九州建設技術フォーラム２０２６

【 出展技術概要 】

出展-１　非接触式温度計による河川水温観測システム
出展-２　道路パトロールシステム＋堤防点検システム
出展-３　水位観測カメラ＋水位観測データ異常検出
出展-４　水理模型実験・数値解析を活用した流木捕捉施設の計画・設計技術

株式会社東京建設コンサルタント
TOKEN C. E. E. Consultants Co.,Ltd.

株式会社東建エンジニアリング
TOHKEN Engineering Co., Ltd.

九州建設技術フォーラム２０２６

【 出展内容　非接触式温度計による河川水温観測システム 】

株式会社 東建エンジニアリング
TOHKEN Engineering Co., Ltd.

株式会社東京建設コンサルタント
TOKEN C. E. E. Consultants Co.,Ltd.

非接触式温度計による河川水温観測システム

令和5年度　革新的河川技術部門公募テーマ
「非接触式水温機器」の開発

〇河川水温の連続観測について、無人観測、非接触により洪水に対しても安定的に実施可能であり、維持管理が容易な「非接触式水温機器」を開発する。

非接触式水温機器の技術開発のポイント

〇非接触式水温機器の開発の目的

一級河川（直轄管理区間）の水温観測は、水質調査時の月１回の観測を基本としており、河川環境を把握するために十分な水温データが取得されていない。魚類の生息への影響を把握するためには、水温25℃以上や10℃以下の累積時間、夏季の最高・最低水温、標準偏差など水温の時間変化を観測する必要があり、月１回の観測では影響を把握することができない。また、気候変動に伴う水温上昇による魚類の生息環境の変化など将来予測の推定もできない。

今後の気候変動の影響を含めた河川環境の把握のため、水温連続データを取得することを目的に河川水温の継続した観測を行うことが必要である。

一方で、水温の長期間に及ぶ連続的な観測は、安定的な観測が求められるとともに、その点検やデータ回収など管理コストが課題となる。非接触式水温機器は管理コストの大幅な縮減が期待できる反面、河川では、陸上から水面への斜方向観測、洪水等で変動する流水が対象、降雨や水蒸気等の影響を受ける条件となるため、現状においては連続観測で適用できる観測機器がない。

そのため、非接触により洪水に対しても安定的に連続観測が可能であり、維持管理が容易な「非接触式水温機器」を開発する。

〇現場実証

現場実証は、関東地方整備局管内を予定

〇技術開発成果としての要求事項

◇河川水温を非接触で連続的に観測が可能で維持管理が容易な機器
- ・陸上、橋梁等から非接触による観測が可能な機器
- ・平常時の表面水温を連続的に計測できる機器
- ・使用温度範囲：−10℃～40℃
- ・測定温度範囲：　0℃～40℃
- ・測定誤差　　：　±2℃
- ・10分間隔の観測が可能な機器
- ・地点の気温を同時に把握することが可能な機器
- ・夜間でも観測が可能である機器
- ・対雷機能を有するシステム
- ・予備電源の確保が可能なシステム
- ・固定式観測で水温及び気温データをインターネット等で送信可能なシステム
- ・面的に取得した観測値から確定値への補正方法
- ・維持管理を含めたライフサイクルコストが接触式水温機器より優位であること

◇なお、現地実装するための設計仕様、標準図、メンテナンスマニュアルを作成すること

令和5年度　革新的河川技術部門公募テーマ
「非接触式水温機器」の開発

〇技術開発者のイメージ（マッチング）
以下の技術を保有する企業等
- ・赤外線、非接触式水温計等の機器の開発・研究を行っている企業
- ・気象観測機器等の開発・研究を行っている企業
- ・河川水質の観測機器等の開発・研究を行っている企業
- ・河川水温の観測、機器の保守点検を行っている企業
- ・気象観測に関わる大学等の研究機関

〇開発期間及び費用
- ・開発期間：令和5年4月～令和7年3月
- ・費用：令和5年度は1,000万円まで
  令和6年度は1,000万円まで

実施フロー

フェーズⅠ：参加企業等の募集
【令和4年12月2日まで】

↓

フェーズⅡ：開発チーム結成・事業計画書作成
【令和4年12月13日～12月20日まで】
① ピッチイベントの実施
② 開発チームの結成
③ 事業計画書作成
※技術開発アイデアの想起や新たなビジネスパートナーのマッチング等の誘発を図るイベント

↓

フェーズⅢ：事業者選定
【令和5年1月中旬】

↓

フェーズⅣ：機器開発・現場実証
【令和5年4月～令和7年3月】

↓

フェーズⅤ：現場実装
【令和7年度以降】

新たな水温観測

既存施設等を活用した自動観測
【新たな観測】



【手法】
- ・非接触機器による自動観測

【地点】
- ・代表水系の流量観測地点等で観測

【頻度】
- ・連続観測

代表水系の基準点等で水温の連続観測を実施し、縦断的な水温状況を監視

期待される効果

〇地球温暖化に伴う水温変化による魚類の生息分布等、生態系への影響を把握
〇正常流量の再検討（流水の清潔の保持、魚類）の基礎資料として活用
〇水温上昇による水質変化の基礎資料として活用
〇調査業務のワークフロー改革へ寄与
〇観測機器、データの一元化
〇照射範囲で取得した観測データを面的に活用

株式会社 東建エンジニアリング
TOHKEN Engineering Co., Ltd.
株式会社東京建設コンサルタント
TOKEN C. E. E. Consultants Co.,Ltd.

■ 非接触式水温機器の開発に関する背景及び課題の認識

一級河川（直轄管理区間）の水温観測は、水質調査時の月１回の観測を基本としており、河川環境を把握するために十分な水温データが取得されていない。魚類の生息への影響を把握するためには、水温25℃以上や10℃以下の累積時間、夏季の最高・最低水温、標準偏差など水温の時間変化を観測する必要があり、月１回の観測では影響を把握することができない。また、気候変動に伴う水温上昇による魚類の生息環境の変化など将来予測の推定もできない。

今後の気候変動の影響を含めた河川環境の把握のため、水温連続データを取得することを目的に河川水温の継続した観測を行うことが必要である。

一方で、水温の長期間に及ぶ連続的な観測は、安定的な観測が求められるとともに、その点検やデータ回収など管理コストが課題となる。非接触式水温機器は管理コストの大幅な縮減が期待できる反面、河川では、陸上から水面への斜方向観測、洪水等で変動する流水が対象、降雨や水蒸気等の影響を受ける条件となるため、現状においては連続観測で適用できる観測機器がない。

■ 開発の目的

非接触により連続観測が可能であり、維持管理が容易な既存技術を活用した非接触式水表面温度連続計測システムの開発及び、現地実装するための設計仕様、標準図、メンテナンスマニュアルを作成する。

■ 開発の目標

【 令和5年度 】

東京建設コンサルタントのかすかべ環境防災研究センターの実験水路で接触型水温計との比較を行い、照射角度や適用可能な距離、降雨によるバイアス、水温検知の感度分析等を行い条件の絞り込み、現場における課題を整理する。

【 令和6年度 】

令和5年度の実験水路での実証結果を踏まえ、実河川で現場実証を実施し、データの解析、精度検証からアルゴリズム検討、設計仕様、維持管理手法等を検討・取りまとめる。

■ 多摩川における実証実験及びデータ解析

現地踏査の結果を踏まえ、多摩川の田園調布（上）観測所において昨年度と同様に放射温度計及びIRカメラによる実証実験を行った。比較対象とする接触式の水温計は水位追従式とし、また、水温への影響要因を踏まえ、気温、濁度、湿度の観測も併せて実施した。

機器設置状況は以下のとおりである。

現地実証実験は令和6年8月1日から令和7年1月28日の期間で実施した。



機器設置状況

■ 実証実験の観測機器

【 放射温度計 】

機種 ； クリマテック社 精密放射温度計 CAP-SI-411
特徴 ； 赤外放射温度計の基本原理をそのまま測定する。
温度範囲が広く、消費電力が小さい。

【 IRカメラ 】

機種 ； FLIR社 FH-SERIES R
特徴 ； 赤外線による温度感知を野外でも実現している。
火山火口付近の温度計測を目的として気象庁に導入実績がある。



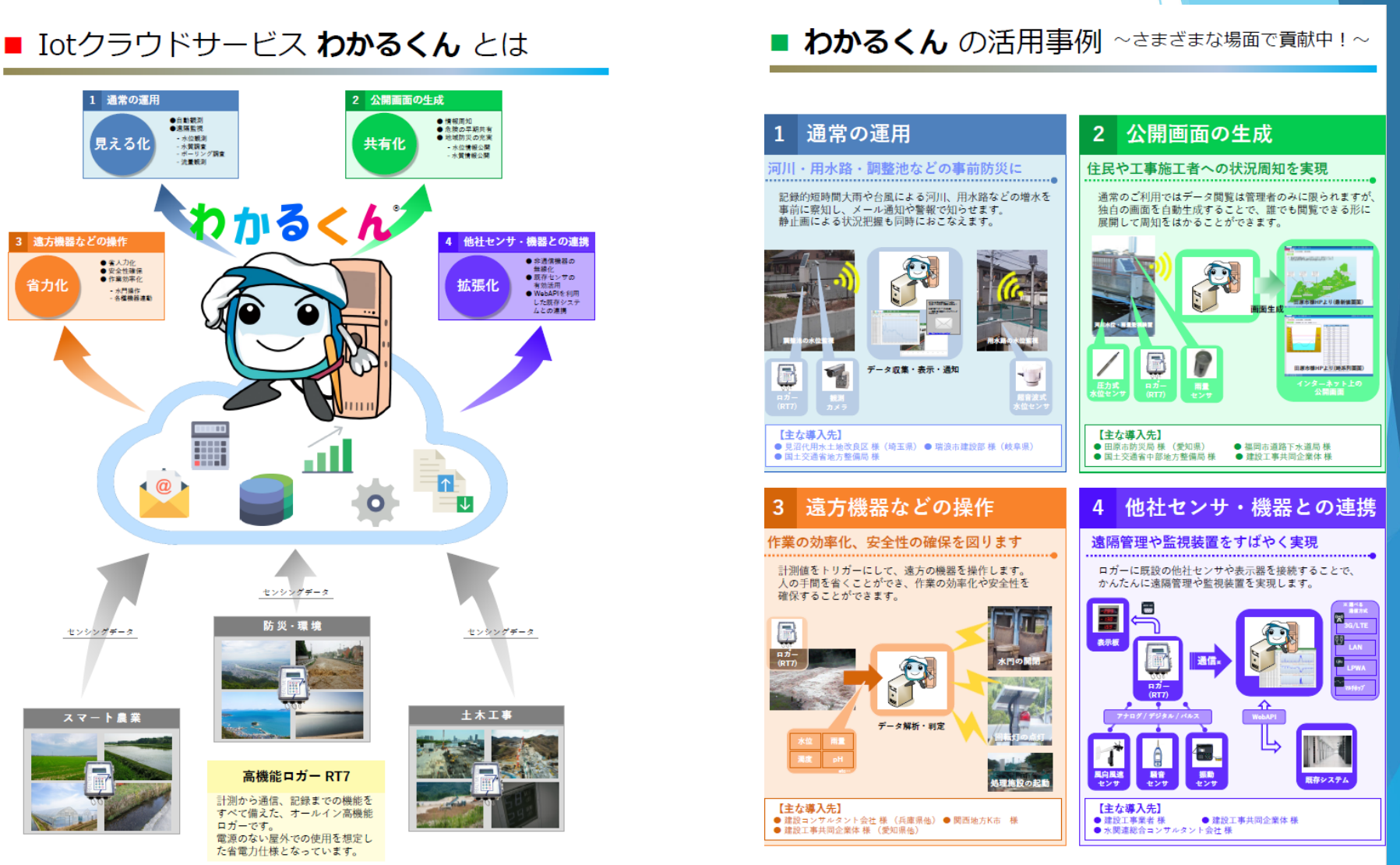
放射温度計
クリマテック社　CAP-SI-411



ＩＲカメラ
FLIR社　FH-SERIES R

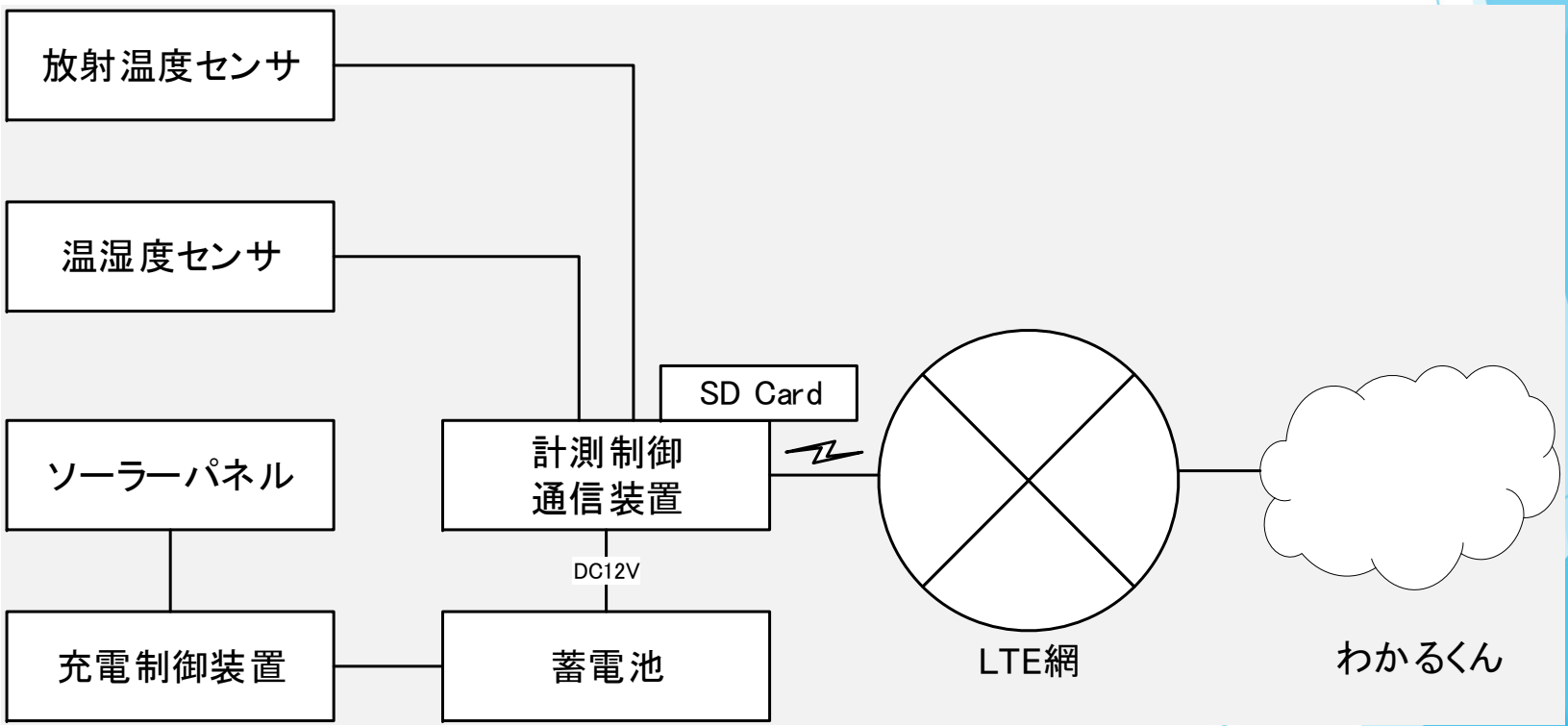
■ データ配信技術

データ配信については共同開発チームである東建エンジニアリングで開発した「Iotクラウドサービスわかるくん（NETIS：QS-200050-A）」を使用した。



■ システム構成 【 放射温度計 】

計測制御通信装置は、放射温度センサより放射温度・センサ温度を、湿度センサより気温・湿度を、各々10分周期で取得し装置内のSDカードに記録すると共に、内蔵している通信装置により携帯電話網のLTE回線を介しクラウドへ観測データをアップロードする。

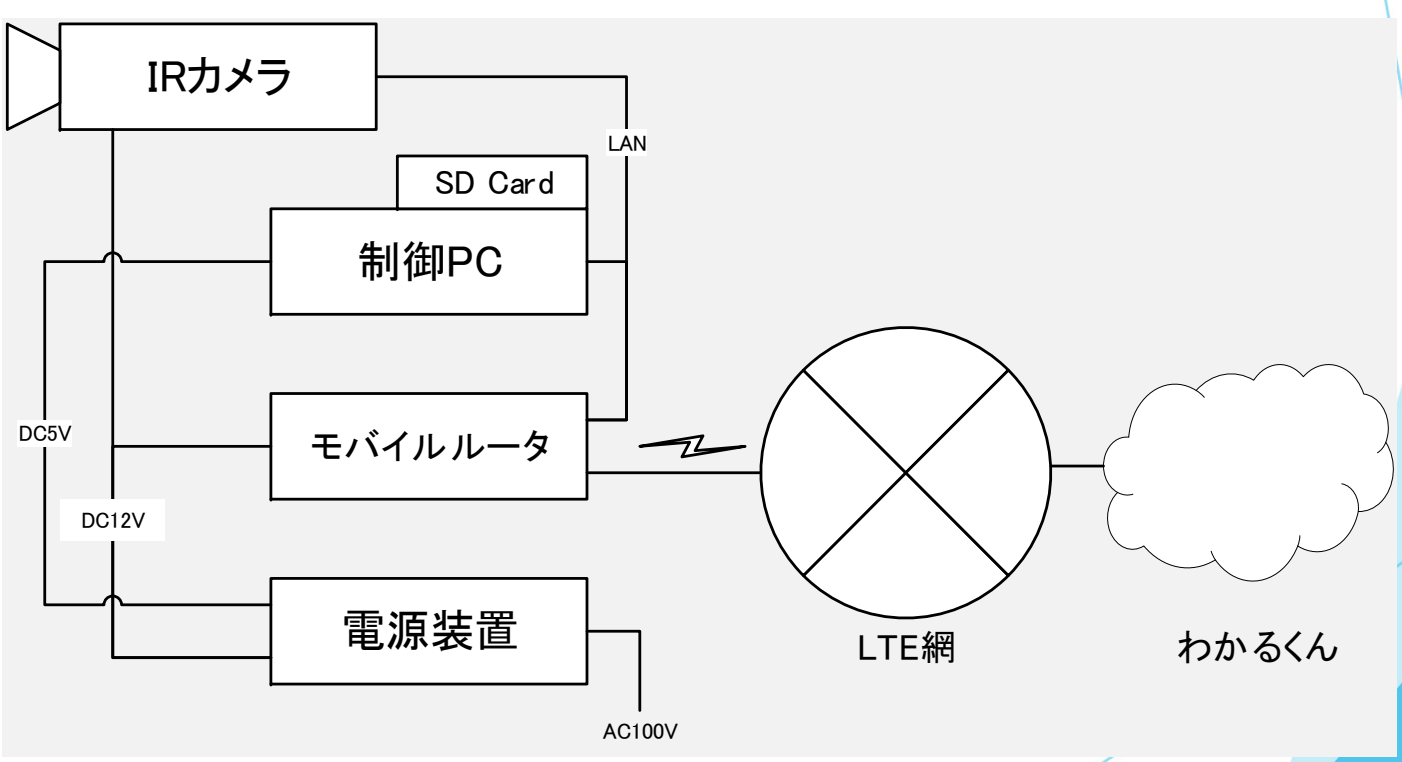


放射温度計のシステム概要

■ システム構成 【 IRカメラ 】

制御PCは、10分毎にIRカメラより、固定位置温度計測結果・エリア内最高最低点温度・輝度・IR画像・可視光画像を取得、装置付属SDのカードに保存すると共に、制御PCに接続しているモバイルルータで携帯電話網のLTE回線網を介して、クラウドへ観測データ（エリア内最高最低点温度・輝度を除く全データ）をアップロードする。

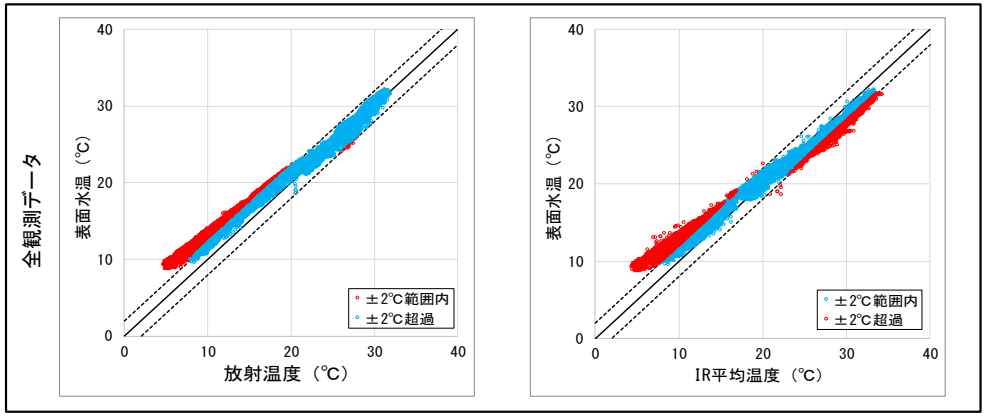
固定位置温度以外の場所の温度をIR画像から求める場合は、計測毎に出力されるエリア内最高最低点温度・輝度を使用して輝度温度係数を求め、当該係数を利用して画像中の任意の位置の輝度情報から温度の計測も可能である。



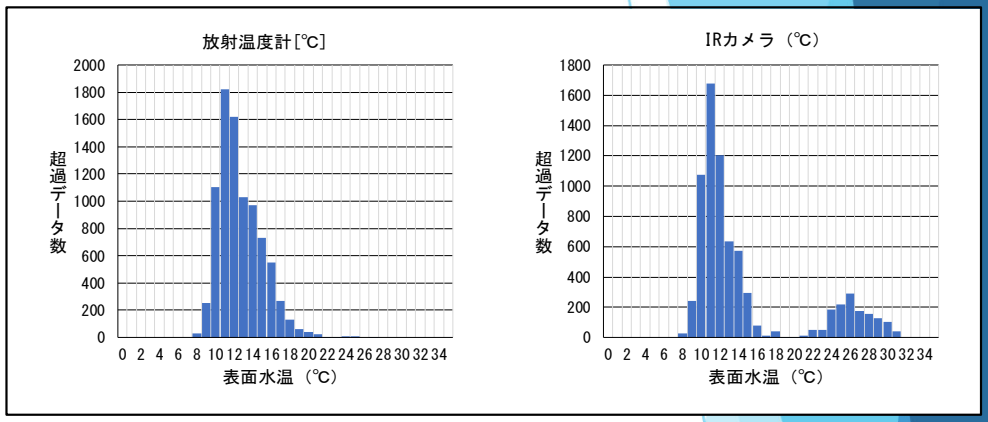
IRカメラのシステム概要

■ 非接触式水温計の河川における基本性能

全データ、昼間のデータ、夜間のデータともに、放射温度計・IRカメラの双方共に平均値で±2℃の範囲であるが、相関図及びヒストグラムに示す通り概ね10℃以下の低温時に測定誤差が多く生じ、特にIRカメラにおいて、25℃程度でも測定誤差が生じている。



非接触式水温計と実測した表面水温との相関



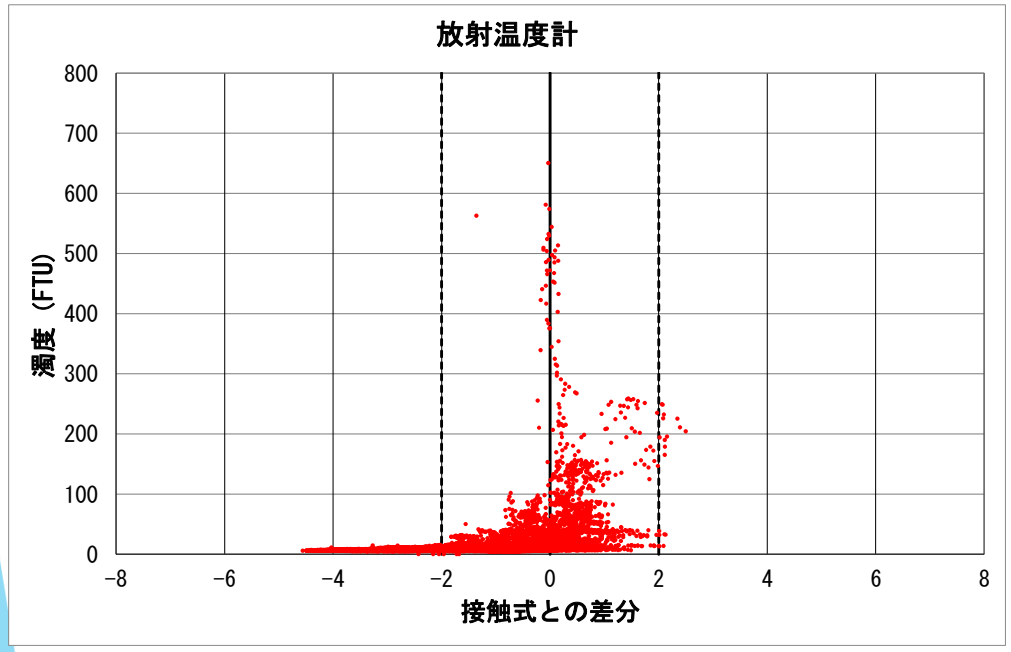
非接触式水温計の±2℃超過温度帯

水位観測誤差の影響因子を以下のように想定し検証を行った。

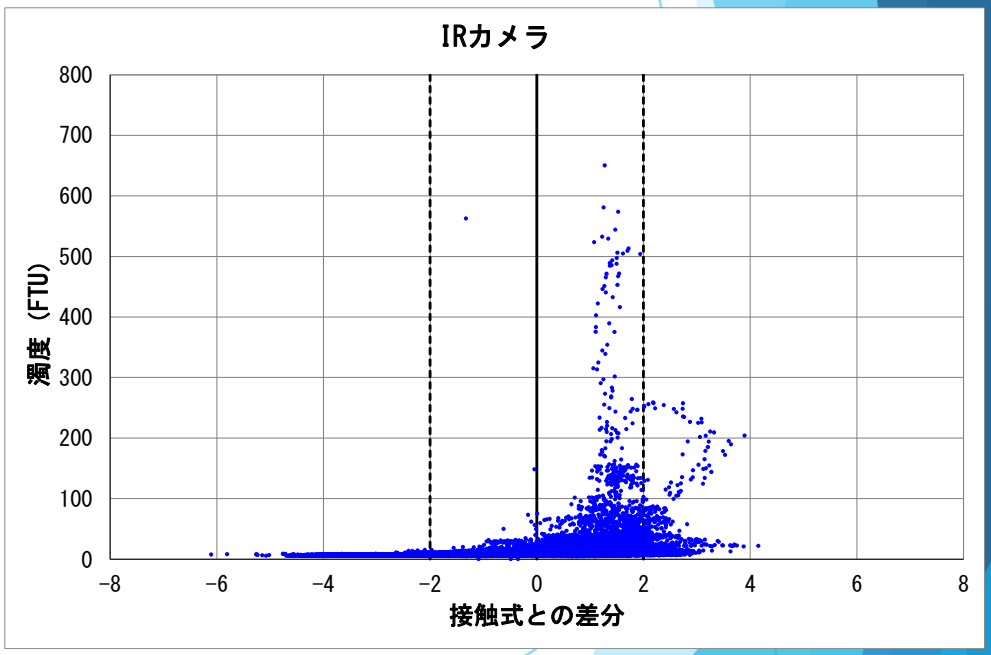
影響因子	検証・分析方法
濁　度	水温と同時に濁度を連続観測し、濁度と非接触及び接触式温度計の差分の関係を分析した。
風　速	近傍の気象観測所の風速と非接触及び接触式温度計の差分の関係を分析した。
日　射	可視光カメラ・赤外線カメラの画像から日射(ハレーション有無等)による水温変化を分析した。

■ 濁りの影響

放射温度計、IRカメラともに濁度が高くなるほど測定誤差が小さくなる。
一方、濁度が小さい場合に測定誤差が大きくなる傾向を示した。
濁度が高いほど粒子が多く含まれ赤外線放射が多くなることから、観測精度が向上するためと推測される。



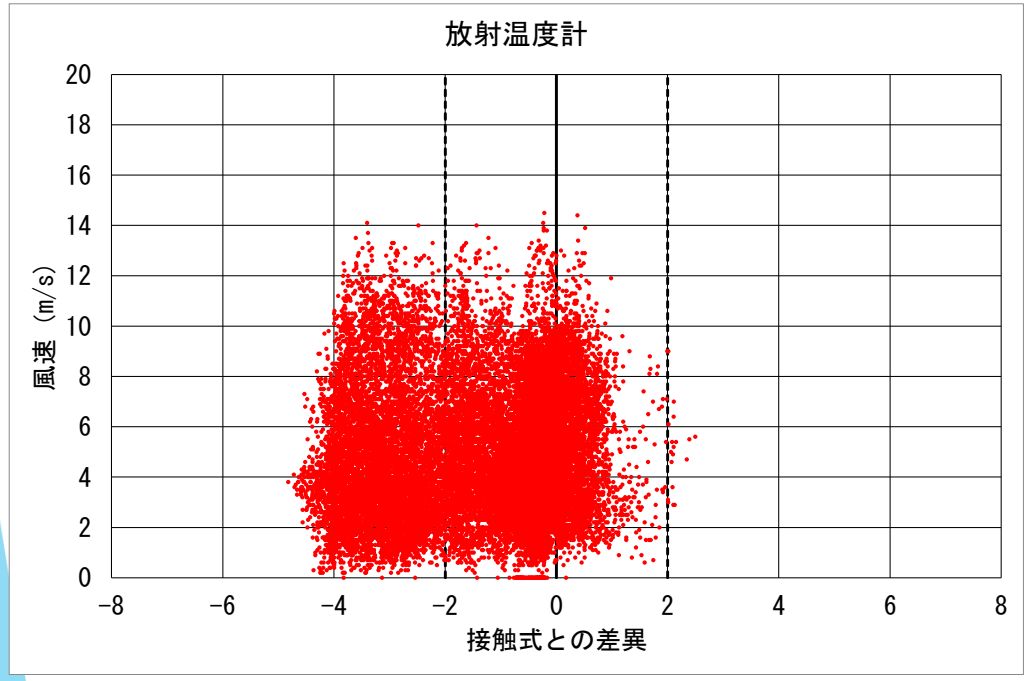
濁度と想定誤差の関係 【 放射温度計 】



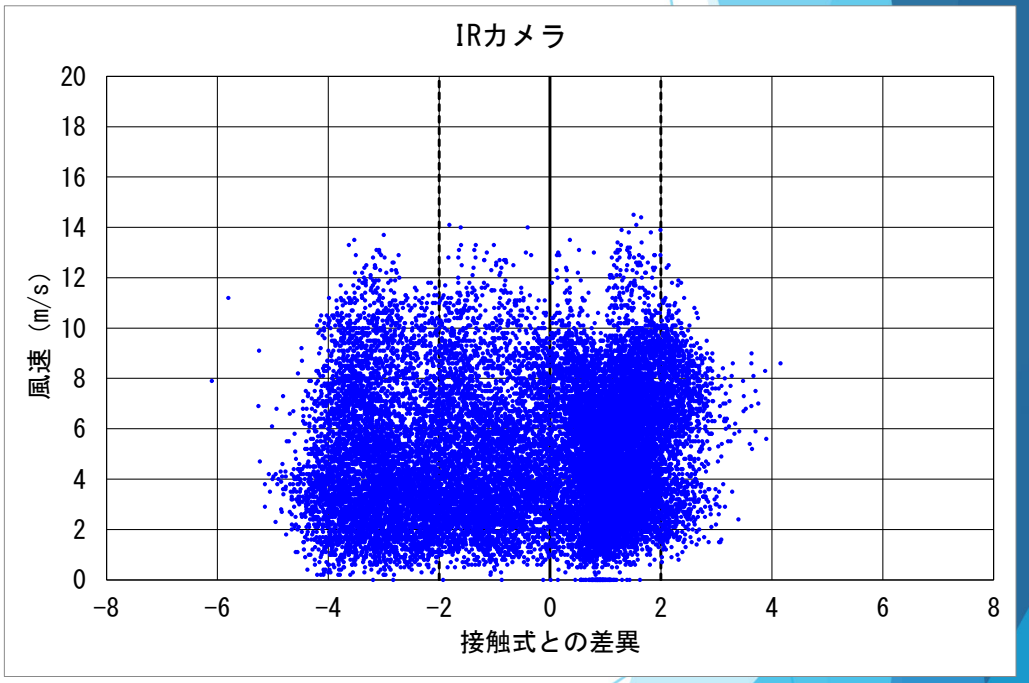
濁度と想定誤差の関係 【 IRカメラ 】

■ 風の影響

観測地点近傍の気象庁(羽田)の風速と水温の測定誤差の関係を下図に示す。
風速と測定誤差の間に明確な関係は見られず、風による非接触式水温計の測定誤差への影響はないと推測された。



風速と想定誤差の関係 【 放射温度計 】

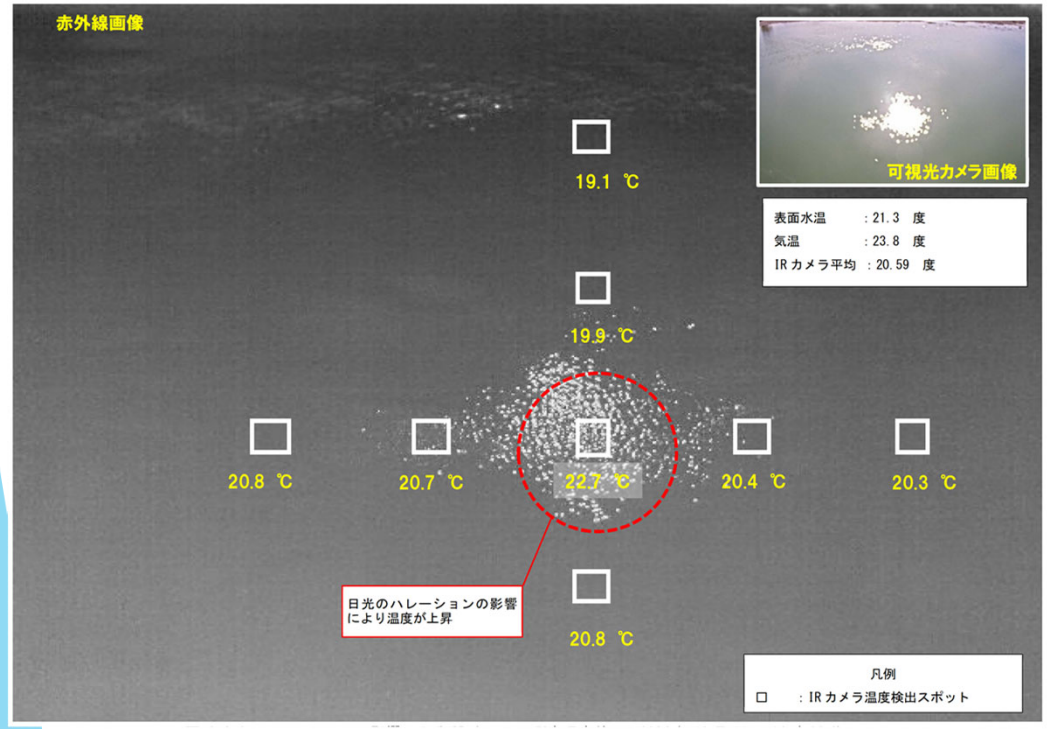


風速と想定誤差の関係 【 IRカメラ 】

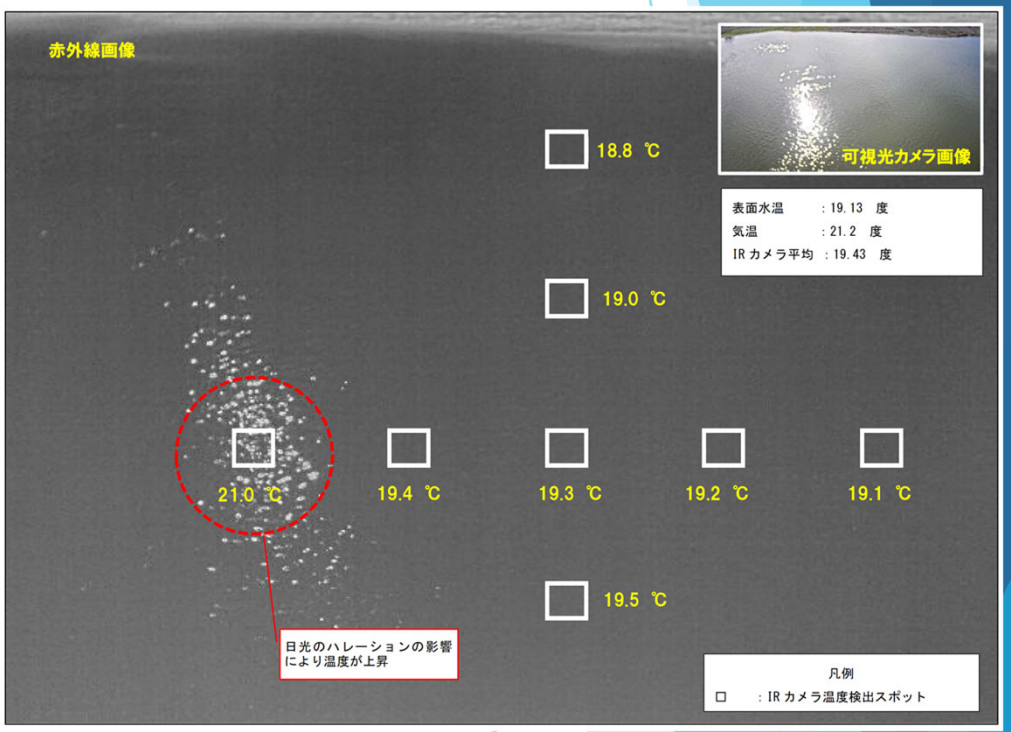
■ 水面反射の影響

太陽光が強く反射している部分の測定温度が高くなっており、日光の反射の影響が示唆された。

機器の設置にあたっては、南向きの設置とならないような工夫が必要であると考えられる。



令和6(2024)年10月11日 14:00



令和6(2024)年10月30日 13:10

■ 補正式の検討

試験結果のとりまとめ結果より、放射温度計・IRカメラともにリクワイヤメントで示される±2℃の精度を超過するデータも散見される結果となった。

今後の実運用に向けて、気候変動による影響を捉え生態系への影響等の基礎情報とするためには、何れの観測機器においても更なる精度向上が必要になる。

そこで、非接触機器により観測された水温に気温をパラメータにして補正するアルゴリズムを作成した。

非接触機器とボタン水温計による接触観測の水温との差について、同時刻の気温により１次式・２次式で近似する２ケースに分けて分析を行った。

説明変数	水温と同地点、同時刻の計測気温(℃)
目的変数	・放射温度計とボタン温度計による表面水温の差 ・IR カメラとボタン温度計による表面水温の差
分析ケース	Case1　：　１次式近似 Case2　：　２次式近似
回帰方法	Ridge 回帰(Case2 では気温の２乗値を独立データとして追加) 正則化項の係数 α =0.1
データの正規化	最小最大正規化(気温：-10～40℃、仕様上の測定範囲内)

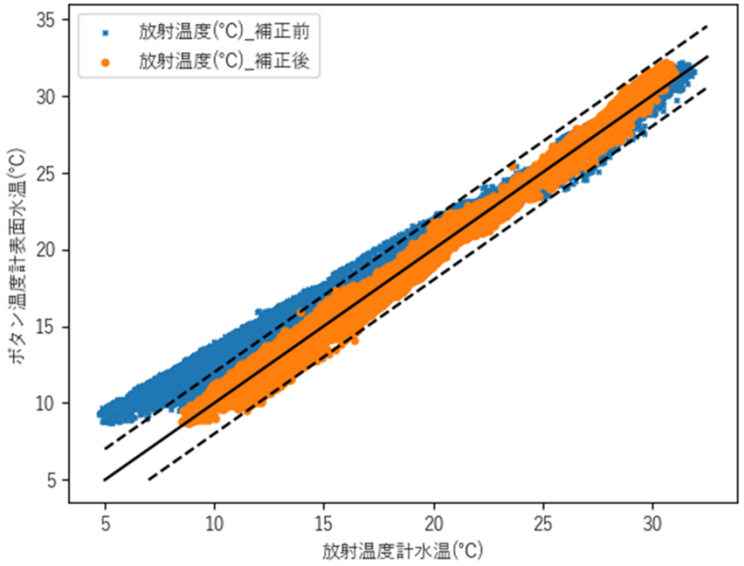
■ 補正式の検討

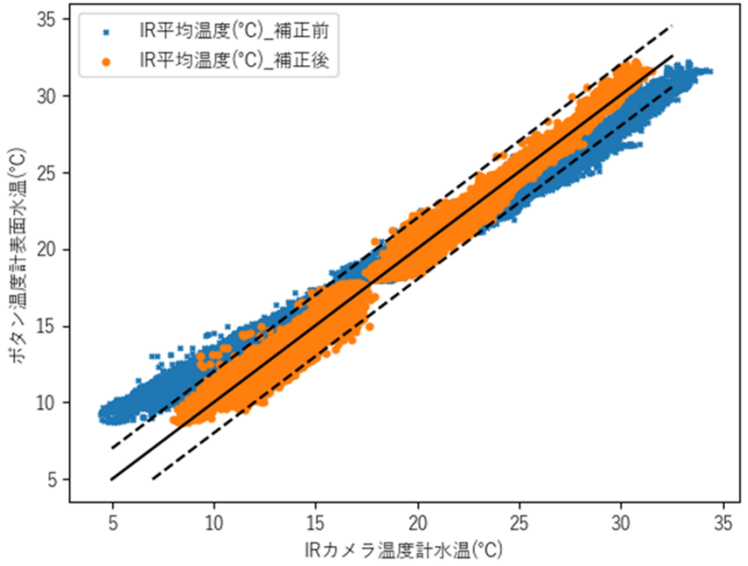
その結果、以下に示す補正式を得た。

$T_{radi} = t_{radi} - 0.1348t_{air} + 3.8631$	放射温度計
$T_{IR} = t_{IR} - 0.1884t_{air} + 3.8702$	IRカメラ

Tradi　：補正後の放射温度計温度(℃)
tradi　：補正前の放射温度計温度(℃)
TIR　：補正後のIRカメラ温度計温度(℃)
tIR　：補正前のIRカメラ温度計温度(℃)
Tair　：現地測定気温(℃)

補正結果を下図に示すが、標準偏差が0.67℃以内(3σ＜2℃)に収まっている。





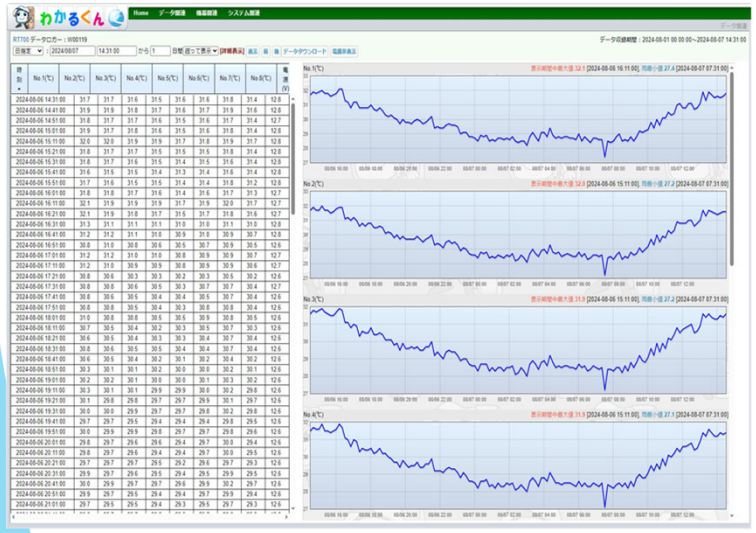
■ リアルタイム配信手法

今回の実証実験では、リアルタイム配信手法としてNETIS登録されている「わかるくん情報配信サービス（QS-200050-VE）」で対応した。

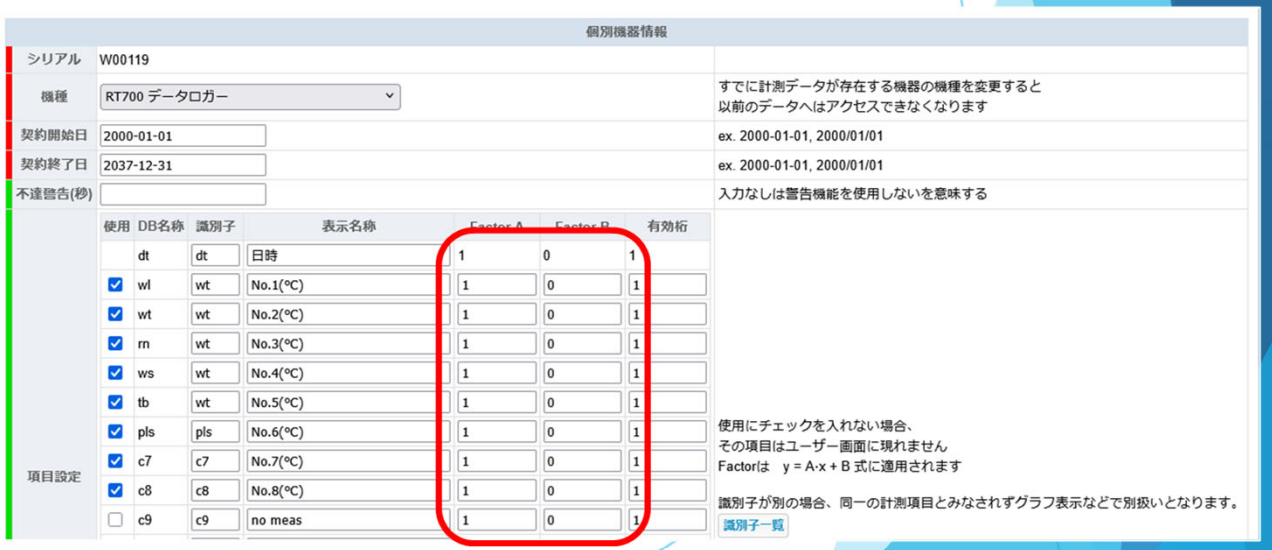
本システムは、開発チームである株式会社東京建設コンサルタント及び株式会社東建エンジニアリングの共同開発によるシステムであり、LTE回線を用いて安価に情報配信ができるシステムである。

実証実験に際し、放射温度計及びIRカメラのデータを取り込めるようシステムを改良し、リアルタイム配信が問題なく稼働することを確認した。

なお、補正式については、「わかるくん」のシステム上で画面上での操作により係数変更を可能とした。



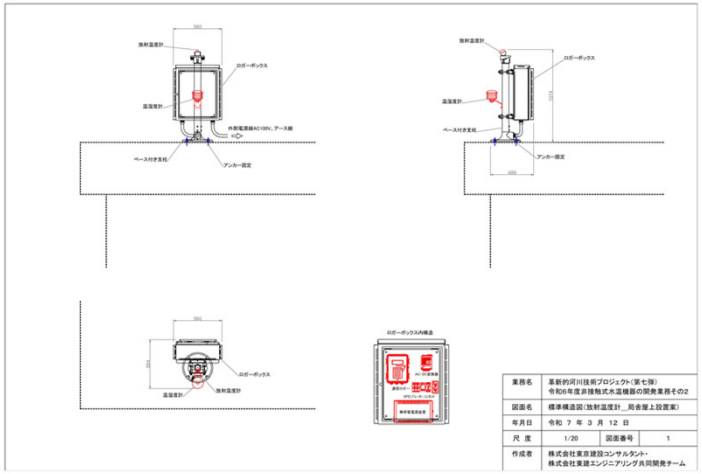
リアルタイム配信データ確認画面

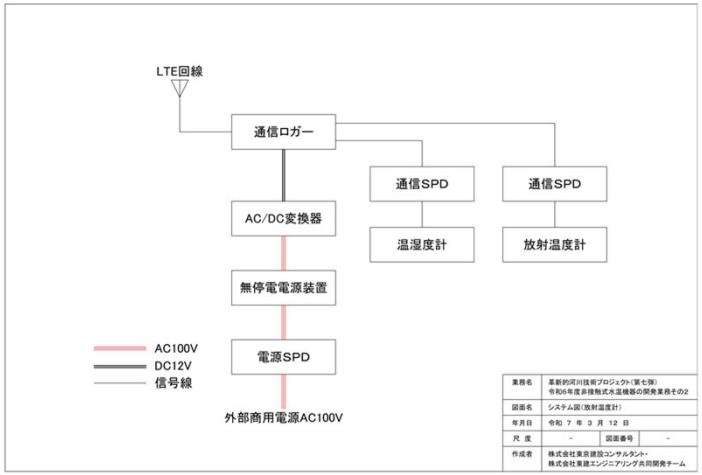


補正式係数変更画面

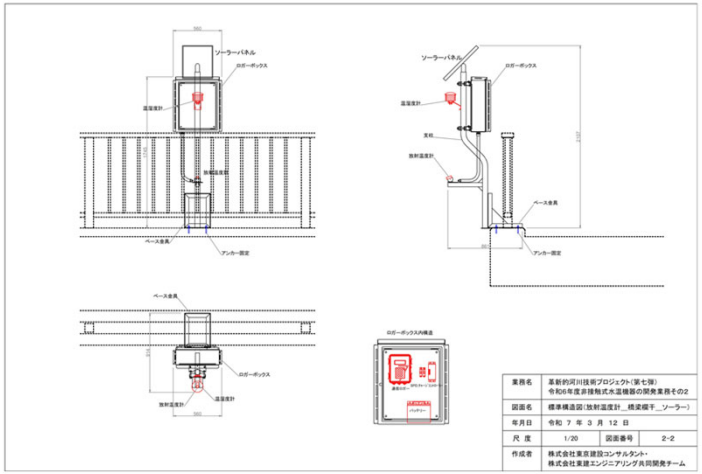
■ 機器設置に係る標準図

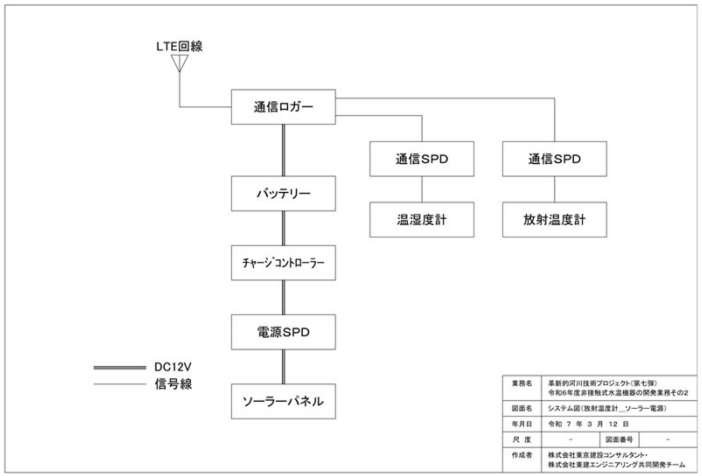
機器設置については、放射温度計を対象とし、AC100Vの電源確保が可能な水位観測局舎等に併設するパターンとソーラーパネルとバッテリで電源供給し橋梁欄干等に単独設置するパターンを想定し、各々の標準図を作成した。





局舎併設・AC100V電源





単独設置・ソーラーパネル+バッテリ

■ 維持管理マニュアル

保守点検については、以下の総合点検及び維持管理点検の実施を想定する。

総合点検 ； 年1回で出水期前(5月頃)の低水時での実施を推奨
維持管理 ； 3ヶ月毎で年4回の実施とするが内1回が総合点検で対応

保守点検内容一覧表

点検項目	点検内容	
	放射温度計	IR カメラ
外形検査	センサ集光部の汚れがないか、外形に顕著な外傷がないか。筐体、配線などの破損、断線等の不具合の有無の確認	センサ集光部の汚れがないか、外形に顕著な外傷がないか。筐体、配線などの破損、断線等の不具合の有無の確認
受信機の向き	センサ部の設置俯角にずれ等がないこと	センサ部の設置俯角にずれ等がないこと
機器の設置	機器の設置角度が変化していないか、設置金具などに緩みがでて振動を生じることはないか	機器の設置角度が変化していないか、設置金具などに緩みがでて振動を生じることはないか
記録媒体の確認	観測データが記録媒体に正しく記録されているか、記録媒体（HDD）の容量に問題ないか、故障はないか	観測データが記録媒体に正しく記録されているか、記録媒体（HDD）の容量に問題ないか、故障はないか
動作確認	放射温度計の動作チェック（温度値表示の確認）	可視光・遠赤外線ともに映像が表示されるか
時刻同期	機器の時刻設定の確認	機器の時刻設定の確認

■ 技術開発成果

1. 非接触式水温計（放射温度計、IRカメラ）を用いた現場実証により、いずれの機器についても河川における連続観測への適用性が確認された。
2. 測定誤差のリクワイヤメント（±2℃）に対し、機器による測定結果でバラツキも散見されたが、気温をパラメータとして3σの管理精度の中で±2℃以内に補正するアルゴリズムを開発した。
3. 陸上（局舎）、橋梁からの試験を行い、いずれの場合でも観測できることを確認し、設置方法、システム系統について標準図を作成した。
4. 実験中の機器の状況も踏まえ、維持管理の基本的な考え方をとりまとめた。

■ 実運用に向けた今後の留意点

1. 本研究において、放射温度計・IRカメラの双方共に今回のリクワイヤメントに示される±2℃の測定誤差とするためのアルゴリズムについて開発した。
2. アルゴリズムについては、本研究における実験条件から導きだされた気温をパラメータとした式であるが、その係数については機器の個別の特性、観測環境に影響を受ける可能性もあることから実運用に移る前に試験観測を行い、設置する箇所の環境特性にあわせて設定することが望ましい。
3. 非接触水温計については、相応の歴史を有するものの、河川での適用性の実証は、今回の革新的プロジェクトが初めてであり、今後の技術革新、知見の蓄積結果をフィードバックし機器性能の更なる向上を行うことが望ましい。

■ 要求事項(リクワイヤメント)の達成状況

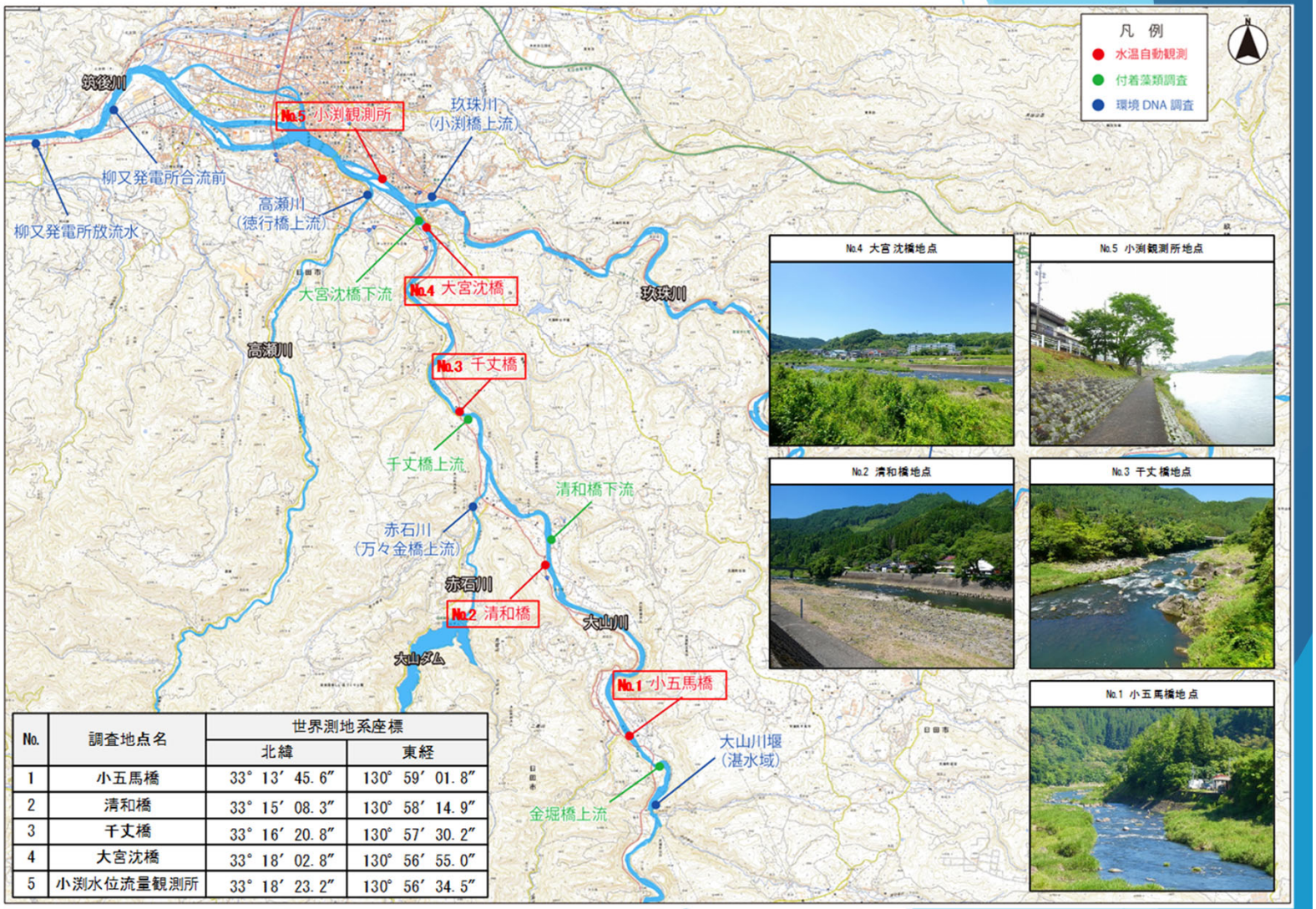
要求事項	達成状況
・陸上、橋梁等から非接触による観測が可能な機器	○：2種の機器で陸上、橋梁からの観測が可能であることを確認
・平常時の表面水温を連続的に計測できる機器	○：現場実証により連続的に計測できることを確認
・使用温度範囲：-10℃～40℃	△：本実験期間中の気温は-1.1℃～36.6℃であった（機器使用上問題はない）。
・測定温度範囲：0℃～40℃	△：本実験期間中の水温は8.7℃～32.1℃であった（機器使用上問題はない）。
・測定誤差　　：±2℃	○：補正式を適用することで±2℃以内になる。
・10分間隔の観測が可能な機器	○：現場実証により10分間隔で観測できることを確認
・地点の気温を同時に把握することが可能な機器	○：気温計も併設して観測できるシステムとして標準図を作成した。
・夜間でも観測が可能である機器	○：現場実証により夜間でも観測できることを確認した。
・耐雷機能を有するシステム	○：耐雷機能としてSPDを設置するシステムとして標準図を作成した。
・予備電源の確保が可能なシステム	○：予備電源を敷設するシステムとして標準図を作成した。
・固定式観測で水温及び気温データをインターネット等で送信可能なシステム	○：使用した機器のデータをNETIS登録技術である「IoTクラウドサービスわかるくん（QS-200050-VE）」で配信できるシステムとした。
・面的に取得した観測値から確定値への補正方法	○：補正式を作成した
・維持管理を含めたライフサイクルコストが接触式水温機器より優位であること。	○：ライフサイクルコストで優位であることを確認した。

■ 実河川（筑後川水系）での試行運用結果

令和7年度に筑後川水系において、接触式水位計と非接触式水位計の同時観測による試行運用を全5地点で実施した。

当該結果を以降のスライドに示すが、各地点での観測時間が短かった事と補正係数の検証が行えなかった。

そこで、令和8年度も引き続き筑後川水系での試行運用を計画している。



No.	調査地点名	世界測地系座標	
		北緯	東経
1	小五馬橋	33° 13′ 45.6″	130° 59′ 01.8″
2	清和橋	33° 15′ 08.3″	130° 58′ 14.9″
3	千丈橋	33° 16′ 20.8″	130° 57′ 30.2″
4	大宮沈橋	33° 18′ 02.8″	130° 56′ 55.0″
5	小渕水位流量観測所	33° 18′ 23.2″	130° 56′ 34.5″

■ 実河川（筑後川水系）での試行運用結果

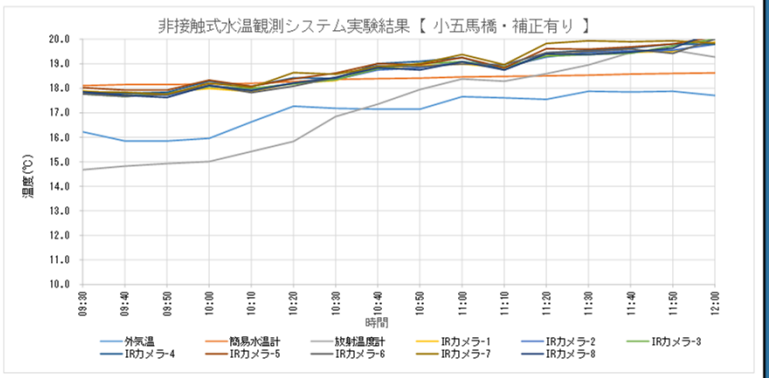
(1) 広域位置図



(2) 詳細位置図(航空写真)



(3) 簡易水温計・非接触式水温計 観測データ比較グラフ



(4) 簡易水温計設置位置・仮設状況



(5) 非接触式水温計仮設状況



非接触式水温観測システム実験結果【 小五馬橋地点 】

■ 実河川（筑後川水系）での試行運用結果

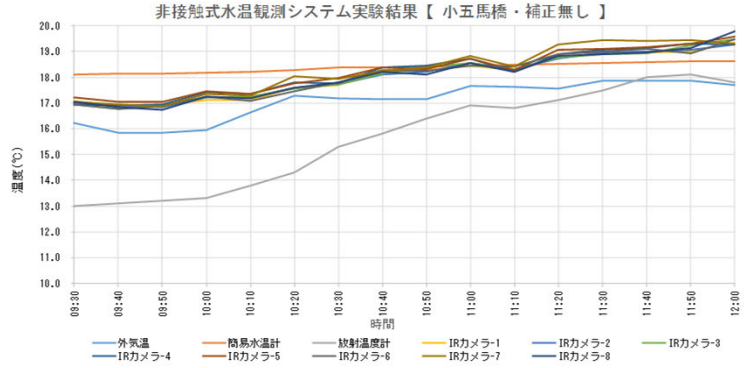
非接触式水温観測システム実験データ 【 小五馬・補正無し 】

観測日時	外気温	簡易水温計	放射温度計	IRカメラ温度計							
				計測-1	計測-2	計測-3	計測-4	計測-5	計測-6	計測-7	計測-8
R07/11/04 08:50	14.97	17.87	10.30	16.44	16.48	16.48	16.57	16.57	16.27	16.19	16.53
R07/11/04 09:00	14.99	17.92	10.90	16.57	16.53	16.57	16.57	16.57	16.40	16.36	16.40
R07/11/04 09:10	15.86	17.96	11.80	16.53	16.53	16.61	16.48	16.57	16.36	16.36	16.44
R07/11/04 09:20	16.23	18.03	12.50	16.91	16.83	16.83	17.00	17.08	16.83	16.78	16.87
R07/11/04 09:30	16.22	18.11	13.00	17.08	17.00	16.96	16.96	17.21	16.96	17.04	17.04
R07/11/04 09:40	15.85	18.15	13.10	16.87	16.91	16.78	16.91	17.04	16.78	16.96	16.83
R07/11/04 09:50	15.85	18.15	13.20	16.96	16.83	16.91	16.96	17.04	16.87	16.87	16.74
R07/11/04 10:00	15.96	18.18	13.30	17.13	17.21	17.21	17.43	17.47	17.25	17.34	17.25
R07/11/04 10:10	16.63	18.20	13.80	17.13	17.21	17.25	17.34	17.34	17.08	17.30	17.17
R07/11/04 10:20	17.27	18.27	14.30	17.60	17.60	17.55	17.81	17.77	17.47	18.02	17.60
R07/11/04 10:30	17.18	18.37	15.30	17.68	17.73	17.73	17.77	17.98	17.81	17.94	17.81
R07/11/04 10:40	17.15	18.39	15.80	18.20	18.11	18.15	18.37	18.37	18.28	18.24	18.20
R07/11/04 10:50	17.15	18.41	16.40	18.28	18.20	18.37	18.45	18.32	18.24	18.37	18.11
R07/11/04 11:00	17.66	18.46	16.90	18.45	18.54	18.54	18.71	18.71	18.45	18.84	18.54
R07/11/04 11:10	17.61	18.49	16.80	18.28	18.32	18.32	18.20	18.28	18.41	18.41	18.20
R07/11/04 11:20	17.55	18.51	17.10	18.75	18.71	18.75	18.88	19.05	18.88	19.26	18.84
R07/11/04 11:30	17.88	18.53	17.50	18.96	18.96	18.88	19.05	19.09	19.01	19.43	18.88
R07/11/04 11:40	17.85	18.58	18.00	18.96	19.01	18.92	19.14	19.18	19.09	19.39	18.96
R07/11/04 11:50	17.88	18.60	18.10	19.01	19.05	19.22	19.31	19.31	18.92	19.43	19.14
R07/11/04 12:00	17.71	18.63	17.80	19.35	19.26	19.48	19.26	19.56	19.48	19.31	19.78

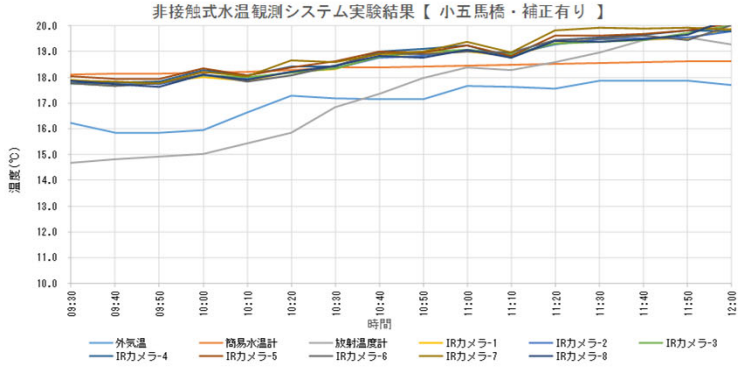
非接触式水温観測システム実験データ 【 小五馬・補正有り 】

観測日時	外気温	簡易水温計	放射温度計	IRカメラ温度計							
				計測-1	計測-2	計測-3	計測-4	計測-5	計測-6	計測-7	計測-8
R07/11/04 08:50	14.97	17.87	12.15	17.49	17.53	17.53	17.62	17.62	17.32	17.23	17.58
R07/11/04 09:00	14.99	17.92	12.74	17.62	17.57	17.62	17.62	17.62	17.45	17.40	17.45
R07/11/04 09:10	15.86	17.96	13.53	17.41	17.41	17.50	17.37	17.45	17.24	17.24	17.32
R07/11/04 09:20	16.23	18.03	14.18	17.73	17.64	17.64	17.81	17.90	17.64	17.60	17.68
R07/11/04 09:30	16.22	18.11	14.68	17.90	17.81	17.77	17.77	18.03	17.77	17.86	17.86
R07/11/04 09:40	15.85	18.15	14.83	17.75	17.80	17.67	17.80	17.93	17.67	17.84	17.71
R07/11/04 09:50	15.85	18.15	14.93	17.84	17.71	17.80	17.84	17.93	17.75	17.75	17.63
R07/11/04 10:00	15.96	18.18	15.01	17.99	18.08	18.08	18.29	18.33	18.12	18.20	18.12
R07/11/04 10:10	16.63	18.20	15.42	17.86	17.95	17.99	18.08	18.08	17.82	18.03	17.91
R07/11/04 10:20	17.27	18.27	15.84	18.21	18.21	18.17	18.43	18.38	18.09	18.64	18.21
R07/11/04 10:30	17.18	18.37	16.85	18.32	18.36	18.36	18.40	18.62	18.44	18.57	18.44
R07/11/04 10:40	17.15	18.39	17.35	18.83	18.75	18.79	19.01	19.01	18.92	18.88	18.83
R07/11/04 10:50	17.15	18.41	17.95	18.92	18.83	19.01	19.09	18.96	18.88	19.01	18.75
R07/11/04 11:00	17.66	18.46	18.38	19.00	19.08	19.08	19.25	19.25	19.00	19.38	19.08
R07/11/04 11:10	17.61	18.49	18.29	18.83	18.88	18.88	18.75	18.83	18.96	18.96	18.75
R07/11/04 11:20	17.55	18.51	18.60	19.32	19.27	19.32	19.44	19.61	19.44	19.83	19.40
R07/11/04 11:30	17.88	18.53	18.95	19.47	19.47	19.38	19.55	19.59	19.51	19.94	19.38
R07/11/04 11:40	17.85	18.58	19.46	19.47	19.51	19.43	19.64	19.69	19.60	19.90	19.47
R07/11/04 11:50	17.88	18.60	19.55	19.51	19.55	19.72	19.81	19.81	19.42	19.94	19.64
R07/11/04 12:00	17.71	18.63	19.28	19.88	19.80	20.01	19.80	20.10	20.01	19.84	20.31

非接触式水温観測システム実験結果【 小五馬橋・補正無し 】



非接触式水温観測システム実験結果【 小五馬橋・補正有り 】





コメント

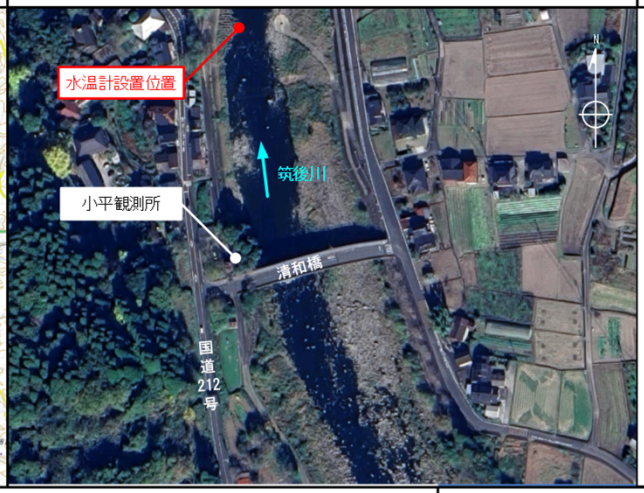
(1) 放射温度計は、簡易水位及びIRカメラと比較して水温を低めに観測する傾向が見受けられる。
(2) 上記(1)について、補正有りだと若干改善されている。
(3) IRカメラは、観測ポイントによる差異が少なく、簡易水位計と近い水温を観測している。

■ 実河川（筑後川水系）での試行運用結果

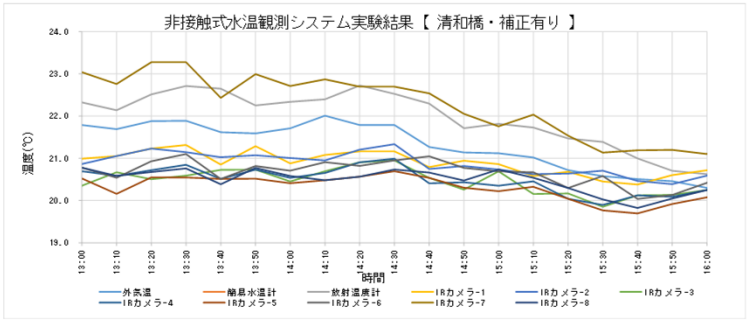
(1) 広域位置図



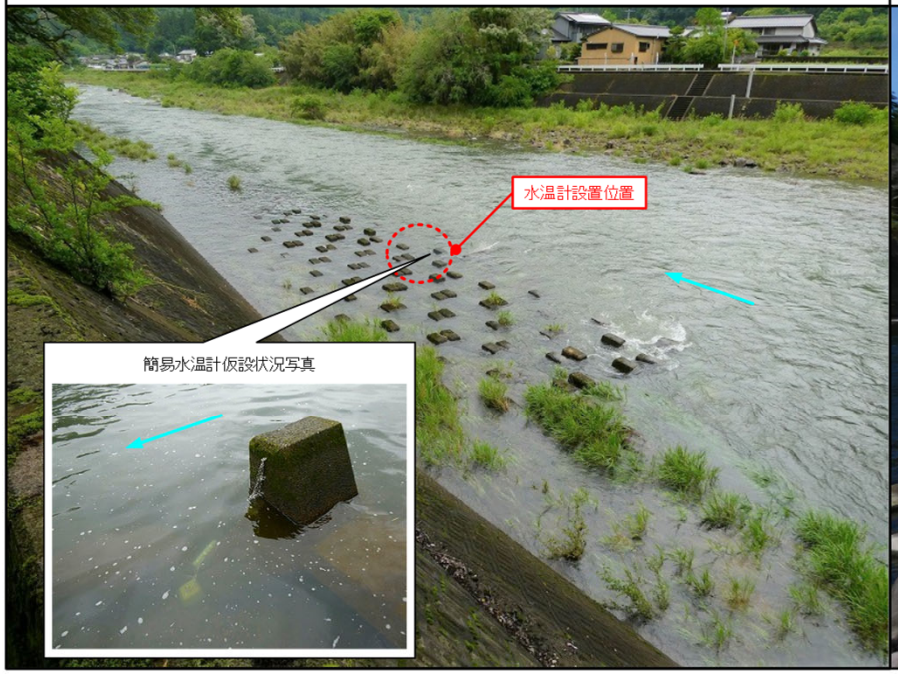
(2) 詳細位置図(航空写真)



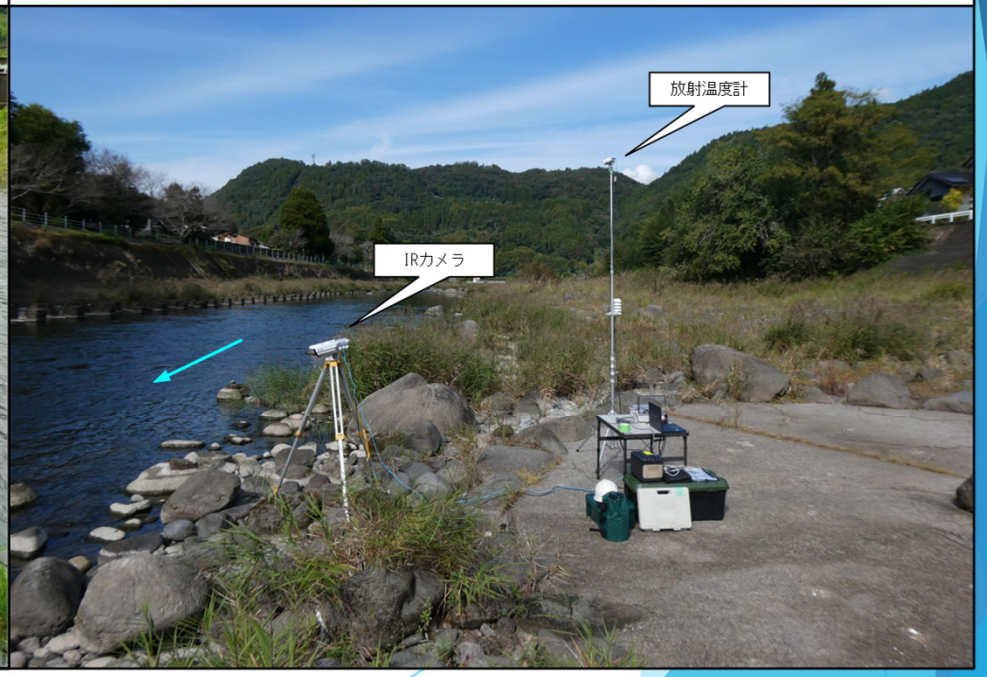
(3) 簡易水温計・非接触式水温計 観測データ比較グラフ



(4) 簡易水温計設置位置・仮設状況



(5) 非接触式水温計仮設状況



非接触式水温観測システム実験結果【 清和橋地点 】

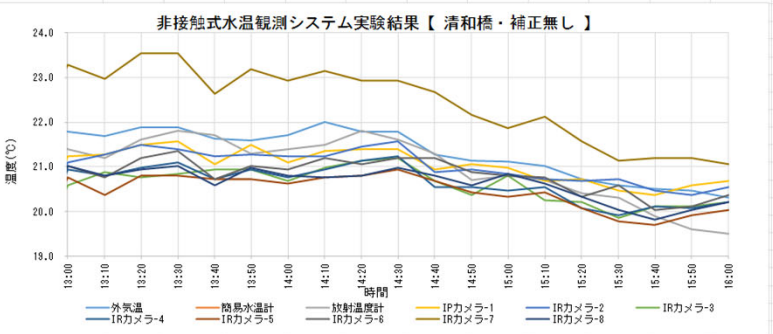
■ 実河川（筑後川水系）での試行運用結果

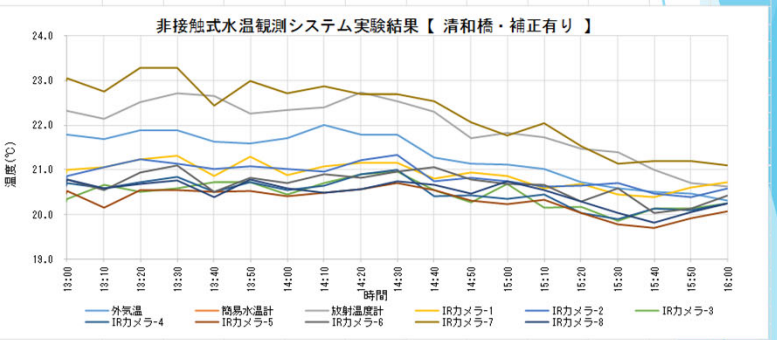
非接触式水温観測システム実験データ 【 清和橋・補正無し 】

観測日時	外気温	簡易水温計	放射温度計	IRカメラ温度計							
				計測-1	計測-2	計測-3	計測-4	計測-5	計測-6	計測-7	計測-8
R07/10/30 12:50	21.90		22.00	19.52	19.52	18.79	19.05	19.01	19.14	21.61	19.18
R07/10/30 13:00	21.79		21.40	21.23	21.10	20.59	20.93	20.76	21.01	23.27	21.01
R07/10/30 13:10	21.69		21.20	21.27	21.27	20.89	20.80	20.37	20.76	22.98	20.80
R07/10/30 13:20	21.88		21.60	21.48	21.48	20.76	20.97	20.80	21.19	23.53	20.93
R07/10/30 13:30	21.89		21.80	21.57	21.40	20.84	21.10	20.80	21.36	23.53	21.01
R07/10/30 13:40	21.62		21.70	21.06	21.23	20.93	20.72	20.72	20.72	22.63	20.59
R07/10/30 13:50	21.59		21.30	21.48	21.27	20.93	20.93	20.72	21.01	23.19	20.97
R07/10/30 14:00	21.71		21.40	21.10	21.23	20.67	20.76	20.63	20.93	22.93	20.80
R07/10/30 14:10	22.01		21.50	21.36	21.23	20.97	20.93	20.76	21.19	23.15	20.76
R07/10/30 14:20	21.79		21.80	21.40	21.44	21.14	21.14	20.80	21.06	22.93	20.80
R07/10/30 14:30	21.79		21.60	21.40	21.57	21.19	21.23	20.93	21.19	22.93	20.97
R07/10/30 14:40	21.27		21.30	20.93	20.89	20.67	20.55	20.67	21.19	22.68	20.80
R07/10/30 14:50	21.14		20.70	21.06	20.93	20.37	20.55	20.42	20.89	22.17	20.59
R07/10/30 15:00	21.12		20.80	20.97	20.84	20.80	20.46	20.33	20.80	21.87	20.84
R07/10/30 15:10	21.02		20.70	20.67	20.72	20.25	20.55	20.42	20.76	22.12	20.63
R07/10/30 15:20	20.72		20.40	20.72	20.67	20.20	20.08	20.08	20.33	21.57	20.33
R07/10/30 15:30	20.58		20.30	20.46	20.72	19.86	19.90	19.78	20.59	21.14	20.03
R07/10/30 15:40	20.51		19.90	20.37	20.46	20.12	20.12	19.69	20.03	21.19	19.82
R07/10/30 15:50	20.46		19.60	20.59	20.37	20.12	20.08	19.90	20.12	21.19	20.03
R07/10/30 16:00	20.30		19.50	20.67	20.55	20.20	20.20	20.03	20.37	21.06	20.20
R07/10/30 16:10	20.30		19.10	21.10	20.97	20.59	20.50	20.46	20.80	21.65	20.67
R07/10/30 16:20	20.06		18.20	20.25	20.20	19.90	19.82	19.65	19.90	20.80	19.95
R07/10/30 16:30	19.92		17.70	20.50	20.42	20.16	20.12	19.90	20.29	21.10	20.03

非接触式水温観測システム実験データ 【 清和橋・補正有り 】

観測日時	外気温	簡易水温計	放射温度計	IRカメラ温度計							
				計測-1	計測-2	計測-3	計測-4	計測-5	計測-6	計測-7	計測-8
R07/10/30 12:50	21.90		22.91	19.26	19.26	18.54	18.79	18.75	18.88	21.36	18.92
R07/10/30 13:00	21.79		22.33	20.99	20.86	20.35	20.69	20.52	20.78	23.04	20.78
R07/10/30 13:10	21.69		22.14	21.05	21.05	20.67	20.58	20.16	20.54	22.76	20.58
R07/10/30 13:20	21.88		22.51	21.23	21.23	20.51	20.72	20.55	20.93	23.28	20.68
R07/10/30 13:30	21.89		22.71	21.32	21.14	20.59	20.85	20.55	21.10	23.28	20.76
R07/10/30 13:40	21.62		22.65	20.85	21.02	20.73	20.51	20.51	20.51	22.43	20.38
R07/10/30 13:50	21.59		22.25	21.29	21.07	20.73	20.73	20.52	20.82	22.99	20.77
R07/10/30 14:00	21.71		22.34	20.88	21.01	20.45	20.54	20.41	20.71	22.71	20.58
R07/10/30 14:10	22.01		22.40	21.08	20.95	20.70	20.65	20.48	20.91	22.87	20.48
R07/10/30 14:20	21.79		22.73	21.16	21.21	20.91	20.91	20.57	20.82	22.70	20.57
R07/10/30 14:30	21.79		22.53	21.16	21.33	20.95	20.99	20.69	20.95	22.70	20.74
R07/10/30 14:40	21.27		22.30	20.79	20.75	20.54	20.41	20.54	21.05	22.54	20.66
R07/10/30 14:50	21.14		21.71	20.94	20.82	20.26	20.43	20.30	20.77	22.05	20.48
R07/10/30 15:00	21.12		21.82	20.86	20.73	20.69	20.35	20.22	20.69	21.76	20.73
R07/10/30 15:10	21.02		21.73	20.58	20.63	20.16	20.46	20.33	20.67	22.03	20.54
R07/10/30 15:20	20.72		21.47	20.68	20.64	20.17	20.04	20.04	20.30	21.54	20.30
R07/10/30 15:30	20.58		21.39	20.45	20.71	19.85	19.90	19.77	20.58	21.14	20.03
R07/10/30 15:40	20.51		21.00	20.38	20.47	20.12	20.12	19.70	20.04	21.19	19.83
R07/10/30 15:50	20.46		20.71	20.60	20.39	20.13	20.09	19.92	20.13	21.20	20.05
R07/10/30 16:00	20.30		20.63	20.72	20.59	20.25	20.25	20.08	20.42	21.10	20.25
R07/10/30 16:10	20.30		20.23	21.15	21.02	20.63	20.55	20.51	20.85	21.70	20.72
R07/10/30 16:20	20.06		19.36	20.34	20.29	20.00	19.91	19.74	20.00	20.89	20.04
R07/10/30 16:30	19.92		18.88	20.62	20.53	20.28	20.24	20.02	20.41	21.22	20.15







コメント

(1) 本地点の簡易水位計が出水時の流失によりデータが得られていない。
(2) 補正無しの放射温度計は、IRカメラと比較的近い水温を観測している。
(3) 上記(2)に対し、補正有り放射温度計は、IRカメラと比較して高い水温を観測している。
(4) 上記(3)に関連し、補正有り放射温度計とIRカメラの観測-7が近い水温となっているが、テトラポットによる放射の影響を受けている可能性がある。

■ 実河川（筑後川水系）での試行運用結果

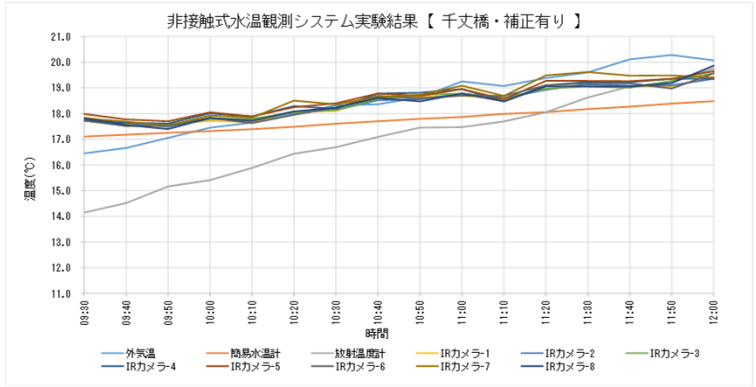
(1) 広域位置図



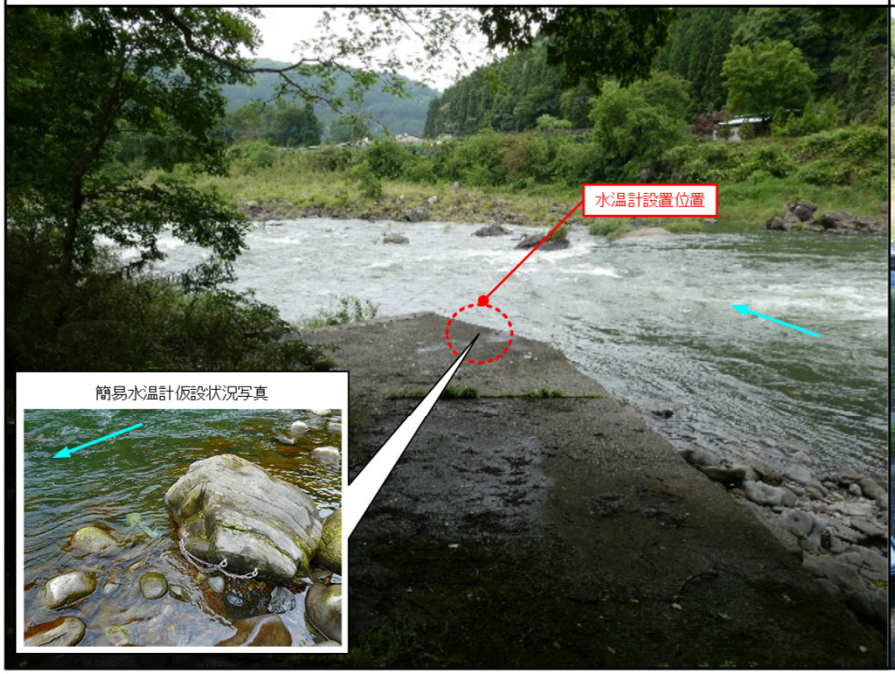
(2) 詳細位置図(航空写真)



(3) 簡易水温計・非接触式水温計 観測データ比較グラフ



(4) 簡易水温計設置位置・仮設状況



(5) 非接触式水温計仮設状況



非接触式水温観測システム実験結果【 千丈橋地点 】

■ 実河川（筑後川水系）での試行運用結果

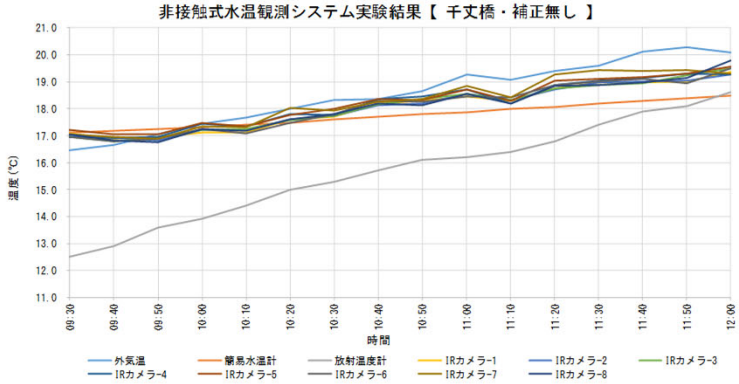
非接触式水温観測システム実験データ 【 千丈橋・補正無し 】

観測日時	外気温	簡易水温計	放射温度計	IRカメラ温度計							
				計測-1	計測-2	計測-3	計測-4	計測-5	計測-6	計測-7	計測-8
R07/10/30 09:00	15.50	16.96	11.20	16.57	16.53	16.57	16.57	16.57	16.40	16.36	16.40
R07/10/30 09:10	15.83	17.01	11.70	16.53	16.53	16.61	16.48	16.57	16.36	16.36	16.44
R07/10/30 09:20	16.08	17.06	12.10	16.91	16.83	16.83	17.00	17.08	16.83	16.78	16.87
R07/10/30 09:30	16.45	17.11	12.50	17.08	17.00	16.96	16.96	17.21	16.96	17.04	17.04
R07/10/30 09:40	16.66	17.18	12.90	16.87	16.91	16.78	16.91	17.04	16.78	16.96	16.83
R07/10/30 09:50	17.05	17.25	13.60	16.96	16.83	16.91	16.96	17.04	16.87	16.87	16.74
R07/10/30 10:00	17.45	17.32	13.90	17.13	17.21	17.21	17.43	17.47	17.25	17.34	17.25
R07/10/30 10:10	17.65	17.39	14.40	17.13	17.21	17.25	17.34	17.34	17.08	17.30	17.17
R07/10/30 10:20	17.99	17.49	15.00	17.60	17.60	17.55	17.81	17.77	17.47	18.02	17.60
R07/10/30 10:30	18.32	17.61	15.30	17.68	17.73	17.73	17.77	17.98	17.81	17.94	17.81
R07/10/30 10:40	18.36	17.70	15.70	18.20	18.11	18.15	18.37	18.37	18.28	18.24	18.20
R07/10/30 10:50	18.63	17.80	16.10	18.28	18.20	18.37	18.45	18.32	18.24	18.37	18.11
R07/10/30 11:00	19.25	17.87	16.20	18.45	18.54	18.54	18.71	18.71	18.45	18.84	18.54
R07/10/30 11:10	19.07	17.99	16.40	18.28	18.32	18.32	18.20	18.28	18.41	18.41	18.20
R07/10/30 11:20	19.38	18.06	16.80	18.75	18.71	18.75	18.88	19.05	18.88	19.26	18.84
R07/10/30 11:30	19.60	18.18	17.40	18.96	18.96	18.88	19.05	19.09	19.01	19.43	18.88
R07/10/30 11:40	20.11	18.27	17.90	18.96	19.01	18.92	19.14	19.18	19.09	19.39	18.96
R07/10/30 11:50	20.28	18.39	18.10	19.01	19.05	19.22	19.31	19.31	18.92	19.43	19.14
R07/10/30 12:00	20.07	18.49	18.60	19.35	19.26	19.48	19.26	19.56	19.48	19.31	19.78

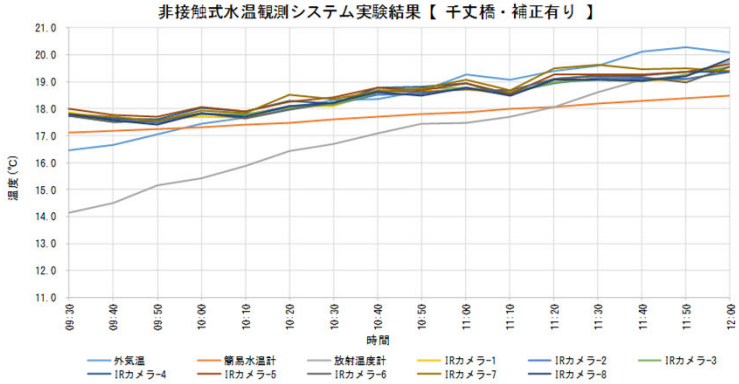
非接触式水温観測システム実験データ 【 千丈橋・補正有り 】

観測日時	外気温	簡易水温計	放射温度計	IRカメラ温度計							
				計測-1	計測-2	計測-3	計測-4	計測-5	計測-6	計測-7	計測-8
R07/10/30 09:00	15.50	16.96	12.97	17.52	17.48	17.52	17.52	17.52	17.35	17.31	17.35
R07/10/30 09:10	15.83	17.01	13.43	17.42	17.42	17.50	17.37	17.46	17.24	17.24	17.33
R07/10/30 09:20	16.08	17.06	13.80	17.75	17.67	17.67	17.84	17.92	17.67	17.63	17.71
R07/10/30 09:30	16.45	17.11	14.15	17.85	17.77	17.73	17.73	17.98	17.73	17.81	17.81
R07/10/30 09:40	16.66	17.18	14.52	17.60	17.64	17.52	17.64	17.77	17.52	17.69	17.56
R07/10/30 09:50	17.05	17.25	15.16	17.61	17.49	17.57	17.61	17.70	17.53	17.53	17.40
R07/10/30 10:00	17.45	17.32	15.41	17.71	17.79	17.79	18.01	18.05	17.84	17.92	17.84
R07/10/30 10:10	17.65	17.39	15.88	17.67	17.76	17.80	17.89	17.89	17.63	17.84	17.71
R07/10/30 10:20	17.99	17.49	16.44	18.08	18.08	18.04	18.29	18.25	17.95	18.51	18.08
R07/10/30 10:30	18.32	17.61	16.69	18.10	18.14	18.14	18.19	18.40	18.23	18.36	18.23
R07/10/30 10:40	18.36	17.70	17.09	18.61	18.52	18.56	18.78	18.78	18.69	18.65	18.61
R07/10/30 10:50	18.63	17.80	17.45	18.64	18.56	18.73	18.81	18.68	18.60	18.73	18.47
R07/10/30 11:00	19.25	17.87	17.47	18.70	18.78	18.78	18.95	18.95	18.70	19.08	18.78
R07/10/30 11:10	19.07	17.99	17.69	18.56	18.60	18.60	18.47	18.56	18.69	18.69	18.47
R07/10/30 11:20	19.38	18.06	18.05	18.97	18.93	18.97	19.10	19.27	19.10	19.48	19.06
R07/10/30 11:30	19.60	18.18	18.62	19.14	19.14	19.06	19.23	19.27	19.19	19.61	19.06
R07/10/30 11:40	20.11	18.27	19.05	19.05	19.09	19.00	19.22	19.26	19.17	19.47	19.05
R07/10/30 11:50	20.28	18.39	19.23	19.06	19.10	19.27	19.36	19.36	18.97	19.48	19.19
R07/10/30 12:00	20.07	18.49	19.76	19.44	19.35	19.57	19.35	19.65	19.57	19.40	19.87

非接触式水温観測システム実験結果【 千丈橋・補正無し 】



非接触式水温観測システム実験結果【 千丈橋・補正有り 】





コメント

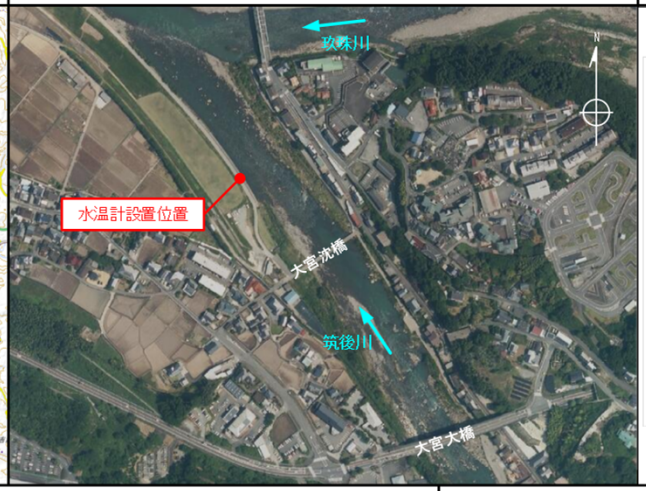
(1) 放射温度計は、簡易水位及びIRカメラと比較して水温を低めに観測する傾向が見受けられる。
(2) 上記(1)について、補正有りだと若干改善されている。
(3) 補正無しのIRカメラは、観測ポイントによる差異が少なく、簡易水位計と近い水温を観測している。
(4) 上記(3)に対し、補正有りのIRカメラは、簡易水位計より高い水温となっている。

■ 実河川（筑後川水系）での試行運用結果

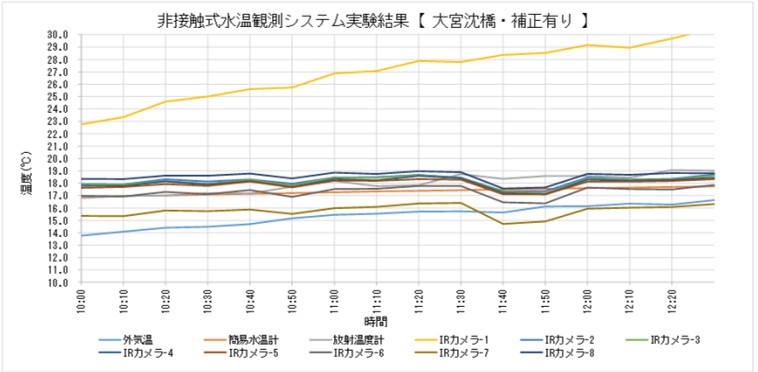
(1) 広域位置図



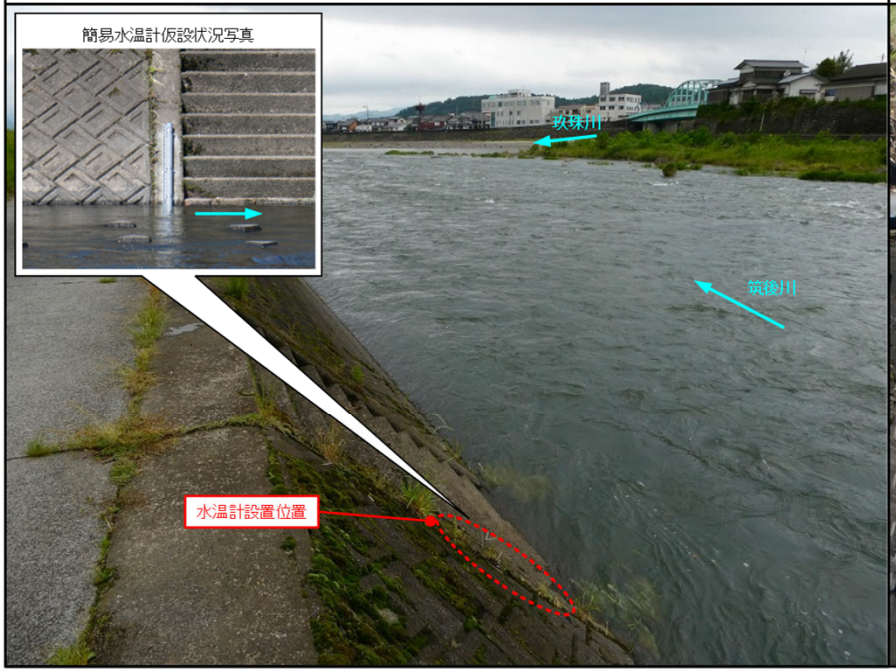
(2) 詳細位置図(航空写真)



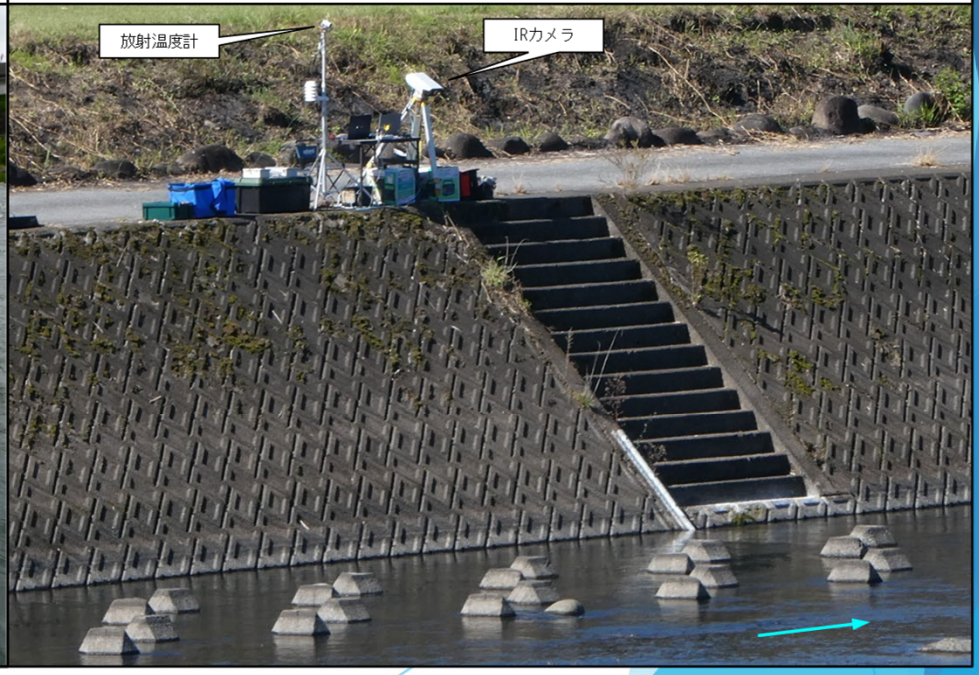
(3) 簡易水温計・非接触式水温計 観測データ比較グラフ



(4) 簡易水温計設置位置・仮設状況



(5) 非接触式水温計仮設状況



非接触式水温観測システム実験結果【 大宮沈橋地点 】

■ 実河川（筑後川水系）での試行運用結果

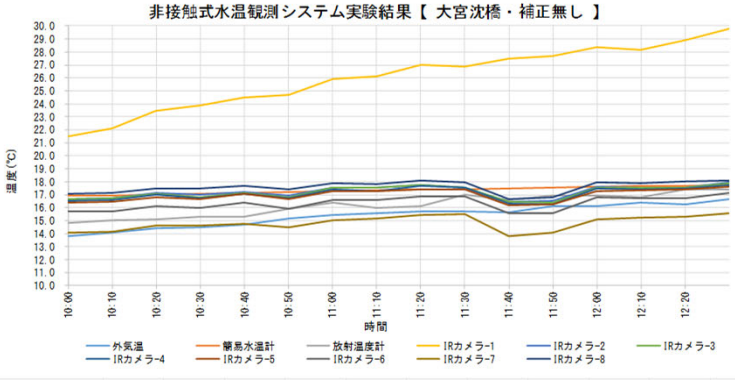
非接触式水温観測システム実験データ 【 大宮沈橋・補正無し 】

観測日時	外気温	簡易水温計	放射温度計	IRカメラ温度計							
				計測-1	計測-2	計測-3	計測-4	計測-5	計測-6	計測-7	計測-8
R07/10/29 09:20	13.17	16.68	12.70	16.57	13.44	13.49	13.40	13.23	12.58	10.69	14.00
R07/10/29 09:30	13.75	16.73	14.00	19.69	16.53	16.53	16.40	16.31	15.63	14.30	17.08
R07/10/29 09:40	13.80	16.80	14.20	20.50	16.53	16.48	16.44	16.27	15.59	14.00	17.00
R07/10/29 09:50	14.26	16.84	14.70	21.44	16.96	16.83	16.78	16.70	16.01	14.47	17.25
R07/10/29 09:59	13.77	16.92	14.80	21.48	16.66	16.66	16.53	16.36	15.71	14.09	17.08
R07/10/29 10:10	14.09	16.96	15.00	22.12	16.70	16.70	16.57	16.48	15.71	14.13	17.13
R07/10/29 10:20	14.41	17.01	15.10	23.44	17.17	17.04	17.00	16.78	16.14	14.64	17.47
R07/10/29 10:30	14.48	17.08	15.30	23.87	17.00	16.83	16.74	16.66	15.97	14.60	17.47
R07/10/29 10:40	14.70	17.15	15.30	24.51	17.21	17.17	17.08	17.04	16.36	14.77	17.68
R07/10/29 10:50	15.17	17.20	15.90	24.72	16.96	16.83	16.70	16.66	15.89	14.51	17.38
R07/10/29 11:00	15.45	17.27	16.40	25.91	17.51	17.51	17.38	17.25	16.57	15.03	17.90
R07/10/29 11:10	15.54	17.34	16.00	26.13	17.55	17.51	17.30	17.25	16.61	15.16	17.81
R07/10/29 11:20	15.71	17.39	16.10	26.98	17.77	17.77	17.68	17.43	16.87	15.46	18.07
R07/10/29 11:30	15.73	17.44	17.00	26.89	17.55	17.51	17.51	17.38	16.87	15.50	17.98
R07/10/29 11:40	15.64	17.51	16.60	27.44	16.44	16.44	16.31	16.19	15.54	13.79	16.66
R07/10/29 11:50	16.13	17.56	16.90	27.70	16.53	16.36	16.27	16.27	15.54	14.09	16.83
R07/10/29 12:00	16.15	17.61	16.90	28.34	17.64	17.55	17.47	17.30	16.83	15.11	17.94
R07/10/29 12:10	16.36	17.65	16.80	28.17	17.51	17.51	17.43	17.34	16.74	15.24	17.90
R07/10/29 12:20	16.28	17.70	17.40	28.89	17.55	17.51	17.47	17.38	16.70	15.29	18.02
R07/10/29 12:30	16.64	17.75	17.40	29.78	17.98	17.90	17.73	17.60	17.13	15.59	18.07

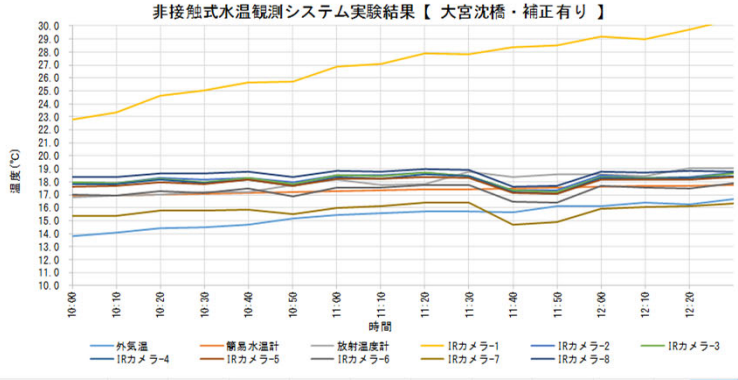
非接触式水温観測システム実験データ 【 大宮沈橋・補正有り 】

観測日時	外気温	簡易水温計	放射温度計	IRカメラ温度計							
				計測-1	計測-2	計測-3	計測-4	計測-5	計測-6	計測-7	計測-8
R07/10/29 09:20	13.17	16.68	14.79	17.96	14.83	14.87	14.79	14.62	13.97	12.08	15.39
R07/10/29 09:30	13.75	16.73	16.01	20.97	17.81	17.81	17.68	17.59	16.91	15.58	18.36
R07/10/29 09:40	13.80	16.80	16.20	21.77	17.80	17.76	17.71	17.54	16.86	15.27	18.27
R07/10/29 09:50	14.26	16.84	16.64	22.62	18.14	18.01	17.97	17.88	17.20	15.66	18.44
R07/10/29 09:59	13.77	16.92	16.81	22.76	17.93	17.93	17.80	17.63	16.99	15.36	18.36
R07/10/29 10:10	14.09	16.96	16.96	23.34	17.91	17.91	17.79	17.70	16.93	15.34	18.34
R07/10/29 10:20	14.41	17.01	17.02	24.60	18.32	18.20	18.15	17.94	17.30	15.80	18.62
R07/10/29 10:30	14.48	17.08	17.21	25.01	18.14	17.97	17.88	17.80	17.11	15.74	18.61
R07/10/29 10:40	14.70	17.15	17.18	25.61	18.31	18.27	18.18	18.14	17.46	15.87	18.78
R07/10/29 10:50	15.17	17.20	17.72	25.73	17.97	17.84	17.71	17.67	16.90	15.53	18.40
R07/10/29 11:00	15.45	17.27	18.18	26.87	18.47	18.47	18.34	18.21	17.53	15.99	18.86
R07/10/29 11:10	15.54	17.34	17.77	27.07	18.50	18.45	18.24	18.20	17.56	16.10	18.75
R07/10/29 11:20	15.71	17.39	17.85	27.89	18.68	18.68	18.59	18.34	17.78	16.37	18.98
R07/10/29 11:30	15.73	17.44	18.74	27.80	18.46	18.42	18.42	18.29	17.78	16.41	18.89
R07/10/29 11:40	15.64	17.51	18.35	28.37	17.37	17.37	17.24	17.11	16.47	14.71	17.58
R07/10/29 11:50	16.13	17.56	18.59	28.53	17.36	17.19	17.10	17.10	16.37	14.92	17.66
R07/10/29 12:00	16.15	17.61	18.59	29.16	18.47	18.38	18.30	18.13	17.65	15.94	18.77
R07/10/29 12:10	16.36	17.65	18.46	28.96	18.30	18.30	18.21	18.13	17.53	16.03	18.68
R07/10/29 12:20	16.28	17.70	19.07	29.69	18.36	18.31	18.27	18.19	17.50	16.09	18.83
R07/10/29 12:30	16.64	17.75	19.02	30.52	18.72	18.63	18.46	18.33	17.86	16.32	18.80

非接触式水温観測システム実験結果【 大宮沈橋・補正無し 】



非接触式水温観測システム実験結果【 大宮沈橋・補正有り 】



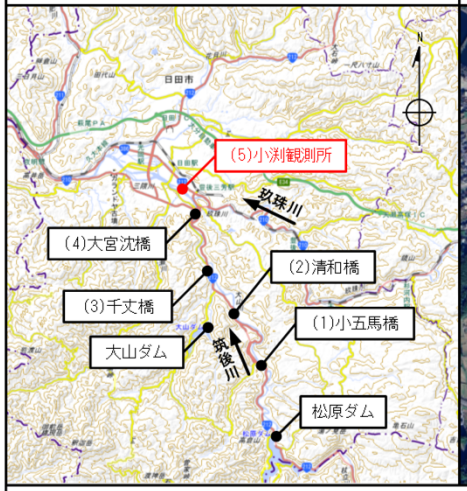


コメント

(1) 放射温度計は、簡易水位及びIRカメラと比較的近い水温を観測している。
(2) IRカメラは、観測-1を除いて観測ポイントによる差異が少なく、簡易水位計及び放射温度計と近い水温を観測している。
(3) IRカメラは、観測-1は、テトラポットの表面温度を観測しており、水温と比較して非常に高い温度となっている。

■ 実河川（筑後川水系）での試行運用結果

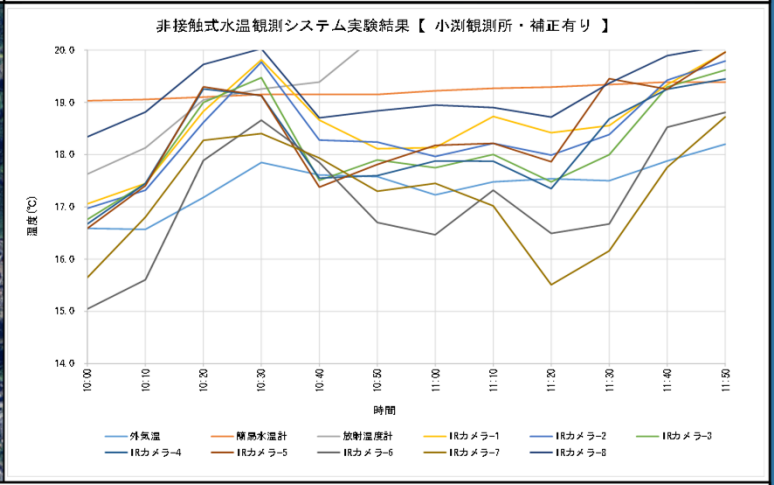
(1) 広域位置図



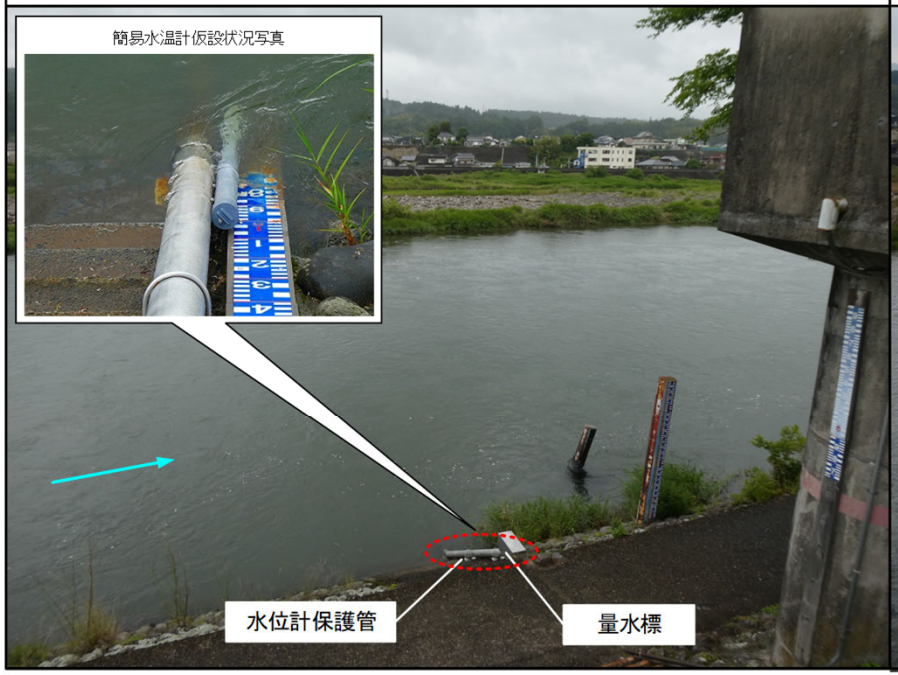
(2) 詳細位置図(航空写真)



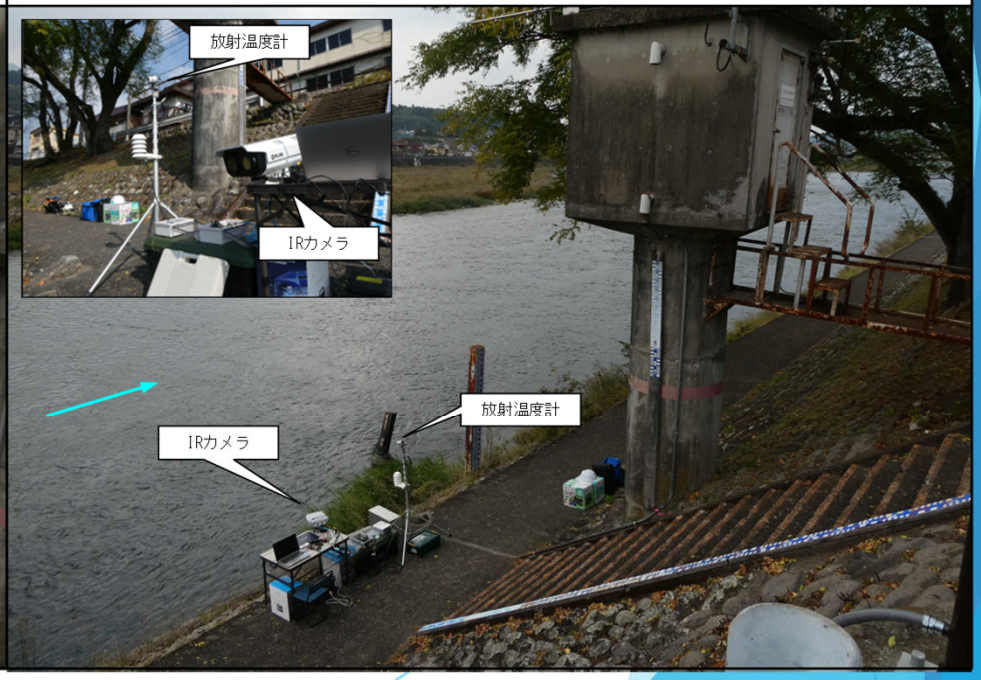
(3) 簡易水温計・非接触式水温計 観測データ比較グラフ



(4) 簡易水温計設置位置・仮設状況



(5) 非接触式水温計仮設状況



非接触式水温観測システム実験結果【 小渕観測所地点 】

■ 実河川（筑後川水系）での試行運用結果

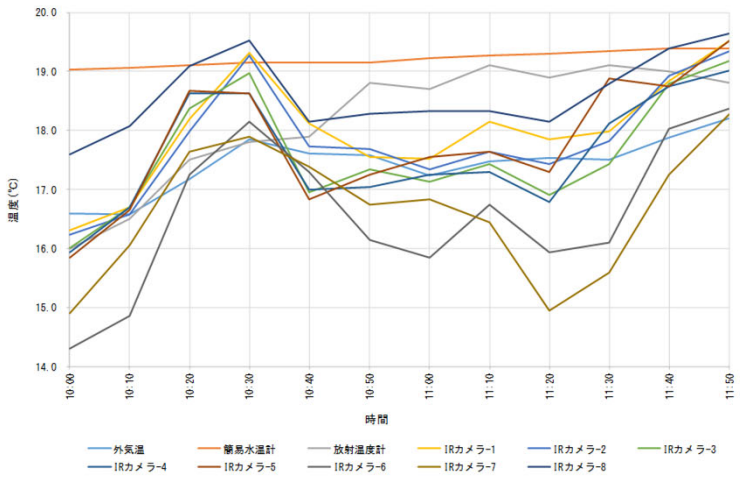
非接触式水温観測システム実験データ 【 小渕観測所・補正無し 】

観測日時	外気温	簡易水温計	放射温度計	IRカメラ温度計							
				計測-1	計測-2	計測-3	計測-4	計測-5	計測-6	計測-7	計測-8
R07/10/27 10:00	16.59	19.03	16.00	16.31	16.23	16.01	15.93	15.84	14.30	14.90	17.60
R07/10/27 10:10	16.57	19.06	16.50	16.70	16.57	16.70	16.70	16.66	14.86	16.06	18.07
R07/10/27 10:20	17.18	19.10	17.50	18.20	17.98	18.37	18.62	18.67	17.25	17.64	19.09
R07/10/27 10:30	17.85	19.15	17.80	19.31	19.26	18.96	18.62	18.62	18.15	17.90	19.52
R07/10/27 10:40	17.61	19.15	17.90	18.11	17.73	16.96	17.00	16.83	17.30	17.38	18.15
R07/10/27 10:50	17.58	19.15	18.80	17.55	17.68	17.34	17.04	17.25	16.14	16.74	18.28
R07/10/27 11:00	17.23	19.22	18.70	17.51	17.34	17.13	17.25	17.55	15.84	16.83	18.32
R07/10/27 11:10	17.48	19.27	19.10	18.15	17.64	17.43	17.30	17.64	16.74	16.44	18.32
R07/10/27 11:20	17.54	19.29	18.90	17.85	17.43	16.91	16.78	17.30	15.93	14.94	18.15
R07/10/27 11:30	17.50	19.34	19.10	17.98	17.81	17.43	18.11	18.88	16.10	15.59	18.79
R07/10/27 11:40	17.88	19.39	19.00	18.84	18.92	18.79	18.75	18.75	18.02	17.25	19.39
R07/10/27 11:50	18.20	19.39	18.80	19.52	19.35	19.18	19.01	19.52	18.37	18.28	19.65

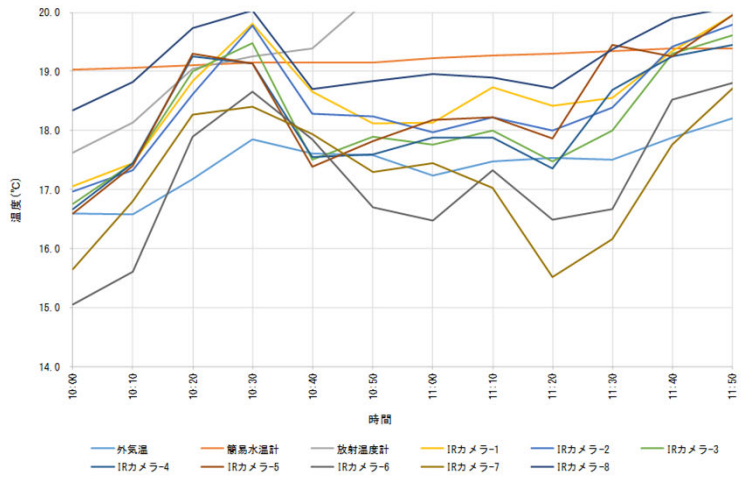
非接触式水温観測システム実験データ 【 小渕観測所・補正有り 】

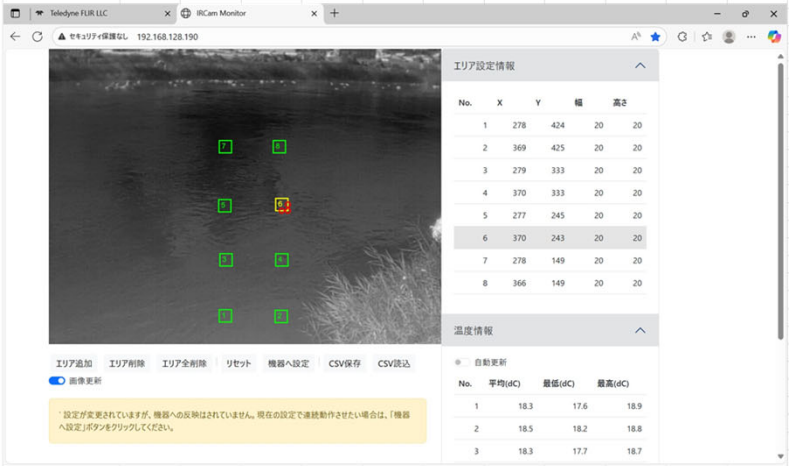
観測日時	外気温	簡易水温計	放射温度計	IRカメラ温度計							
				計測-1	計測-2	計測-3	計測-4	計測-5	計測-6	計測-7	計測-8
R07/10/27 10:00	16.59	19.03	17.63	17.06	16.97	16.76	16.67	16.59	15.04	15.64	18.34
R07/10/27 10:10	16.57	19.06	18.13	17.45	17.32	17.45	17.45	17.40	15.61	16.81	18.82
R07/10/27 10:20	17.18	19.10	19.05	18.83	18.62	19.00	19.26	19.30	17.89	18.27	19.73
R07/10/27 10:30	17.85	19.15	19.26	19.81	19.77	19.47	19.13	19.13	18.66	18.40	20.03
R07/10/27 10:40	17.61	19.15	19.39	18.66	18.28	17.51	17.55	17.38	17.85	17.94	18.71
R07/10/27 10:50	17.58	19.15	20.29	18.11	18.24	17.90	17.60	17.81	16.70	17.30	18.84
R07/10/27 11:00	17.23	19.22	20.24	18.14	17.96	17.75	17.88	18.18	16.47	17.45	18.95
R07/10/27 11:10	17.48	19.27	20.61	18.73	18.22	18.00	17.87	18.22	17.32	17.02	18.90
R07/10/27 11:20	17.54	19.29	20.40	18.42	17.99	17.48	17.35	17.86	16.49	15.51	18.72
R07/10/27 11:30	17.50	19.34	20.60	18.56	18.38	18.00	18.68	19.45	16.67	16.16	19.37
R07/10/27 11:40	17.88	19.39	20.45	19.34	19.42	19.30	19.25	19.25	18.53	17.76	19.89
R07/10/27 11:50	18.20	19.39	20.21	19.96	19.79	19.62	19.45	19.96	18.81	18.72	20.09

非接触式水温観測システム実験結果【 小渕観測所・補正無し 】



非接触式水温観測システム実験結果【 小渕観測所・補正有り 】





コメント

(1) 補正前の放射温度計は、簡易水位と比較して低い水温を観測している。
(2) 上記(1)に対し、補選後の放射温度計は、簡易水位と比較して高い水温を観測している。
(3) IRカメラは、観測ポイントにより3℃程度の差異が発生しているものの、水温の上昇・下降のパターンが類似している。

九州建設技術フォーラム２０２６

【 出展内容　道路パトロールシステム＋堤防点検システム 】



株式会社東京建設コンサルタント
TOKEN C. E. E. Consultants Co.,Ltd.

■道路パトロールシステムとは

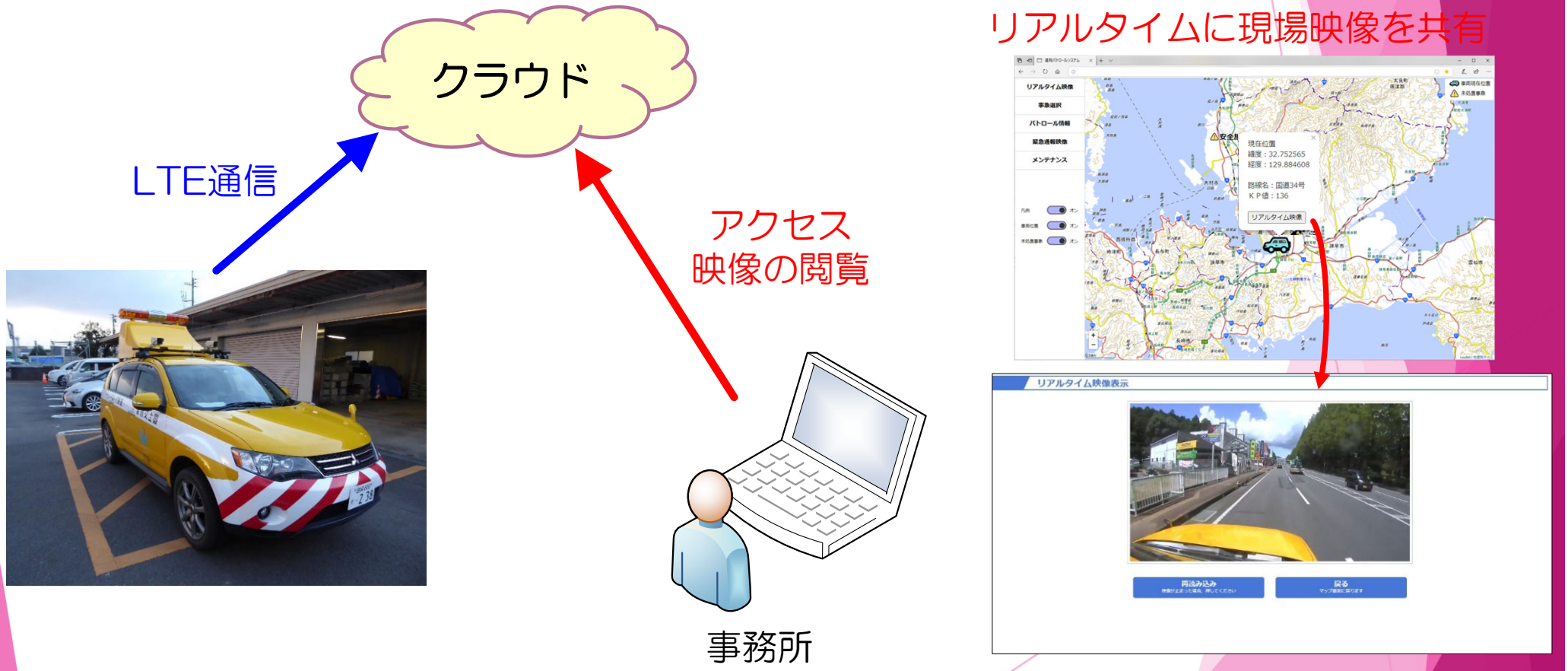
- 国道事務所が管理する国道・自動車専用道の維持管理を行うために、道路パトロール車に道路巡回員が乗車し、道路巡回を行う。
- 道路巡回により道路の異常、破損等を確認した場合、事務所に連絡を行い対処を要請する。
- 道路巡回中に、落下物の撤去、軽微な損傷（ポットホール）の措置を行う。

■道路巡回における課題

- 道路巡回は、走行車両から人間が目視で行うため、見落としが発生しやすい。
  → 車線の多い場所での落下物やポットホール、歩道上の縁石・平板ブロックの損傷及びくぼみ、防護柵の軽い損傷やデリニエーターの損傷
- 道路の異常、損傷等の度合いにより、現場での判断が困難な場合、事務所に連絡し判断をゆだねる必要があるが、移動無線・電話だけでは状況を伝えにくい。

■カメラ画像を利用した道路パトロールシステム

- 道路巡回の効率化、高度化を目的として、道路パトロール車にカメラを搭載する。
- カメラ画像をリアルタイムにクラウドに伝送し、現場と事務所での情報共有を可能とする。
- 撮影した画像は、一定期間蓄積し管理瑕疵等への対応に利活用する。



【 道路パトロール車へのカメラ搭載状況 】





【 撮影映像の例 】

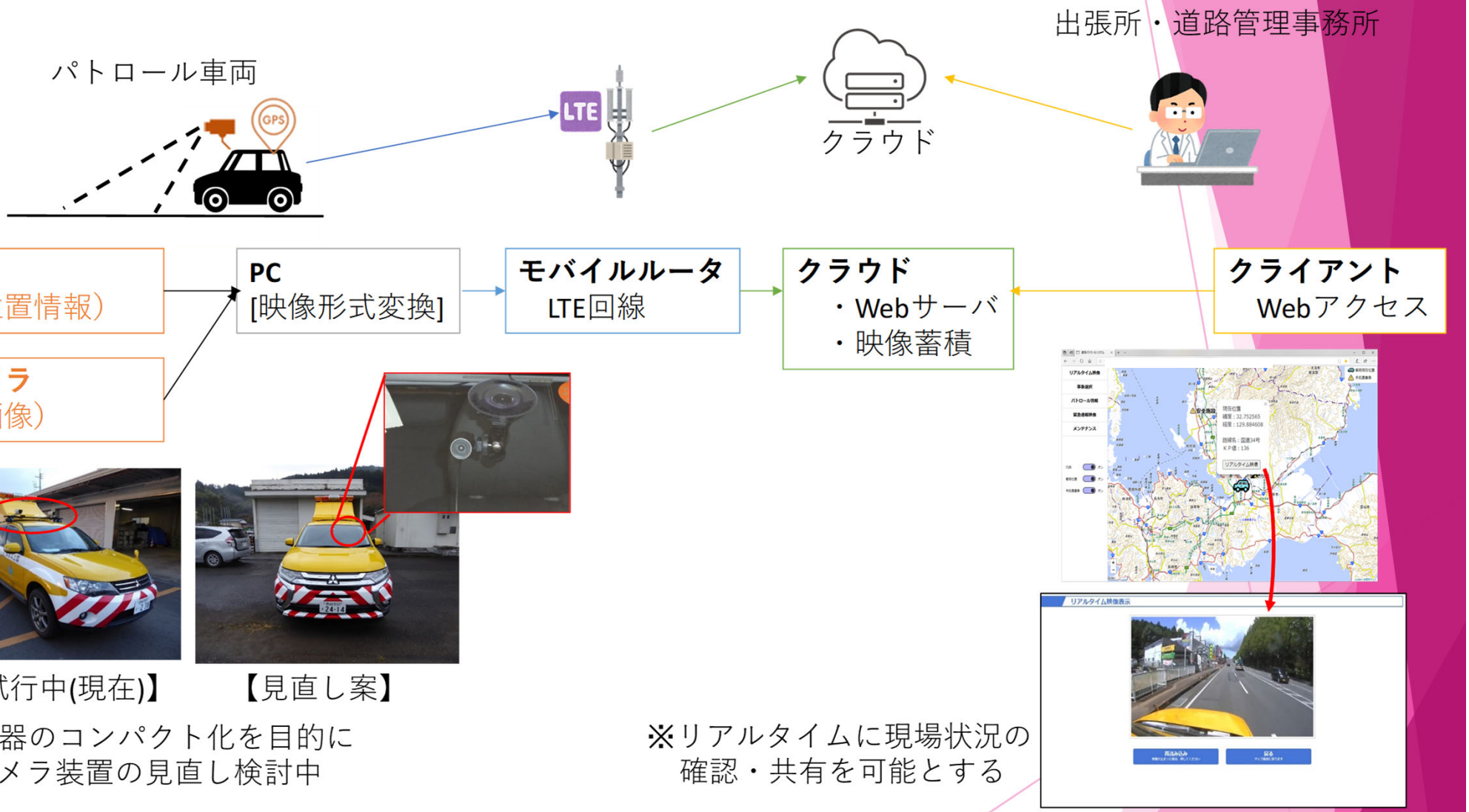


左カメラ

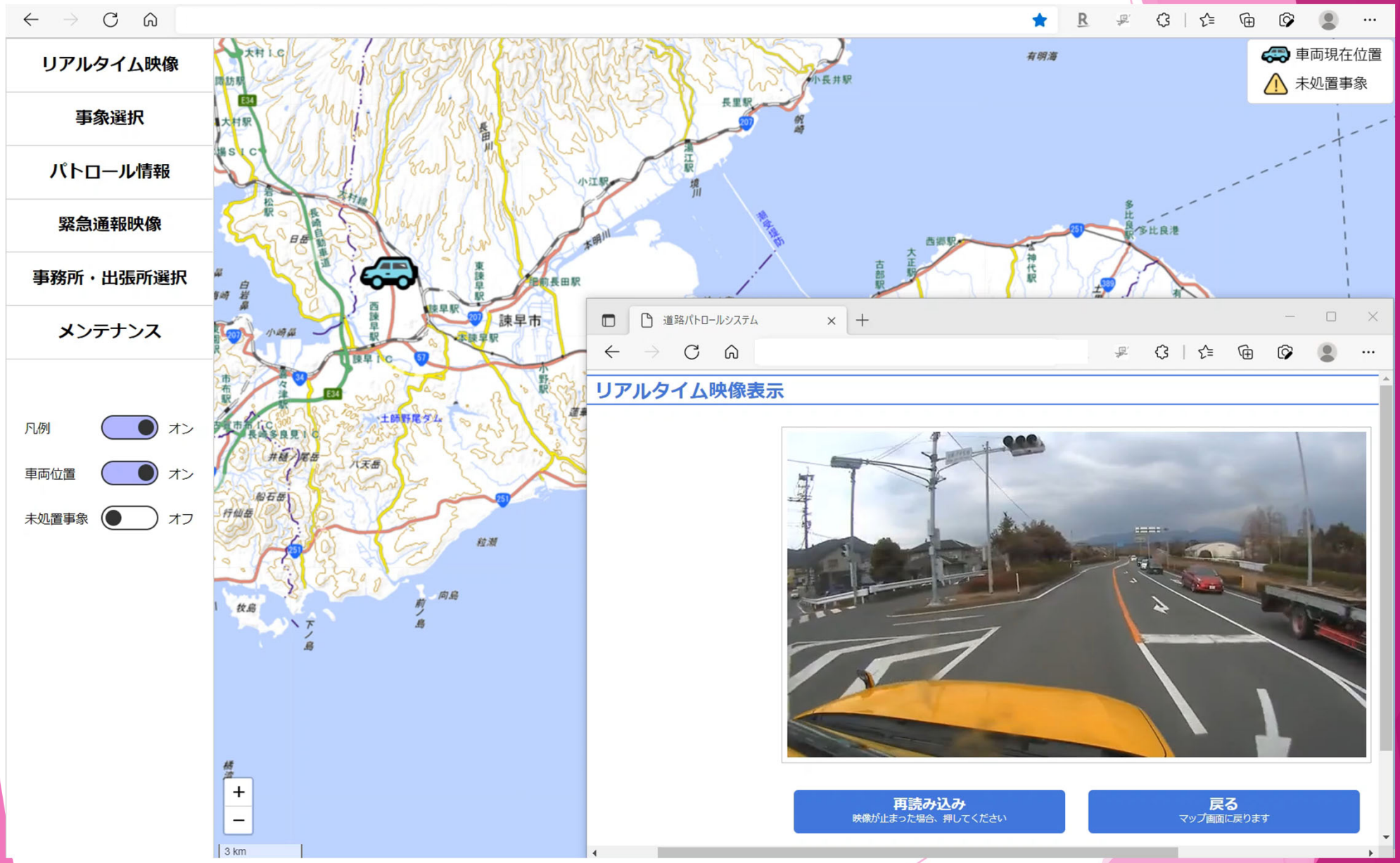


右カメラ

■ リアルタイム映像共有システムの構築



■ リアルタイム映像共有システムの構築



■ 巡回日誌作成支援システムの構築

道路巡回日誌作成（これまで）

・道路の異常（落下物、ポットホール、施設等）を、巡回員が目視で確認・手書き記録・写真撮影を行い、帰庁後、巡回日誌を作成(所定のエクセルに入力)している。
・また、事象については、日誌の情報を、維持工事に引き継ぐ。

巡回作業に時間がかかる、事象情報もアナログ、省力化が求められる

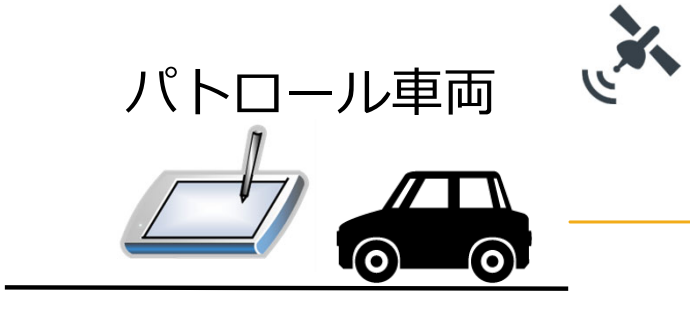
システム化による業務DX

道路巡回日誌作成支援システム

・タブレットに搭載したシステムを利用し、道路の異常（落下物、ポットホール、施設等）を、現場で写真撮影し、事象内容をシステムに記録。
・ 現場での登録内容は、リアルタイムでクラウドにアップロード。
（通信状況が不安定な場合、通信が安定な場所で自動でアップロード）
・ 巡回日誌は、巡回終了後に自動編集されたものを確認し、提出可能。
・ 過去事象もシステムにあるため、維持工事への引き継ぎも容易であり、事象の解析も容易にできる

巡回作業時間の短縮、事象情報もデジタル化、省力化を実現

■ 巡回日誌作成支援システムの構築



タブレット
事象登録
写真撮影

GPS
（位置情報）

SIM
（通信機能）

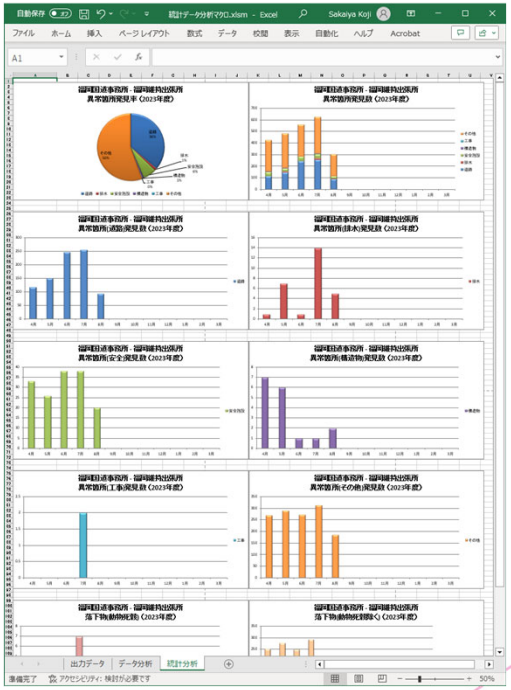
LTE回線

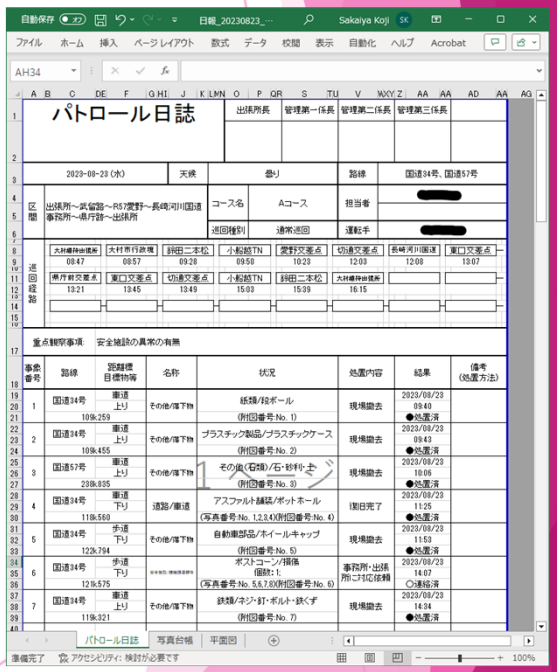
クラウド
●Web・DB
サーバ

クライアント
Webアクセス
巡回日誌作成





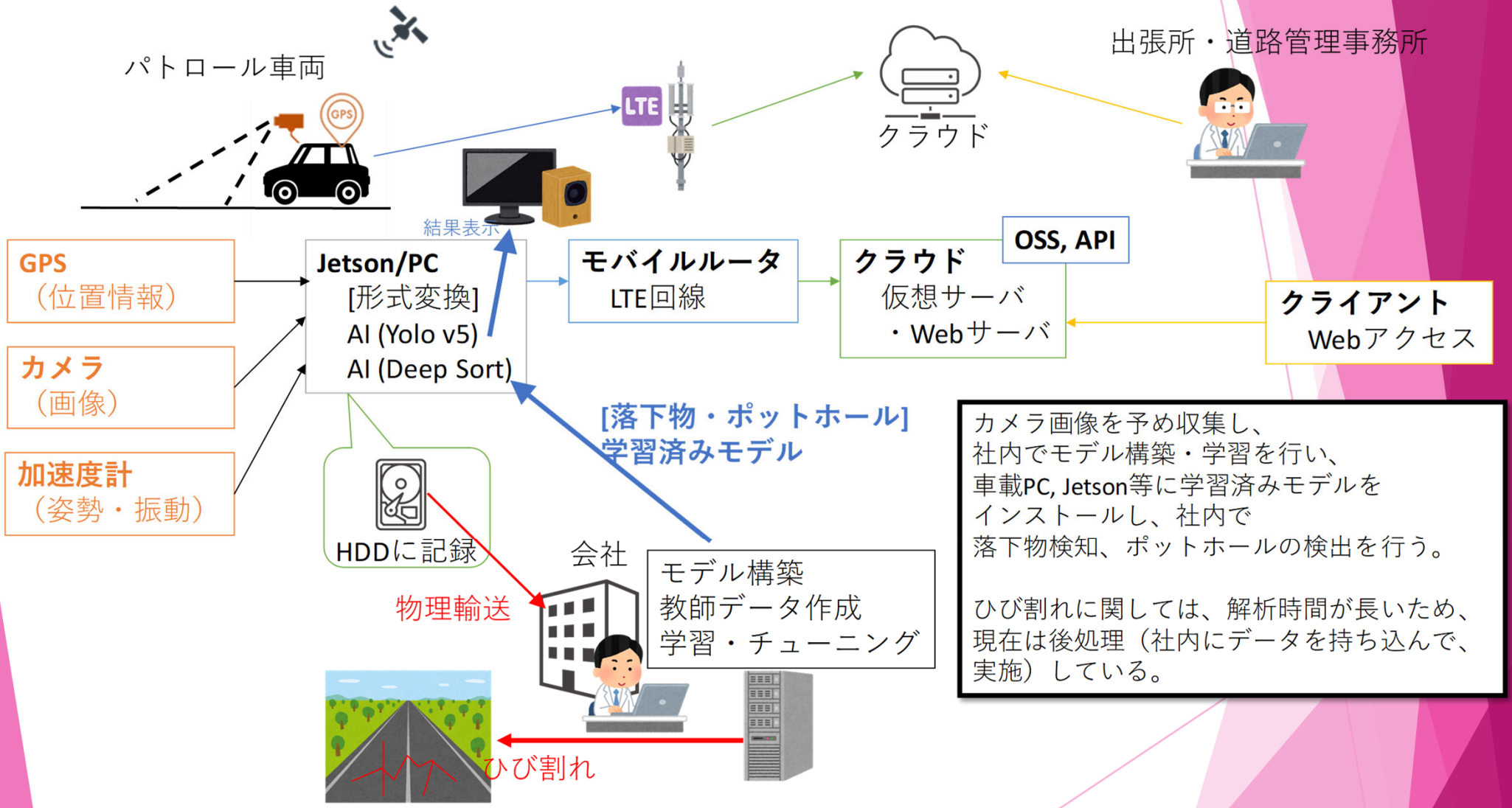




※LTE回線が圏外の場所があるので、タブレットに登録事象・写真を蓄積しておいて、回線確立後、クラウドにアップロードする機能を搭載。
→ **安定した事象登録の実現**

※巡回時に登録した事象等の情報を元に実施を自動作成
事象はクラウドに蓄積され、統計解析を行うことも可能

■ AI活用による支援システム構築・試行



■ 落下物検知システム（AI活用）

判定システム

車両に搭載したカメラで撮影した映像をリアルタイムでAIにより落下物の検出を行い、
検出と同時にアラートをパトロール車内で鳴らすシステム



エッジAI：その場でAI処理を行う技術
判定システム：撮影→エッジAI検知→アラートの全てを車内で行う

エッジ処理

リアルタイム落下物検出

画像取得

AI検出

物体追跡

出力

画像取得：
車載カメラから画像を取得

AI検出：
画像データから
AIが「落下物」を検出



物体追跡：
AIが検出した落下物をフレーム間で追跡

出力：
アラートにて、落下物検出を通知

監視カメラ画像より道路上の落下物の有無を予測する。

■ 落下物検知システム（AI活用）

システム構成

エッジ処理
- 車外カメラ（映像取得用）
- GPU搭載PC（AI判定用）
- モニター（視聴用）
- バッテリー（電源供給用）





誤検出例



タイヤを検出



ビニール類を検出

精度検証結果

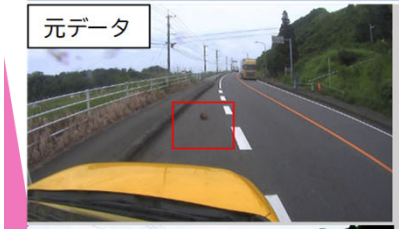
落下物数:53個に対する検証

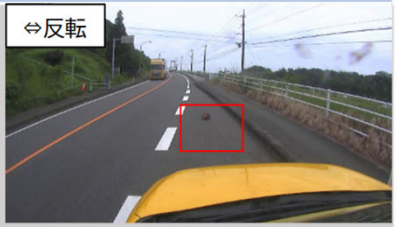
検出結果1（工夫無し）　精度向上　検出結果2（工夫有り）

検出精度:36%（19/53）→ 検出精度 75%（40/53）

精度向上

①データ数の拡張
画像の向きや明るさ、サイズの変更を行い、データ数を拡張







Data Augmentation
・データ拡張技術

②検出範囲の設定
車道部分に限定した落下物の検出

車道検出AIと落下物検出AIとの組み合わせ



画像のピクセル単位で検出を行い、
車道部分をAIにより限定する
→限定した車道部分にある落下物のみを検出

Semantic Segmentation



SegmentationはJetson　Nanoで、1回5秒程度かかるため、予め得られた画像に対して、実施し、手動で設定したポリゴン（画像内道路部）に対する内外判定をリアルタイムに実施する事とした。
車載PCの性能向上で、リアルタイムに実施可能。

③教師データの追加
点検記録で多く見受けられた落下物のデータを追加

■ポットホール検知システム（AI活用）

判定システム

車両に搭載したカメラで撮影した映像をリアルタイムでAIによりポットホールの検出を行い、検出と同時にアラートをパトロール車内で鳴らすシステム



エッジAI：その場でAI処理を行う技術
判定システム：撮影→エッジAI検知→アラートの全てを車内で行う

リアルタイムポットホール検出

エッジ処理

画像取得 → AI検出 → 物体追跡 → 出力

監視カメラ画像より道路上のポットホールの有無を予測する。

画像取得：
車載カメラから画像を取得

AI検出：
画像データから
AIが「ポットホール」を検出



物体追跡：
AIが検出したポットホールをフレーム間で追跡

出力：
アラートにて、ポットホール検出を通知

■ポットホール検知システム（AI活用）

システム構成

エッジ処理
- ・車外カメラ（映像取得用）
- ・GPU搭載PC（AI判定用）
- ・モニター（視聴用）
- ・バッテリー（電源供給用）





精度検証結果_1

テストデータ　ポットホール数：99個に対する検証

検出精度：40%（39/99）
→60個の検出漏れが生じた

精度向上のための工夫

①画像の向きや明るさ、サイズの変更を行い、データ数を拡張
②車道部分に限定したポットホールの検出
③誤検出した結果に対して正解クラスを付与し、学習→推論を再度実行
④出張所点検記録から取得したポットホールデータを追加

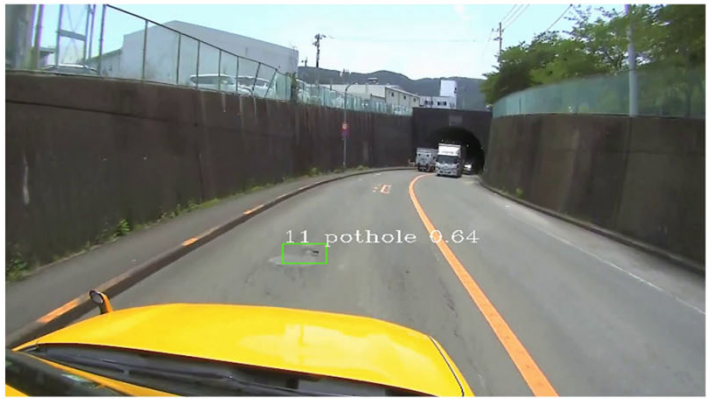
精度検証結果_2

テストデータ　ポットホール数：83個に対する検証

検出結果1（工夫無し）
検出精度：40%（33/83）

精度向上

検出結果2（工夫有り）
検出精度：72%（60/83）







■ポットホール検知システム（AI活用）

システム構成

エッジ処理
- 車外カメラ（映像取得用）
- GPU搭載PC（AI判定用）
- モニター（視聴用）
- バッテリー（電源供給用）





検出例



精度検証結果

ポットホール数:83個に対する検証

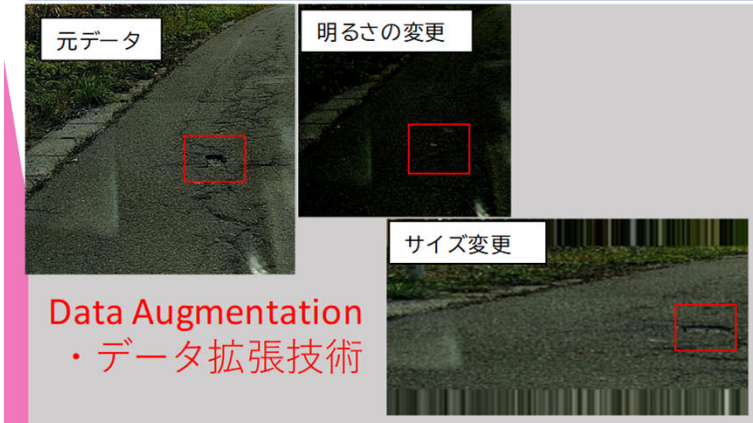
検出結果1（工夫無し）
検出精度:40%（33/83）

精度向上

検出結果2（工夫有り）
検出精度:72%（60/83）

精度向上

①データ数の拡張
画像の向きや明るさ、サイズの変更を行い、データ数を拡張



Data Augmentation
・データ拡張技術

③再学習
誤検出した結果に対して正解クラスを付与し、
学習→推論を再度実行

②検出範囲の設定
車道部分に限定した落下物の検出

車道検出AIとポットホール検出AIとの組み合わせ



画像のピクセル単位で検出を行い、
車道部分をAIにより限定する
→限定した車道部分にある落下物のみを検出

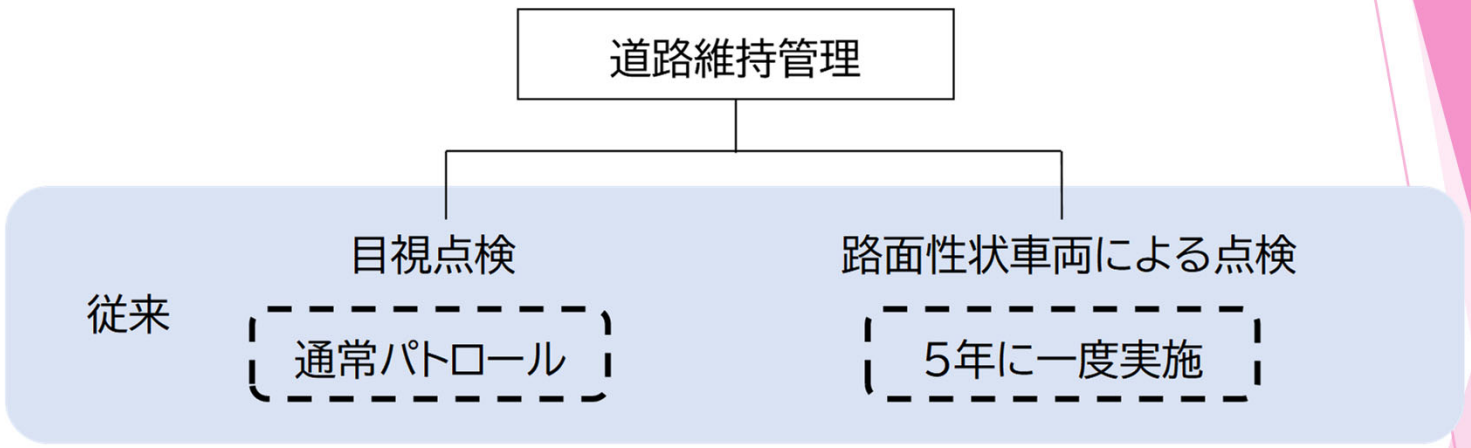
Semantic Segmentation



SegmentationはJetson　Nanoで、1回5秒程度かかるため、予め得られた画像に対して、実施し、手動で設定したポリゴン（画像内道路部）に対する内外判定をリアルタイムに実施する事とした。
車載PCの性能向上で、リアルタイムに実施可能。

■舗装ひび割れAI判定

道路舗装の健全性は、日常的に行われているパトロール車両からの巡視点検や、およそ5年に1度実施される道路舗装の詳細な状態を点検する路面性状車両による路面性状点検で確認されている。



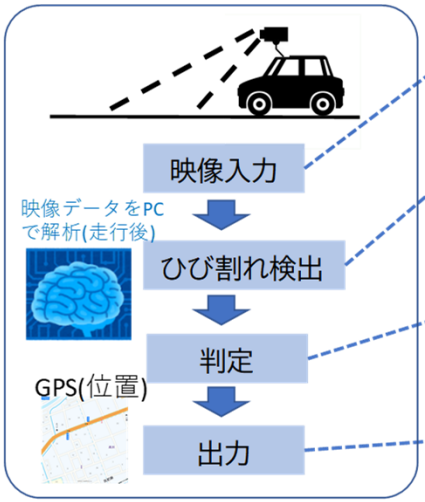
路面性状車両による点検における課題

・点検に係るコストが非常に高い
・生活道路を含めた全ての管理道路における点検は不可能
・5年に1度実施するため、道路舗装における予防保全には程遠い

低コストで効率的な道路舗装の点検を行う、新たな点検手法の確立が必要

■舗装ひび割れAI判定

概要 車両に搭載したカメラから舗装面の映像及び画像を取得し、走行後にAI解析を行い、舗装面のひび割れ損傷レベルを判定



映像入力：
車両に搭載したカメラから映像及び画像を取得

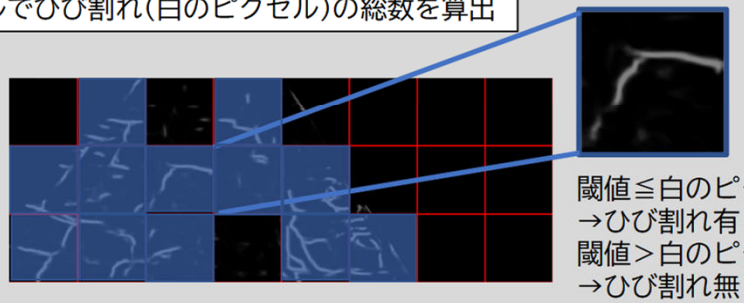
ひび割れ検知：
舗装面上のひび割れをAIが検出

判定：
AIが検出したひび割れを、予め設定した閾値に則って、損傷の区分分けを行う

出力：
判定結果を地図上にプロットし、可視化

※ひび割れの検出には、AIによるセマンティックセグメンテーション技術を使用

各タイルでひび割れ(白のピクセル)の総数を算出



閾値≦白のピクセル数
→ひび割れ有り
閾値＞白のピクセル数
→ひび割れ無し

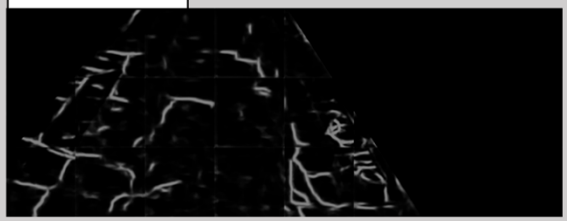
閾値以上のタイル数を合計

タイル数の合計により損傷レベルを区分

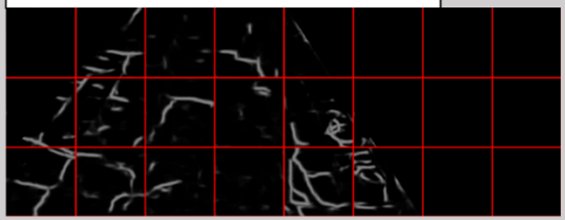
舗装面の画像



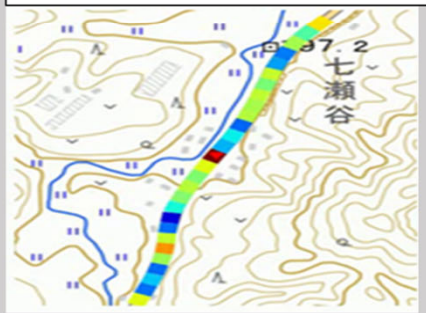
AIによる検出



それぞれのタイルでのひび割れを判定



損傷レベルを色別で可視化(イメージ)



■舗装ひび割れAI判定

教師データ

対象路線:〇〇県　国道〇〇号(一部)　点検年月2021年1月

教師データ　〇〇出張所　路面性状調査結果
　結果写真　179枚　区分Ⅰ:50枚、区分Ⅱ:126枚、区分Ⅲ:3枚

・ひび割れ損傷領域の塗り分けを行い、
その画像の元画像をペアにしたデータセットを教師データとし、
学習を行った。



判定精度

教師データとは異なる〇〇県国道〇〇号線の路面画像330枚に対し、ひび割れAI判定のテストを行った。

対象路線:〇〇県　国道〇〇号(一部)　点検年月2021年1月
テストデータ　〇〇出張所　路面性状調査結果
　結果写真　330枚　区分Ⅰ:264枚、区分Ⅱ:53枚、区分Ⅲ:13枚

判定精度:62%　正しく判定できた数
　区分Ⅰ:185/264　区分Ⅱ:14/53 区分Ⅲ:7/13
　→区分Ⅰ・区分Ⅲの判定はある程度可能

舗装評価について

評価区分	説明	点検結果画像
Ⅰ:健全 (ひび割れ率 0～20%程度)	・ひび割れの発生が認められない:0% ・縦断方向に1本連続的に発生: 概ね10% ・左右両輪の通過部で縦断方向に1本ずつ連続的に発生: 概ね20% ・評価単位区間内で片側の車輪通過部で複数本又は亀甲状に発生: 20%	
Ⅱ:損傷レベル中 (ひび割れ率 20～40%程度)	・ひび割れが左右両輪の通過部で発生し、かつ片側の車輪通過部ではひび割れが縦横に派生するなど複数本発生: 30% ・ひび割れが左右両輪の通過部で発生し、かつ片側の車輪通過部ではひび割れが亀甲状に発生: 40%	
Ⅲ:損傷レベル大 (ひび割れ率 40%程度以上)	・ひび割れが左右両輪の通過部でそれぞれ亀甲状に発生: 50%～60% ・ひび割れが車線内全面に渡り亀甲状に発生: 概ね80～100%	

■パトロール映像共有システム

【システム概要】

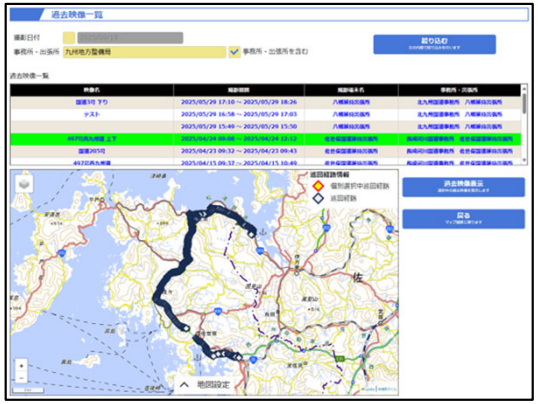
道路巡回時に車載カメラで取得した全走行映像に位置情報を付与した『映像データ』を蓄積し、クラウドを介して現場と事務所の間で道路巡回状況を効率的に共有できるシステム

①リアルタイム映像共有機能
巡回時及び事故・事象・災害対応時に現場映像をリアルタイムに共有

関係者全員が各自で現場状況を確認し、迅速に対応できる

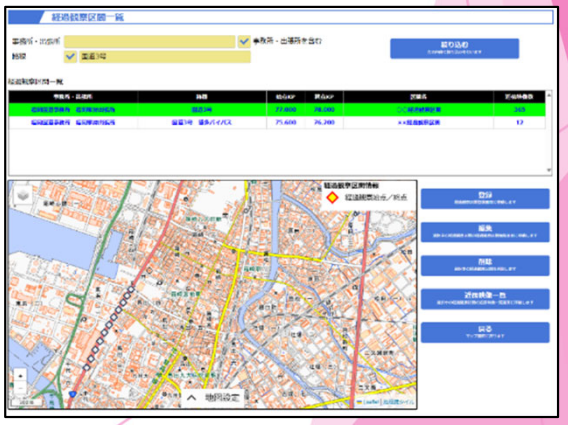


②映像蓄積確認機能
撮影した映像を蓄積し蓄積映像を局内で共有 ⇨ 巡回後に見つかった事象を即座に確認できる。



※映像に付与される位置情報により、
任意位置からの再生が可能





※事前に設定した区間の映像を蓄積し
重点的に経過観察を行うことが可能。

■パトロール映像共有システム

【システム構成・イメージ】

必要機器：車載カメラ・タブレット（GPS付、LTE回線）・クラウドサーバ

※赤線は通信を示す

現場（車両）

タブレット撮影



車載カメラ撮影





位置情報付
映像ファイル

カメラ
（映像）



タブレット
（位置情報付加・
映像送信）
- GPS内蔵
- LTE(SIM)



HD画質の
映像を送信

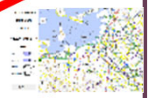
●タブレットで映像撮影開始・終了の操作
●車載カメラとタブレットはUSBで接続
※タブレット内蔵カメラでの撮影も可能
（徒歩巡回や車両が近づけない場所の撮影可）

クラウド



URLを指定





WEBページ
送信

LTE経由で
位置情報付の
映像ファイルを送信

クラウドサーバ
（映像蓄積
表示コンテンツ）

設定された期間の
過去映像を蓄積

所内（事務所・出張所）



事務所職員
PC



出張所職員
PC





職員端末(ブラウザ)
（映像確認）

●職員は、自分のPCでシステムに
アクセスすると、映像を確認できる。

所外



端末(ブラウザ)
（映像確認）

クラウドサーバのため、緊急時及び
休日・夜間、事務所の外からも閲覧
可能

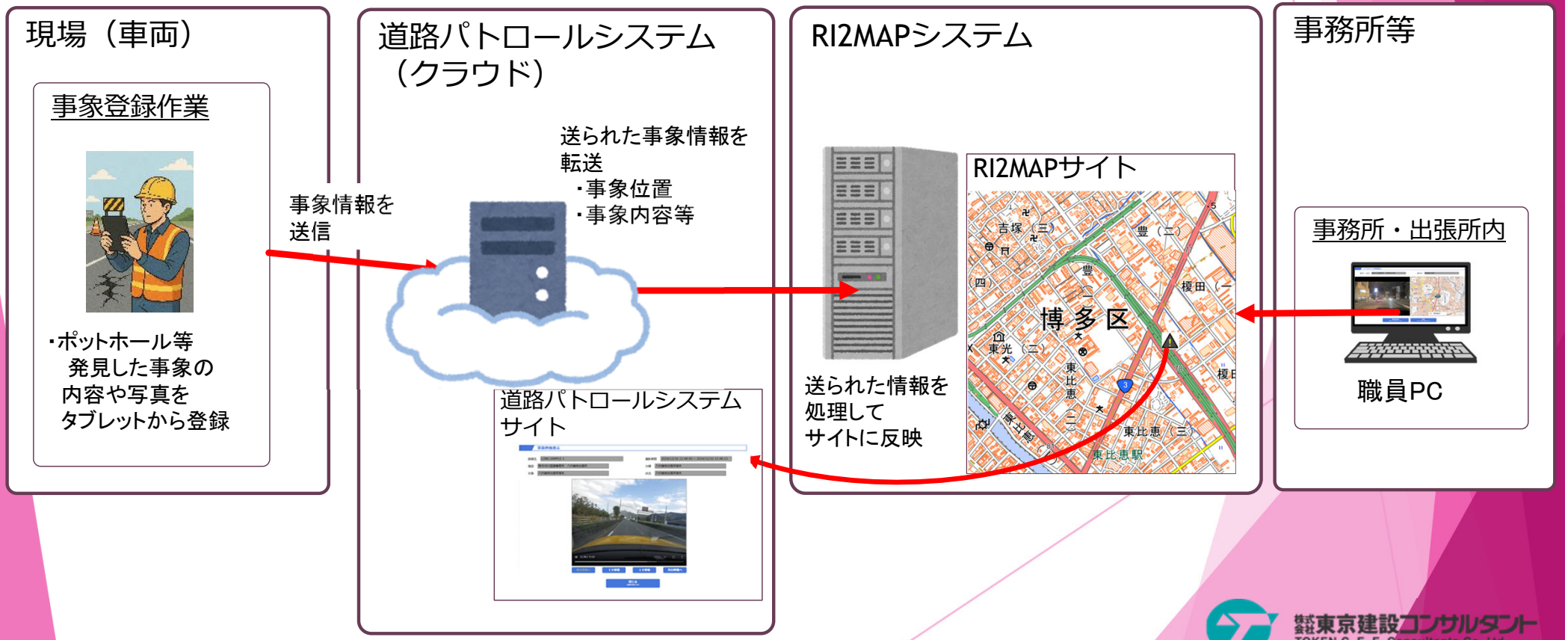
■パトロール映像共有システム

【RI2MAPSシステム連携イメージ】

道路パトロールシステムでは、巡回を行った際に発見した事象を、現場でタブレットから登録している。
これらの情報は、通信回線（LTE回線）を経由して、リアルタイムにクラウドサーバに情報が送信される。
RI2MAPS連携では、クラウドで処理を行った情報を所定のフォーマットでRI2MAPS用のサーバに転送を行う。

＜道路パトロールシステムが保持する情報(連携可能データ)＞

- 事象位置（緯度経度、路線/キロポスト）
- 事象内容（ポットホール、落下物、施設破損等々）
- 事象映像
- 措置状況
- 写真



■パトロール映像共有システム

道路パトロールシステムを運用する際の機器仕様および概算費用は以下の通り。

【機器仕様】

<タブレット端末機器仕様>

項目	仕様
CPU	インテル Core Ultra 5 プロセッサー 135U相当
メインメモリ	16GB相当
ディスク容量	SSD　512GB相当
通信性能	ワイヤレスWAN・LTE対応
ディスプレイ	10.1型 WUXGA（1920×1200ドット）相当
インターフェース	USB 3.2 Gen.1 Type-Aポート×1以上
OS	Windows11
電源装置	バッテリーパック　交換可能なもの
その他	GPS機能内蔵

<車載カメラ機器仕様>

項目	仕様
インターフェイス	映像出力：UVC1.1準拠 外部出力端子：USB2.0 Type-A
解像度/フレームレート	Full HD/30p,10p、 HD/30p,10p、VGA/30p,10p
総画素数	約1230万画素
防塵/防水性能	IP65(USBプラグ部分除く)

<クラウドサーバ仕様>

項目	仕様
CPU	6CPU(Intel Xeon E5)相当以上
メインメモリ	12GB以上
ディスク容量	OS領域：100GB相当以上 データ保存領域：1.8TB以上※1
ネットワーク	250Mbps以上の帯域保証

※1 解像度：1280×720　フレームレート：15fpsの映像を2400時間蓄積

【概算費用】

【 初期整備費用 】

区分	項目	単価	数量	単位	金額	備考
作業費	クラウド構築 ⇒・OSインストール調整 ・データベースインストール ・ミドルウェアインストール	300,000	1	式	300,000	
	ソフトウェア設定等(サーバ) ⇒・ソフトウェアインストール ・ソフトウェア設定 ・データベース設定 ・初回試験調整	250,000	1	式	250,000	
	ソフトウェア設定等(端末) ⇒・ソフトウェアインストール ・ソフトウェア設定 ・クラウドサーバとの試験調整	20,000	1	台	20,000	
	小計				570,000	
機器費	タブレット本体	425,000	1	台	425,000	費用算定機種 Panasonic ToughBook FZ-G2
	バッテリー(交換用)	30,000	1	台	30,000	
	カーアダプタ(車内充電用)	45,000	1	台	45,000	
	車載用カメラ	56,000	1	台	56,000	費用算定機種 Xacti CX-WE100
	カメラ取付部材費	14,000	1	台	14,000	
	通信回線初期費用	3,500	1	台	3,500	
	小計				573,500	
諸経費	一般管理費(機器調達)	285,000	1	式	285,000	
	一般管理費(作業・クラウド)	550,000	1	式	550,000	
	一般管理費(作業・タブレット)	20,000	1	台	20,000	
	小計				835,000	
合計					1,978,500	

【 年間運用費用 】

区分	項目	単価	数量	単位	金額	備考
運用費	クラウド利用料	1,608,000	1	式	1,608,000	134,000円/月
	通信回線利用料	79,800	1	式	79,800	6,650円/月
	小計				1,687,800	
合計					1,687,800	

■パトロール映像共有システム

過去映像表示

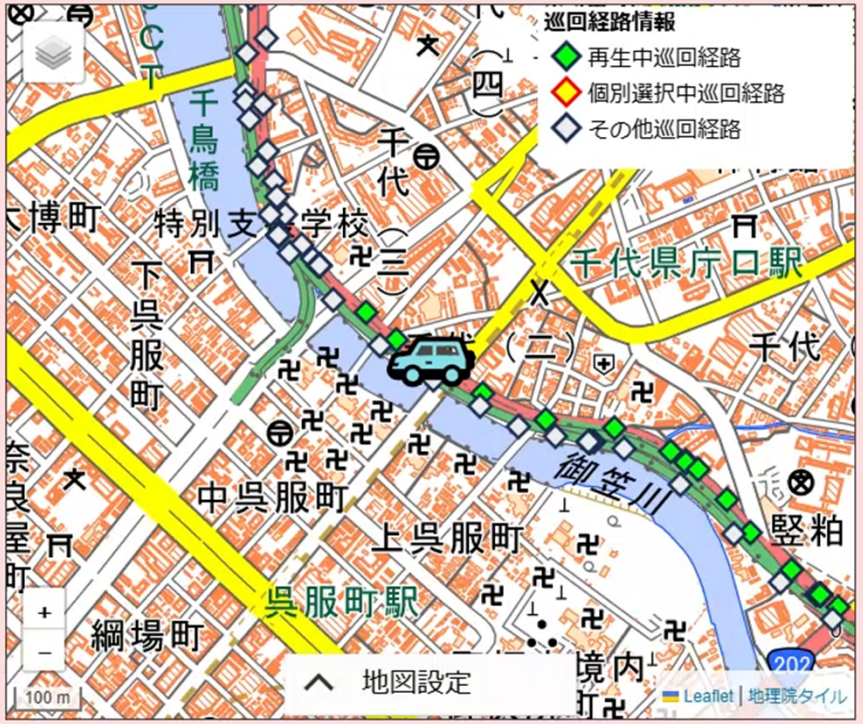
映像名 Cコース

撮影期間 2026/08/25 09:05:03 ~ 2026/08/25 16:05:22

事務所・出張所 福岡国道事務所　福岡維持出張所

撮影端末 福岡維持出張所1





前の映像へ　１０秒前　１０秒後　次の映像へ

閉じる
当画面を閉じます

■パトロール映像共有システム

道路パトロールシステムは、タブレット内蔵カメラも利用できるため、タブレットを使った映像の共有も可能となっている。

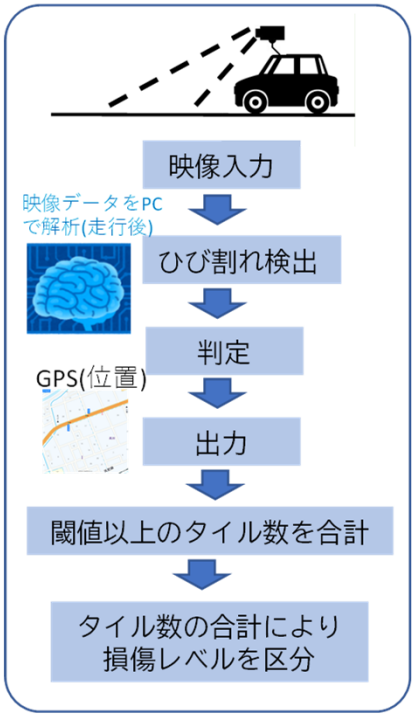


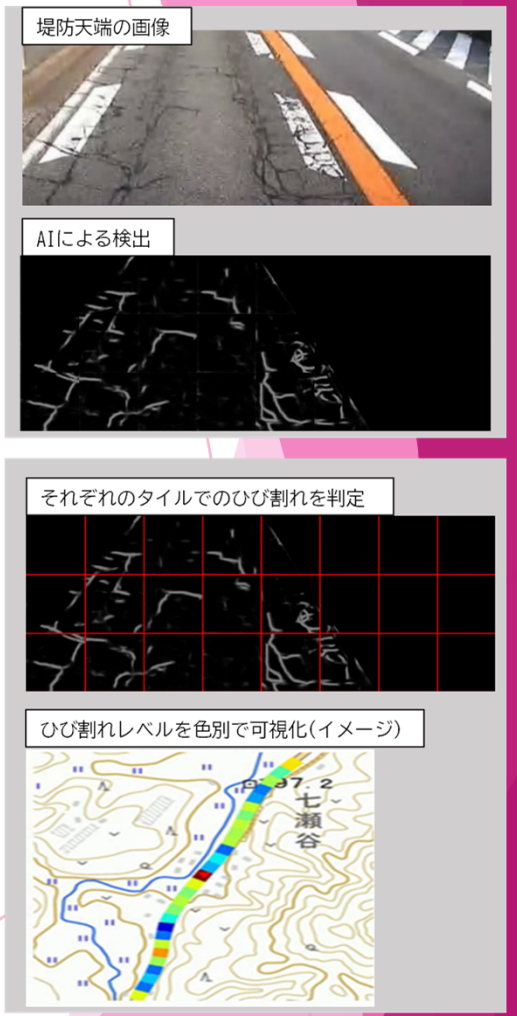
■道路パトロールシステムを応用した堤防点検システム開発

道路パトロールシステムは、前のスライドで示したように、車載カメラに加えタブレット内蔵カメラも利用して映像データの共有及び蓄積が可能である。
さらに、ひび割れAI判定機能については、堤防点検における天端亀裂の確認・管理に応用可能であり、当社内で技術開発を進めている。



堤防点検における天端亀裂確認事例【 従来手順 】





ひび割れAI判定による天端亀裂確認【 開発中 】

九州建設技術フォーラム２０２６

【 出展内容　水位観測カメラ＋水位観測データ異常検出 】



株式会社東京建設コンサルタント
TOKEN C. E. E. Consultants Co.,Ltd.

【 システム開発の背景 】

自治体における防災情報システムでは、テレメータ観測設備で雨量・水位データを、河川監視カメラ設備で画像データを収集し、当該データをWebコンテンツ等して提供している。

これらのテレメータ観測設備や河川監視カメラ設備は、整備費用が比較的高額であり、管理河川全体を網羅していない課題がある。

さらに、水位センサーとして利用されているリードスイッチ・水圧・水晶等の接触型水位計では、正確な水位観測が行えない出水が多発しており、また、超音波・電波等の非接触型水位計については、橋梁等への取付けが一般的であり、設置場所の制約が大きい。

そこで、管理河川全体に水位観測設備を設置するため、低コストなカメラによる画像から水位データを取得するシステム開発を行った。

【 開発技術 】

低コストカメラの画像から水位等を取得・伝達できるシステム

（精度）

① 1cm単位で水位観測が可能（観測可能であれば画素数は問わない）

② 常時10分観測（画像撮影・演算処理・システム表示までの時間）

③ 夜間でも水位観測が可能（観測可能であれば最低被写体照度は問わない）

（維持管理）

① カメラ機器が安価で交換作業等が容易（1基10万円以下を目標）

② 5年以上メンテナンスフリー

③ 通信コストが安価

水位観測カメラシステム

【 技術の概要 (メカニズム・精度等) 】

水位観測カメラシステム(以下 本システム と言う)の標準構成イメージを図-3に示す。

本システムは、監視カメラを水位センサーとして利用するもので、ソーラーパネルとバッテリによる再生可能エネルギーで電源供給する。

静止画像データ伝送には、携帯電話網の現行世代(LTE/3G)を利用するものとし、パブリック・クラウド・サービスの仮想サーバで静止画像データを収集・管理すると共に、複数手法の画像処理及びAI処理で水際線を検出し水位観測データに変換する。

観測精度としては、監視カメラのレンズ性能及び撮像画素数より、水際線を判読する被写体の位置で監視カメラ画像の1ピクセルが1cm以下の分解能となる距離かつIR(赤外線)照明の照射可能距離以内を保つ事により、昼間・夜間を問わず1cmの観測精度を確保する。

なお、カメラ機器(カメラ本体・通信制御器・電源・通信制御器・収納箱を全て含む)で10万円以下の条件より、監視カメラと被写体との距離が最大で30m程度となるため、本システムの監視カメラ画像データは、あくまで水面検出を優先とし流況監視への利用を限定する。

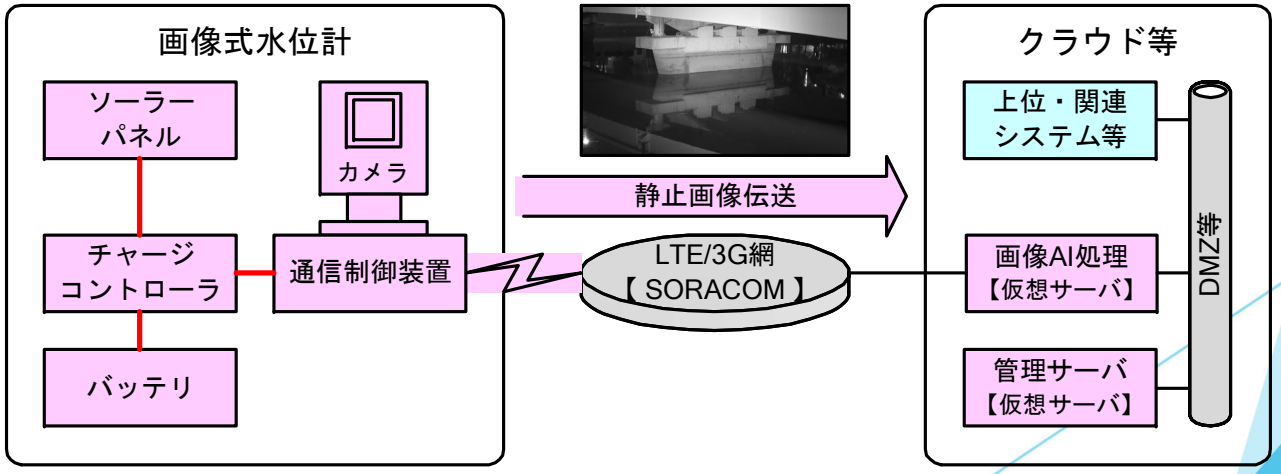


図-3 本システム標準構成イメージ図

水位観測カメラシステム

【 革新的なソリューション等 】

本システムでは、従来の画像処理(エッジ検出・2値化・差分)に加え、AI(機械学習・深層学習)の全5パターンの処理で水際線を検出するマルチ処理を想定した。

このマルチ処理を採用する理由として、水位観測を行う場所や同一地点でも流況変化等により相性が良い処理手法が変わるため、適切な手法を適宜切替えて運用するソリューションを開発した。

【 実証実験の内容・方法 】

実証実験地点については、直下流にテレメータ水位観測所が設置されている。

そこで、監視カメラを設置し、実際にLTE/3G回線で静止画像データを当社試験環境のサーバへ送信し、画像AI処理による水位観測を実施した上で、直下流の水位観測データとの比較評価を行った。

なお、AI処理についても、直下流の水位観測データを教師信号として一定期間の利用した。

【 イニシャルコスト、ランニングコスト 】

画像式水位計は、1基当り『 イニシャル：13.5万円 』・『 ランニング：1.5万円/年 』(通信費)を予定している。

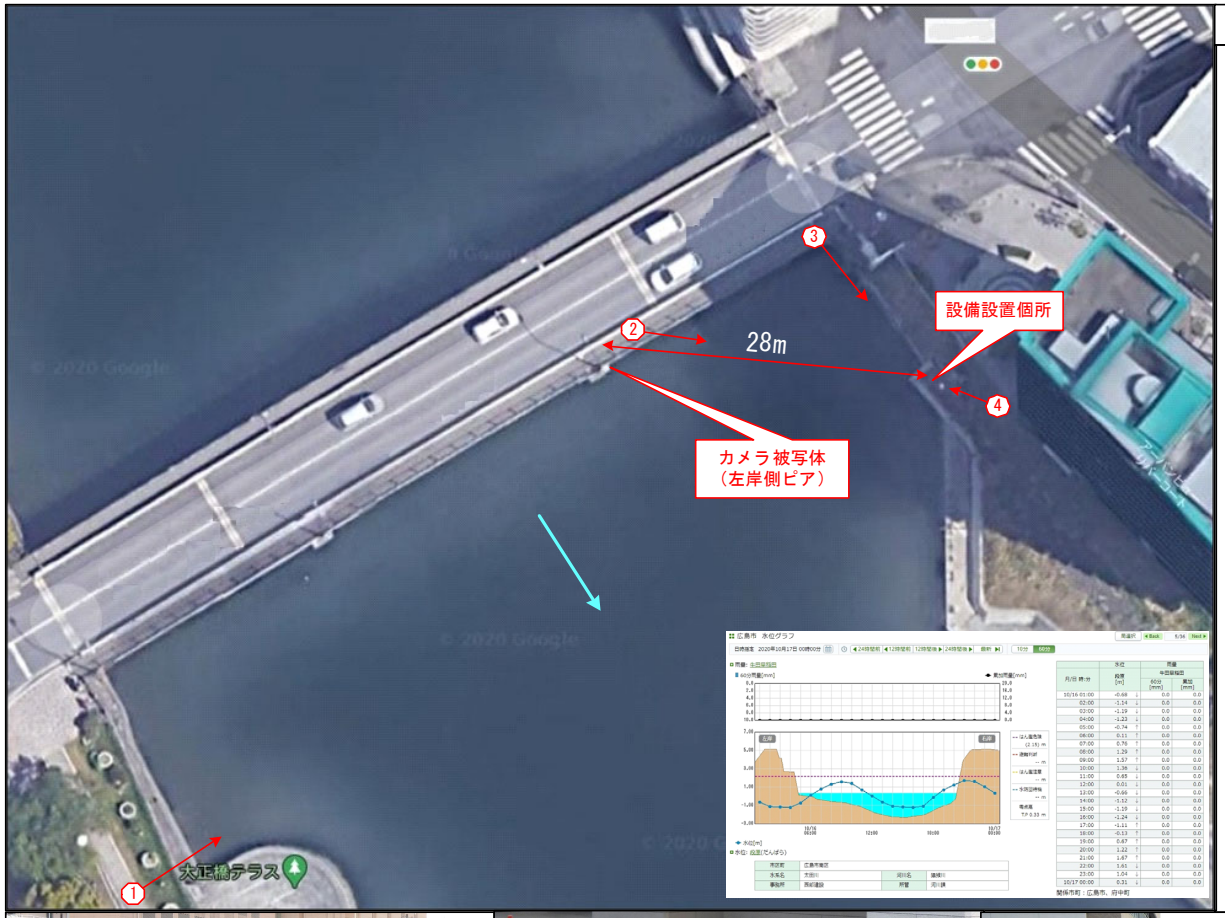
イニシャル(=機器費)については、電源をソーラーパネルとバッテリとしたため、1基10万円以下の条件を満足していないが、商用受電及び停電対応が不要となり、施工性及び信頼性が向上した。

ランニング(=通信費)については、水面の変動等を考慮し画像処理優先で移動平均用に複数枚を送信するため、若干高額となっている。

表-2　イニシャルコスト・ランニングコスト内訳表【 ソーラーパネル・バッテリで運用 】

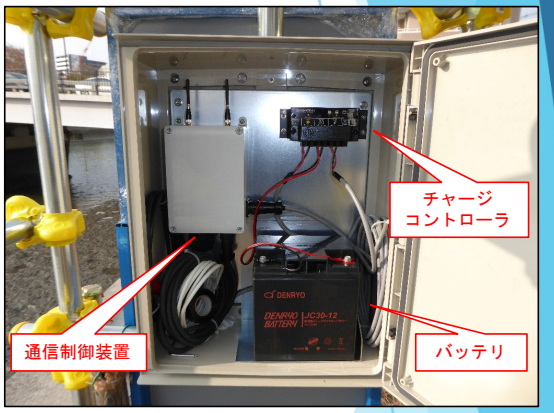
区分	1基当り			整備規模		
	項目	費用		10基	100基	1000基
イニシャル	カメラ	4.5万円	13.5万円	135万円	1,350万円	13,500万円
	通信ユニット	4.0万円				
	ソーラー・バッテリ	5.0万円				
ランニング	通信費	1.5万円	1.5万円	15万円	150万円	1,500万円

水位観測カメラシステム



水位観測カメラ実証実験設備　設備構成






設備設置状況（右岸側から望む）

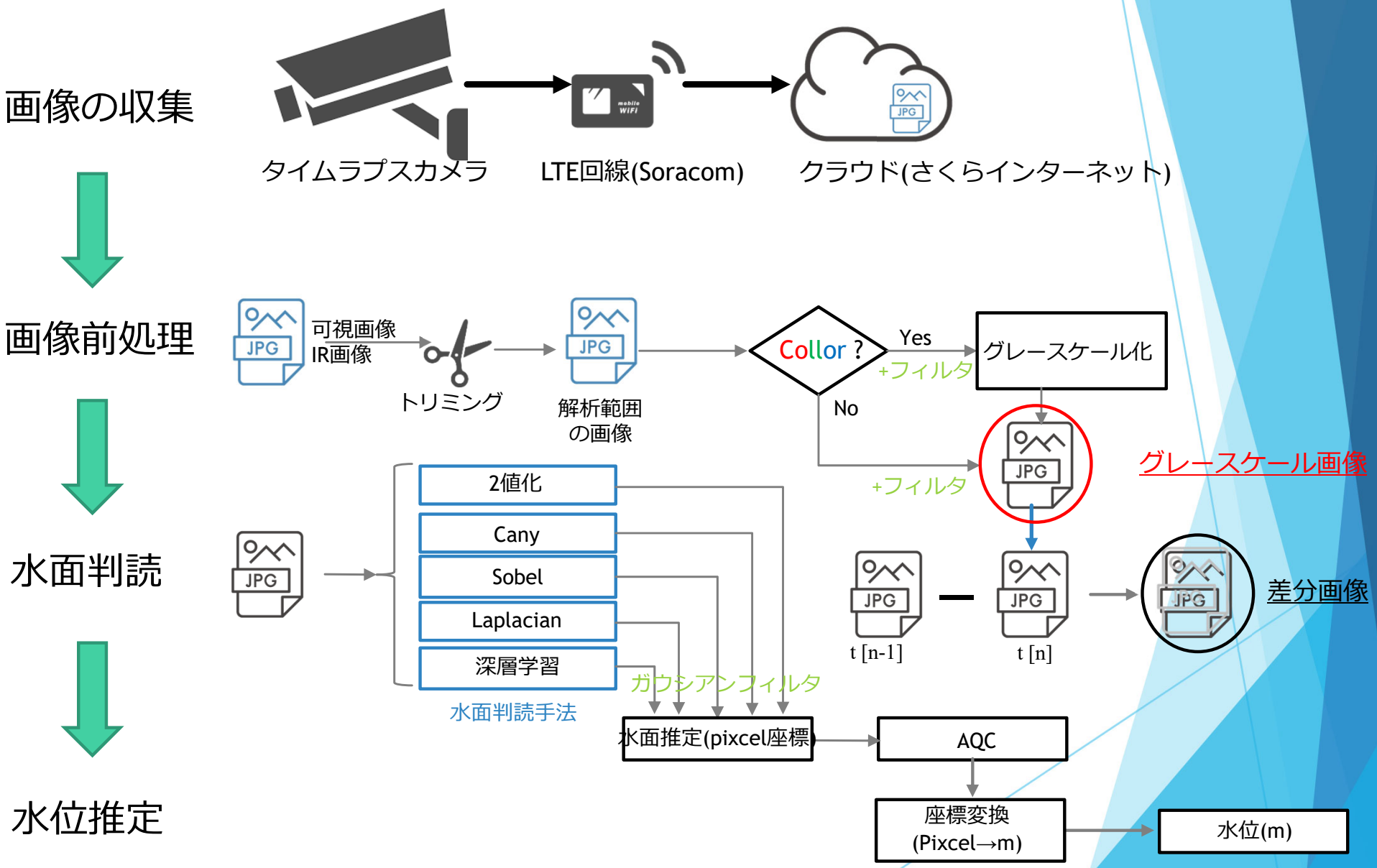

設備設置状況（上流橋梁から望む）


設備設置状況（橋梁の左岸アバットから望む）


設備設置状況（橋梁の下流左岸から上流を望む）

水位観測カメラシステム構築業務　実証実験設備設置事例

水位判読システムの概略

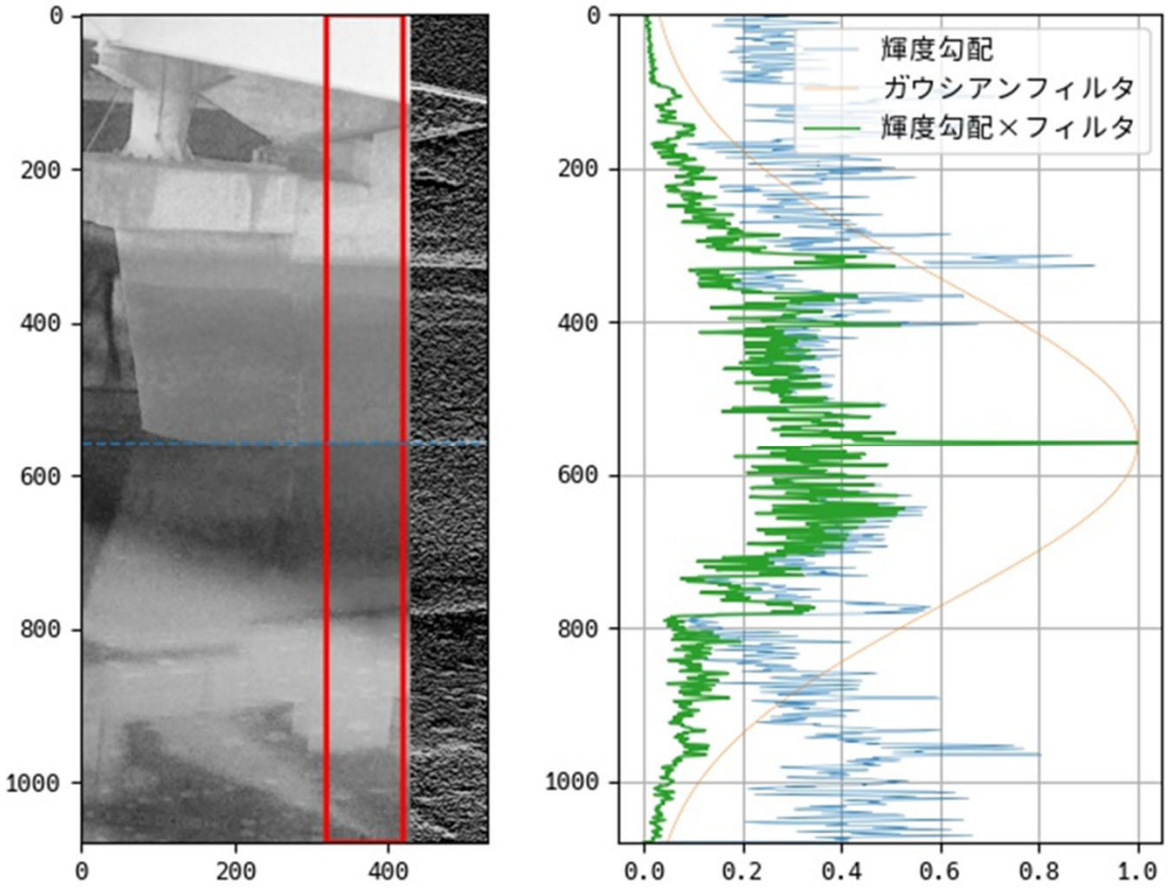


エッジ検出による水位の推定の手順

1. y方向のエッジ検出を行い、正となる箇所は0とする
   - 上から見て、ピア→水際となる場合は、白から黒に変化するため、黒→白となるエッジは無視する。
2. 正負反転し、logをとる
   - 水際のエッジはピアが濡れている等するとエッジが弱くなるため
3. 水平方向に和をとる
   - 輝度勾配の和。エッジが強い個所が大きな値となる
4. 水位の履歴から水際になりそうな箇所を中心とするガウス分布を作成する。

   これをフィルタとしてかけ、この値が最大となる箇所を水際線の位置とする。
5. 水際線の位置から水位に換算する
   - 水際線位置と水位関係のデータセットを作成し、回帰モデルを作成

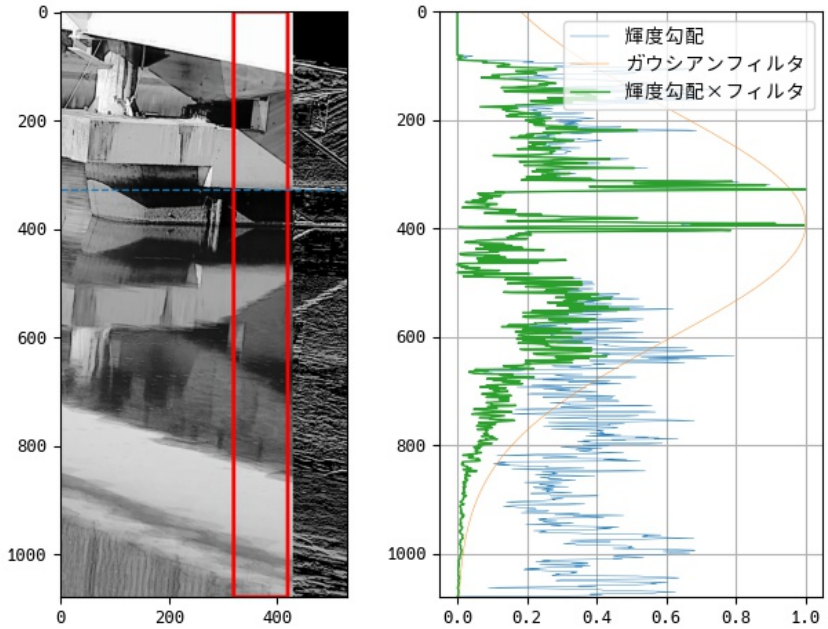
エッジ検出による水位の推定



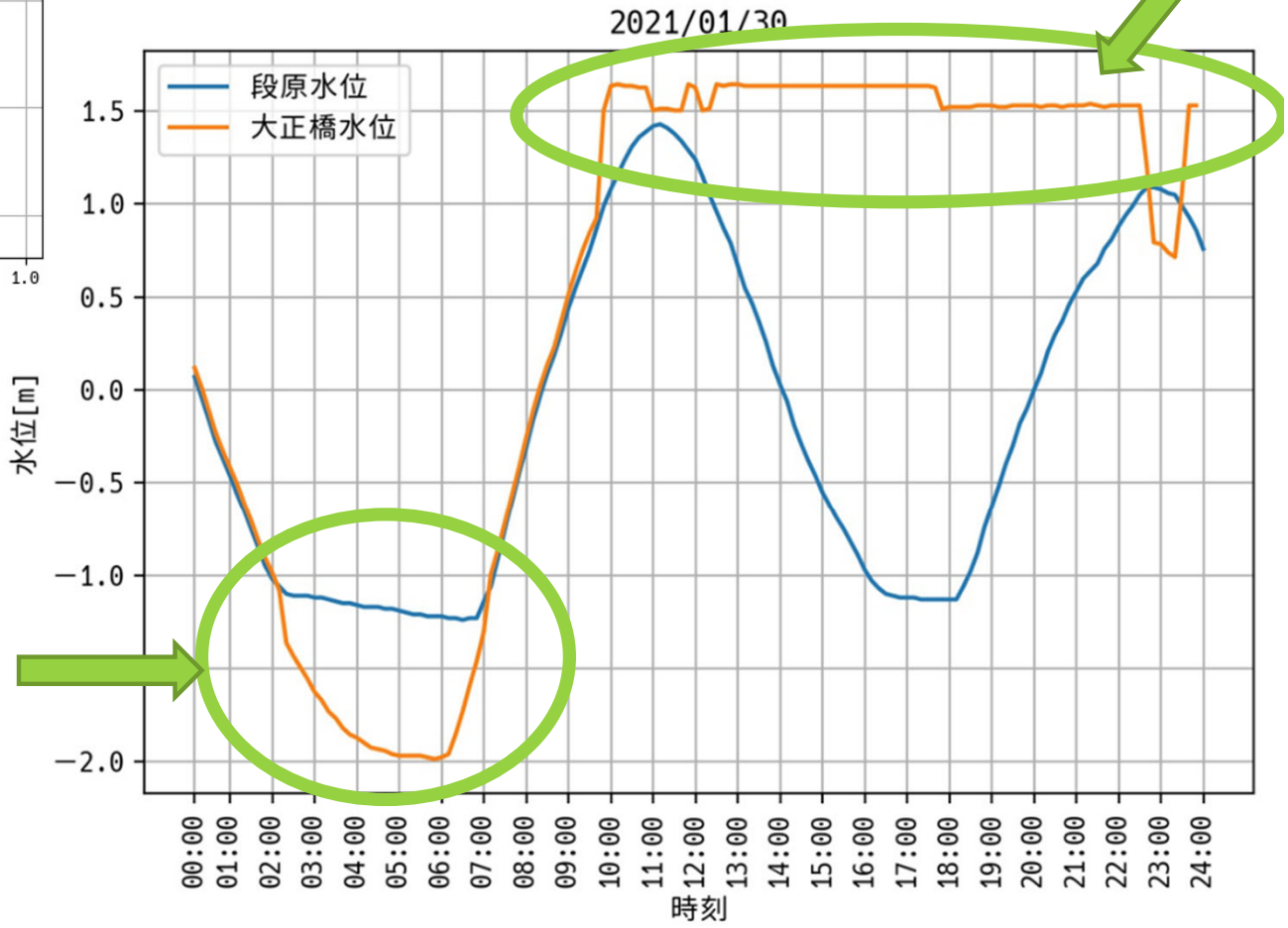
ガウシアンフィルタの標準偏差は
最終的に最適化したものを用いた。

輝度勾配(Sobel)の値(グラフ青線)では水面以外にも強い場所が検出される。
⇒前時刻の水位から、水面のあると予想される範囲にフィルタ(グラフオレンジ線)
を設定し、水面の期待値(青xオレンジ)から水面を推定（グラフ緑線）

エッジ検出による水位の推定

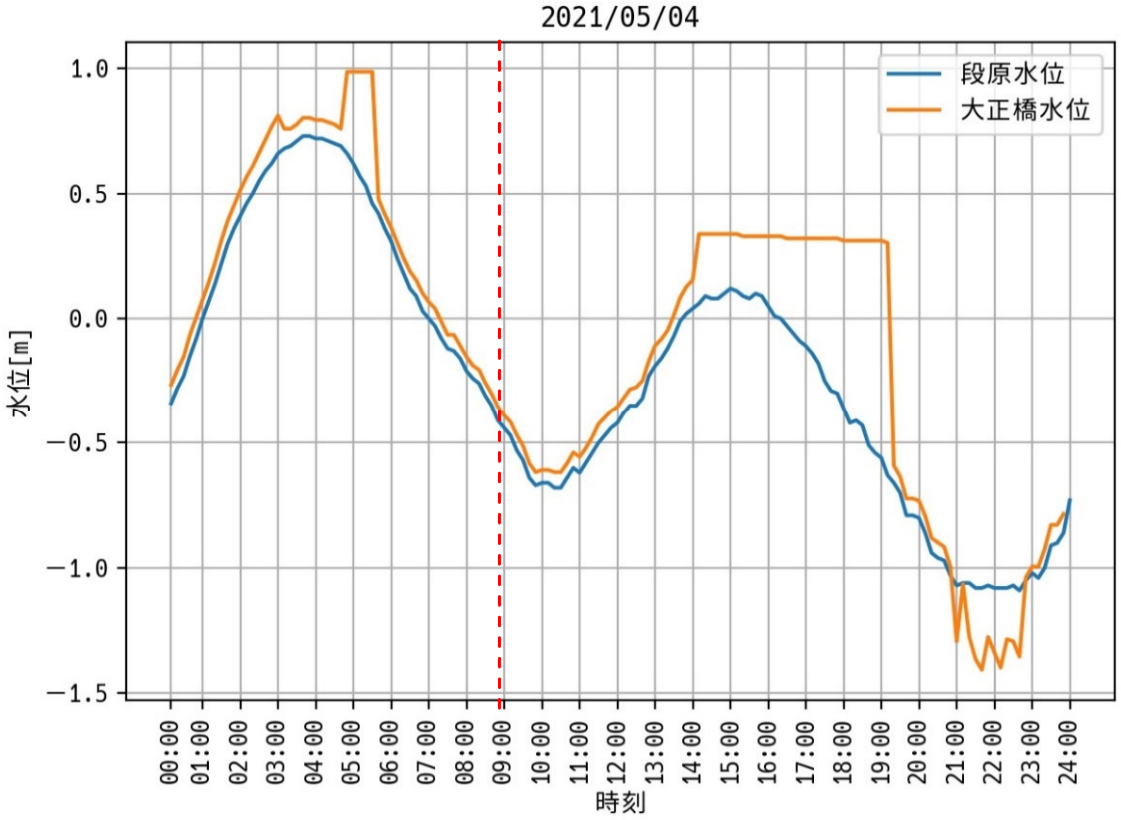


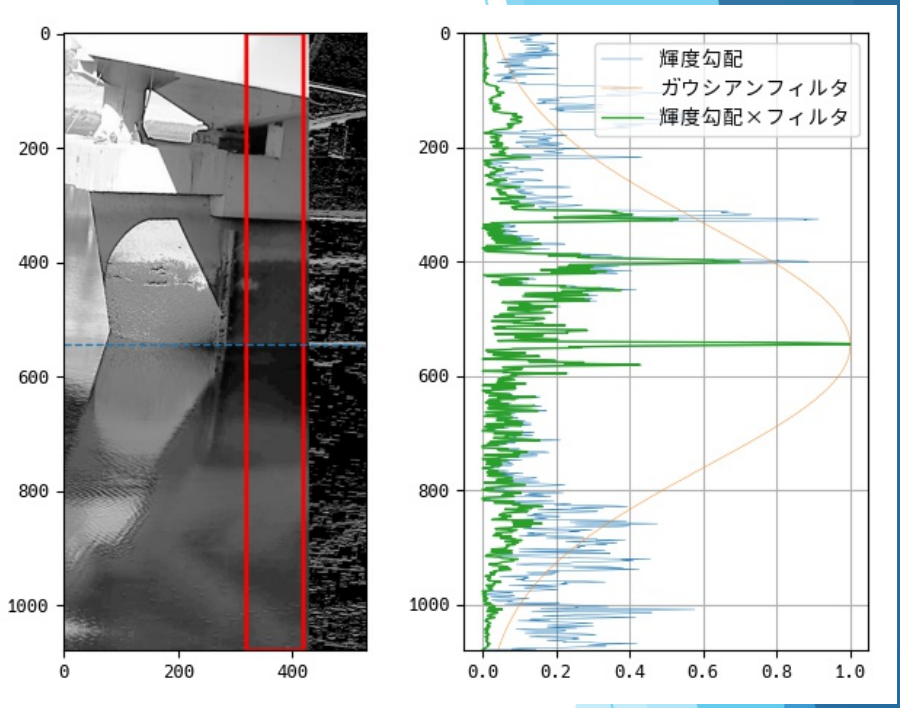
ピアのエッジを誤検知



低い水位の段原観測所水位の値が信頼できない

エッジ検出による水位の推定



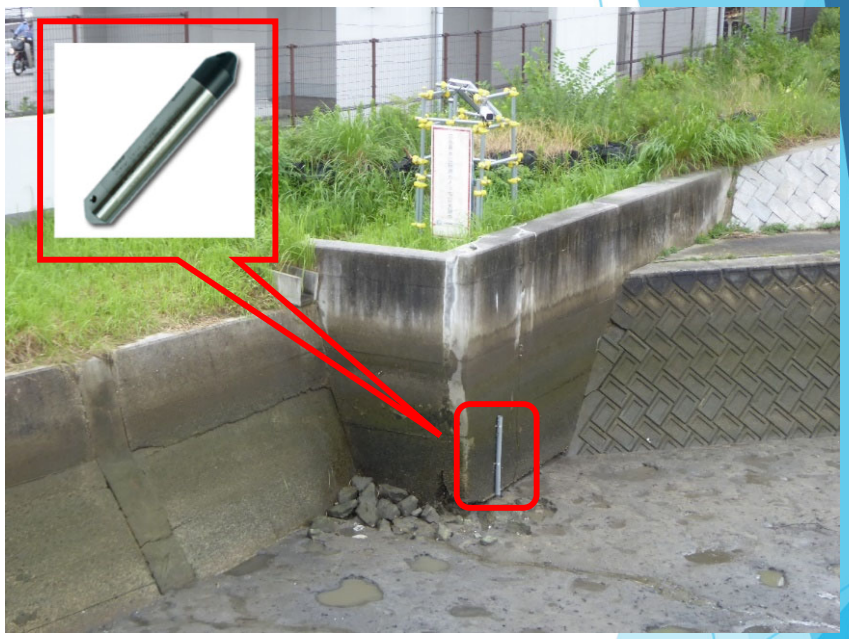


9:00の結果

全体的に下流水位観測所の水位観測データよりも高めの結果。
⇒下流水位観測所水位と実証実験の水位は完全には対応していない？
⇒絶対圧式水位計を大正橋付近に設置した。

絶対圧式水位計の設置





下流水位観測所と実証実験対象の水位が完全には対応していない可能性があるため、
絶対圧式水位計を実証実験の監視カメラ付近に設置した。
⇒このデータを用いて、再度検証を行う予定である。

ディープラーニングによる水位の推定

- 画像を入力し、絶対圧式水位計の水位を予測するネットワークを構築
  - バックボーンに、Efficient Net B4、出力を全層結合する形

カメラ画像
(トリミング)

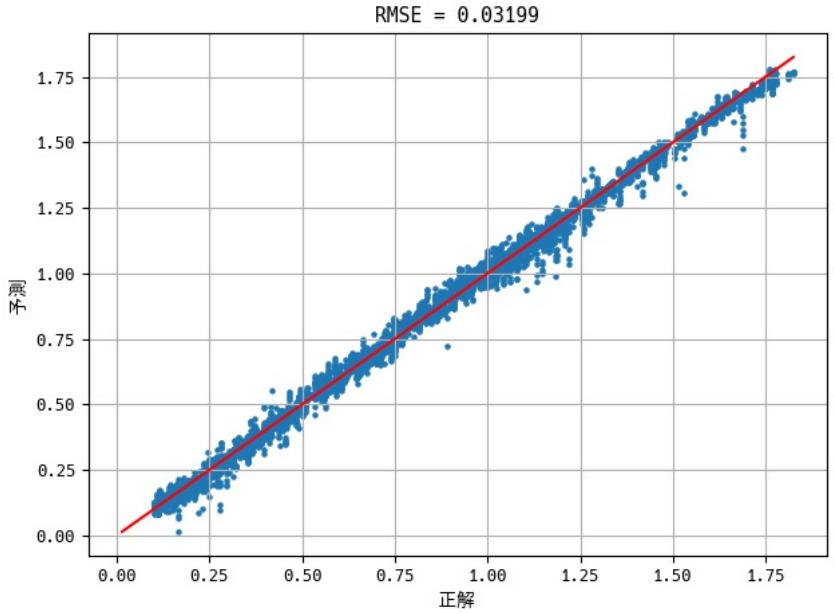


水位

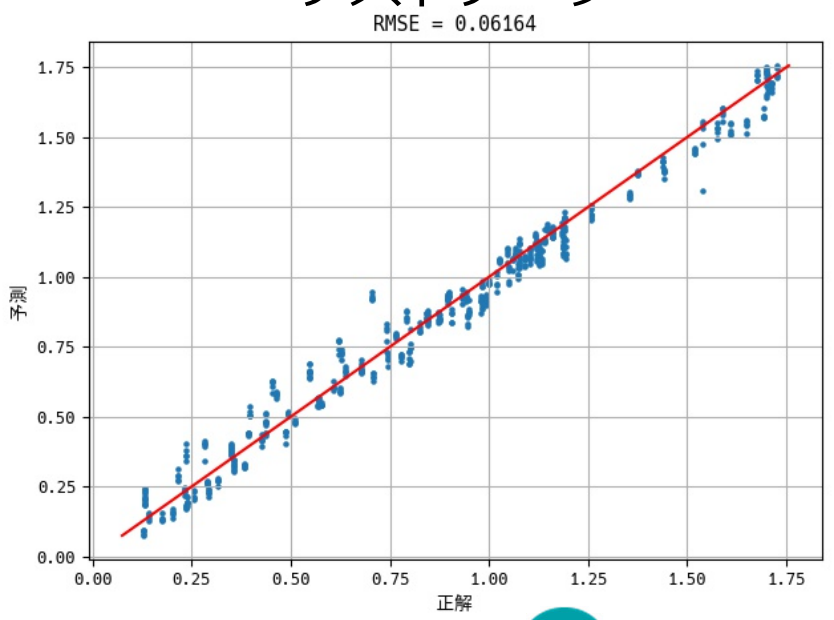
https://ai.googleblog.com/2019/05/efficientnet-improving-accuracy-and.html

- 学習済みデータに対しては3cm程度、未学習のデータについては6cm程度の平均誤差となった

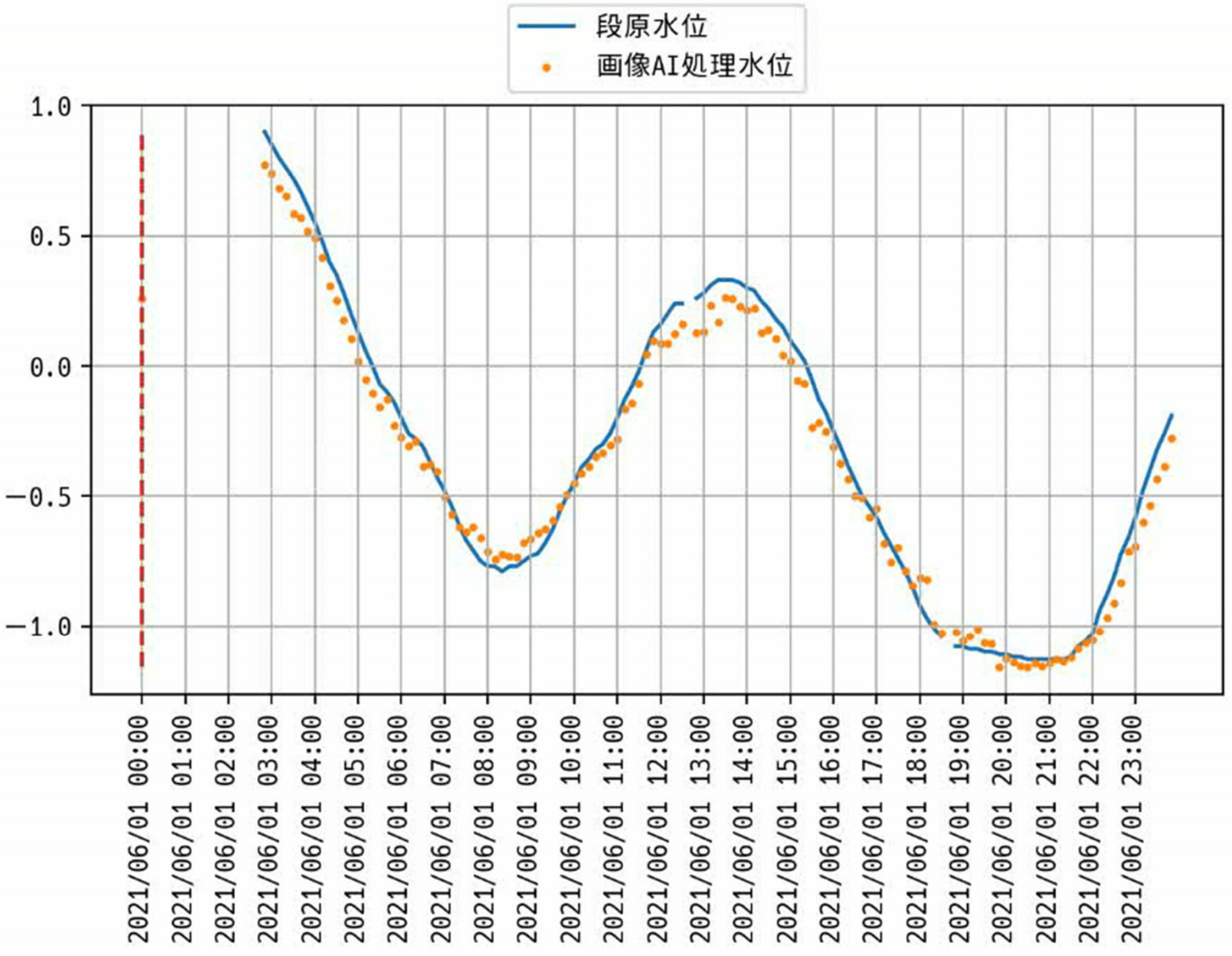
学習済みデータ



テストデータ



ディープラーニングによる水位の推定

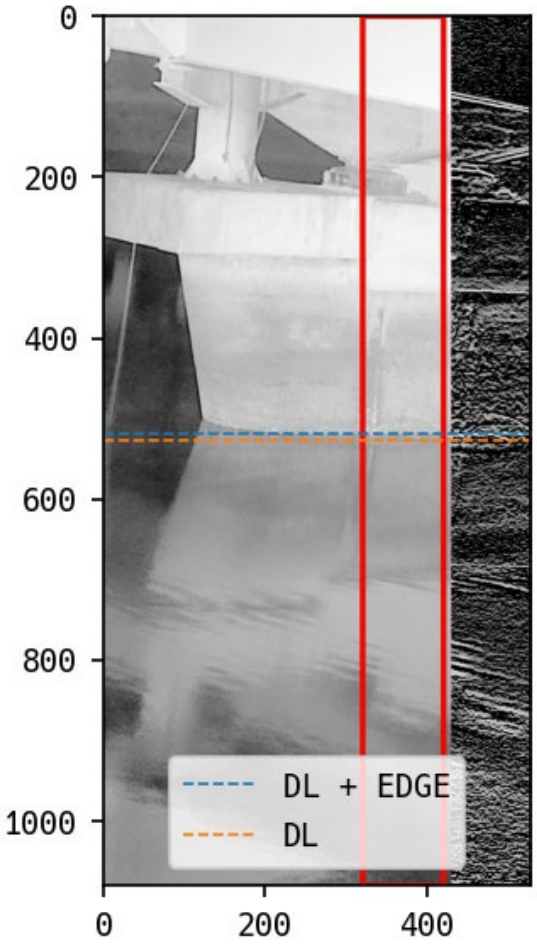


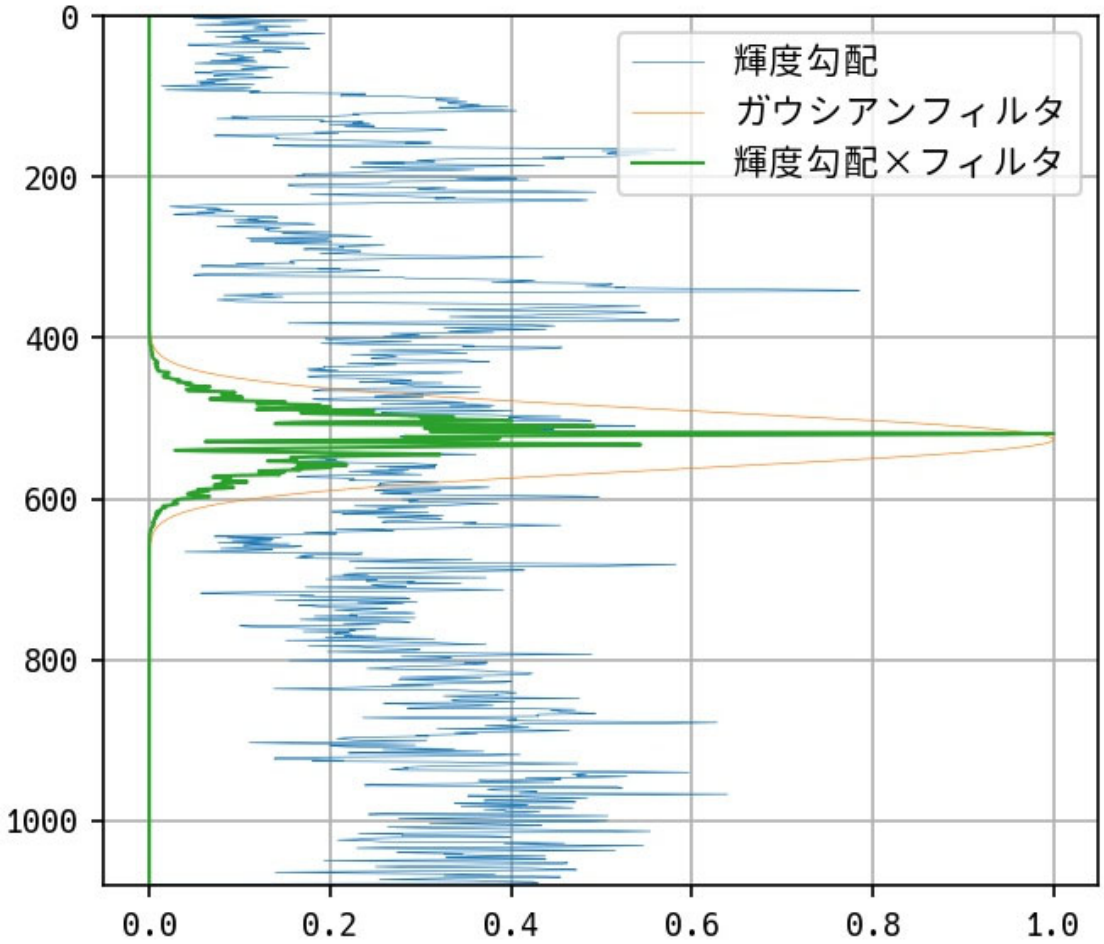


テストデータに対する検証

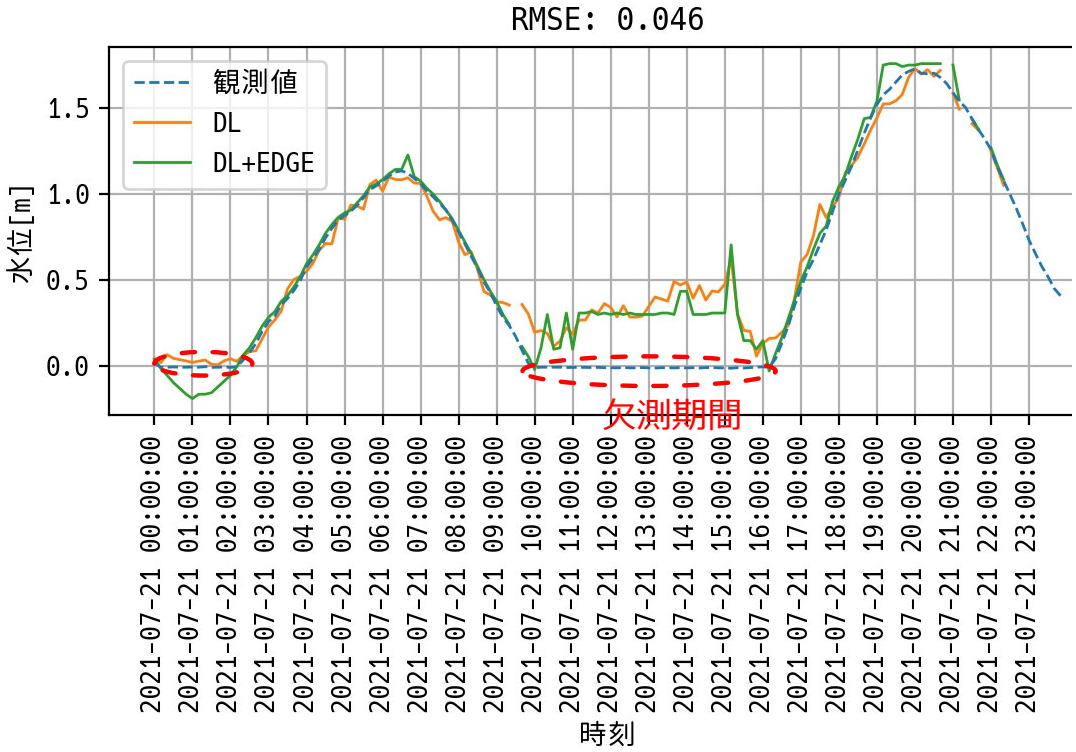
エッジ検出＋ディープラーニングによる水位の推定

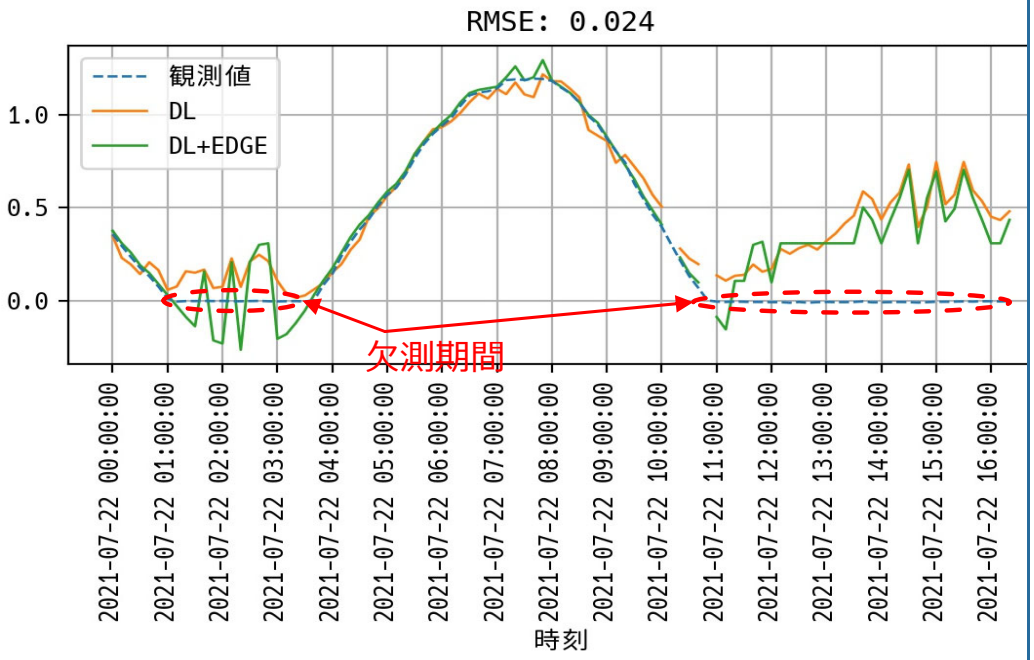
- ディープラーニングによる水位予測結果をエッジ検出にかけるフィルタに用いる
  → エッジ検出では、ガウシアンフィルタを過去の水位からの予測に基づいていた。
  エッジ検出×DLに基づくガウシアンフィルタ





エッジ検出＋ディープラーニングによる水位の推定





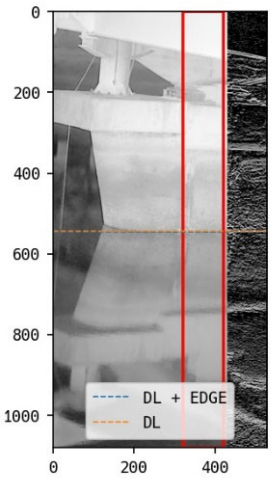
絶対圧式水位計が使える1cm以上の水位のみに着目すると、
図中緑(DL+EDGE)と青(観測値）の平均誤差2cmとなった。

深層学習のみでは、観測値の上下にがたがたした結果であったが、
エッジ検出と組み合わせることで、水位の上昇・下降を滑らかに追従している。

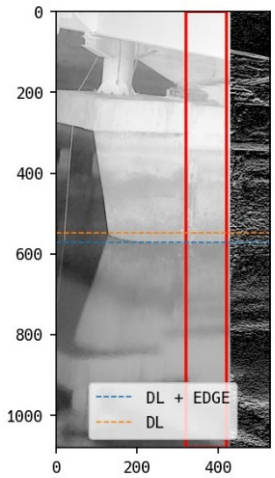
ーー

＝仕様の1cm単位の計測はできているが、観測精度は±2cm程度であった。

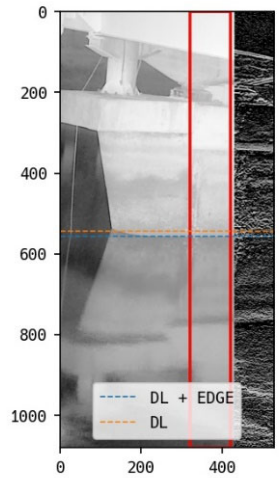
0時



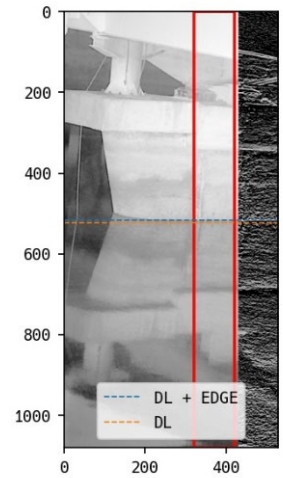
1時



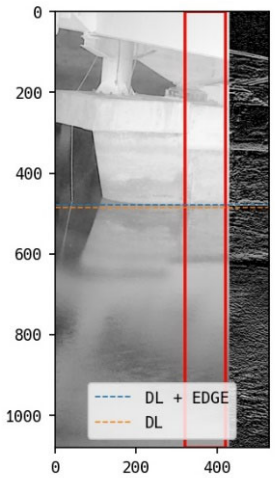
2時



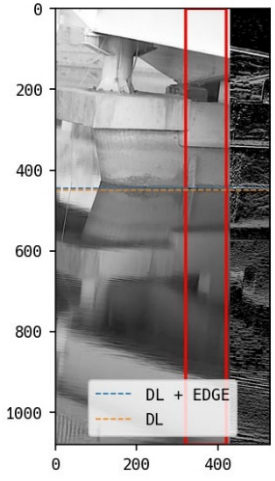
3時



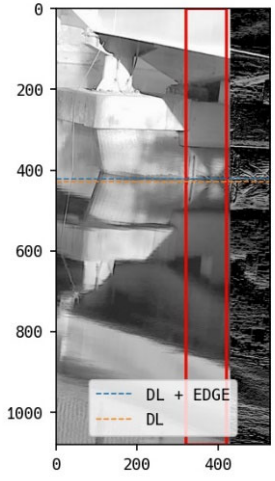
4時



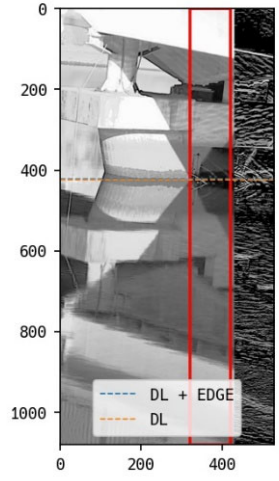
5時



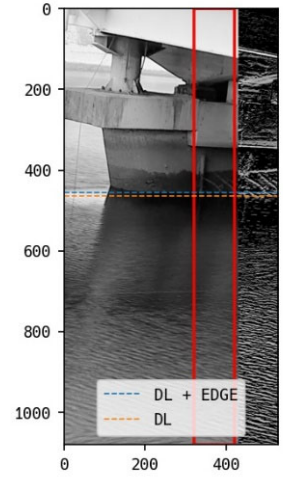
6時



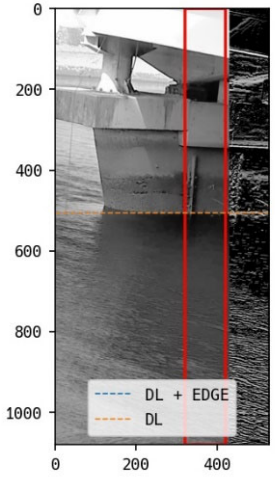
7時



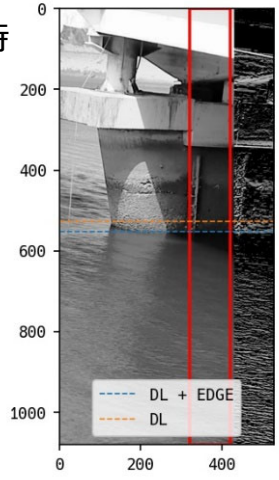
8時



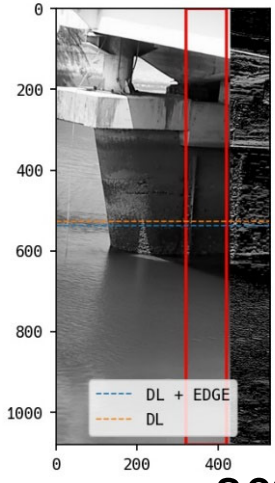
9時



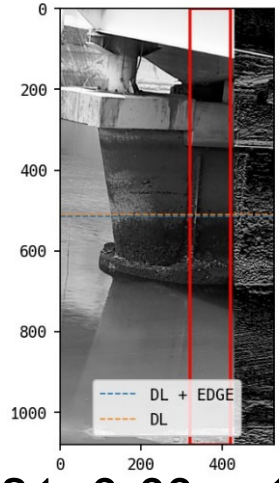
10時



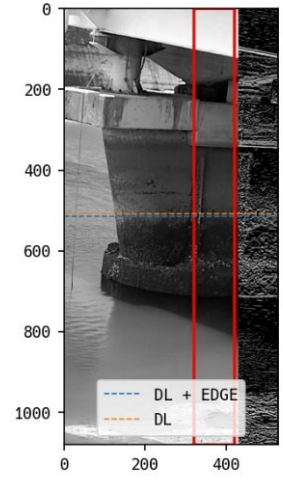
11時



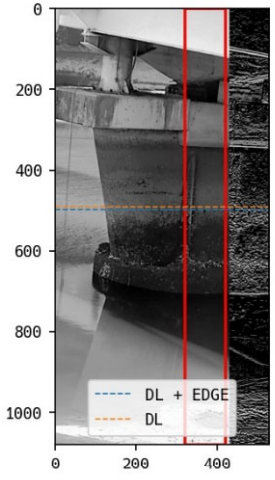
12時



13時

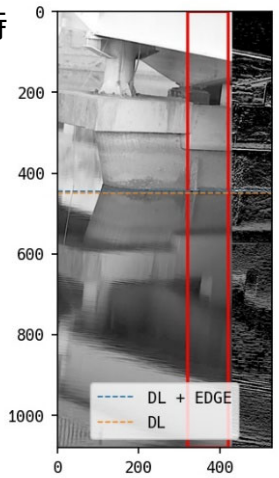


14時

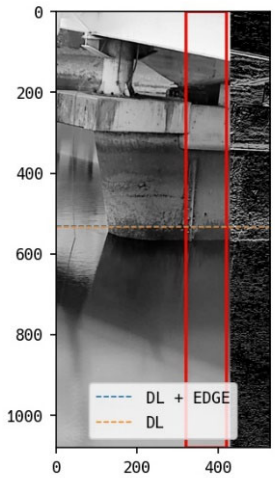


2021/7/21 0:00～ 14:00

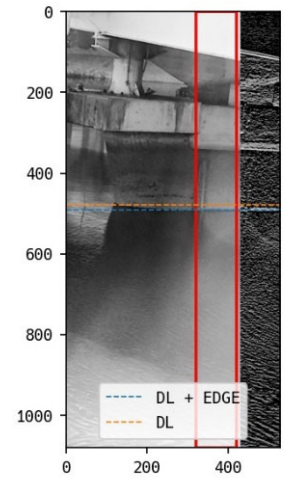
15時



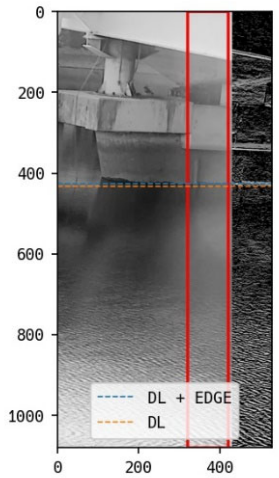
16時



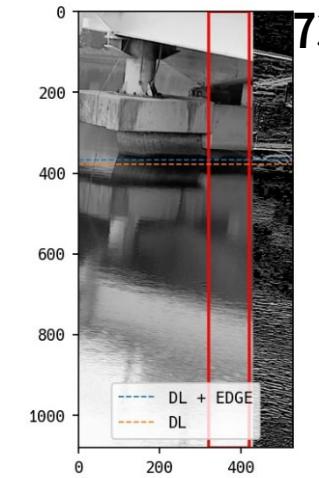
17時



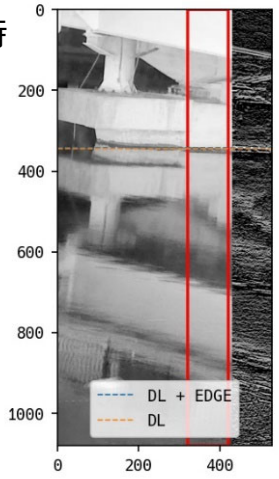
18時



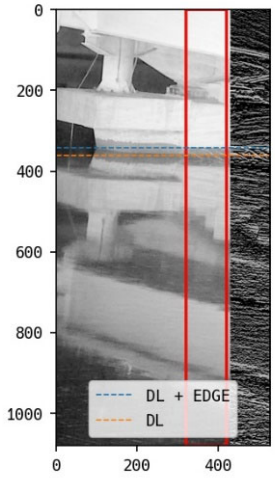
19時



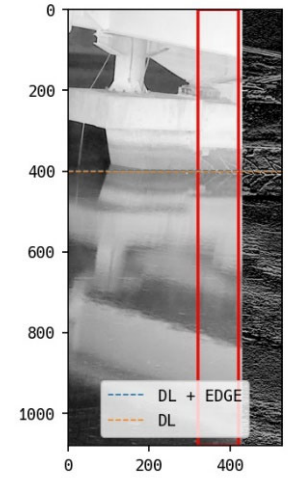
20時



21時



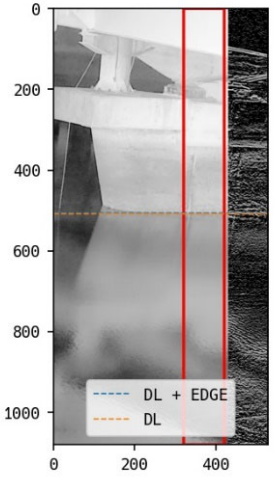
22時



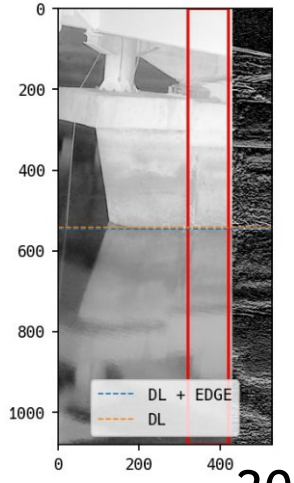
23時

7/21 23:00なし

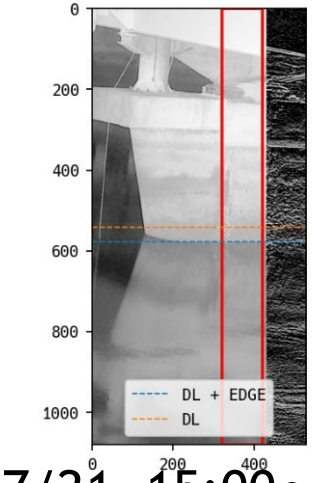
0時



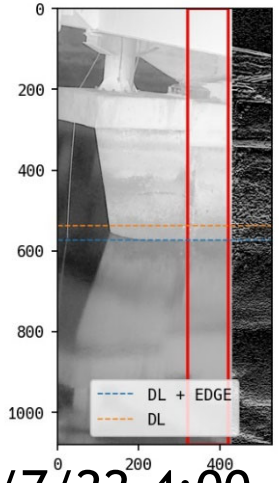
1時



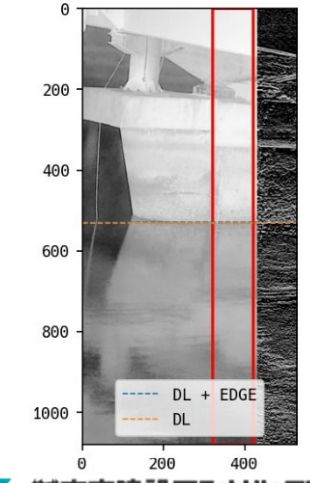
2時



3時

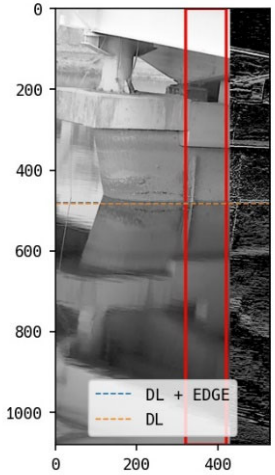


4時

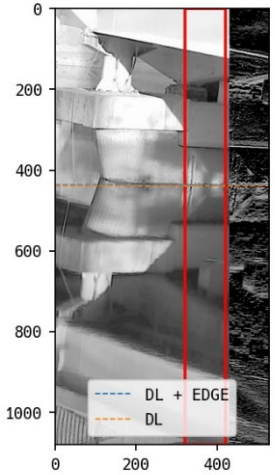


2021/7/21 15:00～ 2021/7/22 4:00

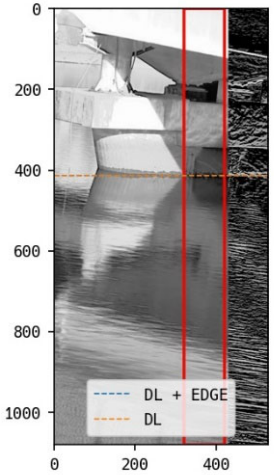
5時



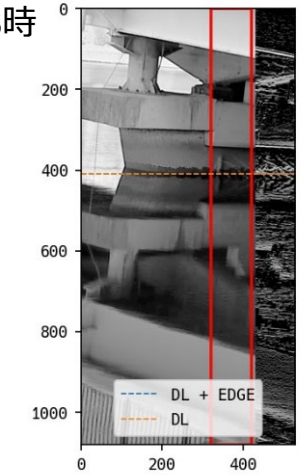
6時



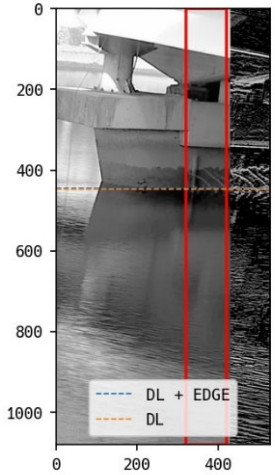
7時



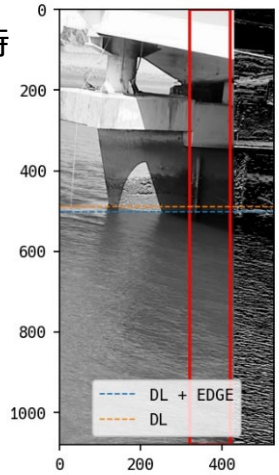
8時



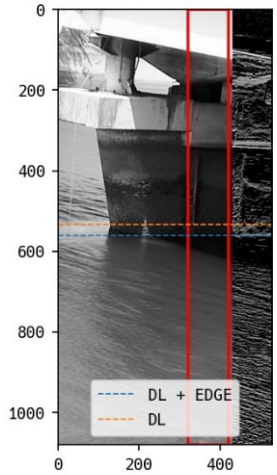
9時



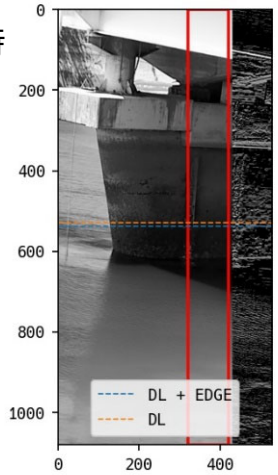
10時



11時



12時



2021/7/22　5:00～ 12:00

夜間は低水位時を除き、水面を良好に検出可能であることが確認できた。
日中は水面での反射の影響と、水面付近が暗くなる傾向があり、誤検出がたびたび生じている。

カメラの設置位置・方法を見直すことで、昼間の精度向上は可能と考えられる。

【 実装化に向けた必要な整備 】

(1) サーバ整備

本システムでは、現地の画像式水位計の画像データを収集し、画像AI処理により水位データを作成すると共に、オートクオリティチェックを経て河川管理情報システムに配信し、本システムの管理情報をWebコンテンツとして閲覧するため、以下のサーバが必要となる。

なお、200台を超える場合は、基本的に200台毎に本構成を追加する事となり、カメラ台数で端数が生じる場合、カメラ10台毎に画像AI処理サーバが1台(40万円/年)が追加となる。

ここで、本サーバを仮にAWSの仮想サーバとして運用する場合の概算費用(年額)を、下表-4に整理している。

表-4　本システム実装化に向け整備が必要なサーバー覧表

No.	項目	実装機能・スペック等	概算費用
1	画像AI処理サーバ （カメラ×200台対応）	(1) 画像データ収集 (2) 画像処理・AI処理による水位データ作成 (3) 画像データ・水位データの管理サーバ保存 (4) CentOS・4vCPU・8GB・200GBを20台分	800万円/年
2	管理サーバ （カメラ×200台対応）	(1) 画像データ・水位データ蓄積(本システム) (2) オートクオリティチェック実施 (3) 関連システムへのデータ配信 (4) 本システム管理用Webコンテンツ閲覧 (5) CentOS・4vCPU・8GB・200GBを2台分	80万円/年

(2) 観測システム導入方法・交換スペース

現地の画像式水位計については、監視カメラ及び通信ユニット等を画像処理対象が映る場所に設置するため、現地に鋼管柱を設置し、カメラ等の機器を装柱する事になる。

今回の実証実験で設置するカメラ・通信ユニット・ソーラーパネル・バッテリ等と同様の機器を鋼管柱に装柱した事例写真を示す。

なお、本設置事例は、あくまで簡易的な構造であるため、実際の設置の際に現地状況に応じて施工方法を調整する必要がある。

また、サーバ関係については、今回の実証実験中は、弊社内に物理的なサーバを設置し、ソフトウェア環境構築及び動作確認と観測精度評価を行うため、導入作業等が不要である。

これらのサーバを外部に整備する場合、機器を設置するラック等のスペースを確保し、サーバ設置作業及びシステム・インストール作業を行う事になるが、サーバ×2台のため施工が容易で、交換スペースも既に確保されている。

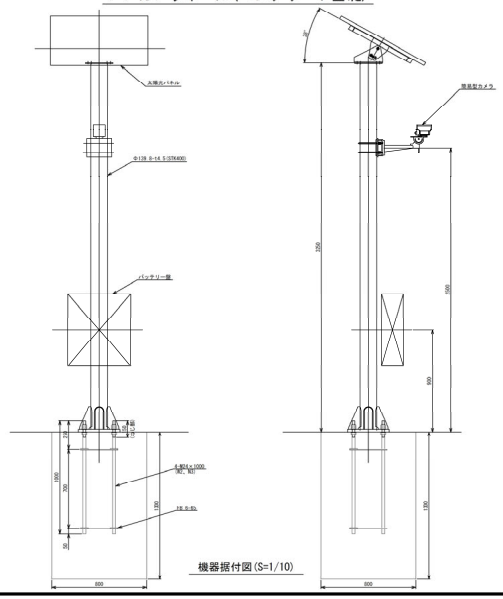
なお、クラウド環境を利用すれば、これらの実環境構築が不要であり、短期間でシステム整備が可能となるが、前記で示したようにクラウド環境の利用料金が発生する。



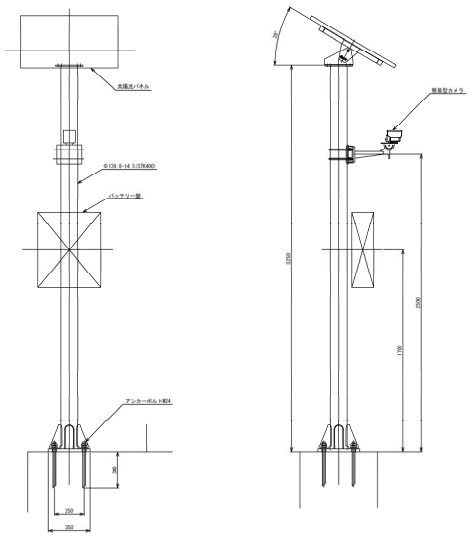
水位観測カメラシステム

設置方式（案）

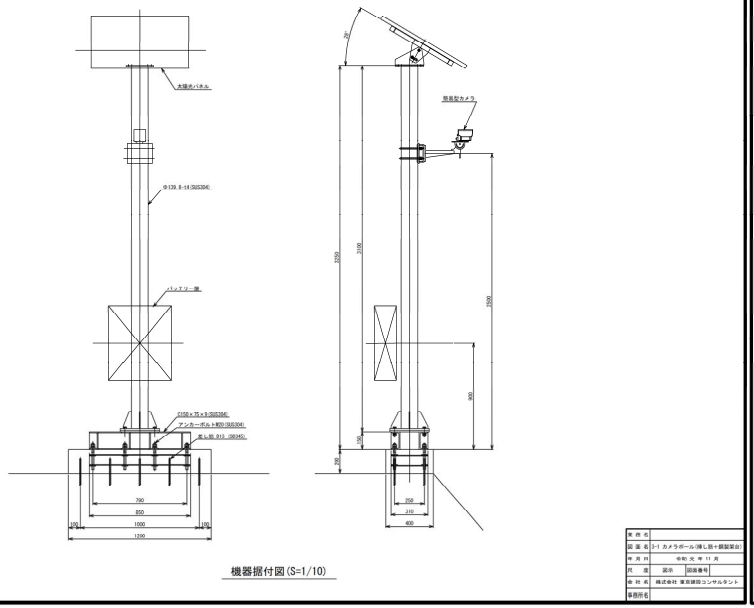
1-1 カメラポール（コンクリート基礎）



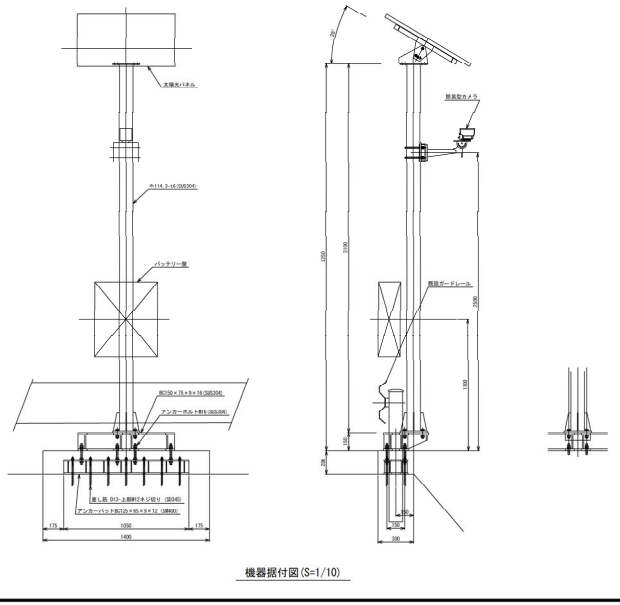
2-1 カメラポール（アンカー留め）



3-1 カメラポール（挿し筋＋鋼製架台）



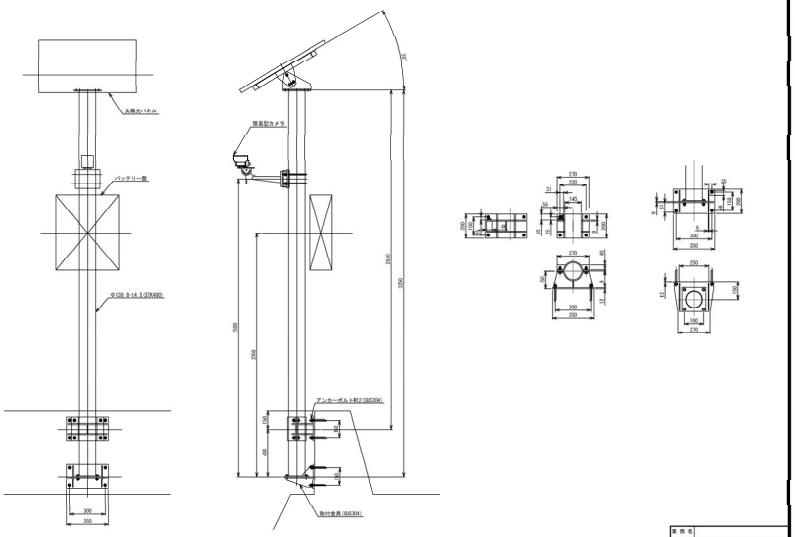
3-2 カメラポール（挿し筋＋張出し鋼製架台）



水位観測カメラシステム

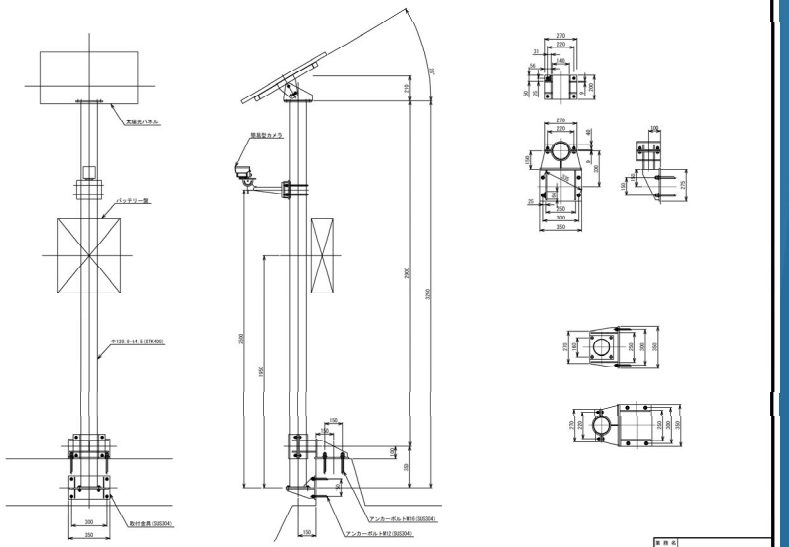
設置方式（案）

4-1 カメラポール（サドル留め・L700）



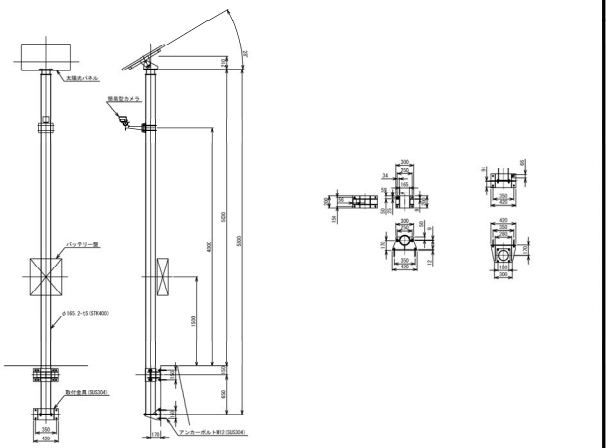
機器据付図(S=1/10)

4-2 カメラポール（サドル留め・L400）



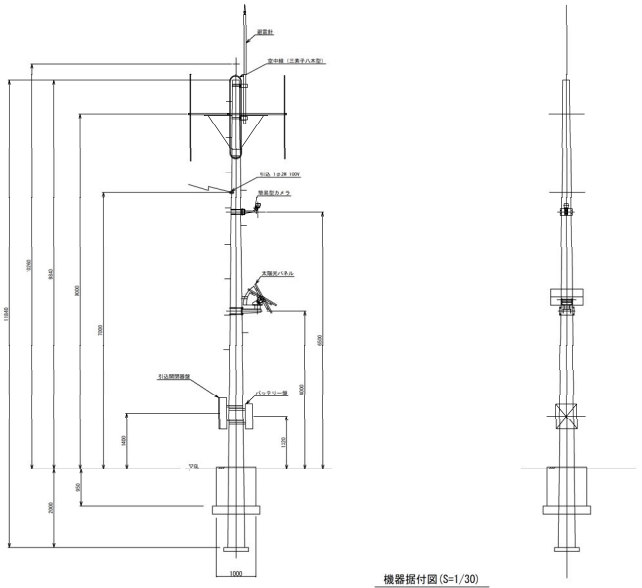
機器据付図(S=1/10)

4-3 カメラポール（サドル留め・L950・H=5000）



機器据付図(S=1/20)

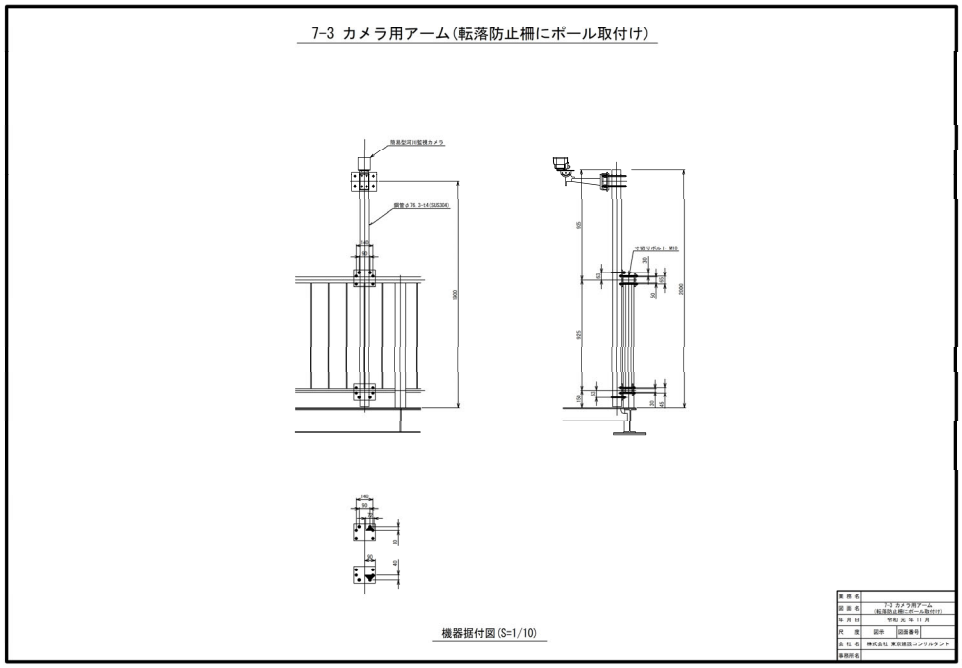
5-1 パンザーマスト（自在バンド等で取付け）

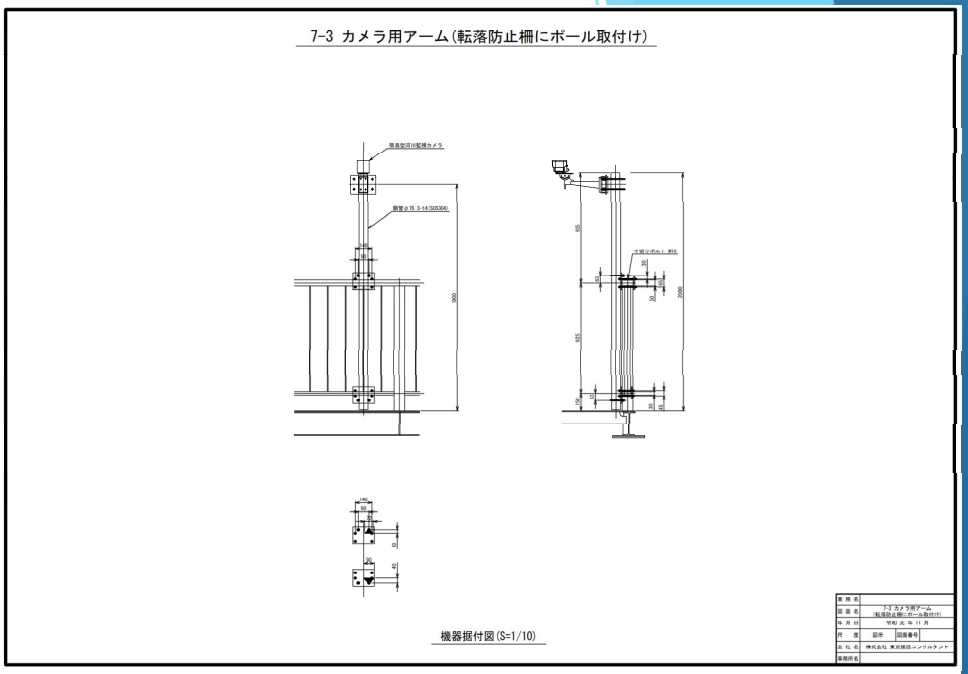


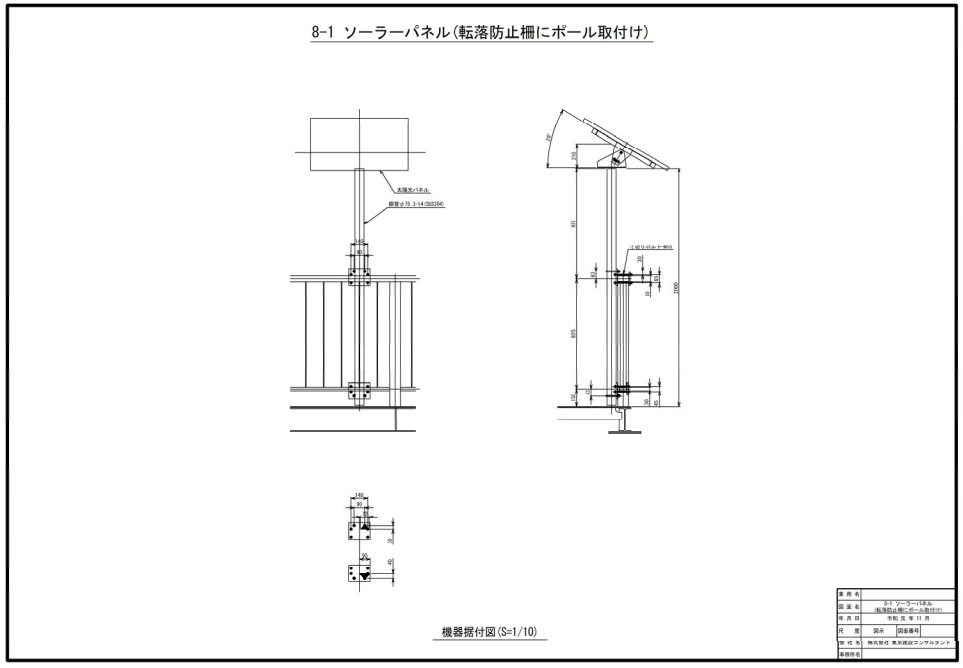
機器据付図(S=1/30)

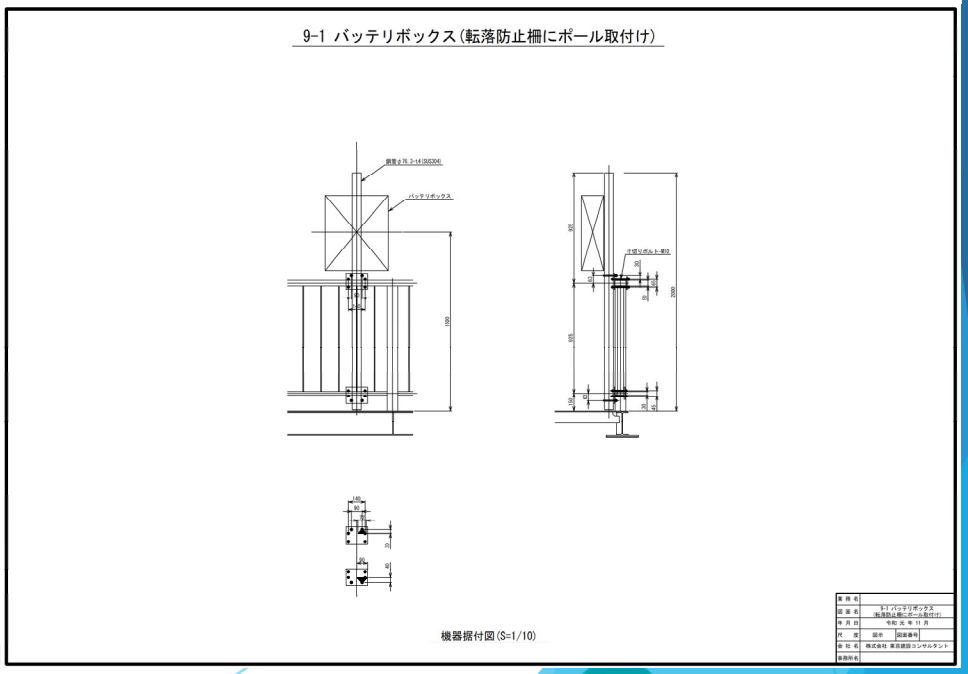
水位観測カメラシステム

設置方式（案）









水位観測カメラシステム

センサー種別による設置場所への適合性を下表に整理した。
弊社の実証実験では、監視カメラによる水際線の判読を採用している。
この方法であれば、水際線が判読可能であれば、どのような設置場所にも対応可能であり、カメラ画角を工夫する事で観測精度の向上も期待される。
また、量水標や水圧式水位計の場合、基本的に必須となる定期的なメンテナンスも、監視カメラ画像より水際線を判読する本システムであれば不要となる。

水位計センサー種別による設置場所への適合性

センサー種別			センサー設置場所								備考
			橋梁	樋管等	コンクリート護岸			土堤			
					単断面	複断面	広い高水敷	単断面	複断面	広い高水敷	
非接触型	電波		○	△	△	×	×	△	×	×	アームを伸ばして水面到達が条件 アーム最大長が概ね3m程度
	超音波		○	△	△	×	×	△	×	×	アームを伸ばして水面到達が条件 アーム最大長が概ね3m程度
	カメラ	量水標判読	△	△	○	○	△	×	×	×	量水標設置及び維持管理が必須 土提への量水標設置が難しい
		水際線判読	○	○	○	○	△	△	△	△	土堤で水際線が判読可能か要検証 カメラ画角の工夫で様々な場所に対応可能
接触型	水圧		△	△	○	○	△	△	△	△	保護管の施工が必須 低水路へのセンサー設置が望ましい

【 商品化 (又は入手) に向けた必要な整備 】

機器は、汎用品及び弊社グループ企業の(株)東建エンジニアリングが製造・販売している市販品を利用するが、家電量販店で入手可能な製品ではないと想定される。

【 保守・サポート体制 】

本システムの保守について、下表-5のように提案する。

ここで、保守体制については、日常点検や障害等の連絡を受付け、必要に応じて社内の関係者へ連絡し対応を周知する方針とする。

また、点検結果については、四半期毎に保守報告書として取りまとめて報告すると共に、年度末に当該年度の統括報告を行うものとする。

表-5　本システム保守一覧表

No.	項目	点検・保守内容	概算費用
1	機器保守点検	年1回・サーバ×2台・カメラ×200台	720万円
2	日常点検	月1回・サーバリモート点検・水位データ確認	270万円
3	緊急点検	障害発生時に随時・年10回程度を想定	330万円
合計(税込み)			1,320万円

水位観測カメラシステム　【 水面判読試行結果 2022年9月19日 安川 】









水位観測カメラシステム　【 水面判読試行結果 2022年9月19日 瀬野川 】83









株式会社東京建設コンサルタント
TOKEN C. E. E. Consultants Co.,Ltd.

水位観測カメラシステム　【 水面判読試行結果 2022年9月19日 二河川 】84









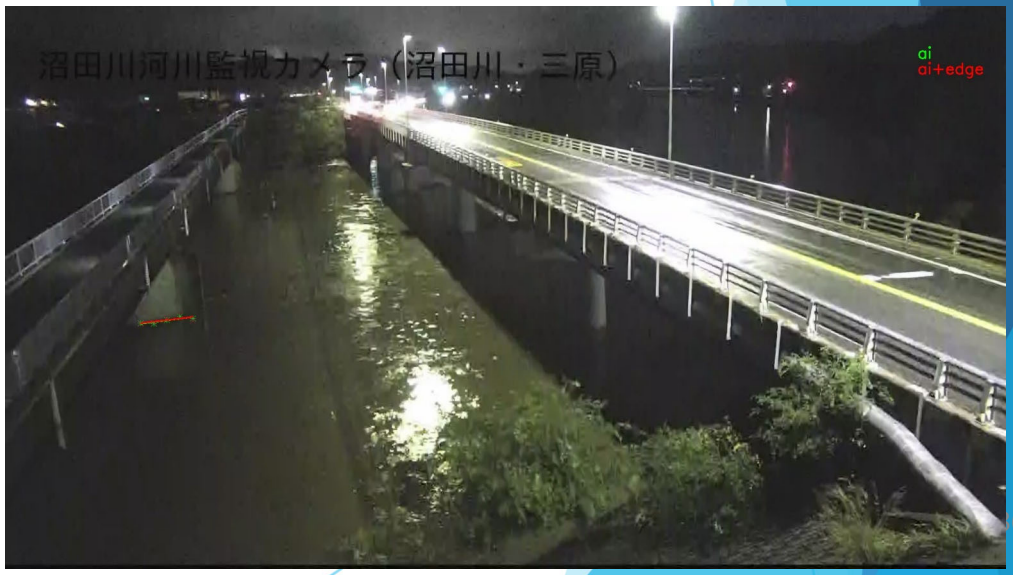
株式会社東京建設コンサルタント
TOKEN C. E. E. Consultants Co.,Ltd.

水位観測カメラシステム　【 水面判読試行結果 2022年9月19日 沼田川 】85









水位観測カメラシステム　【 水面判読試行結果 2022年9月19日 菅川 】 86







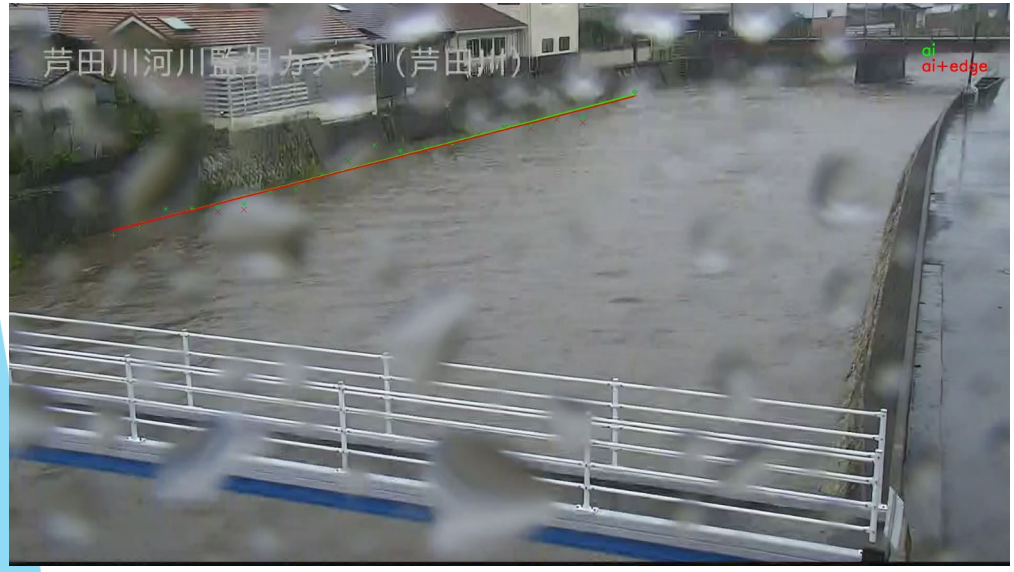


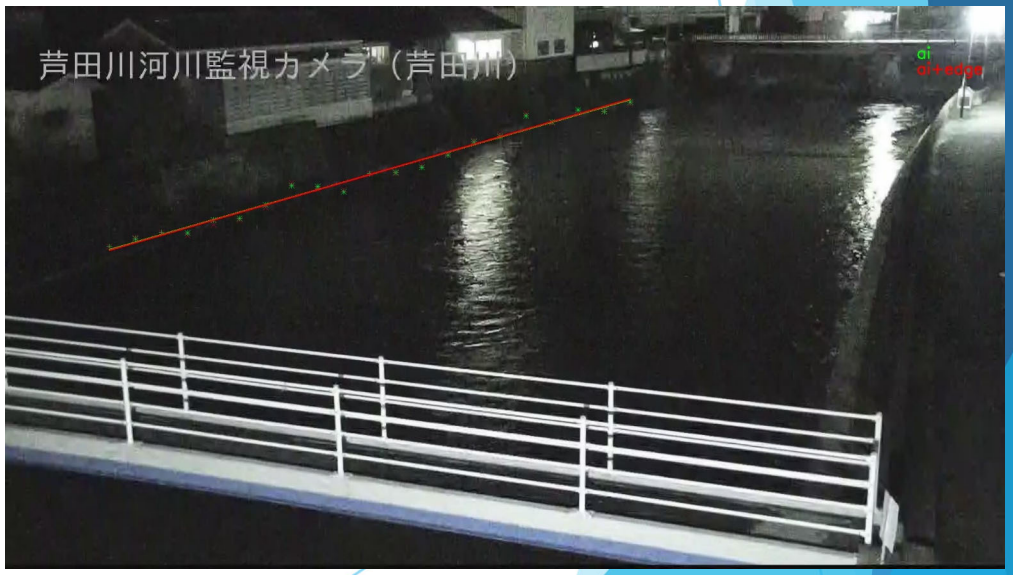
株式会社東京建設コンサルタント
TOKEN C. E. E. Consultants Co.,Ltd.

水位観測カメラシステム　【 水面判読試行結果 2022年9月19日 芦田川 】87









株式会社東京建設コンサルタント
TOKEN C. E. E. Consultants Co.,Ltd.

水位観測カメラシステム　【 水面判読試行結果芦 2022年9月19日 西城川 】88









水位観測システム（インターネット公開）

簡易型河川監視カメラでリアルタイムに撮影したカメラ画像を元に水際線を判読し水位に換算、水位観測データとして公開する。

観測地点：
　水内川　志割橋
判読対象：
　コンクリート護岸

緑の線
AIによる水際線
赤い線
AI＋エッジによる水際線



水位観測カメラシステム　【 令和6年度 試行運用 リアルタイム処理 】

水位観測システム（インターネット公開）

簡易型河川監視カメラでリアルタイムに撮影したカメラ画像を元に水際線を判読し水位に換算、水位観測データとして公開する。

観測地点：
　水内川　志割橋
判読対象：
　コンクリート護岸

緑の線
AIによる水際線
赤い線
AI＋エッジによる水際線



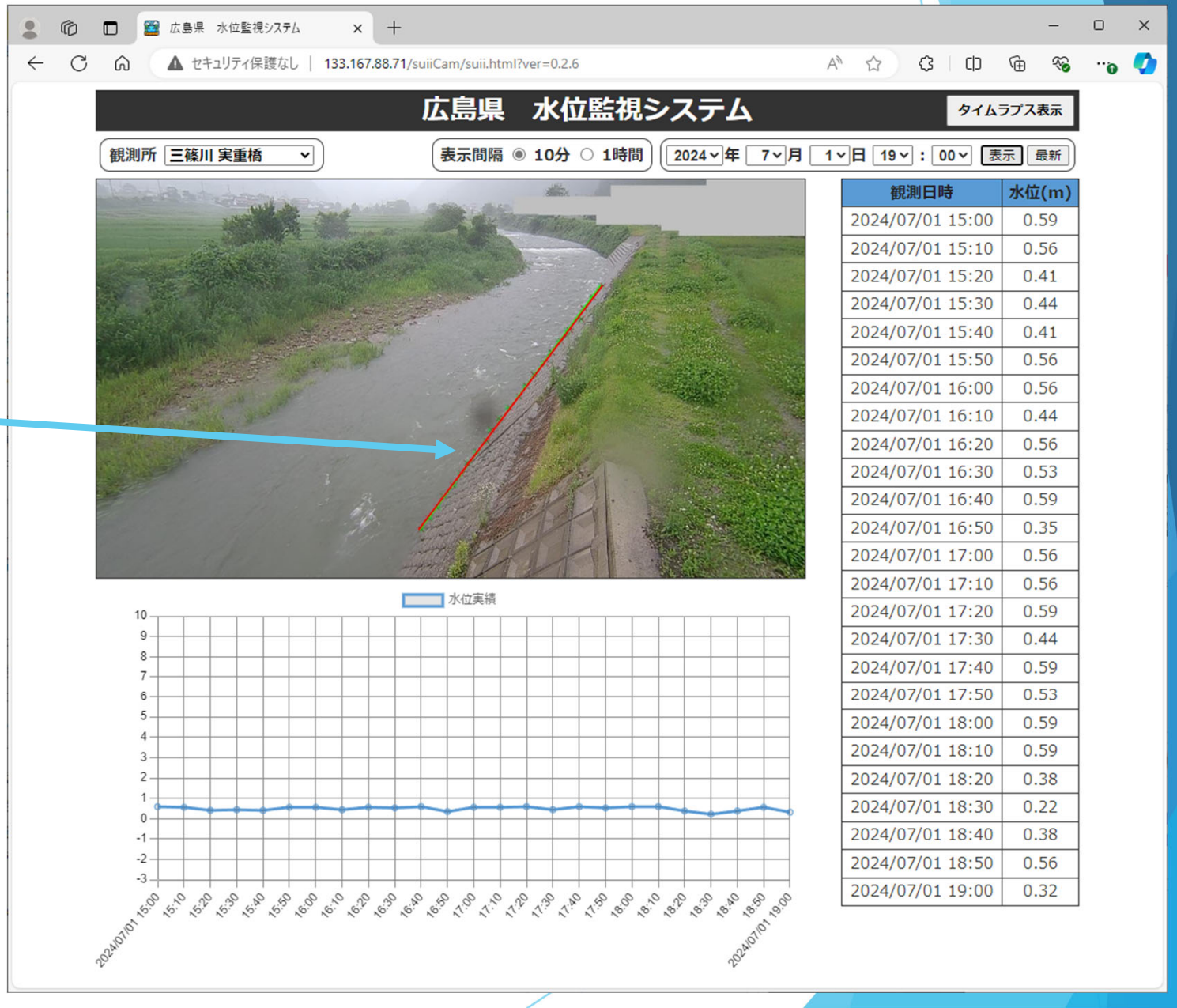
観測日時	水位(m)
2024/07/02 14:10	0.65
2024/07/02 14:20	0.57
2024/07/02 14:30	0.55
2024/07/02 14:40	0.53
2024/07/02 14:50	0.55
2024/07/02 15:00	0.27
2024/07/02 15:10	0.73
2024/07/02 15:20	0.41
2024/07/02 15:30	0.57
2024/07/02 15:40	0.41
2024/07/02 15:50	0.67
2024/07/02 16:00	0.47
2024/07/02 16:10	0.53
2024/07/02 16:20	0.51
2024/07/02 16:30	0.45
2024/07/02 16:40	0.55
2024/07/02 16:50	0.51
2024/07/02 17:00	0.57
2024/07/02 17:10	0.71
2024/07/02 17:20	0.51
2024/07/02 17:30	0.49
2024/07/02 17:40	0.41
2024/07/02 17:50	0.45
2024/07/02 18:00	0.57
2024/07/02 18:10	0.45

水位観測システム（インターネット公開）

簡易型河川監視カメラでリアルタイムに撮影したカメラ画像を元に水際線を判読し水位に換算、水位観測データとして公開する。

観測地点：
　三篠川　実重橋
判読対象：
　コンクリート護岸
　※右岸

緑の線
AIによる水際線
赤い線
AI＋エッジによる水際線



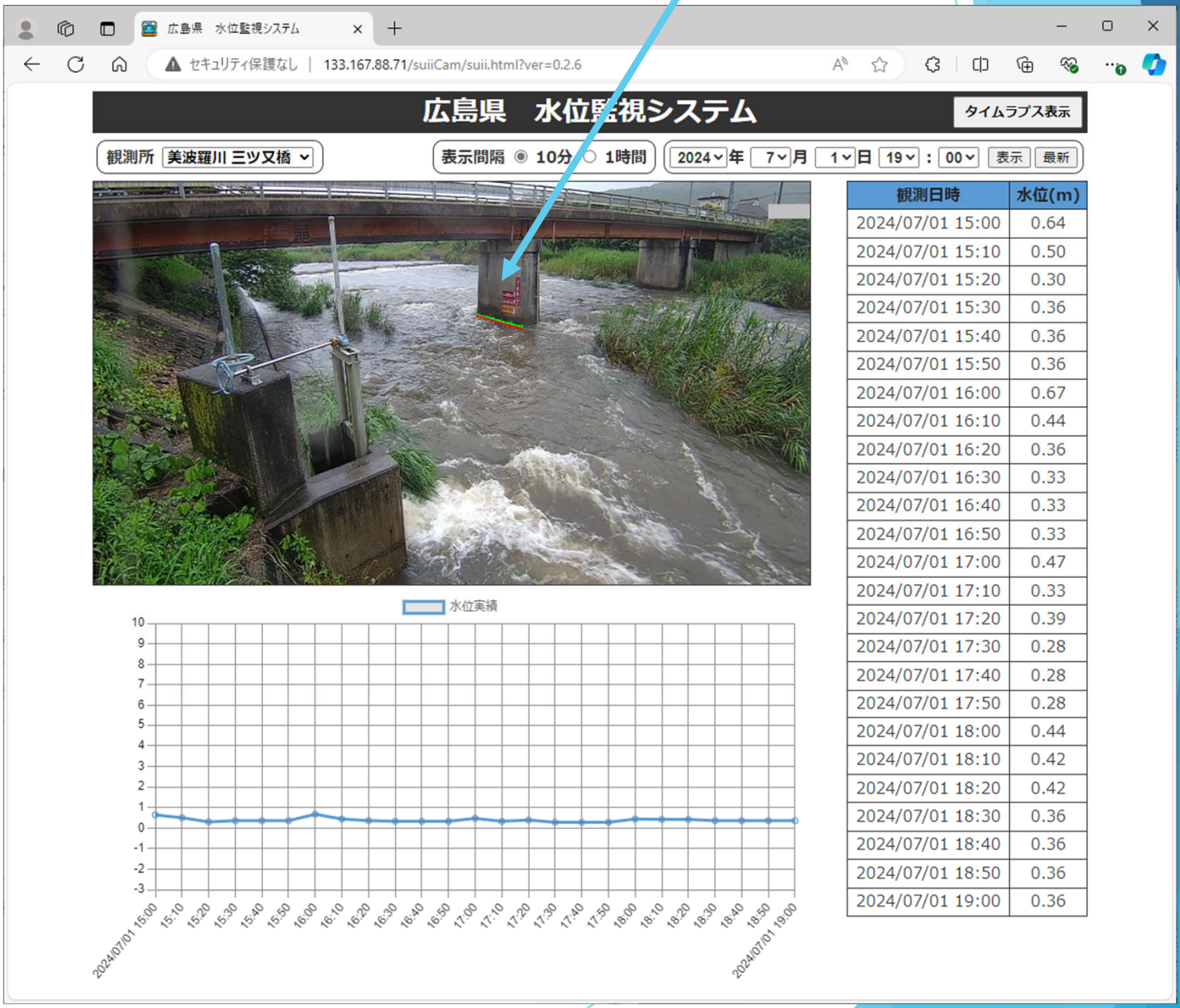
観測日時	水位(m)
2024/07/01 15:00	0.59
2024/07/01 15:10	0.56
2024/07/01 15:20	0.41
2024/07/01 15:30	0.44
2024/07/01 15:40	0.41
2024/07/01 15:50	0.56
2024/07/01 16:00	0.56
2024/07/01 16:10	0.44
2024/07/01 16:20	0.56
2024/07/01 16:30	0.53
2024/07/01 16:40	0.59
2024/07/01 16:50	0.35
2024/07/01 17:00	0.56
2024/07/01 17:10	0.56
2024/07/01 17:20	0.59
2024/07/01 17:30	0.44
2024/07/01 17:40	0.59
2024/07/01 17:50	0.53
2024/07/01 18:00	0.59
2024/07/01 18:10	0.59
2024/07/01 18:20	0.38
2024/07/01 18:30	0.22
2024/07/01 18:40	0.38
2024/07/01 18:50	0.56
2024/07/01 19:00	0.32

水位観測システム（インターネット公開）

簡易型河川監視カメラでリアルタイムに撮影したカメラ画像を元に
水際線を判読し水位に換算、水位観測データとして公開する。

緑の線
AIによる水際線
赤い線
AI＋エッジによる水際線

観測地点：
　美波羅川　三ツ又橋
判読対象：
　橋脚



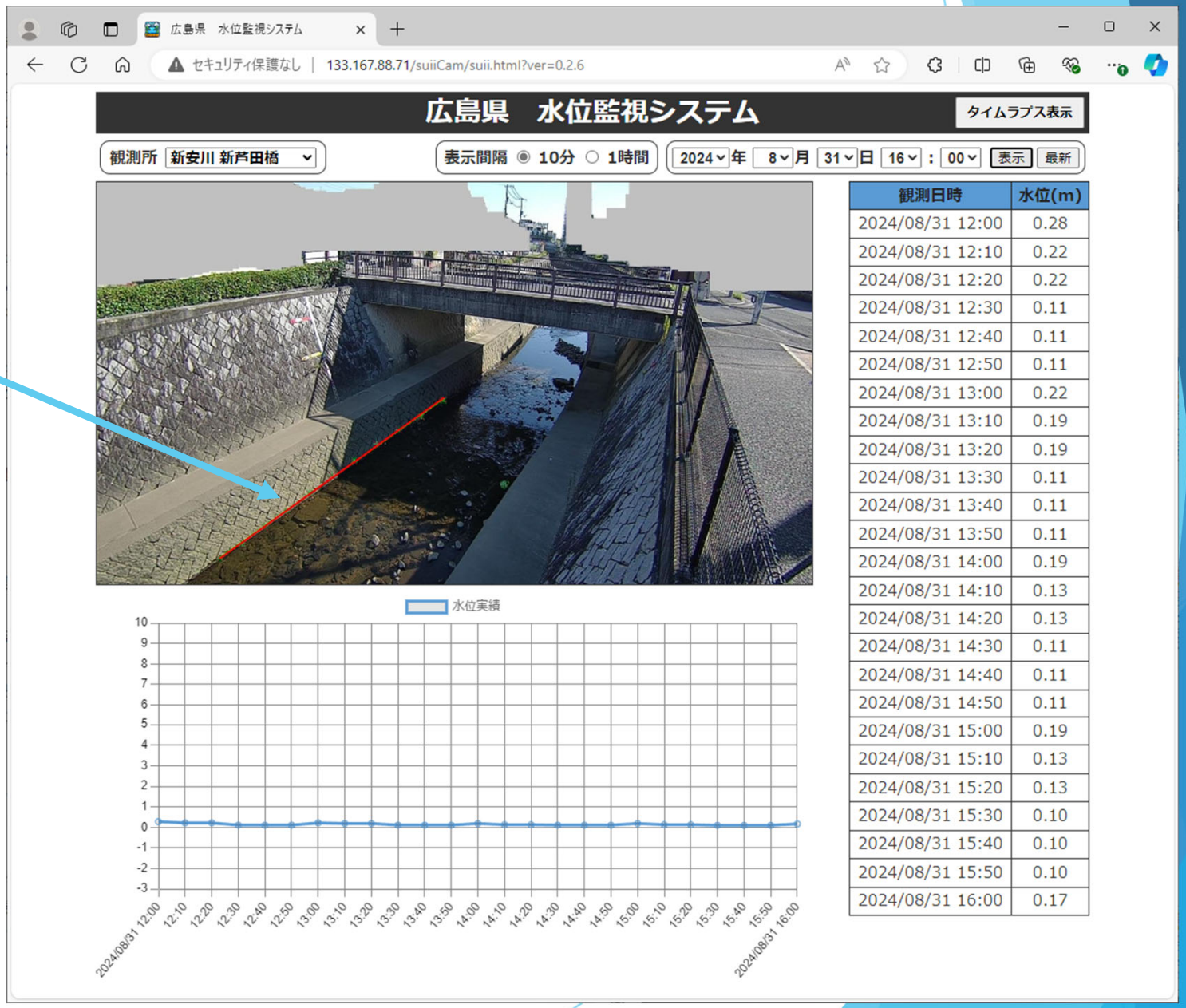
観測日時	水位(m)
2024/07/01 15:00	0.64
2024/07/01 15:10	0.50
2024/07/01 15:20	0.30
2024/07/01 15:30	0.36
2024/07/01 15:40	0.36
2024/07/01 15:50	0.36
2024/07/01 16:00	0.67
2024/07/01 16:10	0.44
2024/07/01 16:20	0.36
2024/07/01 16:30	0.33
2024/07/01 16:40	0.33
2024/07/01 16:50	0.33
2024/07/01 17:00	0.47
2024/07/01 17:10	0.33
2024/07/01 17:20	0.39
2024/07/01 17:30	0.28
2024/07/01 17:40	0.28
2024/07/01 17:50	0.28
2024/07/01 18:00	0.44
2024/07/01 18:10	0.42
2024/07/01 18:20	0.42
2024/07/01 18:30	0.36
2024/07/01 18:40	0.36
2024/07/01 18:50	0.36
2024/07/01 19:00	0.36

水位観測システム（インターネット公開）

簡易型河川監視カメラでリアルタイムに撮影したカメラ画像を元に水際線を判読し水位に換算、水位観測データとして公開する。

観測地点：
　新安川　新芦田橋
判読対象：
　コンクリート護岸
　※複断面

緑の線
AIによる水際線
赤い線
AI＋エッジによる水際線



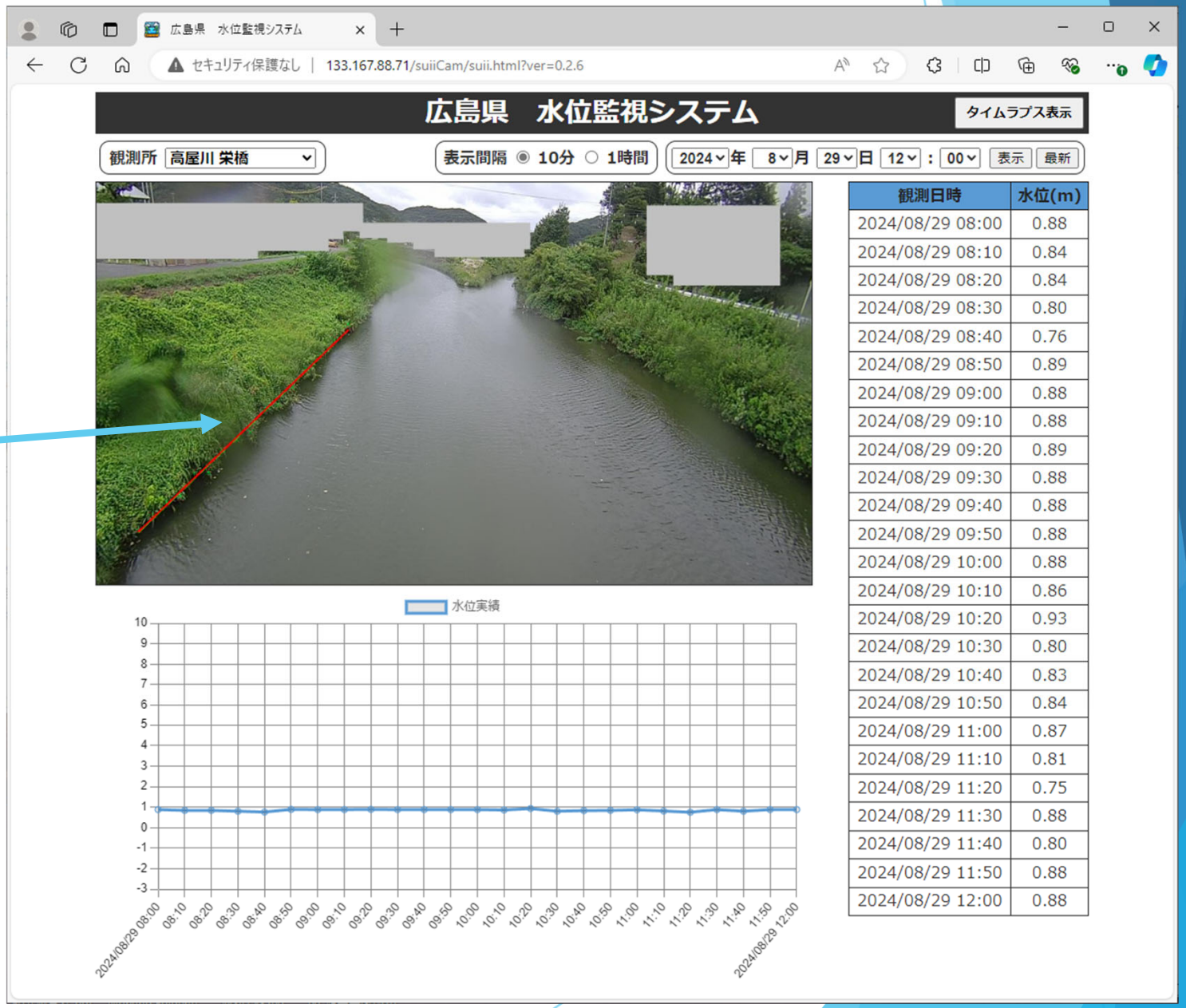
観測日時	水位(m)
2024/08/31 12:00	0.28
2024/08/31 12:10	0.22
2024/08/31 12:20	0.22
2024/08/31 12:30	0.11
2024/08/31 12:40	0.11
2024/08/31 12:50	0.11
2024/08/31 13:00	0.22
2024/08/31 13:10	0.19
2024/08/31 13:20	0.19
2024/08/31 13:30	0.11
2024/08/31 13:40	0.11
2024/08/31 13:50	0.11
2024/08/31 14:00	0.19
2024/08/31 14:10	0.13
2024/08/31 14:20	0.13
2024/08/31 14:30	0.11
2024/08/31 14:40	0.11
2024/08/31 14:50	0.11
2024/08/31 15:00	0.19
2024/08/31 15:10	0.13
2024/08/31 15:20	0.13
2024/08/31 15:30	0.10
2024/08/31 15:40	0.10
2024/08/31 15:50	0.10
2024/08/31 16:00	0.17

水位観測システム（インターネット公開）

簡易型河川監視カメラでリアルタイムに撮影したカメラ画像を元に水際線を判読し水位に換算、水位観測データとして公開する。

観測地点：
　高屋川　栄橋
判読対象：
　土堤護岸

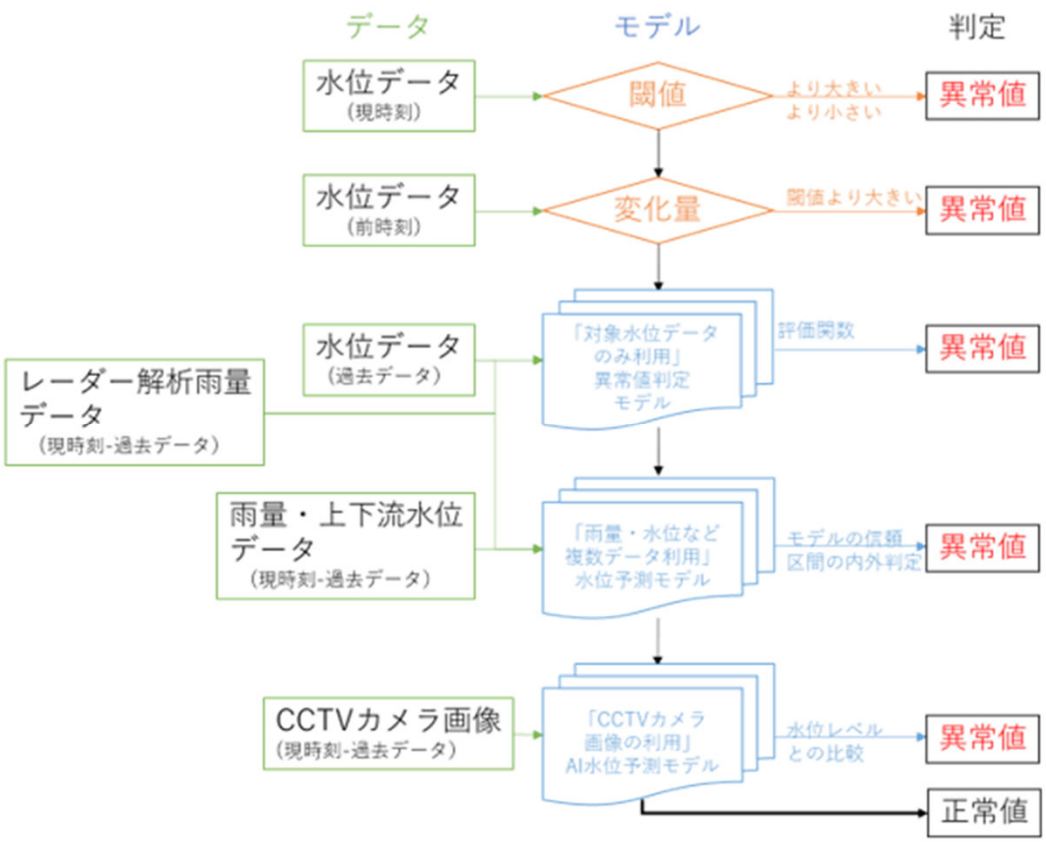
緑の線
AIによる水際線
赤い線
AI＋エッジによる水際線



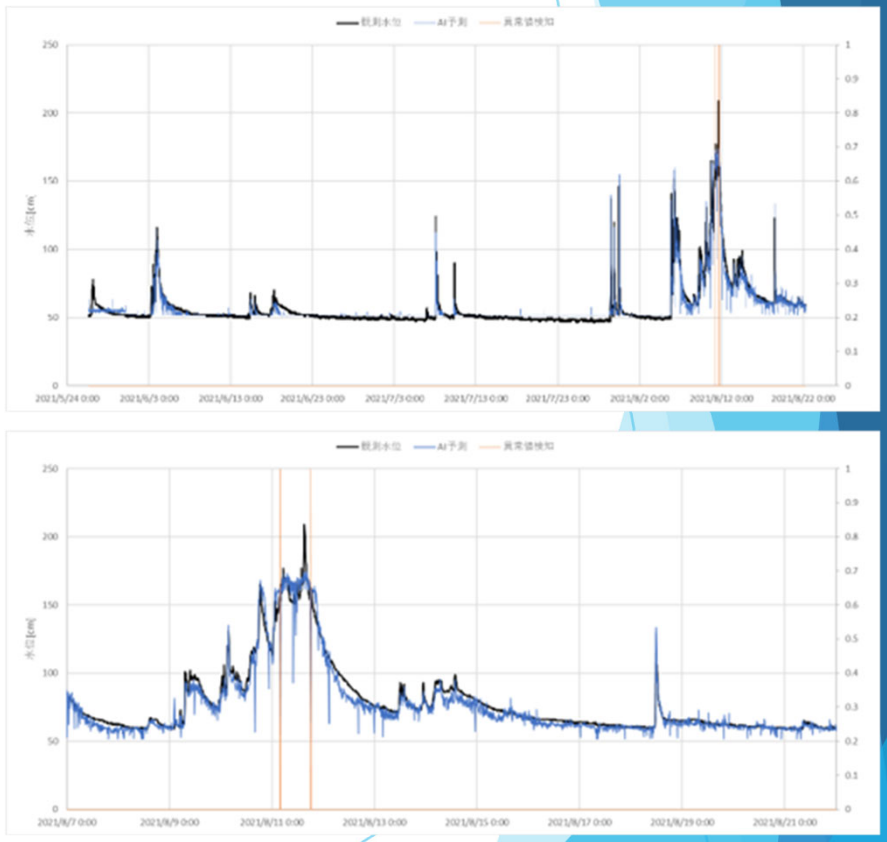
観測日時	水位(m)
2024/08/29 08:00	0.88
2024/08/29 08:10	0.84
2024/08/29 08:20	0.84
2024/08/29 08:30	0.80
2024/08/29 08:40	0.76
2024/08/29 08:50	0.89
2024/08/29 09:00	0.88
2024/08/29 09:10	0.88
2024/08/29 09:20	0.89
2024/08/29 09:30	0.88
2024/08/29 09:40	0.88
2024/08/29 09:50	0.88
2024/08/29 10:00	0.88
2024/08/29 10:10	0.86
2024/08/29 10:20	0.93
2024/08/29 10:30	0.80
2024/08/29 10:40	0.83
2024/08/29 10:50	0.84
2024/08/29 11:00	0.87
2024/08/29 11:10	0.81
2024/08/29 11:20	0.75
2024/08/29 11:30	0.88
2024/08/29 11:40	0.80
2024/08/29 11:50	0.88
2024/08/29 12:00	0.88

水位観測カメラシステムを応用した水位観測データ異常検出

水位観測カメラシステムで開発した水際線判読による水位観測技術を応用し、水位観測設備の各種水位計による水位観測データの異常検出機能の開発及び試行を行った。
当該システムの機能イメージを以下に示す。
なお、水際線判読による水位観測技術は、静止画像データでの運用を前提として開発しているため、CCTVによる動画像から生成した静止画像に加え、簡易型河川監視カメラの静止画像にも対応しているため、既存インフラストラクチャーの有効活用が可能となる。



水位観測データ異常検出処理フロー



水位観測データ異常検出結果事例

九州建設技術フォーラム２０２６

【 出展内容　水理模型実験・数値解析を活用した流木捕捉施設の計画・設計技術 】

株式会社東京建設コンサルタント
TOKEN C. E. E. Consultants Co.,Ltd.

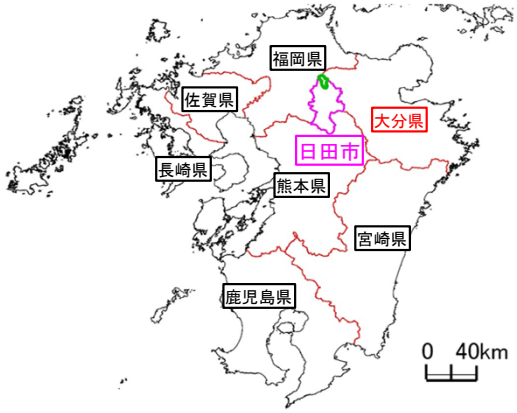
【 技術開発の背景 】

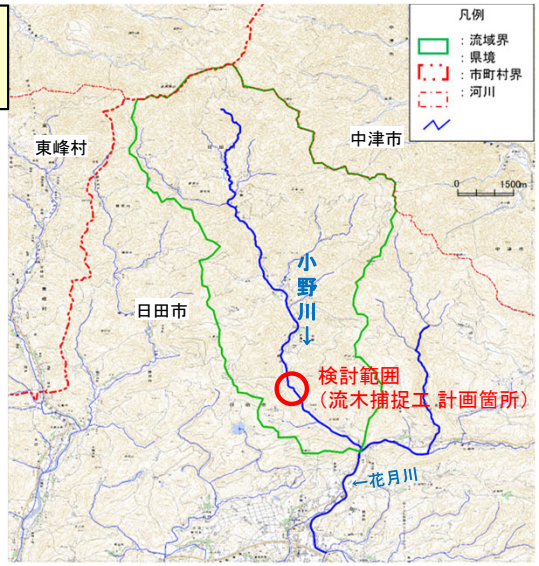
平成29年7月九州北部豪雨では、大分県が管理する筑後川水系花月川支川小野川において、洪水による浸水被害に加え、橋梁に流木が集積・閉塞したことで洪水流が阻害され、堰上げによる被害が発生した。また、流域には山腹崩壊等による倒木が残存し、その後の出水による流木流出も懸念されたことから、再度災害の防止・軽減を目的として流木捕捉工の整備が計画された。

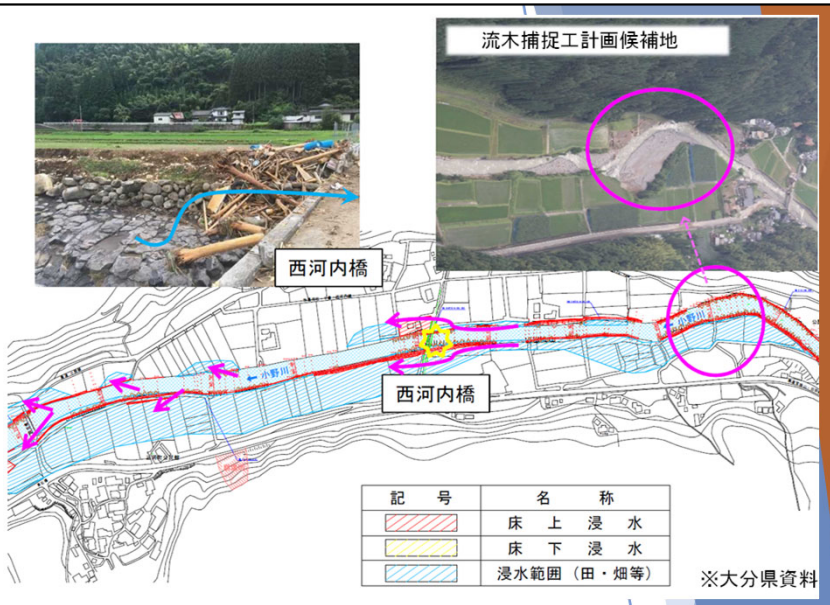
一方、河川区域内に設置する流木捕捉施設は全国的にも類似事例が少なく、施設形状と流木捕捉効果の関係に関する知見や完成施設の効果検証データも十分ではなかった。こうした中、災害関連事業として緊急性を確保しつつ、効率性・確実性の高い施設計画を行う必要があったことから、水理模型実験等を活用した施設諸元・配置の検討に取り組んだ。

■概要

小野川の概要
■一級河川筑後川水系花月川の支川
■流域面積33.9km²，流路延長約10km



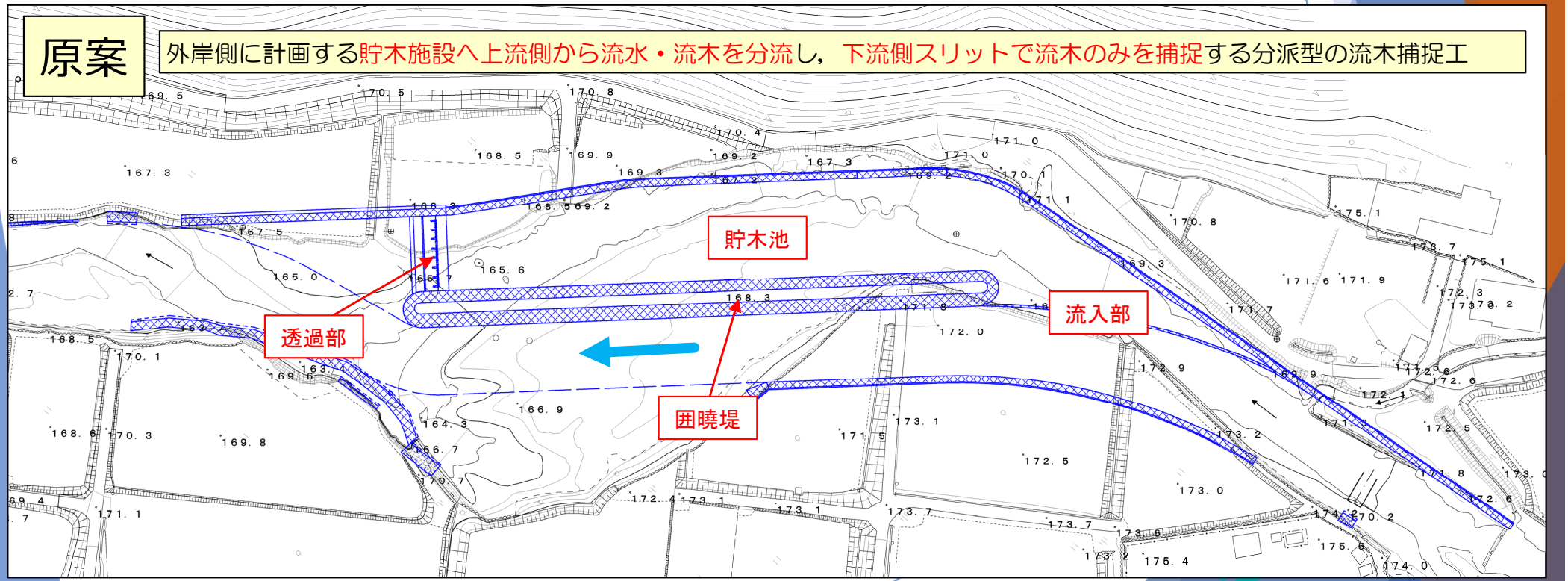




※大分県資料

原案

外岸側に計画する貯木施設へ上流側から流水・流木を分流し，下流側スリットで流木のみを捕捉する分派型の流木捕捉工



■水理模型実験・数値解析による施設形状の検討

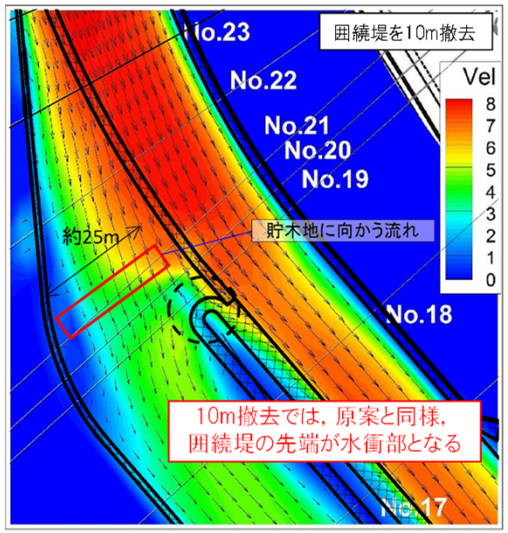
原案　捕捉率：**2割**程度

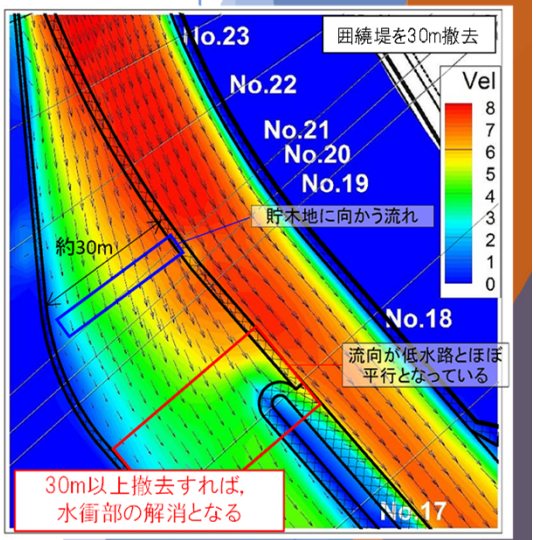


水理模型実験・数値解析

①流入部形状
　⇒流木を効率的に貯木池へ誘導
②囲暁堤
　⇒排水性の向上
③スリット
　⇒捕捉性能＋再流出抑制
④排水路
　⇒貯木地内の水位上昇抑制

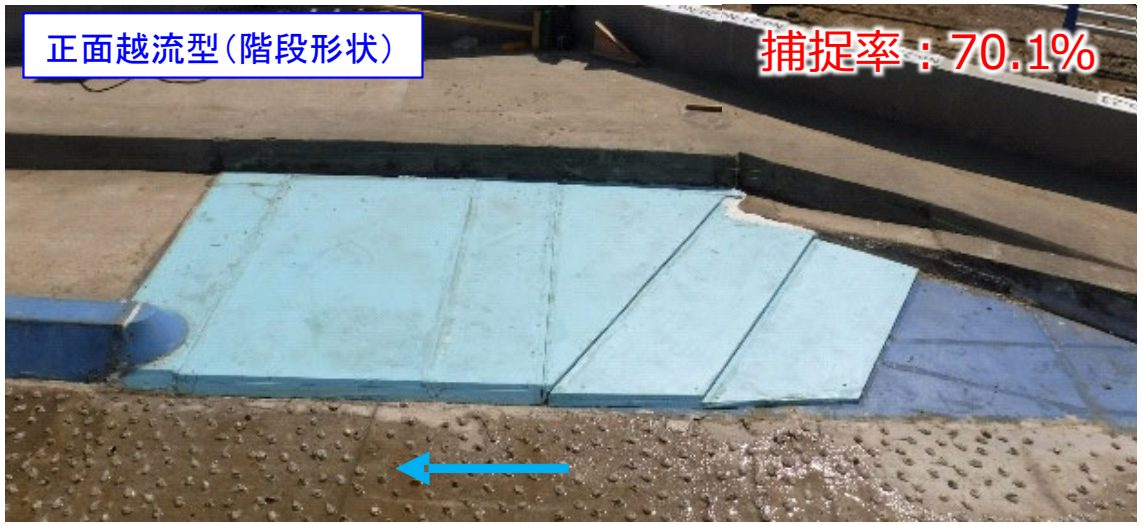
平面二次元流況解析により囲暁堤延長の検証





最終形状　捕捉率：**8割**程度

■水理模型実験・数値解析による施設形状の検討
- 捕捉率を向上させるため、「流入部の低水路線形」に着目



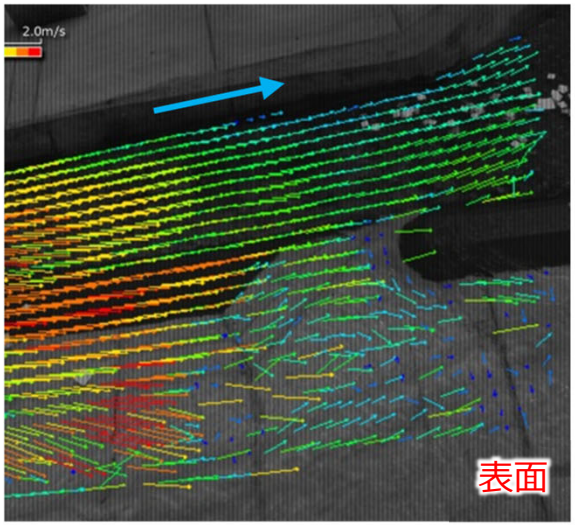
- 囲暁堤上流端部が水衝部になることを回避するため、囲暁堤を短縮した。
- 越流形状は、原案の横越流型に対し、正面越流型及び斜め越流型による改良を行った結果、河道の主流部を貯木地側へ導水する形状とすることで、流木の流入量が増大した。
- 斜め越流型において、流木捕捉率は76.4%となり、大幅な測率向上につながった。

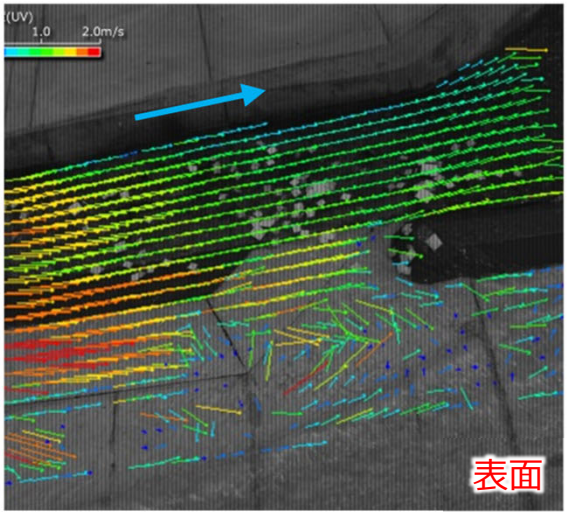




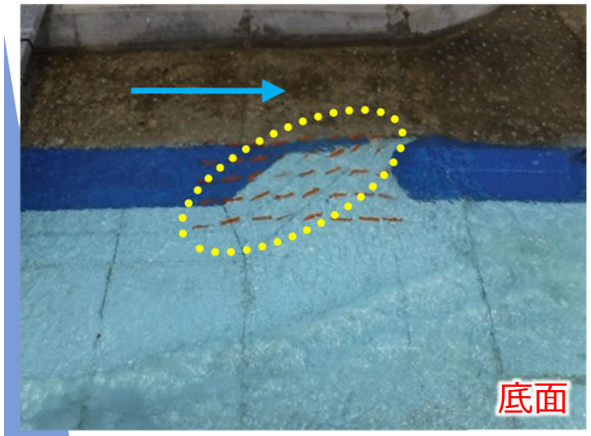
■水理模型実験・数値解析による施設形状の検討
- 階段形状からスロープ形状への変更による捕捉率低下に関する考察実験

●PIV解析（表面）及びリボン設置（底面）による確認状況

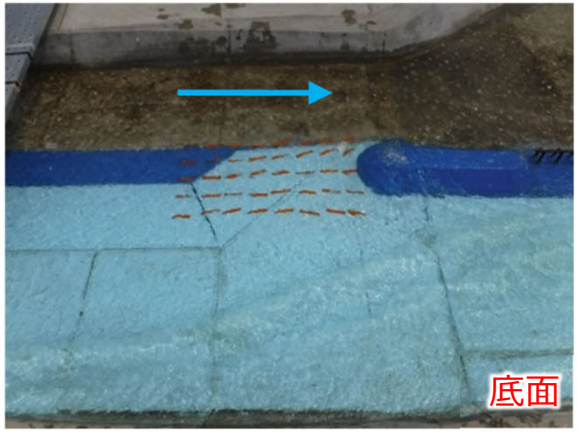


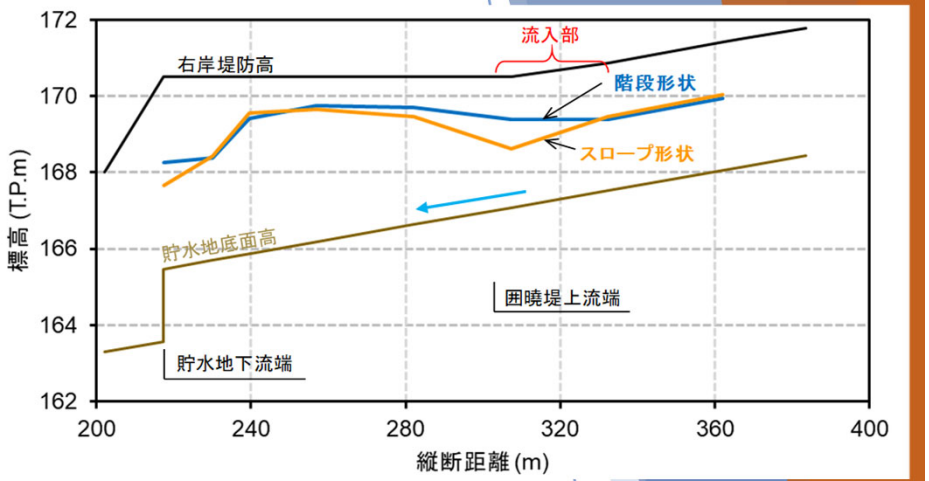


＜階段形状＞【Case 3】



＜スロープ形状＞【Case 4】





- 同じ斜め越流型でも階段形状に比べて施工性や維持管理面で有利と考え、スロープ形状についても改良実験を行った結果、予想を下回る捕捉率となった。
- その理由について考察するため、流向及び河道水位等について比較計測したところ、特に底面付近においてスロープ形状に比べ階段形状の方で河道へ戻る流向が確認された。
- その効果が縦断図に示すように、流入部における河道水位の上昇をもたらし、貯木地への流木流入に寄与しているものと考えられた。

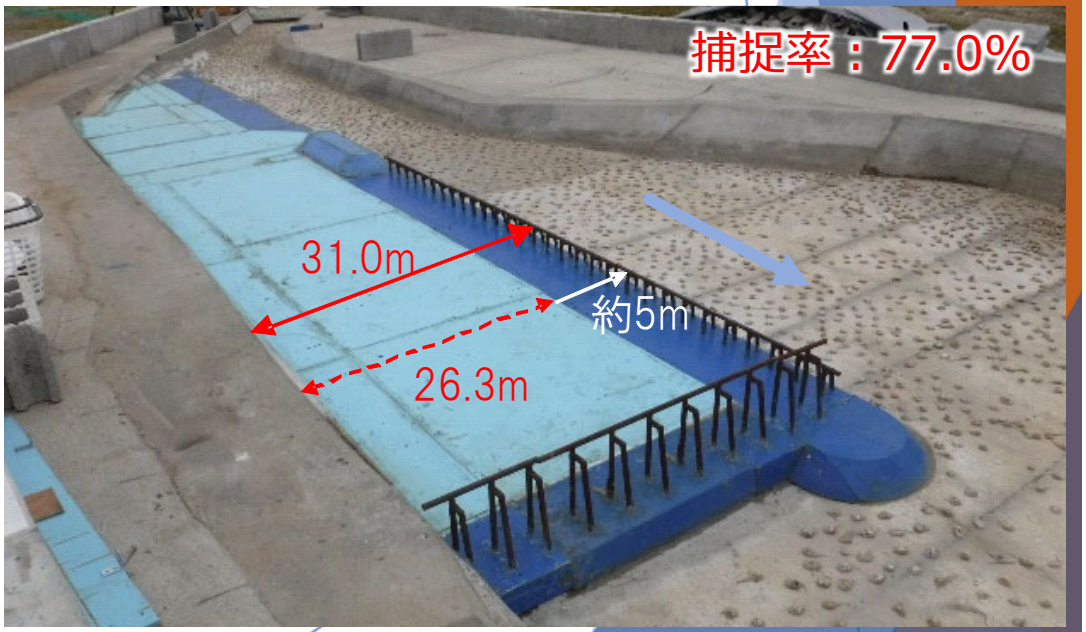
■水理模型実験・数値解析による施設形状の検討

➢ 貯木地内の水位上昇抑制、及び効率的な集積方法に関する考察実験

- 貯木池内の水位上昇抑制のため、効率的に排水できる様囲暁堤の下流側をスリット化したが、河道側の縦スリットへの流木の引っ掛かりが、貯木地全体での効率良い一様な集積を妨げていた。
- その防止策として、囲繞堤下流の縦スリットの位置を河道側へ約5m移動させた。
- その結果、貯木地途中で集積が生じる等の現象が改善されると共に、貯木地面積の増大も相俟って右岸堤防での越水防止も可能とした。

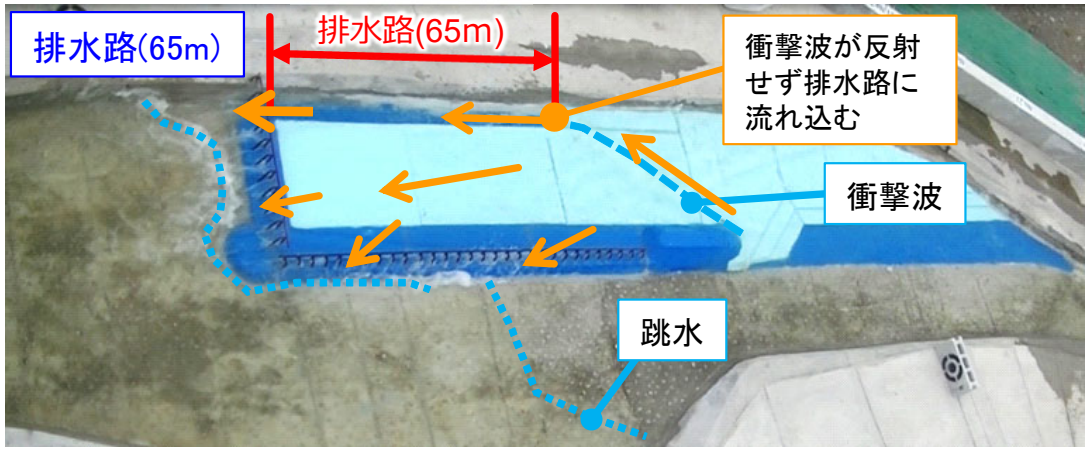


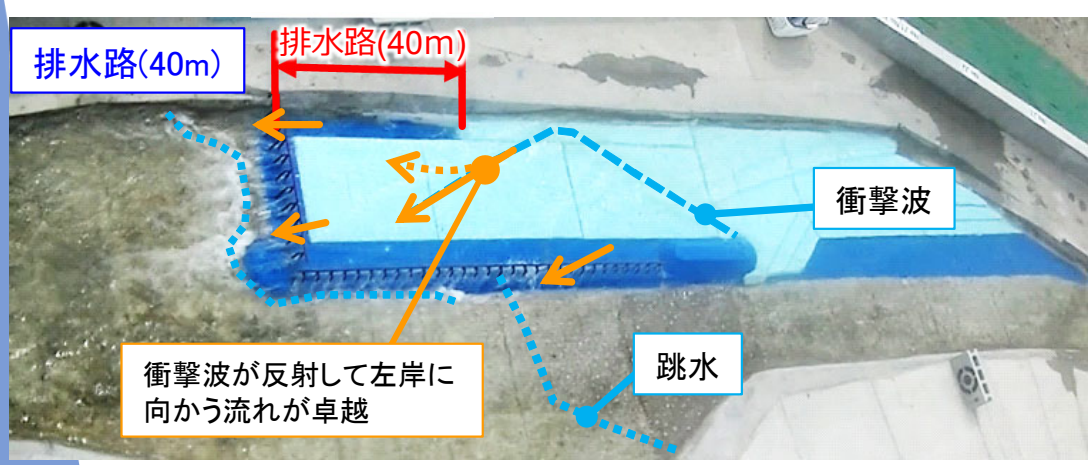
縦スリット位置の移動

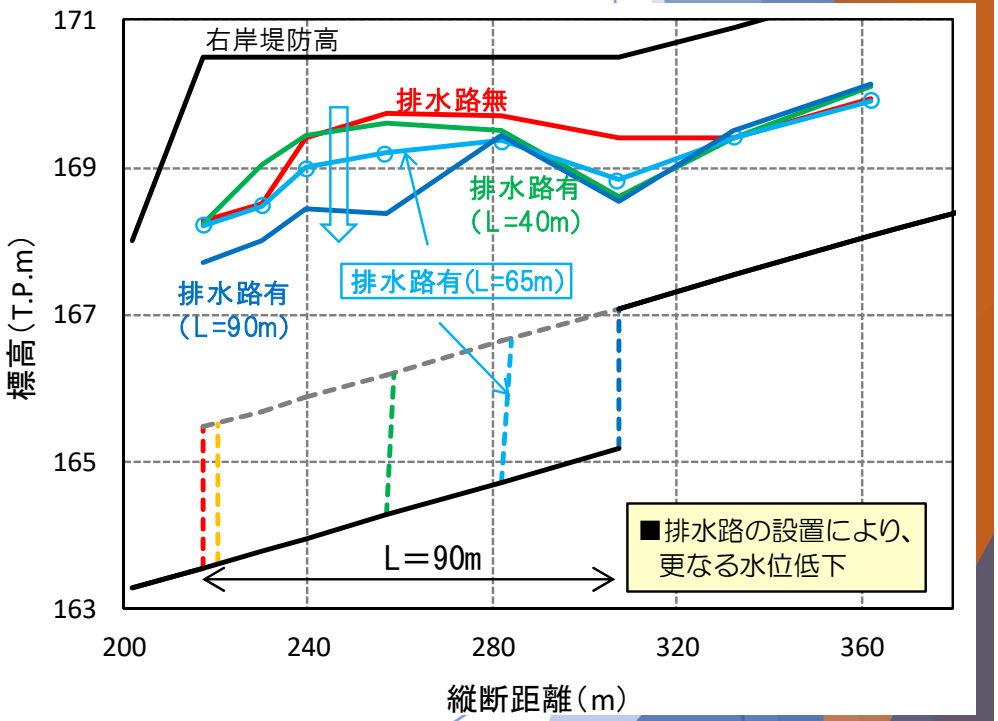


■水理模型実験・数値解析による施設形状の検討
➢ 貯木地内の水位上昇抑制に関する考察実験

- 超過洪水発生時等の貯木地内の水位上昇を抑制するため、右岸側に排水路を設置した。
- 排水路の設置により流れが左右に分散し、流木が疎らに堆積することで、排水効果に加えて水位上昇の抑制効果が確認された。
- 工事費や維持管理を考慮し、水理的効果を確保できる最小限の延長を検討した結果、衝撃波の反射位置を踏まえ、排水路延長を65mとした。







■模型実験による流木捕捉性能の向上確認

原案

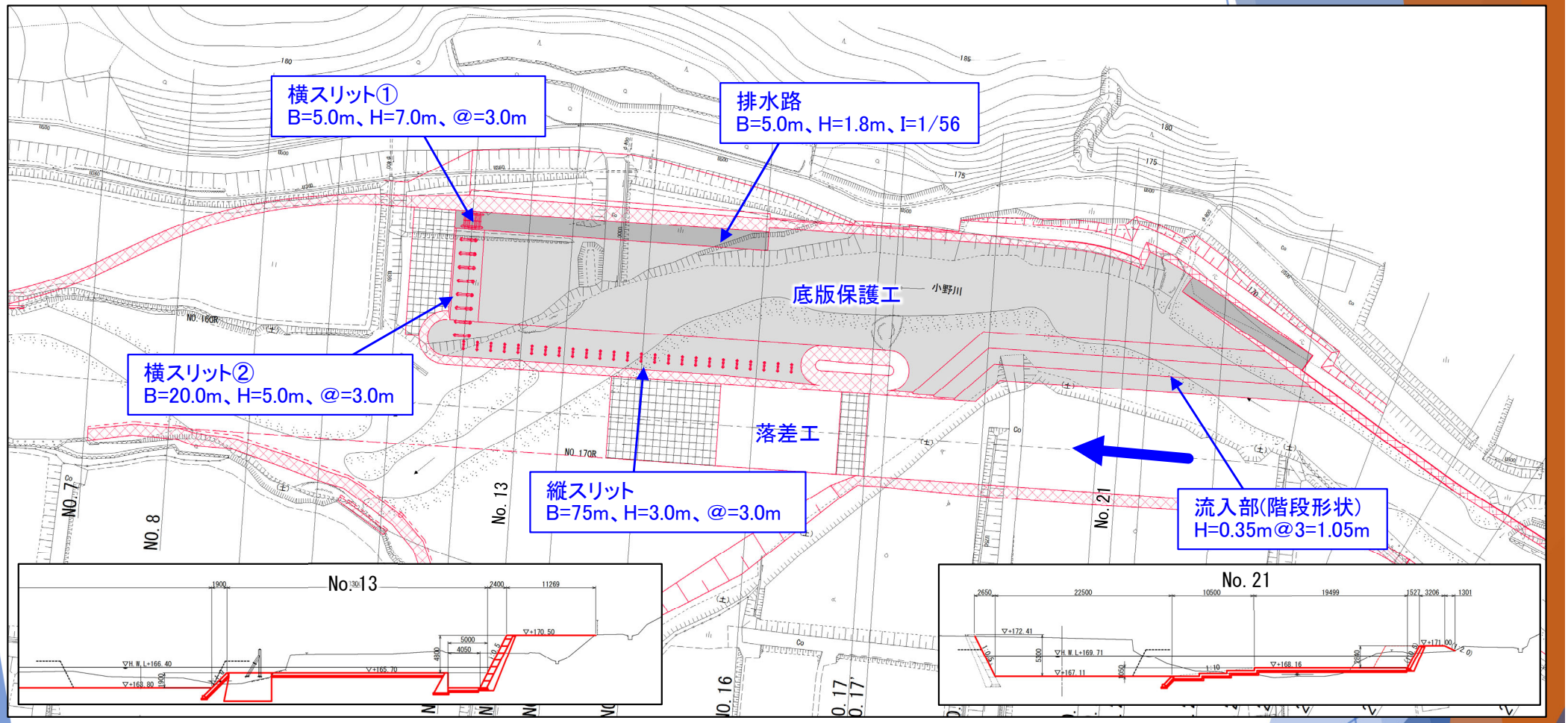


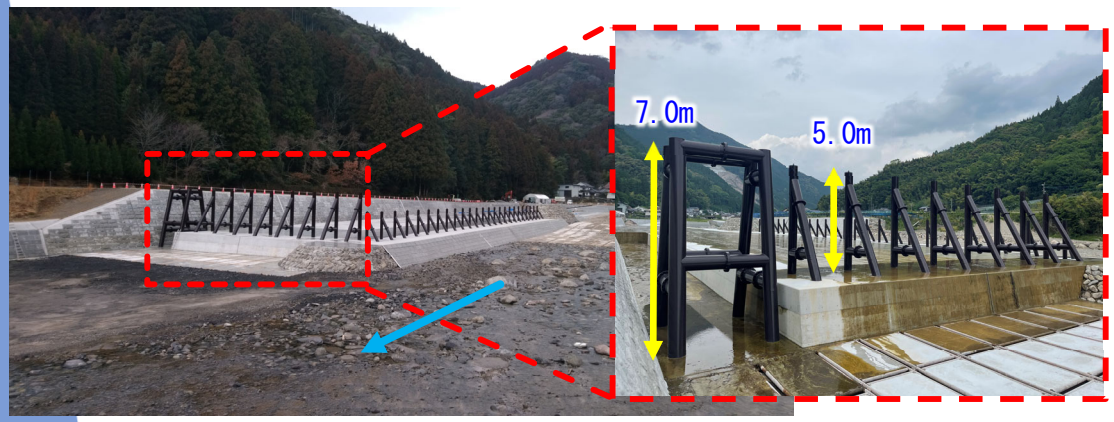
最終形状



実験終了

■最終形状・完成写真







株式会社東京建設コンサルタント
TOKEN C. E. E. Consultants Co.,Ltd.

■令和5年7月出水における流木捕捉効果

流木捕捉状況
　下流側の花月川合流点までの区間において2つの橋梁があるが、その上下流で大きな流木は確認されていない。

