

令和2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持続可能な維持管理に関する統合的研究（20LA0501）

研究報告書

小規模水供給システムにおける維持管理手法並びに 持続的な管理体制に関する研究

研究代表者 浅見 真理 国立保健医療科学院 生活環境研究部
研究協力者 沢田 牧子 国立保健医療科学院 生活環境研究部
山口 岳夫 国際厚生事業団参与

研究要旨：

高齢化及び人口減少等により、小規模な上水道や簡易水道では水道事業の維持が大きな課題の一つであるが、給水人口が100人以下の飲料水供給施設等（以下、小規模水供給システム）にあつては、影響が特に大きく、飲料水を含む生活用水を供給する水道の施設・財政・維持管理・衛生確保の様々な面で多くの問題を抱え、水道の維持が困難となりつつある。このような水供給維持困難地域を含む地域においても衛生的な水を持続的に供給できる体制作りを目的として、そのための方策を検討する研究を行った。

これまでの事例等の整理を基に、小規模水供給システムこれからの課題を明確に整理することが出来た。小規模水供給システムを有する地域においては、人口減少や住民の高齢化、施設の老朽化など多くの課題を有しており、その解決に向けての取り組みを早急に行うことが求められる。特に水質や水源の安定性の特性を踏まえ、施設整備と水質検査、水質管理の重点化を行う必要性が高いことが分かった。今後、小規模水供給システムの相談体制や情報提供体制の確立も重要であると考えられた。

A. 研究目的

昭和32年の水道法制定後、水道の普及に伴い、水道法で規制されている水道（水道事業者や専用水道設置者）により水の供給を受けているものは、全国で約98%の水道普及率を達成しているが、一方で、水道法適用外の小規模水道や飲用井戸等により生活用水を確保している水道未普及地域等が存在している。

高齢化及び人口減少等により、小規模な上水道や簡易水道では水道事業の維持が大きな課題の一つであるが、給水人口が100人以下の飲料水供給施設等（以下、小規模水供給システム）にあつては、影響が特に大きく、飲料水を含む生活用水を供給する水道の施設・財政・

維持管理・衛生確保の様々な面で多くの問題を抱え、水道の維持が困難となりつつある。このような水供給維持困難地域を含む地域においても衛生的な水を持続的に供給できる体制作りを目的として、そのための方策を検討する研究を行った。

B. 研究方法

水道未普及地域における水の供給は、水道法適用外の小規模水供給システムによりなされており、これらの水供給施設に対しては法的な規制はなく、需要者への水の供給にあたっては、ほとんどが自主的な管理に任されているだけの状況である。また、このような小規模水供給システムを有する地域は、様々な水源や人口規模、地理状況等であるため抱える課題は地域によって様々であるが、小規模水供給システムの維持が困難となっている状況は多くの小規模水供給システムにおいて生じている大きな課題である。

このような状況の中でも、どのような地域においても生命維持や生活に必要な水を確保し供給し続けること、また、供給する水の衛生対策を図り、安全な水の供給を続けることが必要であり、将来にわたり小規模水供給システムを維持し続けるための方策を多方面から検討するため、小規模水供給システムをめぐる課題と展望について下記の項目についての調査を実施し、事例の整理や問題点の抽出により、様々な課題に対する方策並びに情報提供のあり方について検討を行った。

1. 小規模水供給システムにおける事例の整理
2. 水質検査に関する課題
3. 海外事例の収集
4. 小規模水道をめぐる技術開発の可能性
5. 小規模水道システムの課題への対応に資する方策の検討
6. 地方自治体の取り組み事例

C. 研究結果及びD. 考察

1. 小規模水供給システムの事例と課題

これまでの研究（「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）（平成 29 年度～令和元年度））等により実施した小規模水供給システムにおける実態調査の結果を整理すると共に、これらの調査で共通に認識されている課題の抽出を行うこととした。

また、より極端な制約を有する海外の小規模水道における状況を踏まえた上で、小規模水供給システムの実態を端的に表現する注目点と典型的なパターンについて考察し、小規模水道の分類方法について提案する。

（1）小規模水供給システムをめぐる課題に関する事例等の整理

小規模水供給システムにおける様々な課題・問題整理し情報を収集することにより「持続性」の視点から小規模水供給システムを体系化、類型化していくことができると考えられる。

このため、これまでに調査した様々な水供給システムにおける調査結果を収集し、事例の特徴や抽出された課題を拾い上げ、分類することを試みた。

本調査の前研究である「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（平成 29 年度～令和元年度）」では、主に簡易水道よりも小規模な国内の飲料水供給施設等の小規模水供給システムについて、抱える事例と課題、対応策等を調査した。本研究の中で対象とする小規模水供給システムは、図 1 に示す数軒程度～簡易水道に該当しない規模の飲料水供給施設等に該当する。また、小規模水供給システムに関して調査・整理された事例を収集し、表 1 のとおり整理をした。

水道・水供給システムの区分

給水人口	区分	認可主体	運営主体	備考
5万人超 (※1)	(公営) 上水道事業	大臣認可 (※2)	県・市・企業団 など	公営企業的な 要素が強い
5,001人以上 ～5万人以下	(公営) 上水道事業	都道府県認可	市町村	規模・場所により 実は様々
101人以上 ～5千人以下	簡易水道	都道府県認可	市町村	上水道との統合が 進むが ・・・
50 (30) 人 以上	飲料水供給施設 (公営)	市町村が設置	市町村	条例による
数軒程度	組合等	市町村が補助 (一部)	住民 (市町村職員による 助言が有効)	飲料水供給施設が 出来た時に、区域外に なった地区など
1 家庭	飲用井戸 (個人井戸)	衛生部局・保健所が 指導	住民	衛生状態の管理が 課題



National Institute of Public Health

※1 特定水源水道事業以外のものは都道府県認可
※2 指定都道府県が認可主体となる場合もある ²

図 1 水道・水供給システムの区分

表 1 小規模水供給システムに関する調査報告事例

研究者	研究成果・資料等	事例の概要
国立保健医療 科学院 (浅見、島崎 他)	・平成 30 年度統括・分担研究報告書「小規模水供給システムの現状と課題に関する研究」 ・平成 29 年度統括・分担研究報告書「小規模水供給システムの現状と課題に関する研究」資料 1-3	13 の現場調査事例の整理・特徴的な 5 市の取組を抜粋
京都大学 (伊藤)	・小規模水供給システム研究会(令和 2 年 6 月 24 日) ・令和元年度統括・分担研究報告書「地元管理されている小規模水道の実態と課題」 ・平成 30 年度統括・分担研究報告書「住民との連携による	小規模水道、飲料水供給施設、専用水道の 16 の現場調査による詳細報告

研究者	研究成果・資料等	事例の概要
	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」	
鳥取大学 (増田)	<ul style="list-style-type: none"> ・小規模水供給システム研究会(令和2年6月24日) ・小規模水道シンポジウム(令和元年9月) ・令和元年度統括・分担研究報告書「小規模集落が管理する水供給システムの維持管理・記録保存の実態および維持管理作業における集落外との連携状況」 ・平成30年度統括・分担研究報告書「小規模水供給システムの維持管理に関する実態・記録保存等の状況調査」 ・平成29年度統括・分担研究報告書「小規模水道の維持管理方策に関する研究」 	185集落、47集落からの質問紙調査の回答を分析、現地調査・ヒアリング調査から課題・の抽出
北海道立 総合研究機構 (牛島)	<ul style="list-style-type: none"> ・土木学会論文集「実態調査に基づいた人口減少地域における地域自立型水インフラマネジメントの可能性」 	北海道39件の事例を調査解析
神戸大学 (鍛田)、 積水化学工業	<ul style="list-style-type: none"> ・小規模水供給システム研究会(令和2年6月24日)報告 	5件の小規模水道の現状と課題を報告
山梨大学 (西田)	<ul style="list-style-type: none"> ・小規模水供給システム研究会(令和2年6月24日)報告 	小規模水道16件の課題と対処策提案
JWRC	<ul style="list-style-type: none"> ・小規模水道シンポジウム(令和元年9月)報告 ・平成29年度水道研究発表会 ・平成29年度特別研究事業「小規模水道事業及び施設の再構築に関する調査―課題解決に向けた参考事例集」 	小規模集落への給水手法検討事例
河内長野市 上下水道部	<ul style="list-style-type: none"> ・小規模水供給システム研究会(令和2年6月24日)報告 	簡易水道一部地区の課題報告
静岡市保健所	<ul style="list-style-type: none"> ・小規模水道シンポジウム(令和元年9月)報告 	7件の飲料水供給施設と4件の簡易水道の現状
浜松市 上下水道部	<ul style="list-style-type: none"> ・小規模水道シンポジウム(令和元年9月)報告 	飲料水供給施設145施設の内訳と現状報告
宮崎市 上下水道局	<ul style="list-style-type: none"> ・平成30年度水道研究発表会 報告 	飲料水供給施設の運搬給水の事例報告
広島県	<ul style="list-style-type: none"> ・平成30年度水道研究発表会 報告 	水道未普及地域への給水方法の検討報告

研究者	研究成果・資料等	事例の概要
全国簡易水道協議会、奈良県野迫川村	・水道 Vol.65No.4(2020)「野迫川村～コミュニティがささえてきた小さな村の小さな水道」	ソフト統合済施設を含む 5 つの簡易水道と 6 つの飲料水供給施設の現状整理
奈良県十津川村	・奈良県十津川村 HP「十津川村令和 2 年度水質検査計画」	14 の簡易水道の詳細情報
岡田産業	・水道新聞「小規模水道課題解決に貢献する TO 式上向きろ過池」(令和元年 11 月 7 日)	上向流ろ過を用いた簡易水道(上水道に経営統合済)の事例
「森の里の水自慢」実行委員会	・平成 14・15 年度福島県相双地方振興局企画調整事業「森の里の水自慢」事業報告書ー水道未普及中山間地における飲料水のあり方の検討についてー	自己水源を自己管理することを選択した事例
その他	・水道ビジョン、経営戦略、基本計画などで現在給水人口 100 人以下の簡易水道、専用水道、飲料水供給施設、小規模水道のデータを抜粋	

(2) 小規模水供給システムにおける分類方法の検討

小規模水供給システムが抱える課題を体系的に把握するためには、特徴によっていくつかの類型に整理することが有効である。これまでの調査によって具体的な課題が報告されている小規模水供給システムの事例を利用し、分類のための指標を決めることが有効と考える。そこで、これまでに整理された事例をリストとし、分類する上で必要となる小規模水供給システムの仕様情報を整理する。この作業を通じて、どのような仕様情報が収集しやすいか、そこで指摘された課題に類似性、関連性があるか等、考察していくこととする。

①小規模水道の事例情報の収集

これまでの収集事例をリスト化し、網羅的に得ることが出来て事業の特性を把握できる仕様情報についての検討を行った。また、本調査では将来的な水道法上における事業の休止及び廃止の可能性に鑑み、簡易水道や専用水道で現在給水人口が 100 人以下のものについても統計からデータを収集した。各種報告書や統計等から得られる仕様情報の項目を表 2 に示す。

表 2 小規模水供給システムに係る仕様情報

項目	何を判断するか	選択肢の例	備考
事業の種別・維持管理体制	管理状態、経営体制の目安となる	専用水道(公共管理)、専用水道(組合管理)、小規模水道(公共管理)、小規模水道(組合管理)、管理統合された小規	事業統合例はあわせてピックアップする。組合営と地元管理は

項目	何を判断するか	選択肢の例	備考
		模水道（公共管理）、等	同じとした。
給水人口	施設規模、収入の 目安となる	人数（人）	人数か戸数。計画時、 確認時、現状、の3種 類がある。
計画給水戸数		戸数（戸）	
現在給水人口		人数（人）	
現在給水戸数		戸数（戸）	
給水量	施設規模の目安 となる。	年間給水量（m3）	資料により評価指標 が異なる。
		有収水量（m3）	
		計画日最大給水量（m3）	
施設能力		水量（m3）	不明が多い。
水源種別	水の安全性、維持 管理負担、災害脆弱 性の目安とな る。	表流水（堰堤）、表流水（脆弱）、表流水 （伏流水）、井戸、湧水（保護）、湧水（脆 弱）、等	浅井戸、湧水、伏流水、 表流水などは類似性 を判断する。
水処理の方法		無処理、塩素消毒、ろ過、緩速ろ過、上 向交流緩速ろ過、急速ろ過、膜処理、等	消毒の実施の有無が 重要。ろ過の記載は区 分を判断する。
導水方式	施設整備費、維持 管理費の目安と なる	短距離を自然流加、長距離を自然流下、 短距離をポンプ圧送、長距離をポンプ 圧送	導水管が長いケース を把握したいがデー タは少ない。
配水方式	施設整備費、維持 管理費、災害脆弱 性リスクの目安 となる	短距離を自然流加、長距離を自然流下、 短距離をポンプ圧送、長距離をポンプ 圧送	一部しかデータがな い。
管路総延長		距離（m）	地域特性を評価でき るがデータが少ない。
収入	収入、施設維持 費、家計負担感の 目安となる。	世帯あたりの負担額、水量あたりの負 担額	負担の方法が様々な ので一定の仮説によ り比較する。
		市町村等による補助の割合	殆ど記述なし
有収率	管理状態の目安 となる。	有収率（%）	実際の調査例で調べ られている場合でな いと把握が困難。
水質検査		実施せず、希望に応じて実施、定期的 に実施	
図面管理		施設管理図面あり、施設管理図面なし	

②水道データの抱える問題点

小規模水供給システムにあつては、上水道や簡易水道といった水道事業と異なり水道法適用外の施設であり、地元住民等の組合によって設置・運営されていることから、全ての仕

様情報を備える施設は数少なく、収集しやすいデータとそうでないデータがあること、表現の方法が大きく異なるものがあることが把握できた。また、全体の傾向として、公営事業で大規模なものほど管理情報が充実しており、地元管理の小規模事業ほど情報が乏しいことを確認した。

これらのことから、今後小規模水供給システムの情報を収集する上で、どのような情報に着目して収集すべきか、その情報が収集しやすいものかを評価するために一定の重要性があると考え、データの集めやすさについて、事業規模との関係性を表3のとおり整理した。

表3 データの網羅度の状況

	経営種別	計画給水人口	現在給水人口	計画給水量	実績水量	施設能力	原水種別	浄水施設	配水方式	管路延長	料金体系	料金	補助金等	水質検査	図面管理
簡易水道	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	-	◎	◎
専用水道	-	○※	○※	△	○	○	△	○	×	×		△	×	△	△
小規模水道	△	△	○	△	×	×	△	△	△	×	△	△	△	△	×
個人井戸	-	×	△	×	×	×	○	×	×	×	×	-	×	×	×

【凡例】

◎：データあり、○：全てではないが把握できる例が多い、△：報告例はあるが数は少ない、
 ×：把握するのは困難、-：該当データなし
 ※：専用水道において計画給水人口は、確認時給水人口と読み替える。

次に、これまでの作業から注目すべき点をピックアップした。

- ・データが都道府県ごとに異なる。
- ・特に、飲料水供給施設等の小規模水供給システムについては、施設数と全施設の合計値のみを示し、施設ごとのデータが公開されていない都道府県もある。詳細データがある場合でも、記載項目が都道府県によって異なる。
- ・水源種別と処理法については相当程度網羅できた。しかし、専用水道の原水種別は、自己水・受水の分類のみで水源種別が明記されていないケースもあった。
- ・事業の規模を評価するためには人口もしくは給水戸数が有効で、給水量のデータはない事業が多い。ただし、人口や戸数もその管理方法がまちまちである。
- ・小規模水供給システムの維持管理体制の表記のばらつきがある。地元管理、水道組合、住民管理、といった分類の他に、公営・民営・組合営の分類や、公営（指定管理者は民間業者）といった表記もみられ、実質的に維持管理を行っている主体を比較が難しく、分類区分を整理すべきである。

・小規模水供給システムに係る公表データが非常に少ない。水源の状態（堰堤や保護設備の有無）、給水量、施設能力、管路延長、図面のデータは、現地調査もしくはデータ依頼をした場合でなければ入手できない状況である。整理すべき最低限の情報の水準については、小規模水供給システムの定義も含めて全国共通の見解を示すべきではないか。

これらのことから、小規模水供給システムに関するデータは県単位で異なり、整理すべき最低限の情報についても全国共通で明確な規定や基準が無いことから、我が国全体で小規模水供給システムについての課題を論ずるにあたって障害となっている可能性が高い。検討の結果、小規模水供給システムの定義や小規模水供給システムとして備えるべきデータ項目について、明確な基準を示す必要があると考える。

③小規模水供給システムの分類方法の提案

小規模水供給システムの分析にあたって、データの入手しやすさ、重要性に鑑み、分類の指標とする項目を以下のように整理する。

管理形態	簡易水道との区別、公営か組合営か、事業統合の対象か、等
水源と浄水	水源の安全性と水処理のどちらに依存した水道か
給水規模	主に給水人口か給水戸数で評価する
事業収入	世帯あたりの負担額、総収入で評価する

次に、小規模水道システムの抱える課題のパターンとその原因、対応策を紐づけるため、小規模水道システムを類型化することを試みた。小規模水道システムは多様ではあるが、ここまでに見てきたように、その整備の経緯に注目し、抱える制約の重さにより区分が可能と考える。各事業のデータを収集しやすい項目は、管理形態、水源と浄水、給水規模であるので、これらの指標をもとに、以下の1－6群で類型化することとした。

表4 類型化と特徴

項目	特徴
1群	安全性が高く濁りもない水源を使用。消毒はなし。
2群	表流水の交換があるため濁度対策を考慮。疫学的には安全で消毒はなし。
3群	おおむね安全な水源だが、疫学的安全のために消毒を行う。
4群	簡易ながら水道としての浄水処理としてろ過を行うもの。消毒は必須。
5群	濁度の制御が必要な表流水水源を利用するもの。急速ろ過が多い。消毒は必須。
6群	やや特殊な処理を行うもの。

今回、分析の対象とした事例は計189例であり、一部データが欠損しているケースについて以下の考え方でデータを補完した。

- ・処理方式の記載がないものは水源種別や管理形態から無処理か消毒のみかを判断した。
- ・給水人口と給水戸数は現在値を使用。給水人口の記載がある場合はこれを使用し、給水戸数のみの場合は全体の平均値から 2.5 人/世帯で換算。また、計画給水人口（戸数）のみで現在給水人口が不明な場合は、これも全体の平均値から、計画の 40%の人口を現在人口と評価した。
- ・世帯あたり負担額は一般用（農業用などは加算されていることが多いがこれを適用しない）とし、重量料金の場合は使用水量を 10m³ として負担額を算出。世帯数は現在人口を 2.5 で割り戻して適用した。

以上の区分の結果から、小規模水道システムのパターンを 6 類型で整理した結果は表 5 のとおりである。

表 5 小規模水道の類型別分類

項目	インプット	管理形態	水源と浄水処理の状況	給水人口	事業収入
1 群	地下水・湧水 + 無処理 + 消毒なし	ほぼすべて 小規模水道 (組合)	安全性は水源に依存する。地表水との交換がほとんどなく、水源水質の変化、病原性微生物の懸念がかなり小さい水源を使用。	14 例 平均 17 人 (3 人～68 人)	12 例 平均 103 千円 世帯当たり 11,700 円
2 群	表流水 + 簡易処理 + 消毒なし	ほぼすべて 小規模水道 (組合)	地表水との交換があり、濁度は上昇する場合はあるが、病原性微生物の懸念は小さい水源を使用している。水質を安定させるための簡易処理が設置されている場合がある。	18 例 平均 18 人 (1 人～61 人)	12 例 平均 27 千円 世帯当たり 5,600 円
3 群	地下水・湧水 + 無処理 + 塩素消毒	小規模水道 簡易水道 組合が多い が公営もみ られる	地表水との交換が小さく水源水質の変化があまりないが、病原性微生物の懸念を払しょくするため塩素消毒を行っている。水源に懸念がある場合と、行政上の必要から塩素消毒を設定しているケースが想定される。	64 例 平均 65 人 (0 人～ 472 人)	14 例 平均 143 千円 世帯当たり 13,300 円
4 群	表流水 + (緩速)ろ過 + 塩素消毒	様々な形態 がとられて いる	地表水あるいは地表水の影響を受ける地下水が水源。平時は清澄な原水で粗ろ過あるいは緩速ろ過を使用し、塩素消毒を実施。旧来は最も基本的な小規模水道の	65 例 平均 87 人 (0 人～ 632 人)	26 例 平均 379 千円 世帯当たり 18,000 円

項目	インプット	管理形態	水源と浄水処理の状況	給水人口	事業収入
			形態だったと考えられ、上水道に近い管理が必要なため負担が重く、統合されることも増える。		
5群	表流水 +急速ろ過 +塩素消毒	小規模水道 簡易水道 公営が多い	地表水が中心、原水の濁度が高くなることのあるために急速ろ過を使用していると思われる。	13例 平均174人 (0人～663人)	2例 平均290千円 世帯当たり 29,500円
6群	表流水 +特殊処理 +塩素消毒	簡易水道 公営が多い	地表水が中心。やや特殊な処理を導入している事例。あまり一般的でない処理方式を採用している。上水道への統合例も多く、その際に膜処理に切り替わった例などが含まれる。	15例 平均138人 (4人～746人)	6例 平均673千円 世帯当たり 19,000円

・1群と2群は、水源が安全であることを前提に塩素消毒を行わない群である。1群は殆どが2つの県の事例であることからこれら2つの群の差異は県の方針による違いの可能性もある。これらの水道は特に小規模であり、ほぼすべて組合営である。1群では管理費支出水準がやや高いが、安全な水源をもとめるために井戸の設置や遠方の湧水を引いてくるような負担がこの差異の原因となっている可能性がある。

・3群、4群は一般的な小規模水道で、塩素消毒を行って水の安全性を担保している点が1、2群と異なる部分である。規模はやや大きくなり、管理形態も様々である。処理方法は水源の種類にあわせて無処理から緩速ろ過までの範囲の組み合わせである。ろ過を行う4群では支出規模が大きくなる点は自然と考えられる。

・5群、6群は急速ろ過など本格的な浄水処理施設を備える場合で、大部分が公営となる。規模も大きく、まとまった水量を確保するために表流水を水源に求めていると考えられる。小規模な簡易水道が多く、上水道への統合が行われるのもこれらの群が中心である。

これらの事業の分布特性をみるため、事業規模（人口）と事業収入で層別図を作成した。1、2群は小規模な事業が多く、6群は大規模な事業が多いことが確認できる。一人あたりの負担額は事業種別や規模にあまり関係なく多くの事業で年間1～2万円程度と設定されているためプロットはおおむね一直線上に並ぶが、2群及び3群に人口規模の割には負担が低く設定されている事業がみられる点は興味深い。また、事業収入のデータが得られる事業が少ない点には注意が必要である。

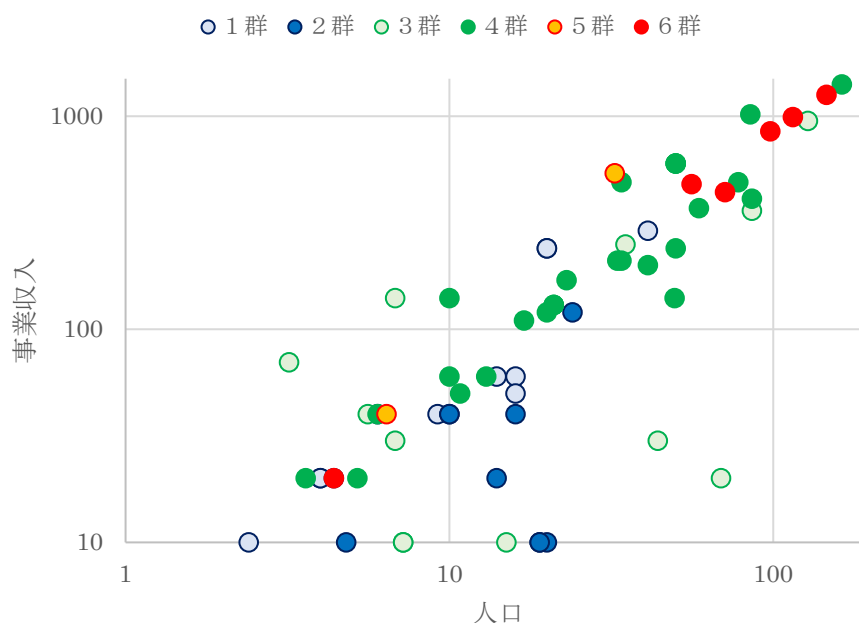


図2 類型別分類による事業の分布特性

④調査事例で指摘された小規模水供給システムをめぐる課題

これまでに指摘されている小規模水供給システムが抱える各種課題を構造化することを試みる。この準備として、これまでに指摘された課題を抽出し、どの群の事業においてそのような問題が主に発生しているのかを整理し、結果を次表に示す。ここでは、小規模水供給システムが抱える課題について、大きくA～Gに区分した。

表6 小規模水供給システムにおける課題の分類

	分類	水源と浄水処理の状況	1	2	3	4	5	6	特徴
			群	群	群	群	群	群	
A 水 源	安全の確保	野生動物による汚染が懸念される。		○					安全性を水源に依存している2群で懸念大。
	安全の確保	水源上流が汚染され水源水質が悪化する懸念がある。			○	○	○		処理の必要な水源を使用。3群で特に問題。
	安全の確保	生活排水混入の可能性がある。					○	○	比較的下流域にある事業と思われる。
B 検 査	安全の確保	水質検査をしていないため汚染に気づいていない場合がある。	○	○	○				安全性を水源特性に依存する例で懸念大。
	安全の確保	水質検査が負担となっている。	○	○	○	○	○	○	共通の問題

	分類	水源と浄水処理の状況	1 群	2 群	3 群	4 群	5 群	6 群	特徴
	経営の困難								
C 脆 弱 性	安全の確保 災害脆弱性	降雨・台風などによる高濁度がある。取水停止をしている。		○	○	○	○		表流水性の水源では普遍的な問題。
	災害脆弱性	取水施設が脆弱なため、台風などの豪雨で容易に破壊される		○	○				水源が遠隔地にある可能性が高い。
	災害脆弱性	露出管があり、豪雨などで破壊される				○			事業によっては施設が極めて脆弱。
	災害脆弱性	降雨が少ないと水源が枯渇する				○			事業による。運搬給水など根本的対応が必要。
D 維 持 管 理 の 負 担	維持管理負担 災害脆弱性	水源が遠隔地にあり現地に行くことが困難で清掃も難しい。		○	○				安全な水源を優先した結果と推定。
	維持管理負担 災害脆弱性	毎日の施設の巡回、検査等に追われ緊急時対応が困難。	○	○	○	○	○	○	すべての事業に共通の課題。
	維持管理負担	対応できる業者が限られ、将来的な維持管理に不安がある。	○	○	○	○	○	○	すべての事業に共通。組合管で特に多い。
	維持管理負担	住民が減少あるいは高齢化して維持管理を続けることが困難。		○	○	○			へき地水道でも1群は手間がかからない模様。
	維持管理負担	緩速ろ過のかきとり、薬剤の運搬など委託先がない。				○			緩速ろ過を使用している事業で共通の課題。
	維持管理負担	使用期限超過、夏場の高温化で塩素剤が劣化する。				○		○	水源が清澄でない4群以降で問題。
E 情 報 不 備	維持管理負担 情報の不備	施設整備、維持管理に関する過去の記録がない。	○	○	○	○	○		小規模水道で普遍的な問題。
	管理情報不備	施設の図面がない。	○	○	○				民間整備の小規模な水道でみられる課題。
	管理情報不備	基礎データの整備が不十分で施設の実態が把握できていない	○	○	○	○	○		小規模水道全般でみられる課題。
F 資 金 不 足	経営の困難	需要減少により収入が減少、維持管理費の捻出が難しい。	○	○	○	○	○	○	小規模水道全般でみられる課題。
	経営の困難	施設が非常に老朽化しているが、更新の費用を負担できない	○	○	○	○	○	○	小規模水道全般でみられる課題。
	住民の負担感	地元で負担する維持管理作業の負担が重い	○	○	○	○	○	○	小規模水道全般でみられる課題。

	分類	水源と浄水処理の状況	1 群	2 群	3 群	4 群	5 群	6 群	特徴
G 行 政 ・ 制 度	その他	他の水道と経営統合したことで 統合先水道の負担になっている			○	○		○	維持管理の負担が経営 への負担に変化。
	その他	合意形成ができず補助金申請が 進まない		○					
	その他	検査の省略項目を知らない等情 報提供に不備がある	○	○	○	○	○	○	”
	その他	衛生部局が水道部門と比較して 水道技術のノウハウが少ない	○	○	○	○	○	○	簡易水道・専用水道以外

小規模水供給システムは「需要者が分散していて人口も少ないことから投資効率が低く、自律的に持続可能な水道事業として経営していくことは困難」という本質的な特性を抱える。このため、近年の過疎化による住民減少は、もともと重い施設の維持の負担がより重くなる効果をもたらしている。また、当初の施設整備時から情報管理が不十分な施設も多く、実態の把握と対応に障害となっている。

また、施設の維持に十分な人手をかけられない制約のもとで水の安全を確保するために、「安全な水源を求める」方法と、「浄水処理や消毒で水の安全性を確保する」方法の大きく二つの流れがある。前者は施設の運転管理の負担を抑制できる一方で安全性の確認や災害脆弱性に課題を抱える。後者は逆に安全性の確保や災害対応はある程度できるが施設の維持管理の負担が常に問題になる。

以上の課題に対応する基本的な方法や新技術について以下に整理する。

表7 小規模水供給システムにおける課題への対応方策

分類	問題	1 群	2 群	3 群	4 群	5 群	6 群	対応策の例
A 水源	水源の汚染が懸念 される。		1	1	1	2	1	X 水源アセス手法の体系化 a 水質センサー・モニタリング手法の開発
B 検査	水質検査をしてい ない、あるいは検 査が負担である。	2	2	2	1	1	1	b 維持管理負担の軽い処理・運転法の開発 c 可搬性がある補充不要な消毒法の開発
C 脆弱性	取水施設や管路が 脆弱で取水停止や 破壊が頻発する。		2	2	3	1		管理の容易な水源への切り替え a 水質センサー・モニタリング手法の開発 b 維持管理負担の軽い処理・運転法の開発 c 可搬性がある補充不要な消毒法の開発 d 漏水検知や仮設復旧の容易な管路技術

分類	問題	1群	2群	3群	4群	5群	6群	対応策の例
D 維持管理の負担	水源や処理施設の維持管理の負担が重く委託も困難。	2	4	4	5	2	3	管理の容易な水源への切り替え 水道事業への統合 a 水質センサー・モニタリング手法の開発 b 維持管理負担の軽い処理・運転法の開発 c 可搬性がある補充不要な消毒法の開発 d 漏水検知や仮設復旧の容易な管路技術 e ロボットによる点検や薬品補充
E 情報の不備	施設整備、維持管理に関する過去の記録がない。	3	3	3	2	2		Y 小規模水供給システムアセット管理手法の体系化
F 資金不足	収入が少なく更新投資や維持管理費の捻出が難しい。	3	3	3	3	3	3	Z 行政情報の共有手段の提供、組織化 <u>最終的かつ根源的な問題であるため直接対処する方法はない。総合力が必要。</u>
G 行政・制度	行政上の支援情報の提供に改善の余地がある。	2	3	3	3	2	3	Z 行政情報の共有手段の提供、組織化

解決策は大きく3種類に分けることができる。

1)個別事情を勘案して技術的な解決策を検討し、施設の再整備を行う。

管理の容易な水源への切り替え、水道事業への統合、などの対策が該当する。

2)ノウハウをマニュアル化して公開・浸透することにより管理レベルを引き上げる。

X 水源アセス手法の体系化、Y 小規模水供給システムアセット管理手法の体系化、Z 行政情報の共有手段の提供、組織化、が相当する。

3)技術開発によって従来よりも効果的に運営するシステムを導入する。

a 水質センサー・モニタリング手法の開発、b 維持管理負担の軽い処理・運転法の開発、c 可搬性がある補充不要な消毒法の開発、d 漏水検知や仮設復旧の容易な管路技術、e ロボットによる点検や薬品補充などが例として挙げられる。

ただし、ほとんどの小規模水供給システムが抱える課題E「収入が少なく更新投資や維持管理費の捻出が難しい」は、そもそも小規模水供給システムが抱える根源的な問題であり、様々な方策を総合的に組み合わせたとしても、極めて解決の難しい問題である。技術開発の進展によってはこの負担を緩和できる可能性はあるが、より抜本的に解決するためには、運搬給水等への切り替えや、住民を移転させるコンパクトシティ化等の方法も検討していかざるを得ないと考える。このような方策は水道単独で考える方策ではないが、地域全体を踏ま

えた視点での取り組みも、小規模水供給システムにおける課題解決のためには検討していく必要があると考える。

2. 水の安全性からみた小規模水道の水質検査の在り方

需要者数が少ない小規模水道においては水質検査費用の負担が重くなりがちであり、負担を軽減することが求められている。本項ではこの問題に対処するための方策について検討する。

(1) 小規模水道における水質検査の役割と対処の整理

小規模水道においては、供給水の安全を確保する上で第一に考えるべきは「汚染されにくい水源を選定すること」であり、小規模水道における水質検査は、水源が汚染されるリスクを評価することが目的であると考えべきである。本調査では、このような考え方をふまえて、小規模水道を1群から6群に分類したところである。

まず、1群、2群は基本的に安全な水源を確保できていることが前提であり、塩素消毒を実施していない。これらの小規模水道の水源は、上流に排水等の汚染源がなく、降雨時にも濁り等が生じない地下水であることが基本である。ただし、2群には限定的に表流水性の水源が用いられる場合があり、簡易な処理が行われている。

一方3群、4群は安全な水源であることを担保する必要から塩素消毒が行われている水源である。5群、6群は浄水処理により安全な水を供給するもので、水質検査は必須である。

これらの水源群と水質検査の実施の必要性、及び、水質検査結果を受けての対処の目安について次表に整理した。

表8 水質の変化と水質検査結果による水安全に関する対策レベル

	1群 水処理なし	2群 簡易処理消毒無	3群 消毒のみ	4～6群 処理+消毒
水源状況	降雨時にもほぼ変化がない	降雨時等に若干の濁度上昇、まれに色や臭気等が感知される		降雨時等に濁度が上昇する
水質検査結果	上流に汚染源が見られない	上流に顕著な汚染源はないが、時折排水等の混入の形跡がみられる		生活排水等の混入リスクがある
状況	原水汚染リスクは十分に小さい。水源環境の変化を観察することにより安全を維持する	原水汚染の懸念があり、消毒という安全策がない。モニタリングが特に重要と考えられる	原水汚染リスクがあり消毒を実施。モニタリングは必要だが消毒により2群よりリスクは低い	原水汚染リスクがあり、水処理や消毒が必要。モニタリングも必要な水源を使用している
水質の安全確保における水質検査の役割	水源環境の観察が第一、水質検査	水質検査による安全性の確認が	水質検査は水源のモニタリング	水質検査は水源や水処理等の基

		査は結果を補完	最重要となる	が主目的となる	本情報となる
		1 or 2 水質検査はできるだけ実施すべき	2 or 4 水質検査はできれば実施、水源によっては必須	1 or 2 水質検査はできるだけ実施すべき	5 水質検査は必須であり適切に実施すべき
水質検査結果を受けての判断	大腸菌・クリプト・健康項目基準超過あり	4 or 5 汚染原因を評価し水源の変更か水処理が必要	4 or 5 汚染原因を評価し水源の変更か水処理が必要	4 or 5 汚染原因を評価し水源の変更か水処理が必要	3 対策は導入済だが、適切な監視は必要
	健康項目70%超過あり	4 or 5 汚染原因を評価し水源の変更か水処理が必要	4 or 5 汚染原因を評価し水源の変更か水処理が必要	4 or 5 汚染原因を評価し水源の変更か水処理が必要	3 対策は導入済だが、適切な監視は必要
	健康項目30%超過あり	2 or 4 汚染原因の評価により原因を特定し対処を検討	2 or 4 汚染原因の評価により原因を特定し対処を検討	1 概ね問題なし、警戒は必要	1 概ね問題なし、警戒は必要
	健康項目30%超過なし	2 汚染がないか適切な評価を実施	2 汚染がないか適切な評価を実施	1 概ね問題なし	1 概ね問題なし

備考) 表中1～5の評価点はおよそ以下の基準とした。

- 1：一般的には水質に関する懸念が小さい
- 2：水質に関する懸念は比較的少ないが、適切な監視が必要
- 3：水質に関する懸念があるが、一定の処理はできているので、体制の維持が必要
- 4：水質に関する懸念があり、対策が不十分となる可能性があるため、十分な監視が必要
- 5：水質に関する懸念が大きく、至急対策が必要

基本的な考え方として、1群や2群は「疫学的に安全な水源が選定されている」ことが前提であるため、原水の安全が損なわれかねない徴候が察知された場合には、その前提条件が崩れているのであるから、即時抜本的な対応の検討に入るべきである。

一方、3群では消毒という安全策が取られているため、1、2群に比べると、原水への汚染に対する直接の影響の懸念は相対的に小さくなるを考える。ただし、顕著な水質悪化がみられた場合の対応は必須である。

(2) 検査費用の検討

次に、1群から6群の水質検査費用、及び、水質検査の運用について検討する。まず、検討の前提として、通常の51項目の水質検査、飲用井戸等衛生対策要領の11項目の簡易検査、クリプト指標菌検査、クリプト検査等の水質検査の単価を算出する。そのため、インターネット上に料金表示のある検査機関について、現時点で記載されている料金を調査した。セット料金として表示されているものはそれを採用した。

調査対象とする水質検査機関は、厚生労働省平成28年度「人口減少地域における料金収入を踏まえた多様な給水方法の検討に関する調査」において調査対象となった検査機関をベースとし、本調査時のインターネット検索により加除を行った。表中の検査機関登録の有無は令和3年1月7日時点の厚生労働省水質検査機関登録簿による。

表9 水質検査費用調査結果（令和3年2月時点）

水質検査機関	検査機関登録	水質基準全項目	一般項目 (飲用井戸等対策要領)	消毒副生成物	原水全項目	原水全項目+味	クリプト指標菌	クリプトスポリジウム・ジアルジア	かび臭物質
		51項目	11項目	12項目	39項目	40項目			2項目
武田商事(株)	×※1		5,500	19,800					
(株)総合環境分析	○	154,000	9,900				8,800	49,500	
(株)日吉	○	101,750	8,800	26,950	91,850				
日本水処理工業(株)オンラインラボ	○	167,200	8,800	40,700	134,200				
(一財)北里環境科学センター	○	275,000	8,250	66,000		220,000	11,000 ※3		
(一財)静岡県生活科学検査センター	○	254,500	6,400			192,000			
(一財)岐阜県公衆衛生検査センター	○	170,500	8,800			121,000			
(一財)日本食品分析センター	○	327,800			245,300		11,000 ※3		22,000
大阪府保健所	ー	198,700		59,700	162,900		7,300		10,200
太陽テクノロジーサーチ(株)	×※2	55,000	7,700	18,700	52,800		11,000	55,000	
平均		189,383	8,019	38,642	137,410	177,667	9,820	52,250	16,100
平均(登録無の機関を除く)		206,181	8,492	48,338	158,563	177,667	9,525	49,500	16,100

※1：武田商事はHP上に料金表示があるが、令和3年2月時点の検査機関登録は無い。問合せに返答な

し。

※2：太陽テクノロジーは登録機関と提携し紹介業務を行っている。

※3：クリプト指標菌として嫌気性芽胞菌のみ表記されている。

表 10 調査対象水質検査機関（令和3年2月時点）

水質検査機関	URL
武田商事（株）	http://www.takeda-syoji.co.jp/water_exam/
（株）総合環境分析	https://www.s-kb.co.jp/service/crypt.php
（株）日吉	https://www.hiyoshi-online.com/product/category/wa
日本水処理工業（株）オンラインラボ	https://e-mizu.jp/shop/pages/about.aspx
（一財）北里環境科学センター	http://www.kitasato-e.or.jp/?page_id=101
（一財）静岡県生活科学検査センター	http://www.shizuokaseikaken.or.jp/sui/sui_ido1_5.html
（一財）岐阜県公衆衛生検査センター	https://www.koeiken.or.jp/02_water/02_01.html
（一財）日本食品分析センター	https://www.jfrl.or.jp/service/water
大阪府保健所	http://www.pref.osaka.lg.jp/chikikansen/kensaka/suisitu.html
太陽テクノロジー（株）	https://www.suishitsu.com/

算出した検査費用の平均値を過去の厚生労働省報告書と比較する。

厚生労働省の令和元年度「人口減少地域における多様な給水方法の検討に関する調査報告書」では、水質検査費単価は 203,143 円（全 51 項目検査）、9,319 円（11 項目検査）、63,300 円（11 項目+消毒副生成物）、15,120 円（かび臭物質）とされている（付録附属資料 2「水質検査費」）。この値は前出の平成 28 年度「人口減少地域における料金収入を踏まえた多様な給水方法の検討に関する調査」の数値を引用したものであり、平成 29 年 2 月末時点でインターネット上に水質検査費用が公開されている検査機関を調査した結果である。比較可能な項目は全 51 項目検査、11 項目検査、かび臭物質の 3 項目で、本調査で算出した値はそれぞれの値に対し 101%、91%、106%であり、妥当な数値であるといえる。

また、毎日検査の委託費用は 4 つの水道事業のヒアリングの結果、平均値は 39,300 円/年とされており（付録附属資料 3「水質検査の省略・回数減」）、本調査ではこの数値を用いることとした。

厚生労働省報告書「水質検査の信頼性確保に関する取組について（平成 22 年 11 月）」によると、50 項目検査の業務規定料金は、全登録検査機関の平均が約 21 万円（回答数 212）とされており、これも今回の調査における 51 項目検査費用の平均値 216,181 円に近い値といえる。ただし、同報告書において、50 項目検査委託費用の平均価格（単価契約）は大臣認可機関で 91,704 円（件数 26）、知事認可機関で 111,061 円（件数 269）とかなり低い料金であり、検査機関の受託料金は業務規定料金より安く設定されていることが示されている。

次に、表9の数値を用いて、想定される各パターンにおける1年間の検査費用を算出する。基本的に水質検査はどのようなパターンでも実施したほうがよいが、本論では、どうしても費用負担を軽くしたい場合を想定して、最低限の試験とした場合の検討とした。

また、通常時のほか、水源の状況が悪化して検査等の頻度を高めることが必要になった場合を想定したケースの2パターンをそれぞれに準備した。

表11 各小規模水道における水質検査費用の試算（年間）

[単位：円]

水質検査項目	1回当たり検査費用※1	1群～3群 水処理なし		4～6群 処理+消毒		水道事業に 準じた検査 ※3
		通常 状態	状況 悪化時	通常 状態	状況 悪化時	
水質基準全項目 (51項目)	206,200円			1回	1回	1回
一般項目(飲用井戸 等対要領)(11項目)	8,500円	1回	4回			11回
クリプト指標菌検査	9,500円		4回			
クリプトスポリジウム・ジアルジア	49,500円				4回	
毎日検査※2	39,300円/ 年			1式	1式	
消毒副生成物	48,300円					3回
かび臭物質	16,100円					8回
計		8,500	72,000	245,500	443,500	573,400

※1：1回当たり検査費用の根拠は上記水質検査費用調査結果（令和3年2月時点）。

※2：毎日検査に係る費用は、平成29年度「人口減少社会における情報技術を活用した水質確保を含む管路網管理向上策に関する研究」報告書・添付資料を参考とし、4つの水道事業への毎日検査の委託費用のヒアリング結果より、平均39,300円/年とする。

※3 年間に水質基準全項目試験1回、四半期試験（一般項目+消毒副生成物）3回、毎月測定項目試験（かび臭物質有り）8回を行う場合

この試算では、1～3群までの小規模水道は、原水は基本的には安全なものが選定されていることを前提とし、日常観察等で異常を検知した場合のみ、検査の頻度を高めて異常の原因や対応策を準備する考えをとっている。一方で4群以上は上水道なみの管理を行うこと

を想定している。水道事業に準じた検査費用は、平成 28 年度「人口減少地域における料金収入を踏まえた多様な給水方法の検討に関する調査」において年間平均水質検査費用を算出している条件に合わせた。

試算した水質検査費用が事業収入に対しどの程度の割合を占めるかを、表 4 に示した小規模水道の類型別分類ごとの平均事業収入を用いて計算した結果を下表に示す。事業収入の少ない 2 群においては状況悪化時の検査費用が事業収入の 267% と非常に大きくなることわかる。また、4 群、5 郡においては通常状態であっても水質検査費用は事業収入の 65%、85% と比較的大きく、状況悪化時には 100% を超える。水質検査費用の負担の大きさが水源の分類によって異なることが示された。

表 12 事業収入に対する水質検査費用の割合

分類	事業収入	水質検査費用	事業収入に対する割合 (%) (上段：通常状態、 下段：状況悪化時)
1 群	平均 103 千円 (世帯あたり 11,700 円)	通常状態 8,500 円 状況悪化時 72,000 円	8
			70
2 群	平均 27 千円 (世帯あたり 5,600 円)		31
			267
3 群	平均 143 千円 (世帯あたり 13,300 円)		6
			50
4 群	平均 379 千円 (世帯あたり 18,000 円)	65	
		117	
5 群	平均 290 千円 (世帯あたり 29,500 円)	85	
		153	
6 群	平均 673 千円 (世帯あたり 19,000 円)	36	
		66	

4. 検討結果の総括

以上、本項では、小規模水道における水質管理の在り方と負担について検討を行った。小規模水道は費用負担力が極めて小さいことから上水道なみの水質管理は望むべくもない中、最低限の水質管理はどのような形になるのか、その際の負担はどの程度となるのかについて、一定の整理を行うことができた。ポイントを以下に示す。

- 小規模水道は基本的に水源の安全性に依存した安全管理となっている。よって、設置時に想定された安全性が損なわれていないかを確認するのが水質管理の基本となり、水質検査もこの考え方に基づいて行うものと考えられる。
- 規模的には小規模水道であっても、水処理と塩素消毒を伴う必要があるような水源を利用している場合は上水道なみの水質検査を行う必要がある。

- 水質検査費用の事業収入に占める割合は小規模水道の類型によって異なり、特に事業収入の少ない類型では、状況悪化時の水質検査費用は事業収入を大きく超えるものとなること、表流水を水源とする類型では、検査費用の占める割合が通常状態でも高くなる傾向があることが示された。
- 最低限の水質検査費用を年間 8,500 円程度（サンプリング含まず）と評価した。ただし、水源の状態観察とこの水質検査の結果をあわせて、設置時に想定された安全性が損なわれている恐れがある場合は、水質検査の頻度を高め、対応策を検討することが必要である。
- このような判断を行うためには技術的な判断が必要であり、技術者の派遣が現状では必要と考えられる。将来的にはエキスパートシステムのような ICT 技術の支援の開発も視野に入る。

3. 小規模水供給システムをめぐる海外事例の収集

(1) 海外の小規模水道をとりまく状況

海外の水道事業は日本の水道と比べて基本的な条件にバリエーションがあり、小規模水道の抱える限界もまた極端であるが、日本では体験できない多様な水道についても考察の対象を広げることによって、小規模水供給システムが抱える課題の根本を考察するヒントとする。

過去の調査で得たラオス、カンボジア、ミャンマーの事例から、小規模水供給システムの参考となる要素を含む事例を調べた。

表 12 海外の小規模水道の報告事例

国	番号	対象地区・施設等	参照資料等	事例の概要
ラオス	1	ルアンパバン県水道公社 プーブン浄水場系	・平成 28 年度 水道分野の国際協力検討事業、水道事業の民間活用に関するプロジェクト研究報告書、現地調査	山間地の小規模浄水場と給水区域
	2	ボリカムサイ県 バントン村・ブンター村	・平成 30 年度 水道インフラシステム輸出拡大に係る調査・検討一式報告書	村落給水施設
カンボジア	3	カンダール州 モックコンポール水道事業・アレクサイ水道事業	・水道事業の民間活用に関するプロジェクト研究 (2016 年現地調査)	ライセンス付与された民営化水道
	4	バンティエミンチエイ州 モンコールボレイ民営水道・Serei Saophan 市浄水	・水道事業の民間活用に関するプロジェクト研究 (2016 年現地調査) 報告書、取材メモ、CA 評価基準案	ライセンス付与された民営化水道 3 例と

		場・Mongkol Borei 町浄水場 場・Phnom Thom & Phnom Touch 地方浄水場	・カンボジア国上水道セクター情報収集・確認調査 (2010 年調査) 報告書、現地調査メモ	BOT1 例。
	5	シハヌークビル Steung Hav・Prey Nob (小規模水道)	・水道事業の民間活用に関するプロジェクト研究 (2016 年調査) 報告書、取材メモ、CA 評価基準案 ・カンボジア国上水道セクター情報収集・確認調査 (2010 年調査) 報告書、現地調査メモ	小規模水道 2 例。1 例は民営から公営に転換。
	6	プルサット州 プルサット浄水場・村落給水施設	・カンボジア国上水道セクター情報収集・確認調査 (2010 年調査) 報告書、現地調査メモ	小規模水道と村落給水施設の例。
ミ ヤ ン マ ー	7	ヤンゴン市管区 セイチ カナウント水道	・令和元年度 水道インフラシステム輸出拡大に係る調査・検討等一式 (2020 年調査) 報告書	主に溜池からの無処理の給水の例。
	8	ヤンビエ地区 (生活用水改善調査)	・平成 24 年度 ミャンマーKawhmu Development (カウム開発) 地区における水供給・衛生改善のための基礎調査業務 (2013・2014 年調査)	
	9	エーヤワディ管区ラポタ地区 (生活用水改善調査)	・2015.6.30 ミャンマー水支援・事業化構想～水問題解決への貢献と人材育成～ (Myanmar Water Project)	
	10	コム地区 (生活用水改善調査)		

これら事業の規模等について推測し、前述した小規模水供給システムの分類である 6 群に分類すると以下のようになる。

表 13 海外の小規模水道事例の分類

国	番号	対象地区・施設等	状況	分類
ラオス	1	ルアンパバン県水道公社 プーブン浄水場系	山間の比較的清澄な表流水水源を急速ろ過する。住民はやや多い。	6 群
	2	ボリカムサイ県 バント ン村・ブンター村	地方部で井戸を水源に濁度処理する。住民は村落 1 つ分程度で少なめ。	3 群
カンボ ジア	3	カンダール州 モック コンポール・アレクサイ水道	大規模河川を水源に急速ろ過処理をしている民営化水道。住民はやや多い。	5 群
	4	バンティエミンチェイ州	ライセンス付与された民営化水道、河川水を水	5 群

		地方浄水場	源に急速ろ過処理。住民はやや多い。	
	5	シハヌークビル 小規模水道	NGO の建設した簡易な水道施設で表流水を急速ろ過処理するが管理は悪い。住民は少なめ。	2 群
	6	プルサット州 村落給水施設	NGO の建設した簡易な水道施設でため池を簡易な凝集沈殿。住民は少なめ。	2 群
ミャンマー	7	ヤンゴン市管区 セイチカナウント水道	ため池の水を無処理で供給。飲用水のみ急速ろ過。運搬給水併用。住民はやや多い。	2 群
	8	ヤンビエ地区（生活用水改善調査）	ため池の水を無処理で供給。運搬給水併用。住民はやや多い。	2 群
	9	エーヤワディ管区ラポタ地区（生活用水改善調査）	ため池の水を無処理で供給。運搬給水併用。住民は少ない。	2 群
	10	コム地区（生活用水改善調査）	ため池の水を無処理で供給。運搬給水併用。住民はやや多い。	2 群

整理した結果、特徴として、1 群、3 群に相当する十分に安全な水源を使用した無処理の小規模水道の事例がないことが挙げられる。これは、そのような小規模水道が存在しないという意味ではなく、そのような良好な水源を有する小規模水道は相対的に問題が小さく、我が国に支援を要請する対象に含まれないため、情報がないと考えられる。また、国ごとの開発の度合いの違いが大きく、小規模水道の状態も国単位で異なる。

（2）海外小規模水道の抱える課題の状況

上記の 10 事業の事例から、日本の小規模水供給システムが抱える課題と同様の問題を抱える小規模水道の例をあげ、その状況を考察する。

①水源の安全性と管理に関する状況

水源の安全性の確保や水質検査の実施状況について、各事業の状況を示す。

表 14 海外小規模水道における課題（水源、検査）

国	番号	対象地区・施設等	水源の安全性		検査の実施	
ラオス	1	ルアンパバン県水道公社 プープン浄水場系	△	水源は山間にあり汚染リスクは比較的小さい。	△	不十分であるが検査体制はあり。
	2	ボリカムサイ県 バントン村・ブンター村	△	地下水のため汚染リスクは比較的小さい。	×	水質検査体制は不十分である。
カンボジア	3	カンダール州 モックコンポール・アレクサイ水道	×	水源汚染リスクはかなり大きい。	△	不十分であるが検査体制はあり。
	4	バンティエミンチェイ州 地方浄水場	×	水源汚染リスクはかなり大きい。	×	水質検査体制は不十分である。

	5	シハヌークビル 小規模水道	×	水源汚染リスクはかなり大きい。	×	水質検査体制は不十分である。
	6	プルサット州 村落給水施設	×	水源汚染リスクはかなり大きい。	×	水質検査体制は不十分である。
ミャンマー	7	ヤンゴン市管区 セイチカナウント水道	×	水源は立入禁止だが水質悪化が観察される。	×	水質検査体制は不十分である。
	8	ヤンビエ地区 (生活用水改善調査)	△	水源は立入を禁止して管理する。	×	水質検査体制は不十分である。
	9	エーヤワディ管区ラポタ地区 (生活用水改善調査)	△	水源は立入を禁止して管理する。	×	水質検査体制は不十分である。
	10	コム地区 (生活用水改善調査)	△	水源は立入を禁止して管理する。	×	水質検査体制は不十分である。

注) ○：問題なし、△：懸念あり、×：問題あり

カンボジアでは、水源の汚染の懸念はあるものの手の打ちようがない事業が目立つ。ラオスでは山間地が多く、相対的に安全な水源の確保がしやすい。ミャンマーでは天水のみを利用するため池を水源とすることで安全な水の確保を図っており、雨期には天水を十分に確保できるが、乾期（3～4か月間）の水源確保が課題となる。

また、小規模水道を対象に日本と同様の水質検査体制をとれる国は少なく、水の安全性は原水に依存せざるを得ない状況である。

②小規模水道における脆弱性と維持管理性

災害や少雨等による脆弱性についての評価を下記のとおり整理した。海外の小規模水道はそもそも生活用水の入手が難しいエリアを対象に整備されているものであり、乾期の明確な国も多く、常に渇水に対する脆弱性がある。また、安定的な表流水の場合は洪水リスクも大きく、総じて、水源まわりを中心に、日本の小規模水供給システムとは比較にならないほど不安定である。

表 15 海外小規模水道における課題（脆弱性）

国	番号	対象地区・施設等	脆弱性	
ラオス	1	ルアンパバン県水道公社 プープン浄水場系	△	水源能力の上限、濁度上昇時には供給減少。
	2	ボリカムサイ県 バント ン村・プンター村	○	災害の影響は受けにくい。
カンボジア	3	カンダール州 モック コンポール・アレクサイ水道	×	大規模河川沿いで洪水リスクあり。

	4	バンティエミンチェイ州 地方浄水場	×	夏季の水源不足は深刻。
	5	シハヌークビル 小規模 水道	×	夏季の水源不足は深刻。
	6	プルサット州 村落給水 施設	×	夏季の水源不足は深刻。
ミャン マー	7	ヤンゴン市管区 セイチ カナウント水道	×	夏季の水源不足は深刻。
	8	ヤンビエ地区(生活用水改 善調査)	×	夏季の水源不足は深刻。
	9	エーヤワディ管区ラポタ 地区 (生活用水改善調査)	×	夏季の水源不足は深刻。
	10	コム地区(生活用水改善調 査)	×	夏季の水源不足は深刻。

注) ○：問題なし、△：懸念あり、×：問題あり

維持管理の負担は、各施設の整備時に考慮されているが、小規模なものほど住民管理が前提であり、不十分な状況である。また、図面管理は、国際的支援のあった事業では最低限の図面管理が行われているが、多くの事業では施設情報の管理が出来ていない。

表 16 海外小規模水道における課題（維持管理の負担、情報不備）

国	番号	対象地区・施設等	維持管理の負担		情報不備	
ラオス	1	ルアンパバン県水道公社 プープン浄水場系	△	比較的へき地にあり 維持管理はやや困難。	△	不十分であるが 検査体制はあり。
	2	ポリカムサイ県 バント ン村・ブンター村	○	問題なし。	×	水質検査体制は 不十分である。
カンボ ジア	3	カンダール州 モックコ ンポール・アレクサイ水道	○	民営水道が管理して おりおおむね問題な し。	○	比較的新しい施 設である程度資 料あり。
	4	バンティエミンチェイ州 地方浄水場	△	管理レベルは低い が運営はされている。	△	管路は図面管理 されている。
	5	シハヌークビル 小規模 水道	×	管理状態は劣悪。	×	管理状態は劣悪。
	6	プルサット州 村落給水 施設	×	住民依存。	×	情報管理状態は 劣悪。
ミャン	7	ヤンゴン市管区 セイチ	○	ヤンゴン市の関与が	○	現場にある程度

マー		カナウント水道		あり問題はない。		の図面等が管理される。
	8	ヤンビエ地区(生活用水改善調査)	×	住民依存。	×	図面等の管理は行われていない。
	9	エーヤワディ管区ラポタ地区(生活用水改善調査)	×	住民依存。	×	NGO等の施設も含め全く管理情報はない。
	10	コム地区(生活用水改善調査)	×	住民依存。	×	NGO等の施設も含め全く管理情報はない。

注) ○：問題なし、△：懸念あり、×：問題あり

④資金や行政・制度面における課題

資金不足は、すべての事業において直面する課題であり、経営面の困難は非常に重い。各国の政府に資金を供与する能力が十分でない場合等は、NGOが整備を行っている場合がある。また、行政・制度面での課題は国単位で様々である。

(3) 海外の小規模水道の抱える課題と日本の小規模水供給システムとの比較

日本の小規模水供給システムの抱える課題の分類を参考に、海外の小規模水道が同等の課題を抱えているかの考察を行った。

海外の小規模水道の抱える課題を俯瞰すると、日本の小規模水供給システムは「安全な水供給を維持できない、損なわれる恐れがある」の対し、海外の小規模水道では「安全な水の供給に少しでも近づくことを目指している」状況である。両者では共通する課題はあるが、海外の方がより深刻な状況である。海外事例では、水供給の不自由が大きい故に住民の受容度は高いため、安全性や管理面での問題が重要視されることは少なく、資金不足や行政・制度面での課題が大きな問題となっている。

このように、海外事例と比較して検討することにより、日本の小規模水供給システムの問題を、住民の受容度によってその深刻さが大きく変化する「運営の問題」と、これによらない「経営資源の問題」の二つの側面に分けて考えることの意義が確認できたと考える。

表 17 課題の比較

項目	日本の小規模水供給システム	海外の小規模水道
水源の安全性	水源が汚染され水質が悪化する懸念がある。	安全な水源のない地域が対象のため日本以上にリスクが大きい。
検査の負担	水質検査の不備や負担が問題となっている。	水質検査能力は非常に低い。
脆弱性	降雨・台風等による脆弱性、少雨に	洪水、渇水の影響を受けやすい水

項目	日本の小規模水供給システム	海外の小規模水道
	よる水源枯渇の懸念がある。	源を使用せざるを得ない。
維持管理の負担	維持管理体制を維持していくことが困難になりつつある	地元住民による維持管理を前提に水の安全性を妥協している。
情報不備	施設、維持管理に関する図面やデータが整備されていない。	支援で整備された例を除いて現場合わせである。
資金不足	収入が減少したことにより施設の更新や維持費の負担が重い。	もとより資金調達や料金回収がネックとなっている。
行政・制度	事業間の交渉、専門的な情報の入手等に改善余地がある。	制度や専門家の配置が困難である。

4. 小規模水道システムの課題への対応に資する方策の検討

これまでの検討結果から、小規模水供給システムにおける課題に対する方策について、その具体策や可能性を検討することとした。主な方策として、これまで培ったノウハウをマニュアル化し、公開・浸透させることにより管理レベルを引き上げること、また、新たな技術開発によって従来よりも効果的に運営するシステムを導入することについて検討を行う。

(1) ノウハウのマニュアル化による管理レベルの引き上げ

一般的な水道事業を対象とした経験則のマニュアル化についてはある程度行われているが、小規模水供給システムといった規模の水道等における事象やこれらを管理・指導する人を対象としたマニュアルの整備はほとんど行われておらず、専門家以外でもある程度理解できるように簡易化したマニュアルを作成して公表し、運用することが必要であると考えられる。さらに、情報を共有する具体的な仕組みとして、インターネットや SNS を利用し、行政情報提供の充実を図ることも効果的であると考えられる。

X 小規模水道水源アセス手法の体系化

Y 小規模水道アセット管理手法の体系化

Z 行政情報の共有手段の提供、組織化

(2) 技術開発を通じた小規模水供給システムにおける課題解決

小規模水供給システムの特性に合う投資負担が軽く、操作等の容易な技術が実用化されれば、小規模水供給システムの抱える課題は緩和される可能性があると考えられる。水道事業で施設整備を行う場合は個別設計・個別生産により効率化を目指すことが一般的であるが、小規模水供給システムにおいて設備の導入を図るには、多くの場合低コストであることが求められるため、コスト最適化を目指すためには、標準設計・大量生産によるコストダウンを図ることが効果的であると考えられる。このため、水道以外の用途への展開も念頭に置きつつ「量が出るサービス」としての技術開発を図ることが重要である（範囲の経済）。

ここでは、これまで開発された技術について、現時点での開発・導入状況を収集し、その結果から小規模水供給システムへの導入の可能性について考察する。

①水質センサー・モニタリング手法の開発

小規模水供給システムにあっては、多くの施設が水質検査を実施できておらず、検査していても水質試験のコストが大きな負担になっている。水道施設の運転状況を「安価に」監視できるシステムがあれば小規模水供給システムの状態監視が容易になり、結果、故障や水源異常の影響を軽減させることができる。近年の通信インフラの発達により、通信や端末は高性能な普及品が活用できるようになったことから、この分野の活用は現実的な方策の一つ

である。また、水道関連の企業においても、通信インフラを利用した様々なサービスが展開されている。現時点では様々な製品が出回っており、規模の経済を得やすい技術製品であるため、政策的な問題提起や導入補助等の具体策によって一気に普及を進めることは十分に可能と考えられる。しかしながら、映像、音声、加速度、位置情報等は、スマートフォンへの搭載により極めて安価で高性能な機材を活用できることに対して、水質についてはこのような普及的ニーズがないために安価な製品が自然に普及される状況とはいえ、安価な水質センサーがない点はこの方策の課題である。

表 18 水質センサー・モニタリング手法の開発事例

事業体・企業	参照資料等	事例の概要
オルガノプラントサービス株式会社	・水道産業新聞 平成 30 年 12 月 3 日	秋田県由利本荘市の浄水場、配水池、送水場など計 16 施設について、テレメータやクラウド遠隔監視制御システム「オルトピア J」を活用して、水質や水位、配水量などのデータを一括管理。
株式会社トーケミ	・日本水道新聞 令和 2 年 8 月 24 日	独プロミネンス社の水質指示調節計「ダルコメータ DACb シリーズ」を扱う。パソコン、タブレット、スマホから遠隔地の水道施設の水質監視や薬品注入の操作が可能。
JFE アドバンテック株式会社	・日本水道新聞 令和 2 年 8 月 24 日	水質監視装置「QW-6PHT シリーズ」では、濁度、色素、残留塩素、水圧、pH、水温の 6 項目の遠隔監視が可能。

②維持管理負担の軽い処理・運転法の開発

原水の安全確保のために浄水処理が必要な小規模水供給システムの中には、平時にはほとんど問題はないものの、降雨後の高濁や流芥物の除去が大きな課題になっているものが多い。このような施設においては、これまでの研究でも紹介した、処理の確実性では一歩劣るとしても、安価でメンテナンスの容易な浄水処理システムの導入が一定の役割を果たすと考えられる。実際の導入例も多いため、その技術的評価やこれらのシステムの導入が効果的といえる条件をノウハウ化し、導入の意義を明確にすることが効果的である。

表 19 維持管理負担の軽い処理・運転法の開発事例

事業体・企業	参照資料等	事例の概要
日本エンジニア株式会社	・日本水道新聞 平成 28 年 6 月 13 日	奈良県上北山村の水源に取水スクリーン「WSS ウォータースクリーン」を設置。取水堰堤から越流した河川水でスクリーン表面を洗う独自構造のスクリーンにより、落ち葉や土砂等による目詰まり

事業体・企業	参照資料等	事例の概要
		を減らし、職員を清掃作業から解放。
静岡県浜松市	・公益財団法人水道技術研究センター「小規模水道事業及び施設の再構築に関する調査課題解決に向けた参考事例集」平成30年3月	地元企業が、FRPを加工し砂利・砂を充填した緩速ろ過装置や、PAC・急速ろ過・滅菌装置をコンパクトにまとめた沢水専用小型浄水装置を開発。
株式会社フソウ	・平成30年度水道研究発表会(7-16)小規模事業体におけるクラウド型遠隔監視システムの導入事例	徳島県海陽町に、維持管理の簡便性を特長としたクラウド型遠隔監視システムを導入。
小松電器産業株式会社	・日本水道新聞 平成30年12月10日	福島県南会津町で、中央監視装置の故障を契機に、小松電器産業のクラウドシステム「やくも水神」を導入し、施設や水質状況をスマホやタブレットなどから遠隔監視・制御。

③可搬性があり補充不要な消毒法の開発

小規模水供給システムのうち、分類分けで示した1群や3群は、安全な水を確保するための水処理システムを有しておらず、水源の悪化に直面した場合の対応が難しい。また、多くの小規模水供給システムは災害に対して極めて脆弱である。このような施設においては、現場での即応性が高い標準化された可搬式の処理システムの導入が有効であると考えられる。特に、水の安全性に注目するならば、消毒としての役割を果たすことができるシステムで、かつ、薬剤の補充が不要なシステムであることが理想的である。このような性質を有する製品は、東日本大震災で非常時対応用として有効であることが確認され、以降、様々なメーカーから提案・導入されている。膜処理を行うものが主であるが、紫外線消毒との組み合わせると、より確実に安全な水を供給することができるようになる。このような処理技術は、最終的に膜ろ過+紫外線の組み合わせに近づいていく。結果的に浄水器と同様の構成になるが、これは偶然ではなく、今後の水道の目指す姿の一つがこの形式であるのではないかと考える。

表20 可搬性があり補充不要な消毒法の開発事例

事業体・企業	参照資料等	事例の概要
株式会社清水合金製作所	・日本水道新聞 平成30年3月29日 令和2年8月17日	可搬型浄水処理システム「アクアレスキュー」。膜ろ過・逆洗の自動制御により24時間給水が可能で、災害時の山間・へき地でのレンタルの実績が多いが、長野県辰野

事業者・企業	参照資料等	事例の概要
		町ではクリプトスポリジウム検出後の対策として、小規模水道用に導入。
株式会社竹村製作所	・水道産業新聞 平成30年9月20日	緊急用浄水装置「キューリック」。膜処理と逆洗により繰り返し使うことが可能な、重量30kg、手押しポンプ使用と言う緊急用だが、参考まで。
スタンレー電気株式会社	・日本水道新聞 令和2年4月30日	インドで浄水器や蛇口での利用を見込んだ、紫外線消毒装置の普及事業を行う。寿命は約20000時間（約2年3ヶ月）。
メタウォーター株式会社	・日本水道新聞 令和2年9月10日 ・水道産業新聞 令和2年10月5日	トラックで移送可能なコンテナ一体型のセラミック膜ろ過設備「CPCM」。リース契約で、契約には消耗品の交換などの保守サービスも含まれる。事業者における財源不足や技術者不足、施設の老朽化、災害対応などの環境変化に合わせた活用を見込む。リース終了で返却された「CPCM」を、小規模施設や新興国にリユースすることも想定。
独立行政法人水資源機構	・ホームページ https://www.water.go.jp/honsya/honsya/torikumi/support/support.html	災害時にレンタルする膜処理の可搬浄水装置を2台保有。算定事例によると、1日当たりの稼働時間を10時間と想定。
公益財団法人水道技術研究センター	・緊急用浄水器・可搬型浄水装置一覧表	センターが調べた可搬型浄水装置56種について、処理水量、装置構成、除去対象、積載可能車両、運転方式等についてまとめた一覧表。

④漏水検知や仮設復旧の容易な管路技術

小規模水供給システムは管路も脆弱であり、災害時や管路破損事故時の負担が軽い管路システムの導入が求められる。このような負担の軽減を図った即応性の高い管システムについてはまだ提案されていないが、IoTなどの技術を用いた新たな技術の開発が進められている。

表21 漏水検知や仮設復旧の容易な管路技術事例

事業者・企業	参照資料等	事例の概要
株式会社グッドマン	・水道産業新聞 令和2年6月22日 ・日本水道新聞 令和2年9月3日	漏水自動監視システム「NB-Iot ロガーシステム」。複数の離れた地域の漏水状況を同一のパソコン上で確認でき、既存の配管図をグーグルマップ上に重ね合わせて表示できる。

事業者・企業	参照資料等	事例の概要
公益財団法人 水道技術研究 センター	・水道産業新聞 令和2年9月7日	IoT活用モデル推進事業により、輪島市の漏水検知の水道システム構築などの取り組みを支援してきた「A-Smartプロジェクト」が3期目に入る。令和5年3月までの予定。
株式会社 FPEC	・ホームページ https://fpec1.co.jp/fireprotection-equipment/high-pressure-hose/youto/portable-water-supply.html	大型のホースを使って、水道管破損に対し早期に応急バイパスラインを布設する。

⑤ロボットによる点検や薬品補充

ロボットやドローン等、人間の判断を自動化したり、活動をロボットに置き換えたりする技術については、その活用の局面が多い物流業界とその周辺において活発な技術開発、製品発表が行われておりその発展は著しい。よって、自動運転やドローン等の性能は継続的に向上し、導入コストも大幅に下がっていくものと期待でき、他分野で開発されたこれらの技術を水道へ導入することができれば維持管理体制の負担軽減を図ることが可能となる。このような未来の姿を前提として、水道システムの管理をロボット化していくことの意義は今後高まっていくものと考えられる。現在、水道分野のロボット技術の導入は、人が入り込めない管内やタンク内の観察等が中心で限定的である。しかし、水道施設はすべて人が入って操作できるように整備されていることを考えれば、人と同じサイズと行動の可能なロボットによる維持管理や、薬品補充を自動運転化されたデバイスで自動的に行うようなシステムが、他分野での技術開発の成果として水道向けにも使用できる時代が来ることは十分に期待できる。

表 22 ロボットによる点検や薬品補充、他分野での事例

事業者・企業	参照資料等	事例の概要
東京水道サービス 株式会社	・カタログ	管内調査水中ロボット。円筒形で360度撮影可能。レーザーポインター内臓による寸法計測。
三井造船株式会社	・ホームページ https://www.mes.co.jp/archive-news/press/2016/20160606.html	管内調査水中ロボット。従来の側方カメラに加え、広画角の前方カメラを追加。
株式会社クボタ	・ホームページ https://www.kubota.co.jp/glo	管内調査ロボット。管路内部を撮影。参照資料時点では、今後測定機能や、サンプリング機能

事業体・企業	参照資料等	事例の概要
	balindex/backnumber/back_number/mizukikou/robot/robot_01.html	を追加するとする。
株式会社オカムラ	・ ホームページ okamura-tmc.co.jp/business/	水中ロボットにより、配水池の調査や清掃を行う。
株式会社トーケミ	・ ホームページ https://www.tohkemy.co.jp/case/jieri_010/	浄水場薬注最適化システム「ProMix システム」。次亜塩素酸ナトリウムを流量比例と定量注入の複数のモードを使い分ける設定が可能。
株式会社タクミナ	・ ホームページ https://www.tacmina.co.jp/products/74/	「自動塩素注入装置 TCM」。ビルの受水槽内の残塩濃度を測定して、自動で追塩注入する装置。
東芝インフラシステムズ株式会社	・ ホームページ https://www.toshiba.co.jp/tech/review/2019/01/74_01pdf/b03pdf	「上下水道統合プラットフォーム TOSWACS」。プラント運転の自動化には、通常時に最適なコストで運用されていること、維持管理者が運用状況を即座に理解できること、異常予兆があるときにはその異常の顕在化が回避されることが重要との思想で作った、クラウドのプラットフォーム。
三菱日立パワーシステムズ株式会社	・ 三菱重工技報 https://www.mhi.co.jp/technology/review/pdf/543/543074.pdf	発電プラントでの自動運転を研究。装置自体の移動運転の他、操作タイミングに必要なアクションを運転員に音声でナビゲートや、警報時の必要な確認対応や 1 次対応を明示し運転員を支援する機能を研究。
ENEOS 株式会社	・ 経済産業省部会資料 https://www.meti.go.jp/press/2020/07/20200710009/20200710009-5.pdf	製油所に AI による異常検知・自動運転等デジタル技術導入を目指すロードマップを作成。人の技量に左右されない安定した運転を目指す他、製油所の場合、一度に操作可能なバルブが増えることで、人の能力を越えた生産効率化・省エネ運転が可能とのこと。

5. 小規模水道システムに関連する情報の公開

これまでの考察から小規模水道の管理に係る経験則を共有する具体的な仕組みとして、インターネットや SNS を利用し、行政情報提供の充実を図ることも効果的であると結論した。ついては、実際に、本研究において得られた知識、経験則等を広く公表し、小規模水供給システムの課題解決の支援を目的としたサイト作成について検討を深めることとする。

表 23 情報提供の構成案

検討事項		
掲載する内容	研究内容の公開	研究成果の公開・活用
		事例の公開
	情報の提供	小規模水供給システムに関する基礎知識
		事務的内容（マニュアル、フローシート等） 技術的内容（水処理・維持管理手法等）
想定される利用者	行政側の担当者（市町村の担当者、保健所、福祉局、水道局等）	
	小規模水道使用者（組合等の管理者、住民）	
	水道関係の研究者	

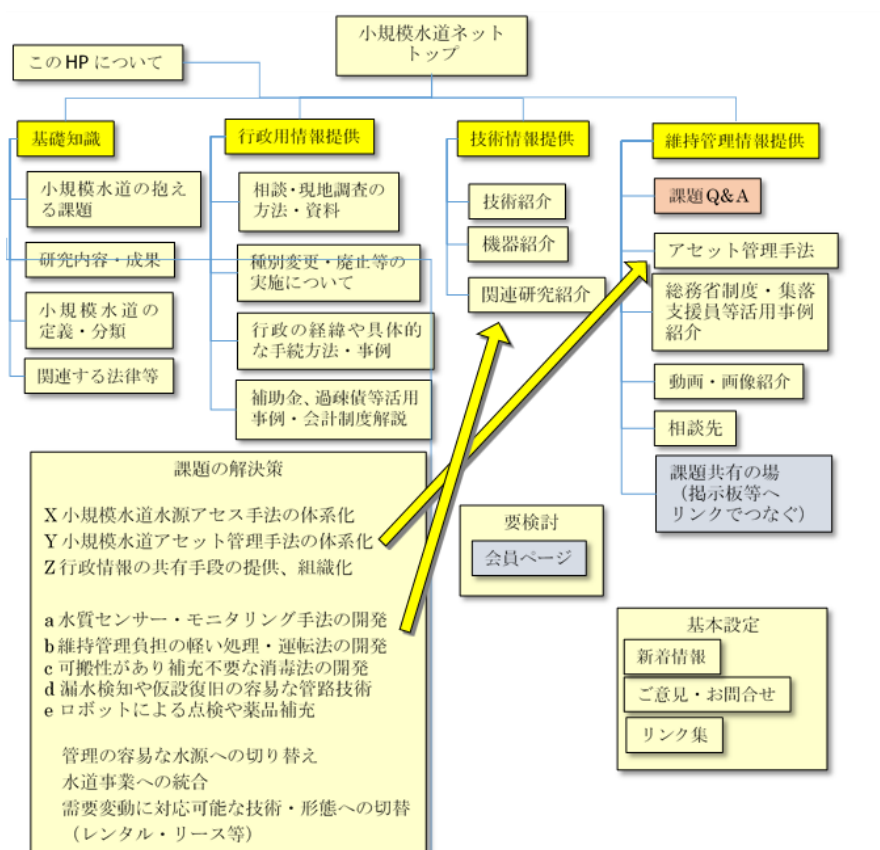


図 3 サイトマップのイメージ

6. 地方自治体における小規模水供給システムに対する取り組み事例（静岡市の事例）

（1）静岡市の状況

静岡市は、静岡県中央部に位置し、東西 50.62km、南北 83.10km に広がる人口約 70 万人の政令指定都市である。平成 15 年 4 月 1 日に旧静岡市と旧清水市が合併し静岡市が新設され、平成 18 年 3 月 31 日に蒲原町、平成 20 年 11 月 1 日に由比町を編入し、現在の静岡市の形となった。

静岡市には、平成 31 年 3 月 31 日現在、市営の上水道（1 事業）と簡易水道が 3 箇所（井川、日向、坂ノ上簡易水道）あり、他に専用水道（4 1 事業）、民営の簡易水道（1 0 事業）や多数の飲料水供給施設が存在している。

静岡市保健所における小規模水供給システムに対する取り組みは、地方自治体の取り組みの中でも能動的で積極的な取り組みを行っており、ここではその取り組みについて紹介することとする。

なお、本調査は、本来は現地調査を行い、詳細な取り組み状況を確認予定であったが、コロナ禍の影響により今回はオンラインでの聞き取り調査を行った。また、来年度以降に現地にて取り組み状況や現地の確認を行う予定である。

表 24 静岡市の状況

【参考】静岡県 HP「平成 30 年度静岡県の水道の現況」より 平成 31 年 3 月 31 日現在	
人口	692,194 人
現在給水人口（※1）	685,816 人
現在給水人口（上水道のみ）	679,678 人
普及率	99.1%
飲料水供給施設給水人口（※2）	3,280 人
総現在給水人口普及率 （飲供含む）	99.6%
面積（※3）	1,411.83 km ²
人口集中地区面積（※3）	103.90 km ²

※1 上水道、簡易水道、専用水道による現在給水人口の合計

※2 飲料水供給施設は(20人以上)の施設を計上

箇所数	計画給水人口	現在給水人口
106ヶ所	5,226人	3,280人

静岡市保健所(保健福祉長寿局保健衛生医療部保健所)	
保健予防課	医療看護係 難病支援係 結核・感染症係 予防接種係
生活衛生課	生活衛生係 医療安全対策係 ほっとはあと(医療安全支援センター)
食品衛生課	営業指導係 監視検査係 広域専門監視係
精神保健福祉課	企画係 相談支援係
保健所清水支所	保健予防係 生活食品衛生係

生活衛生課の業務

- (1) 生活衛生関係施設について
各施設等の許可、確認及び施設の巡回指導、相談、従事者への衛生指導
公衆浴場、旅館、興行場、温泉(掘削・利用)、化製場の経営、プール、コインランドリー、理容所・美容所、クリーニング所
- (2) 水道施設について
水道施設 貯水槽水道等(簡易専用水道を含む)
- (3) 特定建築物について
特定建築物、建築物事業登録制度
- (4) 墓地等の経営許可について
墓地、納骨堂、火葬場の経営
- (5) 生活衛生相談について
ネズミ、衛生害虫等、スズメバチについて

図4 静岡市保健所組織(静岡市HPより)

中山間地における水の確保に関する庁内連携体制図

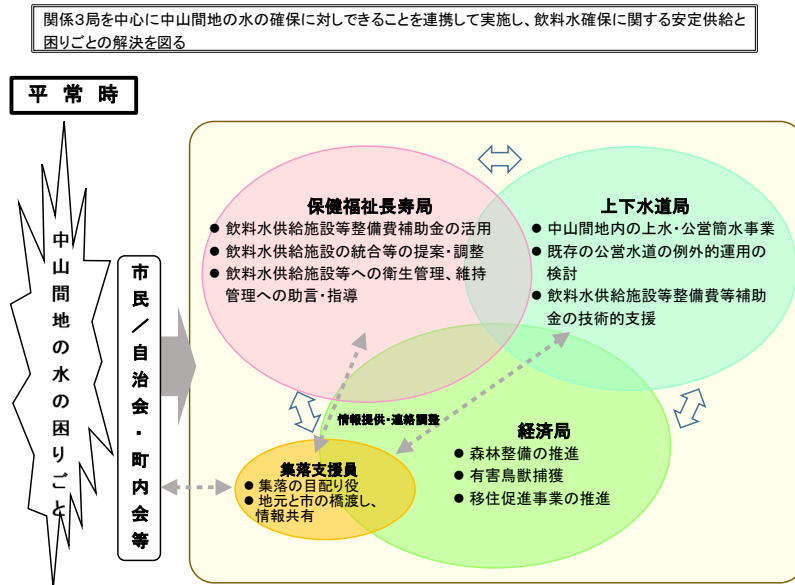


図5 中山間地における水の確保に関する庁内連携体制図

小規模水供給システムに対する衛生対策としての主なものは、「飲用井戸等衛生対策要領」(昭和62年1月29日付け厚生省生活衛生局長通知)であり、本要領では、実施主体として「都道府県、市又は特別区(以下「都道府県等」という。)が管下町村の協力を得て実施するもの」となされており、静岡市内に存在する小規模水供給システム各施設に対する衛生指導は、静岡市保健所の所管となっている。また、同様に小規模水供給システムに対する補助制度についても令和元年度まで、保健所の所管となっていたが、能動的な取り組みの結果、企画的要素が増え、令和2年度から保健所の上部機関である保健福祉長寿局保健衛生医療部内の保健衛生医療課に所管が変更になった。

保健衛生医療課及び保健所組織は図1のとおりで、当該業務は保健所の上部機関である保健衛生医療課が所管している。保健所生活衛生課生活衛生係の職員数は11名であり、うち主に2名の担当が保健衛生医療課の兼務職員となり、小規模水供給システムに対する指導・助言、補助事業等に係る業務を行っている。また、担当2名のうち1名は再任用の職員であり、静岡市以外であるが四半世紀以上水道事業に携わっていた経歴を有している。

(2) 小規模水供給システムを取り巻く状況

静岡市小規模水供給システムに対する取り組みは従来受動的な体制であったが、平成28年8月に市内一部の飲料水供給施設で漏水事故が発生した事を契機に、静岡市長の号令の下、中山間部における水の確保検討会議を立ち上げ、緊急時の応急給水体制や対応の構築を行った。また、市内全域の飲料水供給施設等の実態調査を全庁調査として実施し、施設数や困り事を把握するなど能動的な体制とることとなった。

元々飲料水供給施設等として120施設程度は把握していたが、保健所だけではなく市を挙げての全庁調査を実施した結果、市内の飲料水供給施設及び民間簡易水道施設が174施設存在することが判明し、各施設の連絡先や現地での具体的な困り事を把握することができ、その後の施策立案に役立つこととなった。

漏水事故を機に、上水道給水区域外の小規模水道の全容が明らかになり市としての取り組みが可能となった。特に、飲料水供給施設に対する補助金の活用を積極的に行う体制や上下水道局との協力体制ができ、上下水道局とは緊急時の応急給水対応が確立した。

また、偶然ながら水道用水供給事業経験者の衛生部局への再任用があったことから、水道知識を有する職員主導による取り組みができ、飲料水供給施設と連携・取り組みの促進、衛生管理や維持管理についての助言・指導が可能となった。

表25 小規模水道の困りごと～静岡市～

困っていること(重複回答可)	市全体		備考
	件数	割合	
1 水源が遠い、危険、道路問題、高齢化人手不足に伴う日頃の管理	61	35.0%	困り事第1位 (主に取水口閉塞問題)
2 台風・大雨に伴う水質(濁り)	45	25.8%	困り事第2位
3 老朽化、イノシシ被害、凍結、水圧不足	33	19.0%	現行補助で解決可 (計画的更新により、負担額も軽減)
4 過疎化、山林荒廃、水源枯渇	25	14.4%	自然要因(水源転換などでも解決可能)
5 負担額	14	8.0%	過疎化、高齢化が進む前に施設整備
6 その他	7	4.0%	
7 公営水道への接続	2	1.1%	
8 なし又は記載なし	80	46.0%	

市全体(飲料水供給施設及び民営簡易水道施設: 174施設)

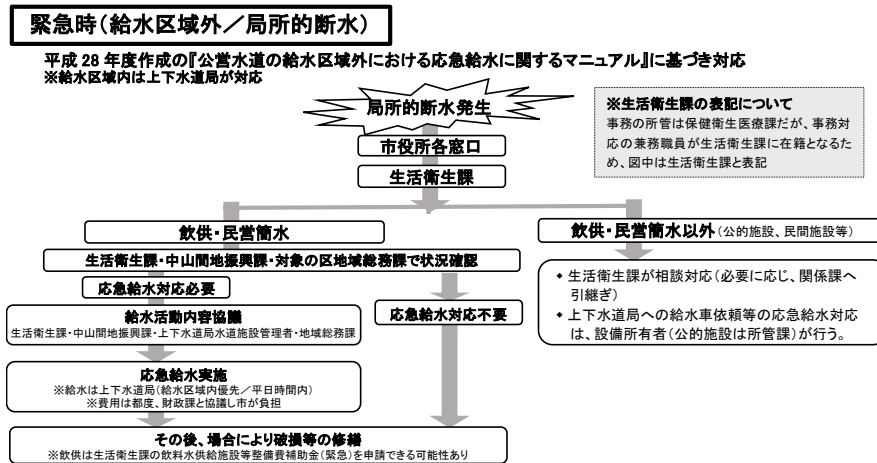


図 6 静岡市の体制（緊急時）

(令和元年 9 月 3 日小規模水供給システムのあり方に関するシンポジウム資料 (抜粋))

(3) 小規模水供給システムに対する補助制度

静岡市の飲料水施設整備費補助金は昭和 63 年から整備されていたが、従来は飲料水供給施設組合からの申請に基づき、補助金を交付する受動的体制であり、飲料水施設整備費補助金として一定の予算枠を有していたが、近年では執行率が極めて低く、不用額を出している年もあった。

平成 28 年 8 月の漏水事故以降、緊急時にも平常時にも能動的な取り組みが求められたことから、現在では全庁調査による困り事を把握した上で、必要な施設整備の助言や市補助金の活用について、各組合に対し積極的に提案をしている。近年の市補助金予算状況としては、平成 30 年度の予算 (2800 万) を財政担当部局への掛け合いや局内調整を行った結果、平成 31 年度 (令和元年度) から 3400 万に増額することができ、全額執行している状況である。それでも再来年度 (令和 4 年度) に予定している統合事業で予算額が足りない状況であり、予算確保・増額も今後の課題となっている。

しかしながら、各組合における市補助金の活用は、7 割の補助はあっても 3 割の自己負担がネックとなり、組合内の同意を得ることが難しいことも多く、すべての問題を解消している状況ではない。

また、市補助事業としては、全庁調査の結果、取水口のつまり (60/174)、原水の濁り (45/174) の困りごとが多かったことから、その解消に重点を置き、また詳細調査で困り事の程度を把握できたため、状況が重症な施設から施設整備の提案を行うこととした。

現在のコロナ禍では予算の確保が難しくなっているが、生活に欠かせない水の確保、安全性の向上という観点から、十分な予算の確保並びに当年度も満額執行となるよう業務を行っている。

表 26 静岡市の飲料水施設整備費補助金沿革

	所管部局	補助対象者要件	補助率
昭和 63 年 4 月 1 日	衛生部簡易水道課	5 戸 2 0 人以上	補助率 1/3～2/3
平成 8 年 4 月 1 日	保健所環境衛生課	3 戸 1 0 人以上	補助率 2/3
平成 14 年 4 月 1 日	保健所環境衛生課	3 戸 1 0 人以上	補助率 7/10
平成 15 年 4 月 1 日 (※ 1)	保健所生活衛生課	3 戸 1 0 人以上	補助率 7/10

※ 1 平成 15 年 4 月 1 日 旧静岡市と清水市の合併により静岡市が新設されたため

・【参考】補助金交付要綱

静岡市HP https://www.city.shizuoka.lg.jp/253_000001_00004.html

表 27 令和 2 年度静岡市予算書 (抜粋) 【参考】

(千円)

歳出 (4 款衛生費)	本年度	前年度	財源内訳	
			特定財源	一般財源
(6 項)簡易水道費	151, 300	157, 200	0	151, 300
(1 9 節)負担金、補助金及び交付金 (1 目)飲料水供給施設費	34, 000	34, 000	0	34, 000
(2 目)簡易水道事業会計繰出金	117, 300	123, 200	0	117, 300

(4) 静岡市としての取り組み

①静岡市施策 1 「メンテナンスフリー化」

全庁調査で把握した代表的な困り事(取水口閉塞、濁り、日常の水質管理(滅菌))に、ついでに解消を図り、日常管理の負担を軽減させるための対策として取水口閉塞対策と浄水処理設備の設置を勧めることとした。

取水口閉塞対策は、取水場所に取水装置(スクリーン)を設置し、取水口の詰まりの改善させるもので、安価で設置が容易である。また、浄水処理設備の設置は、ある程度の設備費用が掛かるが市補助金の活用も可能であり、濁り対策や水質検査料金軽減(指標菌検査及びクリプト等の検査実施による検査料金増大を解消)等の十分な効果が期待できるものである。

②現地調査の実施

市内の飲料水供給施設等の把握については、平成 28 年の事故以降、全市調査を割り振りで各組合のリストを作成、それを基に再調査を実施しリストを更新している。

全庁調査で把握した市内 1 7 4 の飲料水供給施設及び民間簡易水道施設について、区域把握を行うため、現地確認や聞き取り等の調査を行った。

なお、困り事等のアンケート調査を実施しても、回収率は100%とはならず、郵送での調査では手の届かない課題があると感じている。この課題を補うべく、補助制度の活用方法については、各組合へ伝えると共に、補助制度のパンフレットを、自治会だけでなく水道組合全てに送付するなど、漏れのない情報提供を行っている。(自治会=水道組合ではないため)

また、緊急度の高い組合に対しては何度も説得に行き、困りごと解決のための施設整備方法への助言や補助申請の案内や、これ以上人口が減ると各戸の負担が増えること、水道がきちんと整備されていない所へは都市部から若者が帰ってこないこと等を説明している。水道組合へは必要に応じて、夜間の説明会等にも市の担当者が積極的に出向き施設整備の重要性(必要性)を説明している。

③静岡市施策2「飲料水供給施設の統合促進」

現地調査で得られた各組合の位置や水源情報等を踏まえ、持続可能な施設運営に向けて、隣接する施設の統合提案・調整を行うこととし、現在進行形で統合を勧めている状況である。これにより維持管理の人的、経済的負担の軽減、安定的な水量確保が可能となる。

(5) 各組合に対応した取り組み事例(企業、大学等との共同研究)

①取水スクリーン

取水口に設置するスリット状のスクリーンで、取水口のつまりを改善することができる。コンパクトな幅20cm程度で安価(約50万円程度)なものを企業に依頼し製作した。実際に設置した結果、取水口清掃を2回/月行っていた複数の組合でその作業が不要となった。設置個所の状況として、沢の周りは岩盤で、少し削り固定しただけの簡易な設置方法である。(写真)



②小型浄水装置

押し込み圧吸引ろ過方式のろ過装置で、凝集機能の追加により、濁度や色度除去にも対応した一体的な浄水装置である。小型浄水装置+UVLED の装置に濁度常時監視を付加し導入した組合もある。能力は通常時 2t/h、ある程度の濁度対応は可能であるが、負荷が掛かることから、三方弁をつけ、高濁時には小型浄水装置内に入れないよう管理をしている。導入に係る費用は約 300～315 万円+設置費、オプション等である。(写真)



③膜ろ過 (UF 膜)

企業と協同して安価でありながら高度な浄水処理効果が得られ費用対効果に優れた膜ろ過 (UF) 設備を設置し、今後渇水期、洪水期も含めて1年間データ取りを行う予定である。設備は高濁カット等の機能を具備しておりメンテナンスフリーを目指して、相応のイニシャルコストは掛かるが、ランニングと手間を省くことが可能なものである。また、山間部で冬場凍結の可能性がある場合は設備を建屋内に設置し、照明で熱をとることができる。(照明はLED ではないものを使用)

なお、設置した水道組合は民営の簡易水道であるが、年々人口が減少している。(50 m³/日 35 世帯 80 人) また、装置は完璧なものであるが、既存施設の老朽化、給配水管を更新していないため漏水で水量が厳しい状況 (無効率 50%以上) で、緊急で漏水調査を実施予定である等、他の問題も抱えている。(写真)



④UVLED の設置

現在、大学と協力して民営簡易水道の導水管及び戸建て住宅において蛇口取り付け型のUVLEDを設置し消毒効果の実験を行っている。さらに、クリプトスポリジウム等による汚染のおそれが高いレベル4に相当する簡易水道施設においては、小型浄水装置に令和元年に規制緩和されたUV(LED)を加えてデータ取りを行っている。個人の飲用井戸等に対する規制はなく、さらに地域がらお茶がまずくなるといって、塩素消毒等の消毒は行われていないことが多いが、水質の変動リスクを考えると何かしらの対策をとる方がよいとの見解から、飲料水供給施設に対しても、UV装置の整備を勧めている。

(6) 人口減少地区での対応事例

市内の民営簡易水道から、給水区域内の人口減少や区域内で今後人口増加見込みのない状況であることから、給水人口が100人以下となり水道法上定める「簡易水道」の定義(計画給水人口101人～5000人)に合致しないため、簡易水道の認可を廃止し、飲料水供給施設として運営をしていきたいとの要望があった。簡易水道の認可権限は静岡県にあり、廃止後の指導や安全性の課題等数々の課題を有していたが、簡易水道施設として必要十分な浄水処理設備の整備と、飲料水供給施設となっても静岡市が責任をもって指導することで県に理解を求め、民営簡易水道の廃止を行った例がある。静岡県としては、飲料水の安全性の観点から、積極的な廃止は進めてはならず、定義に合致した場合は専用水道の届け出を求める等、法の監視の目が届く範囲に留めている。今回の民営簡易水道の廃止にあたっては、市が協力して、変更認可(取水・浄水関係)を完了させた後、衛生状態を確保した上で廃止が認められた。

なお、静岡市補助金は、飲料水供給施設と組合営簡易水道を対象としているため、簡易水道を廃止し飲料水供給施設となっても返還は不要である。

(7) 静岡市としてSDGsへの取り組み

静岡市のSDGs取組の一環として、取水スクリーンや浄水処理装置といった小規模水道施設の困りごと解決を目指した製品及び中山間地の水の確保に関する市の取組を紹介する出展を行った。各製品は困り事解消の手段の一つでもあるため、全ての水道組合に来場案内を郵送し、可能な限り電話連絡で来場を促し、都合のつく組合に見に来てもらうなど、施設整備にあたっての広報も積極的に行った。

また、ジャーテスト(凝集実験)のビデオを作製し、会場で上映を行うなど、安全な飲料水確保についての情報発信も併せて行っている。

(8) 水道に係る業務への課題

水道に係る業務については、補助創設の頃は補助業務を水道局が持っていたが、所管が保健所へ移り保健所にて補助執行事務を行うことについては主に事務職員がその業務を担当

しており、受動的事務ととらえていた。飲料水供給施設等に係る業務を行う上で実感することは、水道技術を理解している職員を中心として、衛生的な知識を持つ職員と共同して取り組みを行わなければ、能動的な業務を行うことは困難であると、との意見が大きい。

静岡市としては、飲料水供給施設等に係る業務についての技術継承を行う必要を感じていると共に、水道局からの業務兼務で技術的サポートを得たいが、難しい状況である。

なお、静岡市としては、全庁調査で知り得た困り事を渇水事故後の10年で解消しようと取り組み進めているところである。

E. 結論

これまでの事例等の整理を基に、小規模水供給システムこれからの課題を明確に整理することが出来た。小規模水供給システムを有する地域においては、人口減少や住民の高齢化、施設の老朽化など多くの課題を有しており、その解決に向けての取り組みを早急に行うことが求められる。

特に水質や水源の安定性の特性を踏まえ、施設整備と水質検査、水質管理の重点化を行う必要性が高いことが分かった。

今後、小規模水供給システムの相談体制や情報提供体制の確立も重要であるとする。

全国的な課題として、小規模水供給システムを有する施設の実態や衛生対策を行う体制の把握が十分でない状況もあるため、今後ますます関係機関と連携を図り、引き続き小規模水供給システムを有する地域に対して、衛生的な水の供給を継続し続けるための情報提供等の支援を行いたい。

F. 研究発表

1. 論文発表

○浅見真理. 小規模水供給システムー人口減少と水道ー. 空気調和・衛生工学. 2020;94(9): 723-729.

○増田貴則, 堤晴彩, 岩田千加良, 浅見真理, 小規模集落が管理する水供給システムの維持管理・記録保存に関する実態調査, 土木学会論文集 G(環境), Vol.76, No.7, pp.III_33-III_42, 2020.

2. 学会発表

○増田貴則, 堤晴彩, 岩田千加良, 浅見真理, 小規模集落が管理する水供給システムの維持管理に関する作業負担の実態, 令和2年度全国会議(水道研究発表会)講演集. pp.110-111, 2020.

○堤晴彩, 増田貴則, 住友萌名, 浅見真理, 小規模集落が維持管理する水供給システムの実態及び民間団体からの支援に関する意向調査, 令和2年度全国会議(水道研究発表会)講演集. pp.112-113, 2020.

○島崎 大、安達吉夫、浅見真理、末吉 智、前川啓子、中里文江. 小規模水供給施設向け簡易消毒技術の適用可能性に関する実験的検討. 令和2年度全国会議（水道研究発表会）2020.11 誌上開催.

・児玉知子, 大澤絵里, 浅見真理, 戸次加奈江, 松岡佐織, 嶋根卓也, 松本俊彦, 三浦宏子, 櫻田尚樹, 横山徹爾. 日本における Universal Health Coverage の達成状況と課題. 国際保健医療学会グローバルヘルス合同大会 2020. P7-1. 2020.11.2. オンライン

○浅見真理, 児玉知子, 大澤絵里, 戸次加奈江, 櫻田尚樹. SDG 3 における水・衛生に関連した保健指標の経緯について. 国際保健医療学会グローバルヘルス合同大会 2020. P7-4. 2020.11.2. オンライン

○Asami, M., Simazaki, D., Adachi, Y., Lab-scale Application of Upflow Filtration and UV-LED Treatment for Small Water Supply Systems. 1A-06, Water and Environment Technology Conference Online2020. 2020.11.7. On line.

3. その他

(1) 総説・解説

○浅見真理. 小規模水供給システムの課題と今後の展開. 水道. 2020;65(5):1-5.

(2) 講演等

○浅見真理. 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. 小規模水供給システム研究会, 国立保健医療科学院生活環境研究部, 東京大学大学院工学系研究科附属水環境工学研究センター主催, Zoom 開催, 2020.6.24.

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし