

下水道展2024 ガイドライン説明会

# 中小規模処理場間の広域化に資する バイオマスボイラによる低コスト汚泥減量化技術 導入ガイドライン(案)について

月島JFEアクアソリューション(株)

高砂熱学工業(株)

日鉄セメント(株)

室蘭工業大学

室蘭市水道部

国土技術政策総合研究所



実証設備外観

本発表は国土技術政策総合研究所からの委託研究（B-DASH実証研究）として実施した結果に基づいております。

## 発表内容

---

1. はじめに …… 背景、実証技術概要と目的、バイオマスボイラについて
2. 研究方法 …… 実証フィールド、実証設備の仕様、実証設備フロー
3. ガイドライン概要 …… キーワードと要点
4. ガイドライン構成 …… 目次の説明
5. 適用条件と推奨条件 …… 汚泥種類と推奨基準
6. 導入パターン …… 脱水設備更新、乾燥設備更新、焼却設備更新
7. 導入検討の手順 …… 検討フローチャート
8. 代表データ …… N<sub>2</sub>O排出量・灰の肥料成分分析
9. おわりに …… 成果のまとめ

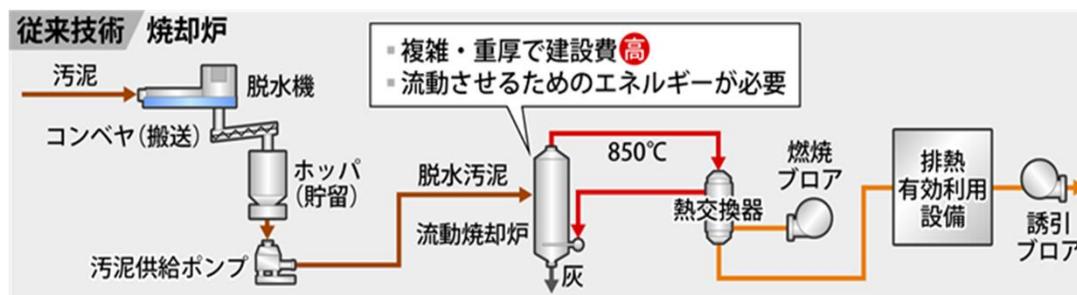
# 1. はじめに : 背景

## 背景

- 国家的な施策として**下水汚泥のバイオマス資源としての利活用**を推進
- 地方自治体は**「ヒト・モノ・カネ」の問題**を抱えている
- 基幹処理場への**汚泥の集約処理**は課題を解決する有効な方法

しかし…従来の**焼却炉**では高コスト（建設費・維持管理費）で導入が困難

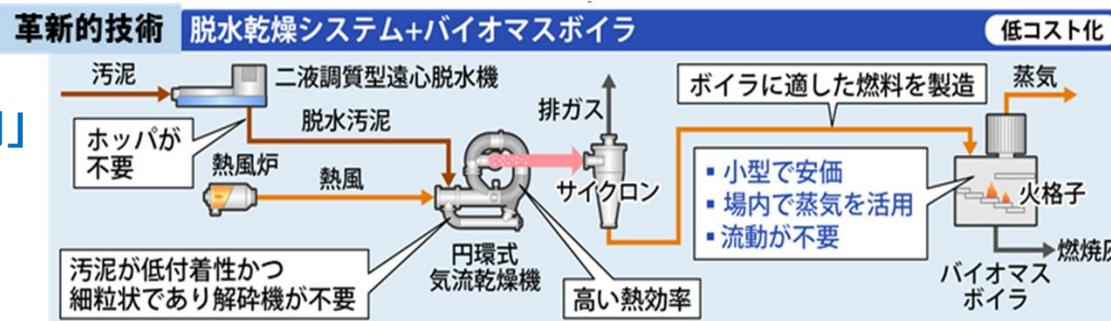
集約した汚泥を  
基幹処理場内で  
有効利用できる設備



そこで

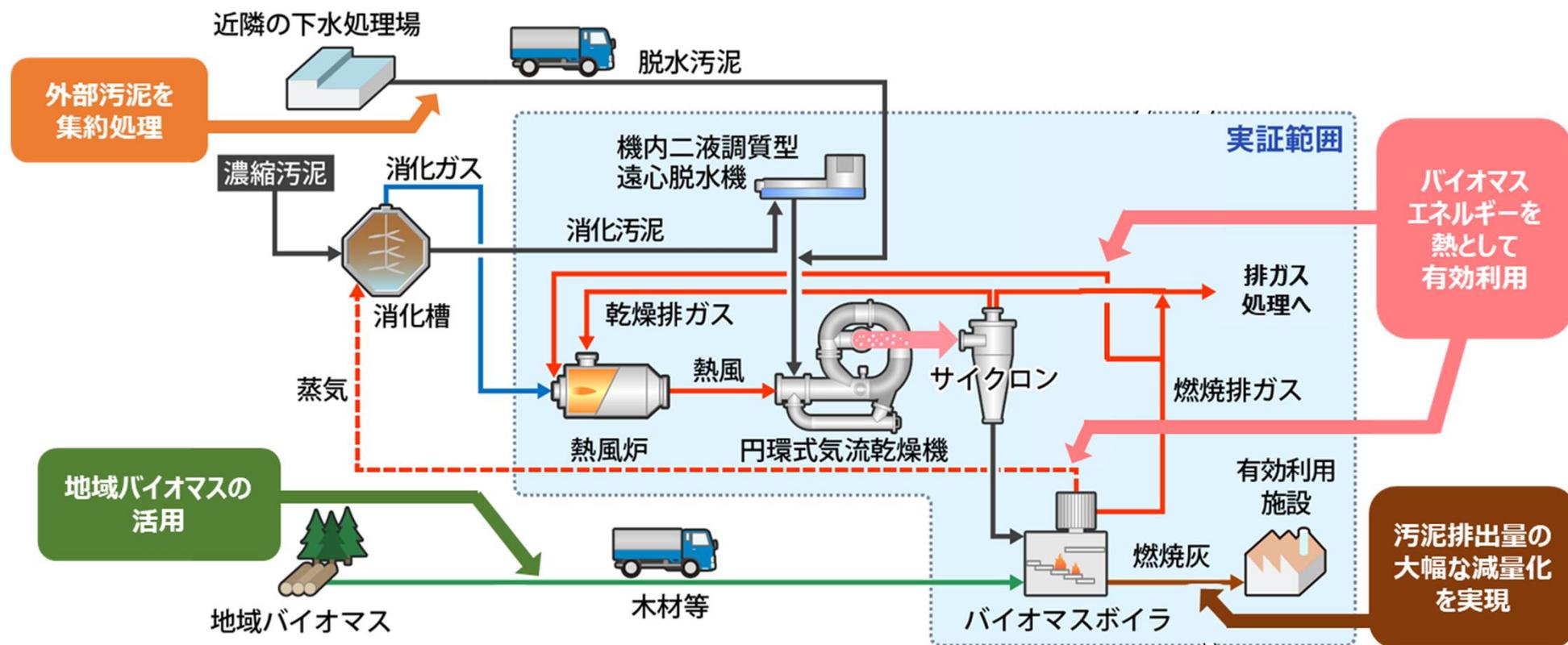
基幹処理場内にて**低コストで汚泥を減量化し有効利用を図る技術**の確立が必要

「脱水→乾燥→減量化&有効利用」  
を低コストで実現する技術



# 1. はじめに : 実証技術概要と目的

## 【実証技術概要】



## 目的

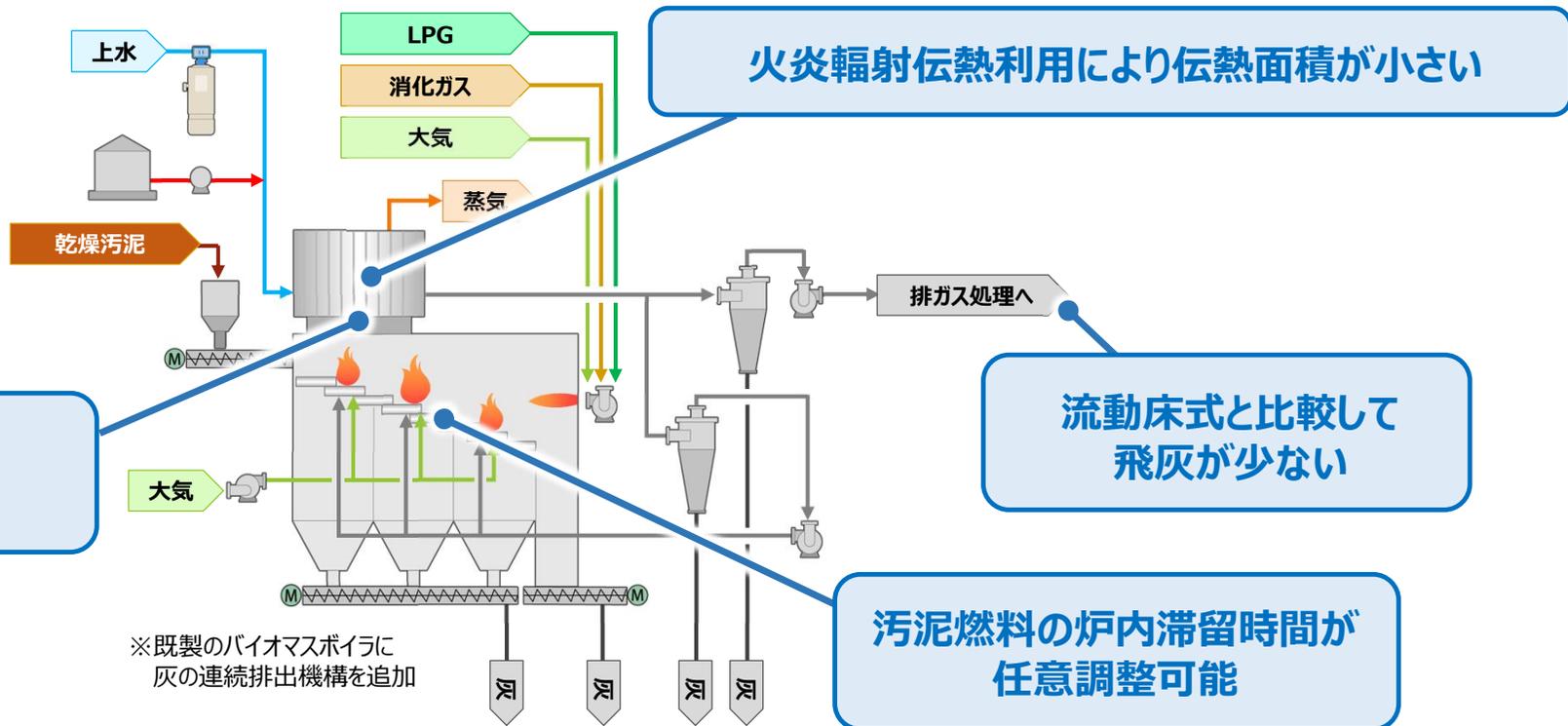
- ・汚泥減量効果 & 場内でのエネルギー利用 & ライフサイクルコスト低減効果等を実証
- ・地域バイオマスを受入処理することで、広域処理に関する効果の確認

# 1. はじめに : バイオマスボイラについて

## 主な仕様

- 燃焼炉形式 : ストーカ式
- ボイラ種類 : 多管式貫流ボイラ
- 燃焼空気 : 大気 + 循環排ガス
- 燃焼ゾーン数 : 3ゾーン

## バイオマスボイラのフロー

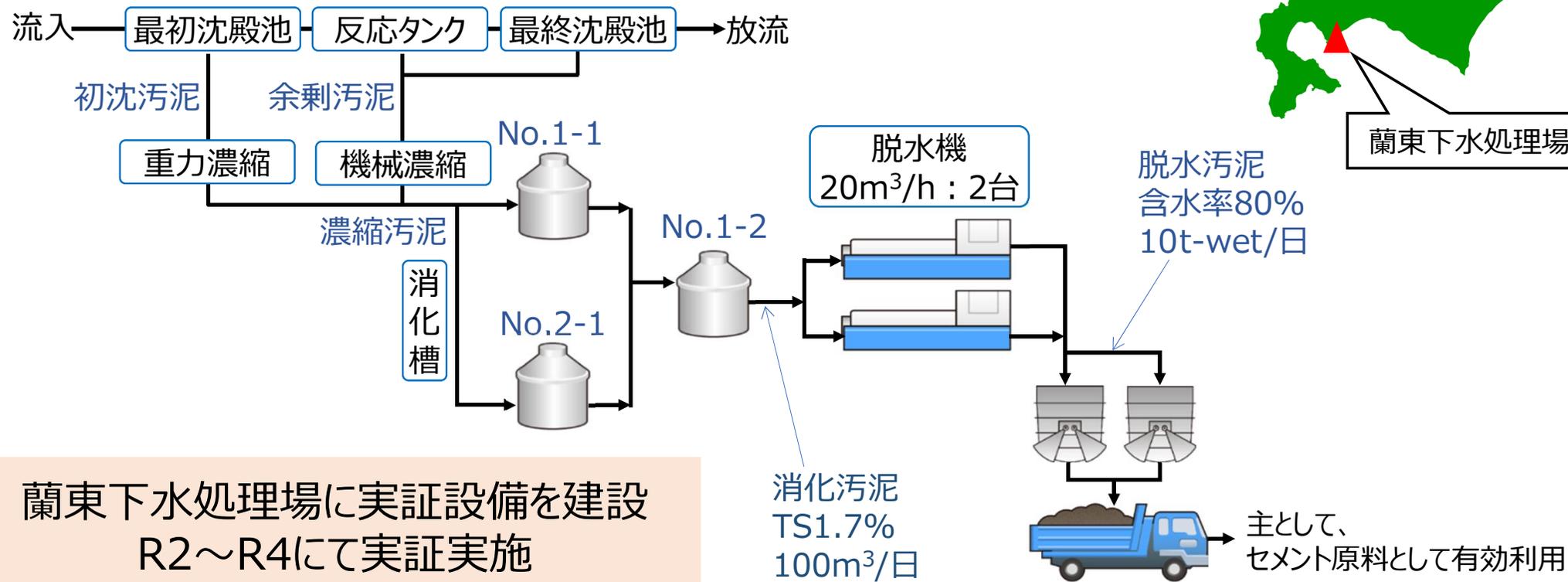


上記の特徴を有し、「コンパクト & 低コスト」を実現するストーカ式を採用

## 2. 研究方法 : 実証フィールド

### 処理場概要

項目	内容
処理場名	北海道室蘭市 蘭東下水処理場
供用開始	昭和53年度
現有水処理能力	分流式48,000m <sup>3</sup> /日 (日最大)
水処理方式	標準活性汚泥法
汚泥処理方式	分離濃縮→消化→遠心脱水→外部委託処分



蘭東下水処理場に実証設備を建設  
R2～R4にて実証実施

## 2. 研究方法 : 実証設備の仕様

設計条件	汚泥条件	消化汚泥 濃度1.7%
	発生量	112m <sup>3</sup> /日 (1945kg-ds/日)
	稼働条件	24h/日、6日/週
脱水乾燥	脱水機	汚泥処理量5.5m <sup>3</sup> /hr (95kg-ds/hr) <sup>1)</sup>
	乾燥機	脱水汚泥処理量380kg-wet/hr(含水率75%)
	熱風炉	消化ガス使用量41.1Nm <sup>3</sup> /hr(966MJ/hr)
バイオマスボイラ	乾燥汚泥消費量 105kg-wet/hr@含水率 10% (95kg-ds/hr)	
	伝熱面積 9.7m <sup>2</sup>	
	圧力 0.98MPa以下	



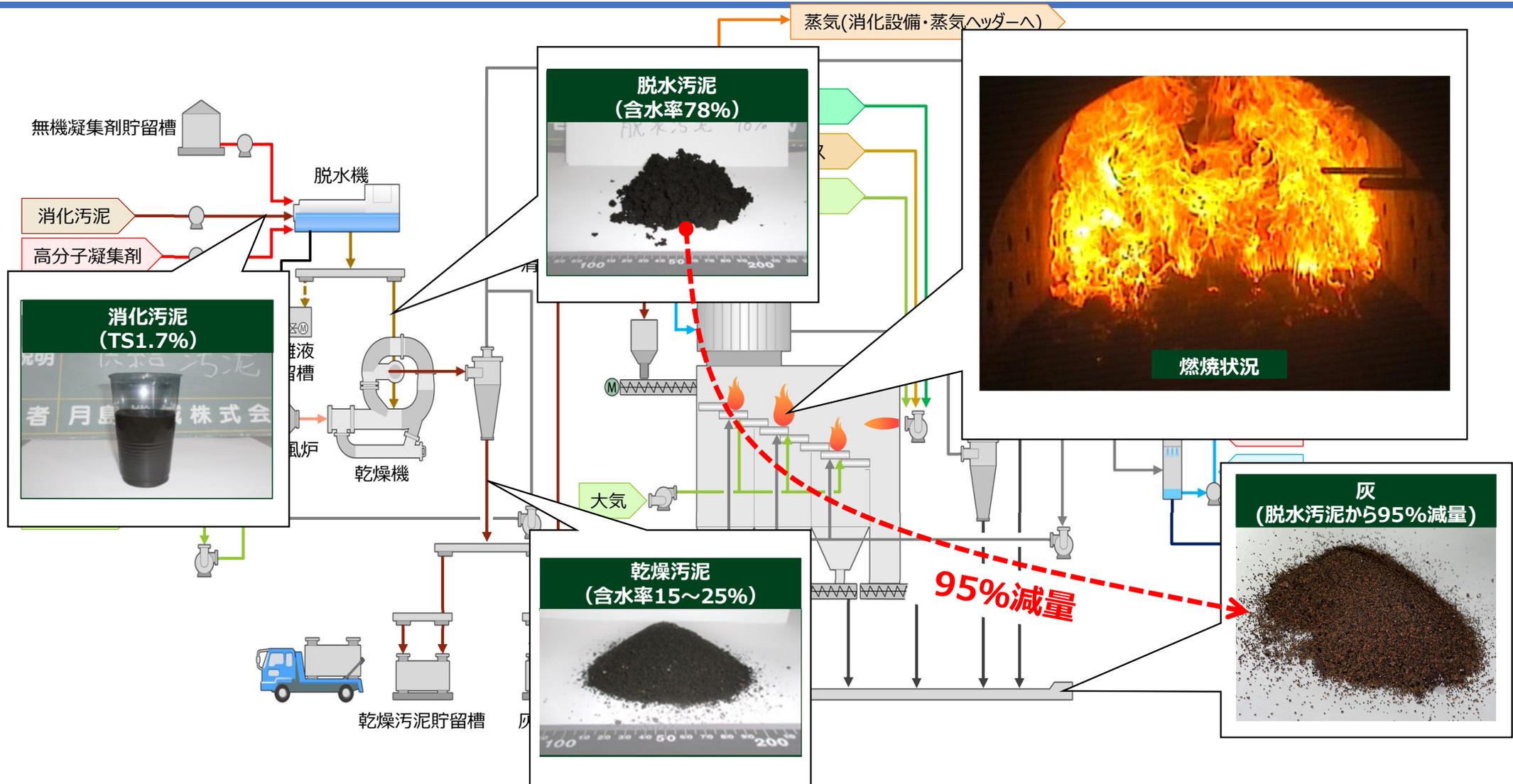
バイオマスボイラ

1) : 以下の計算に基づく

$$\text{汚泥処理量 (m}^3\text{/h)} = 112\text{m}^3\text{/日} \times 7\text{日} / 6\text{日} \div 24\text{h} = 5.44 \Rightarrow 5.5\text{m}^3\text{/hとする}$$

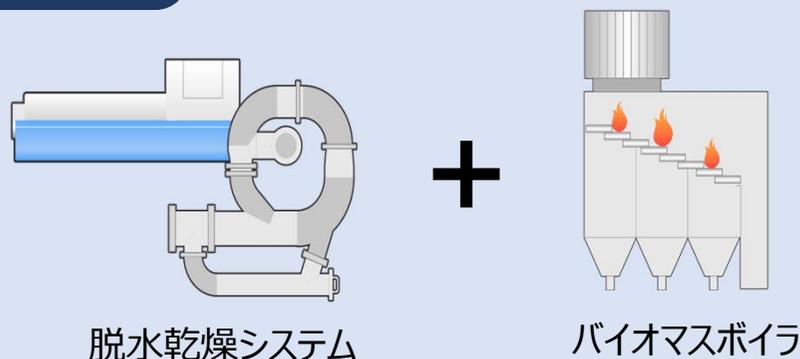
$$\text{汚泥処理量 (kg-ds/h)} = 1945\text{kg-ds/日} \times 7\text{日} / 6\text{日} \div 24\text{h} = 94.51 \Rightarrow 95\text{kg-ds/hとする}$$

## 2. 研究方法 : 実証設備フロー



### 3. ガイドライン概要 : キーワードと要点

#### Point 1



・本技術は**脱水乾燥システム**と**バイオマスボイラ**で構成

#### Point 2

本技術  
採用想定  
規模

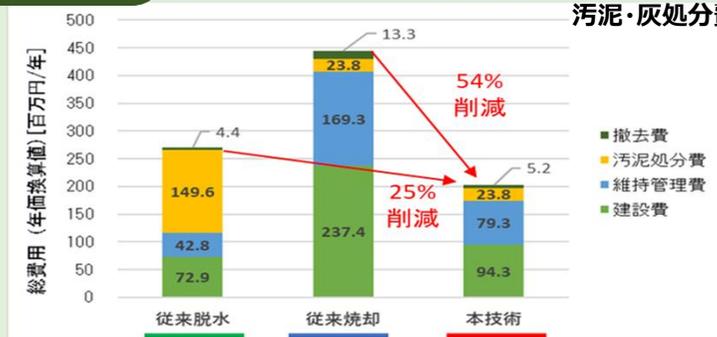


中小規模処理場  
50t-脱水汚泥/d以下

・設備規模は**脱水汚泥10~50t/d**  
→**中小規模処理場**の汚泥有効利用を可能に

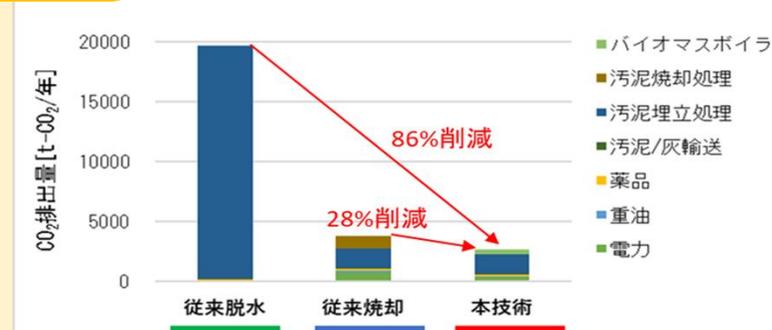
#### Point 3

処理汚泥量15t-脱水汚泥/d  
汚泥・灰処分費20,000円/t



・**脱水設備**および**焼却設備**と比較して**LCCが安価**

#### Point 4



・**埋立処理**および**焼却処理**に対して**CO<sub>2</sub>排出量の削減**が可能

## 4. ガイドライン構成

### 目次

第1章 総則  
第1節 目的  
§1 目的  
第2節 ガイドラインの適用範囲  
§2 ガイドラインの適用範囲  
第3節 ガイドラインの構成  
§3 ガイドラインの構成  
第4節 用語の定義  
§4 用語の定義

第2章 技術の概要と評価  
第1節 技術の概要と特徴  
§5 技術の目的  
§6 システム全体の概要  
§7 脱水乾燥システムの概要  
§8 バイオマスボイラの概要  
§9 技術の特徴  
第2節 技術の適用条件  
§10 適用条件と推奨条件  
§11 導入シナリオ例  
第3節 実証研究に基づく評価の概要  
§12 評価項目  
§13 評価結果

第3章 導入検討  
第1節 導入検討手法  
§14 導入検討の手順  
§15 基礎調査  
§16 導入効果の検討  
§17 導入判断  
第2節 導入効果の検討例

第4章 計画・設計  
第1節 導入計画  
§18 導入計画の手順  
§19 (1) 基本条件の設定  
§20 (2) 基本計算の実施  
§21 (3) 配置計画の検討  
§22 (4) 導入計画の検討  
第2節 設備設計  
§23 設備構成  
§24 設備の設計  
§25 補機設備の設計  
§26 既存設備の活用検討

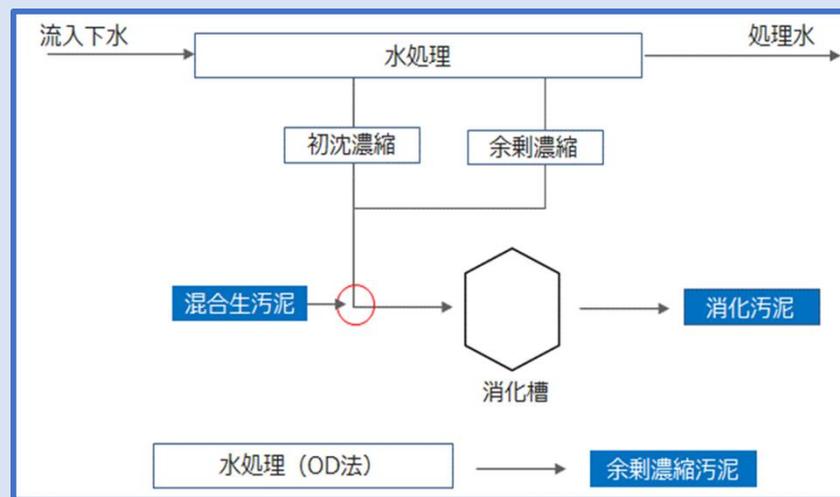
第5章 維持管理  
第1節 運転管理  
§27 運転操作方法  
§28 運転管理項目  
第2節 保守点検  
§29 保守点検  
第3節 緊急時等の対応  
§30 トラブル時の対応  
§31 緊急時の対応

資料編  
1. 実証研究結果  
2. ケーススタディ  
3. 他処理場にて発生した脱水乾燥システムの火災事故について  
4. 参考文献  
5. 問い合わせ先

## 5. 適用条件と推奨条件

### 対象汚泥

本技術の対象汚泥を左図に示す。汚泥の種類は、水処理から発生する初沈濃縮汚泥と余剰濃縮汚泥が混合した混合生汚泥および消化汚泥、また、OD汚泥を対象とする。



### 推奨条件

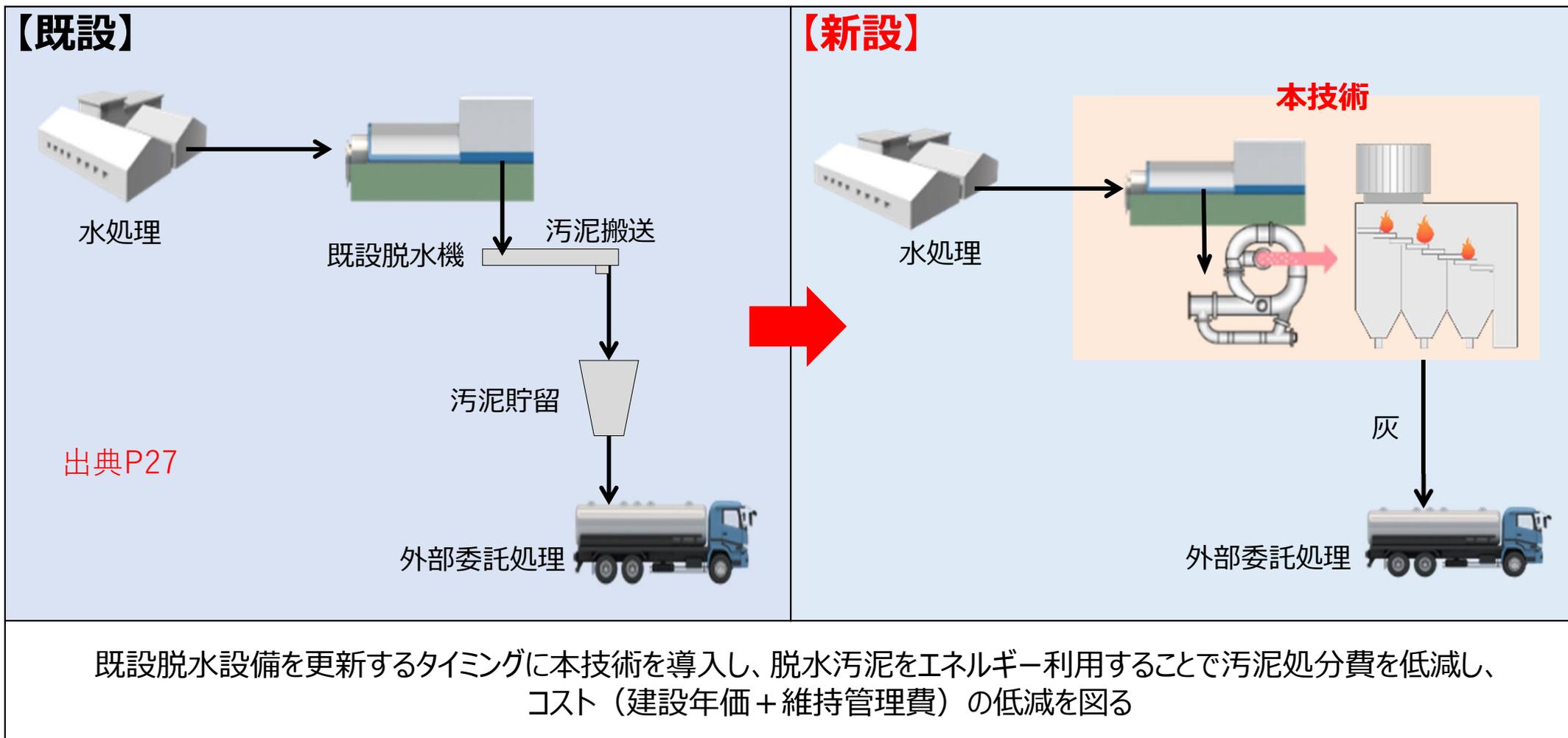
- 1) 乾燥汚泥の肥料利用などの有効利用需要が近隣になく、乾燥汚泥を処理場内で活用することが必要な処理場  
→近隣の乾燥汚泥の有効利用需要を調査し、需要がある場合は「脱水乾燥システムのみ」の導入を検討する。
- 2) 以下の表に合致する汚泥が発生する処理場または合致する汚泥を集約する処理場  
→発生汚泥量および処分単価を比較して推奨条件に合致するか確認する。

汚泥処理量 (日平均)	t/d	10~ 15	15~ 20	20~ 25	25~ 30	30~ 35	35~ 40	40~ 45	45~ 50
処分単価	千円/t	27以上	25以上	23以上	22以上	22以上	22以上	21以上	21以上

検討例)

12t-wet/dの脱水汚泥が発生する処理場へ導入を検討  
→処理量が10~15t-wet/dであるため、処分単価が  
27千円以上の場合導入を推奨  
※処分単価は輸送費+処分費とする

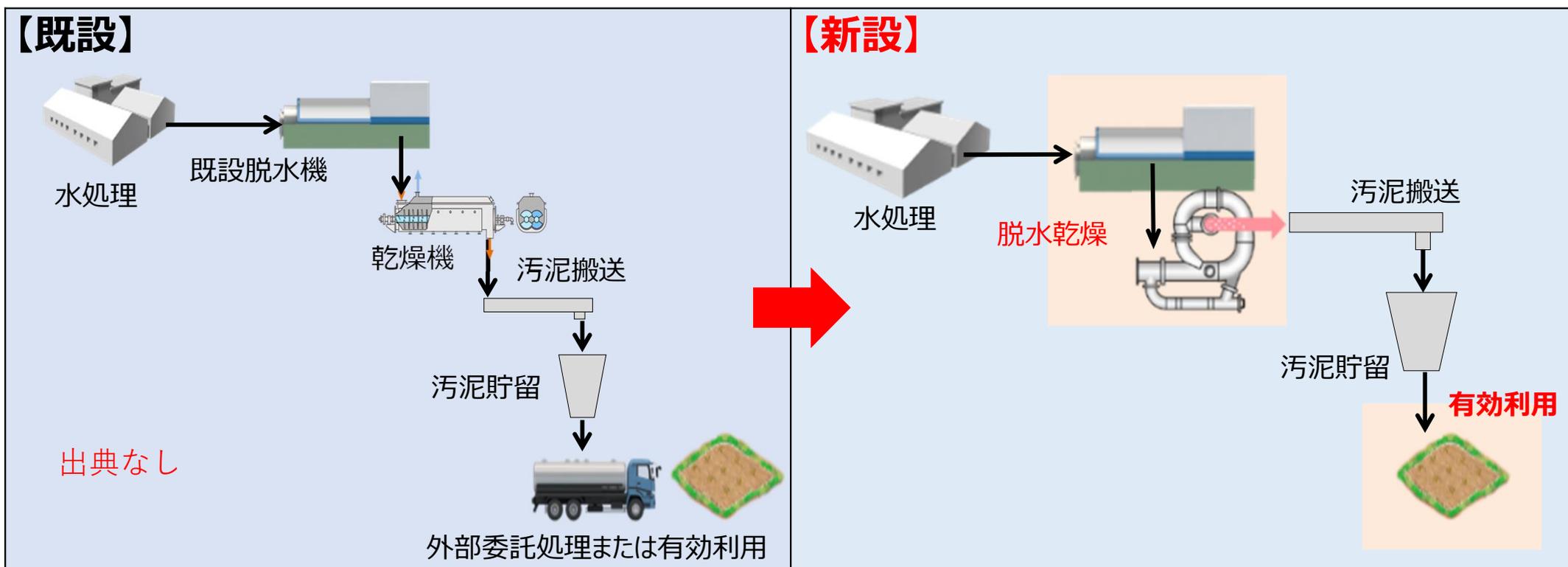
## 6. 導入パターン ①脱水設備更新時の導入



**POINT**

**脱水污泥の処分費が高額な場合に導入効果が期待できる**

## 6. 導入パターン ②乾燥設備の更新時の導入

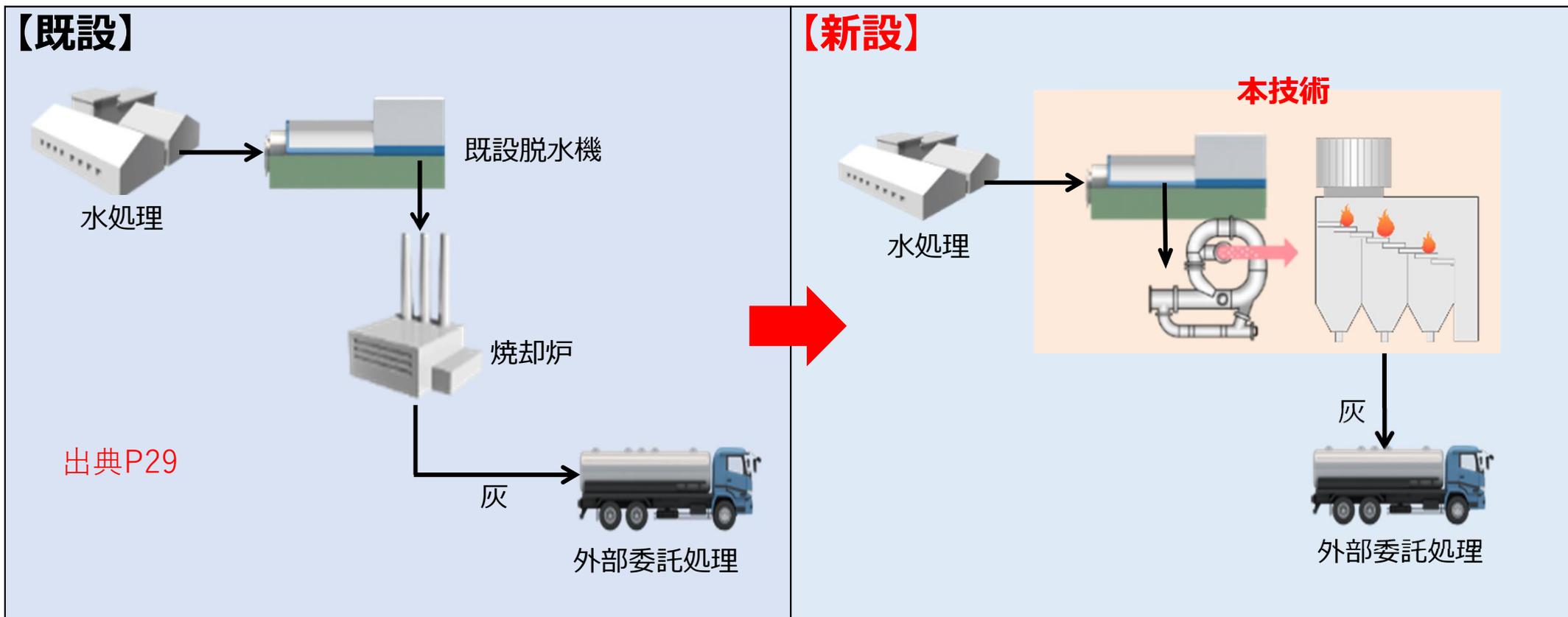


既設乾燥設備を更新するタイミングには脱水乾燥システムの導入を優先し  
コスト（建設年価＋維持管理費）の低減を図る

**POINT**

乾燥汚泥の場外有効利用が困難な場合に本技術の採用を検討する

## 6. 導入パターン ③焼却設備の更新時の導入



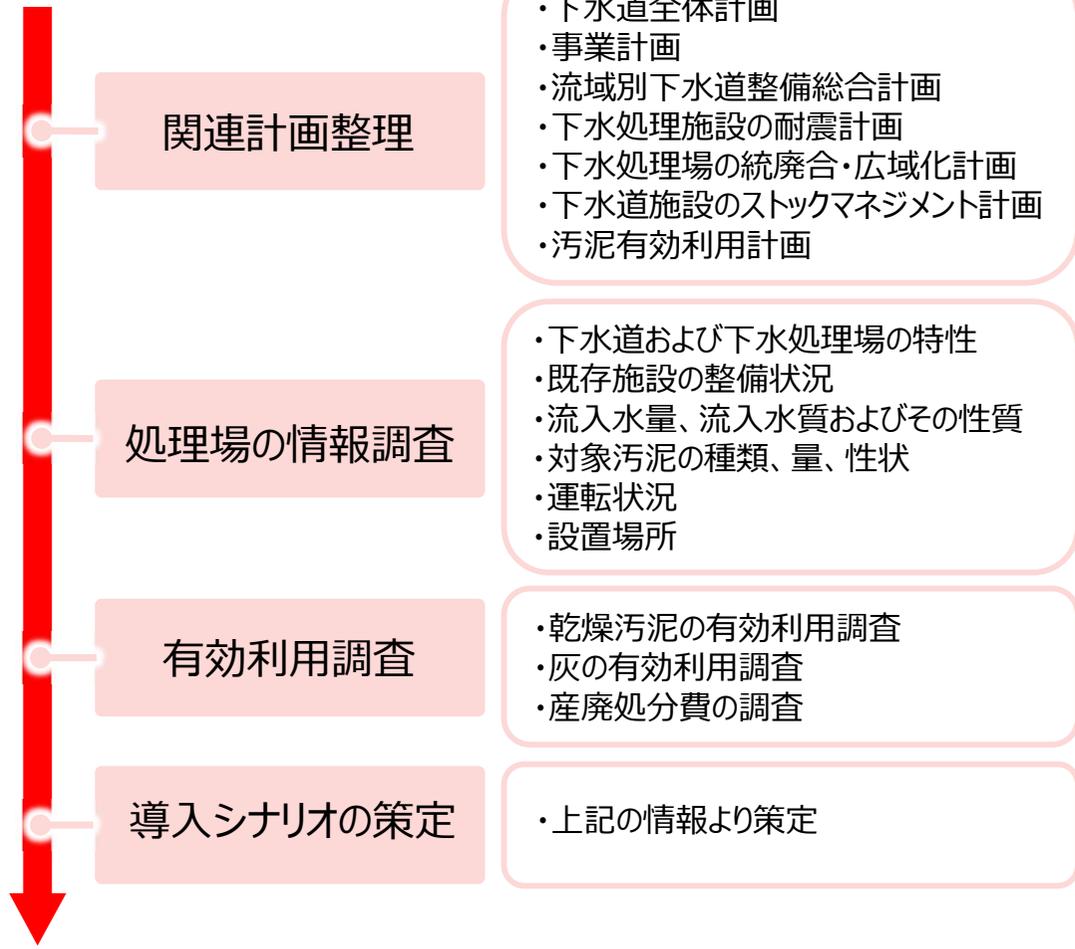
既設脱水機と焼却炉を撤去し、本技術を新設する。建設費および維持管理費の削減により、コスト（建設年価＋維持管理費）の低減を図る

**POINT**

焼却設備の建設費が高額な場合に導入効果を期待できる

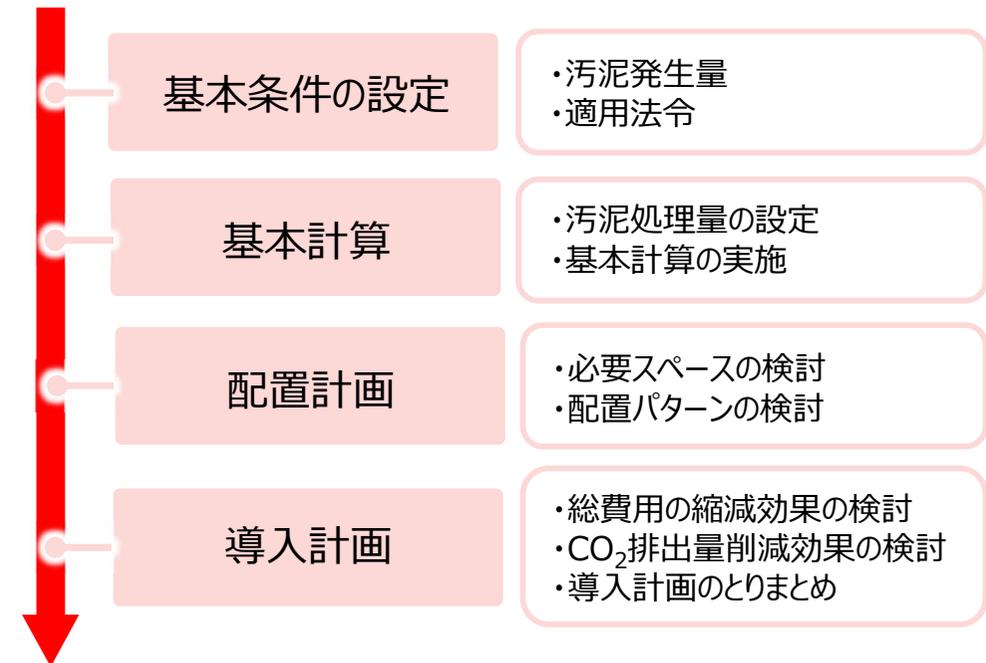
# 7. 導入検討の手順

## シナリオ策定



導入効果の検討へ

## 導入効果の検討



計画完了 詳細検討へ

## 8. 代表データ ① バイオマスボイラ性能検証（各種分析）

項目	単位	運転結果					目標値
		21年/9月 夏季	21年/11月 秋季	22年/2月 冬季	22年/5月 春季	22年/8月 夏季	
ボイラ効率	%	77.3	73.3	77.2	76.7	74.1	40以上
ばいじん濃度	g/m <sup>3</sup>	0.26	0.24	0.27	0.079	0.2	0.3未満
灰未燃分率	%	1.7	1.9	1.2	1.3	0.9	10以下
N <sub>2</sub> O濃度	ppm	—	27	31	31	12	-

代表条件にて各種分析を実施し目標を達成

内容	単位	係数	出典
従来流動床焼却設備(高温)の 汚泥焼却によるCO <sub>2</sub> 排出係数	t-N <sub>2</sub> O/t-脱水汚泥	0.000645	温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル (Ver4.7) (令和3年1月) 環境省
	t-CO <sub>2</sub> /t-脱水汚泥	0.192210	
バイオマスボイラの 汚泥焼却によるCO <sub>2</sub> 排出係数	t-N <sub>2</sub> O/t-脱水汚泥	0.000273	実証結果 ※含水率80%脱水汚泥換算
	t-CO <sub>2</sub> /t-脱水汚泥	0.081354	

CO<sub>2</sub>排出量は従来焼却炉よりも低い値となった

## 8. 代表データ ② 灰の肥料利用の検証\_肥料成分分析・有害成分

項目	単位	21/11 (秋季)	22/23 (冬季)	22/4 (春季)	22/7 (夏季)
亜鉛	mg/kg	2,500	2,200	—	2,800
窒素	%	0.08	0.04	—	0.04
りん酸	%	27.7	27.7	—	24.2
加里	%	0.58	0.51	—	0.46
石灰	%	13.8	16	—	13.1
銅	mg/kg	510	590	—	590
水分	%	0.1未満	0.1未満	—	0.1未満
C/N比	—	3.32	3.06	—	9.3

項目	単位	許容値	秋	冬	春	夏	
有害成分量	カドミウム	mg/kg	5	1未満	1未満	5未満	1
	水銀	mg/kg	2	0.01未満	0.01未満	0.017	0.01未満
	ヒ素	mg/kg	50	29	20	22	29
	ニッケル	mg/kg	300	88	67	67	86
	クロム	mg/kg	500	200	150	106	190
	鉛	mg/kg	100	12	12	30	9

- ・「肥料の品質の確保等に関する法律」の肥料成分を含んでいることを確認
- ・有害成分が「肥料の品質の確保等に関する法律」の許容値以下であることを確認

## 8. 代表データ ③ 灰の肥料利用の検証\_溶出試験（1）

単位[mg/L]

項目	基準値	秋	冬	春	夏
アルキル水銀化合物	検出されないこと	不検出	不検出	不検出	不検出
水銀又はその化合物	0.005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
カドミウム又はその化合物	0.3	0.005	0.005	0.005	0.005
鉛又はその化合物	0.3	0.005	0.005	0.005	0.005
有機リン化合物	1	0.1	0.1	0.1	0.1
六価クロム化合物	1.5	0.02	0.02	0.02	0.02
ヒ素又はその化合物	0.3	0.22	0.068	0.13	0.11
シアン化合物	1	0.1	0.1	0.1	0.1

単位[mg/L]

項目	基準値	秋	冬	春	夏
ポリ塩化ビフェニル	0.003	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
トリクロロエチレン	0.3	0.002	0.002	0.002	0.002
テトラクロロエチレン	0.1	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
ジクロロメタン	0.2	0.002	0.002	0.002	0.002
四塩化炭素	0.02	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
1・2-ジクロロエタン	0.04	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
1・1-ジクロロエチレン	1	0.002	0.002	0.002	0.002
シス-1・2-ジクロロエチレン	0.4	0.004	0.004	0.004	0.004

産業廃棄物溶出試験(環告13号)の基準値以下であることを確認

## 8. 代表データ ③ 灰の肥料利用の検証\_溶出試験（2）

単位[mg/L]

項目	基準値	秋	冬	春	夏
1・1・1-トリクロロエタン	3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
1・1・2-トリクロロエタン	0.06	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006
1・3-ジクロロプロペン	0.02	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
チウラム	0.06	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006
シマジン	0.03	0.0003	0.003	0.0003	0.0003
チオベンカルブ	0.2	0.002	0.002	0.002	0.002
ベンゼン	0.1	0.001	0.001	0.001	0.001
セレン又はその化合物	0.3	0.005	0.005	0.008	0.005
1・4-ジオキサソ	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05

産業廃棄物溶出試験(環告13号)の基準値以下であることを確認

## 8. 代表データ ④ 灰の肥料利用の検証\_植害試験

発芽状態の写真  
(2月3日撮影) No.1~4



生育状態の写真  
(2月20日撮影) No.1~4



### 公益社団法人 日本肥糧検定協会による植害試験の結果

#### 試験の合否とその理由

供試試料区の発芽率(2月3日)は、標準区と同等の成績を示した。

供試試料区の葉長(2月20日)は、標準区と比較して上回る成績を示した。

供試試料区の生体重の平均値は、標準区の生体重の平均値と比較してやや上回る成績を示した。また、試験期間を通じて植物の生育上の異常症状は認められなかった。

以上の理由により合格と判断する。

植害試験にて植物の成長を阻害しないことを確認

## 9. おわりに

### まとめ

- ・中小規模処理場の汚泥処理に関する新たなソリューションを創出
- ・低コストで汚泥から熱エネルギーを創り出す新技術を確立
- ・ライフサイクルコスト & CO<sub>2</sub>排出量の削減が可能
- ・従来焼却炉以上の環境性能を確認
- ・灰の肥料利用の可能性を示唆

#### サーマルリサイクル

- ➡ **有機分**は燃料と捉え
- ➡ **熱エネルギー**に変換
- ➡ 処理場内で**有効利用**

#### マテリアルリサイクル

- ➡ **無機分**はリン資源と捉え
- ➡ **肥料**として国土へ還元
- ➡ **国内資源の循環**を促進

本技術にて下水汚泥の理想的な循環が促進されることを願う

ご清聴ありがとうございました