

下水道革新的技術実証研究(B-DASHプロジェクト)  
技術導入のためのガイドライン説明会

# ICTを活用した効率的な硝化運転制御技術

実施者：日立製作所・茨城県共同研究体

# 1. ガイドラインの概略－全体構成

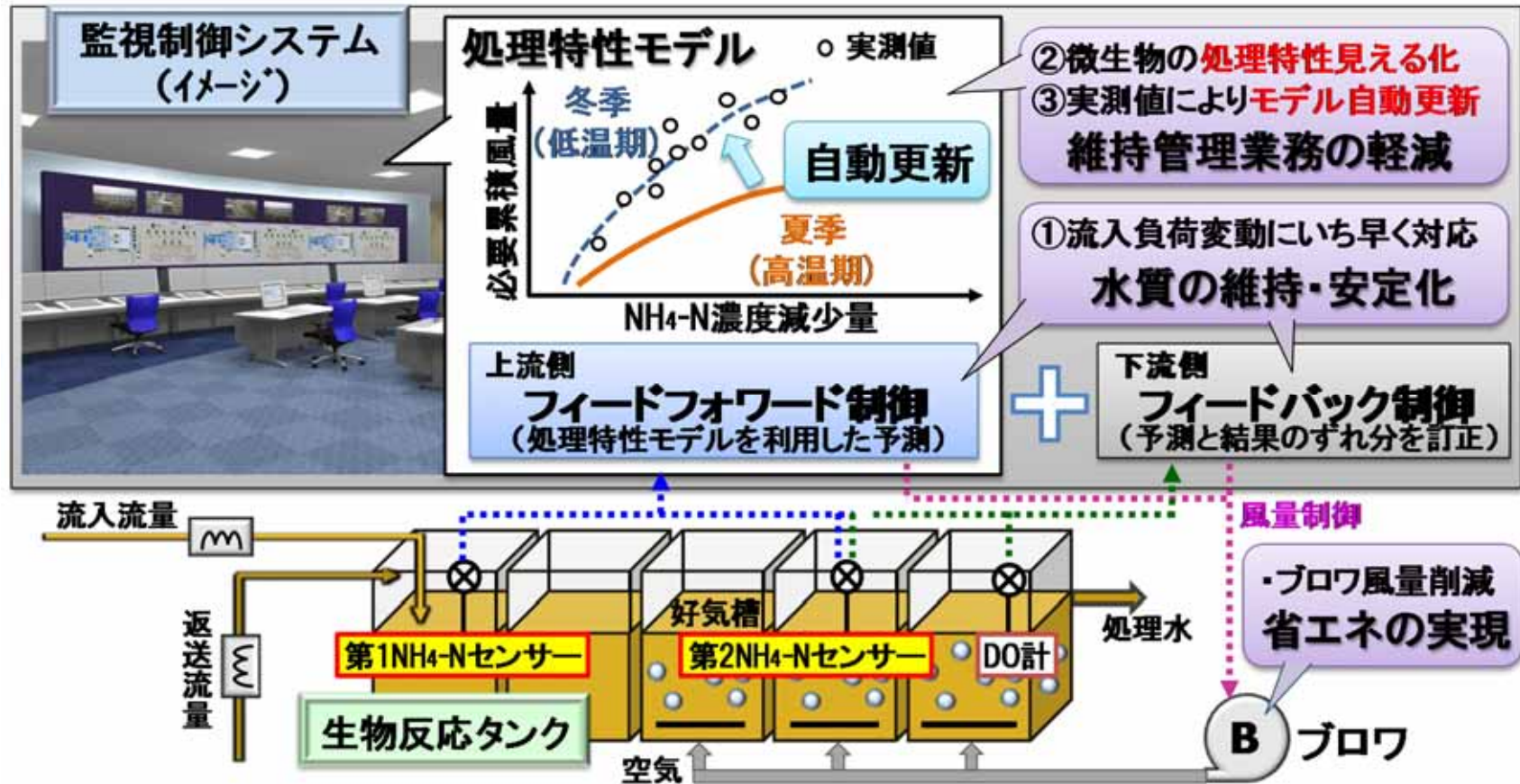
章	節	内容
第1章 総則	第1節～第4節 ガイドラインの目的、適用範囲、構成 用語の定義	・ガイドラインの目的、適用範囲、構成( § 1-3) ・用語の定義( § 4)
第2章 技術の 概要と評価	第1節 技術の概要	・本技術の概略( § 5-10) ・本技術の適用条件( § 11) ・技術の適用が効果的な条件( § 12) ・導入シナリオ例( § 13)
	第2節 実証研究に基づく評価の概要	・実証での評価概要( § 14, 15)
第3章 導入検討	第1節 導入検討手法	・導入効果の検討手法( § 16-20)
	第2節 導入効果の検討例	・検討事例( § 21-22)
第4章 計画・設計	第1節 導入計画	・施設計画の検討手法( § 23-27) ①必要設備の設置状況確認 ②NH <sub>4</sub> -Nセンサーの設置計画 ③監視制御システムの設置計画
第5章 維持管理	第1節 運転管理	・制御システムの立ち上げ( § 28-29) ・制御システムの運転管理( § 30)
	第2節 保守点検	・監視制御システムの保守点検( § 31)
	第3節 緊急時の対応と対策	・緊急時の対応と対策( § 32)

## 2. 第2章 技術の概要と評価

章	節	内容
第1章 総則	第1節～第4節 ガイドラインの目的、適用範囲、構成 用語の定義	・ガイドラインの目的、適用範囲、構成( § 1-3) ・用語の定義( § 4)
第2章 技術の 概要と評価	第1節 技術の概要	・本技術の概略( § 5-10) ・本技術の適用条件( § 11) ・技術の適用が効果的な条件( § 12) ・導入シナリオ例( § 13)
	第2節 実証研究に基づく評価の概要	・実証での評価概要( § 14, 15)
第3章 導入検討	第1節 導入検討手法	・導入効果の検討手法( § 16-20)
	第2節 導入効果の検討例	・検討事例( § 21-22)
第4章 計画・設計	第1節 導入計画	・施設計画の検討手法( § 23-27) ①必要設備の設置状況確認 ②NH <sub>4</sub> -Nセンサーの設置計画 ③監視制御システムの設置計画
第5章 維持管理	第1節 運転管理	・制御システムの立ち上げ( § 28-29) ・制御システムの運転管理( § 30)
	第2節 保守点検	・監視制御システムの保守点検( § 31)
	第3節 緊急時の対応と対策	・緊急時の対応と対策( § 32)

### 3. 本技術の概要( § 5 技術の目的, § 6 技術の概要, § 7 技術の特徴)

本技術はICTを活用して、下水処理における硝化を適切に制御し、**処理水水質維持、省エネルギー、維持管理業務の軽減**を実現する



#### ■ 処理水水質維持・省エネルギー

- 2台のNH<sub>4</sub>-Nセンサーを用いた送風量制御機能により、流入負荷変動にいち早く対応し、**処理の過不足を抑制**

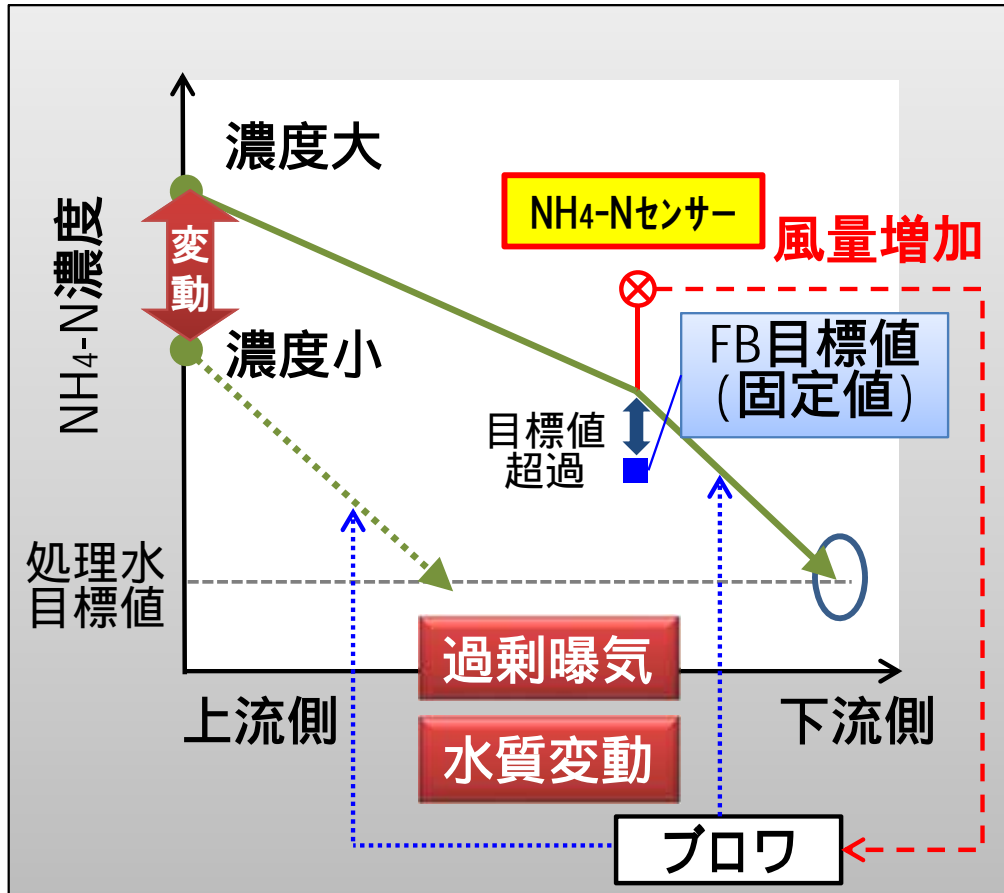
#### ■ 維持管理業務の軽減

- 活性汚泥のもつ処理特性の表示機能により、**微生物の特性変化、処理異常の傾向を早期に把握可能**
- 風量演算モデル(処理特性モデル)の自動更新機能により、**予測モデルの精度を自動的に維持**

# 4. 2台のNH<sub>4</sub>-Nセンサーを用いた送風量制御機能(§7 技術の特徴)

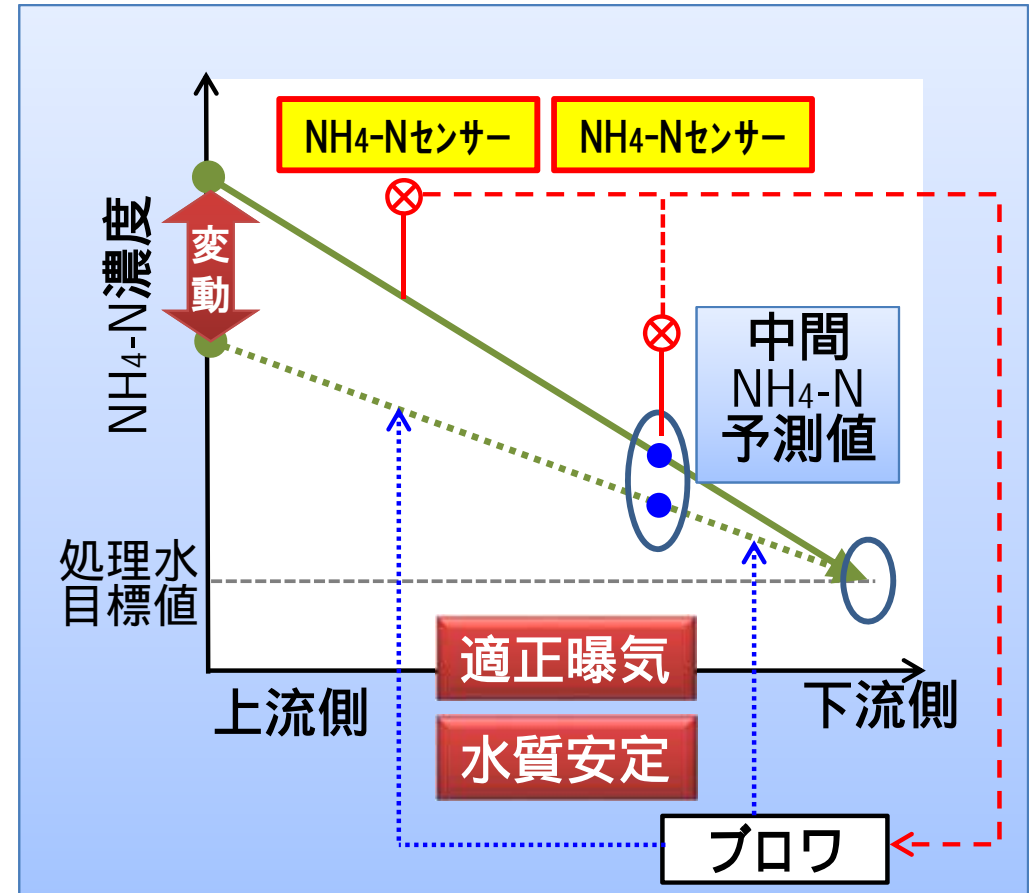
FF:フィードフォワード、FB:フィードバック

## ■フィードバック(FB)硝化制御技術例



上流側・下流側で流入時のNH<sub>4</sub>-N濃度が大きく異なると過剰曝気となる可能性あり

## ■本技術(モデルベースFF+FB硝化制御)



中間NH<sub>4</sub>-N予測値という通過点も考慮し、風量を制御、処理水質を安定化

## ■FF制御の処理特性モデル

微生物の処理特性を「見える化」するとともに、自動更新機能により精度を自動的に維持

## 5. 本技術の適用に関して①

### ■ 本技術の適用条件(§ 11 技術の適用条件)

- (1) 活性汚泥を用いた下水処理方式で、好気タンクを有すること
- (2) 明確なNH<sub>4</sub>-Nの処理目標があること(硝化を制御したいというニーズがあること)
- (3) 風量制御が可能であること

### ■ 本技術の適用が効果的な条件(§ 12 技術の適用が効果的な条件)

#### ● 本技術の導入効果が大きくなることが予想される推奨条件

項目	推奨条件
流入	● 流入水質(負荷)の変動が大きい
ブロワ	● 風量削減時に運転台数の低減が見込まれる
現状の運用	● DO制御が安定して運用されている ● 過剰曝気の時間帯がある ● 処理特性の季節変化が大きい

#### ● 導入費用を低減できる条件(§ 9, § 10, § 12参照)

- 本技術に必要な各計測器が設置済み
- 同一の方式、躯体構造で、同様な流入・運転条件の系列が多い  
(NH<sub>4</sub>-Nセンサーを設置した池の制御結果(DO)を他水処理系列へ展開)

硝化を適正化する余地がある場合や、導入する計測器を低減できる場合などに適用が効果的

## 6. 本技術の適用に関して②

### ■ 本技術の導入シナリオ例(§ 13 導入シナリオ例)

#### ● 流入・運転条件の変更時に導入

導入タイミング	具体例
既存設備の更新・変更時	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>ブロワ</b>の更新時</li><li>• 散気装置の更新時</li><li>• 下水処理施設の変更時(系列の増設・廃止など)</li></ul>
処理水NH <sub>4</sub> -N目標値変更時	<ul style="list-style-type: none"><li>• 処理プロセスの変更時(<b>段階的高度処理化</b>など)</li><li>• <b>能動的管理(季節別運転)</b>の適用時</li></ul>

- **ブロワの更新時**: 本技術運転時の送風量に合った仕様のブロワを選定、運用コストを低減
- **流入・運転条件(処理水目標値を含む)の変更時**: 新規運転管理手法を効率的に構築

#### ● 既存設備の更新時に導入

導入タイミング	具体例
既存設備の更新・変更時	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>監視制御システムの新設・更新時</b></li></ul>

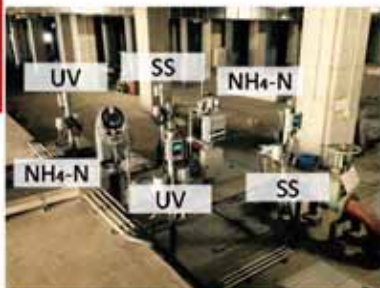
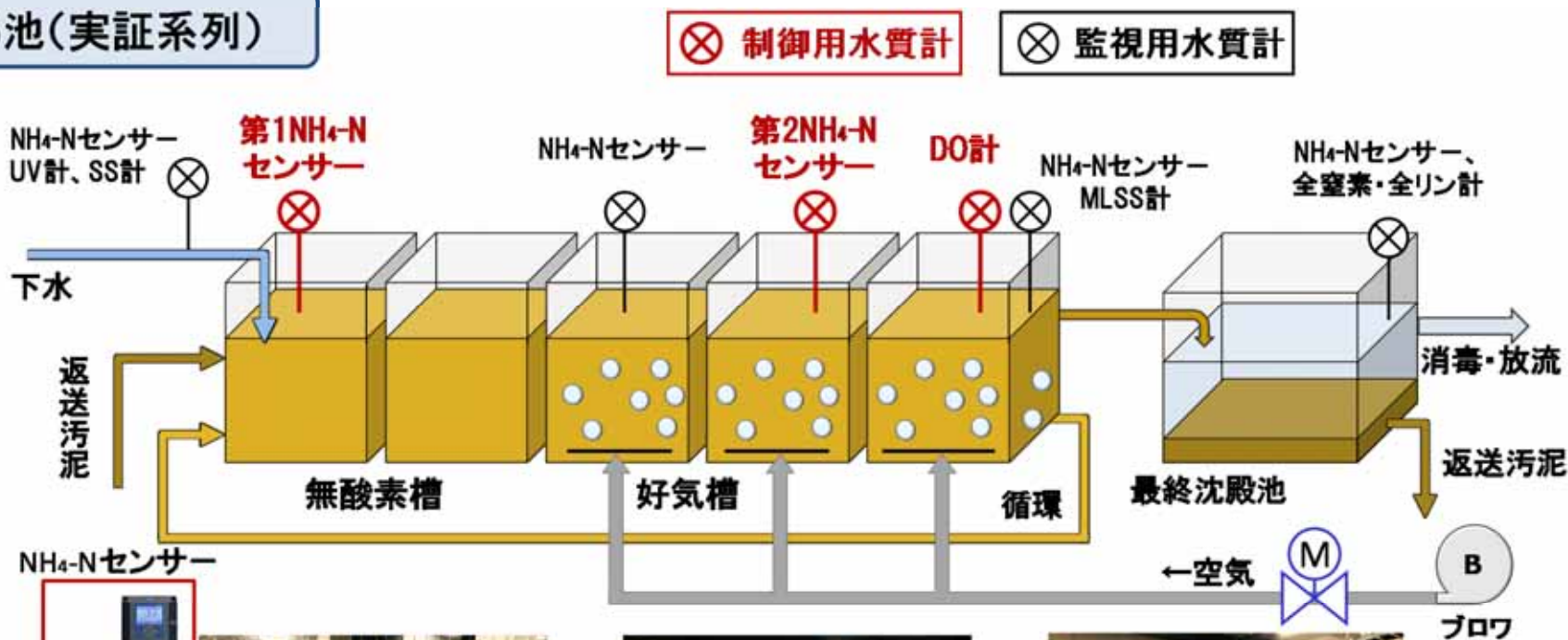
- **監視制御システムの更新時**: 工事費の一部を共通化でき、導入コストを低減

# 7. 実証研究に基づく評価の概要(実証研究の概要)

## ■ 実証概要(資料編参照)

- 茨城県流域下水道事務所霞ヶ浦浄化センター—No.5池(実証系列:本技術)、No.6池(対照系列:DO一定制御)
- 処理方式: 循環式硝化脱窒法
- 実証期間: 平成26年度～平成27年度

### No.5池(実証系列)



制御用水質計(流量計含む)に基づき送風量制御し、  
監視用水質計(処理水NH<sub>4</sub>-Nセンサーなど)で制御結果を評価



## 8. 技術の評価項目・結果(§ 14 技術の評価項目, § 15 技術の評価結果)

### ■ 霞ヶ浦浄化センターでの実証実験結果

項目	目標	成果
処理水 NH <sub>4</sub> -N濃度	硝化促進を目標とした運転として、 平均処理水NH <sub>4</sub> -N濃度 ≤ 1.0 mg-N/L	○: 平均処理水NH <sub>4</sub> -N濃度 0.33 mg-N/L
風量削減 効果	DO一定制御(対照系列)と比較して風量10%減	○: 風量16.9%減

### ■ 仮想処理場でのFS検討結果※

- 標準法、処理規模50,000 m<sup>3</sup>/日、DO一定制御の仮想処理場を想定した試算結果

評価項目	成果目標	評価結果
消費電力量	(設定なし)	13.2%低減
温室効果ガス排出量	(設定なし)	13.2%削減
経費回収年	上記想定にて5.1年	○: 経費回収年3.1年

※ FSでは、処理方式: 標準法、循環式硝化脱窒法、処理規模: 10,000 m<sup>3</sup>/日、50,000 m<sup>3</sup>/日、100,000 m<sup>3</sup>/日  
風量制御方式: 風量一定制御、DO一定制御の各仮想処理場への導入効果を試算

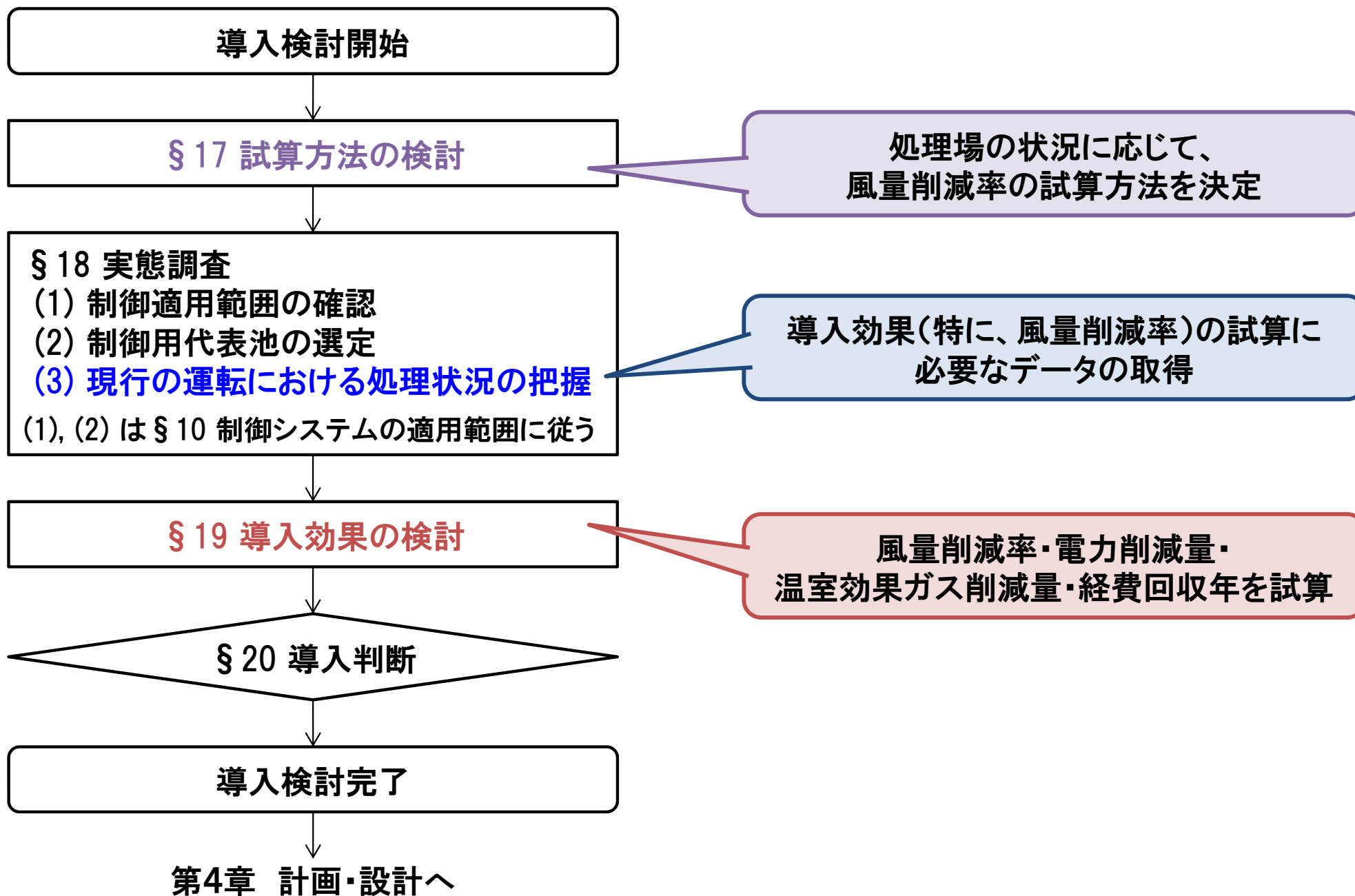
処理水水質、風量削減率、経費回収年の成果目標を達成

# 9. 第3章 導入検討

章	節	内容
第1章 総則	第1節～第4節 ガイドラインの目的、適用範囲、構成 用語の定義	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ガイドラインの目的、適用範囲、構成( § 1-3)</li> <li>・用語の定義( § 4)</li> </ul>
第2章 技術の 概要と評価	第1節 技術の概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本技術の概略( § 5-10)</li> <li>・本技術の適用条件( § 11)</li> <li>・技術の適用が効果的な条件( § 12)</li> <li>・導入シナリオ例( § 13)</li> </ul>
	第2節 実証研究に基づく評価の概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実証での評価概要( § 14, 15)</li> </ul>
第3章 導入検討	第1節 導入検討手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・導入効果の検討手法( § 16-20)</li> </ul>
	第2節 導入効果の検討例	<ul style="list-style-type: none"> <li>・検討事例( § 21-22)</li> </ul>
第4章 計画・設計	第1節 導入計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施設計画の検討手法( § 23-27)</li> <li>①必要設備の設置状況確認</li> <li>②NH<sub>4</sub>-Nセンサーの設置計画</li> <li>③監視制御システムの設置計画</li> </ul>
第5章 維持管理	第1節 運転管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・制御システムの立ち上げ( § 28-29)</li> <li>・制御システムの運転管理( § 30)</li> </ul>
	第2節 保守点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>・監視制御システムの保守点検( § 31)</li> </ul>
	第3節 緊急時の対応と対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・緊急時の対応と対策( § 32)</li> </ul>

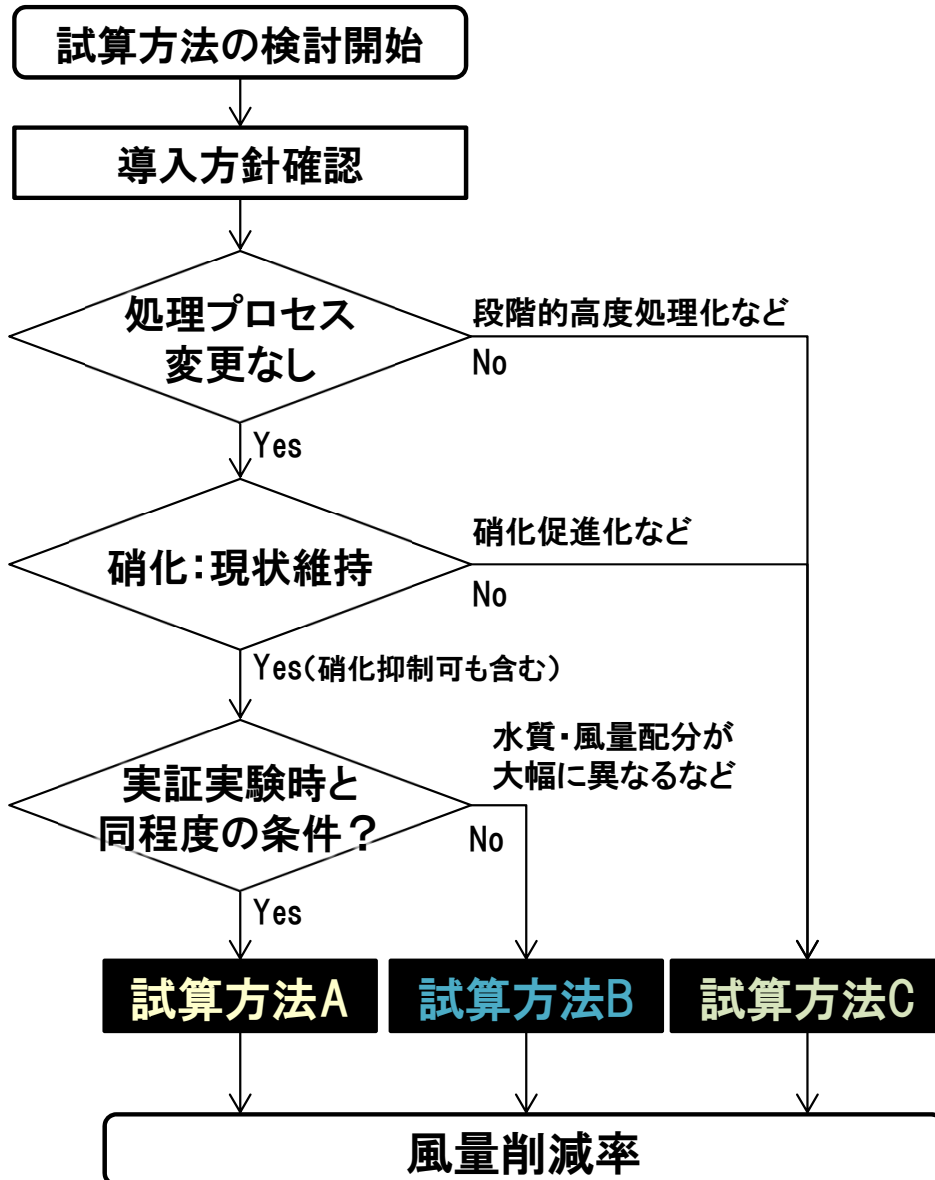
# 10. 導入検討手順(§ 16 導入検討手順)

## ■ 導入検討の流れ



# 11. 風量削減率の試算方法(§ 17 試算方法の検討、§ 19 導入効果の検討)

## ■ 試算方法の検討フロー



### 試算方法A

- NH<sub>4</sub>-N処理状況を調査
- 硝化が目標に達する位置(硝化目標達成位置)を算出
- **風量削減率試算式**に基づき風量削減率を試算

### 試算方法B

： 実証実験時の条件と大きく異なる場合

- 硝化目標達成位置に加えて、導入検討する処理場の風量配分比・必要酸素量も考慮して試算

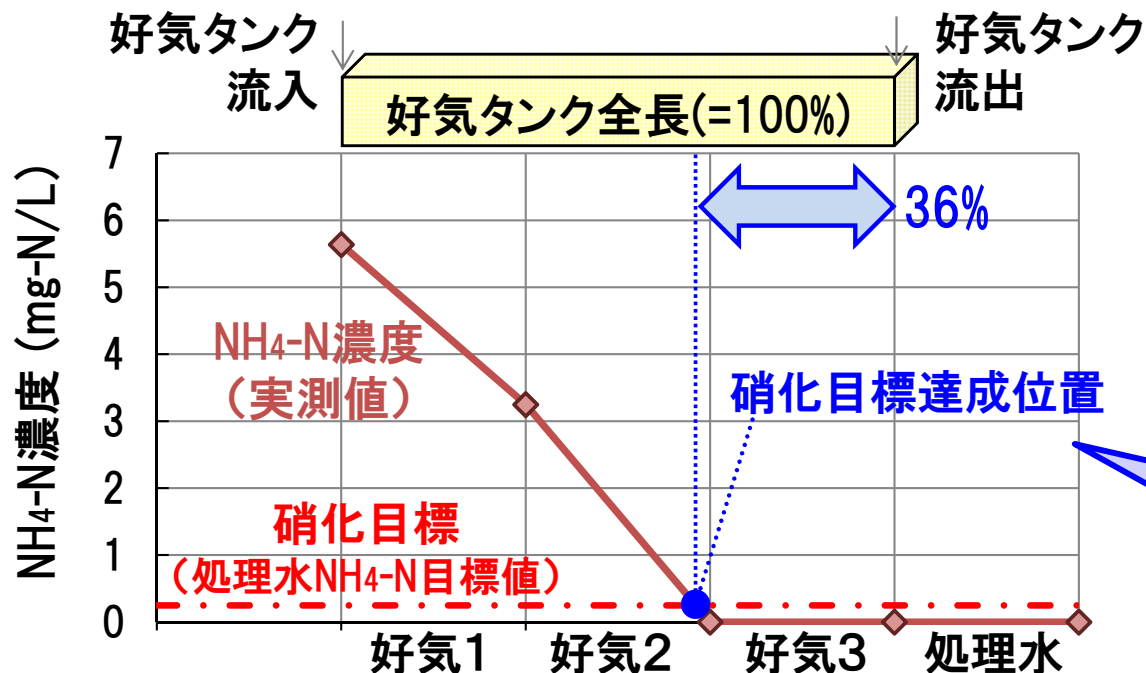
### 試算方法C

： 処理プロセス変更時や硝化促進時  
(風量の増減予測困難時、風量の増加時)

- DO一定制御を採用していたと想定し、  
実証実験値16.9%を暫定的に適用

# 12. 試算方法Aによる試算方法(§18 実態調査、§19 導入効果の検討)

## ■ 実態調査でのNH<sub>4</sub>-N処理状況の把握



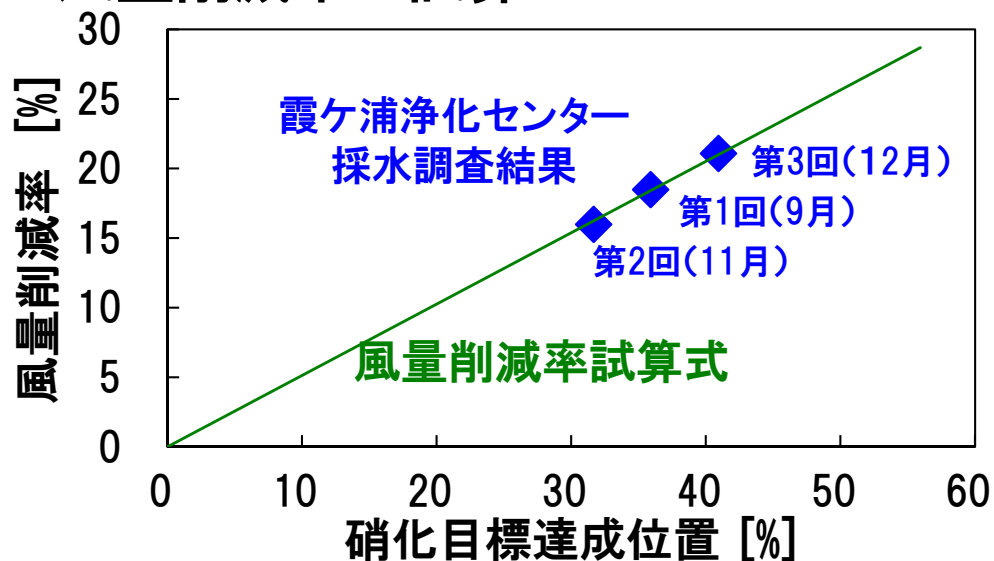
好気槽各槽の滞留時間比 (容積比)を把握

NH<sub>4</sub>-N濃度の推移を調査

左図を作成し、  
硝化目標達成位置を導出

硝化目標達成位置以降は過剰曝気であり、風量削減の余地があるとする

## ■ 風量削減率の試算



風量削減率試算式(実証研究により構築)

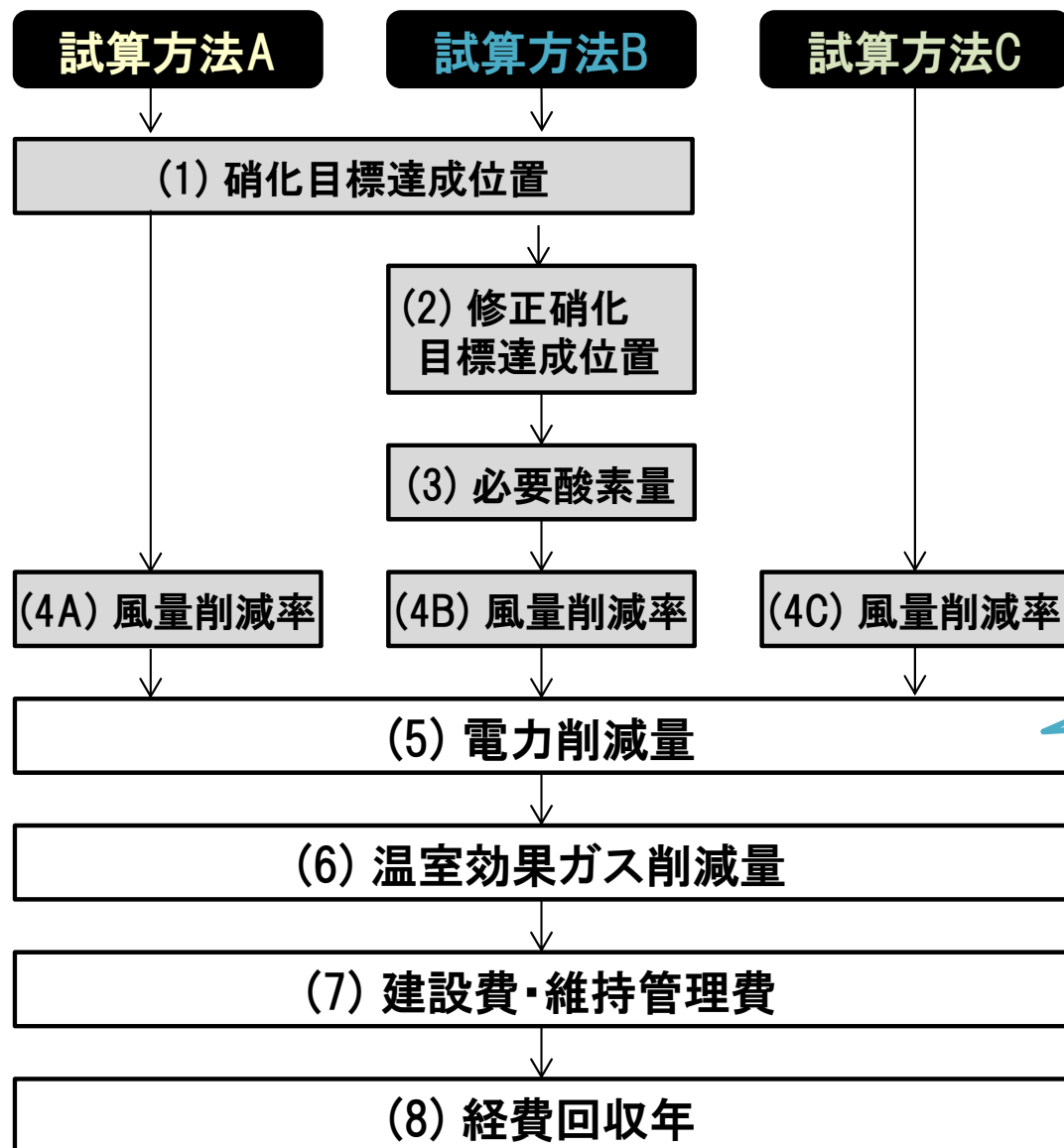
$$\text{風量削減率} = 0.51 \times \text{硝化目標達成位置}$$

(決定係数 $R^2=0.99$ )

試算式に基づき風量削減率を試算

# 13. 導入効果の試算( § 19 導入効果の検討)

## ■ 導入効果の検討フロー



・原単位から算出

1) 原単位: 送風量1m<sup>3</sup>あたりの電力量

2) 電力削減量 = 原単位 × 風量削減量

・ブロワの性能曲線から算出

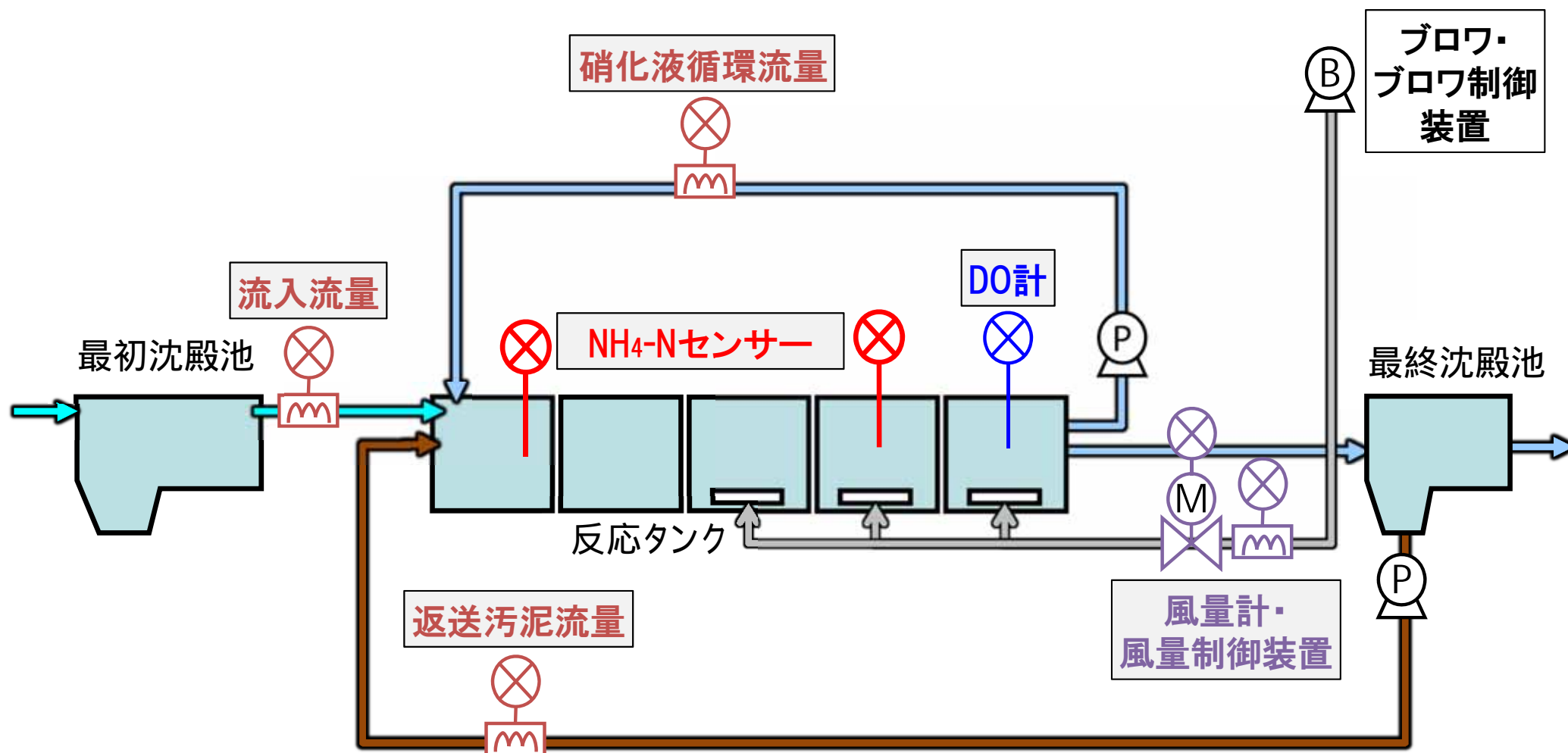
排出係数や電力単価、導入システムの建設費・維持管理費に基づき試算  
( § 19 導入効果の検討 参照)

# 14. 第4章 計画・設計

章	節	内容
第1章 総則	第1節～第4節 ガイドラインの目的、適用範囲、構成 用語の定義	・ガイドラインの目的、適用範囲、構成( § 1-3) ・用語の定義( § 4)
第2章 技術の 概要と評価	第1節 技術の概要	・本技術の概略( § 5-10) ・本技術の適用条件( § 11) ・技術の適用が効果的な条件( § 12) ・導入シナリオ例( § 13)
	第2節 実証研究に基づく評価の概要	・実証での評価概要( § 14, 15)
第3章 導入検討	第1節 導入検討手法	・導入効果の検討手法( § 16-20)
	第2節 導入効果の検討例	・検討事例( § 21-22)
第4章 計画・設計	第1節 導入計画	・施設計画の検討手法( § 23-27) ①必要設備の設置状況確認 ②NH <sub>4</sub> -Nセンサーの設置計画 ③監視制御システムの設置計画
第5章 維持管理	第1節 運転管理	・制御システムの立ち上げ( § 28-29) ・制御システムの運転管理( § 30)
	第2節 保守点検	・監視制御システムの保守点検( § 31)
	第3節 緊急時の対応と対策	・緊急時の対応と対策( § 32)

# 15. 必要設備の設置状況確認( § 25 機器仕様・機器配置の検討)

## ■ 本技術を適用した水処理系列の基本構成



計画時に既存機器・計測器を確認  
設置されていない設備は、本技術と共に導入する



# 16. NH<sub>4</sub>-Nセンサーの設置計画( § 25 機器仕様・機器配置の検討)

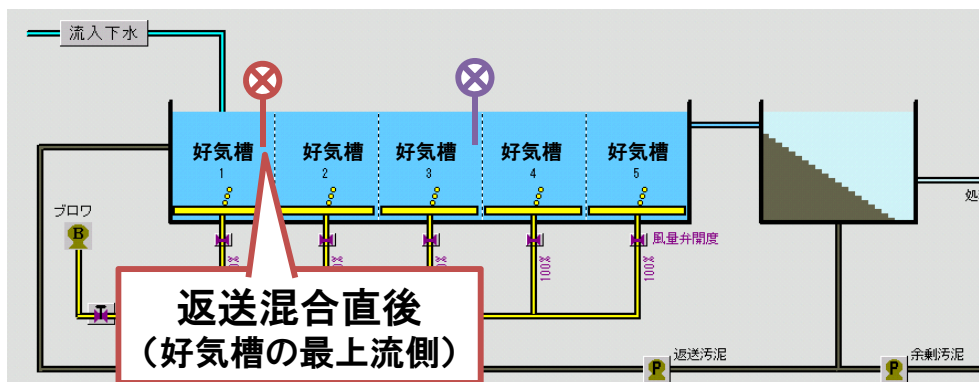
## ■ NH<sub>4</sub>-Nセンサーの設置位置

- 処理特性グラフ作成のため、2点間のNH<sub>4</sub>-N濃度と送風量の関係が得られる位置に設置

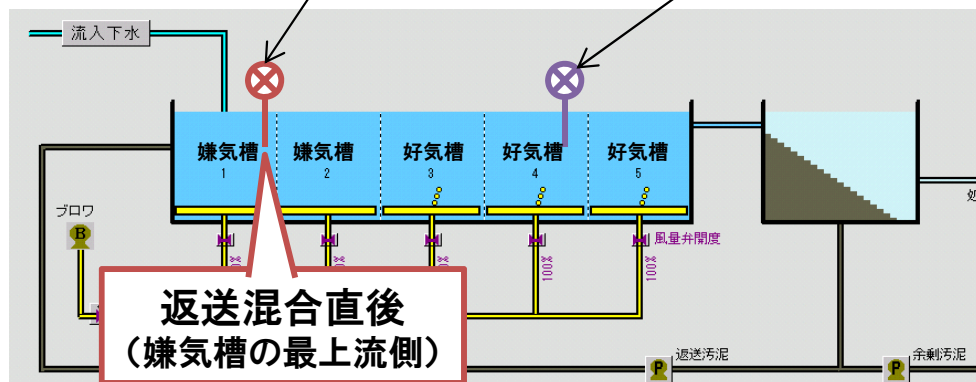
第1NH<sub>4</sub>-Nセンサー(上流):返送(循環)混合直後

第2NH<sub>4</sub>-Nセンサー(下流):好気槽の中間

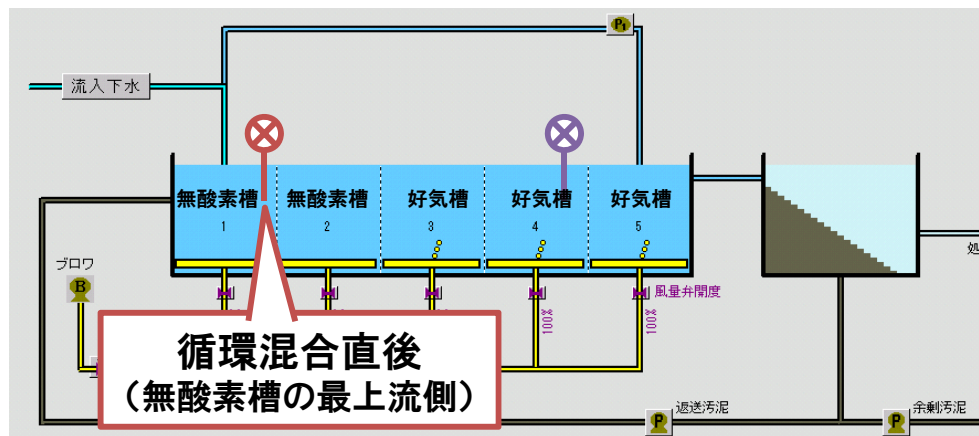
### ア) 標準活性汚泥法



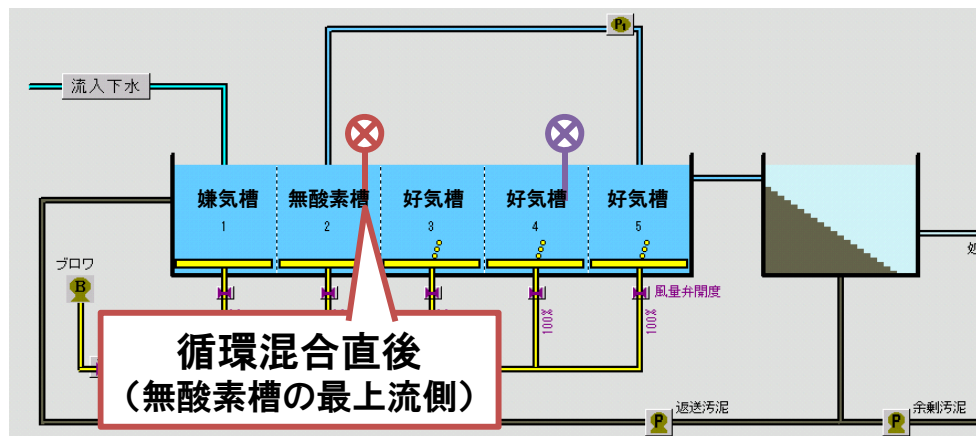
### イ) AO法



### ウ) 循環式硝化脱窒法



### エ) A2O法



# 17. 第5章 維持管理

章	節	内容
第1章 総則	第1節～第4節 ガイドラインの目的、適用範囲、構成 用語の定義	・ガイドラインの目的、適用範囲、構成( § 1-3) ・用語の定義( § 4)
第2章 技術の 概要と評価	第1節 技術の概要	・本技術の概略( § 5-10) ・本技術の適用条件( § 11) ・技術の適用が効果的な条件( § 12) ・導入シナリオ例( § 13)
	第2節 実証研究に基づく評価の概要	・実証での評価概要( § 14, 15)
第3章 導入検討	第1節 導入検討手法	・導入効果の検討手法( § 16-20)
	第2節 導入効果の検討例	・検討事例( § 21-22)
第4章 計画・設計	第1節 導入計画	・施設計画の検討手法( § 23-27) ①必要設備の設置状況確認 ②NH <sub>4</sub> -Nセンサーの設置計画 ③監視制御システムの設置計画
第5章 維持管理	第1節 運転管理	・制御システムの立ち上げ( § 28-29) ・制御システムの運転管理( § 30)
	第2節 保守点検	・監視制御システムの保守点検( § 31)
	第3節 緊急時の対応と対策	・緊急時の対応と対策( § 32)

## 18. 制御システムの運転管理・保守、緊急時の対応

### ■ 制御システムの立ち上げ～運転管理(§ 29, 30 参照)

- 試運転により、**処理特性モデルの構築**、制御パラメータの設定・調整を実施
- 処理水NH<sub>4</sub>-N濃度、処理特性グラフを定期的に監視し、運転状況が適切か判断

### ■ 監視制御システムの保守点検(§ 31 参照)

- 適切な運転継続のため、**定期的に設備の保守点検**を実施

#### 【NH<sub>4</sub>-Nセンサーの保守作業(例)】

保守項目	頻度
検出器、電極部の洗浄	1ヶ月毎
試料水による校正	1ヶ月毎
電極カートリッジの交換	6ヶ月毎
定期点検(動作確認等)	1年毎
消耗部品の交換	年間～数年毎

### ■ 緊急時の対応と対策(§ 32 参照)

- 処理水NH<sub>4</sub>-N濃度が目標値と大きく乖離、処理特性グラフ異常: NH<sub>4</sub>-Nセンサー校正
- NH<sub>4</sub>-Nセンサー保守作業(電極洗浄時など): 従来送風量制御(DO一定など)に切替

## 19. お問い合わせ先(資料編5参照)

### 株式会社 日立製作所

株式会社 日立製作所 水ビジネスユニット 水事業部  
〒170-8466 東京都豊島区東池袋4-5-2 ライズアリーナビル  
TEL 03-5928-8092  
FAX 03-5928-8778  
URL <http://www.hitachi.co.jp/>

### 茨城県

茨城県土木部都市局下水道課  
〒310-8555 茨城県水戸市笠原町978-6  
TEL 029-301-4682  
FAX 029-301-4699  
URL <http://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/doboku/gesui/index.html>

本実証研究の実施にあたり、ご指導を頂いた評価委員会・個別検討会の委員の皆様、国総研関係各位の皆様に改めて感謝の意を表します