



SOLVE for SDGs

Solution-Driven Co-creative R&D Program for SDGs

2020.6.24 小規模水研究会 at Zoom

戦略的創造研究推進事業 「SDGsの達成に向けた共創的研究開発プログラム (シナリオ創出フェーズ)」

誰一人として水に困らない社会へ： 小規模分散型の水供給・処理サービス 技術の開発・可能性検証

研究代表者：西田 継（山梨大学・流域センター長）

協働実施者：柚野 栄（甲州市・上下水道課長）



本事業の動機となった背景

人口減少
超高齢化

インフラの老朽化

自然災害の増加

集中型社会の限界

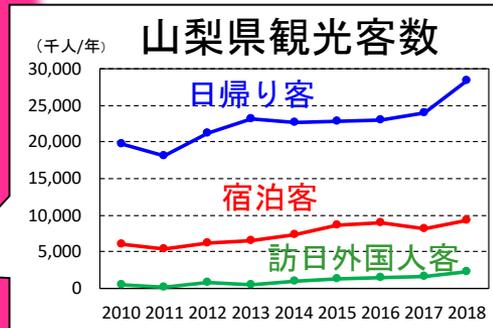
「移住・分散型社会の時代」

- ✓ 過疎化・移住
 - ✓ 郊外居住
 - ✓ 多地域居住
 - ✓ 観光
 - ✓ 避難生活
- 定住人口
- 非定住人口

山梨県移住実績：

H29：1,490世帯
2,486人
H30：2,041世帯
3,118人

山梨県総合政策部
地域創生・人口対策課



- 生活満足度の向上、地方創生の鍵
- この分散型社会に対応した社会インフラ整備が必要

研究会

山梨と都市部に拠点推進へ

リニア開通も見据え デュアルベースタウン

会議

山梨で暮らし都市部にテレワークで勤務する
「デュアルベースタウン」について意見交換

0:18 / 1:12

**コロナ禍で移住・分散型社会の重要性を
再認識！**

インパクトと展開の戦略

【シナリオ創出フェーズ：2019-2021】

移住・分散型社会にふさわしい

水供給・処理サービスの可能性を甲州市で検証

- ・ 小規模な水源と放流先を抽出・見える化
- ・ 浄化技術の選択肢を拡大して新たな認証へ
- ・ 人口やインフラの変動を考えた分散型と集中型のコストの比較手法を開発

産学官の連携で作ったサービスモデルを住民へ提示

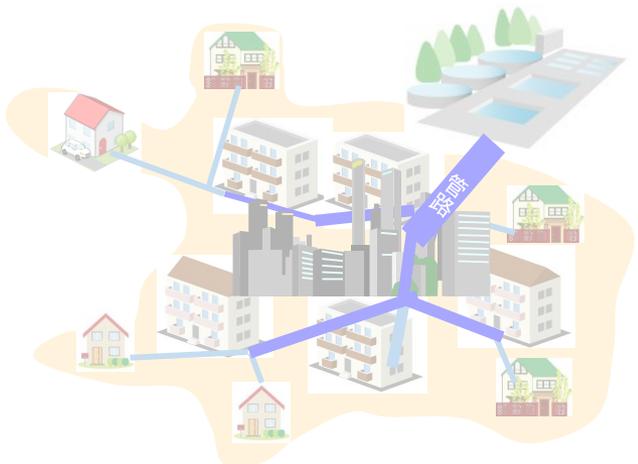
【ソリューション創出フェーズ：2021-2024】

【終了後】

- 
- ・ 山梨の分散地域でシナリオ運用
 - ・ 地域全体の社会コストを評価
 - ・ 連携会議⇒水協議会で事業計画とビジネス化

- 
- ・ 全国、海外へ展開
 - ・ 災害時の応用

小規模分散型水供給・処理サービス



新たな小規模で分散型の水サービス

オンデマンド水資源診断

- 新たな小規模水源を超高解像度解析で探索
- 同位体と微生物遺伝子で水源の安心・安全を強化

連携体制構築

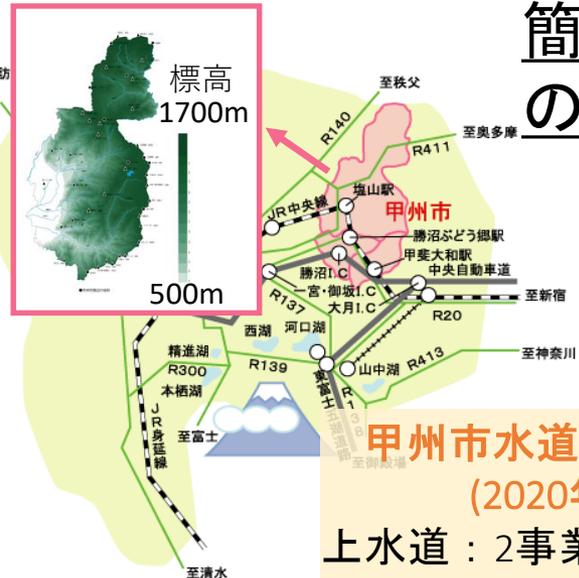
- 住民と産学官が協議会で情報と意見を交換
- 社会コストを比較

小型自立式水処理パッケージ

- 従来法に水素利用、一槽式高度処理、人工湿地等の選択肢を追加
- 下水処理から農業生産・環境教育を創出

① 社会 1) 地域別の人口分布：水需要の分析

甲州市概要



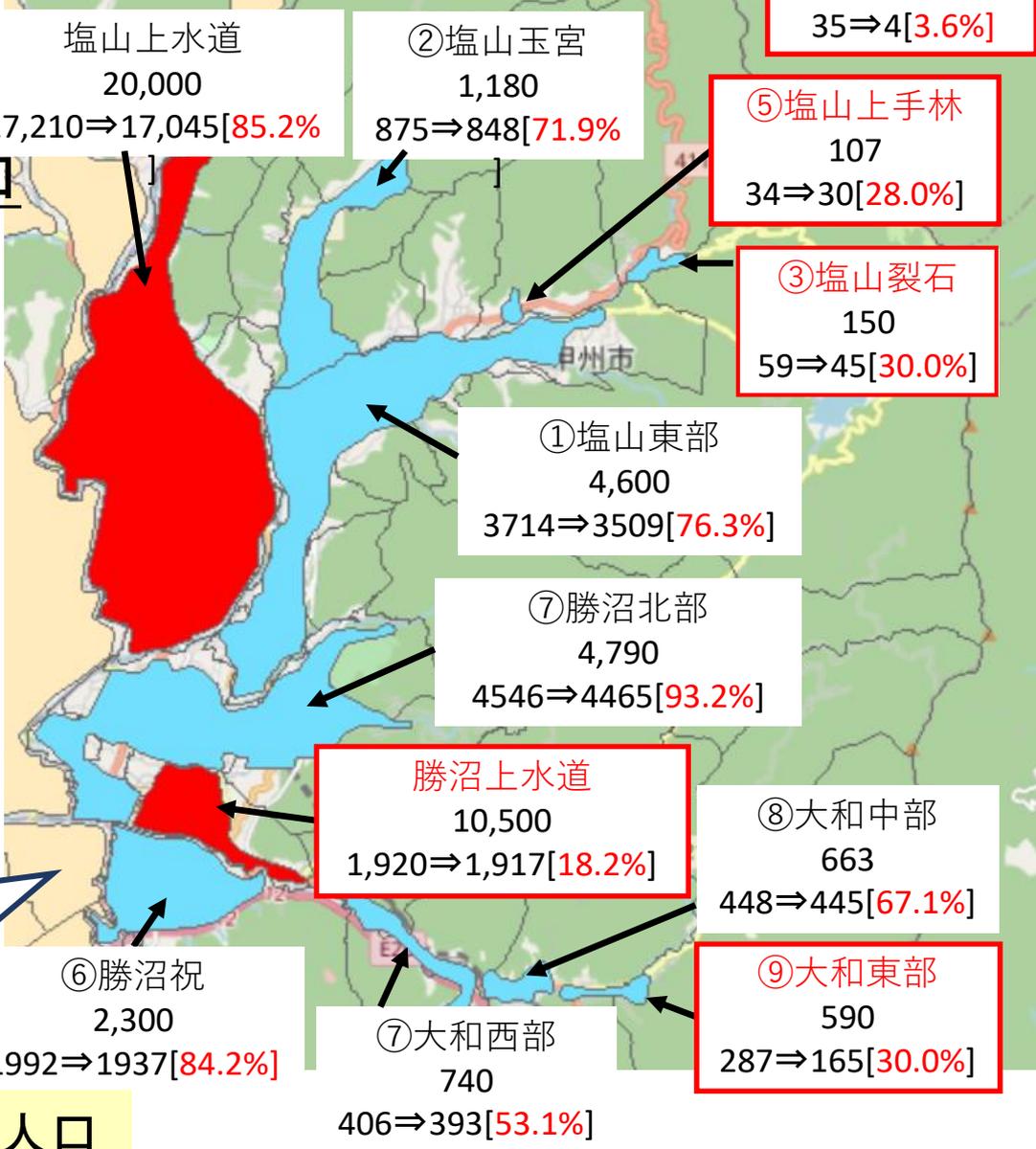
甲州市水道事業へ統合 (2020年4月)

上水道：2事業
 簡易水道：10事業
 小規模水道：公営 4事業
 非公営 10事業

将来的に統合

出典：甲州市水道ビジョン

上水道・簡易水道の給水人口



計画給水人口(人)
 給水区域内人口(人)⇒現在給水人口(人)

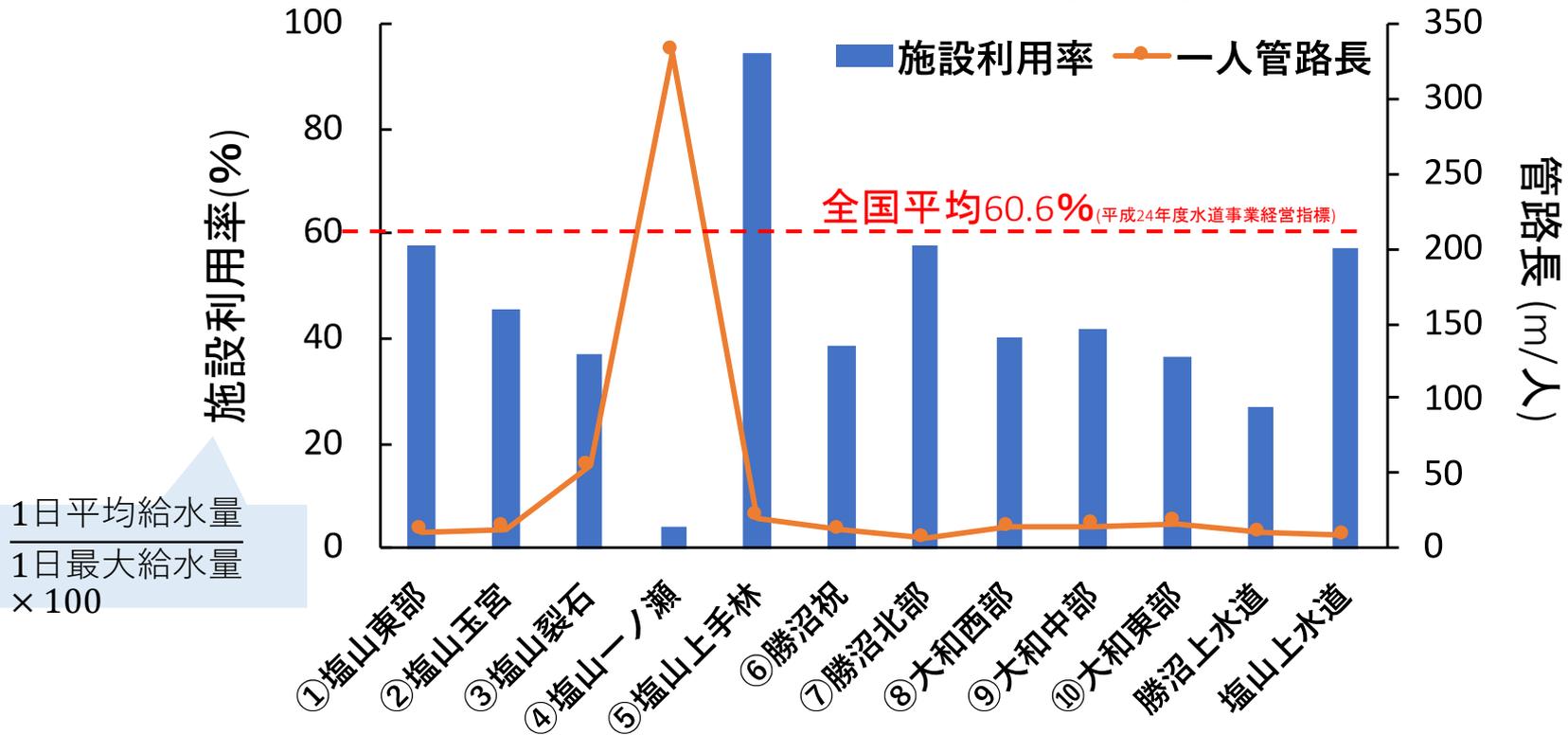
$$\left[\frac{\text{現在給水人口(人)}}{\text{計画給水人口(人)}} \times 100(\%) \right]$$

➤ 計画給水人口に対する現在給水人口の割合が30%以下の地域あり

出典：H24国土数値情報,上水道関連施設データ
 山梨県H29年度水道統計

2) 施設の維持管理・更新費用：水供給の分析

水道施設の利用率と一人当たりの管路長(H24)



- 12区のうち11区で施設利用率が全国平均を下回る
- 1人管路長が大きい事業で施設利用率が低い傾向

➔ 需要に対して過剰な供給能力

今後

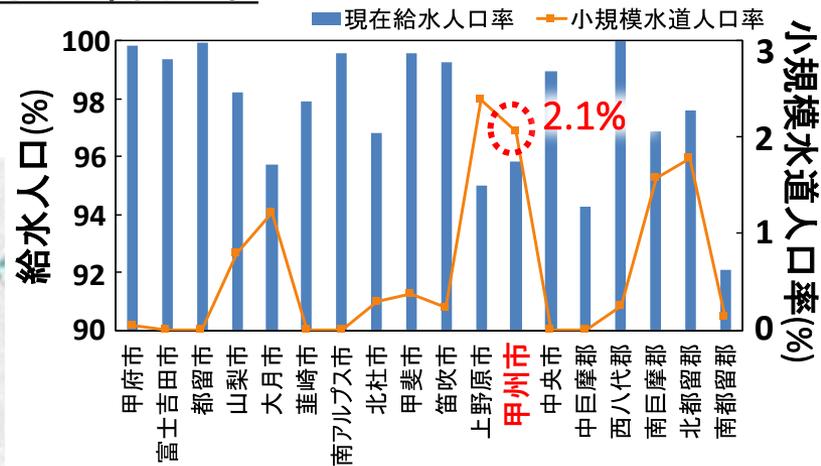
- ◆ 管路の位置を特定
- ◆ 法定耐用年数での更新を想定して施設及び水道管の健全度を評価し、維持管理・更新費用を推定

3) 小規模水道の状況

小規模水道

市町村別水道普及率

No.	給水人口
1	51
2	41
3	24
4	1
5	68
6	81
7	21
8	30
9	50
10	13
11	50
12	100
13	10
14	25
15	24
16	78



簡易水道の給水範囲の拡張により統合が進められる

- ・ 時間を要する
- ・ 多額の費用

水道施設の維持・更新投資の困難な地域



新たな選択肢として、**小規模分散型サービス**の導入を提案

4) 経営分析

(1) 地域別の人口分布
(=需要)

(2) 施設の維持管理・更新費用
(=供給)

必要な供給能力に見合う施設と設備を維持するためのシナリオを複数想定し、経営状況の推移をシミュレーション

集中型方式

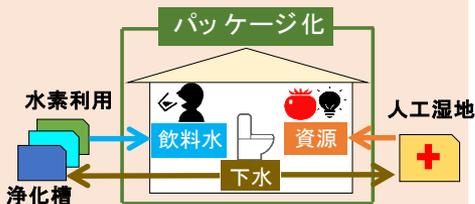
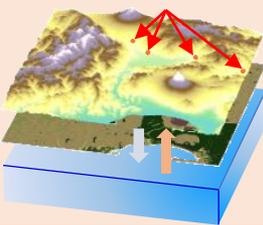
事業統合（水道管の広域化）

分散型方式

小規模分散型サービス

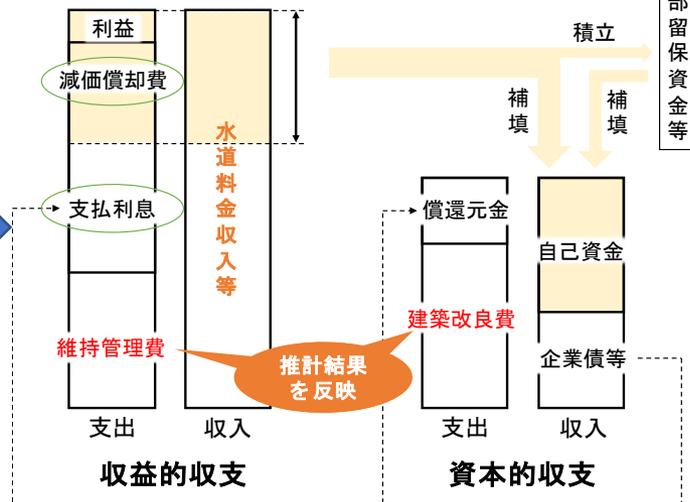
水診断

水処理



・費用
・サービス水準

公営企業会計



参考：水道事業におけるアセットマネジメントに関する手引き

効率的な対策を提案

② 水診断

1) 超高解像度水文地理情報を用いた小規模水源探索

- 地域の水資源診断の基盤データを整備
- 上記データを活用して小規模水源を探索する方法を確立
(現地で閲覧できる情報とその表示方法などに関する課題の抽出)

2) マルチアイソトープ・微生物遺伝子診断に基づく 水質特性の把握

- 河川水や地下水の水質評価や起源の解析(同位体、微生物遺伝子情報を利用)
→ 適切な水源を決定するために必要となる原水の質的情報を提供

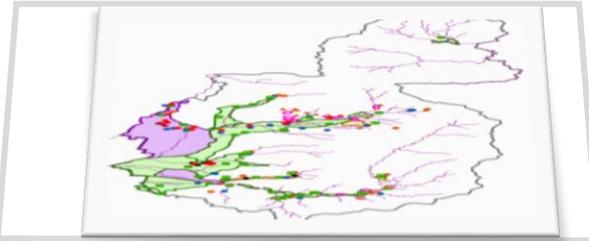
3) 利用可能水量の推定・提示

- 水源の安定性や、取水が周辺地域・下流に及ぼす影響についても評価
- 水源の安定性と水質情報をもとに、水源候補地周辺で
確保可能な水量・水質を示す

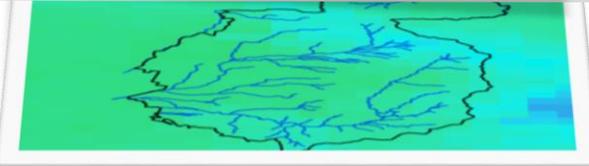
1) 超高解像度水文地理情報を用いた小規模水源探索

データ収集（水量関連）

取水・
給水施設



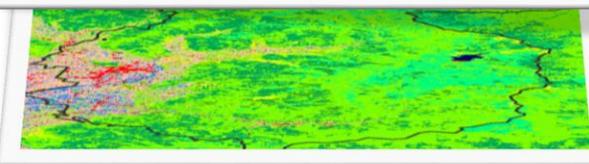
気候
(降水など)



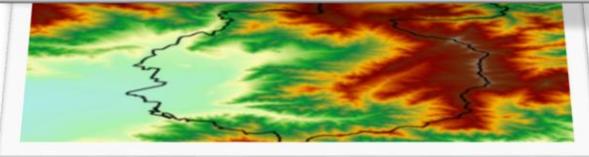
河川



土地利用



地形



地質



水文
地質・地形

+

取水位置
(現況)

水源の特徴

- ・どこから取水？
- ・取水量は？

+

水文地質・地形（空間情報）

潜在的な水源の探索

シナリオ

- ・水源調査・開発のコスト
- ・新たな給水システム

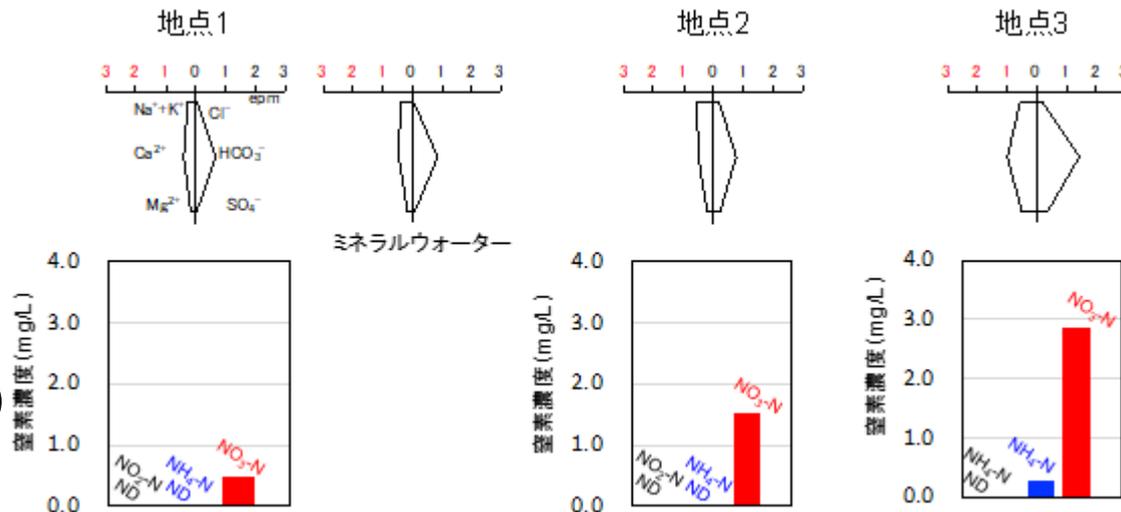
2) 水質特性の把握(マルチアイソトープ・微生物遺伝子診断)

水源 (地表水, 地下水)



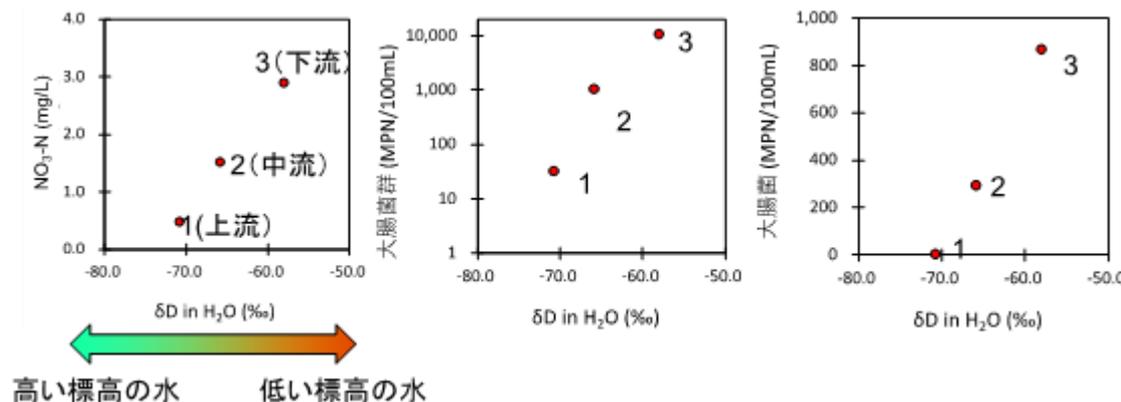
- 水質特性 (化学組成・微生物)
- 水の起源 (同位体分析)

表流水試料の水質組成と窒素濃度



水安定同位比值と硝酸性窒素および指標微生物の濃度

適切な水源を決定するために必要となる
原水の質的情報
を提供



3) 利用可能水量の推定・提示

1) 超高解像度水文地理情報を用いた小規模水源探索

- 地域の水資源診断の基盤データを整備
- 上記データを活用して小規模水源を探索する方法を確立
(現地で閲覧できる情報とその表示方法などに関する課題の抽出)

2) マルチアイソトープ・微生物遺伝子診断に基づく水質特性の把握

- 河川水や地下水の水質評価や起源の解析(同位体、微生物遺伝子情報を利用)
→ 適切な水源を決定するために必要となる原水の質的情報を提供

3) 利用可能水量の推定・提示

- 水源の安定性や、取水が周辺地域・下流に及ぼす影響についても評価
- 水源の安定性と水質情報をもとに、水源候補地周辺で確保可能な水量・水質を示す

利用者が求める水の量と質に応じた
水処理方法を選択するための情報を提供

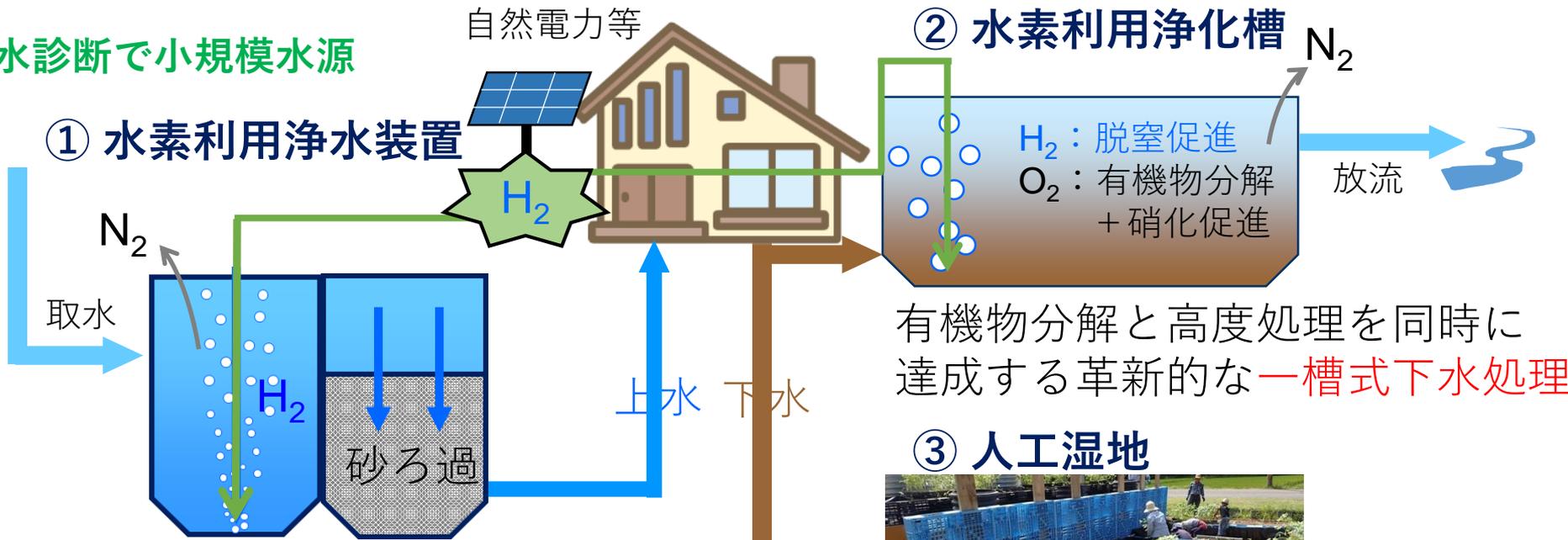
水処理班
との連携

水源探索コストの推計への利用
シナリオ作成への利用

社会班
との連携

③ 水処理 1) 浄化技術の選択肢を拡大

水診断で小規模水源



有機物分解と高度処理を同時に達成する革新的な一槽式下水処理

③ 人工湿地



中山間地での下水処理 + 付加価値 (環境教育や農業生産との連携)

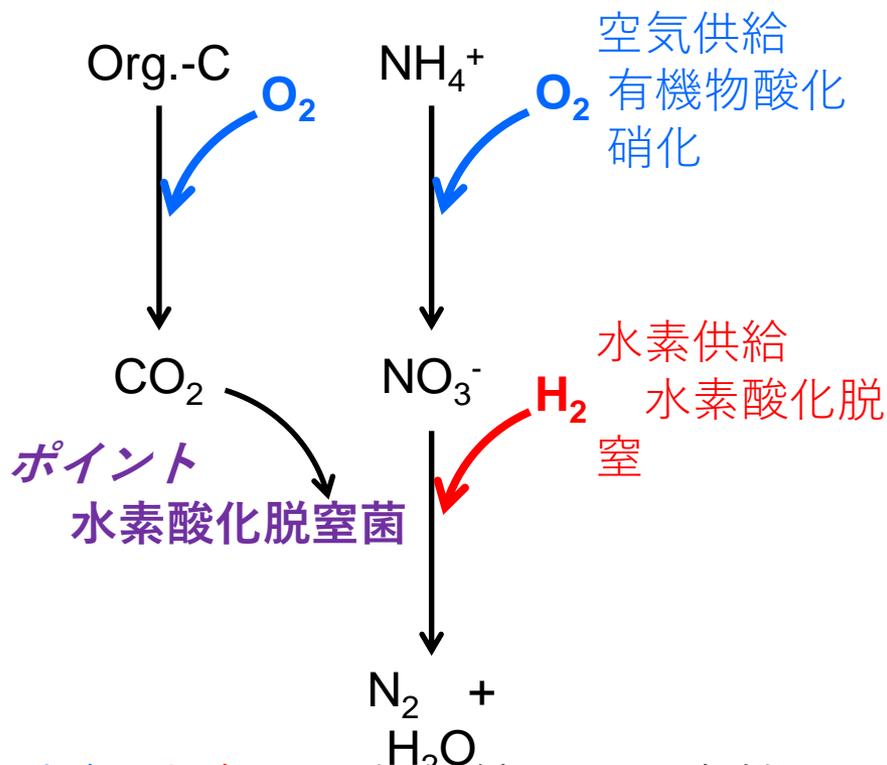
従来のパイプライン接続インフラ

経済的で参加型(持続可能)となるように再設計

分散オンサイト型 + 付加価値の新しい水処理インフラへ

2)分散オンサイト型水処理インフラの要素技術

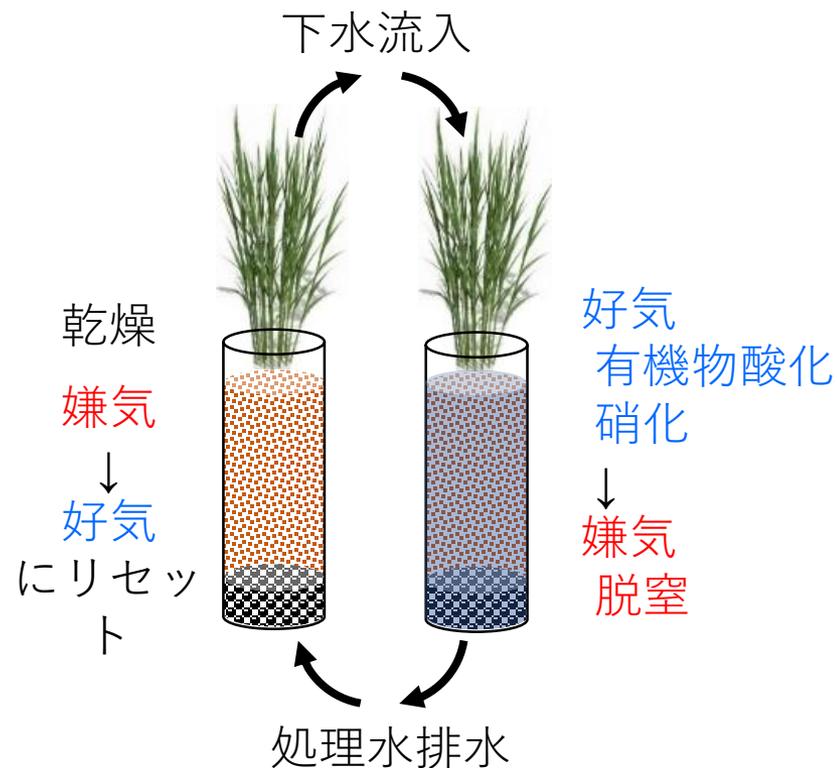
水素利用型浄水／下水処理



空気-水素の間欠供給により有機物と窒素の除去が可能

簡便な操作かつ省スペース型の新しい高度処理法

人工湿地型下水処理



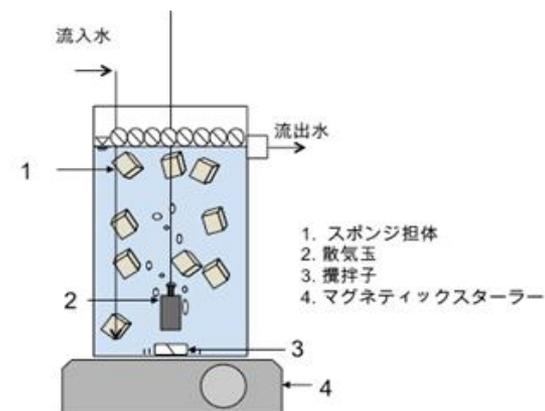
間欠流入方式により有機物と窒素の除去が可能

生態系機能を活用したグリーンインフラ型の水処理法

3)2019年度の成果

1. 水素利用型浄水処理技術

水素ガス供給速度 20 mL/minのリアクターにより
NO₃-N (40 mg/L)の汚染地下水からのN除去を達成



2. 水素利用型下水処理技術

水素 (40 mL/min) - 空気 (300 mL/min) 間欠供給により
下水からの有機物除去とN除去を同時達成



3. 人工湿地型下水処理技術

人工湿地(ゼオライトろ材、ヨシ植栽、間欠流入)により
下水からの有機物除去、N除去と大腸菌・大腸菌群除去
を達成

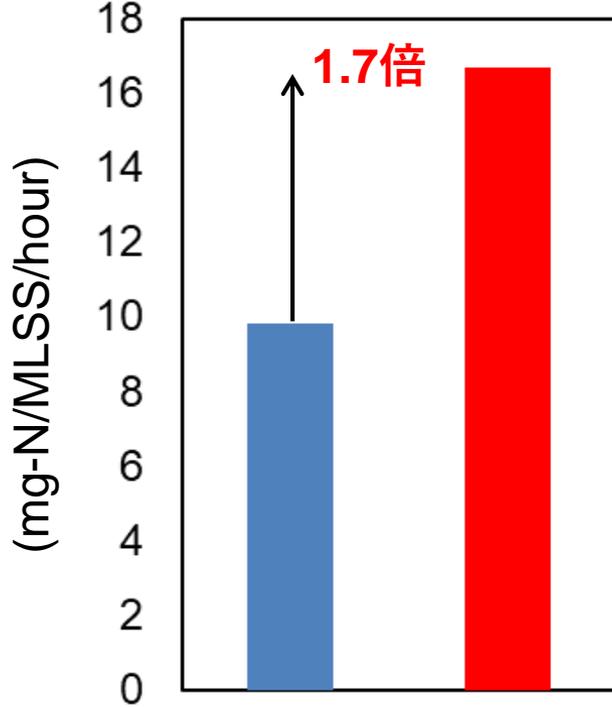


ラボスケール (2019年) からベンチスケール (2020年)

超高効率高度処理としての 水素利用型下水処理法

経済的な下水処理として の人工湿地法

単位汚泥あたりの窒素除去速度

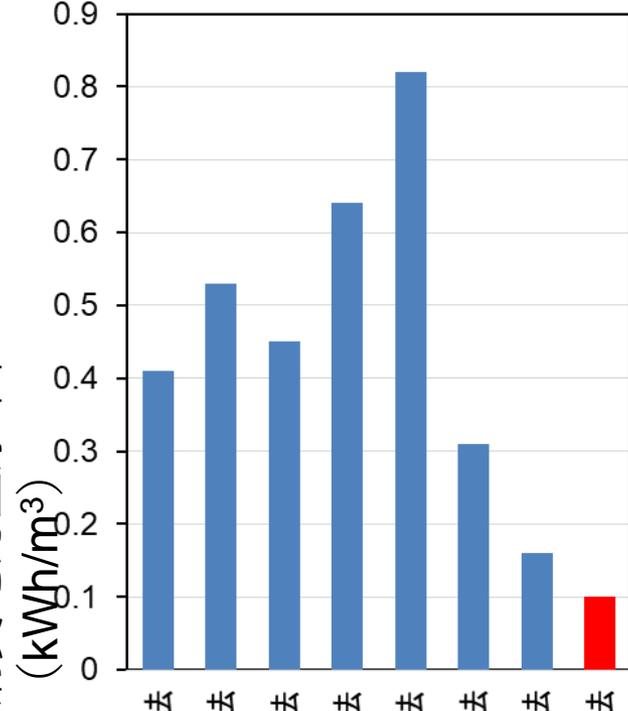


従来従属
栄養型脱窒

水素添加型
脱窒

※ナノバブル水素添加技術により
低コストでの処理を実現

消費電力量原単位

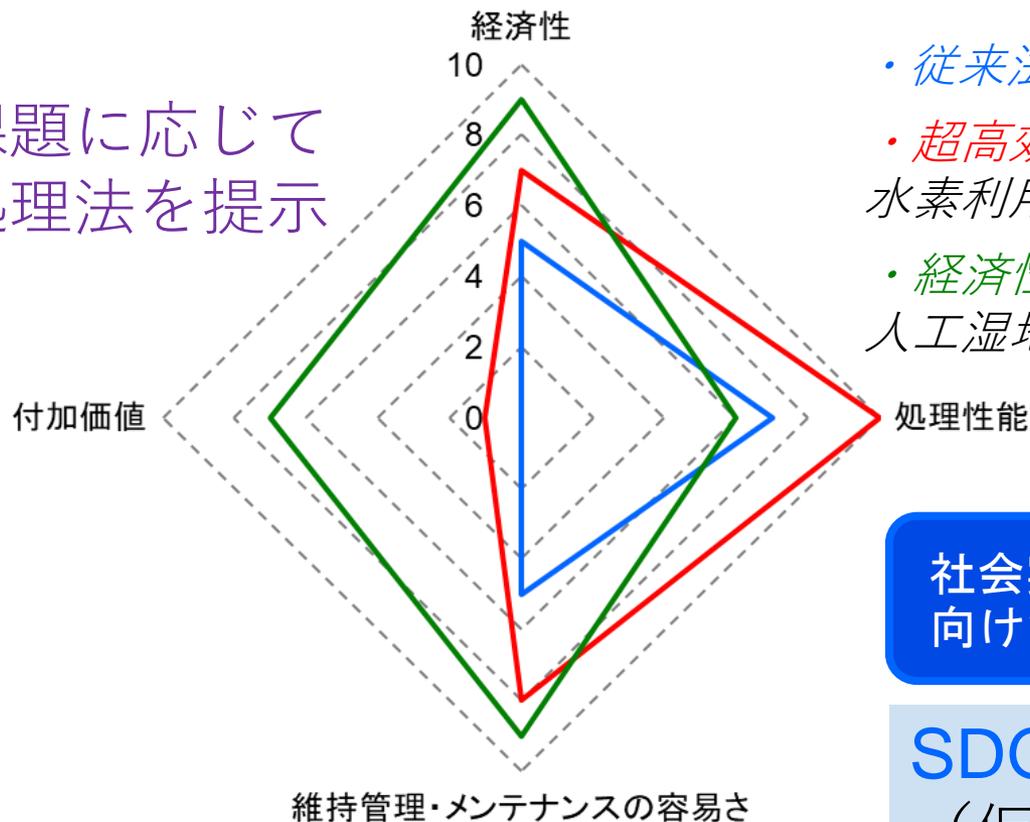


標準活性汚泥法
ステップ流入式多段硝化脱窒法
嫌気無酸素好気法
循環式硝化脱窒法
オキシデーションディッチ法
回転生物接触法
高速散水ろ床法
人工湿地法

国土技術総合研究所
下水処理技術の概要と評価

開発した技術の性能を多角的に評価

地域特性・課題に応じて
選択できる処理法を提示



- ・従来法
- ・超高効率高度処理：
水素利用型水処理法
- ・経済性・付加価値重視：
人工湿地法

社会実装促進に
向けた取り組み

SDGs認証技術
(仮称) 化

社会班
との連携

小規模分散型水処理コストの比較