

第 3 章 導入検討

第 1 節 導入検討手法

§ 12 導入検討手順

本技術の導入検討においては、以下の手順で導入を検討する。

- (1) 概略検討
- (2) 基礎調査
- (3) 導入効果の検討
- (4) 導入判断

【解説】

本システムの導入検討においては、導入の目的を明確にした後、図 12-1 に示す導入検討フローおよび図 12-2 に示す導入検討詳細フローにしたがって、必要な情報を収集し、導入効果の概略試算を行い、導入範囲および事業形態等を含めた導入判断を行う。導入検討においては、年平均の運転データを分析し、検討を行うものとする。

試算結果が導入効果不十分であった場合には、可能な範囲で導入シナリオを見直して複数回検討をすることが望ましい。

また、平成 29 年 9 月 15 日、国水下事第 38 号、国土交通省水管理・国土保全局下水道部下水道事業課長の通知「下水道事業におけるエネルギー効率に優れた技術の導入について」⁸⁾においても、「国においても下水道革新的技術実証事業(B-DASH プロジェクト)において、省エネルギー・創エネルギー技術の実証を主体的に推進し、下水道事業におけるエネルギー効率の改善を全国に広げるため、施設の設置、改築の機会を捉えてエネルギー効率に優れた技術の導入を進めることとしている。～中略～「焼却炉」の設置・改築は、原則、別紙の表 1 に定める性能指標を満たすものを交付金の交付対象とします。」とあり、下記のとおり性能指標が示されており留意が必要である。

なお、本システムは別紙の表 1 の性能指標値を満足することのできる技術である。

別紙の表 1 (抜粋)

施設	性能指標	性能指標値
焼却炉	廃熱回収率[%]及び消費電力削減率[%]	廃熱回収率 40%以上かつ 消費電力削減率が 20%以上

※廃熱回収とは、焼却プロセスにおける廃熱回収(空気余熱器や白煙防止用熱交換器及び乾燥用熱交換器による排ガスからの熱回収、廃熱の有する熱エネルギーの過給機への利用等)、廃熱発電、消化槽加温及び地域熱供給(空調利用、ロードヒーティング等)等とし、高温焼却と同等以上の N₂O 排出削減が出来ること(N₂O 排出量 0.645kg/wet-t 以下)を前提とする。

※国水下事第 38 号⁸⁾より引用

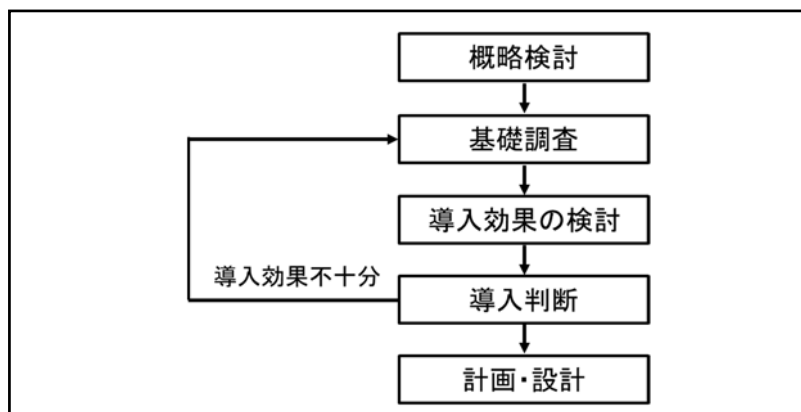


図 12-1 導入検討フロー

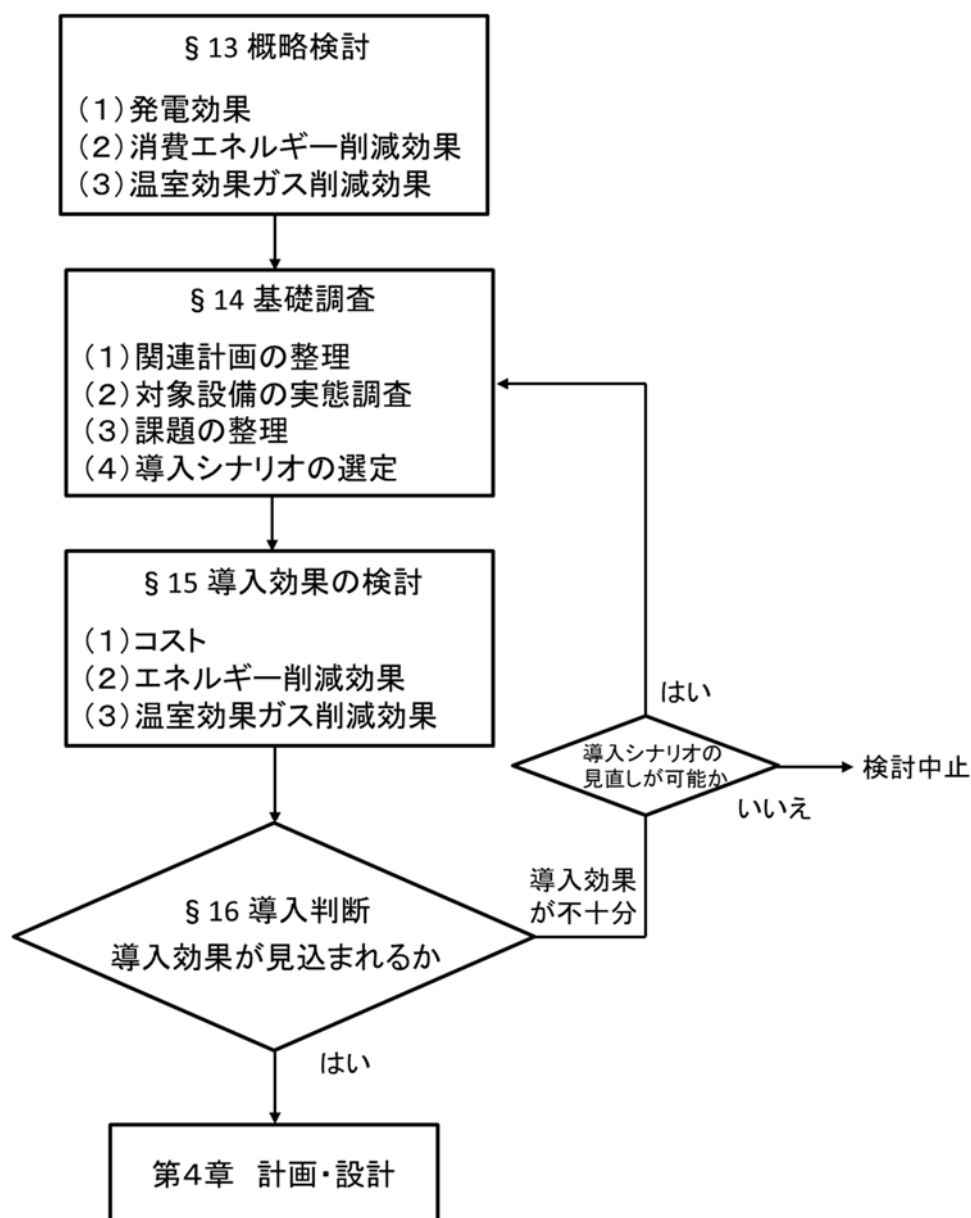


図 12-2 導入検討詳細フロー

§ 13 概略検討

本技術の概略検討においては、以下の手順で導入を検討する。

- (1) 発電効果
- (2) 消費エネルギー削減効果
- (3) 温室効果ガス削減効果

汚泥の性状と処理規模から本項に示した概略確認図を用いることで、発電量、消費エネルギー削減効果、温室効果ガス削減効果の概略確認が可能である。

【解説】

本システムの概略検討においては、図 13-1 に示す概略確認手順に従って、汚泥の種類や汚泥性状等の概略検討に必要な条件を決定し、各条件に対応した概略確認図を用いて、検討する焼却炉規模から概算発電量、概算消費エネルギー削減効果、概算温室効果ガス削減効果を算出し、詳細検討を行う前に、大まかな導入効果の概略検討が可能である。

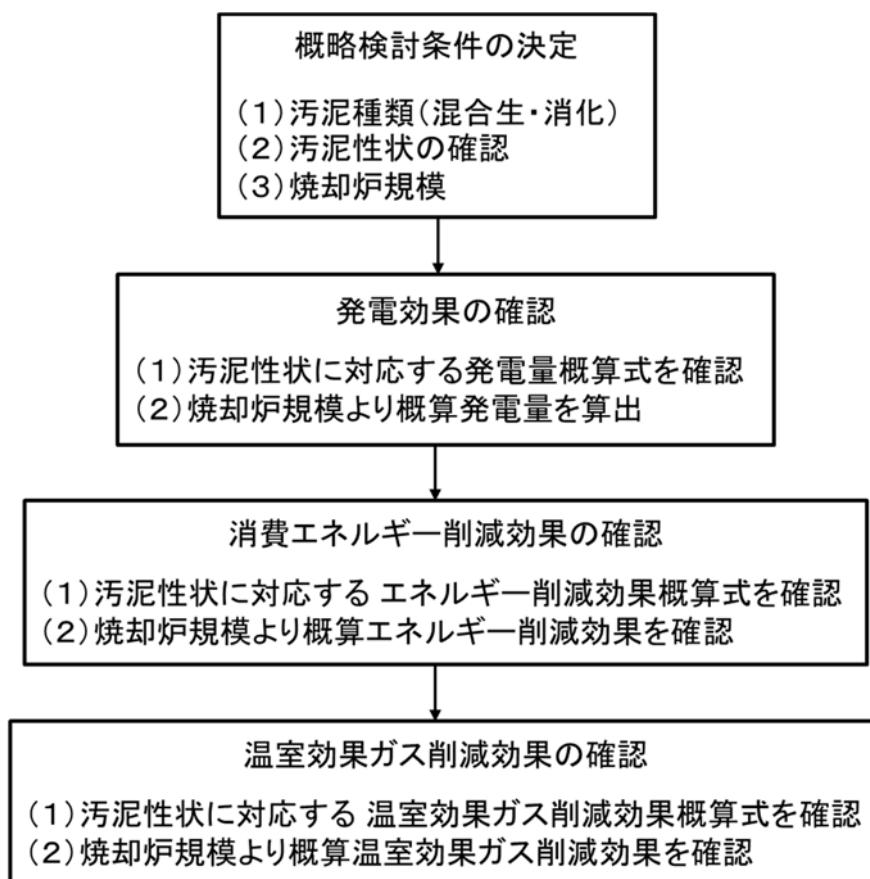


図 13-1 概略確認手順

(1) 発電効果

本実証設備を導入した際の発電効果を、汚泥の種類、性状、処理規模より概算する。発電効果を概算することで、発電による電力削減効果を簡易的に確認することが可能である。

1) 混合生汚泥焼却炉の概算発電量

i. 汚泥性状の確認

図 13-2 より、導入を検討する処理場の汚泥性状に近い条件の番号を確認する。

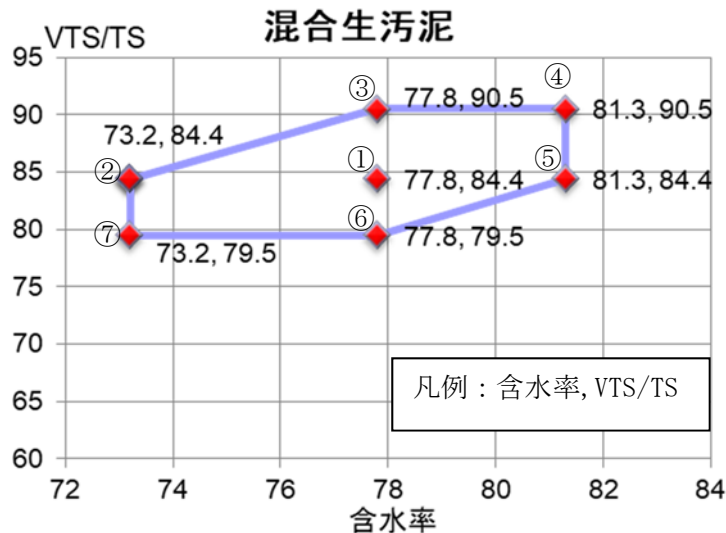


図 13-2 汚泥性状範囲(混合生汚泥)

※平成 29 年度国土技術政策総合研究所アンケート結果より汚泥性状範囲を決定

ii. 発電量の確認

図 13-3 より、i で選択した番号の発電量曲線を確認し、導入を検討する処理場の焼却炉規模を①～⑦の各換算式に代入し概算の発電量を確認する。なお、赤い三角形で示した電力自立曲線以上の運転条件においては、電力自立が期待できる。

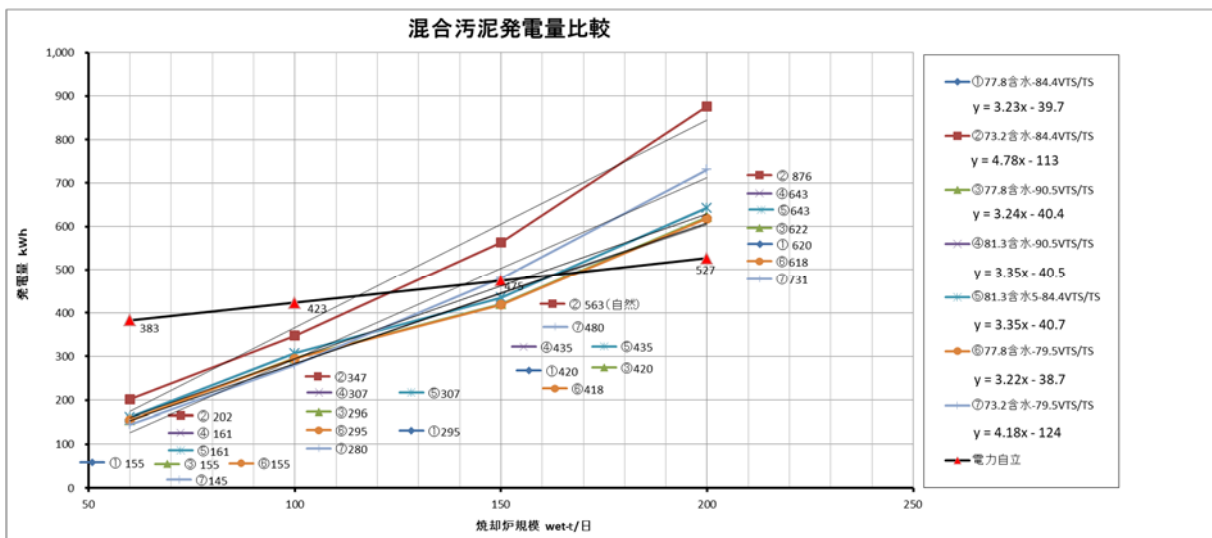


図 13-3 発電量概略確認図(混合生汚泥)

※設定した汚泥性状範囲より処理規模ごとに発電量を試算した。

2) 消化污泥焼却炉の概算発電量

i. 汚泥性状の確認

図 13-4 より、導入を検討する処理場の汚泥性状に近い条件の番号を確認する。



図 13-4 汚泥性状範囲(消化污泥)

※平成 29 年度国土技術政策総合研究所アンケート結果より汚泥性状範囲を決定

ii. 発電量の確認

図 13-5 より、i で選択した番号の発電量曲線を確認し、導入を検討する処理場の焼却炉規模を①～⑦の各換算式に代入し概算の発電量を確認する。なお、赤い三角形で示した電力自立曲線以上の運転条件においては、電力自立が期待できる。

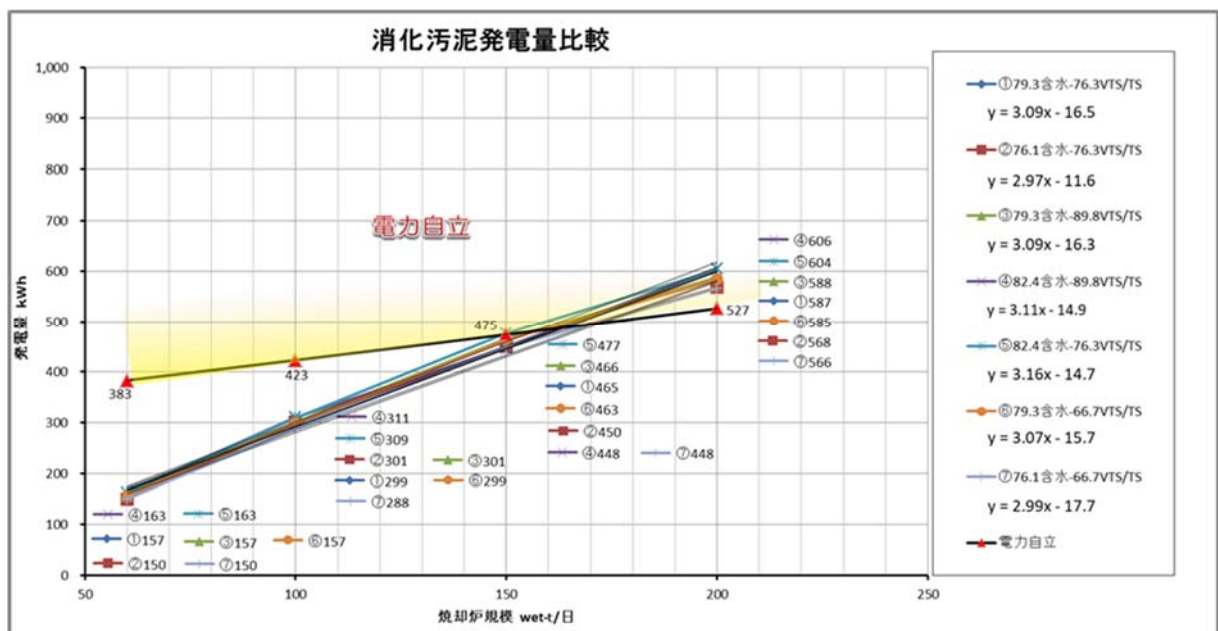


図 13-5 発電量概略確認図(消化污泥)

※設定した汚泥性状範囲より処理規模ごとに発電量を試算した。

(2) 消費エネルギー削減効果

本実証設備を導入した際の消費エネルギー削減効果を下記の手順で概算確認を実施する。なお、本確認は概算確認となるため、導入検討を実施する場合は、詳細の検討を再度実施する必要がある。

1) 混合生汚泥焼却炉の概算消費エネルギー削減効果

i. 汚泥性状の確認

図 13-2 より、導入を検討する処理場の汚泥性状に近い条件の番号を確認する。

ii. 消費エネルギー削減効果の確認

図 13-6 に、各汚泥性状において試算した各焼却規模それぞれのエネルギー削減効果を示した。図 13-6 より、i で選択した番号のエネルギー削減効果近似式を確認し、導入を検討する処理場の焼却炉規模を代入して概算のエネルギー削減効果を確認する。なお、消費エネルギーの試算範囲は汚泥受け槽から煙突までの焼却炉設備と、発電設備が消費する電力等のユーティリティ、補助燃料を対象とする。

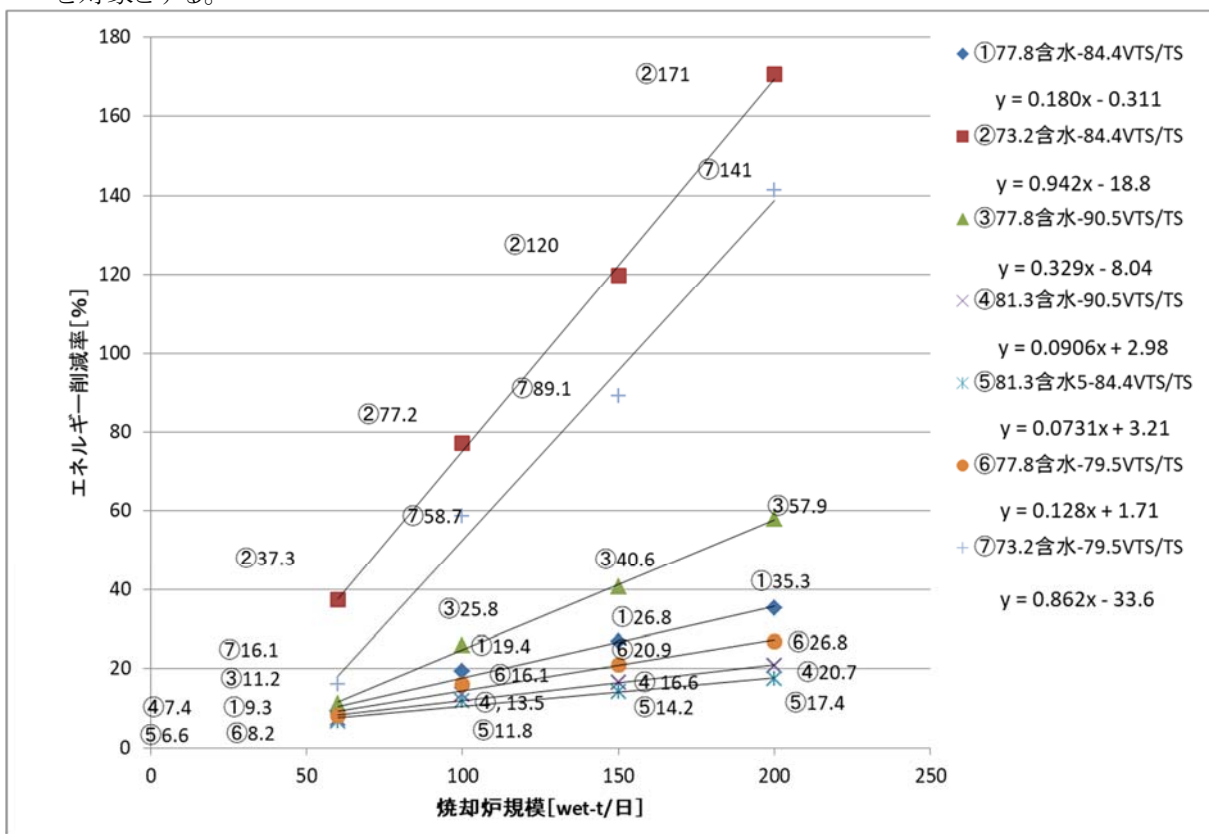


図 13-6 エネルギー削減効果概略確認図(混合生汚泥)

※設定した汚泥性状範囲より処理規模ごとに消費エネルギーを試算した。

2) 消化汚泥焼却炉の概算消費エネルギー削減効果

i. 汚泥性状の確認

図 13-4 より、導入を検討する処理場の汚泥性状に近い条件の番号を確認する。

ii. 消費エネルギー削減効果の確認

図 13-7 に各汚泥性状において試算した各焼却規模それぞれのエネルギー削減効果を示した。

図 13-7 より、i で選択した番号のエネルギー削減効果近似式を確認し、導入を検討する処理場の焼却炉規模を代入して概算のエネルギー削減効果を確認する。なお、消費エネルギーの試算範囲は汚泥受け槽から煙突までの焼却炉設備と、発電設備が消費する電力等のユーティリティ、補助燃料を対象とする。また、消化汚泥焼却炉については、補助燃料として消化ガスを利用し、消化ガス由来のエネルギーについては消費エネルギーに含めないものとする。

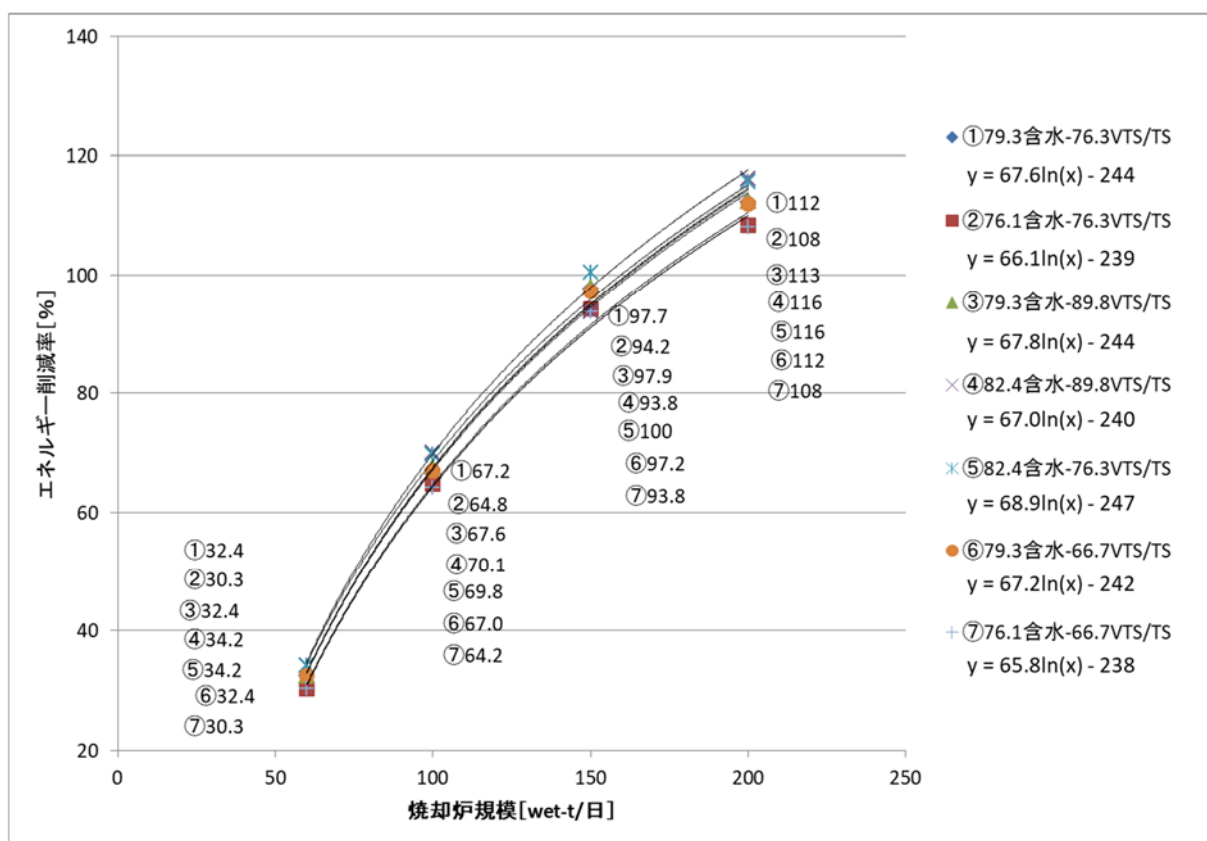


図 13-7 エネルギー削減効果概略確認図(消化汚泥)

※設定した汚泥性状範囲より処理規模ごとに消費エネルギーを試算した。

(3) 温室効果ガス削減効果

本実証設備を導入した際の温室効果ガス削減効果を下記の手順で概算確認を実施する。なお、本確認は概算確認となるため、導入検討を実施する場合は、詳細の検討を再度実施する必要がある。

1) 混合生污泥焼却炉の概算温室効果ガス削減効果

i. 汚泥性状の確認

図 13-2 より、導入を検討する処理場の汚泥性状に近い条件の番号を確認する。

ii. 温室効果ガス削減効果の確認

図 13-8 に各汚泥性状において試算した各焼却規模それぞれの温室効果ガス削減効果を示した。

図 13-8 より、i で選択した番号のエネルギー削減効果近似式を確認し、導入を検討する処理場の焼却炉規模を代入して概算の温室効果ガス削減効果を確認する。なお、温室効果ガス排出量の試算範囲は汚泥受け槽から煙突までの焼却炉設備と、発電設備が消費する電力等のユーティリティ、補助燃料、運転によって排出される一酸化二窒素を対象とする。

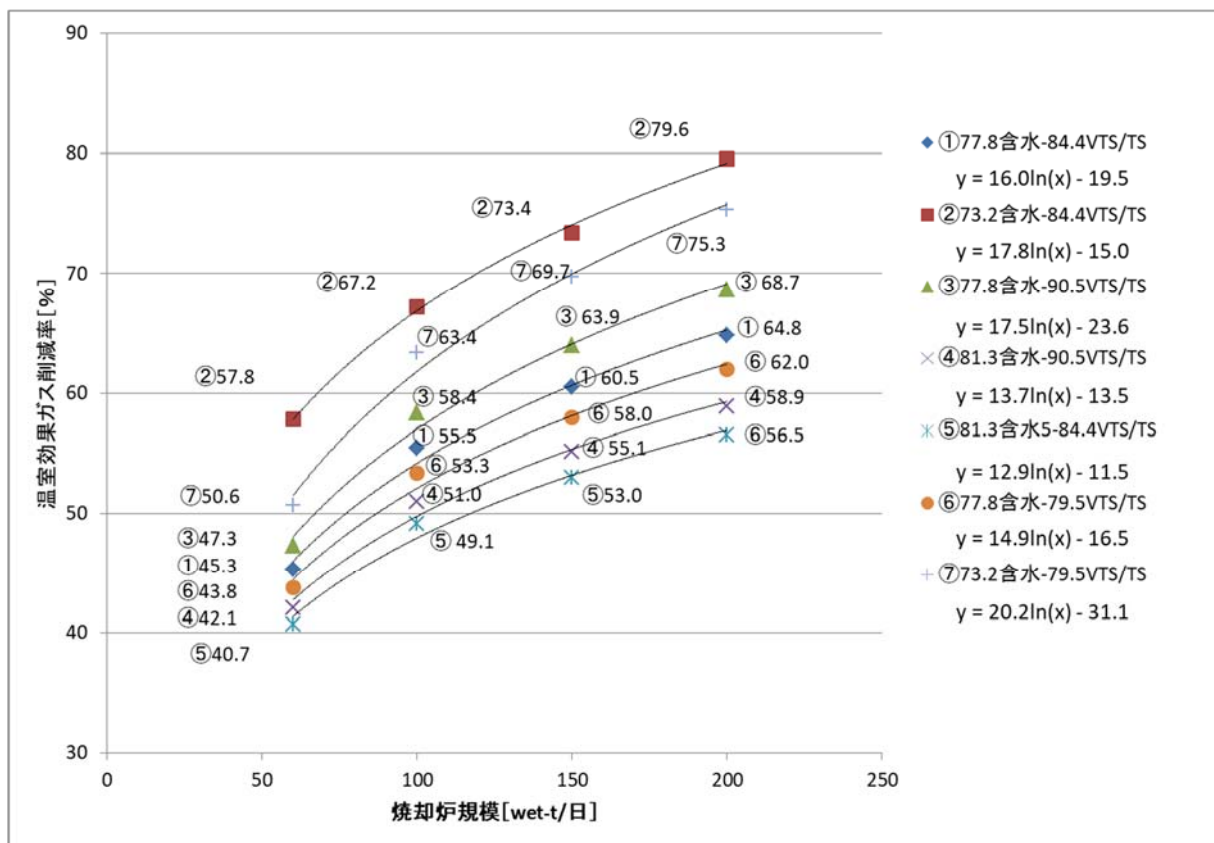


図 13-8 温室効果ガス削減効果概略確認図(混合生污泥)

※設定した汚泥性状範囲より処理規模ごとに温室効果ガス排出量を試算した。

2) 消化汚泥焼却炉の概算温室効果ガス削減効果

i. 汚泥性状の確認

図 13-4 より、導入を検討する処理場の汚泥性状に近い条件の番号を確認する。

ii. 温室効果ガス削減効果の確認

図 13-9 に各汚泥性状において試算した各焼却規模それぞれの温室効果ガス削減効果を示した。

図 13-9 より、i で選択した番号のエネルギー削減効果近似式を確認し、導入を検討する処理場の焼却炉規模を代入して概算の温室効果ガス削減効果を確認する。なお、温室効果ガス排出量の試算範囲は汚泥受け槽から煙突までの焼却炉設備と、発電設備が消費する電力等のユーティリティ、補助燃料、運転によって排出される一酸化二窒素を対象とする。また、消化汚泥焼却炉については、補助燃料として消化ガスを利用し、消化ガス由来の温室効果ガスについては温室効果ガス排出量に含めないものとする。

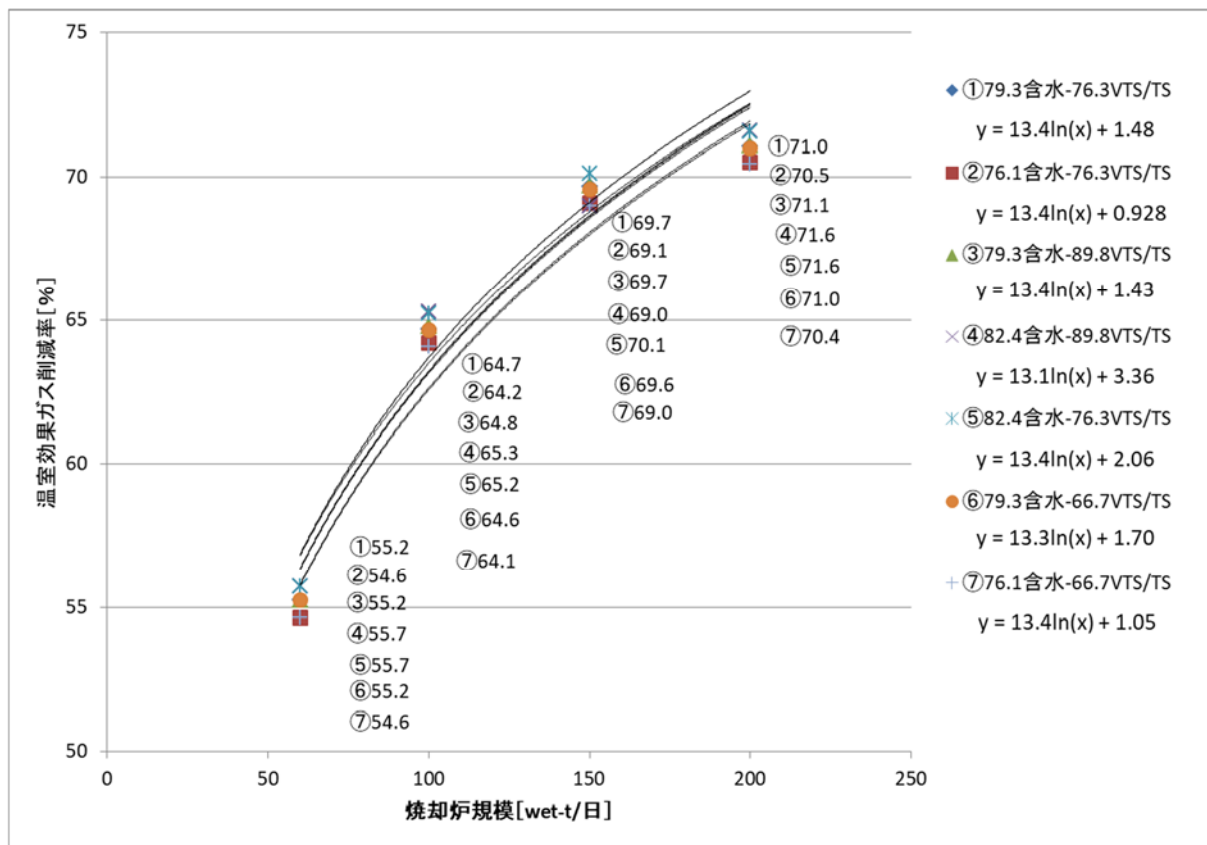


図 13-9 温室効果ガス削減効果概略確認図(消化汚泥)

※設定した汚泥性状範囲より処理規模ごとに温室効果ガス排出量を試算した。

§ 14 基礎調査

対象施設の関連下水道計画の確認を行い、当該汚泥処理場の計画年次にて想定される情報を収集・整理した上で、本技術導入に関する現状の課題を抽出する。以上を踏まえ、下記の手順に従い導入シナリオの設定を行う。

- (1) 関連計画の整理
- (2) 対象施設の実態調査
- (3) 課題の整理
- (4) 導入シナリオの設定

【解説】

本技術の導入効果の検討に先立ち、下水道施設について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。また、技術の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、運転状況を把握した上で、本技術導入に関する課題を抽出・整理を行う。整理を行った結果を踏まえ、適切な導入シナリオの設定を行う。

(1) 関連計画の整理

対象とする汚泥処理場に係る下水道計画などについて把握する。ここでは、当該汚泥処理場に係る上位計画、各種基本計画およびその他の関連計画について確認する。

- ・上位計画：都道府県構想、流域別下水道整備総合計画、下水道における地球温暖化対策マニュアル⁴⁾、下水道事業におけるエネルギー効率に優れた技術の導入について(国水下水事第 38 号⁸⁾、など
- ・基本計画：基本構想、全体計画、事業計画、流域別下水道整備総合計画、など
- ・その他関連計画：ストックマネジメント計画、耐震計画、バイオマス利活用関連の計画、流域水害対策計画、環境基本計画、水循環基本計画、環境規制値、法令上の規制など

(2) 対象施設の実態調査

当該汚泥処理場の実態を把握するための項目、手段、目的について表 14-1 に示す。

なお、管理日報等(維持管理年報、運転管理日報、月報等)については、導入検討については年平均のデータが必要で、可能であれば 4 回/年(四季データ)の調査が必要である。

表 14-1 実態調査項目

調査項目	手段	目的	備考
汚泥処理場の基本諸元・条件※ ¹ 既存施設・設備の設置ならびに 整備状況 既存監視システムの設置状況 汚泥処理場の将来計画	計画資料等	導入シナリオの検討	既存設備の老朽度確認 新設、更新、増設計画の把握 技術導入時の配置検討
		設備規模の算定	汚泥処理量の設定
脱水汚泥の種類※ ² 、 量および性状	管理日報等	高効率発電技術の導入検討	汚泥処理量および汚泥性状の 設定
		局所攪拌空気吹込み技術の 導入検討	汚泥処理量および汚泥性状の 設定
既存ユーティリティの種類および 利用可能量	管理日報等	高効率発電技術の導入検討	給水・排水・燃料条件の計画
下水処理水の処理方式および供給 量、供給圧力、水質、温度	管理日報等	高効率発電技術の導入検討	復水設備用の下水処理水条件の 計画
汚泥処理施設の運転管理状況	管理日報等	既存設備の性能把握	汚泥処理量の設定 導入効果の検討
汚泥処理設備からの N ₂ O、NO _x 排 出状況	管理日報等	局所攪拌空気吹込み技術の 導入検討	導入効果の検討
汚泥焼却炉の最小流動化空気量	計画資料等	局所攪拌空気吹込み技術の 導入検討	局所攪拌吹込み空気量の設定
その他燃料など※ ³ の受入元、種 類、量および性状	計画資料 管理日報等	高効率発電技術の導入検討	基本計算に利用※ ⁴ 導入効果の検討
大気汚染防止法、各自治体の 公害防止条例等	届出書類 自治体資料等	高効率発電技術の導入検討	適用法令の確認
		局所攪拌空気吹込み技術の 導入検討	適用法令の確認
環境アセスメント、近隣地域との 各種協定等	自治体資料等	高効率発電技術の導入検討	適用法令の確認
		局所攪拌空気吹込み技術の 導入検討	適用法令の確認

※¹ 処理規模・周辺環境など※² 混合生汚泥、消化汚泥※³ 消化ガス、し渣・沈砂、乾燥汚泥、木質バイオマスなど※⁴ 物質・熱収支

(3) 課題の整理

上記(1)、(2)の情報を収集・整理した上で、当該汚泥処理場における本システム技術導入の課題を整理する。§ 8 に記載の適用条件が満足できない場合の課題を抽出し、本技術を導入する意義・目的を明確にした上で、§ 15 **導入効果の検討**に移る。適用条件を満足している場合のその他の課題については別途検討を行う。

(4) 導入シナリオの設定

以上の(1)～(3)の内容を考慮し、本技術の設備規模、システムフロー、計画年次などを設定する。

なお、本技術での焼却発電設備に設置する廃熱ボイラは、従来の乾燥機付き焼却設備において使用していたボイラと異なり、高温蒸気を発生させるため、過熱器を具備し、蒸気圧力 1.5～2.5MPa、飽和蒸気温度を超える蒸気温度 300℃以上の高温の蒸気を発生させる設備であることに留意する。また、主に発電に用いるボイラとなるため、従来の乾燥用ボイラと異なり、電気事業法での届け出、主任技術者の選任が必要となることに留意する。主任技術者の選任要件については、資料編 4.**発電設備設置時の法令に基づく届け出等** 2)ボイラタービン主任技術者の選任を参照のこと。

蒸気タービンについても、経済性に留意して高い効率を発揮できる運転条件を設定する必要があるため、過剰能力設備となり、効率の低い運転とさせないためにも、設備の最大能力の設定については十分なデータの検討を行う必要がある。

§ 15 導入効果の検討

導入効果の検討では、§ 14 で調査した内容を踏まえて適切な評価シナリオを選択し、簡易算定式により、本システムの以下の項目について試算し、現状システムおよび他システムとの比較をする。また追加設置を行う場合は、残存耐用年数についても考慮に入れて算定検討する。

- (1) コスト(建設費、維持管理費、費用回収年、総費用)
- (2) エネルギー削減効果
- (3) 温室効果ガス削減効果

【解説】

本システムの導入を検討する際には、建設コスト、維持管理コスト、エネルギー消費量、温室効果ガス排出量を算出し、現状や他システムの導入を行った場合等と比較することで導入効果を検討する。なお、本ガイドラインで提示する簡易算定式は、実証研究の成果等に基づき、特定の条件(第2章第2節における評価条件参照)を前提として設定したものである。他に詳細な建設費等の積算や、別途実証研究を行い維持管理費等の評価をした場合には、検討結果を踏まえ、導入下水処理場の実態に合わせた条件設定および試算を行う。

導入効果の検討手順を図 15-1 に示した。なお、効果試算に用いる本システムの簡易算定式は第 2 章第 2 節における評価条件を前提としており、例えば、稼働率が異なる場合には、同じ検討規模であっても年間の処理汚泥量に差異が生じるため、薬剤消費量等の処理汚泥量に比例する項目については処理量比例で補正することが必要になる。また、発電設備における発電量は稼働率・負荷率の影響を大きく受けるため、定格処理量以下(単位時間負荷が定格負荷の 9 割以下程度)で運転することが多い場合や、頻繁に立ち上げ立ち下げをする場合には、簡易算定式の算出の前提としている稼働率・負荷率を踏まえて必要に応じて別途設定する必要がある。

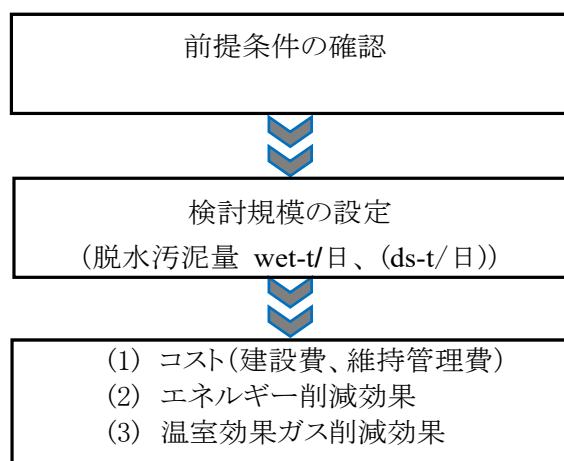


図15-1 導入効果の検討手順

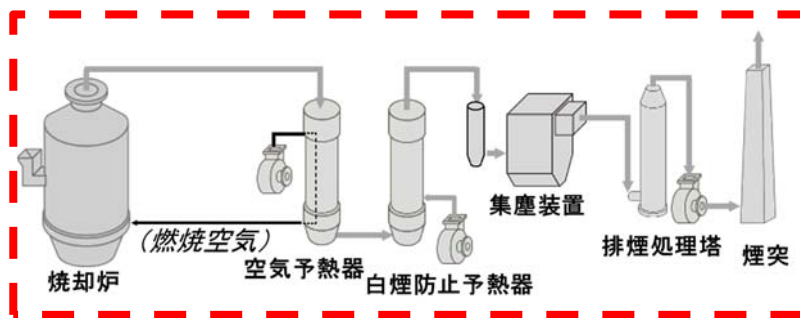
次に、検討規模(=設計の脱水污泥処理量)[wet-t/日(ds-t/日)]の設定をする。本ガイドラインで提示した簡易算定式における検討規模は、含水率 74%における脱水污泥量となっている。污泥の含水率が変化すると、污泥の熱量が変化し、補助燃料消費量、発電量等に影響を与えるため、留意の上検討を進めること。その他試算の詳細については、資料編 3.2 ケーススタディを参照されたい。

(1)コスト(建設費、維持管理費、費用回収年、総費用)の試算

コストの試算においては、各設備および各費目に設定された簡易算定式等を用いて積算を行う。簡易算定式の適用範囲は脱水污泥 60 wet-t/日から 200 wet-t/日の検討規模とする。また、導入シナリオによっては、建設後の運転年数により、その額は大きく変化するため、個別に費用を積算し、加算する必要がある。個別導入を検討する場合は下記項目のうち、導入する技術について費用を試算する。

従来技術と革新的技術の試算範囲は図 15-2、表 15-1 に示した範囲とする。

・従来技術



赤線枠
: 試算範囲

・革新的技術

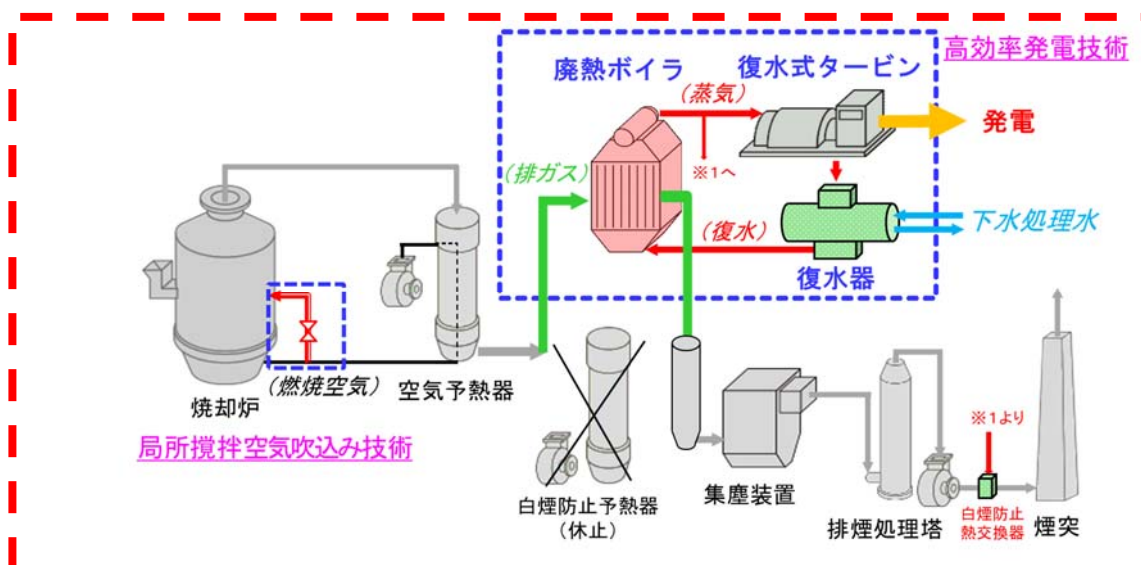


図 15-2 従来技術と革新的技術の試算範囲

表 15-1 試算範囲

設備名称	機器名称	従来技術	革新的技術
焼却設備	焼却炉本体	○	○
	空気予熱器・流動ブロワ	○	○
	白煙防止予熱器	○	—
	集塵装置・排煙処理塔	○	○
	煙突	○	○
発電設備	廃熱ボイラ	—	○
	蒸気タービン・発電機・復水器	—	○
	白煙防止熱交換器	—	○
局所攪拌空気吹込み設備	局所攪拌空気吹込み設備	—	○
電気設備	従来技術	○	○
	革新的技術	—	○
土木設備	従来技術	○	○
	革新的技術	—	○

1) 建設費

建設費は、表 15-2、3 に示した費用関数で総額を算出する。なお、表中の y_n は建設費[百万円]
 x は脱水汚泥ベースの設計の検討規模[wet-t/日](含水率 74%)である。表 15-2、3 の詳細については資料編 2.1 建設費算定式を参照のこと。発電設備のみ導入を検討する場合は、発電設備費、電気設備費、土木設備費を積算し、局所攪拌空気吹込み設備のみ導入を検討する場合は、局所攪拌空気吹込み設備費のみを積算する。土木設備費については発電設備設置にかかわる基礎工事を対象とし、くい打ち等の費用は試算対象外とする。

表 15-2 革新的技術導入時の建設費算定式(ボイラ 1 基:タービン 1 基)

項目		単位	算出式
発電設備	設備新設に合わせて新設の場合	百万円	$y=2.15x+326$
	発電設備のみ追加設置の場合		$y=2.42x+340$
電気設備	設備新設に合わせて新設の場合		$y=0.311x+53.3$
	発電設備のみ追加設置の場合		
土木設備	設備新設に合わせて新設の場合		$y=0.134x+6.58$
	発電設備のみ追加設置の場合		
局所攪拌 空気吹込 み設備	設備新設に合わせて新設の場合		$y=0.0142x+0.791$
	局所攪拌空気吹込み設備のみ 追加設置の場合		

※x:汚泥投入量(wet-t/日)、y:建設費(百万円)、焼却炉 1 基を対象とする。

表 15-3 革新的技術導入時の建設費算定式(ボイラ 2 基:タービン 1 基)

項目		単位	算出式
発電設備	設備新設に合わせて新設の場合	百万円	$y=4.08x+522$
	発電設備のみ追加設置の場合		$y=4.62x+548$
電気設備	設備新設に合わせて新設の場合		$y=0.622x+107$
	発電設備のみ追加設置の場合		
土木設備	設備新設に合わせて新設の場合		$y=0.268x+13.2$
	発電設備のみ追加設置の場合		
局所攪拌 空気吹込 み設備	設備新設に合わせて新設の場合		$y=0.0284x+1.58$
	局所攪拌空気吹込み設備のみ 追加設置の場合		

※x:汚泥投入量(wet-t/日)、y:建設費(百万円)、焼却炉 2 基を対象とする。

表 15-4 建設コストの費用関数(既設焼却炉設備)

機械建設費	$y=1.888 x^{0.597}$
電気建設費	$y=0.726 x^{0.539}$
土木建築建設費 (建屋:電気、ブロー室程度)	$y=2.42 x^{0.0094}$

※x:汚泥投入量(wet-t/日)、y:建設費(億円)

「バイオソリッド利活用基本計画(下水汚泥処理総合計画)策定マニュアル」⁶⁾より

各建設費の年価換算については、「バイオソリッド利活用基本計画(下水汚泥処理総合計画)策定マニュアル」⁶⁾より、利子率 2.3%とし、表 15-5 に示す各設備の耐用年数を考慮して、次式を用いて行った。

$$\text{建設費年価} = \text{建設費} \times \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad i: \text{利子率} \quad n: \text{耐用年数}$$

表 15-5 各設備の耐用年数

項目	標準耐用年数 (年)	備考
発電設備	15	「下水道施設の改築について」(平成 25 年 5 月 16 日国 水事第 7 号下水道事業課長通知)より
局所攪拌空気吹込み設備	15	同上
電気設備	15	同上
土木設備	45	同上

2) 維持管理費

①ユーティリティ消費量

維持管理費は、表 15-6 に示した消費量の簡易算定式で各々の年間消費量を算出し、設定した単価をかけて算出する。ボイラ給水に添加する薬品費用については、添加量がごく微量であるため、適正添加量におけるボイラ給水 1m³ 当たりの薬品単価を用いて試算を行うものとする。

表 15-6 ユーティリティ消費量簡易算定式(発電設備)

対象設備	項目	簡易算定式	単価(参考)
焼却炉	電力	$y = 1.12x_1 + 266$	15 円/kWh
焼却発電設備	電力	$y = 0.119x + 65.1$	15 円/kWh
	薬品※	$y = 0.015x + 0.073$	20 円/m ³
	上水	$y = 0.028x + 1.35$	200 円/m ³

y: 消費量 x: 検討規模[wet-t/日] (含水率 74%)

※ 薬品については微量のため、添加後の給水量あたりで評価する

※ 燃料費については従来技術(汚泥焼却設備)の維持管理費に含むものとし、本表では省略する。

なお、各種ユーティリティ単価は、調達単価を調査して、適切な値を設定することが望ましい。特に、電力費や燃料費等で過去の単価変動が大きいものに関しては、実績をベースにしつつも、残存耐用年数(10～15 年以上)を考慮して余裕を持った設定とすることが望ましい。また、上水の水質により上水コストや薬品コストが大幅に変化することに留意する。

また、既設焼却炉部分の維持管理費については、建設費と同じく「バイオソリッド利活用基本計画(下水汚泥処理総合計画)策定マニュアル」⁶⁾より下記式を用いて算出する。

・流動焼却設備維持管理費（電力、燃料、薬品費、補修費、人件費）

$$y=0.287x^{0.673}$$

なお、 y は維持管理費（百万円/年）、 x は年間処理脱水汚泥量（wet-t/年）を示す。

②点検・整備費

発電設備の点検補修費については汚泥投入量 150wet-t/日の設備において、発電設備の主要機器である蒸気タービンおよび廃熱ボイラ設備の 15 年間分の保守点検費用の合計を年平均し、18 百万円/年の点検補修費がかかるとする。なお、発電設備の保守点検費は設備規模が変化しても大きく変わらないと考えられるため、発電設備の設置台数が変化しない場合は施設規模によらず、同価格として計上するものとする。

既設焼却炉部分の点検・整備費については前項で計算した維持管理費に含むものとする。

③ 導入効果

発電設備の設置による発電電力については、実証試験の結果から作成した表 15-7 の式より算出する。また、発電電力量については発電出力に運転時間をかけて算出する。なお、投入熱量については、脱水汚泥の低位発熱量×1 時間当たりの汚泥処理量+補助燃料消費量×補助燃料発熱量によって算出する。

表 15-7 発電電力算定式

項目	単位	算出式	算出根拠
発電電力（上記以外）	kW	$y=33.1x-102$	収支計算・容量計算

※ x :投入熱量(GJ/h) y :発電電力

さらに、発電設備の設置により休止する設備については、表 15-8 の通り、動力及び点検整備費、交換に関する費用が不要になるものとしてその他導入効果として負の値で積算を行った。

表 15-8 白煙防止予熱器及び白煙防止ブロワ停止に伴う導入効果

項目	対象機器	単位	算出式	算出根拠
点検整備費用	白煙防止予熱器 白煙防止ブロワ	百万円/年	$y=0.131x^{0.7}$	容量計算
更新費用	白煙防止予熱器	百万円/年	$y=0.998x^{0.7}$	容量計算
削減電力	白煙防止ブロワ	kW	$y=0.213x+10.5$	容量計算

※ x :汚泥投入量(wet-t/日) y :費用または、削減電力

3) 費用回収年の算定

本実証設備の設置に必要となるコストを想定される導入効果から実証設備を設置することで増加する維持管理費を除いたもので除算し、経費回収に必要な期間を算出することで、導入可能性の評価を行う。既存焼却炉への後付設置を検討する場合には、既存焼却炉の残存運転年数と費用回収年を比較し、導入効果の検討を行う。試算においては下記式を用いる。

$$\text{費用回収年} = \frac{\text{建設費(百万円)}}{\text{導入効果(百万円)} - \text{維持管理費(百万円)}}$$

④ 建設費

発電設備及び局所攪拌空気吹込み設備設置で増額となる設備費

⑤ 維持管理費

発電設備及び局所攪拌空気吹込み設備設置で増額となる維持費

⑥ 導入効果

発電設備を付加することによる電力削減効果等

4) 総費用(年価換算値)の算定

建設費、維持管理費及び導入効果の合算から本技術の総費用(年価換算値)を算定し、従来技術の総費用(年価換算値)と比較することによって、本技術の導入による総費用(年価換算値)の縮減効果を検討する。総費用(年価換算値)の縮減効果は下記式より算出する。なお、革新的技術の建設費及び維持管理費は、従来設備の建設費及び維持管理費に革新的技術において付加した設備の建設費及び維持管理費を加えたものとする。

$$\text{総費用(年価換算値)縮減効果} = \left(1 - \frac{\text{総費用(年価換算値)(革新的技術)}}{\text{総費用(年価換算値)(従来技術)}} \right) \times 100$$

(2) エネルギー削減効果

エネルギー削減効果については、本実証設備を付加しない場合のエネルギー消費量に対して、本実証設備を付加した場合の正味のエネルギー消費量の削減率により評価を行う。

エネルギー消費量の算出にあたっては、ユーティリティの使用に係るものを対象とし、薬品及び上水に係るものは除外した。各原単位については表 15-9 に記載する。

なお、「下水道における地球温暖化対策マニュアル」⁴⁾より、補助燃料として使用した消化ガス由来のエネルギーについてはエネルギー消費量に含まないものとして計算を行う。

エネルギー創出量は、物質収支・熱収支計算結果ならびに蒸気タービン発電機の性能目安から求められる発電電力量とし、負の消費量として計上した。なお、エネルギー創出量とエネルギー消費量を足した値を、正味のエネルギー消費量とする。

また、エネルギー削減効果の計算には、電力基準で算出したエネルギー消費量を用いる。個別導入を検討する場合、局所攪拌空気吹込み設備についてはエネルギー削減に影響しないため、発電技術を個別に導入する場合のみ試算を行う。

$$\text{エネルギー削減効果} = \left(1 - \frac{\text{エネルギー消費量(革新的技術)} + \text{発電によるエネルギー創出量}}{\text{エネルギー消費量(従来技術)}} \right) \times 100$$

表 15-9 試算に用いる定数一覧

項目	単位	定数
都市ガス発熱量	MJ/Nm ³	44.8 ^{※1}
消化ガス発熱量	MJ/Nm ³	22.3 ^{※2}
灯油発熱量	MJ/L	36.7 ^{※1}
A 重油発熱量	MJ/L	39.1 ^{※1}
エネルギー/電力換算係数	kWh/MJ	0.2778 ^{※1}

※1「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル」⁷⁾

※2「バイオマスの利活用に関する政策評価書」⁹⁾

(3) 温室効果ガス削減効果

温室効果ガス削減効果の算出にあたっては、下記項目について算出する。なお、地球温暖化対策推進法においては 7 種類の温室効果ガスが規定されているが、下水道温暖化対策推進計画において対象とされている CO₂、CH₄、N₂O を検討対象とし、燃焼排ガスより排出される CH₄ については、炉内で完全燃焼されるものとして本試算においては含まないものとする。温室効果ガス排出量の算出にあたっては、ユーティリティの使用、燃焼の結果生成される N₂O に係るものを対象とし、薬品、上水に係るものは除外する。個別導入を検討する場合、発電設備導入に伴う発電による温室効果ガス削減効果と局所攪拌空気吹込み設備導入に伴う N₂O 削減に伴う温室効果ガス削減効果をそれぞれ試算し個別に評価を行う。温室効果ガス排出量原単位については、実績値がある場合はそちらを用いてもよい。

温室効果ガス削減効果は下記の式に従い算出する。

$$\text{温室効果ガス削減効果} = \left(1 - \frac{\text{温室効果ガス排出量(革新的技術)}}{\text{温室効果ガス排出量(従来技術)}} \right) \times 100$$

1) 二酸化炭素(CO₂)

本システム技術に用いるユーティリティの定常運転中に排出されるものを対象とする。ユーティリティ使用量は実証結果に基づき算出した簡易算定式より算出する。補助燃料消費量については、熱収支計算より算出する。各原単位については「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル」より表 15-10 に記載した。また、発電によって得られた電力については相当量の CO₂ 排出量を温室効果ガス排出量から除くものとする。

なお、「下水道における地球温暖化対策マニュアル」⁴⁾より、消化ガス由来の二酸化炭素については温室効果ガスに含まないものとして計算を行う。

2) 一酸化二窒素(N_2O)

焼却炉の運転時に燃焼排ガスより排出される N_2O については、実証研究にて実測した結果（資料編 1.2.2 局所攪拌空気吹込み設備運転結果参照）を踏まえ算出した排出係数（0.000232t- N_2O /wet-t）を用いて算出し、温室効果ガス換算係数の 298 を乗じて CO_2 排出量として算出する。なお、従来技術については、「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル」⁷⁾より、高温焼却（850℃）対応焼却炉の排出係数を用いて試算するものとする。

表 15-10 温室効果ガス排出量原単位

項目	単位	係数
N_2O 排出係数 （従来技術）	t- N_2O /wet-t	0.000645 ^{※2}
N_2O 排出係数 （革新的技術）	t- N_2O /wet-t	0.000232 ^{※1}
都市ガス	t- CO_2 /千 Nm^3	2.23 ^{※2}
消化ガス	t- CO_2 /千 Nm^3	1.33 ^{※2}
灯油	t- CO_2 /kL	2.49 ^{※2}
A 重油	t- CO_2 /kL	2.71 ^{※2}
電力	t- CO_2 /千 kWh	0.555 ^{※2}

※1 実証フィールドにおける実証試験結果

※2「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル」⁷⁾より

3) 窒素酸化物(NO_x)

NO_x の削減効果については検討対象の焼却設備の排ガス中の NO_x 濃度を確認し、既存設備の NO_x 濃度を踏まえた削減率（実証フィールドの場合 50%）を設定して期待される排出量及び濃度を確認する。

以上、(1)～(3)における試算の際に必要な諸元値と、計算式をまとめた試算シート例を図 15-3 に示す。

第 1 節 導入検討手法

諸元値一覧

設備規模(wet-t/日)	150
投入汚泥量(wet-t/日)	150
年間処理脱水汚泥量(wet-t/年)	49,500
含水率	0.74
低位発熱量(kJ/kg-DS)	17,586
高発熱量(kJ/kg-H ₂ O)	2,500

□：手入力またはプルダウンで選択

稼働日数(日/年)	330
電力単価(円/kWh)	15
薬品単価(円/m ³)	20
上水単価(円/m ³)	200
補助燃料種類	都市ガス
補助燃料使用量(Nm ³ /h)	0

※補助燃料種類及び使用量は後付処理場の実績値とする。
※消化ガス(バイオマス系燃料)は試算対象外である。

→

エネルギー換算係数(自動入力)	44.8	MJ/Nm ³
温室効果ガス排出量原単位(自動入力)	2.23	kg-CO ₂ /m ³

総費用（年価換算値）

技術区分	設備名称	項目	単位	費用関数	費用（百万円）	備考	
従来技術	焼却設備	土木建築建築費 (建屋：電気、ブローラ室程度)	百万円	$Y=2.42Xd^{1.0094} \times 100$	254	①、Xd：設備規模(wet-t/日)	
		機械建設費	百万円	$Y=1.89Xd^{0.997} \times 100$	2,759	②	
		電気建設費	百万円	$Y=0.726Xd^{0.997} \times 100$	1,081	③	
		建設費合計	百万円	—	5,094	④：①+②+③	
		建設費年価	百万円/年	$Y=工種別建設費 \times \{(1+0^n)/(1+0^n-1)\}$	394	⑤、i：利率率、n：耐用年数 ※工種別に年価を算出し、合計する。	
革新的技術	発電、局所選択設備	維持管理費 (電力、燃料、薬品費、補修費、人件費)	百万円/年	$Y=0.287Xg^{0.973}$	414	⑥、Xy：年間処理脱水汚泥量(wet-t/年)	
		総費用(年価換算値)	百万円/年	—	809	a：⑤+⑥	
		土木設備	百万円	$Y=0.134X+6.58$	26.7	⑦、X：汚泥投入量(wet-t/日)	
		発電設備	百万円	$Y=2.42X+340$	703	⑧、X：汚泥投入量(wet-t/日)	
		局所選択空気吹込み設備	百万円	$Y=0.0142X+0.791$	2.9	⑨、X：汚泥投入量(wet-t/日)	
		電気設備	百万円	$Y=0.311X+53.3$	100	⑩、X：汚泥投入量(wet-t/日)	
		建設費合計	百万円	—	833	⑪：⑦+⑧+⑨+⑩	
		建設費年価	百万円/年	$Y=工種別建設費 \times \{(1+0^n)/(1+0^n-1)\}$	65.1	⑫、i：利率率、n：耐用年数 ※工種別に年価を算出し、合計する。	
		維持管理費(消費電力)	消費電力量 (kWh)	$Y=0.119X+65.1$	82.9	X：設備規模(wet-t/日)	
			百万円/年	$Y=消費電力量(kWh) \times 稼働日数(日/年) \times 24(h/日) \times 単価(円/kWh) \times 10^{-4}$	9.8	⑬	
		投入熱量 (GJ/h)		$Y=(汚泥投入量(wet-t/日) \times 10^3 \times 1/24(h/日) \times (1-含水率) \times 低位発熱量(kJ/kg-DS) - 高発熱量(kJ/kg-H_2O) \times (wet-t/日) \times 10^3 \times 1/24(h/日) \times 含水率) \times 10^{-4} + (補助燃料使用量(Nm^3/h) \times 補助燃料エネルギー換算係数(MJ/Nm^3) \times 10^{-4})$	17.0	⑭への投入熱量のため、 汚泥発熱量+補助燃料発熱量で算出	
		発電管理費(発電電力)	発電電力 (kW)	$Y=33.1 \times 投入熱量(GJ/h)-102$	461		
		発電電力量 (千kWh)		$Y=発電電力(kW) \times 稼働日数(日/年) \times 24(h/日) \times 10^{-3}$	3,655	※発電電力量 (A)	
			百万円/年	$Y=発電電力量(千kWh) \times 単価(円/kWh) \times 10^{-3}$	-54.8	⑯	
		薬品使用量 (m ³ /h)		$Y=0.015X+0.073$	2.3	X：設備規模(wet-t/日)	
		維持管理費(薬品費)	百万円/年	$Y=薬品使用量(m^3/h) \times 単価(円/m^3) \times 稼働日数(日/年) \times 24(h/日) \times 10^{-4}$	0.4	⑰	
		上水使用量 (m ³ /日)		$Y=0.028X+1.35$	5.6	X：設備規模(wet-t/日)	
		維持管理費(上水費)	百万円/年	$Y=上水使用量(m^3/日) \times 単価(円/m^3) \times 稼働日数(日/年) \times 10^{-4}$	0.4	⑱	
		維持管理費(点検・補修費)	百万円/年	固定値	18.0	⑲	
		維持管理費合計	百万円/年	—	-26.2	⑳：⑱+㉑+㉒+㉓+㉔	
		その他導入効果(自防設備停止 (点検整備費用))	百万円/年	$Y=0.131X^{0.7}$	-4.4	㉕、X：汚泥投入量(wet-t/日)	
		その他導入効果(自防設備停止 (更新費用))	百万円/年	$Y=0.998X^{0.7}$	-33.3	㉖、X：汚泥投入量(wet-t/日)	
		消費電力量 (kWh)		$Y=(0.213X+10.5) \times 稼働日数(日/年) \times 24(h/日)$	336,259	X：汚泥投入量(wet-t/日)	
		その他導入効果(自防設備停止 (消費電力))	百万円/年	$Y=消費電力量(kWh) \times 単価(円/kWh) \times 10^{-4}$	-5.0	㉗	
		その他導入効果合計		百万円/年	—	-42.7	㉘：㉕+㉖+㉗
		革新的技術建設費年価(焼却設備(従来技術)含む)		百万円/年	—	459	㉙：㉕+㉖
		革新的技術維持管理費(焼却設備(従来技術)含む)		百万円/年	—	345	㉚：㉕+㉖+㉗
		総費用(年価換算値)(焼却設備(従来技術)含む)		百万円/年	—	805	b：㉕+㉚
総費用（年価換算値）削減効果				%	—	0.5%	(1-b/a) × 100

利率率(%)	2.3
--------	-----

対象年数(年)	
土木建築施設	45
機械設備	15
電気設備	15

利率率(%)	2.3
--------	-----

対象年数(年)	
土木設備	45
発電設備	15
局所選択空気吹込み設備	15
電気設備	15

稼働日数(日/年)	330
-----------	-----

単価(円/kWh)	15
-----------	----

稼働日数(日/年)	330
-----------	-----

単価(円/m ³)	20
-----------------------	----

稼働日数(日/年)	330
-----------	-----

単価(円/m ³)	200
-----------------------	-----

稼働日数(日/年)	330
-----------	-----

単価(円/kWh)	15
-----------	----

費用回収年

項目	単位	費用	a：①	備考
建設費	発電、局所選択設備	百万円	833	a：①
維持管理費	革新的技術の維持管理費	百万円/年	18.7	b：⑱+㉕+㉖
導入効果	電力費削減、その他効果	百万円/年	-87.7	c：㉘+㉙+㉚+㉛+㉜
費用回収年		年	12.1	-a/(c+b)

エネルギー削減効果

項目	単位	費用関数	電力	備考
焼却設備	消費電力量	$Y=(1.12X+266) \times 稼働日数(日/年) \times 24(h/日) \times 10^{-3}$	3,437	①、X：汚泥投入量(wet-t/日)
	補助燃料使用によるエネルギー消費量	$Y=補助燃料使用量(Nm^3/h \text{ or } L/h) \times 稼働日数(日/年) \times 24(h/日) \times 補助燃料エネルギー原単位(MJ/Nm^3 \text{ or } MJ/L) \times 10^{-3} \times 換算係数(kWh/MJ)$	0	②
	合計	—	3,437	③：①+② 高消費電力量 (B)
発電、局所選択設備 (焼却設備含む)	消費電力量(焼却設備含む)	$Y=(1.12X+266) + (0.119X+65.1) - (0.213X+10.5)$	474	X：汚泥投入量(wet-t/日)
		$Y=消費電力量(kW) \times 稼働日数(日/年) \times 24(h/日) \times 10^{-3}$	3,758	④
	補助燃料使用によるエネルギー消費量	$Y=補助燃料使用量(Nm^3/h \text{ or } L/h) \times 稼働日数(日/年) \times 24(h/日) \times 補助燃料エネルギー原単位(MJ/Nm^3 \text{ or } MJ/L) \times 10^{-3} \times 換算係数(kWh/MJ)$	0	⑤
発電設備	合計	—	3,758	⑥：④+⑤ 高消費電力量 (C)
	エネルギー削減量	$Y=発電電力(kW) \times 稼働日数(日/年) \times 24(h/日) \times 10^{-3}$	3,655	⑦
	エネルギー削減効果	%	97.0%	⑧：(1-⑥-⑦)/③ × 100

稼働日数(日/年)	330
-----------	-----

換算係数 (kWh/MJ)	0.2778
------------------	--------

稼働日数(日/年)	330
-----------	-----

換算係数 (kWh/MJ)	0.2778
------------------	--------

稼働日数(日/年)	330
-----------	-----

温室効果ガス削減効果

項目	単位	費用関数	GHG排出量	備考
焼却設備	消費電力由来GHG排出量	$Y=消費電力量(B) \times (千kWh/年) \times 0.555(t-CO_2/千kWh)$	1,908	①
	補助燃料由来GHG排出量	$Y=補助燃料使用量(Nm^3/h \text{ or } L/h) \times 稼働日数(日/年) \times 24(h/日) \times 温室効果ガス排出量原単位(kg-CO_2/Nm^3 \text{ or } kg-CO_2/L) \times 10^{-2}$	0	②
	N ₂ O排出量 (t-N ₂ O/年)	$Y=0.000645(t-N_2O/wet-OX) \times 稼働日数(日/年)$	31.9	X：汚泥投入量(wet-t/日)
	t-CO ₂ /年	$Y=N_2O排出量(t-N_2O/年) \times 288(t-CO_2/t-N_2O)$	9,514	③
	合計	—	11,422	④：①+②+③
発電、局所選択設備 (焼却設備含む)	消費電力由来GHG排出量(焼却設備含む)	$Y=消費電力量(C) \times (千kWh/年) \times 0.555(t-CO_2/千kWh)$	2,085	⑤
	補助燃料由来GHG排出量	$Y=補助燃料使用量(Nm^3/h \text{ or } L/h) \times 稼働日数(日/年) \times 24(h/日) \times 温室効果ガス排出量原単位(kg-CO_2/Nm^3 \text{ or } kg-CO_2/L) \times 10^{-2}$	0	⑥
	N ₂ O由来GHG排出量(焼却設備含む)	$Y=0.000232(t-N_2O/wet-OX) \times 稼働日数(日/年)$	11.5	X：汚泥投入量(wet-t/日)
	t-CO ₂ /年	$Y=発電電力量(A) \times (千kWh/年) \times 0.555(t-CO_2/千kWh)$	3,422	⑦
	発電によるGHG排出削減量	$Y=発電電力量(A) \times (千kWh/年) \times 0.555(t-CO_2/千kWh)$	-2,029	⑧
温室効果ガス削減効果	合計	—	3,479	⑨：⑤+⑦+⑧
	%	—	69.5%	⑩：(1-⑨/④) × 100

稼働日数(日/年)	330
-----------	-----

図 15-3 試算シート(例)

§ 16 導入判断

本システムの導入可否は、算定した定量的な導入効果から総合的に判断する。また、検討条件によって導入効果が小さい、または得られない場合には、その原因を分析し再度ケースを設定しなおして検討を行うことが望ましい。

【解説】

本システム導入時のコスト、エネルギー削減効果、温室効果ガス削減効果等を算出後、従来技術との比較を行い、定量的な検討結果から総合的に判断して導入効果が見込まれる場合には、本技術の導入に係る意思決定を行い、本システムの計画・設計に移る。判断に際しては、コストや温室効果ガス排出量等の全ての判断基準で優位であることが望ましいが、導入する自治体や下水処理場の特有の優先順位を設定し総合的に判断することも可能である。

また導入効果が小さいまたは見込まれない場合には、原因分析を実施しその要因を明らかにする。本システムの導入効果を小さくする要因としては、脱水汚泥性状、施設規模、稼働率および負荷率があげられる。こうした要因について、技術的に解決でき、かつコスト優位性が得られるなど、総合的判断ができる場合には、再度条件設定をし直して検討を行うことが望ましい。例えば、高効率発電設備を既設設備に前倒しで導入することで、エネルギーおよび温室効果ガス削減効果を得られる期間が長くなり、導入効果を増加させることが可能である。導入効果が見込まれない場合には導入検討を中止する。導入判断のフローを図 16-1 に示す。

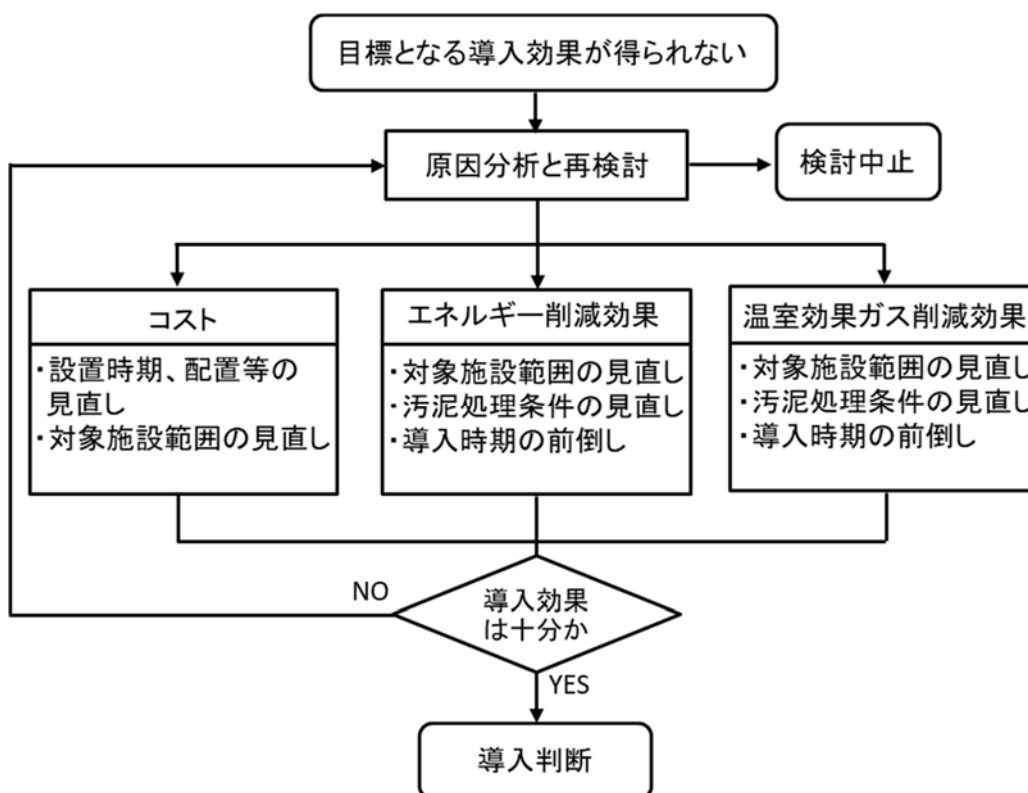


図 16-1 導入判断フロー

第 2 節 本技術の導入効果の検討例

§ 17 検討条件

本技術の導入効果の検討に際し下記条件を検討条件とする。

- (1) 既存焼却炉に一括追加設置する場合
 - 1) 100wet-t/日規模、混合生汚泥焼却 ケース(A)
 - 2) 150wet-t/日規模、消化汚泥焼却 ケース(B)
- (2) 新設もしくは更新時に一括新設する場合
 - 1) 100wet-t/日規模、混合生汚泥焼却 ケース(C)
 - 2) 150wet-t/日規模、消化汚泥焼却 ケース(D)

【解 説】

ここでは既存焼却炉に一括追加設置する場合(シナリオ1)と炉の新設及び更新時に一括新設する場合(シナリオ2)の 2 パターンの導入事例に対し、それぞれ 100wet-t/日程度の混合生汚泥を処理する場合と、150wet-t/日程度の消化汚泥を処理する場合について具体例として検討する。

(1) 設定条件

① 検討対象技術

本実証技術は、下水汚泥焼却炉に追加して発電、温室効果ガス削減を行う設備であるため、検討対象とする従来技術は高温熱回収方式の流動焼却炉とした。それぞれの技術の概略フローを図 17-1、図 17-2、図 17-3 に示す。なお、検討対象範囲は定量フィーダから煙突までの焼却設備を範囲とする。

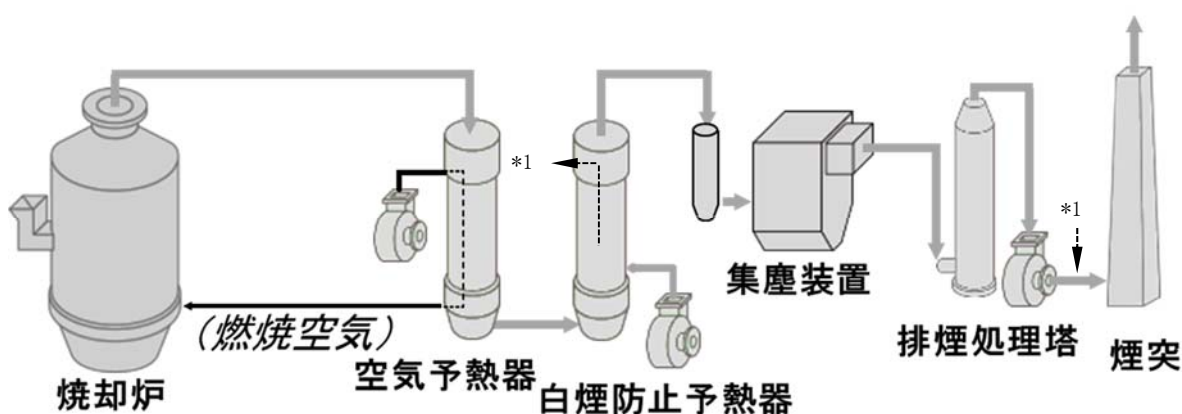


図 17-1 検討技術の概略フロー（従来技術）

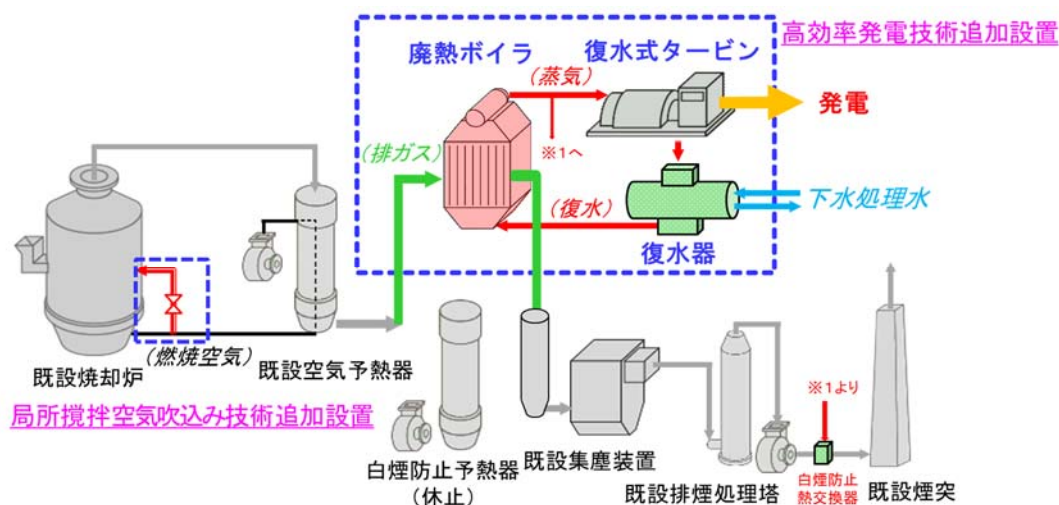


図 17-2 検討技術の概略フロー(革新的技術:既設炉への一括追加設置の場合)

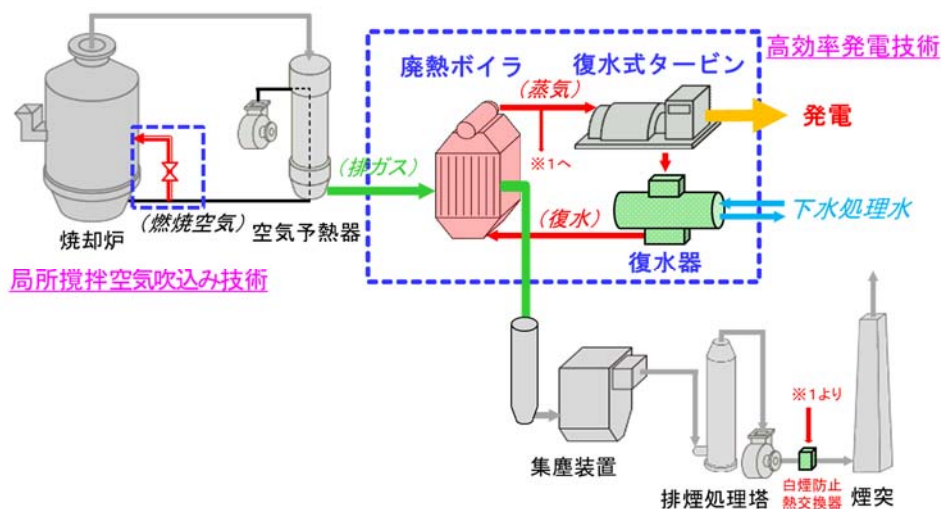


図 17-3 検討技術の概略フロー(革新的技術:新設炉への一括新設の場合)

② 汚泥条件の設定

嫌気性消化を導入していない混合生汚泥を焼却処理する場合と、嫌気性消化を導入している消化汚泥を焼却処理する場合のそれぞれについて、既存焼却炉に一括追加設置する場合と、新設時に一括新設する場合の 2 条件に対して、革新的技術の導入を想定した検討を行うことにより、実証技術の設置及び運転に係るコスト構造の把握及びコスト縮減方策の検討を行った。

検討対象とした仮想汚泥焼却設備の設定条件を表 17-1 に示す。また焼却設備に供給される仮想の脱水汚泥性状を表 17-2 に示す。なお、汚泥性状については、実証フィールドにおける汚泥分析結果の平均値及び国土交通省 国土技術政策総合研究所実施のアンケート結果(全国自治体を対象とした調査の平均値)をもとに定めた。

表 17-1 仮想汚泥焼却設備の設定条件

項目	単位	混合生汚泥	消化汚泥
含水率	%	74.0	80.0
汚泥処理量	wet-t/日	100	150
焼却設備運転時間	時間	24	24
稼働率(運転日数)	日/年	330	330

表 17-2 仮想脱水汚泥性状

項目	単位	混合生汚泥	消化汚泥
脱水汚泥含水率	%	74.0	80.0
固形物中可燃分比率	%	86.4	73.6
固形物中灰分率	%	15.6	26.4
発熱量(高位)	kJ/kg- DS	19,890	17,238
発熱量(低位)	kJ/kg- DS	17,586	15,872
可燃分 元素 組成	炭素(C)	%	51.7
	水素(H)	%	7.5
	窒素(N)	%	5.3
	酸素(O)	%	34.9
	硫黄(S)	%	0.6
			1.4

③ 稼働率の設定

稼働率は焼却設備の定期整備期間(約 1.0 ヶ月)以外の 330 日間・24 時間連続運転を行うものとして設定した

④ 設置の方法について

既存焼却炉に追加設置する場合については、廃熱ボイラを既設の白煙防止予熱器と並列に設置するため、白煙防止予熱器を休止して設置するものとし、新設時に設置する場合については白煙防止予熱器を設置しないものとした。

(2) 検討方法

表 17-3 に検討条件を示す。各条件について建設費、ユーティリティ消費量等を算出し、費用回収年、総費用(年価換算値)、エネルギー削減効果、温室効果ガス削減効果を試算する。なお、試算については § 10 評価項目に記載した方法を用いて行った。

新設時の設置となるケース(C)、ケース(D)については、白煙防止予熱器及び白煙防止ブロワ等の

補機については建設費から除くものとし、表 15-4 で示した焼却炉設備の建設費から、表 15-8 の熱交換器費用を除くものとする。なお、「下水道における地球温暖化対策マニュアル」⁴⁾より、消化ガス由来の二酸化炭素、エネルギーについては温室効果ガス、エネルギー消費量に含まないものとして計算を行った。

表 17-3 検討条件

ケース	(A)	(C)	(B)	(D)
建設時期	一括追加設置	一括新設	一括追加設置	一括新設
汚泥性状	混合生汚泥	混合生汚泥	消化汚泥	消化汚泥
処理規模 [wet-t/日]	100	100	150	150
補助燃料	都市ガス	都市ガス	消化ガス	消化ガス

§ 18 導入効果の検討例

下記条件について検討した結果を具体例として示し、検討方法を解説する。

- (1) 既存焼却炉に一括追加設置する場合
 - 1) 100 wet-t/日規模、混合生汚泥焼却 ケース(A)
 - 2) 150 wet-t/日規模、消化汚泥焼却 ケース(B)
- (2) 新設時に一括新設する場合
 - 1) 100 wet-t/日規模、混合生汚泥焼却 ケース(C)
 - 2) 150 wet-t/日規模、消化汚泥焼却 ケース(D)

【解 説】

導入効果の検討のうち、ここでは既存焼却炉に一括追加設置する場合と新設及び更新時に一括新設する場合の2パターンの導入事例に対し、それぞれ100wet-t/日程度の混合生汚泥を処理する場合と、150wet-t/日程度の消化汚泥を処理する場合について具体例として検討し、検討方法を解説する。各検討結果について、従来型の流動床炉に対して比較を行った

なお、本節で行った各種試算については § 10 評価項目に記載した試算方法を用いて行った。

(1) コスト

各種コストの試算結果のまとめと総費用(年価換算値)を表 18-1 に示す。ケース(A)の試算条件について、従来技術と比較した場合、建設費については 17.2%程度の増加が見込まれるものの、維持管理費、総費用(年価換算値)はそれぞれ、12.2%、-2.5%の縮減効果が得られ、補助金受給を考慮しない場合の費用回収年は 17.9 年となった。ケース(B)の試算条件について、従来技術と比較した場合、建設費については 16.5%程度の増加が見込まれるものの、維持管理費、総費用(年価換算値)はそれぞれ、17.1%、0.7%の縮減効果が得られ、費用回収年は 11.8 年となった。ケース(C)の試算条件について、従来技術と比較した場合、建設費については 10.0%程度の増加が見込まれるものの、維持管理費、総費用(年価換算値)はそれぞれ、12.2%、1.1%の縮減効果が得られ、費用回収年は17年となった。ケース(D)の試算条件について、従来技術と比較した場合、建設費については 8.6%程度の増加が見込まれるものの、維持管理費、総費用(年価換算値)はそれぞれ、17.1%、4.6%の縮減効果が得られ、費用回収年は 10.9 年となった。各条件を比較した際の総費用(年価換算値)の差分は、新設と同時に設置した場合の設備費の削減効果によるものであり、総費用(年価換算値)低減のためには、新設と同時に設置することが望ましい。

表 18-1 コスト試算結果

項目	従来技術 100wet-t/日	ケース(A)	ケース(C)	従来技術 150wet-t/日	ケース(B)	ケース(D)
建設費 [百万円/年]	313	367	344	394	459	428
維持管理費 [百万円/年]	315	277	277	414	344	344
費用回収年 [年]	—	17.9	17.0	-	11.8	10.9
総費用 (年価換算値) [百万円/年]	628	644	621	809※	803	772
総費用 (年価換算値) 縮減効果 [%]	—	-2.5	1.1	-	0.7	4.6

※端数処理の関係で建設費及び維持管理費の和と異なる。

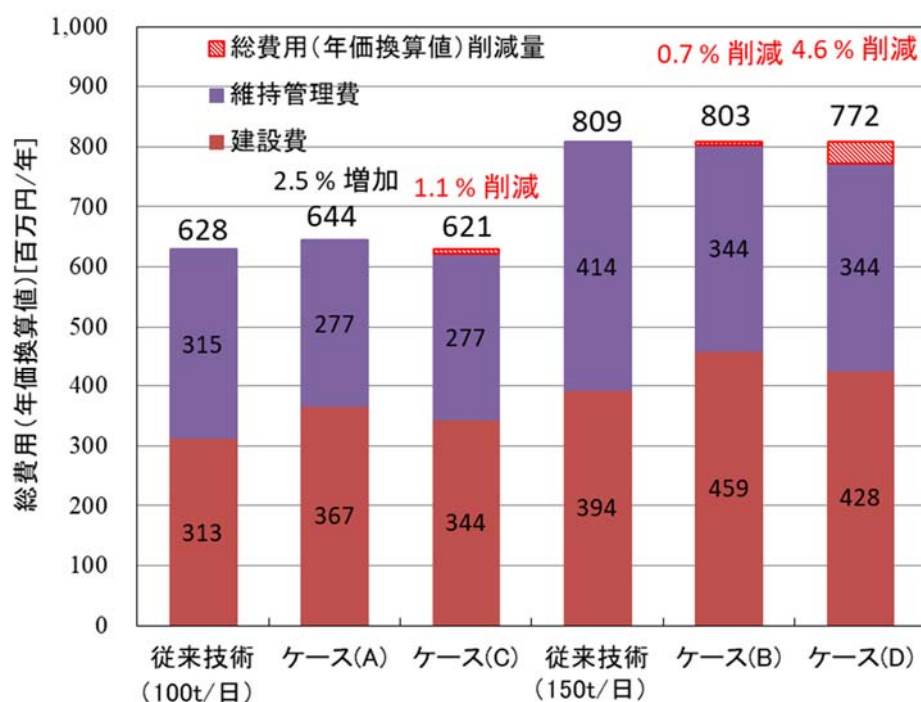


図 18-1 総費用(年価換算値)試算結果

(2) エネルギー削減効果

エネルギー消費量及び発電量を反映した正味のエネルギー消費量の試算結果のまとめを表 18-2 に示す。従来技術と比較した場合、ケース(A)～(D)の条件でそれぞれ 49.9%、101%、49.9%、101%の削減効果が得られる試算となった。また、エネルギー消費量の削減効果を図 18-2 に示す。

なお、「下水道における地球温暖化対策マニュアル」⁴⁾より、補助燃料として使用した消化ガス由来のエネルギーについてはエネルギー消費量に含まないものとして計算を行った。

表 18-2 エネルギー消費量試算結果

項目	従来技術 100wet-t/日	ケース (A)	ケース (C)	従来技術 150wet-t/日	ケース (B)	ケース (D)
エネルギー消費量(電気由来) ^{※1} [千 kWh/年]	2,998	3,351	3,351	3,443	3,758	3,758
エネルギー消費量(補助燃料由来) ^{※1} [千 kWh/年]	840	840	840	0	0	0
エネルギー創出量 [千 kWh/年]	-	-2,268	-2,268	-	-3,784	-3,784
合計 [千 kWh/年]	3,838	1,923	1,923	3,443	-25.6 ^{※2}	-25.6 ^{※2}
エネルギー 削減効果(%)	-	49.9	49.9	-	101	101

※1 エネルギー消費量については新設・後付共に変化しないものとする。

※2 端数処理の関係でエネルギー消費量及び創出量の和と異なる。

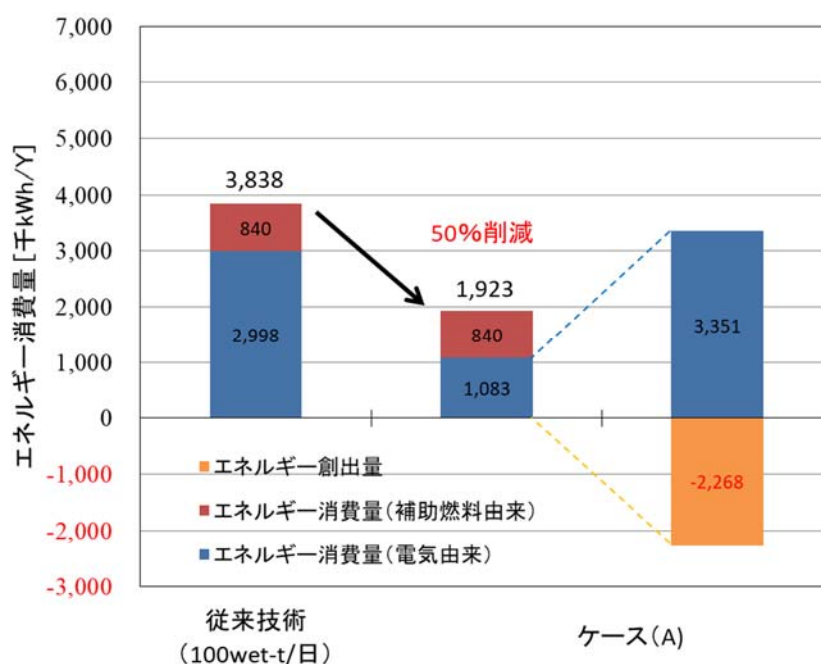


図 18-2 革新的技術のエネルギー消費量削減効果(ケース(A)の場合)

(3) 温室効果ガス削減効果

温室効果ガス排出量の試算結果のまとめを表 18-3 に示す。従来技術と比較した場合、ケース(A)～(D)の条件でそれぞれ 62.8%、70.2%、62.8%、70.2%の削減効果が得られる試算となった。また、温室効果ガスの削減効果を図 18-3 に示す。なお、「下水道における地球温暖化対策マニュアル」⁴⁾より、消化ガス由来の二酸化炭素については温室効果ガスに含まないものとして計算を行った。

表 18-3 温室効果ガス排出量試算結果

項目	従来技術 100wet-t/日	ケース (A)	ケース (C)	従来技術 150wet-t/日	ケース (B)	ケース (D)
温室効果ガス排出量(電気由来) ^{※1} [t-CO ₂ /Y]	1,664	1,860	1,860	1,911	2,086	2,086
温室効果ガス排出量(補助燃料由来) ^{※1} [t-CO ₂ /Y]	151	151	151	0	0	0
温室効果ガス排出量(N ₂ O 由来) [t-CO ₂ /Y]	6,343	2,282	2,282	9,514	3,422	3,422
温室効果ガス排出量(発電由来) [t-CO ₂ /Y]	-	-1,259	-1,259	-	-2,100	-2,100
合計 [t-CO ₂ /Y]	8,158	3,033 ^{※2}	3,033 ^{※2}	11,425	3,408	3,408
温室効果ガス 削減効果[%]	—	62.8	62.8	-	70.2	70.2

※1 エネルギー消費については新設・後付共に変化しないものとする。

※2 端数処理の関係により、各温室効果ガス排出量の和と異なる。

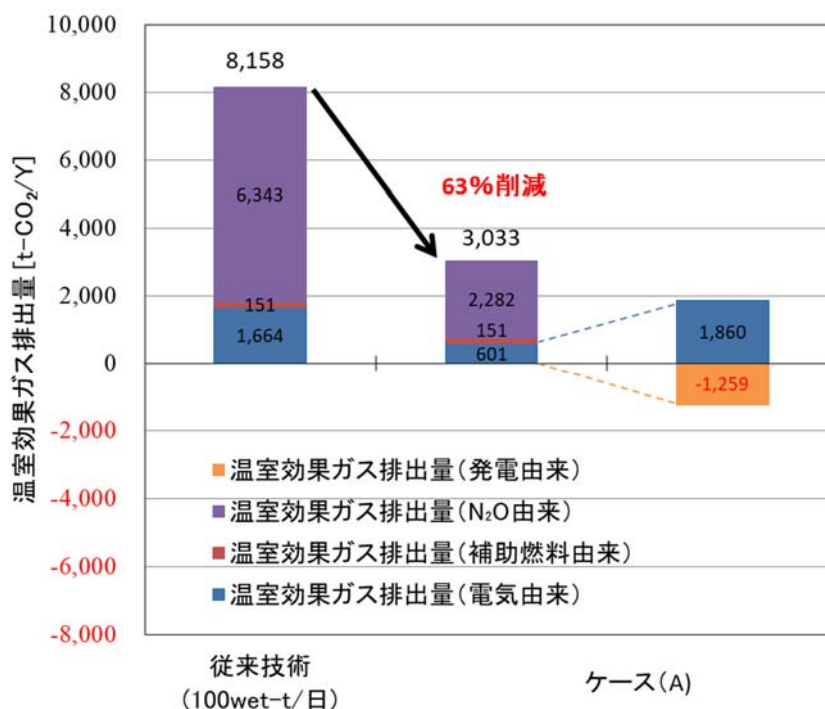


図 18-3 革新的技術の温室効果ガス排出の削減効果(ケース(A)の場合)