

## 第1章 総則

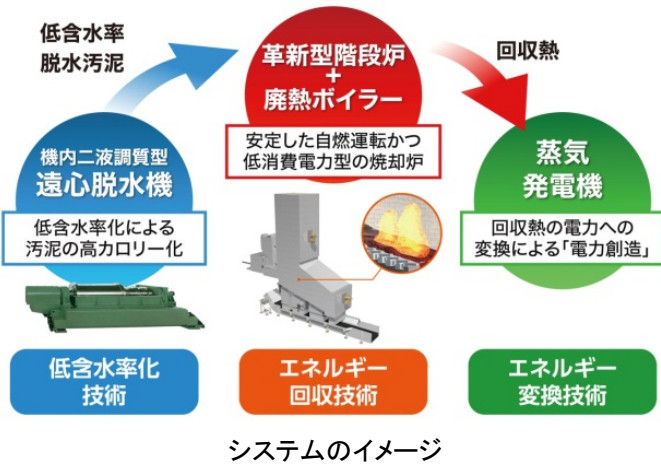
- 目的
- ガイドラインの適用範囲
- ガイドラインの構成
- 用語の定義

◆下水道事業における大幅なコスト削減や省エネルギー・創エネルギー効果の増大に寄与するため、革新的技術の「下水道バイオマスからの電力創造システム」について、実証研究の成果を踏まえて技術的事項を明らかにし、導入を促進。  
 ◆本ガイドラインは、地方公共団体などの下水道事業者が本技術の導入を検討する際に参考にできるように、技術の概要と評価(第2章)、導入検討(第3章)、計画・設計(第4章)、維持管理(第5章)などに関する技術的事項についてとりまとめたもの。

## 技術の概要・特徴の把握

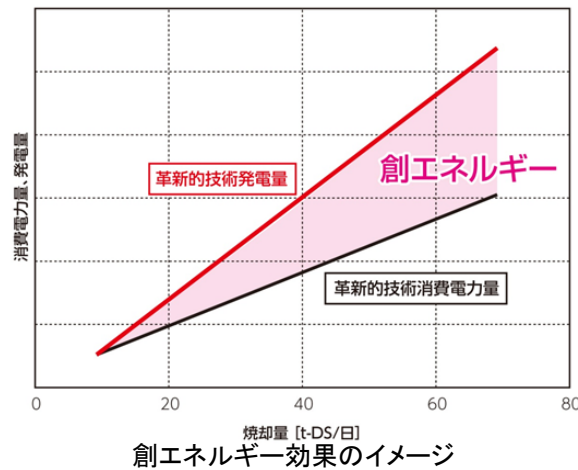
## 第2章 技術の概要

- 技術の概要
- 適用条件
- 実証研究に基づく評価の概要



### 【技術の概要と特徴】(§6)

本システム技術は、**低含水率化技術**、**エネルギー回収技術**、**エネルギー変換技術**の組み合わせにより、**焼却廃熱を利用し発電**を行うものである。本システム技術の特徴は、**建設費削減**、**消費電力削減と発電(広範な施設規模での電力自立)**、**補助燃料使用量削減**、**温室効果ガス排出量削減**である。



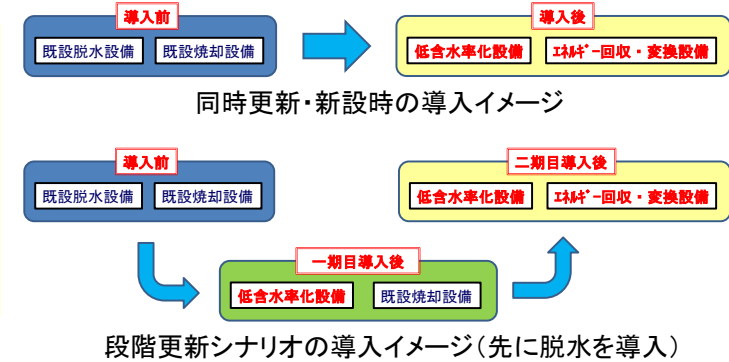
### 【技術の適用条件】(§10, 11)

汚泥処理のうち、脱水以降の処理に適用。本システムの導入効果は、汚泥性状や処理場の条件等によって異なるため、「適用条件」を満たすことを基本とし、その中でも導入効果の高くなることが予想される「推奨条件」を合わせて示す。

<b>適用条件</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>遠心脱水機が設置可能</li> <li>焼却規模で概ね10t-DS/日以上</li> <li>十分なる過水量が確保できる(汚泥1t-DS/日あたり6~8m<sup>3</sup>/h程度、水温15~30℃程度)</li> </ul>
<b>推奨条件</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>混合生汚泥で低含水率化しやすい</li> <li>供給汚泥濃度が安定している</li> <li>脱水汚泥の焼却量が多い</li> <li>定格負荷で連続運転ができる</li> <li>白煙防止が不要</li> </ul>

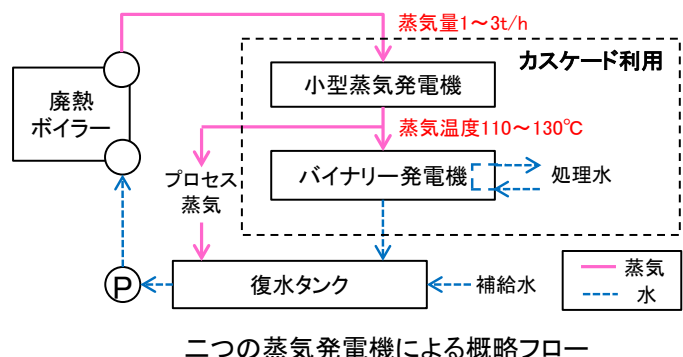
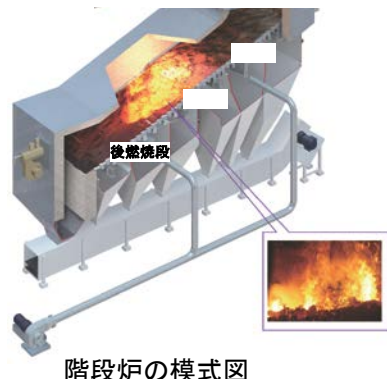
### 本技術の導入シナリオ例

- 脱水・焼却の更新・新設・増設を同時に行う場合
- 脱水・焼却の更新・新設・増設を段階的に行う場合
  - 先に脱水を導入する場合
  - 先に焼却を導入する場合
 ⇒ ②の場合のみ、乾燥機を組み合わせるシステムとする



### 【各技術の特徴】(§7~9)

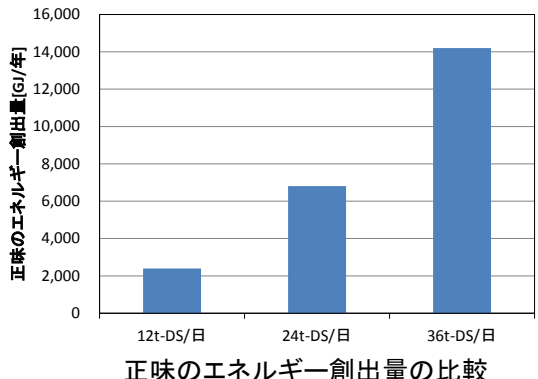
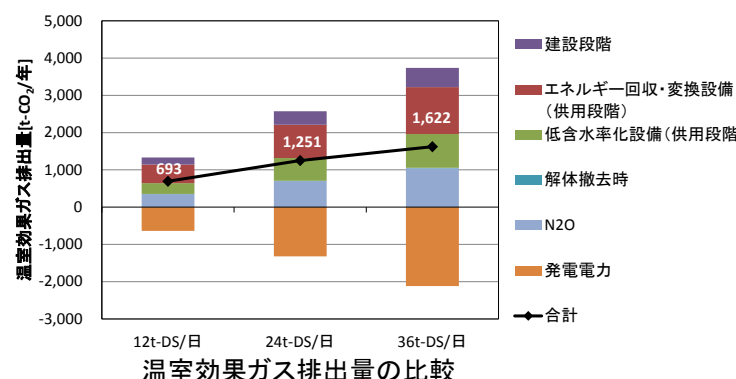
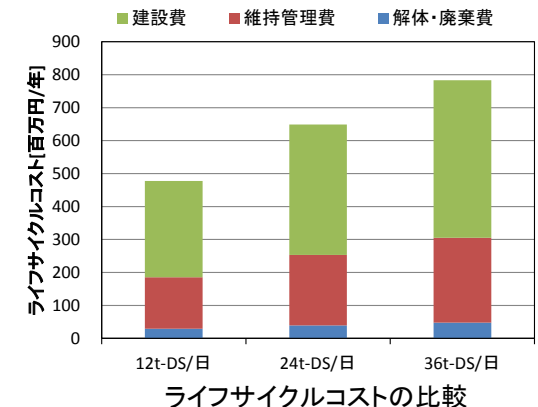
<b>低含水率化技術</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>含水率を従来の一液調質脱水機よりも<b>約7~10ポイント低減</b></li> <li>焼却炉投入汚泥の発熱量を向上 ⇒ <b>補助燃料使用量削減</b>、発電による<b>電力使用量削減</b></li> </ul>
<b>エネルギー回収技術</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>階段炉による<b>低消費電力</b>、<b>低N<sub>2</sub>O</b>、安定した<b>自然運転</b>、および<b>廃熱ボイラー</b>による安定的かつ効率的な<b>熱回収</b></li> <li>革新型階段炉を採用し、<b>乾燥機が不要</b></li> </ul>
<b>エネルギー変換技術</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スクリュ式<b>小型蒸気発電機</b>と蒸気<b>バイナリー発電機</b>を組み合わせることで、これまで発電が出来なかった<b>中小規模施設を含め、広範囲の施設において発電が可能</b>。</li> </ul>



### 【技術の評価結果】(§12, 13, 資料編)

異なる**3つの処理規模**において、一括導入時の**ライフサイクルコスト**(右図参照)、**温室効果ガス排出量**(下図参照)、**エネルギー消費量**、**エネルギー創出量**を試算。  
 ・**エネルギー消費量 < エネルギー創出量**となり、**システム外にエネルギー供給**できる結果となった(右下図参照)。  
 ・環境性能(排ガス、焼却灰、臭気、騒音)はいずれも規制値未満であることを確認した。

項目	設定条件		
脱水汚泥含水率	69%		
炉投入固形物量	12t-DS/日	24t-DS/日	36t-DS/日
導入後焼却設備規模	40t-wet/日	79t-wet/日	119t-wet/日



## 導入効果の把握

### 第3章 導入検討

○導入検討手法

○導入効果の検討例

【導入検討手順】( § 14)

基礎調査

- ・関連下水道計画の整理
- ・対象施設の実態調査
- ・課題の抽出
- ・導入シナリオの設定

現況の把握と課題の抽出

導入効果の検討

- 【導入検討】費用関数による概略試算
- ・コスト削減効果
- ・温室効果ガス排出量削減効果
- ・エネルギー消費量削減効果
- ・エネルギー創出量

従来技術に比べて、本技術による導入効果があるか。

導入判断

定量的な導入効果の評価を行い、総合的に導入を判断

計画・設計 (第4章) へ

- ◆基礎調査( § 15): 下水道施設の関連計画ならびに計画年次にて想定される**状況などを把握**する。導入効果の検討に必要な既存施設の運転データを収集・整理し、本技術導入に関する**課題を抽出**する。
- ◆導入効果の検討( § 16): 導入効果は試算結果や実証結果を基に直線近似を行い導入した費用関数(建設費・ユーティリティ使用量等)を用い、**コスト削減効果**、**温室効果ガス排出量削減効果**、**エネルギー消費量削減効果**および**創出量**を算定して従来技術と比較する。
- ◆導入判断( § 17): 本技術の導入に係る**意思決定**を行い、本システムの計画・設計に移行。

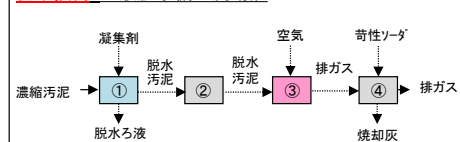
【導入効果の検討例】

◆試算条件: 従来技術は一液調質型脱水機+流動炉とした。

**革新的技術シナリオA:** 導入効果の大きい、すべての技術が**一括導入**可能な導入シナリオの事例

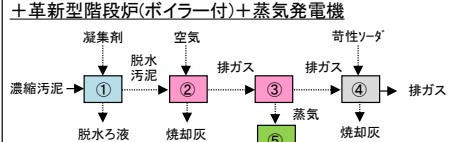
**革新的技術シナリオB:** 実際の導入例となる可能性の高い、一期目に低含水率化設備、二期目にエネルギー回収・変換設備を**段階導入**する事例

従来技術: 一液脱水機+流動炉



フロー構成:  
①一液調質脱水機 ②汚泥貯留・圧送設備  
③流動炉 ④排ガス処理設備

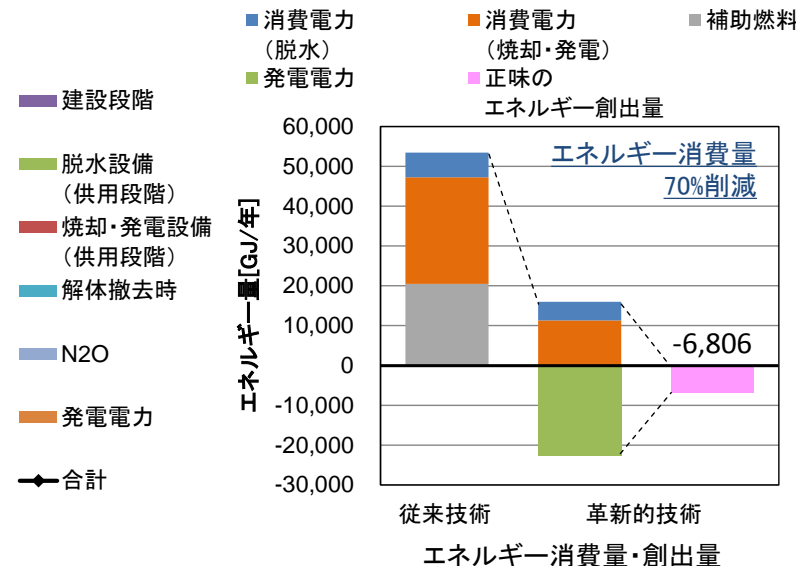
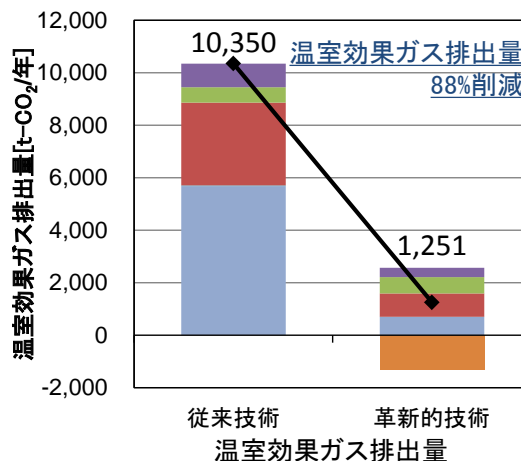
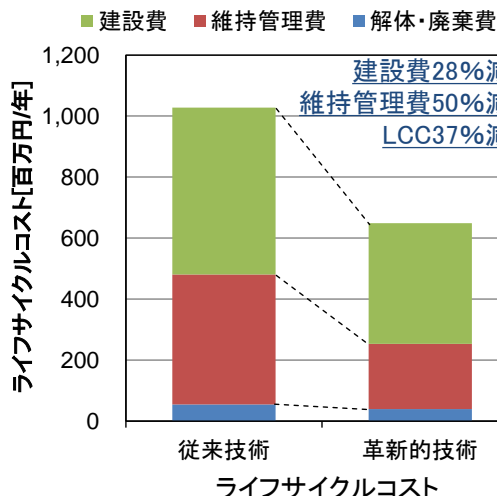
革新的技術: 機内二液調質型遠心脱水機+革新型階段炉(ボイラー付)+蒸気発電機



フロー構成:  
①機内二液調質型遠心脱水機 ②革新型階段炉  
③蒸気発電機 ④排ガス処理設備  
⑤小型蒸気発電機+バイナリー発電機

項目	設定条件
流入下水水量および水質	125,000 m <sup>3</sup> /日、SS: 200 mg/L
処理汚泥性状	混合生汚泥、濃度: 約3.3%
運転時間×稼働率(運転日数)×負荷率	24時間/日×90%(328.5日/年)×90%
処理汚泥中固形物量	24 t-DS/日
脱水汚泥含水率×処理量	従来: 76%×100t-wet/日 革新: 69%×79t-wet/日

【参考 一括導入可能な導入シナリオの事例(シナリオA)に係る試算結果】

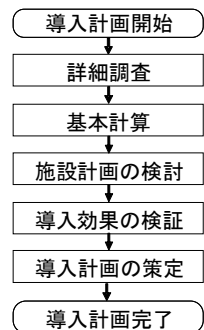


導入可能性を判断のうえ、導入に向けた具体的な検討に進む

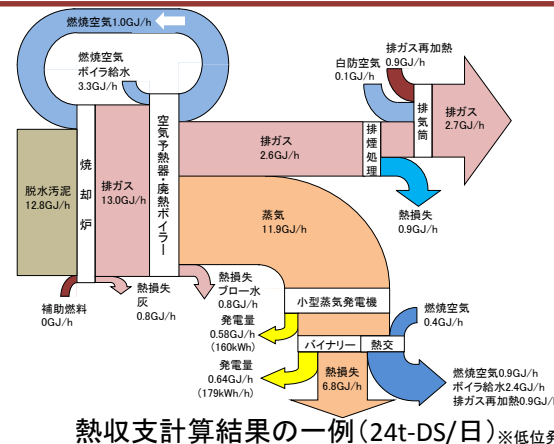
### 第4章 計画・設計

- 導入計画
  - ・詳細調査
  - ・基本計算
  - ・施設計画の検討
- 施設設計
  - ・各設備の設計

【導入計画手順】( § 19)



- ◆**詳細調査( § 19):** 導入計画の検討に先立ち、基礎調査情報に基づき詳細調査を行い、基本条件(汚泥性状、処理量、適用法令等)の設定を行う。
- ◆**基本計算( § 20):** 設定した汚泥処理量や各設定値より物質収支・熱収支計算、発電量の算定を行う。
- ◆**施設計画の検討( § 21):** 主要構成機器の仕様・容量を検討し、既存設備の状況、撤去計画、将来計画などを確認し配置計画を検討。
- ◆**導入効果の検証( § 22):** 第3章で試算した**導入効果**が得られるか検証。
- ◆**導入計画の策定( § 23):** 本技術の導入について**導入計画書**などとしてとりまとめ。



【施設設計】( § 24~27)

- ◆**低含水率化設備の設計( § 24)**
- ◆**エネルギー回収設備の設計( § 25)**
- ◆**エネルギー変換設備の設計( § 26)**
- ・設計条件の設定
- ・各設備の設計
- ・安全対策
- ◆**監視制御システム( § 27)**

### 第5章 維持管理

- 運転管理
- 保守点検
- 緊急時の対応

【導入効果を高める管理の要点】( § 28)

- ◆**低含水率化設備: 安定的な脱水性能の維持**
  - ・脱水機に投入する汚泥濃度の安定化させる管理
  - ・汚泥貯留による腐敗影響を除去した運転
  - ・運転条件の適正化による可能な範囲で出来る限りの低含水率化 ⇒ 投入汚泥の**発熱量増**

- ◆**エネルギー回収・変換設備: 安定的な焼却状況の維持**
  - ・燃焼空気量(空気比)の適正管理 ⇒ 自燃時は排ガス温度の高温化、助燃時は補助燃料使用量を低減
  - ・焼却温度が高いほど**N<sub>2</sub>O低減**に有効
  - ・負荷率・稼働率を高める ⇒ **安定した自燃運転、発電量の確保**に有効

【運転管理項目】( § 29)

各設備に対し、測定等を行い、適正な運転を確認

【保守点検】( § 30)

- ◆日常点検
- ◆定期点検
- ◆法定点検

【緊急時の対応】( § 31)

- ◆停電発生時
- ◆地震発生時
- ◆蒸気発電機停止時

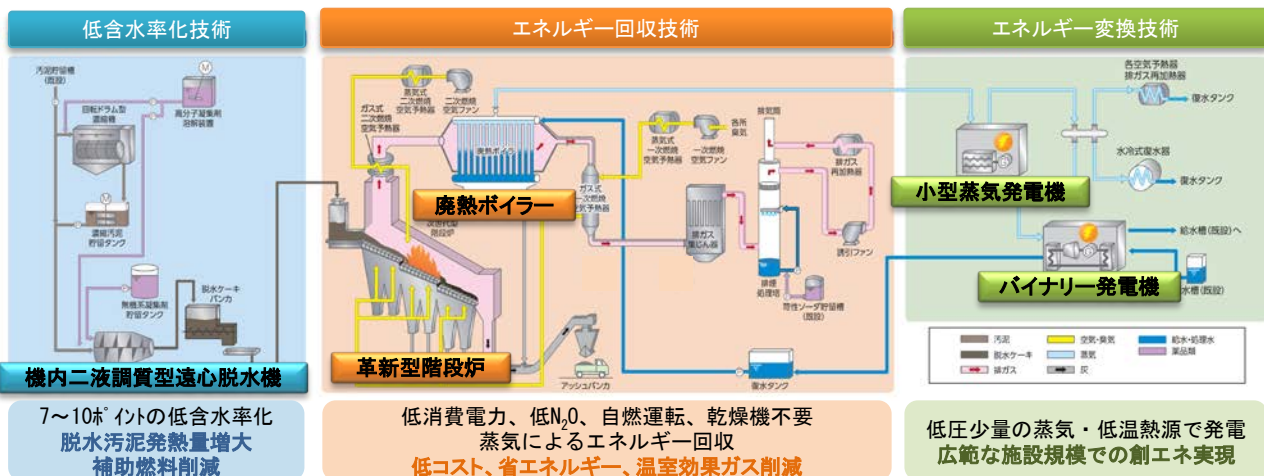
【実証研究概要】

- ◆研究名称: 下水道バイオマスからの電力創造システムに関する技術実証研究
- ◆実施者: 和歌山市・日本下水道事業団・京都大学・(株)西原環境・(株)タクマ 共同研究体
- ◆実施期間: 平成25年6月～平成26年3月(H25年度)、平成26年6月～平成27年3月(H26年度)
- ◆実施場所: 和歌山市中央終末処理場

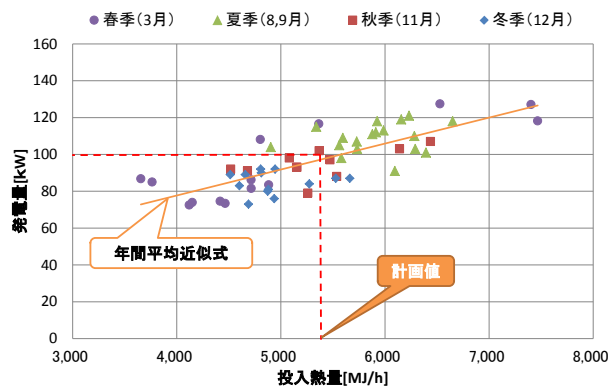
【実証施設概要】

- ◆処理対象: 混合生汚泥
- ◆焼却量: 35t-wet/日
- ◆発電量: 100kW以上

【実証施設フロー】



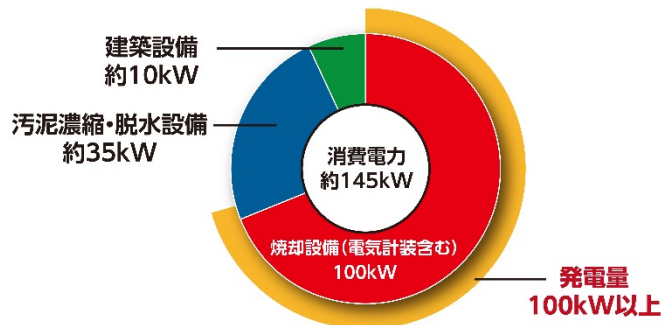
【実証施設写真】



$$(投入熱量) = (脱水汚泥低位発熱量) \times (汚泥供給量) + (補助燃料低位発熱量) \times (補助燃料使用量)$$

投入熱量と発電量の関係

理論通りとなり、ほぼ比例関係になった。



※定格運転条件時(35t-wet/日)の消費電力の平均値

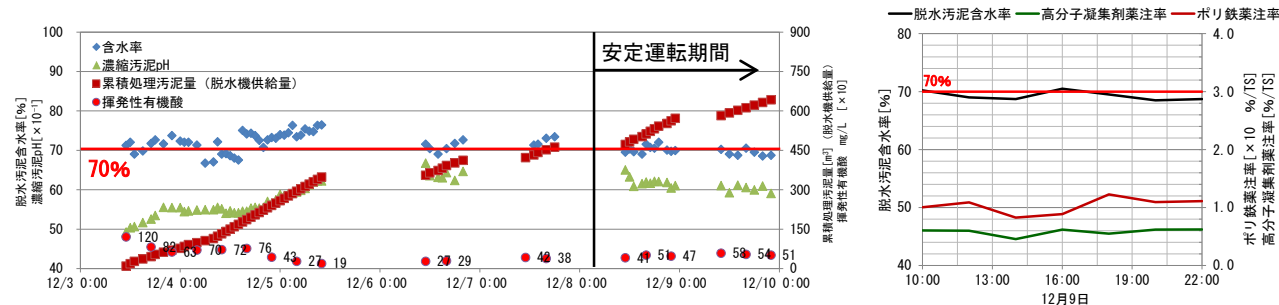
実証設備消費電力と発電量の関係

発電量100kW以上に対し、実証設備の消費電力は約145kWであった。焼却設備の消費電力は、発電電力で賄うことができた。

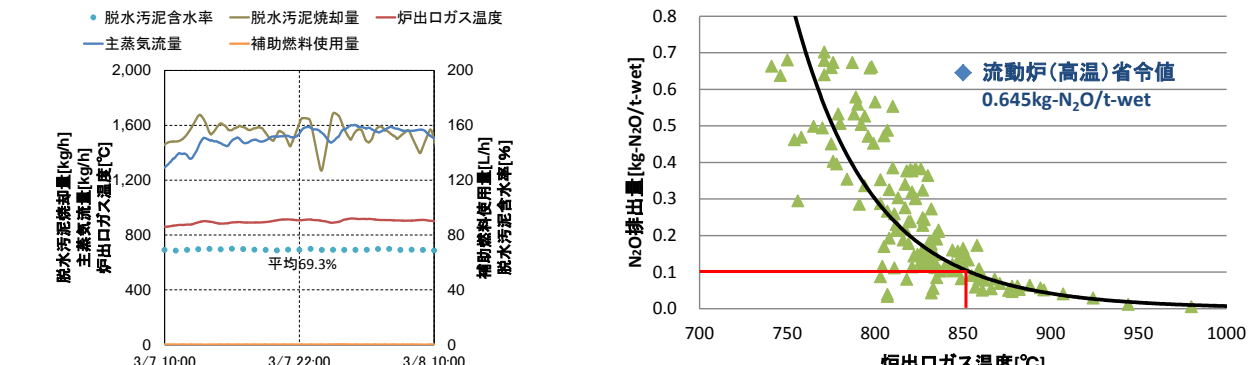
【実証研究結果】

実証研究の結果まとめ

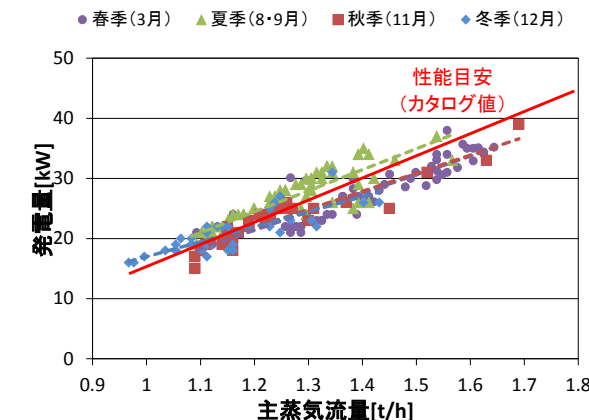
- 低含水率化技術**: 四季を通じて脱水汚泥含水率70%以下とすることができた(腐敗影響時を除く)
- エネルギー回収技術**: 四季を通じて自然できることを確認し、含水率が上昇し助燃が必要な場合においても、脱水汚泥を環境性能として問題なく焼却することができた
- エネルギー変換技術**: 計画通りの発電量が得られ、焼却設備消費電力を賄うことができた



項目	設定条件	3月春季 3/7-23時	8・9月夏季 9/4-20時	11月秋季 11/9-22時	12月冬季 12/9-16時	
含水率	%	70	69.9	70.2	69.8	69.1
炉出口温度	°C	800以上	903	907	855	876
補助燃料使用量	L/h	0	0	0	0	0

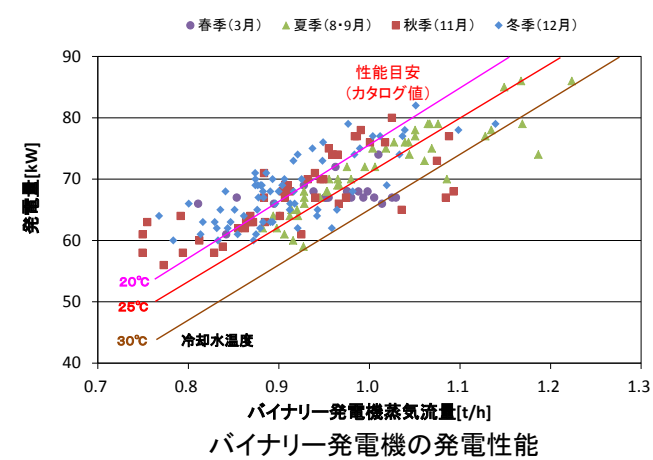


エネルギー回収設備の運転性能



小型蒸気発電機の発電性能

炉出口ガス温度とN<sub>2</sub>O排出係数の関係



バイナリー発電機の発電性能

蒸気量約1.5t/hにおける合計発電量

項目	3月春季	8・9月夏季	11月秋季	12月冬季
合計発電量	123kW	114kW	112kW	110kW