調査研究報告　　No. 463
RESEARCH REPORT 2026. 3

地下埋設型水インフラ管理にかかる情報のアーカイブ化と見える化の研究

Visualization and Archiving of Underground Piping Information for Community-Based Managed Water Supply System

長谷川　祥樹 1)、牛島　健 2)
Yoshiki Hasegawa1), Ken Ushijima2)

地方独立行政法人北海道立総合研究機構
建築研究本部
北方建築総合研究所
Northern Regional Building Research Institute
Building Research Department
Local Independent Administrative Agency Hokkaido Research Organization

1) 地域研究部地域システムグループ　主査 2) 地域研究部地域システムグループ　研究主幹　博士（工学）
1) Chief for Regional Planning. 2) Regional System Group, Senior Research Manager

本書の全部および一部の無断での転載はご遠慮ください。

No unauthorized reproduction

概　要
Abstract

地下埋設型水インフラ管理にかかる情報のアーカイブ化と見える化の研究
Visualization and Archiving of Underground Piping Information for Community-Based Managed Water Supply System

長谷川 祥樹 1)、牛島 健 2)
Yoshiki Hasegawa[1)], Ken Ushijima[2)]

キーワード ： 地域自律管理型水道、管路情報、QGIS、360 度画像、記憶情報
Keywords：*Community-Based Managed Water Supply System, Piping Information, QGIS, 360-degree image, Memory Information*

１．研究概要

１）研究の背景

・水道管をはじめとする地下埋設インフラは、普段、地上から見ることができないということもあり、その維持管理においては、できる限り詳細な埋設位置情報が求められる。
・近年、BIM や CIM などソフトウエアの進化と普及が進み、インフラの情報は容易に 3D で扱えるようになった。特に、大規模市町村向けの領域ではインフラ情報は 3D で管理・見える化する動きが加速している。
・一方、農山村地域の小規模水インフラなどは、そもそも正確な図面が存在しない場合も多く、実際の現場では、関係者の記憶を頼りに、建物や樹木、地形などを目印として、位置を特定することが珍しくない。しかし、埋設位置を記憶している関係者も高齢化が進んでおり、今後はこうした位置特定が難しくなることが予想される。
・農山村地域の小規模インフラにおいては、単純な情報の 3D 化ではなく、地上の三次元周辺情報（目印となる樹木や建物、地形など）を、関係者の記憶と合わせてアーカイブ化することが求められる。

２）研究の目的

・地域の地下埋設型水インフラの情報について、地上の周辺情報も含めてアーカイブ化・見える化する方法について、課題把握の調査と現地での検証を行い、農山村地域の小規模インフラに適した導入方法を提案する。

２．研究内容

１）地域の地下埋設型水インフラ情報管理の課題整理（令和６年度）

・ねらい：これまでの研究で GIS 図面を提供してきた地域自律管理型水道を主な対象として、現在のインフラ情報管理の課題や、利用可能な根拠情報、埋設位置特定に関係する周辺情報の種類や範囲を明らかにする。
・試験項目等：水道利用組合への聞き取り、市町村への聞き取り、過去の工事情報の照会

２）地下埋設型水インフラ情報のアーカイブ化と見える化の検討（令和６～７年度）

・ねらい：地域自律管理型水道を想定し、埋設位置特定に関係する地上情報および記憶情報のアーカイブ化・見える化の方法を検討する。
・試験項目等：水道利用組合への聞き取り、記憶に基づく曖昧情報の記録方法と見える化方法の検討

1) 地域研究部地域システムグループ　主査 2) 地域研究部地域システムグループ　研究主幹　博士（工学）

1) Chief for Regional Planning. 2) Regional System Group, Senior Research Manager

３）地下埋設型水インフラの三次元周辺情報のアーカイブ化と見える化の検証（令和６～７年度）

・ねらい：実際の地域自律管理型水道において、360°カメラによって記録した地上情報をベースに、2)において検討した埋設位置特定に関係する地上情報と記憶情報のアーカイブ化・見える化を行い、その結果を水道利用組合に確認してもらうことで情報と見える化表現の適切さを検証し、農山村地域の小規模インフラに適した導入方法を提案する。

・試験項目等：360°カメラによる地上情報の記録、関係地上情報と記憶情報のアーカイブ化と見える化、水道利用組合による結果の検証

３．研究成果

・富良野市および日高町内の地域自律管理型水道からモデルケースとする水道を複数選定し、水道利用組合および自治体の水道担当者への聞き取りを実施した。管路図が設置当時から更新されていない事例や、手書きで修正を加えた図面が複数存在し、どれが正か判断できない事例があった。いずれの場合も最終的な判断は関係者の記憶に基づき行われており、記憶情報と管路情報の統合が重要な課題であることが確認された。また、記憶情報が一人に集中している場合だけでなく複数人に分散している場合も考慮する必要があることがわかった。

・記憶情報が複数人に分散している場合も効率的に統合し、情報として整理するために図１のフローを検討した。管路埋設位置を特定する際の目印となる地形や構造物等の地上情報を 360 °カメラで撮影し、あらかじめ管路データと QGIS 上で一元化しておくことで、記憶情報の聞き取りを極力短時間で実施できることに留意した。また、引き出した記憶情報を文字および画像として一元化した情報に統合できる環境を構築することで、現地に赴くことなく聞き取りが可能な方式を考案した（図 2）。

・モデルケースにおいて一連のフローを実証し、本手法のメリットや改善点等を抽出するとともに、各プロセスの所要時間を計量した（表 1）。現地に赴くことなく聞き取りを可能にしたことで、複数回の実施や、高齢の方への対応が容易になり、地上情報が確認できない積雪期においても実施できる等のメリットがあることが確認された。また、一元化した情報を表示するモニターのサイズや視認性が聞き取りの効率と精度に大きく影響することがわかった。今回一連のフローに要した正味の作業時間は、トライアンドエラーを含めて約 12～18 時間であった。そのうち、地上情報の撮影やデータの一元化などの下準備が 6～10 時間、聞き取りが 3～4 時間だった。なお、作業の効率化によって時間の短縮は可能である。

・本手法では、農山村地域の水インフラを想定して、特殊な機材や技能を必要とせず人工だけで作業可能になるようフローを構築した。結果として、地域で手間を出し合って運営をしている地域自律管理型水道で導入しやすい仕組みを実現することができた。

＜具体的データ＞

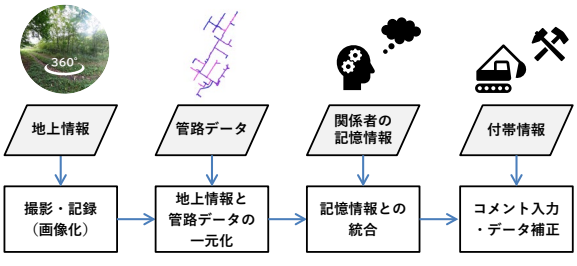


図１　見える化・アーカイブ化のフロー

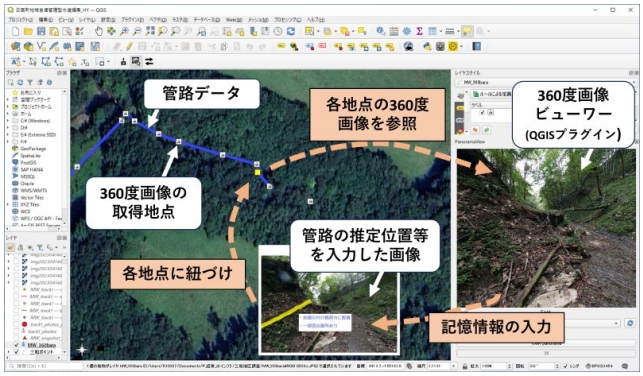


図２　地上情報と管路データへの記憶情報の統合例

表１　モデルケースの諸元と各プロセスの所要時間

	ケース 1	ケース 2
給水対象	5 戸 ・10 人	40 戸 ・90 人
管路総延長	5.3km	10.8km
記憶情報の所在	管理者の一人がほとんど把握	複数人が分散して把握
地上情報の撮影	120 分	240 分
地上情報と 管路データ※1 の一元化	240 分	360 分
記憶情報の統合 (聞き取り調査)	180 分 ※2	240 分 ※3
データ補正	180 分	240 分
合計	720 分 （12 時間）	1080 分 （18 時間）

※1 関連研究で地元高校生が作成したデータを使用
※2 1 回目：自治体の水道担当者 1 名・80 分、2 回目：水道利用組合の管理者 1 名・100 分
※3 1 回目：水道利用組合員 6 名・90 分、2 回目：水道利用組合員 8 名・150 分

４．今後の見通し

・本手法の普及を進め、モデルケース以外の地域自律管理型水道において、地域の主体が本手法によって管路情報の見える化とアーカイブ化を進める際には技術的な支援を行う。

目　次

１．研究の背景と目的 1
　１.１　背景 1
　１.２　目的 1

２．地域の地下埋設型水インフラ情報管理の課題整理 1
　２.１　対象と方法 1
　２.２　資料調査・聞き取り調査 2

３．地下埋設型水インフラ情報のアーカイブ化と見える化の検討 2
　３.１　方式検討 2
　３.２　フローの構築 2
　３.３　各プロセスにおける使用機材、環境および手順の整理 2

４．地下埋設型水インフラの三次元周辺情報のアーカイブ化と見える化の検証 5
　４.１　フローの実証と所要時間の計測 5
　４.２　改善点の抽出と対応 7
　４.３　実証を通じて確認した本手法のメリット 8

５．まとめと今後の見通し 8

付録１　地上情報と管路データを一元化したデータ（ケース 1） 10

付録２ 記憶情報の聞き取り結果（ケース 1） 11

付録３　コメント入力およびデータ補正の例（ケース 1） 12

付録４　地上情報と管路データを一元化したデータ（ケース 2） 13

付録５　記憶情報の聞き取り結果（ケース 2） 14

付録６　コメント入力およびデータ補正の例（ケース 1） 15

１．研究の背景と目的

１．１ 背景

水インフラの管理において、都市部の大規模水インフラと、その対極にある農山村の小規模な水インフラでは、人口減少と老朽化という共通の局面にありながら、抱える課題はそれぞれ異なっている。広大で複雑なネットワークを持つ都市部の大規模インフラでは、事業体の人材不足に対して DX や省人化技術による維持管理の効率化で対応するのが主流となっている。他方、農山村地域の小規模インフラでは、地域住民による維持管理がなされているものも散見され、このようなインフラでは技能や知識の属人性が極端に強いため、その特性に応じた仕組みづくりが必要である。

水道管をはじめとする地下埋設インフラは、普段、地上から見ることができないということもあり、その維持管理においては、できる限り詳細な埋設位置情報が求められる。近年、BIM や CIM などソフトウエアの進化と普及が進み、インフラの情報は容易に 3D で扱えるようになった。特に、大規模市町村向けの領域ではインフラ情報は 3D で管理・見える化する動きが加速している。一方、農山村地域の小規模水インフラなどは、そもそも正確な図面が存在しない場合も多く、実際の現場では、関係者の記憶を頼りに、建物や樹木、地形などを目印として、位置を特定することが珍しくない。しかし、埋設位置を記憶している関係者も高齢化が進んでおり、今後はこうした位置特定が難しくなることが予想される。農山村地域の小規模インフラにおいては、単純な情報の 3D 化ではなく、地上情報（目印となる樹木や建物、地形など）を、関係者の記憶と合わせてアーカイブ化することが求められる。

１．２ 目的

地域の地下埋設型水インフラの情報について、地上の周辺情報も含めてアーカイブ化・見える化する方法について、課題把握の調査と現地での検証を行い、農山村地域の小規模インフラに適した導入方法を提案する。

２．地域の地下埋設型水インフラ情報管理の課題整理

２．１ 対象と方法

これまでの研究でGIS図面を提供してきた地域自律管理型水道[注2-1)]を主な対象とした。関連研究[1)、2)]において、計 23 箇所（富良野市：16 箇所、日高町：7 箇所）の地域自律管理型水道の管路図を GIS（地理情報システム）化している。水道の規模や事情を良く知る自治体の水道担当職員の意見等を踏まえて、これらの中から富良野市および日高町で各々1 箇所をモデルケースとして選定した。各ケースについて、収集した資料の調査や聞き取り調査を実施し、現在のインフラ情報管理における課題等を整理した。

表 2-1　モデルケースとした地域自律管理型水道の概要

	ケース 1	ケース 2
対象	日高町・A 共同井戸	富良野市 ・B 水道
給水戸数・人口	5 戸・10 人	40 戸・ 90 人
管路総延長	5.3 km	10.8 km
管路図面の状況	敷設当時に作成された図面が存在するが、その後道道の敷設替え等による管路の大幅な変更には未対応。	紙の地図に手書きで管路位置を示した図面が複数存在する。各図面で描写内容が異なる部分もあり、どれが正か判断するのが難しい。
記憶情報の所在	管理者の一人（水道利用組合の組合長）が管路位置のおおよその位置をほとんど把握。	複数人が分散して把握（各自自分の敷地近辺の情報は詳しいが他の地点についてはあまり把握していない）。
自治体の水道担当部門との関係	漏水等が発生した際は、管理者から町役場の水道部門に連絡が入る。町役場の担当部門において漏水箇所を特定する際に、管理者とともに現地へ赴き、管理者が記憶しているバルブ位置の情報に基づいてバルブ操作を実施している。	過去に施設整備をした際、市の補助が一部入っている。施設やその周辺の配管構成に関する図面は市で保管している。ただし管路全体の構成や詳細に関する情報について、市では把握していない。

２．２　資料調査・聞き取り調査

表 2-1 に今回のモデルケースとした地域管理型水道の概要を示す。ケース 1 の給水人口は 10 人であり、地域自律管理型水道の中でも特に小規模な部類に入る。ケース 2 の給水人口は 90 人であり、規模としては中程度である。管路図面の状況としては、ケース 1 では、管路設置当時から更新されておらず、図面だけでは現時点の埋設位置の特定が難しかった。ケース 2 では、紙の地図や航空写真に手書きで管路位置を記入した図面が複数存在し、どれが正か判断できない部分があった。また、ケース 1 では記憶情報が一人に集中しているのに対し、ケース 2 では複数人に分散しており、記憶情報の所在も考慮する必要があることがわかった。自治体の水道担当職員も一定程度把握しているものの、いずれのケースにおいても最終的な埋設位置の特定は、関係者の記憶に基づき行われており、情報をアーカイブ化する上で記憶情報と管路情報の統合が重要な課題であることが確認された。

３．地下埋設型水インフラ情報のアーカイブ化と見える化の検討

３．１　方式検討

既存の技術を参考に埋設位置特定に関係する地上情報および記憶情報のアーカイブ化・見える化の方法を検討した。モデルケースの様な地域自律管理型水道での導入を想定した場合には、より簡易な手段の実現が見込まれる 360 度ビュー方式が適していると判断した。

３．２　フローの構築

アーカイブ化・見える化の手順を検討し、結果として図 3-1 に示すフローを構築した。プロセスとしては、以下の（１）～（４）で構成される。

（１）地上情報の取得：360 度カメラを用いて管路埋設箇所周辺を撮影し、管路埋設位置を特定する際の目印となる地形や構造物等の地上情報を取得する。

（２）地上情報と管路データの一元化：（１）で撮影した画像と GIS 化された管路データを一元化する。

（３）記憶情報との統合：あらかじめ一元化した情報を用いて聞き取り調査を行うことで、関係者の記憶情報を統合する。

（４）コメント入力・データ補正：聞き取った情報をコメント等として入力するとともに、必要な場合は元の管路データを補正する。

このようなフローとすることで、記憶情報が複数人に分散している場合も効率的に統合し情報として整理することが出来るため、記憶情報の聞き取りを極力短時間で実施できることを期待した。なお、本フローおよび次項の各プロセスの手順については、試行錯誤を繰り返しながら確立したものであるため、現時点で実行可能な手法の一案として記述する。

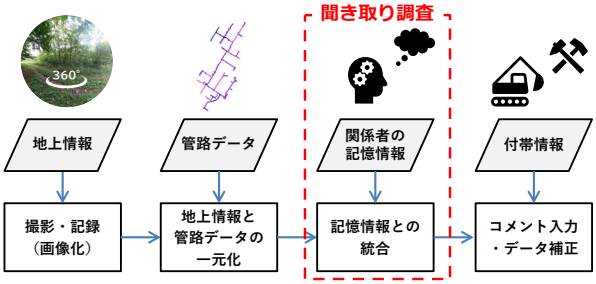


図 3-1　アーカイブ化・見える化のフロー図

３．３　各プロセスにおける使用機材、環境および手順の整理

（１）地上情報の取得

360 度カメラとして、RICOH 社製 THETA X を選定した。この製品は、2.25 型大型液晶タッチパネルの搭載により設定の変更や撮影した画像の確認が本体のみで可能である。また、GNSS（Global Navigation Satellite System：全地球測位システム）を内蔵しており、本体のみでより精度の高い位置情報を画像に付与することができるため、スマートフォン等の通信機器との連携が不要であることを特徴としている。さらにタイムシフト撮影機能（前後に組み込まれた 2 つのカメラを、1 つずつ時間をずらして動作させ、本体で 360 度画像を合成する静止画撮影モード）が標準搭載されているため、撮影者の写り込みを回避することができるなど、現場での扱いが容易である点が選定理由である。本体価格は手配時点（令和 6 年 5 月）で 10 万円程度であった。写真 3-1 に製品外観と撮影風景を示す。



写真 3-1　左：製品外観、右：撮影風景

（２） 地上情報と管路データの一元化

地上情報と管路データの一元化を行う環境は、フリーソフトである QGIS（Ver.3.34）で構築した。元々の管路データが QGIS で作成されており流用が容易であることや、最終的に農村地域の小規模インフラでの適用を図るうえでの汎用性を確保することが QGIS の選定理由である。

360 度カメラで撮影した画像を QGIS に取り込み表示する手順は次の通りである。QGIS のプラグイン機能である Import Photos をインストールすることで、位置情報付き写真（Exif データ）を一括で取り込み、GeoPackage（.gpkg）として保存することができる。また、同じくプラグインである Panorama Viewer をインストールすることで、QGIS 上のビューワーで 360 度画像の閲覧が可能になる。地上情報としての 360 度画像のレイヤーと管路のレイヤーを同時に表示することで、360 度画像と管路のおおよその位置関係を情報として一元化することができる。

（３） 記憶情報の統合

関係者への聞き取り調査は、このように一元化した情報を用いて行うことを想定した。聞き取りによって引き出した記憶情報を文字および画像として一元化した情報に統合できる環境を構築することで、現地に赴くことなく聞き取りが可能である。聞き取り調査に用いる QGIS の画面と記憶情報の入力例を図 3-2 に示す。記憶情報の入力手段は複数あるが、この例では 360 度画像を別のアプリ（RICOH360、RICOH THETA 等）で表示・キャプチャーした画像に写真編集アプリ（Windows フォト等）で描画・コメントを入力している（この時点で画像は 2 次元データとなり、位置情報が失われる）。

（４） コメント入力・データ補正

管路の推定位置等を入力した画像は、地物情報として画像の取得地点に紐づけておくことで第三者が情報を利用しやすくなる。この例では、QGIS の MapTips として当該画像を参照し、撮影地点にマウスホバーすることで表示されるようにしている。図 3-3 に 360 度画像のレイヤーの属性プロパティを示す。図 3-4 に当該レイヤーの MapTips に関するレイヤプロパティを示す。ここでは、地図の Tips を表示する際に、ファイル名（Name）、取得地点の概要（Title）、管路に関するコメント（Comment）を併せて描画するように設定している。

聞き取りの結果、管路データに大きな変更が必要な場合は、編集機能を用いてデータを補正する。その際、補正前のデフォルトデータと補正データは別々に保存するのが望ましい。また、補正履歴が残るように注釈機能を用いて地図上に注釈レイヤーを挿入することもできる。図 3-5 にデータ補正と注釈挿入の例を示す。

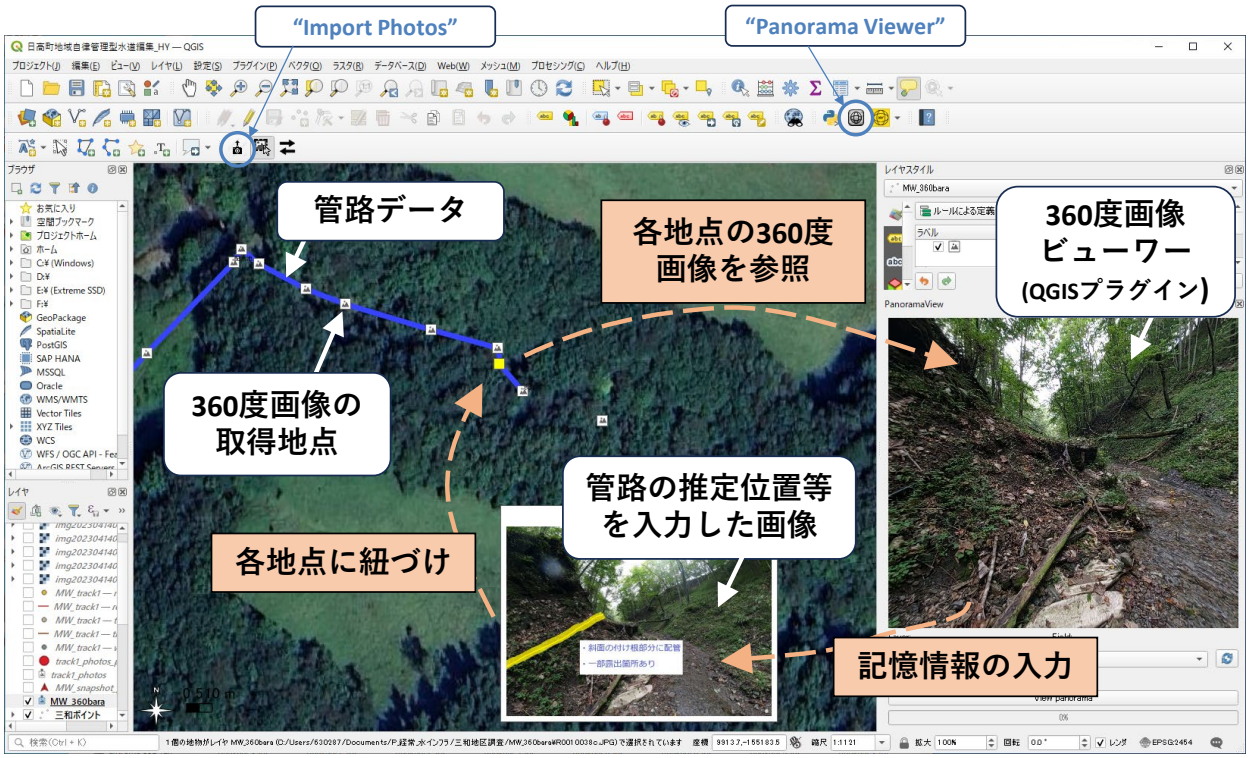


図 3-2　聞き取り調査に用いる QGIS の画面と記憶情報の入力例

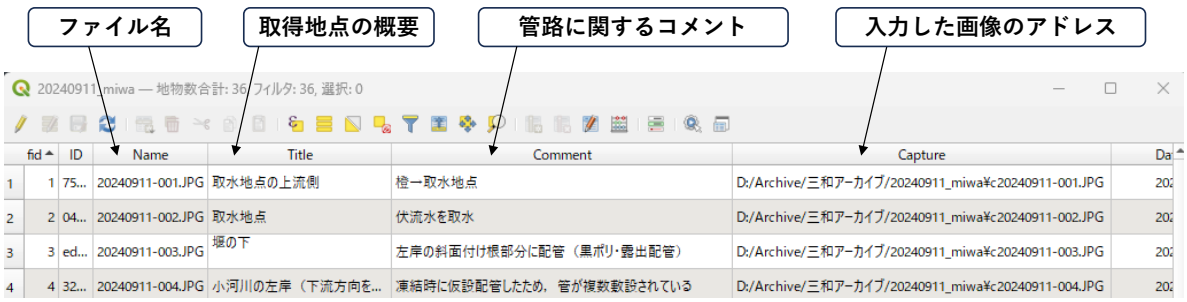


図 3-3　360 度画像レイヤーの属性プロパティ

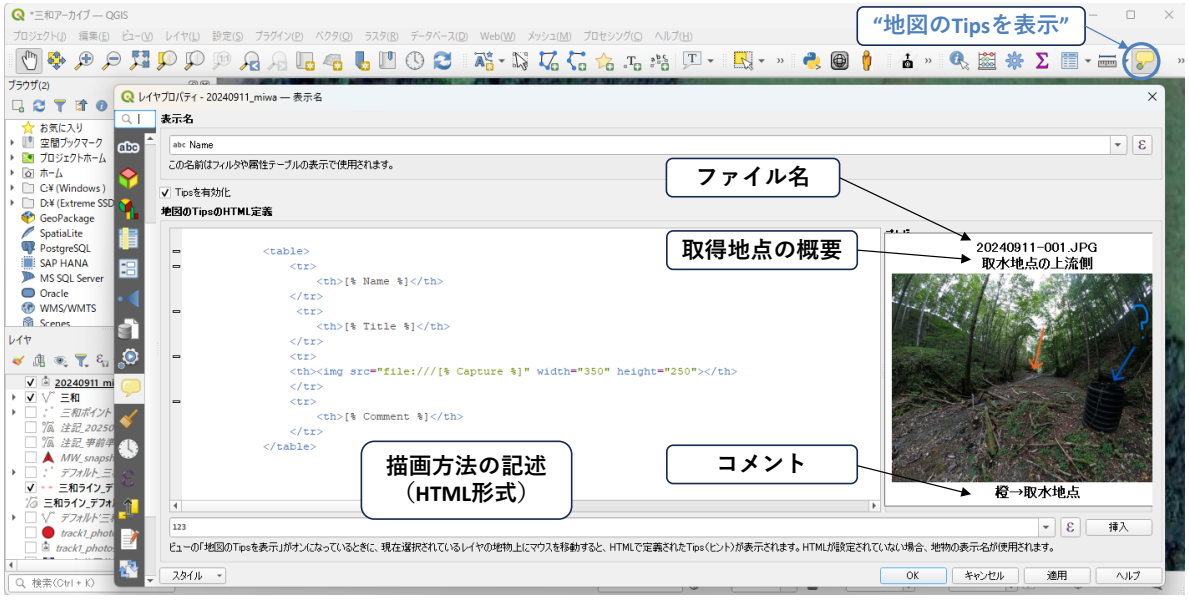


図 3-4　360 度画像レイヤーの Tips に関するレイヤプロパティ

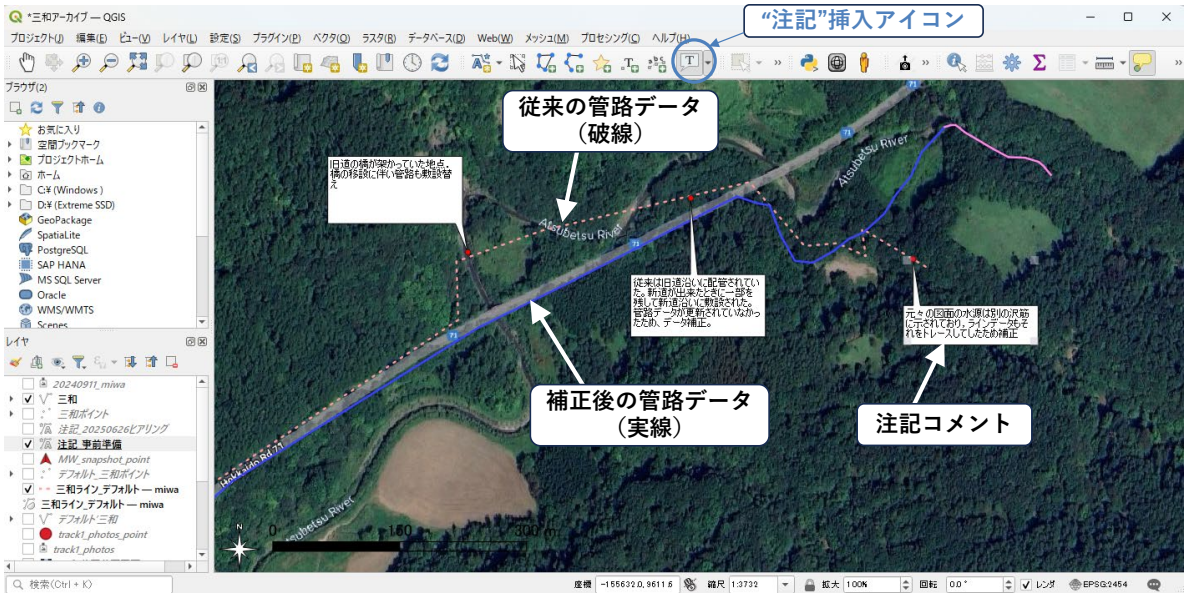


図 3-5　データ補正と注釈挿入の例

４．地下埋設型水インフラの三次元周辺情報のアーカイブ化と見える化の検証

モデルケースにおいて一連のフローを実証し、本手法のメリットや改善点等を抽出するとともに、各プロセスの所要時間を計量した。

４．１ フローの実証と所要時間の計測

（１）ケース１

ケース 1 における実証概要を表 4-1 に示した。地上情報の収集は道総研の担当者 2 名で実施した。車でのアクセスが困難な箇所は徒歩で移動しながら撮影をした。それ以外の箇所は車で移動し、写真撮影時のみ降車して撮影した。現地までの移動を除く正味の作業時間は約 2 時間だった。

地上情報と管路データの一元化は、北方建築総合研究所の事務所デスクで行った。360 度画像の確認と整理を行い、最終的に 36 枚の写真を QGIS に取り込んだ（付録 1)。所要時間としては正味の作業時間である 4 時間を計上したが、一元化手法の検討・試行時間を含むと合計 10 時間以上作業に時間を要した。

本ケースでは、水道の管理者から伝聞する形で役場の水道担当者がある程度の管路情報を有していたため、関係者の記憶情報の統合は①役場の水道担当者、②水道の管理者（地域住民）を対象に実施した。①では、ノートパソコンと 14 型のモバイルモニターに一元化した地上情報と管路データを投影し、360 度画像を参照しながら水道担当者の記憶情報を聞き取った。また、漏水工事対応等で役場に工事の記録が残っている箇所については、図面等を閲覧し情報を取得した。②は、宅地内屋外での端末や図面を用いた聞き取りと自動車による現地案内の 2 段階で実施した。自動車による現地案内は、主要な配管経路に沿って車で移動し、地域の管理者に埋設推定位置に関する記憶情報を聞き取り、途中バルブ設置箇所では車を停めて位置確認をした。なお、地域住民である水道の管理者と直接面識がなかったため、役場の住民生活課職員 1 名に同行を依頼した。聞き取り調査の際に記憶の保持者が表現した内容（付録 2）として以下の特徴があった。

- 管路が水源から末端までほぼ直線状なこともあってか、一本の流れの様に見ているようだった。上流側（水源）から下流側（末端）を見て左右を表すことが多かった。また、上流側を上手（かみて）、下流側を下手（しもて）と表現。
- 道路から見た奥行方向を表す場合は山側、道路側と表現することが多かった。
- 地形としては、高低を表す“山”や道の屈曲を表す“カーブ”および連続した地形や植生が変化する“切れ目”などが目安になっているようだった。
- 地物としては建築物（牛舎、住宅、小屋など）の他に電柱を目印にしている箇所が多かった。

聞き取り調査の所要時間は、①、②合計で正味 3 時間であった。関係者の記憶情報の聞き取り内容に基づいて、北方建築総合研究所の事務所デスクにてキャプチャー画像への描画・コメント入力および注記入力、既存の配管データの位置補正等を実施した（付録 3)。コメント入力・データ補正作業の所要時間は 3 時間だった。

（２）ケース 2

ケース 1 における実証概要を表 4-2 に示した。地上情報の収集は道総研の担当者 1 名で実施した。本ケースは、主要管路の大部分が車でアクセスが可能であったため、車で管路上を移動し、写真撮影時のみ降車して撮影した。現地までの移動を除く正味の作業時間は約 4 時間だった。

地上情報と管路データを一元化は、北方建築総合研究所の事務所デスクで行った。作業内容はケース 1 と概ね同じであり、最終的に 78 枚の写真を QGIS に取り込んだ（付録 4)。所要時間としては正味の作業時間である 6 時間を計上した。

本ケースでは、関連情報を複数の関係者が分散して記憶していたため、複数の水道組合員（地域住民）に集まってもらい一括の聞き取り調査を実施した。ノートパソコンと接続した 40 型の据え置きモニターに一元化した地上情報と管路データを投影し、360 度画像を参照しながら記憶情報を聞き取った。複数人からの聞き取りであることや給水範囲が広いことから、聞き取りは 2 回に分けて行った。聞き取り調査の際に記憶の保持者が表現した内容（付録 5）として以下の特徴があった。

- 各自自分の地先については、配管経路やバルブ位置を把握していた。掘削工事の際の記憶やバルブの位置から推定している様子だった。また、引き込みの配管やバルブの設置は自身で行っているケースもあり、図面に示されていなかったバルブが多数存在することが分かった。
- 管路の埋設位置に関しては、道路と農地の境界の法面や側溝（トラフ）を基準に記憶を呼び起こしている様子だった。
- 特にバルブの位置は用途とともに鮮明に記憶している様子だった。
- 地図でも表現されていない細かな地形が頭に入っ

ている様子であり、地形の勾配等から理論的に配管経路を想定している様子だった。

聞き取り調査の所要時間は、2 回の合計で正味 4 時間であった。今回記憶情報を保持している多くの関係者が集まることができたとのことであるが、農閑期である冬季に聞き取り調査を行ったことで農家である関係者の時間が取りやすかったことも一因であると考えられた。関係者の記憶情報の聞き取り内容に基づいて、北方建築総合研究所の事務所デスクにてキャプチャー画像への描画・コメント入力および注記入力、既存の配管データの位置補正等を実施した（付録 6）。コメント入力・データ補正作業の所要時間は 4 時間だった。

表 4-1　ケース 1 の実証概要

プロセス	・日時（期間） ・場所 ・担当＋対応者	内容	所要時間
（1） 地上情報の取得	・2024 年 9 月 11 日 8:30-10:30 ・現地 ・道総研 2 名で実施	水源から管路末端までの区間において、車移動と徒歩移動を繰り返し 360 度カメラにより地上の周辺情報を撮影。	120 分
（2） 地上情報と管路情報の一元化	・2024 年 11 月 15 日～2025 年 1 月 15 日 ・道総研事務所 ・道総研 1 名で実施	360 度画像の整理・選定、360 度画像を位置情報に基づき QGIS 上に取り込み。	240 分
（3） 関係者の記憶情報の統合①	・2025 年 2 月 3 日、2025 年 6 月 6 日 ・役場会議室 ・道総研 2 名＋役場水道担当 1 名	聞き取り調査の進め方の検討と共有、関連情報の照会と取得。PC およびモバイルモニターに投影した管路データと 360 度画像を用いた関連情報の取得、工事図面の照会と取得。※音声データ取得	80 分
（3） 関係者の記憶情報の統合②	・2025 年 8 月 28 日 10:00～11:00 ・現地（宅地内屋外） ・道総研 2 名＋水道の管理者 1 名+役場住民担当 1 名同行	PC+モニターに投影した管路データと 360 度画像による関連情報の取得、タブレット端末および配管位置図を紙出力した図面を用いた関連情報の取得。	60 分
	・2025 年 8 月 28 日 11:00～11:40 ・現地（車内） ・道総研 2 名＋水道の管理者 1 名+役場住民担当 1 名同行	主要な配管経路に沿って車で移動し、地域の管理者に埋設推定位置に関する記憶情報を聞き取り、途中バルブ設置箇所では車を停めて位置確認をした。 ※音声データ未取得	40 分
（4） コメント入力・データ補正	・2025 年 7 月 22 日～7 月 29 日および 9 月以降随時 ・道総研事務所 ・道総研 1 名で実施	聞き取り内容に基づきキャプチャー画像への描画・コメント入力および注記入力、既存の配管データの位置補正等。	180 分
合計			720 分 （12 時間）

表 4-2　ケース 2 の実証概要

プロセス	・日時（期間） ・場所 ・担当＋対応者	内容	所要時間
（1） 地上情報の取得	・2025 年 9 月 11 日 10:30-13:15 (中断含) ・現地 ・道総研 1 名で実施	車移動と徒歩移動を繰り返し 360 度カメラにより地上の周辺情報を撮影。	130 分
	・2025 年 10 月 14 日 10:40-12:30 ・現地 ・道総研 1 名で実施	車移動と徒歩移動を繰り返し 360 度カメラにより地上の周辺情報を撮影。	110 分
（2） 地上情報と管路情報の一元化	・2025 年 12 月 9 日、2025 年 12 月 11 日 ・道総研事務所 ・道総研 1 名で実施	360 度画像の整理・選定、360 度画像を位置情報に基づき QGIS 上に取り込み。360 度画像のキャプチャーおよびタイトル記入	360 分
（3） 関係者の記憶情報の統合	・2025 年 12 月 12 日 11:00～12:30 ・現地（集会所） ・道総研 2 名＋水道組合員 6 名	PC+据え置きモニターに投影した管路データと 360 度画像による関連情報の取得。 ※音声データ取得	90 分
	・2026 年 1 月 15 日 11:00～11:40 ・現地（宅地屋内） ・道総研 2 名＋水道組合員 8 名	PC+据え置きモニターに投影した管路データと 360 度画像による関連情報の取得。 ※動画撮影、音声データ取得	150 分
（4） コメント入力･データ補正	・2026 年 1 月 14 日～1 月 30 日の随時 ・道総研事務所 ・道総研 1 名で実施	聞き取り内容に基づきキャプチャー画像への描画・コメント入力および注記入力、既存の配管データの位置補正等。	240 分
合計			1080 分 （18 時間）

4．2　改善点の抽出と対応

本研究では、特に聞き取り調査を現地に赴くことなく実施できるように留意して全体のフローや各プロセスの手順を検討した。特に記憶情報の統合のための聞き取り調査を、モニターを参照しながら実施することを重要工程と考えていたが、一元化した情報を表示するモニターのサイズや視認性が聞き取りの効率と精度に大きく影響することがわかった。ケース 1 で用いた 14 型のモバイルモニターは屋内の会議室等で使用する分には有用であったが、屋外の使用は視認性に難があり使用できなかった（写真 4-1)。ケース 2 ではそれへの対応に加え、複数人からの聞き取りを行うため 40 型の据え置きモニターを準備して臨んだ。集会所の様なスペースが確保できたこともあり、複数人からの記憶情報の抽出を効果的に行うことができた（写真 4-2)。

複数人が一つの画面を見て各自の記憶情報を確認することで、人によって微妙に異なる記憶の修正や、ある人しか知らなかった情報の共有ができていたことが確認できた。すなわち地域に与える効果として共通認識を深め確からしい情報を保存する機会になったと考えられる。

記憶情報をテキストや画像としてアーカイブ化する際に、360 度画像そのものに描き込むことができ

れば理想的であったが、今回検討した範囲では容易にそれを実現する手段を見出せなかったため、360度写真からキャプチャー画像を取り出し、そこにコメントや描画をする手段を採用した。360 度画像に直接描画やテキスト入力ができれば、作業の効率性や情報の伝わりやすさが向上するため、関連技術の進展等に関して引き続き情報収集を続ける必要がある。

その他、地上情報の取得や聞き取り調査を効率的に進めるためには、事前に撮影地点の候補と撮影ルートを決めておくこと、聞き取り調査の順序や項目を明確化しておくことが重要であることが確認できた。また、今回は初めてのケースだったため試行や検討に時間を要したデスク作業に関しても、手順やマニュアルを明文化しておくことで効率化が図れると考えられる。



写真 4-1　ケース 1 での聞き取り調査の様子



写真 4-2　ケース 2 での聞き取りの様子

4．3　実証を通じて確認した本手法のメリット

管路情報をアーカイブ化・見える化したことの意義として、個人の記憶頼りだった状況に対し、維持管理・掘削工事の際に作業者が直接判断できる材料や管路更新や再編を検討する際の基礎資料を提供できる点が挙げられる。

今回の実証を通じて特殊な機材や技能を必要としないため、人工をかければ作業が可能であることが確認できた。また、今回特に留意した現地に赴くことなく聞き取りを可能にした点については、複数人へ聞き取りする際も、何度も現場へ行く必要が無く作業が効率化できたことや、複数回の実施や高齢の方への対応が容易になったと考えられる。さらに、地上情報が確認できない積雪期（すなわち農閑期）においても実施できるため、関係者に農家が多い農山村地域に適していると考えられた。結果として、地域で手間を出し合って運営している地域自律管理型水道で導入しやすい仕組みを実現することができた。

5．まとめと今後の見通し

本手法では、農山村地域の水インフラを想定して、特殊な機材や技能を必要とせず人工だけで作業可能になるようフローを検討した。360 度カメラを用いて管路埋設位置を特定する際の目印となる地形や構造物等の地上情報を取得するとともに、それらを GIS 化された管路データとあらかじめ一元化した情報を用いて聞き取り調査を行うことで、関係者の記憶情報を統合するフローを構築した。ケーススタディによる一連のフローの実証を通じて、各プロセスの所要時間や改善点の抽出を行った。結果として、地域で手間を出し合って運営をしている地域自律管理型水道で導入しやすい仕組みを実現することができた。

今後、作業の効率化（手順の最適化、マニュアルの作成等）や導入先（市町村、水道利用組合）および実施主体との連携を図ることで本手法の普及を進める。また、モデルケース以外の地域自律管理型水道において、地域の主体が本手法によって管路情報の見える化とアーカイブ化を進める際には技術的な支援を行う。

[注記]

注 2-1) 地域住民が管理に携わる極小規模な水供給システムの総称。特に給水人口が 100 人以下の場合は、水道種別「その他」とされ水道法の適用外になり、運用や維持管理の形態が地域により多様であることが知られている。

[参考文献]

1) 牛島健, 増田貴則 : 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〈総説〉, 保健医療科学, 71(3):254-263、2022.

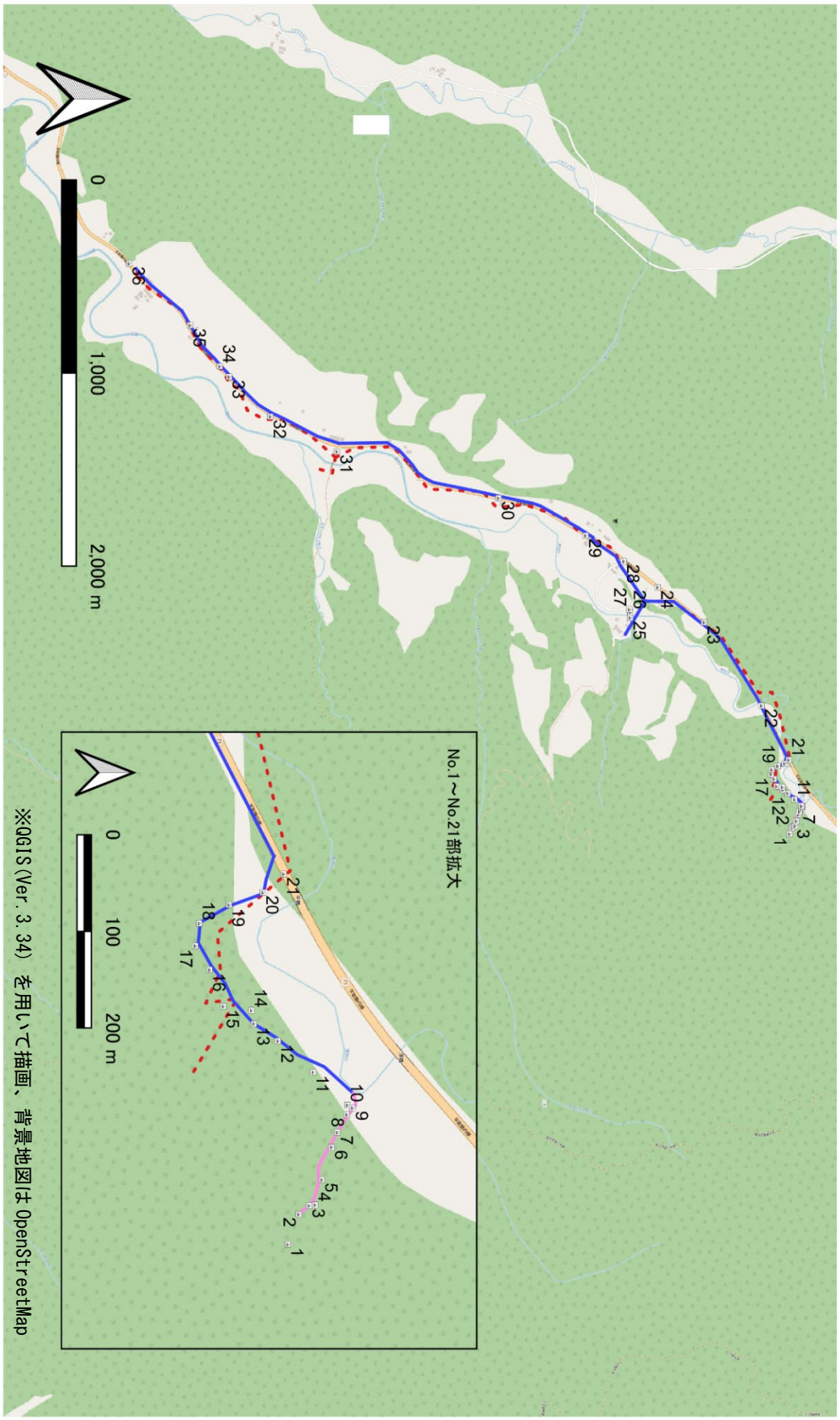
2) 牛島 健、石井 旭、長谷川 祥樹、福井 淳一、松村 博文 : 地

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，地方独立行政法人北海道立総合研究機構 建築研究本部北方建築総合研究所 調査研究報告，No399.

[研究成果の発表等]

1) 長谷川祥樹， 牛島健：地域自律管理型水道を対象とした地下埋設型水インフラ情報の見える化とアーカイブ化の試み. 第59回日本水環境学会年会講演集, p586, 2025. 3, 札幌.

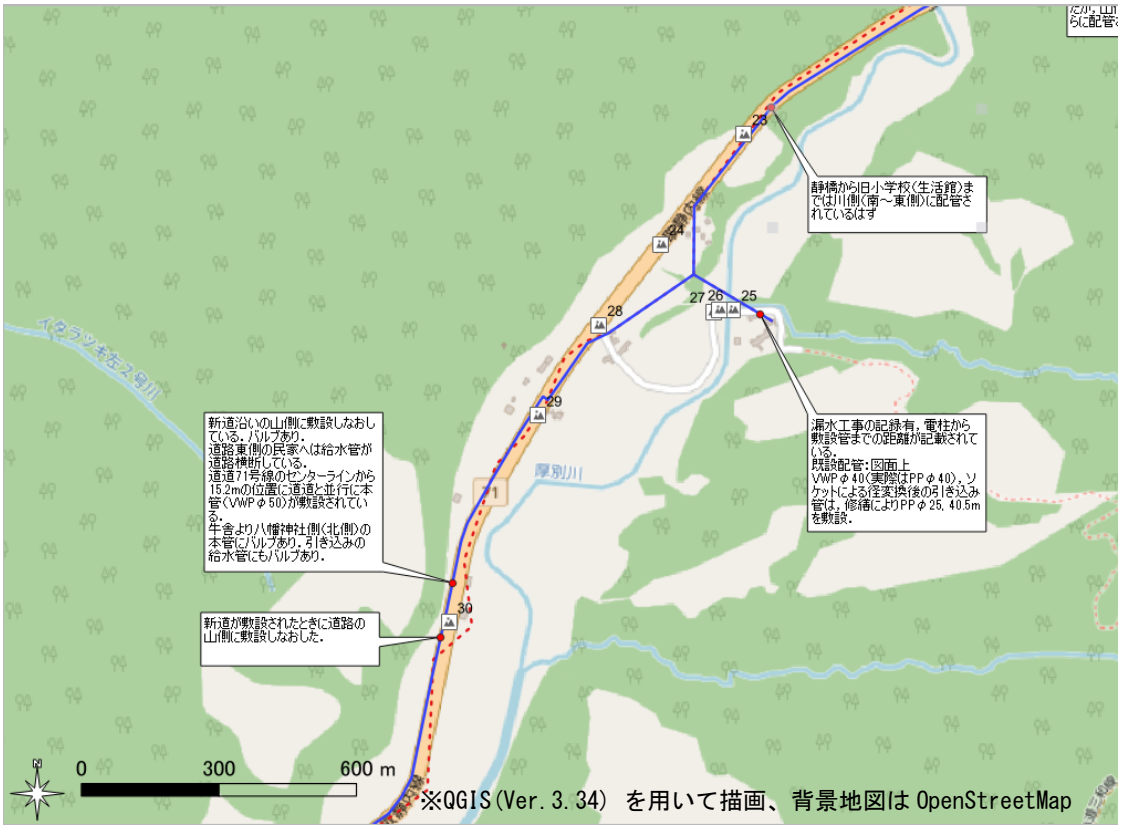
付録１　地上情報と管路データを一元化したデータ（ケース 1）



付録２ 記憶情報の聞き取り結果（ケース 1）

地点 No.	記憶の表現内容（地域の管理者の発言）
1～10	・平成 15 年の水害の時に土砂崩れがあった。管を付け替えた。水源地の堰や立管はその後に作ったもの。 ・[位置] 複数本あるのは凍結対応の際に仮設配管して据え置かれたもの，管は水源の沢の左岸（管路の下手側）を走っている。
10～21	・[位置] 配水池から見て左側（山側） ・炭焼き小屋があったところ
21～22	・[位置] 上手から見て左側 ・[距離] 道路のそば
22～24	・[位置] 上手から見て左側 ・[距離] 途中（バルブくらい）までは法面上，それ以降は法面下
24～28	・図面よりも T 字型（直角に近い形）で分岐している可能性あり ・水害で橋が流されたため，橋を付け替えている。20m くらい上流側に移動している。その際に配管もし直しており，今は橋のすぐ下流側で川を渡っている
28～29	・分岐後，新道へ寄る際は住宅と住宅の間を通っている可能性あり ・道路横断の位置：生活館よりも下手側にある沢と（生活館への）取り付きの間くらい。道道の下手を見て左側から右側へ横断。その後はずっと右側に配管
29～30	・右側へ渡った後は，道路から 10～15m くらい中に入ったところ。 ・手前側の電柱より向こう側（畑側）で奥の電柱より手前（道路側） ・右手側の 1 軒目住宅付近：小屋の向こう側，奥の電柱の手前側
30～31	・地形に沿って配管しているので場所によっては道路からだいぶ離れている所や段の上になっている所もある ・右手側住宅（現佐藤さん宅）付近：牛舎と家の間（少し高い所にある），少し下手側では小屋の手前で電柱の近くに配管 ・T 字分岐付近の牛舎（台の上にある）：牛舎より山側（牛舎の裏側）
31～36	・旧神社付近：ちょうど電柱の奥くらい ・沢を渡ったあたりから山（丘）を登っている。山の上には牧草地がある。山の上にエア抜きのバルブが 2 か所ある，ここで空気抜かないとエアロックしてしまう。 ・配管敷設の際，ちょうど道道の工事をしていたためそれを避けて山側の配管した ・山から下りてきた後は電柱よりも山側に配管 ・畑の縁（ふち），電柱と山の間，鹿柵のところ ・末端の牛舎向かいの住宅：住宅の前を配管，住宅を過ぎたところが末端。 ・末端の牛舎の木の電柱の所で道路横断して牛舎側に引き込み

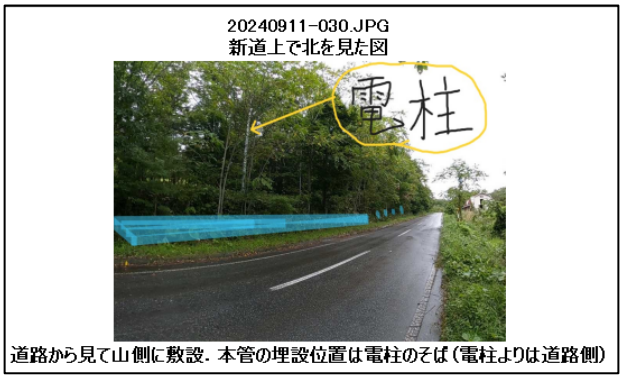
付録３　コメント入力およびデータ補正の例（ケース 1）



コメント入力およびデータ補正箇所（抜粋）

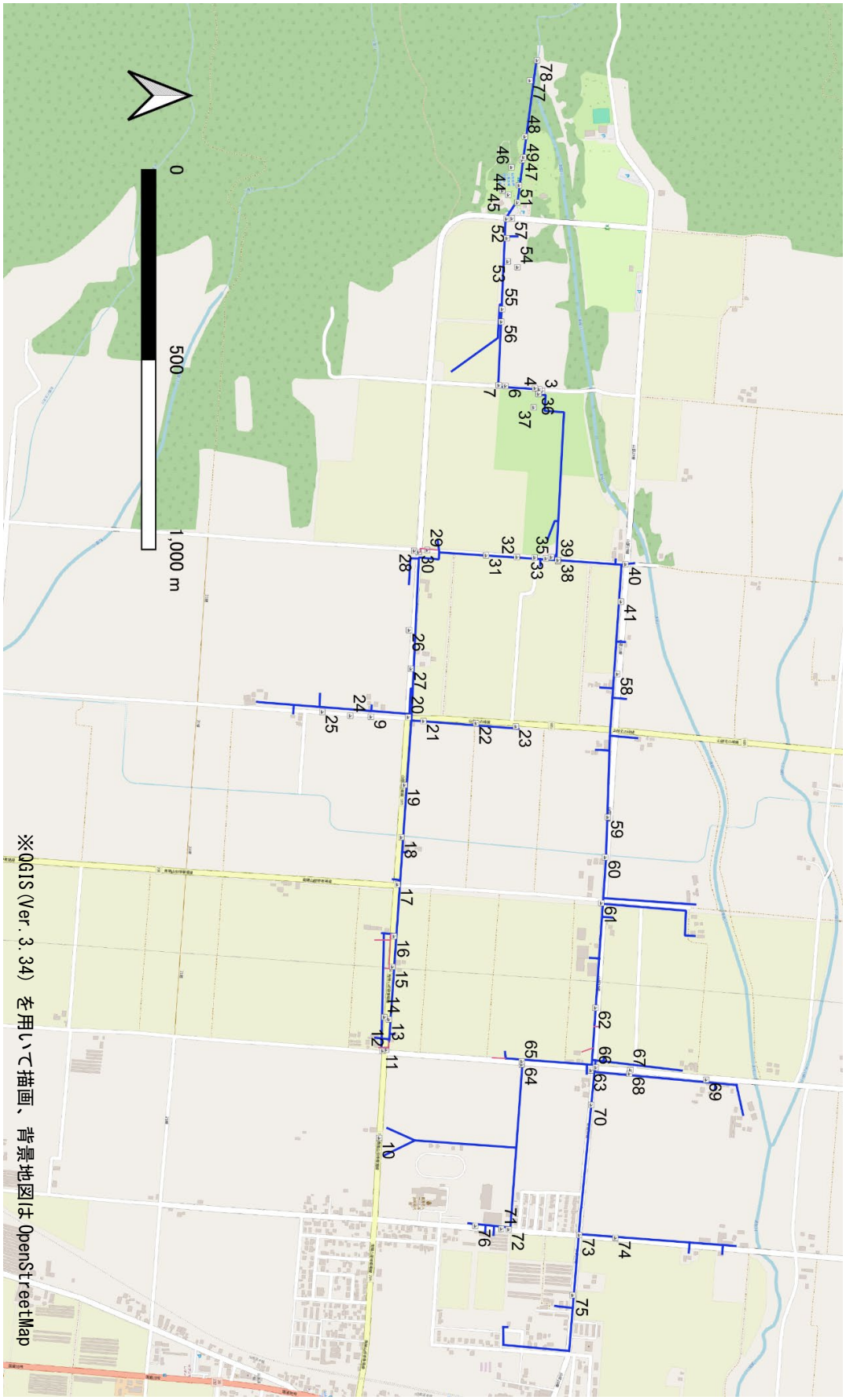
吹き出しは注釈機能で挿入した管路情報、赤色の破線が補正前の管路データ、青色の実線が補正後の管路を示す。





画像として各地点に紐づけた記憶情報の例（左：地点 No.29、右：No.30）

付録４　地上情報と管路データを一元化したデータ（ケース 2）



付録５　記憶情報の聞き取り結果（ケース 2）

地点 No.	記憶の表現内容
44～51 およびその上流側（西側）	・石綿管から塩ビ管に入れ替えた部分、かなり昔のことなので詳細な埋設位置はほとんど不明。
43、57	・ここより下流側は分かる部分が多い。 ・溜め池の盛土斜面のカタに埋設してある
52,　55, 56	・溜め池沿いに配管してある ・溜め池の盛土斜面の付け根に埋設 ・56 の下流側（東側）のにバルブがある
4～8	・砂利道の西側に側溝（トラフ）があり、多分そちら側に配管があるはず。ただし道の反対だったかもしれない。 ・浄水施設の直前で道路横断して着水枡に接続している。
1～3, 36, 37	・排泥管、排水管が複数あるようだ。一本は割れており一部露出している。オーバーフローした水が流れている気がするが、用途がよく分からない。
38, 39	・D 型ハウスの角にバルブがある。二股に分岐した直後だと思われる。
41, 42	・道路の南側に配管、トラフの下に埋設している可能性あり。 ・このあたりは大体路線沿いに（管が）入っている。
33, 34	・分岐直後（南側）は、道路脇の法面の辺り（法尻）、藪より道路側に配管してある
28,　29, 30	・宅地跡に立ち上げがある。道路横断は交差点のあたりでしてあるはず。 ・過去に原石上げするために掘削した場所なので、管があったらわかったはず。
58	・D 型ハウスの横に古い立ち上げがある。
75	・ここが現在の末端になっている。住宅横くらいに末端の排泥バルブがある。
73	・交差点から北側に 10m くらいのところにストップバルブがある。道路上（法面の上側）にある。
62,　63, 64	・引き込み用のバルブが複数ある。
71, 76	・管路データ（図面）の間違いと思われる管が複数ある。
66～69	・特殊な地形だから図面の通り 2 本並行しているのかもしれない。
61	・北側の枝管に大小バルブがある。
26, 27	・道路の北側、昔漏水して掘ったら道路の下くらいに管があった。
20	・南側の枝管は、もっと道路側に埋設してあるはず。引き込みバルブを複数ある。
16,　15, 13	（管路データの経路の修正の指摘など複数箇所）

付録６　コメント入力およびデータ補正の例（ケース 1）



コメント入力およびデータ補正箇所（抜粋）

吹き出しは注釈機能で挿入した管路情報、青色の実線は管路.を示す。





画像として各地点に紐づけた記憶情報の例　（左：地点 No.41、右：No.38）