

# 海外及び国内の下水道システムに関するAI技術の現状

# 海外の下水道システムに関するAI技術の現状

## 【AIシステムを使用した水処理運転制御支援システムの取組み概要】

### ① 件名または製品名

AIを用いた下水処理場の運転制御支援システム

**Hubgrade Performance Plant (ハブグレード・パフォーマンスプラント)**

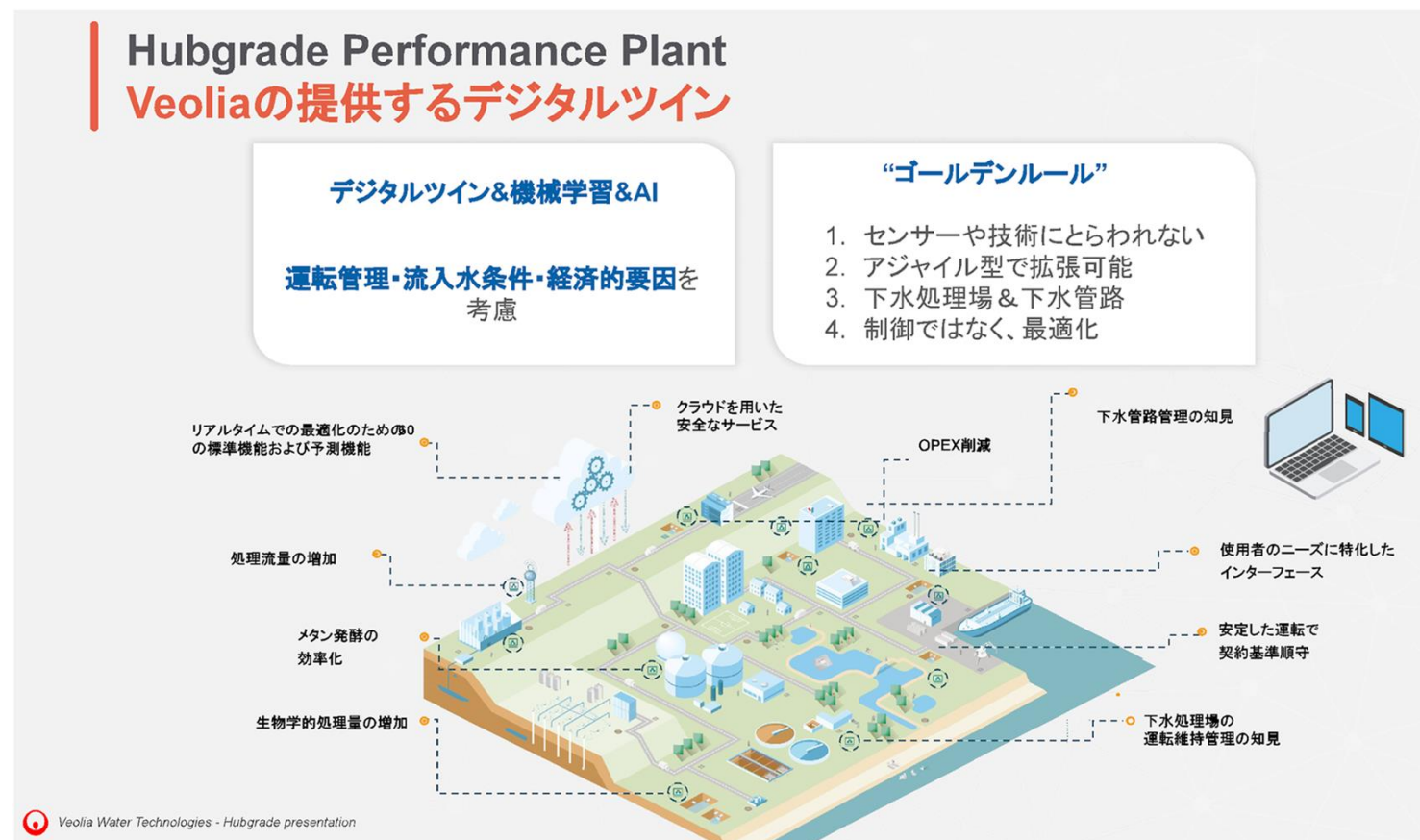
### ② 事業者

Veolia (ヴェオリア) 日本国内はヴェオリア・ジェネッツ株式会社

### ③ AIの概要と目的

AIによる運転制御支援システムを導入することで、薬品注入量や電力消費量の最適化が可能となり、環境負荷の低減に大きく貢献する。

熟練技術者の知識や経験に頼っていた部分を運転制御支援システムによる自動制御で補完することで、技術承継や技術者不足問題の課題解決に貢献するとともに運転維持管理の最適化・効率化を図ることが可能となる。



図の出典：ヴェオリア・ジェネッツ社提供資料

## ④ 制御のアルゴリズム

SmartMPC（Model Predictive Control）：モデル予測制御と機械学習を組み合わせたアルゴリズム

## ⑤ 制御方法

監視制御システム（SCADA/DCS）より処理場の運転・計装データを通信し、AIを用いたアルゴリズムが水質シミュレーションをクラウド上で実行する。OPEX削減に影響の大きい機器に対して、制御目標の設定値を計算し出力する。

出力設定値は予め技術者が設定した上下限值に収まる結果を出力するものとし、範囲外の計算結果は現場PLCへ自動出力しない。出力した設定値により、プラント設備を自動制御する。

制御対象設備に応じて複数のモジュールを組み合わせて、達成目標に合わせてパッケージ化する。

## ⑥ インプットとアウトプット

インプット（学習）： 過去2年分のデータを基にシミュレーション

インプット（運用）： 機械からのデータ（DO値や堰/バルブ開閉情報）や計器からのデータ（アンモニアや硝酸、リン酸等）

アウトプット： 制御対象設備の設定値（設定値によりプラントは自動制御される）  
出力値は事前に設定した上下限の制限内

## ⑦ 導入実績等

主にヨーロッパ、北米、アフリカ、オーストラリア等で導入されており、2019年頃よりAIアルゴリズムを組み込みパッケージ化している。

日本国内においてもコンサルテーション事業にて導入が検討されている。

# 国内の下水道システムに関するAI技術の現状

## 【汚泥処理の取組み概要】

### ① 件名または製品名

自動運転技術による創エネルギー型脱水焼却システムの安定運転と省力化の実現

### ② 事業者

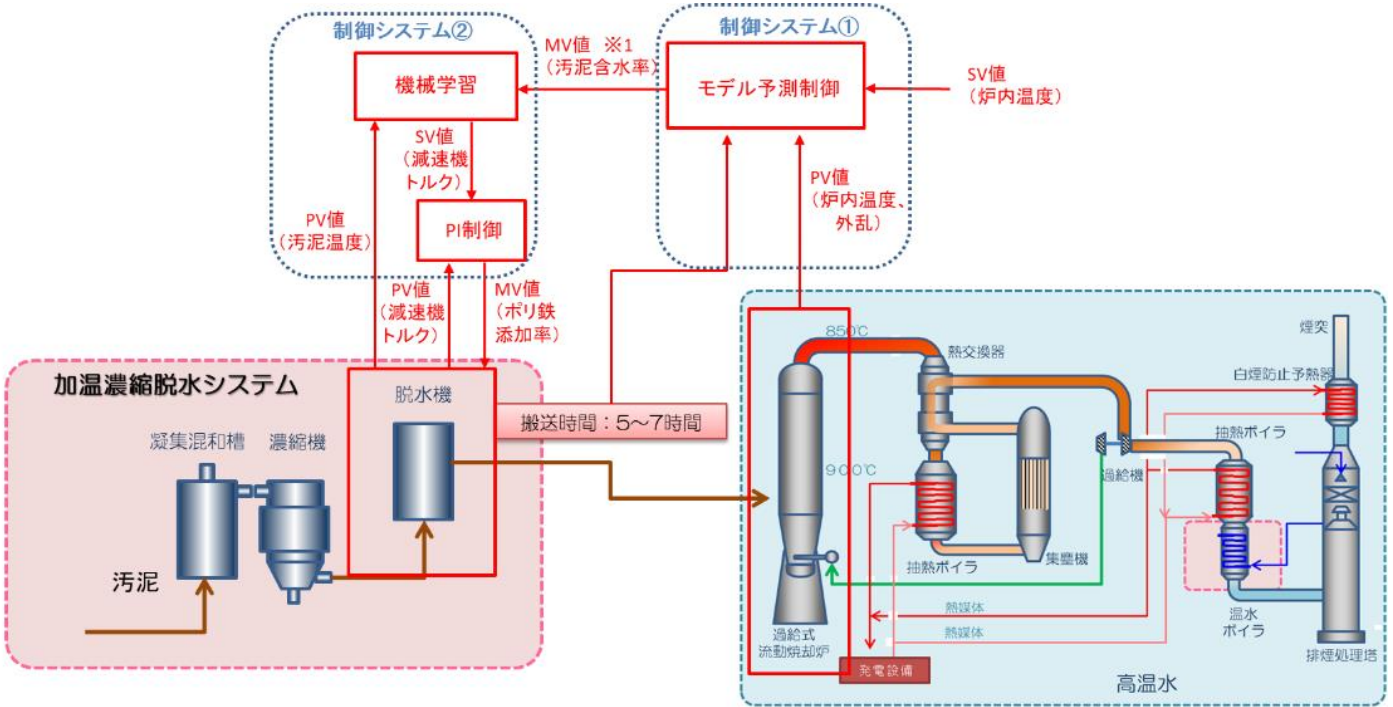
月島アクアソリューション（旧 月島機械（株））

### ③ AIの概要と目的

補助燃料が不要で消費電力よりも発電量が上回る新型の焼却システム（創エネルギー型脱水焼却システム）を開発した。

人の介入が必要であった制御の自動化を目指した。具体的に、AIが必要な部分を選定し、それぞれの問題にあったAI手法を適用した。

ここで定めるAI手法は機械学習、ディープラーニング、モデル予測制御のことを示し、実プラントにて検証を行うことで、制御性の妥当性を検証した。



※1 制御システム②から見たらSV値となる。

図の出典：月島アクアソリューション

# 国内の下水道システムに関するAI技術の現状

## ④ 制御のアルゴリズム

ディープラーニング (AI) : 汚泥フロック画像に写る間隙の面積を求める

線形回帰 (重回帰) : 脱水汚泥の含水率を予測する

モデル予測制御 (MPC) : 未来の炉内温度を予測し、今後必要となる最適な脱水汚泥の含水率を決定する

## ⑤ 制御方法

汚泥フロック隙間面積の目標値とAI出力値から薬注率を制御する

含水率の目標値と予測値から脱水機の減速機トルクを制御する

モデル予測制御で炉内温度の未来予測を行い、温度が最も安定する脱水汚泥の含水率を出力する。

## ⑥ インプットとアウトプット

インプット (学習) : 汚泥フロック画像、脱水機軸トルク、脱水汚泥温度、炉内温度、含水率手分析値

インプット (運用) : 汚泥フロック画像、脱水機軸トルク、脱水汚泥温度、炉内温度

アウトプット : 汚泥フロックの隙間面積、汚泥含水率、ポリ鉄添加率

## ⑦ AIと人の役割

AI : 汚泥フロックの隙間面積を出力する

人 : 汚泥フロック隙間面積の目標値を決定、炉内温度の目標値設定、運転状態監視

汚泥の混合比の変更などによる性質が変化した場合の対応、気候、天候や四季の影響の対応  
今回のAI範囲に含まれる (ディープラーニング)

参考資料 (すべて月島機械株式会社)

第59回下水道研究発表会講演集 N-10-6-3 自動運転技術による創エネルギー型脱水焼却システムの安定運転と省力化の実現

第58回下水道研究発表会講演集 P-11 創エネルギー型脱水焼却システムにおけるAI適用による自動化技術について

TSK技報2021.12No.24 AI技術を活用した創エネルギー型焼却システムの自動制御に関する取り組み



# 国内の下水道システムに関するAI技術の現状

## 【劣化予測の取組み概要】

### ① 件名または製品名

AIを活用した下水道管路劣化予測手法

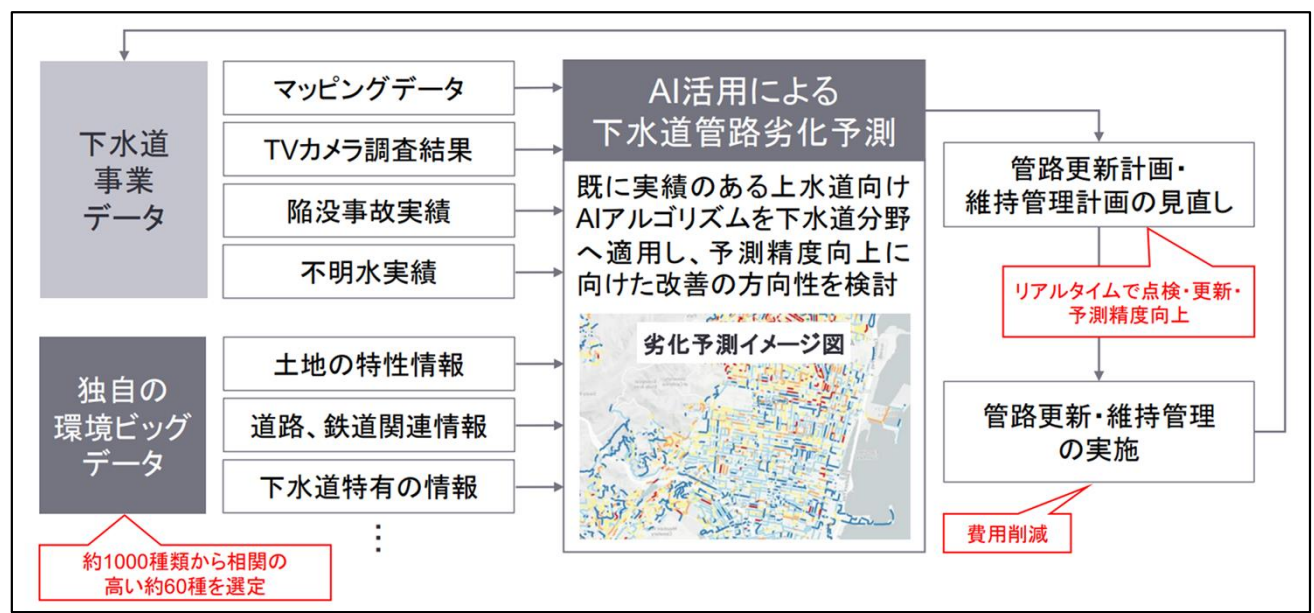
### ② 事業者

EY新日本有限責任監査法人、EYストラテジー・アンド・コンサルティング株式会社、Fracta、Fracta Japan株式会社

### ③ AIの概要と目的

【目的】下水道管路の老朽化・厳しい収益環境への対応に必要なストックマネジメントの課題を解決するため、AIによる下水道管路の劣化予測・財政効果の見える化に関する研究を実施

【概要】下水道事業に関するデータのみならず、環境ビッグデータを駆使して、迅速、低費用、かつ高精度に分析・診断を実施できるようなアルゴリズムの構築を行った



AIを活用した下水道管路劣化予測手法の概要

### ④ 制御のアルゴリズム

上水道分野で実績のあるAIアルゴリズムを下水道分野に適用し、下水道に特化した管路劣化予測AIアルゴリズムを確立した。（具体的なアルゴリズムは非公開）

出典：国土交通省 下水道応用研究「AIによる下水道管路破損予測、財政効果の見える化ならびにストックマネジメント、アセットマネジメントの高度化に関する研究成果」EY新日本有限責任監査法人、EYストラテジー・アンド・コンサルティング株式会社、Fracta、Fracta Japan株式会社

# 国内の下水道システムに関するAI技術の現状

## ⑤ インプットとアウトプット

インプット：【下水道事業データ】 マッピングデータ、テレビカメラ調査結果、陥没事故実績、不明水実績等 【独自の環境ビッグデータ】 土地の特性、道路・鉄道関連情報、下水道特有の情報等 約60種  
 アウトプット：GISデータとして画面出力

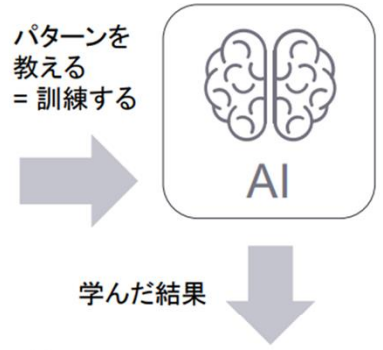
## ⑥ AIと人の役割

AI：入力データから管路の劣化予測を表示する。  
 人：管路更新計画・維持管理計画の立案、見直しを実施する。  
 制御に関係しないことから今回のAIの範囲に該当しない。

TV調査データ(学習データ)  
 モデル都市(大津市)における管路の診断結果データ

材質	口径	年齢	傾斜	標高	主要道路からの距離	教師ラベル
CON	200	30	1.5	200	200	腐食あり
CON	200	50	2.5	50	30	腐食なし
VP	400	60	3.0	30	5	腐食なし
VP	350	20	0.3	500	20	腐食あり
...	...	...	...	...	...	...
CON	200	15	0.5	100	45	腐食なし

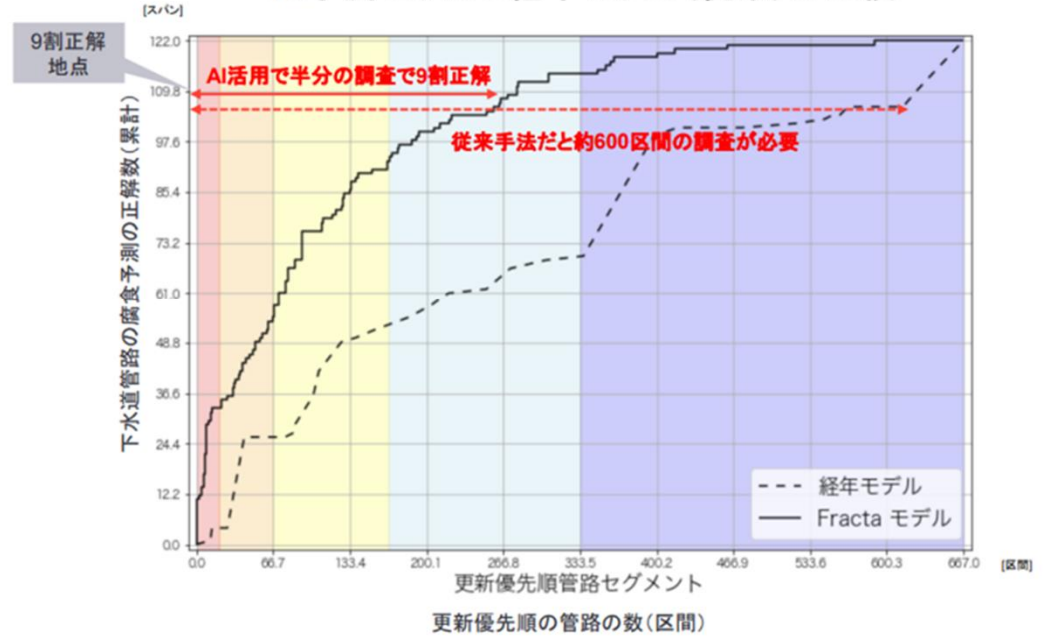
データ 60種類変数



例) 腐食確率が高いのは、材質が**コンクリート**管で、年齢が**40年以上**で、口径が**小さく**、標高が**高く**、主要道路からの距離が**近く**、……の場合 (60種類の変数が複雑に絡み合う。)

※ とある管路がとある環境下にある場合に、腐食したかしなかったかを過去データのパターンを基にAIが学習する。  
 AIは与えられたデータをたくさん正解できるようなパターンを探し導く。

AI予測モデルと経年モデル(従来)の比較



出典：国土交通省 下水道応用研究「AIによる下水道管路破損予測、財政効果の見える化ならびにストックマネジメント、アセットマネジメントの高度化に関する研究成果」EY新日本有限責任監査法人、EYストラテジー・アンド・コンサルティング株式会社、Fracta、Fracta Japan株式会社