

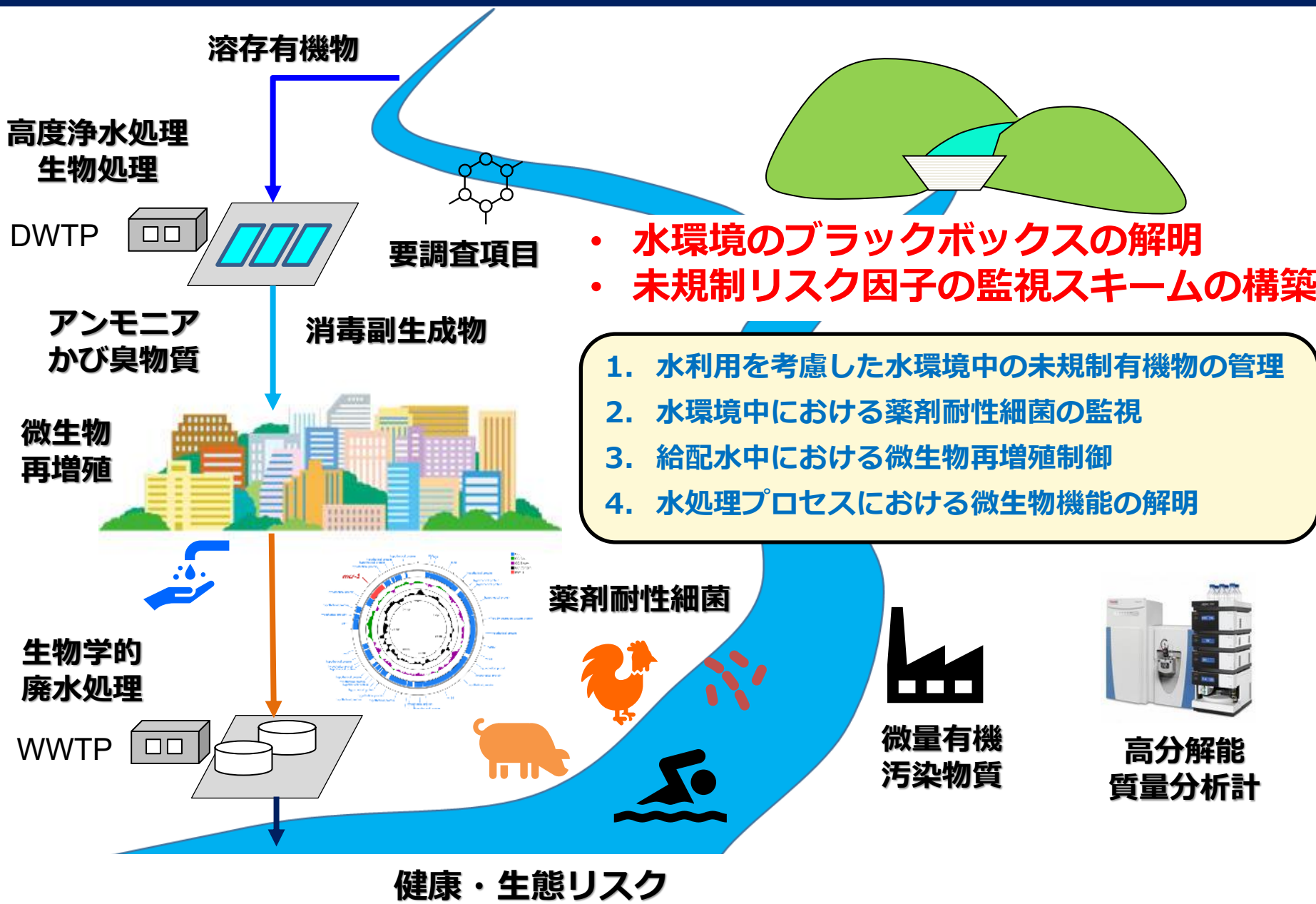
**大気・騒音振動部会及び水環境・土壌農薬部会の合同会合
における第六次環境基本計画点検ヒアリング**

水環境の保全に関連する 施策の課題と今後の展望

**東京大学 先端科学技術研究センター
准教授 春日 郁朗**

中央環境審議会 水環境・土壌農薬部会
水環境制度小委員会 専門委員

アジア水環境パートナーシップ (WEPA)
アドバイザー委員



重点課題⑤「水環境管理・改善のための対策技術の高度化及び評価・解明に関する研究」

推進費（若手枠） H28-29	研究 代表	精密質量分析計を用いた網羅的分子同定による湖沼COD成分の解明（5RF-1601）
--------------------	----------	---

湖沼CODの環境基準達成率の停滞→難分解性有機物の蓄積？

令和6年度

河川（BOD） 93.9%

海域（COD） 78.2%

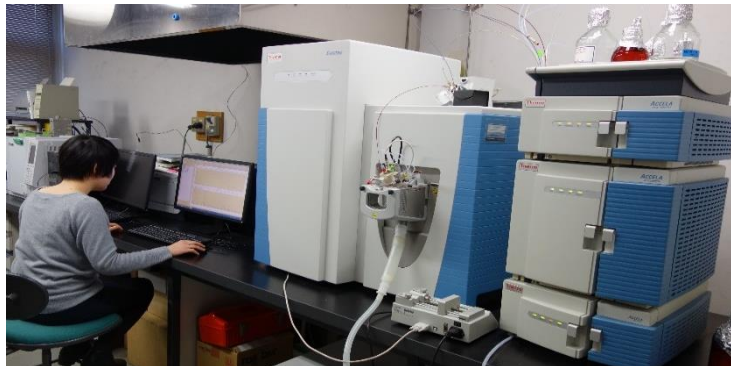
湖沼（COD） 50.8%

<COD_{Mn}の問題>

- 物質収支上の加算性がない（物質により被酸化度が異なる）

高分解能質量分析計を用いて、ブラックボックスである湖沼COD成分を分子レベルで解明し、COD対策のターゲットを評価

高分解能(精密)質量分析計



高分解能

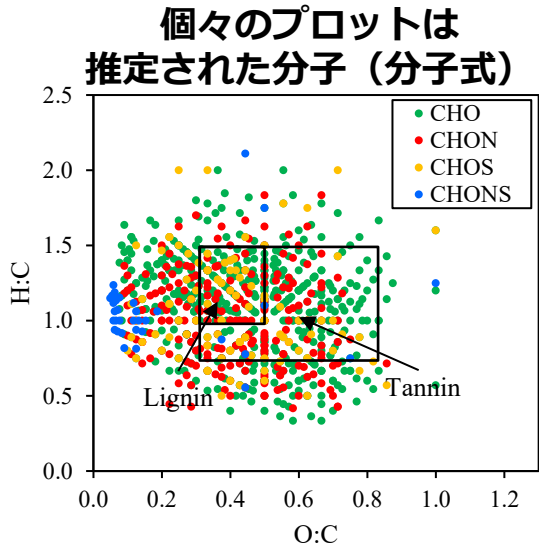
複雑な混合物を質量だけで分離

高精度

分子イオンの精密質量を小数点4-5桁まで高精度で測定可能

湖水を過マンガン酸で処理し、処理前後の分子組成の解析からCOD成分の分子式を特定

印旛沼の例

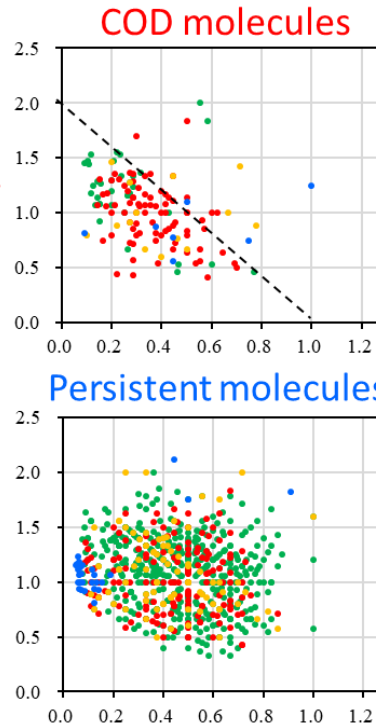


湖水溶存有機物の組成

Yuthawong and Kasuga *et al.* 2019

KMnO₄による
酸化処理

二種類
に分類



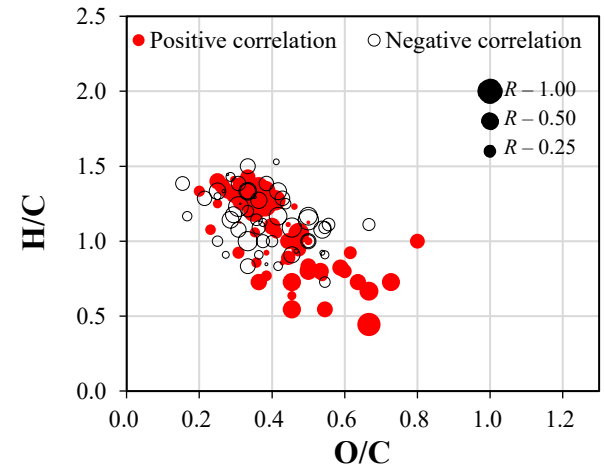
**CODに寄与する分子
(過マンガン酸で酸化され
やすい)**

例 C₉H₄O₆

**CODでは見過ごされる分子
(過マンガン酸では酸化されない)**

全指定湖沼に共通する108分子の
ピーク強度と溶存CODとの相関

DCOD_{Mn}/DOC correlation



<11指定湖沼の溶存有機物の分子組成>

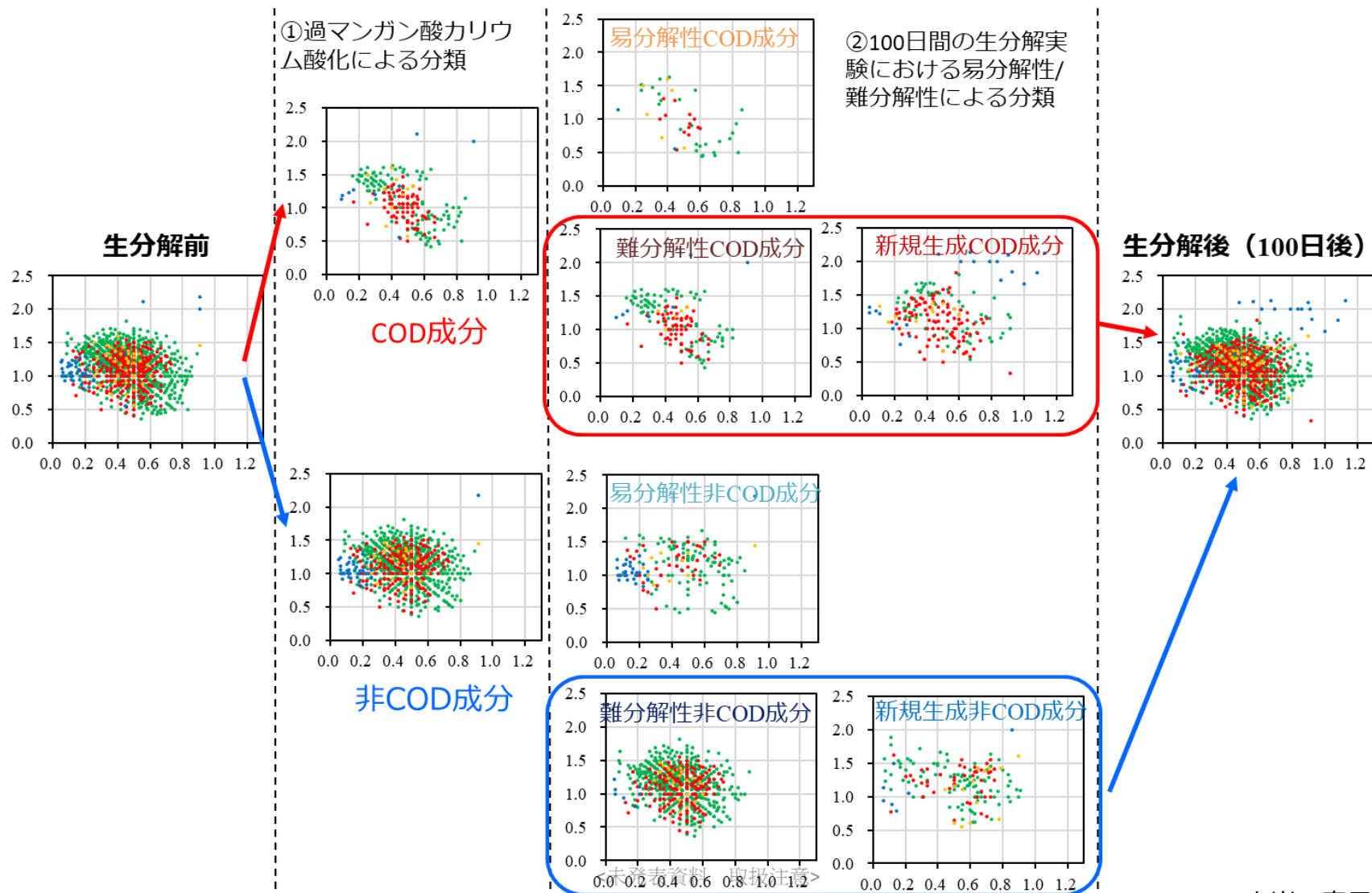
- 分子組成の一致度は43-69%
- 全湖沼に共通の分子式は108種類

<11指定湖沼の溶存CODの分子組成>

- COD moleculesは全体の一部
- 分子式数比：10-43%, ピーク強度比：3-18%

取組紹介①：湖沼COD成分の解明

琵琶湖北湖：湖水の生分解により、難分解性有機物（COD成分/非COD成分）が生成



推進費 戦略的研究開発
(II) R7-9

研究代表

薬剤耐性の総量把握を可能とする包括的マーカーの開発（SII-12-1(2)）

抗生物質が効かない薬剤耐性細菌の疾病負荷→Global Health Burden

国連総会 AMRハイレベル
ミーティング（2024.9）¹⁾



AMRに関連する推定年間495万人の死亡者を2030年までに10%削減することを目指し、**ヒト、動物、環境のワンヘルスアプローチ**による取組みを推進

Quadrupartite Alliance for One Health (2022)

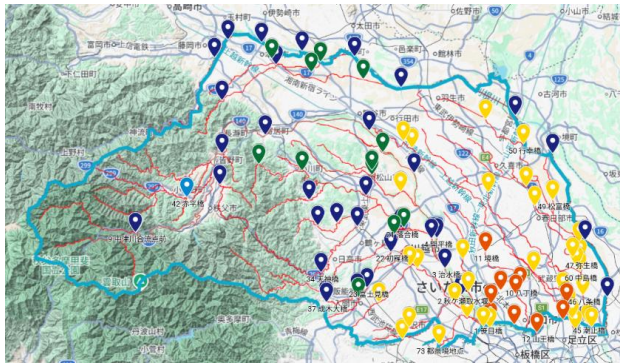


多種多様な薬剤耐性細菌、薬剤耐性遺伝子が混在する環境中のサーベイランスの手法、指標、基準は国際的にも定まっていない

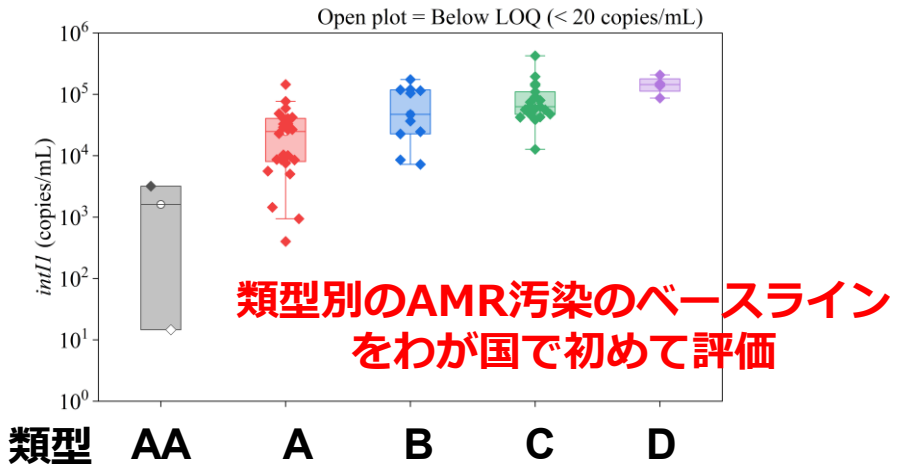
1) <https://media.un.org/photo/en/asset/oun7/oun71068035>, 2) <https://amr.ncgm.go.jp/infographics/007.html>

環境細菌のクラス1インテグロンを薬剤耐性マーカーの指標とし、わが国の水環境の薬剤耐性汚染のベースライン値を取得

① 水域類型別の *intI1* 存在量のベースライン値



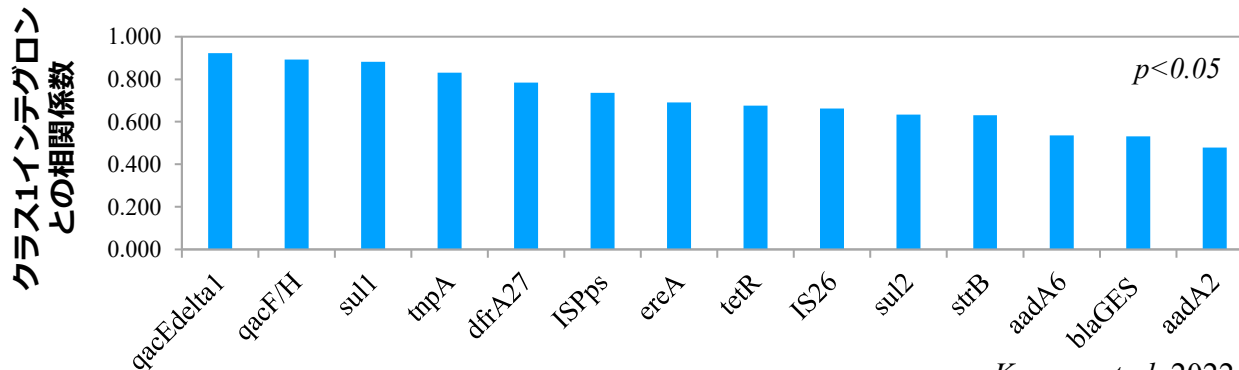
埼玉県内 公共用水域調査 (60地点/94地点)



Lanuyanger and Kasuga *et al.* 2026

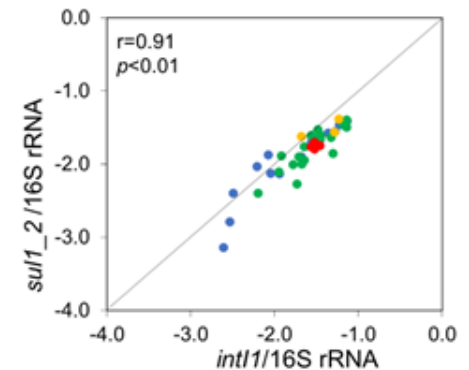
② インテグロンの指標性：他の薬剤耐性遺伝子との相関

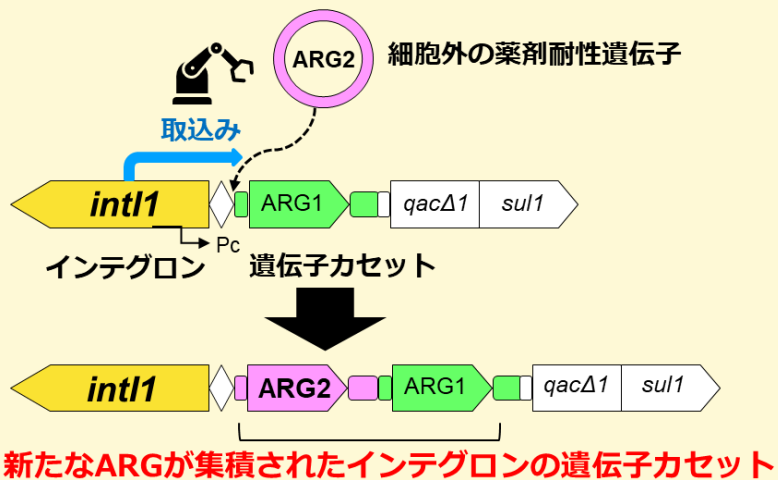
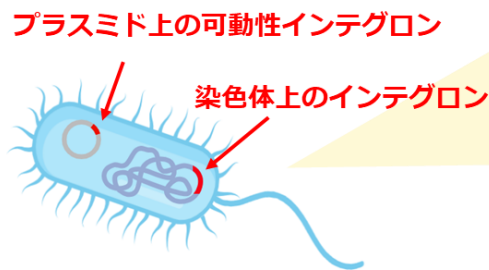
多くの薬剤耐性遺伝子がクラス1インテグロンと正の相関



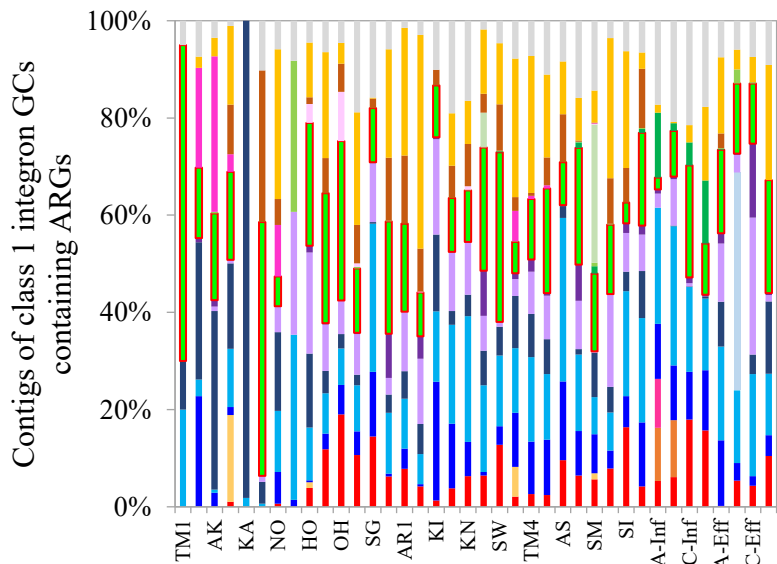
Kasuga *et al.* 2022

相関の例 *sul1*





インテグロン遺伝子カセット中の薬剤耐性遺伝子の解析 (関東地方の河川)



Kasuga et al. 2022

臨床上也見過ごされがちなカルバペネマーゼ
bla_{GES-24}がインテグロンを介して水環境中に分布

警戒が必要な薬剤耐性遺伝子の
環境拡散を検知！

4個の**bla_{GES-24}**がプラスミド上のクラス1
インテグロンの遺伝子カセットに集積

病院下水中の薬剤耐性耐性
Aeromonasのプラスミド

A. hydrophila
pKAM330_2
80.1 kb (Japan, 2018)



Maehana and Suzuki et al. 2022

水環境の監視・管理に投入されている社会コストの見直し

表1 令和6年度公共用水域における水質測定地点数及び検体数

測定項目	河川			湖沼			海域			全体		
	水域数	地点数	検体数	水域数	地点数	検体数	水域数	地点数	検体数	水域数	地点数	検体数
健康項目	-	3,809	145,109	-	416	14,883	-	1,049	27,613	-	5,274	187,605
生活環境項目	6,370	4,559 (9,924)	240,278	692	483 (1,331)	47,476	906	2,013 (3,798)	111,208	7,968	7,055 (15,053)	398,962

5,274地点 / 187,605検体
7,055地点 / 398,962検体数

令和6年度公共用水域水質測定結果

- ・ 「測って報告」で終わってしまい、データが活用されていない。
- ・ リアルタイム性がなく、実効的な水環境の監視・管理に活用されていない。



- ・ 限られたリソースの中で監視・管理の実効性、効率性を上げるべき。

- ◆ 足し算だけではなく、**大胆な投資による引き算が必要**
- ◆ 環境行政・産業分野のトランスフォーメーションの推進が必要

- ・ 基準項目の見直し
- ・ ハイスループットなスクリーニング技術の活用
- ・ 最新のセンシング技術への重点投資
- ・ シミュレーションとの統合
- ・ 流域単位での水環境管理体制の集約・強化

予測して管理するためのデータ活用へ

わが国は水環境の改善には成功したが、先回りの監視まではできていない。

例

PFAS

AMR（薬剤耐性）

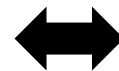
...

- 決められたものを測るスキームの限界
 - 先回りの監視を実現するために
 - ◆ 動き出すための時間の短縮（機動性）
 - ◆ 国際的な動向に依存せずに、自発的に始動できる仕組み・体制
 - ◆ 包括的な監視に資する新たな技術の積極的な活用
- 例：ノンターゲット解析、メタゲノム解析…



水環境管理の到達点

汚水処理の概成
(2026年度)



水インフラのリスク要因

- 上下水道インフラの老朽化
 - 集中処理から分散処理への転換
(下水道法改正の動き)
 - 異常イベントの頻発
- 水道水質や水環境管理のレベルの
低下につながりかねない



効率的な既知物質の管理 + 未知リスクへの対応力の強化

1. 水環境の長期アーカイブの構築（水のタイムカプセル構想）

- 昔の水質はどれくらいきれいだったのか？
- 代表的な公共用水域の「水そのもの」or「水の情報」（マススペクトル、メタゲノム）を保存してはどうか？
- 50年後の研究者が、革新的な技術で2020年代の水を解析できる（新興汚染物質の履歴...）。

2. 国際的な方向性：モデル輸出から環境観の共創へ

- いつまでも先進国、途上国ではない。
- 政治経済・歴史的な背景の異なる他国に、日本のモデルがそのまま適用できるわけではない。
- 日本がすべき国際貢献は、アジアの広域的な環境ビジョンの策定などのイニシアチブをとり、「アジアの環境観」の醸成と連携（共通項目の監視、データ基盤の創出など）の取り組みではないか？

例：シンガポール