

第1章 総則

- 第1節 目的(§1)
- 第2節 ガイドラインの適用範囲(§2)
- 第3節 ガイドラインの構成(§3)
- 第4節 用語の定義(§4)

◆下水道事業における大幅なコスト削減や省エネルギー効果の増大に寄与するため、革新的技術の「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」について、実証研究の成果を踏まえて、技術的事項を明らかにし、導入を促進する。
 ◆地方公共団体等の下水道事業者が本技術の導入を検討する際に参考にできるように、技術の概要と評価(第2章)、導入検討(第3章)、計画・設計(第4章)、維持管理(第5章)等に関する技術的事項についてとりまとめる。

技術の概要・特徴の把握

第2章 技術の概要と評価

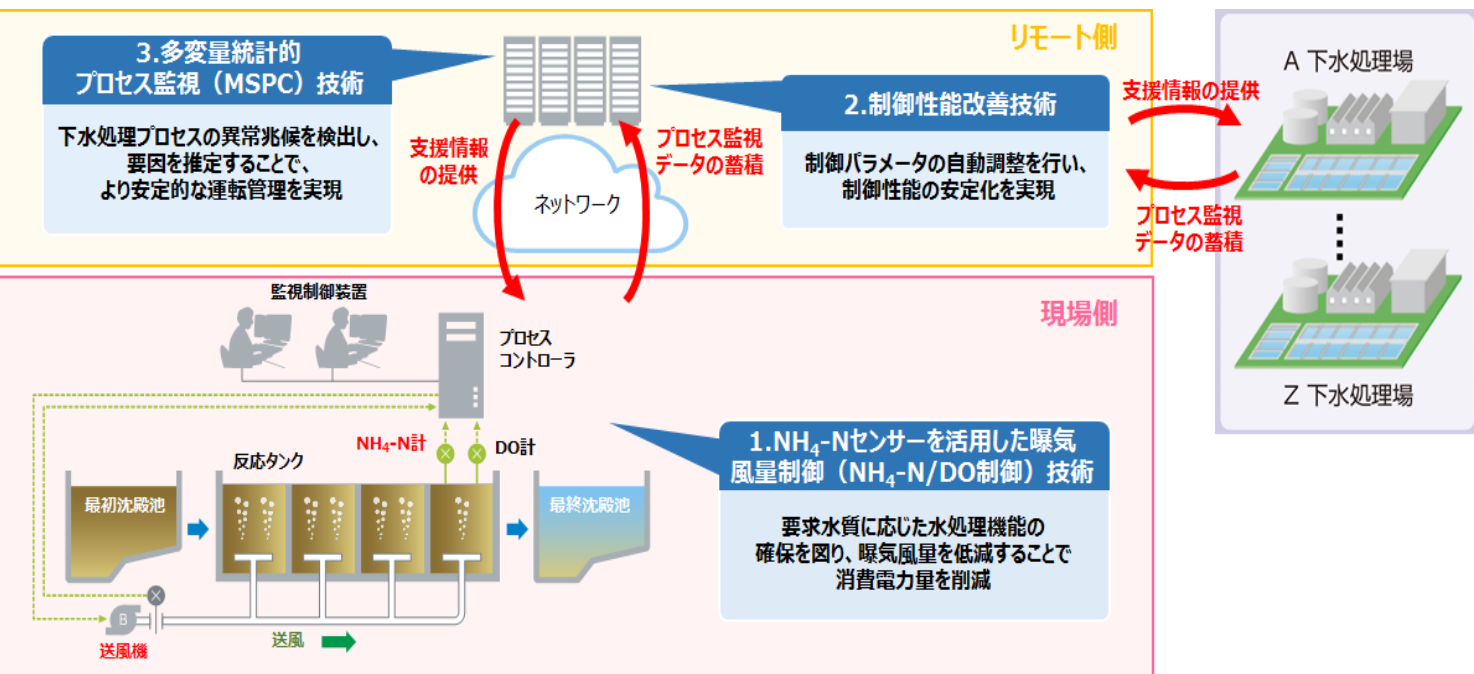
- 第1節 技術の概要(§5~§11)
- 第2節 実証研究に基づく評価の概要(§12~§13)

■技術の目的(§5)

本技術は、**活性汚泥法による水処理施設を対象に**、①要求水質に応じた水処理機能の確保、②消費エネルギーの削減、③維持管理性の向上、を図ることを目的とする。

■技術の概要と特徴(§6~§9)

本技術は、①NH₄-Nセンサーを活用した曝気風量制御(NH₄-N/DO制御)技術、②制御性能改善技術、③多変量統計的プロセス監視(MSPC)技術、の3つの要素技術を組み合わせた技術であり、**水処理施設における消費エネルギーの削減を達成しながら、要求水質に応じた水処理機能の確保および維持管理性の向上を図るものである。**



本技術の目的

要求水質に応じた水処理機能の確保

消費エネルギーの削減

維持管理性の向上

図1 実証技術の概要とその目的

■技術の適用条件(§10)

表1 技術の適用条件

(1)適用条件	以下の条件全てに該当する下水処理場へ適用可能 ①水処理方法として活性汚泥法を採用 ②反応タンクにおいて硝化促進運転が可能 ③反応タンクにおける曝気風量の低減により、送風機動力の低減が可能
(2)適用対象	本ガイドラインでは、原則として 標準活性汚泥法を採用している下水処理場 への適用を想定
(3)推奨条件	効果が期待できる条件を推奨条件として、以下に示す。 ①導入効果が大きくなる条件 ・硝化が不十分な処理場への導入、現状送風量一定制御で運用している処理場への導入 ②導入コストが相対的に小さくなる条件 ・1池あたりの処理量が多い処理場への導入、管理対象処理場数が多い地方公共団体への導入

■導入シナリオ例(§11)

典型的なケースとして、四つのシナリオ例を示す。

- 既設へ本技術を単独で導入して、省エネ化や硝化の安定化を図る場合
- 散気装置や送風機等の既設更新時に一括で導入して、総合的に省エネ化を図る場合
- 系列の増設時に一括で導入して、総合的に省エネ化を図る場合
- 将来的な集約管理を想定して、本技術を段階的に導入する場合

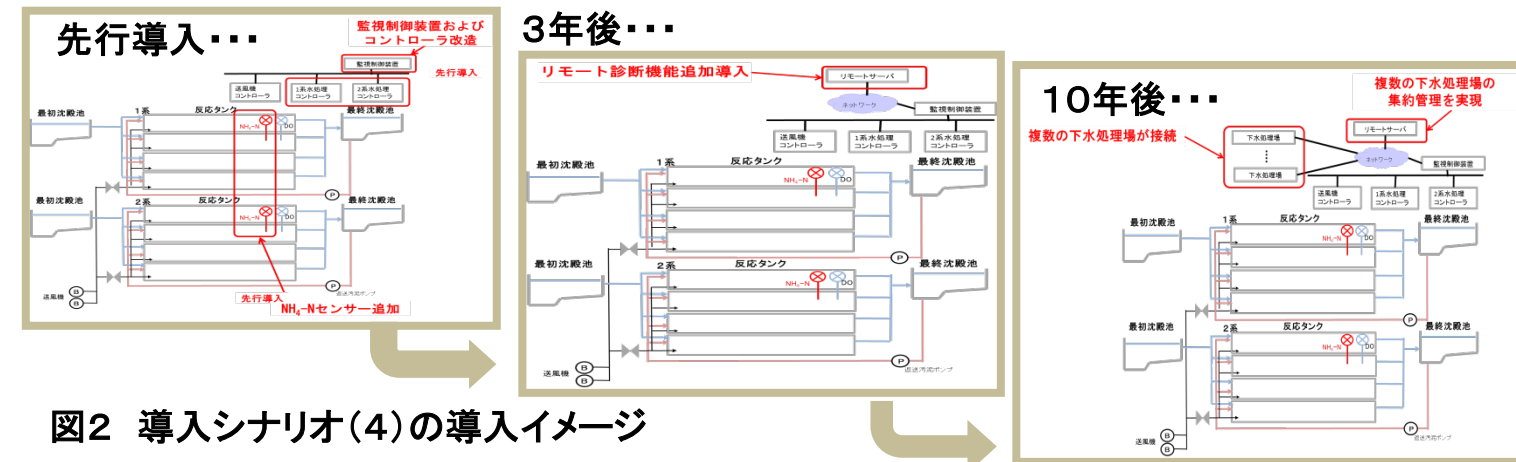


図2 導入シナリオ(4)の導入イメージ

■実証研究にもとづく技術の評価項目および評価結果(§12~§13)

表2 実証技術の評価項目および評価結果

評価項目	評価結果
(1)硝化機能の維持効果※1	処理水の日平均NH ₄ -N濃度目標値(1.0mg/L以下)達成率:91.9%(年末・年始の高負荷期間を除いて達成)
(2)曝気風量低減効果※1	曝気風量低減率:10.3%(DO一定制御比※3)
(3)電力量削減効果※2	電力量削減率:8.49%(DO一定制御比※3)、23.0%(送風量一定制御比)
(4)温室効果ガス削減効果※2	CO ₂ 削減率:8.49%(DO一定制御比※3)、23.0%(送風量一定制御比)
(5)コスト面での導入容易性(経済性)※2	経費回収年:2.33年(送風量一定制御比)※4

※1 実証試験結果に基づく評価結果
 ※2 委託元からの試算条件に基づく試算結果(処理能力:50,000m³/日の場合)
 ※3 DO目標値2.0mg/L
 ※4 リモート側に接続する下水処理場数を8カ所とした場合

導入効果の把握

第3章 導入検討

第1節 導入検討手法(§14~§17) 第2節 導入効果の検討例(§18)

- 導入検討手順(§14)
導入検討対象とする下水処理場について現況および課題等を把握し、導入効果の評価を行った上で、導入の是非を判断する。
- 適用条件の確認(§15)
導入検討対象の下水処理場における現状の課題を抽出し、**本技術を導入する意義・目的を明確にする**。その上で、当該下水処理場が、§10 技術の適用条件に示した「**適用条件**」に合致するかどうかを確認する。
- 導入効果の検討(§16)
以下の二段階で導入効果を検討する。
(1) 導入効果の概略検討(【導入検討Ⅰ】)
(2) 導入効果の詳細検討(【導入検討Ⅱ】)
①NH₄-N/DO制御技術単独での導入効果
②3つの技術を組み合わせた導入効果
- 導入判断(§17)
導入効果の評価結果を踏まえて、本技術の導入について判断する。

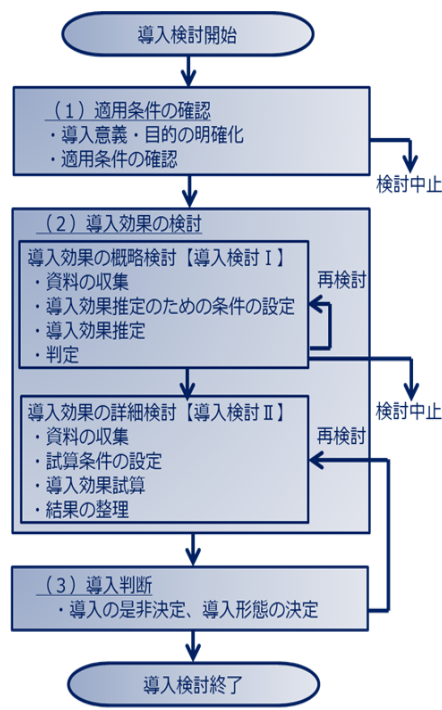


図3 導入検討フロー

■ 導入効果の検討例(§18) 流入下水量40,000m³/日(日平均)、50,000m³/日(日最大)、標準活性汚泥法による水処理を行う仮想の下水処理場(A下水処理場)への導入を検討

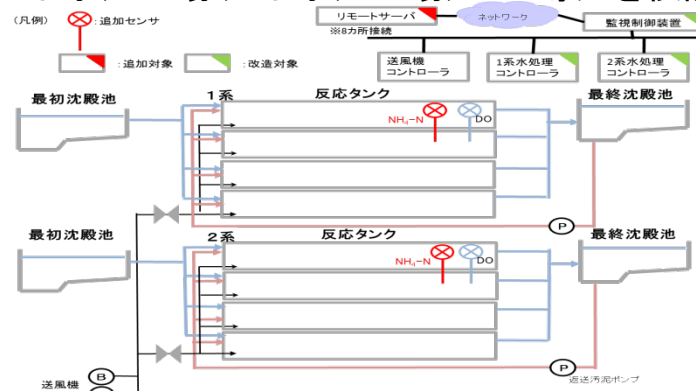


図4 A下水処理場のフローおよびシステム構成

項目	設定条件
流入下水量(計画)	40,000m ³ /日(日平均)、50,000m ³ /日(日最大)
流入下水量(実績)	35,000m ³ /日(日平均)、43,000m ³ /日(日最大)
水処理方式	標準活性汚泥法
現状制御方式	送風量一定制御
水処理系列数/1系列あたりの池数	2系列/4池
返送汚泥系統数	2系列
送風機型式/送風機台数/風量調節機構	鋳鉄製多段ターボブロワ/2台 /インレットベーン制御・台数制御
送風量(実績)/送風倍率(実績)	280,000m ³ /日 / 8.0倍
散気装置型式	散気板
水処理コントローラ台数	2台
監視制御装置台数	1台
導入判断の目安	経費回収年:6年以内、 電力量削減効果:300kWh/年以上

4池一括制御を想定し、2ユニットを導入することで試算

表4 本技術導入における試算結果(【導入検討Ⅱ】)

項目	導入形態① (NH ₄ -N/DO制御単独導入)	導入形態② (3つの技術すべての導入)	導入判断の目安
経費回収年	4.58年	5.97年	6年以内
電力量削減量	461.5千kWh/年	461.5千kWh/年	300千kWh/年以上
温室効果ガス削減量	267.2千kg-CO ₂ /年	267.2千kg-CO ₂ /年	—
その他定性的な効果等	—	・MSPC技術により、水処理に関する異常予兆を検出し、運用に役立つ可能性がある。	—
その他の考慮点	・流入下水量の増加により、経費回収年はさらに短くなると見込まれる。	・リモートサーバの新設計画を5年後に予定。 ・流入下水量の増加により、経費回収年はさらに短くなると見込まれる。	—

この検討例では、3つの技術全てを導入することを前提に、段階的な導入を進めていく。

第4章 計画・設計

第1節 導入計画(§19~§23) 第2節 本技術導入のための設計(§24~§26)

- 導入計画(§19)
導入効果が見込まれると判断された場合には、導入計画を策定する。
- 詳細調査(§20)
詳細調査を行うことにより、施設・設備の計画・現状等について把握する。
- システム構成の検討(§21)
本技術の導入計画にあたり、以下の項目について検討を行う。
(1)NH₄-Nセンサー設置に関する検討 (2)送風量制御方式に関する検討
(3)システム改造範囲の検討 (4)リモート診断システムに関する検討
- 導入効果の検証(§22)
導入効果について再検討を行い、§16 導入効果の検討で試算した導入効果が得られるかについて検証する。
- 導入計画の策定(§23)
本技術の導入についての検討結果を、導入計画書等として取りまとめる。



図5 導入計画フロー

- NH₄-N/DO制御技術の設計(§24)
 - 制御性能改善技術の設計(§25)
 - MSPC技術の設計(§26)
- 各技術について、以下の項目の設計を行う。
- (1)システム構成の検討
システム構成を検討し、必要な設備を確認する。
 - (2)システム設計
システムの増設・改造範囲や、各システム要素の設計を行う。
 - (3)機能設計
各機能要素の設計を行う。

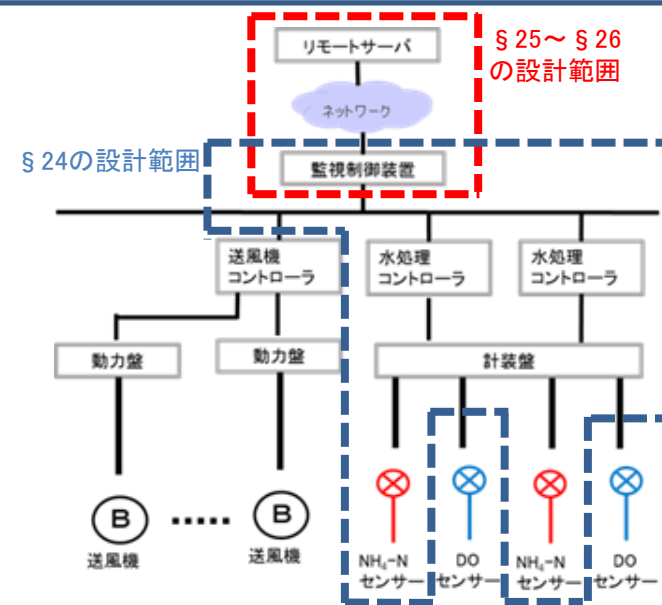


図6 本技術のシステム構成

第5章 維持管理

第1節 本技術の運転管理(§27) 第2節 本技術の維持管理(§28~§30)

- 本技術の運転管理(§27)
本技術の運転管理は、以下に示す内容について実施する。
(1)基本的な運転管理 **反応タンクの運転管理、NH₄-Nセンサーの管理、等**
(2)NH₄-N/DO制御技術の運転管理
処理水のNH₄-N濃度(日平均)の管理目標値の設定、制御目標曲線の管理、等
(3)制御性能改善技術を利用した運転管理 **制御性能劣化診断時のフローにしたがい対応**
(4)MSPC技術を利用した運転管理
異常兆候検出時のフローにしたがい対応、異常兆候検出例についても例示

- 本技術の維持管理(§28)
以下に示す維持管理を実施する。
(1)NH₄-N/DO制御技術の維持管理
必要ASRTの確保、NH₄-Nセンサーの維持管理
(2)制御性能改善技術の維持管理
信号計測値の信頼性確保、ネットワーク通信品質の確保
(3)MSPC技術の維持管理
異常兆候検出しきい値の再設定、診断ユニットの追加・変更、等

- 本技術の保守点検(§29)
本技術における各設備・機器について定期的に保守点検を行う。
①電気設備(監視制御装置、コントローラ、センサー類)
②リモートサーバ設備
③ネットワーク設備
- 異常時の対応と対策(§30)
本技術の運転において異常が発生した場合は適切に対処する。
①硝化性能(処理水質)の異常 ②省エネ性能の異常
③制御センサーの異常 ④機器の異常 ⑤システムの異常

■実証試験の概要

- ◆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証研究
- ◆実施者：株式会社東芝・日本下水道事業団・福岡県・公益財団法人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7月～平成27年3月(平成26年度)
平成27年6月～平成28年3月(平成27年度)
- ◆実施場所：福岡県宝満川流域下水道 宝満川浄化センター

■実証施設の概要

- ◆実証規模：2,700m³/池・日 × 2池
- ◆処理方式：標準活性汚泥法
- ◆実証施設の運転：I-1系(実証系列)→主にNH₄-N/DO制御(制御目標曲線を切り替えて運転)
I-2系(対照系列)→DO一定制御(DO目標値2mg/L)

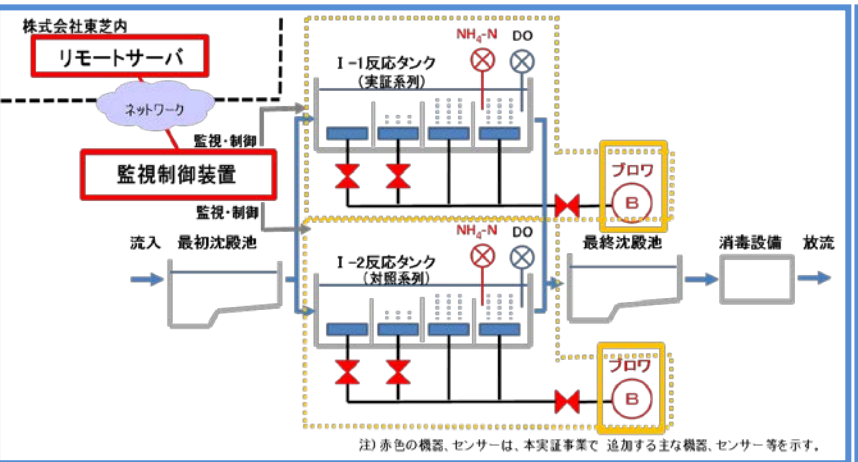


図7 実証施設構成

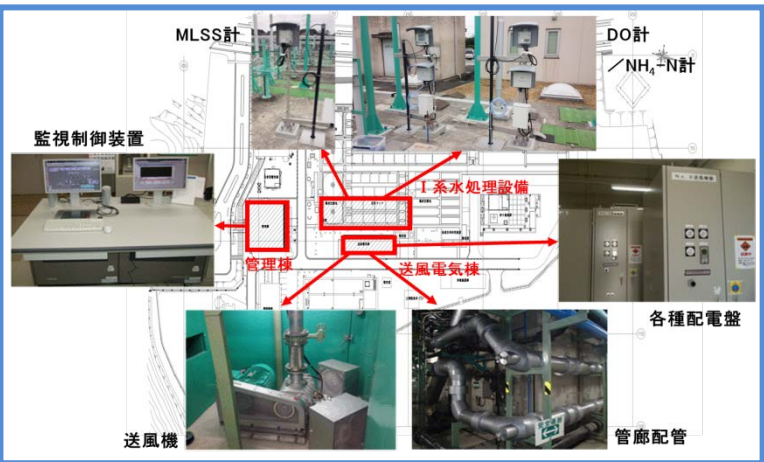


図8 導入した実証設備

■実証試験結果の概要

○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)

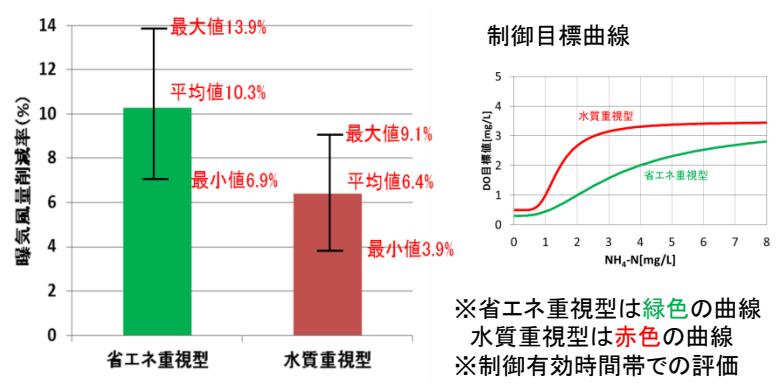


図9 制御目標曲線と曝気風量低減率

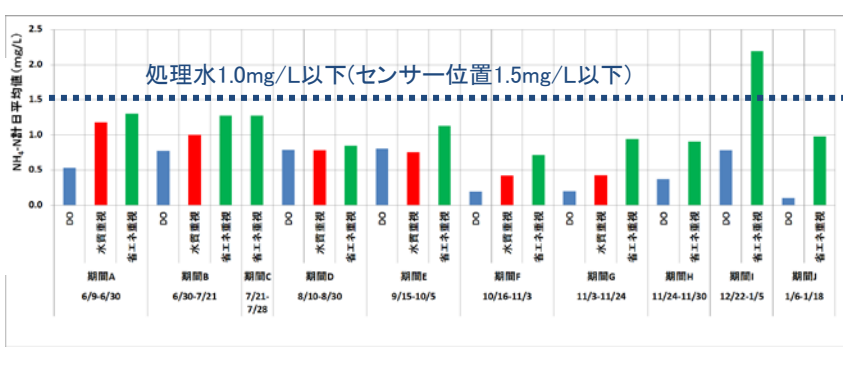


図10 NH₄-N濃度平均値の推移

○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)

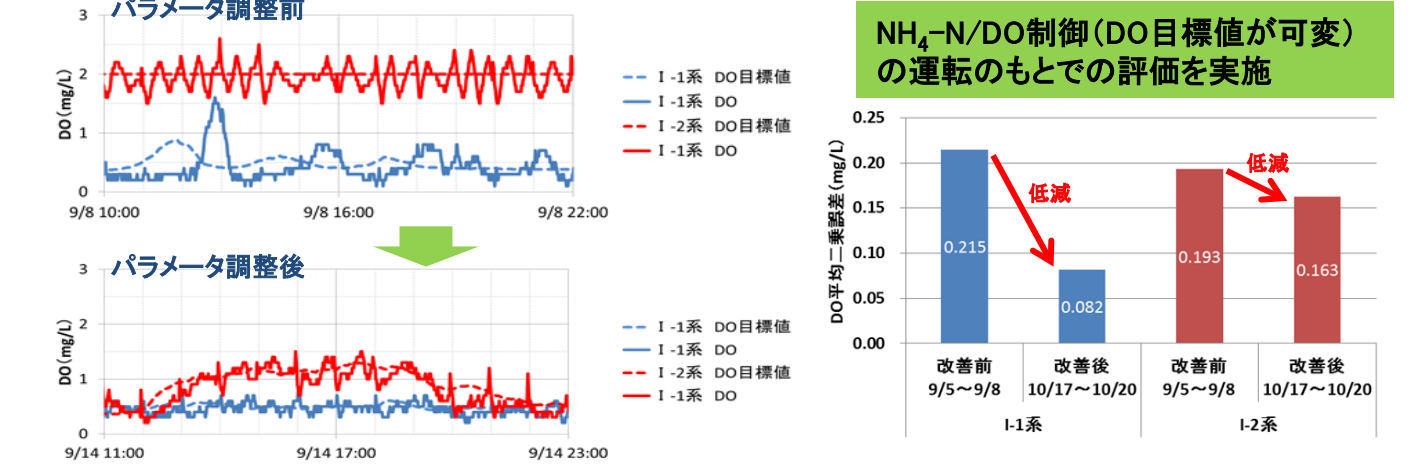


図11 パラメータ調整前後のDOグラフとDO平均二乗誤差の比較

○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。

○総合評価

3つの技術を組み合わせた状態での試験(オンライン適用試験)を行い、その中で、MSPC技術により検出した異常への対応を通じて、制御目標曲線変更や風量増加リスク回避への有効性を確認(図12)

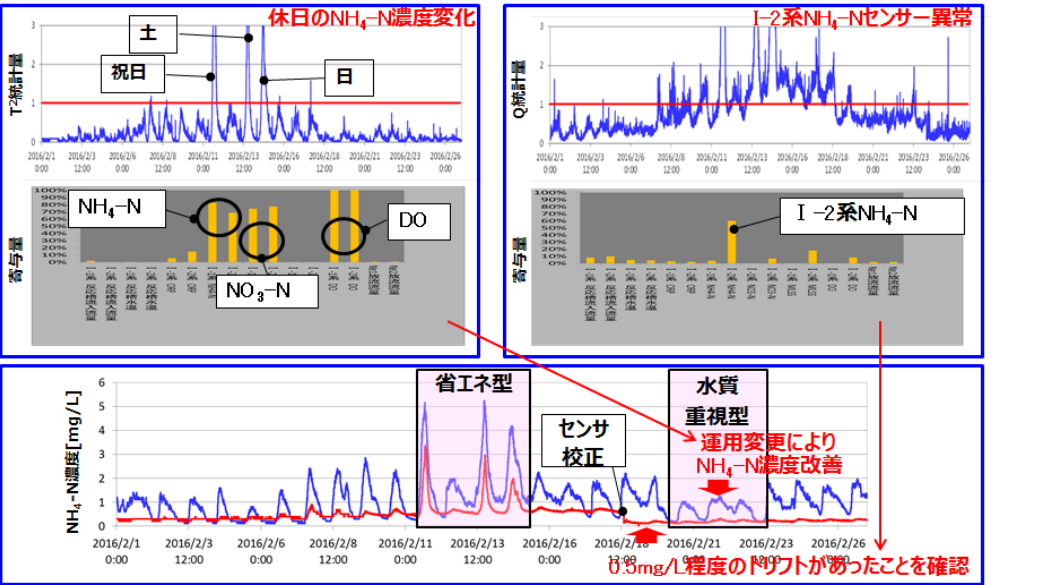


図12 総合評価(オンライン適用試験)における異常兆候検出とその対応