

## 資料5

# 水処理過程で発生する $N_2O$ の排出状況や メカニズム分析について

～進捗報告～

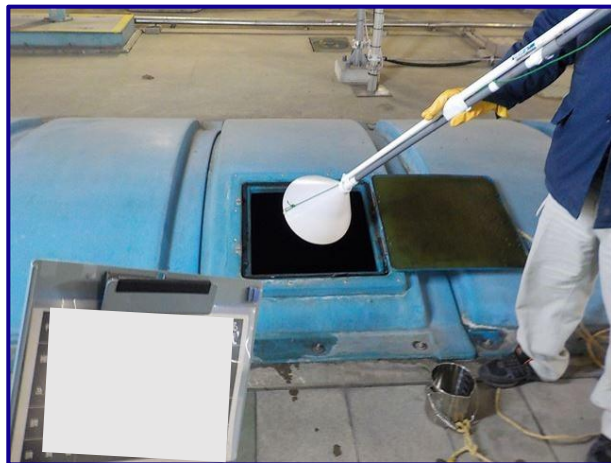
# 国総研における水処理からのN<sub>2</sub>Oに対する取組

水処理過程におけるN<sub>2</sub>Oの生成機構を明らかにし、運転手法の工夫等によりN<sub>2</sub>Oの排出量を削減する

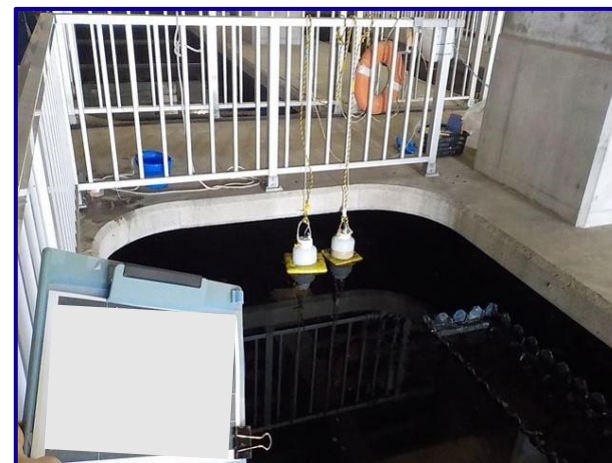
- ・ 実下水処理場から発生するN<sub>2</sub>Oの実態調査を平成19年度より全国約25ヶ所の処理場で計70回以上実施 → 平成25年の排出係数見直し時にデータ活用
- ・ N<sub>2</sub>Oの発生メカニズム解明やそれを踏まえた排出量の抑制対策手法に関する調査研究を引き続き推進

## 水処理過程におけるN<sub>2</sub>O発生に関する調査方法

- ・ N<sub>2</sub>Oの発生量は時間変動が大きく、採取場所の影響も大きい  
→ 国総研では、反応槽の4ヶ所から4時間毎に24時間、計7回サンプル採取している



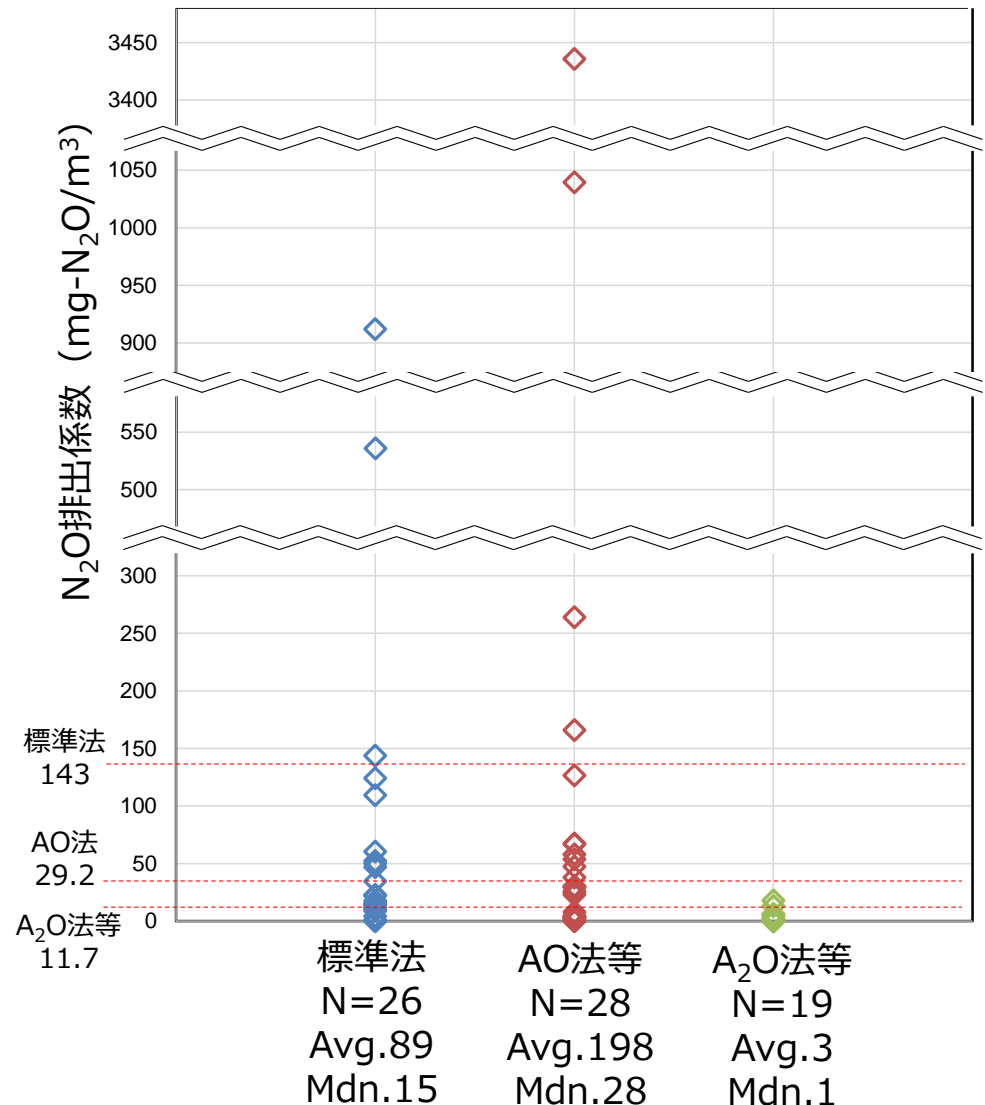
好気槽でのサンプル採取



嫌気槽でのサンプル採取

# 国総研におけるN<sub>2</sub>O調査結果の概要

- A<sub>2</sub>O法等の高度処理では、標準法やAO法と比較してN<sub>2</sub>Oの排出係数が平均して低い
- 標準法やAO法では、高度処理と同程度にN<sub>2</sub>Oの排出係数が低い結果も多数ある一方で、一部の調査結果では非常に高い排出係数が算出されている
- 安定してN<sub>2</sub>Oの排出量を抑制するために、高度処理へ更新していくことや、標準法やAO法で突発的に排出量が高くなる現象を抑えることが求められている



## R4年度の研究成果①：N<sub>2</sub>O排出量の実測

下水道における地球温暖化対策マニュアル（環境省・国交省2016）35ページ  
N<sub>2</sub>Oの排出量について「実測等により当該処理施設における排出量を適切に算定することが出来る場合には、その値を用いることができる。」

しかし、具体的な実測方法が定められていない

→ N<sub>2</sub>O調査を実施したい自治体が調査に踏み出せない

そこで、国総研とA市で共同して実処理場からのN<sub>2</sub>O排出量を実測・算定し報告することで、他自治体の参考事例とする

→ 調査方法を一般化・簡易化して下水試験方法への反映やマニュアル化を予定

－ 共同調査の概要 －

R3～R4年度にかけてA市のB処理場で春夏秋冬の4回、N<sub>2</sub>Oの24時間調査を実施

第1送水渠：流入水のBOD 110 mg/L    TN 21 mg-N/L  
標準法、AO法、A2O法、ステップ法

第2送水渠：流入水のBOD 71 mg/L    TN 14 mg-N/L  
標準法、AO法、ステップ法

# R4年度の研究成果①：N<sub>2</sub>O排出量の実測方法

N<sub>2</sub>Oの排出量は、①季節変動、②時間変動、③採取箇所による変動が大きいとされる

①季節変動：春夏秋冬のそれぞれ1回ずつ、計4回調査を実施

②時間変動：1回の調査につき、4時間ごとに計7回（12,16,20,24,4,8,12時）試料採取

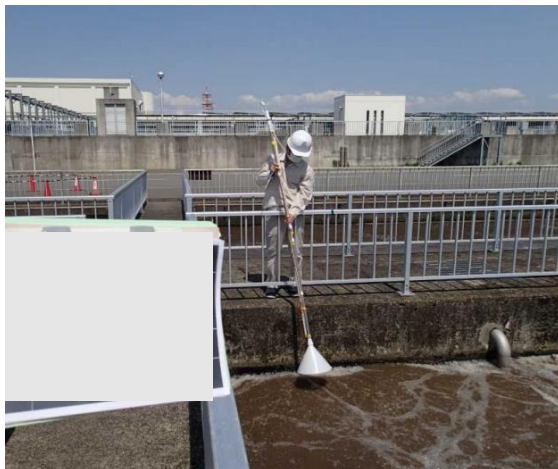
③採取箇所による変動：初沈、反応槽の4ヶ所、終沈の計6地点から試料採取

## ・好気槽

ラッパ状の捕集器を水面に密着させ曝気により放出される気体をガスバッグに採取



N<sub>2</sub>O濃度に曝気風量をかけ排出量を算出



## ・嫌気槽等（初沈・終沈を含む）

ガス捕集器を水面に20分間静置させ発生した気体をガスバッグに採取



捕集器の接水面積と池面積の比から排出量を算出



# R4年度の研究成果①：N<sub>2</sub>O排出量の実測結果

mg-N <sub>2</sub> O/m <sup>3</sup>		春	夏	秋	冬	単純平均
第1送水渠	標準	2.8	0.3	0.5	2.7	1.6
	AO	6.8	3.6	8.2	76.6	23.8
	A2O	6.1	3.6	6.3	19.3	8.8
	ステップ	3.4	0.4	3.1	7.5	3.6
第2送水渠	標準	※	14.5	2.1	16.6	11.1
	AO	※	0.7	1.4	54.9	19.0
	ステップ	※	0.1	0.3	3.2	1.2

※R5年5月ごろ実測予定

(参考) 現行の排出係数：標準法142 AO法29.2 A2O等高度処理11.7

今後、季節ごとの4回の調査で年間の代表値が実測できているかの検討を進め、A市の実測結果として公表する予定

本調査方法を一般化・簡易化し、マニュアルとして取りまとめる



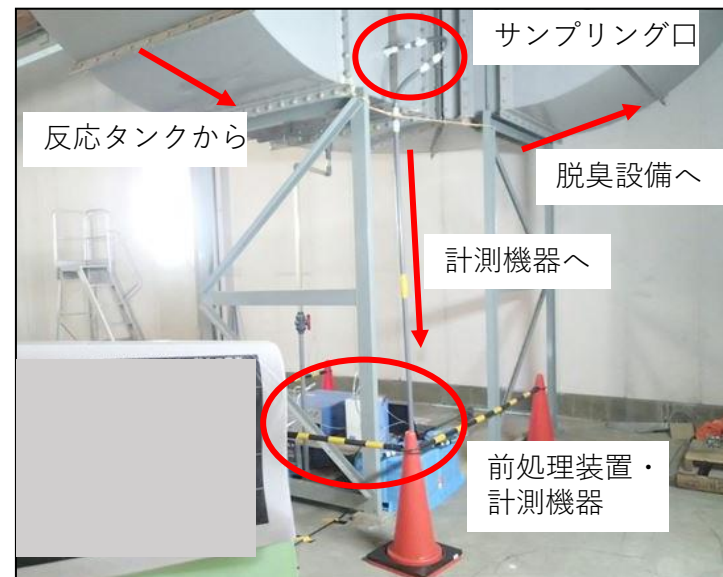
## R4年度の研究成果②：自動測定機による連続モニタリング

24時間調査では、細かな変動や降雨等の影響が見えないなど、課題がある



反応槽が覆蓋となっており、排気ガスが脱臭機等に集められている場合には、 $N_2O$ の自動測定機を設置してガス中の $N_2O$ 濃度を長期間連続的にモニタリングすることが可能

本方法は焼却ガス中の $N_2O$ 濃度をモニタリングする際に使用されており、下水試験方法にも記載があるが、水処理排気ガスへの適用事例はまだ少ない

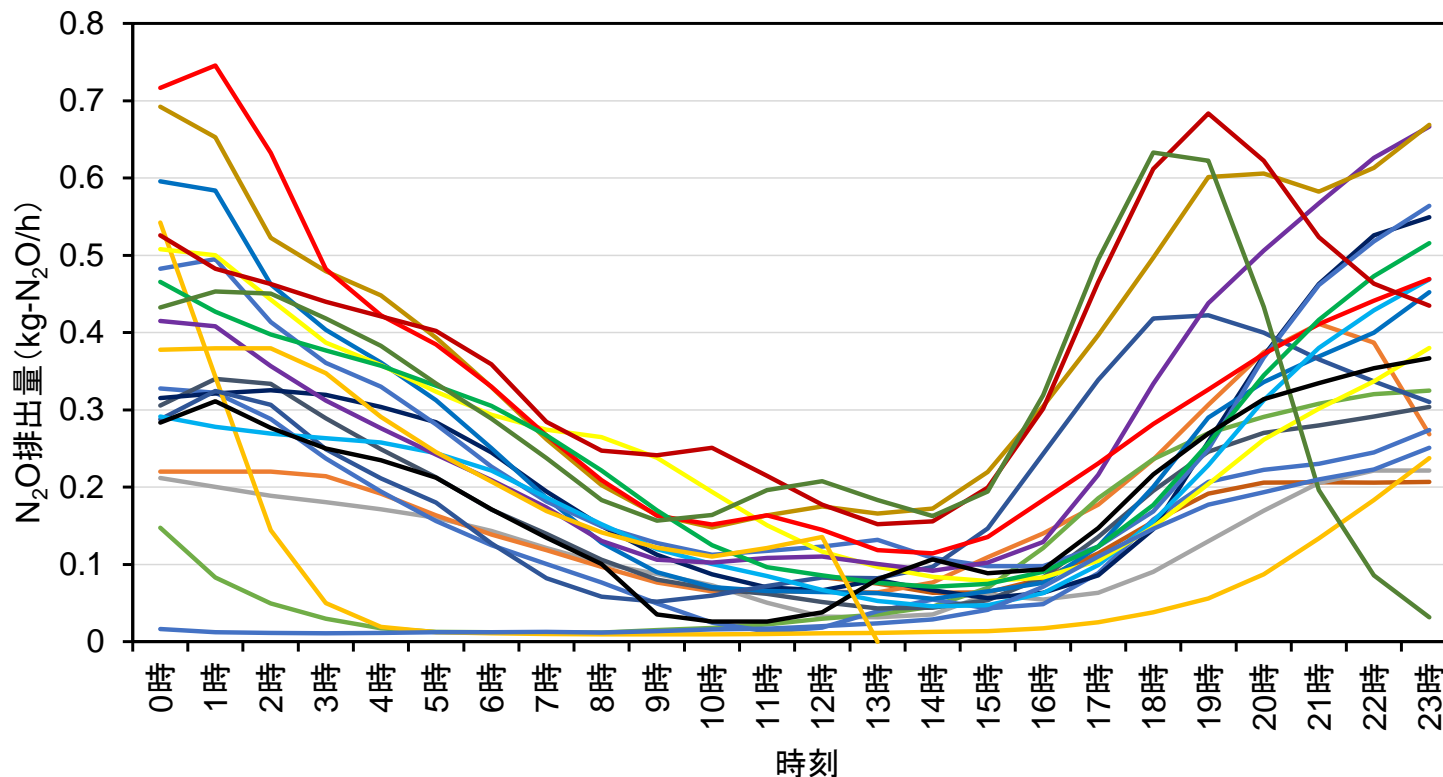


## R4年度の研究成果② : N<sub>2</sub>O濃度モニタリング結果

A市B処理場（AOとA2O法の併用）に2022年2～3月に21日間連続モニタリングを実施

N<sub>2</sub>O濃度の24時間傾向が見られ、本処理場では深夜ごろに濃度が最大となり、正午ごろに濃度が最小となること分かる

→ 流入負荷の変動に起因している可能性がある（HRT：初沈2h 反応槽9.7h）





# R4年度の研究成果②：より長期間の連続モニタリング

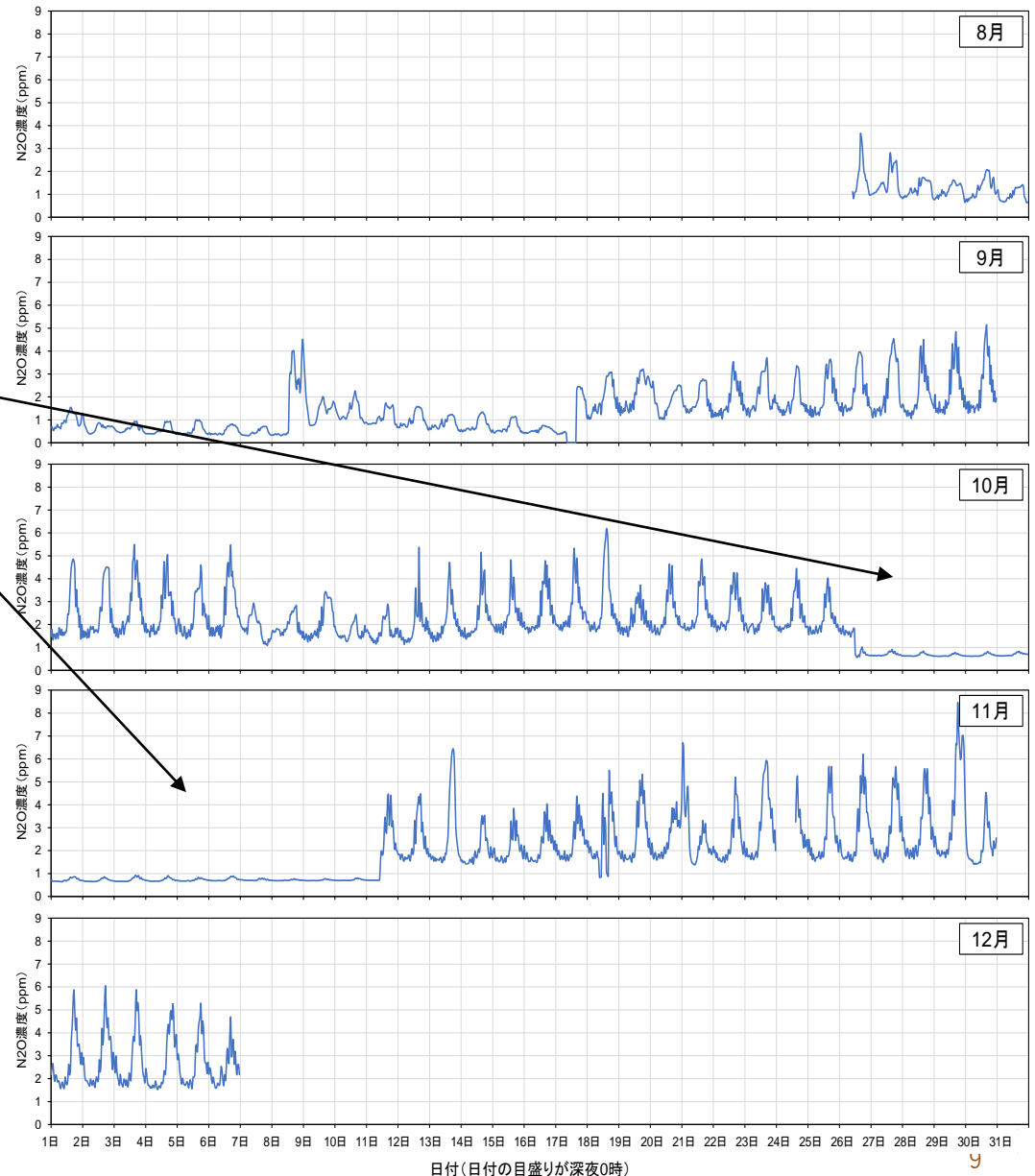
現在は別の処理場において、より長期間のN<sub>2</sub>O濃度連続モニタリングを実施中

24時間の変動傾向が見れているものの、空気を取り込む経路に結露した水滴が溜まって測定が上手くいかなかった期間があるなど、課題もある

・年間を通じたデータと24時間調査で得られた実測値とを比較し、24時間調査の妥当性の検証を行う

・N<sub>2</sub>O排出量を予測するモデルや水質予測AIの適用可能性を検証する

・連続モニタリングによるN<sub>2</sub>O排出量の実測についてもマニュアルとして取りまとめる



## 第2回エネルギー分科会での意見に対する反映内容

1) 処理場からは溶存のN<sub>2</sub>Oも排出されると思うが収支の観点から取り扱いについて教えてほしい。

(回答)

現在の枠組みでは、溶存のN<sub>2</sub>Oは算定の対象外となっている。

しかし、溶存N<sub>2</sub>Oも削減する必要があると考えているため、国総研の24時間調査では溶存態N<sub>2</sub>Oも測定している。

平均的には、水処理で生成されたN<sub>2</sub>Oの系外への排出比は概ねガス：溶存 = 3：1

P6 と同じ調査時に測定した、終沈越流水中の溶存態N<sub>2</sub>O濃度

mg-N <sub>2</sub> O/m <sup>3</sup>		春	夏	秋	冬	単純平均
第1送水渠	標準	4.0	1.7	2.1	5.0	3.2
	AO	5.7	2.5	2.9	16.0	6.8
	A2O	4.7	2.0	2.3	5.1	3.5
	ステップ	5.4	1.5	1.8	5.2	3.5
第2送水渠	標準	※	2.8	2.4	15.7	7.0
	AO	※	2.8	2.0	7.1	4.0
	ステップ	※	10.2	2.7	16.0	9.6

## 第2回エネルギー分科会での意見に対する反映内容

2) 窒素以外にBODやリン等の水質を考慮しながら行ったほうが良いと考える。

(回答)

N<sub>2</sub>Oだけを削減できれば良いわけではなく、電力消費も含めた処理場全体でのGHG排出量を抑える必要があると考える

例えば、過曝気にして完全硝化すればN<sub>2</sub>Oの排出量は抑制できるが、電力消費は大きくなる併せて、放流水の水質悪化をどこまで許容できるのかも検討する必要がある

P6 と同じ調査時の、処理水量あたりの曝気風量

m <sup>3</sup> -空気/m <sup>3</sup> -処理水		春	夏	秋	冬	単純平均
第1送水渠	標準	3.7	2.1	3.5	3.3	3.1
	AO	4.4	2.5	4.5	4.2	3.9
	A2O	3.1	1.7	2.9	2.9	2.7
	ステップ	4.1	2.7	4.2	3.6	3.6
第2送水渠	標準	※	1.9	2.2	4.1	2.7
	AO	※	1.5	1.1	1.9	1.5
	ステップ	※	1.9	3.2	3.9	3.0

## 第2回エネルギー分科会での意見に対する反映内容

3) 測定について季節的には四季を満足するような形で行われているのか。

(回答)

24時間調査は春夏秋冬に1回ずつ実施した

自動測定機による連続モニタリングは、1年間継続実施する予定

この結果から、季節ごとの調査で年間の平均を見ることができると否かを検討する

# 今後の取組予定

	R4年度	R5年度	R6年度	R7年度
実処理場におけるN <sub>2</sub> O排出量の実態調査	A市で実施	A市で継続実施	全国の処理場で実施予定	全国の処理場で実施予定
自動測定機を活用したN <sub>2</sub> O排出量の長期間モニタリング	A市で実施	A市で継続実施		
N <sub>2</sub> O排出量の実測方法（24時間調査・連続モニタリング）の確立、マニュアル作成		24時間調査方法の標準化・簡易化の検討	連続モニタリングの標準化の検討	
N <sub>2</sub> O排出量予測のためのモデルや水質予測AIの活用可能性の検討				
栄養塩管理のための季節別運転がN <sub>2</sub> O排出量へ与える影響の調査		C市で実施予定	C市で実施予定	
国総研が所有する実規模実験施設における実験				
国総研において過去に行ってきた調査結果の再解析				
N <sub>2</sub> O排出係数の改定に向けた作業		文献調査、海外における係数設定事例等	パラメータ、分類基準の検討	インベントリ検討会で審議