

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実証事業

地域における混合系バイオマス等による乾式メタン発酵技術を適用した

バイオマスエネルギー地域自立システムの実証事業

(株)富士クリーン

企画開発部

町川 和倫

2021年 10月 20日

問い合わせ先

株式会社富士クリーン

E-mail :machikawa@fujicl.com

TEL :087-878-3111

## 1. 期 間

開 始 : 2016 年 8 月 5日

終 了 : 2021 年 2 月 26日

## 2. 最終目標

研究開発項目	研究課題	目 標
1 バイオマス原料調達の検証	① 混合系バイオマスの質と量の検証	73.2 t/日
2 エネルギー変換技についての検証	① 高効率ごみ選別装置としての検証	80 %以上のバイオマス回収率 (不適合物10 %未満)
	② 混合系バイオマスに対してのバイオガス発生量およびメタン濃度の検証	日平均 9,490 Nm <sup>3</sup> /日 (CH <sub>4</sub> -55±10 %)
3 エネルギー利用についての検証	① バイオガス使用量等の検証	日平均 8,029 Nm <sup>3</sup> /日以上
	② 発酵残渣とカーボン滓の熱量把握および焼却施設における検証	補助燃料として使用可能化の検証
4 システム全体の検証	① 温室効果ガス削減の検証	削減量： 温室効果ガス 9,887 ton-CO <sub>2</sub> /年
	② システム全体の物質収支および埋立廃棄物量との検証	システム全体、施設全体の物質収支、エネルギー収支及び埋立廃棄物量の検証
	③ 事業採算性の検証	システム全体、施設全体での バイオマス事業の事業採算性の検証

## 3. 研究成果概要

本実証事業では、種汚泥と原料（廃棄物）を混合させながら、バイオガスを安定的に発生させることに成功した。また、投入パターンの工夫などから発酵に係る細菌の発酵メカニズムが徐々に明らかになってきており、それを基に最適な原料の割合を導くことができた。そして、バイオガス発電機を軸にしたエネルギー創出によって、システム全体での温室効果ガス削減等について十分な成果を得ることができた。

## 1. 事業の概要

- ・ 企業説明
- ・ 実証事業概要
- ・ 処理方式 比較検討
- ・ 本実証事業 施設概要

## 2. バイオマス原料調達の検証

- ・ 主要バイオマス組成調査

## 3. エネルギー変換技術の検証

- ・ 高効率ごみ選別装置検証

## 4. エネルギー利用についての検証

## 5. システム全体の検討

- ・ バイオガス発生状況及び濃度比率
- ・ バイオガス週平均発生状況と事象
- ・ 原料投入状況

## 6. 研究開発成果

- ・ 課題達成状況
- ・ 研究課題に対する結果
- ・ 本実証事業で得られた結果の一部

## 7. 今後の展望

# 1. 事業の概要 (企業説明)



- ❖ 社 名 / 株式会社 富士クリーン
- ❖ 業 種 / 一般・産業廃棄物収集運搬および処理業
- ❖ 設 立 / 昭和50年7月
- ❖ 資本金 / 3億円
- ❖ 本 社 / 香川県綾歌郡綾川町山田下2994番地1
- ❖ 事業場 / 徳島支店 中間処理施設 最終処分場など
- ❖ 従業員 / 118名



代表取締役社長 馬場 太一郎

## 《沿革》

- S49. 9 創 業
- S51. 1 香川県より産業廃棄物処理業が認可される
- H 7. 4 香川県より大型中間処理施設設置許可される
- H 9. 2 中間処理（焼却）施設完成
- H13. 5 固形燃料化施設完成
- H13.12 一般・産業廃棄物管理型処分場完成
- H16. 2 ISO14001取得（JQA-EM3780）
- H18.10 綾川町より一般廃棄物処分業が認可
- H18.12 香川県より一般廃棄物処理業が認可
- H20. 9 廃プラスチック類圧縮梱包施設・造粒固化施設完成
- H21.11 香川県環境配慮モデル事業所 第10号認定
- H25. 2 低濃度PCB廃棄物無害化処理大臣認定取得（廃PCB等）
- H27. 3 低濃度PCB廃棄物無害化処理大臣認定取得（低濃度PCB汚染物等）
- H30. 6 縦型乾式メタン発酵施設完成



若手社員



国内展示会

# 1. 事業の概要 (企業説明)



収集・運搬 から 中間処理・最終処分 そして再資源化まで廃棄物処理に関する一貫体制の確立

## 環境方針

「循環型社会の構築」「地域との融合」「効率的なエネルギー使用と再生エネルギーの利用」



# 1. 事業の概要 (実証事業概要)



《実証事業期間 2016年8月5日 ～ 2021年2月26日》

廃棄物を用いたメタン発酵処理システムを、持続的かつ経済的に成立するものとする

1. 原料調達の検討 … バイオマスについて持続的な量と質の確保
2. エネルギー変換技術の検討 … 効率的にバイオマスエネルギーを回収し、必要なコストを下げる
3. エネルギー利用の検討 … 施設内や周辺地域、産業における有効活用の選択肢を増やす
4. システム全体の検討 … 持続的かつ経済的に成立する適正な処理規模を明確にする

研究開発項目	研究課題	目 標
1 バイオマス原料調達の検証	① 混合系バイオマスの質と量の検証	73.2 t/日
2 エネルギー変換技術についての検証	① 高効率ごみ選別装置としての検証	80 %以上のバイオマス回収率 (不適合物10 %未満)
	② 混合系バイオマスに対してのバイオガス発生量およびメタン濃度の検証	日平均 9,490 Nm <sup>3</sup> /日 (CH <sub>4</sub> -55±10 %)
3 エネルギー利用についての検証	① バイオガス使用量等の検証	日平均 8,029 Nm <sup>3</sup> /日以上
	② 発酵残渣とカーボン滓の熱量把握および焼却施設における検証	補助燃料として使用可能化の検証
4 システム全体の検証	① 温室効果ガス削減の検証	削減量： 温室効果ガス 9,887 ton-CO <sub>2</sub> /年
	② システム全体の物質収支および埋立廃棄物量との検証	システム全体、施設全体の物質収支、エネルギー収支 及び埋立廃棄物量の検証
	③ 事業採算性の検証	システム全体、施設全体での バイオマス事業の事業採算性の検証

# 1. 事業の概要 (処理方式 比較検討)

	湿 式	乾 式
汚泥濃度	2 - 5 %	15 - 30 %
概 要	メタン菌を低濃度で処理	メタン菌を高汚泥濃度で処理
特 徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運転管理が容易</li> <li>・ 排水処理必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 固形物処理が可能</li> <li>・ ガス発生量大</li> </ul>
主な適用先	生ごみ 下水汚泥 畜産廃棄物	都市ごみ 固形廃棄物
対象廃棄物 (受入範囲)	狭い	広い
発酵槽内不適物に 対する許容	小さい	大きい
排水処理	必要	不必要 *1
国内実績	多い	少ない

既設として、焼却施設、最終処分場の保有。

焼却施設での発酵残渣の利活用について検討する。

既設として、熱利用、電気利用できる施設がある。

既設施設の活用により、バイオガスを有効に活用できる。

都心部と比較した場合、1企業あたりの廃棄物発生量は少ない。

小ロット廃棄物になるため、原料種類が多くなる。

都市ごみ系由来の原料も扱う。

異物混入率は高くなる。

施設計画する場所は、香川県の中心であり、山間部である。

排水処理設備の検討は出来ない。

\*1 発酵残渣含水率等で、排水処理施設が必要となる場合がある。

## 縦型乾式メタン発酵方式の採用

- ・ 不適合物混入に対する許容が大きい
- ・ 混合系バイオマスに対応できる
- ・ 高温発酵により分解能力が高い
- ・ 省スペース 省エネルギー型
- ・ 縦型で自然降下式
- ・ 発酵槽内の攪拌動力が不要
- ・ 発酵残渣の脱水処理が不要
- ・ 発酵残渣 低含水率 (65%~80%)

# 1. 事業の概要 (本実証事業 施設概要)



## 乾式メタン発酵施設

・ 建築確認日	2018年 3月 28日
・ 設置年月日	2018年 5月 21日
・ 許可年月日*1	2018年 5月 28日
・ 竣 工	2018年 6月 7日
・ 敷地面積*2	約 6100 m <sup>2</sup>
・ 建築面積*3	約 2600 m <sup>2</sup>
・ 延べ面積	約 5000 m <sup>2</sup>
・ 処理能力*4	73.08 ton/日

- \*1 産業廃棄物許可日  
一般廃棄物許可日は、2018年5月23日
- \*2 管理棟・機械棟を含む敷地面積
- \*3 メタン発酵槽・ガスホルダーを除く面積
- \*4 産業廃棄物・一般廃棄物の合計処理能力

バイオガス発生予定量	約 9500 Nm <sup>3</sup> /日
重油換算*5	約 4.8 kL/日
総発電量*6	約 18.6 MWh/日

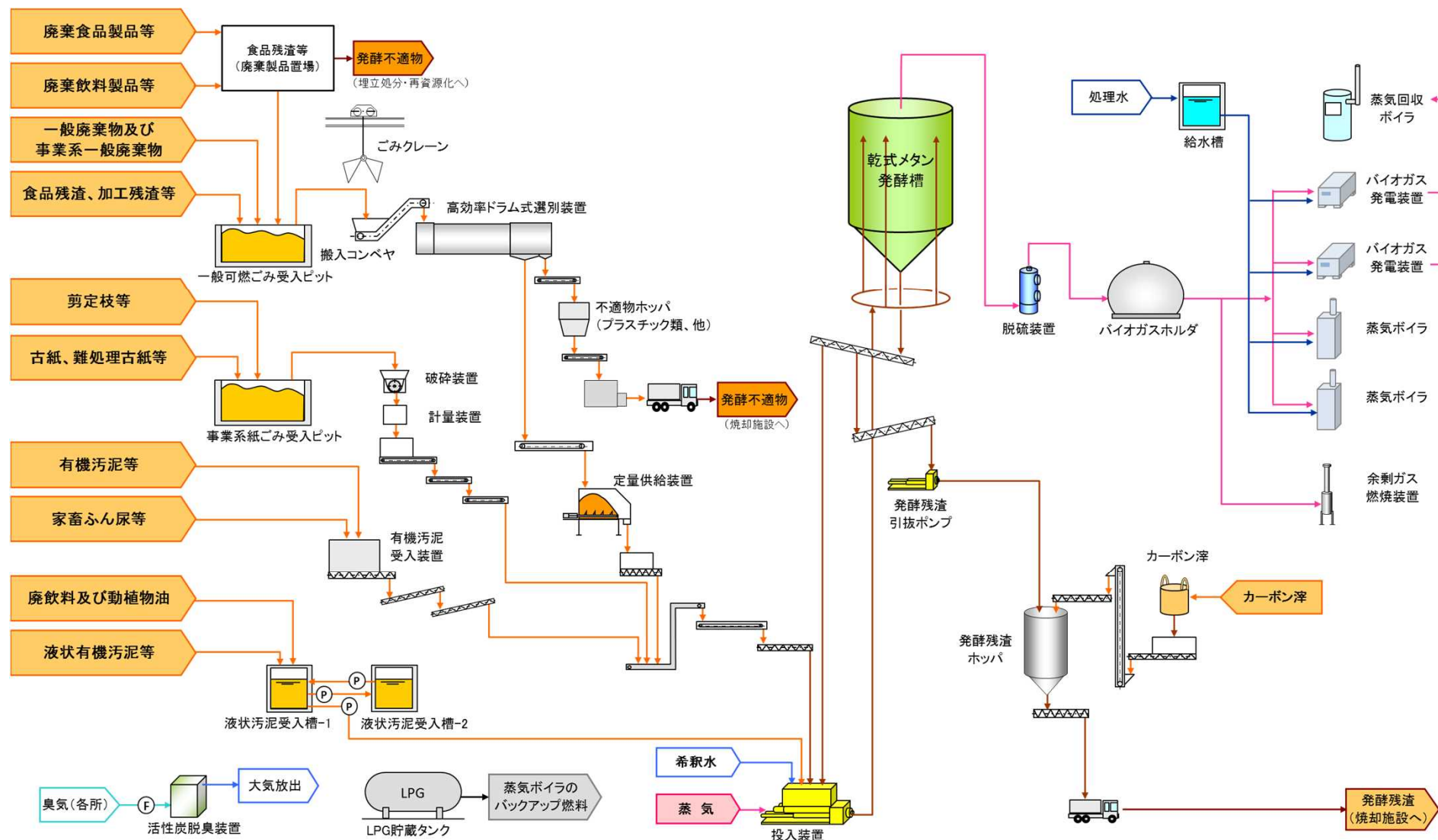
発生したバイオガスを全て利用した場合

\*5 CH<sub>4</sub>濃度 55 %換算

\*6 CH<sub>4</sub>濃度 55 %換算・発電効率 35.9 %



# 1. 事業の概要 (本実証事業 施設概要)



# 1. 事業の概要 (本実証事業 施設概要)





## 2. バイオマス原料調達の検証 (主要バイオマス組成調査)

### 《目的》

エネルギー収支の計算において、**原料投入量 (t) ⇒ 熱量 (GJ)** の換算に用いる係数を求めるため、

**投入原料の低位発熱量**について調査を実施する。

また、有機物分解特性の理解は施設運転における有機物負荷量の計算精度向上につながるため組成分析も併せて実施した。



原料の種類		受入実績		分析項目											
No.	企業名	産業物等の種類	過去2年(2018年度・2019年度)の合計受入量		サンプリング回	分析項目									
			総式メタン発酵施設	全株		TS	VS	灰分	含水率	N-N	C-N	粗タンパク質	T-S	Q	PO <sub>4</sub> -P
			[ton]	[ton]		[N]	[N]	[N]	[N]	[mg/kg]	[mg/kg]	[g/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
1	A社	食品加工残渣 (汚泥・堆肥等)	229.17	288.19											
2	A社	排水汚泥 (動植物性残渣)	477.93	597.23											
3	B社	食品加工残渣	438.21	509.56											
4	C社	食品加工残渣 (キャベツなど)	964.17	1219.56											
5	D社	食品加工残渣	328.97	473.74											
6	D社	排水汚泥	1848.05	3340.5											
7	E社	排水汚泥	301.76	418.19											
8	F社	食品加工残渣 (キャベツ)	1512.28	1615.11											
9	G社	食品加工残渣	532.01	771.65											
10	H社	食品加工残渣	906.61	1238.55											
11	I社	食品加工残渣	257.38	390.04											
12	J社	排水汚泥	753.89	1107.01											
13	K社	難処理古紙 (シール台紙)													
14	K社	難処理古紙 (切符類)	2566.23	2566.23											
15	K社	難処理古紙 (その他雑紙等)													

#### 分析項目の用途…

- 各ラインの原料の低位発熱量を把握
- 発酵への適合性の評価  
⇒ 今後の受入ごみの成分的な指標を検討
- 物質収支の計算へ利用
- 運転における有機物負荷管理 (計算) の係数に反映

などに使用

### 投入原料の低位発熱量

4.91 GJ/ton

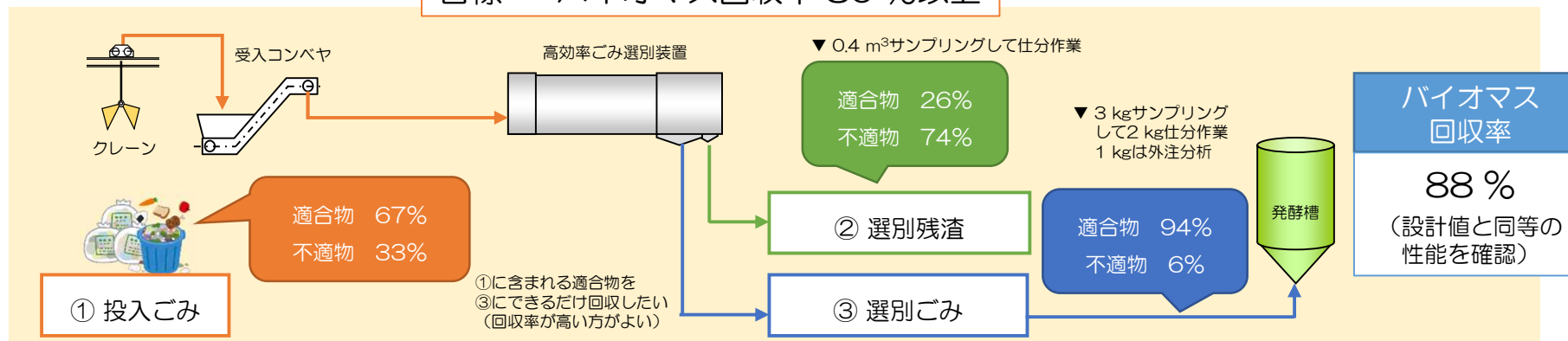
$$\begin{aligned}
 &\text{有機汚泥ラインの低位発熱量} = \text{有機汚泥ラインの投入割合} \times \text{産廃(動残/汚泥)の平準的低位発熱量} \\
 &\text{紙ごみラインの低位発熱量} = \text{紙ごみラインの投入割合} \times \text{難処理古紙の平準的低位発熱量} \\
 &\text{適合物ラインの低位発熱量} = \text{適合物ラインの投入割合} \times \text{適合物の低位発熱量}
 \end{aligned}$$

### 3. エネルギー変換技術の検証 (高効率ごみ選別装置検証)

目的：高効率ごみ選別装置を評価し、ガス発生量を多く得るためにより良い装置にする。

試験内容：①～③の組成を調査する

目標：バイオマス回収率 80 %以上



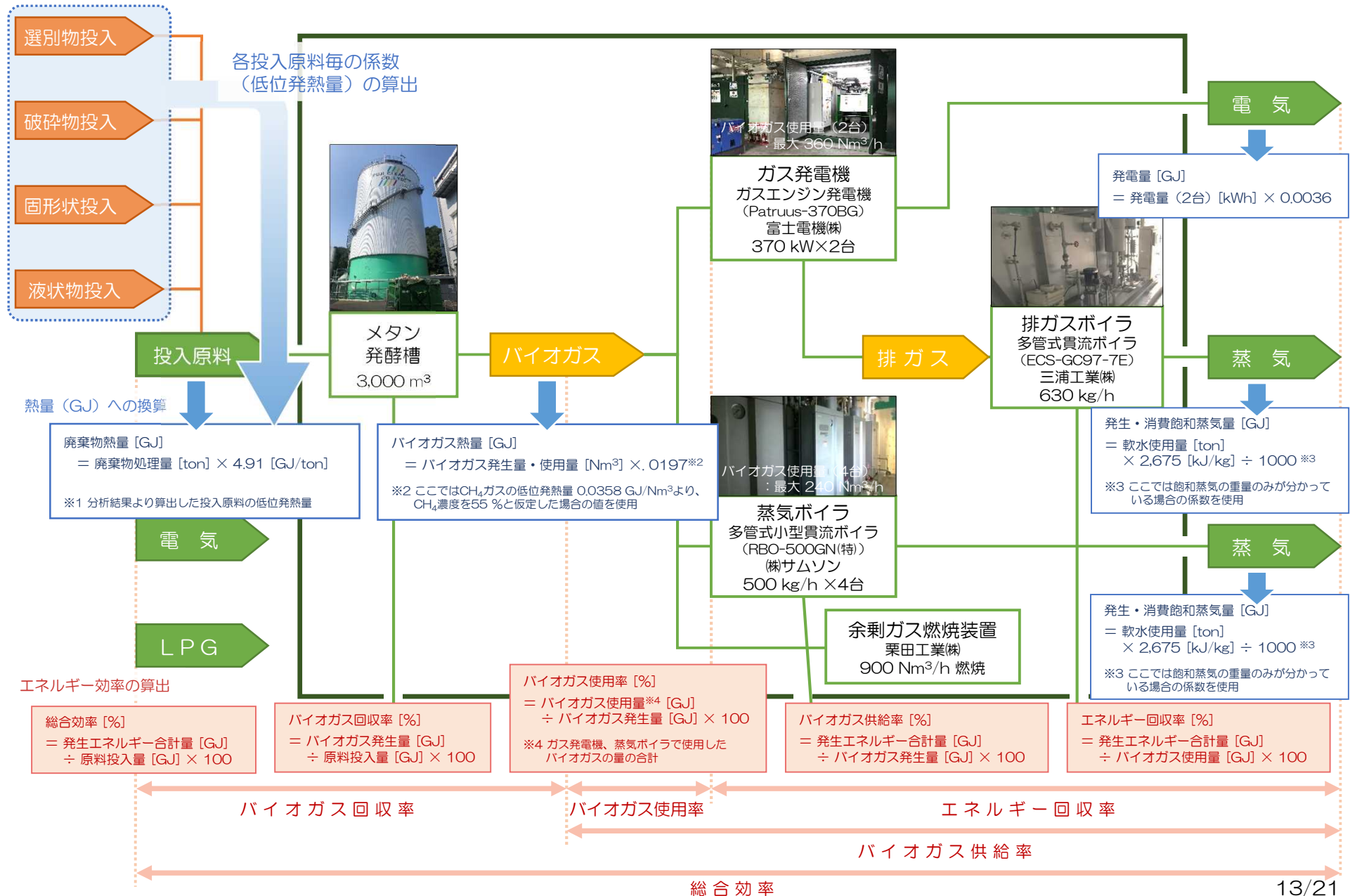
言葉の意味：

- 選別ごみ：選別ごみラインに出てきたもの
- 選別残渣：選別残渣ラインに出てきたもの
- 適合物：メタン発酵に適するもの（紙、生ごみなど）
- 不適物：メタン発酵に適さないもの（プラ、金属など）

- 選別率：選別ごみと選別残渣の割合
- 回収率：投入ごみ中の適合物が発酵槽へ行った割合
- TS：固形物濃度（含水率を引いたもの）
- VS：有機物濃度（分解されてガスになる部分）

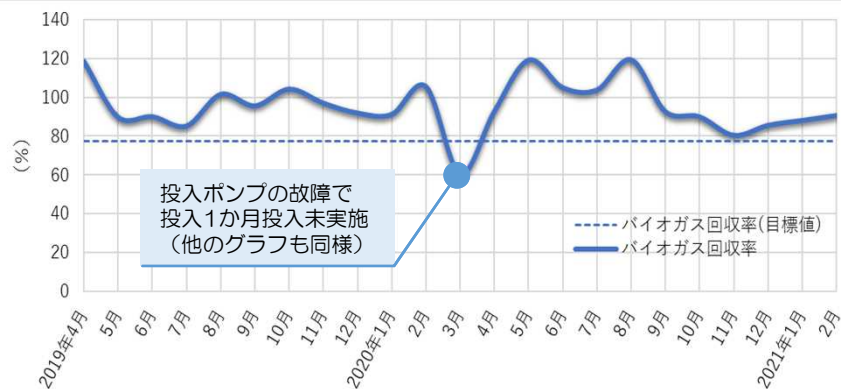


## 4. エネルギー利用についての検証



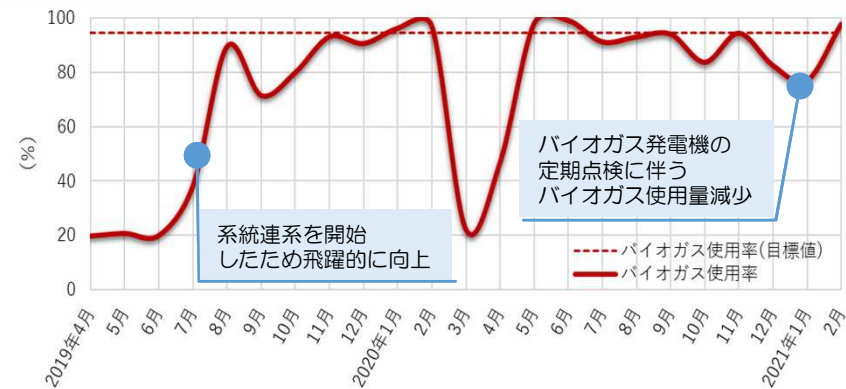
## 4. エネルギー利用についての検証

バイオガス回収率



$$\begin{aligned} \text{バイオガス回収率} [\%] \\ &= \text{バイオガス発生量} [\text{GJ}] \\ &\quad \div \text{原料投入量} [\text{GJ}] \times 100 \end{aligned}$$

バイオガス使用率



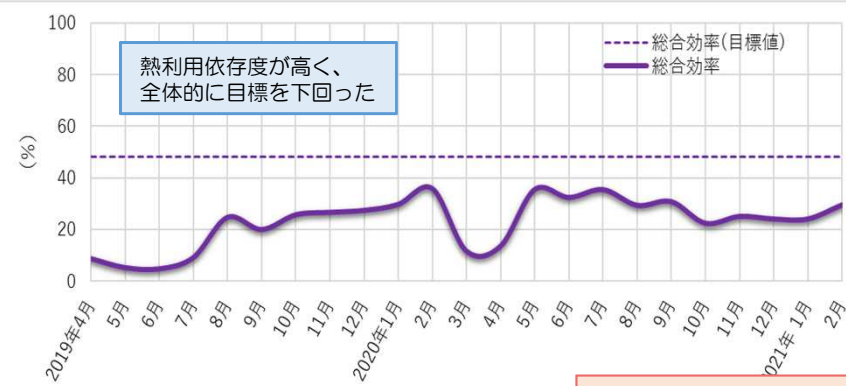
$$\begin{aligned} \text{バイオガス使用率} [\%] \\ &= \text{バイオガス使用量}^*4 [\text{GJ}] \\ &\quad \div \text{バイオガス発生量} [\text{GJ}] \times 100 \end{aligned}$$

バイオガス供給率



$$\begin{aligned} \text{バイオガス供給率} [\%] \\ &= \text{発生エネルギー合計量} [\text{GJ}] \\ &\quad \div \text{バイオガス発生量} [\text{GJ}] \times 100 \end{aligned}$$

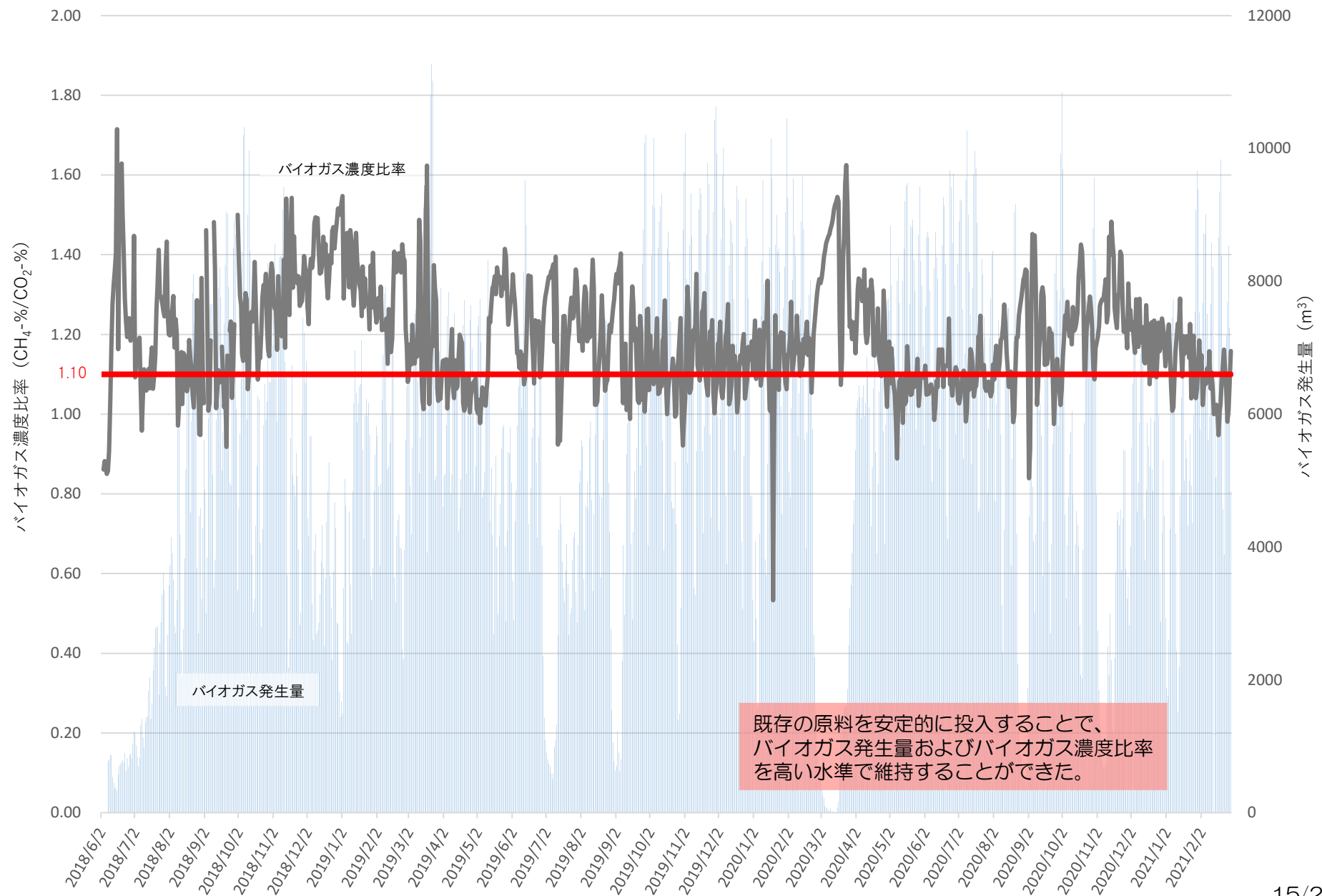
総合効率



$$\begin{aligned} \text{総合効率} [\%] \\ &= \text{発生エネルギー合計量} [\text{GJ}] \\ &\quad \div \text{原料投入量} [\text{GJ}] \times 100 \end{aligned}$$

- ・バイオガス回収率は概ね目標を達成することができた。
- ・バイオガスの使用率は系統連系の開始に伴って発電機の運転制限がなくなったことで飛躍的に向上した。
- ・2020年2月末に投入ポンプの故障によって各グラフとも急激な低下が見られるが直後から元の水準に復旧することができた。
- ・総合効率及びバイオガス供給率が目標を達成できていないのは熱利用の寄与が大きく、熱利用を効果的に進めることができなかったためである。エネルギー利用の在り方を再検討し、固定する必要があると感じた。

## 5. システム全体の検証 (バイオガス発生状況及び濃度比率 2018年6月～2021年2月)



## 5. システム全体の検証 (バイオガス週平均発生状況と事象 2018年10月～2021年2月)



※日平均バイオガス発生量については、2019年度と変更し1ヵ月のうち稼働日で平均値を算出している。

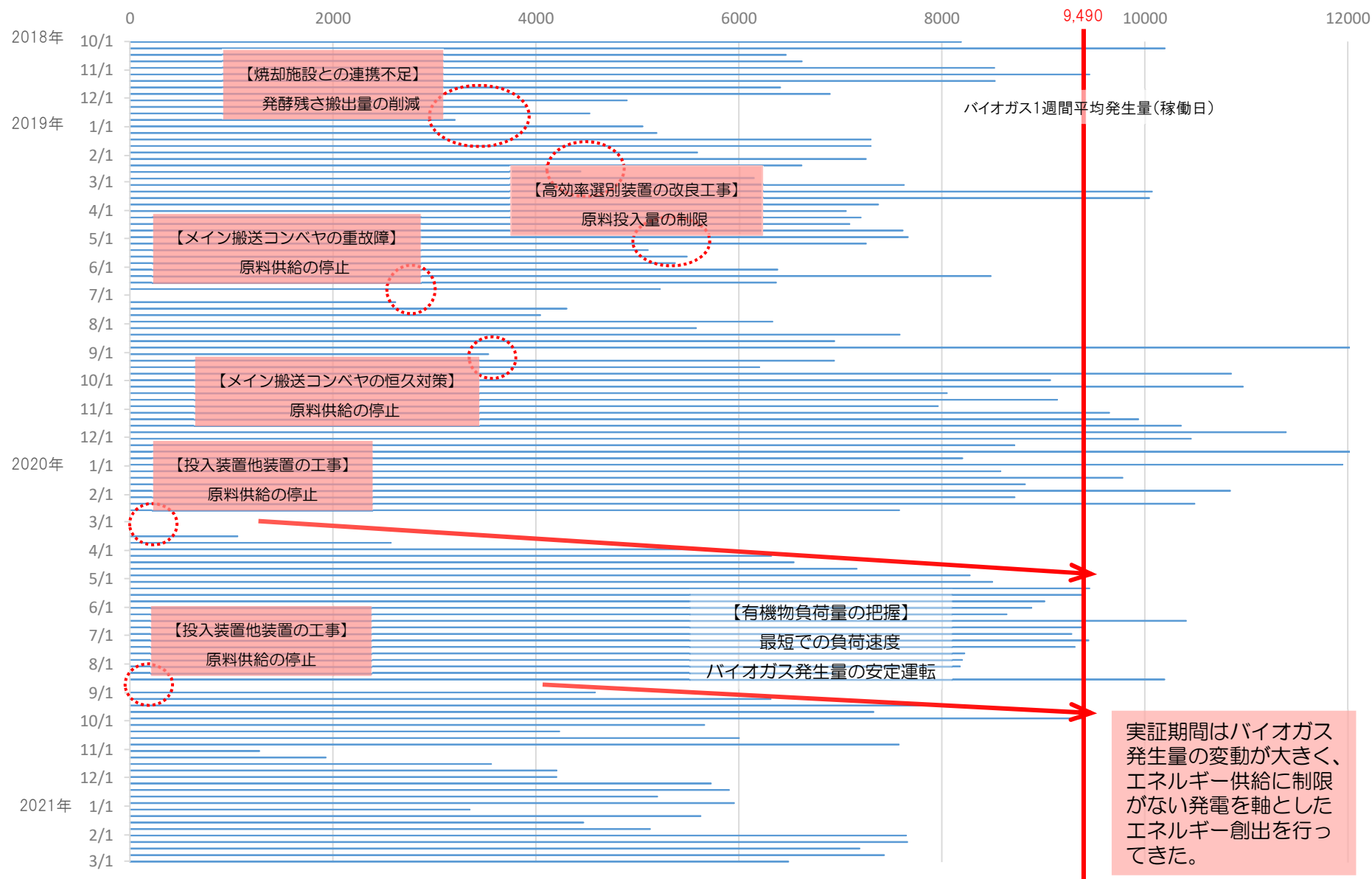


図 バイオガス週平均発生量



## 5. システム全体の検証 (原料投入状況 2018年6月～2021年2月)

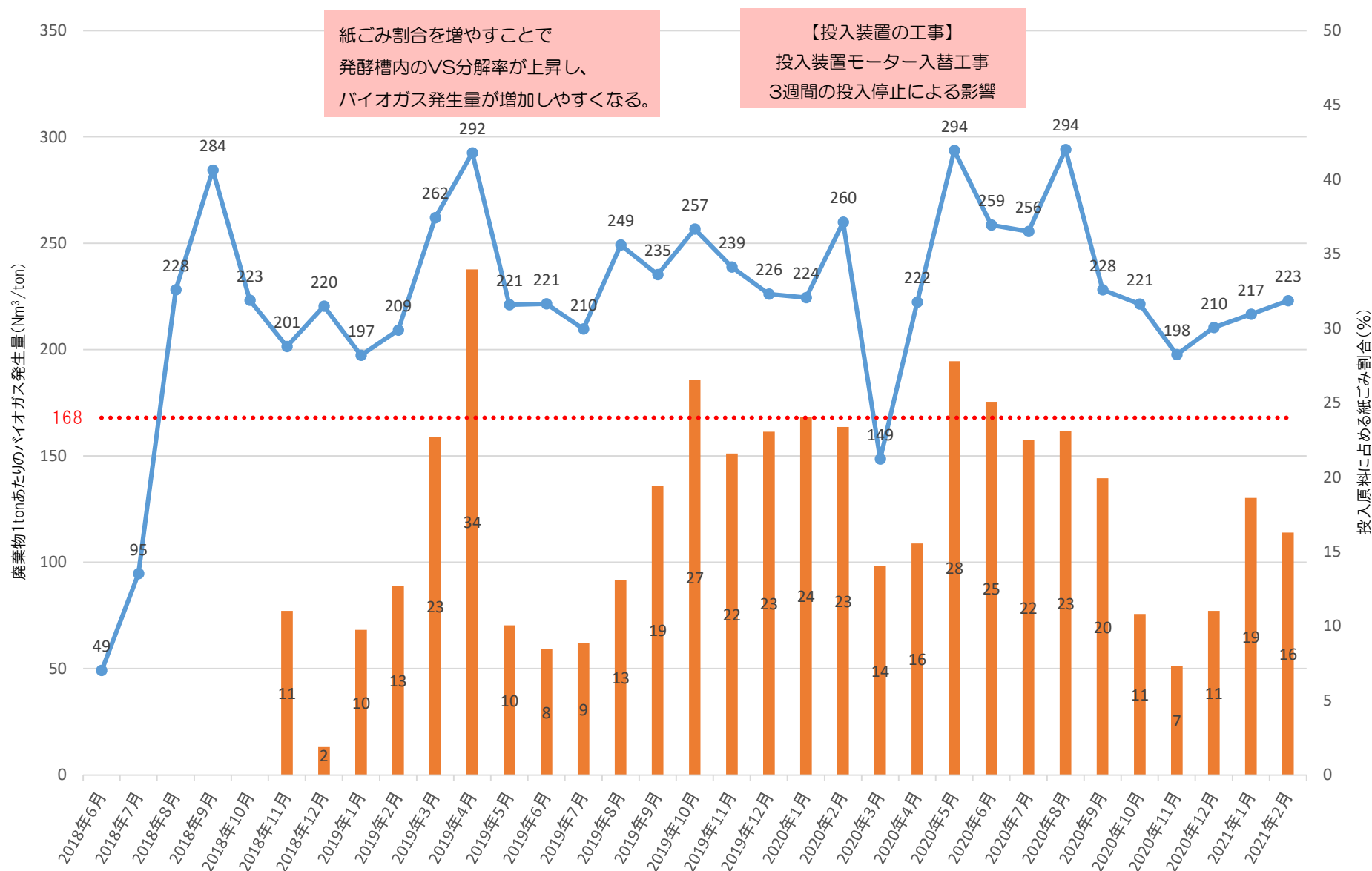


図 廃棄物1tonあたりのバイオガス発生量

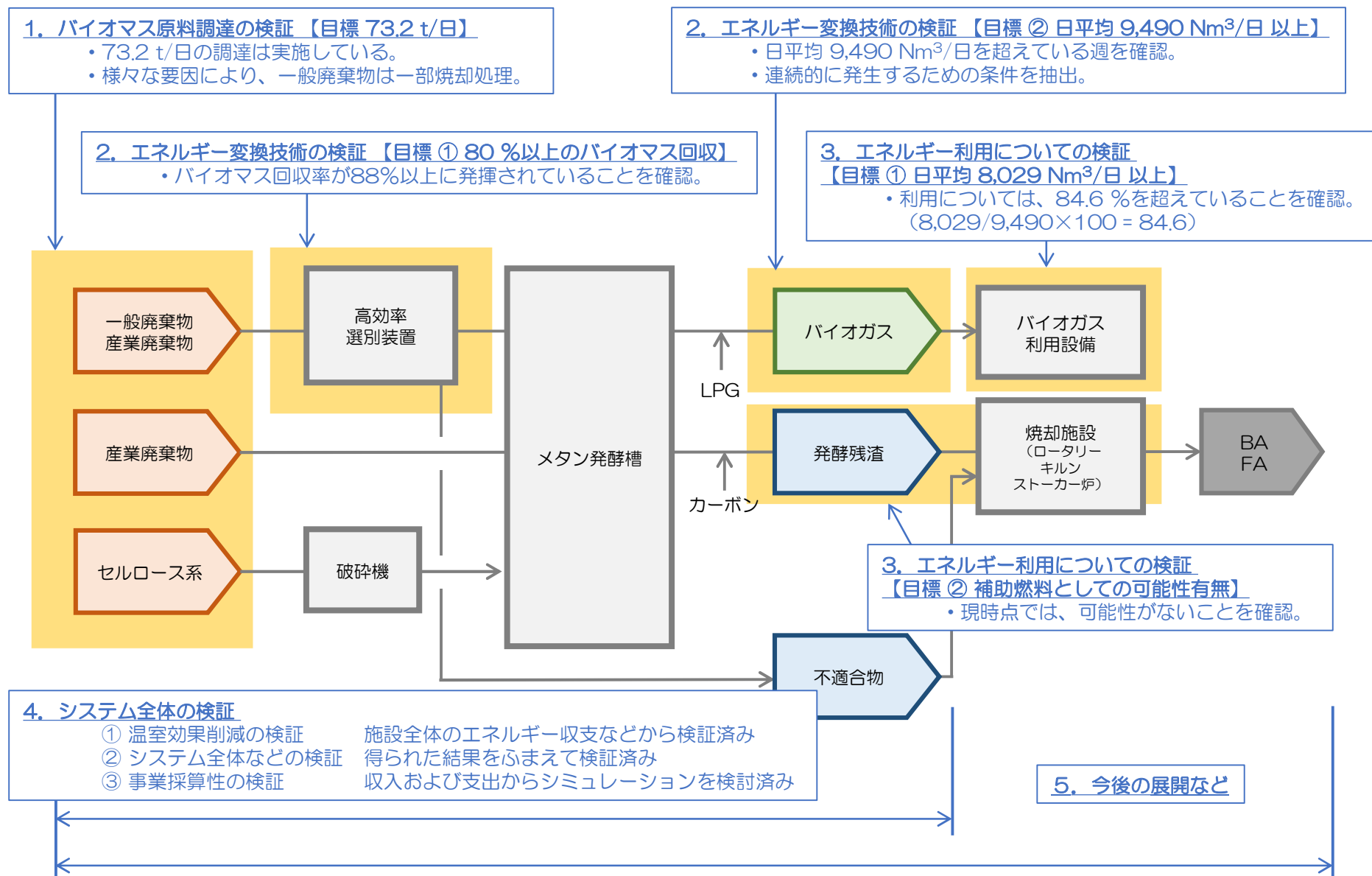
## 6. 研究開発成果（課題達成状況）



研究開発項目	研究課題	2016	2017	2018	2019	2020	達成率 (2020年度 12月まで)	目標値	達成値
1 バイオマス原料調達 の検証	① 混合系バイオマスの質と 量の検証				→		100 (確認終了)	73.2 ton/日	73.2 ton/日
2 エネルギー変換技 についての検証	① 高効率ごみ選別装置とし ての検証		実証事業施設 設計・建設・申請・届出など		→		100 (確認終了)	80 % 以上	88 %
	② 混合系バイオマスに対し てのバイオガス発生量お よびメタン濃度の検証				→		100 (確認終了)	平均 9,490 Nm <sup>3</sup> /日	平均 10,000 Nm <sup>3</sup> /日
3 エネルギー利用 についての検証	① バイオガス使用量等の検 証				→		100 (確認終了)	8,029 Nm <sup>3</sup> /日	8,029 Nm <sup>3</sup> /日
	② 発酵残渣とカーボン滓の 熱量把握および焼却施設 における検証				→		100 (確認終了)	可能性 有無	可能性 無
4 システム全体の検証	① 温室効果ガス削減の検証					→	100 (確認終了)	9,887 ton- CO <sub>2</sub> /年	12,621 ton- CO <sub>2</sub> /年
	② システム全体の物質収支 および埋立廃棄物量との 検証					→	100 (確認終了)	施設全般 の検証	NEDO へ報告
	③ 事業採算性の検証					→	100 (確認終了)	採算性 の検証	NEDO へ報告

総合的な達成度：進捗に対しては適切に進み検証することが出来た。また、それ以上のことも得られ実証事業を有意義に実施できていたと評価している。

## 6. 研究開発成果 (研究課題に対する結果)



## 6. 研究開発成果 （本実証事業で得られた結果の一部）



- メタン発酵槽を加温するのは、冬の時期のみだけで良いことが明らかになった。
- 投入原料にセルロース系物質が 8 % 以上含まれている必要がある。
- セルロース系物質のみでもメタン発酵は可能であるがメタン濃度は48 % を維持できない。
- 原料投入条件を維持できれば、1 トンの原料あたり200 Nm<sup>3</sup>以上は、バイオガスを回収することができる。そして、バイオガス化後の発酵残渣率は80 % であることも明らかになった。
- 高温メタン発酵におけるアンモニア阻害は、アンモニア態窒素 3,600 mg/kg以上でも異常はなかった。また、揮発性有機酸についても2,000 mg/kgでも異常はなかった。
- 高効率選別装置に送る一般廃棄物は、ある程度の分別は必ず必要であるが、詳細にまで分別を行う必要性はないことが分かった。
- メタン発酵槽内でVSの分解率が上昇すれば、見かけ含水率が上昇するため、投入原料由来の含水率をコントロールしなければならないことが分かった。



## 7. 今後の展望

### 1 ノウハウを活用し施設運転業務及び訓練施設としての展開

本事業で得られた各種データ・技術の供与、  
運転ノウハウを活用した類似施設の立上業務から初期運転確認業務のサポートにより、  
メタン発酵事業の普及に繋げる。  
そして、本事業施設を訓練施設と位置付とするオペレーター育成等の実施により、  
メタン発酵事業の安定運転を拡大・継続を促す。

#### ■ オリックス循環資源株式会社

◎計画地	埼玉県環境整備センター「彩の国資源循環工場」第Ⅱ期事業地内
◎最大処理能力	100 トン/日
◎設備容量	約1,600 kW
◎年間発電量	約 9,800,000 kWh
◎建設工事開始時期	2020年1月
◎商業運転開始時期	2022年1月（予定）



施設完成イメージ図

#### ■ 徳島県

民間同業者と徳島県エリアの  
産業廃棄物等を対象としたFSを実施

#### ■ 九州北部エリア

民間同業者と九州北部エリアの  
産業廃棄物等を対象としたFSを実施

### 2 地域との連携による事業の継続性

将来の高齢化社会における社会全体のごみ排出量減少、ごみ質の変化  
に対して、本事業を活用し地域と連携を図る。  
本事業の柔軟な対応、信頼の向上により、更なる事業継続ができる。

### 3 自治体運営の経費削減提案の実施

一般廃棄物処理を民間委託することで、実質的な廃棄物処理費用を  
抑制することが可能となる。また、将来のごみ排出量減少に対して  
も、本事業を活用することにより、処理施設の運営する金銭的なリ  
スクを回避することができる。

### 4 温室効果ガス削減への寄与

本事業で得られたバイオマスエネルギーを利活用することにより、  
現在のエネルギー購入量を削減し、温室効果ガス削減へ寄与する  
ことができる。