

# 統計資料等による 生活用原単位の使用目的別分析

**TEC**グループ

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

# 本発表の構成

1. 本考察の背景
2. 検討方法
3. 結果と考察
  - (1) 実績値と推計値の比較
  - (2) 使用目的別推計結果
  - (3) 乖離要因に関する考察
4. 本考察の成果と課題



# 1. 本考察の背景 (1/2)

## 【水需要の動向】

- 一人1日あたり生活用有収水量（生活用原単位）は減少傾向

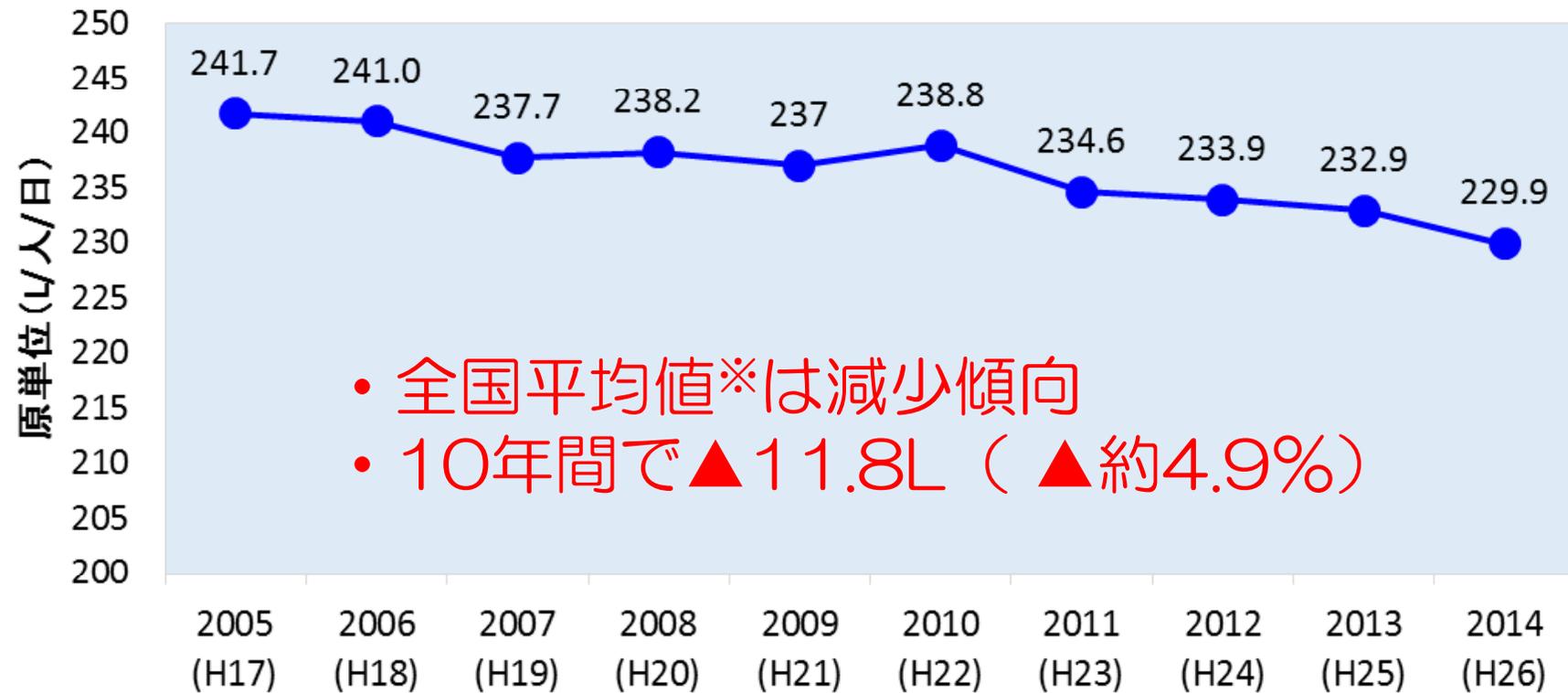


Fig. 実績原単位推移

※全国平均値は水道統計で生活用水量値を公表している事業者の平均値  
生活用原単位（全国値）

$$= (\sum \text{生活用水量 (L) / (人)}) / ((\sum \text{給水人口 (人)} \times \text{年間日数 (日/年)})$$



# 1. 本考察の背景 (2/2)

## 【生活用原単位推計モデルの必要性】

- 今後の生活用原単位の変化には、
  - ✓ 核家族化による世帯構成人員数
  - ✓ 節水機器の普及 等の要因が影響する

① 時系列では表現できないケースがある



- 使用目的別に要因を考慮した推計モデル作成
- 実績と比較し予測精度を検証



# 本手法の活用可能性

- 生活用原単位の使用目的別分析により



☆地域の生活様式に即した原単位の設定

- 生活用原単位の使用目的別モデルにより

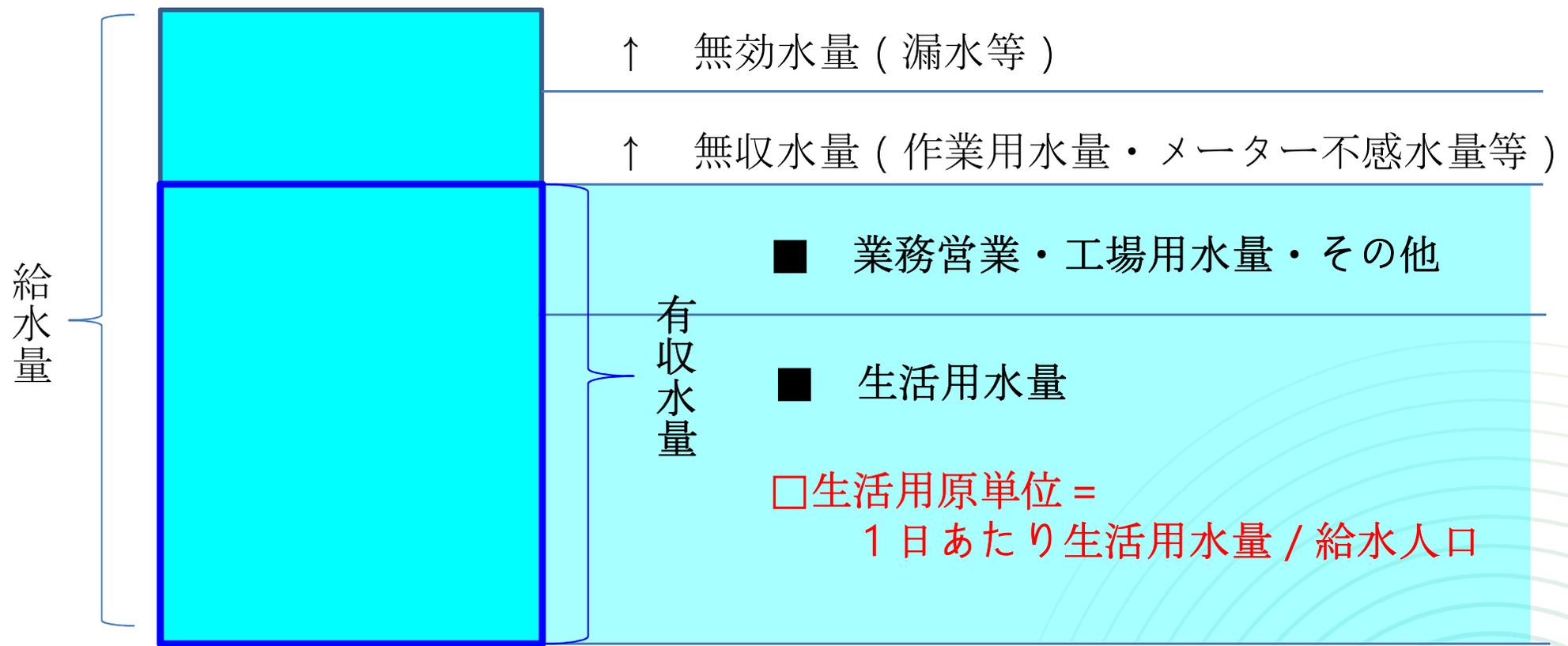


☆要因が時系列的に推移しない場合の水需要予測



# 生活用原単位 とは？

- 一人1日あたりの生活用有収水量



## 2. 検討方法 ～使用目的別モデル作成～

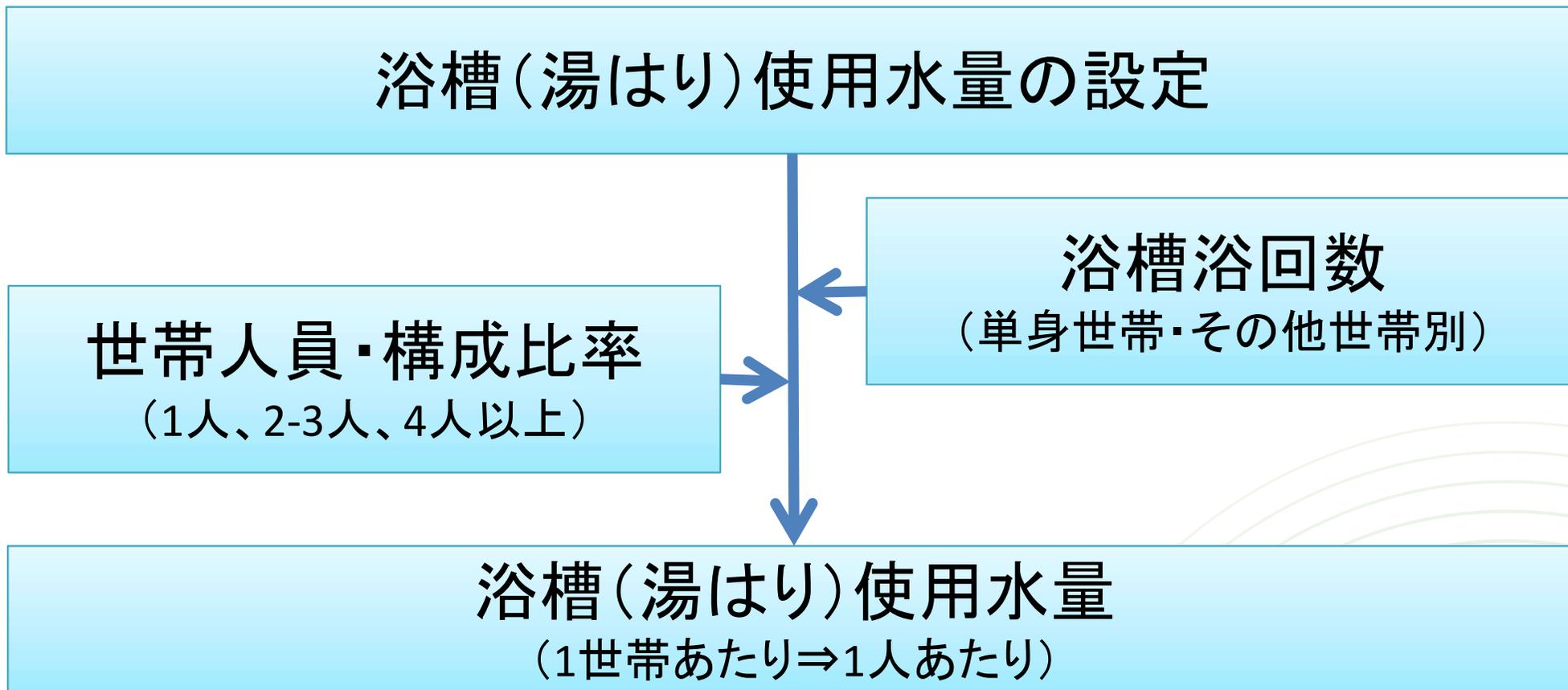
【本考察で想定した使用目的の区分】

用途	内容
飲料	飲用する水
炊事	炊事・調理と食器洗浄（手洗い / 食器洗浄機）
風呂	浴槽への湯はりとシャワー
洗濯	洗濯機の使用水量（種類別普及率考慮）
トイレ	トイレの使用水量（水洗化率、種類別普及率考慮）
洗面	洗面に使用する水
その他（散水など）	散水などに使用する水（単身世帯では見込まず）

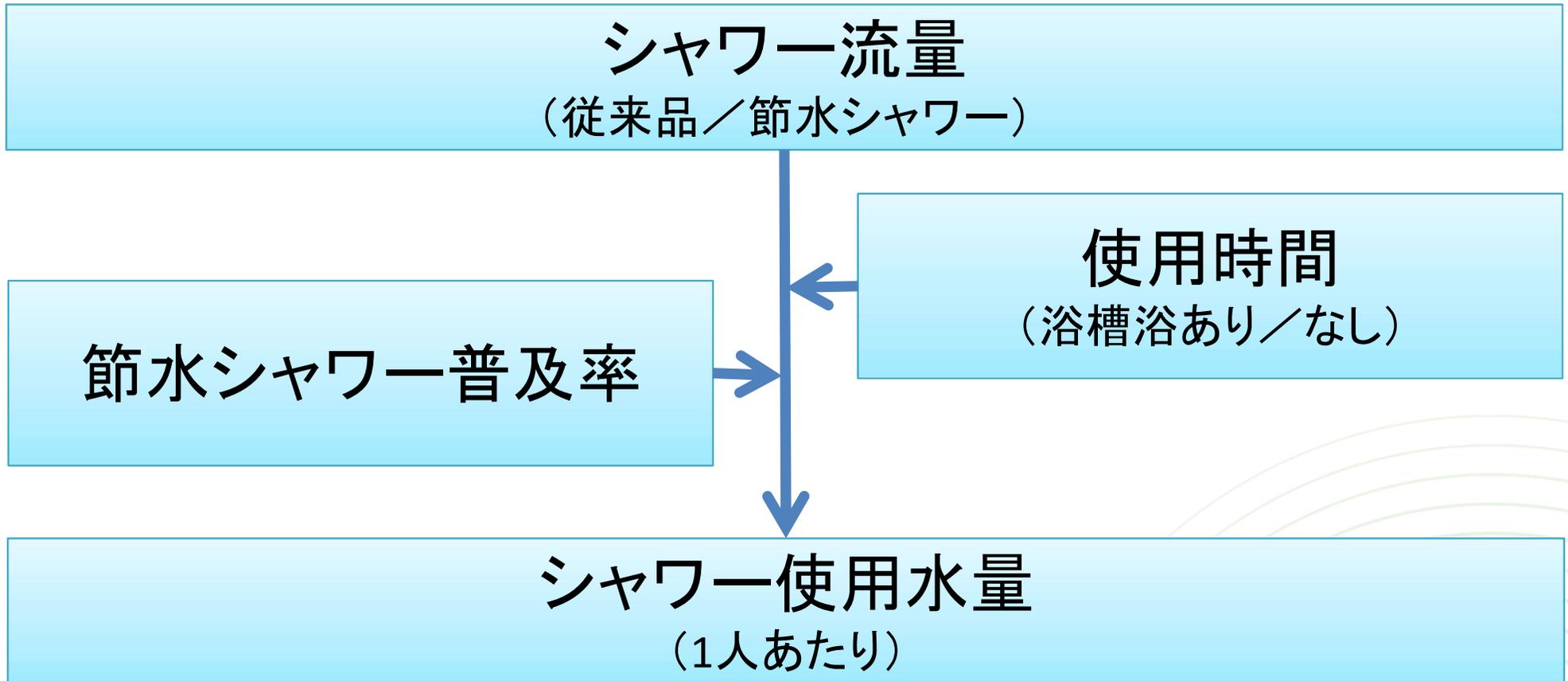


## 2. 検討方法

(例) 風呂／浴槽 (湯はり)



## 2. 検討方法 (例) 風呂／シャワー



# 2. 検討方法

## (例) 風呂 (浴槽+シャワー)

使用目的		項目	単位	(H17)	(H22)	(H26)	
平均世帯人員			人/世帯	2.68	2.59	2.49	
世帯の 構成比 率	世帯人員1人		%	24.6	25.5	27.1	
	世帯人員2-3人		%	47.9	49.9	50.6	
	世帯人員4人以上		%	27.5	24.7	22.3	
風呂	入浴	浴槽注 入	浴槽使用水量	L/世帯/日	152	152	152
			浴槽浴回数(世帯人員1人)	回/日	0.30	0.30	0.30
			浴槽浴回数(世帯人員2人以上)	回/日	0.86	0.86	0.86
			1日使用水量	L/人/日	40.8	42.0	43.1
	シャワー 使用	シャワー入浴時のシャワー使用時間		分/日	13.9	13.9	13.9
		浴槽浴時のシャワー使用時間		分/日	9.5	9.5	9.5
		浴槽浴時のシャワー使用割合		%	72	72	72
		節水シャワー普及率		%	25.4	34.7	40.5
		1分使用水量		L/分	9.5	9.3	9.2
		1日使用水量		L/人/日	83.8	82.4	82.0
原単位			L/人/日	124.6	124.4	125.1	



## 2. 検討方法～飲料・洗面～

### 飲料 単位水量 (2L※と設定)

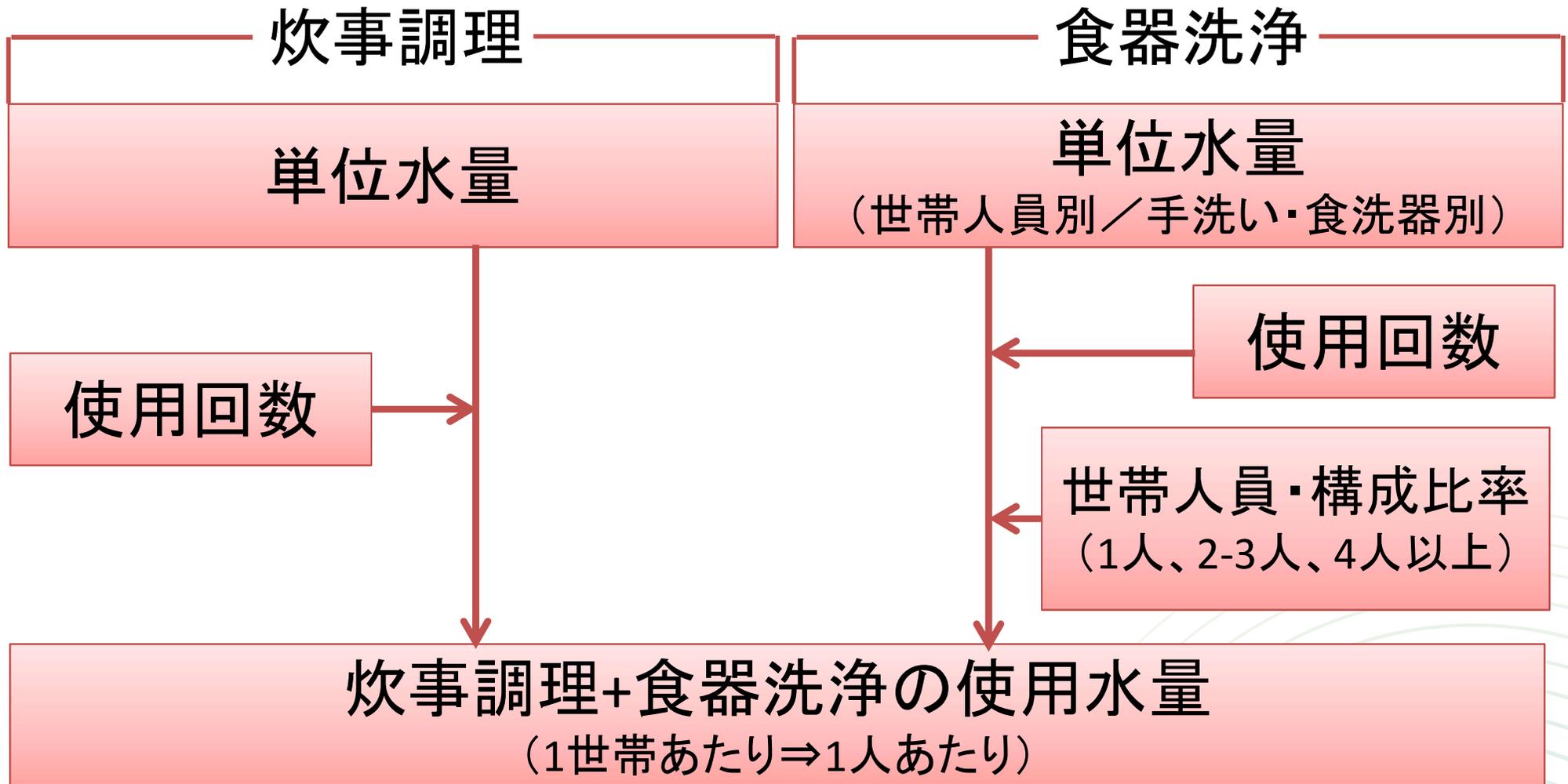
※生命維持に必要な水量(3L)のうち水道水による補給分として仮定

### 洗面 単位水量 (10L/日※と設定)

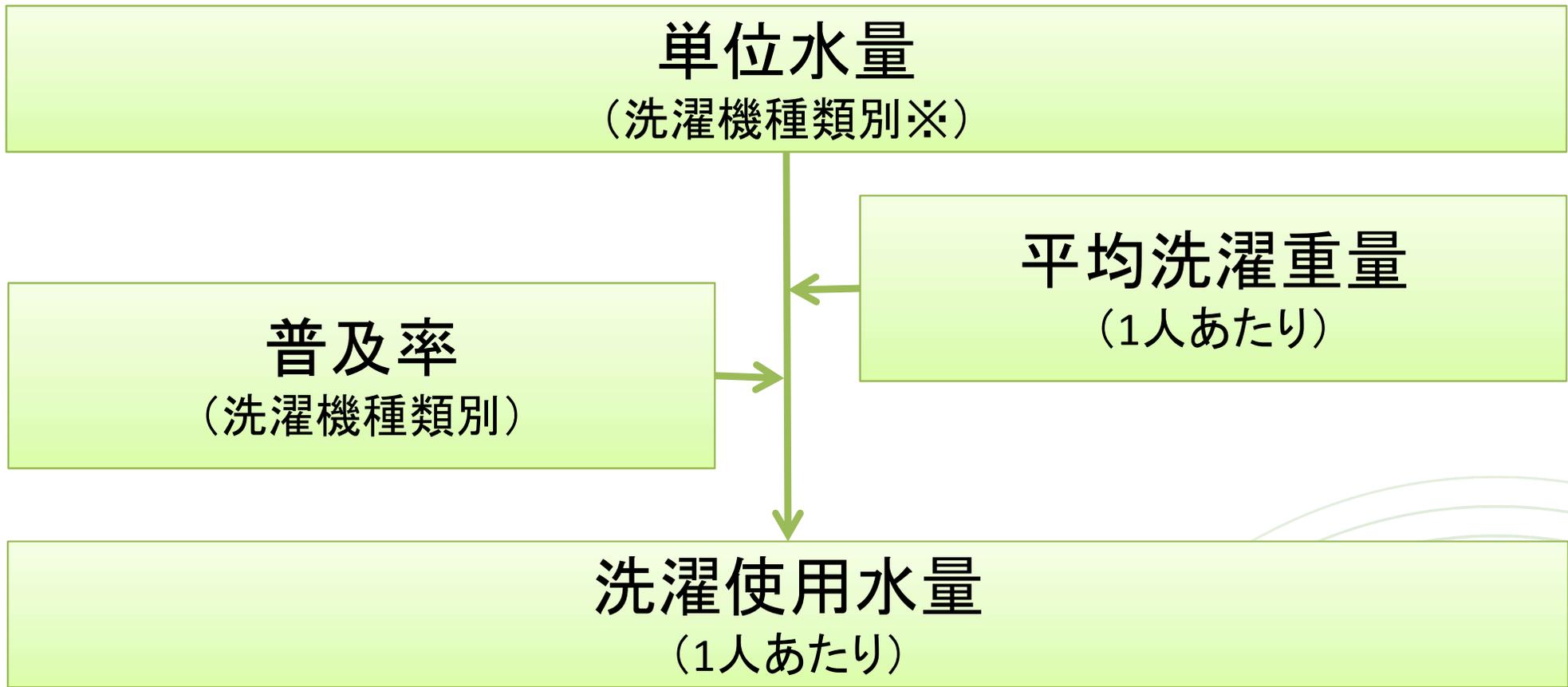
※生命維持に必要な水量(3L)のうち水道水による補給分として仮定



## 2. 検討方法～炊事～



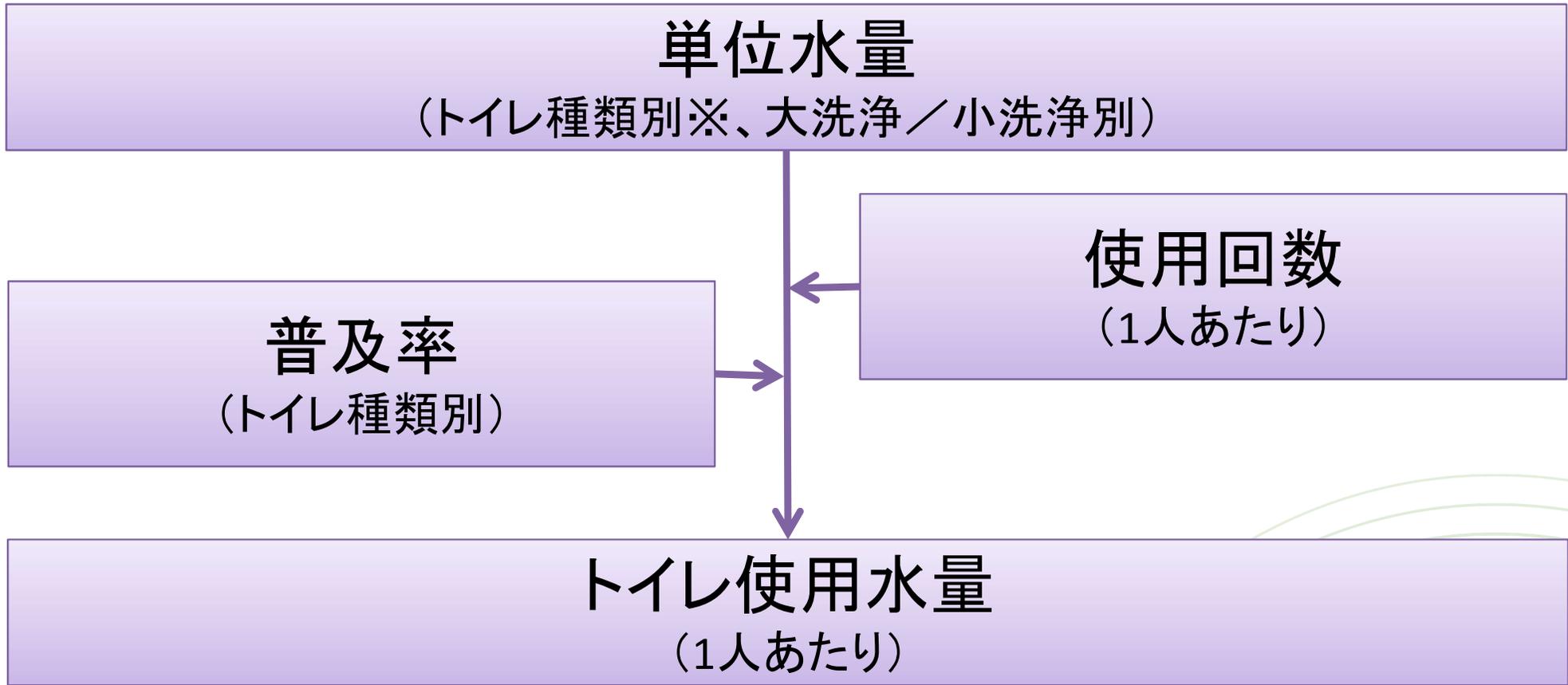
## 2. 検討方法～洗濯～



※縦型洗濯機(乾燥機あり/なし)、ドラム式洗濯乾燥機、2槽式、その他



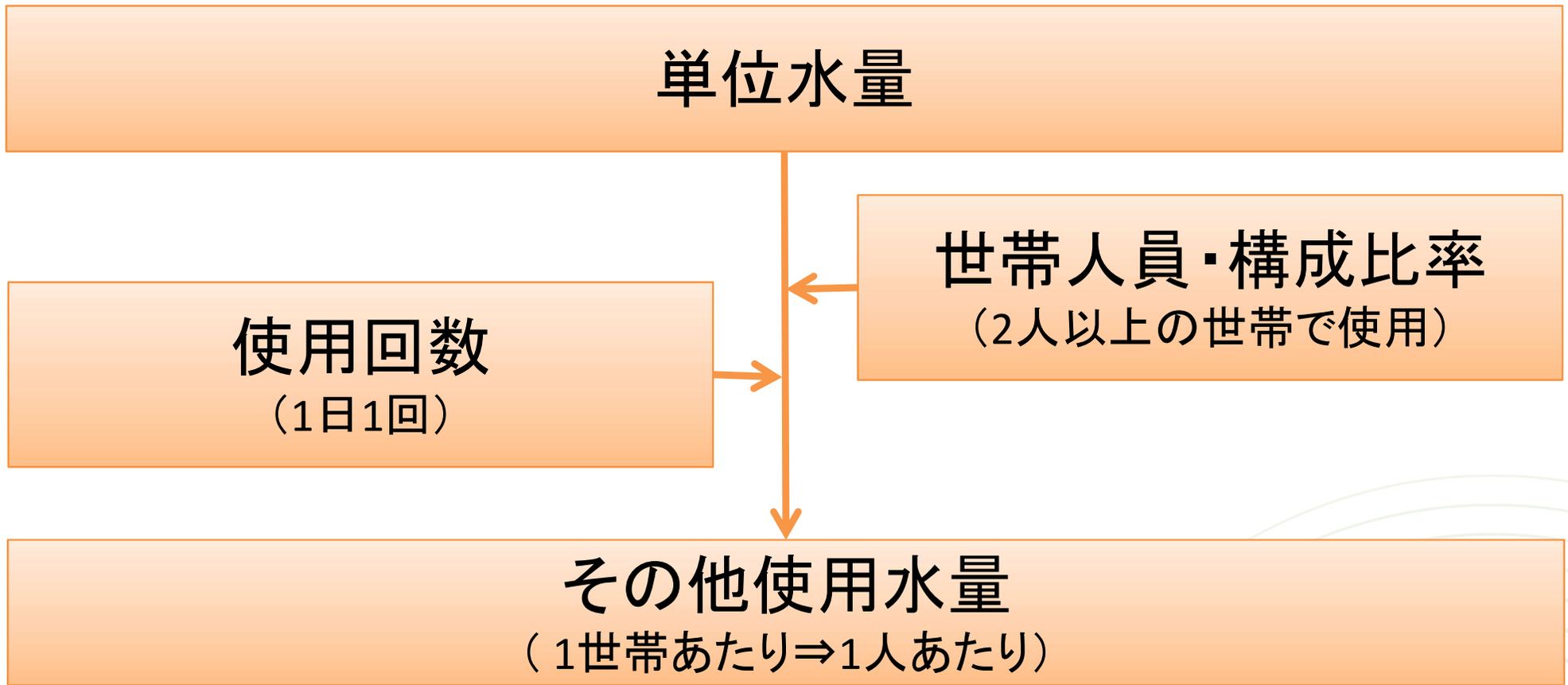
## 2. 検討方法～トイレ～



※13L以上、10L、8L、6L、3L、3L未満、その他



## 2. 検討方法～その他（散水等）～



# 3. 結果と考察

## (1) 実績値と推計値の比較

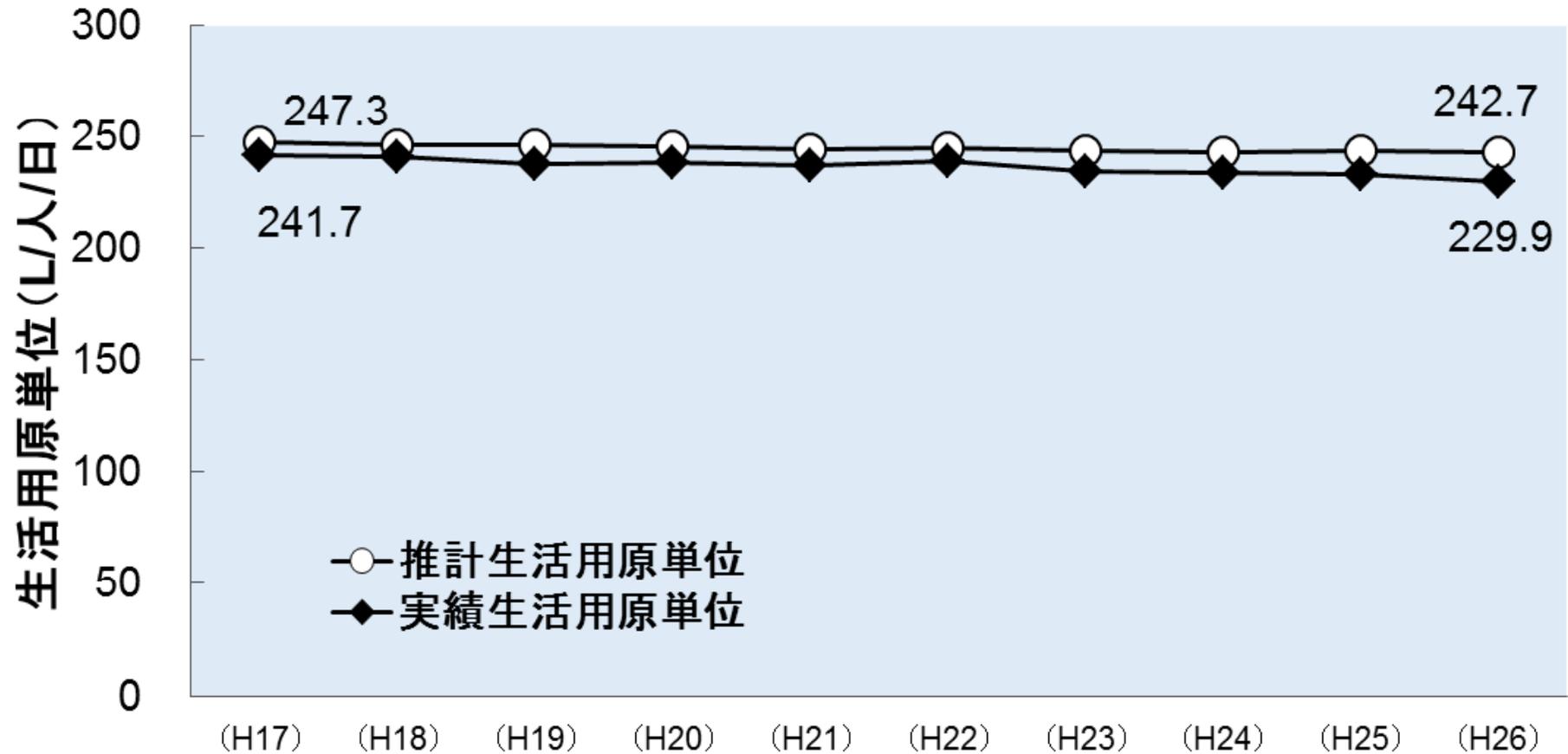


Fig.実績値と推計値の比較



# 3. 結果と考察

## (1) 実績値と推計値の比較

- 実績と同様に減少傾向となったが、**減少率に差**

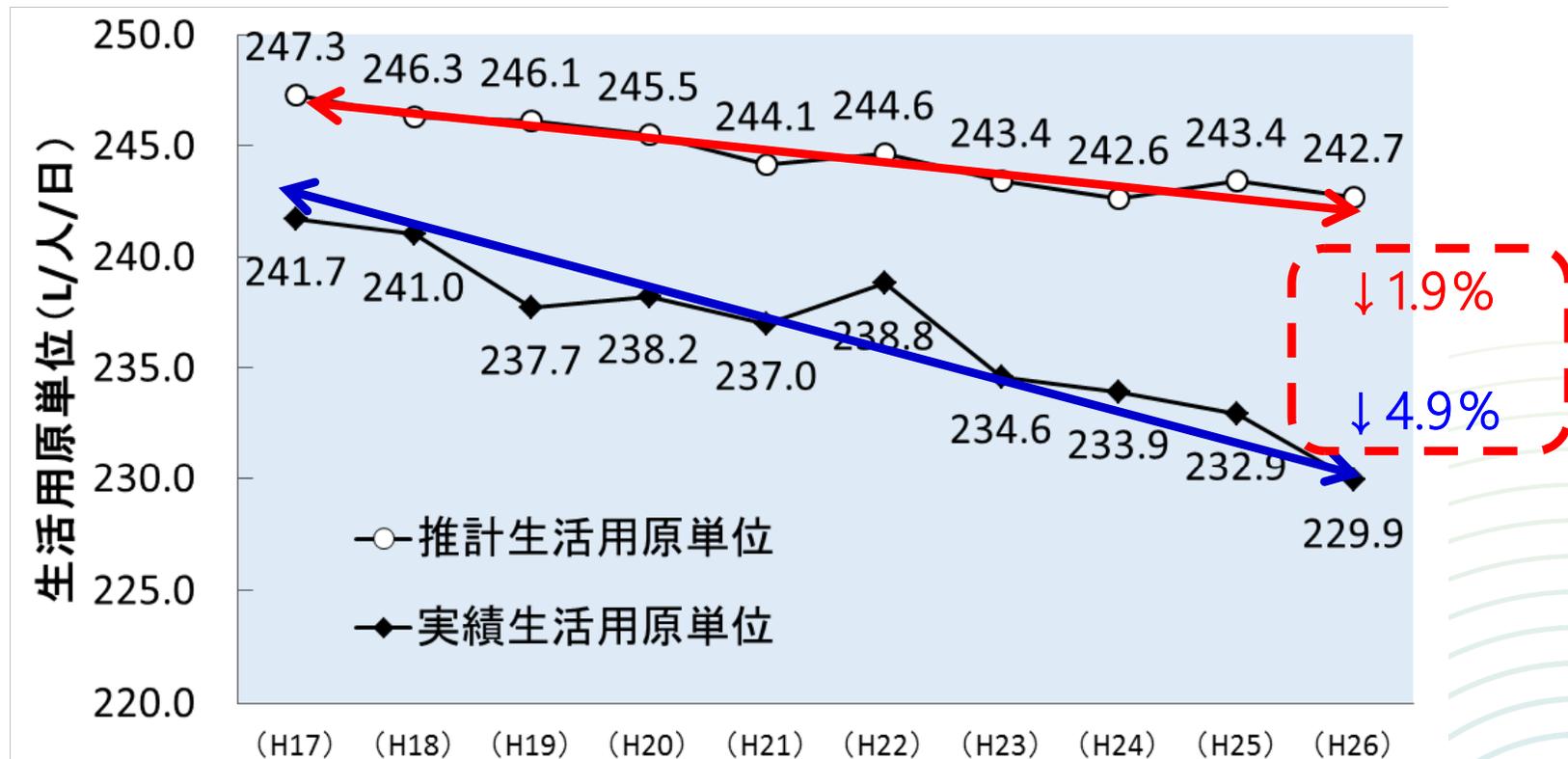
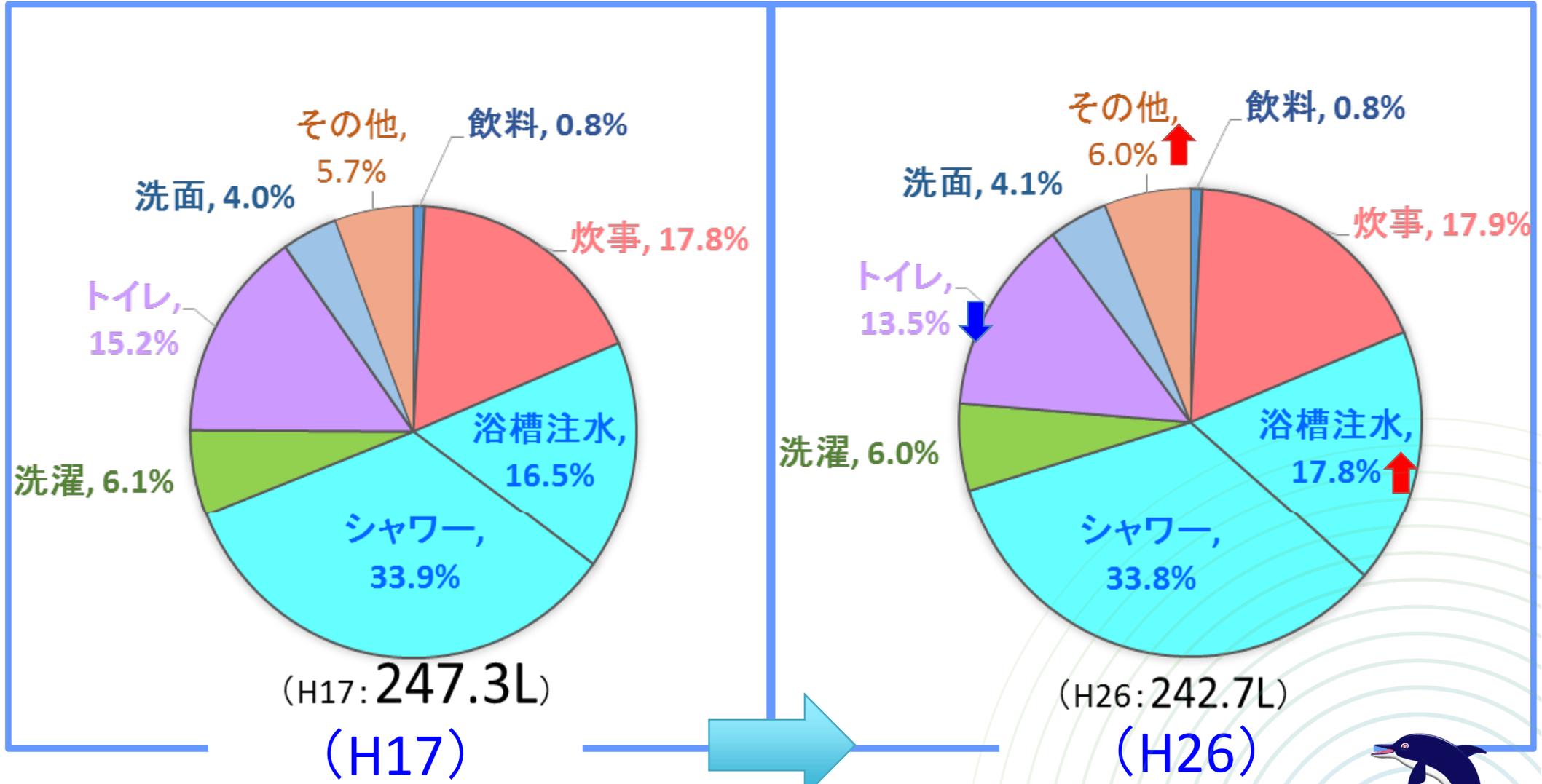


Fig. 推定値と実績値の比較



# 3. 結果と考察

## (2) 使用目的別推計結果



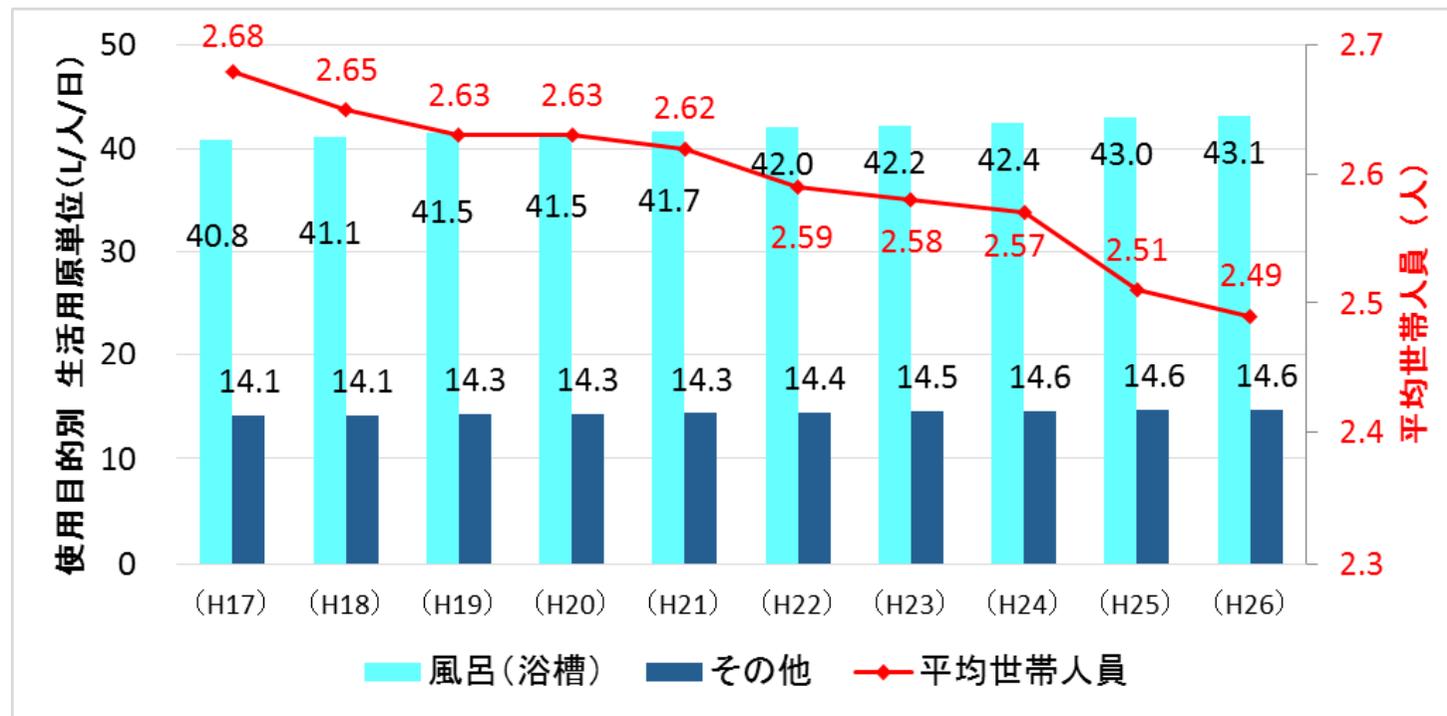
# 3. 結果と考察

## (3) 乖離要因に関する考察

- 世帯当たりの水量として推計すると増加傾向



平均世帯人員減少傾向の影響



# 3. 結果と考察

## (3) 乖離要因に関する考察 (つづき)

- 単位使用水量は文献値等から設定
- 水使用行動の変化は組み込んでいない  
(こまめに蛇口を閉める等)
- 洗濯時の風呂水使用について組み込んでいない
- 高齢者率等の世帯条件について組み込んでいない



これら等の要因が実績に影響している可能性



# 4. 本考察の成果と課題

## 【成果】

- 文献や実績データ等を用いて、生活用原単位の使用目的別推計モデルを作成した

## 【課題】

- 実績値との乖離あり（実績より減少率が小さい）  
⇒さらなる**精度向上**が必要



## 4. 本考察の成果と課題

### 【今後の取組み】

#### <水使用実態把握>

- アンケート調査等による使用目的別水量把握
- 水使用実態調査による使用目的別水量把握

#### <水需要予測への適用>

- 本モデルによる将来水需要予測





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.

# アセットマネジメントの活用による 水道事業経営戦略 立案支援事例

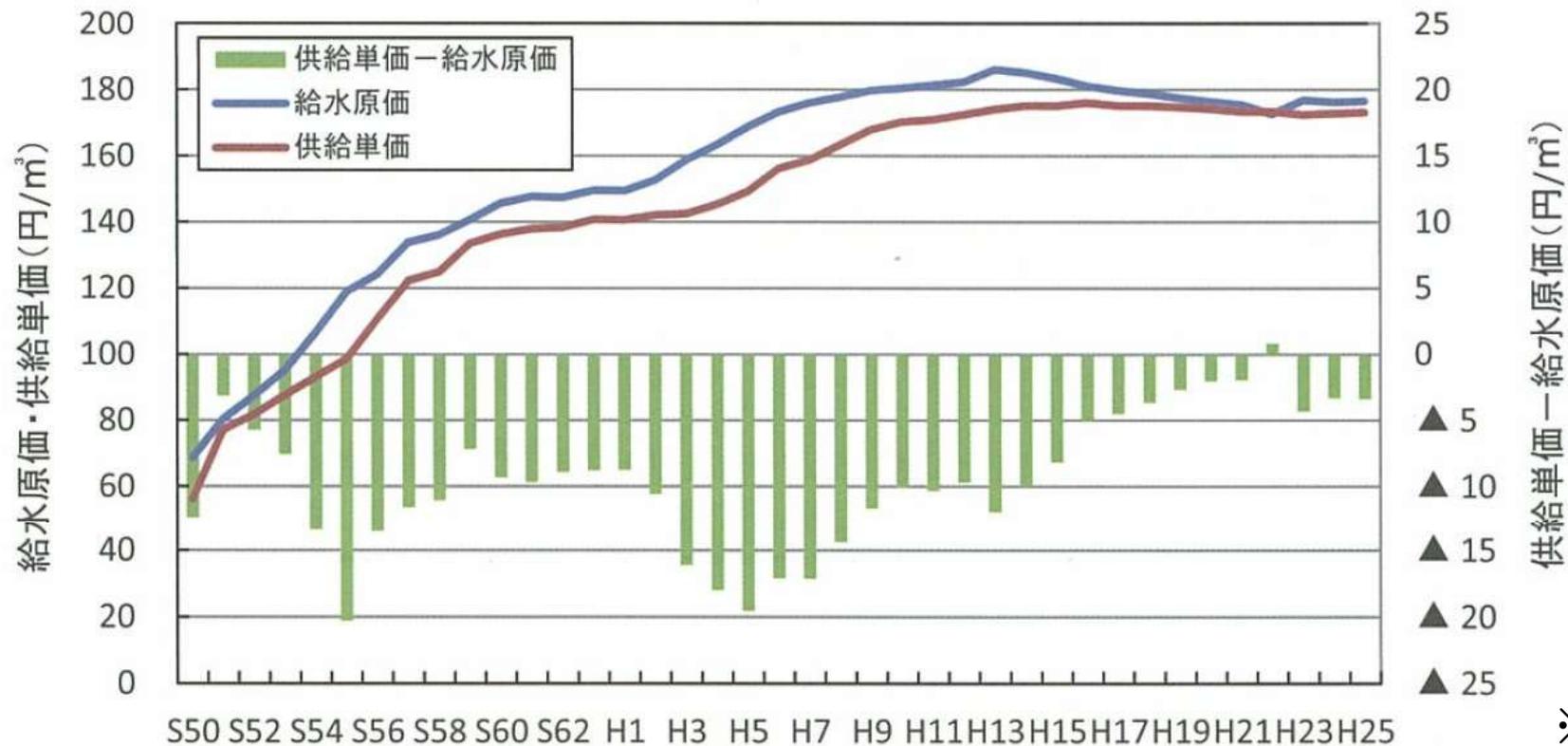
日本水工設計  
東京支社水道部 設計二課  
本田和愛

# 1. はじめに

## ・独立採算制の原則は守られているか？

給水原価は供給原価を常に上回っており、減価償却費の留保が不十分！

給水原価及び供給単価の推移



※全国平均値

『水道料金改定業務の手引』(H29.3)より抜粋

給水原価：年間の有収水量1m<sup>3</sup>あたりの生産に発生する費用

供給単価：年間の有収水量1m<sup>3</sup>あたりに得ている収益

# 1. はじめに

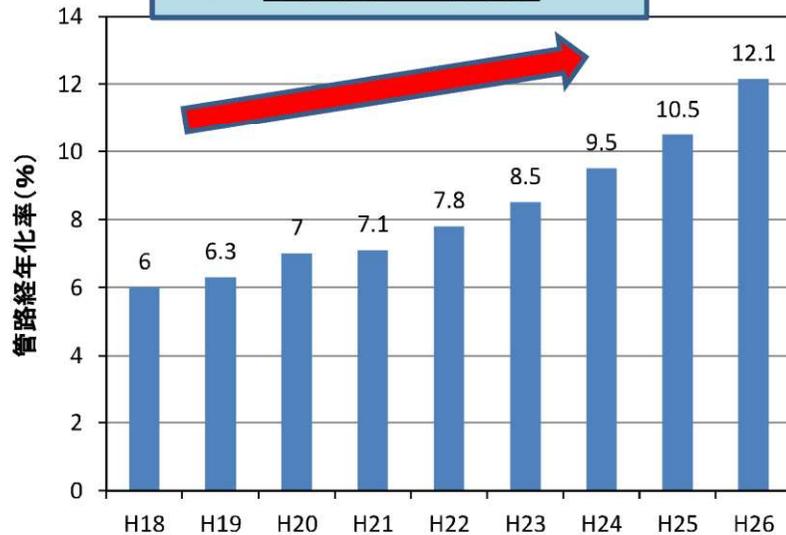
## ・ 管路の老朽化の進行と管路更新の低迷

低廉な水道料金 <= バランスが崩れつつある? => 良質な給水サービス

管路経年化率(%)

$\frac{\text{法定耐用年数を超えた管路延長}}{\text{管路総延長}} \times 100$

○年々、経年化率が上昇。  
→ **老朽化が進行**

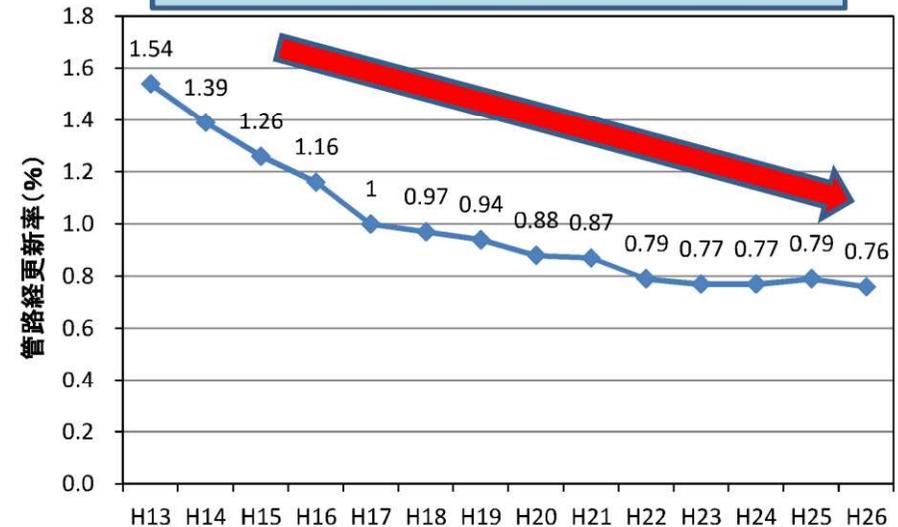


H26年度	厚生労働大臣認可	都道府県知事認可	全国平均
管路経年化率	13.7%	8.9%	12.1%
更新率	0.83%	0.60%	0.76%

管路更新率(%)

$\frac{\text{更新された管路延長}}{\text{管路総延長}} \times 100$

○年々、更新率が低下し、近年は横ばい。  
→ **管路更新が進んでいない**



○H26年度の管路更新率0.76%から単純に計算すると、  
**全ての管路を更新するのに約130年かかると想定される。**

出典：水道統計 16

# 1. はじめに

- **新水道ビジョン（厚労省 H25.3）**

3つの**戦略的アプローチ**による基本的な取り組みの策定と目標設定を必須としている。

- 1) 安全：水安全計画
- 2) 強靱：耐震化計画
- 3) **持続：アセットマネジメント**

- **公営企業の経営にあたっての留意事項について（総務省 通知 H26.8）**

経営健全化に向けた取り組みの一環として、

**施設・設備投資**の見通し（投資試算）と**財源**の見通し（財源試算）を**均衡**させた**収支計画**を策定することを全国の水道事業者に求める。

- **水道法改正案 第22条の4（厚労省 H27.2）**

水道事業者は、厚生労働省令で定めるところにより、

水道施設の更新に要する費用を含むその事業にかかる

**収支の見通し**を作成し、これを公表するよう努めなければならない。

## 2. 水道事業の概要

### ① 水道事業の概要

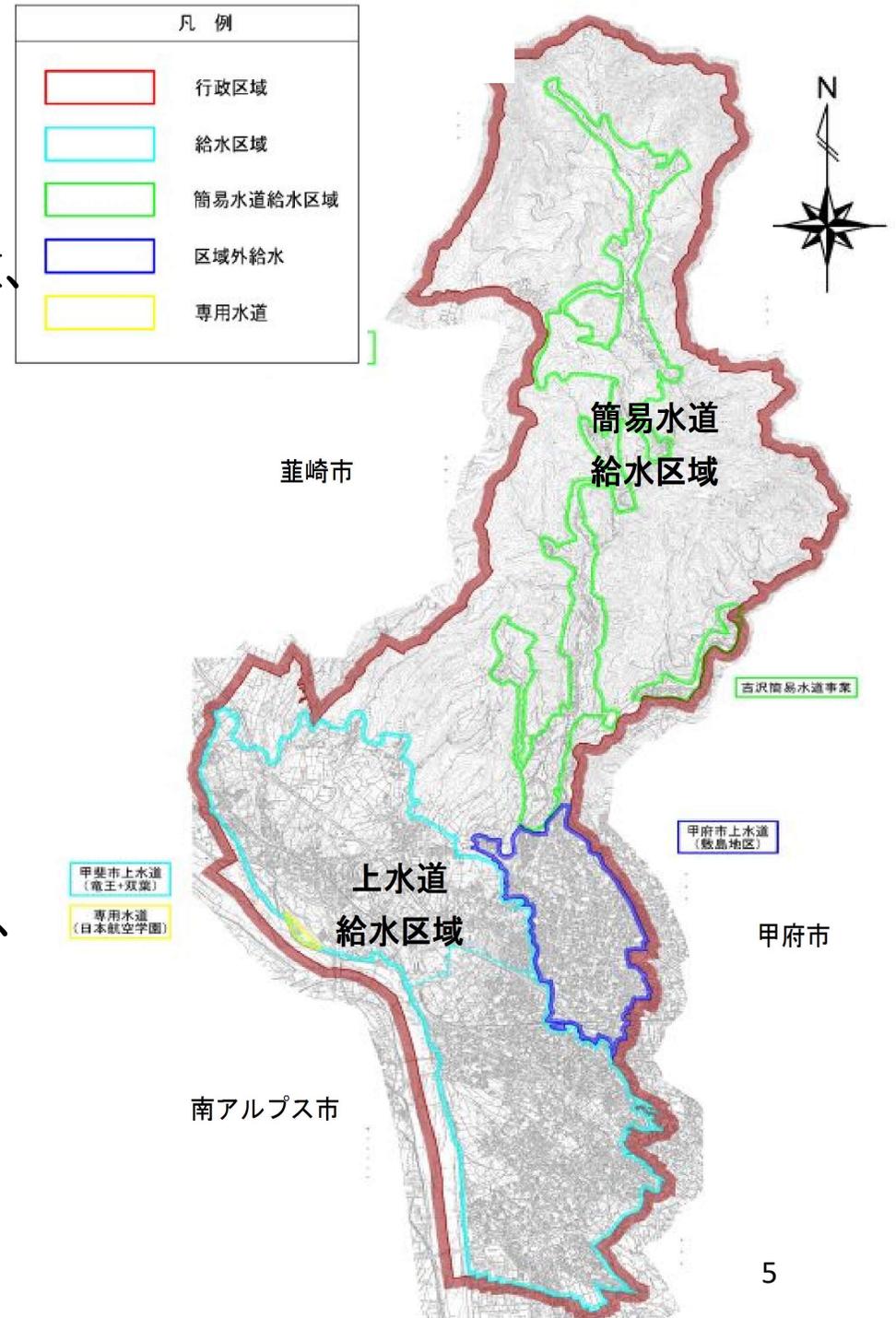
- 昭和31年の給水開始依頼、段階的に拡張事業をすすめてきた。
- 平成16年の3町合併により給水区域は拡大、上水道事業は27年度に統合。
- 簡易水道事業は、統合準備をすすめているが、実質的な統合は未定。

### ② 事業改善の取り組み状況

- 事務事業の見直しや外部委託の活用などによる**職員数の削減**、**経営の合理化・効率化**によるコスト削減を行ってきた。

### ③ 今後の事業課題

- 水道事業ビジョン、耐震診断は実施済みで、今後は施設の老朽化に対し、**更新**を進めて行く必要がある。
- 給水収益の大幅な落ち込みにより、**経営環境は悪化傾向**。



### 3. 業務の位置づけ

#### ・ X市水道局での対応

H27：水道事業ビジョン・・・・・・・・・・料金改定への布石

- ・ 料金改定検討の施策化
- ・ AMの施策化

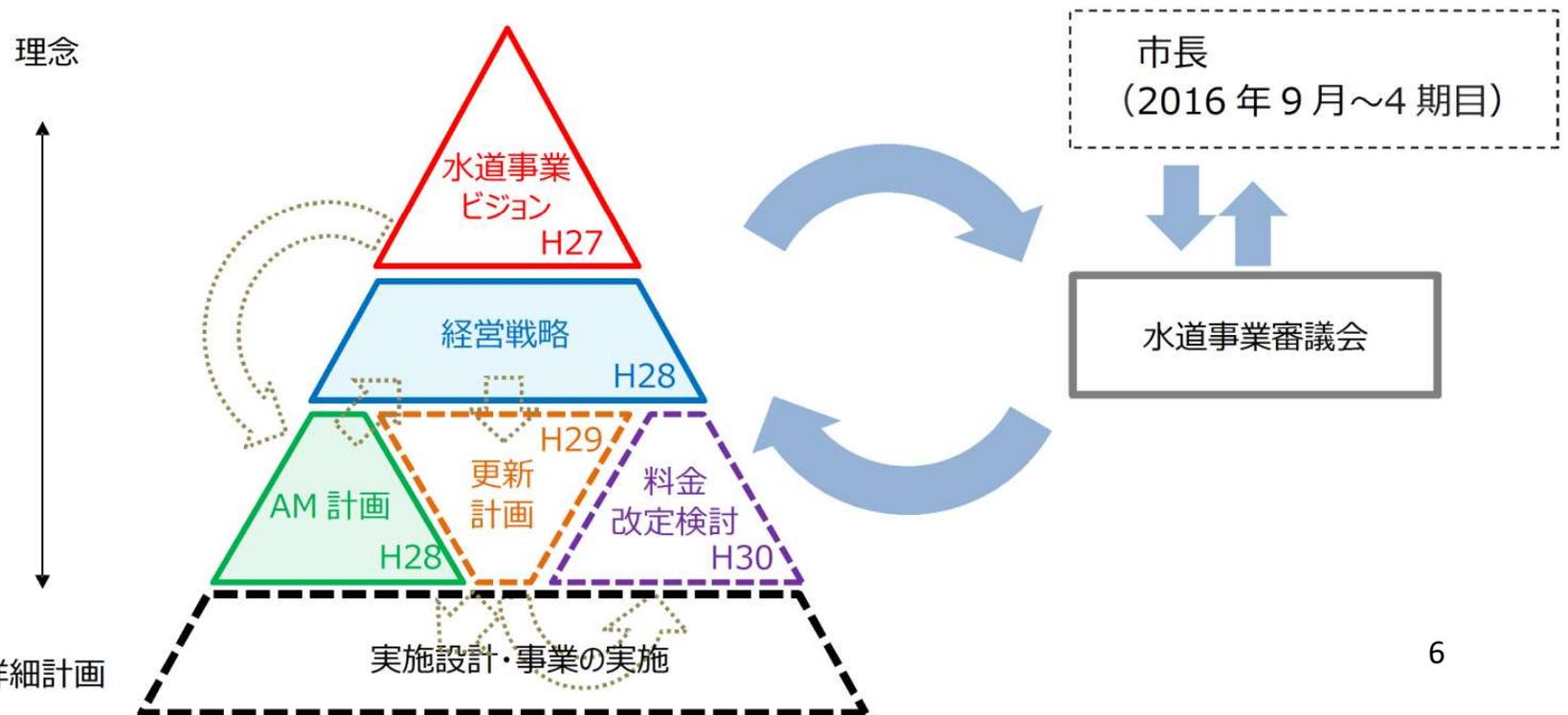
H28：AM&経営戦略&水道事業審議会・・・・財源確保の必要性の共有

- ・ 料金改定に向けた基本方針の決定

H29：管路更新計画の策定&適正料金検討・・・・財源確保にむけた詳細検討

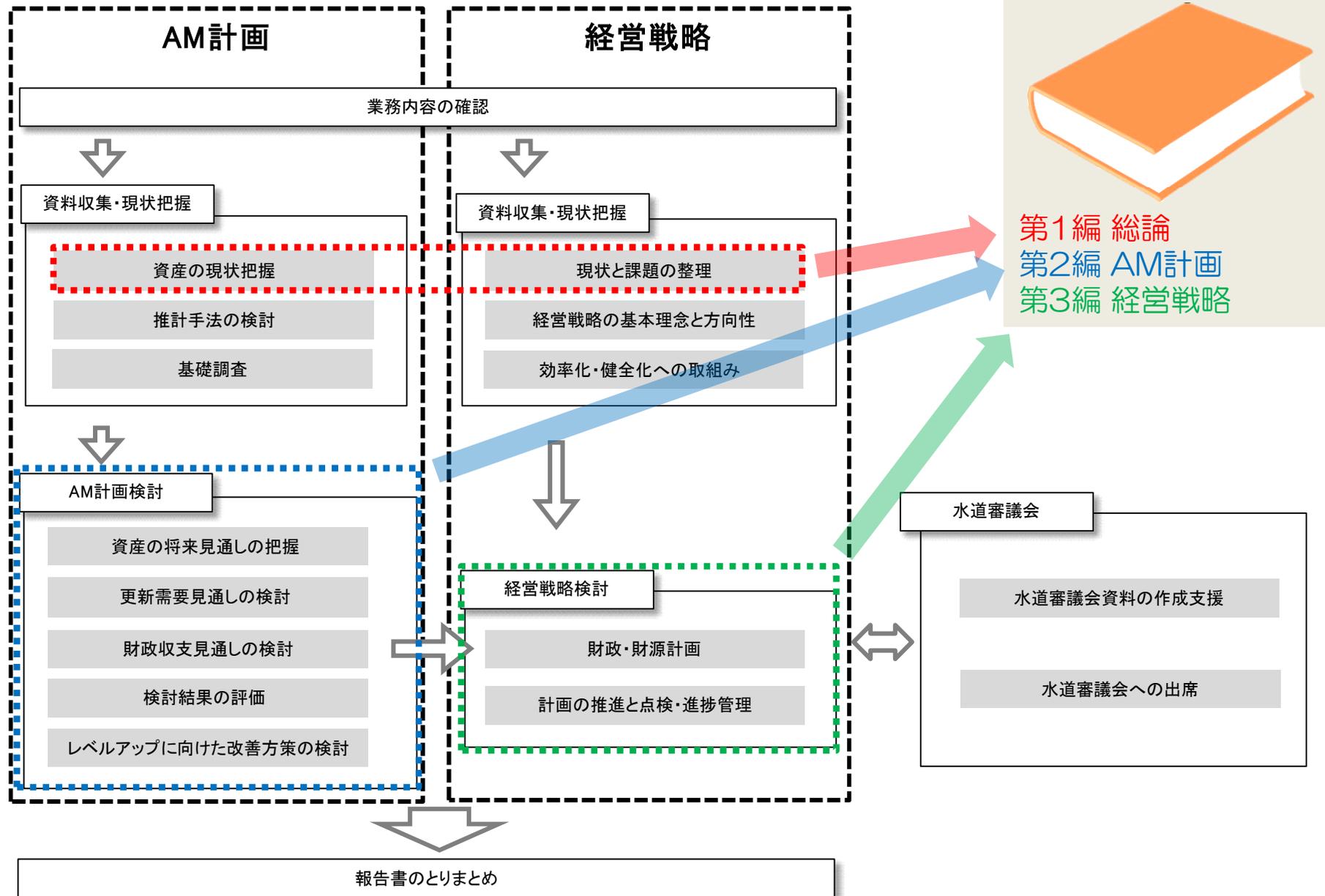
- ・ 事業の見直しと水道料金改定案の作成

H30：料金改定のための水道事業審議会・・・・料金改定



# 4. 業務工程フロー

## ・業務フロー



# 5. 現状把握(更新需要の主要課題と対処方針)

## ②施設の状況と将来見通し

### ✓資産構成

- ・資産の構成割合と標準的な更新サイクルから注目すべき施設を把握

### ✓管路への投資状況

- ・管種別・口径別に年度毎の整備延長を整理
  - ・整備実績から更新工事に充てられる事業規模を把握
- 耐震化が必要となる塩ビ管（TS継手）が48%あり、更新基準の見直し効果は薄い

### ✓土木・建築への投資状況

- ・概要把握と資産構成を踏まえ、配水池の投資に着目
  - ・小規模配水池（19）が多いことから、配水池の総有効容量を建設年度で整理
- 当面（計画期間10年）、過大な更新需要は発生しない

### ✓機械・電気設備への投資状況

- ・2003年以降配水場の整備がないため、その後の更新需要実績に注目
  - ・機電設備の更新実績を下記から分析
    - ・法定耐用年数超過設備率（一般的なPI）
    - ・法定耐用年数超過平均年数（新たに設けたPI）※適切に更新している事を表現するため
- 既に更新需要は発生しており、今後も更新対応を継続

# 5. 現状把握(更新需要の主要課題と対処方針)

## ①財政状況の実績と将来見通し

### ✓水道料金

- ・ 1) 全国比較、2) 県内比較、3) 県内の料金改定動向  
→短期的に類似事業体の全国平均レベルに料金値上げする方向性を比較案とする

### ✓企業債

- ・ 1) 企業債残高の推移、2) 起債状況の把握  
→可能な限り、起債に頼らない方向で財源確保を図る

### ✓内部留保

- ・ 内部留保の推移(給水収益との関連付け)の把握  
→内部留保の回復が喫緊の課題

### ✓収益的収支・給水収益

- ・ 減少傾向の把握

### ✓経常収支比率

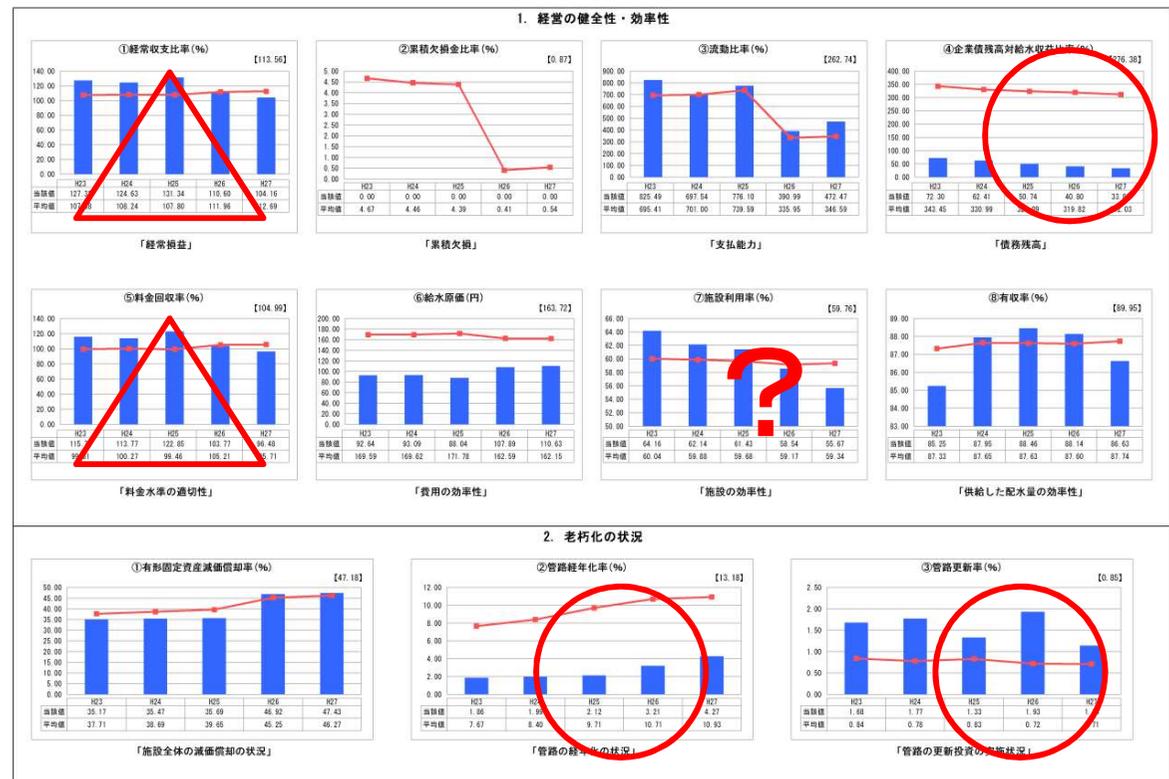
- ・ 経営の健全性の推移の把握

### ✓料金回収率

- ・ 料金回収率の推移の把握

### ✓資本的収支

- ・ 不足額の補填源の把握



※ 平成23年度から平成25年度における各指標の類似団体平均値は、当時の事業数を基に算出していますが、管路経年率及び管路更新率については、平成26年度の実績を基に類似団体平均値を算出しています。

## 6. AM計画

①資産健全度の推移



②更新需要の把握（更新基準：法定耐用年数）



③財政収支の把握（料金据置）☆収支ギャップの発生①



④財政収支の見直し（料金改定3案）☆ギャップの均衡措置①



⑤更新需要の見直し（更新基準：見直し）☆ギャップの均衡措置②



⑥財政収支の見直し（料金改定3案）☆ギャップの均衡措置①と同条件

## 6. AM計画

### 更新費用の算定方法

- 厚労省「アセットマネジメント簡易支援ツール」を活用
  - 資産（管路）：マッピングデータ＋費用関数（厚生労働省）を活用
  - 資産（土建機電）：固定資産台帳&デフレーターを活用※水道施設台帳未整備のため

### 更新基準（更新サイクル）

- 日本水道協会や他事業体資料を参考に更新基準を設定

土建機電：1.5倍

管路：事故率と耐震性を考慮

※固定資産台帳を利用しているため、資産を分解しない限り、一律の倍率とする必要がある。

名称		法定耐用年数	更新基準
土木		60年	90年
建築		50年	75年
機械		15年	22.5年
電気		15年	22.5年
管路	ダクタイル鋳鉄管（NS形）	40年	80年
	ダクタイル鋳鉄管（その他）		70年
	耐衝撃性硬質塩化ビニル管（RR継手）		50年
	その他		40年

※塩ビ（TS継手）は法定耐用年数で更新

# 6. AM計画

## 更新費用の評価

- 過去10年の事業費平均と同規模の更新費用が見込まれる。
- これまでの財政規模を維持することで、将来の投資に対応可能

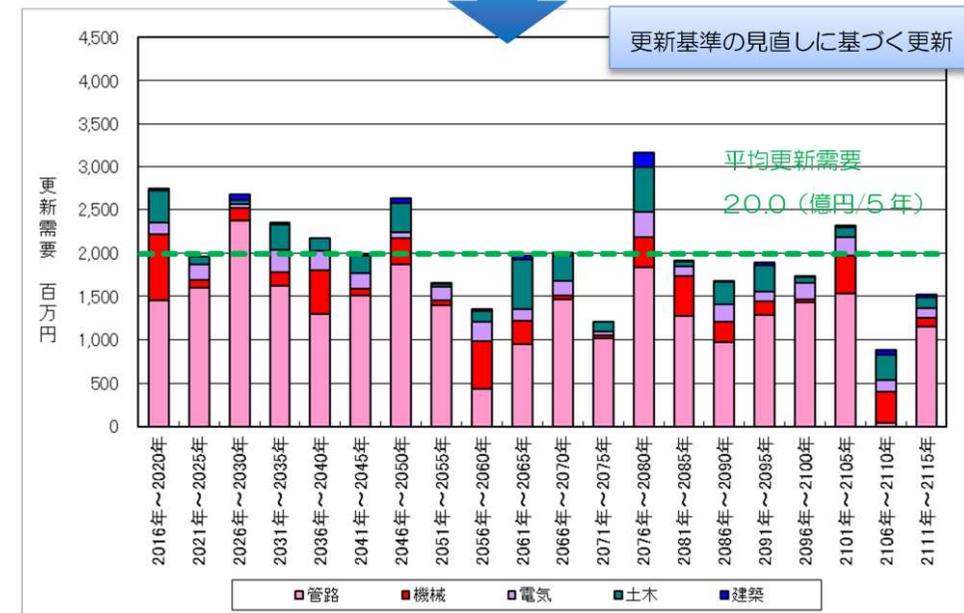
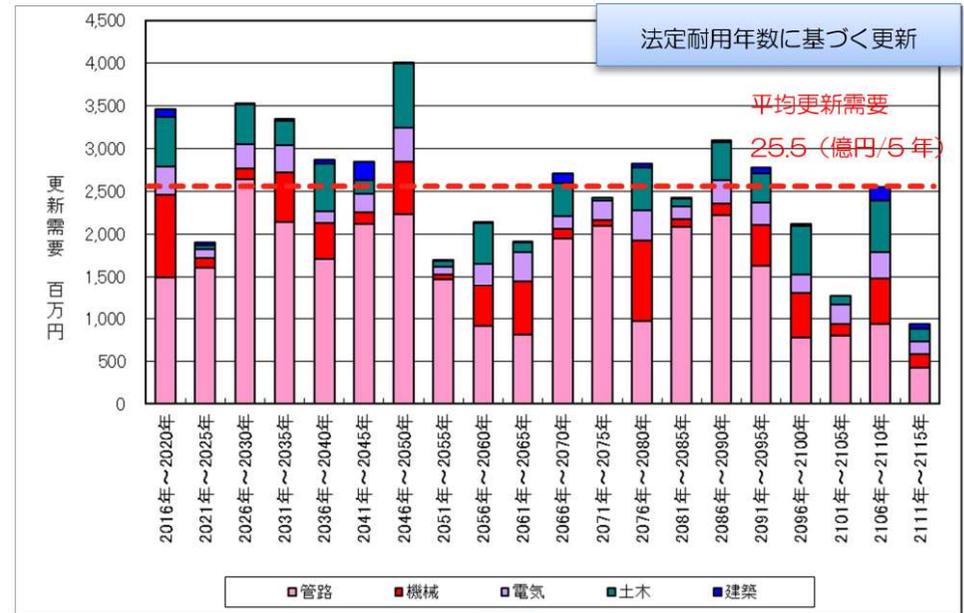


図 4.1-2 5年間の水道施設の更新需要見直し効果の比較

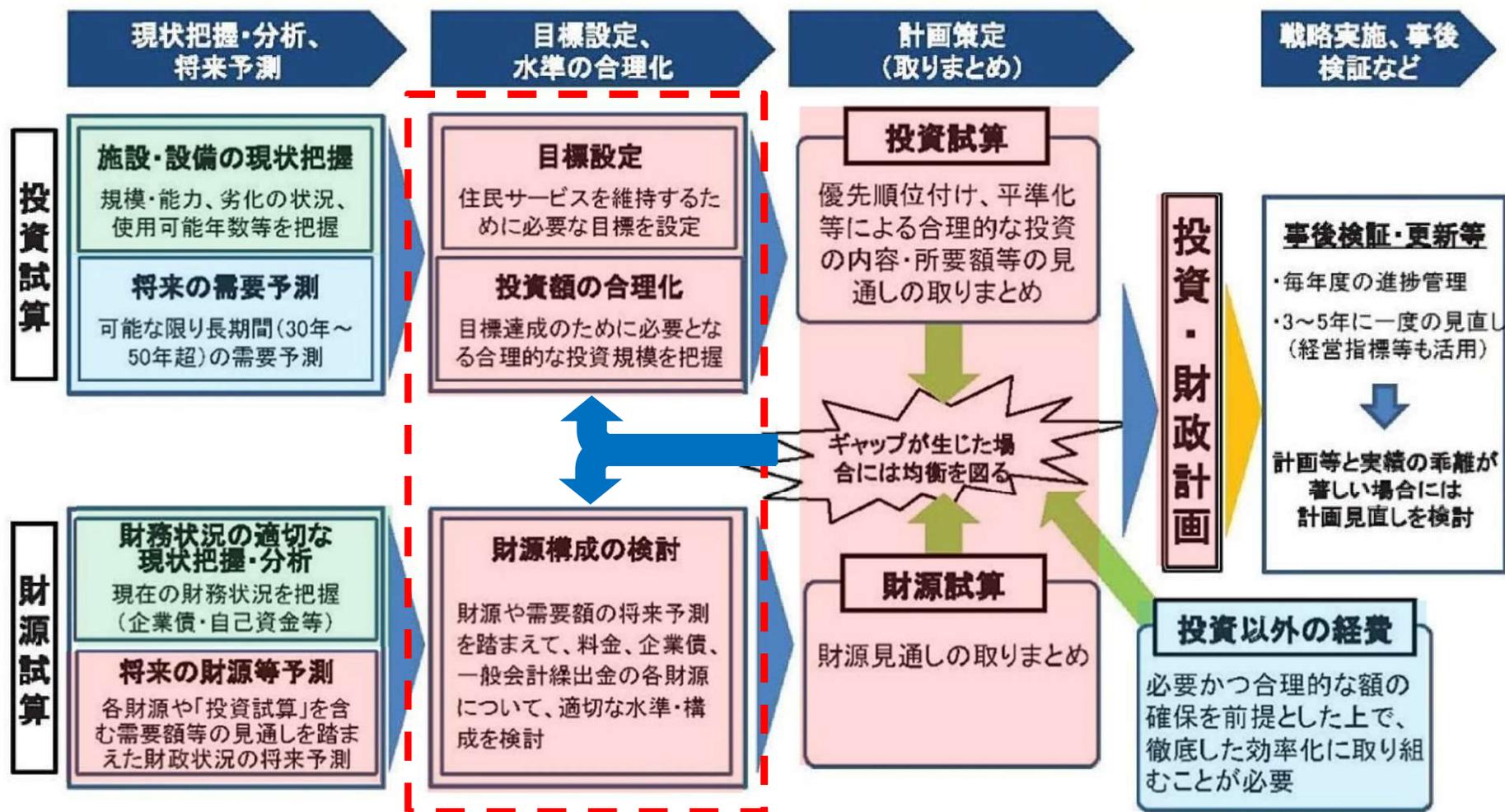
# 7. 経営戦略

## 水道事業経営戦略の構成要素と各成果の対応

青：（策定済）事業計画&水道事業ビジョン

緑：（本業務）現状把握

赤：（本業務）アセットマネジメント（マクロ）



# 7. 経営戦略

## 財政投資の方針

### ✓内部留保

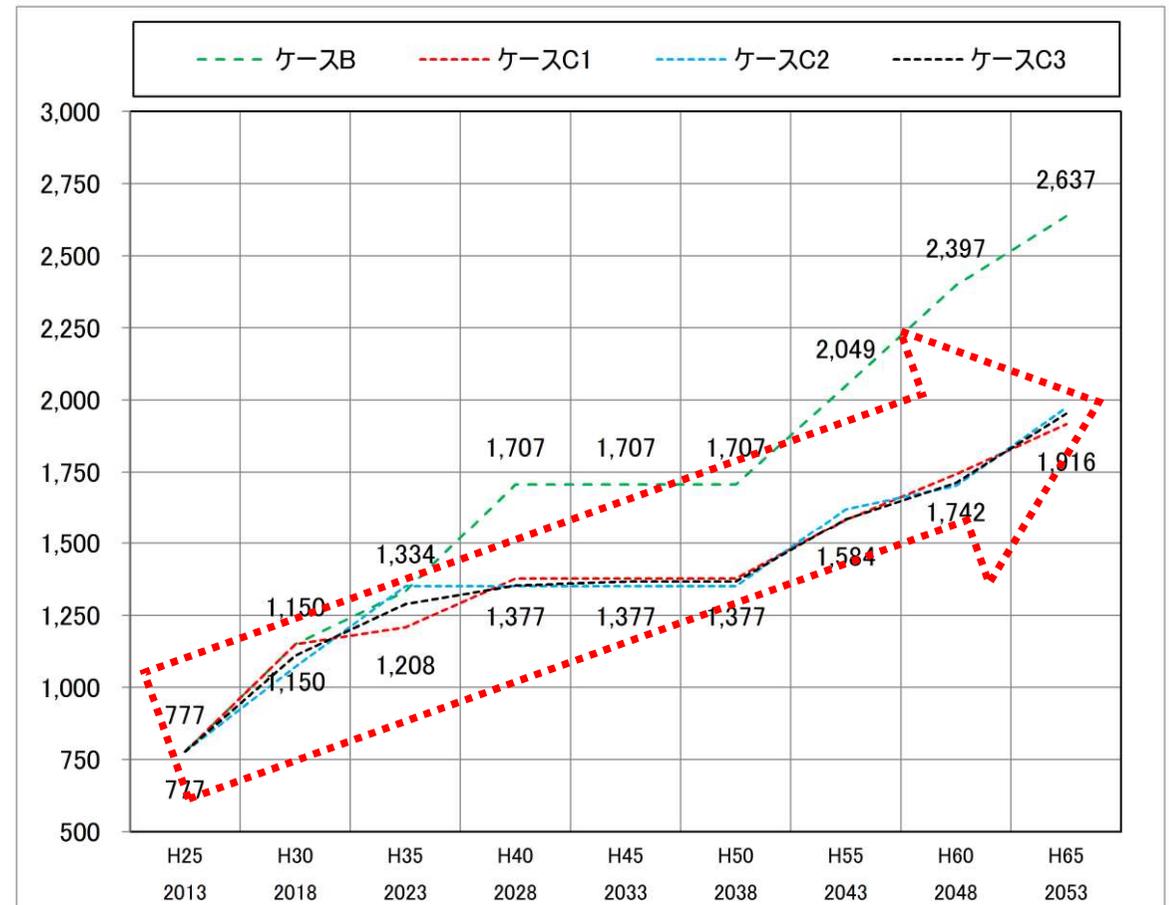
- 10億円（過去の内部留保実績額）  
⇒収益的収支総費用1年分（6億円）＋長期的更新需要平均額（4億円）

### ✓企業債

- 過度な料金改定は割けるべきだが、給水収益の減少時代において企業債は世代間格差の是正につながらない
- 低利率による支払いの先延ばしは、基本的に行わない

### ✓料金改定

- 料金の改定率を抑えたり、一時的に据え置いたとしても・・・
  - 改定頻度が高くなる
  - 次回の改定率が高くなる



※グラフ内の料金はケースBとC1

図 4.4-4 10m³使用時の1ヶ月水道料金水道料金の推移（単位：円） 14

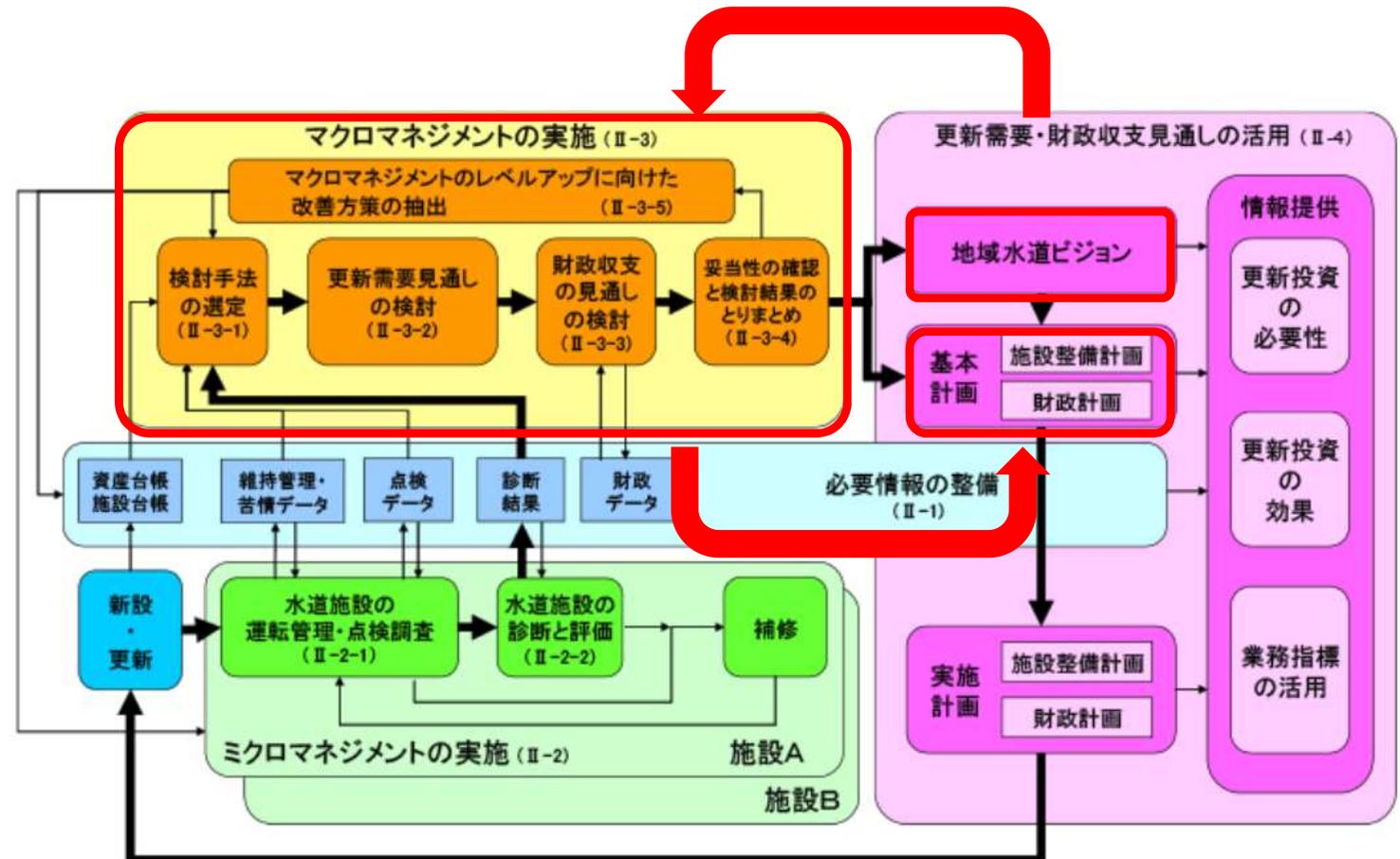
# 8. まとめ

## ・成果

- ①水道事業ビジョンとマクロマネジメントの成果を活用して経営戦略を立案
- ②設計・工事部局と財務部局を超えた分野横断的検討により経営戦略を立案

## ・課題

- ①更新費用や更新基準の設定は大規模事業者や厚生労働省の資料に依るところが多い  
⇒地域でアセットマネジメントの向上に取組み、好事例の蓄積が必要



## 8. まとめ

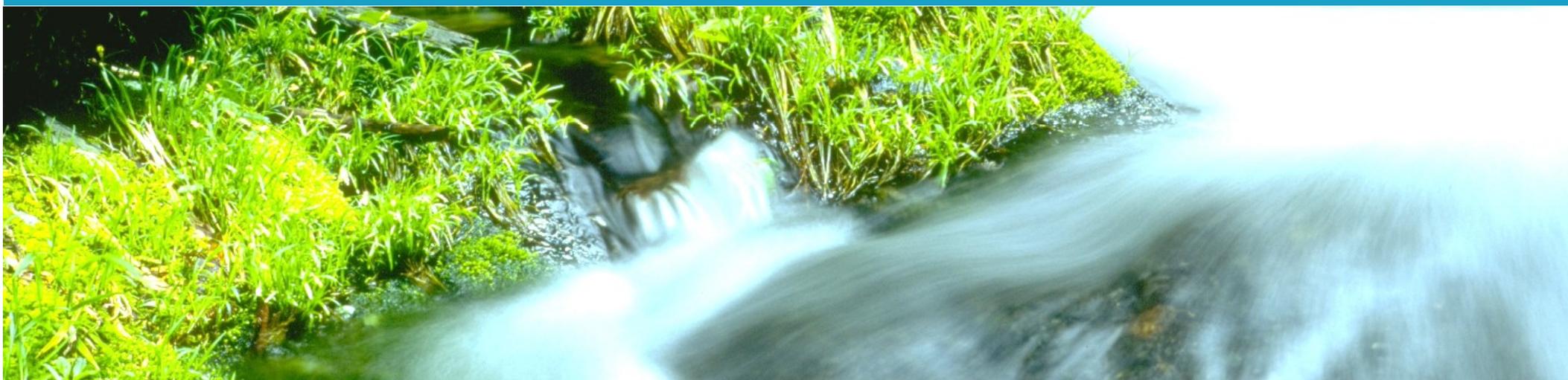
- 中小事業体は内部環境の強みが小さく、外部環境の機会にも恵まれない
- “弱み”と“脅威”への対応が基本  
余力があれば専守防衛型、なければ撤退
- 機会創出として広域連携が考えられるが、  
どのような広域連携が基盤強化として  
妥当なのか、事業体の枠組みを超えた  
広域的な経営戦略が必要





2018/7/6

## 狭隘な用地における配水池の更新設計事例



株式会社 日水コソ

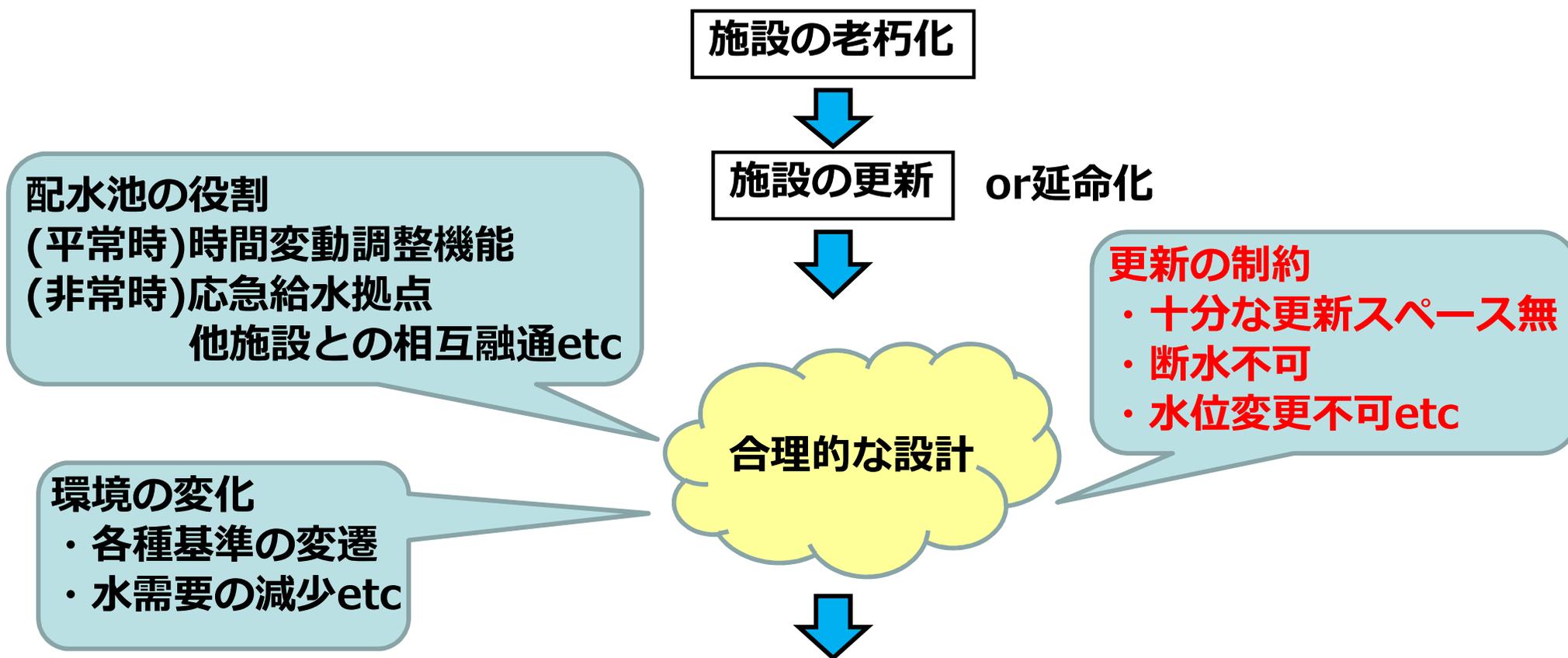
水道事業部 清田政幸



1. 目次
2. はじめに
3. 〇配水池の概要
4. 規模の見直し
5. 更新方法の検討（規模、構造）
6. 総合評価
7. おわりに



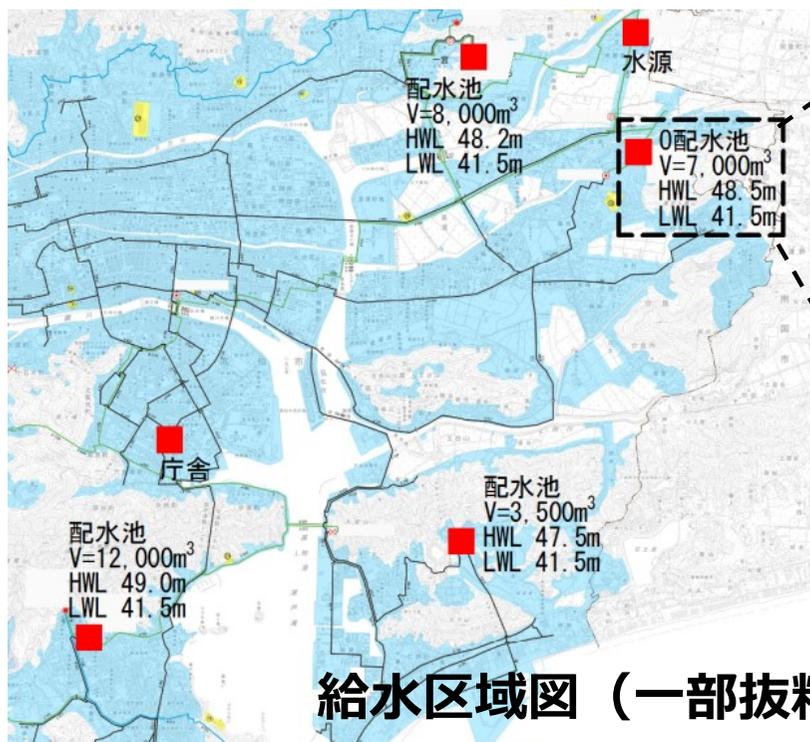
## 2. はじめに



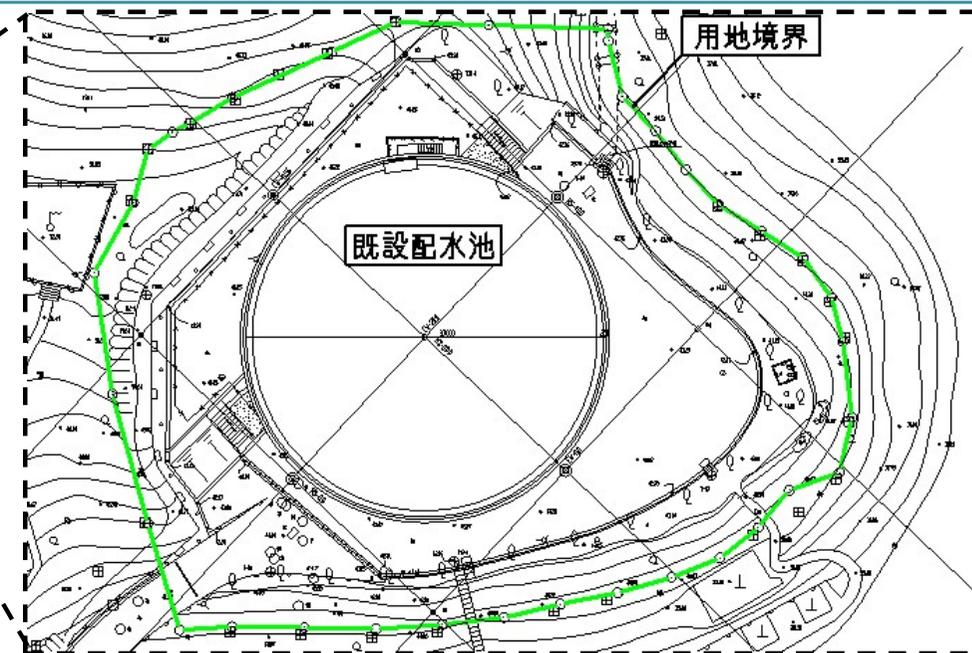
今後増加するであろう、配水池の更新設計の一助とすべく、  
K市O配水池の更新設計の事例報告



### 3. 〇配水池の概要



給水区域図（一部抜粋）



有効容量：7,000m<sup>3</sup>

構造：PC造

池数：1池構成

HWL48.0m LWL41.5m FGL43.0m

#### 〇配水池の特徴

- ・ 経年劣化が顕著、耐震性なし
- ・ 1池構造のため、維持管理に支障あり
- ・ 応急給水拠点であるが、緊急遮断弁なし
- ・ 周辺の配水池と水位を合わせ、相互融通機能



### 3. 0配水池の概要

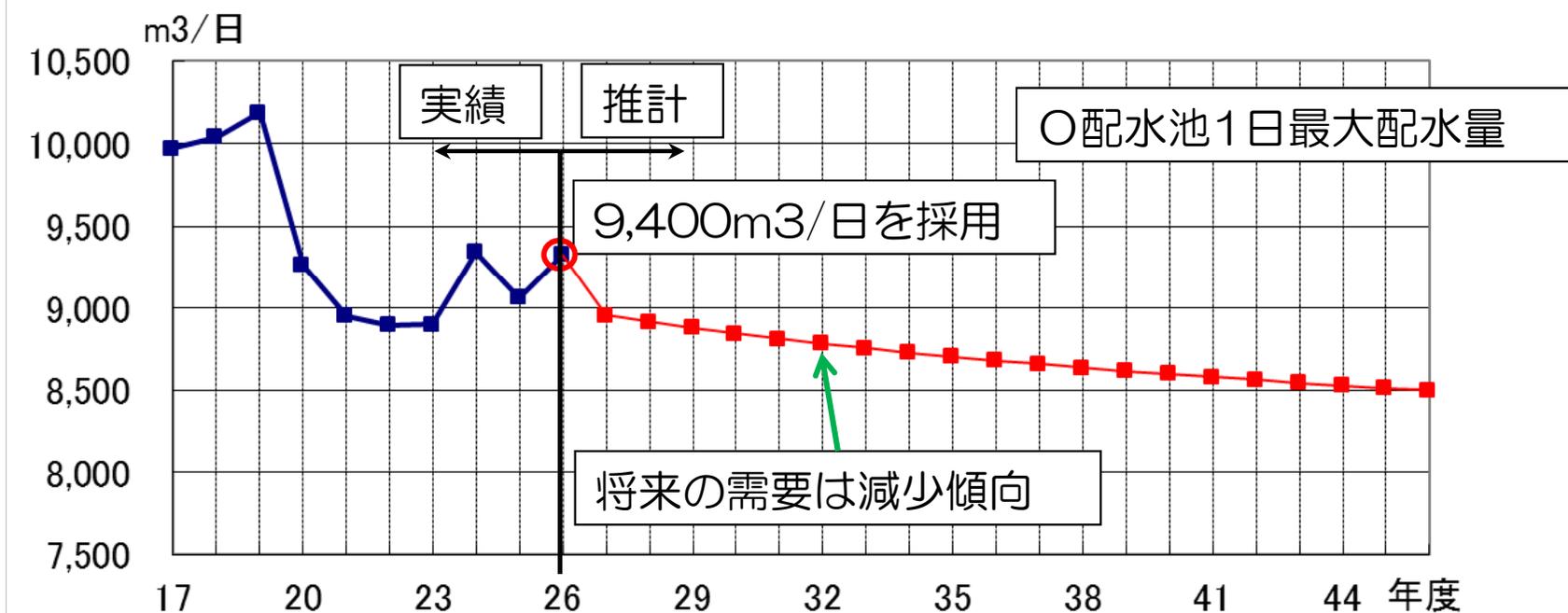
	既設(1975年竣工)	更新における前提条件
池数	1池	2池 (1池構造×2池)
規模	7,000m <sup>3</sup>	今回検討事項
構造	PC造	今回検討事項 (PC or SUS円形)
水位 及び標高	HWL+48.0m LWL+41.5m FGL+43.0m (運転水位+46.5m)	HWL+48.0m LWL+41.5m FGL 今回検討事項 (運転水位+46.5m)
配水方式	自然流下式	自然流下式
応急給 水拠点	—	緊急遮断弁の設置
断水工事	—	不可
用地境界	—	現況と同じ

需要見通しを立てて  
規模の見直し

別途検討により  
PC、SUS円形を候補



## 4. 規模の見直し



### ●本計画での有効容量

- 将来の需要を推計、将来も人口減少+新規開発の見込みなし
- 今後も需要低下
- **直近の実績値**を採用
- 12時間容量4,700m<sup>3</sup>+消火用容量200m<sup>3</sup>
- **5,000m<sup>3</sup>** (既設: 7,000m<sup>3</sup>)



## 5. 更新方法の検討

### ●これまでのまとめ

- 有効容量5,000m<sup>3</sup>とし、2池（1池構造×2池）で更新する。
- 主要な設計諸元である各池の規模、構造の決定にあたっては、これらの違いにより仮設や造成が異なる
- 各池の規模及び構造について選択肢を抽出、それらを組み合わせた一連の更新工事について複数案を設定
- 総合的な視点から比較検討し、最適案を選定することで設計諸元を決定することとした。

## 5. 更新方法の検討（各池の規模）

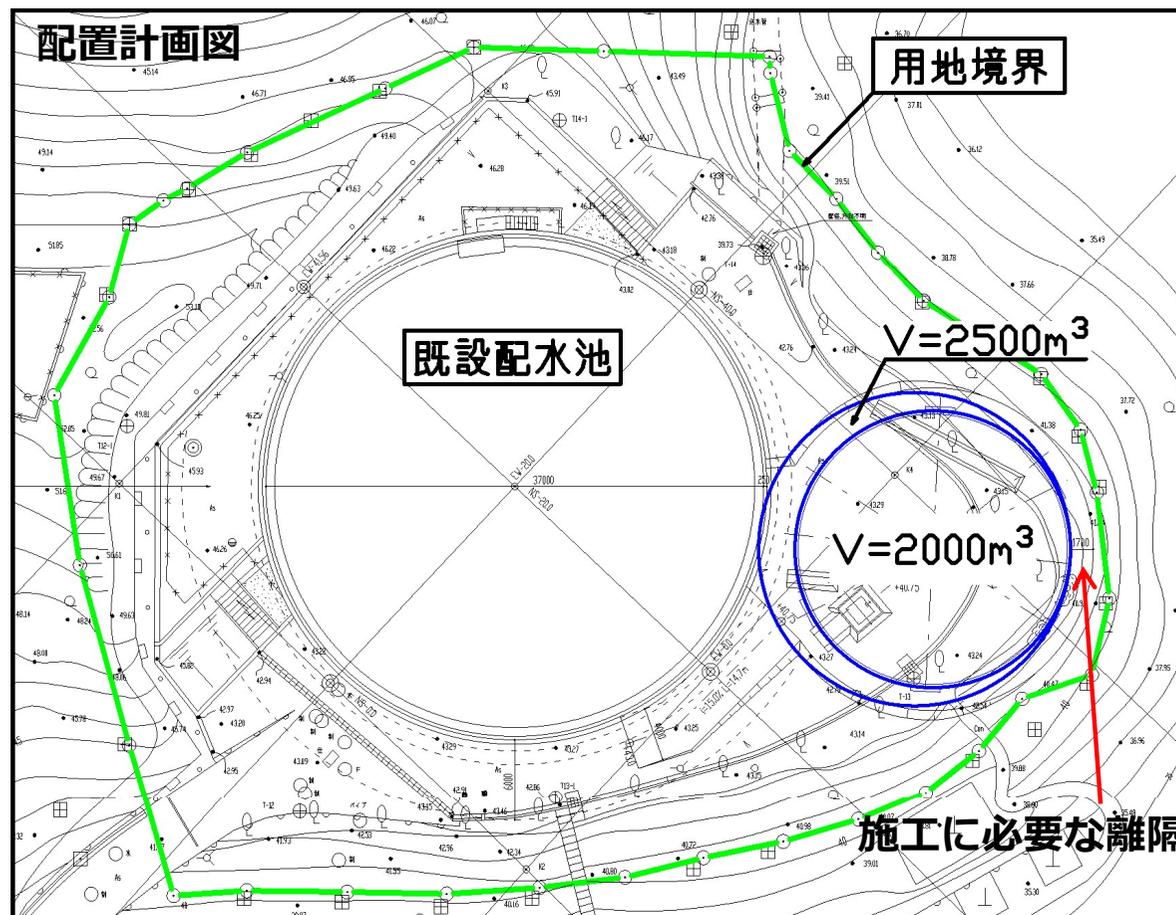


### ● 選択肢 1

- 均等配分で  $2,500\text{m}^3 \times 2$  池
- 既設配水池に接触する
- 仮設タンク必要

### ● 選択肢 2

- $3,000\text{m}^3 \times 1$  池、  
 $2,000\text{m}^3 \times 1$  池
- 既設配水池に接触しない
- 仮設タンク不要



### ● 時間変動調整容量

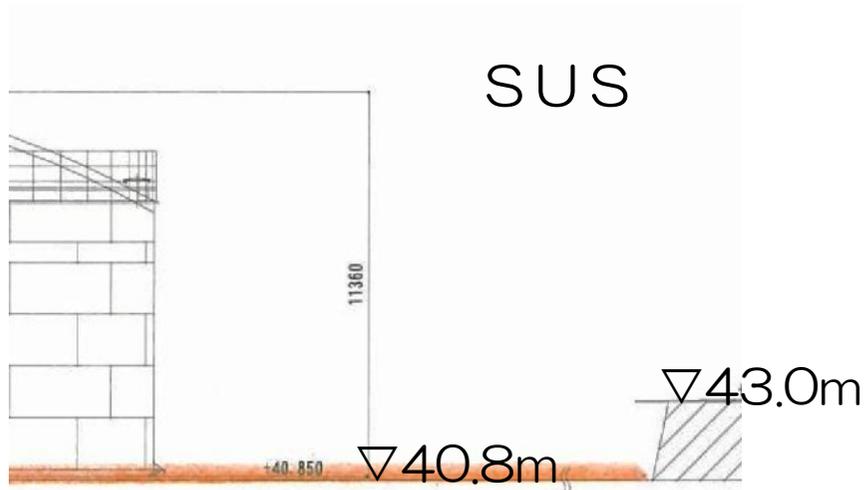
- ○配水池配水量実績より算出
- $1,300\text{m}^3$

### ● 応急給水量

- 目標水量と給水人口より算出
- $225\text{m}^3$



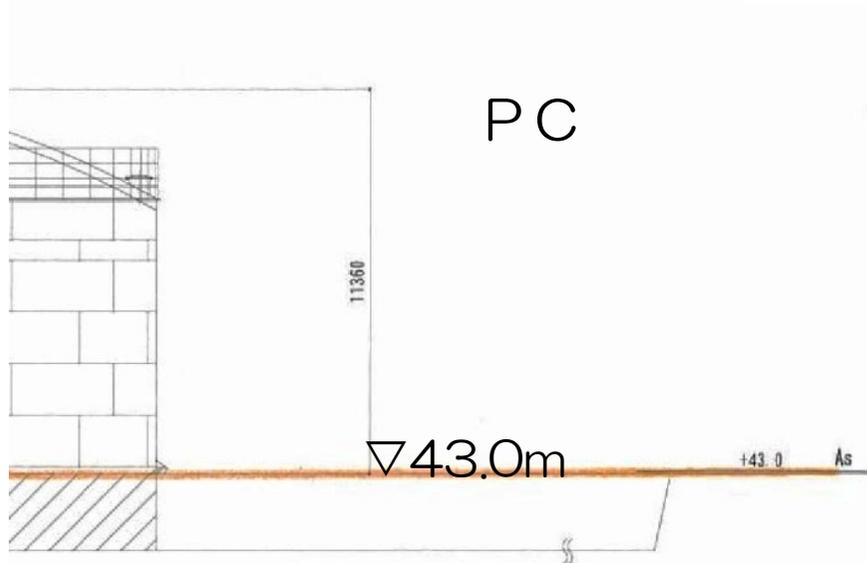
## 5. 更新方法の検討（構造）



半地下構造不可  
FGL43.0→40.8  
まで基面下げ



大量の残土処分



半地下構造可  
FGL43.0で良い



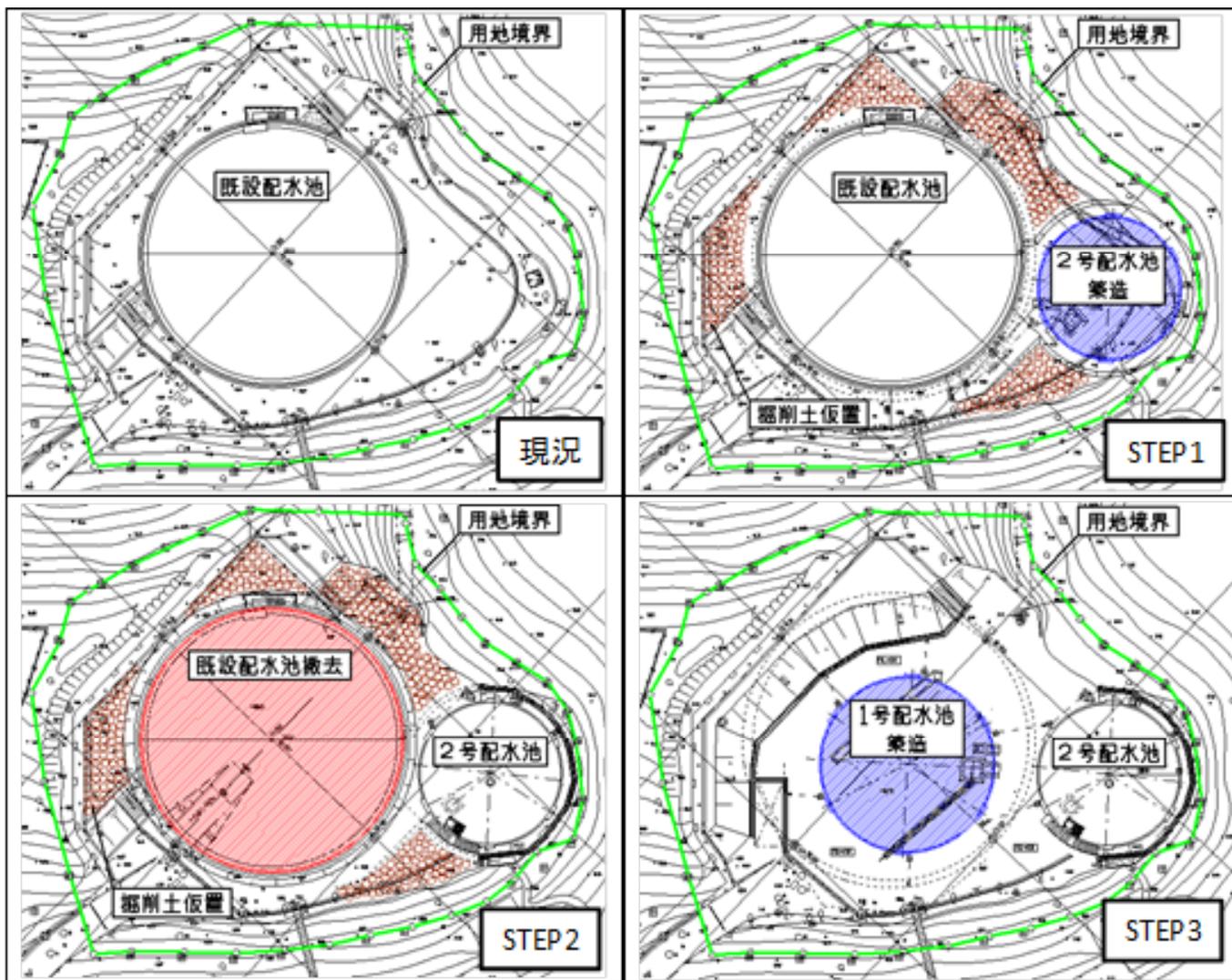
大量の残土処分？



土量収支を考慮した  
施工ステップの検討



## 5. 更新方法の検討（構造）

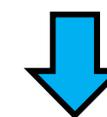


①PCとした場合、  
基面下げする必要なし

+

②最も残土が発生する  
2,000m<sup>3</sup>造成時の残土  
を場内に仮置き

③その後のステップの  
埋め戻し土に転用するス  
テップを検討



残土処分量

SUS : 5,000m<sup>3</sup>

PC : 200m<sup>3</sup>

施工ステップ（3,000m<sup>3</sup>×1池、2,000m<sup>3</sup>×1池）

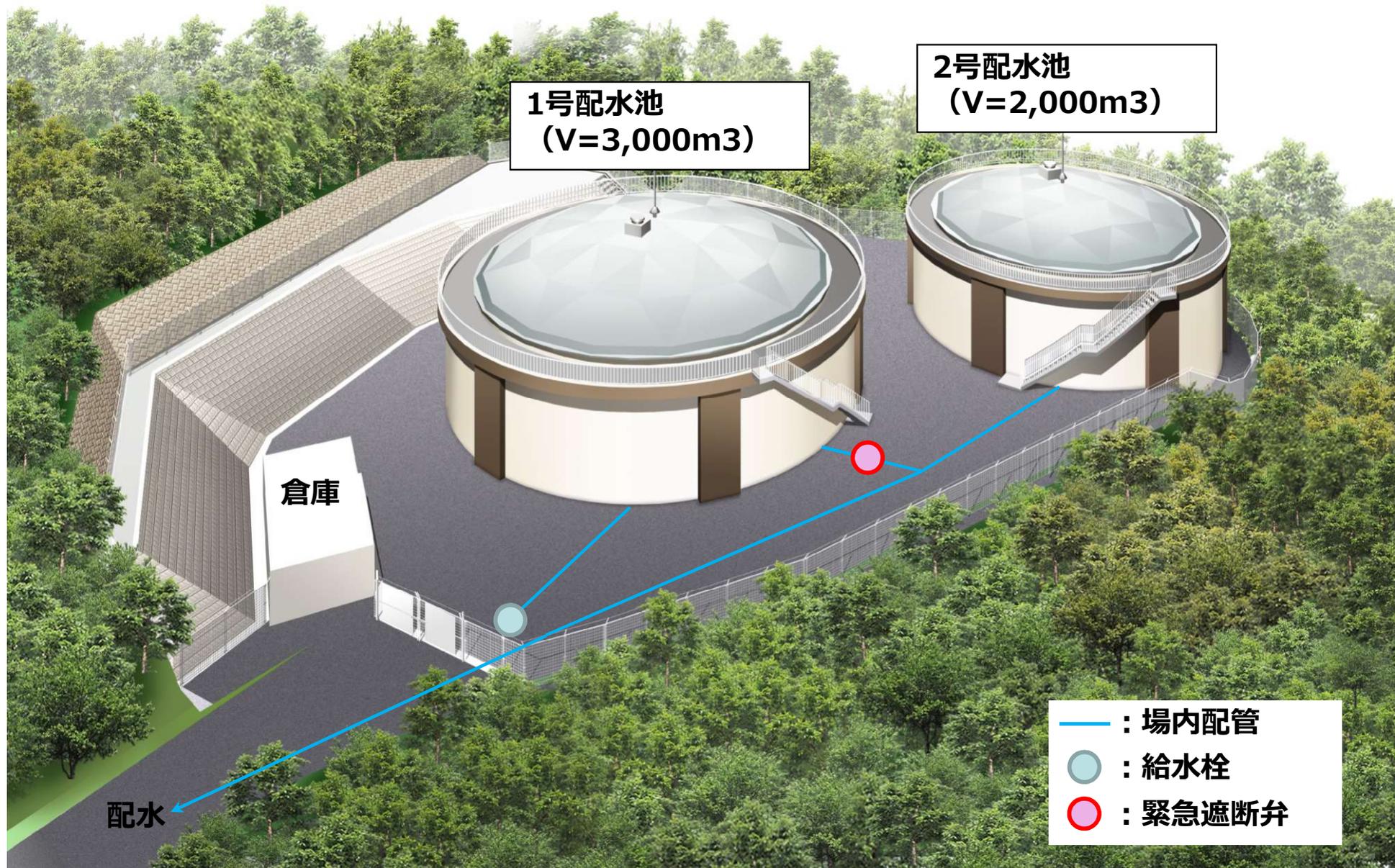
# 6. 総合評価



		ケース1 PC 2500m <sup>3</sup> × 2池	ケース2 SUS 3000m <sup>3</sup> × 1池 2000m <sup>3</sup> × 1池	(採用案) ケース3 PC 3000m <sup>3</sup> × 1池 2000m <sup>3</sup> × 1池	
<p>既設配水池 用地境界 送水 配水 現状 GL+43.0m</p>		<p>既設配水池 用地境界 送水 2号配水池 仮設タンク 配水 GL+43.0m → +43.0m</p> <p>施工手順 仮設置→既設撤去→1号建設 →仮設撤去→2号建設</p>	<p>既設配水池 用地境界 送水 1号配水池 2号配水池 配水 GL+43.0m → +40.8m</p> <p>施工手順 2号建設→既設撤去→1号建設</p>	<p>既設配水池 用地境界 送水 1号配水池 2号配水池 配水 GL+43.0m → +43.0m</p> <p>施工手順 2号建設→既設撤去→1号建設</p>	
経済性 (百万円)	イニシャル	タンク本体	290	410	270
		仮設タンク	50	0	0
		造成	10	50	10
		その他	290	290	290
	ランニング	640	750	570	
	トータルコスト	760	790	690	
施工性	施工スペース	掘削土を仮置き→用地圧迫	掘削土処分→用地圧迫しない	掘削土を仮置き→用地圧迫	
	施工環境	Co打設時に車輛多	本体築造時は車輛少。 土砂搬出で車輛多。	Co打設時に車輛多	
	施工工期	2年3ヶ月	1年6ヶ月	2年	
維持管理性		内面防水塗装の更新+清掃		内面防水塗装の更新+清掃	
給水の安定性	仮設タンクの運転期間	約1年	なし	なし	
	緊急貯留量	1,900m <sup>3</sup>	2,300m <sup>3</sup>	2,300m <sup>3</sup>	

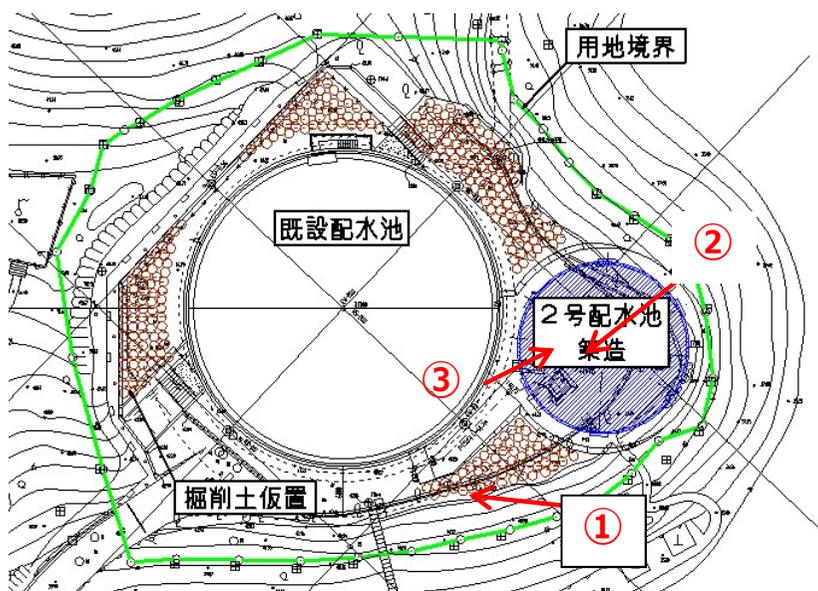


# ○配水池パース





# 〇配水池 施工状況 (～STEP1 造成)



掘削土仮置き  
(大型土嚢)



2号配水池底版Co打設

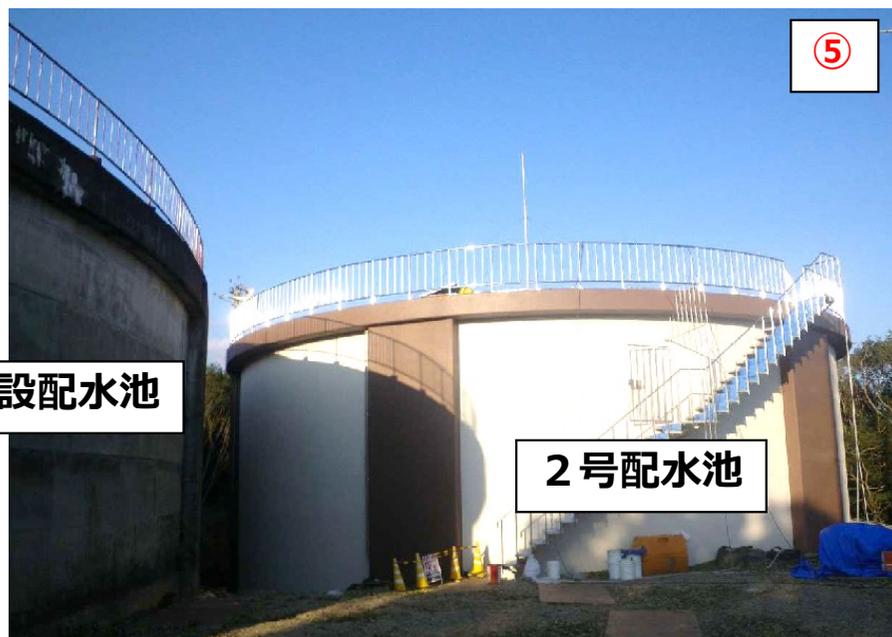
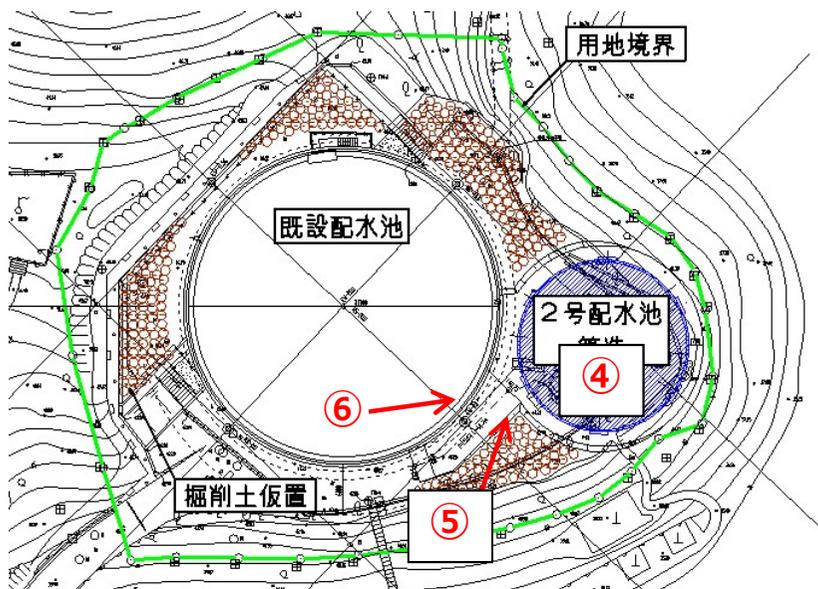
既設配水池



2号配水池歩廊Co打設

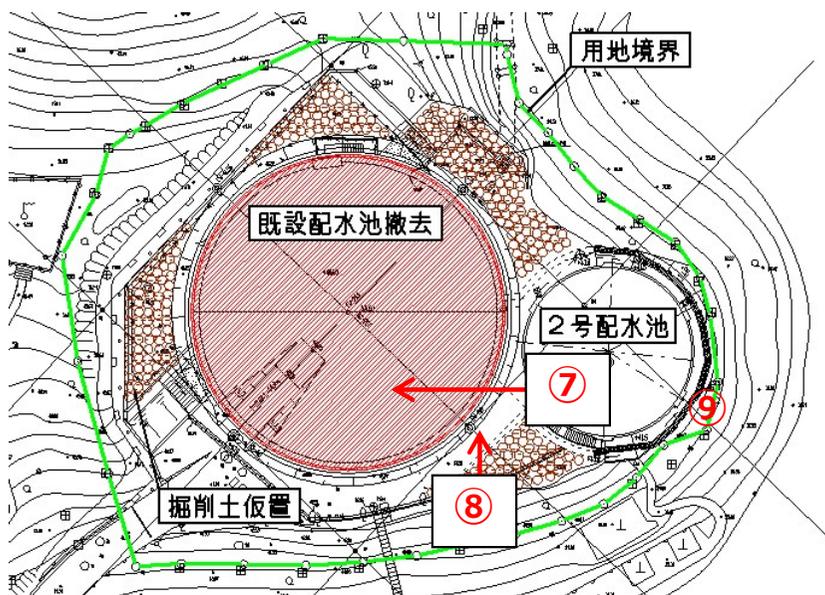


# 〇配水池 施工状況 (～STEP1 2号築造)





# 〇配水池 施工状況 (～STEP 2 既設撤去)



1号配水池部



2号配水池

1号配水池部



↓ 用地境界



### ○配水池の更新設計のポイント

- ・ **有効容量を見直し**  
→施設の規模が縮小するため、経済性の他、狭い用地においては特に施工性で有利
- ・ **両配水池の容量比に濃淡**  
→仮設費の縮小（結果的に緊急貯水量も多くなった）
- ・ **構造選定（SUS or PC）において残土処分量も考慮**  
→土工費も含めた比較

### 更新設計にあたって

制約条件が多い中で合理的な配水池の更新設計を行うためには、**更新後の配水池の構造や規模といった個々の要素毎に検討するのではなく、（例えば構造のみの比較で構造を決定するのではなく）、施工にあたって発生する仮設や造成といった更新工事一体として検討を行うことが必要**になると考えられる。

第28回技術研究発表会  
平成30年7月6日



## 水道システムの最適化を見据えた 浄水場更新計画の検討事例

---

 株式会社 N J S

東部支社札幌事務所

// 東京総合事務所

○福島 侑子

成田 健太郎

## **1. はじめに**

- 1.1 背景・目的
- 1.2 浄水場更新時における主な検討課題

## **2. 更新計画の検討事例**

- 2.1 本業務の検討内容
- 2.2 対象浄水場と関連施設群の概要

## **3. 検討結果**

- 3.1 水道システムのボトルネック抽出
- 3.2 整備検討の方針
- 3.3 浄水場の統廃合及び上流移転
- 3.4 導水施設の事故等リスクへの対応
- 3.5 送水方針の転換

## **4. おわりに**

# 1. はじめに

## 1.1 背景・目的

浄水施設の老朽化、耐震性能の未確保

≫≫ 全面改修や大規模な耐震補強など更新時期を迎えている

ただし、浄水場は最も核となる構成要素であるとともに、一旦建設すると、容易に造り替えることが困難

**浄水場単体のみを対象とするのではなく、水道システムとしての最適化を見据えたシステム全体の検討が必要**

- 水需要の減少、水道収益の減少
- 地震や異常気象等への対応
- 省エネルギー対策

浄水場の更新に合わせてこれらの課題も解決することが重要

老朽化を迎えた浄水場更新計画の検討事例を紹介し、今後の浄水場更新検討業務で留意すべき事項を提案する

# 1. はじめに

## 1.2 浄水場更新時における主な検討課題

浄水場の更新検討では、浄水施設のほか、水源から配水施設に至る水道システム一連の施設群を対象に、下記の事項が主な検討事項に該当する

### 水源

(既存水源)

水量の安定性、水質の変化

(新規水源)

水源の確保、取水地点、水質等の調査検討

### 取水

(表流水の場合)

取水位の維持、取水地点の妥当性、  
河岸の洗堀・浸食

### 導水

通水能力の評価、事故・地震等のリスク評価

### 浄水

施設能力、水質評価、  
運転・維持管理の不具合、  
老朽化・地震対策、既存施設内での更新

### 送水

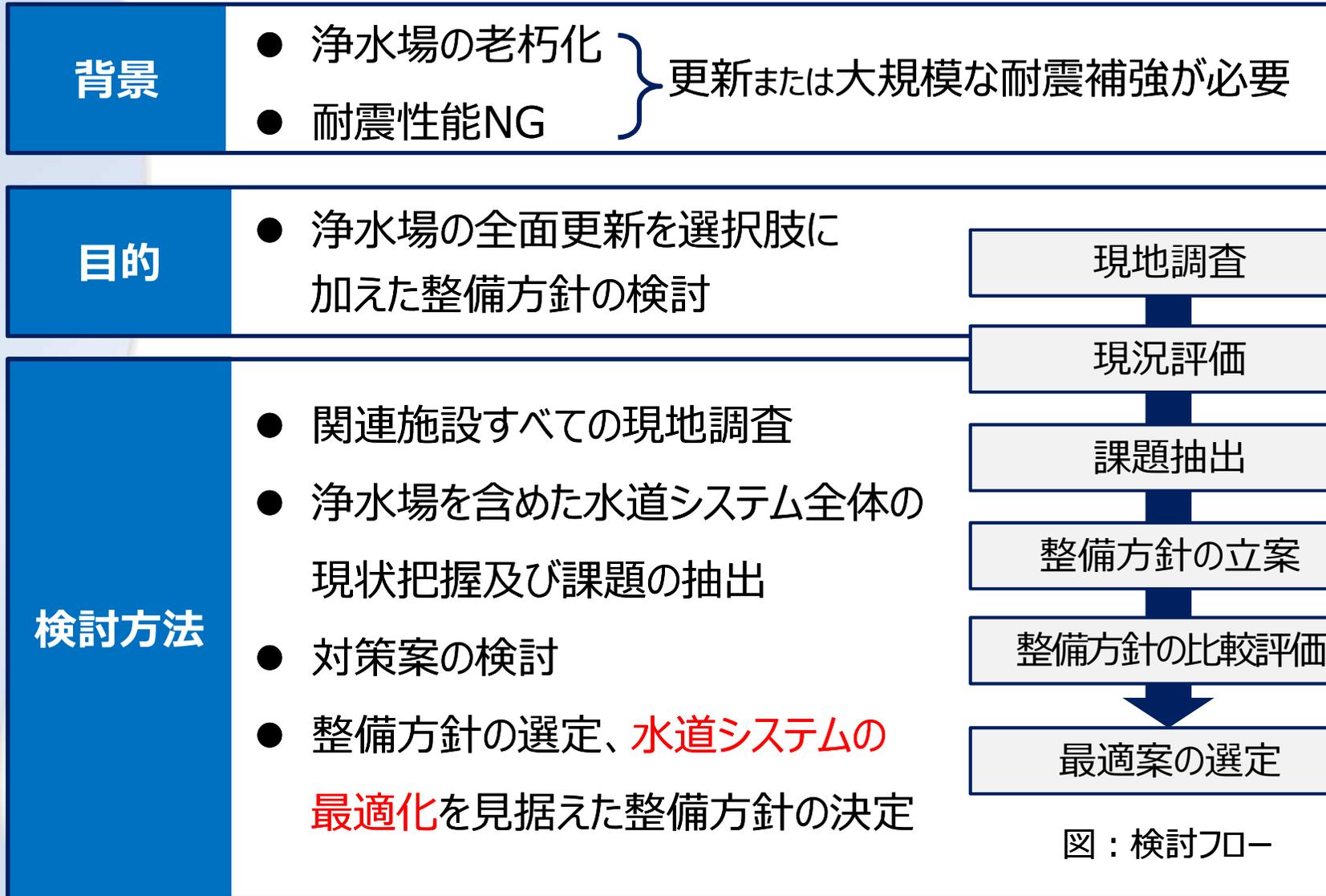
通水能力の評価、事故・地震等のリスク評価

### 配水

配水池容量の確保状況、老朽化・地震対策

## 2. 更新計画の検討事例

### 2.1 本業務の検討内容



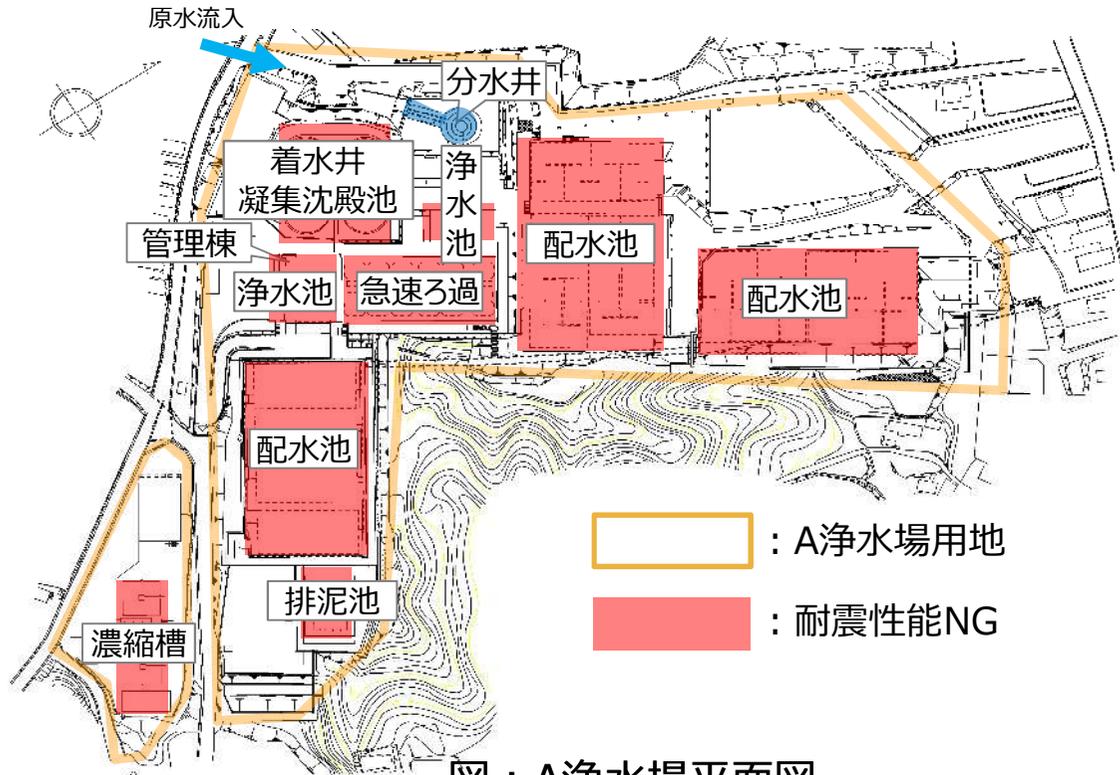
# 2. 更新計画の検討事例

## 2.2 対象浄水場と関連施設群の概要

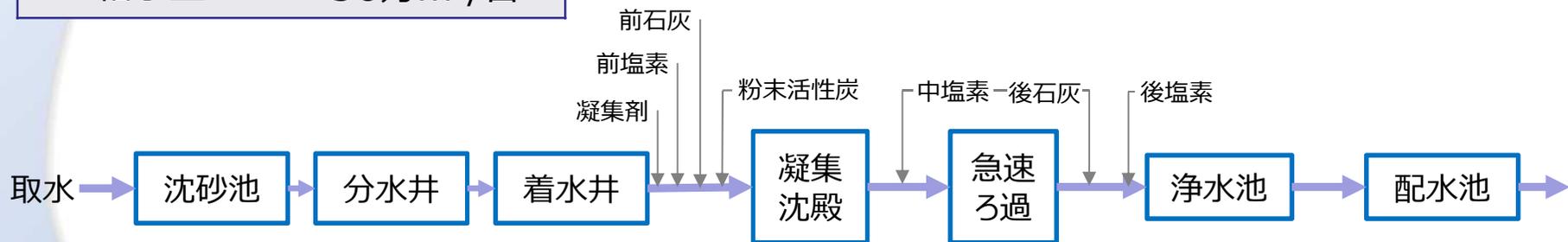
### (1) 対象浄水場

対象浄水場	A浄水場
施設能力	10万m <sup>3</sup> /日
水源	ダム放流水
処理方式	凝集沈殿 + 急速ろ過
建設年度	S30年代半ば
耐震性能	NG

対象事業体	Z市
給水量	30万m <sup>3</sup> /日



図：A浄水場平面図

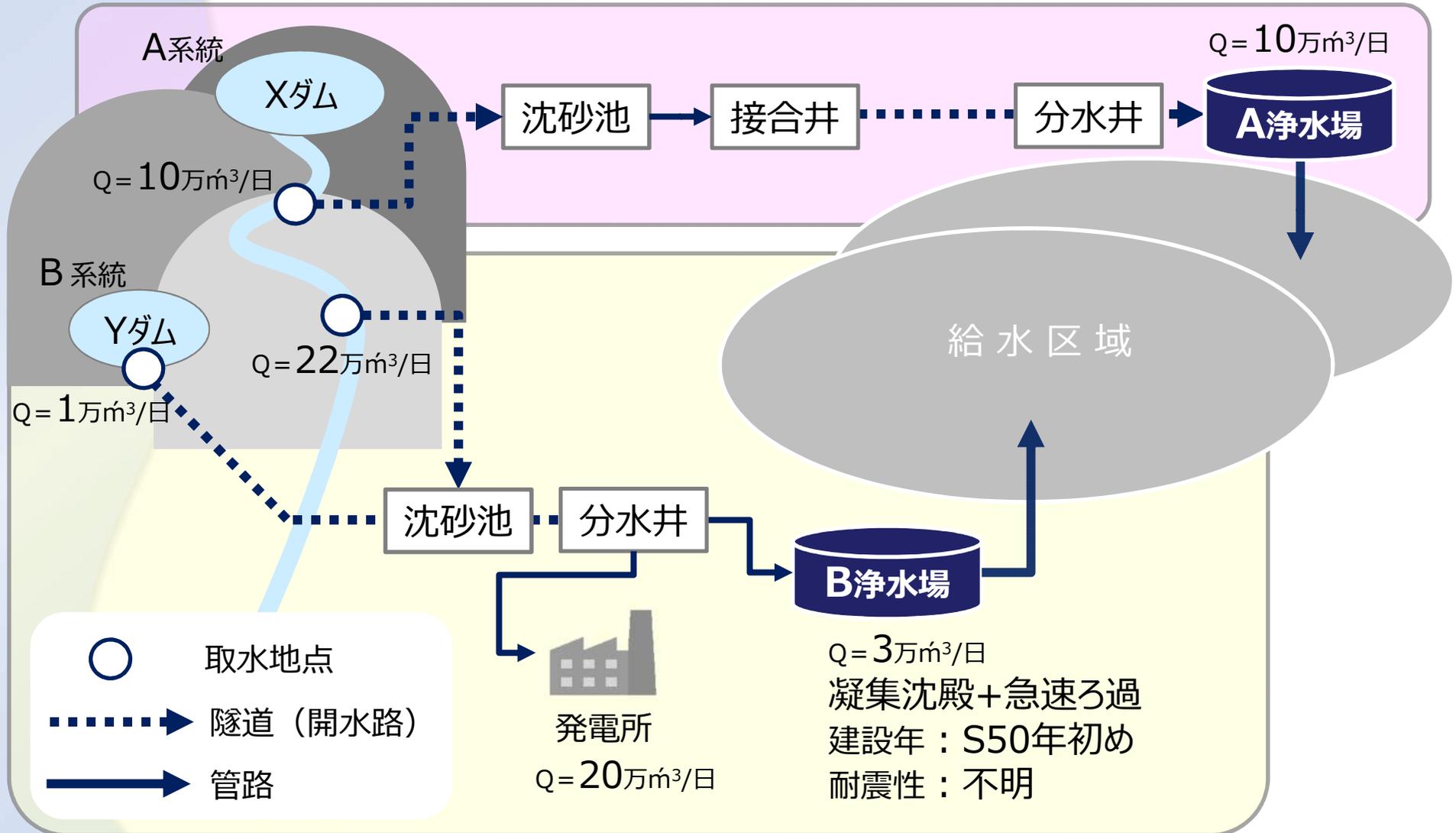


図：A浄水場の浄水処理フロー

## 2. 更新計画の検討事例

### 2.2 対象浄水場と関連施設群の概要

#### (2) 関連施設群の概要



# 3. 検討結果

## 3.1 水道システムの課題-1

	評価結果	根本的対策の必要性
水源	<ul style="list-style-type: none"><li>● 利水安全度は確保</li><li>● 温暖化による濁水等の影響に注意が必要</li><li>● 富栄養化項目に僅かな濃度上昇を確認、<b>継続監視が必要</b></li><li>● 高濁度の頻発し、<b>浄水処理の強化等の検討が必要</b></li></ul>	不要
取水	<ul style="list-style-type: none"><li>● 河川のみお筋に大きな変化なし、流況も安定</li><li>● 取水口上流側で<b>河岸の洗堀、浸食が発生</b></li></ul>	不要

黒字：対策不要 青字：継続的な監視又は現状と同程度の対策が必要 赤字：具体的な対策が必要

# 3. 検討結果

## 3.1 水道システムの課題-2

	評価結果	根本的対策 の必要性
導水	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 隧道施設の劣化調査が困難のため、<b>事故発生リスクが不明</b></li> <li>● 崩落事故が発生した場合の復旧の長期化、<b>安定給水への支障</b></li> <li>● A,B浄水場ともに <b>1系統しかなく、バックアップが困難</b></li> </ul>	必要
浄水	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 竣工から60年が経過し、<b>更新時期の到来</b></li> <li>● A,B浄水場ともに、<b>耐震性能NG</b></li> <li>● 水質基準値の最大70%以上の検出項目があり、浄水処理の強化が必要</li> <li>● 運転しながらの改修が必要のため、<b>安定給水に懸念</b></li> </ul>	必要
送配水	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>耐震性能NG</b></li> <li>● 浄水場移転の場合、<b>送配水ルート</b>及び<b>送配水方式の再検討が必要</b></li> </ul>	必要

黒字：対策不要 青字：継続的な監視又は現状と同程度の対策が必要 赤字：具体的な対策が必要

# 3. 検討結果

## 3.1 水道システムの課題-3 (課題のまとめ)

根本的対策の必要性

水源	取水	導水	浄水	送配水
不要	不要	必要	必要	必要

### 水道システムとしてのボトルネック施設

継続的な監視や  
浄水施設での対応で  
対処可能と判断

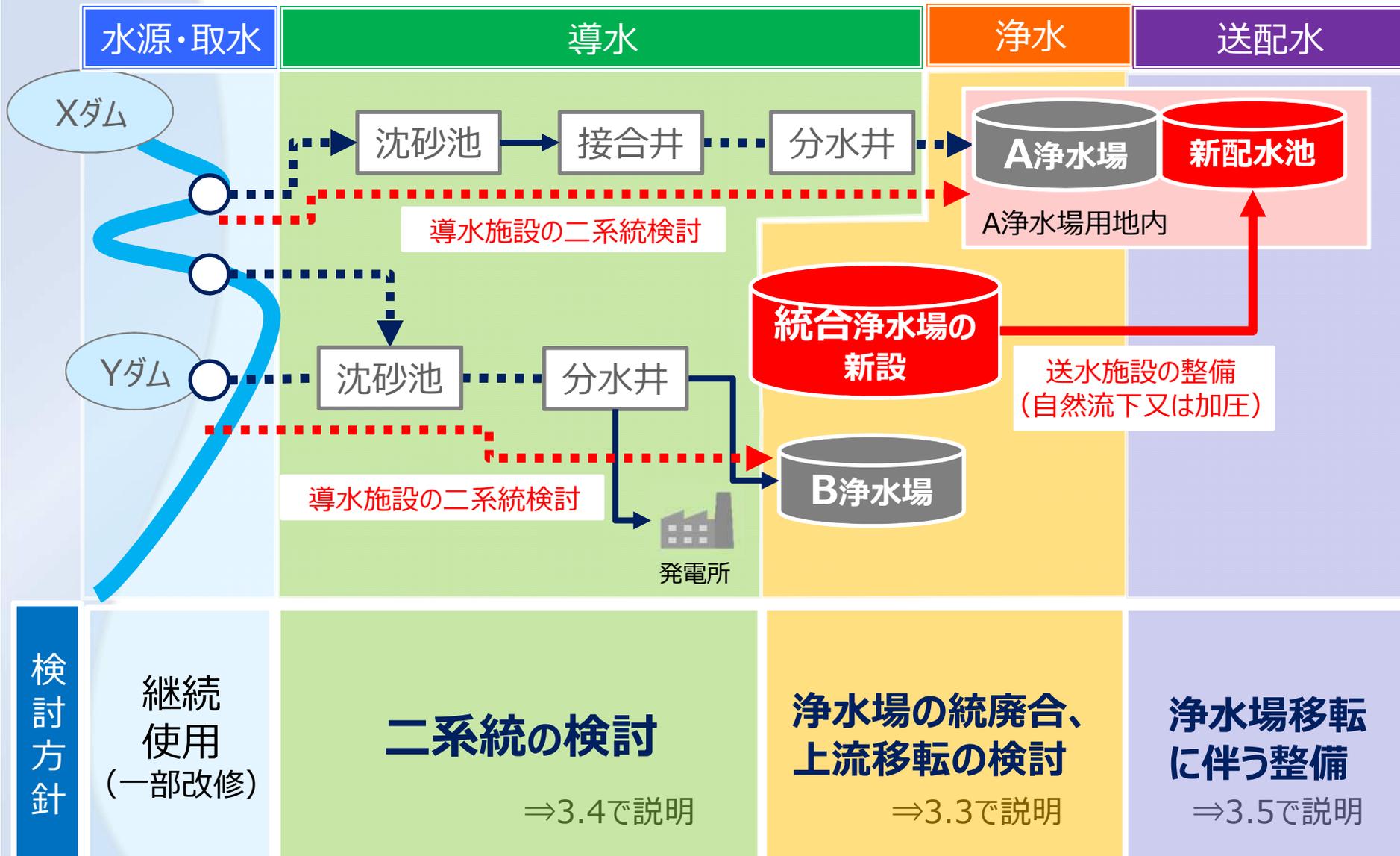
浄水場の単純更新では、水道システムの  
持続的な安定性が確保できないと判断

× 浄水場の単純更新

○ 関連施設の対策も同時に実施

# 3. 検討結果

## 3.2 整備検討の方針



# 3. 検討結果

## 3.3 浄水場の統廃合及び上流移転-1

### 浄水施設の課題

- 竣工から60年程度が経過
- 耐震性能が確保されていない
- 水質基準強化への対応（浄水処理方法の強化）
- 既存施設は、施設運転を継続しながら改修する必要あり（停止が不可能）



浄水場の老朽化の進行、  
災害時及び施工時の安定給水に多大な影響を及ぼすおそれ

**改修又は更新の検討が必要**

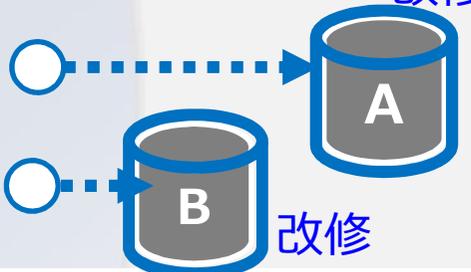
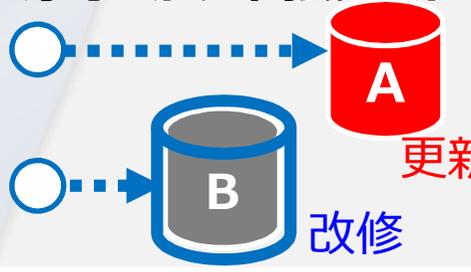
### 浄水施設の整備案

- 整備案①：既存施設を改修して継続利用
- 整備案②：A浄水場の単独更新
- 整備案③：A・B浄水場の統廃合による更新

3案で比較検討を実施

# 3. 検討結果

## 3.3 浄水場の統廃合及び上流移転-2

	運転維持管理性	危機管理性	経済性	評価
<b>整備案①</b> <b>改修し継続利用</b> <small>改修</small> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現状課題の解決が困難</li> <li>● 経年劣化の延命処置が必要</li> </ul> <p>×</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 一部施設で耐震化が図れず、地震リスクの低減が困難</li> </ul> <p>×</p>	イニシャル : 1.0 ランニング : 1.0 ○	×
<b>整備案②</b> <b>A浄水場の単独更新</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 管理、水質の改善が可能</li> </ul> <p>△</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● B浄水場の地震対策・改修が必要</li> </ul> <p>△</p>	イニシャル : 1.4 ランニング : 0.9 ×	△
<b>整備案③</b> <b>統廃合による更新</b> <small>廃止</small> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 管理、水質の改善が可能</li> <li>● 統廃合による合理化</li> </ul> <p>○</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地震リスクの低減が可能</li> </ul> <p>△</p>	イニシャル : 1.3 ランニング : 0.8 △	○

# 3. 検討結果

## 3.3 浄水場の統廃合及び上流移転-3

### 統廃合浄水場の整備方針



## 3. 検討結果

### 3.4 導水施設の事故等リスクへの対応-1

#### 導水施設の課題

- A,B系統ともに一系統ずつしかなく、施設停止が困難
- 詳細な調査診断ができず、各種リスクが不明



事故時には復旧の長期化  
安定給水に多大な影響を及ぼすおそれ

**改修や二系統化などの対策が必要**

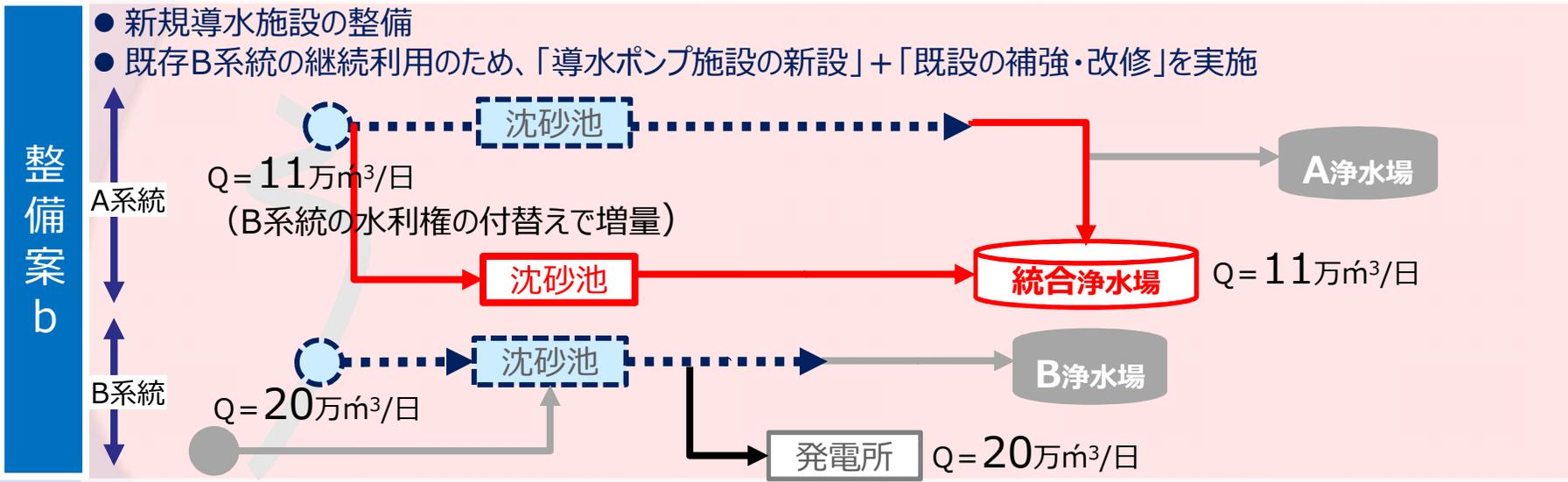
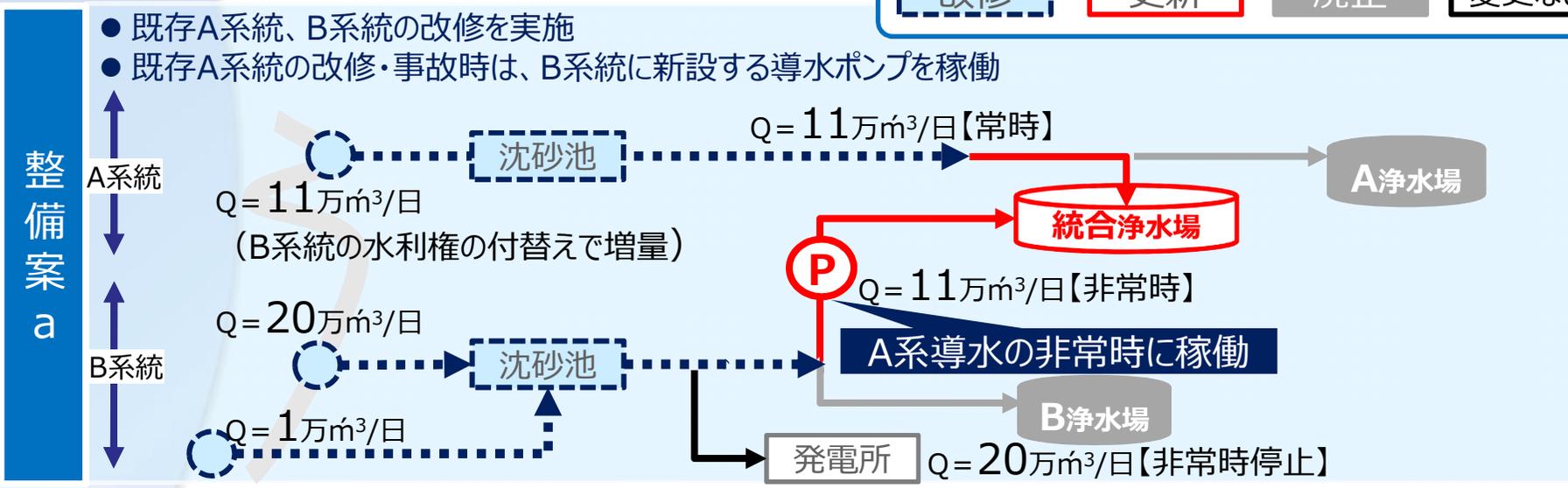
#### 導水施設の整備案

- 整備案a：既存活用案
  - 整備案b：増設案
- 2案で比較検討を実施

# 3. 検討結果

## 3.4 導水施設の事故等リスクへの対応-2

改修
更新
廃止
変更なし



## 3. 検討結果

### 3.4 導水施設の事故等リスクへの対応-3

	安定性	管理性	経済性	評価
整備案 a	導水ポンプの導入により 二系統化を実現 ※ ただし、電力事業者と調整の上、 非常時運転を行う必要あり ○	二系統化により 定期的な清掃点検が可能 ○	1.0 ◎	○
整備案 b	二系統化が図れ、 バックアップ機能を確保 ◎	二系統化により 定期的な清掃点検が可能 ○	1.3 △	△

- 整備案bは、事故等リスクの大幅な低減が可能だが、整備費用が高額
- 整備案aは、導水ポンプの整備及び発電所との調整等の運用上の制約があるが、既存導水施設が活用でき、コスト抑制が可能

**経済的に二系統化を実現できる整備案aを採用**

# 3. 検討結果

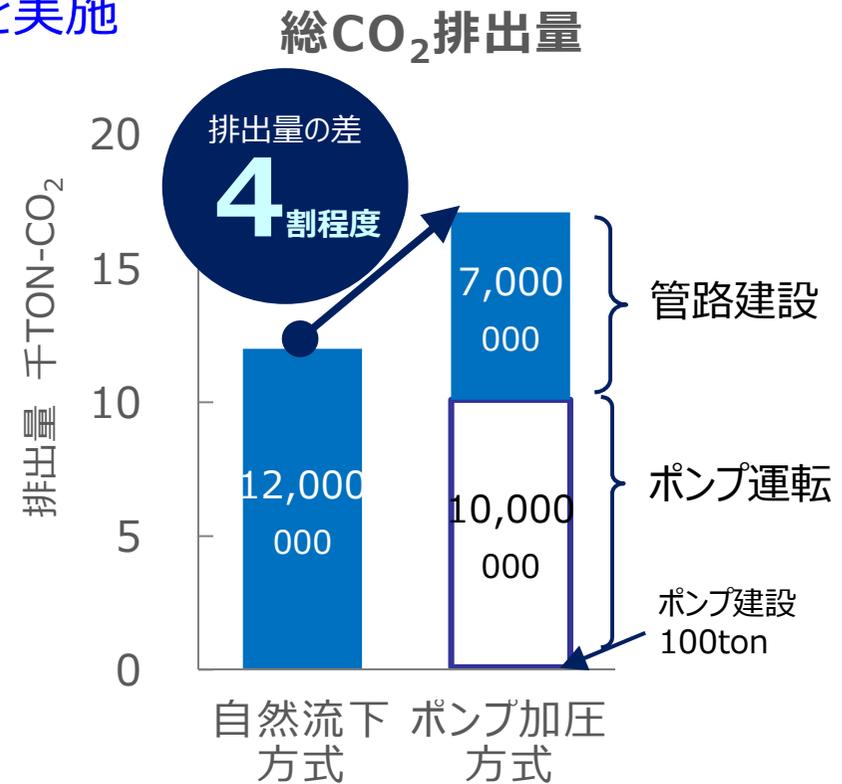
## 3.5 送水方式の転換

浄水場上流移転に伴う、送水方式を検討

- 自然流下方式、加圧方式の比較評価を実施



方式	自然流下	ポンプ加圧
整備内容	送水管	送水管 送水ポンプ
口径	φ1,350	φ1,000
延長	8,000m	8,000m
経済性	1.1	1.0



※ 送水量7.5万m<sup>3</sup>/日 (負荷率・需要低減考慮)、揚程6mと設定

※ ポンプ運転分は算定期間60年 (土木施設の法定耐用年数と同年数) として算出

参考文献: JWRC, e-Pipeプロジェクト, 第5章管路施設のLCAに関する研究

## 4. おわりに

今後の浄水場更新検討業務で留意すべき事項を以下のとおり提案する

### ① 安定給水に影響を与えるボトルネックの抽出

- 長期的な視点に立ち、安定的な給水を実現するための水道システム全体の最適化の勘案が必要がある
- 水道システムの現況評価を実施し、ボトルネック施設の特定等の課題抽出を行い、これらについて対策を講じることが重要である

### ② 関連施設を含めた最適な浄水場更新の検討

- 水道システムの最適化を見据えて、効果的・効率的な浄水場の更新を行うため、浄水場単体のみに着目するのではなく、水源から配水に至る一連の水道システムとして俯瞰して検討する必要がある
- そのなかで、施設の統廃合や上流移転など、最適な浄水場更新計画を策定することが重要である

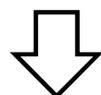
# 流出解析モデルを活用した効果的な浸水対策の検討事例

株式会社 日建技術コンサルタント  
上下水道技術部 浅沼 則行

# 1. はじめに

## 【A市における浸水被害の現状】

- ・ 局所的な集中豪雨の多発
- ・ 市街化の進展による雨水流出量の増加



- ・ 市街地での内水による浸水被害の多発
- ・ 下水道施設のみでの対応が困難

## 【A市の浸水被害に対する今後の方針】

- ・ 浸水被害軽減を目的にした浸水対策の早期実施
- ・ 下水道施設以外の排水施設の有効利用

## 2. A市の概要

### 【地形】

- ・ 市域北側の約2/3が山間部
- ・ 山麓から連なる緩やかな傾斜地に市街地が形成
- ・ 山麓部の道路が急勾配
- ・ 地盤高は、北東から南西へ向かい傾斜しており、標高30m～300m程度と高低差が大きい

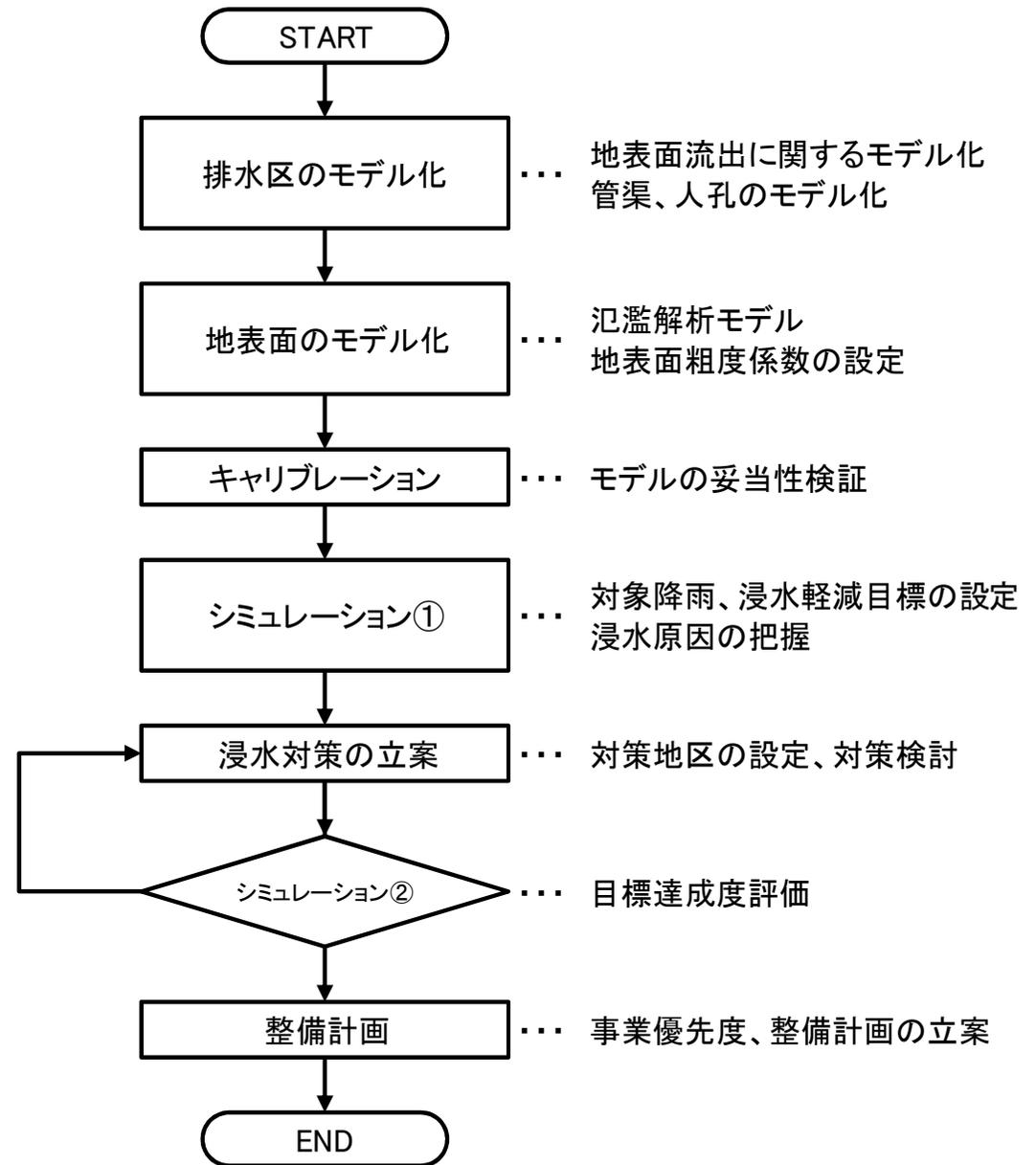
### 【下水道施設（雨水）】

- ・ 管渠：約160km
- ・ 調整池：51箇所（内、民間施設24箇所）
- ・ 雨水整備率：約74%

### 3. 浸水対策の検討方法

浸水被害の軽減を図るための最適な対策案を立案するため、右図のフローに基づき検討を行うものとした。

しかし、A市の地形や下水道施設の整備状況から各検討項目においていくつかの課題が生じた。



### 3. 浸水対策の検討方法

#### 【検討過程で生じた課題】

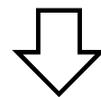
- 課題 1 : 下水道施設のみでのシミュレーションでは、実際の浸水状況を細部まで再現できない。(排水区のモデル化)
- 課題 2 : 国土地理院の標高データを用いた氾濫解析モデルでは、実際の浸水状況との整合が図れない。(地表面のモデル化)
- 課題 3 : 市全域でのシミュレーションのため、各排水区での流出係数の偏在性が強い。(キャリブレーション)
- 課題 4 : A市の地形特性として、山麓部では急斜面の道路網となっているため、氾濫流に対する住民の安全性を考慮した浸水軽減目標の設定が必要である。(シミュレーション①)
- 課題 5 : 早期の浸水軽減を図るための整備優先順位の設定が必要である。(整備計画)

## 4. 排水区のモデル化

InfoWorksICMを用いて下水道施設である管渠・水路、人孔及び調整池等のモデル化を行い、各人孔に対して排水区域の設定を行った。

### 【課題1】

A市の浸水状況は、下水道施設以外の排水施設（道路側溝、農業用水路等）が原因と思われる浸水被害の発生も多く、下水道施設のみでの解析では細部まで浸水を再現できなかった。



### 【解決策】

下水道施設以外の排水施設をモデル化する。

## 4. 排水区のモデル化

### 【下水道施設以外でのモデル対象施設】

施設	資料名	備考
河川	河川計画資料	現況縦断図
農業用水路	測量成果	横断測量データ
道路側溝	道路台帳	勾配: 地表勾配、断面: 現地調査により測定
調整池	竣工データ	

### 【解析結果】

細部での浸水を再現でき、浸水実績との整合を図ることができた。

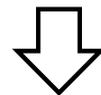


## 5. 地表面のモデル化

国土地理院の標高データを用いて、メッシュで表現する方法により地表面のモデル化を行った。なお、地表面の粗度係数は、地目別面積（農地、道路、宅地、その他）から設定するものとした。

### 【課題2】

A市では、氾濫流が道路を流れた上で宅地部に浸入して浸水しているが、国土地理院の標高データから地表面モデルを作成すると道路を再現できず、溢水した箇所周辺のみが浸水するといった現象が起きた。また、農地部についても浸透を考慮していないため、実際の浸水状況と整合が図れなかった。



### 【解決策】

宅地部の地盤高を数十cm高くしたモデル（メッシュゾーンの設定）を作成するとともに、農地部の浸透を考慮したモデル（浸透ゾーンの設定）を作成する。

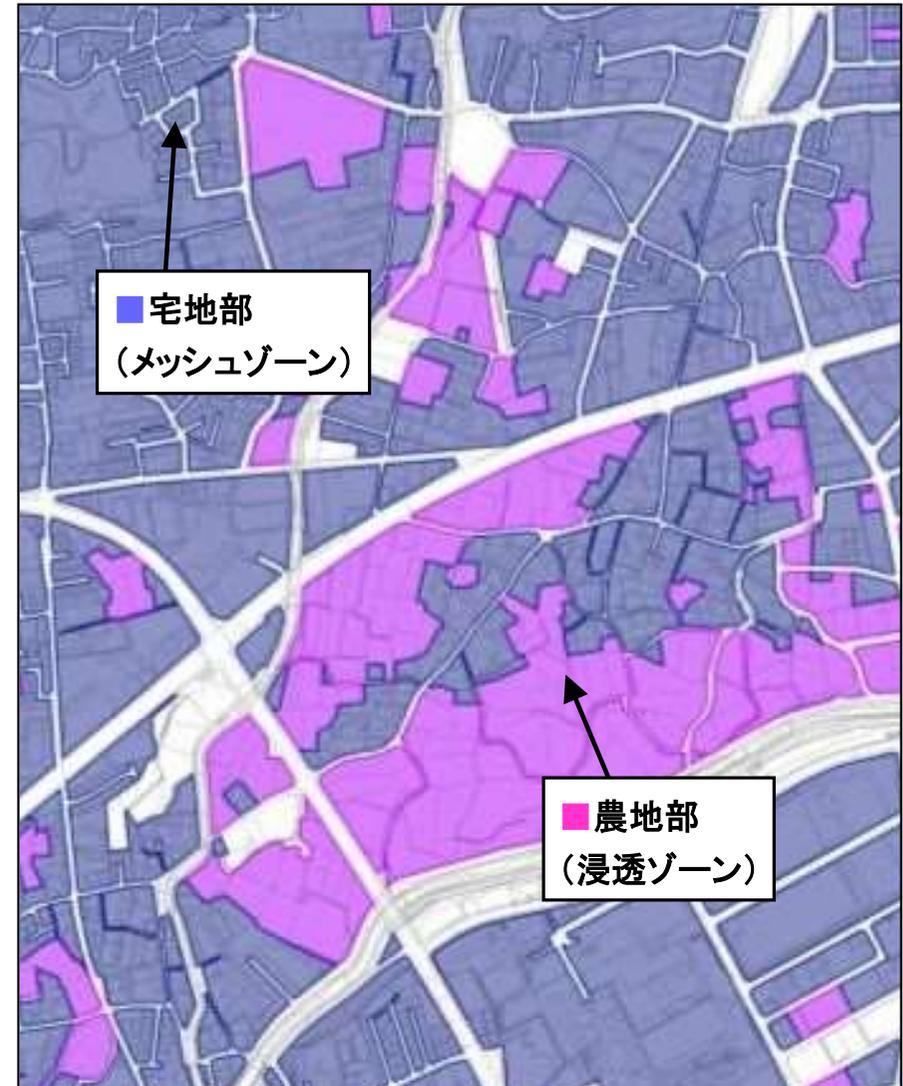
## 5. 地表面のモデル化

### 【地表面モデルの設定方法】

- ・ 街区ごとにメッシュゾーンを設定し、宅地部の地盤高を数十cm高くする。
- ・ 農地に浸透ゾーンを設定し、地表面への浸透を考慮する。

### 【解析結果】

急勾配の道路上での氾濫流の流れを再現でき、また、下流側への地表面氾濫を軽減することで実際の浸水状況と整合を図ることができた。



## 6. キャリブレーション

河川流域別に代表的な排水区を選定して行ったモニタリング（水位観測）の調査結果を用いて、モデルの妥当性検証を行った。なお、キャリブレーションは流出係数をパラメータ項目として再現性の高い流出係数0.5のモデルを採用するものとした。

### 【課題3】

市全域のモデルであるため、流出係数0.5では実際の浸水状況に対する再現性が低い排水区があった。



### 【解決策】

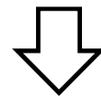
モニタリングを実施していない排水区については、流出係数0.5を基本に、浸水実績と整合を図りながら流出係数（0.4～0.7の範囲）を設定する。

## 7. シミュレーション

再度浸水被害の防止の観点から、近年の降雨特性を踏まえた2降雨（河川計画における100年確率降雨及び既往最大降雨）を対象に、浸水シミュレーションを行った上で、浸水被害軽減目標を設定した。

### 【課題4】

山麓部において急勾配の道路が多く、氾濫流速が速くなることを考慮した機能保全水深の設定が必要であった。



### 【解決策】

計画降雨に対する浸水被害がほとんどないことから、対象降雨に対して避難者の安全性及びA市の財政状況を勘案した機能保全水深を設定する。

# 7. シミュレーション

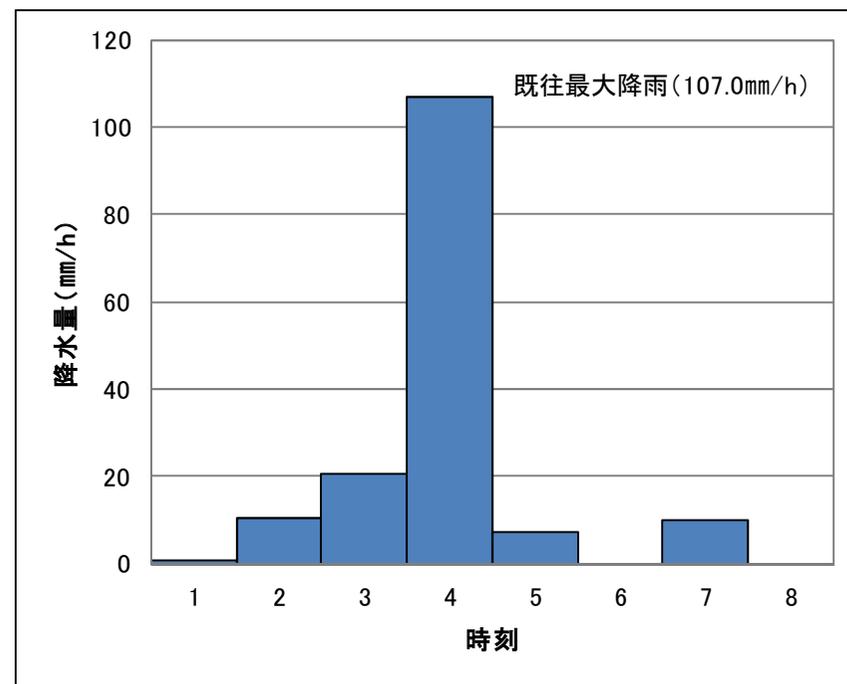
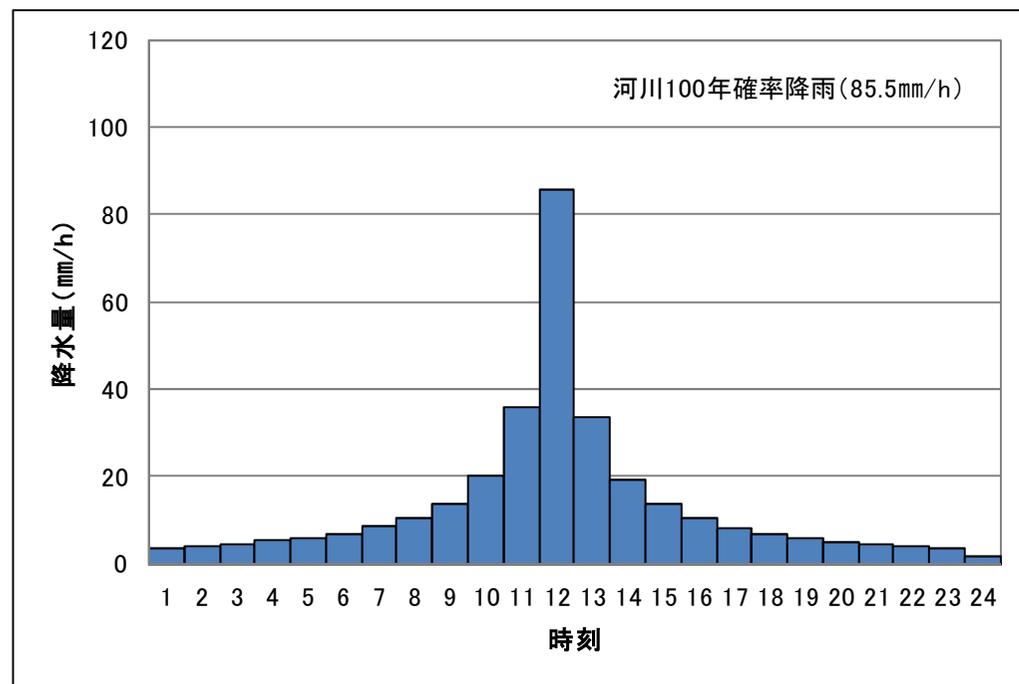
## 【浸水被害軽減目標】

急勾配の道路での氾濫流速を考慮した避難者の歩行等の安全性が確保でき、早期の浸水軽減が図れる目標値を設定した。

目標 1 : 河川100年確率降雨に対して浸水深1.0cm未満

目標 2 : 既往最大降雨に対して浸水深10cm未満

## 【降雨波形】



## 8. 浸水対策の立案

### 【対策地区の設定】

浸水被害実績のある地区を考慮した上で、対象降雨に対するシミュレーション結果を基に設定した。

### 【浸水対策】

各対策地区について、経済性を考慮した実施可能な対策案を立案し、浸水被害軽減目標の達成度評価を行った。

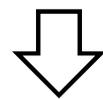
対策方針としては、基本的に下水道計画と整合を図るものとし、浸水軽減が図れない箇所や計画がない箇所（下水道施設以外の排水施設）についてはバイパス管の新設や断面改修の検討を行った。

## 9. 整備計画

各浸水対策ごとに、「位置」「浸水原因」「概算事業費」「浸水面積」を整理し、整備計画を立案した。

### 【課題5】

下水道施設以外の対策も含めて、早期の浸水軽減を図るために市の財政状況も考慮した整備計画の立案が必要であった。



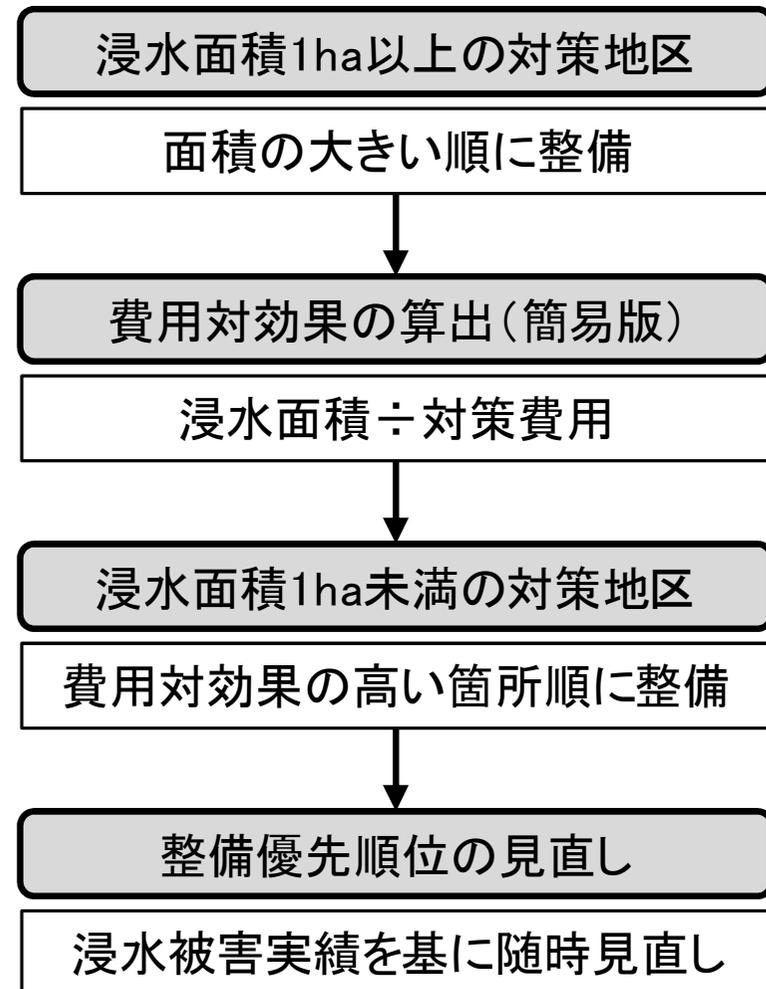
### 【解決策】

整備優先順位設定フローに基づき、「浸水面積」「費用対効果」を考慮した整備計画する。

## 9. 整備計画

### 【整備優先順位設定フロー】

- ・ 浸水面積が1ha以上の対策地区をAランクと設定し、早期に整備を進める方針とした。
- ・ 浸水面積が1ha未満の対策地区については費用対効果を考慮した上で効果的な箇所から整備を行うものとした。
- ・ なお、整備優先順位は実際の浸水状況にあわせて随時見直すものとした。



## 10. おわりに

### 【市全域を対象とした氾濫解析手法を用いた浸水対策】

- 地形条件や浸水状況を考慮し、手法を変えてシミュレーションモデルを構築することが有効である。
- 実際の浸水状況を再現するために下水道施設以外の排水施設のモデル化、浸透や宅地部の地盤高を考慮したモデル化も必要となる。
- 浸水対策を行う場合は、事業種別にとらわれず全ての排水施設を活用した浸水対策を実施することが早期の浸水軽減につながる。
- 浸水被害軽減目標については、地域特性（地形条件、下水道施設の整備状況等）を考慮した上で、住民の安全面を優先に設定することが重要である。

潤いある未来へ

2018/7/6 水コン協第28回技術研究発表会

# 熊本地震における 水コン協会員現地本部の災害復旧支援



株式会社 日水コン

下水道事業部 ○山本 整  
福島真一

# 報告内容

1. 災害復旧支援要請の経緯
2. 災害復旧の流れと水コン協の役割・活動
3. 二次調査結果の整理
4. 災害復旧方針・方法の検討
5. まとめ

# 1. 災害復旧支援要請の経緯

## ● 災害復旧支援要請の経緯

① 4月14日(木)発災(前震:M6.5)、4月16日(土)発災(本震:M7.3)



② 4月22日(金): 水コン協九州支部(本部経由)へ支援要請

- ・大都市支援隊長: 大阪市より打診(二次調査に併せて4月26日開始依頼)



③ 4月24日(日): 熊本市・大都市支援隊と水コン協先遣隊との協議

- ・災害支援基本協定内容の確認・業務範囲の確認等



④ 4月25日(月): 水コン協九州支部緊急運営委員会開催

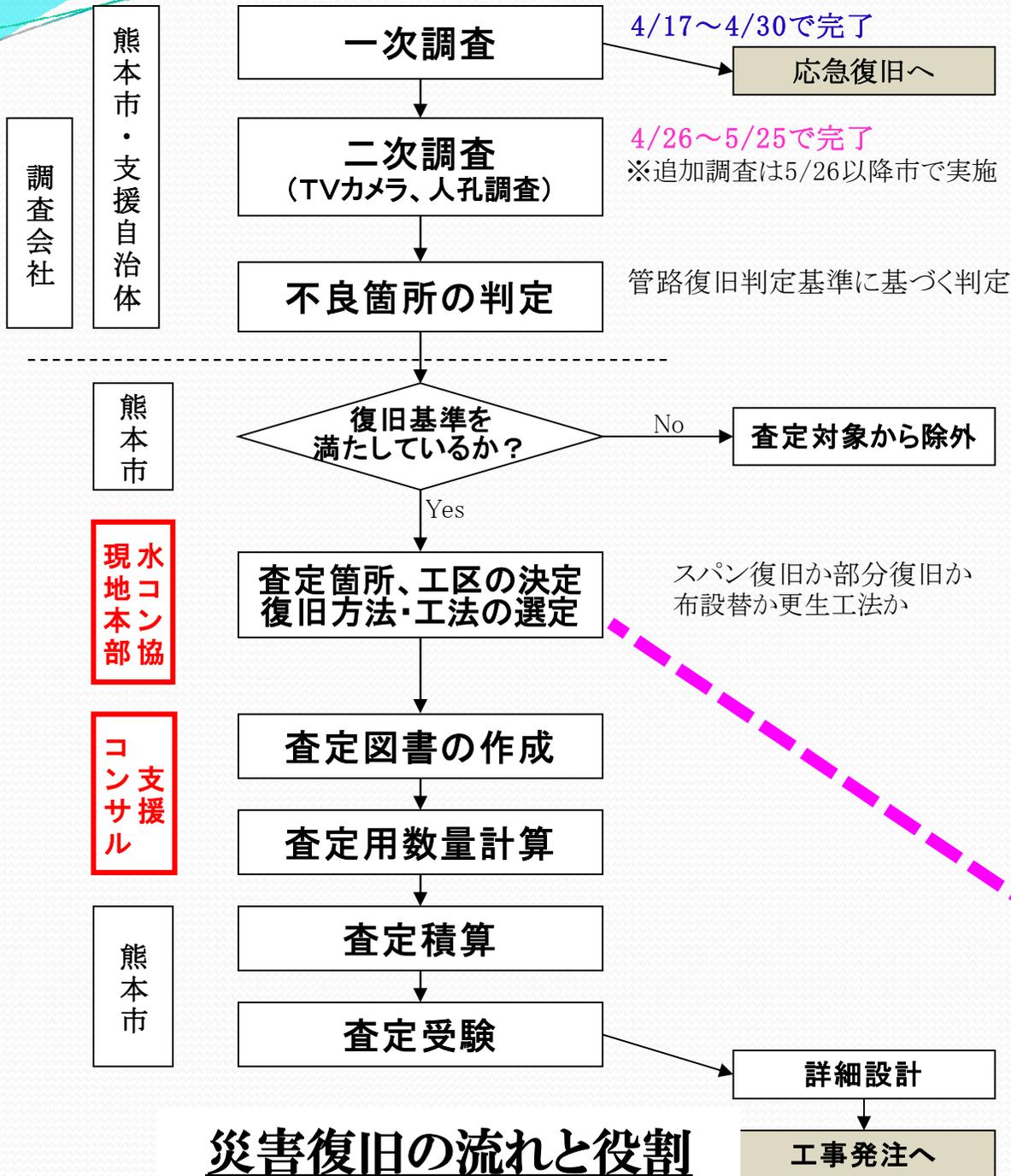
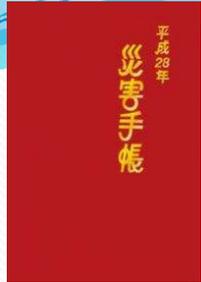
- ・現実的に1社での対応は困難で、複数社での支援が必要と判断
- ・水コン協会員現地本部派遣決定: 日水コン・日本水工設計の2社
- ・政府により、熊本地震が激甚災害に指定



⑤ 4月26日(火): 水コン協会員現地本部設置(二次調査開始)

- ・5月8日以降に本格稼働(5月7日以前は、宿泊の関係で福岡市から出勤)

# 2. 災害復旧の流れと水コン協の役割・活動



- 災害復旧事業は、「**公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法**」による。
- 通常、被災後2か月以内に災害査定手続きが必要（**平成28年災害手帳**）。
- 業務は、**下水道災害時における大都市間の連絡・連携体制に関するルール**に基づき実施。
- 支援自治体（政令市）及び調査会社（管路協会員）で**二次調査**（TVカメラ調査、人孔目視調査）を実施。
- **水コン協会員現地本部**は、二次調査実施路線を対象に、**災害査定図書作成**のための基礎資料を作成。

災害復旧支援において、  
**水コン協会員現地本部**  
 を初めて設置、活動した。

災害復旧の流れと役割

## 2. 災害復旧の流れと水コン協の役割・活動

### ● 会員現地本部の主な業務①

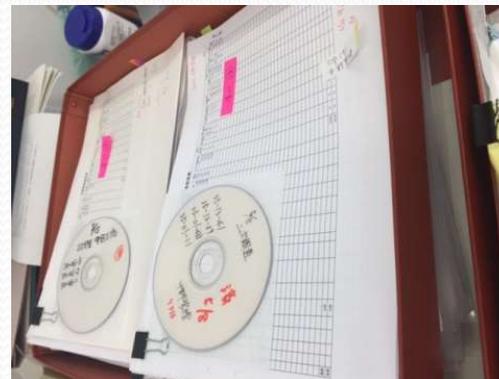
#### (1) 合同連絡会議への参加(二次調査進捗状況の共有)

- ・ 熊本市、大都市支援自治体、熊本県現地支援本部、管路協、水コン協で、二次調査期間中毎日18～19時で開催される**合同連絡会議**に参加。



#### (2) 二次調査結果(査定判定結果)の整理

- ・ 管路協から提出される**二次調査結果(集計表、個別表、動画データ等)**の受領・チェック・水コン協各社へのデータ配布等。



## 2. 災害復旧の流れと水コン協の役割・活動

### ● 会員現地本部の主な業務②

#### (3) 復旧方針・方法の検討

- 被災経験自治体（仙台市・千葉市等）から受けた災害査定に関するレクチャーを参考に、[熊本市版の復旧方針・方法（災害復旧に関する基準書）](#)について検討（[熊本県とも調整し、熊本市以外の都市でも活用](#)）。

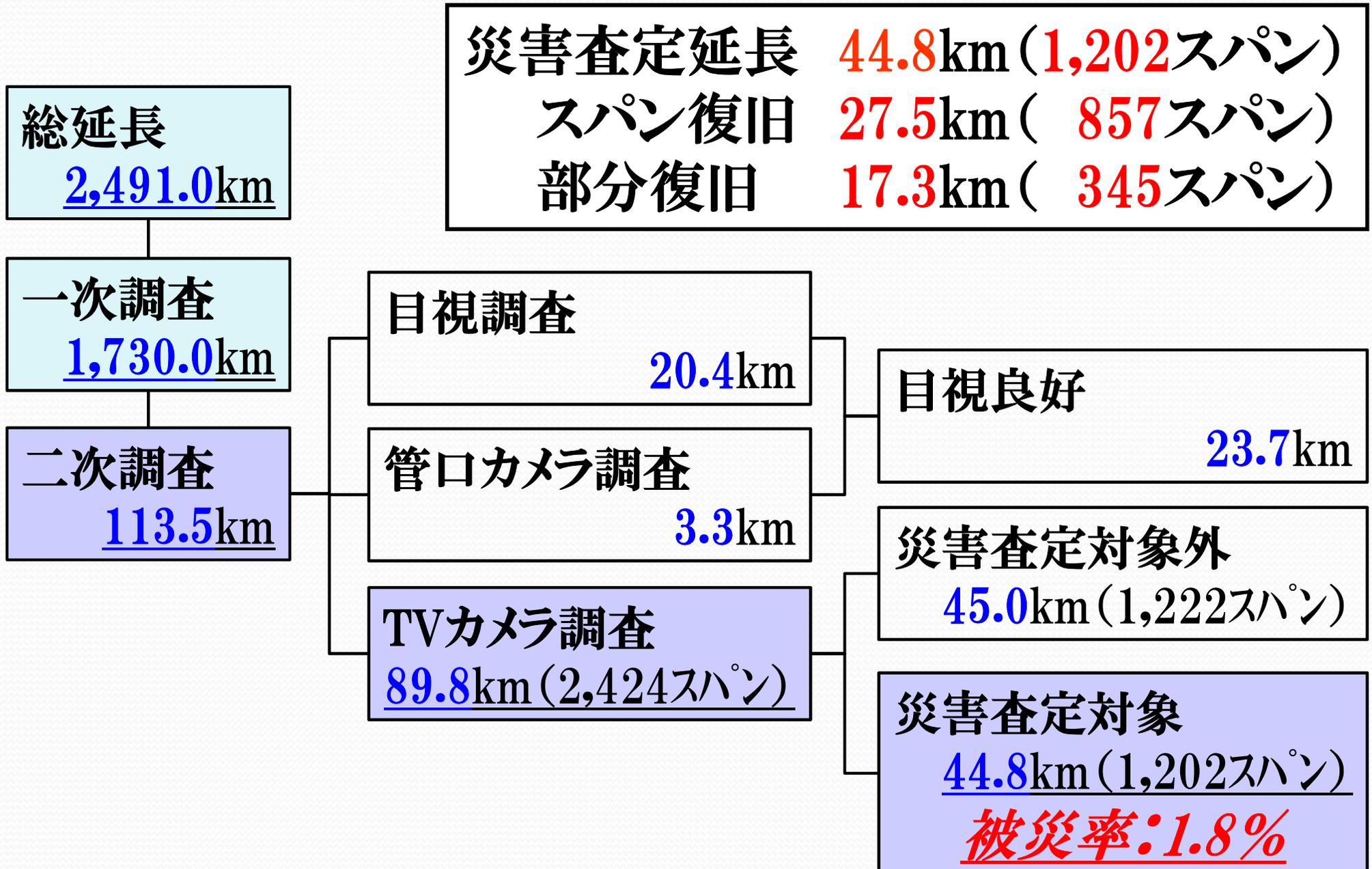
#### (4) 災害査定資料作成方針等の策定

- 各コンサル間で統一した災害査定資料を作成するため、[合同コンサル会議](#)を開催・運営（全4回実施）。
- [災害査定受験に向けたQ&A作成](#)。



### 3. 二次調査結果の整理

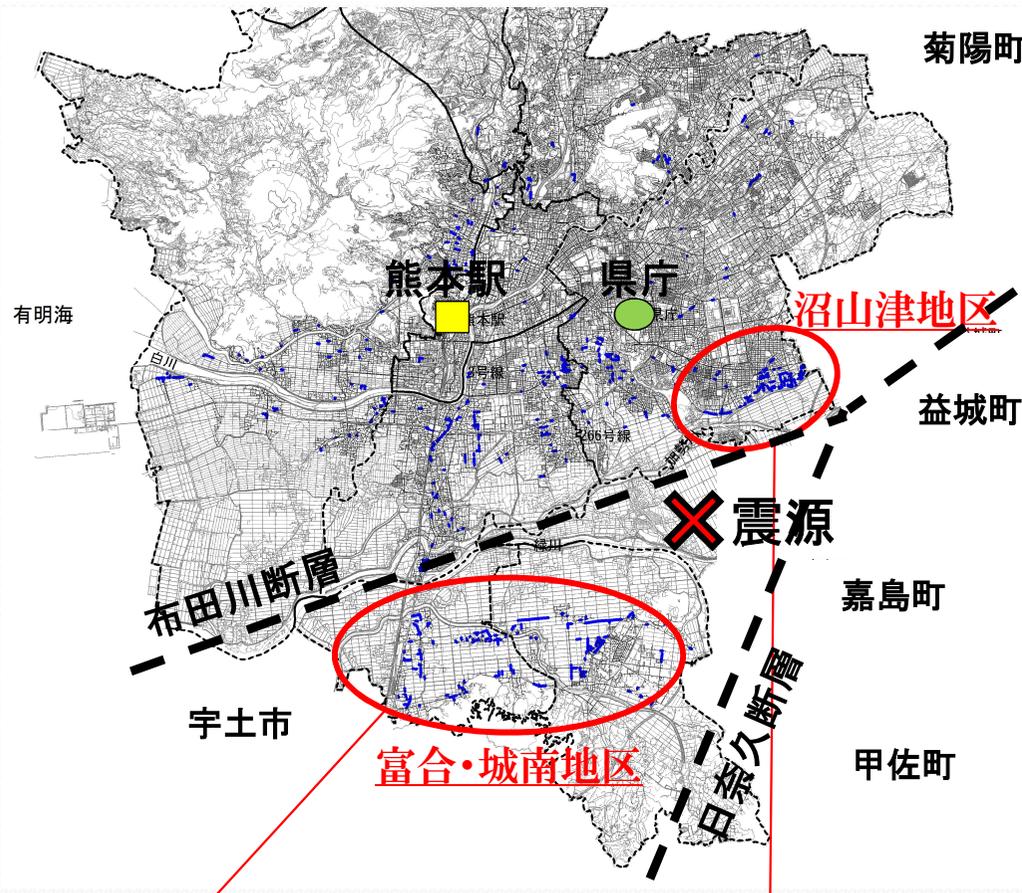
#### ● 二次調査結果の概要



# 3. 二次調査結果の整理

## ● 熊本市下水道管路施設の被災状況

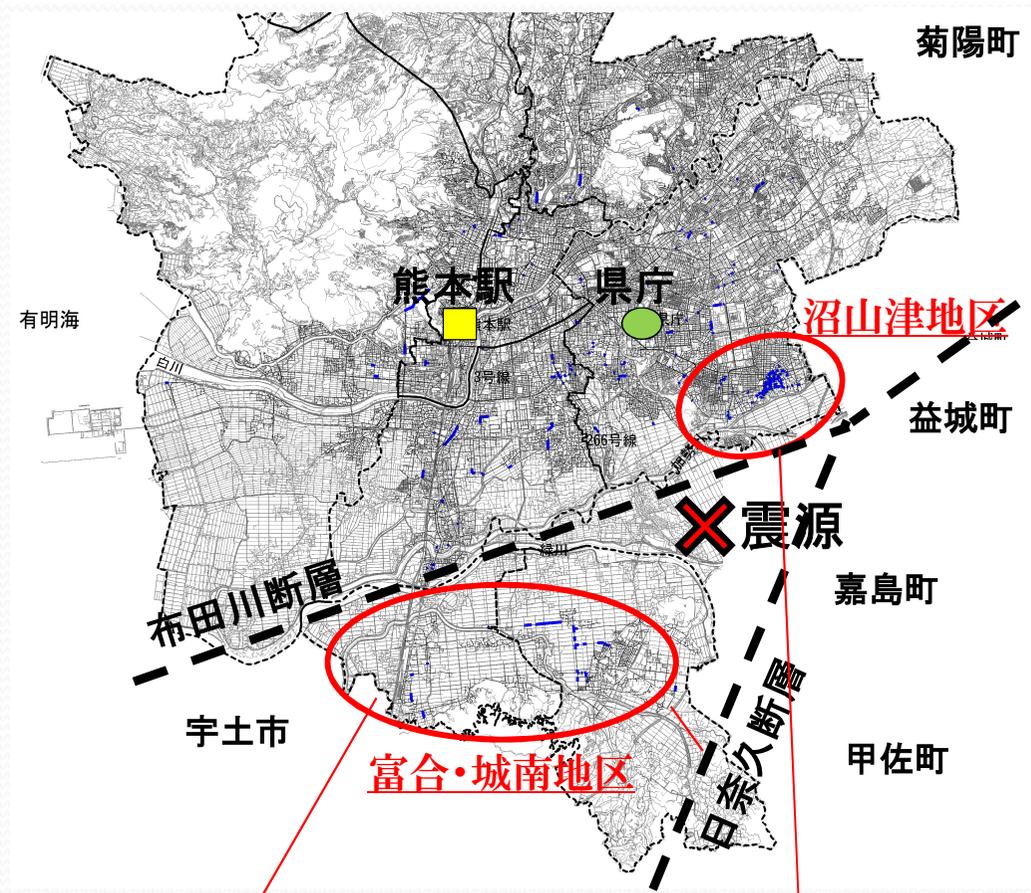
【たるみ・蛇行状況】  
(全管種)



たるみ・蛇行が多く見られた(主に塩ビ管)。

震源に近く被害は大きかったが、被害全体に占めるたるみ・蛇行の割合は少なかった。

【管周面方向の亀裂・破損状況】  
(ヒューム管及びボックスカルバート)



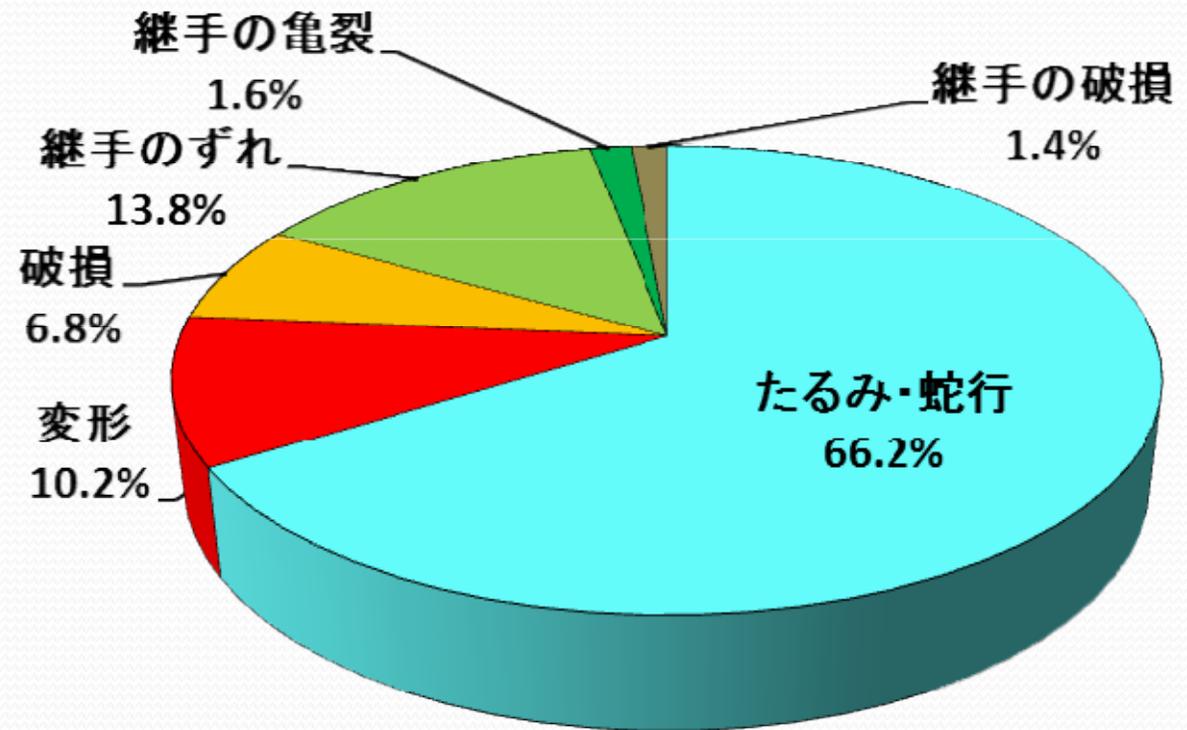
たるみは多く見られたが、管周面方向の亀裂・破損は少なかった。

震源に近く、震度が大きかった地域で、管周面方向の亀裂・破損が多く見られた(継手ズレも同様)。

### 3. 二次調査結果の整理

#### ●樹脂管(塩ビ管)の被災傾向

- ・たるみ・蛇行による被災が最も多かった。
- ・継手ズレ、変形(扁平)が各々1割以上を占めている。
- ・地震動が起因と想定される樹脂管の破損も一部で見受けられた。



樹脂管の被災項目別割合(スパン数割合)

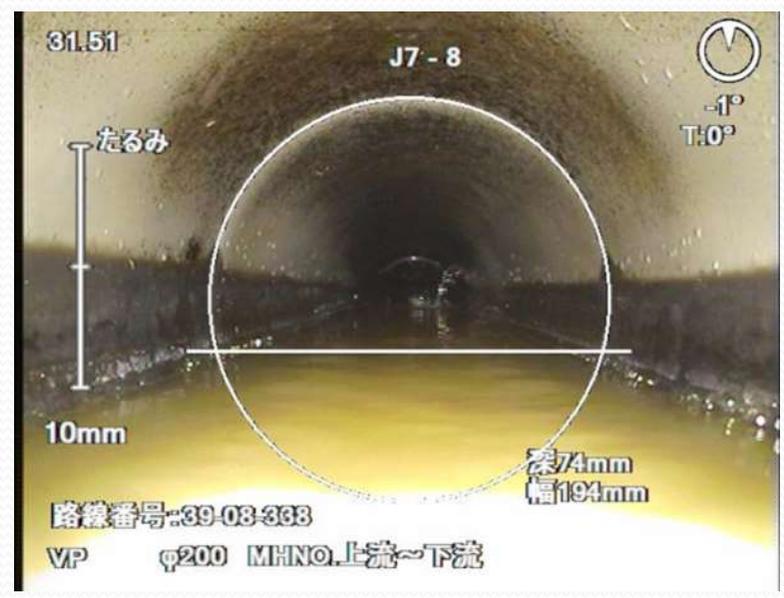
※樹脂管:硬質塩化ビニル管、リブ付硬質塩化ビニル管、更生管

⇒たるみ・蛇行が大半を占める結果は、過去の巨大地震による樹脂管(塩ビ管)の被災傾向と同様であった。

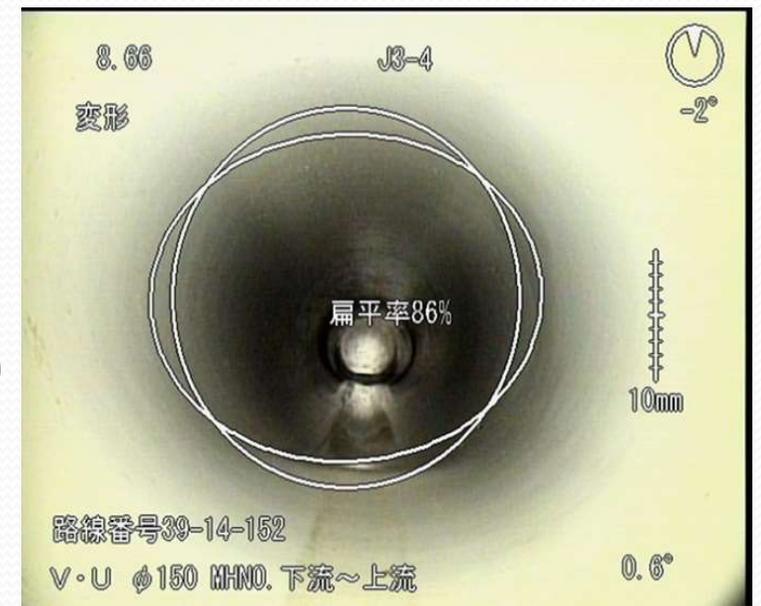
### 3. 二次調査結果の整理

#### ●樹脂管(塩ビ管)の被災状況

たるみ



変形(扁平)



変形



破損

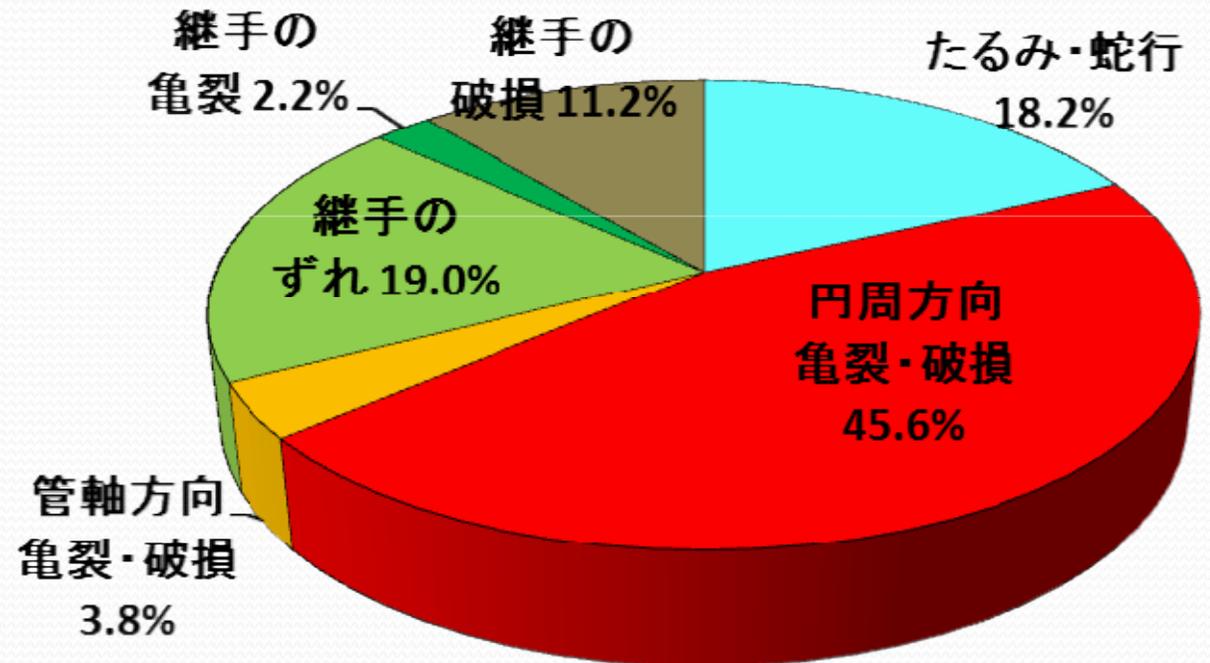


※写真:熊本市提供

### 3. 二次調査結果の整理

#### ●コンクリート管の被災傾向

- ・ **たるみ・蛇行**による被災は2割程度であり、樹脂管に比べて少なかった。
- ・ **円周方向の亀裂・破損**が約半数を占めている。
- ・ **継手部の破損・亀裂・ズレ**で、3割程度を占めている。



#### コンクリート管の被災項目別割合(スパン数単位)

※コンクリート管:鉄筋コンクリート管、レジンコンクリート管

⇒ **円周方向の亀裂・破損**が多い結果は、既往の直下型地震によるコンクリート管被災傾向と同様であった。

# 3. 二次調査結果の整理

## ●コンクリート管の被災状況

破損



継手のズレ



亀裂



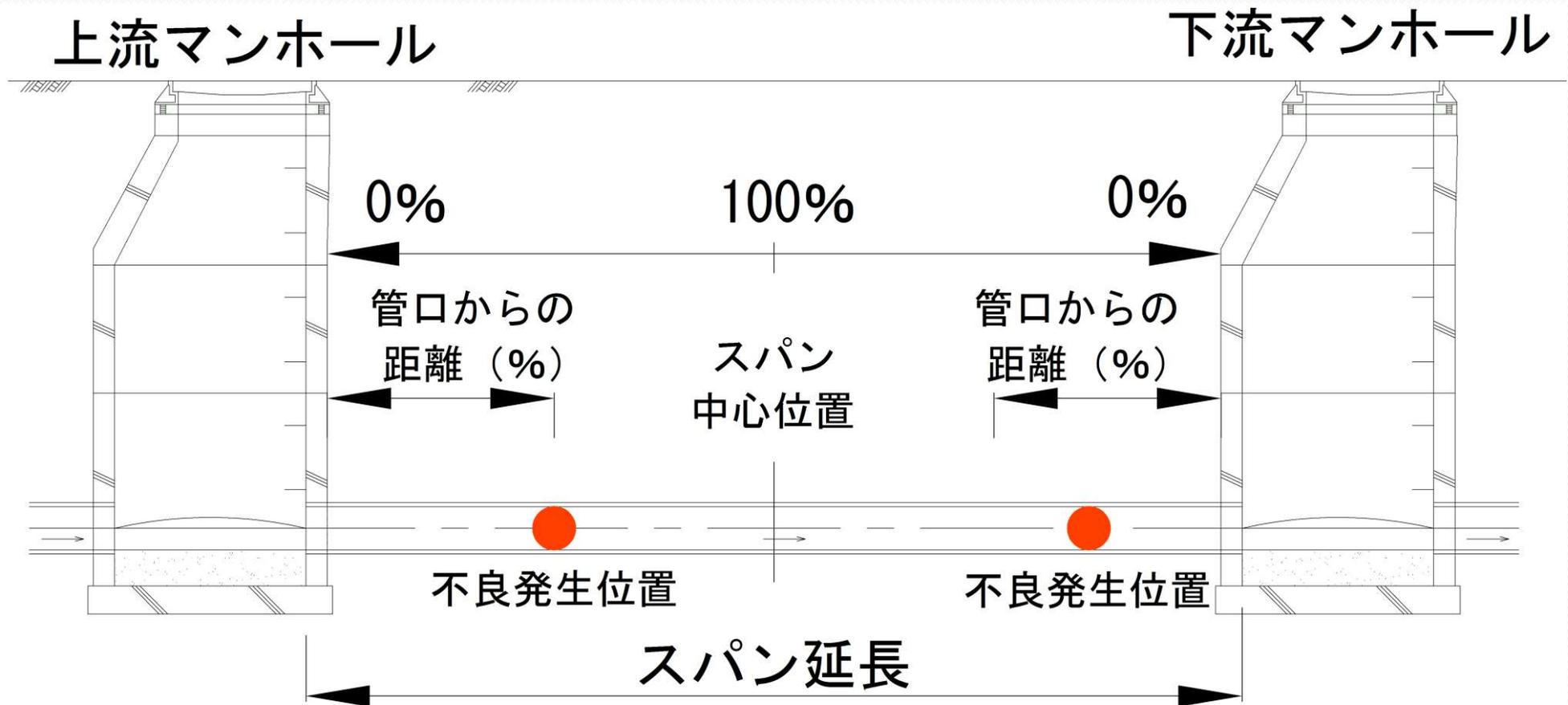
亀裂 (拡大)



### 3. 二次調査結果の整理

#### ●コンクリート管の被災位置(縦断方向)に関する傾向分析

- 被災割合の多い「円周方向の亀裂・破損」及び「継手ズレ」を対象に、コンクリート管が縦断方向のどの位置で被災したかを分析した。
- 管口から不良発生位置までの距離を抽出、集計した。

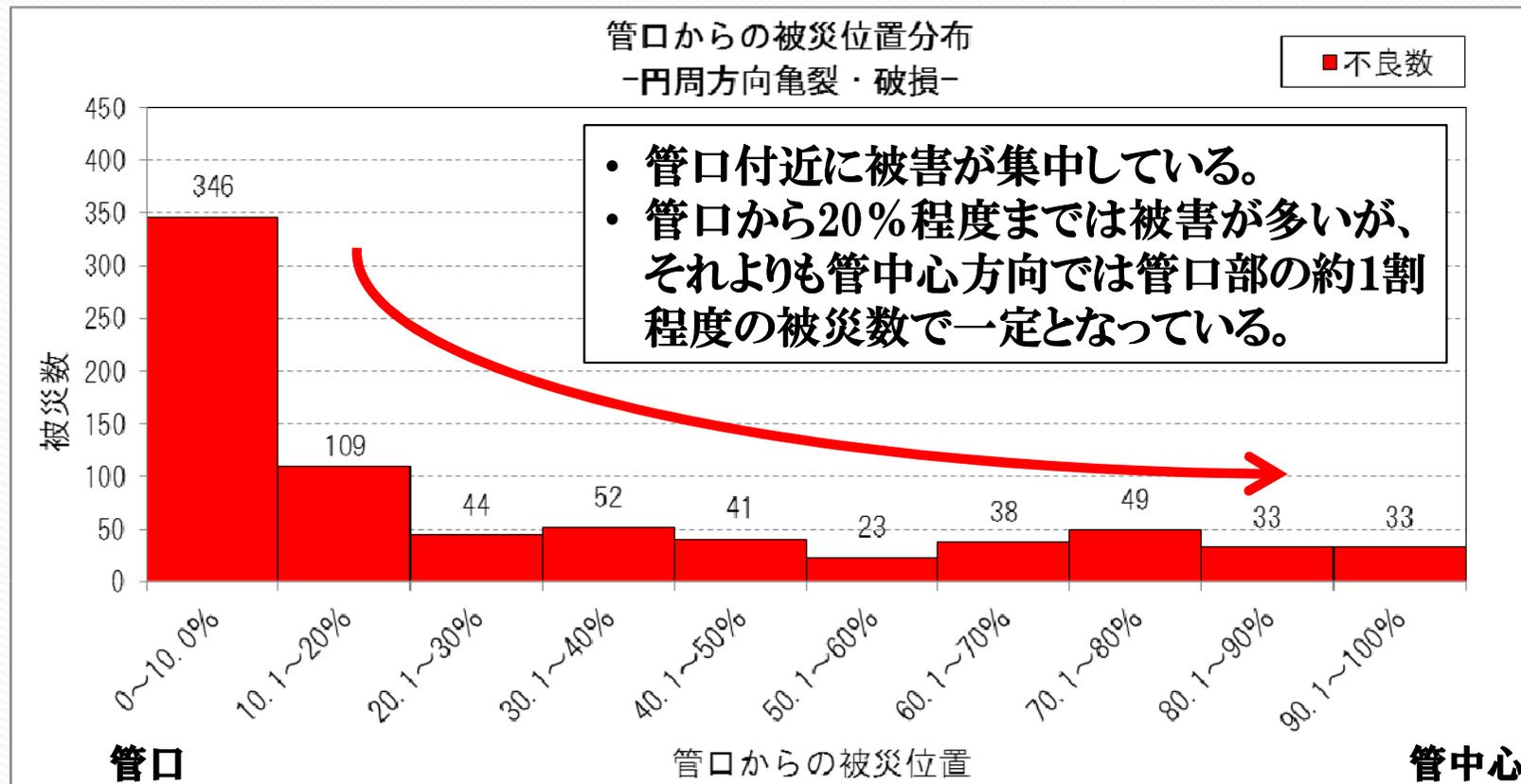


縦断方向の被災位置分析イメージ

### 3. 二次調査結果の整理

#### ●被災箇所の実分析結果（円周方向の亀裂・破損）

- ・ **円周方向の亀裂・破損**は、**管口付近**で被害が多く見られた。
- ・ 管中心方向に向けては、管口から20%の位置以降で一定の被害となっていた。

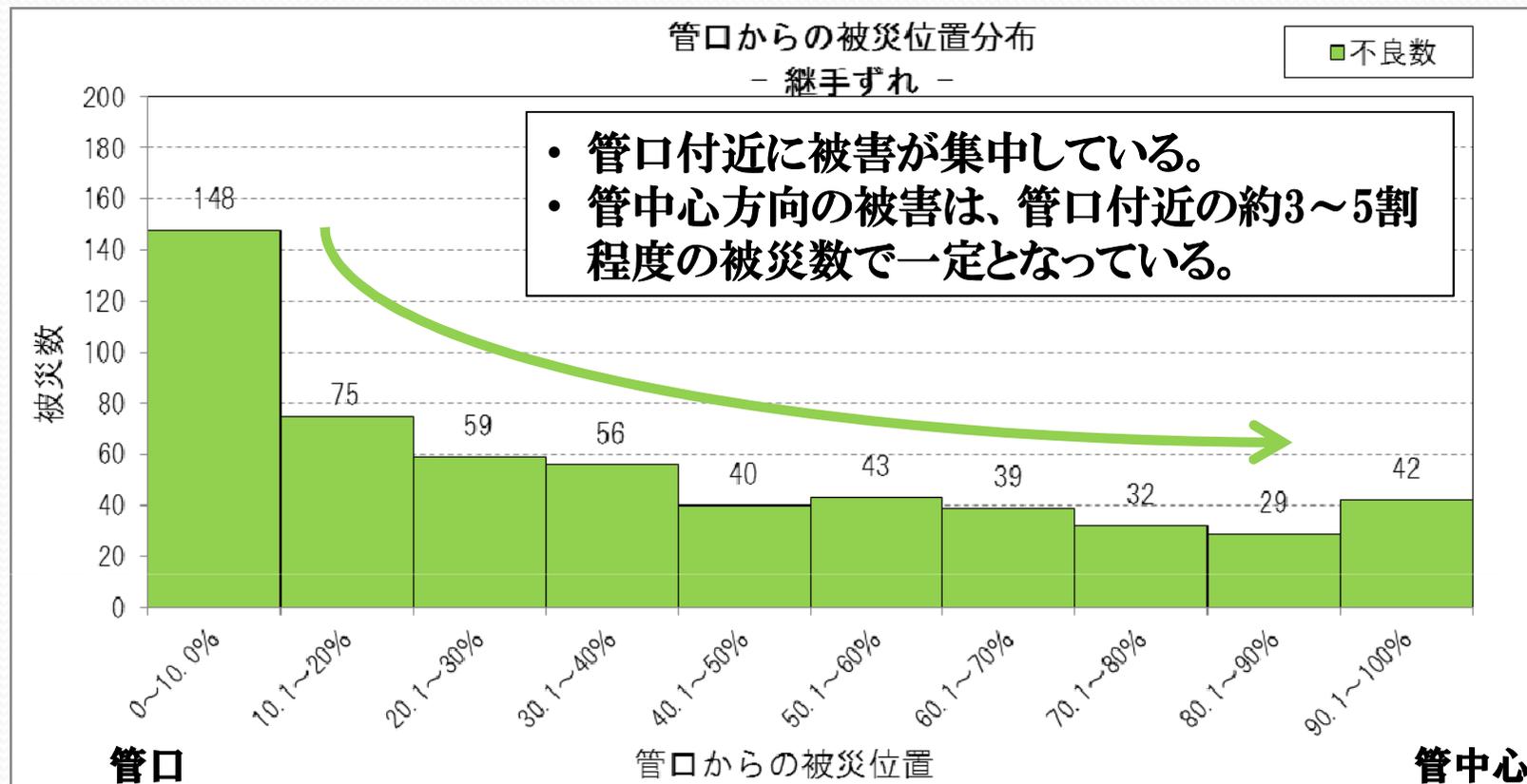


⇒ 平成28年熊本地震においても、管口付近に被害が集中していることから、**管口部の耐震補強の重要性**を改めて確認できた。

### 3. 二次調査結果の整理

#### ● 被災箇所の実験結果（継手ズレ）

- 継手ズレも、円周方向の亀裂・破損と同様、管口付近での被害が多く見られた。
- 管中心方向でも、円周方向の亀裂・破損に比べると被害が多い傾向がある。

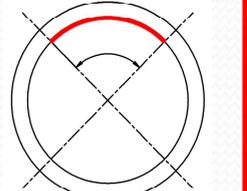
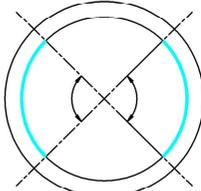
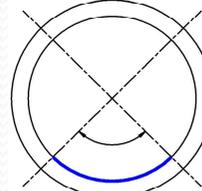
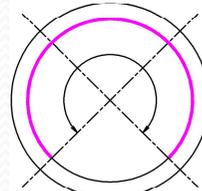
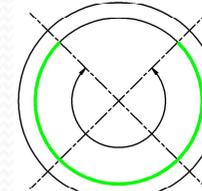
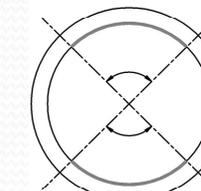


⇒ 継手ズレは、管円周方向の亀裂・破損と比較して管中心方向でも被害が発生（スパン全体で発生）しており、管と管の継手部における耐震補強の重要性を確認できた。

### 3. 二次調査結果の整理

#### ●コンクリート管の被災位置(横断方向)の分析

- **円周方向の亀裂・破損**に関する被災位置(横断方向)について、**全7ケース**でモデル化し、その分布を確認した。

分類	分類① 管頂部	分類② 管側部	分類③ 管底部	分類④ 管頂部～管側部	分類⑤ 管側部～管底部	分類⑥ 管頂部・管底部	分類⑦ 全周
モデル区							
不良数 割合	108 箇所 14.1 %	118 箇所 15.4 %	28 箇所 3.6 %	163 箇所 21.2 %	91 箇所 11.8 %	4 箇所 0.5 %	256 箇所 33.3 %

- **全周クラック**が最も多く、次いで**管頂部～管側部**にわたるクラックが多かった。
  - ⇒ 管頂部でのクラック(①、④、⑦)が、半数以上あることから、被災状況としては管上部に引張が生じて継手が開きにくく、クラックが生じたと推測される。
- **管底部**のみのクラックは少なかった。
  - ⇒ コンクリート管の基礎はコンクリート基礎であったことが、被害が少なかった要因の一つと推測される。

## 4. 災害復旧方針・方法の検討

### ●復旧の基本方針①

#### (1)原形復旧を原則とする

- ・「公共土木施設砂災害復旧事業費国庫負担法(第2条)」及び「都市災害復旧事業国庫補助に関する基本方針(第2項)」による。
- ・推進工法路線については、**改築推進工法**の適用が考えられたが、検討時間が確保できないこと等から、採用は見送った。

#### (2)復旧工法は経済比較により決定

- ・熊本市は、**地下水が豊富**でかつ**地下水位も高く**、従来から**掘削深2.5m**を目安に**開削工法**と**推進工法**を想定して委託発注してきた。
- ・災害復旧においては、布設スペースが確保できないこと等を考慮し、**原則、推進工法は採用しない**こととした(実際には**詳細設計**で個別検討)。
- ・ただし、**掘削深6.5m**を開削の最大掘削深とした(それ以上は個別検討)。
- ・熊本市の地域特性から、**北部エリア**と**南部でエリア**で掘削深判定を変化させた。
  - ✓ **掘削深:6.5m**に、**最低根入れ長3.0m**(市街地災害防止要綱)を加えると、実際の矢板長は**9.5m**程度となる。
  - ✓ 10tトラックの運搬可能長さの目安は10m程度であることから、これを考慮し、**掘削深6.5m**を開削工法の最大掘削深と設定(**熊本市標準設計運用基準書**より)

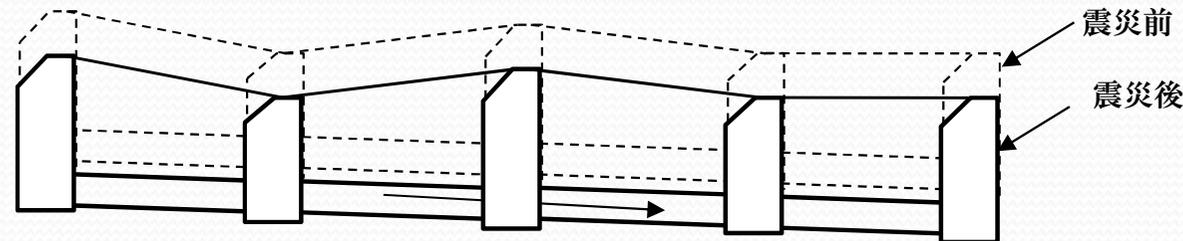
## 4. 災害復旧方針・方法の検討

### ● 復旧の基本方針②

#### (3) 系統として流下機能が確保されている管きよは復旧しない

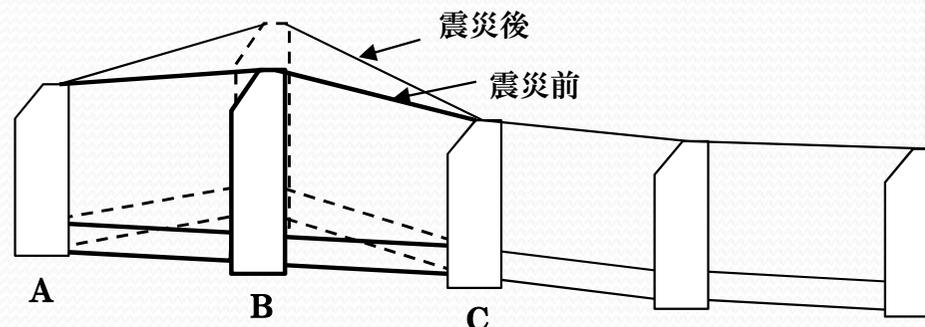
- 本管の流下機能や家屋からの排水機能が確保されていれば、管きよの復旧は行わない。

##### ① 液状化による沈下により、施設が一様に沈下した場合



【対応方法】流下機能及び家屋からの排水機能に問題がないため、本管及びマンホールの復旧は行わない(マンホールの高さ調整は実施)

##### ② 液状化により一部マンホールが隆起した場合



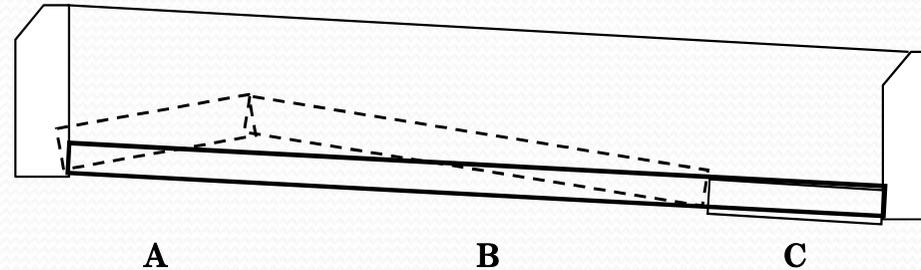
【対応方法】A～B間が逆勾配のため流下機能が確保されていないことから、B～C間を含めて復旧する。

## 4. 災害復旧方針・方法の検討

### ●復旧の基本方針③

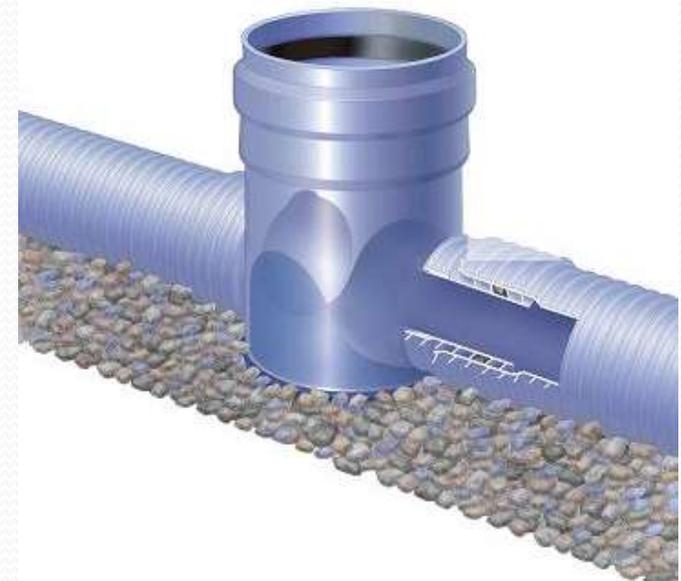
(4)タルミがある場合はスパン単位で管きょ復旧を行う。

- 本管の流下機能や家屋からの排水機能が確保されないため、**管渠復旧判定基準**に準拠し、スパン単位で管きょの復旧を行う。



(5)布設替えの埋戻しは、既設管種を問わず、リブ管碎石巻きとする

- **平成28年災害手帳**から、従来の「**再発防止に向けた復旧とする**」旨が**控除**。
- これまで、埋戻し土の液状化対策として、**リブ管碎石巻き**が採用されてきた。
- 熊本地震でもこれを採用することとする(採用理由は「**再発防止**」ではなく、「**下水道地震対策マニュアル2014**」に記載されている復旧工法とする)。

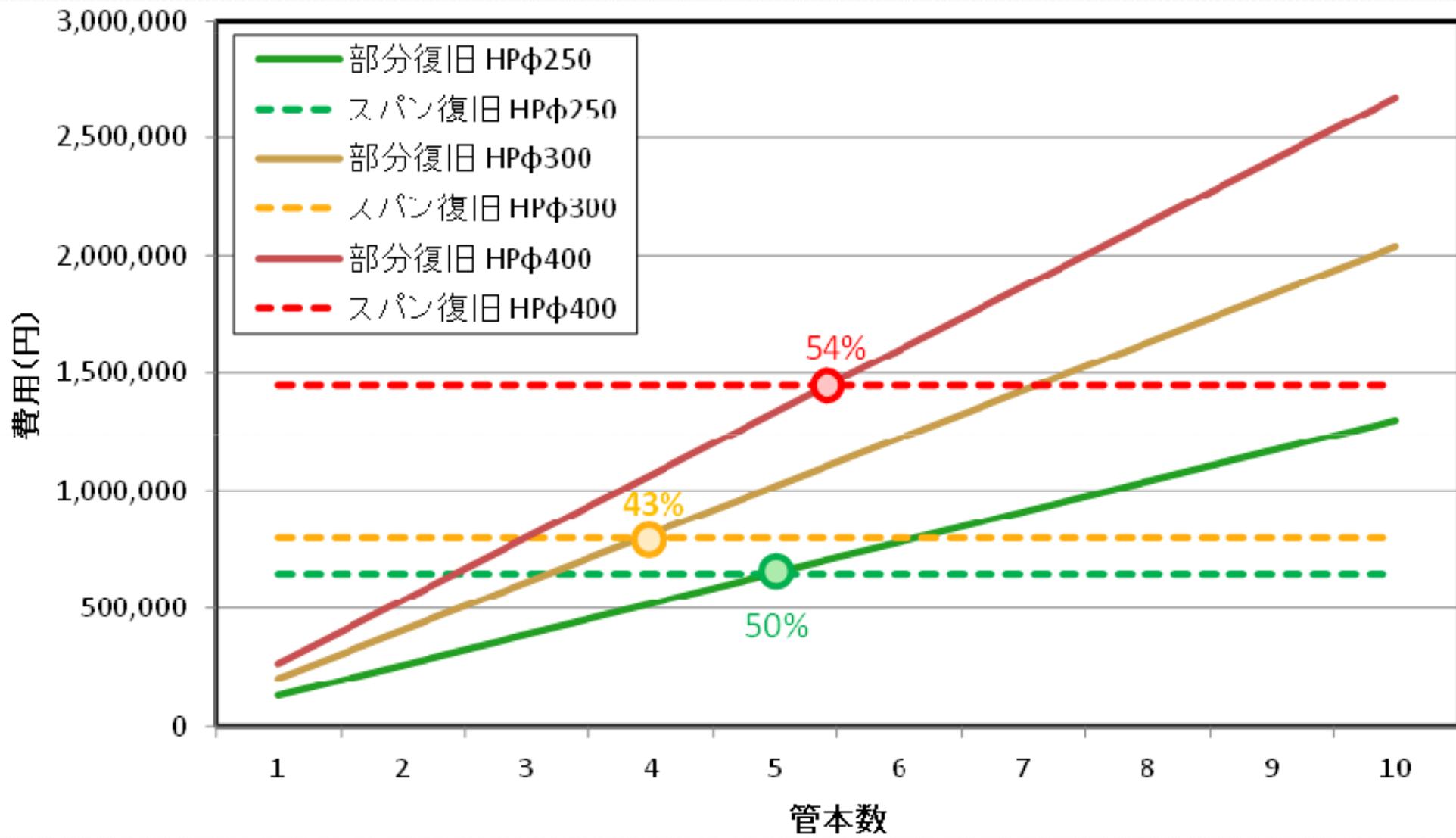


# 4. 災害復旧方針・方法の検討

## ● 復旧の基本方針④

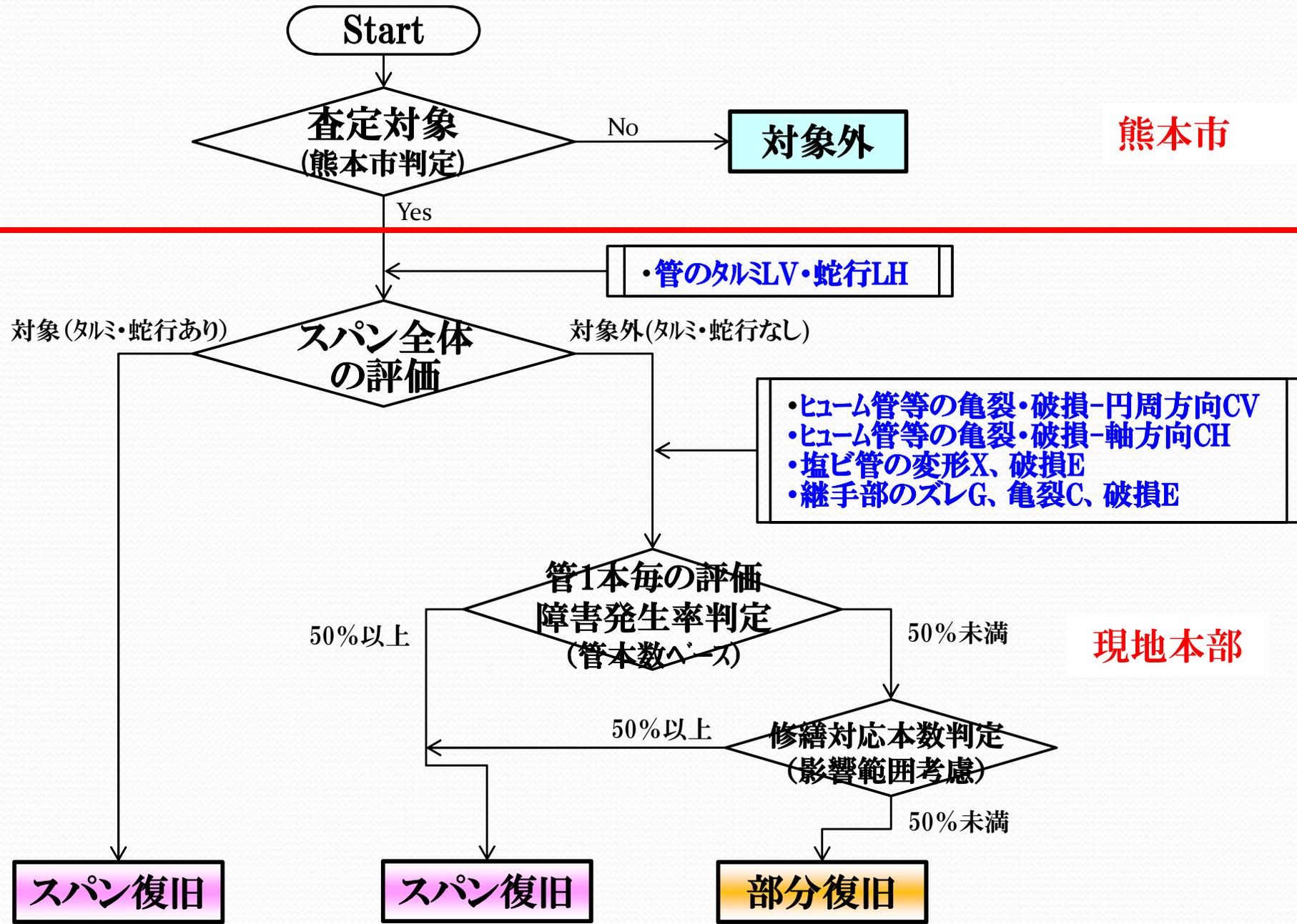
### (6) 障害発生率50%以上でスパン復旧とする

- ・ 経済比較による。



# 4. 災害復旧方針・方法の検討

## ● 復旧工法判定フロー（管きよ）

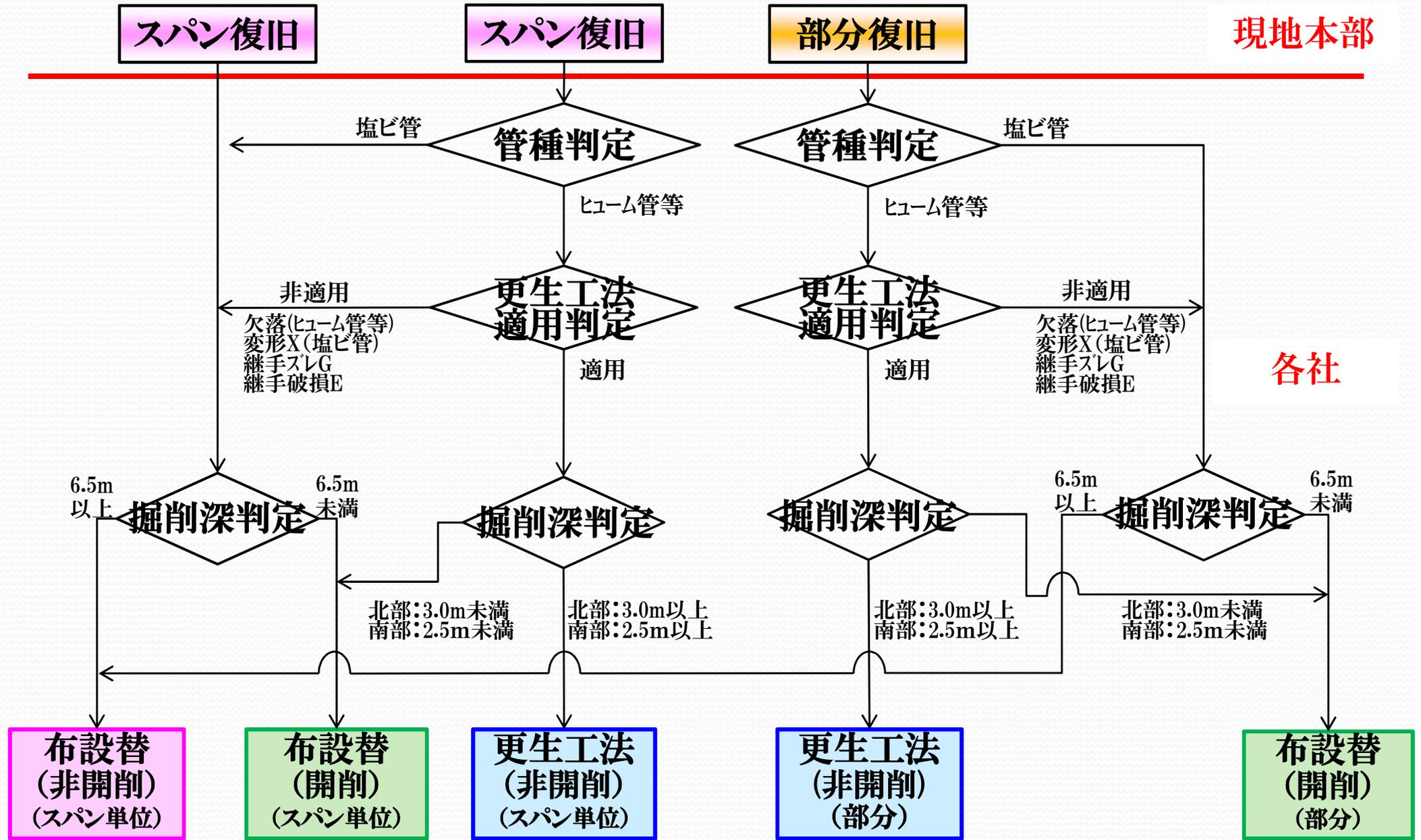


熊本市

現地本部

# 4. 災害復旧方針・方法の検討

## ● 復旧工法判定フロー（管きよ）



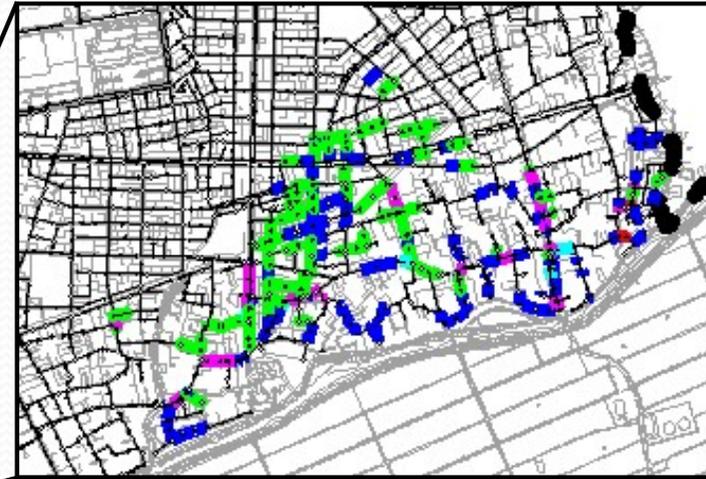
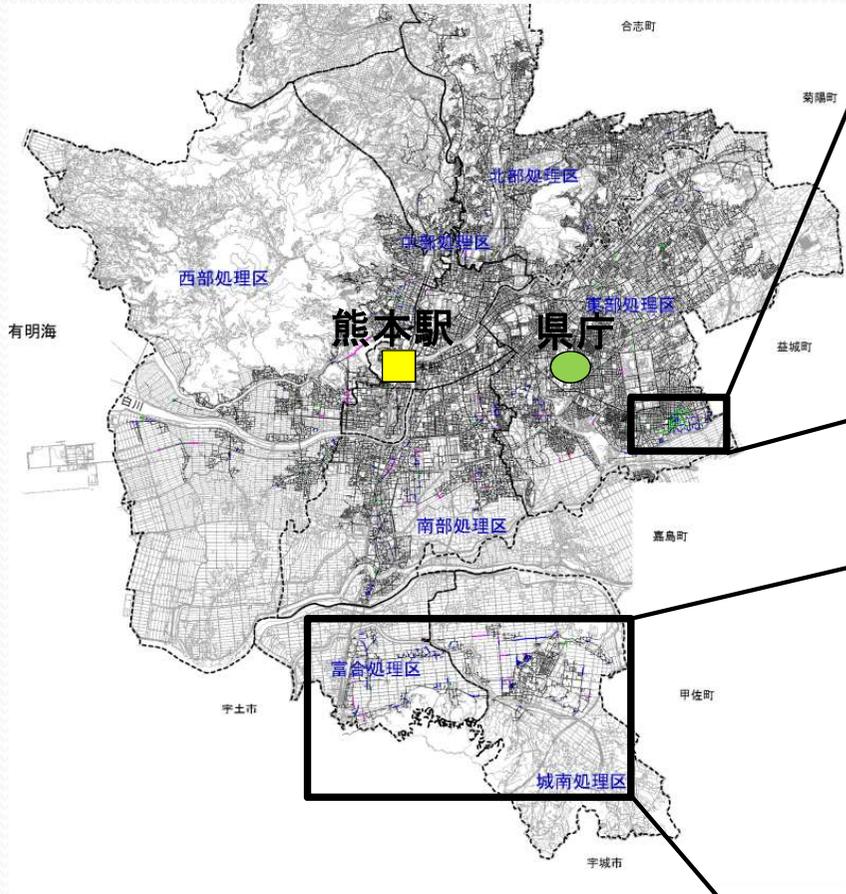
現地本部

各社

※別途検討

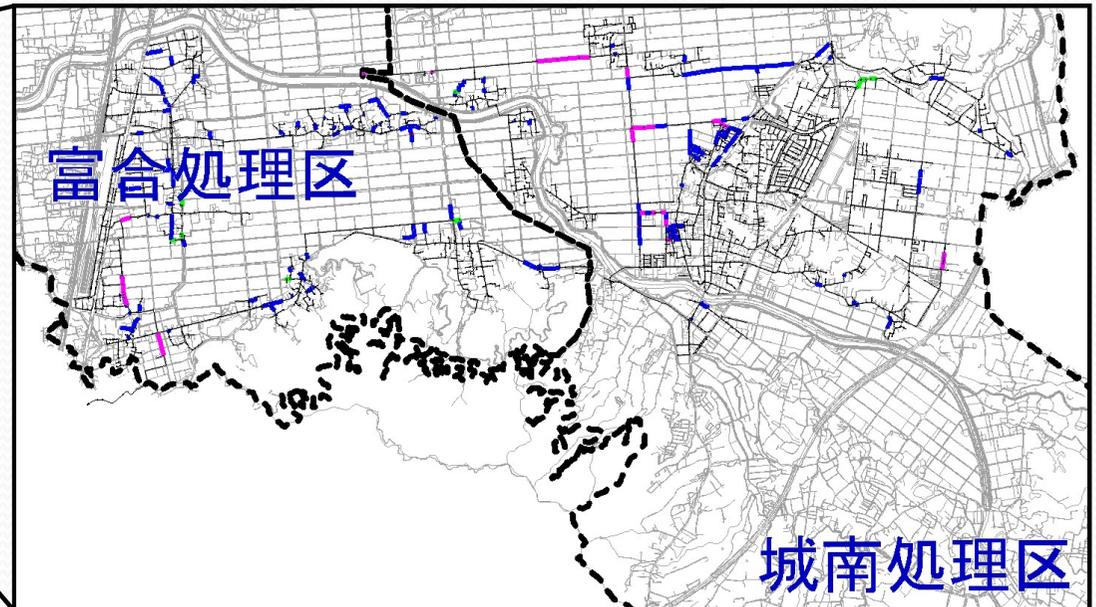
# 4. 災害復旧方針・方法の検討

## ● 対策工法選定状況



沼山津地区

凡例	
スパン更生	— (Cyan)
スパン布設替え	— (Blue)
推進工法	— (Red)
部分更正	— (Magenta)
部分布設替え	— (Green)



富合・城南地区

## 5. まとめ(災害査定簡素化に向けた課題への取組)

- ① 短期間で災害査定図書作成には、**下水道台帳システムの活用**が不可欠。  
⇒**下水道台帳システムの整備・構築(汎用GISデータ化)**と、**情報の正確さ**が重要。
- ② 今回作成した**災害復旧方針・方法**は、災害査定図書作成作業の効率化に大きく貢献できた(査定官への印象が良く、**査定率100%**に繋がった)。  
⇒他都市でも、**地域特性**を踏まえた上で、BCPを通じて事前に**災害復旧マニュアル類**を準備しておく効果的。
- ③ **ICT技術**を活用した被災調査結果の整理ができれば、二次調査や査定図書作成作業がより効率的に対応できると思われる。  
⇒**タブレット等を活用した情報整理**(Web上での入力)が効率的。
- ④ 今回策定した**災害復旧方針・方法**は災害査定を円滑に進めるためのルールであり、実際の工事には不確定要素がある(**重大変更**の可能性もある)。  
⇒重大変更を前提とした**省略単価**による積算の積極的採用。
- ⑤ 今後、大都市の災害復旧支援は、施設が膨大であることから、**複数社での対応**が現実的(**JV**が有効)。  
⇒震災の規模を踏まえた上で、**必要となる体制の見極め**が重要。  
⇒非常時における**災害支援経験者の確保**と**継続教育**が重要。

# ご清聴ありがとうございました

熊本の一日も早い復興を祈念しております。

