



LPWAを活用した河川管理

福岡大学工学部 電子情報工学科
大橋 正良

福岡大学カーボンニュートラルセミナー 令和4年10月6日(木)
於 マリンメッセ福岡

概要

1. 背景
2. 研究開発のスコープ
3. これまでの研究開発成果
4. 総務省SCOPE研究開発事業
5. 現段階の取り組みと将来構想
6. おわりに

背景

1

• 遠賀川: 北九州の一級河川

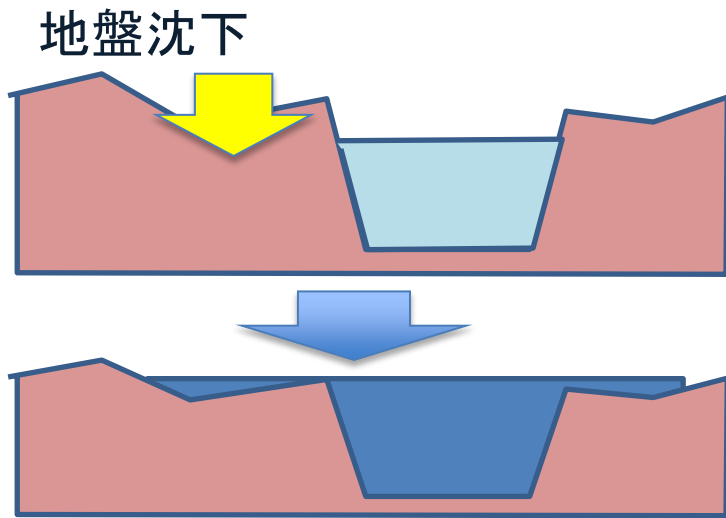


- 河川流域はかつて筑豊炭田として繁栄
- しかし1975年にはすべて閉山.
- 以降炭田のみならず、地域経済にも大きなダメージを与えた

1 南 知浩他、“遠賀川における樋門管理の再構築”,九州国土交通研究会,July, H30.
<[http://www.qsr.mlit.go.jp/useful/n-shiryo/kikaku/kenkyu/h30/03/3_03\(08\).pdf](http://www.qsr.mlit.go.jp/useful/n-shiryo/kikaku/kenkyu/h30/03/3_03(08).pdf)>

遠賀川における樋門

- 石炭採掘の代償として、深刻な地盤沈下が顕在化 ➡ 水路系統再編のような抜本的対策は困難
- 代替策; 樋門の設置



河床陥没の例 1



樋門の例

遠賀川

直方市における 樋門設置状況

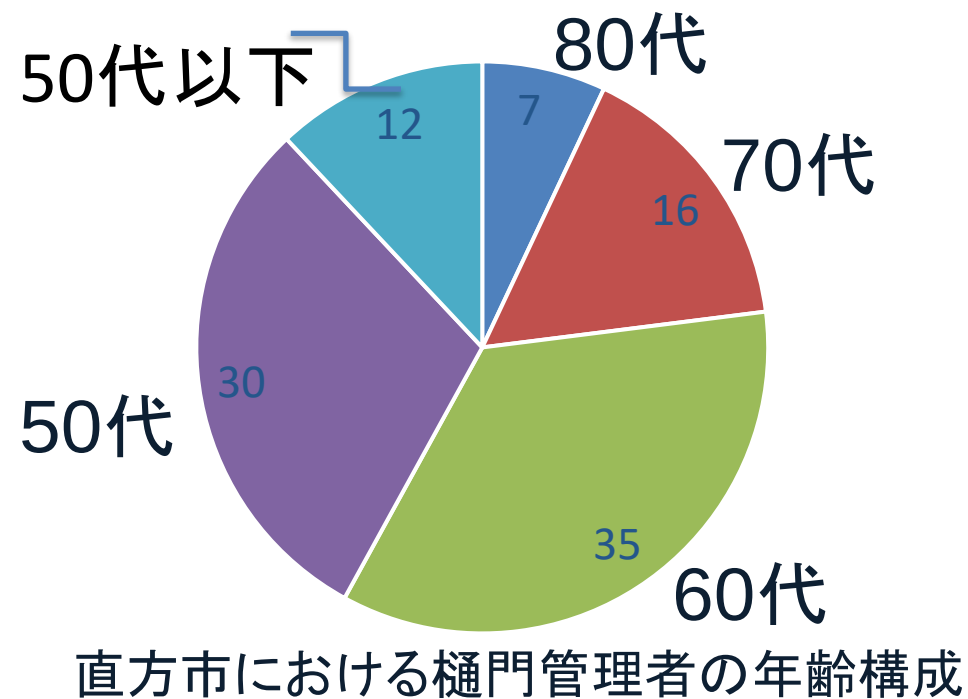
直方市管理下でおよそ30の樋門が
設置されている。

他にも国交省等管理の樋門もあり

○：樋門設置個所

遠賀川沿いの樋門の数は**国内最大**

- 遠賀川沿いには約 770か所に小規模樋門が設置
= 日本における全樋門数のほぼ 10% !



- このうち約 360の樋門は自治体が委託する管理者によって人的に制御管理されている。
- しかしながら管理者の年齢構成の高齢化が進行しており、悪天候下での樋門の開閉作業はしばしば危険ですらある。

大雨時の遠賀川の様子为例

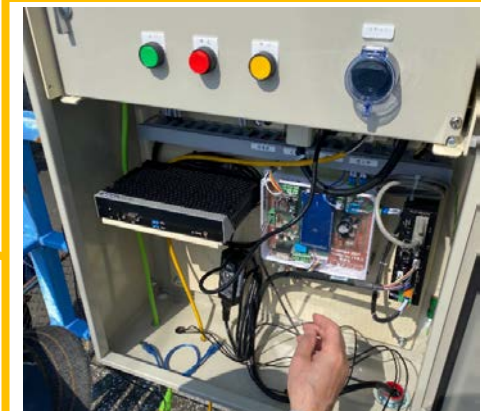
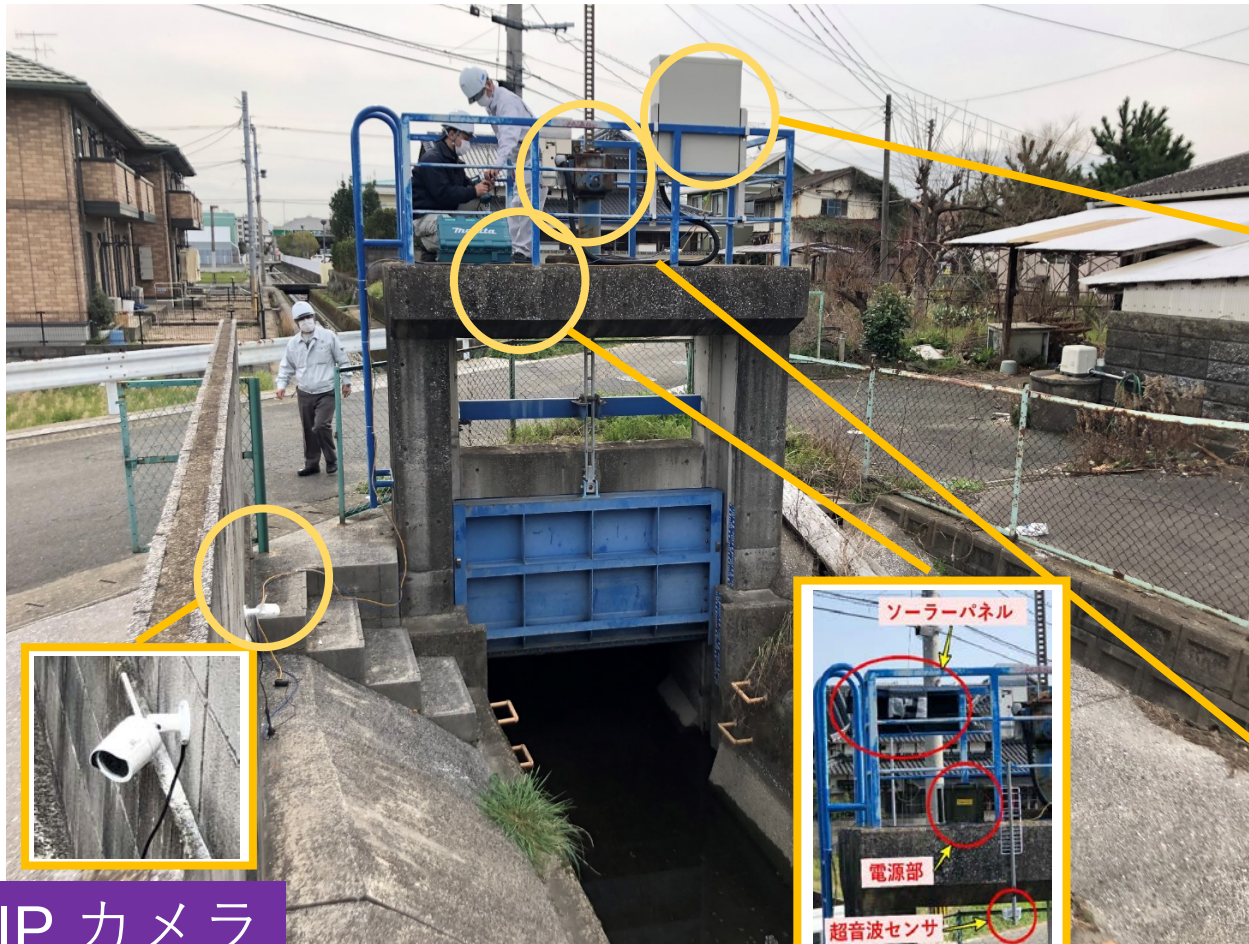


本研究開発のスコープ

- 直方市は河川管理に関し、人的介入を必要としないICTを活用するSolutionを志向
- 過去2年, 福岡大学、アドバンテック(株)&直方市の産学官連携体制でR&Dを実施
- 本年度総務省SCOPEに採択され、今後2年推進
- **CNへの寄与点**
 - ネットワークを低消費電力でかつ広域をカバーできるLPWA(Low Power Wide Area)を活用して構築
 - 商用電力に頼らず、太陽光&バッテリーを活用した計測手段の開発と運用

昨年度までのR&D活動の紹介

直方市知古樋門の遠隔監視制御実証(R2年度) (Advantec株式会社 & 福岡大学(水位計測))



制御ユニット

ADVANTECH



超音波水位センサ(福岡大)



モータ

IP カメラ

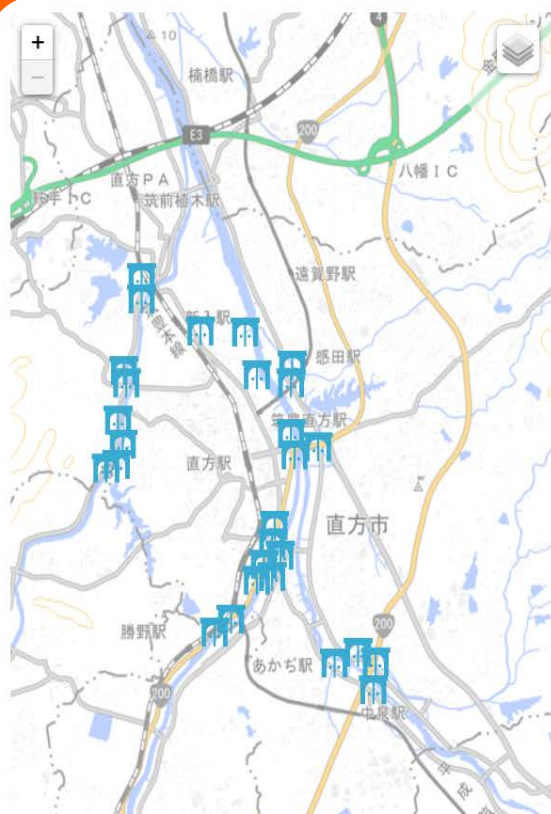
樋門監視制御ダッシュボード

ADVANTECH

遠隔樋門監視制御システム

Gate Control

施設：知古柳原



Sluice gate location

モータ制御

最終更新日時	モータ状態
2021-03-18T11:51:01Z	モータ停止

↑ 上昇

↓ 下降

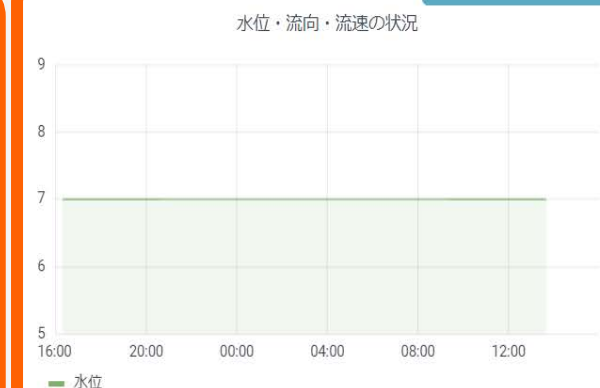
|| 停止

開門状態

56%

バッテリー状態

State of gate



各センサーの情報

time	水位	流向	流速
2021-03-11 13:40:02	7	null	null
2021-03-11 13:20:03	7	null	null
2021-03-11 13:00:02	7	null	null
2021-03-10 22:40:02	7	null	null
2021-03-10 22:20:02	7	null	null
2021-03-10 22:00:02	7	null	null

Sensing information

VUE-5000
55inch
Multi touch
monitor

福岡大学のこれまでの取り組み

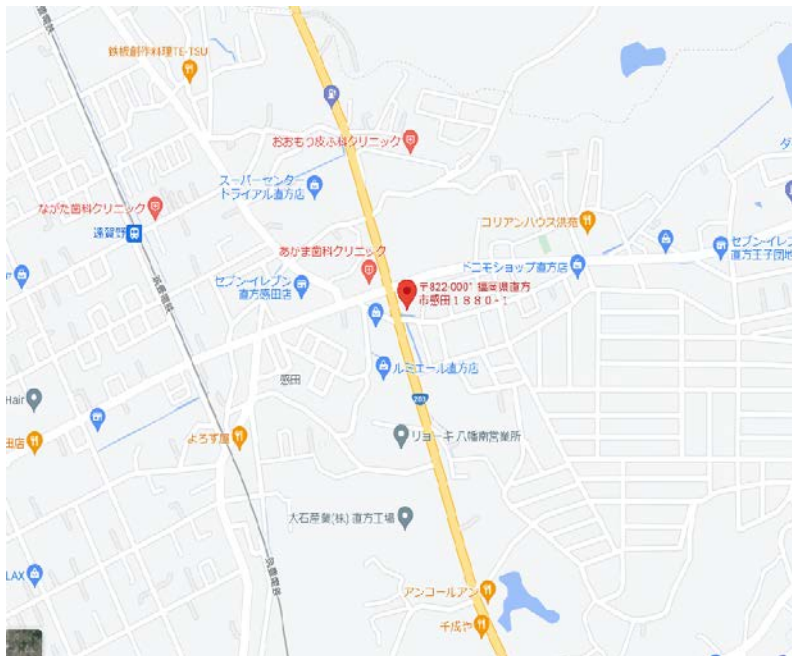
1. 超音波センサを用いた水位計測
2. PIV法に依る流速検知
3. 圧力センサによる
4. VRでの仮想樋門制御



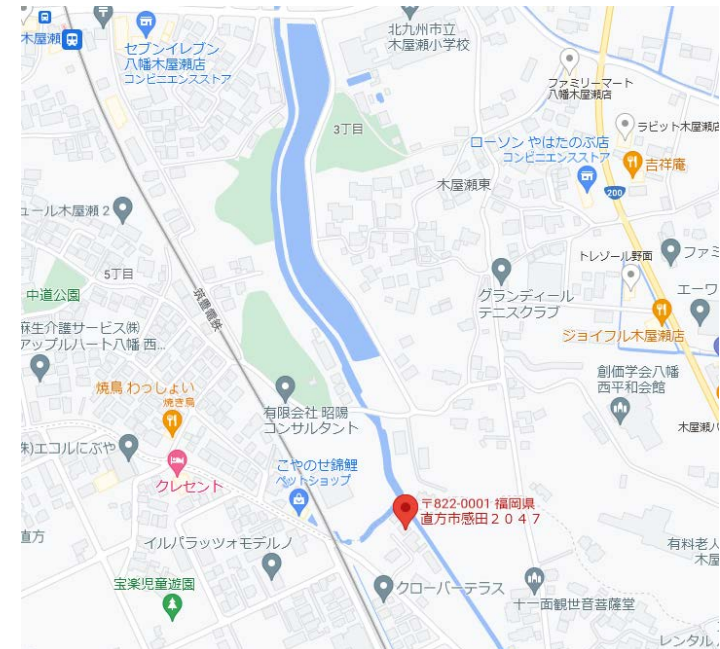
直方市 知古樋門でのセンサ設置風景

感田・木屋瀬地区での水位管理実証実験(2022/3-)

・感田



・木屋瀬



水位センサ/カメラ開発

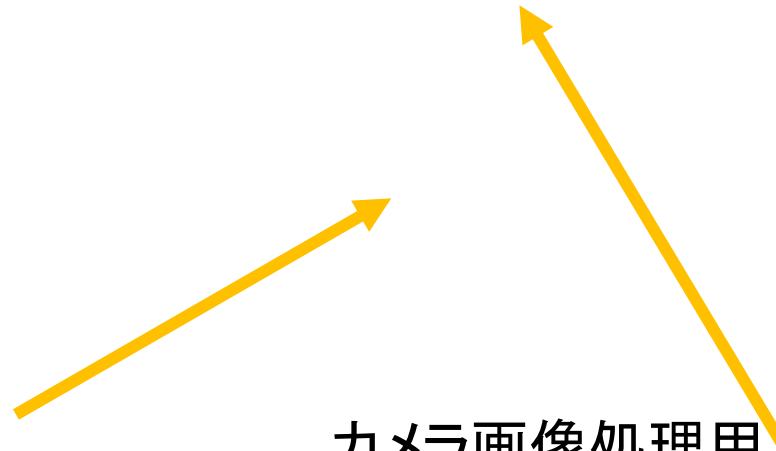
水位計測用
Raspberry Pi B

Webカメラ

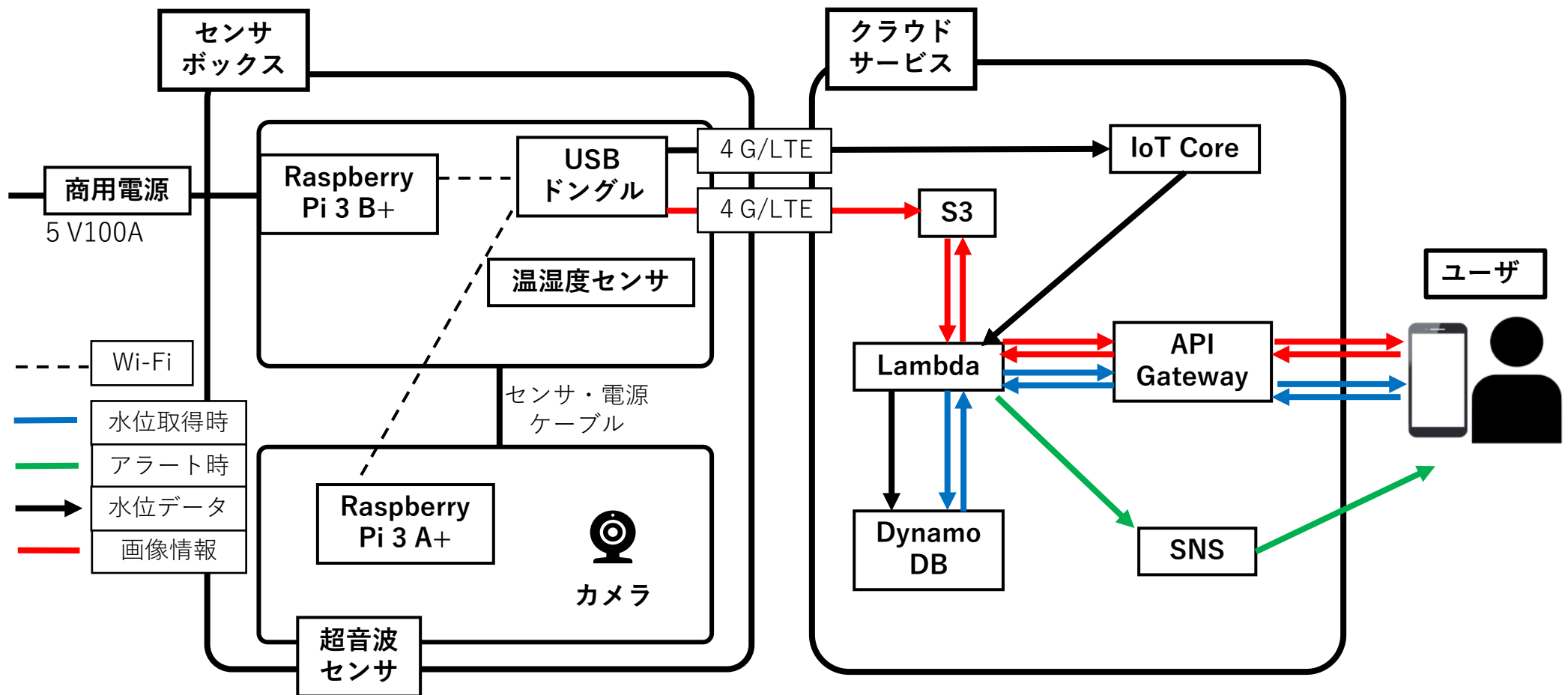


水位センサ

カメラ画像処理用
Raspberry Pi A



水位センサ・カメラシステムの構成



感田・木屋瀬地区での水位管理(2022/03)



リアルタイムな水位管理

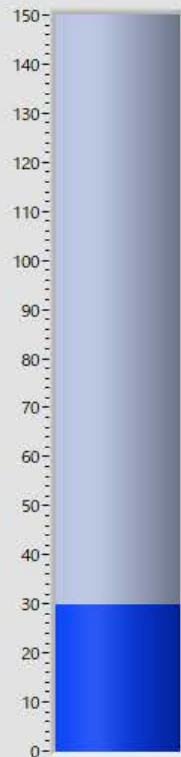
直方市感田地区水位測定システム

感田水位レベル (cm)

感田画像

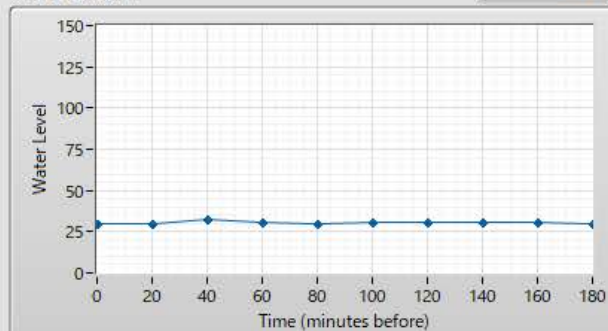
取得時刻 2022/09/05 16:20:01

取得時刻 2022/09/05 16:01:06



水位変遷の様子1

Plot 0



木屋瀬水位レベル (cm)

木屋瀬画像

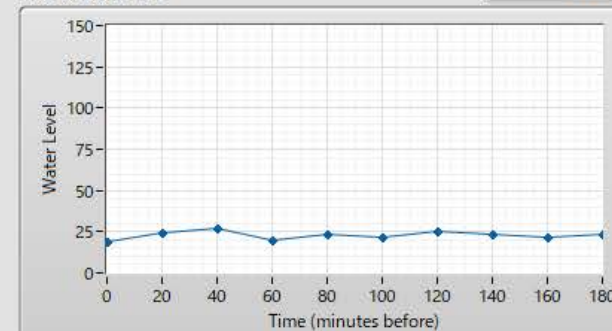
取得時刻 2022/09/05 16:20:02

取得時刻 2022/09/05 16:00:07



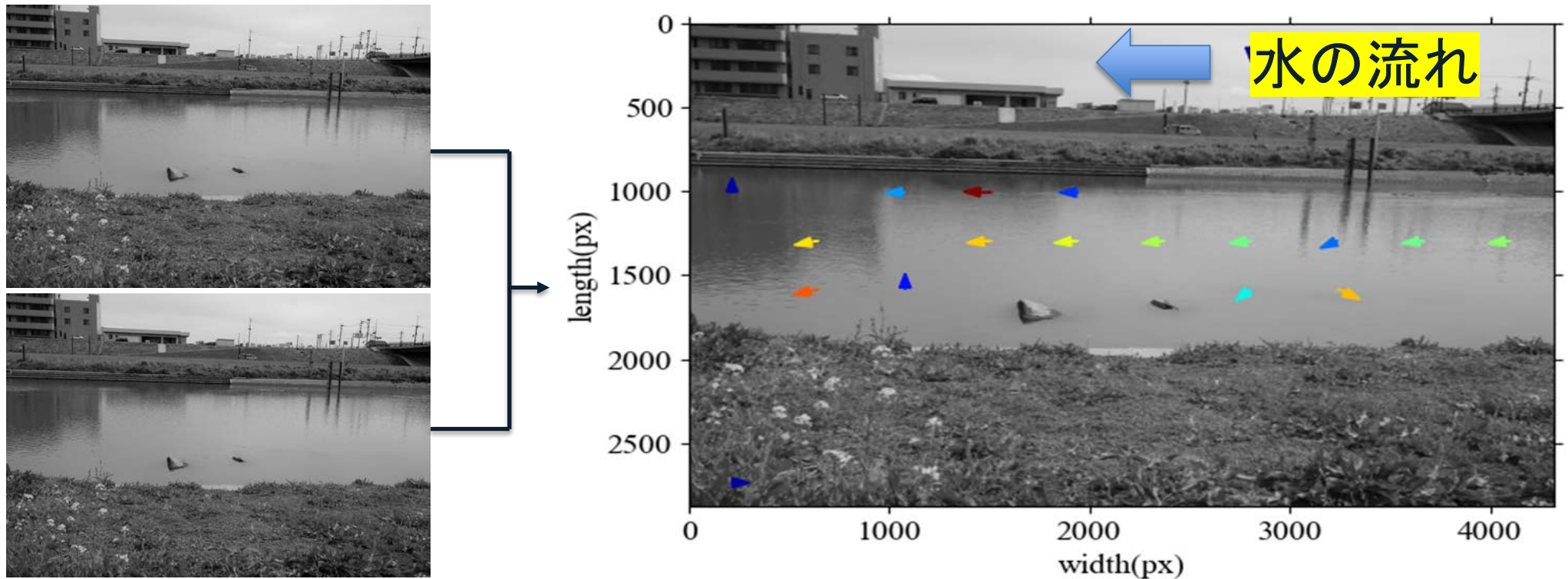
水位変遷の様子1 2

Plot 0



STOP

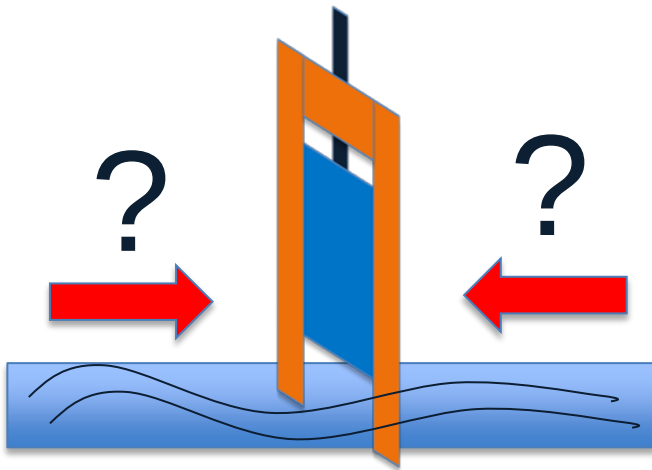
PIV法による水流測定



- PIV法は2枚の画像から移動ベクトルを検出して動きを判別
- 河川の流れの検出を確認できた.
- 流速測定には較正が必要
- 川下⇒川上への風が強いと、表面の波束が上流に向かい誤計測も.

水向センサの開発

- 樋門回りで水流がいずれを向いているかの情報が重要（水向の変わり目が樋門の開閉時期だそう）.
- ロードセルと呼ばれる圧力センサでプロトタイプを開発（両側の圧力を検知）.
- 福岡大学近辺の河川で動作確認



ロードセル



プロトタイプ

SCOPE採択を受けました(2022/5/13)

[広報・報道](#)[政策](#)[組織案内](#)[所管法令](#)[予算・決算](#)[申請・手続](#)

[トップ](#) > [広報・報道](#) > [報道資料一覧](#) > 戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)の 令和4年度電波有効利用促進型研究開発の 公募の

報道資料

令和4年5月13日

戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)の 令和4年度電波有効利用促進型研究開発の公募の結果

総務省は、戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)の 令和4年度電波有効利用促進型研究開発の 公募について、外部評価の結果、13件の課題を採択しました。

■令和4年度電波有効利用促進型研究開発(先進的電波有効利用型(社会展開促進型)) フェーズⅡ新規採択課題(1課題)

課題名	研究代表者(所属機関)	研究分担者(所属機関)	概要	予定期間
LPWAを活用した河川水位・水量計測ならびに樋門管理制御システムの構築実証の研究開発	大橋 正良 (福岡大学)	森 慎太郎(福岡大学) 三角 真(福岡大学) 刈脇 正樹(九州工業大学)	LPWAを活用し小都市でのリアルな要請に直ちに 대응するワイヤレスアクセスならびにIoT技術を活用した河川の水位モニタリング/樋門の遠隔制御を実施することにより、高齢化した運用者の人手に頼ることなく、平時並びに大雨の際の河川の状況を面的に把握し、適切な時期に樋門の開閉制御を遠隔から制御する技術の開発・実証を行う。これを実現する多様なアプリケーションを統合した実実装を行い、公共事業への先端的IoT技術の導入を図ることで、国土強靱化に寄与することを目標とする。	2か年度

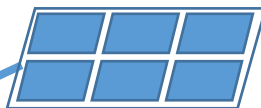
LPWAによる
樋門の遠隔開閉制御



超音波水位センサ



両方向圧力センサ
による水向検出

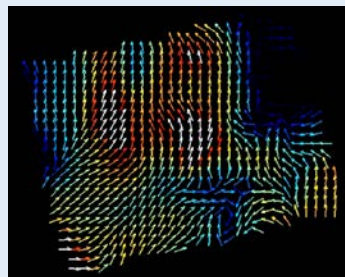


ソーラパネルによる
自立運用

水位・水向センシング

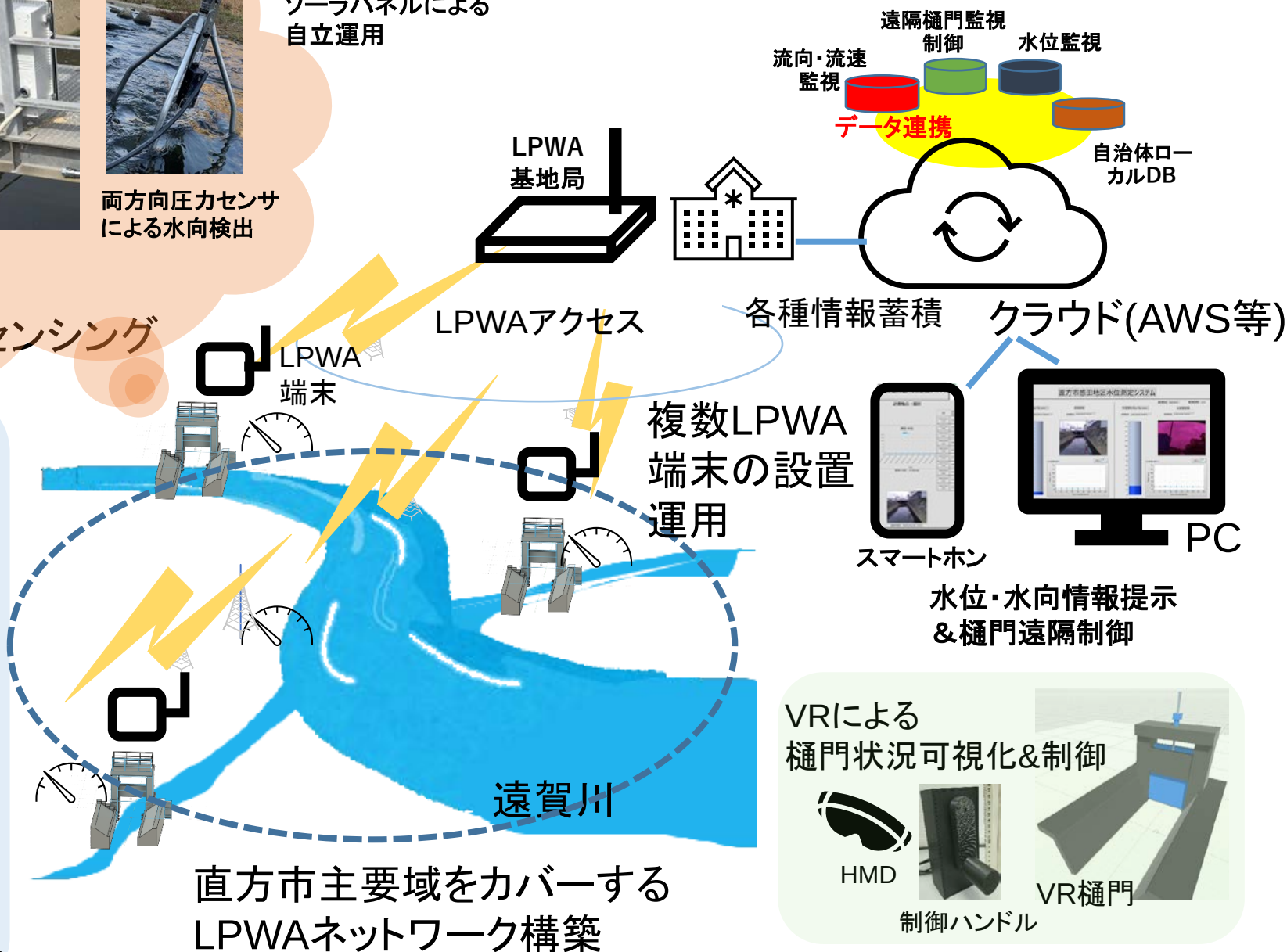


水路内流れのカメラ撮影画像



水路内流れの速度ベクトル

PIV 解析による流速計測



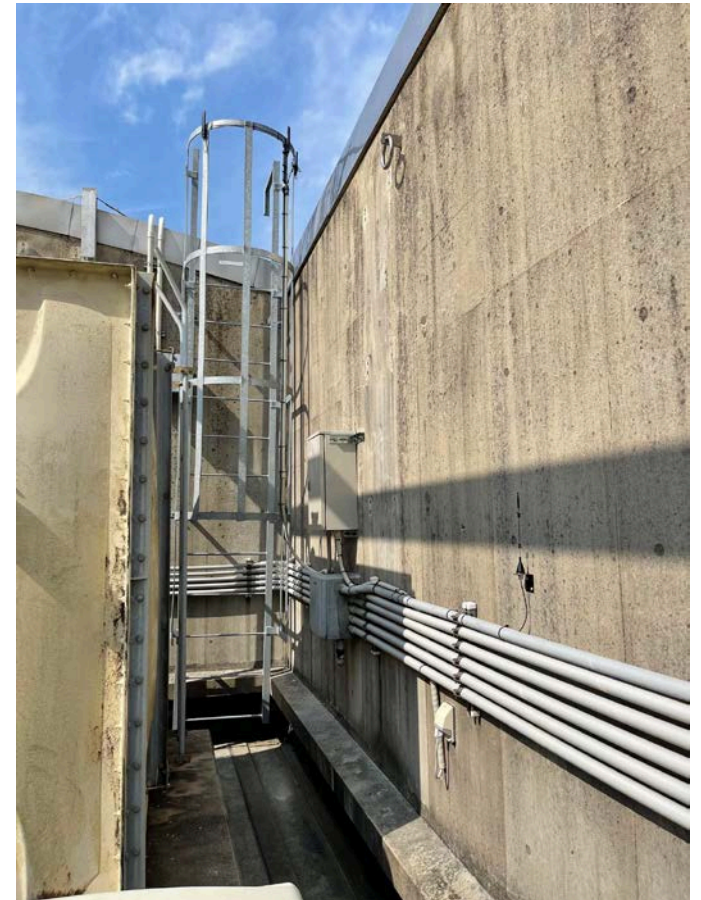
LPWAを活用した強靱な市のNW作り

- LPWA: Low Power Wide Area
 - 通信速度は数kbpsから数百kbpsと非常に低速
 - 短いデータを間欠的に送信
 - 携帯に比べ省電力
 - 数kmに亘る通信が可能
 - 5GシナリオのmMTCを担う候補としても注目
- ⇒水位・水向の観測や、樋門の管理制御など、秒を争わないアプリケーションであれば、LPWAを活用した、市をカバーする防災NWが構築可能

直方市でのカバレッジ評価実験(22/08)



直方市役所の屋上に基地局を仮設置



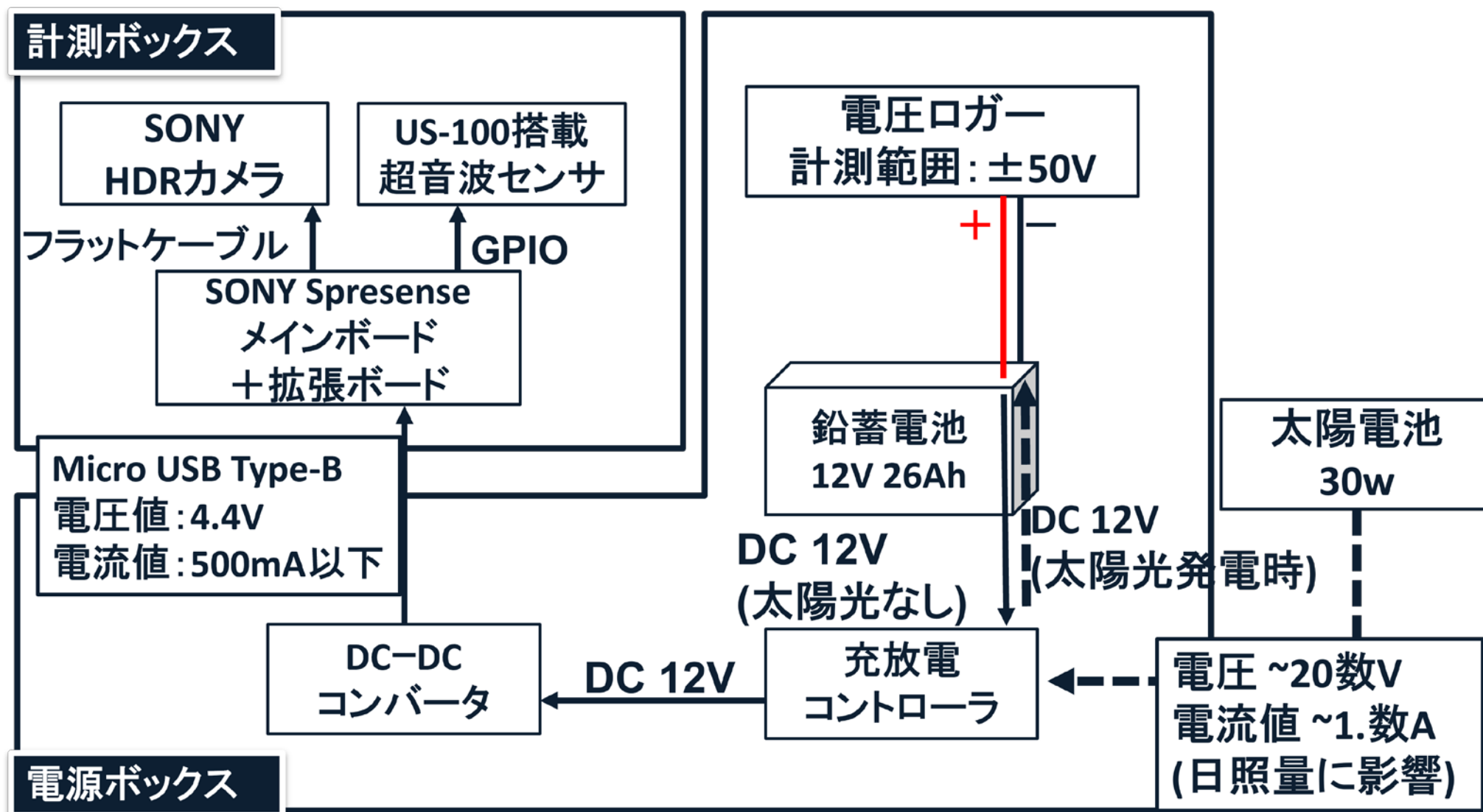
仮設置された基地局

太陽光&蓄電池での電源供給システム

□ 屋外(屋上)での運用実験

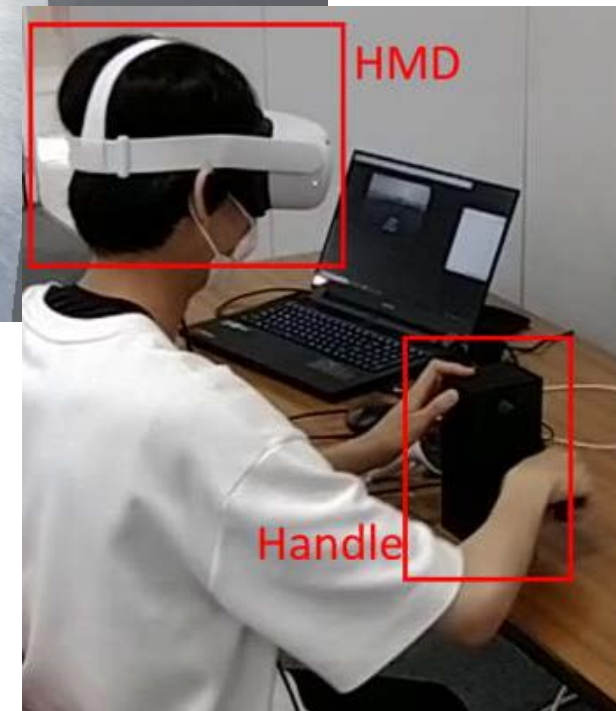


太陽光&蓄電池での電源供給システム



VR シミュレーション (俗称“樋門 de GO”)

- Target:
CPS (Cyber Physical Systems)
- 動機
LTEのような広帯域通信では現地の画像を送れるが、LPWAとなると、画像伝送は困難。また夜間は撮影が難しい
- そこでVRを使って計測された水位・流向から仮想空間上で流れを再現すると共に、リモート環境でハンドル操作により仮想空間上で樋門を開閉する。
- 次のステップとして、実樋門とシンクロさせた実証実験を行う



今後の取り組み予定

- R4年度

- 市中心部(市役所を想定)にLPWA基地局を設置し、市の要求(樋門管理、下水道管理)に応じたセンサを10か所程度設置し、水位・流向の計測動作を確認

- R5年度

- 基地局を増設し、市全体をカバレッジ化
- 各センサ状況を直方市役所でリアルタイムに監視実証
- LPWAによる樋門の開閉制御の実証を実現
- 上記をVRを介して実証
- 非常時におけるcontingency動作の実現

おわりに

- 遠賀川流域でのLPWAを活用した水位管理、樋門管理技術を紹介した
- 本年度総務省SCOPE採択を受け、2年間で市の主要領域をカバーするワイヤレスインフラを整備し、水位・水向センサ、樋門の遠隔制御を実施する
- 実証を通じて有用性を確認し、他の自治体や国交省等にも紹介し、社会展開を促進したい

プロジェクトを支援していただいた直方市役所、アドバンテック株式会社の皆様に感謝いたします。
本発表内容の一部は 総務省SCOPE(JP225010001)の委託を受けたものです。