

# 有害物質を 高価な試薬を使わず 迅速・簡便に測る

産業技術総合研究所

エネルギー・環境領域 環境創生研究部門

上級主任研究員 中里 哲也

2024年9月10日

# 水中有害物質と測定

工場、生活、資源・エネルギー利用など

水環境

河川、湖水、海水、地下水

水中の有害物質

窒素化合物

硝酸性、亜硝酸性、シアン、  
全窒素(指標) など

金属

ヒ素、カドミウム、  
鉛、水銀など

有機物

全有機炭素(指標)、ベンゼン、ダイ  
オキシン、有機フッ素化合物など

監視・管理のためには安価・簡便・迅速な測定法の整備が必要

# 有害物質測定法の現状と課題

## 有害物質測定法

- ・光分析  
吸光光度法、蛍光光度法
- ・分離分析  
液体クロマトグラフィー
- ・質量分析  
誘導結合プラズマ質量分析法、エレクトロスプレーイオン化質量分析法  
など

### 課題

試料中の対象物質を選択的に検出するために分析前処理を行う  
→ **高価・有害な試薬、材料、装置が必要**

**負担大**

**コスト、操作、保守、安全管理**

**影響**

**測定性能  
オンサイト(水現場)測定の妨げ**

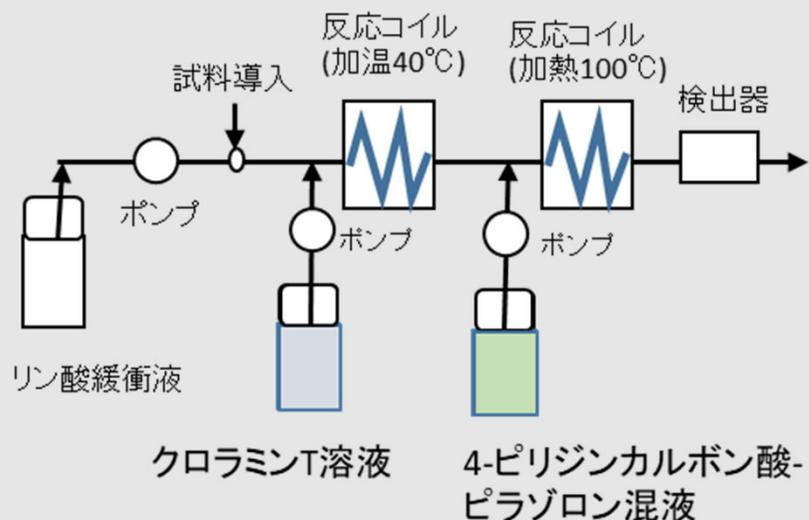
# 本技術と従来技術との比較

## シアン分析法

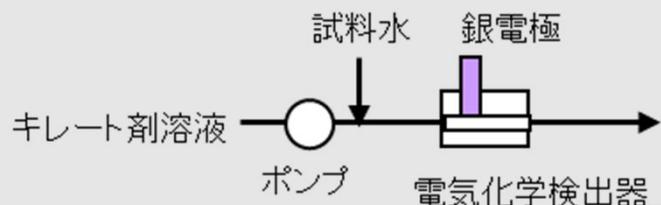
シアンは検出に適した物性が乏しい

### 従来法

○発色法 試薬を使って色を付ける

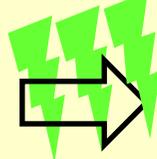


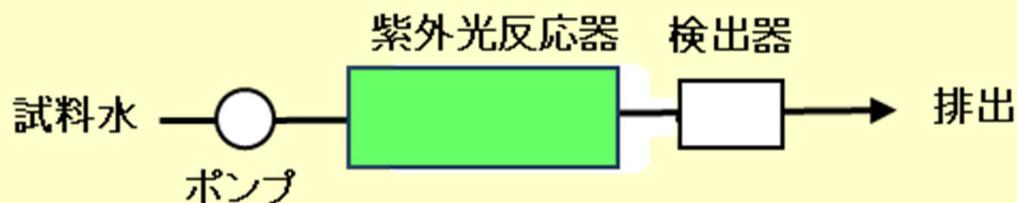
○電気化学法 試薬と貴金属電極を使う



### 本技術

試薬の代わりに光反応で検出可能に

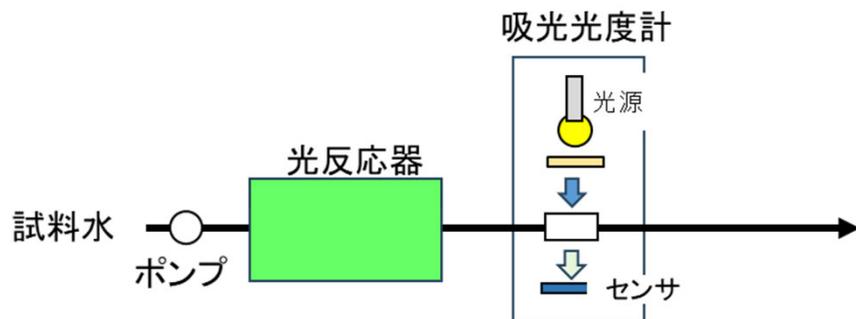
シアン  紫外光照射  
安価な吸光光度計・電気伝導度計で検出可能な形態に迅速に変換



高価・有害・不安定な試薬、材料、装置が不要

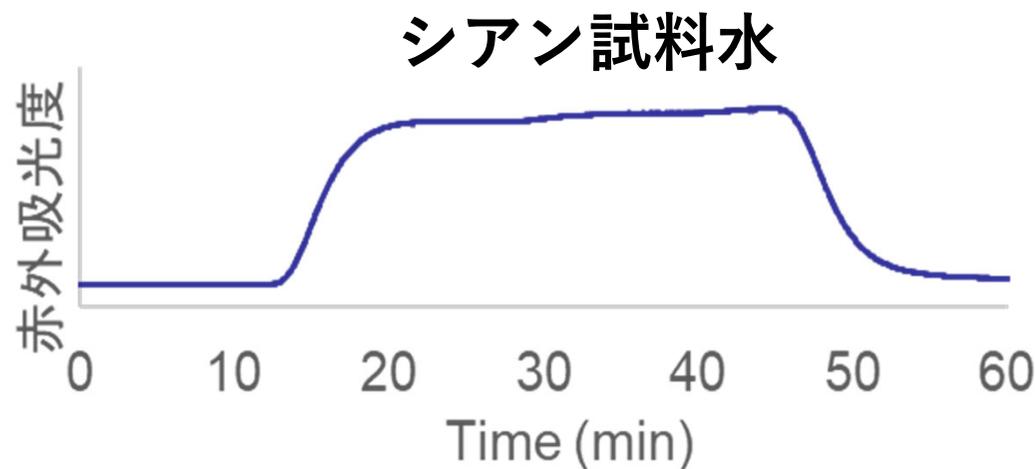
# 本技術 安価・様々な検出装置で適用可能

- シアン分析法



紫外吸光光度計

赤外吸光光度計



この他に電気伝導度計でも検出可能

# 本技術 迅速・簡便性、広い適用性

- シアン分析法

- 数分以内で検出可能。試薬の添加、化学反応処理による煩雑・長時間の操作が不要
- 難分解性のシアンに適用可能であるため、他の窒素・炭素含有化合物への適用性も有り。

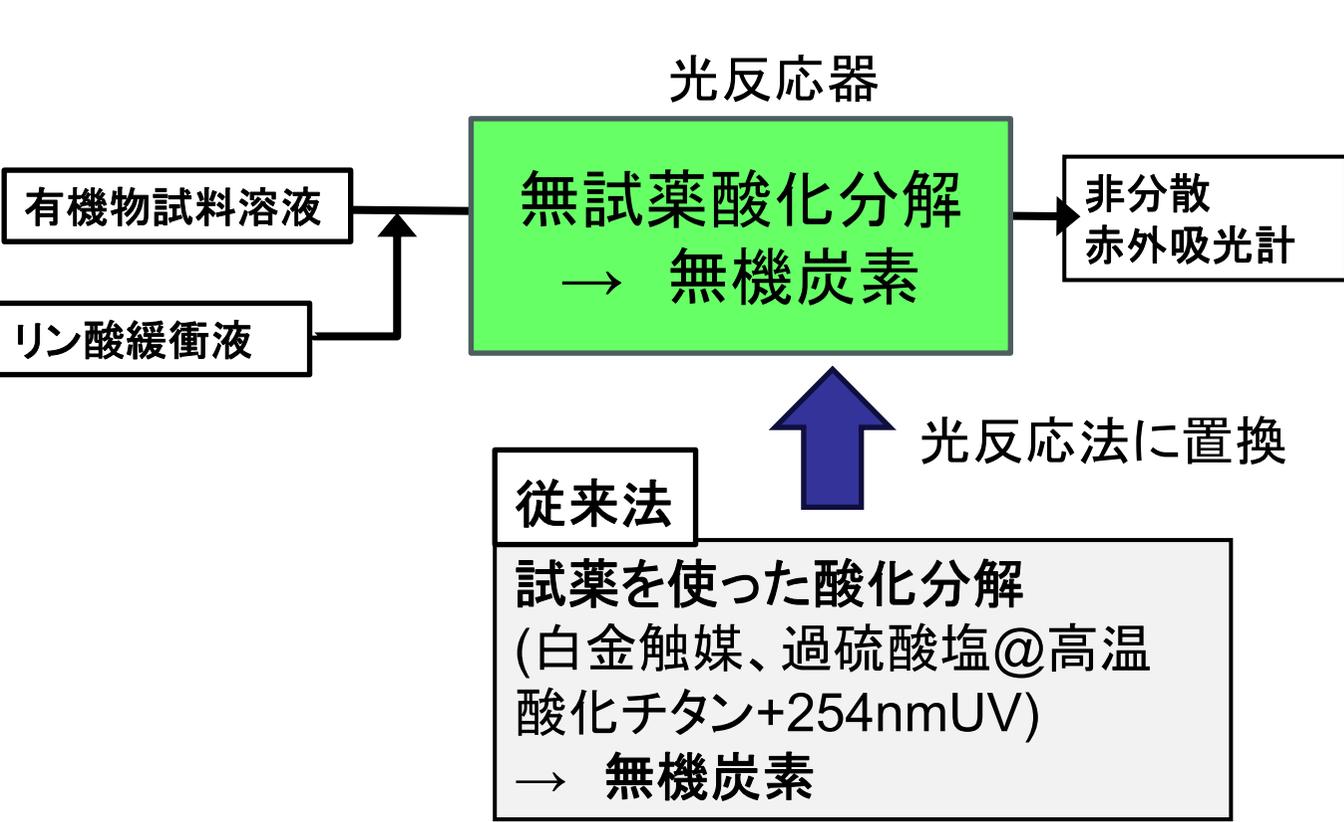
# 本技術の関連技術

- ・ 開発した光反応法を基に、シアン以外の有害物質についても測定法も開発している。

分析対象	測定タイプ
シアン	実験室用
TOC (全有機炭素)	モニタリング
ヒ素化学形態、セレン	実験室用
重金属	モニタリング

# 本技術の関連技術1 全有機炭素測定

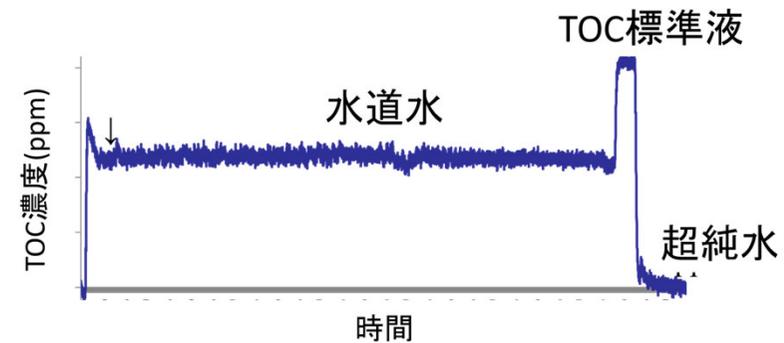
- オンライン全有機炭素(TOC)測定法



河川水溶存有機物のTOC測定例 (ppm, n=3)	
本研究法	1.85±0.05

従来の試薬使用法と同等の分析結果

## 水道水のTOCモニタリング



酸化剤試薬・触媒を用いずにTOC測定が可能

# 本技術の関連技術2 ひ素化学形態分析

- ひ素の化学形態分析法の高感度化

人尿中ひ素の化学形態分析

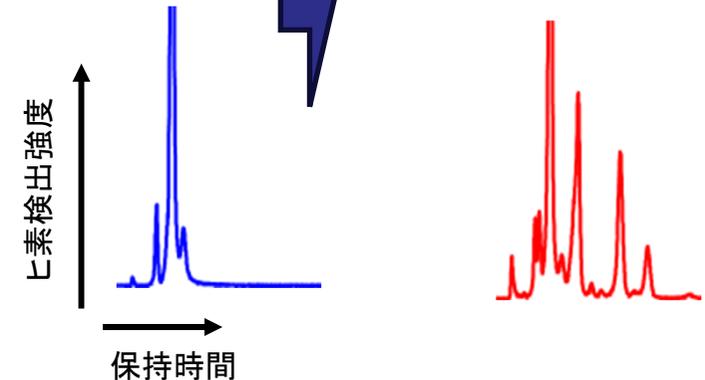
従来法

本研究法

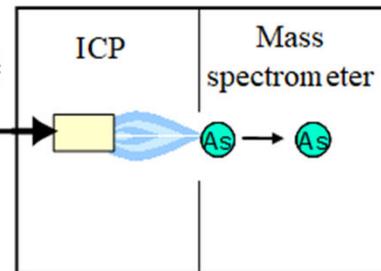
検出した  
ひ素化学種

5

20  
(極低濃度 $10^{-11}$  g/ml  
レベル含)



ICP質量分析計



光反応器

無試薬酸化分解  
→ ひ酸

気液分離器

NaBH<sub>4</sub>

溶離液  
ポンプ

試料水

光反応器を導入

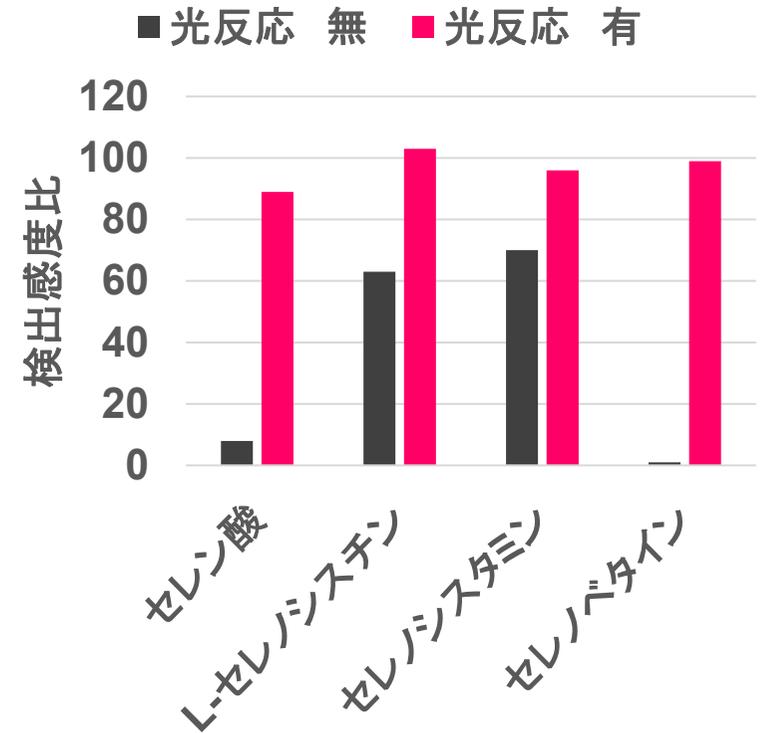
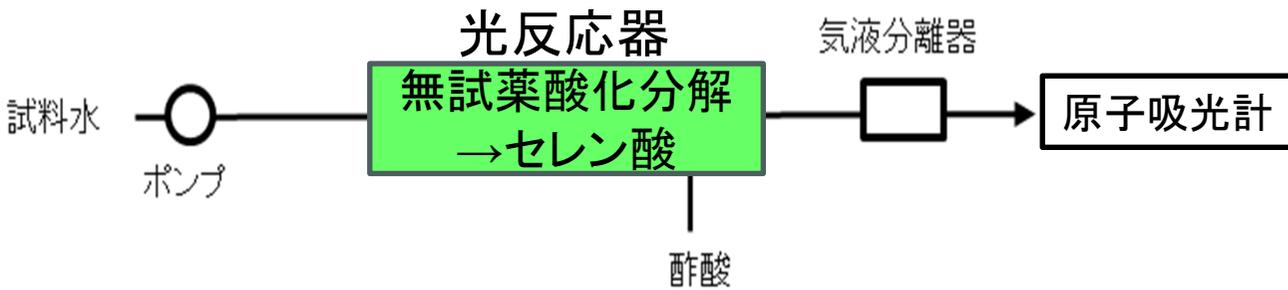
有機、無機ひ素化学種 → ひ酸 → 気化  
→ ICP質量分析計に大量導入 → 高感度化

Anal. Chem. 78 1665 (2006)

試薬を用いずにひ素の化学形態分析を高感度化  
(検出下限濃度を1/10に改善(1 ng/L レベル))

# 本技術の関連技術3 セレン分析

- セレン分析の高感度化

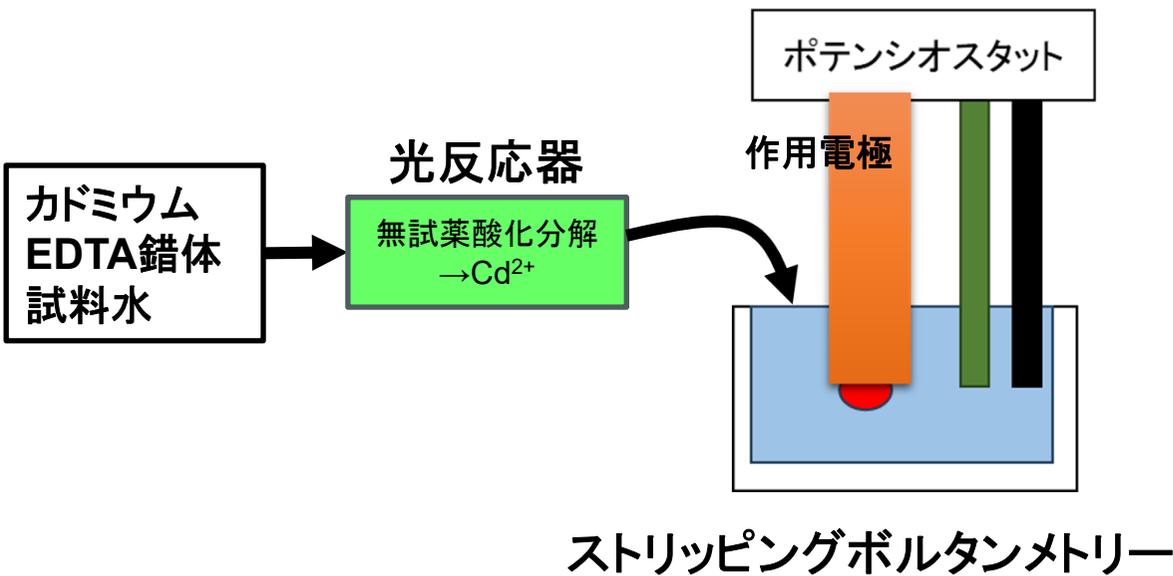


試薬を用いずにセレン分析を高感度化

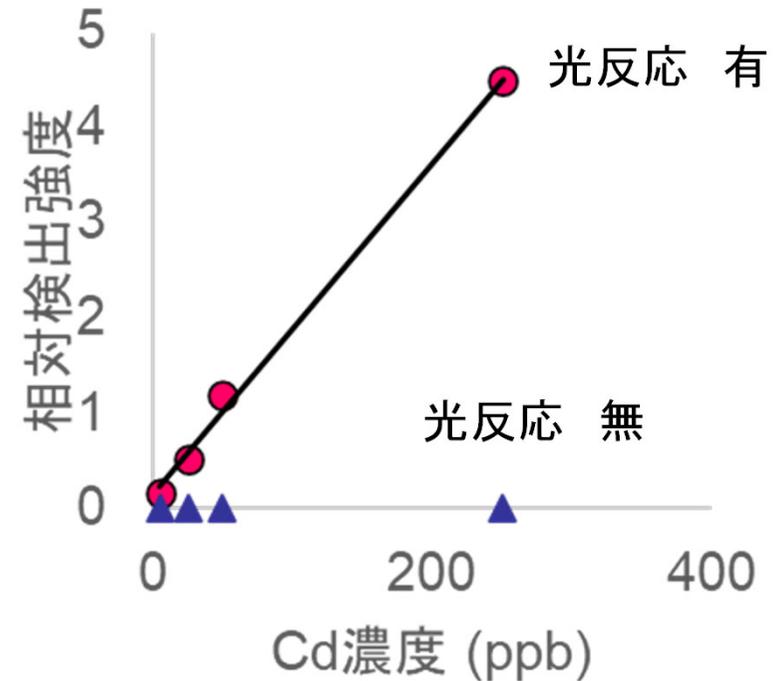
Anal. Sci, 28, 807 (2012)

# 本技術の関連技術4 重金属測定

- 電気化学測定法における有機物由来の測定妨害の低減



キレート剤EDTA存在下のカドミウム測定



試薬を用いずに重金属の測定妨害を除去

Anal. Sci, 31, 635 (2015)

# 本開発技術の特徴

- 試薬を使わない分析前処理法

## 従来法

高価・有害な試薬、材料、装置を用いる

発色試薬、酸化剤、還元剤、酸、  
貴金属触媒・電極など

高コスト、煩雑・長時間(操作、保守)、  
安全管理負担大

## 本開発技術

光反応を利用した分析前処理法

→ 無試薬化を図る

→ 高価・有害な試薬が不要

低コスト、簡便・迅速、安全管理  
負担低

# 想定される用途

- シアン分析法

- ・ 実用性が確保されれば、環境水、水道水、飲料水、工業用水・排水、水処理といった広範囲の水質について、安価・簡便分析法としての普及が期待される。
- ・ 環境基準等の各環境法規制の検定法としての普及も期待される。

# 実用化に向けた課題

- シアン分析法

- ・ 現在、本技術は測定原理を確立した段階。
- ・ 各種検出器との組み合わせ形態による性能向上の検討、装置実装、実試料への適用範囲の検証が未着手

# 企業への期待

- ・ シアン分析法

- ・ 実際の検出技術との組み合わせた装置の実装、ニーズに基づく実試料への適用性評価を期待。
- ・ このために測定分析機器の開発製造技術を有する企業、水質分析サービス企業、水処理技術企業等との共同研究を希望。

# 企業への貢献、PRポイント

- シアン分析法

- 本技術は試薬を極力使わない特徴を有するため、試薬自身だけでなく使用試薬が求める装置条件も含めた全体のコストや保守・安全管理の負担を下げるといった新たな観点での測定装置・サービスの市場創生が期待できる。
- 上記の特徴のため、既存の各種検出技術および装置との組み合わせの障壁が少なく検討を進めやすい。
- 本技術の導入にあたり必要な追加実験、技術指導、および技術確立後の国際・国内標準規格化の検討が可能。

# 本技術に関する知的財産権

- ・ 発明の名称 : 窒素・炭素含有化合物の測定方法および測定装置
- ・ 出願番号 : PCT/JP2024/013060
- ・ 出願人 : 産業技術総合研究所
- ・ 発明者 : 中里哲也

## 産学連携の経歴

- ・ 2022年-現在 JST-JICA SATREPS事業  
国内4大学、海外1大学、国内企業3社との連携研究  
実施。水処理水の水質測定装置の研究開発を担当。
- ・ 2007年-現在 水質、エネルギー、および炭素リサ  
イクル材の分析法の国際・国内標準規格化作業部会  
にてコンビナー、プロジェクトリーダー、エキスパート、  
委員長、委員を担当。(ISO TC147, TC 27、TC61、JIS  
K 0102, B 8224)

# お問い合わせ先

AIST Solutions

知的財産本部 知財戦略渉外部

e-mail: [aisol-syougai-all-ml@aist-solutions.co.jp](mailto:aisol-syougai-all-ml@aist-solutions.co.jp)