

水道技術研究センターが研究を進めている

新技術について

(公財) 水道技術研究センター

常務理事 清塚 雅彦

- 1 管路事故情報の可視化
- 2 水管橋の点検
- 3 PFAS関係

1 管路事故情報の可視化手法

国土交通省 上下水道科学研究費補助金 水道情報の活用等による技術水準の確保及び 技術継承に関する研究（令和5年度から3カ年）

この中から

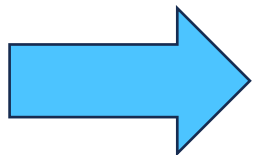
- ※ ビッグデータに基づく水道管路に関する配水管維持管理の実態把握及び解析
- ※ 水道管路事故データを活用した水道管路アセットマネジメント手法及び水道管路技術の継承に関する手法の検討

水道事業体課題

- 事故履歴、地盤特性を考慮した更新優先順位付け
- 技術継承（熟練技術者の暗黙知の可視化など）

課題解決の一助

- 管路の事故履歴に関連する情報として、地形・地盤情報等の公開情報の有用性を確認する。
- 無償で入手可能なオープンソースの地理情報システムであるQGIS (Quantum-GIS)を活用。



QGISを用いて、令和6年能登半島地震の新潟市管路被害データと地形地盤情報等を重ね合わせる。

過去の地震被害 『1964年新潟地震』

震源：日本海東縁変動帯
(栗島南方沖約40km)

マグニチュード：M7.5



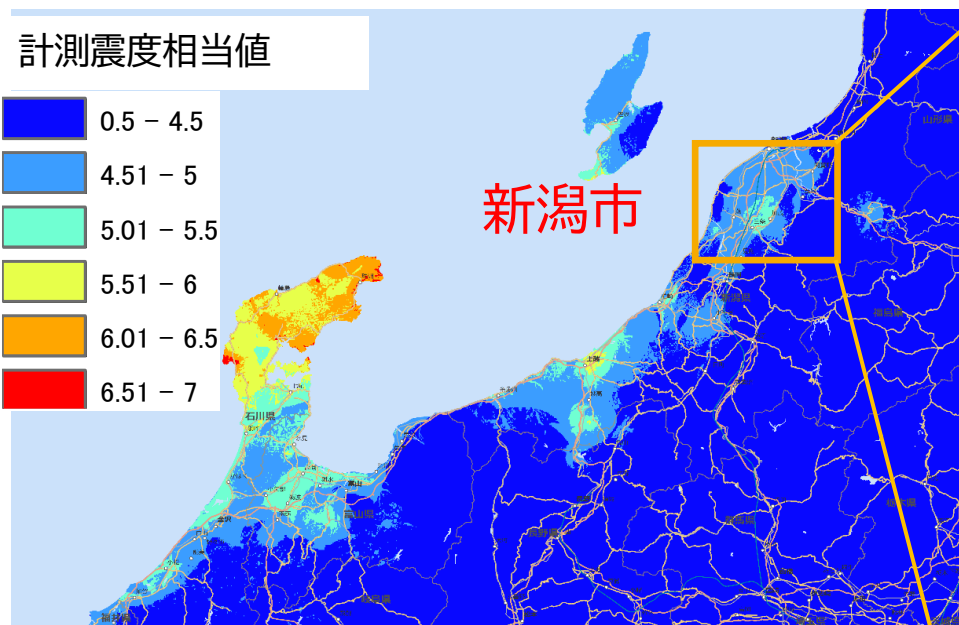
開通直後の昭和大橋が落橋



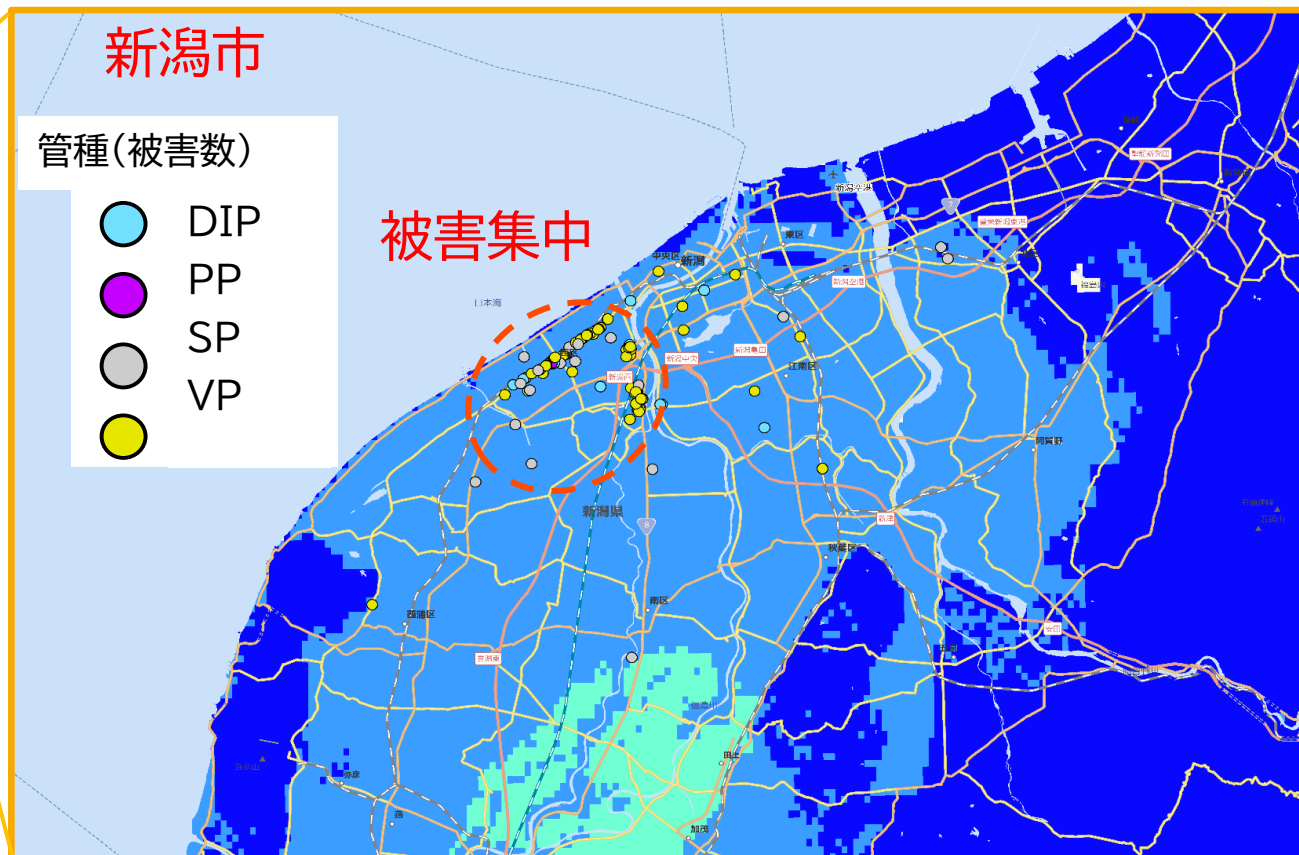
液状化現象により河畔の県営川
岸町アパートが大きく傾斜

写真：「防災科学研究所、1964年新潟地震オープンデータ特設サイト」

令和6年能登半島地震



<https://site.quietplus.kke.co.jp/>



配水管被害位置

同じ震度分布であっても被害状況が異なり、被害が集中している地域がある

- 1 山地
- 2 山麓地
- 3 丘陵
- 4 火山地
- 5 火山山麓地
- 6 火山性丘陵
- 7 岩石台地
- 8 砂礫質台地
- 9 ローム台地
- 10 谷底低地
- 11 扇状地
- 12 自然堤防
- 13 後背湿地
- 14 旧河道
- 15 三角州・海岸低地
- 16 砂州・砂礫州
- 17 砂丘
- 18 砂丘・砂州間低地
- 19 干拓地
- 20 埋立地
- 21 礫・岩礁
- 22 河原
- 23 河道
- 24 湖沼

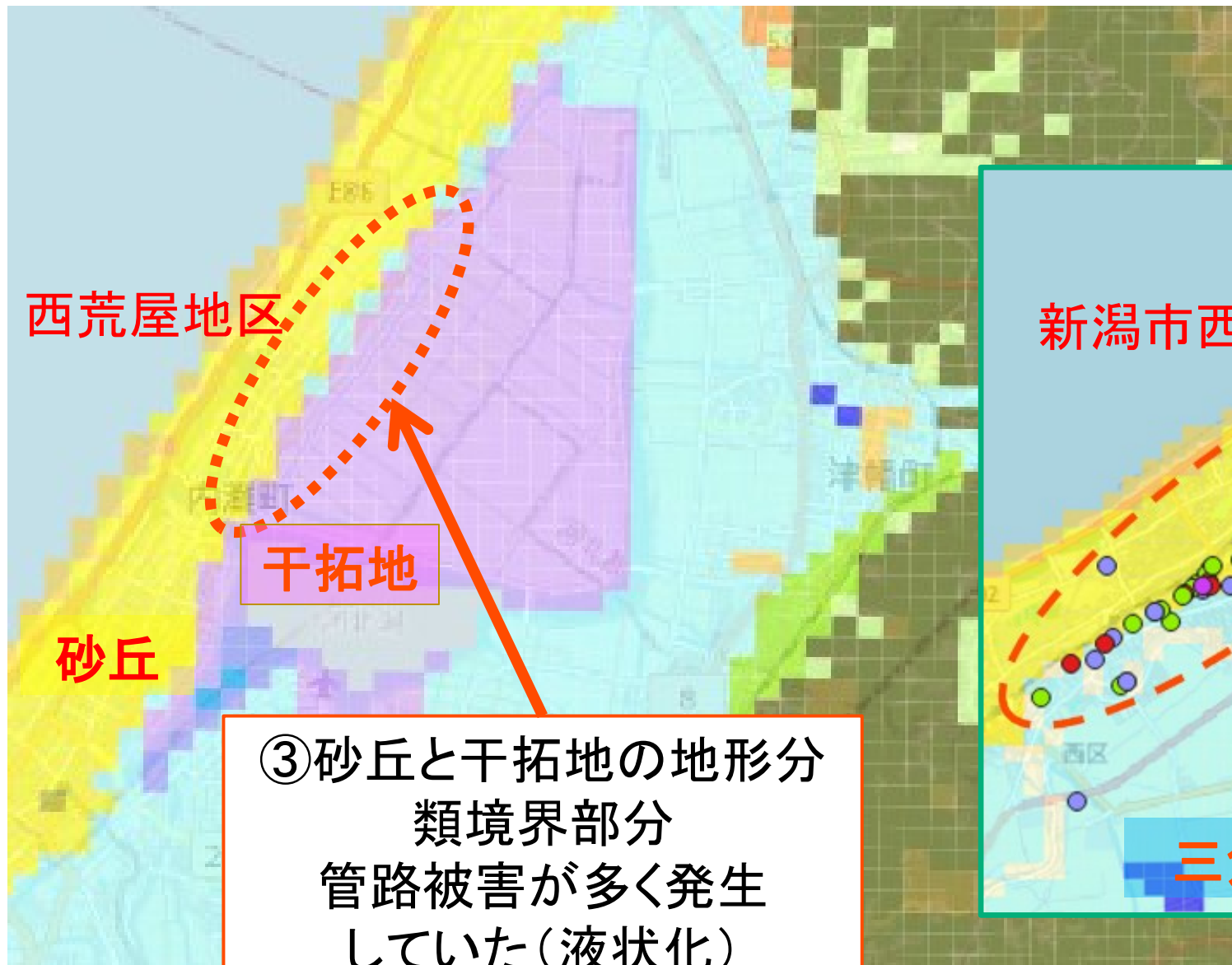
①砂丘と三角州・
海岸低地の地形
分類境界部分

②信濃川の
旧河道域、自然堤防

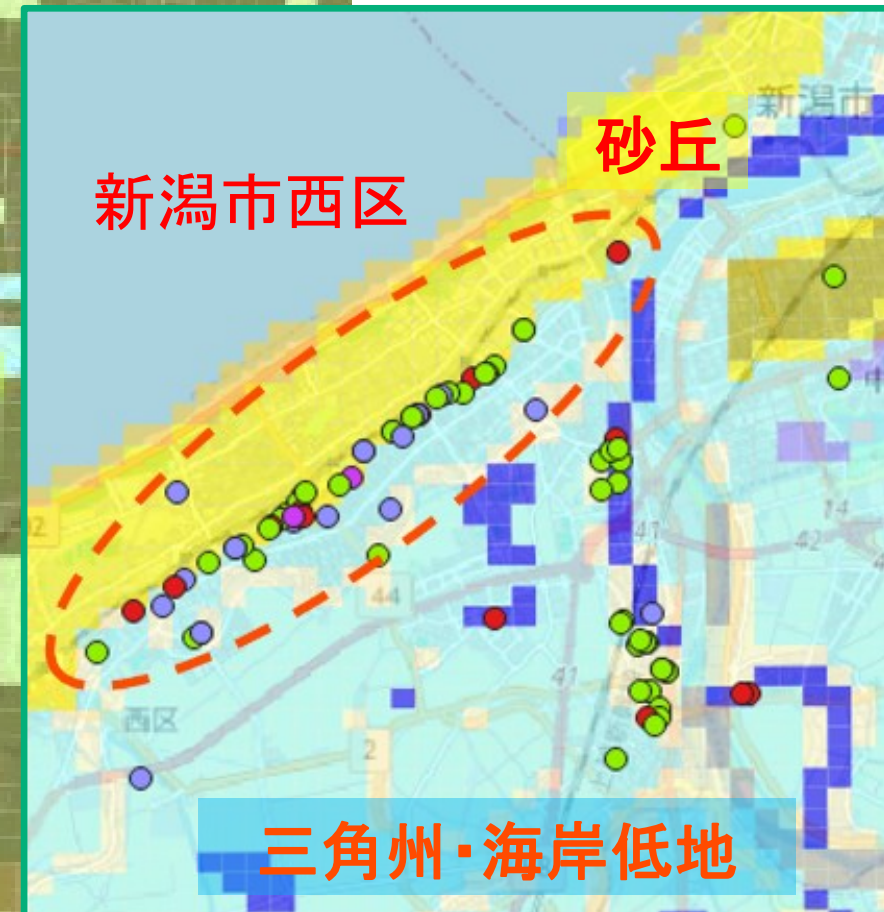
地形・地盤分類250mメッシュマップ
(地震ハザードステーション)

類似の液状化被害傾向(石川県内灘町)

- 1 山地
- 2 山麓地
- 3 丘陵
- 4 火山地
- 5 火山山麓地
- 6 火山性丘陵
- 7 岩石台地
- 8 砂礫質台地
- 9 口ム台地
- 10 谷底低地
- 11 扇状地
- 12 自然堤防
- 13 後背湿地
- 14 旧河道
- 15 三角州・海岸低地
- 16 砂州・砂礫州
- 17 砂丘
- 18 砂丘・砂州間低地
- 19 干拓地
- 20 埋立地
- 21 礫・岩礁
- 22 河原
- 23 河道
- 24 湖沼



③砂丘と干拓地の地形分類境界部分
管路被害が多く発生していた(液状化)



◆地形区分に基づく液状化の発生傾向

液状化の発生傾向の強弱	250mメッシュの微地形分類
	埋立地、砂丘末端緩斜面、砂丘・砂州間低地、旧河道・旧池沼 ②
	① 干拓地、自然堤防、三角洲・海岸低地 ③
	砂州・砂礫洲、後背湿地、扇状地（傾斜＜1/100）、谷底低地（傾斜＜1/100）、河原（傾斜＜1/100）
	砂丘（末端緩斜面以外）、扇状地（傾斜≥1/100）、谷底低地（傾斜≥1/100）、河原（傾斜≥1/100）
	山地、山麓地、丘陵、火山地、火山山麓地、火山性丘陵、岩石台地、砂礫質台地、火山灰台地、礫・岩礁

①:新潟市の事例
②:新潟市の事例
③:内灘町の事例

注意：水部（河道、湖沼）については、陸部がないことから液状化の発生傾向を評価しない。

国土交通省「国土数値情報」ダウンロードサイト

<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>

- | | |
|-------------|-----------|
| ●土砂災害警戒区域 | ●地すべり防止区域 |
| ●急傾斜地崩壊危険区域 | ●津波浸水想定 |
| ●高潮浸水想定区域 | ●災害危険区域 |

土砂災害警戒区域、地すべり防止区域、急傾斜地崩壊危険区域など**危険区域情報**のshapeデータが公開されており、QGIS上で水道施設位置情報と重ね合わせることが可能。

2 水管橋の点検

水道施設の新たな点検手法等に関する研究 (Aqua-Bridgeプロジェクト)

水道施設の新たな点検手法等に関する研究（Aqua-Bridge）

発足の背景

和歌山市六十谷水管橋崩落事故を契機として、、、

- ・ 水道事業体における水管橋点検の課題が顕在化
- ・ 国土交通省で水管橋点検に関連した省令改正の動き

研究目的

- ① ドローン等新技術の実用性や課題点の整理
- ② 新技術を活用した点検手法等に係る事例集の作成

研究期間

令和4年10月～令和6年3月まで

水管橋点検の現状

資料 1. 記録類例

水管橋等点検記録表

			点検日	年 月 日	
所属/受託者			担当者		
水管橋等の名称			水管橋等台帳番号		
種 別	点 検 項 目		評 価		
上部工主構部	漏水の有無		☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
	外面塗装の状況（剥離、発錆）		☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
	変形の有無及び腐食		☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
上部工 付 属 設 備	空気弁	漏水の有無	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
		外面塗装の状況（剥離、発錆）	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
		変形の有無及び腐食	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
		空気弁断熱材の損傷	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
	伸縮管	漏水の有無	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
		外面塗装の状況（剥離、発錆）	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
		変形の有無及び腐食	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
		伸縮管の変位状況	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
	リングサポート	外面塗装の状況（剥離、発錆）	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
		変形の有無及び腐食	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
	サドルサポート	外面塗装の状況（剥離、発錆）	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
		変形の有無及び腐食	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
	添架	外面塗装の状況（剥離、発錆）	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
		変形の有無及び腐食	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
	落橋防止構造	外面塗装の状況（剥離、発錆）	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
		変形の有無及び腐食	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
	歩廊	外面塗装の状況（剥離、発錆）	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
		変形の有無及び腐食	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
	進入防止柵	外面塗装の状況（剥離、発錆）	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
		変形の有無及び腐食	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
支 承	支承機能（スライド状況）	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N	
	変形の有無及び腐食	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N	
	アンカーボルトの変形及び腐食	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N	
	調整モルタルの状況（割れ、隙間）	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N	
	沓座面のコンクリートの状況	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N	
	コンクリートのひび割れ、鉄筋の露出	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N	
下 部 工	橋 台	沈下の有無	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
		コンクリートのひび割れ、鉄筋の露出	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
	橋 脚	傾きの有無	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
		外面塗装の状況（剥離、発錆）	☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
管理用地	フェンス、無断使用、不法投棄等		☐ A	☐ B	☐ C ☐ D ☐ N
特記事項 (評価A、B、Nの場合)			修繕依頼をする場合		
			担当部門：		
評価の記入方法 A：損傷に著しい箇所があり、早急な修繕工事が必要（具体的状況を記入） B：詳細調査を実施し、修繕工事等の必要性の検討が必要（具体的状況を記入） C：今後継続して損傷調査が必要 D：現状では大きな問題はない N：未点検又は不明（具体的理由を記入）					監督員



支持金具



支持金具



支持金具

水管橋点検の現状

現状で水管橋点検をするうえでの主な課題

アーチ部など高所の部材や下部工、水管橋そのものに接近できない場合など、**目視が困難な箇所**があること

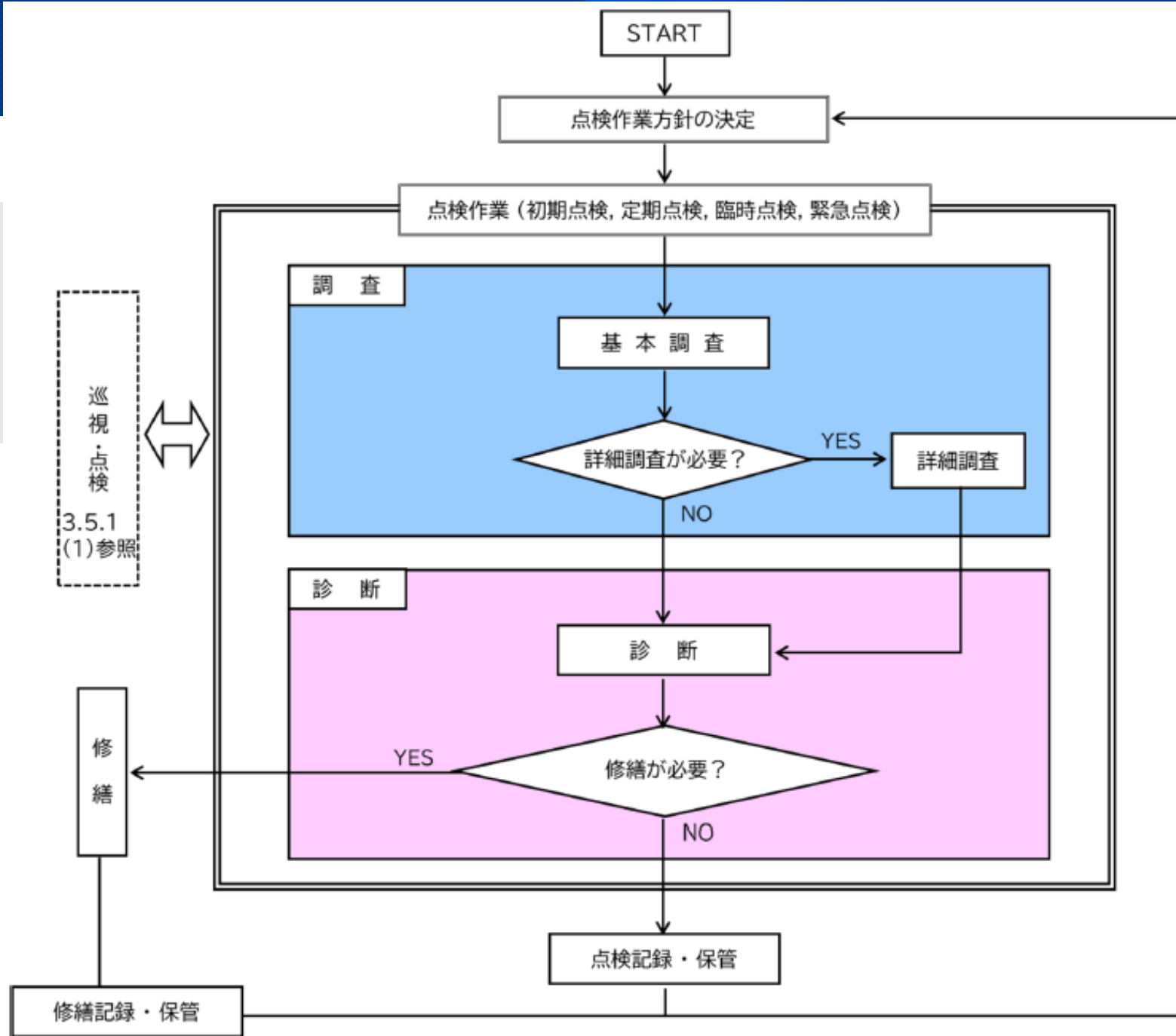
ドローンを導入する（活用を続ける）うえでの主な課題

- ・ 導入によりどのような**効果が得られるか**分からない
- ・ ドローン点検業務を発注するための**必要な基準や仕様、金額の妥当性**が分からない
- ・ 直営でのドローン点検における**人材の確保や操作難易度**

ガイドラインの概要

～3.5.2 水管橋及び橋梁添架管～

事故から得られた教訓に基づき、水管橋等における点検を含む維持・修繕手法等の考え方を体系的に整理



※国土交通省作成

実証実験報告

Skydio 2



(223mm×273mm×74mm)

Skydio X2E



(663mm×569mm×211mm)

MATRICE 300 RTK



(810mm×670mm×430mm)

ELIOS 3



(480mm×480mm×380mm)

実証実験報告（パイプビーム形式）

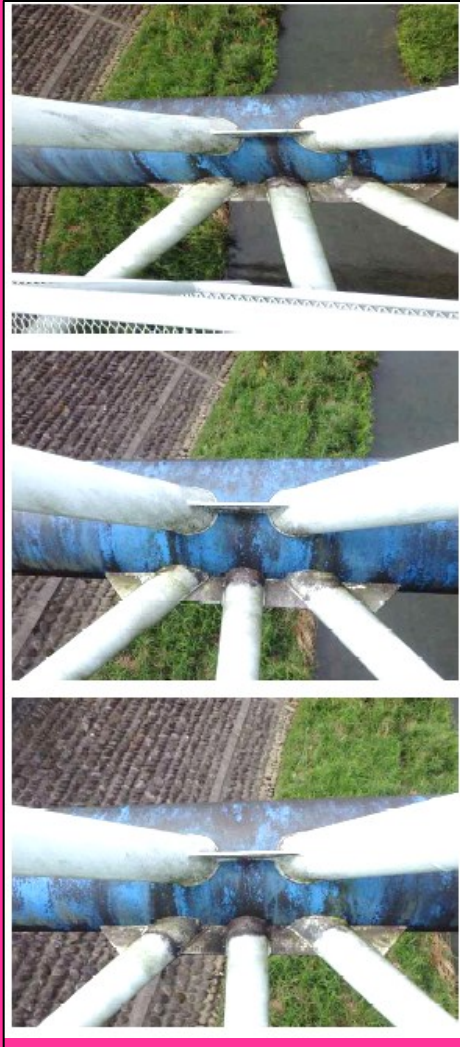


実証実験報告（トラス補剛形式）



実証実験報告（トラス補剛形式）

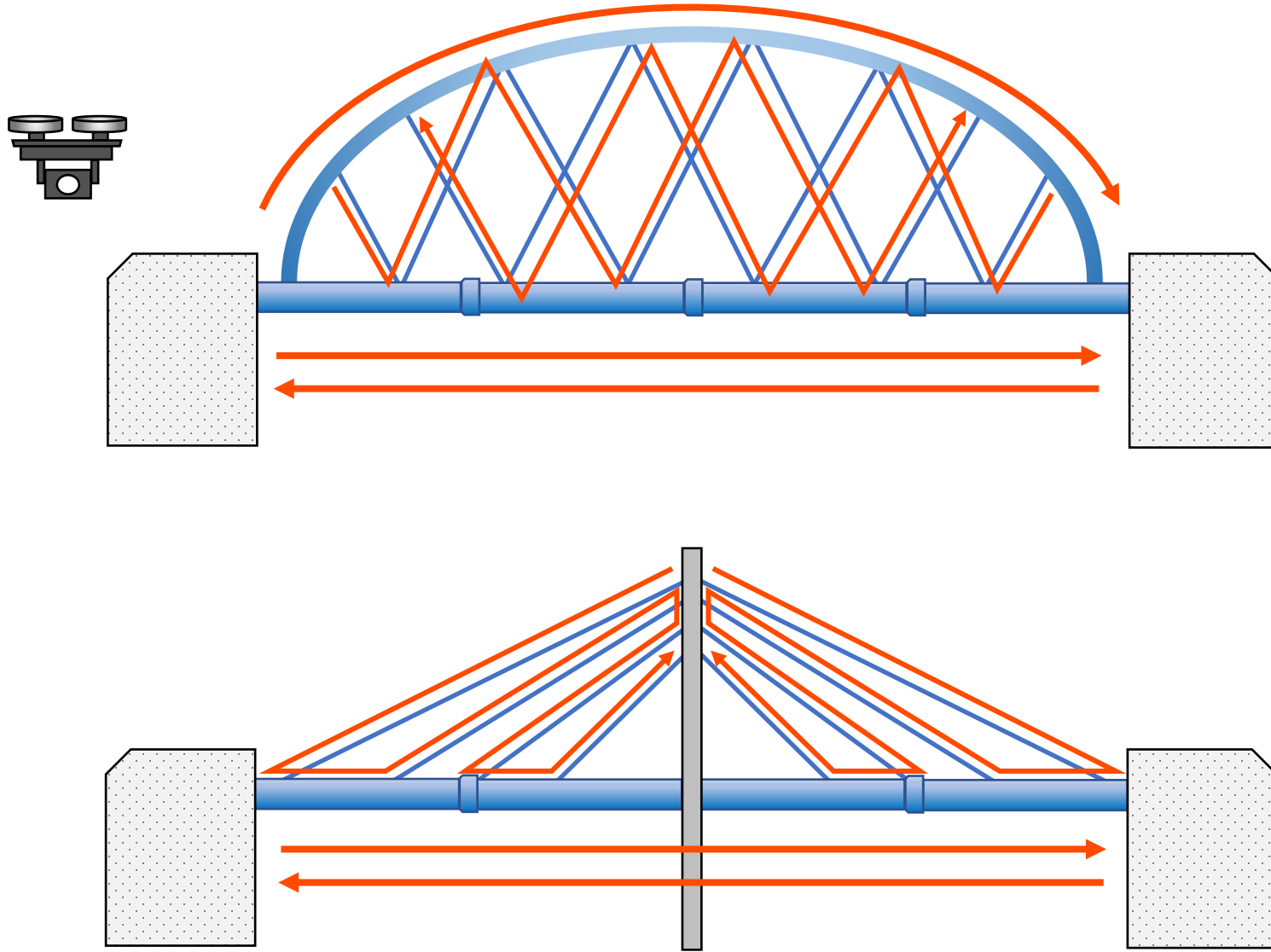
歩廊から撮影



ドローンにより撮影



実証実験報告（アーチ補剛形式、斜張橋形式）



実証実験報告（アーチ補剛形式、斜張橋形式）



実証実験報告（橋梁添架形式）

①



②



③



橋梁添架管

① $\phi 300$ 、186m

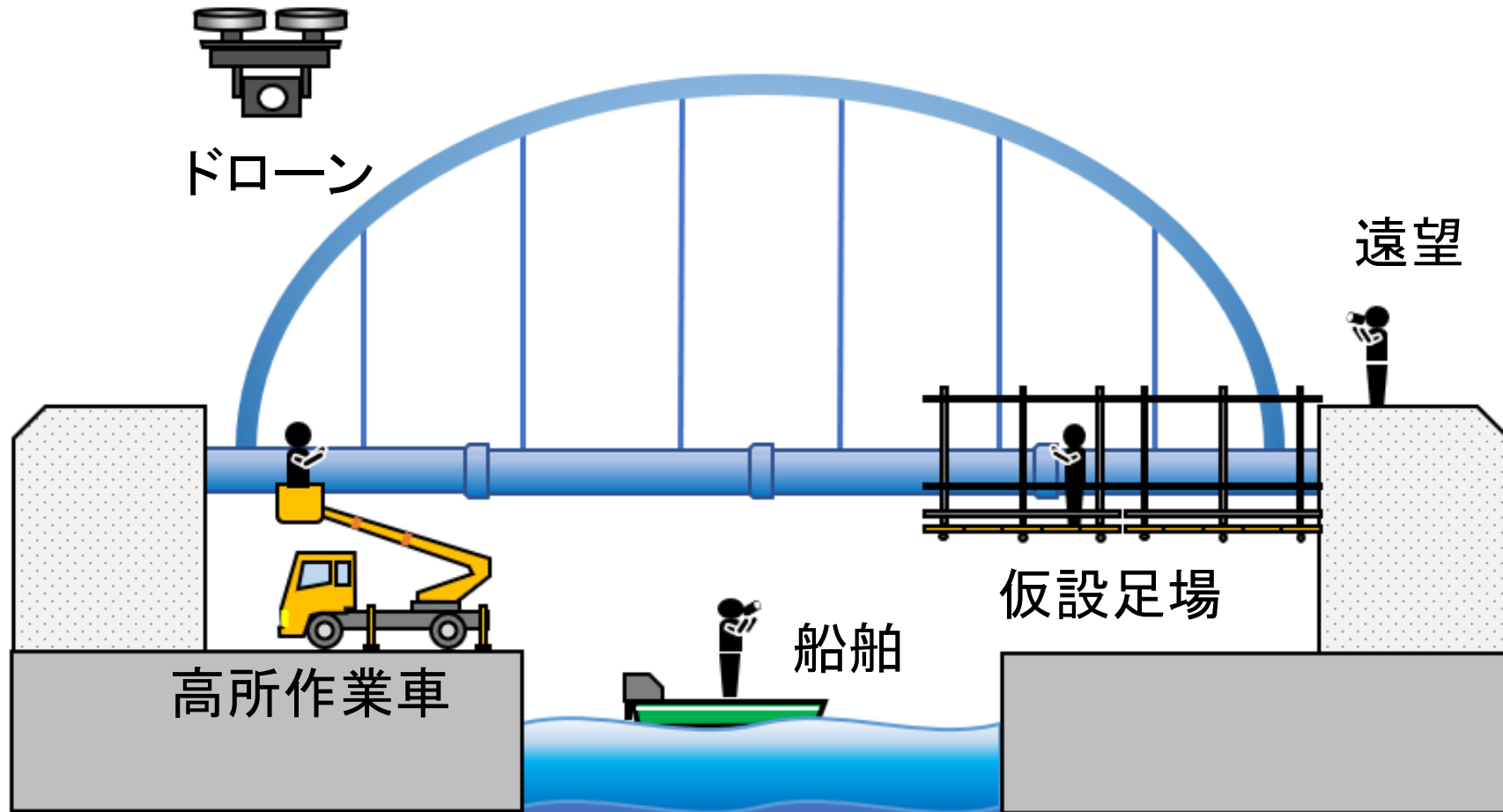
② $\phi 300$ 、272m

③ $\phi 500$ 、310m

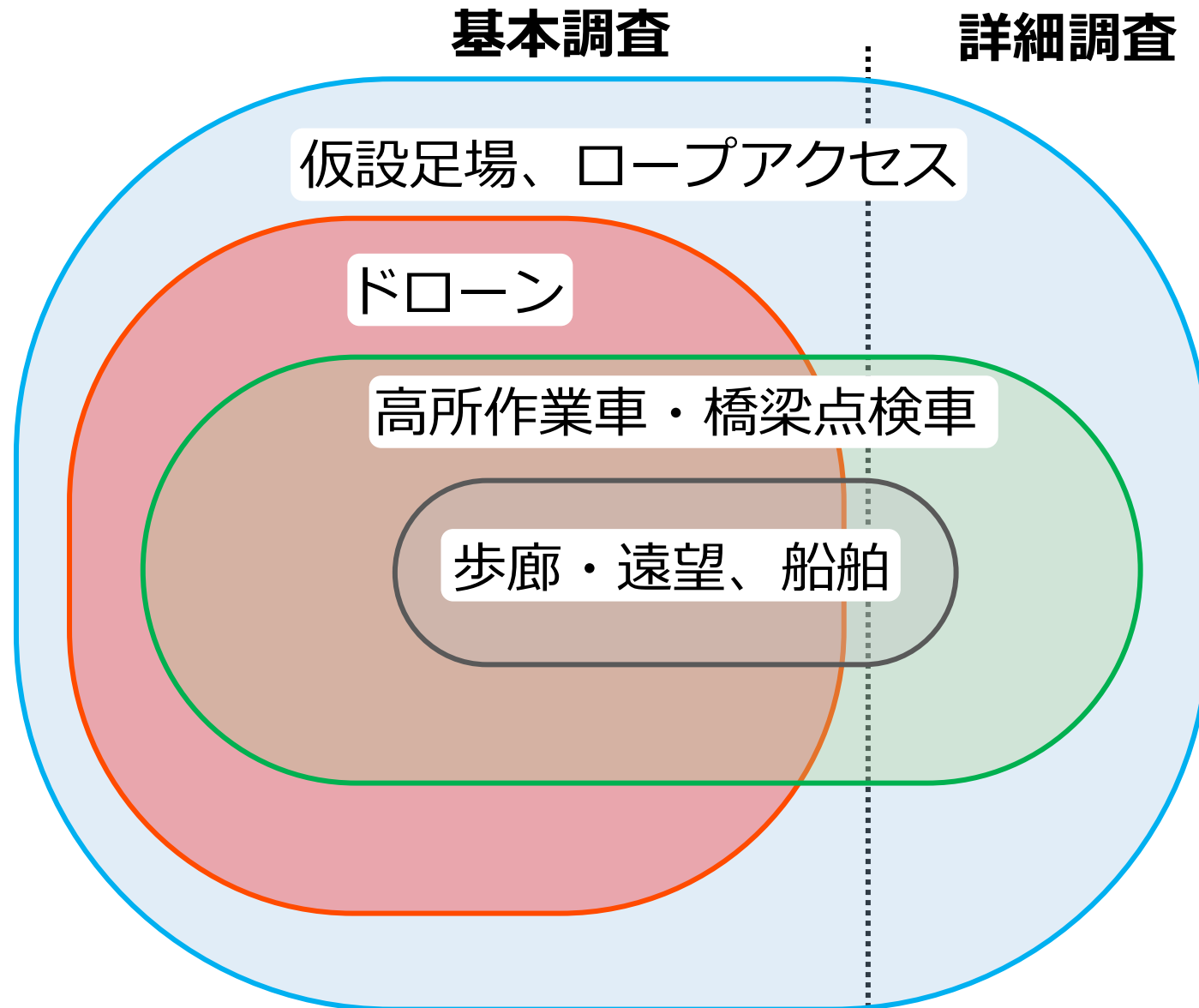
実証実験報告（橋梁添架形式）



水管橋の主な点検手法



検討内容



※現場環境等の条件によって、必ずしも記載の範囲とはならないケースがある。

【ドローン点検の主な優位点】

- ・歩廊等から不可視の箇所を含め、**ほぼ網羅的に調査可能**
- ・健全部を含めて撮影できるため、**経年変化の比較が容易**
- ・足場等の**設備が不要**で、現場作業は**比較的短時間**

- 基本調査の観点でスクリーニングを行う
- 触診・打音や詳細調査が必要な箇所を絞る

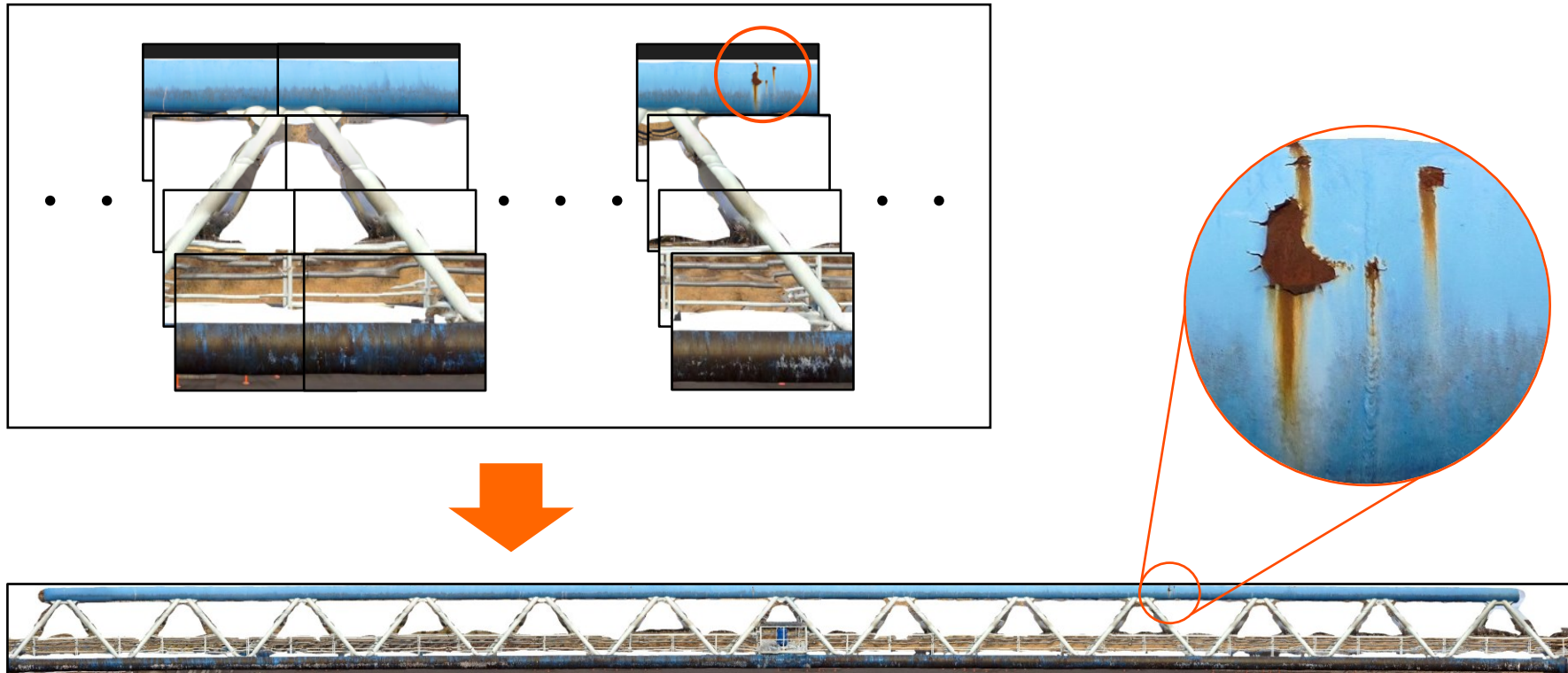
【関連する主な課題】

- ・**狭隘箇所**などは調査が困難な場合もある
- ・データ容量が大きく取得データの**保管方法に工夫が必要**

オルソモザイク画像

複数の画像を合成したシームレスな画像

どの部分を見ても正面からの視点で見える（正射投影）



画像の圧縮（参考）



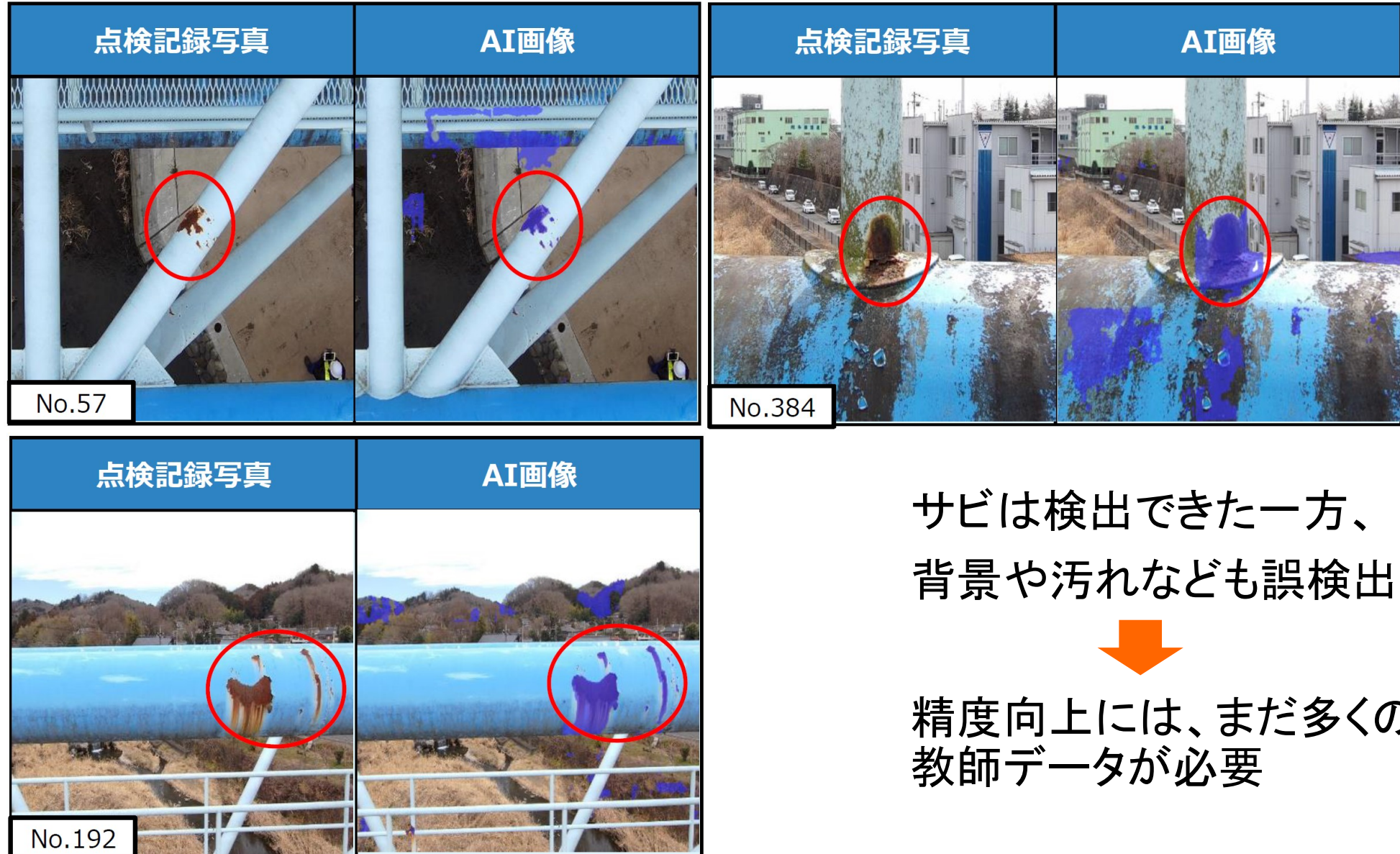
4K

4.56 GB

フルハイビジョン

2.70 GB

AIの活用



サビは検出できた一方、
背景や汚れなども誤検出



精度向上には、まだ多くの
教師データが必要

成果報告書

水管橋の点検と維持・修繕の関連情報、ドローン等を活用した
実証実験結果と検討結果、事例および技術情報をとりまとめた成
果報告書は当センターホームページに掲載済み

目次

第1章. 水管橋の点検と維持・修繕に関する現況

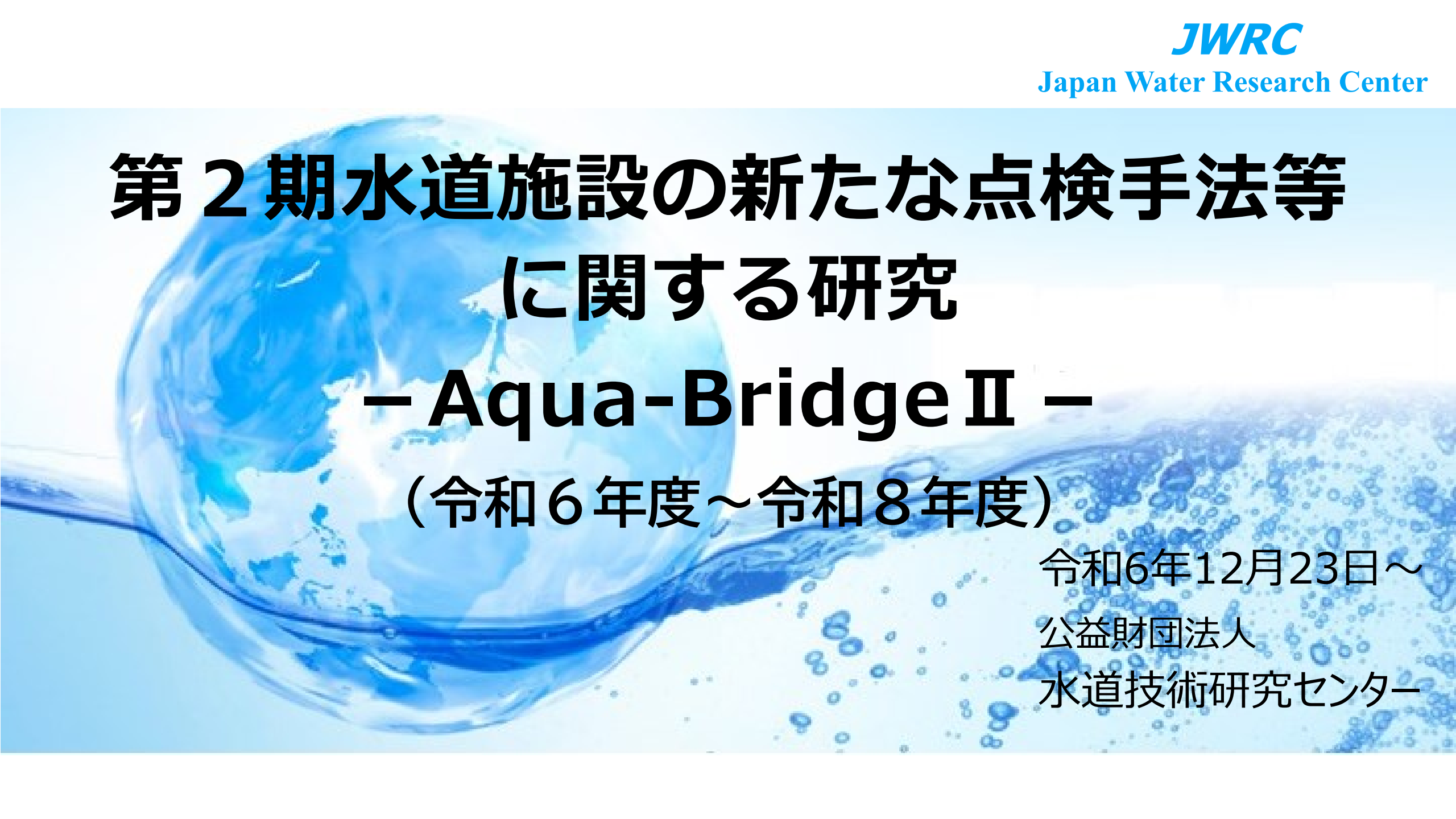
第2章. ドローンについて

第3章. ドローン等を活用した水管橋点検

第4章. ドローン等を活用した水道施設の点検手法
等に係る事例集

第5章. 企業技術情報





第2期水道施設の新たな点検手法等 に関する研究 — Aqua-BridgeⅡ — (令和6年度～令和8年度)

令和6年12月23日～
公益財団法人
水道技術研究センター

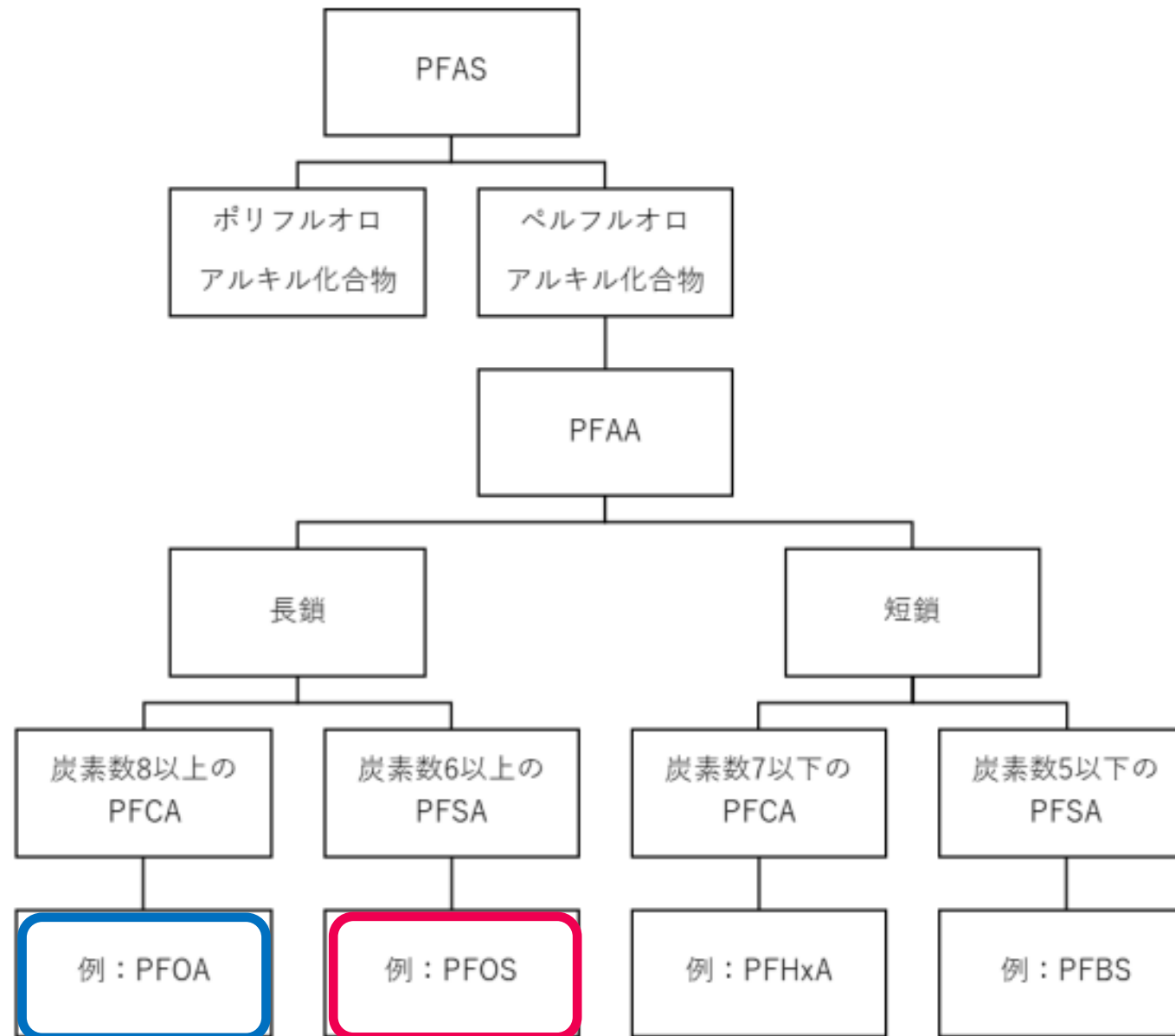
出典：水道施設の点検を含む維持・修繕の実施に関するガイドライン



成果目標 点検データの有効な保管方法をまとめた事例集の作成 及び水管橋の修繕方法の例示

3 PFAS関係

有機フッ素化合物について



参考図 PFAS 体系図 (Brennan et al., 2021)

水道水質基準（有機塩素化合物の例）

テトラクロロエチレン	0.01mg/L以下
トリクロロエチレン	0.01mg/L以下



0.01mg/L以下 → 10 μ g/L以下 → **10,000ng/L以下**

水質管理目標設定項目

PFOS及びPFOA	PFOS及びPFOAの量の和として 0.00005mg/L以下（暫定）
------------	--



0.00005mg/L以下 → 0.05 μ g/L以下 → **50ng/L以下**

* 10,000ng/50ng → 単純計算では、200倍厳しい濃度レベルである

PFOS・PFOAの主な用途など

正式名称 と 主な用途

- ピーフォス
- **PFOS** ペルフルオロオクタンスルホン酸
(Perfluorooctane sulfonic acid)

主な用途 ^{あわ}メツキ処理剤、泡消火薬剤 など

- ピーフォア
- **PFOA** ペルフルオロオクタン酸
(Perfluorooctanoic acid)

主な用途 ^{はっすいざい}撥水剤、界面活性剤 など

(参考3) 泡消火剤(PFOS含有量の例)

【ライトウォーターの製品名、型式番号およびPFOS含有量】

1. FC-3031	(泡第5 1～7号)	PFOS含有量	約1%
2. FC-3033	(泡第5 3～5号)	同	約2%
3. FC-3103	(泡第6 0～2号)	同	約1%
4. FC-3104	(泡第6 0～5号)	同	約0.5%
5. FC-3073	(泡第8～1号)	同	約1%
6. ATCFC-3035	(未検)	同	約1%
7. ATCFC-600	(未検)	同	約1%

PFOS含有量 約2%

(例)

泡消火剤入りのポリタンク1個(容量20ℓ:PFOS含有量:約2%=約200億ng/ℓ)に含まれるPFOSを50ng/ℓまで希釈するために必要な水量は約800万m³

1日配水量を10万m³とすると、年間で配水量は約37,00万m³であるから、仮にポリタンク約4個分が配水に入ると、配水中のPFOS濃度が50ng/ℓを超える計算になる。



水道における PFAS の処理技術等に関する研究会

研究会の開催及び構成

研究会は令和4～5年度にかけて7回開催し、山村寛・中央大学人間総合理工学科教授を 座長、全国6事業体(大阪広域水道企業団、沖縄県企業局、京都市上下水道局、埼玉県企業局、阪神水道企業団、横浜市水道局)の職員を構成員、厚生労働省水道課及び国立保健医療科学院の担当官をオブザーバー、センターが事務局で実施。



水道における PFAS の処理技術等に関する資料集

2023 年(令和 5 年)11 月

水道における PFAS の処理技術等に関する研究会
(事務局:公益財団法人水道技術研究センター)

[p-ken_report_rev.pdf \(jwrc-net.or.jp\)](https://www.jwrc-net.or.jp/p-ken_report_rev.pdf)

表 25 処理技術のまとめ

処理技術	短鎖 PFAS 除去率	長鎖 PFAS 除去率	主な 残渣等	相対 コスト	備考
<u>粉末活性炭処理</u>	低	<u>中～高</u>	廃活性炭	<u>中程度</u>	・長鎖 PFAS を除去できる。 ・<u>断続的な使用に有効である。</u> ・他の処理工程の前段に添加する。
<u>粒状活性炭処理</u>	中	<u>高</u>	廃活性炭	中程度 <u>～高い</u>	・長鎖 PFAS を除去できる。 ・<u>頻繁に交換や再生する必要がある。</u> ・ろ過の後段が適している。
<u>イオン交換処理</u>	中～高	<u>高</u>	廃樹脂	中程度 <u>～高い</u>	・短鎖及び長鎖 PFAS を除去できる。 ・PFAS 除去目的でイオン交換樹脂が設計されている場合、<u>効果的に除去</u>できる。 ・ろ過の後段が適している。
<u>NF/RO 膜処理</u>	高	<u>高</u>	濃縮水	<u>高い</u>	・短鎖及び長鎖 PFAS を除去できる。 ・膜の寿命まで一貫した<u>除去率を維持</u>できる。 ・高濃度の PFAS を含む<u>濃縮水を処理</u>処分する必要がある。

「浄水処理におけるPFASの除去等に関する研究」について

「Aqua-PFAS」とは？

Aqua - **P**ractical, **F**easible and **A**dvanced **S**ystems
「水に関する実用的で実施可能な高度なシステム」を意味する。



発足式(令和6年8月28日)

「浄水処理におけるPFASの除去等に関する研究」における 成果目標(案)と主な検討課題(例)

【成果目標(案)】

一定濃度を超えてPFASが検出された事業体において参考となる実務的な手引き(仮称)の作成

【主な検討課題(例)】

- * PFASの種類等に対応した除去技術は？
- * (単なる「除去率」ではなく、)原水中のPFASの種類や時間経過による「除去性能(除去率など)や処理水のPFAS濃度」の変化は？
- * 「粒状活性炭やイオン交換樹脂」の交換時期は(破過する前に)？
- * 処理に伴う残留物の再生・処分方法は？
- * 汚染源の推定方法は(可能な範囲で)？

ご清聴ありがとうございました。

公益財団法人 水道技術研究センター (JWRC)

〒112-0004

東京都文京区後楽2-3-28 K.I.S 飯田橋ビル7F

電話：03-5805-0261～0264

FAX：03-5805-0265

e-mail：jwrcweb@jwrc-net.or.jp