

Fast and Highly Sensitive Quantification of Phosphorus in Environmental or Medical Applications:
Development of Electrochemical Sensor for Phosphorus and Hydrogen Phosphate Detection

研究キーワード

リン、リン酸水素イオン、
電気化学センサ、環境分析、医療分析、
高感度、リン脂質、富栄養化

環境分野・医療分野におけるリンの高感度・迅速分析： リンおよびリン酸水素イオンを対象とする電気化学センサの開発

☰	通信・情報処理	電気・電子	物理・計測	機械	建築・土木	金属
	化学	農水	バイオ	生活・社会・環境	医療・福祉・健康	その他
👤	もりみつ まさつぐ 盛満 正嗣 Masatsugu Morimitsu		理工学部 環境システム学科			

研究シーズ概要

本研究シーズは、リンおよびリン酸水素イオンを直接検出・定量できる新たな電極触媒と、これを検知極に用いた電気化学センサです。現在、リンの定量は環境分野、医療分野で広く行われていますが、それらはすべて試料水の化学処理と分光分析によるもので、電気化学センサによるリンの定量は行われていません。これに対して、本研究者が新たに開発した触媒を用いた電気化学センサでは、測定される電流から直接リンの濃度を決定し、幅広い濃度範囲において10-30秒程度で定量することができます。また、この電気化学センサは手のひらサイズに小型化することが可能で、環境分析や医療分析において、現在は実施が困難なオンサイト分析・臨床モニタリングを行うことができるようになります。さらに、新たに開発した電極触媒の高い触媒活性と選択性によって、極少量の試料水でもリンの定量が可能で、現在の定量方法のような化学処理における特別な試薬や溶媒を必要としません。リンを分析できる電気化学センサは、まだ市場化されていない新しいセンサであり、少なくとも500億円以上の市場規模が期待されます。

使用用途 応用例など

リンは生活排水・工業排水・農業排水などに含まれ、環境に放出されると湖沼・河川・沿岸地域の富栄養化、赤潮やアオコなどの問題を引き起こします。また、高濃度のリンは環境水からの除去に多段階の処理が必要で上水処理が難しく、飲料水の汚染と品質低下につながるため、日本、米国、カナダ、ヨーロッパなどでは、環境水中のリンのモニタリングが義務付けられています。本研究シーズを利用する電気化学センサは、このような環境水中のリンのモニタリングやオンサイト測定において世界各国で使用される可能性があります。また、リンの定量分析は神経伝達系におけるリン脂質の定量のために不可欠であり、本研究シーズを利用する電気化学センサは、医療用途のリン測定用センサとしても応用できます。最近の研究では、血液中のリン濃度を調べることでアルツハイマー症状を事前に予測する技術が報告されており(*下部の「その他の関連情報」欄に記載)、医療分野においては迅速、正確、高精度でリンを測定できる電気化学センサが必要とされています。

備考

リンを対象とする電気化学センサの研究開発はこれまでも行われてきましたが、検知極に用いる電極触媒の検出感度が低いことや濃度と電流との相関性が悪いいため、検出可能な濃度範囲が非常に小さく、試料水中に共存する妨害成分の影響を強く受けるといった問題がありました。本研究シーズはこのような問題を解決するために開発された新たな電気化学触媒であり、この触媒を用いることでリンを直接検出・定量できる電気化学センサを構築することができます。本研究シーズは、すでに海外の企業、研究機関、研究投資ファンドとの間で特許関連情報・技術内容の開示、共同研究、特許技術のライセンスングに関する交渉を進めていますが、特に医療用センサへの展開では、米国の投資ファンドが特許関連情報の開示と連携企業の探索のマネージメントを希望しており、早期に医療用センサを開発し、臨床テストを経て米国FDAにおける認証を取得することを推奨しています。本研究シーズは、既存の技術範囲にある電圧制御とデータ処理を兼ねた電子回路部、およびディスプレイと組み合わせることで、電気化学センサとしてのプロトタイプを作製することは容易であり、このようなセンサ関連の電子技術・情報処理技術をもつ企業との連携を希望しています。

環境へのリンの放出：農業排水・工業排水・生活排水などから環境へ



肥料($\text{CaH}_2\text{P}_2\text{O}_7$)



清缶剤(Na_2HPO_4)



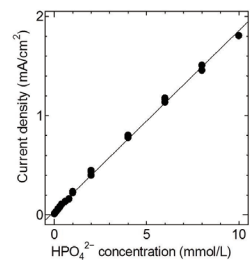
歯磨き粉(Na_2HPO_4)

現在のリンの分析：モリブデンブルー法、質量分析法、ICP発光分光分析法

- ✓ 試料水の化学処理が必要→オンサイトで分析が困難
- ✓ 分光装置や質量分析装置が必要→高価な装置、分析時間が長い
- ✓ 現場でのモニタリングに不向き

電気化学センサによるリンの分析

- ✓ リンを直接検出可能→事前の化学処理が不要、分析時間が短い(数十秒程度)
- ✓ 電流値からリンの濃度→幅広い濃度範囲で定量が可能
- ✓ センサは小型化・持ち運び可能→オンサイト分析・モニタリングに好適



リン酸水素イオン濃度と
電流密度の関係 (リニアスケール)

その他関連情報

(電気化学センサ用触媒に関する本研究者のこれまでの研究報告)

- ・ M. Morimitsu, A. Okazaki, "Novel Electrode Material for H_2O_2 Oxidation of Electrochemical Glucose Sensors," ECS transactions, Vo.19, No.6, (2009).
- ・ M. Morimitsu, N. Osada, "Electrochemical Reduction of H_2O_2 on IrO_2 - Ta_2O_5 Catalysts Prepared at Different Thermal Decomposition Temperature," Electrochemistry, Vol.77, No.12, pp. 1010-1012 (2009).
- (血液中のリン脂質によるアルツハイマー型認知症の発症前診断に関する論文)
- ・ M. Mapstone, et al., "Plasma Phospholipids Identify Antecedent Memory Impairment in Older Adults," Nature Medicine, 20, 415-418 (2014).
- (リンに関する排水基準)
- ・ 環境省排水基準 <http://www.env.go.jp/water/impure/haisui.html>