

令和7年度 地域社会DX推進パッケージ事業
(実証事業 先進無線システム活用タイプ)

IoTデバイスを用いた上下水道の多地点同期計測による インフラ点検技術の実証 成果報告書

2026年3月13日
シャープ株式会社

成果報告書 目次

I. 地域の課題と目指す姿

1. 地域の課題と目指す姿
2. これまでの取り組み状況と今後の実現ステップ
3. 過年度の実証内容と本年度の実証内容の差分
4. 実証の必要性
5. 成果 (アウトカム) 指標
ロジックツリー
実証内容
成果 (アウトカム) 指標の設定:
本実証
成果 (アウトカム) 指標の設定:
実装・横展開

II. ソリューション

1. 活用ソリューション
ソリューションの概要
活用している先進技術
2. ネットワーク・システム構成
 - a. ネットワーク・システム構成図
 - b. 設置場所・基地局等
 - c. 設備・機器等の概要
3. ソリューション等の採用理由
 - a. 他ソリューションに対する優位性・新規性
 - b. 無線通信技術の優位性
4. 期待効果/資金計画_導入先
期待効果の根拠_導入先
期待効果/資金計画_販売主体
期待効果の根拠_販売主体
費用対効果

III. 実証

1. 計画概要
2. 検証項目・方法
 - a. 効果面
 - b. 技術面
 - c. 運営面
 - d. 展開先
3. スケジュール
4. リスクと対応策
5. PDCAの実施方法
6. 実施体制

実証

実証・実装・
横展開

IV. 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

1. スケジュール (実績)
2. 検証項目ごとの結果
3. 実装・横展開に向けた準備状況
4. 実装・横展開に向けた課題および対応策
5. (参考) 実証視察会
 - a. 概要
 - b. 質問事項と対応方針

V. 実装・横展開の計画

1. 実装の計画
 - a. 実装において今後目指す状態
 - b. 今後3年間で実施するアクション
 - c. 実装の体制
 - d. ソリューション (変更点)
2. 横展開の計画
 - a. 横展開の体制
 - b. ビジネスモデル
3. 期待効果/資金計画
 - a. 販売主体
 - b. 導入先
4. 資金計画

VI. 指摘事項に対する反映状況

1. 実証過程での指摘事項に対する反映状況
2. 成果報告会での指摘事項に対する反映状況

I 地域の課題と目指す姿

① 地域の課題と目指す姿

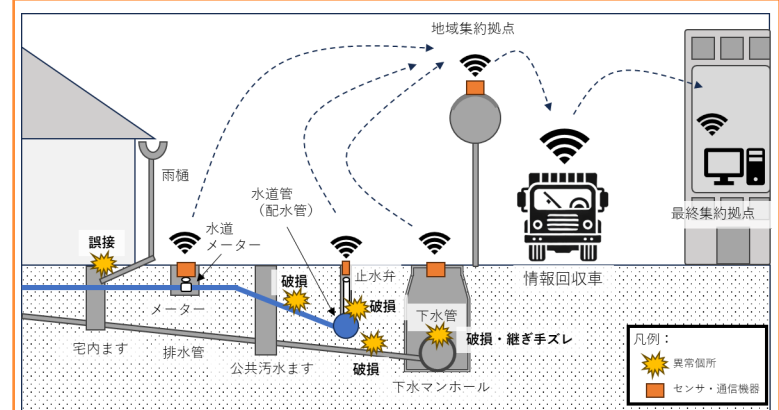
本事業の対象とする地域課題

対象者	内容
a 八代市の 上水道事業者 ・下水道事業者	<p>老朽インフラの点検・更新が追いついていない</p> <ul style="list-style-type: none">特に、H28年の熊本地震をきっかけに漏水による無効水量が高止まりしており、水道経営を圧迫している。管路/管渠更新率が低い水準にとどまっており、根本的な対策が後回しになっている状況が確認できる。管路/管渠の経年劣化率も年々上昇しているが、インフラ点検、更新にかけられる予算も限られており、効率的なインフラ管理が求められる。
b 八代市の 上水道事業者 ・下水道事業者	<p>運用コストが低減できていない</p> <ul style="list-style-type: none">2013年をピークに水道給水人口は漸減。未普及地域への新規配水管の布設を進めることで、有収水量は漸減～横ばいにとどめているものの、大幅な収益増加は見込めない。（上水・下水共通の課題）漏水や不明水の有収率への影響は一層深刻になっており、事故発生後の早急な手当て、更には事故自体の抑制が重要になってくるが、事故の大多数を占める枝管(上下水道本管と家庭を結ぶ管)の自動検査技術が確立できていない。一方で、予算・人手が限られる中で、上下水道運用の枠組みを短期的に大きく変更することは困難であり、現行の検査手法との親和性の高さも考慮する必要がある。
c 八代市の 上水道事業者 ・下水道事業者	<p>人材育成・技術伝承が困難</p> <ul style="list-style-type: none">直近の10年で八代市の水道局職員数は約25%、下水道局員は20%減少。少ない人員での効率的な業務遂行が求められ、人員の即戦力化が必要となる。全国同様、八代市においても職員の高齢化は進んでおり、技術力・ノウハウなど“個人に紐づくスキル”が退職等で失われないように、技術継承の仕組みの構築が課題。

目指す姿

IoT等の活用による上下水道事業のデジタル化や付加価値の創出

- 老朽上下水道インフラが増えていく中でも、IoT等を活用した本システムを上下水道に対し横断的に導入することで、漏水、不明水などの事故の早期発見や、事故発生前の兆候等の情報が取得でき、これら情報を用いてインフラ更新の優先判断を行うなど、効率化された上下水道インフラ運営を実現する。
- また、これら情報はデジタルで可視化、蓄積されるため、上下水道事業者の職員にとって容易に把握できる“技術・ノウハウ”となる。従来、人に紐づいていたこれらのスキルを、人員の退職などで途絶えさせることなく継承する仕組みも提供する。
- 他目的での定期巡回作業車等も活用して情報回収コストを低減させるなど、効率的かつコストの抑えられる持続可能な運用方法を実現する。

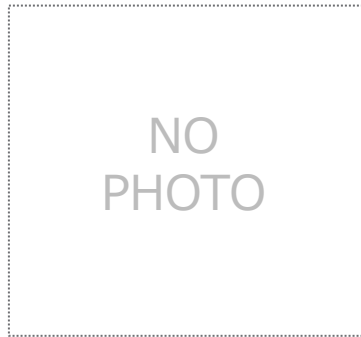


② これまでの取り組み状況と今後の実現ステップ

これまでの取り組み

2022~2023

第2次2期八代市総合計画に基づく取り組み

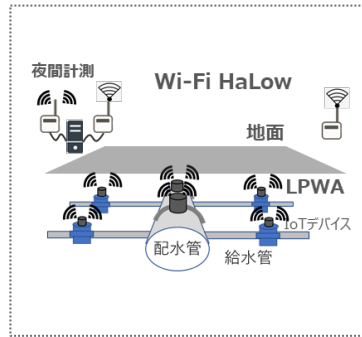


第2次2期八代市総合計画に基づく取り組み。水の安定供給と水道経営の安定化に取り組んだ。

- 老朽管の更新と業務委託の推進：管路の経過年数や漏水実績等を考慮し、老朽管路等を更新
- 上水道事業では、窓口業務委託の実施、水道料金の電子決済化を図り経営の効率化を進めた

2024

R6地域デジタル基盤活用推進事業 (実証事業)



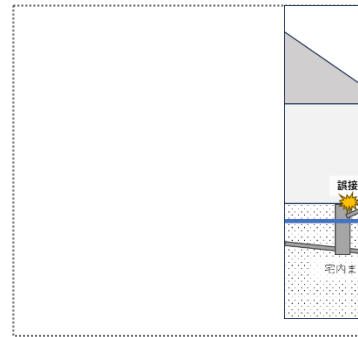
IoTセンサとLPWAを活用した上水道漏水検知の実証実験を実施、効果を確認。

- 街中の水道メーターに設置したセンサで同期計測した振動データを、LPWAで施設に集約。複数の観測データから漏水の有無・その位置を特定
- 現状の上水道漏水調査の置き換えに向けて、プロジェクトメンバーと八代市とで導入に向けた議論を実施

目指す姿に向けた実現ステップ

2025

実証

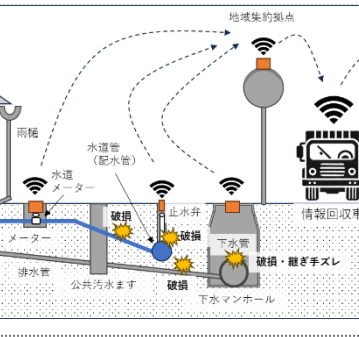


Wi-Fi6E/7/LPWAを使った上下水道の多点相関計測の実証。

- 八代市内での実証
- 様々な管種、管径での漏水検査の実証
- 無線システムの構築および動作安定性の実証
- 測定およびデータ収集の仕組み構築および、現地の上水道検査業者も含めた実証

2026

実装

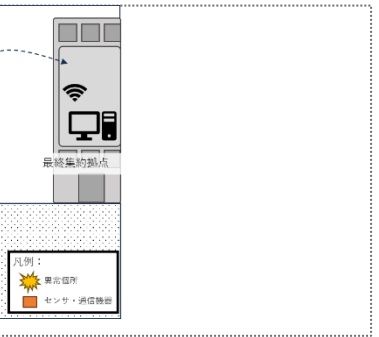


上下水道異常検査の精度向上とビッグデータを使った業務効率向上、ビジネスモデルの確立。

- 高精度異常検査システムの実装
- IoTデバイスの量産試作と実装
- ビッグデータを使った補修優先判断および故障予知判断の検討
- 下水道の逸水リスク判定機能の実装

2027~2028

横展開 (最終的なゴール)



上下水道向けIoTデバイスの量産化・高付加価値化。

- 配水最適化機能等の業務高付加価値化の機能実装
- 継承技術の可視化システム実装
- IoTデバイスの標準化
- 自動検針（スマートメーター）への展開
- 下水道の運転管理補助情報提示機能の実装

③ 過年度の実証内容と本年度の実証内容の差分

過年度の実証を通じ見えてきた／解決できなかった課題

量水器内アンテナ設置時の信号減衰に伴い通信可能距離が低下する

データ集約時の通信速度不足、1拠点（最終集約地点）への集約には通信可能距離が不足している

実環境における管種別の振動伝達特性の推定が不十分であって、漏水位置推定精度が不足し、結果として漏水位置特定のオペレーションコストが増大する

量水器への機材取り付け時、アンテナ設置に時間がかかる

令和7年度の実証で取り組む実証内容

量水器内のセンサ設置を前提とし、センサ間距離40mを実現する専用アンテナの設計・開発・実証実験の実施

複数のデータ集約拠点を設け、拠点あたりの集約データ量を軽減
既存の巡回作業車等を想定した最終集約地点への収集の検討

自治体と協力し、更に広範囲で実証実施、多数のサンプルを取得（金属管、大口径管含む）
管を加振するなど、新たな計測方法の検討や、信号処理の工夫

量水器に簡単に取り付けが可能なアンテナ固定治具の開発

4 実証の必要性

実装する上での課題(今のままでは実装できない理由)

- 地下設備（量水器内/マンホール内）へのアンテナ設置により、信号が減衰し通信可能距離が低下する（上下水道共通）
- データ集約時の通信速度不足、1拠点（最終集約地点）への集約には通信可能距離が不足している（上下水道共通）
- 実環境における管種別の振動伝達特性の推定が不十分であって、漏水位置推定精度が不足し、結果として漏水位置特定のオペレーションコストが増大している（上水道）
- 量水器への機材取り付け時、アンテナ設置に時間がかかる（上水道）



左記課題をクリアするために、実証事業を通じて検証すること

ソリューションの導入による経費削減、収益向上の効果の大きさ及び技術面だけではなく、初期費用やオペレーション面も含めて持続可能であり現場として納得できるものになっているかも含めて見極め、実装可否の検証

技術面

- ① センサ間の接続可能距離40mの達成、
- ② 上水漏水検知率 90%（150 l/h以上）、
- ③ 異常位置特定精度 3m

効果面

音聴調査員稼働時間の削減可能性検証（従来比1/10以下）
システム利用時の点検業務全体コストの削減可能性検証（40%以上の削減）

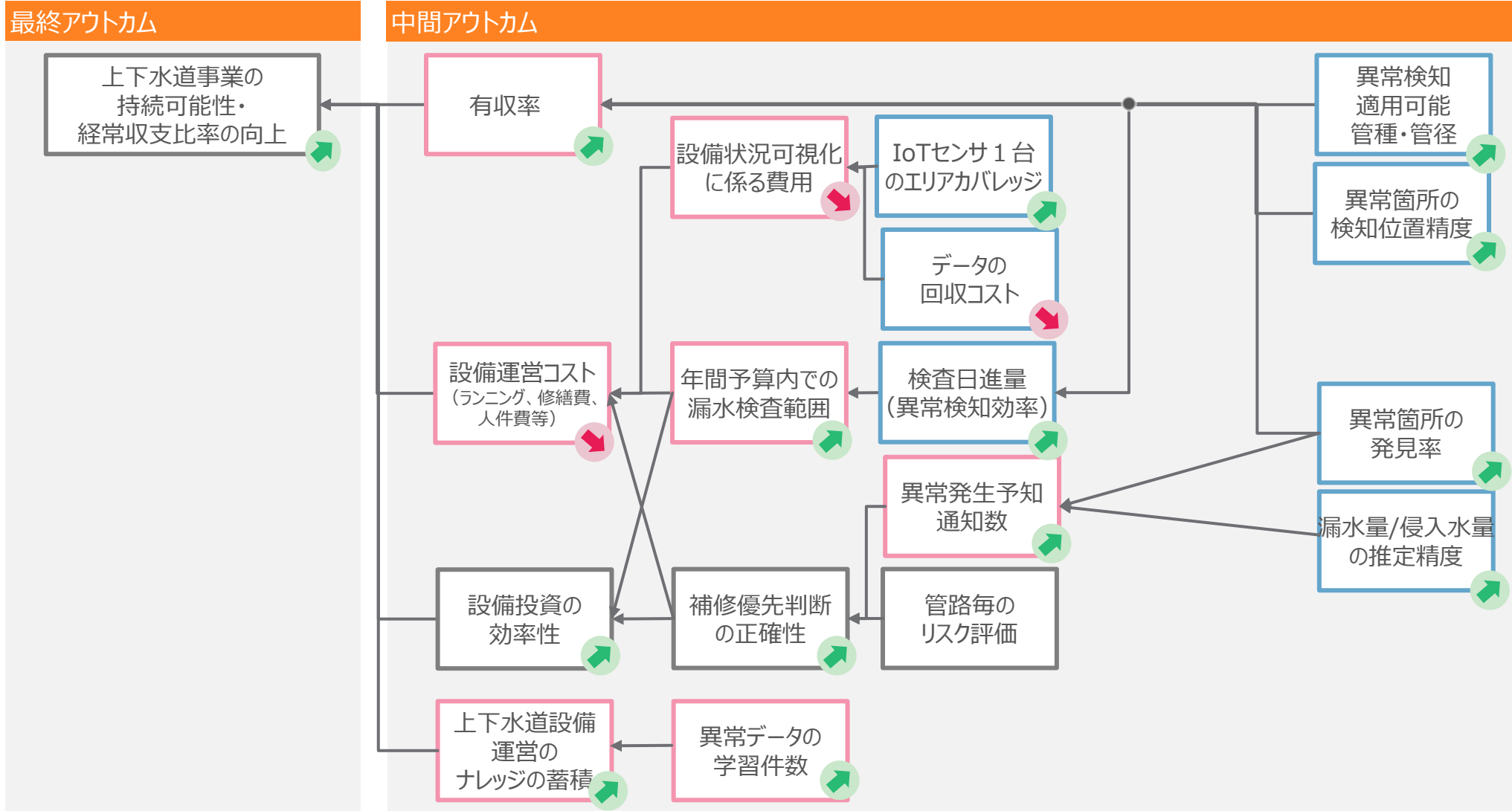
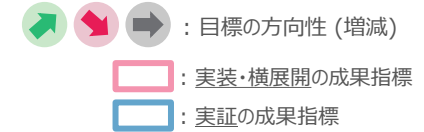
運営面

実装したシステムが実際の現場で受け入れ可能か、自治体や検査業者に実際に利用してもらう等で効果を検証

展開先

上・下水道インフラ管理の効率化の観点で、実証先以外の事業者にとっても魅力的なソリューションか検証（目標：3団体以上）

5 成果 (アウトカム) 指標 ロジックツリー



I 地域の課題と目指す姿

実証内容

成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証 (1/2)

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
異常検知適用可能 管種・管径	上水) ビニル管・ポリ エチレン管を含む管 種での漏水検知(~ Φ200) 下水) VU管の人手 による目視検知(主 に Φ150~200)	上水) 大口径管 (Φ200~)の漏水検 知ができること 下水) ビニル (VUま たはVP) 管(Φ150 ~200) での異常 検知ができること	上水) 異常検知の汎用性を高める為、Φ200以 上の大口径管で検知方法を確立する 下水) 流入元特定に重要な下水上流域での不明 水調査にフォーカス。当該区域で利用率が高いビニ ル管での破損発生個所、継ぎ手異常個所等から 流入水音を検知し、場所特定方法を確立する。	システムに因る異常検知 結果と人手による目視等 の異常確定調査結果との 突合せ
異常箇所の検知位置精度	上水) 音聴調査の 検知位置誤差は数 m 下水) 総当たり式の 水位調査/カメラ調 査による異常位置推 定 ※1	上水・下水) 検 知位置誤差3m 以内であること	上水) 配水管から分岐した給水管上の量水ボックス までの距離が平均3m程度と推定※2。漏水確定調査 を容易にすると共に、配水管と給水管のどちらでの漏 水なのかを判断しやすくする。 下水) 1スパン30mの下水管の1/10以下の精度で あればカメラ車を使った不明水流入箇所確定調査が 容易になる。 ※2. 量水器は点検・検針がしやすいように敷地境界の近くに設置されることが一般的であることを前提に推定値算出	異常検知結果と掘削時 の結果 (工事時の確認 作業) の突合せ
異常個所の発見率	上水) 人手による音 聴調査で漏水確認 下水) 人手による目 視検知(カメラ検査)	上水) 150 l/h 以上の漏水の検知 90%以上であるこ と 下水) 流入水の 検知90%以上で あること	150 l/h以上の上水における漏水、または 下水における流入水の検知を、従来の調査方 法で最も発見精度が高いと言われているトレー サーガスによる調査による発見率90%以上と 同等に設定した。	システムに因る異常検知 結果と人手による目視等 の異常確定調査結果との 突合せ
漏水量/侵入水量の推定精度	上水・下水) 上水の 音聴調査での漏水 量推定や、下水の目 視検査による破損度 合は検査者の推定 値 (検査者毎にブレ が生じる)	データ解析から水 量を推定し3段 階の判定結果出 力ができること	漏水量および侵入水量検知方法の確立 過去の検知データおよび判定水量を用いて漏 水量/侵入水量を推定し、[150 l/h未満]・ [150~300 l/h]・[300 l/h以上]の3段階 の判定結果出力を可能とする。	同一の検査者が判定した 漏水量と、推定した漏水 量の比較

I 地域の課題と目指す姿

実証内容

成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証 (2/2)

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
検査日進量 (異常検知効率)	戸別音聴調査 380戸/日 (平均給水戸数 101~150戸/ km)	上水) センサ取付・ 取外し480戸/日/ 班 (平均給水戸数 101~150戸/km) 下水) センサを用い た雨天時浸入水の 位置検知できること	上水) 従来の戸別音聴調査同等の日進量を、 非専門家で実現し、かつ高精度な漏水検査が できる。 下水) 道路占有を要する視覚調査 (雨天時 TVカメラ探査) に依らず雨天時浸入水を発見 する。	1戸当たりのセンサ取付作 業にかかる時間 = 平均1 分以下を満たすことを確 認する
IoTセンサ1台の エリアカバレッジ	センサ間距離 10m	設置場所に因らず、 安定的にセンサ間 距離40mで通信可 能とすること	上水) 4戸にセンサ1個程度の設置とし、設置 オペレーションコスト、初期導入コストを抑える 下水) 標準的なマンホール間距離約30mをカ バーする。	想定距離に設置したセンサ 間での通信が可能かを確認 する。(水道台帳および下 水道台帳から曲がり角や障 害物を確認し結果の汎化 有効性も確認する。)
データの回収コスト	LPWA (Wi-Fi HaLow等) では、地 域集約拠点⇄最終集 約地点間の遠距離通 信に中継コスト (機材 設置費等) が50万円 以上※1 (1中継点あ たり) がかかる	機材コスト) 3万円 /1地域集約拠点 回収時間) 20秒 (Wi-Fi7利用時) ~1分 (Wi-Fi6E 利用時) 以内/1 地域集約拠点※2※ 3	巡回車による集約により、必要機材数ならびにコス トを削減することが可能。また、ゴミ収集等既に稼働 している巡回業務との共同作業とすることによって、 データ回収の為に巡回コストを低減させる。巡回に 掛かる新規発生コストを可能な限り0にすることを 目的とし、データ回収時間は従来の巡回業務に影 響を与えないレベルの時間で済むものと定義し、1分 /1地域集約拠点とした。	作業時間を金額換算し、 LPWAで接続した場合の 中継コストと、巡回車での データ回収コストを比較す る

※1 中継距離を平均3kmとし、この距離の中継に必要な中継機材を約5万円x10台程度と仮定して試算した額

※2 地域集約点 1つあたり10GBのデータを収集する場合の見積

※3 ゴミ収集業務における1拠点あたりの停車時間見積り: 30秒~数分に合わせた目標値としている

I 地域の課題と目指す姿

実証内容

成果 (アウトカム) 指標の設定: 実装・横展開 (1/2)

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
有収率	約85% (給水人口3万人～5万人の事業体の全国平均有収率)	90%(2029年)	漏水を減らし、無効水量を減らすことによって有収率の改善を図る。有収率は高い方が良いが、全国平均の90%を目標値と設定し、目標値未達の自治体向けにまず展開する事を想定した。	有収率 = $\frac{\text{年間総有収水量}}{\text{年間総配水量}}$
漏水発生予知通知数	— (該当なし)	漏水発生件数の10% (漏水予知導入以前比)	漏水発生時の振動データ・周辺環境データを、発生以前の同データ群と共に蓄積し、これら蓄積データ群に基づく漏水リスクの評価システムを実現、高確率に漏水発生が予想される管路を通知する。	対象地域の漏水発生件数に対する通知数の割合
年間予算内での漏水検査範囲	調査費用(参考) 1,000万円 /単位エリア※ ※総延長約100km、調査戸数約17,000 (八尾市の事例による参考値)	単位エリアあたりの調査費用1/2	漏水調査にかかる作業工数を半分以下に削減しつつ漏水の検知率を向上させることにより調査範囲を拡大する。	単位エリア当たりの調査コスト
設備運営コスト (ランニング、修繕費、人件費等)	突発事故に対応する形で収益的支出として執行されている	修繕対応費2/3	漏水リスクの高い管路を優先的に更新することによって突発的かつ大規模な漏水事故を未然に防ぎ、当該事故対応に充てる費用を軽減する。従来、突発的な漏水に対する作業は、緊急的な人員招集・部材調達や工事の夜間実施などで、通常業務に比べ人件費・部材費が割り増しされることがあったが、これを通常業務内に組み込むことで対応コストを下げる。	修繕費、人件費等の執行状況の検証

I 地域の課題と目指す姿

実証内容

成果（アウトカム）指標の設定：実装・横展開（2/2）

成果（アウトカム）指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
設備状況可視化に係る費用	－ （現状値なし）	システムの構成を 選択できるようにし、 最小セットで初期 費用150万円程 度	IoTセンサ10個を最小セットとし、状況に応じてス ケールアップも可能なシステムセットとすることで、初 期導入費用を極力抑えることも可能とする。	－

II ソリューション

① 活用ソリューション

ソリューションの概要

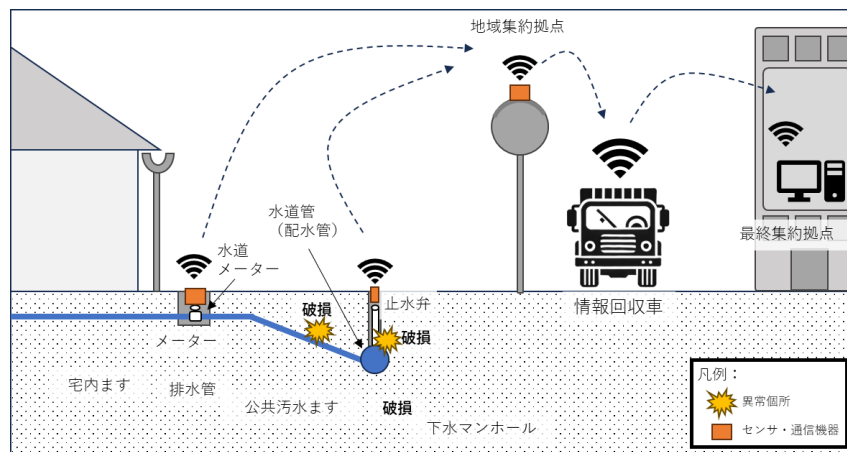
上水道の異常検知

ソリューションの概要

IoTデバイスを用いた上下水道の多地点同期計測によるインフラ点検技術の実証

【上水道内の異常検知】

- 漏水等の異常検知の為、発生箇所の大部分を占める給水管（水道本管である配水管と家庭を結ぶ管）を含めた水道管の振動データを取得、データ解析を行う。
- 水道メーターや止水弁/制水弁に上に、振動センサと通信モジュール（以降、IoTセンサ）を複数設置し、ノイズの少ない夜間計測に同期振動計測を行って、検査エリア内の本管や枝管に発生している漏水を検知、位置特定する。振動センサ設置箇所として検査業者がアクセスしやすい家庭の水道メータを許容することで、容易に運用できるシステムとする。
- データの同期取得には、見通し2 km（最長）の通信・30 μ sの同期精度を実現する、ソナス社のLPWAを用い、100 μ s以下の同期精度を確保する。
- 各IoTデバイスで得られたデータはUNISONet（ソナス社のLPWA通信網）にてメッシュネットワークを構築、地域集約拠点所に集めた上で、定期巡回車とWi-Fi 7/6Eを組み合わせたによる拠点回収の仕組みを構築することで、広大な上下水道提供エリアを安価にカバーする。



中間アウトカム（実証）

定量アウトカム

- 異常検知位置誤差3m以内
- 150 l/h以上の漏水の検知90%以上
- 漏水量推定し3段階のレベル判定
- 検査員ひとりあたりの漏水検査日進量480戸

定性アウトカム

- 金属管、非金属管、ならびに大口径管など、対応管種の拡大
- 現状の検査手法との親和性、持続可能なオペレーション

中間アウトカムの実現に繋がるソリューションの価値

- 時間同期した複数計測点の計測結果を多地点相関処理を行い判定することにより、従来技術より精度の高い（発見率、検出位置）漏水判定結果を提供できる。
- 夜間に自動計測することによって昼間より低ノイズで計測が可能で、より短期間の計測周期で確度の高い（発見率、検出位置）漏水判定結果を提供できる。更に作業員の負担が大きい夜間作業を減らすことができ、漏水検査効率の向上が見込める。
- 計測点の密度が増えるので、漏水を示す信号の減衰の大きな管種やSN比の小さな大管径の上水管に対して適用の可能性が高い。
- 計測点の密度が増えるので、減衰の大きな高周波の漏水音までも検知でき、漏水量判定までできることが期待される。

II ソリューション

① 活用ソリューション

ソリューションの概要

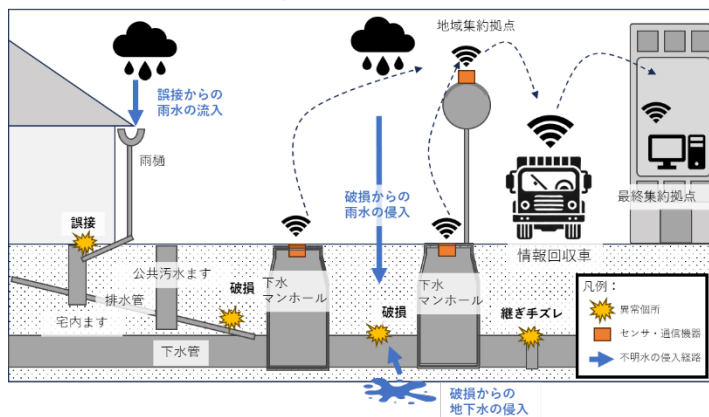
下水道の異常検知

ソリューションの概要

IoTデバイスを用いた上下水道の多地点同期計測によるインフラ点検技術の実証

【下水道内の異常検知】

- 下水道本管の破損や、雨水排水設備の誤接続等から流入してくる不要な雨水・地下水を「不明水」として検知、その流量を推定する。
- マンホールに設置したセンサで下水道本管内の水音データを取得、データ解析を行い、異常を検知する。
- 音響/振動センサと通信モジュール（以降、IoTセンサ）を複数のマンホール内に設置し、晴天時/雨天時各々で同期計測を行う。これら計測データ群を相関解析することで、下水道本管や接続された枝管単位で、水の流入位置を特定。周辺の流水状況と照らし合わせ、不明水の有無を判定する。
- データの同期取得には、上水道と同じく、見通し2km（最長）の通信・30 μ sの同期精度を実現する、ソナス社のLPWAを用い、100 μ s以下の同期精度を確保する。
- 各IoTデバイスで得られたデータについても、上水道と同じく、UNISONet（ソナス社のLPWA通信網）にてメッシュネットワークを構築、地域集約拠点所に集めた上で、定期巡回車とWi-Fi 7/6Eを組み合わせたによる拠点回収の仕組みを構築することで、広大な上下水サービスエリアを安価にカバーする。



中間アウトカム（実証）

定量アウトカム

- 異常検知位置誤差3m以内
- 150 ℓ /h以上の侵入水の検知90%以上
- 侵入水量を推定し3段階のレベル判定

定性アウトカム

- 陶管、塩ビ管、ならびに大口徑管など、対応管種の拡大
- 現状の検査手法との親和性、持続可能なオペレーション

中間アウトカムの実現に繋がるソリューションの価値

- 時間同期した複数計測点の計測結果を多地点相関処理を行い判定することにより、従来技術より精度の高い（発見率、検出位置）漏水判定結果を提供できる。
- 夜間に自動計測することによって昼間より低ノイズで計測が可能で、より短期間の計測周期で確度の高い（発見率、検出位置）漏水判定結果を提供できる。更に作業者の負担が大きい夜間作業を減らすことができ、漏水検査効率の向上が見込める。
- 計測点の密度が増えるので、漏水を示す信号の減衰の大きな管種やSN比の小さな大管径の上水管に対して適用の可能性が高い。
- 計測点の密度が増えるので、減衰の大きな高周波の漏水音までも検知でき、漏水量判定までできることが期待される。

II ソリューション

① 活用ソリューション

活用している先進技術

概要

AI	活用無し
IoT	振動センサ等とLPWA通信機器で構築された、信号計測用IoTセンサユニット
ドローン	活用無し
ロボティクス	活用無し
自動運転	活用無し

AI技術に関する詳細情報

—

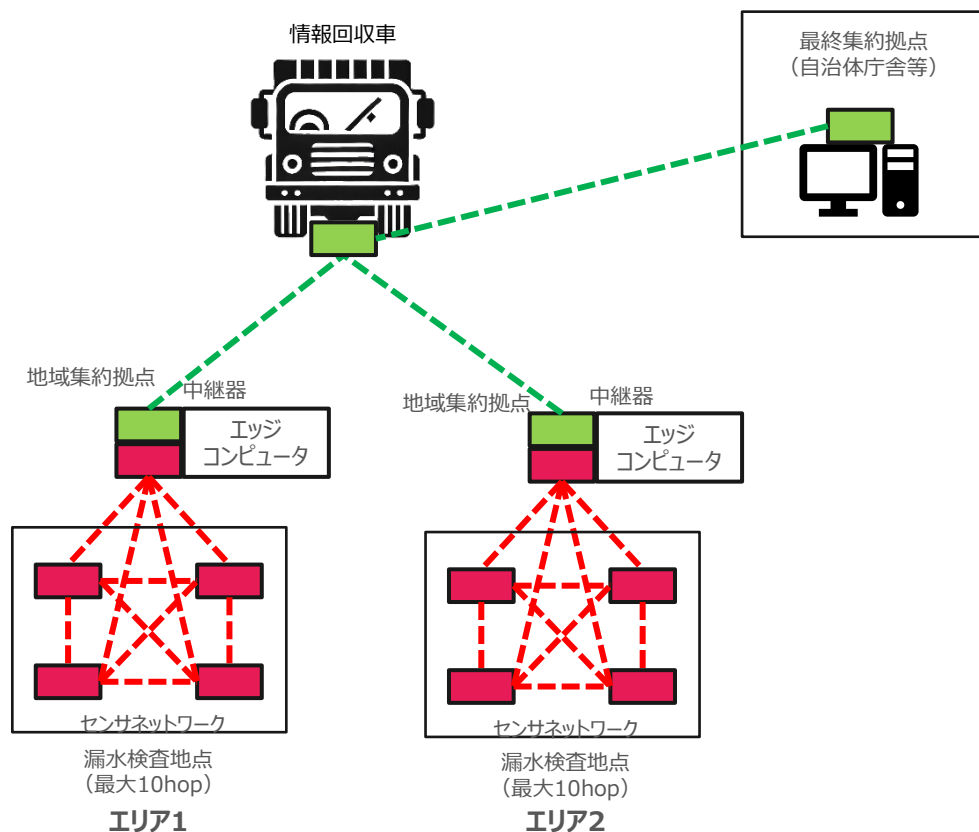
II ソリューション

② ネットワーク・システム構成

a. ネットワーク・システム構成図

イメージ

本実証のネットワーク・システム構成図を以下に示す。



説明

量水器（上水）やマンホール（下水）等にIoTセンサを取り付け、地上の中継器を含むメッシュネットワークを構成する。通信はLPWAの一種であるUNISONet（ソナス社）を使用し、計測タイミングの同期を実現する。

中継器を経由して集約したデータはWi-Fi 7 VLPまたはWi-Fi 6Eを用いて地域集約拠点から情報回収車に伝送を行い、情報回収車が最終集約拠点（自治体庁舎等）に戻ることで最終集約拠点までデータを伝送する。

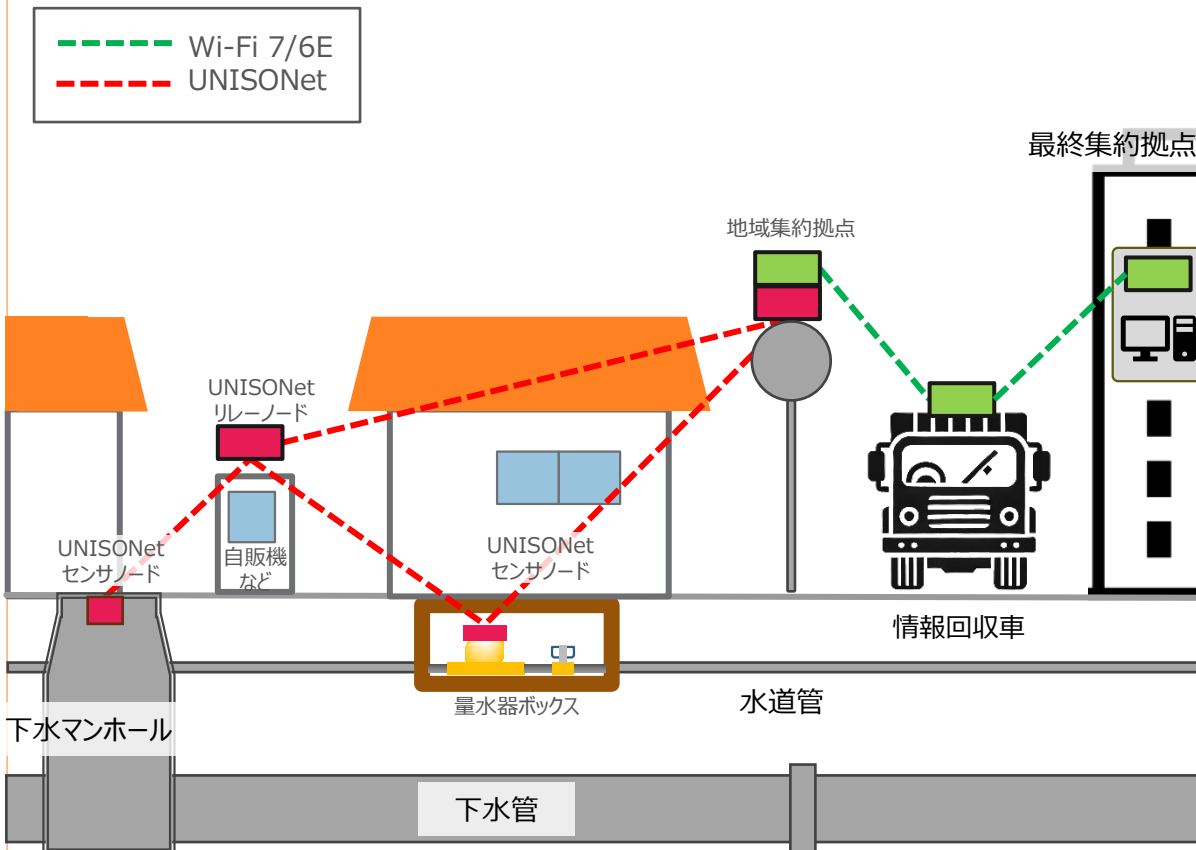
II ソリューション

② ネットワーク・システム構成

b. 設置場所・基地局等

イメージ

本実証のネットワーク機器の設置場所・基地局等の配置を以下に示す。



説明

量水器（上水）やマンホール（下水）等にIoTセンサを取り付け、地上の中継器を含むメッシュネットワークを構成する。通信はLPWAの一種であるUNISONet（ソナス社 X03を利用予定）を使用し、計測タイミングの同期を実現する。量水器の蓋は樹脂製が多く、見通し範囲での通信が期待できるが、マンホールを含めた一部は金属蓋であり、この場合においても十分通信ができるように、専用アンテナの効果、中継器の最適な設置位置などを実証実験を通じて明らかにしていく。

中継器等を経由して集約したデータはWi-Fi 7 VLPまたはWi-Fi 6E（通信機器選定中）を用いて地域集約拠点から情報回収車に伝送を行い、情報回収車が最終集約拠点に戻ることで、データが1か所にすべて集約される。

II ソリューション

② ネットワーク・システム構成

c. 設備・機器等の概要

a 名称	b 区分	c 型番	d 数量	e 開発供給計画認定実績の有無 ¹	f eが○でない場合サプライチェーンリスク対応を含む十分なサイバーセキュリティ対策の内容	g 機能	h 設置形態(固定・可搬)	i 製造企業名称	j 本店(又は主たる事務所の所在地)
UNISONet センサノード	端末	SONAS X03	20	○	—	振動/音響の計測、UNISONetを利用したメッシュネットワーク構築	可搬	ソナス株式会社	東京都文京区
UNISONet リレーノード	端末	SONAS (型番未定)	20	○	—	UNISONetを利用したメッシュネットワーク構築	可搬	ソナス株式会社	東京都文京区
UNISONet ベースノード (親機)	端末	SONAS (型番未定)	20	○	—	UNISONetを利用したメッシュネットワーク構築	可搬	ソナス株式会社	東京都文京区
Wifi7/6E アクセスポイント	端末	(機器選定中)	20	○	—	Wi-Fi7/6Eを利用した高速通信ネットワーク構築	(未定)	(未定)	(未定)
Wifi7/6E ブリッジ	端末	(機器選定中)	20	○	—	Wi-Fi7/6Eを利用した高速通信ネットワーク構築	(未定)	(未定)	(未定)
Wifi7/6E 中継局	端末	(機器選定中)	20	○	—	Wi-Fi7/6Eを利用した高速通信ネットワーク構築	(未定)	(未定)	(未定)

1. e 開発供給計画認定実績の有無については、特定高度情報通信技術活用システムの開発供給及び導入の促進に関する法律（令和2年法律第37号）に基づく開発供給計画認定を受けた実績を有する事業者が開発供給した機器であるか否かにより判断すること。

II ソリューション

③ ソリューション等の採用理由

a. 他ソリューションに対する優位性・新規性

ソリューション 漏水監視サービス（上水道）

名称	他ソリューションに対する優位性の比較	他ソリューションに対する新規性の比較
<p data-bbox="105 444 343 515">漏水監視サービス (日立製作所)</p> <p data-bbox="105 544 250 594">上水道向け</p>	<p data-bbox="499 444 1168 893">漏水監視サービス（以降、既存サービス）は自社開発の超高感度の高額な振動センサを配水管上に常設設置し、常設監視をして得られたデータから独自アルゴリズムにてエリア別漏水判定を行うものである。一方、我々の提案で実証するソリューション（以降、提案ソリューション）は市販の振動センサを配水管上だけでなく、漏水の多い給水管上にも配置し、無線で同期を掛け、複数計測点での同期計測を行い、得られたデータを解析することで、漏水の有無の判定、漏水位置の割り出しを行うものであり、既存サービスに比べ検査対象範囲を広げ、かつ安価に利用でき、水道事業の持続性向上に資するものとする。</p>	<p data-bbox="1230 444 1920 972">既存のシステムでは、樹脂管（PE管/VP管等）の計測は対応しておらず、またセンサの設置パターンも限定されることから、一度に広範囲のエリアを検査することが難しい。また、センサ1台の価格も高額であり、一般的な自治体・業者においては導入数も限られることから、作業効率性も悪い。提案システムは、給水管に多く用いられている樹脂管の検査にも対応する。このことにより、既存サービスでは対応が難しかった水道の配水経路全体を対象とした検査ソリューションを提供することができる点で新規性がある。また、過年度の実証で得られた知見として、「少ない機材で価格を抑えながらも、なるべく広範囲をカバーする」との自治体からの要望を反映した「スモールスタート」が可能なシステムとして再構築する。</p>

II ソリューション

③ ソリューション等の採用理由

a. 他ソリューションに対する優位性・新規性

ソリューション 水位監視サービス（下水道）

名称	他ソリューションに対する優位性の比較	他ソリューションに対する新規性の比較
<p data-bbox="105 444 430 515">圧力式水位/流量計 (株式会社エヌケーエス)</p> <div data-bbox="105 544 250 596" style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 2px; display: inline-block;">下水道向け</div>	<p data-bbox="499 444 1176 551">圧力式水位/流量計（以降、既存システム）は、下水管底面に設置した圧力センサにより、水位の変化を監視するシステム。</p> <p data-bbox="499 558 1183 705">下水流量をある程度正確に計測できる反面、機材が高価であり、広範囲・複数個所の監視を行うには初期投資の面でハードルが高い。また、測定値は現地で画面表示を目視する必要がある。</p> <p data-bbox="499 712 1183 819">我々の提案で実証するソリューション（以降、提案ソリューション）は市販のセンサを組み合わせたシステムであり、安価に遠隔監視環境が構築可能である。</p>	<p data-bbox="1234 444 1918 665">既存システムで計測できるのは下水道本管の流量のみであり、どの枝管から流入があるのかを特定するためには、人手で行わなければならない、多大な時間・人的リソースを必要とする。また、価格面においても流量計1台で数十万円～数百万円と非常に高価であり、現実的には広範囲の監視を行うことが難しい。</p> <p data-bbox="1234 672 1918 858">提案するシステムにおいては、枝管単位での流入箇所特定を少ない人員で行うことができ、不明水流入経路を効率的に特定できる。センサの性能を信号処理の工夫で補うことにより、比較的安価かつ広範囲の検査を行うことができる。</p>

II ソリューション

3 ソリューション等の採用理由

b. 無線通信技術の優位性

通信技術	ソリューション実現の要件を満たす通信技術の特徴	許認可の状況	他無線通信技術との比較	
Wi-Fi 6E / Wi-Fi 7 (Very Low Power)	屋外利用可能な高速通信方式。特にWi-Fi 7 Very Low Power(VLP)については、6GHz帯を活用しながら低消費電力・近距離通信を実現するモードであり、バッテリー駆動デバイスやウェアラブル、AR/VR、IoTなどの用途に適している。	(別途の許認可を要しない)	名称	比較結果
LPWA UNISONet (ソナス)	「同時送信フラッディング※」転送技術を応用し、多地点の計測データの高精度同期を実現する、920MHz次世代IoT無線技術。安定、省電力、高速、双方向低遅延、ロスレス、時刻同期、多数収容と7つの特長を持つ。見通し2kmの通信で30μsの時刻同期精度を実現する。	(別途の許認可を要しない)	LoRaWAN	低消費電力、長距離伝送は可能であるが、通信速度が250~50kbpsであって、今回想定する多地点の音声信号MByte~GByteオーダーのデータ送付に適さない。また、時刻同期もできない。
			WiSun	通信速度が50k~300kbpsであって、今回想定する多地点の音声信号MByte~GByte程度の送付に適さない。また、時刻同期もできない。
<p>※同時送信フラッディング： パケットリレーでデータを広範囲に伝達するマルチホップ型のネットワークにおいて、ネットワークを構築する個々のノードから同時にデータ転送する方式。各ノードからの送信タイミングを高精度にコントロールし、発生する電波干渉をノイズではなく「合成波」とすることで、他方式（例えば、予め1本の転送経路を定めるルーティング型）と比べ、安定かつ高効率なネットワークを構築可能。</p>				

II ソリューション

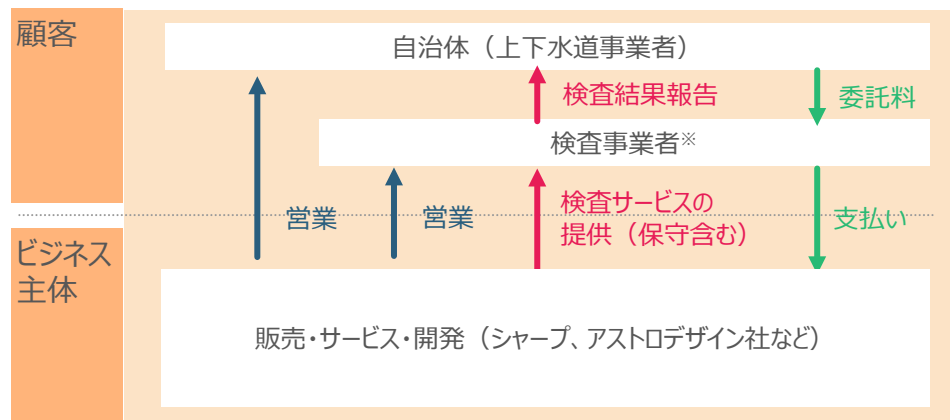
4 期待効果/資金計画_導入先

期待効果/資金計画の考え方

期待効果/資金計画の考え方

- 本件における顧客は、上下水道インフラを運営する自治体、ならびに自治体から委託を受け上下水道インフラ点検を行う検査事業者である。
(右のビジネスモデル参照)
- 当社を含むビジネス主体から見た直接的な顧客は検査事業者であるが、上下水道インフラ検査全体では発注元の自治体を含めたビジネスモデルとなっており、これら2団体双方への影響を考えた期待効果、資金計画を考える。
- 本資料において期待効果、資金計画を論ずるにあたり、1回の検査委託を「検査範囲(管路長)300km、委託料1,200万円」と設定している。これは、令和6年度の八代市ヒアリングで得られたシステムへの期待値「検査範囲は現状の2倍とした上で委託料は現状の1.5倍に抑える」を踏まえたものである。

ビジネスモデル図



※入札を経て年度ごとに決定

- ← 商品・サービス
- ← 営業(顧客向け)
- ← お金
- ← その他(適宜記載)

II ソリューション

4 期待効果/資金計画_導入先

自治体

		2026年度	2027年度	2028年度	2029年度	2030年度
収益	1	630万円	1,890万円	1,890万円	1,890万円	1,890万円
	2					
費用	イニシャル	-	-	-	-	-
	3					
	ランニング/件	1,200万円	1,200万円	1,200万円	1,200万円	1,200万円
	合計	1,200万円	1,200万円	1,200万円	1,200万円	1,200万円
資金調達方法	上水/下水道事業 運用経費から充当 (検査委託料)	1,200万円	1,200万円	1,200万円	1,200万円	1,200万円

投資の妥当性
(現時点見立て)

導入先
(支払元)

自治体：システム利用の効果を踏まえ、単位エリア当たりの発注単価を抑えられることを共有済み。発注額を増額し従来より広範囲のインフラ点検を実施する可能性について言及あり。
検査事業者：検査効率化により、1回の検査あたりの人件費コストを削減。利用開始3年で初期投資額を回収可能。

妥当性を高めるための目標

目標

導入システムのスケーラビリティ

- 既に議論を開始している八代市や、インタビューを行った他自治体、検査事業者からの意見を踏まえると、スモールスタートから開始して、徐々に規模を広げる形が望まれており、機材の組み合わせで小規模から大規模まで対応できるシステムを実現できれば、導入ならびに継続利用の妥当性が高まる。

アクション

自治体・検査事業者に対し、短期のトライアルを実施するなど、効果とコストのバランスを見極める機会を増やしていくと共に、システム利用による効率的なオペレーションの指南も積極的に行う。
初期導入費については、機器のリース・レンタル化を含めた導入ハードルを低くする方法についても併せて検討。

II ソリューション

④ 期待効果/資金計画_導入先

検査事業者

		2026年度	2027年度	2028年度	2029年度	2030年度
収益	①	400万円	400万円	400万円	400万円	400万円
	②	750万円	-	-	-	-
費用	③	48万円	48万円	48万円	48万円	48万円
	ランニング/件	48万円	48万円	48万円	48万円	48万円
合計		798万円	48万円	48万円	48万円	48万円

資金調達方法		2026年度	2027年度	2028年度	2029年度	2030年度
DX導入補助金等 (機器導入補助率50%と仮定)	375万円	-	-	-	-	-
自己資本	375万円	-	-	-	-	-
検査委託料から充当	48万円	48万円	48万円	48万円	48万円	48万円

投資の妥当性
(現時点見立て)

導入先
(支払元)

自治体：システム利用の効果を踏まえ、単位エリア当たりの発注単価を抑えられることを共有済み。発注額を増額し従来より広範囲のインフラ点検を実施する可能性について言及あり。
検査事業者：検査効率化により、1回の検査あたりの人件費コストを削減。利用開始3年で初期投資額を回収可能。

妥当性を高めるための目標

目標

導入システムのスケーラビリティ

- 既に議論を開始している八代市や、インタビューを行った他自治体、検査事業者からの意見を踏まえると、スモールスタートから開始して、徐々に規模を広げる形が望まれており、機材の組み合わせで小規模から大規模まで対応できるシステムを実現できれば、導入ならびに継続利用の妥当性が高まる。

アクション

自治体・検査事業者に対し、短期のトライアルを実施するなど、効果とコストのバランスを見極める機会を増やしていくと共に、システム利用による効率的なオペレーションの指南も積極的に行う。
初期導入費については、機器のリース・レンタル化を含めた導入ハードルを低くする方法についても併せて検討。

II ソリューション

④ 期待効果の根拠_導入先

導入先 自治体(インフラ管理事業者)

		項目	金額	算出の根拠	数量	計(金額)
効果	定量	有収率改善効果	1,890万円 1,890万円/年	インフラ修繕に因る有収率改善効果（水道・2年目以降） 水道単価 × 有収率改善3% × 給水量 ※ （1年目は、水道単価 × 有収率改善1%） ※給水人口3万人～5万人の事業者を想定した給水量を想定	1年 1年	1,890万円 ¹ 1,890万円
	定性	ノウハウ・技術伝承 問題の解消	—		— —	— —
費用	イニシャル	—	—	—	—	— ²
	ランニング	ランニング合計 漏水調査委託費	1,200万円/年	管路300km調査委託時の委託価格	1年 1年	1,200万円 ³ 1,200万円

II ソリューション

④ 期待効果の根拠_導入先

導入先 点検調査事業者

		項目	金額	算出の根拠	数量	計(金額)
効果	定量	費用削減効果 ・ 人件費の削減	400万円/調査 400万円/調査	作業の削減 3人 ^{※1} × 約167時間/人 削減 ^{※2} × 8,000円/時 ^{※3} <small>※1 音聴作業員1名+補助作業員2名を想定 ※2 従来の「戸別・弁栓音聴調査」「路面音聴調査」「多点相関調査」を、システムの利用の為の設置作業に置き換えた場合の作業時間削減量 ※3 標準的な検査委託額から単価を推定</small>	調査1回 調査1回	400万円 ¹ 400万円
	定性	・ 専門作業員への依存度を軽減 ・ 人手不足解消 ・ 技術継承問題解消	— — —	音聴スキルを持った専門作業員への依存度を減らし、全体としても人員の作業量を減らすことは、人材が不足している本業界において非常に重要	— —	— —
費用	イニシャル	システム導入費 ・ 検査機器購入費 ・ ソフトウェア購入費	750万円/式 650万円/式 100万円/式	導入費トータル ^{※4} センサ100台+通信機器を想定 解析結果表示用システム提供 <small>※4 償却は5年を想定。効果を鑑みると2年程度で初期導入費は回収可能</small>	1式 1式 1式	750万円 ² 650万円 100万円
	ランニング	システム利用費 ・ ハード保守費 ・ サービス利用料	4万円/月 1万円/月 3万円/月	保守費用とサービス利用料の合算 初動対応に必要な費用。修繕費発生時は別途請求。 ソフトウェア保守費、クラウド利用料	12か月 12か月 12か月	48万円 ³ 12万円 36万円

II ソリューション

④ 期待効果/資金計画_販売主体

		2026年度	2027年度	2028年度
収益	収益/件	① ハード300万円/件、保守・サービス利用12万円/件/年		
	件数(導入先数)	2件	4件	10件
	合計	624万円	648万円※	1,920万円※
		※2年目以降利用継続する事業者からはランニングのみ回収		
費用	イニシャル	② 3,400万円		
	ランニング/件	③ 36万円		
	件数(導入先数)	2件	4件	10件
	合計	3,472万円	544万円	1,560万円
資金調達方法	自己資金・協業先からの資金調達	3,000万円	-	-
	経費(売上から充当)	472万円	544万円	1,560万円

投資の妥当性
(現時点見立て)

販売主体

10社程度に導入することで、開発費回収が可能、3年以内に黒字化可能な見込み

妥当性を高めるための目標

目標

システムの販売価格は、規模によって450万円～750万円を想定しており、導入先の選択によっては、初期導入価格が下振れする可能性があるが、導入先へのヒアリングの徹底や導入機材の効率的な使用方法の指南などのサポート行っていくことで、継続したシステムの利用と段階を踏んだ機材の導入を促していく。

アクション

毎年開催される各種展示会(「水道展(水道連)」や「自治体・公共Week(RX Japan)」など)に参加し、自治体や関連企業へのコンタクトを行う。

II ソリューション

④ 期待効果の根拠_販売主体

販売主体 商社（検討中）、
製造・開発（アストロD、シャープ、ソナス）

		項目	金額	算出の根拠	数量	計(金額)
効果	定量	システム導入(1年目) ・ システム販売費 ・ ハード保守費 ・ サービス利用料	300万円/式 12万円/年 36万円/年	初期導入費用+ランニング（1年目）の利益合計額 ハードウェア+ソフトウェア販売に伴う利益 ハードウェア保守契約に伴う利益 ソフトウェア利用契約に伴う利益	1式 2式 2件/年 2件/年	624万円 ¹ 600万円 12万円 12万円
	定性	— —	— —	— —	— —	— —
費用	イニシャル	イニシャル ・ 部材+製造費 ・ 開発費	200万円/式 3,000万円	開発費、部材+製造費（2式）の合計額 部材（通信モジュール、各種センサ、処理端末等）、製造費 ハードウェア+ソフトウェアの設計・開発費	2式 2式 1式	3,400万円 ² 400万円 3,000万円
	ランニング	ランニング ・ ハード保守 ・ サービス運用費	12万円/年 24万円/年	ハード保守、サービス運用経費の合計 初動対応費。修理費は別途請求 サーバー等の運用費	1年 1年 1年	36万円 ³ 12万円 24万円

II ソリューション

4 費用対効果

	項目	引下げの工夫内容	コスト削減効果 (見込み額)	実行タイミング	実行主体/担当者
費用	イニシャル	数量によるIoT センサ製造コスト の低減	部材のボリュームディスカウント、製造コストの削減。 約30% IoTセンサ1台あたり約6万円	2026年	シャープ/末永 ソナス/神野 アストロデザイン/兒玉
		汎用モジュール の利用	システムの機能を通信モジュール、センサ類を、より安価な汎用品の組み合わせで実現する。 約10% IoTセンサ1台あたり約2万円	2026年	シャープ/末永 アストロデザイン/兒玉
		初期導入費の軽減	機器のリースにより、初期導入費用を軽減し、導入しやすくする。 約98%※ (初月支払額)	2026年	シャープ/末永 リース・レンタル事業者/ (検討中)
		※初期費用一括支払い時の初月支払額751万円（初期費用750万円、ランニング1万円/月）のうち、初期費用をリース料率1.9%の5年（60回）支払いとした場合、初月支払額15.3万円（リース料14.3万円、ランニング1万円/月）となる			
	ランニング	通信コストの圧縮	LPWA、Wi-Fi7/6Eとローカルサーバーを利用したローカルネットワークを積極活用することで、通信費やクラウドサーバー利用料の圧縮をはかる。 20万円/年	2026年	シャープ/末永

Ⅲ 実証

① 計画概要

実証実施計画の概要

対象とする課題

- ① 上下水道インフラの効率的な検査手法の確立できていない
 - 人手不足等により検査に必要なリソースの確保が難しく、設備の補修が後手に回ってしまう。
- ② 自治体・検査事業者のシステムの導入に対し種々のハードルが存在
 - 予算と導入費用の乖離。
 - 費用対効果を見極めながらの段階的な導入を希望しているが、これに応えるソリューションがない。

実証の概要

量水器やマンホールにIoTセンサを設置し、効率的なデータ回収を行うことが出来るネットワーク網をLPWAとWi-Fi 7/6Eで構築。取得した振動（または音響）の信号解析により、異常（漏水、不明水）箇所を特定する。またこれらセンサ配置を過年度想定より疎としても検査の効率性が失われないようなシステム設計を行う。

（検証）

- 実装に向けて、導入による作業工数の削減割合を検証。
- 技術的に実装での運用が可能かどうか、異常個所検出の精度を検証。
- 実証・実装後においても、無理なく運用可能であることを確認するために、自治体（上下水インフラ事業者）、点検業者等への十分なヒアリングを実施、システムや想定オペレーションに反映させる。

検証ポイント

効果面

漏水検査DXによる省人化、効率化への効果検証

- 夜間作業を含めた人手作業の削減に向けて、省人化、効率化への効果検証。様々な管種、管径に対して本方式の適用範囲の検証も実施。加えて、漏水検知効率の向上による経済的効果の検証も実施。

技術面

新規LPWA技術、新規音声信号処理有効性の検証

- 間隔を空けてIoTセンサを配置した場合でも、必要十分なエリアがカバー可能かを通信・信号処理両面から検証。
- 様々な管種、管径に対応し、目標とする漏水位置および漏水量判断の精度が出るかを検証。

運営面

データ収集手段および効率的システム運用手段の検証

- 計測時間帯、計測頻度と漏水検知精度の関係の検証。
- 現在の検査実施体制にフィットした運用が可能か検証。

展開先

自治体、検査業者へのアプローチ

- 実証先以外の自治体、検査業者にもプレゼン実施し、導入意向を確認。
- 自治体、検査業者ごとの検査スキーム、オペレーションにマッチするかをインタビュー形式で確認。

Ⅲ 実証

② 検証項目・方法

a. 効果面

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
IoTセンサを用いた漏水調査（上水道）	Ⅰ 漏水検査に従事する専門調査員の稼働時間	1/10以下	従来の専門家が巡回して漏水を調査する方法と、本検証により抽出された漏水疑い箇所の信号を確認する方法との時間の比率を確認し、専門家の必要な作業が削減可能か検証する。	聴音調査の時間 1/10	専門家の工数を削減できれば調査範囲の拡大が可能であり、実装化を判断可能。
	Ⅱ 漏水センサを取付け、センサネットワークを構築するのにかかる時間	1分以下	一般作業員が各家庭の量水器に漏水センサを容易に取り付け、適切な位置にリレーノードを設置する時間が、従来の聴音調査時間を下回ることができるか検証する。	各家庭の量水器にセンサを取り付けるのに必要な時間が1分以下(480戸/日/班(2名)相当)	非専門家1名が容易にセンサを取り付けることができれば従来の検針等の枠組みで漏水検査の為の機材設置が可能。
IoTセンサを用いた不明水調査（下水道）	Ⅰ 不明水調査に従事する作業員の稼働時間	1/2以下	従来不明水箇所特定に要した作業員の稼働日数・時間と比較し、システム利用時の同稼働時間がどの程度削減されたかを確認する。	作業員稼働時間 1/2	八代市の下水管調査は25年計画となっており、これは同市R2年に定めたストックマネジメント計画の15年とは乖離している。目標値並びに要件は、当初の調査計画の達成を念頭に、作業員の稼働時間を半分とする、即ち従来の倍の範囲を調査可能とするものである。
	Ⅱ センサを取付け、センサネットワークを構築するのにかかる時間	現状の計測機器設置時間※の1/2以下	一般作業員が各マンホールにセンサを容易に取り付け、適切な位置にリレーノードを設置する時間が、従来の計測機器設置時間を下回ることができるか検証する。	各マンホールにセンサを取り付けるのに必要な時間が10分以下	非専門家も容易にセンサを取り付けることができれば従来の枠組みで漏水検査が可能。不明水調査の1件あたりの平均計測機器設置時間に相当。

※現状値 簡易水位計設置：20分/箇所、PBフリューム・面速式流量計設置：80分/箇所

Ⅲ 実証

② 検証項目・方法

b. 技術面

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
量水器ボックス/マンホール（地中）に設置した漏水センサとの無線通信	I 下水観測におけるシステムパラメータの最適化	1か月の継続運用に耐えること	実環境下（マンホール内）においても、異常検知に必要な十分なデータが取得できることを実機で確認する。	1か月の継続運用に耐えること	不明水の調査に必要となる1か月間のデータ収集を、システムで自動化する。
	II ネットワークエリア検証	センサからの通信可能距離が見通し距離で40m以上であること	量水器/マンホールに取りつけたセンサからの通信可能距離を、受信端末を移動させることにより確認する。	センサからの通信可能距離が見通し距離で40m以上であること	住宅地でセンサを運用する際、センサの設置を約4戸ごとに1台とすることができ、機器の設置工数やコストを削減することができる。
異常検知アルゴリズム	I 異常※1の相関検知	3センサ間にある異常のうち、90%の位置検知ができること	既知の異常箇所を（複数の相関検知結果が得られる）センサ3台で挟み、観測結果から異常位置に対応する相関信号が観測でき、それぞれ相互に整合することを確認する。※3	複数センサ間にある異常のうち、90%の位置検知ができること	多数のセンサ間で相関検知することによって異常の検知性能がトレーサーガスによる方法と同等の90%に向上するよう、アルゴリズムを更新する。
	II 複数管種での異常※1検知	複数の管種・管径※2※4において、センサ間距離40m内の異常※1が検知できること	既知の異常箇所のうち、管種・管径が異なる個所でそれぞれ異常検知ができることを確認する（但し、管種・管径は既知の異常箇所に依存する）。	複数の管種・管径※2※4において、センサ間距離40m内の異常※1が検知できること	上水におけるセンサ設置間隔40m（約4戸に1台設置した場合の目標値）、下水における平均マンホール間距離30mを加味し定義。
	III 単ノード漏水検知（上水道のみ）	単ノードで3m以内の毎時150ℓ相当の漏水の検知率90%であること	既知の漏水箇所ですセンサ1台を運用して漏水判定し、専門家による既知の漏水量（推定値）に照らし合わせる。	毎時150ℓ相当の漏水の検知ができること	八代市における漏水検知箇所の推定漏水量は毎時300ℓ以上の漏水が多いが、毎時200ℓ前後の漏水も少なからず発見される。

※1 異常：上水における漏水、下水における流入水のこと

※2 上水）管種：PP、VP、HIVP、DIP、管径：φ50～250、
下水）管種：VU、VP、管径：φ150～200

※3 上水/下水管路上の観測点の位置関係が直線状なることが多い点、観測点の配置間隔と振動伝播可能距離の関係等を踏まえ、実証システムでは3センサ間の整合確認が必要十分と考える。本実証においては、これに基づき異常検知アルゴリズムを実証・検証する。

※4 下水における対応管種、管径においては、検査のターゲットしている下水上流側（排出元に近いエリア）における敷設状況（VU,VP管φ150-200の利用割合が90%以上）を踏まえて決定している

Ⅲ 実証

② 検証項目・方法

c. 運営面

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
データ回収オペレーション (上下水道共通)	Ⅰ データの回収コスト	巡回情報回収車による、地域集約拠点からのデータ吸い上げ時間を1分/箇所以内とする。また、必要とする機材費用を3万円/1拠点とする。	LPWAで接続した場合の中継コストと、巡回車でのデータ回収コストを、機材費用、運用費用、通信時間から比較する。	巡回情報回収車による、地域集約拠点からのデータ吸い上げ時間を1分/箇所以内とする。また、必要とする機材費用を3万円/1拠点とする。	巡回車でのデータ回収により、回収区域の規模によらず、一定の機材・時間で回収が完了する。データ回収時間を1分以内とすることにより巡回車の通常作業に影響を与えない。
	Ⅱ 検出した異常発生可能性位置を遠隔地で週次で確認できる	市関連施設に設置した端末で週次で異常(漏水発生、不明水発生)可能性位置を知ることができるようにする。	IoTセンサが振動を観測し、地域集約局・情報収集車等を通じてデータ集約、信号処理を行って異常可能性箇所の判別を行うまでの総合的な処理時間が、1週間以内となることを実測値を踏まえてシミュレーションする。	異常箇所候補を1週間以内を知ることができる。	自治体庁舎で異常位置を早期に確認することができれば、過去の実績などと合わせて漏水対応の緊急性を評価することができる。また、従来1年～数年単位でしか観測することが出来なかった変位を週次で確認できるようにすることで、溢水、道路陥没等の重大事故につながる前に漏水対策を打てるなど、効率的・効果的な対応が可能となる。
保守の簡便性	Ⅰ メーター取り付け	非熟練者でもセンサを1分以内に設置できるようにする。	1分程度でセンサを量水器に取り付けることができることを確認する。	各家庭の量水器にセンサを取り付けるのに必要な時間を1分程度とする。	作業員が容易にセンサを取り付けることができれば従来の枠組みで漏水検査が可能。漏水検査の1件あたりの平均検査時間に相当。

Ⅲ 実証

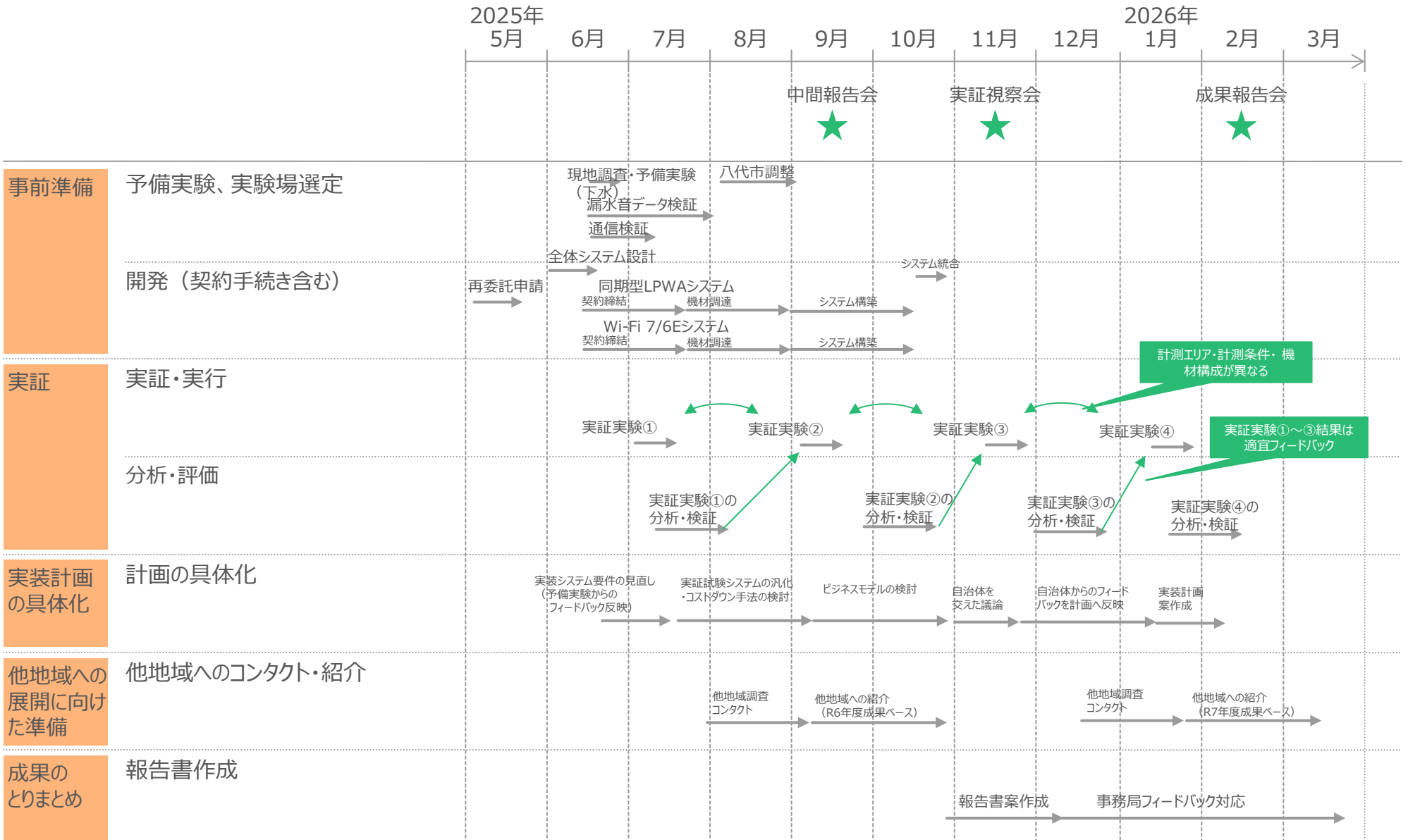
② 検証項目・方法

d. 展開先

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
自治体、検査業者への アピール（上下水道共 通）	① 自治体、検査業者への アプローチ	アプローチ3件、うち商 談への移行1件以上	実証自治体以外への横展開を行うべく、本 プロジェクトで想定している課題と同様の課 題を抱えている自治体、検査業者へアプロー チし、システム導入を促す。	導入10件以上	初期投資の回収に必要な導入件数を 想定。 （10件以上の団体への導入は事業開 始後2～3年を要する想定）

Ⅲ 実証

③ スケジュール



Ⅲ 実証

④ リスクと対応策

リスク		対応策
項目	概要	
事前準備	機材納入遅れ 各機材は契約締結・支出計画承認後、すぐに手続きを行い、約1か月～2か月程度で取得予定であるが、市場在庫の状況等で納入が遅延する可能性がある。	可能な限り早めの契約締結を行うと共に、事前の情報収集や交渉など、業者との連絡を密に行い常に状況把握を行い、必要に応じて遅延が最小となるようにスケジュールを再構成する。
実証	実証必要データの不足 漏水の有無、漏水箇所の特定を行うのに必要なデータが取得できない可能性がある。	実証場所管轄の八代市と連携し、事前の検査で明らかになっている異常発生地点を共有いただくなど、確実にデータが取得・検証できるようにする。 また、実証フィールド上で漏水/不明水等の異常の疑似音を人工的に発生させ、実験を実施することも検討する。
実装計画の具体化	ネットワーク機器設置制約によるサービスクオリティの低下 想定では同期型LPWA/Wi-Fi 7/6E通信機器が、街中への機器設置制限により、想定通り配置されない。	技術の観点から機器設置候補個所を複数選定した上で、八代市と連携しながら事前に実証地域の住民に事前周知・説明することで、候補箇所への機器設置許可を得られるようにする。
他地域への展開に向けた準備	本技術の情報展開の遅れ 本技術を必要とする団体、自治体へのアピールが適切な時期に行われない。	R6年度実証実績などを活用し、早い段階で実証地域以外の自治体へのアプローチを掛ける。八代市の協力も得ながら、自治体の予算化スケジュールも加味したアピール・説明会を実施する。
成果のとりまとめ	実験データ取得遅延による報告書作成の遅延 天候に依存して試験日程が前後することが予想され、これよりデータの取りまとめが遅延し、報告書の作成が遅延する可能性がある。	実証試験期間を長めに設定するなど、天候に柔軟に対応できる体制を整える。

5 PDCAの実施方法

課題把握を実施する体制

通常時

週次進捗報告

- 頻度：週次
- 方法：メール
- 体制：全構成員
- アジェンダ
 - 準備・実証の状況確認
 - 緊急時でない課題の共有
 - 実装・横展開に向けた課題の炙り出し
 - 次回の予定共有

月次進捗報告

- 頻度：月次
- 方法：メール、必要に応じてWeb会議
- 体制：全構成員
- アジェンダ
 - 同上

緊急時

課題発生時の情報共有

- 実施条件：全体進捗に影響を及ぼす問題が発生した場合
- 時期：問題発生当日中
- 方法：メール、必要に応じてweb会議開催
- 体制：課題に関わる構成員全員

対策を立案・実行する体制

対策方針の議論・決定

- 実施条件：進捗が予定よりも遅れた場合
- 頻度：1月に1回（緊急性が高い場合、発生から1週間以内）
- 方法：Web会議
- 体制：関係する全構成員

同上

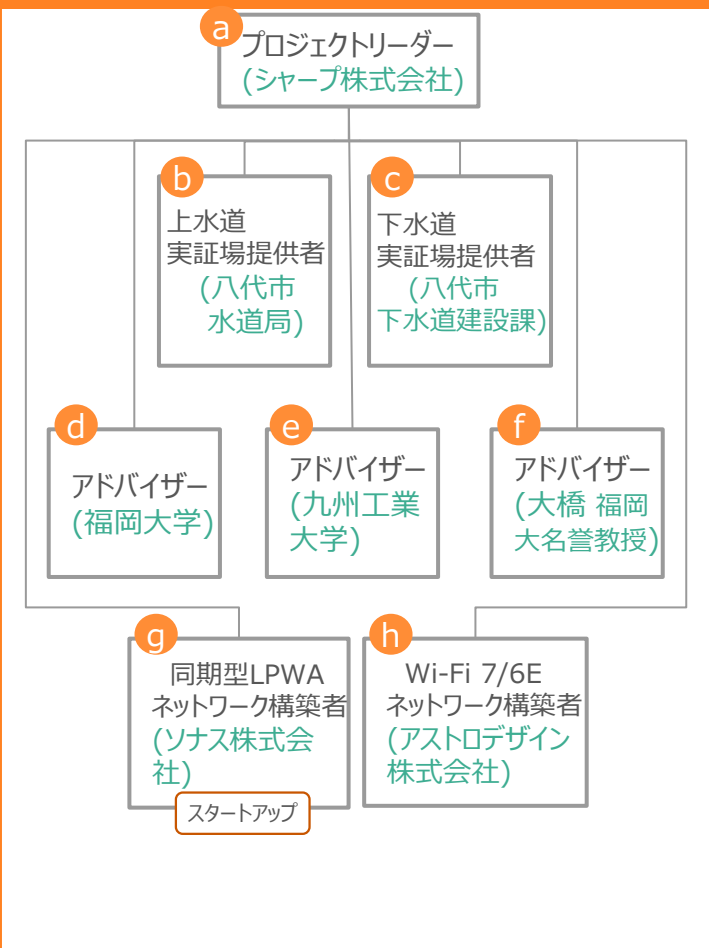
対策方針の議論・決定

- 実施条件：全体進捗に影響を及ぼす問題が発生した場合
- 時期：問題発生から1週間以内
- 方法：Web会議
- 体制：関係する全構成員

Ⅲ 実証

6 実施体制

実施体制図

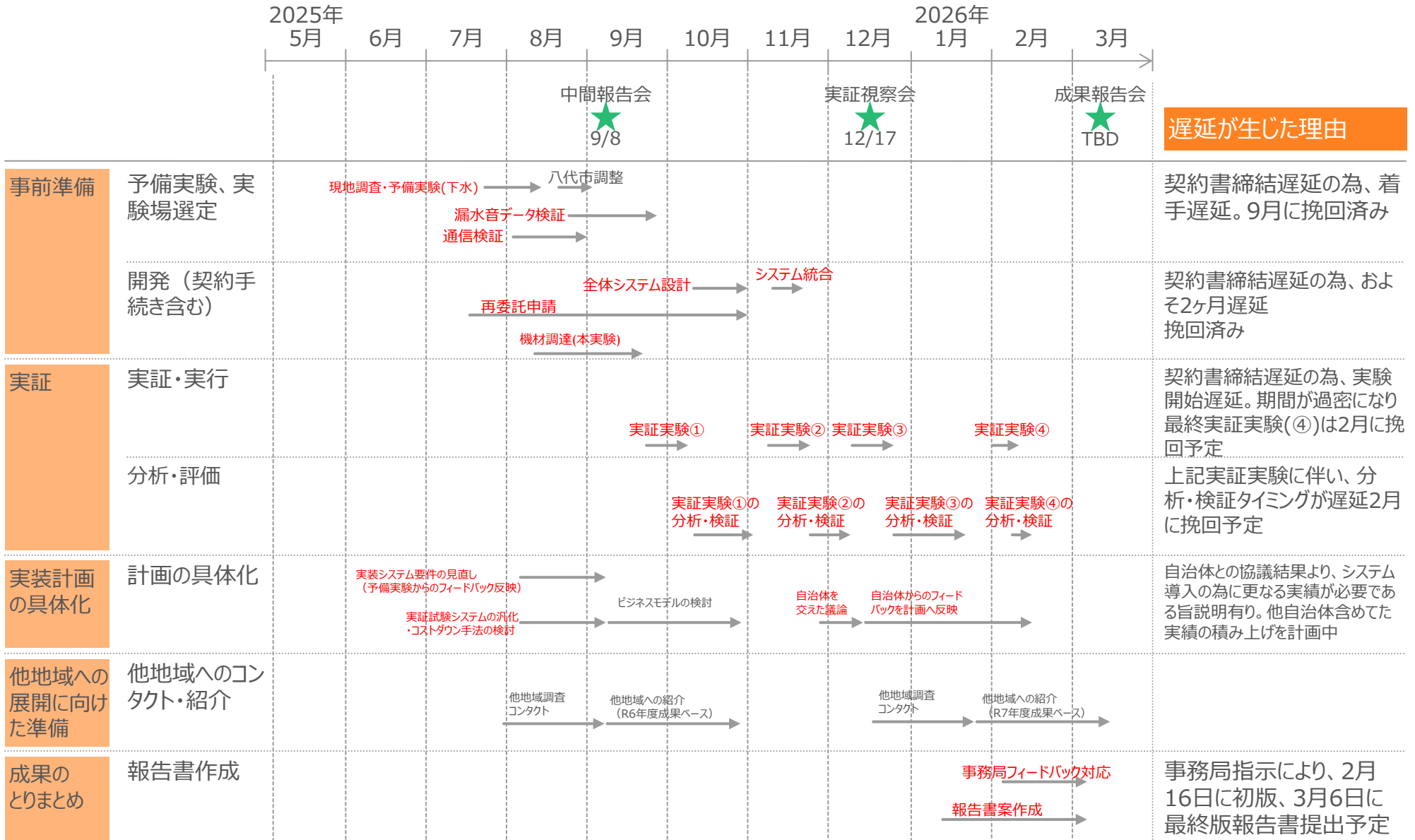


団体名	役割	リソース	担当部局/担当者
a シャープ株式会社	プロジェクトリーダー プロジェクトの全体管理、 現場実証 現場実証、信号処理	プロジェクトマネージメント 3人×780時間 現場実証主導 5人×310時間	研究開発本部 ソサイエティノベーション研 究所第3研究室
b 八代市 水道局	実証場提供者 実証場所の提供	現場実証の時期、方法の調 整 2人×65時間	八代市水道局 西島 担当
c 八代市 下水道建設課	実証場提供者 実証場所の提供	現場実証の時期、方法の調 整 2人×65時間	八代市下水道建設課 今坂 担当
d 福岡大学	アドバイザー LPWAを使ったIoTシステム 現場実証支援	アドバイス &現場実証支援 4人×65時間	太郎丸 教授
e 九州工業大学	アドバイザー LPWAを使った移動体通信 現場実証支援	アドバイス &現場実証支援 4人×65時間	池永 教授
f 大橋 正良 福岡大名誉教授	アドバイザー LPWAを使った移動体通信 現場実証支援	アドバイス 1人×65時間	大橋 福岡大名誉教授
g ソナス株式会社	同期型LPWAネットワーク構築者 IoT用無線ネットワーク構築担当、 機材調達含む	同期型LPWAネットワーク構 築 2人×485時間	神野 共同創業者
h アストロデザイン株式 会社	Wi-Fi 7/6Eネットワーク構築者 無線ネットワーク構築担当、機材 調達含む	Wi-Fi 7/6Eネットワーク構築 3人×485時間	兒玉担当

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

① スケジュール(実績)

赤字: 当初の計画から変更になった箇所



IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

a. 効果面

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
IoTセンサを用いた漏水調査（上水道）	I 漏水検査に従事する専門調査員の稼働時間	1/10以下	<p>自治体との協議等からシステム設置手続きの簡便さに鑑み、公道上の止水栓・制水栓および消火栓（弁栓間隔を50mと仮定）を測定対象とするシステムを前提として本年度の実証を実施し、当該システムの設置・撤去に掛かる作業時間は各々最短30秒/15秒、システムによる漏水検知精度は平均で誤差2.9m（最大誤差4.7 m）であることを確認した。これにより、従来の標準作業時間約3.1日を2.4時間（詳細は次頁以降で説明）本システムの利用時、従来の戸別音聴に従事する専門調査員の作業量475戸/日同等の範囲を、最大49個のセンサでカバーすることができる。</p> <p>従来の漏水調査作業では、①漏水戸別音聴調査（一日あたりの標準作業量：日進量換算475戸）、②路面音聴調査（同5.6km）、③路面音聴調査（同2km）を専門調査員が対応する。これら①～③の作業（作業区間3km、区間内住戸数475戸として、総作業時間3日）を当システムのセンサ設置（止水栓・制水栓への設置・設置間隔約50m、50mあたりの住戸数20戸、設置時間30秒・撤去15秒/箇所、移動時間30分）とシステムによる漏水検知処理に置き換えることで、専門調査員の作業時間を1.1時間に削減。これに加えて実施する④確認調査は、平均3m以内の位置精度で漏水箇所特定できるので、従来の相関式の位置精度誤差平均7.5m※に対し、調査範囲を従来比40%（約1.3時間）に削減。①～④トータルでは約2.4時間の作業量となった。</p> <p>以上の内容から、「日進量480戸/日」という期初目標値を十分達成できることを確認した。</p>	従来の調査方式より作業時間を大幅に削減できるのみならず、専門調査員が担っていた作業の一部を非専門調査員が担当することもできる。確認調査における音調調査の作業範囲も平均40%（3/7.5）に削減することで、専門調査員の稼働時間を大幅に削減できる。
	II 漏水センサを取付け、センサネットワークを構築するのにかかる時間	1分以下	<p>実証実験の結果から、本システムの漏水センサを一般作業員が止水栓/制水栓や消火栓などに取り付けるのにかかる時間が平均52秒（計測した6回の平均）、最短30秒程度となり、目標値を達成。</p>	磁石等を活用した短時間でのセンサ設置手法を確立。これにより、公道にあるマンホールに対しても、道路占有時間を極力短くする事ができ、利便性は非常に高い。

※従来型相関調査時の位置誤差5~10mの平均として7.5mを想定

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

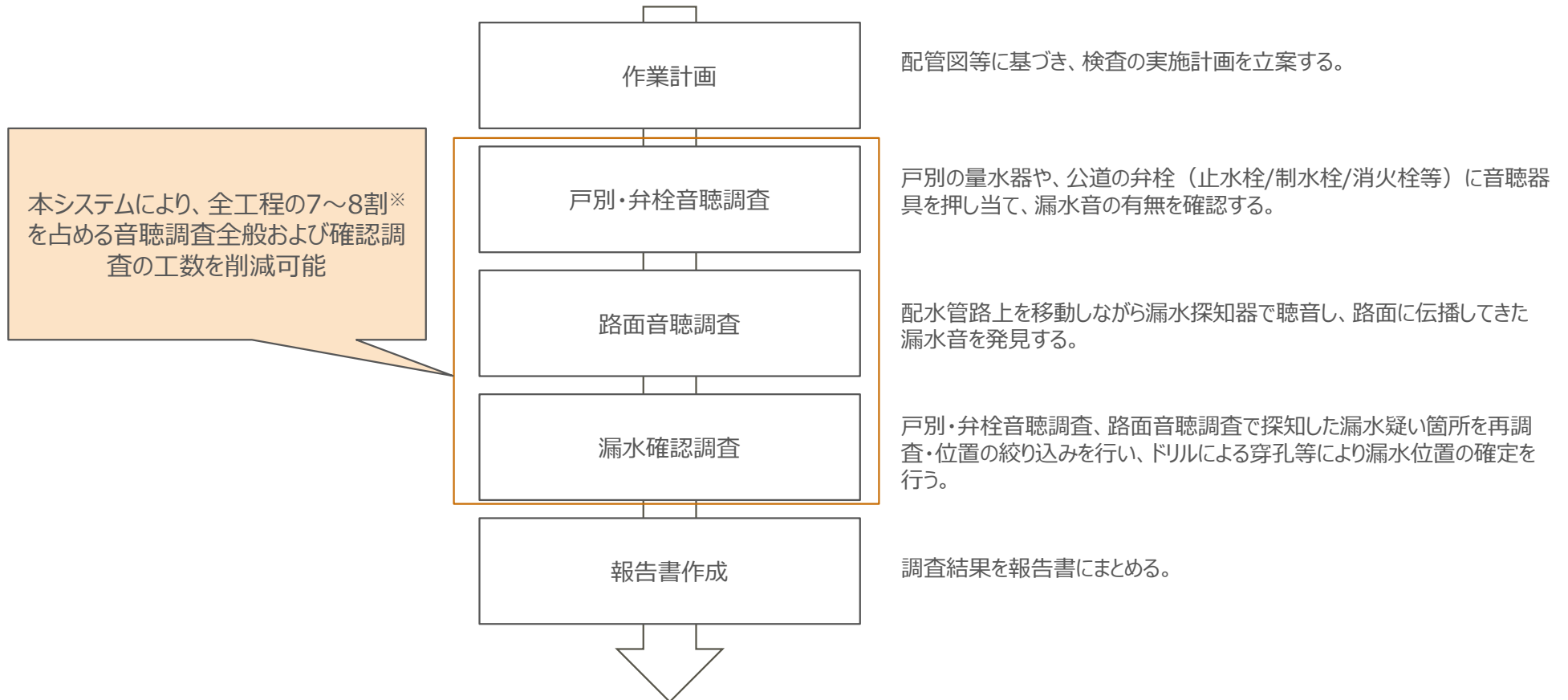
② 検証項目ごとの結果

a. 効果面

IoTセンサを用いた漏水調査（上水道）：I 漏水検査に従事する専門調査員の稼働時間

補足資料：漏水検査の代表的な作業フロー

漏水検査の代表的な作業フロー（全行程）



※全日本漏水調査協会が公開している歩掛表から工数ベースで算出

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

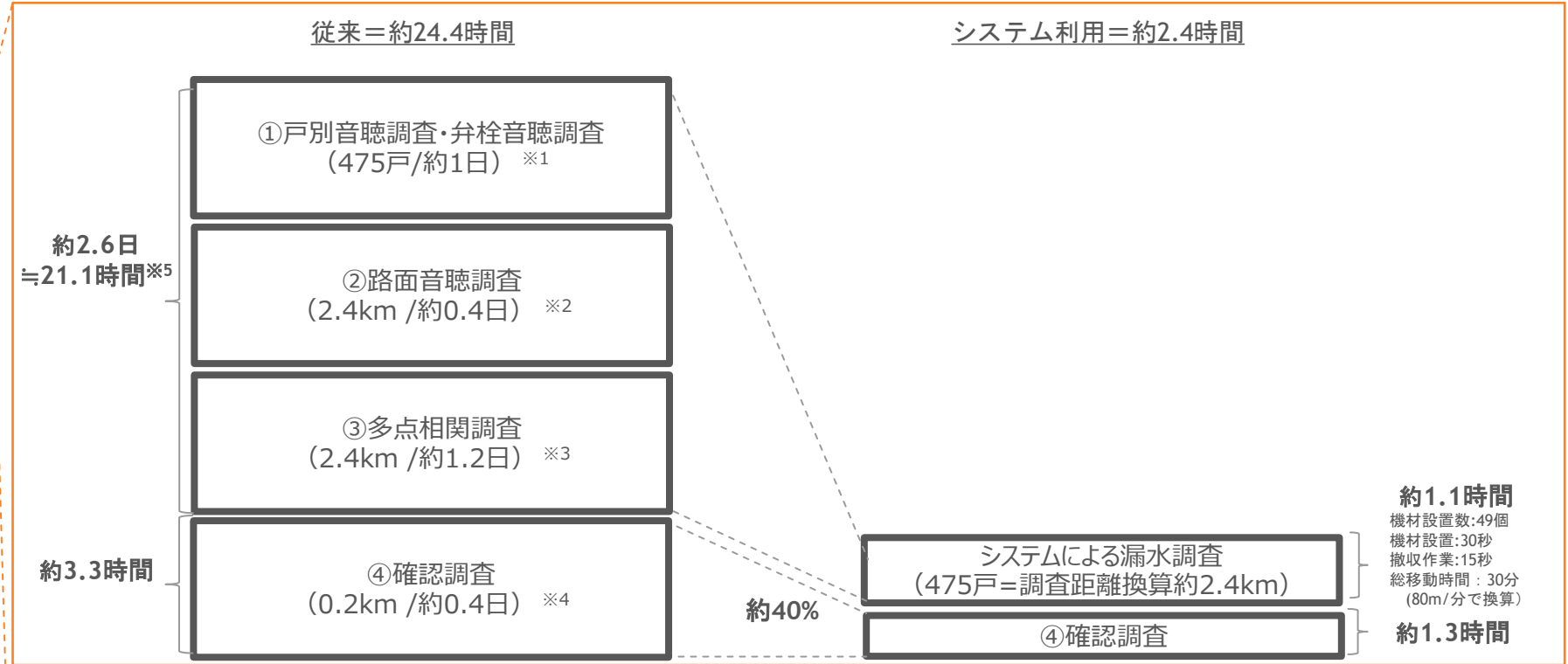
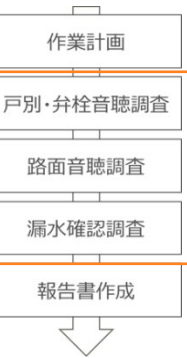
② 検証項目ごとの結果

a. 効果面

IoTセンサを用いた漏水調査（上水道）：I 漏水検査に従事する専門調査員の稼働時間

補足資料：専門調査員の稼働時間比較

漏水検査の
代表的な作業フロー



漏水検査全体の作業フローのうち、個別・弁栓・路面音聴調査、確認調査の工数を削減可能。

①～③の調査における専門調査員の稼働時間をシステム利用で2.6日 (≒21.1時間※5) →1.1時間に短縮。

④確認調査についても調査範囲を約40%に絞り込める。

※1：戸別音聴調査標準歩掛475戸/日に基づく。個別音聴、弁栓音聴は平行に実施することを想定。

※2：配水管100mあたりに接続される給水戸数を20戸（住戸間隔10m、配水管の両側に住戸接続）と仮定し475戸を距離換算。路面音聴調査の標準歩掛5.6km/日に基づき計算。

※3：配水管100mあたりに接続される給水戸数を20戸（住戸間隔10m、配水管の両側に住戸接続）と仮定し475戸を距離換算。多点相関調査の標準歩掛2km/日に基づき計算。

※4：確認調査区間総延長を200mと仮定。確認調査標準歩掛5.6km/日に基づき計算。

※5：1日の作業時間を8時間として計算

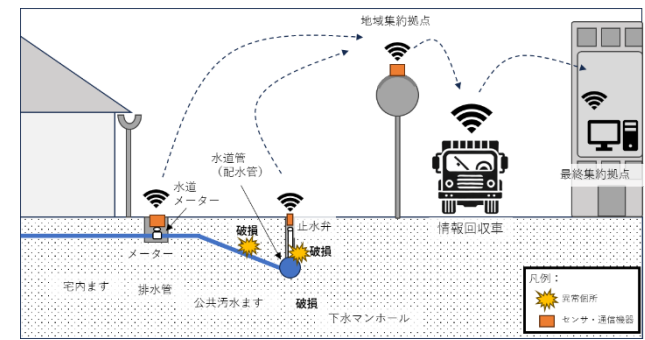
IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

a. 効果面

IoTセンサを用いた漏水調査 (上水道)

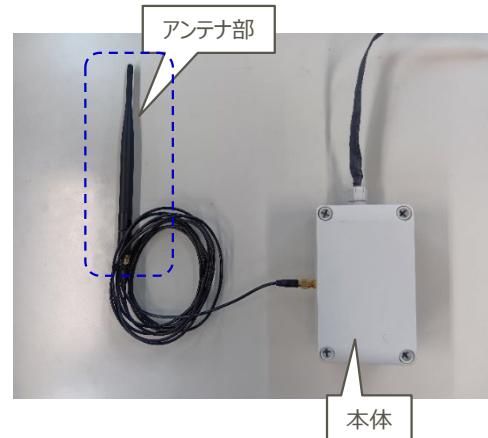
補足：本年度実証で構築したシステム (上水)



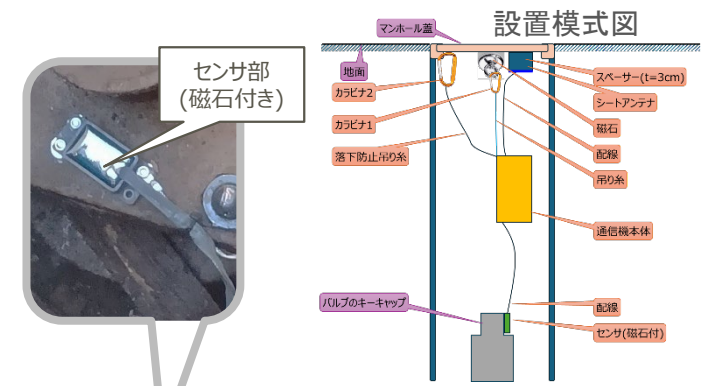
地域集約拠点向け機器



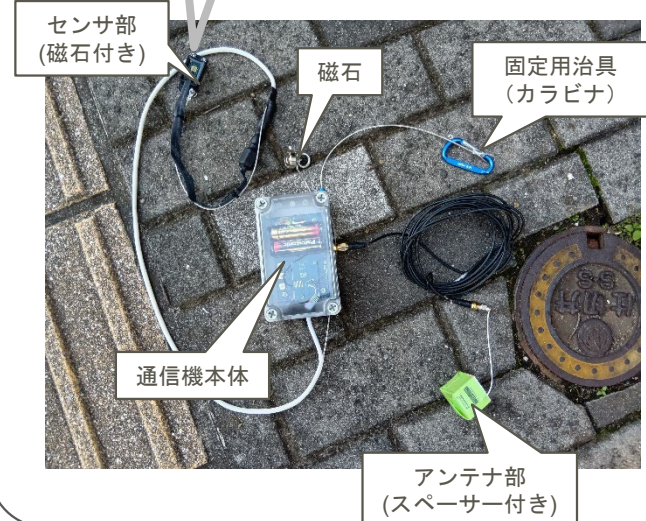
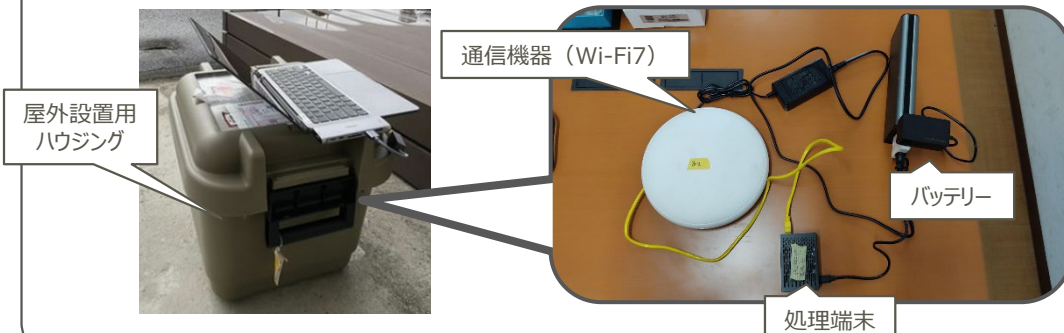
中継機器



センサ・通信機器



最終集約拠点向け機器



IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

a. 効果面

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
IoTセンサを用いた不明水調査（下水道）	I 不明水調査に従事する作業員の稼働時間	1/2以下	<p>実証実験における機材設置時間は、マンホールの開閉を含めた専門作業員の作業時間全体で平均8分13秒となった。（9回の施行平均）</p> <p>一般的な不明水の調査フローは、①流量計（エリア・ベロシティ型）などで不明水の発生源のありそうなエリアを絞り、②カメラ調査で管内を目視確認 と言う流れである。特に、カメラ調査では専門作業員が日進量約150mで常時従事する必要がある。</p> <p>実証システムは、マンホール底面直置き式であり、機材設置にマンホール内に入らずに外から手を伸ばして置くだけで良く、一連の作業が1カ所当たり10分未満となる。</p> <p>従来型検査の日進量150m/日を前提に考えると、この範囲に5箇所のマンホール※1が存在し、これらへの設置時間は合計約41分と稼働時間1/2以下を実現。</p> <p>※1：下水マンホールの設置間隔を平均30mとする。</p>	<p>専門技術や知識の必要な作業を大幅に非専門作業員による単純作業に置き換える事が出来ると考える。</p> <p>取得したデータについてもシステムによって分析判断する為、設置作業～データ分析判断は非専門作業員にて対応可能になる。</p> <p>但し、データ解析を実行するアプリケーションや、その結果の確認には、非専門作業員でも扱いやすく、容易に理解可能なユーザーインターフェースの実装について別途検討する必要がある。</p>

II センサを取付け、センサネットワークを構築するのにかかる時間	現状の計測機器設置時間※の1/2以下	<p>前述の通り、マンホールの開閉を含めた専門作業員の機材設置作業時間は平均8分13秒となった。</p> <p>従来の不明水調査で使用する流量計（エリア・ベロシティ型）センサの据付作業は、一般的に計測水路底に専用取付金具等を用いて固定する必要がある事から、作業時間は1カ所当たり30分～1時間程度※2が見込まれる。</p> <p>実証システムは、マンホール底面直置き式の為、マンホール内に入らず外から手を伸ばして置くだけで良く、マンホール蓋の開蓋/閉蓋、三脚の高さ調整、マンホール周辺への中継器設置等の作業を含めても1カ所当たり10分程度と、1/2以下の作業時間を実現。</p>	<p>作業性は大幅に改善できている。</p> <p>機材の長期安定稼働や再利用性を高めるために、設置機器の腐食・汚染対策（清掃作業の簡便性等も含む）が肝要となる。</p>
----------------------------------	--------------------	---	---

※2：現状値 簡易水位計設置：30分/箇所、PBフリューム・面速式流量計設置：80分/箇所

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

a. 効果面

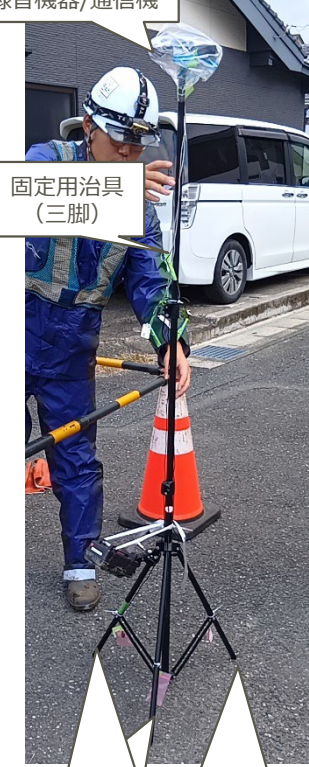
IoTセンサを用いた漏水調査 (下水道)

補足：本年度実証で構築したシステム (下水)

センサ・通信機器

三脚固定式

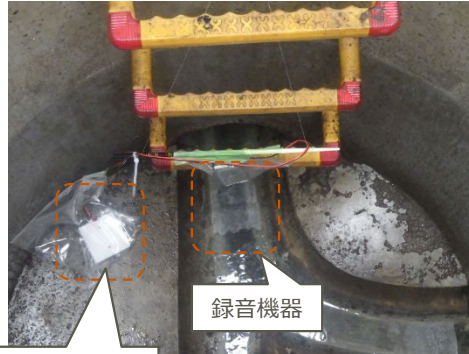
録音機器/通信機



固定用治具 (三脚)

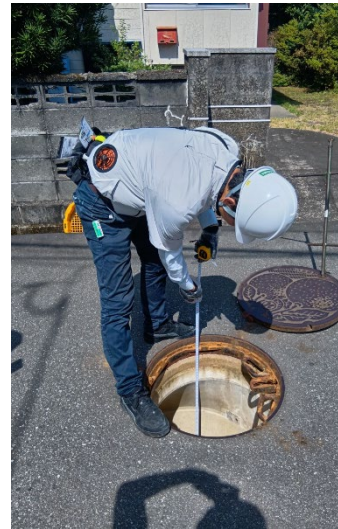
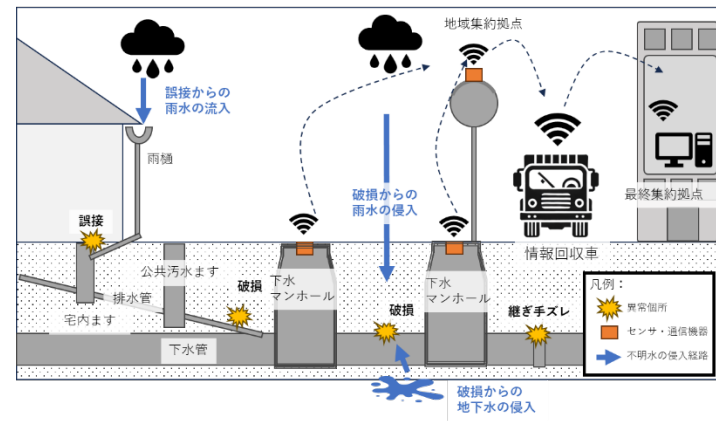
マイク(防汚・防水対策済み)

ステップ固定式 (原理確認用)



録音機器

バッテリー (長期間駆動用)



システム設置の様子

※地域集約拠点向け機器、最終拠点向け機器、中継機器は上水向けと共用

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術面

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
量水器ボックス/マンホール（地中）に設置した漏水センサとの無線通信	I 下水観測におけるシステムパラメータの最適化	1か月の継続運用に耐えること	ケーブル接続部へのガスケット使用に加えてビニールで密封するなど、一定レベルの対策は施したが、マンホール内で発生するガスや湿度の影響で機材が故障し、1か月間の継続運用ができなかった。	ガスや湿度に対しての防御対策が不十分であった。更に密閉度を高めた封止方法を検討し、使用雰囲気からの影響を最小限にする必要がある。
	II ネットワークエリア検証	センサからの通信可能距離が見通し距離で40m以上であること	前年度の条件と異なり、通信が阻害され易い金属蓋マンホール下（地中）への機材設置であっても、センサ設置位置間の見通しの良いエリアでは、地中センサと地上通信機との見通し距離40m以上を実現。（後述の「UNISONet (LPWA)通信機器設置位置と構築されたネットワーク構成の例（見通しの良いエリア）」を参照） 他方、一部建物等の遮蔽物が多い条件下やマンホール内部が広く金属で覆われている条件下ではこれを満たさないケースもあった。この場合は、25m以内に地上通信機を設置することで、安定したネットワーク構築を確認。 また、通信可能距離改善方法の一つとして、金属蓋マンホール下に設置することを前提とした新規アンテナの設計・検証を実施した。本実験において、試作した2種のアンテナ（スリーブダイポールアンテナおよびスロットダイポールアンテナ）は簡素な構成ながら従来実証に使用していたロッド型ダイポールアンテナおよびシート型アンテナと同等以上（最大で35dBの受信強度改善）の良好な特性を有していることが確認された。（後述の「4種のアンテナによる通信試験」を参照）	多くのケースで地上に配した通信機と、地下に設置したセンサ機間が約40mの距離で通信できることが確認できたが、一部の設置個所においては、これを満たすことができなかった。遮蔽物や設置高さなどの設置環境に依存せず安定したネットワーク構築には、25m位置での中継器設置が望ましい。 金属蓋マンホールアンテナについては、検証結果に記した通り、簡素な構成ながら従来利用していたアンテナと同等以上の性能を有するものであり、スロットダイポールアンテナについてはマンホール等の鑄鉄蓋の内側直下へ取付可能な構成となっている。特に狭隘な上水道のマンホールへの設置においては、従来アンテナに比べ設置自由度の向上が見込まれる。

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術面

量水器ボックス/マンホール（地中）に設置した漏水センサとの無線通信：I 下水観測におけるシステムパラメータの最適化
補足：下水マンホール内での長期運用における課題

下水における長期計測実験では、使用機材の故障により、計測を継続的に実施することができなかった。
実証実験システムの機材および露出端子には、ビニルカバーを施すなど一定の防汚・防水対策を講じたものの、下水マンホール内に発生する硫化水素ガスや、高湿度環境による影響を十分に防ぐことができず、錆などの腐食が発生し、実験途中で機材が故障した。
機材の腐食および劣化状況は、当初の想定を上回る深刻なものであり、本実証期間内で対策を講じることができなかった。
今後実装を検討するにあたっては、防汚・防水に加え、硫化水素ガスや高湿度に対するより一層強固な対策の検討が必要である。



通信器等固定用治具の腐食・劣化状況



録音機材の腐食・劣化状況



機材駆動用バッテリーの腐食・劣化状況



電線の腐食・劣化状況

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術面

量水器ボックス/マンホール (地中) に設置した漏水センサとの無線通信：Ⅱネットワークエリア検証
補足：UNISONet(LPWA)通信機器設置位置と構築されたネットワーク構成の例
(見通しの良いエリア)

- 凡例：
- センサ機設置位置 (地下)
 - リレー/中継機設置位置 (地上)
 - センサ機設置位置から半径40m範囲
 - 有効な通信経路
 - 上水道管



地下に設置した通信機 (センサ機) と地上に設置した通信機 (リレー/中継機) においては、最長で100m超、40m前後で通信が可能であることが確認できる。
(例えば、センサ機⑧とリレー/中継機⑭・⑮・⑯、センサ機⑨とリレー/中継機⑰・⑱)
本実験においては、設置したすべてのセンサ機 (地下設置) が、同機から40m以内にある全てのリレー・中継器 (地上設置) と接続することを確認。

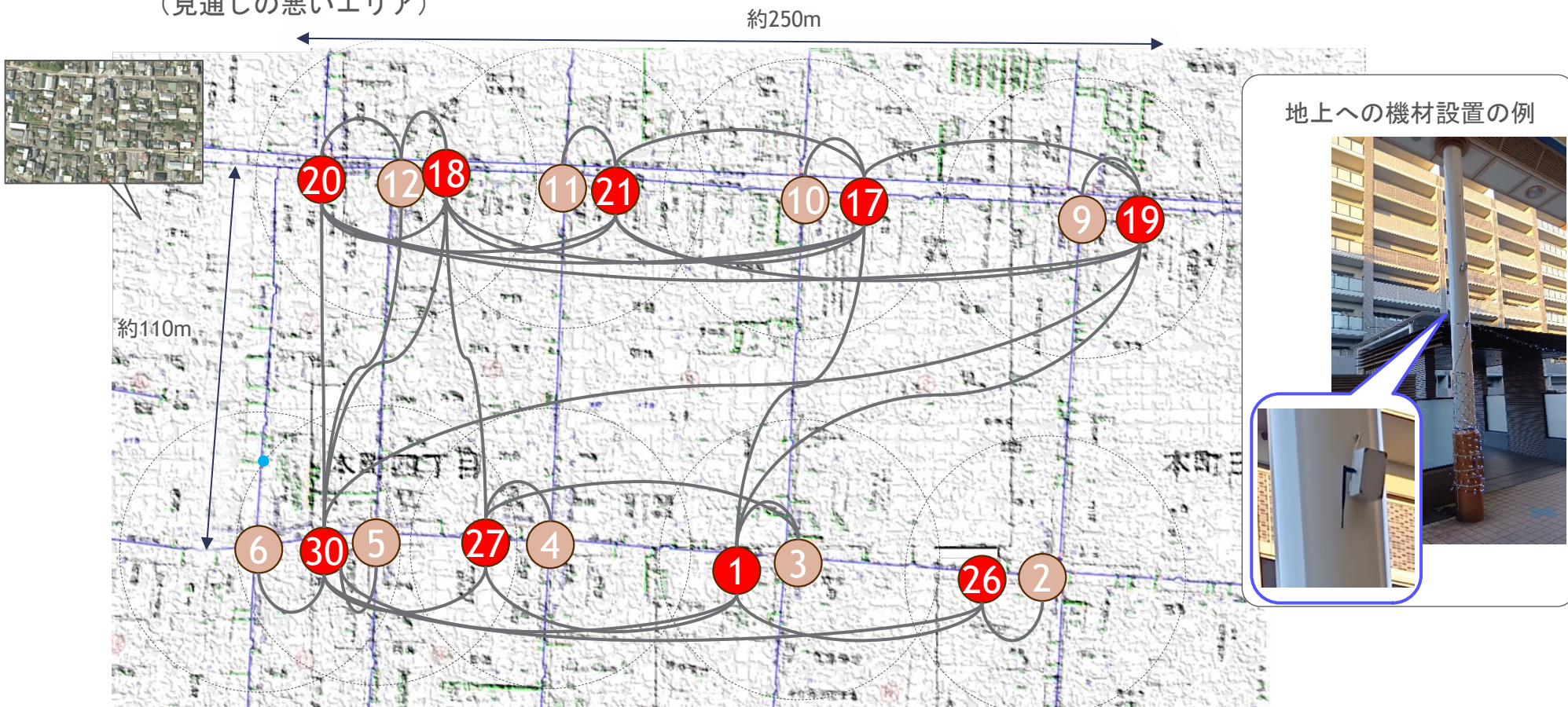
IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術面

量水器ボックス/マンホール (地中) に設置した漏水センサとの無線通信：Ⅱネットワークエリア検証
補足：UNISONet(LPWA)通信機器設置位置と構築されたネットワーク構成の例
(見通しの悪いエリア)

- 凡例：
- センサ機設置位置 (地下)
 - リレー/中継機設置位置 (地上)
 - センサ機設置位置から半径40m範囲
 - 有効な通信経路
 - 上水道管



矩形エリア (250mx110m) へ配置した場合のネットワーク構成の例。

地下に設置した通信機 (センサ機) と地上に設置した通信機 (リレー/中継機) の見通しが悪く、40m間隔では通信が不安定になったが、25m以内に中継用の通信機を設置することで、安定したネットワークが構築できることを確認。

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

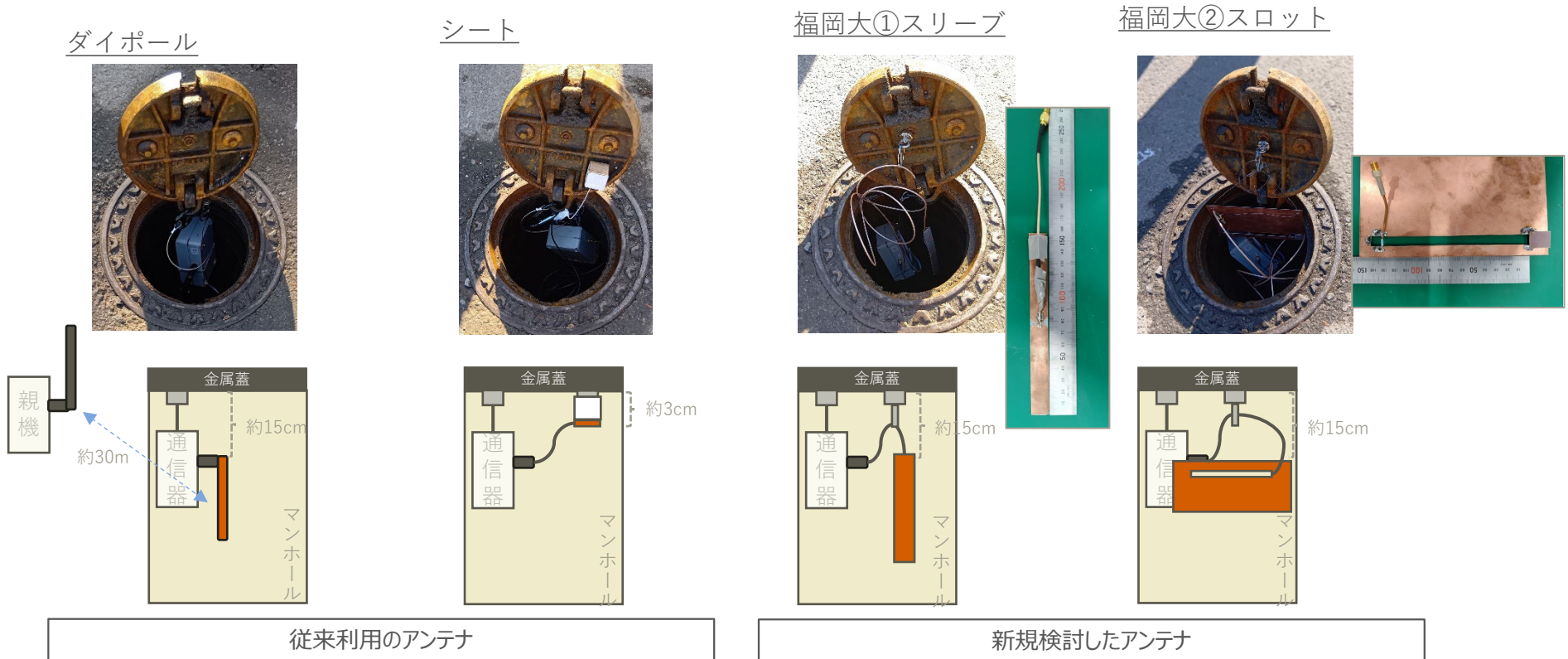
b. 技術面

量水器ボックス/マンホール (地中) に設置した漏水センサとの無線通信：Ⅱ ネットワークエリア検証
補足：4種のアンテナによる通信試験(1/4)

アンテナの改善による通信可能距離向上に向けた検証の為、通信実験を実施。

実験方法：

上水マンホール (内径直径約170mm) の内部の通信器と、約30m離れた位置に設置した親機とを通信させ、電波強度を観測した。
アンテナについては、**ダイポール**アンテナ(ロッド型)、**シート**アンテナ、および福岡大試作アンテナ2種 (**福岡大①スリーブ**ダイポールアンテナ、**福岡大②スロット**ダイポールアンテナ) の計4種を使用した。
(下図オレンジ色部がアンテナ)



IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術面

量水器ボックス/マンホール（地中）に設置した漏水センサとの無線通信：Ⅱ ネットワークエリア検証
補足：4種のアンテナによる通信試験(2/4)

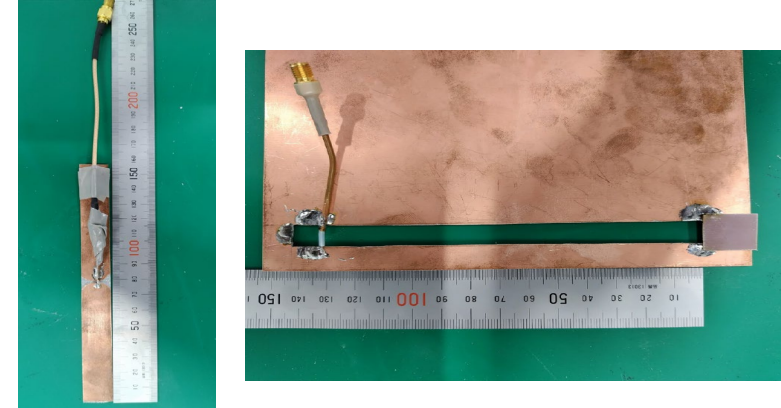
試作アンテナの詳細

福岡大試作① スリーブダイポールアンテナ

- インピーダンス：50Ω、周波数範囲：905MHz～935MHz、最大利得：2.9dBi
- 素材：ガラスコンポジット材（CEM-3）の片面銅張積層板
- 寸法：長辺156mm x 短辺16mm x 厚み1mm
（使用周波数の1/2波長（ $\lambda/2=163.6\text{mm}$ ）を基準とする。但し、基板材料の誘電率の影響で $\lambda/2$ より短い。）
- 銅箔部分が「放射素子」、周囲の銅箔が「地板」
- 縦穴の中心付近で金属蓋等から30mm以上離して設置

福岡大試作② スロットダイポールアンテナ

- インピーダンス：50Ω、周波数範囲：895MHz～945MHz、最大利得：2.3dBi
- 寸法：長辺170mm x 短辺80mm x 厚み1mm
- 素材：ガラスコンポジット材（CEM-3）の片面銅張積層板
- 長方形のスロット（貫通穴）が「放射素子」、周囲の銅箔が「地板」
- 長辺側を金属蓋に接して設置することが可能



左：福岡大試作① スリーブダイポールアンテナ
右：福岡大試作② スロットダイポールアンテナ

参考) 従来利用アンテナ

ダイポールアンテナ

- メーカー：ASNICS
- インピーダンス：50Ω、周波数範囲：910MHz～930MHz、最大利得：3.0dBi

シートアンテナ

- メーカー：Antenova
- インピーダンス：50Ω、周波数範囲：824MHz～960MHz、最大利得：2.46dBi

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

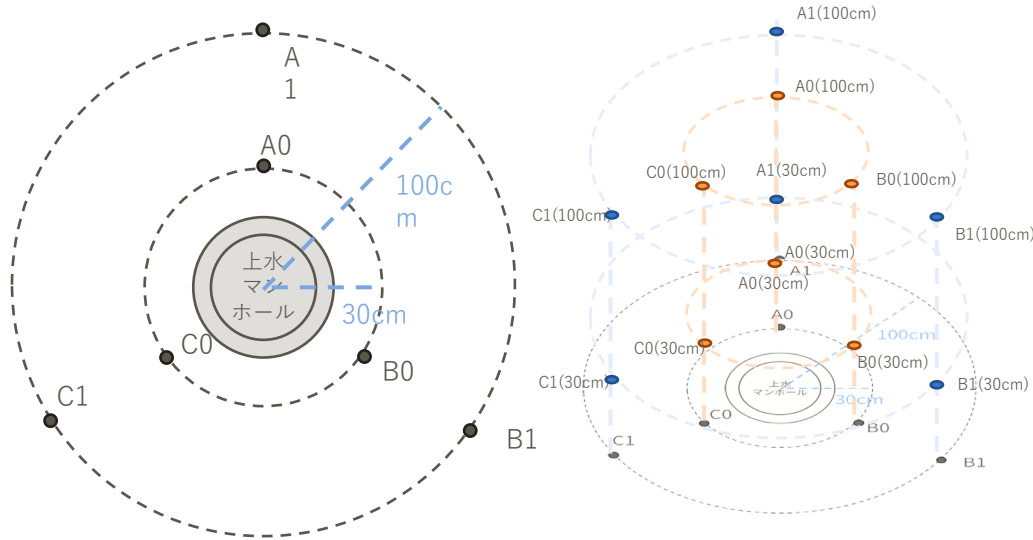
b. 技術面

量水器ボックス/マンホール (地中) に設置した漏水センサとの無線通信：Ⅱ ネットワークエリア検証
補足：4種のアンテナによる通信試験(3/4)

計測位置について

下図A0,B0,C0,A1,B1,C1の6点において、30cm、100cmの高さでスペクトラムアナライザによる電波強度を計測

計測位置の模式図



A0,B0,C0は、マンホール中心より30cmの距離、A1,B1,C1は100cmの距離。各々高さは30cm、100cmで計測。
Ax↔Bx、およびBx↔Cxはマンホール中心を原点とし、互いに120度の位置関係。

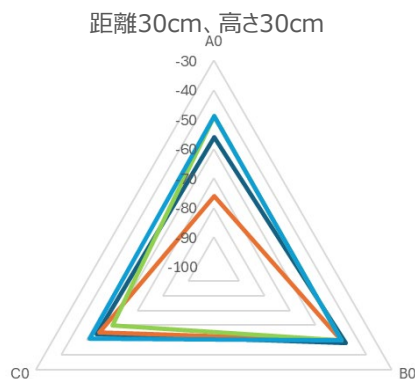
IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術面

量水器ボックス/マンホール（地中）に設置した漏水センサとの無線通信：Ⅱ ネットワークエリア検証
補足：4種のアンテナによる通信試験(4/4)

軸：電波強度 (dBm)



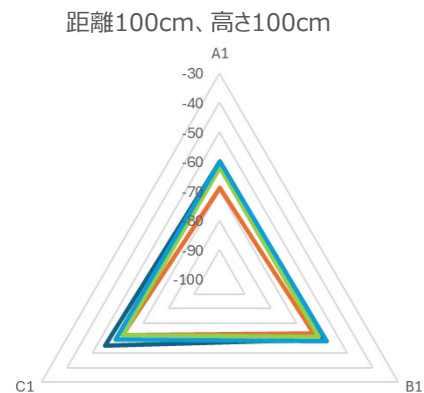
— ロッド
— シート
— 福岡大①スリーブ
— 福岡大②スロット



— ロッド
— シート
— 福岡大①スリーブ
— 福岡大②スロット



— ロッド
— シート
— 福岡大①スリーブ
— 福岡大②スロット



— ロッド
— シート
— 福岡大①スリーブ
— 福岡大②スロット

- 各条件下での結果から、福岡大①スリーブおよび福岡大②スロットアンテナは、従来利用していたロッド型およびシート型アンテナと同等以上の性能を有していることが確認できる。
- 地板（アース板）を铸铁蓋側に有する構造により、地板裏面の金属や竖穴外壁や土壤による悪影響を排除可能。マンホール等の铸铁蓋の内側直下へ取付可能であり、狭隘なマンホール内環境においても、機器の設置自由度が向上する。

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術面

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
異常検知アルゴリズム	I 異常※1の相関検知	3センサ間にある異常のうち、90%の位置検知ができること	<p>上水) 前述の通り、計測対象を前年度の量水器から公道上の止水栓・制水栓および消火栓に変更し実証を実施。公道上の各栓を対象とした場合、昨年度の実証結果を参考に期初に設定した計測条件(センサ間距離40m以内、漏水量150ℓ/h以上)を満たす計測点が、本年度の実証エリアには存在しなかった。このため、センサ間距離100m以内、漏水量150ℓ/h以上に条件を改め、該当する計測区間での漏水の検知実験を行った結果、3センサ間にある漏水の検知率は100%(2/2)となった。また、2センサ間においても、同様の条件に合致する区間での漏水検知実験を行った結果、検知率67%(4/6)となった。</p> <p>下水) 今回実証を行った範囲では、システムで検知した不明水は0件であり、これは自治体を実施した下水管のカメラ調査結果と一致する。一方で、通常使用に伴う下水流入(トイレ等使用による10ℓ程度の流入と推定)を検知できており、一定量の流入水があれば、流入の有無とその位置を検知できることが確認できた。</p>	<p>上水) 今回の実験エリアには、想定した計測条件に合致する管路が存在せず、センサ間距離を100m以内に改めて検知実験を行った。3センサを用いることにより、観測データの相互比較および整合性確認が可能となり、漏水検知結果の信頼性が向上した。一方、配水管には多数の給水管から雑音が入り、目的信号に対してのS/Nが低下するので、センサノイズを含めたノイズ耐性を高める必要がある。また、一部のセンサで感度の低下を確認。弁栓へのセンサ設置時に異物(砂や錆等)が挟まったことによる接触不良の可能性があり、対策が必要と考える。</p> <p>下水) 本年度の実験では不明水を発見するには至らなかった。実績の積み上げのために、前述の防汚対策を進めたくうえで、計測区間・回数を増やしていく。</p>
	II 複数管種での異常※1検知	複数の管種・管径※2※4において、センサ間距離40m内の異常※1が検知できること	管種: PP、VP、HIVP、CIP、DIP、管径: Φ75~500で調査を行ったが、想定センサ間距離を満たす計測点が存在せず、同距離を100mとして実験実施。鋳鉄管においては100m以内の距離で異常検知ができた一方で、ビニル管については当該条件でも該当が無かった。(上水) 下水については検知すべき異常が無かった。	金属管では比較的振動が伝搬しやすく、ビニル管で減衰しやすい傾向があるので、更なる検知精度向上には、ビニル管での検知性能を向上させる必要があり、計測した信号のS/N向上について検証が必要。
	III 単ノード漏水検知(上水道のみ)	単ノードで3m以内の毎時150ℓ相当の漏水の検知率90%であること	約5mの位置に発生している漏水の発見率が100%(2/2)となった。検知サンプルが少なく、漏水量推定式の汎化には至らなかった。	5m以内の漏水を検知できており、目標を達成。今期実証での検知数(2件)では漏水量推定式の汎化に至らなかった為、今後も実績の積み上げを行う。

※1 異常: 上水における漏水、下水における流入水のこと

※2 上水) 管種: PP、VP、HIVP、DIP、管径: Φ50-250、下水) 管種: VU、VP、管径: Φ150-200

※3 上水/下水管路上の観測点の位置関係が直線状なことが多く、観測点の配置間隔と振動伝播可能距離の関係等を踏まえ、

実証システムでは3センサ間の整合確認が必要十分と考える。本実証においては、これに基づく異常検知アルゴリズムを実証・検証する。

※4 下水における対応管種、管径においては、検査のターゲットしている下水上流側(排出元に近いエリア)における敷設状況(VU,VP管Φ150-200の利用割合が90%以上)を踏まえて決定している

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術面

異常検知アルゴリズム：I 異常の相関検知

補足：3センサでの漏水検知結果

漏水番号	推定漏水量※	漏水箇所	計測点間距離 (各計測点から 漏水位置への距離)	主要な管種	検知結果	漏水位置 検知誤差	備考
28	900ℓ/h	給水管上	85m (36m/47m)	鑄鉄管(DIP75)	検知	-4.0m	計測点B、 計測点D間
			70m (23m/47m)	鑄鉄管(DIP75)	検知	-1.5m	計測点A、 計測点D間
37	300ℓ/h	給水管上	85m (24m/59m)	鑄鉄管(DIP75)	検知	-1.4m	計測点B、 計測点D間
			70m (5m/65m)	鑄鉄管(DIP75)	検知	+4.7m	計測点A、 計測点D間
31	180ℓ/h	給水管上	50m (19m/31m)	鑄鉄管(DIP75)	-		
8	60ℓ/h	給水管上	89m (6m/87m)	鑄鉄管(DIP75)	-		
14	180ℓ/h	給水管上	89m (67m/23m)	鑄鉄管(DIP75)	-		
10	30ℓ/h	給水管上	75m (8m/67m)	鑄鉄管(DIP75)	-		
13	18ℓ/h	給水管上	75m (71m/4m)	鑄鉄管(DIP75)	-		

□ 条件に該当する区間
(漏水量150ℓ/h以上、計測点間距離100m以内)

※検査事業者の音聴による漏水調査報告に基づく

3点間での漏水検知に関しては、対象2区間に対する漏水検知率が100% (2/2、漏水番号28、37) となった。

② 検証項目ごとの結果

b. 技術面

異常検知アルゴリズム：I 異常の相関検知

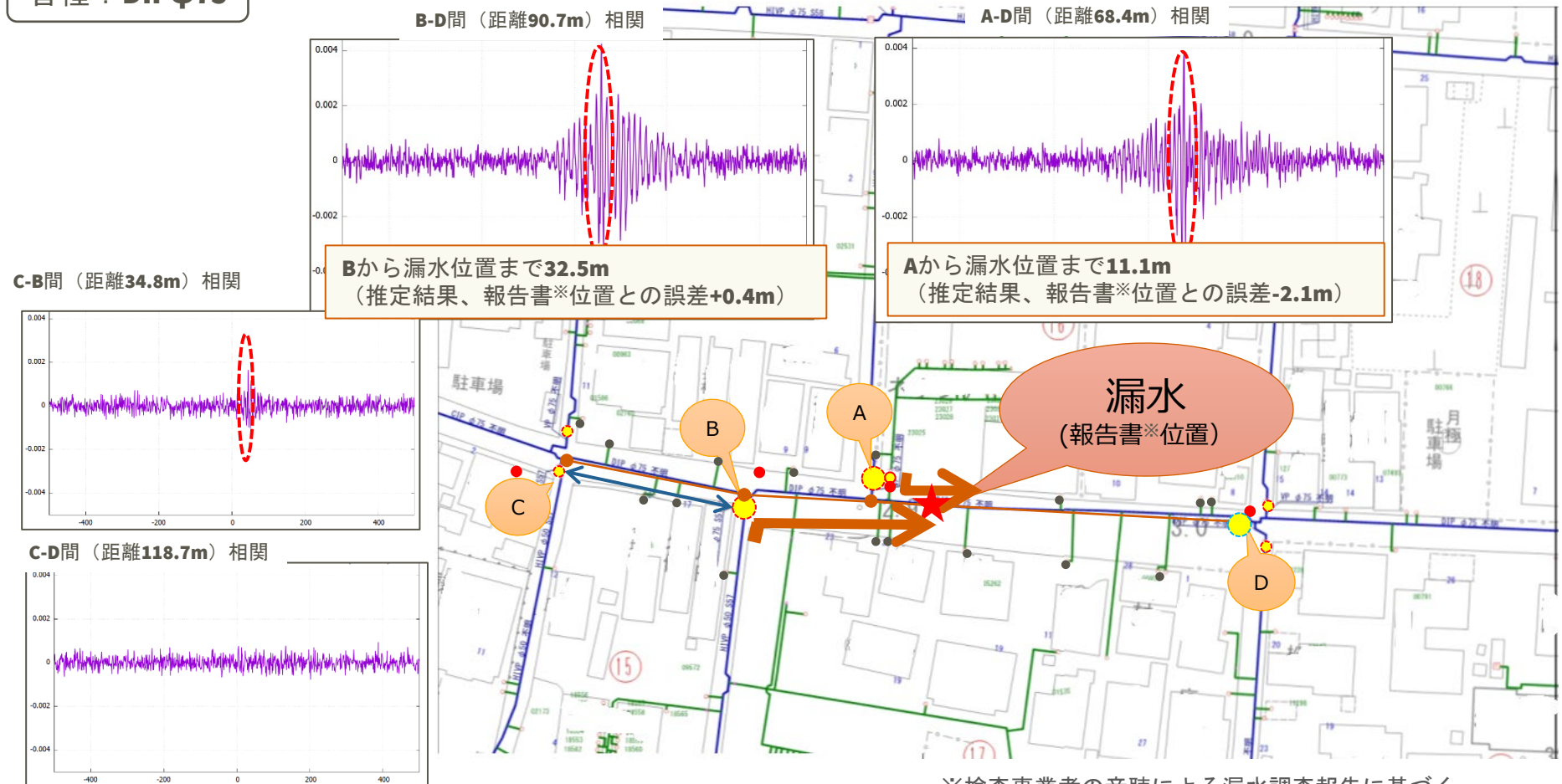
補足：3センサでの漏水検知結果

処理対象：

24:00~35min

管種：DIPφ75

複数の観測点での推定結果の整合性から判断し、
誤検出耐性を向上させることが可能。
(今回のケースではいずれの推定結果も誤差3m以内)



IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術面

異常検知アルゴリズム：I 異常の相関検知

補足：2点間での漏水検知結果

漏水番号	推定漏水量※	漏水箇所	計測点間距離 (各計測点から 漏水位置への距離)	主要な管種	検知結果	漏水位置 検知誤差	備考
28	900ℓ/h	給水管上	85m (36m/47m)	鑄鉄管(DIP75)	検知	-4.0m	計測点B、 計測点D間
			70m (23m/47m)	鑄鉄管(DIP75)	検知	-1.5m	計測点A、 計測点D間
37	300ℓ/h	給水管上	85m (24m/59m)	鑄鉄管(DIP75)	検知	-1.4m	計測点B、 計測点D間
			70m (5m/65m)	鑄鉄管(DIP75)	検知	+4.7m	計測点A、 計測点D間
31	180ℓ/h	給水管上	50m (19m/31m)	鑄鉄管(DIP75)	不検出		
8	60ℓ/h	給水管上	89m (6m/87m)	鑄鉄管(DIP75)	(不検出)		
14	180ℓ/h	給水管上	89m (67m/23m)	鑄鉄管(DIP75)	不検出		
10	30ℓ/h	給水管上	75m (8m/67m)	鑄鉄管(DIP75)	(不検出)		
13	18ℓ/h	給水管上	75m (71m/4m)	鑄鉄管(DIP75)	(不検出)		

□ 条件に該当する区間
(漏水量150ℓ/h以上、計測点間距離100m以内)

※検査事業者の音聴による漏水調査報告に基づく

2点間での漏水検知に関しては、対象区間のべに対する漏水検知率が67% (4/6) となった。
各漏水箇所と推定位置の誤差は絶対値平均2.9m (最大4.7m) となった。

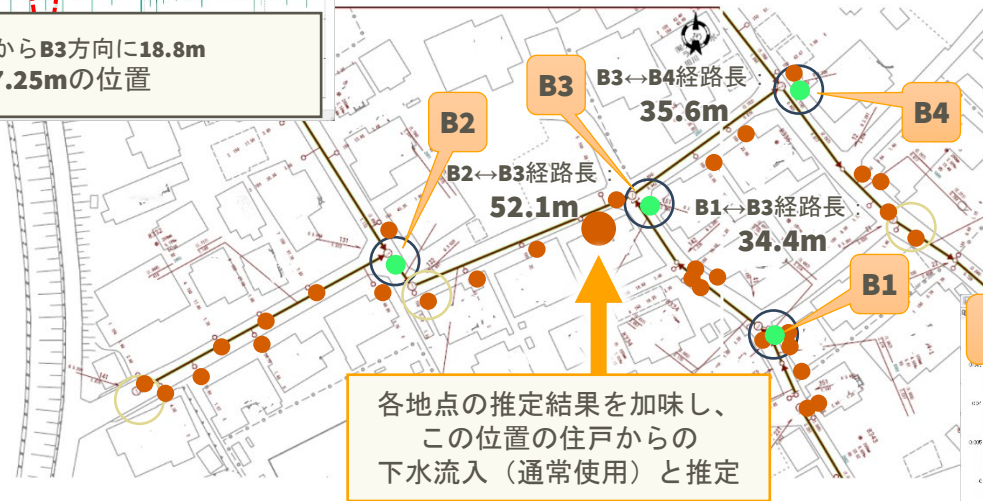
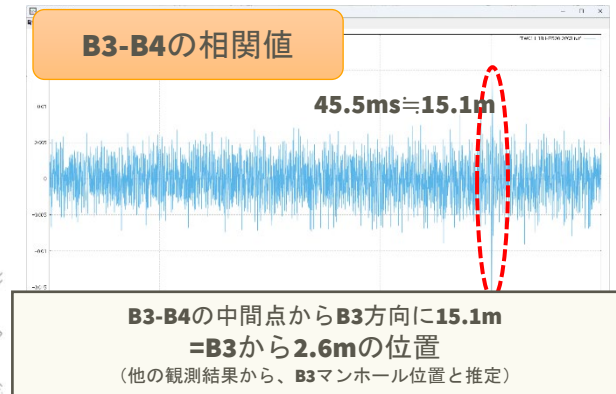
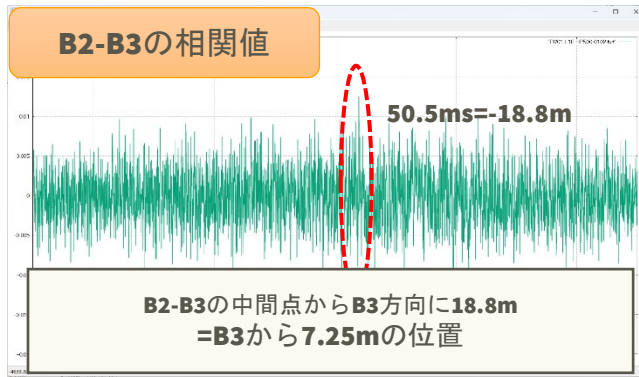
② 検証項目ごとの結果

b. 技術面

異常検知アルゴリズム：I 異常の相関検知

補足：下水における流入水検知結果

複数の観測点での推定結果の整合性から判断し、より正確な異常判定を行うことが可能。
(今回のケースではいずれの推定結果も誤差2m程度)



- 凡例
- 計測機材
 - マンホール
 - 汚水桝

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術面

異常検知アルゴリズム：Ⅲ単ノード漏水検知

補足：単ノードでの漏水検知結果

漏水番号	推定漏水量※	漏水箇所	計測点から 漏水位置への距離	主要な管種	検知結果	備考
25	240ℓ/h	給水管上	5m	ビニル管 (HIVP75)	検知	
37	300ℓ/h	給水管上	4m	鋳鉄管 (DIP75)	検知	

□ 条件に該当する地点

(漏水量150ℓ/h以上、計測点と漏水位置の距離5m以内)

※検査事業者の音聴による漏水調査報告に基づく

単ノードでの漏水検知結果については、当初目標の「3m以内の漏水」かつ「推定漏水量150ℓ/h以上」に該当する地点が存在しなかった。検知距離条件を同5mに広げた結果、対象2地点の漏水検知率が100% (2/2) となった。

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運営面

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
データ回収オペレーション (上下水道共通)	I データの回収コスト	巡回情報回収車による、地域集約拠点からのデータ吸い上げ時間を1分/箇所以内とする。また、必要とする機材費用を3万円/1拠点とする。	本実証システムに於けるWi-Fi7系統の通信速度実測値が、データI/Oを含めたEnd-to-Endでの計測で、約40MB (5計測点、計測データ長60秒) のデータ集約に19.5秒/約16.7 Mbps、約420MB (5計測点、計測データ長600秒) のデータ集約に104秒/32.4Mbps 掛かることを確認した。ここから、1拠点あたりの集約データ量約0.2 GB (観測点数:最大20)に対し、約51秒 (32.3 Mbps時) でデータ吸い上げを実施可能。1分/拠点での目標値は達成した(但しWi-Fi7としての目標値20秒/拠点には未達)。また、セッション確立可能距離が最長30mである点、Wi-Fi7 VLPのみでのネットワークスループットは親機↔子機間約5mで約267Mbps、15mで約81Mbps、30mで約197kbpsである点についても実証実験を通じて確認した。機材費用については、2.9万円/拠点と試算。	Wi-Fi7の6GHz帯(VLP)を用いたデータ吸い上げにより、拠点あたり1分以内での回収が可能であることが確認された。他方、Wi-Fi7VLP単体での通信速度が約270Mbps(距離5m時)であることからストレージI/O高速化等でデータ回収速度を更に向上させることができると考える。また、通信セッション確立可能距離が約30m、15mの距離でのWi-Fi7通信速度が80Mbps超である点も、運用に柔軟性を持たせると共に、速度の向上に寄与する。Wi-Fi7モジュールを含む機材構築に必要な構成物の洗い出しを行い、各部材の価格から費用を約2.9万円と試算。(100台製作時)
	II 検出した異常発生可能性位置を遠隔地で週次で確認できる	市関連施設に設置した端末で週次で異常(漏水発生、不明水発生)可能性位置を知ることができるようにする。	1拠点当り(最大20観測点)のデータ処理時間2分以内(平均5秒×20観測点)。回収する拠点数を100と仮定しても、情報回収車でのデータ回収完了から約2.5時間後には、異常発生個所の情報を確認できる。	処理するデータ数にも因るが、回収したデータの処理は～数時間程度で完了する。地域集約点から市関連施設への情報回収から報告までを、週次で行うことは十分可能であると考えられる。
保守の簡便性	I メーター取り付け	非熟練者でもセンサを1分以内に設置できるようにする。	上水) 磁石を用いた簡便な固定方式を採用し、制水栓/止水栓マンホール内への設置に最短で30秒、撤去に15秒を実現。	上水) 磁石を用いた固定方式により、非熟練者でも短時間で確実に設置できる可能性が示された。特殊な工具不要で直感的に作業できる点が、作業時間短縮の主因と考えられる。一方で、設置対象の材質や汚染、振動環境への適用性については更なる検証が必要である。
			下水) 三脚の脚部にセンサを固定した、マンホール内に直置き可能な治具を開発し、最短で設置1分、撤去30秒を実現。	

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

C. 運営面

データ回収オペレーション データの回収コスト

補足：Wi-Fi7 VLPによる通信試験(1/2)

試験方法：

試験① 実証システム実地試験：

- ・ 実証システムの実地試験を実施。(図1)
- ・ 実証拠点を地域集約所および最終集約所に見立て、情報回収車を実際に走行させたうえで、データ転送時間の実測※を行った。(図2、図3)
※通信部分だけではなく、セッションの確立、データのR/Wも含めたEnd-to-Endで測定

試験② Wi-Fi7 VLP通信試験：

- ・ 親機↔子機間距離ごと (5m,15m,30m)にWi-Fi7 VLPモードでのネットワークスループット計測を実施。

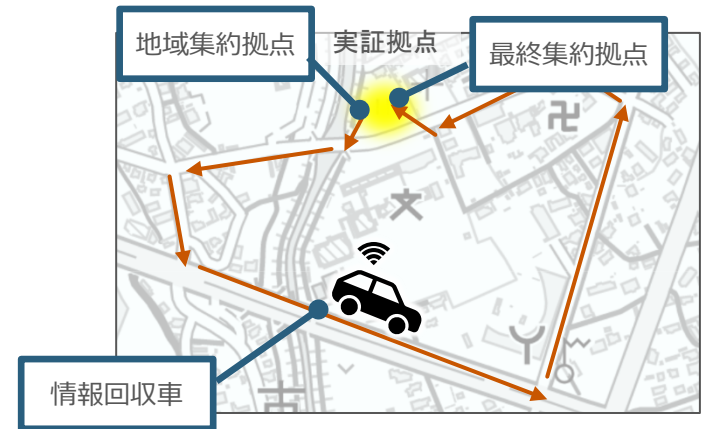
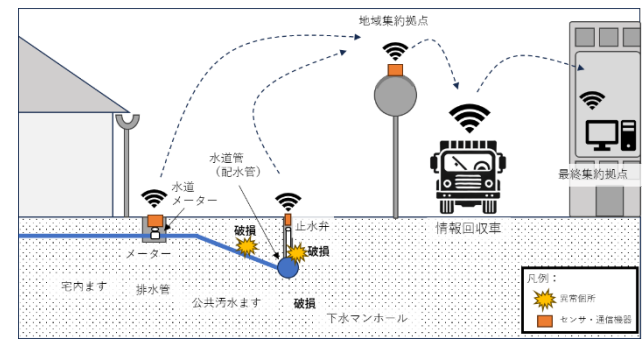


図2. 実証システム配置および走行ルート

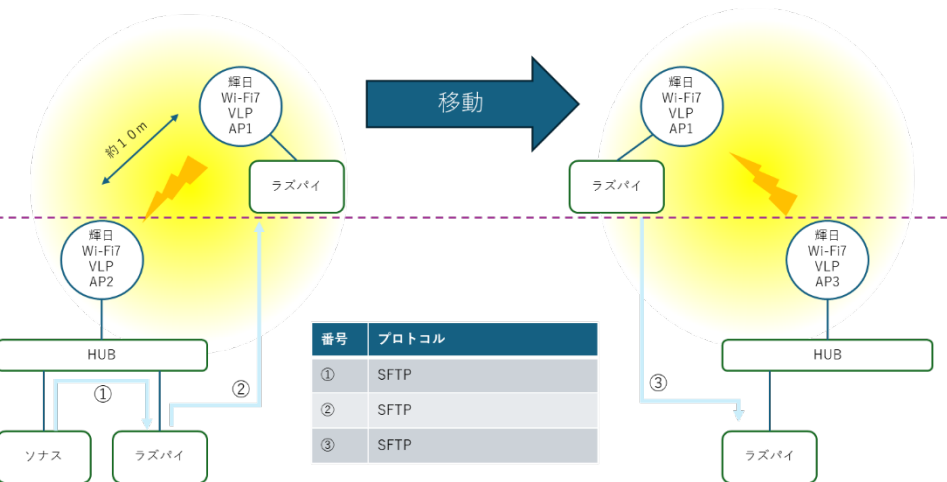


図1. システム系統図



図3. ①実証システム実地試験の様子

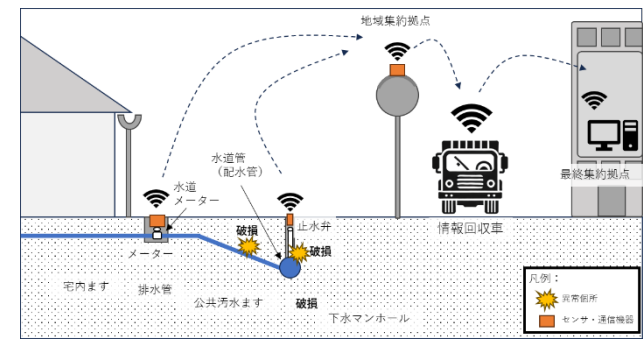
IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運営面

データ回収オペレーション データの回収コスト

補足：Wi-Fi7 VLPによる通信試験(2/2)



試験結果：

試験① 実証システム実地試験：

- 約40MB (計測時間約**60秒/5計測点**分のテキストデータ) のデータの平均転送速度は、**19.5秒/16.7Mbps**。
- 約420MB (計測時間約**600秒/5計測点**分or**約60分/52計測点**分のテキストデータ) のデータの平均転送速度は、**104秒/32.4Mbps**。

試験② Wi-Fi7 VLP通信試験：

- 通信部分 (Wi-Fi7 VLPモード) のスループット計測結果。(iperf3による結果)
 - 通信距離5m：267Mbps
 - 通信距離15m：81Mbps
 - 通信距離30m：179Kbps

- 拠点と回収車間の目標データ回収時間 (1分以内) の前提では、60秒の計測データであれば約15～30計測点のデータを収集可能。同じく600秒のデータであれば約1～3計測点のデータを収集可能。
→用途に応じた使い分けが可能。
 - 60秒データ x 15計測点：重点監視区域等での漏水有無の計測 (主に単ノード処理、高速な判定、速報を取得したい場合)
 - 600秒データ x 3計測点：止水栓・制水栓等を活用した、特定区間での漏水有無、位置判定
- Wi-Fi7 VLPの通信可能距離は見通し距離約30m。ネットワークスループットは5mの距離で267Mbpsを実証にて確認。ボトルネックと考えられるデータI/Oやセッション確立時間の高速化で、システム全体のスループットを向上できる見込み。
- 将来的には、2GHz、5GHz、6GHzの複数帯域を利用したMLO (Multi-Link Operation) や、距離に応じた適切な帯域の使い分けなどで、更にスループット向上が見込める。



街中での利用であっても実用可能な通信距離、速度を実現できることが分かった。
例えば、ごみ収集車に情報回収車の機能を持たせ、ごみ収集業務に併せてデータ回収を実施することも十分可能。
ごみ収集ステーション (10～20戸利用を想定) 毎に地域集約拠点を設ける形での情報回収を行うなど、
現状の枠組みに即した運用も可能。

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

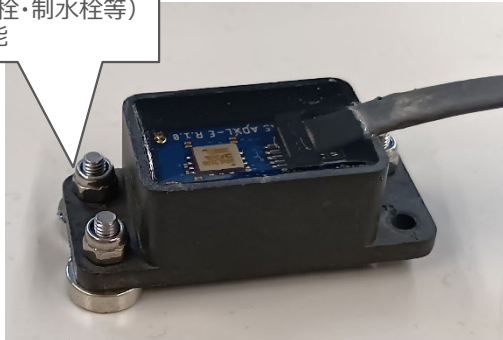
c. 運営面

保守の簡便性 メーター取り付け

補足：磁石を用いたセンサの取り付け方式



観測対象（止水栓・制水栓等）
に容易に固定可能



センサ（上面）

磁石



センサ（接触面）

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

d. 展開先

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
自治体、検査業者への アピール（上下水道共 通）	I 自治体、検査業者への アプローチ	アプローチ3件、うち商 談への移行1件以上	那須町私営事業者、那須塩原市、カンツール社、 宇佐市、管清工業（熊本営業所）の5団体にア プローチ。商談移行へは至らず。	いずれの団体も興味を持って頂い た。一方、導入を強力に後押しす る実績不足の指摘を受け、商談 フェーズに移行することが出来なかつ た。特に自治体における本システム の導入または仕様書への明記には 議会の承認を得る必要があり、ここ での意思決定を後押しするには、 影響力のある大都市での検証結 果や導入実績等が望ましいとの意 見も頂いているため、本年度の実 証先以外でも、漏水・不明水検出 実績をさらに多く積み上げる必要が ある。

③ 実装・横展開に向けた準備状況

	アクション	結果	得られた示唆・考察
実装に向けて	実証実験に基づいたオペレーションの最適化	上水)設置最短約30秒・撤去15秒と短時間で作業の実現に成功。 設置マンホールから25m以内に中継器を設置する事により、安定的なネットワーク構築に成功。 下水)三脚構造による簡便な設置方式を確立。	上水)止水栓・制水栓をターゲットとしてシステムを改良した結果、簡便な設置・回収作業を実現。 下水)基本的な設置方式については確立。他方、システムの防水・防汚対策は一定の効果がみられたものの、結露やガスによる腐食対策については課題があり、更なる検討が必要。
	運用マニュアルの整備	上水)運用マニュアルの作成 下水)腐食対策未対応の為、マニュアル未着手	上水)基本的な設置作業を網羅 下水)腐食への対策が不完全となりシステムの確立ができなかった為、マニュアル整備に至らなかった。
	検査事業者に対して、プロジェクト紹介	カンツール社、管清工業社（熊本営業所）にプロジェクト紹介を実施。	特に下水については、現状、不明水を簡便に特定できる検査手段が無く、低精度であっても安価に広範囲を調査できる手段を求めているとの回答があった。
	自治体担当者との協議	12月11日に協議実施。 導入（実装）の後押しの為に更なる実績の上積みが必要であり、他都市での実験実施についても交渉実施。 実装タイミングにむけ継続協議。	本システムの導入または仕様書への明記には議会の承認を得る必要があり、ここでの意思決定を後押しするには、影響力のある大都市での検証結果や導入実績等が望ましいとの意見を今期実証先自治体からいただいた。 本年度の実証先以外でも、漏水・不明水検出実績をさらに多く積み上げる必要がある。

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

③ 実装・横展開に向けた準備状況

	アクション	結果	得られた示唆・考察
実装に 向けて	実装先首長へのシステム概要説明	本年度は実施に至らず。	本年度の実証先に限らず、漏水・不明水検出実績をさらに多く積み上げ、自治体に納得いただく必要がある
	2026年度予算案の策定及び反映事項の協議	本年度は実施に至らず。	本年度の実証先に限らず、漏水・不明水検出実績をさらに多く積み上げ、自治体に納得いただく必要がある
	入札条件の精査及び協議	本年度は実施に至らず。	本年度の実証先に限らず、漏水・不明水検出実績をさらに多く積み上げ、自治体に納得いただく必要がある

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

③ 実装・横展開に向けた準備状況

	アクション	結果	得られた示唆・考察
横展開に向けて	業務オペレーションの共通化及び標準化	業務オペレーション案草案を作成。 (2026年9月に作成予定)	27年度の予算検討時期までに必要情報をそろえる必要がある
	対象団体において許容できるかの協議	シャープ提案内容の草案作成。 (2026年9月に協議予定)	27年度の予算検討時期までに必要情報をそろえる必要がある
	耐久性・安全性・環境適合性の試験完了	試験項目の抽出完了。 (2026年12月実施予定)	27年度の予算検討時期までに必要情報をそろえる必要がある
	規格適合性の確認及び法的認証の取得	必要な手続きの確認完了。 (2026年12月実施予定)	27年度の予算検討時期までに必要情報をそろえる必要がある
	顧客業界及び企業動向のインサイト把握	上水の漏水および下水の不明水問題は大都市のみならず中小都市でも大きな関心はある一方、予算や人員に限られ検査実施優先度が上がっていない状況。これら制約下でも利用可能なシステムが期待されている。	現在調査に必要とされている機能を安価に提供する提案システムで、現状の検査機材を代替する。
	営業先候補として5団体以上へのアプローチ	那須町私営事業者、那須塩原市、カンツール社、宇佐市、管清工業社(熊本営業所)の5団体にアプローチ	いずれの団体も興味を持って頂いた一方、自治体からは導入を強力に後押しする実績不足の指摘を受けた。更なる実験実施による実績※の積上げが必要。
	見込み客に対して説明会を実施	上記5団体に説明会を実施。	更なる現場実証による実績積上げが必要。
	営業先企業の意味決定者との直接コンタクト	カンツール社の役員に対し、説明を実施	更なる現場実証による実績積上げが必要。

※システムが信頼に足ると判断できるような大都市での導入実績、検査実施件数、距離など

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

③ 実装・横展開に向けた準備状況

横展開に向けて：顧客業界及び企業動向のインサイト把握

補足：広域団体（広域自治体）で導入する主だった要件と対応

自治体の財源が限られる中でなかなか導入が進まない現状への対策のひとつとして、県や広域自治体での共同利用によるシステム導入実現可能性を検討した。

広域団体（自治体等）で共同導入に対する主だった要件：

① 広域団体を主導する適切な旗振り役の選定

県や広域水道事業団などに対し契約審査はもちろんのこと、精度・技術妥当性の判断を行ってもらうように働きかけ、受益団体（個別の自治体）での導入判断を容易にしてい

② 経済的合理性の明確化

スケールメリットによる導入単価の低下に加えて、固定費の分散を示すことで理解を得る

③ 評価軸の共通化・データ共有ルール

例えば漏水発見数/kmや有収率の改善割合など、団体の規模に因らない共通の評価軸を設定すると共に、計測したデータやこれに基づく評価結果を各団体で共有する仕組みを導入することで広域団体内で同じ軸での評価を可能とする

④ 受益・負担の公平化

大小さまざまな事業規模の団体が入り混じる中で公平性を保つために、例えば費用分配を給水人口や有収水量に応じた傾斜配分とするなど、受益・負担の不公平感を最小化する方法を検討する

導入を更に後押しするためには、これら要件の適正化に加えて、従来検査法との親和性も重要。

→従来検査手法との併用や一部置き換えを実現できると、従来検査事業者との共存や団体の検査スキームにフィットしなかった場合のリスク管理も行うことができ、議会などの導入意思決定も容易になると考える。

本実証で提案するシステムは、この親和性が高く、前述のスケラビリティも含め、広域団体での導入に向けた検査システムである。

既に一部で導入が進んでいる衛星を用いた漏水調査との組み合わせについても、当該漏水調査結果（一般的には100m x 100mの解像度と言われる）に基づく詳細調査を行うツールとして、提案システムを用いることも可能である。

なお、③で共通化したデータは、一般に公開を行うことも考えられる。

公開されたデータにより、民間の技術開発が促進されたり、自治体間のベンチマークに利用できたりと、自治体同士または官民の連携において、非常に大きなメリットをもたらすと考える一方、インフラ脆弱性の露出による破壊・妨害リスクにさらされたり、数字だけが独り歩きして不要な誤解・過剰反応を引き起こす可能性もあるため、データのアクセスレベルに関しては十分検討する必要がある。

本実証で提案するシステムは各計測点でセンサが取得したデータを蓄積することが可能であり、計測地点の情報や漏水検査の結果と組み合わせるとオープンデータとして公開することも可能である。

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

④ 実装・横展開に向けた課題および対応策

	課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に 向けて	上水・下水) 実績の積み上げ	本年度実証先以外も含めた、複数都市での実験を実施する。	シャープ	2027年9月末まで
	上水・下水) 現場作業員が容易に扱えるアプリとして構築	現場作業員が直感的に利用可能な、アプリ（主にユーザーインターフェース部分）を構築する。	シャープ	2027年9月末まで
	下水) 下水の流量計測機能の追加	現行不明水調査による区間絞り込みとの組み合わせと提案システムの多数配置を比較後、適正なシステムを構築する。	シャープ	2028年3月末まで
	下水) 直接侵入水以外の不明水の検知を行えるかの検証不足	現行不明水調査による区間絞り込みを行った後の区間で実証を行える自治体を探索する。	シャープ	2028年3月末まで
	上水・下水) 上水管路内設置機材の防汚・結露対策	漏水調査に用いる機材の耐水性、防汚性、気密性を上げ、結露や汚れへの耐性を向上させる。	シャープ	2028年3月末まで
	下水) 下水管路内設置機材の防汚・ガス対策	不明水調査に用いる機材の耐腐食性、防汚性、気密性を上げ、腐食ガスへの耐性を向上させる。	シャープ	2028年3月末まで
	下水) 下水マンホールにおける、段差のある副管への対応	マンホール内に接続する副管に段差があったり、同副管に対し導水管が設置されている場合の検証を実施、検知アルゴリズムの改良を行う。	シャープ	2028年3月末まで

4 実装・横展開に向けた課題および対応策

課題	対応策	対応する団体名	対応時期
上水) Φ500クラスの大口径管への 対応	大口径管の実績積み上げのため、新たな連携自治体での実証実施する。	シャープ	2027年3月末まで
上水) 非磁性体弁栓への対応	現行の磁石を活用したセンサ設置手法に加え、クリップ式等の取付手法を検討し、幅広い弁栓に対応する。	シャープ	2027年3月末まで
上水) 設置用の磁石に錆・砂等が付着することによるセンサの弁栓への密着度低下	磁石取付＋密着機構の組み合わせや、簡便な異物除去方法の検討など、密着度を向上させる手法を検討する。	シャープ	2027年3月末まで
.....
.....
.....
.....

実装に
向けて

④ 実装・横展開に向けた課題および対応策

	課題	対応策	対応する団体名	対応時期
横展開に 向けて	自治体へのアプローチ	コンサルタント事業者等を活用して導入を見込める自治体を調査、当該自治体に当システムを説明、デモを実施する。	シャープ	2027年4月
	検査事業者へのアプローチ	コンサルタント事業者及び自治体を通じ事業者を調査、当該事業者に当システムを説明、デモを実施する。	シャープ	2027年4月
	調査歩掛表の策定	提案システムを用いた調査歩掛表の策定を行ったうえで、業界団体等に公認いただけるように働きかける。	シャープ	2026年9月
	さらなる付加価値の創出	緊急輸送道路下の配管など、大口径かつ容易に検査ができない管路を計測対象とすることで、システムの新たな価値を創出する。	シャープ	2027年3月

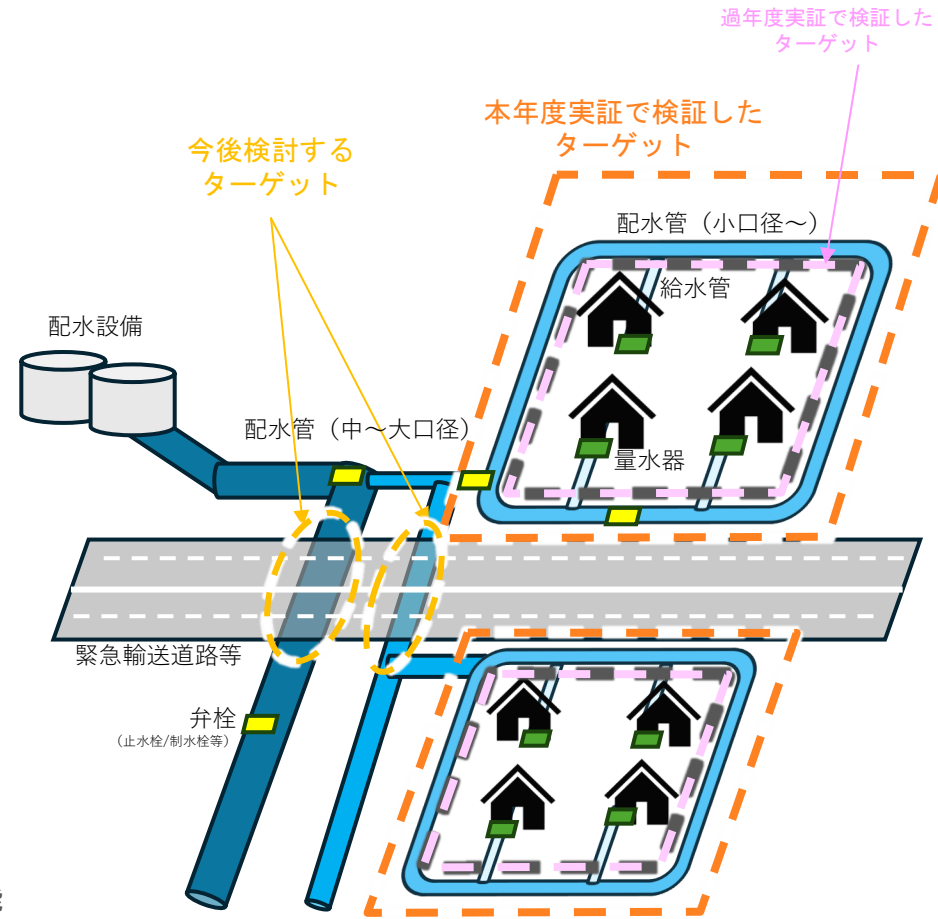
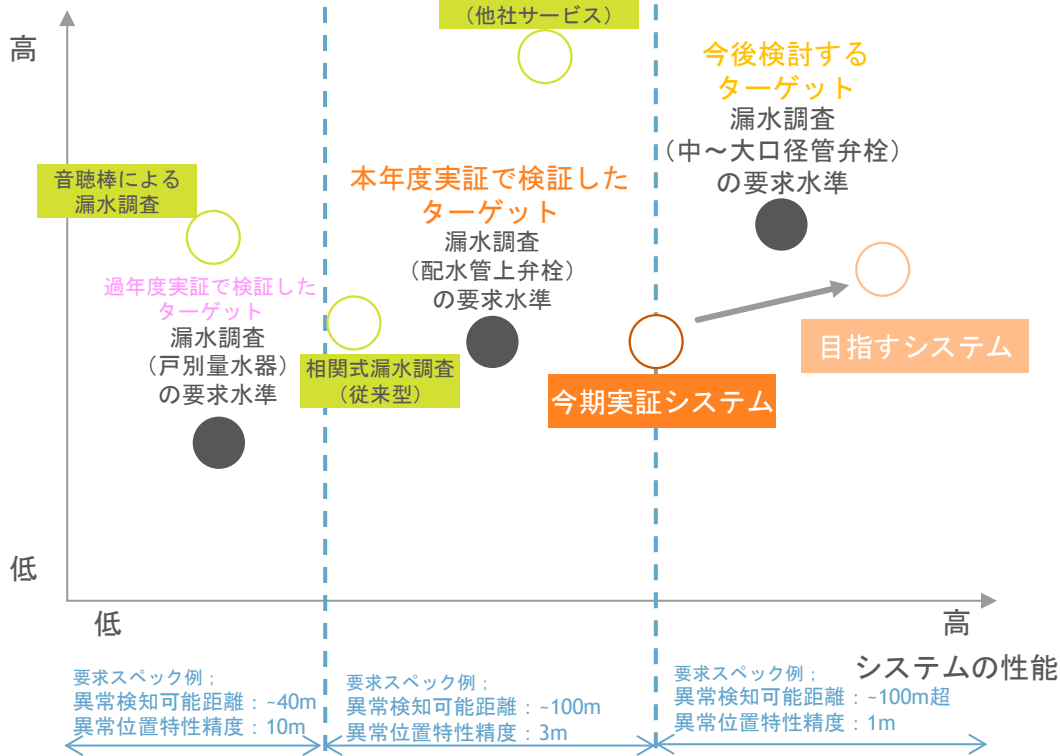
IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

④ 実装・横展開に向けた課題および対応策

横展開に向けて：さらなる付加価値の創出
 補足：今後検討するターゲット

システム性能とコスト

システムのコスト
 (初期/ランニング)



自治体からのヒアリングの結果、緊急輸送道路下の配管（中～大口径管を含む）など従来手法・技術では検査が困難な管路への適用を望む声があった。当該管路に着目した技術開発を行い、新たな付加価値を創造していくと共に、ターゲットを絞り込むことで早期の社会実装を目指す。

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

5 (参考) 実証視察会

a. 概要

開催場所:熊本県八代市上野町 八代市八千把コミュニティセンター

開催日時:12/17 (水) 14:00~16:15

デモ項目	内容	備考
上水漏水検知)センサ設置場所でのデモンストレーション	八代市上野町の計測エリアを実際に視察いただき、上水道マンホール内の制水弁へのセンサ設置方法および設置した状態の様子を確認いただいた。	—
下水不明水検知)マイク設置場所でのデモンストレーション	八代市上野町の計測エリアを実際に視察いただき、下水道マンホール内に設置した収音ユニットの状態、および回収の様子を確認いただいた。	—
データ集約場所でのデモンストレーション	本実証でのデータ集約場所としている八千把コミュニティセンターにて、データ集約までの流れを実際のシステムをご覧いただきながらご説明を実施した。	—

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

5 (参考) 実証視察会

b. 質問事項と対応方針

質問事項	回答内容	アクション	
		内容	期限
<p>昨年度実証（水道）との違いは何か？ （総務省様）</p>	<p>昨年度はセンサでの測定箇所が個人宅の量水器であることを想定したシステムであったが、本年度は主に公道上の止水栓/制水栓や消火栓を対象としている。昨年度想定したものは、対象となる管種・管径も異なるが、特に測定点間の距離が長くなるのが大きな違いであり、これに対応できるようにシステムを改良している。（シャープ）</p>	—	—
<p>下水の相関値について。上水に比べると、相関値のピークが判然としにくい。また、相関が取れてもよさそうな計測点の組み合わせにおいて、目立った相関値のピークが見られないのはなぜか。（総務省様）</p>	<p>上水が管の振動を直接取得しているのに対し、下水は下水管内を空気伝播する流入水音をマンホール内で捉えて利用している。この影響（マンホール内の反響を含めた周囲のノイズが混入しやすく、伝播距離も管振動に比べて短い等）により、上水に比べて相関値のピークが目立ちにくい。 また、今回実証を行って改めて分かったことだが、マンホール内の管の接続は複雑なもの（接続された管同士に数mの段差があるなど）もあり、一部この影響もあって、相関が取れなかったと考えている。（シャープ）</p>	—	—
<p>中継用の通信機をカーブミラー等に設置することのだが、設置に際し問題は無いのか？ （九州総合通信局様）</p>	<p>カーブミラー等の構造物は、設計上、今回のような通信機器を設置することを想定していないが、通信機が軽量である点、また一時的な設置である点を前提に八代市様に交渉し、設置許可を頂いている。（シャープ）</p>	—	—
<p>今回のシステムはどの程度の期間連続動作させることができるのか？（総務省様）</p>	<p>センサや通信機は乾電池駆動で数週間動作させることが可能。（シャープ）</p>	—	—

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

5 (参考) 実証視察会

b. 質問事項と対応方針

質問事項	回答内容	アクション	
		内容	期限
実装に向けたスケジュールは？自治体の上水、下水部門との連携・話し合いは、現状どのようになっているか？（総務省様）	ご承知の通り、自治体での導入には議会を経る必要があるなど、時間が掛かるものであり、2027年度（R9年度）の本格的な実装を考えている。また、NDAの関係で全ての情報を明らかにすることが出来ないが、R6年度の実証報告を見て興味をもち、声を掛けてくれる自治体があり、これらとも前向きに話し合いを進めている。（シャープ）	—	—
今までの定例報告では開示していない交渉先（自治体）があるということだが、こちらを月次の実装・横展開報告に含めてもらえるか？（BCG様）	承知した。NDAに抵触しない範囲で報告に含める。（シャープ）	NDAの関係ですべての情報を開示できない横展開先についても、開示可能な範囲で実装・横展開の報告に入れる。	週次/月次報告
八代市としては、今回のシステムをどのように捉えているか？（総務省様）	八代市では市内の上水管路 総延長約400kmを4年かけて人手で検査しており、シャープの提示する効果が本当に実現されるのであれば、現行の検査作業を置き換える魅力的な手段のひとつとなる。但し、この2年の実証の結果は限られた期間・状況下での結果であり、現時点では導入を強力に後押しするほどの実績があるとは言い難い。（八代市水道局様） 八代市の下水道検査は、カメラ調査で管の健全性を総合的に検査するものであり、不明水を単体で調査する形にはなっていない。このため、現状の業務の置き換えという観点では、導入が難しい。他方、下水流量の調査などを安価に効率的に実施できるものとなるのであれば、新たな調査の形として導入を検討しうるものである。（八代市下水道建設課様）	—	—

V 実装・横展開の計画

① 実装の計画

a. 実装において今後目指す状態

実装先 熊本県八代市

	2026年度		2027年度		2028年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
運用	-	-	運用マニュアル・手順書が整備されている	維持管理・サポート体制が確立し、実装を開始している	維持管理・サポート体制をブラッシュアップし、運用担当者へのフィードバックを行っている	運用体制が安定し、課題フィードバックの仕組みを整備
予算	-	導入候補となる事業者に働きかけを行っている	費用対効果の試算が完了し、実装（地域を限定したスタート）の承認プロセスに進んでいる	翌年度検査仕様への織り込み方針が確定している	導入候補となる検査担当事業者への働きかけを行っている	次年度以降への検査仕様への折込方針が確定している
体制	-	-	責任団体：シャープ 実装：ソナス、アストロD 営業：カンツール 現場提供：自治体	責任団体：シャープ 実装：ソナス、アストロD 営業：カンツール 現場提供：自治体	責任団体：シャープ 実装：アストロD 営業：カンツール 現場提供：自治体	責任団体：シャープ 実装：アストロD 営業：カンツール 現場提供：自治体
ビジネスモデル	-	-	横展開に向けたロールモデルの構築	横展開に向けたロールモデルの構築	横展開見込みの再検討	横展開見込みのスケールメリットを考慮したコストダウン検討

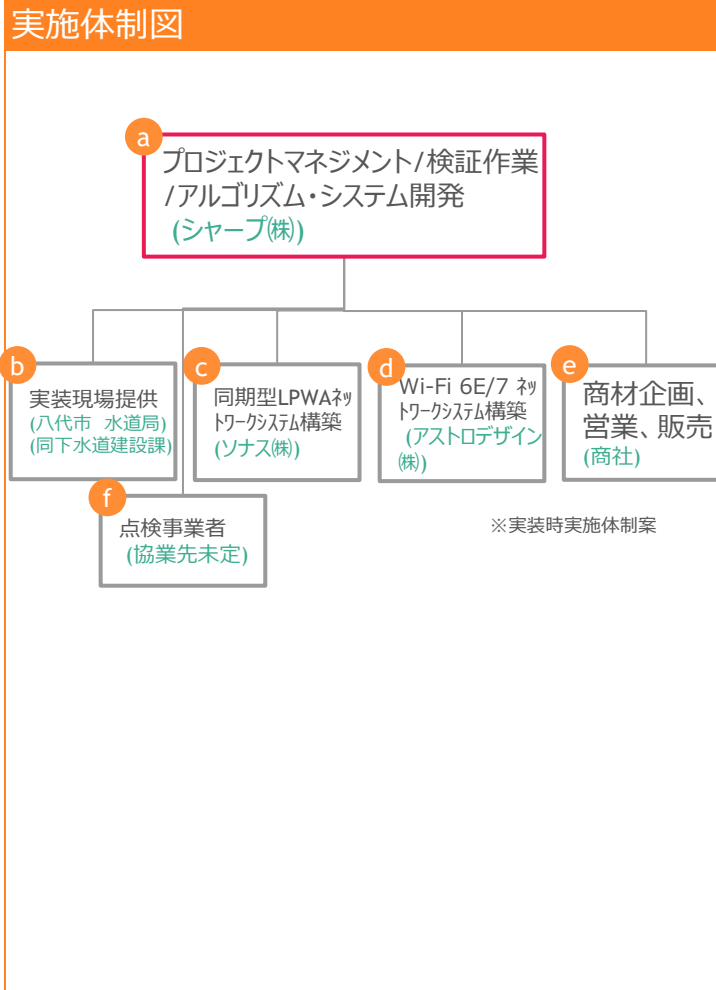
実証等での実績積み上げ

V 実装・横展開の計画

① 実装の計画

c. 実装の体制

□ :実装の取組全体の責任団体



団体名	役割	リソース
a シャープ株式会社	プロジェクトリーダー プロジェクトの全体管理 現場実証、信号処理	プロジェクトマネージメント：3人 現場実証主導：5人
b 八代市水道局、下水道建設課	実証場提供者 実証場所の提供	横展開時期、方法の調整：上下水各2人
c ソナス株式会社	同期型LPWAネットワーク構築者 IoT用無線ネットワーク構築担当、機材調達含む	同期型LPWAネットワーク構築：2人
d アストロデザイン株式会社	Wi-Fi 7/6Eネットワーク構築者 無線ネットワーク構築担当、機材調達含む	Wi-Fi 7/6Eネットワーク構築：3人
e 株式会社カンツール	商材企画、営業、販売	企画、営業、販売：2人
f 点検事業者	現場での導入試験、モデルケースとしての協力	システム運用：3人

V 実装・横展開の計画

① 実装の計画

d. ソリューション（変更点）

変更点無し

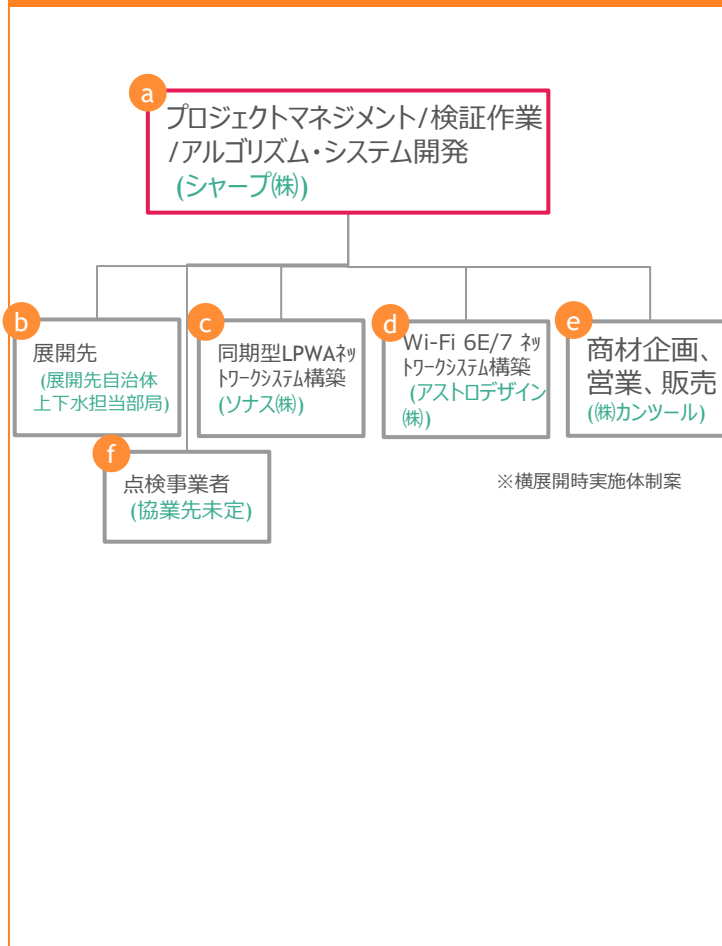
V 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

a. 横展開の体制

□ :横展開の取組全体の責任団体

実施体制図

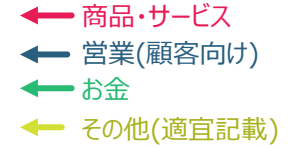


団体名	役割	リソース
a シャープ株式会社	プロジェクトの全体管理 技術導入コーディネーター、データエンジニア、成果評価アナリスト	プロジェクトマネージャー：1人 技術者：5人
b 展開先自治体 上下水担当部局	導入に向けた調整	横展開時期、方法の調整：上下水各2人
c ソナス株式会社	同期型LPWAネットワークライセンス LPWA無線ネットワーク部分の改良含む	同期型LPWAネットワーク技術者：2人
d アストロデザイン株式会社	システム構築者 無線ネットワーク構築担当、機材調達含む	システム構築技術者：3人
e 株式会社カンツール	商材企画、営業、販売	企画、営業、販売：2人
f 点検事業者	現場での導入試験	システム運用：3人

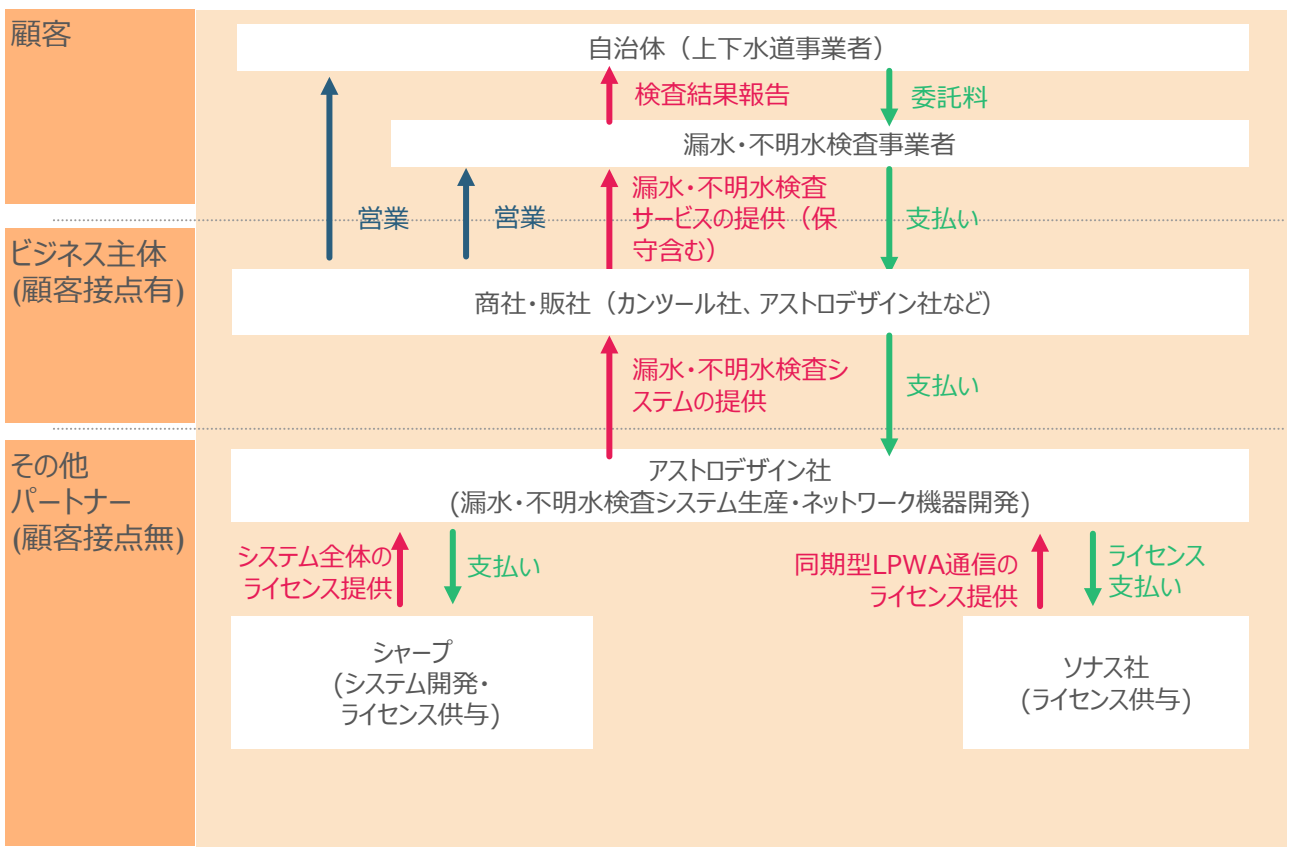
V 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

b. ビジネスモデル



ビジネスモデル図



ビジネスモデル図

概要	自治体から漏水検査業者へ委託を行う形は従来型の調査と同等。商社・販社は漏水・不明水検査事業者だけではなく自治体にもシステム導入時のメリット等営業活動を行う。システムの生産は主にアストロデザイン社が担当し、シャープ、ソナス社は開発やライセンス供与を行う。	
ポイント(工夫)	モデル	<p>【売り切り+サブスクリプション】</p> <ul style="list-style-type: none"> 漏水・不明水検査システム (ハード+ソフト) の提供 (売り切り) システム保守の提供等(サブスク)
	ターゲット顧客	<ul style="list-style-type: none"> 自治体 (上下水道事業者) 漏水・不明水検査業者
	その他	

3 期待効果/資金計画

a. 販売主体

		2027年度	2028年度	2029年度
収益	収益/件 ①	ハード300万円/件、保守・サービス利用12万円/件/年		
	件数(導入先数) ×	1件	4件	10件
	合計	312万円	948万円※	1,920万円※
		※2年目以降利用継続する事業者からはランニングのみ回収		
費用	イニシャル ②	3,200万円 (開発+部材)	600万円 (部材)	1,200万円 (部材)
	ランニング/件 ③	36万円		
	件数(導入先数) ×	1件	4件	10件
	合計	3,236万円	744万円	1,560万円
資金調達方法	自己資金・協業先からの資金調達	3,000万円	-	-
	経費(売上から充当)	236万円	744万円	



投資の妥当性(現時点見立て)	販売主体	10社程度に導入することで、開発費回収が可能、3年以内に黒字化可能な見込みである。
妥当性を高めるための目標	目標	システムの販売価格は、規模によって450万円～750万円を想定している。導入先による選択によっては、初期導入価格が下振れする可能性があるが、導入先へのヒアリングの徹底や導入機材の効率的な使用方法の指南などのサポートを行っていくことで、継続的なシステムの利用と段階的な機材の導入を促進する。
	アクション	毎年開催される各種展示会（「水道展（水道連）」や「自治体・公共Week（RX Japan）」など）に参加し、自治体や関連企業とのコミュニケーションを深める。

3 期待効果/資金計画

b. 導入先

自治体		2027年度	2028年度	2029年度	2030年度	2031年度
収益		630万円	1,890万円	1,890万円	1,890万円	1,890万円
費用	イニシャル	—	—	—	—	—
	ランニング/件	1,200万円	1,200万円	1,200万円	1,200万円	1,200万円
合計		1,200万円	1,200万円	1,200万円	1,200万円	1,200万円
資金調達方法	上水/下水道事業 運用経費から充当 (検査委託料)	1,200万円	1,200万円	1,200万円	1,200万円	1,200万円



投資の 妥当性 (現時点 見立て)	導入先 (支払元)	<p>自治体：単位エリア当たりの発注単価を抑えることが要件となる。発注額が増額しても、従来よりも広範囲のインフラ点検が実施できれば許容できる旨の言及がある。</p> <p>検査事業者：検査の効率化により、1回の検査あたりの人件費削減が可能となる。利用開始から3年で初期投資額を回収できる見込み。</p>
妥当性を 高めるため の目標	目標	<p>導入システムのスケーラビリティ</p> <ul style="list-style-type: none"> 既に協議を開始している八代市や、インタビューを行った他の自治体、検査事業者からの意見を踏まえると、スタートから始め、徐々に規模を広げる形が望まれている。機材の組み合わせによって小規模から大規模まで対応できるシステム構築により、導入および継続利用の妥当性が高まると考える。
	アクション	<p>自治体や検査事業者に対して、短期のトライアルを実施し、効果とコストのバランスを見極める機会を増やしていくとともに、システム利用による効率的なオペレーションの指南も積極的に行う。初期導入費については、機器のリースやレンタルを含めた導入ハードルを低くする方法についても併せて検討する。</p>

3 期待効果/資金計画

b. 導入先

検査事業者

		2027年度	2028年度	2029年度	2030年度	2031年度
収益	①	400万円	400万円	400万円	400万円	400万円
	②	750万円	-	-	-	-
費用	③	48万円	48万円	48万円	48万円	48万円
	ランニング/件					
合計		798万円	48万円	48万円	48万円	48万円
資金調達方法	DX導入補助金等 (機器導入補助率50%と仮定)	375万円	-	-	-	-
	自己資本	375万円	-	-	-	-
	検査委託料から充当	48万円	48万円	48万円	48万円	48万円



投資の妥当性 (現時点見立て)	導入先 (支払元)	<p>自治体：単位エリア当たりの発注単価を抑えることが要件となる。発注額が増額しても、従来よりも広範囲のインフラ点検が実施できれば許容できる旨の言及がある。</p> <p>検査事業者：検査の効率化により、1回の検査あたりの人件費削減が可能となる。利用開始から3年で初期投資額を回収できる見込み。</p>
妥当性を高めるための目標	目標	<p>導入システムのスケーラビリティ</p> <ul style="list-style-type: none"> 既に協議を開始している八代市や、インタビューを行った他の自治体、検査事業者からの意見を踏まえると、スモールスタートから始め、徐々に規模を広げる形が望まれている。機材の組み合わせによって小規模から大規模まで対応できるシステム構築により、導入および継続利用の妥当性が高まると考える。
	アクション	<p>自治体や検査事業者に対して、短期のトライアルを実施し、効果とコストのバランスを見極める機会を増やしていくとともに、システム利用による効率的なオペレーションの指南も積極的に行う。初期導入費については、機器のリースやレンタルを含めた導入ハードルを低くする方法についても併せて検討する。</p>

4 資金計画

		2027年度	2028年度	2029年度
収益	価格/件	ハード300万円/件、保守・サービス利用12万円/件/年		
		(2件)	(4件)	(10件)
	総額	624万円	648万円	1,920万円
費用	イニシャル	3,400万円(新規2件)	400万円(新規2件)	1,200万円(新規6件)
	ランニング	72万円(2件)	144万円(4件)	360万円(10件)
	小計	3,472万円	544万円	1,560万円
資金調達方法	自己資金・協業先からの資金調達	3,000万円	-	-
	経費(売上から充当)	472万円	544万円	1,560万円

VI 指摘事項に対する反映状況

① 実証過程での指摘事項に対する反映状況

指摘事項

水道事業は給水人口／下水道人口や職員数により検査のやり方・仕組みも変わってくる為、どのような規模でも対応できるようなソリューション作りが肝要。そのため、一定規模の自治体にしか適用できないソリューションでなく、規模に応じて柔軟にソリューションを調整できるスケラビリティを持つ必要がある

上水道の漏水検査は自治体の財源が限られる中でなかなか導入が進まないと言う現状。そのため、単体の自治体でなく県や広域自治体で共同でソリューションを導入する場合の要件も調査する

反映状況

内容

本実証で提案しているシステムは、検査規模・範囲、または検査フローに応じて、センサの数を自由に設定可能であり、高いスケラビリティを持つ。

広域団体（広域自治体）で導入する主だった要件としては、①広域団体を主導する適切な旗振り役の選定、②経済的合理性の明確化、③評価軸の共通化・データ共有ルールの明確化、④受益・負担の公平化が必要と考える。①については県や広域水道事業団などに対し契約審査はもちろんのこと、精度・技術妥当性の判断を行ってもらうように働きかけ、受益団体（個別の自治体）での導入判断を容易にしていく。②についてはスケラビリティによる導入単価の低下に加えて、固定費の分散を示すことで理解を得る。また、③については例えば漏水発見数/kmや有収率の改善割合など、団体の規模に因らない共通の評価軸を設定すると共に、計測したデータやこれに基づく評価結果を各団体で共有する仕組みを導入することで広域団体内で同じ軸での評価を可能とする。④については大小さまざまな事業規模の団体が入り混じる中での公平性を保つために、例えば費用分配を給水人口や有収水量に応じた傾斜配分とするなど、受益・負担の不公平感を最小化する方法を検討する。導入を更に後押しするためには、これら要件の適正化に加えて、従来検査法との親和性も重要と考えている。従来検査手法との併用や一部置き換えを実現できると、従来検査事業者との共存や団体の検査スキームにフィットしなかった場合のリスク管理も行うことができ、議会などの導入意思決定も容易になると考える。本実証で提案するシステムは、この親和性が高く、前述のスケラビリティも含め、広域団体での導入に向けた検査システムである。既に一部で導入が進んでいる衛星を用いた漏水調査との組み合わせについても、当該漏水調査結果（一般的には100m x 100mの解像度と言われる）に基づく詳細調査を行うツールとして、提案システムを用いることも可能である。

反映 ページ

—

76

VI 指摘事項に対する反映状況

① 実証過程での指摘事項に対する反映状況

指摘事項

管路の経年が至るところで進み上水道の維持の難しさが増す中で、自治体の手を打つというもあるが、住民が自分の住んでいる町の水道の状況を知ることが重要。そのため、自治体や事業者が点検データや漏水箇所をオープンデータ化/データ共有できる仕様も視野に入れて検討する

今までの定例報告では開示していない交渉先（自治体）があるということだが、こちらを月次の実装・横展開報告に含めてもらえるか？（BCG様）

反映状況

内容

本実証で提案するシステムは各計測点でセンサが取得したデータを蓄積することが可能でことあり、計測地点の情報や漏水検査の結果と組み合わせてオープンデータとして公開するも可能である。

漏水情報のオープン（データ）化は、公開データによる民間の技術開発が促進されたり、自治体間のベンチマークに利用できたりと、自治体同士または官民の連携において、非常に大きなメリットをもたらすと考える。また、水道利用者に対しては、水道料金の使途の透明化や住民の危機管理意識向上（例えば早期の漏水通報につながる）などに寄与する一方で、インフラ脆弱性の露出による破壊・妨害リスクにさらされたり、数字だけが独り歩きして不要な誤解・過剰反応を引き起こす可能性もあるため、データのアクセスレベルに関しては十分検討する必要がある。即ち、すべての人に対して詳細な情報を詳らかにせず、例えば危機管理意識向上を目的とした一般レベルには自治体（または水道事業者）全体での統計情報や粗い精度のメッシュ単位での情報など最小限の公開にとどめ、管路区間単位やピンポイントな漏水位置情報は、信頼足る団体・事業者にのみ公開するなど、適切に管理する必要がある。

NDAの関係ですべての情報を開示できない横展開先についても、開示可能な範囲で実装・横展開の報告に入れる。

反映 ページ

76

—

VI 指摘事項に対する反映状況

② 成果報告会での指摘事項に対する反映状況

指摘事項

反映状況

	内容	反映 ページ
従来の業務の全体像が、現在提出されている報告書の中では見えないため、提案システムでの改善効果がどれほどのものなのか理解できない。 具体的な作業内容・時間を報告書上で示すこと。	従来業務の全体像として、作業内容、各々にかかる標準作業時間を記載した。	p.48-50
今期ヒアリングを行った緊急輸送路下の管路や大口径管での利用など、適用範囲・ターゲットを絞った形での顧客へのアピールが必要なのではないか。	今回ヒアリングを行った自治体から当該管路に着目した技術開発を行い、新たな付加価値を創造していくと共に、ターゲットを絞り込むことで早期の社会実装を目指す。	p.80
本実証の技術は日本下水道事業団のような団体が関心を持つのではないか。	関係主要団体には、上下水共に関連事業者（例えば、カンツール社）を通じて適宜コンタクトを行っていく。	—