

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

下水処理に伴うN₂O排出に着目する理由

2030年のGHG削減目標・2050年のCN達成に向け各排出源ごとの対応が急務

- 電力・燃料

省エネ機器の導入や再生可能エネルギーの活用を促進
水質と曝気風量の2軸管理

- N₂O(汚泥処理)

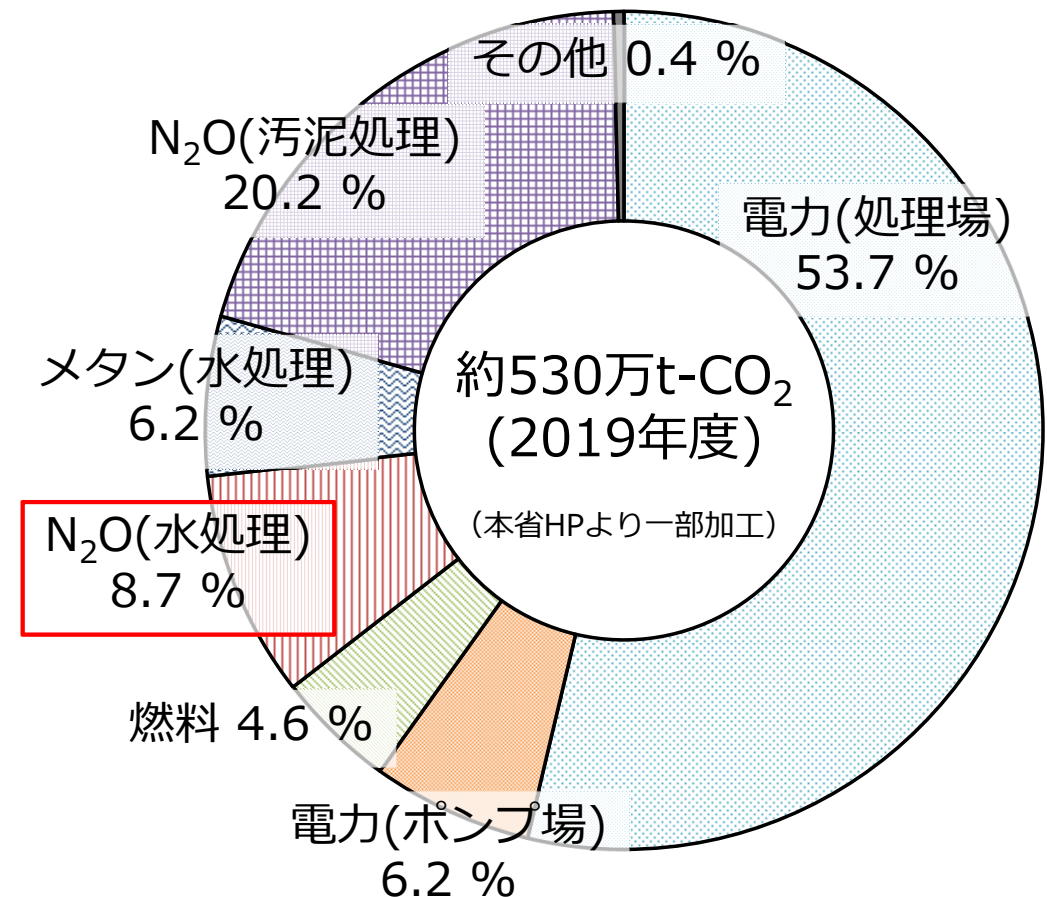
N₂O排出を抑制可能な高温・高性能焼却炉の導入を促進

- メタン(水処理)

排出経路が明らかであり，排出抑制が困難であるとされる

- N₂O(水処理)

工夫運転等による削減可能性があるが，実態把握が進んでいない



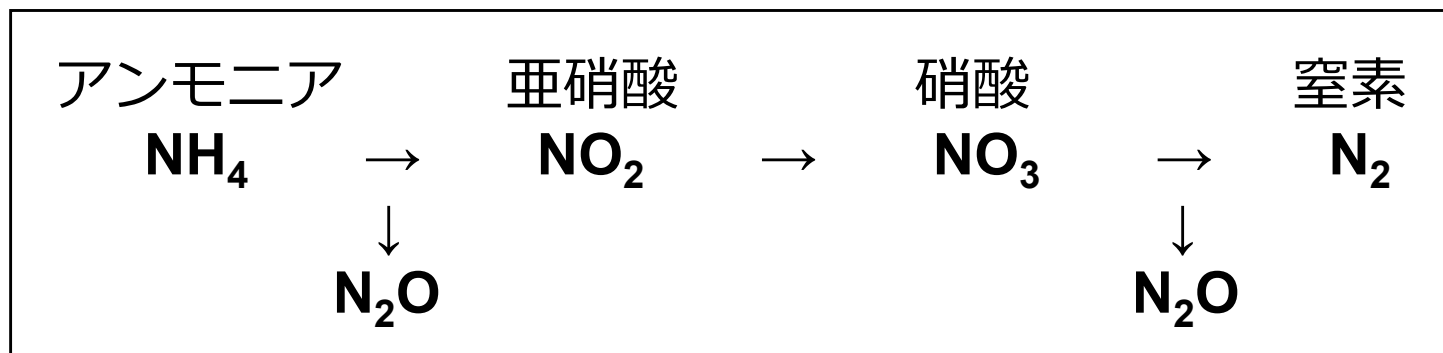
下水処理に伴い排出される N_2O とは

N_2O （一酸化二窒素，亜酸化窒素とも）

- CO_2 の約300倍の温室効果を持ち，人為活動由来の主要なGHGの一つ
- 大気中で安定で，一度排出されると100年以上存在する
- オゾン層の破壊物質でもあり排出抑制が急務

水処理における N_2O 生成

- 流入下水中のアンモニア態窒素を活性汚泥の働きにより硝化・脱窒する過程の副生成物または中間生成物として生成される
- 実験室レベルでは N_2O の生成機構や関与する微生物の解明が進む
- 実際の処理場では，処理方式・流入下水の水質・水温・活性汚泥中微生物の組成等の影響が複雑に関係し，未解明の部分が多い



水処理から排出されるN₂Oの課題と目的

(1) 変動が大きく実態調査が進まない

N₂O排出量は時間変動，季節変動，処理場ごとの変動，採取場所による変動が大きく，正確な実態把握のためには各処理場における丁寧な調査が必要
また，R5以前は調査方法の公定法が存在しなかった

→調査方法を取りまとめ簡易化・標準化しマニュアルとして公表することで，各自治体が調査を進められる環境を整える

→**R5年度エネルギー分科会で調査マニュアル（案）を策定・公表**

(2) N₂Oの排出係数が実態と乖離

現状はN₂O排出係数を用いて各処理場のN₂O排出量を推定しているが，流入下水の水質や運転方式による違いが反映されておらず，実際の排出量と推定値が乖離している可能性

→(1)のマニュアルを元に各自治体でN₂O排出量を調査し，これまでの調査も含めた調査結果から排出係数の改定を提案する

→R7年度インベントリ会議での議論を目標

(3) ここ20年間排出量を削減できていない

N₂Oの排出対策が示されておらず排出量は横ばいで推移している

→(1),(2)の検討を元にN₂O排出量の削減方法を提案する

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 →★	
	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 →		→

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 ★	
	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 →		→

本日の報告事項

N₂O調査マニュアル（案）について

R6年2月に国総研HPにて公表 → 一部修正を実施



[ホーム](#) > [下水道技術開発会議](#) > 下水道技術開発会議エネルギー分科会

研究方針

成果情報

下水道技術ビジョン

下水道技術ビジョン・
ロードマップ重点課題

下水道技術開発会議

下水道技術開発
レポート

下水道技術開発会議エネルギー分科会

会議開催状況・資料・議事概要等 一覧

● 令和5年度

令和6年4月11日	技術開発動向整理表を公開しました NEW
令和6年2月9日	下水処理に伴う一酸化二窒素排出の実態把握に向けた調査マニュアル（案）を公開しました
令和6年1月26日	令和5年度下水道技術開発会議エネルギー分科会（第3回） 資料
令和5年12月14日	令和5年度下水道技術開発会議エネルギー分科会（第2回） 資料
令和5年9月4日	令和5年度下水道技術開発会議エネルギー分科会（第1回） 資料

N₂O調査マニュアル（案）の一部修正について

●誤字脱字の修正

●マニュアル（案）の作成過程および委員・監修の明示

- ・「はじめに」の4段落目に下記文章を追記

「本マニュアルの作成にあたっては、令和5年度の下水道技術開発会議エネルギー分科会における審議に加え、調査の技術的な内容について3名の有識者に監修いただいた。」

- ・令和5年度下水道技術開発会議エネルギー分科会の委員名簿を追記

- ・監修者の役割を「調査方法の技術的な助言」と明記

- ・「おわりに」に国総研の役割を追記

「下水道技術開発会議エネルギー分科会の事務局であり、過年度より継続してN₂O調査を実施している国土技術政策総合研究所では、調査結果に基づいてN₂Oの排出係数をより実態に即した形へ改定することを目指しています。」

N₂O調査マニュアル（案）の一部修正について

●マニュアル（案）の目的の明確化

- ・ p.2 「1.2 本マニュアル（案）策定の目的」の【解説】を一部修正

「本マニュアル（案）では、多くの地方公共団体等が調査を実施できるように、水処理プロセスからのN₂O排出量が正確に把握できることを大前提とし、可能な範囲で簡便な調査方法を明示することを目的とした。

なお、本マニュアル（案）を活用することで多くの処理場において調査が実施され、N₂Oの排出係数の改定や排出抑制方策の立案に繋げることを予定している。」

●実測で得られたN₂O排出量の適用範囲を修正

- ・ p.21 「6.5 実測で得られたN₂O排出係数の適用範囲」を一部修正

「なお、過年度において流入下水の水質、水量、汚泥負荷や運転方針等に測定時と変更がないと言える場合を除き、過去へ遡っての適用はしない。」

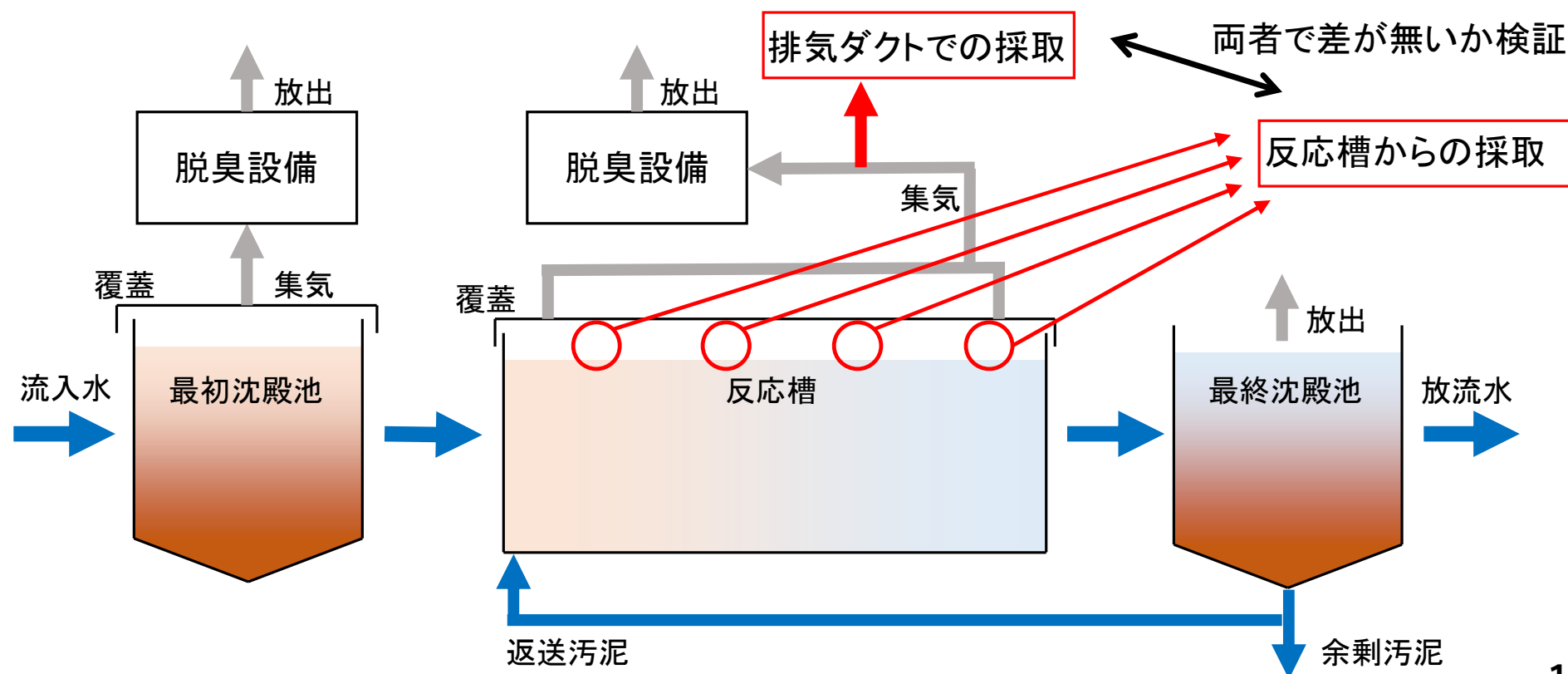
- ・ p.21 「6.5 実測で得られたN₂O排出係数の適用範囲」の【解説】を一部修正

「2013年度時点でのN₂O排出量を正確に把握する方法はなく、また2013年から現時点までに運転方針や流入下水の水質等が変動している可能性を考慮し、本マニュアル（案）に沿って実測したN₂O排出係数を2013年まで遡っての適用はしないことを原則とする。ただし、過年度における流入下水の水質、水量、汚泥負荷や運転方針等が調査実施時と変更無いと言え、地方公共団体が望む場合には、過去へ遡っての適用を可能とする。」

調査方法による測定結果の違いについて

調査マニュアル（案）では4種類の調査方法を提示しているが
方法により調査結果が変動してしまう可能性がある

そこで、同一系列を対象に、①排気ダクトにおける連続モニタリング
④生物反応槽における定期サンプリング
で調査を実施した

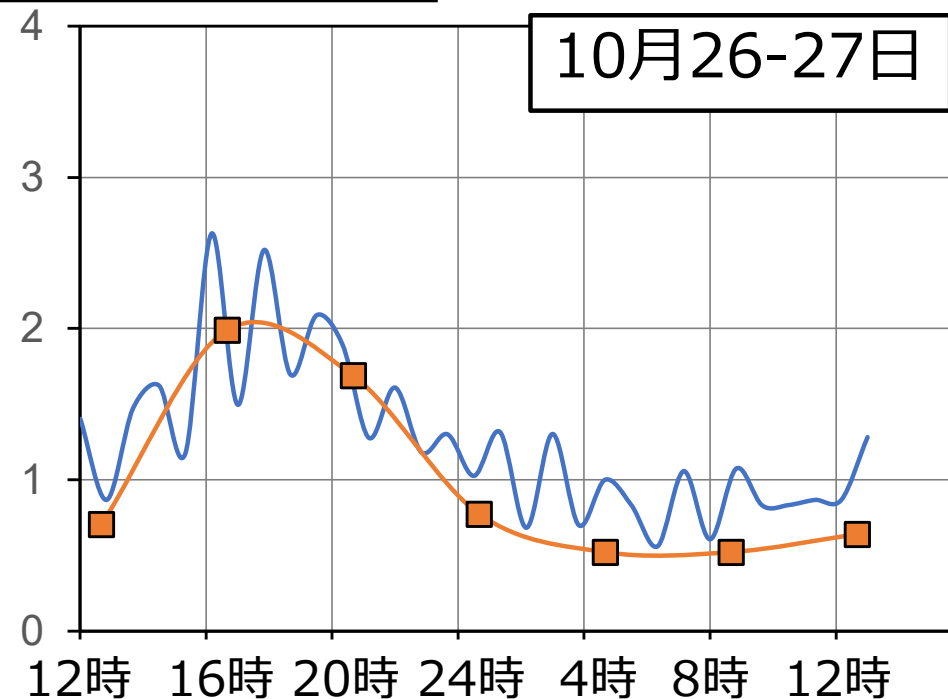
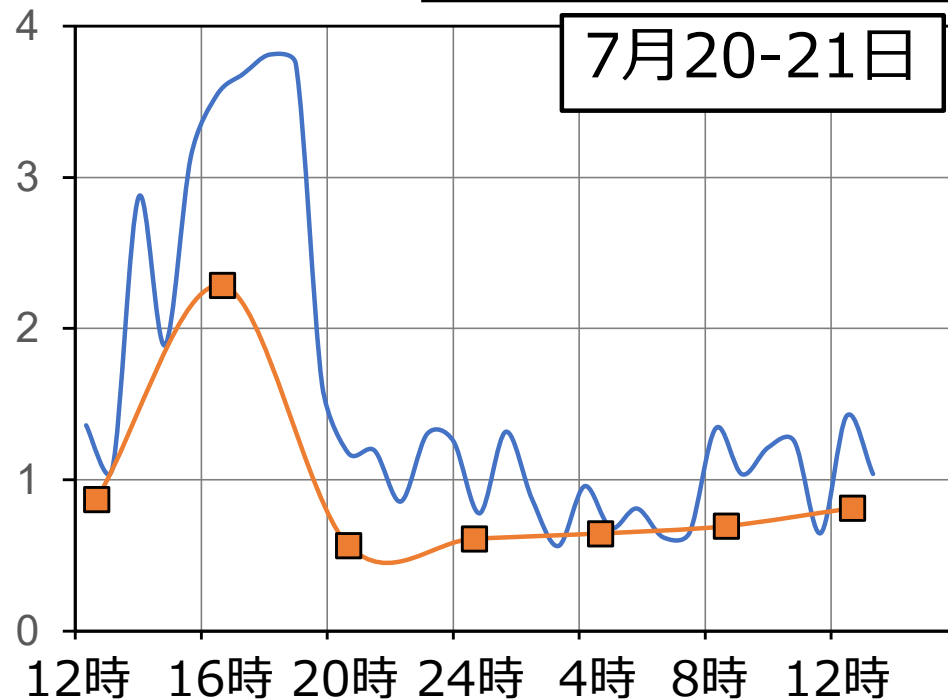


調査方法による測定結果の違いについて

- ・ ④生物反応槽における定期サンプリング：4時間に1回の定期サンプリングの場合、 N_2O の時間変動トレンドを把握できる
- ・ 調査方法①と④で N_2O 排出係数を算出した結果、7月：1.7倍 10月：1.2倍 の差
- ・ 定期サンプリングの採気タイミングによっては N_2O の時間変動を正しく捉えられない可能性が分かり、調査実施時刻について十分に検討が必要であることが示された

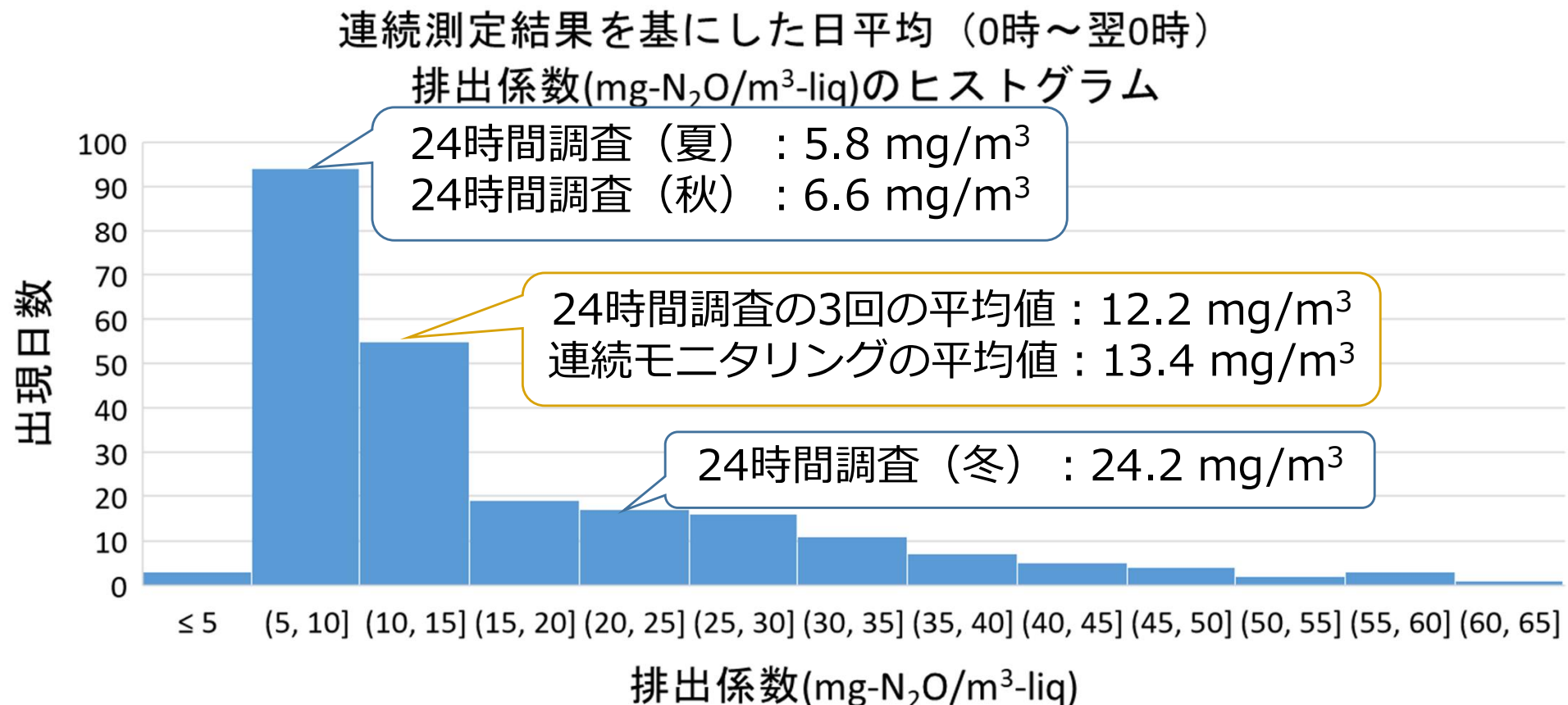
N_2O 濃度(ppm)

— ①排気ダクトにおける連続モニタリング
—■ ④生物反応槽における定期サンプリング



調査の実施期間および実施日について

調査マニュアル（案）では年間に3回以上の調査を実施することとしている
年間に3回の調査結果と年平均値とでどれだけのバラつきが出るかを検討するため、
N₂O排出量の長期間モニタリングを実施し、調査回数と結果の関係を統計的に解析中



連続モニタリング期間：2023年7月8日～2024年2月29日（夏～秋～冬）

24時間調査：夏2023年7月20-21日、秋2023年10月26-27日、冬2024年1月24-25日

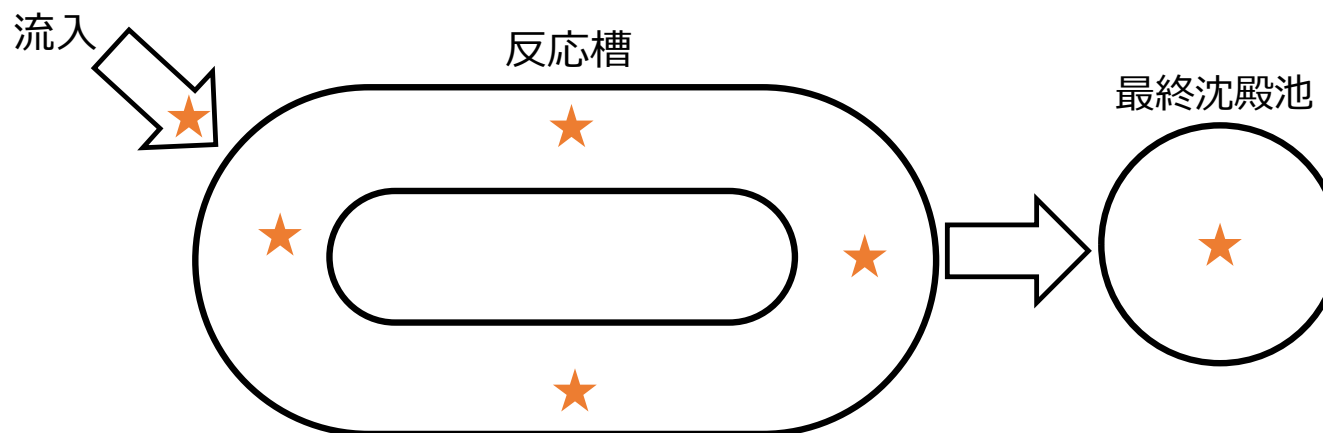
OD法処理場でのN₂O調査予定

現行のN₂O排出係数において、OD法からの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

- 縦軸攪拌：4系列、2点DO：1系列 の計5系列でN₂O調査中

- ・ 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の算出方法について検討中



自治体主導のN₂O調査について

国総研が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、技術的助言等を通して調査の支援を実施している

調査内容の詳細や調査結果については、自治体からの許可が得られる範囲で今後のエネルギー分科会で共有する予定

＜参考＞ R5年度第1回指摘事項とその対応

	ご意見	対応
R5 第1回	標準法の現在の排出係数は142 mg-N ₂ O/m ³ とされているが、当時どのように算出したのか分かれば伺いたい。	当時あった調査結果を用いて全てのデータの平均値を取った結果が142 mg-N ₂ O/m ³ となっている。当時のデータはばらつきが大きかったため、排出係数が処理場によって低いところは低く、高いところは高くなるといった結果になる。
	処理場独自調査により排出係数を設定したり、これまでの排出係数の見直しが行われたりしたとして、同じ処理法をずっと使っているとするのであれば、2013年の基準年の排出係数も少なくなるのではないか。	2013年については相対目標のため指摘の通りであり、今後数値の取り扱いについて検討が必要と考える。2050年のカーボンニュートラル目標達成に向けては、絶対量の削減に繋がるため、有効と考える。
	昼間と夜間で曝気風量が異なる一方で、脱臭ファンは一定で運転しているので、風量の少ない時は初沈や終沈から空気を引っ張っているのではないかと考えられるが、どのように考えているのか。	脱臭設備の処理風量が測定しづらいものである。正確に測定するのであれば、脱臭ダクトに風量計を設置して測定するべきであると考えているが、実施できていない。
	「＜参考＞溶存態N ₂ Oの分析方法」についてどの程度掘り下げて書くのか。	今回のマニュアルの目的の一つが自治体に測定してもらうことなので、気体のN ₂ Oを想定している。溶存態については希望があれば参考にできる程度で想定している。下水試験方法の巻末資料に記載の方法を膨らませるような形で検討する。
	スポットサンプリングの場合、1日に何回試料採取すべきか、どのタイミングで採取するのかが非常に重要である。流入水の時間変動の話や滞留時間等で推定できるようなことができればどのタイミングで採取すべきか示すことができるので検討をお願いしたい。	24時間のデータがあまりないので国総研で測定したものをまとめるしかないという状況である。順番は前後するが、自治体による調査結果が集まってきたら、改めて採取タイミングの検討を実施し、マニュアルのブラッシュアップをしていきたい。

<参考> R5年度第2回指摘事項とその対応

	ご意見	対応
R5 第2回	4種類のN ₂ O調査方法について、調査結果にどの程度差が出るのか、その差は許容範囲内か。調査方法によって差が出にくい示し方にした方が良い。	現時点では4種類の調査方法による差は無いと仮定して進めている。現在実施している国総研での通年調査結果を元に調査方法による誤差を評価しフォローアップしていく。
	N ₂ Oの測定機等を国総研から自治体に対して貸し出しなどの補助ができないか。	国総研は自動測定機を保有していないので、貸し出しはできない。自治体の代わりに国総研が調査を実施するということは考えられる。
	集水方式や栄養塩除去方針など、処理場ごとの特徴に留意したマニュアルとする必要があるのではないか。	集水方式については降雨の影響について、栄養塩除去については硝化の抑制・促進の影響について、マニュアル(案)に記載することとする。
	各自治体で調査したN ₂ O排出量のデータに加え、運転状況なども含めてデータを集約し取りまとめる仕組みを作成した方が良い。	マニュアル(案)の中で、調査結果やその時の運転状況について国総研へ報告してもらえるよう記載する。また、溶存態のN ₂ Oや各態窒素なども一緒に測定してもらえるように記載する。

<参考> R5年度第3回指摘事項とその対応 1

	ご意見	対応
R5 第3回	R6年度における国総研のN ₂ O調査予定」について、このマニュアルを用いて全国の処理場で実態把握を進めて行く中で、国総研が主体となって実施するのか。	基本的には地方公共団体に主体となって実施してもらい国総研がサポートするが、恐らく大規模な都市でしか実施できないことが考えられるため、予算や人員の関係で実施が難しいと考えられる小規模の処理場は国総研が主体となって実施すると考えている。
	具体的には全国で何か所程度調査をするのか。	検討中であるが、委員からの意見をもらいたいと考えている。また、目標の一つとして環境省のインベントリの排出係数を変えることを考えた時に、全国の平均値を算出可能となる処理場数を考えながら検討している。具体的な数値は決めることができていない。
	マニュアルの総論にも示していた個別の処理場の数字は、調査結果を基に使用していくと書かれているが、両方を参考にしながらN ₂ O調査を今後の下水道事業に活用していくということか。	その通りである。国総研としてはインベントリの排出係数を変えるということを目標にマニュアルを作成している。地方公共団体としては各地方公共団体で独自で下水道事業から排出されるGHGを公表しているが、その数値を下げたい地方公共団体に活用していただくことを考えている。 またデータ蓄積により、N ₂ O排出量削減可能な運転方法の検討等にも活用して行くことを予定している。
	将来的には地方公共団体が国総研の力を借りずにN ₂ Oの調査できるように、調査方法をできるだけ簡便的に統一化していく為にマニュアルを策定していると思われるが、N ₂ Oの調査を地方公共団体にしてもらうために予算や支援体制の仕組みづくりが大事かと思われる。	指摘頂いた通りで、今回策定したマニュアル(案)では深夜の調査を求めるなど地方公共団体の負担になることも含まれている。そのため、大規模処理場等でデータが多くなり、より簡単な調査のみで正確に変動を予測できることが可能となれば、マニュアル(案)もより簡便な方法に更新していくことを考えている。

<参考> R5年度第3回指摘事項とその対応 2

	ご意見	対応
R5 第3回	例えば焼却N ₂ Oの実測において、新しい焼却方式については実態が不明であるということから実測している。水処理においても、新しい処理方法を導入した時に、N ₂ O排出量は下がると思われるが、新しい処理方法における排出量を測定するために実測なのか、全体的に実測前提になるのか。地方公共団体としては標準法など使用できる係数は使用したいが、どう考えているのか。	現状、標準法は統一して142 mg-N ₂ O/m ³ という値をN ₂ O排出係数として用いることになっている。しかし実態として硝化促進や擬似嫌気などの運転で142という値より低いN ₂ O排出係数だと思われる処理場は多いと考えられる。そういった処理場に実測していただき、142よりも低い値を示せるといった活用の仕方かと考えている。
	ある程度の運転改善なのか処理法の改善なのかという議論はあると思うが、基本的にはそういったものとセットで実測していくことを考えているということでは間違いはないか。	その通りである。自分の処理場での運転や処理の改善の結果、N ₂ Oの削減ができていると言える材料になることが一つであると思っている。そのため、全ての処理場で必ずN ₂ O調査を実施しなければいけないということにはならないと考えている。
	下水試験法について、資料5-1をベースに下水協としても採取方法など参考にしたいと考えている。7章の溶存態N ₂ Oの将来的な具体的な濃度条件、変更条件などは数値的なところも定量的に決めているのか。	溶存態N ₂ Oについて、下水試験方法に準ずるとマニュアルには示している。また、下水試験方法にもグルコン酸クロルヘキシジンの量が定量的に示していたため、矛盾しないためにマニュアルでは「下水試験方法に記載されている。」という書き方にしている。また、下水試験方法も改定中であるということで足並みを揃えたいと考えている。

<参考> R5年度第3回指摘事項とその対応 3

	ご意見	対応
R5 第3回	実測で得られたN₂O排出係数の適用範囲について、例えばカーボンニュートラルの計画に沿って考えた場合、将来的な水量や水質の変動が考えられるが、そういった変動の取扱いについて考えはあるか。地方公共団体側からすると事業計画、認可の水量が変わる時に水質を設定する機会があるため、そのタイミングが変更する時かと思われる。カーボンニュートラルの計画との整合が関係すると思われる。	理想論で言えば毎年測定していただくということが望ましいが、現実的に手間や負担が大きい為、一度測定した値を数年使用してもらうことを考えている。基本的には運転方法や処理水量、処理水質が前年とほとんど変わらない場合には継続して使用してもらうことに問題はないとしている。ただし、ほとんど変わらないと言っても、全く同じということはないが、具体的な数値は示せないため、各地方公共団体の判断に委ねることになるかと考えている。マニュアルを公開した後、数年経過した後に再びフォローアップしなければならないと考えている。
	このマニュアルを用いてN₂Oを測定した場合、補助金の対象に含まれるのか	下水道温室効果ガス削減推進事業にて調査や検討に関しても対象になる。
	ODのような小規模処理場のN₂O排出量調査をR6に行うとのことですが、地方公共団体主体とあります。これは地方公共団体負担ということですか。それとも国総研さんが主体となって行ってくれるものなののでしょうか。	可能であれば地方公共団体が主体となり、地方公共団体が負担をして実施して頂きたいが、難しいところは国総研が負担して行っていきたいと考えている。ただし、具体的な処理場や場所は検討中である。
	マニュアル(案)の今後の取り扱いはどのような想定か。	下水道技術開発会議に分科会作成マニュアル案として報告の上、まずはエネルギー分科会の資料として公開する。その後、国総研資料としても公表できるように準備を進めていき、広く周知していきたい。