

補助事業番号 2021M-157
補助事業名 2021年度水質保全を目的とする水環境計測用化学センサの構築補助事業
補助事業者名 九州工業大学 清水陽一

1 研究の概要

セラミックス機能材料を用いた環境イオンセンサについて、レセプタの材料開発・設計法、トランスデューサー設計開発、動作原理等を申請者の研究室での経験を基に開発する。このセンサの設計開発の手法は、今後の環境ガス、ヘルスケアセンシング関連技術の進展に適応できると考えている。また、環境イオンセンサをはじめ多くの化学センサは、新材料の導入あるいは組合せにより、高性能化しつつあり、今後、排水中といった過酷な条件下でも安定に作動する新型の実用センサの登場を目指したい。

2 研究の目的と背景

肥料や各種添加物から環境水中へ流出されるリン酸（水素）イオンや（亜）は、河川、湖沼、湾内などの閉鎖系水域における富栄養化等の主因となる環境汚染物質であり、農業国の東南アジアや国内でも大きな問題となっている。また、環境水の検出は、SDGsの「安全な水」の提供にも大きく関与する。本研究では、固体電解質トランスデューサーと酸化物系レセプタを組み合わせた新規な環境イオンセンサの設計・開発を行うことを目的とする。なお、本研究で取り扱う陰イオンは、検知が難解でほとんど手法が開発されていない。環境計測用センサデバイスは、社会的にも重要な分野の一つであり、その開発はますます重要となっている。環境ガスセンサは、1990年代からセンサの開発は大きく進展しているが、水環境イオンセンサについては、その規制がまだ厳しくないこと、検知手法に大きなブレークスルーがなかったため等からその開発は大きく立ち遅れている。近年申請者は、全固体型電気化学デバイスをベースとした環境イオン計測用センサデバイスの設計・開発が、水環境保全の鍵と考えている。

3 研究内容

(1) 水質保全を目的とする水環境計測用化学センサの設計

(<http://www.che.kyutech.ac.jp/chem16/news1.html>) ホームページに事業内容を掲載中。

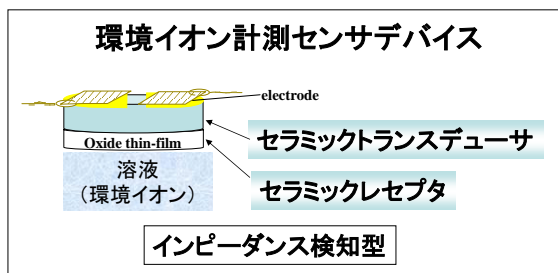


図1 新型環境イオンセンサの概念図

図2 MSTeamsによる研究検討会

(2) 水質保全を目的とする水環境計測用化学センサの開発

(<http://www.che.kyutech.ac.jp/chem16/news1.html>) ホームページに事業内容を掲載中

素子図と測定系

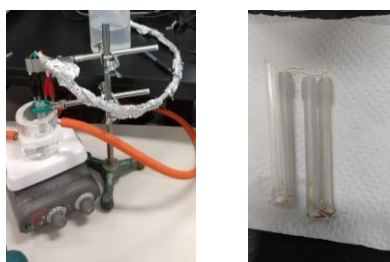


図3 センサ素子と測定系

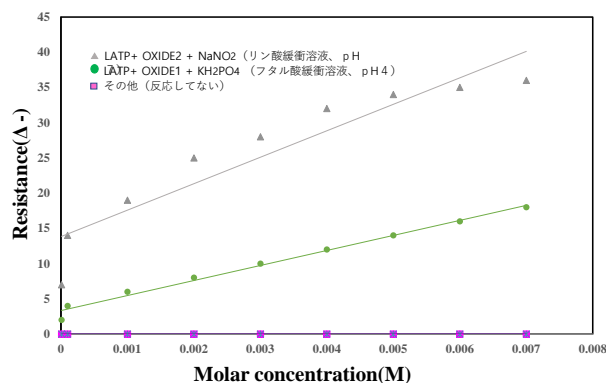


図4 リン酸イオンと亜硝酸イオンの応答

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

イオンセンサはそのほとんどが液膜などを用いることや対極を設置しなくてはならないが、本センサは、上記の写真のように簡単な構造にもかかわらず、1 mM以下のレベルまでリン酸や亜硝酸イオンを測定できることが判明した。水環境問題は今後益々重要となると考えられるため、排水系、水域環境測定など、実社会に応用される可能性は極めて高い。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

本研究者は、1994年から当時研究がまだ盛んではなかった環境イオンセンサの研究開発に取り組んできた。その中で、酸化物電極を用いた電流検知型、酸化物薄膜を用いたエレクトロクロミズム型等の多くの検知原理、デバイスの開発を行ってきた。ただし、いずれもガスセンサのように単純な構造とはいかなかった。一方、半導体ガスセンサの原理を教授する中で、固体電解質をイオンセンサの固体トランスデューサーに使えないかという発想に至り、本研究の着想に至った。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- ・知財は、もう少し改良を加えて検討する予定である。

- ・学会発表：

1) 第 60 回セラミックス基礎科学討論会、2022. 01. 8-9、熊本、1A07、口頭発表
Li₄Zn(PO₄)₂系リチウムイオン導電体の湿式合成と一部置換効果

○久我 崇朗, 高瀬 聡子, 清水 陽一

2) Joint Seminar on Chemistry with Malaysian Cooperation Universities and Kyutech
2022 (2022. 1. 26-27, online, POSTER)

Wet-Chemical Synthesis and Partial Substitution Effect Of Li₄Zn(PO₄)₂-Based
Lithium-Ion Conducting Solid Electrolyte

○Kuga Takaaki, Satoko Takase and Youichi Shimizu

- ・論文の投稿：2報

1) Keitaro Tsuji, Satoko Takase, Youichi Shimizu*, Electrochemical
Nitrate-Ion Sensor Based on CuCo₂O₄ Spinel-Type Oxide Thick-Film
IEEJ Transactions on Sensors and Micromachines, 3/31投稿

2) Yasunari Shinoda, Satoko Takase, Youichi Shimizu*,
Electrochemical Sulfite-Ion Sensor Using Sm₂CuO₄-Based Layered
Perovskite-Type Oxide Thick-film

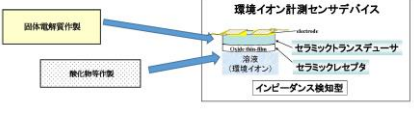

IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, 5/6 投稿

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

事業内容紹介と報告 (<http://www.che.kyutech.ac.jp/chem16/news1.html>)

補助事業研究結果の概要 (<http://www.che.kyutech.ac.jp/chem16/news1.html>)

<p style="text-align: center;">2021年度 JKA 補助事業の報告と今後の展望 「水質保全を目的とする水環境計測用化学センサの構築」 九州工業大学 工学部 応用化学科 清水陽一</p>  <p>1. 研究の目的と背景 肥料や各種添加物から環境水中へ流出されるリン酸(水素)イオンや(亜)硝酸、河川、湖沼、湾内などの閉鎖系水域における富栄養化等の主因となる無機リン酸物質であり、農業圏の東南アジアや国内でも大きな問題となっている。また、環境水の抽出は、SDGsの「安全な水」の達成にも大きく関与する。 本研究では、固体電解質トランスデューサと酸化物系レセプタを組み合わせた新規な環境イオンセンサの設計・開発を行うことを目的とする。なお、本研究で取り扱うイオンは、検知が接触でほとんど手法が開発されていない。環境計測用センサデバイスには、社会的にも重要な分野の一つであり、その開発はますます重要となっている。環境ガスセンサは、1990年代からセンサの開発は大きく進展しているが、水環境イオンセンサについては、その進捗が著しく遅いこと、検知手法に大きなブレイクスルーがなかったため等からその開発は大きく立ち遅れている。近年申請者は、全固体型電気化学デバイスをもとにした環境イオン計測用センサデバイスの設計・開発が、水環境保全の鍵と考えている。</p>	 <p>補助事業番号 2021M-157 補助事業名 2021年度水質保全を目的とする水環境計測用化学センサの構築補助事業 補助事業者名 九州工業大学 清水陽一</p>
---	---

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの
該当なし。

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 九州工業大学 (キュウシュウコウギョウダイガク)

住 所： 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町1-1

担 当 者： 役職名 教授 清水陽一 (シミズヨウイチ)

担 当 部 署： 大学院工学研究院 (ダイガクインコウガクケンキュウイン)

E - m a i l： shims@che.kyutech.ac.jp

U R L： 所属機関研究室等HP：

<http://www.che.kyutech.ac.jp/chem16/index.html>