

「国内最大級の縦型乾式メタン発酵技術を用いた多様な廃棄物を原料としたバイオガスによる熱電併給型廃棄物処理モデル」

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

2022年 3月 7日



株式会社富士クリーン

企画開発部 町川 和倫

- ❖ 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 産業廃棄物処理施設特例法により香川県より認可
- H20. 9 破碎施設・造粒固化施設増設
- 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廃棄物無害化处理大臣認定（廃PCB等）
- H27. 3 低濃度PCB廃棄物無害化处理大臣認定（その他汚染物）



若手社員



国内展示会

事業の概要 (企業説明)



固形燃料化施設



焼却施設



管理型最終処分場



造粒固化施設



乾式メタン発酵施設



浸出水処理施設



破碎選別施設

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新エネルギーの創造」

《実証事業期間 2016年8月 ～ 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 ³ /日 (CH ₄ -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 ³ /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 ₂ /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

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 ³ /日	平均 10,000 Nm ³ /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 ³ /日	8,029 Nm ³ /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 ₂ /年	12,621 ton- CO ₂ /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。

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 ²
・ 建築面積*3	約 2600 m ²
・ 延べ面積	約 5000 m ²
・ 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 Nm³/日
重油換算*5 約 4.8 kL/日
総発電量*6 約 18.6 MWh/日

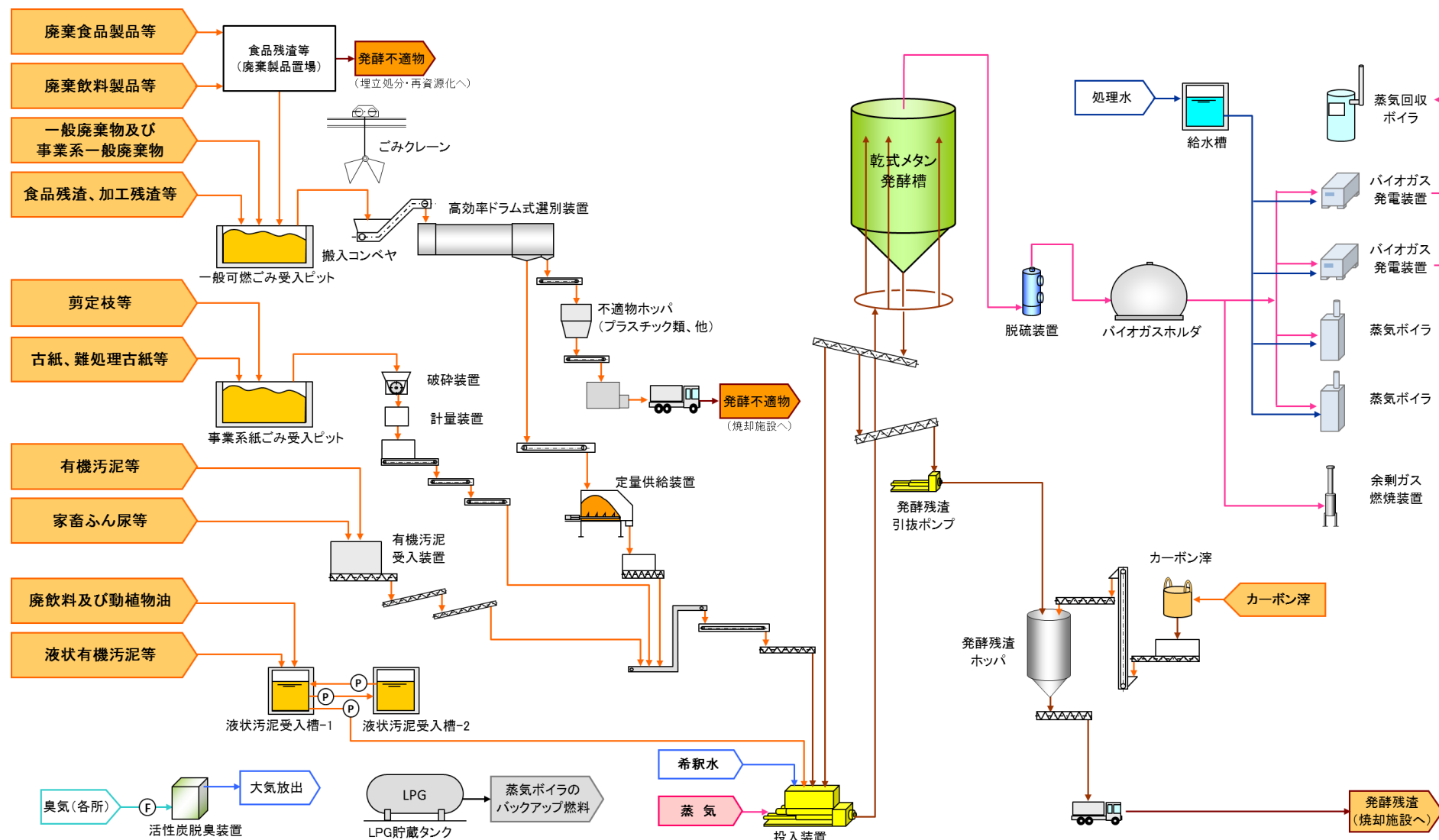
発生したバイオガスを全て利用した場合

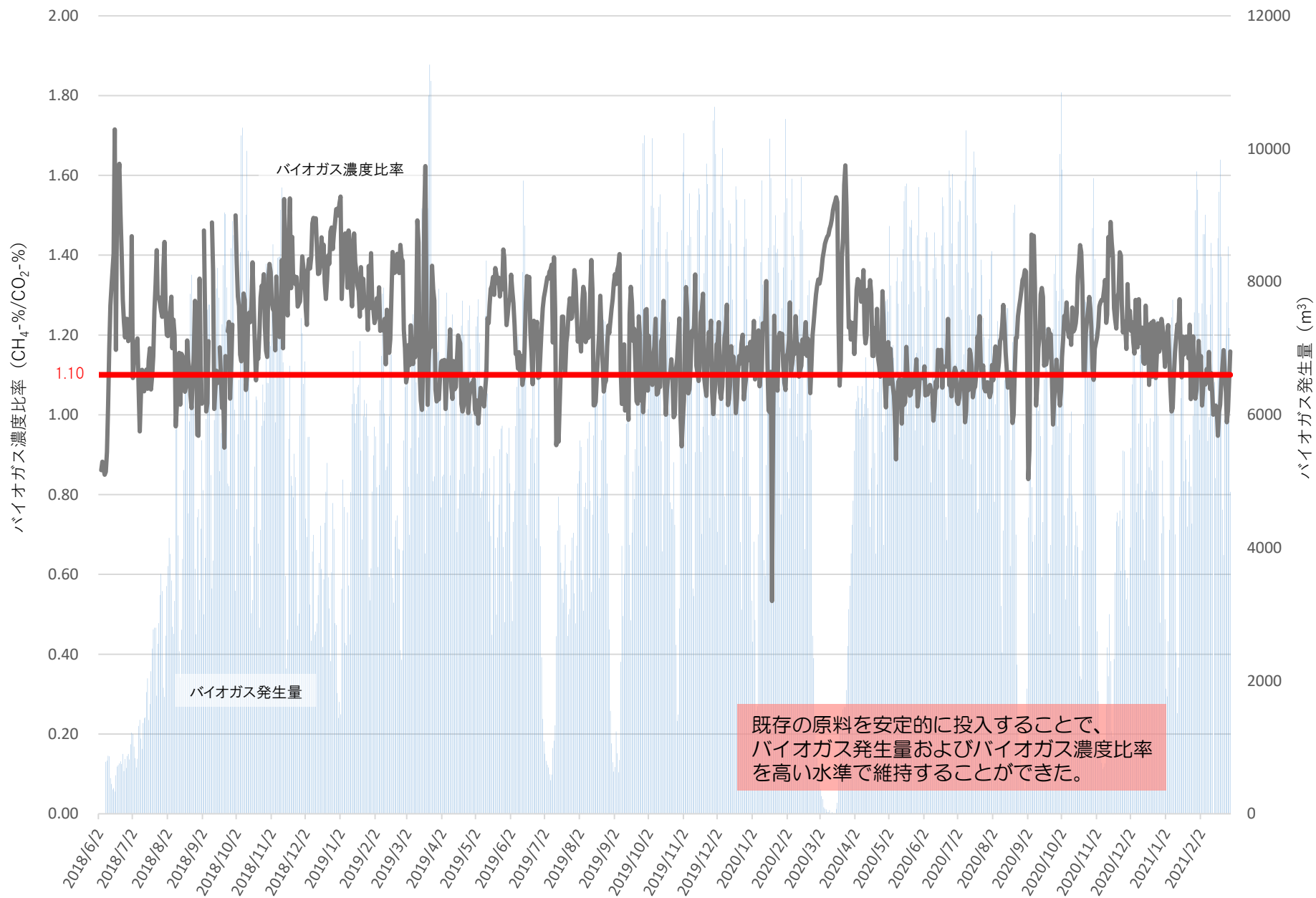
*5 CH₄濃度 55 %換算

*6 CH₄濃度 55 %換算・発電効率 35.9 %

事業の概要

(施設概要 乾式メタン発酵施設 フローシート)





全体の検証 (原料投入状況 2018年6月～2021年2月)

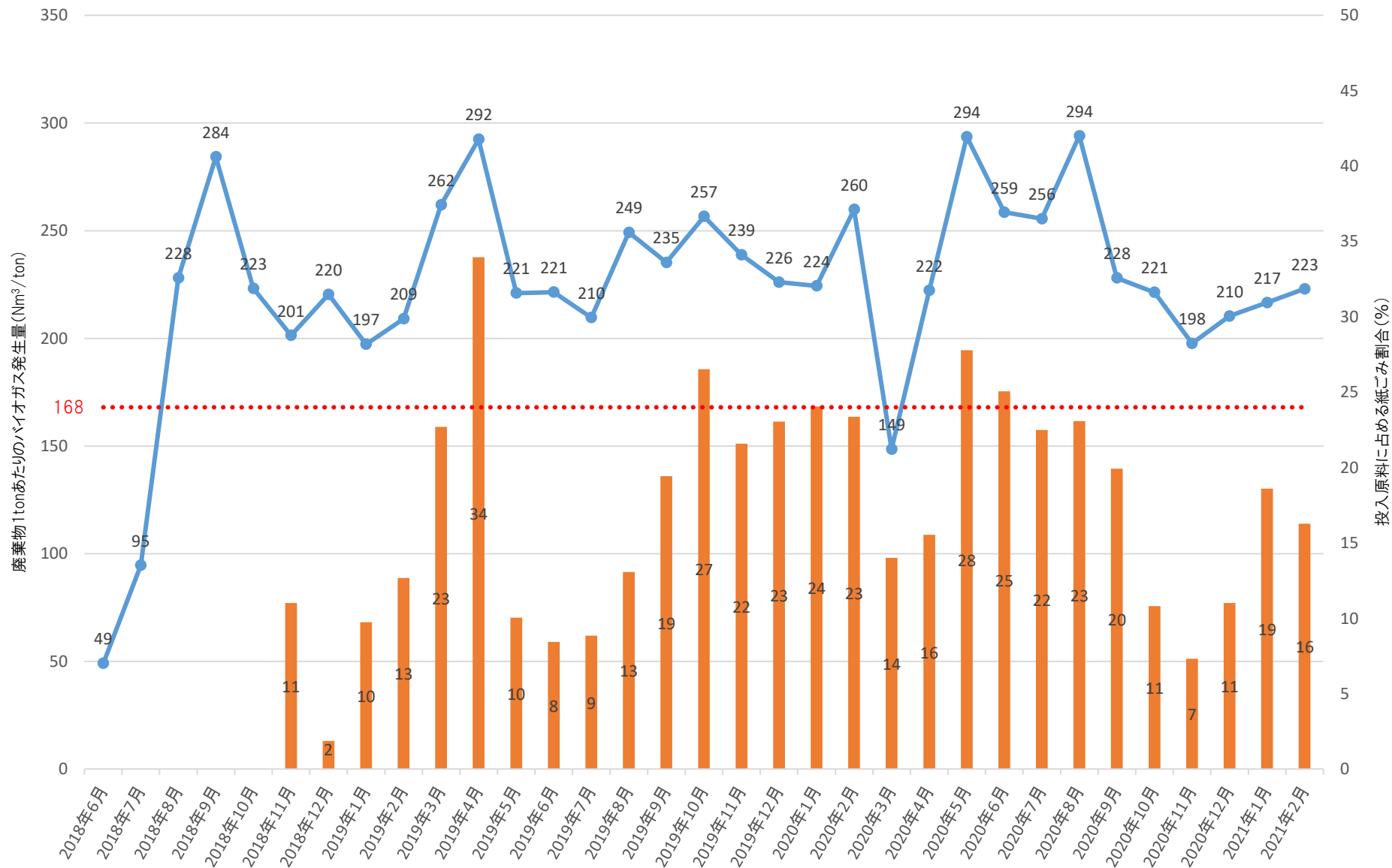


図 廃棄物1tonあたりのバイオガス発生量

切符関係
(磁気コーティング有りなど)



シール台紙
(コーティング有りなど)



インクカーボン紙・感熱紙
(インク付きなど)



雑誌
(コート紙)



封筒・シュレッダーごみ関係
(プラスチック付き・入り)



テトラパックなど
(残渣飲料付き)



紙袋関係
(アルミ箔付き)



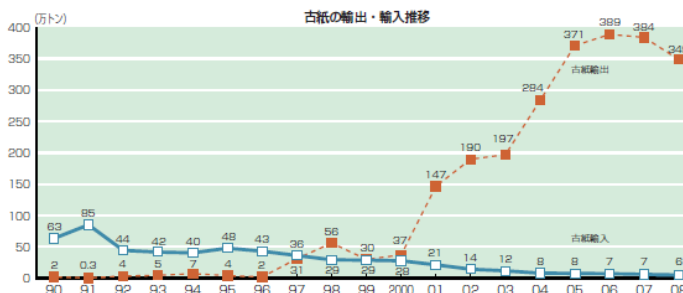
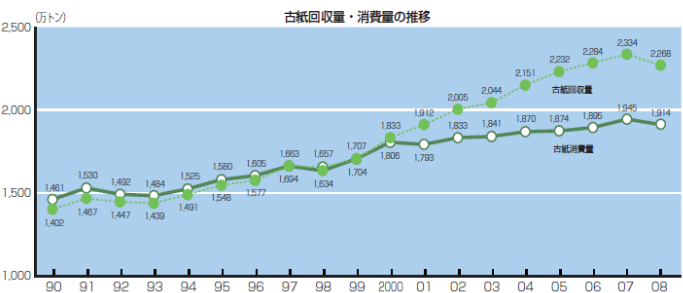
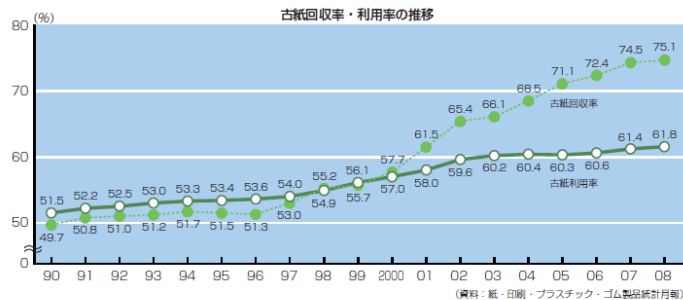
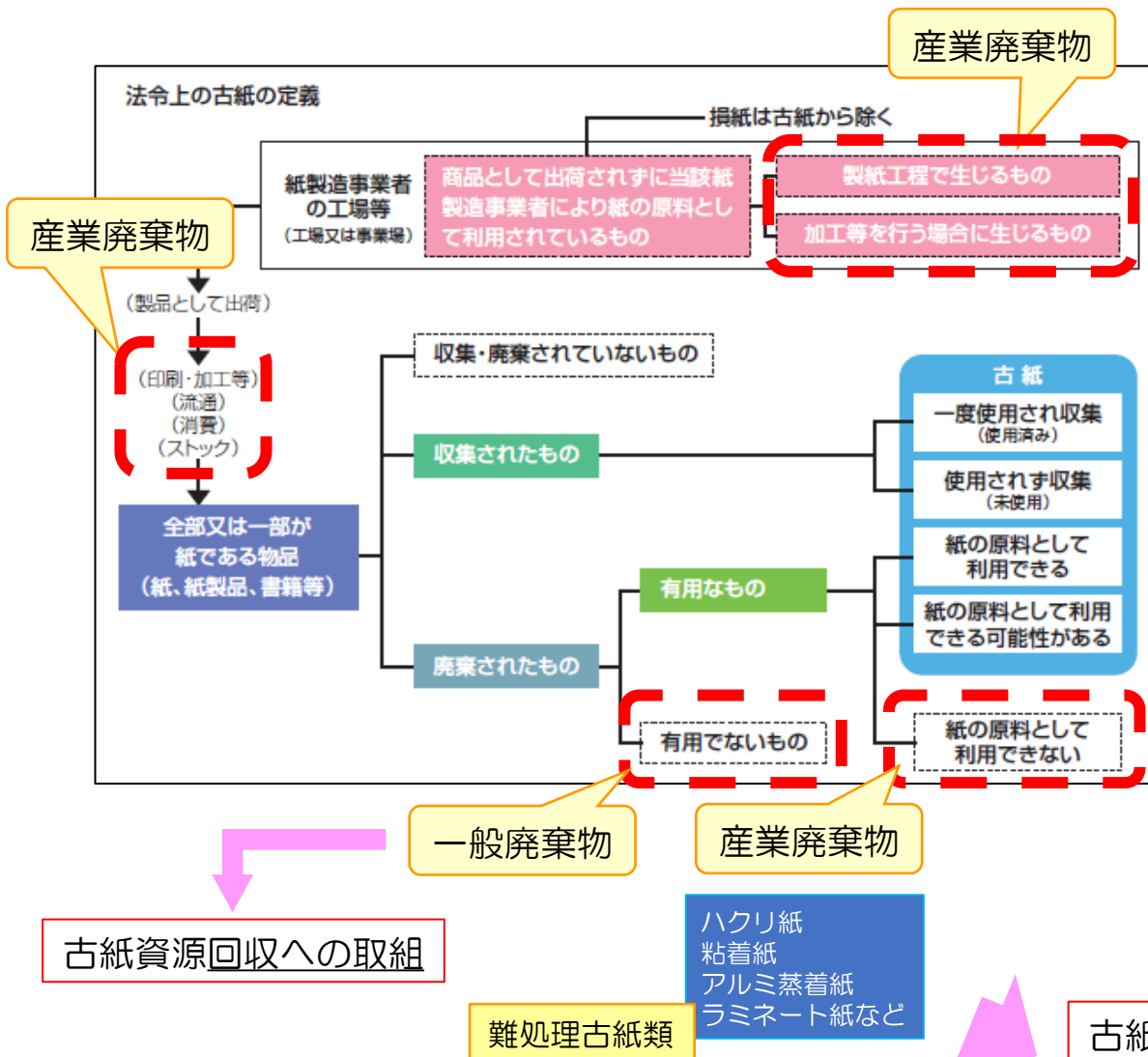
石膏ボードの紙
(分離後の紙)



壁紙
(接着剤付きなど)



新たなメタン発酵原料 (難処理古紙類の動向)



参照：平成21年3月 財団法人古紙再生促進センター資料から抜粋

古紙資源回収率の向上
↓
産業廃棄物量の減少

新たなメタン発酵原料 (難処理古紙類の価値)

難処理古紙類



調査結果

- ・物 量 2,000 t/年 ~ 4,000 t/年
- ・発生地域 大阪、愛知、香川、京都
- ・使用状況 再生古紙原料、輸出

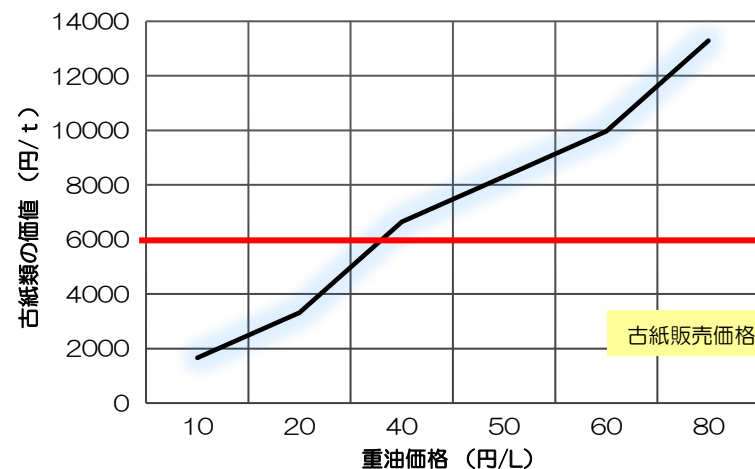
難処理古紙販売価格 2,000 円/t ~ 3,000 円/t

本事業による効果を重油換算にて検証

	バイオガス発生量 (乾式メタン発酵プロセス)
古紙類	330 Nm ³ /t

330 Nm³/t を重油換算 → 166 L/t

166 L/t × 65 円/L = 10,790 円/t
古紙類 1 tonの価値



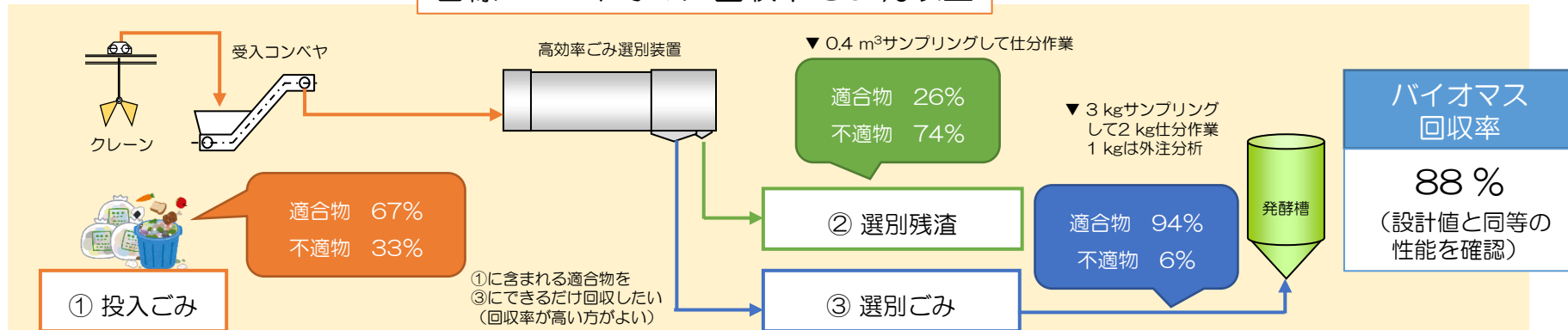
平成27年(2015年)実施したFS調査結果

可燃ごみ由来のセルロース (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。

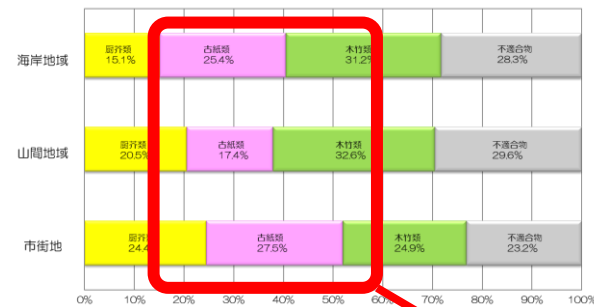
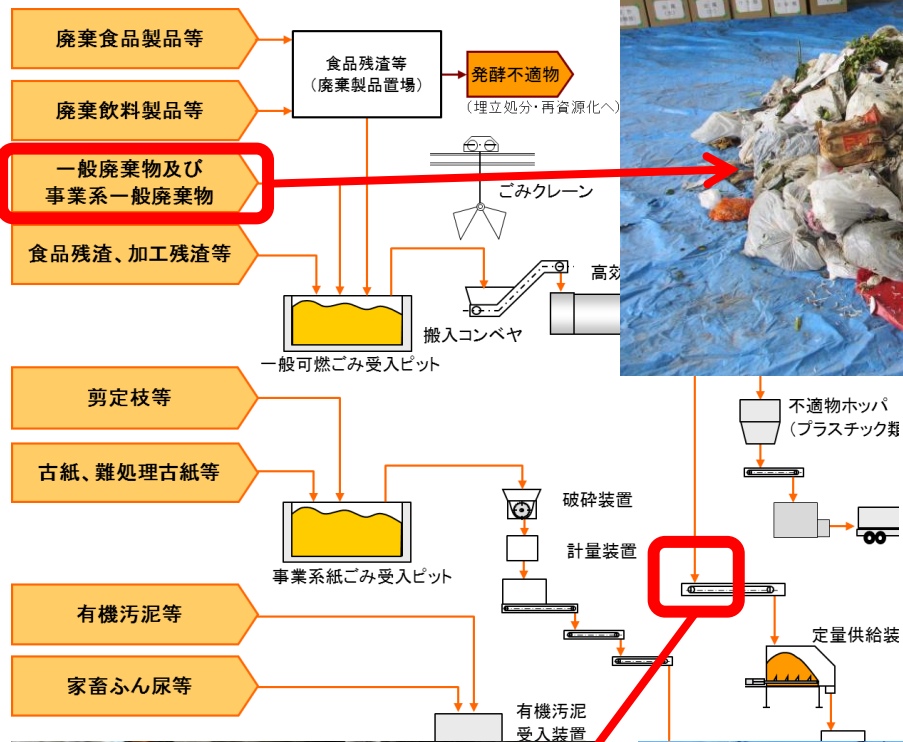
試験内容：①～③の組成を調査する

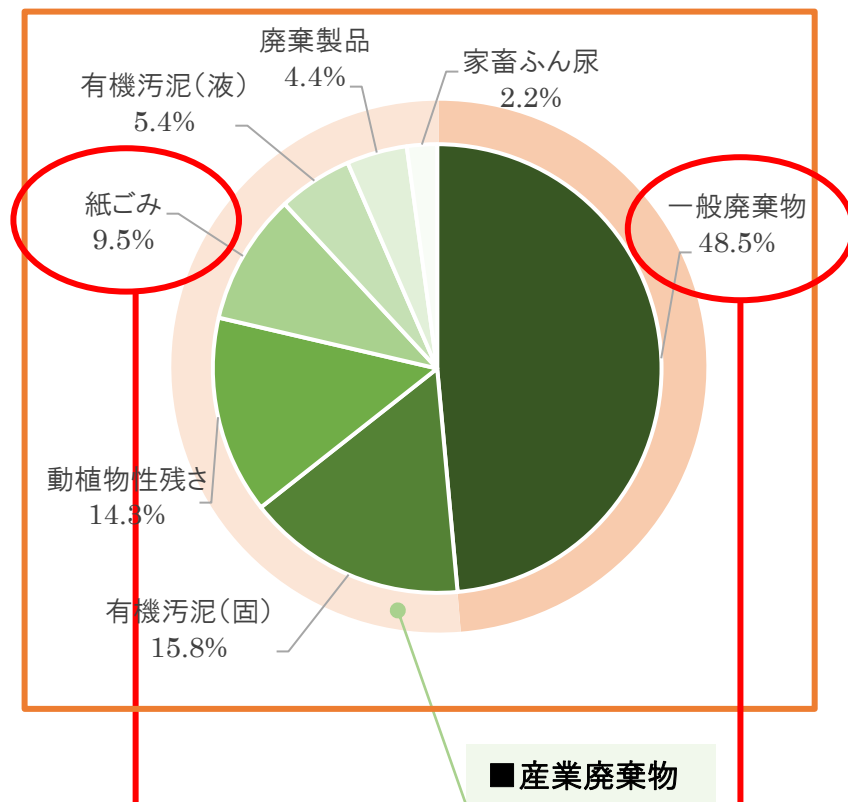
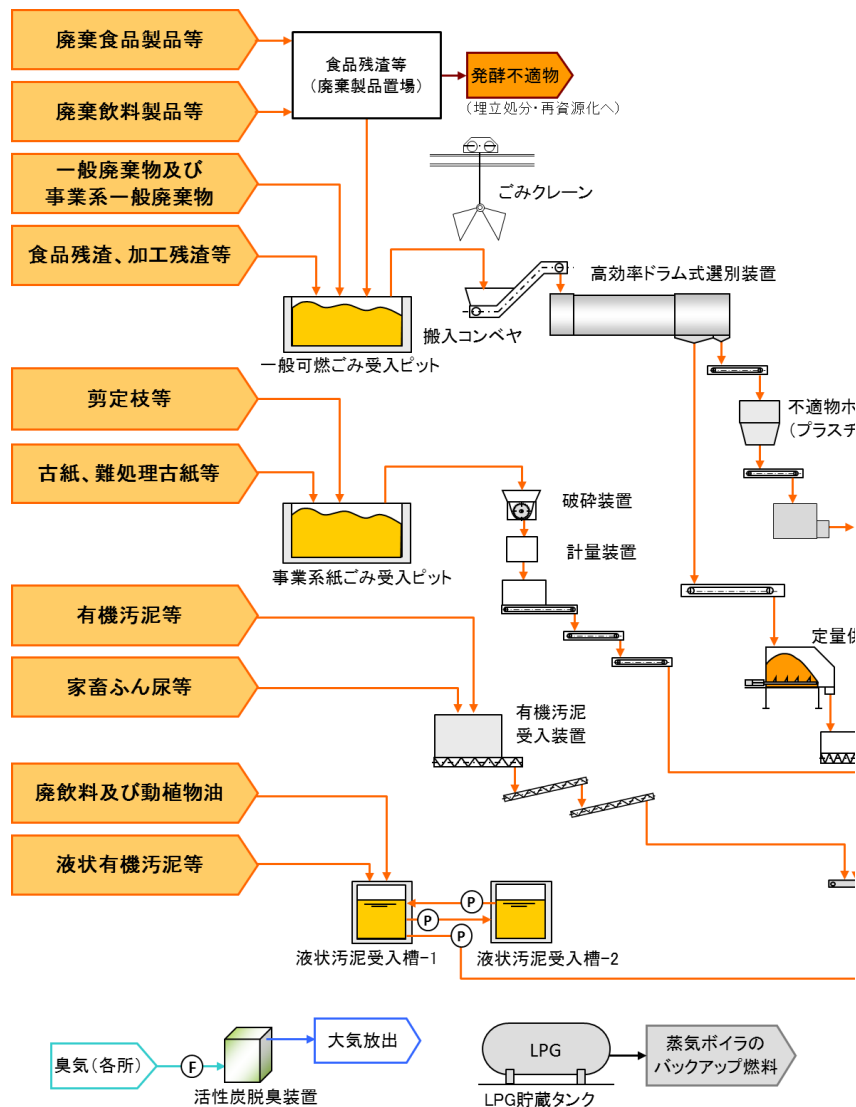
目標：バイオマス回収率 80 %以上



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）





9.5 %
↓
2.0 % ~ 3.0 %

19.4 %
↓
8.0 %以上

9.7 %
↓
5.0 % ~ 9.0 %

メタン発酵技術の違いについて（処理方式 比較検討におけるポイント）

選別は

- ◆ する？
発生元にて分別後回収（一般廃棄物・産業廃棄物）
受入してから機械分別方式（一般廃棄物が多い）
- ◆ しない？
分別された廃棄物のみ（産業廃棄物が多い）

発酵残渣は

- ◆ 異物混入あり
乾式メタン発酵方式であれば、異物が多い。
なので、焼却等で処理を行うのがベスト
- ◆ 異物混入なし
湿式メタン発酵方式であれば、異物がほとんどない。

バイオマス原料
（廃棄物）

メタン発酵槽投入

発酵後の処理

- ・ 収集運搬体制？
- ・ 1社に依存していないか？

- ・ 選別装置からの異物混入率？
- ・ 投入における窒素成分？
- ・ 最終投入原料は単一性性状・種類？

- ・ 利用するのか？
- ・ 焼却施設？
- ・ 再利用施設？
- ・ 下水処理？
- ・ 河川放流？

液肥利用
堆肥利用

都市ごみ
を扱う

乾式では異物混入に
対する許容範囲が大きい

乾式発酵向き

発酵残渣の
焼却利用が可能

コンバインドシステムで
発酵残渣の処理

含水率の低い
ごみを扱う

乾式は希釈調整が不要
湿式は希釈調整が必要

メンテナンス性
維持管理費

最終まで必ず検討が必要
湿式→排水処理
乾式→発酵残渣処理

バイオガス生産量

投入原料に対して
VSがどれだけ分解して
ガス化するのかを
必ず検討

液肥利用
が可能

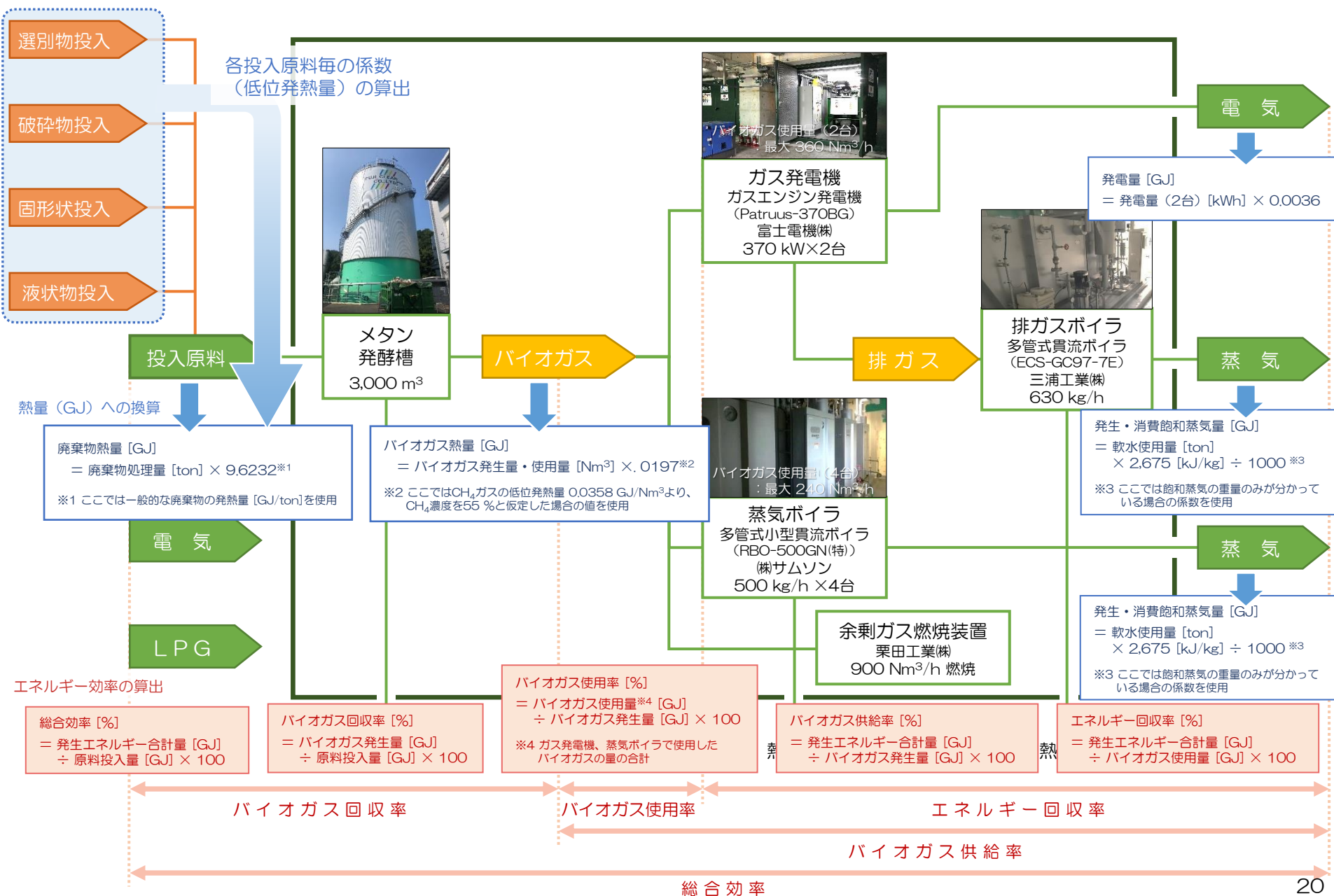
畑などの利用先がある
地域と信頼関係がある

処理量が少量
（20 t/日以下）

小規模プラントの
実績が豊富

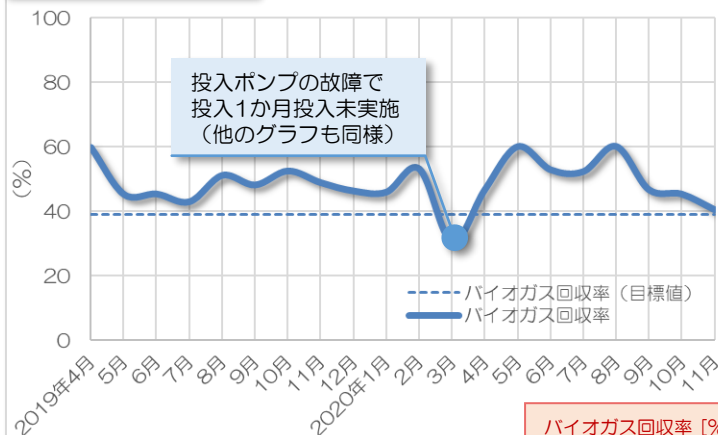
湿式発酵向き

乾式メタン発酵方式によるエネルギー利用についての検証



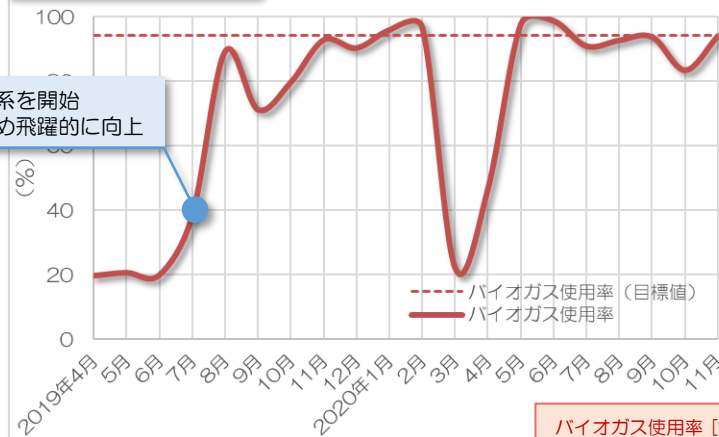
乾式メタン発酵方式によるエネルギー利用についての検証

バイオガス回収率



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

バイオガス使用率



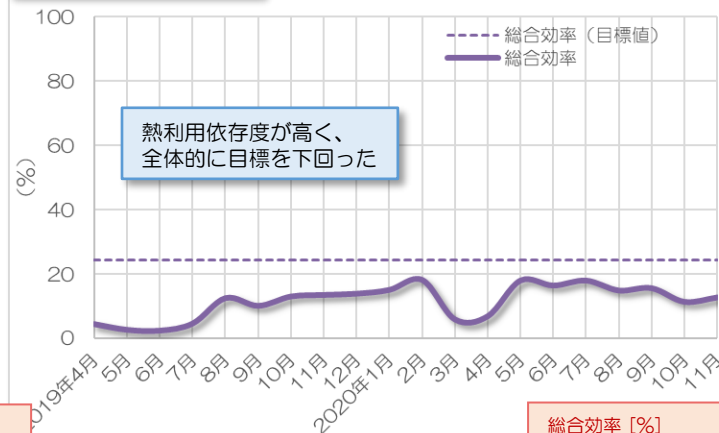
$$\begin{aligned} \text{バイオガス使用率} [\%] \\ &= \frac{\text{バイオガス使用量}^{\ast 4} [\text{GJ}]}{\text{バイオガス発生量} [\text{GJ}]} \times 100 \end{aligned}$$

バイオガス供給率



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

総合効率



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

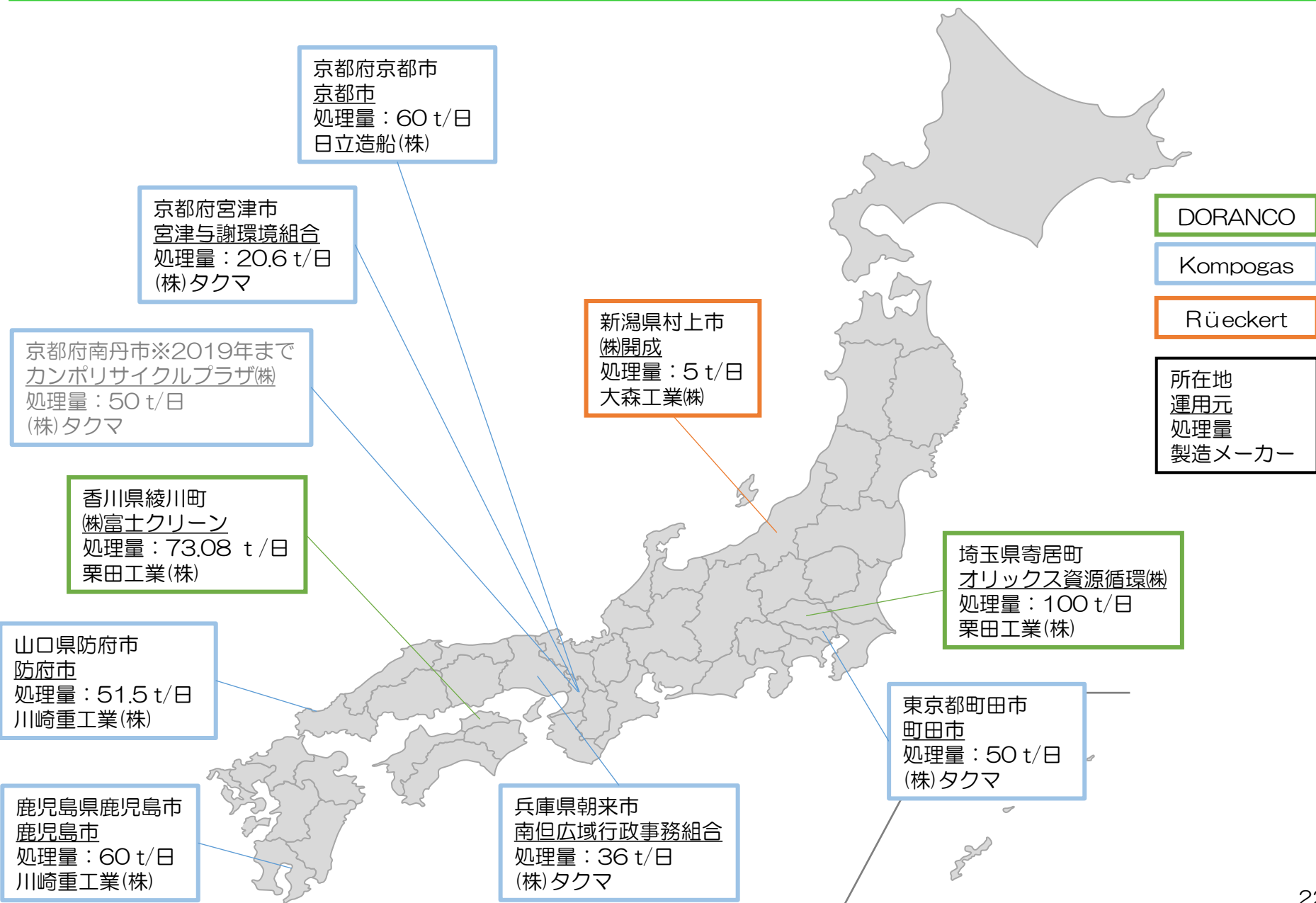
バイオガス回収率は概ね目標を達成することができた。

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。

国内における乾式メタン発酵施設建設等の動向（乾式メタン発酵技術 横型・縦型）



6. 実証事業の進捗状況 (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。
- 原料を投入するセルロース系は、原料割合内に 8% 以上必要である。
- ただし、セルロース系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 Nm³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 3600 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2000 mg/kgでも異常はなかった。
- 高効率選別装置における一般廃棄物は、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。

*これ以外にも多くの結果が得られている。現在、研究課題ごとに得られたデータと照らし合わせながら整合性を確認している。そして、システム全体の検証として、最終評価を実施し纏めの段階に進んでいる。