

第 82 回分析化学討論会

展望とトピックス

地球と人間の未来をみつめる分析化学



会期 2022年5月14日(土)～5月15日(日)
会場 茨城大学水戸キャンパス(水戸市)



公益社団法人 日本分析化学会

分析化学は

物質の構造や性質を調べる方法，物質を検出したり分離する方法を研究する化学の学問です。

その成果は，広く社会に貢献しています。化学製品をはじめ，金属，セラミックス，半導体，医薬，食品などの品質や安全性の確保に欠かせません。資源，エネルギー，環境問題においても大きな役割を果たしています。エレクトロニクスやバイオテクノロジー，新素材，高分子材料，医療診断，投薬管理にも分析化学は大きく寄与しています。自然科学の多くの分野が分析化学を基礎にしています。

公益社団法人 日本分析化学会は

分析化学の進歩発展を図り，これを通じて科学，技術，文化を発展させ，人類の福祉に寄与することを目的にしています。

分析化学は，理・工・農・医・歯・薬学などの広い分野にかかわっています。従って，日本分析化学会には，これに関係する研究者・技術者約 5,500 名が会員として参加しています。分析化学関係では，世界最大の学会です。

日本分析化学会は，本部を東京に，支部を北海道，東北，関東，中部，近畿，中国四国，九州に置いています。本部と支部は協力して，分析化学の発展とその成果の普及のためにたゆまない努力を続けています。

この「展望とトピックス」は

日本分析化学会の折々の活動を，広く社会の皆様にご覧いただくために発行しています。

分析化学は，分野が極めて広いのが特徴です。従って，中には専門性が高いため一般の人には理解しにくい部分もあります。この「展望とトピックス」は，分析化学の最近の成果の中から，身近な社会との関わりが特に深いと考えられるものを選んでわかりやすく解説したものです。これを通じて，日本分析化学会の活動を理解していただければ誠に幸いです。

展望とトピックス

第 82 回分析化学討論会

会期 2022 年 5 月 14 日 (土) ~ 5 月 15 日 (日)

会場 茨城大学水戸キャンパス (水戸市)

目次

実行委員長あいさつ

実行委員長（量子科学技術研究開発機構） 山本 博之 1

学会のニューノーマル

日本分析化学会関東支部長（産業技術総合研究所） 津越 敬寿 ... 3

討論主題..... 4

公開シンポジウム「食の安全と分析化学」 7

産業界 R&D 紹介講演ポスター（一般公開） 8

高校生ポスター講演（一般公開） 9

展望とトピックス

エネルギー・環境

マイクロプラスチックを濃縮し、検出を容易に 【Y1129】
(富山高等専門学校) 間中 淳 ほか 10

ポリ塩化ビニルの分解要因 【Y1104】
(日本大学工学部) 沼田 靖 ほか 11

重質油のアップグレードに役立つ組成分析技術 【P2114】
(ENEOS 株式会社) 木村 信治 ほか 12

炭酸カルシウム粒子表面にカドミウムをがっちり吸着して環境浄化 【B1009】
(岡山理科大学理学部) 川本 大祐 ほか 13

植物(藻)の力でレアメタルを回収する技術 【Y2015】
(東京電機大学工学部) 保倉 明子 ほか 14

富栄養化の主要因であるリンの簡便なモニタリング技術を開発 【D1008】
(北海道大学大学院工学研究院) 羽深 昭 ほか 15

医療・生命

- マイクロ・ナノ粒子表面のタンパク分子を高感度に定量 【B1002】
(筑波大学数理物質系) 宮川 晃尚 ほか..... 16
- 連結した液膜型セルの特性から電気魚の発電機構を解明する 【B2005】
(京都大学大学院農学研究科) 白井 理 ほか..... 17
- たばこの煙の成分を「漏れなく」「手早く」集める方法 【P2137】
(国立保健医療科学院) 稲葉 洋平 ほか..... 18
- PCR に代わる核酸の現場分析法の開発 【C1104】
(立教大学理学部) 佐々木 直樹 ほか..... 19
- 校正作業が不要なセンサの開発 【D1112】
(京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科) 吉田 裕美 ほか..... 20
- 組織内薬剤の直接計測のための超小型プラズマジェット 【Y1118】
(東京工業大学未来産業技術研究所) 沖野 晃俊 ほか..... 21
- 新素材・新技術
- ろ紙を用いた折り紙等電点電気泳動法の開発 【C1111】
(岡山大学大学院自然科学研究科) 金田 隆 ほか..... 22
- 気泡を利用して小さい分子の膜透過を阻止 【C1113】
(北見工業大学大学院工学研究科) 齋藤 徹 ほか..... 23
- 植物に含まれる最強毒素を簡易検査キットで正しく見つけ出すには 【P2125】
(科学警察研究所) 大塚 麻衣 ほか..... 24
- 金属有機構造体の細孔を利用して高分子の末端部を見分ける 【Y1006】
(東京大学大学院工学研究科) 植村 卓史 ほか..... 25
- AI を利用した光半導体電極の作製法 【D2007】
(中央大学大学院理工学研究科) 片山 建二 ほか..... 26

分子の“指紋”を高感度に測定する 【E1111】

(横浜国立大学大学院工学研究院) 西島 喜明 27

第 82 回分析化学討論会 会場別一覧表..... 28

実行委員長あいさつ

実行委員長（量子科学技術研究開発機構） 山本 博之



未曾有のコロナ禍の中、私たちは2019年9月に千葉大学にて開催された第68年会以降、直接相対して議論を行うことがかなわなくなっています。もちろんその間、各実行委員会の先生方のご尽力や参加の皆さまのご協力によりオンラインなど様々な形で年会・討論会が成功に導かれ、学会における新たな可能性を拓いたことは心より敬意を表すべきものであり、感謝の念に堪えません。

しかしながら同時に私たちは、皆さまと直にお目にかかることの意味と重要性に気づかされることも少なからずあったように思います。仲間を目の前にしながら議論をし、新たな知己を得、たわいもない話の中から学術の本質に迫るヒントを探り、さらには相手方の人となりを理解しながら一緒に研究を始めようとするなどなど、そこには人と人が直接出会うことによる「オンラインとは異なる形の人間関係」があり、重要な何かが隠されていることを、今となっては若干の懐かしさとともに感じる方々も数多くおられるのではないのでしょうか。

実行委員会では第82回分析化学討論会をどのような形式で開催するか、諸々の社会情勢も踏まえ、大いに悩みながら検討を続けた結果、対面での開催を基本としつつ、ご来場の難しい方にもより幅広くご参加いただけるよう口頭発表のストリーミング配信を行うことといたしました。「対面で行うこと」の意義を改めて認識しつつ、伝わる熱量の大きさを改めて実感していただけたいと思います。どうぞよろしくご協力の程、お願い申し上げます。

今回開催が予定されている茨城大学水戸キャンパスは、茨城県水戸市にあり、東京駅より約100km北東に位置します。品川駅・東京駅より特急で一時間半ほどのこの地は、日本三大名園である偕楽園の他、1841年に開校し、当時としては珍しく自然科学の教育も行われていた弘道館が置かれるなど、私たちが「討論」を行うにふさわしい文化と教育の礎の一端を担ってきた場所でもあります。

このような地で、皆さまと直接お目にかかり、議論と親交を深めることを心より楽しみにしています。幅広いお立場の数多くの皆さまにご参加いただければ幸いです。

この「展望とトピックス」は、毎回各討論会、年会において発表が予定されている研究発表の中から、学術的に優れるだけでなく社会的な関心も高いと考えられる研究発表を厳選し、それらの研究発表について会員有志が平易に紹介、解説したものをまとめています。この冊子が、「第82回分析化学討論会」の全体像を表すとともに、社会や産業、身近な生活とどのように関わっているのかを示す、その窓口になるものと期待しています。「測る」を極めることを目指す分野ともいえる分析化学は科学の地平線をあらわにする最先端の学術領域であるとともに、社会におけるより普遍的な「ものさし」や「はかり」を作り出す、生活に密着した分野でもあります。これを具現化する分析化学会の活動にご理解を賜るとともに、ご興味をお持ちいただければ幸いです。

総講演数 308 件 (3月25日現在参加登録分)

内訳：討論主題講演 34 件 (依頼 26 件，一般 8 件)，一般講演 146 件 (口頭 109 件，ポスター 37 件)，若手ポスター講演 107 件，テクノレビュー講演 1 件 (口頭 1 件)，産業界 R&D 紹介ポスター 14 件，受賞講演 (産業技術論文賞) 2 件，公開シンポジウム 4 件

学会のニューノーマル

関東支部長（産業技術総合研究所） 津越 敬寿

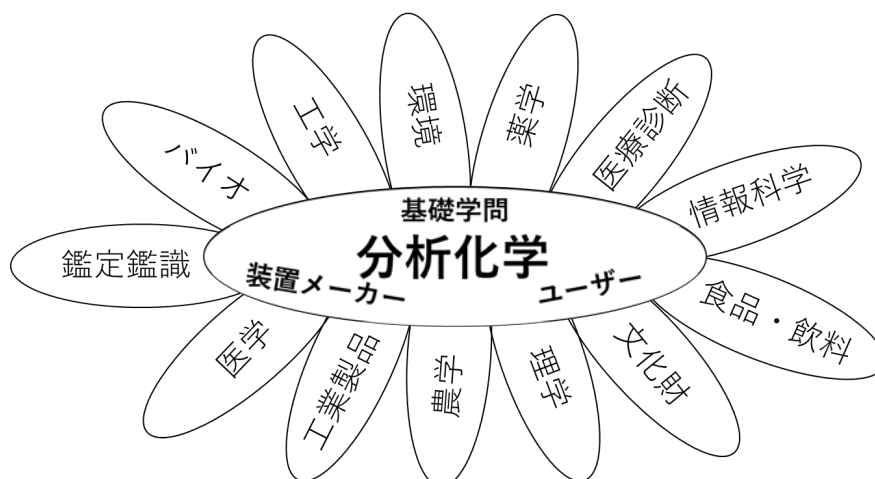


第82回分析化学討論会は、久しぶりの現地開催です。ニューノーマルとして感染対策は必須なので、会場の人数制限はあります。懇親会も異なる形式です。現地はかなわないが討論会には参加したいという方々への配慮もあります。

また、本討論会では以下の5つを討論主題としました。5番目について、研究テーマの分野ではないことを主題とするのも、新型コロナ禍によるものではありませんが、ニューノーマルと言えるでしょう。新たな取り組みを持続していく本会の趣旨に沿うものと確信します。討論主題の他に、公開シンポジウムとして「食の安全」を取り上げました。各討論主題の趣旨や内容、もしくは注目される発表については、本誌でも取り上げられていますので、そちらを参照してください。

No.	討論主題	日程	会場
1	環境における放射性物質と分析化学	5月15日	A
2	量子ビームと分析化学	5月14日	B
3	地域から世界へ発信する電気分析化学	5月14日	A
4	ヘルスケアと分析化学	5月14日	A
5	内山一美先生を偲ぶ	5月15日	A

分析化学は理学、工学、バイオ・生物学、薬学、医学等の基礎学問と密接に関連します。応用分野としては、各種工業製品の開発研究、材料・製品や食品・飲料、薬剤・試薬など多岐に渡る製造工程の管理、医療診断、環境分析、文化財の保存修復、鑑定鑑識など、様々な分野で利用されています。よって、分析装置メーカーと各分野における分析装置のユーザーとの交流、またユーザー同士の意見交換は不可欠であり、そこから次世代の分析化学の在り方が見えると言えます。本討論会が様々な分野からの参加者の交流の場として役立つ、今後の分析化学について議論する場として活用されることを期待します。



討論主題

1. 環境における放射性物質と分析化学 5月15日(日) 午前・A会場

オーガナイザー：島田亜佐子（原子力機構）

東京電力福島第一原子力発電所の事故を契機に、これまで確認されてこなかった放射性核種が様々な環境中で検出されており、今なお社会的な注目を浴びている。しかしながら、環境中の放射性物質は極めて広範な化学形態の中に存在しており、それを正しく分析するための技術やその評価については社会的な影響も相まって信頼性の高さが強く求められている。

このシンポジウムでは、現場である原子力施設で採取された試料の分析をはじめとし、環境への放出挙動に係る分析、環境中に沈着した放射性核種の植物への移行挙動に関する分析まで、広く環境中に於ける放射性物質の分析についての実情や新たな試みを紹介していただくべく話題を選択した。私たちの生活に必要となる環境を維持可能なものとするべく、縁の下の力持ちとして活躍している分析化学の力を改めてみつめてみたい。

2. 量子ビームと分析化学 5月14日(土) 午後・B会場

オーガナイザー：山本博之（量研），山口央（茨城大理）

放射光、荷電粒子、中性子等の「量子ビーム（量子線）」利用はその発生源となる加速器の特性などにより、高い輝度や広範なエネルギーだけでなく、収束性やパルス性などの特長によって、「極限領域」ともいえる微細空間や極短時間の世界を垣間見ることができるようになった。もちろんこのような「量子ビーム」を用いた分析技術にはトレーサビリティの確保や標準化など様々な課題を含んでおり、誰もが「もの差し」や「はかり」として用いるためには解決すべき課題も多い。しかしながら、その課題の解決の先には「究極の分析」が待っているように思える。これが「量子ビーム」を用いた分析技術開発の大きな魅力であろう。本主題では、量子ビームを用いた分析の最前線とともに事例紹介、得られる情報や利用の実際から将来展望まで、量子ビームを軸とする幅広い内容の討論を行いたい。

3. 地域から世界へ発信する電気分析化学 5月14日(土) 午前・A会場

オーガナイザー：前田耕治（京工繊大院工芸科学，電気分析化学研究懇談会委員長）

電気化学分析は、分析対象の拡大、電極材料や新規セルの創製、装置・測定法の開発、理論の深化など、一つの方法論としての発展にとどまらず、その汎用化、多様化に伴い、微粒子界面、バイオ、化学センサー、クロマトグラフィーなど多くの分野との連携をみせています。そのような局面のなかで、本討論主題では、とくに、地域の分析ニーズに注目して、そこから世界に発信、伝播、深化している、電気化学の理論、方法論に焦点を当てました。ここでいう「地域」とは、地場産業、自然環境、医療・福祉、教育、行政など、分析ニーズが現場に依存するステージを指し、個々の必要性から生まれた新しい発想に注目したいと思います。本討論主題は、電気化学分析の多様性を有機的に連繋させる総合的な議論の場として設立された電気分析化学研究懇談会が主体となって進める予定です。非会員を含む産官学からの数名の依頼講演者と公募する一般講演から構成します。

4. ヘルスケアと分析化学 5月14日(土) 午前・A会場

オーガナイザー：池羽田晶文（農研機構）

ライフサイエンス分野における分析化学の役割は年々増加している。特に近年のコロナ禍においては、奇しくも「PCR 検査」や「抗原検査」等の用語を通して分析化学の重要性は一般にまで浸透したように思われる。周知のようにライフサイエンス分野は極めて広範で、使用される分析機器も多岐にわたる。しかし、このため新規市場や将来展望を見通しにくいという課題がある。そこで本討論会では、特に私たちの日常に直結する「ヘルスケア」に討論主題を絞った講演会を企画する。ヘルスケアは世界的な潮流だが、特に「食と健康」という観点では文化的背景もあり、日本には世界をリードする研究が数多く存在する。本講演会では「栄養・健康機能性食品とフードテック」を中心に、現代的な「生活習慣病予防を目指した生体計測」や「健康管理とデータサイエンス」などの周辺技術に関する話題もとりあげ、分析化学の果たす役割について広く議論したい。

5. 内山一美先生を偲ぶ 5月15日(日)午後・A会場

オーガナイザー：中釜達朗（日大生産工），下坂琢哉（産総研），森岡和大（東薬大），
中嶋秀（都立大院都市環境）

本学会会長を務められました東京都立大学教授の内山一美先生が、2020年8月20日に63歳の若さでご逝去されました。内山先生は、本学会副会長(2013～2014年，2016～2017年)，関東支部副支部長(2017～2018年)，ICAS2011実行委員，有機微量分析研究懇談会委員長，日中韓分析化学会議(CJK)日本側代表などの要職を歴任され，長年に渡って本学会の運営に携わってこられました。特に，2019年3月に本学会会長に就任されてからは，学会の財務状況の改善に向けてタスクフォースを立ち上げられるなど，学会改革に精力的に取り組まれました。また，日本化学会「化学だいすきクラブ小委員会」の委員長(2005～2012年)として，教育活動にも長年貢献されてきました。一方，研究活動においては，薬学と工学の二つの異なる分野で培った経験と知識から生まれる斬新なアイデアに基づいた新しい分析法を数多く提案され，留学生を含む数多くの門下生を輩出されました。

本追悼セッションでは，生前の内山先生をよくご存知の方々と共に内山先生の功績を振り返り，新しい分析法や分析装置の開発について議論を深めるとともに，今後の日本分析化学会の在り方についても考える機会とさせていただきたいと考えています。ぜひご参加ください。

公開シンポジウム「食の安全と分析化学」

5月15日（日）13:00～15:20 S会場

「食の安全」は私たちの健康に直結する問題であり、事件・事故の防止やリスク管理に対する重要性が増しています。化学物質の分析は、食品安全に関わる管理・検査業務において必要不可欠であり、様々な化学分析技術が用いられています。本シンポジウムでは食品安全のリスク概要とリスク軽減の取り組みについて紹介し、残留農薬、食物アレルギー、カビ毒をトピックスとした化学分析の現状について講演します。

プログラム（一般公開）

- 13:00 開会の挨拶
（日本分析化学会関東支部長・産業技術総合研究所）津越 敬寿
- 13:05 [S2101S] 食品安全の概要（食のリスクあれこれ）
（キューピー株式会社 品質保証本部食品安全科学センター）宮下 隆
- 13:20 [S2102S] 残留農薬に関する食品の安全確保
（一般財団法人残留農薬研究所）矢島 智成
- 14:00 [S2103S] 食物アレルギーの安全確保
（一般財団法人日本食品検査）橘田 規
- 14:30 [S2104S] 食品中に混入するカビ毒の健康への影響と検査法について
（国立医薬品食品衛生研究所 衛生微生物部第4室）吉成 知也
- 15:00 総合討論
- 15:15 閉会の挨拶
（討論会実行委員長・量子科学技術研究開発機構）山本 博之

産業界 R&D 紹介講演ポスター(一般公開)

5月14日(土) 15:15 ~ 17:15 P会場

- [P1201RD] クロマトグラフィーの高度化に寄与する不活性化技術
*太田 茂徳¹、寺島 弘之¹、本川 正規¹、古庄 義明¹ (1. ジーエルサイエンス(株))
- [P1202RD] (株)カノマックスの可搬型飛行時間型質量分析計の活用事例紹介
*桑田(望田) 啓子¹、岩淵 良¹、青木 潤次¹、池田 亨¹ (1. 株式会社カノマックスコーポレーション)
- [P1203RD] 化粧品中で起こる化学構造変化の分析
*菅 駿一¹、安田 純子¹、畑 毅¹ (1. (株)コーサー)
- [P1204RD] AGCにおける分析科学チームのミッションと分析事例
*前田 尚生¹、松村 和紀¹、宮嶋 達也¹、山本 雄一¹ (1. AGC株式会社)
- [P1205RD] フェムト秒レーザーアブレーション-ICP-MSで固体中の微量元素定量を可能にする標準物質の開発
(3)
*宮下 陽介¹、寺尾 祐子¹、楢山 卓郎¹、平兮 康彦¹、山下 修司²、平田 岳史² (1. 富士フィルム CTO室解析技術センター、2. 東京大学大学院理学系研究科)
- [P1206RD] キリンホールディングスの先端高度分析化学について
*北田 直也¹、谷口 慈将¹ (1. キリンホールディングス(株))
- [P1207RD] 分散液中の粒子種ごとの粒度分布、および分散粒子屈折率の計測—マルチモーダル光散乱法 (MiLS) の開発—
*波多野 成児¹、濱田 健一¹、中村 崇市郎¹ (1. 富士フィルム CTO室 解析技術センター)
- [P1208RD] 旭化成(株)の研究開発における解析技術の役割—SPMによる課題解決を例に—
*藤本 洋子¹、大井 つぐみ¹、菊間 淳¹ (1. 旭化成株式会社)
- [P1209RD] 味の素(株)における食品成分分析の取り組み
*唐川 幸聖¹、岡本 千聖¹、大貫 隆史¹、中山 聡¹ (1. 味の素株式会社)
- [P1210RD] 工業材料におけるポリマー分離技術と解析事例
*鈴木 真由美¹、渡邊 雅重² (1. 富士フィルム(株)、2. 富士フィルム(株)解析技術センター)
- [P1211RD] 東芝における環境分析技術開発
*沖 充浩¹、近藤 亜里¹、盛本 さやか¹、佐藤 友香¹ (1. (株)東芝 研究開発センター)
- [P1212RD] マイクロ探針による軟らかい表面層の局所力学測定
*梶谷 忠志¹ (1. 富士フィルム CTO室解析技術センター)
- [P1213RD] 出光興産の研究開発における分析・解析の役割
*郡 洋平¹、安藤 誠人¹ (1. 出光興産株式会社 次世代技術研究所)
- [P1214RD] 加齢やマイボーム腺機能不全によるマイボーム腺脂質組成変化のリピドーム解析とその応用
*佐藤 惇志¹、吉田 雅貴² (1. ライオン株式会社 研究開発本部 先進解析科学研究所、2. ライオン株式会社 研究開発本部 ウェルビーイング研究所)

高校生ポスター講演(一般公開)

5月15日(日) 9:00 ~ 12:00 P会場

9:00 ~ 9:10	開会式
9:10 ~ 10:10	ポスター発表 (前半・Z2001~Z2005)
10:20 ~ 11:20	ポスター発表 (後半・Z2006~Z2010)
11:40 ~ 12:00	表彰式

[Z2001] 泳ぐ人工イクラ —アルギン酸ゲル粒子の自発的運動—

- 塚 海翼, 林 憲士朗, 森田 文, 大森 陽輝, 佐藤 孝祐, 平松 雅臣, 中和田 楓
(茨城県立日立北高等学校)

[Z2002] 炭酸カルシウム系廃棄物を用いた金属イオンの吸着とその回収

- 中居 佑太
(青森県立弘前中央高等学校)

[Z2003] アルギン酸一酸化チタン系材料の光触媒活性の評価

- 喜多島 悠暉, 藤田 耀, 佐藤 琉生
(青森県立弘前中央高等学校)

[Z2004] 安全な日立製カラミ煉瓦の作製法の確立

- 今野 馨琳, ○ 木村 菜々美
(茨城県立日立第一高等学校)

[Z2005] 熱力学的観点からのハロゲン化アルカリの溶解度に関する考察

- 増田 青葉
(茨城県立日立第一高等学校)

[Z2006] 果実の褐変過程におけるビタミンC定量法の検討と劣化防止物質の探索

- 小野 菜々子, 小林 七海, 柴田 匠美
(青森県立弘前中央高等学校)

[Z2007] 落下リンゴのマテリアルリサイクル~アップルペクチンのキレート作用の評価~

- 竹内 裕生, 嘉手苺 日向大
(青森県立弘前中央高等学校)

[Z2008] 弘前の伝統野菜 清水森ナンバの抗菌作用の評価

- 嘉手苺 日向大, 竹内 裕生
(青森県立弘前中央高等学校)

[Z2009] 世界初の乾電池開発に関する検証

- 武田 侑大, ○ 鈴木 暖人
(茨城県立日立第一高等学校)

[Z2010] 宝石の色は何によって決まる?

- 熊谷 幸菜, 下立 心音, 南 琴芭, 根本 彩耶
(茨城工業高等専門学校)

マイクロプラスチックを濃縮し、検出を容易に

【講演番号】 Y1129 【講演日時】 5月14日（土）13:00～15:00

【講演タイトル】 水 / 2-プロパノール / クロロホルム系相分離現象を用いるマイクロプラスチックの高倍率濃縮法の開発

近年、プラスチックの海洋流出が世界規模で懸念されており、特に微細なマイクロプラスチック（MP）が生態系に及ぼす影響が問題となっている。MPの分析法としては共存物を除去後、ろ過を行い、実体顕微鏡やFT-IRにより検出を行う方法があるが、フィルター上に粒子が広く分散してしまうという問題があった。そこで本研究では、3成分均一液抽出法を用いたMPの分離・濃縮法を開発し、MPの高感度検出を可能とした。本法によれば、抽出操作によって析出させた微小クロロホルム液滴の表面にMPが集積でき、また蛍光色素によるMPの染色を併用することにより、MPの視認性向上も可能となった。

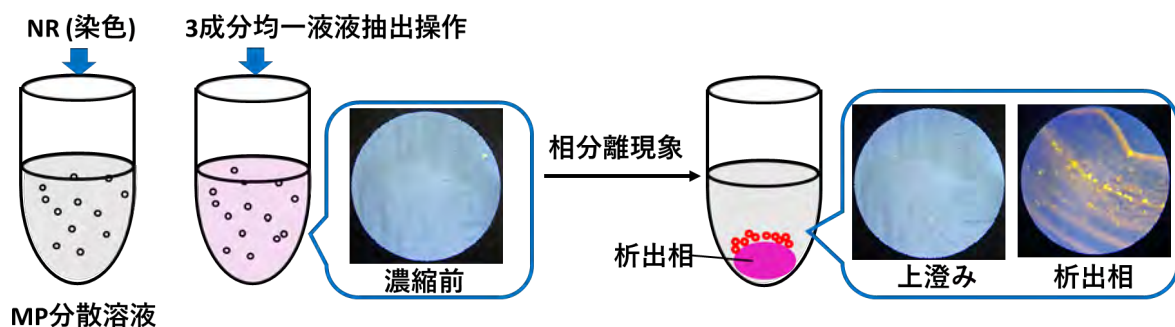
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 富山高専

○澤田 真歩・間中 淳・柴田 慶之

富山県富山市本郷町13, 電話 076-493-5402, manaka@nc-toyama.ac.jp

近年、プラスチックの海洋流出が世界規模の問題となっており、特に微細なマイクロプラスチック（以下MP）が生態系に及ぼす影響が問題となっているため、微量のMPの検出が求められている。これまでMPの分析には共存物の除去後、ろ過を行い、実体顕微鏡やFT-IRにより検出を行う方法があったが、ろ過フィルター上に粒子が広く分布してしまうことによる検出感度の低下が課題であった。そこで、本研究では、MPの高感度検出を目的に、3成分均一液抽出法を用いたMPの分離・濃縮を検討した。

均一溶液に少量の非極性溶媒を含む極性有機溶媒を加えると、極性有機溶媒が希釈され、微小体積の非極性溶媒の析出相が生成する。その際、試料中のMPが析出相表面に集積することでMPの濃縮が可能となる。MPを分散させた試料水に少量のクロロホルムを含む2-プロパノールを添加した結果、生成した微小体積のクロロホルム相表面にほぼすべての微粒子が集積されることが確認できた。また、蛍光色素ナイルレッドを添加しておくことで、染色されたMPが濃縮され、検出時の視認性を向上させることが可能であった。



ポリ塩化ビニルの分解要因

【講演番号】 Y1104 【講演日時】 5月14日（土）13:00～15:00

【講演タイトル】 光と熱によるポリ塩化ビニルの振動スペクトル変化

マイクロプラスチックに関する環境問題を理解するには、環境に放出されたプラスチックがどのように変化するかを解明することが必要である。本研究では、良く使われるプラスチックの一つであるポリ塩化ビニル（PVC）が分解する要因を分子構造の変化を検出できるラマン分光法で調べた。PVCを30分間180℃で加熱した場合、塩化水素が脱離し、構造が大きく変化した。一方、光を照射した場合は、構造変化は起こらなかった。PVCは光より熱によって分解が起こりやすいと考えられる。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 日大工

○渡部 菜月・矢部 凌輔・尾上 飛翔・市川 司・根本 修克・沼田 靖

福島県郡山市田村町徳定字中河原1，電話 024-956-8883，numata.yasushi@nihon-u.ac.jp

近年、様々な外的要因により劣化が進行し、粒形5mm以下になったマイクロプラスチックが問題となっている。マイクロプラスチックを減らす足掛かりとして、プラスチックの分解条件を検討する必要がある。そこで本研究では、ポリ塩化ビニル（PVC）の加熱と光照射による振動スペクトルの変化を測定した。

分子の中の原子は、あたかもバネで結ばれているようなモデルを考えればよい。このばねは分子で決められ、分子構造が異なればこの振動エネルギーも変化する。すなわち振動エネルギーが変われば分子構造が変化していることがわかる。振動エネルギーを調べる方法の一つとしてラマン分光法がある。ラマン分光法は、試料にレーザーを照射すると光が散乱される現象を利用している。この散乱光を調べることで分子の振動エネルギーを知ることができ、分子構造の変化がわかる。

図1に、加熱する前のPVC粉末(a)と、乾燥器を用いて180℃で30分加熱したPVC粉末(b)

のラマンスペクトルを示す。加熱前後で大きくスペクトルが変化しており、構造が変化したことが分かった。スペクトルの解析の結果、PVCからHClが脱離し [C=C]_n の構造になったと考えられる。一方、光照射実験ではブロードな蛍光は現れたが、ラマンスペクトルに変化は見られなかった。本実験により、PVCは光より熱に対する分解が顕著であることが分かった。

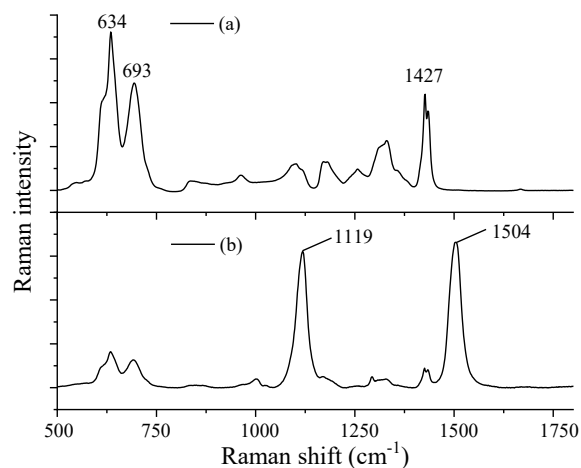


図1 PVC粉末のラマンスペクトル

(a) 加熱前

(b) 30分加熱後

重質油のアップグレードに役立つ組成分析技術

【講演番号】 P2114 【講演日時】 5月15日（日）13:00～15:00

【講演タイトル】 重質油組成分析のためのイオン付着飛行時間型質量分析計の開発

原油は多くの有機化合物を含んでおり、低沸点のナフサや灯油、軽油などを分留した残渣は重質油となる。通常はアスファルトやC重油の原料などに利用されている重質油であるが、高付加価値製品へとアップグレードさせるプロセス開発が進められている。今回、イオン付着イオン化法を利用することで、従来の装置ではイオン化が困難だった、重質油の高沸点化合物分析が実現した。炭素原子が90個も並ぶような長鎖有機化合物の質量分析が可能となり、今後は重質油の残油流動接触分解装置における反応機構解析への活用が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 ENEOS¹・神戸工業試験場²・産総研³

○木村 信治¹・田村 理¹・岩辺 壮人¹・三島 有二²・津越 敬寿³

神奈川県横浜市中区千鳥町8番地、電話 045-415-7487, kimura.nobuharu@eneos.com

国内の石油需要は年々低下傾向にあり、とりわけ重油製品の需要低下は顕著である。今後も重油製品の需要が低下していく中で、重油製品の基材となる重質油の有効かつ効率的な活用として重質油からプロピレンやガソリン、BTX（ベンゼン、トルエン、キシレン）などの高付加価値製品を製造するプロセス開発が進んでおり、その期待は非常に大きい。

重質油から高付加価値製品を製造するためには、処理時の反応状態の解析や処理条件の最適化等の検討が必要になり、これらの検討には重質油や反応生成油の組成把握が必須となる。石油製品の組成把握には、GCやGC/MSが広く活用されているが、重質油は数十万種以上の成分からなる複雑な混合物で、沸点も400℃を超える成分が主成分となっており、GCやGC/MSでは分析が困難である。複雑な組成を把握するためには、各成分を分子イオンとして質量分析法により検出することが有効である。

今回開発した装置の特徴は、イオン付着イオン化法を用いることで(擬)分子イオンとして検出できることにある。図1に示すように炭素数90のノルマルパラフィン（沸点700℃）程度までの成分を(擬)分子イオンとして測定できた。本装置により、重質油の詳細な組成把握が可能となった。

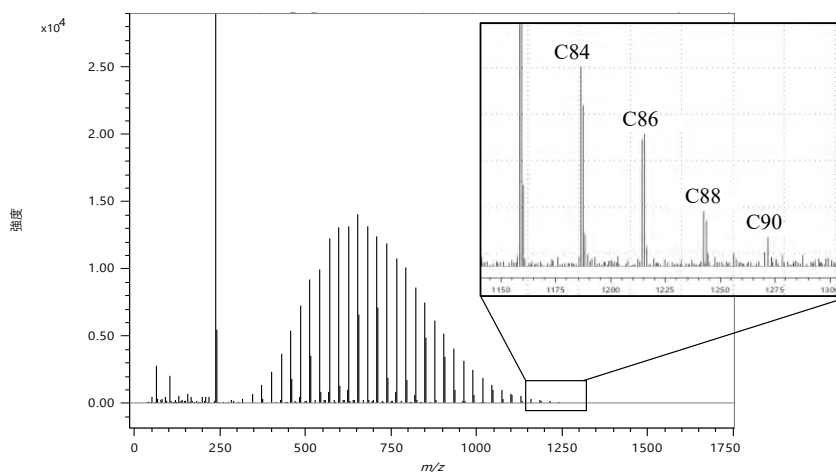


図1 ノルマルパラフィン試薬のマススペクトル

炭酸カルシウム粒子表面にカドミウムをがっちり吸着して環境浄化

【講演番号】 B1009 【講演日時】 5月14日（土）11:10～11:25

【講演タイトル】 炭酸カルシウム表面に対する Cd^{2+} の吸着機構

有害元素を効率的に除去・回収するためには、環境中の化学状態を解明する必要がある。今回着目した炭酸カルシウムは、貝殻やサンゴの骨格、石灰岩の主成分で、土壌にも含まれている。炭酸カルシウムで捕集した有害元素カドミウムの化学状態を解析した結果、カドミウムは、炭酸カルシウム粒子表面の炭酸基と化学結合する特異的な吸着をしていることがわかった。土壌中の炭酸カルシウムは、水圏における重金属イオンの移行挙動を制御する要因の一つであると考えられており、今後、環境にやさしい有害元素除染剤としてののはたらきが期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 岡山理大理

○川本 大祐・重富 春輝・横山 崇

岡山県岡山市北区理大町 1-1, 電話 086-256-9411, kawamotod@ous.ac.jp

環境中に放出された有害元素がどのように移動し、どこに蓄積されるのかといった情報は、土壌汚染対策上極めて重要である。有害元素の移動を制御しているものの一つに、水中に存在する有害元素の土壌に対する吸着がある。このため、土壌を構成している炭酸カルシウムに対する有害元素の吸着量や、環境中に存在する他の物質が吸着量にどのような影響を及ぼすのかについて調査が行われてきた。しかし、特定の場所に吸着される理由の解明や汚染土壌から吸着した有害元素を効率よく取り除く方法の開発のためには、有害元素がどのような状態で吸着しているのかが非常に重要な情報となる。そこで本研究では、炭酸カルシウムに吸着した有害元素の状態の解明を目的として、イタイイタイ病で知られるカドミウムを例に炭酸カルシウムに吸着したカドミウムの状態を分析した。

本研究で得られた結果の概要を図に示す。吸着挙動の調査結果から、カドミウムは炭酸カルシウムと化学結合の形成を伴う特異的な吸着をしていることが明らかとなった。また状態分析の結果から、カドミウムは炭酸カルシウム表面に存在する炭酸基（ $-\text{CO}_3\text{H}$ ）に吸着していることが示唆された。

今回得られた結果を基に、今後は温室効果ガスとして知られる二酸化炭素を原料に合成した炭酸カルシウムを用いた新たな有害元素の除染剤の開発を目指していく。

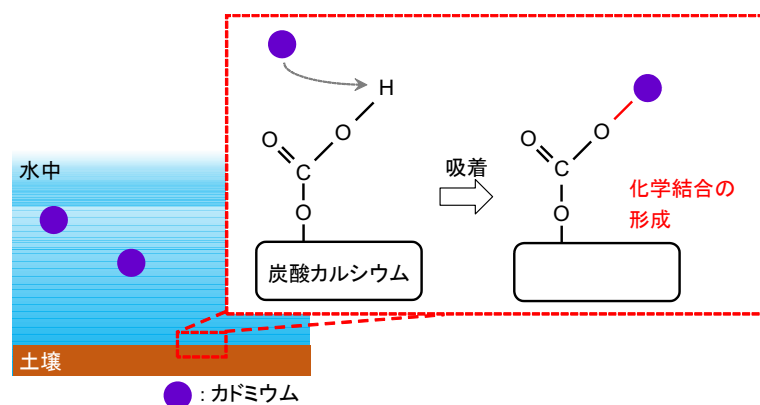


図 炭酸カルシウムに吸着したカドミウムの状態

植物(藻)の力でレアメタルを回収する技術

【講演番号】Y2015【講演日時】5月15日(日)09:30～11:30

【講演タイトル】種々の白金錯体を添加した単細胞藻類の放射光X線分析

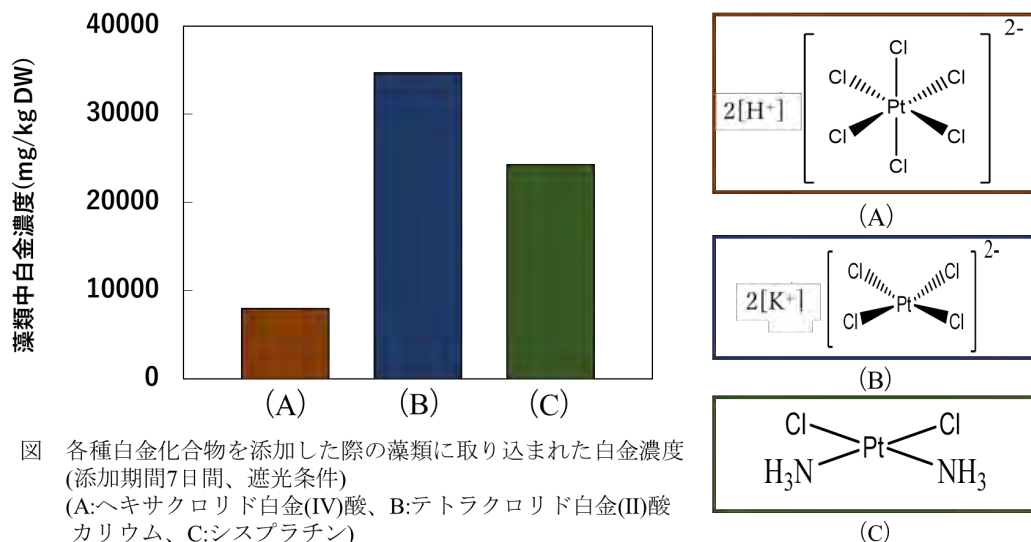
植物を用いる金属回収技術「ファイトマイニング」が注目され、特に藻類は増殖速度が非常に速く、低コストで環境にやさしいことから有望視されている。発表者らは金、銀、パラジウムなど様々なレアメタルに対して藻類に高い回収能力があり、元素によって回収機構が異なることを明らかにしてきた。本研究では、白金の化学形態によって藻への蓄積が4倍も異なることを解明した。回収機構解明によって、回収の低コスト化や環境汚染の抑制が期待される。

【発表者(○:登壇者/下線:連絡担当者)】東京電機大工

○所 雅人・保倉 明子東京都足立区千住旭町5, 電話 03-5284-5440, hokura@mail.dendai.ac.jp

近年、自動車触媒や燃料電池触媒として白金の需要は増加傾向にある。また抗がん剤として白金製剤の開発も進んでいる。使用量の増加に伴い資源の枯渇が問題視されており、白金回収方法の研究が進んでいる。なかでも、植物を用いる金属回収技術「ファイトマイニング」は、省エネルギー・低環境負荷の技術として着目されている。最近では、金や銀を超集積する単細胞藻類が報告されているが、種によって蓄積能には大きな差がある。また白金を集積する藻類に関する研究は少なく、蓄積メカニズムの解明が必要である。本研究では単細胞気生藻類 *Pseudococcomyxa simplex* に注目し、添加する白金の化学形態や添加条件が白金回収に及ぼす影響について検討した。

塩化白金錯体およびシスプラチンなど種々の白金錯体を用意し、藻類細胞に添加した。一定時間経過後、藻類に取り込まれた白金蓄積濃度を蛍光X線分析により定量した。テトラクロリド白金(II)酸塩を7日間添加すると、35,000 mg/kgの白金が藻類に取り込まれ、これはヘキサクロリド白金(IV)酸の添加時と比べて約4倍の蓄積となった。このように二価の白金錯体は四価の白金錯体より細胞内に取り込まれやすく、白金回収における添加化学形態の重要性が示された。



富栄養化の主要因であるリンの簡便なモニタリング技術を開発

【講演番号】D1008 【講演日時】5月14日（土）10:55～11:10

【講演タイトル】リン酸イオンパッシブサンプラーの開発と湖沼・河川環境下での性能評価

富栄養化とは、産業プロセス、および家庭から排出される排水の中に含まれる窒素、およびリンが湖沼や湾などの閉鎖系水域に高濃度に蓄積される現象である。条件が揃えばアオコや赤潮が発生し、水産業に多大な損害を与える。富栄養化を避けるためには、これらの“栄養源”を簡便にモニタリングするための技術が必要になる。発表者らは、動力なしに水中に一定期間沈めて固定するだけでリンを選択的に吸着することのできる小型のリンサンプラーを開発した。本法を適用して測定したリン濃度は、元素分析を可能にする専用の大型機器（ICP-MS）を用いて計測された値と一致し、その信頼度（精度、確度）も高いことが示された。

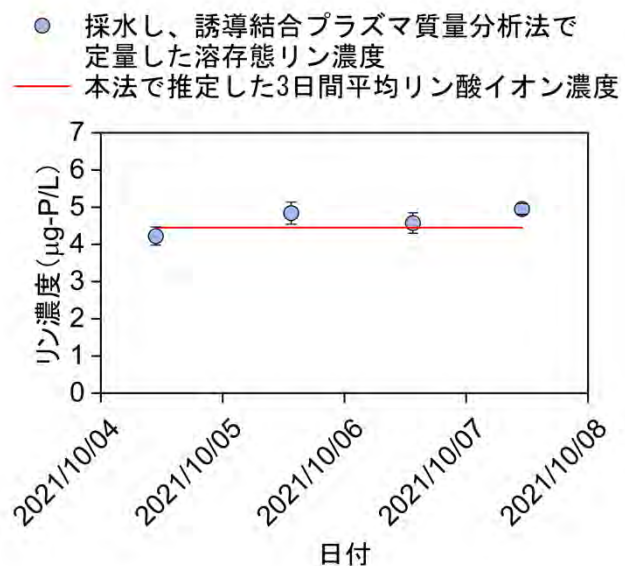
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】北大院工

○羽深 昭・奥田 雄眞・佐野 航士・木村 克輝

北海道札幌市北区北13条西8丁目、電話011-706-6273, ahafuka@eng.hokudai.ac.jp

リン酸イオンは閉鎖性水域の富栄養化に関連するため、水環境中の濃度把握が重要である。現在、リン酸イオン定量にはモリブデン青吸光光度法が広く用いられ、その定量下限値は10 µg-P/L程度である。しかし、リン酸イオン濃度が定量下限値以下の湖沼・河川も多く、かつその濃度は様々な要因で時間変動する。水質評価には代表性の高い濃度データが必要だが、採水のタイミングによって濃度は変わる。そこで本研究では、湖沼・河川において低濃度域で変動するリン酸イオンに対し、その時間平均濃度を求めるため、リン酸イオンパッシブサンプラーを開発した。パッシブサンプラーとは水中に一定期間沈めて使用するものであり、サンプラーへのリン酸イオン吸着量から設置期間中の時間平均濃度を推定できる。

本研究では、北海道大学構内を流れるサクシュコトニ川、札幌市と石狩市にまたがる茨戸湖にパッシブサンプラーを設置し、時間平均リン酸イオン濃度を推定した。サクシュコトニ川で採水し、誘導結合プラズマ質量分析法で定量した溶存態リン濃度と本法で推定した3日間平均リン酸イオン濃度はよく一致した（右図）。本法のリン酸イオン定量下限値は1週間平均濃度として1.0 µg-P/Lであった。パッシブサンプラーは小型かつ動力も不要なため、簡便に代表性の高い濃度データを得られる手法として有望である。



マイクロ・ナノ粒子表面のタンパク分子を高感度に定量

【講演番号】 B1002 【講演日時】 5月14日（土）09:15 ~ 09:30

【講演タイトル】 ポリスチレン粒子表面修飾によるゼータ電位変化に基づいたタンパク質の微量計測

マイクロ・ナノ粒子は、調製や表面への化学修飾の容易さから様々な機能性を与えることができ、幅広い分野で利用されている。その機能性を論じるには粒子表面の修飾分子の量を知ることが重要であるが、粒子表面の微量な修飾分子を直接的に定量する方法がなかった。発表者らは、粒子の表面電荷量に依存した物理量の一つであるゼータ電位を利用すれば粒子表面の微量な修飾分子を定量できると考えた。修飾分子としてタンパク質を想定して理論的な解析を行い、ゼータ電位を用いて1粒子表面上のタンパク質が高感度に定量できることを明らかにした。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 筑波大院数理物質¹・筑波大数理物質²

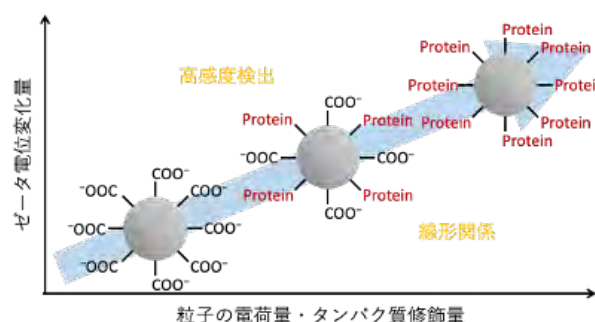
○萩谷 健太¹・宮川 晃尚²・長友 重紀²・中谷 清治²

茨城県つくば市天王台 1-1-1, 電話 029-853-6914, miyagawa@chem.tsukuba.ac.jp

マイクロ・ナノ粒子は粒子調製や表面修飾が容易であることから、医療・工学・環境化学といった幅広い分野で応用されている。粒子表面修飾により粒子に様々な反応性・機能性を付与でき、分離剤や担持剤として利用される。粒子表面の修飾分子の定量は粒子の機能性評価において重要であるが、従来法では汎用性や直接性の観点で課題がある。発表者らはこの課題を解決する方法として、ゼータ電位に着目した。ゼータ電位は粒子の表面電荷量に依存した物理量であるため、粒子表面反応に基づく表面電荷量の変化をゼータ電位の変化として計測できれば、粒子表面上分子の微量計測が可能であると考えた。そこで本研究ではタンパク質をターゲットに、粒子表面修飾したタンパク質の量とゼータ電位の関係について理論的に解析し、微量計測法として提唱した。

タンパク質修飾粒子のゼータ電位の pH 依存性から、表面電荷密度の変化を粒子表面上分子の酸解離反応によって説明できた。つまり、粒子表面上分子がプロトン解離すると、電荷をもつため表面電荷密度が大きくなり、ゼータ電位が増加する。この関係を Gouy-Chapman-Stern モデルと酸解離定数から説明した。また、このモデルはゼータ電位の粒子表面分子数依存性にも適用できた。粒子表面分子数とゼータ電位には良好な線形関係があり、1粒子表面上の数万分子のタンパク質が定量できることを示した。これは溶液濃度では pM レベルの検出限界に相当する。

本研究は分光測定レベルの感度で粒子表面上の修飾分子を計測できることを示している。電荷密度の変化を誘起できればいいので、原理上すべての分子に適用可能である。したがって、本手法が粒子表面計測のスタンダードになることを期待している。



連結した液膜型セルの特性から電気魚の発電機構を解明する

【講演番号】 B2005 【講演日時】 5月15日（日）10:05～10:20

【講演タイトル】 液膜モデル系を用いた電気魚の発電メカニズムの解明

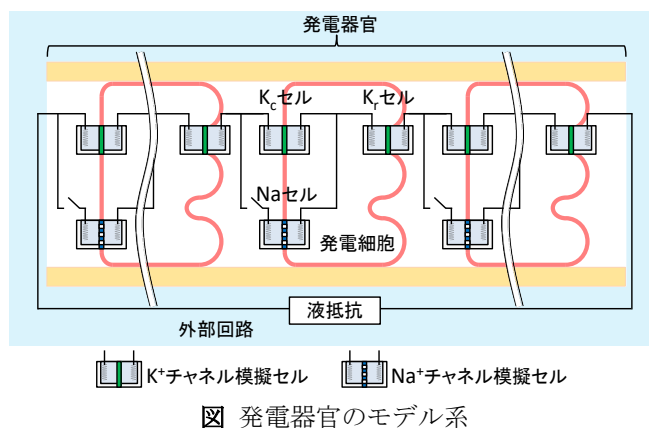
生体内のシグナル伝達における電気信号の伝播機構の解明には電気ウナギなどの電気魚の発電器官が用いられ、 K^+ チャンネル及び Na^+ チャンネルの働きとして説明されてきた。そこで、 K^+ チャンネル及び電位依存性 Na^+ チャンネルの機能を有する液膜型セルを組み合わせることで発電細胞を模倣構築し、これを直列あるいは並列に連結することで電気魚の発電器官のモデル化を試みた。各セルの電流とその膜電位、並びに模擬発電器官を介した電位差と電流の関係を解析し、電気魚の発電機構について考察した。その結果、この発電方式は塩分濃度差発電に類似していることが明らかになり、さらに塩分濃度差発電の高度化における有益な知見も得られた。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 京大院農

山田 悠介・宋和 慶盛・北隅 優希・○白井 理

京都市左京区北白川追分町，電話 075-753-6392，shirai.osamu.3x@kyoto-u.ac.jp

生体内のシグナル伝達において電気信号は重要な役割を演じ、その伝播機構を解明するために神経細胞や電気魚の発電器官が用いられてきた。電気魚の発電器官は神経や筋肉組織から変化したものであり、 K^+ チャンネル及び Na^+ チャンネルの働きで説明されてきた。図に示すように、発電器官では複数の発電細胞が絶縁体に挟まれて直列に並んでおり、発電細胞の左側の膜には K^+ チャンネル及び Na^+ チャンネルが存在し、右側の膜には K^+ チャンネルが存在する。平常時は左右共に K^+ チャンネルのみが開孔し、どちら側も細胞内外の K^+ 濃度比に起因する静止電位を示す。そのため、発電器官の左右では電流は発生せず、電位差は生じない。しかし、神経の働きによって Na^+ チャンネルが開孔すると左側のみで Na^+ が流入し、活動電位へ変化する。このとき、左側では Na^+ が流入し、右側では K^+ が流出することで電気が流れ、電位差が発生する（約120 mV）。発電細胞は直列に並んでいるため、発電器官の左右では電圧が加算される（電気ウナギでは約500 V）。発電器官ではこれらが並列に並ぶため、電流も増大する。本研究では、 K^+ チャンネル及び電位依存性 Na^+ チャンネルの機能を模擬した液膜型セルを組み合わせた模擬細胞を構築し、複数の模擬細胞を直列あるいは並列に連結して電気魚の発電器官を模倣した。各セルを流れる電流とその膜電位および模擬発電器官を介した電位差と電流の関係を解析し、電気魚の発電機構と特性を明らかにした。なお、この発電方式は塩分濃度差発電に類似し、塩分濃度差発電の高度化において有益な知見が得られた（Y. Yamada, et al., *Chem. Lett.*, **49** (2020) 1081）。



たばこの煙の成分を「漏れなく」「手早く」集める方法

【講演番号】 P2137 【講演日時】 5月15日（日）13:00～15:00

【講演タイトル】 たばこ主流煙の多環芳香族炭化水素類の捕集および分析法の確立と国内販売銘柄への適用

自動吸煙装置で発生させたたばこの主流煙について、粒子成分とガス成分とを同時に集める手法を確立した。従来法では、2つの成分を別々に捕集していたため、前処理も機器分析も別々に行わなければならなかった。この手法を使用することで、分析操作の大幅な時間短縮が図られた。紙巻きたばこで応用したところ、一部の成分が従来法の結果より高い値を示した。また、近年使用率が多くなっている加熱式たばこにも適応可能であることが分かった。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 国立保健医療科学院¹・明治薬科大学²

○稲葉 洋平¹・若井 美樹^{1,2}・内山 茂久¹・戸次 加奈江¹・牛山 明¹

埼玉県和光市南 2-3-6, 電話 048-458-6268, inaba.y.aa@niph.go.jp

我が国は、「たばこの規制に関する世界保健機関枠組条約（WHO FCTC）」に基づいてたばこ対策を推進している。この FCTC は、将来の世代をたばこの害から守ることを目的とし、中でも FCTC 第 9, 10 条では「たばこ製品の規制、情報開示」について言及している。この FCTC 9, 10 条に基づいて、WHO はたばこ製品の成分分析法を開発・公開し、世界各国の公衆衛生機関は国内で販売されるたばこ製品の分析・実態調査を行っている。発表者らの研究グループは WHO の研究協力センターとして、これまでに各種成分分析法の確立に貢献してきた。

本研究では、これまでに WHO と開発した分析技術を応用し、発がん性物質であるベンゾ[a]ピレンを含む多環芳香族炭化水素類（PAH）の一斉分析法の確立を行った。この分析手法は、たばこ主流煙のガス成分・粒子成分の同時捕集を行っている。一般的にたばこ煙の粒子成分はガラス繊維フィルター（CFP）で捕集し、ガス成分は液体捕集を行う手法が採用されている。本研究では、ガス成分を「固体捕集」することにより、たばこ主流煙捕集と前処理法の簡便化を図った。たばこ主流煙は喫煙装置を使用して捕集しており、この装置に粒子成分を捕集する CFP とガス成分を捕集する固体捕集用カートリッジを設置した。その後、たばこ製品の主流煙の捕集・分析を行った。紙巻たばこ主流煙の PAH は燃焼によって発生すると報告されている。国内販売たばこ銘柄の調査を行ったところ、たばこ外箱パッケージ表示（ニコチン・タール値）に利用されている喫煙法（ISO 法）で捕集した主流煙 PAH 量は、パッケージ表示値に相関する結果となっていた。一方で、ヒトの喫煙行動に近いヘルスカナダ法で捕集・分析を行ったところ、ISO 法で生じた濃度差までは認められず、タール量が 1 mg の紙巻たばこにおいても PAH は高い濃度であった。さらに、ここ数年で喫煙者が増加した加熱式たばこについても調査を行ったところ、加熱式たばこからも PAH の発生が確認された。本手法によって紙巻たばこと加熱式たばこの比較も可能となった。

PCR に代わる核酸の現場分析法の開発

【講演番号】 C1104 【講演日時】 5月14日（土）13:45 ~ 14:00

【講演タイトル】 Padlock/RCA 法と金ナノ粒子を利用する目視核酸検出

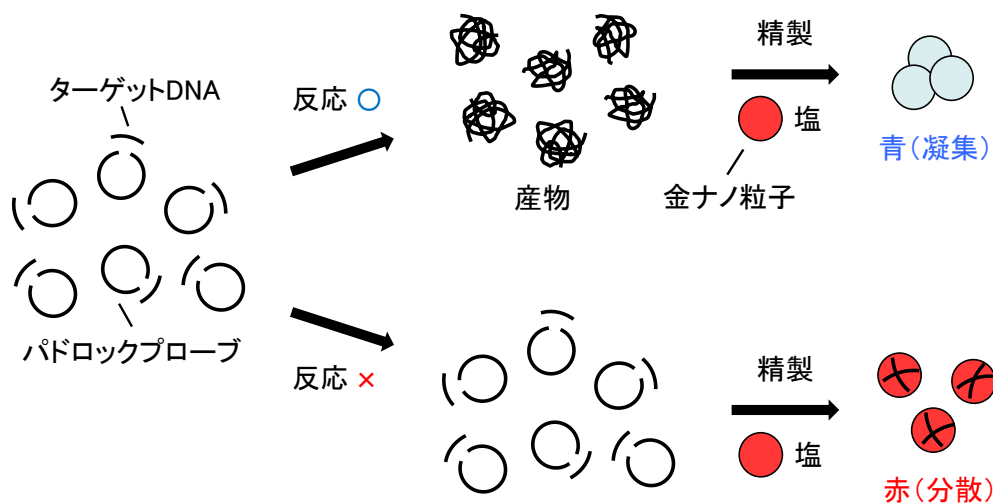
新型コロナウイルス感染症の検査法は PCR 法が代表的であるが、反応や検出に専用の機器を要するため、現場分析への応用は未だ発展途上である。一方、抗原検査法の中には現場分析できる方法があるものの、偽陽性や感度不足などの問題がある。本研究では、PCR 法の代替となり得る新たな核酸の分析法について検討した。ステンドグラスの赤色の源として有名な金ナノ粒子溶液の色変化を利用してターゲットとなる DNA を増幅、検出できることを見出した。本法は室温で反応でき、結果を目視（色変化）で判定できることから、現場分析法として今後の発展が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 立教大理

○佐々木 直樹・寺澤 菜都

東京都豊島区西池袋 3-34-1, 電話 03-3985-2202, n_sasaki@rikkyo.ac.jp

新型コロナウイルス感染症の検査法としては PCR 法が代表的であるが、反応や検出に専用の機器を要するため、現場分析（＝測りたい場所で測る）への応用は発展途上である。この代替法を目指し、本研究では、Padlock/ローリングサークル増幅(RCA)法による DNA 増幅を、ステンドグラスの赤色の源として有名な金ナノ粒子溶液の色変化を利用して検出できることを見出した。本法では、反応が進行する時はターゲット DNA（短鎖一本鎖 DNA）が消費されて産物（長鎖一本鎖 DNA）となり、これが精製後に系中から除かれるため、金ナノ粒子が塩により凝集して青色を示す。一方、反応が進行しない時は短鎖一本鎖 DNA が消費されず系中に残るため、これが金ナノ粒子に吸着して分散状態を維持し赤色を示す。本法は室温で反応可能であり、かつ反応の進行を目視で判定できることから、機器不要の現場分析法として今後の発展が期待できる。



校正作業が不要なセンサの開発

【講演番号】 D1112 【講演日時】 5月14日（土）16:05 ~ 16:20

【講演タイトル】 血清中 K^+ のキャリブレーションフリー測定を目指した電量測定用電気化学デバイス

近い将来、IoT の充実により、人工知能、インターネット、スマートフォンなどの端末デバイスを利用した遠隔医療システムが実現すると考えられている。遠隔医療システムの実現には、患者が容易に用いることができる臨床検査デバイスが不可欠である。しかし、従来のセンサでは煩雑なデバイスの校正操作が必要であり、これが患者による簡便な測定の実現を妨げている。そこで本研究では、血清中の K^+ の量を電気量として測定することにより、校正操作が不要となるデバイスを開発した。本デバイスは、印刷技術の活用により大量生産可能で、高精度かつ校正不要であるため、遠隔医療用の臨床検査デバイスとしての利用が期待できる。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 京工繊大院工芸科学

辰巳 史帆・飯嶋 奏人・前田 耕治・○吉田 裕美

京都市左京区松ヶ崎橋上町，電話 075-724-7522，yyoshida@kit.ac.jp

近い将来、IoT の充実により、人工知能、インターネット、スマートフォンなどの端末デバイスを利用した遠隔医療システムが実現すると考えられる。このシステムでは、インターネットを通じて医療従事者あるいは人工知能により患者は問診を受けることができ、診断の根拠となる臨床検査は患者や介護者自身が行い、測定結果を送信することで診断される。インターネットを用いた問診は、すでに実現可能であるため、同システムの実現は、患者側で行う臨床検査デバイスが確立されるかどうかにかかっている。患者側で用いる臨床検査デバイスは、①使い捨て、②簡便な操作、③精確な測定の3つの条件を満たさなくてはならない。しかし、従来の血清中電解質センサは、測定ごと、あるいはデバイスごとの校正（キャリブレーション）が必要な電位測定型であり、煩雑な校正の操作が簡便な測定を妨げてきた。本研究では、電位測定型を電量測定型に変更することで、血清中の K^+ を校正なしで定量できるデバイスを開発した [1]。高濃度の Na^+ が共存した試料水溶液 $1 \mu\text{L}$ をデバイスに滴下し、 Ag/AgCl 電極と導電性高分子被覆電極間に一定電位を印加することによって、試料溶液から K^+ のみを選択的にイオン選択膜へ移動させた。このとき流れた電気量から K^+ の物質量を直接見積もることによって、校正することなく K^+ を定量することに成功した。本デバイスは、内部溶液を含まないため印刷技術で多量に生産できること、濃度そのものに対して比例する電気量を測定するため精度が高いこと、測定前の校正を必要しないことから、遠隔医療用の臨床検査デバイスとして期待できる。

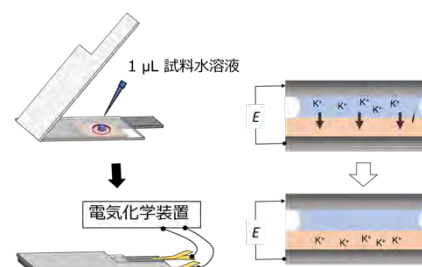


図1. 電量測定型デバイス

[1] S. Tatsumi, T. Omatsu, K. Maeda, M. P.S. Mousavi, G.M. Whitesides, Y. Yoshida*, *Electrochimica Acta.*, **2022**, *408*, 139946.

組織内薬剤の直接計測のための超小型プラズマジェット

【講演番号】 Y1118 【講演日時】 5月14日(土) 13:00 ~ 15:00

【講演タイトル】 生体内薬剤分析用注射プラズマプローブのための超小型プラズマジェットの試作

薬剤が標的組織内で十分な治療効果を発揮するには、標的組織内の薬剤濃度を適切に制御する必要があり、そのためには組織中の薬剤濃度を直接計測できる方法が求められる。演者らは、薬剤を投与した患者の組織内に注射針を挿入して薬剤濃度をリアルタイムで直接計測が可能な、注射プラズマプローブを考案した。注射針に内蔵したプラズマ生成装置やレーザーによって薬剤分子を気化し、体外に取り出して質量分析を行う。本研究では、注射プラズマプローブのための超小型低温プラズマジェットを試作し、高感度分析に適したプラズマの生成条件を明らかにできた。

【発表者 (○: 登壇者/下線: 連絡担当者)】 東工大未来研¹・東薬大薬²・東理大³・国立がん研⁴・理研 SPring-8⁵

○吉田 大輝¹・石川 雄大¹・末永 祐磨¹・清水 祐哉¹・守岩 友紀子²・高松 利寛^{3,4}・
岩井 貴弘⁵・東海林 敦²・沖野 晃俊¹

神奈川県横浜市緑区長津田町 4259-J2-32, 電話 045-924-5689, aokino@es.titech.ac.jp

抗がん剤などの薬剤が十分な効果を発揮するためには、治療対象となる腫瘍等の組織に適切な濃度で薬剤が到達することが重要である。しかし、薬剤を投与した患者の組織内の薬剤濃度を直接確認することは困難であり、現在は動物実験で摘出した検体の組織を分析するなどの方法で基礎研究が行われている。そこで発表者らは、図1に示すような、注射針に大気圧低温プラズマ生成装置とレーザーを内蔵する注射プラズマプローブを考案した。注射針を挿すことで、生体内の特定の位置の薬剤をリアルタイムで高感度分析する事をめざす。低温プラズマまたは低強度のレーザーを組織に照射して薬剤の分子を気化させ、体外に取り出して質量分析を行う。また、注射針を留置することで、体内特定位置での薬剤濃度の時間変化の測定も期待できる。本研究ではまず、注射プラズマプローブに内蔵可能な超小型低温プラズマジェットを試作し、高感度分析に向けたプラズマ生成条件の検討を行った。

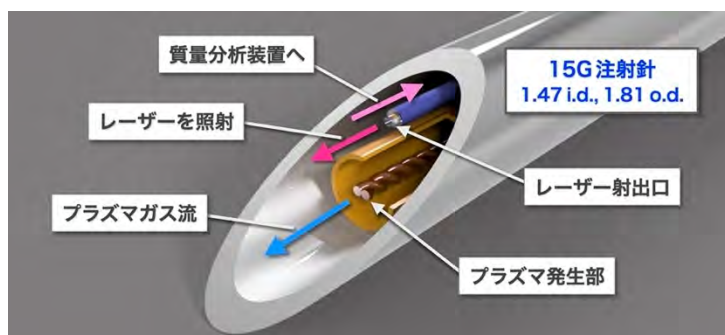


図1. 注射プラズマプローブ

試作した超小型低温プラズマジェ

ットは、直径 1.0 mm のガラス管上に銅電極を 5.0 mm の間隔で 2 つ配置し、電極間に高電圧を印加することでヘリウムのプラズマジェットを生成する。発表では、注射プローブの概要、試作した超小型プラズマジェットの詳細、高感度分析に向けたプラズマ生成条件について報告する。

ろ紙を用いた折り紙等電点電気泳動法の開発

【講演番号】C1111 【講演日時】5月14日（土）15:40～15:55

【講演タイトル】折り紙等電点電気泳動の開発

折りたたんだろ紙に両性電解質を添加した後に電気泳動すると、ろ紙上に迅速に pH 勾配が形成され、これを利用して等電点の差異に基づき物質を分離できることを発見した。この折り紙電気泳動法では、分離対象物質は折り目ごとのろ紙部分（チャンネル）に1～2分以内で迅速に分離される。この方法で、等電点の異なるアミノ酸を別々のチャンネルに分離濃縮することが可能であった。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】岡山大院自然

○金田 隆・Danchana Kaewta・山下 奈祐・磯山 美華

岡山県岡山市北区津島中 3-1-1, 電話 086-251-7847, kaneta@okayama-u.ac.jp

等電点電気泳動は、アミノ酸、ペプチド、タンパク質など、pHによって電荷が正、中性、負に変化する両性イオンを等電点（電荷が中性になる pH）の違いによって分離する方法である。この方法は、一般的に二次元電気泳動における一次元目の分離に用いられている。通常用いられる分離媒体はゲルであり、ゲル内に pH 勾配を形成させて両性イオンをそれぞれ異なる位置に焦点化させる。等電点電気泳動の利点は、分離と濃縮を同時に達成できることにあるが、分離に時間を要するとともに、ゲル内の成分を回収することが容易ではなく、目的物質の分取にはあまり適していない。

本研究では、ろ紙を折りたたんで作製した流路内で pH 勾配を形成させ、等電点電気泳動を実現する方法を開発した。ろ紙上に作製した円形の親水性部分に pH 勾配形成のための両性電解質を添加した後に、折りたたんで電気泳動すると、1～2分以内でろ紙上に pH 勾配が形成されることを発見した。図1にろ紙のデザインと、電気泳動後に各流路に pH 指示薬としてブロモチモールブルーを滴下した結果を示す。ろ紙の黒い部分は疎水性インクで印刷してあり、この部分に水溶液は浸透しない。ブロモチモールブルーは pH 7 付近で黄色から青色に変色することから、チャンネル6において pH が7になっていることがわかる。種々の pH 指示薬を用いて、色の変化から各チャンネルの pH を測定した結果、pH はチャンネル数に対してほぼ直線的に変化することがわかった。さらに、この方法を用いてアミノ酸を分離後、回収して測定した結果、等電点の異なるアミノ酸を別々のチャンネルに分離濃縮できることがわかった。

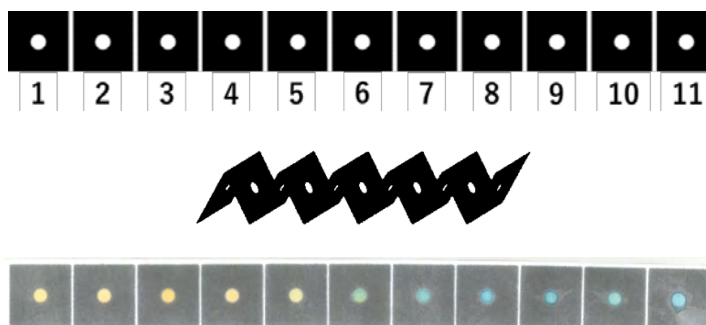


図1 ろ紙のデザインと電気泳動後の指示薬の色の変化

気泡を利用して小さい分子の膜透過を阻止

【講演番号】 C1113 【講演日時】 5月14日（土）16:10～16:25

【講演タイトル】 気泡を利用した精密ろ過膜の物質阻止能力向上

水処理や化学工業では、液中の物質を分離するために膜を用いたろ過が行われている。小さな物質を分離するためには目の細かい膜を用いるが、通水性が悪く詰まりやすいという欠点があった。本研究では、液中に分散させた気泡に小さな物質を吸着させて膜透過を阻止させることで、小さな物質よりも大きな孔をもつ膜を用いてろ過分離できることを見出した。この方法は、安価でかつ多量の溶液を迅速に処理できる点で、医薬品の精製や水浄化への応用が期待される。

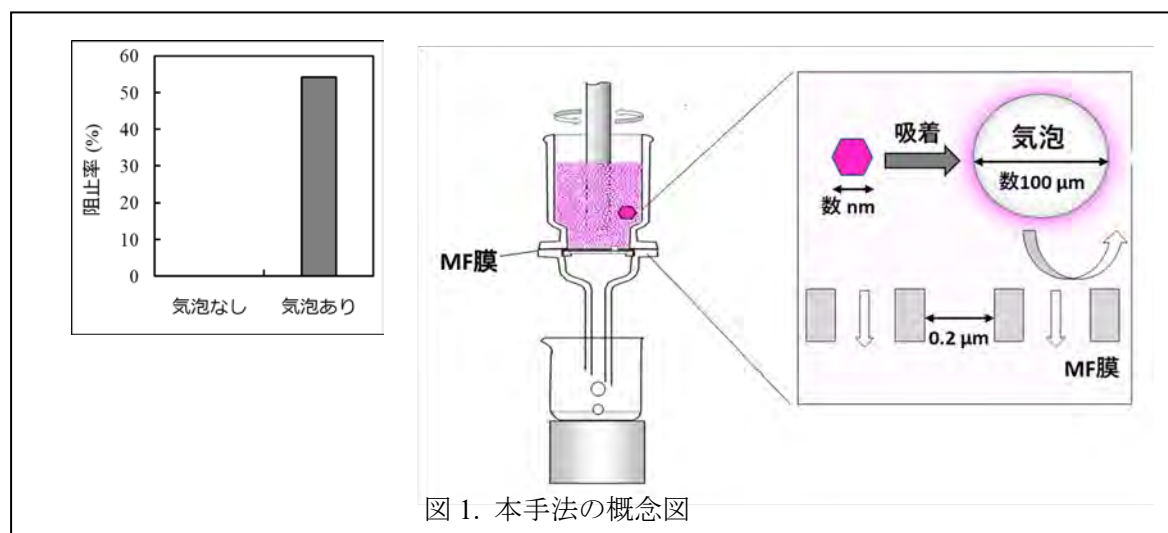
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 北見工大工

○児玉 康輝・千原 悠・齋藤 徹

北海道北見市公園町165番地，電話0157-26-9387，saitoh@mail.kitami-it.ac.jp

膜分離は液中の物質分離に有効であり、目に見えない分子またはイオンを除去できるUF、RO膜での分離は、水処理や化学工業において重要なプロセスとなっている。しかし、目の細かさゆえに通水性が悪く詰まりやすいという欠点があり、運用には強い圧力と適度な膜の交換または洗浄が必要で多大なコストがかかる。もし、孔径の大きい精密ろ過(MF)膜で小さい分子などを阻止できるようになれば、安価で目詰まり知らずの膜分離法が誕生する。

本研究では、図1に示したように、気泡を含む溶液をMF膜に通すことで孔径より小さい物質の通過を気泡吸着により阻止するという新しい膜分離法について検討を行った。本手法により、通常RO膜が必要であった物質の分離がMF膜でも可能になる。さらに、その孔径ゆえに通水性が良く目詰まりしないため、より安価でかつ多量の溶液を迅速に処理できる。この分離法は、色素や医薬品の精製または水浄化に応用できる低環境負荷かつ高効率な手法となることが期待される。



植物に含まれる最強毒素を簡易検査キットで正しく見つけ出すには

【講演番号】 P2125 【講演日時】 5月15日（日）13:00～15:00

【講演タイトル】 BTA テストストリップによる飲料中のリシンの検知

タンパク質毒素である猛毒リシンの原材料となるトウゴマ種子は、産業上重要なヒマシ油の原材料でもある。入手が比較的容易であることから、犯罪目的で飲料に混入されるリスクも高い。様々な飲料にリシンやトウゴマ種子を混ぜた模擬試料について、犯行現場における初動捜査でも使用される検出キットを適用した。タンパク質を多く含む牛乳の場合には、希釈をすることで「偽陰性」の可能性を排除することができた。その他の試料では正しく判定できることから、幅広い範囲の飲料に適応可能であることが明らかになった。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 科学警察研究所

○大塚 麻衣・宮口 一

千葉県柏市柏の葉 6-3-1, 電話 04-7135-8001, m.otsuka@nrips.go.jp

トウゴマ種子は、潤滑油や漢方薬として用いられるヒマシ油の原料として産業上重要であるが、タンパク質毒素であるリシンを含有する。リシンは化学兵器禁止法により規制されるほど高い毒性を示すにもかかわらず、トウゴマが容易に入手できることから、殺人を目的とした飲料への混入事案が発生している。このような事案の迅速な認知には、現場での簡易検知が重要となる。

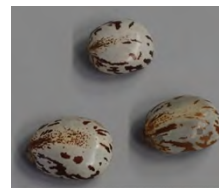


Fig. 1 トウゴマの種子

簡易検知には、タンパク質間の特異的な相互作用である抗原抗体反応を利用した簡易検査キット、BTA テストストリップ（テトラコア社）が広く用いられている。しかし、タンパク質を多く含む試料においては抗原抗体反応の阻害が起こる可能性があり、その場合には試料にリシンが含まれている場合でも陰性となる（偽陰性）。また、リシン以外のタンパク質が抗体と結合した場合、偽陽性となる。現場検知での偽陰性や偽陽性は、その後の治療や捜査に混乱をきたす可能性があるため、BTA テストストリップの適用範囲に関する知見は重要となる。

そこで本研究では、各種飲料（トマトジュース、日本酒、牛乳など）にリシンまたはトウゴマ種子を加えたものを試料として BTA テストストリップによる検知を行い、偽陰性や偽陽性が起こるか、起こる場合にはどのような対処法があるかについて検討を行った。その結果、リシンあるいはトウゴマ種子を含まない飲料については、タンパク質を多く含む牛乳や豆乳も含めて偽陽性は確認されなかった。一方で、リシンある

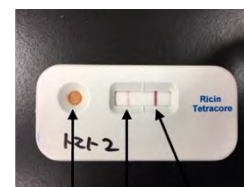


Fig. 2 検知結果の例

いはトウゴマ種子を含有する試料については、ほとんどの場合で正しく陽性と判定可能であったものの、牛乳にトウゴマ種子を多量に加えた試料については偽陰性を示した。この場合には、試料を希釈してから検知を行うことで正しく陽性と判定することが可能となった。本研究成果は、犯罪捜査やテロ対策のための有用な知見となることが期待される。

金属有機構造体の細孔を利用して高分子の末端部を見分ける

【講演番号】 Y1006 【講演日時】 5月14日(土) 09:30 ~ 11:30

【講演タイトル】 MOFによる高分子末端の認識と液体クロマトグラフィー分離法への応用

官能基で末端を修飾した末端修飾高分子は、機能性材料の原料として利用されているが、末端修飾反応を完全に行うのは困難であり、分離操作が不可欠となる。しかし、末端構造のみの違いでは高分子全体の物性に与える影響が小さく、既存の手法では高精度な分離は困難であった。そこで、高分子の太さと同程度の細孔を有する金属有機構造体を充填したカラムを作製し、これを用いて各種末端修飾ポリエチレングリコールの高速液体クロマトグラフィーを測定した。その結果、末端構造のわずかな違いでも保持時間に差が見られた。本手法を応用することで、末端修飾高分子だけでなく他の精製困難な高分子の分離についても迅速化や簡便化が期待できる。

【発表者 (○: 登壇者/下線: 連絡担当者)】 東大院新領域¹・東大院工²

○水谷 凧¹・細野 暢彦²・Le Ouay Benjamin¹・北尾 岳史²・植村 卓史²

東京都文京区本郷7丁目3-1, 電話 03-5841-2761, uemurat@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

高分子の末端を様々な官能基で修飾した末端修飾高分子は、薬剤を生体に適合させるための表面修飾剤や、樹脂やエラストマーなどの機能性材料の原料として利用されている重要な化合物である。これらの用途には高い末端修飾率が求められるが、末端修飾反応を100%進行させるのは困難であるため、その合成には分離操作が不可欠となる。しかし、高分子末端のわずかな構造の違いが高分子全体の物性に与える影響は小さいため、サイズ排除クロマトグラフィーや再沈殿法に代表される既存の手法では高精度な末端修飾高分子の分離は困難であった。我々は、高分子の太さと同程度に小さな細孔を有する金属有機構造体(Metal-Organic Framework, MOF)に着目した。本研究では、MOFの細孔へ高分子が浸入する際に高分子末端の構造が認識される現象(図1a)を利用し、ポリエチレングリコール(PEG)を末端の構造に基づき分離する技術を開発した。

まず、末端基の異なる様々な末端修飾 PEG が MOF へ浸入する速度を測定することで、PEG の末端サイズと浸入速度の相関関係を明らかにした。この原理を汎用的な分離手法である液体クロマトグラフィーへ応用するため、MOF を充填したカラムを作製し、これを用いて各末端修飾 PEG を汎用の HPLC 上で測定した。すると、末端構造のわずかな違いが保持時間の違いとして現れることが明らかになった(図1b)。本手法を応用することで、末端修飾高分子の簡便な分離が可能になるだけでなく、既存の方法では精製が困難であった他の様々な高分子についても迅速かつ簡便な分離が可能になると期待される。

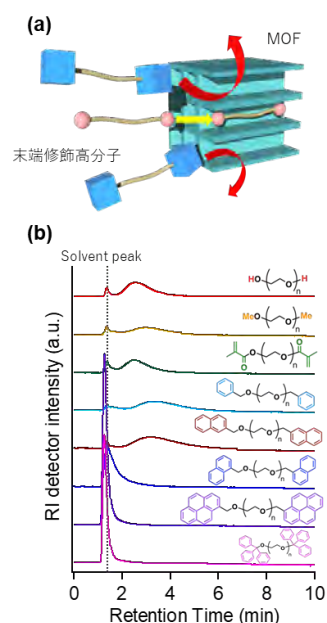


図1 (a) MOFが高分子末端を認識する際のイメージ図 (b) 各末端修飾PEGを1充填カラムで分析した際のクロマトグラム(移動相: DMF, 80 °C; 流速: 1.0 mL/min)

AIを利用した光半導体電極の作製法

【講演番号】 D2007 【講演日時】 5月15日（日）11:15～11:30

【講演タイトル】 分析データからの特徴抽出による機械学習を用いた帰納的な光半導体電極作製法の開発

光半導体電極の開発では、性能に影響する様々な条件を変える多くの実験を行い、性能を最適化する。一方、本研究では比較的少数の実験データを用いて電極性能に影響する因子を特定、それをもとに電極材料物性値を予測する機械学習法(AI)を開発した。光照射により水から酸素を発生する酸化鉄電極の場合、X線回折やラマンスペクトルデータから電極基板の接合面での抵抗や特定の方向での結晶性などが電極性能に寄与することを特定し、これを基にAIで電極作製法を設計した。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 中大院理工

○永井 優也・潘 振華・片山 建二

東京都文京区春日 1-13-27, 電話 03-3817-1913, kkata.33g@g.chuo-u.ac.jp

近年、機械学習の化学への利用が盛んになってきている。例えば、薬剤開発や化学反応にかかわる複数の実験パラメータの最適化などの応用が知られている。一般に機械学習では 10^{3-6} 程の大量のデータを必要とするが、太陽電池などの実デバイスの開発では大量のデータを実験によって得ることは難しい。我々はこのような少数のデータが得られた状況で、デバイス性能に影響する重要な因子を特定し、それをもとに材料物性値を予測する機械学習法を開発した。さらに、光照射により酸素を発生できる電極材料として知られる酸化鉄電極にこれを適用し、電極基板の接合面での抵抗や特定の方向での結晶性などが電極性能に寄与することを特定した。本手法では、試料にX線を照射するX線回折法(XRD)や照射したレーザーの散乱光を測定するラマン分光法等の分析機器から得られる波形データのピーク強度や位置などの特徴量から、電極性能を予測するモデルを構築し、特徴量ごとの性能への寄与から性能に影響する要因を推定する。本研究では、比較的少数のデータから特定した性能に寄与する特徴量を、材料作製条件パラメータによって制御するための方法論をシミュレーションデータにより設計した。本手法を実際の材料作製プロセスに用いることで、実験・測定及び解析を一つのサイクルとした逐次的な材料性能を最適化が期待できる。図に本研究全体の概略図を示す。

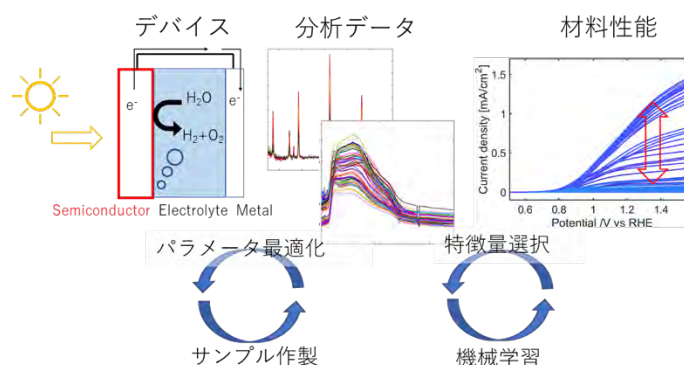


図 分析データを用いた逐次的材料最適化手法

分子の“指紋”を高感度に測定する

【講演番号】 E1111 【講演日時】 5月14日（土）15:40～15:55

【講演タイトル】 メタ表面の熱放射制御による新たな分子分析手法の開発

中赤外域の光は、分子ごとに異なる吸収を示すため、「分子指紋」とよばれている。この領域のスペクトルが高感度に測定できれば、汎用的で選択性のある分子測定法となる。しかし、中赤外域での光の吸収・発光は一般的に小さく、高感度に測定することは困難であった。本研究は、プラズモン共鳴という原理に基づき光の吸収を増幅させることによって、分子から放出される発光を強めることに世界で初めて成功した。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 横浜国大工

○西島 喜明

横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5, 電話 045-339-4107, nishijima-yoshiaki-sp@ynu.ac.jp

分光分析技術は分析化学にとって必要不可欠な技術である。特に蛍光分光法は単一分子レベルでの高感度な定量分析を実現してきた。しかし、その対象となる分子は高量子収率で発光する蛍光色素に限られる。発光量子収率に関するエネルギーギャップ則では、発光波長が長波長に遷移、すなわちエネルギーギャップが小さくなるに従い、発光量子収率が指数関数的に減少することが示されている。つまり、赤外で発光する色素を得ることは極めて難しいという原理的制約が存在する。

一方で Kirchhoff の放射則によれば、吸収係数と放射係数は等価であることが示されている。これは普遍的な法則であり、紫外可視吸収、近／中赤外、テラヘルツなど全ての波長域に存在する吸収に適応できる。また、プラズモン共鳴を用いれば、分子吸収を著しく増強させることができる。発表者はこれらの原理に基づいて、中赤外域での分子吸収をプラズモンによって増強（表面増強赤外吸収）し、これに対応した放射を観測すれば、中赤外域でも高感度で発光分光分析が実現できると着想した。一般的に中赤外の波長域は『分子指紋』と呼ばれており、分子固有のスペクトルが得られる。また、分子振動吸収は単原子分子・二原子分子以外の全ての分子に存在することから、地球上に存在するほぼ全ての分子検出に適応できる技術となりうる。図に示すのは、金属-誘電体-金属ナノ構造からなるプラズモン構造の概念図であり、これにより、分子固有の増強吸収と増強放射を観測することに世界で初めて成功した。

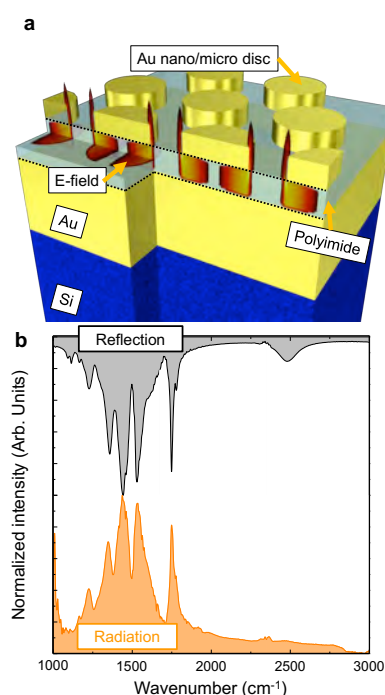


図 a: プラズモン構造の模式図
b: 実験的に得られた増強吸収・放射スペクトル

第8 2 回分析化学討論会（茨城大学水戸キャンパス）会場別一覧表

会場	5月14日（土）		5月15日（日）	
	午前	午後	午前	午後
A	21：標準物質，「ヘルスケアと分析化学」 09:00～	「地域から世界へ発信する電気分析化学」 ～17:15	「環境における放射性物質と分析化学」 09:00～	「内山一美先生を偲ぶ」 ～15:05
B	24：微粒子分析および微粒子利用分析，04：X線分析・電子分光分析・量子ビーム分析 09:00～	「量子ビームと分析化学」 ～16:20	07：電気化学分析 23：界面分析，テクノレビュー 09:00～	
C	30：食品・農作物・ヘルスケア等分析，18：分離・分析試薬の設計，08：センサ 09:00～	12：マイクロ分析系，13：FIA，15：GC，14：LC，16：電気泳動分析，17：抽出・イオン交換 ～16:25		
D	27：無機・金属材料，30：食品・農作物・ヘルスケア，29：有機・高分子材料，11：質量分析，26：環境関連 09:00～	31：バイオ分析，28：電池・エネルギー材料，34：臨床分析 ～16:20	02：分子スペクトル，20：データ処理理論 09:30～	
E	19：分析化学反応基礎論 09:00～	01：原子スペクトル，03：レーザー分光分析 ～16:55		
P		産業界R&D講演ポスター 15:15～17:15		一般講演ポスター 13:00～15:00
Y	09:30～11:30	13:00～15:00	若手講演ポスター 09:30～11:30	
S				公開シンポジウム「食の安全と分析化学」 13:05～15:15

注）本講演区分は会場別の概略を示したものです。討論主題に関する一般講演（口頭）は主題講演の中に入っている場合もあります。「」内は討論主題です。各会場の下段の時間は開始時間および終了時間です。昼休みは会場によって異なりますのでご注意ください。変更する場合があります。

展望とトピックス小委員会

委員長 平山 直紀 (東邦大学理学部)

副委員長 荒井 健介 (日本薬科大学)

保倉 明子 (東京電機大学工学部)

委員 井原 敏博 (熊本大学大学院先端科学研究部)

久保埜公二 (大阪教育大学教育学部)

鈴木 仁 (東京都健康安全研究センター)

林 英男 (東京都立産業技術研究センター)

藪谷 智規 (愛媛大学社会連携推進機構)

山本 政宏 (TOTO総合研究所)

横山 拓史 (元 九州大学)

吉田 裕美 (京都工芸繊維大学分子化学系)

第82回分析化学討論会「展望とトピックス」

2022年5月2日発行 限定配布物

編集・発行 公益社団法人 日本分析化学会 展望とトピックス小委員会

〒141-0031 東京都品川区西五反田 1-26-2 五反田サンハイツ 304号

電話 : 03-3490-3351 FAX : 03-3490-3572

URL : <http://www.jsac.jp/>