

2020年年次報告会

共同研究事業

次世代静脈インフラの構築に向けた包括的研究

～ごみ焼却施設と下水処理施設の連携可能性の検討～

令和2年10月



企画部上席研究員 渡邊 洋一

1

公益財団法人 廃棄物・3R研究財団 の渡邊です。

当財団で、自主事業として実施しています共同研究事業について報告します。

この共同研究事業は、委員の先生3名、メーカー5社と共同で実施中で、今年度で3年目となります。

昨年度までは、別のタイトルで実施していましたが、社会的背景の変化を踏まえて、新たなタイトル「次世代静脈インフラの構築に向けた包括的研究」～ごみ焼却施設と下水処理施設の連携可能性の検討～実施中です。

本日はこれまで2か年（2018～2019年度）の成果と今年度（2020年度）実施中の研究についてご報告します。

目次

1.共同研究事業の背景

2.研究成果5つ

2-1.事例調査

2-2.連携によるメリット

2-3.環境性と経済性の評価ツールの作成

2-4.GIS評価システムの開発

2-5.評価ツールのケーススタディ

3.今年度の事業の進め方

3-1.ごみ処理システムの動向変化

3-2.今年度の事業の進め方

2

本日の目次です。

最初に共同研究事業の背景を説明します。

次に本事業の研究成果を5つ説明します。

最初に「事例調査」

次に「連携によるメリット」

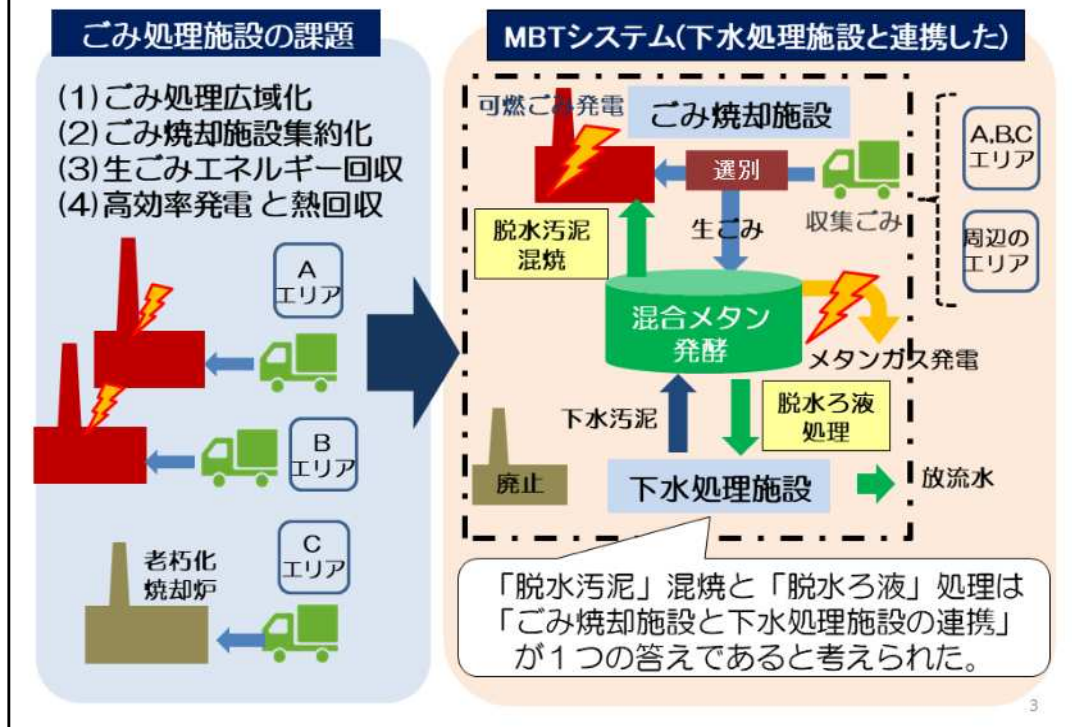
次に「環境性と経済性の評価ツールの作成」

次に「GIS評価システムの開発」

次に「評価ツールのケーススタディ」についてです。

最後に、これらの研究成果を踏まえた、今年度の事業の進め方を説明します。

1. 共同研究事業の背景



共同研究事業の背景について簡単に説明致します。

ごみ処理システムの課題は、4つあり、(1)ごみ処理の広域化(2)ごみ焼却施設の集約化(3)生ごみのエネルギー回収(4)高効率発電と熱回収です。

これらの課題を解消するために「生ごみのエネルギーをメタンガス発電で回収するMBTシステム」を研究しました。

更に、今回研究した「MBTシステム」は、「下水処理施設と連携したMBTシステム」です。

最初に、広域化・集約化されたエリアの収集ごみを可燃ごみと生ごみに機械選別します。

選別された生ごみは、近隣の下水処理施設の下水汚泥と「混合メタン発酵」して、メタンガス発電により高効率なエネルギー回収します。

しかし、「混合メタン発酵」によるメタン発酵後の「脱水汚泥」と「脱水ろ液」の処理方法が重要で、効率的に処理するためには「ごみ処理施設と下水処理施設との連携」が一つの答えであると考えられました。

2. 事例調査(1/4)

- 昨年度までに、ごみ焼却施設と下水処理施設との連携の可能性の検討のため、事例調査および自治体向けのアンケートおよびヒアリングをしました。
- ごみ焼却、し尿処理、下水処理施設共に非常に多くの施設があり、同じ機能を持ち、且つ処理量に余裕があり、特に下水処理施設は立地スペースが広大なのが特徴です。
- ごみ焼却施設と下水処理施設の所管が、それぞれ環境省と国交省であり、又、自治体、メーカー共に担当部署が異なっている。



環境省
ごみ焼却施設 約1,100か所 し尿処理施設 約1,000か所 浄化槽
自治体環境部（一般会計）

国交省
下水処理施設 2,175か所 公共下水道 1,991か所 流域下水道 184か所
自治体上下水道局(特別会計)

昨年度までに、**ごみ焼却施設と下水処理施設との**連携の可能性の検討のため、事例調査および自治体向けのアンケートおよびヒアリングをしました。

図は既存のごみ焼却施設、し尿処理施設と下水処理施設の施設数を示します。非常に数多くの施設があり、同じ機能を持ち、且つ処理量に余裕があり、特に下水処理施設は立地スペースが広大なのが特徴です。

一見、各施設の連携は容易に見えますが、連携しにくい課題があります。その1つが、ごみ焼却施設と下水処理施設の所管がそれぞれ環境省と国交省であり、又、自治体、メーカー共に担当部署が異なっていることです。又、会計でも一般会計、特別会計と異なっています。

3. 事例調査(2/4) 連携している事例1

- 最初に、ごみ焼却施設と下水処理施設が連携している金沢市西部環境エネルギーセンターを調査しました。ここは下水汚泥を一般廃棄物の焼却炉で混焼している事例です。
- この焼却施設は下水処理場と隣接しており、下水汚泥を一般廃棄物の焼却炉からの蒸気を用いて乾燥後、搬送して一般廃棄物と混焼している。

施設名称	金沢市西部環境エネルギーセンター	
施設規模	ごみ300t/日+下水汚泥40t/日	・下水汚泥の混焼 ・汚泥混焼率約12%
焼却炉型式	タクマ式連続機械高温焼却炉	



乾燥後汚泥
(含水率約40%)



乾燥汚泥搬送コンベヤ
長さ約50mと近い



ごみ投入ホッパーに
フライトコンベヤで汚泥投入

最初に、ごみ焼却施設と下水処理施設が連携している「金沢市西部環境エネルギーセンター」を調査しました。

ここは下水汚泥を一般廃棄物の焼却炉で混焼している事例です。

この焼却施設と下水処理場は隣接しており、含水率80%の下水汚泥を一般廃棄物の焼却炉からの蒸気を用いて含水率約40%に乾燥を行い、焼却炉側へ搬送して一般廃棄物と混焼しています。

焼却炉処理能力は340t/日で、ごみ300t/日+下水汚泥40t/日、汚泥混焼率約12%が可能です。

4. 事例調査(3/4) 連携している事例2

- 次に、ごみ焼却施設と下水処理施設が連携している「豊橋市バイオマス利活用センター」を調査しました。この施設は、豊橋市公共下水道「中島下水処理場」内に立地、下水汚泥、し尿・浄化槽汚泥、生ごみを混合メタン発酵して集約処理している。
- 混合メタン発酵後ろ液は「中島下水処理場」へ返流処理していますが、下水処理場からの放流水の水質基準はクリアしており問題はありません。
- 集約処理に伴う関連施設の更新費削減により、豊橋市のデータで20年間で約120億円のコスト削減見込みとなっており、非常に大きな効果がある。



利活用センターの全景
中島下水処理場内に立地



ガスエンジン
1,000kw×1基
発電効率38.9%



湿式中温発酵槽(鋼板製)
5,000m³×2基

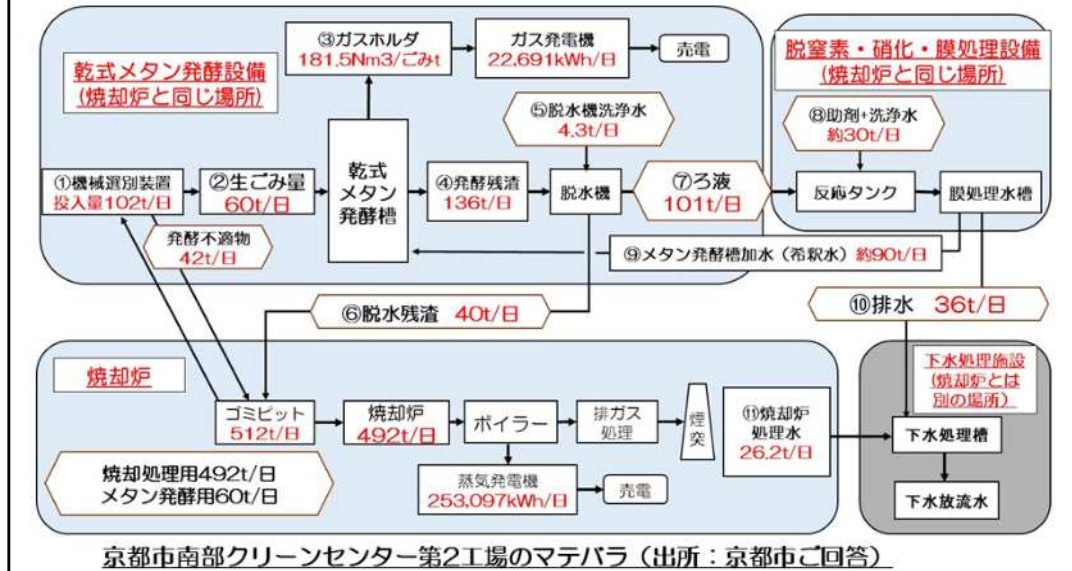
次に、ごみ焼却施設と下水処理施設が連携している「豊橋市バイオマス利活用センター」を調査しました。

この施設は、豊橋市公共下水道「中島下水処理場」内に立地、下水汚泥、し尿・浄化槽汚泥、生ごみを混合メタン発酵して集約処理しています。
この施設は、平成29年10月に稼働後、順調に操業しています。

発酵後ろ液は「中島下水処理場」へ返流処理していますが、下水処理場からの放流水の水質基準はクリアしており問題はありません。
集約処理に伴う関連施設の更新費削減により、豊橋市のデータで20年間で約120億円のコスト削減見込みとなっており、非常に大きな効果があります。

5. 事例調査(4/4) 連携していない事例

- 京都市南部クリーンセンター第2工場は、焼却炉に乾式メタン発酵設備と脱窒素・硝化・膜処理設備を併設している。
- ろ液は、脱窒素・硝化・膜処理設備で「下水排除基準」まで浄化後、焼却炉とは離れた別の場所にある下水処理施設に排水する。



次に、連携していない事例として、京都市南部クリーンセンター第2工場を調査しました。

本施設は、昨年10月より順調に移働しています。

焼却炉と併設して「乾式メタン発酵設備」と「脱窒素・硝化・膜処理設備」を設置しています。

生ごみ60t/日を分離するため、焼却炉ごみピットから102t/日を乾式メタン発酵設備の機械選別装置に投入し、機械選別後の発酵不適物42t/日はごみピットに戻します。

乾式メタン発酵後の発酵残渣から脱水機により約101t/日の「ろ液」が出ます。

この「ろ液」は「脱窒素、硝化・膜処理設備」で「下水排除基準」まで浄化後、36t/日を焼却施設とは離れた別の場所にある下水処理施設に排水しています。

生ごみをメタン発酵する場合とメタン発酵しないで全量焼却の場合の発電量の比較結果は、京都市からのデータで約4.5%、生ごみをメタン発酵する方が発電量は多くなる結果が得られました。

ただ、この焼却施設では、「乾式メタン発酵設備」と「脱窒素、硝化・膜処理設備」が焼却施設内にあり、これらの設備の消費電力量、設備の建設費、維持管理費が必要となります。

6. 連携によるメリット(1/4)

- 生ごみと下水汚泥の処理パターンを6つに分類し、ごみ焼却施設と下水処理施設の連携の有無と代表事例を示す。
- 生ごみと下水汚泥の処理パターン①と③は連携は無いが、パターン②、④、⑤、⑥は連携が有る。

生ごみと下水汚泥の処理パターン6分類	連携有無	代表事例
① 従来方式	無	一般的
② 下水汚泥をごみ焼却炉で混焼	有	金沢市西部環境エネルギーセンター
③ 下水処理場とごみ焼却施設にメタン発酵槽を各々に設置	無	京都市南部クリーンセンター第2工場
④ 下水汚泥をごみ焼却施設に送り、生ごみと混合メタン発酵	有	防府市クリーンセンター
⑤ 生ごみを下水処理場に送り、下水汚泥と混合メタン発酵、発酵残渣を混焼	有	事例なし
⑥ 下水処理場内にごみ焼却炉を併設し生ごみと下水汚泥の混合メタン発酵および発酵残渣と可燃ごみの混焼	有	豊橋市バイオマス利活用センター

生ごみと下水汚泥の処理パターンを6つに分類し、ごみ焼却施設と下水処理施設の連携の有無と代表事例を示します。

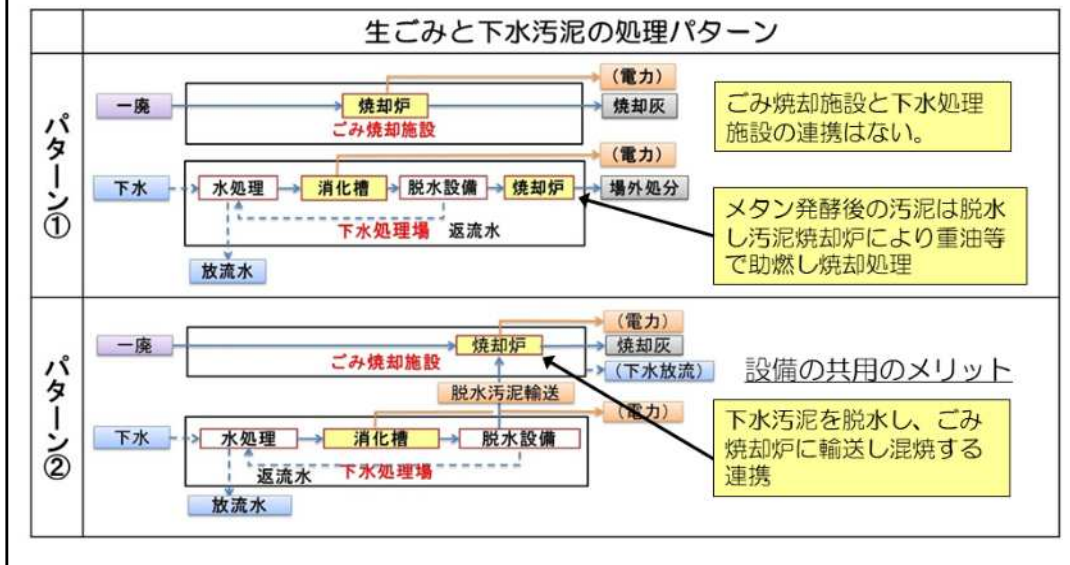
生ごみと下水汚泥の処理パターン①と③は連携は無いですが、パターン②、④、⑤と⑥は連携が有ります。

連携の有無と連携する場所により、生ごみと下水汚泥の処理パターン①～⑥は、環境性と経済性が大きく影響を受けます。

次に生ごみと下水汚泥の処理パターン①～⑥を比較して、連携することによるメリットを示します。

7. 連携によるメリット(2/4)

- 連携によるメリットを連携していない事例と比較して示す。
- **設備の共用のメリット**
ごみ焼却施設の排熱で下水汚泥を乾燥した後に一般廃棄物ごみと混焼すれば、下水汚泥専用の重油助燃による汚泥焼却炉は不要となる。



図は、連携によるメリットを連携していない事例と比較して示します。

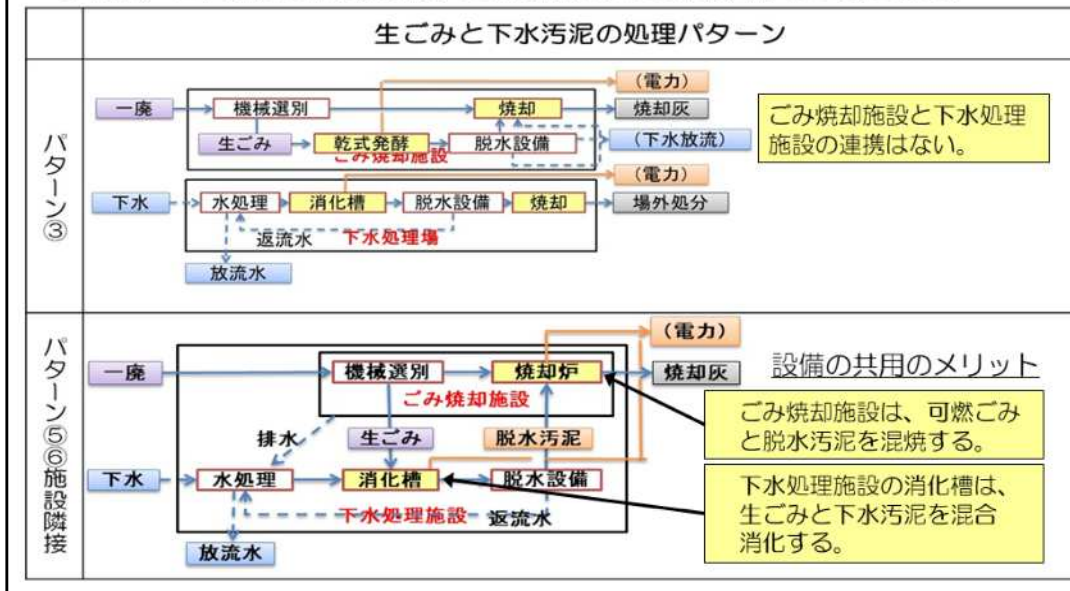
設備の共用のメリット

ごみ焼却施設の排熱で下水汚泥を乾燥した後に一般廃棄物ごみと混焼すれば、下水汚泥専用の重油助燃による汚泥焼却炉は不要となります。

8. 連携によるメリット(3/4)

● 設備の共用のメリット

ごみ焼却施設と下水処理施設が連携すれば、生ごみを下水汚泥消化槽で混合消化することが出来、また、ごみ焼却施設の排熱で汚泥を乾燥した後にごみと混焼すれば、下水汚泥専用の脱水機、重油助燃による汚泥焼却炉は不要となる。



図は、連携によるメリットを連携していない事例と比較して示します。
 パターン③はごみ焼却施設と下水処理施設の連携はしていません。
 パターン⑤、⑥はごみ焼却施設と下水処理施設の連携をしています。

設備の共用のメリット

下水処理場内にごみ焼却炉を併設すれば、生ごみを下水汚泥消化槽で混合消化することが出来、また、ごみ焼却施設の排熱で汚泥を乾燥した後に可燃ごみと混焼すれば、下水汚泥専用の脱水機、重油助燃による汚泥焼却炉は不要となります。このように連携による設備の共用のメリットがあります。

9. 連携によるメリット(4/4)

●ろ液処理の方式の連携によるメリット(下水排除基準クリア)

表は、メタン発酵後脱水汚泥のろ液処理方式の比較表である。パターン⑤⑥では、メタン発酵施設が下水処理場内にあるので、ろ液は返流水として下水と共に処理出来る。一方、メタン発酵施設が、ごみ処理施設内にあるパターン③④では、下水処理場にろ液を排水する際に、下水処理場の「下水排除基準」を遵守しなければならない。希釈するか除害設備の新設が必要となる。

ろ液処理方式(類似パターン)		備考
パターン⑤⑥		- 下水汚泥と生ごみを混合メタン発酵 - 脱水ろ液は返流水として下水処理場に送る。
パターン③		- ごみ処理施設内で生ごみをメタン発酵 - 発生した脱水ろ液は除害設備で下水排除基準まで処理して下水処理場に送る。
パターン④		- ごみ処理施設内で下水汚泥と生ごみを混合メタン発酵 - 発生した脱水ろ液は除害設備で下水排除基準まで処理して下水処理場に送る。

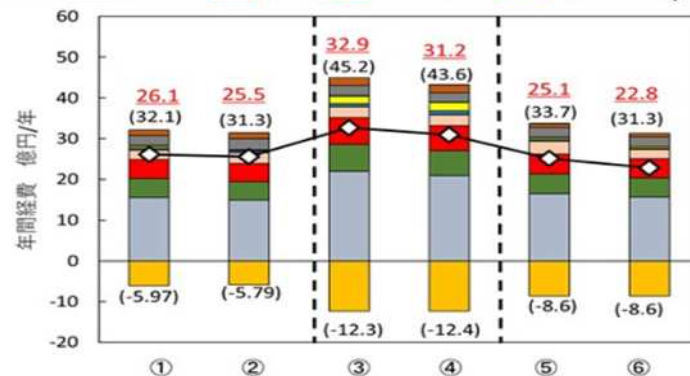
・ろ液処理の方式(下水排除基準クリア)

表は、メタン発酵後脱水汚泥のろ液処理方式の比較表です。パターン⑤⑥では、メタン発酵施設が、下水処理場内にあるので、「ろ液」は、返流水として下水と共に処理出来ます。一方、メタン発酵施設が、ごみ処理施設内にあるパターン③④では、下水処理場に「ろ液」を排水する際に、下水処理場の「下水排除基準」を遵守しなければなりません。希釈するか除害設備の新設が必要となります。

10.環境性と経済性の評価ツール(1/2)

- 生ごみと下水汚泥の処理パターンを6つに分類し、環境性(CO2削減効果)と経済性(社会コスト縮減効果)の評価ツールを作成した。
- 図はごみ処理量300t/日の場合の経済性(年間経費)評価結果である。
- パターン⑤、⑥が、パターン①、②よりも年間経費が1～2億円/年安い。
又、パターン③、④よりも年間経費が数億円/年安い。

減価償却費 修繕費 管理費 人件費 水道代 買電費
補助燃料費 灰処理費 薬剤費 運搬燃料費 売電収入 年間経費



(注) 共同研究事業参加企業5社からの建設・運営のデータを基に試算した。

12

生ごみと下水汚泥の処理パターンを6つに分類し、環境性(CO2削減効果)と経済性(社会コスト縮減効果)の評価ツールを作成しました。

図はごみ処理量300t/日の場合の経済性(年間経費)評価結果です。

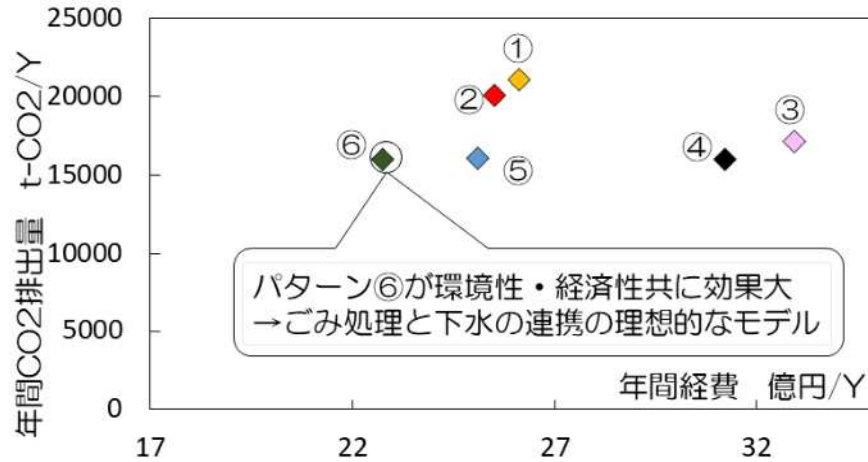
パターン⑤、⑥は、パターン①、②よりも年間経費が1～2億円/年安く、パターン③、④よりも年間経費が数億円/年安くなります。

尚、このグラフは、共同研究事業の参加企業5社から提供頂いた建設・運営のデータを基に試算しています。

11.環境性と経済性の評価ツール(2/2)

●連携パターン①～⑥の環境性・経済性の評価例(ごみ処理量300t/日の場合)

◆ パターン① ◆ パターン② ◆ パターン③ ◆ パターン④ ◆ パターン⑤ ◆ パターン⑥



●自治体のごみ質等の条件を入力することで、環境性(CO2削減効果)や経済性(社会コスト削減効果)を評価できる。

●地域内のインフラを最大限に利活用するパターンを提案することが出来る。

図はごみ処理量300t/Dの場合の生ごみと下水汚泥の処理パターン①～⑥の環境性・経済性の評価結果を示します。

図は、縦軸が年間CO2排出量で、横軸が年間経費です。

左下原点に近くほど、環境性・経済性が良い結果となります。

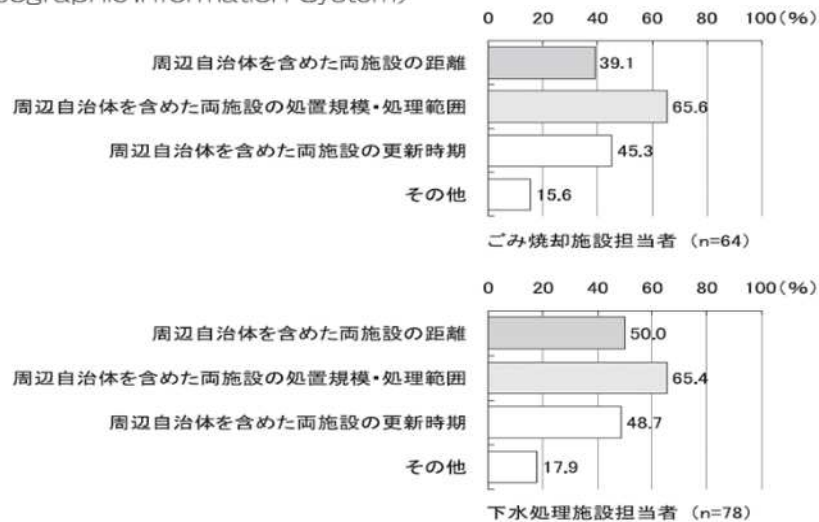
パターン⑥が環境性・経済性共に最も効果が大きく、ごみ焼却と下水の連携の理想的なモデルで、年間経費で他のパターンと約数億円の差があります。

自治体のごみ質等の条件を入力することで、連携した際の環境性や経済性を評価でき、地域内のインフラを最大限に利活用するパターンを提案することが出来ます。

12. GIS評価システムの開発(1/2)

- 共同研究事業の一環として行った自治体へのアンケート調査によれば、連携を検討するにあたって、**両施設の距離、処理規模・処理範囲、更新時期等が把握可能であることが有効であるという意見が多く得られた（図）**。
こうした情報を可視化するツールとしてGIS が有効となる。

（GIS：Geographic Information System）



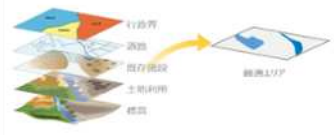
共同研究事業の一環として行った自治体へのアンケート調査によれば、ごみ焼却施設と下水処理施設の連携を検討するにあたって、両施設の距離、処理規模・処理範囲、更新時期等が把握可能であることが有効であるという意見が多く得られました（図）。

こうした情報を可視化するツールとしてGIS が有効となります。GISとは、（Geographic Information System）です。

13. GIS評価システムの開発(2/2)

- 自治体が連携について検討しやすいように、地理情報システム(GIS)を活用した評価システムの開発した。

表：地理情報システム(GIS)の特徴

①情報の可視化	②情報の関係性の把握	③情報の統合と分析
位置情報を日本地図上に可視化 	位置情報を定量的に評価可能 	複数の位置情報データを統合可 

出典:esriジャパン <https://www.esri.com/getting-started/what-is-gis/>

GISを活用することで、ごみ処理施設・下水処理施設の位置関係を定量的に把握可能となり、



- ・連携に適した立地条件の把握が容易
- ・隣接した自治体同士の連携を支援する情報の提示が可能

出典:下水汚泥混焼の可能性の検討、第27回廃棄物資源循環学会研究発表会企画セッション資料

15

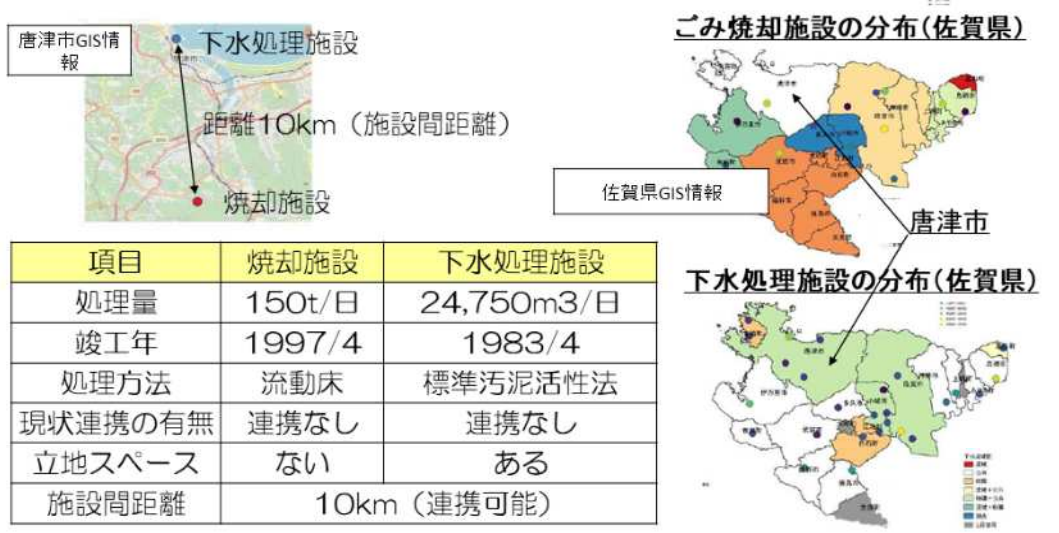
自治体が連携について検討しやすいように、地理情報システム(GIS)を活用した評価システムの開発しました。

GISを活用することで、ごみ焼却施設・下水処理施設の位置関係を定量的に把握可能となり、

- ・連携に適した立地条件の把握が容易
- ・隣接した自治体同士の連携を支援する情報の提示が可能となりました。

14. 評価ツールのケーススタディ(1/4)

- 佐賀県唐津市（人口12万人）に対して、ごみ焼却施設と下水処理施設の連携による環境性・経済性の評価ツールのケーススタディを実施した。
- まず、唐津市のローカルな条件を調査した。
唐津市はごみ焼却・下水処理施設共に直営なので相対的に連携がし易いが、唐津市は、生ごみの分別収集は困難と考えている。

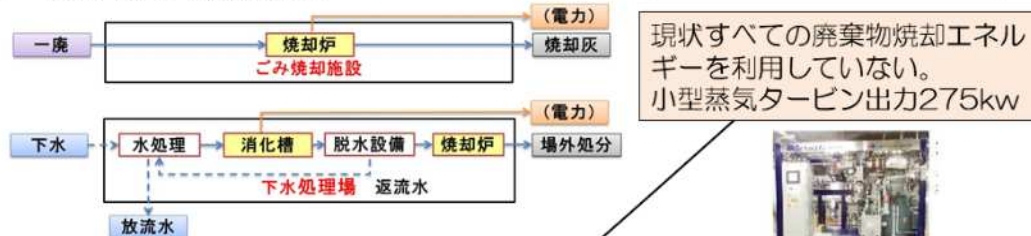


佐賀県唐津市（人口12万人）に対して、ごみ焼却施設と下水処理施設の連携による環境性・経済性の評価ツールのケーススタディを実施しました。
まず、唐津市のローカルな条件を調査しました。
唐津市はごみ焼却・下水処理施設共に直営なので相対的に連携がし易いが、唐津市は、生ごみの分別収集は困難と考えています。

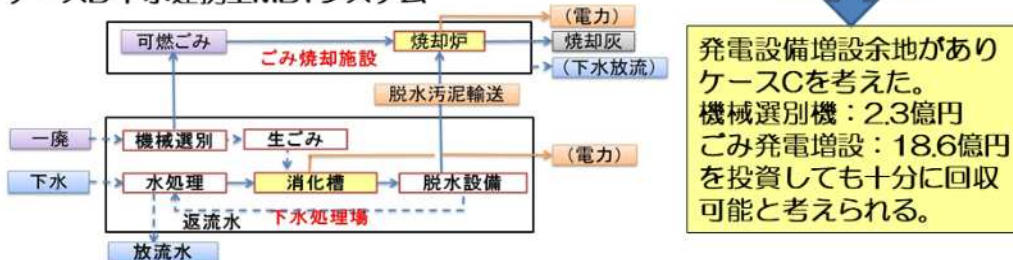
15. 評価ツールのケーススタディ (2/4)

- 唐津市のローカルな条件を考慮して、3つのケースを比較検討した。
- 生ごみの分別は機械選別を採用し、発電設備増設余地があるのでケースCを考えた。

ケースA 現状（連携なし）



ケースB 下水連携型MBTシステム



焼却施設の唐津市清掃センター150t/日では、発電用ボイラーの容量は小さく、現状すべての廃棄物焼却エネルギーを利用していません。小型蒸気タービン出力275kwの蒸気発電のみです。

そこで、生ごみの分別は機械選別を採用し、発電設備増設余地があるのでケースCを考えた。

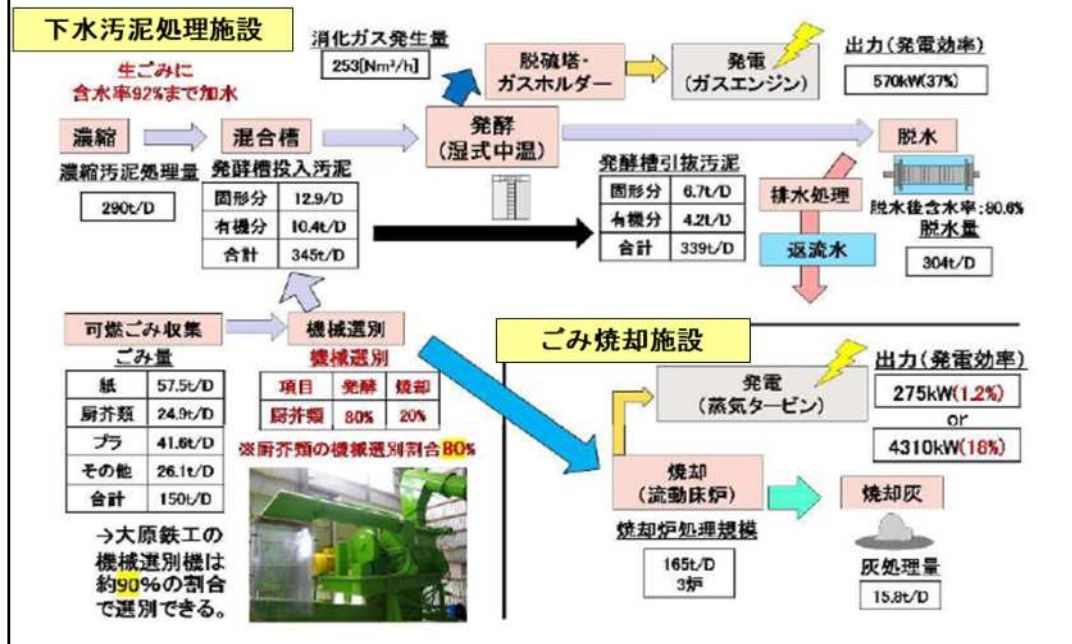
唐津市のローカルな条件を考慮して、現状も含め3つのケースを比較検討しました。

ケースAは現状、ケースBは下水連携型MBTシステム、ケースCはごみ発電を増設する「下水連携型MBTシステム+発電設備増設」の3つのケースです。

その結果、機械選別機：2.3億円、ごみ発電増設：18.6億円を増設するケースCについても、投資しても十分に回収可能と考えられました。

16. 評価ツールのケーススタディ (3/4)

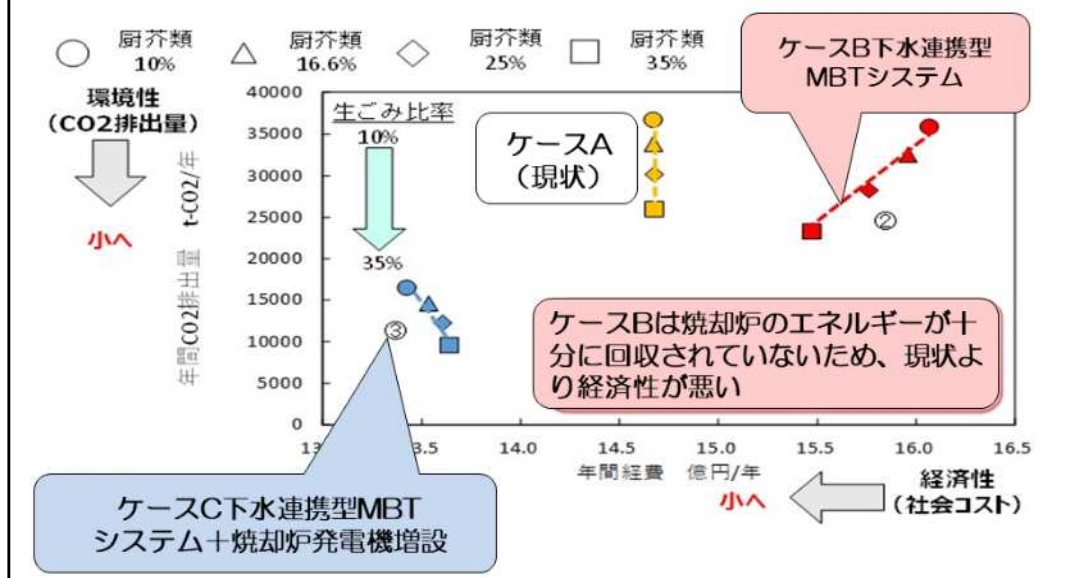
- ケースC「下水連携型MBTシステム+発電設備増設」のマテバラを示す。



図は、ケースC「下水連携型MBTシステム+発電設備増設」のマテバラです。現状から、機械選別を導入し、生ごみと下水汚泥の「混合メタン発酵」に加えて、ごみ発電を増設するケースC「下水連携型MBTシステム+発電設備増設」では、蒸気タービン発電により、現状出力275kwが4,310kwに増加します。

17. 評価ツールのケーススタディ (4/4)

- 図は3つのケースについて、環境性と経済性を評価ツールを示す。
- ごみ発電を増設するケースC「下水連携型MBTシステム+発電設備増設」では、年間経費が約1億円削減、年間CO2排出量も約19千トン削減可能。



図は3つのケースについて、環境性と経済性を評価ツールを示す。
 ケースAは現状、ケースBは下水連携型MBTシステム、
 ごみ発電を増設するケースC「下水連携型MBTシステム+発電設備増設」の3
 ケースです。
 ケースCは、年間経費が約1億円削減出来、年間CO2排出量も約19,000 t-
 CO2削減可能です。

今後、焼却施設と下水処理施設の連携に関しては、意欲的な自治体、具体的には、
 地域循環共生圏、スマートシティ等に取り組む自治体と共に、計画策定の支援を積
 極的に行い、評価ツールを活用してケーススタディを積み重ねてゆくことが有効
 と考えられます。

以上で、昨年度までの共同研究事業の研究成果の報告は終了します。

18.今年度の事業の進め方(1/2)

- 持続可能な適正処理の確保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：環境省通知（令和元年3月29日）
- 人口減少・気候変動への対応、廃棄物エネルギーの利活用、地域における廃棄物処理施設の付加価値向上等に関する社会的背景により、ごみ処理システムの動向が変化している。

広域化・集約化の主な方法6つ

1. 組合設立
近隣市町村が構成員となる一部事務組合・広域連合等を設立し、構成市町村のごみを処理する。
2. ごみの種類別処理分担
複数の市町村において、ごみの種類ごとに分担して処理する。
3. 大都市での受入
大都市が周辺市町村のごみを受入れ、処理する。
4. 相互支援
基幹改良工事等による施設停止時に、他の市町村が協力してごみを処理する。
5. 他のインフラとの連携
下水処理施設等の他のインフラと連携し、「ごみ処理に必要な機能を集約化」する。
6. 民間活用
市町村が民間の廃棄物処理施設にごみ処理を委託し、施設の集約化を図る。

ここからは今年度（2020年度）実施中の共同研究事業について説明します。

本図は、2019年の3月29日に全国に出された環境省の廃棄物処理施設の広域化・集約化の通知で、ごみ処理システムの1つの方向性を示していると考えられます。

人口減少、気候変動への対応、廃棄物エネルギーの利活用、地域における廃棄物処理施設の付加価値向上等に関する社会的背景に基づき、ごみ処理システムの動向が変化しています。

この通知では、広域化・集約化の主な方法として、広域化や下水処理施設等の他のインフラとの連携、民間施設との連携等を推奨している点が特徴です。

19. 今年度の事業の進め方(2/2)

- ごみ処理システムの動向が変化
昨年度までの研究成果を利活用しつつ、新たな社会的背景にも合致したより包括的なテーマとした。
- 2020年度のメインテーマと2つのサブテーマを設定した。
「次世代静脈インフラの構築に向けた包括的研究」
～ごみ焼却施設と下水処理施設の連携可能性の検討～
 - ・サブテーマ(1)
「MBTシステムのエネルギー回収に関する調査」
 - ①開発したツール（GIS、環境性・経済性評価）の持続的な運用体制の構築及びその社会実装に向けた検討を行う。
 - ②自治体と連携した実証事業の企画立案（事例：佐賀県唐津市）
 - ・サブテーマ(2)
「静脈施設の自動化等の考え方に関する研究」
本研究の目的は、自動運転、AI・IoT等（自動化等）の普及促進を図るために必要な方策等を検討する。

このように、ごみ処理システムの動向が変化している中で、**今年度は**、今までの成果を利活用しつつ、新たな社会的背景にも合致したより包括的なテーマを実施中です。

今年度のメインテーマは、「次世代静脈インフラの構築に向けた包括的研究」と設定しました。

サブテーマ(1)「MBTシステムのエネルギー回収に関する調査」では、開発したツール（GIS、環境性・経済性評価）の持続的な運用体制の構築及びその社会実装に向けた検討を進めます。

また、自治体と連携した実証事業の企画立案を行います。

事例として昨年度は佐賀県唐津市でケーススタディしました。

繰り返しになりますが、今後、焼却施設と下水処理施設の連携に関しては、意欲的な自治体、具体的には、地域循環共生圏、スマートシティ等に取り組む自治体と共に、計画策定の支援を積極的に行い、評価ツールを活用してケーススタディを積み重ねていくことが有効と考えられます。

サブテーマ(2)「静脈施設の自動化等の考え方に関する研究」では、自動運転、AI・IoT等（自動化等）の普及促進を図るために必要な方策等を検討します。

以上で昨年度までの「研究成果5つ」と「今年度の事業の進め方」についてのご報告を終わります。

ご静聴ありがとうございました。



22

以上で昨年度までの「研究成果5つ」と「今年度の事業の進め方」についてのご報告を終わります。

ご静聴ありがとうございました。

尚、本報告に記載した内容の詳細は、当財団発行の下記報告書を参照ください。

●2018年度共同研究事業報告書2019年3月

●2019年度共同研究事業報告書2020年3月