

B-DASHプロジェクト自主研究報告(最終報告)

[H29年度採択]

温室効果ガス削減を考慮した
発電型汚泥焼却技術

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

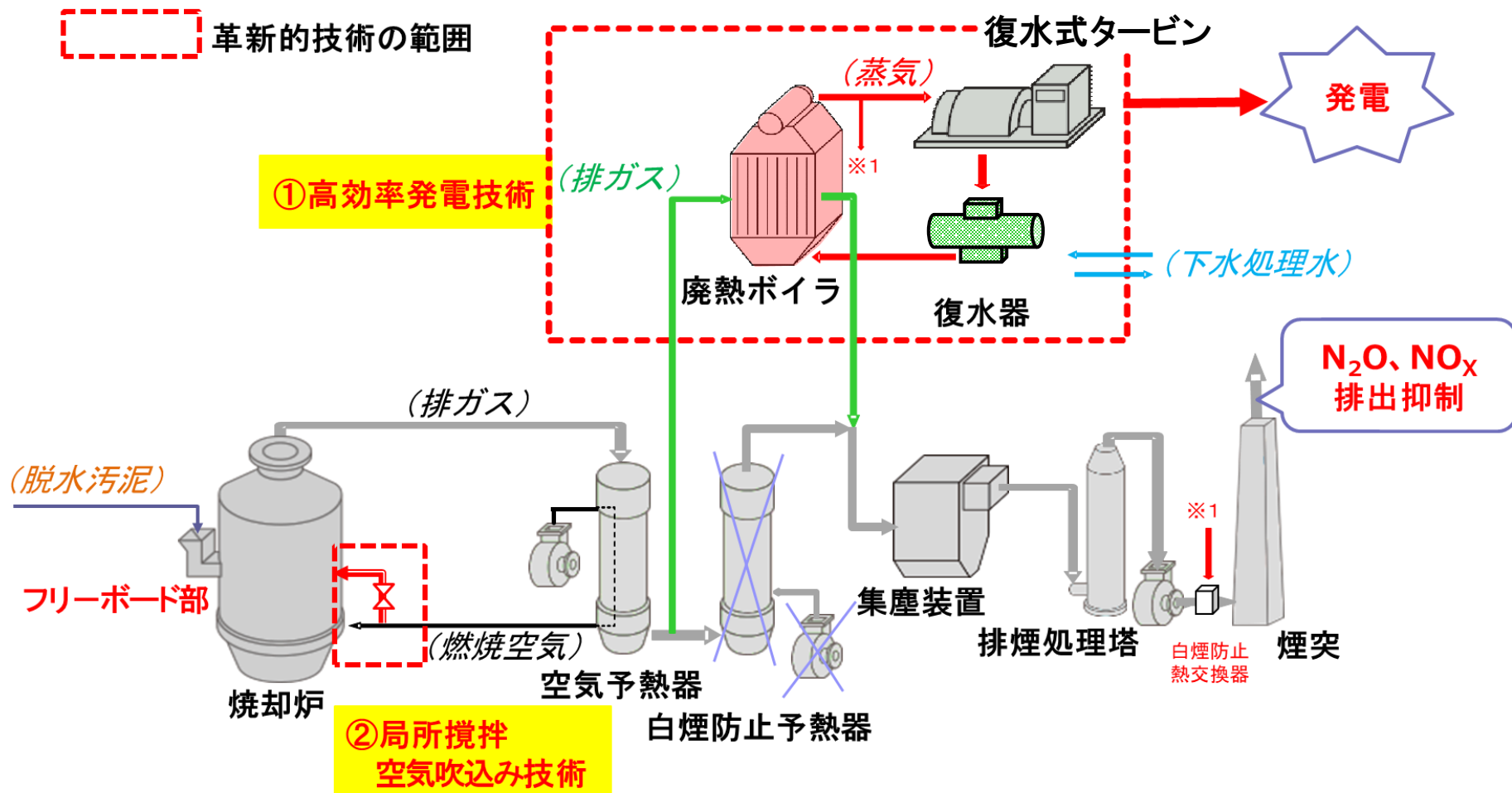
1. 研究概要
2. 自主研究
3. 実証施設の性能比較
4. ガイドラインについて
5. 普及展開
6. まとめ

1. 研究概要

◇研究名称	温室効果ガス削減を考慮した発電型污泥焼却技術実証研究
◇試験実施	B-Dash：平成30年度（H30.7.12～）（[平成29年度採択]） 自主研究：平成31年～令和5年度
◇実施者	JFEエンジニアリング（株）・日本下水道事業団（R3年度まで参加）・川崎市 共同研究体
◇実証場所	神奈川県川崎市入江崎総合スラッジセンター
◇実規模施設 処理規模	○現有処理能力：流動床式焼却(高温燃焼)約150wet-t/日/系×4系 (40ds-t/日/系×4系) 内、 焼却炉1系列（3系）を対象に実証
◇実証技術	○既設の污泥焼却設備に、焼却廃熱を回収するボイラ及び、他分野で実績のある 小型高効率復水式タービンを設置 ⇒ 高効率発電 ○污泥焼却炉のフリーボード部に 局所攪拌空気 吹込み設備を設置し、吹込み空気を制御することで、 N₂O、NO_x排出量を同時に抑制 する
◇検証項目	○ 高効率発電 高効率タービンおよび下水処理水を用いた水冷方式の採用により、 脱水污泥12.6ds-t/日（60wet-t/日）規模の焼却設備に適用が可能で あること※1、投入熱量による算定式で求められる計画発電量を満足すること※2 を検証 発電量(kWh)=59・H－574（H:投入熱量[GJ/h]） ※1 12.6ds-t/日（60wet-t/日）炉規模相当の蒸気で発電できることを確認 ※2 40ds-t/日（150wet-t/日）実証設備にて検証 ○ 局所攪拌空気吹込み技術 高温燃焼時と比較して、N ₂ OおよびNO _x の排出濃度を、50%以上削減できること※3を実証 ※3 40ds-t/日（150wet-t/日）実証設備にて空気吹込み実施有無で比較検証

1. 研究概要

- ・復水式タービンに豊富な下水処理水を活用した**高効率発電技術**
- ・ N_2O 、 NO_x の排出を抑制する**局所攪拌空気吹込み技術**



1. 研究概要(委託研究成果まとめ)

技術	評価項目	評価指標	目標値
高効率 発電技術	投入熱量に 対する 発電量	発電量	発電量 (kW h) = $59H - 574$ ※1 H:投入熱量(GJ/h)
		投入熱量	
局所攪拌 空気吹込み 技術	局所攪拌なしの場合に 対する NOx削減割合	削減割合	局所攪拌なしのデータ※ ² に比べて 削減割合50%以上
	局所攪拌なしの場合に 対する N₂O削減割合	削減割合	局所攪拌なしのデータ※ ² に比べて 削減割合50%以上

※1 実証試験に基づく収支・容量計算より、投入熱量に対する発電量の算出式は下式とした
 発電量 = $33.1H - 102$

※2 実証フィールドの入江崎総合スラッジセンター焼却設備におけるデータ（含水率約74%）

実証研究計画および結果（高効率発電技術 結果）

- 春、夏、秋季、冬季ともに**目標達成**。全期間平均で目標値の1.4倍の発電確認
- 低含水化等により、**電力自立**確認

表 発電出力結果 **赤字:電力自立**(消費電力量は焼却設備と発電設備の合計値)

RUN		結果				目標値※ ¹	消費電力量(kWh)	発電量 目標値 ○:達成
		含水率(%)	焼却量(wet-t/日)	投入熱量(GJ/h)	発電量※ ² (kWh)			
春季	低負荷	75.0	117	12.3	230	152	509	1.5 ○
	定格	74.7	150	15.7	420	352	529	1.2 ○
	高負荷	74.8	154	16.0	554	370	552	1.5 ○
	低含水	71.6	138	17.6	693	464	559	1.5 ○
夏季	低負荷	74.4	120	13.0	292	193	551	1.5 ○
	定格	72.9	150	16.9	624	423	552	1.5 ○
	高負荷	74.8	165	16.8	515	417	565	1.2 ○
	低含水	72.2	136	17.6	771	464	563	1.7 ○
秋季	低負荷	75.2	130	14.0	352	252	560	1.4 ○
	定格	75.6	151	16.8	480	417	567	1.2 ○
	高負荷	75.3	158	16.8	480	417	572	1.2 ○
	低含水	73.1	140	17.3	683	447	569	1.5 ○
冬季	定格	75.0	154	16.1	385	376	560	1.0 ○
	高負荷	75.0	174	17.5	506	459	600	1.1 ○
							平均	1.4 ○

※1 計画発電量(kWh) = 59H - 574、H: 投入熱量(GJ/h) より算出

実証研究計画および結果(局所攪拌空気吹込み技術NO_x、N₂O削減 結果)

- 冬季**定格負荷以上で同時削減目標(50%)達成**(NO_x53%以上、N₂O53%以上)
- NO_xは計画値負荷87%以上で四季通じ目標達成(N₂Oは炉不具合等で冬季以外最適運転できず)

表. NO_x、N₂O調査結果(赤字:目標達成、青字:未達)

RUN		焼却量 (wet-t/日)	計画 に対する 割合(%)	含水 率(%)	NO _x		N ₂ O			達成 ○:同時 △:NO _x のみ
					濃度 (ppm-12%O ₂)	削減 割合(%)※1	濃度 (ppm-12%O ₂)	削減 割合(%)	排出係数 (kgN ₂ O/wet-t)	
春季	低負荷	117	(78)	75	81	※2	96	36	0.468	×
	定格	150	(100)	75	19	63	132	15	0.638	△
	高負荷	154	(103)	75	16	69	111	36	0.718	△
	低含水	138	(92)	72	13	75	66	—	0.489	△
夏季	低負荷	120	(80)	74	147	※2	229	15	1.58	×
	定格	150	(100)	73	10	81	101	12	0.788	△
	高負荷	165	(110)	75	8.5	84	118	0	0.881	△
	低含水	136	(91)	72	25	52	57	—	0.440	△
秋季	低負荷	130	(87)	75	25	53	162	29	1.01	△
	定格	151	(101)	76	12	78	100	32	0.603	△
	高負荷	158	(105)	75	13	76	156	—	1.04	△
	低含水	140	(93)	73	22	58	88	※4	0.679	△
冬季	低負荷	125	(83)	74	97	※2	61	43	0.361	×
	定格	154	(103)	75	13	76	41	53	0.232	○
	高負荷	174	(116)	75	12	78	54	55	0.261	○
	低含水	139	(92)	73	41	※3	15	85 ※5	0.090	—

※1 2015～2017年度の局所攪拌未実施データ平均値(52ppm12%O₂)と比較、※2 設備制約上、負荷相当の空気量削減が困難
 ※3 砂層温度調整不具合に伴い安定したデータ取得できず。
 ※4 砂層不流動による流動空気量調整困難等で炉内高温化が図れず、データ採取できなかった。
 ※5 2015～2017年度の局所攪拌未実施データ平均値(106ppm)と比較(実施時間の制約上、ブランク測定できず)
 【参考】温暖化マニュアルの排出係数:高温化炉0.645kgN₂O/wet-t、 2段燃焼等0.263kgN₂O/wet-t(参考値)

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

2. 自主研究

概要	
※ 高効率発電	運転管理が容易で、ガイドライン式と同等以上の発電が得られる 運転方法の確認
※ 局所攪拌空気	隣接炉自動制御によるN ₂ O、NO _x の削減効果確認
※ 長期耐久性・維持管理性	改良工事効果確認実施

技術	自主研究内容
高効率 発電技術	①発電性能確認 容易な運転管理と、ガイドライン式と同等以上の発電が得られる運転方法の確認を行う。
局所攪拌 空気吹込み 技術	①NO _x 、N ₂ O排出量削減効果確認 B-DASH実証研究で確認できなかった春季、夏季、秋季での確認を行うとともに、 汚泥性状や焼却負荷の変動によるN ₂ O、NO _x 排出量削減効果の長期確認を行う。 ②自動制御確認 制御方法の決定および実証施設での運転における効果、妥当性について確認を行う。
長期耐久性 確認 ・ 維持管理性 向上	①長期耐久性確認 ボイラ、復水器、局所攪拌空気吹込み設備について、摩耗の程度など耐久性の長期確認を行う。 ②維持管理性向上 実証設備と既設設備の切り替えを安定して実施するための調査・検討・改善等を行い、 維持管理性の向上を図る。

2. 自主研究

概要

※ 高効率発電

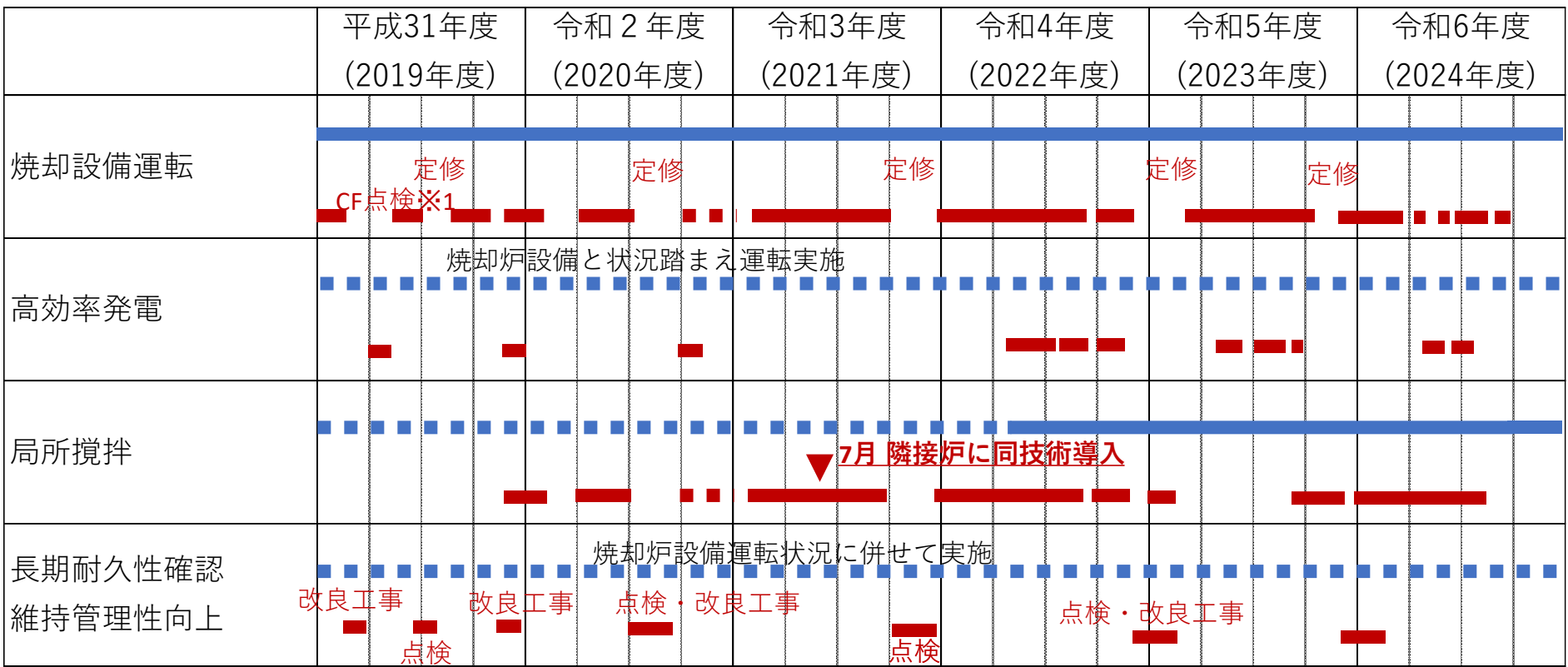
※ 局所攪拌空気

※ 長期耐久性・維持管理性

B-Dash外設備点検のため、短期間操業

隣接炉自動制御による、N₂O, NO_x削減の確認

改良工事効果確認実施



■ 予定 ■ 実績

※1 定修（定期修繕）以外の休止期間は、セラミックフィルタ（CF）等の点検等実施

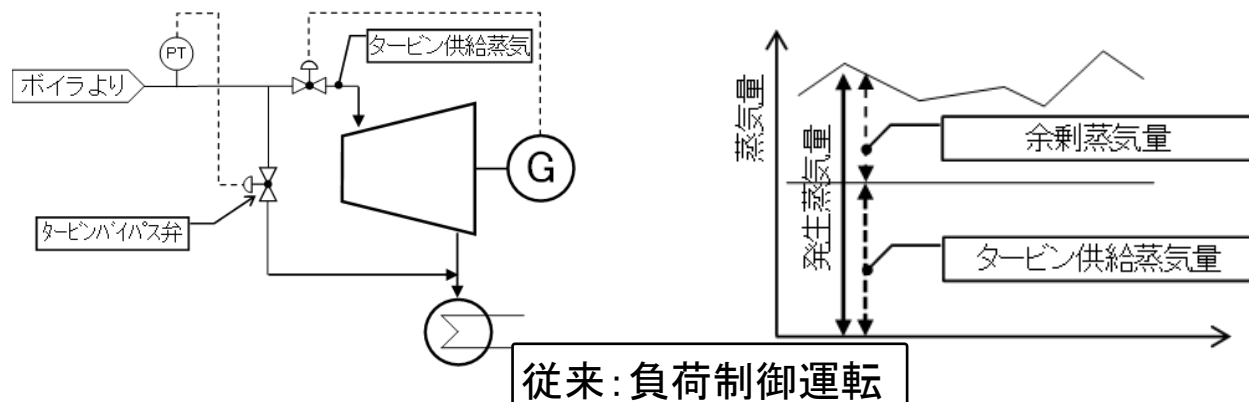
2. 自主研究

高効率発電①: 発電実証実施(令和6年度の発電結果)

➤ 容易な運転管理と、ガイドライン式と同等以上の発電を目的に、主圧制御試験を実施

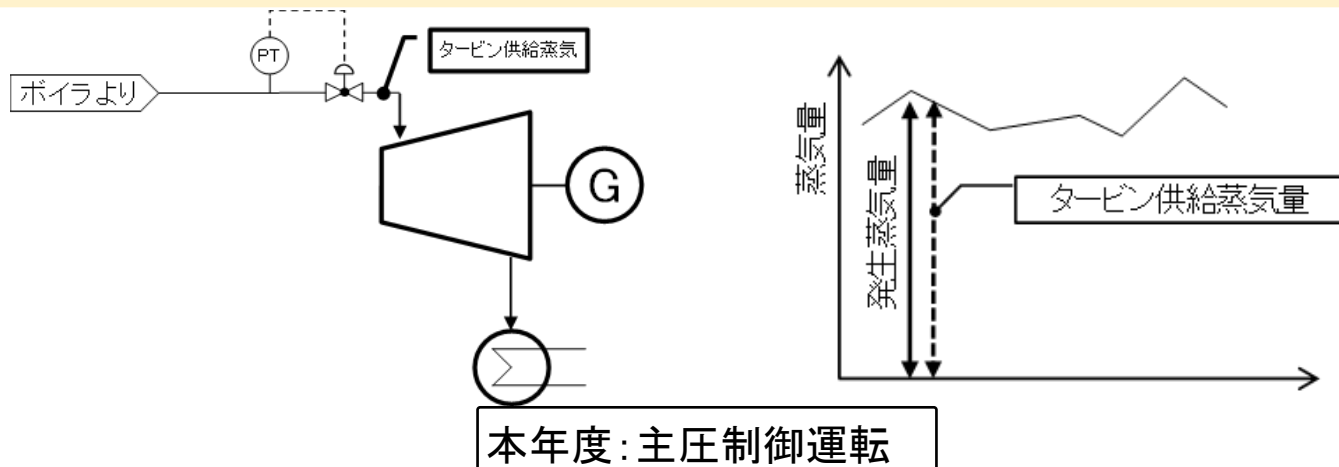
運転操作: タービンバイパス弁の開度を定期的に確認し、発電量の設定変更が必要

発電量: 設定発電量以上の蒸気は、余剰蒸気として排出され発電に使用されない



運転操作: 発電にかかわる設定が不要

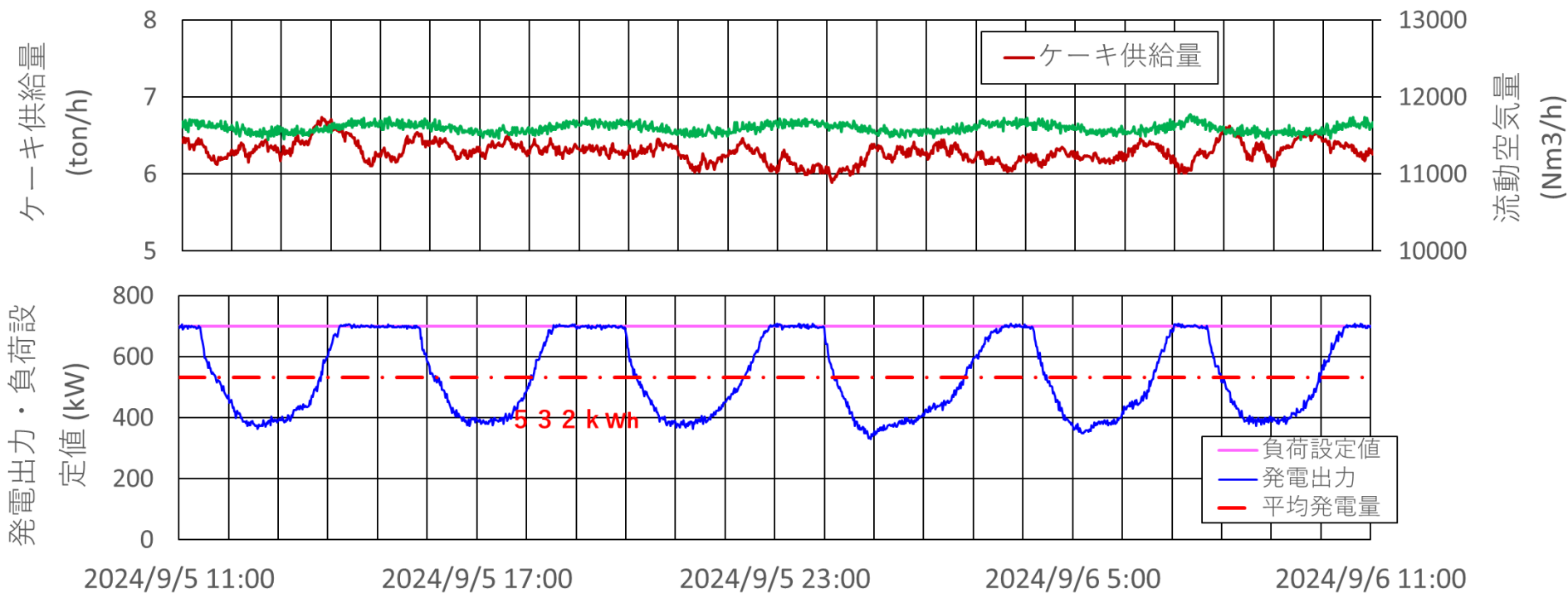
発電量すべての蒸気が発電に使われるため、負荷制御より発電量が増加



2. 自主研究

高効率発電②: 発電実証実施(令和6年度の発電結果)

➤ 負荷変動に追従し、自動運転が可能であることを確認



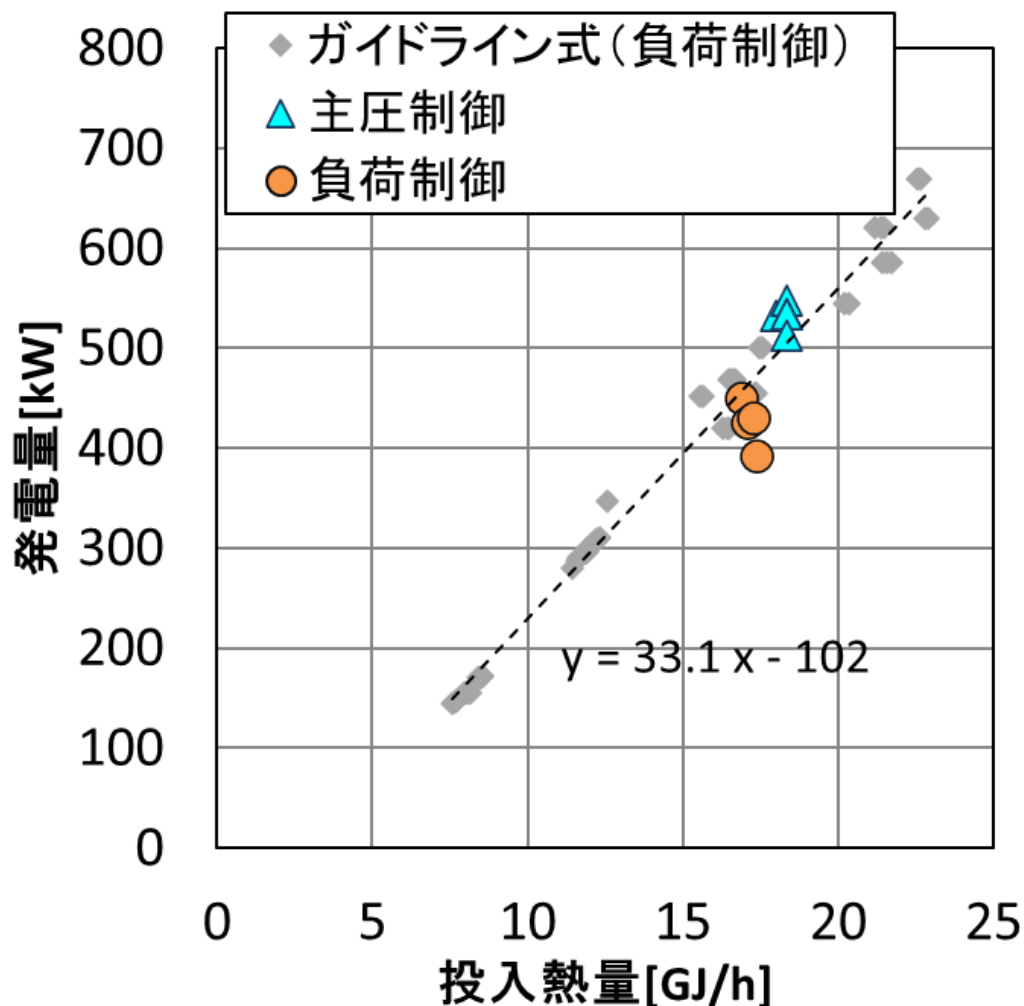
2. 自主研究

高効率発電③: 発電実証実施(令和6年度の発電結果)

➤ 主圧制御により発電量がガイドライン式と同等以上となることを確認

◆ ガイドライン(負荷制御): 専門操作員が張付きで細目に設定値を変更

○ 負荷制御: 専門操作員が張付きで設定値を変更。ガイドラインより設定変更頻度は長い



2. 自主研究

局所攪拌空気①: 自動制御による, N_2O 、 NO_x 低減効果の確認。

- 自動制御を組込んだ同技術を導入した隣接炉で、R3,4年度に長期間効果を確認
- N_2O は平均0.126kg N_2O /wet-t(目標0.263、実証時0.232)となり、実証試験を上回る成果を確認
- NO_x は平均5ppm(実証時13)、削減割合88%(目標50%)となり、実証試験を上回る成果を確認

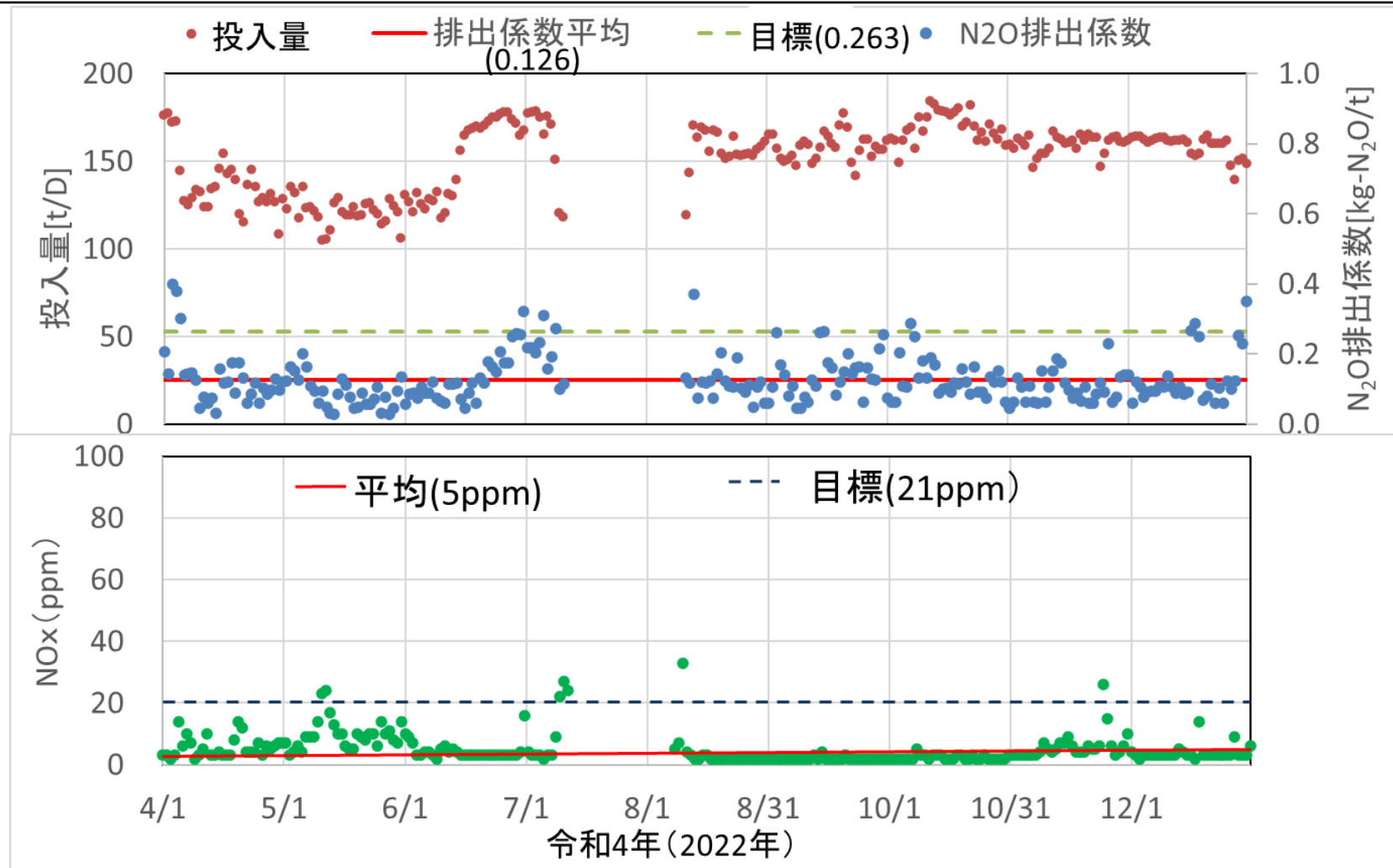


図 局所攪拌空気吹込み技術 運転結果

2. 自主研究

長期耐久性：炉定期修繕時に併せ、廃熱ボイラ、蒸気タービンの点検を実施

➤ 廃熱ボイラ、蒸気タービンともに異常は見られず

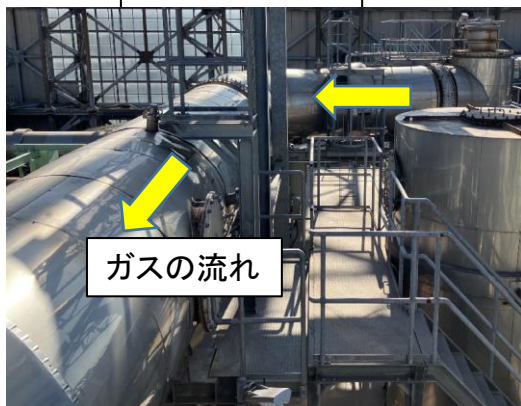
	点検内容	実施年度	結果
廃熱ボイラ	法定点検 ・ボイラ内点検 ・動作確認 等	H31、R3、R5	異常なし
	自主点検 ・ボイラ内点検 ・動作確認 等	R2、R4	異常なし
蒸気タービン	自主点検 ・潤滑油分析 ・減速機点検 等	H31、R2、R3、R4、 R5	異常なし

2. 自主研究

維持管理性向上: 排ガスダクトへのダスト堆積を抑制する改良工事实施

➤ 堆積灰の自動除去操作追加、ダクト改造により改善

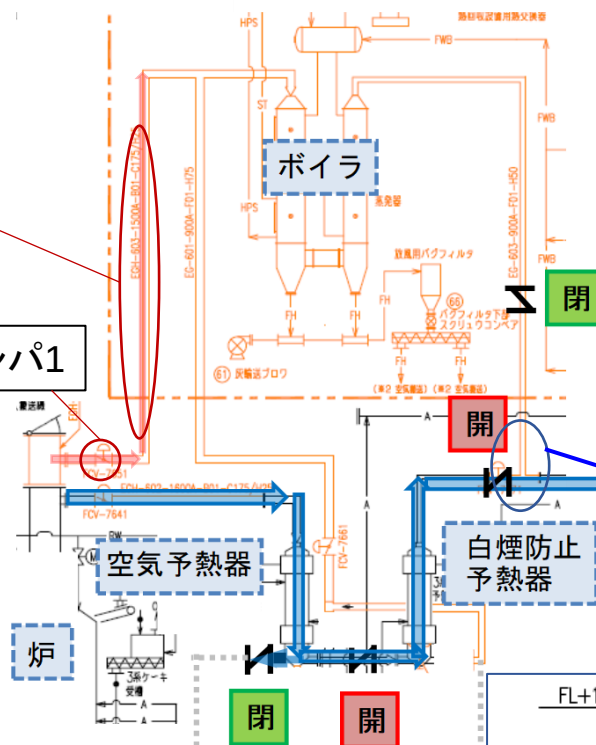
水平ダクト部



ガスの流れ

ダンパ1

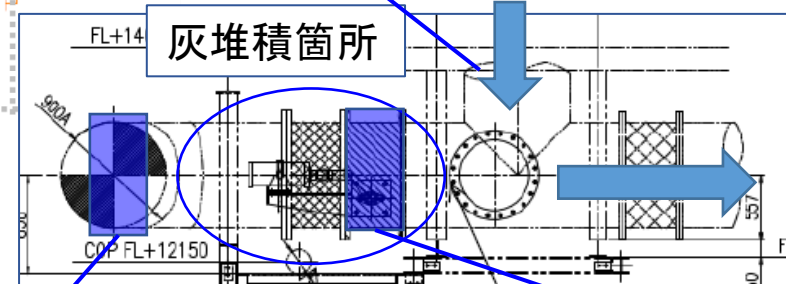
- ◆ 発電設備運転時、ダンパ1（自動）開度が長時間小さい場合、水平ダクト部に灰が堆積。ダンパ1が開いたときに多量の灰が後段に送られ不具合発生する可能性有
- ◆ ダンパ開度が一定時間小さい場合、一時的に開度を増加させ、灰を清掃する制御を付加



- ◆ 発電設備停止時に、T字ダクト部のダンパとの間に灰が堆積。発電設備稼働時に不具合発生
- ◆ T字直近部にダンパ増設し、灰堆積箇所を無くす

T字ダクト部

排ガス流れ



当初ダンパ

増設ダンパ

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

※高効率発電
※局所攪拌空気

実証と同等の発電量を確認
N₂O効果について、自動化による改善を確認

ガイドライン	今回の自主研究
高効率発電 発電量(kWh)=33.1H-102 H:投入熱量(GJ/h)	実証と同等の発電量を確認
局所攪拌空気 NO _x 削減割合50%以上	削減割合50%以上
N ₂ O排出係数 0.232kg-N ₂ O/wet-t(定格運転にて) 削減割合50%以上	0.126 kg-N ₂ O/wet-t 削減割合50%以上 (本技術適用隣接炉での長期連続運転結果)

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

4. ガイドラインについて

現在まで、変更や追加等が必要な部分無し

ISSN 1346-7328

国総研資料 第1093号

令和元年11月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of

National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1093

November 2019

B-DASH プロジェクト No.27

温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術

導入ガイドライン(案)

下水道研究部下水処理研究室

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

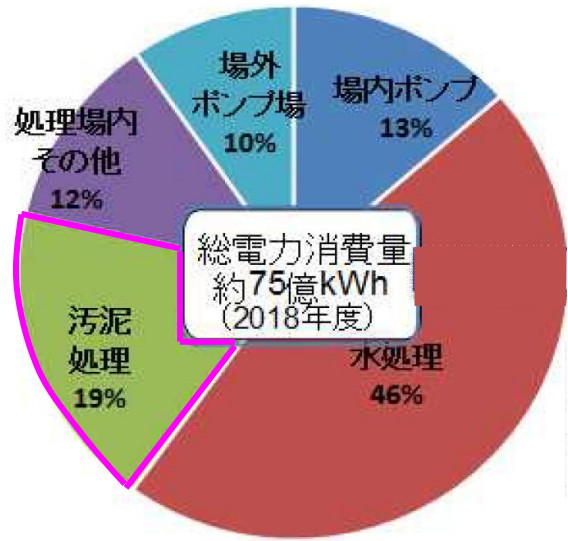
<導入実績>

	規模	数量	納入年月
川崎市入江崎総合スラッジセンター	150wet-t/日	局所攪拌空気吹込み設備一式	令和3年7月
同上	150wet-t/日	高効率発電設備一式 局所攪拌空気吹込み設備一式	令和7年12月予定
静岡県西遠浄化センター	120wet-t/日	高効率発電設備一式 局所攪拌空気吹込み設備一式	令和10年3月予定

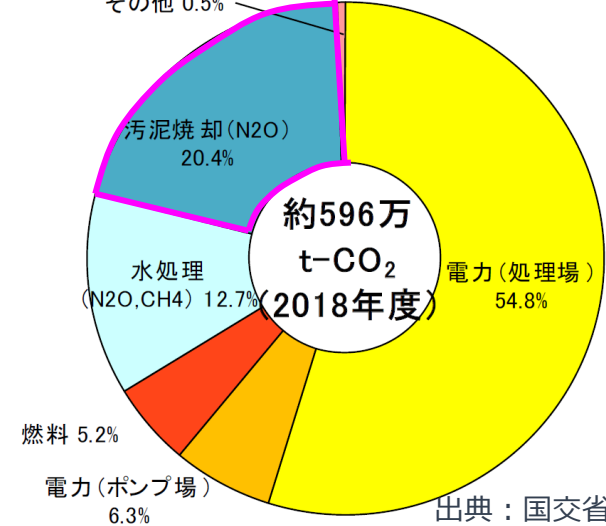
<普及展開>

- 我が国は、2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロ、2030 年度 46%削減を目指す
- 下水道において焼却起因の温室効果ガスの割合は高い
- 温室効果ガスが削減可能な本技術の更なる普及が期待できる

■ 下水道における電力消費の内訳



■ 下水道からの温室効果ガス排出量



出典：国交省資料より

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

平成31年から令和6年度まで実施した自主研究結果を示す。

- 高効率発電は、主圧制御運転により、負荷変動に追従した自動運転が可能であり、発電設備の運転員負荷の低減が可能となるとともに、ガイドライン式と同等以上の発電量を確認
- 局所攪拌空気吹込み技術は、自動制御を組み込んだ同技術を導入した隣接炉で、令和3,4年度に長期間効果を確認。
 N_2O および NO_x は、実証試験を上回る成果を確認
- 炉定期修繕時の確認において、廃熱ボイラ、蒸気タービンともに異常は見られず、長期耐久性を確認
- 排ガスダクトへのダスト堆積を抑制する改良工事実施を実施し、維持管理性向上を図った
- ガイドラインの変更や追加等が必要な部分は無かった
- 現状3件の導入実績。温室効果ガスが削減可能な本技術の更なる普及が期待できる