

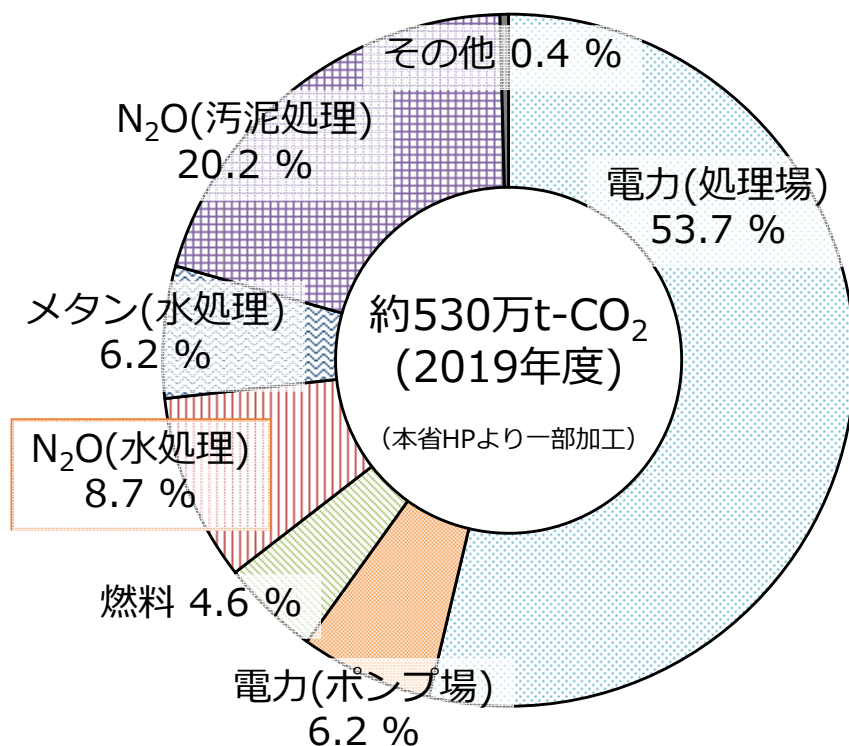
資料 4

(2) 下水処理に伴う N_2O 排出量の実態把握 および削減に向けた調査

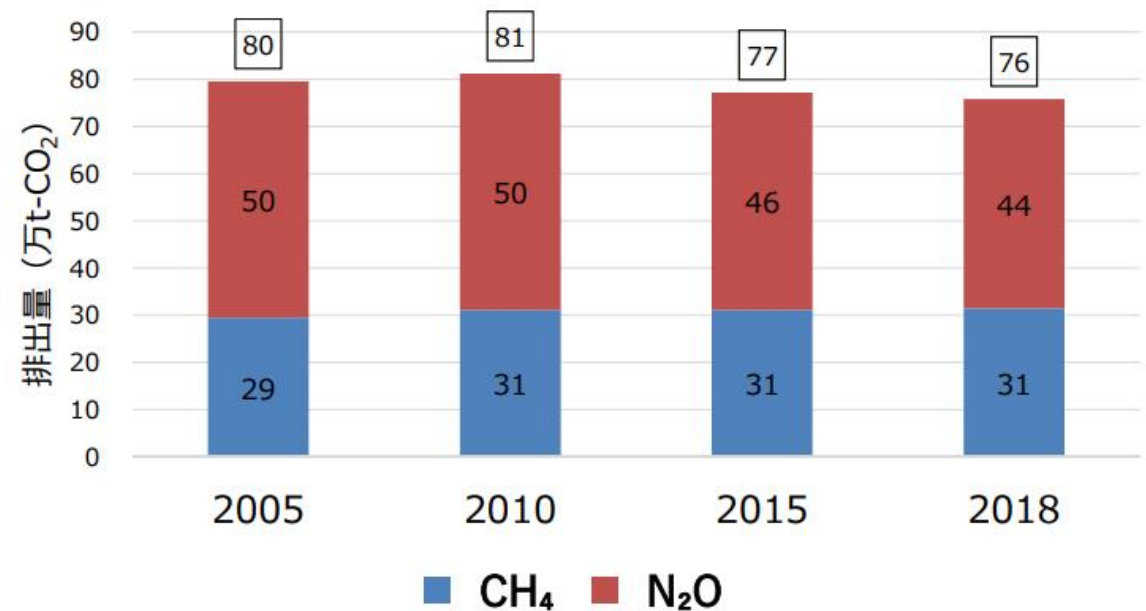
下水処理に伴い排出されるN₂O

- 下水処理に伴い排出されるN₂Oは下水道事業全体のGHG排出量の
8~9 % (約45万t-CO₂/年) を占める
- N₂Oの排出量は、処理方式ごとの「排出係数×処理水量」で推定され、
過去20年間で総量としては微減（活動量の増加分と高度処理の導入による削減が相殺）

→国総研ではN₂O排出量の削減に向けた調査研究に取り組んでいる



下水道事業におけるGHG排出源の内訳



下水処理由来のCH₄, N₂Oの排出量推移
(R3年度エネルギー分科会報告書より)

N₂Oに関する調査等実施予定

		R6	R7	R8
国総研	京都市との共同調査(R3より)	市内1カ所の処理場で実態調査 →	成果取りまとめ・公表 市内全処理場の調査完了 ★	必要に応じて調査継続 -----→
	OD法処理場での調査	国内4カ所の処理場で実態調査 →	成果取りまとめ・公表 ★	
	硝化促進・抑制運転の影響調査 (神戸市と共同研究)	垂水処理場で硝化促進・抑制運転の影響評価 →	成果取りまとめ・公表 ★	本日の報告事項
	自治体主体の調査 (複数都市と連携)	各自治体で調査中 (国総研は適宜助言等) →	成果とりまとめ・公表 ★	
調査方法確立	下水試験方法の改定 (協会)	→	→	
	調査マニュアル (案)の策定	適宜フォローアップ -----→	-----→	-----→
排出係数の改定		新排出係数の枠組み案の作成 → インベントリ会議で報告	新排出係数の検討 → インベントリ会議で議論	インベントリ会議で議論
N ₂ O削減方法の提案		N ₂ O削減可能な運転方法の検討 →		→

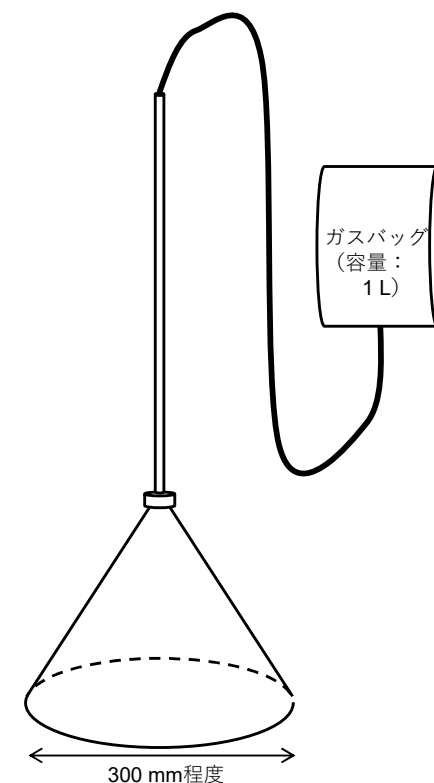
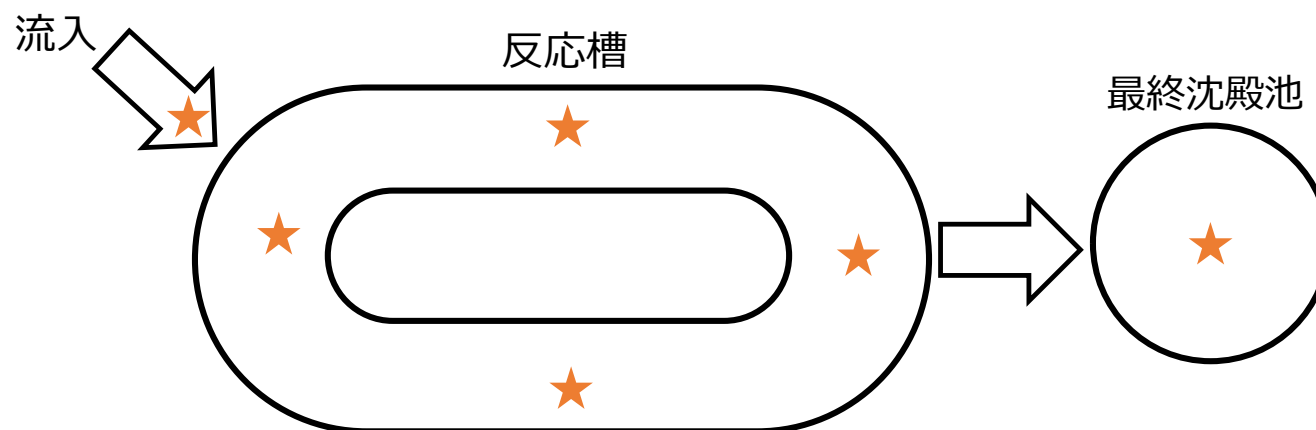
OD法処理場でのN₂O調査

OD法処理場でのN₂O調査について

現行のN₂O排出係数においてOD法からのN₂O排出量は標準法と同じとされるが、曝気の方法や時間が異なり、標準法とは異なる排出係数が想定される

→国総研において、国内4処理場の5系列でN₂O調査を実施中

- ・ R6年10月ごろ（秋季） R7年1月ごろ（冬季） 5月ごろ（春季） 8月ごろ（夏季）の計4回調査を実施し、季節変動を把握
- ・ 流入、反応槽の4地点、終沈の計6カ所でガス態・溶存態のN₂O濃度測定
- ・ 1回の調査で4時間ごとに7回試料採取することで時間変動を把握
- ・ 水質分析（各態窒素など）も同時に行う
- ・ 攪拌機による攪拌で排出される空気量は、ガスバッグにガスが溜まる時間と接水面積から推定



OD法処理場でのN₂O調査状況の一例

浄化センターAでの調査概要

- ・ 日処理水量：550 m³/1系列
- ・ 調査日：2023/10/29-30（秋季）
2023/12/11-12（冬季）
2024/5月頃（春季）
2024/8月頃（夏季）



生物反応槽と試料採取地点の模式図



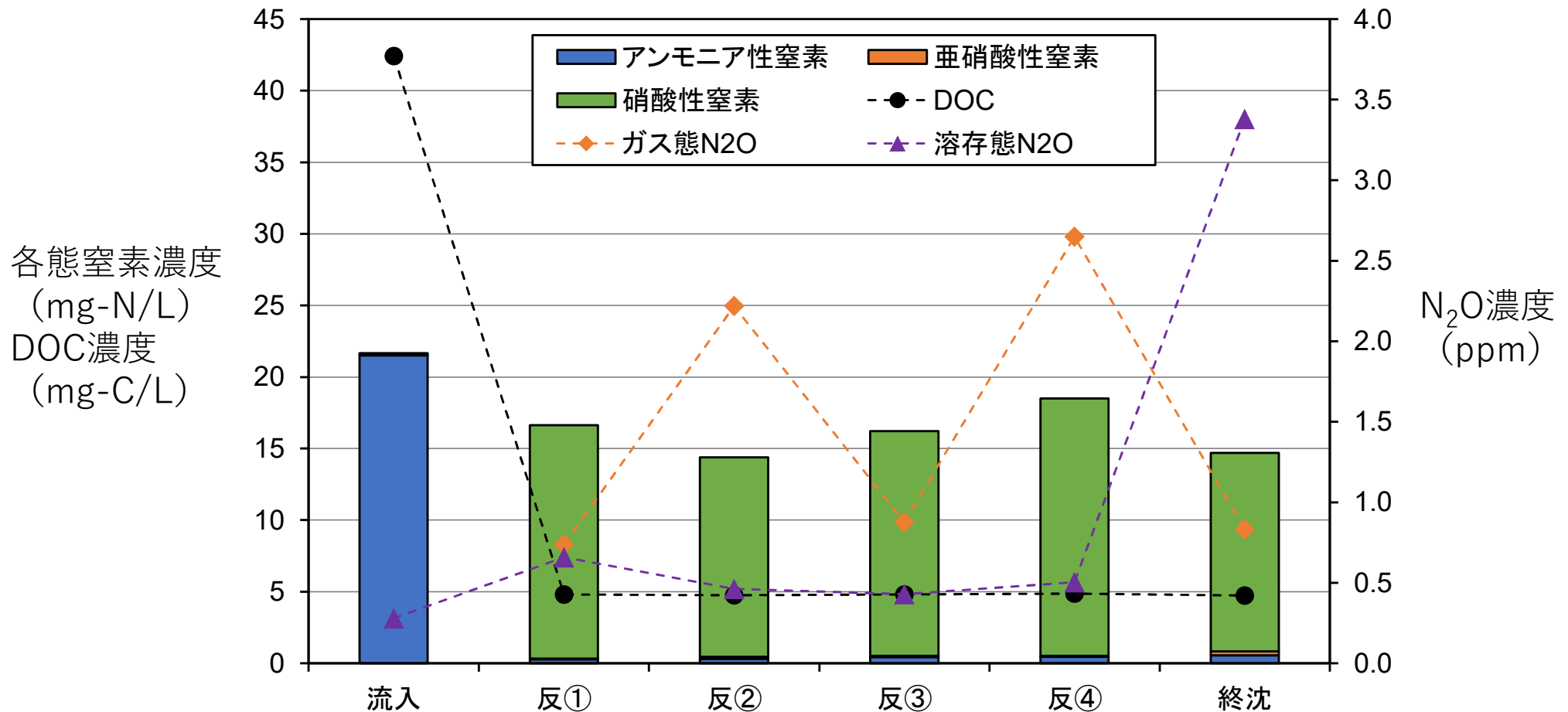
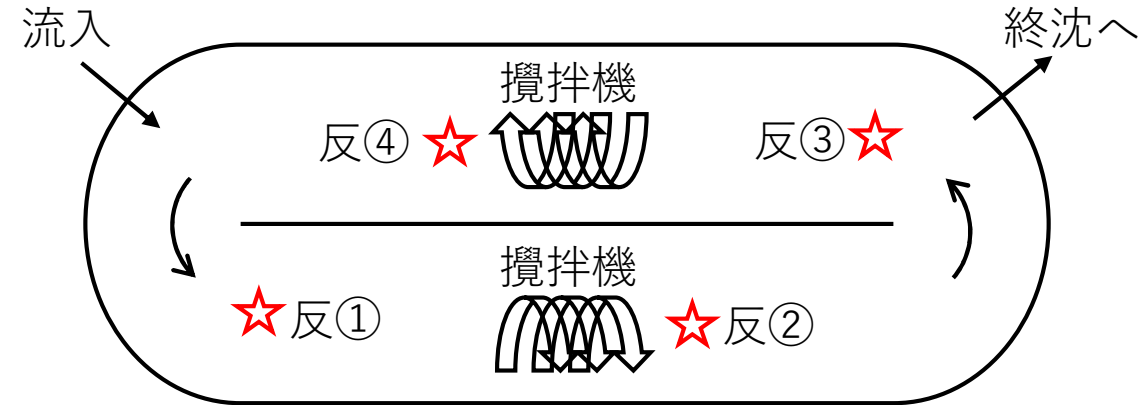
攪拌機近傍からの気体採取の様子



攪拌機の無い地点からの気体採取の様子

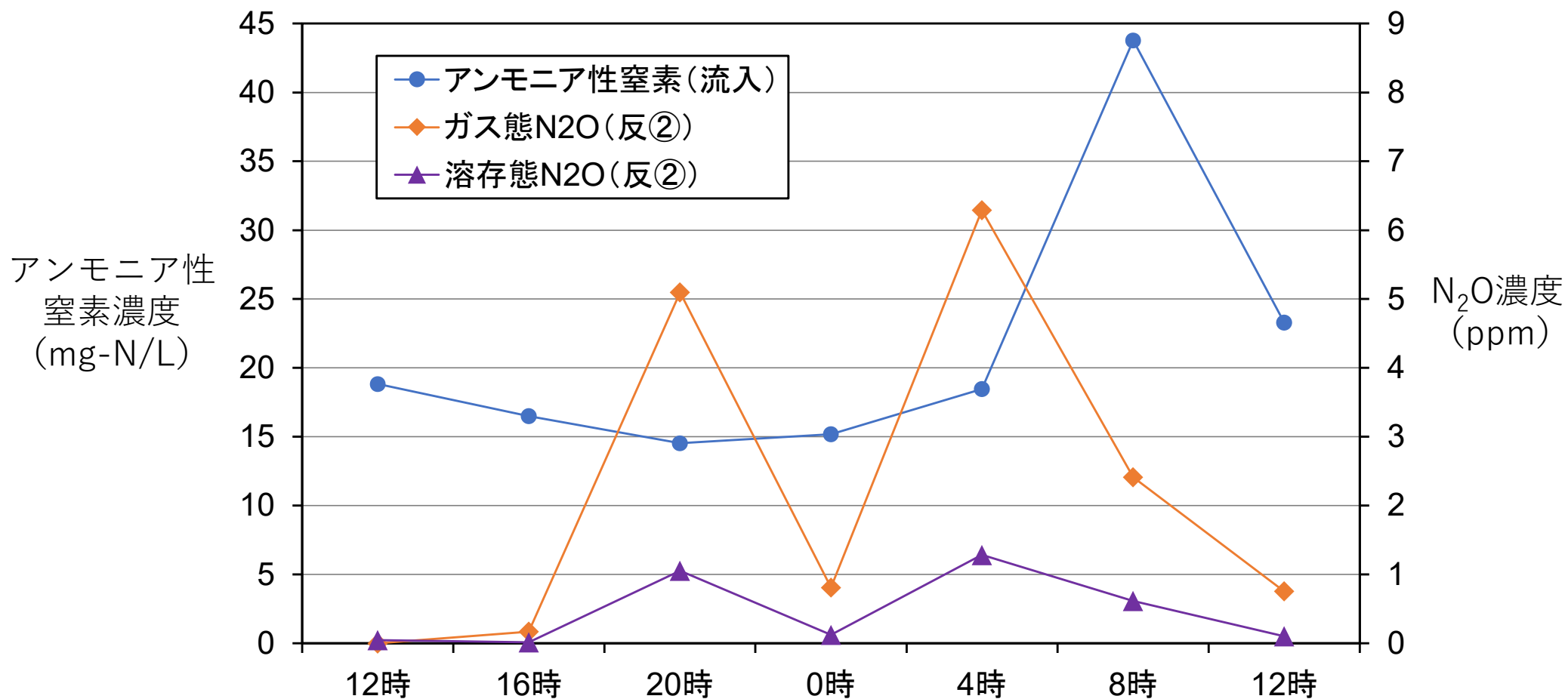
OD法処理場での場所による変動（秋期の結果）

- ・ DOC, 各態窒素, 溶存態 N_2O の濃度は反応槽の場所によらずほぼ一定
→反応槽内は完全混合状態か
- ・ ガス態 N_2O の濃度は, 攪拌機の近傍で高い傾向
→攪拌による大気への放出の影響か



OD法処理場での時間変動（秋期の結果）

- ・小規模処理場の場合，流入水の窒素濃度の時間変動が大きくなる傾向
→反応槽への影響や N_2O 排出量への影響が考えられるが，
本処理場では流入窒素濃度と N_2O 濃度との明確な関係は不明確であった
- ・OD法の場合，攪拌機の稼働が間欠運転である場合もある
→時間によって好気・嫌気の状態が変動する場合があります，留意が必要



ご助言をいただきたい点

- OD法の攪拌機による曝気風量の推定方法について
- N₂O調査マニュアル（案）は標準法の処理場を想定して作成しており、OD法の処理場を対象とした場合の留意点について
 - ・ 場所による変動 → OD法の場合は反応槽が完全混合である見なして、反応槽の1点のみの調査でもよいか
 - ・ 時間による変動 → 流入変動や攪拌機の稼働時間を考慮し、より詳細な調査が必要か
(現行マニュアル（案）では1日に3回以上としている)
- R7年度の調査内容について
 - ・ 現在調査している4処理場について、春と夏も同様の調査方法で継続して調査すべきか
 - ・ 全国のOD法処理場の代表性という観点と、調査にかかるコストの観点から追加で調査すべき処理場があるか

自治体主体の調査

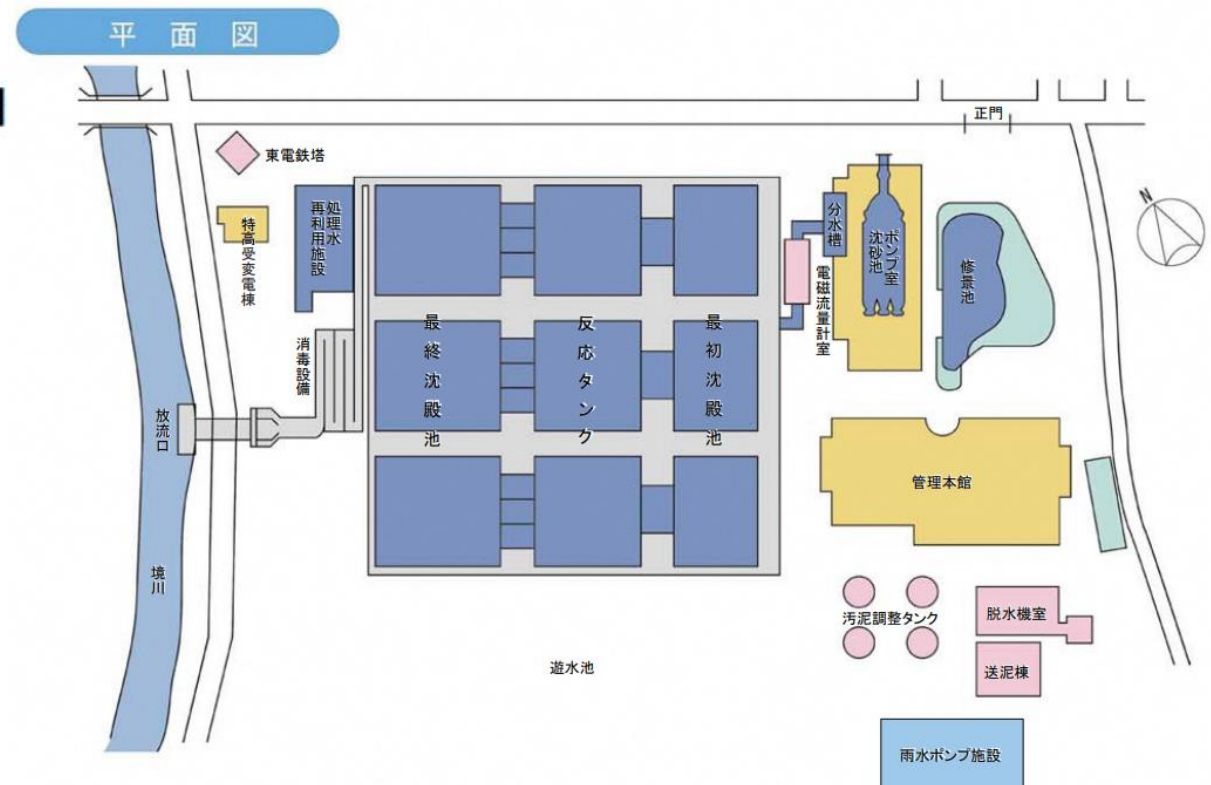
自治体主体のN₂O調査について

エネルギー分科会で策定した調査マニュアル（案）に基づいて、複数の自治体においてN₂O調査を実施いただいている

国総研では、技術的助言等を通じて調査の支援を実施している

ここでは、横浜市西部水再生センターにおける調査結果の一部を紹介する

稼動年月日	昭和58年3月31日
敷地面積	104,940 m ²
計画処理面積	3,813 ha
計画処理人口	270,300 人
計画処理能力	106,400 m ³ /日
放流水域	境川

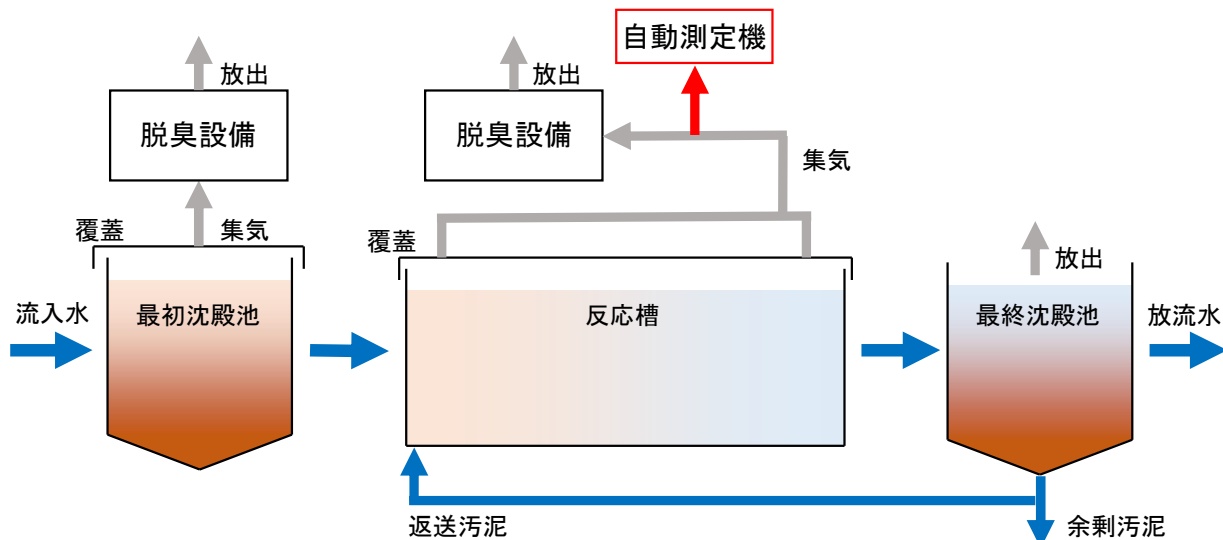


※横浜市HPより

調査の概要

西部水再生センターでは生物反応槽が覆蓋となり排気ダクトが整備されているため、 N_2O 調査マニュアルで示した調査方法の
「①排気ダクトにおける連続モニタリング」を実施

令和6年度に春・夏・秋・冬にそれぞれ2週間程度の N_2O 濃度連続モニタリングを実施
溶存態 N_2O の分析や水質分析も合わせて実施



①排気ダクトにおける連続モニタリングの概要

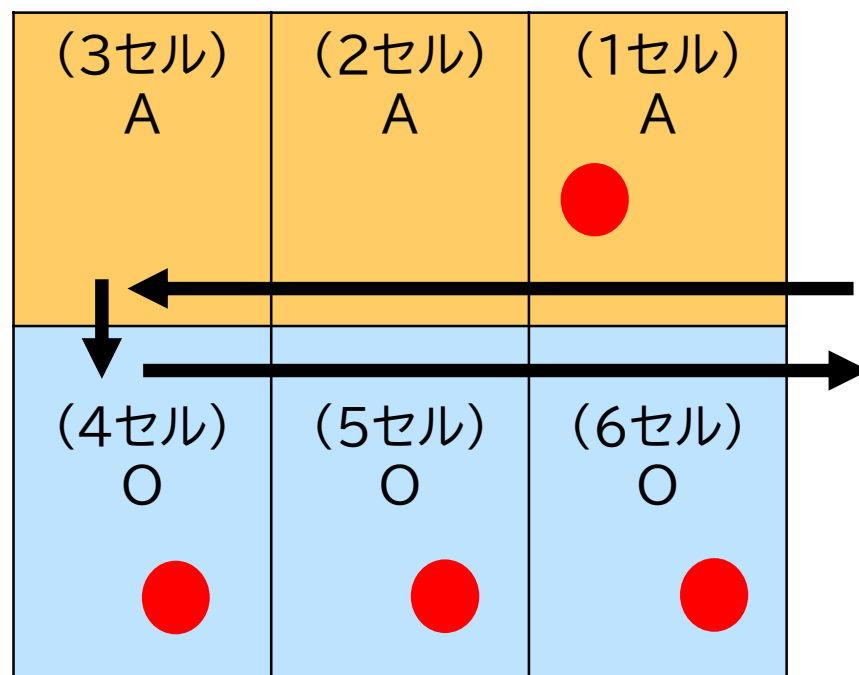


排気ダクトからの配管の様子
(横浜市からの提供)

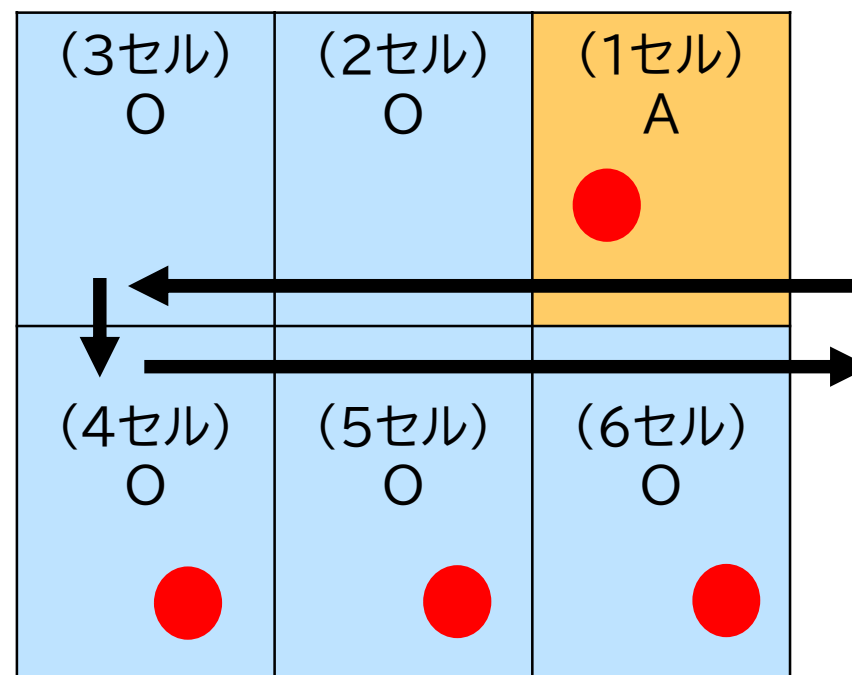
調査対象の系列

西部水再生センターでは令和3年度までは全系列で硝化促進運転
令和4年度から曝気風量の低減を目的とし、
一部の系列において硝化の調整や硝化抑制運転を開始
今回のN₂O調査では、硝化抑制と硝化促進の比較を実施

硝化抑制



硝化促進



●：採水場所 A：疑似嫌気槽 O：好気槽

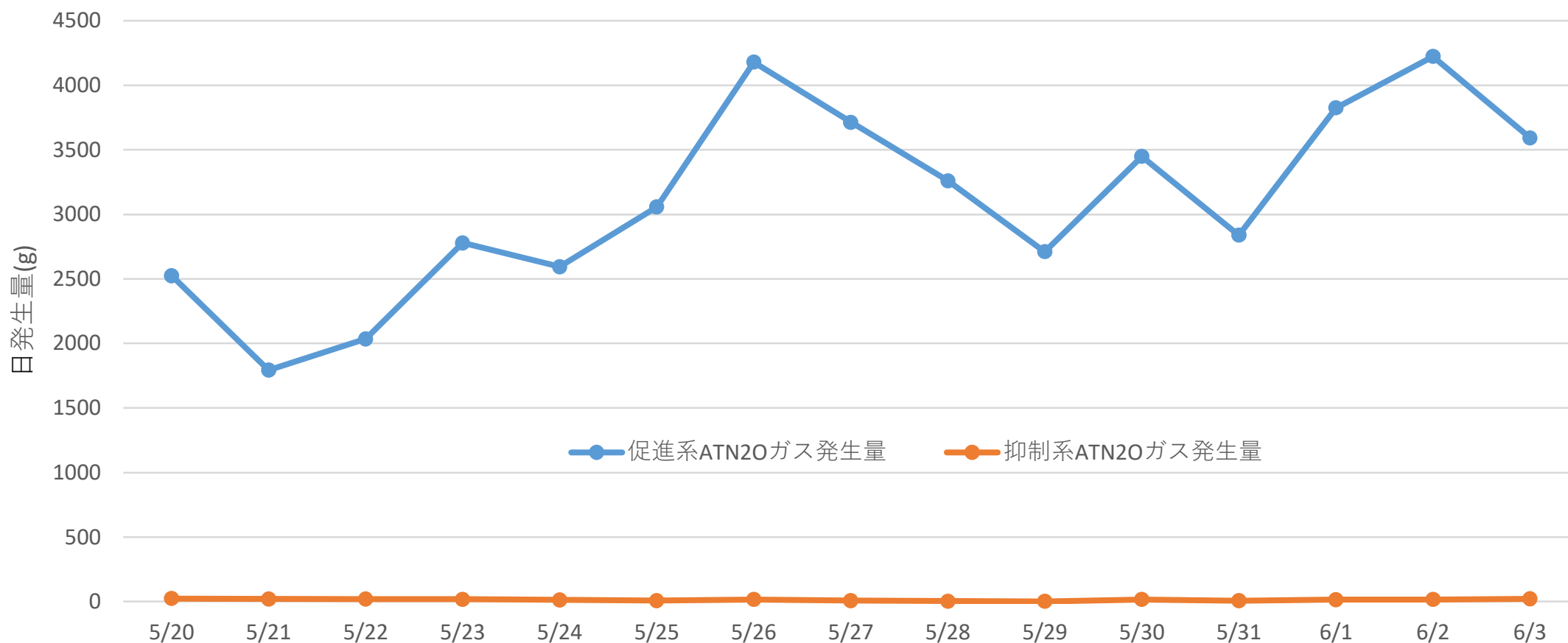
生物反応槽の状況の模式図（横浜市からの提供）

N₂O排出量の調査結果（春季）

N₂O排出係数 硝化促進：139 mg-N₂O/m³

硝化抑制：1.3 mg-N₂O/m³

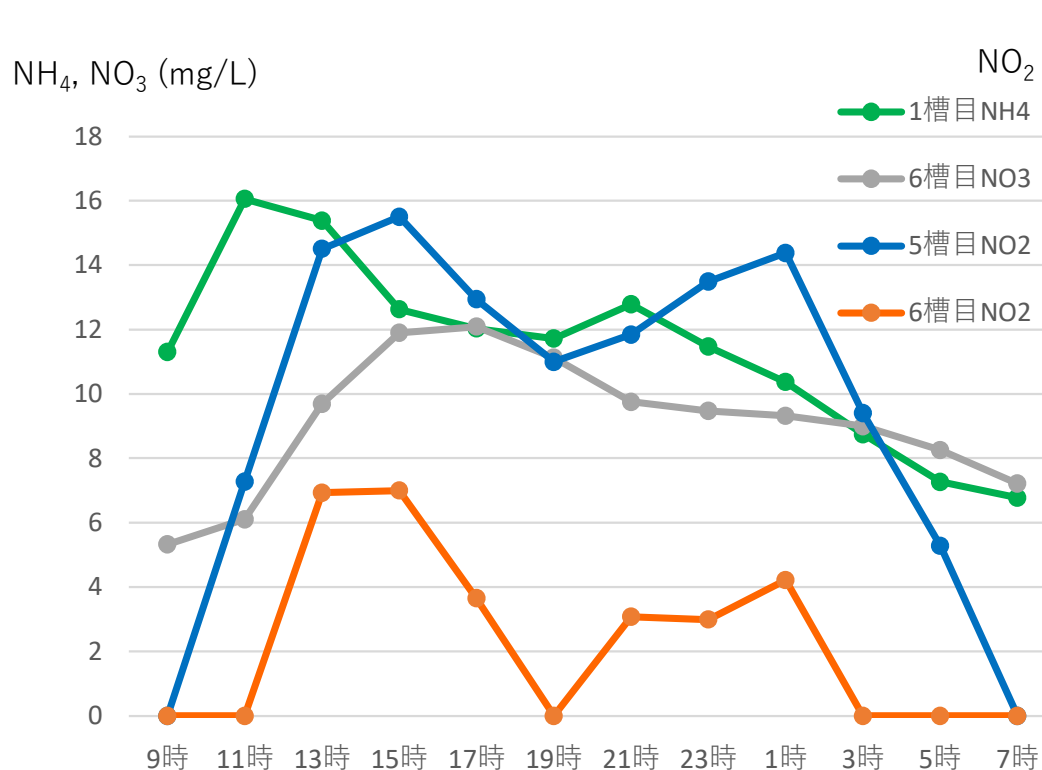
※現行の標準法排出係数：142 mg-N₂O/m³



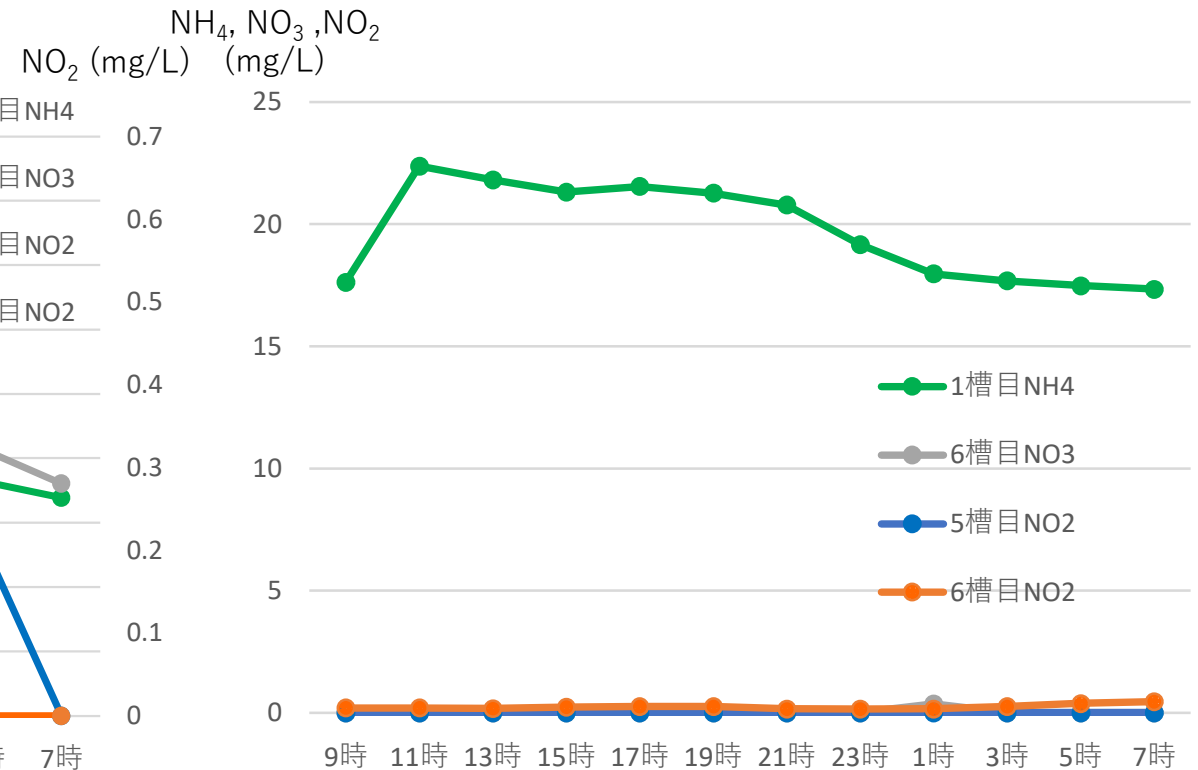
（横浜市からの提供）

硝化状況の調査結果

- ・硝化促進系列では一部亜硝酸性窒素が検出されており，硝化が不安定であった可能性
→ N_2O 排出量の増加に繋がった可能性
- ・硝化抑制系列では，亜硝酸制窒素，硝酸性窒素が検出されず硝化が進行していない
→硝化の副生成物である N_2O が生成されなかったと考えられる



硝化促進系列
※6槽目 NH_4 は0.0～0.8 mg-N/Lで推移



硝化抑制系列
(横浜市からの提供)

標準法におけるN₂O排出量の削減に向けて

N₂O排出量の削減に向けて

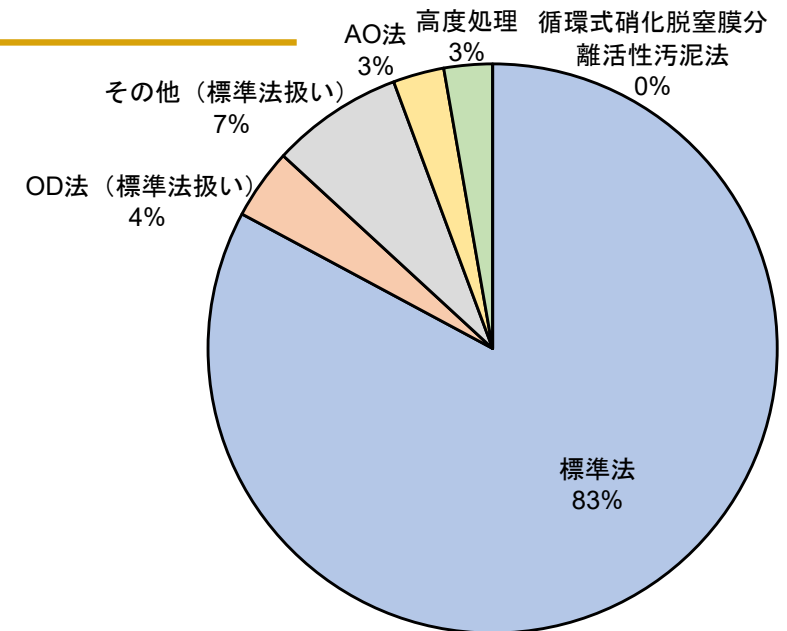
- 下水処理に伴うN₂O排出の主な排出源は標準法
→排出係数の適切な改定とともに、
N₂O排出量を抑制する運転を実施する必要性

- 硝化のコントロールがN₂O排出を抑制する鍵
→硝化抑制運転または硝化促進運転で
N₂O排出を抑制できる可能性

- ①放流先の状況により、硝化促進が必要な場合
→スムーズな完全硝化がN₂O抑制に繋がるので、
亜硝酸型の硝化を防ぐノウハウや、
完全硝化を維持しつつ電力消費を抑える工夫を取りまとめる

- ②放流先の状況により、硝化が不要である場合
→電力消費と放流先でのN₂O排出を考慮し、各処理場の実情に合わせて
硝化抑制または完全硝化を実施（中途半端な硝化が最もN₂Oを排出するとされる）

今後、これらの内容を整理し、処理水質や電力消費も考慮した
「N₂O排出量削減に関する技術資料」として取りまとめることを目指す



N₂O排出量の内訳
(下水道統計の処理水量から作成)

＜参考＞ R6年度第1回指摘事項とその対応

	ご意見	対応
R6 第1回	調査方法による測定結果の違いを表したグラフについて、測定値自体ずれている可能性があるのではないかと。計測器の校正の正確さや妨害物質の存在なども考慮して検討したほうが良い。	N ₂ Oの自動測定器によるモニタリングでは、CO ₂ による干渉があることが判明している。そのため、定期的にN ₂ O濃度をガスクロ分析しクロスチェックし、干渉の影響を補正することを検討していく。
	ガス態排出量の測定のみでは、どこでN ₂ Oが発生しているのか判明しないので、メカニズムの話をするための方法論を考えた方が良いのではないかと。	N ₂ Oの連続モニタリングに加え、各生物反応槽からの試料採取を行い、水質分析や微生物叢解析も同時に行うことにより、N ₂ Oの排出メカニズム解明に向けた調査も実施していく。
	N ₂ Oの生成メカニズムの解明や測定方法の確立などを実施してきており、下水処理場からのN ₂ Oの削減に取り組んでいるが、実際の成果は大体どの程度得られるのかという全体像がどうなっているかわからない。メカニズムや測定方法が確定しないと全体の成果が得られないのか、ちょっとずつ得られた成果を投入することで、処理場の実態が改善されるかを教えてほしい。	標準法においては、硝化のコントロールによりN ₂ O排出量を削減可能であることが想定されるが、まだ実例が不足している状況であり、引き続き調査研究を進めていく。 インベントリ報告書におけるN ₂ O排出量という観点では、「処理水量×排出係数」で決まるため、各処理場でN ₂ O削減に向けた運転を実施しても効果が反映されない状況になっている。そのため、国総研や自治体で調査した結果を基に、より正確な排出係数へ改定できるように取り組んでいく。