

NJS-Web Services



令和 7 年度技術研修会「下水道管渠の老朽化対策のための調査技術」
LPWAを用いた下水管内水位の観測技術

株式会社NJS
インスペクションズ本部
ソフトウェア部
山田 健二

分流式下水道における管路施設の老朽化等により、雨天時に処理場やポンプ場への流入水量増加する**雨天時浸入水の問題**が生じている。

【雨天時浸入水対策での課題】

雨天時浸入水の発生箇所を特定する調査は**広範囲**に及び、浸入箇所を絞り込む作業は**長期間**を要する

- ・ **調査コスト削減**
- ・ **調査期間の短縮**

【求められる調査技術】

- ・ **経済性と効率**の高い雨天時浸入水発生箇所の調査技術

IoT型センサーシステム（SkyManhole）を活用した雨天時浸入水対策の紹介

本日のアジェンダ

1. 人孔内の水位観測が可能なIoT型センサーシステム（SkyMahole）
2. 活用事例 1：AIを活用した雨天時浸入水のスクリーニング調査
3. 活用事例 2：リアルタイム観測を活用した広域水位観測
4. センサー拡張に向けた新たな取組み紹介

人孔内の水位観測が可能なIoT型センサーシステム【SkyMahole】

IoT型センサーシステムを活用した雨天時浸入水対策

雨天時浸入水の発生源の把握を行うため、**効率的**且つ**安全**に人孔内の水位を計測できる**水位計測システム【SkyManhole】**を活用した浸入水調査。

SkyManhole®

LPWA通信を活用したIoT型センサーシステム

※LPWA : Low Power Wide Area-network
LPWAは省電力と長距離通信を兼ね備えたIoT向け通信技術の総称

①効率的な水位観測

地上部から人孔内の情報端末と無線通信による点検とデータ収集が可能

②ランニングコストの低減

観測期間の途中で点検のため鉄蓋を開ける必要がないため運用コストの低減が図れる

③安全性の向上

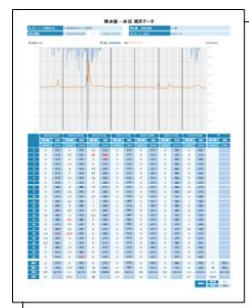
点検は地上から作業するため事故リスクの低減が図れ、天候による影響も少ない



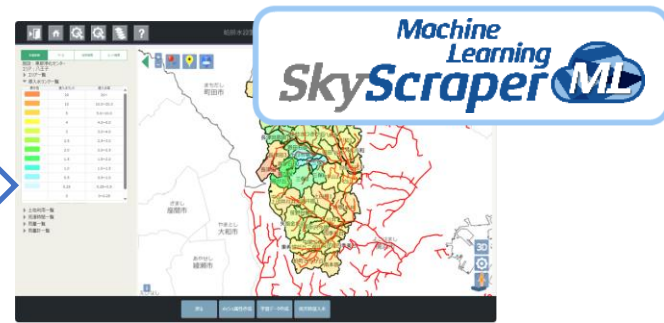
水位計測



水位データ収集



帳票

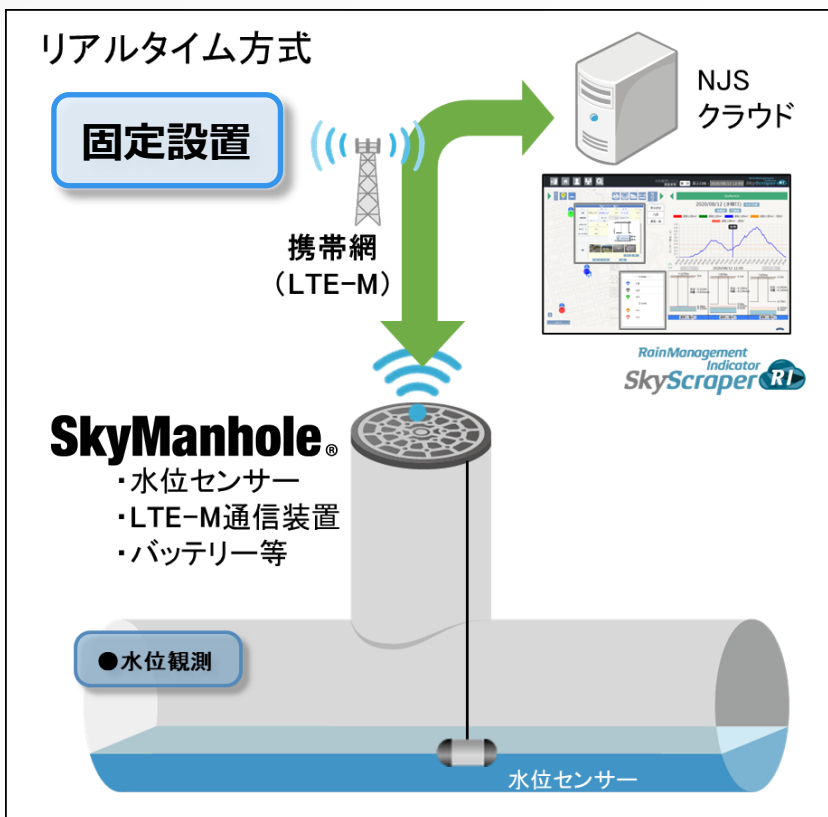


浸入水箇所AI解析

IoTセンサーシステム「SkyManhole」のシステム構成

SkyManholeは無線通信機能を有したIoT型の水位モニタリングシステムであり、設置環境や利用の目的に応じて2種類の観測方式を選択可能。

- リアルタイム観測 : クラウドシステムにて水位情報がモニタリングが可能 → 常時監視・危険周知
- オフライン観測 : 人孔内の通信装置にデータを蓄積する機観測方式（ロガー） → **管内水位調査**



オフライン観測の特徴

ロガー機能の活用

- 水位計で観測した水位情報を人孔内の通信機に保存
- 水位情報は観測地点近辺にてタブレットで収集
- 観測機器の動作状況はタブレットで点検可能



マンホール蓋を開けることなく
水位情報が取得可能

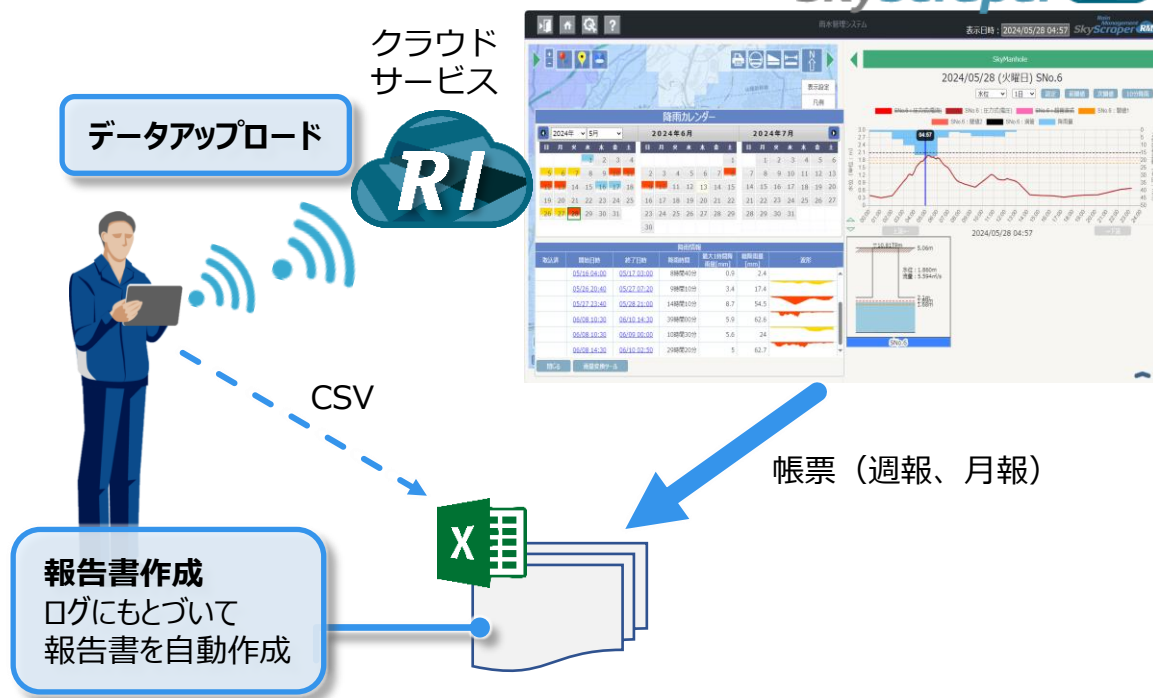
※マンホールから30m程度の距離まで通信可能です。

【現場】

報告書の自動作成

- 水位情報はタブレットからCSV出力
- クラウドシステムにアップロードし帳票も可能

【事務所】

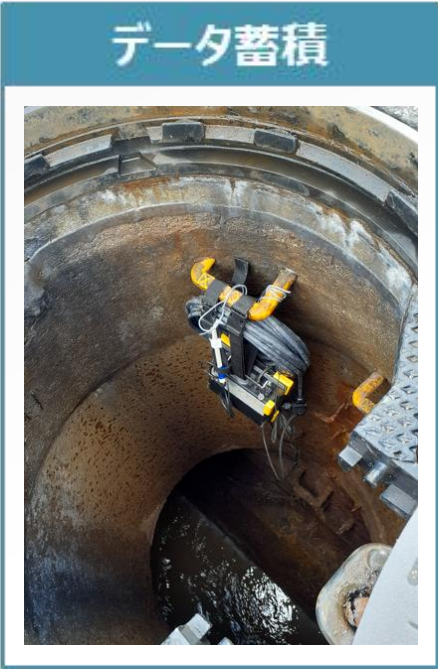


報告書作成に必要な工数を削減することが可能

※現在ご利用されている帳票のフォーマットにする場合は、
カスタマイズ可能です。

オフライン観測の作業フロー

水位観測の作業フロー



設置後の観測期間中は鉄蓋を開けずに水位観測することも可能

投げ込み式水位計諸元（標準品）

SkyManholeで使用する投げ込み式水位計は下記2種が標準品になります。調査環境に応じて測定範囲やケーブル長のカスタマイズも可能。

項	諸元項目		汎用タイプ	小口径タイプ
1	筐体	センサー部	口径:30mm 長さ:115mm 重量:150g ステンレス製	口径:17.5mm 長さ:185mm 重量:80g チタン製
2		ケーブル長	20m ※変更可	7.5m ※変更可
3	測定	範囲	0~10m ※変更可	0~2m ※変更可
4		最小測定単位	1cm	2mm
5		精度	±0.3%F.S.	±0.1%F.S.
6	環境条件	使用温度範囲	-2~50℃	-20~60℃
7	電気特性	出力	4~20mA	
8		供給電源電圧	DC12~28V	DC9~30V
9	外観			

活用事例 1：AIを活用した雨天時浸入水のスクリーニング調査

AIを活用した雨天時浸入水のスクリーニング調査

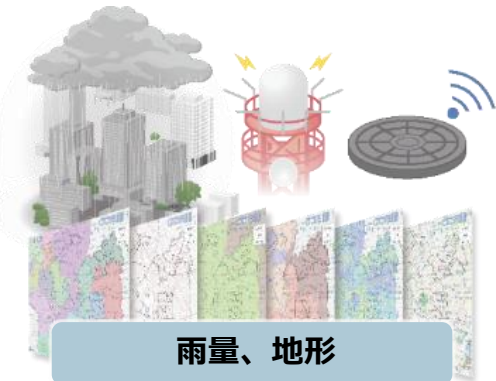
- 雨量や地形などのオープンデータを活用した雨天時浸入水箇所のスクリーニング
- 様々な情報を基に機械学習で作成した浸入水モデルを使った雨天時浸入水箇所の解析
- IoT型水位観測システムで計測した実水位を活用した浸入水箇所の絞り込み



収集データ

収集分析・機械学習

モニタリング

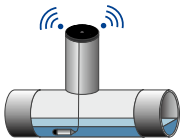


雨量、地形



管路維持管理情報

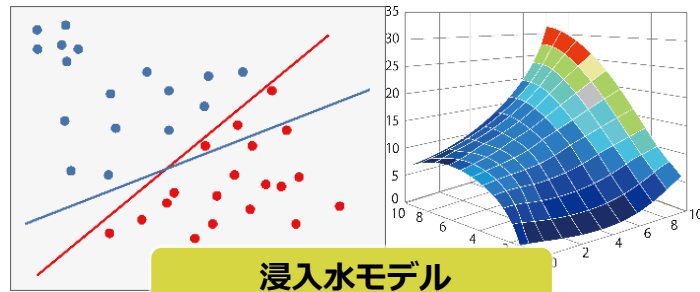
SkyScraper Pipeline PL WEBGIS



SkyManhole®

管内流量

機械学習



浸入水モデル



雨天時浸入水解析結果マップ

雨水ポンプ場
流入水量予測



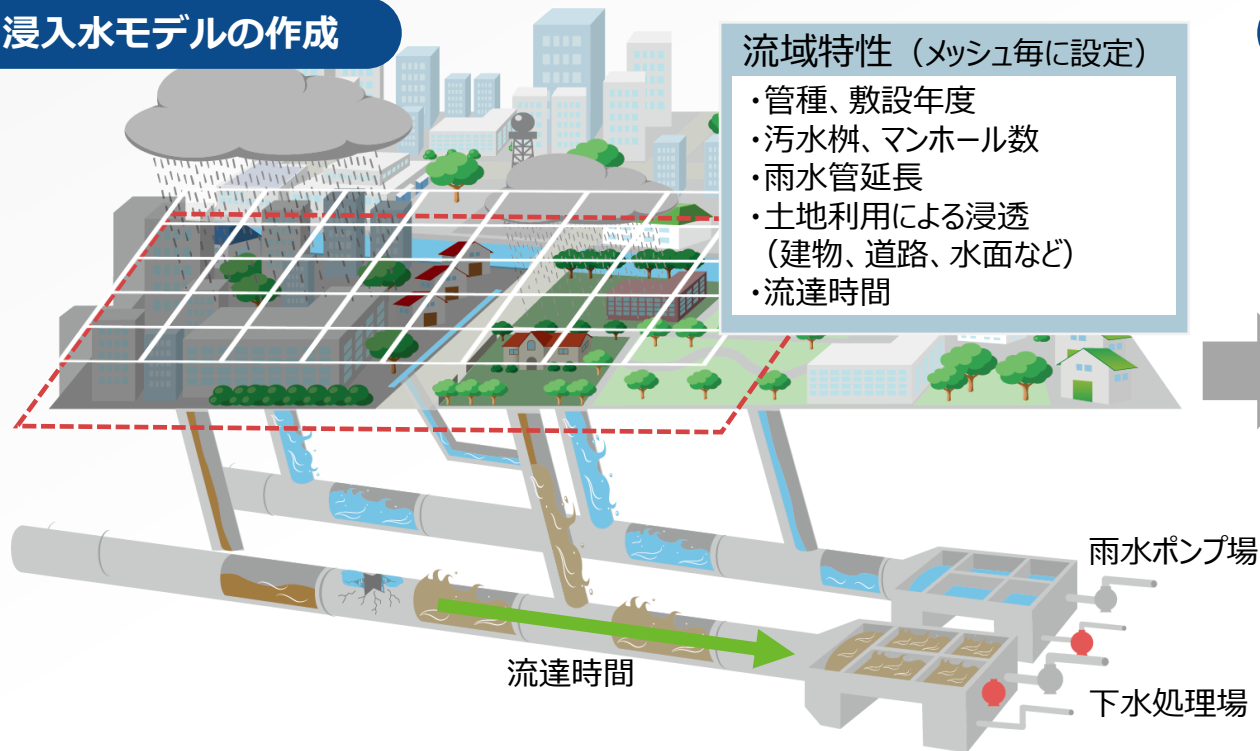
雨天時浸入水発生箇所
絞り込み解析

SkyManhole®

雨天時浸入水発生領域の絞込

- 雨量や流入量などの過去実績値と、地形情報や管路情報を基に機械学習で浸入水モデルを作成
- 実測した雨量と流入量を入力に浸入水モデルを使って浸入水率を解析（浸入水率の推論）
- 浸入水率は50m四方のメッシュ単位で推論し排水区等にマッピング

浸入水モデルの作成

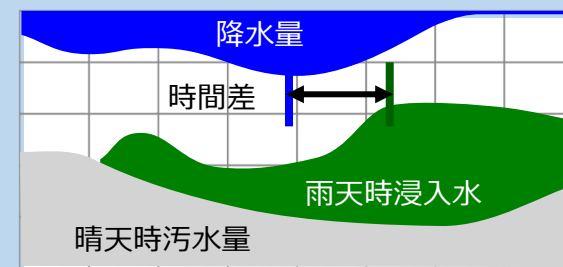


解析結果



（参考）流達時間

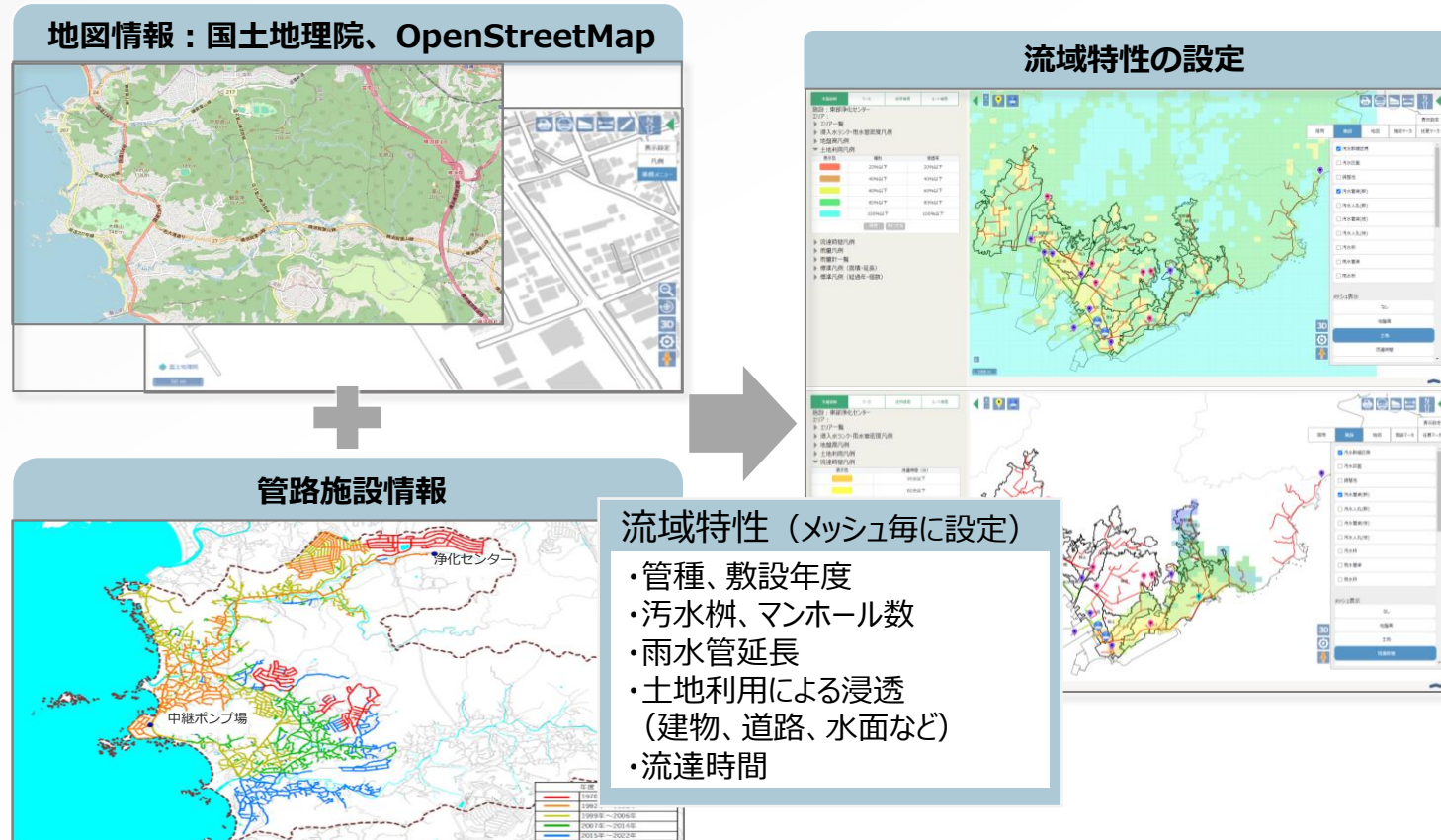
各メッシュからポンプ場や処理場などに到達するまでにかかる時間



浸入水モデルの作成

- ステップ1 地図情報 + 管路施設情報を基にメッシュ単位の浸入水率、流達時間の設定
- ステップ2 雨量情報と浄化施設やポンプ場の流量を入力
- ステップ3 機械学習（ランダムフォレスト）による浸入水モデルの作成

ステップ1



ステップ2

雨量と浄化センター等の流量を入力



ステップ3

ランダムフォレストによるモデル作成



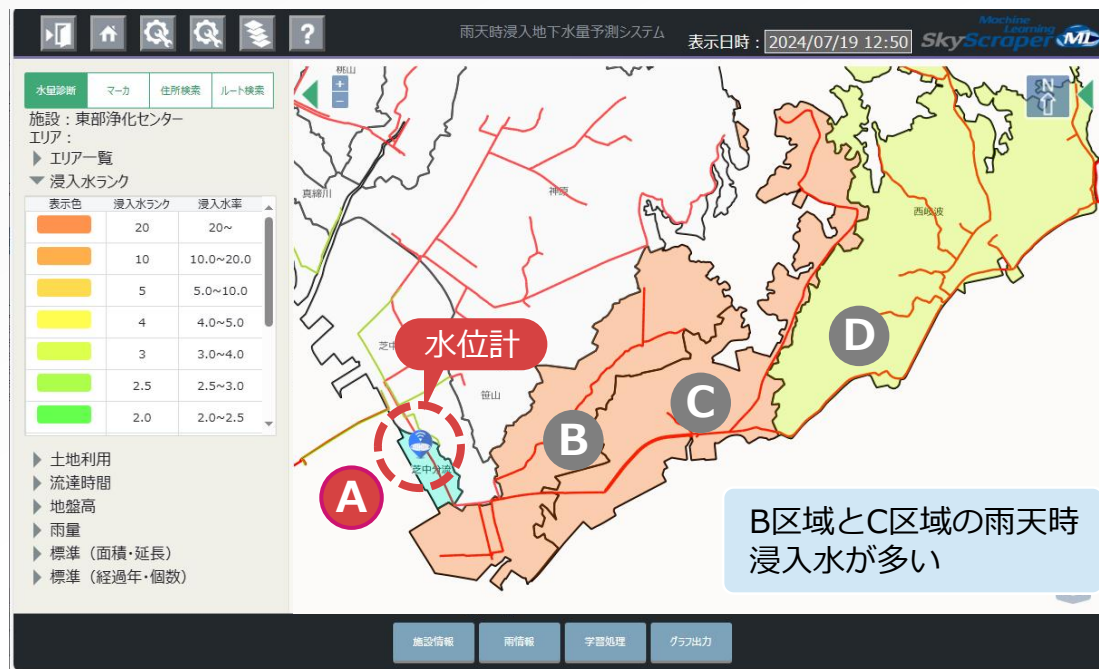
雨天時浸入水箇所の絞り込み

- ステップ1 エリア別の浸入水量の推論（浸入箇所のランク付け）
- ステップ2 流量を実測して再度推論（解析）を行いエリアの絞り込み

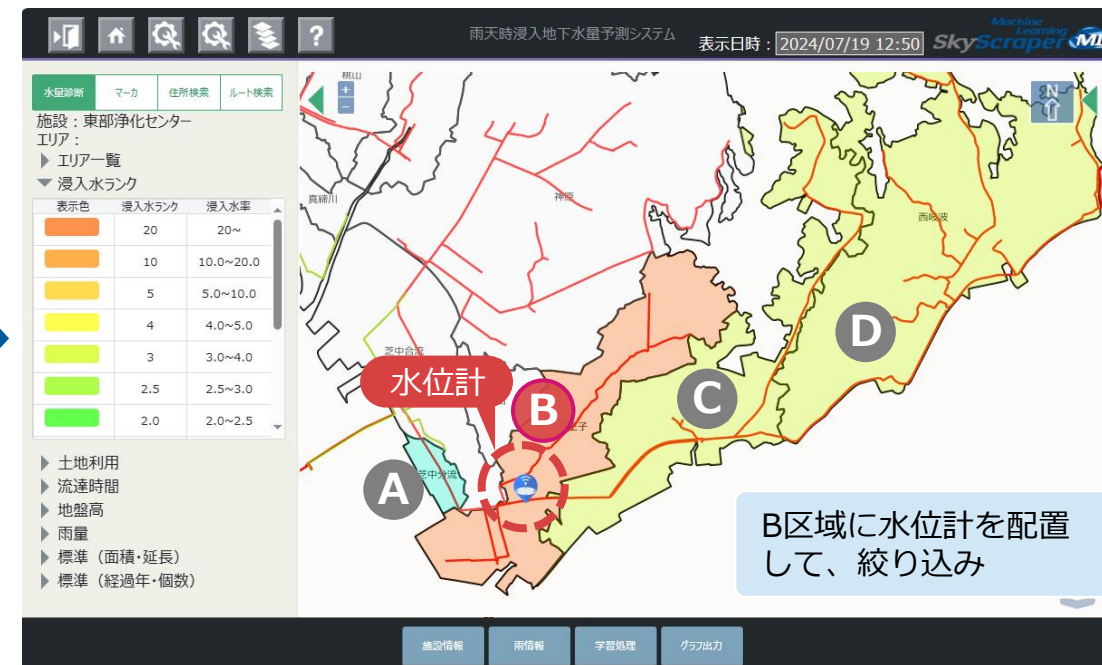
ステップ1 エリア別の浸入水率の推論



ステップ2 浸入水の多いエリアの絞り込み例

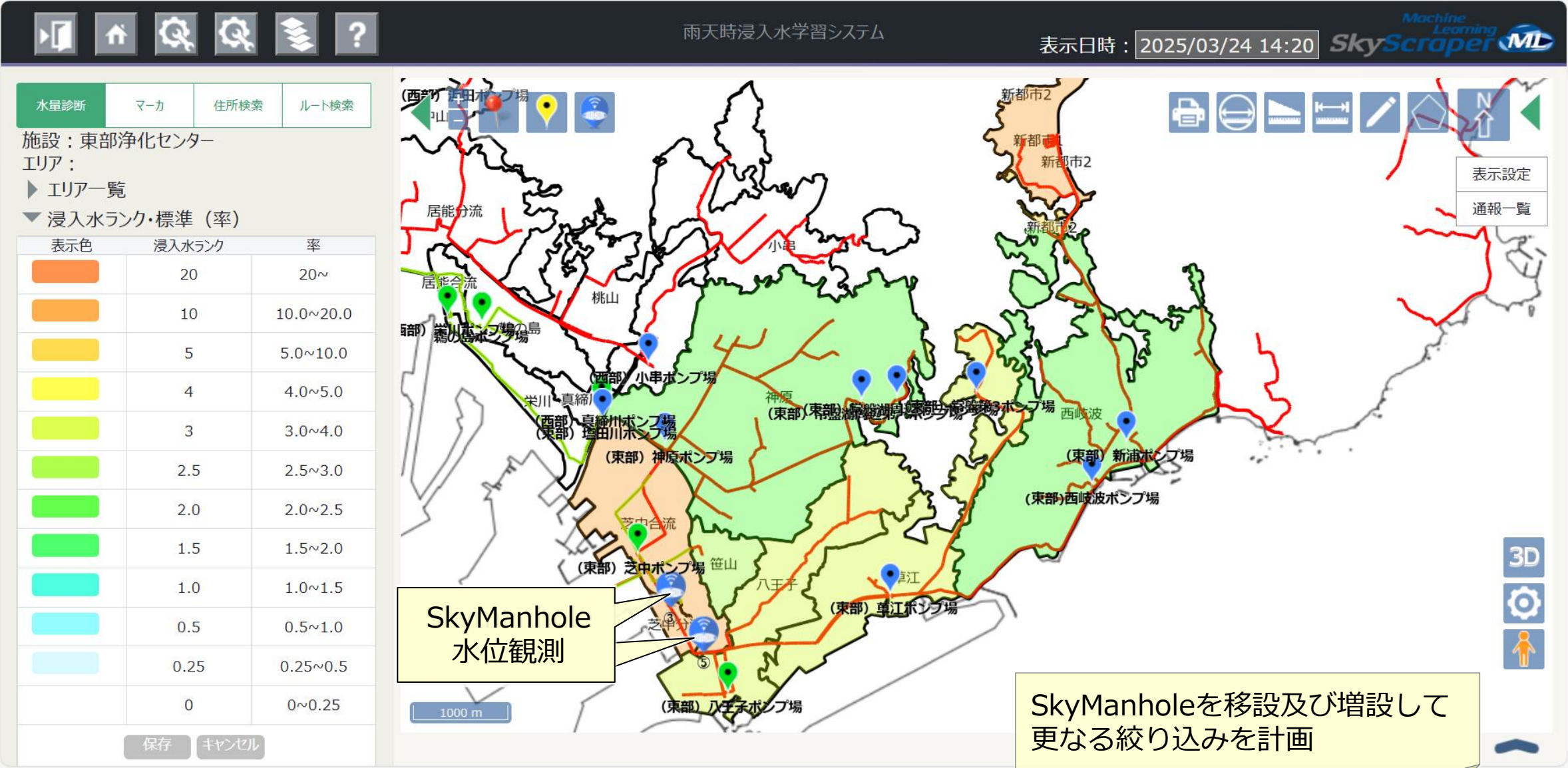


- ・ A区域の水位計情報をもとにした分析結果でB区域とC区域の雨天時浸入水が多い結果



- ・ 水位計の位置を変更し、分析処理を実施
- ・ 雨天時浸入水の発生箇所がB地区内の可能性が高い

実施結果：宇部市様浸入水スクリーニング調査



活用事例 2：リアルタイム観測を活用した広域水位観測

流域幹線水位観測事例

大規模な工場の開業に伴う工場排水による流量増加に備え、雨天時の流入実態を把握すると同時に、将来的な監視の強化と処理能力の評価を目的とした水位観測を実施。

- 浄化施設の処理能力評価
- 流域幹線における雨天時の流入実績調査（溢水対策）



現場点検時の様子



水位観測調査の概要

水位観測条件

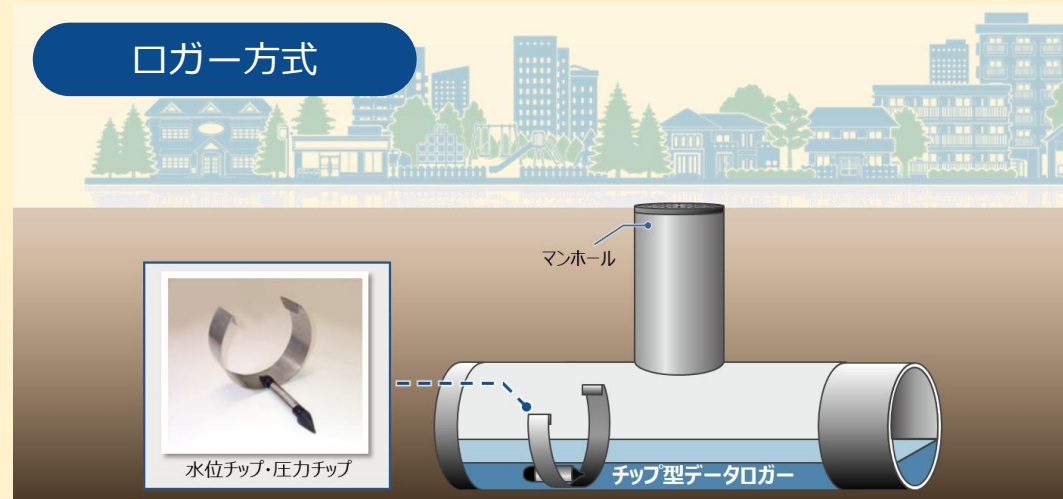
観測対象	計画汚水量に対して相対的に流下能力が低い箇所や、降雨時の実績に対して流下能力が相対的に低い箇所、新設大規模工場の流下点などから選定
観測箇所数	12箇所（3市町村、管路距離15キロ程度）
観測期間	工場の開業前から開業後にわたり長期間実施予定（数年）※R6年度の観測実績120日間
その他条件	1分間隔での水位計測（短周期） 1ヶ月周期での分析（現場作業：蓋を開けてデータ収集）

観測方法（従来）

ロガー方式による水位観測

- 12箇所のマンホール蓋開け作業
- 人の手による現場でのデータ収集作業
- 定期的な点検作業

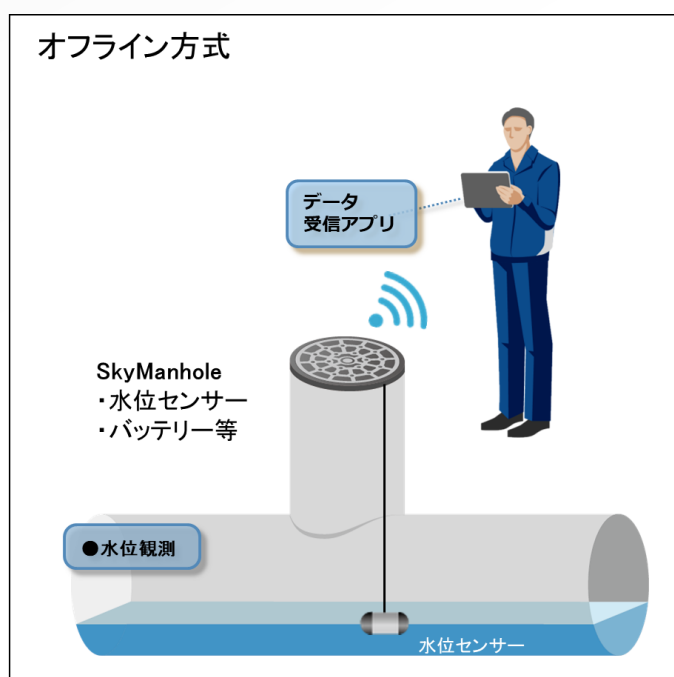
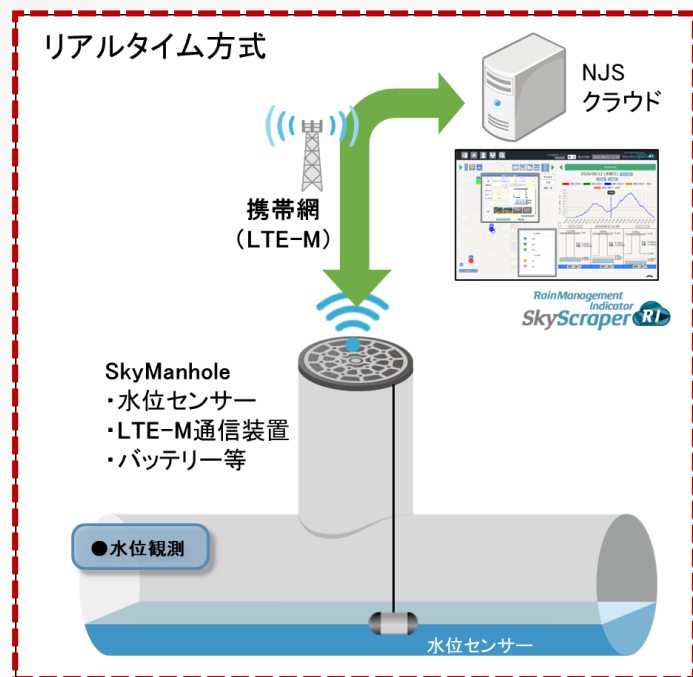
多大な運用コストの削減が課題



リアルタイム方式による水位観測

水位観測作業の効率化による運用コストの削減を目的にSkyManholeのリアルタイム方式を採用。

- リアルタイム方式によるクラウドでの常時観測：7箇所：現場作業不要
- 人孔内からLTE通信が難しい箇所はオフライン方式（ロガー）を併用：5箇所



設置状況



点検作業の効率化を実現

- 現場点検作業（データ収集含む）の短縮【夜間3日→夜間1日】
- 水位観測状況の常時監視
- クラウドシステムによるデータ整理（帳票出力）

リアルタイム方式の稼働状況

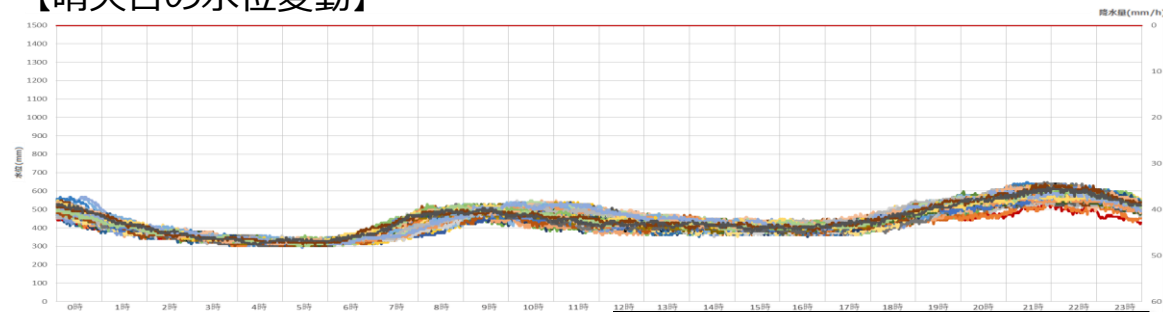
- 収集率：100%(1分計測、12箇所、120日間)
- 電池寿命：3年以上（電池電圧から推定）

水位観測の結果

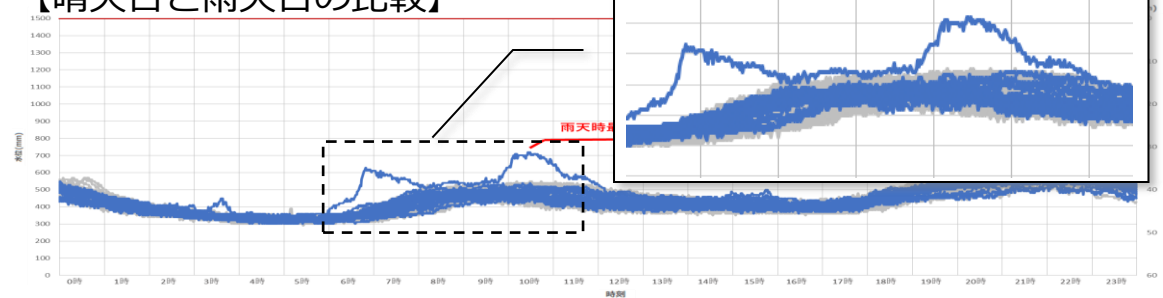
- 各観測地点における晴天時と雨天時の水位変化から降雨による影響度を確認
- 影響の大きい降雨による水位変化を流域全体で分析 → 流域幹線の弱点を洗い出し

例：雨天の状況分析

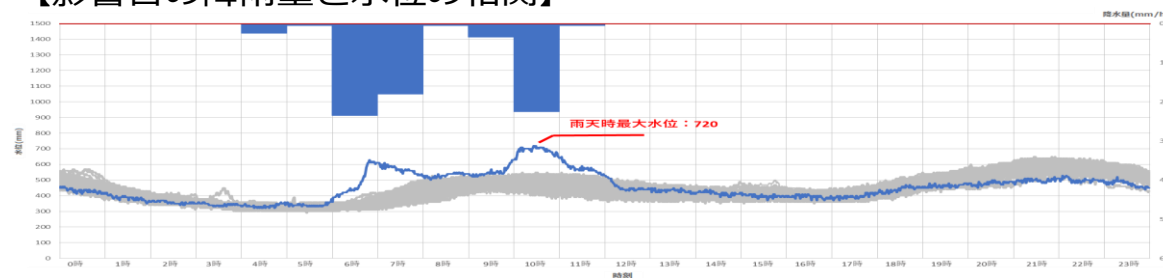
【晴天日の水位変動】



【晴天日と雨天日の比較】

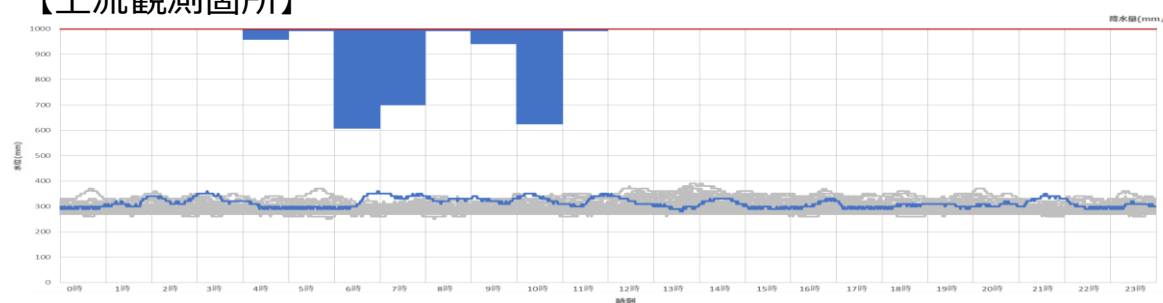


【影響日の降雨量と水位の相関】

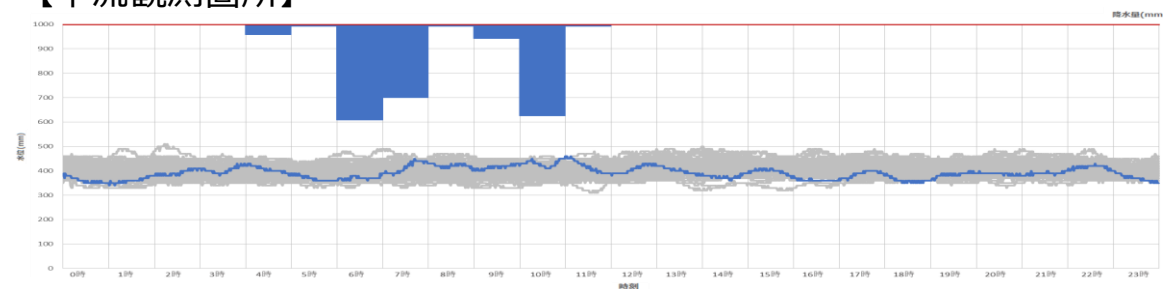


例：影響の大きい雨天日の変動比較

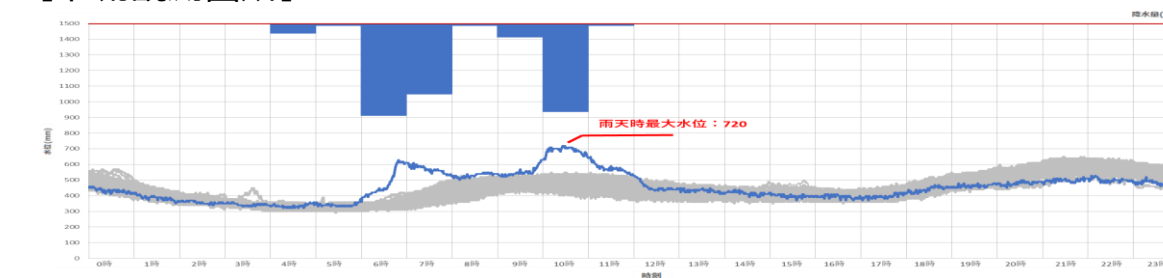
【上流観測箇所】



【中流観測箇所】



【下流観測箇所】



クラウドシステムにおいて、より効率的な調査と分析を支援する傾向分析機能を開発中

- 指定期間の24時間水位グラフを重畳表示（晴天日指定、雨天日指定、全日指定）
- 指定日の晴天時水位状況を背景（グレーグラフ）とした水位と時間雨量の表示

出力条件設定

出力条件を指定

新機能
傾向分析

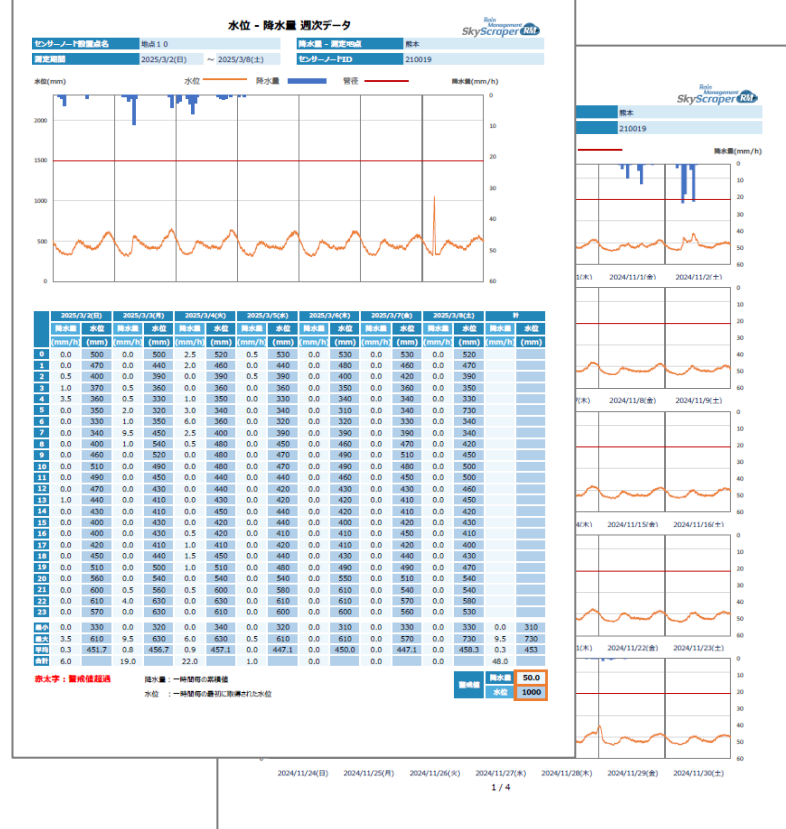
期間重畳グラフ（傾向）



時間雨量と水位グラフ（傾向）



日報・週報・月報（詳細）



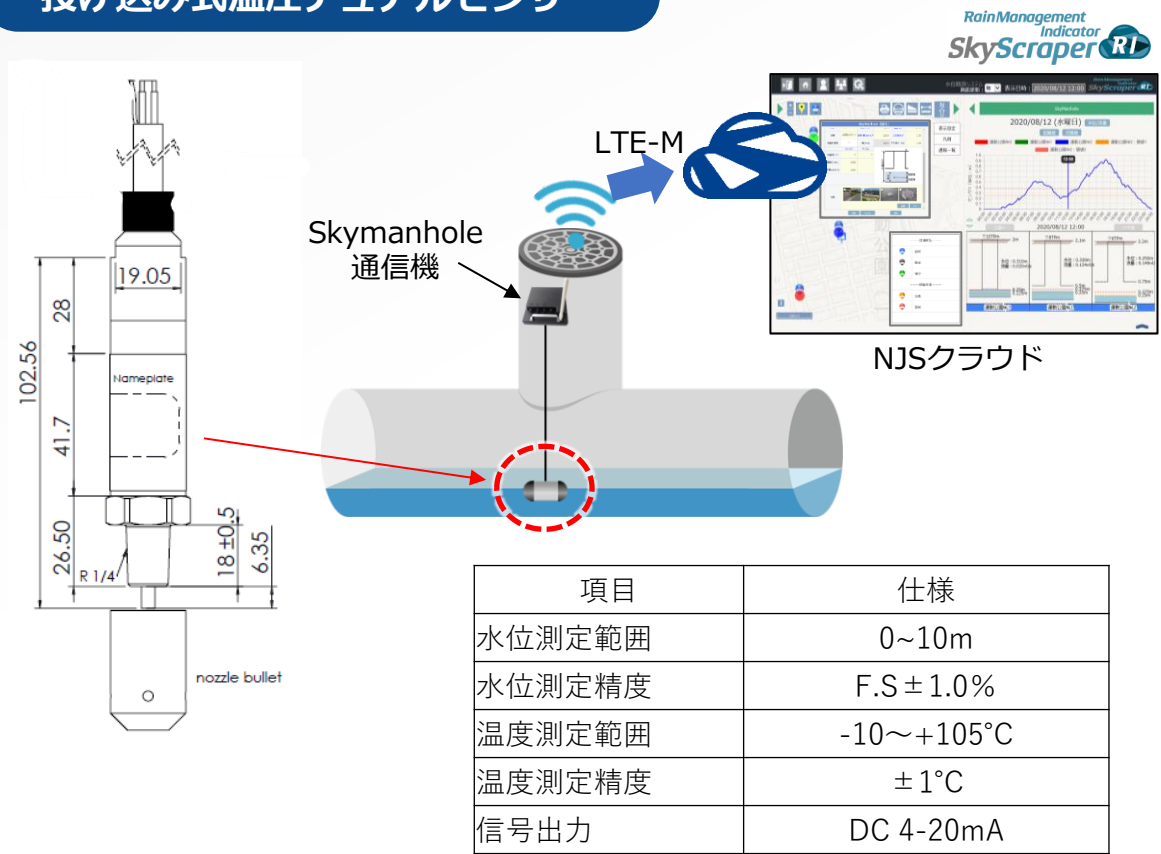
詳細な調査・分析

センサー拡張に向けた新たな取り組み紹介

SkyManholeによる調査機能の高度化を目的に下記センサーの提供を計画。

- 水位と水温を同時に計測が可能な**投げ込み式温圧デュアルセンサー**
- 硫化水素のリアルタイム観測に向けた**硫化水素センサー**

投げ込み式温圧デュアルセンサー



硫化水素センサー

