

水道を取り巻く状況と スマートメータの可能性

豊橋技術科学大学
井上隆信

水道とのかかわり

出身学科 衛生工学科

北大 衛生工学科 上下水道+建築設備

京大 衛生工学科 上下水道+原子力関係

東大 都市工学科 上下水道+都市計画

- ・ 水道の研究は土木工学科の衛生工学研究室が中心
- ・ 40年ほど前は、上記3大学のみ学科として存在

水道協会 特別会員 研究発表会座長 10回以上
岐阜大学時代の研究室

水道の研究が中心

膜ろ過、ウイルス、懸濁物質

各市の水道関連の委員会

水道を取り巻く状況

水道事業とは

水道事業

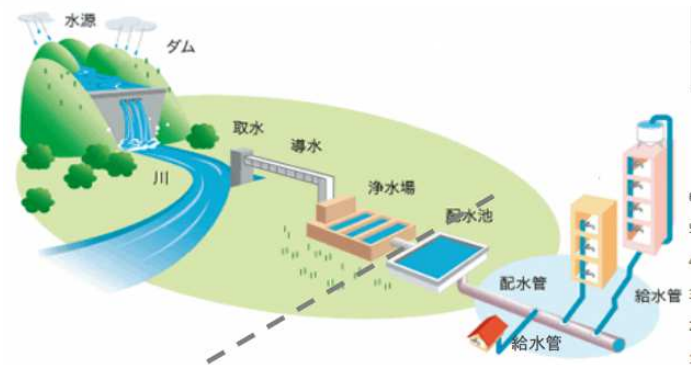
(一般の需要に応じて水道により水を供給する事業で、市町村経営が原則)

- ・上水道事業：給水人口が5,001人以上の事業
- ・簡易水道事業：給水人口が101人以上5,000人以下の事業

水道事業の経営主体

	事業数	公営				
		都道府県営	指定都市営	市営	町村営	企業団営
上水道事業 (末端給水事業)	1,263	4	19	684	507	49
簡易水道事業	702	1	4	223	471	3
水道用水供給事業	68	22	1	1	—	44

※建設中・想定企業会計を除く事業数。



水道用水供給事業(※)

(取水から浄水処理までを行い、水道事業者に水道水を供給する事業)

水道を取り巻く状況

現状と課題

我が国の水道は、97.9%の普及率を達成し、これまでの水道の拡張整備を前提とした時代から**既存の水道の基盤を確固たるものとしていくことが求められる時代**に変化。しかし、以下の課題に直面している。

①老朽化の進行

- ・高度経済成長期に整備された施設が老朽化。年間2万件を超える漏水・破損事故が発生。
- ・耐用年数を超えた水道管路の割合が年々上昇中(H28年度14.8%)。
- ・すべての管路を更新するには130年以上かかる想定。

②耐震化の遅れ

- ・水道管路の耐震適合率は4割に満たず、耐震化が進んでいない(年1%の上昇率)。
- ・大規模災害時には断水が長期化するリスク。

③多くの水道事業者が小規模で経営基盤が脆弱

- ・水道事業は主に市町村単位で経営されており、多くの事業が小規模で経営基盤が脆弱。
- ・小規模な水道事業は職員数も少なく、適切な資産管理や危機管理対応に支障。
- ・人口減少社会を迎え、経営状況が悪化する中で、水道サービスを継続できないおそれ。

④計画的な更新のための備えが不足

- ・約3分の1の水道事業者において、給水原価が供給単価を上回っている(原価割れ)。
- ・計画的な更新のために必要な資金を十分確保できていない事業者も多い。



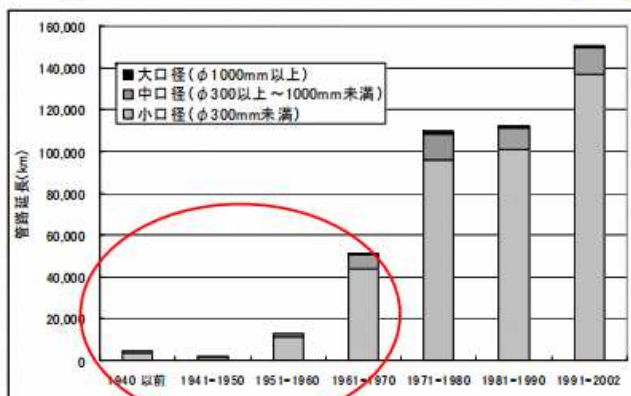
これらの課題を解決し、将来にわたり、安全な水の安定供給を維持していくためには、**水道の基盤強化**を図ることが必要。

併せて、所在確認の取れない指定給水装置工事事業者の排除、無届工事や不良工事の解消も課題。

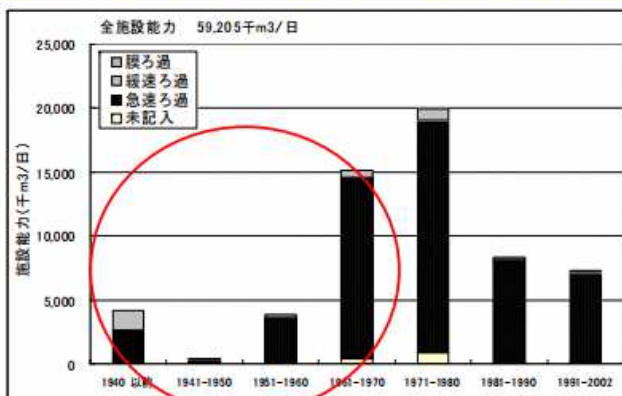
水道を取り巻く状況

○管路及び浄水場の布設状況

管路の布設年度別延長（平成14年度末）



浄水処理区分別の竣工年度別施設能力（平成14年度末）



1970年度までに布設した
管路の割合は約16%
(1980年度までに布設した
管路の割合は約41%)

1970年度までに竣工した
浄水場の割合は約30%
(1980年度までに竣工した
浄水場の割合は約59%)

出典：水道ビジョン基礎調査（平成15年度）

2007年 厚生労働省

5

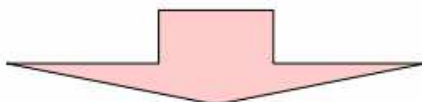
国立大学法人
豊橋技術科学大学

水道を取り巻く状況

経営戦略策定の重要性

・水道事業の課題は山積み

- － 施設老朽化に伴う大規模更新が必要
- － 安全・快適な水の供給の確保
- － 災害時にも安定給水を行うための施設水準の向上
- － 運営基盤の強化
- － 技術力の確保



経営戦略を策定し、計画的に実行することが必須

地域水道ビジョン

湖西市は2012年策定

2007年 厚生労働省

6

国立大学法人
豊橋技術科学大学

水道を取り巻く状況

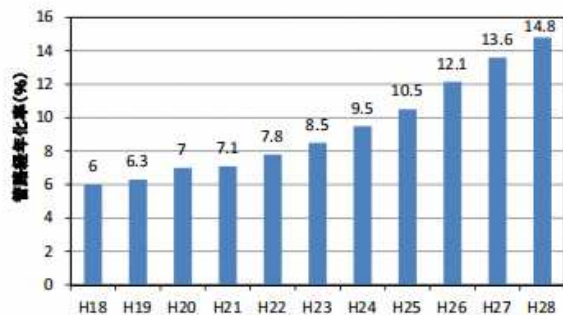
管路の経年化の現状と課題

水道管路は、高度経済成長期に整備された施設の更新が十分に進んでおらず、**管路経年化率(法定耐用年数(40年)を超過した管路の比率)は、今後も上昇すると見込まれる。**

管路経年化率(%)

$\frac{\text{法定耐用年数を超過した管路延長}}{\text{管路総延長}} \times 100$

年々、経年化率が上昇

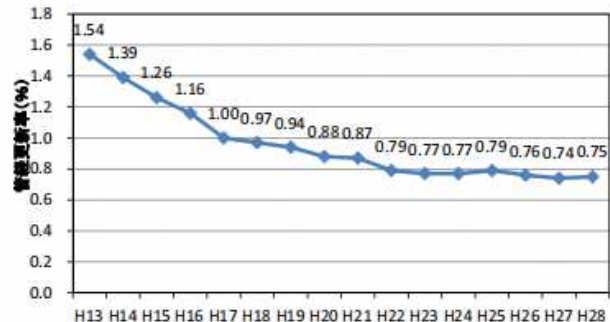


H28年度	厚生労働大臣認可	都道府県知事認可	全国平均
管路経年化率	16.2%	11.3%	14.8%
管路更新率	0.81%	0.58%	0.75%

管路更新率(%)

$\frac{\text{更新された管路延長}}{\text{管路総延長}} \times 100$

年々、更新率が低下し、近年は横ばい

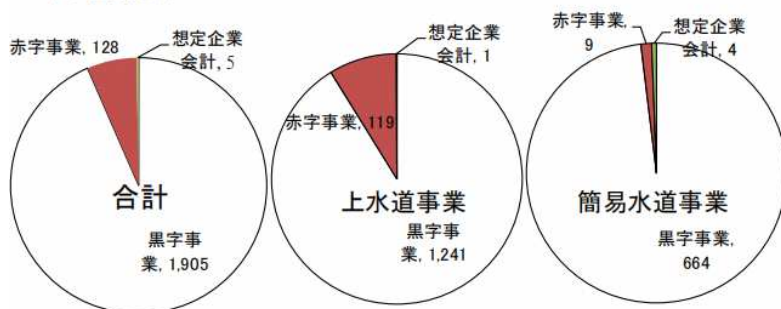


OH28年度の管路更新率0.75%から単純に計算すると、**全ての管路を更新するのに130年以上も要することとなる。**

(出典)水道統計

水道を取り巻く状況

(2) 経営状況



※上水道事業には、建設中の事業(2事業)を除き、法適用の簡易水道事業(29事業)を含む。
※簡易水道事業には、建設中の事業(1事業)を除く。

総収支額

(単位: 億円、%)

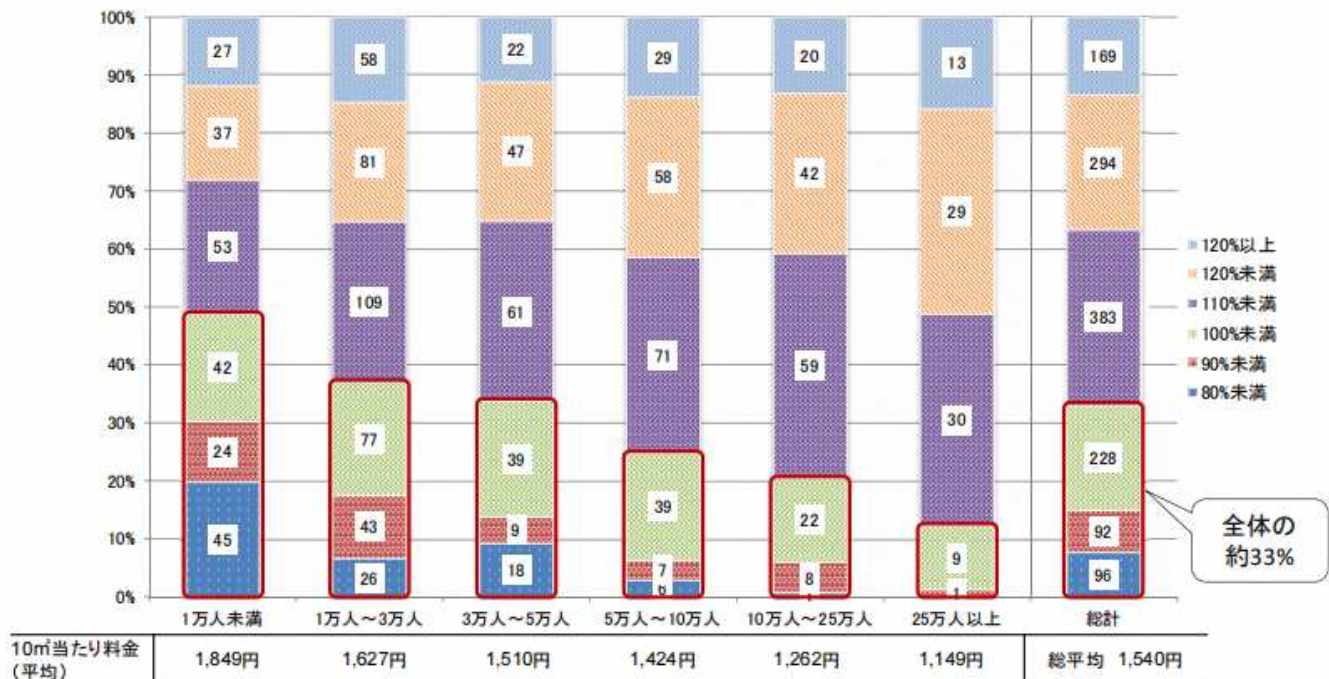
年度	24	25	26	27	28
収支別					
黒字	2,546	2,684	2,754	3,891	4,112
(対前年度伸率)	7.7	5.4	2.6	41.3	5.7
赤字	174	166	941	258	68
(対前年度伸率)	△ 34.3	△ 4.6	466.9	△ 72.6	△ 73.6
計	2,372	2,518	2,092	3,634	4,043
(対前年度伸率)	△ 4.6	12.9	6.2	73.7	11.3

※建設中3事業は除き、想定企業会計5事業は含む

水道を取り巻く状況

○ 小規模な水道事業体ほど経営基盤が脆弱で、給水原価が供給単価を上回っている(＝原価割れしている)。

上水道事業の料金回収率(供給単価/給水原価)



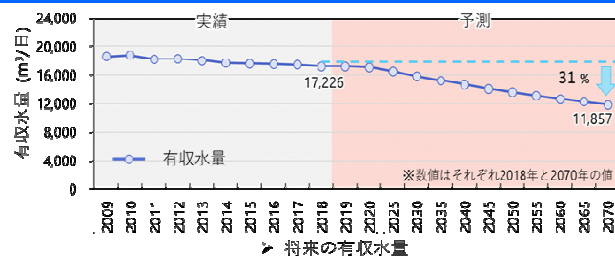
9

国立大学法人
豊橋技術科学大学

1. 水道事業の見通し・課題【水道事業が抱える課題】

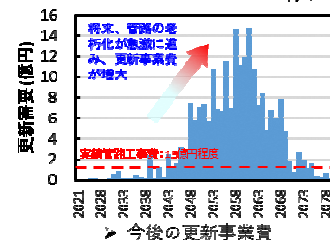
【湖西市水道事業が抱える課題】

- ① 人口減少・節水器具の普及等に伴い**給水量は減少する見通し**
これにより**収益が減少する見込み**
※50年後は、市全体で現状よりも約3割減少する予測

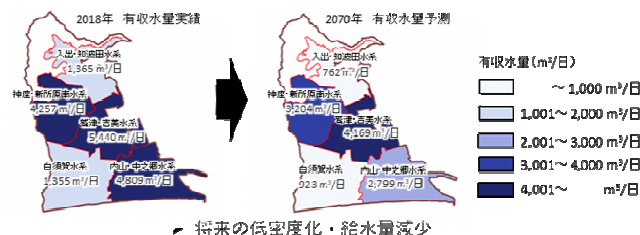


- ② 老朽化・耐震化に伴い現状規模で管路施設を更新した場合、全ての管路を更新するためには、**約287億円※の費用が発生**

※費用額は現時点(R2)での試算値

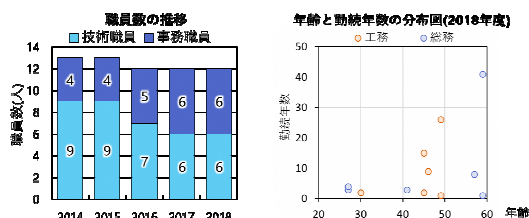


- ③ 将来的に、人口の低密度化・給水量減少が進むことにより、**管路内で滞留箇所が発生**する可能性



- ④ バテラン職員の退職や将来の人材不足により、施設管理・料金業務の水道事業全般の**業務停滞・サービス低下が懸念**

10



1. 水道事業の見通し・課題【施設・管路の老朽化の見通し】

<施設・管路の老朽化の見通し>

○1980年代から1990年前半にかけて、水道施設や管路の投資額が集中

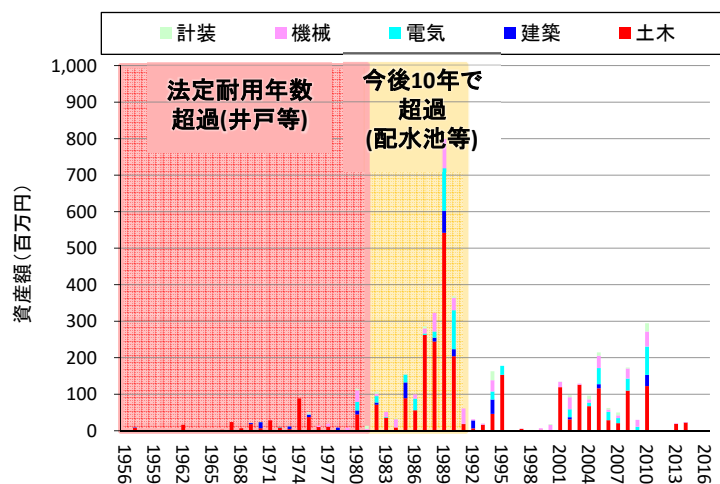
○資産額は約**239億円**(施設・設備:39億円、管路:200億円)

○法定耐用年数を迎えている資産は**11.4億円**

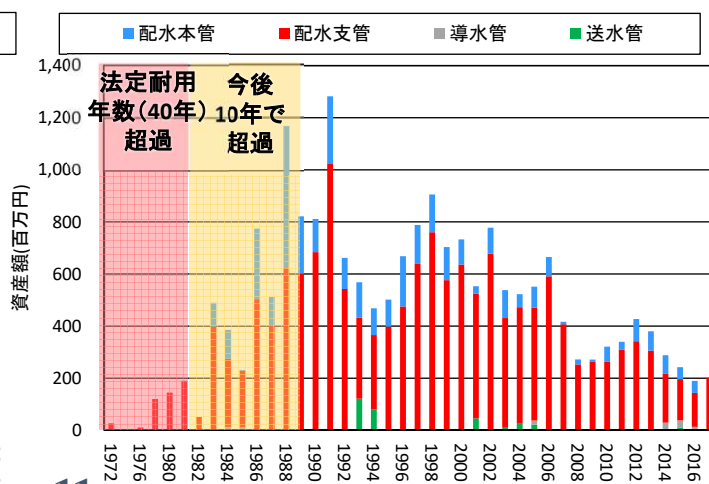
(施設・設備:9.8億円、管路:1.6億円)

今後、**10年間で**さらに多くの資産が**法定耐用年数を超過**

施設・設備の資産額の推移



管路の資産額の推移



11

1. 水道事業の見通し・課題【2021年新水道ビジョン策定】

【主な水道ビジョンの施策】

水道料金収入の減少や水道施設の更新需要の増大、ベテラン職員の退職・将来の人材不足、相次ぐ自然災害への備えなど、今後の水道事業における経営環境の課題に対し、様々な施策を実施。

安全

安全でおいしい水の供給

基本施策	施策
水源水質の維持	★塩水化対策の強化
浄水水質の管理	残留塩素濃度管理の強化 直結給水の拡大

強靱

災害に強く安定した水道施設の構築

基本施策	施策
計画的な安定水源の確保	★揚水可能量の調査 ★水源井更新計画
水道施設の耐震化	管路耐震化計画の見直し
災害対応の強化	各種災害時を想定した防災計画の見直し

持続

将来にわたり信頼される事業経営

基本施策	施策
事業経営の健全性の確保	財政基盤の強化（収入） 財政基盤の強化（支出） 財政基盤の強化（廃止施設等の措置）
施設の効率性・健全性の確保	★施設統廃合・配水区域の再編 ★施設・管路適正化の検討 施設・管路情報管理の強化
運営基盤の強化	★官民連携の実施 ★新技術の導入 技術（技術習得）の継承 利用者との相互理解の推進 ★広域化策・広域連携の検討

12

3. 水道スマートメーターの導入検討【導入経緯】

【検針業務見直しの経緯】

現在の検針業務は、検針員が検針先情報を入力した端末器を持参して、現地で量水器指針を読み取り、指針データを入力後、端末器から打ち出された検針票を各使用先へ投函している。

人的ミスや検針員の確保などのほか、効率性の観点から抜本的な業務改善が必要であったため、水道スマートメーターによる自動検針を検討した。

➤ 現状の課題

- 検針員の高齢化や人口減少により、検針員確保が困難
- 見間違いや入力ミス
- 検針票紛失による個人情報漏洩
- 宅内漏水や無届け使用の確認が遅い
- 未検針、異常検針などの再検針作業※があり、業務の効率性が劣る

※未検針確認：年間 895件 異常確認：年間 2,308件
発生件数は令和元年度実績件数

➤ 現行検針業務の課題



※第一環境財 提供資料

下水道の検針票
3世帯分を紛失
湖西市
湖西市は、水道メーターの委託検針員が、下水道使用料が記載されていた。個人情報が見えたり、検針員が七日に検針中、書かれた検針票三枚を紛失、検針員が四枚を手に持ったと発表した。市水道課でいた四枚が戻された。職員が同日、使用者を訪ね、一枚は九日に回収した。謝罪した。市水道課によると、検針の扱いを徹底し、再発防止策には使用者の氏名、住に努める」と話した。

※R1 5/11 中日新聞記事

「この記事・写真等は、中日新聞社の許諾を得て転載しています」

業務の効率性・検針員の確保に懸念

13

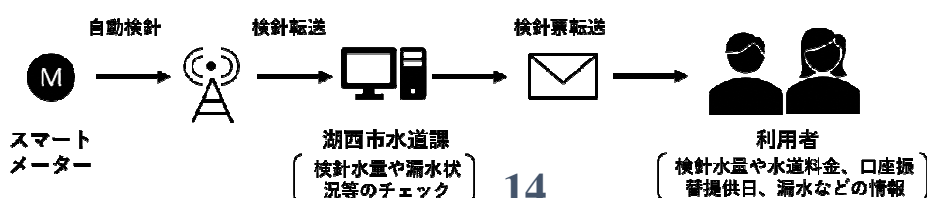
3. 水道スマートメーターの導入検討【新たな作業フローの検討】

現行の検針作業フローから、水道スマートメーターの機能・効果を踏まえ、整備効果を活かした新たな作業フローを検討した。

● 現在の検針作業フロー



● 新技術導入後の検針作業フロー



14

3. 水道スマートメーターの実証実験【整備状況】

【水道スマートメーターの整備状況】

- 現在の水道スマートメーター整備状況は、2,025個を整備済。
- 市内全域の量水器数に対する設置割合は、約7%である。

※ 2022年10月17日現在
市内全体は、28,233個（私設メーターを含む）



赤字：設置地区及び箇所

➤ 水道スマートメーター 設置数

設置箇所	数量
知波田・入出地区	1,895個
市営住宅	129個
その他	1個
合 計	2,025個

3. 水道メーター・スマート化計画【基本方針・施策】

これまでの実証実験を通し、スマートメーター技術の有効性を確認。
この結果を踏まえ、湖西市では「2027年度末」までに市内全ての水道メーターのスマート化を進め、様々な取組(DX)を実施している。

「水道メーター・スマート化計画」 基本方針

① 積極的な検針データの活用

- 利用者サービス向上への取組
- 検針データによる新たな料金プランの創設
- 地域課題・地域貢献に向けたデータ利活用の検討

② 自動検針業務・技術の向上

- 効率的な業務スキームの構築
- 水道スマートメーター技術の向上

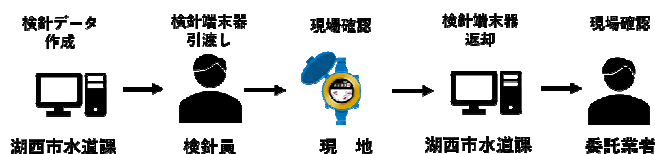
➤ 水道メーター・スマート化計画

2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
水道メーターのスマート化					★ 全戸導入完了
◎ 検針票SMS配信サービス開始	検針票のペーパーレス化				
オフピーク料金の効果検証				新料金プランの構築	
データ等利活用促進会議		データ利活用の実証実験プログラム			
効率的な業務スキーム、次世代水道スマートメーターの検討・構築					実装

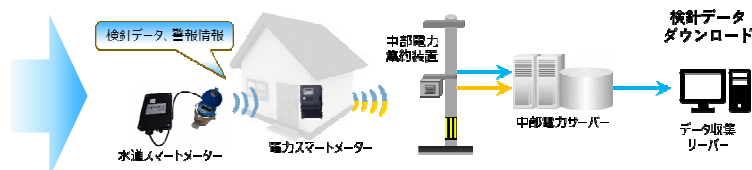
3. 水道スマートメーターの実証実験【実証実験の検証: その1】

【「業務の効率化」・「漏水判定能力」の検証】

○ 検針業務の効率が大幅に改善 ※知波田・入出地区実績



作業時間	104時間
------	-------



作業時間	5分
------	----

○ 漏水判定が飛躍的に向上

検針員の漏水判定



漏水発見件数

2.6件/月

スマートメーターの漏水判定



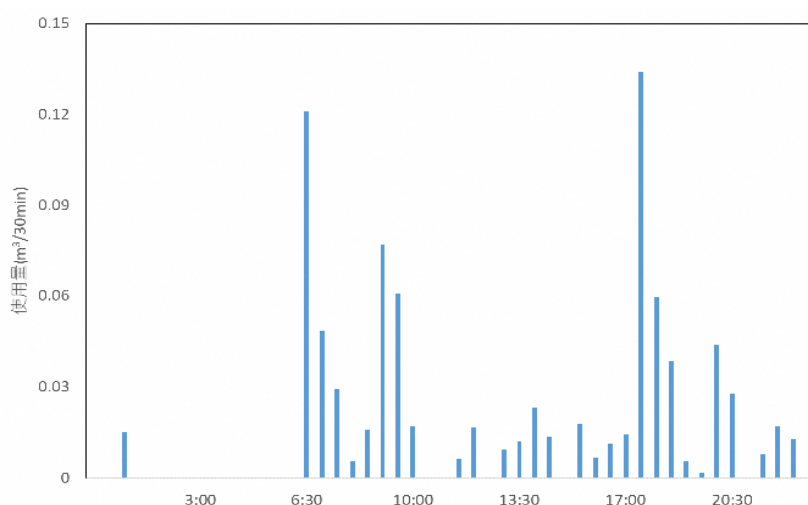
漏水発見件数

8件/月

17

スマートメーターの可能性

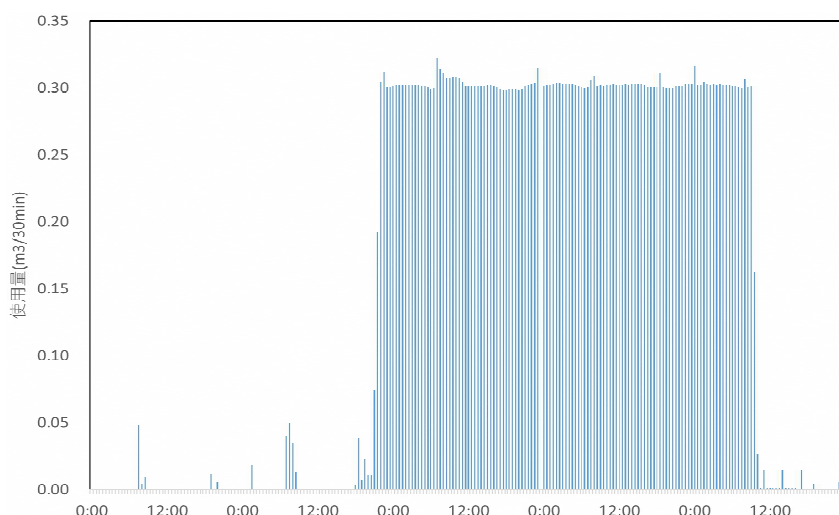
一般的な家庭の一日水道使用



夜間は水道使用が少ない
朝方(7時頃)と夕方(18時頃)にピーク

スマートメータの可能性

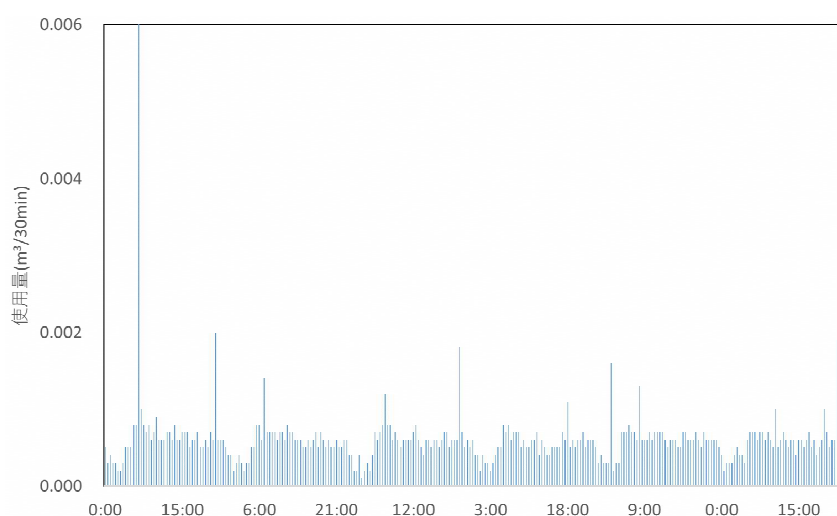
地点A(1月4日0時~1月8日24時)



- ・ 1月5日21時頃から1月8日9時30分頃まで30分間に300Lの水を使用 →使用量が過剰な場合, 利用者に通知等

スマートメータの可能性

地点B(1月15日0時~1月20日24時)



- ・ 1L/30min以下の使用が常に継続
→漏水などを早めに察知, 利用者に通知等

3. 水道スマートメーターの実証実験【実証実験の検証：その3】

【「データ利活用」の可能性の検証】

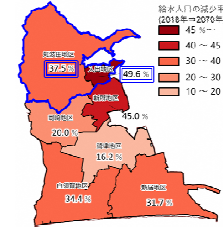
- 豊橋技術科学大学を中心に、「産・学・官」が連携した共同研究を実施。
- 水道スマートメーター・超音波流量計のデータ利活用の可能性を研究。

- 将来懸念される「健全なアセットマネジメント」、「適正な衛生管理」への対策を検討

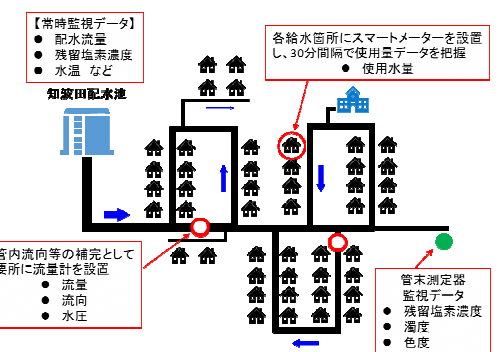
- ① データ利活用(その1)
【各管路口径の適正化】
- ② データ利活用(その2)
【残留塩素濃度変化の把握】

【モデル事業対象地区】

湖西市入出・知波田配水区域



【パイロットエリア概要】



【研究テーマ】

【中部電力 株式会社】

情報通信ネットワークの構築
水道配管内の計測データ取得における情報通信ネットワークの構築

情報通信ネットワークの構築

【株式会社 東京設計事務所】

スマートメーター等による水道配管内の管網解析
配水配管内の管網解析
配水配管内の管網解析の検証
データ検証等に伴う技術的支援

水道配管内の管網解析

【国立大学法人 豊橋技術科学大学】

管内管網における残留塩素濃度変化の検証
各種データにおける残留塩素濃度の検証及び考慮
研究全般に伴う助言

残留塩素濃度変化の検証

【静岡県湖西市】

研究施設の整備
各計測機器の整備、パイロットエリアの提供
アセットマネジメントの検討

アセットマネジメントの検討

超音波流量計



湖西市・中部電力(株)・(株)ICT※共同開発で、スマートメーター通信技術を活用した配水管流量計

※ 超音波流量計製造会社

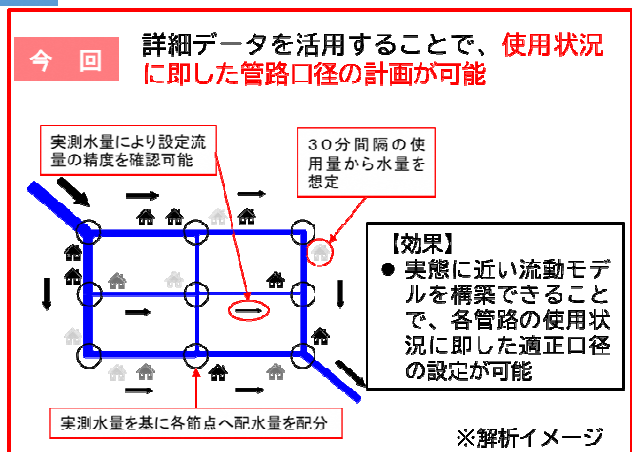
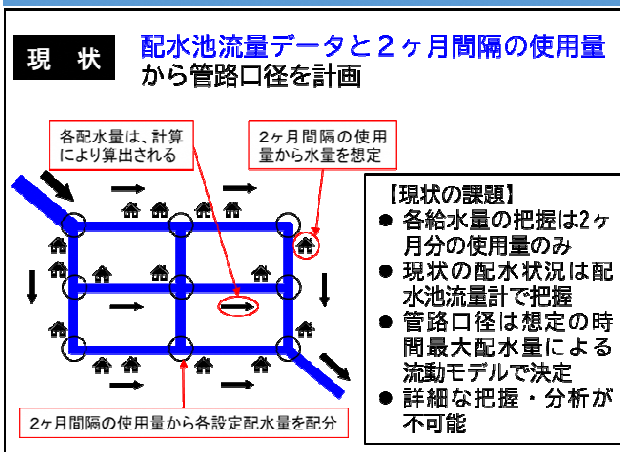
◎ 研究代表者



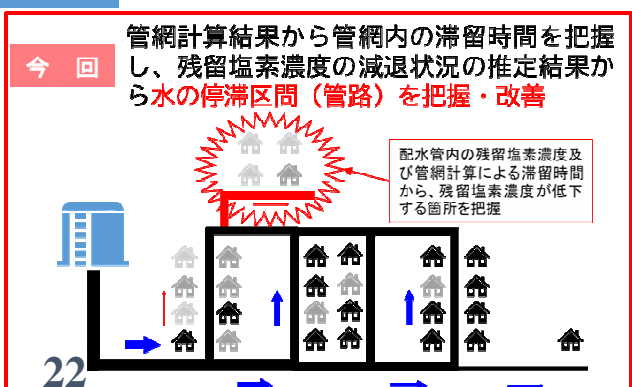
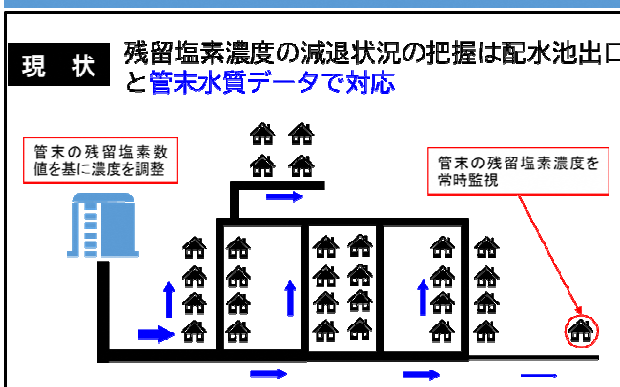
■井上 隆信 豊橋技術科学大学副学長
(建築・都市システム学系教授)

3. 水道スマートメーターの実証実験【実証実験の検証：その3】

● データ利活用（その1）【各管路口径の適正化】



● データ利活用（その2）【残留塩素濃度変化の把握】



➤ 可能性のあるデータ利活用

- 水需要予測の高度化 (AIを活用した将来需要予測)
- 生活パターンの推定 (見守り・フレイル予防など)
- 下水排水量の把握 (排水状況の見える化)
- 上下水道施設稼働の効率化 (施設運転の効率化)
- インセンティブ効果による効率的な配水 (配水量の平準化・ピークシフト)

残留塩素とは

- | | |
|--------|---|
| 遊離残留塩素 | 次亜塩素酸 (HOCl) と次亜塩素酸イオン (HOCl^-) |
| 結合残留塩素 | モノクロラミン (NH_2Cl)、ジクロラミン (NHCl_2) |

水道水質基準

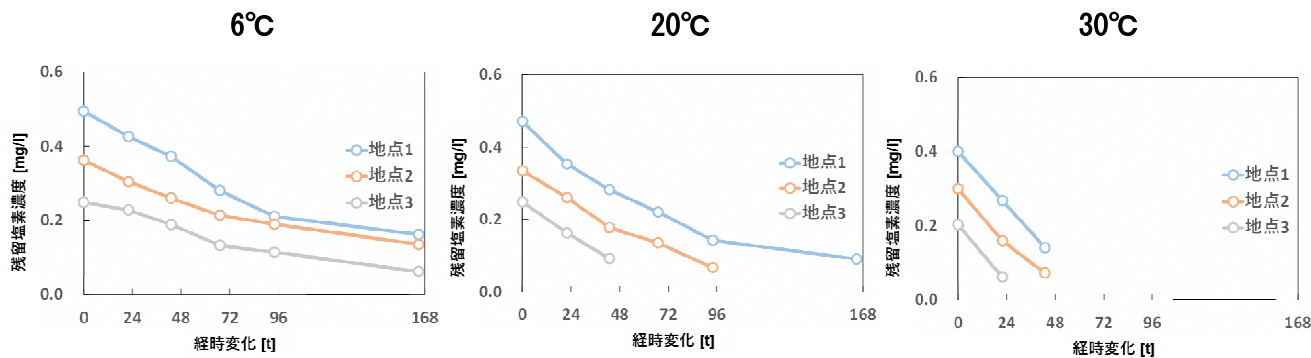
給水栓における水が、遊離残留塩素を0.1mg/L（結合残留塩素の場合は、0.4mg/L）以上保持するように塩素消毒をすること。

「おいしさに関する水質目標」(東京都)

0.1mg/L以上0.4mg/L以下

ほとんどの人が消毒用の塩素のにおい(カルキ臭の一種)を感じない

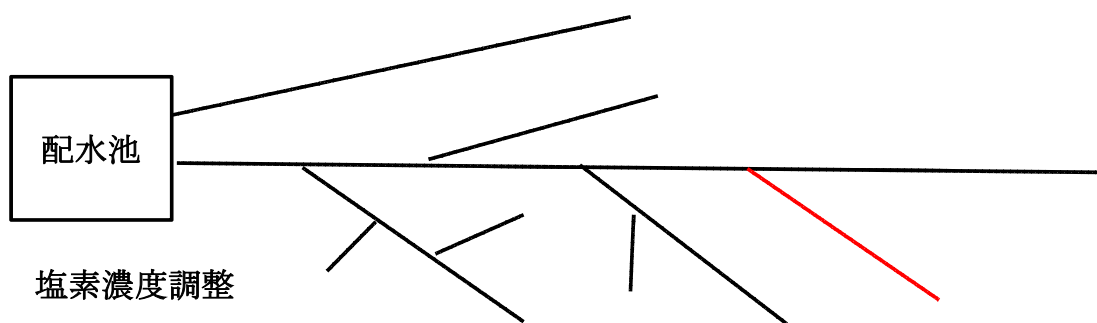
残留塩素濃度



残留塩素濃度の定量下限値 : 0.05mg/l 以下

- ・ 残留塩素は減少するため0.1~0.4mg/Lで維持するのは無理
- ・ 2か月に一度の検針では、末端の排水管の使用量は不明
- ・ 末端の地域の過疎化
- ・ 給水栓で0.1mg/l以下になっている可能性あり
- ・ スマートメータを利用すると、水の流れの可視化が可能
- ・ 夏季には2日程度で残留塩素が0.1mg/L以下に減少

残留塩素濃度



- ・ 50mmの排水管で、分岐した後2日間で末端
- ・ 使用量を一人一日300L、末端に住居と仮定

10km 32人

5km 16人

1km 3人

以下の場合、給水栓で0.1mg/Lを下回る可能性

事後保全と予防保全

予防保全:施設の機能や性能に不具合が発生する前に修繕等

事後保全:施設の機能や性能に不具合が生じてから修繕等

近隣の市町村で管路について事後保全の考えを取り入れ

管路更新経費が当面は不要

費用負担の先送りで次世代に負担の押し付け

総経費は予防保全より多額

水道行政の移管 2024年4月より

上水道の整備や管理の業務 厚労省から国土交通省へ

下水道の整備・管理と一元化

水質や衛生に関する業務は環境省