

令和 6年 3月

資料2-8

B-DASHプロジェクト自主研究報告(最終)

[H28採択]

自己熱再生型ヒートポンプ式高効率下水汚泥乾燥技術

1. 研究概要
2. 自主研究
3. 実証施設の性能比較
4. ガイドラインについて
5. 普及展開
6. まとめ

1. 研究概要
2. 自主研究
3. 実証施設の性能比較
4. ガイドラインについて
5. 普及展開
6. まとめ

1. 研究概要

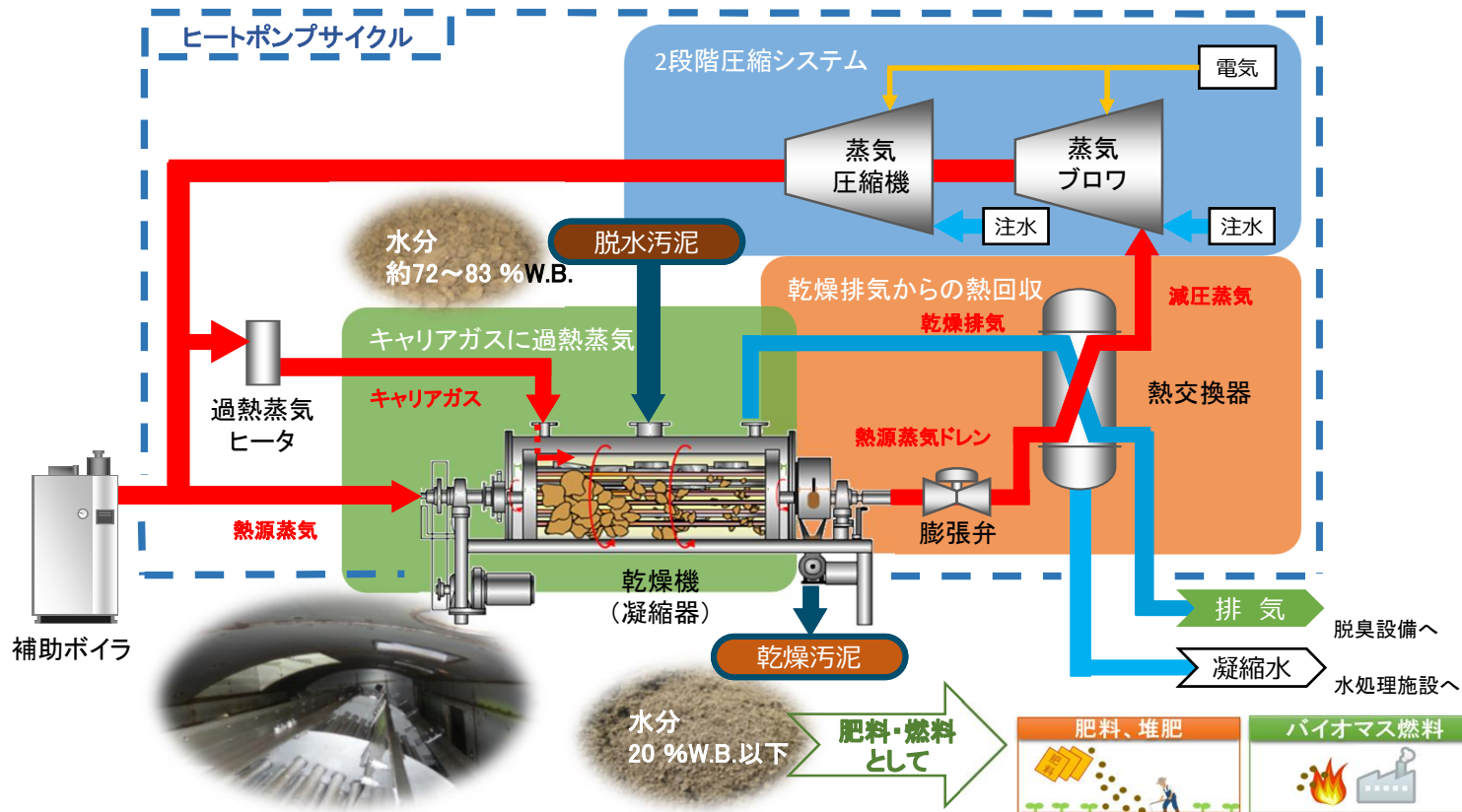
資料2-8

◇技術名称	自己熱再生型ヒートポンプ式高効率下水汚泥乾燥技術
◇実施期間	委託研究 : 平成 28 年 7 月～平成 30 年 3 月 自主研究 : 平成 30 年 4 月～令和 6 年 3 月 ガイドライン発刊 : 平成 31 年 2 月
◇実施者 (委託研究時)	(株)大川原製作所・秦野市・関西電力(株)共同研究体
◇実証フィールド	神奈川県 秦野市浄水管理センター 47,250 m ³ /日 (処理人口 108,150 人) ※処理場全体
◇実証施設規模	47,250 m ³ /日から発生する未消化脱水汚泥 約31.2t-wet/日
◇実証技術	本技術を利用する乾燥方式により、高効率、省エネルギー、低コストに乾燥汚泥を製造するものである。 1. 実用規模の乾燥機がヒートポンプサイクルに組み込まれ、一体化した高効率なシステム 2. 乾燥排気は凝縮・回収するため、排気量は極めて少なく、脱臭設備の負荷が小さい

1. 研究概要

資料2-8

自己熱再生型ヒートポンプ式高効率下水汚泥乾燥技術



乾燥排気からの熱回収(自己熱再生) : 熱源蒸気ドレンは膨張弁で減圧され、熱回収可能な圧力・温度に制御される。その後、乾燥排気の蒸発潜熱を汲み取り、減圧蒸気になる。

2段圧縮システム(蒸気再圧縮) : 減圧蒸気を高圧・高温蒸気まで圧縮。生成した蒸気は乾燥熱源として再利用される。

キャリアガスに過熱蒸気を用いる乾燥 : 乾燥機内で汚泥から発生する水蒸気の排除に、空気ではなく過熱蒸気を利用している。熱交換器で排気が凝縮するため最終排気量が大幅に低減される。結果、脱臭装置への負荷も低減される。

1. 研究概要(委託研究成果まとめ)

資料2-8

評価項目	評価指標	実証方法	目標値	自主研究結果 (H30年度からR5年度見込み)
(1) 総費用(年価換算値) (建設費、維持管理費、人件費、補修費)	全量外部委託および 従来の乾燥機と比較	費用(年価換算値) 試算(削減率)	一般費用関数による算出結果 よりも安価であること	従来の乾燥機と比較して 39~41%の削減
(2) 維持管理でのエネルギー使用量	従来の乾燥機と比較	エネルギー使用量試算 (削減率)	32%以上	44~49%の削減
(3) 維持管理での温室効果ガス排出量	従来の乾燥機と比較	CO ₂ 排出量試算(削減率)	35%以上	45~50%の削減
(4) 肥料としての適正、市場性	成分分析	季節ごとの乾燥汚泥成分を 分析し適性評価	実証設備の乾燥汚泥分析、 肥料登録し、適性を確認	・有害成分は許容基準内。 ・試験は肥効があり、植害なし。
	市場性	乾燥汚泥肥料を生産する 自治体および企業への アンケートおよびヒアリング	中間処理業者、自治体へ 処理費用、ニーズを調査	肥料原料として出荷している
(5) 燃料としての適性、市場性	成分分析	季節ごとの乾燥汚泥の 水分、発熱量、成分、安全性を 分析し、評価	燃料適用性の検討 安全対策検討(費用含)	需要家使仕様に合致している (水分、外観、発熱量)
	市場性	発電事業者などへの アンケート調査	セメント会社、発電事業者、 製紙会社など ユーザーの ニーズ、処理費用、有望な ユーザー所在地を調査し、 検討	製紙会社ボイラの助燃材に利用

従来の乾燥機と比較して

総費用(年価換算値): 一般費用関数による算出結果よりも安価である。

維持管理でのエネルギー使用量: 目標値(32%)以上を維持している。

維持管理での温室効果排ガス量: 目標値(35%)以上を維持できている。

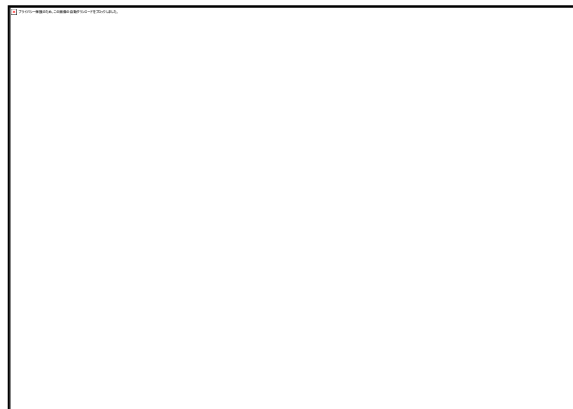
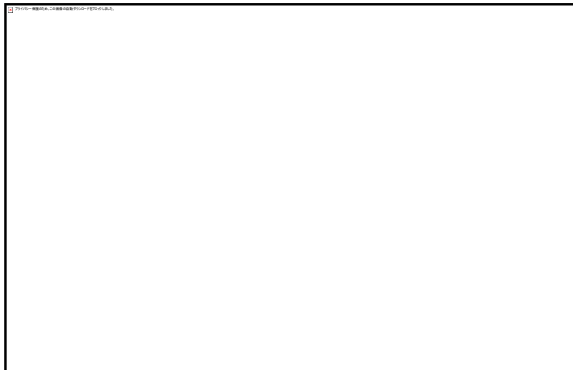
乾燥汚泥は民間企業のボイラの助燃材として継続的に利用されている。

1. 研究概要(稼働状況)

資料2-8

概要

定期点検: R3年以降、年2回の設備点検、清掃、消耗品交換を実施している



(上)フィールド先 乾燥機設置建屋
(下)乾燥設備 (ともに2020年11月25日)

(上左)2021年3月15日 蒸気圧縮機清掃
(下左)2022年5月10日 蒸気ブロワ点検

(上右)2022年11月7日 集塵機清掃
(下右)2023年5月1日 乾燥機内点検清掃

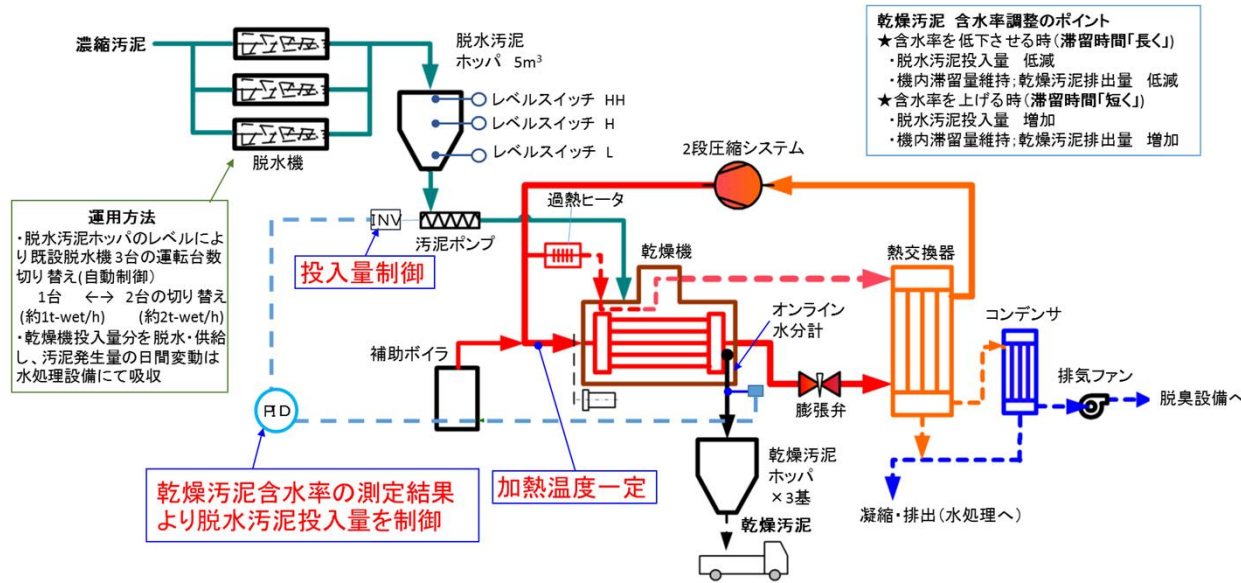
1. 研究概要
- 2. 自主研究**
3. 実証施設の性能評価
4. ガイドラインについて
5. 今後の予定
6. まとめ

2. 自主研究

概要

乾燥污泥含水率を安定化させる【運転アシストシステム】

- ・四季を通じて変動する脱水污泥(含水率、性状)に対し、乾燥機への投入方法や熱源蒸気の与え方の指標を確認し、操業している。
- ・測定する乾燥污泥水分値を一定にする脱水污泥投入量の調整する運転アシストシステムを構築し、試用開始。作業員の長時間監視の負担を低減、また、乾燥污泥含水率も安定した。



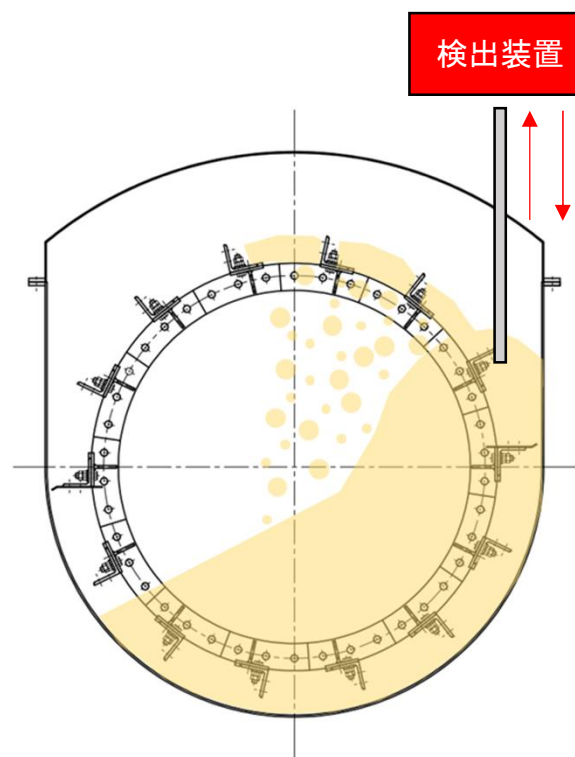
乾燥機運転アシスト制御の概要

2. 自主研究

概要

【乾燥機滞留レベル検知システム】

乾燥機内の汚泥滞留量を一定にすることは汚泥の安定乾燥につながるが、これまで有効な検知システムはなかったが、今回フロート式検出器を開発し、滞留量を把握できるようになった。



乾燥機用フロート式レベル計 概要図



フロート式レベル計および機内カメラ

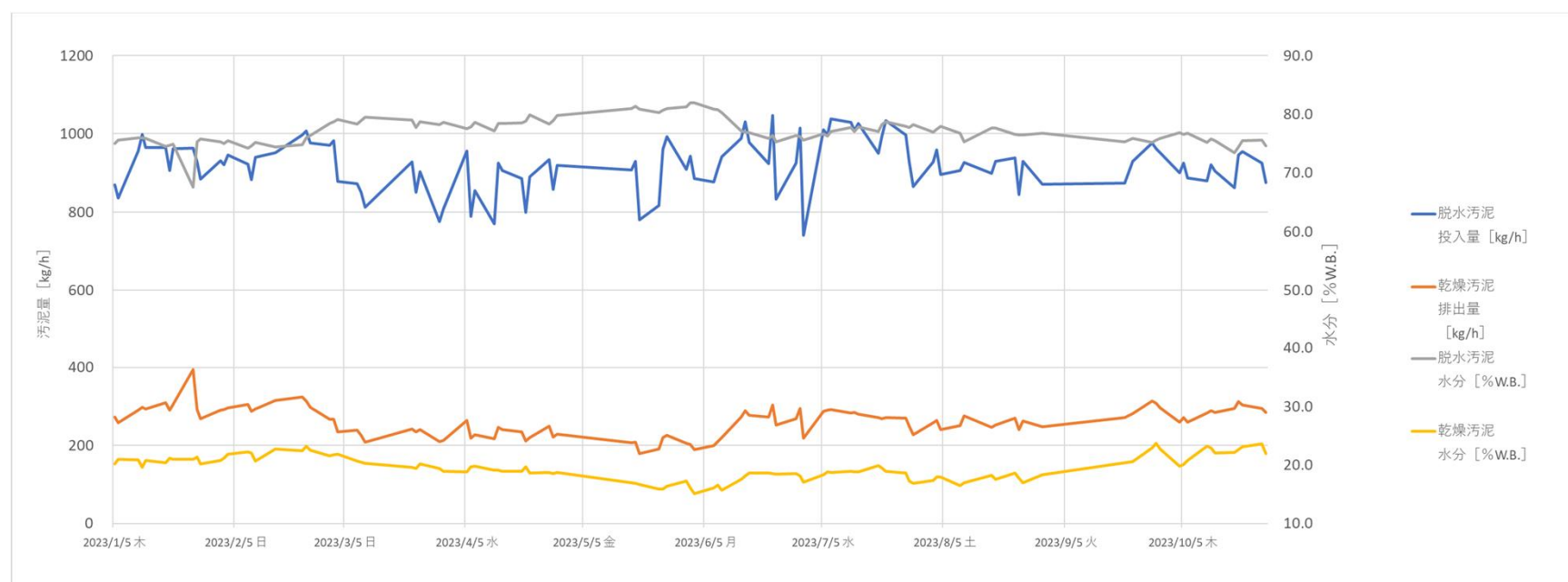
2. 自主研究

資料2-8

概要

脱水汚泥変動に対する乾燥汚泥含水率の安定化(結果)

脱水汚泥(水分、性状)や投入量の変動に対して、乾燥汚泥水分は約20%W.B.程度となるように調整でき、安定化できた。



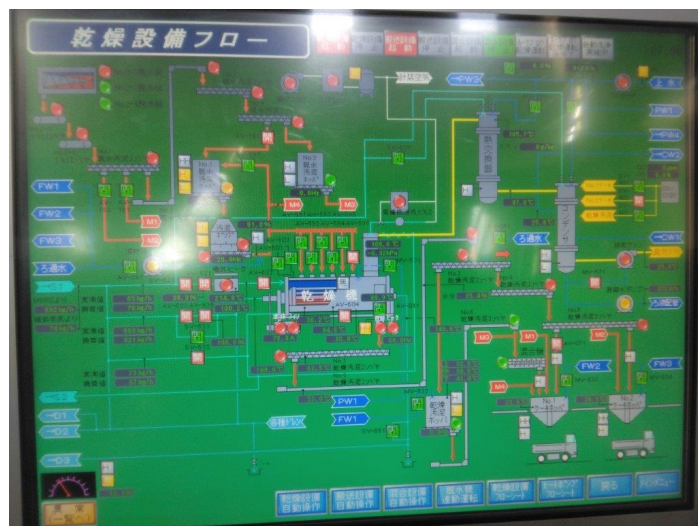
2. 自主研究

資料2-8

概要

乾燥設備の維持管理(運転状態、環境影響、火災等)

- ・設備運転状況は定期巡回とデータログシステムにより監視、記録。
- ・操業における環境影響(大気、水質)は適正処理しており、導入前と変わりない。
- ・乾燥汚泥の貯留場所での、火災は発生してない。
ホッパ内の汚泥温度(°C)、CO2濃度(ppm)を連続監視している。



2023年5月12日 乾燥設備運転状況画面(操作盤)



2023年10月19日 乾燥設備測定値トレンド画面(PC)

2. 自主研究

資料2-8

概要

自主研究の工程(これまでの取組)

実施項目	H30年度				R1年度				R2年度				R3年度				R4年度				R5年度（一部予定）							
	4月	7月	10月	1月	4月	7月	10月	1月	4月	7月	10月	1月	4月	7月	10月	1月	4月	7月	10月	1月	4月	7月	10月	1月				
運転計画の立案	●				●				●				●				●				●							
設備運転、維持管理	■																											
データ収集	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
運転状況、分析		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■
報告書、まとめ				●				●				●				●				●				●				●

2017年5月から週5日の24h乾燥操業を継続しており、

2023年10月時点の累計稼働時間は38,000時間となった(年6000h稼働)。

2018年10月～ 乾燥污泥含水率を安定化させる運転アシスト制御を開始

2019年 8月～ 乾燥機内の污泥滞留量を測るレベル検出システムを運用

2020年 ～ 設備点検、清掃作業の頻度を決め、毎年5月、11月実施を開始

至2023年 毎年5月、11月の点検、清掃は継続。消耗品交換も同時期に実施

2. 自主研究

資料2-8

概要

自主研究の結果(最終報告)

- H29年5月より当該設備は乾燥運転を開始。週5日間の24時間運転を行い、累計 38,000 h 稼動している(令和5年10月現在)。
- 処理場全体で発生する脱水汚泥の約2/3量を本設備で乾燥させている。
(フィールドにおける脱水汚泥発生量 約9,000 t-wet/年)
- 乾燥汚泥は有価買取先が見つけ、これまで累計 6,000 t-wet 以上 を出荷した。
- 総費用は従来の全量委託処理に比べ、24%相当を削減できていたが、近年の汚泥処分費、燃料代、電気代の高騰からR5年度は約7%の削減となった。
- 一方で、エネルギー消費、CO2削減については実証当初とほぼ同等を維持している。
- 操業における環境影響(大気、水質)は適正処理をしており、導入前と相違ない。
- 乾燥汚泥は冷却貯留し、これまで火災は発生してない。

2. 自主研究

資料2-8

概要

実証フィールドにおける設備検討時の確認点

乾燥機設計時(必要伝熱面積)注意点

脱水汚泥の水分変動以外に、見かけ密度の変動を把握し、乾燥機伝面を検討する必要がある。見かけが低い場合、乾燥性能が低下することがあり

2段圧縮システムによる循環蒸気の影響(腐食懸念)

当初、蒸気配管系統各所で蒸気漏れが発生し、蒸気の腐食要因が原因と考えていたが、再調査の結果、溶接部以外の管内で腐食が見られないことから
施工時の溶接不良(すきま腐食)と判断された。建設時の施工に注意が必要となる。

修繕費の見極め

修繕履歴から、R3年より年2回の定期修繕を行っており、短期的費用を設定した。
一方で自主研究中に未実施の長期的経費は毎年点検の結果から実施するようにしたい。

発生汚泥処理量に対する本システムのラインアップ

2段圧縮システムのラインアップは1機種であり、発生する脱水汚泥処理量に対応してシステムを検討する際は本実証フィールド規模がひと単位となる。

1. 研究概要
2. 自主研究
- 3. 実証施設の性能比較**
4. ガイドラインについて
5. 普及展開
6. まとめ

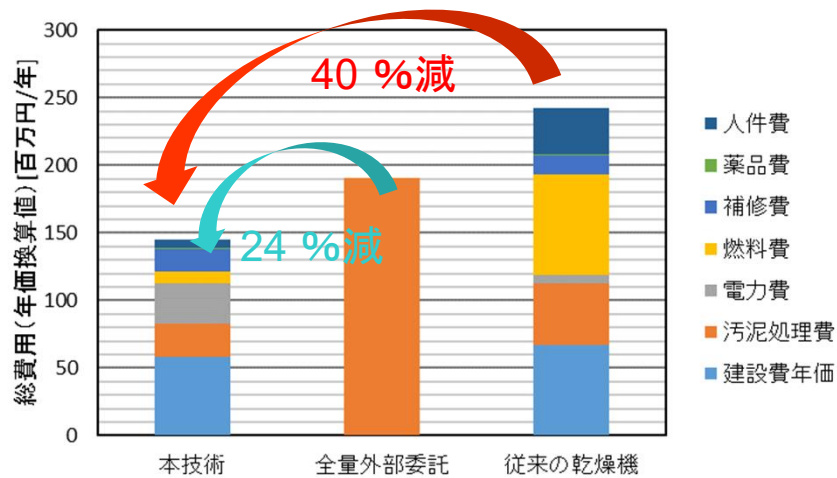
3. 実証施設の性能比較(総費用)

概要

総費用(年価換算値) ※建設費を除く
汚泥性状による変化はあるが概ね削減されている

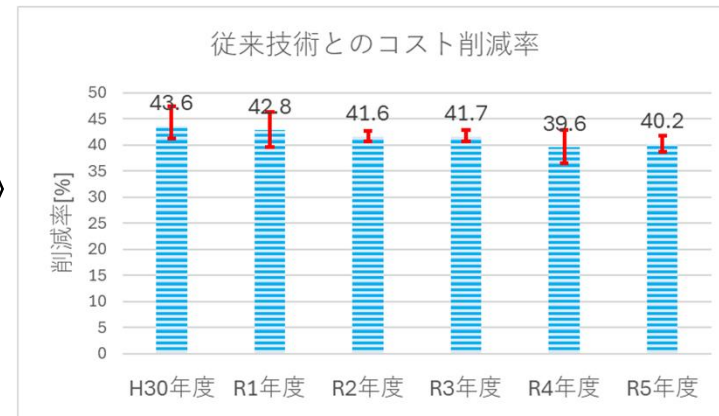
ガイドライン

総費用(建設費+維持管理費)
従来技術と比較して40%削減



今回(R5年度見込み)

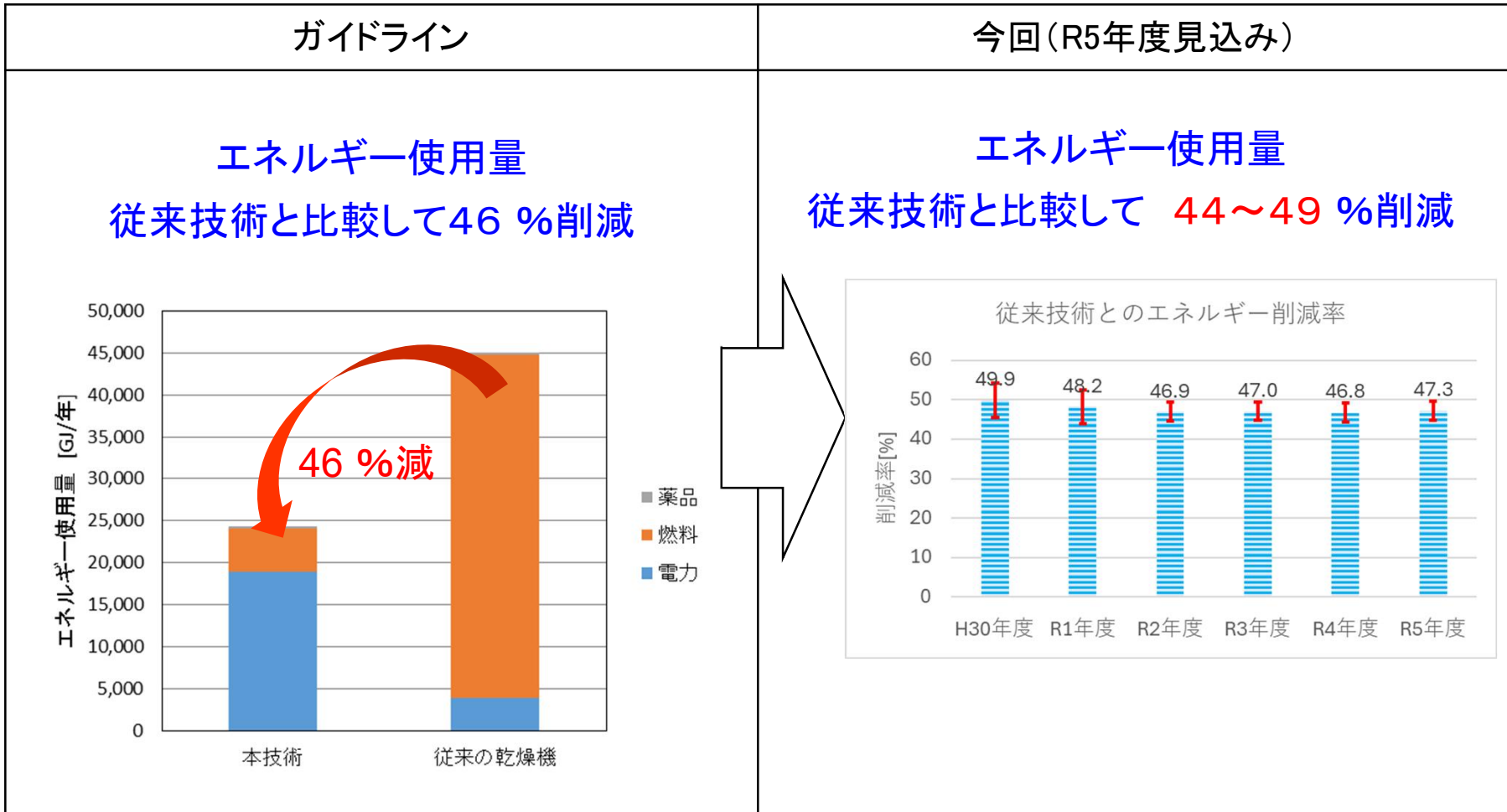
総費用(建設費+維持管理費)
従来技術と比較して 39~41 %削減



3. 実証施設の性能比較(エネルギー使用量)

資料2-8

概要 維持管理でのエネルギー使用量
汚泥性状による変化はあるが概ね削減されている



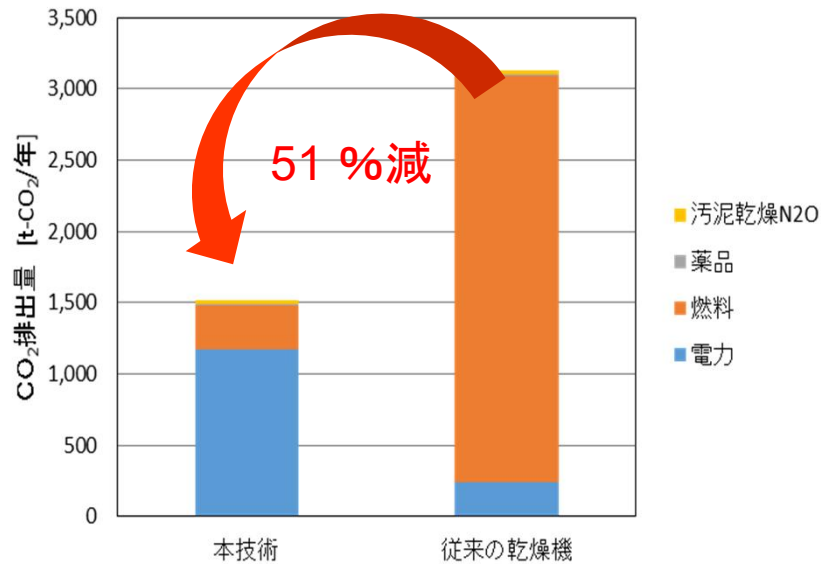
3. 実証施設の性能比較(温室効果ガス排出量) 資料2-8

概要

維持管理での温室効果ガス排出量
汚泥性状による変化はあるが概ね削減されている

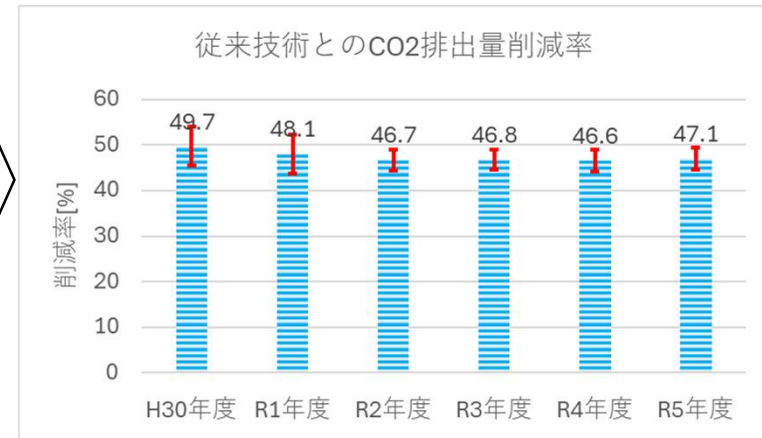
ガイドライン

温室効果ガス排出量
従来技術と比較して51%削減



今回(R5年度見込み)

温室効果ガス排出量
従来技術と比較して 45~50%削減



4. ガイドラインについて

資料2-8

概要

今回の自主研究運転の結果から、ガイドラインが妥当であることを確認した。

ガイドライン	追加等内容

1. 研究概要
2. 自主研究
3. 実証施設の性能比較
4. ガイドラインについて
- 5. 普及展開**
6. まとめ

5. 普及展開

資料2-8

施設納入実績 なし（フィールド見学者:34件 ※大川原製作所同席）

（課題）・本技術と同等規模の新規または需要時期がなかった

※ 乾燥汚泥の新規利活用市場もすぐにはない

今後の期待（乾燥汚泥市場）

乾燥汚泥の高度利用をしつつ脱炭素化を図る方法として本技術利用が期待される。

- ・燃料化 乾燥汚泥利用設備の燃料費低減等（下水汚泥の高度利用として）
- ・肥料化 化学肥料原料の海外依存率低減（菌体りん酸肥料として）

今後の対応 販促活動

- ・プラントメーカーにも提案し、更新需要を把握して対応する。
- ・秦野市様にて継続操業を継続いただき、技術、設備のPR材料とする

1. 研究概要
2. 自主研究
3. 実証施設の性能比較
4. ガイドラインについて
5. 普及展開
6. **まとめ**

6. まとめ

資料2-8

- フィールドでの実証運転は委託研究年度を含め、6年間稼働させており、累計運転時間は 38,000 h となった。
- 実証設備の処理量は処理場発生する全脱水汚泥量の2/3に相当する。
- 製造した乾燥汚泥のうち、2/3はボイラ助燃材として再利用されている。
- 実際の設備修繕を経験することで定修(消耗品交換)時期を設定できた。
未実施(長寿品)について点検継続し、結果から交換を検討する。
- ガイドライン適用条件に変わりなく、実証フィールド規模が最小単位となる。