

ISSN 1 3 4 6 - 7 3 2 8

国総研資料第 1 0 7 1 号

平 成 3 1 年 4 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.1071

April 2019

人口減少下での汚水処理システム効率化技術資料

下水道研究部下水処理研究室

The technical document about improving the efficiency of wastewater treatment systems

Wastewater and Sludge Management Division

Water Quality Control Department

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

下水道研究部 下水処理研究室

The technical document about improving the efficiency of wastewater treatment systems.

Wastewater and Sludge Management Division
Water Quality Control Department

概要

本技術資料は、「下水処理場の既存施設能力を活用した汚水処理システムの効率化に関する研究」の成果を踏まえ、地方公共団体が持続可能な汚水処理システム構築に向けた概略検討を行う際の有益な技術資料として研究成果をとりまとめたものである。

キーワード：下水処理場、汚水処理施設、人口減少、稼働率、統廃合

Synopsis

The technical document about improving the efficiency of wastewater treatment systems, which is based on “research on improving the efficiency of wastewater treatment systems by utilizing the capacity of sewerage facilities”, was published in order to support the local governments.

Key Words : Sewage treatment plant, Wastewater treatment facility, Population declining, Operating rate, Integration and decommission

執筆担当者一覧

国土技術政策総合研究所下水道研究部下水処理研究室 室 長	・・・田 陽 淳
前 国土技術政策総合研究所下水道研究部下水処理研究室 室 長	・・・山 下 洋正
国土技術政策総合研究所下水道研究部下水処理研究室 研究官	・・・石 川 剛士
前 国土技術政策総合研究所下水道研究部下水処理研究室 研究官	・・・松 本 龍

目次

[本編]

1 目的	
1.1.汚水処理システムの現状・課題および本技術資料の役割	・・・1
1.2.都道府県構想マニュアルと本技術資料の関係	・・・3
2 適用範囲	・・・6
3 用語の定義	・・・7
4 検討手順	
4.1.検討フロー	・・・9
4.2.基礎調査	・・・11
4.3.前提条件の設定	・・・13
4.4.検討ケース（代表的な統廃合ケース）の設定	・・・15
4.5.経済性の比較	・・・20
4.6.技術面及び環境面等の確認	・・・43
4.7.総合評価	・・・64
4.8.（参考）段階的整備計画の策定	・・・65

[資料編]

5 仮想モデル都市に基づく検討シナリオ例	
5.1.シナリオ 1.下水処理施設と下水処理施設	・・・69
5.2.シナリオ 2.下水処理施設と農業集落排水施設	・・・105
5.3 シナリオ 3.下水処理施設とし尿処理施設	・・・130

1 目的

1.1. 汚水処理システムの現状・課題および本技術資料の役割

人々の日常生活に欠かすことができない汚水処理システムには、下水道、農業集落排水、し尿処理等の種類が存在し、地方公共団体はそれぞれの地域の特性に応じた汚水処理システムを採用している。いまだ未普及地域が存在するため引き続き汚水処理施設の整備が必要な状況ではあるが、現在、全国の汚水処理人口普及率（2017 年度末）はすでに 90.9%（総人口約 127,323 千人のうち約 115,712 千人が汚水処理システムを利用可能な状況）に達しており、全体的には整備した施設の維持管理及び老朽化施設の改築更新が主な取り組みとなりつつある。一方、2010 年頃まで増加していた日本の総人口は減少を始めており、国立社会保障・人口問題研究所の中位推計によると、2065 年には 8,800 万人程度になると見込まれている。

これら汚水処理システムについては、今後さらに進むと予測される人口減少に伴う処理水量の減少により、下水道使用料収入の減少や汚水処理施設の稼働率低下等に伴う事業経営の非効率化が懸念されており、第 4 次社会資本整備重点計画で「人口減少等を踏まえた持続的な汚水処理システム構築」が重点施策に位置付けられたほか、「経済・財政再生計画改革工程表 2017 改定版」では 2022 年度までに全ての都道府県における汚水処理の広域化・共同化に関する計画策定とともに汚水処理施設（下水処理施設や農業集落排水施設等）の統廃合に取り組む具体的な数値目標に掲げられる等、汚水処理システムの効率化が求められているところである。具体的には、改築更新時において、水量減少に応じて施設規模の縮小（ダウンサイジング）を検討することはもちろんのこと、同じ汚水処理システム内で複数処理区の統廃合、さらには、事業の垣根を越えた異なる種類の汚水処理システム間での統廃合（下水道と農業集落排水等）も視野に、地域の汚水処理システムの最適化について検討を進める必要がある。

一般的に、複数の処理施設を統廃合せずに存続させるよりも、それらを統廃合して処理施設を減らす方が経済的には有利となることが多い。しかしながら、特に、人口減少の進んでいる小規模地方公共団体の場合は汚水処理施設が点在しており統廃合に必要な管きょ延長が長くなる等、接続に掛かる費用が比較的高くなることがあるため、統廃合を検討する際には、できるかぎり正確な経済性比較が求められる。

このため、国土技術政策総合研究所では、地方公共団体が持続可能な汚水処理システム構築に向けた検討を簡易的に実施できるものとして、汚水処理システムの最適化に関する概略検討手法を作成し、本技術資料としてまとめた。その内容としては、今まで不足していた小規模処理施設に適用可能な費用関数を新たに掲載しているとともに、人口減少等による処理水量変化に伴う施設の稼働

率の変化がコスト及び消費電力量に与える影響も踏まえて将来のコスト及びエネルギー消費量を試算できるようにしている。これら新たな知見も踏まえ、「経済性」「技術面」「環境面」評価を経て最適な統廃合ケースを選定することができる。

今後、本技術資料が全国の污水处理システムの効率化や広域化検討の際に活用され、人口減少社会における污水处理サービスの維持・効率化やエネルギー最適化の促進に貢献することが期待される。

1.2. 都道府県構想マニュアルと本技術資料の関係

都道府県構想の策定にあたっては、経済比較を基本としつつ、今後 10 年程度を目標に、「地域のニーズ及び周辺環境への影響を踏まえ、各種污水处理施設の整備が概ね完了すること」（概成）を目指し、都市計画や農業振興地域整備計画等との整合を図りつつ、地域特性や地域住民の意向、人口減少等の社会情勢の変化を考慮し、効率的かつ適正な処理区域の設定及び整備・運営管理手法の選定を行うことが必要不可欠である。その際、未整備地区における検討では、人口密集地域から、人口密度の低い地域での普及促進が中心となっていく中で、地方公共団体の財政負担と住民負担のバランス並びに整備時期を考慮し、今後 10 年程度で污水处理の概成を目指した各種污水处理施設に関するアクションプランの策定を行うものとされている。

本技術資料は污水处理システムの根幹となる污水处理施設の統廃合検討を対象としている。本技術資料を、都道府県構想を策定するに当たって実施する検討（「持続可能な污水处理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル，平成 26 年 1 月，国土交通省・農林水産省・環境省」（以下、都道府県構想マニュアルという。）における「4-6 集合処理区域（既整備区域等含む）同士の接続検討」と「5-2 事業間連携の検討」）に活用することで、人口減少に伴う污水处理システムの稼働率低下を考慮した検討が可能となる。

表 1-1 都道府県構想マニュアルの調査・検討作業の内容と本技術資料の対象範囲

作業内容	章番号	主な検討内容
(1) 策定方針の決定・基礎調査の実施	第 2 章	2-1 策定方針の決定 2-2 基礎調査 2-3 都道府県構想に用いるフレーム値等の予測
(2) 検討単位区域の設定	第 3 章	3-1 検討単位区域の設定方法 3-2 既整備区域等の把握・設定 3-3 既整備区域等以外の検討単位区域の設定
(3) 処理区域の設定	第 4 章	4-1 処理区域の設定手順 4-2 検討単位区域毎の将来人口等の設定 4-3 既存污水处理施設の状況の把握 4-4 経済性を基にした集合処理・個別処理の比較 4-5 集合処理区域（既整備区域等含む）と個別処理区域との接続検討 4-6 集合処理区域（既整備区域等含む）同士の接続検討 4-7 整備時期、水質保全効果、地域特性、住民の意向等を考慮した集合処理、個別処理区域の設定
(4) 整備・運営管理手法の選定	第 5 章	5-1 事業手法の選定 5-2 事業間連携の検討
(5) 整備・運営管理手法を定めた整備計画の策定	第 6 章	6-1 市町村の効率的な運営管理を見据えた整備計画の策定 6-2 目標年次における広域的かつ効率的な運営管理のための整備計画の策定
(6) 汚泥処理の基本方針・計画	第 7 章	7-1 汚泥処理の基本方針・計画
(7) 都道府県構想策定時の住民関与と進捗状況等の見える化	第 8 章	8-1 住民の意向の把握 8-2 都道府県構想の進捗状況等の見える化

出典；「持続的な污水处理システム構築に向けた都道府県構想マニュアル」に一部加筆

(1) 「4-6 集合処理区(既整備区域等含む)同士の接続検討」の概要

都道府県構想マニュアルにおける検討では、「集合処理区 A と集合処理区 B について、それぞれ単独の処理区として処理を行う方が経済的か、集合処理区 A と集合処理区 B を管きよで接続し、1 つの処理区で処理を行う方が経済的かについて検討する」ことになっている。経済性の比較に当たっては、接続する場合と各々で処理する場合でそれぞれ表 1-2 に示す事業費を計上している。

表 1-2 経済比較で計上している事業費

	接続する場合	各々で処理する場合
事業費	処理場の建設(更新)費	処理場の建設(更新)費
	処理場の維持管理費	処理場の維持管理費
	MP建設費	接続ルート沿いの浄化槽建設費
	MP維持管理費	接続ルート沿いの浄化槽維持管理費
	接続管きよの建設費	
	接続管きよの維持管理費	

※MP:マンホールポンプの略

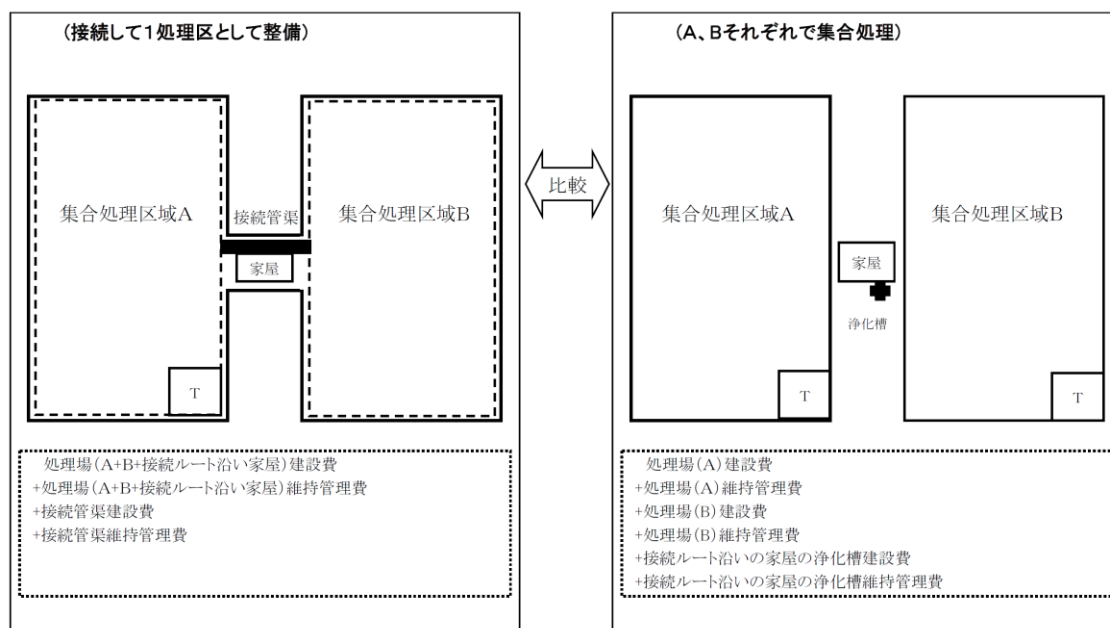


図 1-1 集合処理区同士の接続検討イメージ図

(2) 「5-2 事業間連携の検討」の概要

ここでの検討は、本格的な人口減少社会の到来や市町村合併による行政区域の処理施設の再編成、厳しい財政状況等を踏まえて、汚水処理施設の効率的な整備や管理手法について検討することになっている。

都道府県構想マニュアルで紹介されている方策を表 1-3 に示す。

表 1-3 事業間連携に関する方策(都道府県構想マニュアル p56 より引用)

制度名	地域再生基盤強化交付金 (汚水処理施設整備交付金)	社会資本整備総合交付金	社会資本整備総合交付金
事業名	下水道、農業集落排水、漁業集落排水、浄化槽	下水道	下水道、集落排水、浄化槽等
制度・事業目的	・ 地域が自主性・裁量性の高い資金として活用できる交付金制度。 ・ 3 省（農林水産省、国土交通省、環境省）が所管する下水道、農業集落排水、漁業集落排水、浄化槽の 2 以上の施設を連携して一体的に整備することにより地域再生を図る制度。	・ 複数小規模都市による下水道施設の共同化・共有化を図ることで、効率的かつ経済的な下水道事業を推進。	・ 下水道等複数（農集排・浄化槽）の汚水処理施設が共同で利用できる施設を整備することにより、効率的な汚水処理事業を推進。
制度・事業内容	・ 地域再生法に基づく、内閣総理大臣の認定を受けた地域再生計画に対して、事業間での融通や年度間での事業量の変更が可能な交付金を交付。	社会資本整備総合交付金交付要綱に基づき、以下施設が交付対象となる。 ・ 共同水質検査施設 ・ 移動式汚泥処理施設 ・ 汚泥運搬施設 ・ 汚泥処理処分施設 ・ 共同管理施設 等	社会資本整備総合交付金交付要綱に基づき、以下施設が交付対象となる。 ・ 共同水質検査施設 ・ 移動式汚泥処理施設 ・ 汚泥運搬施設 ・ 汚泥処理処分施設 ・ 共同管理施設 等
導入効果	・ 各事業の進捗状況の変化に対応して、事業間での融通や年度間の事業量の変更が可能。 ・ 事業調整による効率的な早期水洗化、施設の稼働率の向上。	・ コスト縮減（建設・維持管理費）に大きく貢献。（概ね 2 割～5 割と幅がある） ・ 維持管理の効率化に寄与。 ・ 同時期供用による地方公共団体間の協力意識と職員のスキル向上に寄与。 ・ 住民の下水道に対する意識向上に寄与。 ・ 公共用水域の保全に寄与。 ・ 汚泥有効利用の促進に寄与。	・ コスト縮減（建設・維持管理費）に大きく貢献。 ・ 集約化による周辺環境改善への貢献。 ・ 維持管理の効率化に寄与。 ・ 一元化による情報管理の容易性と質的向上への寄与。 ・ 汚泥の有効利用の促進に貢献。 ・ 遠方監視による故障時の復旧時間短縮と住民サービス低下の防止。 ・ 集約化による公共用水域の保全に寄与。 ・ コンボスト化が住民の意識・関心の向上に寄与
導入にあたっての留意点	・ 市町村は、地域再生法第 5 条に基づく「地域再生計画」を策定し、内閣総理大臣の認定が必要。 ・ 「地域再生計画」の目標を達成するために「汚水処理施設」の整備事項の位置づけが必要。 ・ 各事業の事業量調整（整備スケジュール調整）。 ・ 事業完了後の成果について事後評価が必要。	・ 事業効率性を踏まえた地方公共団体間の施設整備スピードの調整。 ・ 事業費（移動脱糞車設備等）に関する計画と実施の乖離の是正。 ・ 変更認可書類及び説明資料の作成内容・期間。 ・ 都道府県及び実施市町村間の事前調整。	・ 周辺地区住民のコンセンサスの確認。 ・ 市町村合併時等の各地方公共団体保有施設のグレード差への配慮。 ・ 共同監視施設の設置場所・監視者等効率的体制の明確化。 ・ 炭化物等再利用先と需要量の把握。（実証事例研究等） ・ 省庁間の事前調整と補助対象範囲等の確認。

2 適用範囲

本技術資料では、我が国の主要な污水处理システムである下水道、農業集落排水及びし尿処理における污水处理施設（下水処理施設、農業集落排水施設、し尿処理施設）について、同種もしくは異なる污水处理施設の統廃合検討を対象とする。

1) 検討期間

検討期間は「都道府県構想マニュアル」に準じ、20年～30年とする。

2) 処理方式

- ・ 下水処理施設：オキシデーションディッチ法（以下、OD法）
標準活性汚泥法（以下、標準法）
- ・ 農業集落排水施設：JARUS-Ⅰ、Ⅲ、XⅠ、XⅡ、XⅣ
- ・ し尿処理施設：標準脱窒素処理、高負荷脱窒素処理、高負荷膜分離

3) 処理規模

すでに経営状況が厳しく今後の人口減少によりさらなる悪影響が懸念される地方の小規模都市を念頭に作成している。稼働率変化をコスト・エネルギーに反映させるための補正方法（維持管理係数及び電力係数の使用）については、下記の小規模処理施設のみに適用可能である。

- ・ 下水処理施設：処理能力が10,000m³/日以下の施設
- ・ 農業集落排水施設：処理能力が1,000m³/日以下の施設
- ・ し尿処理施設：処理能力が100kL/日以下の施設

で、汚泥処理工程は脱水までのもの（消化、焼却は含まないもの）。ただし、上記以外の中大規模の処理施設においても、稼働率変化に伴うコスト・エネルギー以外は本技術資料の検討手法が適用可能である。

4) その他

本技術資料における効率化検討においては、既存施設の活用を念頭に置いていること、また、検討期間も20年～30年であるため、土木・建築の更新（新築）は考慮しない。

3 用語の定義

本技術資料で取り扱う用語は、以下のように定義する。なお、下水道に関する一般的な用語については「下水道施設計画・設計指針と解説 2009 年版」(公益社団法人 日本下水道協会)(以下、設計指針)、「下水道用語集 2000 年版」(公益社団法人 日本下水道協会)、「流域別下水道整備総合計画調査指針と解説」(国土交通省水管理・国土保全局下水道部)(以下、流総指針)、「下水汚泥広域利活用検討マニュアル」(国土交通省水管理・国土保全局 下水道部)および都道府県構想マニュアルに準拠することとする。

1) 汚水処理施設

本技術資料では下水処理施設、農業集落排水施設、し尿処理施設を指す。

2) 処理施設の統廃合

複数の処理施設の中で、ある処理施設の処理機能の全部または一部を廃止し、異なる処理施設にそれを統合させること。

3) 核となる処理施設

処理施設の統廃合において、他の処理施設の汚水、汚泥、またはし尿を受け入れる処理施設のこと。

4) 廃止する処理施設

処理施設の統廃合において、その処理機能の全部を廃止する処理施設のこと。

5) 一部存続する処理施設

処理施設の統廃合において、その処理機能の一部を廃止し、残った処理機能のみで運転を継続する処理施設のこと。本技術資料では汚泥処理機能を廃止し、水処理機能のみ存続するケースを設定。

6) 費用関数

処理施設等の建設、維持にかかわる概算費用を算定するための関数。本技術資料では経済性比較において使用することとしており、都道府県構想マニュアルに掲載されている費用関数以外に、小規模処理場に適用可能な費用関数やし尿処理施設の費用関数等を新たに掲載している。

7) 稼働率

処理施設の運転効率を表す指標として、下式により求める。

$$\text{稼働率}[\%] = \text{日平均処理水量}[\text{m}^3/\text{日}] / \text{処理能力} [\text{m}^3/\text{日}] \times 100$$

なお、それぞれの処理施設の設計思想（処理能力と日平均処理水量の比）の違いから、稼働率の最大値はそれぞれ、下水処理施設は 70%、農業集落排水施設は 100%、し尿処理施設は 87%となる。

8) 維持管理費原単位

処理水量あたりの維持管理費のことで、その単位は[円/m³]とする。

9) 消費電力量原単位

処理水量あたりの消費電力量のことで、その単位は[kWh/m³]とする。

10) 維持管理係数

流入水量の減少等、稼働率の変化を踏まえた将来の維持管理費原単位を算定するために、もとの維持管理費原単位に掛け合わせる係数のこと。

11) 電力係数

流入水量の減少等、稼働率の変化を踏まえた将来の消費電力量原単位を算定するために、もとの消費電力量原単位に掛け合わせる係数のこと。

4 検討手順

4.1. 検討フロー

最適な污水处理システムの選定は図 4-1 に示すフローに従って検討を行う。
それぞれの説明は次頁以降に示す。

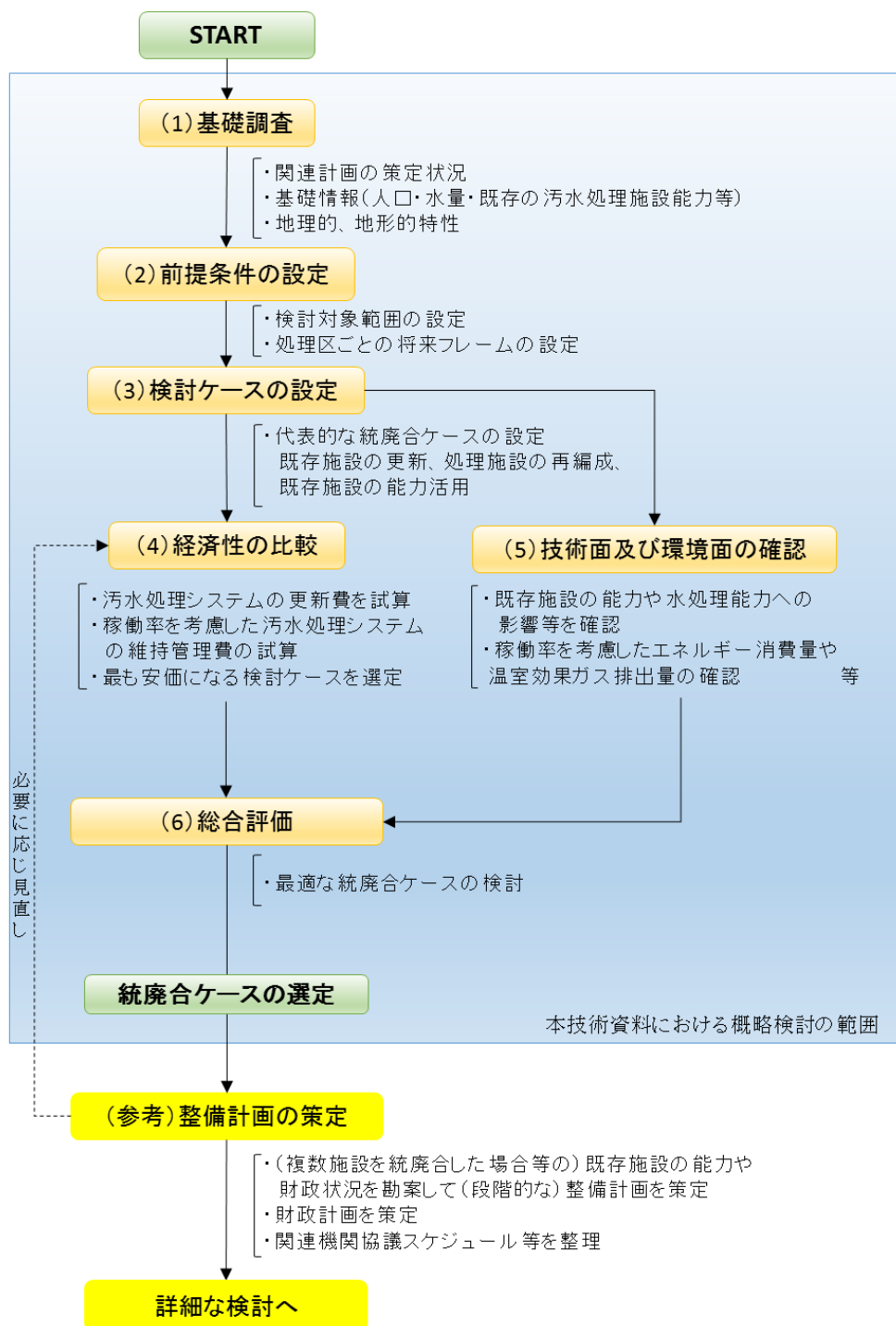


図 4-1 最適な污水处理システムの選定フロー

(1) 基礎調査

基礎調査では、「都道府県構想マニュアル」に準拠して、都道府県構想や下水道全体計画、下水道事業計画、生活排水処理基本計画等の関連計画を収集する。収集した計画を基に将来フレームの検討に用いる基礎資料を整理するとともに、污水处理システムの位置関係や地理的・地形的条件について整理し、検討ケースの設定等の基礎資料とする。

(2) 前提条件の設定

検討対象範囲（対象事業等）を設定するとともに、検討の目標年次を設定して、基礎調査で収集した資料等を基に将来フレームの検討を行う。

(3) 検討ケース(代表的な統廃合ケース)の設定

地理的・地形的条件等を踏まえて、採用しうる（可能性のある）污水处理システムの統廃合ケースを設定する。本技術資料では、①既存施設の更新、②既存施設の再編成、③既存施設的能力活用を代表的な統廃合ケースとしている。

(4) 経済性の比較

設定した統廃合ケースそれぞれについて、污水处理施設の建設費（更新費）及び稼働率を考慮した維持管理費を算定する。

(5) 技術面及び環境面の確認

設定した統廃合ケースそれぞれについて、既存施設的能力等の技術的な視点での実現可能性の確認、また、エネルギー消費量や温室効果ガスの排出量（GHG）の算定等により、環境面の視点での評価を行う。

(6) 総合評価

経済性、技術面及び環境面を総合的に勘案し、最適な統廃合ケースを選定する。

(7) 【参考】整備計画の策定

各自治体は、選定した統廃合ケースに基づき財政状況等を勘案した段階的整備計画を策定する。この際、財政計画や関連機関協議スケジュール等も勘案して検討する必要があることに留意する。

4.2. 基礎調査

基礎調査については、基本的には「都道府県構想マニュアル」に準拠して、必要に応じて以下の項目を把握するための調査を行う。なお、本項で示す調査内容は基本的には「都道府県構想マニュアル」に準拠する。

- (1) 関連計画の策定状況
- (2) 污水处理施設の整備の現状
- (3) 人口、家屋数の現状と見通し
- (4) 水環境の現状等
- (5) 土地利用の現状と見通し
- (6) 地理的、地形的特性
- (7) 現状の維持管理費等
- (8) 污水处理施設の整備年次と更新時期

(1) 関連計画の策定状況

「都道府県構想マニュアル」に準拠する。

※関連計画の例

- ・ 流域別下水道整備総合計画
- ・ 下水道全体計画
- ・ 下水道事業計画（下水道法に基づく事業計画）
- ・ 農業集落排水整備計画
- ・ 生活排水処理基本計画
- ・ 生活排水対策実施計画
- ・ 污水处理施設の改築・更新や長寿命化に関する計画
- ・ 都道府県構想
- ・ 都市計画（都市計画決定及び事業認可）

(2) 污水处理施設の整備の現状

「都道府県構想マニュアル」に準拠し、現状の整備状況を整理する。下水道、農業集落排水およびし尿処理それぞれについて、どの区域がどの污水处理事業により整備されているか確認し、管きょ、ポンプ施設、污水处理施設について、台帳等（管路台帳や設備台帳等）により現在の能力を整理する。污水处理施設については、現在の流入実績、収集量実績を整理し、当該施設の稼働率を確認する。

(3) 人口、家屋数の現状と見通し

「都道府県構想マニュアル」に準拠し、人口、家屋数の現状と見通しを確

認する。

(4) 水環境の現状等

「都道府県構想マニュアル」に準拠し、公共用水域の水質等、水環境の現況及び水利用の現況等を確認する。

(5) 土地利用の現状と見通し

「都道府県構想マニュアル」に準拠し、土地利用の現状と見通しを確認する。

(6) 地理的、地形的特性

「都道府県構想マニュアル」に準拠し、地理的、地形的特性を確認する。

汚水処理施設間の距離や河川・山地等の位置・大きさ等は、汚水処理施設の統廃合の検討に影響を及ぼすため重要な基礎情報である。特に、大規模河川や道路を横断する場合は、接続費用に大きく影響することから、事前に河川管理者または道路管理者等に横断の条件（非開削工法の採用や地盤改良の実施等）を確認しておく必要がある。

【参考】地理的・地形的特性とその影響例

- 処理施設間の距離 ⇒ 接続管路の延長に影響
- 山地や森林等 ⇒ 接続管路のルート選定に影響
- 地形（高低差） ⇒ 中継ポンプの必要性や揚程に影響
- 河川や道路 ⇒ 横断工の工事費に影響

『平成 28 年 8 月 農業集落排水施設再編計画作成の手引き（案） 農林水産省』より引用

(7) 現状の維持管理費等

各汚水処理施設について、現在の年間維持管理費及び維持管理費原単位（年間維持管理費 [円/年] / 年間処理水量 [m^3 /年]）、年間消費電力量 [kwh/年] 及び消費電力量原単位 [kwh/ m^3]、また、年間電力費 [円/年] についてもあわせて整理する。

(8) 汚水処理施設の整備年次と更新時期

各汚水処理施設の整備年次とそれぞれの耐用年数を踏まえた更新予定時期（土木躯体や主要な設備（送風機・返送汚泥ポンプ・濃縮機・脱水機等））を整理する。

4.3. 前提条件の設定

前提条件は、以下の項目について設定する。

(1) 検討対象範囲の設定

汚水処理施設の効率化検討を行うにあたり、検討対象範囲を設定する。検討対象範囲は、処理区や行政界等の単位で適宜設定する。

流域関連公共下水道等の効率化検討を行う場合には事前に流域下水道の管理者等と協議する。また、し尿処理施設に代表されるように、組合等で複数の市町村を管理する施設については、必要に応じて関連する市町村や周辺住民等との調整を行ったうえで、検討対象範囲を設定する。

(2) 処理区ごとの将来フレームの設定

① 将来フレームの想定年次

「都道府県構想マニュアル」に準拠し 20 年から 30 年とする。

なお、本技術資料で提示する検討シナリオ例においては 25 年と設定した。

② 将来人口

将来フレーム想定年次における人口は、汚水処理施設の効率化検討を行う上で重要な要素となるため、人口減少等の社会変化を適切に反映した将来値を設定する必要がある。

将来人口の推計は都市計画等についても極力反映させたものとして、土地利用計画や人口推移等により、区域ごと（汚水処理形態別）の想定ができる場合にはその想定値を設定する。なお、想定が困難な場合には、現況の人口割合で配分を行う。（「都道府県構想マニュアル」 p15～17, 36, 37 参照）

③ 将来の処理水量および汚泥処理量

既存処理施設の能力を活用できるかどうか確認するため、あるいは、処理施設の建設費・維持管理費を算出するため（費用関数に将来の計画汚水処理量または汚泥量を代入して算定する）に、処理区ごとに将来にわたる処理水量および汚泥処理量を把握する必要がある。

将来の処理水量および汚泥処理量はそれぞれ下式により算定する。

処理水量＝将来人口に汚水量原単位をかけて算出する。

・処理水量[m³/日]＝将来人口[人]×汚水量原単位[L/人・日]

・汚泥処理量[m³/日]＝処理水量[m³/日]×流入 SS 濃度[mg/ℓ]×1/10⁻⁶
×水処理施設での総合 SS 除去率[%]
×除去 SS 当たりの汚泥発生率[%]
÷(汚泥濃度[%]×湿潤状態汚泥比重量[t/m³])

汚水量原単位は、「生活汚水量」と「営業汚水量」を1人1日あたりの換算値としてまとめることが多く、一般的には地下水量（経験的にはフレーム値×生活および営業汚水量原単位の和を用いて求めた日最大計画汚水量の10～20%）を見込んで算定され、すでに全体計画等で定められている。また、計画汚泥収集量原単位については、し尿および浄化槽の収集量の実績に基づいて設定する。

また、この際にあわせて、処理施設への流入水質（BOD や SS 等）も整理しておくことが望ましい。

4.4. 検討ケース(代表的な統廃合ケース)の設定

最適な污水处理システムを構築するために、代表的な統廃合ケースとして、(1) 既存施設の更新、(2) 処理施設の再編成、(3) 既存施設の能力活用の3つのケースを設置する。地域の実情等を勘案していずれのケースも実現が困難である場合は、別途検討を行うものとする。

以下、これらの定義を示す。

(1) 既存施設の更新

既存施設の更新は、污水处理施設を個々で存続する際に、現状および将来の流入水量等の見通しより、必要となる処理能力を確認し、適切な施設能力で更新し、効率化を図っていくケースとなる。

(すべての污水处理施設が対象)

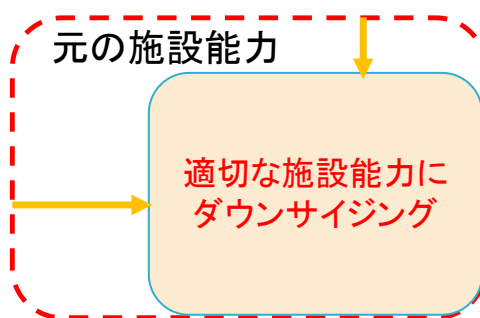
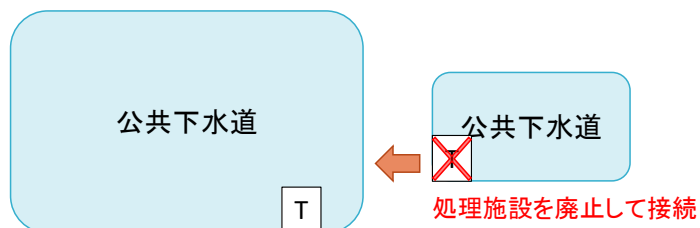


図 4-2 既存施設の更新イメージ

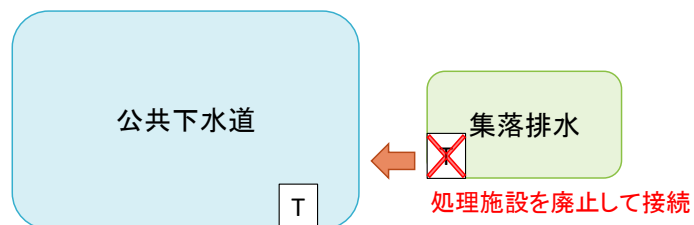
(2) 処理施設の再編成

処理施設の再編成は、処理区同士や核となる処理区と農業集落排水施設等の統合を行うことで一方の処理施設を廃止し、維持管理等の効率化を図っていく完全統合ケースである。

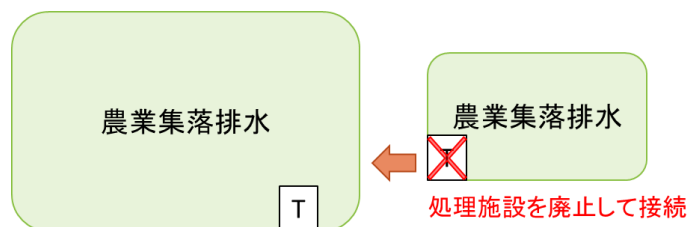
(下水処理施設と下水処理施設の場合)



(下水処理施設と農業集落排水施設の場合)



(農業集落排水施設と農業集落排水施設の場合)



(下水処理施設とし尿処理施設の場合)

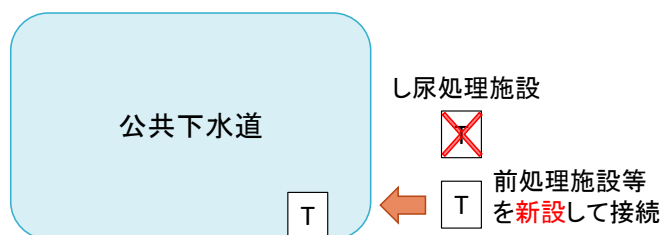
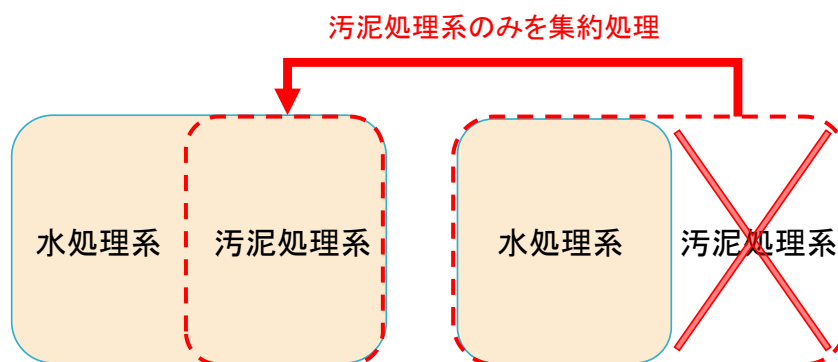


図 4-3 処理施設の再編成イメージ

(3) 既存施設の能力活用

既存施設の能力活用は、汚泥処理機能のみを統合するケースである。汚泥は汚水に比べてはるかに少量であるため集約しやすくスケールメリットも出やすい。

(下水処理施設と下水処理施設の場合)



(下水処理施設とし尿処理施設の場合)

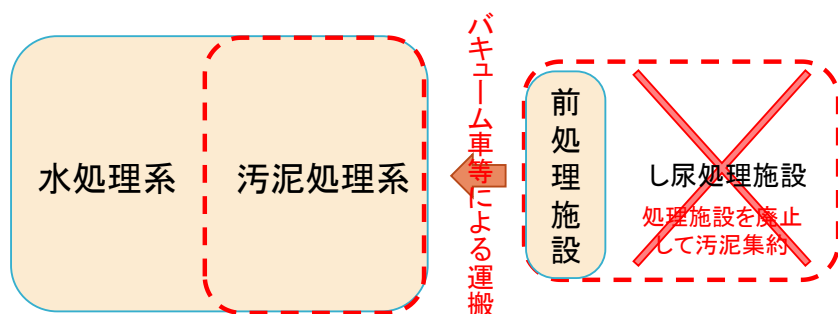


図 4-4 既存施設の能力活用イメージ

図 4-5 に検討ケースの設定イメージを示す。

なお、農業集落排水施設については、通常、汚泥を他の処理区へ集約することはないため、『既存施設の能力活用』の検討対象外とした。

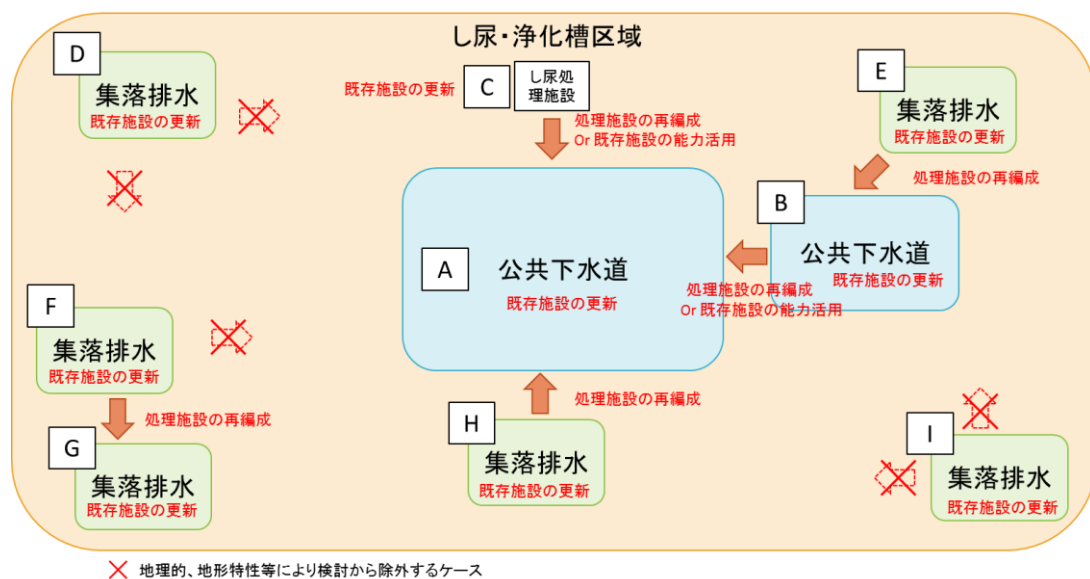
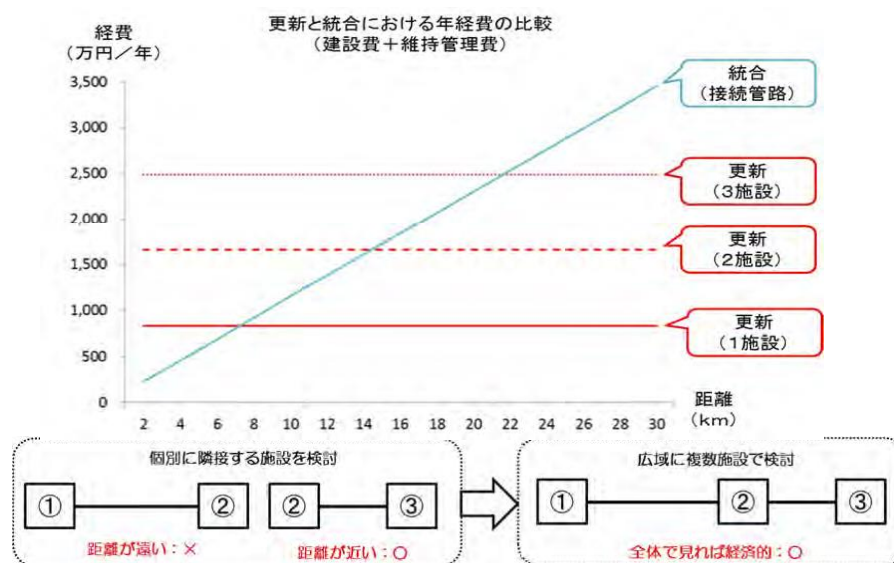


図 4-5 検討ケースの設定イメージ図

【参考】統合における傾向

図4-6のように、統合にかかる経費は汚水処理施設間の距離に大きく依存する。汚水処理施設が増えるほどスケールメリットが働くため、対象となる施設が増えるに従い統合の方が経済的に有利になっていく傾向がある。一方、地方の小規模自治体等に見られる処理施設が点在しており遠距離である状況では接続にかかる費用が高くなる。本技術資料では1施設同士（計2箇所）の検討例のみ掲載しているが、3箇所以上の施設を検討する際も本技術資料の検討手法を活用することができる。



『平成 28 年 8 月 農業集落排水施設再編計画作成の手引き (案) 農林水産省』より引用

4.5. 経済性の比較

経済性の比較に当たっては、(1) 既存施設の更新、(2) 処理施設の再編成、(3) 既存施設の能力活用それぞれのケースについて、25 年間の総費用（建設費、維持管理費）を算出する。

本手法においては、基準となる費用については、実績値を用いることを基本とするが、更新後の費用算出や現状の費用についてデータが不足する場合等には表 4-1 に示す費用関数を使用する。

また、将来の維持管理費については、流入水量の変化に伴う稼働率変化を考慮して維持管理費原単位を補正する（後述のとおり維持管理係数を用いる）。

なお、流域関連公共下水道において処理施設の当該処理区のコストを簡易的に算出する方法としては、下水処理場の処理水量における対象処理区の水量割合に基づき費用を按分する方法が考えられる。

以下、各ケースにおける費用算出方法を記載する。

表 4-1 本検討で使用する費用関数一覧

区分	施設		Xの値	Xの単位	適用範囲	関数式	備考	
更新費 建設費 [千円]	下水処理施設	標準法	●処理場全体建設費※1	処理能力	m3/日	10,000～50,000m3/日	$y = 1,550,000 (x/1,000)^{0.58} \times (103.3/101.5)$	(焼却なし・参考)
			処理場全体機械設備更新費	処理能力	m3/日	1,000～10,000m3/日	$y = 72,734x^{0.26}$	
			水処理系機械設備	処理能力	m3/日	1,000～10,000m3/日	$y = 978x^{0.59}$	
		O D法	●処理場全体建設費※1	処理能力	m3/日	～299m3/日	$y = 14,690x^{0.49}$	
			●処理場全体建設費※1	処理能力	m3/日	300～1,300m3/日	$y = 505,000 (x/1,000)^{0.64}$	
			●処理場全体建設費※1	処理能力	m3/日	1,400～10,000m3/日	$y = 1,380,000 (x/1,000)^{0.42} \times (103.3/101.5)$	
			水処理系機械設備	処理能力	m3/日	1,000～10,000m3/日	$y = 1,580x^{0.66}$	
		共通	汚泥処理系※2	処理能力	m3/日	15～170m3/日	$y = 112,140x^{0.26}$	
			脱臭設備（活性炭）	処理能力	m3/日	1,000～10,000m3/日	$y = 125,019x^{0.04}$	
		農業集落排水施設		●処理場全体建設費	計画人口	人	-	$y = 2271.2x^{0.6663}$
	し尿処理施設	施設全体※6	標準脱窒素処理	処理能力	kL/日	20～100kL/日	$y = 237,636x^{0.4571}$	
			高負荷脱窒素処理	処理能力	kL/日	20～100kL/日	$y = 796,386x^{0.1031}$	
			高負荷膜分離	処理能力	kL/日	20～100kL/日	$y = 766,089x^{0.0971}$	
			浄化槽汚泥の比率高い脱窒素	処理能力	kL/日	20～100kL/日	$y = 226,590x^{0.4569}$	
		前処理施設※3 （機械設備更新）	標準脱窒素処理、高負荷膜分離	処理能力	kL/日	20～100kL/日	$y = 57,548x^{0.5274}$	
			高負荷脱窒素処理	処理能力	kL/日	20～100kL/日	$y = 55,786x^{0.5207}$	
		新設※4	浄化槽汚泥の比率高い脱窒素	処理能力	kL/日	20～100kL/日	$y = 121,642x^{0.4949}$	
			前処理+20倍希釈	処理能力	kL/日	20～100kL/日	$y = 234,173x^{0.4582}$	
	管路施設	新設	●MP建設費	基数	基	-	$y = 9,200x$	機械電気設備のみ、ポンプ設備は2台
			●自然流下管建設費（下水道）	延長	m	-	$y = 63x$	
			●圧送管建設費（下水道）	延長	m	-	$y = 45x$	
			●管きょ建設費（集落排水）	延長	m	-	$y = 56x$	
	維持 管理費 [千円/ 年]	下水処理施設	標準法	処理場全体	処理能力	m3/日	1,000～10,000m3/日	$y = 2,468x^{0.382}$
●処理場全体				10,000m3/日以上			$y = 18,800 (x/1000)^{0.69} \times (103.3/101.5)$	
O D法			●処理場全体	処理能力	m3/日	300～1,300m3/日	$y = 19,000 (x/1000)^{0.78}$	
						1,400～10,000m3/日	$y = 28,600 (x/1000)^{0.58} \times (103.3/101.5)$	
農業集落排水施設		●処理場全体	計画人口	人	-	$y = 37,811x^{0.6835}$		
し尿処理施設		施設全体	処理場全体	処理能力	kL/日	20～100kL/日	$y = 17,845x^{0.57}$	
		前処理施設	処理場全体	処理能力	kL/日	20～100kL/日	$y = 6,716x^{0.2692}$	
管路施設		●MP	基数	m	-	$y = 220x$		
		●管きょ（下水道）	延長	m	-	$y = 60x/1000$		
		●管きょ（農集）	延長	m	-	$y = 31x/1000$		

※1 土木、建築、機械、電気を含む

※2 汚泥濃縮への投入汚泥量は、TS1%を想定して設定

※3 し尿前処理施設の改造は、受入施設（トラックスケール、し渣除去装置等）、前処理施設（破砕機、ドラムスクリーン等）、貯留施設（攪拌機、攪拌ブロウ等）に加えて、脱臭設備を見込む

※4 し尿前処理の新設費は建築、土木、機械、電気等すべての建設費を見込む

※5 「都道府県構想マニュアル」以外の費用関数は平成26年度単価で試算

※6 機械、電気を含む（土木、建築は含まない）

●の記載は「都道府県構想マニュアル」に記載されている費用関数、その他の費用関数はメーカーヒアリング（更新費の費用関数、関数ごとに1者から5者）及び事業者へのアンケート（下水処理施設111箇所、し尿処理施設72箇所）に基づき作成

4.5.1 既存施設の更新

既存施設の更新に係る事業費は、表 4-2 に示すとおり、①処理施設の維持管理費、②処理施設の更新費、③その他の事業費を計上することを基本とする。

表 4-2 既存施設の更新の事業費の内訳

事業費の区分		備考
既存施設の更新ケースの事業費		
	処理施設の更新費	費用関数等
	処理施設の維持管理費	維持管理係数の比により補正
	その他の事業費	

(1) 処理施設の更新費

本技術資料では、既存の土木躯体を活用することを念頭に置いているため、土木・建築の改築更新は考慮せずに、機電設備のみ計上することとしている。費用算出に当たっては、本来は、実績値や詳細な設計による試算を実施し、機械設備ごとに更新費等を積み上げ計上することが望ましいが、時間的や財源、人力的に限られた中では困難な場合も想定される。したがって、本技術資料では、表 4-1 に示した費用関数を用いて事業費を試算することとする。

このうち、下水処理施設については、「流域別下水道整備総合計画調査指針と解説平成 27 年 1 月」※（以下「流総指針」という。）に記載されている建設費の割合より各工種の更新費の試算が可能である。工種別の構成比については、表 4-3 に示す。※工種別の構成比は、平成 27 年 10 月に公表された流総指針参考資料編に記載されている。

また、農業集落排水施設の更新費については「都道府県構想マニュアル」に準拠し、土木・建築：機械・電気の比率を 1：1 として試算する。

（下水処理施設における設備更新費の算出例）

処理場全体の機械設備更新費 [千円]

$$= \text{処理場全体の更新費 [千円]} \times \text{機械工種別構成比 [\%]}$$

※標準法の処理能力 10,000m³/日以下の場合は表 4-1 の費用関数を使用可能

処理場全体の電気設備更新費 [千円]

$$= \text{処理場全体の更新費 [千円]} \times \text{電気工種別構成比 [\%]}$$

水処理系・汚泥処理系・脱臭設備の電気設備更新費 [千円]

$$= \text{水処理系・汚泥処理系・脱臭設備の機械設備更新費 [千円]}$$

$$\times (\text{電気工種別構成比 [\%]} / \text{機械工種別構成比 [\%]})$$

表 4-3 工種別構成比(出典:「流総指針」より)

項目	日最大処理水量	工種別構成比(%)			
	(千m ³ /日)	土木	建築	機械	電気
標準法 (焼却なし)	Q ₁ = 10	25.8	17.0	33.4	23.8
	Q ₁ = 50	36.9	12.2	33.1	17.8
	Q ₁ = 100	43.3	8.5	31.7	16.5
	Q ₁ = 500	50.4	5.8	29.8	14.0
	平均	39.1	10.9	32.0	18.0
OD法	Q ₁ = 1.4	14.4	17.0	37.5	31.1
	Q ₁ = 5	16.7	16.3	40.6	26.4
	Q ₁ = 10	18.8	18.2	41.9	21.1
	平均	16.6	17.2	40.0	26.2

※本技術資料で対象としている小規模処理施設（処理能力 10,000m³/日以下）の場合、標準法では Q₁=10 の行、OD 法では平均の行の割合を使用する。

(計算例)

以下に下水処理施設（OD 法）の更新費用算定例を示す。設定条件は表 4-4 に示すとおりである。

表 4-4 計算例の設定条件(OD法)

項目	設定値
更新後の処理能力	5,000 m ³ /日
処理場全体更新費の費用関数	$y = 1,380,000 (x/1,000)^{0.42} \times (103.3/101.5)$

処理場全体の更新費 [千円]

$$\begin{aligned} &= 1,380,000 \times (5,000/1,000)^{0.42} \times (103.3/101.5) \\ &= 2,761,091 \text{ [千円]} \end{aligned}$$

処理場全体の機械設備更新費 [千円]

$$\begin{aligned} &= \text{処理場全体の更新費 [千円]} \times (40.0/100) \text{ 機械設備の割合} \\ &= 2,761,091 \text{ [千円]} \times 40/100 \\ &= 1,104,436 \text{ 千円} \end{aligned}$$

処理場全体の電気設備更新費 [千円]

$$\begin{aligned} &= \text{処理場全体の更新費 [千円]} \times (26.2/100) \text{ 電気設備の割合} \\ &= 2,761,091 \text{ [千円]} \times 26.2/100 \\ &= 723,406 \text{ [千円]} \end{aligned}$$

(2) 処理施設の維持管理費

処理施設においては、稼働率が下がれば運転効率も下がる（維持管理費原単位が増える）ことが想定される。そのため、将来の維持管理費算出に当たっては、以下のとおり、検討対象施設の処理能力と処理水量（流入水量予測）から算出される稼働率に基づき、維持管理費原単位を、国総研の調査に基づき算定した維持管理係数を補正して用いて算出する。

ステップ 1. ①現状の維持管理費原単位[円/m³]



=現状の維持管理費の総額 [円/年] / 現状の年間処理水量 [m³/年]

ステップ 2. ②維持管理係数の比[-] = 将来の維持管理係数 / 現状の維持管理係数



ステップ 3. ③将来の維持管理費原単位[円/m³]

=①現状の維持管理費原単位[円/m³] × ②維持管理係数の比[-]



ステップ 4. 将来の維持管理費 [円/年]

=③将来の維持管理費原単位[円/m³] × 将来の処理水量 [m³/年]

《定義》

○稼働率[%] = 日平均処理水量[m³/日] / 処理能力 [m³/日] × 100

※ただし、農業集落排水施設については処理能力を日平均処理水量[m³/日]とする。

○維持管理係数[-] = ある稼働率での維持管理費原単位[円/m³]

/ 稼働率最大時の維持管理費原単位[円/m³]

下式より当該稼働率の維持管理係数($km(x)$)を算定する(図 4-7~4-10 参照)。

・下水処理施設(OD 法) $km(x) = 65.846x^{-0.986}$

・下水処理施設(標準法) $km(x) = 63.406x^{-0.977}$

・農業集落排水施設 $km(x) = 66.057x^{-0.910}$

・し尿処理施設 $km(x) = 62.107x^{-0.925}$

※ $km(x)$: 維持管理係数[-], x : 稼働率[%]

なお、維持管理係数の適用範囲は 2 適用範囲に記載する処理施設である。

○維持管理費原単位[円/m³] = 年間維持管理費[円/年] / 年間処理水量[m³/年]

なお、更新後の維持管理費（更新により現状の維持管理費原単位と異なることが想定される）については、表 4-1 に示した費用関数を用いて更新後の維持管理費原単位を算出した上で、上記のステップにより算出する。

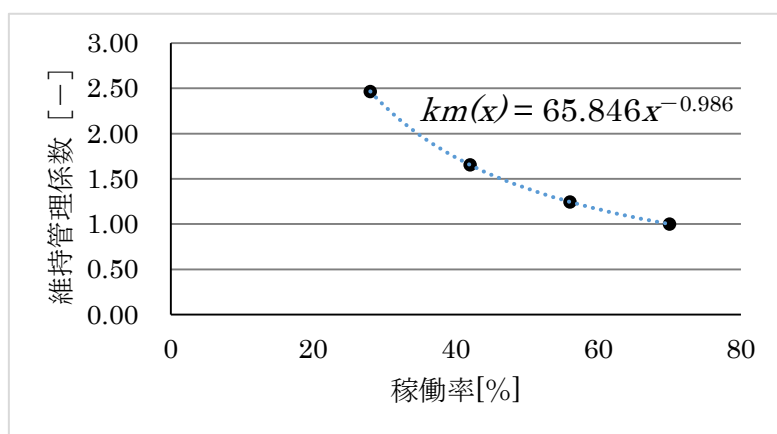


図 4-7 稼働率と維持管理係数の関係(下水処理施設:OD 法)

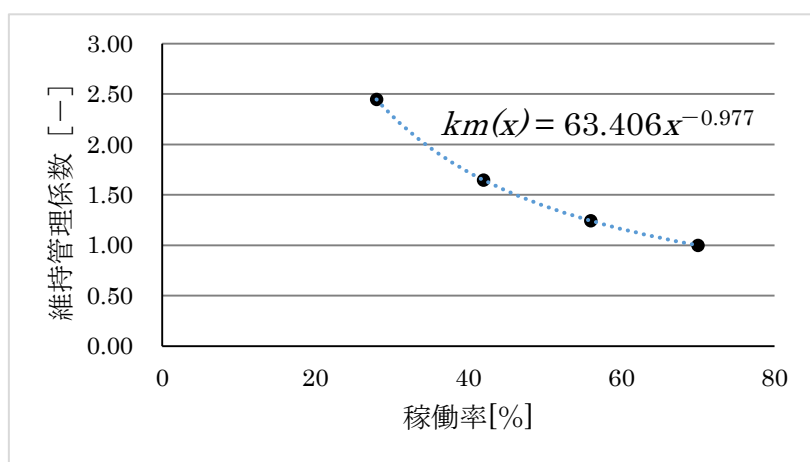


図 4-8 稼働率と維持管理係数の関係(下水処理施設:標準法)

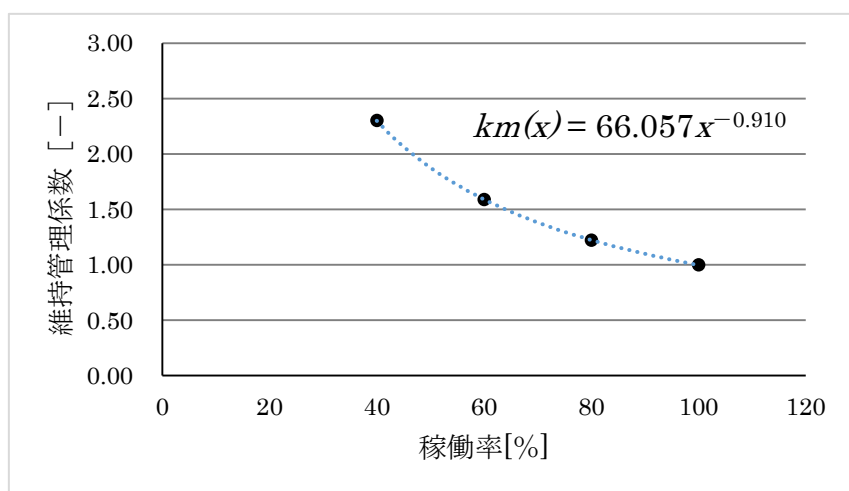


図 4-9 稼働率と維持管理係数の関係(農業集落排水施設)

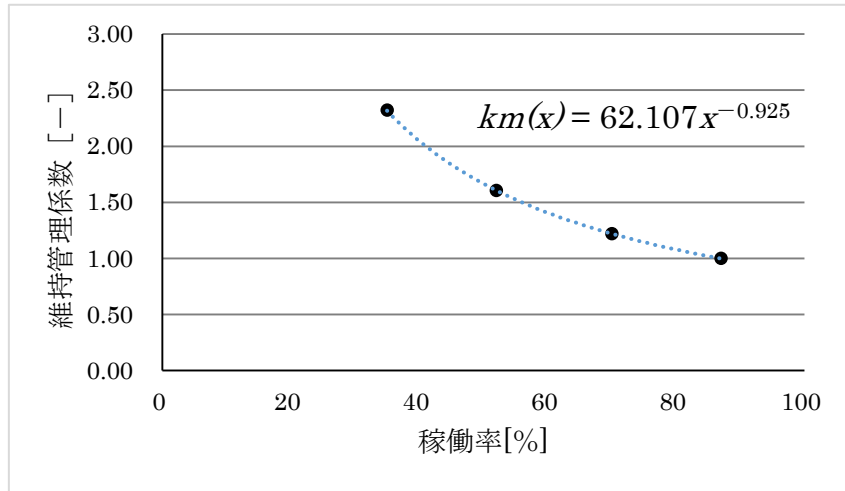


図 4-10 稼働率と維持管理係数の関係(し尿処理施設)

(計算例)

以下に下水処理施設（OD 法）の維持管理費算定例を示す。設定条件は表 4-5 に示すとおりである。

表 4-5 計算例の設定条件(OD 法)

項目	設定値
処理方式	OD法
現状の維持管理費の総額	65,000 千円/年
現状の処理能力	5,000 m ³ /日
検討年次(将来)の処理能力	5,000 m ³ /日
現状の処理水量(日平均)	3,000 m ³ /日
現状の年間処理水量	1,095 千m ³
将来の処理水量(日平均)	2,790 m ³ /日
将来の年間処理水量	1,018 千m ³
現状の稼働率(日平均)	60.0%
将来の稼働率(日平均)	55.8%

現状の維持管理費原単位[円/m³]

$$\begin{aligned}
 &= \text{維持管理費の総額}[\text{円/年}] / \text{年間処理水量}[\text{m}^3/\text{年}] \\
 &= 65,000,000[\text{円/年}] / 1,095,000[\text{m}^3/\text{年}] \\
 &= 59.4[\text{円}/\text{m}^3]
 \end{aligned}$$

維持管理係数の比[－]＝将来の維持管理係数／現状の維持管理係数

維持管理係数 $km(x) = 65.846 (x \cdot \text{稼働率})^{-0.986}$ を用いて現状および将来の維持管理係数をそれぞれ算定し、

$$\begin{aligned}
 &= 1.25 / 1.16 \\
 &\div 1.08
 \end{aligned}$$

将来の維持管理費原単位[円/m³]

$$\begin{aligned}
 &= \text{現状の維持管理費原単位}[\text{円}/\text{m}^3] \times \text{維持管理係数の比} \\
 &= 59.4[\text{円}/\text{m}^3] \times 1.08 \\
 &\div 64.2[\text{円}/\text{m}^3]
 \end{aligned}$$

将来の維持管理費[円/年]

$$\begin{aligned}
 &= \text{将来の維持管理費原単位}[\text{円}/\text{m}^3] \times \text{将来の水量}[\text{m}^3/\text{年}] \\
 &= 64.2[\text{円}/\text{m}^3] \times 1,018,350[\text{m}^3/\text{年}] \\
 &= 65,378,070[\text{円/年}]
 \end{aligned}$$

※[参考]稼働率補正を行わない(現状の原単位を用いて計算する場合)

$$59.4 \times 1,018,350 = 60,469,200[\text{円/年}] \cdots \text{稼働率を見込む場合の結果と大きく異なる}$$

(3) その他の事業費

その他の事業費については、起債に係る利子等の償還費の減価償却費や国庫返納等を必要に応じて計上する。

4.5.2 処理施設の再編成

処理施設の再編成に係る事業費は、表 4-6 に示すとおり、①核となる処理施設の事業費、②施設の廃止ならびに接続に係る事業費、③その他の事業費を計上することを基本とする。

表 4-6 処理施設の再編成の事業費の内訳

事業費の区分		備考
処理施設の再編成ケースの事業費		
核となる処理施設の事業費	核となる処理施設の事業費	核となる処理施設の事業費
	処理施設の更新費	費用関数等
	処理施設の維持管理費	維持管理係数の比により補正
	施設の廃止ならびに接続に係る事業費	廃止処理施設の事業費
	処理施設の撤去費※	必要に応じて設定する
	マンホールポンプ建設費	費用関数等
	マンホールポンプ維持管理費	〃
	管きょ建設費	〃
	管きょ維持管理費	〃
その他の事業費		

※各汚水処理施設の有効活用等も考慮した上で、必要に応じて計上する

(1) 核となる処理施設の事業費

核となる処理施設の事業費は、「処理施設の更新費」と「処理施設の維持管理費」を計上する。

① 処理施設の更新費

処理施設の更新費については、本来、増設が必要となる施設等を詳細に検討したうえで、事業費を試算することが望ましいが、本技術資料では、「4.5.1 (1)既存施設の更新」ケースのコスト算出と同様に、表 4-1 で示した費用関数を活用して算出することとする。なお、し尿処理施設との統合の場合は、必要能力に希釈水量を見込んで必要能力を算出する必要がある（p32 参照）。

② 処理施設の維持管理費

処理施設の維持管理費については、将来の稼働率変化を考慮して、「4.5.1

(1) 既存施設の更新」ケースのコスト算出に示した方法で算出する。

(2) 施設の廃止ならびに接続に係る事業費

施設の廃止ならびに接続に係る事業費は、「処理施設の撤去費」、「マンホールポンプ建設費」、「マンホールポンプ維持管理費」、「管きょ建設費」及び「管きょ維持管理費」が対象となる。

接続のための「管きょ」については、「4.2 基礎調査」における既存管きょの整備状況や地形特性等の確認に基づき、必要となる管きょ延長を簡易的に算定する方法が考えられる。

また、「マンホールポンプ」についても、核となる処理区と廃止する処理区双方の管路台帳から接続管の高さを確認すること等により、簡易的に必要箇所を確認することが可能である。

これら費用については、過去の実績値を用いる方法も考えられるが、実績値の把握が困難な場合には、「都道府県構想マニュアル」に準拠し、表 4-1 に示す費用関数を用いて算出することが可能である。

また、し尿処理施設との再編成においてし尿の希釈が必要となる場合は、水道料金等の希釈に要する費用を計上する必要がある。

なお、「処理施設の撤去費」については、各污水处理施設の有効活用等も考慮した上で、必要に応じて計上する。

(3) その他の事業費

その他の事業費については、起債に係る利子等の償還費や法定耐用年数未満で施設を廃止する場合等の減価償却費や国庫返納等を必要に応じて計上する。

※し尿処理施設との統合時の留意点
(希釈倍率を踏まえた投入水量の計算)

し尿および浄化槽汚泥は下水と比較すると BOD や COD、SS、T-N、T-P 等の汚濁濃度が高い傾向にある。処理施設の再編成において、し尿および浄化槽汚泥を水処理系に投入する場合（図 4-11）には、現状の流入下水等と同程度の水質になるよう前処理や希釈を行うことが多く、汚泥濃度を確認したうえで、投入する水量を試算する必要がある。また、希釈を水道水を用いて行う場合は、これに係る費用を維持管理費として計上する必要がある。

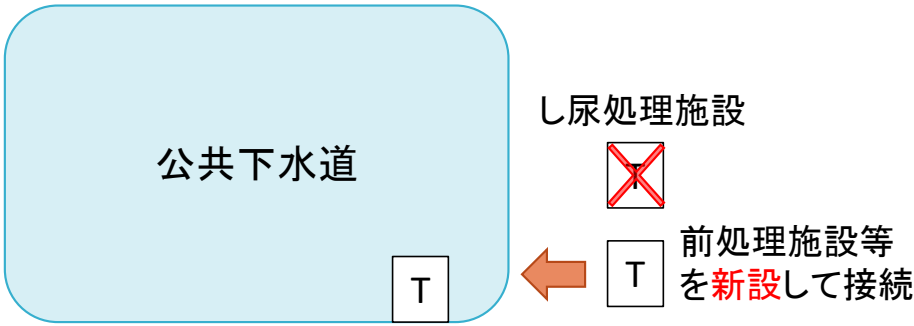


図 4-11 処理施設の再編成(下水道施設とし尿処理施設)(再掲)

表 4-7 に計算例を示す。本例では排除基準（BOD210 mg/L、SS180mg/L）に希釈する場合の必要水量を計算している。ここでは、SS を満足するために、必要となる希釈倍率は 47.3 倍、希釈後の投入水量は 946m³/日、また、希釈のために必要な水量は 926 m³/日となる。

表 4-7 下水道投入水量の計算例

①し尿等の量		20 kL/日			
項目	②求められる水質	③し尿等の濃度	④必要希釈倍率 ③÷②	⑤水処理施設 への投入水量 ①×④	⑥希釈のために必要 な水量(参考) ⑤-①
(単位)	(mg/L)	(mg/L)	(倍)	m ³ /日	m ³ /日
BOD	210	5,000	23.9	478	458
SS	180	8,500	47.3	946	926

4.5.3 既存施設の能力活用

既存施設の能力活用に係る事業費は、表 4-8 に示すとおり、①核となる処理施設の事業費、②施設の廃止ならびに接続に係る事業費、③その他の事業費を計上することを基本とする。

表 4-8 既存施設の能力活用の事業費の内訳

事業費の区分		備考
処理施設の能力活用ケースの事業費		
核となる処理施設の事業費	処理施設の更新費	費用関数等
	処理施設の維持管理費	維持管理係数の比により補正
施設の廃止ならびに接続等に係る事業費		
	処理施設の撤去費※	処理施設の再編と同様
	改造費及び存続施設の更新費	費用関数等
	存続施設の維持管理費	費用関数等
	管きょ建設費	管きょ輸送の場合(費用関数等)
	管きょ維持管理費	管きょ輸送の場合(費用関数等)
	その他の維持管理費	管きょ輸送を行わない場合
その他の事業費		

※各污水处理施設の有効活用等も考慮した上で、必要に応じて計上する

(1) 核となる処理施設の事業費

核となる処理施設の事業費は、「処理施設の更新費」と「処理施設の維持管理費」を計上することを基本とする。

① 処理施設の更新費

処理施設の更新費については、「4.5.1 (1)既存施設の更新」ケースと同様に、表 4-1 で示した費用関数を活用して算出することとする。

このとき、核となる処理施設(A 下水処理場)は、「水処理施設及び脱臭施設」の更新費と、集約する汚泥量を踏まえた「汚泥処理施設」の更新費に分けて算出し、存続施設(B 下水処理場)は、「水処理施設及び脱臭施設」の更新費のみを算出する。ただし、表 4-1 に示す費用関数は汚泥濃縮施設における汚泥濃度が 1%を前提としているため、当該関数の変数として設定する汚泥量については必要に応じて 1%相当量を補正する必要がある。

② 処理施設の維持管理費

一般的に、汚泥処理施設は処理量が減少した場合でも運転時間を調整することが可能である等、稼働率の影響は小さいと考えられるため、本技術資料においても汚泥集約による稼働率変化は考慮しない。したがって、処理施設の維持管理費については、以下のとおり、現状の維持管理費原単位と将来の稼働率変化を考慮して「4.5.1 (1)既存施設の更新」ケースのコスト算出に示した方法で算出する a)将来の処理施設全体の維持管理費に、b)汚泥処理集約に伴い汚泥処理系で増加する維持管理費を加えて算出する。

ステップ 1. ①現状の維持管理費原単位 [円/㎡]

＝維持管理費の総額 [円/年] ÷ 年間処理水量 [㎡/年]

ステップ 2. ②維持管理係数の比 [－]＝将来の維持管理係数／現状の維持管理係数

下記式(再掲)より当稼働率の維持管理係数 ($km(x)$) を算出する。

・下水処理施設 (OD 法) $km(x) = 65.846x^{-0.986}$

・下水処理施設 (標準法) $km(x) = 63.406x^{-0.977}$

・農業集落排水施設 $km(x) = 66.057x^{-0.910}$

・し尿処理施設 $km(x) = 62.107x^{-0.925}$

※ $km(x)$: 維持管理係数 [－], x : 稼働率 [%]

ステップ 3. ③将来の維持管理費原単位 [円/㎡]

＝①現状の維持管理費原単位 [円/㎡] × ②維持管理係数の比 [－]

ステップ 4. a) 将来の処理施設全体の維持管理費 [円/年]

＝③将来の維持管理費原単位 [円/㎡] × 将来の処理水量 [㎡/年]

ステップ 5. ④汚泥処理系にかかわる維持管理費 [円/年]

＝処理施設全体維持管理費 [円/年] × 汚泥処理系にかかわる維持管理費割合 (51%※)

※p36 のとおり

ステップ 6. ⑤汚泥処理系にかかわる維持管理費原単位 [円/㎡]

＝④汚泥処理系にかかわる維持管理費 [円/年] ÷ 現状の汚泥処理量 [㎡/年]

(ステップ 7.) 集約する汚泥量 (補正) [㎡/年]

＝ (集約する汚泥濃度 [%] ÷ 現状の汚泥濃度 [%]) ※

× 集約する汚泥量 [㎡/年]

※集約する汚泥濃度が現状の汚泥処理施設における濃度と異なる場合に濃度補正する。

ステップ 8. b) 汚泥処理集約に伴い汚泥処理系で増加する維持管理費 [円/年]

＝⑤汚泥処理系にかかわる維持管理費原単位 [円/㎡]

× 集約する汚泥量 (補正) [㎡/年]

ステップ 9. 将来の維持管理費 [円/年]

＝a) 将来の処理施設全体の維持管理費 [円/年]

＋b) 汚泥処理集約に伴い汚泥処理系で増加する維持管理費 [円/年]

なお、更新後の維持管理費（更新により現状の維持管理費原単位と異なることが想定される）については、表 4-1 に示した費用関数を用いて更新後の維持管理費原単位を算出した上で、上記のステップにより算出する。

（参考）維持管理費の各処理系が占める割合

平成 26 年度に国総研が実施したアンケート結果である下水処理施設における標準法および OD 法の処理能力ごとの維持管理費の各処理系の内訳を図 4-12 と図 4-13 に示す。この結果、各処理系の平均値は、

- ・ 水処理系：34%
- ・ 汚泥処理系：36%
- ・ 脱臭設備：30%

となる（標準法と OD 法の平均値）。

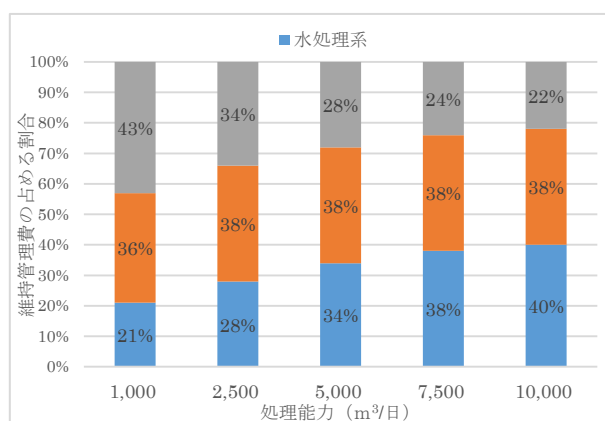


図 4-12 標準法の処理能力と維持管理費の内訳割合

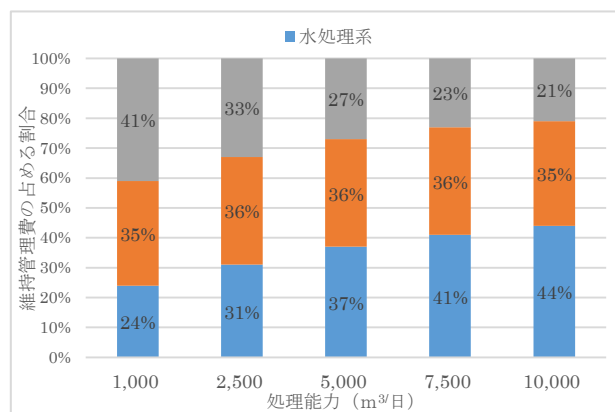


図 4-13 OD 法の処理能力と維持管理費の内訳割合

これらの割合に基づき、汚泥処理系にかかわる維持管理費の割合（核となる処理施設の更新費算出で使用）、水処理系にかかわる維持管理費の割合（存続する処理施設の更新費算出で使用）を、下記のとおり、それぞれ脱臭設備の割合も踏まえて簡易的に設定した。

[汚泥処理系にかかわる割合]

- ・ 汚泥処理系の割合 (36%) + 脱臭設備の割合 ($30 \times 36 / (34 + 36) \%$) = 51%

[水処理系にかかわる割合]

- ・ 水処理系の割合 (34%) + 脱臭設備の割合 ($30 \times 34 / (34 + 36) \%$) = 49%

(計算例)

以下に下水処理施設（OD 法）の既存施設の能力活用（下水処理施設（OD 法）とし尿処理施設）における維持管理費算定例を示す。設定条件は表 4-9 に示すとおりである。

表 4-9 計算例の設定条件(下水処理施設とし尿処理施設)

項目		設定値
下水処理施設	現状の維持管理費の総額	65,000 千円/年
	現状の処理能力	5,000 m ³ /日
	当該年次の処理能力	5,000 m ³ /日
	現状の処理水量(日平均)	3,000 m ³ /日
	現状の年間処理水量	1,095 千m ³
	現状の年間汚泥処理量	25,112 m ³ /年
	現状の汚泥濃度(濃縮槽投入)	1 %(TS)
	検討年次の処理水量(日平均)	2,790 m ³ /日
	検討年次の年間処理水量	1,018 千m ³
	現状の稼働率(日平均)	60.0%
	当該年次の稼働率(日平均)	55.8%
し尿処理施設	集約する汚泥量(し尿)	20 m ³ /日
	集約する汚泥濃度(し尿SS濃度)	0.85 %(TS)

現状の維持管理費原単位[円/m³]

$$\begin{aligned}
 &= \text{維持管理費の総額}[\text{円/年}] / \text{年間処理水量}[\text{m}^3/\text{年}] \\
 &= 65,000,000[\text{円/年}] / 1,095,000[\text{m}^3/\text{年}] \\
 &= 59.4[\text{円}/\text{m}^3]
 \end{aligned}$$

維持管理係数の比[－]＝将来の維持管理係数／現状の維持管理係数

$$\begin{aligned}
 \text{維持管理係数 } km(x) &= 65.846 (x:\text{稼働率})^{-0.986} \text{ を用いて維持管理係数を算定し、} \\
 &= 1.25 / 1.16 \\
 &\div 1.08
 \end{aligned}$$

将来の維持管理費原単位[円/m³]

$$\begin{aligned}
 &= \text{現状の維持管理費原単位}[\text{円}/\text{m}^3] \times \text{維持管理係数の比} \\
 &= 59.4[\text{円}/\text{m}^3] \times 1.08 \\
 &\div 64.2[\text{円}/\text{m}^3]
 \end{aligned}$$

a) 将来の処理施設全体の維持管理費[円/年]

$$\begin{aligned}
 &= \text{将来の維持管理費原単位}[\text{円}/\text{m}^3] \times \text{将来の処理水量}[\text{m}^3/\text{年}] \\
 &= 64.2[\text{円}/\text{m}^3] \times 1,018,350[\text{m}^3/\text{年}] \\
 &= 65,378,070[\text{円}/\text{年}]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{汚泥処理系の維持管理費[円/年]} &= \text{処理施設全体維持管理費[円/年]} \\
&\quad \times \text{汚泥処理系の維持管理費割合(51\%※)} \\
&= 65,000[\text{千円/年}] \times 1,000 \times 0.51 \\
&= 33,150,000[\text{円/年}]
\end{aligned}$$

※汚泥処理系にかかわる維持管理費割合[%]: 処理施設全体維持管理費の 51%

$$\begin{aligned}
\text{汚泥処理系にかかわる維持管理費原単位[円/m}^3\text{]} \\
&= \text{汚泥処理系にかかわる維持管理費[円/年]} / \text{現状の汚泥処理量[m}^3\text{/年]} \\
&= 33,150,000[\text{円/年}] / 25,112[\text{m}^3\text{/年}] \\
&\div 1,320.1[\text{円/m}^3]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{集約する汚泥量(補正)[m}^3\text{/年]} \\
&= (\text{集約する汚泥濃度[\%]} / \text{現状の汚泥濃度[\%]}) \\
&\quad \times \text{集約する汚泥量[m}^3\text{/年]} \\
&= (0.85[\%] / 1.0[\%]) \times (20[\text{m}^3\text{/日}] \times 365 \text{ 日}) \\
&= 6,205[\text{m}^3\text{/年}]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{b) 汚泥処理集約に伴い汚泥処理系で増加する維持管理費[円/年]} \\
&= \text{汚泥処理系にかかわる維持管理費原単位[円/m}^3\text{]} \times \text{集約する汚泥量(補正)[m}^3\text{/年]} \\
&= 1,320.1 \text{ 円/年} \times 6,205[\text{m}^3\text{/年}] \\
&= 8,191,221[\text{円/年}]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{将来の維持管理費[円/年]} \\
&= \text{a) 将来の処理施設全体の維持管理費[円/年]} \\
&+ \text{b) 汚泥処理集約に伴い汚泥処理系で増加する維持管理費[千円/年]} \\
&= 65,378,070[\text{円/年}] + 8,191,221[\text{円/年}] \\
&= 73,569,291[\text{円/年}]
\end{aligned}$$

(2) 施設の廃止ならびに接続等に係る事業費

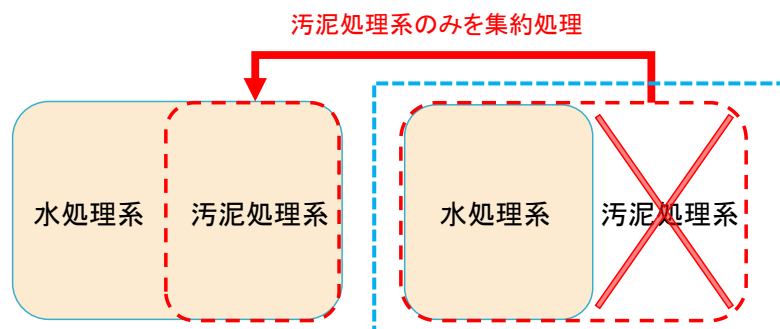
施設の廃止ならびに接続に係る事業費は、「処理施設の撤去費」、「改造費及び存続施設の更新費」、「存続施設の維持管理費」、「管きょ建設費」、「管きょ維持管理費」、「その他維持管理費」を計上することを基本とする。

「処理施設の撤去費」については、各污水处理施設の有効活用等も考慮した上で、必要に応じて計上する。

① 改造費及び存続施設の更新費

図 4-14 の一部存続する施設（右側の青色点線で囲った施設）において、前処理施設への改造費（し尿処理施設のみ対象）及び更新費をそれぞれ計上する。これら費用については、詳細な劣化診断等を実施し、機械設備ごとに必要に応じた更新費等を計上することが望ましいが、他のケースと同様、表 4-10 の費用関数（下水処理施設は水処理施設及び脱臭施設のみ、し尿処理施設は前処理施設のみ）を用いて事業費を算出することが可能である。

（下水処理施設と下水処理施設の場合）



（下水処理施設とし尿処理施設の場合）

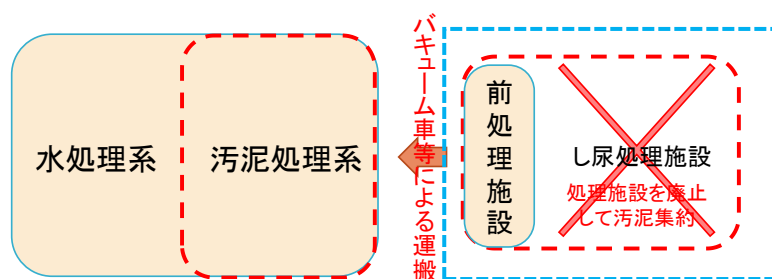


図 4-14 既存施設の能力活用イメージ(再掲に一部加筆)

表 4-10 機械設備の更新費（再掲に一部加筆）

着色箇所が「既存施設の能力活用」ケースの一部存続する施設のコスト算出に活用可能な費用関数									
区分	施設			Xの値	Xの単位	適用範囲	関数式	備考	
更新費 建設費 [千円]	下水処理施設	標準法	●処理場全体建設費※1	処理能力	m3/日	10,000～50,000m3/日	$y = 1,550,000 (x/1,000)^{0.58} \times (103.3/101.5)$	(焼却なし・参考)	
			処理場全体機械設備更新費	処理能力	m3/日	1,000～10,000m3/日	$y = 72,734x^{0.26}$		
			水処理系機械設備	処理能力	m3/日	1,000～10,000m3/日	$y = 978x^{0.59}$		
		O D 法	●処理場全体建設費※1	処理能力	m3/日	～299m3/日	$y = 14,680x^{0.49}$		
			●処理場全体建設費※1	処理能力	m3/日	300～1,300m3/日	$y = 505,000 (x/1,000)^{0.64}$		
			●処理場全体建設費※1	処理能力	m3/日	1,400～10,000m3/日	$y = 1,380,000 (x/1,000)^{0.42} \times (103.3/101.5)$		
			水処理系機械設備	処理能力	m3/日	1,000～10,000m3/日	$y = 1,580x^{0.66}$		
		共通	汚泥処理系※2	処理能力	m3/日	15～170m3/日	$y = 112,140x^{0.26}$		
			脱臭設備（活性炭）	処理能力	m3/日	1,000～10,000m3/日	$y = 125,019x^{0.04}$		
	農業集落排水施設			●処理場全体建設費	計画人口	人	-	$y = 2271.2x^{0.6663}$	
	し尿処理施設	施設全体※6	標準脱窒素処理	処理能力	kL/日	20～100kL/日	$y = 237,636x^{0.4571}$		
			高負荷脱窒素処理	処理能力	kL/日	20～100kL/日	$y = 796,386x^{0.1031}$		
			高負荷膜分離	処理能力	kL/日	20～100kL/日	$y = 766,089x^{0.0971}$		
			浄化槽汚泥の比率高い脱窒素	処理能力	kL/日	20～100kL/日	$y = 226,590x^{0.4569}$		
		前処理施設※3 (機械設備更新)	標準脱窒素処理，高負荷膜分離	処理能力	kL/日	20～100kL/日	$y = 57,548x^{0.5274}$		
			高負荷脱窒素処理	処理能力	kL/日	20～100kL/日	$y = 55,786x^{0.5207}$		
			浄化槽汚泥の比率高い脱窒素	処理能力	kL/日	20～100kL/日	$y = 121,642x^{0.4949}$		
		新設※4	前処理+20倍希釈	処理能力	kL/日	20～100kL/日	$y = 234,173x^{0.4582}$		

※1 土木、建築、機械、電気を含む

※2 汚泥濃縮への投入汚泥量は、TS1%を想定して設定

※3 し尿前処理施設の改造は、受入施設（トラックスケール、し渣除去装置等）、前処理施設（破砕機、ドラムスクリーン等）、貯留施設（攪拌機、攪拌ブロワ等）に加えて、脱臭設備を見込む

※4 し尿前処理の新設費は建築、土木、機械、電気等すべての建設費を見込む

※5 「都道府県構想マニュアル」以外の費用関数は平成26年度単価で試算

※6 機械、電気を含む（土木、建築は含まない）

●の記載は「都道府県構想マニュアル」に記載されている費用関数、その他の費用関数はメーカーヒアリング（更新費の費用関数、関数ごとに1者から5者）及び事業者へのアンケート（下水処理施設111箇所、し尿処理施設72箇所）に基づき作成

② 存続施設の維持管理費

他施設の実績や同じ方式の施設の実績を用いることなどが考えられるが、これらのデータの入手が困難な場合、表 4-1 の費用関数から算出することとする。

例)

し尿投入前処理施設の維持管理費： $y = 6,716x^{0.2692}$

y：維持管理費 [千円/年]

x：処理量 [kL/日]

適用範囲：処理量が 20～100kL/日の場合

③ 管きよの建設費及び維持管理費

汚泥集約を管きよ輸送で行う場合に計上する。

接続のための「管きよ」については、「4.2 基礎調査」における既存管きよの整備状況や地形特性等の確認に基づき、簡易的に対象となる管きよ延長を算定する方法が考えられる。これら費用については、「**処理施設の再編成**」ケースと同様に、表 4-1 の費用関数を用いて算出することが可能である。

④ その他維持管理費

その他維持管理費は汚泥等を管きよ輸送しない場合に、バキューム車等の運送費用を計上する。主に計上する項目は以下に示すものであり、実情に合わせて計上する費用を検討するものとする。

- ◆ バキューム車の購入費用（所有していない場合）
- ◆ 作業員の人件費
- ◆ バキューム車の走行燃料
- ◆ 吸泥、排泥に伴う操作燃料費

これらの項目は、国交省から公表されている労務単価や建設物価版等からの試算が可能であるが、少額である場合には割愛することも考えられる。

(3) その他の事業費

その他の事業費については、起債に係る利子等の償還費や法定耐用年数未満で施設を廃止する場合等に減価償却費や国庫返納等を必要に応じて計上する。

【参考】統廃合以外の対策

本技術資料は、汚水処理システムの効率化のパターンとして、施設の統廃合を対象としているが、**既存施設の更新**ケースのように、施設間距離が離れているために接続管路の布設距離や汚泥輸送距離が大きくなるために統廃合が効率的に実施できない場合は、各々の処理施設をダウンサイジングすることになる。そのような場合でも、たとえば下記のような内容を検討することにより、より効率化が図られることが期待される。

○新技術（B-DASH 等）の活用

たとえば、人口減少等に伴い流入水量減少が見込まれる施設に導入することで、効率的に処理施設をダウンサイジングすることができ、ライフサイクルコストおよび消費エネルギーの削減を図る下記 2 つの下水道革新的技術（B-DASH）が挙げられる。

[DHS システムを用いた水量変動追従型水処理技術]

標準活性汚泥法の水処理施設に導入することで、水処理施設のダウンサイジングを図る。本技術の導入ガイドライン（案）には、技術の概要や導入を検討する際に必要となる費用関数等が記載されている。

URL : <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1051.htm>

[特殊繊維担体を用いた余剰汚泥削減型水処理技術]

オキシデーションディッチ法の水処理施設に導入することで余剰汚泥を削減し、汚泥処理施設のダウンサイジングを図る。本技術の導入ガイドライン（案）には、技術の概要や導入を検討する際に必要となる費用関数等が記載されている。

URL : <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1060.htm>

○ICT の活用

既存処理施設が複数存続した状態でも、それらの処理施設を効率的に維持管理する方法として、ICT を活用した遠隔監視が挙げられる。

（参考）平成 26 年 3 月 下水道における ICT 活用に関する報告書

国土交通省水管理・国土保全局下水道部

4.6. 技術面及び環境面等の確認

4.6.1 技術面の確認

処理施設の統廃合を実施するに当たって確認が必要と考えられる主な内容を表 4-11 のチェックリストに記載する。これら各項目について確認を行う。

表 4-11 技術面のチェックリスト

No.	チェック	項目	確認事項	備考
(1)	☐	管きよ	流下能力が確保できているか	「設計指針」
(2)	☐		適切な流速を確保できているか	〃
(3)	☐		適切な流速を確保できない場合は清掃頻度を高くすることが可能か	
(4)	☐		圧送区間を設ける場合の汚泥濃度の確認	
(5)	☐	ポンプ 施設	揚水能力が確保できているか（マンホールポンプを含む）	
(6)	☐		ポンプ施設での高濃度の汚泥堆積への措置	
(7)	☐	処理 施設	し尿を水処理施設に投入する場合の影響確認	
(8)	☐		水処理施設への負荷増加に伴う影響確認	
(9)	☐		アルカリ度の確認	
(10)	☐		水処理施設統合時の汚泥処理施設の能力確認	

(1) 流下能力が確保できているか

統廃合に伴う流量増加に伴い、接続地点より下流側管きの流下能力が不足する可能性があるため、現在の管きよ能力を確認した上で、統合後の流量を流下させる必要能力※が確保できているか確認する。確保できていない場合は、別途、増補管の検討を行うか、流下能力が確保できる接続位置を再検討して設定する。

※分流区域の汚水管きよの場合は表 4-12 に示す余裕が確保できることを確認する。

表 4-12 汚水管きよの余裕

管きよの内径	余裕
700mm 未満	計画下水量の 100%
700mm 以上 1,650mm 未満	計画下水量の 50%以上 100%以下
1,650mm 以上 3,000mm 以下	計画下水量の 25%以上 50%以下

出典：「設計指針」

(2) 適切な流速を確保できているか

既存施設に対して流速が表 4-13 に示す流速の範囲に収まるかどうか確認する。収まらない場合には、接続位置を再検討して設定する。

表 4-13 管きよの流速

管きよ区分	流速
汚水管きよ	0.6m ³ /s 以上、3.0m ³ /s 以下
合流管きよ（雨水管きよ）	0.8 m ³ /s 以上、3.0m ³ /s 以下

出典：「設計指針」

(3) 適切な流速を確保できない場合は清掃頻度を高くすることが可能か

汚水処理施設の統廃合等に伴う水量減少により、管きよの流速が表 4-13 の下限値よりも小さくなる場合には、清掃頻度を高く設定して汚泥の滞留を防ぐ等の対策が可能か検討する。

(4) 圧送区間を設ける場合の汚泥濃度の確認

圧送管等による汚泥輸送を行う場合には汚泥濃度を確認する必要がある。特に、汚泥濃度が高い場合には汚泥が滞留しやすく、硫化水素も発生しやすい環境となるため、必要に応じて汚泥濃度を下げることが目的とした希釈についても検討する必要がある。また、圧力開放部分がある場合や圧送先の段差が大きい場合等は管きよが腐食する恐れがあるため、そのような腐食の恐れが大きい区間については、別途、防食等について詳細な検討が必要となる。

(5) 揚水能力が確保できているか(マンホールポンプを含む)

ポンプ施設の揚水能力と計画水量を比較して処理能力を超過していないか確認する。処理能力を超過している場合は、増設や接続ルートの見直し等を行う必要がある。また、マンホールポンプが設置されている場合は、これらの揚水能力についても問題が無いか確認する。

(6) ポンプ施設での高濃度の汚泥堆積への措置

やむを得ず、し尿等の高濃度汚水を管渠に投入する際等、ポンプ施設で汚水が滞留すると汚泥が沈降・堆積し、硫化水素が発生しやすい環境となるため、必要に応じて間欠的にフラッシュ洗浄水（希釈水）を流すことや、定期的な点検、洗浄を行うことを検討する。また、下流側の腐食のおそれの大きい箇所についても同様に検討する。

(7) し尿を水処理施設に投入する場合の影響確認

し尿を下水道の水処理系に投入する場合（本技術資料においては**処理施設の再編成**のケース）には、過去の研究成果¹に基づき、核となる処理施設の処理水量に対するし尿の量の割合（受入れ割合）が 0.5%以下であれば安定した処理を維持できるとして**(8)水処理系への負荷増加に伴う影響確認**は不要とする。

(8) 水処理系への負荷増大に伴う影響確認

し尿を受け入れる場合や汚泥処理系を統合する場合（本技術資料においては**既存施設的能力活用**ケース）には、返流水による水処理系への負荷量の増加等により水処理施設における負荷増大に伴う影響が懸念される。特に、返流水は一般的には流入水質よりも BOD、SS とともに高濃度となるため、必要酸素量、MLSS、SRT 等に影響を与え、処理水質が悪化、また、現状の送風量等が不足する可能性もある。そのため、当該負荷がどの程度増加するか試算し、し尿受入れ後の処理水質や送風機等の能力を簡易的に確認することが望ましい（p.47-48 参照）。

¹ 終末下水処理場初期運転におけるし尿等混入対策調査（Ⅱ） 昭和 56 年 3 月 日本下水道事業団

【参考】国総研が平成 28、29 年度に実施したアンケート

し尿・汚泥等受入時の課題に対するアンケート調査結果を図 4-15 に示す。受入処理場の約 2 割（8/41）で、（汚泥処分費の増加以外の）維持管理に掛かる経費や手間の増加といった課題等があることを確認した。なお、このような課題があると回答のあった 8 施設のうち、半数以上はし尿等の受入割合（受入量／受入前の計画処理量）が比較的大きい（1 割以上）。

また、アンケート調査を行った対象のうち、表 4-14 に示す 3 処理場についてヒアリングを行った結果、下記のような課題及び対応策を講じていた。

- ・ 受入汚泥の脱水性不良に伴い処理場全体の汚泥脱水性が悪化したため、各農業集落排水施設の濃縮汚泥貯留槽で 1 週間程度曝気処理してから、下水処理場へ搬出している。
- ・ 水処理施設への負荷が増大したため、曝気量を増大させている。
- ・ 臭気が増大したため、脱臭設備を連続運転させている。

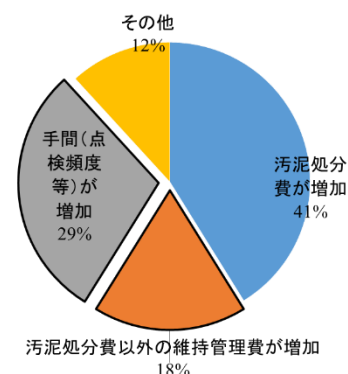


図 4-15 し尿・汚泥等受入時の課題のアンケート調査結果

表 4-14 ヒアリング対象施設

処理場	受入れ前の計画処理量 (m ³ /年)	受入汚泥量 (m ³ /年)	受入割合 (%)
A処理場	8,000	2,902	36%
B処理場	1,500	532	35%
C処理場	5,750	2,199	38%

【参考】「下水処理場における地域バイオマス利活用マニュアル」－2017年3月－（国土交通省 水管理・国土保全局下水道部）を参考にして掲載

○地域バイオマス受入れによる既施設への影響

し尿や汚泥等の地域バイオマスを受け入れることによる影響例の一例を表 4-15 に示す。

表 4-15 地域バイオマス受入れによる影響と対策例

設備		影響	対策
水 処 理	反応タンク	汚泥処理施設からの返流水高濃度化による有機物負荷量，アンモニア性窒素負荷量の増大	- 送風機，ブロワ等の運転条件変更 - 設備の改造，増設 - 地域バイオマス受入量の見直し
	消化槽	- 汚泥量増加による滞留日数の短縮 - 有機物負荷量増大による酸敗の発生 - アンモニア性窒素負荷量増大による発酵阻害の発生	- 地域バイオマス受入量の見直し - 投入汚泥の濃度調整
汚 泥 処 理	消化槽攪拌機	投入汚泥性状（濃度，粘度等）の変化による攪拌効率の低下	- 運転条件の変更 - 攪拌方式の変更
	脱水機	- 投入汚泥性状（濃度，粘度）の変化による脱水効率の低下 - 処理汚泥量の増加	- 凝集剤の変更 - 運転条件の変更 - 設備の改造，増設
	汚泥移送設備（汚泥ポンプ等）	投入汚泥性状（濃度，粘度）の変化による汚泥移送能力の低下	- 汚泥性状の調整 - 設備の改造，増設

○処理水質への影響

し尿や汚泥を受け入れることによる返流水による水処理への負荷上昇に伴い、処理水質が悪化する可能性がある。

BOD 濃度については、表 4-16 の例のように負荷量を計算し簡易的に算定でき、統合後の水質濃度は、 $42.5/8050 \div 5.3\text{mg/L}$ となる（現状は 5.0mg/L ）。

表 4-16 し尿等受入れ前後の負荷量計算例

	水量 [m ³ /日]	流入水質 [mg/L]	流入負荷量 [kg/日]	放流負荷量 [kg/日]	除去率 [%]
現状	8,000	200	1,600	40	97.5
し尿由来の 返流水	50	2,000	100	-	-
統合後	8,050	-	1,700	42.5	97.5

（除去率は統廃合後も変わらないという前提）

なお、し尿を受け入れる場合は、その影響を受ける色度と COD について簡易算定式を用いて増加分を簡易的に算定できる。

・増加する COD (mg/L) $dy/dx = 5 \times \text{し尿受入れ率} [\%] \dots\dots\dots (a)$

・増加する色度 (度) $dy/dx = 70 \times \text{し尿受入れ率} [\%] \dots\dots\dots (b)$

※し尿受入れ率＝受け入れるし尿量／現状の処理水量

○水処理反応タンク送風量およびブロワ動力への影響

返流水による水処理への負荷が上がり反応タンク送風量が増える可能性があるため、既設送風機能力を確認する必要がある。また、送風量が増えるため、ブロワ動力も高くなることが予想される。返流水中の増加する BOD を完全に酸化し、窒素分を完全に硝化すると仮定した場合、増加する送風量 ΔQ (m³/分) は式(1)、増加する送風機軸動力 ΔL_s (kW) は式(2)で簡易的に計算できる。

$$\Delta Q = 2.46 \times (0.6 \times CL_{BOD,R} + 4.57 \times CL_{KN,R}) \times 10^{-2} \dots\dots\dots (1)$$

$$\Delta L_s = 2.83 \times (0.6 \times CL_{BOD,R} + 4.57 \times CL_{KN,R}) \times 10^{-2} \dots\dots\dots (2)$$

ここで、

$CL_{BOD,R}$ ：バイオマス受け入れに起因する返流水の増加 BOD 量 kg/日

$CL_{KN,R}$ ：バイオマス受け入れに起因する返流水の増加ケルダール窒素量(≒T-N) kg/日

なお、式(1)および式(2)は、「設計指針」に記載されている必要酸素量、必要空気量および送風機動力の計算式に、以下の条件を入力し作成したものである。

・脱窒による BOD 消費は無視 ・増加する返流水成分の汚泥転換は無視 ・溶存酸素濃度維持に必要な酸素量は無視 ・大気圧：1 気圧 ・散気装置の散気水深：4.5m ・反応タンク水温：20℃ ・気温：20℃ ・散気装置酸素移動効率：15%（散気水深 4.5m において）
 ・送風機吸込圧力：－2 kPa ・送風機吐出圧力：54 kPa ・送風機全断熱効率：70%

(9) アルカリ度の確認

アルカリ度は硝化工程において、1mg のアンモニア性窒素 (NH_4^+-N) が硝酸性窒素 (NO_3^--N) に酸化 (硝化反応) されるとき、化学量論的には 7.14mg のアルカリ度が消費される (「設計指針」より)。したがって、特にアンモニア性窒素濃度が高いし尿を下水処理施設の水処理系に投入する場合には、硝化反応に起因するアルカリ度の低下を確認する必要がある。アルカリ度が大きく低下すると生物活性の低下や排除基準の超過等の影響が考えられるため、以下のような対策を講じることを検討する。

- ◆ 硝化抑制運転への切り替え (ただし、必要処理水質等の条件による)
- ◆ 前段微曝気や返送汚泥比を上げるなどの脱窒による回復
- ◆ し尿等の投入量を減少させる
- ◆ 炭酸カルシウムの投入による調整

【参考】「設計指針」(後編) P173 より引用

○アルカリ度の消費量 ΔCL_{ALK}

$$\Delta CL_{ALK} = 7.16 \times \alpha \times C_{TN,in} - 3.57 \times (C_{orgN} + \Delta C_{NOX}) + \varepsilon \times C_{AL}$$

ここで、

$C_{TN,in}$: 流入水の T-N 濃度 (mg/l)

C_{orgN} : NH_4^+-N に分解される有機性窒素濃度 (mg/l)

ΔC_{NOX} : 脱窒された窒素濃度 (mg/l)

α : C_{TN} に対し硝化される窒素の比 (通常 0.7~0.8)

ε : 添加アルミニウム 1mg 当たりのアルカリ度消費量 (mg/mg)

5.56 (硫酸アルミニウム), 3.24 (PAC)

C_{AL} : アルミニウム添加濃度 (mg/l)

なお、窒素、リン除去対応の高度処理対応ではない等、脱窒および凝集剤の影響を考慮しない場合は、上記式を活用し、

$$\Delta CL_{ALK} = 7.16 \times \alpha \times C_{TN,in}$$

として、消費量を算出できるものと考えられる。

(10) 水処理施設統合時の汚泥処理施設の能力確認

処理施設の統廃合に伴い、核となる処理施設における汚泥処理施設の能力についても、本来は、改めて容量計算を行う等の手法で確認することが望ましいが、本技術資料では、表 4-17 に例示するような簡易的な方法で確認することとする。これは、事業計画等の容量計算から、現有処理能力や水量比（水処理系の流入水量に対する各処理工程の汚泥処理量の比）等を整理することで、各年次の汚水量に由来する汚泥処理量を試算する方法である。

表 4-17 汚泥処理施設能力の簡易的な確認方法例

項目		現状の汚泥処理量（事業計画書の容量計算書で確認）				統合時の 汚泥処理量	判定
		施設能力				汚水量由来	
		機器仕様	投入条件 TS[%]	A 水量比 ※1	B 施設能力 [m ³ /日]※2	C 汚泥処理量① [m ³ /日] 日最大ベース	C≤B
汚泥	重力濃縮	-	2.00%	0.78%	100	63	○
	脱水機	10 m ³ /時(2台)	2.00%	0.59%	60	47	○
水処理系(日最大水量)					10,000	8,000	-

※1容量計算書における、水処理系の流入水量に対する各処理工程の投入汚泥量の比

※2汚泥処理量もm³/日換算して計上

4.6.2 環境面等の確認

環境面等の確認項目として、(1) 有効利用（再生水、消化ガス、汚泥有効利用）、(2) 消費エネルギー、(3) 温室効果ガス排出量削減効果、(4) 環境負荷、(5) その他（防災、リスク管理等）が考えられる。

(1) 有効利用(再生水、消化ガス、汚泥有効利用)

再生水利用や消化ガス等の有効利用について、すでに実施している施設において処理施設の統廃合によるメリットを考慮することはもちろん、まだ実施していない施設においても統廃合を契機に有効利用の可能性を検討することが望ましい。

再生水利用については、既に導入されている場合は検討ケースにより処理水量が増加することに伴い再生水の利用量が増加することが考えられる。

消化ガス利用については「下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン—平成 29 年度版—」（平成 30 年 1 月 国交省）の次式により消化ガス発生量を簡易的に算出することができる。なお、消化ガス転化量は「下水処理場へのバイオマス（生ごみ等）受け入れマニュアル 2011 年 3 月 財団法人 下水道新技術推進機構」より引用する。

$$\begin{aligned} \text{消化ガス発生量} [\text{Nm}^3/\text{日}] &= \text{汚泥量} [\text{m}^3/\text{日}] \times \text{固形物濃度} [\%] \\ &\quad \times \text{有機物濃度} [\%] \times \text{消化ガス転化量} (\text{Nm}^3/\text{kg}) \end{aligned}$$

$$\text{し尿消化ガス転化量} [\text{Nm}^3/\text{kg}] : 0.50$$

$$\text{浄化槽汚泥消化ガス転化量} [\text{Nm}^3/\text{kg}] : 0.35$$

$$\text{下水汚泥消化ガス転化量} [\text{Nm}^3/\text{kg}] : 0.5 \sim 0.6$$

汚泥有効利用については、緑農地利用（肥料、土壌改良、園芸用土壌等）や建設資材利用（セメント原料、コンクリート骨材、路盤材、タイル・レンガ・ブロック、融雪剤、脱水助剤等）、さらには固形燃料化施設の導入による汚泥の燃料化が挙げられる。

なお、一般廃棄物である農業集落排水施設及びし尿処理施設から発生する汚泥と、産業廃棄物である下水処理施設から発生する汚泥は、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」等関連法規における適用が異なるため、有効利用に当たって注意が必要である。

(2) 消費エネルギー

汚水処理システムの効率化による省エネ効果を確認するため、それぞれのケースにおける消費電力量を算定し、エネルギー消費量に換算する。この際、汚水処理施設の消費電力量は稼働率変化の影響を踏まえることでより現実的な検討が可能となる。本手法では、維持管理費と同様、稼働率変化の影響を踏まえて消費電力量を補正する以下の方法を採用する。

ステップ 1. ①現状の単位消費電力量[kWh/m³]



= 現状の年間消費電力量[kWh /年] / 現状の年間処理水量 [m³/年]

ステップ 2. ②電力係数の比[-] = 将来の電力係数 / 現状の電力係数



ステップ 3. ③将来の消費電力量原単位[kWh/m³]

= ①現状の消費電力量原単位[kWh/m³] × ②電力係数の比[-]



ステップ 4. 将来の消費電力量 [kWh/年]

= ③将来の消費電力量原単位[kWh/m³] × 将来の処理水量 [m³/年]

《定義》

○稼働率[%] = 日平均処理水量[m³/日] / 処理能力 [m³/日] × 100

※ただし、農業集落排水施設については処理能力を日平均処理水量[m³/日]とする。

○電力係数[-] = ある稼働率での単位消費電力量[kWh/m³]

／稼働率最大時の単位消費電力量[kWh/m³]

下記式より当稼働率の電力係数($k\rho(x)$)を算出する(図 4-16～図 4-19)。

・下水処理施設(OD 法) $k\rho(x) = 38.842x^{-0.862}$

・下水処理施設(標準法) $k\rho(x) = 34.510x^{-0.834}$

・農業集落排水施設 $k\rho(x) = 27.302x^{-0.718}$

・し尿処理施設 $k\rho(x) = 6.966x^{-0.434}$

※ $k\rho(x)$:電力係数[-], x :稼働率[%]

なお、電力係数の適用範囲は P6 に記載する処理施設である。

○消費電力量原単位[kWh/m³] = 年間消費電力量[kWh /年] / 年間処理水量[m³/年]

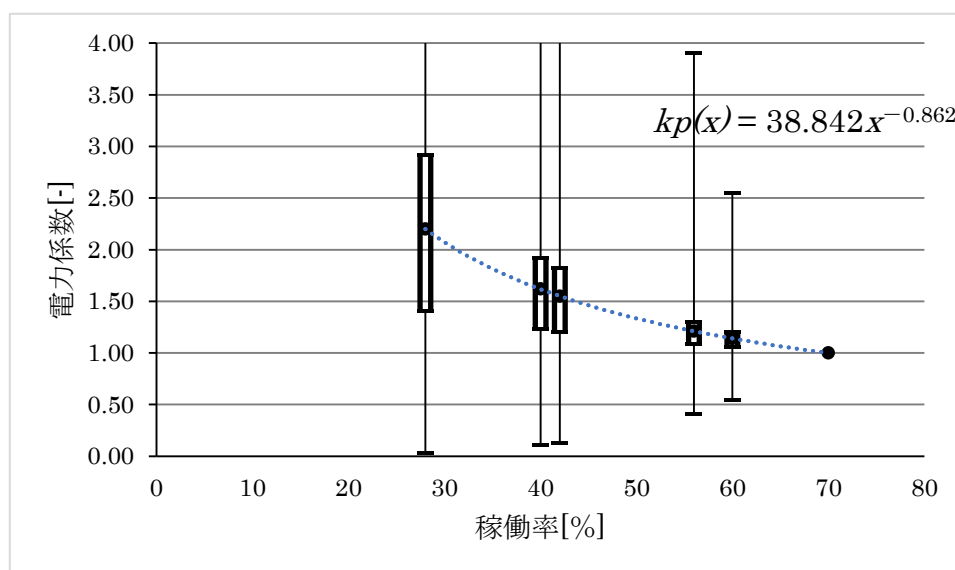


図 4-16 稼働率と電力係数の関係(下水処理施設:OD法)

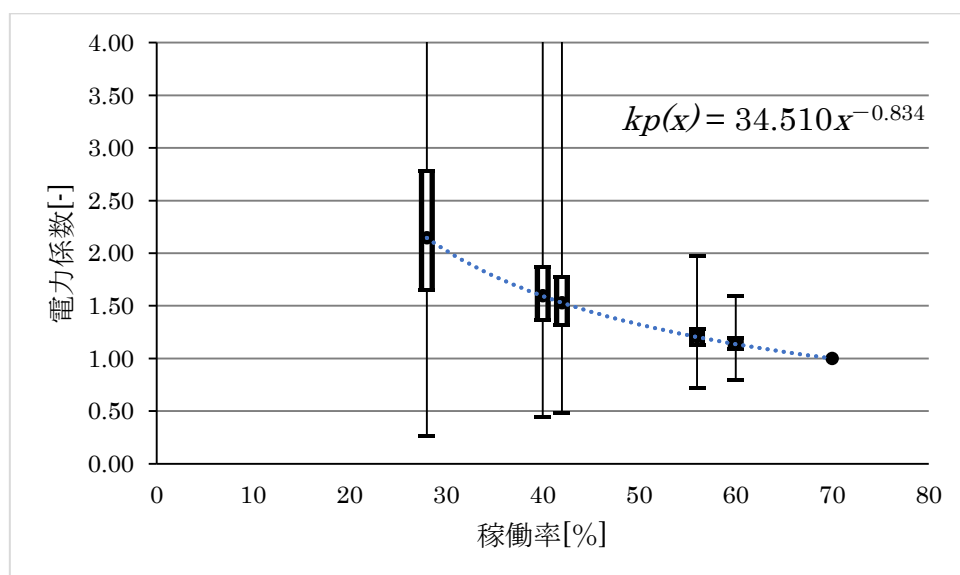


図 4-17 稼働率と電力係数の関係(下水処理施設:標準法)

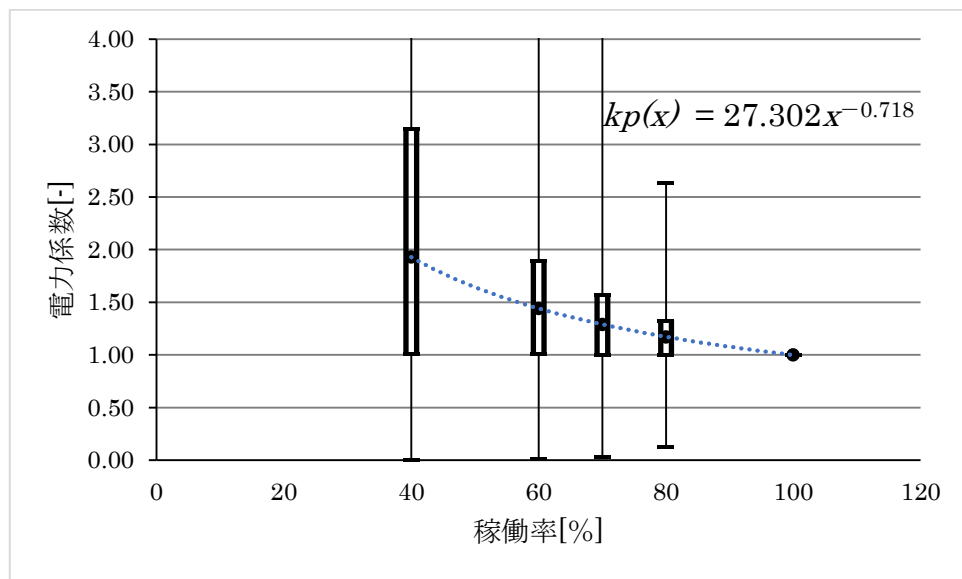


図 4-18 稲働率と電力係数の関係(農業集落排水施設)

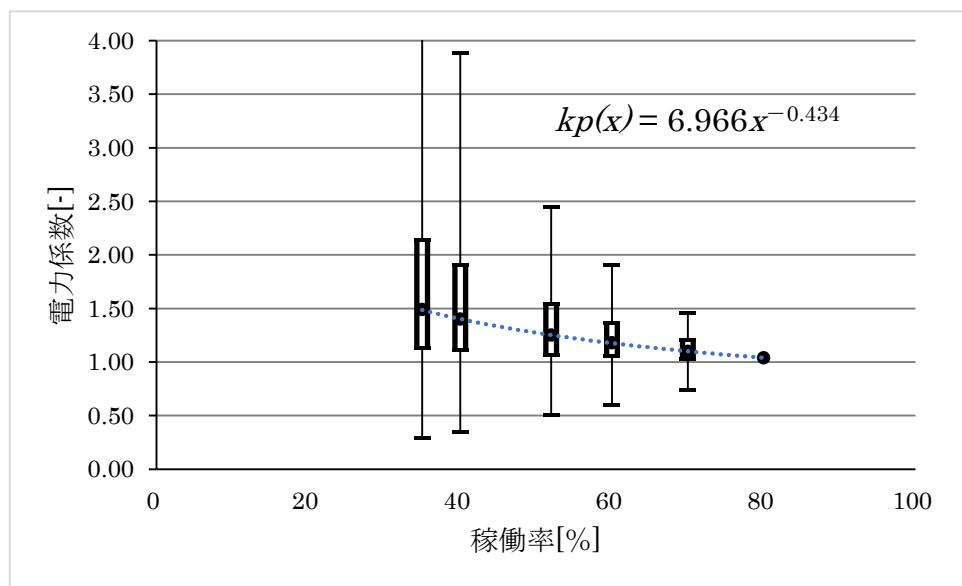


図 4-19 稲働率と電力係数の関係(し尿処理施設)

なお、電力係数については、後述（p.56）のように、全国の処理場の実態調査に基づき設定しているが、ばらつきがあるデータの中央値を代表値（電力係数）としている。（図 4-16～図 4-19 に示すとおり四分位範囲と同じ傾向となっており、中央値を選択したことは概ね妥当と言える。）

現状の消費電力量が不明な場合には維持管理費から消費電力量を試算することも可能である。過年度の国総研の行った調査においては、維持管理費の中で電力費が占める割合は下水処理施設とし尿処理施設で 10～20%程度、農業集落排水施設で 20～30%程度となっているため、この割合を用いて簡易的に算定できる。

（下水処理施設・し尿処理施設）

消費電力量 [kWh] = (維持管理費 × 10～20%) / 電力料単価 [円/kWh]

（農業集落排水施設）

消費電力量 [kWh] = (維持管理費 × 20～30%) / 電力料単価 [円/kWh]

なお、**既存施設の能力活用**ケースで汚泥処理系を廃止する場合は、全体から汚泥処理施設相当の消費電力量（処理場全体の 10%程度（H25 下水道統計平均値））を控除して簡易的に算出することができる。一方、核となる処理施設の消費電力量は、上述の受入に相当する消費電力量を足し合わせて簡易的に算出することができる。

以上で算定した消費電力量は、下式により MJ（メガジュール）単位に換算する。

エネルギー消費量 [MJ] = 消費電力量 [kWh] × 3.60（換算係数）

〔参考〕電力係数および維持管理係数

1. 電力係数について

稼働率と消費電力量の関係をより明確にするための詳細調査を実施した。特に人口減少に伴う処理水量の減少により費用面での影響を大きく受けると考えられる中小規模の処理場を対象とし、具体的な施設規模として、下水処理施設は日最大汚水量 10,000m³/日以下、農業集落排水施設は 1,000 m³/日以下、し尿処理施設は 100kl/日以下を対象とした。処理方式については、対象とした施設の 8 割程度を占める処理方式として、下水処理施設はオキシデーションディッチ法（以下、「OD 法」と呼ぶ。）、標準活性汚泥法（以下、「標準法」と呼ぶ。）、農業集落排水施設は JARUS-I、Ⅲ、X I、X II、X IVとした。し尿処理施設は、下水処理施設、農業集落排水施設に比べ処理場の箇所数が少ないことから、処理方式を特定しないこととした。また、汚泥脱水工程までを調査の対象範囲とした。

統計資料、事業者へのアンケート調査により、過去 10 年間程度の処理場における処理能力、処理量、消費電力量を調査した。下水処理施設は、「下水道統計」より実績値を収集できるため、平成 16 年度から平成 25 年度までの下水道統計を用いて整理した。農業集落排水施設とし尿処理施設は、事業者へのアンケート調査により、平成 18 年度から平成 27 年度までの実績値を用いて整理した。調査対象は、上述した処理能力、処理方法に該当する処理場のうち脱水工程までを有する（消化・焼却工程は有しない）ものとした。また、稼働率の影響をより明確にするために安定した条件（稼働率由来以外の状況変化を可能な限り排除することが目的）の処理場を対象とし、供用開始後 5 ヶ年以上を経過した処理場、調査対象期間中に水処理能力の変更を行っていない処理場、他処理場の汚泥受入を行っていない処理場、過去 10 年間の稼働率差が 10%以上ある処理場等の条件に該当する処理場から選定した。各汚水処理施設の調査施設数を表 4-18 に示す。この結果を用い、各処理場における過去 10 年間程度の稼働率と消費電力量の関係を整理した。

ここで、稼働率は以下の式のとおり定義した。なお、稼働率が最大（定格運転）となるのは、年間平均処理水量が設計上の日平均処理水量となる場合であり、そのときの稼働率をそれぞれ、下水処理施設が 70%、農業集落排水施設が 100%、し尿処理施設が 87%とした。（各事業の設計思想により、処理能力（日最大処理水量）に対する日平均処理水量の比が異なる。たとえば下水処理施設の場合は、日最大と日平均の比が一般的には 1.0:0.7~0.8 とされているため、稼働率の最大値を 70%とした。）

$$\text{稼働率}[\%] = \text{日平均処理水量}[\text{m}^3/\text{日}] / \text{処理能力}[\text{m}^3/\text{日}] \times 100$$

※農業集落排水施設については処理能力を日平均処理水量[m³/日]とした。

消費電力量は以下の式で示される電力係数として整理し、単純化及び稼働率の影響の明確化を図った。電力係数が大きいほど非効率な運転状況であることを示す。

$$\text{電力係数}[-] = \frac{\text{ある稼働率での単位消費電力量}[\text{kWh}/\text{m}^3]}{\text{稼働率最大時の単位消費電力量}[\text{kWh}/\text{m}^3]}$$

表 4-18 詳細調査施設
(施設)

	調査数	有効回答数
下水処理施設 (OD法)	125	125
下水処理施設 (標準法)	50	50
農業集落排水施設	100	71
し尿処理施設	47	33

表 4-18 の調査施設それぞれについて、稼働率ごとの電力係数を算出した。稼働率ごとの電力係数は、調査施設によるばらつきが確認されたが、全データの中央値を代表値とし、これを各稼働率の電力係数とした。

各污水处理施設における稼働率と電力係数の関係を図 4-20（四分位範囲も表示）に示す。全データ範囲としては大きいですが、四分位範囲で見ると稼働率変化に伴い電力係数が上昇する傾向が現れているため、全データの中央値を各稼働率の電力係数と設定したことは妥当と考えられる。

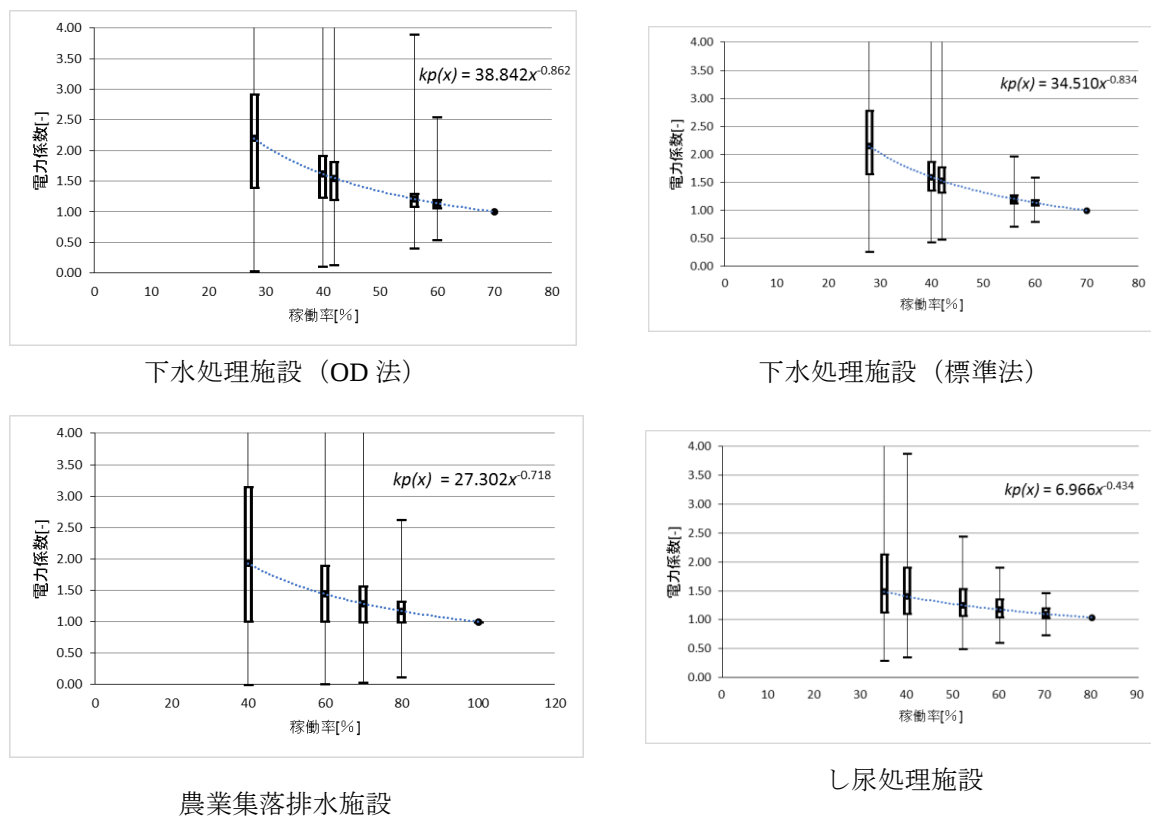


図 4-20 各污水处理施設における稼働率と電力係数の関係

この結果から、すべての污水处理施設において、稼働率低下に伴い電力係数が増加する傾向を確認した。これは、流入水量が減少しても消費電力量はそれほど減少していないことを示しているが、この原因としては、槽内攪拌や汚泥返送等の処理機構を維持するための必要最低限の運転に伴う電力が必要であることに加え、特に中小規模処理場は単一ブローしか有しない水処理施設が多く流入水量変動に対する曝気制御が困難であること等が推察される。なお、し尿処理施設においては稼働率低下に伴う電力係数の増加率がその他の処理施設に比べ小さくなっているが、これは、し尿処理施設の場合、収集したし尿を一旦貯留し、その後にはば一定量を処理設備に投入して処理¹⁾することもあり、処理施設への流入量（収集量）の変化にかかわらず、1日の水処理にかかる消費電力量がそれほど変動していないものと考えられる。

2. 維持管理係数について

表 4-19 の調査施設数について、維持管理費の内訳を調査した。具体的には、事業者へのアンケート調査により、平成 26 年度（研究当時最新）の処理能力、処理量、消費電力量、維持管理人員数、主要設備の更新費、定格電力、薬品費、保守点検費等を調査した。主要設備は、下水処理施設については流入ポンプ、送風機、水中機械攪拌機、返送汚泥ポンプ、汚泥濃縮設備、汚泥脱水設備、脱臭ファンとし、農業集落排水施設、し尿処理施設については、消費電力量が大きい設備を 5 から 10 設備程度調査した。また、維持管理費について不足する情報はメーカーヒアリングにより適宜補完した。各污水处理施設の維持管理費は、これら調査に基づく電力費、維持管理人件費、薬品費、保守点検費より算出（平均値で整理）した。なお、電力費単価は 15 円/kWh、人件費は 700 万円/人として計算した。

表 4-19 調査施設数

	(施設)	
	調査数	有効回答数
下水処理施設 (OD法)	106	84
下水処理施設 (標準法)	28	27
農業集落排水施設	100	78
し尿処理施設	91	72

上記調査の結果（維持管理費の内訳）及び稼働率と電力係数の関係を用いて、稼働率と維持管理費の関係を整理した。維持管理費についても、消費電力量と同様、使い易さを考慮して単純化し、さらに稼働率の影響をより明確化するために係数（維持管理係数）として整理した。維持管理係数は以下の式で示され、同係数が大きいほど非効率な運転状況であることを示す。

維持管理係数[－]＝ある稼働率での維持管理費原単位[円/m³]

／稼働率最大時の維持管理費原単位[円/m³]

維持管理費原単位[円/m³]＝年間維持管理費[円/年]／年間処理水量[m³/年]

維持管理係数の具体的な算出方法としては、事業者へのアンケート調査の回答を得た（平均稼働率における）施設全体の維持管理費において、電力費（消費電力量に電力費単価をかけて算出）を差し引いた額を固定費（稼働率及び水量による影響を受けない一定値として設定）と

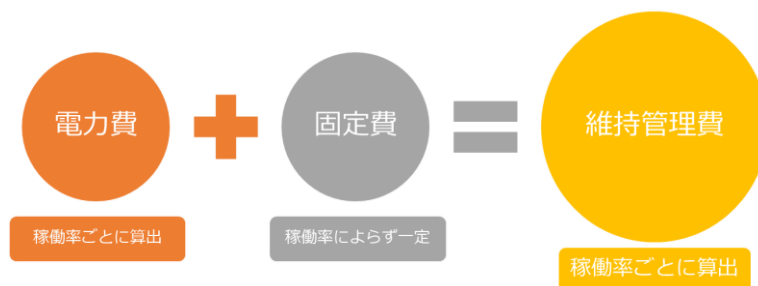


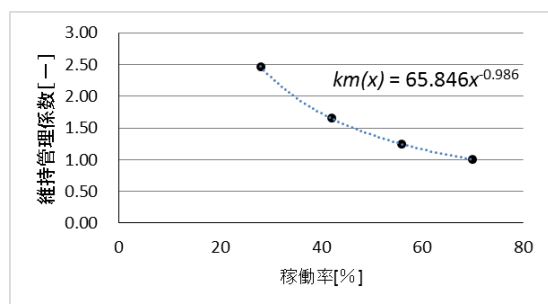
図 4-21 維持管理費算出イメージ

した上で、電力係数を用いて算出した稼働率ごとの電力費を足し合わせて維持管理費を算出した（図 4-21 にその算出イメージを示す）。その後、原単位及び係数として整理した。なお、汚泥処分費については、統廃合による影響が相対的に軽微であるとして、算出の対象外とした。

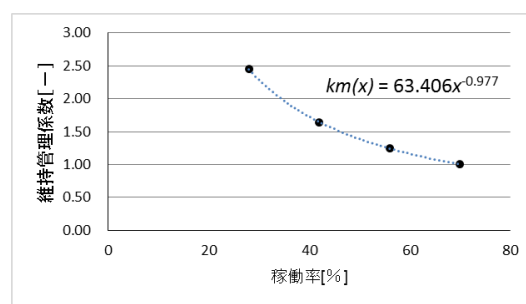
調査結果に基づき算出した維持管理係数を図 4-22 に示す。電力係数と同様に、すべての污水处理施設において、稼働率の低下に伴い維持管理係数（処理水量あたりの維持管理費）が増加す

る（処理原価の増大）傾向を確認した。なお、維持管理係数算出で用いた電力係数はすでに中央値として決定された値であるため、図 4-22 では四分位範囲を表示していない。また、電力係数（図 4-20）と違って処理施設による傾きの違いが顕著に現れていないのは、維持管理費における電力費の割合が小さい（概ね 1 割～3 割）ことが原因と考えられる。

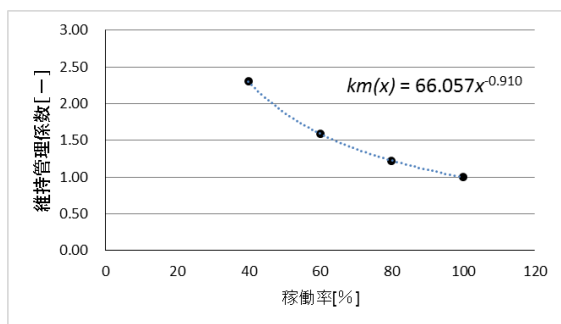
以上により、これまで定性的に捉えられてきた稼働率の低下がコスト・エネルギーに与える影響を定量化することができた。これらの関係性を用い、現在の稼働率と維持管理原単位及び将来の稼働率（予測値）から、将来の人口減少時（稼働率低下時）の維持管理費が推算可能となった。



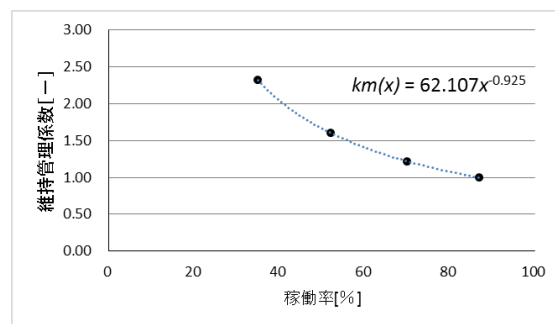
下水処理施設（OD 法）



下水処理施設（標準法）



農業集落排水施設



し尿処理施設

図 4-22 各汚水処理施設における稼働率と維持管理係数の関係

(3) 温室効果ガス排出量削減効果

地球温暖化対策の推進に関する法律では7種類の温室効果ガス(以下、GHG)が規定されているが、これらのうち下水道温暖化防止計画では、二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)および一酸化二窒素(N₂O)の3種類のGHGを対象としている。

本技術資料では、消費電力量由来の二酸化炭素(CO₂)排出量と、污水处理方式等に依存する処理工程で発生するメタン(CH₄)および一酸化二窒素(N₂O)を二酸化炭素(CO₂)換算した排出量をそれぞれのケースで算定する。

GHGの排出量は、次の計算式により算定する。

$$(\text{各GHGの排出量}) = \sum \{(\text{活動の種類ごとの排出量})\} = \sum \{(\text{活動量}) \times (\text{排出係数})\}$$

また、それぞれのGHGについて、地球温暖化係数¹を用いて(t-CO₂)に換算することとする。(CO₂、CH₄、N₂Oそれぞれの地球温暖化係数は1:25:298)

GHG総排出量(t-CO₂)

$$= \sum \{ \text{各温室効果ガスの排出量(t)} \times \text{各温室効果ガスの地球温暖化係数} \}$$

(地球温暖化係数)

・二酸化炭素 (t-CO ₂ /年)	× 1	= 温室効果ガス排出量(t-CO ₂ /年)
・メタン (t-CH ₄ /年)	× 25	= 温室効果ガス排出量(t-CO ₂ /年)
・一酸化二窒素(t-N ₂ O/年)	× 298	= 温室効果ガス排出量(t-CO ₂ /年)

¹ 温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン 平成 27 年 4 月 環境省

・二酸化炭素(CO₂)排出量[t-CO₂] = 消費電力量[kWh] × CO₂排出係数[t-CO₂/kWh]

消費電力量由来の二酸化炭素排出量を算定する。CO₂の排出係数は環境省のホームページにて毎年公表されている。参考として、地域ごとの代表会社における排出係数の実績値を表 4-20 に示す。

表 4-20 代表会社の二酸化炭素(CO₂)排出係数(H29 年度)

単位:t-CO₂/kWh

代表会社	排出係数	備考
北海道電力	0.000678	
東北電力	0.000523	
東京電力エナジーパートナー	0.000474	旧東京電力(株)
中部電力	0.000472	
北陸電力	0.000574	
中国電力	0.000677	
四国電力	0.000535	
九州電力	0.000463	
沖縄電力	0.000772	

・メタン(CH₄)排出量[t-CH₄] = 活動量(処理水量) × 排出係数(「環境省 HP」²より)

表 4-21 下水等及び雑排水の処理に係るメタン(CH₄)排出係数(出典:「環境省 HP」より)

対象となる排出活動	区分	単位	値
下水等及び雑排水の処理	終末処理場	tCH ₄ /m ³	0.00000088
	し尿処理施設(嫌気性消化処理)	tCH ₄ /m ³	0.00054
	し尿処理施設(好気性消化処理)	tCH ₄ /m ³	0.0000055
	し尿処理施設(高負荷生物学的脱窒素処理)	tCH ₄ /m ³	0.0000050
	し尿処理施設(生物学的脱窒素処理(標準脱窒素処理))	tCH ₄ /m ³	0.0000059
	し尿処理施設(膜分離処理)	tCH ₄ /m ³	0.0000055
	し尿処理施設(その他の処理)	tCH ₄ /m ³	0.0000055
	コミュニティ・プラント	tCH ₄ /人	0.00020
	既存単独処理浄化槽	tCH ₄ /人	0.00020
	浄化槽(既存単独処理浄化槽を除く。)	tCH ₄ /人	0.0011
	くみ取便所の便槽	tCH ₄ /人	0.00020

・一酸化二窒素(N₂O)排出量[t-N₂O] = 活動量(処理水量) × 排出係数(「環境省 HP」より)

表 4-22 下水等及び雑排水の処理に係る一酸化二窒素(N₂O)排出係数(出典:「環境省 HP」より)

対象となる排出活動	区分	単位	値
下水等及び雑排水の処理	終末処理場	tN ₂ O/m ³	0.00000016
	し尿処理施設(嫌気性消化処理)	tN ₂ O/tN	0.0000045
	し尿処理施設(好気性消化処理)	tN ₂ O/tN	0.0000045
	し尿処理施設(高負荷生物学的脱窒素処理)	tN ₂ O/tN	0.0029
	し尿処理施設(生物学的脱窒素処理(標準脱窒素処理))	tN ₂ O/tN	0.0000045
	し尿処理施設(膜分離処理)	tN ₂ O/tN	0.0024
	し尿処理施設(その他の処理)	tN ₂ O/tN	0.0000045
	コミュニティ・プラント	tN ₂ O/人	0.000039
	既存単独処理浄化槽	tN ₂ O/人	0.000020
	浄化槽(既存単独処理浄化槽を除く。)	tN ₂ O/人	0.000026
	くみ取便所の便槽	tN ₂ O/人	0.000020

² <http://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/itiran2015.pdf>

なお、既存施設の能力活用ケースにおいて汚泥を運搬する場合、その活動に伴い温室効果ガスが排出されるが、本技術資料では省略する。これを見込む場合は、燃料費を算出した上で燃料当たりの排出係数（表 4-23 のとおり、たとえば、ガソリンの場合 2.32 t-CO₂/kl、軽油の場合 2.58 t-CO₂/kl）を用いて算出することが可能である。

表 4-23 燃料の使用に関する排出係数(出典:「環境省 HP」より)

対象となる排出活動	区分	単位	値
燃料の使用	原料炭	tCO ₂ /t	2.61
	一般炭	tCO ₂ /t	2.33
	無煙炭	tCO ₂ /t	2.52
	コークス	tCO ₂ /t	3.17
	石油コークス	tCO ₂ /t	2.78
	コールタール	tCO ₂ /t	2.86
	石油アスファルト	tCO ₂ /t	3.12
	コンデンセート(NGL)	tCO ₂ /kl	2.38
	原油(コンデンセート(NGL)を除く。)	tCO ₂ /kl	2.62
	ガソリン	tCO ₂ /kl	2.32
	ナフサ	tCO ₂ /kl	2.24
	ジェット燃料油	tCO ₂ /kl	2.46
	灯油	tCO ₂ /kl	2.49
	軽油	tCO ₂ /kl	2.58
	A重油	tCO ₂ /kl	2.71
	B・C重油	tCO ₂ /kl	3.00
	液化石油ガス(LPG)	tCO ₂ /t	3.00
	石油系炭化水素ガス	tCO ₂ /1,000Nm ³	2.34
	液化天然ガス(LNG)	tCO ₂ /t	2.70
	天然ガス(液化天然ガス(LNG)を除く。)	tCO ₂ /1,000Nm ³	2.22
	コークス炉ガス	tCO ₂ /1,000Nm ³	0.85
	高炉ガス	tCO ₂ /1,000Nm ³	0.33
	転炉ガス	tCO ₂ /1,000Nm ³	1.18
	都市ガス	tCO ₂ /1,000Nm ³	2.23

(4) 環境負荷

汚水処理施設はそれぞれ放流水質が異なる傾向にある。また、統廃合により地域内の処理水が集約され河川等への放流量が増加する箇所が生じる。一般的に処理水の水量は、河川流量に対して少量であるため影響は小さいが、小規模処理施設においては流量が少ない小河川や用水路等に放流している場合もあり、統廃合に伴い水質等に悪影響を及ぼす可能性がある。したがって、下水処理施設に、農業集落排水施設またはし尿処理施設を統合する場合は、放流水質、放流量及び放流箇所が変更されることに伴う水域への影響についても確認することが望ましい。

(5) その他(防災、リスク管理等)

污水处理施設の統廃合に伴い、防災やリスク管理等の観点も含めて整理する。

リスク管理の観点からは耐震設計や耐水化等の現在の処理施設の状況、また、当該地区における大規模災害時の震度や浸水深等のリスクを確認する。たとえば、経済性比較等において統廃合により核となる処理施設とすることが望ましい場合でも、震災による被害リスク（処理機能の停止、復旧にかかるコスト等）を踏まえて統廃合ケースを判断する必要がある。

また、防災の観点からは、統廃合により廃止する施設の有効活用を検討する。たとえば、管理棟スペースを水防・防災倉庫として活用することや、設備を撤去した後の反応槽等の水槽内を防火水槽として活用すること等が考えられる。

その他、統廃合の際には、接続管の設置に伴う施工及び占用協議や、受入れ側の核となる処理施設の周辺住民への説明、運搬ルートを検討・調整（汚泥やし尿を車両により運搬する場合）が必要となるが、処理施設または地域によってはこれらの協議・調整が難航して統廃合が長期化するリスクが想定される。

4.7. 総合評価

設定した検討ケース（既存施設の更新、処理施設の再編、既存施設の能力活用）それぞれについて経済性、技術面、環境面の観点で総合評価を行い、最適な污水处理システムの統廃合ケースを選定する。表 4-24 にそのイメージを示す。

（経済性）統廃合に伴う建設費も含めたライフサイクルコスト

（技術面）既存施設能力の確認、汚泥受入れに伴う処理施設への影響等

（環境面）消費エネルギー量、GHG 排出量等

表 4-24 総合評価イメージ

検討ケース		既存施設の更新	処理施設の再編成	既存施設の能力活用
概要		A、B 処理場を それぞれ ダウンサイジング	B 下水処理場を廃止し、 A 下水処理場に接続	B 下水処理場の 汚泥処理系を廃止し、 A 下水処理場に接続
経済性比較 LCC	総額	●●百万円	●●百万円	●●百万円
	年価	●●百万円/年	●●百万円/年	●●百万円/年
		△	○	◎
技術面の確認		問題なし	●●● ・▲▲ ・■ ■ について簡易的に確認	●●● ・▲▲ ・■ ■ について簡易的に確認
			△	△
環境面 の確認	エネルギー 消費量	●●MJ	●●MJ	●●MJ
	GHG 排出量	●●t-CO ₂	●●t-CO ₂	●●t-CO ₂
		△	◎	○
その他		・ICT 活用し諸施設の 集中管理を検討	・施工及び占用協議 ・周辺住民（特に核とな る処理施設周辺）への 説明	・運転方法の変更検討 ・汚泥運搬ルートを検討
総合評価				

なお、表 4-24 の例のように 3 つの観点で有利なケースが異なる場合は、地方公共団体としての優先項目（経済性か環境面か等）を踏まえ統廃合ケースを選定する。

4.8. (参考)段階的整備計画の策定

(1) 段階的整備計画

選定した最適な汚水処理システムの統廃合ケースを基に、核となる施設、廃止する施設それぞれの更新時期等を踏まえて整備計画を策定する。整備計画の策定時には、各地方公共団体における財政状況等を勘案した上で実現可能なスケジュールとすることに留意する。

なお、廃止する処理施設が複数ある場合は、対象施設の経過年数や現状の維持管理費等を総合的に考慮して、どの施設から統廃合を実施していくことが有利か優先順位を検討することも重要である。

【段階的な再編の検討】

施設統合については、更新時期を目安とした時間軸の概念を基に検討する必要があるが、複数の処理区の統合においては、処理区毎に更新時期が異なることから、段階的な統合手法についても検討することが必要である。

特に人口減少の進む中、既存施設を有効に活用し統合を進める上では、段階的な統合を行うことにより、施設の増設が不要となる可能性もある。



図4-23 段階的統合の検討イメージ

『平成 28 年 8 月 農業集落排水施設再編計画作成の手引き（案） 農林水産省』より引用

(2) 財政計画

財政計画については、適用する制度等を踏まえたうえで、必要となる財源も含めて策定し、起債償還費等についても考慮して検討することが望ましい。

財政計画で考慮すべき項目は表 4-25 の財政計画様式（例）に示すとおりである。

表 4-25 財政計画様式（例）

単位: 百万円									
区分			H○年	H○年	H○年	H○年	H○年	合計	備考
支出	維持 管理費	核となる処理施設							適用事業等を記載
		再編施設1							
		再編施設2							
		再編施設3							
		再編施設4							
		再編施設5							
	更新費	核となる処理施設							
		再編施設1							
		再編施設2							
		再編施設3							
		再編施設4							
		再編施設5							
	接続費	再編施設1							
		再編施設2							
		再編施設3							
		再編施設4							
		再編施設5							
	計	合計							
		累計事業費							
		起債償還費							
収入	国費								
	下水道使用料等								
	起債(単費)								

(3) 関連手続き等

効率化に係る事業を実施するにあたって、必要となる申請や関連する手続き等について確認し、事業着手までのスケジュールを整理する。以下に必要な手続き等を示す。

- ① 関連部局との協議（し尿・農集部局、河川や道路管理者、都市計画部局、近隣市町村等）
- ② 各事業の計画（下水道法に基づく事業計画、流総計画、都道府県構想等）の変更協議
- ③ 廃止等する污水处理施設の財産処分もしくは跡地利用協議
- ④ 住民説明

[資料編]

5 仮想モデル都市に基づく検討シナリオ例

仮想モデル都市を対象とした検討シナリオ例（シナリオ 1.下水処理施設と下水処理施設の統廃合検討、シナリオ 2.下水処理施設と農業集落排水施設の統廃合検討、シナリオ 3.下水処理施設とし尿処理施設の統廃合検討）を以下に示す。

5.1. シナリオ 1.下水処理施設と下水処理施設

5.1.1 仮想モデル都市の概要

1) 仮想モデル都市の污水处理システムの整備状況

仮想モデル都市の污水处理システムの整備状況を表 5-1 に示す。

なお、仮想モデル都市は関東地域に所在する。

表 5-1 仮想モデル都市の基礎情報（現在）

項目	値	単位
行政面積	120	km ²
行政人口	21,000	人
下水道整備率	100%	%
污水处理人口	15,750	人
污水处理普及率（人口普及率）	75%	%

5.1.2 基礎調査

(1) 関連計画の策定状況

汚水処理システムの効率化検討に係る全体計画と事業計画、都道府県構想、生活排水処理基本計画等が策定されている。これらの計画値を整理して検討フレームの参考値とした。

(2) 汚水処理施設の整備の現状

仮想モデル都市には、表 5-2 のとおり A、B の 2 つの下水処理区が存在する。

表 5-2 仮想モデル都市の整備の現状

項目	現在	割合
行政人口	21,000	100%
下水道計画区域内人口	21,000	100%
A処理区	14,000	67%
B処理区	7,000	33%

また、それぞれの処理区の各汚水処理施設の処理能力と現在の処理水量、また、施設稼働率を表 5-3 のとおり整理した。(処理水量は年間平均値)
いずれの処理施設も、流入水量が減少して稼働率が低下している。

表 5-3 汚水処理施設の処理能力と稼働率(直近のデータより)

処理場	処理方式	日最大処理能力 m ³ /日 (a)	現在の処理水量 m ³ /日 (b)	稼働率 % (b) / (a)
A下水処理場	標準法	9,000	4,060	45%
B下水処理場	OD法	4,700	2,030	43%

(3) 人口、家屋数の現状と見通し

国立社会保障・人口問題研究所(以下、社人研)の予測値に基づき、表 5-4 及び図 5-1 に示すように、現在を起点とした 25 年間の行政人口を整理した。

表 5-4 仮想モデル都市の行政人口の見通し

年度	1(現在)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
行政人口	21,000	20,930	20,846	20,748	20,636	20,510	20,370	20,216	20,048	19,866	19,670	19,460

年度	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
行政人口	19,236	18,998	18,746	18,480	18,200	17,906	17,598	17,276	16,940	16,590	16,226	15,848	15,456

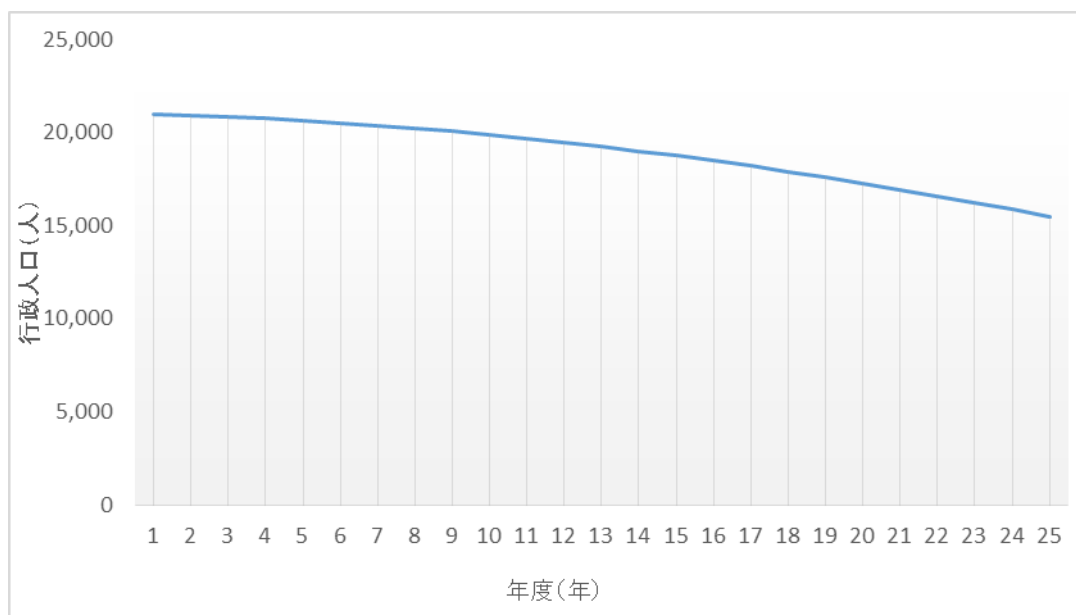


図 5-1 仮想モデル都市の行政人口の見通し

(4) 水環境の現状等

仮想モデル都市周辺の公共用水域の水質等、水環境の現況及び水利用の現況を調査し、現状としては特に問題が生じていない。

(5) 土地利用の現状と見通し

仮想モデル都市の土地利用の現状及び土地利用計画においては、統廃合に当たって特に留意すべき事項はない。

(6) 地理的、地形的特性

比較的平坦な土地で、小規模な水路が多くある以外は特に留意する地形的・地理的制約はなく、各処理施設を管きょ接続することも可能な位置関係である。

(7) 現状の維持管理費等

図 5-2 のイメージのとおり、維持管理費は、稼働率の影響を受けやすい電力費とその他ユーティリティ費等の固定費に大きく分けられる。現在の維持管理費等について、表 5-5 および表 5-6 のとおり実績値に基づき整理した。

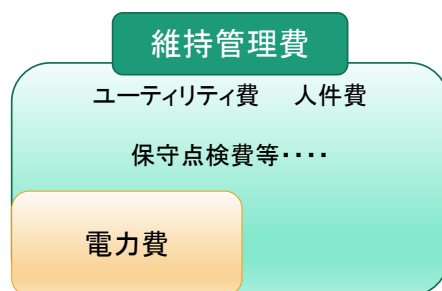


図 5-2 維持管理費のイメージ

表 5-5 現状の各污水处理施設の維持管理費等

処理場	処理方式	維持管理費			消費電力量 [kWh/年] ※1	備考
		合計(a) [千円/年]	固定費(b) [千円/年]	電力費(c) [千円/年]		
A下水処理場	標準法	111,143	94,842	16,301	1,086,727	
	(うち、汚泥処理系)	40,011				※2
B下水処理場	OD法	62,981	53,348	9,632	642,157	

※1: 電力費÷電力料単価(本シナリオ例では15円/kwh)

※2: 能力活用ケースにおいて、核となる処理施設における汚泥処理系の維持管理費を算出するために必要

表 5-6 現状の維持管理に係る原単位

単位: 円/m³ ※1

処理場	処理方式	維持管理費費 原単位	固定維持 管理費原単位	消費電力量 原単位	備考
A下水処理場	標準法	75	64	11	
	(うち、汚泥処理系)	1,589			※2
B下水処理場	OD法	85	72	13	

※1: 維持管理費÷処理水量(汚泥処理系は汚泥量)

※2: 能力活用ケースにおいて、核となる処理施設における汚泥処理系の維持管理費を算出するために必要

(8) 汚水処理施設の整備年次と更新時期

表 5-7 のとおり、各汚水処理施設の耐用年数を基に想定される更新時期を整理した(整備年次の表示は割愛)。ここでは機械・電気設備を対象(土木建築躯体は対象外)とし、これらの耐用年数は、仮想モデル都市の実績等から供用開始後 25 年と設定している。

表 5-7 各汚水処理施設の更新時期

	耐用年数	更新時期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A下水処理場	25年	12年目																									
B下水処理場	25年	6年目																									

5.1.3 前提条件の設定

(1) 検討対象範囲の設定

A 及び B 処理区それぞれの処理施設である A 下水処理場、B 下水処理場を検討対象とした。

(2) 処理区ごとの将来フレームの設定

処理区ごとの将来フレームについて、5.1.2 基礎調査で整理した将来人口および水量の予測結果を基に以下の手順で算定した。

①将来フレームの想定年次

25 年と設定した。

②将来人口

処理区毎の将来人口については、現状の処理区別人口の割合が将来も変わらないと想定のもと、その割合により 5.1.2 基礎調査において設定した行政人口を按分することで算定した。

③将来の処理水量および汚泥処理量

将来の処理水量（日平均）については、②の将来人口に、表 5-8 に示す汚水量原単位を乗じて年度ごとに算定した。

表 5-8 汚水量原単位

単位: L/人・日				
区分		原単位		備考
		日平均	日最大	
汚水量	A処理区(下水道)	290	410	全体計画値(実績値)
	B処理区(下水道)	290	410	〃

将来の汚泥処理量については、下式により年度ごとに算定した。

発生汚泥量(汚泥処理量)[m³/日]

＝処理水量[m³/日] × 流入 SS 濃度[mg/ℓ] × 1/10⁻⁶ × 水処理施設での総合 SS 除去率[%]
 × 除去 SS 当たりの汚泥発生率[%] ÷ (汚泥濃度[%] × 湿潤状態汚泥比重量[t/m³])

- ・ 流入 SS 濃度: 180[mg/ℓ]、水処理施設での総合 SS 除去率: 95[%]、
 除去 SS 当たりの汚泥発生率: 標準法は 100[%]、OD 法は 75[%]、
 汚泥濃度: 1[%]、湿潤状態汚泥比重量: 1[t/m³]

なお、各年度の稼働率は次式より求めた。

$$\text{稼働率}[\%] = \frac{\text{「処理水量（日平均）」}[\text{m}^3/\text{日}]}{\text{「処理能力」}[\text{m}^3/\text{日}]}$$

また、流入水質については表5-9に示すとおりである。

表 5-9 下水の流入水質(A、B 処理場とも)

単位:mg/L		
項目	濃度	備考
BOD	210	全体計画より
COD	-	未設定
SS	180	全体計画より
T-N	40	全体計画より
NH4-N	-	未設定
T-P	5	全体計画より

以上をまとめ、表 5-10 と図 5-3 および図 5-4 のとおり整理した。

表 5-10 処理区ごとの将来フレーム

		年度	1(現在)	2	3	4	5	10	15	20	25
行政人口	人口	A処理区内人口(人)	21,000	20,930	20,846	20,748	20,636	19,866	18,746	17,276	15,456
		B処理区内人口(人)	7,000	6,977	6,949	6,916	6,879	6,622	6,249	5,759	5,152
処理水量		A処理区(日平均)($\text{m}^3/\text{日}$)	4,060	4,046	4,030	4,011	3,990	3,841	3,624	3,340	2,988
		A処理区(日最大)($\text{m}^3/\text{日}$)	5,800	5,781	5,757	5,730	5,699	5,487	5,177	4,771	4,269
		B処理区(日平均)($\text{m}^3/\text{日}$)	2,030	2,023	2,015	2,006	1,995	1,920	1,812	1,670	1,494
		B処理区(日最大)($\text{m}^3/\text{日}$)	2,900	2,890	2,879	2,865	2,850	2,743	2,589	2,386	2,134
稼働率		A下水処理場稼働率(%)	45%	45%	45%	45%	44%	43%	40%	37%	33%
		B下水処理場稼働率(%)	43%	43%	43%	43%	42%	41%	39%	36%	32%
発生 汚泥量 (汚泥 処理量)		A処理区(日平均)($\text{m}^3/\text{日}$)	69	69	69	69	68	66	62	57	51
		A処理区(日最大)($\text{m}^3/\text{日}$)	99	99	99	99	97	94	89	81	73
		B処理区(日平均)($\text{m}^3/\text{日}$)	26	26	26	26	26	25	23	21	19
		B処理区(日最大)($\text{m}^3/\text{日}$)	37	37	37	37	37	36	33	30	27

※処理水量（日最大）は、日平均水量÷0.7（変動率）で算定

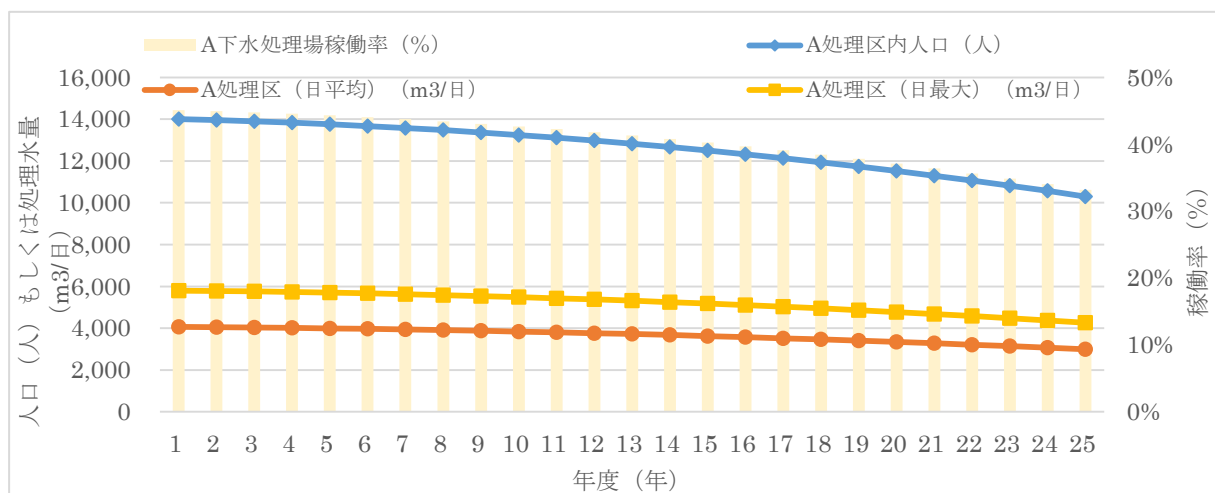


図 5-3 A 処理区の将来フレーム

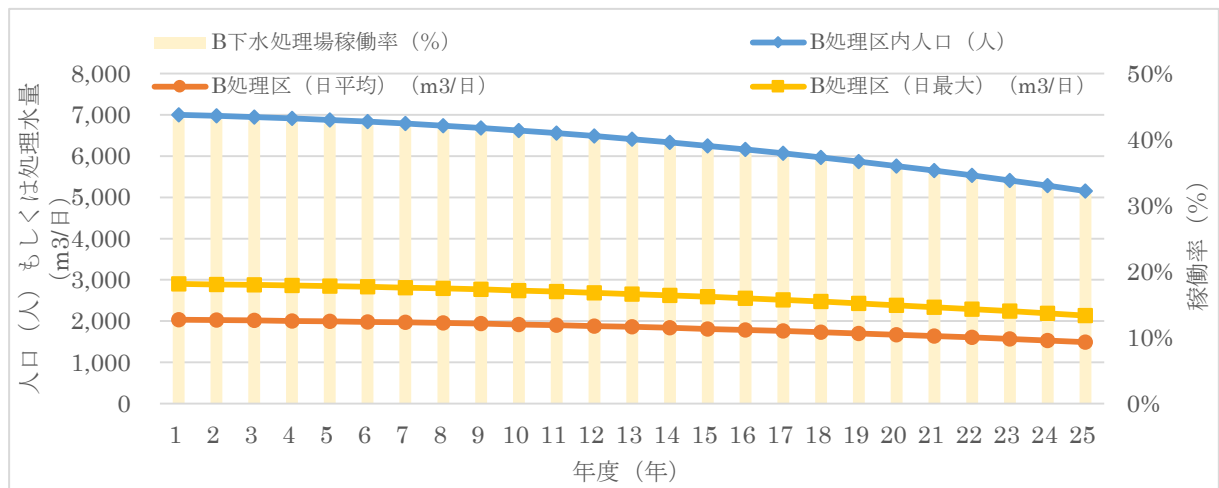


図 5-4 B 処理区の将来フレーム

5.1.4 検討ケースの設定

図 5-5～図 5-7 に示す(1) 既存施設の更新、(2) 処理施設の再編成、(3) 既存施設の能力活用の 3 つのケースを対象とした。

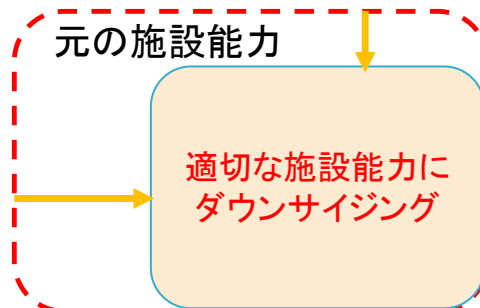


図 5-5 既存施設の更新イメージ

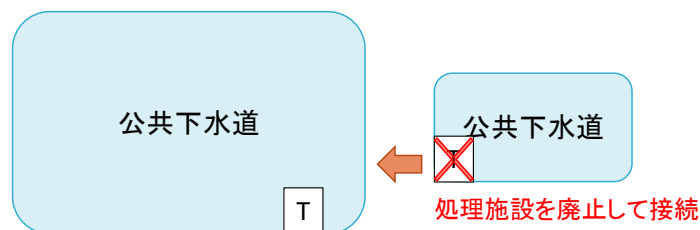


図 5-6 処理施設の再編成イメージ

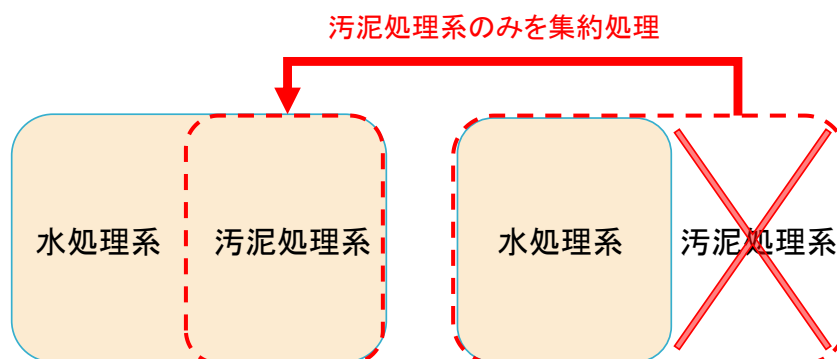


図 5-7 既存施設の能力活用イメージ

5.1.5 経済性比較

(1) 既存施設の更新

事業費は、表 5-11 に示す項目を試算した。

表 5-11 事業費の内訳

事業費の区分	備考
既存施設の更新に係る事業費	
処理施設の維持管理費	維持管理係数の比により補正
処理施設の更新費	費用関数等
その他の事業費	現状を確認したうえで該当無しのため計上しない

◆ 流入水量

表 5-10、図 5-3 および図 5-4 のとおり。

◆ 処理能力

更新後の処理能力は、水量の将来予測（日最大水量）よりそれぞれ、A 下水処理場は 5,500m³/日（12 年目）、B 下水処理場は 2,500m³/日（6 年目）とした。

なお、処理能力の根拠となる日最大水量は、日平均水量÷0.7（変動率）で 500 m³/日区切りで算出した。

A 下水処理場：12 年目に更新（処理能力 5,500m³/日に更新）

B 下水処理場：6 年目に更新（処理能力 3,000m³/日に更新）

表 5-7 各污水处理施設の更新時期（再掲）

	耐用年数	更新時期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A 下水処理場	25 年	12 年目																									
B 下水処理場	25 年	6 年目																									

◆ 維持管理費

● 稼働率

表 5-10、図 5-3 および図 5-4 のとおり。

● 維持管理係数

維持管理係数は下式（再掲）を用いて各年度の稼働率(x)を用いて算出した。

・下水処理施設(OD 法) $km(x) = 65.846x^{-0.986}$

・下水処理施設(標準法) $km(x) = 63.406x^{-0.977}$

● 維持管理係数の比

維持管理係数の比は次式により求めた。

維持管理係数の比[－]＝将来の維持管理係数／基準年※の維持管理係数

※更新前は 1 年目、更新後は更新年次（更新後は現状の維持管理効率と異なることが想定されるため）

● 維持管理費原単位

・更新前

基準年（1 年目）の維持管理費原単位は表 5-6 に示すとおり、A 下水処理場は 75 円/m³、B 下水処理場は 85 円/m³、将来（2 年目以降）の維持管理費原単位は維持管理係数の比を用いて下式（再掲）により年度ごとに算出した。

将来の維持管理費原単位[円/m³]

＝現状の維持管理費原単位[円/m³] × 維持管理係数の比[－]

表 5-6 現状の維持管理に係る原単位（再掲）

処理場	処理方式	単位:円/m ³ ※1			備考
		維持管理費費原単位	固定維持管理費原単位	消費電力量原単位	
A 下水処理場	標準法	75	64	11	
	(うち、汚泥処理系)	1,589			※2
B 下水処理場	OD 法	85	72	13	

※1: 維持管理費 ÷ 処理水量(汚泥処理系は汚泥量)

※2: 能力活用ケースにおいて、核となる処理施設における汚泥処理系の維持管理費を算出するために必要

・更新後

更新年次の維持管理費原単位は、現状とは異なると判断し、それぞれ費用関数を用いて算出した。その上で、将来の維持管理原単位は、基準年（更新年次）を起点とした維持管理係数の比を用いて年度ごとに算出した。

将来の維持管理費原単位（更新後）[円/m³]

＝基準年の維持管理費原単位[円/m³] × 維持管理係数の比[－]

(A 下水処理場の更新時(標準法:5,500 m³/日)の維持管理費原単位)

・標準法の維持管理費[千円/年](1,000～10,000m³/日) = 2,468x^{0.382}

ここで、更新時の処理能力が 5,500m³/日なので、

$$2,468 \times 5,500^{0.382} = 66,247[\text{千円/年}]$$

・維持管理費原単位[円/ m³] = 維持管理費 ÷ 年間処理水量(日平均処理水量 × 365 日)

$$= 66,247,000 \div (3,762 \times 365 \text{ 日}) = 48[\text{円/m}^3]$$

(B 下水処理場の更新時(OD 法:3,000 m³/日)の維持管理費原単位)

・OD 法の維持管理費[千円/年](1,400～10,000m³/日) = 28,600 (x/1000)^{0.58} × (103.3/101.5)

ここで、更新時の処理能力が 3,000m³/日なので、

$$28,600 \text{ 時}(3,000 / 1000)^{0.58} \times (103.3/101.5) = 55,047[\text{千円/年}]$$

$$\begin{aligned}\text{・維持管理費原単位}[\text{円}/\text{m}^3] &= \text{維持管理費} \div \text{年間処理水量}(\text{日平均処理水量} \times 365 \text{ 日}) \\ &= 55,047,000 \div (1,983 \times 365 \text{ 日}) = 76[\text{円}/\text{m}^3]\end{aligned}$$

● 維持管理費（年単位）

「将来の維持管理費原単位」×「将来の処理水量（日平均）」×365 日で年度ごとに算出した。

◆ 機電更新費

機械設備および電気設備の更新費については、以下の費用関数を用いて設定した。ただし、機械設備と電気設備の更新は同時期とした。この場合、A 下水処理場（標準法）および B 下水処理場（OD 法）それぞれの機電更新費は、更新費の費用関数および費用関数において機械・電気が占める割合（標準法は機械設備：33.4%、電気設備：23.8%、OD 法は機械設備：40.0%、電気設備：26.2%）を用いて算出した。

(A 下水処理場の処理場全体機械設備更新費:処理能力 1,000～10,000m³/日)

$$y[\text{千円}] = 72,734(\text{処理能力}[\text{m}^3/\text{日}])^{0.26} = 72,734 \times 5,500^{0.26} = 682,703[\text{千円}]$$

(A 下水処理場の処理場全体電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = \text{機械設備更新費} \times 23.8\% / 33.4\% = 682,703 \times 23.8\% / 33.4\% = 486,477[\text{千円}]$$

(A 下水処理場の処理場全体機械・電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = 682,703 + 486,477 = 1,169,180[\text{千円}]$$

(B 下水処理場の処理場全体更新費:処理能力 1,400～10,000m³/日)

$$y[\text{千円}] = 1,380,000 \times (\text{処理能力}[\text{m}^3/\text{日}]/1,000)^{0.42} \times (103.3/101.5)$$

(B 下水処理場の処理場全体機械・電気設備更新費)

$$\begin{aligned}y[\text{千円}] &= 1,380,000 \times (\text{処理能力}[\text{m}^3/\text{日}]/1,000)^{0.42} \times (103.3/101.5) \times 66.2\% \\ &= 1,380,000 \times (3,000/1,000)^{0.42} \times (103.3/101.5) \times 66.2\% = 1,474,899[\text{千円}]\end{aligned}$$

◆ 合計事業費

毎年の合計事業費は、維持管理費と機電更新費の合計とした。

◆ 累計事業費

累計事業費は次式により求めた。

累計事業費[百万円]

$$= \text{「前年度までの合計」}[\text{百万円}] + \text{「当該年度の合計」}[\text{百万円}]$$

◆ 25 年間の年価

25 年間の年価は次式により求めた。

$$25 \text{ 年間の年価[百万円]} = 25 \text{ 年間の累計事業費[百万円]} / 25[\text{年}]$$

25 年間の累計事業費は 6,200 百万円、年価は 248 百万円/年となった。

以上の結果を、表 5-12 および図 5-8 に整理した。

表 5-12 既存施設の更新ケースの経済性比較の試算結果

区分	単位	施設	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	合計
①処理能力	m3/日	A下水処理場	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	-
		B下水処理場	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	-
②処理水量(日平均)	m3/日	A下水処理場	4,060	4,046	4,030	4,011	3,990	3,965	3,938	3,908	3,876	3,841	3,803	3,762	3,719	3,673	3,624	3,573	3,519	3,462	3,402	3,340	3,275	3,207	3,137	3,064	2,988	-
		B下水処理場	2,030	2,023	2,015	2,006	1,995	1,983	1,969	1,954	1,938	1,920	1,902	1,881	1,859	1,837	1,812	1,786	1,759	1,731	1,701	1,670	1,638	1,604	1,569	1,532	1,494	-
③稼働率	%	A下水処理場	45%	45%	45%	45%	44%	44%	44%	43%	43%	43%	42%	68%	68%	67%	66%	65%	64%	63%	62%	61%	60%	58%	57%	56%	54%	-
		B下水処理場	43%	43%	43%	43%	42%	66%	66%	65%	65%	64%	63%	63%	62%	61%	60%	60%	59%	58%	57%	56%	55%	53%	52%	51%	50%	-
④維持管理係数の比	-	A下水処理場	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.00	1.01	1.02	1.04	1.05	1.07	1.08	1.10	1.12	1.15	1.17	1.19	1.22	1.25	-
		B下水処理場	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	1.00	1.01	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.07	1.08	1.09	1.11	1.13	1.14	1.16	1.18	1.21	1.23	1.26	1.29	1.32	-
⑤維持管理費	百万円/年	A下水処理場	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	2,142
		B下水処理場	63	63	63	63	63	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
⑥機電更新費	百万円/年	A下水処理場											1,169															1,169
		B下水処理場						1,475																				1,475
⑦合計事業費		-	174	174	174	174	1,649	166	166	166	166	166	1,335	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	120	120	120	6,200
⑧累計事業費		-	174	348	522	696	2,345	2,511	2,678	2,844	3,010	3,176	4,511	4,632	4,752	4,873	4,994	5,115	5,235	5,356	5,477	5,597	5,718	5,838	5,959	6,079	6,200	248

①処理能力 : 更新年次の「処理水量(日平均)」÷0.7(変動率)の500区切りで設定(A下水処理場は12年目、B下水処理場は6年目に更新)
②処理水量(日平均) : 将来フレームより
③稼働率 : 「②処理水量(日平均)」÷「①処理能力」
④維持管理係数の比 : 「当該年次の維持管理係数」÷「基準年の維持管理係数」
⑤維持管理費 : 「②処理水量(日平均)」×365日×「④維持管理係数の比」×「維持管理原単位」(維持管理原単位は更新前はA処理場が75円/m³、B処理場が85円/m³、更新後はA処理場が48円/m³、B処理場が76円/m³)
⑥機電更新費 : (A下水処理場)y=(72,734×(「①処理能力」)^0.26)/1000*(1+23.8/33.4)、(B下水処理場)y=(1,380,000×(「①処理能力」/1000)^0.26×(103.3/101.5))/1000×66.2%(費用関数で機電の占める割合)
⑦合計事業費 : 「⑤維持管理費」+「⑥機電更新費」
⑧累計事業費 : 「前年度までの合計」+「当該年度の合計」

25年間の年価 ↓

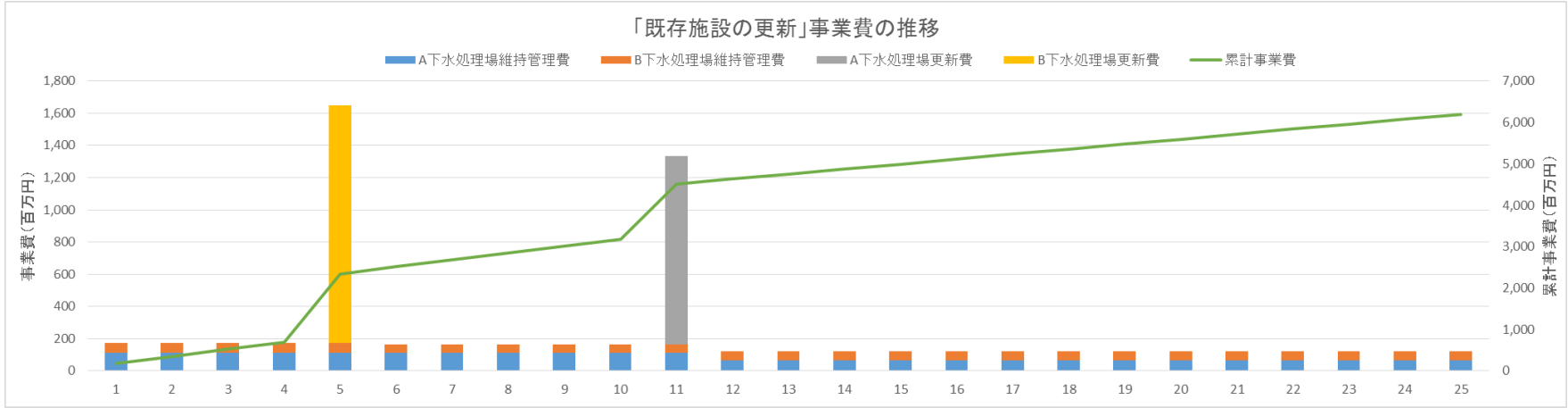


図 5-8 既存施設の更新ケースの事業費の推移

(2) 処理施設の再編成ケース

事業費は、表 5-13 に示す項目を試算した。

表 5-13 事業費の内訳

事業費の区分		備考
処理施設の再編成に係る事業費		
核となる処理施設の事業費	処理施設の維持管理費	維持管理係数の比により補正
	処理施設の更新費	費用関数等
施設の廃止ならびに接続に係る事業費		
施設	処理施設の撤去費	他用途で活用するため撤去しない
	マンホールポンプ建設費	費用関数等
	マンホールポンプ維持管理費	〃
	管さよ建設費	〃
	管さよ維持管理費	〃
その他の事業費		現状を確認したうえで該当無しのため計上しない

◆ 流入水量

表 5-10、図 5-3 および図 5-4 に基づき、A 下水処理場の処理水量については、6 年目以降は接続される B 下水処理場の処理水量を加えて整理した。

◆ 処理能力

核となる処理施設である A 下水処理場の処理能力は、B 下水処理場の統合（6 年目）を踏まえた更新時（12 年目）の処理水量に基づき $8,500\text{m}^3/\text{日}$ とした。

（処理能力の根拠となる処理水量（日最大）は、処理水量（日平均） $\div 0.7$ （変動率）で $500\text{m}^3/\text{日}$ 区切りで算出）

A 下水処理場：12 年目に更新（処理能力 $8,500\text{m}^3/\text{日}$ に更新）

B 下水処理場：6 年目に廃止（A 下水処理場へ接続）

※現状の施設能力および流入水量予測から、B 下水処理場の統合後も A 下水処理場の水処理能力は不足しないことを確認

表 5-7 各汚水処理施設の更新時期（再掲）

	耐用年数	更新時期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A 下水処理場	25 年	12 年目																									
B 下水処理場	25 年	6 年目																									

◆ 維持管理費

● 稼働率

表 5-10、図 5-3 および図 5-4 に基づき、A 下水処理場の処理水量については、6 年目以降は接続される B 下水処理場の処理水量を加えた水量で計算した。

- 維持管理係数

維持管理係数は下式（再掲）を用いて各年度の稼働率(x)を用いて算出した。

- ・下水処理施設(OD 法) $km(x) = 65.846x^{0.986}$

- ・下水処理施設(標準法) $km(x) = 63.406x^{0.977}$

- 維持管理係数の比

維持管理係数の比は次式により求めた。

維持管理係数の比[－]＝将来の維持管理係数／基準年※の維持管理係数

※更新前は1年目、更新後は更新年次（更新後は現状の維持管理効率と異なることが想定されるため）

- 維持管理費原単位

- ・更新前

基準年（1年目）の維持管理費原単位は表 5-6 に示すとおり、A 下水処理場は 75 円/m³、B 下水処理場は 85 円/m³である。将来（2年目以降）の維持管理費原単位は維持管理係数の比を用いて下式（再掲）により年度ごとに算出した。

将来の維持管理費原単位[円/m³]

＝現状の維持管理費原単位[円/m³] × 維持管理係数の比[－]

表 5-6 維持管理に係る原単位(再掲)

単位:円/m ³ ※1					
処理場	処理方式	維持管理費 原単位	固定維持 管理費原単位	消費電力量 原単位	備考
A下水処理場	標準法	75	64	11	
	(うち、汚泥処理系)	1,589			※2
B下水処理場	OD法	85	72	13	

※1:維持管理費÷処理水量(汚泥処理系は汚泥量)

※2:能力活用ケースにおいて、核となる処理施設における汚泥処理系の維持管理費を算出するために必要

- ・更新後

更新年次の維持管理費原単位は、現状とは異なると判断し、それぞれ費用関数を用いて算出した。その上で、将来の維持管理原単位は、基準年（更新年次）を起点とした維持管理係数の比を用いて年度ごとに算出した。

将来の維持管理費原単位（更新後）[円/m³]

＝基準年の維持管理費原単位[円/m³] × 維持管理係数の比[－]

(A 下水処理場の更新時(標準法:8,500 m³/日)の維持管理費原単位)

・標準法の維持管理費[千円/年](1,000~10,000m³/日) = $2,468x^{0.382}$

更新時の処理能力が 8,500m³/日なので、 $= 2,468 \times 8,500^{0.382} = 78,232$ [千円/年]

・維持管理費原単位[円/ m³]=維持管理費÷年間処理水量(日平均処理水量×365 日)
 $= 78,232,000 \div (5,643 \times 365) = 38$ [円/m³]

● 維持管理費 (年単位)

「将来の維持管理原単位」×「将来の処理水量」で年度ごとに算出した。

◆ 機電更新費

機械設備および電気設備の更新費については、以下の費用関数を用いて設定した。ただし、機械設備と電気設備の更新は同時期とした。

この場合、A 下水処理場(標準法)の機電更新費は、処理場更新費の費用関数および費用関数において機械・電気が占める割合(機械設備:33.4%、電気設備:23.8%)を用いて算出した。

(A 下水処理場の処理場全体機械設備更新費:処理能力 1,000~10,000m³/日)

y [千円] = $72,734(\text{処理能力}[\text{m}^3/\text{日}])^{0.26} = 72,734 \times 8,500^{0.26} = 764,516$ [千円]

(A 下水処理場の処理場全体電気設備更新費)

y [千円] = 機械設備更新費 × 23.8% / 33.4% = $764,516 \times 23.8\% / 33.4\% = 544,775$ [千円]

(A 下水処理場の処理場全体機械・電気設備更新費)

y [千円] = $764,516 + 544,775 = 1,309,290$ [千円]

◆ 接続事業費

今回、接続管きょ(自然流下管)を 5km、マンホールポンプを 10 基建設することとした。

接続事業費は、「都道府県構想マニュアル」に準拠し、費用関数を用いて試算した。

(建設費)

・接続管きょ建設費: $63 \times (\text{延長}[\text{m}]) = 63 \times 5,000\text{m} = 315,000$ [千円]

・マンホールポンプ建設費: $9,200 \times (\text{基数}[\text{基}]) = 9,200 \times 10 \text{ 基} = 92,000$ [千円]

・建設費計: $315,000 + 92,000 = 407,000$ [千円]

(維持管理費)

・管きょ維持管理費: $60 \times (\text{延長}[\text{m}]) / 1,000 = 60 \times 5,000\text{m} / 1,000 = 300$ [千円/年]

・マンホールポンプ維持管理費: $220 \times (\text{基数}[\text{基}]) = 220 \times 10 \text{ 基} = 2,200$ [千円/年]

・維持管理費計: $300 + 2,200 = 2,500$ [千円/年]

- ◆ 合計事業費
既存施設の更新ケースと同様の方法で試算した。
- ◆ 累計事業費
既存施設の更新ケースと同様の方法で試算した。
- ◆ 25 年間の年価
既存施設の更新ケースと同様の方法で試算した。

25 年間の累計事業費は 4,403 百万円、年価は 176 百万円/年となった。

以上の結果を、表 5-14 および図 5-9 に整理した。

表 5-14 処理施設の再編成ケースの経済性比較の試算結果

区分	単位	施設	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	合計
①処理能力	m3/日	A下水処理場	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	8,500	8,500	8,500	8,500	8,500	8,500	8,500	8,500	8,500	8,500	8,500	8,500	8,500	8,500	-
		B下水処理場	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	A下水処理場に接続																			-	
②処理水量(日平均)	m3/日	A下水処理場(統合前)	4,060	4,046	4,030	4,011	3,990	3,965	3,938	3,908	3,876	3,841	3,803	3,762	3,719	3,673	3,624	3,573	3,519	3,462	3,402	3,340	3,275	3,207	3,137	3,064	2,988	-
		B下水処理場	2,030	2,023	2,015	2,006	1,995	1,983	1,969	1,954	1,938	1,920	1,902	1,881	1,859	1,837	1,812	1,786	1,759	1,731	1,701	1,670	1,638	1,604	1,569	1,532	1,494	-
		A下水処理場(統合後)						5,948	5,907	5,863	5,814	5,761	5,704	5,643	5,578	5,509	5,436	5,359	5,278	5,193	5,103	5,010	4,913	4,811	4,706	4,596	4,482	-
③稼働率	%	A下水処理場	45%	45%	45%	45%	44%	66%	66%	65%	65%	64%	63%	66%	66%	65%	64%	63%	62%	61%	60%	59%	58%	57%	55%	54%	53%	-
		B下水処理場	43%	43%	43%	43%	42%	A下水処理場に接続																			-	
④維持管理係数の比	-	A下水処理場	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	0.69	0.69	0.70	0.70	0.71	0.72	1.00	1.01	1.02	1.04	1.05	1.07	1.08	1.10	1.12	1.15	1.17	1.19	1.22	1.25	-
		B下水処理場	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	A下水処理場に接続																			-	
⑤維持管理費	百万円/年	A下水処理場	111	111	111	111	111	112	112	112	112	112	112	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	2,321
		B下水処理場	63	63	63	63	63	A下水処理場に接続																			315	
⑥機電更新費	百万円/年	A下水処理場											1309															1,309
事業実施費						407																					407	
維持管理費							2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	50
-		174	174	174	174	581	115	115	115	115	115	1,424	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	80	80	80	80	4,403
⑧累計事業費		-	174	348	522	696	1,277	1,392	1,507	1,621	1,736	1,850	3,274	3,355	3,436	3,516	3,597	3,678	3,759	3,839	3,920	4,000	4,081	4,161	4,242	4,322	4,403	176

①処理能力 : 更新年次の「流入水量」/0.7(変動率)の500区切りで設定(A下水処理場は12年目に更新)
②処理水量(日平均) : 将来フレームより
③稼働率 : 「②処理水量(日平均)」/「①処理能力」
④維持管理係数の比 : 「当該年次の維持管理係数」/「基準年の維持管理係数」
⑤維持管理費 : 「②処理水量(日平均)」×365日×「④維持管理係数の比」×「維持管理原単位」(維持管理原単位は更新前はA処理場が75円/m³、B処理場が85円/m³、更新後はA処理場が38円/m³、B処理場が76円/m³)
⑥機電更新費 : (A下水処理場)y=(72,734×(「①処理能力」)^0.26)/1000*(1+23.8/33.4)
⑦接続事業費 : MP建設費;920万円/基、MP維持管理費;22万円/基/年、管きょ建設費;4.5万円/m(圧送管)、管きょ維持管理費;60円/m/年
⑧合計事業費 : 「⑤維持管理費」+「⑥機電更新費」+「⑦接続事業費」
⑨累計事業費 : 「前年度までの合計」+「当該年度の合計」

25年間の年価↑

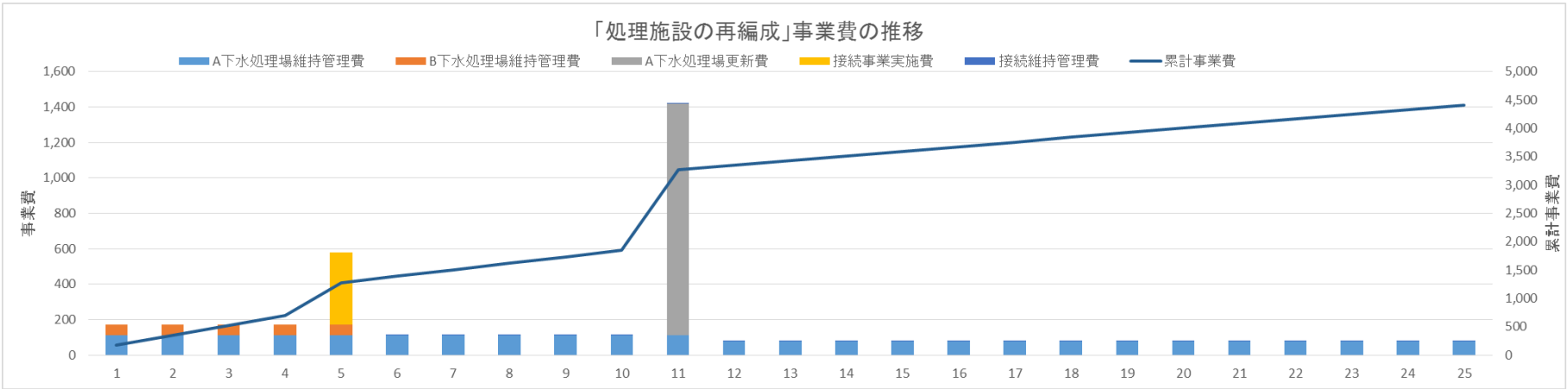


図 5-9 処理施設の再編成ケースの事業費の推移

(3) 既存施設の能力活用

事業費は、表 5-15 に示す項目を試算した。

表 5-15 事業費の内訳

事業費の区分		備考
既存施設の能力活用に係る事業費		
	核となる処理施設の事業費	
	処理施設の維持管理費	維持管理係数の比により補正
	処理施設の更新費	費用関数等
施設の廃止ならびに接続等に係る事業費		
	処理施設の撤去費	現状を確認したうえで該当無しのため計上しない
	改造費及び存続施設の更新	費用関数等
	存続施設の維持管理費	費用関数等
	管きょ建設費	管きょ輸送の場合(費用関数等)
	管きょ維持管理費	管きょ輸送の場合(費用関数等)
	その他の維持管理費	管きょ輸送を行わない場合
	その他の事業費	現状を確認したうえで該当無しのため計上しない

◆ 流入水量

表 5-10、図 5-3 および図 5-4 に基づき、A 下水処理場の汚泥処理量については、6 年目以降は接続される B 下水処理場の汚泥量を加えて整理した。

◆ 処理能力

更新年次の処理能力は**既存施設の更新**と同様に設定した。また、B 下水処理場については、更新年次において汚泥処理系を廃止し A 下水処理場に統合することとした。なお、処理能力の根拠となる処理水量および汚泥量（日最大）は、処理水量または汚泥量（日平均）÷0.7（変動率）で 500 m³/日（汚泥量は 50 m³/日）区切りで算出した。

A 下水処理場：12 年目に更新

- ・ 水処理施設（処理能力 5,500m³/日に更新）
- ・ 汚泥処理施設（処理能力 150 m³/日に更新）

B 下水処理場：6 年目に更新

- ・ 水処理施設（処理能力 3,000m³/日に更新）
- ・ 汚泥処理施設（廃止）

※現状の施設能力および流入水量予測から、B 下水処理場の汚泥処理施設統合後も A 下水処理場の汚泥処理能力は不足しないことを確認

表 5-7 各汚水処理施設の更新時期(再掲)

	耐用年数	更新時期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A 下水処理場	25年	12年目																									
B 下水処理場	25年	6年目																									

◆ 維持管理費

● 稼働率

表 5-10、図 5-3 および図 5-4 のとおり。

● 維持管理係数

維持管理係数は下式（再掲）を用いて各年度の稼働率(x)を用いて算出した。

・下水処理施設(OD 法) $km(x) = 65.846x^{0.986}$

・下水処理施設(標準法) $km(x) = 63.406x^{0.977}$

● 維持管理係数の比

維持管理係数の比は次式により求めた。

維持管理係数の比[－]＝将来の維持管理係数／基準年※の維持管理係数

※更新前は 1 年目、更新後は更新年次（更新後は現状の維持管理効率と異なることが想定されるため）

● 維持管理費原単位

・更新前

基準年（1 年目）の水処理施設の維持管理費原単位は表 5-6 に示すとおり、下水 A 処理場は 75 円/m³、B 下水処理場は 85 円/m³、将来（2 年目以降）の維持管理費原単位は維持管理係数の比を用いて下式（再掲）により年度ごとに算出した。なお、污泥処理施設については、稼働率の変化による維持管理費原単位の補正は行わないこととした。

将来の維持管理費原単位[円/m³]

＝現状の維持管理費原単位[円/m³] × 維持管理係数の比[－]

表 5-6 維持管理に係る原単位(再掲)

処理場	処理方式	単位:円/m ³ ※1			備考
		維持管理費費 原単位	固定維持 管理費原単位	消費電力量 原単位	
A 下水処理場	標準法	75	64	11	
	(うち、污泥処理系)	1,589			※2
B 下水処理場	OD法	85	72	13	

※1: 維持管理費÷処理水量(污泥処理系は污泥量)

※2: 能力活用ケースにおいて、核となる処理施設における污泥処理系の維持管理費を算出するために必要

・更新後

更新年次の維持管理費原単位は、現状とは異なると判断し、それぞれ費用関数を用いて算出した。その上で、将来の処理場全体の維持管理原単位は、基準年（更新年次）を起点とした維持管理係数の比を用いて年度ごと

に算出した。

将来の維持管理費原単位（更新後）[円/m³]

= 基準年の維持管理費原単位[円/m³] × 維持管理係数の比[－]

(A 下水処理場の更新時(標準法:5,500 m³/日)の維持管理費原単位)

《処理場全体の原単位》

・標準法の維持管理費[千円/年](1,000～10,000m³/日) = $2,468x^{0.382}$

更新時の処理能力が 5,500m³/日なので、 $= 2,468 \times 5,500^{0.382} = 66,247$ [千円/年]

・維持管理費原単位[円/m³] = 維持管理費 ÷ 年間処理水量(日平均処理水量 × 365 日)
 $= 66,247,000 \div (3,762 \times 365 \text{ 日}) = 48$ [円/m³]

《汚泥処理系の原単位》

汚泥処理系にかかわる維持管理費の割合を全体の 51%(p36 参照)とし、

・汚泥処理系にかかわる維持管理費[千円/年] = $66,247 \times 51\% = 33,786$ [千円/年]

・汚泥処理系にかかわる維持管理費原単位[円/m³] = 維持管理費 ÷ 年間処汚泥量
 $= 33,785,970 \div (88 \times 365 \text{ 日}) = 1,052$ [円/m³]

(B 下水処理場の更新時(OD 法:3,000 m³/日)の維持管理費原単位)

・OD 法の維持管理費[千円/年](1,400～10,000m³/日)

$= 28,600 (x/1000)^{0.58} \times (103.3/101.5)$

更新時の処理能力が 3,000m³/日なので、

$= 28,600 \times (3,000 / 1000)^{0.58} \times (103.3/101.5)$

$= 55,047$ [千円/年]

このうち、存続する水処理系にかかわる維持管理費の割合を 49%とし(p36 参照)、

存続する施設の維持管理費[千円/年] = $55,047 \times 49\% = 26,973$ [千円/年]

・維持管理費原単位[円/m³] = 維持管理費 ÷ 年間処理水量(日平均処理水量 × 365 日)
 $= 26,973,030 \div (1,983 \times 365 \text{ 日}) = 37$ [円/m³]

● 維持管理費

(A 下水処理場の維持管理費)

i .汚泥集約前

「将来の維持管理費原単位」 × 「将来の処理水量」で年度ごとに算出した。

ii .汚泥集約後

「将来の維持管理費原単位」 × 「将来の処理水量」

+ 「汚泥処理系にかかわる維持管理費原単位_{※稼働率補正無し}」 × 「集約量」

で年度ごとに算出した。

なお、汚泥濃度はどちらの処理場も 1%であるため濃度補正は不要とした。

(B 下水処理場の維持管理費)

i .汚泥集約前

「将来の維持管理費原単位」×「将来の処理水量」で年度ごとに算出した。

ii .汚泥集約後

「存続する施設の将来の維持管理費原単位」×「将来の処理水量」
で年度ごとに算出した。

◆ 機電更新費

機械設備および電気設備の更新費については、以下の費用関数を用い、「水処理施設」、「脱臭施設」および「汚泥処理施設」に分けて算出した（このうち、B 下水処理場は「水処理施設」および「脱臭施設」の機電更新費のみ）。ただし、機械設備と電気設備の更新は同時期とした。

A 下水処理場（標準法）および B 下水処理場（OD 法）の機電更新費は、処理場更新費の費用関数および費用関数において機械・電気が占める割合（標準法は機械設備：33.4%、電気設備：23.8%、OD 法は機械設備：40.0%、電気設備：26.2%）を用いて算出した。

なお、汚泥濃度はどちらの処理場も 1%であるため、関数使用にあたり濃度補正は不要とした。

(A 下水処理場の水処理施設機械設備更新費:処理能力 1,000～10,000m³/日)

$$y[\text{千円}] = 978(\text{処理能力}[\text{m}^3/\text{日}])^{0.59} = 978 \times 5,500^{0.59} = 157,454[\text{千円}]$$

(A 下水処理場の水処理施設電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = \text{機械設備更新費} \times 23.8\%/33.4\% = 157,454 \times 23.8\%/33.4\% = 112,198[\text{千円}]$$

(A 下水処理場の水処理施設機械・電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = 157,454 + 112,198 = 269,651[\text{千円}]$$

(A 下水処理場の脱臭施設機械設備更新費:処理能力 1,000～10,000m³/日)

$$y[\text{千円}] = 125,019(\text{処理能力}[\text{m}^3/\text{日}])^{0.04} = 125,019 \times 5,500^{0.04} = 176,437[\text{千円}]$$

(A 下水処理場の脱臭施設電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = \text{機械設備更新費} \times 23.8\%/33.4\% = 176,437 \times 23.8\%/33.4\% = 125,725[\text{千円}]$$

(A 下水処理場の脱臭施設機械・電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = 176,437 + 125,725 = 302,162[\text{千円}]$$

(A 下水処理場の汚泥処理施設機械設備更新費:処理能力 15～170m³/日)

$$y[\text{千円}] = 112,140(\text{処理能力}[\text{m}^3/\text{日}])^{0.26} = 112,140 \times 150^{0.26} = 412,614[\text{千円}]$$

(A 下水処理場の汚泥処理施設電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = \text{機械設備更新費} \times 23.8\%/33.4\% = 412,614 \times 23.8\%/33.4\% = 294,019[\text{千円}]$$

(A 下水処理場の汚泥処理施設機械・電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = 412,614 + 294,019 = 706,633[\text{千円}]$$

(A 下水処理場の合計機電更新費)

$$y[\text{千円}] = 269,651 + 302,162 + 706,633 = 1,278,446[\text{千円}]$$

(B 下水処理場の水処理施設機械設備更新費: 処理能力 100～1,000m³/日)

$$y[\text{千円}] = 1,580(\text{処理能力}[\text{m}^3/\text{日}])^{0.66} = 1,580 \times 3,000^{0.66} = 311,571[\text{千円}]$$

(B 下水処理場の水処理施設電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = \text{機械設備更新費} \times 26.2\%/40.0\% = 311,571 \times 26.2\%/40.0\% = 204,079[\text{千円}]$$

(B 下水処理場の水処理施設機械・電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = 311,571 + 204,079 = 515,650[\text{千円}]$$

(B 下水処理場の脱臭施設機械設備更新費: 処理能力 100～1,000m³/日)

$$y[\text{千円}] = 125,019(\text{処理能力}[\text{m}^3/\text{日}])^{0.04} = 125,019 \times 3,000^{0.04} = 172,211[\text{千円}]$$

(B 下水処理場の脱臭施設電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = \text{機械設備更新費} \times 26.2\%/40.0\% = 172,211 \times 26.2\%/40.0\% = 112,798[\text{千円}]$$

(B 下水処理場の脱臭施設機械・電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = 172,211 + 112,798 = 285,009[\text{千円}]$$

(B 下水処理場の合計機電更新費)

$$y[\text{千円}] = 515,650 + 285,009 = 800,659[\text{千円}]$$

◆ その他の維持管理費

汚泥輸送費として、近隣自治体の実績を参考に 10,000 [千円/年] を見込んだ。

◆ 合計事業費

既存施設の更新ケースと同様の方法で試算した。

◆ 累計事業費

既存施設の更新ケースと同様の方法で試算した。

◆ 25 年間の年価

既存施設の更新ケースと同様の方法で試算した。

25 年間の累計事業費は 5,476 百万円、年価は 219 百万円/年となった。

以上の結果を、表 5-16 および図 5-10 に整理した。

表 5-16 既存施設の能力活用ケースの経済性比較の試算結果

区分	単位	施設	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	合計		
①処理能力	m3/日	A下水処理場	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	－	
		A下水処理場 (汚泥処理)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	－
		B下水処理場	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	－
②-1処理水量	m3/日 (日平均)	A下水処理場	4,060	4,046	4,030	4,011	3,990	3,965	3,938	3,908	3,876	3,841	3,803	3,762	3,719	3,673	3,624	3,573	3,519	3,462	3,402	3,340	3,275	3,207	3,137	3,064	2,988	－		
		B下水処理場	2,030	2,023	2,015	2,006	1,995	1,983	1,969	1,954	1,938	1,920	1,902	1,881	1,859	1,837	1,812	1,786	1,759	1,731	1,701	1,670	1,638	1,604	1,569	1,532	1,494	－		
		A下水処理場	69	69	69	69	68	68	67	67	66	66	65	64	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	52	51			
②-2発生汚泥量 (汚泥処理量)	m3/日 (日平均)	B下水処理場	26	26	26	26	26	25	25	25	25	25	24	24	24	24	23	23	23	22	22	21	21	21	20	20	19			
		事業実施時 A下水処理場	95	95	95	95	94	93	92	92	91	91	89	88	88	87	85	84	83	81	80	78	77	76	74	72	70	－		
		A下水処理場	45%	45%	45%	45%	44%	44%	44%	43%	43%	43%	42%	68%	68%	67%	66%	65%	64%	63%	62%	61%	60%	58%	57%	56%	54%	－		
③稼働率	%	B下水処理場	43%	43%	43%	43%	42%	66%	66%	65%	65%	64%	63%	62%	61%	60%	60%	59%	58%	57%	56%	55%	53%	52%	51%	50%	－			
		A下水処理場	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.00	1.01	1.02	1.04	1.05	1.07	1.08	1.10	1.12	1.15	1.17	1.19	1.22	1.25	－		
④維持管理係数の比	－	B下水処理場	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	1.00	1.01	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.07	1.08	1.09	1.11	1.13	1.14	1.16	1.18	1.21	1.23	1.26	1.29	1.32	－		
		A下水処理場							14	14	14	14	14	14	14	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	7		
⑤-1汚泥処理系 増加維持管理費	百万円/年	B下水処理場													9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8			
		汚泥輸送費							10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
⑤-2維持管理費	百万円/年	A下水処理場	111	111	111	111	111	135	135	135	135	135	135	85	85	85	85	85	85	84	84	84	84	84	84	84	83	2,543		
		B下水処理場	63	63	63	63	63	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	853		
⑥機電更新費	百万円/年	A下水処理場												1,278														1,278		
		B下水処理場						801																						
⑧合計事業費		－	174	174	174	174	975	162	162	162	162	162	1,440	112	112	112	112	112	112	111	111	111	111	111	111	110	109	5,476		
⑨累計事業費		－	174	348	522	696	1,671	1,833	1,995	2,157	2,319	2,481	3,921	4,033	4,145	4,257	4,369	4,480	4,592	4,703	4,813	4,924	5,035	5,145	5,256	5,366	5,476	219		

①処理能力 :更新年次の「流入水量」/0.7(変動率)の500区切りで設定(A下水処理場は平成39年度、B下水処理場は平成33年度に更新)
②-1処理水量 :将来フレームより
②-2発生汚泥量 :実績値を基に水量比で減少すると想定して設定。流入水質180mg/ℓ、SS除去率95%、SS当たり汚泥転換率100%(標準法)と75%(OD法)、汚泥濃度1%
③稼働率 :「②処理水量(日平均)」/「①処理能力」
④維持管理係数の比 :「当該年次の維持管理係数」/「基準年の維持管理係数」
⑤-1増加維持管理費 :B下水処理場の「②-2汚泥量」×「A下水処理場の汚泥処理系維持管理原単位」 汚泥輸送費は実績値より10百万円/年を見込む
⑤-2維持管理費 :「②処理水量(日平均)」×365日×「④維持管理係数の比」×「維持管理原単位」+「⑤-1増加維持管理費」(維持管理原単位はA処理場が75円/㎡、B処理場が85円/㎡)
ただし、B処理場の更新後維持管理費は汚泥処理系を除いたものであるため0.49を掛け合わせる
⑥機電更新費 :別表参照
⑦合計事業費 :「⑤維持管理費」+「⑥機電更新費」
⑧累計事業費 :「前年度までの合計」+「当該年度の合計」

25年間の年価↓

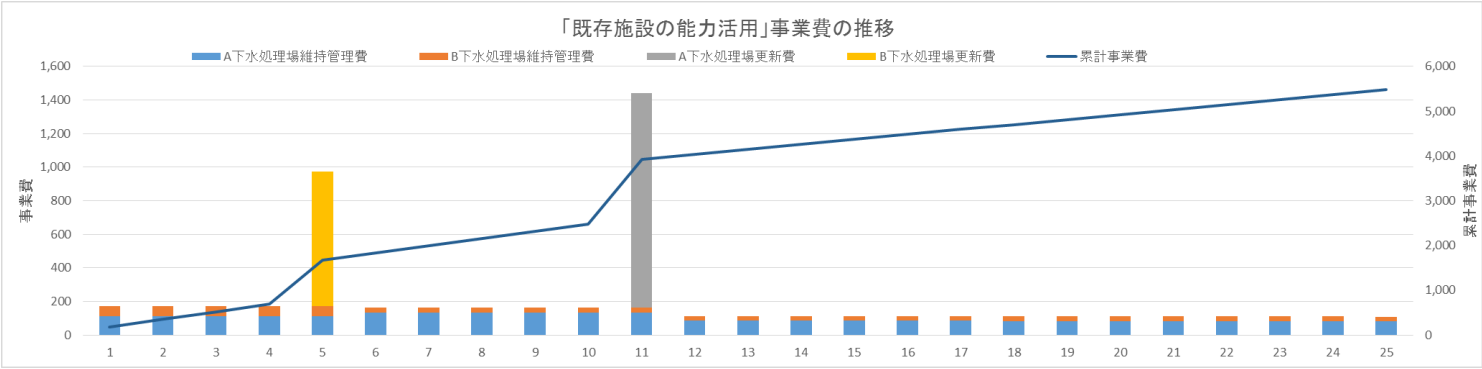


図 5-10 既存施設の能力活用ケースの事業費の推移

5.1.6 技術面及び環境面の確認

a)技術面

処理施設の統廃合を実施するに当たっての技術的な主な確認内容として、表 5-17 に示すチェックリストに従って統廃合ケースごと（処理施設の再編成、既存施設の能力活用）に簡易的に確認した。

表 5-17 技術面のチェックリスト

No.	チェック	項目	確認事項	備考
(1)	☐	管きよ	流下能力が確保できているか	「設計指針」
(2)	☐		適切な流速を確保できているか	〃
(3)	☐		適切な流速を確保できない場合は清掃頻度を高くすることが可能か	
(4)	☐		圧送区間を設ける場合の汚泥濃度の確認	
(5)	☐	ポンプ 施設	揚水能力が確保できているか（マンホールポンプを含む）	
(6)	☐		ポンプ施設での高濃度の汚泥堆積への措置	
(7)	☐	処理 施設	し尿を水処理施設に投入する場合の影響確認	
(8)	☐		水処理施設への負荷増加に伴う影響確認	
(9)	☐		アルカリ度の確認	
(10)	☐		水処理施設統合時の汚泥処理施設の能力確認	

【処理施設の再編成】

(1) 流下能力が確保できているか

A 処理区の管きよ台帳に基づく管径および流下能力を確認したところ、B 処理区の汚水を含めた流量に対して、表 5-18 の余裕を踏まえた流下能力が確保できることを確認した。

表 5-18 汚水管きよの余裕

管きよの内径	余裕
700mm 未満	計画下水量の 100%
700mm 以上 1,650mm 未満	計画下水量の 50%以上 100%以下
1,650mm 以上 3,000mm 以下	計画下水量の 25%以上 50%以下

出典：「設計指針」

(2) 適切な流速を確保できているか

(1) と合せて確認した結果、表 5-19 に示す流速の範囲に収まることを確認した。

表 5-19 管きよの流速

管きよ区分	流速
汚水管きよ	0.6m ³ /s 以上、3.0m ³ /s 以下
合流管きよ（雨水管きよ）	0.8 m ³ /s 以上、3.0m ³ /s 以下

出典：「設計指針」

(3) 適切な流速を確保できない場合は清掃頻度を高くすることが可能か
適切な流速を確保できているため対象外。

(4) 圧送区間を設ける場合の汚泥濃度の確認
圧送区間を設けないため確認対象外。

(5) 揚水能力が確保できているか（マンホールポンプを含む）
今回、新たにマンホールポンプを設置する。そのほか既存ポンプ施設については揚水能力と計画水量を比較して処理能力を超過していないことを確認した。

(6) ポンプ施設での高濃度の汚泥堆積への措置
し尿等を高濃度の汚水として管渠に投入しないため確認対象外。

(7) し尿を下水処理施設に投入する場合の影響確認
し尿を下水処理施設の水処理系に投入しないので確認対象外。

(8) 水処理施設への負荷増加に伴う影響確認
汚泥集約が無いため確認対象外。

(9) アルカリ度の確認
し尿を下水処理施設の水処理系に投入しないので対象外。

(10) 水処理施設統合時の汚泥処理施設の能力確認
核となる処理施設（A 下水処理場）における汚泥処理施設について簡易的に能力確認を行った結果、表 5-20 のとおり現状の施設能力で統合に伴い増加する汚泥量を処理できることを確認した。

表 5-20 簡易的な汚泥処理施設能力確認

項目		現状の汚泥処理量(事業計画書の容量計算書で確認)				統合時の 汚泥処理量	判定
		施設能力				汚水量由来	
		機器仕様	投入条件 TS[%]	A 水量比 ※1	B 施設能力 [m ³ /日]※2	C 汚泥処理量① [m ³ /日] 日最大ベース	C ≤ B
汚泥	重力濃縮	-	1.00%	1.50%	200	133	○
	脱水機	10 m ³ /時(2台)	1.00%	1.10%	150	97	○
水処理系(日最大水量)					9,000	8,500	-

※1容量計算書における、水処理系の流入水量に対する各処理工程の投入汚泥量の比

※2汚泥処理量もm³/日換算して計上

以上のとおり確認し、問題ないことを確認した。

【既存施設の能力活用】

(1) 流下能力が確保できているか

流下量に変更は無いため確認対象外。

(2) 適切な流速を確保できているか

(1) と同じく確認対象外。

(3) 適切な流速を確保できない場合は清掃頻度を高くすることが可能か

(1) と同じく確認対象外。

(4) 圧送区間を設ける場合の汚泥濃度の確認

圧送区間を設けないため対象外。

(5) 揚水能力が確保できているか(マンホールポンプを含む)

汚泥のみ集約のため対象外。

(6) ポンプ施設での高濃度の汚泥堆積への措

し尿等を高濃度の汚水として管渠に投入しないため対象外。

(7) し尿を下水処理施設に投入する場合の影響確認

し尿を下水道の水処理系に投入しないので対象外。

(8) 水処理施設への負荷増加に伴う影響確認

汚泥を受け入れることによる返流水による水処理への負荷上昇に伴い、処理水質が悪化する可能性があるため、表 5-21 の負荷量計算に基づき下水処理場 a の統合後の放流水質（BOD 濃度）を簡易的に算定した。

表 5-21 水処理施設まわりの負荷量計算

	水量 [m³/日]	流入水質 [mg/L]	流入負荷量 [kg/日]	放流負荷量 [kg/日]	除去率 [%]
現状 返流水含む	5,778	220	1,271.2	63.6	95.0
受入汚泥由来の返流水	29	950	27.6	-	-
統合後	5,807	-	1,298.8	64.9	95.0

（除去率は統合とも変わらない前提）

表 5-22 より、統合後の水質濃度は $64.9/5,807 \div 11.2\text{mg/L}$ となるが、当該処理場における計画放流水質（ 15.0mg/L ）以下であるため問題無いこととした。※現状は 10.5mg/L

また、汚泥処理系の統合を行った場合に、返流水による水処理系への負荷増が懸念されるため、簡易的な手法によりこれを確認した。

下水処理施設と下水処理施設の汚泥統合であるため、汚泥性状等は同等であると想定し、A 下水処理場の汚泥量に対して増加する汚泥量分の返流水負荷が増加するものとした。表 5-22 に容量計算から試算した増加負荷量を示す。この増加負荷量に基づき、式(1)、(2)により水処理施設の増加送風量および増加送風機動力を算出した。

表 5-22 返流水負荷の計算

項目	BOD			T-N			備考
	濃度 (mg/L)	水量 (m³/日)	負荷量 (kg/日)	濃度 (mg/L)	水量 (m³/日)	負荷量 (kg/日)	
処理場流入水量(集約前)	210	5,700	1,197	40	5,700	228	容量計算書より
反応槽流入水量(集約前)①	220	5,778	1,271	42	5,778	242	"
返流水(集約前)	950	78	74	180	78	14	容量計算書より
集約汚泥由来返流水	950	29	28	180	29	5	
返流水(集約後)	950	107	102	180	107	19	
反応槽流入水量(集約後)②	224	5,807	1,299	43	5,807	247	
増加量(②-①)		29	28		29	5	

増加する送風量 $\Delta Q(\text{m}^3/\text{分})$ は式(1)、増加する送風機軸動力 $\Delta L_s(\text{kW})$ は式(2)で簡易的に計算できる。

$$\Delta Q = 2.46 \times (0.6 \times CL_{BOD,R} + 4.57 \times CL_{KN,R}) \times 10^{-2} \dots\dots\dots(1)$$

$$\Delta L_S = 2.83 \times (0.6 \times CL_{BOD,R} + 4.57 \times CL_{KN,R}) \times 10^{-2} \dots\dots\dots(2)$$

ここで、

$CL_{BOD,R}$:汚泥受け入れに起因する返流水の増加 BOD 量 kg/日

$CL_{KN,R}$:汚泥受け入れに起因する返流水の増加ケルダール窒素量(≡T-N) kg/日

よって、今回の増加分は

$$\Delta Q = 2.46 \times (0.6 \times 28 + 4.57 \times 5) \times 10^{-2} = 1.0[\text{m}^3/\text{分}]$$

$$\Delta L_S = 2.83 \times (0.6 \times 28 + 4.57 \times 5) \times 10^{-2} = 1.1[\text{kw}]$$

となるが、容量計算書を確認した結果、増加分を見込んでも能力確保できることを確認した。

(9) アルカリ度の確認

し尿を下水処理施設の水処理系に投入しないので対象外。

(10) 水処理施設統合時の汚泥処理施設の能力確認

水処理施設の統合は行わないため対象外。

以上のとおり、すべてのケースについて技術面については問題ないことを確認した。

b) 環境面

既存施設の更新、処理施設の再編成および既存施設的能力活用のケースそれぞれについて、消費電力量、エネルギー消費量および温室効果ガス（以下、GHG）排出量を試算する等、環境面の確認を行った。

【有効利用（再生水、消化ガス、汚泥有効利用等）】

A 下水処理場では現在、再生水利用（近隣のせせらぎへ維持用水として放流）を行っているため統廃合による影響を確認した。

処理施設の再編成ケースの場合は処理水量を増加させることが可能となる。

既存施設的能力活用ケースの場合、前述のとおり、処理水質が若干悪化（BOD 濃度の向上）するが、再利用の目的から問題が無いと判断した。

【消費電力量、エネルギー消費量、GHG 排出量】

●消費電力量

消費電力量については、現状の消費電力量に基づき、稼働率変化の影響を踏まえて補正した各年度の消費電力量 [kWh/年] を算定し、それらを累計して 25 年間の合計値を算定した。

なお、既存施設的能力活用ケースで汚泥処理系を廃止する B 下水処理場の消費電力量は、全体から汚泥処理施設相当の消費電力量（下水道統計における平均値 10%）を控除して簡易的に算出することとした。一方、A 下水処理場の消費電力量は、上述の B 下水処理場で控除された消費電力量を加えることとした。

●エネルギー消費量

消費電力量に基づき、下式により各年度のエネルギー消費量 [MJ/年] を算定した。また、エネルギー消費量 [MJ/年] を累計して 25 年間の合計値を算定した。

エネルギー消費量 [MJ/年] = 消費電力量 [kWh/年] × 3.60（換算係数）

●GHG 排出量

消費電力量または処理水量に基づき、下式により各年度の GHG 排出量 [t-CO₂/年] を算定した。また、GHG 排出量 [t-CO₂/年] を累計して 25 年間の合計値を算定した。

GHG排出量(t-CO₂/年)

= Σ各温室効果ガスの排出量(t) × 各温室効果ガスの地球温暖化係数}

(地球温暖化係数)

- ・二酸化炭素 (t-CO₂/年) × 1 = 温室効果ガス排出量 (t-CO₂/年)
- ・メタン (t-CH₄/年) × 25 = 温室効果ガス排出量 (t-CO₂/年)
- ・一酸化二窒素 (t-N₂O/年) × 298 = 温室効果ガス排出量 (t-CO₂/年)

・二酸化炭素 (CO₂) 排出量 [t-CO₂/年]

$$= \text{消費電力量 [kWh/年]} \times \text{CO}_2 \text{ 排出係数 [t-CO}_2\text{/kWh]}$$

ここで、仮想モデル都市は関東地域であるため、CO₂ 排出係数は表 5-23 より、0.000474 (東京) とした。

表 5-23 代表会社の二酸化炭素 (CO₂) 排出係数 (H29 年度)

単位: t-CO₂/kWh

代表会社	排出係数	備考
北海道電力	0.000678	
東北電力	0.000523	
東京電力エナジーパートナー	0.000474	旧東京電力(株)
中部電力	0.000472	
北陸電力	0.000574	
中国電力	0.000677	
四国電力	0.000535	
九州電力	0.000463	
沖縄電力	0.000772	

・メタン (CH₄) 排出量 [t-CH₄/年]

$$= \text{処理水量 [m}_3\text{/年]} \times \text{CH}_4 \text{ 排出係数 [t-CH}_4\text{/m}_3\text{]}$$

ここで、CH₄ 排出係数は表 5-24 より、下水処理施設の場合は 0.00000088 (終末処理場)、し尿処理施設の場合は 0.0000050 (高負荷生物学的脱窒素処理) とした。

表 5-24 下水等及び雑排水の処理に係るメタン (CH₄) 排出係数 (出典:「環境省 HP」より)

対象となる排出活動	区分	単位	値
下水等及び雑排水の処理	終末処理場	tCH ₄ /m ³	0.00000088
	し尿処理施設 (嫌気性消化処理)	tCH ₄ /m ³	0.00054
	し尿処理施設 (好気性消化処理)	tCH ₄ /m ³	0.0000055
	し尿処理施設 (高負荷生物学的脱窒素処理)	tCH ₄ /m ³	0.0000050
	し尿処理施設 (生物学的脱窒素処理 (標準脱窒素処理))	tCH ₄ /m ³	0.0000059
	し尿処理施設 (膜分離処理)	tCH ₄ /m ³	0.0000055
	し尿処理施設 (その他の処理)	tCH ₄ /m ³	0.0000055
	コミュニティ・プラント	tCH ₄ /人	0.00020
	既存単独処理浄化槽	tCH ₄ /人	0.00020
	浄化槽 (既存単独処理浄化槽を除く。)	tCH ₄ /人	0.0011
	くみ取便所の便槽	tCH ₄ /人	0.00020

・一酸化二窒素(N_2O)排出量 $[\text{t}-\text{N}_2\text{O}/\text{年}]$
 $= \text{活動量}[\text{m}_3/\text{年または t-N}/\text{年}] \times \text{N}_2\text{O 排出係数}[\text{t}-\text{N}_2\text{O} / \text{m}_3 \text{または t}-\text{N}_2\text{O} / \text{t-N}]$
 ここで、 N_2O 排出係数は表 5-25 より、下水処理施設の場合は 0.00000016(終末処理場)、し尿処理施設の場合は 0.0029(高負荷生物学的脱窒素処理)とした。

表 5-25 下水等及び雑排水の処理に係る一酸化二窒素(N_2O)排出係数(出典:「環境省 HP」より)

対象となる排出活動	区分	単位	値
下水等及び雑排水の処理	終末処理場	$\text{tN}_2\text{O}/\text{m}^3$	0.00000016
	し尿処理施設(嫌気性消化処理)	$\text{tN}_2\text{O}/\text{tN}$	0.0000045
	し尿処理施設(好気性消化処理)	$\text{tN}_2\text{O}/\text{tN}$	0.0000045
	し尿処理施設(高負荷生物学的脱窒素処理)	$\text{tN}_2\text{O}/\text{tN}$	0.0029
	し尿処理施設(生物学的脱窒素処理(標準脱窒素処理))	$\text{tN}_2\text{O}/\text{tN}$	0.0000045
	し尿処理施設(膜分離処理)	$\text{tN}_2\text{O}/\text{tN}$	0.0024
	し尿処理施設(その他の処理)	$\text{tN}_2\text{O}/\text{tN}$	0.0000045
	コミュニティ・プラント	$\text{tN}_2\text{O}/\text{人}$	0.000039
	既存単独処理浄化槽	$\text{tN}_2\text{O}/\text{人}$	0.000020
	浄化槽(既存単独処理浄化槽を除く。)	$\text{tN}_2\text{O}/\text{人}$	0.000026
	くみ取便所の便槽	$\text{tN}_2\text{O}/\text{人}$	0.000020

以上の方法により算定した消費電力量、エネルギー消費量及び GHG 排出量を表 5-26 のとおり整理した。

【環境負荷】

統廃合に伴う影響を簡易的に確認した結果、公共用水域(この場合、河川)に与える影響は軽微と確認した。

【その他】

(既存施設の更新ケース)

- ・ ICT 活用し諸施設の集中管理の可能性を検討する。

(処理施設の再編成ケース)

- ・ 処理施設廃止に当たって国等関係者と協議が必要である。
- ・ 接続管きよの設置にあたり河川管理者等との施工・占用協議が必要である。
- ・ 廃止する処理施設について有効活用の検討が必要である。
- ・ 周辺住民(特に核となる処理施設周辺)への説明が必要である。

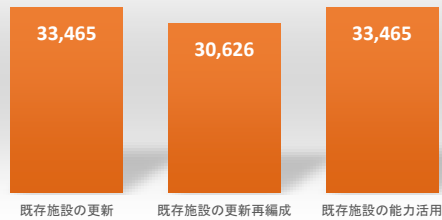
(既存施設的能力活用)

- ・ 核となる処理施設では、受入れ後の運転管理方法を確認する必要がある。
- ・ 汚泥運搬ルート of 検討および沿道住民への説明が必要である。
- ・ 周辺住民(特に核となる処理施設周辺)への説明が必要である。

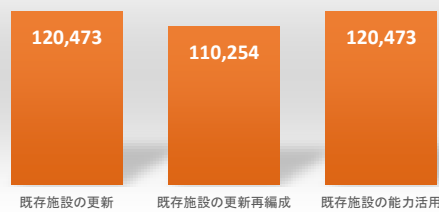
表 5-26 消費電力量・エネルギー消費量と温室効果ガス排出量の比較

区分		年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	合計	
処理水量(日平均) [m³/日]	既存施設の更新	A処理場	4,060	4,046	4,030	4,011	3,990	3,965	3,938	3,908	3,876	3,841	3,803	3,762	3,719	3,673	3,624	3,573	3,519	3,462	3,402	3,340	3,275	3,207	3,137	3,064	2,988		
		B処理場	2,030	2,023	2,015	2,006	1,995	1,983	1,969	1,954	1,938	1,920	1,902	1,881	1,859	1,837	1,812	1,786	1,759	1,731	1,701	1,670	1,638	1,604	1,569	1,532	1,494		
	処理施設の再編成	A処理場	4,060	4,046	4,030	4,011	3,990	5,948	5,907	5,863	5,814	5,761	5,704	5,643	5,578	5,509	5,436	5,359	5,278	5,193	5,103	5,010	4,913	4,811	4,706	4,596	4,482		
		B処理場	2,030	2,023	2,015	2,006	1,995										A処理場に統合												
稼働率	既存施設の更新	A処理場	45%	45%	45%	45%	44%	44%	44%	43%	43%	43%	42%	68%	68%	67%	66%	65%	64%	63%	62%	61%	60%	58%	57%	56%	54%		
		B処理場	43%	43%	43%	43%	42%	66%	66%	65%	65%	64%	63%	63%	62%	61%	60%	60%	59%	58%	57%	56%	55%	53%	52%	51%	50%		
	処理施設の再編成	A処理場	45%	45%	45%	45%	44%	66%	66%	65%	65%	64%	63%	66%	66%	65%	64%	63%	62%	61%	60%	59%	58%	57%	55%	54%	53%		
		B処理場	43%	43%	43%	43%	42%	66%	66%	65%	65%	64%	63%	62%	61%	60%	60%	59%	58%	57%	56%	55%	53%	52%	51%	50%			
電力係数の比	既存施設の更新	A処理場	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	1.02	1.03	1.03	1.04	1.05	1.06	0.71	0.71	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.82	0.83	0.85	0.87	0.88
		B処理場	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	1.02	0.69	0.70	0.70	0.71	0.71	0.72	0.73	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.82	0.83	0.84	0.86	0.88	
	処理施設の再編成	A処理場	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	1.02	0.73	0.73	0.74	0.74	0.75	0.75	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.83	0.84	0.86	0.88	
		B処理場	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	1.02																					
消費電力量[千kWh]	既存施設の更新	A処理場	1,087	1,086	1,085	1,085	1,084	1,082	1,081	1,080	1,078	1,077	1,075	712	710	709	707	706	704	702	700	698	695	693	690	688	685	21,698	
		B処理場	642	642	642	641	641	435	434	434	433	433	432	432	431	430	429	428	428	427	426	424	423	422	421	419	418	11,766	
	処理施設の再編成	A処理場	1,087	1,086	1,085	1,085	1,084	1,158	1,157	1,155	1,153	1,152	1,150	1,094	1,092	1,090	1,088	1,085	1,082	1,079	1,076	1,073	1,069	1,066	1,062	1,058	1,053	27,419	
		B処理場	642	642	642	641	641	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,207
消費電力量[千kWh]	既存施設の更新	A処理場	1,087	1,086	1,085	1,085	1,084	1,126	1,125	1,123	1,122	1,120	1,118	755	753	752	750	748	747	745	742	740	738	735	733	730	727	22,554	
		B処理場	642	642	642	641	641	391	391	390	390	389	389	388	388	387	386	386	385	384	383	382	381	380	379	378	376	10,911	
	既存施設の更新		1,729	1,728	1,727	1,726	1,724	1,517	1,516	1,514	1,512	1,510	1,507	1,143	1,141	1,139	1,137	1,134	1,131	1,128	1,125	1,122	1,119	1,115	1,111	1,107	1,103	33,465	
	既存施設の更新再編成		1,729	1,728	1,727	1,726	1,724	1,158	1,157	1,155	1,153	1,152	1,150	1,094	1,092	1,090	1,088	1,085	1,082	1,079	1,076	1,073	1,069	1,066	1,062	1,058	1,053	30,626	
消費エネルギー量 [千MJ]	既存施設の能力活用		1,729	1,728	1,727	1,726	1,724	1,517	1,516	1,514	1,512	1,510	1,507	1,143	1,141	1,139	1,137	1,134	1,131	1,128	1,125	1,122	1,119	1,115	1,111	1,107	1,103	33,465	
	既存施設の更新		6,224	6,221	6,217	6,212	6,207	5,462	5,456	5,449	5,442	5,434	5,426	4,115	4,108	4,100	4,092	4,082	4,073	4,062	4,052	4,040	4,028	4,015	4,001	3,986	3,971	120,473	
	既存施設の更新再編成		6,224	6,221	6,217	6,212	6,207	4,168	4,163	4,158	4,152	4,146	4,139	3,940	3,932	3,924	3,915	3,906	3,896	3,886	3,874	3,863	3,850	3,837	3,823	3,808	3,792	110,254	
	既存施設の能力活用		6,224	6,221	6,217	6,212	6,207	5,462	5,456	5,449	5,442	5,434	5,426	4,115	4,108	4,100	4,092	4,082	4,073	4,062	4,052	4,040	4,028	4,015	4,001	3,986	3,971	120,473	
GHG排出量[t-CO ₂] 【二酸化炭素由来】	既存施設の更新		819	819	819	818	817	719	718	717	717	716	714	542	541	540	539	538	536	535	533	532	530	529	527	525	523	15,862	
	処理施設の再編成		819	819	819	818	817	549	548	548	547	546	545	519	518	517	516	514	513	512	510	509	507	505	503	501	499	14,517	
	既存施設の能力活用		819	819	819	818	817	719	718	717	717	716	714	542	541	540	539	538	536	535	533	532	530	529	527	525	523	15,862	
	既存施設の更新		2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	44	
GHG排出量[t-CH ₄] 【メタン由来】	処理施設の再編成		2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	44		
	既存施設の能力活用		2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	44	
	既存施設の更新		0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	8	
	処理施設の再編成		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	8	
GHG排出量[t-N ₂ O] 【一酸化二窒素由来】	既存施設の更新		0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	8	
	処理施設の再編成		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	8	
	既存施設の能力活用		0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	8	
	既存施設の更新		974	973	972	971	969	870	869	867	864	862	859	685	683	680	677	674	670	667	663	659	655	651	646	642	637	19,342	
GHG排出量[t-CO ₂] 【合計】	処理施設の再編成		974	973	972	971	969	700	698	697	695	692	690	662	660	657	654	651	647	644	640	636	632	628	623	618	613	17,997	
	既存施設の能力活用		974	973	972	971	969	870	869	867	864	862	859	685	683	680	677	674	670	667	663	659	655	651	646	642	637	19,342	

消費電力量[千kWh]



消費エネルギー量[千MJ]

温室効果ガスの排出量[t-CO₂]

5.1.7 総合評価

既存施設の更新、処理施設の再編成、既存施設的能力活用の3ケースの結果を表5-27に示す。コスト面、環境面が有利となる**処理施設の再編成**を最適な統廃合ケースとして選定した。

表 5-27 評価まとめ

検討ケース		既存施設の更新	処理施設の再編成	既存施設的能力活用
概要		A、B 処理場を それぞれ ダウンサイジング	B 下水処理場を廃止し、 A 下水処理場に接続	B 下水処理場の 汚泥処理系を廃止し、 A 下水処理場に接続
経済性比較 LCC	総額	6,200 百万円	4,403 百万円	5,476 百万円
	年価	248 百万円/年	176 百万円/年	219 百万円/年
評価		△	◎	○
技術面の確認		問題なし	管きょ能力等について 確認し、問題なし	水処理系への増加する 負荷量の影響等につい て簡易的に確認し、問 題なし
評価		◎	△	△
環境面 の確認	エネルギー 消費量	120,473 千 MJ	110,254 千 MJ	120,473 千 MJ
	GHG 排出量	19,342t-CO ₂	17,997t-CO ₂	19,342t-CO ₂
評価		△	◎	△
その他		・ICT 活用し諸施設の 集中管理を検討	・処理施設廃止に当たっ て国等関係者と協議 ・接続管きょの設置にあ たり河川管理者等との 施工及び占用協議 ・廃止する処理施設につ いて有効活用を検討 ・周辺住民(特に核とな る処理施設周辺)への 説明	・核となる処理施設にお いて汚泥受入れに伴う 運転方法の変更検討 ・汚泥運搬ルートを検討 (沿道住民への説明) ・周辺住民(特に核とな る処理施設周辺)への 説明
総合評価			最適なケースとして選定	

5.2. シナリオ 2.下水道施設と農業集落排水施設

5.2.1 仮想モデル都市の概要

1) 仮想モデル都市の汚水処理システムの整備状況

仮想モデル都市の汚水処理システムの整備状況を表 5-28 に示す。

なお、仮想モデル都市は関東地域に所在する。

表 5-28 仮想モデル都市の基礎情報(現在)

項目	値	単位
行政面積	120	km2
行政人口	15,500	人
下水道整備率	100%	%
汚水処理人口	10,850	人
汚水処理普及率(人口普及率)	70%	%

5.2.2 基礎調査

(1) 関連計画の策定状況

汚水処理システムの効率化検討に係る全体計画と事業計画、都道府県構想、生活排水処理基本計画等が策定されている。これらの計画値を整理して検討フレームの参考値とした。

(2) 汚水処理施設の整備の現状

仮想モデル都市には、表 5-29 のとおり下水処理区 A と農業集落排水区が存在する。

表 5-29 仮想モデル都市の整備の現状

項目	現在	割合
行政人口	15,500	100%
下水処理計画区域内人口	14,000	90%
A処理区	14,000	90%
農業集落排水区域内人口	1,500	10%

また、それぞれの処理区の各汚水処理施設の処理能力と現在の処理水量、また、施設稼働率を表 5-30 のとおり整理した。(処理水量は年間平均値)

いずれの処理施設も、流入水量が減少して稼働率が低下している。

表 5-30 処理場の処理能力と稼働率(直近のデータより)

処理場	処理方式	日最大処理能力 m ³ /日 (a)	現在の処理水量 m ³ /日 (b)	稼働率 % (b) / (a)
A下水処理場	標準法	9,000	4,060	45%
農業集落排水施設	JARUSⅢ	800	405	51%

(3) 人口、家屋数の現状と見通し

国立社会保障・人口問題研究所(以下、社人研)の予測値に基づき、表 5-31 および図 5-11 に示すように、現在を起点とした 25 年間の行政人口を整理した。

表 5-31 仮想モデル都市の行政人口の見通し

年度	1(現在)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
行政人口	15,500	15,448	15,386	15,314	15,231	15,138	15,035	14,921	14,797	14,663	14,518	14,363

年度	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
行政人口	14,198	14,022	13,836	13,640	13,433	13,216	12,989	12,751	12,503	12,245	11,976	11,697	11,408

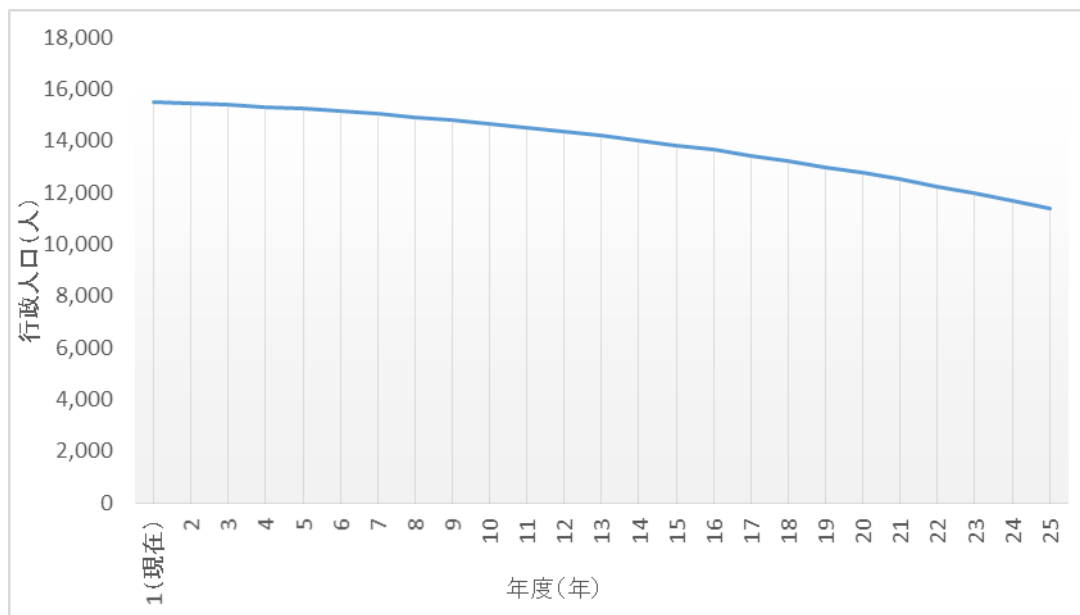


図 5-11 仮想モデル都市の行政人口の見通し

(4) 水環境の現状等

仮想モデル都市周辺の公共用水域の水質等、水環境の現況及び水利用の現況を調査し、現状としては特に問題が生じていない。

(5) 土地利用の現状と見通し

仮想モデル都市の土地利用の現状及び土地利用計画においては、統廃合に当たって特に留意すべき事項はない。

(6) 地理的、地形的特性

比較的平坦な土地で、小規模な水路が多くある以外は特に留意する地形的・地理的制約はなく、各処理施設を管きょ接続することも可能な位置関係である。

(7) 現状の維持管理費等

図 5-12 のイメージのとおり、維持管理費は、稼働率の影響を受けやすい電力費とその他ユーティリティ費等の固定費に大きく分けられる。現在の維持管理費等について、表 5-32 および表 5-33 のとおり実績値に基づき整理した。

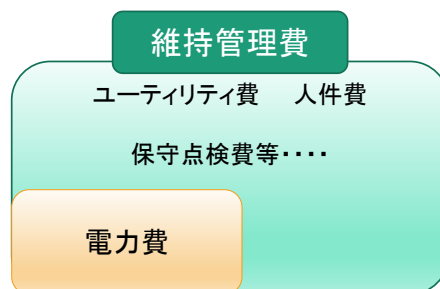


図 5-12 維持管理費のイメージ

表 5-32 現状の各污水处理施設の維持管理費等

処理場	処理方式	維持管理費			消費電力量 [kWh/年] ※1	備考
		合計(a) [千円/年]	固定費(b) [千円/年]	電力費(c) [千円/年]		
A下水処理場	標準法	111,143	94,842	16,301	1,086,727	
農業集落排水施設	JARUSⅢ	26,609	19,956	6,652	443,475	

※1: 電力費÷電力料単価(本シナリオ例では15円/kwh)

表 5-33 現状の維持管理に係る原単位

単位: 円/m³ ※1

処理場	処理方式	維持管理費 原単位	固定維持 管理費原単位	消費電力量 原単位	備考
A下水処理場	標準法	75	64	11	
農業集落排水施設	JARUSⅢ	180	135	45	

※1: 維持管理費÷処理水量

(8) 污水处理施設の整備年次と更新時期

表 5-34 のとおり、各污水处理施設の耐用年数を基に想定される更新時期を整理した（整備年次の表示は割愛）。ここでは機械・電気設備を対象（土木建築躯体は対象外）とし、これらの耐用年数は、仮想モデル都市の実績等から供用開始後 25 年と設定している。

表 5-34 各污水处理施設の更新時期

	耐用年数	更新時期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A下水処理場	25年	12年目																									
農業集落排水施設	25年	6年目																									
更新時期																											

5.2.3 前提条件の設定

(1) 検討対象範囲の設定

A 下水処理区、農業集落排水区域それぞれの処理施設である A 下水処理場、農業集落排水施設を検討対象とした。

(2) 処理区ごとの将来フレームの設定

処理区ごとの将来フレームについて、5.2.2 基礎調査で整理した将来人口および水量の予測結果を基に以下の手順で算定した。

①将来フレームの想定年次

25 年と設定した。

②将来人口

処理区毎の将来人口については、現状の処理区別人口の割合が将来も変わらないと想定のもと、その割合により 5.2.2 基礎調査において設定した行政人口を按分することで算定した。

③将来の処理水量および汚泥処理量

将来の処理水量（日平均）については、②の将来人口に、表 5-35 に示す汚水量原単位を乗じて年度ごとに算定した。

表 5-35 汚水量原単位

単位: L/人・日

区分		原単位		備考
		日平均	日最大	
汚水量	A処理区(下水道)	290	410	全体計画値(実績値)
	農業集落排水区	270	360	〃

なお、各年度の稼働率は次式より求めた。

$$\text{稼働率}[\%] = \frac{\text{「処理水量（日平均）」} [\text{m}^3/\text{日}]}{\text{「処理能力」} [\text{m}^3/\text{日}]}$$

また、流入水質については表5-36に示すとおりである。

表 5-36 下水の流入水質(どちらの施設とも)

単位: mg/L

項目	濃度	備考
BOD	210	全体計画より
COD	—	未設定
SS	180	全体計画より
T-N	40	全体計画より
NH4-N	—	未設定
T-P	5	全体計画より

以上をまとめ、表 5-37 と図 5-13 および図 5-14 のとおり整理した。

表 5-37 処理区ごとの将来フレーム

	年度	1(現在)	2	3	4	5	10	15	20	25
行政人口		21,000	20,930	20,846	20,748	20,636	19,866	18,746	17,276	15,456
人口	A処理区内人口(人)	14,000	13,953	13,897	13,832	13,757	13,244	12,497	11,517	10,304
	農業集落排水区域内人口(人)	1,500	1,495	1,489	1,482	1,474	1,419	1,339	1,234	1,104
処理水量	A処理区(日平均)(m ³ /日)	4,060	4,046	4,030	4,011	3,990	3,841	3,624	3,340	2,988
	A処理区(日最大)(m ³ /日)	5,800	5,781	5,757	5,730	5,699	5,487	5,177	4,771	4,269
	農業集落排水区(日平均)(m ³ /日)	405	404	402	400	398	383	362	333	298
	農業集落排水区(日最大ベース)(m ³ /日)	579	577	574	572	569	547	516	476	426
稼働率	A下水処理場稼働率(%)	45%	45%	45%	45%	45%	43%	40%	37%	33%
	農業集落排水施設稼働率(%)	51%	50%	50%	50%	50%	48%	45%	42%	37%

※処理水量(日最大)は、日平均水量÷0.7(変動率)で算定

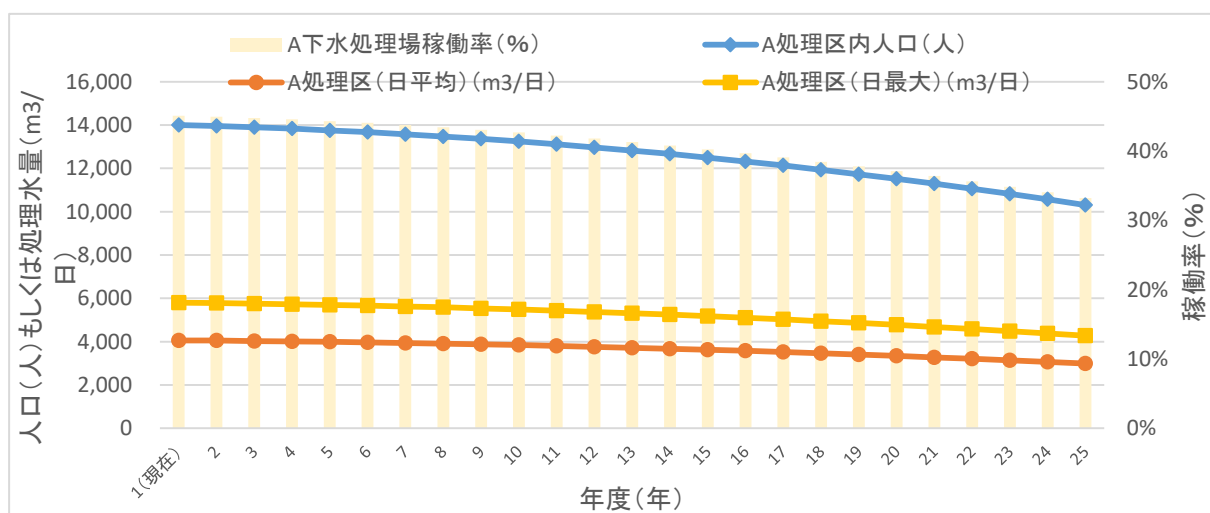


図 5-13 A 処理区の将来フレーム

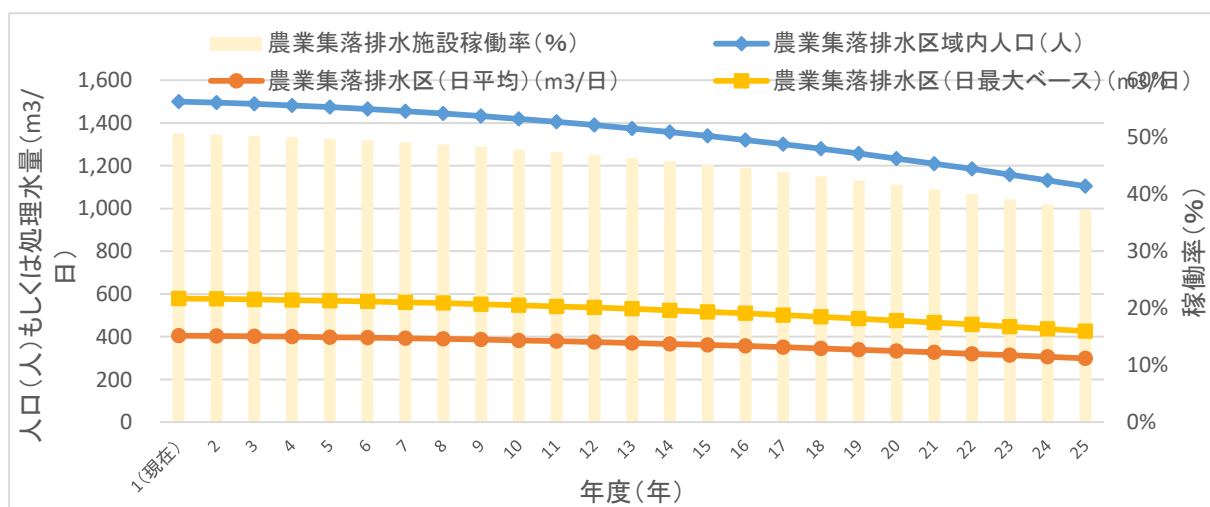


図 5-14 農業集落排水区域の将来フレーム

5.2.4 検討ケースの設定

図 5-5 および図 5-15 に示す(1) 既存施設の更新および(2) 処理施設の再編成の 2 つのケースを対象とした。

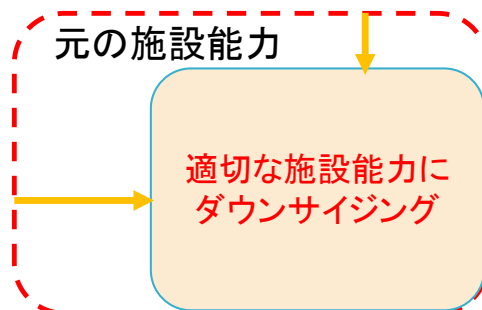


図 5-5 既存施設の更新イメージ(再掲)

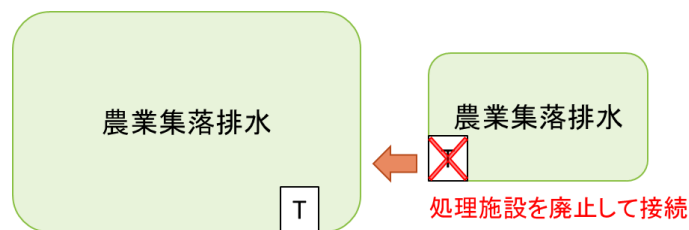


図 5-15 処理施設の再編成イメージ

5.2.5 経済性比較

(1) 既存施設の更新

事業費は、表 5-38 に示す項目を試算した。

表 5-38 事業費の内訳

事業費の区分		備考
既存施設の更新に係る事業費		
	処理施設の維持管理費	維持管理係数の比により補正
	処理施設の更新費	費用関数等
	その他の事業費	現状を確認したうえで該当無しのため計上しない

◆ 流入水量

表 5-37、図 5-13 および図 5-14 のとおり。

◆ 処理能力

更新後の処理能力は、水量の将来予測（日最大水量）よりそれぞれ、A 下水処理場は $5,500\text{m}^3/\text{日}$ （12 年目）、農業集落排水施設は $400\text{m}^3/\text{日}$ （6 年目）とした。

なお、処理能力については、それぞれの設計思想の違いから、下水処理施設は日平均水量÷0.7（日最大水量）により 500 m³/日区切りで算出し、農業集落排水施設は日平均水量を処理能力とした。

A 下水処理場：12 年目に更新（処理能力 5,500m³/日に更新）

農業集落排水施設：6 年目に更新（処理能力 400m³/日に更新）

表 5-34 各污水处理施設の更新時期(再掲)

	耐用年数	更新時期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A 下水処理場	25年	12年目																									
農業集落排水施設	25年	6年目																									

更新時期

◆ 維持管理費

● 稼働率

表 5-37、図 5-13 および図 5-14 のとおり。

● 維持管理係数

維持管理係数は下式（再掲）を用いて各年度の稼働率(x)を用いて算出した。

・下水処理施設(標準法) $km(x) = 63.406x^{-0.977}$

・農業集落排水施設 $km(x) = 66.057x^{-0.910}$

● 維持管理係数の比

維持管理係数の比は次式により求めた。

維持管理係数の比[－]＝将来の維持管理係数／基準年※の維持管理係数

※更新前は1年目、更新後は更新年次（更新後は現状の維持管理効率と異なることが想定されるため）

● 維持管理費原単位

・更新前

基準年（1年目）の維持管理費原単位は表 5-34 に示すとおり、A 下水処理場は 75 円/m³、農業集落排水施設は 180 円/m³であり、将来（2年目以降）の維持管理費原単位は維持管理係数の比を用いて下式（再掲）により年度ごとに算出した。

将来の維持管理費原単位[円/m³]

＝現状の維持管理費原単位[円/m³] × 維持管理係数の比[－]

表 5-33 現状の維持管理に係る原単位(再掲)

処理場	処理方式	単位:円/m ³ ※1			備考
		維持管理費 原単位	固定維持 管理費原単位	消費電力量 原単位	
A下水処理場	標準法	75	64	11	
農業集落排水施設	JARUSⅢ	180	135	45	

※1:維持管理費÷処理水量

・更新後

更新年次の維持管理費原単位は、現状とは異なると判断し、それぞれ費用関数を用いて算出した。その上で、将来の維持管理原単位は、基準年（更新年次）を起点とした維持管理係数の比を用いて年度ごとに算出した。

将来の維持管理費原単位（更新後）[円/m³]

＝基準年の維持管理費原単位[円/m³]×維持管理係数の比[－]

(A 下水処理場の更新時(標準法:5,500 m³/日)の維持管理費原単位)

・標準法の維持管理費[千円/年](1,000～10,000m³/日)＝2,468(処理能力[m³/日])^{0.382}

ここで、更新時の処理能力が5,500m³/日なので、

$$2,468 \times 5,500^{0.382} = 66,247[\text{千円/年}]$$

・維持管理費原単位[円/m³]＝維持管理費÷年間処理水量(日平均処理水量×365日)

$$= 66,247,000 \div (3,762 \times 365 \text{ 日}) = 48[\text{円/m}^3]$$

(農業集落排水施設の更新時(400 m³/日)の維持管理費原単位)

・農業集落排水施設の維持管理費[千円/年]＝37.811(計画人口[人])^{0.6835}

ここで、更新時の農業集落排水区域の計画人口が1,465人なので、

$$37.811 \times (1,465)^{0.6835} = 5,514[\text{千円/年}]$$

・維持管理費原単位[円/m³]＝維持管理費÷年間処理水量(日平均処理水量×365日)

$$= 5,514,000 \div (396 \times 365 \text{ 日}) = 38[\text{円/m}^3]$$

● 維持管理費（年単位）

「将来の維持管理費原単位」×「将来の処理水量（日平均）」×365日
で年度ごとに算出した。

◆ 機電更新費

機械設備および電気設備の更新費については、以下の費用関数を用いて設定した。ただし、機械設備と電気設備の更新は同時期とした。A 下水処理場（標準法）、農業集落排水施設ともに、機電更新費は更新費の費用関数および費用関数において機械・電気が占める割合（標準法は機械設備：33.4%、電気設備：23.8%、農業集落排水施設は

機械電気設備で 50%) を用いて算出した。

(A 下水処理場の処理場全体機械設備更新費:処理能力 1,000～10,000m³/日)

$$y[\text{千円}] = 72,734 (\text{処理能力}[\text{m}^3/\text{日}])^{0.26} = 72,734 \times 5,500^{0.26} = 682,703 [\text{千円}]$$

(A 下水処理場の処理場全体電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = \text{機械設備更新費} \times 23.8\% / 33.4\% = 682,703 \times 23.8\% / 33.4\% = 486,477 [\text{千円}]$$

(A 下水処理場の処理場全体機械・電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = 682,703 + 486,477 = 1,169,180 [\text{千円}]$$

(農業集落排水施設の全体更新費)

$$y[\text{千円}] = 2,271.2 \times (\text{計画人口}[\text{人}])^{0.6663}$$

(農業集落排水施設の機械・電気設備更新費)

$$\begin{aligned} y[\text{千円}] &= 2,271.2 \times (\text{計画人口}[\text{人}])^{0.6663} \times 50\% \\ &= 2,271.2 \times (1,465)^{0.6663} \times 50\% = 146,091 [\text{千円}] \end{aligned}$$

◆ 合計事業費

毎年の合計事業費は、維持管理費と機電更新費の合計とした。

◆ 累計事業費

累計事業費は次式により求めた。

累計事業費[百万円]

$$= \text{「前年度までの合計」} [\text{百万円}] + \text{「当該年度の合計」} [\text{百万円}]$$

◆ 25 年間の年価

25 年間の年価は次式により求めた。

$$\text{25 年間の年価} [\text{百万円}] = \text{25 年間の累計事業費} [\text{百万円}] / 25 [\text{年}]$$

25 年間の累計事業費は 3,700 百万円、年価は 148 百万円/年となった。

以上の結果を、表 5-39 および図 5-16 に整理した。

表 5-39 既存施設の更新ケースの経済性比較の試算結果

区分	単位	施設	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	合計
①処理能力	m ³ /日	A下水処理場	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	-
		農業集落排水施設	800	800	800	800	800	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	-
②処理水量(日平均)	m ³ /日	A下水処理場	4,060	4,046	4,030	4,011	3,990	3,965	3,938	3,908	3,876	3,841	3,803	3,762	3,719	3,673	3,624	3,573	3,519	3,462	3,402	3,340	3,275	3,207	3,137	3,064	2,988	-
		農業集落排水施設	405	404	402	400	398	396	393	390	387	383	379	375	371	366	362	356	351	345	339	333	327	320	313	306	298	-
②-2計画人口	人	農業集落排水施設	1,500	1,495	1,489	1,482	1,474	1,465	1,455	1,444	1,432	1,419	1,405	1,390	1,374	1,357	1,339	1,320	1,300	1,279	1,257	1,234	1,210	1,185	1,159	1,132	1,104	-
		A下水処理場	45%	45%	45%	45%	44%	44%	44%	43%	43%	43%	42%	68%	68%	67%	66%	65%	64%	63%	62%	61%	60%	58%	57%	56%	54%	-
③稼働率	%	農業集落排水施設	51%	50%	50%	50%	50%	99%	98%	97%	97%	96%	95%	94%	93%	92%	90%	89%	88%	86%	85%	83%	82%	80%	78%	76%	75%	-
		A下水処理場	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.00	1.01	1.02	1.04	1.05	1.07	1.08	1.10	1.12	1.15	1.17	1.19	1.22	1.25	-
④維持管理係数の比	-	農業集落排水施設	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	1.00	1.01	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.09	1.10	1.11	1.13	1.15	1.17	1.19	1.21	1.24	1.26	1.29	-
		A下水処理場	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	2,142
⑤維持管理費	百万円/年	農業集落排水施設	27	27	27	27	27	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	242
		A下水処理場											1,169															1,169
⑥機電更新費	-	農業集落排水施設					146																					146
		-	138	138	138	138	284	117	117	117	117	116	1,286	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	3,700
⑦合計事業費		-	138	275	413	551	835	951	1,068	1,184	1,301	1,417	2,703	2,774	2,846	2,917	2,989	3,060	3,131	3,202	3,274	3,345	3,416	3,487	3,558	3,629	3,700	148
⑧累計事業費		-	138	275	413	551	835	951	1,068	1,184	1,301	1,417	2,703	2,774	2,846	2,917	2,989	3,060	3,131	3,202	3,274	3,345	3,416	3,487	3,558	3,629	3,700	148

①処理能力 : A下水処理場は更新年次の「処理水量(日平均)」/0.7(変動率)の500区切りで、農業集落排水施設は処理水量(日平均)で設定(A下水処理場は12年目、B下水処理場は6年目に更新)

25年間の年価↑

②処理水量(日平均) : 将来フレームより

③稼働率 : 「②処理水量(日平均)」/「①処理能力」

④維持管理係数の比 : 「当該年次の維持管理係数」/「基準年の維持管理係数」

⑤維持管理費 : 「②処理水量(日平均)」×365日×「④維持管理係数の比」×「維持管理原単位」(維持管理原単位は更新前はA処理場が75円/m³、農業集落排水施設が180円/m³、更新後はA処理場が48円/m³、農業集落排水施設が38円/m³)

⑥機電更新費 : (A下水処理場)y=(72,734×(「①処理能力」)^{0.26})/1000*(1+23.8/33.4)、(農業集落排水施設)y=(2,271.2×(「②-2計画人口」)^{0.6663}×1/2(費用関数で機電の占める割合)

⑦合計事業費 : 「⑤維持管理費」+「⑥機電更新費」

⑧累計事業費 : 「前年度までの合計」+「当該年度の合計」

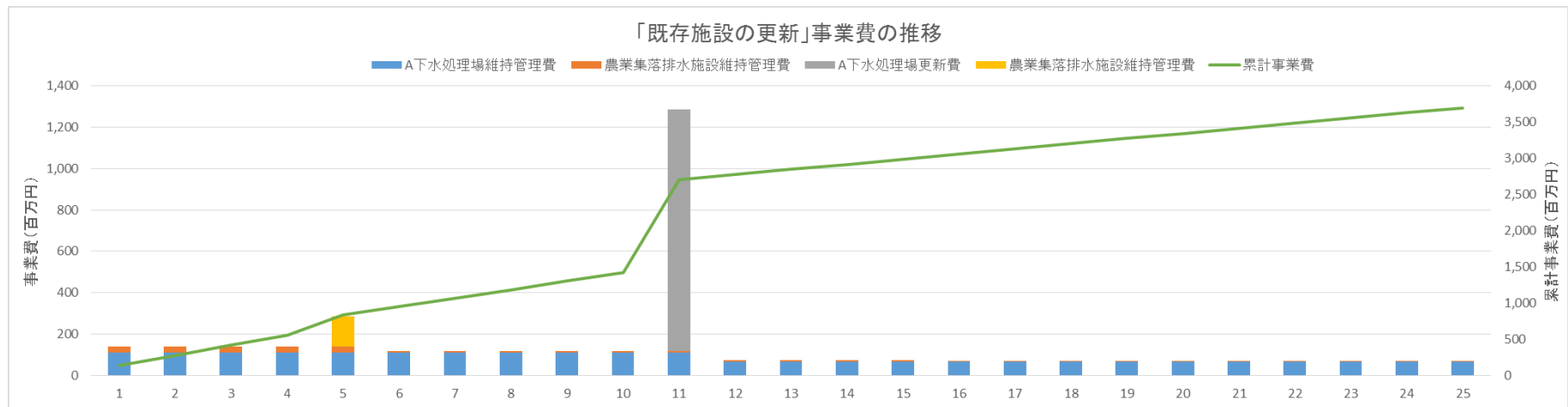


図 5-16 既存施設ケースの更新の事業費の推移

(2) 処理施設の再編成ケース

事業費は、表 5-40 に示す項目を試算した。

表 5-40 事業費の内訳

No.	事業費の区分	備考
1	処理施設の再編成に係る事業費	
2	核となる処理施設の事業費	
3	処理施設の更新費	費用関数等
4	処理施設の維持管理費	維持管理係数の比により補正
5	施設の廃止ならびに接続に係る事業費	
6	処理施設の撤去費	他用途で活用するため撤去しない
7	マンホールポンプ建設費	費用関数等
8	マンホールポンプ維持管理費	〃
9	管きょ建設費	〃
10	管きょ維持管理費	〃
11	その他の事業費	現状を確認したうえで該当無しのため計上しない

◆ 流入水量

表 5-37、図 5-13 および図 5-14 に基づき、A 下水処理場の処理水量については、6 年目以降は接続される農業集落排水施設の処理水量を加えて整理した。

◆ 処理能力

核となる処理施設である A 下水処理場の処理能力は、農業集落排水施設の統合（6 年目）を踏まえた更新時（12 年目）の処理水量に基づき $6,000\text{m}^3/\text{日}$ とした。（処理能力の根拠となる処理水量（日最大）は、処理水量（日平均） $\div 0.7$ （変動率）で $500\text{m}^3/\text{日}$ 区切りで算出）

A 下水処理場：12 年目に更新（処理能力 $6,000\text{m}^3/\text{日}$ に更新）

農業集落排水施設：6 年目に廃止（A 下水処理場へ接続）

※：現状の施設能力および流入水量予測から、農業集落排水施設統合後も A 下水処理場の水処理能力は不足しないことを確認

表 5-34 各污水处理施設の更新時期(再掲)

	耐用年数	更新時期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A 下水処理場	25年	12年目																									
農業集落排水施設	25年	6年目																									
更新時期																											

◆ 維持管理費

● 稼働率

表 5-37、図 5-13 および図 5-14 に基づき、A 下水処理場の処理水量については、6 年目以降は接続される農業集落排水施設の処理水量を加えた水量で算定した。

- 維持管理係数

維持管理係数は下式（再掲）を用いて各年度の稼働率(x)を用いて算出した。

- ・下水処理施設（標準法） $km(x) = 63.406x^{0.977}$
- ・農業集落排水施設 $km(x) = 66.057x^{0.910}$

- 維持管理係数の比

維持管理係数の比は次式により求めた。

維持管理係数の比[－]＝将来の維持管理係数／基準年※の維持管理係数

※更新前は 1 年目、更新後は更新年次（更新後は現状の維持管理効率と異なることが想定されるため）

- 維持管理費原単位

- ・更新前

基準年（1 年目）の維持管理費原単位は表 5-35 に示すとおり、A 下水処理場は 75 円/m³、農業集落排水施設は 180 円/m³であり、将来（2 年目以降）の維持管理費原単位は維持管理係数の比を用いて下式（再掲）により年度ごとに算出した。

将来の維持管理費原単位[円/m³]

＝現状の維持管理費原単位[円/m³] × 維持管理係数の比[－]

表 5-33 現状の維持管理に係る原単位(再掲)

処理場	処理方式	維持管理費 原単位	固定維持 管理費原単位	単位:円/m ³ ※1		備考
				消費電力量 原単位		
A下水処理場	標準法	75	64	11		
農業集落排水施設	JARUSⅢ	180	135	45		

※1:維持管理費÷処理水量

- ・更新後

更新年次の維持管理費原単位は、現状とは異なると判断し、それぞれ費用関数を用いて算出した。その上で、将来の維持管理原単位は、基準年（更新年次）を起点とした維持管理係数の比を用いて年度ごとに算出した。

将来の維持管理費原単位（更新後）[円/m³]

＝基準年の維持管理費原単位[円/m³] × 維持管理係数の比[－]

(A 下水処理場の更新時(標準法:6,000 m³/日)の維持管理費原単位)

・標準法の維持管理費[千円/年](1,000～10,000m³/日)＝ 2,468(処理能力[m³/日])^{0.382}

更新時の処理能力が $6,000\text{m}^3/\text{日}$ なので、 $= 2,468 \times 6,000^{0.382} = 68,486[\text{千円/年}]$

・維持管理費原単位 $[\text{円}/\text{m}^3]$ = 維持管理費 $\div$ 年間処理水量(日平均処理水量 $\times 365$ 日)
 $= 68,486,0008(4,137 \times 365 \text{ 日}) = 45[\text{円}/\text{m}^3]$

● 維持管理費 (年単位)

「将来の維持管理原単位」 $\times$ 「将来の処理水量」で年度ごとに算出した。

◆ 機電更新費

機械設備および電気設備の更新費については、以下の費用関数を用いて設定した。ただし、機械設備と電気設備の更新は同時期とした。A 下水処理場(標準法)の機電更新費は費用関数および費用関数において機械・電気が占める割合(機械設備:33.4%、電気設備:23.8%)を用いて算出した。

(A 下水処理場の処理場全体機械設備更新費:処理能力 $1,000\sim 10,000\text{m}^3/\text{日}$)

$y[\text{千円}] = 72,734(\text{処理能力}[\text{m}^3/\text{日}])^{0.26} = 72,734 \times 6,000^{0.26} = 698,324[\text{千円}]$

(A 下水処理場の処理場全体電気設備更新費)

$y[\text{千円}] = \text{機械設備更新費} \times 23.8\% / 33.4\% = 698,324 \times 23.8\% / 33.4\% = 497,608[\text{千円}]$

(A 下水処理場の処理場全体機械・電気設備更新費)

$y[\text{千円}] = 698,324 + 497,608 = 1,195,932[\text{千円}]$

◆ 接続事業費

両施設間距離は比較的遠く、また、管きょ埋設ルートは山間部も含むことから、接続管きょ(自然流下管)を 10km 、マンホールポンプを 20 基建設することとした。

接続事業費は、「都道府県構想マニュアル」に準拠し、費用関数を用いて試算した。

(建設費)

・接続管きょ建設費: $63 \times (\text{延長}[\text{m}]) = 63 \times 10,000\text{m} = 630,000[\text{千円}]$

・マンホールポンプ建設費: $9,200 \times (\text{基数}[\text{基}]) = 9,200 \times 20 \text{ 基} = 184,000[\text{千円}]$

・建設費計: $630,000 + 184,000 = 814,000[\text{千円}]$

(維持管理費)

・管きょ維持管理費: $60 \times (\text{延長}[\text{m}]) / 1,000 = 60 \times 10,000\text{m} / 1,000 = 600[\text{千円/年}]$

・マンホールポンプ維持管理費: $220 \times (\text{基数}[\text{基}]) = 220 \times 20 \text{ 基} = 4,400[\text{千円/年}]$

・維持管理費計: $600 + 4,400 = 5,000[\text{千円/年}]$

◆ 合計事業費

既存施設の更新ケースと同様の方法で試算した。

- ◆ 累計事業費
既存施設の更新ケースと同様の方法で試算した。
- ◆ 25 年間の年価
既存施設の更新ケースと同様の方法で試算した。

25 年間の累計事業費は 4,415 百万円、年価は 177 百万円/年となった。

以上の結果を、表 5-41 および図 5-17 に整理した。

表 5-41 処理施設の再編成ケースの経済性比較の試算結果

区分	単位	施設	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	合計		
①処理能力	m3/日	A下水処理場	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	-	
		農業集落排水施設	800	800	800	800	800									A下水処理場に接続														
②処理水量(日平均)	m3/日	A下水処理場 (統合前)	4,060	4,046	4,030	4,011	3,990	3,965	3,938	3,908	3,876	3,841	3,803	3,762	3,719	3,673	3,624	3,573	3,519	3,462	3,402	3,340	3,275	3,207	3,137	3,064	2,988	-		
		農業集落排水施設	405	404	402	400	398	396	393	390	387	383	379	375	371	366	362	356	351	345	339	333	327	320	313	306	298	-		
		A下水処理場 (統合後)						4,361	4,331	4,298	4,262	4,224	4,182	4,137	4,090	4,039	3,986	3,929	3,870	3,807	3,742	3,673	3,602	3,527	3,450	3,369	3,286	-		
②-2計画人口	人	農業集落排水施設	1,500	1,495	1,489	1,482	1,474	1,465	1,455	1,444	1,432	1,419	1,405	1,390	1,374	1,357	1,339	1,320	1,300	1,279	1,257	1,234	1,210	1,185	1,159	1,132	1,104	-		
③稼働率	%	A下水処理場	45%	45%	45%	45%	44%	48%	48%	48%	47%	47%	46%	69%	68%	67%	66%	65%	64%	63%	62%	61%	60%	59%	57%	56%	55%	-		
		農業集落排水施設	51%	50%	50%	50%	50%																					-		
④維持管理係数の比	-	A下水処理場	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	0.93	0.94	0.95	0.95	0.96	0.97	1.00	1.01	1.02	1.04	1.05	1.07	1.08	1.10	1.12	1.15	1.17	1.19	1.22	1.25	-		
		農業集落排水施設	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02																					-		
⑤維持管理費	百万円/年	A下水処理場	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	2,172		
		農業集落排水施設	27	27	27	27	27																					133		
A下水処理場に接続																														
⑥機電更新費		A下水処理場											1,196															1,196		
⑦接続事業費	百万円/年	事業実施費					814																					814		
		維持管理費						5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	100		
⑧合計事業費		-	138	138	138	138	952	116	116	116	116	116	1,312	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	4,415		
⑨累計事業費		-	138	275	413	551	1,503	1,619	1,735	1,851	1,968	2,084	3,396	3,469	3,542	3,615	3,688	3,761	3,834	3,906	3,979	4,052	4,125	4,197	4,270	4,343	4,415	177		
①処理能力			:更新年次の「流入水量」/0.7(変動率)の500区切りで設定(A下水処理場は12年目に更新)																										25年間の年価	

①処理能力 :更新年次の「流入水量」/0.7(変動率)の500区切りで設定(A下水処理場は12年目に更新)
②処理水量(日平均) :将来フレームより
③稼働率 :「②処理水量(日平均)」/「①処理能力」
④維持管理係数の比 :「当該年次の維持管理係数」/「基準年の維持管理係数」
⑤維持管理費 :「②処理水量(日平均)」×365日×「④維持管理係数の比」×「維持管理原単位」(維持管理原単位は更新前はA処理場が75円/m³、農業集落排水施設が180円/m³、更新後はA処理場が45円/m³)
⑥機電更新費 : (A下水処理場)y=(72,734×(「①処理能力」)^{0.42})/1000*(1+23.8/33.4)
⑦接続事業費 :MP建設費:920万円/基、MP維持管理費:22万円/基/年、管きょ建設費:4.5万円/m(圧送管)、管きょ維持管理費:60円/m/年
⑧合計事業費 :「⑤維持管理費」+「⑥機電更新費」
⑨累計事業費 :「前年度までの合計」+「当該年度の合計」

25年間の年価↑

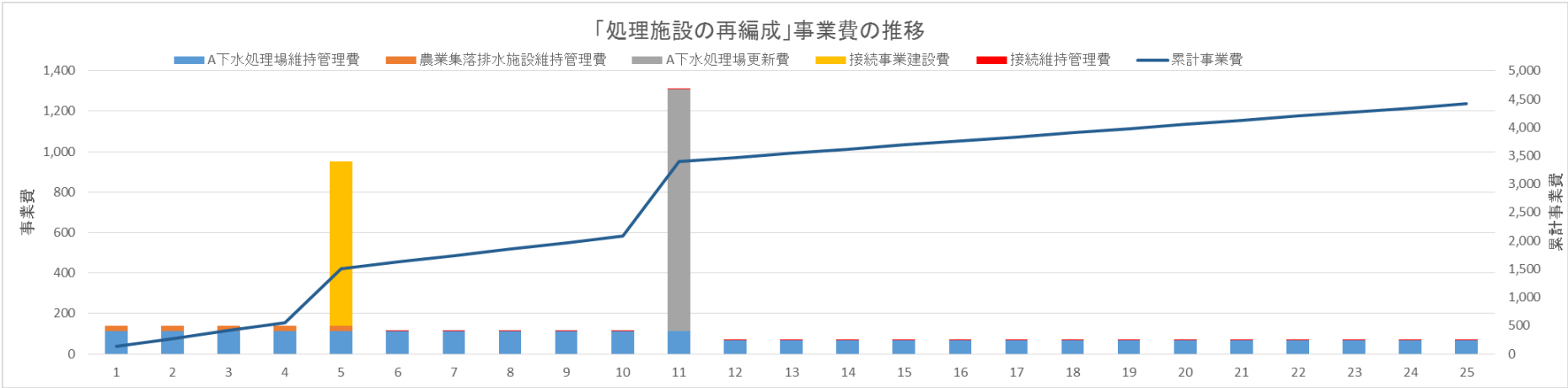


図 5-17 処理施設の再編成ケースの事業費の推移

5.2.6 技術面及び環境面の確認

a)技術面

処理施設の統廃合を実施するに当たっての技術的な主な確認内容として、表 5-42 に示すチェックリストに従って統廃合ケースごと（本シナリオでは**処理施設の再編成のみ**）に簡易的に確認した。

表 5-42 技術面のチェックリスト

No.	チェック	項目	確認事項	備考
(1)	☐	管きよ	流下能力が確保できているか	「設計指針」
(2)	☐		適切な流速を確保できているか	〃
(3)	☐		適切な流速を確保できない場合は清掃頻度を高くすることが可能か	
(4)	☐		圧送区間を設ける場合の汚泥濃度の確認	
(5)	☐	ポンプ 施設	揚水能力が確保できているか（マンホールポンプを含む）	
(6)	☐		ポンプ施設での高濃度の汚泥堆積への措置	
(7)	☐	処理 施設	し尿を水処理施設に投入する場合の影響確認	
(8)	☐		水処理施設への負荷増加に伴う影響確認	
(9)	☐		アルカリ度の確認	
(10)	☐		水処理施設統合時の汚泥処理施設の能力確認	

【処理施設の再編成】

(1) 流下能力が確保できているか

A 処理区の管きよ台帳に基づく管径および流下能力を確認したところ、B 処理区の汚水を含めた流量に対して、表 5-43 の余裕を踏まえた流下能力が確保できることを確認した。

表 5-43 汚水管きよの余裕

管きよの内径	余裕
700mm 未満	計画下水量の 100%
700mm 以上 1,650mm 未満	計画下水量の 50%以上 100%以下
1,650mm 以上 3,000mm 以下	計画下水量の 25%以上 50%以下

出典：「設計指針」

(2) 適切な流速を確保できているか

(1) と合せて確認した結果、表 5-44 に示す流速の範囲に収まることを確認した。

表 5-44 管きよの流速

管きよ区分	流速
汚水管きよ	0.6m ³ /s 以上、3.0m ³ /s 以下
合流管きよ（雨水管きよ）	0.8 m ³ /s 以上、3.0m ³ /s 以下

出典：「設計指針」

(3) 適切な流速を確保できない場合の清掃頻度を高くすることが可能か

適切な流速を確保できているため対象外。

(4) 圧送区間を設ける場合の汚泥濃度の確認

圧送区間を設けないため確認対象外。

(5) 揚水能力が確保できているか（マンホールポンプを含む）

今回、新たにマンホールポンプを設置する。そのほか既存ポンプ施設について揚水能力と計画水量等を比較して処理能力を超過していないことを確認した。

(6) ポンプ施設での高濃度の汚泥堆積への措置

し尿等を高濃度の汚水として管渠に投入しないため確認対象外。

(7) し尿を下水処理施設に投入する場合の影響確認

し尿を下水処理施設の水処理系に投入しないので確認対象外。

(8) 水処理施設への負荷増加に伴う影響確認

汚泥集約が無いため確認対象外。

(9) アルカリ度の確認

し尿を下水処理施設の水処理系に投入しないので対象外。

(10) 水処理施設統合時の汚泥処理施設の能力確認

核となる処理施設（A 下水処理場）における汚泥処理施設について簡易的に能力確認を行った結果、表 5-45 のとおり現状の施設能力で統合に伴い増加する汚泥量を処理できることを確認した。

表 5-45 簡易的な汚泥処理施設能力確認

項目		現状の汚泥処理量(事業計画書の容量計算書で確認)				統合時の 汚泥処理量	判定
		施設能力				汚水量由来	
		機器仕様	投入条件 TS[%]	A 水量比 ※1	B 施設能力 [m ³ /日]※2	C 汚泥処理量① [m ³ /日] 日最大ベース	C≤B
汚泥	重力濃縮	－	1.00%	1.50%	200	104	○
	脱水機	10 m ³ /時(2台)	1.00%	1.10%	150	76	○
水処理系(日最大水量)					9,000	6,200	－

※1容量計算書における、水処理系の流入水量に対する各処理工程の投入汚泥量の比

※2汚泥処理量もm³/日換算して計上

以上のとおり確認し、問題ないことを確認した。

b) 環境面

既存施設の更新および処理施設の再編成のケースそれぞれについて、消費電力量、エネルギー消費量および温室効果ガス（以下、GHG）排出量を試算する等、環境面の確認を行った。

【有効利用（再生水、消化ガス、汚泥有効利用等）】

A 下水処理場では現在、再生水利用（近隣のせせらぎへ維持用水として放流）を行っているため統廃合による影響を確認した。

処理施設の再編成ケースの場合は処理水量を増加させることが可能となる。

【消費電力量、エネルギー消費量、GHG 排出量】

●消費電力量

消費電力量については、現状の消費電力量に基づき、稼働率変化の影響を踏まえて補正した各年度の消費電力量 [kWh/年] を算定し、それらを累計して 25 年間の合計値を算定した。

●エネルギー消費量

消費電力量に基づき、下式により各年度のエネルギー消費量 [MJ/年] を算定した。また、エネルギー消費量 [MJ/年] を累計して 25 年間の合計値を算定した。

エネルギー消費量 [MJ/年] = 消費電力量 [kWh/年] × 3.60（換算係数）

●GHG 排出量

消費電力量または処理水量に基づき、下式により各年度の GHG 排出量 [t-CO₂/年] を算定した。また、GHG 排出量 [t-CO₂/年] を累計して 25 年間の合計値を算定した。

GHG排出量(t-CO₂/年)

= Σ各温室効果ガスの排出量(t) × 各温室効果ガスの地球温暖化係数}

(地球温暖化係数)

・二酸化炭素 (t-CO ₂ /年)	× 1	= 温室効果ガス排出量 (t-CO ₂ /年)
・メタン (t-CH ₄ /年)	× 25	= 温室効果ガス排出量 (t-CO ₂ /年)
・一酸化二窒素 (t-N ₂ O/年)	× 298	= 温室効果ガス排出量 (t-CO ₂ /年)

・二酸化炭素(CO₂)排出量[t-CO₂/年]

$$= \text{消費電力量}[\text{kWh}/\text{年}] \times \text{CO}_2 \text{ 排出係数}[\text{t-CO}_2/\text{kWh}]$$

ここで、仮想モデル都市は関東地域であるため、CO₂ 排出係数は表 5-46 より、0.000474(東京)とした。

表 5-46 代表会社の二酸化炭素(CO₂)排出係数(H29 年度)

単位:t-CO₂/kWh

代表会社	排出係数	備考
北海道電力	0.000678	
東北電力	0.000523	
東京電力エナジーパートナー	0.000474	旧東京電力(株)
中部電力	0.000472	
北陸電力	0.000574	
中国電力	0.000677	
四国電力	0.000535	
九州電力	0.000463	
沖縄電力	0.000772	

・メタン(CH₄)排出量[t-CH₄/年]

$$= \text{処理水量}[\text{m}_3/\text{年}] \times \text{CH}_4 \text{ 排出係数}[\text{t-CH}_4/\text{m}_3]$$

ここで、CH₄ 排出係数は表 5-47 より、下水処理施設の場合は 0.00000088(終末処理場)、農業集落排水施設も下水処理施設と同じ数値を使うこととした。

表 5-47 下水等及び雑排水の処理に係るメタン(CH₄)排出係数(出典:「環境省 HP」より)

対象となる排出活動	区分	単位	値
下水等及び雑排水の処理	終末処理場	tCH ₄ /m ³	0.00000088
	し尿処理施設(嫌気性消化処理)	tCH ₄ /m ³	0.00054
	し尿処理施設(好気性消化処理)	tCH ₄ /m ³	0.0000055
	し尿処理施設(高負荷生物学的脱窒素処理)	tCH ₄ /m ³	0.0000050
	し尿処理施設(生物学的脱窒素処理(標準脱窒素処理))	tCH ₄ /m ³	0.0000059
	し尿処理施設(膜分離処理)	tCH ₄ /m ³	0.0000055
	し尿処理施設(その他の処理)	tCH ₄ /m ³	0.0000055
	コミュニティ・プラント	tCH ₄ /人	0.00020
	既存単独処理浄化槽	tCH ₄ /人	0.00020
	浄化槽(既存単独処理浄化槽を除く。)	tCH ₄ /人	0.0011
	くみ取便所の便槽	tCH ₄ /人	0.00020

・一酸化二窒素(N₂O)排出量[t-N₂O/年]

$$= \text{活動量}[\text{m}_3/\text{年または t-N}/\text{年}] \times \text{N}_2\text{O 排出係数}[\text{t-N}_2\text{O} / \text{m}_3 \text{ または } \text{t-N}_2\text{O} / \text{t-N}]$$

ここで、N₂O 排出係数は表 5-48 より、下水処理施設の場合は 0.00000016(終末処理場)農業集落排水施設も下水処理施設と同じ数値を使うこととした。

表 5-48 下水等及び雑排水の処理に係る一酸化二窒素 (N₂O) 排出係数 (出典:「環境省 HP」より)

対象となる排出活動	区分	単位	値
下水等及び雑排水の処理	終末処理場	tN ₂ O/m ³	0.00000016
	し尿処理施設(嫌気性消化処理)	tN ₂ O/tN	0.0000045
	し尿処理施設(好気性消化処理)	tN ₂ O/tN	0.0000045
	し尿処理施設(高負荷生物学的脱窒素処理)	tN ₂ O/tN	0.0029
	し尿処理施設(生物学的脱窒素処理(標準脱窒素処理))	tN ₂ O/tN	0.0000045
	し尿処理施設(膜分離処理)	tN ₂ O/tN	0.0024
	し尿処理施設(その他の処理)	tN ₂ O/tN	0.0000045
	コミュニティ・プラント	tN ₂ O/人	0.000039
	既存単独処理浄化槽	tN ₂ O/人	0.000020
	浄化槽(既存単独処理浄化槽を除く。)	tN ₂ O/人	0.000026
	くみ取便所の便槽	tN ₂ O/人	0.000020

以上の方法により算定した消費電力量、エネルギー消費量及び GHG 排出量を表 5-49 のとおり整理した。

【環境負荷】

統廃合に伴う影響を簡易的に確認した結果、公共用水域（この場合、河川）に与える影響は軽微と確認した。

【その他】

（既存施設の更新ケース）

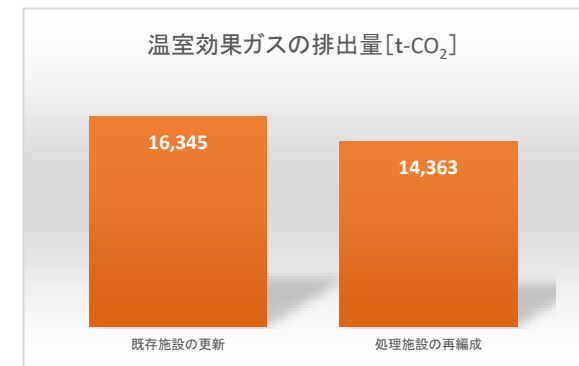
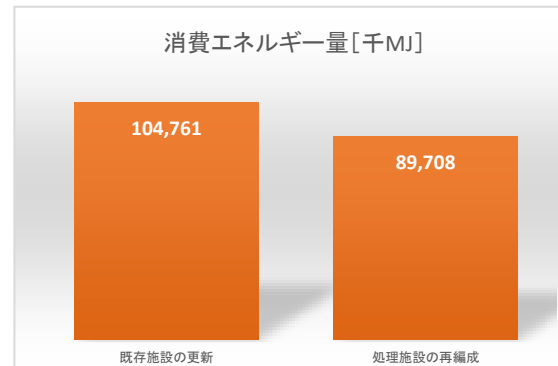
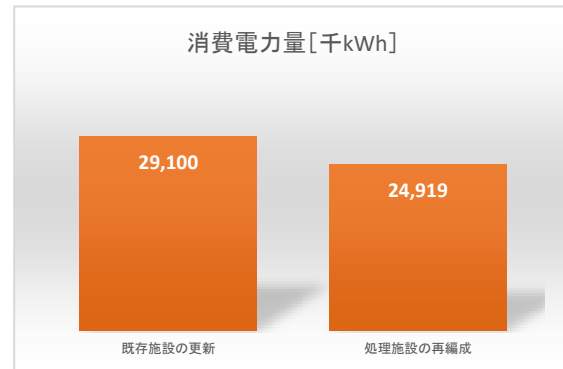
- ・ A 下水処理場においてダウンサイジング技術の導入を検討する。

（処理施設の再編成ケース）

- ・ 処理施設廃止に当たって国等関係者と協議が必要である。
- ・ 接続管きよの設置にあたり河川管理者等との施工・占用協議が必要である。
- ・ 廃止する処理施設について有効活用の検討が必要である。
- ・ 周辺住民（特に核となる処理施設周辺）への説明が必要である。

表 5-49 消費電力量・エネルギー消費量と温室効果ガス排出量の比較

区分		年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	合計	
処理水量(日平均) [m³/日]	既存施設の更新	A処理場	4,060	4,046	4,030	4,011	3,990	3,965	3,938	3,908	3,876	3,841	3,803	3,762	3,719	3,673	3,624	3,573	3,519	3,462	3,402	3,340	3,275	3,207	3,137	3,064	2,988		
	処理施設の再編成	農業集落排水施設	4,060	4,046	4,030	4,011	3,990	3,965	3,938	3,908	3,876	3,841	3,803	3,762	3,719	3,673	3,624	3,573	3,519	3,462	3,402	3,340	3,275	3,207	3,137	3,064	2,988		
稼働率	既存施設の更新	A処理場	405	404	402	400	398	396	393	390	387	383	379	375	371	366	362	356	351	345	339	333	327	320	313	306	298		
	処理施設の再編成	農業集落排水施設	405	404	402	400	398									A処理場に統合													
	既存施設の更新	A処理場	45%	45%	45%	45%	44%	44%	44%	43%	43%	43%	42%	68%	68%	67%	66%	65%	64%	63%	62%	61%	60%	58%	57%	56%	54%		
	処理施設の再編成	農業集落排水施設	45%	45%	45%	45%	44%	44%	48%	48%	48%	47%	47%	46%	69%	68%	67%	66%	65%	64%	63%	62%	61%	60%	59%	57%	56%	55%	
電力係数の比	既存施設の更新	A処理場	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	1.02	1.03	1.03	1.04	1.05	1.06	0.71	0.71	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.81	0.82	0.84	0.86		
	処理施設の再編成	農業集落排水施設	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	0.94	0.95	0.95	0.96	0.97	0.98	0.70	0.71	0.72	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.78	0.79	0.80	0.82	0.83	0.85		
	既存施設の更新	A処理場	1.087	1,086	1,085	1,085	1,084	1,082	1,081	1,080	1,078	1,077	1,075	712	710	709	707	706	704	702	700	698	695	693	690	688	685	21,698	
	処理施設の再編成	農業集落排水施設	1.087	1,086	1,085	1,085	1,084	1,100	1,098	1,097	1,096	1,094	1,092	777	776	774	773	771	769	767	764	762	760	757	754	751	748	22,706	
消費電力量[千kWh]	既存施設の更新	A処理場	443	443	442	441	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,212	
	処理施設の再編成	農業集落排水施設	443	443	442	441	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,212	
消費電力量[千kWh]	既存施設の更新	A処理場	1,530	1,529	1,528	1,527	1,525	1,350	1,349	1,347	1,344	1,342	1,340	976	973	971	968	966	963	960	956	953	949	945	941	937	932	29,100	
	処理施設の再編成	農業集落排水施設	1,530	1,529	1,528	1,527	1,525	1,100	1,098	1,097	1,096	1,094	1,092	777	776	774	773	771	769	767	764	762	760	757	754	751	748	24,919	
消費エネルギー量 [千MJ]	既存施設の更新	A処理場	5,509	5,505	5,501	5,495	5,490	4,861	4,855	4,848	4,840	4,832	4,823	3,512	3,504	3,495	3,486	3,476	3,466	3,455	3,443	3,430	3,417	3,403	3,388	3,373	3,356	104,761	
	処理施設の再編成	農業集落排水施設	5,509	5,505	5,501	5,495	5,490	3,959	3,954	3,949	3,944	3,938	3,932	2,799	2,793	2,787	2,781	2,775	2,768	2,760	2,752	2,744	2,735	2,725	2,715	2,705	2,694	89,708	
GHG排出量[t-CO ₂] 【二酸化炭素由来】	既存施設の更新	A処理場	725	725	724	724	723	640	639	638	637	636	635	462	461	460	459	458	456	455	453	452	450	448	446	444	442	13,794	
	処理施設の再編成	農業集落排水施設	725	725	724	724	723	521	521	520	519	518	368	368	367	366	365	364	363	362	361	360	359	358	356	355	353	11,812	
GHG排出量[t-CH ₄] 【メタン由来】	既存施設の更新	A処理場	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	32	
	処理施設の再編成	農業集落排水施設	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	32	
GHG排出量[t-N ₂ O] 【一酸化二窒素由来】	既存施設の更新	A処理場	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	6	
	処理施設の再編成	農業集落排水施設	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	6	
GHG排出量[t-CO ₂] 【合計】	既存施設の更新	A処理場	839	838	837	836	834	751	749	748	746	744	741	568	565	563	560	558	555	552	548	545	542	538	534	530	525	16,345	
	処理施設の再編成	農業集落排水施設	839	838	837	836	834	632	631	629	628	626	624	474	472	470	468	465	463	460	458	455	452	449	445	442	438	14,363	



5.2.7 総合評価

既存施設の更新、処理施設の再編成の2ケースの結果を表 5-50 に示す。本シナリオとしては、コスト面等が有利となる**処理施設の再編成**を最適な統廃合ケースとして選定した。

表 5-50 評価まとめ

検討ケース		既存施設の更新	処理施設の再編成
概要		A 下水処理場、農業集落排水施設 それぞれダウンサイジング	農業集落排水施設を廃止し、 A 下水処理場に接続
経済性比較 LCC	総額	3,700 百万円	4,415 百万円
	年価	148 百万円/年	177 百万円/年
評価		◎	△
技術面の確認 評価		問題なし	管きょ能力等について確認し問題なし
		◎	○
環境面 の確認	エネルギー 消費量	104,761 千 MJ	89,708 千 MJ
	GHG 排出量	16,345t—CO ₂	14,363t—CO ₂
評価		△	◎
その他		・ダウンサイジング技術の導入検討	・処理施設廃止に当たって国等関係者と協議 ・接続管きょの設置にあたり河川管理者等との施工及び占用協議 ・廃止する処理施設について有効活用を検討 ・周辺住民(特に核となる処理施設周辺)への説明 等
総合評価		最適なケースとして選定	

5.3. シナリオ 3.下水道処理施設とし尿処理施設

5.3.1 仮想モデル都市の概要

1) 仮想モデル都市の汚水処理システムの整備状況

仮想モデル都市の汚水処理システムの整備状況を表 5-51 に示す。

なお、仮想モデル都市は関東地域に所在する。

表 5-51 仮想モデル都市の基礎情報(現在)

項目	値	単位
行政面積	120	km2
行政人口	21,500	人
下水道整備率	100%	%
汚水処理人口	17,200	人
汚水処理普及率(人口普及率)	80%	%

※単独浄化槽とし尿汲み取りは汚水処理人口に含まない。

5.3.2 基礎調査

(1) 関連計画の策定状況

汚水処理システムの効率化検討に係る全体計画と事業計画、都道府県構想、生活排水処理基本計画等が策定されている。これらの計画値を整理して検討フレームの参考値とした。

(2) 汚水処理施設の整備の現状

仮想モデル都市には、表 5-52 のとおり下水処理区 A とし尿・浄化槽区域が存在する。

表 5-52 仮想モデル都市の整備の現状

項目	現在	割合
行政人口	21,500	100%
下水道計画区域内人口	14,000	65%
A処理区	14,000	65%
し尿・浄化槽人口	7,500	35%
合併浄化槽人口	4,000	19%
単独浄化槽人口	1,500	7%
し尿汲み取り人口	2,000	9%

また、それぞれの処理区の各汚水処理施設の処理能力と現在の処理水量、また、施設稼働率を表 5-53 のとおり整理した。(処理水量は年間平均値)

いずれの処理施設も、流入水量が減少して稼働率が低下している。

表 5-53 処理施設の処理能力と稼働率(直近のデータより)

処理場	処理方式	日最大処理能力 m ³ /日[kL/日] (a)	現在の処理水量 m ³ /日[kL/日] (b)	稼働率 % (b) / (a)
A下水処理場	標準法	9,000	4,060	45%
し尿処理施設	高負荷膜	25	16.6	67%

※[]内はし尿処理施設の場合の単位

(3) 人口、家屋数の現状と見通し

国立社会保障・人口問題研究所(以下、社人研)の予測値に基づき、表 5-54 および図 5-18 に示すように、現在を起点とした 25 年間の行政人口を整理した。

表 5-54 仮想モデル都市の行政人口の見通し

年度	1(現在)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
行政人口	21,500	21,428	21,342	21,242	21,127	20,998	20,855	20,697	20,525	20,339	20,138	19,923

年度	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
行政人口	19,694	19,450	19,192	18,920	18,633	18,332	18,017	17,687	17,343	16,985	16,612	16,225	15,824

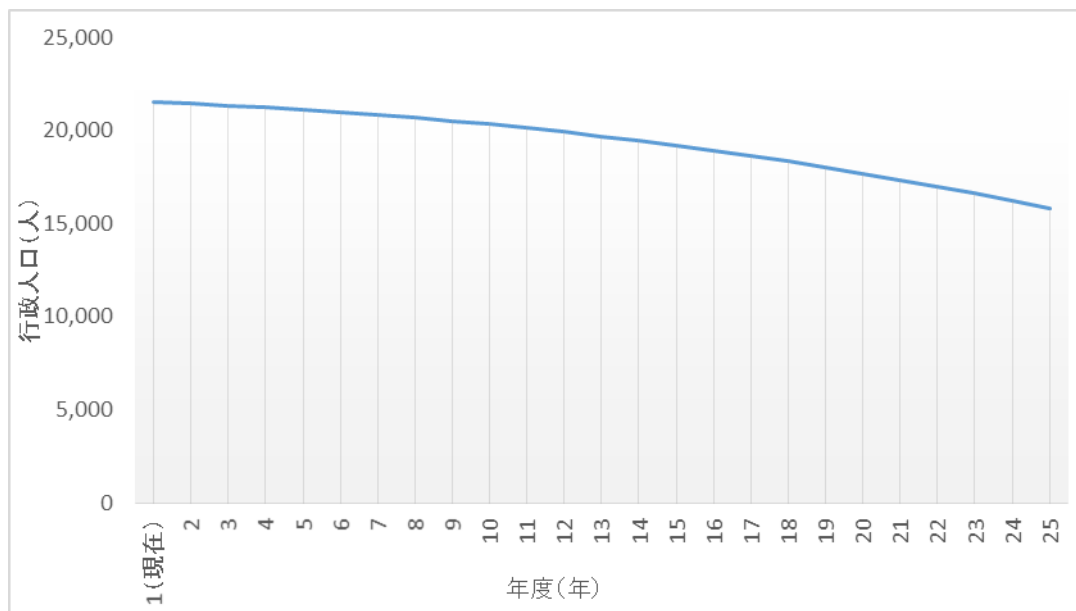


図 5-18 仮想モデル都市の行政人口の見通し

(4) 水環境の現状等

仮想モデル都市周辺の公共用水域の水質等、水環境の現況及び水利用の現況を調査し、現状としては特に問題が生じていないことを確認した。(本技術資料上、詳細は割愛)

(5) 土地利用の現状と見通し

仮想モデル都市の土地利用の現状及び土地利用計画においては、統廃合に当たって特に留意すべき事項はない。

(6) 地理的、地形的特性

比較的平坦な土地で、小規模な水路が多くある以外は特に留意する地形的・地理的制約はなく、各処理施設を管きょ接続することも可能な位置関係である。

(7) 現状の維持管理費等

図 5-19 のイメージのとおり、維持管理費は、稼働率の影響を受けやすい電力費とその他ユーティリティ費等の固定費に大きく分けられる。現在の維持管理費等について、表 5-55 および表 5-56 のとおり実績値に基づき整理した。

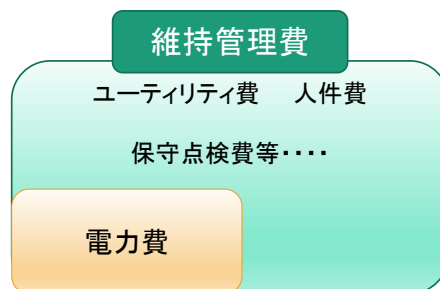


図 5-19 維持管理費のイメージ

表 5-55 現状の各污水处理施設の維持管理費等

処理場	処理方式	維持管理費			消費電力量 [kWh/年] ※1	備考
		合計(a) [千円/年]	固定費(b) [千円/年]	電力費(c) [千円/年]		
A下水処理場	標準法	111,143	94,842	16,301	1,086,727	
	(うち、汚泥処理系)	40,011				※2
し尿処理施設	高負荷脱窒処理	109,226	100,124	9,102	606,813	

※1: 電力費÷電力料単価(本シナリオ例では15円/kwh)

※2: 能力活用ケースにおいて、核となる処理施設における汚泥処理系の維持管理費を算出するために必要

表 5-56 現状の維持管理に係る原単位

単位: 円/m³[円/kL] ※1

処理場	処理方式	維持管理費 原単位	固定維持 管理費原単位	消費電力量 原単位	備考
A下水処理場	標準法	75	64	11	
	(うち、汚泥処理系)	1,589			※2
し尿処理施設	高負荷脱窒処理	18,000	16,500	1,500	

注記: [] 内はし尿処理施設の場合の単位

※1: 維持管理費÷処理水量(汚泥処理系は汚泥量)

※2: 能力活用ケースにおいて、核となる処理施設における汚泥処理系の維持管理費を算出するために必要

(8) 汚水処理施設の整備年次と更新時期

表 5-57 のとおり、各汚水処理施設の耐用年数を基に想定される更新時期を整理した(整備年次の表示は割愛)。ここでは機械・電気設備を対象(土木建築躯体は対象外)とし、これらの耐用年数は、仮想モデル都市の実績等から供用開始後 25 年と設定している。

表 5-57 各汚水処理施設の更新時期

	耐用年数	更新時期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A下水処理場	25年	12年目																									
し尿処理場	25年	6年目																									

5.3.3 前提条件の設定

(1) 検討対象範囲の設定

A 処理区およびし尿処理区域それぞれの処理施設である A 下水処理場、し尿処理施設を検討対象とした。

(2) 処理区ごとの将来フレームの設定

処理区ごとの将来フレームについて、5.3.2 基礎調査で整理した将来人口および水量の予測結果を基に以下の手順で算定した。

①将来フレームの想定年次

25 年と設定した。

②将来人口

処理区毎の将来人口については、現状の処理区別人口の割合が将来も変わらないと想定のもと、その割合により 5.3.2 基礎調査において設定した行政人口を按分することで算定した。

③将来の処理水量および汚泥処理量

将来の処理水量（日平均）については、②の将来人口に、表 5-58 に示す汚水量原単位を乗じて年度ごとに算定した。

表 5-58 汚水量原単位

単位: L/人・日

区分		原単位		備考
		日平均	日最大	
汚水量	A処理区(下水道)	290	410	全体計画値(実績値)
収集量	合併浄化槽	2.61	—	実績値
	単独浄化槽	1.11	—	〃
	し尿汲み取り	2.26	—	〃

将来の汚泥処理量については、下式により年度ごとに算定した。

発生汚泥量(汚泥処理量) [m³/日]

＝処理水量[m³/日] × 流入 SS 濃度[mg/ℓ] × 1/10⁻⁶ × 水処理施設での総合 SS 除去率[%]

× 除去 SS 当たりの汚泥発生率[%] ÷ (汚泥濃度[%] × 湿潤状態汚泥比重量[t/m³])

・ 流入 SS 濃度: 180[mg/ℓ]、水処理施設での総合 SS 除去率: 95[%]、

除去 SS 当たりの汚泥発生率: 標準法は 100[%]、OD 法は 75[%]、

汚泥濃度: 1[%]、湿潤状態汚泥比重量: 1[t/m³]

なお、各年度の稼働率は次式より求めた。

$$\text{稼働率}[\%] = \frac{\text{「処理水量（日平均）」}[\text{m}^3/\text{日}]}{\text{「処理能力」}[\text{m}^3/\text{日}]}$$

また、流入水質については表5-59および表5-60に示すとおりである。

表 5-59 下水の流入水質

単位: mg/L

項目	濃度	備考
BOD	210	全体計画より
COD	-	未設定
SS	180	全体計画より
T-N	40	全体計画より
NH4-N	-	未設定
T-P	5	全体計画より

表 5-60 し尿等の水質

単位: mg/L

項目	濃度		備考
	し尿	浄化槽※	
BOD	7,800	3,700	実績値
COD	4,700	3,700	〃
SS	8,300	8,600	〃
T-N	2,700	800	〃
NH4-N	2,000	500	〃
T-P	350	130	〃

※浄化槽は「合併浄化槽」と「単独浄化槽」

以上をまとめ、表 5-61 と図 5-20 および図 5-21 のとおり整理した。

表 5-61 処理区ごとの将来フレーム

年度		1(現在)	2	3	4	5	10	15	20	25
行政人口										
人口	A処理区内人口(人)	14,000	13,953	13,897	13,832	13,757	13,244	12,497	11,517	10,304
	し尿・浄化槽人口(人)	7,500	7,475	7,445	7,410	7,370	7,095	6,695	6,170	5,520
処理水量	A処理区(日平均)($\text{m}^3/\text{日}$)	4,060	4,046	4,030	4,011	3,990	3,841	3,624	3,340	2,988
	A処理区(日最大)($\text{m}^3/\text{日}$)	5,800	5,781	5,757	5,730	5,699	5,487	5,177	4,771	4,269
	し尿・浄化槽収集量(日平均)($\text{kL}/\text{日}$)	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	16.2	15.6	14.6	13.3
	合併処理浄化槽($\text{kL}/\text{日}$)	10.4	10.6	10.7	10.8	10.9	11.3	11.4	11.2	10.7
	単独処理浄化槽($\text{kL}/\text{日}$)	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.3	1.0	0.8	0.6
	し尿汲み取り($\text{kL}/\text{日}$)	4.5	4.4	4.3	4.3	4.2	3.7	3.1	2.6	2.0
	し尿・浄化槽収集量(日最大)($\text{kL}/\text{日}$)	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	18.7	17.9	16.8	15.3
稼働率	A下水処理場稼働率(%)	45%	45%	45%	45%	44%	43%	40%	37%	33%
	し尿処理施設稼働率(%)	67%	67%	66%	66%	66%	65%	62%	58%	53%
	し尿処理施設BOD負荷量($\text{kg}/\text{日}$)	80	80	79	79	78	75	70	65	58
発生汚泥量	A処理区(日平均)($\text{m}^3/\text{日}$)	69	69	69	69	68	66	62	57	51
	A処理区(日最大)($\text{m}^3/\text{日}$)	99	99	99	99	97	94	89	81	73

※処理水量（日最大）は、日平均水量÷0.7（変動率）で算定

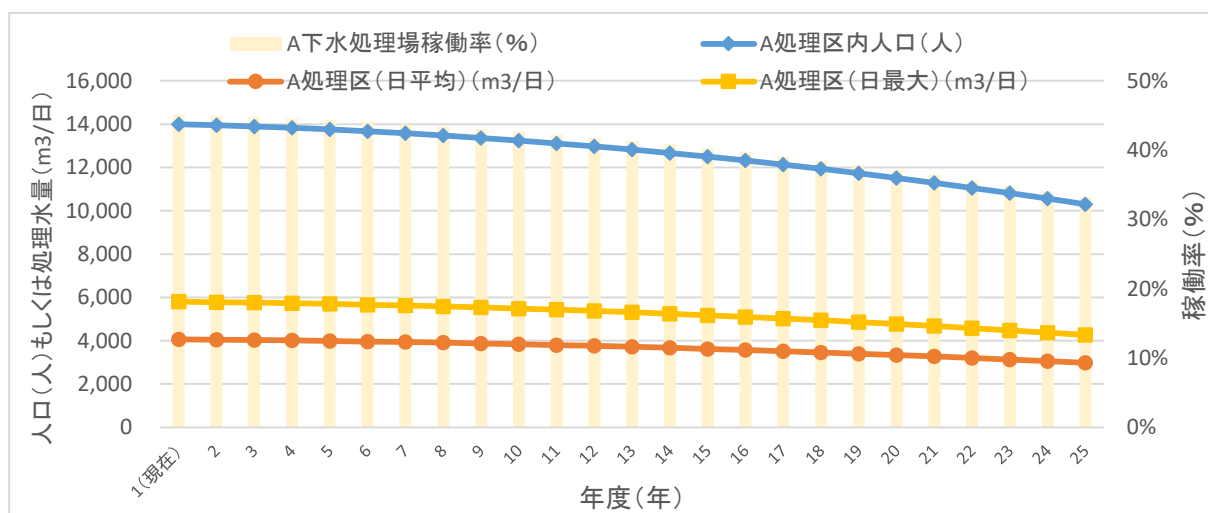


図 5-20 A 処理区の将来フレーム

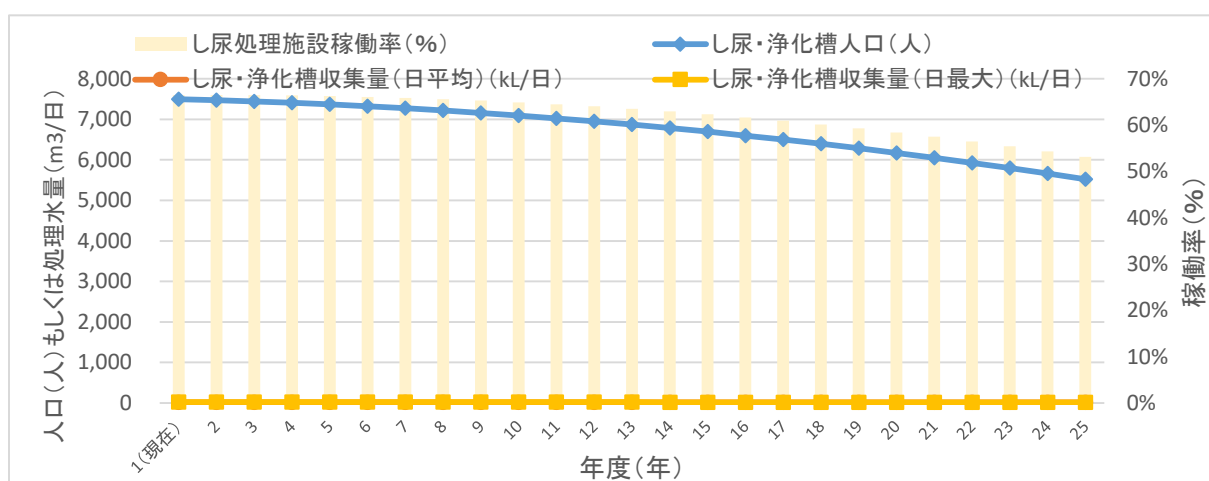


図 5-21 し尿処理区域の将来フレーム

5.3.4 検討ケースの設定

図 5-5 および図 5-22～図 5-23 に示す(1) 既存施設の更新、(2) 処理施設の再編成、(3) 既存施設的能力活用の 3 つのケースを対象とした。

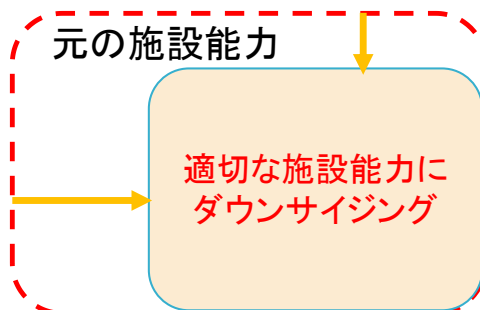


図 5-5 既存施設の更新イメージ(再掲)

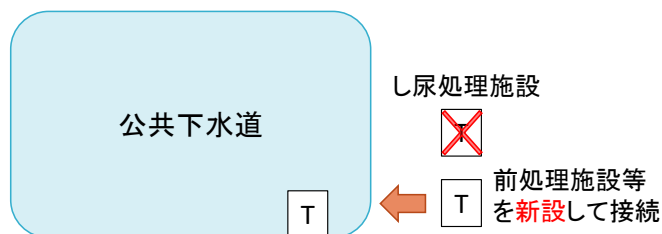


図 5-22 処理施設の再編成イメージ

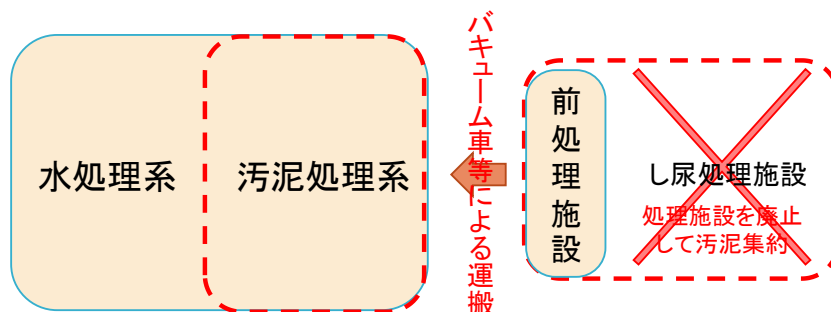


図 5-23 既存施設的能力活用イメージ

5.3.5 経済性比較

(1) 既存施設の更新

事業費は、表 5-62 に示す項目を試算した。

表 5-62 事業費の内訳

事業費の区分		備考
既存施設の更新に係る事業費		
	処理施設の維持管理費	維持管理係数の比により補正
	処理施設の更新費	費用関数等
	その他の事業費	現状を確認したうえで該当無しのため計上しない

◆ 流入水量

表 5-61、図 5-20 および図 5-21 のとおり。

◆ 処理能力

更新後の処理能力は、水量の将来予測（日最大水量）よりそれぞれ、A 下水処理場は 5,500m³/日（12 年目）、し尿処理施設は 20 kL/日（6 年目）とした。

なお、下水処理場の処理能力（日最大水量）は、日平均水量÷0.7（変動率）で（500 m³/日区切り）、し尿処理施設の処理能力（日最大水量）は、日平均水量÷0.87（変動率）でそれぞれ算出した。

A 下水処理場：12 年目に更新（処理能力 5,500m³/日に更新）

し尿処理施設：6 年目に更新（処理能力 20 kL/日に更新）

表 5-57 各污水处理施設の更新時期(再掲)

	耐用年数	更新時期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A下水処理場	25年	12年目																									
し尿処理場	25年	6年目																									

◆ 維持管理費

● 稼働率

表 5-61、図 5-20 および図 5-21 のとおり。

● 維持管理係数

維持管理係数は下式（再掲）を用いて各年度の稼働率(x)を用いて算出した。

・下水処理施設(標準法) $km(x) = 63.406x^{-0.977}$

・し尿処理施設 $km(x) = 62.107x^{-0.925}$

● 維持管理係数の比

維持管理係数の比は次式により求めた。

維持管理係数の比[－]＝将来の維持管理係数／基準年※の維持管理係数

※更新前は 1 年目、更新後は更新年次（更新後は現状の維持管理効率と異なることが想定されるため）

● 維持管理費原単位

・更新前

基準年（1年目）の維持管理費原単位は表 5-56 に示すとおり、A 下水処理場は 75 円/m³、し尿処理施設は 18,000 円/kL、将来（2年目以降）の維持管理費原単位は維持管理係数の比を用いて下式（再掲）により年度ごとに算出した。

将来の維持管理費原単位[円/m³] [kL/ m³]

= 現状の維持管理費原単位[円/m³] [kL/ m³] × 維持管理係数の比[－]

表 5-56 現状の維持管理に係る原単位(再掲)

単位: 円/m ³ [円/kL] ※1					
処理場	処理方式	維持管理費 原単位	固定維持 管理費原単位	消費電力量 原単位	備考
A 下水処理場	標準法	75	64	11	
	(うち、汚泥処理系)	1,589			※2
し尿処理施設	高負荷脱窒処理	18,000	16,500	1,500	

注記: []内はし尿処理施設の場合の単位

※1: 維持管理費÷処理水量(汚泥処理系は汚泥量)

※2: 能力活用ケースにおいて、核となる処理施設における汚泥処理系の維持管理費を算出するために必要

・更新後

更新年次の維持管理費原単位は、現状とは異なると判断し、それぞれ費用関数を用いて算出した。その上で、将来の維持管理原単位は、基準年（更新年次）を起点とした維持管理係数の比を用いて年度ごとに算出した。

将来の維持管理費原単位（更新後）[円/m³] [kL/ m³]

= 基準年の維持管理費原単位[円/m³] [kL/ m³] × 維持管理係数の比[－]

(A 下水処理場の更新時(標準法: 5,500 m³/日)の維持管理費原単位)

・標準法の維持管理費[千円/年](1,000～10,000m³/日) = 2,468x^{0.382}

ここで、更新時の処理能力が 5,500m³/日なので、

$$2,468 \times 5,500^{0.382} = 66,247 \text{ [千円/年]}$$

・維持管理費原単位[円/ m³] = 維持管理費÷年間処理水量(日平均処理水量×365 日)

$$= 66,247,000 \div (3,762 \times 365 \text{ 日}) = 48 \text{ [円/m}^3\text{]}$$

(し尿処理施設の更新時の維持管理費原単位)

・し尿処理施設(施設全体)の維持管理費[千円/年] = 17,845x^{0.57}

ここで、更新時の処理能力が 20kL/日なので、

$$17,845 \times 20^{0.57} = 98,425 \text{ [千円/年]}$$

・維持管理費原単位[円/kL] = 維持管理費÷年間処理水量(日平均処理水量×365 日)

$$= 98,425,000 \div (16.5 \times 365 \text{ 日}) = 16,343 \text{ [円/ kL]}$$

● 維持管理費（年単位）

「将来の維持管理費原単位」 × 「将来の処理水量（日平均）」 × 365 日で年度ごとに算出した。

◆ 機電更新費

機械設備および電気設備の更新費については、以下の費用関数を用いて設定した。ただし、機械設備と電気設備の更新は同時期とした。この場合、A 下水処理場（標準法）およびし尿処理施設それぞれの機電更新費は、更新費の費用関数および費用関数において機械・電気が占める割合（標準法は機械設備：33.4%、電気設備：23.8%、し尿処理施設は OD 法の値を流用して機械設備：40.0%、電気設備：26.2%とした）を用いて算出した。

(A 下水処理場の処理場全体機械設備更新費:処理能力 1,000～10,000m³/日)

$$y[\text{千円}] = 72,734 (\text{処理能力}[\text{m}^3/\text{日}])^{0.26} = 72,734 \times 5,500^{0.26} = 682,703 [\text{千円}]$$

(A 下水処理場の処理場全体電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = \text{機械設備更新費} \times 23.8\% / 33.4\% = 682,703 \times 23.8\% / 33.4\% = 486,477 [\text{千円}]$$

(A 下水処理場の処理場全体機械・電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = 682,703 + 486,477 = 1,169,180 [\text{千円}]$$

(し尿処理施設の処理場全体更新費:高負荷脱窒素処理)

$$y[\text{千円}] = 796,386 \times (\text{処理能力}[\text{kL}/\text{日}])^{0.1031}$$

(し尿処理施設の処理場全体機械・電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = 796,386 \times (\text{処理能力}[\text{kL}/\text{日}])^{0.1031}$$

$$= 796,386 \times 20^{0.1031} = 1,084,576 [\text{千円}]$$

◆ 合計事業費

毎年の合計事業費は、維持管理費と機電更新費の合計とした。

◆ 累計事業費

累計事業費は次式により求めた。

累計事業費[百万円]

$$= \text{「前年度までの合計」} [\text{百万円}] + \text{「当該年度の合計」} [\text{百万円}]$$

◆ 25 年間の年価

25 年間の年価は次式により求めた。

$$\text{25 年間の年価} [\text{百万円}] = \text{25 年間の累計事業費} [\text{百万円}] / 25 [\text{年}]$$

25年間の累計事業費は 6,898 百万円、年価は 276 百万円/年となった。

以上の結果を、表 5-63 および図 5-24 に整理した。

表 5-63 既存施設の更新ケースの経済性比較の試算結果

区分	単位	施設	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	合計	
①処理能力	m³/日 kL/日	A下水処理場	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	－	
		し尿処理施設	25	25	25	25	25	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	－
②処理水量(日平均)	m³/日 kL/日	A下水処理場	4,060	4,046	4,030	4,011	3,990	3,965	3,938	3,908	3,876	3,841	3,803	3,762	3,719	3,673	3,624	3,573	3,519	3,462	3,402	3,340	3,275	3,207	3,137	3,064	2,988	－	
		し尿処理施設	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	16.5	16.5	16.4	16.3	16.2	16.1	16.0	15.9	15.7	15.6	15.4	15.2	15.0	14.8	14.6	14.4	14.1	13.9	13.6	13.3	－	
③稼働率	%	A下水処理場	45%	45%	45%	45%	44%	44%	44%	43%	43%	43%	42%	68%	68%	67%	66%	65%	64%	63%	62%	61%	60%	58%	57%	56%	54%	－	
		し尿処理施設	66%	66%	66%	66%	66%	83%	83%	82%	82%	81%	81%	80%	80%	79%	78%	77%	76%	75%	74%	73%	72%	71%	70%	68%	67%	－	
④維持管理係数の比	－	A下水処理場	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	1.02	1.03	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.00	1.01	1.02	1.04	1.05	1.07	1.08	1.10	1.12	1.15	1.17	1.19	1.22	1.25	－
		し尿処理施設	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	1.02	1.02	1.03	1.03	1.05	1.05	1.07	1.08	1.09	1.11	1.12	1.13	1.16	1.17	1.20	1.22	－
⑤維持管理費	百万円/年	A下水処理場	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	2,142	
		し尿処理施設	109	109	109	109	109	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	97	97	97	97	97	2,502	
⑥機電更新費	百万円/年	A下水処理場												1,169.18														1,169	
		し尿処理施設					1,084.576																					1,085	
⑦合計事業費	百万円/年	－	220	220	220	220	1,305	210	209	209	209	209	1,378	164	164	164	164	164	164	164	163	163	163	163	163	163	162	6,898	
⑧累計事業費		－	220	440	661	881	2,185	2,395	2,604	2,814	3,023	3,233	4,611	4,775	4,939	5,103	5,267	5,431	5,594	5,758	5,921	6,084	6,248	6,411	6,573	6,736	6,898	276	

①処理能力 : A下水処理場は更新年次の「処理水量(日平均)」/0.7(変動率)の500区切りで、し尿処理施設は「処理水量(日平均)」/0.87で設定(A下水処理場は12年目、し尿処理施設は6年目に更新)
②処理水量(日平均) : 将来フレームより
③稼働率 : 「②処理水量(日平均)」/「①処理能力」
④維持管理係数の比 : 「当該年次の維持管理係数」/「基準年の維持管理係数」
⑤維持管理費 : 「②処理水量(日平均)」×365日×「④維持管理係数の比」×「維持管理原単位」(維持管理原単位は更新前はA処理場が75円/m³、し尿処理施設が18,000円/kL、更新後はA処理場が48円/m³、し尿処理施設が16,314円/kL)
⑥機電更新費 : (A下水処理場)y=(72,734×(「①処理能力」)^0.42)/1000*(1+23.8/33.4)、(し尿処理施設)y=(796,386×(「②処理水量(日平均)」)^0.1031
⑦合計事業費 : 「⑤維持管理費」+「⑥機電更新費」
⑧累計事業費 : 「前年度までの合計」+「当該年度の合計」

25年間の年価 T

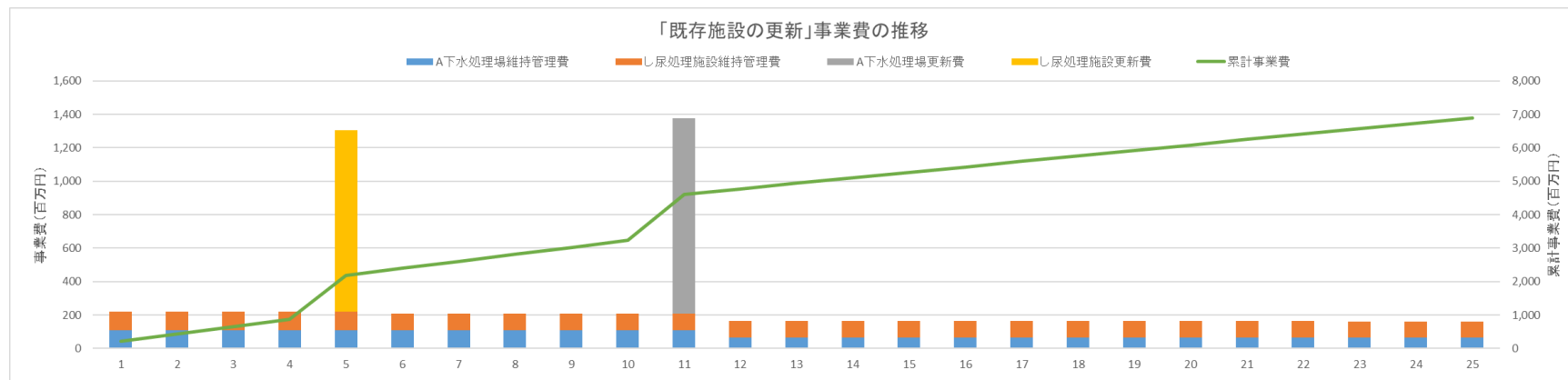


図 5-24 既存施設の更新の事業費の推移

(2) 処理施設の再編成ケース

事業費は、表 5-64 に示す項目を試算した。

表 5-64 事業費の内訳

事業費の区分		備考
処理施設	施設の再編成に係る事業費	
	核となる処理施設の事業費	
	処理施設の更新費	費用関数等
	処理施設の維持管理費	維持管理係数の比により補正
	施設の廃止ならびに接続に係る費用	
	処理施設の撤去費	他用途で活用するため撤去しない
	前処理施設建設費	費用関数等
	前処理施設維持管理費	//
	希釈水料金	希釈倍率より算定
	その他の事業費	現状を確認したうえで該当無しのため計上しない

◆ 流入水量

表 5-61、図 5-20 および図 5-21 に基づき、A 下水処理場の処理水量については、6 年目以降は接続されるし尿処理施設の処理水量を加えて整理した。

このとき、し尿取り込みに伴う希釈倍率を考慮して A 下水処理場の水処理施設における増加水量を算定した。具体的には表 5-65 のとおり、現在の下水処理水質（BOD210mg/L、SS180mg/L）を排除基準と設定し、この水質に希釈するための倍率を計算した。今回、SS を満足するために、必要となる希釈倍率は 48 倍となった。統合後は、し尿量に本倍率を掛け合わせた水量を投入することとして設定した。

表 5-65 希釈倍率の算定

区分		濃度 (mg/L)	現状		汚濁負荷量 (kg/日)	排除基準 (mg/L)	必要希釈倍率 (倍)
			収集量 (kL/日)	将来 収集量 (kL/日)			
BOD	合併浄化槽	3,700	10.44	11.02	39		
	単独浄化槽	3,700	1.665	1.45	6		
	し尿汲み取り	7,800	4.52	4.06	35		
	混合	4,815	16.6	16.5	80	210	23
SS	合併浄化槽	8,600	10.44	11.02	90		
	単独浄化槽	8,600	1.665	1.45	14		
	し尿汲み取り	8,300	4.52	4.06	38		
	混合	8,518	16.6	16.5	142	180	48
必要希釈倍率							

◆ 処理能力

核となる処理施設である A 下水処理場の処理能力は、し尿処理施設の統合（6 年目）を踏まえた更新時（12 年目）の処理水量に基づき 7,000m³/日とした。

（処理能力の根拠となる処理水量（日最大）は、処理水量（日平均）÷0.7（変

動率) で 500 m³/日区切りで算出)

A 下水処理場：12 年目に更新 (処理能力 7,000m³/日に更新)

し尿処理施設：6 年目に廃止 (下水処理場 a へ接続)

※：現状の施設能力および流入水量予測から、し尿処理施設統合後も A 下水処理場の水処理能力は不足しないことを確認

表 5-57 各污水处理施設の更新時期(再掲)

	耐用年数	更新時期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A 下水処理場	25年	12年目																									
し尿処理場	25年	6年目																									

◆ 維持管理費

● 稼働率

表 5-61、図 5-20 および図 5-21 に基づき、A 下水処理場の処理水量については、6 年目以降は接続されるし尿処理施設の水量 (希釈水量含む) を加えて整理した。

● 維持管理係数

維持管理係数は下式 (再掲) を用いて各年度の稼働率(x)を用いて算出した。

・下水処理施設(標準法) $km(x) = 63.406x^{0.977}$

・し尿処理施設 $km(x) = 62.107x^{0.925}$

● 維持管理係数の比

維持管理係数の比は次式により求めた。

維持管理係数の比[－]＝将来の維持管理係数／基準年※の維持管理係数

※更新前は 1 年目、更新後は更新年次 (更新後は現状の維持管理効率と異なることが想定されるため)

● 維持管理費原単位

・更新前

基準年 (1 年目) の維持管理費原単位は表 5-57 に示すとおり、A 下水処理場は 75 円/m³、し尿処理施設は 18,000 円/kL、将来 (2 年目以降) の維持管理費原単位は維持管理係数の比を用いて下式 (再掲) により年度ごとに算出した。

将来の維持管理費原単位 [円/m³]

＝現状の維持管理費原単位 [円/m³] × 維持管理係数の比 [－]

表 5-56 現状の維持管理に係る原単位(再掲)

単位:円/m ³ [円/kL] ※1					
処理場	処理方式	維持管理費 原単位	固定維持 管理費原単位	消費電力量 原単位	備考
A下水処理場	標準法	75	64	11	
	(うち、汚泥処理系)	1,589			※2
し尿処理施設	高負荷脱窒処理	18,000	16,500	1,500	

注記:[]内はし尿処理施設の場合の単位

※1: 維持管理費÷処理水量(汚泥処理系は汚泥量)

※2: 能力活用ケースにおいて、核となる処理施設における汚泥処理系の維持管理費を算出するために必要

・ 更新後

更新年次の維持管理費原単位は、現状とは異なると判断し、それぞれ費用関数を用いて算出した。その上で、将来の維持管理原単位は、基準年(更新年次)を起点とした維持管理係数の比を用いて年度ごとに算出した。

(A 下水処理場の更新時(標準法:7,000 m³/日)の維持管理費原単位)

・標準法の維持管理費[千円/年](1,000～10,000m³/日) = $2,468x^{0.382}$

更新時の処理能力が 7,000m³/日なので、 $= 2,468 \times 7,000^{0.382} = 72,639$ [千円/年]

・維持管理費原単位[円/m³] = 維持管理費÷年間処理水量(日平均処理水量×365 日)
 $= 72,639,000 \div (4,531 \times 365 \text{ 日}) = 44$ [円/m³]

● 維持管理費 (年単位)

「将来の維持管理原単位」×「将来の処理水量」で年度ごとに算出した。

◆ 機電更新費

機械設備および電気設備の更新費については、以下の費用関数を用いて設定した。ただし、機械設備と電気設備の更新は同時期とした。

この場合、A 下水処理場(標準法)の機電更新費は、処理場更新費の費用関数および費用関数において機械・電気が占める割合(機械設備:33.4%、電気設備:23.8%)を用いて算出した。

(A 下水処理場の処理場全体機械設備更新費:処理能力 1,000～10,000m³/日)

y [千円] = $72,734(\text{処理能力}[\text{m}^3/\text{日}])^{0.26} = 72,734 \times 7,000^{0.26} = 726,880$ [千円]

(A 下水処理場の処理場全体電気設備更新費)

y [千円] = 機械設備更新費 × 23.8% / 33.4% = $726,880 \times 23.8\% / 33.4\% = 517,957$ [千円]

(A 下水処理場の処理場全体機械・電気設備更新費)

y [千円] = $726,880 + 517,957 = 1,244,837$ [千円]

◆ 希釈水料金

希釈投入するための前処理施設の新設が必要となるため、下記費用を算定した。

(建設費)

- ・前処理施設建設費:費用関数より、 $234,173 \times (\text{処理能力}[\text{kL}/\text{日}])^{0.4582}$
 $= 234,173 \times 20^{0.4582} = 923,993[\text{千円}]$

(維持管理費)

- ・前処理施設維持管理費:費用関数より、 $6,716 \times (\text{処理能力}[\text{kL}/\text{日}])^{0.2692}$
 $= 6,716 \times 20^{0.2692} = 15,043[\text{千円}]$

前処理施設の維持管理費原単位[円/m³]

=維持管理費÷年間処理水量(日平均処理水量×365 日)

$$= 15,043,000 \div (16.5 \times 365 \text{ 日}) = 2,498[\text{円}/\text{m}^3]$$

維持管理費(年単位) = 「維持管理原単位」×「将来の処理水量」で年度ごとに算出した。

- ・希釈水量料金:水道料金を 300 円/m³と設定した。

希釈水量料金(年単位) = 「水道料金」×「希釈に要する水量」で年度ごとに算出した。

◆ 合計事業費

既存施設の更新ケースと同様の方法で試算した。

◆ 累計事業費

既存施設の更新ケースと同様の方法で試算した。

◆ 25 年間の年価

既存施設の更新ケースと同様の方法で試算した。

25 年間の累計事業費は 6,828 百万円、年価は 273 百万円/年となった。

以上の結果を、表 5-66 および図 5-25 に整理した。

表 5-66 処理施設の再編成ケースの経済性比較の試算結果

区分	単位	施設	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	合計
①処理能力	m³/日 kL/日	A下水処理場	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	-
		し尿処理施設	25	25	25	25	25																					-
②処理水量(日平均)	m³/日 kL/日	前処理施設のみ																										-
		A下水処理場 (統合前)	4,060	4,046	4,030	4,011	3,990	3,965	3,938	3,908	3,876	3,841	3,803	3,762	3,719	3,673	3,624	3,573	3,519	3,462	3,402	3,340	3,275	3,207	3,137	3,064	2,988	-
		し尿処理施設 統合後は前処理 施設のみ	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	16.5	16.5	16.4	16.3	16.2	16.1	16.0	15.9	15.7	15.6	15.4	15.2	15.0	14.8	14.6	14.4	14.1	13.9	13.6	13.3	-
		//希釈後水量						792.0	792.0	787.2	782.4	777.6	772.8	768.0	763.2	753.6	748.8	739.2	729.6	720.0	710.4	700.8	691.2	676.8	667.2	652.8	638.4	-
		A下水処理場 (統合後)						4,757	4,730	4,696	4,658	4,618	4,576	4,530	4,482	4,426	4,373	4,312	4,248	4,182	4,113	4,041	3,966	3,884	3,804	3,717	3,627	-
③稼働率	%	A下水処理場	45%	45%	45%	45%	44%	53%	53%	52%	52%	51%	51%	65%	64%	63%	62%	62%	61%	60%	59%	58%	57%	55%	54%	53%	52%	-
④維持管理係数の比	-	し尿処理施設 統合後は前処理 施設のみ	66%	66%	66%	66%	66%	83%	83%	82%	82%	81%	81%	80%	80%	79%	78%	77%	76%	75%	74%	73%	72%	71%	70%	68%	67%	-
		A下水処理場	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	0.86	0.86	0.87	0.87	0.88	0.89	1.00	1.01	1.02	1.04	1.05	1.06	1.08	1.10	1.12	1.14	1.16	1.19	1.21	1.24	-
⑤維持管理費	百万円/年	し尿処理施設 統合後は前処理 施設のみ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	1.02	1.03	1.03	1.05	1.05	1.07	1.08	1.09	1.11	1.12	1.13	1.16	1.17	1.20	1.22	-
		A下水処理場	111	111	111	111	111	112	112	112	111	111	111	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	72	72	72	72	2,241
⑥機電更新費	百万円/年	し尿処理施設 統合後は前処理 施設のみ	109	109	109	109	109	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	844
⑦接続事業費		A下水処理場 前処理施設新設						924						1245														1,245
⑧合計事業費		希釈水料金						85	85	84	84	83	83	82	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	70	68	1,572
⑨累計事業費		-	220	220	220	220	1,144	212	211	211	210	210	1,454	170	170	169	168	167	166	165	164	163	162	160	159	157	156	6,826
⑩累計事業費		-	220	440	661	881	2,025	2,236	2,448	2,659	2,869	3,079	4,533	4,703	4,873	5,041	5,209	5,376	5,542	5,707	5,871	6,033	6,195	6,355	6,514	6,671	6,826	273

①処理能力 : A下水処理場は更新年次の「処理水量(日平均)」/0.7(変動率)の500区切りで、し尿処理施設は「処理水量(日平均)」/0.87で設定(A下水処理場は12年目、し尿処理施設は6年目に既存施設を廃止し前処理施設新設)

②処理水量(日平均) : 将来フレームより

③稼働率 : 「②処理水量(日平均)」/「①処理能力」

④維持管理係数の比 : 「当該年次の維持管理係数」/「基準年の維持管理係数」

⑤維持管理費 : 「②処理水量(日平均)」×365日×「④維持管理係数の比」×「維持管理原単位」(維持管理原単位は更新前のA処理場が75円/m³、統合前のし尿処理施設が18,000円/kL、更新後のA処理場が47円/m³、新設の前処理施設が2,494円/kL)

⑥機電更新費 : (A下水処理場)y=(72.734×(「①処理能力」)^0.42)/1000*(1+23.8/33.4) (費用関数で機電の占める割合)

⑦接続事業費 : (前処理施設新設)y=(234.173×(「①処理能力」)^0.4582、希釈のための上水単価 300円/m³)

⑧合計事業費 : 「⑤維持管理費」+「⑥機電更新費」+「⑦接続事業費」

⑨累計事業費 : 「前年度までの合計」+「当該年度の合計」

25年間の年価 ↓

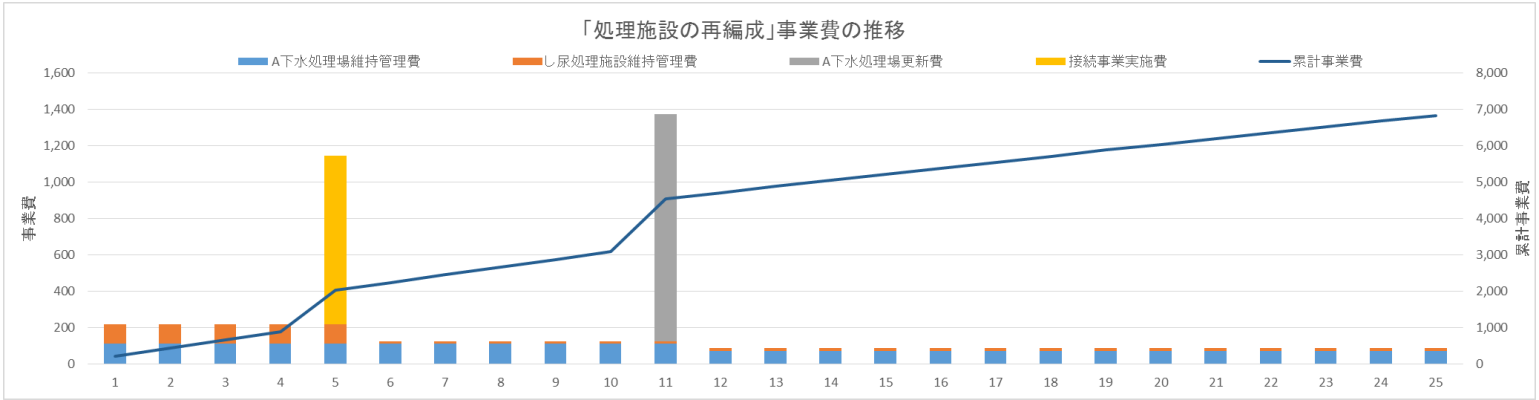


図 5-25 処理施設の再編成の事業費の推移

(3) 既存施設の能力活用

事業費は、表 5-67 に示す項目を試算した。

表 5-67 事業費の内訳

事業費の区分		備考
既存施設の能力活用に係る事業費	核となる処理施設の事業費	
	処理施設の増設費	処理施設の増設はなし
	処理施設の維持管理費	維持管理係数の比により補正
	一部廃止ならびに接続等に係る費用	
	処理施設の撤去費	現状を確認したうえで計上しない
	前処理施設への改造費	費用関数等
	前処理施設の維持管理費	費用関数等
	その他の維持管理費	管きょ輸送を行わない場合
	その他の事業費	現状を確認したうえで計上しない

◆ 処理能力

更新年次の処理能力は**既存施設の更新**と同様に設定した。また、し尿処理施設については、更新年次において前処理施設に改造したうえで A 下水処理場に統合することとした。なお、処理能力の根拠となる処理水量または汚泥量（日最大）は、処理水量または汚泥量（日平均）÷0.7（変動率）で 500 m³/日（汚泥量は 50 m³/日）区切りで算出した。

A 下水処理場：12 年目に更新

- ・ 水処理施設（処理能力 5,500m³/日に更新）
- ・ 汚泥処理施設（処理能力 150 m³/日に更新）

し尿処理施設：6 年目に前処理施設に改造

- ・ 前処理施設（処理能力 15kL/日に更新）

※：現状の施設能力および流入水量予測から、し尿処理施設統合後も A 下水処理場の汚泥処理能力は不足しないことを確認

表 5-57 各污水处理施設の更新時期(再掲)

	耐用年数	更新時期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A下水処理場	25年	12年目																									
し尿処理場	25年	6年目																									

◆ 維持管理費

● 稼働率

更新年次の処理能力は**既存施設の更新**と同様に設定した。

● 維持管理係数

維持管理係数は下式（再掲）を用いて各年度の稼働率(x)を用いて算出した。

・ 下水処理施設（標準法） $km(x) = 63.406x^{-0.977}$

・ し尿処理施設 $km(x) = 62.107x^{-0.925}$

- 維持管理係数の比

維持管理係数の比は次式により求めた。

維持管理係数の比[－]＝将来の維持管理係数／基準年※の維持管理係数

※更新前は 1 年目、更新後は更新年次（更新後は現状の維持管理効率と異なることが想定されるため）

- 維持管理費原単位

- ・更新前

基準年（1 年目）の水処理施設の維持管理費原単位は表 5-56 に示すとおり、A 下水処理場は 75 円/m³、し尿処理施設は 18,000 円/kL、将来（2 年目以降）の維持管理費原単位は維持管理係数の比を用いて下式（再掲）により年度ごとに算出した。なお、汚泥処理施設については、稼働率の変化による維持管理費原単位の補正は行わないこととした。

将来の維持管理費原単位[円/m³]

＝現状の維持管理費原単位[円/m³] × 維持管理係数の比[－]

表 5-56 現状の維持管理に係る原単位（再掲）

単位：円/m ³ [円/kL] ※1					
処理場	処理方式	維持管理費 原単位	固定維持 管理費原単位	消費電力量 原単位	備考
A 下水処理場	標準法	75	64	11	
	（うち、汚泥処理系）	1,589			※2
し尿処理施設	高負荷脱窒処理	18,000	16,500	1,500	

注記：[]内はし尿処理施設の場合の単位

※1：維持管理費÷処理水量（汚泥処理系は汚泥量）

※2：能力活用ケースにおいて、核となる処理施設における汚泥処理系の維持管理費を算出するために必要

- ・更新後

更新年次の維持管理費原単位は、現状とは異なると判断し、それぞれ費用関数を用いて算出した。その上で、将来の処理場全体の維持管理原単位は、基準年（更新年次）を起点とした維持管理係数の比を用いて年度ごとに算出した。

（A 下水処理場の更新時（標準法：5,500 m³/日）の維持管理費原単位）

《処理場全体の原単位》

・標準法の維持管理費[千円/年](1,000～10,000m³/日)＝ 2,468x^{0.382}

更新時の処理能力が 5,500m³/日なので、＝ 2,468×5,500^{0.382}＝ 66,247[千円/年]

・維持管理費原単位[円/m³]＝ 維持管理費÷年間処理水量(日平均処理水量×365 日)
＝66,247,000÷(3,762×365 日)＝48[円/m³]

《汚泥処理系の原単位》

汚泥処理系にかかわる維持管理費の割合を全体の 51% (p36 参照) とし、

$$\bullet \text{汚泥処理系にかかわる維持管理費[千円/年]} = 66,247 \times 51\% = 33,786[\text{千円/年}]$$

$$\bullet \text{汚泥処理系にかかわる維持管理費原単位[円/ m}^3\text{]} = \text{維持管理費} \div \text{年間処汚泥量} \\ = 33,785,970 \div (88 \times 365 \text{ 日}) = 1,052[\text{円/ m}^3]$$

● 維持管理費

(A 下水処理場の維持管理費)

i .汚泥集約前

「将来の維持管理費原単位」 × 「将来の処理水量」 で年度ごとに算出した。

ii .汚泥集約後

「将来の維持管理費原単位」 × 「将来の処理水量」

+ 「汚泥処理系にかかわる維持管理費原単位_{※稼働率補正無し}」 × 「集約量」

で年度ごとに算出した。

なお、汚泥濃度はいずれの施設も 1% であるため濃度補正は不要とした。

(し尿処理施設の維持管理費)

i .汚泥集約前

「将来の維持管理費原単位」 × 「将来の処理水量」 で年度ごとに算出した。

ii .汚泥集約後

接続等にかかる費用として後述。

◆ 機電更新費

機械設備および電気設備の更新費については、以下の費用関数を用い、「水処理施設」、「脱臭施設」および「汚泥処理施設」に分けて算出した。ただし、機械設備と電気設備の更新は同時期とした。また、A 下水処理場（標準法）の機電更新費は、処理場更新費の費用関数および費用関数において機械・電気が占める割合（標準法は機械設備：33.4%、電気設備：23.8%）を用いて算出した。

なお、汚泥濃度は 1% であるため、関数使用にあたり濃度補正は不要とした。

(A 下水処理場の水処理施設機械設備更新費:処理能力 1,000～10,000m³/日)

$$y[\text{千円}] = 978(\text{処理能力}[\text{m}^3/\text{日}])^{0.59} = 978 \times 5,500^{0.59} = 157,454[\text{千円}]$$

(A 下水処理場の水処理施設電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = \text{機械設備更新費} \times 23.8\%/33.4\% = 157,454 \times 23.8\%/33.4\% = 112,198[\text{千円}]$$

(A 下水処理場の水処理施設機械・電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = 157,454 + 112,198 = 269,651[\text{千円}]$$

(A 下水処理場の脱臭施設機械設備更新費:処理能力 1,000~10,000m³/日)

$$y[\text{千円}] = 125,019 (\text{処理能力}[\text{m}^3/\text{日}])^{0.04} = 125,019 \times 5,500^{0.04} = 176,437 [\text{千円}]$$

(A 下水処理場の脱臭施設電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = \text{機械設備更新費} \times 23.8\%/33.4\% = 176,437 \times 23.8\%/33.4\% = 125,725 [\text{千円}]$$

(A 下水処理場の脱臭施設機械・電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = 176,437 + 125,725 = 302,162 [\text{千円}]$$

(A 下水処理場の汚泥処理施設機械設備更新費:処理能力 15~170m³/日)

$$y[\text{千円}] = 112,140 (\text{処理能力}[\text{m}^3/\text{日}])^{0.26} = 112,140 \times 150^{0.26} = 412,614 [\text{千円}]$$

(A 下水処理場の汚泥処理施設電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = \text{機械設備更新費} \times 23.8\%/33.4\% = 412,614 \times 23.8\%/33.4\% = 294,019 [\text{千円}]$$

(A 下水処理場の汚泥処理施設機械・電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = 412,614 + 294,019 = 706,633 [\text{千円}]$$

(A 下水処理場の合計機電更新費)

$$y[\text{千円}] = 269,651 + 302,162 + 706,633 = 1,278,446 [\text{千円}]$$

◆ 前処理施設への改造費用および前処理施設の維持管理費等

し尿処理施設の前処理施設(存続する施設)の改造費、存続する施設の維持管理費、汚泥輸送費を計上することとした。

・前処理施設への改造費

(前処理施設改造費(機械設備更新費):高負荷脱窒素処理)

$$y[\text{千円}] = 55,786 (\text{処理能力}[\text{kL}/\text{日}])^{0.5207} = 55,786 \times 20^{0.5207} = 265,443 [\text{千円}]$$

機械設備と電気設備の割合は、OD法の数値(26.2%/40%)を流用する。

(前処理施設改造費(電気設備更新費):高負荷脱窒素処理)

$$y[\text{千円}] = \text{機械設備更新費} \times 26.2\%/40\% = 265,443 \times 26.2\%/40\% = 173,865 [\text{千円}]$$

(前処理施設改造費の機械・電気設備更新費)

$$y[\text{千円}] = 265,443 + 173,865 = 439,308 [\text{千円}]$$

なお、今回、前処理施設は公共用地内に設置することが可能であったため、用地費は計上しないこととした。

・前処理施設の維持管理費

$$\text{前処理施設の維持管理費}[\text{千円}/\text{年}] = 6,716x^{0.2692}$$

$$\text{更新時の処理能力が } 20\text{kL}/\text{日} \text{ なので、} = 6,716 \times 20^{0.2692} = 15,043 [\text{千円}/\text{年}]$$

$$\text{維持管理費原単位}[\text{円}/\text{kL}] = \text{維持管理費} \div \text{年間処理水量} (\text{日平均処理水量} \times 365 \text{ 日})$$

$$=15,043,000 \div (16.5 \times 365 \text{ 日}) = 2,498[\text{円}/\text{m}^3]$$

維持管理費(年単位)＝「維持管理原単位」×「将来の処理水量」で年度ごとに算出した。

・汚泥輸送費

汚泥輸送費として、近隣自治体の実績を参考に 10,000 [千円/年] を見込んだ。

◆ 合計事業費

既存施設の更新ケースと同様の方法で試算した。

◆ 累計事業費

既存施設の更新ケースと同様の方法で試算した。

◆ 25 年間の年価

既存施設の更新ケースと同様の方法で試算した。

25 年間の累計事業費は 5,051 百万円、年価は 202 百万円/年となった。

以上の結果を、表 5-68 および図 5-26 に整理した。

表 5-68 既存施設の能力活用ケースの経済性比較の試算結果

区分	単位	施設	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	合計		
①処理能力	m³/日 kL/日	A下水処理場	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	-		
		A下水処理場 (汚泥処理)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	-	
		し尿処理施設 更新後は 前処理施設	25	25	25	25	25	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	-	
②-1処理水量	m3/日 kL/日 (日平均)	A下水処理場	4,060	4,046	4,030	4,011	3,990	3,965	3,938	3,908	3,876	3,841	3,803	3,762	3,719	3,673	3,624	3,573	3,519	3,462	3,402	3,340	3,275	3,207	3,137	3,064	2,988	-		
し尿処理施設		16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	16.5	16.5	16.4	16.3	16.2	16.1	16.0	15.9	15.7	15.6	15.4	15.2	15.0	14.8	14.6	14.4	14.1	13.9	13.6	13.3	-			
②-2発生汚泥量 (汚泥処理量)		69.0	69.0	69.0	69.0	68.0	68.0	67.0	67.0	66.0	66.0	65.0	64.0	64.0	63.0	62.0	61.0	60.0	59.0	58.0	57.0	56.0	55.0	54.0	52.0	51.0	-			
し尿処理施設 (し尿受入れ後)		16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	16.5	16.5	16.4	16.3	16.2	16.1	16.0	15.9	15.7	15.6	15.4	15.2	15.0	14.8	14.6	14.4	14.1	13.9	13.6	13.3	-			
③稼働率	%	A下水処理場	45%	45%	45%	45%	44%	44%	44%	43%	43%	43%	42%	42%	41%	40%	39%	38%	37%	36%	35%	34%	33%	32%	31%	30%	29%	-		
④維持管理係数の比	-	し尿処理施設	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	-	
		A下水処理場	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10	1.01	1.02	1.04	1.05	1.07	1.08	1.10	1.12	1.15	1.17	1.19	1.22	1.25	-
		し尿処理施設	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	1.02	1.03	1.03	1.05	1.05	1.07	1.08	1.09	1.11	1.12	1.13	1.16	1.17	1.20	1.22	-		
⑤-1汚泥処理系 増加維持管理費	百万円/年	汚泥処理費増						10	10	10	9	9	9	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	-		
		汚泥輸送費						10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	-		
		A下水処理場	111	111	111	111	111	131	131	131	130	130	130	130	83	83	83	83	83	82	82	82	82	82	82	82	82	82	2,488	
⑤-2維持管理費	百万円/年	し尿処理施設 更新後は 前処理施設	109	109	109	109	109	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	844		
		A下水処理場						439						1,278														1,278		
		し尿処理施設																												
⑧合計事業費		-	220	220	220	220	659	146	146	146	145	145	1,423	98	98	98	98	98	97	97	97	97	97	97	96	96	96	5,051		
⑨累計事業費		-	220	440	661	881	1,540	1,686	1,832	1,979	2,124	2,269	3,692	3,790	3,888	3,986	4,084	4,181	4,278	4,375	4,472	4,568	4,665	4,761	4,858	4,954	5,051	202		
①処理能力			:更新年次の「流入水量」/0.7(変動率)の500区切りで設定(A下水処理場は平成39年度、B下水処理場は平成33年度に更新)																									25年間の年価 ↓		
②-1処理水量			:将来フレームより																											
②-2発生汚泥量			:実績値を基に水量比で減少すると想定して設定。流入水質180mg/L、SS除去率95%、SS当たり汚泥転換率100%(標準法)と75%(OD法)、汚泥濃度1%																											
③稼働率			:「②処理水量(日平均)」/「①処理能力」																											
④維持管理係数の比			:「当該年次の維持管理係数」/「基準年の維持管理係数」																											
⑤-1増加維持管理費			:B下水処理場の「②-2汚泥量」×「A下水処理場の汚泥処理系維持管理原単位」汚泥輸送費は実績値より10百万円/年を見込む																											
⑤-2維持管理費			:「②処理水量(日平均)」×365日×「④維持管理係数の比」×「維持管理原単位」+「⑤-1増加維持管理費」(維持管理原単位はA処理場が75円/m3、B処理場が85円/m3) ただし、B処理場の更新後維持管理費は汚泥処理系を除いたものであるため0.49を掛け合わせる																											
⑥機電更新費			:別表参照																											
⑦合計事業費			:「⑤維持管理費」+「⑥機電更新費」																											
⑨累計事業費			:「前年度までの合計」+「当該年度の合計」																											

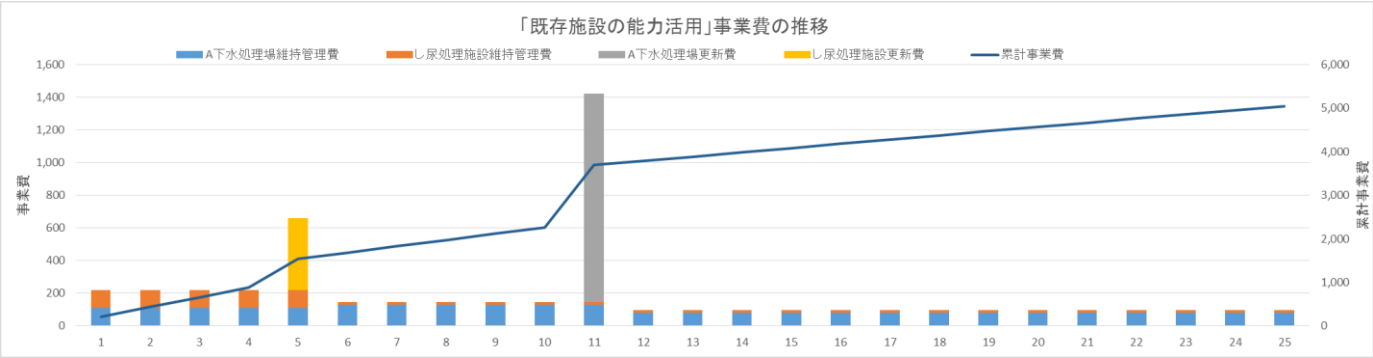


図 5-26 既存施設の能力活用の事業費の推移

5.3.6 技術面及び環境面の確認

a)技術面

処理施設の統廃合を実施するに当たっての技術的な主な確認内容として、表 5-69 に示すチェックリストに従って統廃合ケースごと（処理施設の再編成、既存施設の能力活用）に簡易的に確認した。

表 5-69 技術面のチェックリスト

No.	チェック	項目	確認事項	備考
(1)	☐	管きょ	流下能力が確保できているか	「設計指針」
(2)	☐		適切な流速を確保できているか	〃
(3)	☐		適切な流速を確保できない場合は清掃頻度を高くすることが可能か	
(4)	☐		圧送区間を設ける場合の汚泥濃度の確認	
(5)	☐	ポンプ施設	揚水能力が確保できているか（マンホールポンプを含む）	
(6)	☐		ポンプ施設での高濃度の汚泥堆積への措置	
(7)	☐	処理施設	し尿を水処理施設に投入する場合の影響確認	
(8)	☐		水処理施設への負荷増加に伴う影響確認	
(9)	☐		アルカリ度の確認	
(10)	☐		水処理施設統合時の汚泥処理施設の能力確認	

【処理施設の再編成】

(1) 流下能力が確保できているか

A 処理区の管きょ台帳に基づく管径および流下能力を確認したところ、投入点以降の一部区間の管きょについて、希釈水量を踏まえた投入流量に対して、表 5-70 の余裕を踏まえた流下能力が確保できることを確認した。

表 5-70 汚水管きょの余裕

管きょの内径	余裕
700mm 未満	計画下水量の 100%
700mm 以上 1,650mm 未満	計画下水量の 50%以上 100%以下
1,650mm 以上 3,000mm 以下	計画下水量の 25%以上 50%以下

出典：「設計指針」

(2) 適切な流速を確保できているか

(1) と合せて確認した結果、表 5-71 に示す流速の範囲に収まることを確認した。

表 5-71 管きよの流速

管きよ区分	流速
汚水管きよ	0.6m ³ /s 以上、3.0m ³ /s 以下
合流管きよ（雨水管きよ）	0.8 m ³ /s 以上、3.0m ³ /s 以下

出典：「設計指針」

(3) 適切な流速を確保できない場合の清掃頻度を高くすることが可能か

適切な流速を確保できているため対象外。

(4) 圧送区間を設ける場合の汚泥濃度の確認

圧送区間を設けないため確認対象外。

(5) 揚水能力が確保できているか（マンホールポンプを含む）

既存ポンプ施設（本ケースでは下水処理場 a の揚水ポンプ）について揚水能力と計画水量を比較して処理能力を超過していないことを確認した。

(6) ポンプ施設での高濃度の汚泥堆積への措置

間欠的にフラッシュ洗浄水（希釈水）を流すことや、定期的な点検、洗浄を行うことが可能であることを確認した。

(7) し尿を下水処理施設に投入する場合の影響確認

し尿そのものではなく下水流入水並みに希釈するため確認対象外とする。

(8) 水処理施設への負荷増加に伴う影響確認

汚泥集約が無いため確認対象外。

(9) アルカリ度の確認

し尿そのものではなく下水流入水並みに希釈するため確認対象外とする。

(10) 水処理施設統合時の汚泥処理施設の能力確認

核となる処理施設（A 下水処理場）における汚泥処理施設について簡易的に能力確認を行った結果、表 5-72 のとおり現状の施設能力で統合に伴い増加する汚泥量を処理できることを確認した。

表 5-72 簡易的な汚泥処理施設能力確認

項目		現状の汚泥処理量(事業計画書の容量計算書で確認)				統合時の 汚泥処理量	判定
		施設能力				汚水量由来	
		機器仕様	投入条件 TS[%]	A 水量比 ※1	B 施設能力 [m ³ /日]※2	C 汚泥処理量① [m ³ /日] 日最大ベース	C≤B
汚泥	重力濃縮	—	1.00%	1.50%	200	81	○
	脱水機	10 m ³ /時(2台)	1.00%	1.10%	150	59	○
水処理系(日最大水量)					9,000	6,800	—

※1容量計算書における、水処理系の流入水量に対する各処理工程の投入汚泥量の比

※2汚泥処理量もm³/日換算して計上

以上のとおり確認し、問題ないことを確認した。

【既存施設の能力活用】

(1) 流下能力が確保できているか

流下量に変更は無いため確認対象外。

(2) 適切な流速を確保できているか

(1) と同じく確認対象外。

(3)適切な流速を確保できない場合の清掃頻度を高くすることが可能か

(1) と同じく確認対象外。

(4) 圧送区間を設ける場合の汚泥濃度の確認

圧送区間を設けないため対象外。

(5) 揚水能力が確保できているか(マンホールポンプを含む)

汚泥のみ集約のため対象外。

(6) ポンプ施設での高濃度の汚泥堆積への措置

し尿等を高濃度の汚水として管渠に投入しないため対象外。

(7) し尿を下水処理施設に投入する場合の影響確認

し尿を下水道の水処理系に投入しないので対象外。

(8) 水処理施設への負荷増加に伴う影響確認

し尿を受け入れることによる返流水による水処理への負荷上昇に伴い、処理水質が悪化する可能性があるため、表 5-73 の負荷量計算に基づき A 下水処理場の統合後の放流水質（BOD 濃度）を簡易的に算定した。

表 5-73 水処理施設まわりの負荷量計算（統合年度の試算）

	水量 [m ³ /日]	流入水質 [mg/L]	流入負荷量 [kg/日]	放流負荷量 [kg/日]	除去率 [%]
現状 返流水含む	5,778	220	1,271.2	63.6	95.0
受入し尿由 来の返流水	19	5,000	95.0	—	—
統合後	5,797	—	1,366.2	68.3	95.0

（除去率は統合後も変わらない前提）

表 5-73 より、統合後の水質濃度は $68.3/5,797 \div 11.8\text{mg/L}$ となるが、当該処理場における計画放流水質（15.0mg/L）以下であるため問題無いこととした。※現状は 11mg/L

なお、し尿を受け入れる場合は、その影響を受ける色度と COD について簡易算定式を用いて増加分を簡易的に算定した。

・増加する COD(mg/L) $dy/dx = 5 \times \text{し尿受入れ率}[\%] \dots\dots\dots (a)$

・増加する色度(度) $dy/dx = 70 \times \text{し尿受入れ率}[\%] \dots\dots\dots (b)$

し尿受入れ率 = 受け入れるし尿量 / 現状の処理水量

$= 16.5 / 3,965$ （統合年度の日平均水量）

$= 0.00416 = 0.416[\%]$

・増加する COD(mg/L) $dy/dx = 5 \times 0.416[\%] \div 2.1(\text{mg/L})$

・増加する色度(度) $dy/dx = 70 \times 0.416[\%] \div 29(\text{度})$

また、汚泥処理系の統合を行った場合に、返流水による水処理系への負荷増が懸念されるため、簡易的な手法によりこれを確認した。

表 5-74 に容量計算から試算した増加負荷量を示す。この増加負荷量に基づき、式(1),(2)により水処理施設の増加送風量および増加送風機動力を算出した。

表 5-74 返流水負荷の計算

項目	BOD			T-N			備考
	濃度 (mg/L)	水量 (m ³ /日)	負荷量 (kg/日)	濃度 (mg/L)	水量 (m ³ /日)	負荷量 (kg/日)	
処理場流入水量(集約前)	210	5,700	1,197	40	5,500	220	容量計算書より
反応槽流入水量(集約前)①	220	5,778	1,271	42	5,578	234	〃
返流水(集約前)	950	78	74	180	78	14	容量計算書より
集約し尿由来返流水	5,000	19	95	2,000	19	38	
返流水(集約後)	1,742	97	169	536	97	52	
反応槽流入水量(集約後)②	236	5,797	1,366	49	5,597	272	
増加量(②-①)		19	95		19	38	

増加する送風量 ΔQ (m³/分)は式(1)、増加する送風機軸動力 ΔL_s (kW)は式(2)を用いて簡易的に算定する。

$$\Delta Q = 2.46 \times (0.6 \times CL_{BOD,R} + 4.57 \times CL_{KN,R}) \times 10^{-2} \dots\dots\dots (1)$$

$$\Delta L_s = 2.83 \times (0.6 \times CL_{BOD,R} + 4.57 \times CL_{KN,R}) \times 10^{-2} \dots\dots\dots (2)$$

ここで、

$CL_{BOD,R}$:汚泥受け入れに起因する返流水の増加 BOD 量 kg/日

$CL_{KN,R}$:汚泥受け入れに起因する返流水の増加ケルダール窒素量(≡T-N) kg/日

よって、今回の増加分は

$$\Delta Q = 2.46 \times (0.6 \times 95 + 4.57 \times 38) \times 10^{-2} = 5.7[\text{m}^3/\text{分}]$$

$$\Delta L_s = 2.83 \times (0.6 \times 95 + 4.57 \times 38) \times 10^{-2} = 6.5[\text{kw}]$$

となるが、容量計算書を確認した結果、増加分を見込んでも現在の施設で能力確保できることを確認した。ただし、送風量や送風電力が若干高くなる可能性がある。

(9)アルカリ度の確認

し尿を下水道の水処理系に投入しないので対象外。

(10)水処理施設統合時の汚泥処理施設の能力確認

水処理施設の統合は行わないので対象外。

以上のとおり、すべてのケースについて技術面については問題ないことを確認した。

b) 環境面

既存施設の更新、処理施設の再編成および既存施設的能力活用のケースそれぞれについて、消費電力量、エネルギー消費量および温室効果ガス（以下、GHG）排出量を試算する等、環境面の確認を行った。

【有効利用（再生水、消化ガス、汚泥有効利用等）】

A 下水処理場では現在、再生水利用（近隣のせせらぎへ維持用水として放流）を行っているため統廃合による影響を確認した。

処理施設の再編成ケースの場合は処理水量を増加させることが可能となる。

既存施設的能力活用ケースの場合、前述のとおり、処理水質が若干悪化（BOD 濃度、COD 濃度および色度の向上）するため、再利用の継続を詳細に検討する必要がある。

【消費電力量、エネルギー消費量、GHG 排出量】

●消費電力量

消費電力量については、現状の消費電力量に基づき、稼働率変化の影響を踏まえて補正した各年度の消費電力量 [kWh/年] を算定し、それらを累計して 25 年間の合計値を算定した。

なお、既存施設的能力活用ケースにおいて存続する施設であるし尿処理施設（前処理施設）の消費電力量は、し尿処理施設全体と前処理施設の費用関数を用いて算定した維持管理費の比から、前処理施設相当の割合を 0.12 として算定した。一方、A 下水処理場の消費電力量は、汚泥処理施設にかかわる電力消費量（全体の 10%）がし尿の受入割合※だけ増加することとして算定した。

※統合年度の場合、 $16.5/68=24\%$ （各年度で変化する）

統合年度の A 下水処理場の消費電力量

$$= (\text{当該年度の流入水量に基づく消費電力量}) \times (1 + 10\% \times 24\%)$$

●エネルギー消費量

消費電力量に基づき、下式により各年度のエネルギー消費量 [MJ/年] を算定した。また、エネルギー消費量 [MJ/年] を累計して 25 年間の合計値を算定した。

$$\text{エネルギー消費量 [MJ/年]} = \text{消費電力量 [kWh/年]} \times 3.60 \text{ (換算係数)}$$

●GHG 排出量

消費電力量または処理水量に基づき、下式により各年度の GHG 排出量 [t-

CO₂/年」を算定した。また、GHG 排出量 [t-CO₂/年] を累計して 25 年間の合計値を算定した。

GHG排出量(t-CO₂/年)

= Σ[各温室効果ガスの排出量(t) × 各温室効果ガスの地球温暖化係数]

(地球温暖化係数)

・二酸化炭素 (t-CO₂/年) × 1 = 温室効果ガス排出量 (t-CO₂/年)

・メタン (t-CH₄/年) × 25 = 温室効果ガス排出量 (t-CO₂/年)

・一酸化二窒素(t-N₂O/年) × 298 = 温室効果ガス排出量 (t-CO₂/年)

・二酸化炭素(CO₂)排出量[t-CO₂/年]

=消費電力量[kWh/年] × CO₂ 排出係数[t-CO₂/kWh]

ここで、仮想モデル都市は関東地域であるため、CO₂ 排出係数は表 5-75 より、0.000474(東京)とした。

表 5-75 代表会社の二酸化炭素(CO₂)排出係数(H29 年度)

単位:t-CO₂/kWh

代表会社	排出係数	備考
北海道電力	0.000678	
東北電力	0.000523	
東京電力エナジーパートナー	0.000474	旧東京電力(株)
中部電力	0.000472	
北陸電力	0.000574	
中国電力	0.000677	
四国電力	0.000535	
九州電力	0.000463	
沖縄電力	0.000772	

・メタン(CH₄)排出量[t-CH₄/年]

=処理水量[m₃/年] × CH₄ 排出係数[t-CH₄/m₃]

ここで、CH₄ 排出係数は表 5-76 より、下水処理施設の場合は 0.00000088(終末処理場)、し尿処理施設の場合は 0.0000050(高負荷生物学的脱窒素処理)とした。

表 5-76 下水等及び雑排水の処理に係るメタン(CH₄)排出係数(出典:「環境省 HP」より)

対象となる排出活動	区分	単位	値
下水等及び雑排水の処理	終末処理場	tCH ₄ /m ³	0.00000088
	し尿処理施設(嫌気性消化処理)	tCH ₄ /m ³	0.00054
	し尿処理施設(好気性消化処理)	tCH ₄ /m ³	0.0000055
	し尿処理施設(高負荷生物学的脱窒素処理)	tCH ₄ /m ³	0.0000050
	し尿処理施設(生物学的脱窒素処理(標準脱窒素処理))	tCH ₄ /m ³	0.0000059
	し尿処理施設(膜分離処理)	tCH ₄ /m ³	0.0000055
	し尿処理施設(その他の処理)	tCH ₄ /m ³	0.0000055
	コミュニティ・プラント	tCH ₄ /人	0.00020
	既存単独処理浄化槽	tCH ₄ /人	0.00020
	浄化槽(既存単独処理浄化槽を除く。)	tCH ₄ /人	0.0011
	くみ取便所の便槽	tCH ₄ /人	0.00020

・一酸化二窒素(N₂O)排出量[t-N₂O/年]

=活動量[m₃/年または t-N/年] × N₂O 排出係数[t-N₂O /m₃ または t-N₂O /t-N]

ここで、N₂O 排出係数は表 5-77 より、下水処理施設の場合は 0.00000016(終末処理場)、し尿処理施設の場合は 0.0029(高負荷生物学的脱窒素処理)とした。

表 5-77 下水等及び雑排水の処理に係る一酸化二窒素(N₂O)排出係数(出典:「環境省 HP」より)

対象となる排出活動	区分	単位	値
下水等及び雑排水の処理	終末処理場	tN ₂ O/m ³	0.00000016
	し尿処理施設(嫌気性消化処理)	tN ₂ O/tN	0.0000045
	し尿処理施設(好気性消化処理)	tN ₂ O/tN	0.0000045
	し尿処理施設(高負荷生物学的脱窒素処理)	tN ₂ O/tN	0.0029
	し尿処理施設(生物学的脱窒素処理(標準脱窒素処理))	tN ₂ O/tN	0.0000045
	し尿処理施設(膜分離処理)	tN ₂ O/tN	0.0024
	し尿処理施設(その他の処理)	tN ₂ O/tN	0.0000045
	コミュニティ・プラント	tN ₂ O/人	0.000039
	既存単独処理浄化槽	tN ₂ O/人	0.000020
	浄化槽(既存単独処理浄化槽を除く。)	tN ₂ O/人	0.000026
	くみ取便所の便槽	tN ₂ O/人	0.000020

以上の方法により算定した消費電力量、エネルギー消費量及び GHG 排出量を表 5-78 のとおり整理した。

◆ 環境負荷

統廃合に伴う影響を簡易的に確認した結果、公共用水域(この場合、河川)に与える影響は軽微と確認した。

◆ その他

(既存施設の更新ケース)

・ A 下水処理場においてダウンサイジング技術の導入を検討する。

(処理施設の再編成ケース)

・ 周辺住民(特に核となる処理施設周辺)への説明が必要である。

(既存施設の能力活用ケース)

- ・し尿受入れに伴い、返流水負荷が増大し、送風量、送風動力が増加する。また、放流水質も悪化（COD、色度）するため、その影響を別途詳細に検討する必要がある。
- ・核となる処理施設では、受入れ後の運転管理方法を確認する必要がある。
- ・汚泥運搬ルートを検討および沿道住民への説明が必要である。

表 5-78 消費電力量・エネルギー消費量と温室効果ガス排出量の比較

区分	年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	合計
処理水量(日平均) [m ³ /日]	既存施設の更新	4,060	4,046	4,030	4,011	3,990	3,965	3,938	3,908	3,876	3,841	3,803	3,762	3,719	3,673	3,624	3,573	3,519	3,462	3,402	3,340	3,275	3,207	3,137	3,064	2,988	
	A処理場																										
	し尿処理施設	17	17	17	17	17	17	17	16	16	16	16	16	16	16	16	15	15	15	15	15	14	14	14	14	13	
	処理施設の再編成	4,060	4,046	4,030	4,011	3,990	3,965	3,938	3,908	3,876	3,841	3,803	3,762	3,719	3,673	3,624	3,573	3,519	3,462	3,402	3,340	3,275	3,207	3,137	3,064	2,988	
窒素負荷(日平均) [t/日] ※し尿処理施設の N2O排出量算出のため	既存施設の更新	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	16.5	16.5	16.4	16.3	16.2	16.1	16.0	15.9	15.7	15.6	15.4	15.2	15.0	14.8	14.6	14.4	14.1	13.9	13.6	13.3	
	A処理場																										
	し尿処理施設	4,060	4,046	4,030	4,011	3,990	3,965	3,938	3,908	3,876	3,841	3,803	3,762	3,719	3,673	3,624	3,573	3,519	3,462	3,402	3,340	3,275	3,207	3,137	3,064	2,988	
	処理施設の再編成	17	17	17	17	17	17	17	16	16	16	16	16	16	16	16	15	15	15	15	15	14	14	14	14	13	
稼働率	既存施設の更新	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	
	A処理場																										
	し尿処理施設	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	
	処理施設の再編成	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	
電力係数の比	既存施設の更新	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	
	A処理場																										
	し尿処理施設	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	
	処理施設の再編成	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	
消費電力量[千kWh]	既存施設の更新	1,087	1,086	1,085	1,085	1,084	1,082	1,081	1,080	1,078	1,077	1,075	1,072	1,070	1,068	1,066	1,064	1,062	1,060	1,058	1,056	1,054	1,052	1,050	1,048	1,046	
	A処理場																										
	し尿処理施設	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	
	処理施設の再編成	1,087	1,086	1,085	1,085	1,084	1,082	1,081	1,080	1,078	1,077	1,075	1,072	1,070	1,068	1,066	1,064	1,062	1,060	1,058	1,056	1,054	1,052	1,050	1,048	1,046	
消費エネルギー量 [千MJ]	既存施設の更新	1,087	1,086	1,085	1,085	1,084	1,082	1,081	1,080	1,078	1,077	1,075	1,072	1,070	1,068	1,066	1,064	1,062	1,060	1,058	1,056	1,054	1,052	1,050	1,048	1,046	
	A処理場																										
	し尿処理施設	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	
	処理施設の再編成	1,087	1,086	1,085	1,085	1,084	1,082	1,081	1,080	1,078	1,077	1,075	1,072	1,070	1,068	1,066	1,064	1,062	1,060	1,058	1,056	1,054	1,052	1,050	1,048	1,046	
GHG排出量[t-CO ₂] 【二酸化炭素由来】	既存施設の更新	1,694	1,693	1,692	1,691	1,690	1,689	1,688	1,687	1,686	1,685	1,684	1,683	1,682	1,681	1,680	1,679	1,678	1,677	1,676	1,675	1,674	1,673	1,672	1,671	1,670	
	A処理場																										
	し尿処理施設	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	
	処理施設の再編成	1,694	1,693	1,692	1,691	1,690	1,689	1,688	1,687	1,686	1,685	1,684	1,683	1,682	1,681	1,680	1,679	1,678	1,677	1,676	1,675	1,674	1,673	1,672	1,671	1,670	
GHG排出量[t-CH ₄] 【メタン由来】	既存施設の更新	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
	A処理場																										
	し尿処理施設	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
	処理施設の再編成	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
GHG排出量[t-N ₂ O] 【一酸化二窒素由来】	既存施設の更新	0.21	0.20	0.20	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	
	A処理場																										
	し尿処理施設	0.21	0.20	0.20	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	
	処理施設の再編成	0.21	0.20	0.20	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	
GHG排出量[t-CO ₂] 【合計】	既存施設の更新	1,694	1,693	1,692	1,691	1,690	1,689	1,688	1,687	1,686	1,685	1,684	1,683	1,682	1,681	1,680	1,679	1,678	1,677	1,676	1,675	1,674	1,673	1,672	1,671	1,670	
	A処理場																										
	し尿処理施設	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	607	
	処理施設の再編成	1,694	1,693	1,692	1,691	1,690	1,689	1,688	1,687	1,686	1,685	1,684	1,683	1,682	1,681	1,680	1,679	1,678	1,677	1,676	1,675	1,674	1,673	1,672	1,671	1,670	

消費電力量[千kWh]

35,236

既存施設の更新

28,759

処理施設の再編成

26,401

既存施設の能力活用

消費エネルギー量[千MJ]

126,851

既存施設の更新

103,534

処理施設の再編成

95,045

既存施設の能力活用

温室効果ガスの排出量[t-CO₂]

19,370

既存施設の更新

16,418

処理施設の再編成

14,941

既存施設の能力活用

5.3.7 総合評価

既存施設の更新、処理施設の再編成、既存施設的能力活用の3ケースの結果を表5-79に示す。既存施設的能力活用がコスト面、環境面が有利となる一方、し尿受入れに伴う影響が懸念された。したがって、現時点では処理施設の再編成、既存施設的能力活用を統廃合ケースの両方を候補として、別途詳細に検討することとする。

表 5-79 評価まとめ

検討ケース		既存施設の更新	処理施設の再編成	既存施設的能力活用
概要		A 下水処理場、し尿処理施設をそれぞれ ダウンサイジング	し尿処理施設を廃止し、 A 下水処理場に接続 (前処理施設を新設)	し尿処理施設を前処理 施設に改造し、 A 下水処理場に接続
経済性比較 LCC	総額	6,898 百万円	6,828 百万円	5,051 百万円
	年価	276 百万円/年	273 百万円/年	202 百万円/年
評価			△	◎
技術面の確認		問題なし	問題なし	水処理系への増加する 負荷量の影響等につい て簡易的に確認したとこ ろ、施設能力としては問 題なし(送風量や処理水 質等について懸念あり)
評価		◎	△	△
環境面 の確認	エネルギー 消費量	126,851 千 MJ	103,534 千 MJ	95,045 千 MJ
	GHG 排出量	19,370t-CO ₂	16,418t-CO ₂	14,941t-CO ₂
評価		△	△	○
その他		・ダウンサイジング技 術の導入を検討	・周辺住民(特に、新た に前処理施設を設置す る箇所周辺および核と なる処理施設周辺)へ の説明	・し尿受入れに伴う影響 (送風量や処理水質)が 懸念される。本検討では 計上していない新たなコ ストが発生する可能性。 ・運転方法の変更検討 ・汚泥運搬ルートを検討
総合評価			候補①	候補②

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILM

No. 1071

April 2019

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

企画部研究評価・推進課 TEL 029-864-2675