

## 令和4年度

### 第2回 AI/Eye River (アイ・リバー) ワーキング

日 時：令和5年3月10日 金曜日

時 間：15:00～

場 所：札幌開発建設部 4階1号会議室

#### 次 第

- |    |             |           |        |
|----|-------------|-----------|--------|
| 1. | 開会挨拶        | 本局 河川管理課長 | 15:00～ |
| 2. | R4年度の取組について |           |        |
|    | 不法投棄検知      | 札幌河川事務所   | 15:05～ |
|    | 堤防点検        | 江別河川事務所   | 15:35～ |
|    | 樋門管内点検      | 空知河川事務所   | 16:05～ |
|    | ドローンによる堤防点検 | 寒地土木研究所   | 16:35～ |
|    | その他         | 本局 河川管理課  | 16:45～ |
| 3. | 閉 会         |           | 16:55～ |

令和4年度  
第2回 AI/Eye River(アイ・リバー)ワーキング 出席者名簿

日 時 : 2023年3月10日(金)

時 間 : 15:00~17:00

開催方法 : 参集

場 所 : 札幌開発建設部 4階1号 会議室

	所 属		役 職	氏 名	備 考
アドバイザー	北海道大学大学院	情報科学研究院	教授	小川 貴弘	
	寒地土木研究所	寒地水圏研究グループ 寒地河川チーム	上席研究員	大串 弘哉	
		寒地水圏研究グループ 水環境保全チーム	上席研究員	柿沼 孝治	
参加者	寒地土木研究所	技術開発調整監 寒地機械技術チーム	総括主任研究員	中島 淳一	
		寒地水圏研究グループ 寒地河川チーム	主任研究員	大石 哲也	欠
		寒地水圏研究グループ 水環境保全チーム	総括主任研究員	横山 洋	
			研究員	鈴木 朋子	
	北海道開発局 本局	河川管理課	課長	齋藤 大作	
			低潮線保全官	谷口 清	
			開発専門官	唐澤 圭	
			管理技術第1係長	大西 正容	
			老朽化対策係長	真野 拓司	
		機械課	機械施工専門官	田中 克彦	代理 設計係長 吉田 幸司
		デジタル基盤整備課	上席専門官	新井 貴司	欠
	札幌開発建設部	札幌開発建設部	河川管理推進官	藤倉 厚	
			河川整備保全課 治水専門官	橋本 拓弥	
		札幌河川事務所 計画課	課長	旭 峰雄	
			専門官	中西 淳	
			主任	竹瀬 真由美	
		江別河川事務所 計画課	計画課長	濱口 耕平	
			課員	上嶋 耕太	
		空知河川事務所 河川課	河川課長	成田 正則	欠
			課員	佐藤 佑香	

# 令和4年度 AI/Eye River(アイ・リバー) ワーキング(第2回)

日時; 令和5年3月10日(金) 15:00~  
場所; 札幌開発建設部 4階会議室



北海道開発局ホームページへはこちらから。



# 不法投棄検知



北海道開発局ホームページへはこちらから。



## 河川空間管理

### 目指す姿

・河川管理用CCTVカメラの映像をAIで解析し、不法投棄や設備の破損等を検知し、河川巡視や抑止対策等の効率化を図る

### 概要

- ・異常行為の検出技術により、人手で監視していた対応の一部自動化
- ・『河川空間利用実態調査』の一部自動化などの作業支援
- ・危険行為が頻発する箇所や季節や時間の精査により、河川管理の高度化・効率化

### ロードマップ

R3	R4	R5	R6	R7
<ul style="list-style-type: none"> <li>・自動解析実用化に向けた課題検討</li> <li>・既存CCTVカメラ画像の精度把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・視認性向上の検証、AIシステムの構築</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・検知率向上の方策検討</li> <li>・サーバスペックの検討</li> <li>・AIシステムの試行・検証、職員PC通知方法構築</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実用化に向けた試行・検証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・運用開始</li> </ul>

### Before

広い管理区域における不法投棄、危険行為を監視するため巡視員により2回/週の巡視を実施

#### 【河川巡視作業】

- ・巡視員が車で管内を巡視
- ・不法投棄を発見した場合は回収担当に連絡し撤去を依頼
- ・危険行為を発見した場合は、その場で注意喚起を行い、必要な場合は関係機関に連絡



#### Before 課題

- ・広い管内を一巡するのに多大な時間を要する。(豊平川一巡 2班で計約8時間)
- ・不法投棄や危険行為の抑止対策(巡視)の効果が限定的(2回/週 日中のみ)

### After

・巡視に加え、一部を河川管理用CCTVカメラ及びゴミ投棄が多い橋近辺に簡易カメラを設置し異常をAIで解析して管理者に通知



#### After 効果

- ・巡視箇所の縮減による巡視の効率化
- ・早期発見・早期対応による被害拡大の防止

職員

AI解析：一定時間留まっている物体を「ゴミ」とみなす



#### 【結果】

- ・物体探知のためのアルゴリズムYOLOに決定
- ・AI解析方法の決定

#### 【今後の検討】

- ・小さな対象物検知及び検知率向上の検討
- ・運用体制の検討

#### 【令和4年度のとり組み】

- ・アルゴリズムYOLOによる物体探知
- ・MSCOCO教師データ活用し検出率の向上
- ・静止画によるAI解析

## ○物体検知AIの検討結果

## ○次年度以降検討

- ・公開されている学習済みモデルを利用したゴミの検出
- ・運用イメージ
- ・【課題1】小さな対象物の検出
- ・【課題2】運用体制の検討
- ・ロードマップの見直し(R5年度に向けて)

# 物体検知AIの検討結果

- SSDとYOLOで巡視記録、定点カメラの画像からゴミを検出した結果、YOLOの方が高い検出率となった為今後の検証はYOLOで実施する。

## 【巡視記録】

アルゴリズム	検出 (検知率)	未検出 (未検知率)	誤検出 (誤検知率)
SSD	39(39%)	59(59%)	2(2%)
YOLO	73(73%)	26(26%)	1(1%)

SSDよりYOLOが検知率が高い

※未検知：検知できなかったテストデータ

## 【定点カメラ】

アルゴリズム	検出 (検知率)	未検出 (未検知率)	誤検出 (誤検知率)
SSD	5(50%)	5(50%)	0(0%)
YOLO	8(80%)	0(0%)	2(20%)

SSDよりYOLOが検知率が高い

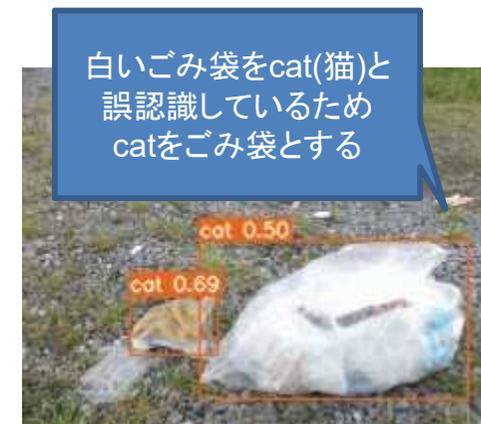
YOLOの未検知率は0%

# 公開されている学習済みモデルを利用したゴミの検出

- MS COCO (Microsoft Common Objects in Context)  
20万以上の画像、91カテゴリ、150万以上のアノテーションデータを纏めたデータセット。  
カテゴリにbicycleとmotorcycleがあり、自転車に関しては自前の教師データと公開されているMS COCOの教師データを併用することで検出率の向上を目指す。  
また、他のカテゴリについても誤認識率が高いカテゴリが見つかった場合には、その物体をゴミと判定することで検出率を上げる。

上位カテゴリ	カテゴリ										
person	Person										
vehicle	Bicycle	car	motorcycle	airplane	bus	train	truck	boat			
outdoor	traffic light	fire hydrant	street sign*	stop sign	parking meter	bench					
animal	bird	cat	dog	horse	sheep	cow	elephant	bear	zebra	giraffe	hat*
accessory	backpack	umbrella	shoe*	eye glasses*	handbag	tie	suitcase				
sports	frisbee	skis	snowboard	sports ball	kite	baseball bat	baseball glove	skateboard	surfboard	tennis racket	
kitchen	bottle	plate*	wine glass	cup	fork	knife	spoon	bowl			
food	banana	apple	sandwich	orange	broccoli	carrot	hot dog	pizza	donut	cake	
furniture	chair	couch	potted plant	bed	mirror*	dining table	window*	desk*	toilet	door*	
electronic	tv	laptop	mouse	remote	keyboard	cell phone					
appliance	microwave	oven	toaster	sink	refrigerator	blender*					
indoor	book	clock	vase	scissors	teddy bear	hair drier	toothbrush	hair brush*			

※ \*は現在定義がなく、今後追加予定の項目



## R5年度以降の詳細検討事項

○ AIを利用したごみ検出の運用案について下記に示す。



■ 札河職員は事務所PCで確認



③EXCELファイルに記載がある場合には 静止画やリアルタイムのカメラ動画から ごみの有無を判断する。

解析時刻	場所	物体名	経過時間	画像
2020/2/3 10:00	8号床上	自転車	2:00	

# 【課題1】小さな対象物の検出

R5年度以降の詳細検討事項

○河川監視カメラから距離が遠く、対象物が小さい場合は検出精度が著しく下がるため、検出精度向上の対策を講じる必要がある。

## ① CCTVカメラ画像の自動巡回～対策1

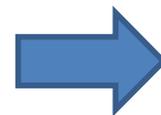
CCTVカメラのプリセット自動巡回機能により、定期的に重点監視箇所をズーム撮影  
→近年整備された北海道開発局(本局)のカメラ管理サーバには、プリセット自動巡回機能がないため不可。

## ② 静止画画像の活用～対策2

画像に対してソフトウェアにより拡大やノイズ除去、色補正等の前処理を行い、認識率の向上を図る。



河川監視カメラの画像



ソフトウェアによる画像処理(参考)  
(拡大のみ。鮮明化は行っていない。)

# 【課題1】小さな対象物の検出

R5年度以降の詳細検討事項

## ③ 補助カメラによる監視～対策3

不法投棄が多い場所に補助カメラを設置し、定周期で撮影した画像を用いてAI解析を行う。  
 補助カメラは国土交通省が「革新的河川技術プロジェクト（第3弾）」で検討している、簡易型河川監視カメラが有効であると考えられる。

※簡易型河川監視カメラ（技術仕様より）

- ・ 型式：屋外設置型固定カメラ
- ・ 画質：HD画質（1280×720画素）以上（静止画、動画）
- ・ 最低被写体照度：0.5ルクス程度（月明かり程度）
- ・ 電源方式：ソーラーパネルによる太陽電池駆動
- ・ 通信方式：LTE通信等による無線通信
- ・ 価格：カメラ本体価格30万円/台以下

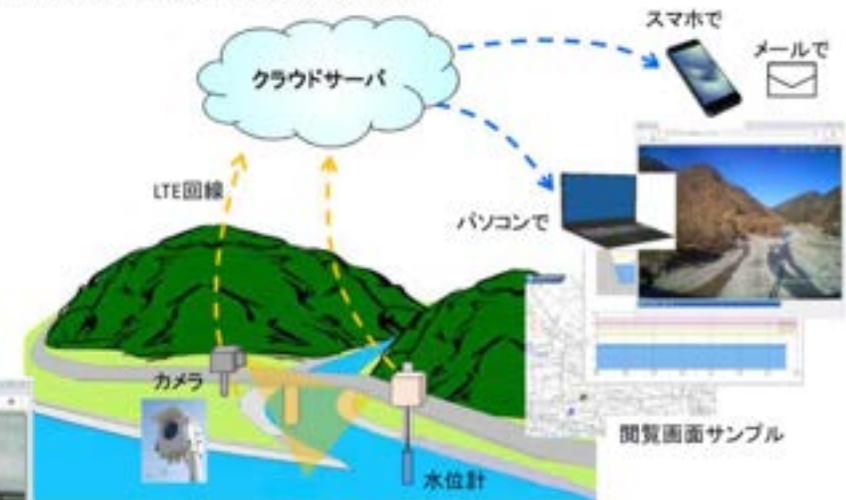
### 《留意点》

公衆回線を用いた通信方式のため、北海道開発局のネットワークに取り込むための検討が必要となる。  
 （光ネットワークへの接続やセキュリティに関する検討等）



### ■簡易型河川監視カメラの概要

簡易型河川監視カメラは、カメラ、LTE携帯回線、電源等全てがコンパクトになっており、常時監視だけでなく、災害発生時の緊急監視や公共施設等の簡易監視にも適用可能です。また、危機管理型水位計との連携も可能です。



簡易型河川監視カメラの概要  
 （国土交通省HPより）

※参考:「革新的河川技術プロジェクト(第3弾)」(簡易型河川監視カメラの検討)

[https://www.mlit.go.jp/river/gijutsu/innovative\\_project/project3.html](https://www.mlit.go.jp/river/gijutsu/innovative_project/project3.html)

# 【課題2】運用体制の検討

## R5年度以降の詳細検討事項

- 学習時に必要としたGPUのメモリサイズを下記に示す。  
今回の検証では、最終的に解像度「640x640」バッチサイズ「8」で学習を行った。

解像度	バッチサイズ	メモリサイズ
320x320	8	2.25GB
320x320	16	3.14GB
320x320	32	5.47GB
320x320	64	実行不可
640x640	2	2.57GB
640x640	4	4.79GB
640x640	8	5.65GB
640x640	16	実行不可
1280x1280	2	5.69GB
1280x1280	4	実行不可

# 【課題2】運用体制の検討

## R5年度以降の詳細検討事項

### ○ 検証時マシンスペック～対策

AIの検証には下記のマシンスペックの環境を使用した。

GPUのメモリは最低8GB以上必要であり、

認識率をあげるには更に高スペックのマシン環境が必要となる。

デバイス	詳細
CPU	Intel® Core™ i9-9900K CPU @ 3.60GHz
MEMORY	32GB
GPU	NVIDIA Quadro RTX 4000 (8GB)
HD	NVMe Samsung SSD 970 (500GB)

画像をAIで解析する際には、多少時間はかかるが仮想メモリ(HD)で行うことも可能なため解析用のマシンは低スペックのマシンを用意し、学習が必要な時のみクラウドを利用する運用又はランニングコストを考慮しクラウドによる解析・学習の運用を検討

- ・ 昨年度（R3）末時点でのロードマップ

R3	R4	R5	R6	R7
<ul style="list-style-type: none"> <li>・自動解析実用化に向けた課題検討</li> <li>・既存CCTVカメラ画像の精度把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・視認性向上の検証、AIシステムの構築</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・AIシステムの試行・検証、職員PC通知方法構築</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実用化に向けた試行・検証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・運用開始</li> </ul>



- ・ 今年度（R4）末 見直しロードマップ

R3	R4（今年度実施）	R5	R6	R7
<ul style="list-style-type: none"> <li>・自動解析実用化に向けた課題検討</li> <li>・既存CCTVカメラ画像の精度把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・視認性向上の検証、AIシステムの構築</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・検知率向上の方策検討</li> <li>・サーバスペックの検討</li> <li>・AIシステムの試行・検証、職員PC通知方法構築</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実用化に向けた試行・検証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・運用開始</li> </ul>

- ・検知率向上の方策検討  
「小さな対象物の検知」項に記載した内容の検討を実施する。
- ・サーバスペックの検討  
北海道開発局(本局)に整備するサーバマシンスペックの検討を行う。

# 堤防点検

(堤防天端舗装の変状把握)

## 江別河川事務所



北海道開発局ホームページへはこちらから。



# AI/Eye River ワーキング 堤防点検

## 堤防点検

### 目指す姿

AI技術を活用した堤防点検、河川巡視の高度化・効率化

### 概要

・河川巡視のパトロール車で撮影した動画をAIで解析し、堤防天端舗装の損傷の発見、記録、損傷レベル評価を自動化する

### ロードマップ

R1~R3	R4	R5	R6	R7
既存AI技術の活用による <u>堤防点検の効率化(有効性)</u> の検証 (天端舗装亀裂判断)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実用化に向け試行</li> <li>・検知精度の向上に向けた検討</li> <li>・堤防天端の亀裂以外へのAI活用点検の展開</li> <li>・従来手法との費用比較</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・精度向上のためのAI開発・改良</li> <li>・全区間実施した場合の費用、データ量等の検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・精度向上のためのAI改良</li> <li>・巡視要領等の改定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・RiMaDISとの互換性等の確認</li> <li>・R7末に実装(予定)</li> </ul>

※精度向上にあたってはメーカーとの調整が必要

### Before

**堤防天端舗装亀裂の発生・進行を発見するため、堤防点検では1年に1回、河川巡視では1コースあたり週に2回の巡視を実施**

#### 【堤防点検作業】

・徒歩で点検を行い、亀裂を発見した場合は計測を行い、変状の程度を評価する。

#### 【河川巡視作業】

・車両で巡視を行い、亀裂を発見した場合は計測、記録を行い、監督職員に報告する。



### Before 課題

- ・堤防点検では、長大な堤防を徒歩で行うため、多大な時間を要する。
- ・河川巡視では、車両から確認を行っているが見落としが発生する恐れがある。

### After

**・車載カメラで撮影した映像から亀裂の規模や位置をAIにより解析**



車載カメラにより堤防天端舗装を撮影



AIによる亀裂検出、亀裂幅解析

### After 効果

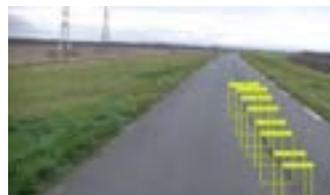
- ・堤防点検のスクリーニングに活用することで作業時間が縮減、効率化
- ・河川巡視への活用により、見落としの防止、他の巡視項目の品質向上

### 【令和3年度のとりくみ】

- ・AIによる堤防天端舗装上の縦断亀裂の自動検出
- ・自動検出に用いるデータの収集 (車両に取り付けたカメラでの撮影画像を約250枚収集)

### 【結果】

- ・収集データから約100枚使用し、精度を把握した
- ・縦断亀裂の割合が多い区間の検出率は約60%、亀甲状亀裂の割合が多い区間の検出率は約38%と低めであった
- ・画像上の色が濃い亀裂は、検出しやすい傾向にあった



### 【令和4年度の検討】

- ・亀裂の写り方 (色の濃度や亀裂位置) のパターンを増やし、精度向上を試みる
- ・亀甲状亀裂等、縦断亀裂以外に検出できる種類を増やす

### 【今後の検討】

- ・AIの検出精度の検討
- ・実用化に向けた課題の検討

# 堤防天端の舗装の亀裂

- 江別河川事務所管内では、石狩川の堤防延長43.1kmのうち39km、夕張川の堤防延長34kmのうち22.6kmの堤防天端がアスファルト舗装
- 点検等で亀裂等が確認されると、必要に応じて補修を実施



縦断亀裂



亀甲状亀裂



ポットホール

堤防天端の亀裂を放置すると、堤防の安定に支障が生じるとともに、車両や自転車等の通行時に、損傷したり転倒するおそれがある

# 堤防天端の変状把握の取組

- 堤防等の施設の状況を把握するため、点検や河川巡視を実施している

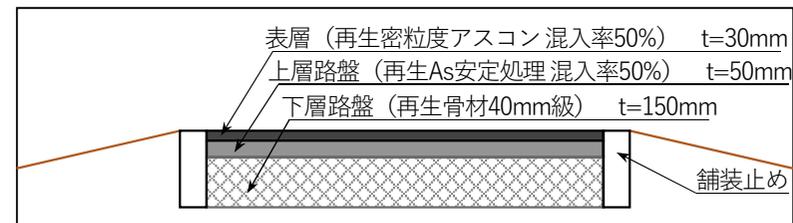
	点検	河川巡視
基準等		
目的		
頻度		
方法	徒歩等による目視	車などを活用し効率的に移動

※出水時及び出水後の点検、巡視については別途定められている。

# 点検

- 毎年出水期前の点検において、堤防の点検を徒歩により実施
- 堤防の天端の亀裂を確認した場合は、亀裂の深さや幅が大きい箇所を記録

	堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領	事務所基準 ※亀裂の深さで判断
異常なし	●変状なし	
要監視段階	●亀裂が発生しているが、堤防の機能に支障は生じていない。 ●軽微な補修を含む。	亀裂深さ：8cm未満 ※表層厚3cm アスファルト安定処理5cm
予防保全段階	— 急激に変状が進行することがあり、劣化の予測が困難	亀裂深さ：8cm以上23cm未満 ※表層厚3cm アスファルト安定処理5cm 路盤厚15cm
要措置段階	●亀裂により堤防の機能に支障が生じている。 ●亀裂がH.W.L 以下まで及んでいるなど。	亀裂深さ：23cm以上



天端舗装の施工断面例



天端舗装の亀裂の計測状況

# 河川巡視について

- 一般巡視は、河川の状況等を把握するために行い、車両等からの目視が主の巡視
- 目的別巡視は、詳細に状況等を把握すべきものを絞り、徒歩による目視を含む巡視

## 当事務所における週間巡視計画の例

月	1班：A	2班：B	
火	1班：C	2班：D	
水	1班：A	2班：目的別巡視	
木	1班：B	2班：目的別巡視	
金	1班：A	2班：C	3班：D

### ☆目的別巡視の例

- 土地の占用関係（一般、公園）
- 河道の状況（土砂の堆積状況）
- 河川管理施設の状況（天端舗装の亀裂）

※天端舗装の亀裂は年1，2回程度計測



天端舗装の亀裂の把握状況  
※点検時に要監視箇所印をつけ、経過観察

# 目的

- 河川管理を効率的に行うため、河川巡視において、堤防天端の状況をより高度かつ効率的に把握するため、AIによる堤防天端舗装の変状把握手法を検討する



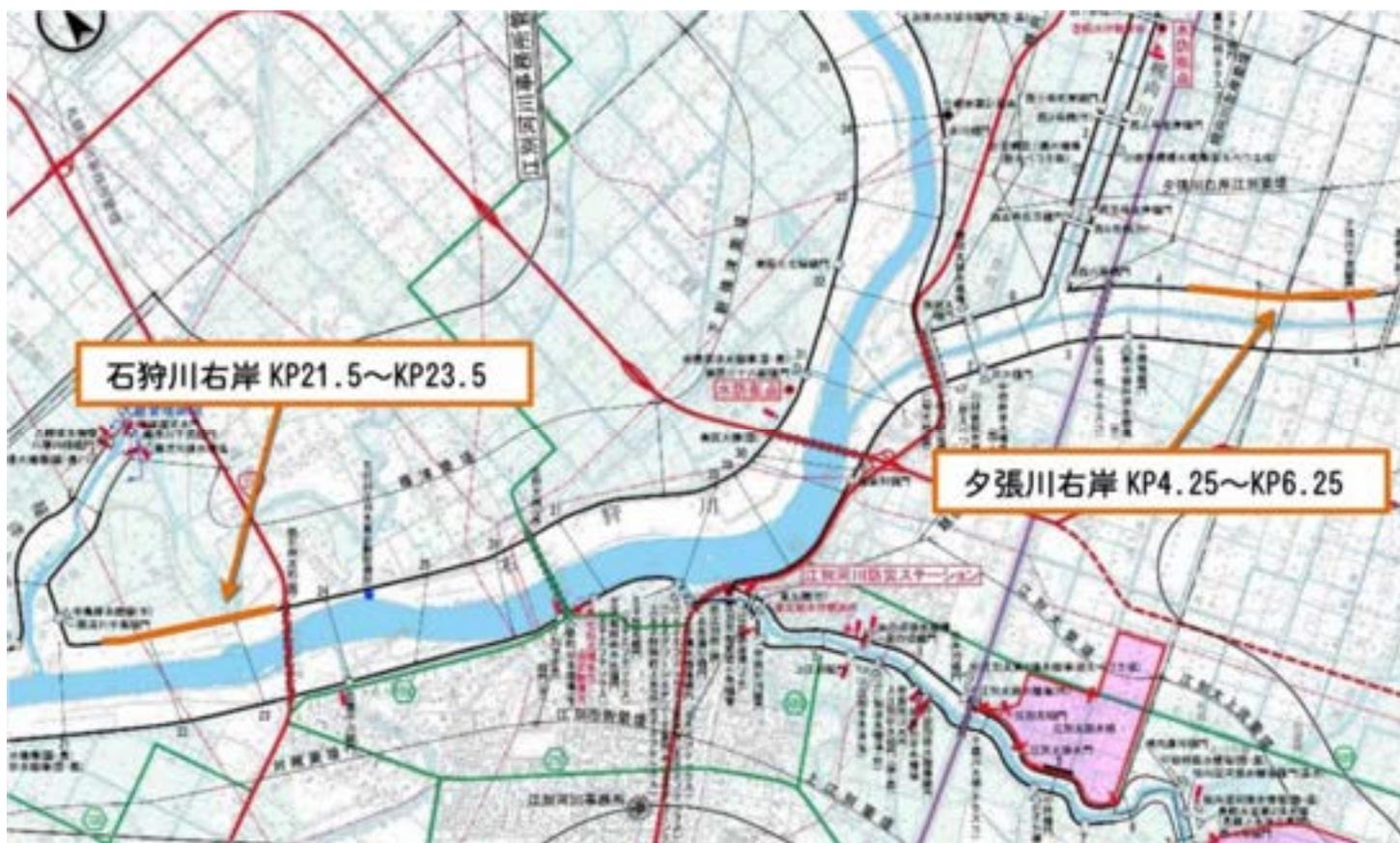
天端舗装の亀裂の把握状況  
※点検時に要監視箇所に印をつけ、経過観察



AIによる堤防天端の損傷の把握の表示例

# 対象

- 本検討では、石狩川 2 km、夕張川 2 km の計 4 km を対象として、試行した。



※工事車両の通過等の影響で一時的に損傷が激しい

# 方法

画像データの取得

車両に専用ドライブレコーダーを取り付け  
走行時速は15km/h（河川巡視車両の走行速度を考慮）  
路面状況や植生等の撮影条件を記録

既存のソフトウェア  
による解析

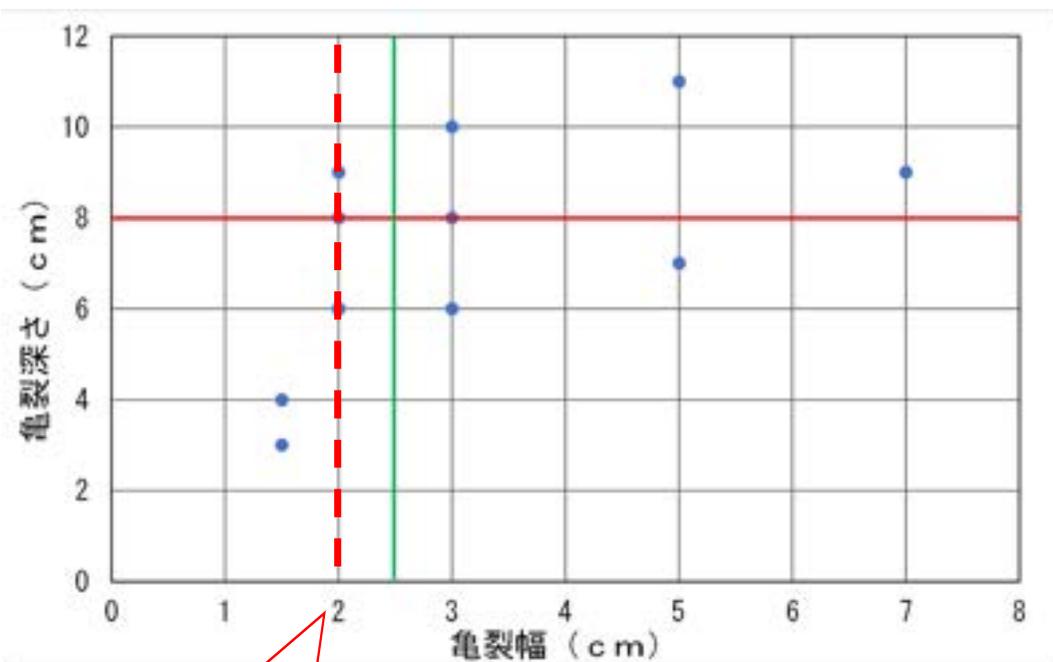
縦断亀裂、亀甲状亀裂、ポットホール検出・識別に対応  
縦断亀裂の幅が計測できるもの  
→くるみえ for AirPort 及び くるみえ for Cities を採用

解析結果の解析  
効率化の検証

堤防天端をモニタリングするための  
指標を設定

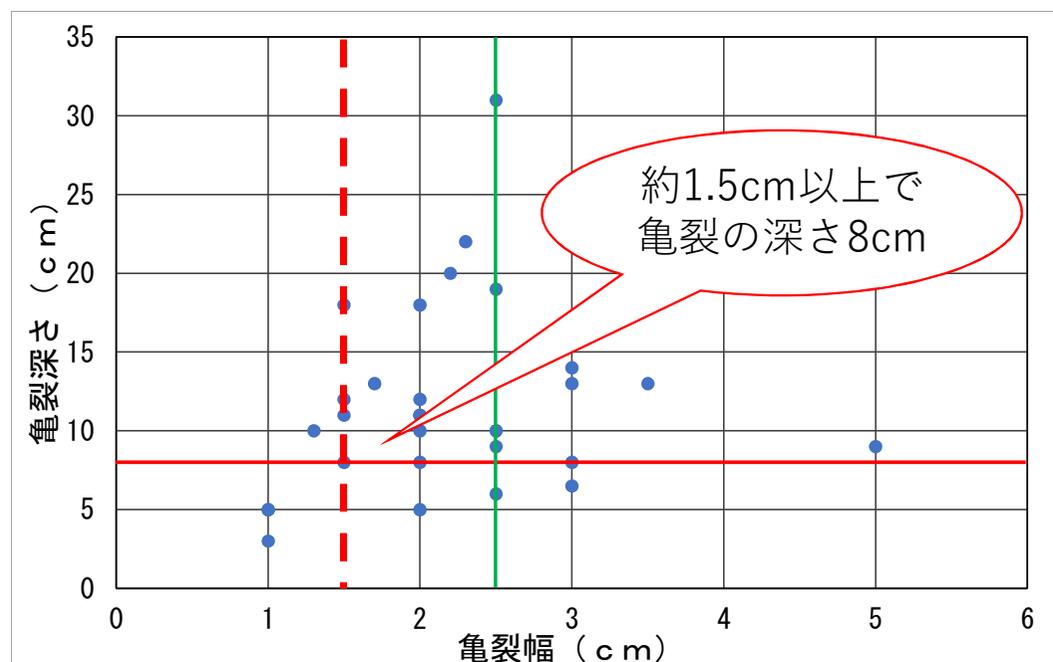
# 天端の変状を把握する指標の設定（亀裂幅）

- 江別河川事務所では天端の亀裂の深さ 8 c m を閾値と設定。
- 亀裂の深さと幅の関係を整理し、亀裂の幅 1.5 c m、2.0 c m を閾値と設定



石狩川

約2.0cm以上で  
亀裂の深さ8cm



夕張川

約1.5cm以上で  
亀裂の深さ8cm

— 治水上の閾値 (H=8.0cm)

— 安全利用上の閾値 (B=2.5cm)

# 解析に使用したソフトウェア

	くるみえ for AirPort	くるみえ for Cities
変状検出	対 応：縦断亀裂 未対応：亀甲状亀裂、 ポットホール	対 応：縦断亀裂 亀甲状亀裂 ポットホール
変状種別推定	未対応	対応
変状規模推定	亀裂幅を認識、分類可能	未対応

# 結果一 検出精度と分類精度@石狩川

くるみえ for Airport

- 平均すると、亀裂の検出率は平均約85%（条件次第で67～94%）

石狩川調査区間

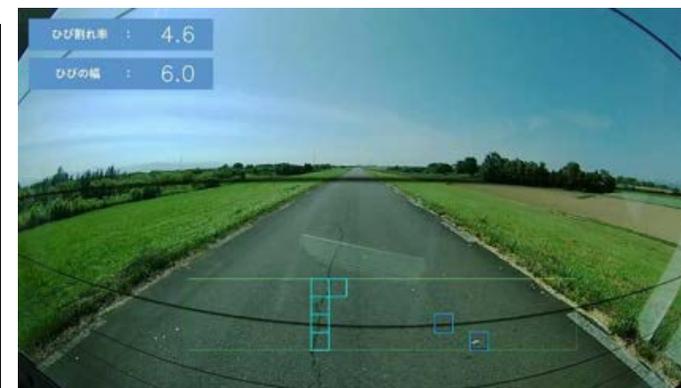
単位：%

		除草後AM	除草後PM	植生繁茂	湿潤	平均
検出率		88.03	93.70	89.24	67.42	84.59
誤検出枠の割合		19.20	7.47	7.21	4.68	9.64
分類精度	縦断	61.50	79.83	72.53	76.73	72.64
	横断	-	-	72.70	-	72.70
	亀甲状	-	-	-	-	-

石狩川調査区間における検出率・誤検出率・分類精度

- 除草後の午後に撮影した映像からの検出率と分類精度が高かった
- 一方、湿潤路面では濡れている部分と乾いた部分の境界付近の亀裂の検出漏れが見られ、全体として検出率は低くなる傾向が見られた

※当区間に亀甲状亀裂とポットホールは存在しない



路面の湿潤による検出率の低下

# 結果一 検出精度と分類精度@夕張川

くるみえ for Airport

- 平均すると、亀裂の検出率は平均77%（条件次第で70～80パーセント）

夕張川調査区間

単位：%

		除草後AM	除草後PM	植生繁茂	湿潤	平均
検出率		80.26	78.96	71.35	80.23	77.70
誤検出枠の割合		4.73	4.07	20.54	2.17	7.87
分類精度	縦断	80.72	88.32	67.06	96.39	83.12
	横断	90.91	83.33	-	-	87.12
	亀甲状	0.94	2.81	-	4.80	2.85

夕張川調査区間における検出率・誤検出率・分類精度

- 除草後の午前または湿潤状態で撮影した映像からの検出率と分類精度が高かった
- 一方、植生の繁茂により路肩付近の亀裂が隠れてしまったことによる検出漏れが見られ、全体として検出率は低くなる傾向が見られた



植生の繁茂による検出率の低下

# 結果一亀裂幅の検証

くるみえ for Airport

AIで亀裂幅1.5cm以上と判定した50箇所、うち31箇所で亀裂幅の規模が現地計測と一致

表 5-3 亀裂幅の検証結果

位置	判定※	AI解析画像 【ひびの幅】	現地計測		位置	判定※	AI解析画像 【ひびの幅】	現地計測	
			幅(cm)	深さ(cm)				幅(cm)	深さ(cm)
検証1	OK	2.0~	2.7	11.0	検証26	OK	2.0~	3.0	22.0
検証2	OK	2.0~	2.7	11.0	検証27	OK	2.0~	2.5	18.0
検証3	OK	2.0~	2.7	11.0	検証28	OK	2.0~	2.5	21.0
検証4	OK	2.0~	5.0	8.0	検証29	NG	1.5~2.0	3.5	8.5
検証5	OK	2.0~	4.0	15.0	検証30	OK	2.0~	2.5	18.0
検証6	NG	1.5~2.0	2.0	11.0	検証31	NG	1.5~2.0	3.5	13.0
検証7	OK	2.0~	4.0	18.0	検証32	NG	1.5~2.0	2.0	9.5
検証8	OK	2.0~	3.0	11.0	検証33	NG	1.5~2.0	4.0	5.0
検証9	OK	2.0~	3.0	14.0	検証34	OK	2.0~	4.5	22.0
検証10	OK	2.0~	3.0	28.0	検証35	OK	2.0~	4.0	34.0
検証11	NG	2.0~	0.5	2.0	検証36	OK	2.0~	2.0	5.0
検証12	NG	2.0~	-	-	検証37	OK	2.0~	4.0	21.0
検証13	NG	2.0~	1.0	3.0	検証38	OK	2.0~	3.0	15.5
検証14	NG	2.0~	1.0	2.0	検証39	OK	2.0~	2.0	17.0
検証15	NG	2.0~	1.5	2.5	検証40	OK	2.0~	3.0	15.5
検証16	NG	2.0~	1.0	5.5	検証41	OK	2.0~	3.0	8.0
検証17	NG	2.0~	0.6	1.5	検証42	NG	1.5~2.0	0.5	1.0
検証18	NG	1.5~2.0	2.0	9.5	検証43	NG	2.0~	1.6	2.0
検証19	NG	2.0~	1.0	2.0	検証44	NG	1.5~2.0	2.5	2.0
検証20	NG	2.0~	1.0	2.5	検証45	OK	2.0~	2.0	0.4
検証21	OK	2.0~	2.0	5.5	検証46	OK	2.0~	2.0	0.5
検証22	OK	2.0~	3.0	14.5	検証47	OK	2.0~	2.0	0.5
検証23	OK	2.0~	4.0	15.0	検証48	OK	2.0~	2.0	0.5
検証24	OK	2.0~	2.0	8.5	検証49	OK	2.0~	2.0	0.5
検証25	OK	1.5~2.0	1.5	15.0	検証50	NG	1.5~2.0	2.0	0.5



枯草または電熱線による誤認識？



対空標示による誤認識？

# 解析に使用したソフトウェア

	くるみえ for AirPort	くるみえ for Cities
変状検出	対応：縦断亀裂 未対応：亀甲状亀裂、 ポットホール	対応：縦断亀裂 亀甲状亀裂 ポットホール
変状種別推定	未対応	対応
変状規模推定	亀裂幅を認識、分類可能	未対応

# 結果一 亀裂種別の認識精度

くるみえ for cities

亀裂の種別では、縦断・横断亀裂は正確に分類。  
亀甲状亀裂の判定精度は55%

表 5-5 精度検証結果

検出率		94.05
誤検出割合		2.89
分類精度	縦断亀裂	100
	横断亀裂	100
	亀甲状亀裂	55.39

単位：%

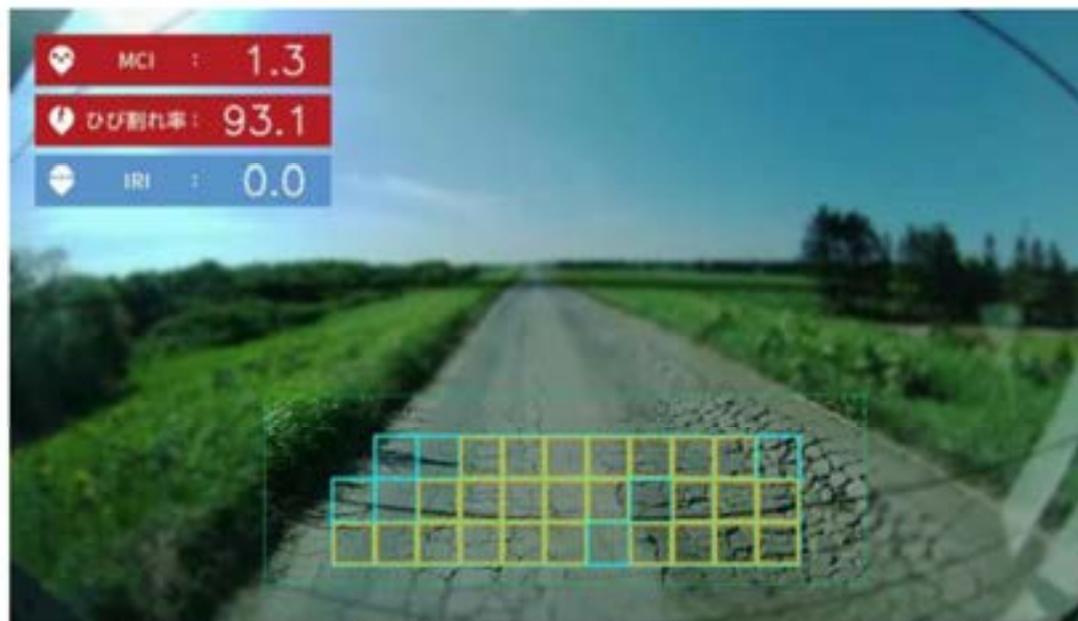


図 5-2 「くるみえ for Cities」の解析画像

車両リアガラスの電熱線やリアガラスの汚れによる誤検出、  
法肩付近の植生の影による誤検出が見られた。

# ポットホールの認識精度

くるみえ for cities

調査区間に実在する 5 箇所ポットホールのうち、2 箇所を検出した

検出率		40
誤検出割合		72.73
領域認識率	解析結果1	25
	解析結果2	100
	解析結果3	33.33
	1~3 平均	52.78

単位：%



## ○ 検出率・誤検出率・認識率の算出方法

(検出率) = (ポットホールが実在する検出数) / (実在するポットホール数)

(誤検出率) = (ポットホールが実在しない検出数) / (ポットホール検出数合計)

(認識率) = (ポットホールとして検出した枠数) / (理想の検出枠数)

※亀甲状亀裂の割れ目や電熱線、水たまりによる誤検出が見られた。

# 考察 業務効率化の比較

- 堤防 4 kmの亀裂の変状把握にかかるコストを比較する

	条件	コスト
点検	<p>4kmを徒歩で移動。3人体制。            石狩川：縦断亀裂41箇所の変状を記録（4時間）            1箇所あたりの計測時間は約5.2分            夕張川：亀甲状亀裂等20箇所の変状を記録（1.5時間）            1箇所辺りの計測時間は約3.2分</p>	<p>コスト：2.07人工            石狩川：4.0時間（0.5日×3人=1.5人工）            夕張川：1.5時間（0.19日×3人=0.57人工）</p>
AI	<p>調査区間4kmを車で移動            石狩川・夕張川で変状のスクリーニング。            さらに、変状が著しい箇所で現地調査を実施。</p>	<p>コスト：0.69人工            ・スクリーニング：0.12人工            動画撮影：20分間(0.04日×2名=0.08人工)            AI解析：最短で30分間（0名）            変状抽出：20分間(0.04日×1名=0.04人工)            ・変状確認：0.57人工            （石狩川5箇所+夕張川20箇所）</p>

※ポットホール、亀甲状亀裂は閾値が未設定のため、堤防点検による変状と同じ箇所を想定

# 考察 業務効率化の比較

- 堤防2kmの亀裂の変状把握にかかるコストを比較する

	条件	コスト
河川巡視 試算 <sup>※1</sup>	2kmを徒歩で移動。2人体制。 石狩川：縦断亀裂5箇所（最大亀裂幅が2.0cm以上）の 変状を記録（1箇所10分）	コスト：0.34人工 徒歩移動：32分間(0.07日×2名=0.14人工) 変状確認：50分間(0.10日×2名=0.20人工)
AI	調査区間2kmを車で移動 石狩川を面的に捉えて変状を検出	コスト：0.06人工 <sup>※2</sup> 動画撮影：10分間(0.02日×2名=0.04人工) AI解析：最短で30分間（0名） 変状抽出：10分間(0.02日×1名=0.02人工)

※1 徒歩による目的別巡視で、5箇所の縦断亀裂を発見し記録するケースを想定し、試算した  
従来の目的別巡視では、印をつけた場所のみ計測を実施。

※2 AIで検出した幅が2.0cmを越える5箇所の亀裂を巡視で現地確認する工数も含めると0.26人工

# 今後の課題

課題を踏まえた試行検討内容

- 管内の堤防天端舗装の変状画像を学習データとし、堤防天端舗装の診断に特化したシステムとすることで精度の向上を目指す。また、複数の手法で変状画像からの亀裂幅検出を試行し、精度を比較する。
- 誤検出や変状の検出漏れが認められた際、追加学習等により迅速に精度の向上を図ることのできる機能を検討するものとする。
- 堤防天端舗装に特化したシステムによる検出率および変状規模の計測精度について取りまとめるとともに、今後の実用に向けた課題の抽出を行う。

# 今後の検討にむけて

- 今年度  
既存のソフトウェアを活用
- 来年度  
公開されているプログラムを組み合わせてできないか検討

# 樋門管内点検

## 空知河川事務所



北海道開発局ホームページへはこちらから。



## 目指す姿

AI技術を活用した樋門管内点検の高度化・効率化

## 概要

・樋門管内全体を効率的に撮影した映像をAIで解析し、管内全体にわたってひび割れ等の変状レベルの評価の自動化を図る

## ロードマップ

R3	R4	R5	R6	R7
<ul style="list-style-type: none"> <li>・360°カメラで全天球動画の撮影を実施（好きな視点での確認が可能）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・360°カメラと一眼レフカメラ（16K）画像による、既存のAI画像解析技術を活用した構造物点検における変状検知精度の検証と評価の自動化の検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一眼レフカメラ（16K）画像による、既存のAI画像解析技術を活用した構造物点検の箇所数を増やし、教師データを取得</li> <li>・前年度の誤認がアップデートにより改善されているか確認</li> <li>・実施要領（案）の作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・他事務所または他開建での試行（教師データの取得）</li> </ul>	

### Before

点検時に異常箇所の写真を撮影し、調査後に部位毎に確認し評価



#### 【構造物点検作業】

- ・写真撮影
- ・変状モード図作成
- ・変状評価
- ・考察

### Before 課題

- ・部分的な写真により評価するため、全体像の把握が困難
- ・熟練の技術者による点検評価が必要

### After

点検時に函体内全体を撮影し、AI画像解析で評価



### After 効果

- ・AIを活用した変状レベル評価の自動化により、変状評価の省力化が図られる（熟練の技術者でなくても評価作業が可能）
- ・函体内全体を撮影し、点検後に変状以外の箇所の把握が可能

### 【令和3年度の取り組みの結果】

- ・360°カメラ（8K）を用いて、全天球動画の撮影を行い、画像の解像度の検証を行った
- ・樋門管内の全体像を効率的に把握でき、パノラマ動画としていつでも好きな視点からの確認が可能であることが判った
- ・一方、画像の解像度不足のため、0.2mm以上0.3mm未満(b評価相当)のひび割れの検知が困難であることが判った



切り出したひび割れ部分の画像



全天球カメラによる樋門管内の画像

### 【今後の取り組み】

- ・解像度16Kの一眼レフカメラにより、変状の寸法計測が可能な高解像度の画像を取得し、トンネル点検等で使用されているAI画像解析技術を用い、函体のひび割れ等変状の自動検出・計測を実施する。

## 2. 既存AI画像認識技術の活用

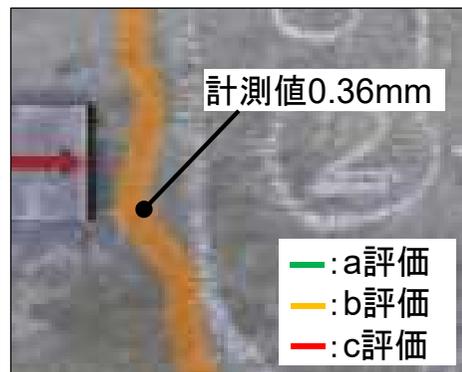
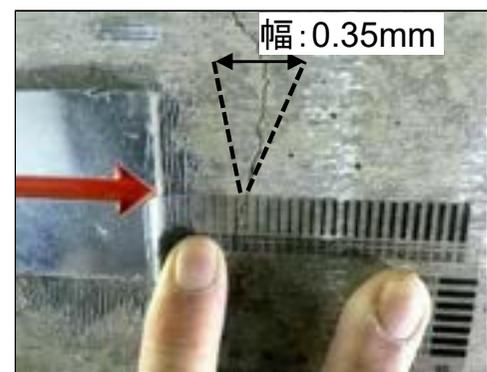
- ・「点検支援技術性能カタログ」（国交省）に掲載されており、橋梁点検等で実績を有するAI画像認識技術 社会インフラ画像診断サービス「ひびみつけ」を使用。
- ・AI画像認識技術は、0.6mm/pixel以上の解像度を有する画像に対して、0.2mm以上のひび割れ（点検要領におけるB評価（要監視段階）相当）を検出できる。

表. AI機能を用いたAI画像認識技術の主な仕様

項目	値
検知する変状	ひび割れ、剥離・鉄筋露出、漏水
教師データ	以下の構造物の変状情報 ・RC橋やPC橋の下部構造や上部構造 ・トンネル覆工コンクリート、ボックスカルバート ・ダム、護岸、堤防
解像度	・ひび割れ幅0.2mm以上を検出・幅計測するためには0.6mm/pixel以上であることが必要
ひび割れ計測方法	・幅：横断方向の画素の濃淡分布を検知 ・長さ：ひび割れの画素数長さをを用いて計測。

※出典：ひびみつけ 技術資料

### ひび割れの検出



## 2. 既存AI画像認識技術の活用

### 【写真合成】

現地で撮影した写真の整理・合成を行う。



※出典:ひびみつけ 技術資料

### 【AI画像解析技術の活用】

画像解析技術は、NETIS登録番号「KT-190025-VR」、技術番号「BR010024-V0121」社会インフラ画像診断サービス「ひびみつけ」を使用する。

#### ひび割れの検知



#### 閾値毎に色分け・フィルタリング



#### 解析結果をCADデータ出力

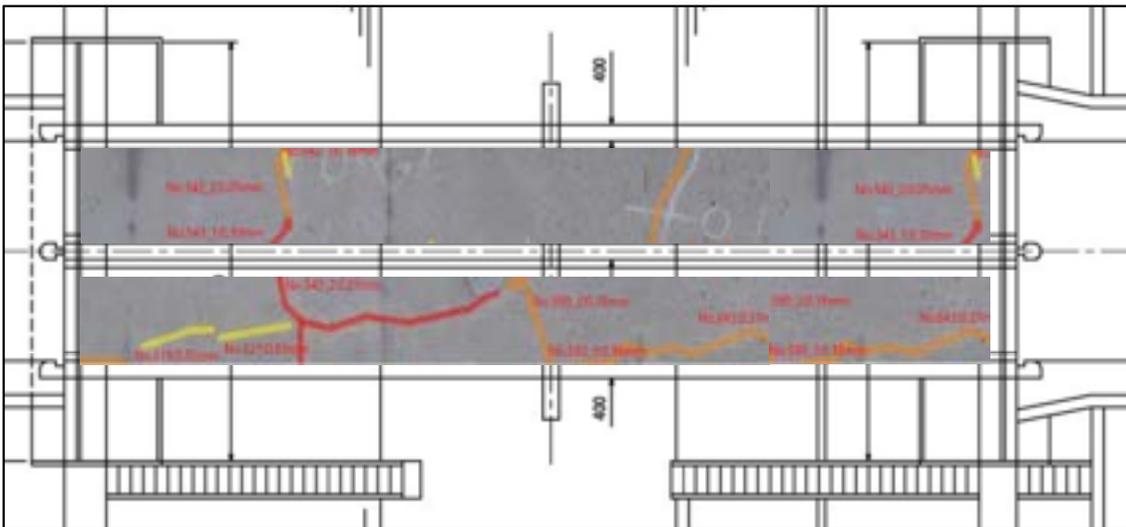


※出典:ひびみつけ 技術資料 39

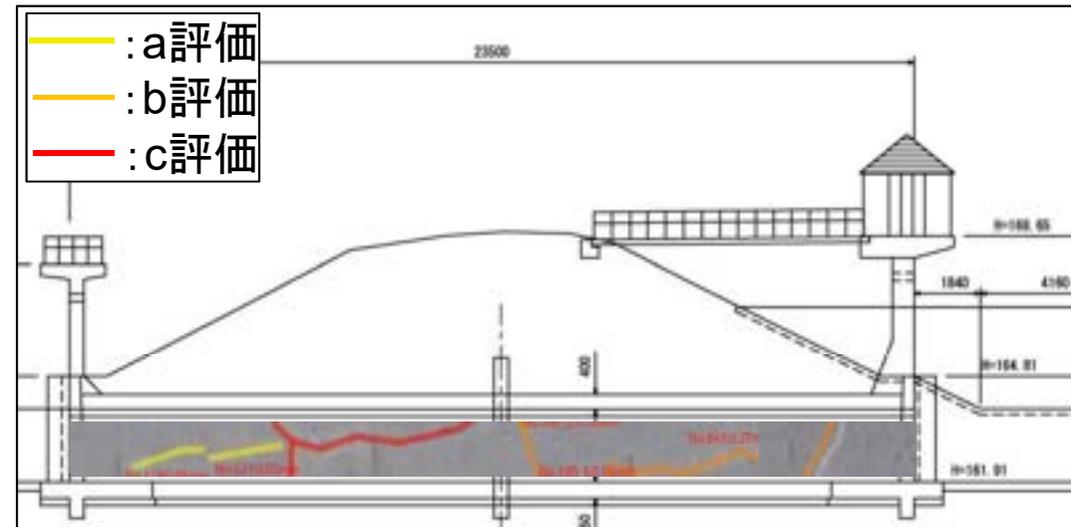
## 2. 既存AI画像認識技術の活用

### 【変状分布図の作成】

抽出した変状をCADデータに出力し、樋門台帳図（側面図・平面図）と重ね合わせを行い、経年変化を整理・比較が可能な「変状分布図」を作成する。



変状分布図(平面図,イメージ)



変状分布図(側面図,イメージ)

※出典:樋門台帳(水車川排水樋門) 加筆

### 【検出率の算出】

一眼レフカメラで取得した画像データから検出される変状数と目視点検結果を比較し、樋門等構造物点検における検出率調査を行う。

$$\text{検出率(\%)} = \frac{\text{AIが検知した変状数}}{\text{目視点検における変状数}} \times 100$$

## 2. 既存AI画像認識技術の活用

### 【写真合成例】(水車川排水樋門)

撮影した写真を部位毎にフォルダに整理・合成した。なお、流向は、樋門設置位置と同等にした。

函体側壁



函体頂版



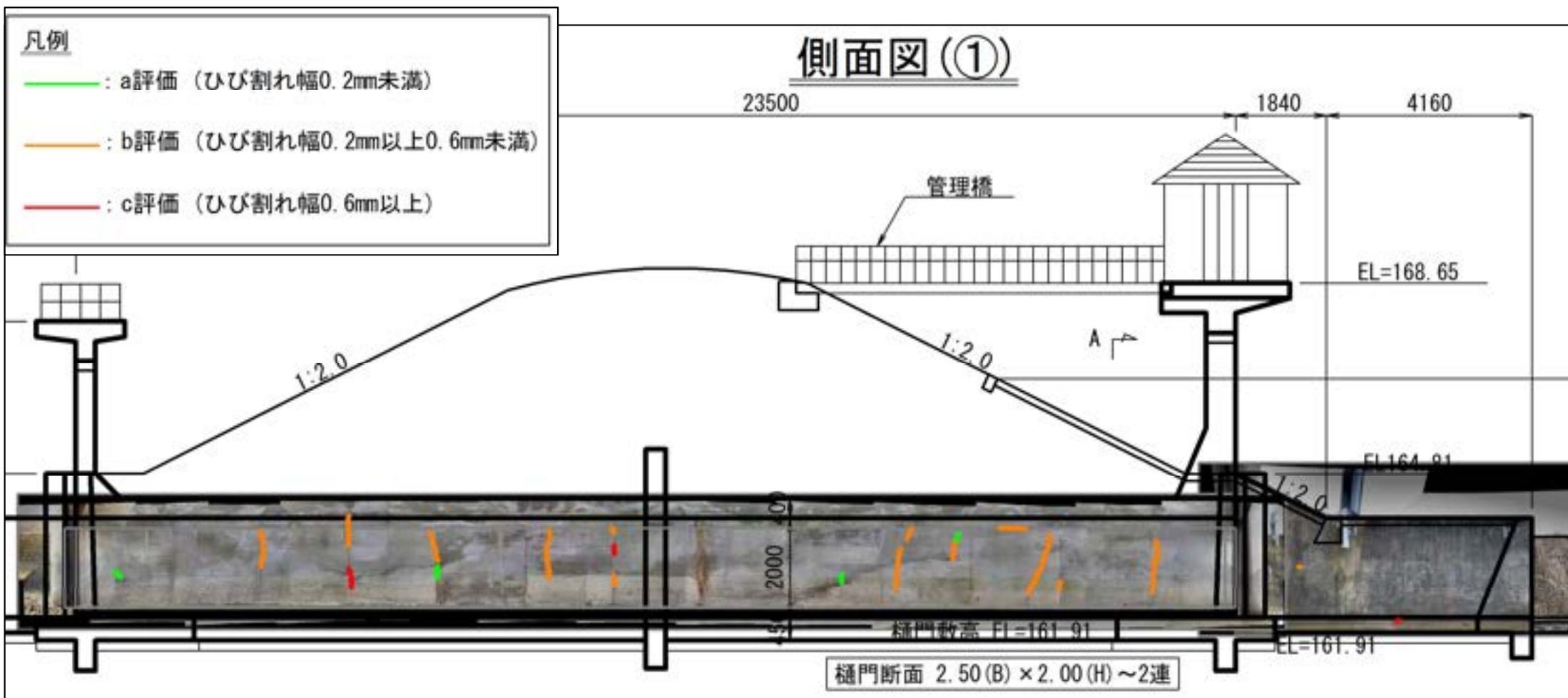
函体側壁



## 2. 既存AI画像認識技術の活用

### 【AI画像解析技術の活用例】(水車川排水樋門)

「ひびみっけ (NETIS登録番号: KT-190025-VR、技術番号: BR010024-V0121)」を用い、合成写真からひび割れの検知・フィルタリングを自動的に行った。画像解析結果を出力し、樋門台帳図と重ね合わせを行い、変状模式図を作成した。



## 2. 既存AI画像認識技術の活用

### (参考)ひびみつけ 使用要件一覧

ひびみつけの使用に必要な要件(PCスペック、画像解像度)を以下に示す。

表. ひびみつけ使用条件一覧

項目	条件等	管理方法
ノートPC	<ul style="list-style-type: none"> <li>最低保証 CPU : corei3, メモリ : 4GB</li> <li>推奨 CPU : corei5, メモリ : 8GB</li> </ul>	使用PCの性能を確認
画素数	4000×2500以上	使用機材 (カメラ、UAVの性能) を確認

### (参考)ひびみつけ 導入実績

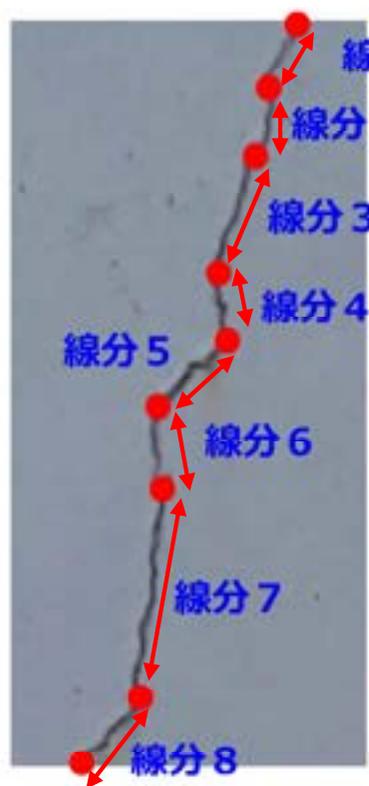
「ひびみつけ」は、NETIS登録技術 (NETIS登録番号 : KT-190025-VR) であり、トンネル点検・橋梁点検等で17件の採用実績が確認される。(2020年4月時点)

比較	No.	技術概要	写真	登録年度	最終評価年月日	技術の位置付け	活用効果調査 (件数)
<input type="checkbox"/> 全選択 <input type="checkbox"/>	1	社会インフラ画像診断サービス「ひびみつけ」 (KT-190025-VR) 本技術は、コンクリート構造物の写真からチョークまたはひび割れを自動検出するシステムで、従来は、人による近接目視点検の記録で対応していた。本技術の活用により、スケッチに関わる作業が削減できるため、省力化による施工性の向上及び経済性の向上が図れる。		2019 (R01)	2020/04/10 (R02/04/10)		17件

## 2. 既存AI画像認識技術の活用

(参考)ひび割れ幅の抽出方法

ひび割れ模式図(イメージ)



ひび割れを構成する線分毎の  
ひび割れ幅・長さ

線分	幅	長さ
1	0.25mm	10mm
2	0.16mm	10mm
3	0.15mm	30mm
4	0.12mm	10mm
5	0.2mm	20mm
6	0.18mm	10mm
7	0.2mm	50mm
8	0.19mm	10mm

ひび幅(小)

幅が小さい順  
にソート

線分	幅	長さ
4	0.12mm	10mm
3	0.15mm	30mm
2	0.16mm	10mm
6	0.18mm	10mm
8	0.19mm	10mm
5	0.2mm	20mm
7	0.2mm	50mm
1	0.25mm	10mm

ひび幅(大)

総延長 = 150mm  
→20%は30mm

ひび割れ(線分の群)  
の代表ひび割れ幅を算出

幅が大きい方から  
総延長の20%の長さ分  
を除外した中での  
幅最大値

代表ひび割れ幅  
= 0.2mm

総延長の20%(30mm)  
の長さ分を外れ値  
として除外

### 3.目的・対象構造物

#### 【対象構造物】

- ① R3年度においてC評価(予防保全段階)とされた構造物の内、**函体への立ち入りが容易で、変状種別が「[3]函体等の破損」,「[5]門柱等の変形、破損」の変状を有する構造物(樋門)N=4基。**
- ② R3年度において、**函体内の損傷等の補修施工を実施済のN=2基** (※バックグラウンドデータを取得)

表1. 樋門c評価箇所一覧

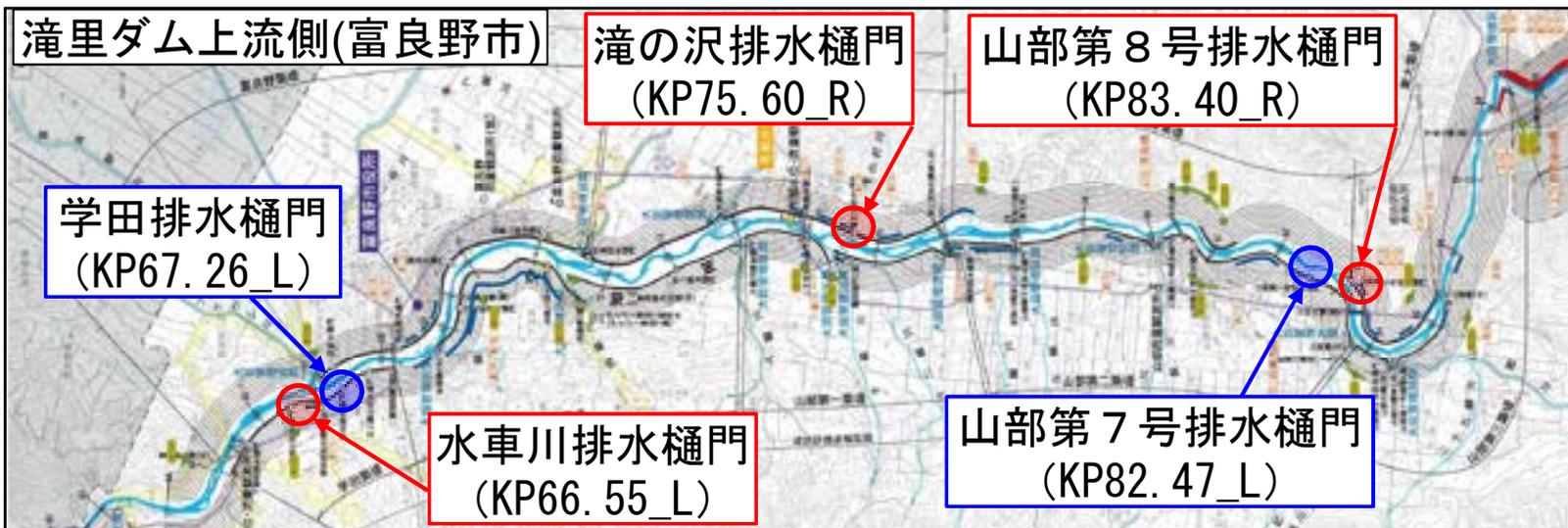
No.	距離標	施設名	延長(m)	函体断面	変状種別	評価	変状項目	変状要因
1	KP66.55	水車川排水樋門 (設置後50年経過)	23.5m	(H) 2.0m × (B) 2.5m~2連	[3] 函体等の破損	C評価	鉄筋露出 ひび割れ W=0.4mm	初期劣化(不良) 温度変化、乾燥収縮
					[5] 門柱等の変形、破損 →UAVを併用	C評価	ひび割れ W=4mm	乾燥収縮
2	KP75.60	滝の沢排水樋門 (竣工後49年経過)	18.0m	(H) 2.5m × (B) 2.0m~2連	[3] 函体等の破損	C評価	鉄筋露出 ジャンカ ひび割れ W=0.2m以上	初期劣化(不良) 初期劣化(不良) 温度変化、乾燥収縮
3	KP83.40	山部第8号排水樋門 (竣工後49年経過)	19.0m	(H) 1.5m × (B) 1.5m~2連	[3] 函体等の破損	C評価	ひび割れ W=0.5mm (E70) ジャンカ 鉄筋露出	温度変化、乾燥収縮 初期劣化(不良)
4	KP116.00	幾寅1号樋門 (竣工後54年経過)	15.0m	(H) 1.5m × (B) 1.5m~1連	[3] 函体等の破損	C評価	鉄筋露出	初期劣化(不良)

表2. 函体内補修施工箇所一覧

No.	距離標	施設名	延長(m)	函体断面	変状種別	状態	備考
1	KP67.26	学田排水樋門 (設置後50年経過)	23.5m	(H) 1.5m × (B) 1.5m~2連	[3] 函体等の破損	健全	バックグラウンドデータの取得を実施
					[5] 門柱等の変形、破損		
2	KP82.47	山部第7号排水樋門 (竣工後49年経過)	18.0m	(H) 2.5m × (B) 2.0m~2連	[3] 函体等の破損	健全	バックグラウンドデータの取得を実施

# 3.目的・対象構造物

【樋門c評価箇所 変状状況】○：函体・門柱においてC評価変状を有する樋門 ●：R3年度に補修施工実施済の樋門



水車川排水樋門  
(函体等の破損)

滝の沢排水樋門  
(函体等の破損)

山部第8号排水樋門  
(函体等の破損)

幾寅1号樋門  
(函体等の破損)



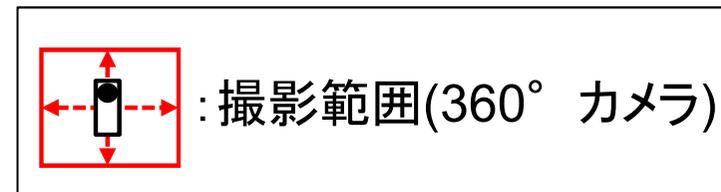
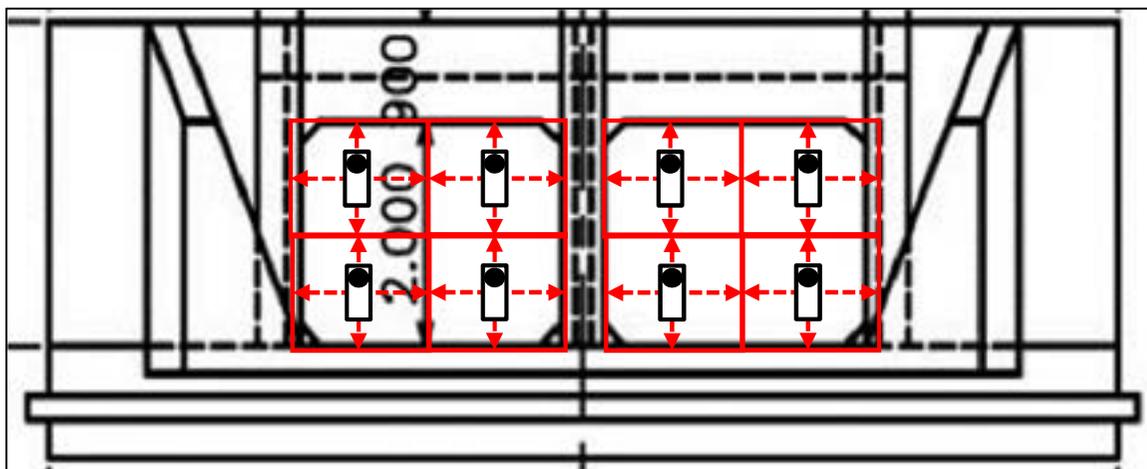
(門柱等の変形)



## 4. 360° カメラによる試行

### 【360° カメラによる試行方法】

360° カメラで函体内の撮影を行い、魚眼データを補正した画像から変状の検出可否を確認する。



※出典：樋門台帳 (水車川排水樋門) 加筆

表 360° カメラによる撮影方法(案)

項目	画像解析可能なデータの取得方法	画像解析ソフトへの取り込み方法
360° カメラ (8K)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 函体断面内の動画データを取得。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 魚眼データを補正し、読み込み可能な画像データに編集する。</li> </ul>

## 4. 360° カメラによる試行

### 【画像データ取得(動画撮影)】

水車川排水樋門函体内を対象に試験運用を実施した。



## 4. 360° カメラによる試行

### 【画像補正】

画像編集ソフトを用い、魚眼データの補正を行う。

<補正前>



<補正後>

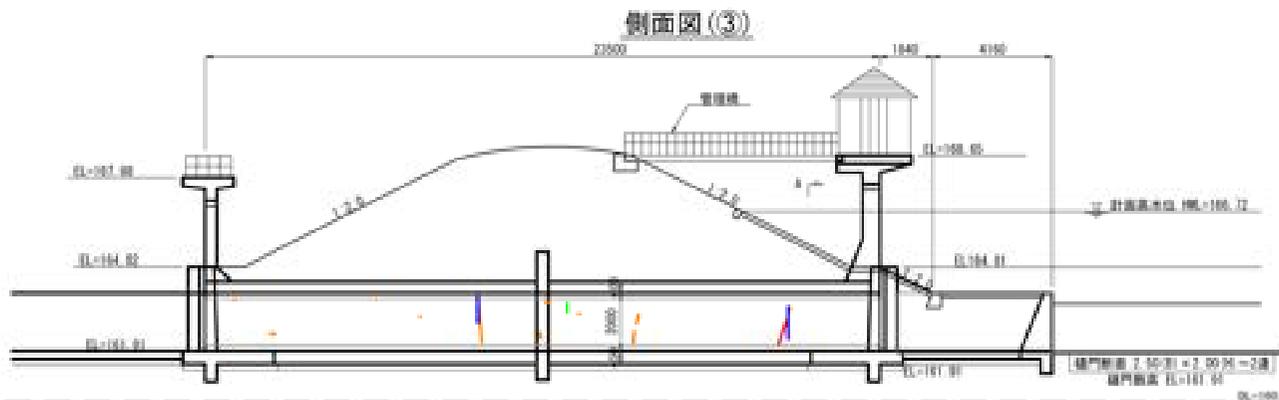
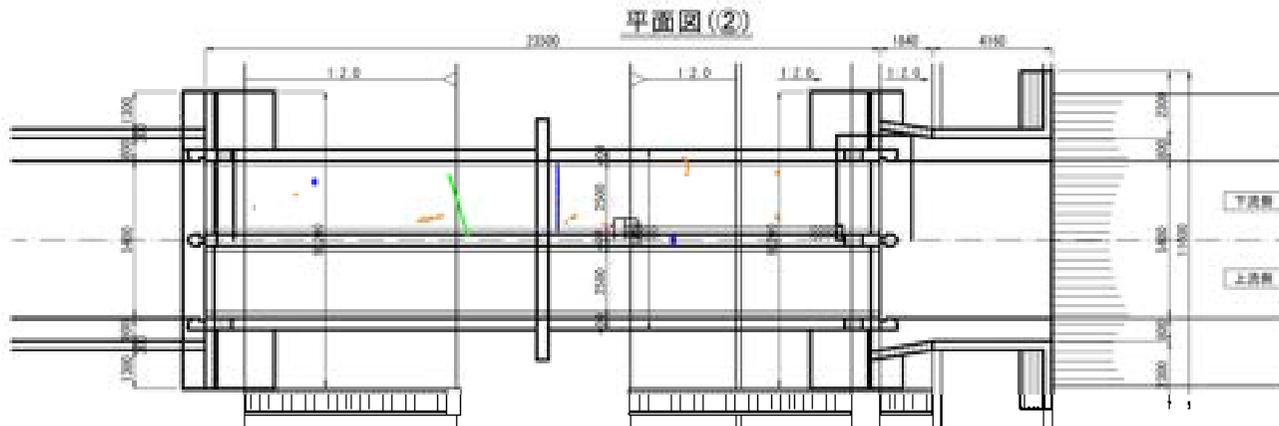
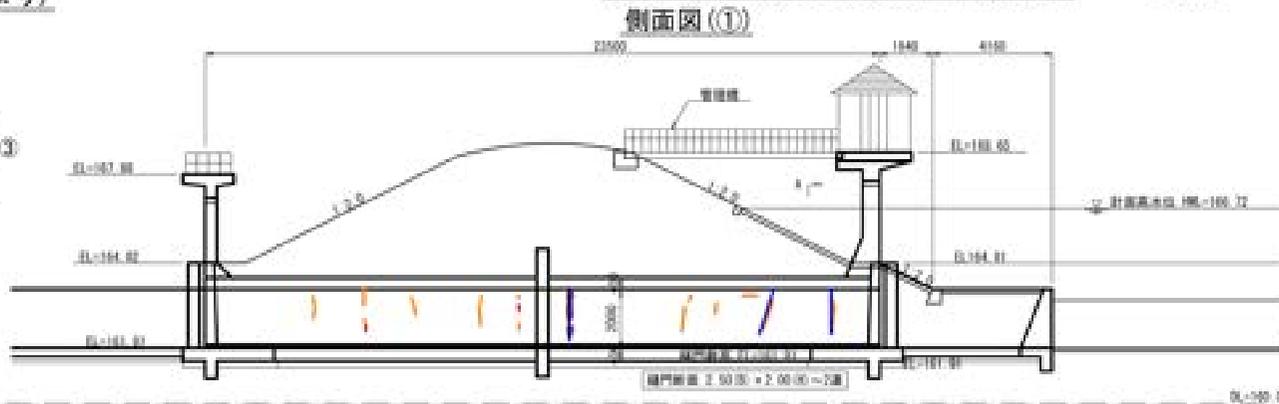
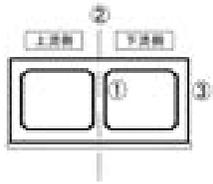


# 4. 360° カメラによる試行

## 〈例〉水車川排水樋門【函体(上流側)\_変状モード図\_目視点検との比較】

図面表記(吐口側より)

水車川排水樋門 変状モード図 下流側函体



- 凡例
- 目視点検結果
  - 目視点検箇所 (360° カメラで未検出)
  - AI画像解析による検知結果 (b評価相当, ひび割れ幅0.2mm以上0.6mm未満)
  - AI画像解析による検知結果 (c評価相当, ひび割れ幅0.6mm以上)
  - AI画像解析による検知結果(エフロ)
  - AI画像解析による検知結果(鉄筋露出)
  - AI画像解析による検知結果(錆汁)

検出率(函体)

箇所	変状数 (b評価以上)		変状の見落とし (AI検知)	検出率 (AI/目視)
	目視点検	AI検知		
ひび割れ (エフロ含む)	10	18	1	—
漏水・錆汁	15	14	1	—
鉄筋露出	6	6	0	1.00
合計	31	38	2	—

※変状の見落とし(AI検知)とは、目視点検で確認された変状箇所を、360° カメラ画像で抽出できない箇所数を示す。

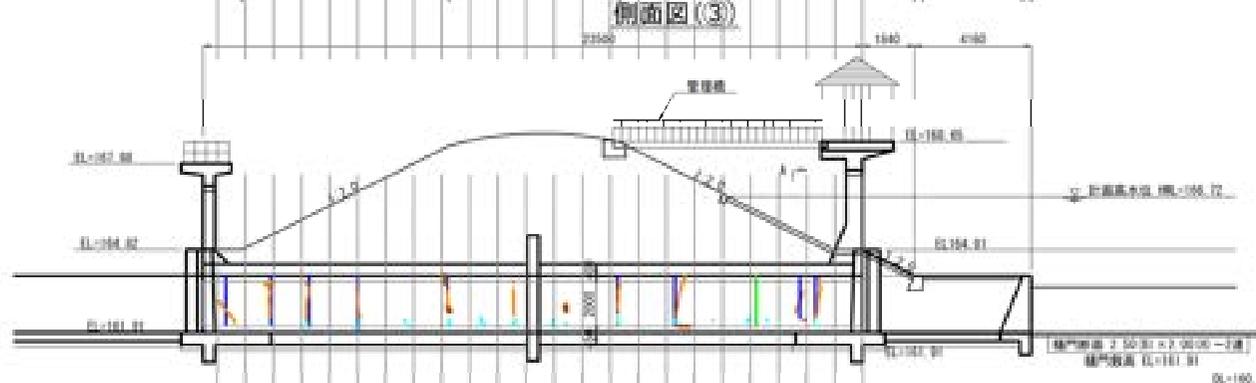
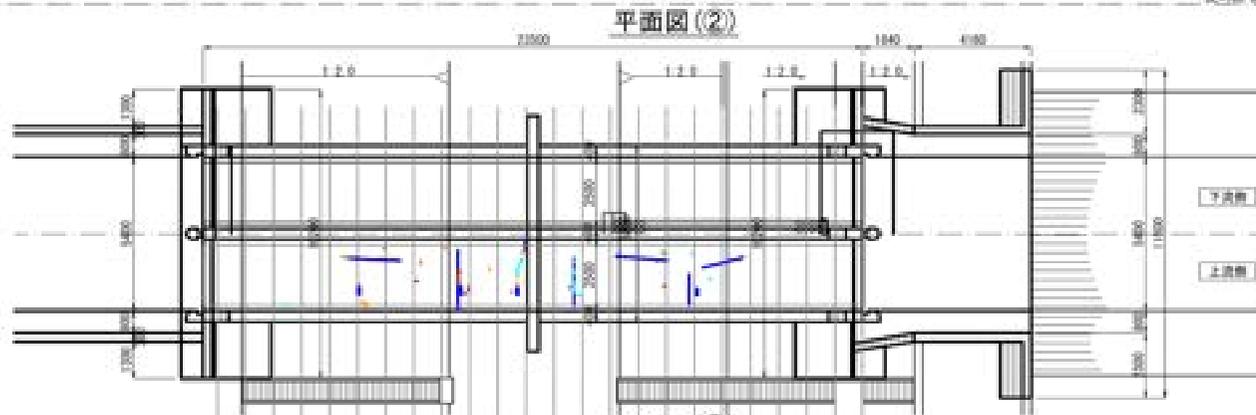
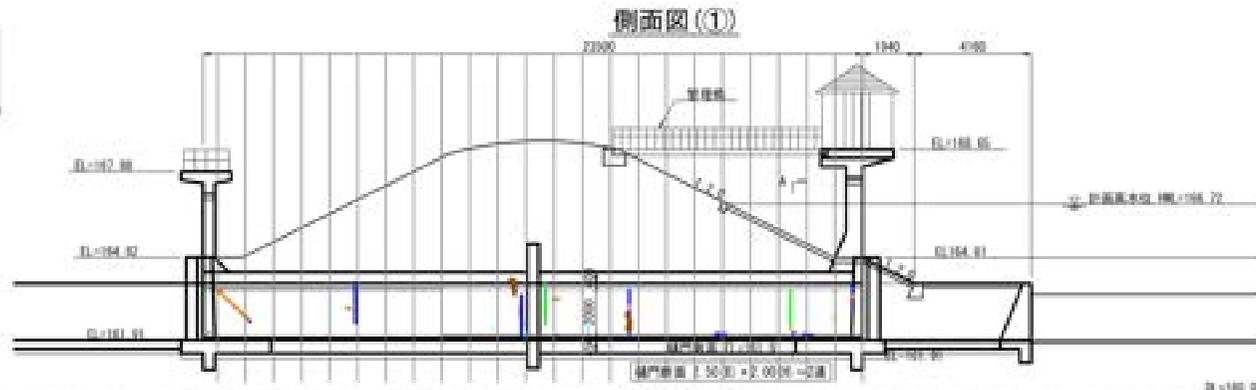
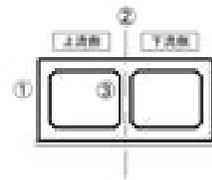
# 4. 360° カメラによる試行

## 〈例〉水車川排水樋門【函体(下流側)\_変状モード図\_目視点検との比較】

図面表記(吐口側より)

水車川排水樋門 変状モード図 上流側函体

図-100



### 凡例

- (Blue line) : 目視点検結果
- (Green line) : 目視点検箇所 (360° カメラで未検出)
- (Orange line) : AI画像解析による検知結果 (b評価相当, ひび割れ幅0.2mm以上0.6mm未満)
- (Red line) : AI画像解析による検知結果 (c評価相当, ひび割れ幅0.6mm以上)
- (Cyan line) : AI画像解析による検知結果(エフロ)
- (Pink box) : AI画像解析による検知結果(鉄筋露出)
- (Brown box) : AI画像解析による検知結果(錆汁)

### 検出率(函体)

箇所	変状数 (b評価以上)		変状の見落とし (AI検知)	検出率 (AI/目視)
	目視点検	360° カメラ		
ひび割れ (エフロ含む)	25	23	2	—
漏水・錆汁	6	5	1	0.83
鉄筋露出	6	6	0	1.0
合計	37	34	3	—

※変状の見落とし(AI検知)とは、目視点検で確認された変状箇所を、360° カメラ画像で抽出できない箇所数を示す。

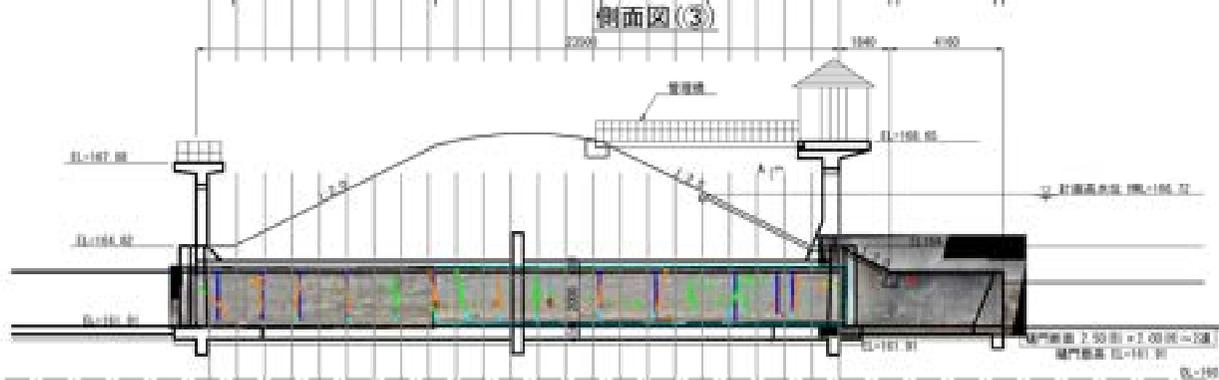
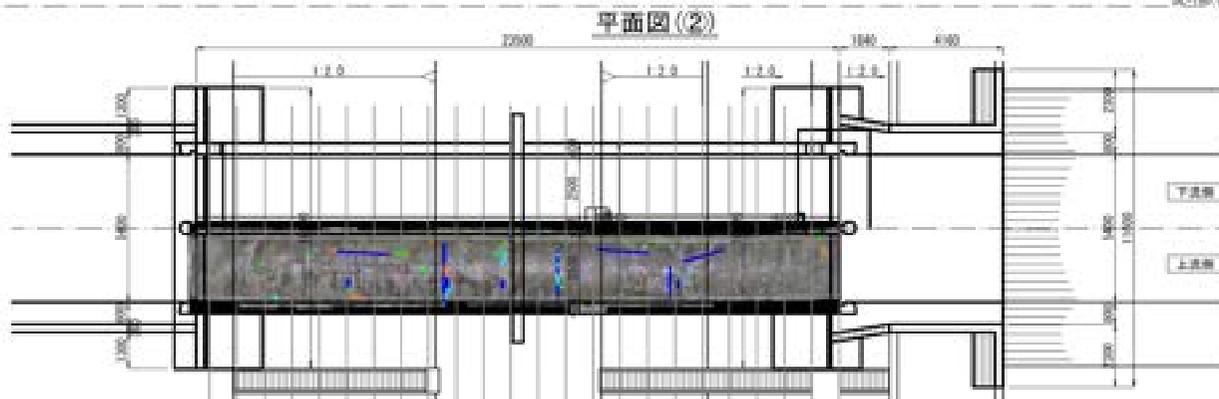
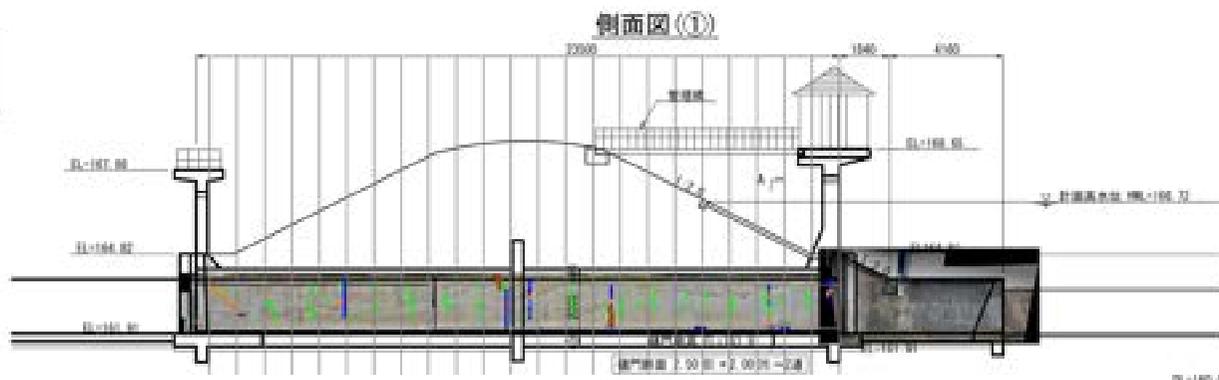
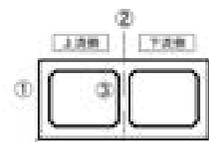
# 5.一眼レフカメラ(16K)による試行

## 〈例〉水車川排水樋門【変状分布図(上流側函体+翼壁)】

図面表記(吐口側より)

水車川排水樋門 変状模式図 上流側函体

上:1/50



### 凡例

- : 目視点検結果
- : AI画像解析による検知結果 (b評価相当、ひび割れ幅0.2mm以上0.6mm未満)
- : AI画像解析による検知結果 (c評価相当、ひび割れ幅0.6mm以上)
- : AI画像解析による検知結果 (a評価相当、ひび割れ幅0.2mm未満)
- : AI画像解析による検知結果 (エフロ)
- : AI画像解析による検知結果 (鉄筋露出)
- : AI画像解析による検知結果 (錆汁)

### 検出率(函体)

箇所	変状数 (b評価以上)		変状の誤認 (AI検知)	検出率 (AI/目視)
	目視点検	AI検知		
ひび割れ (エフロ含む)	25	29	18	1.2
漏水・錆汁	6	6	2	1.0
鉄筋露出	6	6	0	1.0
合計	37	41	0	1.1

### 検出率(翼壁)

箇所	変状数 (b評価以上)		変状の誤認 (AI検知)	検出率 (AI/目視)
	目視点検	AI検知		
ひび割れ	0	3	3	—
エフロ・漏水・錆汁	0	0	0	—
鉄筋露出	0	0	0	—
合計	0	3	3	—

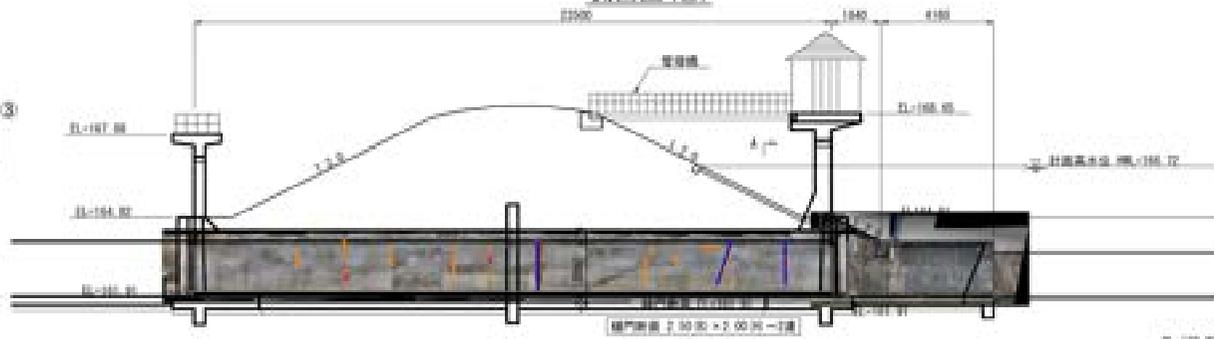
※変状の誤認(AI検知)とは、コンクリート変色、施工時のスペーサ跡などを変状として抽出した箇所を示す。

# 5.一眼レフカメラ(16K)による試行

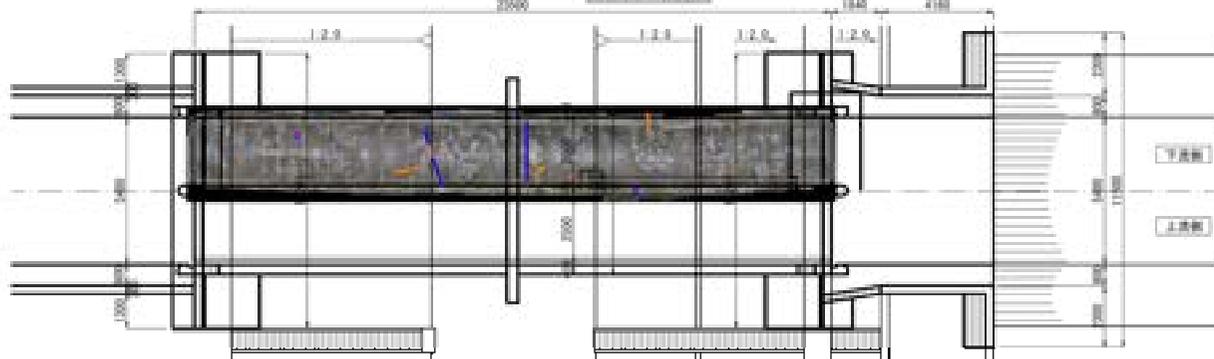
## 〈例〉水車川排水樋門【変状分布図(下流側函体+翼壁)】

図面表記(吐口側より)

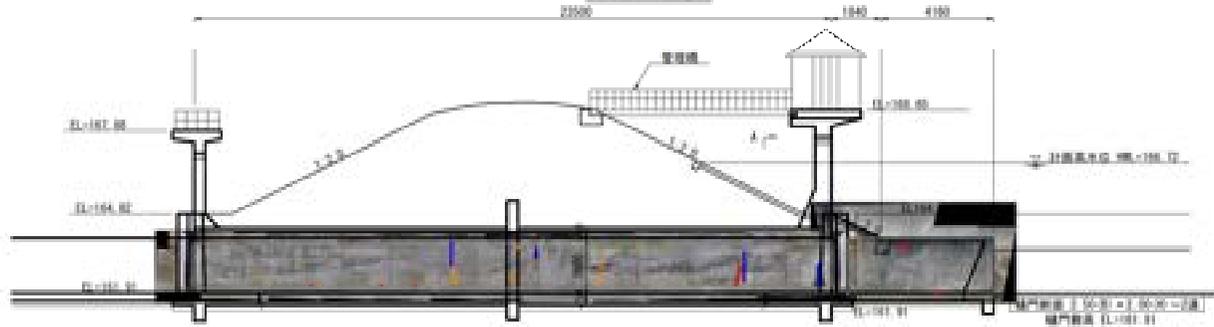
水車川排水樋門 変状模式図 下流側函体  
側面図(1)



平面図(2)



側面図(3)



### 凡例

- : 目視点検結果
- : AI画像解析による検知結果 (b評価相当、ひび割れ幅0.2mm以上0.6mm未満)
- : AI画像解析による検知結果 (c評価相当、ひび割れ幅0.6mm以上)
- : AI画像解析による検知結果 (エフロ)
- : AI画像解析による検知結果 (鉄筋露出)
- : AI画像解析による検知結果 (錆汁)

### 検出率(函体)

箇所	変状数 (b評価以上)		変状の誤認 (AI検知)	検出率 (AI/目視)
	目視点検	AI検知		
ひび割れ	10	21	41	2.1
エフロ・ 漏水・錆汁	15	15	1	1.0
鉄筋露出	6	6	0	1.0
合計	31	42	42	1.35

### 検出率(翼壁)

箇所	変状数 (b評価以上)		変状の誤認 (AI検知)	検出率 (AI/目視)
	目視点検	AI検知		
ひび割れ	0	3	3	—
エフロ・ 漏水・錆汁	0	0	0	—
鉄筋露出	0	0	0	—
合計	0	3	3	—

※変状の誤認(AI検知)とは、コンクリート変色、施工時のスペーサ跡などを変状として抽出した箇所を示す。

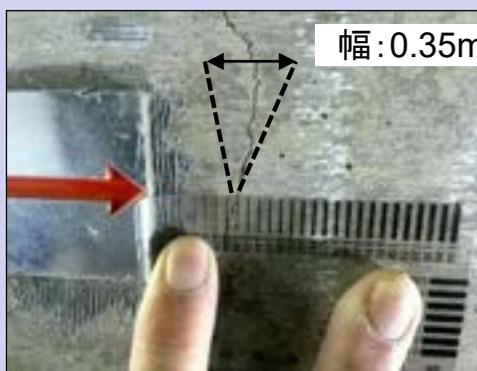
# 6. 画像認識技術による変状検出精度

## 5.1 変状検出状況(一眼レフカメラ(16K))

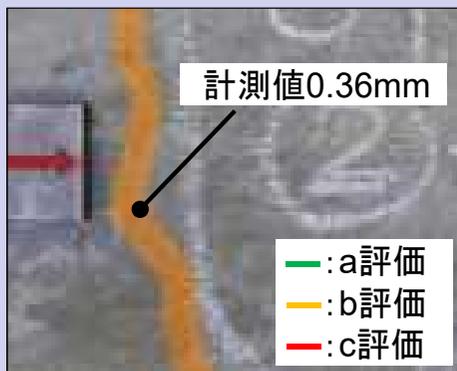
- 目視点検で確認された、ひび割れ、漏水、鉄筋露出、ジャンカ等の変状を、AI画像認識技術を用いた場合についても、同様に**検出可能**であることを確認した。

### 〈ひび割れ(漏水なし)〉

・目視点検



・AI画像認識技術



### 〈ひび割れ(漏水あり)〉

・目視点検



・AI画像認識技術

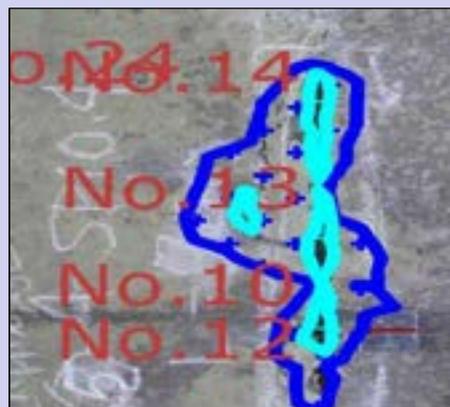


### 〈鉄筋露出〉

・目視点検



・AI画像認識技術

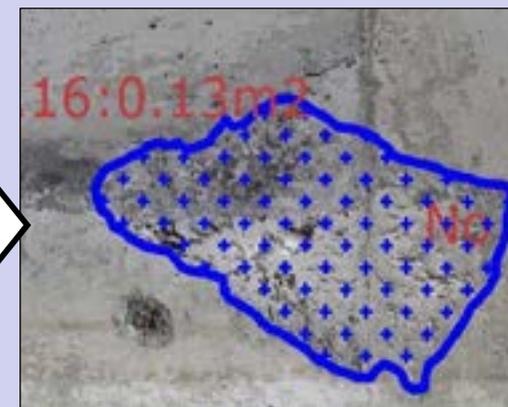


### 〈ジャンカ〉

・目視点検



・AI画像認識技術



## 6. 画像認識技術による変状検出精度

### 5.2 目視点検結果との比較(一眼レフカメラ(16K)との比較)

- AI画像認識技術は、**構造物の機能低下に繋がる変状**や**目視点検で識別しづらい箇所**を**識別可能**である。
- 一方で、AI画像認識技術において、**変状の誤認識**が**確認された**。  
 ※AI画像認識技術の誤認識の内、**変状の未検出事例は軽微な変状であるa~b評価**で確認されている。  
 (構造物の機能低下に繋がる**c~d評価**において、**未検出事例は無し**)

表.1 目視点検結果に対するAI画像認識技術の変状識別状況

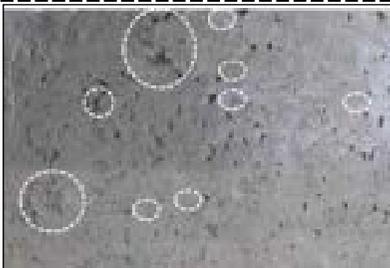
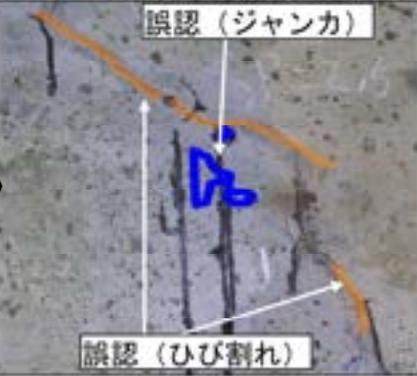
箇所	目視点検	AI画像認識技術
樋門①	68箇所	80箇所
樋門②	96箇所	148箇所
樋門③	89箇所	122箇所
樋門④	29箇所	42箇所

表.2 誤認識状況の比較結果

箇所	AI画像認識技術		
	変状数	誤認識数	合計
樋門①	80箇所	62箇所	142箇所
樋門②	148箇所	52箇所	200箇所
樋門③	122箇所	50箇所	172箇所
樋門④	42箇所	53箇所	95箇所

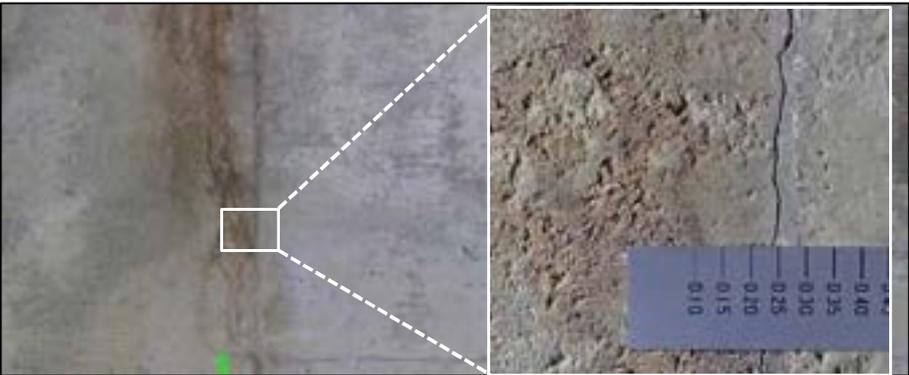
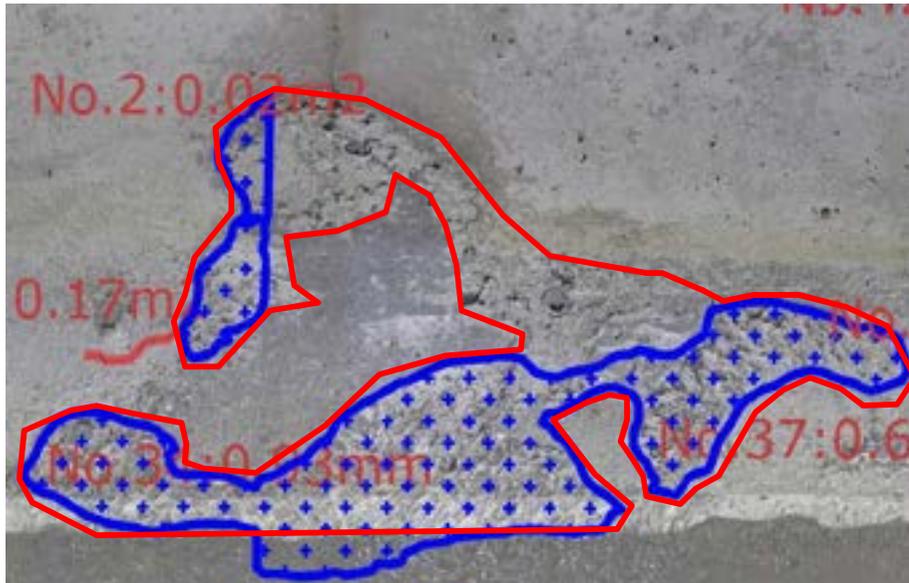
# 6. 画像認識技術による変状検出精度

## 5.3 誤認の事例(A評価:異常なし)

評価区分	変状	AI誤認事例	画像解析結果
A:異常なし	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリート変色範囲を変状と誤認</li> <li>・壁面凹凸を変状と誤認</li> <li>・施工時の初期不良を変状と誤認</li> <li>・補修済み箇所を変状と誤認</li> </ul>	 
			 
			 
			 

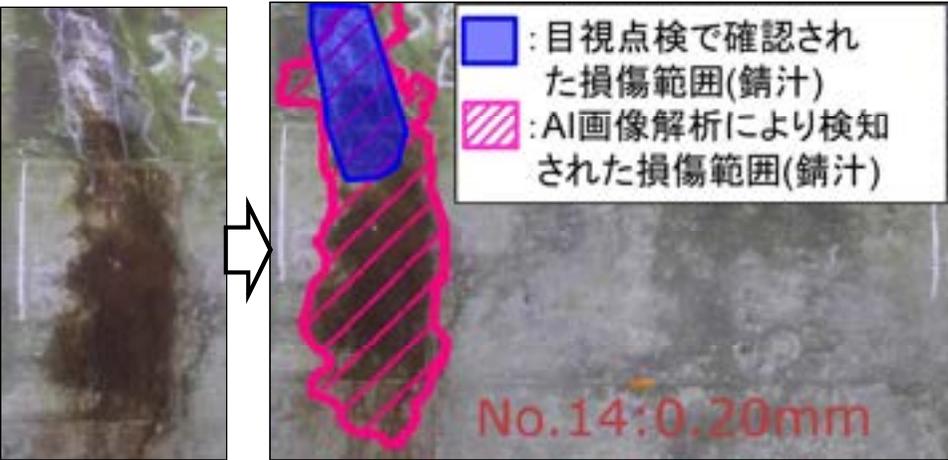
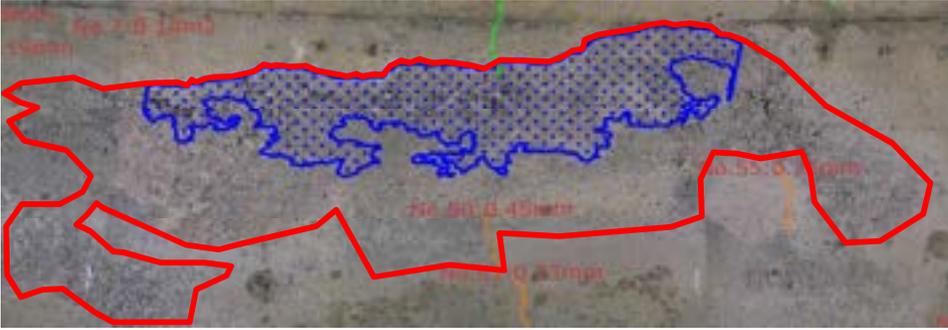
# 6. 画像認識技術による変状検出精度

## 5.3 誤認の事例(B評価:要監視段階)

評価区分	変状	AI誤認事例	画像解析結果
B:要監視段階	函体等の破損 ・ひび割れ ・漏水・錆汁 ・ジャンカ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・変色範囲に隠れた変状を認識できない (錆汁変色範囲のひび割れ)</li> <li>・変状範囲の不一致 (漏水・錆汁,ジャンカ)</li> </ul>	 <p> <span style="border: 1px dotted blue; padding: 2px;">  </span> : 函体のジャンカ (AI検出範囲)  <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">  </span> : 函体のジャンカ (現地確認結果)                 </p> 

# 6. 画像認識技術による変状検出精度

## 5.3 誤認の事例(C評価: 予防保全段階, D評価: 措置段階)

評価区分	変状	AI誤認事例	画像解析結果
C: 予防保全段階	函体等の破損 ・ジャンカ	・変状範囲の不一致 (漏水・錆汁, ジャンカ) ※変状未検出事例は無し	 <p>■ : 目視点検で確認された損傷範囲(錆汁)                      ■ : AI画像解析により検知された損傷範囲(錆汁)</p> <p>No.14:0.20mm</p> <hr/> <p>■ : 函体のジャンカ (AI検出範囲)                      □ : 函体のジャンカ (現地確認結果)</p>  <p>No. 10:0.40mm                      No. 11:0.20mm</p>
D: 措置段階	—	※該当なし	—

# 7. 検証及び評価

項目		目視点検	一眼レフカメラ(16K)	360°カメラ(8K)
点検時	点検方法	・変状箇所毎に寸法計測を行い、変状の記録を行う。	・一眼レフカメラにより、函体内の画像データを取得する。	・360°カメラにより、函体内の動画データを取得する（撮影回数：1～4回/樋門） ・近接撮影を行い、解像度の高いデータを取得する。（手間が掛かる。）
	必要機材	・デジタルカメラ(市販品,5万円程度) ・標尺、ポール・ピンポール、クラックスケール	・一眼レフカメラ(市販品,10万円程度)	・360°カメラ(市販品,5万円程度)
	検出状況	・コンクリートの乾湿による変色箇所や、函体内が暗所となるため、変状の確認が困難な箇所がある。 △	・画像解析に必要な高解像データを取得可能だが、変状の誤認が見られる。 (現地確認が必要) ○	・一眼レフカメラで検出した変状を一部抽出できない場合がある。 ・目視点検で確認された変状を抽出できない場合がある。 △
試行時	試行結果(案)	・紙媒体による記録であるため、変状の経年変化の整理・比較するには、電子データ化が必要であり、非効率である。 △	・国が定めた仕様性能を満足した撮影方法、AI技術を活用すれば、高い検出精度を確保できる。 ・AI解析結果を基に、現地確認が必要。 ○	・動画撮影のため、点検時にかかる作業量が若干減少するが、写真整理、魚眼データ補正に作業手間を要する。 ・現状の画像解析技術・カメラ技術においては、一眼レフカメラより低解像度であるため、変状の「検出率」、「評価」が劣る。 △
	検出率(平均)	1.0(目視点検を基準) 0.7(一眼レフカメラを基準)	1.4(目視点検を基準) 1.0(一眼レフカメラを基準)	1.2(目視点検を基準) 0.8(一眼レフカメラを基準)
総人工数	・写真撮影 :0.75人工/1樋門	・写真撮影 :1.5人工/1樋門	・写真撮影 :1.5人工/1樋門	・写真撮影 :1.5人工/1樋門
	・変状評価 :0.4人工/1樋門	・写真整理、合成、解析 :0.25人工/1樋門	・写真整理、合成、解析 :0.25人工/1樋門	・写真整理、合成、解析 :1.0人工/1樋門
費用	・変状モード図作成 :3.0人工/1樋門	・変状評価 :0.1人工/1樋門	・変状評価 :0.1人工/1樋門	・魚眼データ補正 :0.5人工/1樋門
	・考察 :0.3人工/1樋門	・現地確認 :1.0人工/1樋門	・現地確認 :1.0人工/1樋門	・変状評価 :0.1人工/1樋門
今後	4.45人工/1樋門 (作業率:1.00)	・変状モード図作成 :1.4人工/1樋門	・変状モード図作成 :1.4人工/1樋門	・現地確認 :1.0人工/1樋門
	145,000円/1樋門 (1.00)	・考察 :0.6人工/1樋門	・考察 :0.6人工/1樋門	・変状モード図作成 :1.4人工/1樋門
		4.85人工/1樋門 (作業率:1.09)	4.85人工/1樋門 (作業率:1.09)	5.35人工/1樋門 (作業率:1.20)
		230,000円/1樋門 (1.59)	230,000円/1樋門 (1.59)	250,000円/1樋門 (1.72)
		・人為的ミス発生リスクを回避する必要があるが、継続的に必要。	・変状誤認箇所をAI画像解析技術にフィードバックし、技術の向上を図る。 ・AI技術の向上により、効率化・高度化が進むと、現地確認や考察に係る費用を削減できる。 (参考:3.05人工, 140,000円/1樋門)	・360°カメラとAI画像解析の技術の向上が必要。(開発時期は未定)

※表中「費用」は、AI画像解析ソフト使用料を含む。ただし、点検時「必要機材」に係る費用は、含まない。59

## 【作業性】

・目視点検と比較し、**変状評価・変状模式図作成・考察**における**作業性**は、**1.8倍程度向上**が期待できる。

※ただし、誤認識を確認する必要があるため、実運用ベースで比較した人工数は、目視点検と比較し、AI画像認識技術が多い結果となる。

⇒**教師データの拡充**及び**AI画像認識技術の精度向上**により、**現地確認**及び**考察**に係る人工数は**軽減**できると考える。

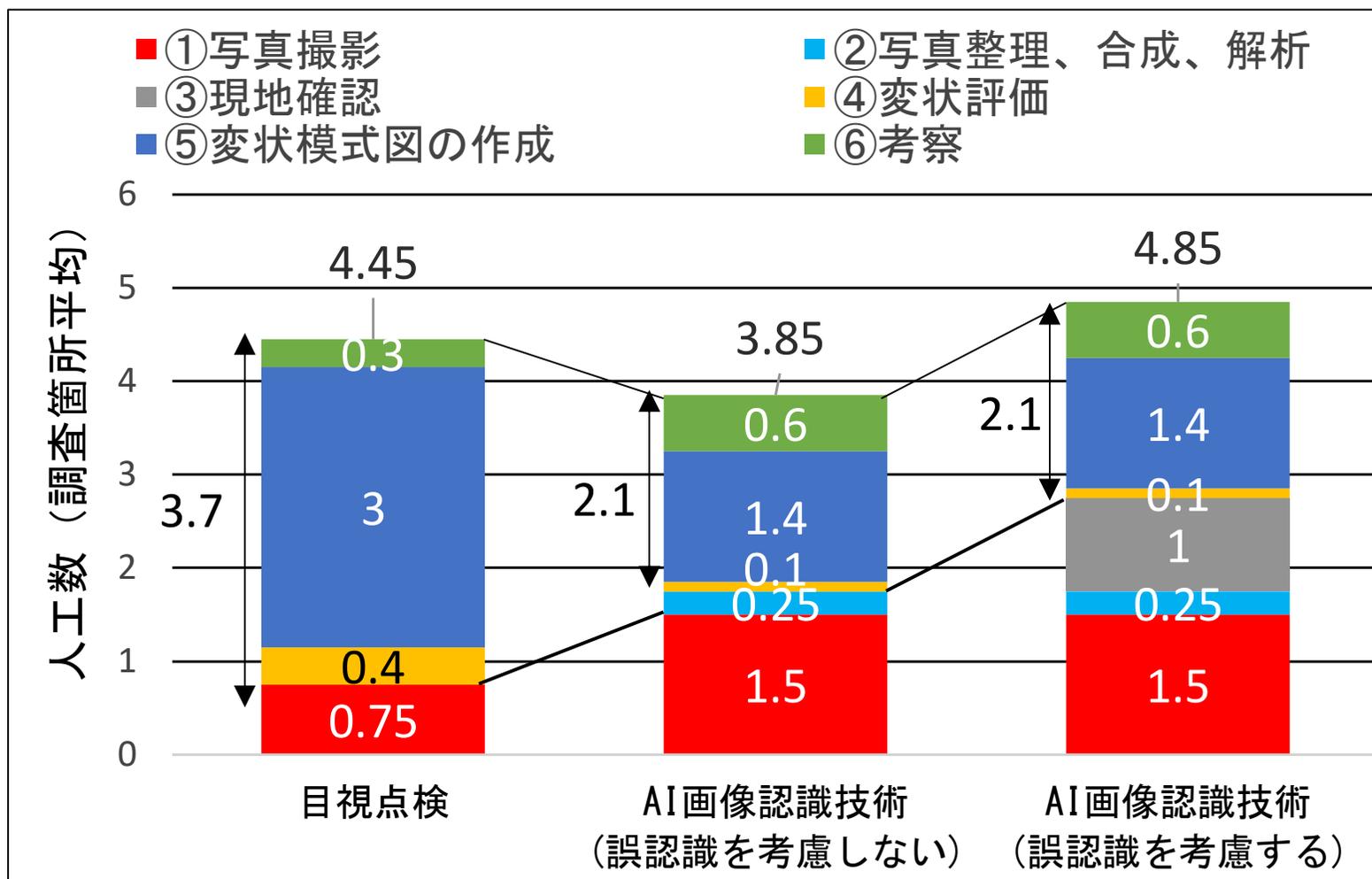


図. 作業性の評価

### まとめ

- ・ AI画像認識技術を用いて樋門函体内の機能低下につながるひび割れ、漏水、鉄筋露出、ジャンカ等を検出可能である。
- ・ AI画像認識技術を樋門函体点検に活用することで、変状評価にかかる作業量が縮減できる。
- ・ コンクリート表面の凹凸、変色等を変状として誤認識する場合がある。
- ・ 補修施工を行った箇所において、表面被覆を実施していない箇所は変状として誤認する場合がある。

### 今後の展開

- ・ 今回使用したAI画像認識技術は、1年に3～4回程度のアップデートを行い、教師データの更新・追加に伴う誤検出の低減を図っている。

⇒より多くの教師データの収集・蓄積及びAI 画像認識技術における課題の抽出・フィードバックを行うことで誤認識の改善が期待できる。

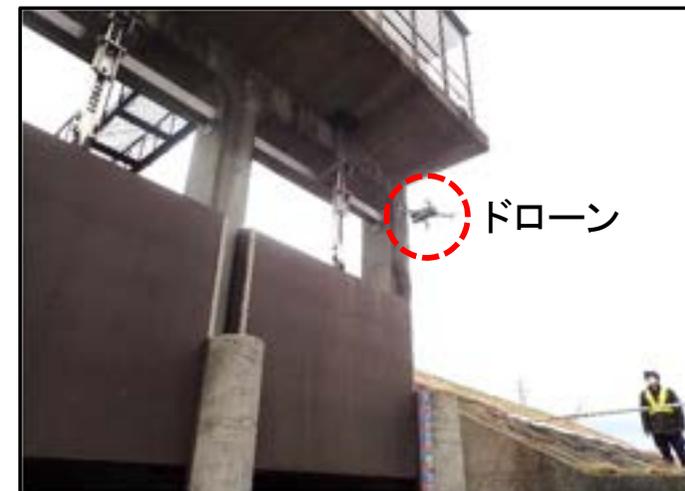
# 9. 門柱・操作台におけるUAV等の試行活用

## 【UAV撮影方法】

ドローン移動速度は、0.5m/秒以下、対象構造物との離れを2.0m以内とする。

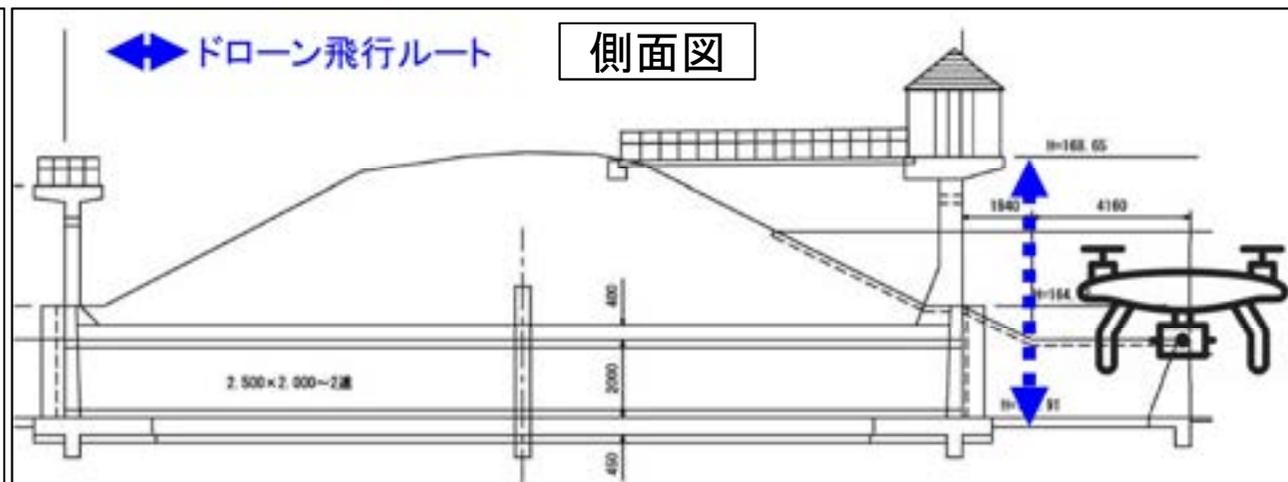
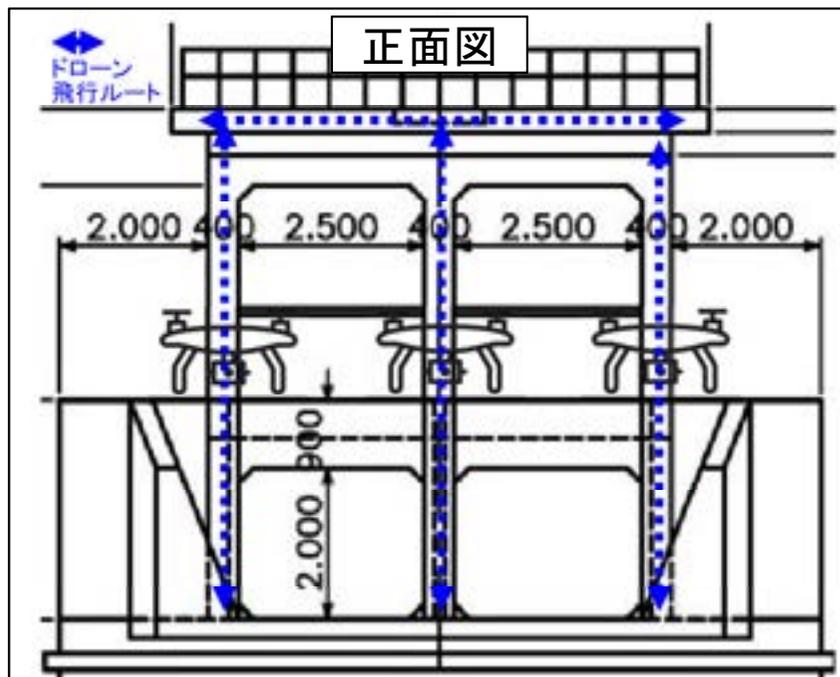
表. UAV撮影条件一覧

ドローン機種	カメラ画素数	検出したいひび割れ幅		
		0.2mm	0.3mm	0.4mm
Mavic2 Zoom (24mm) Skydio2	1200万画素	1m以内	2m以内	3m以内
Mavic2 Zoom (48mm)		3m以内	4.5m以内	6m以内
ZENMUSEX4S Phantom4pro Mavic2 Pro	2000万画素	2m以内	3m以内	4m以内



撮影状況

※赤字箇所:使用機材



※出典:樋門台帳(水車川排水樋門) 加筆

# 9. 門柱・操作台におけるUAV等の試行活用

## 〈例〉 水車川排水樋門 【撮影(高解像度データの取得状況)】

水車川排水樋門外において、「点検支援技術」による画像解析のための高解像度データの取得を行った。



門柱下部の撮影



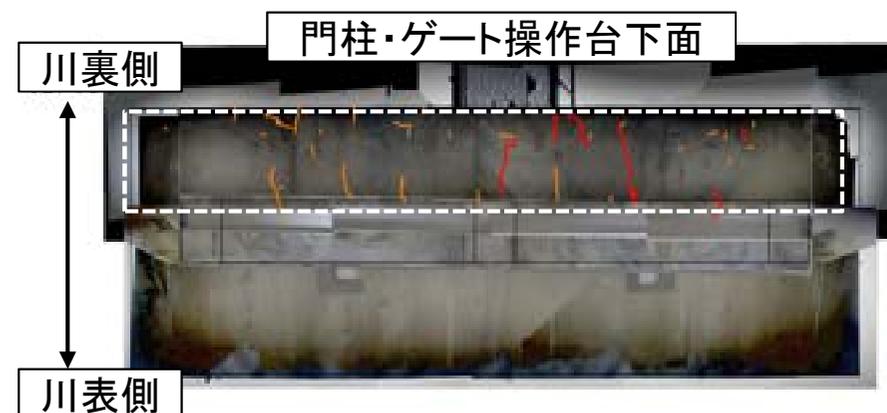
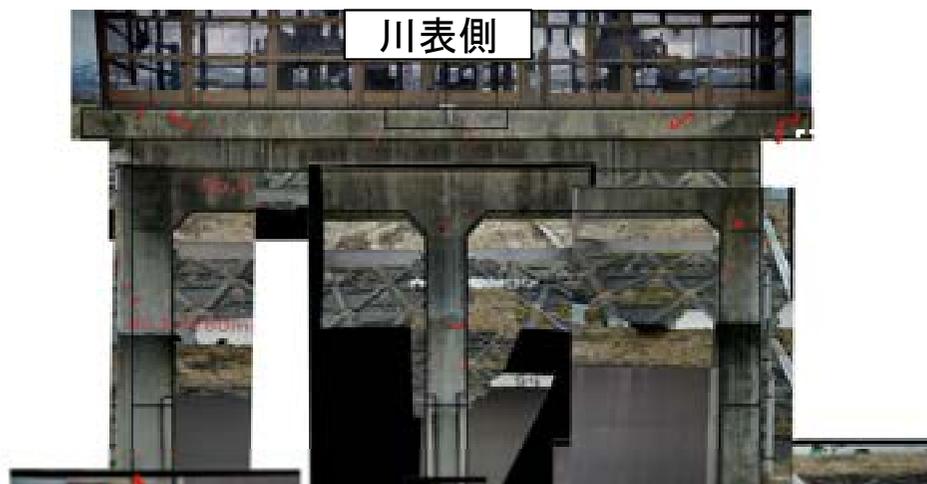
門柱側面の撮影



# 9. 門柱・操作台におけるUAV等の試行活用

〈例〉 水車川排水樋門【川表側 門柱・ゲート操作台\_変状模式図】

AI画像解析では、遠方目視となる操作台下部・門柱上部の変状を検知可能である。



検出率(川表側)

箇所	変状数 (b評価以上)		検出率 (AI/目視)	AI未検知箇所 (変状の誤認)
	目視点検	AI検知		
ひび割れ	0	17	—	0
エフロ・ 漏水・錆汁	0	0	—	0
鉄筋露出	0	0	—	0
合計	0	0	—	0

検出率(門柱・ゲート操作台下面)

箇所	変状数 (b評価以上)		検出率 (AI/目視)	AI未検知箇所 (変状の誤認)
	目視点検	AI検知		
ひび割れ	0	30	—	0
エフロ・ 漏水・錆汁	0	0	—	0
鉄筋露出	0	0	—	0
合計	0	0	—	0

凡例

- (黒線) : 目視点検結果 (函体内のひび割れ, 漏水なし)
- (黄線) : AI画像解析による検知結果  
(b評価相当, ひび割れ幅0.2mm以上0.6mm未満)
- (赤線) : AI画像解析による検知結果  
(c評価相当, ひび割れ幅0.6mm以上)

# 9. 門柱・操作台におけるUAV等の試行活用

## 〈例〉水車川排水樋門【川裏側 門柱・ゲート操作台\_変状模式図】

AI画像解析では、遠方目視となる操作台下部・門柱上部の変状を検知可能である。

### 凡例

- : 目視点検結果 (箇体内のひび割れ, 漏水なし)
- : AI画像解析による検知結果  
(b評価相当, ひび割れ幅0.2mm以上0.6mm未満)
- : AI画像解析による検知結果  
(c評価相当, ひび割れ幅0.6mm以上)

### 検出率(川裏側)

箇所	変状数 (b評価以上)		検出率 (AI/目視)	AI未検知箇所 (変状の誤認)
	目視点検	AI検知		
ひび割れ	1	18	—	0
エフロ・ 漏水・錆汁	0	0	—	0
鉄筋露出	0	0	—	0
合計	0	0	—	0



# 9. 門柱・操作台におけるUAV等の試行活用

## 【総括】

項目		目視点検・評価	AI技術による変状・評価
点検時	作業人数	3人	3人
	安全性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高所作業時は、梯子昇降(安全带装着)が必要であり、作業者の<b>安全確認が必要</b>。</li> <li>・必要に応じて足場等の仮設も必要。</li> </ul> <p style="text-align: right;">△</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・UAV等を活用するため、<b>作業者の高所作業を軽減</b>できる。</li> <li>・UAV飛行は、点検対象構造物周辺での飛行であり、低飛行、かつ、極小範囲に限定されるため、民地敷地への墜落、紛失の可能性が低い。</li> </ul> <p style="text-align: right;">○</p>
	点検機材	<ul style="list-style-type: none"> <li>・標尺、クラックスケール</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>高解像度を取得できるカメラ</b>(一眼レフカメラ等の市販品で可能)</li> </ul>
	留意点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>変状の見落とし、記録不備等の発生リスクが高い</b>。</li> </ul> <p style="text-align: right;">△</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>撮影時の光量不足に注意が必要。(十分な明るさが必要)</b></li> <li>・UAV、一眼レフカメラ撮影後は、撮影画像を確認する必要がある。</li> <li>・国が定めた標準項目の性能値を満足する設定値にする必要がある。(取扱説明書等の確認が必要)</li> </ul> <p style="text-align: right;">○</p>
評価時	取纏め	<ul style="list-style-type: none"> <li>・紙媒体による記録であるため、変状の経年変化の整理・比較するには、<b>電子データ化が必要</b>であり、非効率である。</li> <li>・変状の評価結果を補修計画に活用するためには、<b>変状の数量を別途取り纏める必要がある</b>。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・門柱上部・ゲート操作台など、<b>遠方目視が必要</b>となる箇所の変状を<b>抽出可能</b>である。</li> <li>・<b>画像解析ソフト</b>が構造部位ごとにひび割れ等の変状を抽出・評価するため、<b>人為的ミス</b>のリスクを軽減できる。</li> <li>・<b>閾値に基づき、変状を定量的にフィルタリング・色分けし、画像データのデータ化(dxif)が可能</b>であり、電子データによる経年変化の整理・比較が可能。(効率化・高度化が可能)</li> </ul>
今後		<ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>人為的ミス発生</b>のリスクを回避する必要がある、継続的に必要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>変状誤認箇所をAI画像解析技術にフィードバックし、技術の向上を図る</b>。</li> </ul>

- ・ 空知川河川事務所管内 樋門・樋管 評価区分「B評価」への拡大
- ・ 他河川事務所管内 樋門・樋管 評価区分「C評価」への拡大
  - ✓ 柔構造樋門
  - ✓ 軟弱地盤上に設置されている剛構造樋門(杭基礎)
  - ✓ 函長 L=40m以上
  - ✓ 耐久性に影響を及ぼすひび割れ(函軸方向のひび割れ、函軸直角方向・壁面斜め方向のひび割れ)

※ 函体内の一連写真が必要

( 函体内全体でAI画像認識技術の検出状況の確認、誤認の有無を評価するため)

表. 撮影条件一覧

項目	条件	管理方法
有効画素数	1000万画素以上	使用するカメラの性能値・設定値を事前に確認する
撮影距離	2.0m以内	カメラ液晶モニタより、撮影範囲を確認する
撮影ラップ率	30%以上	
煽り角度	±20° 以内	被写体とカメラの距離・撮影位置の高さを計測する
検出可能なひび割れ幅	0.2mm (B評価相当)	近接目視による確認を行う
照度	10,000 Lux以上	ライトによる照度調節を行う

# その他

## 本局河川管理課



北海道開発局ホームページへはこちらから。



# AI/Eye River(アイ・リバー)



北海道開発局  
の河川管理の  
課題

- 約1,850kmにおよぶ長大な河川管理延長
- 管理する河川構造物は約1,600施設
- インフラの老朽化の進行
- 甚大化、頻発化する災害

健全なインフラ機能の維持

河川管理を  
担う労働力の  
課題

- 北海道の人口減少は全国よりも10年程度先行
- 北海道の建設業の就業者は全国の他産業と比べて高齢化が顕著

担い手不足・技術力の継承

河川管理分野における生産性向上のため、デジタル技術を活用して河川管理等の高度化・効率化を図るAI/Eye River (アイ・リバー) の取組を先導的に進めています。

AI/Eye River  
ワーキング

AI/Eye Riverの取組の一環として、AIを活用した画像解析による異常の自動検知などの技術の開発・実運用化に向けた検討を「AI/Eye Riverワーキング」として進めます



AI/Eye River →  
北海道開発局HPIはこちらから



## AI/Eye Riverワーキングで検討する項目

### 河川空間管理

河道や高水敷などの河川空間の適切な管理のため行っている河川巡視の高度化・効率化を図る取組

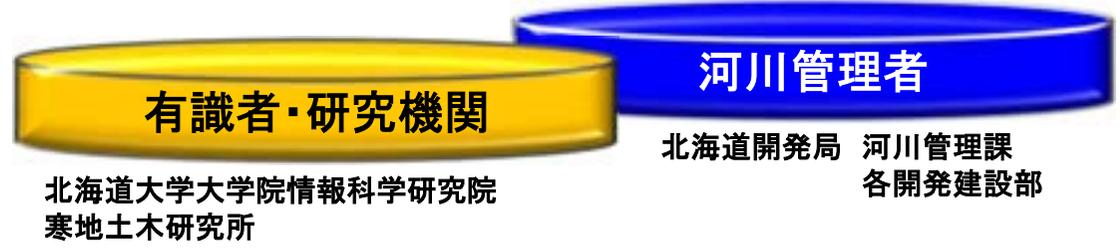
- 不法投棄検知
- 河岸浸食検知 など

### 河川・ダム管理施設点検

堤防や樋門などの河川管理施設やダムの点検の高度化・効率化を図る取組

- 堤防・樋門管内点検
- ダム点検 など

## AI/Eye Riverワーキングの構成



	R3	R4	R5	R6	R7~
河川空間管理	• 不法投棄検知 技術開発		試行・検証		実運用
河川ダム管理施設点検	技術開発		試行・検証・運用検討		実運用・活用拡大

## Before

・不法投棄、河川空間の変状を監視するため洪水時および平常時に巡視を実施

- ・不法投棄を発見した場合は回収担当に連絡
- ・河岸浸食など変状を発見した場合は位置、被災状況の概略を報告



## Before 課題

- ・広い管内を一巡するのに多大な時間を要する
- ・不法投棄の抑止効果が限定的(2回/週 日中)

## After

- ・河川管理用CCTVカメラによる常時監視やUAVによる巡視で異常をAIで解析して自動検知
- ・検知した異常を自動で管理者に通知



## After 効果

- ・不法投棄・河岸浸食の重点監視、抑止力向上
- ・巡視箇所削減による巡視の効率化
- ・早期発見・早期対応による被害拡大の防止

R3

### ●不法投棄検知システムの検討・構築

- ・自動解析実用化に向けた課題検討
- ・既存CCTVカメラ画像の精度把握

R4

- ・カメラの視認性向上の検証、**不法投棄検知AIシステム**の構築

R5

- ・AIシステムの試行・検証
- ・職員PC通知方法構築

R6～

実用化に向けた試行・検証

### ●河岸浸食検知システムの検討・構築

- ・**河岸浸食検知**精度やアラート機能等のシステム検討

- ・試行運用により浸食事例の収集・蓄積・検証
- ・システム実用化に向けた検知精度の検証・モデル改良
- ・運用規準検討(機器操作、対応マニュアル など)

・河岸決壊危険箇所の**重点監視**等への活用

# 河川・ダム管理施設点検

## Before

・河川・ダム管理施設の機能を維持するため、目視で点検

・徒歩で目視によりひび割れ等の変状の有無を点検し、変状を発見した場合は変状の程度を計測し、評価



堤防点検



樋門管内点検



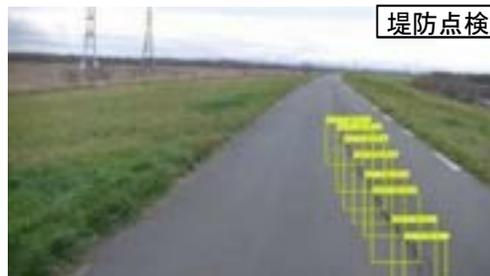
ダム監査廊点検

## Before 課題

- ・点検に、多大な時間を要する
- ・構造物の点検評価は熟練の技術力が必要

## After

・車載カメラやUAVなどにより撮影した・映像から亀裂などの変状の規模や位置をAIにより解析し自動で評価



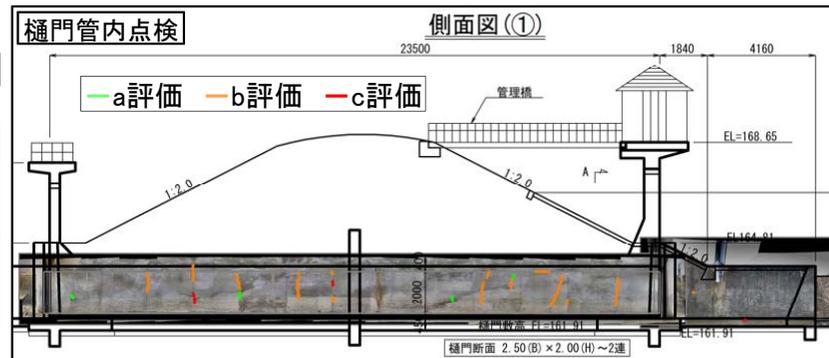
堤防点検

車載カメラの映像により堤防天端舗装のひび割れを自動で検知し評価



ダム監査廊点検

UAVを活用したダム監査廊巡視点検



樋門管内のひび割れを自動で検知し評価

## After 効果

- ・変状の状況を早期に把握し、その後の詳細調査が迅速に実施可能となり、作業の効率化が図られる
- ・AIを活用した変状レベル評価の自動化による作業が可能となる

これまで

R4

R5

R6~

### ● 堤防点検

・天端舗装の亀裂判断における既存AI技術の活用による有効性の検証

・亀裂検知精度向上と効果検証  
・積雪下の変状検知センサの調査・評価

・亀裂検知精度向上のための試行・検証  
・積雪下の変状検知センサの調査・評価

・実用に向けた試行・検証  
・変状検知センサの試作

### ● 樋門管内亀裂自動検知システムの検討・構築

・効率的な管内全体の写真撮影

・解像度の違いによる既存のAI画像解析技術を活用した変状検知精度と評価の自動化の検討

・検知精度向上のための試行・検証  
・実施要領(案)の作成

・実用に向けた試行・検証

### ● ダム点検

—

・監査廊内ドローン自動飛行・検証

・ドローン定期自動飛行・検証  
・飛行映像のAI解析・検証

・監査廊内全域飛行・検証  
・飛行映像のAI解析・検証

# 河岸浸食検知(1) ～河川空間管理～

## 河岸浸食検知

### 目指す姿

初期段階の河岸侵食を把握するシステムにより、外水氾濫の危険性を早期に把握する

### 概要

河岸浸食に伴う堤防被災による災害を最小限に防ぐため、寒地土木研究所と連携して、河川管理用CCTVカメラの映像をAIで解析し、迅速に河岸侵食の状況把握を可能とする検知システム（AI：深層学習を用いた方法）の実用化を推進

### ロードマップ

R3	R4	R5	R6	R7
検知精度やアラート機能等のシステム検討	試行運用 システム実用化に向けた検知精度の検証・モデル改良			

#### Before

洪水時に職員等により、管理区域内的の河川全線を巡視し、河岸決壊などの異常箇所がないか点検

##### 【洪水時の点検作業】

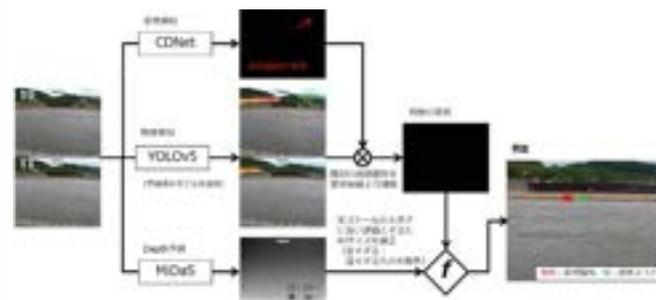
- ・管内全線を手分けして点検
- ・異常箇所を発見した場合は、位置、被災状況の概略を報告
- ・被災規模が大きい場合は、その場で監視し、残りの箇所は別働隊により点検

#### Before 課題

- ・広い管内を一巡するのに多大な時間を要するため、多くの人員が必要となる
- ・被災箇所の発見まで時間がかかる場合がある
- ・発災後の状況しか把握できず、初期からの被害の進行状況が不明

#### After

河川管理用CCTVカメラにより常時監視し、異常をAIで解析して管理者に通知



#### After 効果

- ・危険箇所を重点監視することで、異常の早期発見、早期対応が可能となり、被害を最小限に防ぐことが可能
- ・被災の進行状況を記録することが可能

#### 人工データの画像による検証（寒地土木研究所）

データ収集画像中には、学習に利用可能な河岸侵食画像が無かったため、実際のCCTVのデータを加工し人工データにより学習用の教師データを作成し、検証を実施している。

#### 今後の検討

- ・構築したモデルの検証結果として、正解率0.93であることを確認したが、今後は実運用に向けた検知処理（予測精度の向上と誤検知の低下とのトレードオフ）についての検討と改良を予定
- ・北海道開発局のCCTVカメラ蓄積装置にて画像を収集し本モデルを試験運用しており、結果をもとにモデル改良点について検討を行う予定
- ・侵食が生じた際に画像付きのアラートメールを開発局防災職員に配信することも検討予定

#### 実際の画像による検証（寒地土木研究所）

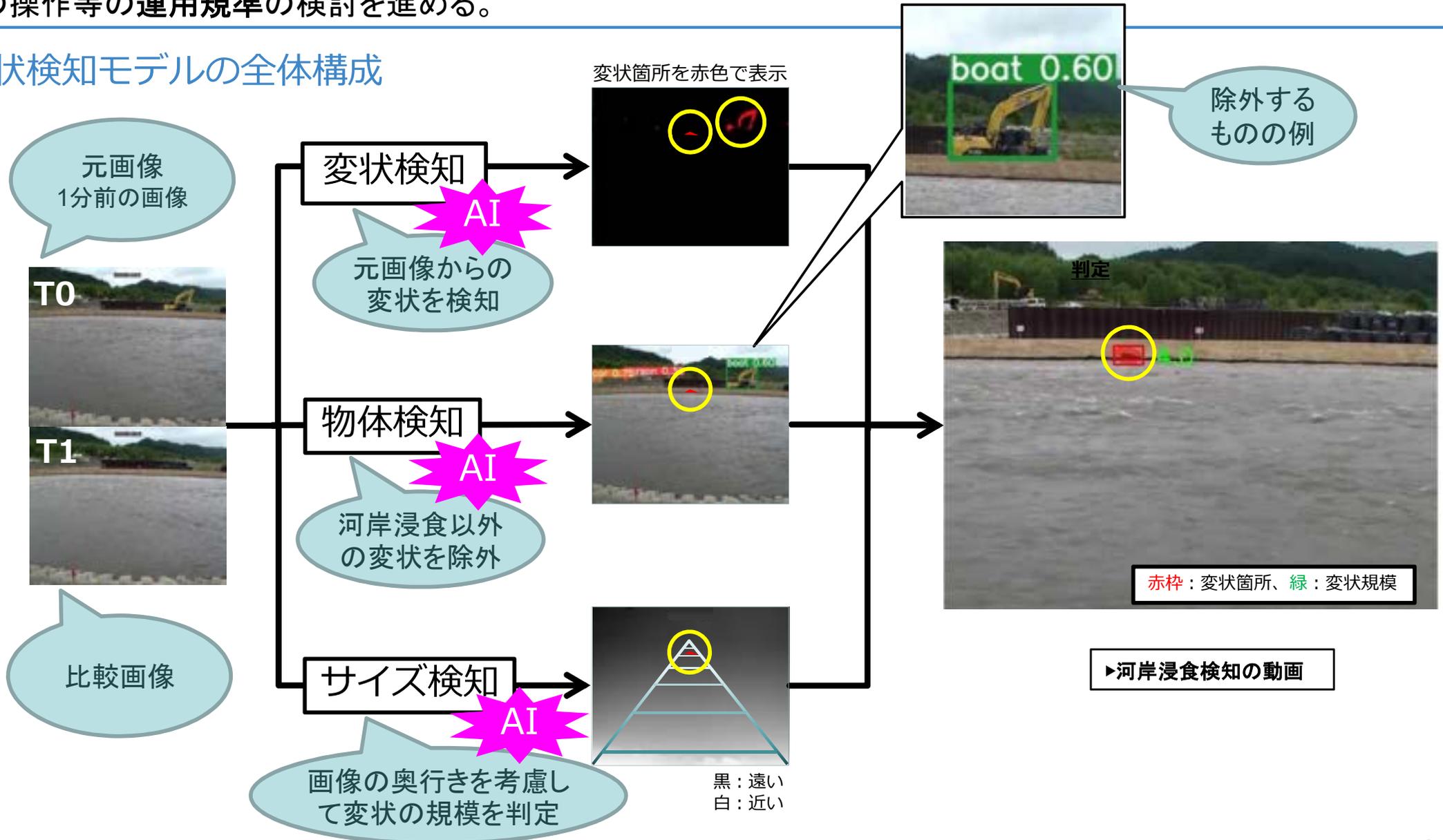
平成28年に音更川で生じた河岸侵食の録画映像を用いてモデルの検証を実施した。左から右に侵食が進行しており、予測モデルで変状検知した箇所（赤のハッチ）と、実際の侵食進行箇所が概ね一致していることが分かる。



# 河岸浸食検知(2) ～河川空間管理～

- 学習用の教師データを用いて、3つのAIで構成される河岸浸食検知システムを構築した。検証用データを用いた検証で概ね検知できることが確認できた。
- 令和4年度からは、全道33箇所のCCTVカメラで試行運用を開始し、実現象による検証を実施するとともに機器の操作等の運用規準の検討を進める。

## 変状検知モデルの全体構成



# 河岸浸食検知(3) ~河川空間管理~

○人工データによる学習用の教師データを作成し、河岸浸食検知システムを構築した。平成28年に音更川で生じた河岸浸食の録画映像を用いて検証したところ93%検知できることが確認できた

○令和4年度からは、全道33箇所のカCTVカメラで試行運用を開始し、実現象による検証を実施中



# ダム監査廊点検 ～河川・ダム管理施設点検～

○ダム監査廊点検においてUAV(ドローン)の自動飛行により撮影した映像から亀裂などの変状をAIにより検出し、職員へ自動通知する道内初の取組を開始

## < 効果 >

- ・施設の状況を容易に把握でき、詳細調査箇所を迅速に抽出可能なため、巡回点検の効率化が図られる
- ・地震等の緊急時においても、遠隔操作からの点検で迅速な状況把握が可能となる

GPS電波がないダム監査廊でも、ARマーカを用いることで自動飛行を実現



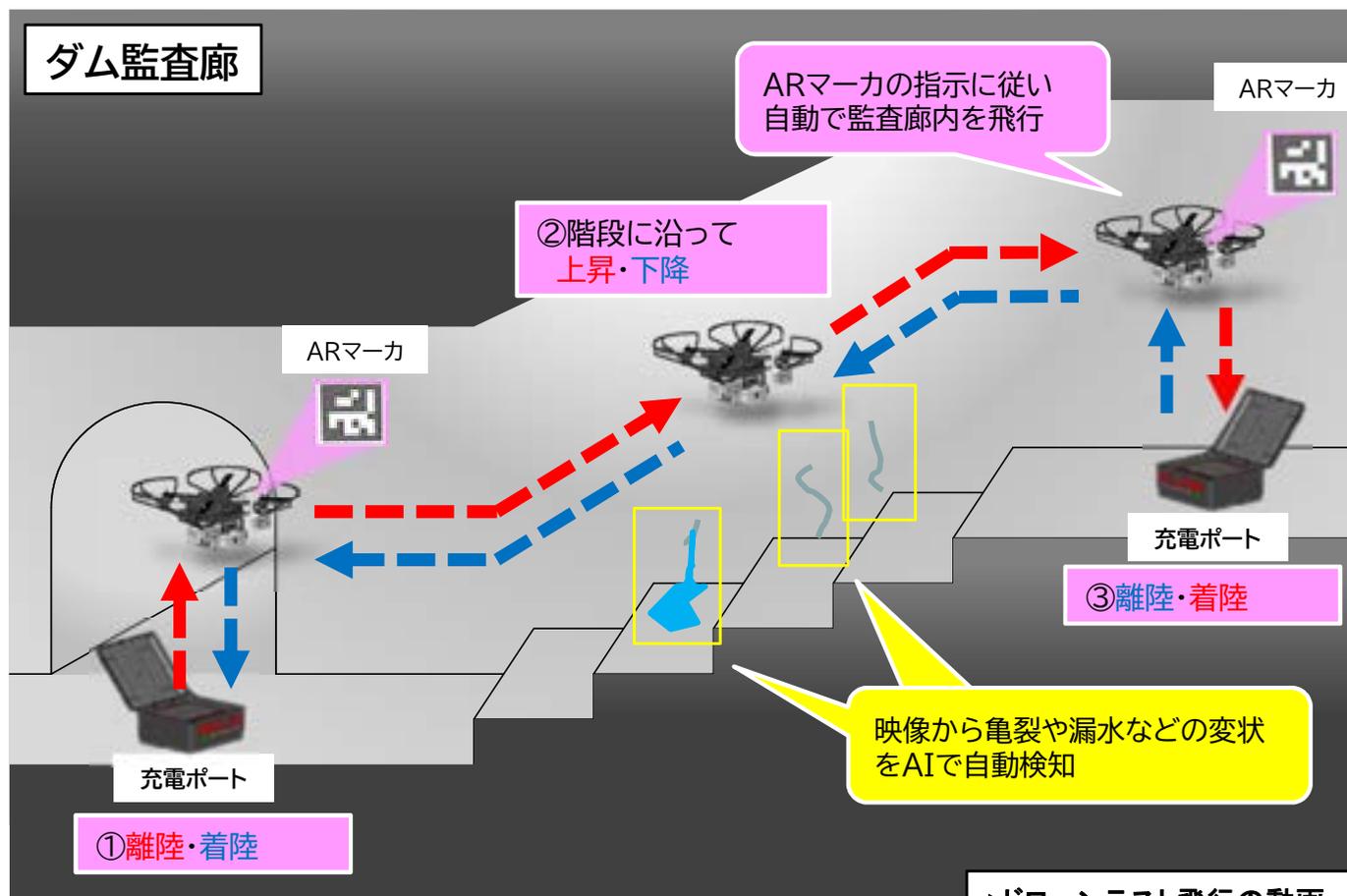
ARマーカ(拡張現実)  
[Augmented Reality]



- ※ARマーカの指示内容
- ・次のマーカまでの距離
  - ・方向(左, 右, 着陸)
  - ・高度
  - ・壁からの距離
  - ・ホバリング(静止)時間

【マーカ技術の特徴】

- ・非GPSで飛行できる
- ・変化のない空間でもマーカで飛行できる
- ・小型化でき、狭い空間(監査廊)で飛行できる



ドローンが監査廊内を自動飛行し撮影した映像からAI解析

▶ドローンテスト飛行の動画

監査廊内におけるドローンの自動飛行の実証実験を行います。詳しくは11/11(金)報道発表参照。

●日時 令和4年11月17日(木) 13:30～(1時間程度)

●場所 十勝ダム(新得町トムラウシ)