

土木学会 環境工学委員会
臨床環境技術小委員会・環境技術思想小委員会

小規模水道の衛生問題に関するシンポジウム

地元管理水道の実態と水質管理上の課題

Part 1

京都大学大学院工学研究科
伊藤 禎彦

2020年11月26日

プログラム

コーディネータ 京都大学大学院 教授 **伊藤禎彦**
「地元管理水道の実態と水質管理上の課題」

パネリスト1 埼玉県環境検査研究協会 研究員 **岸田直裕**
「わが国における水中微生物に起因する
健康危機の発生状況」

パネリスト2 国立環境研究所 主任研究員 **真砂佳史**
「河川水における病原性細菌の存在実態」

コメンテーター 福島県衛生研究所 微生物課長 **阿部喜充**

ディスカッション

小規模水道施設の現況

飲料水供給施設: 給水人口**100人**以下
全国に**3,693か所**。その給水人口は約17万人。

簡易水道事業: 給水人口101～5000人（全国に5,860事業）

人口減少が進み、給水人口**100人未満**となっている事業は**1,239**。

そのうち**50人未満**は**377事業**存在。

地元管理されている水道施設(個人水道含む) 訪問調査実施市町村

- ・ 北海道 富良野市
- ・ 青森県 五戸町、新郷村
- ・ 静岡県 静岡市、浜松市
- ・ 奈良県 十津川村
- ・ 京都府 福知山市
- ・ 広島県 広島市、安芸太田町

伊藤禎彦, 堀さやか: 住民との連携による水供給システムの維持管理手法とそれらの知見共有方策に関する検討、平成30年度厚生労働科学研究費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業) 小規模水供給システムの安定性及び安全性確保に関する統合的研究(H29-健危-一般-004) 総括研究報告書, pp. 82-89, 2019. 3

伊藤禎彦, 堀さやか: 地元管理されている小規模水道の実態と課題、平成31年度(令和元年度)厚生労働科学研究費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業) 小規模水供給システムの安定性及び安全性確保に関する統合的研究(H29-健危-一般-004) 分担研究報告書, pp. 108-141, 2020. 3

調査内容

1. 管理体制

- ・ 水道施設の設置主体、設置経緯、および補助金の出処
- ・ 管理組織の構成
- ・ 管理組織のルール、管理上守られている長年の習慣、慣習等
- ・ 行政による設備管理に必要な教育の有無、使用教材
- ・ 施設・設備の権利関係等の情報
- ・ 施設管理が可能な図面の存否
- ・ 保健所による管理との関係

2. 運営面

- ・ 運営主体である住民の持ち回り体制
- ・ 維持管理費の負担額、水道料金の設定方法
- ・ 管理記録の存否を含む管理実態
- ・ 水質管理体制
水道水質基準遵守からみた水質管理の困難性

3. 将来見通しとその課題

- ・ 行政の立場からみた将来見通し・課題
- ・ 地元管理組織の立場からみた将来見通し・課題
利用者としての満足度やニーズ・要望
- ・ 行政としての支援方法と支援制度
今後、必要と考える制度／しくみ
- ・ 技術面でのニーズ・課題
浄水処理装置、水質基準の緩和措置、など



静岡県 浜松市

K宅個人水道

水源

浅井戸
5 m





ポンプ収納庫
(塩素注入ポンプ
作動しておらず)

貯水タンク

簡易ろ過装置

奈良県 十津川村

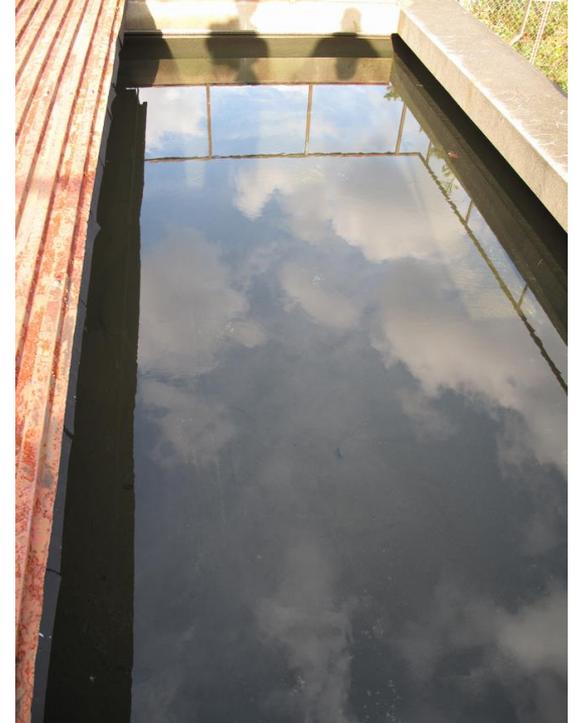
風屋(かぜや)地区 簡易水道施設

- ・ 戸数9
給水人口13人
- ・ 村が設置
- ・ 地元管理を依頼。月額5万円。
- ・ 料金 1000円定額



役場管理を要請中

緩速
ろ過
池



塩素
注入
装置



田戸(たど)
地区
飲料水
供給施設



- 戸数9
- 給水人口13人
- 料金1000円定額

普通沈殿池—緩速ろ過池
だが、20年前に
ろ過砂撤去



地元管理はもはや限界

ろ過マット



塩素
注入
設備
(通常、使用
されず)



静岡市

未整備施設の例

ふこうりなかぐみさんすいかい
富厚里中組山水会

給水戸数 7、給水人口 19人

砂防堰堤
から取水



取水点



沈砂池



Y氏宅用沈砂池

未整備施設の例

やまねぐみ

山根組水道組合

給水戸数 8、給水人口 19人



浄水施設までの導水管
(砂防堰堤から取水)



浄水処理施設
炭＋砂＋砂利



家屋の上方に設置されている配水管

年貢



権現沢水道組合 インタビューの様子

整備済み施設例

ごんげんざわ

権現沢水道組合

給水戸数 10、給水人口 24人



取水施設



沈砂池と配水池

沈砂池には塩素注入設備有
(使用されていない)

- ・市の拠出額450万円。地元負担額193万円(1戸あたり19.3万円)。
- ・運営費1000円/月徴収

青森県
新郷村

川代(かわだい)日向水道組合

給水戸数 13
給水人口 42人

料金は徴収せず。
水質検査等、必要
時にその都度徴収。

集水池施設



“湧き口” 方面



500Lタンク埋設地点

青森県 五戸町

上市川中区第二小規模水道



深井戸



給水戸数 6
給水人口 21人

10,000円/戸・
年で運営。
必要に応じて
追加徴収。

**塩素はインライン
注入される構造
(訪問時故障中)**



五戸町 インタビューの様子

京都府 福知山市

“山水”と呼ばれる

奥北原地区

5軒に配水するものとして整備されたが、現在は2軒のみ

上向流式緩速ろ過装置と配水池



塩素注入設備なし
水源地からすべて自然流下で地域内に配水（水源地未視察）

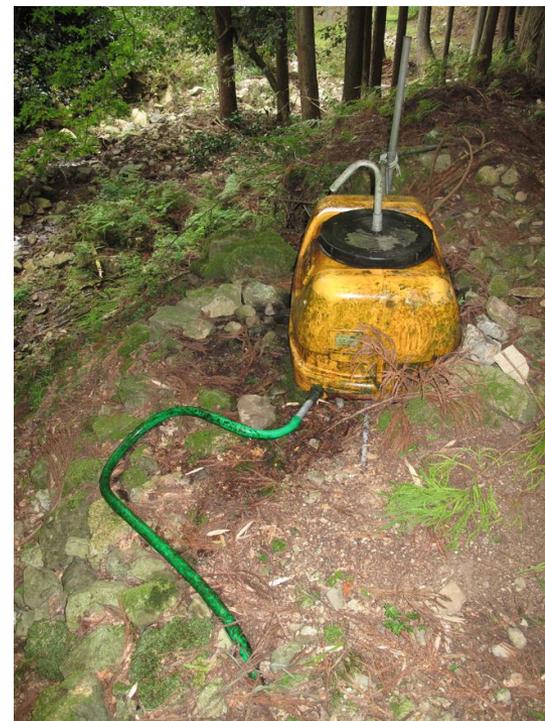


えのき谷 取水施設

集水タンク

上向流で木炭でろ過する仕組み

1軒へ配水するための施設



口北原地区

常時居住しているのは5軒、農作業のため帰宅する家を含めると9軒。



渓流水の取水施設(ポリ管。先端には蓋が取り付けられており、側面が多孔構造になっているもの)



配水池
(塩素注入設備はない)

- **地域自律管理型水道が持続的に運営されている成功事例あり**

文献：

牛島健、石井旭、福井淳一、松村博文：実態調査に基づいた人口減少地域における地域自律型水インフラシステムの可能性、土木学会論文集G(環境)(環境工学研究論文集第55巻), Vol. 74, No. 7, III_143-III_152, 2018.

北海道 富良野市

鳥沼専用水道施設

給水世帯数79戸，給水人口327人



集水管



配水池
位置



滅菌装置
+
ポンプ



“湧水” 多い！

西麓郷(にしろくごう)専用水道

給水世帯数120戸、給水人口300人



水源地（湧水）へ至る道



浄水処理施設
急速ろ過十塩素

第3回地域ぐるみの小規模水道管理システム実証報告会 (2019. 11)



北海道富良野高等学校



高校生が作成した管路図面

小規模水道における現実的な水質管理 へむけて

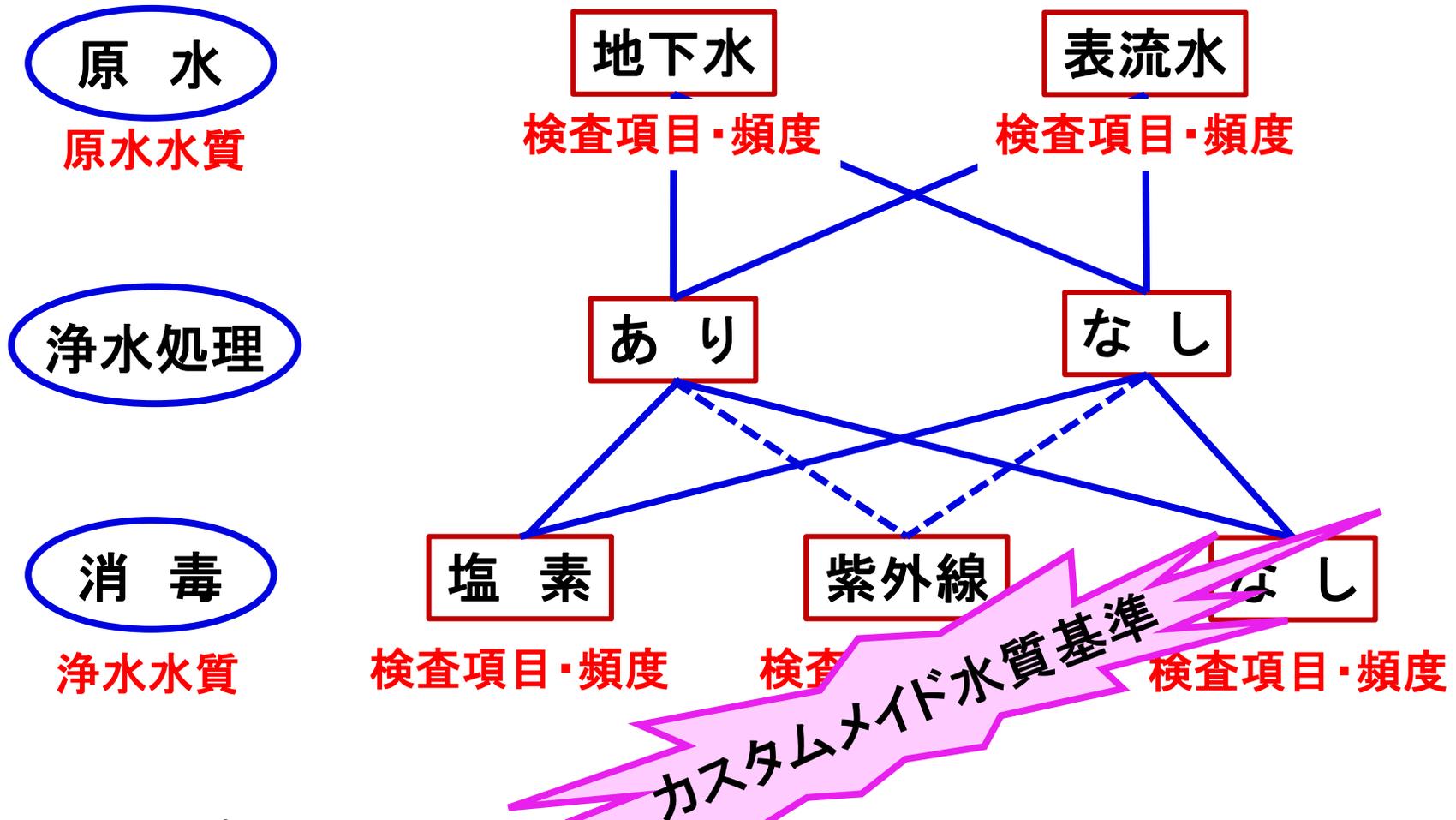
水質基準体系

- * 水質基準 51項目
- * 水質管理目標設定項目 27項目（農薬120項目）
- * 要検討項目 45項目

要件

- ✓ 項目
- ✓ 濃度
- ✓ 検査頻度（毎日、毎月、年4回、年1回、3年に1回）
- ✓ 採水地点および地点数
- ✓ 検査方法（公定検査法）

課題：小規模水道における現実的な水質管理



研究的アプローチ：微生物に関する項目はむしろ拡充し、定量的微生物リスク管理手法 (Quantitative Microbial Risk Assessment; **QMRA**) をコンセプトとする。

住民の認識と発言

- 清浄な水を使用できていると考えている。感染症の流行などが起きるわけではなく、問題はない。
- 都会に出た子供夫婦が帰省した際、しばらく滞在していると、同行した孫がおなかをこわすことがある。



“おなかをこわす本体”とは何か？

“水あたり”の原因

①細菌やウイルスに汚染された水

②硬度の高い水

わが国の渓流水であれば、一般に100 mg/L以下の軟水であり問題はない。常時硬度の低い浄水を飲用している人が、比較的高い水を飲むと腹痛を起こす可能性もある。

③冷たい水

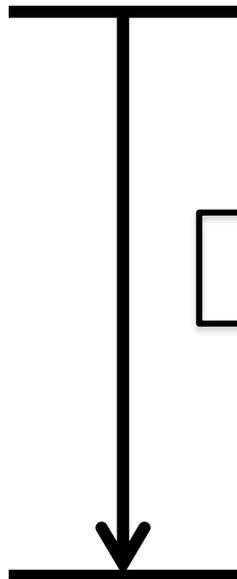
年少者が夏場に多く飲むと腹痛の原因となる。

Exercise

Cryptosporidium parvum

Source water

① = 100 /m³
/person/yr



③ log₁₀

② /m³ = 10⁻⁴
/person/yr

Unboiled water
consumption = 0.3 L/day

Drinking water

Exercise
Cryptosporidium parvum

Source water

$$8.9 \times 10^{-1} \text{ /person/yr} = 100 \text{ /m}^3$$

4.34 \log_{10}

$$4.6 \times 10^{-3} \text{ /m}^3 = 10^{-4} \text{ /person/yr}$$

Unboiled water
consumption = 0.3 L/day

Drinking water

微生物的安全確保へ向けたアプローチ方法

- ✓ 対象となる病原微生物を特定。原水中濃度を実測。
- ✓ 原水中濃度に関するデータがない、または不足している場合
類似した原水に関する文献値から設定する。例: 1/10 L, 1/m³など。
- ✓ 指標細菌の濃度から、対象病原微生物の濃度を推定
 - 1) 指標細菌濃度との相関関係を利用(限定的)
 - 2) 指標細菌との比率を利用
- ✓ 対象病原微生物を特定できない、または対象病原微生物の
用量-反応モデルが利用できない場合
最大感染確率モデル(指数モデル $P_d(D) = 1 - \exp(-\gamma \times D)$ の $\gamma = 1.0$)使用
または、大きな感染確率を与える用量-反応モデルを借用
例: カンピロバクター($\gamma = 0.686$)、クリプトスポリジウム($\gamma = 0.2$)

・国立保健医療科学院; 定量的微生物リスク評価-水安全管理への適用-, 235p., 2020.

・Federigi, I., et al.; The application of quantitative microbial risk assessment to natural recreational waters: A review, [Marine Pollution Bulletin, Vol.144](#), pp.334-350, 2019.

土木学会 環境工学委員会
臨床環境技術小委員会・環境技術思想小委員会

小規模水道の衛生問題に関するシンポジウム

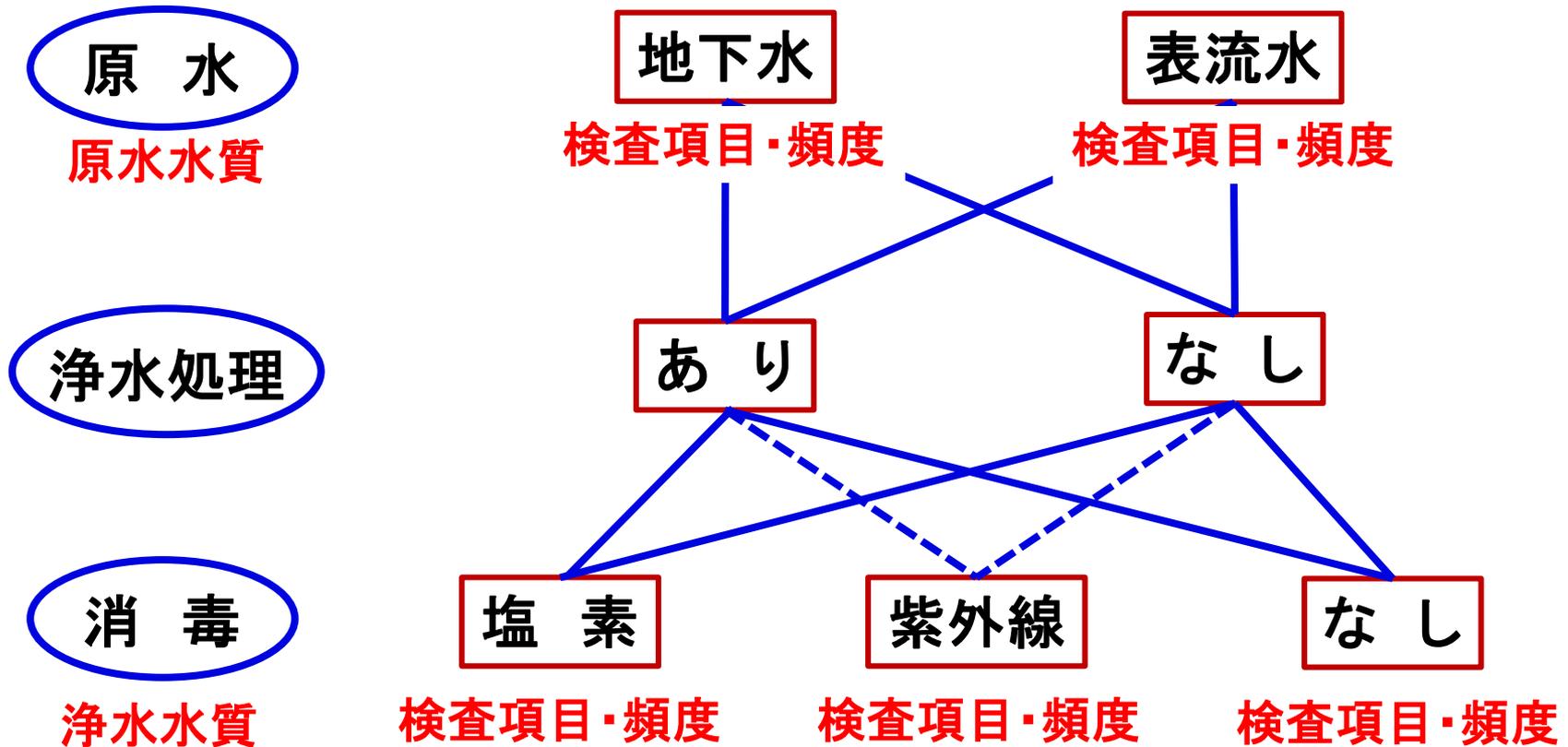
地元管理水道の実態と水質管理上の課題

Part 2

京都大学大学院工学研究科
伊藤 禎彦

2020年11月26日

課題：小規模水道における現実的な水質管理



研究的アプローチ：微生物に関する項目はむしろ拡充し、定量的微生物リスク管理手法 (Quantitative Microbial Risk Assessment; QMRA) をコンセプトとする。

広島市安佐北区 宇津(うづ)簡易水道組合

給水戸数32～33戸、給水人口74～75人

砂防堰堤



原水
他に、湧き水 (“ヨコ水”と呼ばれる) あり

普通沈殿池



緩速ろ過池



塩素貯留槽



1回/月程度の頻度
で塩素継ぎ足し

旧簡易水道地域における塩素酸の基準超過

給水人口 : 約400人
施設能力 : 約200m³/日
採水日時 : 平成29年9月15日
塩素酸濃度 : **0.73mg/L**
(水質基準**0.60mg/L**)



原因

- ・ **次亜貯蔵槽に継足方式**で補充
- ・ 原液中の塩素酸濃度は約15,000mg/kg
- ・ 次亜分解により原液中の有効塩素濃度低下
→次亜の注入量増

<背景>

- ・ 簡易水道事業統合時 (H29.4) の局内管理部署の変更及び委託業者の変更

対策

- ・ 空調機の設置
- ・ 夏季前と夏季後に、貯蔵槽を空にすることを指示 (下水道未接続のため、廃液は持帰り処分)

昨年度の成果例

しかし今年度も塩素酸 0.39mg/L

- ・ 委託業者の作業徹底
- ・ 監督職員の水質知識の取得

塩素酸イオン (ClO_3^-)

基準値 0.6 mg/L

WHO

2016年、毒性評価を変更

TDI : 30 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{day}) \rightarrow 11 \mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{day})$ へ

評価値の試算値 : 0.2 mg/L

実態調査結果等:

厚生労働科学研究費補助金 健康安全・危機管理対策総合研究事業、化学物質等の検出状況を踏まえた水道水質管理のための総合研究 研究報告書 令和元(2019)年度、pp.254-263, 2020.

奈良県 十津川村

- ・ 戸数9
給水人口13人
- ・ 料金1000円定額

普通沈殿池一緩速ろ過池
だが、20年前に
ろ過砂撤去



月1回、試料水を水
質検査センターへ送
付するときだけ注入

ろ過マット



塩素
注入
設備



小規模水道が抱える課題例

- 広域的支援体制構築の重要性

奈良県 ← 近畿地方の近隣事業体および国

十津川村 ← 奈良県内事業体および奈良県

- 衛生部局と水道部局との連携・協力の必要性

- 住民参画を指向する上での重要課題

水道事業体に近い立場：住民参画を求めたい



逆向き

住民：市町村移管を要請

- 住民による持続的管理が可能となる要件

牛島健ら：土木学会論文集G(環境), 2018.

- 浄水処理装置に関する課題・ニーズ

伊藤禎彦, 堀さやか：地元管理されている小規模水道の実態と課題、平成31年度（令和元年度）厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業） 小規模水供給システムの安定性及び安全性確保に関する統合的研究（H29-健危-一般-004）分担研究報告書, pp. 108-141, 2020. 3

厚生労働科学研究

平成29年度～令和元年度

- 小規模水供給システムの安定性及び安全性確保に関する統合的研究

研究代表者：国立保健医療科学院 浅見真理

令和2年度～4年度

- 小規模水供給システムの持続可能な維持管理に関する統合的研究

研究代表者：国立保健医療科学院 浅見真理