事例No.	1510
公表年度	R3
団体の属性	指定都市
団体名	大阪府堺市

事例区分	公営企業

タグ	・（公営企業）水道事業 ・ICT ・（行政改革）業務の効率化

事例種類	ICTの活用

事例内容・タイトル

AI による水道管路の劣化予測
堺市上下水道局と西日本電信電話株式会社で実証実験を実施しました！

出典

雑誌「公営企業」先進事例紹介（令和３年９月号）

先進事例紹介



AIによる水道管路の劣化予測
堺市上下水道局と西日本電信電話株式会社で実証実験を実施しました！

堺市上下水道局　経営企画室　事業マネジメントG
月岡　香織

1．はじめに

堺市上下水道局では、令和３年４月から６月末にかけて、西日本電信電話株式会社（以下、NTT西日本）と協定を締結し、「AIによる水道管路の劣化予測に関する実証実験」を実施しました。その取組について、ご紹介します。

水道事業を含む社会インフラを取り巻く環境は年々厳しさを増しており、人口減少などにより、水道料金収入が減少する一方、水道施設の経年化は進み、更新や耐震化のための多額の工事費が必要になっています。

そこで、精度の高い水道管路の劣化予測手法を確立し、水道管路を効率的に更新することで、更新投資を抑えつつ漏水を未然に防ぎ、利用者サービスの向上を図ることを目的に、今回の実証実験を実施することになりました。

2．堺市の紹介

本市は、関西圏のほぼ中心に位置し、大阪府で人口と面積が第二の都市です。今年度市政132年を迎え、現在人口は約82万人です。平成18年４月に、全国で15番目となる政令指定都市になりました。

仁徳天皇陵古墳をはじめとする百舌鳥・古市古墳群は令和元年に世界文化遺産に登録されています。

中世には、国際貿易の拠点として、海外との交易を通じて新しい文化や技術を取り入れ、繁栄を極めた歴史があります。「ものの始まりなんでも堺」と謳われ産業分野でも発展し、新しいことにチャレンジする精神が醸成されています。

千利休によって大成された茶の湯文化、包丁などの刃物、線香、自転車といった伝統産業も盛んで、豊かな歴史、伝統、文化があります。



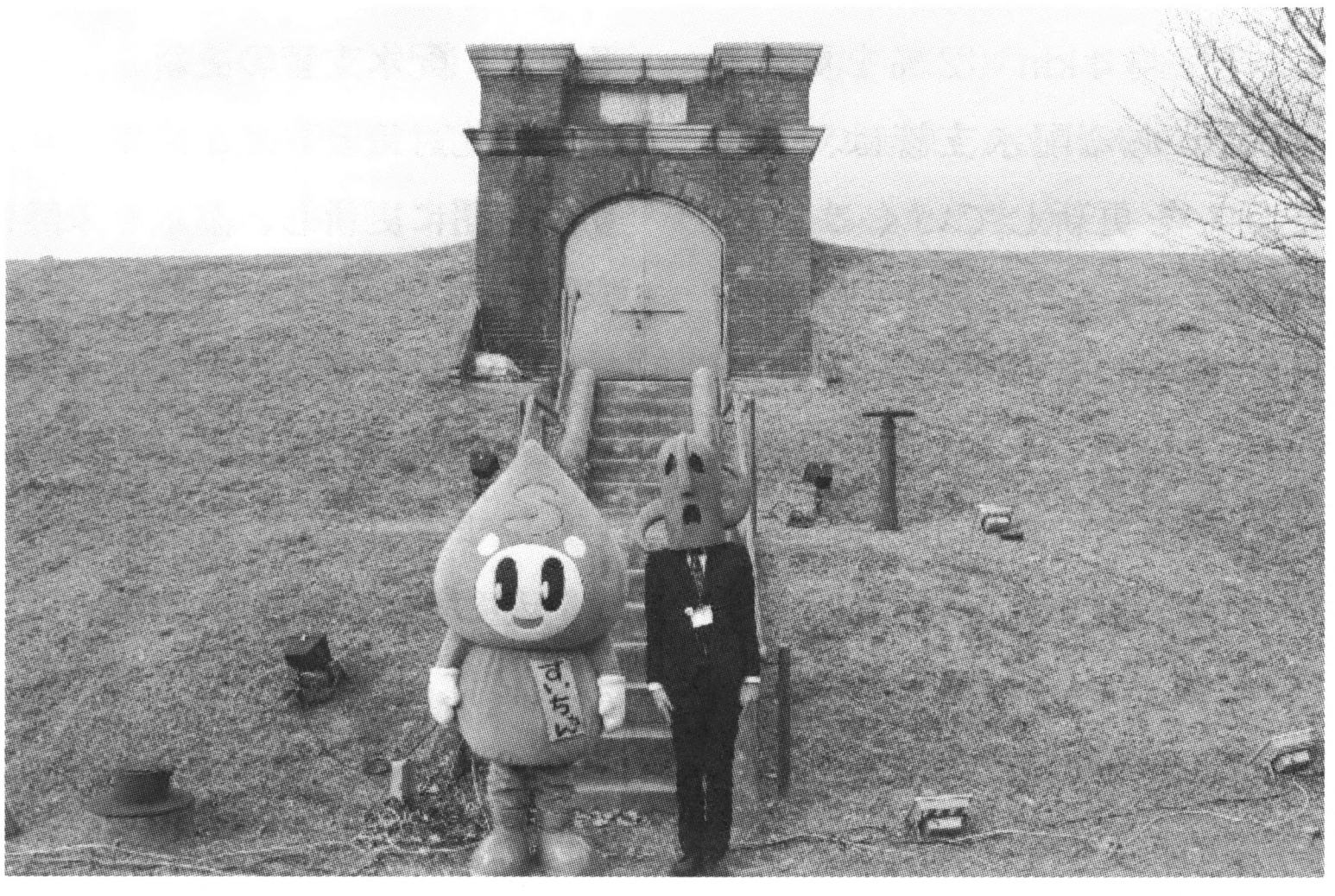
【写真：仁徳天皇陵古墳】

3．堺市上下水道局の概要

本市の水道は、明治43年４月に全国で18番目の近代水道として給水を開始し、令和２年度に110周年を迎えました。

水道創設以降、水需要の増加に合わせ、15期にわたる拡張事業で水道施設を整備してきましたが、給水量は平成４年度をピークに減少、給水人口は平成22年度をピークに減少に転じたことから、現在は水道施設の計画的な更新や耐震化など、水道サービスを将来にわたって「持続・進化」するための事業を行っております。

また、本市は大阪広域水道企業団から浄水を100％受水しており、浄水場を有していません。大阪広域水道企業団から受水した水を、本市の配水池から地形を活かした自然流下方式（ポンプ圧送しない）で市内の多くへ配水できていることは、電力の削減につながる効率的な配水シ



【写真：創設当時使用していた貯水池と、すいちゃん＆ハニワ課長】

ステムです。本市の水道事業の基礎情報は表１のとおりです。

表１　上下水道局の基礎情報（令和２年度末）

給水人口	831,276人
年間給水量	94,907,834m^3
総管路延長	2,423km
基幹管路	203km
配水支管	2,220km
総管路耐震化率	29.1％
法定耐用年数経過管率※	19.1％

※水道管の法定耐用年数は40年です。

４．堺市上下水道局の現在の取組

本市では、将来にわたり安全安心な水道水を提供するため、平成28年度から令和７年度の10年間を計画期間とする「堺市上下水道ビジョン」を策定しており、毎年度、事業の進捗管理と見直しを図るPDCAサイクルを実施し、必要な事業を着実に進めています。

本市の管路更新事業は、全水道管路約2,400kmについて、口径350mm以上の基幹管路と口径300mm以下の配水支管に分けて、更新計画を立てています。本市全体で約200kmある基幹管路は、年平均４km（２％を更新）、本市全体で約2,200kmある配水支管は、毎年22km（１％を更新）を更新していくことで、施設の健全性を保ちます。

耐震化事業では、基幹管路の分岐部から重要給水施設へ至る配水支管のルートを優先耐震化路線と位置付けて、優先的に耐震化を進めるとともに、応急給水拠点の整備として、配水池の耐震化も進めています。

また、令和元年度から令和４年度を新たなビジョン（令和５年度開始）の構想期間とする組織運営方針に基づき、現行のアセットマネジメントよりも更に精度の高い、超長期のアセットマネジメントの実施や広域化･公民連携の推進、ICT・AIの導入に取り組んでいるところです。

５．アセットマネジメント手法を用いた超長期の管路更新需要の見通し

令和元年度の改正水道法の施行など、社会情勢の変化に対応するため、タイプ４Ｄのアセットマネジメント手法を用いた管路の更新需要の見通しを令和２年度に作成しました。

この更新需要の見通しには、水道施設の更新サイクルを踏まえた100年間という超長期かつ、今後想定される水需要の減少に伴う施設の再構築や施設規模の適正化（ダウンサイジング）や耐震化事業等を考慮しています。

５－１．基幹管路の更新と耐震化事業

老朽化対策の方針として、土壌や管体調査のデータを基に、腐食進行度評価を実施し腐食が相当進んでいると評価された管路かつ独自で定めた目標耐用年数を超過しないように更新することとしています。更新にあたっては、水需要予測や施設統廃合を考慮しダウンサイジングします。

５－２．配水支管の更新

老朽化対策として、いかに延命化しながら適切な時期に更新し、漏水を未然に防止するかが求められています。

本市では、管種ごとの漏水事故履歴などを基に目標耐用年数を設定し、目標耐用年数を超過しないように更新することとしています。

管種ごとの目標耐用年数の設定（表２参照）から試算した更新延長の見通しでは、年22kmの更新が2086年まで引き続き必要となります（図１参照）。

また、ポリエチレンスリーブを被覆している

表２　管種ごとの目標耐用年数

口　径	管　種	目標耐用年数
75mm以上	①ビニル管、鋼管、鋳鉄管、ダクタイル鋳鉄管【ポリスリ無】	40～60年
	②ダクタイル鋳鉄管【ポリスリ有】（非耐震管）	60～80年
	③ダクタイル鋳鉄管【ポリスリ有】（GX形以外の耐震管）　等	80～100年
	④ダクタイル鋳鉄管【ポリスリ有】（GX形）	120年
50mm以下	⑤ポリエチレン二層管、配水用ポリエチレン管	100年
	⑤ビニル管　等	①の後に更新想定

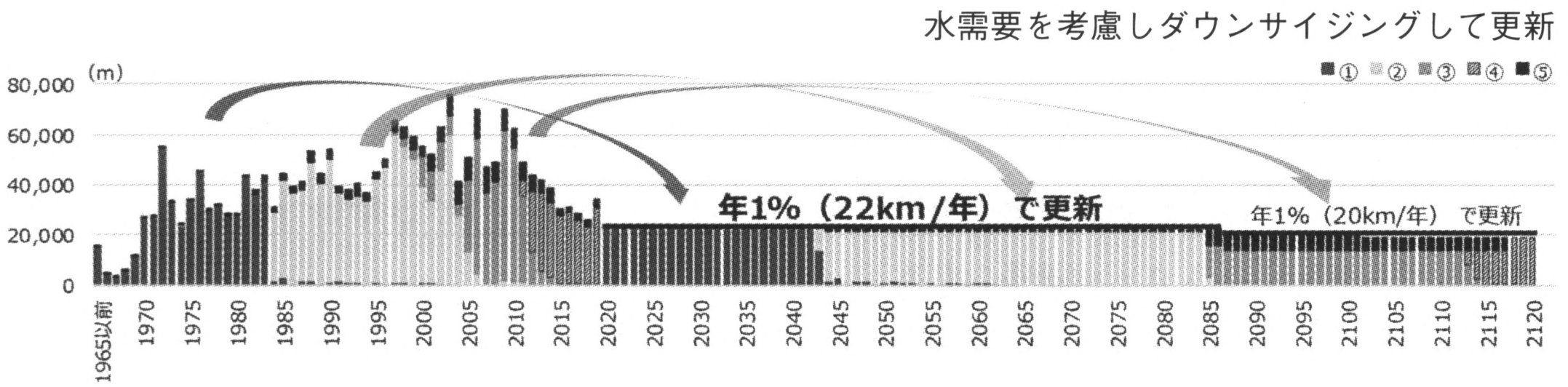


図１　配水支管の老朽化対策イメージ図

管路については、腐食による漏水事故がこれまで発生していません。しかし、今後腐食による漏水事故が発生した場合には情報を蓄積し、目標耐用年数を見直していく必要があると考えています。

６．堺市上下水道局のICT戦略

上下水道局では、令和３年３月に、「堺市ICT戦略」（令和２年８月策定）を踏まえた実施計画として、「堺市上下水道局ICTアクションプラン」（令和２年度末～令和４年度末）を策定しました。このプランでは、既設業務を単にICTに置き換えるのではなく、職員自らが既存業務をゼロから見直し、利用者サービスの向上や業務効率化を加速させる必要があるという意識を持ち、それぞれの取組を加速させることとしています。

ICT導入検討の際は、「有効性」・「効率性」・「経済性」の３つの視点から、その妥当性を評価し、その結果を公表することで透明性を確保し、利用者への説明責任を果たします。

このように上下水道局では、積極的にICTの活用を検討することで、業務の効率化を図っていこうとする機運があることから、今回のAIによる水道管路の劣化予測の有効性や精度向上に向けた知見の提供について積極的に取り組むことができました。

ここ最近の上下水道局によるICTに関する取組は、表３のとおりです。上下水道局では、職場の無線LAN化やタブレット端末を導入済みであったことから、コロナ禍でもNTT西日本とWEB会議によるスムーズな打合せにつながりました。

７．AIによる水道管路の劣化予測

７－１．実証実験の経緯

本市は、浄水を100%購入していることから、漏水等による水のロスを無くすことは水道事業の支出の削減に繋がります。そのため、水道管路を可能な限り延命化して使用しつつ、漏水事

表３　近年の上下水道局によるICTに関する取組

（令和元年度）
・局本庁舎の無線LAN化 ・料金のモバイル決済導入
（令和２年度）
・上下水道局スマートフォンアプリ「すいりん」の導入 （スマホでの使用水量・料金の履歴確認、モバイル決済連携機能、局からのお知らせなど） ・局内情報共有（デジタルサイネージ）の導入 ・局HPへのチャットボット導入 ・局出先拠点の無線LAN化
（令和３年度）
・NTT西日本、大阪ガス株式会社と共同WEB受付のトライアル

故が発生する前に更新することが理想であり、効果的・効率的な水道管路の更新計画を立てることが非常に重要です。

そのため、本市とNTT西日本が締結している「ICTを活用したまちづくりに関する連携協定」の取組の一環として、上下水道局とNTT西日本で、令和３年４月に「AIによる水道管路劣化予測等の技術に関する実証実験に関する協定書」を締結し、本事業を開始しました。

７－２．実証実験の目的

本市として、次の２点が実証実験の主な目的になります。

１．水道管路の劣化予測において劣化状況の精度を向上させ、水道管路の長寿命化と漏水事故の未然防止

２．劣化予測を基に更新管路を選定する作業における計画立案の補助（時間と労力の短縮）

７－３．現状の更新計画の考え方

口径350mm以上の口径の大きな基幹管路と口径300mm以下の配水支管とに分けて更新計画を別々に立案しています。

基幹管路は、腐食進行度評価として、埋設されている土壌による腐食が劣化に影響を及ぼすという考えに基づき、老朽度ランクを算出して早期に更新すべき管路を選定しています。

そのほか、軌道下や水管橋など二次災害の被害が大きな管路や、管路が二重化されていない事故時のバックアップが無い管路から優先的に、更新管路を選定しています。

また、本市が現在採用している腐食進行度評価については、基幹管路の管体調査とその管体付近の土壌ボーリング調査の土質情報を基に、管の腐食深さを予測する式で、腐食状況を推定しています。

そのため、腐食進行度評価は、土質情報が大きく影響する因子となっており、布設後経過年数の多少と腐食度ランクは一概に一致しません。水道管の厚みが比較的厚い基幹管路では、布設後の経過年数が長いものであっても、継続して使用できると推定しています。

配水支管は、水道施設更新指針、（公社）日本水道協会の管路評価を採用して管材料、口径、布設年度等に基づき点数化し、管路を更新する優先順位を定めています。また、本市独自の状況（腐食性土壌の有無等）も管路評価に加味しています。

更新管路の選定時には、この管路評価のほかに、他企業体の工事計画や漏水事故の実績を基に、更新管路を見直しています。

7－4. 実証実験と共同研究の取組内容

今回の対象管路は、本市の全基幹管路（約200km）と泉北ニュータウンを主とする配水支管約800kmです。

ダクタイル鋳鉄管が多く布設されている地区として泉北ニュータウンを検証対象としました。

本市から検証用に提供したデータは、表４のとおりです。

今回、表５の４つの機能について、実証実験を行いました。

今回行った実証実験の概要は、図２のとおりです。

①　AIによる水道管路劣化予測

本市のGIS管路データ（布設年度、管種、口径）と地盤データ、過去10年程度の漏水事故の実績データなどを用いて、AIが算出した漏水事故確率を漏水事故実績と比較することで、劣化予測の精度を確認します。

2016年度までの漏水事故実績データを用いてAIによる劣化予測から2017年度～2020年度の漏水事故確率を算出し、実際の漏水事故実績と比較することで、漏水事故の捕捉具合を検証しました。

また、漏水事故確率は、水道管路上に色分けして表示することができます（図３参照）。

②　管路の重要度評価

災害時に避難所となる小中学校、指定病院に加えて、透析病院や大口需要者等に至る水道管を重要管と位置付けて、事故が発生した場合の被害額を設定することで、管路の重要度を算出しました（表６参照）。

③　「①劣化予測」と「②重要度」の掛け合わせ

劣化予測に重要度を加味した更新管路の優先順位を定めます。この機能では、耐震化対策と

表４　本市からの提供データ

提供データ	データ形式	目的
GIS管路データ	シェイプデータ	布設年度、管種、口径、延長等
地盤データ	シェイプデータ	土壌環境
漏水事故実績	シェイプデータ、Excel	AI学習用
重要施設	位置図	管路の重要度設定用
GIS管網解析データ	シェイプデータ	水の流向、流量（管路の重要度設定用）
基幹管路の腐食進行度評価	シェイプデータ	予測結果の比較検証用
配水支管の点数評価	シェイプデータ	予測結果の比較検証用

表５　検証内容と本市の目的

検証内容		本市の目的
実証実験	① AIによる水道管路劣化予測	１．予測の精度向上
共同研究	②重要度評価（被害額）	
	③掛け合わせ結果	
実証実験	④更新管路の自動選定	２．計画立案の補助

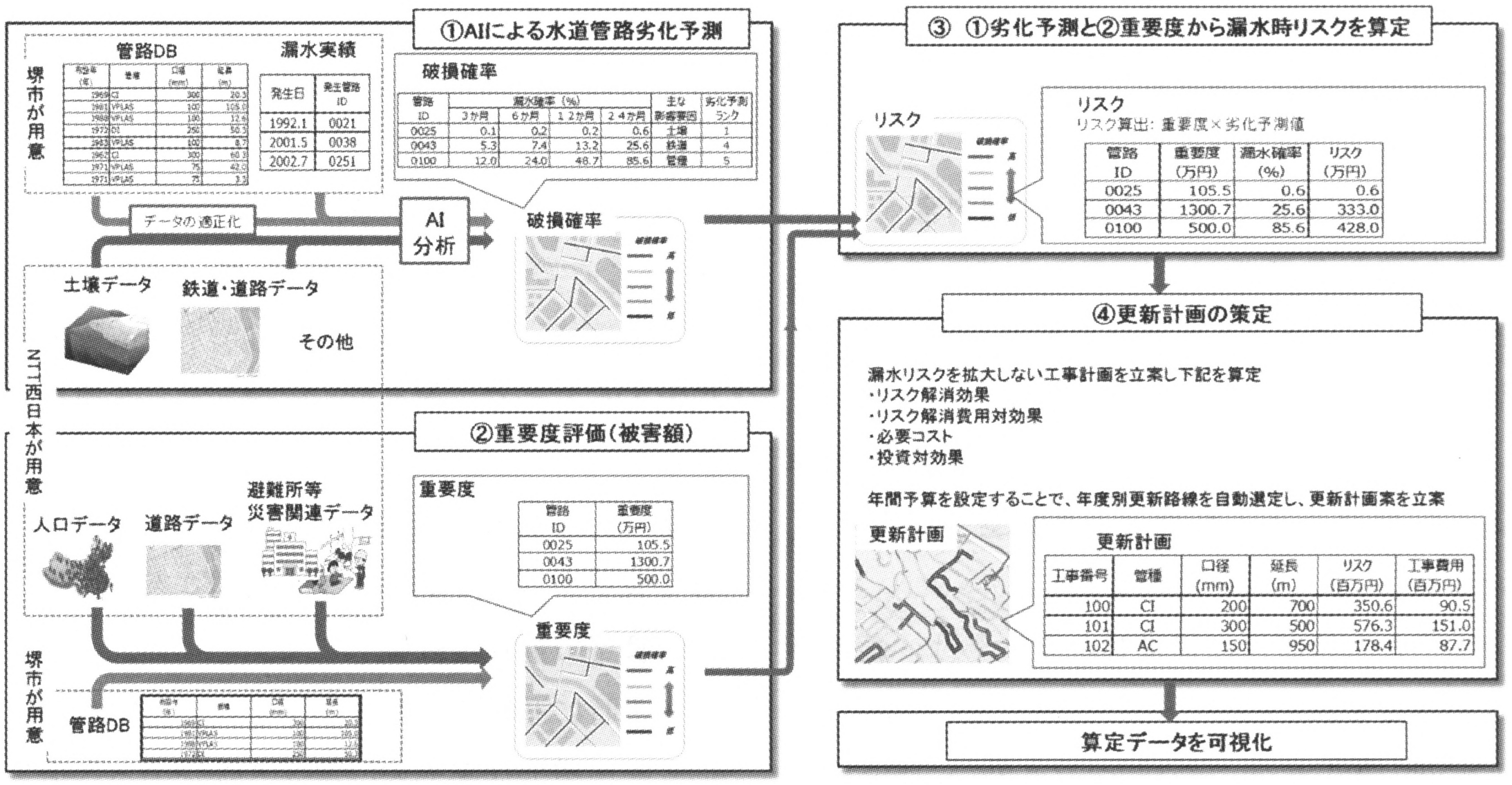


図２　実証実験の概要

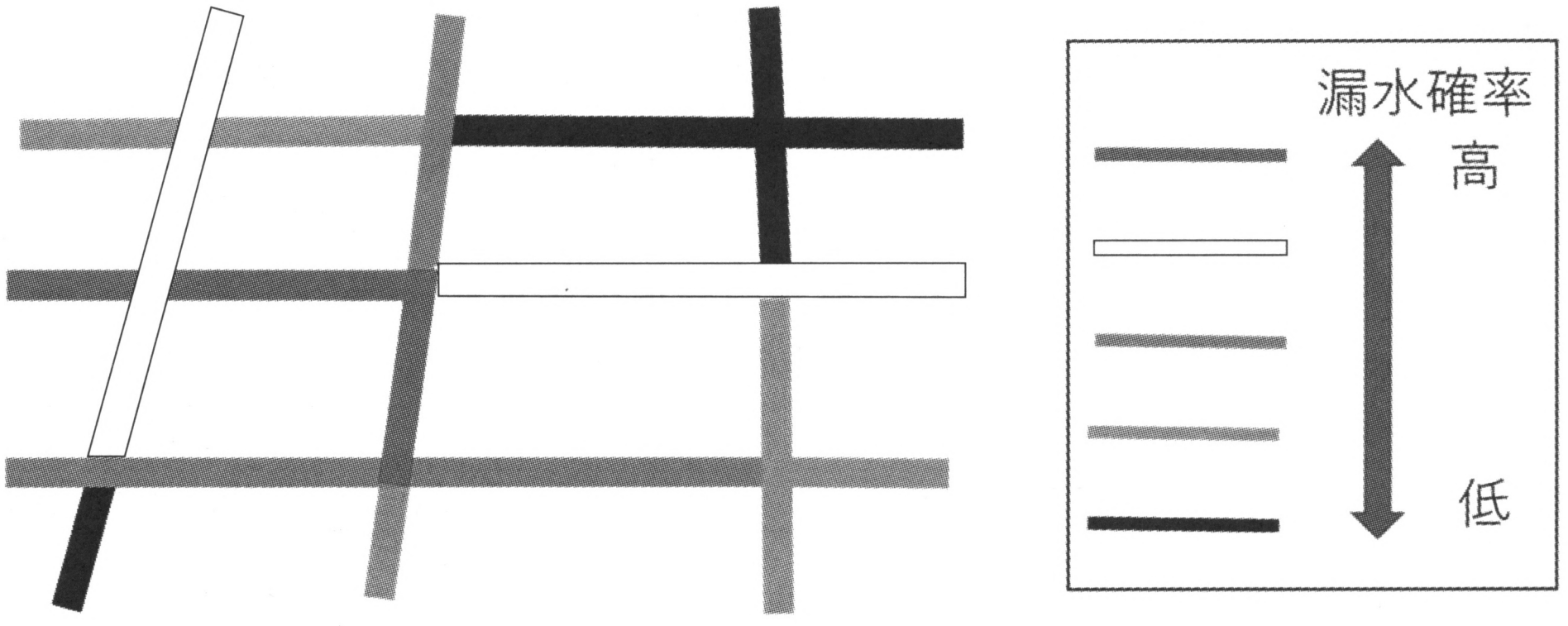


図３　漏水確率の予測結果を水道管路上に表示させたイメージ図
（以下②③の予測結果についてもこのように色付け表示ができます。）

表６　重要施設の設定例

優先耐震化路線の設定施設	今回追加検証した施設
小中学校・高校 指定病院 区役所など	透析病院 福祉施設 大口需要者

※重要施設は、本市地域防災計画を参考に選定しています。

老朽化対策を複合的に考慮した水道管路の更新（耐震化）管路を選定することが可能です（図４参照。管ＡとＢにおいて、漏水リスクだけではなく重要度を考慮した結果、管Ｂが更新対象となるイメージです。）。

④　更新管路の自動選定

①～③の予測に基づき、自動で更新管路を抽出するシステムを利用して、配水支管の更新計画立案業務を効率的に行えるかを検討しました。

システムに工事予算や更新計画延長を指定することで、自動で更新順位の高い管路から優先的に選択して更新管路を選定できるものです。図５のように、様々な予測結果を掛け合わせた結果を基に、選定していくことが可能です。

７－５．実証実験の結果評価

①水道管路劣化予測について、.AIによる劣化予測から算出した漏水事故確率と漏水事故実績は、概ね一致していました。

同様に本市が採用している腐食進行度評価と比較したところ、概ね同様の傾向が得られました。

つまり、本市で腐食度ランクが高いとしていた管路について、AIの劣化予測においても漏水事故確率が高いという結果が多く見られました。

局所的には、お互いの評価が逆転する箇所も

	管A	管B
①劣化予測（破損確率）	24か月以内に50%	24か月以内に10%
②重要度評価（被害額）	100万円	1000万円
③漏水事故リスク	50万円	100万円

図４　③掛け合わせのイメージ図

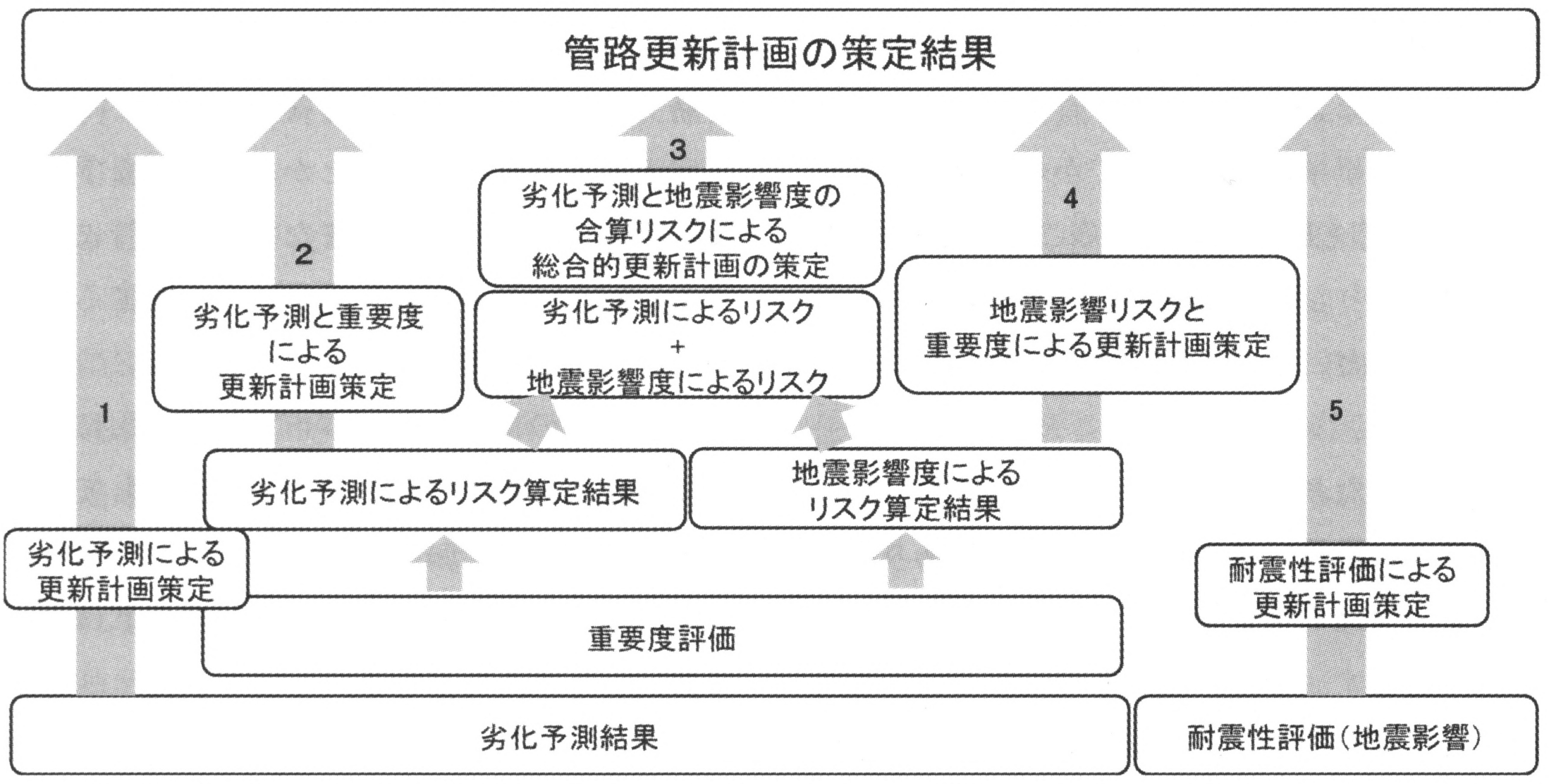


図５　各種予測データから更新計画立案が可能

①劣化予測

・9つの更新管路

・工事計画全延長　7949.31m

集計表

ID	延長 [m]	工事予算 [円]
1	503.3	43,787,490
2	953.99	75,285,340
3	959.54	73,235,210
4	956.24	68,611,330
5	965.15	78,861,220
6	978.81	74,511,770
7	953.9	100,452,600
8	967.9	93,743,210
9	710.43	49,870,480
計	7949.31	658,358,650

②劣化予測と重要度

・8つの更新管路

・工事計画全延長　7635.63m

集計表

ID	延長 [m]	工事予算 [円]
1	503.3	43,787,490
2	965.15	78,861,220
3	1,131.23	98,417,230
4	959.54	73,235,210
5	1,039.76	82,325,040
6	1,089.15	107,921,200
7	968.05	74,973,070
8	979.41	75,496,430
計	7635.63	635,016,890

図６　選定された更新管路の延長と工事費用の集計イメージ

存在していましたが、路線として大きく評価が異なってはいなかったことから、概ね現状の腐食進行度評価と同精度の結果と判断しました。

④更新管路の自動選定機能について、工事予算や工事延長を入力した場合、どう抽出されるのか確認しました。確認にあたり、局内で自動選定機能のデモンストレーションを実施し、多くの職員から意見をいただきました。合計22kmの更新管路の抽出を約半日で、機械が自動で選定してくれることから、業務の効率化に繋がると感じました。

また、工事単価を設定してから、発注する工事規模､予算も細かく指定することが可能です。図６のとおり、管路ごとの延長と更新費用が算出されるなど、計画立案時や予算作成時に役立ちそうです。

利用にあたり、選定された更新管路については、個別に職員で精査していく必要はありますが、更新管路の選定業務の補助として有用であると考えます。今後、他工事の情報を入力しておくことで、他工事との時期を合わせた効率的な工事発注へとつながる可能性があります。

８．結果を踏まえた今後の展望

３か月という短い実証実験の期間で、これらの結果を検証できたことは非常に有益でした。

基幹管路については、AIによる水道管路劣化予測の方が施設を健全と評価する傾向にありますが、本市の従前のランク付けと概ね同様の傾向が見られました。

基幹管路の漏水実績が少なく、漏水事故確率の検証はできなかったものの、AIによる水道管路劣化予測は、データを蓄積することで精度が向上する傾向にあることから、有用な手法となる可能性があります。また、配水支管についても、将来の漏水事故を高い精度で当てることができると実証できました。

計画立案の補助として本市での利活用については、導入コストと効果を含めて検討していきます。

本記事が、今後の検討にお役に立てれば幸いです。

最後に、本実証実験、本稿執筆にご協力いただきましたNTT西日本様へお礼申し上げます。