

下水再利用による水循環型社会の構築を目指して

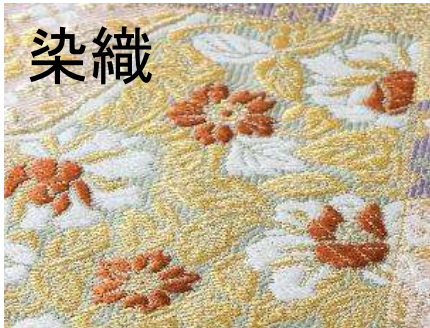
—膜処理・促進酸化処理システムの開発—



京都大学
流域圏総合環境質研究センター
竹内 悠

豊かな“水資源”が育む文化・食・伝統産業

染織



発電



華道



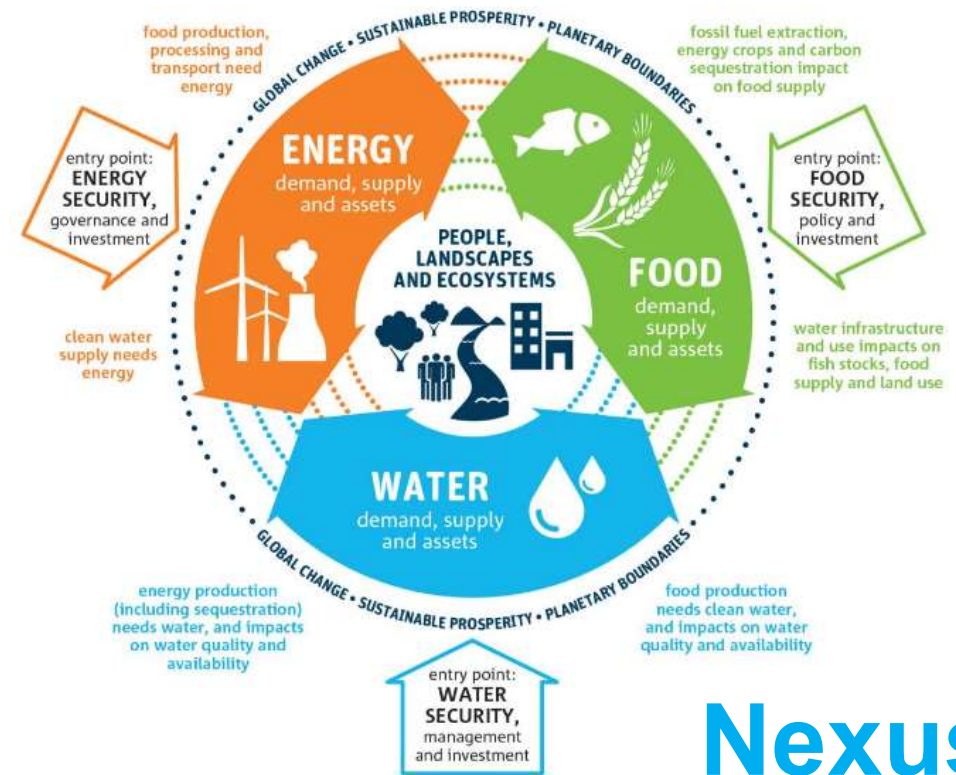
茶道



酒



野菜



<https://www.geographycasestudy.com/the-water-food-energy-nexus/>

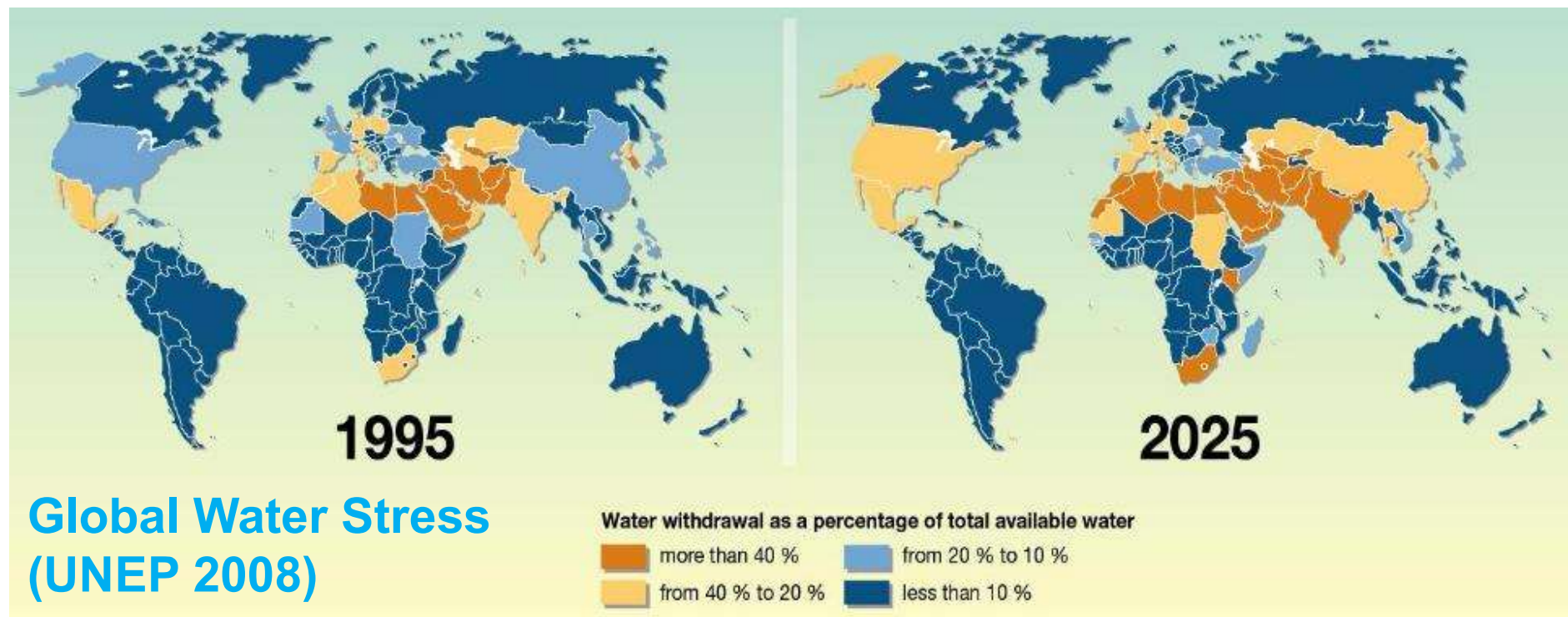
利用可能な水資源の不足



都市化による水需要の増加



気候変動に伴う水資源の偏在化



利用可能な水資源の不足



都市化による**水需要の増加**



気候変動に伴う**水資源の偏在化**



下水再生水による水資源確保



農業・産業振興



健全な水環境の創出



豊かな生活



防災対策

病原微生物や化学物質の除去技術

病原微生物



ウイルス・細菌・原虫
薬剤耐性菌/遺伝子

化学物質



微量化学物質・重金属
塩類・栄養塩類・有機物
マイクロプラスチック

技術の組み合わせで目的に応じた下水再利用を実現【Fit for Purpose】



処理名	凝集	砂ろ過	活性炭	膜処理	オゾン	UV / AOP
除去機構	分離	分離	吸着	分離	酸化分解	酸化分解

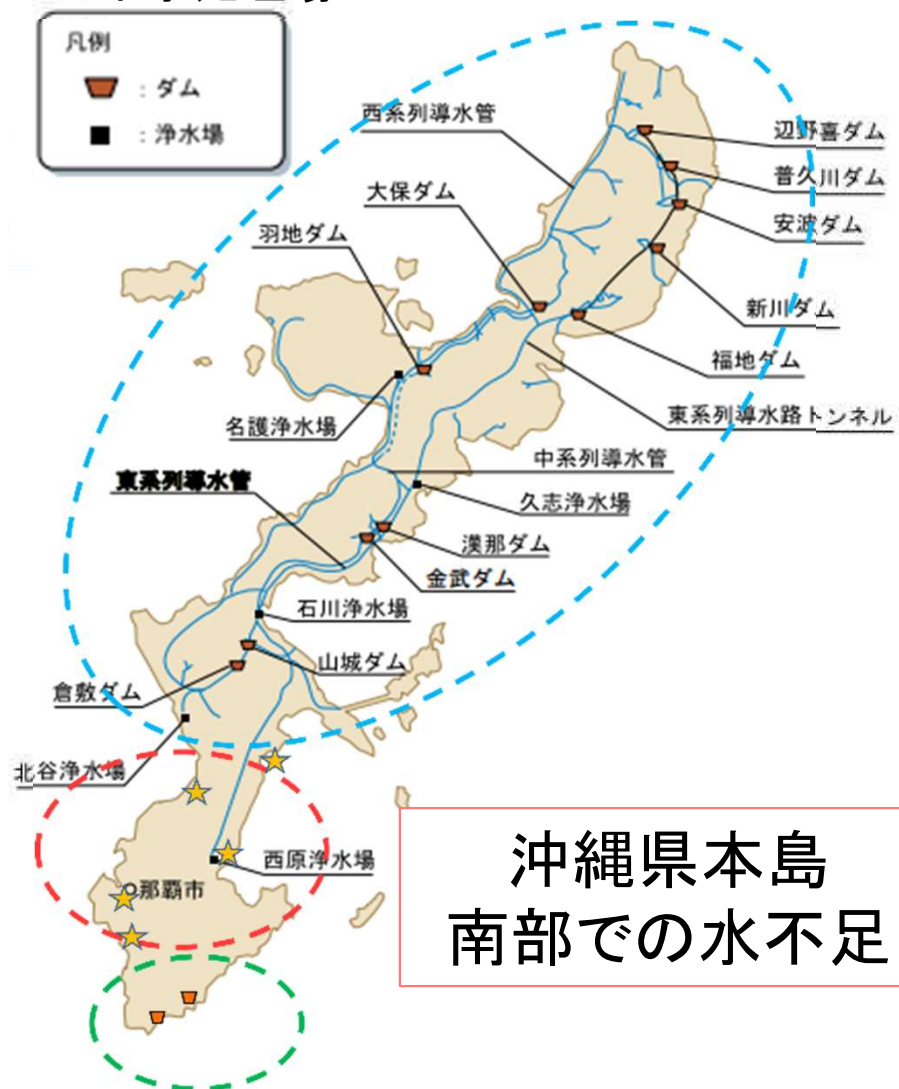
沖縄県糸満市における 下水再生水の農業・工業利用への適用

Evaluation of applicability of a reclaimed water system
for agricultural / industrial water reuse in Itoman city



沖縄本島中南部では再生水が重要な水資源

★下水処理場



北部ダム (1980年代)

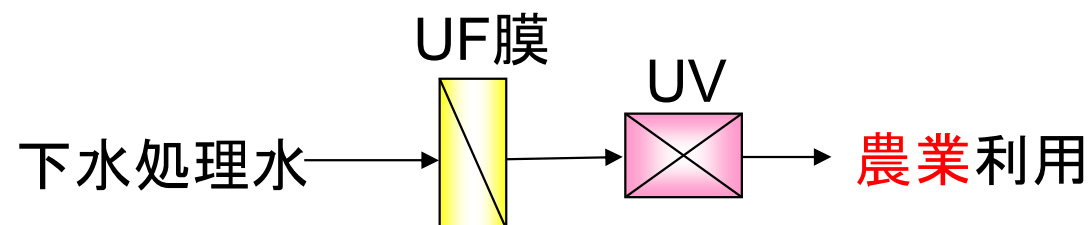
水道水(78%)の供給

地下ダム (2005年～)

農業用水の供給

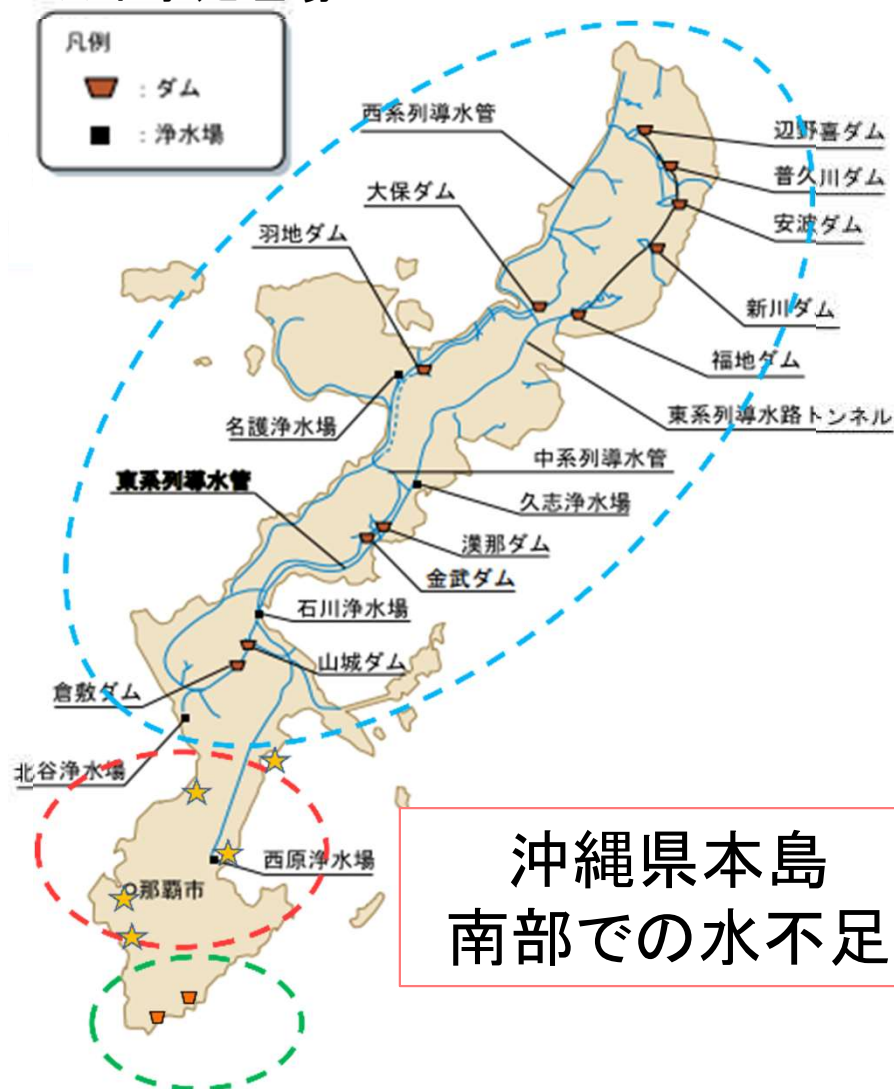
下水再生水 (2014年～)

糸満市浄化センター



沖縄本島中南部では再生水が重要な水資源

★下水処理場



北部ダム (1980年代)

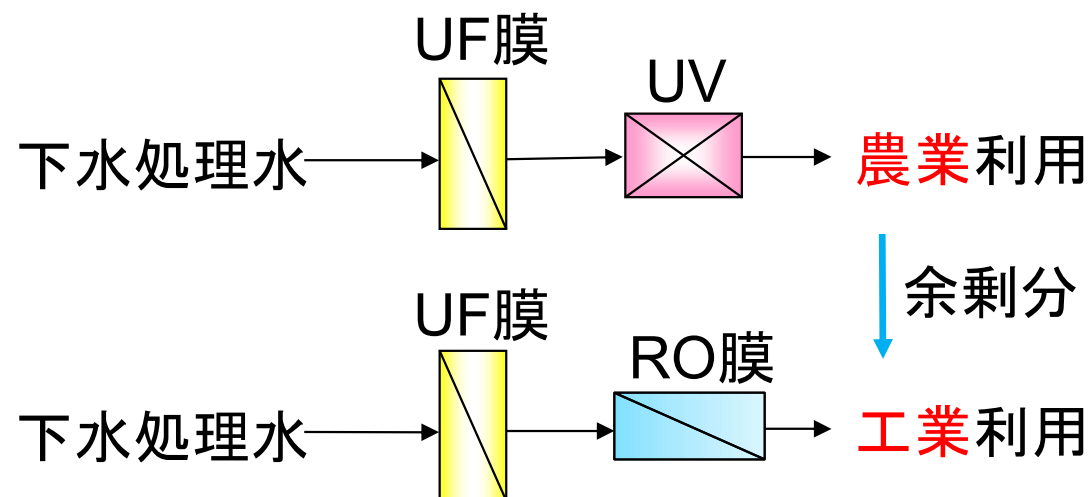
水道水(78%)の供給

地下ダム (2005年～)

農業用水の供給

下水再生水 (2014年～)

糸満市浄化センター



再生水の工業利用の推進

- 県北部のダムの貯水量確保
- 糸満工業団地における工業用水の需要増加に対応

多様な水源にフィットする分散型の下水再利用

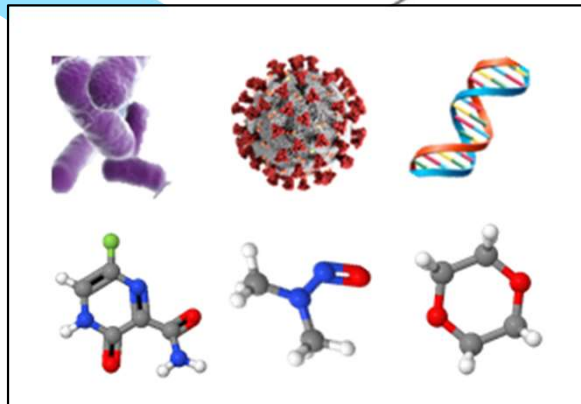
現在 → 水の大量輸送・大量消費を前提とした一過型・集約型システム

災害による断水被害の増加

インフラの老朽化・公費負担の増加



新興汚染物質による水質汚染



下水 豪雨時の未処理下水の放流



下水処理場



河川

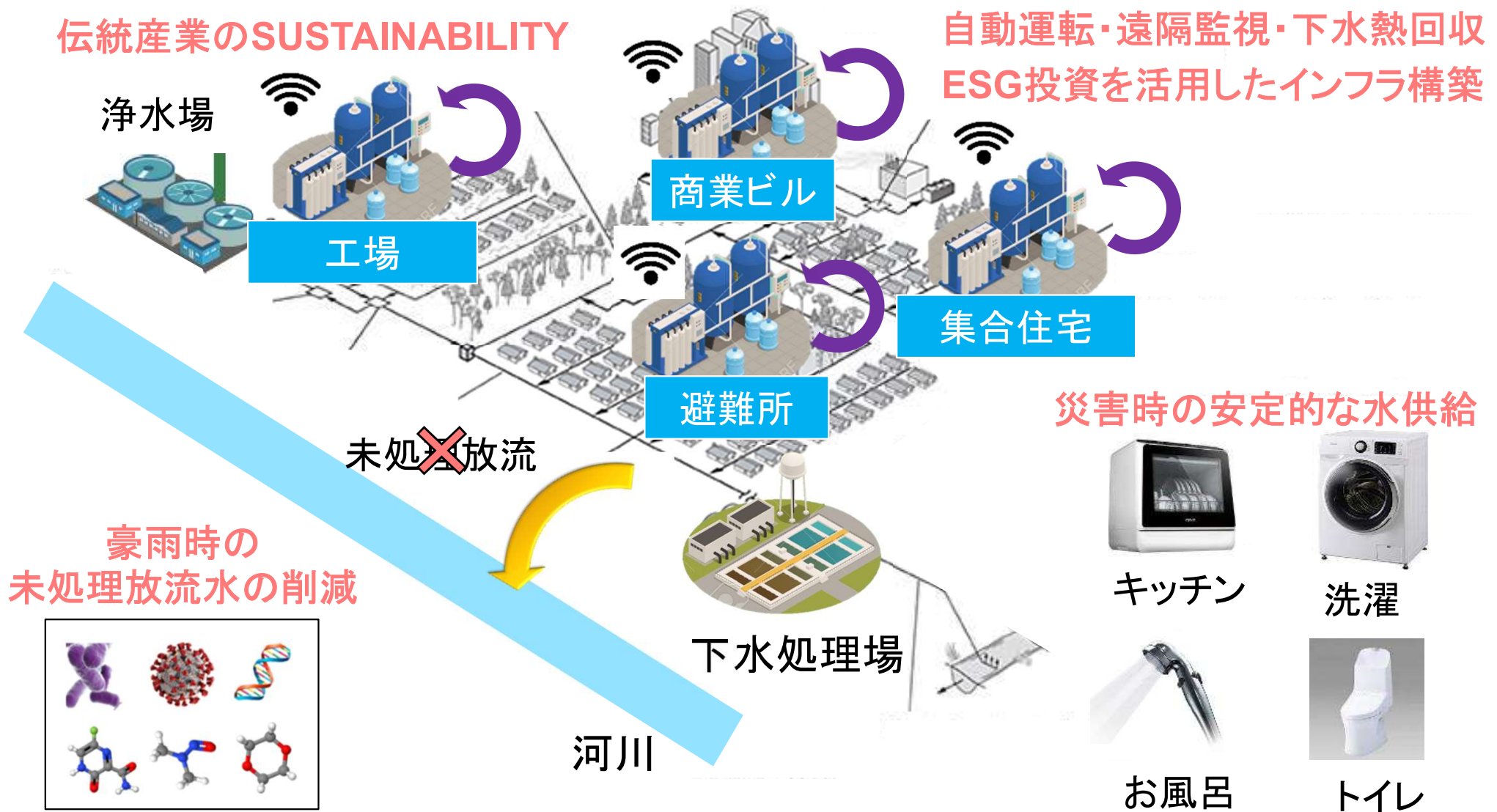
多様な水源にフィットする分散型の下水再利用

将来 ➡ 下水再利用システムを都市へ分散配置＋既存インフラと統合

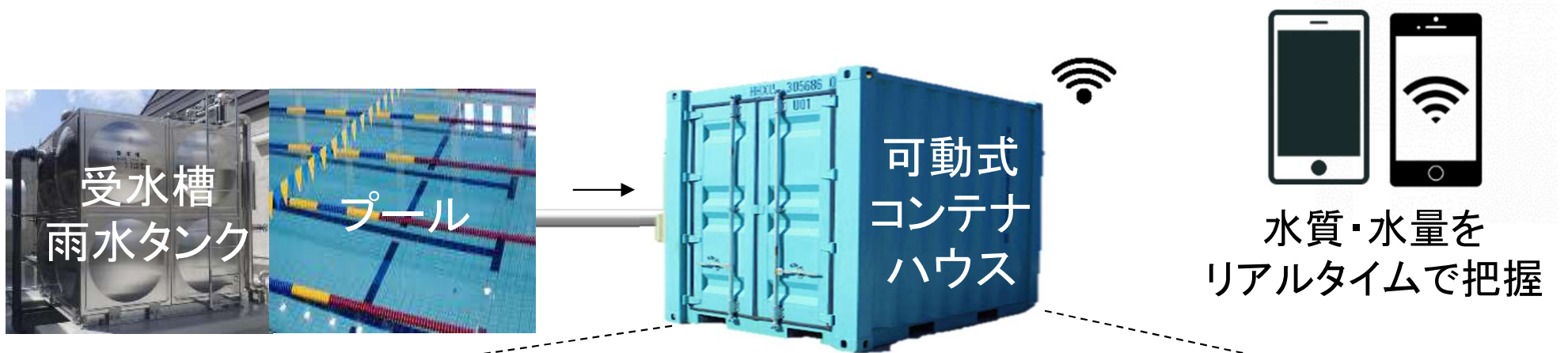
➡ 災害レジリエンスの向上 / 健全な水環境の創出 / 効率的なインフラ更新

伝統産業のSUSTAINABILITY

自動運転・遠隔監視・下水熱回収
ESG投資を活用したインフラ構築

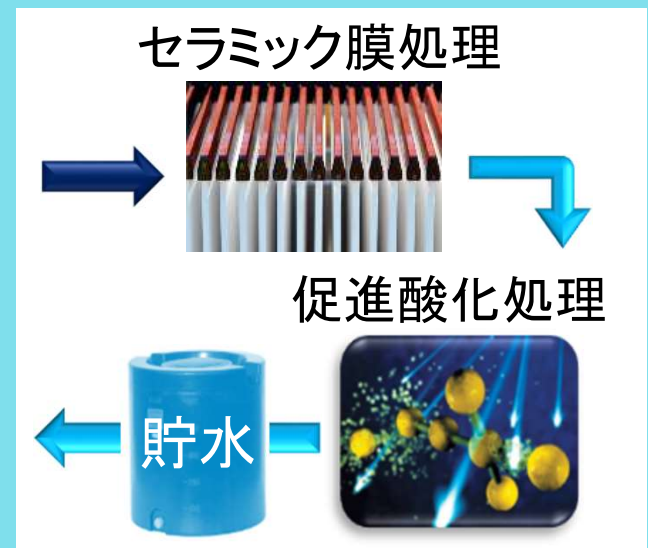


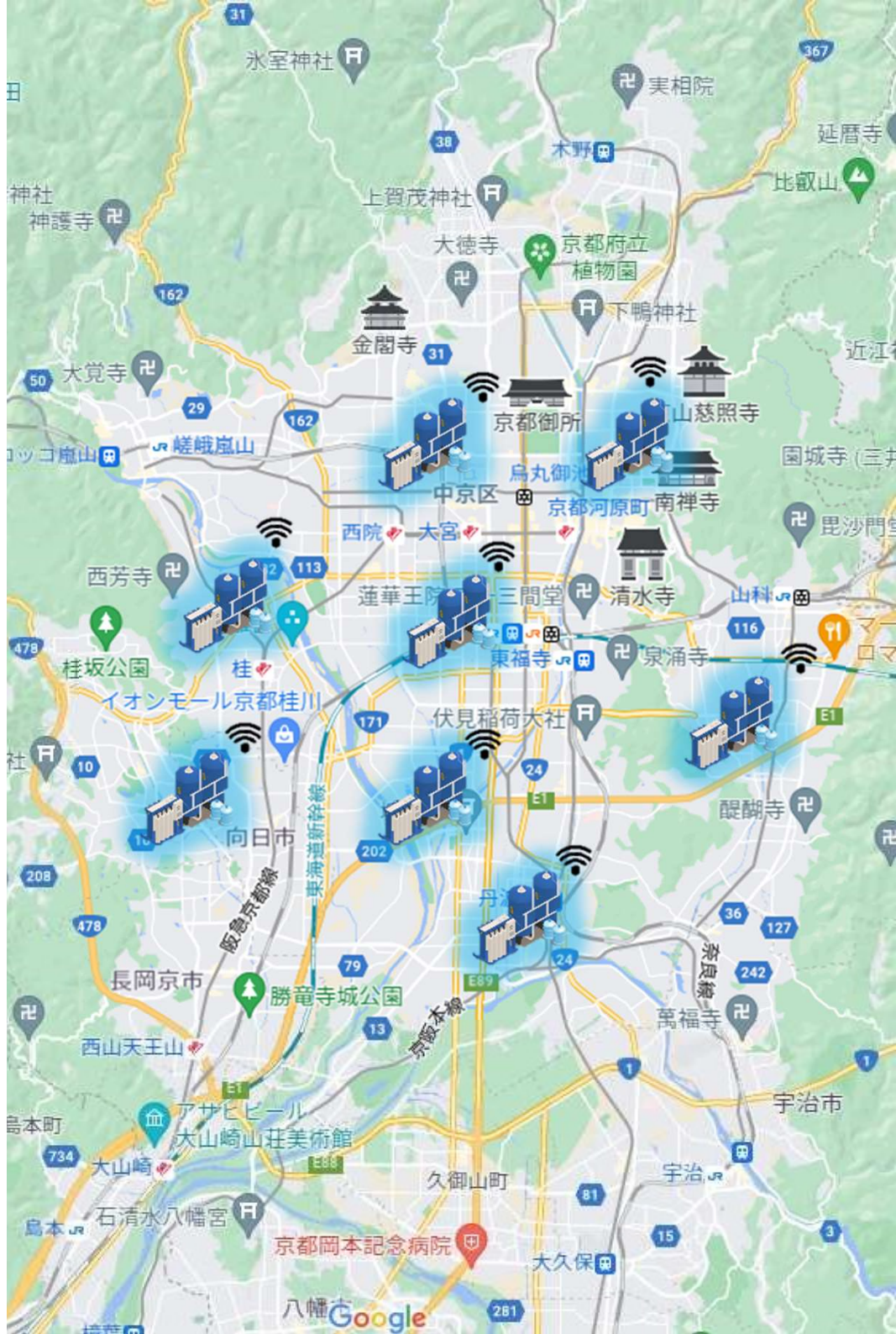
災害時の生活用水の安定供給



可動式コンテナハウス(家庭・災害対応ホテルでもよい)

水再生処理装置＋蓄電池





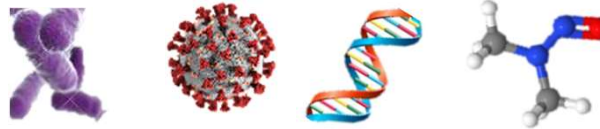
学校・公園・ホテルなどの
避難地区に分散配置

下水再利用の推進に向けて

Reliable

信頼できる

潜在的なリスクの把握・トラブル検知手法の確立



Unknown risk?

Affordable

購入できる

より経済性に優れるシステムの開発（省エネ・創エネ）

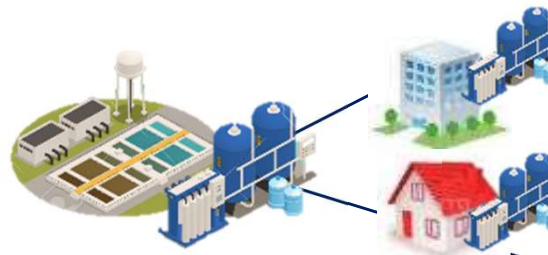


Low energy & cost ?

Flexible

誰でもどこでも

分散型システムと集約型システムの統合



More resilient?

ナノ素材膜の下水再生処理への応用

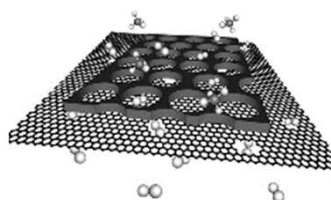
有機高分子膜



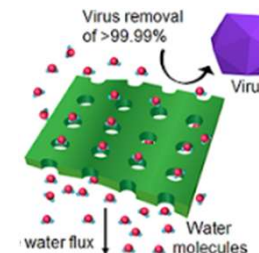
セラミック膜



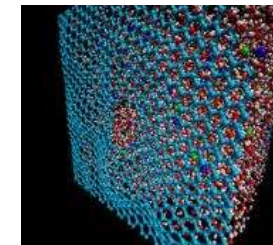
グラフェン膜



液晶膜



ロバスト炭素膜

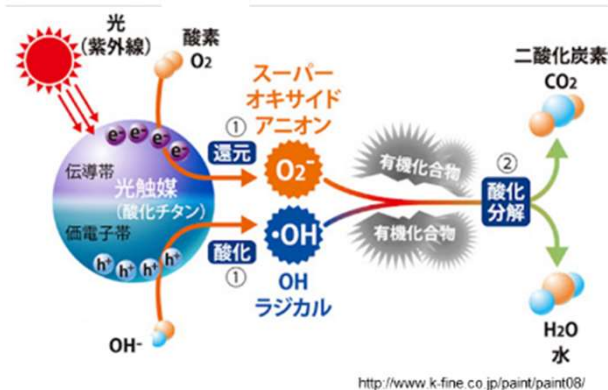


- 膜の長寿命化
- 省エネ化

- ウイルス除去率の向上
- ケミカルフリーな膜洗浄技術の確立

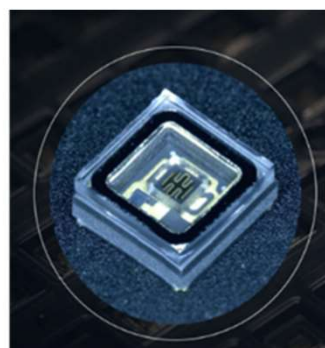
ラジカルを利用した難分解化学物質の除去システムの開発

光触媒

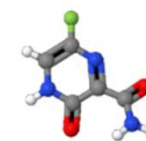


×

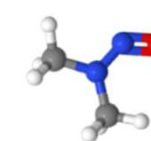
UV-LED



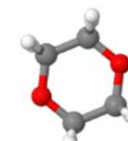
https://news.myjcom.jp/life/story/discovery__107794.html



医薬品類



発がん物質



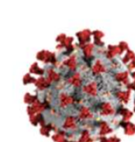
日用品由来の化学物質



細菌



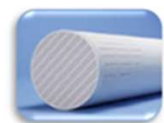
薬剤耐性遺伝子



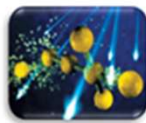
ウイルス

- 消毒と化学物質除去の両立

ラボスケールでのプロセス開発と性能評価



セラミック膜の
運転条件の最適化



光触媒とUV-LEDの
促進酸化処理の開発



水質評価と
利用用途の検討

オプション(エネルギー回収)



嫌気性MBR処理との
連携の可能性検討

共同開発者(あくまで希望)

- セラミック膜の開発企業
- 嫌気性MBRを扱う大学

ユニットプロセスの開発

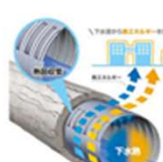


- 試作機の製作(250L/日)
- 性能評価
- コスト・エネルギー評価

オプション(自動運転・エネルギー回収・遠隔監視)



AIによる
自動運転技術の開発



下水熱回収技術との
連携の可能性検討



ICTによる遠隔監視の
可能性検討

共同開発者(あくまで希望)

- 試作機を製作できる企業
- AI関連企業
- 熱回収技術の開発企業
- ICT関連企業
- デザイン会社
- 場合によってはベンチャー・コンソーシアムの立ち上げ

京都市のモデル施設(1か所)での実証試験・ガイドラインの作成・技術展開



共同開発者(あくまで希望)

- 上記、共同開発者
- 京都市
- 建設会社
- 不動産会社
- JIS・ISO関連団体
- 広報