発電に利用し、エネルギーとして電気約3,000MWhを12～4月の工場稼働期に工場内で使っている。
- ・発生バガス2.8万tのうち、6.5%の1,825t/年を肉用牛農家で敷料として利用した後、ふん尿とともにプラント処理し、エネルギー生産し徳和瀬工場に、また堆肥をサトウキビ畑にと、資源を循環させるモデルである。



- ・島内では敷料不足であり、この解消のためにもバイオガス生産によるバガスの節約、敷料利用の提案として**モデルB**を示す。

実証事業計画「徳之島町モデル」③バイオガスの利用

モデルB

- ・通年では、モデルAのとおり1,825tのバガスをバイオガスプラント処理する。
- ・これに加えて12～4月の製糖工場稼働期には、バガス原料(51t/日、7,715t/年)を追加、増産したバイオガスで発電を行い、工場使用電気を100%供給する。
- ・モデルAの処理量1日あたり50tとほぼ等量のため、プラントの処理能力が2倍必要となる。
- ・バッチ式方式で処理する乾式バイオガスプラントシステムにより、処理量の増減が可能である。
- ・バイオガス発電により12～4月の工場稼働期に製糖工場で行っているバガスの燃焼発電は行わず、工場で使用する約3,000MWhの電力を供給することができる。
- ・燃焼発電に用いていた約18,000tから、バイオガスプラントでは約10,000tのバガスで同量の発電が可能であり、節約した年間約8,000t/年のバガスを敷料として利用することができる。

■島内の畜舎不足 → バイオガス生産によるバガスの節約、敷料利用

$$\text{バガス節約量 } 7,997 \text{ t/年} = 17,537 \text{ t} - (1,825 \text{ t} + 7,715 \text{ t})$$

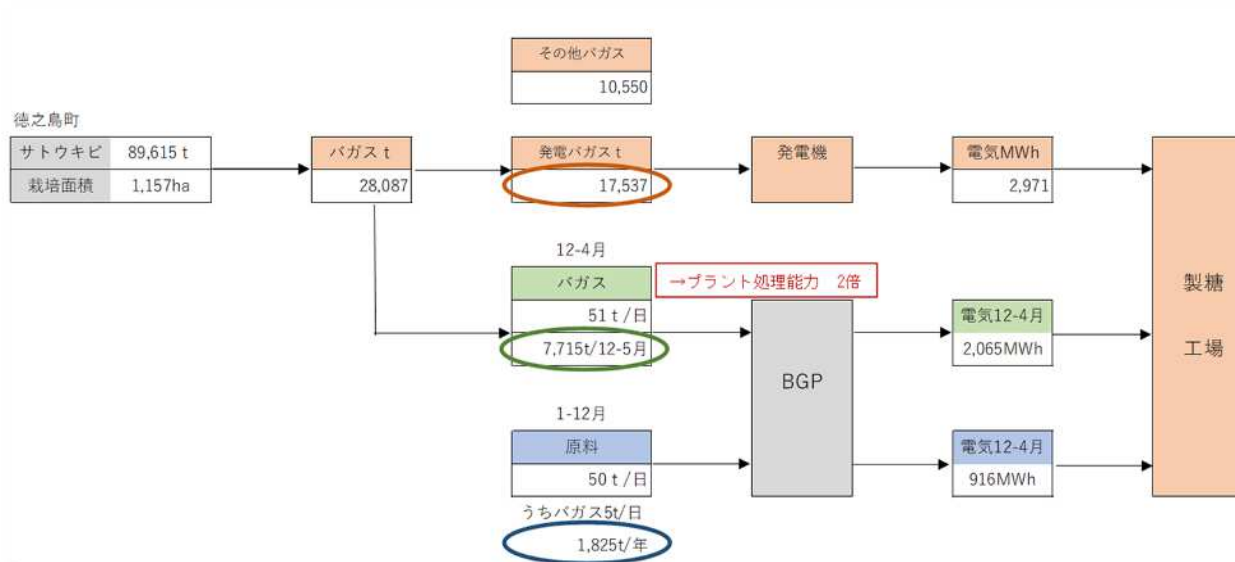


図 モデルBの概要

実証事業計画「徳之島町モデル」④メタン発酵消化液の利用

本モデルの乾式バイオガスプラントから16,937t/年のメタン発酵堆肥が生産される。

- ・生産肥料：メタン発酵堆肥肥料成分(肉牛ふん尿分)
N：43 t/年・P：38 t/年・K：65 t/年

サトウキビ：植付前と、収穫後の施肥が可能であるが、農地に入れるトラクターに積載できる量に制限あることから、現時点では追肥には用いない想定とする。散布機械を使用した新たな施肥方法の検討が必要となる。メタン発酵堆肥で植付前、収穫後で施肥試算すると1haあたり72 tを施肥、作付面積1,157haの20%に相当する235haに散布が可能である。

じゃがいも：サトウキビと同じく主要作物であるじゃがいもには、通常堆肥2t/10aを施肥している。メタン発酵堆肥では10aあたり2.3 tを施肥、作付面積216haに散布すると4,968 t(生産するメタン発酵堆肥の29%)が必要となる。



実証事業計画「徳之島町モデル」⑤事業主体／⑥建設地

事業主体

町内堆肥センターの運営と同様に町公設での運営を想定、事業収支試算を行った。

建設地

エネルギー需要先の製糖工場や温水プールのある総合運動公園、堆肥センターの近傍を想定、モデルAの建設面積は5,000m²、モデルBは10,000m²である。バイオガス利用施設の詳細調査、メタン発酵堆肥の販売を見据えた保管場所の検討、建設地に応じた輸送コストの試算、検討が必要となる。

- ・建設地：堆肥センター近傍
- ・面積：モデルA：5,000m²、モデルB：10,000m²

本モデルで想定したバイオガスプラントの総事業費は、バイオガス発電機仕様で約857百万円(税抜き価格)と試算された。町の建設費自己負担は、モデルごとに異なりモデルAで642百万円(FIT)、285百万円(地産地消)、モデルBで571百万円と試算された。

	建設費	補助率	建設費自己負担	IRR	20年目回収率
モデルA FIT	857百万円	1/4	643百万円	1%8年目	289%
モデルA 地産地消	857百万円	2/3	239百万円	1%12年目	192%
モデルB バガス追加	1,714百万円	2/3	571百万円	0.5%20年目	105%

表 建設費

調査結果の考察

実証事業計画の作成に向け開催された地域懇話会においては、家畜ふん尿だけでなく、町が管理する汚泥、生ごみなどの処理について関係部署が一緒になって議論が行われた。

現在、製糖工場では製糖加工後のサトウキビ廃棄物(バガス)を燃焼させて発電した電力を製糖事業のエネルギーとして利用しているが、今回の実証事業計画では、サトウキビ廃棄物(バガス)を敷料として利用し、肉牛のふん尿と混合してバイオガスプラントで処理することを想定しており、製糖工場はバイオガスプラントで発電した電力を購入する必要がある。

今後、実証事業計画を具体化していくためには製糖工場への電力販売システムの構築、製糖工場と売電価格、電力供給方法等について協議を行い、電力供給システムを構築していくことが課題と考えている。

事業収支①モデルA (FIT売電事業)

単年度収支(20年間平均)は60,611千円と試算された。
8年目でIRR1%、20年目の回収率は289%と試算された。

項目		単位	金額(千円)	
収入	糞尿処理費	千円	0	* 1頭当たり 0 円/年
	糞尿輸送費	千円	0	* 1頭当たり 0 円/年
	売電収入	千円	77,182	* FIT 39 円/kWh
	余剰熱販売	千円	7,197	* A重油価格 91.1 円/L × 0.5
	堆肥販売代	千円	59,404	* 堆肥販売価格 3,500 円/ t
	堆肥散布代	千円	0	
	廃棄物処理費	千円	0	* 廃棄物処理費 0 円/ t
	合計	千円	143,782	
支出	用地賃貸料	千円	0	
	BGP償却費	千円	32,143	* 補助率 1/4 償却期間を20年として算出
	BGP維持管理費	千円	25,714	* プラント、発電機、買電料、人件費を含む
	糞尿輸送費	千円	7,300	* 糞尿輸送費 500 円/ t
	原料購入費	千円	0	
	堆肥散布費	千円	8,486	* 堆肥散布費 500 円/ t
	原料投入・搬出費	千円	1,529	* ホイールローダーによる原料の投入と搬出
	管理者の人件費	千円	8,000	4,000 千円/人・年
	借入金利(利率1%)	千円	0	
	租税公課(固定資産)	千円	0	
合計	千円	83,172		
収支	千円	60,611		

表 FIT売電事業収支

事業収支②モデルA（地産地消事業）

単年度収支(20年間平均)は13,169千円と試算された。
12年目でIRR1%、20年目の回収率は192%と試算された。

項目		単位	金額(千円)	
収入	糞尿処理費	千円	0	* 1頭当たり 0円/年
	糞尿輸送費	千円	0	* 1頭当たり 0円/年
	売電収入	千円	11,884	* 地産地消 13円/kWh
	余剰熱販売	千円	7,197	* A重油価格 91.1円/L × 0.5
	堆肥販売代	千円	59,404	* 堆肥販売価格 3,500円/t
	堆肥散布代	千円	0	
	廃棄物処理費	千円	0	* 廃棄物処理費 0円/t
	合計	千円	78,484	
支出	用地賃貸料	千円	0	
	BGP償却費	千円	14,286	* 補助率 2/3 償却期間を20年として算出
	BGP維持管理費	千円	25,714	* プラント、発電機、買電料、人件費を含む
	糞尿輸送費	千円	7,300	* 糞尿輸送費 500円/t
	原料購入費	千円	0	
	堆肥散布費	千円	8,486	* 堆肥散布費 500円/t
	原料投入・搬出費	千円	1,529	* ホイールローダーによる原料の投入と搬出
	管理者の人件費	千円	8,000	4,000千円/人・年
	借入金利(利率1%)	千円	0	
	租税公課(固定資産)	千円	0	
	合計	千円	65,315	
収支	千円	13,169		

表 地産地消事業収支

事業収支③モデルB（冬期製糖工場稼働期バガス追加）

単年度収支(20年間平均)は1,418千円と試算された。
 20年目でIRR0.5%、20年目の回収率は105%と試算された。

項目		単位	金額(千円)		
収入	糞尿処理費	千円	0	* 1頭当たり	0 円/年
	糞尿輸送費	千円	0	* 1頭当たり	0 円/年
	売電収入	千円	22,465	* 地産地消	13 円/kWh
	余剰熱販売	千円	7,197	* A重油価格	91.1 円/L × 0.5
	堆肥販売代	千円	84,516	* 堆肥販売価格	3,500 円/ t
	堆肥散布代	千円	0		
	廃棄物処理費	千円	0	* 廃棄物処理費	0 円/ t
	合計	千円	114,177		
支出	用地賃貸料	千円	0		
	BGP償却費	千円	28,571	* 補助率	2/3 償却期間を20年として算出
	BGP維持管理費	千円	51,428	* プラント、発電機、買電料、人件費を含む	
	糞尿輸送費	千円	11,158	* 糞尿輸送費	500 円/ t
	原料購入費	千円	0		
	堆肥散布費	千円	12,074	* 堆肥散布費	500 円/ t
	原料投入・搬出費	千円	1,529	* ホイールローダーによる原料の投入と搬出	
	管理者の人件費	千円	8,000		4,000 千円/人・年
	借入金利(利率1%)	千円	0		
	租税公課(固定資産)	千円	0		
	合計	千円	112,760		
収支	千円	1,418			

表 地産地消事業収支