

内水浸水対策の一事例

株式会社 極東技工コンサルタント
西日本支社 設計部 佐々木 友彦

1.はじめに

【浸水対策】

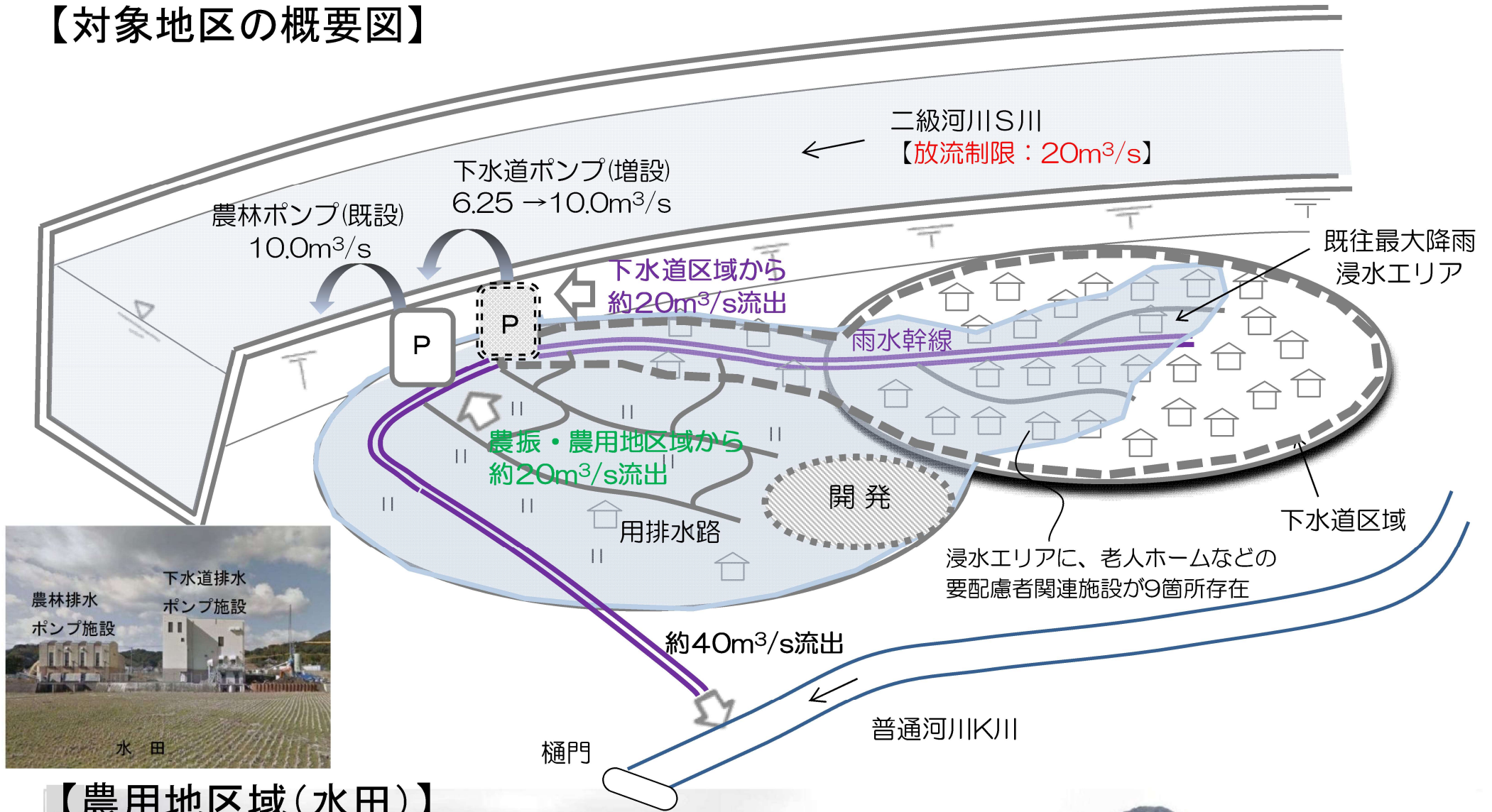
浸水被害の解消・軽減のために、限られた財源の中で
ストックを最大限利用しつつ、浸水対策を実施することが
求められている。



【本事例（地方都市）の概要】

- 水田地区の開発に伴い浸水被害が発生。
- 放流先河川に制約あり。
- 下水道ポンプ場の横に農林排水ポンプ場が隣接。

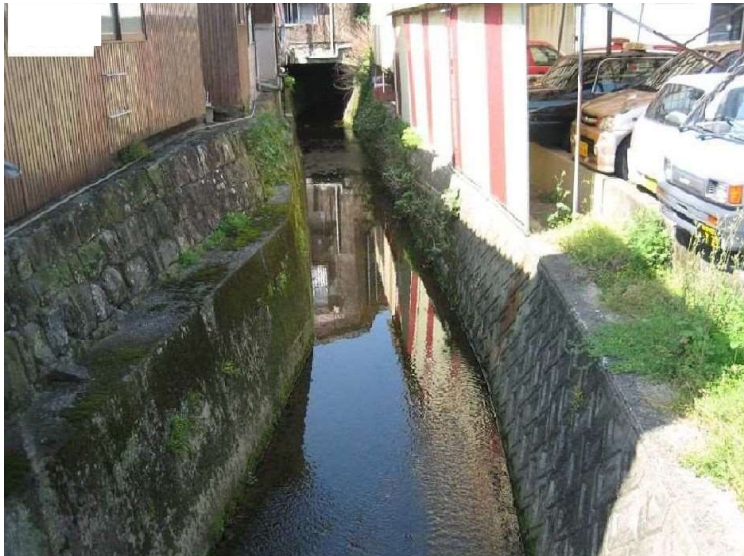
【対象地区の概要図】



【農用地区域(水田)】



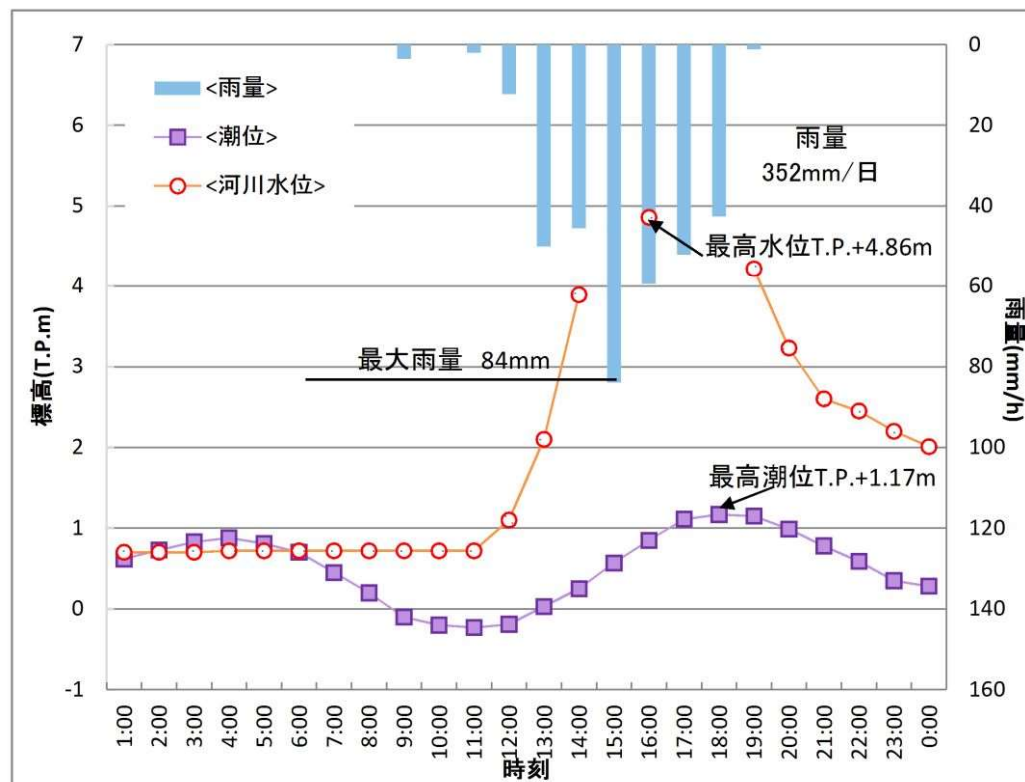
【下水道区域の水路状況】



2. 浸水地区の概要（浸水時の水文データ）

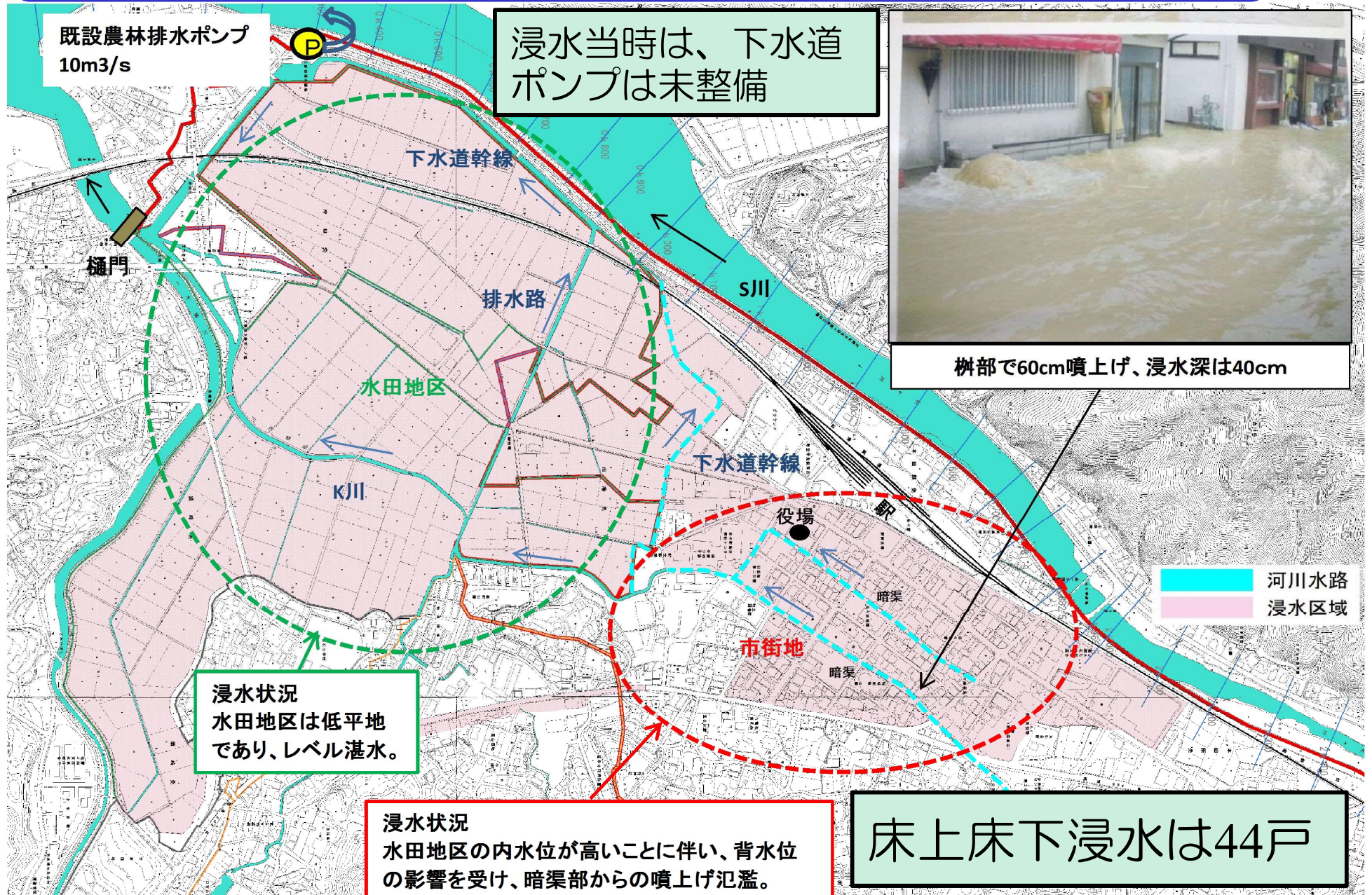
浸水年月日：平成14年9月16日

- 時間最大降雨量は下水道計画降雨以上。
- 潮位と降雨のピーク時刻は概ね合致。



項目	内容
降雨状況	時間降雨量は84mm/hr、24時間降雨量は352mm/日 ※下水道の計画降雨強度=80.7mm/hr。降雨強度式 $I_{10}=1181.139 / (t^{0.58}+3.881)$
潮位	降雨のピークは満潮位に近い時間で発生。
河川 (S川)	降雨とS川の流出のピークは概ね合致しており、降雨ピークの1時間後に到達したと推定。

2. 浸水地区の概要(浸水状況)



3. 浸水対策の経緯

かつては

流域面積390ha、雨水流出量40m³/s（10年確率）に対して

- 水田(64ha)による自然の調整池機能のみで洪水を防除

水田の埋立開発

減少した水田のみでは、洪水防除が困難

- 農林排水ポンプ場（10m³/s）を整備。（平成7年度）

φ1,000mm×1台

φ1,350mm×2台

- 残り30m³/sは水田への一時的な湛水を許容。



3. 浸水対策の経緯

- さらなる水田の開発が進み

過去最大の浸水被害が発生（平成14年9月）
<時間降雨84mm/hr, 浸水面積77.2ha, 床上・床下浸水44戸>

- 下水道排水ポンプ（ $10\text{m}^3/\text{s}$ ）を計画し、段階的整備を実施。
現在 $6.25\text{m}^3/\text{s}$
 - φ 800mm×2台
 - φ1,350mm×1台
- 残り $20\text{m}^3/\text{s}$ は水田への一時的な湛水を許容。

【目的】

- 水田開発による貯留能力低下分を補い、市街地部の浸水解消

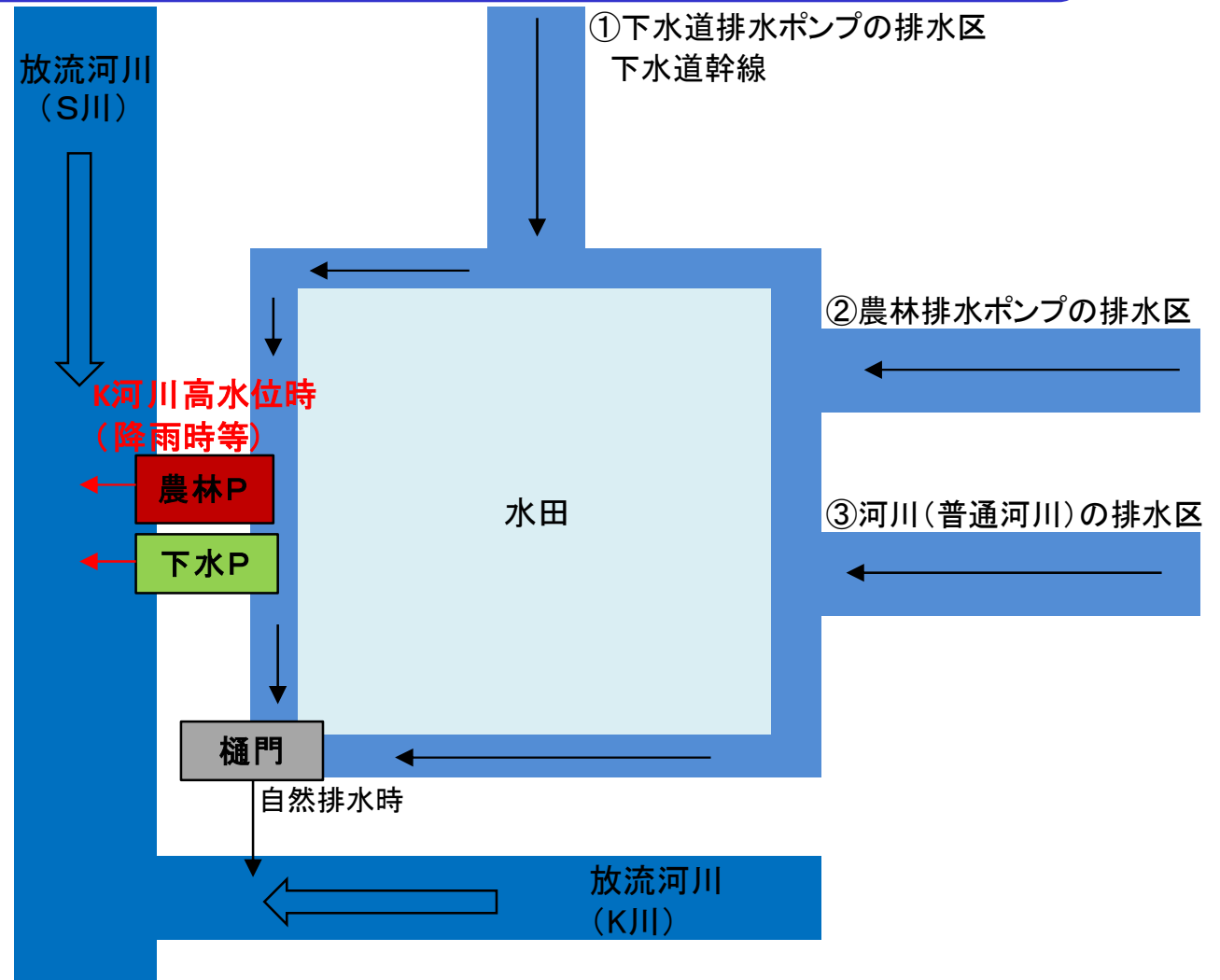


4.内水解析モデルの構築(水路網)

排水システムが複数存在

- ①下水道区域
- ②農林区域
- ③河川区域

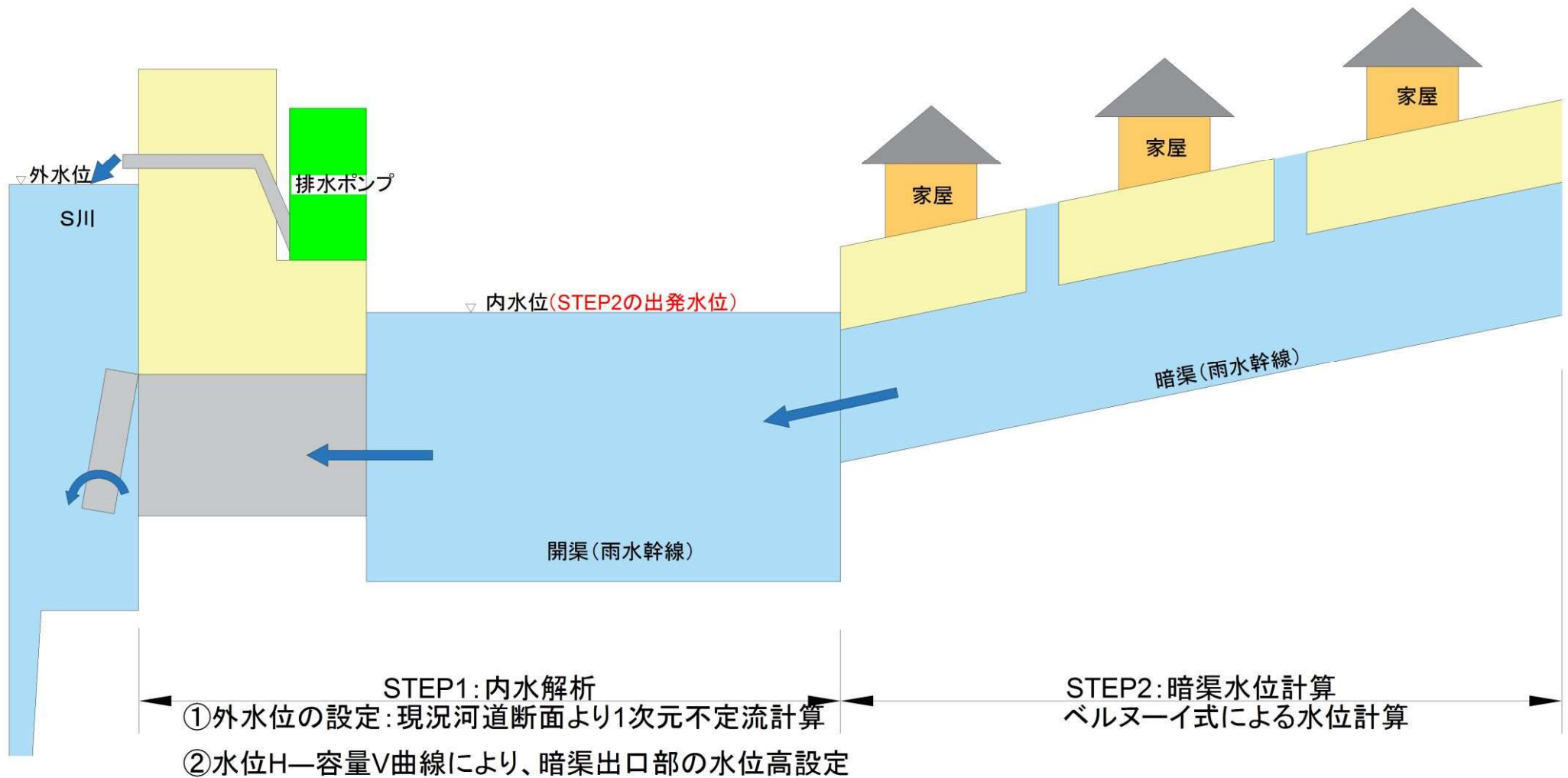
しかし、低平地の水田に集まり、放流しているため、各区域は繋がっている。



排水方法

- 自然排水時は樋門からK河川へ
- K河川が高水位時にポンプ排水(下水道および農林ポンプ)

4.内水解析モデルの構築(計算モデル)



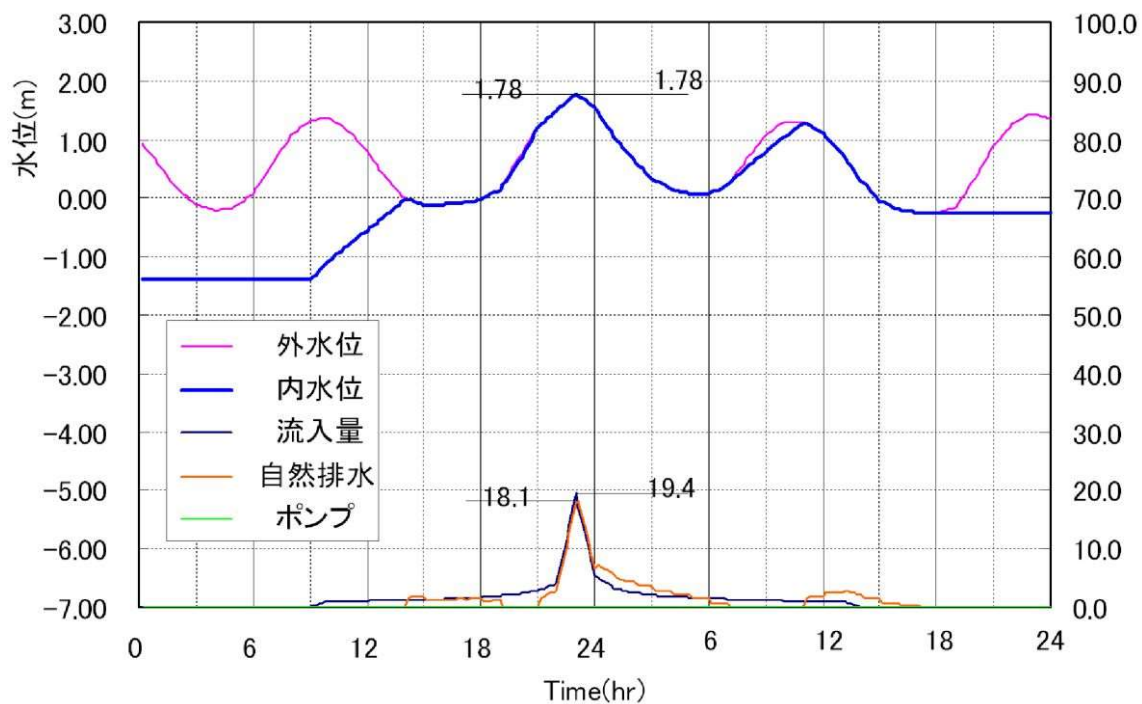
4.内水解析モデル

項目		条件・手法	
氾濫解析	降雨および流量	検討降雨	1/10年
		解析手法	合理式
		流域面積	下水道区域のみ (193ha)
		降雨波形	中央集中 (仮想ハイエト)
	平地部 (水田) 開渠 内水位	解析手法	1池モデル内水解析
		水位-容量曲線	水路断面による水位-容量曲線を使用
		流入ハイドロ	上記流量ハイドロを使用
		外水位	1次元不定流計算
	市街地部 暗渠水位計算	解析手法	ベルヌーイによる摩擦損失等から暗渠内水位を算出
		出発水位	内水計算によるピーク内水位

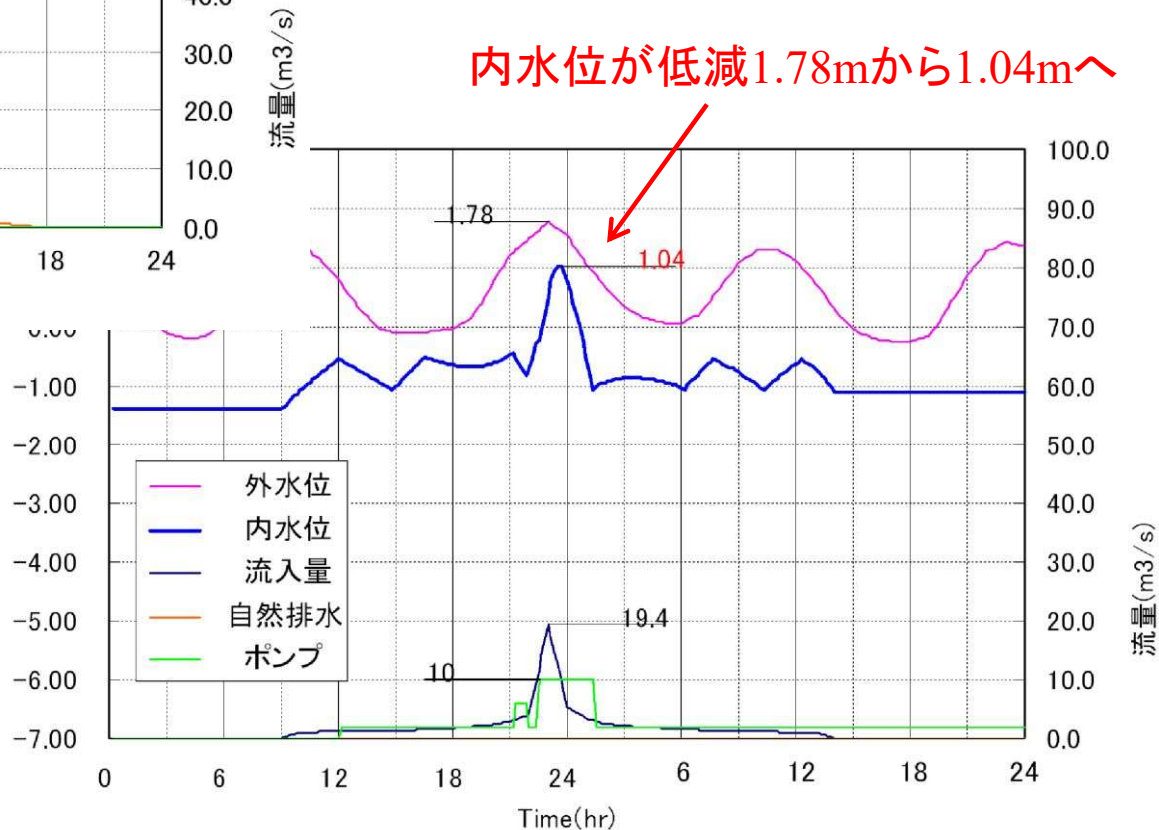
【検証】

- 下水道ポンプ (10m³/s) の設置前と設置後の効果を検証

4.内水解析の結果 (STEP1:内水解析)

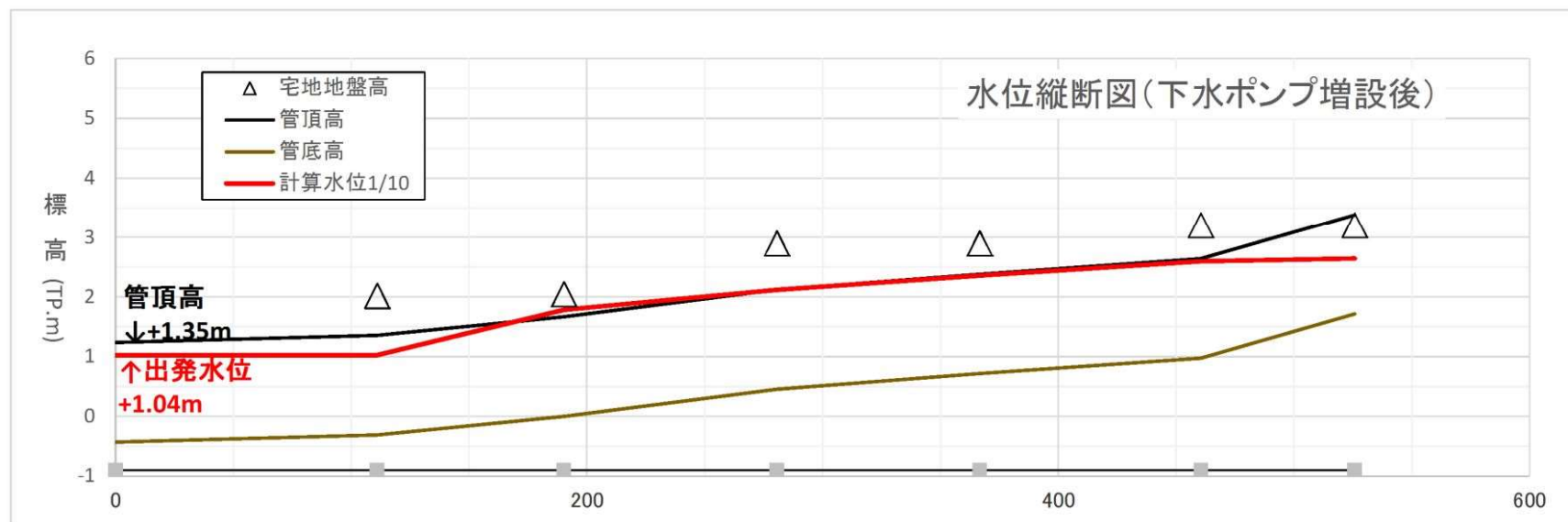
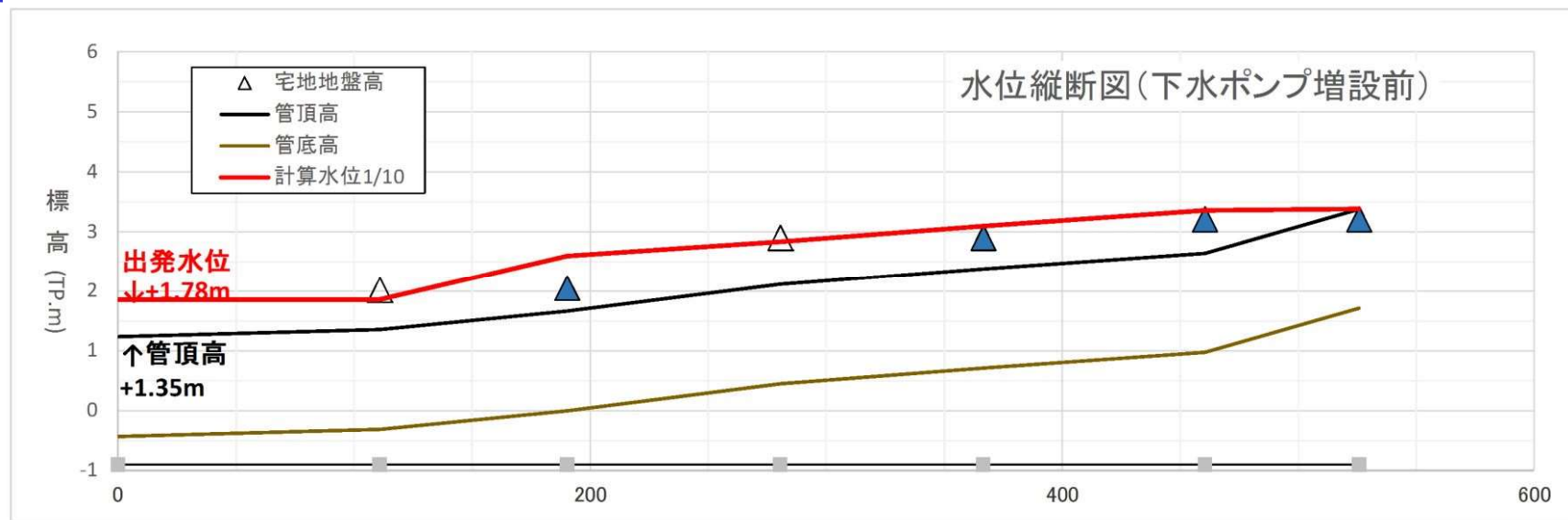


下水道ポンプ設置前



下水道ポンプ設置後

4.内水解析の結果 (STEP2: 暗渠水位)



- 下水道ポンプ (10m³/s) により、管内水位が管きょ上面以下となり、溢水しない

5.おわりに

- 従来の浸水対策では、増設に必要なポンプの規模が $20\text{m}^3/\text{s}$ となるが、今回の浸水対策の検討で水田貯留を図ることにより、ポンプの規模を $10\text{m}^3/\text{s}$ に大幅に縮小することができ、約28億円のコスト縮減が図ることが可能となった。

水の再利用に関連した 国際標準の開発に関する報告



下水道一部計画課
向吉 はるか

目次

1 規格とは

2 国際規格の意義

3 ISO規格開発の進め方

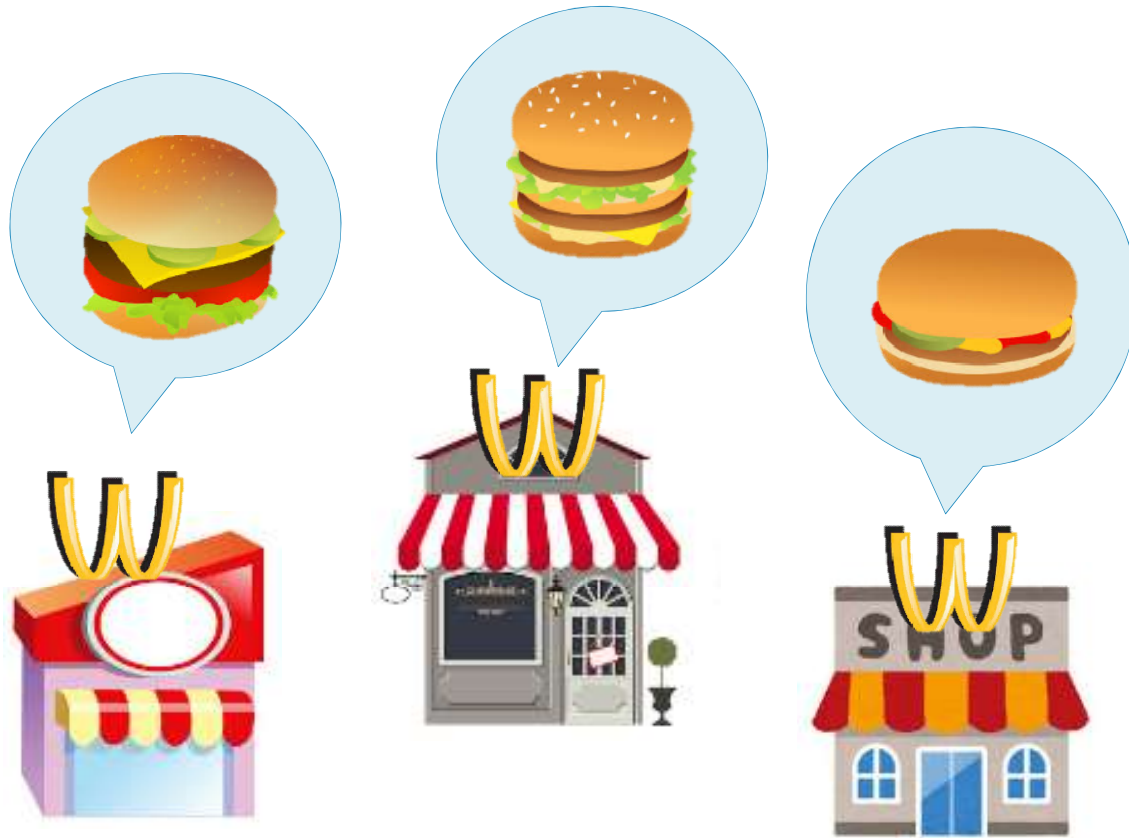
4 水の再利用に関する規格開発

5 上下水道コンサルタントとして

1. 規格とは

1.1 標準化とは

作り方や具が
店によりバラバラ・・・



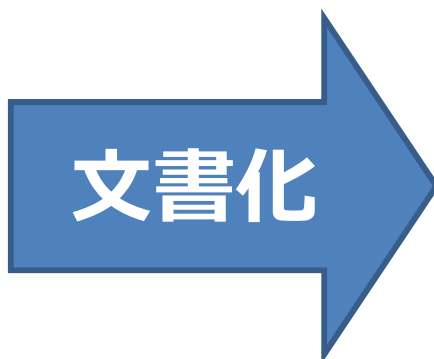
作り方を
統一



決められた方法で作れるようにしたり、
一定の基準を設けることを**標準化**という。

1. 規格とは

1.2 規格とは



1. 規格とは

1.3 規格の分類

階層別	成立の由来別	規制との関係
国際規格	デジュール規格 公的な組織によって 作られた規格	任意規格
地域規格	デファクト規格 市場で勝ち抜いた 実質的な規格	
国家規格		
業界（団体） 規格	フォーラム規格 業界、団体等で 作られる規格	強制規格

目次

- 1 規格とは
- 2 国際規格の意義**
- 3 ISO規格開発の進め方
- 4 水の再利用に関する規格開発
- 5 上下水道コンサルタントとして

2.国際規格の意義

2.1 WTO/TBT協定 (1)

WTO(世界貿易機関)の概要

- 設立：1995年
- 本部：ジュネーブ
- 加盟国：164ヶ国・地域
(2017年6月現在)
- **目的：国際間における自由貿易の促進**

2.国際規格の意義

2.1 WTO/TBT協定 (2)



2.国際規格の意義

2.1 WTO/TBT協定 (3)

TBT協定

貿易の技術的障害に関する協定

各国内で規格を作成・改正するときには
原則として
国際規格を基礎として用いることを義務化



自国に有利な規格作れば国際競争力がUP!



国際規格の重要性の向上

目次

- 1 規格とは
- 2 国際規格の意義
- 3 ISO規格開発の進め方**
- 4 水の再利用に関する規格開発
- 5 上下水道コンサルタントとして

3. ISO規格開発の進め方

3.1 ISO規格開発の場 (1)

略号	名称	開発対象
TC	専門委員会 (Technical committee)	特定の産業または 包括的なテーマ 水の再利用 等
SC	分科委員会 (Sub committee)	TCが扱う専門分野における 特定分野 都市利用・工業利用 等
WG	作業グループ (Working group)	TC/SCの規格開発計画に おける案を作成

各委員会には議長・事務局があり、開発の音頭をとる。

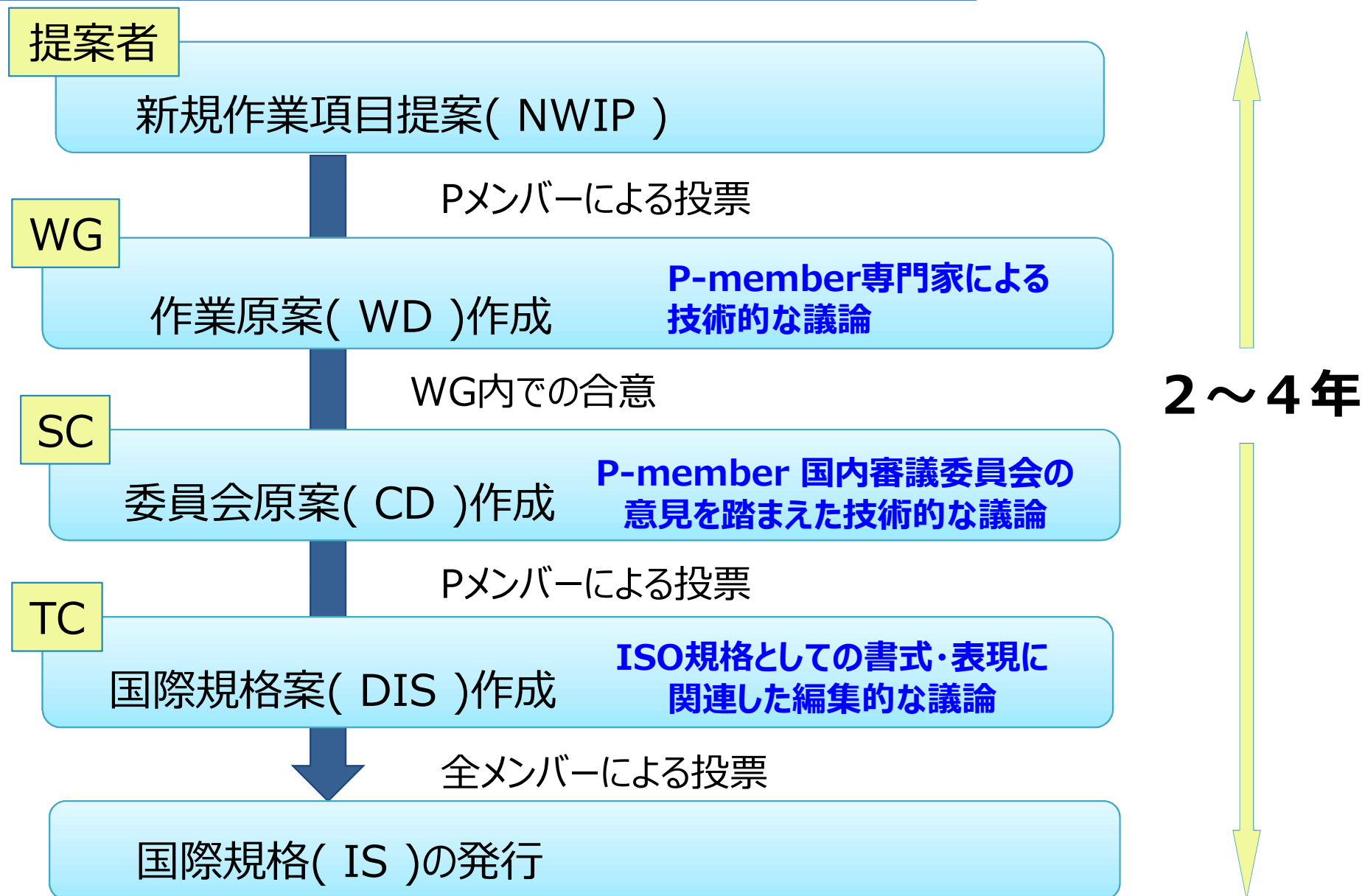
3. ISO規格開発の進め方

3.1 ISO規格開発の場 (2)

メンバー種類	参加形態	投票
Pメンバー	業務に積極的に参加	投票義務あり
Oメンバー	オブザーバー	基本的に投票不可 意見提出は可能

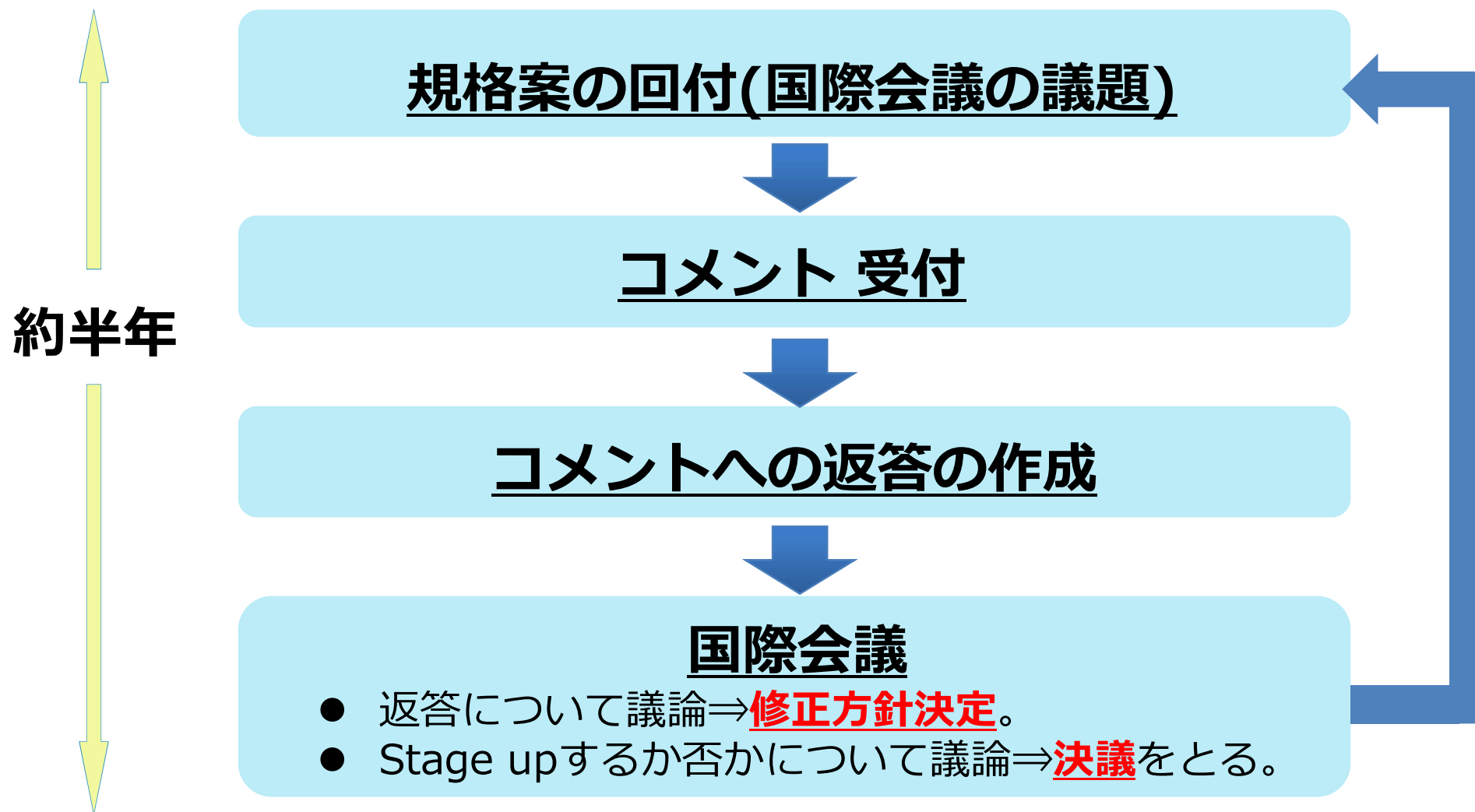
3. ISO規格開発の進め方

3.2 規格開発プロセス (1)



3. ISO規格開発の進め方

3.2 規格開発プロセス (2)



3. ISO規格開発の進め方

3.2 規格開発プロセス (3)

国 該当箇所 コメント 変更提案 コメント返し

Template for comments and secretariat observations

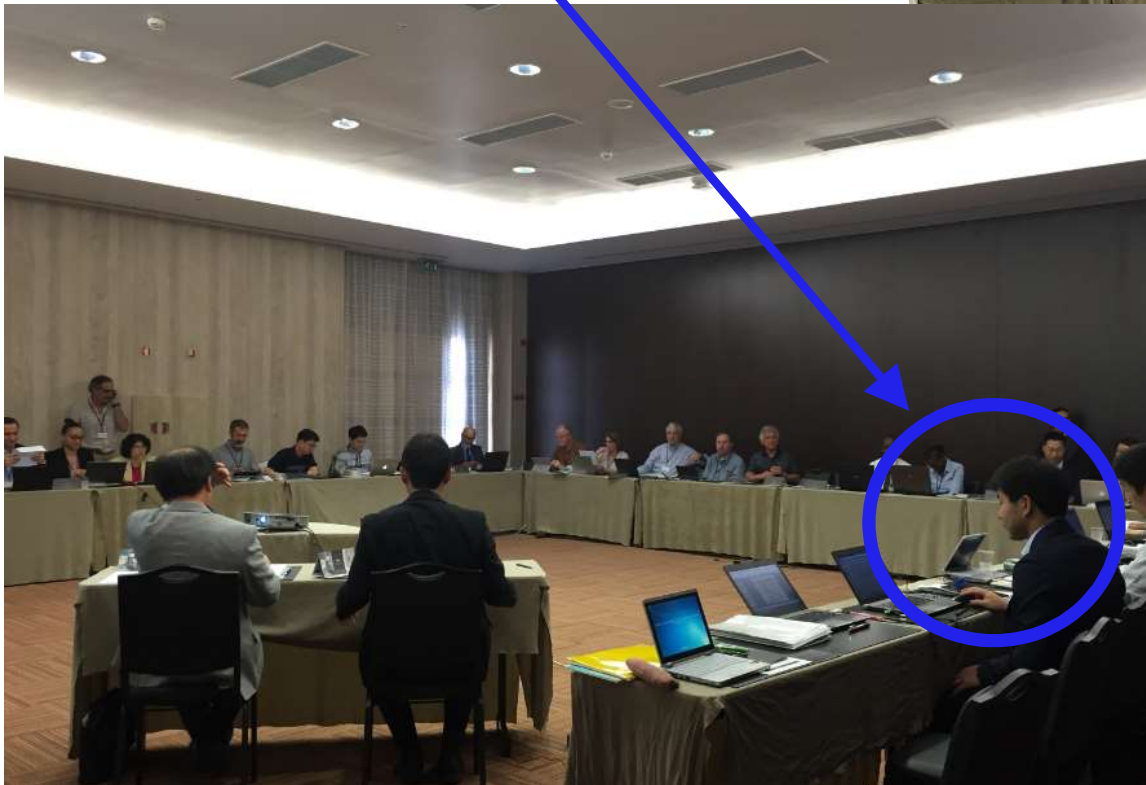
Date:2017-03-10 Document: Project:

MB/NC ¹	Line number	Clause/Subclause	Paragraph/Figure/Table	Type of comment ²	Comments	Proposed change	Observations of the secretariat
AT 015		04.02.1	3 rd bullet point	te	Water of fair quality grade shall not be intended for direct public access or body contact.	<ul style="list-style-type: none"> Fair grade; indicating a water quality suitable for non-potable water reuse applications with out-little to no potential for direct public access or body contact. 	Accepted.
AT 016		04.02.1	last paragraph	ed	The identification <u>shall</u> be done as per discretion of the local jurisdiction.	The appropriate identification of the water grade may shall be done as per the discretion of the local jurisdiction, authorities, regulators etc.	Accepted.
PT 017	p. 2	04.02.2		Ed	4.2.2 title should provide more insight on the clause contents.	Improve it accordingly. Suggestion: Change 4.2.2 Water quality grade classifications To 4.2.2 Examples of water quality grade classifications in relation to the non-potable reuse application	To be discussed. We would think that the column of "possible exposure" is not the example. We decide the quality grade by "possible exposure".
BT	p. 3	04.02.2		Ed		the following table:	Accepted.

3. ISO規格開発の進め方

3.2 規格開発プロセス (3)

弊社社員



目次

- 1 規格とは
- 2 国際規格の意義
- 3 ISO規格開発の進め方
- 4 水の再利用に関する規格開発**
- 5 上下水道コンサルタントとして

4.水の再利用に関する規格開発

4.1 TC282（『水の再利用』専門委員会）（1）

背景・目的

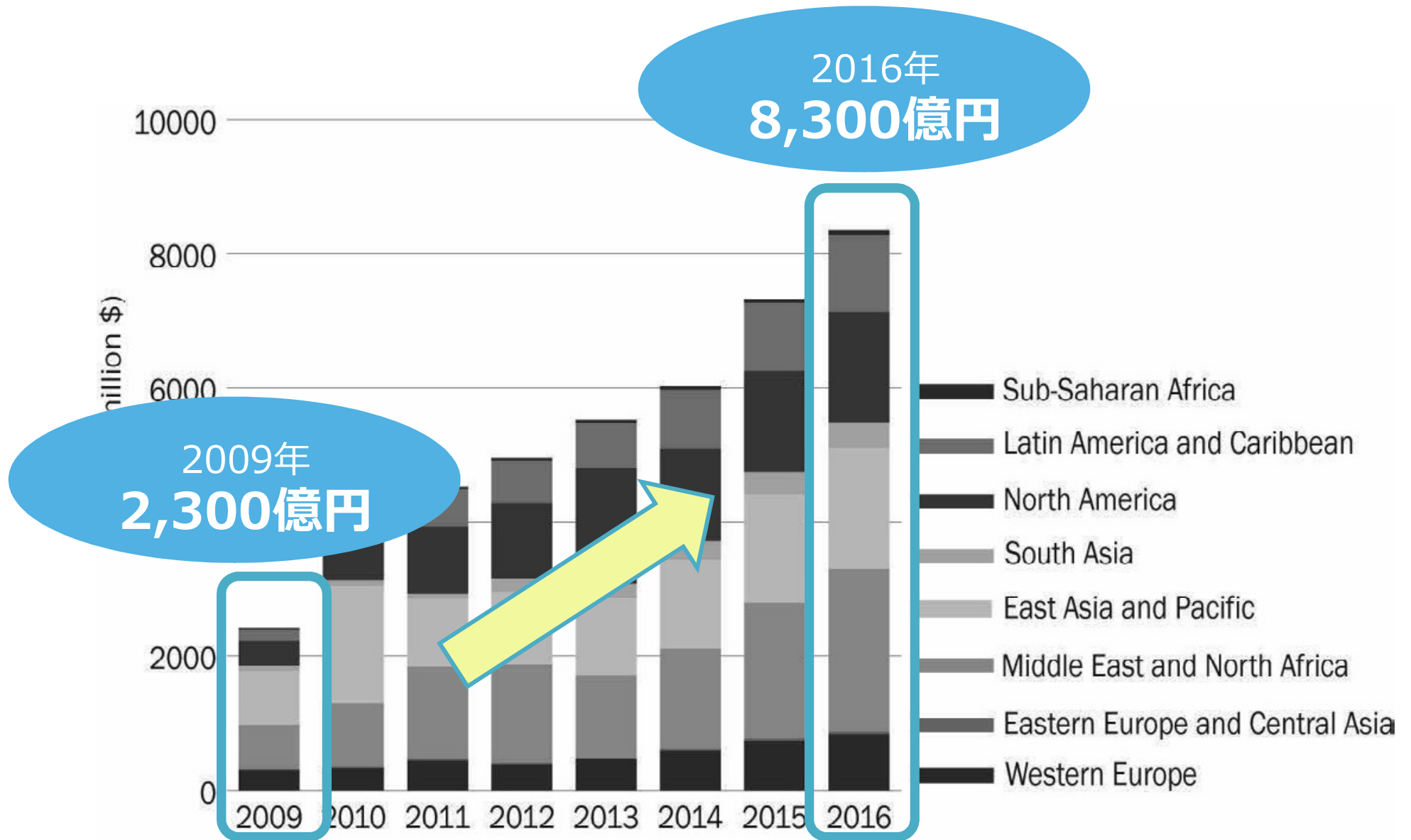
再生水の利用促進

日本と中国が幹事国を務める

日本の狙い

日本の優れた水処理技術の
国際競争力の向上

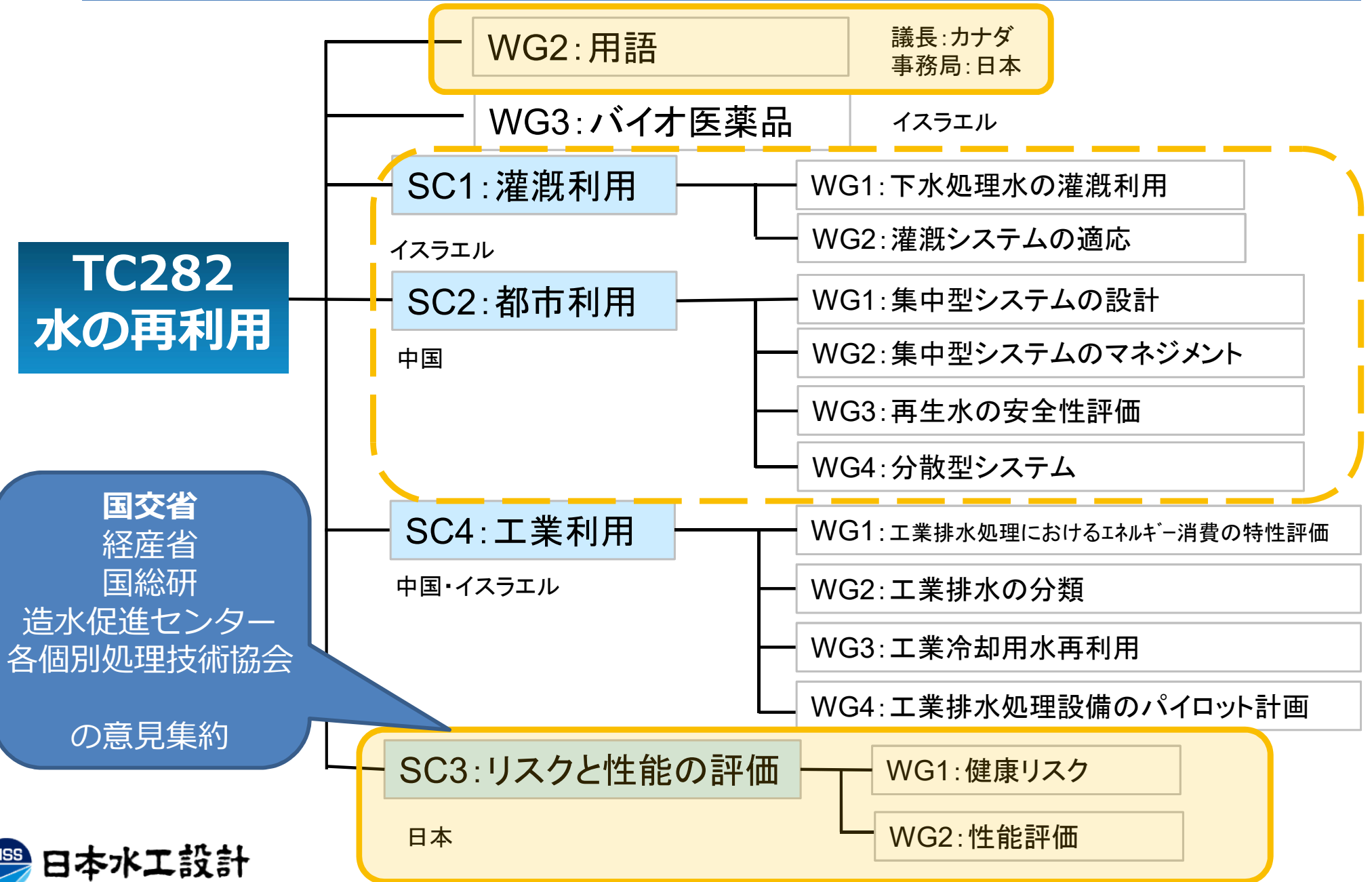
再生水の市場



出典：造水シンポジウム2016(造水促進センター)

4.水の再利用に関する規格開発

4.1 TC282 (『水の再利用』 専門委員会) (3)



4.水の再利用に関する規格開発

4.1 TC282 (『水の再利用』 専門委員会) (4)

参加国 (平成30年6月時点)

P-members (投票権有):

Austria, Bahrain, Canada, China, Egypt, Ethiopia, Finland, France, India, Ireland, Israel, Japan, Kenya, Korea, Republic of, Mongolia, Netherlands, Portugal, Rwanda, Spain, United States, Viet Nam

(21ヶ国)

 会議参加国

 意見提出国

O-members (投票権無):

Argentina, Armenia, Belgium, Colombia, Croatia, Czech Republic, Germany, Hungary, Iran, Islamic Republic of, Italy, Lithuania, Malaysia, New Zealand, Peru, Poland, Serbia, Singapore, Sri Lanka, Switzerland, Thailand, United Kingdom (21ヶ国)

再生水市場に乗り出したい国が多い

4.水の再利用に関する規格開発

4.2 SC3 (『リスクと性能評価』分科委員会)

WG1:健康リスク

WG2:性能評価

日本の狙い

評価基準を標準化することによる
日本の優位技術の国際競争力の向上

4.水の再利用に関する規格開発

4.3 SC3の開発規格（1）

WG1:健康リスク

弊社が主に作成担当
をしている規格

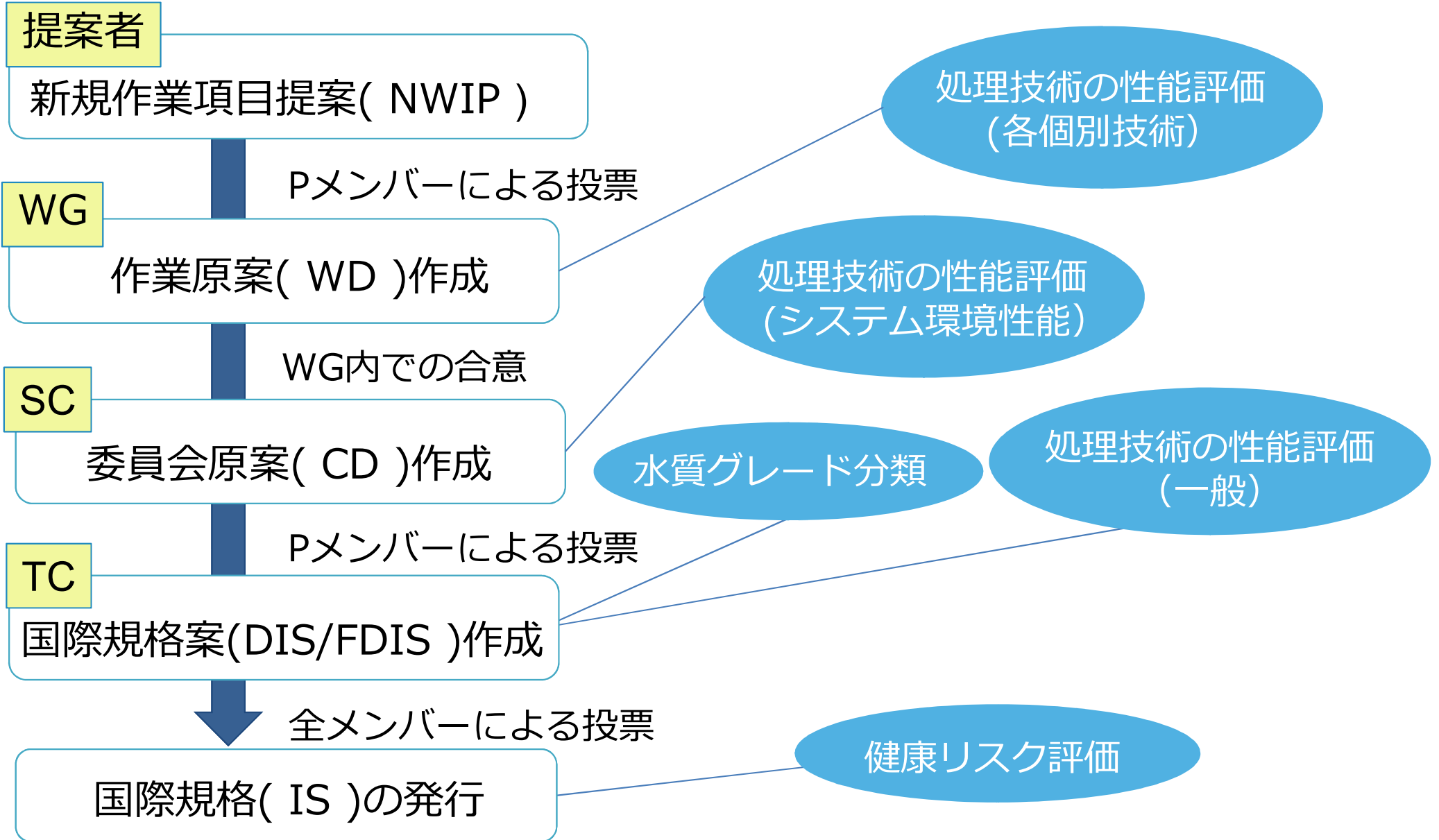
- 『健康リスク評価』規格
- 『水質グレード分類』規格

WG2:性能評価

- 『処理技術の性能評価（一般）』規格
- 『処理技術の性能評価（システム環境性能）』規格
- 『処理技術の性能評価（個別技術）』
（オゾン、UV、イオン交換、膜分離等）

4.水の再利用に関する規格開発

4.3 SC3の開発規格 (2)



4.水の再利用に関する規格開発

4.4 『水質グレード分類』規格（1）

背景・目的



再生水の水質に不安があり敬遠されがちである



利用促進のためには利用者の
再生水への誤解・偏見を低減させる必要がある



再生水の水質の表示について規格化が必要

4.水の再利用に関する規格開発

4.4 『水質グレード分類』規格 (2)

規格開発当初の概念

再生水を何倍希釈すれば世界共通のWHO飲料水水質ガイドライン値に達するか、

希釈倍率の概念で再生水の安全性を利用場所において表示

$$Grade = \min\left(\frac{GV_1}{R_1}, \frac{GV_2}{R_2}, \frac{GV_3}{R_3}, \dots, \frac{GV_i}{R_i}\right)$$

日本の狙い

定量化指標をつくることで、
より厳密に高度な水質が求められるようになる。



日本技術の需要が増える

4.水の再利用に関する規格開発

4.4 『水質グレード分類』規格 (3)

各国からの主なコメント

- 厳しい水質基準は、**再生水普及の妨げ**になる。
- 各国・地域で良しとする水質は違うため、本規格で世界共通の水質基準値は設定すべきでない。



結果

- 『起こり得る曝露』によって、水質グレードを「High」「Medium」「Fair」の3段階に設定。
- 各グレードに相当する水質は各国で設定可。

4.水の再利用に関する規格開発

表 処理レベルに関連した水再利用用途に対する水質グレード分類

グレード	起こり得る暴露	用途(例)	最小限の 処理要求(例)
High	<ul style="list-style-type: none"> • 直接接触 • オープンな公衆のアクセス • 子供のアクセス • 非意図的な誤飲の可能性 	<ul style="list-style-type: none"> • レクリエーション用水 • 設備と自動車の洗浄 • 都市における粉塵抑制 • 下流側での水道水源利用のない都市河川の涵養 • 公衆トイレと小便器の洗浄 • 消火用水 • 公衆アクセス制限のない都市灌漑 • 公衆アクセス制限のない公園及びゴルフコースの灌漑 	濾過付高度処理と消毒
Medium	<ul style="list-style-type: none"> • 偶発的な接触 (接触は非推奨) 	<ul style="list-style-type: none"> • 修景用水 • 工業用水利用 • 製造プロセスにおける利用 • 発電施設とビルの冷却用水 • 公衆アクセス制限のある都市灌漑 • 公衆アクセス制限のある公園及びゴルフコースの灌漑 	二次処理と消毒
Fair	<ul style="list-style-type: none"> • 接触は禁止 	<ul style="list-style-type: none"> • 鉱山における再利用 • 飼料作物の灌漑 • 工業作物やエネルギー作物の灌漑 	二次処理又は凝集、フロック形成高速浄化 沈静池

4.水の再利用に関する規格開発

4.5 『性能評価』規格（1）

目的

「再生水の処理技術」の「性能評価方法」
を規格化



処理技術の特性が正しく評価され、
適正な技術が利用される



再生水利用の促進

4.水の再利用に関する規格開発

4.5 『性能評価』規格（2）

日本の狙い

定量的な指標の規格化

環境効率性（省エネ性等）の評価の規格化



日本の水処理技術の利点が十分に評価される



日本企業の市場が広がる

4.水の再利用に関する規格開発

4.5 『性能評価』規格 (3)

項目	機能的要件	非機能的要件
特性	絶対性 (遵守 / 違反)	相対性 (比較, 改善)
定量的指標設定をめざす...	以下に関する 水質パラメーター 除去効率性	以下に関する 性能指標
代表的な指標	<ul style="list-style-type: none">● 健康目標<ul style="list-style-type: none">➢ 健康リスク目標➢ 水質目標● 環境目標<ul style="list-style-type: none">➢ 水質目標	<ul style="list-style-type: none">● 環境指標<ul style="list-style-type: none">➢ エネルギー消費➢ 温室効果ガス排出● 経済性能<ul style="list-style-type: none">➢ 資本コスト➢ LCC● 信頼性
評価手法 及び 管理手法	<ul style="list-style-type: none">● 評価方法<ul style="list-style-type: none">➢ 目標との比較● 管理手法<ul style="list-style-type: none">➢ 是正措置	<ul style="list-style-type: none">● 評価方法<ul style="list-style-type: none">➢ ベンチマーキング、好事例や過去のトレンドとの比較● 管理手法<ul style="list-style-type: none">➢ 継続的な改善

4.水の再利用に関する規格開発

4.5 『性能評価』規格（4）

各国からの主なコメント

- 厳しい水質基準は、**再生水普及の妨げ**になる。
- 各国・地域で良しとする水質は違うため、本規格で世界共通の水質基準値は設定すべきでない。



結果

- 機能的要件における定量化は却下
- 非機能的要件における環境効率性の評価は確保

4.水の再利用に関する規格開発

4.6 まとめ

日本の優位だけを思い規格化しようとする各国の反対に合い失敗する。



ただし、全員より良い再生水使用環境、再生水の普及拡大を望んでいる。世界的に必要と認められれば規格化が可能。



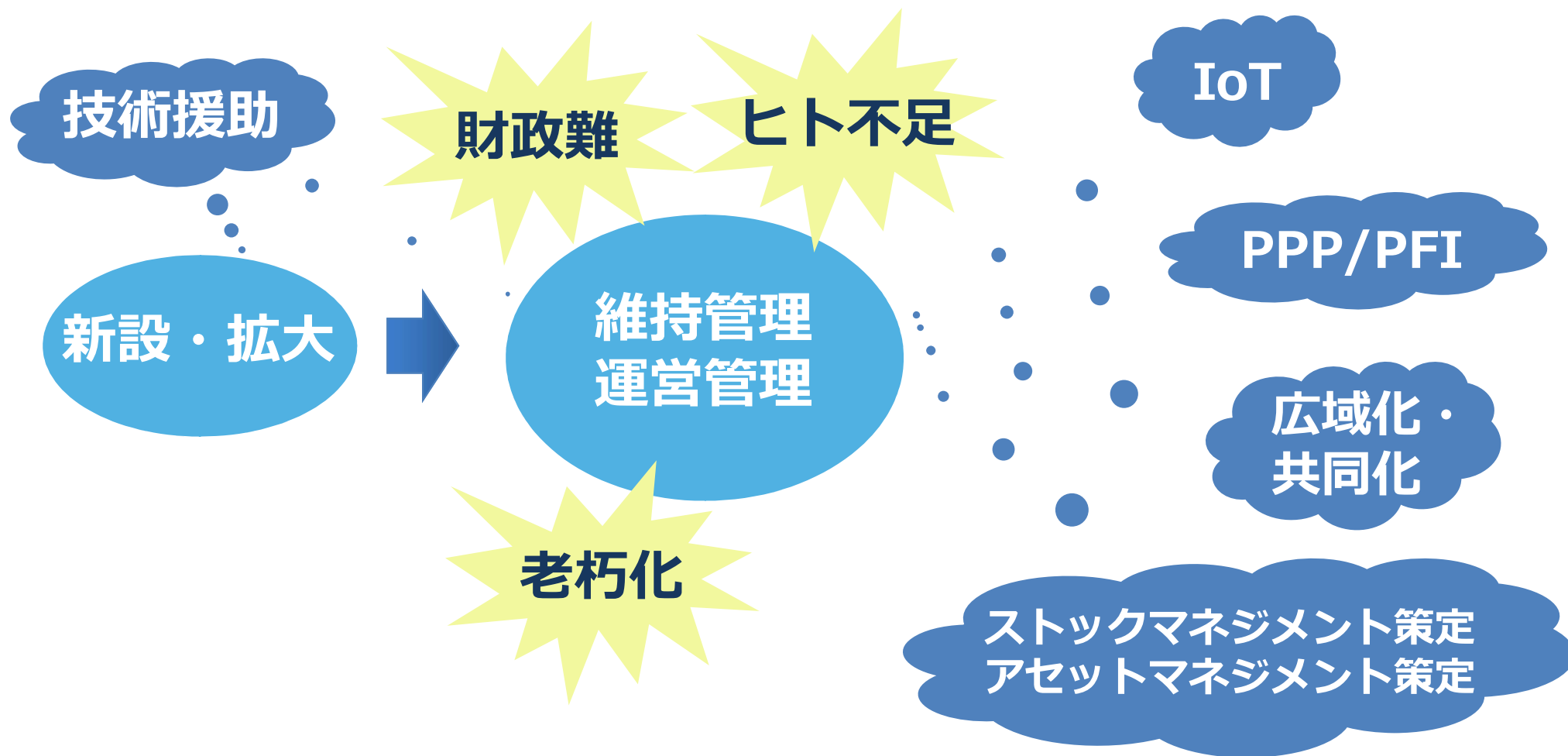
世界全体のニーズを把握し、そこに日本の優位性をどう当てはめ、規格化するかが重要

日本の提案する水質 ➡ 高度・高額であるため普及の妨げに
環境効率性 ➡ 世界的のニーズに合致

目次

- 1 規格とは
- 2 国際規格の意義
- 3 ISO規格開発の進め方
- 4 水の再利用に関する規格開発
- 5 上下水道コンサルタントとして**

5.上下水道コンサルタントとして



5.上下水道コンサルタントとして

上下水道コンサルタントに求められるもの

- コミュニケーション力
- 幅広い知識
- 情報の集約力
- 判断力
- 説明力

5.上下水道コンサルタントとして



ご清聴ありがとうございました。

【参考】上下水道に関連する規格一覧

TC	内容(幹事国)
TC5	金属管及び管継手(中国)
TC23/SC18	灌漑・排水装置とシステム(イスラエル)
TC30	管路における流量測定(イギリス)
TC113	開水路における流量測定(イギリス)
TC138	流体輸送用プラスチック管、継手およびバルブ類(日本)
TC147	水質(ドイツ)
TC224	飲料水および下水サービスに関する活動
PC251	アセットマネジメント(イギリス)
TC255	バイオガス(中国)
TC268	都市の持続的発展「スマートシティ」(フランス)
TC275	汚泥の回収,リサイクル、処理及び処分(フランス)
TC282	水の再利用(日本・中国)

二次元有限要素法による 分水槽の分配検討

中日本建設コンサルタント株式会社

○足立 康祐

中根 進

1. はじめに

- ・新設・増設時における3段ステップ流入式硝化脱窒法の各段脱窒槽への分配において、堰高の調整なく均等分配を図る方法を検討する。
- ・ステップ流入式硝化脱窒法で運転を行う際に、反応槽の各槽への分配部分を想定した初沈と反応槽との間に設ける整流壁付分水槽（均等分配を図る構造）について、平面位置を考慮して、整流壁付分水槽への流入方向、整流壁の枚数が分配量に及ぼす影響を数値解析で確認する。

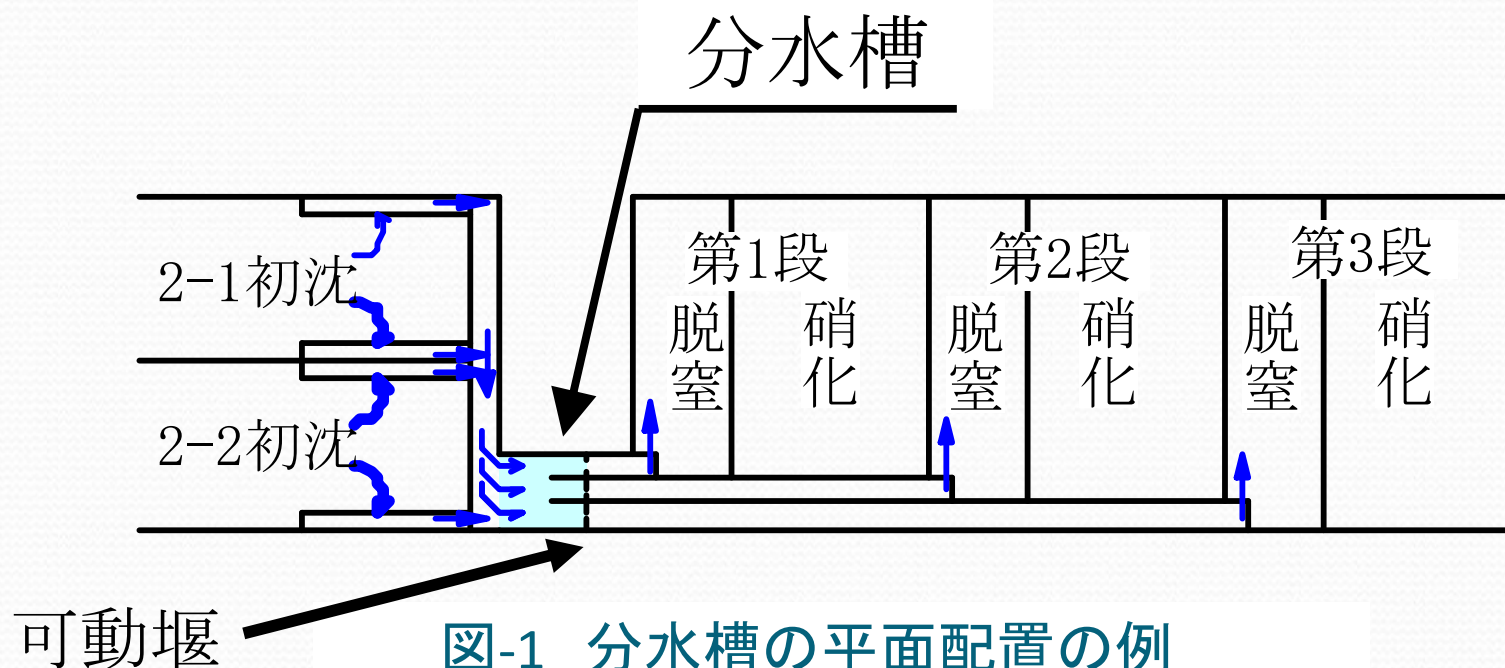
2. 実施設における分水槽

可動堰の堰高を調節していない場合、表-1のとおり均等な分配ができていない状況である。

表-1 3段ステップ分配割合

	1系	2-1系	2-2系
1段	0.46	0.37	0.33
2段	0.54	0.37	0.35
3段	—	0.26	0.32

分水槽の平面配置図の例



2. 実施設における分水槽

○可動堰の高さ調整

各段堰高の調整により、各槽への分配量を調整している。



第1段脱窒槽



第2段脱窒槽



第3段脱窒槽

写真-1 3段ステップの可動堰の開度

3. 実施設における分水槽（阻流壁の場合）

各槽への均等分配を図る構造として図-2のとおり阻流壁を用いる事例がある。

【初沈2-2池出口の阻流壁】
初沈流出水を第3段水路に直接流入しないよう配慮したもの

- 仕様
150cm × 25cm
- 設置位置
水面下 約10cm
水路底 約50cm

表-2 分配割合（調査結果）

	分配割合
第1段	0.25
第2段	0.31
第3段	0.44
計	1.00

←最も割合が高い

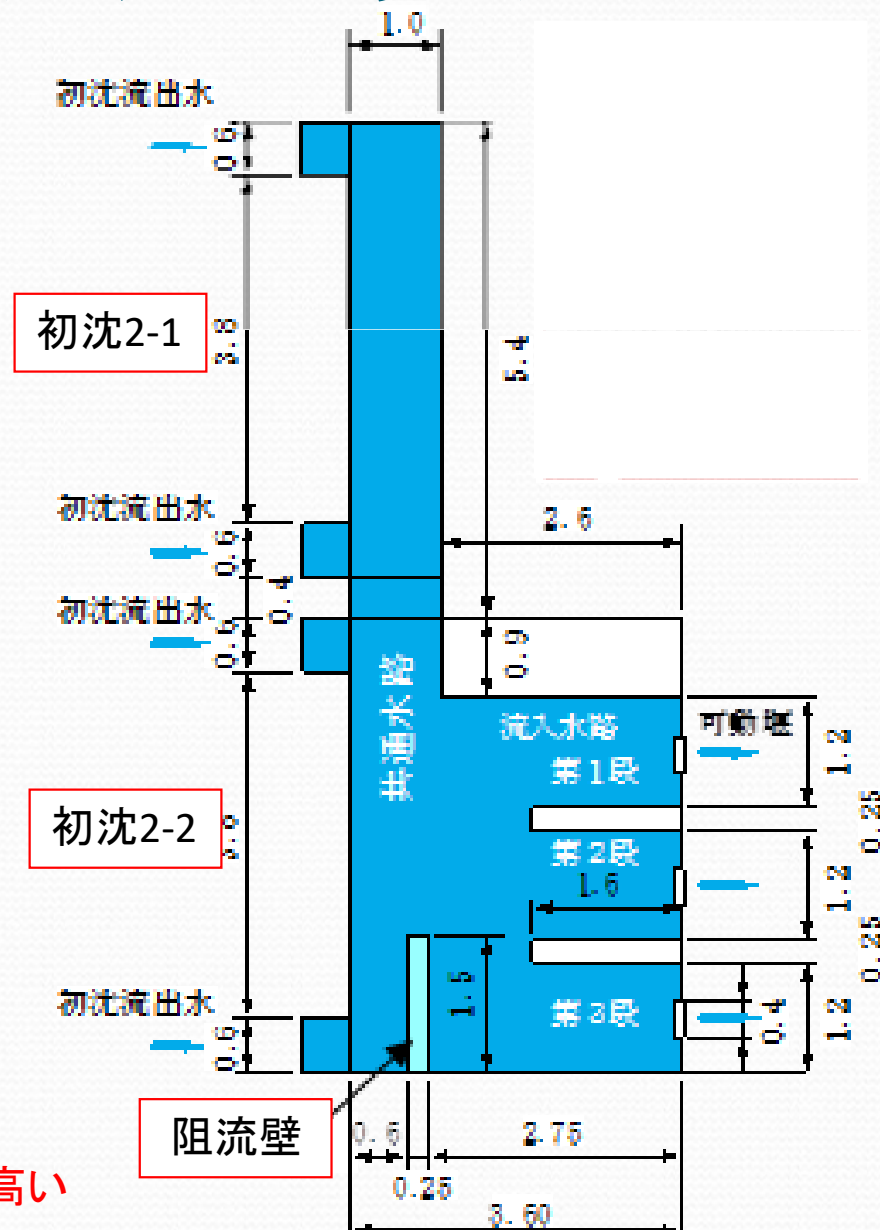


図-2 阻流壁を用いた分水槽

3. 実施設における分水槽(阻流壁の場合)

【三次元による数値解析】

実施設の阻流壁を考慮できるように、図-3のとおり、分水槽をモデル化し、有限要素法による数値解析を行った。
解析結果を表-3に示す。

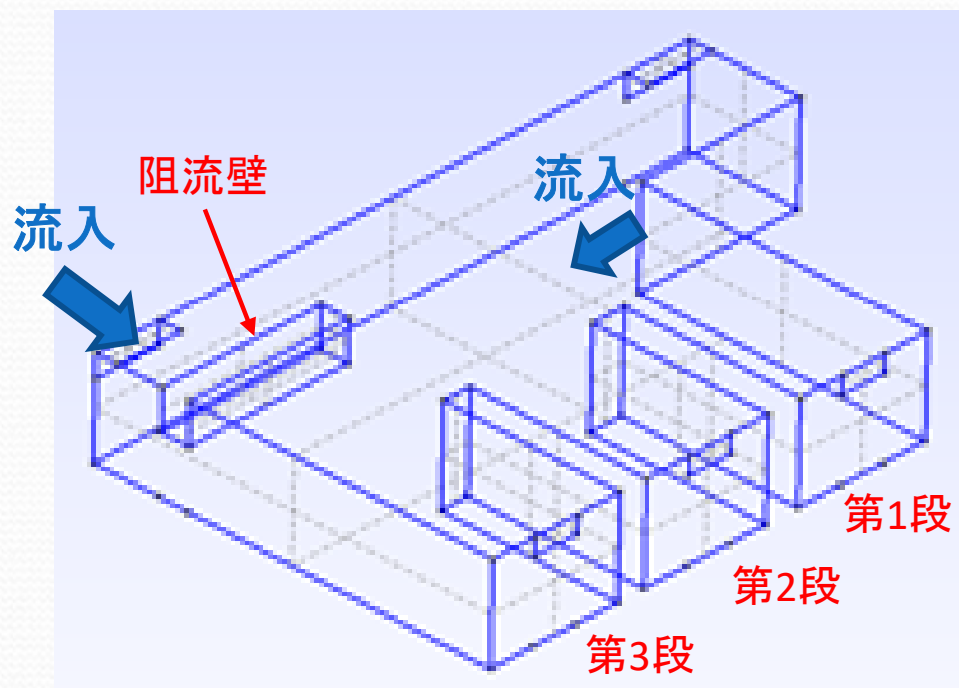


図-3 分水槽の3次元モデル

表-3 分配割合(調査結果)

	流量×0.0057 m ³ /sec	分配割合
第1段	11.2	0.33
第2段	11.5	0.34
第3段	11.3	0.33
計	34.0	1.00

■ 解析結果の考察

三次元解析では、阻流壁の効果か、分配割合がほぼ均等であった。

現地では、運転管理上、各段のMLSS濃度を均等にするよう可動堰を調整している。

⇒ 物理量でなく、生物反応を含んだ間接量で調整を行っていることから、3次元の有限要素法と分配割合が異なっていると考えられる。

4. 整流壁付分水槽の分配比率の検討条件

分水槽は一般的に管廊の上部に設置され、水路、管廊に降りる階段、搬入口等の制約のため、分水槽への流入方向は表-4のように分類されることが多い。

表-4 分水槽の流入方向の分類

水路の分類	整流壁	中央流入	片寄流入
正面流入	無		
	有		
水路の分類	整流壁	片側流入	両側流入
側方流入	無		
	有		

4. 整流壁付分水槽の分配比率の検討条件

(1) 整流壁に対する流入方向

整流壁付分水槽の平面位置として、「初沈流出水路との接続」と「反応槽の休止」等を考慮し以下の2ケースについて検討を行う

① 正面流入：整流壁の正面から流入

流入口的位置は、水路配置などを考慮して、整流壁に対して中央と片寄の2ケースについて検討する。

② 側方流入：整流壁の側方から流入

流入方向は、片側流入と両側流入（反応槽の休止を考慮）の2ケースについて検討する。

4. 整流壁付分水槽の分配比率の検討条件

(2) 整流壁の枚数

- 夾雑物の付着や整流壁の間の滞留などが懸念されることから、維持管理上、整流壁の枚数は少ない方が良くと思われる。
 - 整流壁の枚数が多い方が、整流効果が高いと思われる。
- ⇒ 今回は、1～3枚について整流効果を検討する。

4. 整流壁付分水槽の分配比率の検討条件

整流壁付分水槽の解析モデル

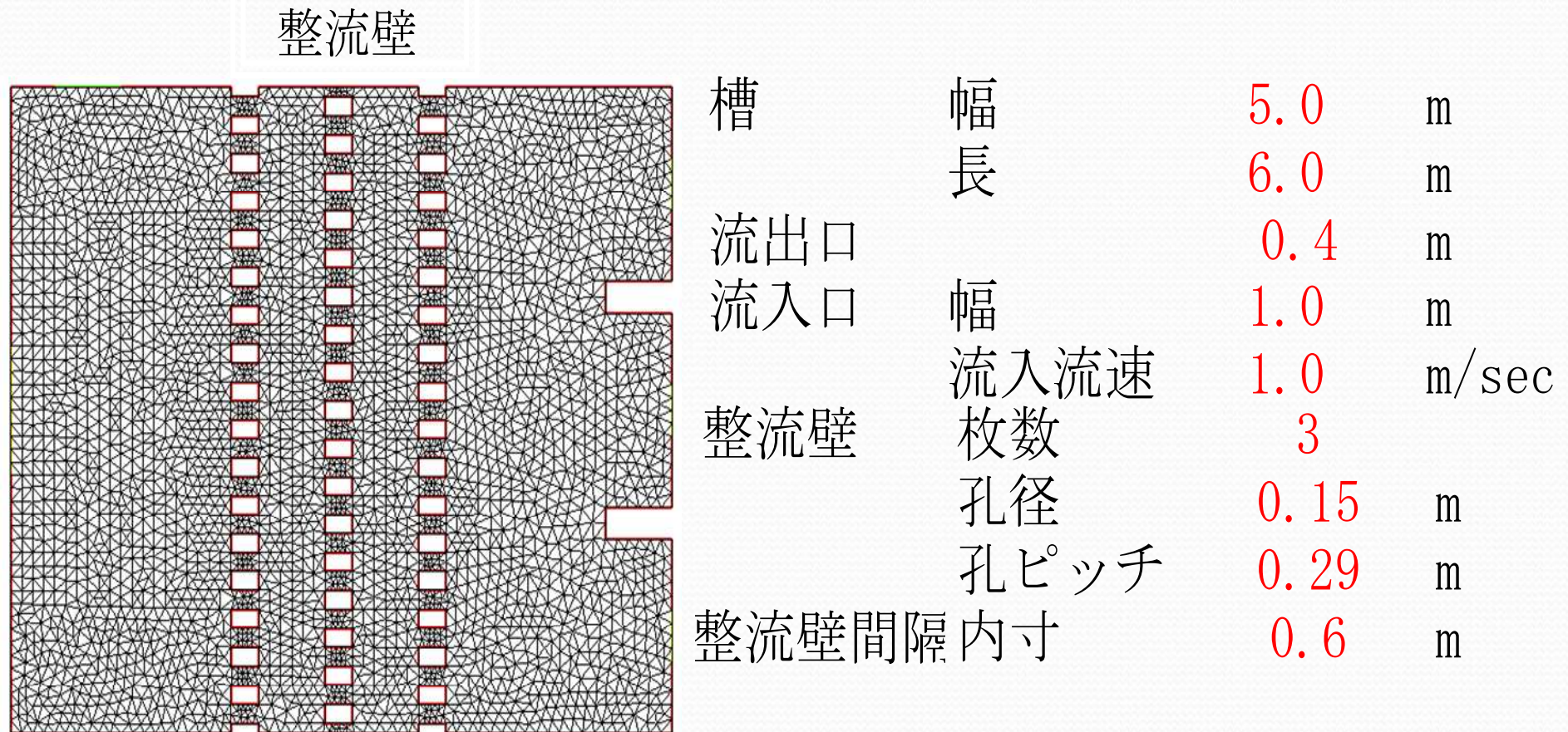


図-4 分水槽の外形図と有限要素メッシュ

5. 整流壁付分水槽の整流効果の検討結果

(1) 正面流入(中央)の場合

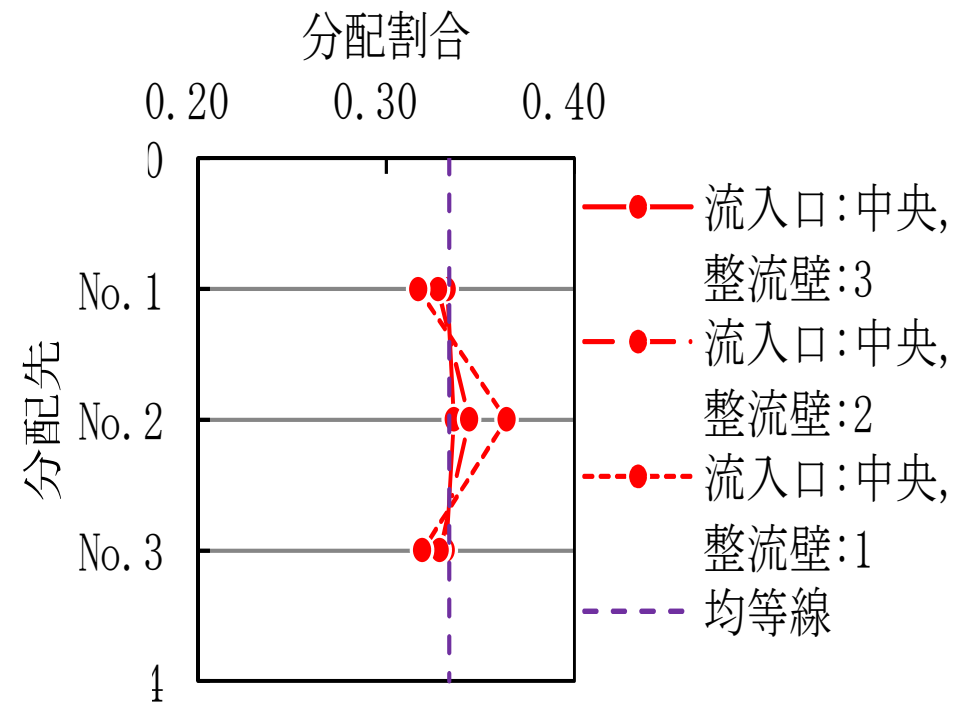
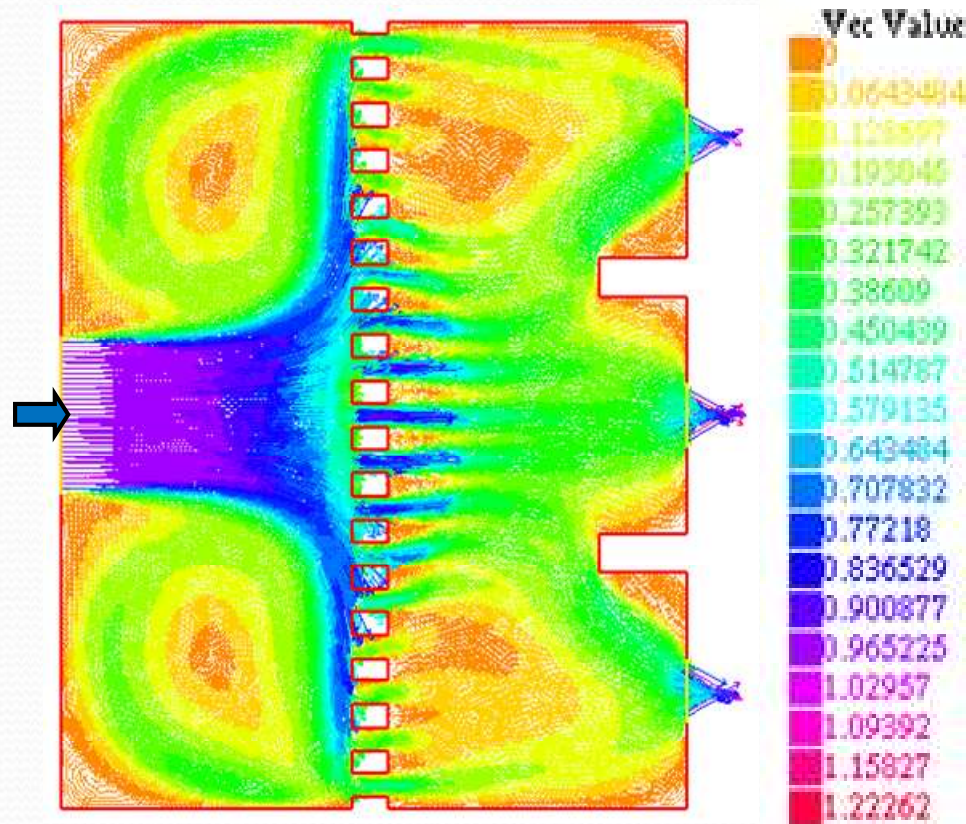


図-5 正面流入(中央)の整流壁枚数と分配割合

- 整流壁が多いほど、均等分配になる
- 分配先No.2では、整流壁の枚数による影響が大きい

5. 整流壁付分水槽の整流効果の検討結果

(2) 正面流入(片寄)の場合

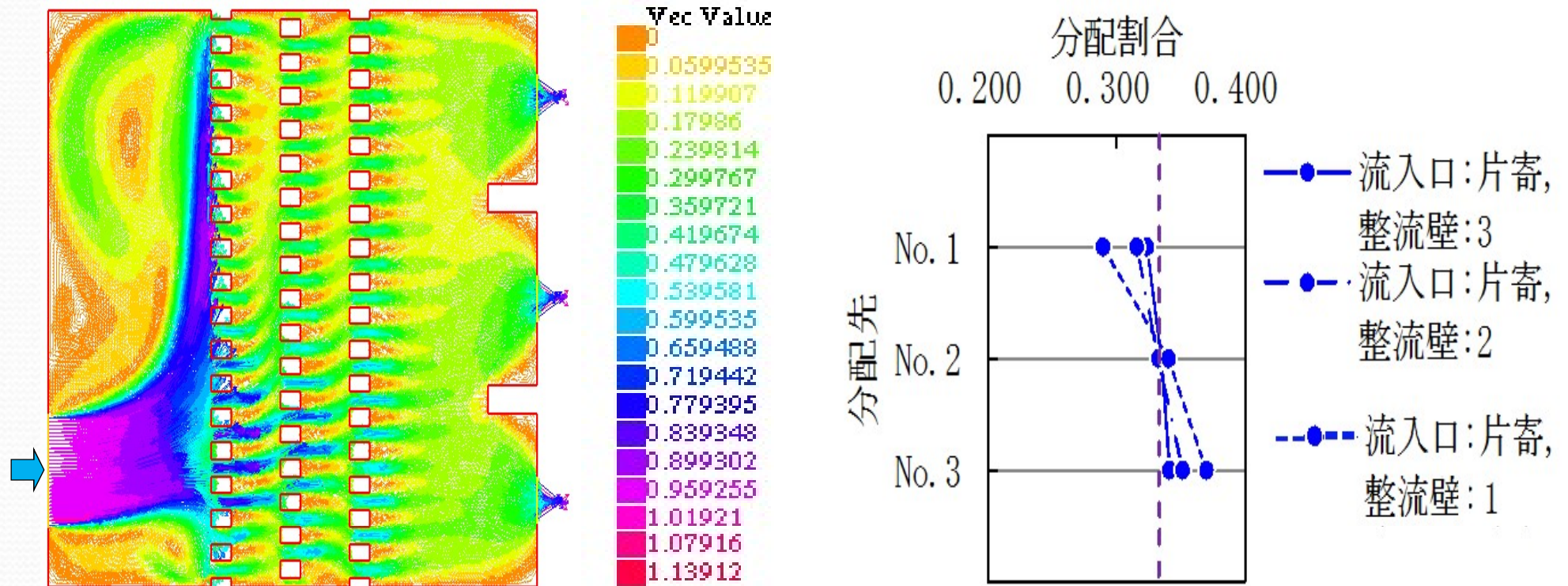


図-6 正面流入(片寄)の整流壁枚数と分配割合

- 流入口に近い分配先No.3の分配量が最も多くなる
- 整流壁の枚数が増えるごとに均等分配になる

5. 整流壁付分水槽の整流効果の検討結果

(3) 側方流入(片側)の場合

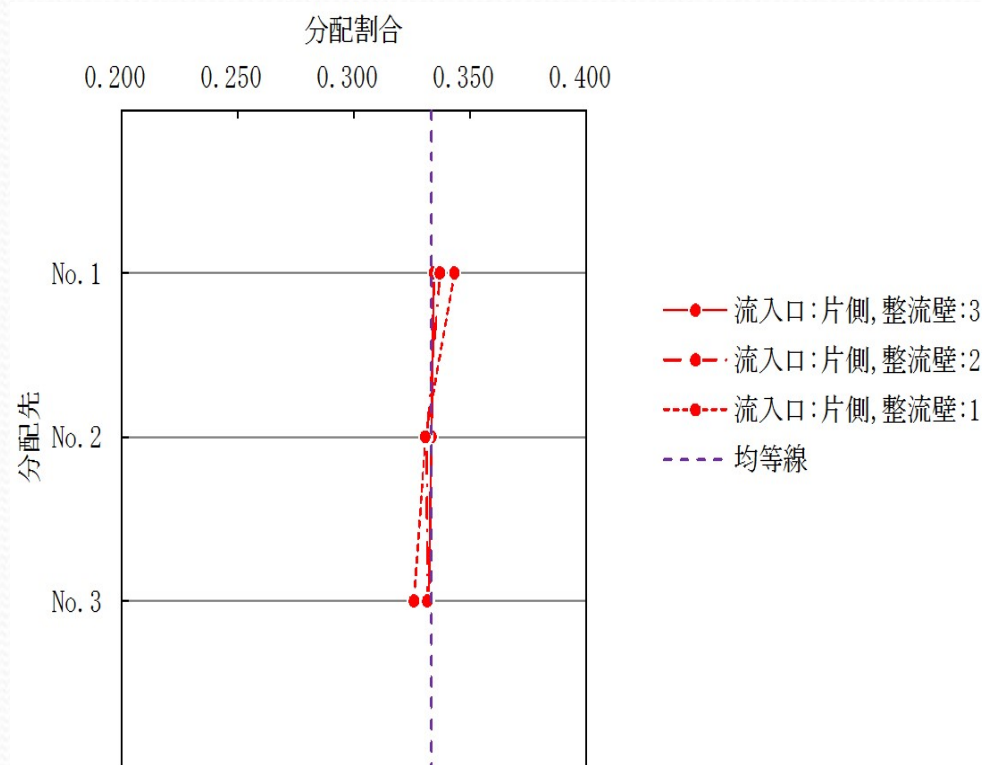
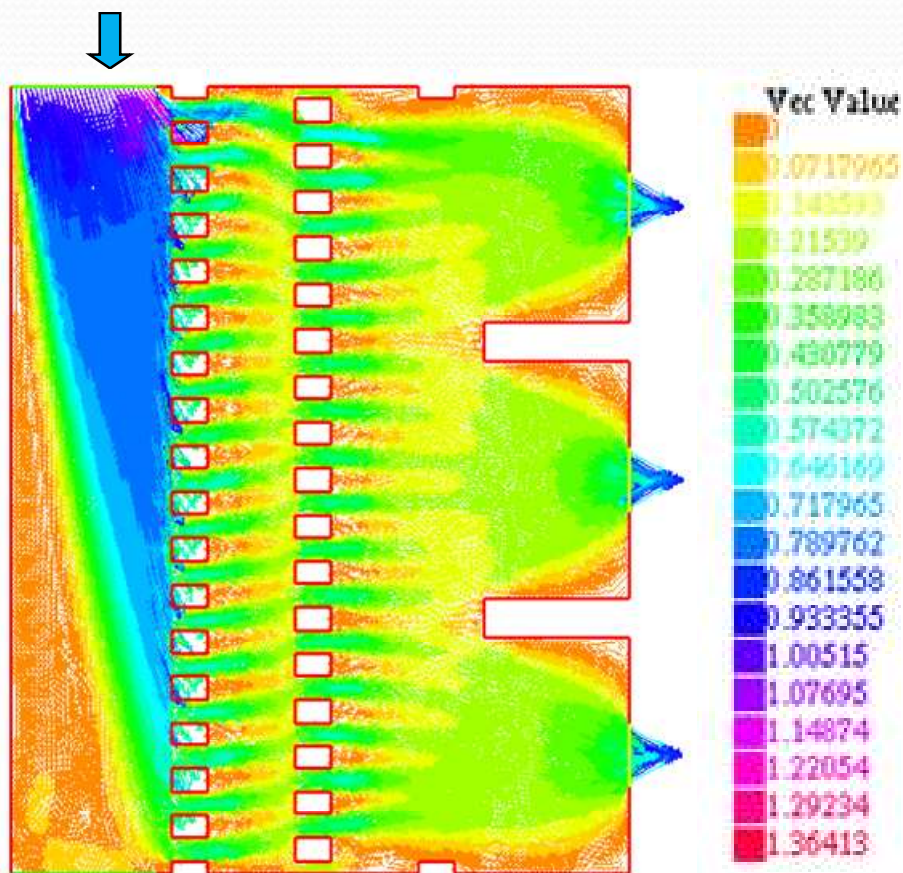


図-7 側方流入(片側)の整流壁枚数と分配割合

○ 整流壁の枚数が増えるごとに均等分配になる

5. 整流壁付分水槽の整流効果の検討結果

(4) 側方流入(両側)の場合

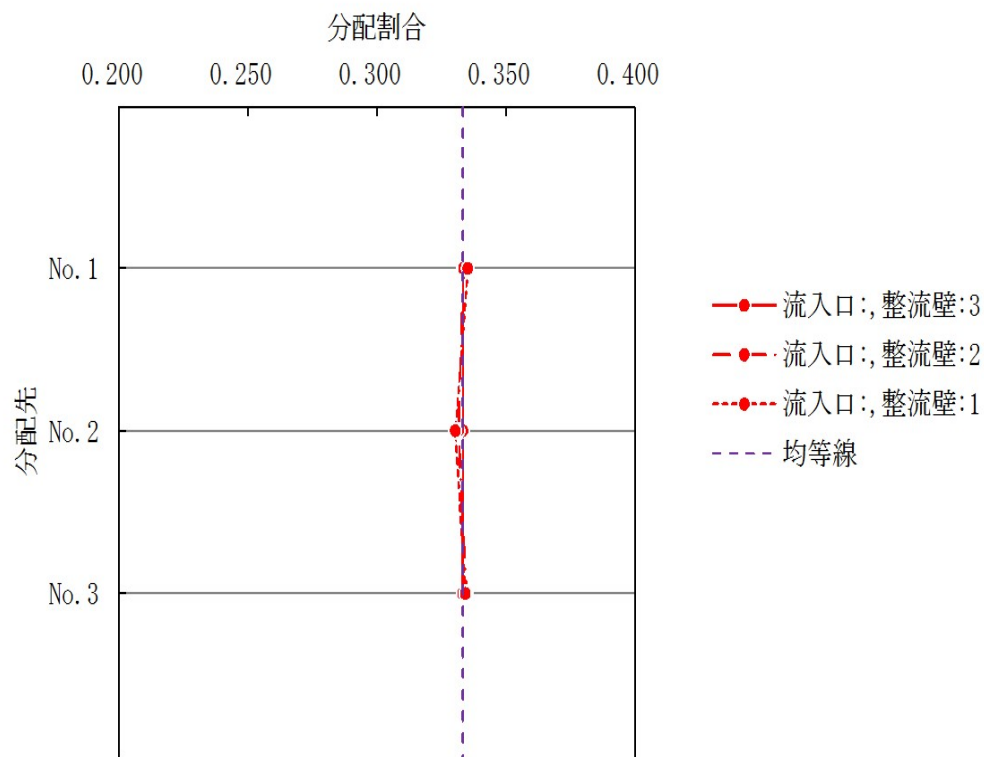
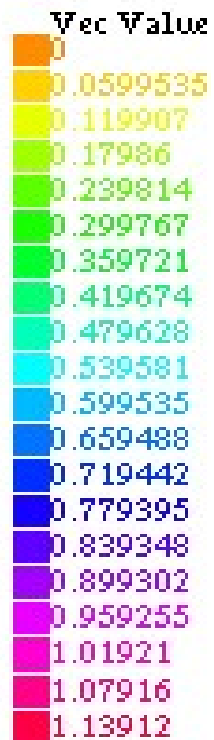
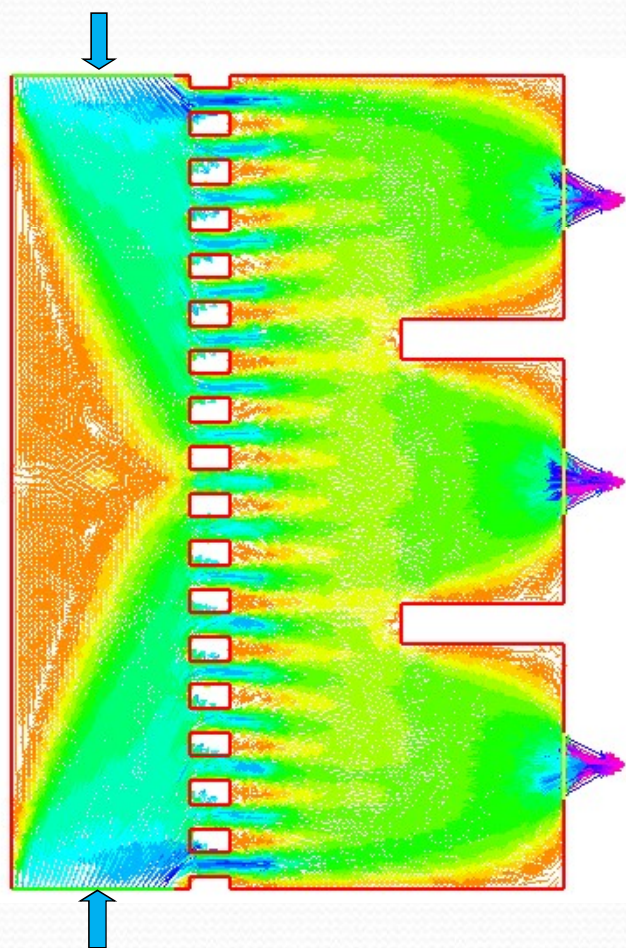


図-8 側方流入(両側)の整流壁枚数と分配割合

○ 整流壁の枚数に寄らず分配量はほぼ一定

6. 整流壁付分水槽の整流効果の検討結果のまとめ

各出口に対する分配割合で、最小分配割合に対する最大分配割合と最小分配割合の差を次式で算出する。

$$\text{差}(\%) = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\min}} \times 100$$

ここで、
 V_{\min} : 出口の最小分配割合
 V_{\max} : 出口の最大分配割合

表-5 流入方向および整流壁枚数と最小分配割合に対する差

流入方向		整流壁		
		3枚	2枚	1枚
正面流入	中央	1.3%	5.1%	14.8%
	片寄	5.5%	11.3%	27.9%
側方流入	片側	0.7%	1.7%	5.3%
	両側	0.1%	0.9%	1.5%

※ 分配割合に対する差が概ね5%以下で有効とする

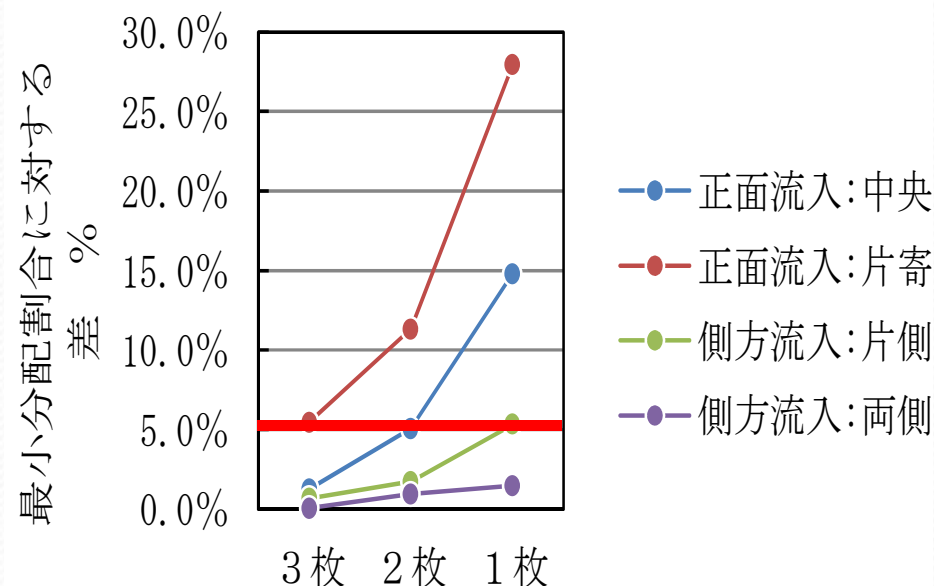


図-9 流入方向および整流壁枚数と最小分配割合に対する差

○正面流入の場合

中央であると2枚以上、片寄だと3枚で概ね有効である。

○側方流入の場合

1枚の整流壁で概ね有効である。

7. おわりに

【正面流入の場合】

整流壁が有効であるものの最小分配割合の差を概ね5%以下にするには、中央からの流入の場合、2枚必要であり、片寄った流入がある場合は、3枚必要であることが判明した。

【側方流入の場合】

整流壁なしでも最小分配割合の差が概ね5%以下であるが、片側からでも両側からでも流入方向を問わず1枚でも整流壁が有効であることが判明した。

⇒ 整流壁の枚数が多いほど、最小分配割合に対する差が小さくなった。



ご清聴
ありがとうございました。

標準法の改築にあたり柔軟な運転 方法に対応した反応槽設計事例

株式会社 日建技術コンサルタント
水処理施設部 筒井 大紀

標準活性汚泥法の改築にあたり

- 全槽好気運転（「O⁰O⁰O⁰O⁰運転」）
- 嫌気好気運転（「A⁰O⁰O⁰O⁰運転」）
- ステップ流入2段運転（「A⁰O⁰A⁰O⁰運転」）

など複数の運転方法を想定した槽割りの設計に対し、既設反応槽隔壁を利用した性能の検証を行った。

反応タンクの運転状況

- 対象の系列は、処理能力の60%の流入水量で全池運転し、運転方法は前半部の空気量を制限した擬似嫌気好気法及び、空気量を増加させ硝化促進運転を行っている。
- 現状運転ではBOD、SSに関して良好な処理水質を維持している。またアンモニア性窒素に対しても概ね20mg/L程度の流入に対し0.3mg/L程度の放流で処理性能は良好である。

既設反応槽槽割りの課題

- 「標準活性汚泥法設計指針（案）」（JS・平成7年）では、標準法の反応タンクについて、隔壁による4分割を基本とした、「O³O³O³O³運転」、「A³O³O³O³運転」、「A²O³A²O³運転」など複数の運転方法を想定し、第1槽～第4槽の容量比を「1 : 1.5 : 1.5 : 2.25（JS標準型）」と設定しているが、本浄化センターの反応槽槽割りは 1:1:1:1:1 の5分割となっている。

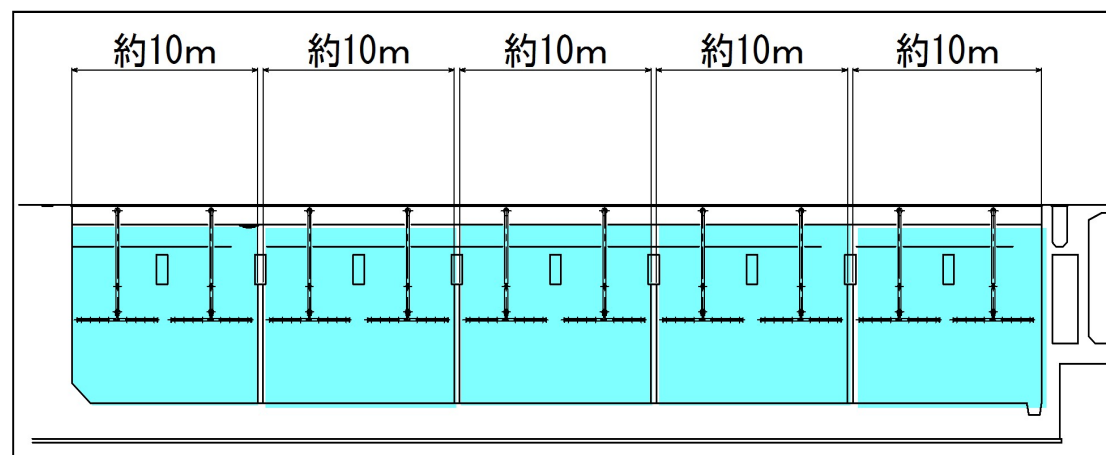


図-1 更新反応タンク槽割図

既設反応槽槽割りの課題

- 将来流入水量が増加し処理能力に近づくと、硝化が不完全となり処理水質の悪化を招くことも懸念される。
- 運転方法を柔軟できるように設計することが望ましいため、既設槽での反応タンク性能を確認し、処理効果の評価を行うこととした。

表-1 反応タンク槽割概要

	JS標準型	既設等分割型
運転方法	① OOOO ② AOOO ③ AOA	① OOOOO ② 疑似AOOOO
各槽容量比	1 : 1.5 : 1.5 : 2.25	1 : 1 : 1 : 1 : 1
備考	夏：硝化促進 冬：バルキング対策	風量を上げての硝化促進

JS標準型の概要

- 「AOAO運転」は、高水温期などで硝化反応が不可避免的に進行することを前提とした運転方法
- 標準法においても脱窒工程を組み込むことを想定している。

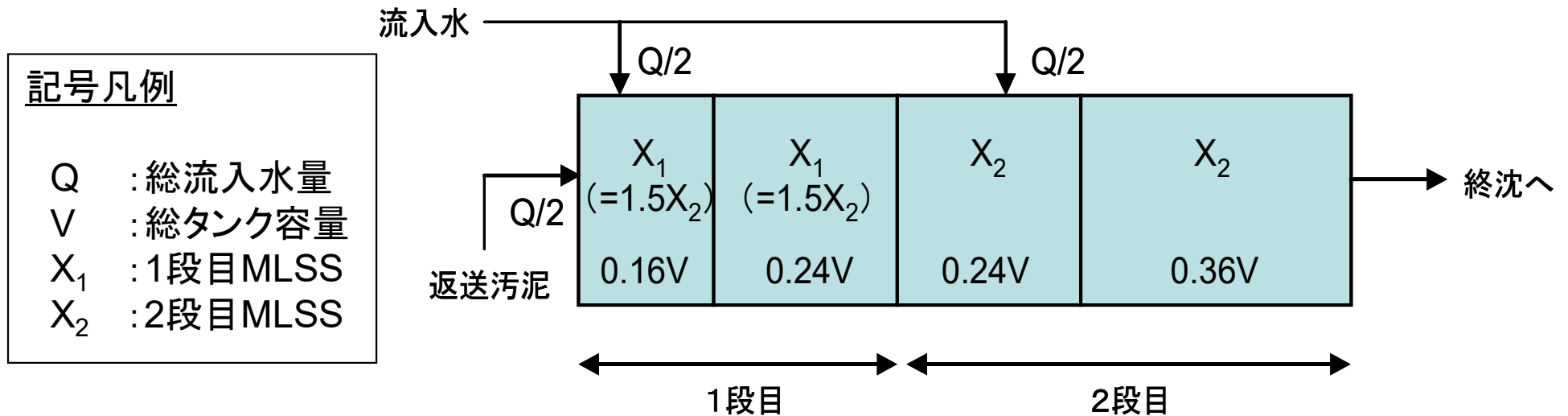


図-2 JS標準型槽分割概要図

槽分割の検討方針

- ①ステップ流入による効果
⇒ **MLSSの高濃度化**

- ・ ステップ流入を行なうことで、最終沈殿池へのMLSS濃度を変えずに、反応タンク全体のMLSS保持量を高めることができるためJS標準型ではステップ流入を前提としている。

ここでは、総MLSS量の試算により、JS標準型同様の効果を有しているかを確認する。

槽分割の検討方針

②1段目と2段目の容量比（1：1.5）による効果

⇒ 負荷の均一化

- ・ JS標準型槽分割の最大のポイントは、ステップ流入により生じる前段と後段のMLSS濃度の違いに対して、各段に保持されるMLSS「量」が等しくなるよう、容量比を設定することにある。ここでは、1段目と2段目の容量比による、負荷均一化の効果を確認する。

槽分割の検討方針

③1～4槽の容量比（1：1.5：1.5：2.25）による効果
⇒ **ASRTの確保**

- ・ 標準活性汚泥法では、有機物除去や硝化などの主要な処理機能がASRT（好氣的固形物滞留時間）に依存し、一般にASRTを長く確保できる方が高い処理機能を期待できる。
ここでは、無酸素槽と好気槽の容量比により、JS標準型と同等の効果を有しているかの確認を行う。

表-2 流入方式・槽分割方式の比較表

ケース	【ケース A】 既設利用 (ステップ流入無し)	【ケース B】 既設利用型 (2 段ステップ流入)	【ケース C】 JS 標準型 (2 段ステップ流入)
反応タンクフロー ※記号凡例 Q : 総流入水量 V : 総タンク容量 X ₁ : 1 段目 MLSS 濃度 X ₂ : 末端 MLSS 濃度			
ステップ流入比 (1 段目 : 2 段目)	無し	1 : 1	1 : 1
汚泥返送比 (対総流入水量)	0.5	0.5	0.5
槽容量比 (括弧内は、全体容量を1とした場合の各槽容量の比率)	1 : 1 : 1 : 2 (0.20 : 0.20 : 0.20 : 0.40)	1 : 1 : 1 : 2 (0.20 : 0.20 : 0.20 : 0.40)	1 : 1.5 : 1.5 : 2.25 (0.16 : 0.24 : 0.24 : 0.36)
MLSS 濃度比 (1 段目 : 2 段目)	—	1.5 : 1	1.5 : 1
総 MLSS 量 (対ケース A)	1.00	1.20	1.20
好気槽 MLSS 量 (対ケース A) ※全ケースについて AOA0 運転を想定。	1.00	1.17	1.20
MLSS 当り流入負荷量 (対ケース A)	1 段目	0.83	0.83
	2 段目	0.83	0.83

検証内容

①ステップ流入による効果

- ・ 槽分割（ケースC）では、ステップ流入を行わない場合（ケースA）と比べて、反応タンク全体の保持汚泥量が20%増加する。このことは、反応タンクの生物処理能力が20%増加することを意味する。

（ケースB）も（ケースC）と同様、1段目と2段目の容量比が、結果的に1：1.5となっているため、同様の効果が見込まれる。

検証内容

②1段目と2段目の容量比（1：1.5）による効果

- ・ JS標準型槽分割（ケースC）では、ケースAと比較して各段の負荷量が83%へと低減されているが、これは直接的に処理能力の余裕と見なすことができる（その分、処理水量を増やすか、MLSS濃度を低下させることができる）。

（ケースB）も（ケースC）と同様、1段目と2段目の容量比が、結果的に1：1.5となっているため、同様の効果が見込まれる。

検証内容

③1～4槽の容量比（1：1.5：1.5：2.25）による効果

- ・ JS標準型の槽分割（ケースC）では、ケースAと比較して好気槽MLSS量が1.20倍まで増加する。これは、ステップ流入の効果に加えて、無酸素／好気容量比を1：1.5と設定したことによる。（ケースB）では、1.17倍とわずかに（ケースC）を下回るが、流入水量および反応タンク容量に対して長いASRTを確保できるため、有機物除去および硝化に関して、相対的に高い処理機能を期待することが可能である。

検証結果

- ・ 既設隔壁利用の5槽均等割（ケースB）は、①「MLSSの高濃度化」、②「負荷の均一化」、③「ASRTの確保」のいずれも項目においても、「JS標準型」（ケースC）と性能面で同等の効果があることが確認できた。

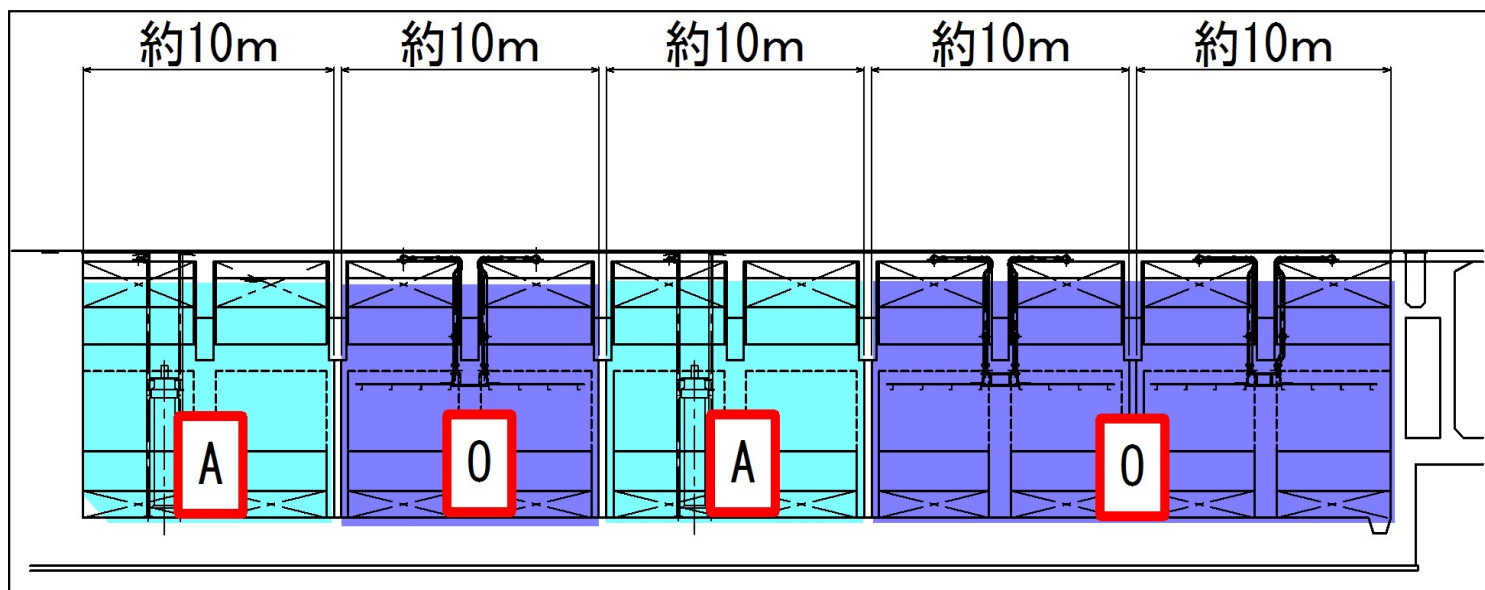


図-3 更新反応タンク槽割図

おわりに

- 既設隔壁利用による槽割りにおいても、様々な運転方法に対応できることが確認できた。このように、反応タンク改築においては、既設の槽分割が様々な場合があるが、安易に隔壁の打ち直しではなく、処理の効果を確認し、既存施設をどう生かせるかを検討することが重要である。これにより他業務における同様のケースでも、工事費の削減・工期の短縮等のメリットにつながるものと考えられる。



下水処理場の耐震診断に伴う 曝気設備全台切替の一例

(株)三水コンサルタント 西日本技術部 寺嶋知幸

・近年、阪神・淡路大震災（兵庫県南部地震）、東日本大震災（東北地方太平洋沖地震）、熊本地震などの大地震が頻発している。



・F市のT処理場においても過去に震度6弱の地震を受けている。



・耐震診断を実施した結果、管理棟の補強が必要なが判明した。



・人命確保の観点から、早急な対応が必要であった。

決定事項

①管理棟内の事務室と送風機室の同時補強は困難であることが判明した。



②地震発生時における維持管理者の人命を最優先するため、事務室の補強を行う。

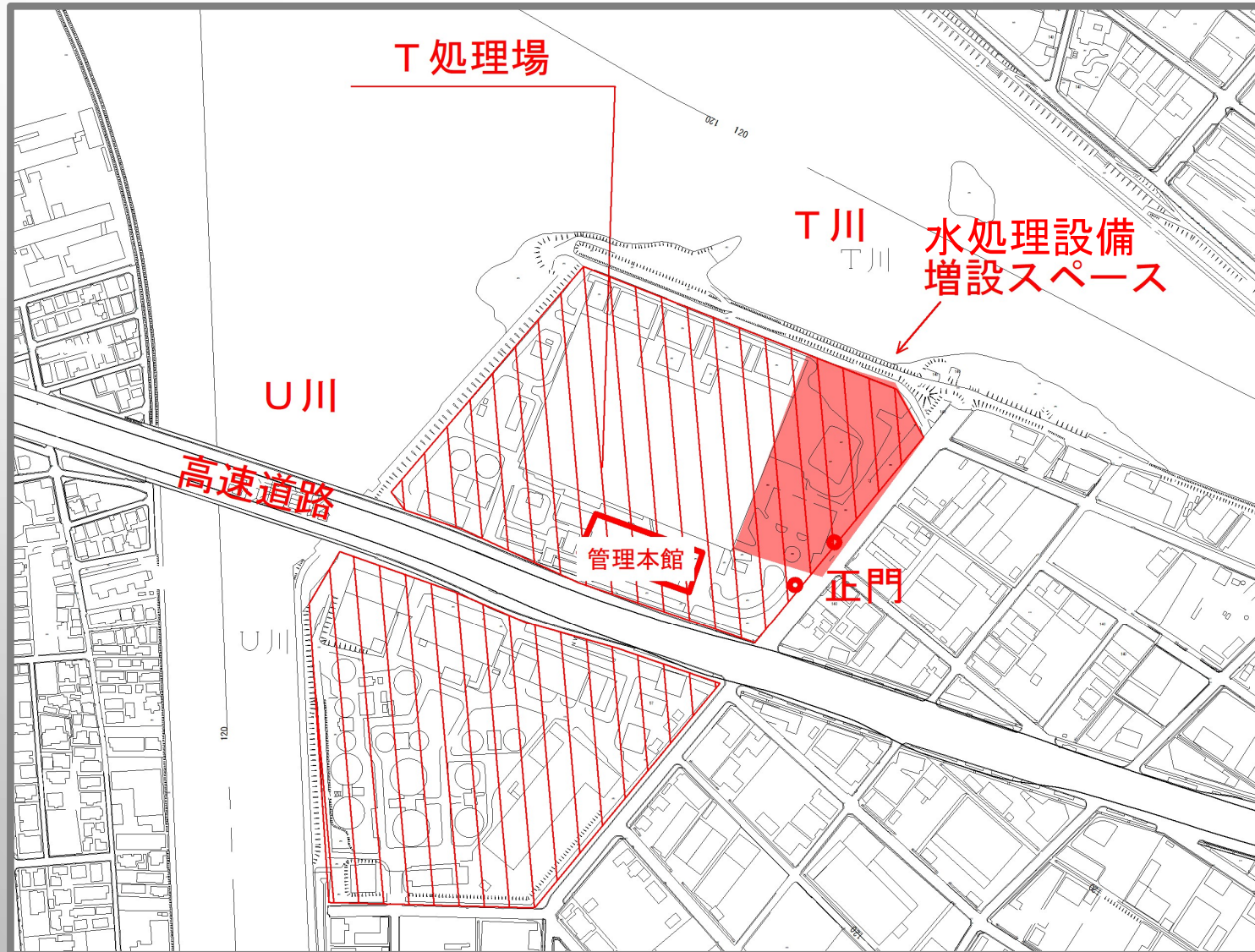


③送風機設備は適切な場所に新設する。

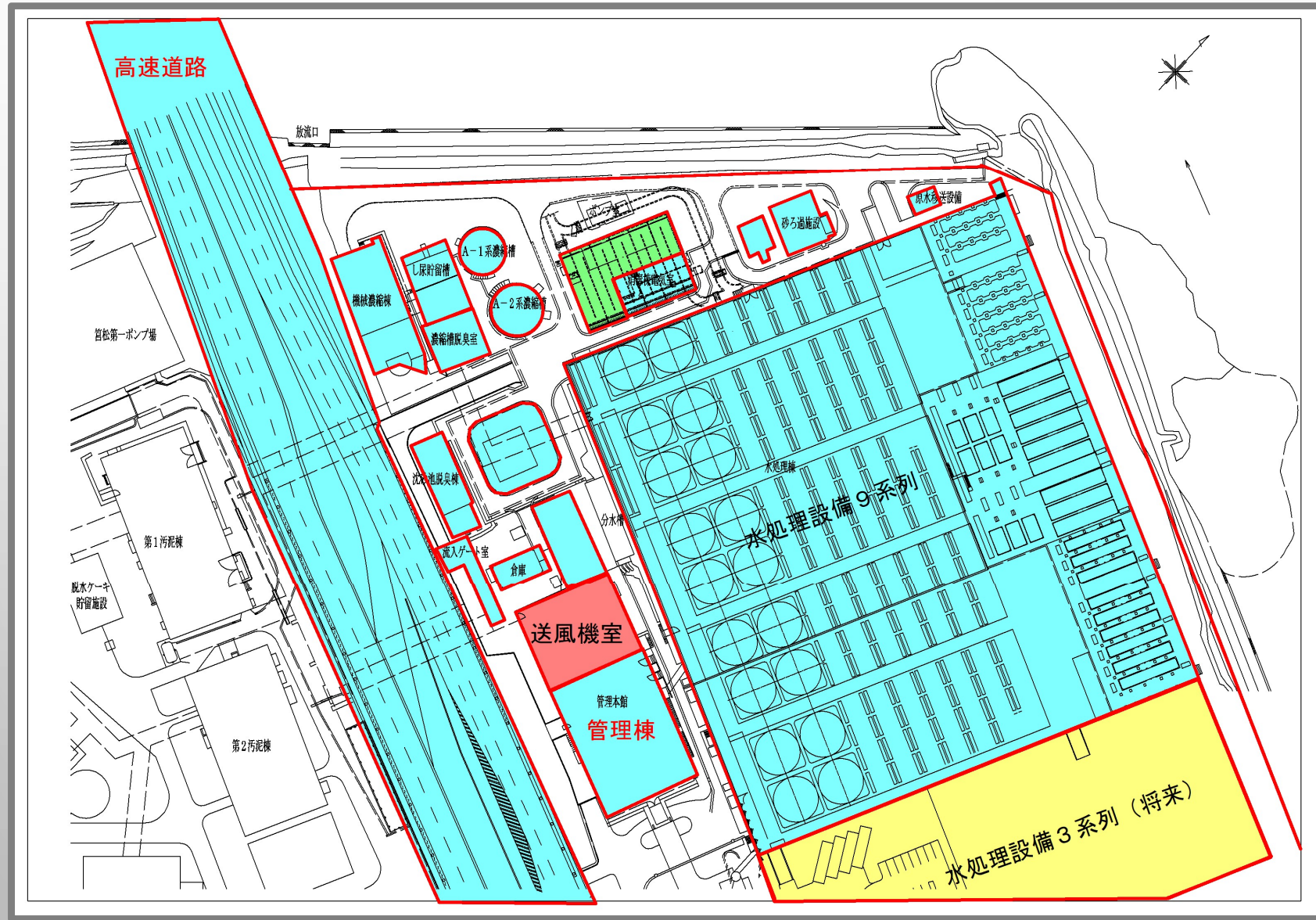


④送風機室は撤去する。

現場状況



現況平面図



既設管理棟



既設送風機室



設計指示内容

- ①送風機, 電動機, 補器類(エアフィルター、弁類等)を全て更新すること。
- ②不要となる既設機器(電動機や補器類、基礎)は撤去すること。
- ③稼働中であり、送風管の切替作業は施設の運転に支障が無い計画とすること。
- ④各機器の比較検討を行い、維持管理性や経済性に優れた機種を選定すること。
- ⑤既設水路の散気方式に対して最適な風量を供給できる計画とすること。

送風機機器仕様

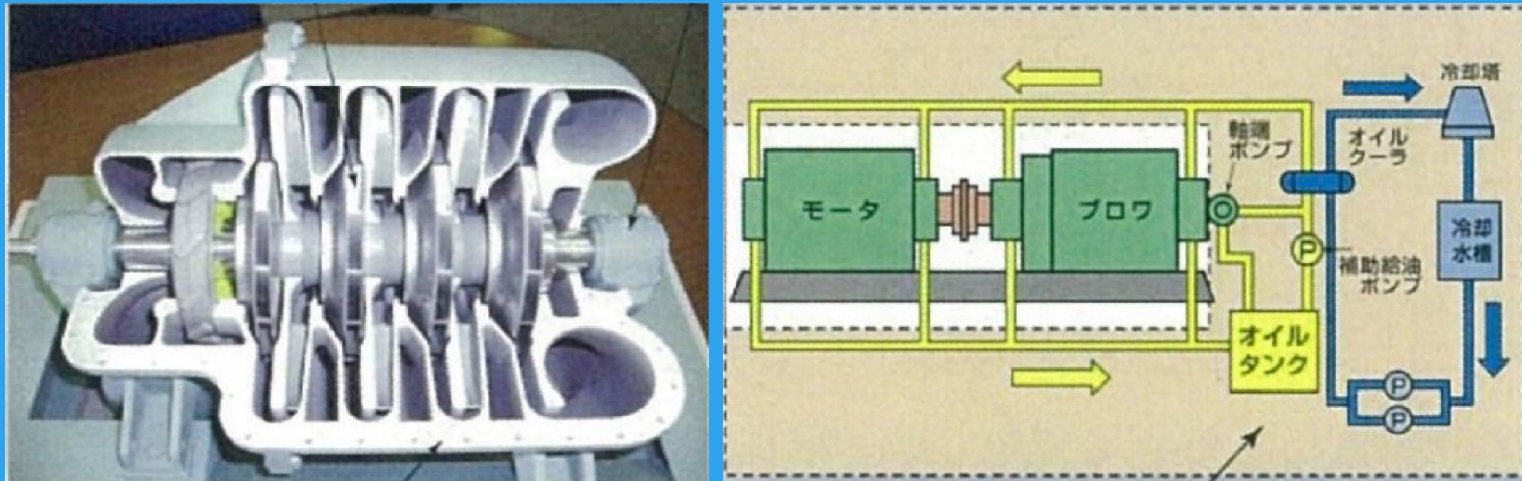
機器名称	仕 様	備 考
NO. 1ブロワ	130m ³ /分 × 5,750mmAq × 220kw	鋳鉄製多段 ターボブロワ
NO. 2ブロワ	130m ³ /分 × 5,750mmAq × 220kw	
NO. 3ブロワ	130m ³ /分 × 5,750mmAq × 185kw	
NO. 4ブロワ	240m ³ /分 × 5,750mmAq × 330kw	
NO. 5ブロワ	240m ³ /分 × 5,750mmAq × 330kw	
合 計	870m ³ /分 × 5,750mmAq × 1,285kw	



870m³/分 × 56.39kPa (5,750mmAq)

鑄鉄製多段ターボブロワ（既設）

概略図

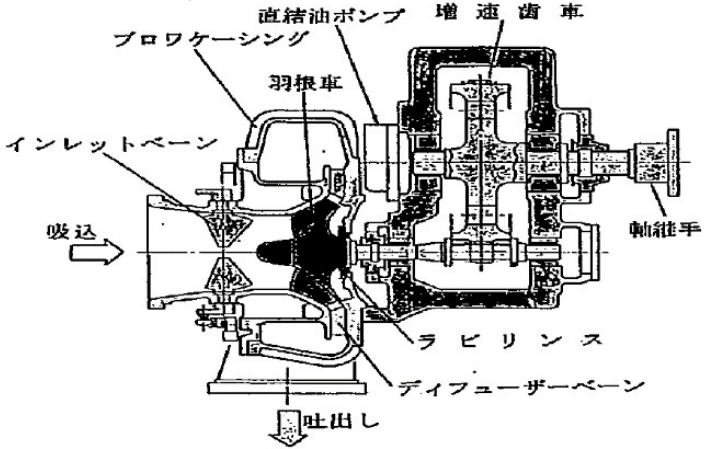
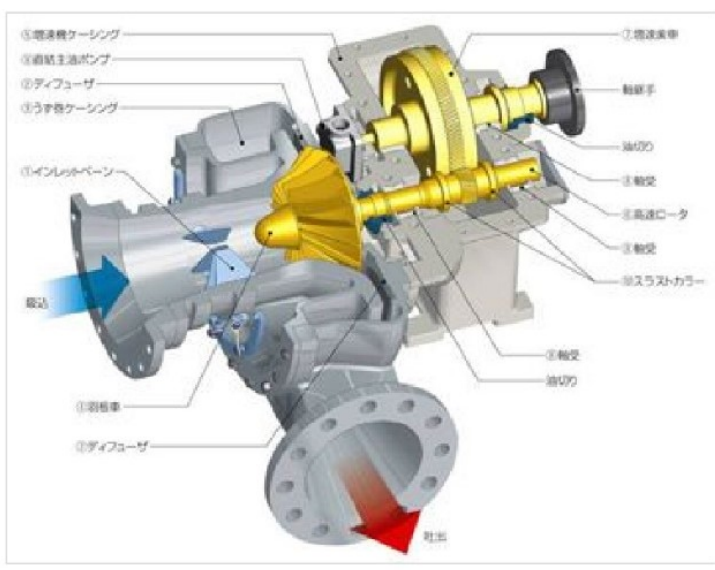


原理

電動機に直結された羽根車の回転によって空気に遠心力を与え、加圧・送風する。羽根車は電動機回転速度であるため、1段当たりの昇圧能力の関係上所要圧力を得るため何段も重ねている。

歯車増速式単段ターボブロワ

概略図

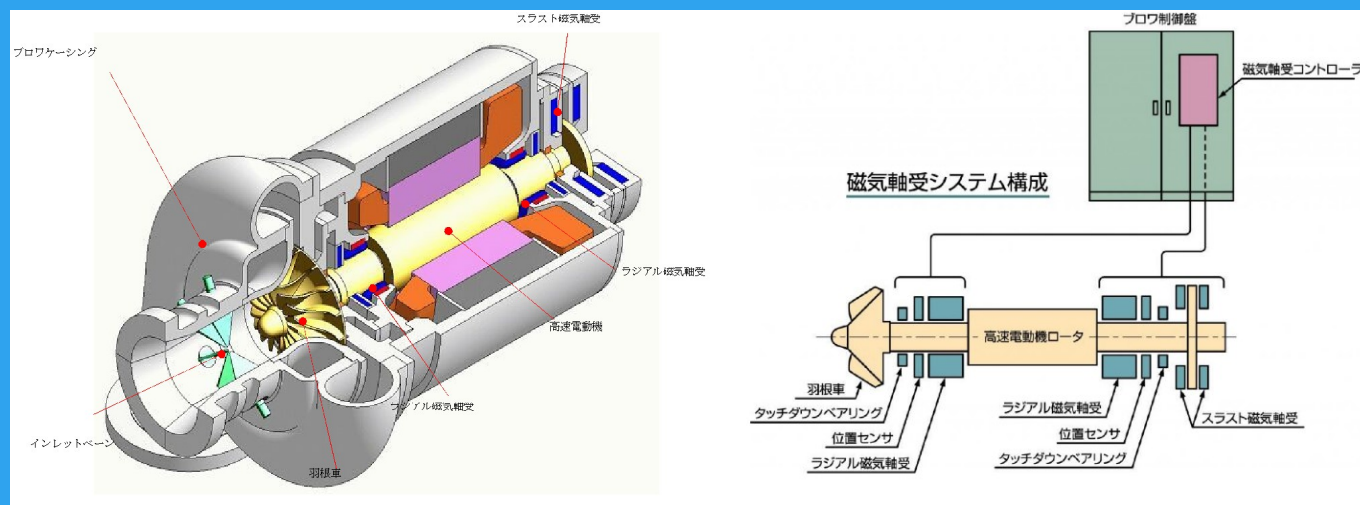


原理

歯車増速機によって電動機の回転速度から所定の回転速度まで増速された羽根車の回転によって空気に遠心力を与え、加圧・送風する。

磁気浮上式ターボブロワ

概略図



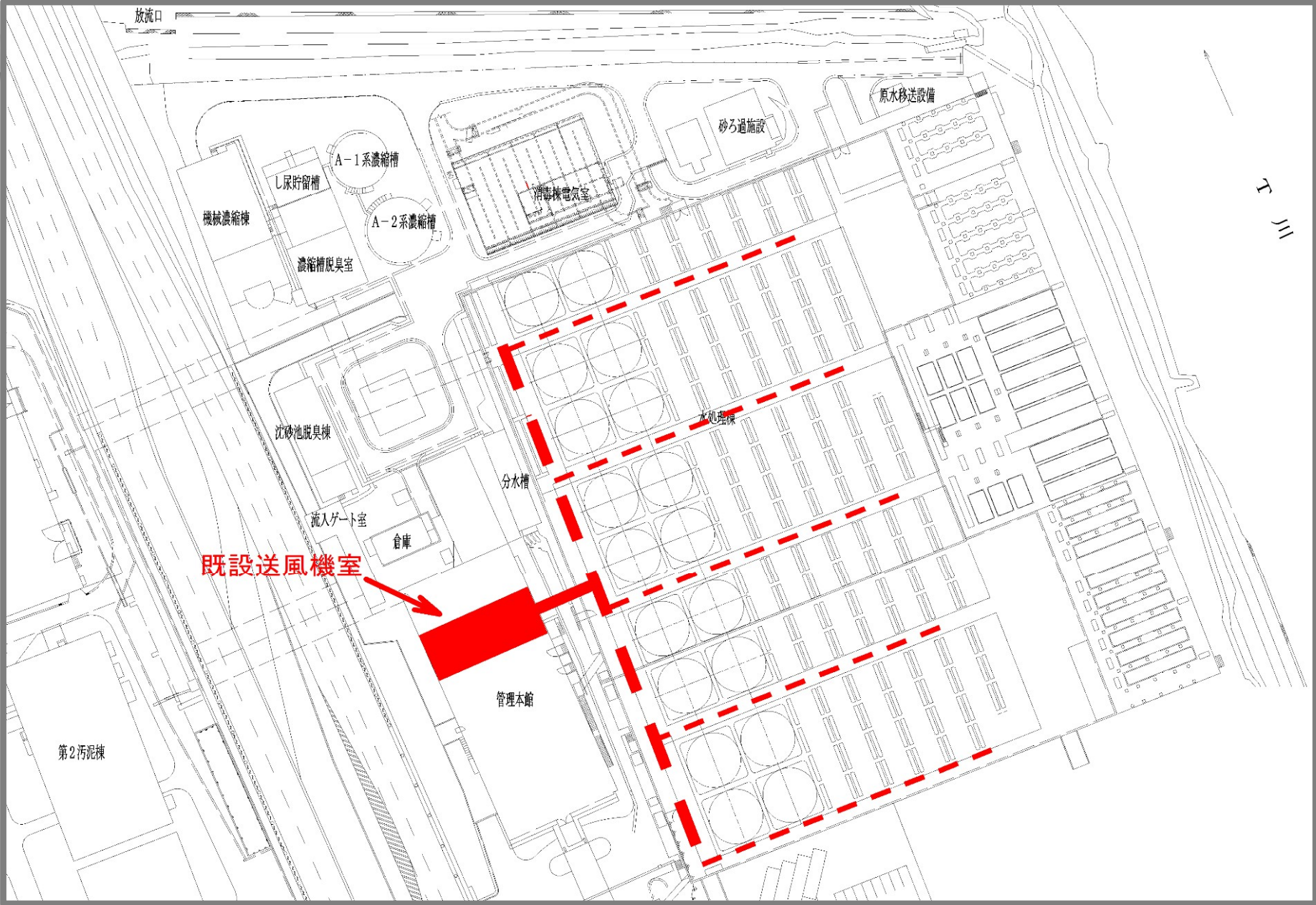
原理

電動機と直結した1段の羽根車を磁気軸受により浮上、高速回転させ、空気を加圧し送風する。磁気軸受により浮上するため機械的接触がない。電動機が昇圧に必要な回転速度で回転するため、増速機を介することなく単段で所要圧力を得ることができる。

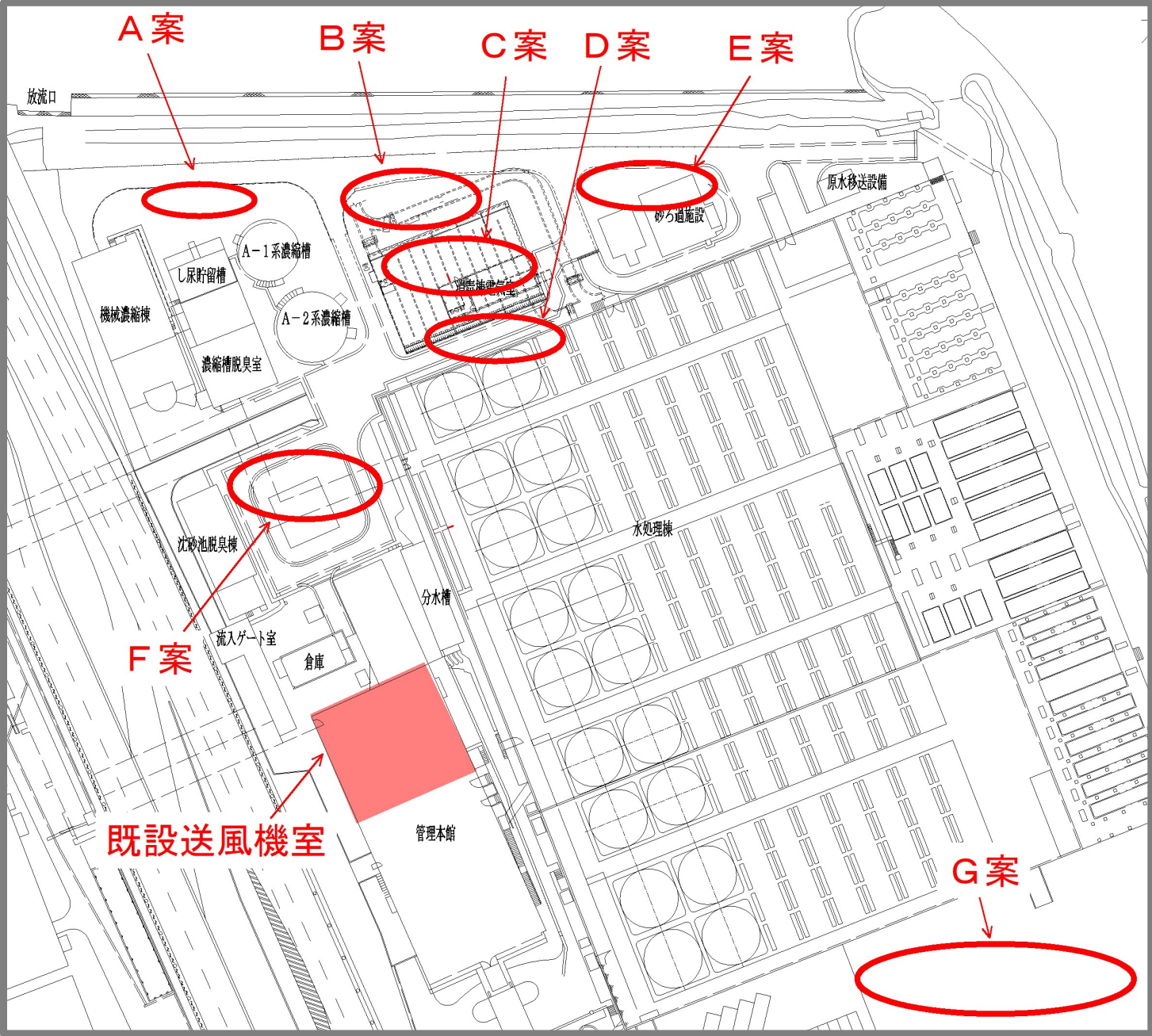
機器選定の結論

- ・設置スペースが限定されており、送風機用に建築物を構築することが困難なことから、屋外設置可能な「磁気浮上式ターボブロワ」を選定した。

既設送風状況



機器設置場所



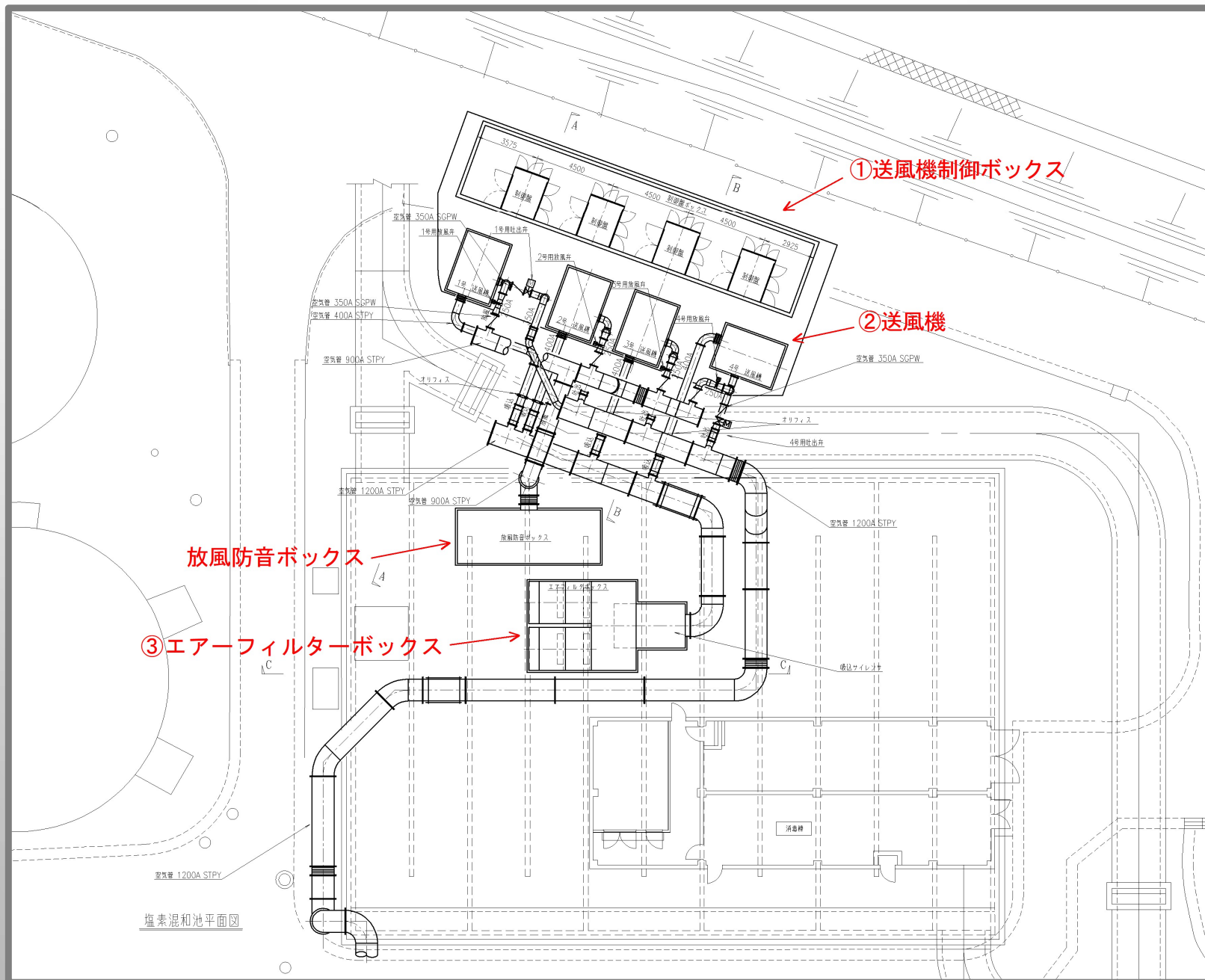
配置計画 比較表

案	検討結果	採用可非
A	し尿用バキュームカーの動線が確保できない。	△
B	場内道路の確保が難しい。	△
C	構造物の補強が必要である。	△
D	設置スペースが確保できない。	×
E	設置スペースが確保できない。	×
F	脱臭装置が別途必要となる。	×
G	水処理設備の増設スペースのため使用出来ない。	×
評価	それぞれの箇所には、問題点が有り1箇所での対応は難しい。	

送風機設備全台更新についての工夫

- ①今回は全台同時更新で有り、機器台数が少ないほどスペースを取らないことから、同一仕様の機器を選択した。
- ②磁気浮上式ブロワはインバーターによる風量調整が可能で有り、1系列の最小風量が制御範囲で有ることを確認した。
- ③通常、塩素混和池の上部に送風機設備等の重量物は配置しない。今回は、配管類等の比較的軽量な補器類を設置する事とした。
- ④管廊内の配管を撤去後、本設配管を再構築し仮設管からの切り替えを行う。
- ⑤地下2階の管廊内接続に、既設換気用の立坑を利用した。
- ⑥B案位置に送風機本体、C案位置に補器類、A案位置に電気室を設置する分散配置を採用した。

送風機配置状況



送風機設置状況



施工前



施工後

① 送風機制御ボックス



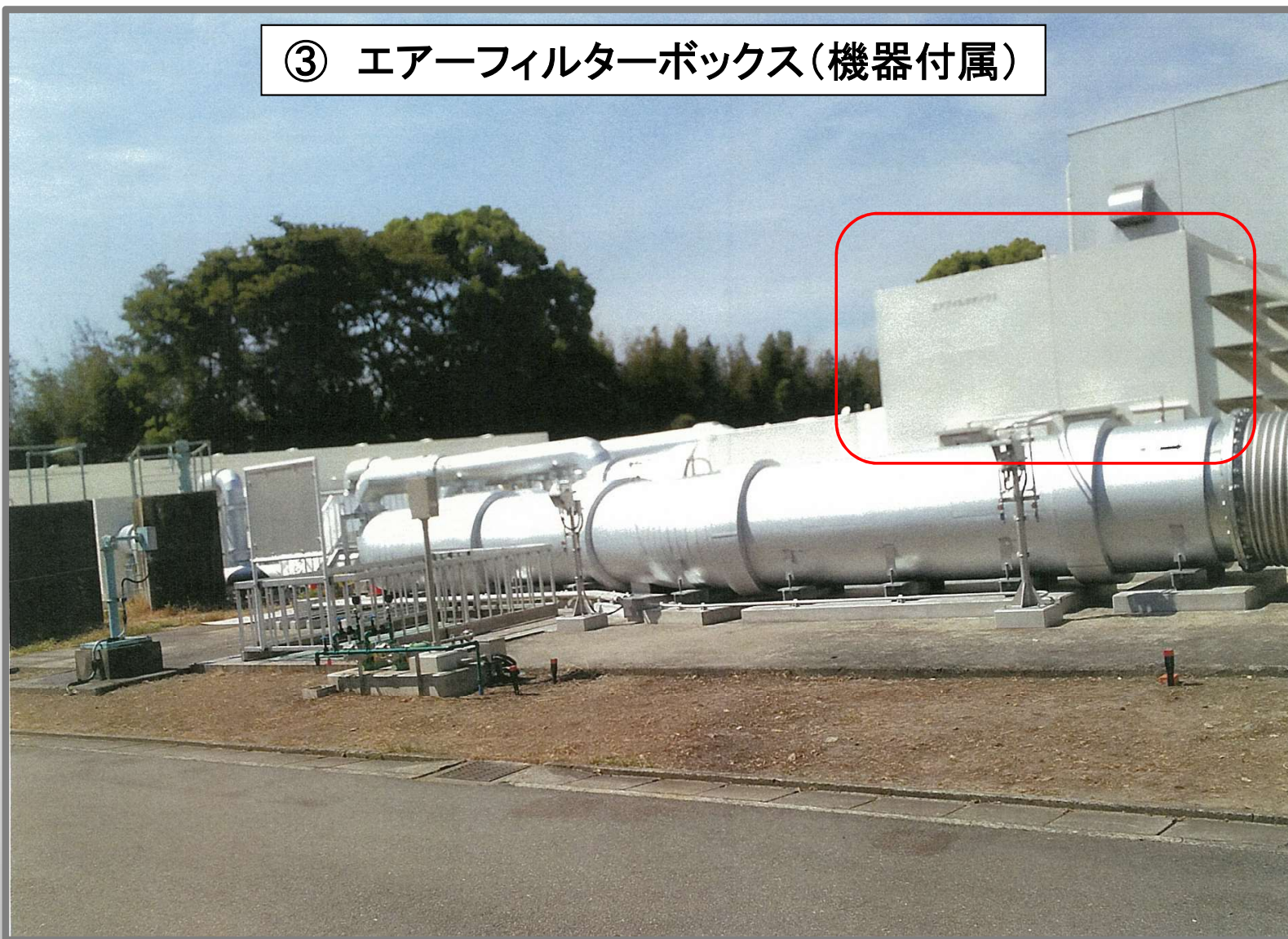
② 送風機本体



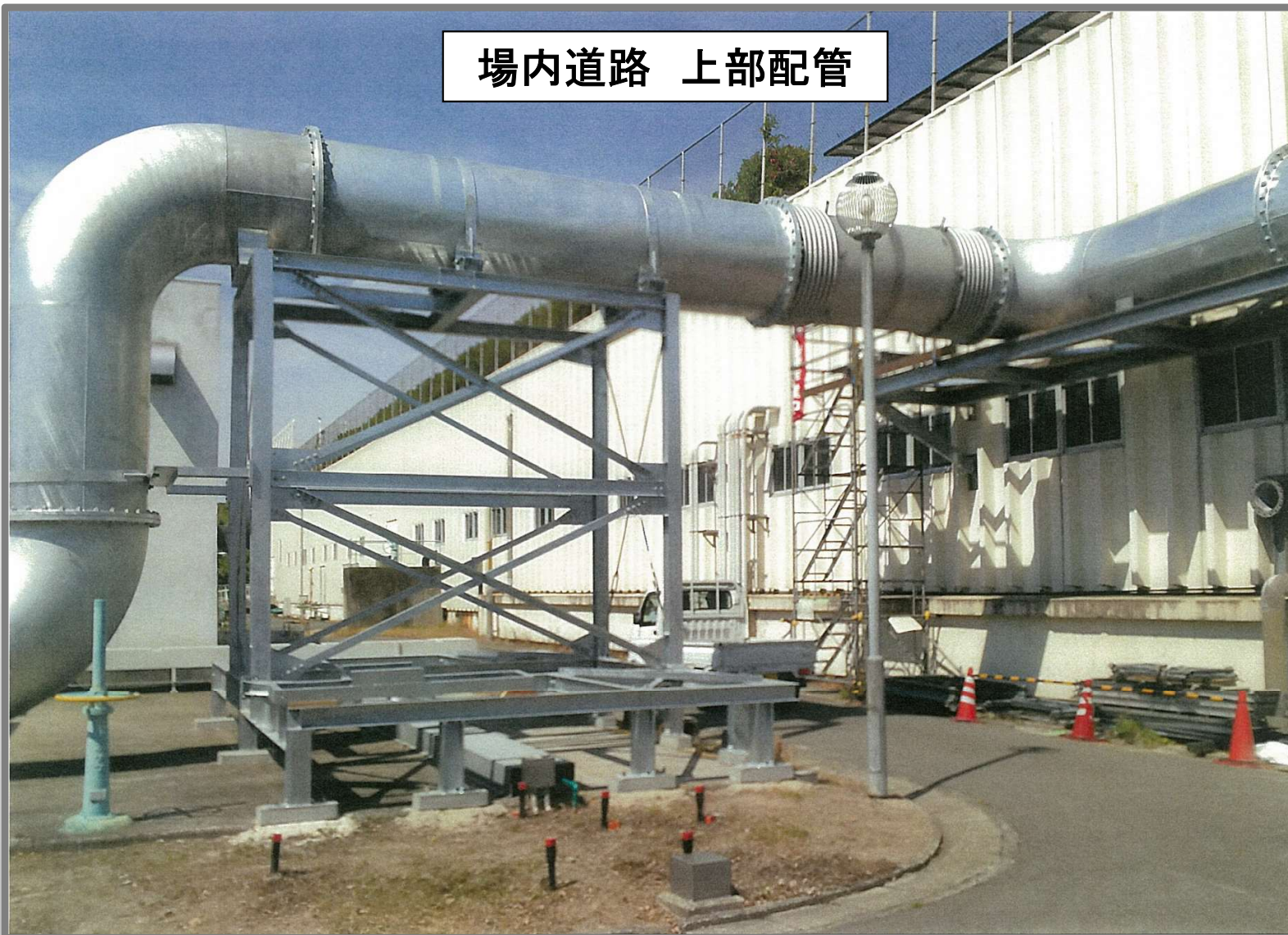
塩素混和池 上部配管類



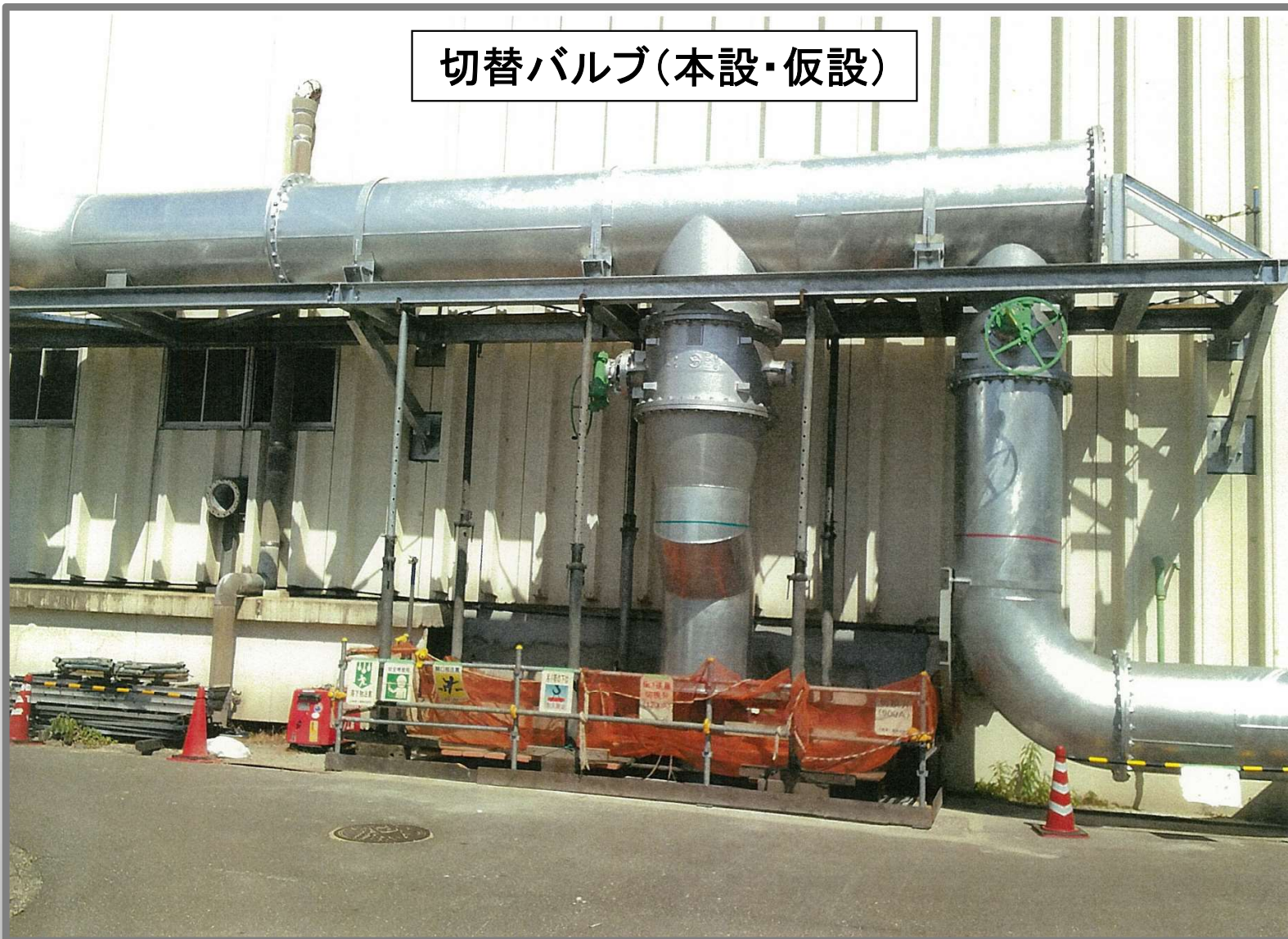
③ エアークリスタルボックス(機器付属)



場内道路 上部配管



切替バルブ(本設・仮設)



仮設配管



既設池上部スペース



管廊内配管(既設)



さいごに

- 処理場の主要施設である反応槽用の送風機は、流入水量の延びに応じて機器の増設や更新を行うことが通常であるが、耐震診断の結果によっては、送風機設備全台の同時更新という状況が発生する可能性があるため、今回の設計が参考になれば幸いです。
- 災害時の処理場機能保持のため、送風機の更新を行いました。設計の根本は

“人命最優先”

と考えます。

下水処理施設における エネルギー使用の合理化と低減計画事例

西日本施設部 施設二課 井上 吏章

OEC オリジナル設計株式会社

水・緑・環境— VISTAQUA 「見える化」で水事業を支援します

目次

1. はじめに
 - 1.1 エネルギー—合理化計画の背景
 - 1.2 提出書類
 - 1.3 事業者の目標
 - 1.4 エネルギー—消費原単位
2. 実施事例
 - 2.1 実施フロー
 - 2.2 エネルギー—使用状況
 - 2.3 改善案候補の抽出及び評価
 - 2.4 エネルギー—抑制年次計画
3. 今回計画の総括
4. 今後の展開

1. はじめに

1.1 エネルギー合理化計画の背景 エネルギーの使用の合理化等に関する法律 (S54年)



(通称) **省エネ法**

目的

エネルギーをめぐる経済的・社会的環境に応じた
燃料資源の有効な利用の確保

実施措置 ①エネルギーの使用の合理化に関する所要の措置
②電気の需要の平準化に関する所要の措置 等

省エネ法の改正

- ①中長期計画・トップランナー制度の追加等 (H10年)
- ②トップランナー制度の建築材料等への拡大 (H25年)
- ③電気の需要の平準化の推進 (H26年)

1. はじめに

1.1 エネルギー合理化計画の背景

- (1) 省エネ法での位置づけ
 年度間エネルギー使用量
 (原油換算値)
- ・ 1,500kℓ以上で特定事業者
 - ・ 3,000kℓ以上で第一種エネルギー管理指定工場等に区分

流域事務所 5,000kℓ 程

⇒ **第一種エネルギー管理指定工場**

年度間エネルギー使用量 (原油換算値 kℓ)	1,500 kℓ 以上	1,500 kℓ未滿
事業者の区分	特定事業者又は 特定連鎖化事業者	—
事業者の 義務	選任すべき者	エネルギー管理統括者及び エネルギー管理規格推進者
	提出すべき書類	中長期計画書・定期報告書 エネルギー管理統括者選任届出書
事業者の目標	中長期的にみて年平均1%以上の エネルギー消費原単位 又は 電気需要平準化評価原単位 の低減	
行政によるチェック	指導・助言、報告徴収・立入検査、 合理化計画の作成指示 等	指導・助言 への対応

出典:経産省

(2) エネルギー使用量 (原油換算値) の算出

$$\text{原油換算値}(k\ell) = \text{電力使用量}(kWh) \times \text{一次エネルギー換算係数}\left(\frac{GJ}{kWh}\right) \times 0.0258\left(\frac{k\ell}{GJ}\right)$$

1. はじめに

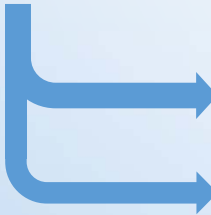
1.2 提出書類

中長期計画書 …エネルギー使用合理化の目標達成のための
中長期(3~5年)的な計画書



事業者全体の報告

定期報告書 …エネルギー使用量、エネルギー消費原単位及び
電気需要平準化評価原単位等の報告書



事業全体の報告

エネルギー管理指定工場ごとの報告

1.3 事業者の目標

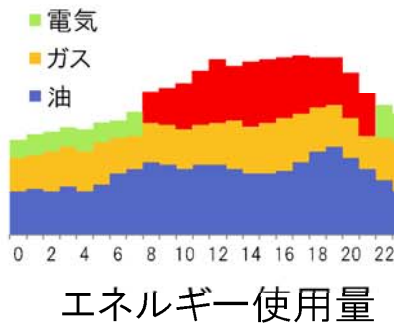
- ・電気需要平準化評価原単位とエネルギー消費原単位の両方の原単位を算出して省エネが進んでいるか判断
- ・どちらか一方で年平均1%以上低減することを目指す。(互いに独立した指標)

➡ 今回はエネルギー消費原単位で年平均1%以上の低減を目指した

1. はじめに

1.4 エネルギー消費原単位

エネルギー消費原単位 =



生産数量等
(エネルギーの使用量に
密接な関係のある値)

出典: 経産省

エネルギー消費原単位は通常、原油換算するが...

- ・処理水量に対してどれだけエネルギーを使用しているか
- ・使用エネルギーのほとんどは電気である

上記の観点から、エネルギー消費原単位は電力使用量で算定

$$\therefore \text{エネルギー消費原単位} \left(\frac{kWh}{m^3} \right) = \frac{\text{電力使用量} (kWh)}{\text{処理水量} (= \text{放流流量}) (m^3)}$$

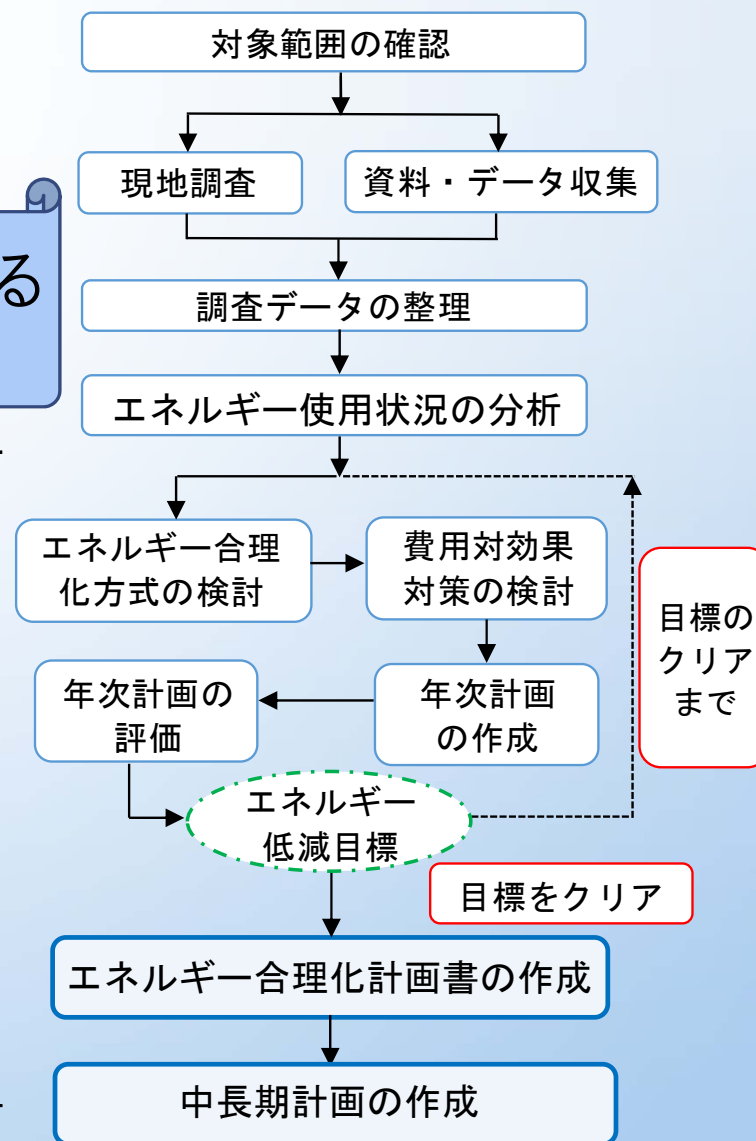
2. 実施事例

2.1 実施フロー

業務目的

エネルギー低減目標の達成が見込める
中長期的な計画の立案

- 対象施設のエネルギー使用状況の分析
- エネルギー合理化方式の検討
 - ・運転方法の見直し
 - ・省エネ機器の導入 等
- 費用対効果対策の検討
 - ・抑制電力量
 - ・イニシャルコスト
 - ・ランニングコスト
- 関連事業計画に沿った5カ年のエネルギー抑制年次計画の作成・評価



2. 実施事例

2.2 エネルギー使用状況

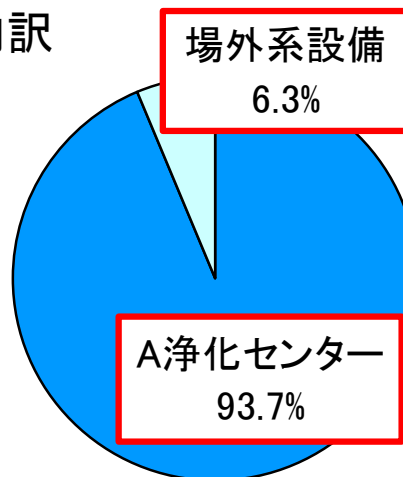
(1) 主要な対象施設

A浄化センター	平成3年供用 日最大208,000m ³	場外ポンプ場 (分流式汚水)	Bポンプ場 (平成3年供用) 118.2m ³ /分
水処理施設	嫌気無酸素好気法		Cポンプ場 (平成5年供用) 4.0m ³ /分
	ステップ流入式多段硝化脱窒法		Dポンプ場 (平成6年供用) 21.6m ³ /分
急速ろ過池	重力式上(下)向流型		Eポンプ場 (平成8年供用) 3.6m ³ /分
汚泥処理施設	重力濃縮槽 (初沈汚泥) 遠心濃縮機 (余剰汚泥) 脱水機 : ベルトプレス、スクリュープレス		

(2) エネルギー使用状況 (流域事務所の内訳)

流域事務所 電力使用割合内訳

対象施設	原単位 (kWh/m ³)
流域事務所(全体)	0.4475
A浄化センター	0.4193



■ A浄化センター □ 場外系設備

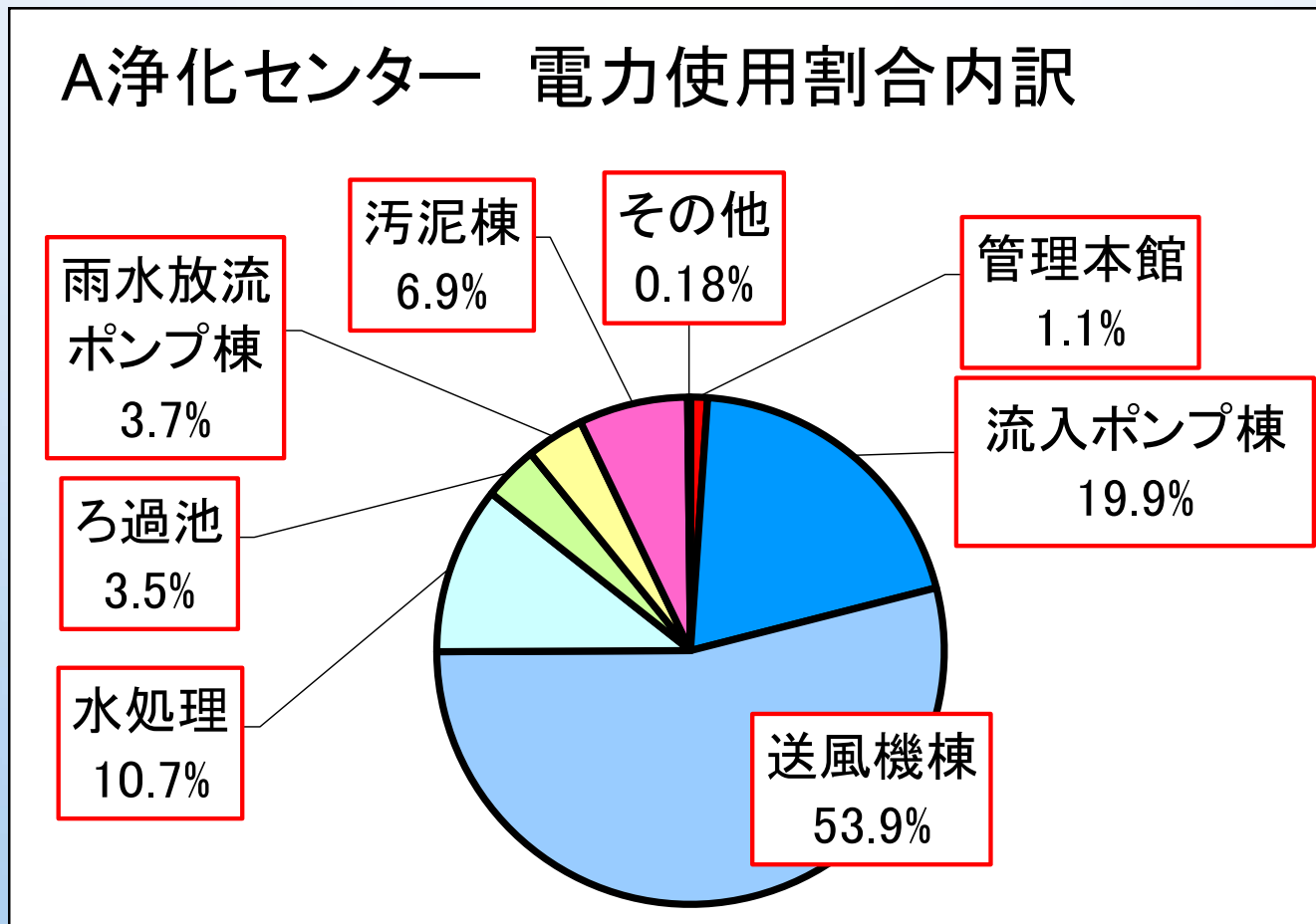


現状の電力使用量の割合から
A浄化センターについて分析

2. 実施事例

2.2 エネルギー使用状況

(3) エネルギー使用状況（A浄化センターの内訳）



2. 実施事例

2.3 改善案候補の抽出及び評価 (1) 指針から抽出された改善案

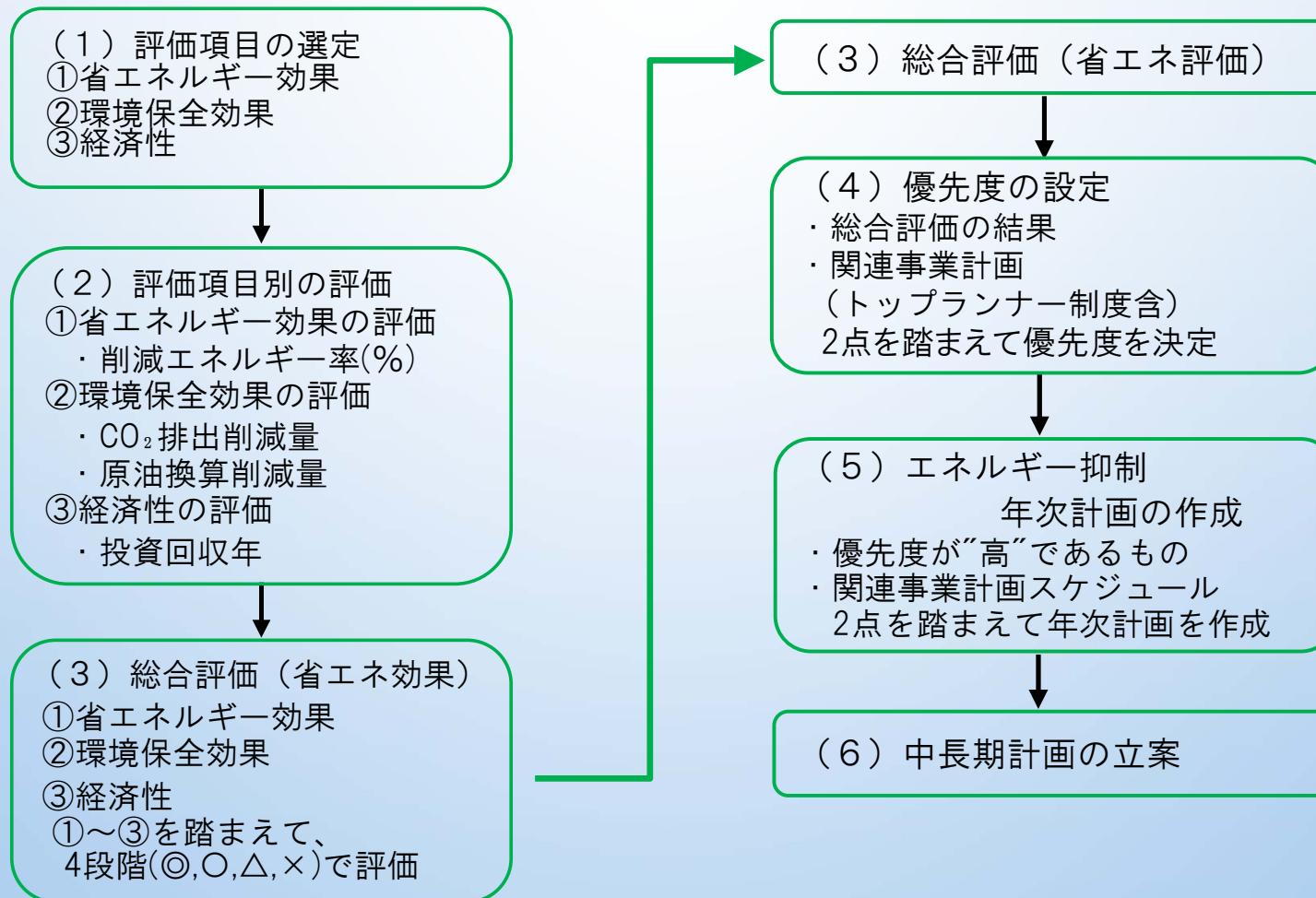
A 浄化センター				
設備区分	抑制案	指針の内容	具体策	改善案
受配電棟	照明変圧器高圧側接続相見直し	—	特高変電所～受配電棟ケーブル損失低減	No. 1
流入ポンプ棟	高効率変圧器の導入	低損失変圧器	高効率変圧器に更新	No. 2
	汚水ポンプの制御方式	インバータ制御装置	汚水ポンプのVVVF化	No. 3
	高効率電動機の導入	高効率モータ	汚水ポンプ、沈砂池・ポンプ補機を高効率電動機に更新	No. 4
送風機棟	高効率変圧器の導入	低損失変圧器	高効率変圧器に更新	No. 5
	高効率電動機の導入	高効率モータ	送風機・補機を高効率電動機に更新	No. 6
反応タンク設備	曝気方式見直し	散気装置酸素移動効率の向上	既設散気板を超微細式曝気装置に更新	No. 7
	水処理方式の変更	電力使用量の低減	新設でステップ流入式多段硝化脱窒法を採用	No. 8
水処理電気室	高効率変圧器の導入	低損失変圧器	高効率変圧器を新設	No. 9
汚泥棟	濃縮機機種	機械濃縮動力の低減	ベルト濃縮機の導入	No. 10
	脱水機機種	機械脱水動力の低減	スクリーブレス脱水機の導入	No. 11
管理棟空調	個別熱源方式の導入	—	個別熱源方式の導入	No. 12
未利用エネルギー	バイオガス燃焼発電の導入	消化ガス有効利用設備	ガスタービン発電機の導入	No. 13
新エネルギー	風力発電の導入	—	風力発電の導入	No. 14
	太陽光発電の導入	—	太陽光発電の導入	No. 15
場外系設備				
場外ポンプ場	高効率電動機の導入	高効率モータ	汚水ポンプを高効率電動機に更新	No. 16
管渠流量計 G川放流渠	太陽光・風力発電の導入	—	太陽光・風力発電の導入	No. 17

指針：第一種指定事業者のうち上水道業、下水道業及び廃棄物処理業を営む者による中長期的な計画の作成のための指針

2. 実施事例

2.3 改善案候補の抽出及び評価

(2) 改善案の評価フロー (3) 中長期計画作成フロー



2. 実施事例

2.3 改善案候補の抽出及び評価

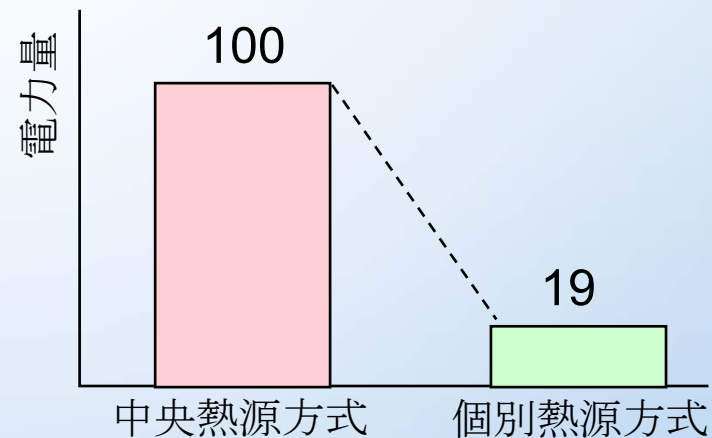
(4) 改善案の検討

- 改善案12：管理本館の空調器方式を変更
昭和57年設置で老朽化 ⇒ 長寿命化計画で更新

既設	中央熱源方式
利点	大規模な空調に適する
欠点	規模・頻度に合わせた省エネが困難



更新	個別熱源方式
利点	運転操作・メンテナンス維持管理費で優位
欠点	イニシャルコストがかかる



投資回収年	8年程
標準耐用年数	15年

3評価項目の検討結果

➡ **総合評価 ◎**

2. 実施事例

2.3 改善案候補の抽出及び評価

(5) 改善案の優先度評価

改善案		改善案の概要	総合評価	関連計画	優先度
年次計画の対象	No.3	汚水ポンプ VVVF 制御化	◎	—	高
	No.6	送風機棟 高効率電動機導入	×	○	高
	No.8	水処理方式の変更 (ステップ法、低動力攪拌機)	◎	○	高
	No.9	水処理電気室 高効率変圧器導入	△	○	高
	No.10	機械濃縮機の機種変更 (遠心濃縮機をベルト濃縮機に)	◎	—	高
	No.12	管理本館空調機方式の変更 (熱源方式を中央から個別に)	◎	○	高
	No.16	ポンプ場 汚水ポンプ 高効率電動機導入	×	○	高
<div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #f8d7da; border: 1px solid #c6c8ca; margin-right: 5px;"></div> : 中長期計画に示した改善案 </div>					

2. 実施事例

2.4 エネルギー抑制年次計画

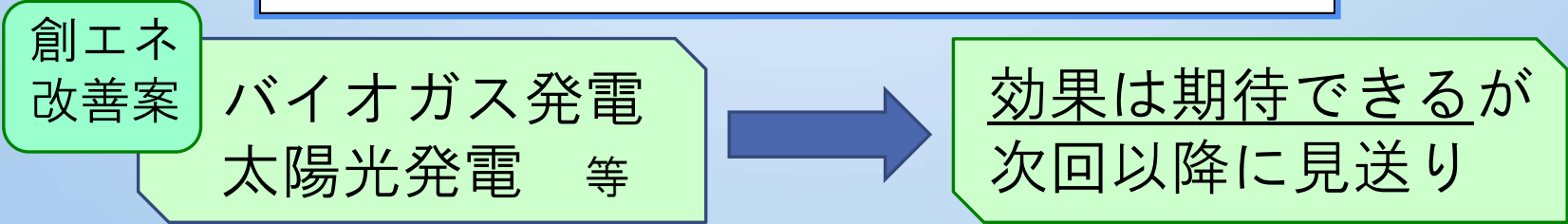
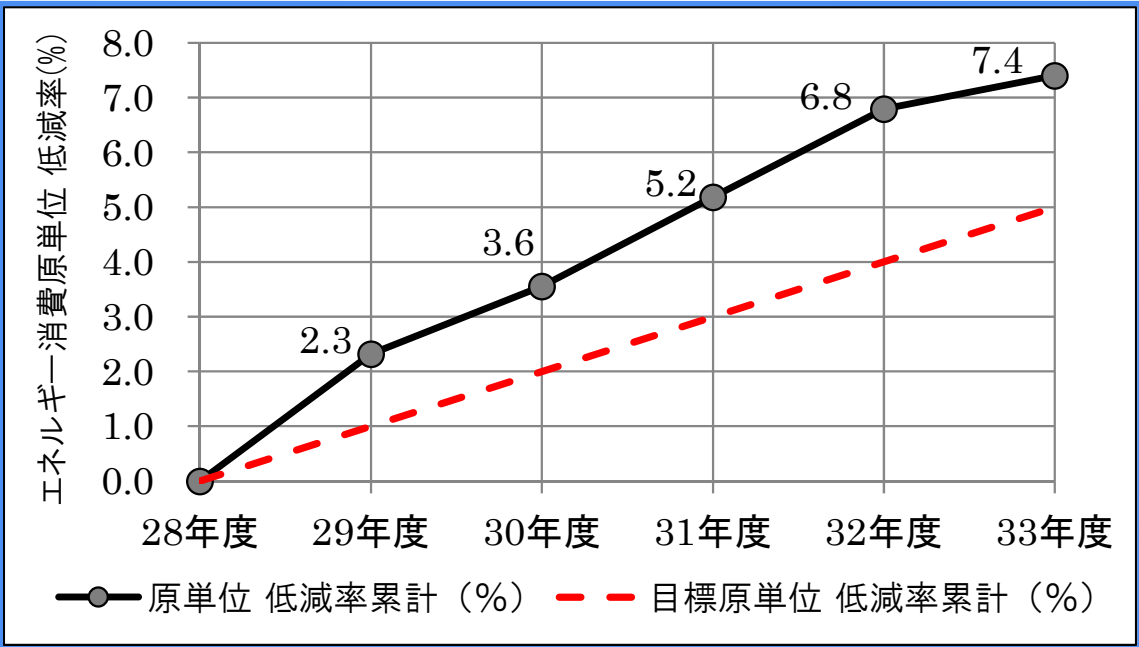
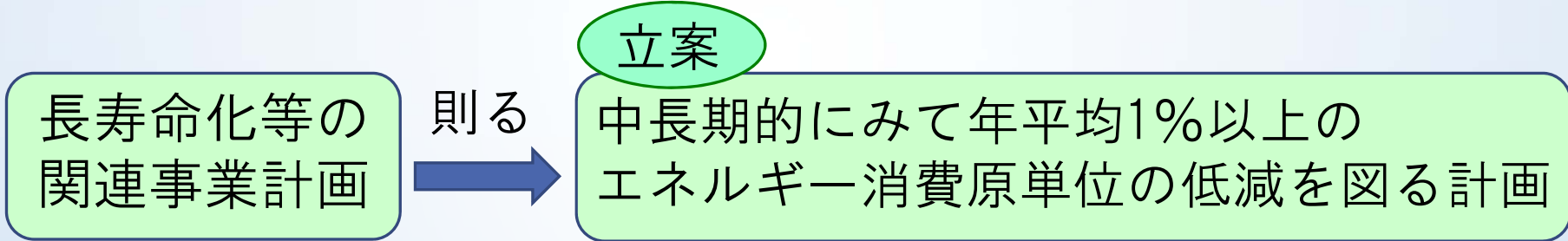
- ・ 関連事業計画の実施予定年度
- ・ 年次計画全体のバランス

考慮
 年次計画を作成

(単位:低減率 %)

位置づけ	改善案	28年度	29年度	30年度	31年度	32年度	33年度
総合評価	改善案 No.3 汚水ポンプのVVVF制御化				1.628	1.612	
	改善案 No.8 水処理方式変更(増設)		1.128	1.117			
	改善案 No.10 機械濃縮機の機種変更						0.605
長寿命化 計画対象	改善案 No.6 送風機高効率電動機導入			0.050			
	改善案 No.9 水処理電気室高効率変圧器導入		0.066	0.065			
	改善案 No.12 管理本館空調機方式の変更		0.127				
	改善案 No.16 ポンプ場 高効率電動機導入			0.001			
エネルギー消費原単位 低減率	合計		2.321	1.233	1.628	1.612	0.605
	累計		2.321	3.554	5.182	6.794	7.399

3. 今回計画の総括



4. 今後の展開

今後は、長寿命化計画にとってかわるストックマネジメント計画における修繕・改築対象の機器を主として、新たな改善案及び年次計画を作成する必要があると考えられる。

ストックマネジメント計画では、省エネが見込め、維持管理費が軽減できる場合やライフサイクルコストの観点から、改築することが経済的である場合は、更新時期を前倒しすることが可能である。

今後も継続的に努力目標である年平均1%以上のエネルギー消費原単位の改善を達成できる計画を立案するためには、ストックマネジメント計画をはじめ様々な関連事業計画と整合を図りつつ、今回見送った創エネルギーの導入についても検討する必要がある。

ご清聴
ありがとうございました



西日本施設部 施設二課 井上 吏章



省エネルギーに配慮した 循環型汚泥処理システムの構築

TECグループ 株式会社 東京設計事務所
Tokyo Engineering Consultants Co., Ltd.

～ 発表の流れ～

Step1

- 本事業の背景と課題

Step2

- 課題解決の方向性
- 提案技術

Step3

- 技術的担保
- まとめ



1. 本事業の背景と課題



- 1島1市包含計画
- 島内に産廃処分場なし
- し尿処理場は老朽化
- 市街化進展⇒汚水量・汚泥量増
- 緑農地還元の需要・供給バランス崩れる



1島1市を包含する計画



産業廃棄物処分場が**島内**に
ない。



市街化の進展と人口増により
汚水量・汚泥量が**増加**



汚泥**全量**を緑農地還元



島内**唯一**のし尿処理場が老朽化



1島1市の計画



産廃処分場なし



汚泥量の増加



汚泥全量緑農地還元



し尿処理場の老朽化

2. 課題解決の方向性



全県構想

島内完結型
汚泥処理

水量予測

汚泥性状分析

し尿受入れ

処理場統廃合

循環型
汚泥処理

汚泥量予測

汚泥肥料登録

受入れ許容限界

汚泥資源化

汚泥減容

農業従事者
ヒアリング

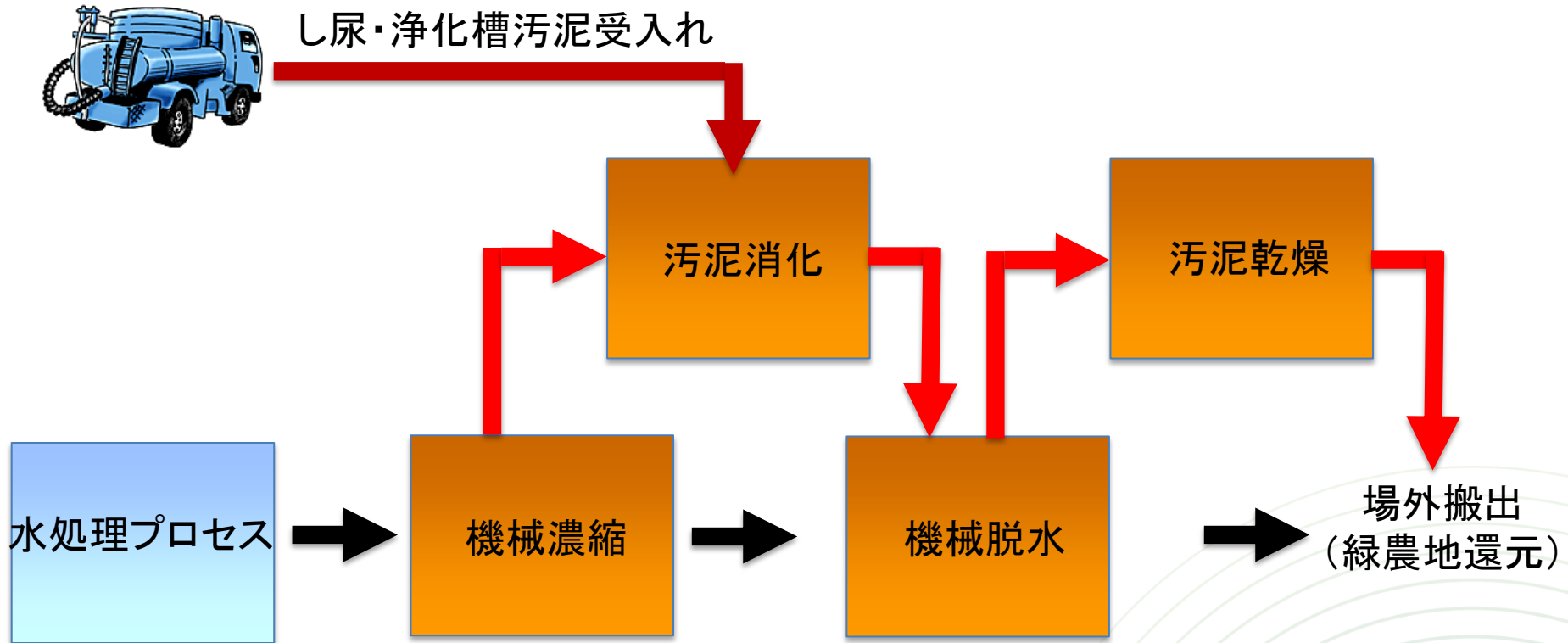
段階的料金改訂

需要・供給バランス

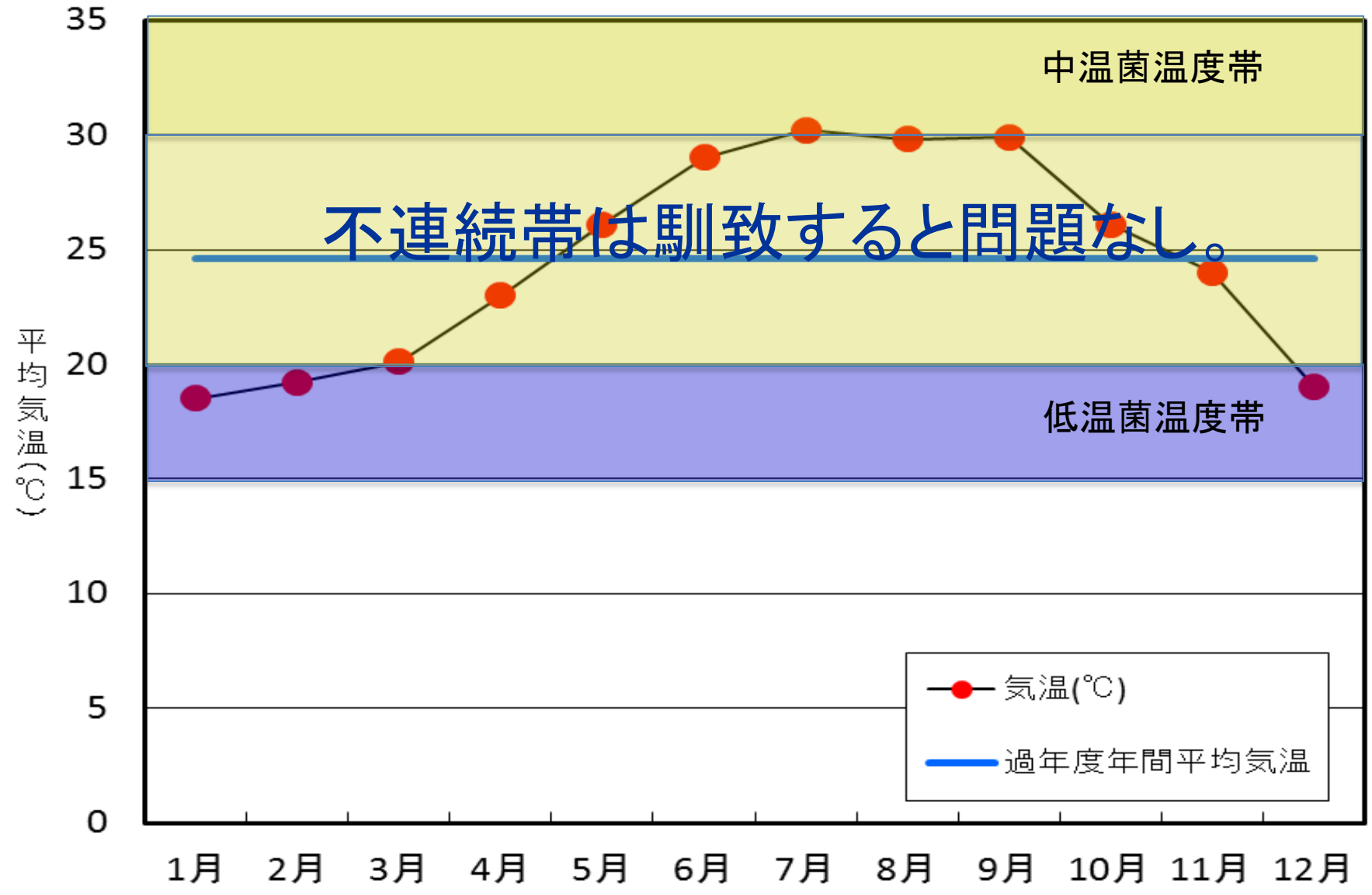
住民理解



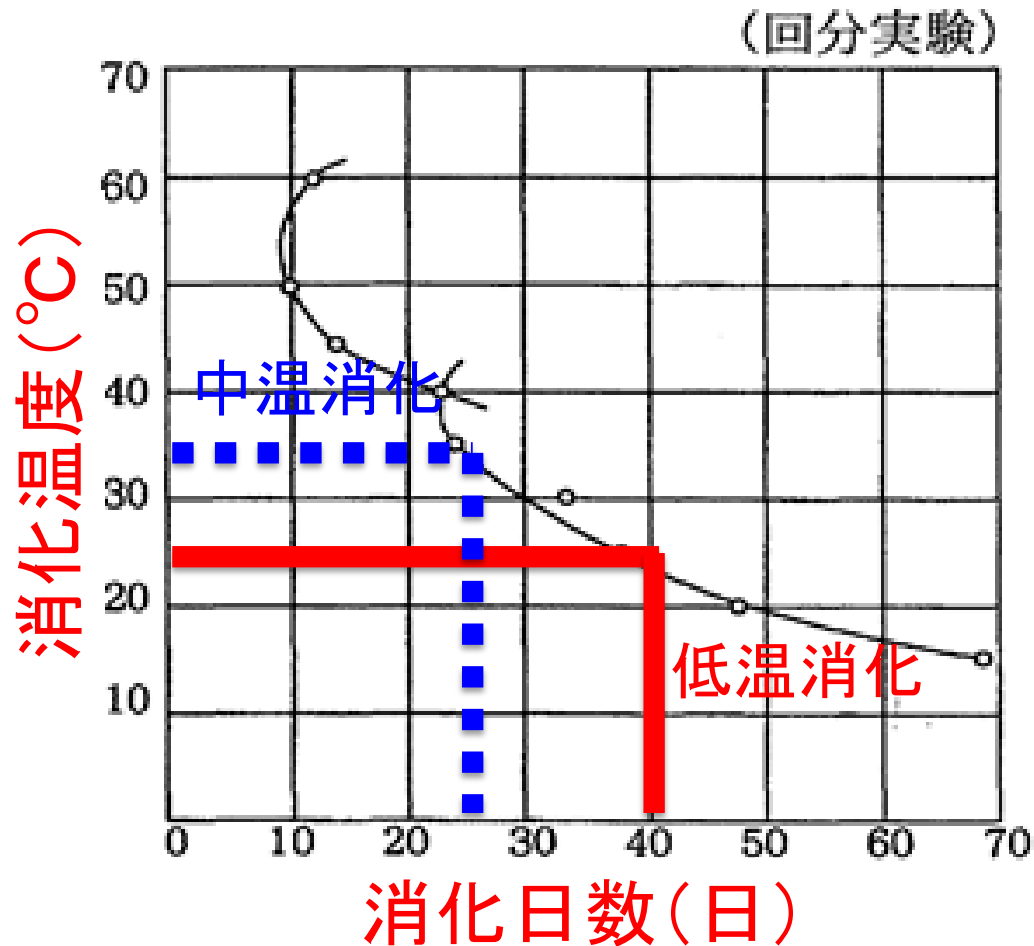
3. 循環型汚泥処理システム



3-1. 柔軟性のある消化プロセス



消化日数と消化温度



◎ 投入汚泥量100m³/日

◎ 低温：40日×100
=4,000m³ (消化槽容量)

◎ 中温：25日×100
=2,500m³ (消化槽容量)

◎ $4,000 \div 2,500 = 1.6$ 倍

1.6倍の汚泥量増
に対応可

出典) 下水道施設計画・設計指針と解説

TECグループ 株式会社 東京設計事務所



地域特性を考慮した消化プロセス

亜熱帯海洋性気候



し尿・浄化槽汚泥受入れ

消化ガス



■ 間接加温 (将来)

水処理プロセス

機械濃縮

汚泥消化
(単段無加温)

機械脱水

汚泥乾燥

緑農地還元



3-2. 省エネルギー乾燥プロセス

表 乾燥方式の比較

項目	熱風乾燥方式	低温除湿型乾燥方式
概要図		
加熱方式	直接加熱 (500~800℃)	間接加熱 (40~60℃)
含水率	20~30%	20~40%
エネルギー消費量	消費消化ガス量 1,500 Nm ³ /日 消費重油量 400 L/日	消費消化ガス量 1,200 Nm ³ /日 消費重油量 — L/日

島内完結型循環型汚泥処理システム

消化ガス



熱(40~60°C)



乾燥汚泥（肥料）の**需要と供給**
 のバランスは、汚泥**含水率**（20
 ~40%）によって調整する。

結果、乾燥汚泥量は**1.0~1.35**
 の変動比率に対応可となる。

水処理プロセス



緑農地還元
含水率20~40%



4. 技術的担保（下水汚泥肥料）

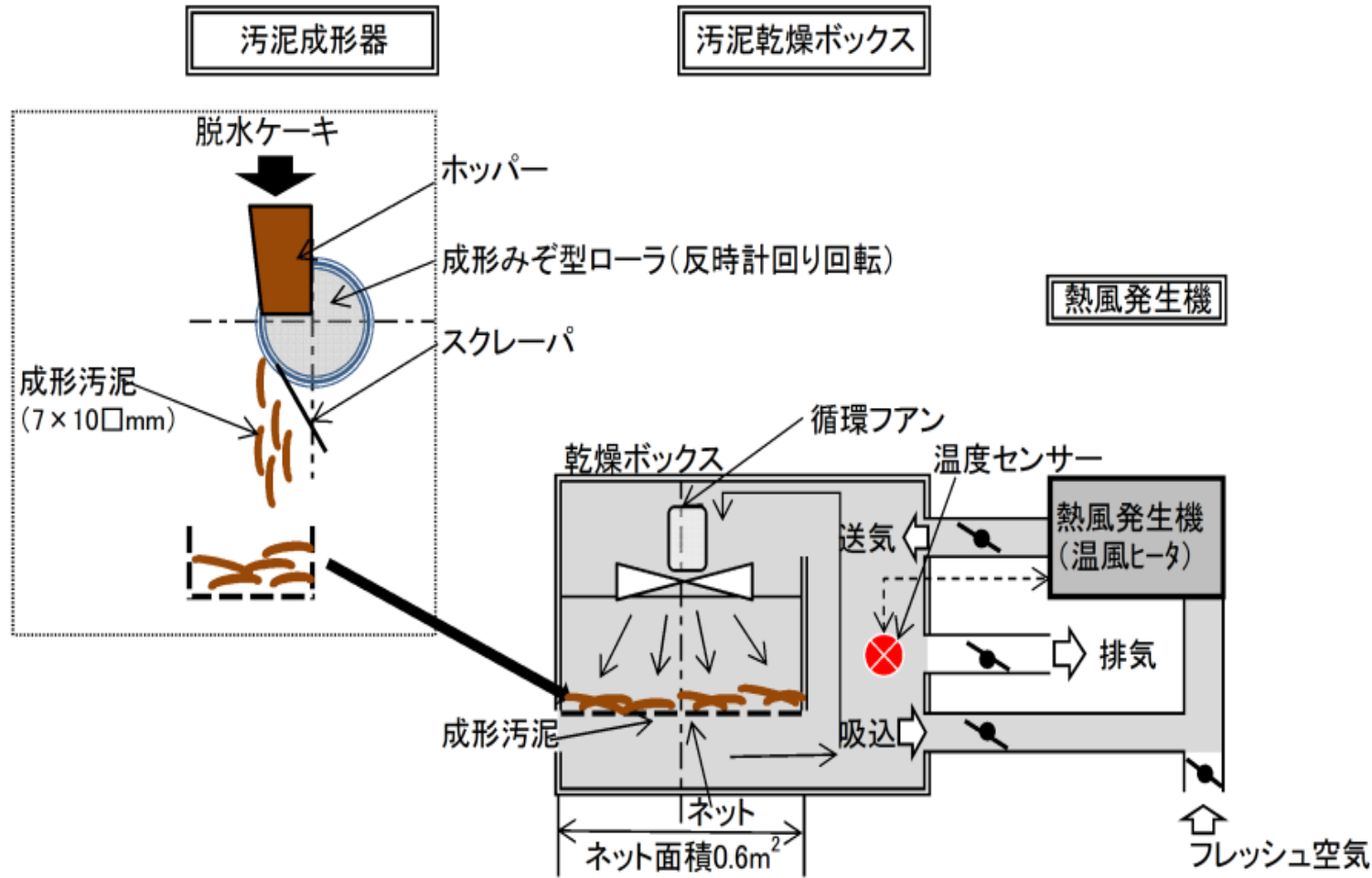


図 乾燥実験装置概要図



4-1. 乾燥実験結果

表 乾燥実験結果

乾燥温度	含水率(%) (検体平均値)					大腸菌群数
	経過時間					
	0分	60分	120分	180分	240分	
60°C	78.2	59.8	33.8	20.3	18.8	<10
40°C	78.5	67.3	56.3	41.2	27.3	<10

- ◎ 乾燥時間4時間で**目標含水率20%**を達成
- ◎ 大腸菌群数は**検出限界以下**を達成
- ◎ 肥料取締法の規制成分は**全て許容値以下**

4-2. 乾燥汚泥屋外放置試験

●屋外放置状況



●汚泥乾燥状況(1日目)



●汚泥乾燥状況(20日目)



本事業のポイント

ポイントは2点



島内事情と地域特性を最大限考慮



持続可能な汚泥処理システム



検討結果の整理

- ▶ 老朽化したし尿処理場対策として、し尿・浄化槽汚泥を**全量**下水道へ取込み。
- ▶ 省エネルギー（無加温+低温除湿）かつ柔軟性があり**計画変更**に対応しやすいシステムとした。
- ▶ 汚泥全量を緑農地還元とした。**汚泥処分費『0』⇒地産地消。**
- ▶ 消化ガスを活用し、乾燥機の燃料と消化槽の加温の燃料とした。**燃料費『0』。**



5. おわりに

本事業を通じて、各課題の対策を有機的に結び付ける俯瞰的な視点をもって検討することが重要であると感じた。

省エネルギーに配慮した島内完結型の循環型汚泥処理システムを構築できたことについては、地元密着型の持続可能な循環社会の構築の一步に繋がったのではないかと考える。





ご清聴
ありがとうございました

TECグループ

株式会社 東京設計事務所
Tokyo Engineering Consultants Co., Ltd.

下水道事業における 水素製造・利活用の可能性 -経済的側面から-

株式会社NJS

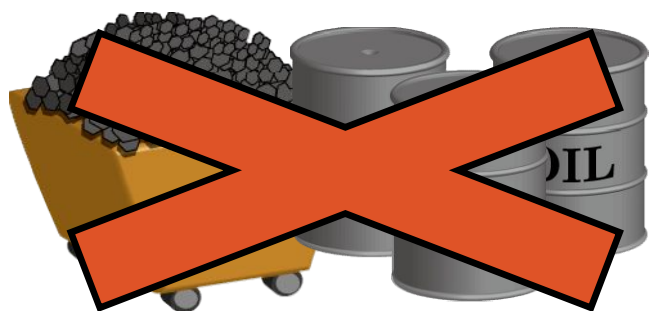
○庄司有理、亀田由季子、森智志

発表内容

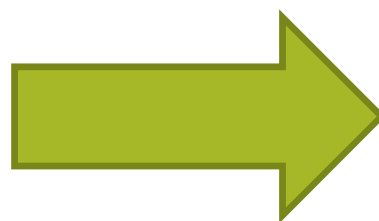
- 本研究の背景
- 本研究の目的
- 検討方法
- 検討結果と考察
- まとめおよび課題

本研究の背景

- エネルギーシフト



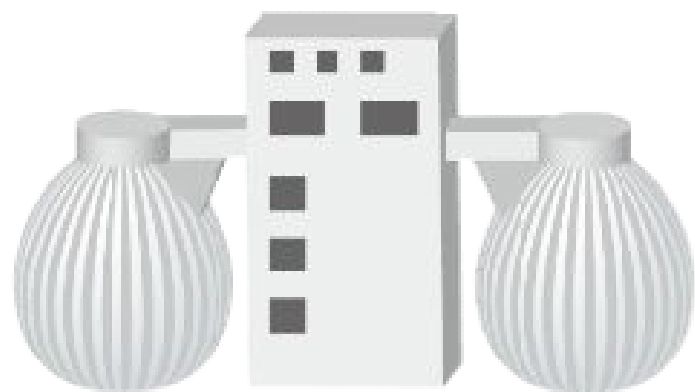
化石燃料由来



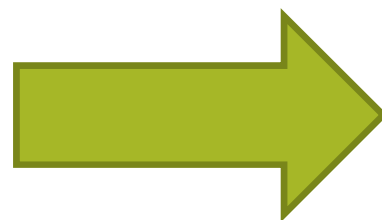
再生可能エネルギー由来

本研究の背景

■ エネルギーシフト

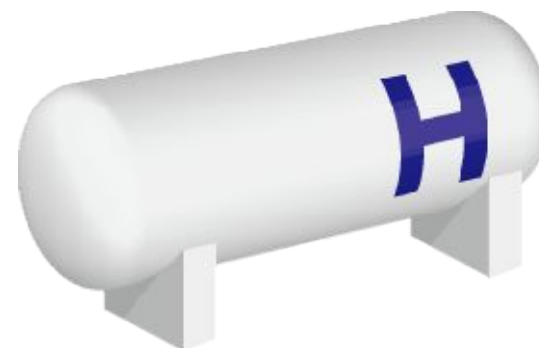


再生可能エネルギー
(下水汚泥バイオマス)



出力調整
可能

長期保存



水素エネルギー

大量貯蔵

本研究の目的



下水処理施設

目的

下水処理施設の処理規模に適した
水素製造・利活用方法の組合せの提示

検討方法

- (1) 検討ケースの設定
- (2) 消化ガスおよび水素製造・供給1Nm³あたりのコストを算定
- (3) 工程別のコストと割合を比較
- (4) 市場価格 同程度 方策検討

※消化工程導入による汚泥処分費の増減は本検討では考慮しない

検討方法

－ 検討ケースの設定 －

【処理場の規模】

- ・大規模
100,000m³/日
- ・中規模
50,000m³/日
- ・小規模
10,000m³/日



【嫌気性 消化工程】

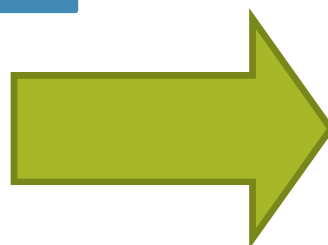
- ・既設
- ・従来型
- ・鋼板製
- ・高効率



水素
製造・
供給

※高効率は中・小規模を前提とした

技術のため大規模ケースから除外とする



検討
ケース

計11ケース

検討方法

－ 検討ケースの設定 －

【費用算定項目】

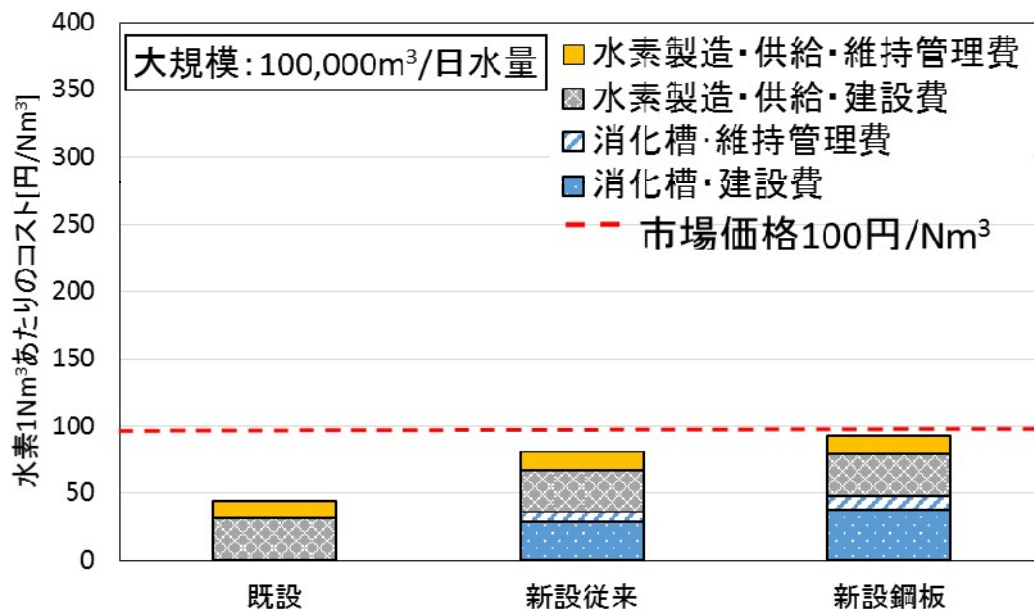
費目	嫌気性消化工程			水素製造・供給設備
	従来型	鋼板製	高効率高温	
建設費	土木建築構造物、機械電気設備	土木構造物、機械電気設備	一式	土木建築構造物、機械電気設備
維持管理費	電力、燃料、薬品、補修、人件費	電力、点検補修	電力、その他	電力、上水、薬品、消耗品、点検補修、人件費

※嫌気性消化工程費用：「下水汚泥エネルギー化ガイドライン-平成27年3月-」より

水素製造・供給設備費用：「B-DASHプロジェクトNo.11 下水バイオガス原料による水素創エネ技術導入ガイドライン（案）」より（CO₂回収を除く）

検討結果と考察

－水素製造・供給コストの算定－

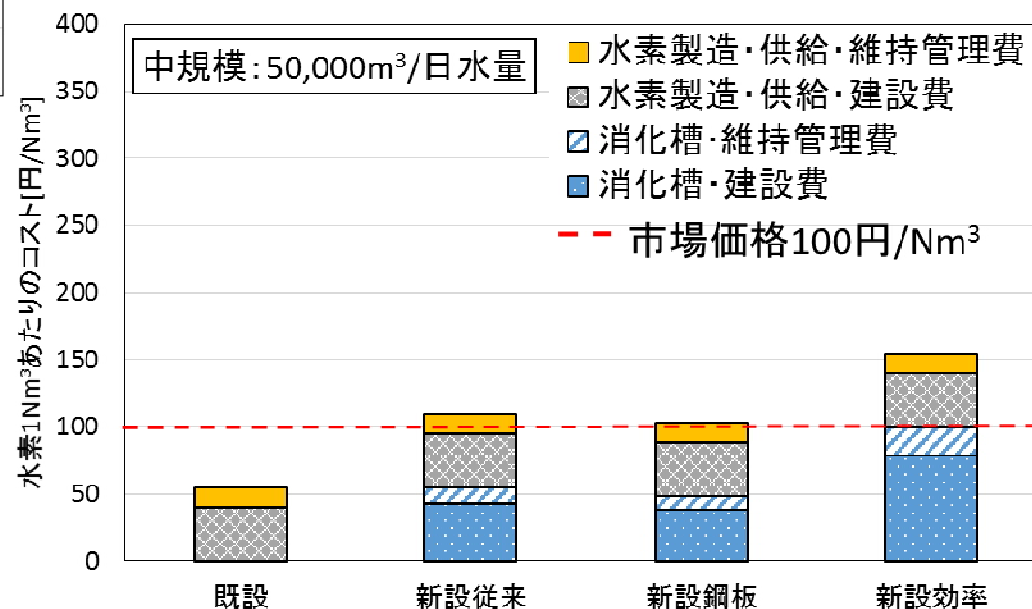


大規模の場合

消化槽を新設する場合でも市場価格100円/Nm³を下回るため導入可能。消化槽は鋼板製よりも従来型の方が安価となる。

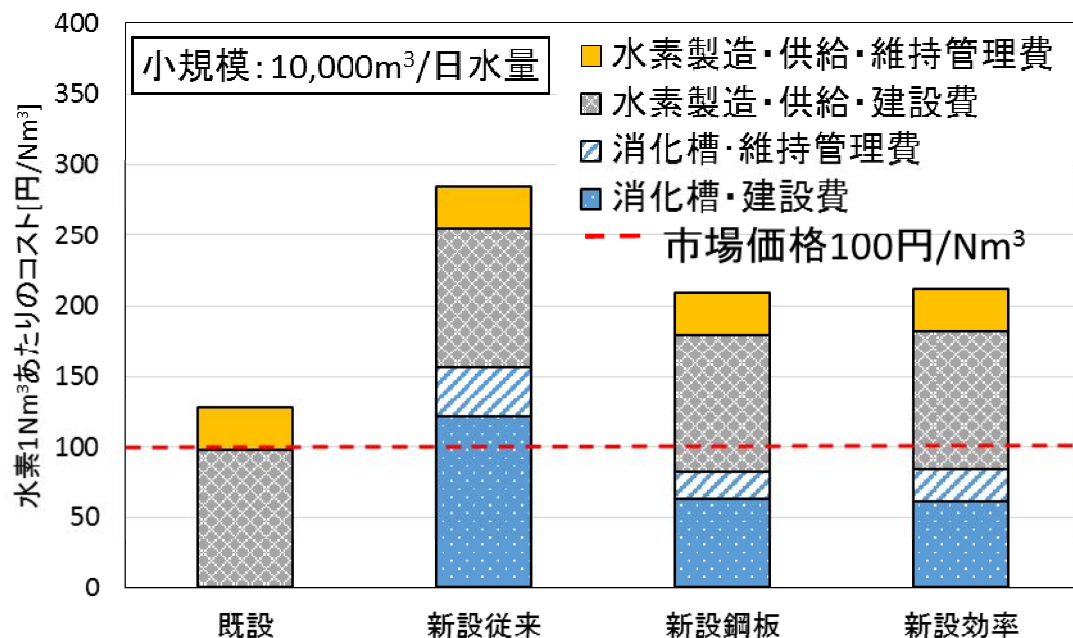
中規模の場合

消化槽がある場合は市場価格100円/Nm³を下回るため導入可能。新設の場合は鋼板製が比較的安価となる。



検討結果と考察

－ 水素製造・供給コストの算定 －



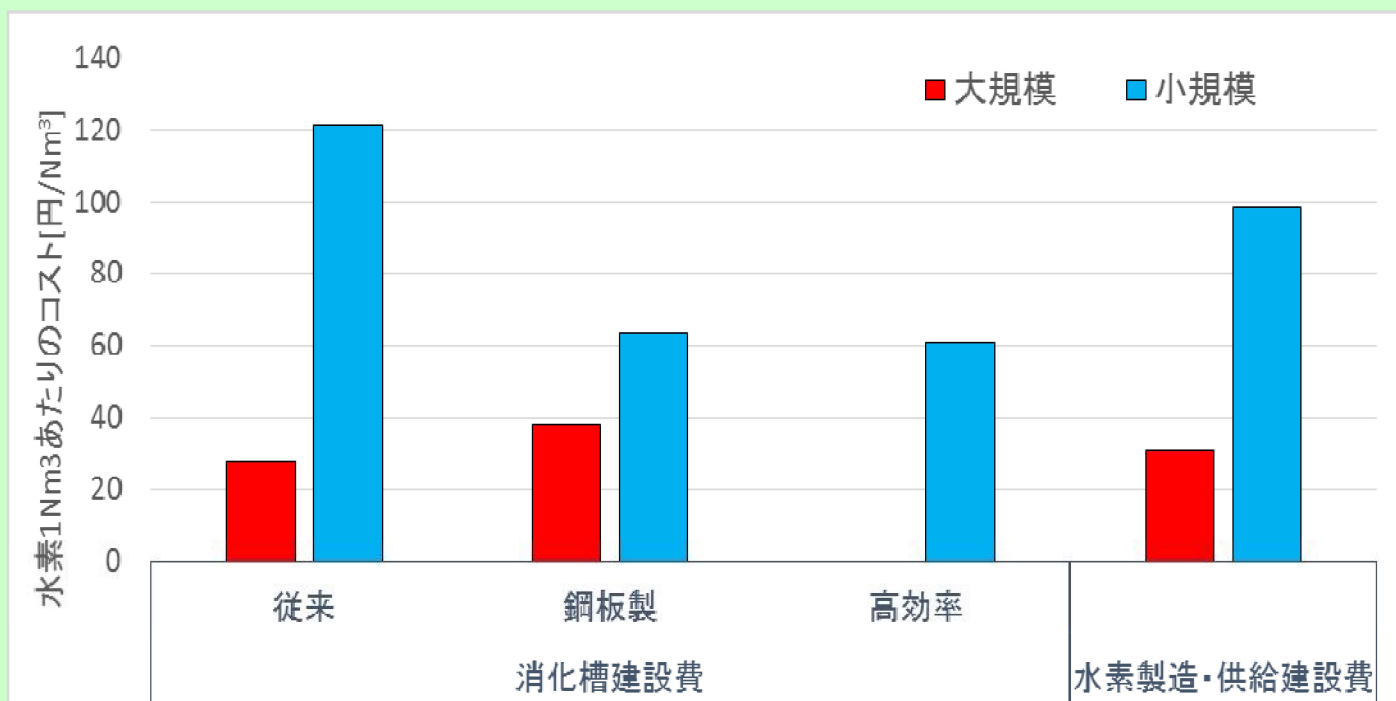
小規模の場合

消化槽の既設の有無に関わらず、市場価格100円/Nm³を上回るため導入は困難。

消化ガス発生量を増加させる

検討結果と考察 **-大・小規模における建設費-**

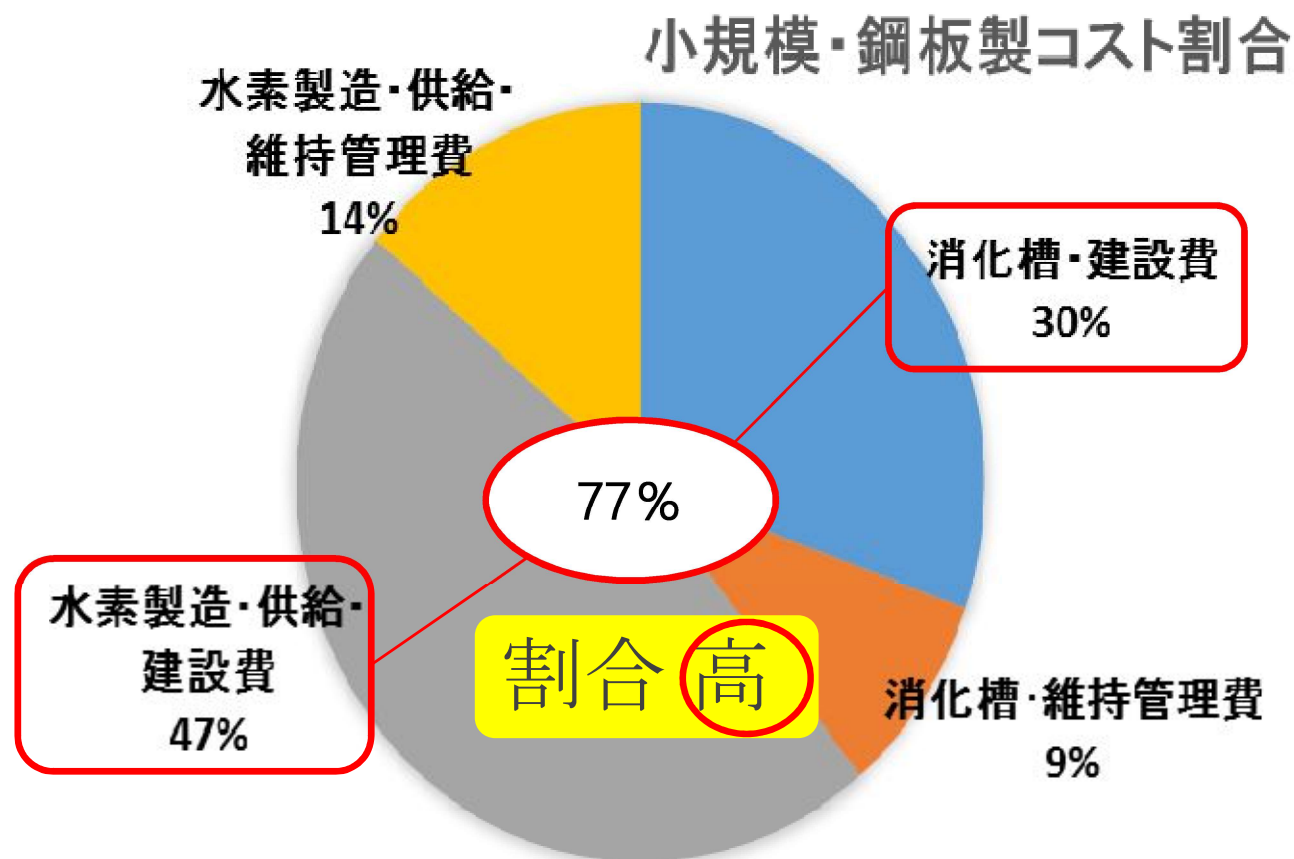
水素1Nm³あたりの建設費用の比較



消化槽は従来型よりも鋼板製の方が大規模と小規模における建設費の差が小さい。

検討結果と考察

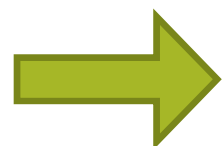
－ 工程別のコスト割合の比較 －



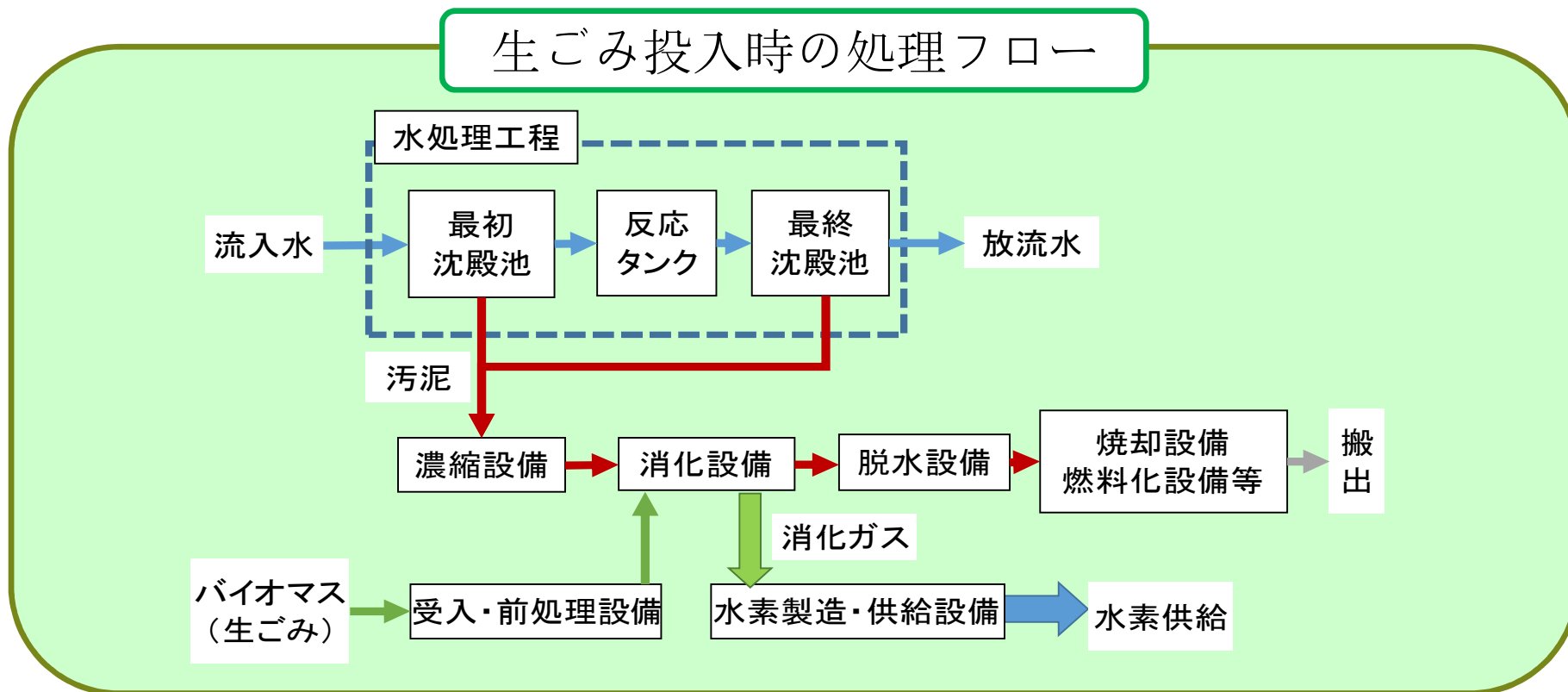
検討結果と考察

－市場価格と同程度とする方策－

消化ガス発生量の増加検討



生ごみ投入により消化ガス発生量（水素製造可能量）を増加させる



検討結果と考察

－市場価格と同程度とする方策－

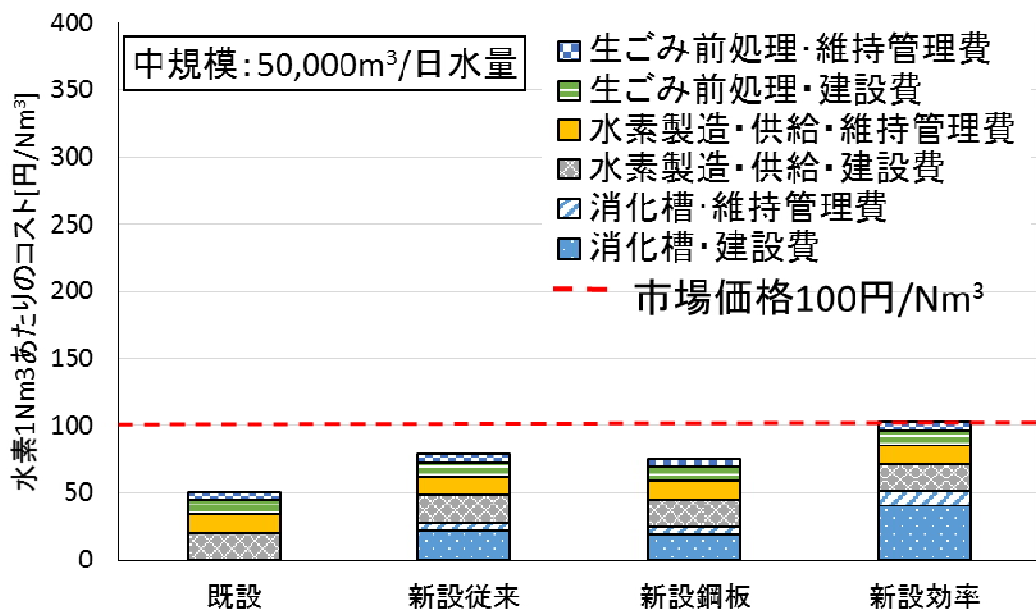
生ごみ投入の有無による水素製造可能量の比較

項目		検討ケース					
		小規模		中規模		大規模	
		下水のみ	生ごみ10%	下水のみ	生ごみ10%	下水のみ	生ごみ10%
日平均汚水量	m ³ /日	10,000		50,000		100,000	
消化ガス発生量	Nm ³ /日	900	1,750	4,480	8,720	8,960	17,300
水素製造可能量	Nm ³ /日	1,080	2,220	5,910	11,620	11,950	23,180
増加倍率	-	2.06		1.97		1.94	

生ごみを汚泥量に対して10%程度投入すると水素製造可能量が約2倍となった。

検討結果と考察

—市場価格と同程度とする方策—

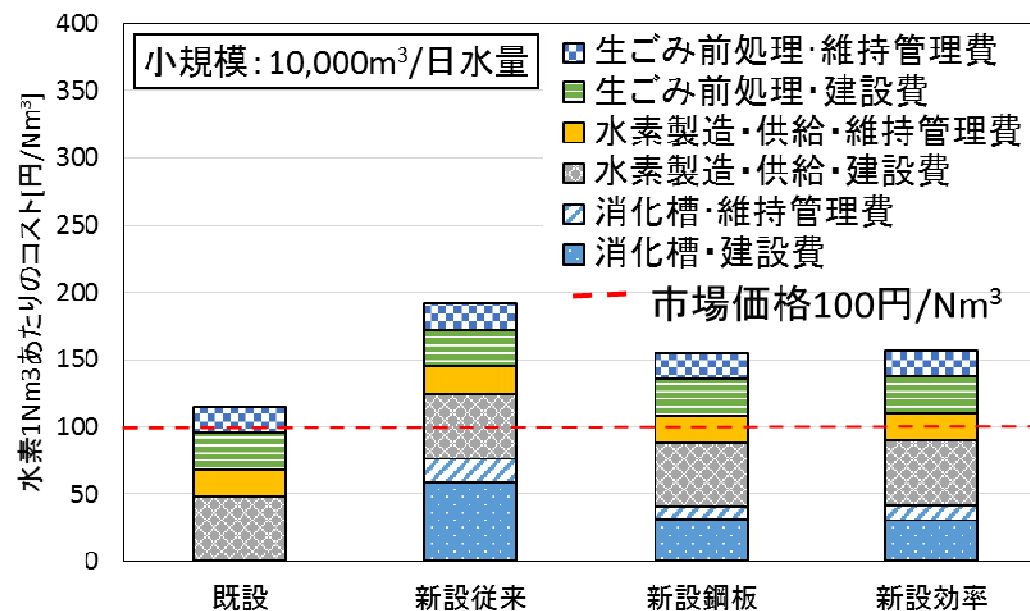


中規模の場合

生ごみ投入により、受入・前処理施設のコストが発生するが、全体的なコスト低減により、市場価格100円/Nm³を下回ることが示された。

小規模の場合

水素製造可能量の増加によりコスト低減が示されたが、市場価格100円/Nm³は上回っている。

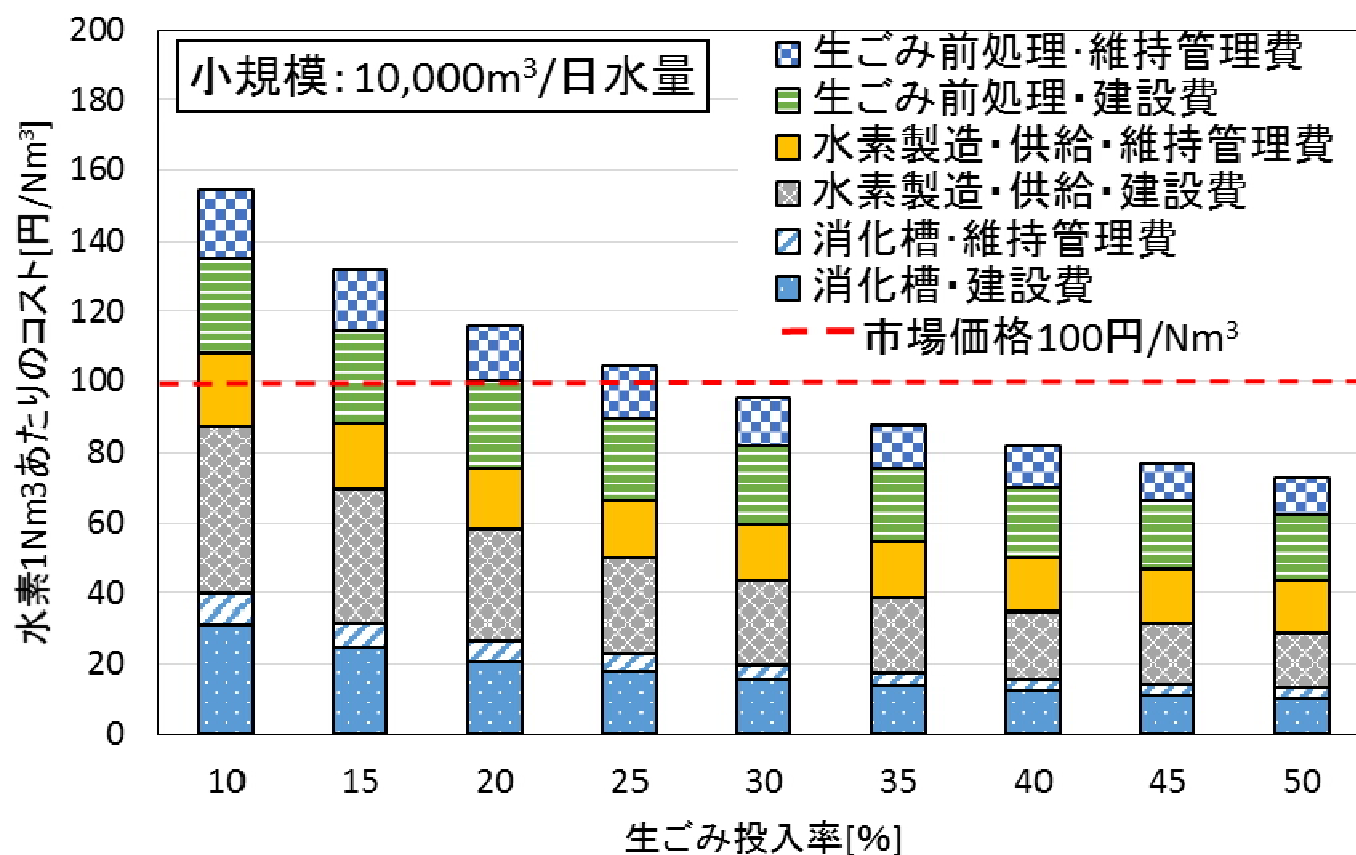


※費用算定項目には生ごみ投入前処理施設の建設・維持管理費を追加

検討結果と考察

—市場価格と同程度とする方策—

生ごみ投入によるコストの変化



生ごみを
30%以上投入すること
で市場価格
100円/Nm³
を下回る。

検討結果と考察 -水処理への影響-

【算定条件】

項目	単位	設定値	
流入水量	m ³ /日	10,000	
濃縮汚泥量	m ³ /日	60	
生ごみ受入	t-wet/日	18	
濃縮汚泥比	%	30	
負荷量原単位 生ごみ由来	T-BOD	kg/t-wet	0.72
	T-N	kg/t-wet	1.44
	T-P	kg/t-wet	0.11
	SS	kg/t-wet	2.59

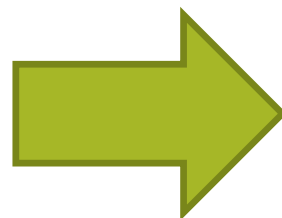
【算定結果】

項目	下水処理施設由来の負荷量		生ごみ由来の負荷量		投入後濃度 mg/l
	濃度 mg/l	負荷量 kg/日	返流水 kg/日	負荷量 kg/日	
T-BOD	200	2000	-	13.0	201
T-N	40	400	47.5	25.9	43
T-P	3	30	16.3	2.0	3
SS	200	2000	397	46.6	204

※生ごみ負荷量原単位: LOTUSプロジェクトでの平均値

水処理への負荷は・・・

B O D : 約0.7%程度
窒素・りん : 約6.5%程度
S S : 約2.5%程度



影響度 **低**

まとめおよび課題 **まとめ**

(1) コスト構成割合

- ・ 建設にかかるコスト割合→約7～8割
- ・ 維持管理にかかるコスト割合→約2～3割

(2) 生ごみ投入によるコスト改善

- ・ 水素製造可能量の増加→1Nm³あたりのコスト低減
- ・ 水処理への影響→低

まとめおよび課題 **—課題—**

(1) 水素供給先の確保

- FCV (燃料電池自動車) による水素需要が低い
→FCバスやFCフォークリフトへの供給

● 生ごみ投入にかかる課題

(1) 投入する生ごみの安定確保

- 下水処理施設が小規模の場合は人口が少なく家庭からの回収は困難
→食品工場や飲食店などの事業系からの回収

(2) 生ごみ投入による処理施設への影響

- 脱水設備や焼却設備への影響データが不十分
→研究データの収集および対策の検討

ご清聴ありがとうございました。

