

令和6年度 地域デジタル基盤活用推進事業 (実証事業)

No.12 IoTデバイスを用いた上水道の多地点同期計測による 漏水の新たな高効率検出技術の実証 成果報告書

2025年3月14日

コンソーシアム代表 シャープ株式会社

成果報告書 目次

I.	地域の現状と課題認識			
1.	地域の現状	…P2		
2.	地域の抱えている課題	…P3		
3.	これまでの取組状況	…P4		
II.	目指す姿			
1.	将来的な目指す姿	…P5		
2.	目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ	…P6		
3.	成果 (アウトカム) 指標			
a.	ロジックツリー	…P7		
b.	成果 (アウトカム) 指標の設定	…P8		
III.	ソリューション			
1.	ソリューションの概要	…P11		
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	…P12		
b.	設置場所・基地局等	…P13		
c.	設備・機器等の概要	…P14		
d.	許認可等の状況	…P15		
3.	ソリューション等の採用理由			
a.	地域課題への有効性	…P16		
b.	ソリューションの先進性・新規性、 実装横展開のしやすさ	…P17		
c.	無線通信技術の優位性	…P18		
4.	費用対効果			
a.	ソリューションの費用対効果	…P19		
b.	導入・運用コスト引き下げの工夫	…P22		
IV.	実施計画			
1.	計画概要	…P23		
2.	検証項目・方法		実証	
a.	効果検証	…P24		
b.	技術検証	…P25		
c.	運用検証	…P26		
3.	スケジュール	…P27		
4.	リスクと対応策	…P28		
5.	PDCAの実施方法	…P29	実証・実装・ 横展開	
6.	実施体制	…P30		
V.	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 (実積)	…P31		
2.	検証項目ごとの結果	…P32		
3.	実装・横展開に向けた準備状況	…P41		
4.	実装・横展開に向けた課題および対応策	…P42		
5.	(参考) 実証視察会			
a.	概要	…P45		
b.	質問事項と対応方針	…P46		
VI.	実装・横展開の計画			
1.	実装の計画			
a.	実装に向けた具体的計画	…P48		
b.	実装の体制	…P49		
c.	ソリューション(変更点)	…P50		
2.	横展開の計画			
a.	横展開に向けた具体的計画	…P53		
b.	横展開の体制	…P54		
c.	ビジネスモデル	…P55		
d.	投資の妥当性	…P56		
3.	資金計画	…P59		
VII.	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	…P60		
2.	書面審査での指摘事項に対する反映状況	…P61		

1 地域の現状



特徴

日本三急流の一つである球磨川の河口付近に位置し、全面積の73%が山間地・27%が平野部からなる。

人口

総数

人口120,659人（前年比△1356人）
（2024年5月末）

構成

0～14歳： 13779人
15～64歳： 64415人
65歳～： 42465人

主要産業

紙・パルプ業（日本製紙八代工場） 年間出荷額約2000億円

地域の現状の詳細

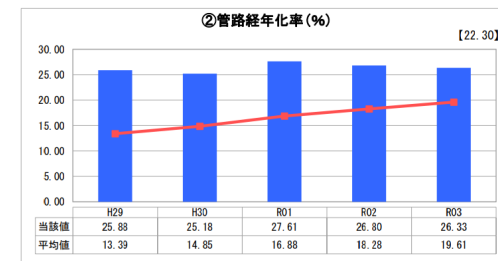
内容

地域状況をイメージできるグラフ・図・表

A 水道インフラの老朽化

八代市では、給水開始以来68年が経過し、水道管の老朽化が進行。管路経年化率はR3年で26.3%と全国平均値22.3%より高い水準である一方、管路更新率は横ばい～下落傾向であり、R3年の更新率0.36%は全国平均0.66%の約半分である。

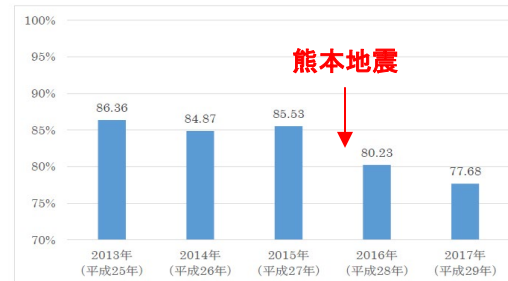
経年化率が上昇→ **老朽化が進行**



出典：八代市水道局 経営比較分析表（令和3年度決算）

B 水道運営の健全性

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、H28年4月の熊本地震以後に急激な有効率の低下（H27年：85.6%⇒H29年：77.7%）がみられる。



出典：八代市新水道事業ビジョン

C 人材育成、技術継承

約10年前と比較し水道局職員数は3/4に減少。職員の平均年齢も上昇し、年齢構成比がベテラン職員に偏ってきている。

八代市職員の変化

	2013年(H25)		2021年(R3)
水道局職員数	20人	→	15人
職員平均年齢 (一般行政職)	43.1歳	→	43.8歳

出典：八代市広報（2013,2021）

I 地域の現状と課題認識

2 地域の抱えている課題

課題

対象者

内容

a 八代市の上水道局

老朽インフラの点検・更新が追いついていない
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。管路更新率が下落しており、根本的な対策が後回しになっている状況が確認できる。

b 八代市の上水道局

水道運用コストが低減できていない

- 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、大幅な増加は見込めない
- このような中、漏水事故の水道事業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給水管の漏水の自動検査技術は確立されていない

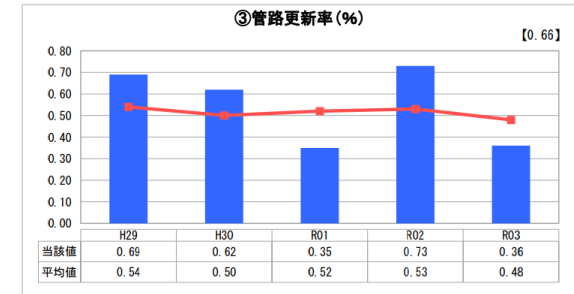
c 八代市の上水道局

人材育成・技術伝承が困難

- 八代市の水道局職員数は直近の10年で約25%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

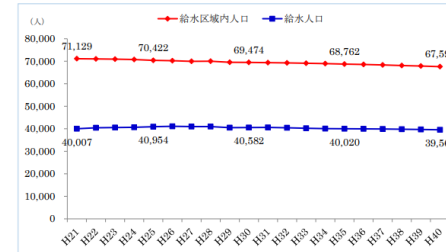
イメージ

管路更新率が横ばい～下落→ **管路更新が進んでいない**

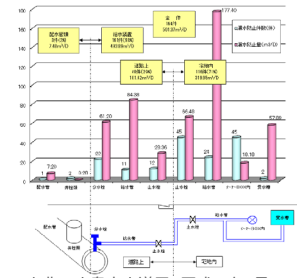


出典：八代市水道局 経営比較分析表（令和3年度決算）

八代市給水区域内人口及び給水人口の推移

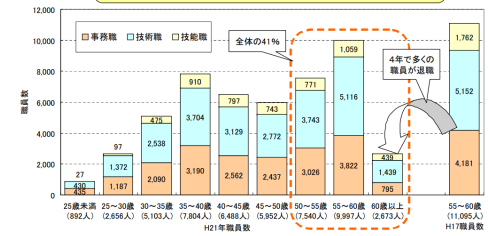


出典：八代市新水道事業ビジョン



出典：広島市水道局 平成26年5月「漏水調査マニュアル」

上水道・水道用水供給事業職員の年齢構成



・近年、多くの職員が定年退職し、さらに今後10年で50歳以上の職員（41%）が大量退職。ベテラン職員の退職により、技術の継承が大きな課題。

出典：H21水道統計

3 これまでの取組状況

～現在

取組概要

組織運営の効率化

- ・ サービス品質を維持しつつ、一部業務の兼業などで、対応人員の絶対数を減らし、組織をスリム化

老朽水道インフラのメンテナンス

- ・ 老朽化の進行に対し更新事業が追い付いていないものの、適切な点検・保守により健全度を保持し、老朽インフラの寿命を延ばす

成果

組織人員数のスリム化

- ・ 10年前と比較し組織構成員数が3/4に

インフラの長寿命化

- ・ 更新までに時間を要する場合でも、その間のインフラの健全度を可能な限り維持し、漏水等の事故を防ぐ

見えてきた課題

少ない人員で業務をまわしていくため、技術的な対応を非専門の事務職が対応することもある。また人員ひとりに紐づく技術・ノウハウが多くなる傾向もあり、ひとたび、高い技術力を保有する職員が退職すると、当該技術・スキルが失われていく恐れがある

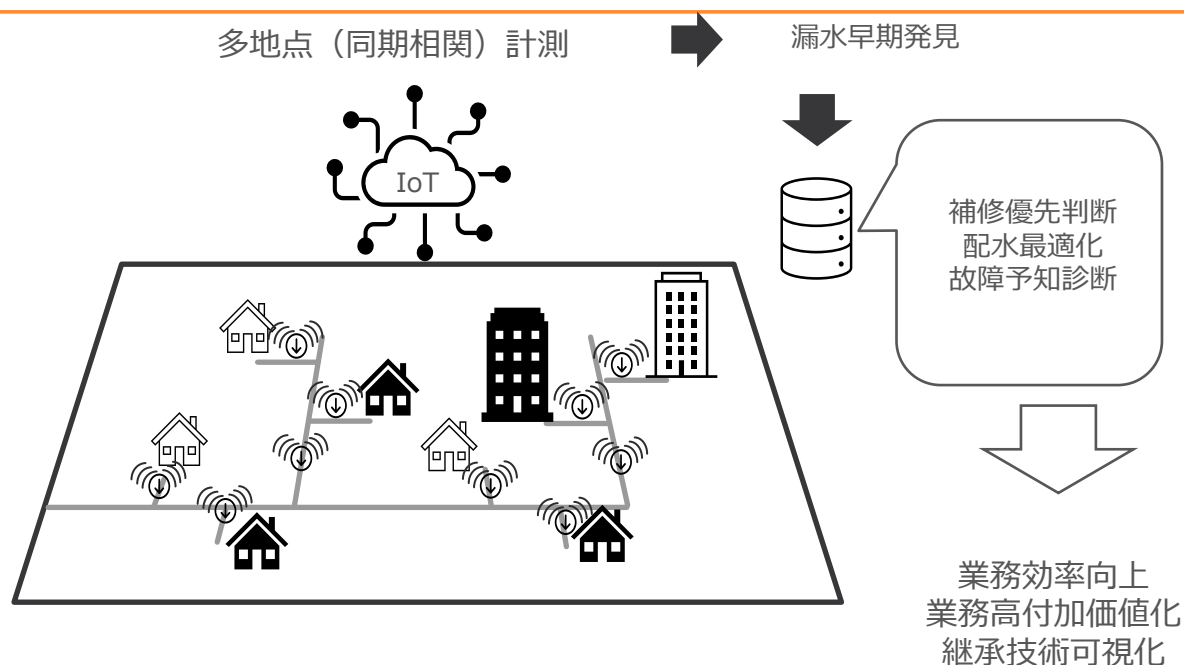
インフラの長寿命化にも限度があり、あくまで一時的な手当て。このまま老朽水道インフラの増加に更新作業が追い付かないままだと、いずれ水道事業を維持することが困難になる。

事業名

① 将来的に目指す姿

IoT等の活用により水道事業のデジタル化や付加価値の創出

- 老朽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導入することで、漏水の早期発見や、漏水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、最適化された水道インフラ運営が実現される。
- また、これら情報は、デジタルで可視化、蓄積されるため、水道事業者の職員にとって容易に理解しやすい”技術・ノウハウ”となる。従来人に紐づいていたこれらスキルを人員の退職などで絶やすことなく継承する仕組みも提供する。

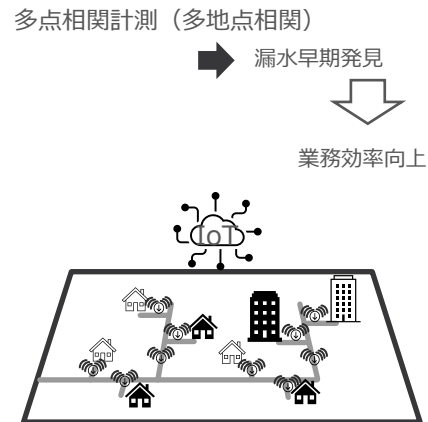


II 目指す姿

② 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ

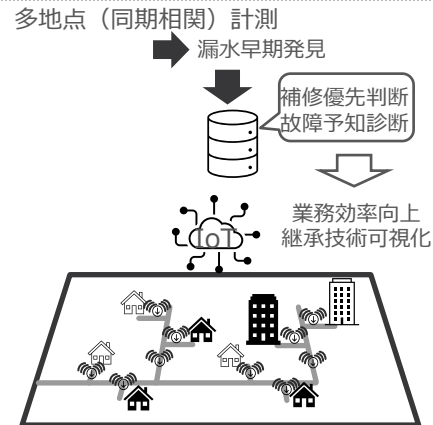
2024~2025

実証



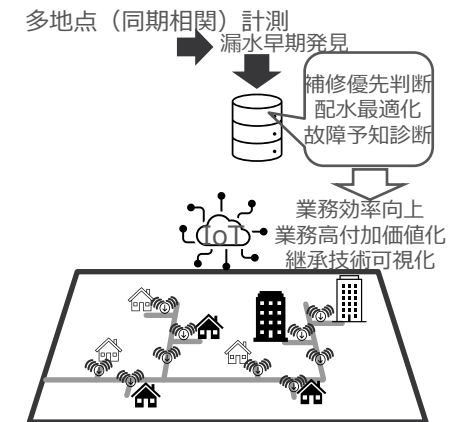
2026~2027

実装



2028~2029

横展開



LPWAを使った上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

上水道漏水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

- 高精度漏水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実装

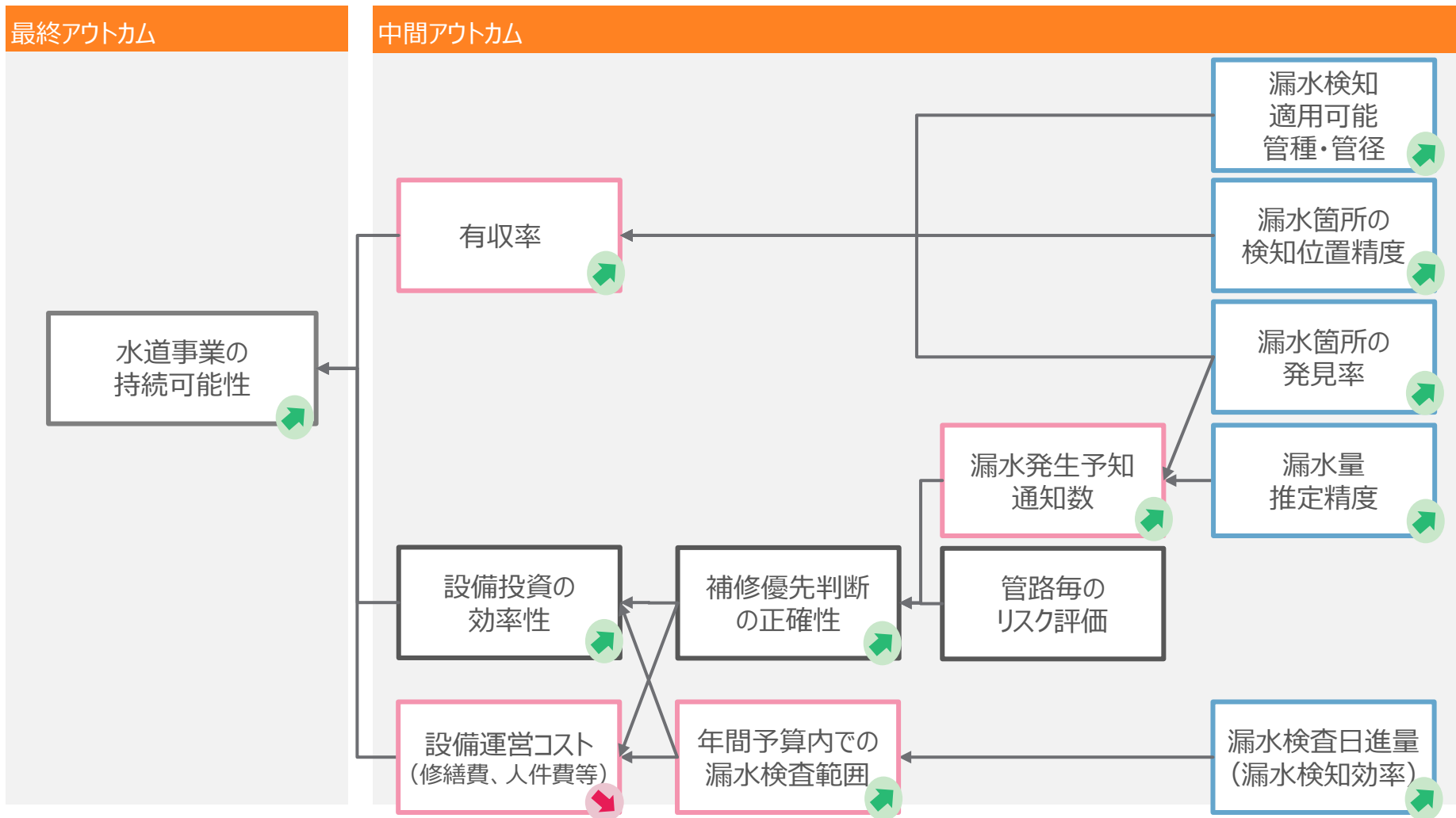
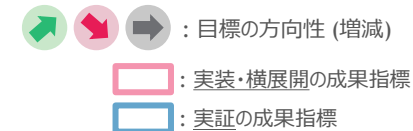
上水道向けIoTデバイスの量産化・高付加価値化

- 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
- 自動検針への展開

Ⅱ 目指す姿

③ 成果 (アウトカム) 指標

a. ロジックツリー



Ⅱ 目指す姿

③ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 実装・横展開

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 = $\frac{\text{年間総有収水量}}{\text{年間総配水量}}$
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時間を半分以上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 (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	現状比低減	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	修繕費、人件費等の執行 状況の検証

II 目指す姿

③ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

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
漏水検知適用可能 管種・管径	ビニル管・ポリエチレン管の漏水検知が困難	ビニル管・ポリエチレン管の漏水検知 大口径管の漏水検知	漏水音の伝搬減衰が大きいビニル管・ポリエチレン管・大口径管の検知方法を確立する	ビニル管等を経由して既知の漏水を検知する
漏水箇所の 検知位置精度	音聴調査の検知位置誤差は数m	検知位置誤差1m以内	音聴調査では数mオーダーの位置誤差が生じ、試掘範囲が広がってコスト高となっている。	掘削して実漏水位置との誤差を確認する
漏水箇所の 発見率	人手による音聴調査で漏水確認	300L/時以上の漏水の検知90%以上	従来、音聴調査で検知可能な300L/時以上の漏水を確実に検知できるようにする	音聴調査との漏水発見率の比較
漏水量 推定精度	音聴調査での漏水量推定は正確ではない 掘削によりおおよその漏水量の判定は可能	データ解析から漏水量を推定し3段階の判定結果出力を可能とすること	振動データからの漏水量検知方法の確立 過去の漏水検知データおよび判定漏水量を用いて漏水量を推定し、レベル1（漏水なし）、レベル2（漏水あり、300L/時未満）、レベル3（漏水あり、300L/時以上）の3段階の判定結果出力を可能とする	掘削により判定した漏水量と、推定した漏水量の比較

Ⅱ 目指す姿

③ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

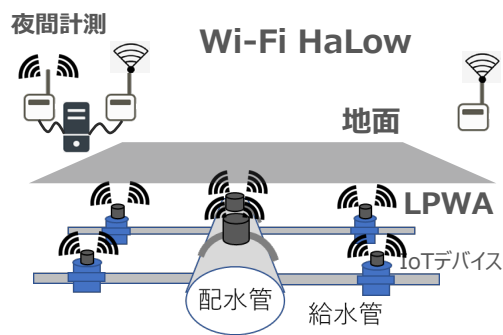
成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
漏水検査日進量 (漏水検知効率)	個別音聴調査 380戸/日 (平均給水戸数 101~150戸/km)	センサ取付・取外 し480戸/日/1名 (平均給水戸数 101~150戸/km)	従来の個別音聴調査同等の日進量を、非専門家で実現し、かつ高精度な漏水検査ができる	1戸当たりのセンサ取付 作業にかかる時間 = 平均1分以下を満たすことを確認する

①ソリューションの概要

ソリューションの概要

IoTデバイスとLPWAを用いた上水道の多地点相関計測による漏水の効率検出

- 漏水発生箇所の大部分を占める給水管には止水栓上に、漏水を放置した際の被害が大きな配水管には制水弁上に、振動センサーと通信モジュールからなるIoTデバイスを多数配置し、漏水検知上のノイズの少ない夜間計測を行って漏水を検知する。振動センサー設置箇所を検査業者がアクセスしやすい止水栓、制水弁に設置するようにすることで、容易に運用できるシステムとする
- 上記多地点に設置されたIoTデバイスは時間同期された振動データを取得。多地点の振動データの相関処理により、同一の特徴的な信号の抽出ならびに同信号の到達時間差を算出することで漏水の有無及び漏水箇所の特定を行う。
- データの同期取得には、見通し2kmの通信・30μsの同期精度を実現する、ソナス社のLPWAを用い、100μs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LPWA通信網にて特定箇所に集めて解析を行い、その解析データはWi-Fi HaLowを用いて集約する。
- 受益者は水道事業経営主体、運用主体は水道事業経営主体から委託を受けた事業体等を想定。



中間アウトカム (実証)

定量アウトカム

- 漏水検知位置誤差1m以内
- 300L/時以上の漏水の検知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

- ビニル管・ポリエチレン管、ならびに大口径管での漏水検知の実現

中間アウトカムの実現に繋がるソリューションの価値

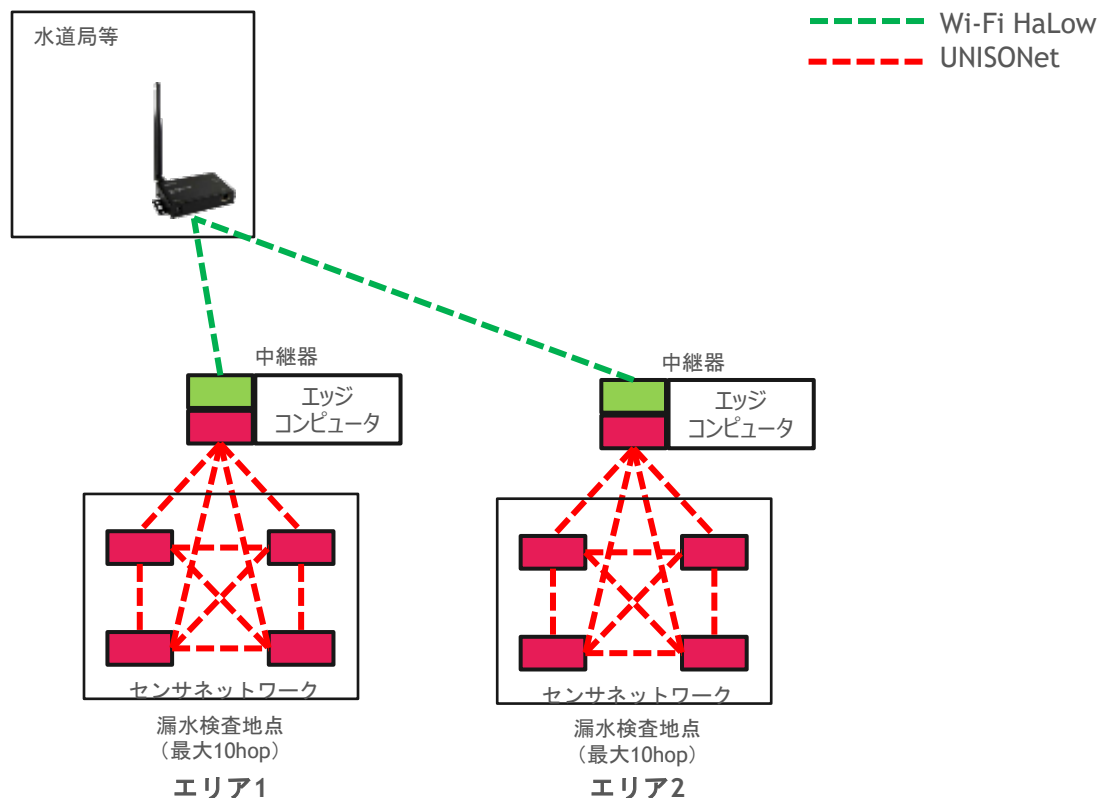
- 時間同期した複数計測点の計測結果を多地点相関処理を行い判定することにより、従来技術より精度の高い（発見率、検出位置）漏水判定結果を提供できる。
- 夜間に自動計測することによって昼間より低ノイズで計測が可能で、より短期間の計測周期で確度の高い（発見率、検出位置）漏水判定結果を提供できる。更に作業員の負担が大きい夜間作業を減らすことができ、漏水検査効率の向上が見込める。
- 計測点の密度が増えるので、漏水を示す信号の減衰の大きな管種やSN比の小さな大管径の上水管に対して適用の可能性が高い。
- 計測点の密度が増えるので、減衰の大きな高周波の漏水音までも検知でき、漏水量判定までできることが期待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

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

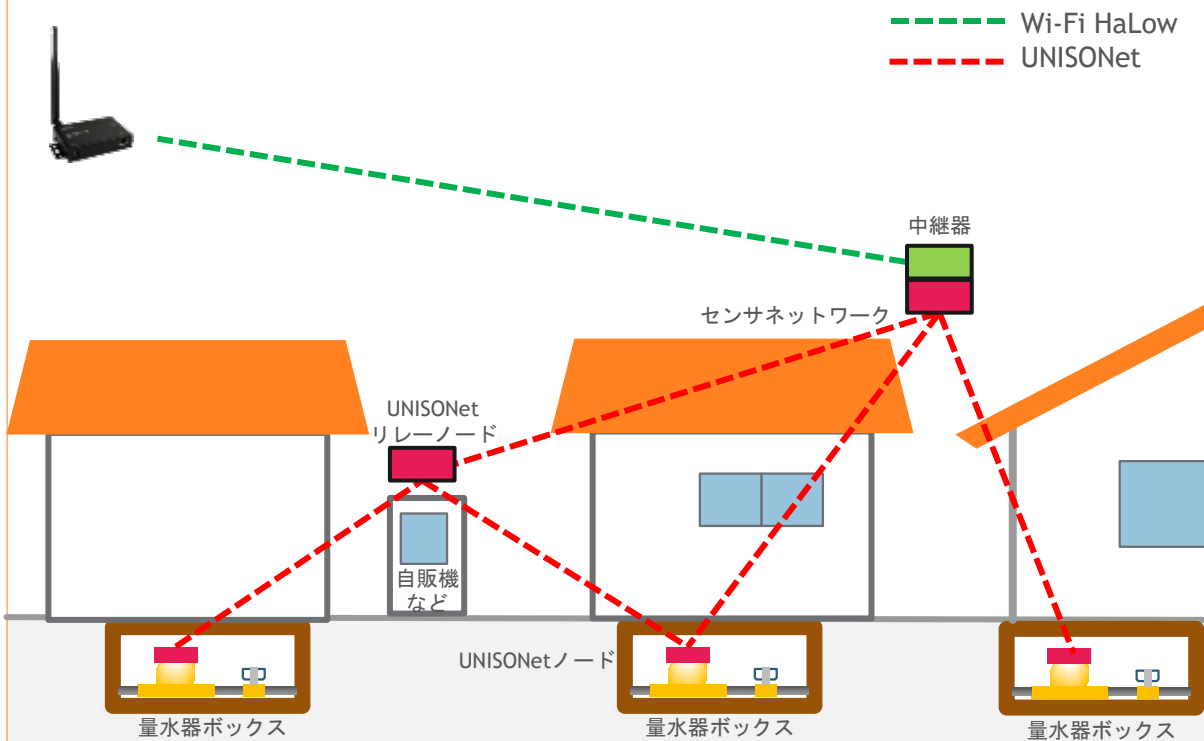
量水器等にIoTセンサを取り付け、地上の中継器を含むメッシュネットワークを構成する。通信はLPWAの一種であるUNISONet（ソナス社）を使用し、計測タイミングの同期を実現する。

中継器を経由して集約したデータはWi-Fi HaLowを用いてエンドポイントまで伝送する。

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。



說明

量水器等に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。

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、必要な中継器の設置位置などを実証実験を通じて明らかにしていく。

中継器を経由して集約したデータはWi-Fi HaLowを用いて伝送を行う。

2 ネットワーク・システム構成

c. 設備・機器等の概要

機器リスト

別添資料 調達機器リストを参照

② ネットワーク・システム構成

d. 許認可等の状況

許認可の種類	現在の状況	今後の計画/スケジュール
許認可を要する通信方式は 使用しない		(対応不要)

3ソリューション等の採用理由

a. 地域課題への有効性

対象の課題	課題解決への有効性
a 老朽インフラの点検・更新が追いついていない	当ソリューションでは家庭の量水器や配水管の仕切弁などにセンサを多数配置し、同期計測を行う。複数計測点の高精度同期計測結果を多地点相関処理により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。 夜間計測も可能なので昼間より低ノイズで計測できる。 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、漏水信号の検出しにくい大管径の上水管に対して適用の可能性が高い。距離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事が期待される。以上の特長により、従来より効率的・効果的な点検を進めることができる。
b 水道運用コストが低減できていない	複数計測点での同期計測を夜間に行うため、漏水検知の時間が短縮され時間効率の高い漏水検査方法が行える。作業者の負担が大きな夜間作業を減らす事ができ、漏水検査効率の向上が見込める。加えてビッグデータの収集・解析により、より効率的な維持管理を行える補修優先判断、配水の最適化や故障予知診断が行える可能性がある。
c 人材育成・技術伝承が困難	データがデジタル化、可視化される事で、今まで人に紐づいていた言語化しにくい技能を容易に記録することができ、そのデータを教育に利用することで効率的な技術伝承、人材育成が可能となる。

ソリューション	IoTデバイスとLPWAを用いた 上水道の多地点相関計測による漏水の高効率検出
---------	--

他ソリューションに対する優位性	
名称	比較
漏水監視サービス （日立製作所）	当該サービスは自社開発の超高感度の高額な振動センサー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。計測点が少なく、また発生頻度の高い給水管上の漏水をカバーできていないため、漏水検知の効率性では提案ソリューションより劣る。また、漏水発生の事前予知を行う事はできない。
GPS搭載デジタル4点リアルタイム相関式漏水探知器 LC-5000 クアトロコアス （フジテコム）	当該ソリューションは4点のリアルタイム同期計測にて配水管上の漏水箇所を調査するシステムである。装置が大きいことで給水管上に置けないことと、4点までの計測しかできないことから、ある程度調査範囲を絞った配水管上の漏水にしか適用できず、効率的な漏水検知が実現できるとは言い難い。

③ソリューション等の採用理由

b. ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ

対象の課題	先進性・新規性	実装・横展開のしやすさ
a 老朽インフラの点検・更新が追いついていない	複数計測点での無線による夜間自動同期計測 複数計測点に設置されたIoTセンサーからデータを収集し、多地点相関処理によってセンサを設置した地域ごとに効率的に漏水検知を行う。ノイズの少ない夜間に自動計測を行うために上記IoTデバイスは地中に設置されたまま無線通信を行う。 配水管上だけでなく給水管上にもIoTセンサーを配置 漏水発生箇所の大部分を占める給水管には止水栓上に、漏水を放置した際の被害が大きくなる配水管には制水弁上に設置した振動センサーと通信モジュールからなるIoTデバイスを多数配置し、高密度で漏水を検知する。	ソリューション IoTデバイスとLPWAを用いた上水道の多地点相関計測による漏水の高効率検出 本実証に使用するソリューションで設置するIoTセンサーは、LPWAで見通し2kmの通信・30μsの時刻同期精度を実現するソナス社の同時送信フラッドング技術を用いて同期計測を行う。都市部を中心とした一般的な水道網に汎用的に適用できるものであり、今回八代市で実証したシステムを他都市への実装・横展開は容易である。
b 水道運用コストが低減できていない	短時間計測 得られるデータのS/N比が良いため、計測時間を延ばす事でのS/N比の改善を行う必要が無く、短時間でより正確な漏水判定が行える。 ビッグデータの収集・解析 取得できるデータのS/Nが良く、他の計測点と相関付けられているので、補修優先判断、配水の最適化や故障予知診断などの効率的な維持管理に利用できる可能性がある。	本実証に使用するソリューションの先進性、新規性は水道網一般に汎用的に適用できるものであり、短時間計測できる利点およびビッグデータの収集・解析から得られる効率的な維持管理に資する付加価値も水道網一般に汎用的に適用できるものであり、今回八代市で実証したシステムを他都市への実装・横展開は容易である。
c 人材育成・技術伝承が困難	可視化されたデジタルデータの他のデータベースとの連携 可視化されたデジタルデータを地図や水道管路情報等のデータベースと紐づけし、教育等に利用しやすくなる。	本実証に使用するソリューションで入手できる可視化されたデジタルデータの纏め方はカスタマイズ可能であり、今回八代市で実証したものの他都市への実装・横展開は容易である。

Ⅲソリューション

③ソリューション等の採用理由

c. 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
Wi-Fi HaLow (IEEE802.11ah)	920MHz帯を利用した通信システム。通信速度は最大で4Mbps。通信速度に応じて長距離伝送が可能で、本提案のように広範囲・多地点で観測されたデータの集約に非常に効果的。利用者が自由にネットワークを構築可能なフルオープン・デファクトスタンダード規格のIP通信である点も、自治体等で運用する際のコスト削減に寄与する。
LPWA UNISONet (ソナス)	「同時送信フラッディング※」転送技術を活用し、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。 ※同時送信フラッディング： パケツ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。

他無線通信技術との比較	
名称	比較結果
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1MByte程度の送付に適さない。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1MByte程度の送付に適さない。また、時刻同期もできない。

出典：AHPC <https://www.11ahpc.org/11ah/index.html>

④ 費用対効果

a. 費用対効果 (1/3)

※3万～5万人の給水人口の水道事業者を想定した試算

項目		スケジュール				
		2025年度	2026年度	2027年度	2028年度	
効果	定量 (収益)	- 有収率の改善※2 - 給水原価も低減による収益向上	3%の改善 1,890万円 1水道事業者 (八代市)	5%の改善 6,140万円 2水道事業者 (八代市、九州の周辺自治体 or 関東の自治体)	5%の改善 12,280万円 4水道事業者 (八代市、九州の周辺自治体、関東の自治体)	5%の改善 30,700万円 (10水道事業者) (八代市、九州の周辺自治体、関東の自治体)
	計 (定量 収益)	収益改善 1,890万円	収益改善 6,140万円	収益改善 12,280万円	収益改善 30,700万円	
	定量 (収益以外) + 定性	- 施設の効率性の向上 - 施設利用率向上 - 人材育成、技術継承への貢献 - デジタル化、可視化	- 効率的な水運用方法の検討 - データ可視化のためのデータベース作成 (1水道事業者)	- 効率的な水運用方法の検討 - データ可視化のためのデータベース作成 (2水道事業者)	- 効率的な水運用方法の検討 - データ可視化のためのデータベース作成 (4水道事業者)	- 効率的な水運用方法の検討 - データ可視化のためのデータベース作成 (10水道事業者)
費用	イニシャル	- IoTデバイスを用いた無線システムの開発 - IoTデバイスセット製造・調整 - 無線システムの構築 - 漏水箇所解析システムの構築 - 自動検知システムの構築	4,000万円 500万円 1,500万円※1 1,000万円 1,000万円	1,050万円 1,000万円 50万円	2,100万円 2,000万円 100万円	3,300万円 3,000万円 300万円
	ランニング	- 漏水検知システム運用 - 解析費用 - システム運用メンテナンス費 - センサー設置回収費 - 通信システム使用費	1,200万円 600万円※1 250万円※1 300万円 50万円	1,000万円 200万円 100万円 600万円 100万円	2,000万円 400万円 200万円 1,200万円 200万円	5,000万円 1,000万円 500万円 3,000万円 500万円
	計	5,200万円	2,050万円	4,100万円	8,300万円	

※1 2025年度の費用にはイニシャル（開発費用等）も含む

※2 八代市水道局管区内の人手による漏水検知件数約70件（R4年度）に対し、システムでは倍のエリアを検知率90%で検査可能であることから、128件の漏水箇所の発見が可能となる。128件の漏水箇所を修繕した場合、漏水1件当りの漏水推定量450L/h（八代市R1～R5平均）に基づく年間209,714m³の無効水を抑制し、総排水量を削減できることから、5.42%の有収率改善となる。実証期間となる2025年は、運用スキームの構築を並行して行うため、発見件数の約7割程度の修繕を見込むものとして、3%の改善としている。

④ 費用対効果

a. 費用対効果 (2/3)

		項目	算定の根拠
効果	定量 (収益)	- 有収率の向上 - 給水原価も低減による収益向上	- 給水原価の低減による収益向上 - 給水人口4万人×平均有収水量309l/（人・日）＝年間平均有収水量451万m³ 給水人口3万人～5万人の事業体の全国平均有収率84.19% 給水原価173.7円/m³ から有収率x%改善した時の収益改善効果を451×173.7×（1-84.19/（84.19+x））×0.7万円（0.7は有効係数 10万円以下は切り捨て）として計算した。
	定量 (収益以外)	- 施設の効率性の向上 - 施設利用率向上 - 人材育成、技術継承への貢献 - デジタル化、可視化	- 施設の効率性を見る指標として施設利用率、有収率、配水管使用率という指標が一般的に使われる。 - 有収率向上に伴い、施設利用率向上に向けた効率的な水運用方法の検討と実施 - 人材育成および技術継承に向けた教育の為のデータのデジタル化、可視化 - 今回の取り組みで得られたデジタルデータをデータベース化してデータ可視化を行う。
費用	イニシャル	- IoTデバイスを用いた無線システムの開発 - IoTデバイスセット製造・調整 - 無線システムの構築 - 音響解析システムの構築 - 自動検知システムの構築	- IoTデバイスの製造調整：デバイス単価20万円×30台 - 無線システムの構築：8,515円/（人・時）×2人×50日×7.75時間（10万円の位を四捨五入、以下同様） - 音響解析システムの構築：8,515円/（人・時）×2人×85日×7.75時間 - 自動検知システムの構築：8,515円/（人・時）×2人×85日×7.75時間
	ランニング	- 漏水検知システム運用 - 解析費用 - システム運用メンテナンス費 - センサー設置回収費 - 通信システム使用費	- 解析費用：8,515円/（人・時）×5人×50日×7.75時間 - システム運用メンテナンス費：8,515円/（人・時）×1人×12月×3.5日×7.75時間 - センサー設置回収費：8,515円/（人・時）×2人×25日×7.75時間 - 通信システム使用費：4.2万円/月×12月

④ 費用対効果

a. 費用対効果 (3/3)

項目		スケジュール			
		2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
効果 計 (定量)	—	● 1,890万円	● 6,140万円	● 12,280万円	● 30,700万円
	定性	● 施設の効率性の向上 ● 施設利用率向上 ● 人材育成、技術継承への貢献 ● デジタル化、可視化	● 効率的な水運用方法の検討 ● データ可視化のためのデータ ベース作成 (1水道事業者)	● 効率的な水運用方法の検討 ● データ可視化のためのデータ ベース作成 (2水道事業者)	● 効率的な水運用方法の検討 ● データ可視化のためのデータ ベース作成 (4水道事業者)
費用計		● 5,200万円	● 2,050万円	● 4,100万円	● 8,300万円



合理性・妥当性

- 本プロジェクトで提案するシステムが本運用された後は、有収率の向上と給水原価の低減による永続的な収益改善効果で年間最大3,000万円程度の収益改善（システム導入前との比較）効果を見込む
- 単年のランニングコストと比較して、年間の収益改善額が上回っており、持続的な運行が可能と見込んでいる
- 漏水トラブルの迅速な対応、さらには当該トラブルを未然に防ぐことが可能となるため、住民（受水者）の利便性向上に寄与する。これによって、受水地域全体として費用対効果が十分に得られる。

④ 費用対効果

b. 導入・運用コスト引き下げの工夫

		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センサー製造コストの低減	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/児玉
		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、センサー類を、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/児玉
	ランニング	通信コストの圧縮	Wi-Fi HaLowとローカルサーバーを利用したローカルネットワークの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	2025年～	シャープ/末永

1 計画概要

実証実施の前提

目的 漏水検査用IoTデバイス、新規音声信号処理技術および無線技術を用いた高効率漏水検査の実証。システムの基礎となるネットワーク構成ならびに漏水検知アルゴリズムの有効性を本実証で確認し、早期の市場投入・本運用につなげていく

給水管上の止水栓および配水管上の止水栓に複数の漏水検査用IoTデバイスを設置し、収集したデータから多地点相関処理により漏水箇所を検知する技術の検証。

- 多地点相関処理による漏水有無・位置の検知検証
- 地中の水道設備にデバイスを設置したうえでの無線の受送信可能範囲、同期可能範囲、同期精度の検証
- 本方式の適用可能な管種、管径の検証
- 本方式の時間的、経済的な漏水検知効率の検証
- データ解析からの漏水量判定可否の検証

アウトカム

- 年間予算内での漏水検査地域の拡大/検査エリア面積(m²)
- 有収率/有収率(%)
- 施設の利用効率性/施設利用率(%)
- 補修優先判断・故障予知判断の精度/漏水量(m³)

検証ポイント

効果 漏水検査DXによる省人化、効率化への効果検証

- 人手作業（特に夜間作業）の置換に向けて、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、本方式の時間的、経済的な漏水検知効率の検証も実施。

技術 新規LPWA技術、新規音声信号処理有効性の検証

- 新規LPWAの無線での同期可能範囲、受送信可能範囲、同期精度の検証。
- 様々な管種、管径に対する多地点同期音響信号解析方法の確立、漏水位置精度および漏水量判断の可否検証。

運用 データ収集手段および効率的システム運用手段の検証

- IoT装置の最適設置密度、領域内でのIoT装置数とデータ転送レート、データ収集処理部と信号処理部の最適配分の検証。
- 計測時間帯、計測頻度と漏水検知精度の関係の検証。
- 本漏水検知システムの運用したときの生産性の検証。

Ⅳ実施計画

② 検証項目・方法

a. 効果検証

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
漏水センサを用いた漏水調査	Ⅰ 漏水検査に従事する専門調査員の稼働時間	1/10	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	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	現状の聴音調査時間3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	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	非専門家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。

Ⅳ実施計画

② 検証項目・方法

b. 技術検証

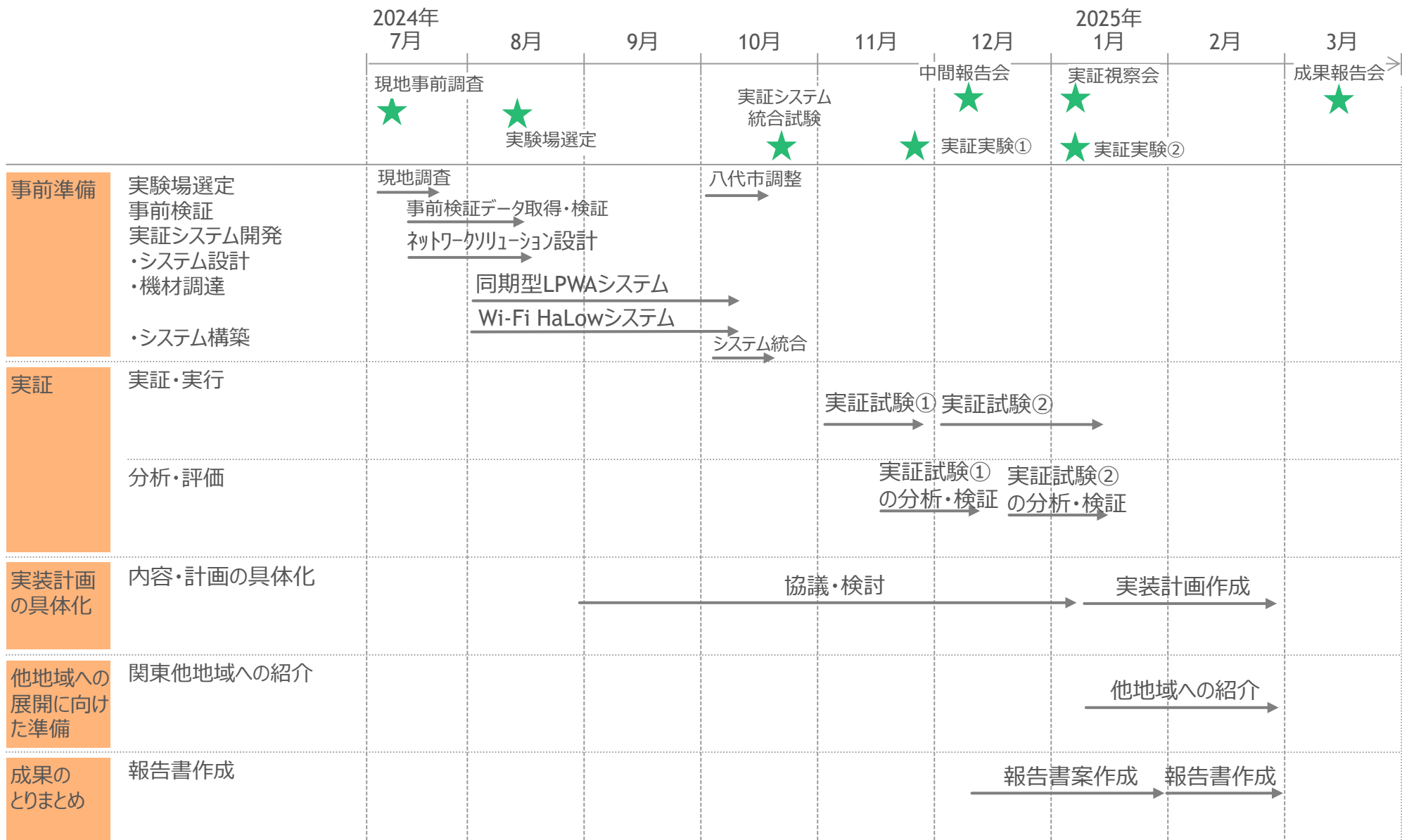
ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
量水器ボックス（地中）に設置した漏水センサとの無線通信	Ⅰ 同期精度	相対誤差100μs以下	各ノードでGPSあるいは有線で接続した検証用時間信号を記録し、相対時間誤差が100μs以下であることを確認する。	相対時間誤差100μs以下	相対時間誤差が100μs以下であれば音源位置までの距離差を50cm以下とすることができ、漏水位置の特定が1m以下の精度で可能となることが期待できる。
	Ⅱ ネットワークエリア検証	漏水センサからの通信可能距離が見通し距離で10m以上	量水器に取りつけた漏水センサか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。	漏水センサからの通信可能距離が見通し距離で10m以上	住宅地でセンサを運用する際、ネットワークのリレーノードの設置をセンサ2台以上につき1台とすることができ、リレーノードの設置工数やコストを削減することができる。
漏水検査アルゴリズム	Ⅰ 単ノード漏水検知	毎時300ℓ相当の漏水の検知	既知の漏水箇所でセンサ1台を運用し漏水判定が出ることを確認する。	毎時300ℓ相当の漏水の検知	八代市における漏水検知箇所の推定漏水量は大半が毎時300ℓ以上の漏水であり、簡便な方法で検出できれば漏水の総量を減少させることができる。
	Ⅱ 漏水の相関検知	2 センサ間にある漏水の相関検知	既知の漏水箇所をセンサ2台で挟み、観測結果から漏水位置に対応する相関信号が観測できることを確認する。	複数センサ間にある漏水の相関検知	多数のセンサ間で相関検知ができれば漏水の検知性能が向上する。

② 検証項目・方法

c. 運用検証

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
漏水検知・通知機能	I 検出した漏水可能性位置を遠隔地で確認できる	市関連施設に設置した端末で計測から24時間以内に漏水可能性位置を知ることができる	特定の測定ノードから漏水検知信号を発報し、遠隔確認ノードで信号を受信して通知情報を確認する。	漏水位置を8時間以内に知ることができる	水道局で漏水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、夜中に検査したデータ・漏水検知結果が、翌日の始業時に見られる状態にすることで、その日のうちに漏水対策を打てるなど、効率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3分以内に設置できると	3分以内に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が1分程度	水道の検針員が検針のついでに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。

③ スケジュール



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、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水道局と連携し、事前の検査で明らかになっている漏水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。
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 HaLow通信機器を10数m以内に設置しネットワークエリアの構築を想定しているが、街中への機器設置制限により、通信可能領域が小さくなる可能性があり、実装計画を変更する可能性がある。	技術の観点から機器設置候補個所を複数選定すると共に、候補箇所の機器設置の可否を、実証現場管轄の八代市と共に事前に確認。
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	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	実験データ不足による報告書作成の遅延	試験データが不足することによる再試験で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。	実証内容の精査を確実にを行い、検証の際にも試験に抜けがないかを確認する。実証試験中には逐次データを確認・評価することで、データの不足を防止する。

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

- 開催方法：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

- 開催方法：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
- 頻度：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

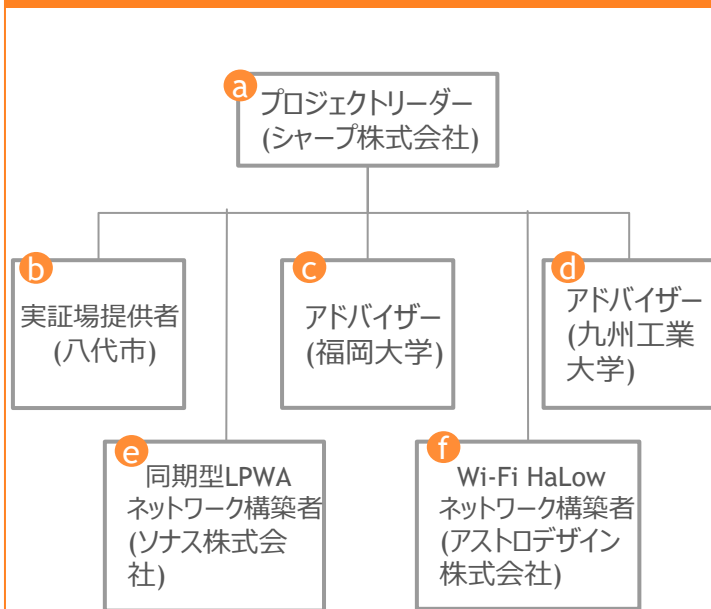
- 実施条件：進捗が予定よりも遅れた場合
- 頻度：1月に1回（緊急性が高い場合、発生から1週間以内）
- 方法：Web会議
- メンバー：関係する全構成員

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
- 頻度：問題発生から1週間以内
- 方法：Web会議
- メンバー：関係する全構成員

6 実施体制

実施体制図

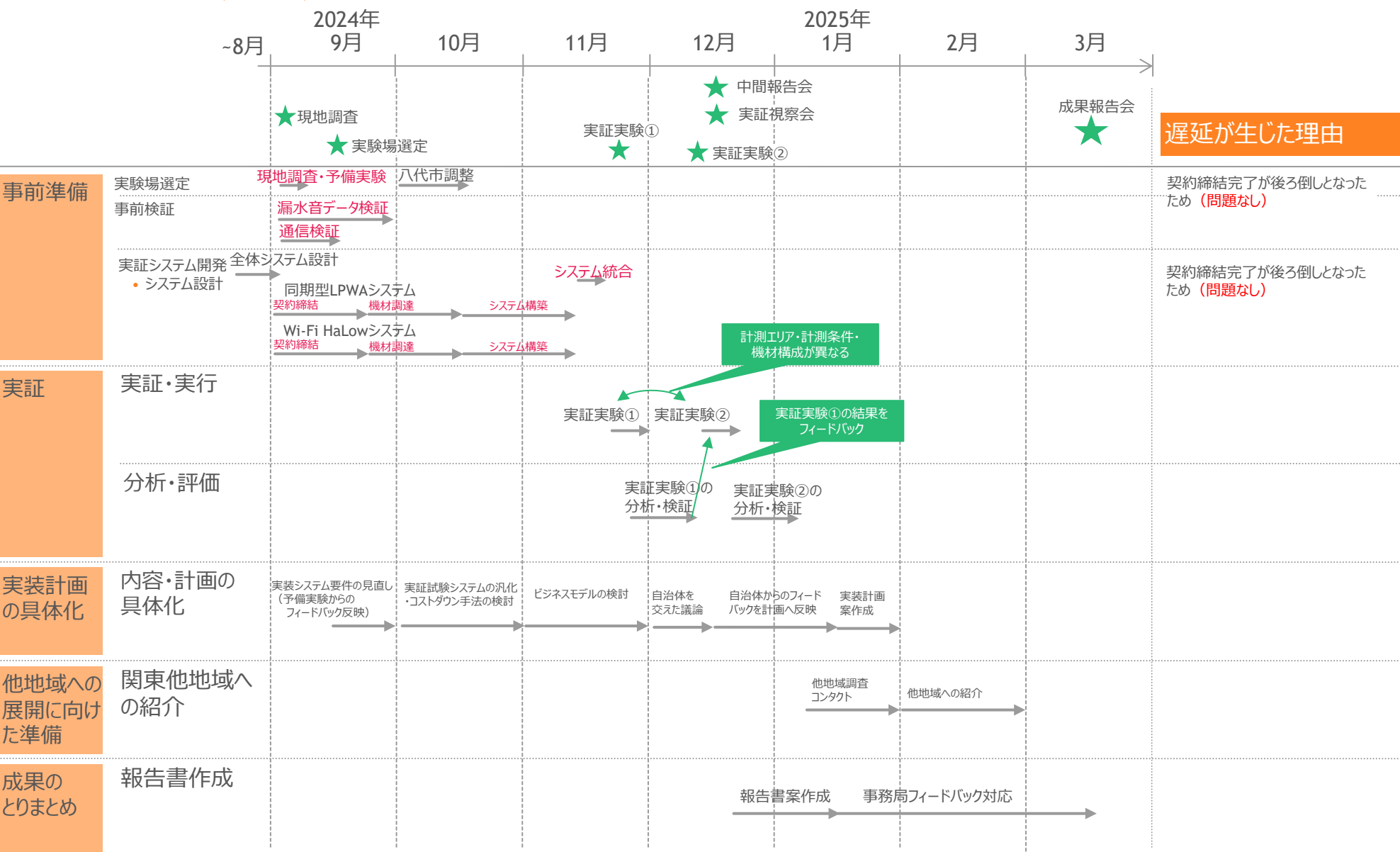


団体名	役割	リソース	担当部局/担当者
a シャープ株式会社	プロジェクトリーダー プロジェクトの全体管理、 現場実証 現場実証、信号処理	プロジェクトマネジメント 3人×780時間 現場実証主導 5人×310時間	研究開発本部 ソサイエティイノベーション 研究所第3研究室
b 八代市	実証場提供者 実証場所の提供	現場実証の時期、方法 の調整 2人×65時間	八代市役所水道局 西島 担当
c 福岡大学	アドバイザー LPWAを使ったIoTシステ ム 現場実証支援	アドバイス & 現場実証支援 4人×65時間	太郎丸 教授 大橋 前教授
d 九州工業大学	アドバイザー LPWAを使った移動体通 信 現場実証支援	アドバイス 4人×65時間	池永 教授
e 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 4人×485時間	神野 共同創業者
e アストロデザイン株 式会社	Wi-Fi HaLow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 HaLowネットワー ク構築 4人×485時間	兒玉担当

V 実証結果・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



2 検証項目ごとの結果

a. 効果検証

課題の凡例
クリティカルな課題：解決しないと実装・横展開できない
クリティカルでは無いが、解決が望まれる課題：解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる等

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
漏水センサを用いた漏水調査	I 漏水検査に従事する専門調査員の稼働時間	1/10	本システムの利用により、専門調査員による作業は、810時間から180時間に削減見込み。約1/5の稼働時間となった。 - 従来の漏水疑い箇所の検査作業では、①漏水個別音聴調査：240時間（約6000戸）、②路面音調査：約300時間、③多点相関調査：約90時間、④確認調査：約180時間程度の計810時間の作業を専門調査員が対応する。 - 当システムで検査する場合は、①～③の判断をシステムが実施し、また、機材設置などの作業は非専門調査員が担当することができることから、専門調査員の稼働は④のみとすることができる。 ④についても、システムの漏水位置特定によって作業範囲を絞ることで、稼働時間1/10を達成可能と見積もっていたが、本実証では漏水位置特定精度が目標未達となり、④の作業時間削減には至らなかった。	今後漏水検知の位置精度を向上させることで、④の作業範囲を狭め、作業時間を半分以下に短縮することができるものと考ええる。この場合、専門作業員の作業時間は90時間以下となり、目標値の1/10を満たす見込み。 Ⓓ
	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	現状の音聴調査時間3分以下	実証実験の結果から、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は、3分程度であり、目標値を達成。	一般の作業員が個別音聴調査1軒あたりに掛ける時間は、平均約1分（数秒～数分程度。観測される音や、周辺のノイズによりばらつきがある）である。実証の結果、漏水信号が伝播しづらいビニル管・ポリエチレン管においても、センサーの設置密度は4戸に1個程度で対応可能と分かったため、計測箇所が従来の1/4程度で済む前提とすれば、1カ所あたり3分のセンサー設置時間であっても、現状の音聴調査以下の作業時間で、センサーネットワークを構築できるものと考えられる。目標値は達成したものの、現状、アンテナの設置に対応時間の半分の時間を費やしており、改善の余地がある。 Ⓐ

V 実証結果・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

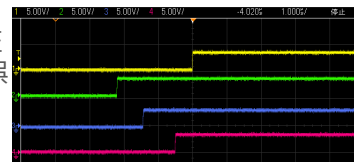
b. 技術検証

課題の凡例

クリティカルな課題：解決しないと実装・横展開できない

クリティカルではないが、解決が望まれる課題：解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる等

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（地中）に設置した漏水センサとの無線通信	I 同期精度	相対誤差100μs以下	実験環境での事前検証では最大2.2μsの相対誤差（試行100回：平均1μs以内）を確認。	実証実験の通信記録および測定結果から、実証環境で100μs以下のオーダーの同期精度を達成していると推測される。
	II ネットワークエリア検証	漏水センサからの通信可能距離が見通し距離で10m以上	実証実験の結果から通信機の配置位置が地上対地下、地下対地下のいずれにおいても目標値をクリアできることを確認 - 地上に配した中継局と地下に配したセンサー間の最長通信距離が100mであることを確認。 - また、地下に配したセンサー同士の通信においても、約20mの距離で通信が可能であることを確認。 「鉄製の量水器ボックス」や「コンクリート壁等に囲まれている」など、通信には厳しい環境下においても、10mの通信距離は確保でき、付近の構造物（街灯等）に中継局を配するなど、現実的な方法によって、ネットワークに参加させることが可能であることを確認。	当初想定した全戸へのセンサー配置を実現するための目標値はクリアした。しかし、八代市との協議で得られた要望を満たすには、当初想定よりも疎に配置（数戸毎にセンサー1個程度）する必要があり、想定が不十分であることが判明。実証で得られた実環境での信号伝播距離等も加味し、目標値を40mの見通し通信可能距離へ再設定することが必要と考えられる。 ⑤
漏水検査アルゴリズム	I 単ノード漏水検知	毎時300ℓ相当の漏水の検知	実証実験の結果から、単ノード（1つの測定点）で既知の毎時300ℓ以上の漏水箇所の検知率は100%であった。 - 漏水箇所から10m以内に設置された測定点での毎時300ℓ以上の漏水は全て検知できることを確認できた。 - 更に、アルゴリズムの調整により毎時200ℓ程度からの漏水に対しても検出が可能であることを確認。 - また、漏水音伝播経路にビニル管・ポリエチレン管が含まれていても検知できることについても確認。	当初想定した漏水量の検知は確認でき、また他社のシステムでの対応が難しいビニル管、ポリエチレン管についても、対応が可能であることから、八代市のように配水管が主に非金属管である地域においても本システムが有効であることが確認できた。
	II 漏水の相関検知	2 センサ間にある漏水の相関検知	実証実験の結果から、2センサ間にある既知の毎時300ℓ以上の漏水箇所の検知率は100%であった。また、漏水検知位置の精度は約10mであった。 - 他社システムでは対象外の樹脂管においてもこの精度で漏水検知が可能であった。 - しかし、今回の実証では、精度の高い漏水位置推定に必要な正確な管路長情報や実環境における管種別の振動伝達特性を算出するための十分な計測サンプル数が得られず、目標精度を満たすことができなかった。	樹脂管における振動伝播速度推定は金属管に比べ複雑であるものの、複数の観測データから推定可能と見積もっている。しかし、漏水発生数や機材設置場所の制約等の不確定要素が多く、思ったように観測データセットを集めることが出来ないケースがあることが実証から判明。課題の解決に向け、能動的に管を加振し振動計測するなどのデータ取得手法を検討していく。 ⑥

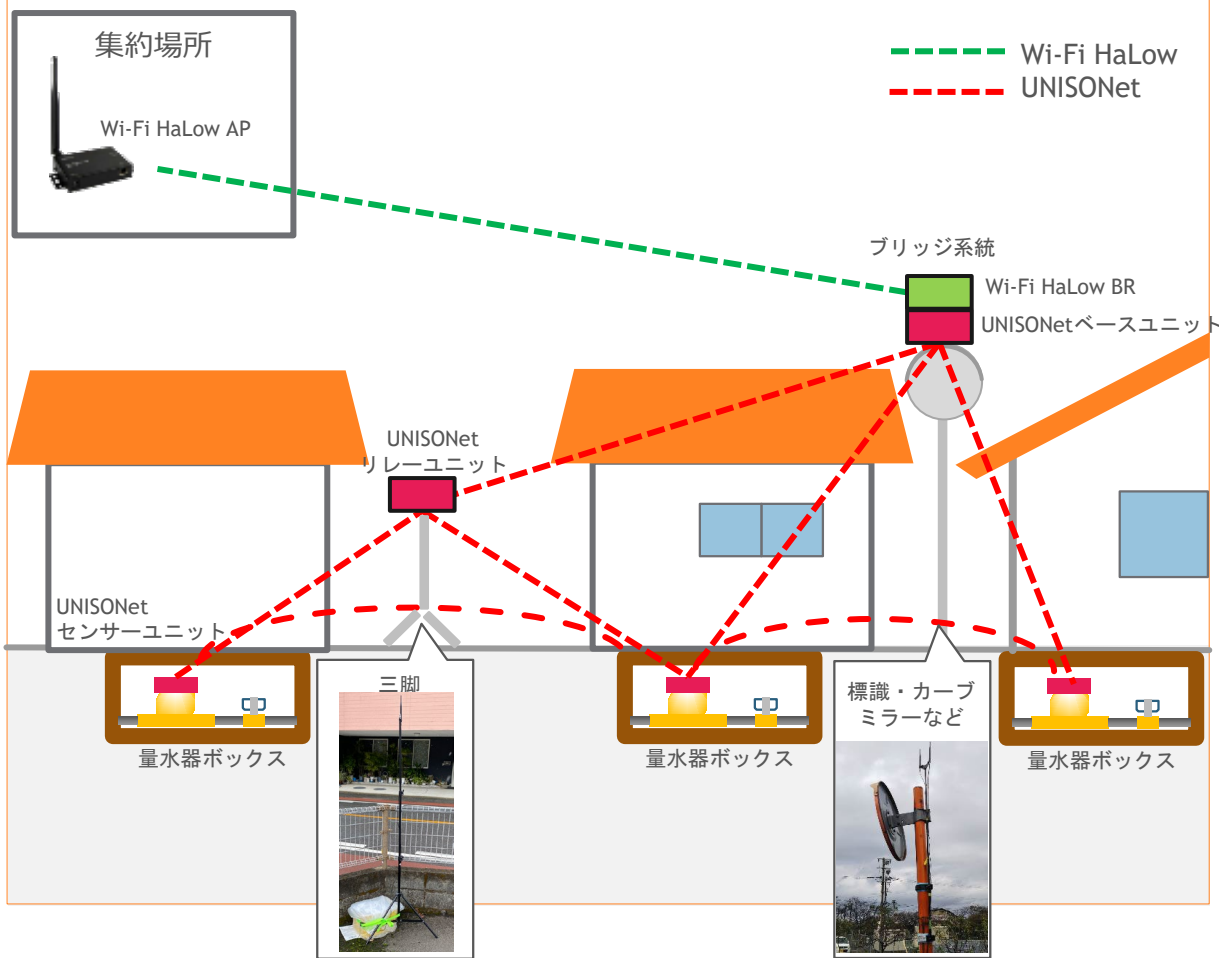


② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証：実証実験の概要

機材設置概要

実証実験におけるネットワーク機器の設置概要を以下に示す。



実証実験結果の概要

量水器、止水弁、消火栓等にセンサーユニットを取り付け、地上のリレーユニット（中継器）を含むUNISONNetメッシュネットワークを構成。Wi-Fi HaLowを通じて振動データを集約場所に集約した。

ブリッジシステムやリレーユニットのアンテナ設置には、自立型の三脚の他、街中の既設構造物（カーブミラーや標識、看板等）を利用。高い位置へのアンテナ設置により、最小限の機器でネットワーク構成を行うことができた。

センサーユニットは、通行者等の安全を考慮し、アンテナも含めて量水器ボックス内に格納する構成とした。家庭用量水器の蓋は樹脂製が多いが、主に車道上に配置される止水弁、消火栓や、一部の耐荷重が必要な場所に配置された量水器は、金属蓋（鋳鉄製）であることを確認した。

UNISONNet通信機器は地中（量水器ボックス内）間であっても約10～100mの距離で相互通信ができることを確認。量水器の蓋が金属であったり、周囲がコンクリートで囲まれるなど通信に不利な環境でも10mの通信距離が確認できた。Wi-Fi HaLowは建物等に遮られた見通しの無い環境下でも最長600mの距離で通信※を確認した。

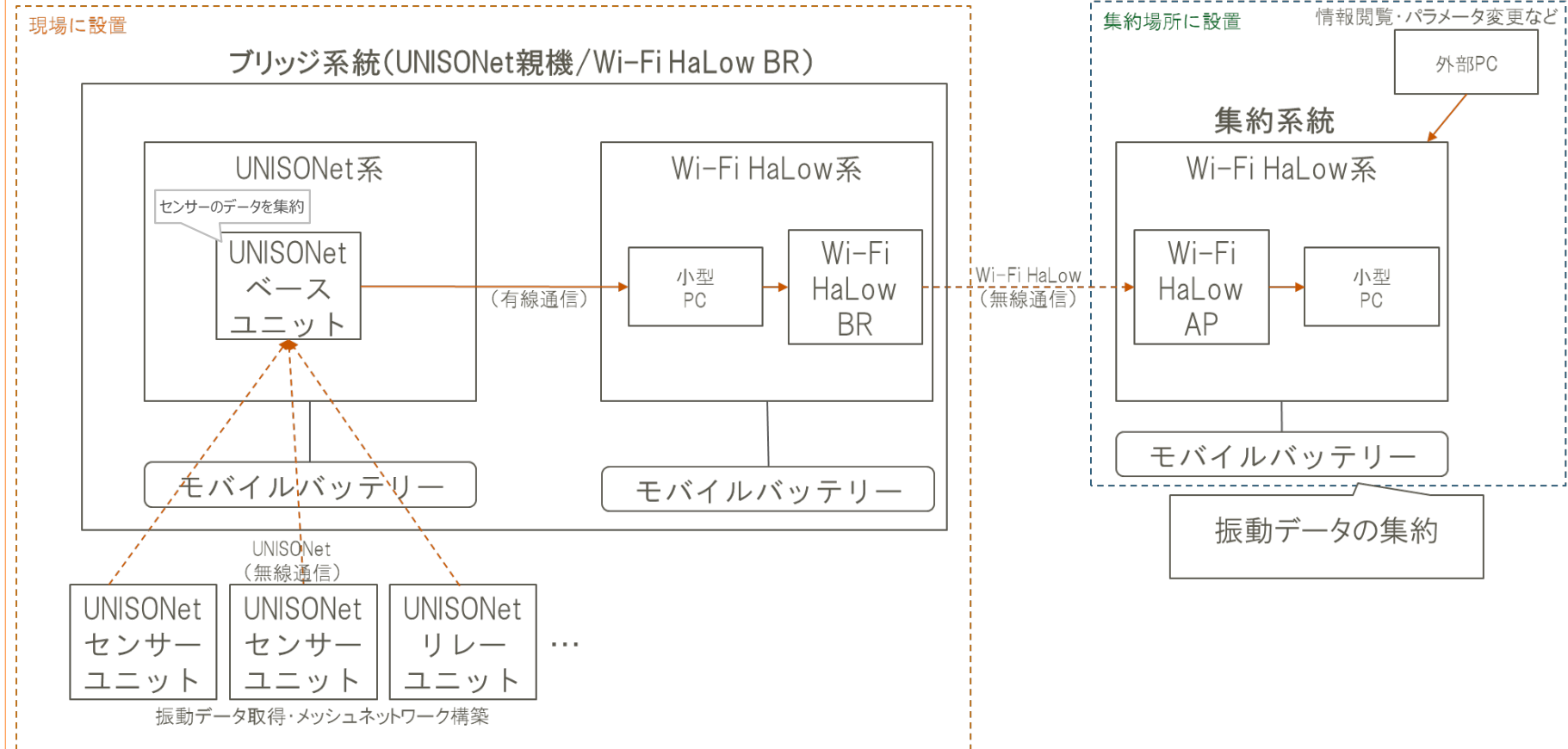
※アンテナ高はWi-Fi HaLow AP側 12m、同BR側 3.5mとし、通信速度は約3kbps

集約した振動データは別途解析を行い、漏水位置検知処理を実施。2024年12月に業者によって行われた、八代市内の漏水調査結果との一致を確認した。

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証：実証システムの構成

実証システム：構成ブロック図



② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証：実証システムの構成

実証システム：構成物



① Wi-Fi HaLow AP

型番：AP-100AH (JP)
メーカー：Silex
有線LAN：10/100Base-TX
無線LAN：IEEE802.11ah(920MHz)
動作環境：0～40℃
最大消費電力：2W(DC5V)
サイズ：W126xD75xH24mm
重量：約230g

② Wi-Fi HaLow BR

型番：BR-100AH (JP)
メーカー：Silex
有線LAN：10/100Base-TX
無線LAN：IEEE802.11ah(920MHz)
動作環境：0～40℃
最大消費電力：2W(DC5V)
サイズ：W126xD75xH24mm
重量：約230g



③ 小型PC

型番：Raspberry Pi 4 Model B
メーカー：Raspberry Pi Foundation
OS：Ubuntu 22.04LTS
CPU：Broadcom BCM2711(1.5GHz)
メモリ：8GB、USB:3.0x2/2.0x2 typeA
有線LAN：10/100/1000Base-TX
無線LAN：IEEE802.11b/g/n/ac
動作環境：0～50℃
最大消費電力：8.5W(DC5V)
サイズ：W85xD56xH17mm
重量：約47g



④ UNISONetベースユニット

メーカー：SONAS
ネットワーク：UNISONet(920MHz帯)
サイズ：W170mm x D120mm x H150mm
重量：約1,300g



⑤ UNISONetセンサーユニット

型番：SONAS X03
メーカー：SONAS
ネットワーク：UNISONet(920MHz帯)
サイズ：W75xD125xH50mm (アンテナ・センサー含まず)
重量：約300g

⑥ UNISONetリレーユニット

メーカー：SONAS
ネットワーク：UNISONet(920MHz帯)
サイズ：W75xD125xH50mm (アンテナ含まず)
重量：約300g

② 検証項目ごとの結果

ソリューション

検証結果

漏水検査システムでの検知結果

- Ⅰ 単ノード漏水検知、
- Ⅱ 漏水の相関検知

漏水レベル判定：300 l 以上
(推定漏水量：1,100 l)

日奈久塩南町

八代市役所

久出張所

0 100m

2024年12月の漏水検査報告
(漏水調査業者による)

推定漏水量 : 1,500 ℓ



漏水地点報告書									
事業所	八代市水道局				公道	No	14		
業務名	令和6年度 給・配水管漏水調査委託								
調査区域	日奈久地区			配水系					
推定年月日	令和6年12月11日			曜日	水		天候	晴	
漏水所在地	日奈久塩南町甲2-3								
氏名	源辺 氏 前				連絡先				
住宅地図	-		水栓番号		漏水部番号		口徑		φ
漏水種別	縦向き漏水		縦向き漏水		縦向き漏水		縦向き漏水		縦向き漏水
	縦向き漏水		縦向き漏水		縦向き漏水		縦向き漏水		縦向き漏水
略図	マク				有		道路種別		
漏水状況							地下漏水		
推定漏水量							1,000 ㎥/時		
土							砂利		
路							● アスファルト		
面							コンクリート		
状							タイル		
況							その他 (カラータイル構築)		
備考							調査社団 岩下 仁 調査責任者 古野 正也		
調査会社名							朝日本スイコー		

計測箇所A付近で「漏水判定レベル：300ℓ以上」の漏水を検知。
漏水調査業者による調査との突合せの結果、推定毎時1,500ℓの漏水を検知できており、システムの目標とする毎時300ℓ以上の漏水の検出を確認した。
また、漏水位置についても、漏水調査業者の報告内容と一致した。

V 実証結果・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. 技術検証：システムによる漏水検知結果

ソリューション

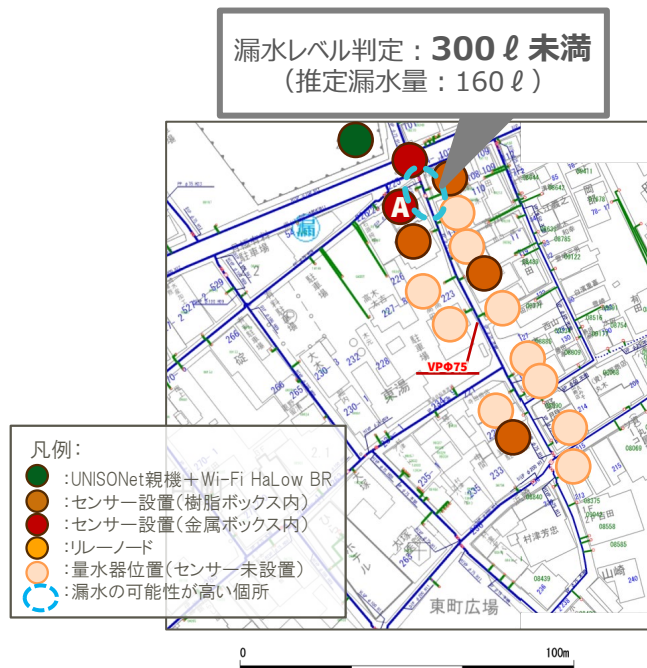
検証結果

漏水検査アルゴリズム

- I 単ノード漏水検知、
- II 漏水の相関検知

補足資料

漏水検査システムでの検知結果



2024年12月の漏水検査報告 (漏水調査業者による)

推定漏水量：180ℓ



漏水地点報告書			
事業所	八代市水道局	公道	No. 7
業務名	令和6年度 給・配水管漏水調査委託		
調査区域	日奈久地区	配水系	
確認年月日	令和6年12月5日	曜日	木
漏水所在地	日奈久町225-2		
氏名	熊島マサル	連絡先	
住居地図		水検番号	3045
漏水種別	水漏れ	漏水箇所	給水管上漏水
漏水状況	地下漏水	推定漏水量	0.180 m³/時
漏水箇所	燃費マシナ	調査員	山下 仁
備考		調査会社名	朝日本スコー

計測箇所A付近で「漏水判定レベル：300ℓ未満」の漏水を検知。
漏水調査業者による調査との突合せの結果、推定毎時180ℓの比較的小規模な漏水についても検知ができ、位置も特定できた。

V 実証結果・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. 運用検証

課題の凡例

クリティカルな課題：解決しないと実装・横展開できない

クリティカルでは無いが、解決が望まれる課題：解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる等

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
漏水検知・通知機能	I 検出した漏水可能性位置を遠隔地で確認できる	市関連施設に設置した端末で計測から24時間以内に漏水可能性位置を知ることができる	実証実験における実測結果から、計測点13カ所、各計測点でのデータ取得時間30秒としたときに、全てのデータを集約するまでに約4時間掛かることを確認（データレート換算で約3kbps）。これら取得したデータの汎用的な計算機（IntelCore-i7/メモリ16GB）での解析時間は全体で10秒程度であることから、現実的なシステム構成、データレートで仕様を満たすことを確認。	高精度な漏水位置の判定には、取得データのS/N向上が必須であり、より長時間のデータ取得を必要とする。この場合、左記に示すデータレートでは不十分であるため、別手段でのデータ収集を行う必要がある。
				③
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3分以内に設置できると	実証実験における作業時間を測定。 水道メーターボックス内に機材設置完了するまでの作業と標準的な作業時間は以下の通りであり、純粋に機材の設置にかかる時間は3分（②+③）程度であった。 ①水道メーターボックス内の掃除（泥除け等）：2分 ②センサー設置：1分 ③アンテナ設置：2分 ④後処理（帳簿記録、”実験実施”シール貼付等）：1分	水道メーターボックス内に泥が堆積しているケースでは泥の排除が必要となることがあった。また、アンテナの固定に今回は汎用的なベルトを用いたが、漏水検査に特化したアンテナやその取付治具を導入すればさらに作業時間を短縮することができる。と考える。
				④



2 検証項目ごとの結果

c. 運用検証：八代市との協議

課題の凡例

クリティカルな課題：解決しないと実装・横展開できない

クリティカルでは無いが、解決が望まれる課題：解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる等

ソリューション

漏水検知・通知機能
保守の簡便性

八代市との協議の結果

【主な課題】

- ① 老朽インフラの点検・更新が追いついていない
- ② 水道運用コストの低減
- ③ 人材不足・技術継承問題

【システムを利用した漏水検査への期待】

- ・ 現在の漏水検査手法よりコストパフォーマンスが良いこと
- ・ 自治体の負担が少ないこと
 - 効果がどの程度か分からない中、従来の検査を一足飛びに置き換えるのはハードルが高い
 - 今回の実証実験では、中継器等の設置に自治体管理の標識等を利用したが、これらの利用申請が自治体にとって結構な負担となった

【八代市における敷設管の状況】

- ・ 市の中心部は铸铁管、それ以外は非金属管中心
- ・ 一部地域で給水管（非二層のポリエチレン管）の漏水が多くなってきている

【検査種別と利用システムについての考え方】

- 通常検査（一時設置型システムを利用）：
- 調査を行う企業側が導入し、調査を効率化するもの。高精度な漏水検知機能を期待。
- 重点検査（常設型システムを利用）：
- 重点観測地域に対して、自治体が導入するもの。大雑把な状況把握ができる程度の性能があればよく、その分価格を抑えたい。

考察

①が②に大きな影響を及ぼす。
③については、世代の偏りだけでなく、人員ローテーション等の人事制度も影響し、継承が進まない

1回の検査で従来より広範囲を割安に調査できることを期待。他方、システム利用することで、**従来から手順や手間が増えることは避けたい。**
また、従来手法からの切り替えをスムーズに進める施策を検討する必要がある。 (E)(F)(G)

従来の技術では難しかった、ビニル管・ポリエチレン管での漏水検知の重要性

目的に応じて、システムに求める漏水検知精度やコスト感が異なる

V 実証結果・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	実装に向けたコスト試算の実施	他社の相関式計測システムと同程度の価格で、より広い計測範囲を実現することが可能	他社の相関式計測システムに比べ、25倍程度の観測点を設定した場合でも、同程度の価格を実現見込み。(100センサー使用時の想定システム価格は約650万円) 一度の計測で最長4kmの管の計測が可能。
	八代市との協議による本ソリューションへのニーズの確認	効果がどの程度か分からない中、従来の検査を一足飛びに置き換えるのはハードルが高い	スモールスタートでもよいので、まずはシステムの利用をはじめることが建設的である。 一方、その場合は通信可能距離の延長等、新たな課題を解決する必要がある。(前述のB～Dの課題が該当)
横展開に向けて	需要がありそうな自治体へのアプローチ	当社が上下水道インフラ関連でつながりのある自治体および関係者から絞り込み、松戸市の上水道担当者に対し、アプローチを実施	事業管轄の規模間や有収率は異なるものの、八代市と同様に毎年数十件の漏水が発生する状況であり、また後進への技術継承に課題を抱えていることを確認。
	本実証内容の紹介コンテンツを作成	横展開への可能性が有りそうな自治体および関連事業者への普及啓蒙活動に使用する資料を作成し、上記自治体へのアプローチに活用	自治体への効果的なアピールが実施できた。

V 実証結果・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

課題の凡例

クリティカルな課題：解決しないと実装・横展開できない

クリティカルでは無いが、解決が望まれる課題：解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる等

	課題	対応策	実現可能性 ¹	対応する団体名	対応時期
実装に 向けて	① 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	・ 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	—	シャープ	25年度中
	② 量水器内アンテナ設置時の特性劣化に伴う通信可能距離の低下	・ 量水器内設置を前提とした、専用アンテナの開発 (今期は基礎検討と、アンテナの試作を実施(p.50))	高	シャープ、福岡大	25年度中
	③ 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	・ 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 ・ 従来の巡回作業と組み合わせた最終集約地点への収集の検討	高	シャープ、九工大	25年度中
	④ 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た、漏水位置推定精度が不足し、結果として漏水位置特定オペレーションコストが増大している	・ 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 ・ 時系列でのデータ比較による予兆判別手法の検討 ・ 熟練者の正誤判定結果等、過去データや知見の判定システムへの反映	高	シャープ	25年度中

1. 高: 実現可能性80%以上：ほぼ確実に実現できる状況であり、大きな障害が発生しない限り、現在想定している対応策で問題なく達成可能。
中: 実現可能性50%程度：想定外の課題が発生する可能性があり、対応策の有効性も未知数な部分があるため、成功と失敗の確率が拮抗している。
低: 実現可能性20%程度：対応策の具体化が進んでおらず、課題も多いため、現時点では実現に向けた道筋が明確でない状態

V 実証結果・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

課題の凡例
クリティカルな課題：解決しないと実装・横展開できない
クリティカルでは無いが、解決が望まれる課題：解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる等

課題		対応策	実現可能性 ¹	対応する団体名	対応時期
横展開に向けて	E 従来手法から本システムを利用した手法へのスムーズな移行	・ 官民連携（PPP/PFI）等を活用した実績づくり	—	シャープ	27年度中
	F 自治体・漏水調査業者への効果的なアピール方法	・ 商社・販社である、カンツール社、アストロデザイン社と連携し、セミナーや説明会を開催するなど、システムの理解を深めるための施策を実施する	—	カンツール、アストロデザイン、シャープ	25年度中
	G 地元住民への情報共有、新しい漏水検査への理解を得るための施策の実施	・ 協力自治体と説明会等を実施し、認知度向上を行い、地元住民に従来とは異なる形式の漏水検査やこれに伴う通信設備設置について理解を求める	—	協力自治体、シャープ	随時

1. 高：実現可能性80%以上：ほぼ確実に実現できる状況であり、大きな障害が発生しない限り、現在想定している対応策で問題なく達成可能。
中：実現可能性50%程度：想定外の課題が発生する可能性があり、対応策の有効性も未知数な部分があるため、成功と失敗の確率が拮抗している。
低：実現可能性20%程度：対応策の具体化が進んでおらず、課題も多いため、現時点では実現に向けた道筋が明確でない状態

④ 実装・横展開に向けた課題および対応策：量水器内設置を前提とした専用アンテナの開発

課題：金属や土壌の近接設置で特性劣化

- ・ 量水器内にアンテナを設置した場合、一般的なロッド状アンテナ（スリーブアンテナなど）では劣化が顕著
- ・ 量水器・止水栓等の蓋は鋳鉄製も多く、設置スペースも限られる

解決策：薄型構造パッチアンテナの採用（厚さ1cm, 写真上）

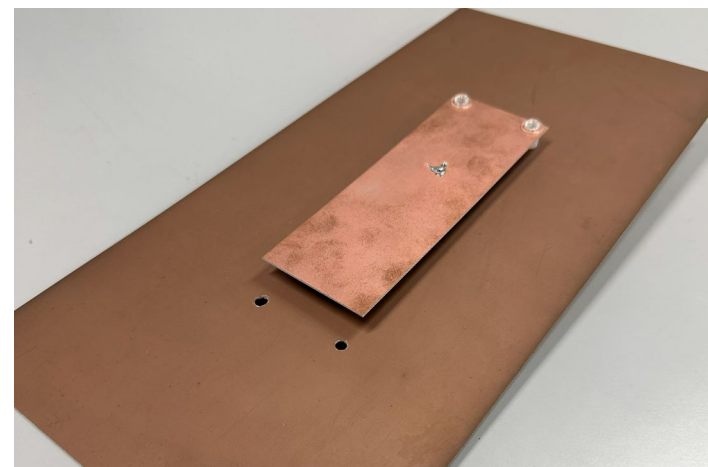
- ・ 地板（アース板）を持つ構造により地板裏面の金属・水分の悪影響排除
→ 量水器鋳鉄蓋へ取付可、通信距離の向上
- ・ 懸念：薄くすると帯域幅（使用可能な周波数の幅）が狭くなる
歩留まり悪化→コストUP、温度・経年変化で特性劣化しやすい

試作評価・試用結果：

- ・ 八代市の実証実験で取り付け確認（写真下）
- ・ スリーブアンテナと比較し、RSSIの改善を確認
- ・ 20MHzの帯域幅（使用周波数920MHzの2.2%） 実用範囲の帯域幅を確認（1mm程度の寸法誤差が十分許容できる値）（写真左）



写真左：試作アンテナの定在波比(VSWR)特性（低い程良い）
VSWR<2 の実用条件で20MHzの帯域幅を確認



写真上：試作した薄型平面アンテナ
厚さ1cm（突起物を除く）



写真下：量水器の鋳鉄蓋内側への試作アンテナの取り付け確認の様子

5 (参考) 実証視察会

a. 概要

開催場所:熊本県八代市
開催日時: 2024年12月18日

デモ項目	内容	備考
実証現場の視察	八代市日奈久地区の計測エリアを実際に視察いただき、個人宅の量水器等へのセンサー設置の様子を確認いただいた。更に日奈久コミュニティセンター敷地内で、センサーの量水器への取り付けの様子、中継局の設置の様子についても確認いただいた。	－
データ集約場所でのご説明	本実証でのデータ集約場所としている日奈久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説明した。	－
質疑応答	八代市役所にて同市水道局のご担当を交え、当プロジェクトに対する質疑応答を実施した。	－

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
UNISONet自体の通信可能距離が100mということか	条件が良ければ地上と地下間の通信可能距離はおおよそその程度。地上同士であればそれ以上でも通信が可能。	-	-
子機同士の通信距離はいくらか、子機間通信に関しての制約は	水道メーターボックス内に格納された子機同士の通信距離は、条件に応じて変化するが、おおよそ20m程度。最大10Hopの制約がある。		
子機の最適配置が重要になるのではないか。水道管の形状などが配置に影響し費用対効果に大きく関わるのでは	そう考える。配置最適解に対し、距離、管の素材、設置深さ等の影響があると考えられる。通信距離だけでは無く、漏水検知が可能な距離であるかも考慮する必要あり。		
漏水による振動は穴の大きさによっても変わってくるのか	そのように考えている。漏水によって発生する振動は、基本はホワイトノイズに近いが、穴の開き方に応じてスペクトルが決まると考えられる。		
最終的には漏水予測まで行うのか	そこまで行いたいと考えているが、具体的な検討はこれから。経時変化データから得られる情報に期待している。また管路情報（管種別、径等）も予測に活用できると考える。	- 対象となるデータの収集と、収集したデータの整理・分類 - データを学習させたAIモデルの構築。	2026年度中
漏水の原理は管の老朽化と考えるが、突然漏水することはあるか	地震等の突発的な事象で漏水が発生することもあるが、基本的には老朽化した管が破損し漏水する。		
老朽化した管（の肉厚）が薄くなるから破損し漏水するというような話か	そういったケースもある。乱流により管自体が摩耗するケースも存在する。		
センサを管自体の上に設置することは考えられるか	可能性はある。世の中の流れとしてセンサ設置が当たり前になれば、管の敷設時に管自体に設置するのが良いと考える。但し、制水弁だけの設置だと、設置間隔が長く、漏水検知に適さない可能性があり、家庭の水道メーターへの設置など短い間隔での設置も併せて検討する必要がある。		

V 実証結果・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

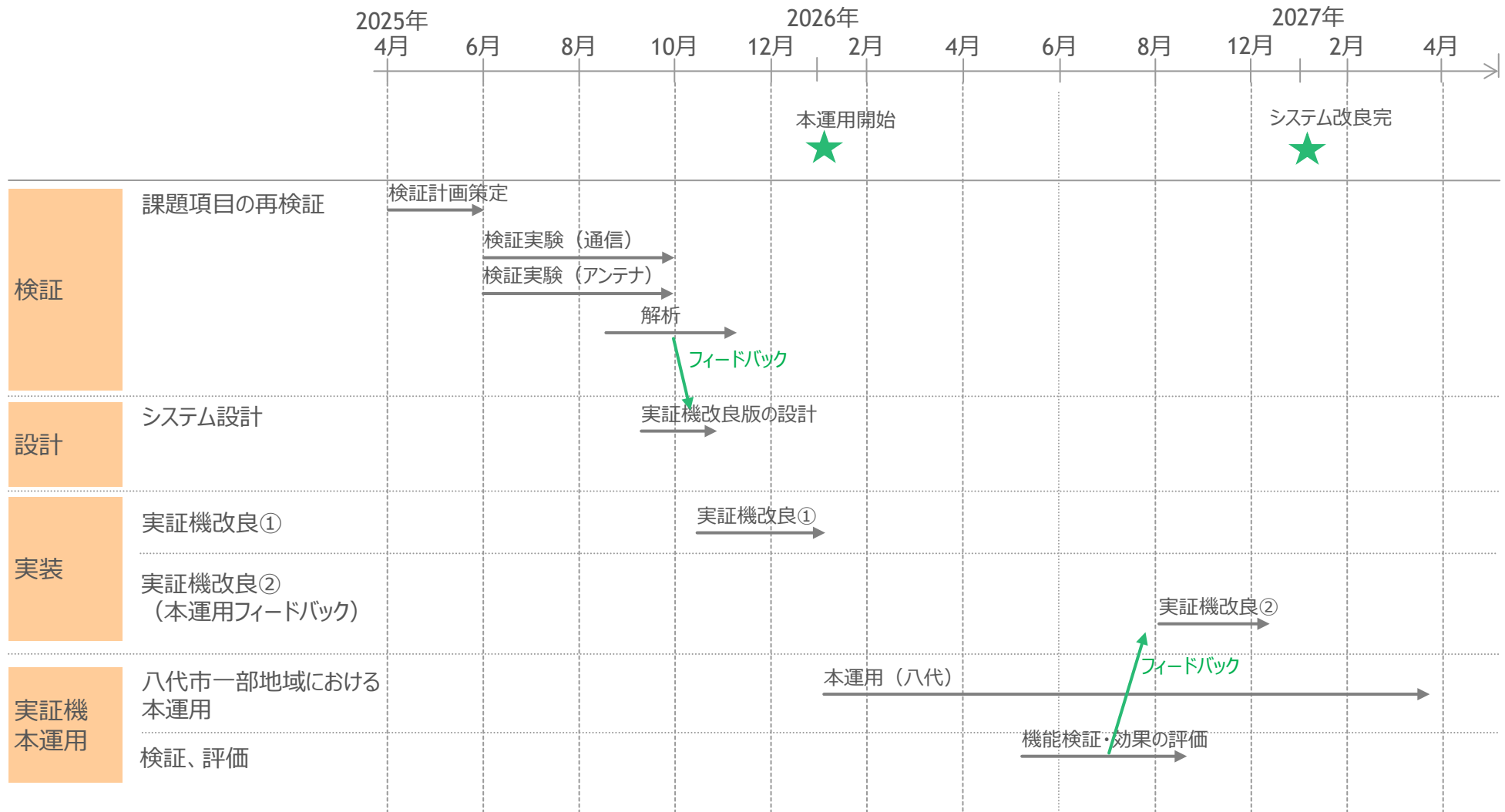
b. 質問事項と対応方針

質問事項	回答内容	アクション	
		内容	期限
家庭の漏水検知の実施も交渉材料として、各家庭への設置交渉を行う必要があるのか	そのように考える。それ以外の副次的なメリット、例えば「見守り」機能なども交渉材料とできる。	潜在的なものを含めたユーザーの要求調査	2025年度中
仮に漏水検査が、現在の年次検査から週次・月次検査になるとすれば、水道局として魅力的な変化となるか	八代市の立場としては、早期の漏水対策ができるようになるため、喜ばしい。		
水道局として漏水検査システムに求める条件は何か。コスト感や検出精度などで求める条件はあるか	1年あたり本管延長300kmの検査が可能で、漏水検出数では現行の60～80件/年以上、委託額が1200万円程度であれば、現行漏水点検の代替として検討可能。		
漏水を早期に発見できることのメリットは何か	遅いよりは早い方がよく、道路陥没など大事故に至る前に手当てできる方が良い。		
水道局として本ソリューションへ何を期待しているか	金額的メリットも勿論だが、検査頻度を上げることを期待している。あるいは常設で月次で見れると良い。		
現状の調査方法の種別は	①個別音聴：量水器の音を聞く②漏水探知：夜間に本管の音を聞く③ボアリング検査：道路に穴を開ける方法の3種。検査は人力、経験に頼る部分が多い。		
古い管でも漏水していなければ更新しないのか	本来なら古い管から更新すべきだが予算的に厳しい。現在は国交省から重要幹線の耐震化を要望されていることもあり、予算取りが今後ますます厳しくなるだろう。		
耐震化に絡めて本ソリューションを使えないか	(八代市策定の) 基本計画を見直せば可能性はある。		

VI 実装・横展開の計画

① 実装の計画

a. 実装に向けた具体的計画



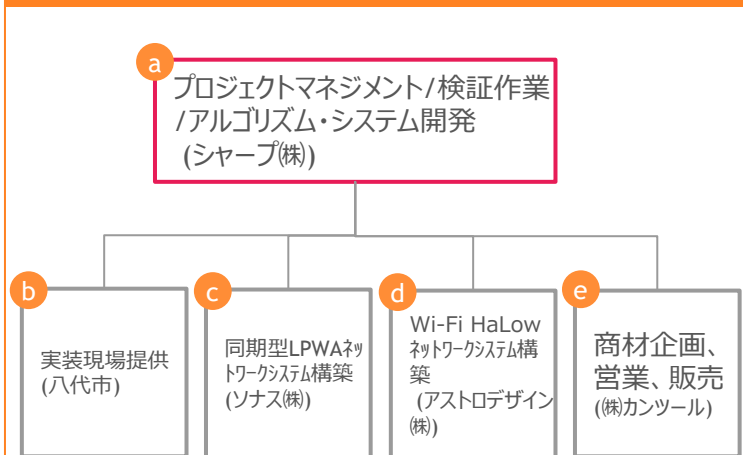
VI 実装・横展開の計画

1 実装の計画

b. 実装の体制

 :実装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)	プロジェクトマネージャー プロジェクトの全体管理 検証作業 現場での検証作業、音響信号処理 アルゴリズム開発、実装 漏水検知アルゴリズム部分の開発 システム開発 トータルシステムの開発	プロジェクトマネジメント 2名 検証作業主導 3名 アルゴリズム開発、実装 1名 トータルシステム開発 2名
b 八代市	実装現場提供 実装場所の提供、地域住民との合意形成	検証の時期、方法の調整 2人
c ソナス(株)	同期型LPWAネットワークシステム構築 無線ネットワーク構築担当	同期型LPWAネットワーク構築 4人
d アストロデザイン(株)	Wi-Fi HaLowネットワークシステム構築 無線ネットワーク構築担当	Wi-Fi HaLowネットワーク構築 4人
e (株)カンツール	商材企画、営業、販売 商材企画、営業、販売、横展開先の自治体・業界団体との交渉担当	商材企画、営業、販売 3名

VI 実装・横展開の計画

① 実装の計画

c. ソリューション(変更点) -費用対効果 (1/3)

- 八代市へのヒアリングの結果に基づき、予想改善効果を調整

※3万～5万人の給水人口の水道事業者を想定した試算

項目		スケジュール				
		2025年度	2026年度	2027年度	2028年度	
効果	定量 (収益)	- 有収率の改善※2 - 給水原価も低減による収益向上	1%の改善 640万円 1水道事業者 (八代市)	3%の改善 1,890万円/事業者 2水道事業者 (八代市、 九州の周辺自治体 or 関東の自治体)	3%の改善 1,890万円/事業者 4水道事業者 (八代市、 九州の周辺自治体、 関東の自治体)	5%の改善 1,890万円/事業者 (10水道事業者) (八代市、 九州の周辺自治体、 関東の自治体)
	計 (定量 収益)		収益改善 640万円	収益改善 3,780万円	収益改善 7,560万円	収益改善 18,900万円
	定量 (収益以外) + 定性	- 施設の効率性の向上 - 施設利用率向上 - 人材育成、技術継承への貢献 - デジタル化、可視化	- 効率的な水運用方法の検討 - データ可視化のためのデータベース作成 (1水道事業者)	- 効率的な水運用方法の検討 - データ可視化のためのデータベース作成 (2水道事業者)	- 効率的な水運用方法の検討 - データ可視化のためのデータベース作成 (4水道事業者)	- 効率的な水運用方法の検討 - データ可視化のためのデータベース作成 (10水道事業者)
費用	イニシャル	- IoTデバイスを用いた無線システムの開発 - IoTデバイスセット製造・調整 - 無線システムの構築 - 漏水箇所解析システムの構築 - 自動検知システムの構築	4,000万円 500万円 1,500万円※1 1,000万円 1,000万円	450万円 400万円 50万円	900万円 800万円 100万円	2,300万円 2,000万円 300万円
	ランニング	- 漏水検知システム運用 - 解析費用 - システム運用メンテナンス費 - 通信システム使用費 - システム設置・回収費	1,200万円 600万円※1 250万円※1 50万円 300万円	350万円 200万円 100万円 50万円	700万円 400万円 200万円 100万円	1,750万円 1,000万円 500万円 250万円
	計		5,200万円	800万円	1,600万円	4,050万円

※1 2025年度の費用にはイニシャル（開発費用等）も含む

※2 八代市水道局管区内の人手による漏水検知件数約70件（R4年度）に対し、システムでは倍のエリアを検知率90%で検査可能であることから、128件の漏水箇所の発見が可能となる。128件の漏水箇所を修繕した場合、漏水1件当りの漏水推定量450L/h（八代市R1～R5平均）に基づく年間209,714m³の無効水を抑制し、総排水量を削減できることから、5.42%の有収率改善となる。実証期間となる2025年は、運用スキームの構築を並行して行うため、発見件数の約7割程度の修繕を見込むものとして、3%の改善としている。

① 実装の計画

c. ソリューション(変更点) -費用対効果 (2/3)

		項目	算定の根拠
効果	定量 (収益)	- 有収率の向上 - 給水原価も低減による収益向上	- 給水原価の低減による収益向上 - 給水人口4万人×平均有収水量309l/（人・日）＝年間平均有収水量451万m³ 給水人口3万人～5万人の事業体の全国平均有収率84.19% 給水原価173.7円/m³ から有収率x%改善した時の収益改善効果を451×173.7×（1-84.19/（84.19+x））×0.7万円 （0.7は有効係数 10万円以下は切り捨て）として計算した。
	定量 (収益以外)	- 施設の効率性の向上 - 施設利用率向上 - 人材育成、技術継承への貢献 - デジタル化、可視化	- 施設の効率性を見る指標として施設利用率、有収率、配水管使用率という指標が一般的に使われる。 - 有収率向上に伴い、施設利用率向上に向けた効率的な水運用方法の検討と実施 - 人材育成および技術継承に向けた教育の為のデータのデジタル化、可視化 - 今回の取り組みで得られたデジタルデータをデータベース化してデータ可視化を行う。
費用	イニシャル	- IoTデバイスを用いた無線システムの開発 - IoTデバイスセット製造・調整 - 無線システムの構築 - 音響解析システムの構築 - 自動検知システムの構築	- IoTデバイスの製造調整：デバイス単価20万円×30台 - 無線システムの構築：8,515円/（人・時）×2人×50日×7.75時間（10万円の位を四捨五入、以下同様） - 音響解析システムの構築：8,515円/（人・時）×2人×85日×7.75時間 - 自動検知システムの構築：8,515円/（人・時）×2人×85日×7.75時間
	ランニング	- 漏水検知システム運用 - 解析費用 - システム運用メンテナンス費 - センサー設置回収費 - 通信システム使用費	- 解析費用：8,515円/（人・時）×5人×50日×7.75時間 - システム運用メンテナンス費：8,515円/（人・時）×1人×12月×3.5日×7.75時間 - センサー設置回収費：8,515円/（人・時）×2人×25日×7.75時間 - 通信システム使用費：3万円/月×12月

VI 実装・横展開の計画

1 実装の計画

c. ソリューション(変更点) -費用対効果 (3/3)

項目		スケジュール			
		2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
効果 計 (定量)	—	● 640万円	● 1,890万円	● 7,560万円	● 18,900万円
	定性	● 施設の効率性の向上 ● 施設利用率向上 ● 人材育成、技術継承への貢献 ● デジタル化、可視化	● 効率的な水運用方法の検討 ● データ可視化のためのデータ ベース作成 (1水道事業者)	● 効率的な水運用方法の検討 ● データ可視化のためのデータ ベース作成 (2水道事業者)	● 効率的な水運用方法の検討 ● データ可視化のためのデータ ベース作成 (4水道事業者)
費用計		● 5,200万円	● 2,050万円	● 4,100万円	● 8,300万円



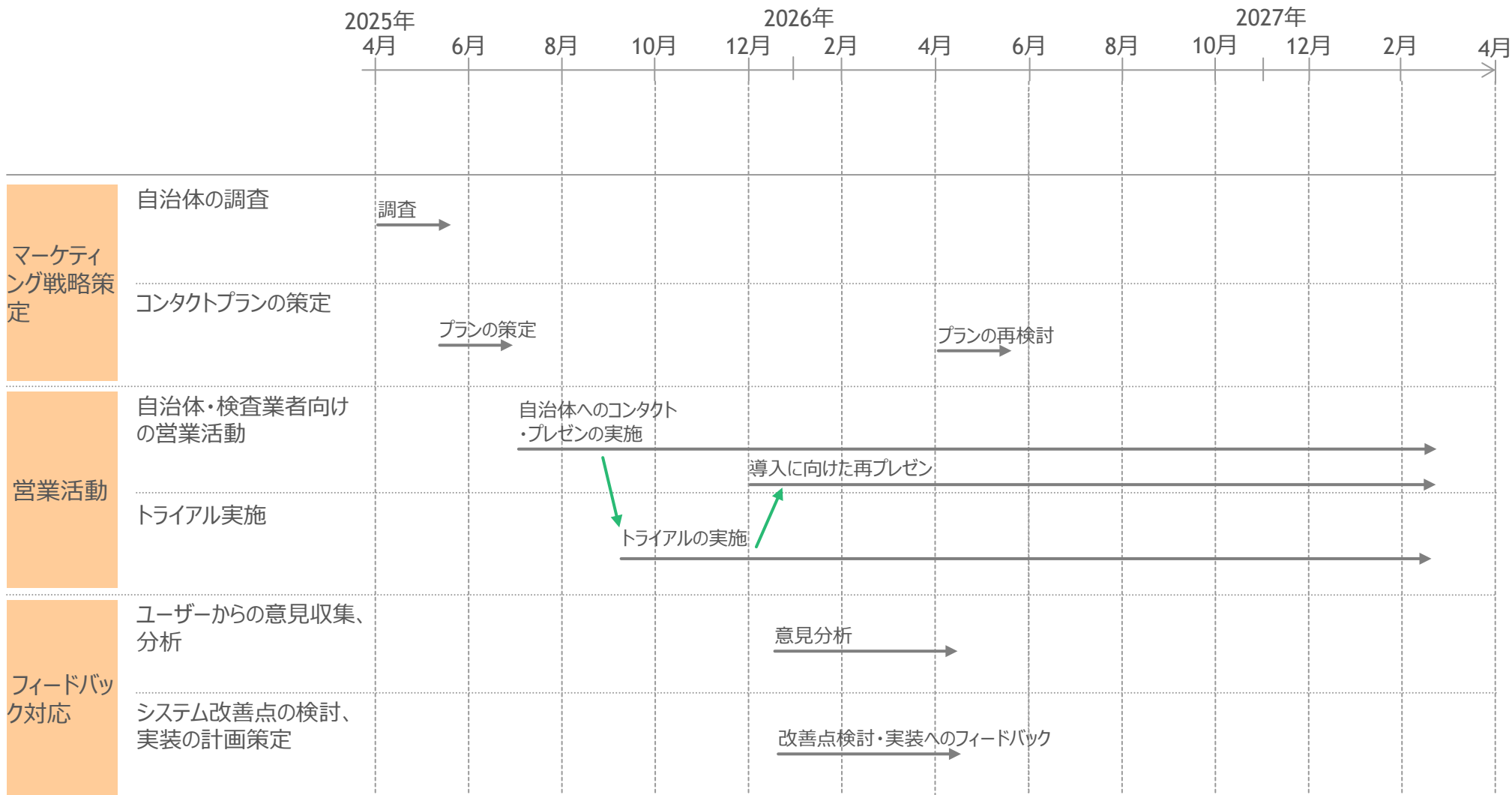
合理性・妥当性

- 本プロジェクトで提案するシステムが本運用された後は、有収率の向上と給水原価の低減による永続的な収益改善効果で年間最大1,900万円程度の収益改善（システム導入前との比較）効果を見込む
- 単年のランニングコストと比較して、年間の収益改善額が上回っており、持続的な運行が可能と見込んでいる
- 漏水トラブルの迅速な対応、さらには当該トラブルを未然に防ぐことが可能となるため、住民（受水者）の利便性向上に寄与する。これによって、受水地域全体として費用対効果が十分に得られる。

VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

a. 横展開に向けた具体的計画



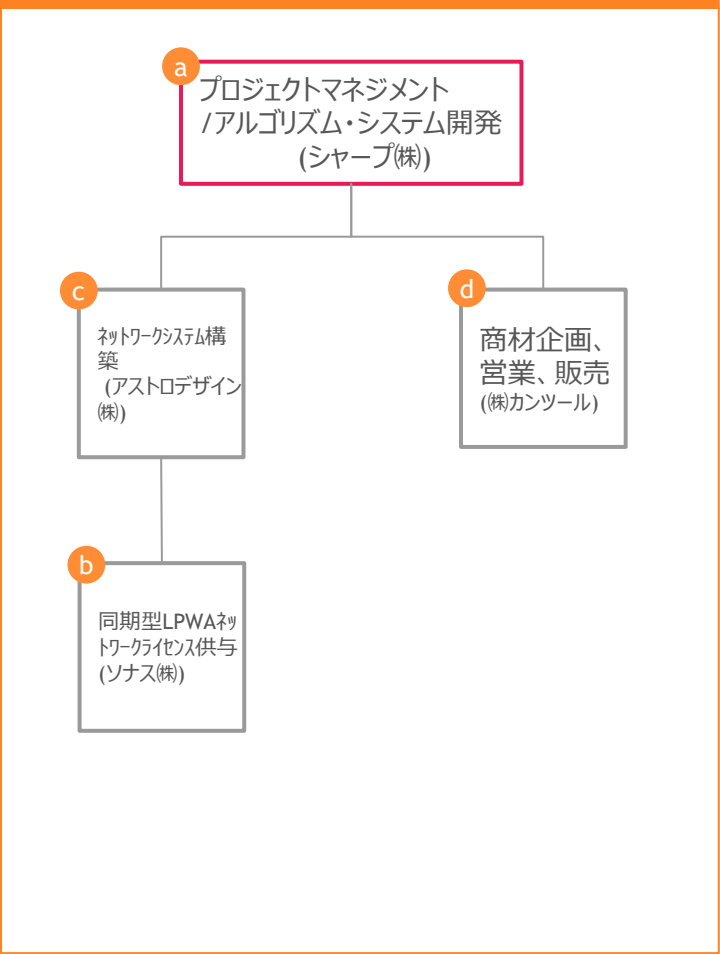
VI 実装・横展開の計画

2 横展開の計画

b. 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)	プロジェクトマネージャー プロジェクトの全体管理 アルゴリズム開発、実装 漏水検知アルゴリズム部分の開発 システム開発 トータルシステムの開発	プロジェクトマネジメント 1名 機能・性能向上、実装 1名 トータルシステム開発 2名
b ソナス(株)	同期型LPWAネットワークライセンス供与 無線ネットワーク構築担当	ライセンス管理 1名
c アストロデザイン(株)	ネットワークシステム構築 システム構築担当	システム構築 4名
d (株)カンツール	商材企画、営業、販売 商材企画、営業、販売、横展開先の自治体・業界団体との交渉担当	商材企画、営業、販売 3名

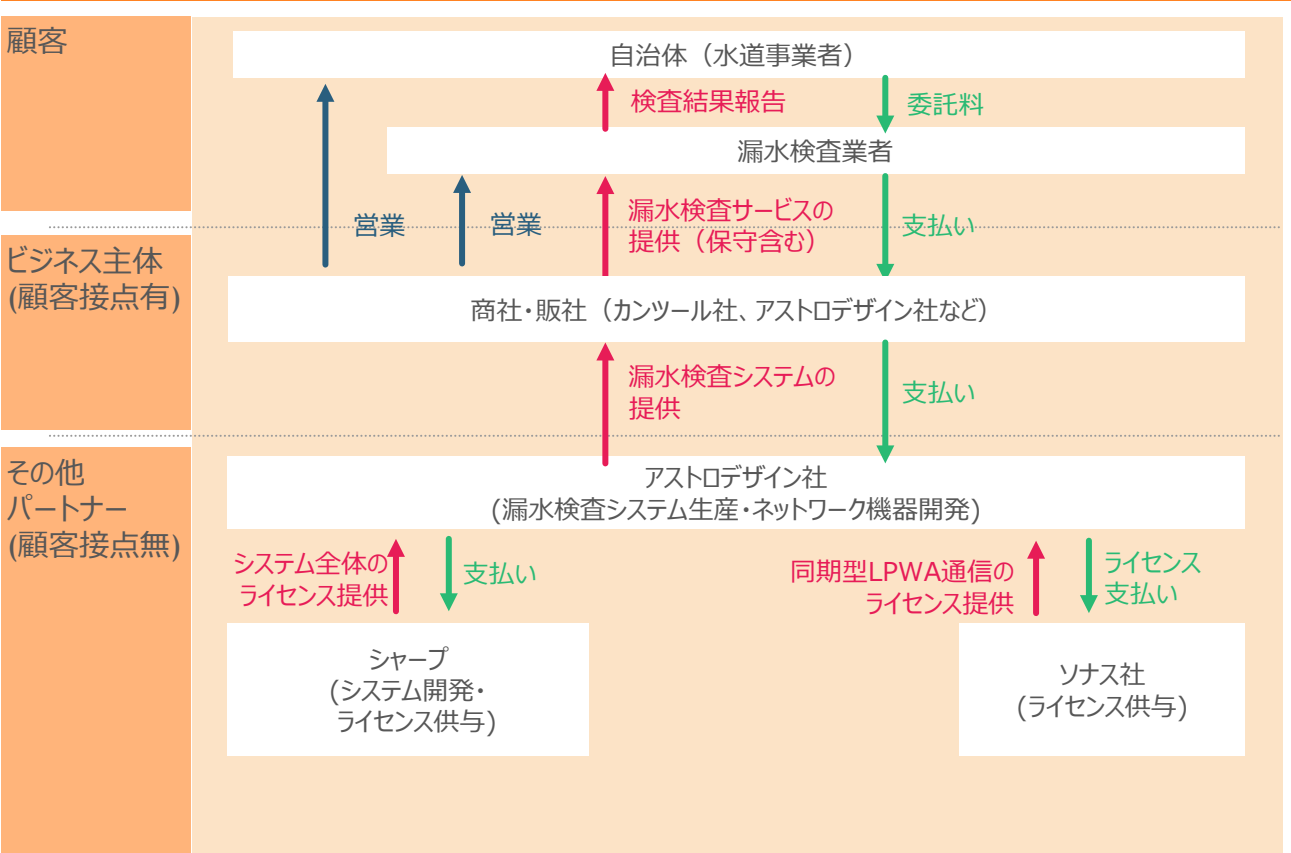
VI 実装・横展開の計画

2 横展開の計画

c. ビジネスモデル

- 商品・サービス
- 営業(顧客向け)
- お金
- その他(適宜記載)

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漏水調査と同等。商社・販社は漏水検査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)	マネタイズモデル	【売り切り+サブスクリプション】 - 漏水検査システム（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	- 自治体（水道事業者） - 漏水検査業者
	その他	

VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

d. 投資の妥当性(顧客視点)

顧客 水道事業者

		項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	・ 漏水修繕に因る有収率改善効果(1年目)	630万円/年	1年	630万円
		・ 漏水修繕に因る有収率改善効果(2年目~)	1,890万円/年	4年	7,560万円
	定性	・ ノウハウ・技術伝承問題の解消	—	—	—
					小計 8,190万円
費用	イニシャル				
	ランニング	・ 漏水調査委託費(調査対象管路300km)	1,200万円/年	5年	6,000万円
		・ 修繕費	3,000万円/年	5年	15,000万円
					小計 21,000万円
※八代市の実績を基に、3万~5万人の給水人口の水道事業者を想定した試算。					
実装経費 計					21,000万円

投資の妥当性
(現時点見立て)

導入先
(支払元)

漏水調査ならびに漏水箇所の手当てを定常的に行う必要があるため、費用面に変化はないが、漏水調査の効率化により、1回当たりの調査範囲が従来より広範囲となるため、早期に手当て可能な漏水箇所が増え、有収率の改善効果として表れるものと見込んでいる。

妥当性を高めるための目標

目標

対応者の高齢化や人員不足のみならず、自治体内の人員ローテーション制度などにより、ノウハウ・技術の継承が困難な状況が予想される。
将来的に、システムが蓄積した漏水のデータを活用することで、単に漏水有無を判断するだけでなく、補修優先順位や今後起きうる漏水予測を行うなど、経験の浅い人員でも効率的な漏水対応が可能なシステムを目指す。

アクション

システムによる漏水調査効率化により、従来のより広範囲な調査範囲を委託可能とする。
また、従来できていなかった調査の時系列データを蓄積・解析していくことで、将来的には漏水箇所の補修優先度判断、漏水の事前予測につなげていく。

VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

d. 投資の妥当性(顧客視点)

顧客 漏水検査業者

	項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	【漏水調査作業】 人件費の削減	400万円/調査 調査5回※	2,000万円 <u>小計 2,000万円</u>
	定性	- 専門作業員への依存率を軽減 - 人手不足解消 - 技術継承問題解消	— —	— —
費用	イニシャル	【システム導入】 漏水検査機器購入費 (センサー100台+通信機器)	650万円/式 1式	650万円
		ソフトウェア購入費	100万円/式 1式	100万円
				<u>小計 750万円</u>
	ランニング	ハード保守費	12万円/年 5年※	60万円
		サービス利用料	36万円/年 5年※	180万円
				<u>小計 240万円</u>
実装経費 計				990万円

※システム導入後5年での効果を検討。調査管長300km規模の漏水調査を年1件受託すると仮定。

投資の妥当性
(現時点見立て)

導入先
(支払元)

システムの導入による漏水調査作業の効率化によって、システム導入費以上の人件費削減効果が見込める(2年目でイニシャルコスト回収を見込む)。更に調査1回における専門作業員への依存率を減らすことができることから、単なる人手不足解消のみならず、今まで以上に多くの調査案件を受託することも可能となる。

妥当性を高めるための目標

目標

少人数でも効率的に作業を行えるシステムとするだけでなく、減少が進んでいる専門作業員の「音聴スキル」をシステムが肩代わりすることで、技術継承問題を解消する。
また、蓄積されたデータをフィードバックすることによりシステムの「音聴スキル」の性能を向上させると共に、漏水の兆候を検知可能なシステムへと昇華させる。

アクション

従来行われていた人手による音聴作業をシステムを利用した作業に置き換えることによって、作業量を削減。

VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

d. 投資の妥当性(ビジネス主体視点)

ビジネス主体 商社（カンツール社、アストロデザイン社）、開発（シャープ）

		項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	販売費 ハード保守費 サービス利用料	750万円/式 12万円/年 36万円/年	1式 5年 5年	750 60万円 180万円 <u>小計 990万円</u>
	定性	—	—	—	—
費用	イニシャル	部材仕入れ	1,500万円/式	1式	1,500万円
		開発費	3,800万円/式	1式	3,700万円
		その他（販管費等）	1,500万円/式	1式	1,500万円
					<u>小計 6,700万円</u>
	ランニング	ハード保守※	12万円/年	5年	60万円
		※初動対応費 修理費は別途請求		—	
経費 計					6,760万円

投資の妥当性
(現時点見立て)

導入先
(支払元)

システム実装まである程度の初期投資を必要とするが、7事業者への導入で投資費用を回収可能と見積もっている。

妥当性を高めるための目標

目標

確実に・早期に導入してもらう事で投資回収を早める。このために、導入候補自治体・業者への接触回数を増やすことは勿論の事、短期間のフィールドテストを通じて、システムの効果を実感してもらう機会を設ける。

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、自治体や関連企業へのコンタクトを行う。

3 資金計画

		2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
費用	イニシャル	4,000万円	450万円	900万円	2,300万円
	ランニング	1,200万円	350万円	700万円	1,750万円
	小計	5,200万円	800万円	1,300万円	4,050万円
資金 調達 方法	公的支援制度等	令和7年度 (社会実証事業等) 5,200万円			
	IoTデバイス等の 機器のリースバック		1,300万円	2,600万円	6,500万円

VII 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	反映状況	
	内容	反映 ページ
本来の地域課題に即したソリューション検討	当初想定してた地域の課題、「①老朽インフラの点検・更新が追いついていない」、「②水道運用コストが低減できていない」、「③人材育成・技術伝承が困難」に鑑み、本システムを利用し人手で行っていた検査作業の一部を置き換えることで、「効率化・人件費低減（②に対応）」ができ、また本システムが「従来の漏水検査と同程度以上に漏水箇所の検知（②、③に対応）」を従来より高い頻度で実現できることにより、インフラの効率的な更新に繋がる（①に対応）ものと考えられる。	P.46
水道事業者を対象としたソリューション実装に向けての懸念点や課題の洗い出し・解決に向けた検証	八代市との協議を経て、ユーザー視点で見たコスト感、期待するパフォーマンス、また、システム導入に付随する様々な手続き等の課題感をヒアリング。これら問題を解決するために、課題を洗い出した。	P.46,48

Ⅶ 指摘事項に対する反映状況

② 書面審査での指摘事項に対する反映状況

指摘事項	反映状況	反映 ページ
	内容	
ソリューションのコストはオペレーションの方法/工数に依存するため、過去のデータや熟練者の知見が有効であり、それらを組み合わせることでさらに精度が高まるのではないかと。	時系列でデータを並べることで予兆を判別できる可能性があり、今後はそれを取り入れていく。さらに、学習の過程で熟練者の正誤判定結果も活用しながら、知見を組み合わせることで精度を高めていく。	P.48
スモールスタートでやっているというのが伝わらないといけない。報告書の原案だとわかりづらかったため、わかるようにしていただきたい。	前提として、八代市との協議による本ソリューションへのニーズを確認したところ、効果がどの程度か分からない中、従来の検査を一足飛びに置き換えるのはハードルが高いという話を頂いている。 従って、スモールスタートでもよいので、まずはシステムの利用をはじめることが建設的であると判断し、そのような設計に方向転換を行っている。 スモールスタートでの実証は通信可能距離の延長等、新たな課題を解決する必要がある。上記の旨を資料内に反映すべく修正している。	P.47

VII 指摘事項に対する反映状況

② 書面審査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
漏えい部位の過去データ、熟練音聴作業員からのヒアリングによる現場知見や市役所等が保有する水道管配管図等の活用可能性についても検討されたい。	熟練音聴作業員からのヒアリングによる現場知見、および市役所等が保有する水道管配管図から得た情報は既に一部漏水検知アルゴリズムに反映させて精度を向上させている。 今後システムを運用し長期間のデータや知見が蓄積された段階でビッグデータとしての活用を予定しており、故障予知などの実現可能性に期待している。	-
現在老朽化の進む上下水道点検の効率化ができるのであれば横展開に期待が持てると思われるが、ニーズ確認ですぐには導入難しいとなっているのはどの部分が課題となっているか分析・対策はできているか。	すぐに導入が困難とする課題は把握・分析しており、対策可能と考える。課題は、小規模な試験運用が可能となるようなシステムの要望であり、設置・運用コスト削減のためセンサの配置を疎らにしての構成が必要であるので、センサ機器の配置間隔目標を40mに再設定し検討に着手している。	-

VII 指摘事項に対する反映状況

② 書面審査での指摘事項に対する反映状況

指摘事項

リレーユニットとセンサとの間はどうな通信方式となっているのか？新技術として取り入れているWiFiHaLowよりこの部分の通信距離がボトルネックになっていないか？

反映状況

内容

> リレーユニットとセンサとの間はどうな通信方式となっているのか？

ソナス社のUNISONetで通信を行っている。当該通信方式は、センサ間の高精度同期（<100us）のため920MHz帯のLPWAでメッシュネットワークを構築する。

> 新技術として取り入れているWiFiHaLowよりこの部分の通信距離がボトルネックになっていないか？

以下の理由により、UNISONetがボトルネックにはなっていないと考えている。

- 1）今回の実証の通信条件下（※）で、予備実験を行った結果、通信距離/速度でWi-Fi HaLowよりUNISONetの方が優位であることを確認している
- 2）UNISONetは、複数通信機器間でメッシュネットワークを構築する通信方式であり、Wi-Fi HaLowよりロバストな接続環境を構築できる

※今回の実証の通信条件：水道メータに取り付けるUNISONet通信機器は、アンテナを含め水道メータボックス内（地下）に格納する

なお、今回の実証では、鉄蓋やコンクリートでの遮蔽など、通信が厳しい条件下でも通信距離が10m程度あり、当初の目標を満たした。しかし、八代市との協議を経た新たな設定目標である通信距離40mに対しては改善の余地があるので、アンテナの改良などの検討に着手している。

反映 ページ

-