

管路調査・雨水管理等における
ICTの活用 ～異業種との連携～

ICT活用システムの取組について

～リアルタイム浸水対策システム、
LPWAによる管内水位観測システム等～

平成29年11月
株式会社NJS 大西明和

本日の内容

1. ICT活用システムの取り組みについて

アセットマネジメント・ストックマネジメント支援、
管路維持管理システムの取り組み

2. 事例①：リアルタイム浸水対策システムの構築

(B-DASHプロジェクト) ICTを活用した浸水対策施設運用支援技術

3. 事例②：LPWAによる管内水位観測システム

IoTプラットフォーム構築の取り組み

1. ICT活用システムの取り組み

NJSは、水と環境に係るインフラ維持管理システムの構築を目指し、事業運営上の課題解決に貢献するICTを活用したシステム開発に取り組んでいます。

事業体のニーズを基にクラウドサービス・IoTプラットフォーム（製品名：SkyScraper）の開発・運用を関係企業と連携を図り実施しています。

先進技術を積極的に取り込み持続可能な下水道サービスの運営を支援するため日々開発中です。

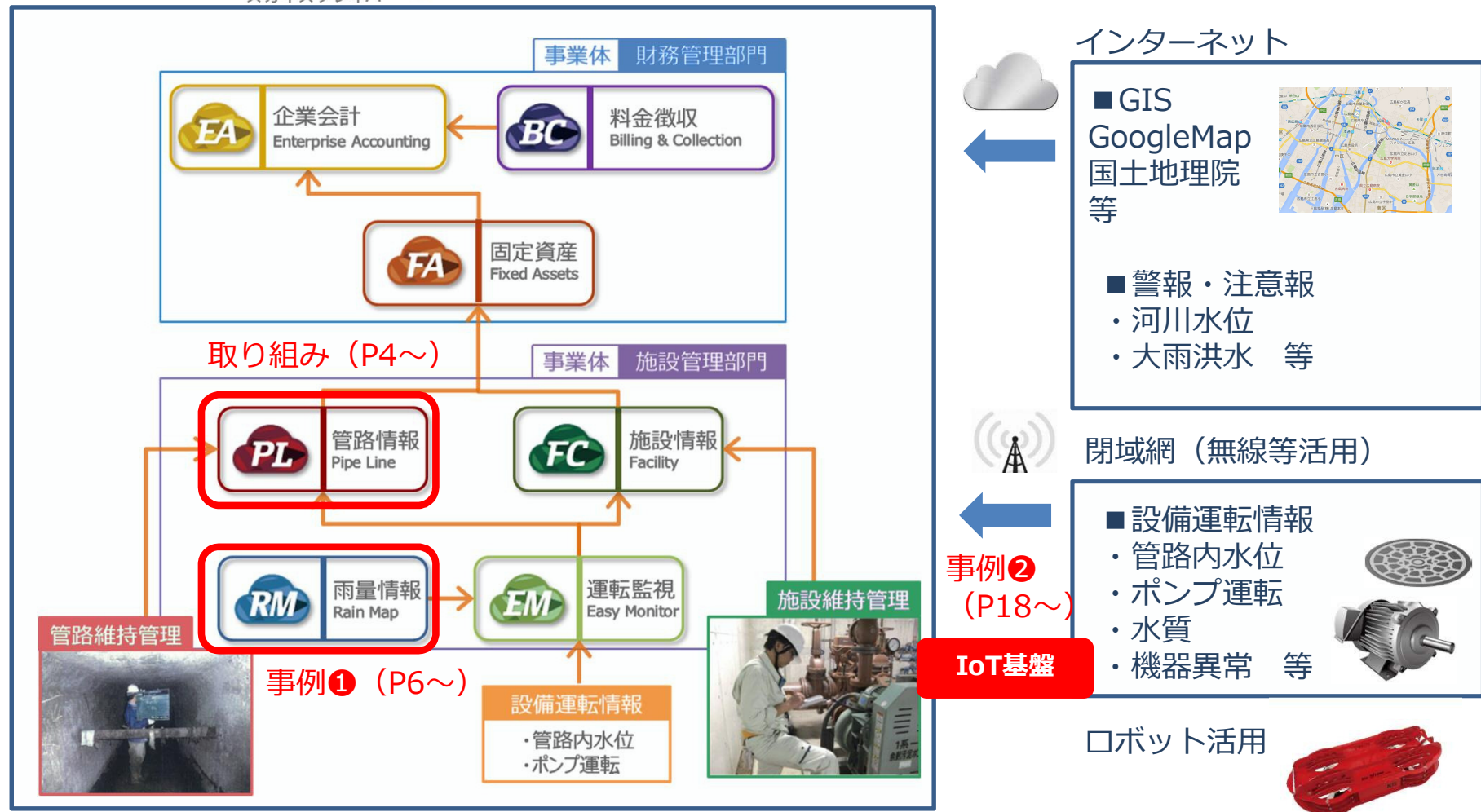
※NJSではクラウドサービス・IoTプラットフォームを「SkyScraper®」と名付けサービス開発・運用しています。



1) アセットマネジメント支援



アセットマネジメント支援システムとしてパッケージ展開中



2) 管路維持管理システム

管内点検調査等の維持管理情報の蓄積により修繕・改築判定を支援します。

管内点検調査



エアスライダー

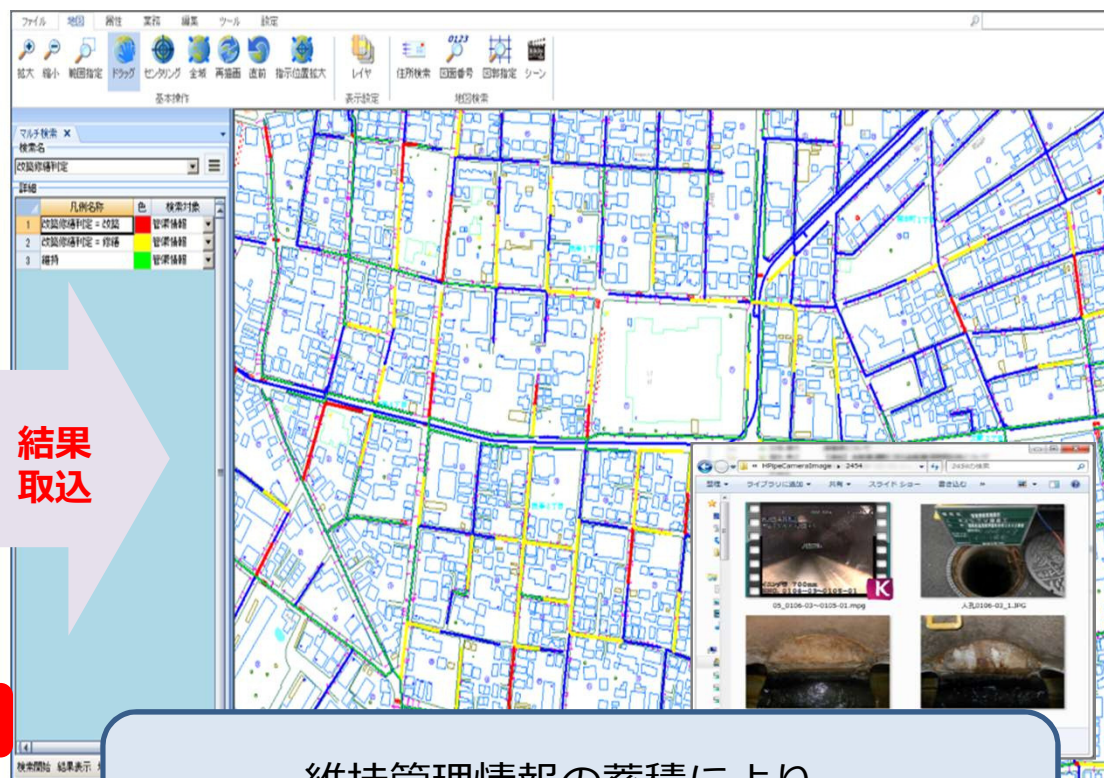
Air Slider

カメラ映像



AI判定研究中

カメラ映像を画像解析・AIによる
異常個所特定



維持管理情報の蓄積により、
修繕・改築判定や更新時期及び費用予測が可能

3) 管路維持現場支援ツール

現場点検支援ツールとしてタブレット活用。維持管理の効率化・蓄積データの現場での活用、報告書作成機能による業務成果のデジタル化を支援します。

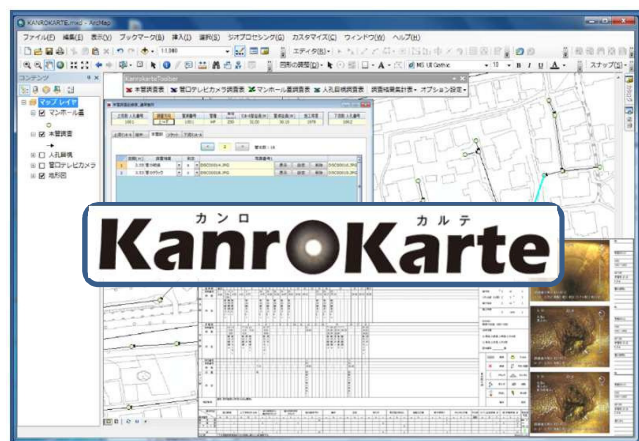
タブレットツール



【主な特徴】

- ▶ 管路、維持管理情報を一元管理
- ▶ 豊富な検索機能。ルート検索も可能
- ▶ 写真・動画等の登録
- ▶ 調査結果報告書作成の自動化
- ▶ カメラによる撮影画像を即時登録

ストックマネジメント支援ツール



【期待される効果】

- ▶ 日常的な維持管理業務の効率化
- ▶ タブレットによる円滑なコミュニケーション
- ▶ 簡単操作でノウハウの蓄積・継承
- ▶ 災害時に被災した設備状況をいち早く調査

※ KanroKarteは汎用GISをプラットフォームとしたストマネ支援ツールです。

▶ 製品紹介サイト : <https://support.njs.jp/kanrokarte/>

2 リアルタイム浸水対策システム

国土交通省国土技術政策総合研究所 委託研究

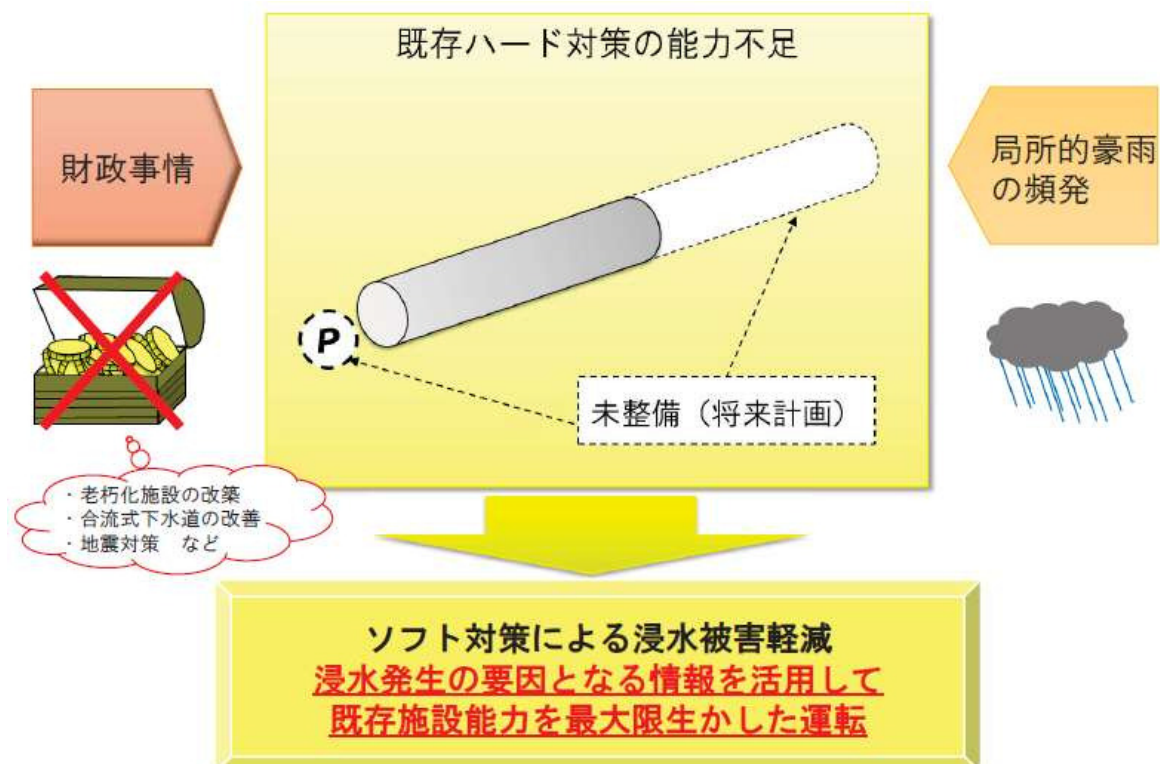
平成26年度採択 水道革新的技術実証事業(B-DASHプロジェクト)

ICTを活用した浸水対策施設運用支援技術

実施者名 : 広島市、(一社)日本下水道光ファイバー技術協会、日本ヒューム(株)、(株)NJS 共同研究体

実証フィールド : 広島市江波地区(合流式) 329ha

実証期間 : 平成26年度～平成27年度



1) 実証研究の概要

実証フィールドの概要

- **排水区**
江波排水区 (329ha)
- **排水系統**
既設合流幹線→江波P
増補雨水幹線→一部整備済
(暫定Pあり)
- **他地区からの流入**
合流式下水道で整備された
地区からの汚水流入

- **課題**
 - ・雨天時に他地区からの流入
 - ・増補雨水幹線の排水能力



浸水被害 (時間最大雨量58.5mm) H24. 7. 3



2) 要素技術

(1)計測技術

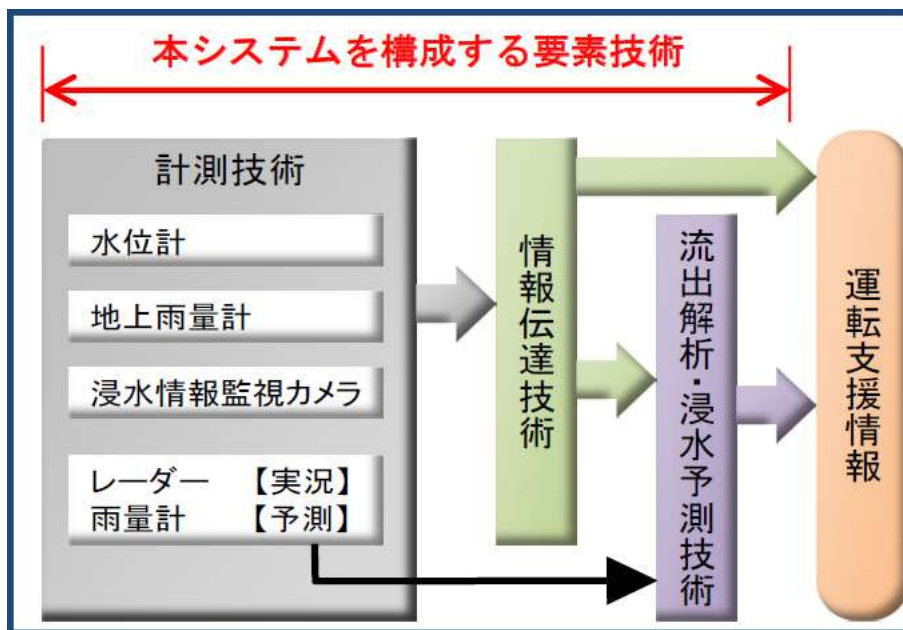
- ・水位計
- ・レーダ雨量計
- ・地上雨量計
- ・浸水状況監視カメラ

(2)情報伝達技術

- ・専用線，一般回線，モバイル等の通信サービス
- ・下水道光ファイバー等

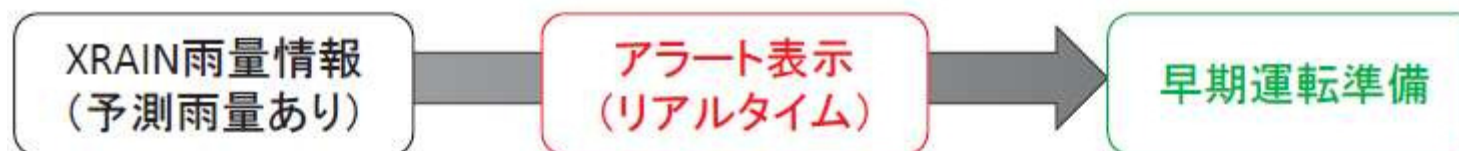
(3)流出解析・浸水予測技術

- ・リアルタイム浸水予測シミュレーション



3) 各技術の概要 雨量情報

■ 提供情報：雨量情報

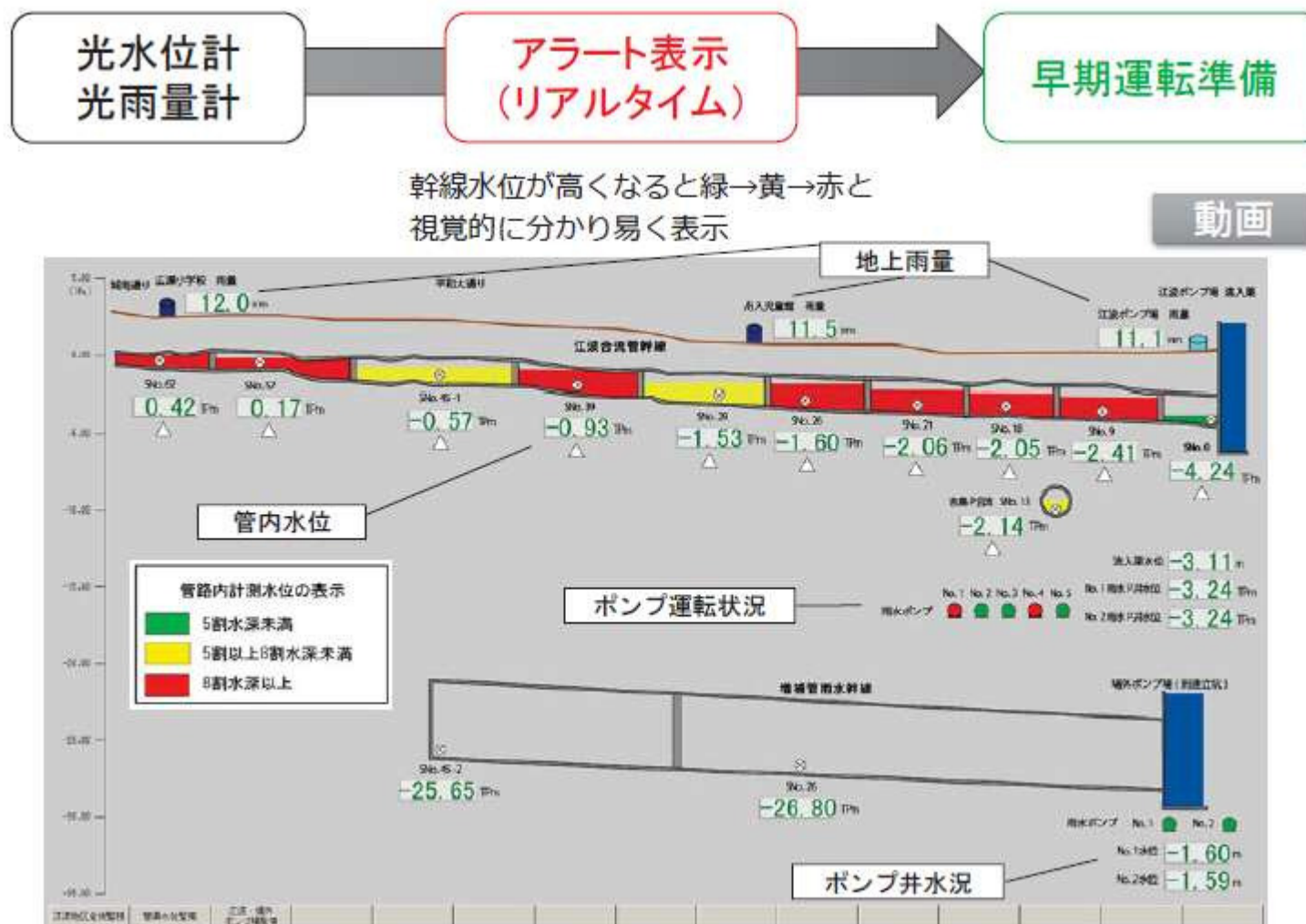


※江波地区中心から15km以内に強い雨域が
到達した場合にアラートを表示する。



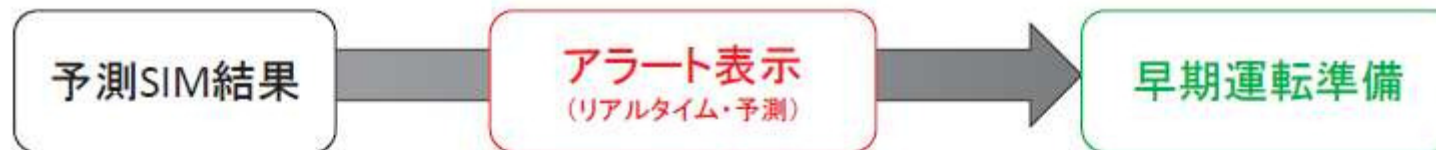
3) 各技術の概要 管きょ内水位

■ 提供情報：管きょ内水位の見える化



3) 各技術の概要 浸水予測①

■ 提供情報：浸水予測情報①

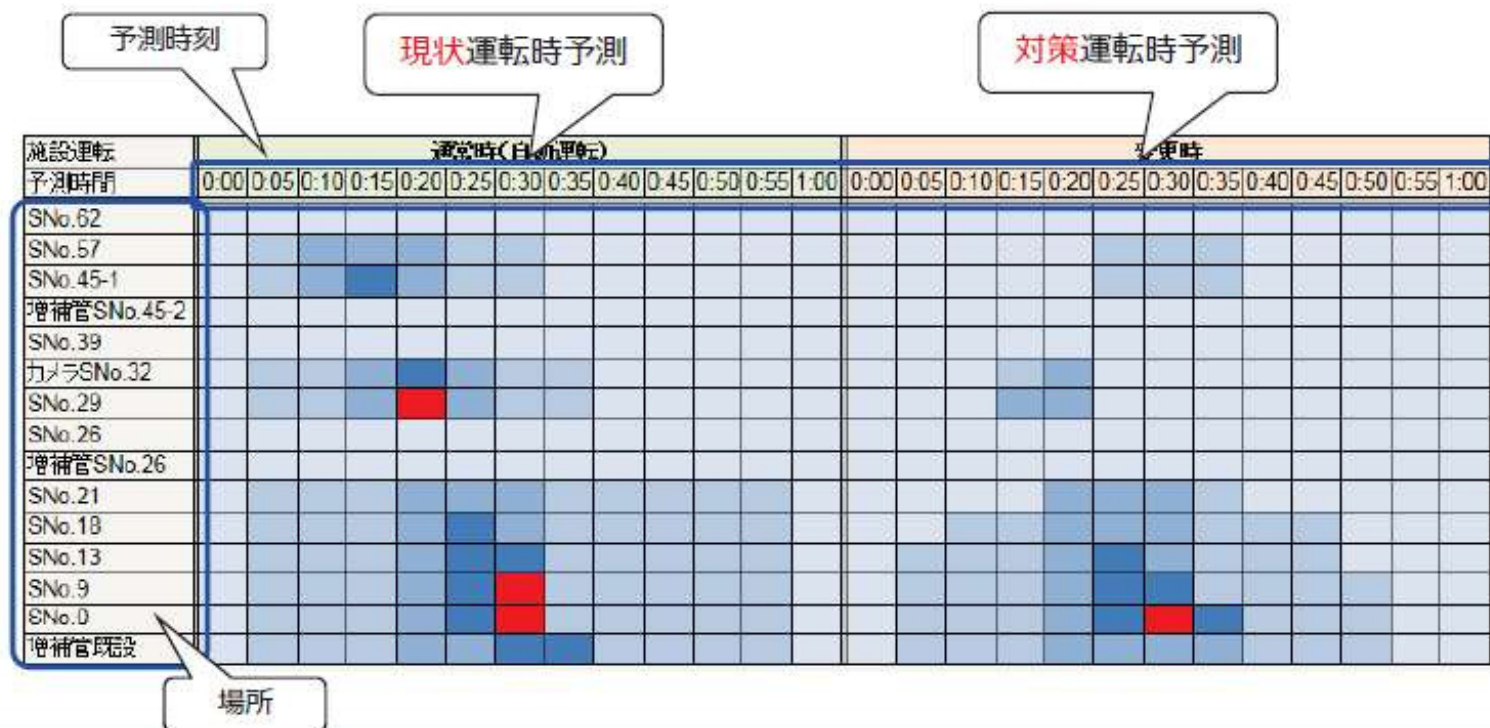


3) 各技術の概要 浸水予測②

■ 提供情報：浸水予測情報②



浸水場所と予測時刻を分かり易く表示



4) システム導入に伴う施設運転フロー

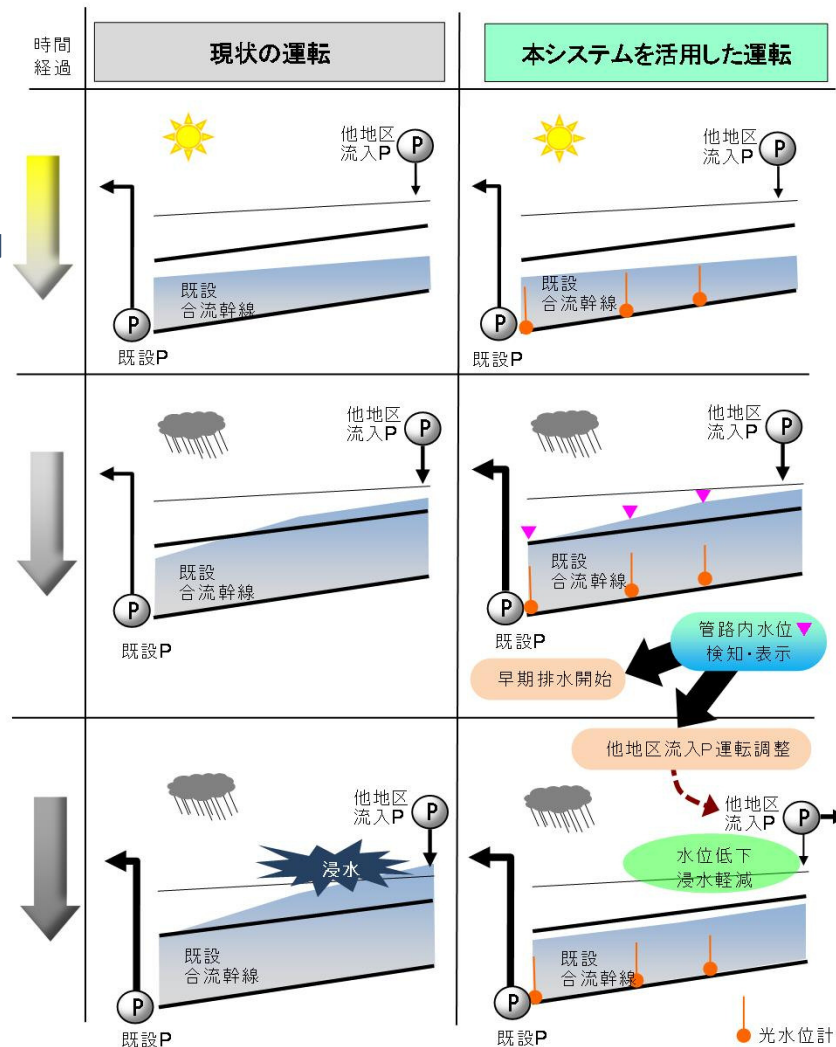
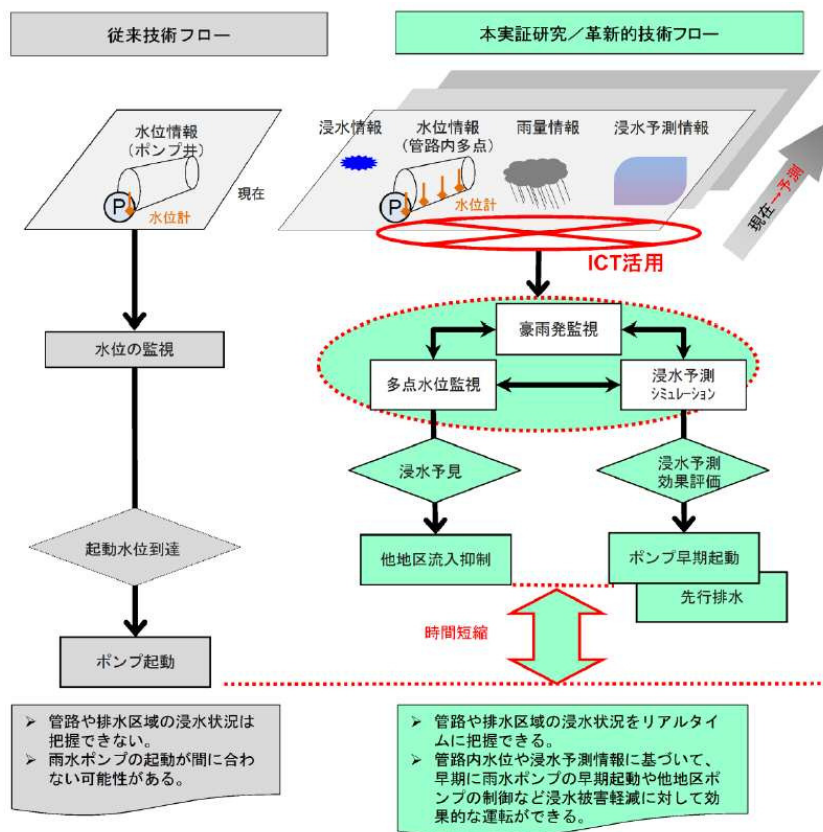
本実証研究で導入する革新的技術により浸水被害の軽減を図ることが期待される。

■従来技術運転フロー

- 運転ポンプ井水位により自動的に雨水ポンプを起動

■本実証研究革新的運転フロー

- 雨量・管内水位の監視
- 高速浸水シミュレーションによる浸水予測
- 江波ポンプ場：早期に雨水ポンプを起動
- 吉島・横川ポンプ場：雨水ポンプ優先運転に切り替えて江波地区への流入を抑制



本システムの活用による浸水被害軽減イメージ

5) 導入効果

■ 浸水区域削減効果

- 浸水面積：現状運転時よりも2%～29%浸水区域を軽減

■ 年平均被害軽減期待額（降雨F対象）

- 中間的な削減効果である対象降雨Fについて、3年・5年・10年・30年・50年確率量に引き延し、現状運転と対策運転時の浸水面積を算出
- 「下水道事業における費用対効果分析マニュアル（案）；平成18年11月社団法人日本下水道協会」に準じて、年平均浸水被害軽減期待額を算出
- 年平均浸水被害軽減期待額：114百万円

■ 費用回収年

- 年平均浸水被害軽減期待額114百万円
- 建設費217百万円，維持管理費6.9（百万円/年）
- 費用回収年：2.0年

■ 情報を提供する時間

■ 対策実施までの所要時間：6分

- データ収集(レーダー雨量の配信から受信)：1.0分
- 解析処理(シミュレーション解析)：3.0分(予想最大)
- 解析結果配信処理：0.5分
- ポンプ起動からフル稼働するまでの時間(広島市実例)：1.5分

< OK

■ 下水管路内水位が対策運転水位から地表面に達するまでの時間：12分

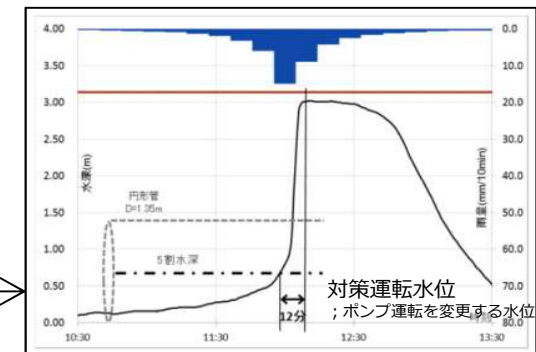
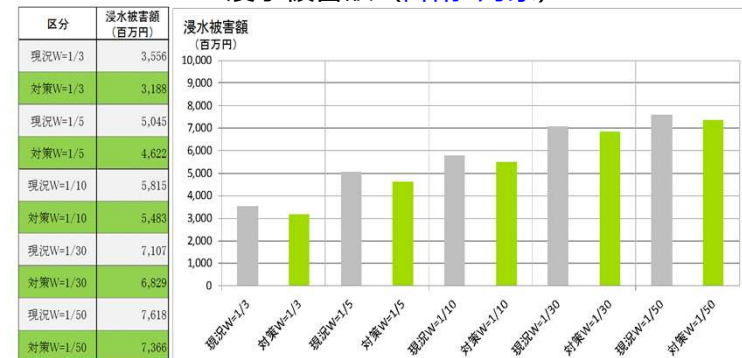
- 過去の実積降雨や広島市の下水道計画降雨等を対象として、対策運転水位；ポンプ運転を変更する水位（下水管径の5割に相当する水位から地表面，地表面まで達しない場合はピーク水位）までに達する最短時間を確認した。

検討ケースの浸水被害軽減効果

検討ケース	対象降雨					
	A 2015/8/25	B 2015/8/17	C 2015/6/3	D 2015/10/27	E 2015/10/1	F 2015/11/14
現状運転	65.45	58.71	60.23	43.21	64.15	54.19
対策運転	46.65 18.80 29%	53.00 5.72 10%	58.93 1.30 2%	35.37 7.84 18%	59.71 4.44 7%	46.70 7.49 14%
備考	最大の削減効果		最小の削減効果		中間的な削減効果	

上段：浸水面積(ha)，中段：削減浸水面積(ha)，下段：削減率

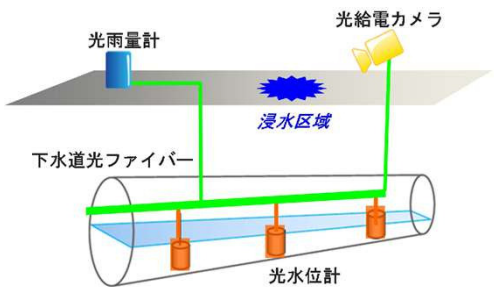
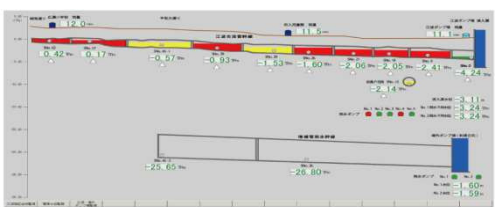
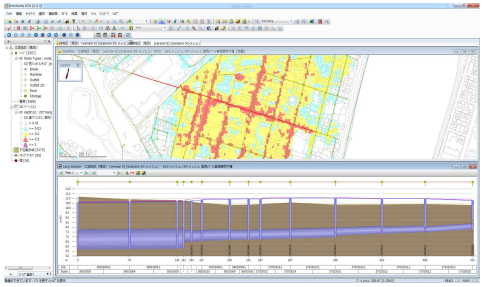
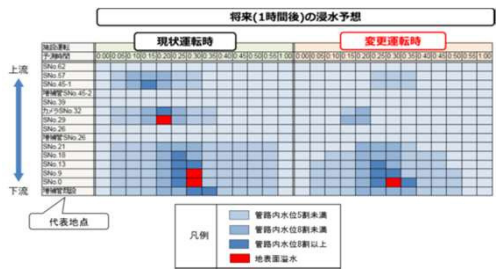
浸水被害額（降雨F対象）



下水管路内水位が対策運転水位から地表面に達するまでの時間
(最もピーク発現時間が短い地点)

6) 導入方法

- 段階的導入の検討 ● 段階的導入を想定した場合の要素技術の構成と導入区分の事例

構成	要素技術	構成内容	システムイメージ	
構成①	計測技術	XRAIN等レーダ雨量計による計測値データおよび予測雨量データを受信し表示する。	 XRAIN雨量情報	
構成②	計測技術 情報伝達技術	下水管路内の水位計, 地上雨量計および浸水状況監視カメラのデータを下水道光ファイバー等の情報伝達技術を用いて集約し, リアルタイム計測情報を表示する。		
構成③	流出解析・ 浸水予測技術	レーダ雨量情報と下水管路内の水位計測情報を用いてリアルタイムの浸水シミュレーションを行い, 下水管路内の流出解析結果および浸水予測情報を表示する。また, 予測結果をポンプ運転支援情報として表示する。		

6) 導入方法

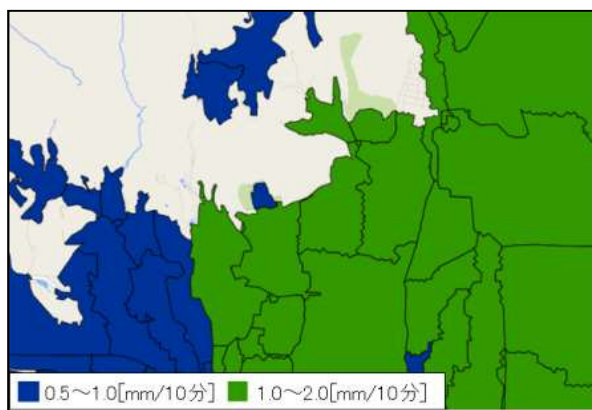
■ 段階的導入の検討

● システム導入パターン

区分	各構成の整備順序	備考
1		● XRAIN雨量情報等の活用から開始 ● 対象区域内の水位計を設置→浸水予測システムを整備 【ポイント】 既存データの活用により整備を開始できる。導入効果を検証しながら段階的に機能拡張
2		● 浸水発生常襲地区の監視が重要視される場合 ● 雨量・水位情報を優先して収集・活用→浸水予測システムを整備 【ポイント】 XRAIN雨量情報等と水位計測環境を整備し、効果を見極め浸水予測シミュレーションの整備を開始
3		● 浸水発生常襲地区の監視が重要視される場合 ● 最低限必要となる水位情報のみを優先して収集・活用し、次に雨量情報も含めた浸水予測システムを整備 【ポイント】 水位計測を整備し、効果を見極め浸水予測シミュレーションの整備を開始
4	整備開始 整備済	● 浸水発生常襲地区の監視が重要視される場合 ● 水位情報のみを優先して収集・活用し、次に雨量情報の収集まで整備 ● 浸水予測を行わずに対策効果が期待できる（他地区からの流入を停止するなど）ケースに適用可能 【ポイント】 操作変更時の情報がなく、運転操作の具体的な支援情報は得られない

7) XRAIN雨量情報を活用したコンテンツ例

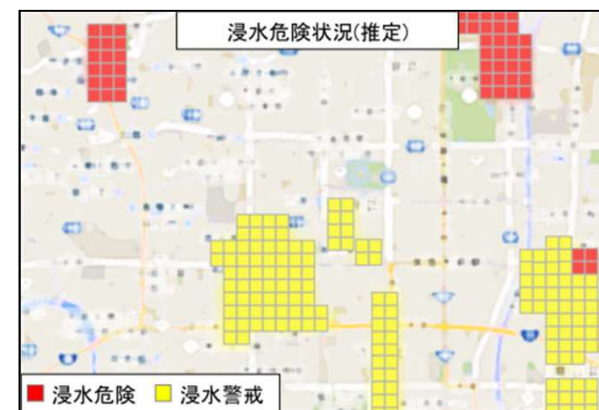
コンテンツ名	更新間隔	概要
排水区平均雨量	10分	10分間雨量データを 排水区毎で平均した雨量を地図上に表示
未処理放流状況推定	10分	排水区平均雨量と各雨水吐の遮集雨水量を比較し 未処理放流の有無（推定）を表示
浸水危険度推定	10分	排水区平均雨量と浸水実績に基づく浸水発生最小降雨を比較し、 浸水危険度（推定）を表示



排水区平均雨量



未処理放流状況推定



浸水危険度推定

3. LPWAによる管内水位観測システム

①スポット計測

- ・ 圧力チップによる
出水期の低コスト計測

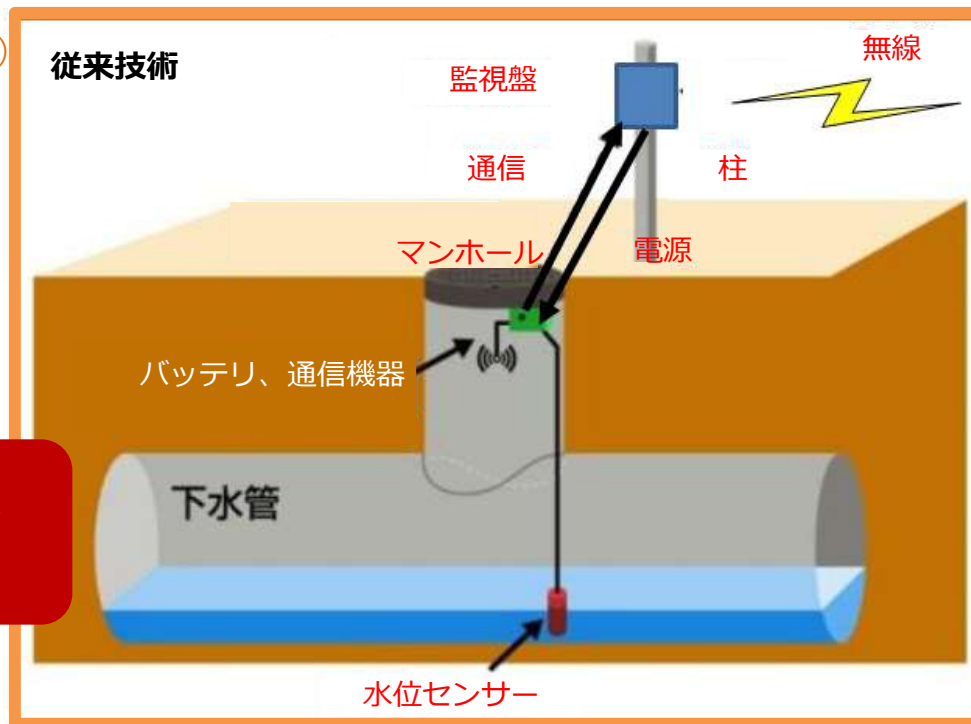


②試行運用

- ・ 無線（LPWA）による
低コストリアルタイム計測

②

従来技術



従来技術では、監視盤等の
設置・通信費用のコストが
課題となり設置が進まない

③本格運用

- ・ 光水位計の活用
- ・ 圧力式水位計
+ テレメータ 等

1) LPWAの概要

LPWA (Low Power Wide Area) の概要

- ・ **低消費電力**、且つ**広域をカバー**することが可能な無線通信技術
- ・ 免許不要の特小無線 (920MHz帯)
- ・ 通信速度は、従来の方式と比べて低い (数十bps~数百bps)
- ・ ハードウェアのコストは、従来の特小無線機と同等程度
- ・ 複数の方式が検討されている (LoRa, SigFox etc)



2) LoRaの概要

LoRa (Long Range) の概要

- ・ LPWAの通信方式のひとつ。LoRa Allianceで検討されている**OPENな規格**
- ・ **周波数拡散変調技術**により、受信感度を改善して長距離化
 - 参考（セムテック社公開情報）
 - ❖ 周波数 > 920MHz帯
 - ❖ 受信感度：～-148dBm（通信速度：数十bps～）
 - ❖ **通信距離**：密集地> 3Km, 田園> 8Km, 見通し> 80Km

LPWAの中で急速に注目を浴びている

注目される理由



1. 誰でも使える（アンライセンス）
2. 他のLPWA方式に比べ、評価環境が整っている
3. プライベートネットワークを自由に構築できる

3) 管内水位観測システム構成



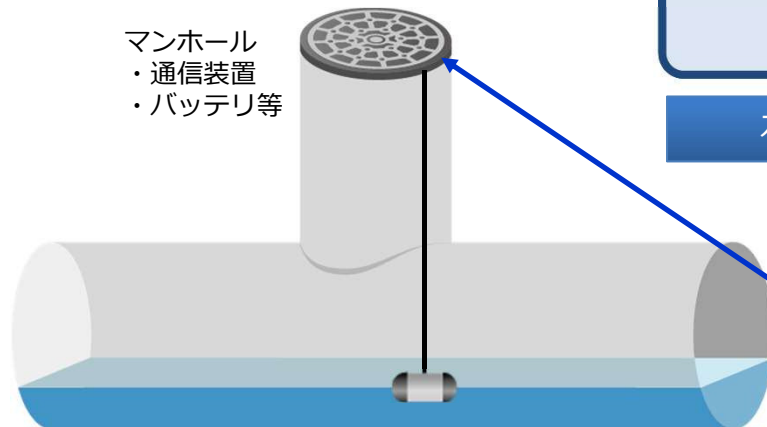
アンテナ親機

<開発コンセプト>

- 人孔内で閉じたシステム, 占用 (電源, 通信線引込み) 不要
- 1 親局 (本庁) で広範囲をカバー (通信速度を下げ, 長距離伝送・省電力化; LPWA)
- イニシャル・ランニングとともにコストダウン

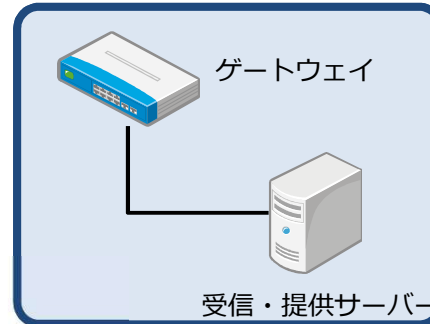
LoRa (LPWA : 無線)

マンホール
・通信装置
・バッテリー等



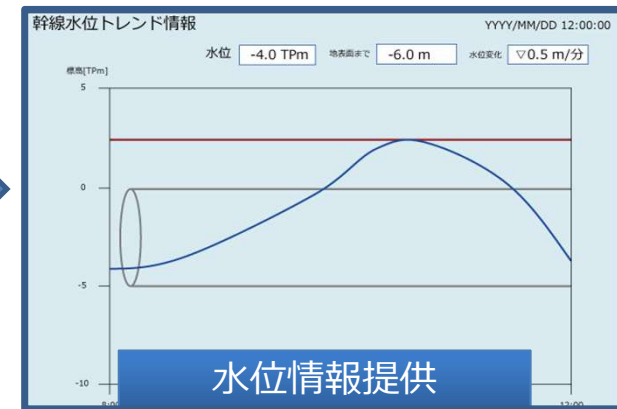
水位センサー

水位観測



水位情報受信

リアルタイム水位情報提供



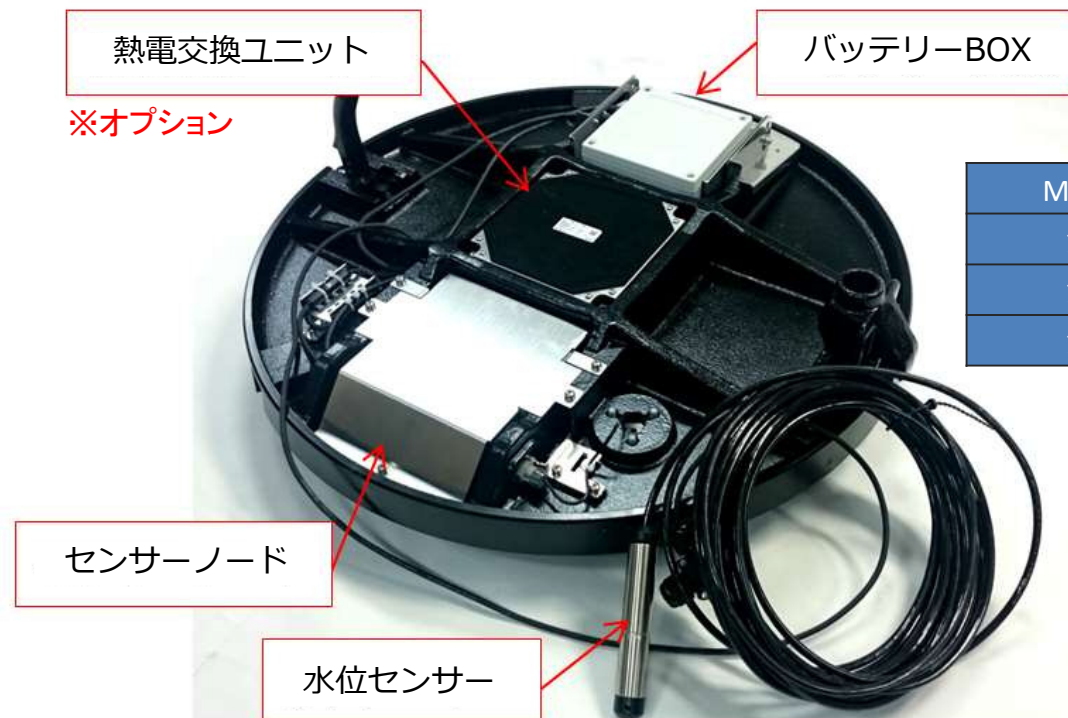
水位情報提供



水位センサー

マンホール蓋 (アンテナ子機)

4) 機器構成

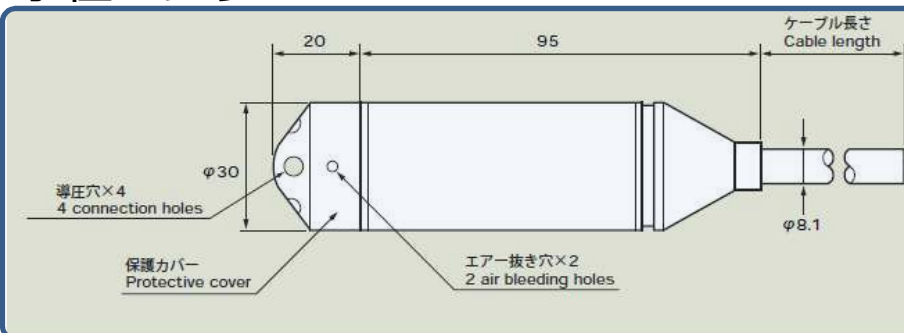


鉄蓋

MH鉄蓋規格	日之出水道機器製T-25 呼び600
鉄蓋直径	φ634mm
鉄蓋全高	80mm
鉄蓋重量	50kg以内

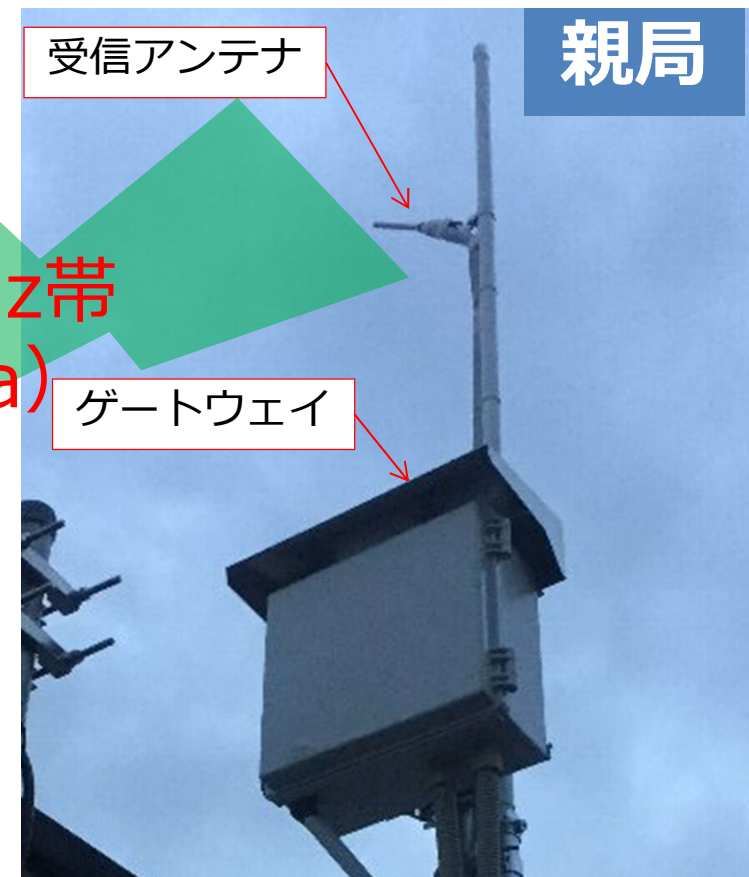


水位センサー



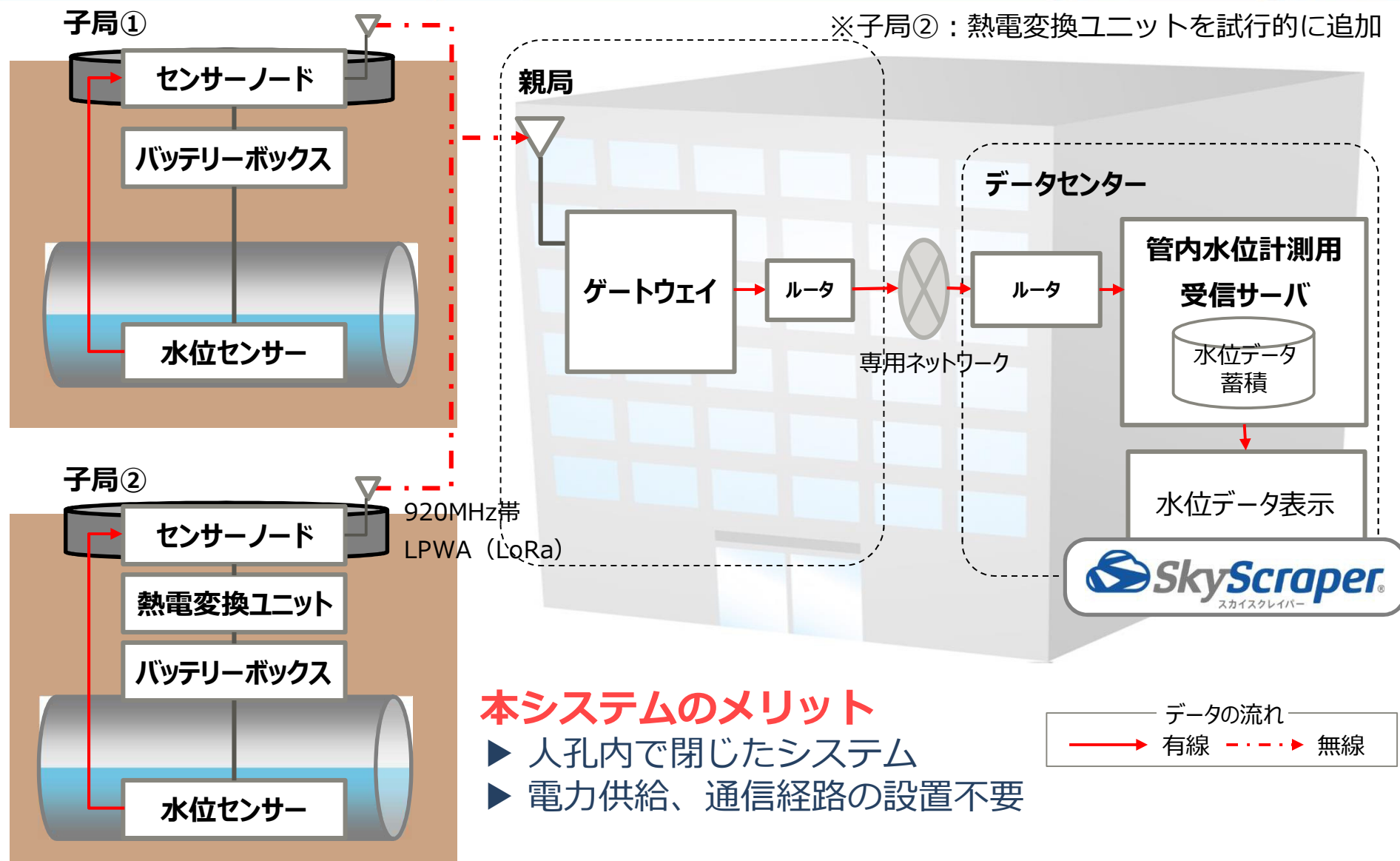
製品名	QSIP-SMH-WLS1
外形寸法	センサー部: φ30mm, 115mm
測定範囲	0~10m (±0.3%)
動作温度	0°C~50°C
保護等級(防塵・防水)	IPx7 以上
質量(最大)	2.0kg

4) 通信 (親局⇔子局)



920MHz帯
(LoRa)

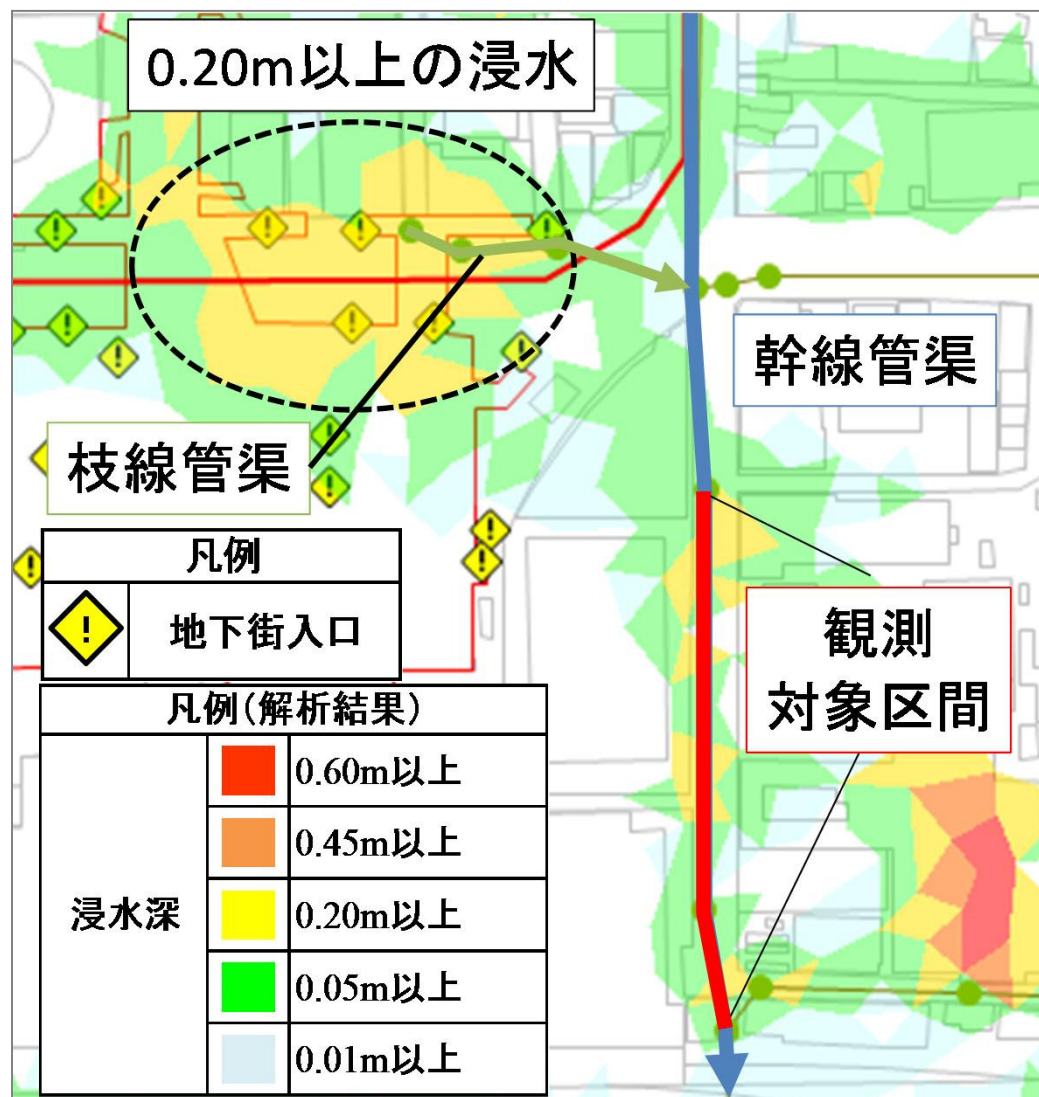
5) システム概要



本システムのメリット

- ▶ 人孔内で閉じたシステム
- ▶ 電力供給、通信経路の設置不要

6) 観測区間、観測箇所への絞り込み



流出解析

- ▶ InfoWorksICM
- ▶ 既往最大降雨
- ▶ 現況モデル

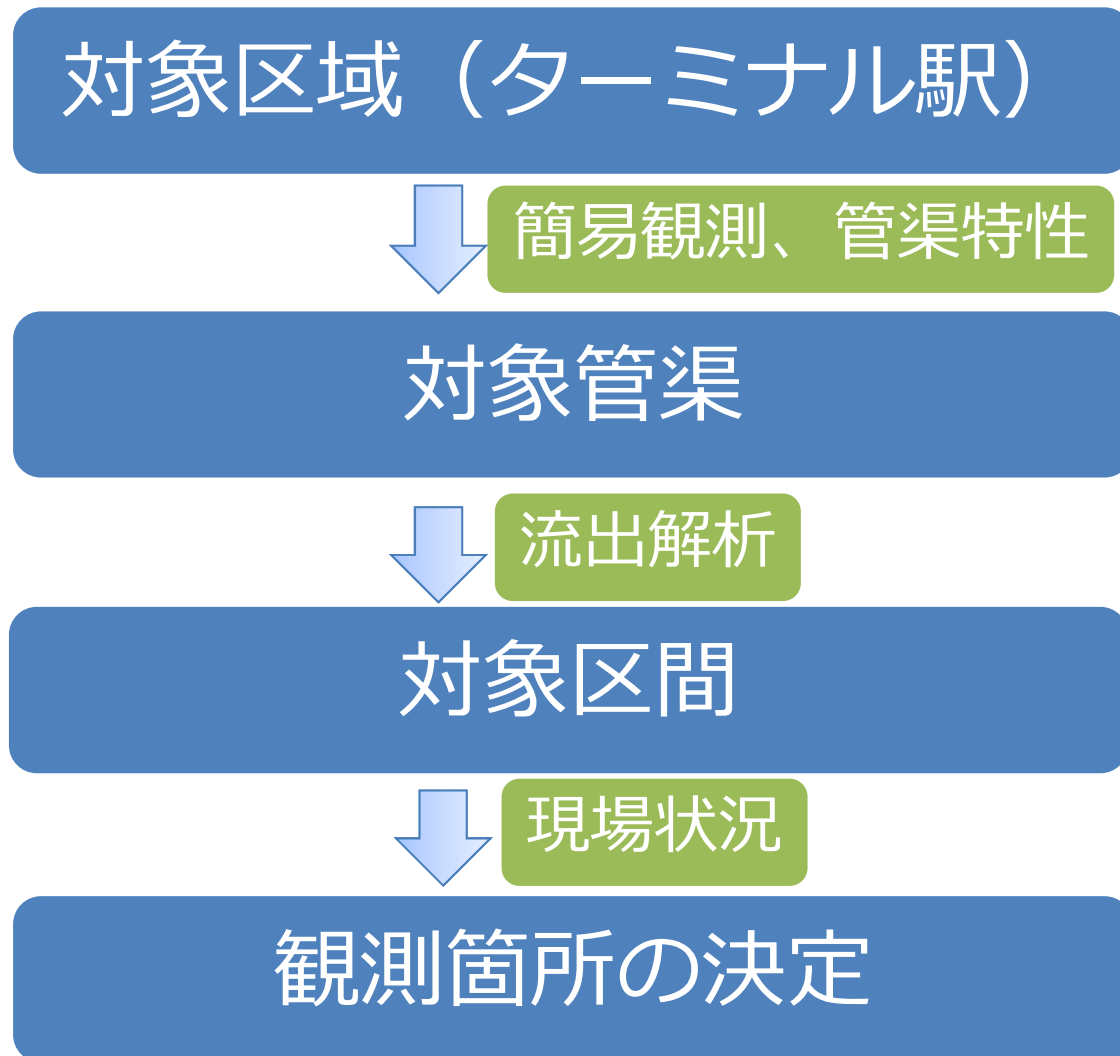
観測位置の考え方

- ▶ 地下街への雨水流入要因になりうる
- ▶ 集水面積が比較的大きく水位変動が少ない
- ▶ 改築予定がなく管渠内の流況への影響がない

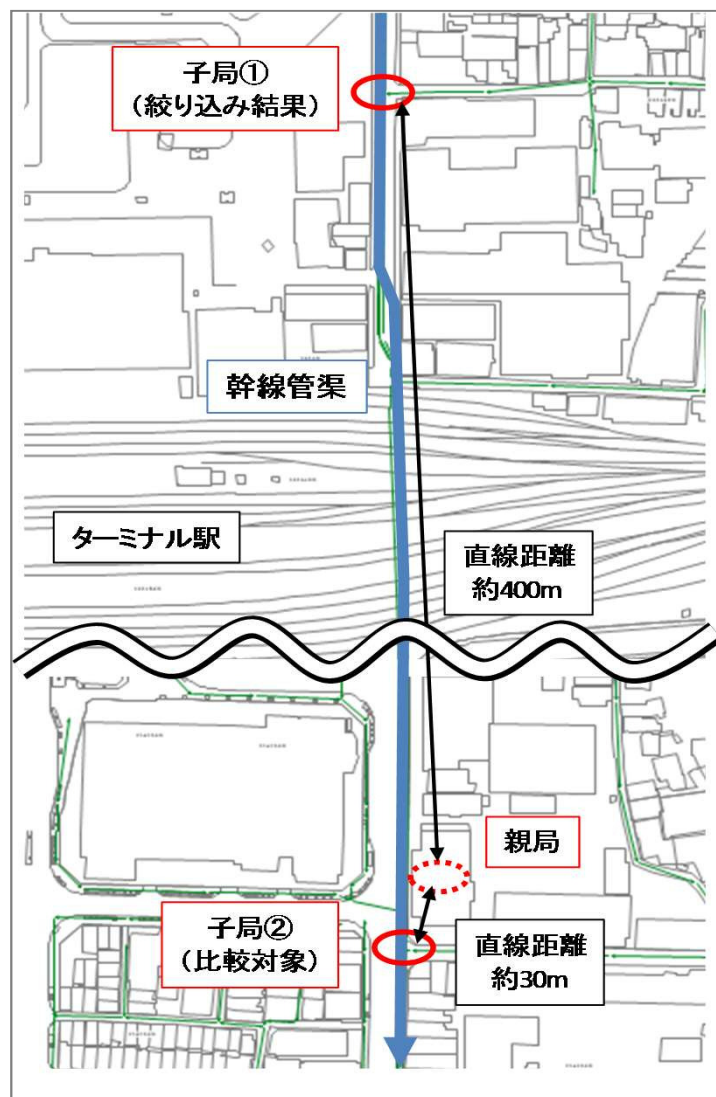
現場作業上の制約

- ▶ 交通量の多い地点を除外
- ▶ 蓋形式がマンホールアンテナと同じ

7) 観測位置の選定手順



8) 観測位置の概要



観測期間

- ▶ 2017年2月16日～（継続中）

対象管渠

- ▶ 幹線管渠（□幅1900×高2500mm）

観測箇所

- ▶ 子局①（親局から400m）
 - 絞り込み範囲内の**最遠箇所**
- ▶ 子局②（親局から30m）
 - 親局近傍（**受信率の比較対象**）
 - 電力消費の比較にも使用

9) 観測頻度の変更

- ▶ 観測回数は電力消費に直結
- ▶ 浸水対策：雨天時の水位上昇時のみで可
⇒ **観測頻度の切り替えを試行**



過年度観測結果と解析の水位上昇速度より**切り替え水位設定**。切り替え水位到達時、観測頻度を切り替える



- 子局①：1分間隔観測【切り替えなし】約100日稼働
- 子局②：1分～1時間【切り替えあり】**約1,100日稼働**

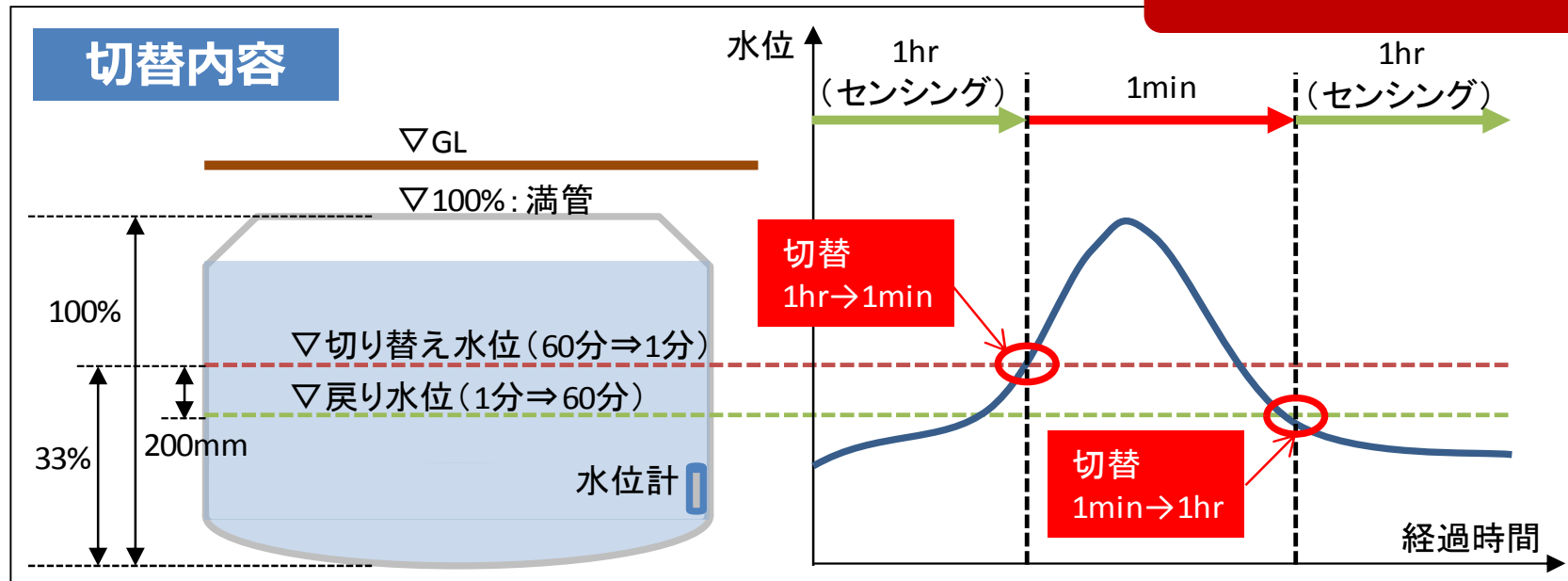
※ 稼働時間は試算値

消費電力(J/日)

ステータス	観測頻度の切り替え (1時間周期 ⇄ 1分周期)		消費電力 比率 (②/①)
	①なし	②あり※	
送信(子局→親局)	1,723	147	9%
受信(子局←親局)	658	56	9%
センシング	72	6	8%
待機	10	10	100%
合計	2,463	219	9%

※1分周期の計測が7%(約100回/日)と仮定

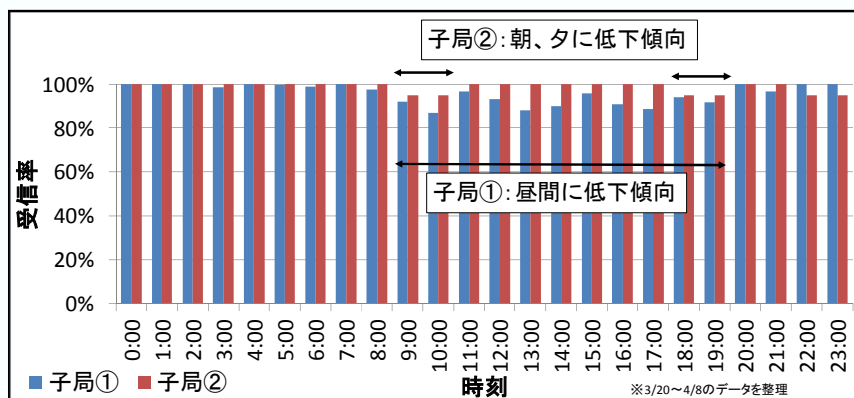
消費電力削減



10) 実証結果

通信飛距離と受信率

子局①②の観測値を一定期間サンプリングし
受信率および通信飛距離を確認

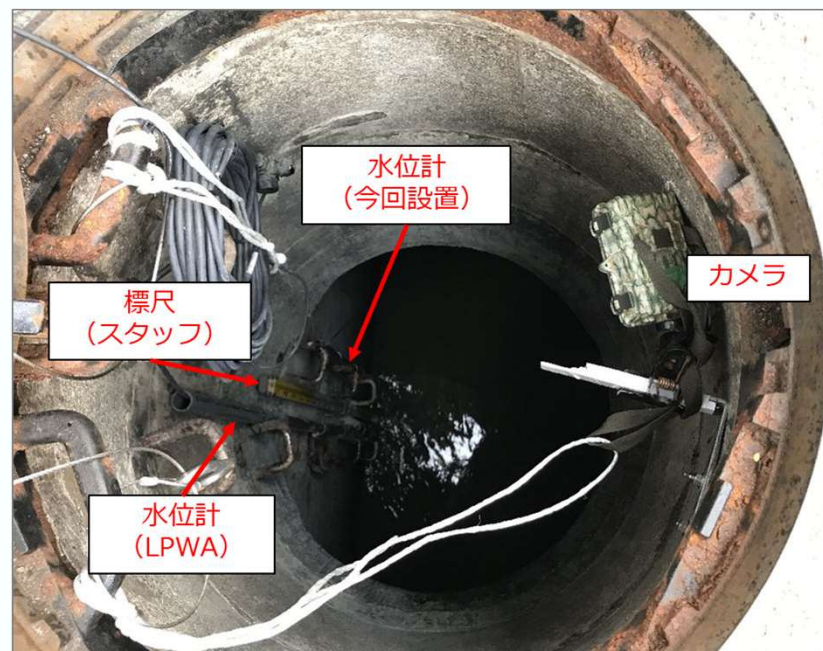


子局① (400m): 受信率96%
子局② (30m): 受信率99%

高い受信率を達成

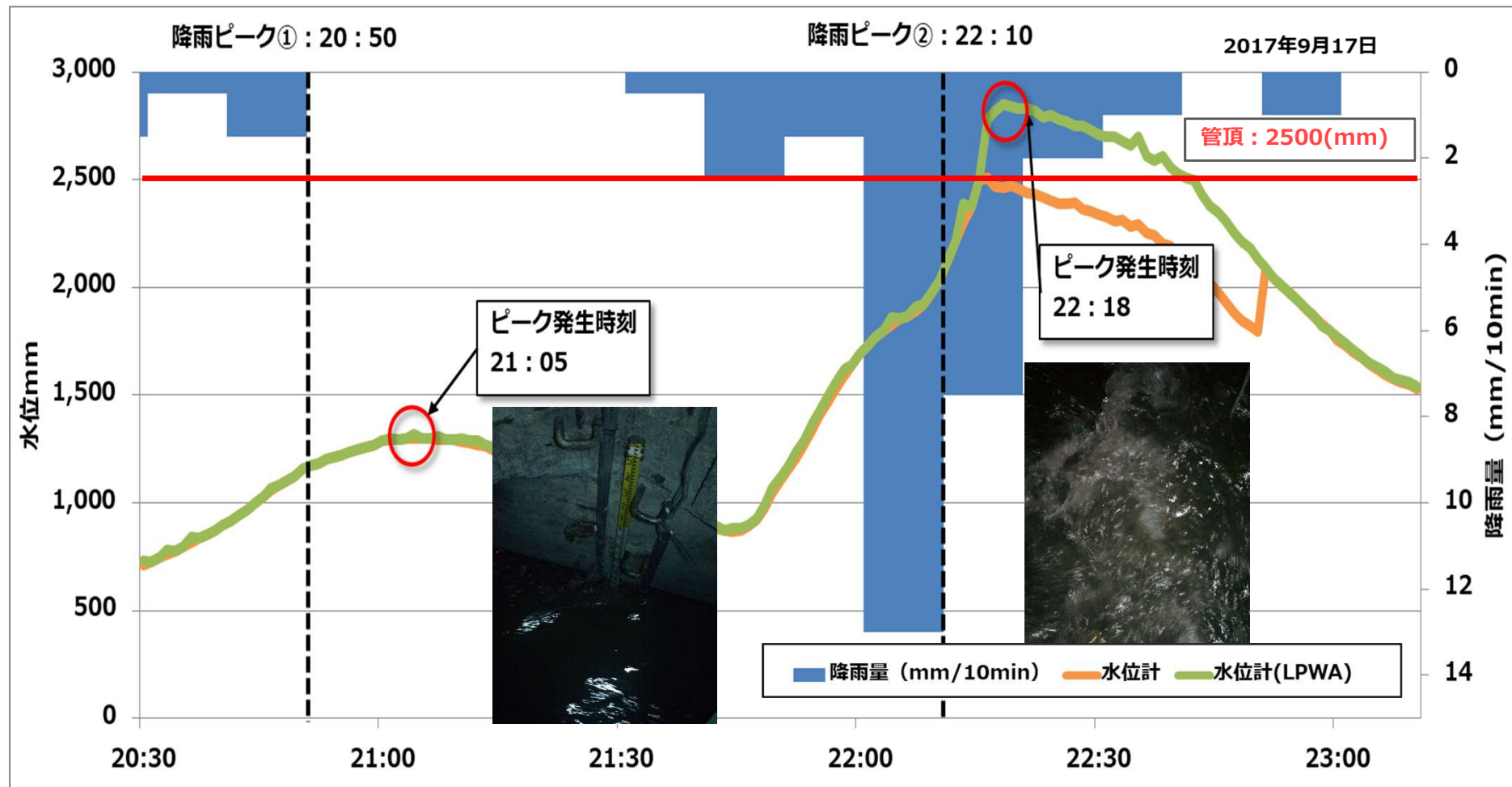
観測精度

水位計測実施個所に、観測状況比較用の水位
計とカメラを設置し、精度を確認



水位計、カメラ設置状況

1 1) 実証結果 子局①2017/9/17観測



- ▶ 設置した水位計とほぼ同じ波形を確認（欠測がある場合は前回結果で補正）
- ▶ 測定値とカメラ映像による水位変動状況も一致

精度良

1 2) 開発方式の特徴

項目		従来方式※	開発方式 LPWA	メリット
通信 技術	飛距離(子→親)	約30m	約1000m	<u>飛躍的に拡大</u>
	飛距離（中継器利用）		約4 k m ※現在実証中	
	親局カバーセンサー数	約1台	約20台 ※通信頻度で要調整	
	通信コスト			<u>削減</u>
水位 計測	維持管理費 (メンテナンス頻度)	約6ヶ月 で点検	約12ヶ月 で点検	<u>削減</u> (約1/2減)
初期 費用	設置コスト			<u>削減</u>

他のセンサーも含めてIoT基盤として機能開発中

ご清聴ありがとうございました。



■ 紹介サイト

<https://product.njs.jp/skyscraper/>