

## 特集：人口減少社会における持続可能な水供給システムとまちづくり

## &lt;総説&gt;

## 自律的に管理する小規模水供給システムと実践的取り組み

牛島健<sup>1)</sup>, 増田貴則<sup>2)</sup><sup>1)</sup> 北海道立総合研究機構北方建築総合研究所<sup>2)</sup> 国立保健医療科学院統括研究官

## Community based autonomous management of small water supply and support systems

USHIJIMA Ken<sup>1)</sup>, MASUDA Takanori<sup>2)</sup><sup>1)</sup> Northern Regional Building Research Institute, Hokkaido Research Organization<sup>2)</sup> Research Managing Director, National Institute of Public Health

## 抄録

経営統合や広域連携による経営効率化が喫緊の課題となる中、北海道のように空間的分散性の高い地域においては、統合や連携による経営効率化だけでは、解決が難しい状況もみられる。こうした場所では、第3の選択肢として、従来の枠にとられない経営主体、日常の維持管理主体の再編が必要と思われる。本稿では、主に地方部の水供給システムにおける今後の一つのモデルとして、地域自律管理型を核とした新たな地方水道のしくみを、現状調査と実践的な取り組みに基づき紹介する。北海道での実態調査からは、既存の地域自律管理型水道の個々の施設や運営形態、市町村の支援体制は、それぞれ多様であることが確認された。一方で、地域自律管理型の強みと課題を整理した結果、多くの事例では、良質な水源や農家の存在を背景に、低コストで無理のない運営が実現している反面、水質リスク管理体制やアセット情報管理に課題があることがわかった。そうした地域自律管理型水道の特性を踏まえ、北海道富良野市と筆者らは、地元高校生との連携による地域自律管理型水道の支援体制づくりを行ってきた。富良野高校科学部のクラブ活動と連携し、地域自律管理型水道を対象に、水質リスク管理体制支援として簡易の水質調査、アセット情報管理支援として管路地図のGIS化、そして一連の成果の報告会を実施してきた。5年間の実践を通じてわかったのは、高校生の作成した情報は地域にとって十分価値あるものになるということ、地元高校は地域にとって次世代の担い手を育てる場であり、高校生が地域を知ろうとする活動は地域の活性化にも貢献しうること、水道再編に係る地域のネットワークを構築する上で、地元高校卒業生のネットワークが活用できることなどであった。また、今後同様の支援体制づくりを別の場所で展開する際に、必要と想定される人員・コストを見積もると、初期費用は約7.3万円（高校で利用可能なPCがすでにある場合）、年間コストは約5.1万円、そして、筆者のような外部研究者の協力にかかる人工は6人日/年程度と考えられた。以上のような地元高校と連携した支援体制や、市町村による支援体制を、無理のない形で構築していくことが、今後の小規模給水システムの持続性を高める上で重要になると考えられる。

連絡先：牛島健

〒078-8801 北海道旭川市緑が丘東1条3丁目1-20

3-1-20, Midorigaoka-Higashi 1, Asahikawa City, Hokkaido 078-8801, Japan.

Tel: 0166-66-4231, Fax: 0166-66-4215

E-mail: ushijima-ken@hro.or.jp

[令和4年7月1日受理]

キーワード：人口減少, 地域自律管理型, 高校, 管路図

### Abstract

While the improvement of management efficiency through integration and wide-area collaboration is an urgent issue, in regions such as Hokkaido, where the population density is quite low, there are some situations in which it is difficult to improve management efficiency. In such areas, a drastically different approach regarding management organization should be considered. This paper introduces a new regional water supply system, based on a survey of the current situation and practical approaches, as a model for the future of water supply systems in rural areas. A survey of the actual situation in Hokkaido confirmed that the individual facilities and operational forms of the existing community-based water management system (CBWMS), as well as the support systems of municipalities, are diverse. On the other hand, the survey also revealed that many of them have achieved low-cost and easy operation, based on high-quality water sources and the ability of farmers, but have problems in water quality risk management and asset information management. Based on these CBWMS characteristics, Furano City in Hokkaido and the authors have been working with local high school students to create a support system for CBWMS. Through five years of practice, we have learned that: the information created by the high school students is sufficiently valuable for the local community; the local high school is a place to nurture the next generation of leaders in the community, and activities by high school students to learn about the community can contribute to the revitalization of the community; and, the network of local high school graduates can be utilized to build a local network for water supply restructuring. We estimated that the personnel and costs required to develop a similar support system in another location would be as follows: the initial cost is approximately 73,000 yen (if PCs are already available at the local high school), the annual cost is approximately 51,000 yen, and the manpower required for the cooperation of an outside researcher, such as the author is approximately 6 man-days/year. As described in this paper, the establishment of a support system in cooperation with local high schools, as well as a support system by municipalities in a reasonable manner will be important to support the sustainability of small-scale water supply systems in the future.

**keywords:** population decrease, autonomous management, high school, pipe network map

(accepted for publication, July 1, 2022)

## I. はじめに

我が国では、永きにわたり都市部への人口集中と地方部の過疎化の問題を抱えてきた。2008年以降は日本全体でも人口が減少に転じ、地方部の過疎化はますます深刻になっている。

人口密度の高い都市部を前提とした近代型の上水道システムは、高度経済成長を背景に、地方部にも簡易水道などの形で普及が進められてきた。しかし、水道システムの性質上、小規模、低人口密度になるほど、経営効率は低くなる。そのため、一般に簡易水道などの小規模な水道は、設置当初より、各種補助制度によって支えられてきたという側面がある[1]。もともと人口密度の低い小規模な水道は、人口減少が進むことで、ますます厳しい経営状況となる。さらに、かつて一定の人口密度があった中小の市街地も人口が減少に転じていくことで、そうした場所に設置された規模の大きくない上水道も経営が厳しくなっている。たとえば北海道が実施した試算[2]では、上水道でさえ、2040年頃には水道料金だけでは賄えなくなると予測されている。こうした状況の中、経営統合や広域連携による経営効率化は喫緊の課題と言えよう。

一方で、北海道のように集落自体の人口密度が低く、かつ、集落同士も空間的に分散しているような状況においては、水道の経営統合や広域連携による経営効率化だけでは、問題の解決が期待できない状況もみられる。こうした場所においては、従来の枠にとられない経営主体、日常の維持管理主体の再編が必要と思われる。

以上の認識のもと、筆者らは、主に地方部の水供給システムにおける今後の一つのモデルとして、地域自律管理型を核とした新たな地方水道のしくみを検討している。新たなと言っても、ゼロから新しいものを作るのではなく、「組合水道」と呼ばれるような、すでに地域で自律的に管理されている水道を核に、その持続性を高めるための技術開発や支援体制づくり、また、それをひな形とした、水道利用組合以外の主体(たとえば地域運営組織)の参入による地域自律管理体制の構築などが、検討の対象である。

本稿では、北海道全域における調査結果と、5年間に及ぶ北海道富良野市における地域との実践の結果を踏まえ、新たな地方水道のしくみにおける一つのモデルを示し、その可能性について考察したい。

## II. 地域自律管理型の小規模給水システムの実態

### 1. 地域自律管理型水道とは

本稿では、住民ら（水道利用組合など）が自ら維持管理運営を行い、複数の世帯に生活用水を供給する給水システムを、地域自律管理型水道と呼ぶ。個人管理の井戸や、個人で沢水等を引きこんで水道として使用しているケースなど、個人（または単一世帯）が管理するものは、本稿の定義では地域自律管理型水道として扱わない。

2019年に北海道総合政策部と筆者らが協力して実施した市町村アンケートによれば、地域自律管理型水道は少なくとも北海道全体で237か所存在する。ただし、現状では市町村が地域自律管理型水道の数や状況を定期的に把握する仕組みが存在しないため、この数字はあくまで各市町村が自主的に把握している範囲に留まる。よって、実際はこれよりも多く存在すると考えられる。

地域自律管理型水道は、主に日常の維持管理主体に着目した定義であり、制度上の水道種別との対応関係は単純ではない。筆者らが確認している限り、地域自律管理型水道には、以下のケースが存在する。

- (a)住民らが自己資金および補助金を使って水道を整備し、管理・運営しているケース
- (b)営農飲雑用水など公的に整備された施設を、地域住民（水道利用組合等）が移管を受けて保有し、管理・運営しているケース
- (c)地域住民（水道利用組合等）が専用水道を設置し自ら管理・運営しているケース
- (d)市町村の飲料水供給施設を地域住民（水道利用組合等）が受託または覚書等に基づいて管理・運営しているケース
- (e)市町村の簡易水道を地域住民が受託または覚書等に基づいて管理・運営しているケース

上記のうち、水道法が適用されるのは(c)と(e)、条例が適用されるのが(d)、それ以外の(a)、(b)については原則として法令が適用されない。また、(a)、(b)は水道関連統計には現れてこない。(c)~(e)についても、事業数(施設数)は水道統計で確認できるが、それらが市町村の直営なのか、地域自律管理型なのかはデータから判別できない。

### 2. 北海道における地域自律管理型水道の施設および運営の実態

地域自律管理型水道は上述のように、統計で確認できない部分が多く、施設や運営実態について利用可能な情報は限られている[3-5]。そこで筆者らは、水道利用組合の幹部もしくは事情をよく知る市町村担当者を対象に、北海道全域で合計39事例の聞き取り調査を行った（2017年1月~2018年3月）。水道の種別は、専用水道（前節の分類(c)）が5事例、市町村所有の飲料水供給施設（前節の分類(d)）が2事例、水道利用組合所有の水道（前節の分類(a)または(b)）が32事例であった。以下、結果の概要を示す（詳細は牛島ら[4]参照）。

39事例のうち、100%自己資金で設置したものが7例、何らかの形で国や道、市町村の負担と組み合わせて設置されたものが15例であった。自己負担割合は、確認できた4ケースだけを見ても0%、5%、45%、50%と様々であった。多くの事例で、設置時には一部またはすべての工事を利用者が自分たちの手で行っていた。処理方法は、表流水を水源とするケース（15例）では、底のないピットを半分地中に埋めて人工的に伏流水を作る簡易砂ろ過方式が11例、急速ろ過が2例、無処理が2例であった。湧水を水源としているケース（13例）では、ろ過施設無しが7例、砂ろ過が6例であった。地下水を水源とするケース（11例）では、いずれも、ろ過施設は無かった。ポンプは15例で使用されており、24例は自然流下のみであった。塩素注入は20例で実施されていたが、残り19例では実施していなかった。また後者のうち3例は、過去に塩素注入装置を設置していたが、故障などを契機に使わなくなっていた。水質検査は、専用水道および市町村の飲料水供給施設ではいずれも定期的に行っていたが、それ以外で定期的に行っていたのは7例のみで、23例は調査実施時点で少なくとも1年以上実施していなかった。料金徴収は、メーターの検針に基づいて行っているケースが12例、定額制（無料を含む）が23例、1年毎の費用を世帯数で分担する実費精算制が3例であった。定額制のケースでは、無料のものを除いても、その料金は1世帯当たり年間で1,000~40,000円とかなりの幅が見られた。

以上、北海道内39事例の調査結果からは、個々では多様な施設、運営形態が存在することがわかった一方、以下に示すような、多くの事例に共通する強みがあることもわかった。

- ・もともと水質の良い水源を持ち、ポンプ無しの自然流下で配水するなど、必要な手間とコストが非常に小さい施設構成のものが多い
- ・農家が多く、農業関連スキル（例えば、重機操作、化学薬品の取り扱いなど）が水道維持管理に活用できるため、維持管理作業の多くを自前で賄える
- ・ユーザー≒管理者であることから自己責任の意識が強く、予期せぬ断水等、多少の不便が許容されるため、点検等の予防作業に大きな労力とコストを割かずに済んでいる

地域自律管理型水道は、小規模ながら、上記のような強みを活かして維持管理をしていることがわかる。一方、現在の地域自律管理型水道には以下のような課題があることもわかった。

- ・水源水質の良さに依存する仕組みであり、突発的な水質悪化に対するリスク管理体制が弱い
- ・水源の土地所有者との連携など、良質な水源を守るための水源地保全対策を講ずるには至っていない
- ・管理ノウハウやアセット情報の多くが個人の記憶や紙媒体に依存しており、引継ぎによって徐々に失われる恐れがある

以上に見られるように、既存の地域自律管理型水道に



は、地方部において持続的に運営するうえでの強みが十分にあり、それらを生かしながら、課題を解決するための支援策を組み合わせることで、持続性を高めることが期待できると思われる。

### 3. 地域自律管理型水道と市町村の関わり方

前節で示した39事例の調査を行う中で、市町村の関わり方にもバリエーションがあることがわかってきた。そこで、2019年時点で、地域自律管理型水道の存在が確認されている64市町村の中から、筆者らが本稿執筆時点までの間にコンタクトを取ることができた7市町において、市役所及び役場の担当者に聞き取り調査を行った。各市町が確認している地域自律管理型水道の概要、市役所及び町役場の役割、運営状況および運営にかかる情報の入手方法、当該水道の抱える課題などを話題とし、半構造化インタビューによって適宜話題を掘り下げながら聞き取りを行った。以下、結果を示す。

#### (1)アセットの帰属

A町、B町、C町の一部、D町、E市の水道では、地域自律管理型水道のアセットは市町に帰属しており、維持管理を地元の水道利用組合に委託する形式をとっていた。いずれのケースも無償での委託であり、一部のケースでは市町と水道利用組合の間で覚書等を交わして実施していた。施設更新は原則として市町が行うが、修繕費は市町がすべて負担するものもあれば、一部またはすべてを水道利用組合が負担もしくは自前で修理するものも確認された。

一方、C町の一部、F市、G市の水道では、アセットも水道利用組合に属しており、修繕、施設更新もすべて水道利用組合によって行われていた。ただし、F市、G市ともに、大規模改修および水質分析に対する助成制度を設けており、申請があれば最大50%の改修費用補助が受けられる状況となっていた。

#### (2)行政の担当部署と情報収集体制

A町、B町、C町では、水道担当部署が地域自律管理型水道の担当となっていたのに対し、D町、E町では営農飲雑用水であるという理由で産業担当部署が地域自律管理型水道の担当となっていた。アセットを所有し、水道利用組合への管理委託の形をとっているA町、B町、C町の一部、D町、E市では、年に1回の報告を水道利用組合に求めており、運営実績や役員の連絡先などの運営情報が蓄積されていた。中でも、A町およびB町では水道利用組合の総会に役場職員が可能な限り参加し、会計情報等を含めた運営状況が記載された総会資料が蓄積されていた。

F市とG市では、アセットは各水道利用組合に帰属するため、地域自律管理型水道の情報を管理する担当部署は存在しないが、両市とも大規模修繕および水質検査の補助金申請窓口は水道担当部署が担っており、インタビューを申し込んだ際も、対応は水道担当者であった。そして、F市では過去に補助金申請を行った水道利用組

合の情報を蓄積・整理するとともに、毎年、水道利用組合向けの補助金申請意向に関するアンケート調査を実施し、地域自律管理型水道の基礎情報を常に把握していた。また、A町、E市、F市では、水道利用組合から技術的な相談があった場合には職員が助言を行い、場合によっては作業手伝いも行っていた。

#### (3)特徴的な事例

B町では、1つの簡易水道の管理が地域運営NPOに委託されていた。当該簡易水道の地区は、本市街地から約13km（車で15分程度）の場所にあり、役場にとっては、維持管理上の負担が大きい立地である。そのため、以前は当該地区の一般住民を臨時採用職員として雇用し、この簡易水道の管理に当たっていた。しかし、その住民が高齢となり、作業の継続が難しくなったため、ちょうどその頃に当該地域内で設立されたNPOへの管理委託に切り替えられた。同NPOは、地域運営組織に相当する組織であり、地域の様々な小さな仕事を請け負いながら、地域の維持・運営に貢献している。そして、NPO職員も基本的に同地域に居住しており、住民の一人という側面も併せ持つ。

簡易水道管理の委託額は、同NPOにおいて一人分の雇用を賄うには足りない。しかし、日常的な作業内容は毎朝の水質および配水量チェックであり、拘束される時間は移動込みで1時間弱程度と、かなり短い。この他に、年5回程度の濾過砂の掻き取り（1人で3時間程度）、周辺の草刈り（年4回、1人で1.5時間程度）、断水時の対応（不定期）などが主な作業内容となっている。もともと地域の細かい仕事を組み合わせて組織を運営している同NPOにとって、簡易水道の維持管理業務は、新たな職員を雇わなくとも、他事業の隙間時間での対応が可能であり、むしろ、細かい事業を集めているために不安定になりがちなNPOの経営を、下支えする安定収入源と見なされていた。一方、委託元の町役場としては、以前の形式では、高齢の個人に簡易水道を任せることになり、若干の不安があったと言い、NPOに委託することで組織対応が期待でき、以前よりも安心感は増したと評価していた。

以上のケースで確認された、地域住民を臨時職員として雇用する形式や、地域運営組織（NPO）による委託管理形式は、水道利用組合とは異なる形であるが、いずれも実質的には地域住民が簡易水道を維持管理しているという点で、地域自律管理型水道のバリエーションと考えることができる。

## III. 地域自律管理を前提とした支援策の実践的な取り組み

### 1. フィールド概要

前章で整理したような地域自律管理型水道の特性を踏まえ、その持続性を高める支援策を、北海道富良野市との連携において実践的に検討した。富良野市は、北海道

のほぼ中央に位置し、周辺の上富良野町、中富良野町、南富良野町、占冠村とも形成される富良野圏域の核となる自治体である。人口約2万人の農業地域であり、観光業も盛んで、産業別人口では第3次産業が65.1%を占める[6]。

富良野市には、本校執筆時点で上水道が1事業、簡易水道が6事業あり[7]、このほかに確認されているだけで地域自律管理型水道が18存在する。地理的には、「東方に大雪山系十勝岳、西方に夕張山系芦別岳がそびえ、南方には(中略)天然林の大樹海(東大演習林227.66 km<sup>2</sup>)があり、市域の約7割が山林」となっており[7]、豊富な地下水や湧き水を利用して、市内の給水システムが成り立っている。



図1 高校生による水質分析

## 2. 富良野高校との連携による支援体制づくりと実践

### (1) 支援体制づくりの概要

北海道全域での事例調査結果から確認された、地域自律管理型水道の強みと弱みを踏まえ、筆者らは、北海道富良野市と連携し、地域自律管理型の強みを生かしながら、弱みの部分を地域の別のプレイヤーたちが支援して持続可能な地域水道を実現するための体制づくりを行った。18か所の地域自律管理型水道が確認されている富良野市では、これまででも、水質検査費用や大規模改修費用の50%補助を行う制度を活用しながら、地域自律管理型水道の運営実態把握に努め、維持管理支援を行ってきた。2017年からは、筆者らも富良野市の水道支援に参画し、「地域ぐるみの水道維持管理支援体制づくり」として、地域の水道関連以外のプレイヤーも巻き込みながら体制づくりを行っている。この取り組みの一つの特徴は、市役所や水道利用組合だけでなく、地元高校(北海道富良野高等学校)とも連携して進めている点である。富良野高校科学部のクラブ活動と連携して、地域自律管理型水道を対象に、(a)水質リスク管理体制支援として簡易の水質調査、(b)アセット情報管理支援として管路地図のGIS化、(c)一連の成果の報告会を実施してきた(表1)。

### (2) 水質リスク管理体制支援

前項の(a)については、地域自律管理型水道の原水、処理水、周辺環境水などを採取し、簡易の水質分析を行っている(図1)。分析項目は、現在は、大腸菌/大腸菌群数、おいしい水の基準(おいしい水研究会[8]の示した項目を一部変更)、各態窒素とリン酸態リン等として

いる。これらの項目は、地域自律管理型水道の実際の維持管理に貢献できること、高額な機器や高度な施設を使わずに計測できること、高校生の知的好奇心を満たせるような少しだけ高度な分析であることなどを基準に、いくつか試行錯誤をして決めた。当然ながら、水の安全性を担保するためには、水道水質基準に沿って定められた試験法により検査する必要があるが、高校生がその全てに対応することは現実的ではない。そこで、この取り組みでは、高校生の水質分析結果は、水の安全性を担保するものとしてではなく、地域の方々に関心をもってもらうための意識啓発と、水質の異常を検知するアラートとしての位置づけとした。この取り組みで対象とするような地域自律管理型水道の中には、10年以上にわたって水質分析をしていないものも珍しくない。そうしたところに、簡易の方法・項目であるにせよ、水質分析結果が提供されることには意味がある。

### (3) アセット情報管理支援

関係者の記憶または紙媒体で保存されている管路図などのアセット情報を、高校生が紙図面の読み取りと水道組合幹部への聞き取りを行いながら、GISデータとして入力している(図2)。GISデータは、各水道利用組合に提供され、その後の維持管理に活用されている。また、データは富良野市の上下水道課にも提供され、地域自律管理型水道のトラブル支援の際や、道路工事に係る埋設物問合せ等において活用されている。

### (4) 報告会

表1 富良野高校によるこれまでの水道管理支援活動

	水質調査	管路図GIS化	報告会
2017年度	1か所	5か所	11月(水道利用組合向け)
2018年度	4か所	3か所	11月(水道利用組合向け), 3月(一般市民向け)
2019年度	1か所	1か所	11月(水道利用組合向け)
2020年度	2か所	2か所	1月(水道利用組合向け)
2021年度	2カ所	2カ所	2月(水道利用組合向け)



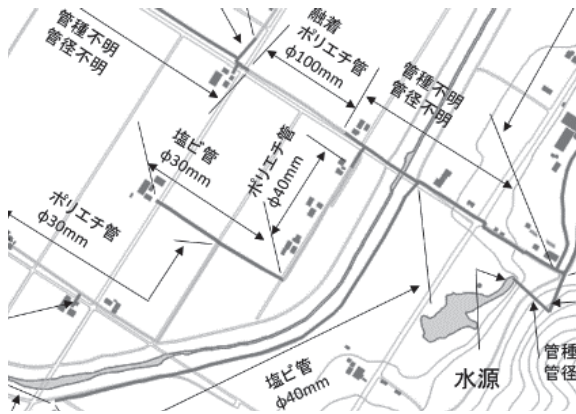


図2 高校生成成の管路図データの例

主に水道利用組合を対象として毎年度11月または1月に報告会を開催し、水質分析結果および管路図GIS化の結果を報告するとともに、管路図などの成果品を各水道利用組合に提供する場としている(図3)。また、これまでは、水道利用組合を含む関係者どうしの情報交換の場がなく、ノウハウの共有も図られていなかったことから、この報告会は関係者間のネットワークづくりおよび連携強化の機会としても位置付けられている。さらに、報告会では毎回、水関連の専門家の講演を実施しており、水源地としての森林の話題(2017年度)、道内他地域の地域自律管理型水道の話題(2018年度)、本州の地域自律管理型水道の話題(2019年度)、地下水の話題(2020年度)がこれまで提供された。また、2020年度以降は、多くの小規模給水システムが水源を得ている東京大学演習林の関係者を招いて高校生の報告を聞いてもらうなど、地域のプレイヤーを新たに巻き込んでいく際の入り口としても重要な役割を果たしている。

なお、定例の水道利用組合向け報告会に加えて、2019年3月には、富良野市内のイベントスペースにおいて一般向けの報告会も開催し、広く一般市民にも取り組みを紹介している。2021年12月、2022年2月には、札幌国際大学と連携し、高大連携ワークショップを開催し、地域の

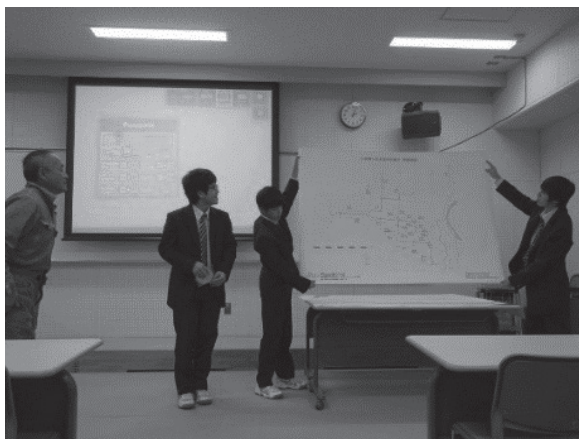


図3 水道利用組合向け報告会の様子

水に関する情報とアイデアを一般市民向けに発信している。

#### IV. 実践を通じて見えてきたこと

##### 1. 実施に必要な金銭的・人的コストの評価

前章で述べた富良野市での一連の取り組みは、試行錯誤を重ねながら構築したものであるが、ここでは、他所での展開を考え、これまでの試行錯誤に要した時間やコストをいったん取り除き、新規で同様の取り組みを始める際に何が必要となるかという視点で整理したい。

##### (1) 水質リスク管理体制支援に係る機材

2022年度時点で、富良野高校科学部が水質分析に使用している機材(消耗品を含む)を表2にまとめた。ただし、現在使用している機材は、試行錯誤の経緯の中で、ややオーバースペックなものを使っていたり、測定可能な項目が重複していたりする部分もある。そこで、表2には、それらの重複や冗長性を排除した場合に想定される代替方法についても併せて記載した。

代替方法を選択した場合について、初期費用と毎年の消耗品費を算出すると、それぞれおよそ22.3万円および5万円/年と考えられた(表3)。ただし、初期費用については、データ整理用PCが15万円となっており、利用可能なPCが学校にすでにある場合は、7.3万円の初期費用で済ませることができる。毎年の消耗品費については、富良野高校での活動実績を参考に、年間15サンプル程度を分析(練習を含む)すると仮定し、操作ミスによるロスも含めて年間18~20セット使用する条件で計算した。単価はメーカー提示の税込定価(2022年6月27日時点)を元に、算出した。なお、代替方法では、吸光度計の代わりに、スマートフォンのカメラを利用する「スマートバクテスタ(共立理化製、無料)」の使用を想定している。今日の高校生へのスマートフォン普及状況を鑑み、スマートフォンは新たに購入する必要は無いと考え、追加コストはゼロと見なした。

##### (2) アセット情報管理支援に係る機材

2022年度時点で、富良野高校科学部がアセット情報管理支援(GIS化)に使用している機材は、一般的なラップトップPC1台のみである。水質リスク管理体制支援と共用可能であるため、すでに利用可能なPCがあるか、水質リスク管理体制支援のために購入するのであれば、GISのための新規購入は不要である。GISソフトウェアは活動開始当初は有料のものを利用していたが、2019年からはフリーのGISソフトウェアに変更し、使用上問題は無いことを確認している。

##### (3) 活動に係るその他のコストおよび人員

上記の他に、一連の活動に要するその他コストおよび人員について整理しておく。

富良野高校の取り組みについて、近年の代表的な年間スケジュールを表4に示す。まず、フィールド調査に先立ち、水質分析研修を6月頃実施している。主には新

表2 水質リスク管理体制支援に係る機材

測定項目	現在富良野高校で使用している機材	代替方法に必要な機材
大腸菌/大腸菌群数	ニッスイ・ECブルー-MPNプレート ※培地はニッスイECブルー100, UVランプは アズワン LUV-6 インキュベーター	左に同じ
全硬度	バックテスト (WAK-TH) +デジタルバックテスト (DPM2-TH)	バックテスト (WAK-TH) +スマートバックテスト
遊離炭酸	ドロップテスト (WAD-AC-M+WAD-AC-P)	左に同じ
過マンガン酸 カリウム消費量	バックテスト (WAK-COD(D)-2) にて代用+ スマートバックテスト	バックテスト (WAK-PMD-2) +スマートバックテスト
臭気強度	複数生徒による簡易官能試験	左に同じ
残留塩素	バックテスト (WAK-CIO-DP) +デジタルバックテスト (DPM2-CIO-DP)	バックテスト (WAK-T-CIO) +スマートバックテスト
水温	pHメーターにて計測	一般的な理科室にある水温計
pH	HORIBA D-210P-S (pH/ORP)	pH試験紙またはバックテスト (WAK-pH※スマートバックテスト未対応)
鉄	バックテスト (WAK-Fe(D)) +デジタルバックテストマルチ (DPM-Fe-D)	バックテスト (WAK-Fe(D)) +スマートバックテスト
マンガン	バックテスト (WAK-Mn) +デジタルバックテストマルチ (DPM-MTSP)	バックテスト (WAK-Mn) +スマートバックテスト
硝酸態窒素	バックテスト (WAK-NO3) +デジタルバックテスト (DPM2-NO3)	バックテスト (WAK-NO3) +スマートバックテスト
亜硝酸態窒素	バックテスト (WAK-NO2) +デジタルバックテスト (DPM2-NO2)	バックテスト (WAK-NO2) +スマートバックテスト
アンモニウム態窒素	バックテスト (WAK-NH4-4) +デジタルバックテスト (DPM2-NH4)	バックテスト (WAK-NH4-4) +スマートバックテスト
リン酸態リン	バックテスト (WAK-PO4 (D) ) +デジタルバックテスト (DPM2-P04)	バックテスト (WAK-PO4 (D) ) +スマートバックテスト

※バックテスト, デジタルバックテスト, スマートバックテストはいずれも共立理化学製

表3 想定されるコスト

初期費用	概算額*	備考
PC (データ整理用)	150,000	Windowsタブレットを想定 利用可能な汎用PCがあれば不要
UVランプ	25,000	大腸菌検査用
インキュベーター	48,000	大腸菌検査用
計	223,000	
毎年の消耗品		
バックテスト	20,000	20回分
大腸菌・大腸菌群数テスト	23,400	18回分
滅菌ボトル*	4,300	20本
採水ボトル*	3,400	20本
計	51,100	

\*実購入額から算出 (100円未満四捨五入)

表4 代表的な年間スケジュール

	主な活動内容	場所
6月	水質分析事前研修	大学または富良野高校
8月	フィールド調査 (2日程度, 採水と分析)	市内の地域自律管理型水道
9月	GIS研修	富良野高校
9月~11月	管路図作成 (普段の部活動野中で実施) 管路図聞き取り調査 (1日程度)	富良野高校 市内の地域自律管理型水道
11月または1月	報告会	富良野高校またはフラノマルシェ (イベントスペース)

入生向けであるが、2~3年生についても操作を思い出すために参加してもらっている。過去には、北海道大学の協力を得て、北海道大学の実験室に生徒たちを連れて行って研修を行ったこともあったが、現在は、富良野高校に筆者ら(1~2名)が出向いて、半日程度のプログラムで実施している。

続いて、富良野高校が夏休みに入り、農家も農繁期が一段落する8月頃を狙って、2日間程度のフィールド調査を実施している。例年、筆者ら研究者は1~2名程度参加している。訪問先(例年2~4カ所程度)との調整は筆者らが電話等で行っている。通常は、午前中にフィールドを回り、午後は高校に戻って水質分析等を実施している。フィールド調査の参加人数は、年によってばらつきはあるものの、近年は顧問教諭1人を含め10人前後である。このとき、地域自律管理型水道の水源は、通常、市街地からは離れているため、フィールドへの移動には自動車が必須となる。富良野高校のケースでは、富良野市上下水道課の協力により、富良野市のマイクロバスやワゴン車に乗せてもらえることが多かったが、車に空きがない場合などは筆者らがレンタカーを用意した。

9月以降は管路地図づくりに入る。GISについても、事前研修を実施している。筆者ら(1名程度)が富良野高校に出向き、2~3時間程度のプログラムで実施している。その後は、日々の部活動の中で、科学部の生徒たちがGIS入力作業を進め、必要に応じて顧問教諭経由で筆者らに質問がメールまたは電話で届き、適宜対応している。

報告会は、農閑期に入る11月以降(2020年度以降は、農閑期に入るのが遅いミニトマト農家に配慮して、1月の実施とした)に開催している。報告会の内容は概ね毎年ルーチンとなっており、企画作成作業はほとんど発生しないが、話題提供をいただく専門家の手配、水道利用組合への案内送付、生徒たちが作成した報告プレゼンのチェックなどを筆者らが行っている。会場は、高校の視聴覚室で実施する場合には費用はかからないが、イベントスペースなどを使用する場合は、費用が発生する場合がある。当日運営は、筆者ら研究者1~2名と、顧問教諭1名で対応することができている。拘束時間はおおむね丸1日(移動込みで8時間程度)となる。

以上、現状では、まだ筆者らが細々と手を動かさなけ

ればならない場面は多いが、上記の作業を積算しても、概算で、およそ6人日程度の作業負担であり、研究者がこれによってローカルデータ(水質分析結果や管路情報)を得られることを考えると、大きな負担では無いと言える。

## 2. 地元高校との連携の意味

富良野市での一連の取り組みは、いわゆる仮説検証型の研究ではなく、現場の声を聴きながら地域自立管理型水道への支援体制を具体化し、走りながら改良を加える実践型の研究であった。それゆえ、良くも悪くも当初想定とは異なる展開が多くあり、ここで明確な評価を示すことは難しい。ただし、一連の取り組みを通じてわかってきたことは、以下のように整理することができる。

- ・自己責任の意識に根差した地域自律管理型水道においては、水質検査結果やデジタル管路地図は、正確さや完成度がそれほど高くなくとも、情報が整理され提供されることだけで地域にとっては十分に価値がある。  
→実際、高校生が作成した管路図データは、その後、水道利用組合が引き継いでブラッシュアップしていくことが期待できる(現在、1つのケースで検証中)。
- ・農村地域の高校生は、次世代の地域の担い手として地域住民から大きな期待を寄せられている。  
→本活動を、高校生が地域を知る学習の場として位置付け、成果を積極的に地域に還元することで、地域活性化にも貢献することができる。
- ・水道全般の再編議論は、主に圏域レベル(富良野の場合、富良野市と周辺4町村含む範囲)での連携が考えられているが、これは高校生の通学範囲とほぼ一致する。また、卒業生の主な在住地の範囲とも一致する。  
→圏域のキーマンのネットワークが、卒業生のネットワークとほぼ重なっているため、高校をハブとすることで圏域連携ネットワークが構築しやすくなる。

## V. 今後の展開に向けて

本稿では、北海道を例に、地域自律管理型水道の実態と、その持続性を高めるための富良野市における試行的な実践について述べた。富良野市での実践は、開始から5年が経過し、市内に18カ所確認されている地域自律



管理型水道も、そのうちの13カ所は管路地図GIS化が終わっている。今後数年で、GIS化の作業は一区切りを迎える予定であり、今後は、水道利用組合によるデータ更新という次のステップに進もうとしている。水道利用組合の幹部は、農業経営を後継者に承継した高齢者などが担い手となっている場合も多く、GISデータを渡してすぐに使えるようになるとは想定していない。富良野市内のある水道利用組合では、若手の組合員にGIS管理を任せたいという意向を示していることから、現在は筆者らもこの水道利用組合の支援をしながら、水道利用組合が自力で管路情報を更新できる体制づくりを進めている。

一方、富良野市での実践を先事例として、別の市町村においても展開が可能か否かについても検討する必要がある。富良野市で実施したのと全く同じ形で他市町村に導入できるということはありません。うまくいった要因を分析して、当該市町村向けの仕組みを作り上げる必要がある。

まず、学校という面では、富良野高校以外にもこうした取り組みのニーズはあると考えられる。科学部などの部活があれば、富良野高校同様、そこでの研究テーマとして取り組むことが考えられる。また2022年度から高校において本格導入される「総合的な探究」の単元では、「総合的な探究の時間の目標を実現するにふさわしい探究課題を設定する」(学習指導要領解説[9]より)ことが各学校に求められている。地域の生活を支える水道の話題は、富良野高校のように、地方部の核となるような高校では、非常に重要なテーマとなり得る。その場合には、単なる水質分析や管路図GIS化にとどまらず、例えば、地域自律管理型水道の歴史を紐解くなど、幅を広げていくことも考えられる。

市町村との連携という面では、制度上、行政の担当部署が曖昧になりがちな地域自律管理型水道に対し、富良野市の場合は、筆者らが関与する以前から、上下水道課を窓口として支援を行うマインドと制度が備わっていたという点は無視できない。こうした土壌がない市町村に対しては、まず、どのような体制とどのような役割分担を整理すれば、無理なく支援ができるのかを示していくことが重要と思われる。富良野市の事例も、富良野市上下水道課が全ての面倒を見るという役割分担の整理はしていない。あくまで、地域自律管理型は地域で自律的に頑張ってもらい、必要な支援を富良野市が行うという、無理のない整理が行われている点が、持続性につながっているものと考えられる。こうした、互いに無理の無い運営体制もしくは運営支援体制の構築が、今後の地方部における小規模給水システムの持続性を高める上で、重要になると考えられる。

## 謝辞

本稿は、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム、インフラ維持管理・更新・マネジメント技術「地域自律

型の次世代型・水インフラマネジメントシステムへの転換(研究責任者:牛島健)」、総合地球環境学研究所「サニテーション価値連鎖の提案-地域のヒトによりそうサニテーションのデザイン」プロジェクト(No.14200107)、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,20LA1005)の成果を元に編まれたものである。記して謝意を表す。

## 引用文献

- [1] 余湖典昭. 簡易水道事業の現状と統合後の課題. 北海学園大学工学部研究報告. 2022;49:1-52.  
Yogo N. [Current status and post-integration issues of small scale water works in Japan.] Bulletin of the Faculty of Engineering Hokkai-Gakuen University. 2022;49:1-52. (in Japanese)
- [2] 北海道水道広域化推進プラン策定に関する検討会. 水道事業者の現状分析と将来推計の結果について(全道概要版).  
Hokkaido Suido-koikika Suishin Plan Sakutei ni Kansuru Kentokai. [Suido jigyoisha no genjo bunseki to shorai suikei no kekka ni tsuite.] [https://www.pref.hokkaido.lg.jp/fs/5/3/0/0/1/7/0/\\_gaiyouban\\_kekka4.pdf](https://www.pref.hokkaido.lg.jp/fs/5/3/0/0/1/7/0/_gaiyouban_kekka4.pdf) (in Japanese) (accessed 2022-06-28)
- [3] 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). 2020;76(7):III\_33-III\_42.  
Masuda T, Tsutsumi H, Iwata C, Asami M. [Questionnaire survey on the maintenance, management and record keeping of water supply systems managed by small-scale communities.] Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. G (Environmental Research). 2020;76(7):III\_33-III\_42. (in Japanese)
- [4] 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マネジメントの可能性. 土木学会論文集G (環境). 2018;74(7):III\_143-III\_152.  
Ushijima K, Ishii A, Fukui J, Matsumura H. [Feasibility of community based water management system on the basis of field study.] Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. G (Environmental Research). 2018;74(7):III\_143-III\_152. (in Japanese)
- [5] 松本京子, 星野敏, 余語トシヒロ. 地域社会における小規模水道組合の持続要因に関する研究. 農林業問題研究. 2013;49(1):82-88.  
Matsumoto K, Hoshino S, Yogo T. [Research on sustaining small-scale water supply cooperatives in communities.] Journal of Rural Problem. 2013;49(1):82-88. (in Japanese)
- [6] 富良野市総務部企画振興課. 令和3年度富良野市の

- 概要.  
Furano City Somu-bu Kikaku Shinkoka. [Reiwa 3 nendo Furano shi no gaiyo.] [https://www.city.furano.hokkaido.jp/fs/4/2/2/6/3/\\_/03PDF.pdf](https://www.city.furano.hokkaido.jp/fs/4/2/2/6/3/_/03PDF.pdf) (in Japanese) (accessed 2022-06-28)
- [7] 富良野市建設水道部上下水道課. 富良野市水道ビジョン.  
Furano City Kensetsu Suidobu Jogesuidoka. [Furano shi suido vision.] [https://www.city.furano.hokkaido.jp/fs/3/7/4/7/8/\\_/20210310\\_suidouvision.pdf](https://www.city.furano.hokkaido.jp/fs/3/7/4/7/8/_/20210310_suidouvision.pdf) (in Japanese) (accessed 2022-06-28)
- [8] おいしい水研究会. おいしい水について. 水道協会  
雑誌. 1985;54(5):76-81.  
Oishii Mizu Kenkyukai. [Oishii mizu ni tsuite.] Journal of Japan Water Works Association. 1985;54(5):76-81. (in Japanese)
- [9] 文部科学省. 高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説・総合的な探求の時間編.  
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Japan. [Koto gakko gakushu shido yoryo (heisei 30 nen kokuji) kaisetsu sogoteki na tankyu no jikan hen. [https://www.mext.go.jp/content/1407196\\_21\\_1\\_1\\_2.pdf](https://www.mext.go.jp/content/1407196_21_1_1_2.pdf) (in Japanese) (accessed 2022-06-28)