

令和4年度環境省委託業務

令和4年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業

＜乾式メタン発酵施設を活用した ごみ処理広域化におけるエネルギー自立型中継施設の実証＞

委託業務

成果報告書

令和5年3月
栗田工業株式会社

概要

1. 実証事業の目的

地方自治体において、一般廃棄物を対象としたごみ処理の広域化に伴う中継基地の機能強化とごみ質低下への対応として、エネルギー回収技術である排水処理を必要としないメタン発酵が期待されている。中継施設においてエネルギー自立型で残渣の発生を極力抑制するシステムを構築することで、後続の集約型ごみ処理施設の規模が縮小できる広域化処理システムが実現できれば、中継施設の脱炭素化だけでなく、システム全体での建設費や維持管理費を低減し脱炭素化が可能となり、国が推進する広域化やメタンガス化が普及していくと考える。

一般廃棄物の広域化処理における中継施設として、縦型乾式メタン発酵施設を適用することで、単なる積替施設ではなく、バイオマス系廃棄物を処理するとともに、回収したエネルギーで中継施設の使用エネルギーを賄うことで、集約型ごみ焼却処理施設への輸送量減少による温室効果ガス排出量の削減効果とごみ焼却処理規模の縮減が期待できることから、本実証事業を実施するものである。

本実証事業では、「広範囲な広域化構想の下、中継施設に排水処理を要しないメタンガス化・燃料化施設を付設することで、生ごみ等の腐敗しやすい廃棄物を自らのエネルギーで処理・縮減することにより、以降の廃棄物処理プロセスの脱炭素化・軽減化を図ること」を目指すものである。

この目的を達成するために、実用化に向けた以下の課題を解決していくことが必要である。

① 中継施設としてのエネルギー自立型乾式メタン発酵システムを構築する。

回収したバイオガスは自家消費する分だけ発電し、残りは乾燥装置等の熱源として使用する。

発酵残渣を乾燥し燃料化することで、発酵残渣を廃棄物自体が持つエネルギーで処理し残渣量を縮減する。

② 広域化、中継施設に関する CO₂ 排出量を明らかにする。

③ 2050 年のカーボンニュートラルに向け、中継施設やごみ焼却施設へのごみ輸送量削減に伴う CO₂ 排出量等を明確にし、温室効果ガス排出量削減効果を明らかにする。

④ 将来のごみ質変化に対応できる中継施設の仕様を明らかにする。

将来のごみ質低下に対応するため、破碎・選別等の前処理システムの仕様検討や、発酵残渣と高熱量廃棄物との混合による熱量調整等の検討などを実施し、対応策を明らかにする。

2. 今年度の成果

一日約 100 トンの家庭系、事業系の一般廃棄物や産業廃棄物を縦型乾式メタン発酵施設で処理を行っているオリックス資源循環株式会社寄居バイオガスプラントを実証試験施設として、施設の運転データ、搬入される原料性状やメタン発酵残渣を提供いただき、以下の項

目について検討を行った。

2-1 メタン発酵原料、発酵残渣、残渣乾燥物などの物性調査による性状の把握

メタン発酵原料に関し、サンプルの採取方法に依存するが、いくつかの項目に設計値との乖離が見られた。排出元の収集形態や、リサイクル、廃棄物削減の取組状況の影響と考えられる。原料性状はバイオガス発生量、すなわち発電量に与える影響が最たるものであり、事業化において最も重要な項目である。紙類、厨芥類、木・竹・わら類など、いわゆるバイオマスを多く含む原料を多く回収できるかがポイントである。

発酵残渣の性状はその乾燥物を燃料として利用する際、利用設備、排ガス処理設備の運用に影響を与える。特に水分、発熱量、無機成分含有量、塩素含有量である。実証事業で想定した範囲内の結果であり、試算結果に大きな影響を与えるものではない。

2-2 実証試験施設乾燥設備の各種運転データの取得および CO₂ 削減効果、エネルギー収支等の評価

概ね、設計計画値内の値であり、回収したメタンガスによる発電量は、施設稼働に要する電力量を上回り、外部からの電力供給によらず施設の運転が可能であることが確認できた。この結果を基に本実証事業で設定したメタン発酵原料由来の発電量原単位の数値と比較するとその値を上回る結果であった。この結果から、実証事業のモデルにおいて CO₂ 排出量の削減が可能である事が確認された。

2-3 実証試験施設で発生したメタン発酵残渣の間接および直接乾燥試験(燃料化原料として)

熱風による直接乾燥により、R 3 年度の課題であった乾燥機内部での残渣中の夾雑物による悪影響は解消できる事を確認した。また、乾燥物の物性分析を行い、性状を確認した。

間接乾燥では夾雑物の悪影響が確認された。

3. まとめ

中継施設に縦型メタン発酵設備適用した場合、実証試験施設に搬入される原料、運転データを解析し、実証事業で試算に用いた条件は満足し、エネルギー自立は可能であることの見通しを得た。一方で原料性状や処理規模により、回収可能なエネルギー量が異なるため、適用先の見極めが課題である。R 5 年度も引き続き実証試験施設の運転データの確認を行い、施設の規模とエネルギー自立の関係を確認する。

また、メタン発酵残渣の乾燥物を残渣乾燥用の燃料として利用する事に関し、その発熱量により、追加で必要なエネルギー量が変動する。例えば追加のエネルギーとしてメタン発酵で生成したメタンガスを使用した場合、発電量は減少する事になる。

R 5 年度も引き続きメタン発酵原料、発酵残渣、その乾燥物の性状把握を行い、エネルギー収支の確認を行う予定である。

Summary (英語版)

Demonstration Project for Decarbonization and Leading Waste Treatment System in FY 2022 (Demonstration of Energy Independent Relay Facilities for Wide-Area Waste Disposal Using Dry Methane Fermentation Facilities)

Summary

1. Purpose of the demonstration project

Methane fermentation, which does not require waste water treatment as an energy recovery technology, is expected by local governments to enhance the functions of relay stations and handle the deterioration of waste quality due to the expansion of areas covered by each waste treatment facility for municipal solid waste. If a treatment system covering wide areas that would reduce the scale of subsequent intensive waste treatment facilities can be realized by constructing a system that is energy independent and minimizes the generation of residues at relay facilities, the decarbonization of relay facilities as well as decarbonization through a reduction in construction and maintenance costs of the entire system will become possible. This will accelerate the adoption of the wide-area treatment and methane gasification promoted by the government.

By applying a vertical dry methane fermentation facility as a relay facility in the wide-area treatment of municipal solid waste, it is expected to reduce greenhouse gas emissions by reducing the amount of transportation to the intensive waste incineration facility and reduce the scale of waste incineration treatment by treating biomass waste instead of functioning only as a transshipment facility and by covering the energy used at the relay facility with the recovered energy. This demonstration project will be implemented based on these reductions.

This demonstration project aims to decarbonize and reduce subsequent waste treatment processes by adding methane gasification and fuel facilities that do not require waste water treatment to relay facilities under the wide-area expansion plan, and treating and reducing perishable wastes such as raw waste with their own energy.

In order to achieve this, it is necessary to solve the following problems regarding practical application.

[1] Construction of an energy independent dry methane fermentation system as a relay facility. Collected biogas is used to generate electricity for in-house consumption and the rest is used as a heat source for drying equipment etc.

The fermentation residue is dried and converted into fuel, and the fermentation residue is treated with the energy from the waste itself to reduce the amount of residue.

[2] Clarification of carbon dioxide (CO₂) emissions related to wide-area expansion and relay facilities.

[3] Clarify the CO₂ emissions associated with reducing the amount of waste transported to relay

facilities and waste incineration facilities, and clarify the reductions in greenhouse gas emissions in order to achieve carbon neutrality by 2050.

- [4] Clarification of the specifications for relay facilities that can handle future waste quality changes.

In order to handle future deteriorations in waste quality, the specifications of pretreatment systems such as crushing and sorting as well as heat adjustment by mixing fermentation residue with high-calorific waste will be examined, and countermeasures will be clarified.

2. Results for the current fiscal year

The Yorii Biogas Plant (ORIX Environmental Resources Management Corporation) processes approximately 100 tons of general household and business municipal solid waste and industrial waste per day using a vertical dry methane fermentation facility. Facility operation data, the properties of raw material that is brought into the facility, and methane fermentation residue were provided to examine the following items using this plant as a demonstration test facility.

2-1 Understanding of properties based on methane fermentation raw material, fermentation residue, and dried residue physical property surveys

For methane fermentation raw material, some items deviated from the design values, depending on how the samples were collected. This can be attributed to the collection patterns of the sources and the state of recycling and waste reduction efforts. Raw material properties have the greatest impact on the amount of biogas generated, that is, the amount of power generated, and are the most important item in commercialization. The key is whether a large amount of raw material can be collected such as paper, kitchen waste, wood, bamboo, and straw that contain a large amount of so-called biomass.

The properties of the fermentation residue affect the operation of the utilized equipment and the exhaust gas treatment equipment when the dried residue is used as fuel. These properties include moisture, heat rate, inorganic component content, and chlorine content in particular. The results are within the range assumed in the demonstration project and do not have a significant impact on the estimation results.

2-2 Acquisition of various operation data for the industrial dryers at the demonstration test facility and evaluations of CO₂ reductions, energy balance, etc.

It was confirmed that the values were generally within the design plan. The amount of power generated by the recovered methane gas exceeded the amount of power required to operate the facility, and it was confirmed that the facility could be operated without an external supply of power. Based on these results, when compared with the value of the power generation intensity from methane fermentation raw material set in this demonstration project, the results exceeded this value. The results confirmed that the demonstration project model can reduce CO₂ emissions.

2-3 Indirect and direct drying tests of methane fermentation residue generated at the demonstration test facility (as a raw material for fuel)

It was confirmed that direct drying via hot air can eliminate the adverse effect caused by impurities in residue inside the dryer, which was an issue in FY 2021. The physical properties of the dried material were also analyzed to confirm the properties.

The adverse effects of impurities were confirmed with indirect drying.

3. Summary

When the vertical methane fermentation facility was applied to the relay facility, the raw material brought in to the demonstration test facility and the operation data were analyzed, and the conditions used for the estimation in the demonstration project were satisfied, and the prospect that energy independence is possible was obtained. At the same time, since the amount of recoverable energy varies depending on the properties of the raw material and the treatment scale, determining where it can be applied will be an issue. In FY 2023, we will continue to confirm the operation data of the demonstration test facility and the relationship between the scale of the facility and energy independence.

In addition, regarding the use of dried methane fermentation residue as fuel for residue drying, the amount of additional energy required varies depending on the amount of heat generated. For example, if methane gas produced by methane fermentation is used as additional energy, the amount of power generated will be reduced.

In FY 2023, we plan to continue working to understand the methane fermentation raw material, fermentation residue, and the dried residue to confirm the energy balance.

～ 目次 ～

I. 実証事業の目的・目標、スケジュール	1
1. 業務の目的	1
2. 業務の内容	2
3. 全体計画の作成	4
3.1 事業実施スケジュール	4
3.2 工程表	4
3.3 実証体制	5
II. 令和4年度実証事業の成果報告	12
1. メタン発酵残渣、発酵残渣乾燥物の性状把握	12
1.1 実証結果内容	12
1.2 実証結果	12
1.2.1 メタン発酵原料の分析	12
1.2.2 分析結果考察	15
1.2.3 各組成の三成分調査	15
1.2.4 乾式メタン発酵残渣の分析	16
1.2.5 乾式メタン発酵残渣乾燥物の分析	17
1.3 実証試験施設の概要	18
1.4 CO ₂ 排出量の算定	23
2. 発酵残渣乾燥方式の検討	26
2.1 令和3年度実証事業で実施済みの乾燥試験における課題	26
2.1.1 (方式1) : 熱風式(攪拌機付)	26
2.1.2 (方式2) : 蒸気による間接加熱式	29
2.2 課題解決するにあたっての乾燥機型式の検討	31
2.3 (方式3) : 通気回転式乾燥機	33
2.4 (方式4) : バンド流動乾燥機	40
3. 乾燥試験でのエネルギー収支及び熱収支	43
III. 添付資料	49
1.1 第1回検討会資料および議事録	50
1.2 第2回検討会資料および議事録	80
1.3 令和4年度脱炭素・先導的廃棄物処理システム実証事業第二回審査会等資料	103

I. 実証事業の目的、目標、スケジュール

1. 業務の目的

我が国は、循環型社会や地域循環共生圏の実現に向け廃棄物の有効利用を推進している。プラスチック資源循環促進法の成立によりプラスチックごみの循環利用が促進され、一般家庭から排出される燃やせるごみ中のプラスチックの含有量が減少しごみ質が低下していくことが予想される。

これまでの廃棄物処理では、燃やせるごみ中の水分の高い厨芥類に関してはメタンガス化し、その他廃棄物を焼却・熱回収する「メタンガス化＋焼却」のコンバインドシステムがエネルギー回収型廃棄物処理施設として2分の1の循環型社会形成推進交付金の対象となっている。しかしながら、現状では「メタンガス化＋焼却」のコンバインドシステムは、普及しているとは言い難い。この普及の妨げとなっているのが、排水処理等の付帯設備に起因する建設費や維持管理費の高騰であると考えられている。

また、少子高齢化に伴う人口減少によって税収が減少することから、平成31年（2019年）3月に「持続可能な適正処理に向けたごみ処理の広域化及びごみ処理施設の集約化について（通知）」が発出された。今後の廃棄物処理は、広域化範囲の拡大に伴う中継施設の機能強化が求められることが予想される。

これらごみ処理の広域化に伴う中継基地の機能強化とごみ質低下への対応として、エネルギー回収技術である排水処理を必要としない縦型乾式メタン発酵が期待されている。中継施設においてエネルギー自立型で残渣の発生を極力抑制するシステムを構築することで、後続の集約型ごみ処理施設の規模が縮小できる広域化処理システムが実現できれば、中継施設の脱炭素化だけでなく、システム全体での建設費や維持管理費を低減し脱炭素化が可能となり、国が推進する広域化やメタンガス化が普及していくと考える。

一般廃棄物の広域化処理における中継施設として、縦型乾式メタン発酵施設を適用することで、単なる積替施設ではなく、バイオマス系廃棄物を処理するとともに、回収したエネルギーで中継施設の使用エネルギーを賄うことで、集約型ごみ焼却処理施設への輸送量減少による温室効果ガス排出量の削減効果とごみ焼却処理規模の縮減が期待できることから、本実証事業を実施するものである。

本実証事業では、「広範囲な広域化構想の下、中継施設に排水処理を要しないメタンガス化・燃料化施設を付設することで、生ごみ等の腐敗しやすい廃棄物を自らのエネルギーで処理・縮減することにより、以降の廃棄物処理プロセスの脱炭素化・軽減化を図ること」を目指すものである。

この目的を達成するために、実用化に向けた以下の課題を解決していく必要がある。

2. 業務の内容(図 1.1、図 1.2)

- (1) 中継施設としてのエネルギー自立型乾式メタン発酵システムを構築する。

回収したバイオガスは自家消費する分だけ発電し、残りはメタン発酵残渣の乾燥装置等の熱源として使用する。

発酵残渣を乾燥し燃料化することで、発酵残渣を廃棄物自体が持つエネルギーで処理し残渣量を縮減することを目的とする。

- (2) 広域化、中継施設に関する CO₂ 排出量を明らかにする。

令和4年度においては、令和3年度に引き続き、図1.3に示す実証試験施設での運転実績を把握し、CO₂排出量の試算を実施した。実証試験施設の位置づけは、運転データ、メタン発酵原料の性状、メタン発酵残渣を提供いただき、解析や試験を行い、本事業の成立条件の試算を行う。

- (3) 2050年のカーボンニュートラルに向け、中継施設やごみ焼却施設へのごみ輸送量削減に伴う CO₂ 排出量等を明確にし、温室効果ガス排出量削減効果を明らかにする。

- (4) 継続的課題として将来のごみ質変化に対応できる中継施設の課題について検討する。

将来のごみ質低下に対応するため、破碎・選別等の前処理システムの仕様検討や、発酵残渣と高熱量廃棄物との混合による熱量調整等の検討などを実施し、対応策を明らかにする。

なお、令和3年度の実証事業における検討会において検討会委員より指摘された事項についても検討に加えることとした。

- (5) 本システムの適用により、地域の状況に応じて連携した、より広範囲な地域において、資源循環、エネルギー利用を活用しつつ、廃棄物処理の効率化、地域の脱炭素化、エネルギー費用の内部循環（外部流出抑制）に資することが可能となる。

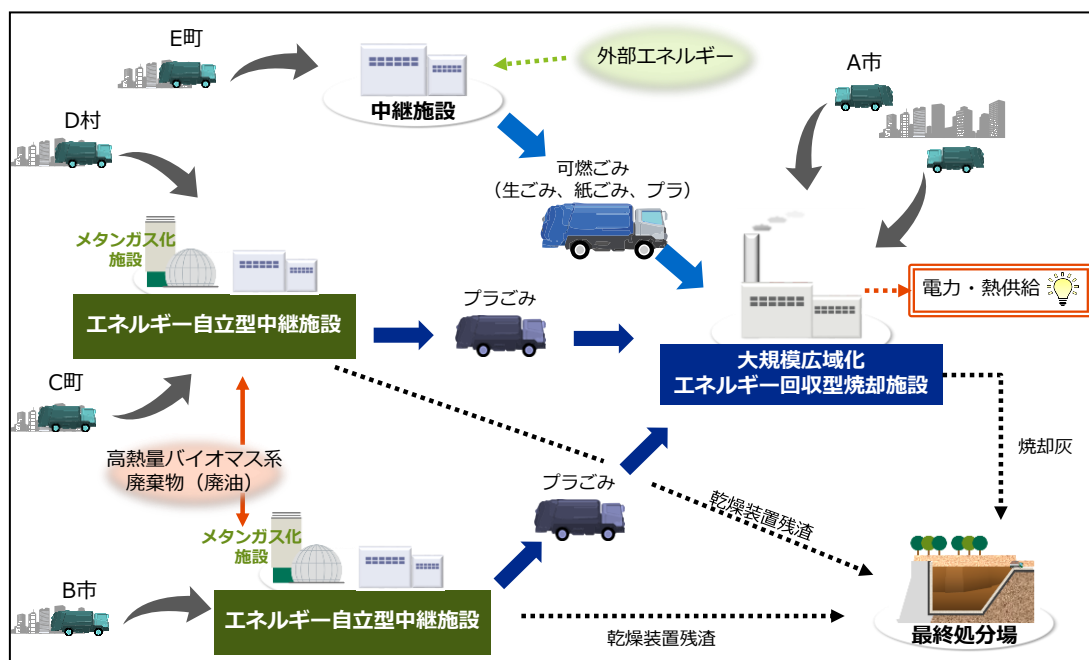


図 1.1 「大規模広域化＋機能強化型中継施設」のイメージ図

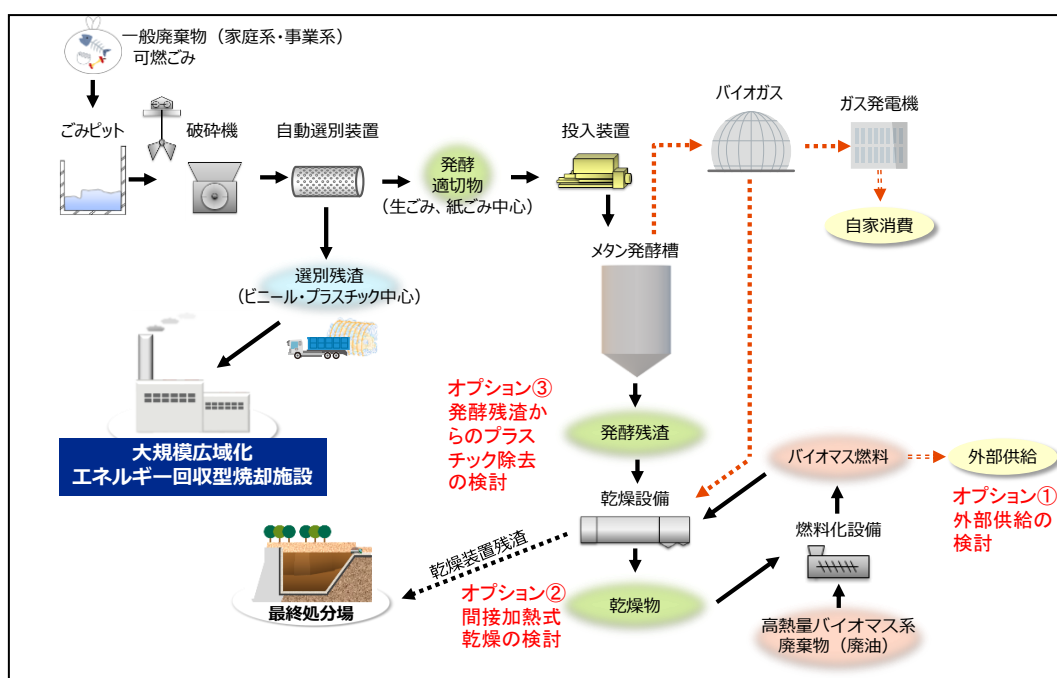


図 1.2 本実証事業の概要

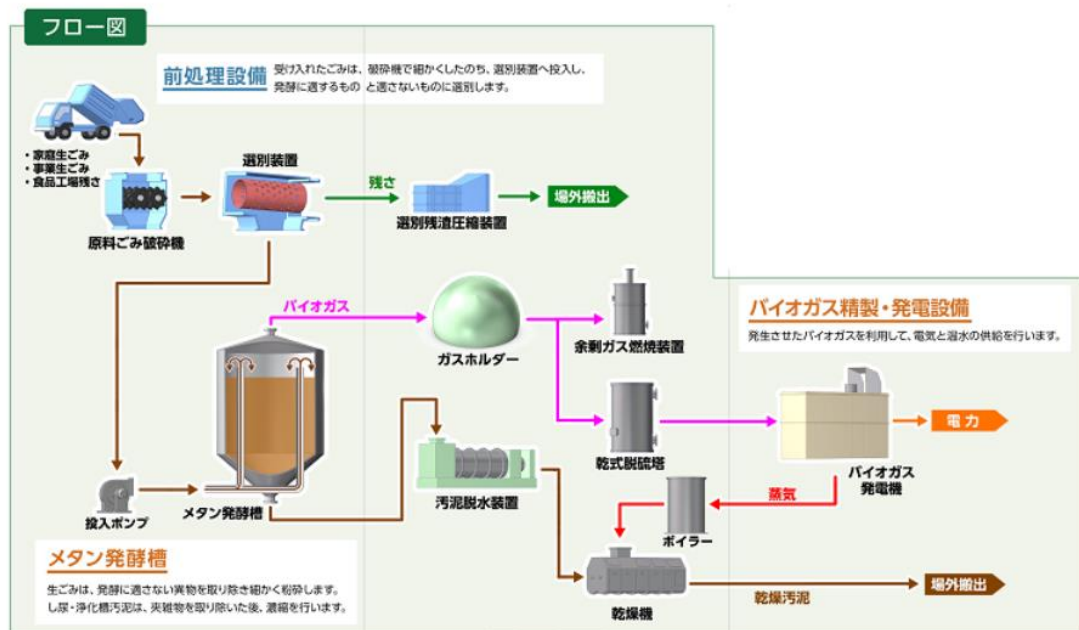


図1.3 実証試験施設の処理フロー図
*オリックス株式会社ホームページより

3. 全体計画の作成

3.1 事業実施スケジュール

以下に、実証事業のスケジュール、工程表を示す。

1) 実証事業期間中

令和3年度 実績	1月～3月	全体計画の作成
	1月～3月	実証試験準備（実証試験協力先の探索）
	1月～3月	実証試験施設（オリックス資源循環様施設）運転
	1月～3月	各種性状分析（原料、発酵残渣、発酵残渣乾燥物（燃料））
	1月～3月	発酵残渣乾燥物の燃焼性確認
	3月	中間報告書提出
令和4年度 実績	4月～9月	実証試験施設（オリックス資源循環様施設）運転
	4月～9月	各種性状分析（原料、発酵残渣、発酵残渣乾燥物（燃料））
	10月～12月	発酵残渣の乾燥試験及びデータ解析塔
	10月～2月	実証化試験施設の 熱量バランス、CO ₂ 排出量の算出
	10月～3月	中継施設の基本検討
	3月	最終報告書提出

2) R5年度の実証事業内容および終了後の予定

令和5年度	6月～12月	具体的な自治体を対象とした、中継施設のFSを実施
	4月～6月	本実証試験結果を基にして、各種説明参考資料を作成
	7月～3月	各自治体、各メーカー、コンサルタント向けに実証事業結果等の広報活動
令和6年度	4月～3月	大規模広域化検討の自治体を対象に、提案活動実施

(ア) 工程表

令和3年度、4年度の実証事業実施内容、工程を以下に示した。

◀▶ ※実績を示す。

	令和3年度（2021年度）				令和4年度（2022年度）			
	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期
1. 全体計画の作成		◀▶						
2. 実証試験協力先の探索（準備）		◀▶						
3. 実証試験施設の運転				◀▶		◀▶		
4. 各種性状分析（原料、残渣、燃料）				◀▶		◀▶		
5. 発酵残渣乾燥物の燃焼性確認				◀▶		◀▶		
6. CO ₂ 排出量の算出							◀▶	◀▶
7. 中継施設の基本設計							◀▶	◀▶
8. 試験結果まとめ				◀▶				◀▶

3.3 実証体制

実証試験施設は、オリックス資源循環株式会社 寄居バイオガスプラント（埼玉県上里郡寄居町）で、縦型乾式メタン発酵施設の各種運転データ、メタン発酵残渣を提供していただく。

令和4年度の実証体制を以下に示す。

事業実施代表者						
栗田工業株式会社						
					再委託先	
					分析業務	
					株式会社鹿児島県環境測定センター	
					発酵残渣乾燥試験、分析業務	
					株式会社大和三光製作所	
* メタン発酵原料、乾燥品サンプル提供元						
オリックス資源循環株式会社 寄居バイオガス発電プラント						

4. 令和4年度実施内容

令和4年度の実施内容を以下に示した。

(1) 乾式メタン発酵残渣分析

ア. 発酵残渣・・・発酵槽引抜残渣

分析項目：含水率、強熱減量、灰分、無機塩類濃度、発熱量、
夾雑物（ビニール、プラ類他）混入量等

イ. 発酵残渣・・・発酵槽引抜後に乾燥処理した残渣

分析項目：含水率、強熱減量、灰分、無機塩類濃度、発熱量、
夾雑物（ビニール、プラ類他）混入量等

ウ. 発酵残渣・・・イの乾燥処理をした残渣をフルイ処理で夾雑物を除去した残渣

分析項目：含水率、強熱減量、灰分、無機塩類濃度、発熱量、夾雑物（ビニール、プラ類）混入量等

＊フルイ処理の目幅は乾燥処理した残渣を見て決定する。

(2) CO₂排出量、エネルギーバランス、全体システム基本検討の実施

中継施設でのCO₂排出量とエネルギーバランスの明確化が必要となるため、実証試験施設における、CO₂削減量とエネルギーバランスを確認し、評価を行った。

① 実証試験施設の運転データによりCO₂削減量とエネルギーバランスを確認した。

ア. 実証試験施設のCO₂排出量とエネルギーバランスの算出・評価

(3) 発酵残渣乾燥方式等の検討

実証試験施設のメタン発酵槽から排出された発酵残渣を燃料化するため、直接乾燥設備の検討を行なった。

方式（3）：熱風による直接乾燥（ロータリーキルン方式）

ア. 夾雑物を含む発酵残渣を供試原料とし、乾燥試験を実施した。

試験の実施は株式会社大和三光製作所へ再委託した。

イ. 乾燥設備でのエネルギー収支及び熱収支バランスを確認した。

ウ. アの乾燥試験で得られた発酵残渣乾燥物の性状分析を実施した。

分析項目：含水率、強熱減量、灰分、無機塩類濃度、発熱量、夾雑物混入量等
上記分析は株式会社大和三光製作所へ再委託した。

エ. 乾燥試験で得られた夾雑物混みの乾燥物について、夾雑物を除去するための篩分けに関し、その条件を確認した。

- (4) 令和4年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業（乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化におけるエネルギー自立型中継施設の実証）検討会を開催した。

業務の円滑な実施のため、令和4年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業（乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化におけるエネルギー自立型中継施設の実証）検討会（別記1参照）を設置し、業務実施期間内において2回、開催した。コロナウィルスの感染拡大防止の対策等によりウェブ会議による開催した。検討会の委員名簿は以下に示した。

第1回目：令和5年8月31日 13:30～15:00

第2回目：令和5年1月19日 13:30～15:00

検討会名簿

NO	氏 名	所属・役職
1	大門 裕之	豊橋技術科学大学 学生支援センター 教授
2	中山 宏昭	埼玉県環境部資源循環推進課 企画調整・一般廃棄物担当主幹
3	伊藤 恵治	一般財団法人日本環境衛生センター 資源循環低炭素化部技術審議役
4	秦 三和子	株式会社エックス都市研究所 戦略的バイオマスチームリーダー
5	亀岡 真人	オリックス資源循環株式会社 事業推進部長
6		環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課

- (5) 「令和4年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業 審査等委員会」への出席

第2回目：令和5年2月9日 17:30～18:00 Web 会議

(6) 技術開発・実証の目標設定と結果

令和4年度の本事業の目標と結果について、次表に記載した。

表 令和4年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業
乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化におけるエネルギー自立型中継施設の実証 目標

	項 目	採択時の技術の状況	令和4年度当初の技術の状況	最終目標	令和4年度の目標、結果
0	全体目標	従来、乾式メタン発酵残渣の処理は焼却。燃料として自己利用するシステムは実機化されていない。	令和3年度事業において、実証試験施設から発生したメタン発酵残渣乾燥物の物性、燃焼時のエネルギー回収量などを確認する必要がある。	1) 中継施設において外部からの供給エネルギーをゼロとするシステムを構築する。 エネルギー自立型の中継施設として、以下の項目を明確にする。 ①縦型乾式メタン発酵施設の機器仕様 ②実証試験施設に於けるエネルギーバランス ③廃棄物輸送量を2/5に削減の可否 2) 全体システム(集約型ごみ焼却施設と中継施設)での評価 ①CO ₂ 排出量を7%削減 ②ライフサイクルコスト2%削減	1. 全体計画の見直し(実証事業、事業展開) 2. 実証試験施設の運転による各種データの取得 発酵残渣性状・発酵残渣乾燥物の性状を明確にした。 3. 実証試験施設のCO ₂ 排出量の算出並びにエネルギーバランスの確認・評価を行なった。 4. 各種調査及び試験準備・試験
1	メタン発酵原料、発酵残渣、残渣乾燥物の性状把握	原料、発酵残渣の性状に関するデータはあるが、乾燥物データはほとんどない。	実証試験施設に搬入された原料、発生した発酵残渣、その乾燥物の物性を把握する必要がある。	実証施設の運転による各種運転データの取得を完了した。	発酵残渣、発酵残渣(夾雑物除去、脱水後)、発酵残渣乾燥物の性状把握に必要な性状分析を完了した。

2	CO ₂ 排出量、エネルギーバランス、全体システム基本検討の実施	縦型乾式メタンと中継施設の組み合わせによる検討事例はない。	—	エネルギー自立型中継施設について ①CO ₂ 排出量とエネルギーバランスの試算を完了させること。 ②中継施設の基本設計条件、設備仕様が明確になっていること。 ③エネルギー自立型中継施設の FS を実施する。	① 実証試験施設のCO ₂ 削減量とエネルギー収支データの取得、評価を完了した。 ② エネルギー自立型中継施設が成立する条件を実証試験施設の運転データにより整理した。
3	発酵残渣乾燥方式等の検討	メタン発酵残渣の乾燥方式の違いによるエネルギー収支、燃焼残渣、ガスの成分分析データはない。	間接、直接乾燥方式での試験データを採取した。	令和3年度に実施した乾燥方式で課題が確認された。課題解決のための検討を行った。	実証試験施設から採取したメタン発酵残渣（供試原料）について上記による間接加熱乾燥および熱風による直接乾燥の試験を行い、適用可能な乾燥条件を確認した。

※1以降の目標は、「0全体目標」を達成するための個別の要素技術の開発等であり、要素技術と全体目標とのつながりが分かるように記載すること。

Ⅱ. 令和 4 年度実証事業の成果報告

1. メタン発酵原料、発酵残渣、発酵残渣乾燥物の性状把握

1.1 実施内容

本業務を遂行するため、必要なメタン発酵原料（一般可燃ごみ）、縦型乾式メタン発酵残渣、燃料化原料（発酵残渣乾燥物）の性状把握を行った。

各種サンプルの採取は、オリックス資源循環株式会社 寄居バイオガスプラント（以下、「実証試験施設」という）で行った。

1.2 実施結果

1.2.1 メタン発酵原料の分析

1) メタン発酵原料（一般可燃ごみ）の選別、分析

実証試験施設囲搬入されるメタン発酵原料（一般可燃ごみ）には、メタン発酵により分解できないビニール・合成樹脂、ゴム類などの非バイオマスが含まれている。そのため、環整 95 号で定められた組成の調査を実証試験施設の運営事業者にて実施した結果を以下の表 1.2.1 に示した。

実施日：2021 年 8 月 31 日～2023 年 1 月 25 日（合計 25 回）平均値とする。

また、組成調査結果をまとめたものを表 1.2.2 に、本事業計画時の原料組成設計値を表 1.2.3 に、ごみ処理施設整備の計画・設計要領にあるデータを表 1.2.4 にそれぞれ示した。

表 1.2.1 実証試験施設での原料組成調査結果まとめ

【原料組成調査結果まとめ】

※ 2021.8.31～2023.01.25 計25回実施の平均を示す。

組成分類項目		比較項目		湿重量比率(%-wet)		含水率(%)		強熱減量(VS)(%)		(VS/TS)(-)	
				調査結果	(計画値)	調査結果	(計画値)	調査結果	(計画値)	調査結果	(計画値)
1	紙類			47.6	31.0	52.8	10.0	60.3	88.0	0.62	0.88
	1-1	商品古紙		17.9		54.7		90.2		0.90	
		新聞									
		雑誌									
		広告 (ティッシュペーパー)									
	1-2	容器包装 紙パック 段ボール		6.4		45.0		90.3		0.90	
	1-3	容器包装紙 包装紙		6.4		48.3		92.1		0.92	
	1-4	その他織布 紙おむつ ※1) 不織布 他		16.9		55.6		—		—	
2	ビニール・合成樹脂・ゴム・皮革類			14.8	21.0	38.1	20.0	—	95.0	—	
3	木・竹・わら類			9.1	14.0	56.3	49.0	87.8	80.0	0.88	0.80
4	厨芥類			21.7	34.0	59.6	80.0	—	96.7	0.85	0.97
	4-1	(厨芥1) 卵殻・貝殻		0.6		23.8		—		—	
	4-2	(厨芥2) 動植物性残渣		21.1		61.1		90.0		—	
5	不燃物類			1.1	※2項に含む	12.4	※2項に含む	—	※2項に含む	—	※2項に含む
6	5mm ふるい通過物 ※2)			5.8	※4項に含む	55.0	※4項に含む	73.8	※4項に含む	0.74	※2項に含む
	(混合ごみ 全体)			100.0	100.0	50.8	50.5	55.2	89.7	0.55	0.90

着色部は、＜バイオマス原料＞に分類し検討を行った。

※1) 組成区分 1-4については、＜紙おむつ＞の混入が多くみられた。

＜紙おむつ＞については、【前処理選別装置】により大半が(ふるい上)に選別され、メタン発酵槽への投入がほとんどないため、＜非バイオマス＞原料として検討を行った。

※2) 組成区分 6については、計画時の4項＜厨芥類＞として検討を行った。。

表 1.2.2 メタン発酵原料の組成調査結果 (単位: %)

組成項目	実証試験施設での調査結果※1)			中継施設 (検討条件) ※2)	比較データ (参考) ※3)
	平均				
紙類	47.6			31.2	43.6
布類	—			3.3	4.9
木・竹・わら類	9.1			14.9	9.7
ビニール、ゴム、皮革類	14.8			10.0	24.1
厨芥	21.7			40.0	12.3
不燃物類	5.8			0.0	2.2
その他	1.0			0.8	3.2
	100.0			100.0	100.0

※1) 分別が困難な組成を「その他」に分類した。

この大半は、バイオマス主体 (木・竹・わら及び厨芥) であった。

※2) 令和 2 年度廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物循環利用量実態調査報告書

(令和 3 年 3 月 環境省環境再生・資源循環局 P-47 表 4-1-10 参照とする。)

※3) 環境省廃棄物処理技術情報（一般廃棄物）平成 29 年度～令和元年度 3 ヶ年データ

を引用（上記データ記載有 日本全国 925 ヶ所施設分）

表 1.2.3 中継施設検討時 メタン発酵原料の組成設定要領

組成項目	組成 (%)		組成項目	組成 (%)
(a):紙	31.2		(イ):紙類	31.2
(b):金属	0.0		(ロ):布類	3.3
(c):ガラス	0.0		(ハ):木・竹・わら類	14.9
(d):ペットボトル	0.8		(ニ):ビニール、ゴム、皮革類	10.5
(e):プラスチック	9.7		(ホ):厨芥	40.0
(f):厨芥	40.0		(ヘ):不燃物類	0.0
(g):繊維	3.3		(ト):その他	0.1
(h):その他可燃	14.9			
(i):その他不燃	0.1			
	100.0			100.0

表 1.2.4 メタン発酵原料の組成（参考データ、単位：％）

組成項目	環境省調査データ				備 考
	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度	平均	
紙・布類	48.8	48.5	48.2	48.5	
（紙類）	43.9	43.6	43.4	43.6	※4)
（布類）	4.9	4.9	4.8	4.9	※4)
木・竹・わら類	9.7	9.7	9.8	9.7	
ビニール、ゴム、皮革類	23.7	24.3	24.1	24.1	
厨芥	12.4	11.9	12.4	12.3	
不燃物類	2.2	2.2	2.3	2.2	
その他	3.2	3.3	3.2	3.2	
				100.0	

・※4)について、（紙類：布類）の比率については、（紙類：布類）＝90:10 と設定した。

→ごみ処理施設整備の計画・設計要領（2017 年改訂版 P-211 表 1.3.3-1 他参考とした。）

1.2.2 分析結果および考察

1) 組成調査の結果、紙類、ビニール・ゴム・皮革類の割合が中継施設検討時の設定値よりも高いことが確認された。

2) 厨芥、木・竹・わら類の割合が低い結果となった。

上記した項目の乖離については、廃棄物が発生する自治体の収集形態に影響を受けた結果と考える。

紙類については、新聞紙、雑誌、段ボール、飲料パック、雑紙が対象になると考えられるが、自治体により資源として別回収している事があるため、この影響を受けた可能性がある。

ビニール・ゴム・皮革類では特にビニールが燃えるゴミか、資源回収しているかの影響を受けた可能性がある。

厨芥類は昨今の食品ロス削減の気運の影響も考えられる。

木・竹・わら類は地域性の影響を受けたと考えられる（一戸建て、自然環境が多い場合特に木類が多い可能性がある）。

バイオマス量、種類はバイオガス発生量に影響を与えるため、本事業を展開する際、最も重要な項目である。

1.2.3 各組成の三成分調査

メタン発酵原料の各組成の三成分の測定結果を表 1.2.5 に示した。

一般的な厨芥の含水率は、約 80%であるが、成分分析の結果では 55.3%となっている。

一方、紙類、布類、ビニール類の含水率が高いことから、厨芥の水分が他の組成項目に移行した可能性があると推定する、

表 1.2.5 メタン発酵原料の組成（三成分および参考データ、単位：%）

組成項目	実証試験施設の調査データ			参考データ※5)		
	水分	強熱減量	灰分	水分	強熱減量	灰分
紙類	43.6	42.3	14.4	31.06	62.50	6.44
布類	43.7	43.2	13.0	19.56	80.04	0.40
木・竹・わら類	41.9	46.0	12.1	29.86	36.12	34.02
ビニール、ゴム、皮革類	38.3	48.7	13.1	5.18	91.05	3.77
厨芥	55.3	33.3	11.4	82.18	15.05	2.77
不燃物類	—	—	—	—	—	—
その他	53.5	32.3	14.3	15.98	81.98	2.04

※5)について、ごみ処理施設整備の計画・設計要領（2017年改訂版 P-211 表 1.3.4-1 より引用による。

1.2.4 乾式メタン発酵残渣の分析

縦型乾式メタン発酵設備の運転管理では、メタン発酵で微生物が分解できない成分は発酵残渣となり、発酵槽から定期的に引き抜く必要がある。

本実証事業では、当該発酵残渣自身を持つ熱量を残渣乾燥用のエネルギーとして有効利用することにより、エネルギー自立型の中継施設を目指すことから、メタン発酵残渣の性状は必ず把握しておくべき事項である。

メタン発酵槽から引き抜いた発酵残渣の中には、プラスチック等の非バイオマスが夾雑物として存在しているため、メタン発酵残渣を水道水で水洗いし、5mm の篩に残った物を夾雑物として計量し、含有率を算出した。次に、発酵残渣自体の性状も分析を行った。分析結果を表 1.2.6) に示した。

表 1.2.6 発酵残渣の性状

項 目		単位	2022 年 12 月 7 日		2023 年 1 月 17 日		2023 年 2 月 24 日	
		%	発酵残渣	夾雑物除去後	発酵残渣	夾雑物除去後	発酵残渣	夾雑物除去後
含水率		%	79.6	82.2	79.5	83.0	77.9	82.1
強熱減量		%	64.1	60.8	64.1	62.2	67.1	65.5
高位発熱量		kJ/kg	3,320	2,992	2,992	2,125	3,140	2,327
低位発熱量		kJ/kg	2,360	2,125	909	—	1,035	153
元素 組成	炭素	%	44.2	35.9	38.0	32.7	35.2	34.0
	水素	%	5.28	4.47	4.7	4.16	4.43	4.25
	窒素	%	2.56	3.08	2.03	2.6	2.61	2.38
	炭素	%	15.9	22.1	19.4	22.7	24.9	24.9
カルシウム		mg/kg	14,600	49,990	9,500	9,500	44,200	59,400
マグネシウム		mg/kg	1,160	913	780	860	2,830	5,680
塩素		%	—				1.74	2.01
夾雑物含有量		%	10	9.5～10.6		11.7～13.1		

1.2.5 乾式メタン発酵残渣 乾燥物の分析

実証試験施設では、メタン発酵槽から引き抜いた残渣から夾雑物を除いたものを凝集させ、その脱水汚泥を蒸気による間接加熱方式で乾燥し、減量化し現状処理を外部に委託している。

また、将来構想としてこの乾燥物は固形燃料としての利用も検討している。

この発酵残渣乾燥物を、固形物燃料として評価するために分析を実施した。結果を表 1.2.7 に示した。

表 1.2.7 乾燥物の成分分析

項 目		単位	RunT4:乾燥汚泥 ※1			RunT6:乾燥汚泥 ※1		
			2mm 未満	2～5.6 mm	5.6～46 mm	2mm 未満	2～5.6 mm	5.6～46 mm
粒度分布		重量%	11.5	17.8	70.7	8.0	28.6	63.4
含水率		%	2.00	1.80	6.70	0.20	0.20	82.10.20
強熱減量		%	61.3	66.6	69.3	63.3	67.0	68.4
高位発熱量		kJ/kg-wet	13,993	15,478	14,562	15,478	15,973	17,587
低位発熱量		kJ/kg-wet	13,315	14,712	13,656	14,755	15,329	16,861
元素 記号	炭素	%-dry	35.8	38.3	38.7	39.0	34.4	37.4
	水素	%-dry	4.63	4.88	5.05	5.03	4.23	4.67
	窒素	%-dry	2.2	2.03	1.69	2.24	2.25	1.99
	炭素	%-dry	18.6	21.4	23.9	17.0	26.1	24.3
カルシウム		mg/kg-wet	37,200	39,300	40,600	47,000	48,200	39,200
マグネシウム		mg/kg-wet	2,550	913	780	860	2,830	5,680
全塩素		%-dry	1.94	2.20	2.09	2.87	1.83	2.06

※1 ; RunT4 及び RunT6 メーカーでの乾燥試験実施時の Run No. を示す。

発熱量の測定にあたり、篩分けにより粒度分布毎の発熱量を測定し、加重平均とした。

乾燥汚泥 低位発熱量（加重平均値） RunT4＝13.8 kJ/kg-wet

RunT6＝16.3 kJ/kg-wet

平均＝15.1 kJ/kg-wet

分析結果より、以下の事が明らかとなった。

1) 発熱量

各 Run、粒形とも R3 年度の燃焼試験結果を踏まえ発熱量的には自然すると考えられるが、実際に燃焼試験を行い、確認を行う必要がある（R5 年度実施予定）。

2) カルシウム

燃焼炉でクリンカー生成の原因となる。また、燃焼しないため、灰として処理する必要がある。

3) 全塩素

塩素が 1.83～2.87 %dry 含まれており、乾燥物を固形燃料として利用を想定する場合、燃焼排ガス処理が必要となる。

1.3 実証試験施設の概要

1) 設備概要

実証試験施設では、処理対象物を前処理設備（破袋、破碎、選別）した後、縦型乾式メタン発酵槽へ投入し、バイオガスを回収、ガス発電機で発電し、FIT 売電している。

一方、乾式メタン発酵槽から排出される発酵残渣は、非バイオマスであるプラ類を除去した後、汚泥脱水、汚泥乾燥することによって純バイオマス乾燥品を製造している。汚泥脱水で生じるアンモニア主体のろ液については排水処理後に下水道に放流するシステムとなっている。

乾燥設備の稼働のためのエネルギー源として、外部から電力、都市ガスを購入している。実証試験設の処理ブロックフローを図 1.3.1 に示す。

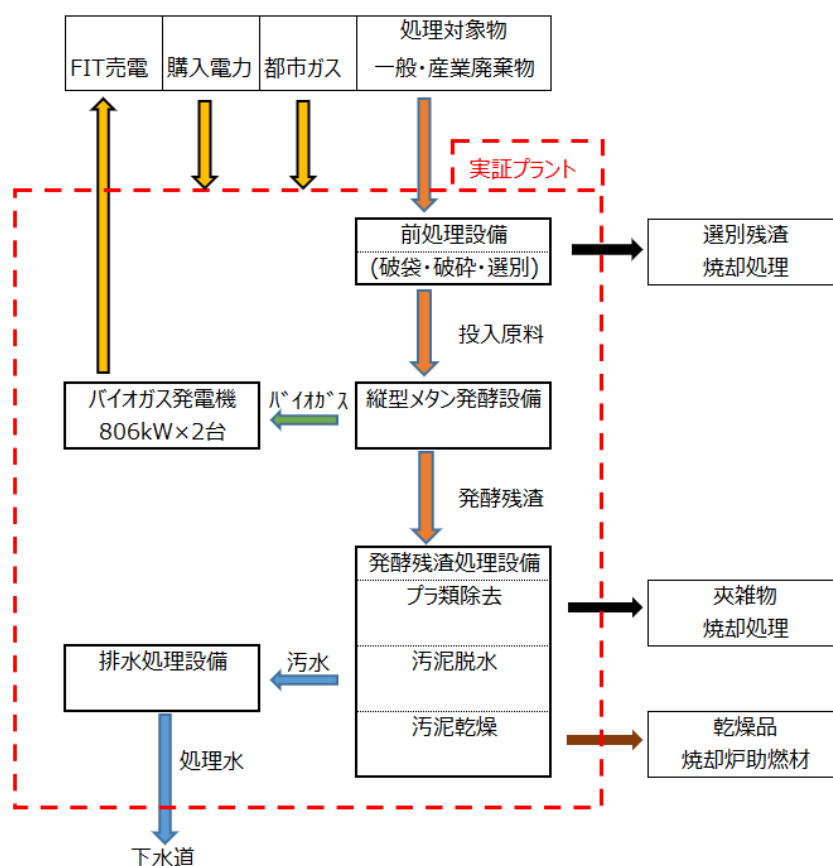
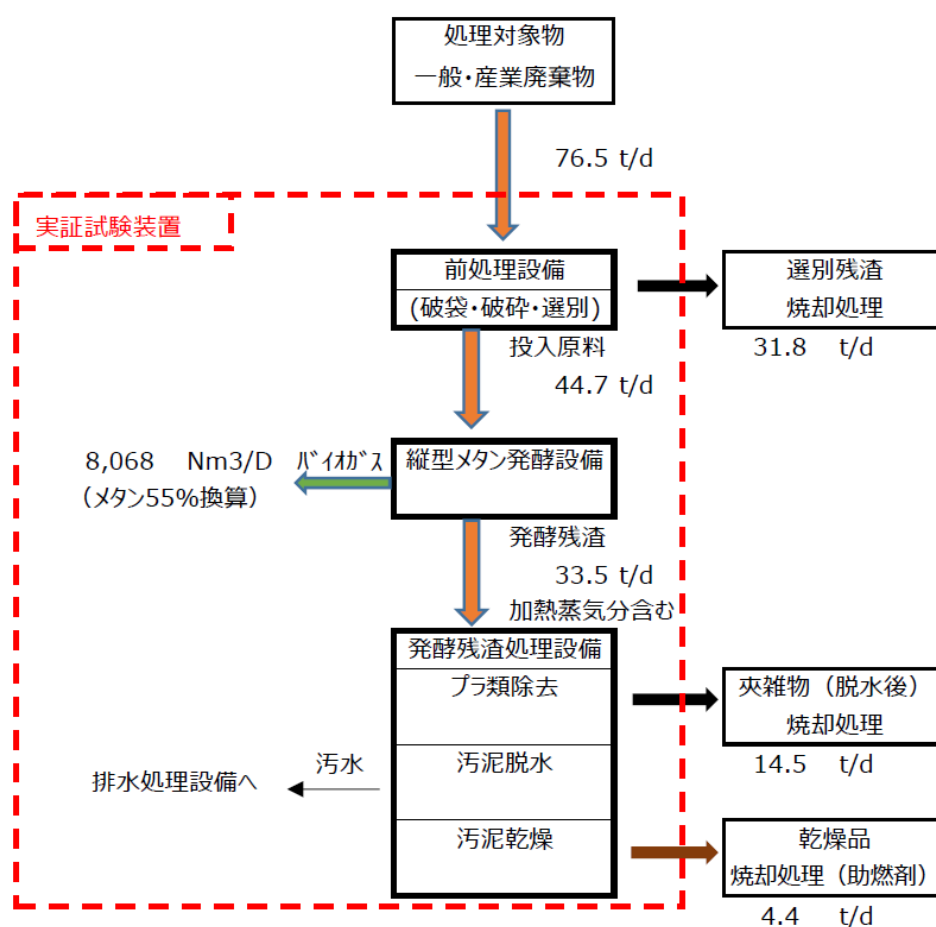


図 1.3.1 実証試験施設処理のブロックフロー

2) 主要物質収支

実証施設の主要物質収支を図 1.3.2 に示す。実証施設では、前処理設備からの選別残渣、発酵残渣処理設備の夾雑物（プラスチック類が主体）除去工程から排出される夾雑物、污泥乾燥工程で生産される乾燥污泥が場外へ排出されるものであり、場外へ排出されるものは投入原料の約 66%（水分込み）の結果であった。実証事業では、発酵残渣を乾燥処理するため、この処理工程までの物質収支を参考データとして利用する。



※実証試験装置 2022年月～2023年1月 10ヵ月運転実績（平均）

図 1.3.2 実証試験施設 主要物質収支

3) 実証試験施設での運転実績 (物質、エネルギー収支)

表 1.3.1 に実証試験施設の運転データ概要を示した。本データは運転実績 2022 年 4 月～2023 年 1 月の 10 か月間運転データをまとめたものである。

表 1.3.1 実証試験施設の運転実績

(寄居バイオマス発電プラント)実証試験施設運転実績 2022年4月～2023年1月 10カ月運転データによる。

※運転日(実績)当たりの数値とする。

			単位	平均	最小	最大	備 考
1)	【前処理設備】						
	破碎機投入量	①	t/D	76.5	52.8	92.4	
	前処理選別率	②	%	58.7	39.7	76.4	
	選別残渣量	③	t/D	29.8	19.3	45.4	
2)	【メタン発酵設備】						
	メタン発酵槽投入量	④	t/D	44.7	30.2	62.2	
	発酵残渣引抜量	⑤	t/D	33.5	19.4	48.5	
	※(加熱蒸気+希釈水)含む						
	発酵残渣TS濃度	⑥	%	20.7	16.8	22.9	
	バイオガス発生量	⑦	Nm3/D	7,714	4,419	9,943	
	メタン濃度 (平均)	⑧	%	57.3	55.2	60.2	
	メタン濃度(55%)換算値	⑨	Nm3/D	8,068	4,536	10,226	
	発酵槽投入原料当り	⑩	Nm3/t	202.9	138.7	242.9	
3)	【発酵残渣処理設備】						
	夾雑物除去装置処理量	⑪	t/D	27.9	0.0	48.5	
	夾雑物脱水後含水率		%	75.0	75.0	75.0	
	夾雑物回収量	⑫	t/D	14.5	13.8	14.0	
	夾雑物脱水装置処理量	⑬	t/D	50.9	16.1	72.0	
	(※加水量分含む)						
	脱水設備供給汚泥TS濃度		%				
	脱水後汚泥含水率		%	70.0	70.0	70.0	
	搬出量(圧縮コンテナ)	⑭	t/D	44.4	33.1	59.4	
	(選別残渣+夾雑物脱水物)						
4)	【発酵残渣(脱水後)乾燥設備】						
	処理量(乾燥機入口)	⑮	t/D				
	蒸気使用量	⑯	t/D	9.0	0.0	12.8	
	乾燥都市ガス使用量	⑰	Nm3/D	496.5	1.3	838.4	
	乾燥品搬出量	⑱	t/D	4.4	0.0	6.82	
	乾燥品含水率(手分析平均)		%	22.4	12.5	34.0	
5)	【バイオガス発電設備】						
	発電量	⑲	kWh/D	14,914	8,361	20,968	
	バイオガス消費量	⑳	Nm3/D	6,832	3,915	9,417	
	投入ごみ 1.0t当り	㉑	kWh/t	202.9	138.7	242.9	
	バイオガス 1.0Nm3(55%)当り	㉒	kWh/Nm3	1.81	0.71	5.16	
	(発電機補機電力消費量)	㉓	kWh/D	1,097	889	1,231	
	FIT売電量	㉔	kWh/D	13,938	7,660	19,745	
	本施設消費電力量(商用電力購入)	㉕	kWh/D	6,126	5,105	6,973	
	処理量当り	㉖	kWh/t	95.3	84.5	124.6	

4) エネルギーバランス

2022年4月～2023年1月の10か月間運転データ実証試験施設の原料処理量、売電量およびエネルギーバランスをまとめたものを表1.3.2に示した。

表 1.3.2 実証試験施設でのエネルギーバランスまとめ

(表1.3.2) エネルギーバランス

実証施設での運転実績(令和4年4月～令和5年1月10カ月間)

	原料搬入量 (可燃ごみ) (t/月)	前処理選別後 (メタン投入) (t/月)	選別率 (%)	バイオガス発生量 (メタン50%換算) (Nm3/月)	消費電力 (発電設備除く) (kWh/日)	バイオガス発電設備		
						発電量 (kWh/月)	補機類電力量 (kWh/月)	売電量 (kWh/月)
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
【実証施設 運転実績値】								
令和4年 4月	1,724.4	1,109.9	64.4	301,307	153,135	489,071	35,219	453,852
令和4年 5月	1,876.6	1,118.3	59.6	251,348	165,408	409,513	30,768	378,745
令和4年 6月	2,044.3	1,561.6	76.4	333,714	202,342	467,370	32,373	434,997
令和4年 7月	2,256.0	1,618.2	71.7	298,886	216,150	557,792	37,599	520,193
令和4年 8月	1,218.7	815.9	66.9	156,976	171,054	250,824	30,468	220,356
令和4年 9月	1,373.8	838.2	61.0	194,767	169,271	316,963	29,432	287,531
令和4年10月	1,466.6	870.1	59.3	181,908	179,018	313,776	27,552	286,224
令和4年11月	2,402.5	1,344.0	55.9	338,144	203,798	629,037	36,086	592,951
令和4年12月	2,323.9	1,203.1	51.8	329,932	204,388	581,471	38,148	543,323
令和5年 1月	2,293.5	1,203.1	52.5	316,249	210,222	535,810	36,809	499,001
平均	1,898.0	1,168.2	62.0	270,323	187,479	455,163	33,445	421,717
最大	2,402.5	1,618.2	76.4	338,144	216,150	629,037	38,148	592,951
最小	1,218.7	815.9	51.8	156,976	153,135	250,824	27,552	220,356

$$=(2 \div 1) \times 100$$

$$=6-8$$

・原料(前処理選別後)メタン発酵槽投入t当たりのバイオガス発生量(Nm3/t-投入ごみ)

$$= ④ \div ② = 231.4 \text{ Nm3/t-投入ごみ} \quad \dots ⑨$$

原料(前処理選別後)メタン発酵槽投入t当たりの熱回収率(kWh/t-投入ごみ) ※1

$$529.3 \text{ kWh/t-投入ごみ} > 350.0 \text{ kWh/t-投入ごみ(交付金要件)}$$

中継施設計画値→

$$431.0 \text{ kWh/t-投入ごみ}$$

$$\text{※1 熱利用率(kWh/t)} = \frac{\text{バイオガス回収量(Nm3/t)(メタン50\%換算)} \times 17,900(\text{KJ/Nm3}) \times 0.46 \div 3,600(\text{kJ/kWh})}{\text{投入ごみ量(t/日)}}$$

※0.46は、発電熱の等価係数

※17,900kJ/Nm3は、メタン濃度50%時のバイオガスの熱量

エネルギー回収型廃棄物処理施設整備マニュアル(令和3年4月改訂)P-14 環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課 より

・搬入原料t当たりの消費電力量(kWh/t-搬入ごみ)

$$⑤ \div ① = 98.8 \text{ kWh/t-原料ごみ} \quad \dots ⑩$$

※実証施設においては、当初中継施設検討設定値より良好な結果が得られている。

中継施設(1)計画値→

$$210.0 \text{ kWh/t-原料ごみ}$$

中継施設(2)計画値→

$$167.9 \text{ kWh/t-原料ごみ}$$

中継施設(3)計画値→

$$154.2 \text{ kWh/t-原料ごみ}$$

・搬入原料t当たりの売電量(kWh/t-搬入ごみ)・・・プラント全体の消費電力分除く(余剰電力(売電)分)

$$⑧ \div ① = 222.2 \text{ kWh/t-原料ごみ} \quad \dots ⑪$$

※実証施設においては、当初中継施設検討設定値より良好な結果が得られている。

中継施設(1)計画値→

$$24.7 \text{ kWh/t-原料ごみ}$$

中継施設(2)計画値→

$$66.8 \text{ kWh/t-原料ごみ}$$

中継施設(3)計画値→

$$80.5 \text{ kWh/t-原料ごみ}$$

実証試験施設では、バイオガスをすべてガス発電機で発電し FIT 売電しているため、乾燥設備の運転に必要な熱源である蒸気は都市ガスを燃料としたボイラーで生成させている。また、ガスエンジンで発電を行った排気ガスは高温であり、その熱を利用し排熱回収ボイラーで蒸気を発生させ、メタン発酵槽の温度維持や乾燥用に利用している。

本実証事業では、バイオガスで発電した電気は施設の運転に使用するたえ、FIT 売電はしないことから、余剰のバイオガスを乾燥用熱源として適用する事を考えている。

実証試験施設での、プラント消費電力量（実績）を表 1.3.3 に示す。

表 1.3.3 実証試験施設での設備消費電力量（まとめ）

※設備稼働率が安定した 2022 年 11 月、12 月～2023 年 1 月 3 カ月間分とする。

（表1.3.3）設備消費電力量(まとめ)

設 備 名	消費電力量他(実証施設当初計画値)			消費電力量(運転実績2022年11月～2023年1月)		
	定格出力	消費電力量	消費出力	2022年11月	2022年12月	2023年1月
	①	②	③	30	31	31
	(kW)	(7日/週)平均 (kWh/日)	(kW)	(kWh/月) ④:(kWh/日)	(kWh/月) ④:(kWh/日)	(kWh/月) ④:(kWh/日)
1) 受入前処理設備			159.99	33,411.09	39,981.70	36,561.37
運転日数 6 日/週	352.40	1,774.10	45.4	1,113.70	1,289.73	1,179.40
運転時間 16 時間/日			(③/①)×100(%)	62.8	72.7	66.5
2) 乾式メタン発酵設備			154.37	68,370.96	53,720.59	64,932.18
運転日数 6 日/週	309.57	2,162.53	49.9	2,279.03	1,732.92	2,094.59
運転時間 24 時間/日			(③/①)×100(%)	105.4	80.1	96.9
3) ガス回収利用設備			8.71	3,089.44	3,187.93	3,181.10
運転日数 7 日/週	11.22	176.26	77.6	102.98	102.84	102.62
運転時間 24 時間/日			(③/①)×100(%)	58.4	58.3	58.2
4) 脱臭設備			186.70	84,574.00	87,462.24	101,168.03
運転日数 7 日/週	227.95	3,240.47	81.9	2,819.13	2,821.36	3,263.48
運転時間 24 時間/日			(③/①)×100(%)	87.0	87.1	100.7
5) 発酵残渣処理設備(夾雑物除去+脱水+乾燥)			172.23	41,761.14	41,096.67	28,329.40
運転日数 6 日/週	257.84	2,317.15	66.8	1,392.04	1,325.70	913.85
運転時間 16 時間/日			(③/①)×100(%)	60.1	57.2	39.4
6) 排水処理設備			90.10	56,630.88	57,381.12	57,305.54
運転日数 7 日/週	124.21	2,146.34	72.5	1,887.70	1,851.00	1,848.57
運転時間 24 時間/日			(③/①)×100(%)	87.9	86.2	86.1
7) その他共通設備			5.14	1,751.40	1,809.78	1,809.78
運転日数 7 日/週	8.20	58.38	62.7	58.38	58.38	58.38
運転時間 24 時間/日			(③/①)×100(%)	100.0	100.0	100.0
(計)	1,291.4	②計→⑤ 11,875.2	③計→⑦(kW) 777.24	(kWh/月)		
・建築付帯設備分は含まず。				④計→⑧:(kWh/日)		
・発電設備(補機類含む)設備分は含まず。				9,653	9,182	9,461
				(⑧/⑤)×100(%)		
				81.3	77.3	79.7

⑧: <実証施設>各機器稼働時間及び負荷率より推計

⑩: 電力会社よりの受電量(実績)

※⑧>⑩ より 各機器の個別の負荷率の見直しが必要。

電力会社よりの受電量(実績)		
⑨:(kWh/月)		
203,798	204,388	204,388
⑩:運転日当たり消費電力量 平均(kWh/日)		
6,793	6,593	6,593
70.4	71.8	69.7

【実証施設処理実績】		2022年11月	2022年12月	2023年1月
⑪ 該当月 処理日合計	t/月 ※	2,402.5	2,323.9	2,293.5
⑫ 処理日当たり	t/日 ※	92.5	89.4	91.7
⑬ 処理量当たり消費電力量	kWh/t ※	73.4	73.8	71.9

※ 原料ごみ(搬入)t当たりの実証施設での処理実績(実績)

【中継施設当初計画値】		(計画値)		
中継施設(1)	kWh/t ※	210.0		
中継施設(2)	kWh/t ※	167.9		
中継施設(3)	kWh/t ※	154.2		

※ 原料ごみ(搬入)t当たりの中継施設での計画値

実証事業においては、排水処理設備が不要となるため、実証試験施設で排水処理に使用されている電力について 20%程度削減可能である(表 1.3.4)。

表 1.3.4 実証試験施設の消費電力量内訳

設備名		消費電力量	比率 (%)
プラント全体	kWh/3 ヲ月	867,516	100.0
内発酵残渣処理設備分	kWh/3 ヲ月	111,187	12.8
内排水処理設備分	kWh/3 ヲ月	171,318	19.8

1.4 CO₂排出量の算定

実証試験施設の売電量およびエネルギー消費量から施設の CO₂排出量をまとめたものを表 2.4.1 に示した。実証試験施設の温室効果ガス排出量を確認した結果、削減量は 930.61t-CO₂/年であった。また、表 2.4.2 に各処理工程での CO₂排出量計算結果を示した。

※但しプラ類焼却(外部委託)にともなう CO₂発生量は除く。

表 2.4.1 実証試験施設の CO₂排出量まとめ

(表 2.4.1) CO₂排出量削減効果確認
くまとめ

1) 消費電力(商用電力購入)による分	1,057.38	kg-CO ₂ /年	…(イ)
2) 場内発電(売電)によるCO ₂ 削減分	-2,378.49	kg-CO ₂ /年	…(ロ)
3) 廃棄物等運搬に係るCO ₂ 排出量の検討			
【運搬(1)】 原料(可燃ごみ)	36.73	kg-CO ₂ /年	…(ハ)
各収集先→実証施設(寄居バイオマス発電プラント)へ			
【運搬(2)】 前処理選別残渣 + 発酵残渣脱水後夾雑物	1.90	kg-CO ₂ /年	…(ニ)
実証施設(寄居バイオマス発電プラント)→場外処理委託先(近隣焼却施設)			
【運搬(3)】 発酵残渣脱水後乾燥品	0.22	kg-CO ₂ /年	…(ホ)
実証施設(寄居バイオマス発電プラント)→場外処理委託先(近隣焼却施設)			
4) プラ焼却に伴うCO ₂ 排出量	5,779.81	kg-CO ₂ /年	…(ヘ)
場外処理委託先(近隣焼却施設)			
5) 都市ガス使用によるCO ₂ 排出量	351.65	kg-CO ₂ /年	…(ト)
乾燥熱源蒸気ボイラー用			
(合計)	4,849.20		
※プラ焼却に伴うCO ₂ 排出量分を除く場合	-930.61	kg-CO ₂ /年	

※各根拠は以下による。

1) 消費電力(商用電力購入)による分
⑤: 商用電力受電量(kWh/t) × ⑫: 排出係数(kg-CO₂/kWh) × ⑬: 原料搬入量(t/月)
⑩ × ⑫ × ⑬ = $\frac{98.8}{88.11} \text{ kWh/t-原料ごみ} \times 0.470 \text{ kg-CO}_2/\text{kWh} \times 1,898.0 \text{ t/月} / 1000$
= 1,057.38 t-CO₂/年 …(イ)

2) 場内発電(売電)によるCO₂削減分
⑪: 売電量(余剰電力量)(kWh/t) × ⑫: 排出係数(kg-CO₂/kWh) × ⑬: 原料搬入量(t/月)
⑪ × ⑫ × ⑬ = $\frac{222.2}{-198.21} \text{ kWh/t-原料ごみ} \times 0.470 \text{ kg-CO}_2/\text{kWh} \times 1,898.0 \text{ t/月} / 1000$
= -2,378.49 t-CO₂/年 …(ロ)

(商用電力)排出係数 0.470 kg-CO₂/kWh …⑫
※「令和3年度脱炭素化・先進的廃棄物処理システム実証事業」への公募事業について(留意事項)P-4による。

表 2.4.2 実証試験施設のCO₂排出量計算結果

(表2.4.2) 実証施設での運転実績(令和4年4月～令和5年1月 10カ月間)

	原料搬入量	前処理設備			発酵残渣処理設備				
		選別ごみ	選別率	選別残渣	(夾雑物除去→汚泥脱水→脱水物の乾燥)				
	(可燃ごみ)	(メタン投入)		(外部処分)	脱水後夾雑物	乾燥物搬出量	乾燥物含水率	都市ガス使用量	蒸気使用量
	(t/月)	(t/月)	(%)	(t/月)	(t/月)	(t/月)	(%)	(Nm3/月)	(t/月)
	(13)	(14)	(15)=(14)/(13)×100	(16)=(13)－(14)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
【実証施設 運転実績値】・・・当該月稼働日平均									
令和4年 4月	1,724.4	1,109.9	64.4	614.5	225.6	46.9	15.8	8,782.0	167.3
令和4年 5月	1,876.6	1,118.3	59.6	758.2	246.8	62.5	12.5	18,614.0	283.0
令和4年 6月	2,044.3	1,561.6	76.4	482.7	482.4	102.1	17.1	22,637.0	332.2
令和4年 7月	2,256.0	1,618.2	71.7	637.8	504.0	143.3	26.1	22,637.0	330.8
令和4年 8月	1,218.7	815.9	66.9	402.8	210.0	0.0	0.0	9,063.0	139.7
令和4年 9月	1,373.8	838.2	61.0	535.7	346.8	0.0	20.1	33.0	0.0
令和4年10月	1,466.6	870.1	59.3	596.5	265.6	62.1	19.6	10,501.0	203.6
令和4年11月	2,402.5	1,344.0	55.9	1,058.5	395.6	102.2	29.3	10,956.0	290.9
令和4年12月	2,323.9	1,203.1	51.8	1,120.8	416.4	98.8	34.0	13,804.0	305.7
令和5年 1月	2,293.5	1,203.1	52.5	1,090.3	373.6	95.9	27.5	14,381.0	276.3
	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
平均	1,898.0	1,168.2	62.0	729.8	346.7	71.4	20	13,140.8	232.9
最大	2,402.5	1,618.2	76.4	1,120.8	504.0	143.3	34	22,637.0	332.2
最小	1,218.7	815.9	51.8	402.8	210.0	0.0	0	33.0	0.0

3)-1 一般可燃ごみ収集・運搬に係るCO₂排出量の検討

【運搬(1)】 (13):原料(可燃ごみ) 各収集先→実証施設(寄居バイオマス発電プラント)へ

⑲ 運搬距離(平均)	5.0	km/回/台(想定値)	
⑳ 運搬車輛(パッカー車)	1.6	t/台	
㉑ 運搬車輛走行回数	1,186.3	回/月	= (13)/⑳
㉒ 走行距離	5,931.3	km/月	= ㉑ × ㉒
㉓ 走行燃費(軽油)※1)	5.0	km/L	塵芥車
㉔ 燃料消費量(軽油)	1,186.3	L/月	= ㉒/㉓
㉕ CO ₂ 排出係数(軽油)※2)	2.58	kg-CO ₂ /L	
㉖ CO ₂ 排出量	3.06	t-CO ₂ /月	= (㉔ × ㉕)/1000
	36.73	t-CO ₂ /年	…(ハ) = ㉖ × 12カ月/年

3)-2 【運搬(2)】 (16):前処理選別残渣 実証施設(寄居バイオマス発電プラント)→場外処理委託先(近隣焼却施設)

(17):発酵残渣脱水後夾雑物

⑳ 運搬距離(平均)	2.0	km/回/台(想定値)	
㉑ 運搬車輛(コンテナ車)	7.0	t/台	
㉒ 運搬車輛走行回数	153.8	回/月	= (16 + 17)/㉑
㉓ 走行距離	307.6	km/月	= ㉒ × ㉓
㉔ 走行燃費(軽油)※1)	5.0	km/L	中型車
㉕ 燃料消費量(軽油)	61.5	L/月	= ㉓/㉔
㉖ CO ₂ 排出係数(軽油)※2)	2.58	kg-CO ₂ /L	
㉗ CO ₂ 排出量	0.16	t-CO ₂ /月	= (㉕ × ㉖)/1000
	1.90	t-CO ₂ /年	…(ニ) = ㉗ × 12カ月/年

3)-3 【運搬(3)】 (18):発酵残渣脱水後乾燥品 実証施設(寄居バイオマス発電プラント)→場外処理委託先(近隣焼却施設)

⑳ 運搬距離(平均)	2.0	km/回/台	
㉑ 運搬車輛(ダンプ車)	4.0	t/台	
㉒ 運搬車輛走行回数	17.8	回/月	= (18)/㉑
㉓ 走行距離	35.7	km/月	= ㉒ × ㉓
㉔ 走行燃費(軽油)※1)	5.0	km/L	中型車
㉕ 燃料消費量(軽油)	7.1	L/月	= ㉓/㉔
㉖ CO ₂ 排出係数(軽油)※2)	2.58	kg-CO ₂ /L	
㉗ CO ₂ 排出量	0.02	t-CO ₂ /年	= (㉕ × ㉖)/1000
	0.22	t-CO ₂ /年	…(ホ) = ㉗ × 12カ月/年

※1) 廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル(平成29年3月)環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部 廃棄物対策課 P-116 表6-1

※2) <環境省>地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック C:輸送機器 より引用

4) <焼却によるCO₂排出量>

プラ焼却に伴うCO₂排出量

・・・外部処理委託先焼却施設

実証施設より搬入される

⑯:選別残渣 及び

⑰:脱水後夾雑物

中のビニール・プラ類が対象とします。

搬入ごみ中のビニール・プラ類

④⑤:湿重量比率

14.8 %・・・④⑤

含水率

38.1 %・・・④⑦

⑬:原料搬入量 1,898.0 t/月 × (④⑤/100) × (1-④⑦/100)

= 173.9 t-プラ類/月

上記全量が回収され、外部処理委託先焼却炉に搬入されるものとした。

プラ焼却に伴うCO₂排出係数 2.77 t-CO₂/t ※4) ×

173.9 t-プラ類/月 =

481.65 t-CO₂/月

5,779.81 t-CO₂/年・・・(ヘ)

※4) 「令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業」への応募について(留意事項)2、(9)項による

5) <都市ガス使用によるCO₂排出量>

・実証施設では、脱水污泥乾燥用に、蒸気による間接乾燥方式を設置している。

・蒸気源として蒸気ボイラーを設置し、ボイラー燃料は都市ガスを使用している。

・乾式メタン発酵槽の加温用蒸気は、バイオガス発電機排ガスの排熱より蒸気回収をしている。

都市ガス消費量⑬: 13,140.8 Nm³/月

都市ガス燃焼時CO₂排出係数 2.23 t-CO₂/1,000Nm³ ※5) ×

13,140.8 Nm³/月/1000 =

29.30 t-CO₂/月

351.65 t-CO₂/年・・・(ト)

※5) 【根拠条文】算定省令第2条第3項 第4条第1項 別表第1及び別表第5 発熱量44.8GJ/1,000Nm³として

2. 発酵残渣乾燥方式の検討

可燃ごみを対象とした乾式メタン発酵においては、発酵残渣の処分は重要な課題である。これまでのメタンコンバインド施設においては、併設の熱回収施設（焼却施設）で焼却処分される事例が多い。

一方、メタン発酵残渣については未分解分の有機物が存在し、残渣として相当の発熱量を保有（乾物ベース）しており、バイオマス燃料としての利用価値も見込まれる。

令和3年度の実証事業では、実証試験施設のメタン発酵槽から排出された発酵残渣を供試原料とし、固形燃料化するため、乾燥設備の各種方式の検討

（方式1）：熱風による直接乾燥（攪拌機付）

（方式2）：蒸気による間接乾燥

（※本方式は、実証試験施設で採用している方式である。

を実施した

結果、乾燥することは可能であったが、実装置上安定運転する上で課題が確認された。5）そこで令和4年度はそれら課題を解決するため新たな乾燥機型式の検討とその乾燥方式での試験を実施した。

2.1 令和3年度実証事業で実施済みの乾燥試験における課題

2.1.1 方式(1)：熱風式乾燥機（攪拌機付）

1）乾燥機本体は、横型回転ドラム式で、回転シェルが回転するとともに、内部に、原料解砕のための攪拌機を有している。乾燥機の構造図を図2.1に示す。

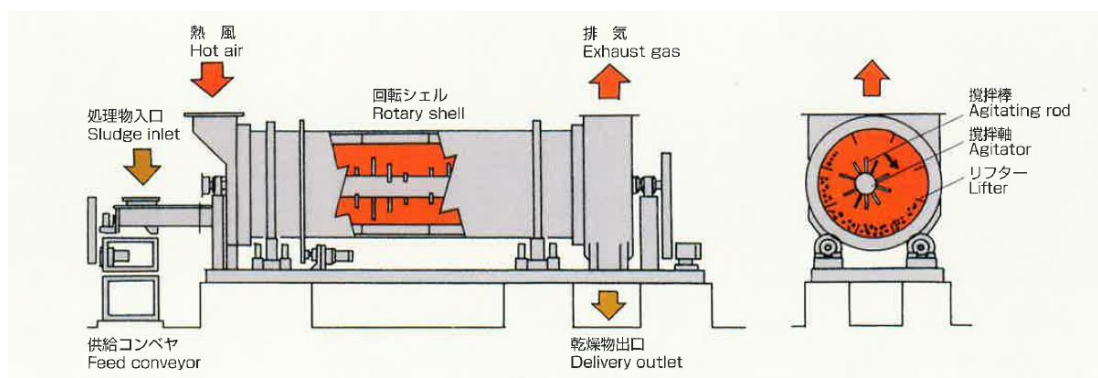


図2.1 乾燥機本体構造図（メーカーカタログより引用）

試験機外観	試験機外観
	

2) 試験で確認した課題

- (1) 発酵残渣（供試原料）に含まれるビニール片、糸等の長物が攪拌軸（棒）に捲きつく傾向があり、それらが捲きついた状態で機内に長期間滞留し、過乾燥になると発火などのトラブルや長時間の運転によって捲きつき量が増加し閉塞や攪拌軸（棒）の過負荷を発生させる可能性があった。
- (2) 発酵残渣は、一般可燃ごみが原料であるため、ビニール片、糸等の混入は避けられないことと、粘性の高い発酵残渣からそれらを除外した後に乾燥処理することは困難であるため、乾燥機として実装装置採用時安定運転が継続できる機種を検討する必要性を確認した。

運転終了後の乾燥機内の状況を写真で示す。

乾燥機機内（原料入口側）	乾燥機機内（中央部）
	
・攪拌軸（棒）に夾雑物の絡みつきがあった。	・攪拌軸（棒）に夾雑物の絡みつきがあった。

乾燥機機内（乾燥品出口側）	
	
・ 攪拌軸（棒）に夾雑物の絡みつきのあった。	

2.1.2（方式2）：蒸気による間接加熱式

- 1) 乾燥機本体は、蒸気ジャケットを有する構造であり、内部にディスク式（中空の軸、羽根）の攪拌機（二連式）を保有している。

間接乾燥試験装置の構造図を図 2.2 に示す。

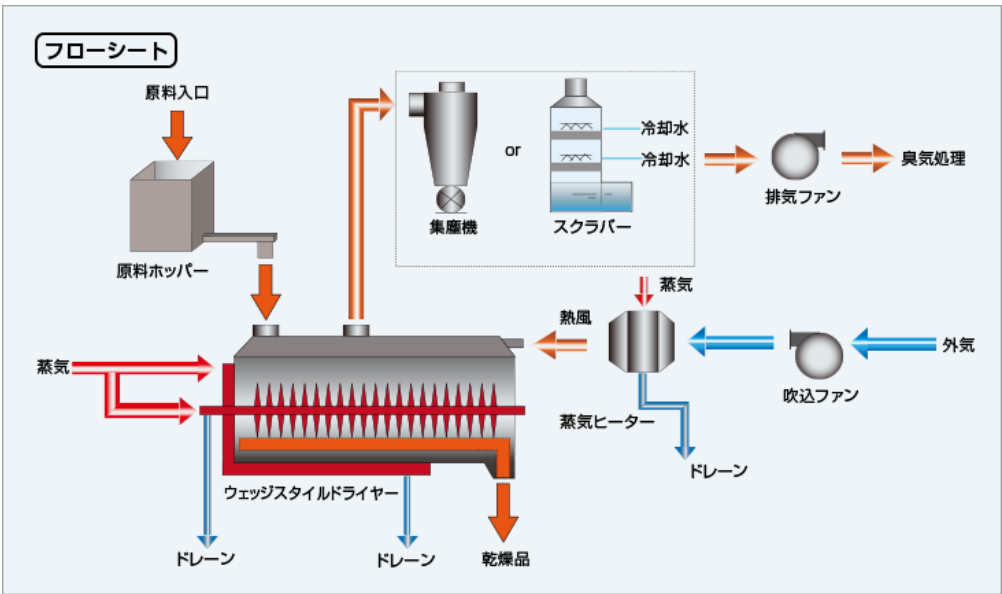


図 2.2 乾燥機フロー図（※メーカーカタログより引用）

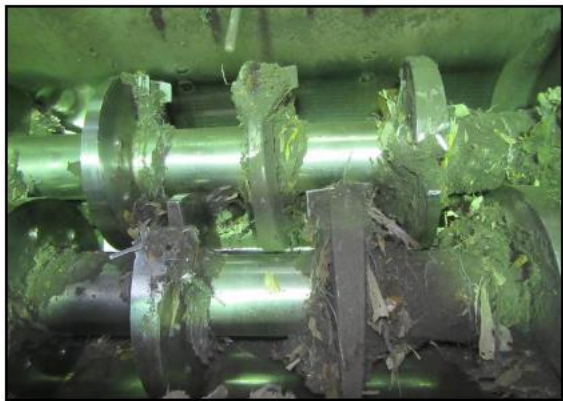
試験機外観	
	

2) 蒸気による間接乾燥試験での課題

乾燥機のディスク面（伝熱面）へのビニール片、泥等の付着が発生し、伝熱効率が低下し、乾燥機能力が低下した。

乾燥運転中の、乾燥機内状況を以下に示した。

乾燥機機内（原料入口側）	乾燥機機内（中央部）
	
原料供給部で、水分が高いため、付着、絡みつきがみられた。	ディスク式攪拌機の軸に、夾雑物の絡みつきが見られた。

乾燥機機内（乾燥品出口側）	
	
伝熱面への固着がみられた。	
（固着：強く付着している状態）	

2.2 課題を解決するための乾燥機型式の検討

令和3年度事業において実施した以下の方式の課題を解決するための検討をメーカーと実施した。

(方式1)：熱風による乾燥機（攪拌機付）

(方式2)：蒸気による間接乾燥

試験で確認した各課題を解決できる乾燥機型式を検討及び乾燥試験を実施した。

(令和4年度実証項目)

課題解決の要点としては、粘性の高い発酵残渣を効率的に接触させるために解砕しながら乾燥する必要があることと発酵残渣に含まれるビニール、糸状の長物が機内で捲きつかないという点とした。その点を考慮し、令和4年度実施項目として

(方式3) 通気回転式乾燥機

(方式4) バンド流動乾燥機

の2方式を選定した。

表 2.2.1 に令和3年度事業で実施した乾燥試験の課題と対策および令和4年度の乾燥機型式の比較を示した。

表 2.2.1 乾燥機型式検討

項目	(方式1)：熱風による乾燥（攪拌機付）	(方式2)：蒸気による間接乾燥
乾燥能力	攪拌機により強力な攪拌力があり、粘性のある発酵残渣を解砕することで目標とする含水率を達成することができた。	2軸の攪拌機によって、粘性のある発酵残渣を解砕することで目標とする含水率を達成することができた。
課題	ビニール、糸状の長物が攪拌軸へ捲きつくこと。	ディスクへの捲きつきと固着すること。
対策	長物が捲きつきにくい乾燥機を選定すること。 選定にあたっては、粘性の高い発酵残渣を乾燥するため、解砕力の必要性を検証できるようにすること。	—（無） 長物の捲きつきに加え、熱による固着も観察されており、間接乾燥についての試験は実施しないこととする。
令和4年度乾燥試験への反映	通気回転式乾燥機、バンド流動式乾燥機の2機種の乾燥試験を実施した。特徴は以下のとおりである。 乾燥方式：熱風式 攪拌力：攪拌機付 > 通気式 > バンド流動式 (令和3年度) (令和4年度) (令和4年度) 捲きつき対策	

	(方式3) : 通気回転式乾燥機 : 内部に回転する構造物はないため、長物が捲きつく可能性はない 直接的に解砕させる攪拌機は有していないが本体ドラムが回転することで攪拌し解砕させる機能を有する。 (方式4) : バンド流動式乾燥機 : 低速で稼働するレーキがあるが、回転するものではなく、内容物を搬送するためのものであるため、長物が捲きつく可能性は少ないが、その攪拌力は少ない。 粘性のある汚泥では、バンド上で汚泥層の均一化が難しく乾燥効率が悪い。→乾燥面積が大きく必要になる。
--	---

2.3 (方式3) : 通気回転式乾燥機

1) 本方式の原理、特長

- (1) 乾燥機本体は、横型回転ドラム式で、内部に、熱源である熱風を吹出すためのノズルを保有している。
- (2) 廃棄物・化学製品での乾燥用での実績が多い。又、一般可燃ごみの乾燥用での採用事例が多い。
- (3) 乾燥排ガスは、集塵装置にて除塵後、脱臭炉にて燃焼脱臭後、大気放出となる。
- (4) 排ガスラインに熱交換器を設置し、熱回収ガスを熱風炉供給している。

2) 試験実施概要

実証試験施設からの発酵残渣を供試原料とし、乾燥試験を実施した。

試験の実施は再委託先の専門メーカーである株式会社大和三光製作所で 2022 年 12 月 15, 16 日に実施した。乾燥機の構造図を図 2.3.1 に示す。またフロー図を図 2.3.2 に示す。

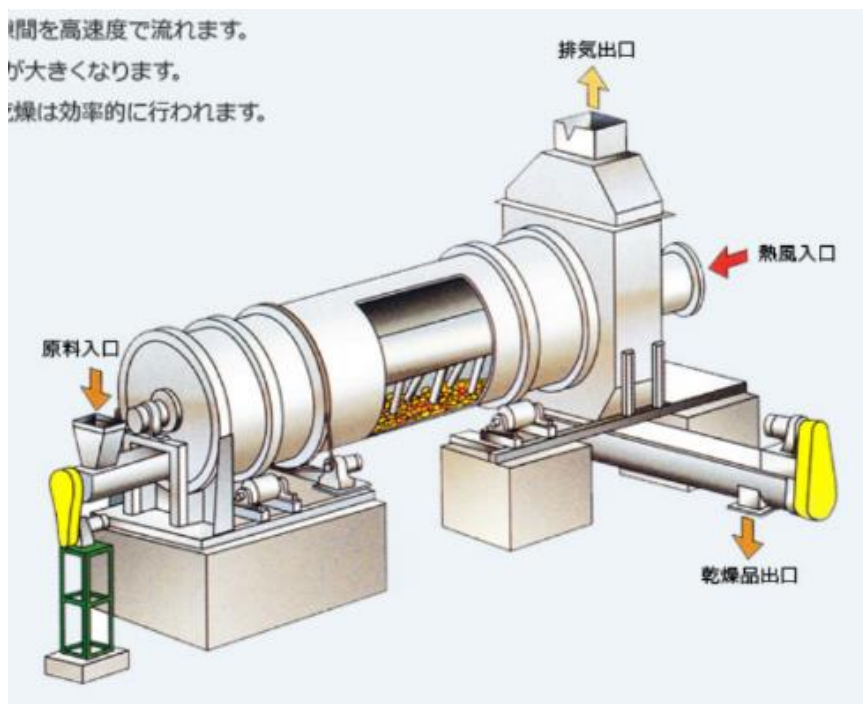


図 2.3.1 乾燥機構造図（メーカーカタログより引用）

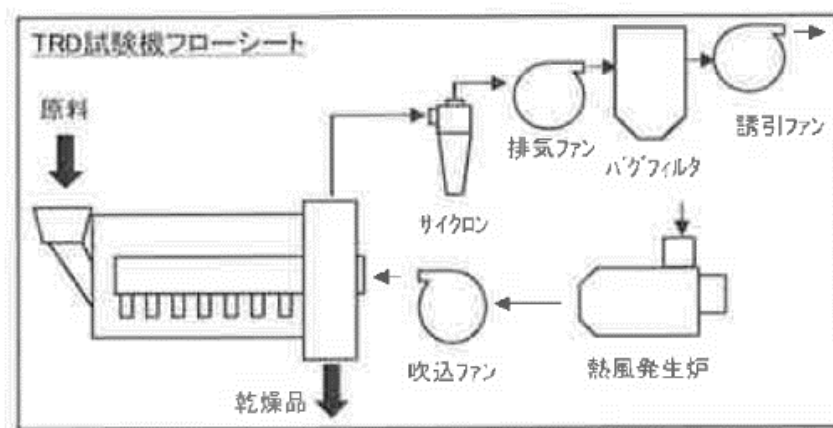


図 2.3.2 乾燥機フロー図（メーカーカタログより引用）

3) 試験機・型式：通気回転式乾燥機[TRD-0459]

- ・ 本体（シェル）寸法：φ570×L 1800 (mm)
- ・ シェル容積：0.459 (m3)
- ・ 熱風炉熱源：LPG ガスバーナー
- ・ シェル内保有汚泥量：～0.05 (m3)

試験機外観	
	

4) 原料条供試原料は、実証試験施設のメタン発酵残渣を使用した。

発酵残渣（実証施設より採取）	実証施設での発酵残渣
	
・ 乾燥試験機投入前の状態	・ メタン発酵槽より引抜き後の状態
・ 含水率 78%（試験前 水分計により測定）	

※試験前の水分計による簡易測定結果。

4) 試験結果

試験結果を表 2.3.1 に示した。

設定値：事前に予備試験等により確認後、乾燥温度等の条件を設定した。

Run. T4 では乾燥機の入口側に原料の付着が見られた、原料由来の水分の影響と考えられた。そのため、Run. T6 は乾燥機入口部分での付着を防止させるため、発酵残渣に乾燥品(5mm 以下)を 1:0.4 の重量割合で混合し、見かけの含水率を低下させた付着防止運転を実施した。その結果、乾燥機内部の付着はなく、安定した乾燥運転を実現することが出来た。

表 2.3.1 試験結果データのまとめ

No.	項 目	種 別	記号	単位	Run. T4	計画値	Run. T6	計画値
1	乾燥温度	設定値	T	℃	250	－	250	－
2	質量（乾燥前）	設定値	W ₁	kg/h	24	－	24	－
3	入口水分	測定値	a ₁	% W. B	77.99	75.0	58.16	60.0
4	入口見掛密度	測定値	ρ_1	kg/m ³	660	－	370	－
5	出口水分	測定値	a ₂	% W. B	7.33	15.0	0.29	15.0
6	出口見掛密度	測定値	ρ_2	kg/m ³	240	－	280	－
7	無水分質量	計算値	W ₂	kg/h	5.3	－	12.6	－
8	乾燥後質量	計算値	W ₀	kg/h	5.7	－	12.6	－
9	蒸発水分	計算値	W _e	kg/h	18.3	－	17.4	－
10	乾燥速度	計算値	R _d	kg/m ³ /h	39.84	－	37.91	
11	乾燥機容積	測定値	V	m ³	0.459	－	0.459	－
12	滞留時間	計算値	θ	min	75	－	37	－

発酵残渣の乾燥品の写真を示す。

発酵残渣（乾燥品）Run.4	
	
乾燥品には、原料由来のビニール、プラ類、木くず等が含まれる。	

乾燥機内状況を以下に示す。

乾燥機機内（原料入口側）Run.4	乾燥機機内（原料入口側）Run.6(付着防止)
	
・ 内面への付着が見られる。	・ 投入原料の含水率の調整により、付着物が剥離し、付着は見られない。

乾燥機機内（中央部）Run.4	乾燥機機内（出口部）Run.4
	
・中央部では内容物の乾燥が進み、付着はない。	・付着はない。

6) 発酵残渣乾燥品の粒度分布

本試験で得られた発酵残渣乾燥品について、篩分けを行い粒度分布の測定をした。結果を表 2. 4. 2 に示した。2 条件とも篩目幅 5. 6mm～46mm の割合が多い結果となった。

表 2. 4. 2 発酵残渣（篩分け操作）結果

篩目幅	RUN. T4 重量比率 (%)	RUN. T6 重量比率 (%)	備 考
2mm 以下	11. 5	8. 0	
2mm～5. 6mm	17. 8	28. 6	
5. 6mm～46mm	70. 6	63. 4	
46mm 以上	0	0	
	100. 0	100. 0	

発酵残渣（篩分装置）	発酵残渣乾燥品（篩分け後状況）
	
	2mm 以下

発酵残渣乾燥品（篩分け後状況）	発酵残渣乾燥品（篩分け後状況）
	
2.0~5.6mm	5.6~46mm

	
46mm 以上	

2.5（方式4）：バンド流動乾燥機

1）本方式の原理、特長

- （1）乾燥機本体は、箱型で熱風を本体下部から通気させながら、内容物を移送させるためのレーキを有する構造である。
- （2）攪拌機付熱風乾燥が困難である場合に使用される。
- （3）乾燥熱源は、熱風発生炉により、内部に設置された熱風吹出孔から熱風を供給し乾燥を行う。
- （4）乾燥排ガスは、集塵装置にて除塵後、脱臭炉にて燃焼脱臭後、大気放出となる。
- （5）排ガスラインに熱交換器を設置し、熱回収ガスを熱風炉供給している。

2）試験実施概要

- （1）実証試験施設からの発酵残渣を供試原料とし、乾燥試験を実施した。
- （2）試験の実施は再委託先の、専門メーカー（株式会社大和三光製作所）で2022年12月12日に実施した。
- （3）乾燥機の構造図を図2.5.1に、フロー図を図2.5.2示す。

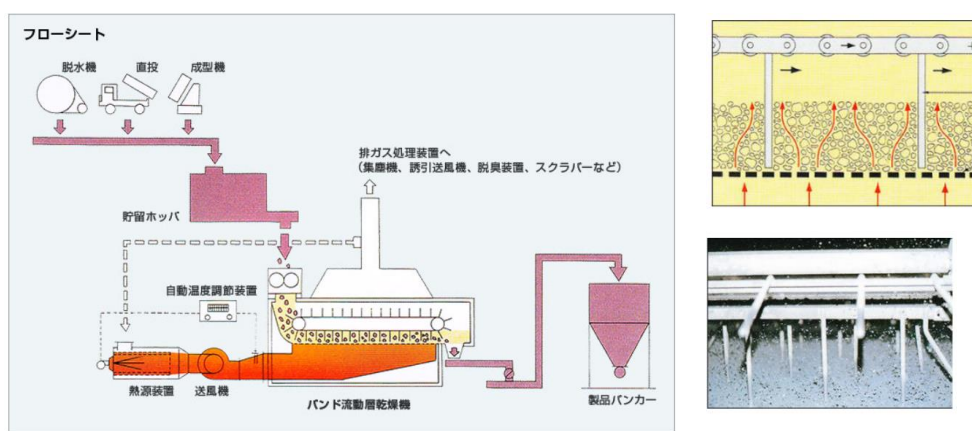


図 2.5.1：乾燥機の構造図

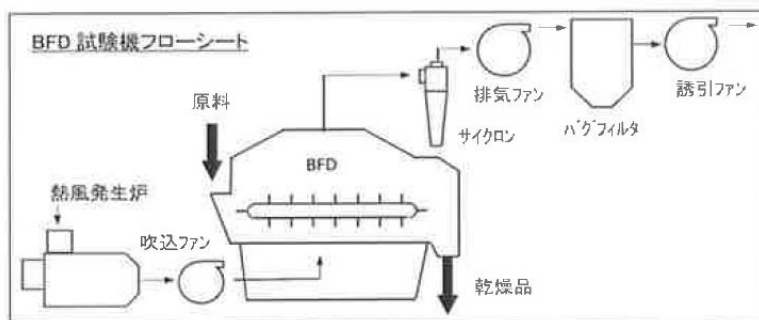


図 2.5.2：乾燥機フロー図（メーカーカタログより引用）

3) 試験機仕様

- ・ 型式：バンド流動乾燥機[BFD-0135]
- ・ 本体寸法：150×L 1200 (mm)
- ・ 乾燥面積 : 0.135 (m²)
- ・ 熱風炉熱源 : LPG ガスバーナー

試験機外観	
	

＊ 供試原料は、実証試験施設よりの発酵残渣を使用した。

5) 試験結果

試験結果を表 2.5.1 に示した。設定値：事前に予備試験等により確認後、条件設定した。

Run. B1, Run. B2 とも乾燥品の含水率が低下せず、乾燥不良が発生した。また、本体内部に付着が見られた。

レーキによる内容物の解砕が進まず、表面のみが乾燥する傾向にあり、乾燥することが出来ないことから試験を中断した。

表 2.5.1 試験結果まとめ

No.	項 目	種 別	記号	単位	Run. B1	Run. B2	計画値
1	乾燥温度	設定値	T	℃	200	200	
2	質量（乾燥前）	設定値	W ₁	kg/h	15	6	
3	入口水分	測定値	a ₁	% W. B	77.26	77.26	75.0
4	入口見掛密度	測定値	ρ_1	kg/m ³	590	590	
5	出口水分	測定値	a ₂	% W. B	74.73	68.78	15.0
6	出口見掛密度	測定値	ρ_2	kg/m ³	540	480	
7	無水分質量	計算値	W ₂	kg/h	3.41	1.36	
8	乾燥後質量	計算値	W ₀	kg/h	13.5	4.4	
9	蒸発水分	計算値	W _e	kg/h	1.5	1.6	
10	乾燥速度	計算値	R d	kg/m ³ /h	11.13	12.07	
11	乾燥機面積	測定値	A	m ²	0.135	0.135	
12	滞留時間	計算値	θ	min	25.7	42.2	

乾燥機内部の状況を示す。

乾燥機機内（出口部）Run.B2	乾燥機機内（出口部）Run.B2
	
・ 乾燥不良	・ 乾燥不良

発酵残渣（乾燥品）の状況を示す。

発酵残渣（乾燥品）Run.B2	乾燥機機内付着物 Run.B2
	
・乾燥不良	・乾燥不良
表面のみわずかに乾燥、内部は未乾燥	表面のみわずかに乾燥、内部は未乾燥

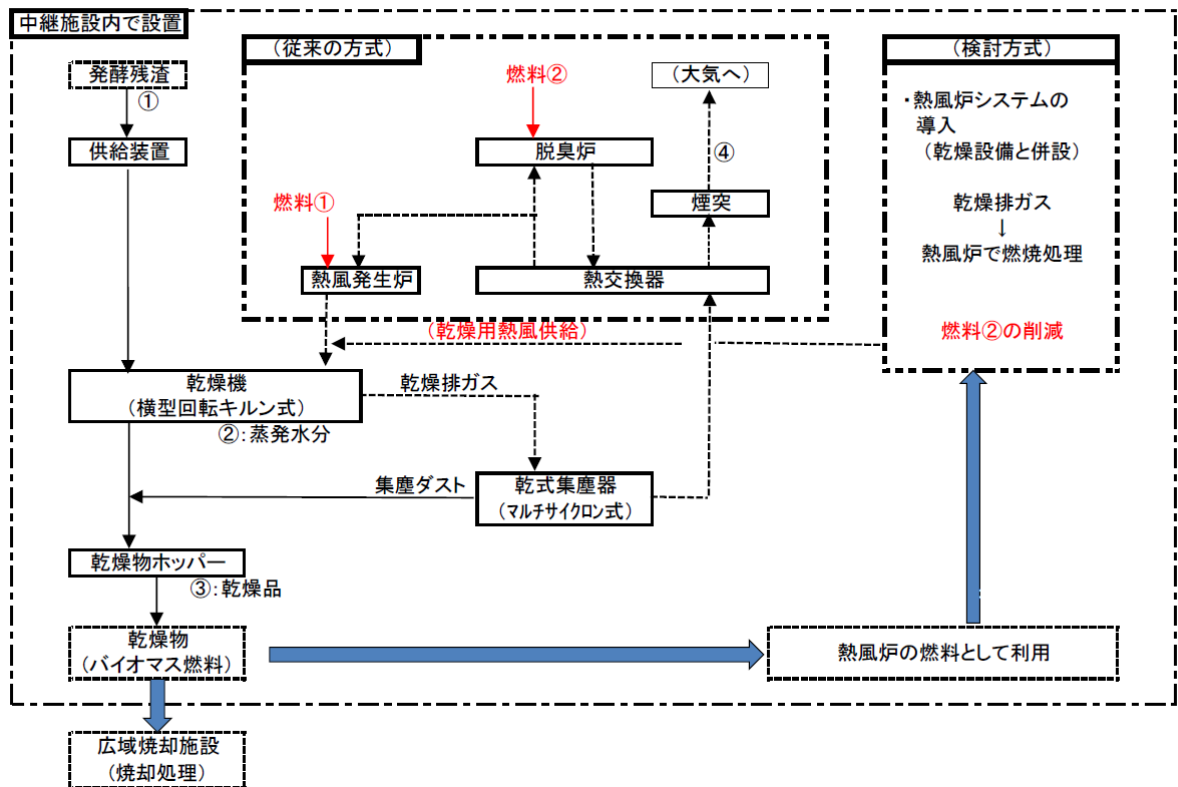
3. 乾燥試験結果からのエネルギー収支及び熱収支について

令和3年度に実施した発酵残渣の乾燥試験の結果から検討した発酵残渣乾燥設備のブロックフロー図を（図 3.6.1）（図 3.6.2）に、中継施設での試算結果を（表 3.6.1）、（表 3.6.2）に示した。

方式1）の場合、乾燥排ガスを熱交換し熱風炉の供給ガスの温度を高めている。その結果、方式2）に比べ 燃料②の重油使用が少なくなった。

方式2）の場合、蒸気による間接乾燥のため排ガス量が少なく出来、後段の乾燥排ガス量が少なく出来、脱臭炉での燃料②が少なくて済む試算となった。

(方式 1):【乾燥(熱風式)―攪拌機付】方式



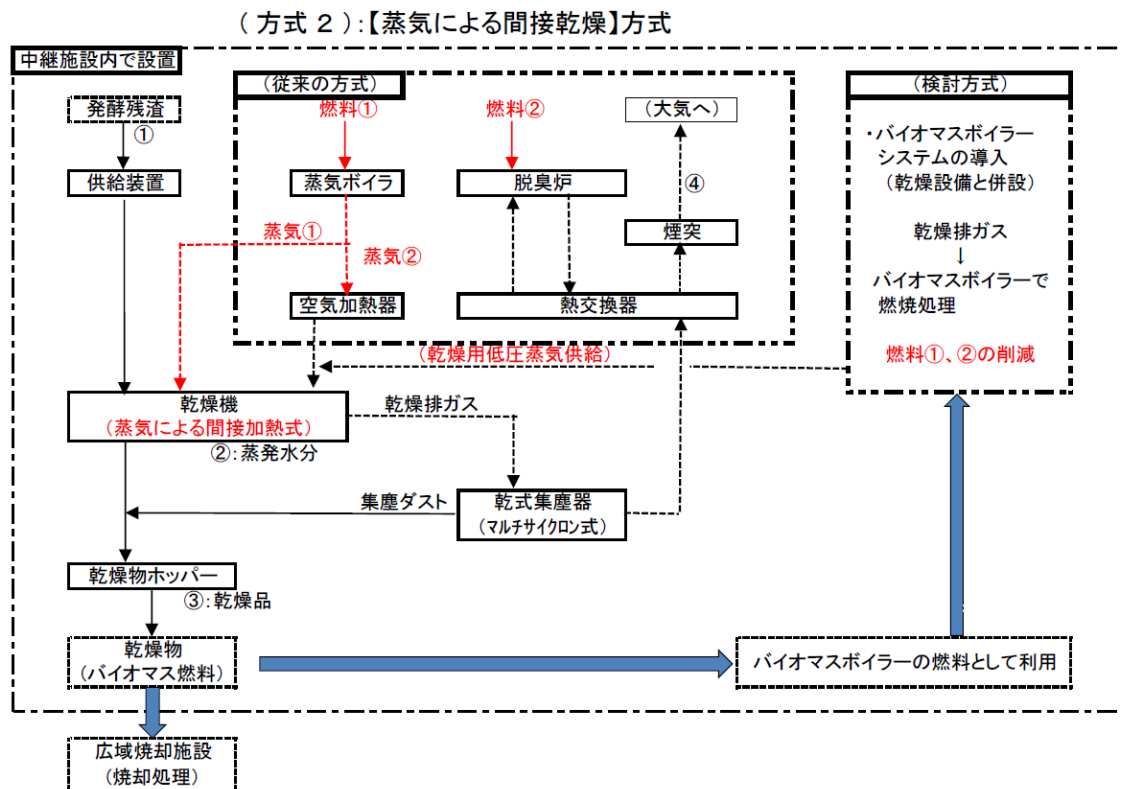
(図3.6.1) 発酵残渣乾燥設備ブロックフロー図(1)

(表3.6.1) 乾燥試験に基づく試算結果

(項 目)	(単 位)	中継施設 (1)	中継施設 (2)	中継施設 (3)	備 考
中継施設規模	t /D	40.0	56.0	72.0	
① : 発酵残渣量	kg/D	26,987.2	37,698.0	48,498.7	
発酵残渣含水率	%	75.0	75.0	75.0	
② : 蒸発水分量	kg-H ₂ O/D	19,059.4	26,598.5	34,221.2	
③ : 乾燥品量	t/D	7,927.8	11,099.5	14,277.5	
乾燥品含水率	%	15.0	15.0	15.0	
④ : 排ガス量 (湿ガス)	Nm ³ /h	17,358.0	21,048.0	24,912.0	運転日当たり
排ガス温度	℃	250.0	250.1	250.0	
燃料消費量 (合計)	L/D	3,061.2	3,960.2	4,878.1	
※発酵残渣 t 当たり	L/ t	113.4	105.1	100.6	
燃料① : 熱風炉	L/D	482.6	475.5	480.2	
燃料② : 脱臭炉	L/D	2,578.6	3,484.7	4,397.9	
(7) : 消費電力量	kWh/D	2,704.3	3,441.2	4,956.4	乾燥設備分 (従来方式)
※発酵残渣 t 当たり	kWh/t	100.2	91.3	102.2	
(i) : バイオガス発電量	kWh/D	9,387.3	13,142.5	16,897.5	当初試算値とする。
(h) : [(7)÷(i)]×100	%	28.8	26.2	29.3	発電量に占める割合

(7日/週平均の値とする)

<従来方式>での乾燥設備においては、乾燥排ガスの処理 (燃焼脱臭処理)でのエネルギー (A重油等) の使用量削減が大きな課題となる。→<CO₂発生量の削減>での大きな負担となる。



(図 3.6.2) 発酵残渣乾燥設備ブロックフロー図(2)

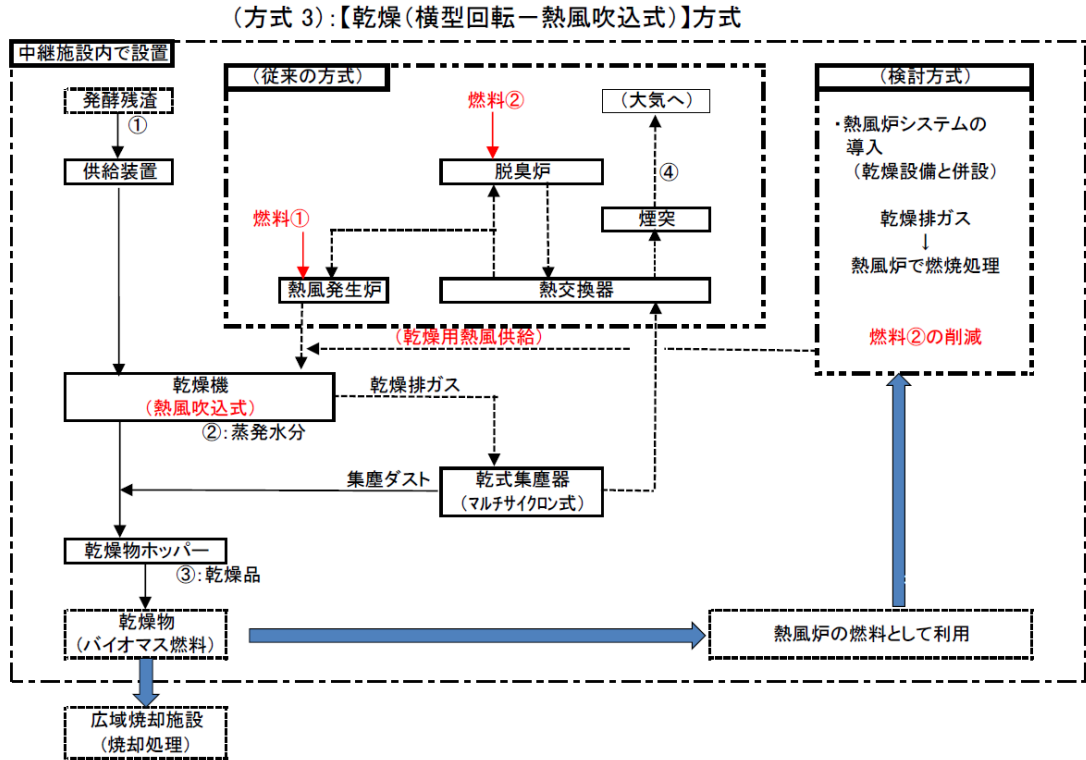
(表 3.6.2) 乾燥試験に基づく試算結果

(項 目)	(単 位)	中継施設 (1)	中継施設 (2)	中継施設 (3)	備 考
中継施設規模	t /D	40.0	56.0	72.0	
①: 発酵残渣量	kg/D	26,987.2	37,698.0	48,498.7	
発酵残渣含水率	%	75.0	75.0	75.0	
②: 蒸発水分量	kg-H ₂ O/D	19,059.4	26,598.5	34,221.2	
③: 乾燥品量	t/D	7,927.8	11,099.5	14,277.5	
乾燥品含水率	%	15.0	15.0	15.0	
④: 排ガス量 (湿ガス)	Nm ³ /h	15,096.0	21,084.0	27,132.0	運転日当たり
排ガス温度	℃	250.1	250.0	250.0	
燃料消費量 (合計)	L/D	3,969.7	5,542.9	7,132.6	
※発酵残渣 t 当たり	L/ t	147.1	147.0	147.1	
燃料①: 蒸気ボイラ	L/D	2,382.3	3,326.2	4,279.6	
燃料②: 脱臭炉	L/D	1,587.4	2,216.7	2,853.1	
(ア): 消費電力量	kWh/D	2,780.4	3,370.8	3,992.4	乾燥設備分 (従来方式)
※発酵残渣 t 当たり	kWh/t	103.0	89.4	82.3	
(イ): バイオガス発電量	kWh/D	9,387.3	13,142.5	16,897.5	当初試算値とする。
(ロ): [(ア)÷(イ)]×100	%	29.6	25.6	23.6	発電量に占める割合
蒸気必要量 (合計)	kg/D	28,337.1	39,587.7	50,928.7	0.5MpaG
※蒸発水分 t 当たり	kg/ t	1,486.8	1,488.3	1,488.2	0.5MpaG
(エ): 空気加熱器	kg/D	2,668.1	3,725.5	4,795.2	
(オ): 乾燥機本体	kg/D	25,669.0	35,862.2	46,133.5	

(7日/週平均の値とする)

<従来方式>での乾燥設備においては、乾燥熱源である蒸気ボイラーでのエネルギー (A重油等) の使用量削減が大きな課題となる。→<CO₂発生量の削減>での大きな負担となる。

令和4年度実施の乾燥試験結果を踏まえ（方式3）：回転通風式乾燥処理を行った場合の中継施設各ケースのブロックフロー図及び試算結果を（図3.6.3）、（表3.6.3）に示した。本実証事業における発酵残渣乾燥設備での消費電力量は中継施設でのバイオガス発電電力量の約20%程度になる見込みとなった。



（図3.6.3）発酵残渣乾燥設備ブロックフロー図(3)

（表3.6.3）乾燥試験に基づく試算結果

（項 目）	（単 位）	中継施設(1)	中継施設(2)	中継施設(3)	備 考
中継施設規模	t/D	40.0	56.0	72.0	
①: 発酵残渣量	kg/D	26,987.2	37,698.0	48,498.7	
発酵残渣含水率	%	75.0	75.0	75.0	
②: 蒸発水分量	kg-H ₂ O/D	19,059.4	26,598.5	34,221.2	
③: 乾燥品量	t/D	7,927.8	11,099.5	14,277.5	
乾燥品含水率	%	15.0	15.0	15.0	
④: 排ガス量(湿ガス)	Nm ³ /h	17,118.0	23,928.0	30,768.0	運転日当たり
排ガス温度	℃	250.0	250.1	250.0	
燃料消費量(合計)	L/D	3,413.7	4,764.5	6,127.2	
※発酵残渣 t当たり	L/t	126.5	126.4	126.3	
燃料①: 熱風炉	L/D	1,693.9	2,363.3	3,039.9	
燃料②: 脱臭炉	L/D	1,719.9	2,401.2	3,087.3	
(ア): 消費電力量	kWh/D	1,604.6	2,118.9	2,674.3	乾燥設備分(従来方式)
※発酵残渣 t当たり	kWh/t	59.5	56.2	55.1	
(イ): バイオガス発電量	kWh/D	9,387.3	13,142.5	16,897.5	当初試算値とする。
(ウ): [(ア)÷(イ)]×100	%	17.1	16.1	15.8	発電量に占める割合

(7日/週平均の値とする)

＜従来方式＞での乾燥設備においては、乾燥排ガスの処理(燃焼脱臭処理)でのエネルギー(A重油等)の使用量削減が大きな課題となる。→＜CO₂発生量の削減＞での大きな負担となる。

4. 令和5年度事業の検討課題（メタン発酵残渣の乾燥）

メタン発酵残渣を乾燥処理する場合、熱源として化石燃料を多く使うことになるため発酵残渣乾燥品をバイオマス燃料として利活用し、化石燃料を減らすことが本事業のポイントである。メタン発酵残渣の乾燥品を燃料として使用しない場合、表4.1に示すように、発酵残渣の乾燥に必要な化石燃料（A 重油）について発生バイオガス全量とほぼ同等の熱量が必要となる。

※熱風発生量・・・汚泥中の水分を蒸発させるための必要な熱量

令和5年度の事業においては、当該乾燥品を熱風炉で燃焼させ、乾燥機の乾燥エネルギー（熱風）を創出し、乾燥排ガスを熱風炉で燃焼処理することで、脱臭炉分に必要な燃料の削減を検討する予定である（燃料①及び燃料②の削減）。

（表4.1）（方式3）：模型回転－熱風吹込式

化石燃料（A重油）を回収バイオガス代替で使用した場合

			中継施設(1)	中継施設(2)	中継施設(3)
燃料①	⑤ 熱風発生炉	A重油	1,693.9 L/D	2,363.3 L/D	3,039.9 L/D
燃料②	⑥ 脱臭炉	A重油	1,719.9 L/D	2,401.2 L/D	3,087.3 L/D
	⑦	計	3,413.8 L/D	4,764.5 L/D	6,127.2 L/D
	⑧	A重油発熱量	45.2 MJ/kg	45.2 MJ/kg	45.2 MJ/kg
	⑨	比重	0.85 (L/kg)	0.85 (L/kg)	0.85 (L/kg)
	⑩	熱量換算	131,183.7 MJ/D	183,087.7 MJ/D	235,452.9 MJ/D
バイオガス	⑪	発生バイオガス発熱量	17.9 MJ/Nm3	17.9 MJ/Nm3	17.9 MJ/Nm3
	⑫	メタン濃度	50.0 %換算	50.0 %	50.0 %
	⑬	必要バイオガス量	7,328.7 Nm3/D	10,228.4 Nm3/D	13,153.8 Nm3/D
	⑭	バイオガス回収見込み	4,972.2 Nm3/D	6,961.2 Nm3/D	8,950.2 Nm3/D
			※⑬>⑭によりガス量不足	※⑬>⑭によりガス量不足	※⑬>⑭によりガス量不足



燃料③	⑮ 乾燥品		7,927.8 kg/D	11,099.5 kg/D	14,277.5 kg/D
	⑯ (含水率)		15.0 %	15.0 %	15.0 %
	⑰ 乾燥品発熱量		15.0 MJ/kg	15.0 MJ/kg	15.0 MJ/kg
	⑱	熱量換算	118,917.0 MJ/D	166,492.5 MJ/D	214,162.5 MJ/D
			※⑩>⑱により熱量不足	※⑩>⑱により熱量不足	※⑩>⑱により熱量不足

※乾燥品発熱量・・・乾燥試験時分析結果による。」

RunT4 13.8 MJ/kg Wet
RunT6 16.3 MJ/kg Wet
(平均) 15.0 MJ/kg Wet

今後の課題 発酵残渣の乾燥エネルギーの確保については、乾燥品の熱量の有効利用及びバイオガスの一部利用等についても検討が必要となる。
回収バイオガスについて 中継施設内の電力量が自給でき、かつ余剰バイオガスについては発酵残渣の乾燥に利用可能なシステムの検討が必要となる。

(⑩－⑱)/⑰＝ 685.3 Nm3/D 927.1 Nm3/D 1,189.4 Nm3/D
回収見込みバイオガス量比 13.8 % 13.3 % 13.3 %

Ⅲ. 添付資料

- 1.1 令和4年度第1回検討会資料および議事録
 令和4年8月31日開催
- 1.2 令和4年度第2回検討会資料および議事録
 令和5年1月19日開催
- 1.3 令和4年度脱炭素・先導的廃棄物処理システム実証事業第二回審査会等資料
 令和5年2月9日開催

1.1 令和4年度第1回検討会資料および議事録

資料-1 令和3年度事業実施結果



令和4年度 脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業

乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化における エネルギー自立型中継施設の実証 第1回検討会資料

令和4年8月31日

栗田工業株式会社

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

報告内容



1. 原料ごみ選別ごみ選別残渣発酵残渣発酵残渣(夾雑物除去脱水後、発酵残渣乾燥物性状分析結果考察
2. 実証試験施設でのCO₂削減量とエネルギー収支データの取組結果と考察
3. 一般廃棄物処理におけるプラスチック類処理実態の調査
4. エネルギー自立型中継施設の基本設計に必要な基礎データ整理と4年度検討計画への反映
5. 実証試験施設での乾燥設備(蒸気による間接乾燥方式)の各種運転データの取得とCO₂削減効果エネルギー収支等の評価
6. 実証試験施設からの発酵残渣による間接乾燥および直接乾燥試験結果
7. バイオマスボイラー専門メーカーである大川原製作所および他社程度の技術調査技術情報の収集結果 トーカ式流動床式
8. 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料専門メーカーである大川原製作所での燃焼試験結果(課題 熱収支など)
9. 適用バイオマスボイラー型式への対応と発酵残渣乾燥物のペレット化について専門メーカーである小熊鉄工所および他メーカー程度の技術調査技術情報の収集結果
10. 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料専門メーカーである小熊鉄工所でペレット化の試験結果
11. 固形燃料の熱量補助剤とし廃食油の適用検討する今年度(令和3年度は、廃食油の性状の基礎データの収及び市場流通状況等について調査結果

・事業計画

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

2

本事業の目的



「一般廃棄物中のバイオマス、非バイオマスを効率よく処理・利活用する事で、
処理で発生するエネルギー起因の二酸化炭素排出量を削減すると共に、
廃棄物処理の総事業費を削減し、持続可能な廃棄物処理システムを構築する」



<要点>

- ・縦型乾式メタン発酵技術の活用（排水処理が不要）
→中継施設への追設によるエネルギー回収・利用
（エネルギー自立型廃棄物処理）
- ・メタン発酵残渣の活用（従来は焼却処理）
→残渣乾燥用燃料として利用
→広域化焼却施設の規模縮減（総事業費の削減）

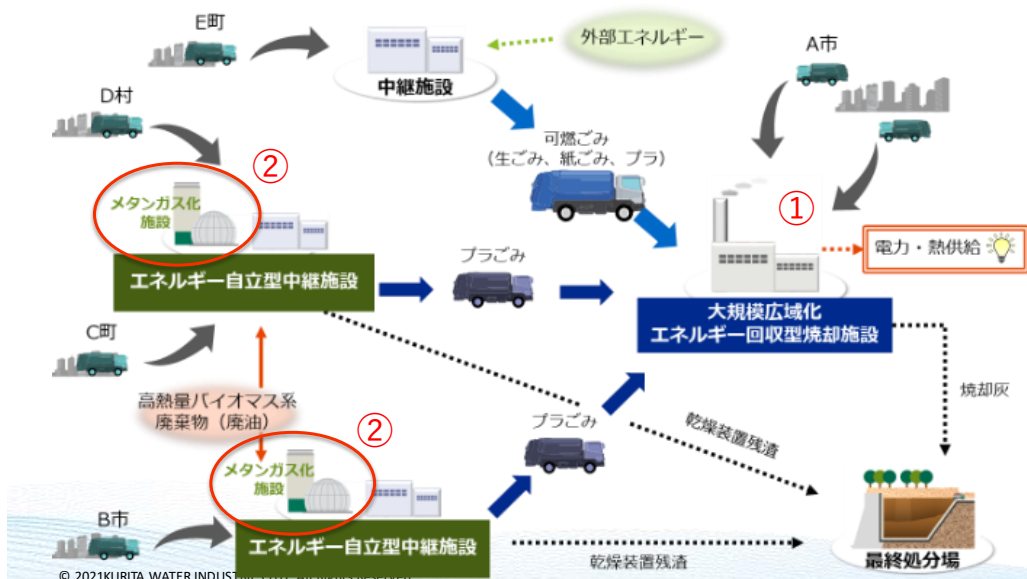
© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

3

実証事業概要 ～本事業のイメージ図～



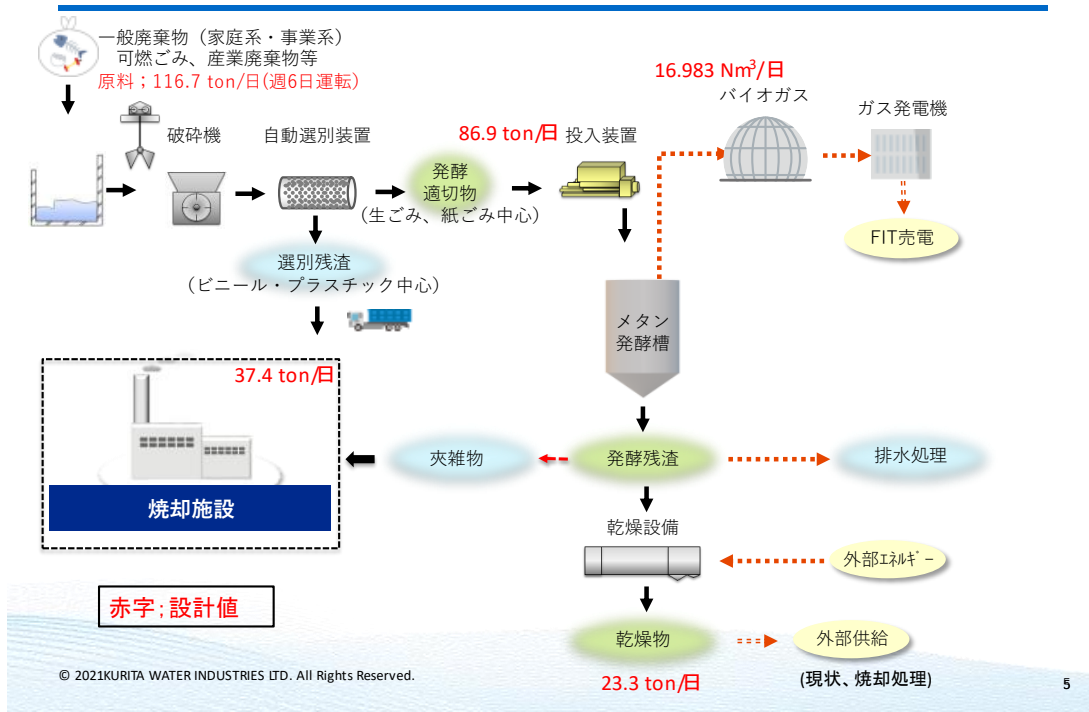
「大規模広域化推進」と「メタンガス化施設の普及」⇒中継施設の機能強化
①+②エネルギー自立型中継施設+大規模広域化に取り組みます



© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

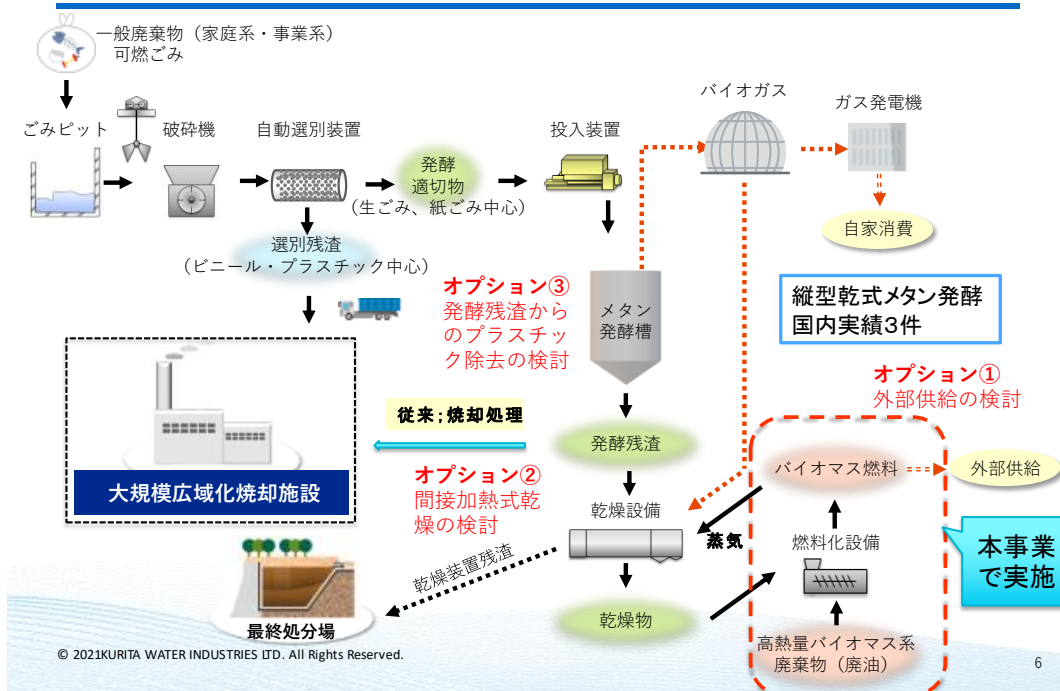
4

実証試験施設の構成(リックス資源循環(株)殿寄居バイオガスランド)



5

実証事業概要 ～エネルギー自立型中継施設～



6

1. 原料ごみ、選別ごみ、選別残渣、発酵残渣、発酵残渣（夾雑物除去、脱水後）
発酵残渣乾燥物、廃食油の性状把握・必要な性状分析結果



① メタン発酵原料（一般可燃ごみ）の分析

ゴミ組成調査の結果(%)

	分析の平均値	実証事業での施設 検討の数値	比較
紙類	32.1	31.0	ほぼ同じ
布類	18.7	3.3	検討数値より高い
木・竹・わら類	2.1	14.9	検討数値より低い
ビニール、ゴム、皮革	23.4	10.0	検討数値より高い
厨芥	4.8	40.0	検討数値より低い
不燃物類	1.0	0.0	ほぼ同じ
その他※	17.9	0.8	検討数値より高い
バイオマス分	56.9	86.7	検討数値より低い

※分別が困難な細かい成分組成を「その他」に分類した。
この大半は、バイオマスであり、木竹わらや厨芥に該当する

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

7

1. 原料ごみ、選別ごみ、選別残渣、発酵残渣、発酵残渣（夾雑物除去、脱水後）
発酵残渣乾燥物、廃食油の性状把握・必要な性状分析結果



① メタン発酵原料の分析

メタン発酵原料（一般可燃ごみ）の選別、分析

ゴミ組成の三成分（重量%）

	含水率	強熱減量	灰分
紙類	43.6	42.3	14.4
布類	43.7	43.2	13.0
木・竹・わら類	41.9	46.0	12.1
ビニール、ゴム、皮革	38.3	48.7	13.1
厨芥	55.3	33.3	11.4
不燃物類	—	—	—
その他	53.5	32.3	14.3
実証事業施設設計値	45.2	41.9	12.9

- ・設計値に対し、三成分の値に大きな乖離はない
- ・紙類、布類、ビニールなどの水分は厨芥類から移行したと想定する
- ・灰分はゴミ種別によらず一定

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

8

1. 原料ごみ、選別ごみ、選別残渣、発酵残渣、発酵残渣（夾雑物除去、脱水後）
発酵残渣乾燥物、廃食油の性状把握・必要な性状分析結果



① メタン発酵原料の分析

選別ごみメタン発酵槽へ投入する物

選別残渣＝メタン発酵槽に投入しない物

* 前処理：破袋→磁選→破砕→選別（回転篩、50mm □金網）

前処理後の各内訳(重量%、wetベース)

項目	選別ごみ	選別残渣
バイオマス	87.5	30.2
非バイオマス	12.5	69.8

・バイオマス：厨芥、紙類、木、竹、わら
・非バイオマス：布類、ビニール、ゴム、皮

1. 原料ごみ、選別ごみ、選別残渣、発酵残渣、発酵残渣（夾雑物除去、脱水後）
発酵残渣乾燥物、廃食油の性状把握・必要な性状分析結果



① メタン発酵原料の分析

選別ごみメタン発酵槽へ投入する物

選別残渣＝メタン発酵槽に投入しない物

選別ゴミの三成分(重量%)

	含水率	強熱減量	灰分
バイオマス	47.2	39.6	13.2
非バイオマス	43.6	39.6	16.9

選別残渣の三成分(重量%)

	含水率	強熱減量	灰分
バイオマス	39.8	55.1	5.1
非バイオマス	34.4	61.5	4.1

* 選別ゴミ、選別残渣において、バイオマス、非バイオマスの三成分割合は若干異なる結果となった

1. 原料ごみ、選別ごみ、選別残渣、発酵残渣、発酵残渣（夾雑物除去、脱水後）
発酵残渣乾燥物、廃食油の性状把握・必要な性状分析結果



メタン発酵残渣、脱水処理後のメタン発酵残渣の性状例

	水分 %	強熱減量 %	灰分 %	塩化物 mg/kg
発酵残渣	83.6	10.5	5.9	1,600

	水分 %	強熱減量 %	灰分 %	塩化物 mg/kg	カリウム mg/kg	ナトリウム mg/kg	炭素 %	水素 %	窒素 %	酸素 %	低位発熱量 kJ/kg	高位発熱量 kJ/kg
脱水した発酵残渣	72.6	16.7	10.7	940	1,700	2,700	31.7	4.4	2.8	22.7	12,226	13,117

1. 原料ごみ、選別ごみ、選別残渣、発酵残渣、発酵残渣（夾雑物除去、脱水後）
発酵残渣乾燥物、廃食油の性状把握・必要な性状分析結果



メタン発酵残渣乾燥物の性状例

	水分 %	強熱減量 %	灰分 %	炭素 mg/kg	塩化物 mg/kg	カリウム mg/kg	ナトリウム mg/kg	低位発熱量 kJ/kg	高位発熱量 kJ/kg
発酵残渣乾燥物	2	56.7	41.3	28,000	2,200	4,310	13,600	12,016	12,623

乾燥物を燃料として蒸気を生成させ、メタン発酵残渣を乾燥させる本事業において、乾燥物の発熱量が重要。高ければ高いほど、助燃剤量、エネルギー量が少なくなる。
後述する燃焼試験において、乾燥物は自然する結果であったが、乾燥物単独での乾燥用蒸気量確保は課題である。

2. 実証試験施設のCO₂削減量とエネルギー収支データの取得、評価結果と考察

<エネルギー使用量とバイオガス回収量例; 受入れ原料1tあたり>

項目	実証試験施設の運転実績からの計算値 (原料処理量 100 t/日)	備考
電力使用量 (kwh/ton)	約90	排水処理関連除く
都市ガス 使用量(Nm ³ /ton)	約13	メタン発酵槽加温、 乾燥機用蒸気生成
バイオガス 発生量 (Nm ³ /ton)	約155 Nm ³ (2776 MJ)	CH ₄ 濃度50%換算、実証事業 での試算に使用した値は 188.5Nm³/ton
メタン発酵槽 投入原料 有機物含有量 (kg-VS/ton)	約280 kg-VS	プラ類等、化石由来の有機 物を除いたもの

*1; 一部、定格稼働していない設備があった。稼働時のデータから定格稼働したものとして計算した

© 2021KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

13

2. 実証試験施設のCO₂削減量とエネルギー収支データの取得、評価結果と考察

<二酸化炭素排出削減量; 受入れ原料1tあたり>

項目	実証試験施設の実績、計算値 (原料処理量 100 t/日)	備考
外部から購入する電力由来の削減分(kg-CO ₂ /ton)	47	・排出係数;0.470kg-CO ₂ /kWh (「令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業」への公募事業について (留意事項)P-4 による。) ・排水処理除く <計算式> (発電電力量-消費電力量 ×0.470/100t/日)

*1; 一部、定格稼働していない設備があった。稼働時のデータから定格稼働したものとして計算した

© 2021KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

14

2. 実証試験施設のCO₂削減量とエネルギー収支データの取得、評価結果と考察



<実証試験施設の運転データを採用した場合の実証事業のバイオガス発生量、発電量試算値>

メタン発酵施設 受入れ原料(t/日)	40	56	72	備考
施設消費電力 計算値合計・・① (kwh/日)	6,720	7,504	8,856	原料ton当たりの消費電力は、規模が大きいほど効率が良い
実証試験施設運転データからのバイオガス発生量・・② (Nm ³ /日)	4,640	6,497	8,353	280kg-VS/t発酵槽投入原料
②の値からの発電量計算値・・③ (kwh/日)	7,719	10,806	13,894	発電効率38.0%
③-①(kwh/日)	999	3,303	5,038	処理規模が大きいほど、余剰電力量は増加する

<エネルギー自立の要点>
処理規模、原料組成による

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

15

2. 実証試験施設のCO₂削減量とエネルギー収支データの取得、評価結果と考察

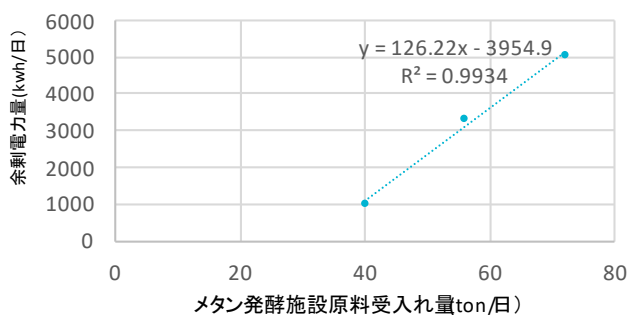
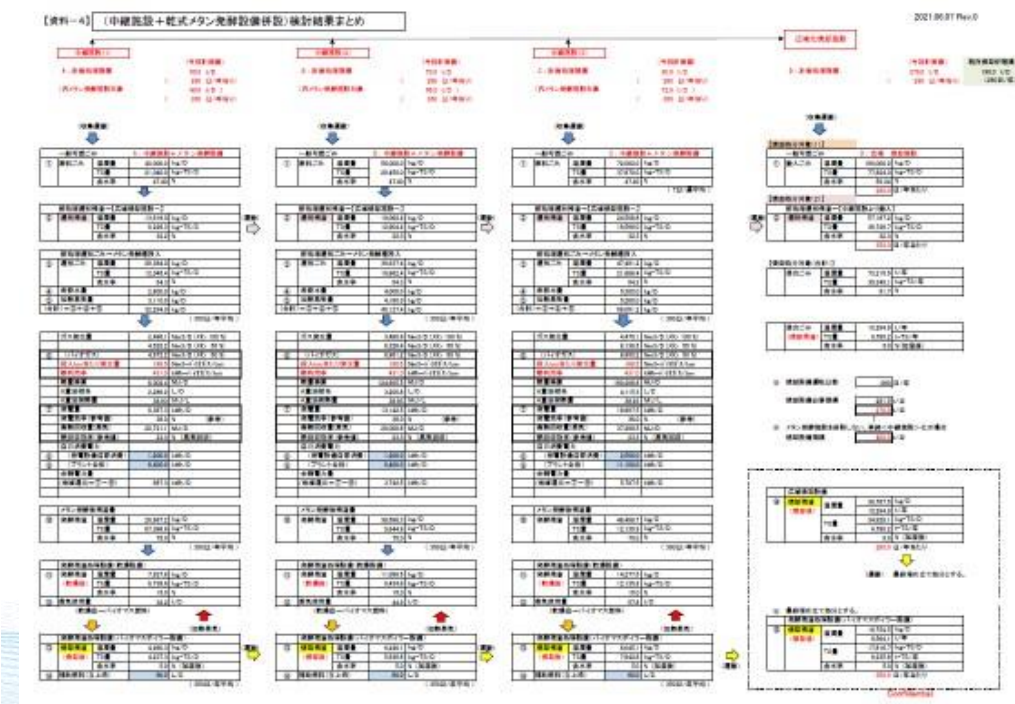


図 メタン発酵施設原料受入れ量と余剰電力量の関係

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

16

2. 実証試験施設でのO₂削減量とエネルギー収支データの取得、評価結果と考察 ＜参考＞ 提案時の物質、エネルギー試算結果のまとめ



17

3. 一般廃棄物処理におけるプラスチック類処理実態の調査



5自治体で調査を実施した。調査結果の概要を以下に示します。

- ・分類方法
資源物、資源化不可物などで分類。不可物は焼却、または埋立処理。
- ・リサイクル対象
ペットボトルがほとんど。
- ・回収したプラスチック類のリサイクル方法
リサイクルを行っている場合、日本容器包装リサイクル協会指定の業者に委託している。
- ・リサイクル製品の販売価格
委託処理なので不明。
- ・プラスチック類処理の課題
不適物混入、処理費、分別徹底、リサイクルルートの確保、など。
- ・プラスチック資源循環法への対応状況
5自治体、いずれも今後検討する、の回答であった。

4. エネルギー自立型中継施設の基本設計に必要な基本条件、課題の整理とR4年度検討計画への反映



【基本条件】

・対象とする原料組成

バイオマス成分、含有比率により、バイオガス発生量変動し、結果として二酸化炭素削減量に影響する。

・処理規模

メタン発酵設備は規模が大きいほど、原料処理量原単位あたりの消費電力が低くなる。一方、建設、維持管理コストが増加する。R3年度第1回検討会でご指摘のあった課題。

【R4年度検討計画への反映】

・対象とする地域、処理量

実態にそぐわない検討とならないよう、ごみ処理基本計画情報から、必要に応じて処理規模の見直しを行う。

・メタン発酵残渣燃料化方式の決定

今年度検討で確認された課題（後述します）を解決する。また、設備を簡素化する事を念頭に、プラスチック類込みの燃料化も検討する。

5. 実証試験施設での、乾燥設備（蒸気による間接乾燥方式）での各種運転データの取得及びCO₂削減効果、エネルギー収支等の評価



メタン発酵残渣乾燥物単独でメタン発酵残渣乾燥用蒸気を賄うことは難しく、余剰電力分のメタンガス、発電機の排熱を利用した排熱回収ボイラーの蒸気エネルギーを使う必要があります。

これらのエネルギーを使う事で、エネルギー自立が可能となる中継施設が実現できる見込みです。

実証試験施設の運転データから、物質、エネルギー収支を確認し、試算を行います。

1) 原料サンプリング（メタン発酵槽発酵残渣）



メタン発酵残渣



出荷

ドラム缶（発酵残渣）10本
フレコン（乾燥品）2袋
乾燥品は水分調整用

2) 間接乾燥試験（回転するディスク内に蒸気を投入し、間接加熱を行う方式）

①実施内容

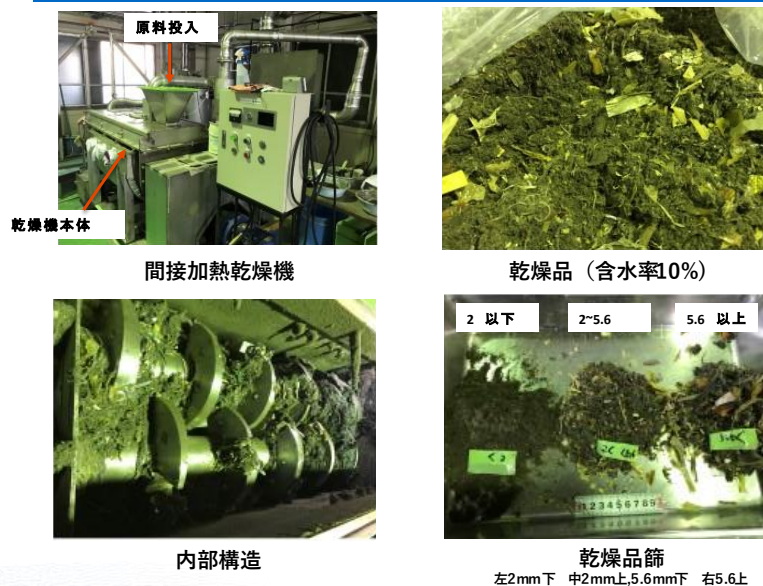
メタン発酵残渣に水分調整材としてメタン発酵残渣乾燥品を混合し含水率 75% 原料に調整したものを乾燥処理原料とした。なお、発酵残渣中に含まれる大きな夾雑物（長物プラスチック類、骨など）については除去した。

②試験結果

含水率10~30% の乾燥品を得ることが出来た。
（含水率10~30% は投入量見合で変化したものです）

③篩わけ（現場）

2mm以下、2~5.6mm、5.6mm以上で篩を実施。
5.6mm以上 27%（夾雑物主体）
2~5.6mm 27%（発酵残渣主体）
2mm以下 46%（発酵残渣乾燥品主体）



23

© 2021KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

3）直接乾燥試験（容器内に熱風を吹き込み、直接乾燥させる方式）

①実施内容

メタン発酵残渣に水分調整材としてメタン発酵残渣乾燥品を混合し含水率 75% 原料に調整したものを乾燥処理原料とした。なお、発酵残渣中に含まれる大きな夾雑物（長物プラスチック類、骨など）については除去した。

②試験結果

乾燥機の軸に夾雑物の絡みつきが見られた。運転を継続した場合、絡みつきが成長し、不具合が発生する可能性があるため試験を停止した。

24

© 2021KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.



【結果と考察】

1) 間接乾燥

- ・乾燥処理は可能であった
- ・メタン発酵残渣中の大きな夾雑物を除去後、乾燥処理を行う必要がある
- ・篩分けをせず、燃料として利用可能かを確認する必要がある

2) 直接乾燥

- ・大きな夾雑物以外の夾雑物による絡まりが発生し、試験を中止した（乾燥処理できず）
- ・メタン発酵残渣中の大きな夾雑物を除去後、乾燥処理を行う必要がある
- ・絡まり対策として、他の直接乾燥方式（ロータリーキルン型）の適用可否を見極める必要がある

7. バイオマスボイラー専門メーカーである大川原製作所および他メーカー(社数秘匿)の技術調査、技術情報の収集結果。(ストーカー式、流動床式)



調査結果の概要を以下に示します。

- ・燃料として必要な熱量
3,000 kcal/kgは最低必要。
- ・燃料の形状
粉体、ペレット、チップ
- ・環境アセスメントの要否
ボイラとして設置できれば不要。焼却炉扱いとなるなら不要。
- ・必要な資格
蒸気発生量により、ボイラー技士免許有資格者が必要。

8. 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカーである大川原製作所での燃焼試験結果



1) 試験原料

実証試験施設で発生したメタン発酵残渣乾燥物

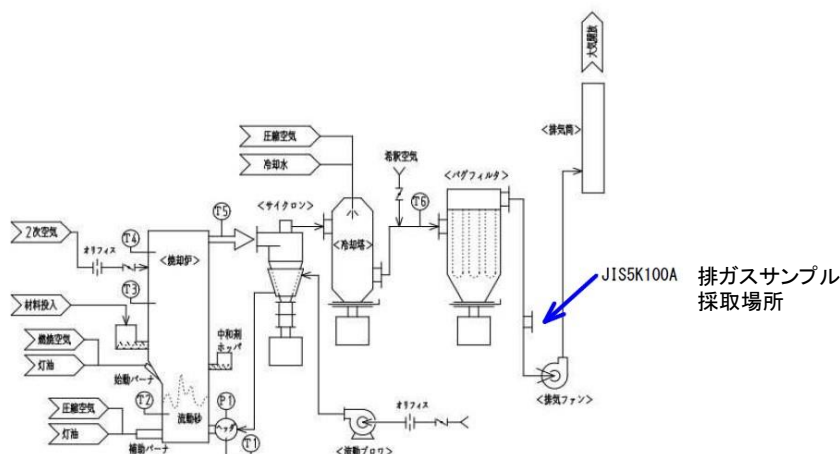
2) 試験方法

次ページに示した流動床式燃焼炉に原料を投入、燃焼データの採取、排気ガスの分析を行う。

8. 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカー大塚製薬所での
燃焼試験結果



○試験装置のフロー（流動床炉）



© 2021KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

29

8. 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカー大塚製薬所での
燃焼試験結果



燃焼試験結果

No.	項目	単位	Run. 1	Run. 2	備考
1	燃焼試験実施日		2022.3.23	2022.3.24	
2	供試原料		メタン発酵残渣（乾燥品）		※実証試験施設より
3	水分	%	18.6		
4	熱灼減量	%	58.6		
5	運転時間	min/回	385	375	
6	材料投入量	kg/回	307.5	380.0	各 Run 合計
7	流動空気圧	kPaG	6.0~7.0	6.0~7.0	
8	流動空気風量(at500℃)	m³/min	5.8~11.6	7.0~13.5	
9	二次燃焼空気風量(at20℃)	m³/min	2.2~3.2	2.2~4.5	
10	炉内圧	kPaG	-0.3~-0.4	-0.1~-0.3	
11	灯油流量(補助バーナ)	L/h	11.0~0.0	10.0~0.0	初期立上時使用
12	集塵装置	回収量	40.0	88.5	各 Run 合計
13	(サイクロン)	対原料比	13.0	19.0	
14		熱灼減量	未測定	0.5	加重平均値とした
15	集塵装置	回収量	24.7	4.5	各 Run 合計
16	(バグフィルター)	対原料比	8.0	1.3	
17		熱灼減量	未測定	5.0	加重平均値とした
18	燃焼炉	排気温度	241~361	272~405	
19		上部温度	333~618	409~688	
20		中部温度	374~618	463~782	
21		砂層温度	688~788	644~804	
22	流動化空気温度	℃	47.2~89.8	65.0107.3	
23	バグフィルター入口温度	℃	119~136	117~155	

© 2021KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

30

8. 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカー犬塚製作所での
燃焼試験結果



まず、乾燥物単独で自然できる事を確認した。一方、集塵装置での
回収物量(燃焼残渣量)は投入原料に対して、Run.1で21.0%、
Run.2で20.3%であり、一般可燃ごみの焼却残渣量と比較して
約2倍量となっている。これは、原料中の燃焼しない灰分が多いためと
考えられる。

なお、今回の試験では、燃焼炉出口排ガス温度が計画予定値750℃に
対して、400℃程度までしか上昇しなかった。理由として以下が考えられた。

- ・水分が低く、炉床で燃焼してしまうことで気化ガスが炉内中間ゾーンで完全燃焼に至らず排気温度が上昇しづかった。
- ・乾燥物の灰分が多く、運転していく中で砂層高が増していく傾向があり、流動形成に影響が出た。



今回の乾燥物はメタン発酵残渣から夾雑物を除き、凝集・脱水処理したものである。
上記した課題は無機系凝集剤の影響も考えられる。残渣をそのまま乾燥させた乾燥
物の物性を確認して、対応を決める。

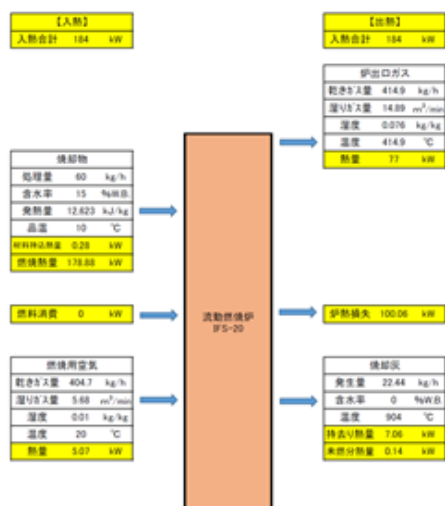
© 2021KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

31

8. 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカー犬塚製作所での
燃焼試験結果



燃焼試験でのエネルギー、物質収支



<課題>

・排ガス温度
排熱回収ボイラー運転には 750℃
程度必要(今回約 400℃)
→助燃剤の併用など

・灰分量
炉の安定運転に影響する。
対策について、専門メーカーと協
議をして決定し、確認を行う

© 2021KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

32

9. 適用するバイオマスボイラー型式への対応として、発酵残渣乾燥物のペレット化について、専門メーカーである小形鉄工所および他メーカー（3社）の技術調査、技術情報の収集結果

3社にヒアリングを実施した。結果の概要を以下に示す

- ・形式
二軸スクリー式、
- ・対象物実績
汚泥、木質チップ、プラスチック、乾燥汚泥、ペーパースラッジなど
- ・動力
約100kwh/ton(原料性状による)
- ・受入れ不可物
金属、ガラス、陶磁器など

10. 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカーである小形鉄工所でペレット化の試験結果（山田）

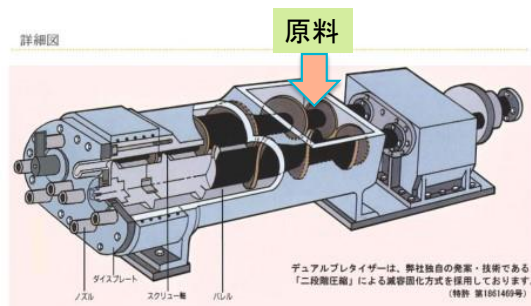
【ペレット化試験概要】

原料； 実証試験施設で生成したビニール類などの夾雑物を除去した発酵残渣乾燥物

方法； 加水あり、なし

試験装置； 下図(原料を二軸スクリーでダイスプレートへ押し込み、ノズルを通して成形品を得る)

方法； 小型機(処理能力:0.1ton/hr)で成形条件を決めたのち、大型機(処理能力:1ton/hr)で連続成形を行った。



- 10 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカーである小熊鉄工所でペレット化の試験結果（ペレット化条件）



【ペレット化試験結果】

1) 小型試験機での成形条件検討

- ・成形には水分が影響する
- ・原料の含水率は20～30%が良い
- ・成形に最適なノズル長さがある（条件3は原料含水率が28%だがノズル長さ58mmで閉塞が発生した）

項目	条件1	条件2	条件3	条件4	条件5	条件6
原料条件	乾燥物のみ	加水	加水	加水	加水	加水
乾燥物重量(kg)	10	10	10	10	20	20
加水重量(kg)	0	1	3	2	5	6
原料含水率(%)	7	未測定	28	23	30	27
ノズル長さ(mm)	58	58	58	30	30	30
ノズル数量 (内径15mm)	7	7	7	7	7	7
ペレット化後 含水率(%)	未測定	未測定	未測定	18	25	19
判定	×	×	×	○	○	○

- 10 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカーである小熊鉄工所でペレット化の試験結果（ペレット化条件）（山田）



【ペレット化試験結果】

2) 大型試験機での成形条件検討

- ・小型試験で成形可能であった、「条件 6（加水30%）」で実施
- ・成形品を得る事が出来た
- ・安定したペレット形成には、ダイスプレート、ノズル径・長さなどの条件を詰める必要がある

10 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカーである小熊鉄工所でペレット化の試験結果（山田）



【結果と考察】

○ペレット形成には水分が影響する。

○含水率が25%前後でペレットが形成した

○安定したペレット形成には、ダイスプレート、ノズル径・長さなどの条件を詰める必要がある

○自然可能な含水率条件と推察する。次年度以降、燃焼試験を行い、試算に必要なデータを採取する

10 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカーである小熊鉄工所でペレット化の試験結果（山田）



【試験時の写真】



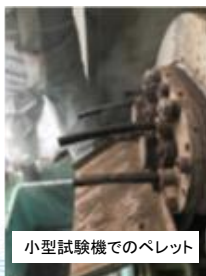
乾燥物(加水なし)



小型試験機外観



大型試験機外観



小型試験機でのペレット



小型試験機でのペレット



大型試験機でのペレット

11. 固形燃料の熱量補助剤として、廃食油の適用を検討する。廃食油性状基礎データの収集及び市場流通状況等について調査結果

1) 廃食油の性状

試料名	pH	水分 %	強熱減量 %	K mg/kg	塩化物イオン mg/kg	Na mg/kg	発熱量 MJ/kg
処理前A	6.3	<0.1	100	286	150	727	41.4
処理前B	5.2	<0.1	100	213	55	550	41.1
*他燃料の発熱量 MJ/kg							
A重油	42~46						
石炭	24.4						
LPG	50						

- ・発熱量はA重油と同等
- ・水分はほぼない
- ・K(カリウム)、塩化物イオン、Na(ナトリウム)は調味料由来



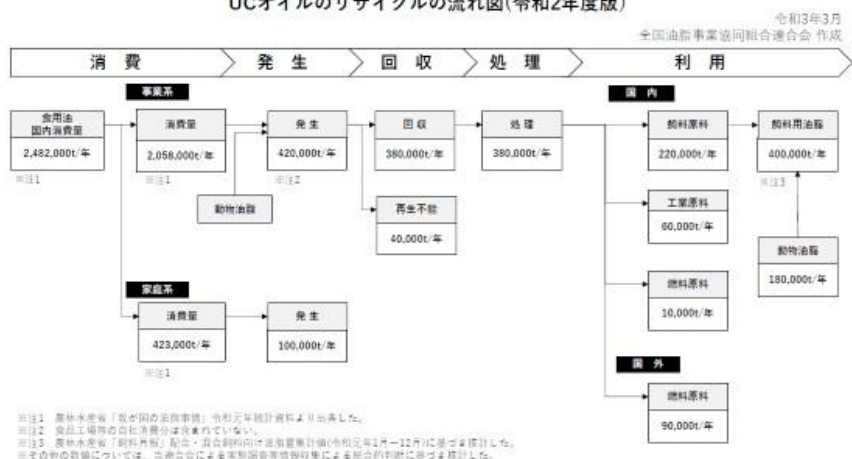
発熱量で評価すると、熱量補助剤として十分利用可能といえる

11. 固形燃料の熱量補助剤として、廃食油の適用を検討する。廃食油性状基礎データの収集及び市場流通状況等について調査結果

2) 廃食油の流通状況

- * 全国油脂事業協同組合連合会へのヒアリングを実施

UCオイルのリサイクルの流れ図(令和2年度版)



<ヒアリング結果>

○発生量

コロナの影響により外食産業で減少気味だが、持ち帰り総菜用でそれなりの水準を維持している(H29年度;約53万トン/年、R2年度;約48万トン/年)

○引取り

無償、または有価で引取る。引取り価格は精製品の価格上昇の影響から、上昇傾向にある

○精製品の需要

特に燃料用として海外向けが伸長している
(H29年度;約6万トン/年、R2年度;約9万トン/年)

○販売価格

- ・飼料向け; R1年度に対して現状、約1.5倍(90円/L)
- ・燃料向け; R1年度に対して現状、約1.5倍(110~120円/kg)
- * バイオ燃料向けとして、特に EUで需要が増加している

○新たな取り組み

現在、利活用が困難な「グリーストラップ」の燃料化検討を開始した

【結果と考察】

・価格が上昇し、汎用燃料価格と同等に近い(約120円/kg)ことから、発酵残渣乾燥物との混合を行う場合、コスト面と効果を十分に精査する必要がある

* A重油; 約100円/L

・精製前の廃食油価格は安価であるが、油かすや調味料由来の無機塩類(Na、K、Cl)が含まれることから、燃料利用時におけるこれら物質の影響を十分考慮する必要がある(燃料炉でのクリンカー発生、排ガス中の塩化水素濃度)

・他の高熱量バイオマス系廃棄物の利活用可否検討も必要と思われる

○検討したシステムのエネルギー自立は？

自立する見込み。試験を行い、乾燥に必要なエネルギーのデータを採取して試算精度を向上させる

○自立する規模は？

一般廃棄物では、40ton/日以上と見込む。

○自立するために必要な有機物(VS)量=原料ごみの質は？

一般廃棄物の可燃ごみを対象とした場合、達成可能と見込む。

○課題

- ・事業実現に向けた地域の選定
- ・発酵残渣性状の変動幅
- ・乾燥物燃料化における必要な助燃用エネルギー

事業計画 ～実証事業スケジュール～

	令和3年度 (2021年度)				令和4年度 (2022年度)				令和5年度(2023年度)
	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	通期
1. 全体計画の作成				↔					
2. 実証施設の運転データ確認、解析				↔		←	→	→	
3. 各種性状分析(原料、残渣、燃料)				←	→	→	→	→	
4. 発酵残渣の燃料化(乾燥、燃焼)試験				↔			↔		↔
5. CO ₂ 排出量の算出							←	→	
6. 中継施設の基本設計								←	→
7. 試験結果まとめ				↔				↔	↔
8. 事業成果報告書の作成									↔

* 当初、令和3年、4年の2か年事業でしたが、令和5年まで延長し、3か年の事業となった。

令和4年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業
乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化におけるエネルギー自立型中継施設の実証
第1回検討会議事録

文責事務局(栗田工業)

【日時】2022年8月31日(水) 9:30～12:00

【場所】(有)オフィス東京会議室 C5 及びオンライン(Teams)

〒104-0031 東京都中央区京橋一丁目6-8

【報告者】栗田工業(株)

【参加者】(敬称略) * : オンライン参加

＜委員＞ ○: 座長

○大門委員、中山委員*、伊藤委員、秦委員、亀岡委員*

＜環境省 環境再生・資源循環局 廃棄物適正処理推進課＞

日垣課長補佐、北垣係長、後藤環境専門員、高橋環境専門員

＜(財)日本環境衛生センター＞

西畑*

＜事務局＞

栗田工業株式会社

篠川*、水成*、山田、古賀*、松村、友則*、三好

【配布資料】

資料-1 令和3年度実証事業結果

「乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化における
エネルギー自立型中継施設の実証」
第1回検討会資料

資料-2 令和4年度実証事業内容

「乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化における
エネルギー自立型中継施設の実証」
—委託仕様書

【要旨】(敬称略)

1. 開会

事務局より開会挨拶を行った。

2. 次第について

事務局より検討会の次第について説明を行った。

3. 環境省からの挨拶

日垣課長補佐から挨拶があった。

(ア) 2050 年カーボンニュートラル宣言、地域循環共生圏モデル等と言及しているように、メタン発酵は重要なものであると認識している。

(イ) プラスチック資源循環推進法が施行されて、今後一般廃棄物可燃ごみの質が変動して、プラスチック類が減少する中で、本実証事業に期待している。

4. 座長挨拶

大門委員より挨拶があった。

(ア) 当初予定していた 2 か年実証事業が 3 か年に変更となった。それに伴ってどのように、実施計画が変更になったかを説明してほしい。

(イ) 昨年度実証を行って、各種データを取得できたが、同時にばらつきが見られる結果となっている。しかし個々のデータに縛られずに、そのデータを総合的に生かして、処理規模とエネルギー自立との関係を実証していく、ポイントはサイズとして、方向性をしっかり見さだめて進めて行ってほしい。

(ウ) 実証に協力して頂く、オリックス資源循環㈱に実証から得た成果を役に立てて頂けるように進めると同時に、どうすれば縦型乾式メタン発酵技術を日本国内に広げていくことが出来るかを考える場としてほしい。

5. 委員からの挨拶

伊藤委員から挨拶があった。

(ア) 最近では、廃棄物からのエネルギーの利活用関係を重点的におこなっている。

秦委員から挨拶があった。

(イ) 自治体から、小規模の一般廃棄物処理をどうして行くかという問題が提起されていて、その解決に、この実証が役立つようにしてほしい。

中山委員から挨拶があった。

(ウ) 埼玉県でごみ広域行政を担当している。

亀岡委員から挨拶があった。

(エ) 昨年度に引き続いて、実証事業に、寄居バイオガスプラントを中心に協力していきたい。

各出席者の紹介と挨拶があった。

6. 資料の確認

事務局より資料の確認があった。

7. 令和 3 年度実証事業実施結果の説明

事務局より、資料-1の説明を行い、委員より以下の意見等があった。

(1) 資料-1 P-1 から P-12 までの説明を行った。(事務局)

1. 原料ごみ、選別ごみ、選別残渣、発酵残渣、発酵残渣(夾雑物除去、脱水後)、発酵残渣乾燥物の性状分析結果、考察について

(伊藤委員)

(ア) 先ず、P-9 の「①メタン発酵原料の分析 選別ごみ 選別残渣」において、P-5 に記載のある選別ごみと選別残渣の数値や選別率を記載することが必要である。

(イ) P-11 に「脱水した発酵残渣」の性状分析結果を記載している。おそらく、実証試験施設には脱水機を設置しているので、実証事業とは別に、あくまで参考値として記載しているだけと思うが、参考である、などの説明がないと、このデータの意味や解釈が分からなくなる。

→・ 選別ごみや選別残渣の重量や選別率は今年度の実証事業の中で、マテリアルバランスシートを作り整理していく。(事務局)

- ・ オリックス資源循環(株)施設の各種評価をしていく中で、傾向を見るという意味で記載した。ご指摘の通り、本実証で脱水は考えていないので、参考などの説明を加えるようにする。(事務局)

(大門委員)

(ウ) 伊藤委員に補足して、P-5 の実証試験施設のフローに、量を概略で良いので記載してほしい。特に、含水率や夾雑物量も記載してほしい。この乾式メタン発酵システムは一般廃棄物の分別・乾燥・ガス発生装置であり、焼却炉への量を減少させることも目的なので、本実証を進めて、マテリアルバランスの精度を一つずつ高めて行って、焼却炉への量が減少することが良くわかるようにしてほしい。

(エ) P-11、12 の高位発熱量が乾燥発酵残渣の方が脱水発酵残渣より低くなっているのはなぜか。

→・ 高位発熱量の違いは、それぞれサンプリングした残渣にタイムラグがあり、同一な性状ではないためです。(事務局)

(秦委員)

(オ) P-10 において、バイオマスと非バイオマスの含水率がほとんど変わらない。バイオマスの方が含水率は高いというイメージがあるが、何か理由があるか。

(カ) P-11 の発酵残渣の含水率が 83%と高いと思うが、プラスチック等が少ないせいなのか理由はあると思うが、メタン発酵上問題がないのか。

→・ バイオマスと非バイオマスの含水率がかわらないのは、厨芥ごみ等の水分が紙ごみその他に移行して、ごみ全体に平均的に分布しているためと思う。あくまで、結果としてこの数値と思う。(事務局)

- ・ 発酵残渣の含水率は定期的に分析しているが、80%前後となっている。本来の目標は 75%前後であるが、加水はしていない上に、蒸気加温もわずかであるので、原料から持ち込まれた水分と思うが、80%前後で変動していて、この時はたまたま 83%となったと思う。メタン発酵上はこの含水率でも問題はないが、低い方が後段の乾燥設備を運転するには望ましいので、将来的には 75%前後を目指していく。(事務局)

(大門委員)

(キ) P-5 の「実証試験施設の構成」において、なぜ排水処理が入っているのか。

→・ P-5 のフローシートは実証事業の想定フローではなく、参考としてオリックス資源循環(株)寄居バイオガスプラントの実際の施設フローを記載している。

(事務局)

(中山委員)

(ク) P-7 の「ゴミ組成調査の結果」において、「分析の平均値」と「実証事業での施設検討の数値」に乖離があるので実証に影響しないか心配になる。ゴミ質はその時の状態により、変動することは避けられないことは十分に承知しているが、いくら分析精度を上げても、サンプリングが粗雑であると、実証に影響するので、どうサンプリングすれば適切か、を良く考えて慎重にサンプリングすること。

(亀岡委員)

(ケ) P-5 に寄居バイオガスプラントのフローと主な設計数値を記載しているが、現状はまだ立上げ段階という事もあり、その数値通りになっていない。特に乾燥物は 23ton/日になっていない。こうなっている主な原因は、発酵残渣から取り出す夾雑物が本来は非バイオマスが中心であるのに、バイオマスも多く随伴してしまい、後段の乾燥設備に行くバイオマスが少なくなっているためである。この数値を設計値に近づけることが大切であるが、実際に安定運転に入った時の数値で実証していく必要があると思う。

(大門委員)

(コ) この夾雑物の量と質を含めて、マテリアルバランスをしっかりと把握できるかがこの実証事業のポイントとなる。

→・ 夾雑物、発酵残渣の量と質で乾燥設備の評価に大きく影響するので、安定運転に入ったら、これらの数値と各数値、状況をしっかりと把握する。(事務局)

(2) 資料-1 P13～44 の説明を行った。(事務局)

2. 実証試験施設の CO₂ 削減量とエネルギー収支データの取得、評価結果と考察
3. 一般廃棄物におけるプラスチック類処理実態の調査
4. エネルギー自立型中継施設の基本設計に必要な基本条件、課題の整理と令和 4 年度検討計画への反映
5. 実証試験施設での、乾燥設備(蒸気による間接乾燥方式)での、各種運転データの取得及び CO₂ 削減効果、エネルギー収支等の評価
6. 実証試験施設からの発酵残渣による間接乾燥および直接乾燥試験結果
7. バイオマスボイラー専門メーカーである大川原製作所および他メーカー(計 3 社程度)の技術調査、技術情報の収集結果(ストーカ式、流動床式)
8. 実証試験設備からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカーである大川原製作所での燃焼試験結果(課題、熱収支など)

9. 適用バイオマスボイラー型式への対応として、発酵残渣乾燥物のペレット化について、専門メーカーである小熊鉄工所および他メーカー(計 3 社程度)の技術調査、技術情報収集の結果
10. 実証試験施設から発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカーである小熊鉄工所でペレット化の試験結果
11. 固形燃料の熱量補助剤として、廃食油の適用を検討する。廃食油性状基礎データの収集及び市場流通状況等について調査結果
12. 事業計画

委員より以下の意見等があった。

(伊藤委員)

- (サ)資料-1 の P-13 の「エネルギー使用量とバイオガス回収量例」は、オリックス資源循環(株)寄居バイオガスプラントの実績データからの引用であるが、実証事業に適用するために、乾燥機の使用電力は入っているが脱水機、排水処理施設の使用電力は入っていないと思う。しかし、実証事業で自立するために必要なバイオマスボイラーも入っていないと考えられる。その自立に必要なバイオマスボイラーが入っていないのに、自立云々を論議しても仕方がないのではないか。
- (シ)また同じく P-13 の「エネルギー使用量とバイオガス回収量例」において、メタン発酵槽加温と乾燥機用蒸気制生成用に都市ガス使用量という項目を残してしまっている。寄居バイオガスプラントの参考実績としては良いが、目標としているシステムでは、これを当然他のバイオガス等に置き換えることになると思うので、そのやりくりをどう考えているのかが見えない。
- (ス)更に P-14「二酸化炭素排出削減量」において、外部から購入する電力の削減量のみを対象としているが、都市ガスをバイオガス等に置き換える削減量については言及していない。こちらも、目標としているシステムに近づくように、今年度検討を進める必要がある。
- (セ)目標としているシステムに合わせて、各数値を精査、整理して組み合わせていかないと、P-16 で示している、メタン発酵施設原料受入量 40ton/日程度まで、エネルギー自立ができるかどうかは言えないと思う。
- (ソ)オリックス資源循環(株)寄居バイオガスプラントでの話をしているのか、やろうとしている実証事業のシステムの話をしているのか、一緒になってしまっている。そこを分けて話をしないと、自立云々の話は出来ないし、見ている人、話を聞いている人は混乱してしまう。
- (タ)P-26 の「6.実証試験施設からの発酵残渣による間接乾燥および直接乾燥試験結果【結果と考察】 1間接乾燥」に「メタン発酵残渣中の大きな夾雑物を除去後、乾燥処理を行う必要がある」との記述があり、夾雑物を除去しないと処理出来ないと読めるが、

今回の実証システムでは、夾雑物を分離しないで入る、が前提と思うので、どのように実証しようと考えているのか。

- P-17 の「＜参考＞提案時の物質、エネルギー試算結果のまとめ」で提案時の、エネルギー自立の可能性試算を再録しているが、稼働に必要な量のバイオガス発電に、生産発酵残渣乾燥物の熱利用に、バイオガス発電機の排熱回収と余剰電力分のバイオガスの熱利用により、大枠自立できると推定している。今は第一段階で、オリックス資源循環(株)寄居バイオガスプラントの実績数値を正確に取得しようとしているが、第二段階では、実証事業のシステムに合わせて実証していく。そこは分けて精査、整理していく。(事務局)
- ・ 間接乾燥機(試験機)は二軸スクリューのジャケット構造となっているが、そのスクリューに夾雑物がスタックしてしまいうまく回転しなかった。また、直接乾燥機(試験機)も中心にシャフトがあり、そこに夾雑物の絡み付きが見られた。本実証では夾雑物は混入するので、両方とも課題が有り、今年度はシャフトのないロータリーキルン型直接乾燥方式で試験を行ってみて夾雑物が有りでも乾燥できることを目指す。(事務局)

(大門委員)

(チ)伊藤委員の指摘に関連して、P-15 の＜実証試験施設の運転データを採用した場合の実証事業のバイオガス発生量、発電試算値＞については、現在は概略の数値なのでこれを精査して、精度のある数値に変えていくことになると思うが、「施設消費電力計算値合計」を内容がわかるように表示してほしい。特に「メタン発酵出口まで」と「メタン発酵槽出口以降」に分けて表示してほしい。そうすると、出口以降を設置しないに関わらず、メタン発酵自体がどの規模で自立できるのかどうかは明らかになる。今後それが重要になってくると思う。焼却炉が横にあり、残渣を焼却できるメタンハイブリット方式であれば 30t/日でなくても 20t/日でも自立できるなど、秦委員の指摘した小規模の乾式メタンの可能性が広がるので検討を続けてほしい。

(秦委員)

- ・ お二人の委員からも話あったように、まずは使用電力に焦点をあてて、電力で自立できるかどうかを、検討していると思うが、やはり、小規模でどこまで自立できるかを知るために、施設消費電力計算値合計を分けて内容がわかるように表示してほしい。小さくしても変わらないベースの部分と大きくなったから増える部分がはっきりすると、規模を小さくしたときに何 ton/日までは、自立する等がわかるのではないかな。
- ・ バイオガス発電の排ガスを排熱回収して、間接乾燥の蒸気熱源として使えることはよくわかるが、直接乾燥の熱源でも使えるのだろうか。直接乾燥については、以前、関係した木質チップの乾燥機で火災を起こしたこともあるので、温度コントロールが難しいという印象が有り、直接乾燥機の機構、構造もわかるように説明して頂けると良いと思う。
- ・ 発酵残渣の乾燥物中の灰分の多いという話があったが、夾雑物としてプラスチック類が

- 多いとその灰分比率が減って、影響が抑えられる可能性があり、熱量は高いので、熱収支が厳しい中で、固形燃料化しないで、発酵残渣の乾燥に全量使う方が良いと思う
- ・ その灰分や夾雑物(プラスチック類)にしても、全て持込ごみの性状が最後まで影響していることを理解している。発酵残渣の含水率が高めという現象も、同じく持込ごみの性状由来であるので、持込まれた水分がどこに行っているか、その挙動も確認してほしい。
 - ・ プラスチック循環推進法が施行されても、小さな自治体は対応しないところもあり、ごみ性状は、地域による差異が拡大する可能性があるので、実証でも考慮した方が良い。
 - ・ 直接乾燥の熱源としては、バイオガス発電機の排ガスの排熱回収熱は使用できないので、熱源として乾燥発酵残渣と余剰バイオガスを使用すると思う。(事務局)
 - ・ 発酵残渣の灰分が多いのは原料由来で、有効な対策はない。確かに夾雑物(プラスチック類)が多いと、濃度的には薄まる効果はあるが、絶対量は変わらないので、Na や K によるクリンカ等への影響は検討する必要がある。(事務局)
 - ・ 水分の挙動はマテリアルバランスをしっかりと作っていく。(事務局)

(中山委員)

(ツ) P-18 に関して、プラスチック資源循環法への対応状況は、埼玉県でも、交付金の対象や施設の新設や改修の予定がない自治体は、様子見となる。また、都市部と地方部で住民の意識も違っているし、全ての事業者が対象であるのに、一部の事業者のみ対象であると、法令の認知度が低いなど、様々な状況があるので、どのような自治体に調査をしたのか、付帯情報を記載した方が理解しやすいと思う。

(テ) P-41 に、廃食油の<ヒアリング結果>が記載されているが、現実には廃食油の調達には困難になっているので、燃料補助剤としての利用は難しいと考える。また、新たな取り組みとして「グリーストラップ」の燃料化が記載されている。しかし、埼玉県内に TBM という、グリーストラップからバイオ燃料を分離抽出する特殊な技術を持っている業者を知っているが、グリーストラップのメンテナンスをしていて更に分離抽出技術を持っていないとバイオ燃料を製造できないので、やはり、こちらも調達するのは困難と思う。もし TBM から情報収集等を行いたいならば紹介する。

→・ グリーストラップについては、連合会からの燃料化検討を開始した程度の情報のみなので、情報収集等の必要があれば紹介をお願いしたい。(事務局)

(亀岡委員)

(ト) 基礎データとして寄居バイオガスプラントの運転実績データが、実証事業に活用するためには、非常に重要であると考え。寄居バイオガスプラントは、現在、立上げ段階であるが、もうすぐ安定運転に入るので、その安定運転の適切なデータを収集、整理して提供することで、栗田工業と協力して、正しい評価の下で、実証事業の成果を上げて行きたい。

(ナ) 現場に携わると、ごみのインプット条件がアウトプットにそのまま影響するので、非常に大切と感じる。乾式メタン処理をメインで行う場合は、乾式メタン処理に適切な可燃ご

みの排出条件を、例えば自治体のごみ分別収集の現場担当の方の意見等を聞きながら、整理、検討していくことも必要ではないか。

(大門委員)

(ニ)発酵残渣乾燥物の燃料としての外部供給は、カロリー調整、品質管理、引受先、灰分等の条件が厳しく、それを満たすことは困難なので、発酵残渣乾燥のための自己消費として考える方が現実的であると思う。

(ヌ)乾式メタン発酵を中継施設に設置したら、エネルギーが自立して、分別もできて、発酵残渣は乾燥できて、量を減らして運搬そして焼却もできます、という観点で事業を進めたたら、エネルギー自立型中継施設のみならず、別なところでの展開にも適用できて広がる、役に立つと考える。

(ネ)燃料化外部供給については、中山委員の話にもあったように、廃食油の調達が難しいので燃料化が難しい上に、もし燃料化できても、今度は利用先の決定が難しいので、燃料化外部供給が出来なくても、この事業のメリットが出るように進めてほしい。

8. 令和4年度実証事業内容の説明

資料-2 の説明を行った。(事務局)

(ア)令和4年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業(乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化におけるエネルギー自立型中継施設の実証)委託業務仕様書を説明した。

(イ)令和4年度の実証内容を説明した。

委員より以下の意見等があった。

(大門委員)

(ウ)現段階では、乾式メタン発酵施設を併設したエネルギー自立型中継施設は処理規模 40t/日程度で、エネルギー自立が出来るだろうと試算しているが、今年度事業は環境負荷と物質収支、エネルギー収支をしっかりと検討して、確実な結論にもってほしい。

(エ)CO₂ 排出量、エネルギーバランス、全体システム基本設計について、次回の検討会では概略で良いので示してほしい。それを基に、令和5年度の議論を進めたい。

9. 全体に対する意見等

委員より以下の事業全体に関する意見等があった。

(伊藤委員)

- ・ 間接乾燥試験において、バイオマスボイラー用の流動床炉の温度が 400℃程度しか上がらなかったと記載されているが、この間接乾燥はどうする考えなのか。
- ・ 直接乾燥において、発酵残渣乾燥物を熱風炉の原料として利用することに、問題はないのだろうか。

- ・ 昨年度からそうであるが、オリックス資源循環㈱寄居バイオガスプラントのフローと今回の実証事業で最終的に目指しているフローに違いがあるのに、時々それが一緒になってしまい、この部分は本当には、どう考えているのかが、資料だけでは、わからなくなってしまうことがある。そこはきれいに切り離して資料を作成してほしい。
 - 来年度に燃焼試験を再度行う予定にしている。今年度は発酵残渣を凝集、脱水処理しないで、そのまま乾燥させた乾燥物の物性を確認して、間接乾燥の課題を試験メーカーと協議して、間接乾燥燃焼試験を来年度に再度行うか決定する。(事務局)
- ・ 直接乾燥の熱風炉の原料として、乾燥発酵残渣と余剰バイオガスを使用予定であるが、乾燥発酵残渣が熱風炉の原料として問題がないか、こちらも燃焼試験で検討していく予定である。(事務局)

(秦委員)

- ・ 本実証で、中規模、小規模において、この自立型中継施設(メタン発酵施設)が、どの規模までならできるのか、成立つのか、を実証することを、自治体の方から強く求められているので、そこを明らかに出来ることに期待している。その時に、入ったごみが最後まで影響するので、なんでも処理しようとしてやはりできません、ではなく、中規模小規模に応じた、こういった分別収集の時に、この品質なので、このような性状になります、その時はこのような処理が適切ですみたいな、ごみ分別収集ルールとセットで評価していくのが望ましいのではないかと。

(中山委員)

- ・ 各自治体が一般廃棄物処理施設の建設する場合に、最低限の敷地面積しか取れないで非常に苦労されている。このエネルギー自立型中継施設ではメタン発酵施設分の設置面積が増えるので、その大変な作業である面積を増やしても、これだけのメリットがあること、追加できることを、示せるかが、ポイントと思う。

(環境省 日垣課長補佐)

- ・ 環境省においても、本実証事業に、期待しかつ注目しているので、うまくいく部分いらない部分は当然あると思うが、来年度成果を出せるように進めてほしい。
- ・ 今後も環境省と密に連携を取りながら進めていただきたい
- ・ 安全には十分注意して進めてほしい。

10. 次回開催予定

- ・ 日程は未定であるが、次回はオリックス資源循環㈱寄居バイオガスプラントでの実施を検討している(事務局)。

11. 閉会

事務局より閉会の挨拶があった。

以上

1.2 令和4年度第2回検討会資料および議事録

資料-1 令和4年度事業実施状況



令和4年度 脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業

乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化における エネルギー自立型中継施設の実証 第2回検討会資料

令和5年1月19日

栗田工業株式会社

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

報告内容



1. メタン発酵残渣・発酵残渣乾燥物の性状分析結果考察

- ①発酵残渣・発酵槽引抜残渣
- ②発酵残渣・発酵槽引抜後に乾燥処理した残渣
- ③発酵残渣・②の乾燥処理をした残渣をフルイ処理で夾雑物を除去した残渣

2. 実証試験施設のO₂削減量とエネルギー収支データの取調価結果と考察

3. 実証試験施設からの発酵残渣による間接乾燥および直接乾燥試験結果考察

発酵残渣乾燥方式等の検討

熱風による直接乾燥・通気乾燥方式・バンド流動方式

- 1) 夾雑物を含む発酵残渣を供試原料と乾燥試験結果
- 2) 乾燥試験で得られた発酵残渣乾燥物の性状結果

4. 令和5年度の実証事業内容

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

本事業の目的



「一般廃棄物中のバイオマス、非バイオマスを効率よく処理・利活用する事で、
処理で発生するエネルギー起因の二酸化炭素排出量を削減すると共に、
廃棄物処理の総事業費を削減し、持続可能な廃棄物処理システムを構築する」



<要点>

- ・縦型乾式メタン発酵技術の活用（排水処理が不要）
→中継施設への迫設によるエネルギー回収・利用
（エネルギー自立型廃棄物処理）
- ・メタン発酵残渣の活用（従来は焼却処理）
→残渣乾燥用燃料として利用
→広域化焼却施設の規模縮減（総事業費の削減）

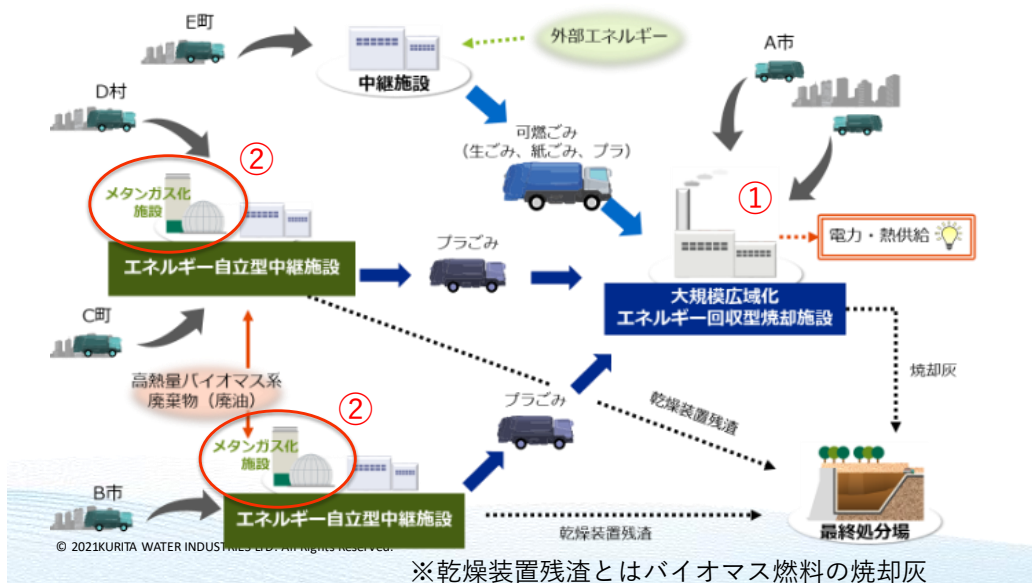
© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

実証事業概要 ～本事業のイメージ図～

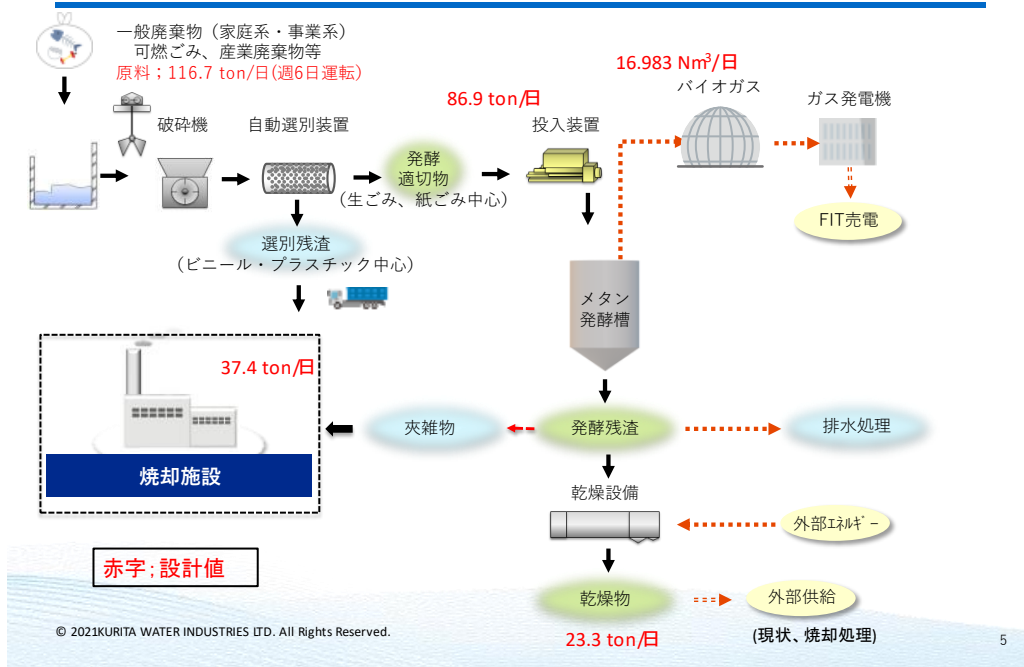


「大規模広域化推進」と「メタンガス化施設の普及」⇒中継施設の機能強化

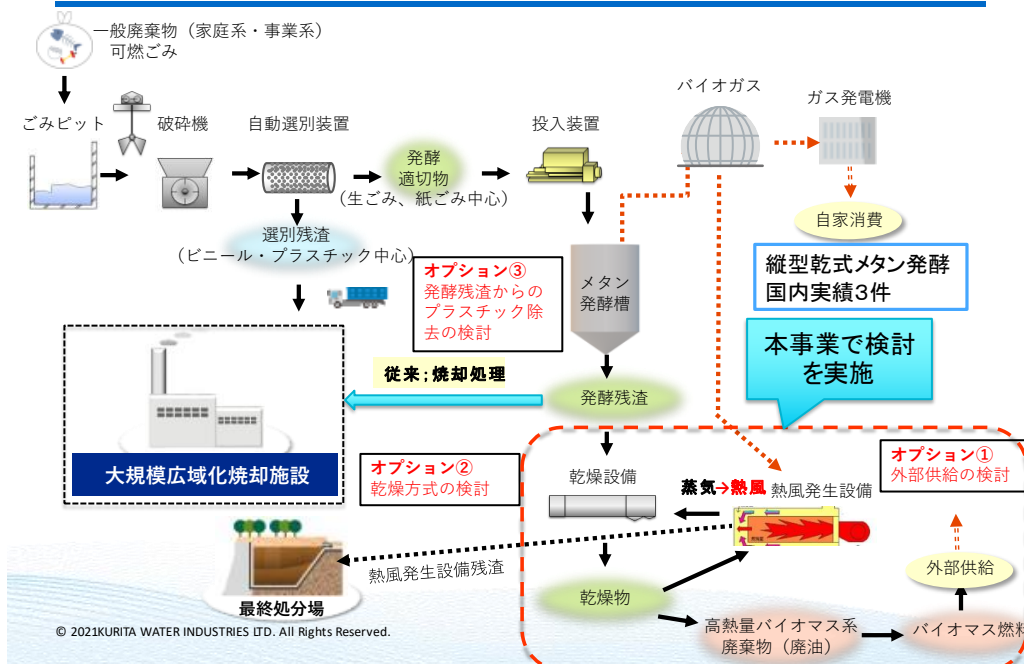
①+②エネルギー自立型中継施設+大規模広域化に取り組みます



実証試験施設の構成(リクス資源循環㈱殿寄居バイオガスプラント)



実証事業概要 ～エネルギー自立型中継施設～



1.メタン発酵残渣、発酵残渣乾燥物の性状分析結果、考察

施設受入れ原料の組成調査結果を以下に示した。
 平均値では設計値に対して紙類・布類の比率が高く、厨芥類の比率が低い結果であるが、
 月ごとに比率の変動がある。今後も推移を確認し、設計値への反映を行う。

項目	設計値	実績*1	備考
紙類・布類	34.30	47.6	水分が計画値より高い
木・竹・わら類	14.90	9.2	
ビニール、合成樹脂、ゴム、皮革類	10.00	14.9	
厨芥	40.00	21.3	水分が計画値より低い
不燃物類	0.00	1.1	
その他*2	0.00	5.9	
湿重量比率			
*1：2021年8月から2022年12月まで、合計24回の原料組成調査結果の平均			
*2：実績は5mmふるい通過物とした			

© 2021KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

1. メタン発酵残渣、発酵残渣乾燥物の性状分析結果、考察

1) 乾式メタン発酵残渣分析

本年は、以下の3種類の発酵残渣を分析する。

- ①発酵槽引抜残渣
- ②発酵槽引抜後に直接乾燥処理した残渣
- ③直接乾燥処理をした残渣をフルイ処理で夾雑物を除去した残渣

①発酵槽引抜残渣の分析結果

メタン発酵槽内の汚泥を引き抜き、性状を分析した（2022年12月8日採取）。

サンプル	含水率	強熱減量	灰分	Ca	Mg	高位発熱量	低位発熱量	元素分析(%)			
	%	%-TS	%	mg/kg	mg/kg	kJ/kg	kJ/kg	C	H	N	O
発酵残渣	79.6	64.1	7.3	14600	1160	3320	1090	44.2	5.28	2.56	15.9
発酵残渣（夾雑物除去）	82.2	60.8	7.0	9990	913	2360	123	35.9	4.47	3.08	22.1

© 2021KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

1. メタン発酵残渣、発酵残渣乾燥物の性状分析結果、考察

<発酵残渣(夾雑物含む)>

(1)水分

乾燥処理工程に必要なエネルギー消費量に影響する。

夾雑物であるプラ類に含まれる不織布が水分を吸収している。

(2)強熱減量

燃料利用時の熱量に影響する。夾雑物に含まれるプラ類、木は燃焼するため、熱量に寄与する。

(3)灰分(無機成分; Ca、Mg)

燃料利用時における設備運用、廃棄物量への影響が想定される

(4)N(窒素)

燃焼ガス中のNO_x濃度に影響する

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

1. メタン発酵残渣、発酵残渣乾燥物の性状分析結果、考察

②発酵槽引抜後に乾燥処理した残渣

③乾燥処理をした残渣をフルイ処理で夾雑物を除去した残渣

項目	単位	RunT4			RunT6		
		<2mm	2mm~5.6mm	5.6mm~46mm	<2mm	2mm~5.6mm	5.6mm~46mm
含水率	%	7.5	6.9	27.4	3.1	2.4	6.3
強熱減量	%	62	66.9	64.5	60.8	61.2	73.9
炭素	%	28.1	34.5	16.7	35.3	34.5	33.5
水素	%	3.49	4.19	2.19	4.62	4.55	4.14
窒素	%	2.1	2.01	0.94	2.2	1.97	1.62
酸素	%	23.6	21	27	16.8	18.8	30
高位発熱量	kJ/kg	11,600	13,247	7,593	14,297	14,672	11,333
低位発熱量	kJ/kg	10,924	12,447	6,585	13,586	13,983	10,482
カルシウム	mg/kg	4,920	3,520	3,680	5,390	4,370	3,870
マグネシウム	mg/kg	68,100	58,600	29,100	65,700	60,800	39,600

RunT4：熱風温度：250℃、残渣処理速度：24kg/hr

RunT5：熱風温度：250℃、残渣処理速度：30kg/hr

* P21に各乾燥物の写真があります

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

10

1. メタン発酵残渣、発酵残渣乾燥物の性状分析結果、考察



＜発酵乾燥物＞

(1)水分

温度、処理速度、により変動する。燃料利用に適する条件とする必要がある

(2)発熱量

乾燥、原料条件により変動する。燃料利用を行う場合、原料となる残渣の均質 化が課題

(3)灰分(無機成分; Ca、Mg)

乾燥物中に濃縮される。

(4)N(窒素)

燃料利用時、燃焼ガス中のNOx濃度に影響する



令和5年度も引き続き確認を行い、変動幅を考慮した燃料利用の仕様を決める

© 2021KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

2. 実証試験施設のCO₂削減量とエネルギー収支データの取寄せ結果と考察



実証試験施設のCO₂削減量とエネルギー収支データの一例を以下に示す。

消費電力に対し、発電量が上回る結果である。実証事業では、排水処理設備はないが、発酵残渣乾燥用設備が必要である。次年度、仕様を確定させ、施設の CO₂削減量とエネルギー収支試算を行い、事業の評価を行う。

項目	単位	2022年11月	2022年12月	備考
原料処理量	ton/日	92.4	89.4	
発電量	kwh/日	19745	17479	発電設備での自己消費分除く
原料当たりの発電量	kwh/ton	214	196	実証事業での設計値は、 188.5kwh/ton
消費電力量①	kwh/日	6793	6583	排水処理含む
消費電力量②	kwh/日	5567	5403	排水処理除く
発電量-消費電力量②	kwh/日	14178	12076	
CO ₂ 排出係数	kg-CO ₂ /kwh	0.470	0.470	環境省 地球温暖化対策事業 効果算定ガイドブック
CO ₂ 排出削減量	ton/年	2332	1987	350日稼働の場合

© 2021KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

3. 発酵残渣乾燥方式等の検討

令和3年度の実証事業では、実証試験施設のメタン発酵槽から排出された発酵残渣を供試原料とし、固形燃料化するため、乾燥設備の各種方式の検討と熱風による攪拌機付直接乾燥試験と蒸気による間接乾燥試験を実施した結果、乾燥することは可能であったが、安定運転を妨げる可能性がある課題があった。そこで令和4年度はそれら課題を解決できる乾燥型式の検討とその乾燥試験を実施し、実用に耐えることを確認した。

令和4年度実証事業

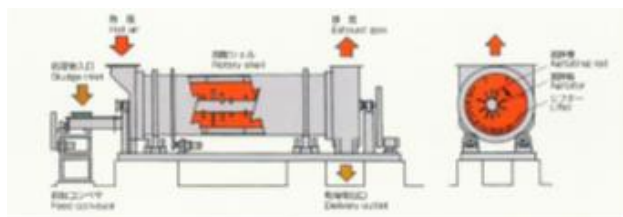
- (1) 課題の整理
- ↓
- (2) 対策の検討
- ↓
- (3) 試験の実施

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

3. 発酵残渣乾燥方式等の検討

(1) 令和3年度事業における課題の整理

① 熱風による攪拌機付直接乾燥試験の課題



図：乾燥機構造図

課題

機内内部にある攪拌軸に原料由来のビニール・糸などの長物が捲きつくことにより、乾燥機としての安定運転を阻害する可能性がある。



© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

3. 発酵残渣乾燥方式等の検討

② 蒸気による間接乾燥試験の課題

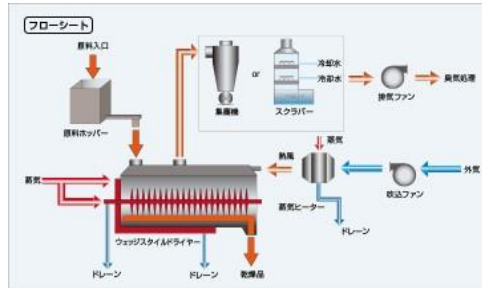
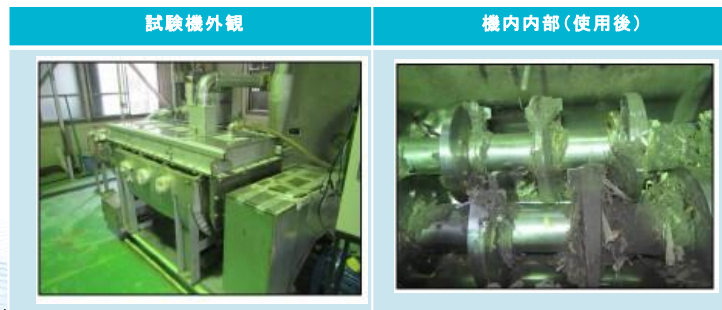


図: 乾燥機構造図

課題

機内内部にある蒸気が流れるディスク(攪拌軸)に原料由来のビニール・糸などの長物が捲きつくことに加え、それらが固着し伝熱効率を下げる。



© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

3. 発酵残渣乾燥方式等の検討

(2) 対策の検討

項目	熱風による攪拌機付直接乾燥	蒸気による間接乾燥
乾燥能力	攪拌機により強力な攪拌力があり、粘性のある発酵残渣を解砕することで目標とする含水率を達成することができた。	2軸の攪拌機によって、粘性のある発酵残渣を解砕することで目標とする含水率を達成することができた。
課題	ビニール、糸状の長物が攪拌軸へ捲きつくこと。	ディスクへの捲きつきと固着すること。
対策	長物が捲きつきにくい乾燥機を選定すること。 選定にあたっては、粘性の高い発酵残渣を乾燥するため、解砕力の必要性を検証できるようにすること。	—(無) 長物の捲きつきに加え、熱による固着も観察されており、間接乾燥についての試験は実施しないこととする。
令和4年度乾燥試験への反映	通気回転式乾燥機、バンド流動式乾燥機の2機種の乾燥試験を実施した。特徴は以下のとおりである。 乾燥方式: 熱風式 攪拌力: 攪拌機付 > 通期式 > バンド流動式 (令和3年度) (令和4年度) (令和4年度) 捲きつき対策 ・通気回転式乾燥機: 内部に回転する構造物はないため、長物が捲きつく可能性はない。直接的に解砕させる攪拌機は有していないが本体ドラムが回転することで攪拌し解砕させる機能を有する。 ・バンド流動式乾燥機: 低速で稼働するレーキがあるが、回転するものではなく、内容物を搬送するためのものであるため、長物が捲きつく可能性は少ないが、その攪拌力は少ない。	

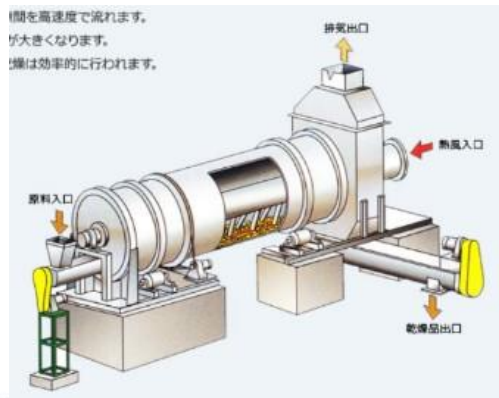
© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

3. 発酵残渣乾燥方式等の検討

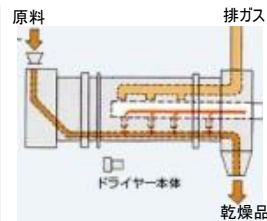
(3) 試験の実施

① 通気回転式乾燥機

- ・乾燥機本体は、横型回転ドラム式で、内部に、熱源である熱風を吹出するためのノズルを保有している。
- ・本体ドラムのみが回転し、内部で捲きつきの原因となる軸の回転はない。



図：乾燥機構造図



図：乾燥機内部構造図



写真：乾燥試験機

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

3. 発酵残渣乾燥方式等の検討

(3) 試験の実施

① 通気回転式乾燥機

イ) 試験結果

Run.4の試験では乾燥機の入口側に原料の付着が見られたため、Run.6では乾燥機入口部分での付着を防止させるため、発酵残渣に乾燥品(5mm以下)を1:0.4の重量割合で混合し、見かけの含水率を低下させた 供試原料を使い付着防止運転を実施した。

No.	項目	種別	記号	単位	Run.4	計画値	Run.6	計画値
1	乾燥温度	設定値	T	°C	250		250	
2	質量(乾燥前)	設定値	W1	kg/h	24		24	
3	入口水分	測定値	a1	% W.B	77.99	75.0	58.16	60.0
4	入口見掛密度	測定値	$\rho 1$	kg/m ³	660		370	
5	出口水分	測定値	a2	% W.B	7.33	15.0	0.29	15.0
6	出口見掛密度	測定値	$\rho 2$	kg/m ³	240		280	
7	無水分質量	計算値	W2	kg/h	5.3		12.6	
8	乾燥後質量	計算値	W0	kg/h	5.7		12.6	
9	蒸発水分	計算値	We	kg/h	18.3		17.4	
10	乾燥速度	計算値	Rd	kg/m ² /h	39.84		37.91	
11	乾燥機容積	測定値	V	m ³	0.459		0.459	
12	滞留時間	計算値	θ	min	75		37	

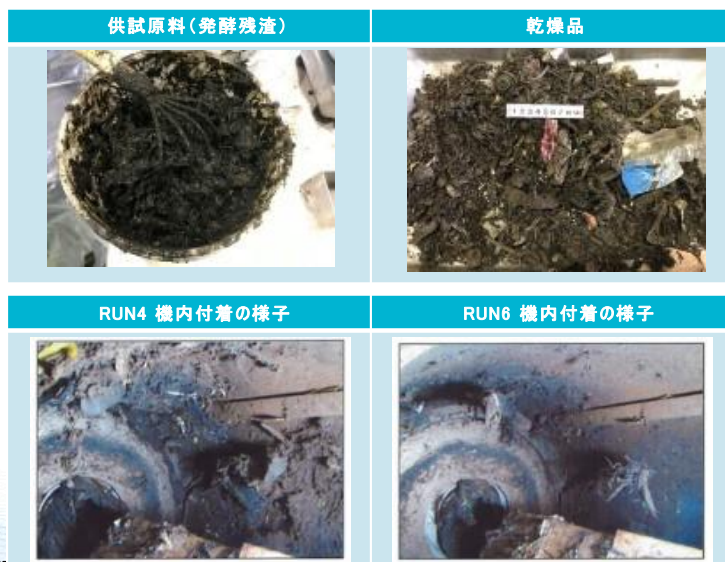
© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

3. 発酵残渣乾燥方式等の検討

(3) 試験の実施

① 通気回転式乾燥機

ウ) 試験写真



© 2021 KURITA WATER

3. 発酵残渣乾燥方式等の検討

(3) 試験の実施

工) 乾燥品のふるい分け (RunT6)

ふるい試験装置	2mm以下	2mm~5.6mm												
														
5.6mm~46mm	<table><tr><th>篩目幅</th><th>重量比率</th></tr><tr><td>2mm以下</td><td>8.0</td></tr><tr><td>2mm~5.6mm</td><td>28.6</td></tr><tr><td>5.6mm~46mm</td><td>63.4</td></tr><tr><td>46mm以上</td><td>0</td></tr><tr><td></td><td>100.0</td></tr></table>		篩目幅	重量比率	2mm以下	8.0	2mm~5.6mm	28.6	5.6mm~46mm	63.4	46mm以上	0		100.0
篩目幅	重量比率													
2mm以下	8.0													
2mm~5.6mm	28.6													
5.6mm~46mm	63.4													
46mm以上	0													
	100.0													
														

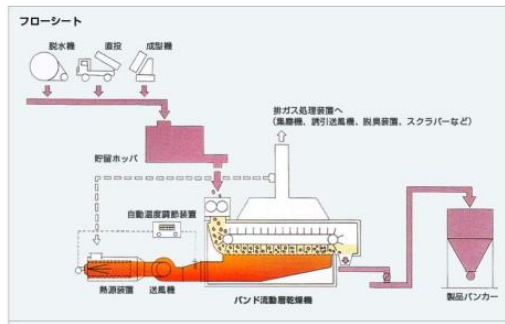
3. 発酵残渣乾燥方式等の検討

(3) 試験の実施

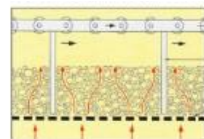
② バンド流動乾燥機

ア) 構造

- ・乾燥機本体は、箱型で熱風を本体下部から通気させながら、内容物を移送させるためのレーキを有する構造である。
- ・レーキが内部で水平に移動するが回転運動ではないため捲きつきはない。



図：乾燥機構造図



図：乾燥機内部構造図



図：乾燥機内部写真



写真：乾燥試験機

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

3. 発酵残渣乾燥方式等の検討

(3) 試験の実施

② バンド流動乾燥機

イ) 試験結果

Run.B1, Run.B2とも乾燥品の含水率が低下せず、乾燥不良が発生した。また、本体内部に付着が見られた。レーキによる内容物の解砕が進まず、表面のみが乾燥する傾向にあり、所定の含水率まで乾燥することが出来ないことから試験を中断した。

No.	項目	種別	記号	単位	Run.B1	Run.B2	計画値
1	乾燥温度	設定値	T	℃	200	200	
2	質量(乾燥前)	設定値	W1	kg/h	15	6	
3	入口水分	測定値	a1	% W.B	77.26	77.26	75.0
4	入口見掛密度	測定値	$\rho 1$	kg/m ³	590	590	
5	出口水分	測定値	a2	% W.B	74.73	68.78	15.0
6	出口見掛密度	測定値	$\rho 2$	kg/m ³	540	480	
7	無水分質量	計算値	W2	kg/h	3.41	1.36	
8	乾燥後質量	計算値	W0	kg/h	13.5	4.4	
9	蒸発水分	計算値	We	kg/h	1.5	1.6	
10	乾燥速度	計算値	Rd	kg/m ³ /h	11.13	12.07	
11	乾燥機面積	測定値	A	m ²	0.135	0.135	
12	滞留時間	計算値	θ	min	25.7	42.2	

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

3. 発酵残渣乾燥方式等の検討



- (3) 試験の実施
- ② バンド流動回転式乾燥機
- ウ) 試験写真



© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

3. 発酵残渣乾燥方式等の検討



<検討結果まとめ>

- (1) 乾燥方式
通気回転式にてトラブル発生なく乾燥が可能であった。
- (2) 乾燥物の形状
汚泥と夾雑物が混在し、サイズに幅がある(今回の試験では最大46 mm)。
- (3) 発熱量
幅がある。汚泥と夾雑物でも異なる。
- (4) 灰分
乾燥物側に濃縮される。
- (5) 排ガス
窒素(N)は一部、蒸気とともにガス側に移行している。また、粉塵も同伴される。



令和5年度の事業において、燃料利用に関する検討を行い、利用条件、設備仕様を決定する。

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

4. 令和5年度の実証事業内容



- (1) メタン発酵残渣乾燥物の燃料利用条件の検討
- (2) 事業の実施結果を踏まえたエネルギー自立型中継施設の物質・エネルギーバランス、CO₂削減量の試算
- (3) 事業終了後の展開内容の策定

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

実証事業(ケース(2))のCO₂排出量削減とLCC試算

1. CO₂削減検討結果(ケース(1) に対して)

項目	削減量
①輸送	76.6
②プラ類焼却	0.0
③電力消費	2,128.8
計	2,205.4

ケース(1) に対して
CO₂排出量とLCC、
共に削減できる見込みです

資料1 添付資料5の黄色部分

中継基地へのメタン発酵施設併設効果
が主体(資料1 添付資料1の黄色
部分)

2. LCCの比較

※単位: ton-CO₂/年

費目	単位	ケース(1)	ケース(2)
建設費	百万円	45,670	43,456
20年間運転経費	百万円/20年	49,496	49,945
合計	百万円	95,166	93,401

メタン発酵施設を追設しても、広
域焼却炉の処理規模が低減さ
れることで、建設費が削減され
る(資料1 添付資料2の黄色
部分)

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

横展開

本実証事業によって、「エネルギー自立型中継施設」の価値を確認する

- ◆経済的側面 全体事業（焼却炉含む）としてのコスト
- ◆技術的側面 全体事業とエネルギー自立型中継施設で CO₂排出量

一般廃棄物焼却施設の広域化を促進させる

出口戦略

1. 実証事業で残された事業化への課題検討・対応
2. 実証事業の実績報告書等を活用した広報活動
3. 大規模広域化エネルギー自立型中継施設検討を行う自治体への提案活動

普及見込み

中継施設でのエネルギー自立（電力・熱）⇒災害時にも地域廃棄物処理が可能
充電用コンセントと温水を提供

2030年度以降

大規模広域+エネルギー自立型中継施設

© 2021 KURITA

毎年1件程度普及する見込み

令和 4 年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業
乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化におけるエネルギー自立型中継施設の実証
第 2 回検討会議事録

文責事務局(栗田工業)

【日時】2023 年 1 月 19 日(木) 13:30～15:45

【場所】オリックス資源循環株式会社寄居バイオガスプラント会議室 及びオンライン(Teams)
〒369-1223 埼玉県大里郡寄居町西ノ入 3050-23

【報告者】栗田工業(株)

【参加者】(敬称略) * :オンライン参加

＜委員＞ ○:座長

○大門委員、中山委員、伊藤委員、秦委員、亀岡委員

＜環境省 環境再生・資源循環局 廃棄物適正処理推進課＞

日垣課長補佐、北垣係長*、後藤環境専門員、高橋環境専門員

＜(財)日本環境衛生センター＞

西畑

＜事務局＞

栗田工業株式会社

篠川*、水成、山田、古賀*、松村、伊藤、三好

【配布資料】

資料－1 令和 4 年度事業実施状況

「乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化における
エネルギー自立型中継施設の実証」 第 2 回検討会資料

【要旨】(敬称略)

10. 開会

事務局より開会挨拶を行った。

11. 次第について

事務局より検討会の次第について説明を行った。

12. 環境省からの挨拶

日垣課長補佐から挨拶があった。

(ア)2050 年カーボンニュートラル宣言、地域循環共生圏モデル等で言及されているように、廃棄物処理の中での、メタン発酵は重要なものであると認識している。

(イ)しかし、単純にメタン発酵といっても、資源や条件、課題が多種多様であるので、このような実証事業で検討をして、積み上げて、モデルを作っていく時期と思っている。

13. 座長挨拶

大門委員より挨拶があった。

- (ア) コロナ禍であったので、今日初めて委員全員が顔を合わすことができた。
- (イ) 検討会の最後に、本実証に使用する一部のデータ利用を行うオリックス資源循環株式会社寄居バイオガスプラントを見学する予定となっている。
- (ウ) 時間も限られるので、本実証で得られた、新しい知見や改善できたところを中心に説明してほしい。

14. 委員からの挨拶

伊藤委員から挨拶があった。

- (ア) 本実証ではバイオガスは発電利用であるが、ガス業界ではカーボンニュートラルとして 2050 年に全体の5%はバイオガス由来とする計画である。下水道汚泥原料が主かもしれないが、鹿児島のように、ごみ原料のバイオガスも意識し始めた気もする。ガスとしての利用も拡大してメタン発酵がより広まれば良いと思っている。

秦委員から挨拶があった。

- (イ) 北海道などを調査すると生ごみの分別収集が非常に困難になっていると感じる。広域化を進めるにあたり、中継施設として乾式メタンを設置することは、非常に有効と思う。

中山委員から挨拶があった。

- (ウ) オリックス資源循環株式会社の寄居工場は許認可の関係で内容を知っているが、バイオガスプラントは初めて見学するので、実証事業の一助となることを期待している。

亀岡委員から挨拶があった。

- (エ) 本実証事業が乾式メタン発酵技術の向上に繋がる事を期待している。

15. 資料の確認

事務局より資料の確認があった。

16. 令和4年度実証事業実施結果の説明

事務局より、資料-1の説明を行い、委員より以下の意見等があった。

(3) 資料-1 P-1 から P-27 までの説明を行った。(事務局)

1. メタン発酵残渣、発酵残渣乾燥物の性状分析結果、考察について
2. 実証試験施設の CO2 削減量とエネルギー収支データの取得、評価結果と考察
3. 実証試験施設からの発酵残渣による間接乾燥および直接乾燥の結果、考察
4. 令和5年度の実証事業内容

(2) 各委員から以下の質問・意見があった。

(伊藤委員)

(ア) 先ず、P-5 の「実証事業施設の構成」において、「焼却施設 37.4ton/日」とあるが、これは「選別残渣」と「夾雑物」の合計と考えてよいか。そろそろ、設計数値ではなく実証事業での物質収支、エネルギー収支、CO₂ 削減量等を見せてほしい。仮でも途中でも構わないので見せてほしい。

(イ) P-12 の「実証試験施設の CO₂ 削減量とエネルギー収支データの取得、評価結果と考察」において、消費電力量②にはクレーンや破砕機の前処理部分も含んでいるが排水処理部分は含んでいないと考えてよいか。また、原料当たりの発電量が低い、これは、前処理前の原料量当たりと考えて良いか

(ウ) P-20 の「乾燥品のふるい分け」を行っているが、大きいものが多いが、それを細かくしてから、使用するつもりか。

→(事務局の回答)

- ・ 「選別残渣」と「夾雑物」の合計と考えて良い。途中では計算が難しいところもあるが、来年度は途中でも物質収支を作成していく。
- ・ ご推察の通り、消費電力量②は実証事業には含まれない排水処理を除いている。また、原料当たりの発電量は、メタン発酵投入量ではなく、前処理前の原料量当たりの発電量としている。
- ・ 「乾燥品のふるい分け」は熱量を計測するために分類したもので、実際には、細かくしないで、全部をそのまま固形燃料として使用する予定である。

(秦委員)

(エ) P-10 において、RunT4 と RunT6 の比較をしているが、残渣処理速度が RunT4 の方が低いのに、なぜ乾燥品含水率が高いのか。また、P-20 で RunT6 の乾燥品のふるい分けを行っているが、残渣処理速度が遅い方が細くなる気がするがそこはどうだろうか。尚、欄外の RunT5 は誤記と思うので修正すること。

(オ) 乾燥品の性状や乾燥方法は、その後の燃焼装置との相性や状況に大きく影響を与えると思うので、乾燥品の大きさ含めて、しっかり検討して、実証することは非常に重要と思う。また、昨年度はペレット化するという話もあったが、今年度はペレット化をしないで、乾燥品をそのまま利用する考えだろうか。

(カ) P-5 と P-12 において、脱水機や排水処理という言葉が出てきたが、中継施設の立地を考えると、なるべく排水処理がない方が良くと思うので、どう考えているのか。

→(事務局の回答)

- ・ RunT6 の方が残渣処理速度は速いのに、乾燥品含水率が低下しているのは、乾燥機入口部分での付着を防止するため、乾燥品を混合したためと思う。大き

な乾燥品は、ビニール類が熱をかけられて丸まって大きくなったもので、乾燥品の大きさは、残渣処理速度よりも原料由来の影響の方が大きいと思う。

- ・ 中継施設でエネルギー自立するためには、発酵残渣乾燥品の熱量が不足する場合廃油等の高熱量の廃棄物を混合することも当初検討し、外部供給の場合ペレット化が必要との考えもしたが、そのまま燃焼炉固形燃料で使用する事を考えている。
- ・ 実証試験施設であるオリックス資源循環株式会社寄居バイオガスプラントでは、減量化のため発酵残渣からプラスチック類等夾雑物を分離するため脱水処理をしている。脱水分離した後に排水処理が必要となっているが、本実証事業では、自家消費が基本なので、プラスチック類を分離することを考えていないため、脱水機も排水処理もない。

(中山委員)

(キ) P-6 において、乾燥設備の「熱風発生設備」の熱源として、バイオガスと乾燥物どちらが主と考えているのか。

(ク) P-10 において、乾燥温度を 250℃に固定しているが、発酵残渣が熱分解しない温度として設定しているのか。

(ケ) 埼玉県では下水道汚泥から堆肥化・肥料化の試験を来年度行う予定であるが、本実証では、堆肥化・肥料化は難しいのか。

(コ) 前回の検討会で、カロリーを高めて外部供給するために、廃油を乾燥物に添加するメタン発酵は、廃油を入手することが難しいそうで、可能性が低いとの話になったが、まだ可能性を探るのか。また、外部供給するならば、利用先の確保と、塩素などの焼却炉などを痛める成分の低減化が重要となる。セメント工場にしても、RPF 利用施設にしても塩素成分が高いと利用してもらえない。

→ (事務局の回答)

- ・ 中継施設として、バイオガス発電による電気でのエネルギー自立について、当初よりほぼ可能との見通しであるが、熱のエネルギー自立については、発酵残渣の乾燥等に必要な熱エネルギーの確保が重要と考えている。メタン発酵設備で回収したバイオガスの一部利用も検討したい。
- ・ 発酵残渣自体は 400℃でも乾燥するが、ビニール・プラスチック類は固着したり、発火したりするので、乾燥温度を 250℃として乾燥試験も実施した。
- ・ メタン発酵に投入するごみに不適切物が含まれているので、基本は難しい。発酵残渣や乾燥品から篩わけして、堆肥化・肥料化も行うことも考えられるが、細かい不適切物を除けるか技術的に難しい上に、ごみ由来であるとイメージ的にも難しいと考えている。
- ・ ペレット化については、夾雑物含有汚泥では難しいので、検討の優先度は

低い。また、外部供給するならば、塩素成分の含有割合が大きな課題となることは認識している。

(亀岡委員)

- ・ 中山委員から堆肥化・肥料化について質問があったが、この問題は、重要な問題であり、深く考えて丁寧に回答しなくてはならない。そもそも発酵残渣、そしてその乾燥物の成分を十分に把握しているだろうか。例えば塩素濃度は把握しているのか。
- ・ 発酵残渣の処理方法は焼却処理、堆肥化・肥料化処理、燃料化処理とあるが、そこはしっかりと検討しなくてはならない。本来はいきなり燃料化ではなく、性状分析や各種詳細検討の上、決めていく必要がある。ちなみにオリックス資源循環株式会社としては、商業ベースで考えていて、発酵残渣の肥効成分のバランスは悪くないし、塩素濃度もそれほど高くない。燃料化や堆肥化としての可能性はあると思う。
- ・ このような発酵残渣の利用方法などは、それぞれの状況に応じた具体論で考えるべきで、一般論として単純に進めてはうまく行かない。

→(事務局の回答)

- ・ 発酵残渣の処理、活用用法については、本実証においては、エネルギー自立の可能性を高めるため、乾燥発酵残渣が持っているエネルギーを有効活用する方法を模索している。
- ・ 塩素含有量の値は把握している。報告書には分析結果を記載する。

(大門委員)

- ・ 本実証は最初に採択された時のコンセプトとして、堆肥化ではなく乾燥・燃料利用となっている。その背景は、堆肥化した場合の、利用先を確保することが難しいという事がある。ウクライナ情勢や脱炭素化の流れで、国内での堆肥化がクローズアップされては来ているが、やはり利用先確保が難題という問題はつきまとう。しかし、今後、本実証は別として、メタン発酵の発酵残渣処理は、広く肥料化も検討するべきとは思ふ。また、それぞれの委員の専門分野に係る意見として、ここでの論議も良いと思う。
- ・ P-4 について、本実証の目的は、このエネルギー自立型中継施設が本当に自立するのか、どこまで自立するのが検討することにある。最初の提案から、各種検討を行って、どこまで確認できたか、改善できたか、大掴みでよいので、次回の検討会には示してほしい。例えば、焼却炉へ運ぶ、残渣量がこれだけ減るので、運送時 CO₂ がこれだけ減るなど、エネルギー収支、物質収支、CO₂ 削減量を途中で良いので示してほしい。
- ・ 次回の検討会は、検討をスピードアップして進めてほしい。実証のまとめで細かく検討することがたくさんあると思うので、実証する時間が不足してしまう心配をしている。
- ・ 乾燥装置は、通気回転式乾燥機が適切であるなどの具体的な装置の検討も重要であるが、本題のエネルギー自立をするのかどうかという検討を早く進めてほしい。

- ・ 発酵残渣から夾雑物を除く方法はどのようにしているのか。その物質収支も提示のこと。
- ・ 実証試験施設であるオリックス資源循環株式会社寄居バイオガスプラントと本実証事業の説明やデータが混同し易いので、明確に分離して、わかりやすく説明すること。
- ・ P-12 について、CO₂ 排出量の計算を行っているが、運搬に係る CO₂ 排出量は含んでいないで施設だけと思うが、排水処理は含まないが、乾燥機はどうなのかなど、範囲が良くわからない。このような計算をする時は、範囲を明確に提示してほしい。また、CO₂ 削減量の計算方法も単純な発電量なのかかわからない、こちらも提示してほしい。
- ・ P-26 について、電力消費で CO₂ 削減と記載されているが、どのような計算で削減量を出しているのかかわからない。
- ・ 電氣的には、ある程度の規模以上であれば自立できることはわかるが、残渣の乾燥について自立できるかどうかはポイントで、これは計算が出来るはずである。
- ・ 一般的に紙・布類に分類されているが、布類はメタン発酵で分解されるのだろうか。分解されないと思うので、紙と布の比率は重要なのでしっかりと押さえてほしい。

→(事務局の回答)

- ・ 次回の検討会(令和5年度第1回検討会)には、本実証のエネルギー収支、物質収支、CO₂ 削減量の検討案を提示する。
- ・ 発酵槽から排出された発酵残渣に加水して、無薬注でスクリープレスを使用して脱水すると、スクリープレスのスクリーンに夾雑物が残り、発酵残渣自体は、スクリーンを通過するので、夾雑物を分離できる。
- ・ 布はメタン発酵では分解しない。本検討でも必要な部分は、可能な範囲で紙と布の比率をデータで把握するようにしている。

(3) 委員から以下による質問・意見があった。(2回目)

(伊藤委員)

- ・ 堆肥化の話が出てきているが、自治体からの一般廃棄物をメタン発酵した後の発酵残渣を農業利用できる堆肥化をするならば、分別して、きれいな状態にした生ごみを適用しなくてはならず、この縦型乾式メタン発酵技術は、そういった分別をしない、出来ないところに対しての受け皿として、しっかりとすみ分けする必要がある。
- ・ 布の話が出てきているが、選別装置の篩下にいく布もかなりあるのだろうか。
- ・ 消費電力のところで電氣的には自立できそうだが、規模が小さくなると自立するかわからなくなるといった話が有った。先ほども負荷率の話が出たように、一日のトータルの消費電力はもちろんであるが、例えば昼夜では負荷率が違う可能性があるので、一日中どこでも足りる事をしっかりと見極めないと、エネルギー自立とは言えない。
- ・ 乾燥方法を通気回転式乾燥機に絞ったので、より具体的に詳しく検討が出来るようになったと思う。一歩進んだことは理解した。

→（事務局の回答）

- ・ 選別機の前に破碎機がついているので、布も破碎して少し細かくするので選別機の篩下にも入るものがある。

（大門委員）

- ・ バイオガス発電において、必要な時だけ発電して、不要な時は発電量を抑えるという運転は出来ないだろうか。

（伊藤委員）

- ・ 細かい試算をしたら出来そうであるが、実際にはガスタンクの問題があり難しい。ガス濃度は55%程度なので、濃縮すれば別であるが、ガスタンクに貯留できる量は1時間程度であり、発電量を抑えて、ガス使用量を減らしても、貯留できない。

（秦委員）

- ・ 一般廃棄物の広域化処理をする時に、単なる中継施設と、エネルギー自立型中継施設、更に中継施設を設置しない方式の比較には非常に興味がある。しかし、地域性により前提条件が異なるため、その条件により大きく影響されてしまう気がする。
- ・ そこで地域条件は条件として、中継施設の自立できる規模がいくつかを一番知りたい。一定の条件を設定した時に、自立できるのが、40t/日なのか、60t/日なのか決まれば、30t/日ならば圧縮して持っていくだけがいいなどの判断が出来るようになる。是非、規模別ラインを作ってほしい。
- ・ エネルギー自立の考えかたであるが、まずは発電して電気の自立が先という話もあったが、実は発酵残渣が持っているエネルギーを利用するという事なので、まず発酵残渣乾燥品で発酵残渣をどこまで乾燥できるかを検討して、次に乾燥に足りない分をバイオガスで乾燥して、最後に余ったバイオガスで発電して、施設内電力を賄うという考え方が適切ではないか。電力の足りない分は、買っても良いのではないか。もし電力が余れば、その時は売電すれば良い。このエネルギーを使用していく順番を変えても、エネルギー自立するかしないかは、変わらないと思うので、とにかく、処理規模による自立できるラインを示して頂ければ、これだけ一般廃棄物があつまれば、エネルギー自立型中継施設が可能になると明確になり、具体化する時の組上に乗るようになると思う。
- ・ 再確認であるが、P-5 について、この「実証試験施設の構成」とは、排水処理等も入っていて、あくまでオリックス資源循環株式会社寄居バイオガスプラントのフローと物質収支と考えて、実証するフロー・物質収支とは別であるという理解で良いか。

→（事務局の回答）

- ・ P-5 の「実証試験施設の構成」とはオリックス資源循環株式会社寄居バイオガスプラントの構成であり、本実証の「実証事業概要」はP-6 となる。

(大門委員)

- ・ エネルギー自立とは何か、という定義が、各種論議する中で、少し曖昧になっていると思う。そこを改めて明確にしてほしい。例えば、乾燥利用後の残渣の扱いで、エネルギー自立という話が変わってくるので、よく整理して、実証していったほしい。
- ・ 中継施設において、このエネルギー自立型と従来の圧縮型との比較を示してほしい。
- ・ このエネルギー自立型中継施設は、小さな規模での利用方法もあると思う。例えば、離島などで、焼却炉を建設できない場合に、エネルギー自立型中継施設を設置して、乾燥のみを行って、廃棄物量を大きく削減すると、エネルギー使用量を削減できるのではないだろうか。経済性はもちろん課題にはなるが、その時には小さなサイズのエネルギー自立型中継施設が有効となる。

(中山委員)

- ・ 埼玉県、環境省でも、毎年、各自治体のごみ質・ごみ組成調査を行っている。都市部と地方とで、また自治体毎に、かなり違ってくるので、しっかりと把握しなくてはならない。論議にも出ている、離島部で検討を進める場合は、地方ともまた違った傾向となるので、公表データを参考すると安心である。
- ・ 環境省から方針が出されているので、今後はプラスチック類が別収集別リサイクル処理になり、それに伴って、ごみ質・ごみ組成も更に変化していくだろう。このように、場所により、時代により、ごみ質ご組成等は変化するので、工夫して、その変化があっても対応している実証事業としてほしい。

(亀岡委員)

- ・ 寄居バイオガスプラントの運転はまだ調整中の部分があると認識しており、この施設としても目標としているところに、まだまだ到達していないが、寄居バイオガスプラントではエネルギー自立は出来ていると思う。従って実証事業でのエネルギー自立の可能性も見えていていると思う。
- ・ 乾式メタン処理は湿式メタン処理とは違って、焼却炉による焼却処理に代わって可燃ごみ一般廃棄物処理が可能であることが優位とみている。

(大門委員)

- ・ オリックス資源循環株式会社寄居バイオガスプラントを運転しながら、実証に利用させてもらっているので、オリックス資源循環株式会社にとって有益なデータの提供を受けながら、本実証に有益なデータを検証していく必要があると思う。
- ・ P-3 について、乾式メタン発酵は処理対象物については焼却処理と同じで良いと考えていた。しかし、今後進んでいくプラスチック類や紙オムツの分別とも関係してくるが、まったく同一ではなく、乾式メタンとしての特性も有るので、今後はその適する処理対象物・分別収集

方法についても同時に検討を進めていく必要があるように感じた。そもそも、乾式メタンでなくとも、広域化を進める中で、ごみの分別・収集方法には各自治体により違いがあるので、どのような分別・収集方法とするかは、必ず問題となるような重要な課題である。

- ・ 収集用のパッカー車の底部にごみ由来の汚水がたまるが、その汚水の処理は、乾式メタン発酵ではどのように考えているのだろうか。

→（事務局の回答）

- ・ パッカー車の汚水は、オリックス資源循環株式会社寄居バイオガスプラントでも株式会社富士クリーンバイオマスプラントでも、ごみピットにごみと一緒に投入して処理している。

17. 環境省からの挨拶

日垣課長補佐から挨拶があった。

（環境省 日垣課長補佐）

- ・ ゴールを明確にすることが当然重要であるが、スタートも同時に重要である。スタートとゴールを明示してほしい。そうするとこの事業の効果というのがより分かりやすくなる。

9. オリックス資源循環株式会社寄居バイオガスプラントの見学

実証試験施設である、オリックス資源循環株式会社寄居バイオガスプラントを見学した。

- ・ 亀岡委員から寄居バイオガスプラントの概要説明があった。

10. 閉会

事務局より閉会の挨拶があった。

以 上



令和4年度
脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業
審査等委員会

実証課題名：乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化
におけるエネルギー自立型中継施設の実証

令和5年2月9日

栗田工業株式会社

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

1. 一般廃棄物処理の課題、実証事業の内容



今後の一般廃棄物処理の課題

- ◇人口減少によるごみ処理量の減少
- ◇自治体財政の縮減
- ◇プラスチック資源循環法の施行によりプラスチックごみの減少・
ごみ質（熱量）の低下



国の方針：「大規模広域化推進」と「メタンガス化施設の普及」



解決策の一つとして、中継施設の機能強化が考えられる

実証事業の内容

- ①中継施設に乾式メタン発酵システム併設し、発電した電力で施設の消費電力を賄い、エネルギー自立とすることで処理に伴い発生するCO₂排出量を削減する。
- ②広域化、中継施設に関するCO₂排出量、ライフサイクルコスト（LCC）を明らかにする
- ③将来のごみ質変化（プラスチック類の減少など）に対応できる中継施設の仕様を明らかにする

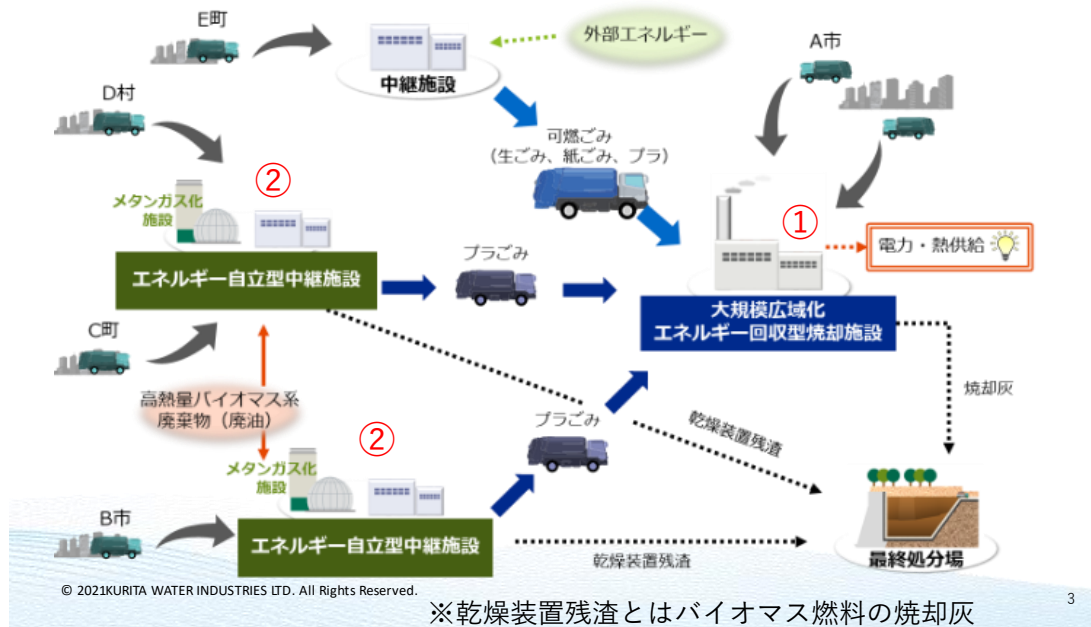
© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

2. 実証事業概要 ～広域図～



「大規模広域化推進」と「メタンガス化施設の普及」⇒中継施設の機能強化

①＋②：エネルギー自立型中継施設＋大規模広域化



3

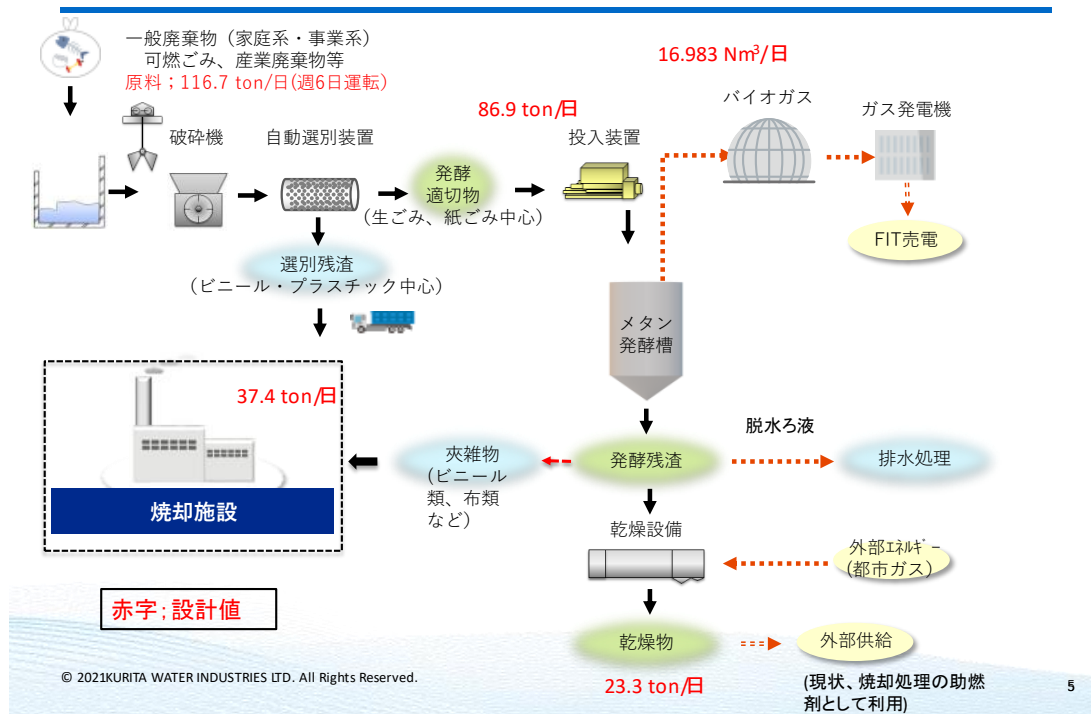
本実証事業の進め方



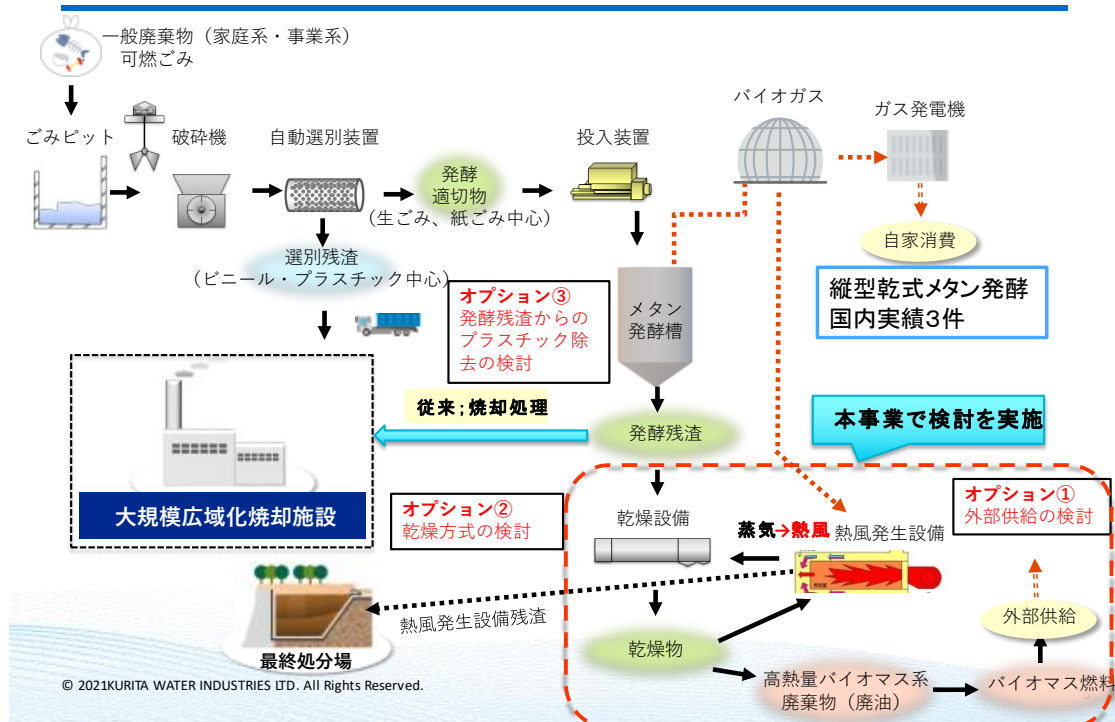
○一般廃棄物(産業廃棄物)を原料として乾式メタン発酵、バイオガス発電・FIT売電を事業として取り組まれている「オリックス資源循環株式会社寄居バイオガスプラント(以下、実証試験施設)」の設備運転データ、メタン発酵残渣をご提供いただき、当初の本事業試算結果と比較検討を行い、必要部分に関して見直しを行う事で本事業の試算精度を向上させる。

○メタン発酵残渣を燃料として利活用する事が本事業の要点である。
燃料利用に関する調査、分析、試験を行い、燃料化設備仕様を決定する。

実証試験施設の構成(リクス資源循環㈱殿寄居バイオガスプラント)



2. 実証事業概要 ～乾式メタン発酵施設～



2. 実証事業概要 ～実施体制～



<事業実施体制>

事業実施代表者					
栗田工業株式会社					
					再委託先
					分析業務
					株式会社鹿児島県環境測定センター
					発酵残渣乾燥試験、分析業務
					株式会社大和三光製作所
* メタン発酵原料、乾燥品サンプル提供元					
オリックス資源循環株式会社 寄居バイオガス発電プラント					

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

2. 実証事業概要 ～実施体制～



<外部検討会 委員>

NO	氏 名	所属・役職
1	大門 裕之	豊橋技術科学大学 学生支援センター 教授
2	中山 宏昭	埼玉県環境部資源循環推進課 企画調整・一般廃棄物担当主幹
3	伊藤 恵治	一般財団法人日本環境衛生センター資源循環低 炭素化部技術審議役
4	秦 三和子	株式会社エックス都市研究所 戦略的バイオマスチームリーダー
5	亀岡 真人	オリックス資源循環株式会社 事業推進部長

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

2. 実証事業概要 ～事業費～



< 提案時 >

令和3年度	令和4年度	合計
22,482,841	32,500,000	54,982,841

< 令和5年1月時点 >

	令和3年度	令和4年度	令和5年度
事業費	22,482,841	10,976,429	10,939,062
実績	2,084,510		

単位: 円(税込)、令和5年度の事業費は見積り額

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

3. 今年度の目標に対する達成状況



3-1 メタン発酵残渣、発酵残渣乾燥物性状分析結果、考察

○分析(形状、三成分(水分、強熱減量、灰分)、発熱量、その他の成分)を行い、燃料利用に必要な情報を得た。

○性状にばらつきが見られた。

○メタン発酵残渣の乾燥を行う熱風発生炉の安定した燃焼には、性状均一化が課題であることが明らかになった。

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

10

3. 今年度の目標に対する達成状況



3-2 実証試験施設のCO₂削減量とエネルギー収支データの取得、 評価結果と考察

○発電量は施設の消費電力を上回る結果であり、この結果を基
CO₂削減量を試算した。

○メタン発酵原料の性状、発酵原料量と発電量の関係を確認した。
その結果、本事業の試算値(188.5kw原料ton)を上回る結果を得た。

○原料ton当たりの発電量は、原料の性状に影響を受ける。本事業を
展開する 場合、エネルギーが自立するために必要な原料性状を
確保する必要がある。

© 2021KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

11

3. 今年度の目標に対する達成状況



3-2 実証試験施設のCO₂削減量とエネルギー収支データの取得、結果と考察

実証試験施設のCO₂削減量とエネルギー収支データの一例を以下に示す。
消費電力に対し、発電量が上回る結果である。実証事業では、排水処理設備はないが、
発酵残渣乾燥用設備が必要である。次年度、仕様を確定させ、施設の CO₂削減量とエネ
ルギー収支試算を行い、事業の評価を行う。

項目	単位	2022年11月	2022年12月	備考
原料処理量	ton/日	92.4	89.4	
発電量	kwh/日	19745	17479	発電設備での自己消費分除く
原料当たりの発電量	kwh/ton	214	196	実証事業での設計値は、 188.5kwh/ton
消費電力量①	kwh/日	6793	6583	排水処理含む
消費電力量②	kwh/日	5567	5403	排水処理除く
発電量-消費電力量②	kwh/日	14178	12076	
CO ₂ 排出係数	kg-CO ₂ /kwh	0.470	0.470	環境省 地球温暖化対策事業 効果算定ガイドブック
CO ₂ 排出削減量	ton/年	2332	1987	350日稼働の場合

© 2021KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

12

3. 今年度の目標に対する達成状況



3-3 実証試験施設からの発酵残渣による間接乾燥および直接乾燥試験結果、考察

- 直接乾燥(通気回転式)により、運用面での問題なく、乾燥が可能であった。
- 残渣に含まれるビニール類、不織布、プラスチック、金属などの影響により残渣の形状、サイズに幅が見られた。
- 発熱量も幅が見られた。
- 燃料利用のため、課題があることを確認した(形状、サイズ、発熱量の幅)

3. 今年度の目標に対する達成状況



3-3 直接乾燥試験結果 通気回転式乾燥機

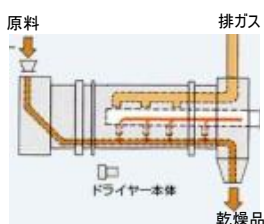
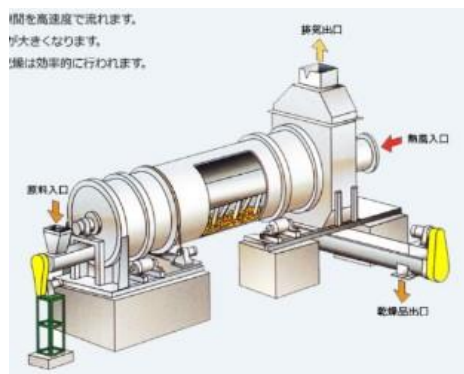


図: 乾燥機内部構造図



写真: 乾燥試験機

- 通気回転式乾燥機
- ・乾燥機本体は、横型回転ドラム式で、内部に、熱源である熱風を吹出すためのノズルを保有している。
- ・本体ドラムのみが回転し、内部で捲きつきの原因となる軸の回転はない。

3. 今年度の目標に対する達成状況



3-3 直接乾燥試験結果 乾燥物の写真

ふるい試験装置	2mm以下	2mm～5.6mm												
														
5.6mm～46mm														
														
		<table><tr><th>篩目幅</th><th>重量比率(%)</th></tr><tr><td>2mm以下</td><td>8.0</td></tr><tr><td>2mm～5.6mm</td><td>28.6</td></tr><tr><td>5.6mm～46mm</td><td>63.4</td></tr><tr><td>46mm以上</td><td>0</td></tr><tr><td></td><td>100.0</td></tr></table>	篩目幅	重量比率(%)	2mm以下	8.0	2mm～5.6mm	28.6	5.6mm～46mm	63.4	46mm以上	0		100.0
篩目幅	重量比率(%)													
2mm以下	8.0													
2mm～5.6mm	28.6													
5.6mm～46mm	63.4													
46mm以上	0													
	100.0													

© 2021KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

15

3. 今年度の目標に対する達成状況



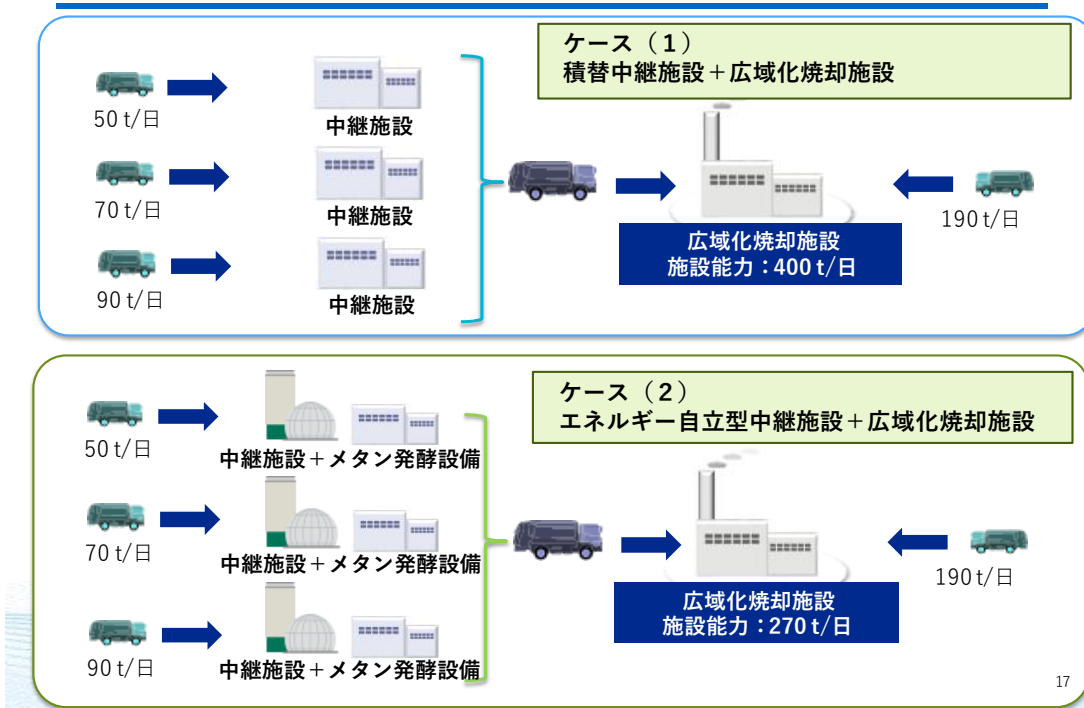
3-3 直接乾燥試験結果 乾燥物分析結果

項目	単位	RunT4			RunT6		
		<2mm	2mm～5.6mm	5.6mm～46mm	<2mm	2mm～5.6mm	5.6mm～46mm
含水率	%	7.5	6.9	27.4	3.1	2.4	6.3
強熱減量	%	62	66.9	64.6	60.6	61.2	73.9
炭素	%	28.1	34.6	16.7	36.3	34.6	33.6
水素	%	3.49	4.19	2.19	4.62	4.56	4.14
窒素	%	2.1	2.01	0.94	2.2	1.97	1.62
酸素	%	23.6	21	27	16.8	18.8	30
高位発熱量	kJ/kg	11,600	13,247	7,593	14,297	14,672	11,333
低位発熱量	kJ/kg	10,924	12,447	6,586	13,686	13,983	10,482
カルシウム	mg/kg	4,920	3,620	3,680	5,390	4,370	3,870
マグネシウム	mg/kg	68,100	68,600	29,100	66,700	60,800	39,600
RunT4：熱風温度：250℃、残渣処理速度：24kg/hr							
RunT6：熱風温度：250℃、残渣処理速度：30kg/hr							

© 2021KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

16

4. 環境改善効果の検討 ～比較ケース～



4. 環境改善効果の検討



ケース（１） 積替中継施設 + 広域化焼却施設
ケース（２） エネルギー自立型中継施設 + 広域化焼却施設



「CO₂排出量の削減効果」 = 「消費エネルギー削減効果」

【算出に伴う係数】

各CO₂排出係数 : 電力 0.470(R3年) → 0.453(R4年) t-CO₂/kWh、
プラ焼却 2.77 t-CO₂/t

出典：環境省 地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック

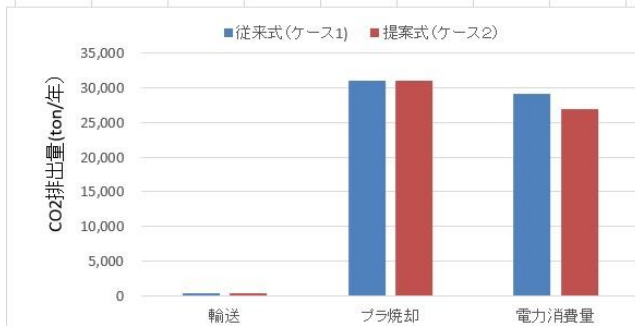
ごみの組成 : 生ごみ比率 40%、紙ごみ 31%、プラスチック 10%

4. 実証事業後のCO₂排出量削減とLCC試算結果



1. CO₂削減検討結果

現状、提案時に対し変更はございません。令和5年度の事業結果を踏まえ、試算を行います。



提案式は、電力消費量分のCO₂削減量大きい

メタン発酵で生成したバイオガス発電による電力で中継施設の消費電力が削減できる

項目	従来式(ケース1)	提案式(ケース2)	削減量(ton/年)
輸送	423	348	75
プラ焼却	31,024	31,024	0
電力消費量	29,208	26,992	2,216
合計	60,655	58,364	2,291

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

19

4. 実証事業後のCO₂排出量削減とLCC試算結果



2. LCCの比較(令和5年度事業で見直す)

現状、提案時に対し変更はございません。令和5年度の事業結果を踏まえ、試算を行います。

費目	単位	ケース(1)	ケース(2)
建設費	百万円	45,670	43,456
20年間運転経費	百万円/20年	49,496	49,945
合計	百万円	95,166	93,401

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

20

5. 実証事業後のCO₂削減コスト試算結果



【算定式】

CO₂削減コスト(円/t-CO₂) = 費用(円)/(CO₂排出削減量(t-CO₂/年) × 耐用年数(年))

項目	単位	値	備考
CO ₂ 削減量	t-CO ₂ /年	2,291	
耐用年数	年	30	仮設定
<CO ₂ 削減コスト>			
交付金補助金額	千円/t-CO ₂	140	
交付金補助対象分	千円/t-CO ₂	529	
設備費全体	千円/t-CO ₂	633	

※交付金補助金額は補助対象の 1/2 (R3年度) から 1/3 (R4年度) で試算

6. 投資回収年数試算結果



【算定式】

投資回収年数 = 投資費用(円)/投資によって得た便益

項目	単位	値
設備投資額	千円	43,456,000
便益*1	千円/年	563,046
<投資回収年数>		
事業者負担分	年	25.6
交付金補助対象分	年	64.5
設備費全体	年	77.2

*1: 発電した電気のうち、自己消費分以外を外販した収益とした(FIT売電)

※: 交付金補助金額は1/2、1/3として試算

売電単価(円/kwh、税抜き)	
メタン発酵分	39
焼却	
バイオマス分	17
非バイオマス分	6

7. 事業計画 ～実証事業スケジュール～



	令和3年度（2021年度）				令和4年度（2022年度）				令和5年度（2023年度）			
	第1Q	第2Q	第3Q	第4Q	第1Q	第2Q	第3Q	第4Q	第1Q	第2Q	第3Q	第4Q
1. 全体計画の作成				↔								
2. 試験協力先の準備			↔									
3. 実証試験施設の運転データ採取、解析				←								→
4. 各種性状分析 （原料、残渣、燃料）				←								→
5. 発酵残渣乾燥物 （燃料化）の燃焼性確認				↔								
6. CO ₂ 排出量の算出										←	→	
7. コストの算出									←	→		
8. 中継施設の基本設計									←	→		
9. 事業のまとめ(報告書)											←	→

8. 今年度目標に対する達成状況(年度末見込み)



＜達成状況＞
計画通り

＜年度末の見込み＞
計画通り達成の見込み

9. 次年度目標の予定、スケジュール、最終年度の目標



- (1) メタン発酵残渣乾燥物の燃料利用条件の検討
- (2) 事業の実施結果を踏まえたエネルギー自立型中継施設の物質・エネルギーバランス、CO₂削減量の試算
- (3) 事業終了後の展開内容の策定

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

10. 事業終了後の展開策



横展開

本実証事業によって、「エネルギー自立型中継施設」の価値を定量化する

- ◆経済的側面 全体事業（焼却炉含む）として建設・運営コストが低減可能である事
- ◆技術的側面 全体事業およびエネルギー自立型中継施設共に CO₂排出量が低減可能である事

一般廃棄物焼却施設の広域化を促進させる

出口戦略

1. 実証事業で残された事業化への課題に対する検討・対応
2. 実証事業の実績報告書等を活用した広報活動
3. 大規模広域化エネルギー自立型中継施設検討を行う自治体への提案活動

普及見込み

中継施設でのエネルギー自立（電力・熱）⇒災害時にも地域廃棄物処理が可能
充電用コンセントと温水を提供

2030年度以降

大規模広域化+エネルギー自立型中継施設

毎年1件程度普及すると想定

© 2021 KURITA

26

11. 評価委員会からのコメントへの対応状況



令和3年度第二回審査等委員会のコメントに対し、以下に回答を示します。

1. 乾式メタン発酵施設の活用が前提であるが、なぜそこで中継施設が出てくるのか、良くわからない。

回答；本事業での試算ではメタン発酵で生成したメタンガスによる発電で施設の電力を賄い、余剰分を売電します。発電分で中継施設の消費電力をすべて賄える試算です。

2. 乾燥させるならば、焼却炉の排熱を利用したらどうだろうか。

回答；コンバインド方式の場合、可能性はあると思います。

3. 今回の実証で正確な熱・エネルギー収支が確認できるのだろうか。机上計算だけでは不十分ではないか。

回答；実証試験施設の運転データをご提供いただき、確認を行います。

4. なぜ、焼却炉のサイトに設置しないのか。

回答；今回の事業では中継施設への併設ですが、焼却炉に隣接するコンバインド方式でもメリットは出ると考えています。

- ・以下、審査等委員会における委員からのコメント

委員コメント：

【意見】

- ◆ 広域化に際して設置されるごみ中継施設へのメタンガス化施設の導入は、導入をしない場合に比較してCO₂の排出量やLCCの観点から有利であるとしている。環境改善効果を2つのケースに分けて検討しているが、広域化後の大規模焼却施設で発電し託送することなどのケースも考えられるのではないかと。また、広域化にともなって中継所を設けるケースは、例えば広域化に伴って設立される一部事務組合などにおいて、構成市町の既設施設の再利用を図る場合などにみられるので、需要はそう多くはないと考えられる。今一度、市場調査を行われたらいかがでしょうか。さらに、市町村等のごみ処理施設の整備の基本的な方針として、ごみ処理の①安定性②安全性(事故などに対する安全性・環境への安全性)③経済性、を求めることが多くなっている。中継施設を生ごみなどの処理施設とすると、ごみ処理の安定性の確保に課題が生ずる恐れがあると考ええる。
- ◆ 成果を期待しています。
- ◆ コンセプトは理解するが、事業全体のフレームワークがわかりにくい。例えば、「実証試験施設」とは何をさすのかがわかりにくい。
- ◆ 発酵残渣の乾燥が事業の実施内容の柱のひとつと理解するが、実験のみで評価するということか？机上検討だけだと、普及に向けた展開がわかりにくい。
- ◆ 有効なCO₂削減効果が得られるのか？
- ◆ 中継施設の立地を含めて、要素となる各種施設および乾燥機などの具体的設備をどのように配置・計画するかが考慮すべき重要事項・影響因子と思われる。この点を明瞭にしておく必要がある。
- ◆ 中継施設＋メタン発酵のサイズに関して、小さいサイズについても検討いただき、限界点をみせていただきたいと思います。また、残渣利用として燃料化して、その場所で使うことを想定していますが、ダイオキシン類等も気になりますので、しっかりとご検討いただきたいと思います。
- ◆ この中継基地ですべてのごみを破碎選別するのはエネルギーの無駄ではないか？また、湿ったごみをメタン発酵して残さも乾燥熱利用する機能は今後のごみ質低質化に対する対策として有効になると考える。新規中継施設の建設だけでなく古い施設のメタン化施設への改造利用も検討すべき。

以上