

2025/05/14

令和7年度技術研修会「下水道管渠の老朽化対策のための調査技術」

AI を活用した下水道管渠の管理技術

株式会社日水コン
コンサルティング本部
下水道事業部事業マネジメント部

浦部 幹夫

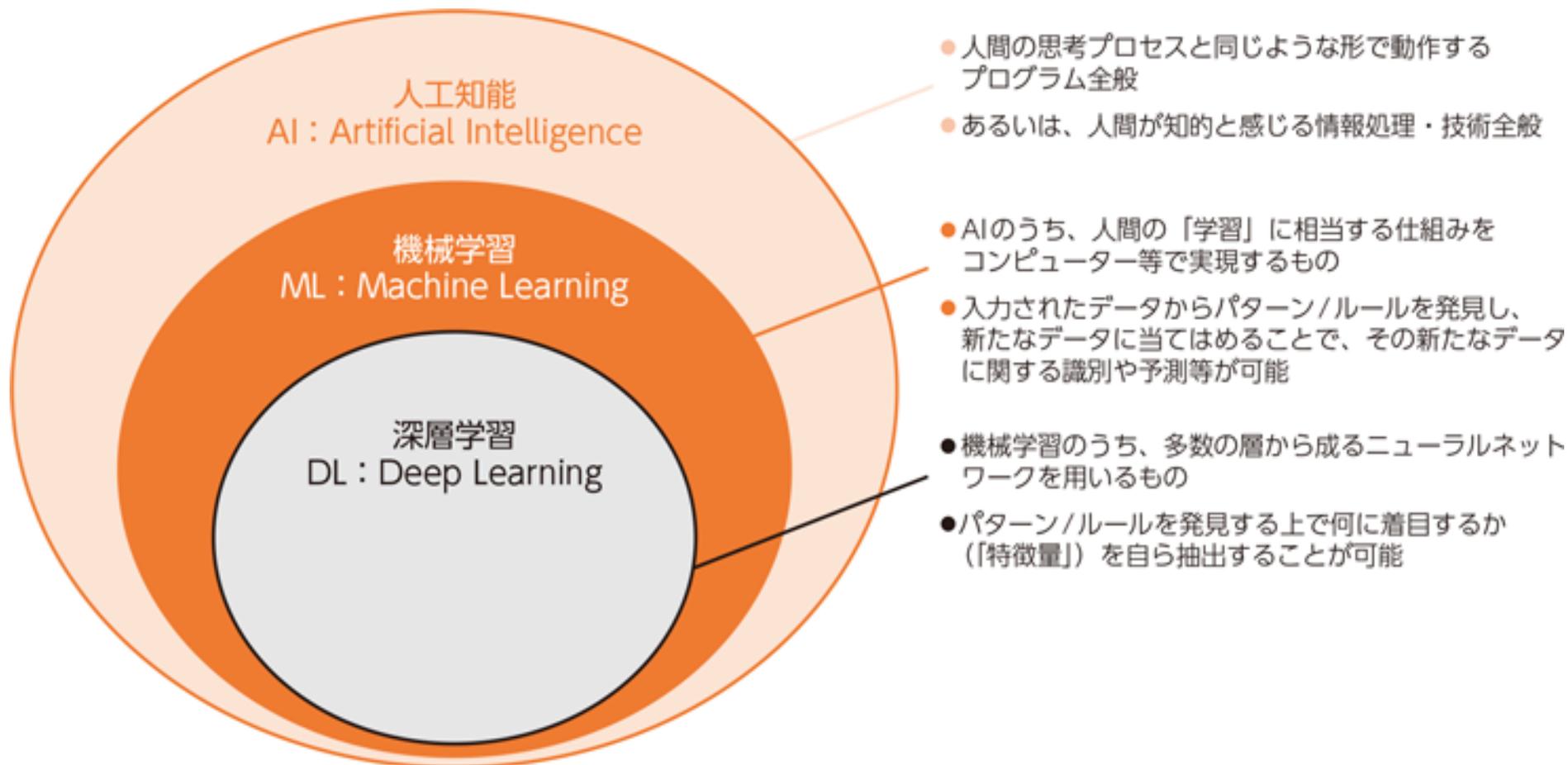


本日の説明内容

1. はじめに(AIについて)
2. AIを活用した下水道管理に関する研究の動向
 - 下水道研究発表論文
 - B-DASHプロジェクト、応用研究
3. AIを活用した管渠管理の事例紹介
 - 下水道管きよ劣化予測
 - 下水道管きよ内異常判定
 - リアルタイムハザードマップシステム
4. まとめ



1. はじめに (AIについて)



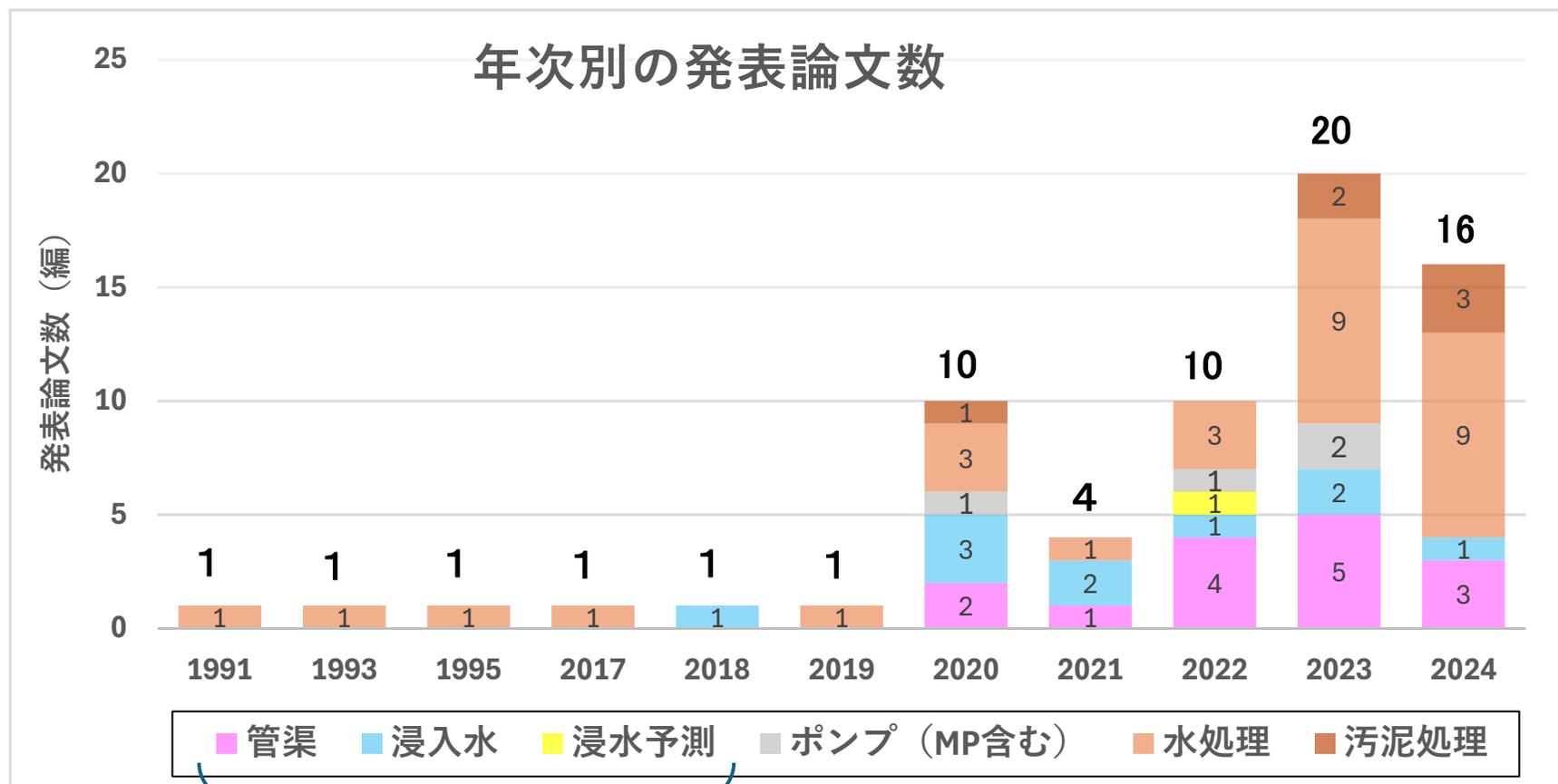
AI・機械学習・深層学習の関係

出典：総務省 <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r01/html/nd113210.html>

2. AIを活用した下水道管理に関する研究の動向

下水道研究発表会論文集にて

キーワード:「AI」、「機械学習」、「深層学習」、「ニューラル」でタイトルを検索した結果



管渠管理に関する内容

2. AIを活用した下水道管理に関する研究の動向

下水道研究発表会論文集の『管渠』に関する論文を抽出

➤ AIの活用方法として「劣化予測」、「画像認識」、「データ解析」のジャンルで区分(一部表示)

劣化
予測

- 「データを活用した**管渠の劣化予測**手法開発の現況と今後の展望について」
東京都下水道サービス(株)
- 「XAIを用いた**下水道管の劣化**に与える影響分析」金沢大学、管清工業(株)
- 「機械学習を用いた**下水道管渠劣化予測**モデルの検討」横浜市、(株)日水コン

画像
認識

- 「AIによる**マンホール蓋の劣化とタイプ判定手法**の研究」日之出水道機器(株)
- 「AI技術による**異常の自動判定性能と導入効果の検証**」管清工業(株)
- 「深層学習を用いた**下水道管渠内面の損傷抽出**に関する精度検証」日本工営(株)
- 「自律飛行型ドローン及びAIを活用した**管きよ劣化調査の効率化**に関する研究」
(株)日水コン

データ
解析

- 「AIを活用した**雨天時浸入水調査の分析事例と考察**」日本水工設計(株)
- 「AIによる汚水管きよの**常時浸入水**に及ぼす影響要因の分析」
中日本建設コンサルタント(株)
- 「AIモデルを活用した**リアルタイムハザードマップ**システムの開発」(株)日水コン

2. AIを活用した下水道管理に関する研究の動向

国土交通省「B-DASHプロジェクト」、「応用研究」におけるAIを活用した取組みの事例(管渠)

➤ 下水道管路の劣化予測、異常判定、浸入水検知のほか、空洞判定への活用事例あり

劣化予測

- AIによる**下水道管路破損予測**、財政効果の見える化 ならびにストックマネジメント、アセットマネジメントの高度化 に関する調査業務

EY 新日本有限責任監査法人、Fracta、Fracta Japan 共同研究体

画像認識

- **高度な画像認識**技術を活用した効率的な管路マネジメント技術に関する技術実証事業

船橋市 地方共同法人日本下水道事業団 日本電気株式会社 共同研究体

- AIを用いた**下水道管渠損傷度判定システム**の実用化に関する調査事業

奥村組・地方共同法人日本下水道事業団・さいたま市・船橋市・福井市・藤沢市・ジャスト共同研究体

- AIおよび**展開図化システム**を活用した**管渠劣化状況の自動判定**システムに関する調査事業

玉野総合コンサルタント・東京都下水道サービス・東京都・東京大学共同研究体

データ解析

- 水位計と**光ファイバー温度分布計測システム**にAIを組合せた**雨天時浸入水調査**技術の実用化に関する実証事業

日本水工設計・ペンタフ・ワイケー技研・シュアテクノソリューション・ベクトル総研・さいたま市・藤沢市共同研究体

- AIによる**音響データ**を用いた**雨天時浸入水検知**技術の実用化に関する実証事業

建設技術研究所、産業技術総合研究所、郡山市、つくば市、名古屋市、神戸市、熊本市共同研究体

- **車両型地中レーダ探査装置**と**空洞判定AI**を用いたスクリーニング技術の実用化に向けた調査事業

川崎地質・日本下水道事業団共同研究体



3. AIを活用した管渠管理の事例紹介

【劣化予測】

①下水道管きょ劣化予測

【画像認識】

②下水道管きょ内異常判定

【データ解析】

③リアルタイムハザードマップシステム



①下水道管きょ劣化予測



①-1 下水道管きょ劣化予測の課題

- 下水道の管きょは、一般的に状態監視保全に区分され、**状態を把握するための調査には時間と費用を要する**
- 一般的には、リスク評価(発生確率×被害規模)の結果に基づいた優先度を設定することで調査が実施されている
- 一方で、調査の結果改築が必要となる管きょの割合は概ね10～30%程度であり、効率的な調査とは言えない状況である

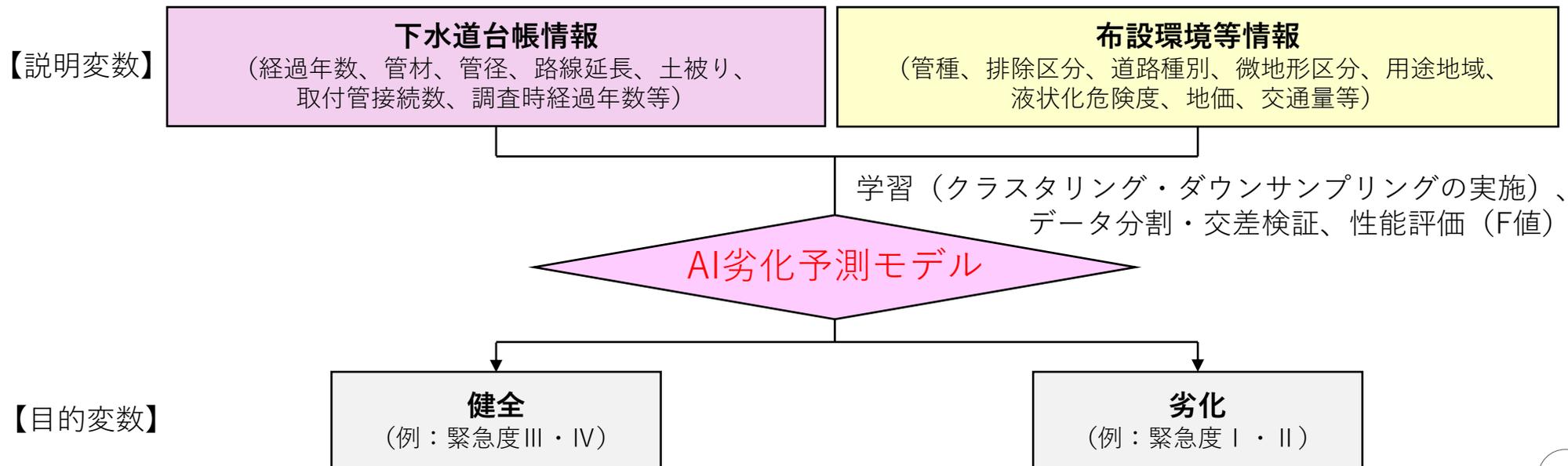


AIを活用し、机上調査の精度を上げることで
効率的な維持管理の実現を目指す。



①-2 下水道管きょ劣化予測モデルのイメージ

- 既往の調査結果 (TVカメラ調査・目視調査) を学習データとしてモデルを作成する
- 下水道管路台帳で整備されている一般的な属性情報等をインプットとして、緊急的に対応が必要な**緊急度 I・IIの有無**をアウトプットする劣化予測モデルを構築する
- 劣化予測モデルの構築にあたっては、決定木、SVM (サポートベクターマシン)、ランダムフォレスト等の機械学習手法を活用する





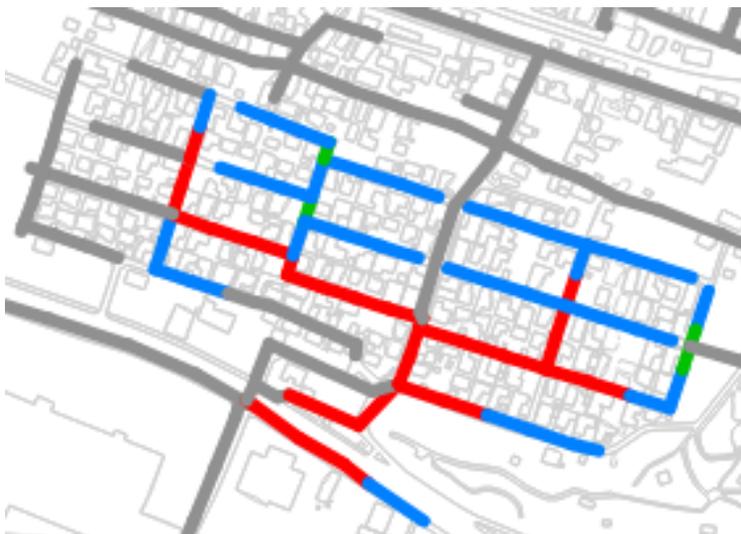
①-3 下水道管渠劣化予測による効果

- スパンごとの劣化予測結果から、劣化の可能性が高い路線を抽出することが可能。
- 時系列・スパンごとの評価を積み上げることで、より精緻な改築事業量予測が可能。
- 予測結果は当社のBlitz(台帳システム)やGISに反映し、ストマネ計画に活用可能。

<現在>

<10年後の劣化予測>

劣化予測結果





②下水道管きよ内異常判定

②-1 研究の背景

【ノズルカメラ調査（スクリーニング）の異常判定作業における主な課題】

▲作業効率 ⇒ 現場作業後の異常判定作業

▲判定精度 ⇒ 作業員の経験差によるバラツキ（調査会社19社間でのバラツキもある）

【研究の狙い】

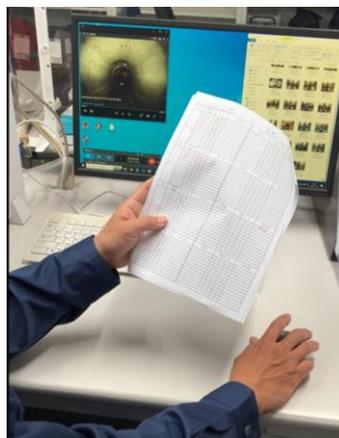
異常判定作業の効率化や判定精度の統一化を図るための**AI異常判定支援アプリを開発**する

【現状】



現場にて動画撮影

事務所に
戻って



異常判定・キャプチャ
・**手書きメモ作成**
(1～2時間／人・日)



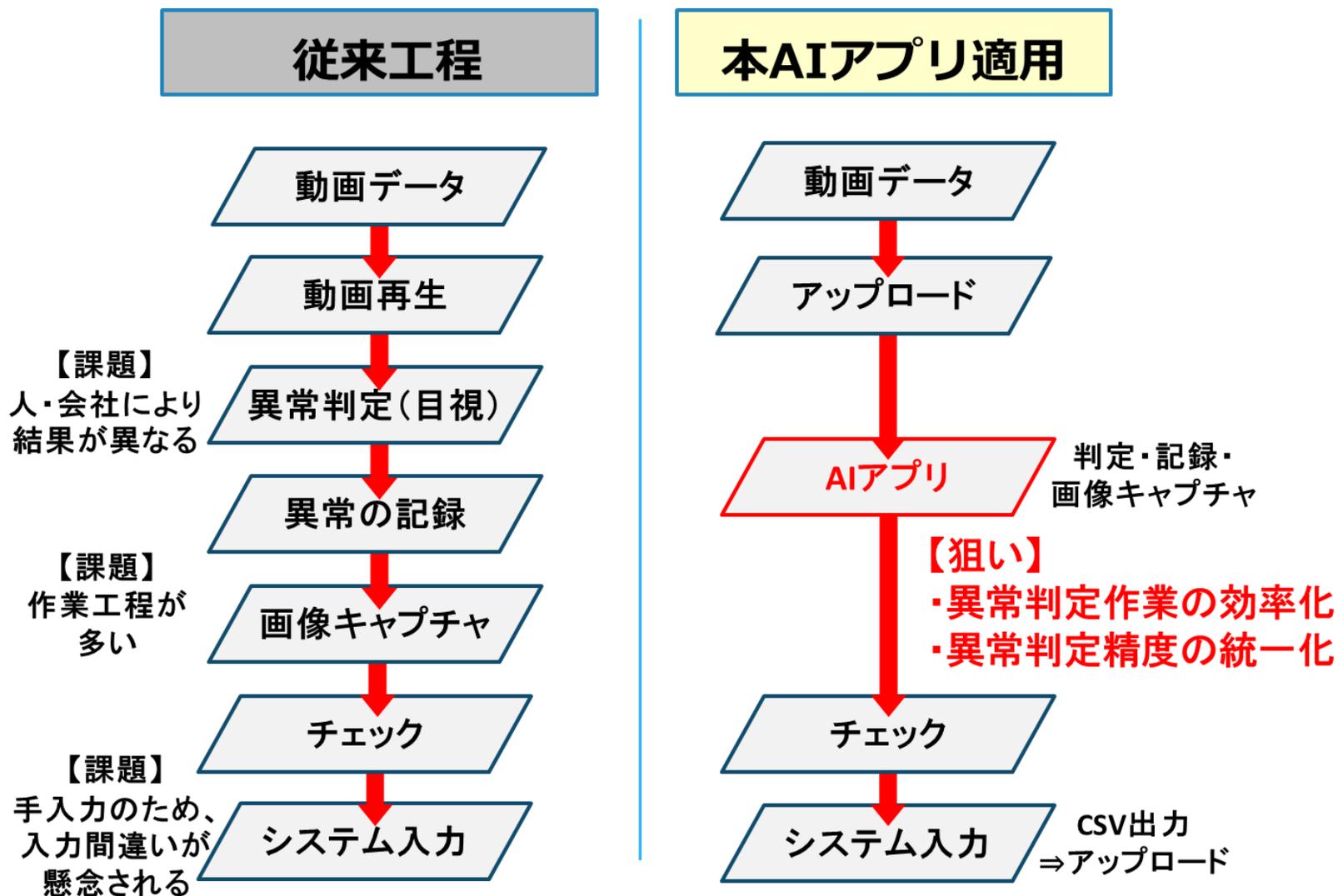
組合システムに入力



AIの活用を検討



②-2 AI異常判定支援アプリ開発方針



②-3 当社AIアプリの概要（異常判定結果確認画面）

過去点検詳細

ファイル名 hp_[モルタル/生コン]_20201027-2818220041281822004200-10LAVI 管種 コンクリート管 モデル名 HP_20241218

12.04 m

①

②

③

異常種類と閾値設定

- 破損・クラック 0.60
- ジョイント不良 0.60
- その他 0.20
- 0.60

オプション

- 取付管 0.10

数値を変更すると、自動で適用されます。

異常

④

サムネイル	距離	異常内容	信頼度	ランク
⑤	8.12 ~ 9.56	その他	0.605	
	10.38 ~ 16.49	その他	0.936	
	17.06 ~ 17.85	その他	0.295	

オリジナル動画を開く

⑥ CSV出力

【主な機能】

- ①物体検出(オブジェクトディテクション)による画像認識
- ②異常箇所のトラックバー表示(異常箇所及び取付管位置を着色)
- ③異常判定項目の選択(及び閾値(0.1~1.0)の設定)
- ④異常箇所リスト(サムネイル・距離・異常内容・信頼度を表示) ※ランク判定は将来
- ⑤アップロードする画像の選択(組合システムにアップロードする動画にチェック)
- ⑥CSVファイル出力

②-3 当社AIアプリの概要 異常判定の例（クラックの例）

※時間があれば、動画再生

下水道点検システム www.BANDICAM.COM

過去点検詳細

ファイル名 ★CP_【クラック、ジョイント不良】_20190415-1819340084181934008500-2B.AVI 管種 陶管 モデル名 CP_20241209



0,00 m

00:00 / 00:45 異常

トラックバー
オプション

異常種類と閾値設定

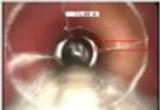
- 破損・クラック 0.60
- ジョイント不良 0.60
- その他 0.60
- _____ 0.60

オプション

- 取付管 0.15

数値を変更すると、自動で適用されます。

異常

サムネイル	距離	異常内容	信頼度	ランク
	0.89 ~ 1.75	破損・クラック	0.7	▼
	10.58 ~ 13.35	破損・クラック	0.962	▼

オリジナル動画を開く CSV出力

設定

②-3 当社AIアプリの概要（現時点における異常項目対応状況）



判定可能なランク(Bランク以上)

現時点で
判定可能な
項目

異常項目	異常区分		ランク		
	構造的異常	機能的異常	A	B	C
管の破損及び軸方向クラック	○		欠損又は軸方向のクラック(5mm以上) 又は 穴状の破損で鉄筋露出	一部欠け落ち 又は軸方向のクラック(2mm以上5mm未満)	小さな欠け 又は軸方向のクラック(2mm未満)
管の円周方向クラック	○		円周方向(リング状)のクラック(5mm以上で2/3以上)	円周方向(リング状)のクラック(2mm以上5mm未満で2/3以上)	円周方向(リング状)のクラック(2mm未満)
ジョイント不良	○		脱却(管径1/2以上)	一部脱却(受口の1/2以上)	ジョイント不良
取付管突出		○	管径1/2以上	管径の1/10以上 1/2未満	管径の1/10未満
モルタル/生コン		○	管径1/3以上	管径の1/10以上 1/3未満	管径の1/10未満
ラード		○	管径1/2以上	管径の1/10以上 1/2未満	管径の1/10未満
堆積物		○	管径1/3以上	管径の1/10以上 1/3未満	管径の1/10未満
木の根		○	管径1/2以上	管径の1/10以上 1/2未満	管径の1/10未満
遊離石灰		○	管径1/3以上	管径の1/10以上 1/3未満	管径の1/10未満
パッキンズ		○	管径1/2以上	管径の1/10以上 1/2未満	管径の1/10未満
腐食/洗堀	○		鉄筋露出	骨材が露出している	ABランク以外の腐食が認められる
侵入物有り		○	汚物以外により閉塞	障害物と他のものが絡み合っている	単体として障害物になる
横断管あり		○		すべてAランク	
浸入水		○	噴出又は浸入断面より広がっている	流れている	にじんでいる
蛇行		○	流下不良(管径1/2以上)	管径の1/4以上 1/2未満	管径の1/4未満
たるみ/逆勾配		○	たるみ・流下不良	管径の1/4以上 1/2未満	管径の1/4未満
変形	○ (塩ビ管)		変形・偏平	上下左右が変形・偏平している	一部変形・偏平している

順次対応
予定
ただし、
画像
データが
少ない



②-3 AIアプリの概要 (判定精度)

- 鉄筋コンクリート管及び陶管各15スパンの判定結果
- 教師データ追加やデータセットの見直しによる**精度向上が必要**
- 画像が不鮮明なケース等もあり、**人間の目によるチェックは必須**

管種	主な項目	箇所数	検出率※	未検出箇所
鉄筋 コンクリート管	破損／クラック	10	80%	2
	モルタル	22	86%	3
	取付管(健全)	46	96%	2
陶管	破損／クラック	14	100%	0
	モルタル	13	92%	1
	取付管(健全)	40	73%	11

※検出率:異常箇所あるいは取付管を正確に検出した割合



②-5 AI異常判定により期待される効果

◆ 判定精度の向上

⇒設定したの基準(閾値)を超えた異常を検出することが可能であり、判定精度が統一されるため、異常の見落とし、作業員の経験差をカバーできる

◆ 作業効率の向上

⇒日中は現場作業、夜間にAIが異常判定を行い、翌日に判定結果が上がる運用で日進量の増加が期待できる

【課題と対応の方向性】

○異常判定精度の向上、教師データの確保

- 異常判定精度向上には教師データの追加が必要(全異常項目で3,000枚を目標)
- 教師データが少ない異常項目への対応
 - ・データオーグメンテーション等による教師データの作成・追加
 - ・画像分類、セマンティックセグメンテーションのモデル適用検討など

【参考】海外において導入されているAI異常判定アプリ（例）

住友オーストラリア社が提供するVAPERシステム

- 700万枚以上の教師データによるAIモデルを構築（WRC基準）。欧米を中心に活用されている

Sumitomo Australia Pty Ltd

Reports

Report frames All frames

Dashboard

Files

Manage

Uploads

3.0.3

VA

Start node - Maintenance hole 0.00

Water level - Percentage 0.00

Junction - Closed 0.10

Displaced joint - Radial - 5-10mm 0.46

Displaced joint - Radial - 5-10mm 0.97

Cracking - Simple - 1-3mm 1.41

Displaced joint - Radial - 5-10mm 2.02

Displaced joint - Radial - 5-10mm 2.63

Inspection ID: 82675

Structural Grade: 3 Service Grade: 1

Status: Reviewed

Inspection Details

Folder: Test Folder - (Utility)

Location: 63 lower hill street, muswellbrook

Date: 2023-11-30

Asset ID: 1CA32

Length: 25.97

Upstream: US

Downstream: DS

Direction: Downstream

Material: clayannvitrified

Diameter: 150

Status: Reviewed

Defect Details

Repair Recommendation



③リアルタイムハザードマップシステム

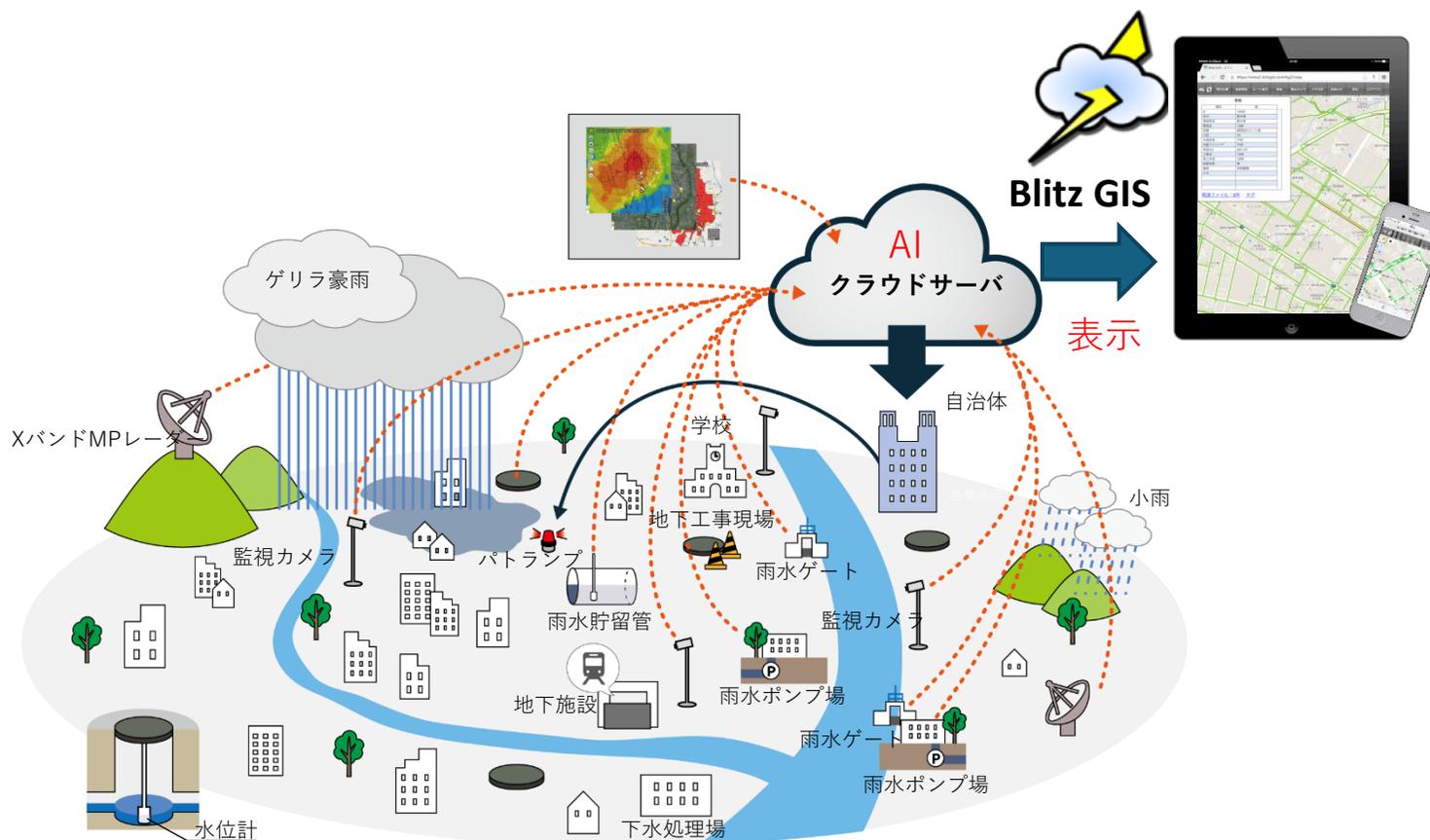


③－1 背景

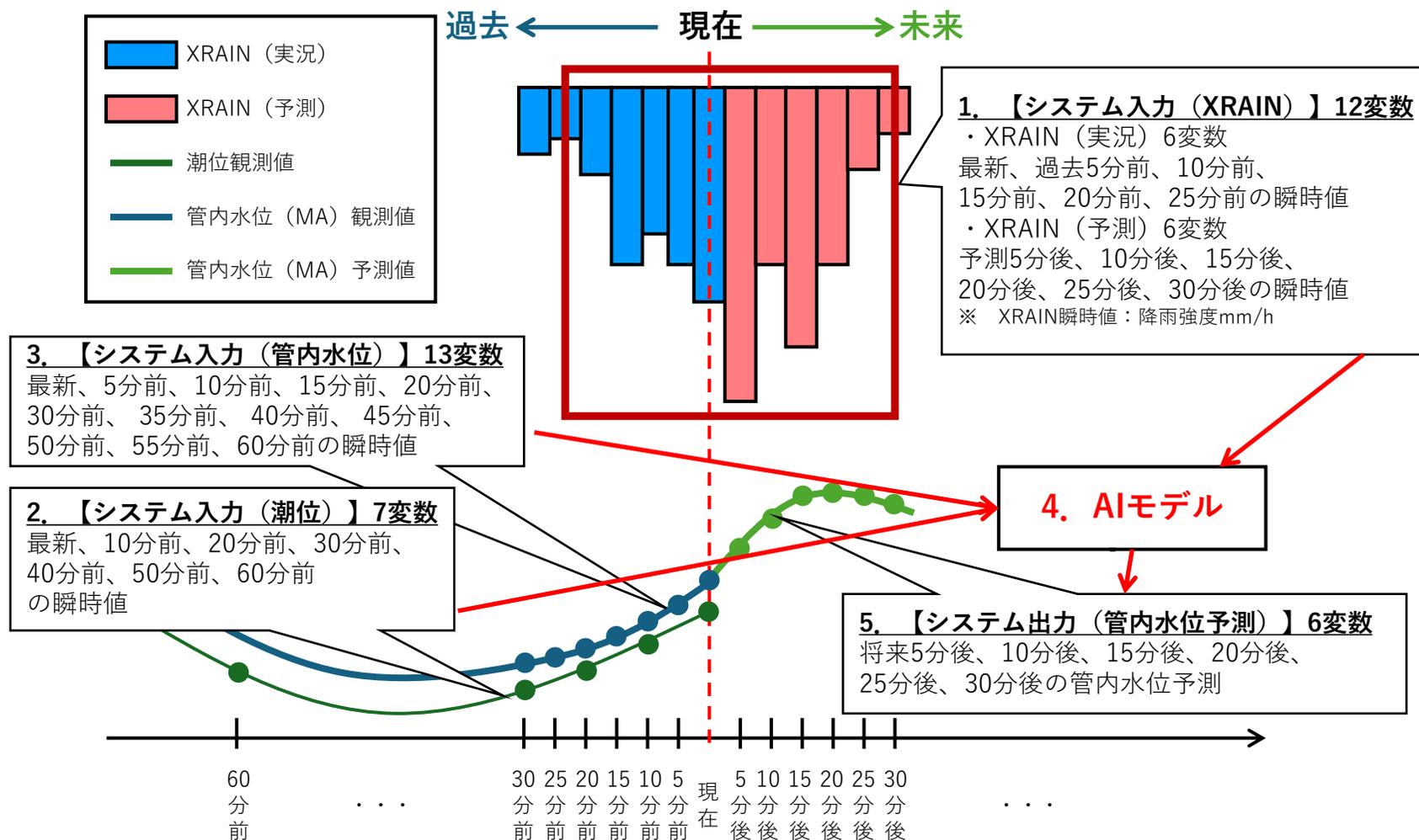
- 近年、局地的な大雨や集中豪雨の増加にともない、浸水被害や土砂災害などの**防災・減災を目的としたICTの取組**が進んでいる。
- 下水道事業では、従来のハード対策による浸水対策のみでは限界があるため、雨水管理総合計画を策定し、**ハード対策とソフト対策を組み合わせ**て**浸水削減効果の最大化**を図ることが求められている。

③-2 開発の目的

- 「AIモデルを活用した水位予測システム」の開発を行うとともに、浸水リスクを点から面へ変換するための手法、観測データを用いたデータ同化による予測精度向上等について検討し、当社の管路台帳システム **Blitz GIS** をプラットフォームとしたリアルタイムハザードマップシステムを構築することを目的とする。



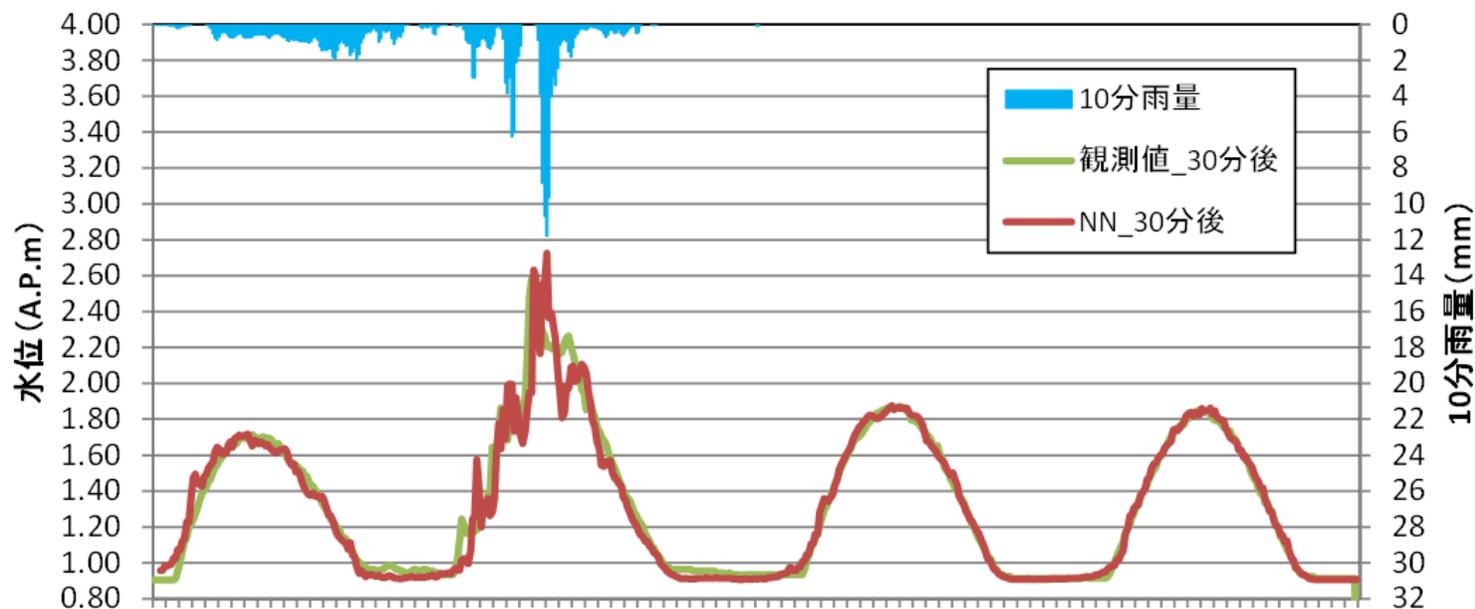
③-3 当社AI水位予測システムの概要



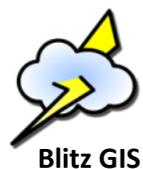
③-4 本技術導入による効果のイメージ

降雨後における水位の観測値と推論値の比較

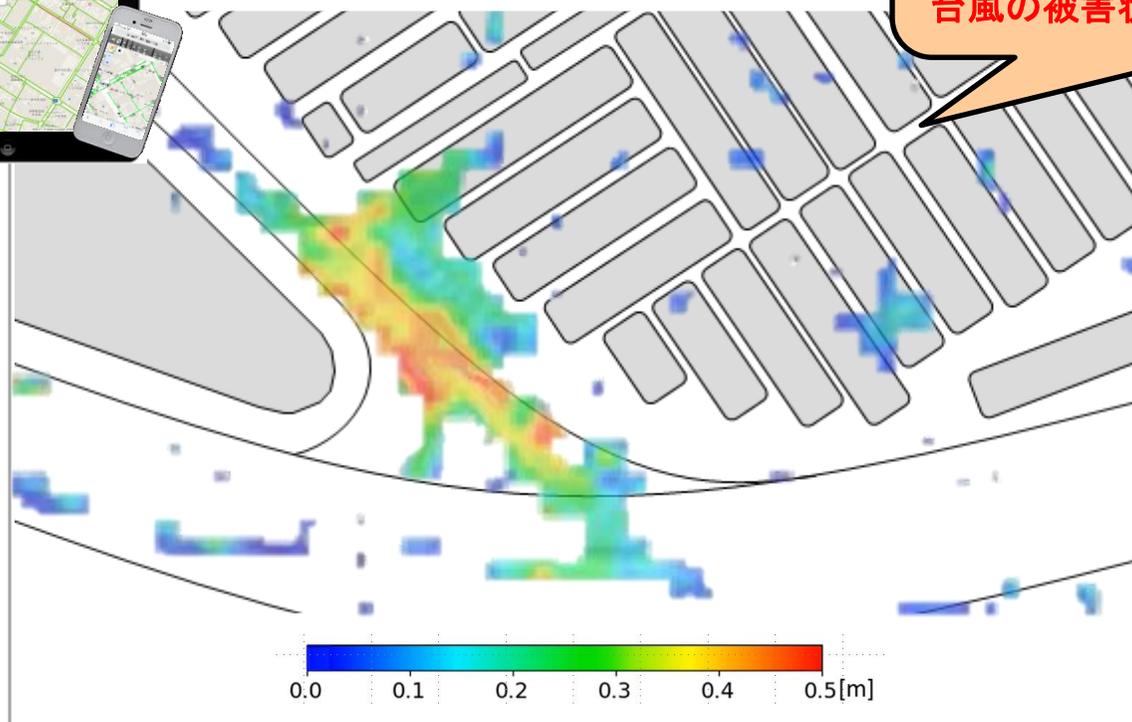
- ・学習データ: 2019/4/2~2019/10/11
⇒ AI(ニューラルネットワーク)構築
- ・検証データ: 2021/3/13・14



③-4 本技術導入による効果のイメージ



Blitz GIS



- ・予測された浸水域の視覚化
- ・予測ではなく、実際の観測データを利用することで、結果的に想定される台風の被害状況を再現可能に

AIモデルによる浸水域予測結果



4. まとめ

- 下水道管渠に関するAI活用は始まったばかり
- AIによるアプトプットが適正かを判断するのはまだまだ人間が必要であるが、将来的には自動化を目指した各種研究が進められている
- 下水道管路の劣化予測、管渠内異常判定、マンホール蓋の異常判定、浸入水検知のほか、道路下の空洞判定等への活用が期待される
- AIに関する進化のスピードは速いため、今後も注視し、適宜、下水道事業への取込みが必要である(産学官の連携も重要)



AIの活用により、下水道管渠管理の高度化と
持続可能なインフラ維持への貢献

■ End of Slides

ご清聴ありがとうございました