

令和7年度 B-DASHガイドライン説明会

分流式下水道の雨天時浸入水量予測  
及び雨天時運転支援技術に関する実証事業

住友重機械エンバイロメント・丹波市共同研究体

1. 革新的技術の概要
2. 革新的技術の適用範囲
3. 革新的技術の導入効果
4. 革新的技術の維持管理
5. 実証期間中に行った技術上の工夫・改善点
6. 問い合わせ先

# 1. 革新的技術の概要

## ○目的

局地的な豪雨や大規模降雨の増加に伴い、少人数で複数の処理場を管理している地域では、処理場での浸水被害の発生が散見される。

降雨による処理場への流入水量を予測し、警報の発報及び適切な操作支援ガイダンスを発出することで、浸水被害の発生リスクを軽減するためのものである。

## ○現状の降雨時対応

気象庁発表の気象警報・注意報により準備・体制を構築する。

施設周囲には仮設ポンプ等を準備し、施設外部からの浸水を防止する。

施設流入量増加には、流入ゲートやポンプ操作を行い、施設の浸水を防止する。

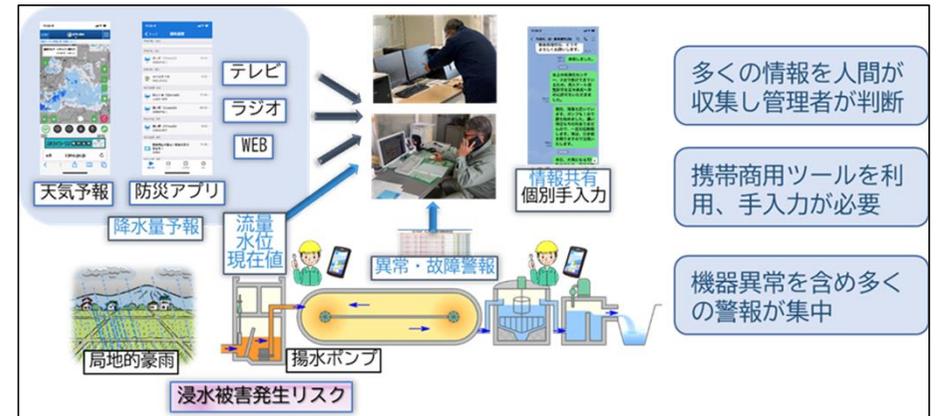
## ○課題

### ①準備時間の確保

気象警報・注意報を起点にする場合、実際に対応する必要がある流入水量の時刻に対して大幅にずれが生じ、長時間待機や準備に必要な時間の確保が困難となる可能性がある。

### ②適切な実施作業の判断が困難

実施する作業が現場任せとなり、作業者が実施すべき作業を判断できないことがある。



災害発生時

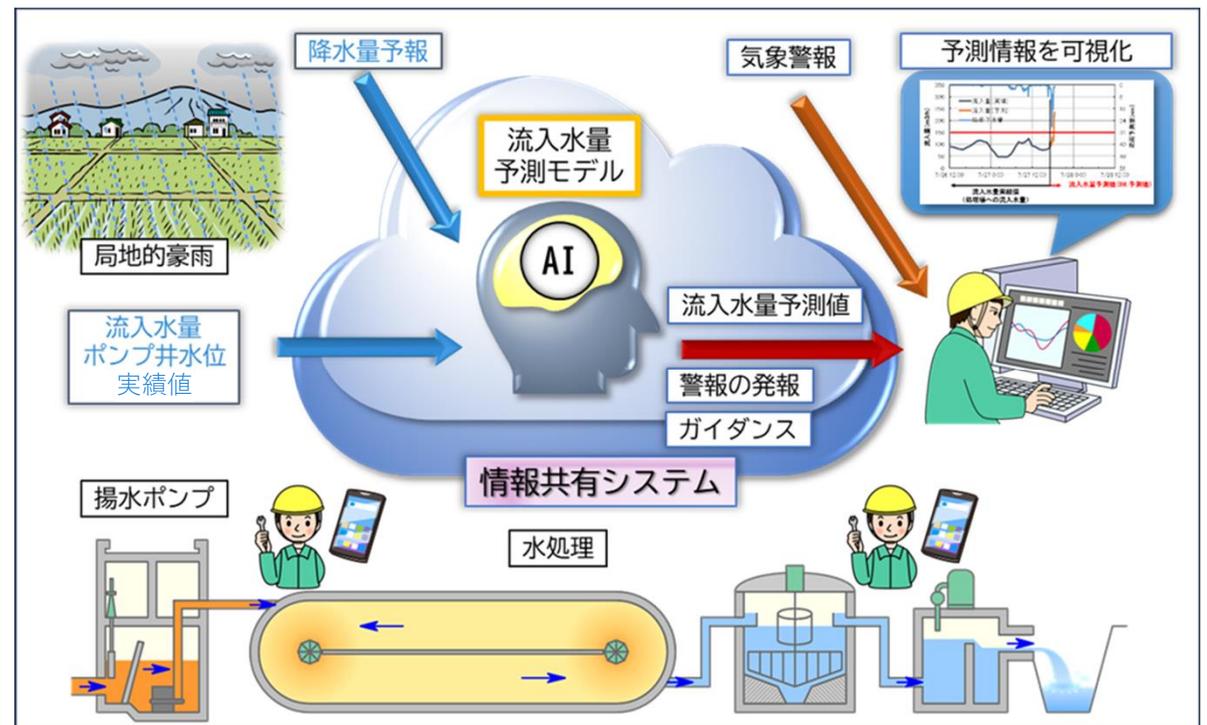
# 1. 革新的技術の概要

## ○概要

本技術は処理場への流入水量実績値及び降水量予報値を用いた流入水量予測AIモデルにより流入水量を予測し、警報発報、及び操作支援ガイダンスを行うことで、適切な運転支援及び処理場の浸水被害発生確率の軽減が可能となる。

## ○特徴

- ①適切なタイミングで警報を発報  
降雨による処理場への流入水量増加を予測し事前に警報を発報することで、待機時間の削減や、準備時間の確保が可能
- ②ガイダンスによる操作支援  
必要な作業を事前に示すことで現場作業の支援が可能
- ③情報共有システムによる集中管理と情報共有
- ④幅広い施設に適用可能



# 1. 革新的技術の概要

## ○構成要素技術

本革新的技術を構成する要素技術を以下に示す。

### (1) データ収集技術

流入水量予測AIモデルによる流入水量予測に必要な以下の情報を収集するための技術である。

- 1) 流入水量実績値
- 2) 降水量予報値

### (2) データ利用技術

収集したデータを利用するための技術である。

- 1) データ受信／保存技術
- 2) 流入水量予測技術
- 3) セキュリティ対策

### (3) 流入水量予測AI構築・再構築技術

流入水量予測AIモデル構築・再構築技術は流入水量予測AIモデルが十分な精度を確保するための技術である。

- 1) 流入水量予測AIモデル構築条件
- 2) 流入水量予測AIモデル実装技術
- 3) 流入水量予測AIモデル構築・再構築要件

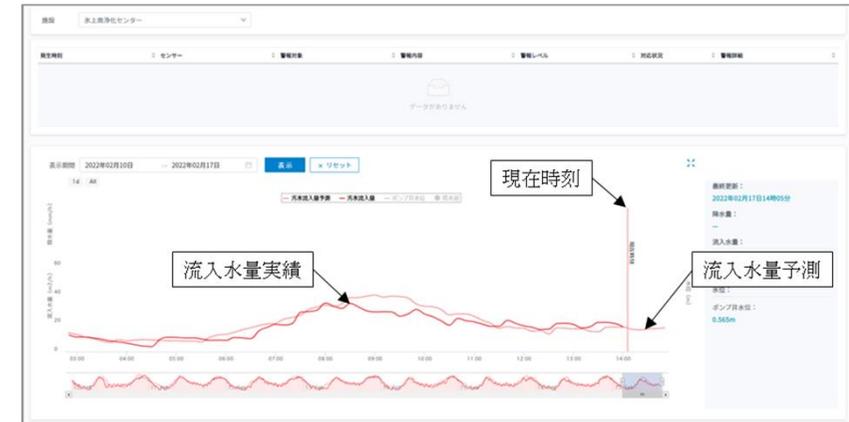
### (4) 運転支援技術

流入水量予測値が閾値を超えた場合に、運転支援を行うための技術である。

収集データ(例)

種 類	(a)流量計あり	(b)流量計なし	
測 定 対 象	流入水量	主ポンプ 吐出量	ポンプ井 水位
データ種類	瞬時値		
データ処理 方 法	平均	算出	
測 定 間 隔	流入水量予測間隔以下		

データ共有画面(例)



# 1. 革新的技術の概要

## (3) 流入水量予測AI構築・再構築技術

### 1) 流入水量予測AIモデル構築条件

本革新的技術で使用するAIは、流入水量を予測する「**特化型AI**」であり、「**教師あり学習**」で事前に用意された時系列データをもとに学習し、過去データを入力して未来を予測する。使いやすいAIとするため、**一般的で汎用性の高い手法**を用いている。

### 3) 流入水量予測AIモデル構築・再構築要件

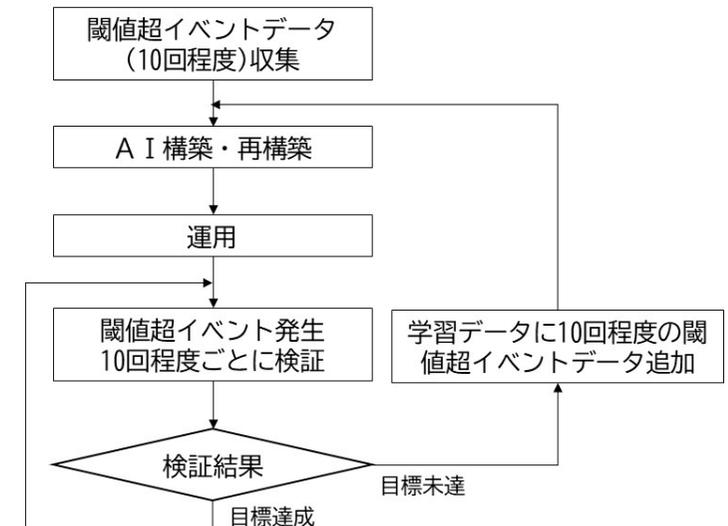
流入水量予測AIを構築するためには、対象下水処理場の流入水量実績値が必要になる。また、流入水量予測AIモデルは一度構築すればよいものではなく、**継続的な検証と再構築を繰り返す事で高い精度を維持することができる。**

## A I 構築条件(例)

ソフトウェア	Mathworks社製 MATLAB		
予測モデル	非線形 input-output モデル(深層学習)		
アルゴリズム	レーベンバーグ・マーカート法		
ラグ値	7		
隠れ層	20		
利用データ	説明変数	流入水量	流入水量実測値(流入水量予測間隔)
		降水量予報値	24種類 降水地点4地点×予報時刻6時刻=24種類
	目的変数	流入水量	予測時間後の流入水量実測値 予測時間=体制構築時間+余裕時間



実証事業期間における予測結果



A I 構築と再構築のフローチャート

## 2. 革新的技術の適用範囲

### ○適用条件と推奨条件

本確認技術の適用について、適用条件に合致するか確認し、そのうえで推奨条件について確認することで、費用対効果を得られ易いかどうか確認する。

#### (1) 適用条件チェックリスト

##### 適用条件

##### 排除方式

分流式である

##### 運転管理体制

体制構築時間が60分以下である

チェックリストで適用条件を確認し、適用可能性調査に移行するかを判断。

#### (2) 推奨条件チェックリスト

##### 推奨条件

##### 処理方式

OD法または回分法である

##### 制御システム

自動の流入量制御でないこと

##### 通信方式

インターネット回線がある

スマートフォンやタブレットの端末がある

##### データ収集システム

サーバーを使用した運転管理システムがある

流入水流量計がある

##### 流入水流量計が無い場合

ポンプ井水位計がある

主ポンプ吐出量流量計がある

##### 閾値超イベント頻度

年間10回程度

- ・ 浸入水による影響が大きい小規模下水処理施設での代表的な処理方式であるOD法と回分法を本技術の推奨とした。
- ・ 本技術の効果が出やすい、自動制御方式を持たない場合を推奨とした。
- ・ これら以外の項目により本技術適用による費用対効果を評価した。

# 3. 革新的技術の導入効果

## ○導入効果の評価と導入判断

革新的技術の導入は、導入効果の評価から総合的に判断して、本技術の導入に係る意思決定を行う。

### ◆ 導入効果評価

#### 評価方法

費用便益分析（B/C）により評価を行う。

- (1) 費用（C）
  - 1) システム構築費用の算出
  - 2) 発生源対策費用との比較
- (2) 便益（B）
  - 1) 被害軽減期待額の算出
  - 2) 本システムによるその他効果
- (3) 費用便益分析（B/C）

費用便益分析は一箇所の処理場だけでなく、管理する複数の処理場を合わせて検討することも推奨する。

### ◆ 導入判断

#### 判断方法

導入効果評価から総合的に判断して導入効果が見込まれる場合には、本技術の導入に係る意思決定を行う。十分な導入効果が見込まれない場合は、導入運用に係る条件の見直し、複数処理場合わせでの実施を検討した上で再検討を行う。

効果が無い場合には導入検討を中止する。

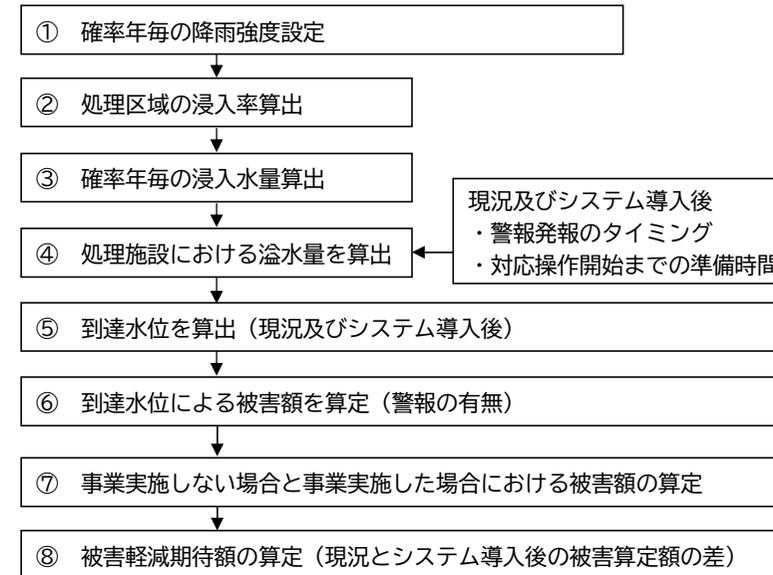
システム構築費(建設費)算出対象(例)

No.	項目
1	情報共有システム
	クラウド構築
	AI初期構築
	システム連携費用
2	データ収集システム
	ポンプ井水位計
	ポンプ吐出流量計
	流入水量算出システム構築
	通信盤
3	通信・端末
	通信回線
	携帯端末
4	設置費
	現地工事費

システム構築費(維持費)算出対象(例)

No.	項目
1	維持費（基本）
	クラウド維持
	システム維持
	サーバー維持
	通信費
	電気代
2	維持費
	AI再構築

被害軽減期待額算定フロー(例)

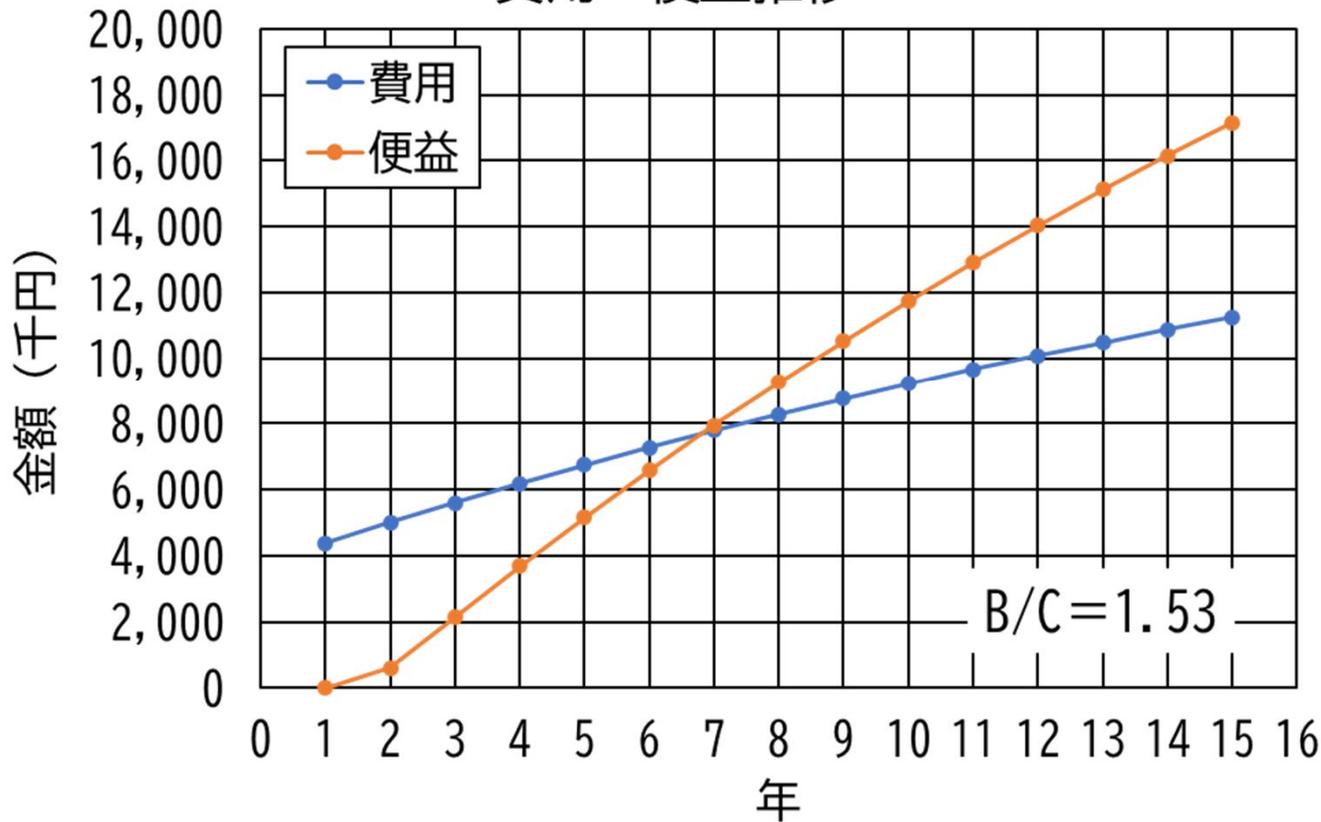


### 3. 革新的技術の導入効果

#### ◆ 費用便益分析

- ・ 費用便益分析 (B/C) による評価

費用・便益推移

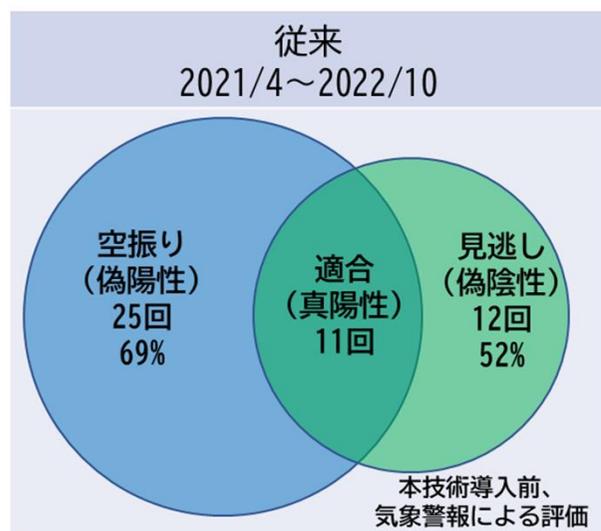


- ・ 既存クラウドの利用等により導入より7年以上運用した場合に $B/C > 1$ を達成
- ・ 検討条件に応じて費用対効果を得られる可能性がある事を確認

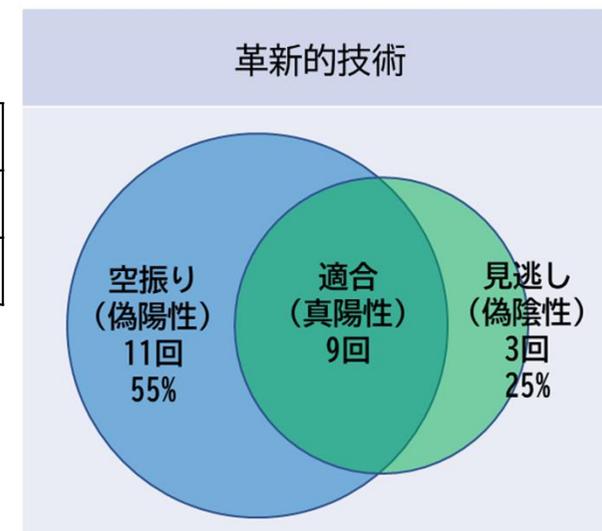
### 3. 革新的技術の導入効果

#### ◆ 施設運転支援

- ・施設浸水リスクのある下水が流入するイベントの流入水量を予測
- ・技術導入前のイベントに対する見逃し率と空振り率を比較



従来	名 称	結 果
52%	見 逃 し 率	25%
69%	空 振 り 率	55%



本技術が従来技術（気象警報・注意報による対応）より見逃し率と空振り率が小さい事を確認  
本技術導入によって、浸水リスク軽減の可能性を確認

## 4. 革新的技術の維持管理

○システムを構成する装置・機器、A I 関連維持管理システムを構成する装置・機器、A I 関連について、適切な維持管理が行わなければならない。

### (1) 測定機器、通信盤の維持管理

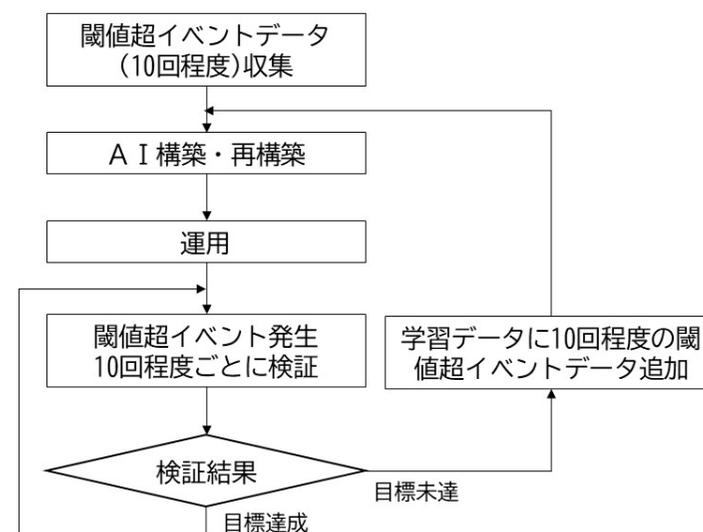
測定機器(流量計、水位計)と通信盤を良好な状態に維持するため、保守作業を行う。保守作業は点検と校正に分けられ、点検には日常点検、臨時点検がある。

### (2) データ受信/保存技術、セキュリティ対策、データ管理の維持管理

(3) **流入水量予測A I の精度維持**、向上作業  
管きよ、ポンプ場、雨水滞水池などの新設、増設、補修による変化、降水パターンの変化、降水量予測精度の変化等により流入水量実績値が変化することが考えられる。このため、予測精度を確保するうえで、**構築された流入水量予測A I モデルを「A I 構築と再構築のフローチャート」に従い必要に応じて更新する事が必要**である。

流量計保守作業項目の一例

保守作業種別	点検			校正
	日常点検	定期点検	臨時点検	
頻度	毎日または使用ごと	半年に1回から1年に1回	異常発生時	半年から1年に1回
目的	日々の運用における正常動作の確認	定期的な流量計の性能確認、故障や劣化の防止	異常が発生した場合の点検	測定精度の確保
項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 表示値のチェック</li> <li>✓ 外観の確認</li> <li>✓ 異常音や振動の確認</li> <li>✓ 配管や接続部の漏れ確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 全体の動作確認</li> <li>✓ 接続部や配管の点検</li> <li>✓ センサー部分の点検と清掃</li> <li>✓ 校正作業(簡易校正)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 異常箇所の特定</li> <li>✓ 修理や部品交換</li> <li>✓ 必要に応じた再校正</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 標準機を用いた比較測定</li> <li>✓ 校正曲線の作成</li> <li>✓ 必要な調整と修正</li> </ul>

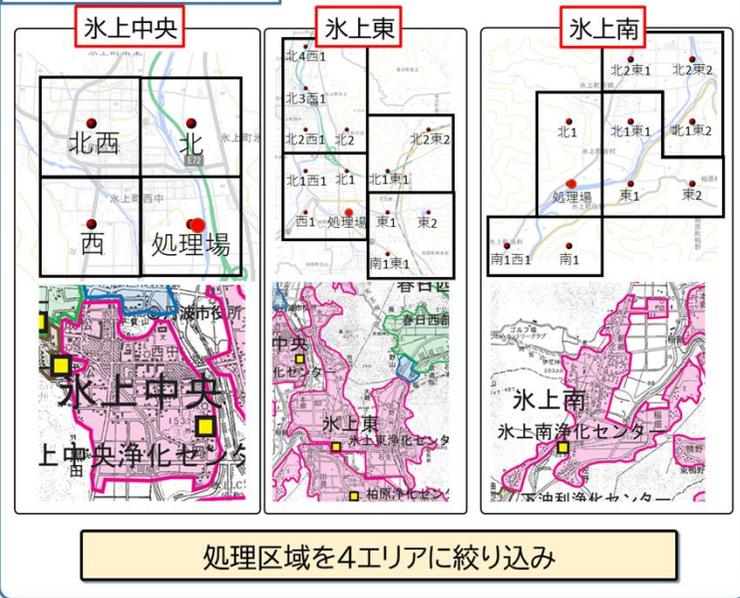


A I 構築と再構築のフローチャート

# 5. 実証期間中に行った技術上の工夫・改善点

- 令和4年度(2年目)の工夫・改善点
  - ・降水量データの最適化
  - ・予測時刻見直し

## ① 降水地点の見直し



## ② 降水量予報時刻の見直し

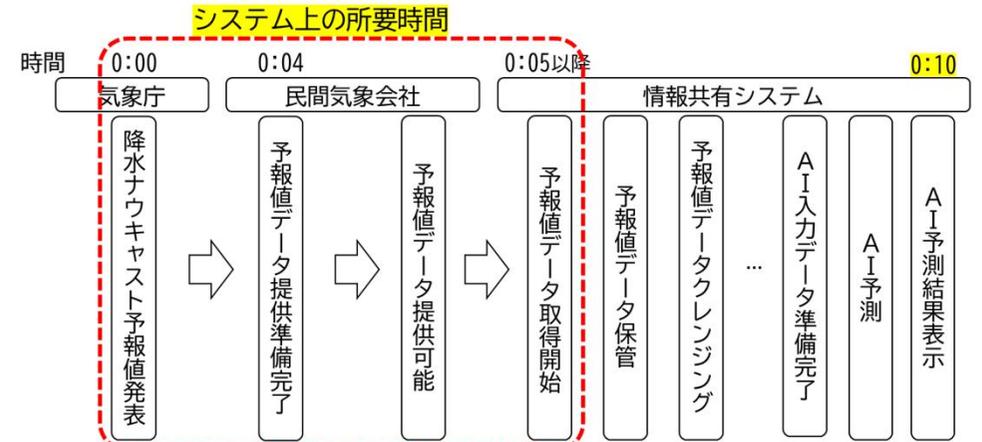
- 10分後予報値
- 20分後予報値
- 30分後予報値
- 40分後予報値
- 50分後予報値
- 60分後予報値

6時刻全てを使用  
(各エリアの平均値)

24インプットデータ

## ○問題点

流入水量実績値、降水量予報値のデータ取得に短時間(数十秒程度)と想定していたが、実運用開始後に5~6分間を要することが判明。



60分前にAI予測結果を出力するため、システム上の所要時間を考慮し70分後予測に変更。

降水量予報時刻について6時刻全てのデータを使用するよう見直しを行った。似たような値が多くても結果に結びつかないことから処理区域を4エリアに絞り込む工夫も同時に実施しインプットデータである降水量予報値を整理した。

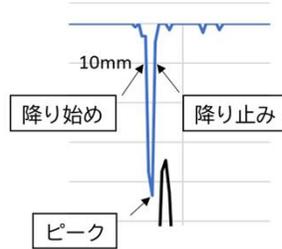
# 5. 実証期間中に行った技術上の工夫・改善点

○令和4年度(2年目)の工夫・改善点

- ・ イベントデータの切り分け
- ・ ハイパーパラメーターの最適化

◆ 降水パターン比較

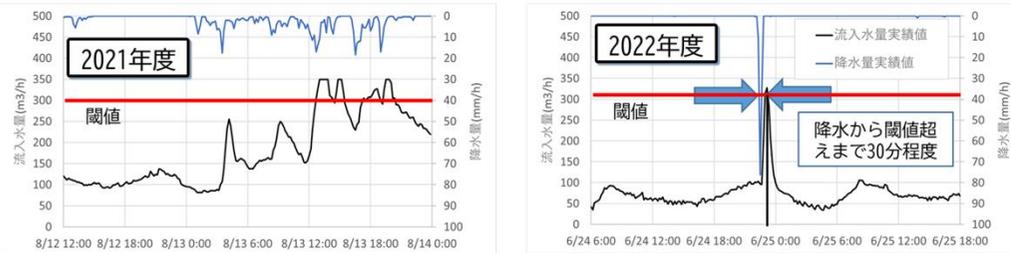
	2021年度	2022年度
短時間大雨回数	2	9
閾値超回数	11	12



短時間大雨の定義 (仮)

- ① 降り始め (10mm/h以上) からピークまでの時間差：30分以内
  - ② 降り始めから降り止め (10mm/h未満) までの時間差：120分以内
  - ③ 実流入水量：閾値超え
- 以上3つの条件を全て満たす場合、短時間大雨と定義する。

◆ 短時間大雨への対応

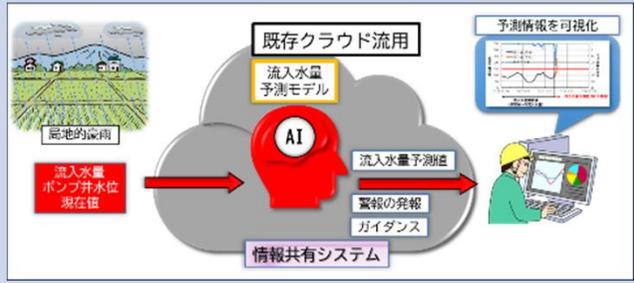
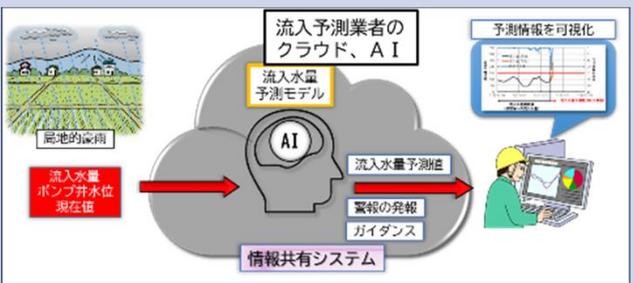


2021年度は流入水量が閾値超え(300m<sup>3</sup>/h)時の短時間大雨降水パターンが2回であったことに対し、2022年度は殆どが短時間大雨であった。そのため、2021年度の学習結果で2022年度を予測することは困難であった。

ツール	Mathworks社製 MATLAB
予測モデル	非線形 input-output モデル
隠れ層	20層
時間遅延	7セット

## 5. 実証期間中に行った技術上の工夫・改善点

- 令和5年度(3年目)の工夫・改善点  
 ・システム構成要素の見直しによるB/C改善

		ケース1	ケース2
特長		<ul style="list-style-type: none"> <li>既存のクラウドを流用</li> <li>ノウハウ蓄積に貢献</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>使用者がクラウドを用意することなく低コストでの運用が可能</li> <li>ノウハウ蓄積困難</li> </ul>
情報共有システム	クラウド	既存クラウド流用	流入水量予測業者のクラウド
	AI	新規制作	新規制作
データ収集システム		新規制作	新規制作
イメージ図			
カスタマイズ性		○	△
コスト		◎	◎

## 6. 問い合わせ先

---

丹波市	上下水道部 下水道課 〒 669-4192 兵庫県丹波市春日町黒井811番地 TEL 0795-74-0224
住友重機械エンバイロメント株式会社	営業統括部水処理営業本部 〒 141-0033 東京都品川区西品川一丁目1番1号 住友不動産大崎ガーデンタワー18F TEL 03-6737-2728 FAX 03-6635-5732 Mail shiev.zmz_kan@shi-g.com