

既存施設を活用した段階的高度処理の  
普及ガイドライン(案)

国土交通省下水道部

平成27年9月

# 1. 「普及ガイドライン(案)」策定の背景等

## 【ガイドライン策定の背景】

- 閉鎖性水域等の水質改善を実現するため、富栄養化の原因となる**窒素・リン等を除去する高度処理の早期導入が必要**(高度処理実施率H19:25%→H25:41%)であり、水域によってその取組状況は異なっているのが現状。
- しかし、処理場施設の**耐用年数等の問題から全面的な増改築は当面見込めない**。
- こうしたなか、平成27年1月に改訂した「流域別下水道整備総合計画調査指針と解説」においては、中期整備事項として、概ね10年程度の中期的な整備方針を定め、既存施設・ナレッジ※を活用した段階的**高度処理等の導入を検討することが示された**。

※各自治体に蓄積された水質改善に係る暗黙知・ノウハウ

## 対応の方向性

### 既存施設を活用した段階的**高度処理の推進**

蓄積された**運転管理ナレッジ**を活用した**段階的**高度処理を推進****  
『早く』 『安く』 『高品質』

国及び**運転管理等のノウハウ**を有する地方公共団体からなる場を設置し、**ナレッジ集**を作成するなどして**水平展開**を図る。

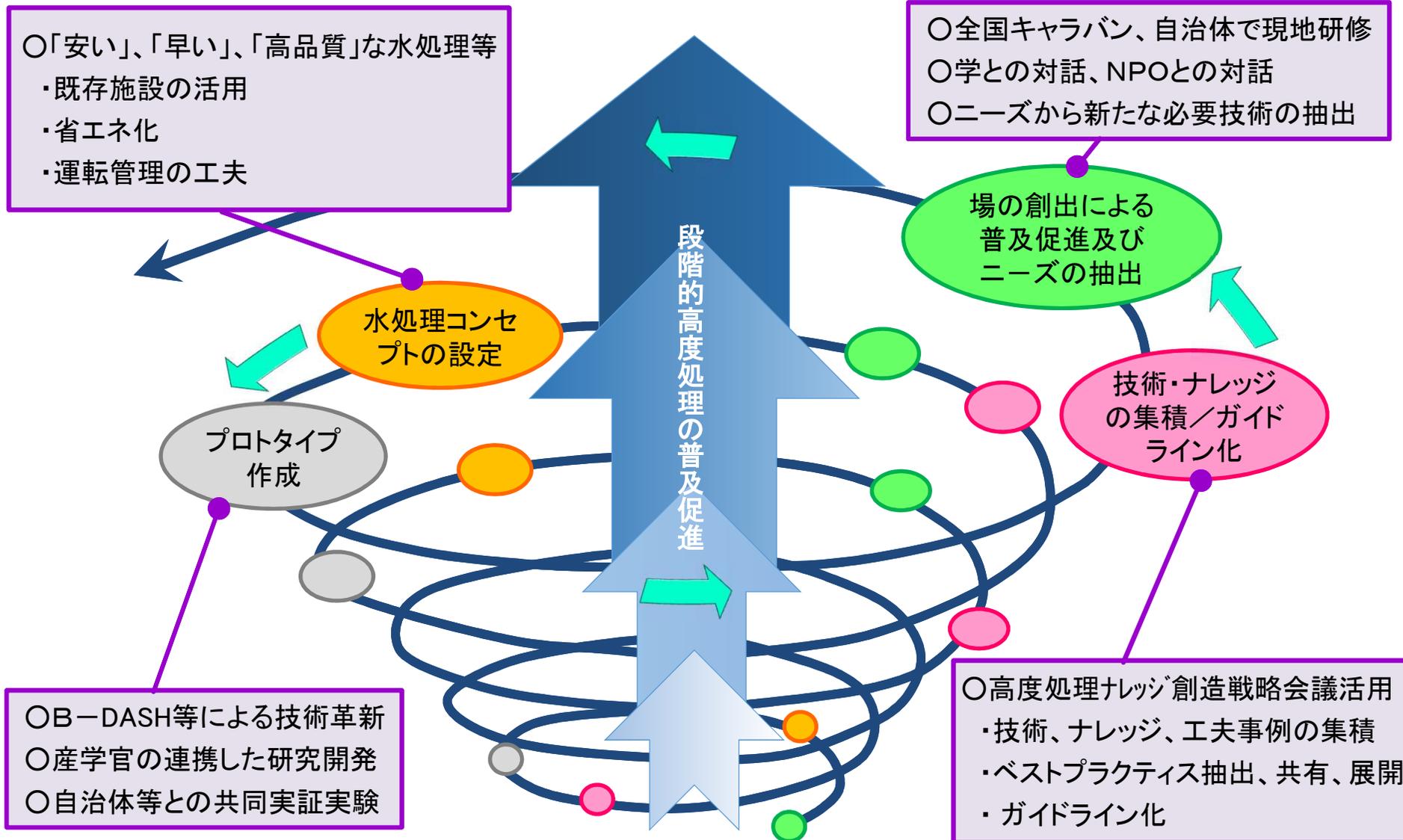
## そのため

### 「既存施設を活用した段階的**高度処理の普及ガイドライン(案)」の策定**

- 効果、導入手順、運転管理上の留意点、事業計画への位置付けに関する事項等を整理
- 全国の段階的**高度処理**を実施している事例を収集整理

## 2. 段階的・高度処理の普及促進のイメージ

「安い」、「早い」、「高品質」など水処理に係るコンセプトを定め、それらを踏まえた技術革新等により技術・ナレッジの集積やガイドライン化が図られ、水処理技術の導入が進む。その後、現地研修等の場の創出による普及促進及びこうした場でのニーズの抽出などを通じた好循環によって、段階的・高度処理の普及が促進。



# 3. 段階的高度処理の導入の効果

## <水質改善への貢献>

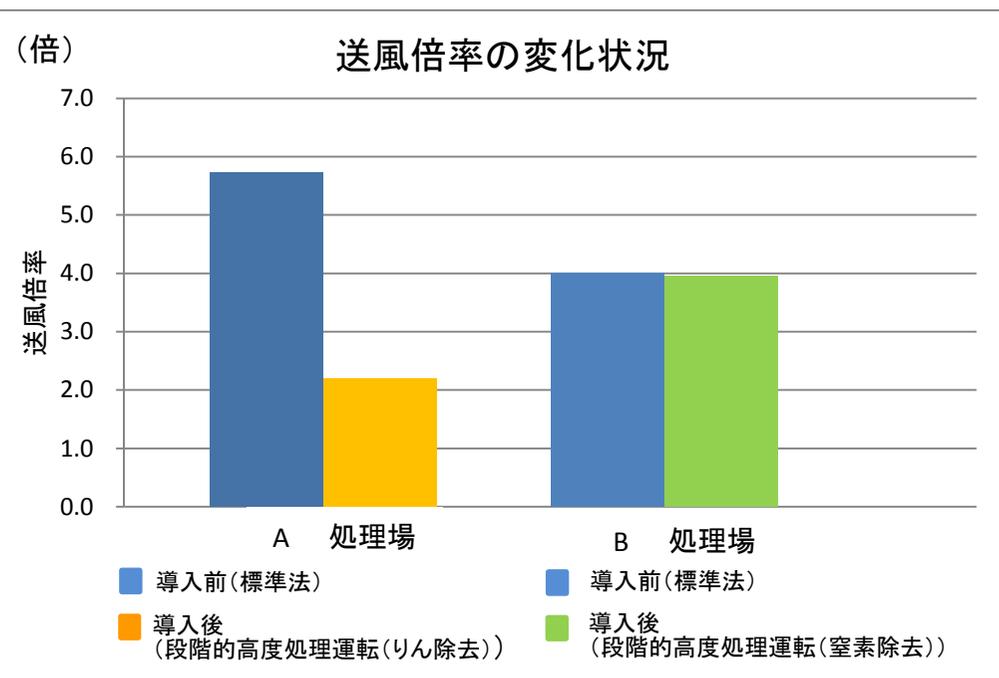
良好な処理水質を早期に確保することで、水域の水質改善や最終流達先の水環境の改善に貢献

## <省エネルギー対策への貢献>

従来は好気槽として運用されていた反応タンクの一部を嫌気槽や無酸素槽に転用する場合、段階的高度処理へ切換えて送風量を適正に見直した結果、標準法と比較して送風倍率が小さくなる事例が報告



神田川における水質(平均BOD)の経年変化

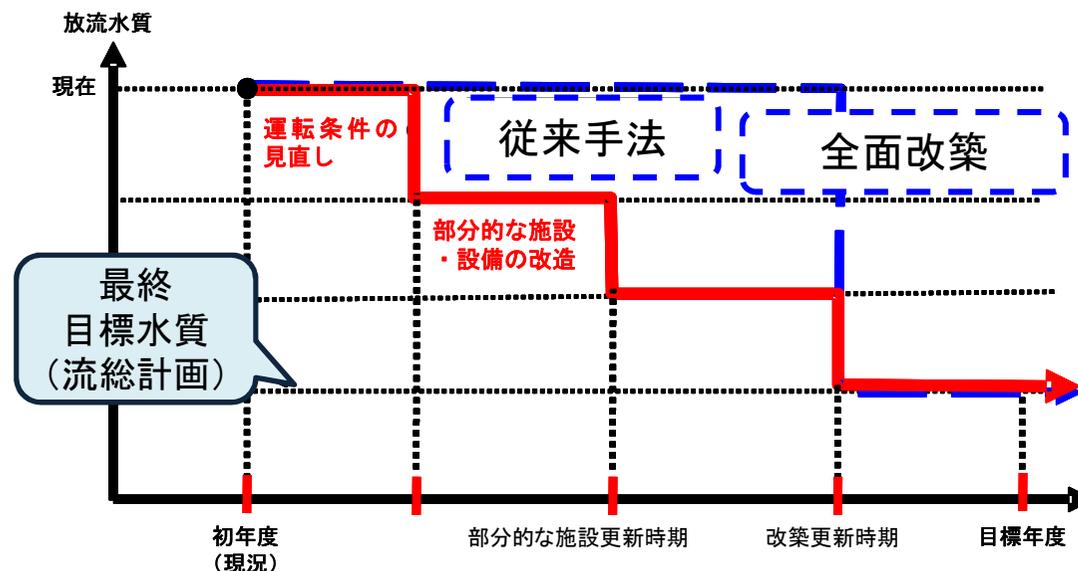


段階的高度処理導入前後の送風倍率の変化状況の例

# 4. 段階的高度処理の考え方

## 【段階的な施設整備等による高度処理化のイメージ】

- 従来手法では、改築更新時期に全面的に改築し高度処理化
- 段階的高度処理ではその時期を待つことなく、既存施設を最大限活用して、部分的な施設・設備の改造や運転管理を工夫
- 「流域別下水道整備総合計画」に定める目標水質の確保等に向けて、段階的に水質を向上



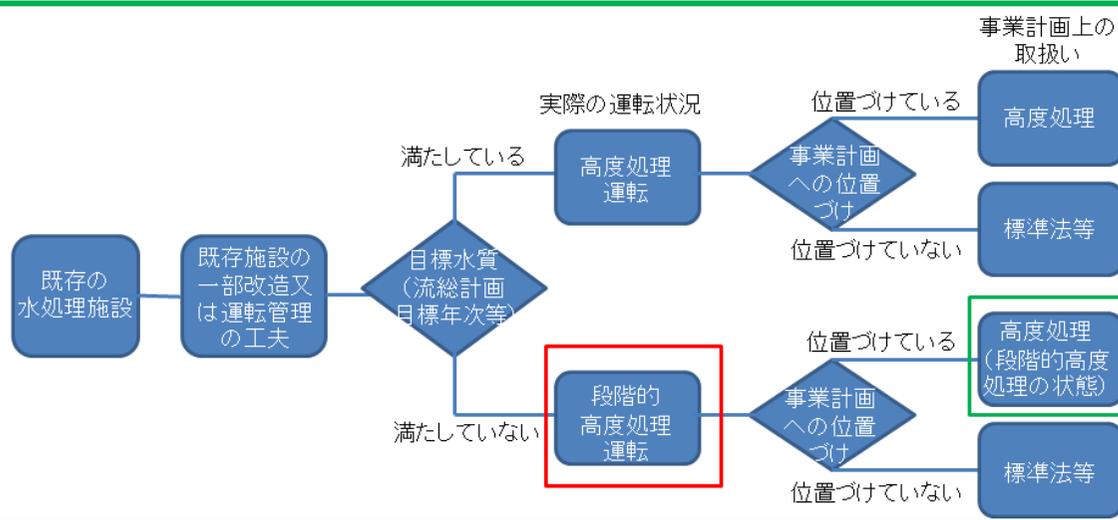
## 【段階的高度処理の考え方】

### 段階的高度処理とは

- 水域の早期水質改善に向けて、既存施設の一部改造や運転管理の工夫により段階的に高度処理化を図る手法

### 段階的高度処理運転

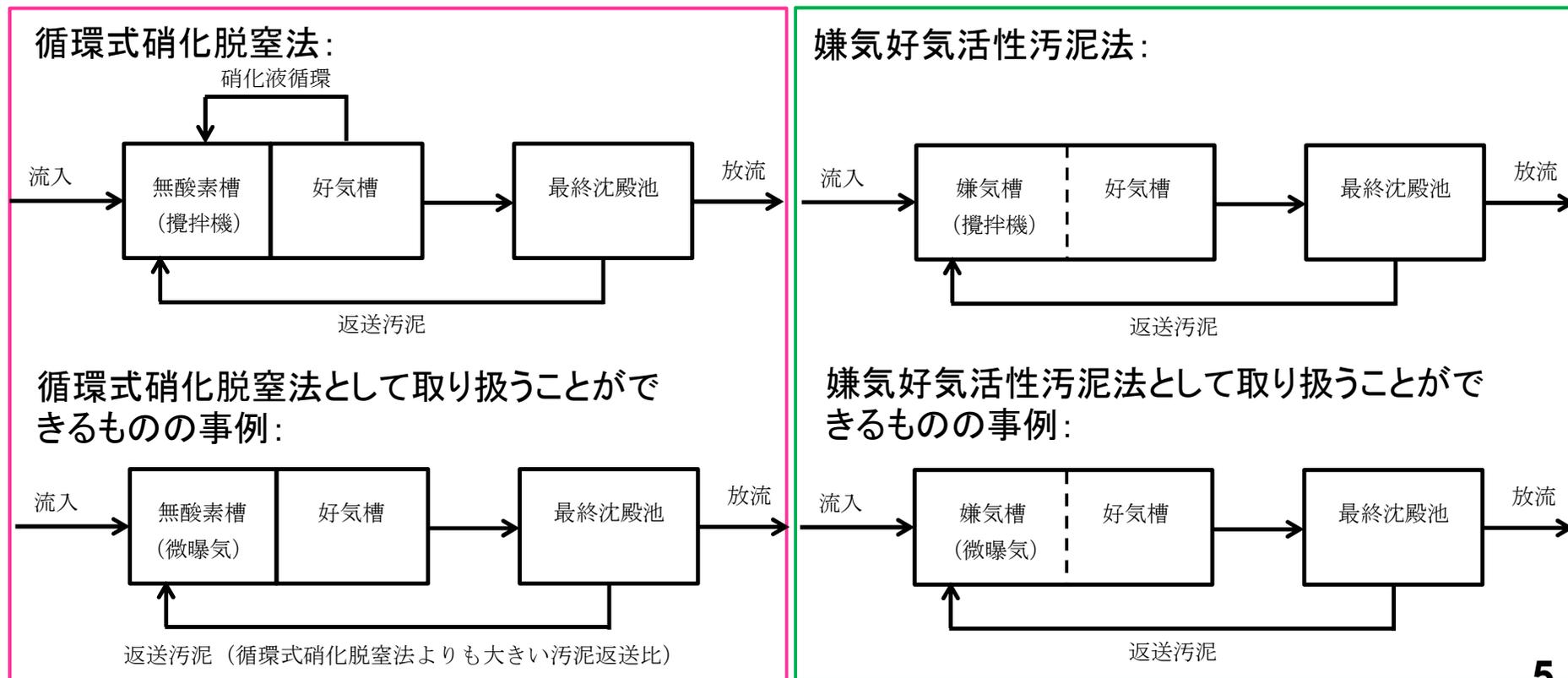
- 段階的高度処理により運転を行っている状態



## 5. 循環式硝化脱窒等として取り扱うことができるものの例 (平成20年6月事務連絡)

標準活性汚泥法等の施設で部分的な施設や設備の改造を行う場合等において、循環法等と「同様の処理原理」であり、「最低限必要な構造」を満たすものは、循環法等として取り扱うことができる。

	循環式硝化脱窒法	嫌気好気活性汚泥法	嫌気無酸素好気法
同様の処理原理	硝化・脱窒反応により窒素ガスとして放出されるもの…①	生物学的脱リン反応により除去されるもの…②	①及び②
最低限必要な構造	無酸素槽、好気槽、硝化液を無酸素槽へ送る仕組み	嫌気槽、好気槽	嫌気槽、無酸素槽、好気槽



# 6. 下水道法施行令に基づく「評価2」要否の考え方

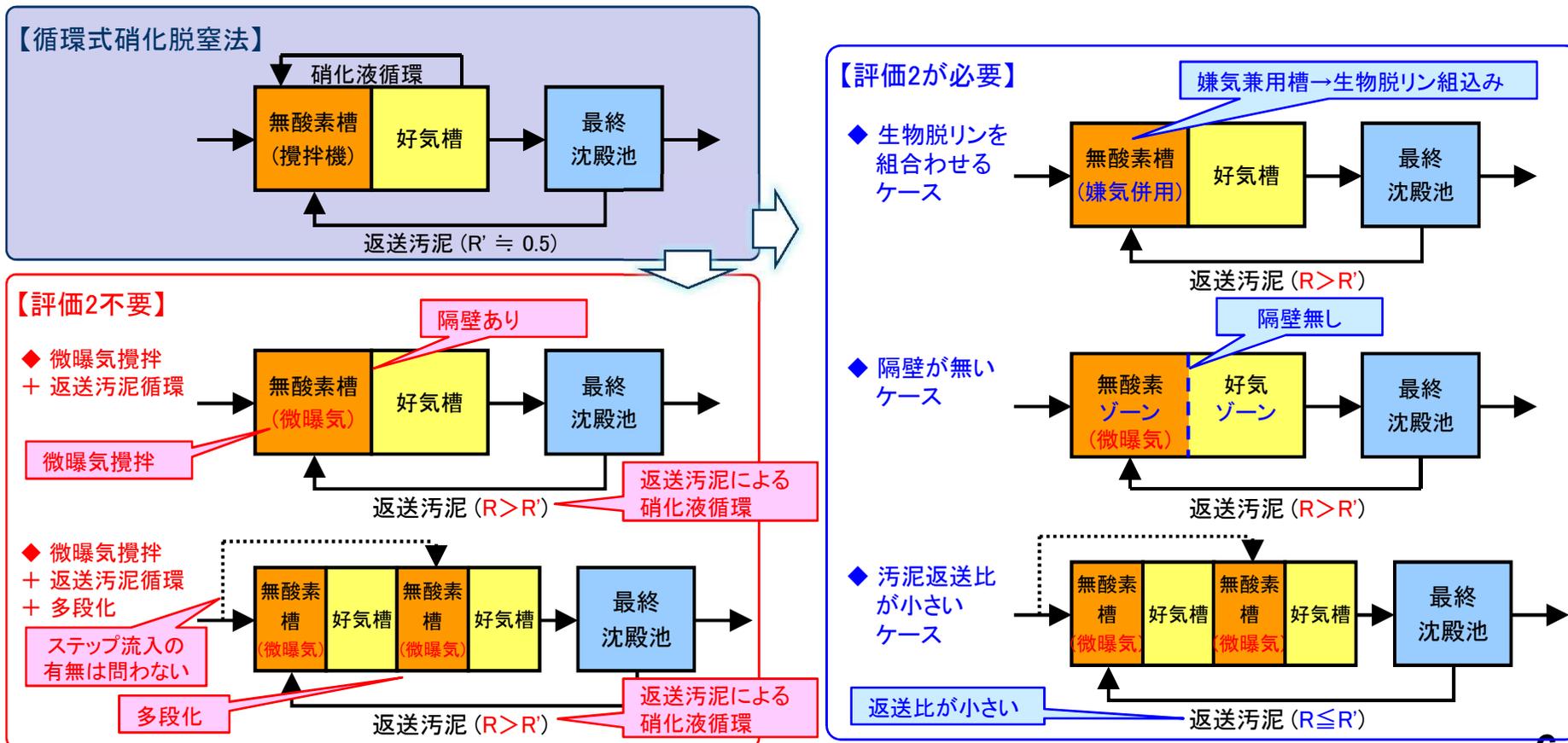
## 「評価2」が不要なもの:

- H20.6事務連絡(前掲)において「同様の処理原理」且つ「最低限必要な構造」を満たす「事例」として示されたもの。  
(→ 今後の知見蓄積により「事例」を順次公表予定。)
- ただし、事業計画への位置付けに先立ち処理性能(目標水質の達成可否)の確認は必要。

## 「評価2」を要するもの:

- 「最低限必要な構造」を満たさないもの。[例] 無酸素～好気間の隔壁が無いケース。
- 「最低限必要な構造」を満たすものの、処理フローが上記の「事例」と異なり処理水質の向上に関する知見が少ないもの。

### 「評価2」要否のイメージ(循環式硝化脱窒法の例)



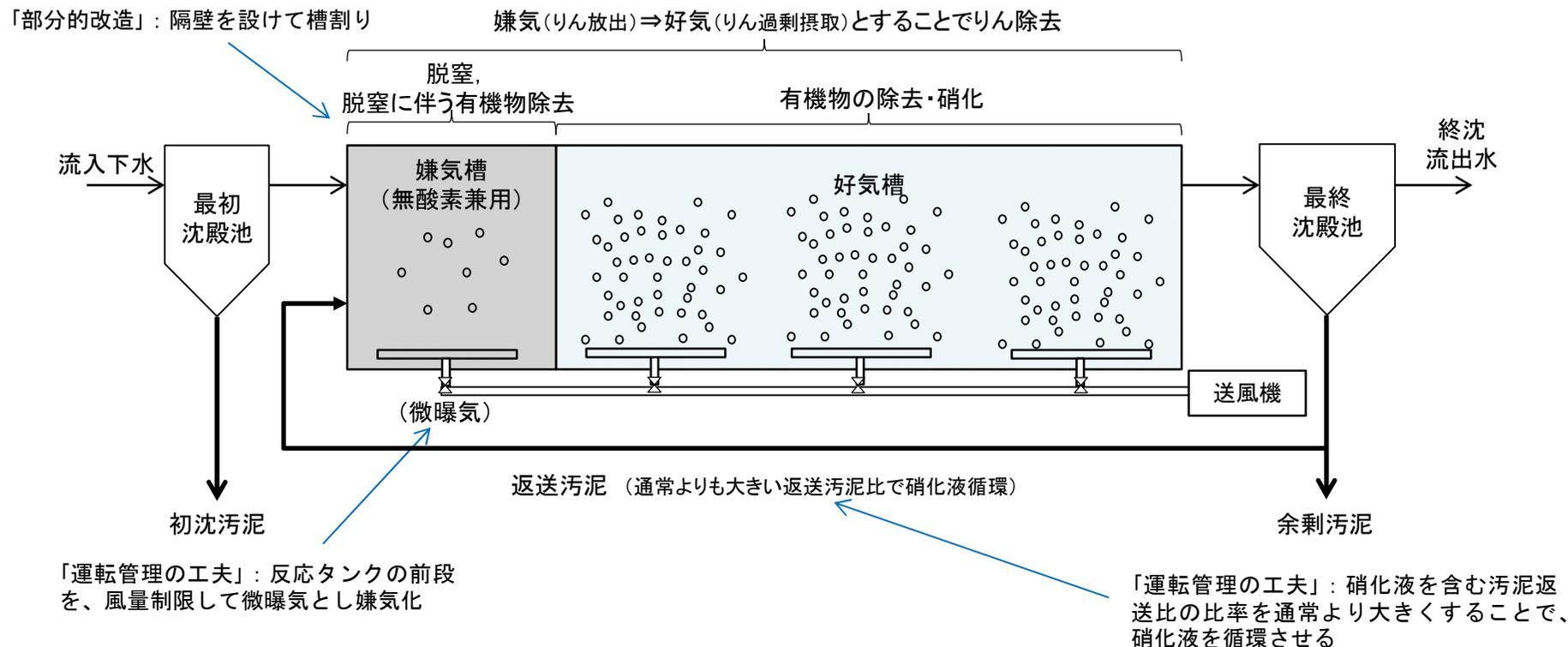
# 7. 段階的高度処理の対象条件及び具体例

## <段階的高度処理の対象条件>

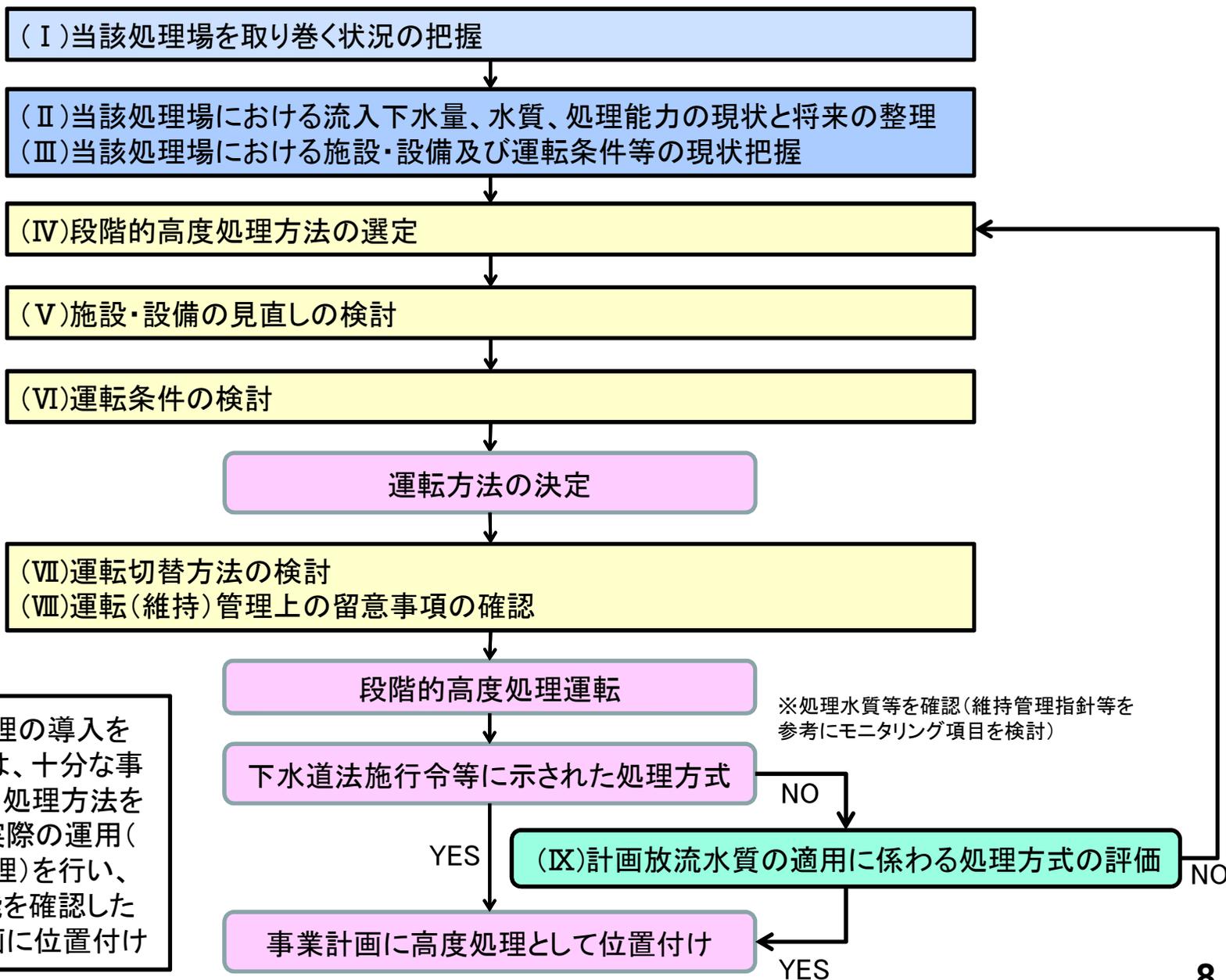
- 流総計画や全体計画で高度処理の位置付けがある
- 既存施設の一部改造や運転管理の工夫により処理水質の向上を図ることが期待できる処理場

## 【具体例】

標準法等として運転管理することを目的に設計され、運転管理の工夫により高度処理並の水質を得られることとする場合  
(その他のケースとして、既存施設を事業計画で「高度処理」として位置付けているが現状は標準法等で運転している場合や、既存施設の事業計画上の位置付けが「高度処理」であり現状も高度処理として運転されている場合も想定される)



## 8. 段階的高度処理の導入方法(1)



段階的高度処理の導入を検討する際には、十分な事前検討を行い、処理方法を選定した上で実際の運用(段階的高度処理)を行い、処理機能・性能を確認した後、事業計画に位置付け

## 8. 段階的・高度処理の導入方法(2)

### (Ⅰ) 当該処理場を取り巻く状況の把握

下記の3点などについて把握・整理

- ① 流総計画の把握(高度処理の位置付け状況、計画処理水質等)
- ② 事業計画の把握(計画放流水質、処理方法、流総計画との整合性)
- ③ 放流先の環境基準等及びその達成状況の把握

### (Ⅱ) 当該処理場における流入下水道量、流入水質、処理能力の現状と将来の整理

下記の2点などについて把握・整理

- ① 現状の流入負荷(水量、水質、施設の処理能力)
- ② 将来の流入負荷(水量、水質、施設の処理能力)

### (Ⅲ) 当該処理場における施設・設備及び運転条件等の現状把握

当該処理場における施設・設備及び運転条件として、下記の4点などについて現状を確認・把握

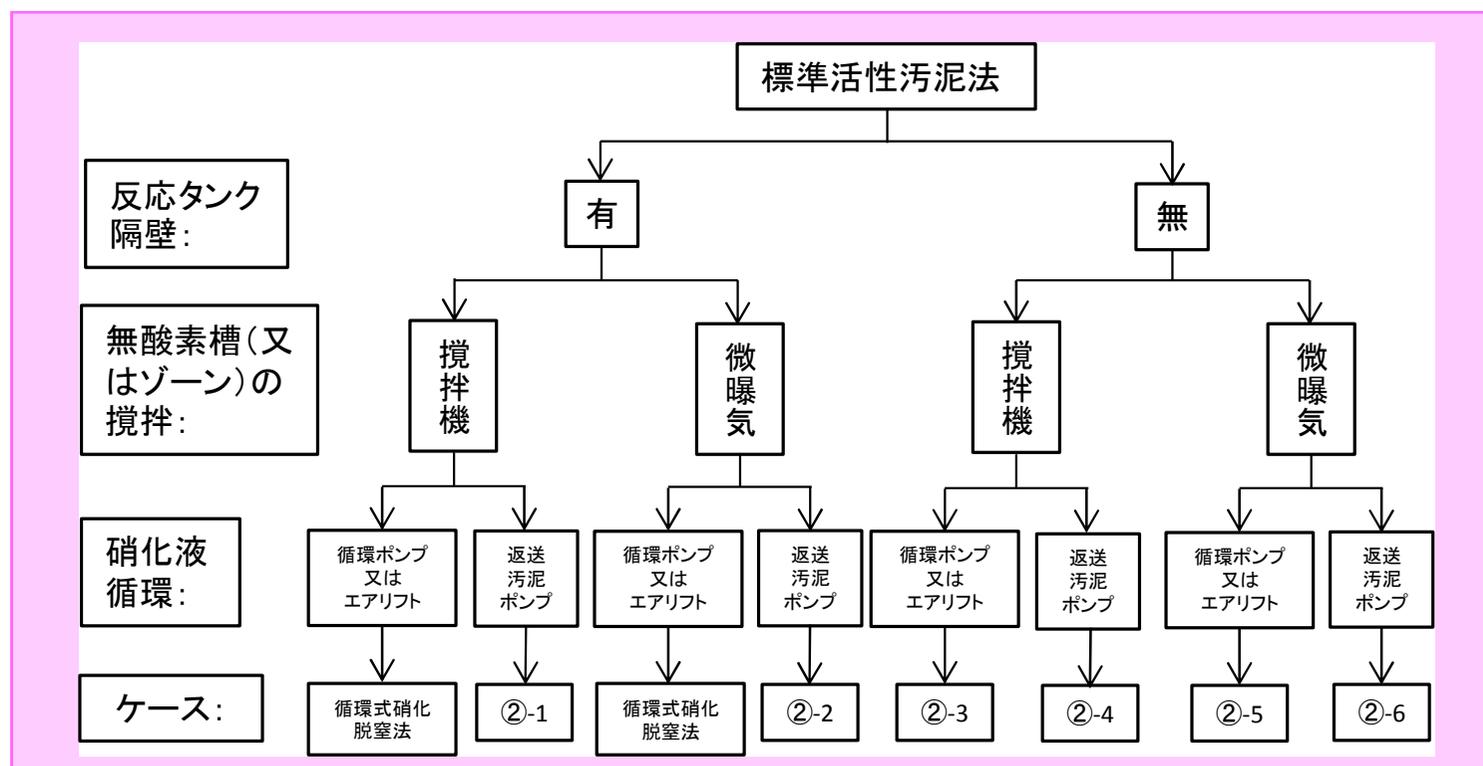
- ① 土木躯体(反応タンクの運用、隔壁の有無、ステップ水路の有無)
- ② 機械設備  
(散気装置・返送ポンプ・送風機の能力、微曝気運転による攪拌の可能性、凝集剤注入設備の有無)
- ③ 電気設備(DO計、MLSS計、ORP計等の計装設備)
- ④ 運転条件等

## 8. 段階的高度処理の導入方法(3)

### (Ⅳ)段階的高度処理方法の選定(窒素除去を例示)

当該処理場の構造・設備・運転の状況等が、どういう状態であるかを把握したうえで、目指すべく段階的高度処理を選定

主に窒素除去を行う場合を例示(りん除去、窒素・りん除去の場合は、ガイドライン本編参照)



- ②-1、②-2は「同様の処理原理」であり、「最低限必要な構造」を満たすため、事業計画への位置付けが可能
- ②-6は、「最低限必要な構造」を満たしていないと判断される(隔壁が無い)ため、事業計画への位置付けは「評価2」が必要
- ※②-3~②-5は事例報告が無い

## 8. 段階的高度処理の導入方法(4)

### (V) 施設・設備の見直しの検討

#### ① 土木躯体

- 隔壁がある場合は、必要に応じて反応タンク内の隔壁の開口部の見直し
- 隔壁がない場合は、隔壁の設置 などを検討

#### ② 機械設備

- 嫌気又は無酸素ゾーンの攪拌方式の見直し
- 返送汚泥ポンプ(硝化液循環含む)能力の見直し
- 補完的設備(凝集剤添加設備)の見直し などを検討

#### ③ 電気設備(計装設備)

- 硝化反応の状態把握を目的としたDO計やアンモニア計の設置
- 嫌気/無酸素状態の把握を目的としたORP計の設置 などを検討

## 8. 段階的高度処理の導入方法(5)

### (VI)段階的高度処理の運転条件の検討、(VIII)維持管理上の留意事項の確認

#### ①主にりん除去を行う場合の検討事項

- 攪拌機が微曝気の場合は、嫌気槽における攪拌の状態を踏まえ、りん放出に必要なHRTの確保について検討
- 好気槽におけるりんの過剰摂取に必要となるHRTの確保について検討 など

#### ②主に窒素除去を行う場合

- 攪拌機が微曝気の場合は、無酸素槽における攪拌の状態を踏まえ、脱窒に必要なHRTの確保について検討
- 好気槽での硝化反応の促進のため、硝化細菌の濃度保持に必要なASRTの確保について検討
- 返送汚泥ポンプを利用する場合は、好気槽で生成された硝化液を無酸素槽に供給するための、汚泥返送比について検討 など

#### ③主にりん・窒素除去を行う場合

- 上記に加え、好気条件における硝化反応とりん除去のバランスの検討 など

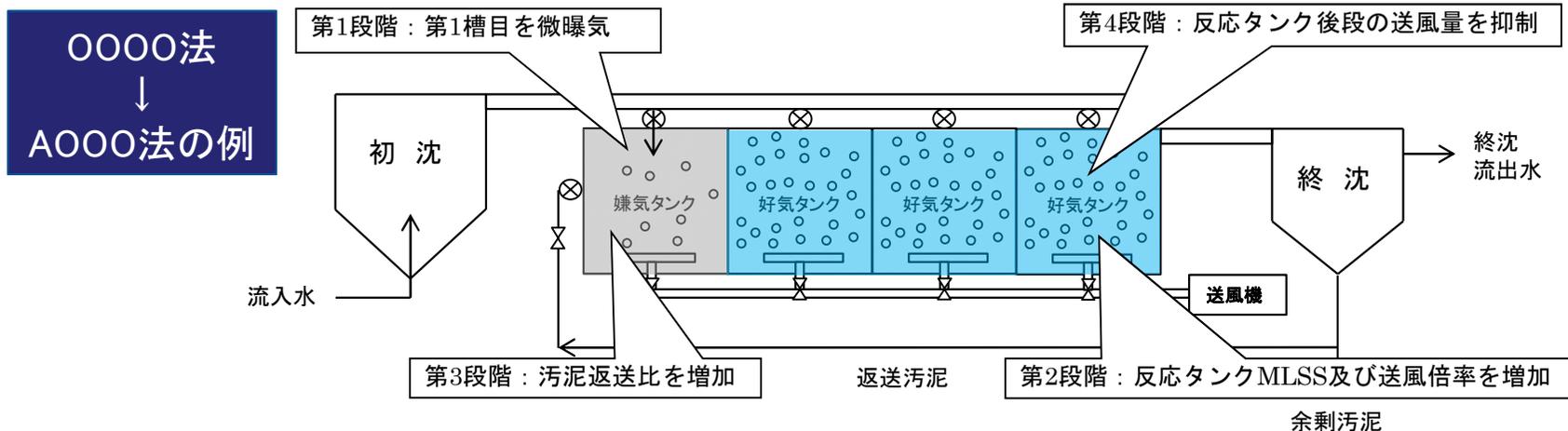
#### ◇維持管理上の留意事項

運転管理時においては、MLSS濃度の管理、送風量の最適化(嫌気状態・無酸素状態の確保)、pH低下に対する対応、雨天時の対応、消費電力量への影響、汚泥処理プロセスへの影響、硝化反応及びりん除去のバランスの維持(窒素・りん除去の場合)、汚泥の浮上などに留意

# 8. 段階的高度処理の導入方法(6)

## 運転切替方法の検討 (VII)

運転切替方法の検討においては、①嫌気槽・無酸素槽における送風量の調整、②汚泥返送比の調整、③MLSS濃度の調整、④反応タンク内の好気状態における送風量の調整等に留意



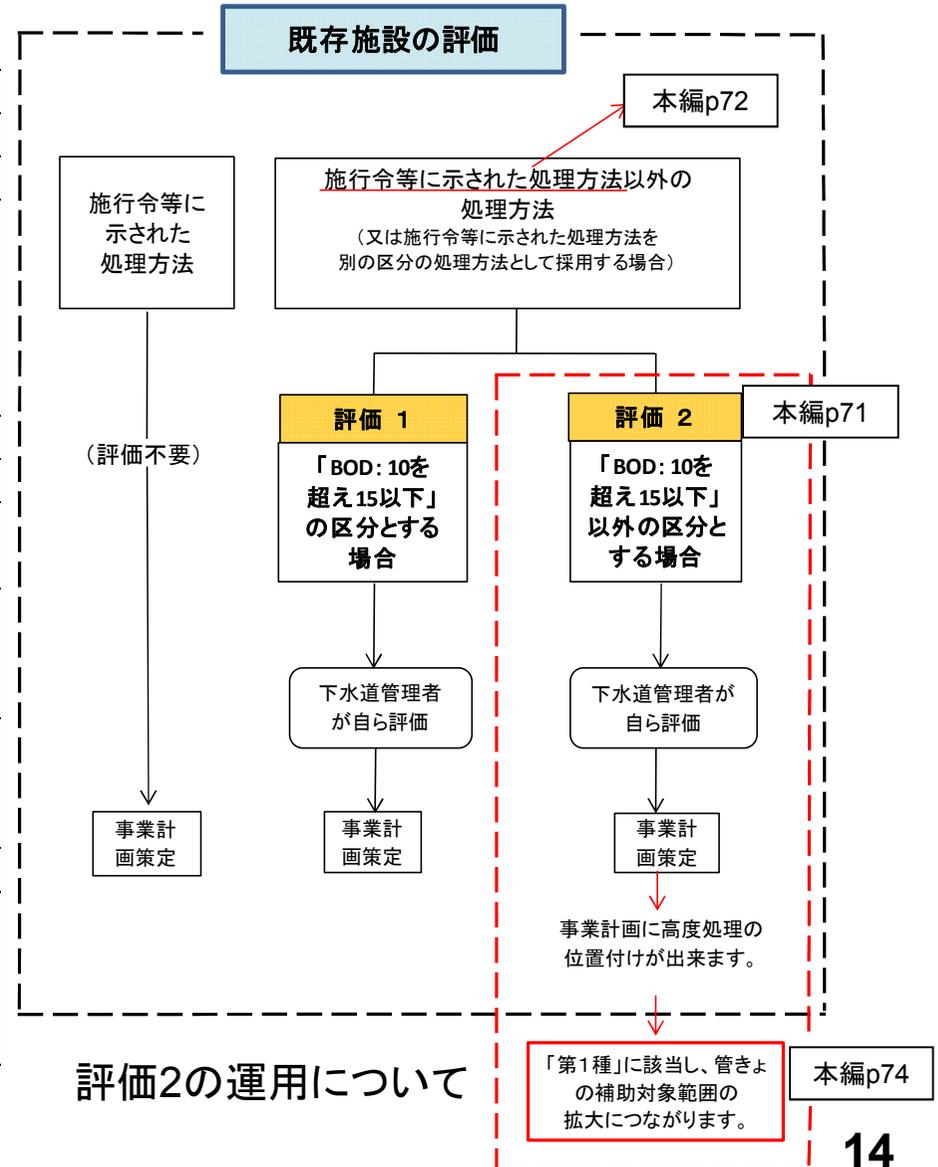
	当初	⇒ (運転操作)	第1段階	⇒ (運転操作)	第2段階	⇒ (運転操作)	第3段階	⇒ (運転操作)	第4段階
運転方法	全槽好気		硝化抑制		硝化促進		脱窒促進		脱窒・脱りん促進
処理水量			従来通り(特別な水量調整は行わない)		従来通り(特別な水量調整は行わない)		従来通り(特別な水量調整は行わない)		従来通り(特別な水量調整は行わない)
汚泥返送率 (返送汚泥量/ 流入水量)			30%		30%	硝化液循環を 狙って汚泥返 送率をアップ。	45%		45%
A-SRT (MLSS, DO 等)			MLSS:1,100mg/L SVI:180 SRT:6日 空気倍率:4倍	硝化促進を 狙ってMLSS 及び空気倍率 をアップ。	MLSS:1,600mg/L 空気倍率:6倍		MLSS:1,600mg/L SVI:230 SRT:10日 空気倍率:6倍	DOが上がり 過ぎたため、 反応タンク後 半部の散気量 を制限。	MLSS:1,600mg/L 空気倍率:4.5~5倍
制限曝気領域	無し OOOO	バルキング対 策のため第1 槽を微曝気。	反応タンクの1/8 (第1槽) AOOO		反応タンクの1/8 (第1槽) AOOO		反応タンクの1/8 (第1槽) AOOO		反応タンクの1/4 (第1槽) AOOO

# 8. 段階的高度処理の導入方法(7)

## (IX) 計画放流水質の適用に係わる処理方式の評価

### 既存施設に関する評価方法

項目	評価 1	評価 2
実証実験実施期間	連続する1年間以上	連続する1年間以上
実証実験実施場所	実施設	実施設
流入水量	実施設	設計値の1/2以上
	不問 ※設計値の1/2未満の場合は、1/2以上に達した時点で再評価を実施	
流入水質	水質条件等	当該箇所の水質
	測定頻度	日間平均: 月2回以上
	測定項目	水温、pH、BOD、SS 必要に応じて、T-N、T-P
放流水質	測定頻度	日間平均: 月2回以上 日間変動: 時間変動3ヶ月に1回以上
	測定項目	水温、pH、BOD、SS T-N、T-Pを評価する場合は、T-N、T-P
外部評価	不要	不要
評価方法	測定した放流水質の日間平均値が設定しようとする計画放流水質を超えないこと	測定した放流水質の日間平均値が設定しようとする計画放流水質を超えないこと



## 9. 管渠の交付金対象範囲の拡大

### <管渠の交付金対象範囲の拡大>

- 高度処理を適用→補助対象範囲拡大や特別交付税措置（一部地域を除く）

(例) 一般市（甲）

#### 第1種

予定処理区域の面積 (ha)	口径 (mm)	下水排除量 (m <sup>3</sup> /日)
50 未満	300 以上	15 以上
50 以上 100 未満	300 以上	20 以上
100 以上	300 以上	25 以上

#### 第2種

予定処理区域の面積 (ha)	口径 (mm)	下水排除量 (m <sup>3</sup> /日)
50 未満	300 以上	20 以上
50 以上 100 未満	300 以上	25 以上
100 以上	300 以上	30 以上

#### 第3種

予定処理区域の面積 (ha)	口径 (mm)	下水排除量 (m <sup>3</sup> /日)
50 未満	300 以上	25 以上
50 以上 100 未満	300 以上	30 以上
100 以上	300 以上	35 以上

第1種になることにより、第2種及び第3種と比較して、下水排除量が少なくとも交付金の対象となる（交付対象範囲が拡大する）。

# 【参考1】段階的・高度処理運転の事例（埼玉県の場合）

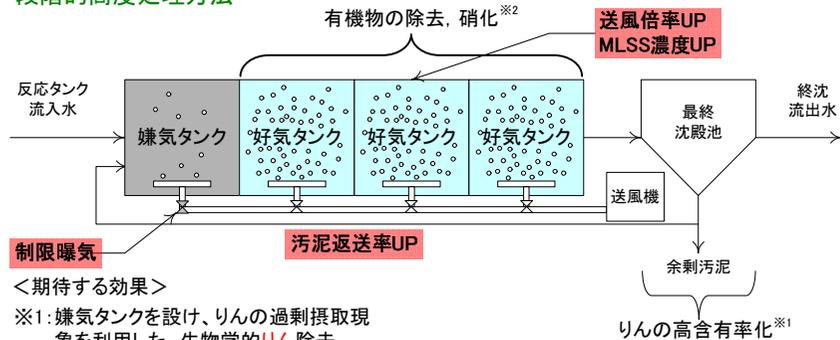
埼玉県の処理場（新河岸川水循環センター、中川水循環センター）において、**既存施設を活用した運転管理の工夫**による実証実験を先進的に実施。結果、両施設において**目標を達成**。

## ◇嫌気好気運転(AOOO)で窒素・りんを除去

- ・りん除去を安定させるために、「**制限曝気を導入**」
- ・硝化促進のために、「**送風倍率、MLSS濃度をUP**」
- ・脱窒を向上させるために、「**汚泥返送率をUP**」

### <実証実験の概要>

#### 段階的・高度処理方法



#### <期待する効果>

※1: 嫌気タンクを設け、りんの過剰摂取現象を利用した、生物学的りん除去

※2: 硝化促進運転を実施することで、一定の窒素の除去も可能となる

■: 段階的・高度処理で行う、運転管理の工夫

#### ○目標水質(年間最大値)

項目	T-P (mg/L)	T-N (mg/L)
基本目標	3.0 以下	—
チャレンジ目標	3.0 以下	20 以下

- ・排除方式: 分流式
- ・現有施設能力: 549,500m<sup>3</sup>/日
- ・計画日最大汚水量: 697,030m<sup>3</sup>/日

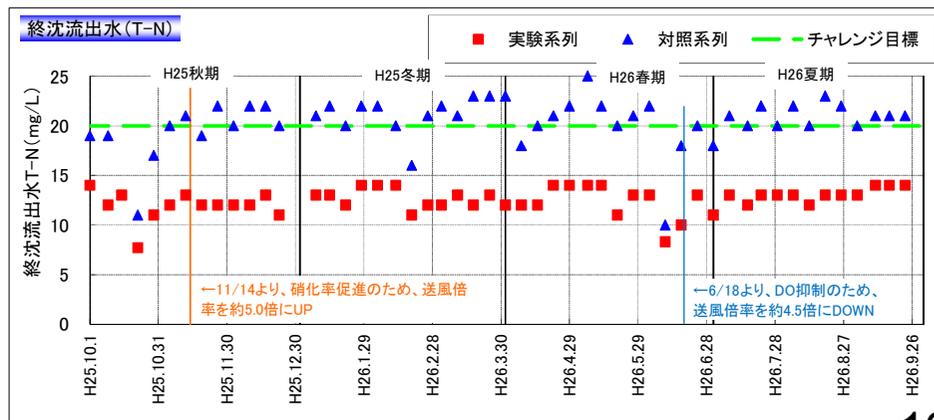
#### ○運転条件

項目	実験系	対象系列
汚泥返送率	約45%	約30%
反応槽の運転管理	MLSS(mg/L) 約1,500 以上 DO(mg/L) 0.5~1.0	MLSS(mg/L) 約1,300 硝化抑制運転
制限曝気領域	反応槽の1/4	反応槽の1/8

### <一年を通じての評価>

	評価値	中川水循環センター					評価	備考	
		実験系: 実証値							
		H25. 10~12月 秋期	H26. 1~3月 冬期	H26. 4~6月 春期	H26. 7~9月 夏期	年間			
実証実験期間	連続する1年間以上	平成25年10月1日~平成26年9月30日の1年間					達成		
流入水量	設計値の1/2以上	0.92	0.88	0.85	0.83	0.87	達成	計画1日平均(晴天日)	
処理性能	BOD (基本) mg/L	15.0	4.8	4.9	2.8	3.4	4.9	達成	年間最大
	T-P (基本) mg/L	3.0	0.6	0.3	0.5	0.5	0.6	達成	年間最大
	T-N (チャレンジ) mg/L	20.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	達成	年間最大
	COD (参考) mg/L	10.0	10.2	10.7	9.1	9.6	9.9	達成	年間平均

### <基本目標、チャレンジ目標ともに達成(T-Nの実証経過を例示)>



# 【参考2】段階的高度処理運転の事例（久留米市の例）

- ◎下水道職員が長年の業務で培った経験を活かし、自ら安価な高度処理方法を設定・提案
- 反応槽末端部からの循環配管、エアリフトポンプを活用した少量エアによる旋回流方式
  - ・攪拌に曝気用エアを利用した少量空気による旋回流攪拌装置を利用
  - ・実揚程ゼロのエアリフトポンプを循環ポンプに利用
- ⇒機械式の攪拌機、循環ポンプに比べ1/5~1/6の電力消費
  - ・エア量を調節バルブで調節し、循環流量を簡素化
  - ・攪拌用散気装置の設置レベルの適正化により曝気風量変更に伴う調整を回避
- ⇒標準法と変わらない運転管理

項目	費用(4系列)	項目	除去率(H24平均)
改造費用	1,300万円	BOD	98%
修繕費	修繕費20万円/年	窒素	73%
		リン	91%

久留米市 コメント  
職員が現施設の水質を少しでも良くしようと実験しながら考案した方法。改造から10年以上経つ系列もトラブルもなく、経済的、合理的な高度処理改造方法だと思う。他の処理場のご参考になれば幸い。

