

福岡県におけるB-DASH事例

ICTを活用したプロセス制御とリモート診断による効率的な水処理運転管理技術実証研究

平成30年11月1日



福岡県 下水道課 流域下水道係

福岡県広報部長

エコトン



- 
1. 参画経緯
 2. 実証研究の概要
 3. 実証研究の結果
 4. まとめ

1. 参画経緯

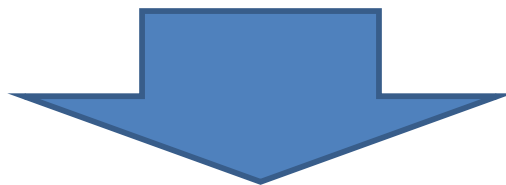
B-DASH応募前にも、下水道施設の更なる機能向上を目指して、学識経験者や下水道事業団の協力のもと取り組んでいた。

<内容>

既に実用化された技術に加え、研究・開発段階の新技术等を含め

- ・省エネルギー化
- ・省コスト化（LCCが最小）

が図れるものに焦点をあて、ソフト対策/ハード対策の両面



2. 実証研究の概要

- ◆研究名称：ICTを活用したプロセス制御とリモート診断による効率的な水処理運転管理技術
- ◆実施者：株式会社東芝・日本下水道事業団・福岡県・
（公財）福岡県下水道管理センター共同研究体
- ◆実施期間：平成26年度から27年度（2カ年）
- ◆実施場所：福岡県宝満川流域下水道
宝満川浄化センター



2. 実証研究の概要

実証研究の内容

全国の下水处理場では、安定した放流水質を確保しつつ、温室効果ガス排出量の削減や省エネルギー化を実現し、同時に維持管理性の高い水処理技術が必要とされています。また、市町村合併による広域化の進展等により管理施設数が増加する一方で、熟練技術者が減少する傾向にあることから、複数の施設を効率的に管理するための仕組みの整備が求められています。

そこで、本実証研究では、ICT※¹を活用した下図に示す3つの要素技術を組み合わせた革新的な水処理運転管理技術を導入し、

要求水質に応じた安定した水処理機能の確保

消費エネルギーの抑制

維持管理性の向上

に資する戦略的な技術であることを実証します。

※1 ICT: Information and Communication Technology (情報通信技術)

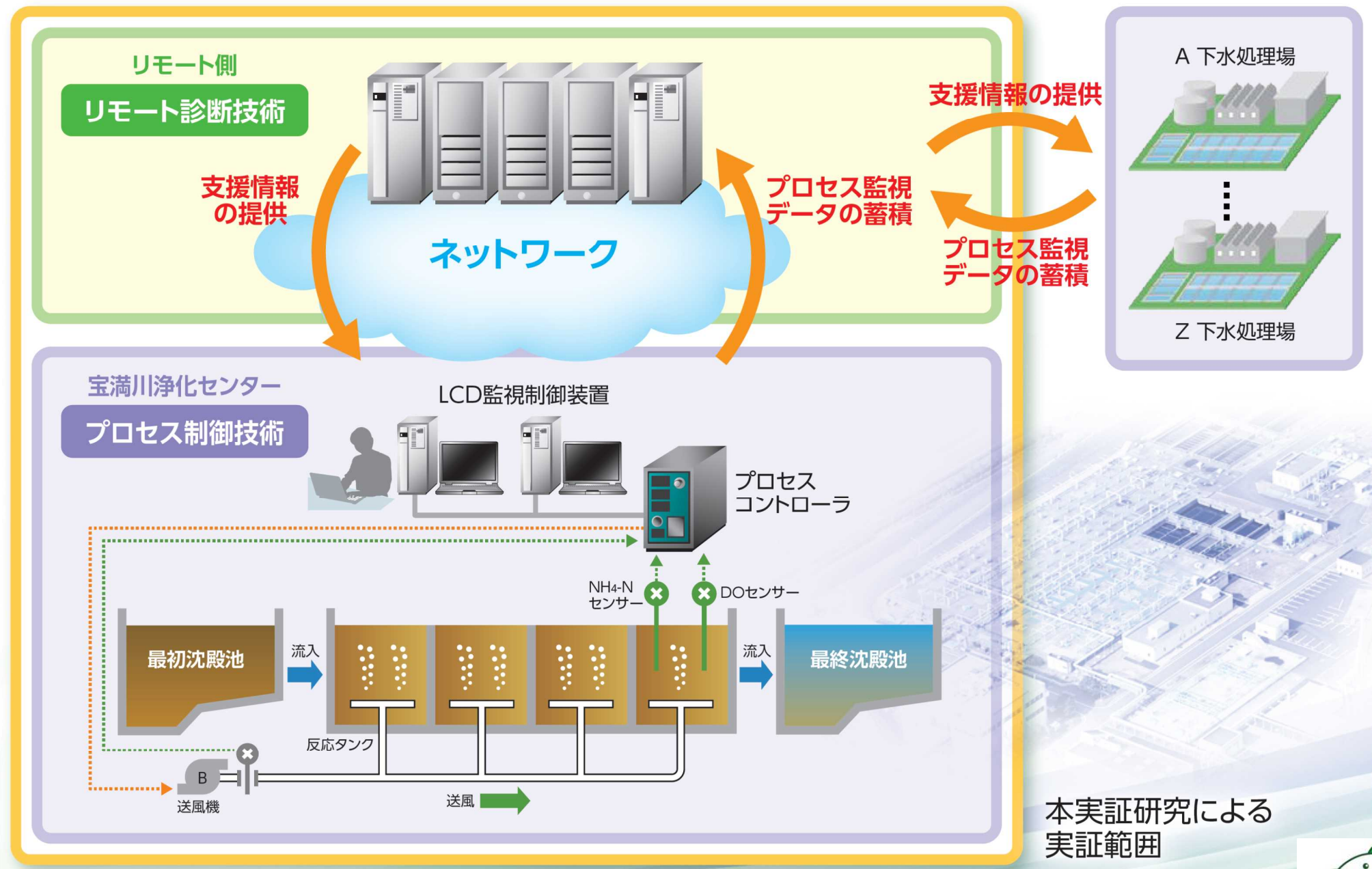
2. 実証研究の概要

実証フィールド

実証フィールド	福岡県宝満川流域下水道宝満川浄化センター	現有処理能力	39,200m ³ /日 (4系列)
処理方法	標準活性汚泥法	供用開始年	昭和63年



2. 実証研究の概要

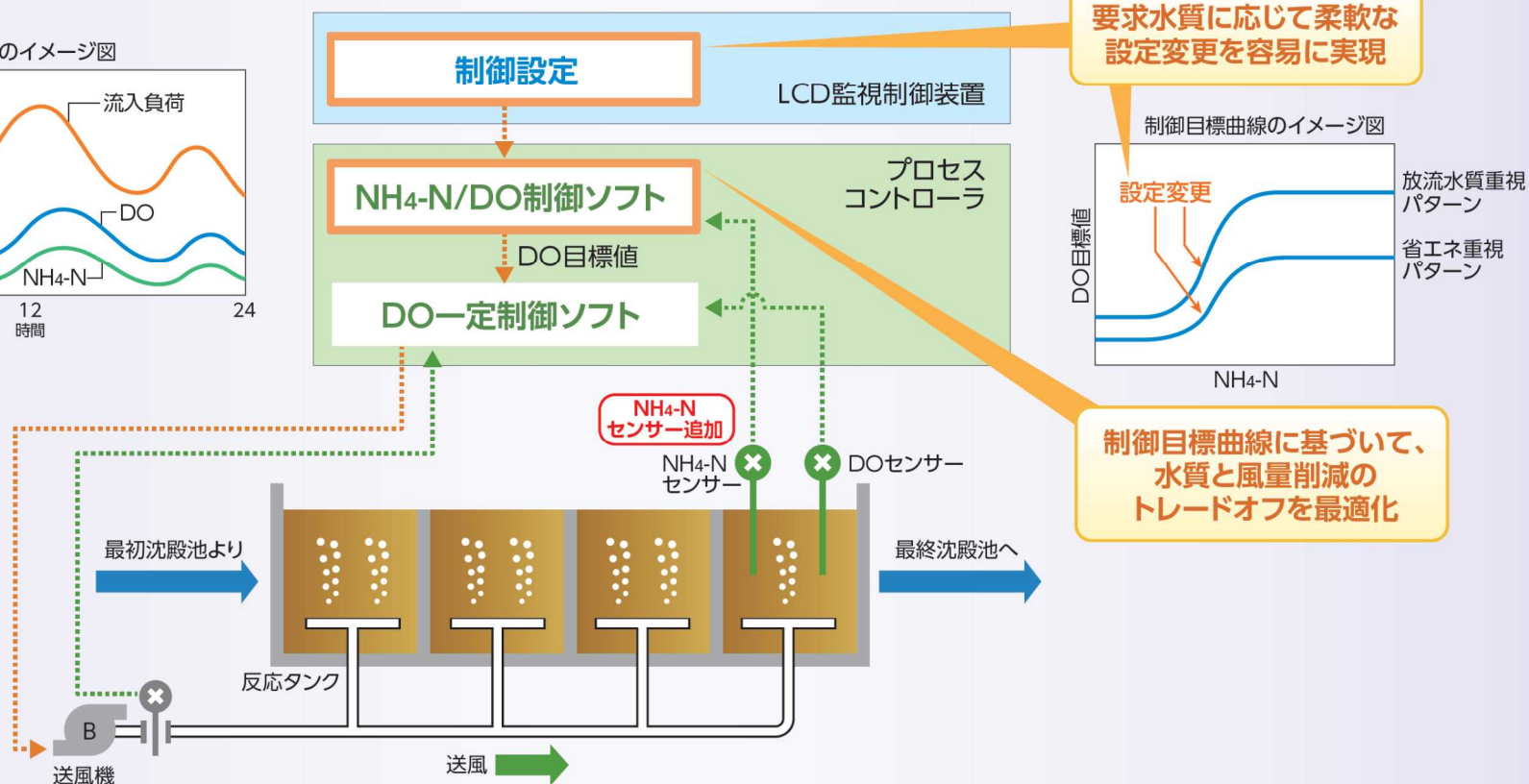
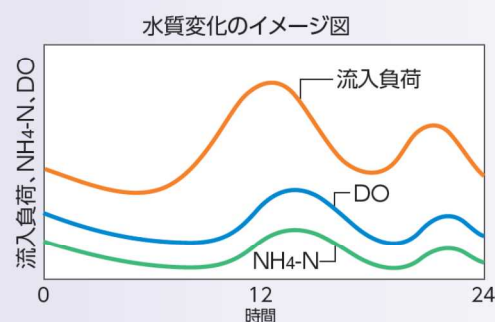


2. 実証研究の概要

NH₄-Nセンサーを活用した曝気風量制御技術

プロセス制御技術

アンモニア性窒素(NH₄-N)センサーで反応タンク内の硝化状況を監視し、これに応じてDO目標値を自動で変化させることで、処理状況に応じて曝気風量を最適化し、省エネ化を図る技術です。



➡ 要求水質に応じた水処理機能の確保を図り、曝気風量制御に係わる消費エネルギーを抑制します。

2. 実証研究の概要

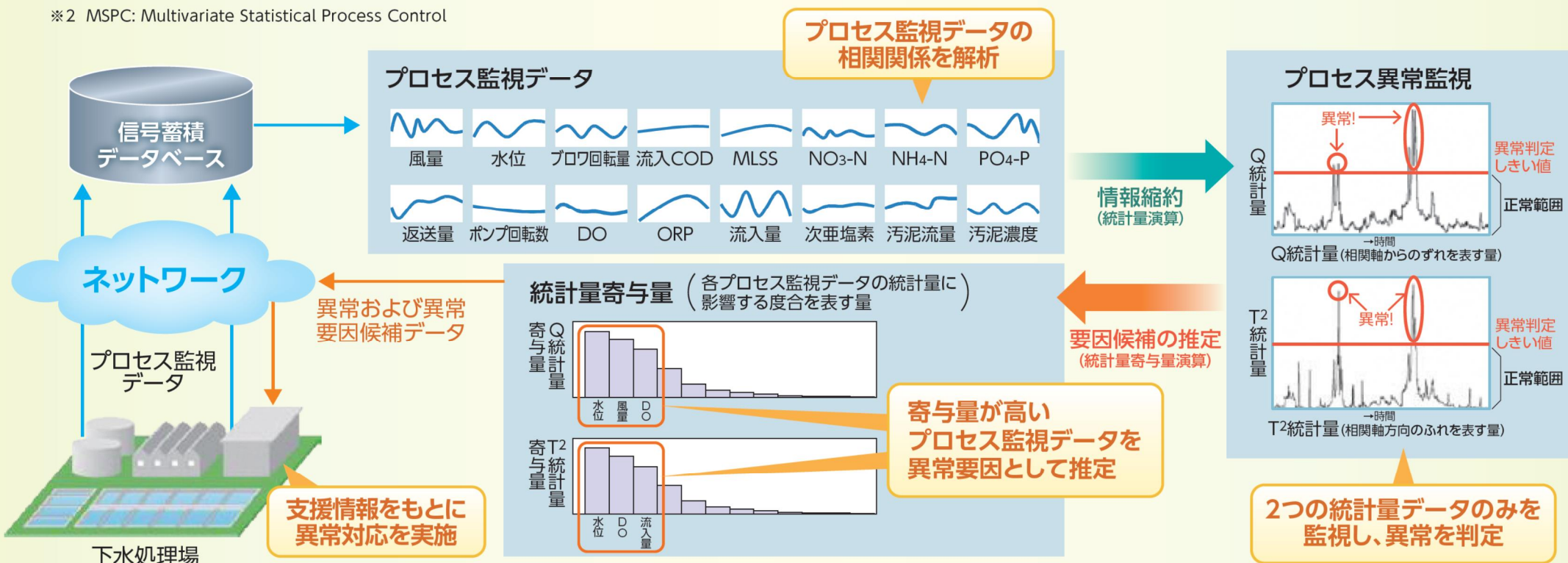
多変量統計的プロセス監視 (MSPC^{※2}) 技術

下水処理場における多数のプロセス監視データの相関を、統計的手法を用いた診断モデルにより解析し、下水処理プロセスの異常兆候を検出するとともに異常要因の推定を行う技術です。

※2 MSPC: Multivariate Statistical Process Control

リモート診断技術

→ 正常時の流れ ← 異常時の流れ



曝気風量制御技術を含む水処理運転に対して、年間を通じて、エネルギー原単位上昇などの異常兆候を監視し、その異常要因を推定することで、より安定的な運転管理を行い、維持管理性の向上を実現します。

2. 実証研究の概要

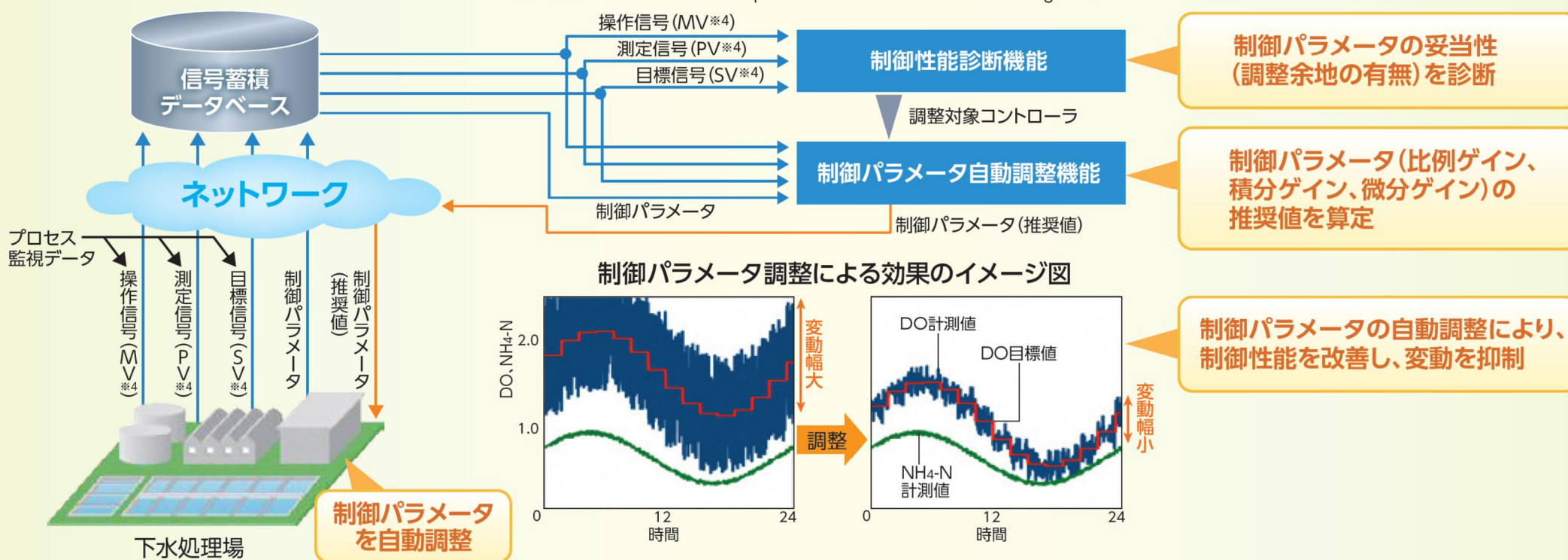
制御性能改善技術

リモート診断技術

曝気風量制御技術のPID制御※3に関連するプロセス監視データを利用して、制御パラメータの妥当性を自動で診断し、調整を行うことにより、曝気風量制御の性能を改善する技術です。

※3 PID制御: 制御工学におけるフィードバック制御の一種で、目標信号(SV)と測定信号(PV)との差(偏差)をProportional(比例)、Integral(積分)、Derivative(微分)の各要素により調整し、操作信号(MV)の制御を行うものです。温度、圧力、流量等の各種プロセス制御に広く利用されています。

※4 MV、PV、SV: それぞれ Manipulated Value、Process Value、Setting Value



➡ 曝気風量制御技術に対して、制御パラメータの妥当性を自動で診断、調整することで、制御性能の安定化を図り、維持管理性の向上を実現します。

3. 実証研究の結果

NH₄-Nセンサーを活用した曝気風量制御技術

プロセス制御技術

○ NH₄-N/DO制御技術の評価

- ・曝気風量低減率10.3% (平成27年度実証期間の平均値、省エネ重視型曲線適用、DO一定制御比)を達成し、曝気風量低減効果を確認(図9)
- ・NH₄-N濃度平均値(センサー設置位置)で、年末・年始の高負荷期間を除き、1.5mg/L以下(処理水1.0mg/L以下に相当)を達成し、硝化機能の維持効果を確認(図10)

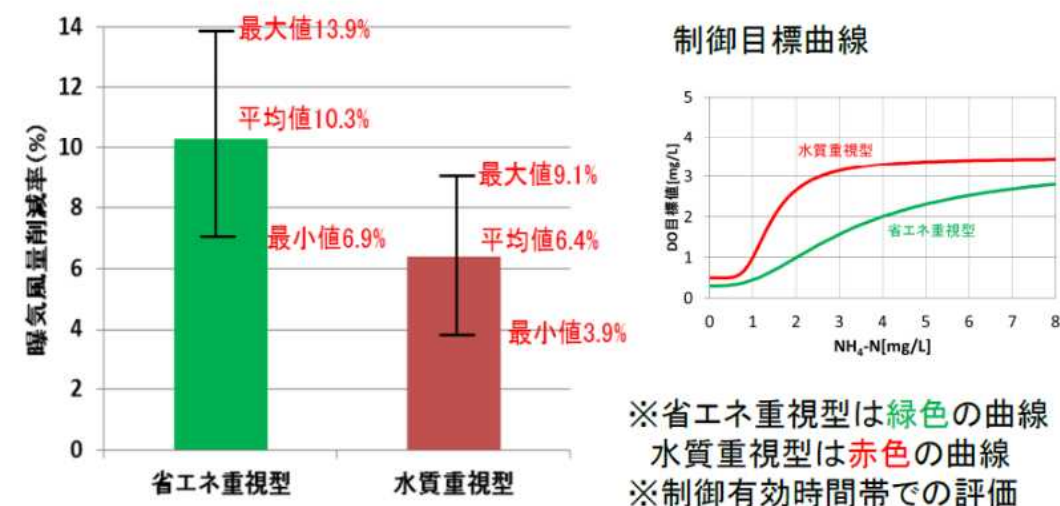


図9 制御目標曲線と曝気風量低減率

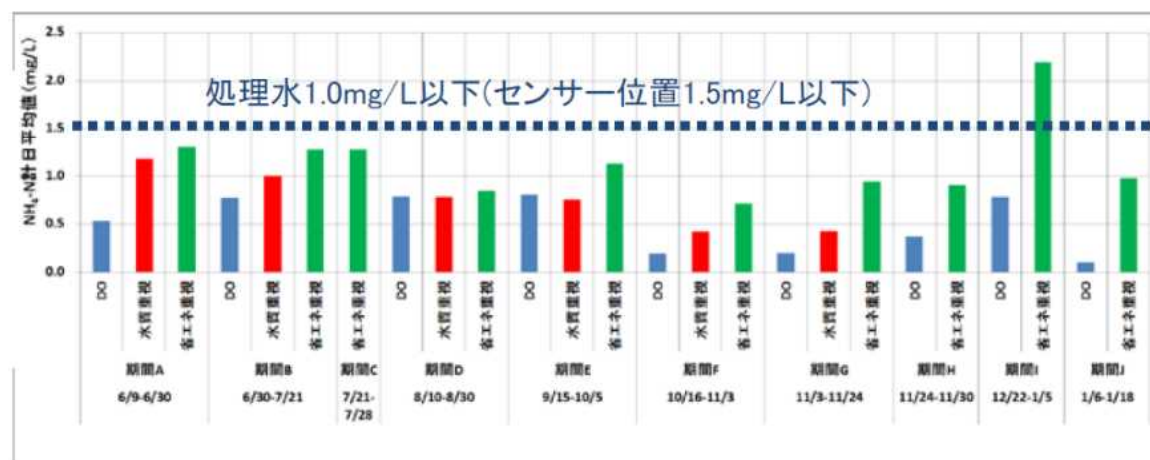


図10 NH₄-N濃度平均値の推移

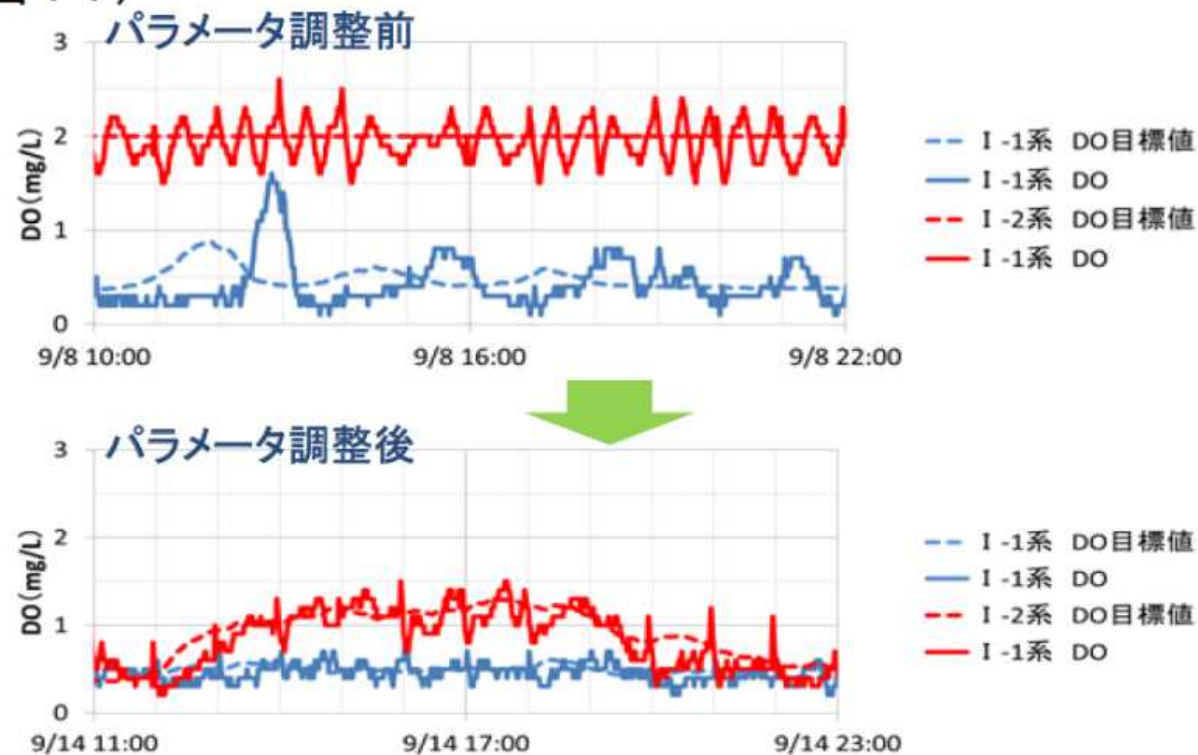
3. 実証研究の結果

制御性能改善技術

リモート診断技術

○制御性能改善技術の評価

NH₄-N/DO制御運転のもとで、制御パラメータの調整により、**制御の安定化効果**を確認(図11)



NH₄-N/DO制御(DO目標値が可変)
の運転のもとでの評価を実施

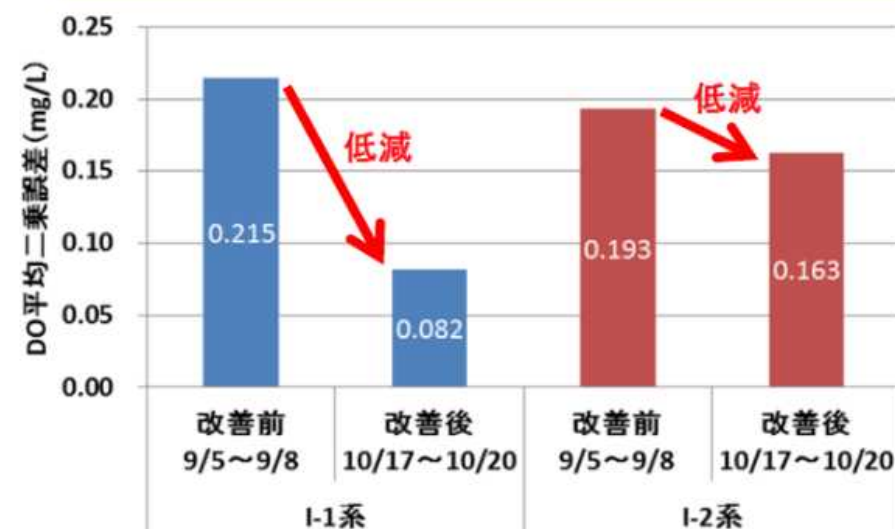


図11 パラメータ調整前後のDOグラフとDO平均二乗誤差の比較

3. 実証研究の結果

多変量統計的プロセス監視(MSPC※²)技術

リモート診断技術

○MSPC技術の評価

実際に実証施設で異常を発生させた試験(異常シナリオ試験)を行い、**実用的な検出時間、検出レベルで異常兆候検出が行えることを確認**(表5)

表5 異常シナリオ試験結果

異常シナリオ・事象名称	想定する異常	検出時間 ^注	検出レベル ^注
模擬① センサー校正異常	センサーのゼロ点校正不良によるセンサー値異常	20分	ORP 50～100mV程度
模擬② 返送汚泥ポンプ故障	返送汚泥ポンプのつまりによるポンプ回転数－流量関連の異常	5分	返送ポンプ回転数 5～10%程度
模擬③ 散気管バルブ誤作動・誤操作(開方向)	散気管バルブ操作ミス(開方向)による水質変化・異常	4時間5分	ORP 25～30mV程度
模擬④ 流入量・流入水質変動	流入負荷変動の増大によるプロセス状態変化	(2～6時間程度)	流入量変動標準偏差 1.67倍(12m ³ /h→20m ³ /h)
模擬⑤ 散気管バルブ誤作動・誤操作(閉方向)	散気管閉塞(散気管バルブ閉方向)による水質変化・ブロー異常	30分	DO 1.5mg/L程度
模擬⑥ 系列間流入量アンバランス	系列への流入量のアンバランスによる放流水質の悪化・不均一化	1時間	流入量差 400m ³ /日程度
模擬⑦ NH ₄ -Nセンサードリフト異常	NH ₄ -Nセンサードリフトによるブローおよび電力量の増加	(1～2週間程度)	NH ₄ -N 0.5～1mg/L程度

注: 検出時間、検出レベルは診断モデルに依存。検出時間は最速の場合。検出レベルは実証ベース。

4. まとめ

