

下水水質成分に着目した 雨天時浸入水の起源推定 + 老朽化などによる破損調査・・・のご提案

中屋 佑紀 北海道大学大学院工学研究院

宣伝

第63回下水道研究発表会：8月6日15:20~17:30 セッションN-6-2にて口頭発表

本日 懇親会

技術概要・サンプリング方法に関する資料をお持ちして参加いたします。
フィールド提供・技術協力等に関するお声がけお待ちしております！

雨天時浸入水（RDII）対策

発生源

- マンホールの蓋穴
 - 口径が大きく人孔数が多いほど浸入水影響度が高い
(梅木ら, 第60回下水道研究発表会講演集P-1, 2023)
- 誤接続, 地下水の浸透 (水密性不良)

発生源別に対策コスト
は大きく異なる

特定方法

(デジタル技術を活用した雨天時浸入水調査技術一覧及び個別技術紹介, 国土交通省, 2023)

- 水量に着目
 - 水位計・音響・画像
 - 目視・画像点検 (360度カメラなど)
- 水質に着目
 - 水温や電気伝導度→希釈度合いから浸入水量を推定

本研究のアイデア

発生源ごとに異なる化学成分が流入

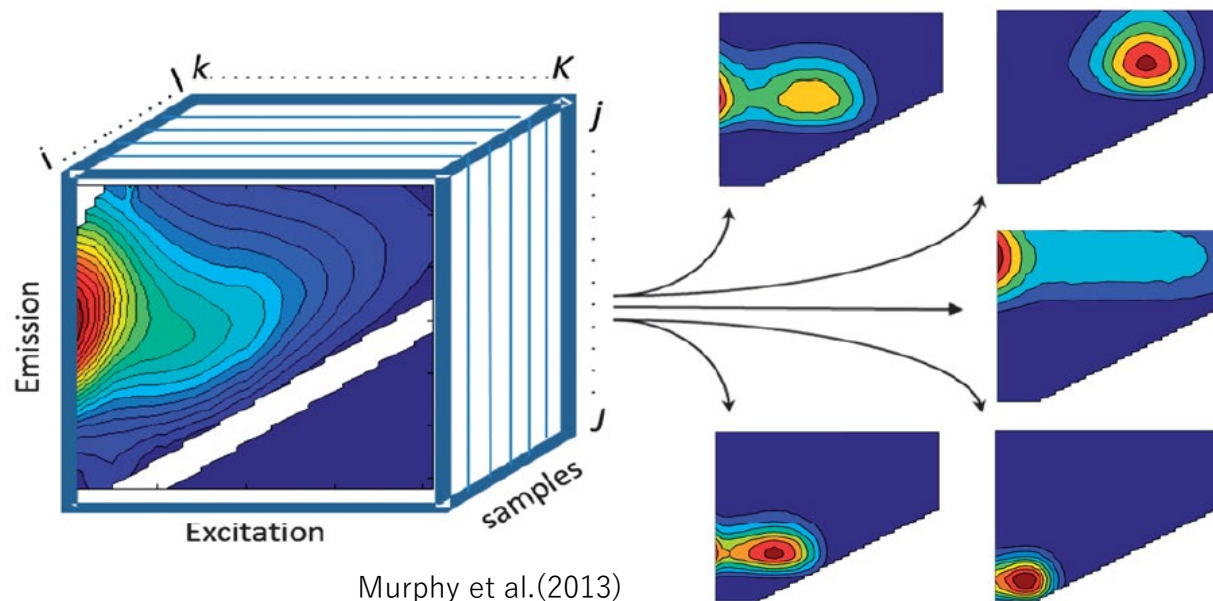


化学物質（水質）に着目
浸入水の発生源とその規模の推定
対策の優先順位の決定・コスト推定

EEM-PARAFAC

Excitation-emission
matrix spectroscopy

PARAllel FACtor analysis



Murphy et al.(2013)

- 多変量解析手法により蛍光成分をいくつかに分離
- 海洋性FDOMの研究
- 下水由来成分の分離

Komatsu et al., Water Research, 2020

池田・柿本, 土木学会論文集, 2018

山口ら, 土木学会論文集, 2018

山村ら, 土木学会論文集, 2018、2023

常時/雨天時浸入水が下水道への浸入経路ごとに特徴的なFDOMを持つと仮定

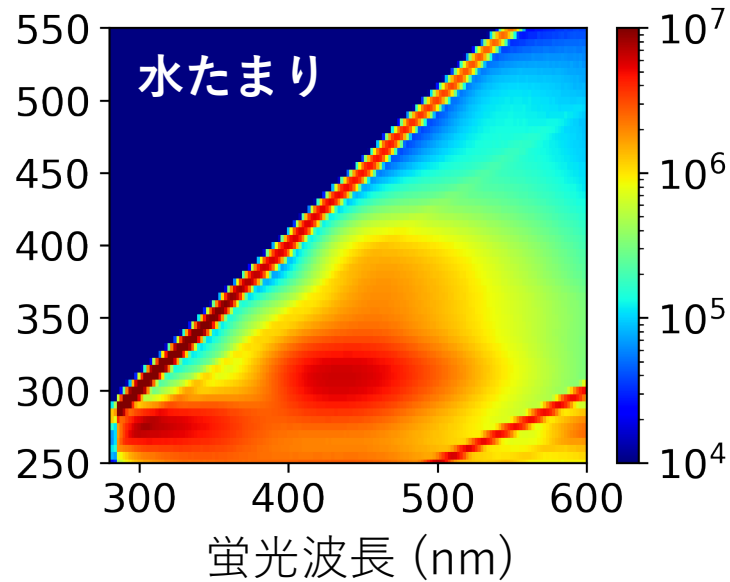
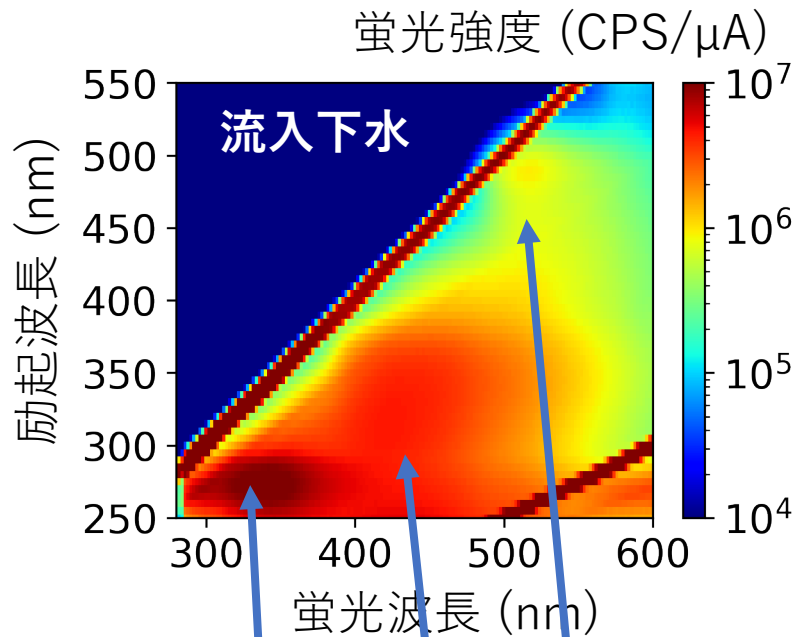


合流式・分流式処理区の処理場流入水や模擬雨天時浸入水のEEMを測定
PARAFACにより成分分離・定量



「経路別」の雨天時浸入水量を推定できる技術

代表的なEEM



タンパク質

腐植物質様

下水由来ピークX (入浴剤?)
(小松, 環境浄化技術, 2020)

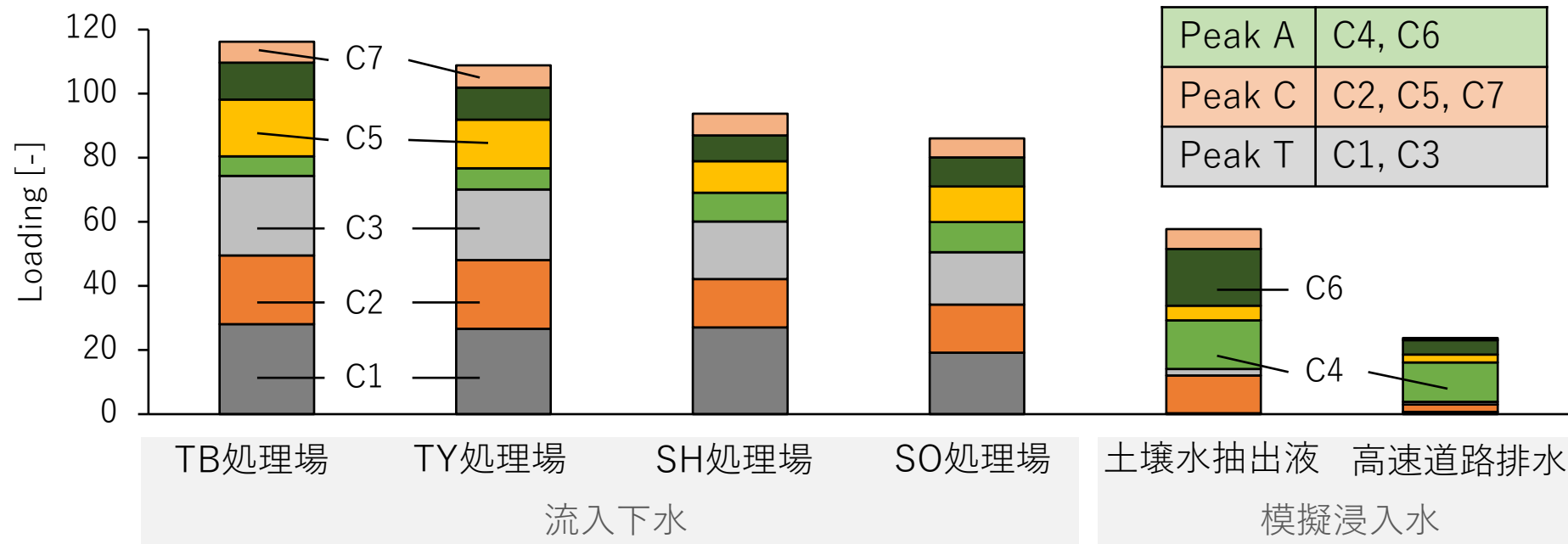
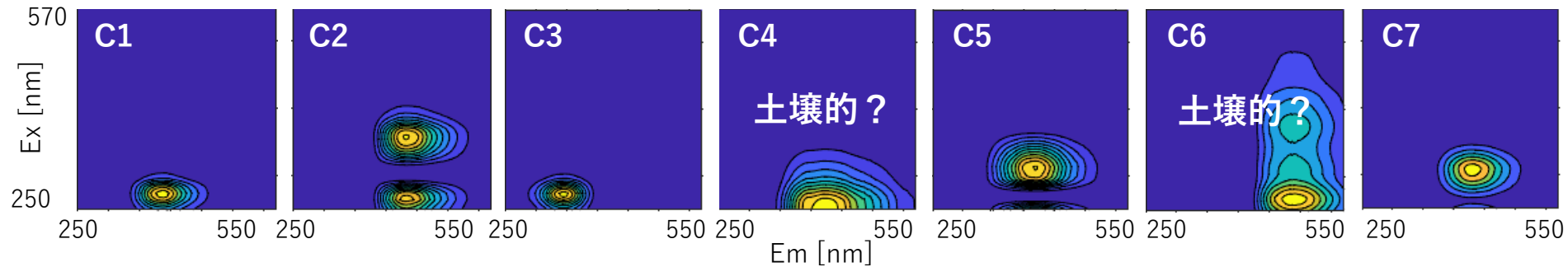
- 流入下水は都市の生活排水に典型的なピーク
- 水たまり = アスファルト上の雨水
 - 人孔を経由して雨天時浸入水となる?
 - 雨天時の下水処理場流入水のEEMに蛍光成分が反映?

PARAFAC解析結果

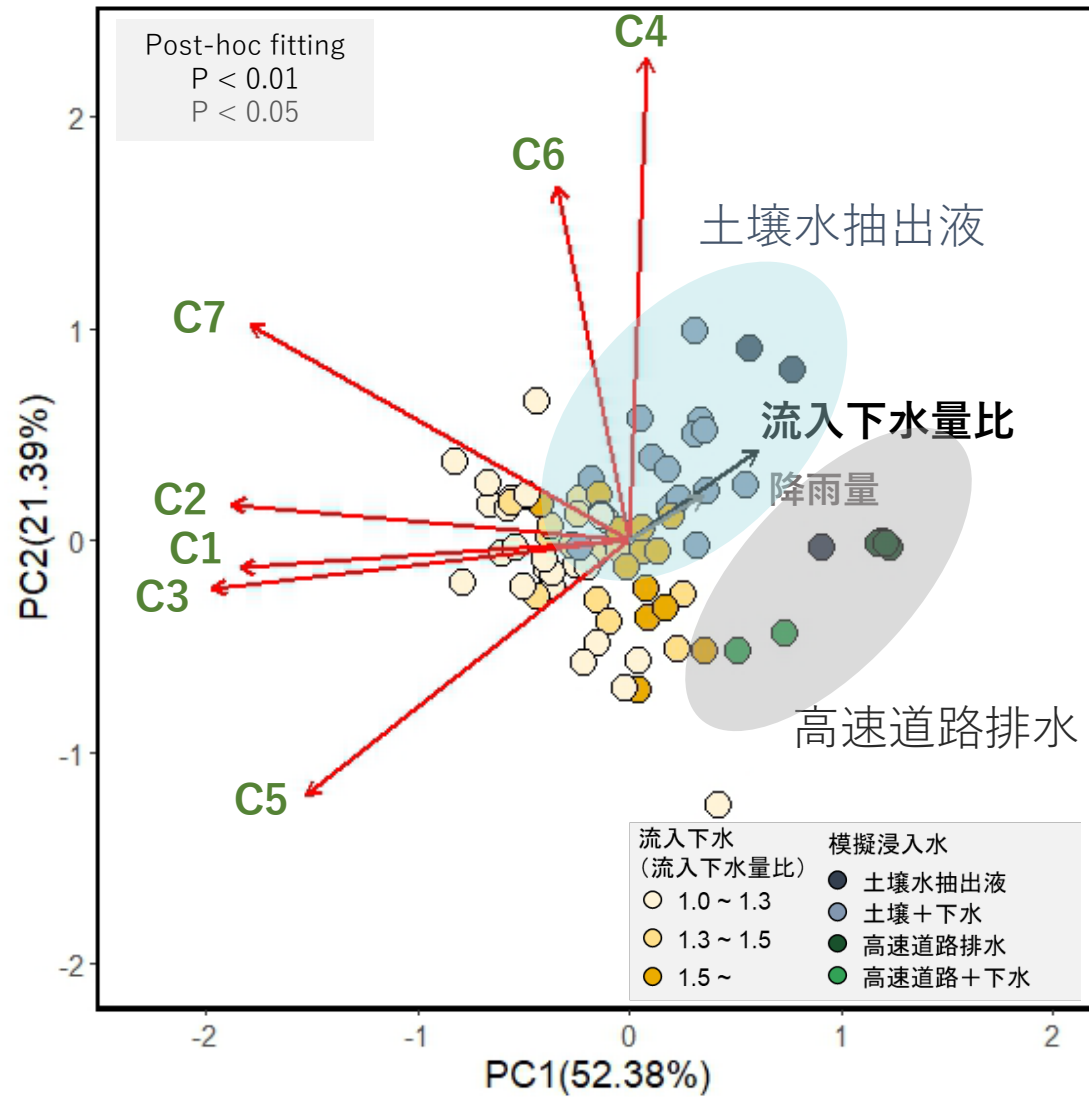
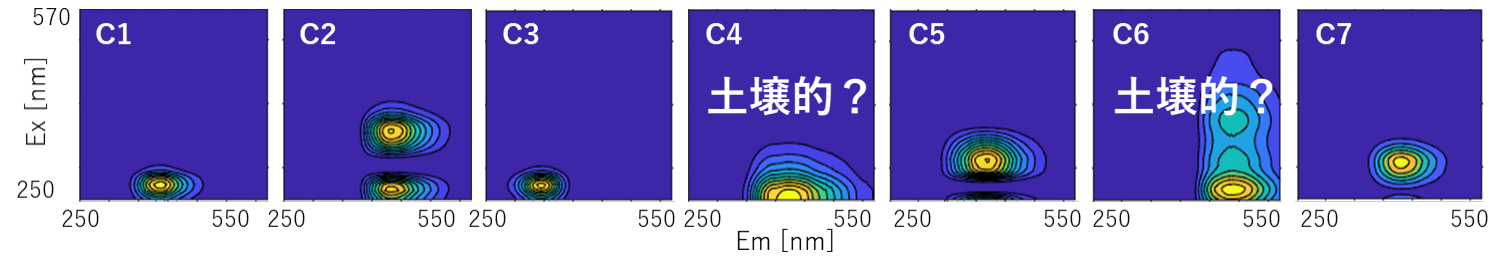
解析条件

MATLAB (ver : R2019b) ・ drEEM toolbox (ver : 0.6.5)

Ex. < 250 nm, Em. > 570 nmをカット、標準化



考察



流入下水 (流入下水量比)

- 1.0 ~ 1.3
- 1.3 ~ 1.5
- 1.5 ~

模擬浸入水

- 土壌水抽出液
- 土壌+下水
- 高速道路排水
- 高速道路+下水

- 生活廃水以外の成分が流入するとPC1+側にサンプルが配置
- 土壌由来ならPC2が大**
- 道路排水ならPC2が小
- 雨水は土壌より道路排水などを経由
- 右上に偏る処理区では老朽化?

EEM-PARAFACによる特定ピーク強度の評価よりも、PCAなどの総合的な評価が浸入成分検知には有効

今後

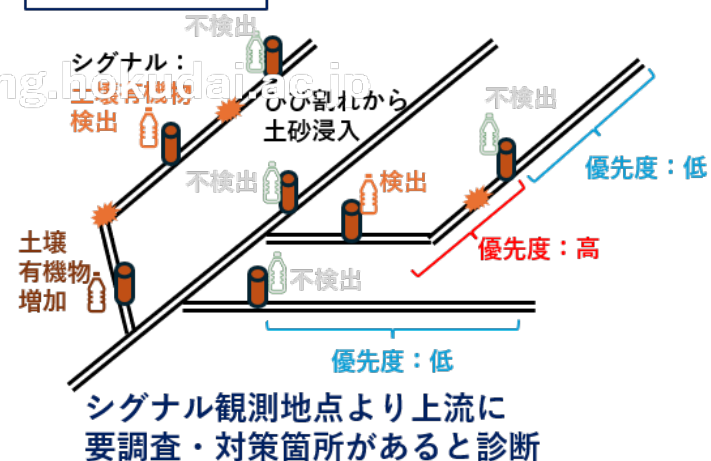
• データセットの拡充+老朽化調査（特に陥没ひっ迫箇所）

- 流入下水，雨水タンク，地下水，浸入水など
- ある程度浸入成分の起源と規模が推定できている処理区域で答え合わせ

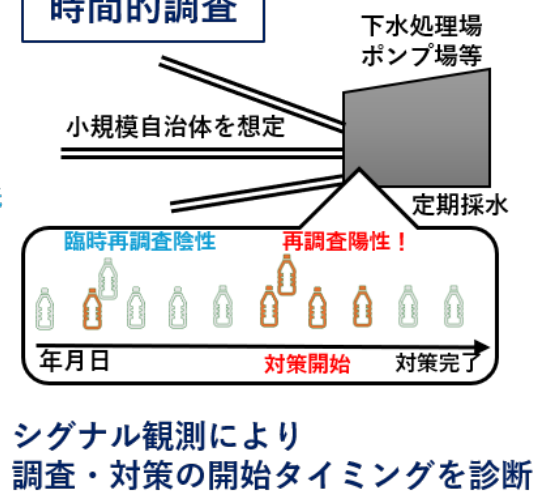
- 下水道老朽化対策は喫緊の課題
- 全長49万kmに対して**時間不足**
- 累積38兆円の更新市場に対して**人材不足**
- 国からの補助は部分的で自治体では**資金不足**
- 緊急度の高い箇所を優先する**調査・対策の効率化**が必要

	潜行目視調査	ドローンetc	築年数・履歴	本手法
信頼性	◎確実	◎確実	×不確実	○科学的根拠
経済性	×	△	◎	○
安全性	×事故リスク	△操縦難	◎	◎

空間的調査



時間的調査



お問い合わせ先

北海道大学大学院工学研究院環境工学部門 中屋 佑紀

ynakaya[at]eng.hokudai.ac.jp

溶存有機物の分析，金属イオンや細菌の簡易定量法の開発など

関連する公開済み資料

中屋佑紀，北林里佳子，佐藤久，平井悦子，
第61回下水道研究発表会講演集，670–672，2024.

中屋佑紀，北林里佳子，森秀俊，佐藤久，石井淑大，
第62回下水道研究発表会講演集，752–754，2025.

森秀俊，北林里佳子，中屋佑紀，佐藤久，石井淑大，
第62回下水道研究発表会講演集，518–521，2025.

中屋佑紀，北林里佳子，佐藤久，
一般財団法人建設物価調査会 総研リポート第24号，
57–66，2025.

(<https://www.kensetu-bukka.or.jp/trendtopics/subsidy/2024publication/>)