

日本分析化学会 第 69 年会

# 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 2020年9月16日(水)～9月18日(金)

会場 オンライン開催



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

(公社)日本分析化学会 第69年会

会期 2020年9月16日(水)～9月18日(金)

会場 オンライン開催

(当初予定: 名古屋工業大学御器所キャンパス(名古屋市))

## 目次

### 日本分析化学会第 69 年会の開催にあたって

実行委員長（名古屋工業大学） 大谷 肇.....1

2020 年度日本分析化学会各賞受賞者.....3

特別シンポジウム.....5

### 展望とトピックス

#### エネルギー・環境

船底に付着する生物の着生のきざしを捉える 【E1012】

（海上技術安全研究所） 益田 晶子 ほか.....7

体内で鉛を結晶化する微生物 【G3013】

（東京大学大学院農学生命科学研究科） 鈴木 道生 ほか.....8

ミジンコ 1 個体が食べたマイクロプラスチックを分析 【E1011】

（名古屋工業大学） 大谷 肇 ほか.....9

日々の暮らしがもたらす河川水中のレアメタル量の変化を追う 【H1013】

（麻布大学生命・環境科学部） 伊藤 彰英 ほか.....10

水に溶けている二酸化炭素ガスセンサーの開発 【H1004】

（神戸大学大学院海事科学研究科） 堀田 弘樹 ほか .....11

スマートフォンを「手軽な分析機器」に変えて重金属をはかる 【E1015】

（物質・材料研究機構） 加藤 健 ほか.....12

高効率の水素生成光触媒の開発に成功 【Y2028】

（三重大学国際環境教育研究センター） 立石 一希 ほか.....13

## 医療・生命

- インフルエンザウイルス一粒子ごとの「個性」を分析する 【D1003】  
(東京大学大学院工学系研究科) 田端 和仁 ほか .....14
- がん細胞の可視化と副作用の少ない治療を実現する技術 【H2001】  
(東北大学大学院環境科学研究科) 壹岐 伸彦 ほか.....15
- 腫瘍細胞を目視で確認する技術を開発 【E1001】  
(熊本大学大学院先端科学研究部) 北村 裕介 ほか.....16
- 尿をかけるだけで腎機能低下を検知できる電気化学センサ 【G1008】  
(東北大学大学院環境科学研究科) 井上(安田) 久美 ほか.....17
- 透析治療を支える尿素センサーの開発 【G1007】  
(信州大学理学部) 金 継業 ほか.....18
- 血清中に含まれる EPA や DHA の迅速・簡便分析法の開発 【C2004】  
(中部大学応用生物学部) 石田 康行 ほか.....19
- 標的に結合する核酸アプタマーの迅速取得法 【D1001】  
(大阪府立大学大学院工学研究科) 末吉 健志 ほか.....20
- 
- ## 新素材・新技術
- 月面の水を迅速・高感度に検出 【D1011】  
(宇宙航空研究開発機構) 相田 真里 ほか.....21
- 次亜塩素酸の濃度を一目で判断できるセンサー 【P3107】  
(北見工業大学) 兼清 泰正 ほか.....22
- 環境水中微量希土類元素の簡易・迅速モニタリング法の確立 【P3115】  
(金沢大学総合技術部) 南 知晴 ほか.....23
- 電位の切替えだけで溶液の pH を制御 【F1003】  
(名古屋工業大学) 安井 孝志 ほか .....24

機械学習を利用した，医薬品の新しい品質管理法 【C1007】	
(アステラス製薬株式会社) 片井 寛明 ほか .....	25
直鎖アルカンの炭素数の偶奇で薄膜中の分子の並びが違ふ 【H1005】	
(京都大学化学研究所) 長谷川 健 ほか .....	26
高濃度リチウム塩中の水は，なぜ電気分解されにくいのか？ 【H1006】	
(近畿大学理工学部) 森澤 勇介 ほか .....	27
分子の振動を解析して，微小領域の温度を迅速に求める 【H1002】	
(株式会社堀場テクノサービス) 中田 靖 ほか .....	28
日本分析化学会第 69 年会 日程表 .....	29

## 日本分析化学会第 69 年会の開催にあたって

第 69 年会実行委員長

名古屋工業大学 大谷 肇



公益社団法人日本分析化学会は、1952年に設立され、間もなく創立70周年の節目を迎えます（人に例えれば「古希」ということになりますでしょうか）。分析化学はこの間様々な学術の基盤を支えてきただけでなく、今日では社会のあらゆる分野で幅広く活用されています。本邦における分析化学の最新の研究成果を公開し議論を行うために、本会では春季の分析化学討論会と秋季の年會をメインの行事として毎年主催しています。年會では通常のオリジナルの研究発表に加えて、特別シンポジウム講演、研究懇談会講演、及び分析化学に関する研究成果や貢献に関して本会が顕彰する各種表彰のうち、学会賞を始めとする研究業績に対する受賞者による講演なども行われます。日本分析化学会は地区ごとに7つの支部で構成されており、各支部および東京の本部の持ち回りでこれらの行事を担当しております。2020年の第69年會は8年に一度の私共中部支部の担当となり、9月16日～18日に平成の初めの1990年以来実に30年ぶりに、交通至便な名古屋の中心部に位置しながら閑静な環境にある名古屋工業大学に皆様をお迎えして開催する、はずでした。

本年會の実行委員会を昨年初めに編成し、予定通り開催できることを信じて疑わず、少しずつ準備を進めてきました。ところが、中国武漢に端を発した新型コロナウイルス感染症は、瞬く間に世界に広がってパンデミックを引き起こし、日本国内でも3月ごろには感染者の報告がかなり目立つようになってきました。学会の開催は、多数の人間が一堂に會し、時には熱い議論を戦わすなど、感染リスクの「3密」の最たるものです。こうしたことから、まず、年會に先立って5月に北海道で開催予定だった分析化学討論会の現地開催を直前にやむなく中止し、要旨集の発行をもって成立とすることが決定されました。そのような状況にあっても、年會についてはまだ現地開催の可能性を模索してきましたが、4～5月にはついに緊急事態宣言が発令され、その後宣言は解除されたものの感染が終息する見通しはなく、6月初めに年會についても現地開催を断念する苦渋の決断に至りました。しかし、ただ手をこまねいて、討論会に引き続き年會も要旨集の発行だけで済ませることになるようでは学会の使命を果たしているとは言えません。そこで、他の多くの学会でも採用されるようになってきた、Webを利用したオンラインで年會を開催とすることを決定し、舵を切りなおすことになりました。

何しろ初めての事態であり、手探りの状態で開催に向けて検討を行うしかありませんでした。基本的に会期は変更せず、特別シンポジウムや受賞講演を含めて、ライブ配信で口頭発表及びポスター発表を行う方針を固めて準備を行うことになりました。こうした中で、果たしてオンライン開催で、どの程度の研究発表が集まるかがまずは大きな懸念材料でした。実際に、大学・民間等問わず緊急事態宣言等の影響で研究活動が大きな制約を受けたことなどから、例年に比べれば発表件数はやや少なくなっていますが、それでもシンポジウム・受賞講演・研究懇談会講演などを含めて 400 件の研究発表のお申し込みをいただくことができました。また、参加登録者も、事前登録段階で 500 人を超えており、オンライン開催といえども活発な議論が展開されるものと期待しています。

冒頭でも申し上げた通り、現在分析化学は社会における様々な分野で多大な貢献をしています。特別シンポジウムでは、その具体例として、近年の海洋マイクロプラスチック問題に代表される環境科学、あるいはそれらの影響も考慮した生命科学に関するテーマなどを取り上げています。また、新型コロナウイルス感染拡大の状況下で一般的にも認知されるようになった PCR（ポリメラーゼ連鎖反応）検査も、まぎれもなく分析化学の手法の一つであり、実際にこの手法の高性能化に関する受賞講演（JAIMA 機器開発賞）も本年会で行われる予定です。この小冊子は、本年会で発表を予定している数多くの研究発表の中から、社会的な関心が集まると考えられる研究発表を厳選して、わかりやすく紹介したものです。これをお読みいただいた多くの皆様が、分析化学が社会の中で実際に果たしている役割を身近に感じていただくとともに、分析化学会の活動全般を適切にご理解いただければ幸いです。

総講演数 400 件

内訳：シンポジウム講演等 35 件，一般講演 218 件（口頭 174 件，ポスター 44 件），若手ポスター講演 114 件，テクノレビュー講演 5 件（口頭 1 件，ポスター 4 件），研究懇談会講演 13 件，受賞講演 15 件



## 表 彰

### 〔2020年度学会賞受賞者〕

- 長谷川 健 君 (京都大学化学研究所・教授)  
研究業績 多角入射分解分光法の開発と実用化
- 早下 隆士 君 (上智大学理工学部・教授)  
研究業績 ナノ空間包接場およびナノ構造体を用いる超分子分析試薬の開発
- 平田 岳史 君 (東京大学大学院理学系研究科・教授)  
研究業績 プラズマ質量分析に基づく地球メタロミクス学の創成

### 〔2020年度技術功績賞受賞者〕

- 岡本 幸雄 君 (東洋大学・名誉教授)  
研究業績 高性能大気圧マイクロ波誘導プラズマ生成技術と極微量元素分析装置の開発
- 鈴木 敏之 君 ((国研)水産研究・教育機構水産技術研究所・部長)  
研究業績 下痢性貝毒の機器分析法開発と普及
- 中田 靖 君 ((株)堀場テクノサービス)  
研究業績 共鳴ラマン分光法による単層カーボンナノチューブ解析法の開発

### 〔2020年度奨励賞受賞者〕

- 小崎 大輔 君 (高知大学教育研究部・講師)  
研究業績 複合分離機構型イオンクロマトグラフィーを用いた多成分同時分離定量法の開発と応用
- 鈴木 哲仁 君 (京都大学大学院農学研究科・助教)  
研究業績 金属周期構造を用いたテラヘルツ帯センサの開発と食の安全に資する光分析分野への展開
- 西島 喜明 君 (横浜国立大学大学院工学研究院・准教授)  
研究業績 高感度気体センシング技術のための中赤外プラズモニクスデバイスの構築
- 蛭田 勇樹 君 (慶應義塾大学理工学部・専任講師)  
研究業績 精密分子設計に基づくバイオイメーjingグプローブの開発と応用
- 米田 哲弥 君 ((株)島津製作所・主任)  
研究業績 高精度蛍光X線分析装置の開発と電池材料解析への応用研究

### 〔2020年度先端分析技術賞受賞者〕

#### JAIMA 機器開発賞

- 桜井 健次 君 ((国研)物質・材料研究機構)  
研究業績 新しいX線イメージング技術の開拓
- 永井 秀典 君 ((国研)産業技術総合研究所)  
研究業績 マイクロ流体チップによるリアルタイムポリメラーゼ連鎖反応法の高度化

### 〔2020年度女性 Analyst 賞受賞者〕

- 佐藤 香枝 君 (日本女子大学理学部・教授)  
研究業績 マイクロ・ナノデバイスのバイオ分析化学への応用
- 高原 晃里 君 ((株)リガク)  
研究業績 固体表面の直接迅速分析法の開発と材料分析への応用

### 〔2019年「分析化学」論文賞受賞者〕

- 山下 修司 君 (東京大学大学院理学系研究科)
- 鈴木 敏弘 君 (東京大学大学院理学系研究科)
- 平田 岳史 君 (東京大学大学院理学系研究科・教授)  
受賞論文 「レーザーアブレーション ICP-MS によるナノ粒子のイメージング分析法の開発」
- 八木 祐介 君 ((株)豊田中央研究所)
- 天野 久美 君 ((株)豊田中央研究所)
- 光岡 拓哉 君 ((株)豊田中央研究所)
- 加藤 雄一 君 ((株)豊田中央研究所)  
受賞論文 「ABS 樹脂上に無電解めっきした Ni 薄膜の密着強度影響因子の定量評価」

〔2020年度有功賞受賞者〕（敬称略）

高橋 功	住鋳テクノリサーチ(株)	大藤 直樹	昭和電工(株)
大西 弘哲	住鋳テクノリサーチ(株)	北村 良明	昭和電工パッケージング(株)
大栗 毅	日本分析工業(株)	磯本 淳貴	旭化成(株)
平賀 光彦	トヨタ自動車(株)	佐藤 雅一	旭化成(株)
小林由紀子	(株)トクヤマ	平川 尚子	富士フイルム和光純薬(株)
黒崎 敏彦	(株)コベルコ科研	四方 邦宏	住友電気工業(株)
中谷 委世	(株)三井化学分析センター	齊藤 恵	(株)東レリサーチセンター
松本 幸子	日産化学(株)	塩賀 睦雄	JFE スチール(株)
松田 弘喜	北見工業大学	黒田 誠也	三菱マテリアル(株)
山本 浩司	(株)日立ハイテクサイエンス	原田 辰夫	住友化学(株)
夏井 克巳	(株)日立ハイテクサイエンス	宮台 博	(株)住化分析センター
松尾 昭裕	(株)日立ハイテク フィールディング	本川 敦康	(株)住化分析センター
山崎 利恵	(株)日立ハイテク フィールディング	起汐 祐司	(株)住化分析センター
大岩 朱美	(株)三井化学分析センター	湯地 玲子	味の素(株)
国重 政昭	(株)三井化学分析センター	中根 英明	独立行政法人 造幣局
下澤 稔	デンカ(株)	阿部 健次	DOWA テクノリサーチ(株)
日浦 博美	三井串木野鋳山(株)	岩尾 重博	DOWA テクノリサーチ(株)
中川 博	MHI ソリューション テクノロジーズ(株)	森 茂夫	(株)大同分析リサーチ
山田 俊裕	デンカ(株)	薬真寺 孝憲	JFE テクノリサーチ(株)
東屋 忠男	MHI ソリューション テクノロジーズ(株)	根本 卓也	JFE テクノリサーチ(株)
池田 雅彦	(株)三井化学分析センター	吉野 公法	JFE テクノリサーチ(株)
西郷 義男	昭和電工(株)	田村 琢夫	JFE テクノリサーチ(株)
高垣 千洋	昭和電工セラミックス(株)	安保 寛一	(株)島津製作所
池田 久雄	昭和電工(株)	山部 恵子	(株)島津製作所
		間嶋 徹	(株)島津製作所
		吉見 聡	(株)島津製作所
		堂脇 正市	(株)島津製作所
		中川 将	出光興産(株)

## 特別シンポジウム

### 1. マイクロプラスチック分析の現状と課題 9月16日(水) 午前・A会場

オーガナイザー：大谷肇（名工大）

近年、海洋マイクロプラスチックの問題が大きくクローズアップされていますが、分析化学や高分子化学の専門的な視点から多くの課題が残されています。本シンポジウムでは、分析化学・高分子化学の分野で長らく第一線で活動しつつ、最近になってこの問題にかかわるようになってきたベテランの研究者にご登壇いただき、それぞれの立場からマイクロプラスチック分析の現状と課題についてお話しいただきながら、将来の展望について議論したいと思います。

### 2. 細胞外微粒子の研究を加速する分析化学 9月16日(水) 午後・A会場

オーガナイザー：馬場嘉信（名大），早川和一（金沢大），渡慶次学（北大）

細胞外微粒子は、化学，生物学，医学，工学などの融合領域の研究分野として，世界中で新たな研究が展開されており，PM2.5などの外因性微粒子の生体動態等の解明が進むとともに，細胞外小胞などの内因性微粒子の生理的な意義等の解明につながる研究が進展しています。本シンポジウムでは，細胞外微粒子の分析化学に焦点をあて，最先端研究者の講演と情報交換を通じて，新たな分析化学的手法が細胞外微粒子の研究の進展にどう貢献するかについて明らかにしていきます。

### 3. 「イメージング」を実現する分析技術 9月17日(木) 午前・A会場

オーガナイザー：北川慎也（名工大）

物質の空間分布を可視化するイメージング手法は、分光分析、電気化学分析、質量分析など様々な分析手法に基づいています。近年、多くの分野でイメージング手法の重要性は増えています。本主題では、最新の様々なイメージング手法、および、得られたイメージから適切に有効な情報を得るための最新の方法に関する講演と討論を行います。

#### 4. 高山フォーラム20周年記念シンポジウム 9月17日(木) 午前・B会場

オーガナイザー：巽広輔（信州大）

中部支部では2001年より「高山フォーラム」という交流会を行なってきました。本フォーラムは、通常の学会発表とは異なる、ユニークで形式にとられない学术交流の場の創作を目指しています。20周年となる今年、本フォーラムのかつてのコアメンバーに集まっていただき、いままでの活動を振り返りつつ、今後どのように展開していくか考えてみたいと思います。支部活動のあり方について考える良い機会と思いますので、中部支部以外の参加者も歓迎します。

#### 5. 授業「分析化学」の実践内容を紹介します 9月18日(金) 午前・A会場

オーガナイザー：石田康行（中部大），手嶋紀雄（愛工大），リムリーワ（岐阜大）

分析化学の授業づくりにおいて、ほかの先生方はどのような工夫を講じているのか？あるいは、どういったツールを導入し、活用しているのか？他人の授業を見る機会は限られていますので、そうした情報はなかなか共有されないものです。本シンポジウムでは、各講師の先生方が実際に授業で採り入れているアイデアやツールを紹介頂き、その実践内容について話題提供して頂きます。さらに、それらの話題を呼び水として、より良い分析化学の授業づくりに向けて会場内で議論します。

#### 6. 分析化学・またその関連領域をリードする若手研究者シンポジウム

9月18日(金) 午後・A会場

オーガナイザー：唐島田龍之介（東北大），森岡和大（東薬大），  
植松宏平（福井県大），北隅優希（京大）

分析化学会では若手研究者による活発な研究活動が広く行われています。そのため若手研究者の発表機会の場を増やすこと、また若手研究者間での学术交流の場を設けることは大変意義あることと思われまます。そこで本シンポジウムでは、分析化学・またその関連領域において、アクティブにご活躍されている若手研究者による研究発表・学术交流の場を設けることといたしました。このシンポジウムを通じて、分析化学に関する先端の学術的知見を広めるとともに、若手研究者間の交流および研究のさらなる活性化を目指します。

## 船底に付着する生物の着生のきざしを捉える

【講演番号】 E1012 【講演日時】 9月16日（水）14:30～14:45

【講演タイトル】 船体付着生物の微量アミノ酸分析法による定量と防汚塗料に与える影響

【概要】 船体に付着する生物は船の摩擦抵抗を増大させるとともに、船体と移動して生態系に影響を及ぼすため、亜酸化銅などの防汚剤を含む塗料を用いて生物付着を防いでいる。防汚塗料を塗布しても生物付着が進展することがあるが、これは塗膜表面に付着したバクテリアスライム層が、防汚剤の溶出を妨げることによるものと予想されていた。本研究では、超高感度アミノ酸組成分析法で、塗膜表面上に発生した初期のスライム層に含まれる極微量のタンパク質を定量することで、塗膜への生物の着生のきざしを捉えることができた。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 海技研<sup>1</sup>・理研<sup>2</sup>

○益田 晶子<sup>1</sup>・堂前 直<sup>2</sup>・安藤 裕友<sup>1</sup>

東京都三鷹市新川 6-38-1, 電話 0422-41-3013, masuda@m.mpat.go.jp

大型船の喫水線より下部は一般的に赤く塗られている。これは、亜酸化銅を主成分とする防汚剤の色である。赤い塗料は、バクテリア類、アオノリといった植物類、カキやフジツボといった動物類が船底に付着し、船の摩擦抵抗を増大させたり、国境を跨いで移動し生態系に影響を及ぼすのを防いでいる。特に、一番始めに付着するバクテリアをスライム層と呼ぶ。これが形成されると防汚剤が溶け出すのを妨げ、さらなる生物付着を進めると考えられている。しかしこれまで、目に見えない初期スライム層の進行を調べることが出来なかったため、スライム層形成と生物付着の促進についての関係は明らかではなかった。そこで本研究では、スライム層中のタンパク質の量を分析し、付着生物の「着生のきざし」を捉えることにした。そのため極微量のタンパク質

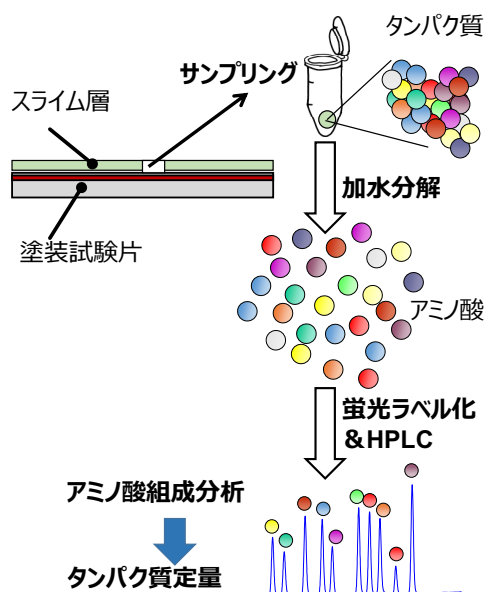


図1. 超高感度アミノ酸組成分析法を用いたスライム層中の極微量タンパク質の定量

でも定量することができる超高感度アミノ酸組成分析法を用いた（図1）。スライム層形成と防汚効果の関係を確認するため、船舶が航行しているのと同程度の条件で45日間程度曝した塗装試験片で、船の停泊中を模擬した静置浸漬試験を行った。その結果、一定量の防汚剤が含まれていても、静置浸漬によって付着タンパク質量が増えることがわかった。これは停泊中に生物付着が進行することを示唆している。また、防汚剤が溶け出す速度を計測したところ、付着タンパク質量が増えると速度が低下した。すなわち、スライム層付着によって防汚剤の溶け出しが抑えられることが明らかになり、これが生物付着メカニズムの初期ステップであることがわかった。

## 体内で鉛を結晶化する微生物

【講演番号】 G3013 【講演日時】 9月18日（金）16:30～16:45

【講演タイトル】 河川から単離した鉛耐性微生物による鉛ナノ化機構の解明

【概要】 有害な重金属を微生物によって結晶化し環境から除去する手法が期待されている。本研究では、有用だが有毒である鉛を体内でナノ結晶化する微生物 KKY-29 を単離し、その鉛除去能と菌体内での結晶合成機構の解明を試みた。KKY-29 は菌体内で鉛を炭酸塩やリン酸塩のナノ結晶とすることによって毒性を除いており、50  $\mu\text{M}$  の鉛溶液から 90%以上の鉛を除去する能力を持つことが示された。さらに、菌体成分から鉛と結合する物質と考えられる画分を取得することに成功した。今後、さらなる機構解明と鉛回収技術への展開が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 東大院農

○加藤 由悟・山本 利義・鈴木 道生

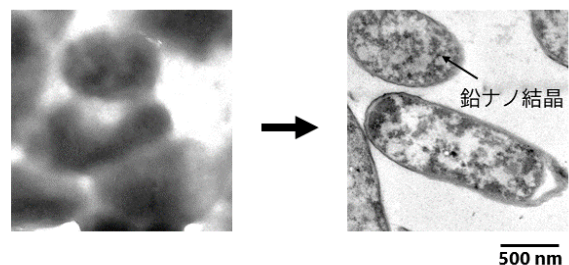
東京都文京区弥生 1-1-1, 電話 03-5841-5156, amichio@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

鉛は加工が容易であることから古来より人類に利用され、現在も有用性の高い金属の一つである。一方で中毒性も知られており、環境中への鉛排出や健康被害が問題となっている。本研究では鉛耐性を持ち、鉛の結晶を体内に合成する微生物を環境中より発見し、そのメカニズムの解明を目指した。

生物にとって有害である重金属を結晶化することで毒性を除去する微生物が存在することが知られている。本研究では廃鉱山流域にてサンプリングを行い、高濃度の鉛存在下でも生育する微生物 KKY-29 株を単離した。KKY-29 は *Pseudomonas koreensis* と近縁であり、X線回折により、水白鉛鉱（炭酸鉛）および緑鉛鉱（リン酸鉛）として菌体内に鉛のナノ結晶を合成することが分かった。KKY-29 は 50  $\mu\text{M}$  という環境基準値を超える鉛溶液から 90%以上の鉛を除去し、菌体内に蓄積することが可能であり、環境中からの鉛除去に期待ができる。

炭酸鉛・リン酸鉛が合成されていることから、KKY-29 がリン酸の遊離や pH の調整を行い、さらに鉛イオン結合物質を生成していると考えられる。高速液体クロマトグラフィーならびに Native-PAGE による菌体成分の分離ならびに ICP-MS を用いた鉛濃度測定を行い、鉛結合物質と考えられる画分を取得することに成功した。

以上のように、鉛を菌体内に沈着する KKY-29 株を発見したが、さらにメカニズムを解明することにより、鉛を高付加価値化して回収する技術の開発につながると考えられる。



KKY-29 株の電子顕微鏡像

(左：鉛添加前、右：鉛添加後)

菌体内に粒子が沈着していることがわかる

## ミジンコ 1 個体が食べたマイクロプラスチックを分析

【講演番号】 E1011 【講演日時】 9月16日（水）14:00～14:15

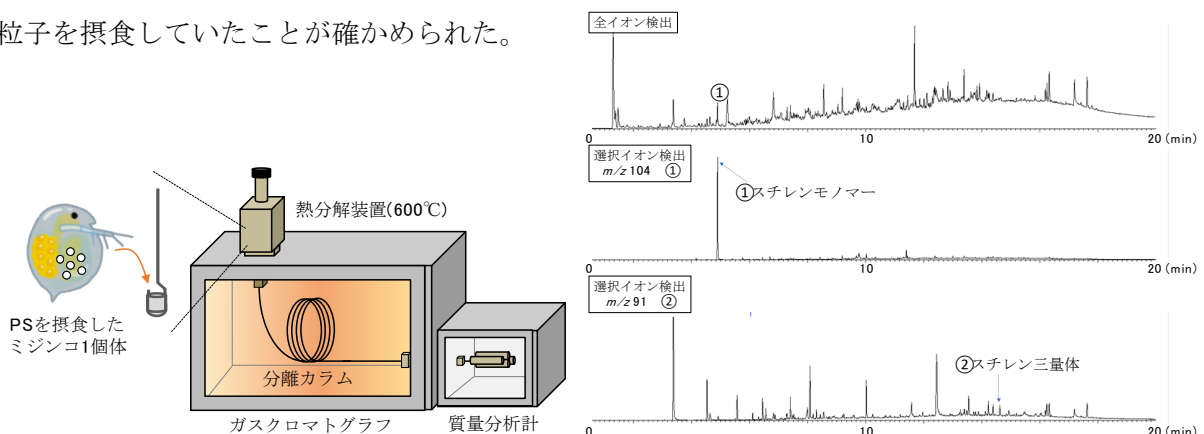
【講演タイトル】 プランクトン 1 個体に摂食されたマイクロプラスチックの熱分解 GC/MS による分析

【概要】 マイクロプラスチックとは、海洋に流出したプラスチックが紫外線や摩擦などの働きによって大きさ 5 mm 以下となったプラスチックの微粒子である。海洋中の微小生物がこれを取り込むことで、食物連鎖による濃縮が懸念されている。微小生物によるマイクロプラスチックの取り込みの様子などを調べる必要があるが、微小生物 1 個体中のプラスチック量はごくわずかなため従来の方法では分析が困難で、詳細はまだ分かっていない。本研究では、微小生物が取り込んだマイクロプラスチックの分析に熱分解ガスクロマトグラフィー質量分析法を適用することを試みた。その結果、ミジンコ 1 個体に取り込まれたポリスチレン粒子を分析できた。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 名工大<sup>1</sup>・海洋大<sup>2</sup>・中部大<sup>3</sup>・紀本電子<sup>4</sup>

○中野 里咲<sup>1</sup>・大谷 肇<sup>1</sup>・田中 祐志<sup>2</sup>・石田 康行<sup>3</sup>・紀本 岳志<sup>4</sup>・Ridvan Kaan Gürses<sup>2</sup>  
愛知県名古屋市昭和区御器所町，電話 052-735-7911，ohtani.hajime@nitech.ac.jp

近年、海洋などに流出したプラスチック材料から生成した、大きさ 5 mm 以下のマイクロプラスチック（MPs）による生態系や環境への影響が懸念されているが、その動態についてはまだ十分には解明されていない。例えば、海面付近で浮遊している MP 量が、環境中へのプラスチックの流出量から想定される量よりも桁違いに少ないことが指摘されており、その原因の 1 つとして、微小生物による摂食が考えられる。しかし、各微小生物個体に摂食される MP 量はごくわずかな上、それを単離することが困難であるため、その分析は大きな課題であった。そこで本研究では、微小生物から MPs を単離することなく、高感度に測定できる熱分解ガスクロマトグラフィー質量分析法（Py-GC-MS）を用いて、プランクトン 1 個体に摂食された MPs を分析することに挑戦した。その結果、モデルサンプルの測定により最適化した分析条件で、ポリスチレン（PS）粒子（粒径 10 μm）と共に培養させたミジンコ 1 個体の測定を行ったところ、約 120～200 個の PS 粒子を摂食していたことが確かめられた。



本研究で使用した Py-GC-MS の装置図および PS を摂食したミジンコ 1 個体の測定結果

## 日々の暮らしがもたらす河川水中のレアメタル量の変化を追う

【講演番号】 H1013 【講演日時】 9月16日（水）15:00～15:15

【講演タイトル】 都市域河川水中レアメタルの広域濃度分布測定と潜在的人為汚染調査

【概要】 レアメタルは地球上の存在量が少ないが、医薬品や工業製品などさまざまな用途で使用されている。私たちの生活に不可欠な元素となっているが、これらの元素が下水に排出されると、下水処理では完全に除去されずに環境水中に放出される。そこで、都市域を流れる河川水を様々な地点で採取し、レアメタル元素47種の濃度を測定した。これらの元素は現状、環境基準値以下のレベルであった。ただし元素によっては、下水処理放流水流入前後で40倍の濃度差があるものもあった。今後も定期的に分析し、状況把握をしていく必要がある。

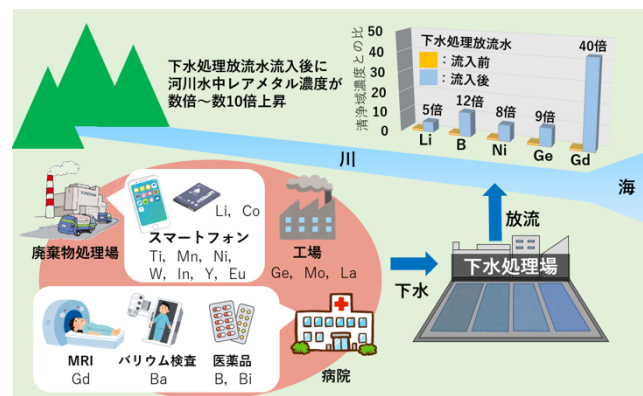
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 麻布大院環境保健<sup>1</sup>・麻布大生命環境<sup>2</sup>・麻布大獣医<sup>3</sup>

○八井田 朱音<sup>1</sup>・大塚 理子<sup>1</sup>・近藤 紘昌<sup>1</sup>・山田 安咲紀<sup>2</sup>・中野 和彦<sup>2</sup>・関本 征史<sup>2</sup>・  
松井 久美<sup>3</sup>・伊藤 彰英<sup>2</sup>

神奈川県相模原市中央区淵野辺 1-17-71, 電話 042-769-1867, a-ito@azabu-u.ac.jp

レアメタルは、世界共通の定義はないが、経済産業省の定義では希土類元素を含む31種(47元素)を対象としている。レアメタルのうち、MRI造影剤由来とされるガドリニウム(Gd)では、国内外の都市域河川水において濃度異常の報告が多数ある<sup>1)</sup>。一方、Gd以外のレアメタルでは、液晶画面に使用されるインジウム(In)など、一部の元素で河川水中での濃度変動の報告があるものの、体系的な検討は行われていない。近年、ハイテク産業によるレアメタルの使用量が急増しており、人為的な環境汚染も懸念されているため、現在の河川水の状況を把握する必要がある。本研究では、ICP-MS(誘導結合プラズマ質量分析法)による多摩川などの都市域河川水中のレアメタルの広域濃度分布測定を行い、潜在的な人為汚染の状況を調査した。広域濃度分布測定の結果、いずれの河川水試料でも、 $0.1 \text{ ng L}^{-1}$ (水1L当たり10億分の1g)から $0.1 \text{ mg L}^{-1}$ までの濃度範囲のレアメタル46元素を定量することができた。多摩川では、下水処理場の下流で、リチウム(Li)、ホウ素(B)、チタン(Ti)、マンガン(Mn)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、ゲルマニウム(Ge)、モリブデン(Mo)、バリウム(Ba)、イットリウム(Y)、ランタン(La)、Gd、タングステン(W)、ビスマス(Bi)について、清浄域の数倍～数十倍以上の濃度上昇が定常的に観測された。これらの元素は環境基準値以下の濃度レベルだが、今後増加し、水道水源になり得る河川水に影響を与える可能性がある。今後定期的に分析を行い、潜在的な人為汚染の状況を確認する必要がある。

1) 八井田ら, 分析化学, **69**, 341-350 (2020).





## 水に溶けている二酸化炭素ガスセンサーの開発

【講演番号】 H1004 【講演日時】 9月16日（水）09:45～10:00

【講演タイトル】 赤外光導波路センサーによる水中溶存CO<sub>2</sub>の定量

【概要】 二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)による地球温暖化問題を解決するには、原因物質であるCO<sub>2</sub>ガスの地球表層における動きを把握することが重要である。その中でCO<sub>2</sub>ガスの海洋への溶解は重要な過程である。海洋に溶解したCO<sub>2</sub>ガスは水と反応して炭酸水素イオン(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)と炭酸イオン(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>)になり平衡状態となる。これらの合計である全炭酸は測定可能であるが、溶解しているCO<sub>2</sub>ガス濃度を測定することは困難であった。本研究では、CO<sub>2</sub>ガスだけが透過できる疎水性膜で覆われたサファイア棒を海水に浸け、その棒に赤外線を通すと膜内に移動したCO<sub>2</sub>が赤外線を吸収することを見出した。それを利用した溶存CO<sub>2</sub>ガス濃度を測定するセンサーの開発に成功した。

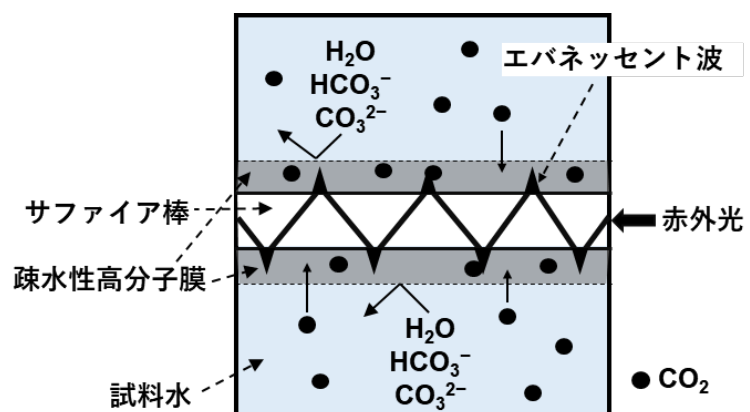
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 神戸大院海事<sup>1</sup>・神戸国際海事研究センター<sup>2</sup>・

紀本電子工業（株）<sup>3</sup>

○堀田 弘樹<sup>1,2</sup>・孟 広治<sup>1</sup>・谷嵐 正之<sup>1</sup>・角田 欣一<sup>2</sup>・紀本 岳志<sup>3</sup>

兵庫県神戸市東灘区深江南町 5-1-1, 電話 078-431-6343, hotta@opal.kobe-u.ac.jp

昨今、大気中の二酸化炭素濃度の増加と地球温暖化の関連が取り沙汰されている。これと同時に、大気中二酸化炭素の海洋への溶解、それに伴う海洋の酸性化も注目されている。我々は、水中に溶存した二酸化炭素ガスの濃度をモニターするための新たな測定手法の開発を進めてきた。水中に溶解した二酸化炭素ガスは、水と反応し、重炭酸イオン（HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>）、炭酸イオン（CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>）との間で平衡状態となる。一般的にこれらの総濃度（全炭酸）は測定できるが、二酸化炭素ガス成分のみを測定することは容易ではない。我々は二酸化炭素が赤外線を吸収することに着目し、水中に溶存した二酸化炭素ガスを選択的に検出できる手法を開発した。その検出の原理を図に示す。試料水の中に、疎水性で、かつガス透過性を持つ高分子膜を被覆したサファイア棒を挿入する。高分子膜が疎水性であるため水は浸みこんでこないが、二酸化炭素ガスは膜内に侵入することができる。このときサファイア棒の端から赤外光を入れたら、赤外光は全反射を繰り返しながらサファイア棒内を透過し、全反射の際にわずかに浸みだす赤外光（エバネッセント波）が生じる。高分子膜内にしみこんだ二酸化炭素ガスがこのエバネッセント波を吸収することで、二酸化炭素ガスの検出・定量ができる。水分子と同様、イオン類も膜内に侵入できないため、水中溶存二酸化炭素ガス成分のみを、選択的に検出・定量することができる。



## スマートフォンを「手軽な分析機器」に変えて重金属をはかる

【講演番号】 E1015 【講演日時】 9月16日（水）15:30～15:45

【講演タイトル】 均一液液抽出・スマートフォンを融合したオンサイト定量分析システムによる工業材料に対する実用性評価

【概要】 溶液に含まれる重金属の濃度を測定する手法として、重金属錯体として高倍率に抽出する手法と、スマートフォンのカメラ機能とを融合させた分析システムを構築した。抽出試料をスマートフォン付属のカメラで撮影して、抽出により生成した液体析出相における重金属錯体の色強度の情報を得ることで重金属濃度を測定することが可能となった。従来あるポータブル分析機器による分析法と比較して、高感度かつ安定的に定量できることが確認された。位置情報の取得機能を合わせて用いることで、オンサイト定量分析システムへの発展が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 物質・材料研究機構<sup>1</sup>・富山高専<sup>2</sup>・茨城県産技セ<sup>3</sup>

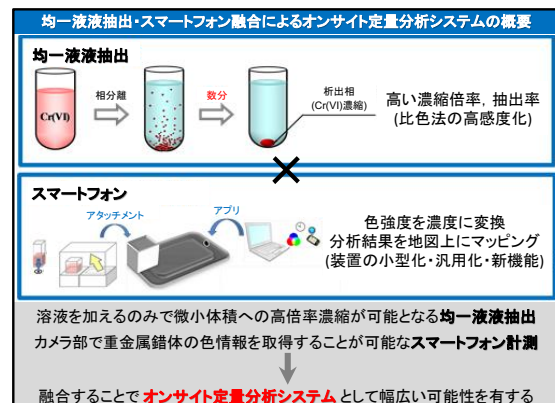
○加藤 健<sup>1</sup>・間中 淳<sup>2</sup>・安藤 亮<sup>3</sup>

茨城県つくば市千現 1-2-1, 電話 029-859-2632, KATO.Takeshi@nims.go.jp

工業材料への高機能付与のため、重金属をはじめ様々な元素が活用されている。重金属は一定濃度を超えると人体に悪影響を及ぼすため、各項目で水質基準等が設定され、適切な管理が求められる。また分析に対する要求は高く、低濃度までの計測が求められ、ICP 発光分析等の機器分析による評価が行われている。一方、濃度管理の導入および維持コスト抑制のため、簡易目視計測等が現場での計測に広く用いられるが、低濃度の評価が困難である課題が残されている。

講演者らは、溶液を加えるのみで高倍率濃縮が可能な均一液液抽出、スマートフォンで撮影した重金属錯体の色情報・色強度から濃度を評価する迅速計測を融合したオンサイト定量分析システムを考案した(下図)。この方法は、約 200  $\mu\text{L}$  の微小体積の液体析出相に濃縮した重金属錯体等の色情報・色強度を検出することで重金属等を定量する。世界中に普及するスマートフォンを用いた本システムは、誰にでも扱いやすく環境モニタリング等幅広い用途が期待される。また、本方法は分析法のスムーズさに加えて GPS や地図機能を活用したマッピング機能といったこれまでの分析装置にない新しい機能を有する手法でもある。

本研究ではクロメート処理された工業材料中の 6 価クロムに対して、ポータブル分光光度計と比較した実用性評価を行った。ポータブル分光光度計のような現場計測のための手法と比較して、本システムは高感度に安定して定量できることが確認された。工業材料の実サンプルにおいて、微量(ppb レベル)の計測が可能となり、本システムの実用性が示された。



## 高効率の水素生成光触媒の開発に成功

【講演番号】 Y2028 【講演日時】 9月17日（木）11:30～12:30（ポスター発表）

【講演タイトル】 炭素修飾窒化炭素ナノシートの合成とその可視光水素生成活性

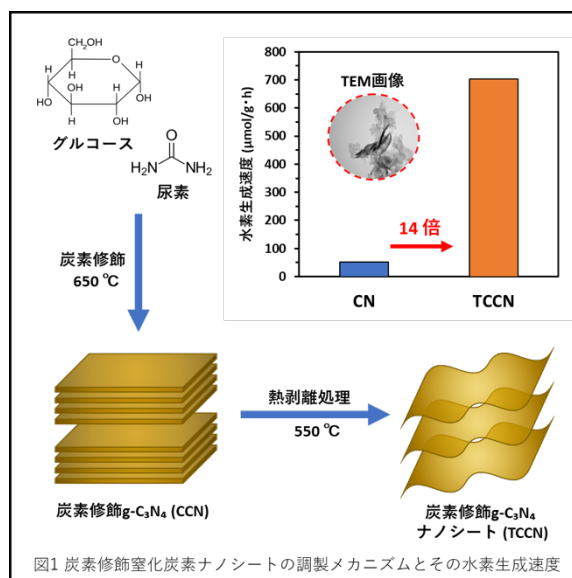
【概要】 二酸化炭素を排出しないゼロ・エミッションの観点から、太陽光、特に可視光からエネルギーを取り出すことが期待されている。水素は燃やして大きなエネルギーを取り出すことができ、しかも排出されるのは水のみなので環境負荷の少ない燃料として注目を集めている。メタルフリーの光触媒であるグラファイト状窒化炭素 ( $g-C_3N_4$ ) は、その安定性、可視光応答性から、環境負荷の少ない水素生成用触媒として期待されているが、電子-正孔対の再結合の速さと低い比表面積が実用化への障害となっていた。発表者らは、 $g-C_3N_4$  の炭素修飾による電子構造の改善、および熱剥離処理によるナノシート化により上記それぞれの問題点の改善を試みた。その結果、従来の  $g-C_3N_4$  に比べてその水素生成速度を約 14 倍に向上させることに成功した。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 三重大院工<sup>1</sup>・三重大国際環境教育研究セ<sup>2</sup>

○桑原 周平<sup>1</sup>・立石 一希<sup>2</sup>・勝又 英之<sup>1</sup>・古川 真衣<sup>1</sup>・金子 聡<sup>1,2</sup>  
三重県津市栗真町屋町 1577, 電話 059-231-9647, [tateishi@gecer.mie-u.ac.jp](mailto:tateishi@gecer.mie-u.ac.jp)

近年、化石燃料の代わりとして、水素が注目を集めている。しかし、現状確立されている水素生成法は、コストの高さや温室効果ガスの放出といった課題がある。本研究で取り扱う光触媒性水素生成法は光・水・光触媒のみで水素を生成できるため、簡便で環境に優しい方法として期待が出来る。そのため、実用化に向けて高活性で環境負荷が少ない光触媒の開発が求められる。メタルフリー光触媒のグラファイト状窒化炭素( $g-C_3N_4$ )は化学的・熱的に安定でかつ無毒であり、可視光応答性を示すため、近年注目を集めている。しかし、光生成電子正孔対の高い再結合速度と低い比表面積が  $g-C_3N_4$  の光触媒活性を制限している。そこで本研究では、炭素修飾による電子構造改善と、熱剥離処理でのナノシート形成による表面積増加を組み合わせ、上記の二つの課題を解決した炭素修飾  $g-C_3N_4$  ナノシート(TCCN)を調製し、光触媒性水素生成効率の向上を図った。

TCCN は  $g-C_3N_4$  特有の構造は維持しつつ、純粋な  $g-C_3N_4$  に比べ、光吸収特性、光生成電子正孔対の再結合の抑制、比表面積が大幅に向上し、水素生成速度は約 14 倍であった。また、TCCN の透過型電子顕微鏡 (TEM) 画像からナノシート状の構造が確認された。これは、炭素修飾を行ったまま熱剥離処理によるナノシート構造への形態変化に成功したことを示した。本研究はメタルフリー光触媒性水素生成のための窒化炭素ベースの高効率光触媒を調製する方法を提供する。



## インフルエンザウイルス一粒子ごとの「個性」を分析する

【講演番号】 D1003 【講演日時】 9月16日（水）09:45～10:00

【講演タイトル】 生体粒子・分子の活性を個別かつ多条件下で評価可能な多次元デジタルバイオアッセイの開発

【概要】 インフルエンザウイルスが粒子ごとに個性を持ち、それが感染のメカニズムや薬剤耐性にも重要な役割を果たすことが分かりつつある。発表者らはこれまでに、1/1000 mm サイズの微小容器にインフルエンザウイルスを一粒子ずつ閉じ込めて検出する技術を開発している。この技術は、スマートフォンを検出器としたコンパクトで高感度な迅速検査法として臨床現場への応用が進められている。本研究では、インフルエンザウイルス粒子を閉じ込めた容器内の溶液を交換し、感染に関わる活性をさまざまな条件で測定する技術を開発した。そして、粒子ごとに治療薬の効きやすさが異なることを初めて明らかにした。感染メカニズム解明への貢献が期待される。

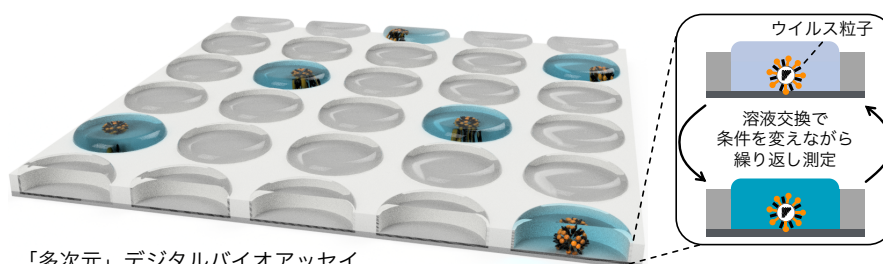
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 東大院工

○本田 信吾・田端 和仁・皆川 慶嘉・野地 博行

東京都文京区本郷 7-3-1 工学部 3号館 6B03, 電話 03-5841-7252, ktabata@smb.t.u-tokyo.ac.jp

私たち人間が一人ひとり違った個性を持つ存在であることに、誰も異論はないだろう。しかし、「インフルエンザウイルスも粒子ごとに個性がある」と聞いたらどうだろうか。実は近年、インフルエンザウイルス粒子がさまざまな面で個性を持ち、それが感染のメカニズムそのものや、治療薬の効きにくい耐性ウイルスの出現にも重要な役割を果たすことが明らかになりつつある。こうした粒子ごとの個性を捉えるにはウイルス粒子を単離し各種測定を行うことが不可欠だが、既存の測定技術で個別の粒子を調べることは困難で、集団に対する情報しか得られない。私たちは以前、 $\mu\text{m}$  (1 mm の 1/1000) サイズの微小容器を基板上に数十万個並べ、そこに測定対象を一つひとつ閉じ込めることで、個別に性質を調べられるデジタルバイオアッセイという技術を開発した。これを応用し、インフルエンザウイルスの一粒子検出に成功している。しかしこの手法では、容器内の溶液を交換できないために一つのウイルス集団に対し一回しか測定できず、得られる情報が著しく限られる。例えば治療薬の効きやすさを調べるには、治療薬の濃度を変えて測定を繰り返さなければならない。そこで本研究では、測定対象を容器に固定し、閉じ込めの方法を工夫することで、溶液交換可能な「多次元」デジタルバイオアッセイを開発した。そしてあるインフルエンザウイルスにおいて、粒子ごとに治療薬の効きやすさが異なることを初めて明らかにした。

私たちはこの技術で酵素一分子の測定にも成功しており、今後さまざまな生体粒子・分子への展開が期待できる。



## がん細胞の可視化と副作用の少ない治療を実現する技術

【講演番号】 H2001 【講演日時】 9月17日（木）09:30～09:45

【講演タイトル】 がん光熱療法を志向した近赤外吸収ジラジカル白金錯体の細胞内分光イメージングとがん細胞殺傷効果

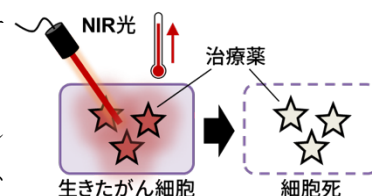
【概要】 近赤外（NIR）光を吸収して発熱する薬剤を用いてがん細胞を殺傷する光熱療法は、副作用が少なく生体深部まで治療できることから新たな治療法として注目されている。発表者らは、がん細胞内のみで NIR 光を強く吸収する薬剤を合成した。この薬剤は吸収した NIR 光を効率よく熱エネルギーに変換するために、エネルギーのロスとなる蛍光を発生しない構造にしている。そのため、がん細胞内の薬剤分布の蛍光観察ができないことが課題であった。本研究では、NIR の吸収スペクトルの分布を可視化するハイパースペクトルイメージングに着目し、細胞内の薬剤分布の画像化に成功した。NIR 照射による細胞の死滅も確認でき、生体ダメージの少ない NIR 光によるがんの診断と治療を一体化する技術（セラノスティクス）の実現が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 東北大院環境

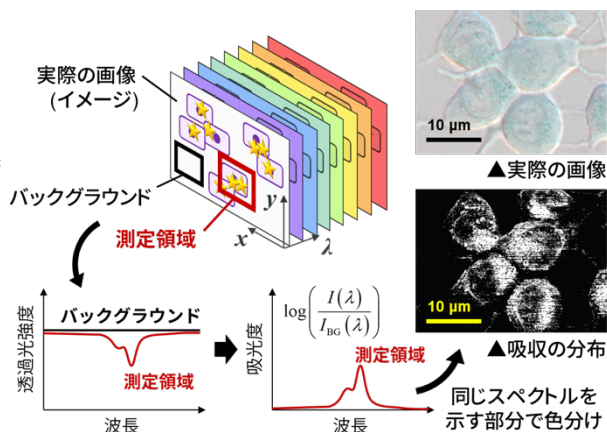
○澤村 瞭太・鈴木 敦子・壹岐 伸彦

宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-07, 電話 022-795-7221, iki@tohoku.ac.jp

近年新たながん治療として、近赤外（NIR）光を吸収して発熱する治療薬を用いてがん細胞を殺傷する光熱療法が注目されている。周辺組織を傷つけずに生体深部まで届く NIR 光と、NIR 光を吸収して初めて薬効を発現する治療薬の特徴から、光熱療法は副作用が少なく患者の負担軽減に繋がると期待される。我々は新たな治療薬として、疎水性環境でのみ NIR 光を強く吸収するジラジカル白金錯体を合成した。本錯体は非蛍光性で、吸収した NIR 光のエネルギーを理論上全て熱に変換できると考えられる。一方で、がん細胞内での錯体の分布を通常の光学顕微鏡で観察するのは不可能である。



本研究では、スペクトル情報を持つ画像が得られるハイパースペクトルイメージングに着目し、細胞内の錯体由来の NIR 吸収を画像化した。錯体の細胞導入が確認できたため、NIR レーザー光を錯体含有細胞へ照射したところ、照射範囲内に死細胞が観察された。NIR 光を吸収した錯体が発熱し、細胞が死滅したといえ、本錯体の光熱療法薬としての可能性が確かめられた。



## 腫瘍細胞を目視で確認する技術を開発

【講演番号】 E1001 【講演日時】 9月16日（水）09:00～09:15

【講演タイトル】 核酸の連鎖的鎖交換反応を利用したシグナル増幅型腫瘍細胞検出法の開発

【概要】 腫瘍細胞にある「目印」に対して特異的に結合する抗 EpCAM（上皮細胞接着分子）核酸アプタマーを利用し、発光シグナルを増幅させて腫瘍細胞を高感度に検出する方法を開発した。アプタマーにはシグナル増幅反応を開始する合図となる「タグ」配列が連結されており、二本鎖 DNA を添加した際に生じるトリガー（開始剤：遊離した一本鎖 DNA）により、核酸の連鎖的鎖交換反応により発光シグナルが増幅する。この方法で、がん患者から採取された血中の腫瘍細胞に基づく発光を目視で確認できた。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 熊本大院先端<sup>1</sup>・(株)オジックテクノロジーズ<sup>2</sup>・熊本大院生命<sup>3</sup>

○北村 裕介<sup>1</sup>・工藤 悠暉<sup>1</sup>・勝田 陽介<sup>1</sup>・中島 雄太<sup>1</sup>・安田 敬一郎<sup>2</sup>・熊本 清太郎<sup>2</sup>・岩槻 政晃<sup>3</sup>・馬場 秀夫<sup>3</sup>・中西 義孝<sup>3</sup>・井原 敏博<sup>1</sup>  
熊本市中央区黒髪 2-39-1, 電話 096-342-3872, ykita@kumamoto-u.ac.jp

固形腫瘍の多くは、自身の細胞膜上に EpCAM（上皮細胞接着分子）という膜タンパクを高発現している（1細胞あたり約 40 万個以上）。本研究では、これを腫瘍細胞に特徴的な「目印」とする。この「目印」に対し特異的に結合する抗 EpCAM 核酸アプタマーを利用し、腫瘍細胞上で発光シグナルを増幅する反応を動作させれば、腫瘍細胞を高感度に検出できると考えた。図 1 に示すとおり、アプタマーにはシグナル増幅反応を開始する合図となる「タグ」配列を連結した。そこに特定の二本鎖 DNA を加えると、その二本鎖 DNA の片方の一本鎖と「タグ」が鎖交換反応を起こし、結果、他方の一本鎖 DNA が溶液中に遊離する仕組みとした。図 2 に示すとおり、この一本鎖がトリガー（開始剤）となり、DNA サーキットとよばれる等温下で自発的に進行する核酸の連鎖的鎖交換反応のサイクルにより、発光シグナルが増幅する設計とした。

培養細胞を用い、DNA サーキットの諸条件を最適化した後、転移の主因と考えられている血中の腫瘍細胞をがん患者から採取し、同様な実験を行ったところ、目視にて確認できる発光を得ることができた。

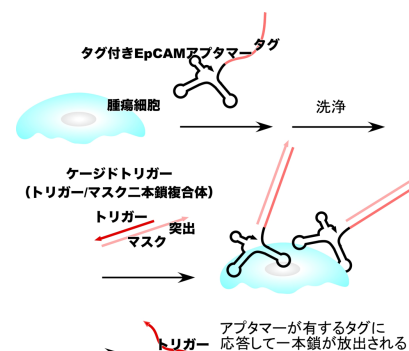


図 1. タグ付き EpCAM アプタマーを利用した腫瘍細胞上での特異的なトリガー（シグナル増幅反応開始剤）の放出。

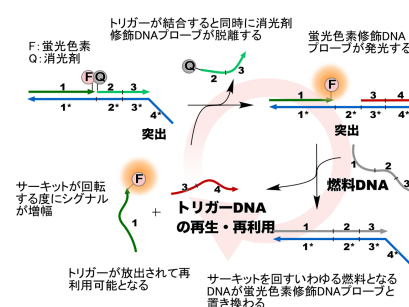


図 2. 腫瘍細胞から特異的に放出されたトリガーをきっかけとして動作するシグナル増幅反応 (DNA サーキット)。

## 尿をかけるだけで腎機能低下を検知できる電気化学センサ

【講演番号】 G1008 【講演日時】 9月16日（水）13:45～14:00

【講演タイトル】 酵素反応と有機金属構造体を用いる日常の排尿から腎機能低下を検知可能な電気化学尿タンパクセンサ

【概要】 日常的に尿タンパクを検査することができれば、腎疾患の早期発見につながる。そこで、尿をかけるだけで尿タンパクを検出できる電気化学センサが開発された。電気化学センサでは、プロテアーゼによりタンパク質を加水分解させ、遊離したアミノ酸中のグルタミン酸をグルタミン酸オキシダーゼ及びプルシアンブルーを用いて検出する。二つの酵素反応を組み合わせるため、予期しない副反応が生じやすかったが、内部空間を有する多孔質体である有機金属構造体内に一方の酵素を封入することで、副反応を抑制している。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 東北大院環境<sup>1</sup>・東北大院工<sup>2</sup>・東北大学際研<sup>3</sup>・

東北大イノベセンター<sup>4</sup>

○伊藤 健太郎<sup>1</sup>・井上（安田）久美<sup>1</sup>・三浦 翼<sup>1</sup>・伊野 浩介<sup>2</sup>・梨本 裕司<sup>2,3</sup>・

末永 智一<sup>4</sup>・珠玖 仁<sup>2</sup>

宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1, 電話 022-752-2209, kumi.inoue.b3@tohoku.ac.jp

腎疾患の早期発見には日常的な尿タンパク検査が有効である。そこで我々は、尿をかけるだけで尿タンパクを測定可能なシステム基盤構築を目的として、電極上にタンパク質を加水分解する酵素であるプロテアーゼ、グルタミン酸を酸化する酵素であるグルタミン酸オキシダーゼ、過酸化水素を電気化学検出するための仲介役であるプルシアンブルーを修飾し、プロテアーゼによるタンパク質の加水分解により遊離したアミノ酸中のグルタミン酸を、グルタミン酸オキシダーゼ及びプルシアンブルーを用いて電気化学検出可能なセンサ開発を行ってきた (Fig. 1)。しかし、電極上に修飾したプロテアーゼがグルタミン酸オキシダーゼも分解するため、本研究ではグルタミン酸オキシダーゼの保護を目的として、内部空間を有する多孔質体である有機金属構造体内にグルタミン酸オキシダーゼの封入を検討した。

電極上にプロテアーゼ、グルタミン酸オキシダーゼ封入有機金属構造体、プルシアンブルーを修飾することで、尿中に最も多く含まれるタンパク質であるアルブミンの電気化学検出に成功した。しかし、測定には修飾電極を30 min 溶液に浸漬させる必要があり、この間にプルシアンブルーが溶液中に溶出するため、センサの繰り返し使用が難しい。今後、より安定な仲介分子を用いることで、日常におけるさりげない尿タンパクセンシングシステムの実現が期待できる。

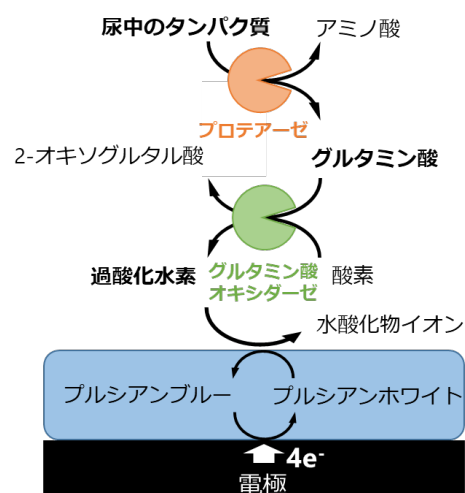


Fig. 1 センサ原理

## 透析治療を支える尿素センサーの開発

【講演番号】G1007 【講演日時】9月16日（水）13:30～13:45

【講演タイトル】銀イオンを担持したゼオライト/カーボンペースト電極による尿素の非酵素型電気化学的センサーの開発

【概要】身体中の反応で生じる代表的な老廃物が尿素である。人工透析排液中の尿素的濃度は、透析効率の指標となるため、迅速な定量が必要である。ウレアーゼを用いた酵素センサーは寿命が短いことや測定条件に応じて値が大きく変動するため、実用化に至っていない。本研究では、銀イオンを担持したゼオライトをカーボンペーストに練りこむことで、簡便かつ高感度な尿素センサーを開発した。尿素的吸着触媒酸化に伴う電流が濃度に比例し、応答時間は10秒以内であった。共存するグルコース、尿酸及びアスコルビン酸は応答せず、尿素に対して高い選択性を示した。本センサーは、連続モニタリングを行う上での実用化が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】信州大院理工<sup>1</sup>・信州大理<sup>2</sup>・カイジョー(株)<sup>3</sup>

○ZHANG QIRAN<sup>1</sup>・依田 佑司<sup>2</sup>・若宮 雅紀<sup>3</sup>・副島 潤一郎<sup>3</sup>・金 継業<sup>2</sup>

長野県松本市旭3-1-1, 電話 0263-37-2475, jin@shinshu-u.ac.jp

人工透析は、腎臓の代わりに人工腎臓のフィルターを介して、血液から老廃物を取りのぞく治療法である。尿素は、食物や体タンパクの分解により生じるアンモニアが、肝の尿素サイクルに入ることにより産生され、代表的な老廃物として知られている。透析排液中の尿素的定量は、透析効率の評価の指標となるため、迅速に定量できる分析機器の開発が求められる。電気化学センサーとして、ウレアーゼを用いた酵素センサーがよく知られているが、この方法は選択性が高いという利点の反面、変性失活しやすいためセンサーとしての寿命が短いことが解決すべき課題である。また温度やpHに強く依存してしまうため、実用化に至っていないのが現状である。

発表者らはこれまで、種々の貴金属酸化物が尿素的電気化学的酸化反応に対して触媒として機能することに注目して、尿素的新規電気化学検出法の開発に関わる基礎研究を進めてきた。そこで本研究では、選択性を向上させることを目的として、銀イオンを担持したゼオライトをカーボンペーストに練りこむことで、酵素を使わない、簡便かつ高感度な尿素センサーの開発を成功した。強塩基性の支持電解質溶液中において、この電極上における尿素的吸着触媒酸化挙動が見い出され、それに伴う触媒電流の大きさが尿素的濃度に依存することが分かった。マルチパルス電解モードを用いて、リアルタイムの電流応答性を検討したところ、0～0.6 mMの濃度範囲において、尿素的濃度に比例した電流応答が得られ、応答時間は10秒以内であった。一方、透析排液中の妨害成分であるグルコース、尿酸とアスコルビン酸では電流応答はほとんど認められず、尿素に対して高い選択性を示した。ゼオライトの結晶骨格は負に帯電しているため、静電的反発によりこれらのアニオン性妨害物質の反応を阻害したことが考えられる。本研究で開発した電気化学的センサーの特徴は、連続モニタリングを行う上で、システムの簡素化、小型化、安定性において優れていることであり、実用的なセンサーの開発が期待されている。



## 血清中に含まれる EPA や DHA の迅速・簡便分析法の開発

【講演番号】 C2004 【講演日時】 9月17日（木）10:15 ~ 10:30

【講演タイトル】 1  $\mu$ l のヒト血清中に含まれる EPA および DHA の反応熱分解 GC による精密分析

【概要】 EPA や DHA などの脂肪酸は、心筋梗塞や大動脈瘤などの重篤な疾患に対して高い予防効果を有している。そのため、集団検診の検査項目に血中脂肪酸の種類や量を加えることができれば、健康長寿社会の実現に欠かせない有用な情報を得られることが期待される。そこで本研究では、血清中に含まれる微量の EPA や DHA を迅速かつ簡便に分析可能な、集団検診に適した計測手法を開発した。この手法を用いることで、わずか 1  $\mu$ L の血清中に含まれる EPA や DHA を 30 分以内に高感度検出することが可能となった。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 中部大応生<sup>1</sup>・ ワールドインテック R&D 事業部<sup>2</sup>・  
 金城学院大薬<sup>3</sup>・ フロンティア・ラボ<sup>4</sup>・ 東北大<sup>5</sup>  
 ○石田 康行<sup>1</sup>・ 古田 汐里<sup>2</sup>・ 宮澤 大介<sup>3</sup>・ 渡辺 壱<sup>4,5</sup>  
 愛知県春日井市松本町 1200, yishida@isc.chubu.ac.jp

脂肪酸の中には様々な疾患に対して予防効果を発揮したり、疾患リスクを知らせる指標として利用できたりするものが存在する。例えば、エイコサペンタエン酸（EPA）やドコサヘキサエン酸（DHA）などの脂肪酸（二重結合を複数個含む多価不飽和脂肪酸）は心筋梗塞や大動脈瘤などの重篤な疾患に対して高い予防効果をもつことが知られている。そのため、集団検診の検査項目に血中脂肪酸の種類や量を加えれば、健康長寿社会の実現に欠かせない、様々な疾病リスクに関する有用な情報を得られることが期待できる。

こうした中で我々は、化学反応場とガスクロマトグラフィーを融合した方法を利用して、微量の血清中の EPA や DHA を迅速かつ簡便に分析できる、集団検診に適した計測手法の確立を試みた。特に力点を置いたのが、EPA や DHA 分析に特化した反応場の構築である。ここでは、EPA や DHA を分析に適した構造に変換すると同時に、当該成分を血清のマトリックス成分から瞬時に抽出する反

応場の構築を試みた。そのための具体的な方策として、反応試薬には高い誘起効果を示す、トリフルオロトリル基を有する有機アルカリを選択し、さらにその添加量を試料成分に対して大過剰に設定した。その結果、わずか 1  $\mu$ l の血清中の EPA や DHA を 30 分以内の短時間で簡便に高感度検出することを可能にした。今後、反応効率のさらなる向上、および全血分析への適用性の確認等の実現を通じて、本手法を集団検診での分析法として実用化することを展望している。

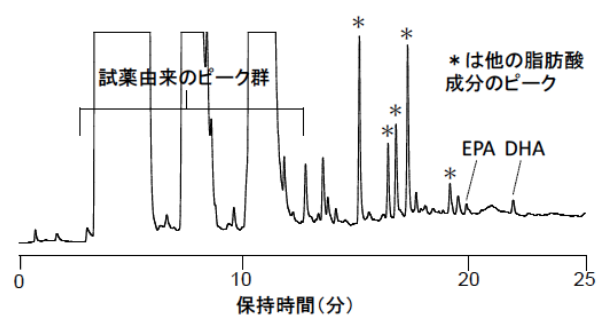


図 ヒト血清 1  $\mu$ l のクロマトグラム

## 標的に結合する核酸アプタマーの迅速取得法

【講演番号】 D1001 【講演日時】 9月16日（水）09:15 ~ 09:30

【講演タイトル】 核酸アプタマー高効率選抜のためのマイクロスケール電気泳動フィルタリングデバイス

【概要】 核酸アプタマーは、 $n$ 量体のランダム配列を有する（ $4^n$ 種類の分子から成る）DNA/RNAプールから進化分子工学（定向進化）により取得される特定の分子に結合する核酸である。人工的に発散と淘汰を繰り返すことで実験者が方向付けをして分子を“進化”させる画期的な技術である。しかし、アプタマーの取得には熟練を要し、また様々に条件を変えて試行錯誤する必要があるため、操作の高効率化はこの研究に多大に貢献する。発表者らは、独自のキャピラリー電気泳動技術を使って新しいアプタマー取得法を提案している。この手法では標的分子の固定化から、アプタマー候補の取得までをキャピラリー中で一連の操作の中で行うことができる。具体的には、モデル標的として IgG を用いてわずか 90 分で 1 サイクルの分子選択（淘汰）を行うことができた。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 阪府大院工<sup>1</sup>・JST さきがけ<sup>2</sup>・阪府大工<sup>3</sup>

○末吉 健志<sup>1,2</sup>・永井 伶奈<sup>3</sup>・遠藤 達郎<sup>1</sup>・久本 秀明<sup>1</sup>

大阪府堺市中区学園町 1-1, 電話 072-254-9477, sueyoshi@chem.osakafu-u.ac.jp

核酸アプタマーとは、標的分子特異的に結合する配列をもつ核酸の総称である。化学合成による大量生産が可能であり、化学的安定性も高いことから、近年、抗体に代わる分子認識素子として注目されている。配列が無数に存在する核酸から標的分子特異的に結合する核酸のみを選抜する手法は既に確立されつつあるものの、煩雑な実験操作と選抜に数週間を要する点が大きな課題であった。その改善のため、本研究では、ヒドロゲル部分充填キャピラリーを用いたマイクロスケール電気泳動フィルタリングによって標的分子を捕捉・濃縮した後、ランダム配列核酸を電気泳動で混合・結合させる核酸アプタマー新規選抜法を提案している。従来法とは異なり、ヒドロゲルを用いた標的分子捕捉、ランダム配列核酸の迅速な混合、そして未結合核酸の分離・洗浄が電気泳動によって同時に可能となるため、本法では短時間かつ高効率な核酸アプタマー選抜が期待できる。蛍光標識ランダム配列核酸と免疫グロブリン G (IgG) をモデル試料として原理検証を行った結果、核酸アプタマー濃縮および分離・洗浄操作を経てなお IgG と結合している核酸、すなわち IgG 認識核酸アプタマー候補群の回収が、わずか 90 分間の簡便な電気泳動操作で達成された (図 1)。現在、配列解析と結合能・特異性評価を進めているところである。

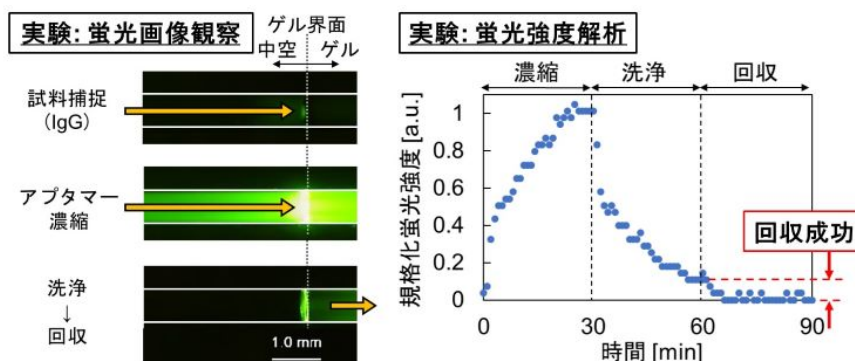


図 1. 核酸アプタマー新規選抜法の基礎評価結果.

## 月面の水を迅速・高感度に検出

【講演番号】 D1011 【講演日時】 9月16日（水）15:00～15:15

【講演タイトル】 レーザー誘起ブレイクダウン分光法（LIBS）を用いた月面水資源探査の検討

【概要】 宇宙飛行士が月面で持続的に生活するには、飲料用をはじめとした水資源を、現地で確保する必要がある。水を検出するための従来法では、太陽から飛来する大量の水素と月面の水との区別が困難であった。本研究では、高強度のレーザーを照射し試料構成元素が発する光を観測することで、月の砂を模擬した試料の水素原子に加え、水分子の一部である OH 基の迅速な検出に成功した。この信号は、水分子が高温で発する OH スペクトルの数値計算とよく一致し、本手法の有効性が確認された。様々な宇宙探査や、遠隔分析への応用が期待できる。

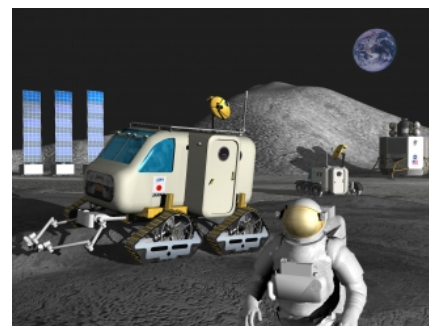
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 JAXA<sup>1</sup>・東大院理<sup>2</sup>

○相田 真里<sup>1</sup>・与賀田 佳澄<sup>1</sup>・宮原 秀一<sup>2</sup>・平田 岳史<sup>2</sup>

茨城県つくば市千現 2-1-1, 電話 050-3362-6378, aida.mari@jaxa.jp

JAXAが計画している月極域探査には、将来、宇宙飛行士が、「地産地消」を基盤とし、月面で持続的な生活を送るために必要な技術を実証するミッションがある。これには、様々な技術課題が挙げられているが、その中でも、宇宙飛行士の飲料水をはじめ、ロケットの燃料にも利用される水資源を、現地で確保する技術が必要不可欠とされている。これまでは、水の存在の拠り所を示唆する水素原子(H)を、中性子分光器などを利用することで、月面上空からのリモート観測を行ってきた。しかし、月の表面には、太陽から飛来する大量の水素が付着しているため、水資源との区別が困難であった。また、検出までに数時間から1日程度と長時間を要するため、太陽由来の水素と識別でき、高速に検出できる新たな分析手法の開発が喫緊の課題となっている。

そこで我々は、月の水資源探査を目的に、レーザー誘起ブレイクダウン分光法（LIBS）に着目した。LIBS法は、高強度のレーザーを月面に照射し、試料構成元素が発する光を検出する手法であり、高感度であるだけでなく、迅速な分析（数秒から数分以内）が可能であること、さらには離れた場所にある試料を遠隔で分析できるなど、数々の利点を有する。本研究では、レゴリスシミュラントと呼ばれる月の砂を模擬した試料を使い、真空中で LIBS 観測を行った。その結果、水のマーカーとなる水素原子に加え、水分子の一部である OH 基の検出に成功した。検出された OH 基の信号は、水分子が高温場中で発する OH スペクトルの数値計算と整合的であり、本手法の有効性が確認された。今後は月面探査だけではなく、我が国が計画している様々な宇宙探査計画や、さらには遠隔分析能を活かした様々な応用分析に期待がもてる。



図：月面基地の想像図

## 次亜塩素酸の濃度を一目で判断できるセンサー

【講演番号】 P3107 【講演日時】 9月18日（金）13:30～14:30（ポスター発表）

【講演タイトル】 次亜塩素酸濃度を信号機式色調変化により表示する薄膜の作製

【概要】 次亜塩素酸は、食塩水や塩酸の電気分解により低コストで大量生産可能で、多くのウイルスや細菌に対して消毒効果を示すことから、世界的に拡大を続ける感染症を克服するための手段として活用が進められている。一方、次亜塩素酸は保存中に分解し易い欠点があり、感染症対策に有効活用するためには、その濃度を随時測定して消毒能力を確認しておくことが重要である。本研究では、次亜塩素酸の濃度を目視で判断可能なセンサーの開発を行い、次亜塩素酸の濃度に応答して青→緑→黄→赤と多段階の色調変化を示す薄膜の作製に成功した。

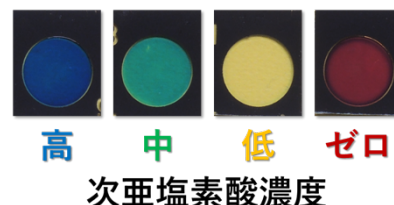
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 北見工大<sup>1</sup>・北見工大院<sup>2</sup>

○兼清 泰正<sup>1,2</sup>・宮ヶ野 直樹<sup>1</sup>・三島木 葉月<sup>1</sup>・三谷 裕<sup>2</sup>

北海道北見市公園町165番地、電話0157-26-9389, kanekiyo@mail.kitami-it.ac.jp

新型コロナウイルスをはじめとする感染症対策の第一歩は、感染源であるウイルスや細菌の消毒を徹底して、感染者をできるだけ発生させないよう予防に努めることである。次亜塩素酸は、食塩や塩酸の電気分解により低コストで大量生産可能であり、新型コロナウイルスのみならず、多くのウイルスや細菌に対して消毒効果を示すことから、世界的に拡大を続ける感染症を克服するための手段として活用が進められている。次亜塩素酸は一方で、保存中に分解しやすい欠点があり、高温や紫外線に晒されたり、有機物が混入したりするなどの要因により有効濃度が低下していき、やがて消毒能力を失う。そのため、次亜塩素酸を感染症対策に有効活用するためには、その濃度を随時測定して消毒能力を確認しておくことが重要である。次亜塩素酸は無色透明かつ無味無臭であることから、その濃度を知るためには、簡便かつ低コストで誰にでも使い易い分析技術が不可欠である。現在市販されている次亜塩素酸検出紙は、色調変化が単調で変化に乏しいため視認性が不十分であることに加え、毒性や低耐久性など様々な改善点を抱えている。

本研究では、新たな応答メカニズムによる色調変化型次亜塩素酸センサーの開発に取り組み、次亜塩素酸の濃度に依存して青→緑→黄→赤と多段階の色調変化を示す薄膜の作製に成功している（右図）。このような信号機に類似した色調変化は感覚的に理解しやすく、次亜塩素酸濃度、すなわち消毒液の有効



性を色調から容易に認識することができる。この薄膜は、汎用の化合物のみを用いて一段階の反応過程を経て作製することができ、用いる色素も安価で低毒性のものであることから、低コストで生体適合性の高いセンサーを実現可能である。また、必要に応じて変色感度を自在に設定することも可能である。本研究の成果を基にした次亜塩素酸センサーが実用化され、世界中の人々に次亜塩素酸消毒液と共に提供できるようになれば、感染症予防策の実効性が格段に向上し、人類の感染症との関わりを大きく進化させるインパクトをもたらすと期待される。

## 環境水中微量希土類元素の簡易・迅速モニタリング法の確立

【講演番号】 P3115 【講演日時】 9月18日（金）13:30～14:30（ポスター発表）

【講演タイトル】 環境水中微量希土類元素の簡便・迅速濃縮法の開発と環境試料の分析への適用

【概要】 発光体、磁石や医療などの様々な分野で使用されている希土類元素が環境中に放出され蓄積されている可能性があり、希土類元素の環境モニタリングの必要性が生じている。水中の希土類元素を分析する場合、その濃度が低いため、通常は固相抽出による濃縮操作が不可欠である。しかし、腐食物質のような希土類元素と結合する有機物が存在すると濃縮が妨害される。本研究では、採取した水試料に紫外線を90分程度照射することで有機物が分解され、全希土類元素を濃縮・回収できることを見出し、希土類元素の簡便・迅速な環境モニタリング法を確立した。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 金沢大総合技術部<sup>1</sup>・金沢大理工<sup>2</sup>

○南 知晴<sup>1</sup>・眞塩 麻彩実<sup>2</sup>・長谷川 浩<sup>2</sup>

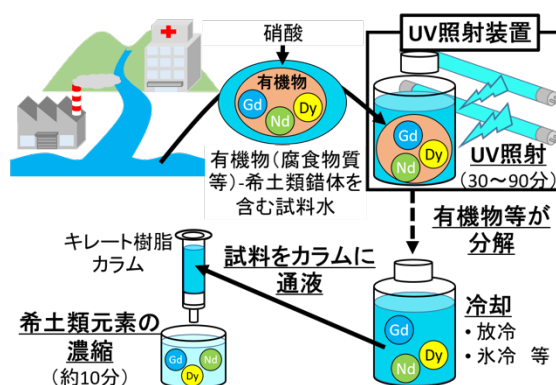
石川県金沢市角間町，電話 076-264-6277，t-minami@se.kanazawa-u.ac.jp

希土類元素は、スカンジウム、イットリウム、ランタノイド（ランタンからルテチウムまでの15元素）を指し、ハードディスクドライブやハイブリッド車用モーターに使用される永久磁石、液晶モニターや蛍光灯、研磨剤、MRIの造影剤等、幅広く使用され、現代社会において必要不可欠である。一方で、希土類元素の使用量の増大により環境中への放出が増加し、蓄積している可能性がある。しかし、希土類元素は濃度が極めて低く、環境水中では金属と錯形成し濃縮分離を妨害する腐食物質等の有機物が存在するため、正確な定量分析は困難である。

本研究では、金属と錯形成した有機物を分解するためのUV照射装置を作製し、プロメチウムを除く希土類元素の簡便かつ迅速な濃縮法を検討した。本分解装置は、UVランプと段ボール箱で作製し、ランプと試料を接近させることでUV強度の減衰を抑え、分解に要する時間を短縮化した。

また、UV照射法は、UVを照射するのみで有機物を分解できるため、酸化剤（過塩素酸、過酸化水素等）を添加して加熱する湿式分解法よりも操作が簡単である。さらに、従来から使用されているキレート樹脂カラムを再検討し、Scも含めた全希土類元素を短時間で濃縮できることを確認した。

本法を用いたときの有機物の分解と濃縮に要する時間は、湿式分解-固相抽出法よりも1/2程度に短縮できた。金属と強く錯形成するEDTAが存在する場合、UVを照射しないと添加した希土類元素はほとんど回収できなかったが、20分照射することで95%以上を回収できた。さらに実際の環境試料に適用したところ、30-90分照射することで定量的に回収できた。本照射分解法は、簡単かつ短時間で様々な環境水中の希土類元素の濃縮に適用できる手法として期待できる。



## 電位の切替えだけで溶液の pH を制御

【講演番号】 F1003 【講演日時】 9月16日（水）10:00 ~ 10:15

【講演タイトル】 水素吸蔵金属を用いる水溶液の pH 制御

【概要】 溶液の pH 制御には緩衝液が一般に用いられるが、pH を大きく変えようとするとき、溶液の体積の変化や副反応物の生成によって系が乱れてしまうことがある。本研究では、緩衝液の代わりに水素吸蔵金属を用いて水溶液の pH を制御できるか否かを検討した。水素吸蔵金属は、電位を印加することにより金属中に水素を吸蔵したり、反対に金属から水素イオンを放出したりすることができる。今回は水素吸蔵金属の一つであるパラジウムを用い、pH 制御が困難とされる弱アルカリ性領域（pH 8~10）で検討したところ、緩衝液の場合のような体積変化や副反応物の生成なしに、電位の切替えだけで pH が良好に制御できることを明らかにした。

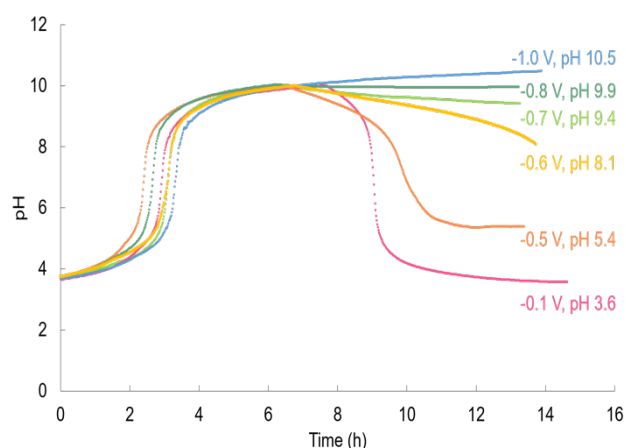
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 名工大院工<sup>1</sup>

○藤田 未希<sup>1</sup>・安井 孝志<sup>1</sup>

愛知県名古屋市昭和区御器所町、電話 052-735-5248, yasui.takashi@nitech.ac.jp

溶液の pH は有機化学や細胞の代謝など、化学や生体における様々な場面で重要な役割を担っている。こうした pH を制御する一般的な方法として緩衝液が挙げられる。しかし、これまでに、緩衝液の使用による溶液の体積増加や副反応物の生成なしに、溶液の pH を大きく変化させる方法については詳細な検討がなされておらず、特に弱アルカリ性領域（pH 8-10）に保つことが困難とされている。そこで本研究では、水素吸蔵金属を用いた水溶液の pH 制御の可能性を見出すことを目的とした。水素吸蔵金属は電位を印加することにより、金属中に水素を吸蔵・放出することが可能な金属である。また、その吸蔵可能な水素量は自己体積の約 1000 倍である。まず、水素吸蔵金属の一つであり、強度や安全性にも優れているパラジウム (Pd) を検討することにした。図に示したように、Pd を硫酸水溶液（pH 3.7）中で還元すると水素を吸蔵し、さらに電位を印加し続けることで水の還元反応が起こり、水酸化物イオンが発生することにより溶液の pH が高 pH（pH 10）まで変化することが確認された。また、印加する電位を切り替えることで、緩衝液を用いることなく、対応する pH（pH 3.6 - 10.5）に制御できる可能性が示唆された。

本系による pH 制御の向上には、Pd はもちろん、有用性が期待される他の水素吸蔵金属およびその合金の評価、設定 pH 到達までの最適な印加電位ステップの検証、対極室側の電解質添加効果など、さらなる検討が必要である。さらに実用化に向けて、設定 pH が自動制御できるシステムの構築が期待される。



## 機械学習を利用した、医薬品の新しい品質管理法

【講演番号】 C1007 【講演日時】 9月16日（水）13:15～13:30

【講演タイトル】 機械学習による医薬品品質管理：懸濁剤の粘度に及ぼす因子の同定と管理方法の探索

【概要】 近年はAIブームであり、機械学習を利用した品質改善や品質管理法が模索されている。機械学習により、合理的で新たな知見を得るためには、学習させるデータの構築や最適モデルの選択等の研究開発が必要である。発表者らは、医薬品の原料に含まれるポリマーの粘度、濃度、製造方法、製剤粘度の測定データなどを利用して、製剤粘度のモデル構築を試みた。その結果、機械学習により、懸濁剤の重要な品質特性である粘度に影響する要因を特定することができた。製剤の特性を解き明かし、医薬品の高度管理および安定供給を実現する技術として期待できる。

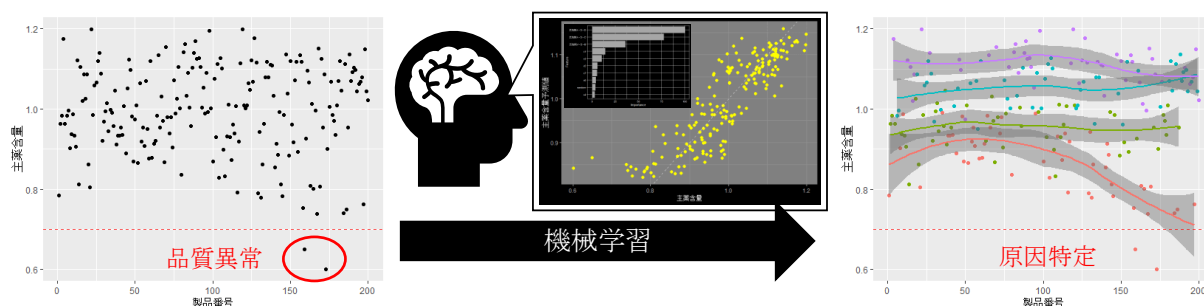
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 アステラス製薬

○片井 寛明・阿形 泰義・宮本 浩平・高橋 夏樹・元永 圭  
静岡県焼津市大住 180, 電話 054-627-8195, hiroaki.katai@astellas.com

医薬品には管理されるべき重要な性質が存在する。たとえば、錠剤では、服用後の溶出性が適切でなければ、正しく吸収されず、期待された薬効が発揮されない。また、注射剤であれば、無菌性が適切でなければ、感染症リスクが生じる。錠剤、吸入剤及び注射剤などの、様々な医薬品の品質を確保するためには、その重要な性質をよく理解する必要がある。しかしながら、医薬品の重要な性質は非常に多くのパラメータの影響を受けるため、その理解は容易ではなく、研究者による多くの検討と考察を要してきた。

そこで、発表者らはAIの基礎技術のひとつである機械学習を応用して低分子医薬品の重要な性質の理解及び管理を試みた。機械学習は、データの中に隠されたルールを探り出してくれる分析技術で、ときに人間が気づかないような重要な洞察を与えてくれる。今回話題にする例においても、機械学習は「研究者がうすうす感じてはいたが、見逃してきた事実」を指摘してくれた。

今後、低分子医薬品にとどまらず、中分子薬品や蛋白質医薬品など、様々な医薬品に機械学習を適用し、重要な性質をより効率的に理解することで、高度に管理された医薬品供給を実現する。



## 直鎖アルカンの炭素数の偶奇で薄膜中の分子の並びが違う

【講演番号】 H1005 【講演日時】 9月16日（水）10:15 ~ 10:30

【講演タイトル】 赤外 pMAIRS 法による直鎖アルカンが薄膜中で示す偶奇効果の解明

【概要】 溶液プロセスによる製膜を目的として、材料へのアルキル鎖導入が行われるが、膜の特性評価にはこのアルキル鎖の果たす役割の解明が重要である。そこで本研究では、炭素数が奇数・偶数のさまざまな直鎖アルカン薄膜について、赤外光を用いた p 偏光多角入射分解分光 (pMAIRS) 法により薄膜中での鎖の配向を調べた。その結果、炭素数が奇数の分子の方が垂直方向への配向が顕著であるとわかった。これは、結晶構造の違いが配向という形で顕著に反映されたことを示しており、材料中の分子構造の可視化に繋がる成果である。

【発表者 (○: 登壇者/下線: 連絡担当者)】 京大化研

○吉田 茉莉子・塩谷 暢貴・藤井 正道・下赤 卓史・長谷川 健  
 京都府宇治市五ヶ庄, 電話 0774-38-3070, htakeshi@scl.kyoto-u.ac.jp

アルキル鎖は、有機化合物のもっとも基本的な官能基であり、様々な機能性材料に組み込まれている。例えば有機半導体材料は基本骨格にアルキル鎖を導入することで、溶解度が高くなり、工業的に有利な溶液プロセスによる製膜を実現できる。このようなアルキル側鎖を有する有機半導体のデバイス特性を薄膜構造に基づいて理解するためには、アルキル鎖が分子凝集構造の形成に果たす役割の解明も重要である。本研究では、アルキル側鎖を有する有機半導体材料の構造解析の分光学的な基礎を固める目的で、もっとも単純な化合物である直鎖アルカンの構造解析に取り組んだ。直鎖のアルカンは、通常、固体中で炭素の数が偶数と奇数の場合で異なる結晶構造を示すことが古くから知られている。しかし、“薄膜” という場では詳しく調べられておらず、バルク固体との相関もわかっていない。

そこで、アルカンの薄膜をスピコート法で作製し、薄膜中での分子構造を分子配向という視点から明らかにできる p 偏光多角入射分解分光 (pMAIRS) 法を用いて定量的に解析した。その結果、鎖長に依らず分子は基板に対して垂直に配向する傾向にあるが、炭素数が奇数の場合は偶数の場合と比べて明確に、より高度に配向した。今回の解析結果は、これまで想像に頼って議論されてきた有機材料中のアルキル鎖の構造を可視化することにつながる。

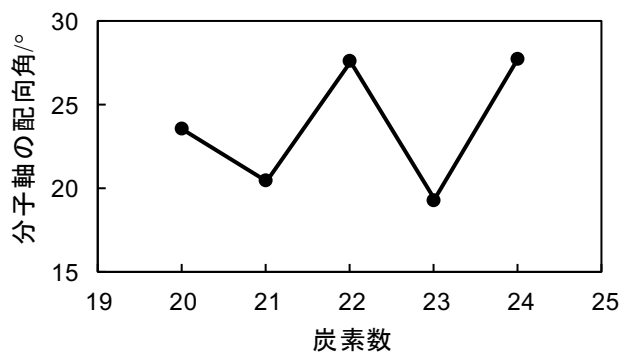


図 薄膜中の分子の配向角



## 高濃度リチウム塩中の水は、なぜ電気分解されにくいのか？

【講演番号】 H1006 【講演日時】 9月16日（水）10:30～10:45

【講演タイトル】 高濃度リチウム塩水溶液中の水の電子状態の研究

【概要】 特定の組み合わせで混合した高濃度リチウム塩の水溶液は、通常の水よりも電気分解されにくく、安全で高性能なリチウムイオン電池への応用が期待されている。そこで、近畿大学が開発している減衰全反射遠紫外分光器（ATR-FUV）を用いて、高濃度リチウム塩水溶液中の水の電子状態を測定した。水素結合のネットワークからなる普通の水と異なり、高濃度リチウム塩水溶液中の水は、リチウムが配位することにより電子遷移エネルギーが高くなっており、それが酸化還元されにくい原因となっている。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 近大理工

○森澤 勇介・竹腰 真聡・上野 那美

大阪府東大阪市小若江 3-4-1, 電話 06-4307-3410, [morisawa@chem.kindai.ac.jp](mailto:morisawa@chem.kindai.ac.jp)

本研究では、近畿大学が中心になって開発している分析機器である減衰全反射遠紫外分光器（ATR-FUV）を用いて、実験的に常温熔融水和物（ハイドレートメルト, HM）中の水の電子状態を観測し、その電子状態変化による電解質の性能向上を実証した。ATR-FUV スペクトルでは、液体や固体中の分子の FUV スペクトルを簡便に測定が可能である。安全で高性能なリチウムイオン電池を開発するためには、不燃性で高密度なリチウムイオン伝導性電解質が必要不可欠である。近年、特定の組み合わせで混合したリチウム塩は水に非常に高濃度に溶解し、水溶液電解質の弱点を克服した広い電位窓を示すことが東京大学の山田らのグループによって発見された。溶媒である水は不燃性、無毒、安価という大きなメリットをもつので実用性が高い。なぜ、水溶液であるのに広い電位窓を持つかという理由について、水溶液中の水の電子状態の変化による酸化還元電位の変化が提唱されている。HM の代表例は、LiTFSI（リチウム ビス(トリフルオロメタンスルホニル)イミド）と LiBETI（リチウム ビス(ペンタフルオロエタンスルホニル)イミド）と水で構成され、LiTFSI : LiBETI : H<sub>2</sub>O = 0.7 : 0.3 : 2.0 のモル比で混合した水溶液である。塩と水のモル比が 1:2 という結晶水のような割合でありながら、流動性を持つ水溶液である。山田らのグループによる理論計算の結果、HM 中の水が普通のバルク水のような水素結合ネットワークを持たず、電子状態がバルク水から大きく変化していると予測された。FUV スペクトルは試料の電子励起エネルギーを測定することができ、試料中の分子の電気分解されやすさがわかる。我々はこれまでに ATR-FUV を用いて、エチレングリコールとリチウム塩で構成される電解質溶液における、リチウムイオンの配位数の決定などを報告しており、電解質についての研究ができることがわかっている。今回の観測の結果、リチウムイオンが配位することにより、水の電子遷移エネルギーは大きく高エネルギー側にシフトした。HM の ATR-FUV スペクトルを測定すると、電子励起状態のエネルギーがリチウムの対アニオンの電子励起状態よりも高くなることが実証された。

## 分子の振動を解析して、微小領域の温度を迅速に求める

【講演番号】 H1002 【講演日時】 9月16日（水）09:15 ~ 09:30

【講演タイトル】 低波数ストークス・アンチストークス分光法による L-cystine の温度測定

【概要】 ラマン分光法は、物質に照射したレーザー光の波数と散乱された光の波数の「差」（ラマンシフト）から、分子構造に関する情報を得る分析法である。近年、グラフェンの積層構造やリチウムイオン電池の電極活物質の構造変化などの観察に応用されている。またラマン散乱は分子振動に基づくため、ラマンシフトには温度依存性のあることが知られている。本研究では、ラマンシフトのバンドの強度比を、理論的な温度評価式と合わせて解析することで、アミノ酸の微小な結晶の温度評価に成功した。スペクトルの理論解析により、測定点の温度評価が迅速にできるため、複数成分が混在する材料の温度分布測定にも応用できると期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 堀場テクノサービス<sup>1</sup>

○中田 靖<sup>1</sup>・相馬 結花<sup>1</sup>・磯 瑛司<sup>1</sup>・沼田 朋子<sup>1</sup>

京都市南区吉祥院宮の東町2番地、電話 080-7422-7236(DI), yasushi.nakata@horiba.com

近年、光熱屈折性ガラス技術の進歩により設計が可能になった狭バンド幅を持つ高効率な体積ブラッググレーティングが、ラマン分光装置のレイリーカットフィルターとして使用されるようになり、低波数ストークス・アンチストークスラマンスペクトルが測定できるようになった。このストークスおよびアンチストークスのラマンバンドの強度比から、ボルツマン分布に基づく温度評価式を使って測定点の温度を評価することができる。この手法は、温度検量線を作成する必要がないという点で、ラマンバンドのシフトや半値幅を使った他の温度測定法より優れている。

われわれは、L-cystine 結晶の低波数アンチストークススペクトルを、温度評価式を使って特定温度におけるストークススペクトルに換算した。換算スペクトルとストークススペクトルの同一波数強度に対する相関プロットから相関係数が最も1に近づく温度を求めることにより、温度を一意的に決定することができたので報告する。この温度で両スペクトルがよく一致する様子を図1に示す。

本法は、スペクトルのデータ処理を必要とせず直接に温度を求めることができることから、ラマン分光測定点の温度を実時間でモニターする方法として有効である。また、ラマンバンドをあらかじめ特定する必要がないことから、複数成分が混在する材料の温度分布測定にも応用できると考えられる。

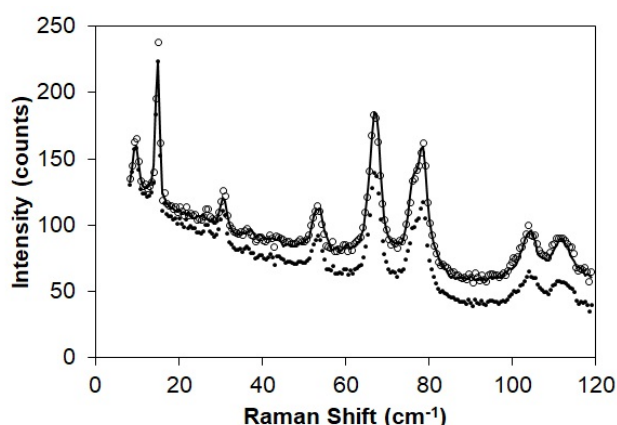


図1 L-cystineのラマンスペクトル

実線：ストークス、黒丸：アンチストークス、  
白丸：アンチストークス散乱強度をストークス散乱強度  
（温度56℃）に換算したスペクトル。

1日目(16日)

	1	2	3	4	5	6	7	8	P/Y						
	A	B	C	D	E	F	G	H							
9時	AS1001	B1001			E1001	30バイオ1		G1001	08センサー1	H1001	02分子スペ1				
	AS1002			C1001	11質量分析1	D1001	12マイクロ1	E1002	30バイオ2	G1002	08センサー2	H1002	02分子スペ2		
10時		B1002	受賞講演	C1003	32医薬1	D1003	12マイクロ3	E1004	30バイオ4	F1002	07電気化学2	G1004	08センサー4	H1004	02分子スペ4
	AS1003			C1004	33臨床1	D1004	12マイクロ4			F1003	07電気化学3	G1005	08センサー5		
	AS1004		受賞講演	C1005	33臨床2			E1005	30バイオ5					H1005	02分子スペ5
				C1006	33臨床3	D1005	ナノマイクロ膜	E1006	30バイオ6	F1004	07電気化学4	G1006	センサー膜	H1006	02分子スペ6
11時															Y
															Y
12時															Y
															Y
13時	AS1005	B1003	受賞講演	C1007	20データ処理1			E1008	25環境1					H1008	01原子スペ1
	AS1006			C1008	20データ処理2	D1006	03レーザー1	E1009	25環境2		G1007	08センサー6	H1009	01原子スペ2	
	AS1007	B1004	受賞講演	C1009	20データ処理3	D1007	03レーザー2	E1010	25環境3		G1008	08センサー7	H1010	01原子スペ3	
14時	AS1008	B1005				D1008	03レーザー3	E1011	25環境4	F1006	13フロー1	G1009	08センサー8	H1011	論文賞1
	AS1009		受賞講演	C1010	09熱分析1					F1007	13フロー2	G1010	08センサー9		
				C1011	35その他1	D1009	03レーザー4	E1012	25環境5	F1008	13フロー3				
15時	AS1010	B1006	受賞講演	C1012	35その他2	D1010	03レーザー5	E1013	25環境6	F1009	13フロー4	G1011	08センサー10	H1012	01原子スペ4
	AS1011			C1013	35その他3	D1011	03レーザー6	E1014	25環境7			G1012	08センサー11	H1013	01原子スペ5
			受賞講演	C1014	17溶媒抽出1	D1012	19反応論1	E1015	25環境8	F1010	13フロー5	G1013	08センサー12	H1014	01原子スペ6
16時	AS1012	B1007				D1013	19反応論2	E1016	25環境9	F1012	13フロー7				
	AS1013		受賞講演	C1015	17溶媒抽出2	D1014	19反応論3					G1015	08センサー14		
	AS1014			C1016	17溶媒抽出3	D1015	19反応論4	E1017	25環境10			G1016	08センサー15		
17時						D1014	19反応論3			F1013	フローインジェクション	G1017	08センサー16		
				C1017	有機微量分析膜	D1015	19反応論4								
						D1016	19反応論5								

01	原子スペクトル分析	6
02	分子スペクトル分析	6
03	レーザー分光分析(顕)	6
04	X線分析・電子分光分	5
05	放射線計測による分析	1
06	磁場を利用した分析	1
07	電気化学分析	8
08	センサー、センシング	16
09	熱分析	1
11	質量分析(イオン化法)	2
12	マイクロ分析系(マイ)	4
13	フローインジェクショ	7
14	液体クロマトグラフィ	8
15	ガスクロマトグラフィ	3
16	電気泳動分析(キャピ)	2
17	溶媒抽出法、固相抽出	3
18	分離・分析試薬の設計	4
19	分析化学反応基礎論	11
20	データ処理理論(AI)	3
22	サンプリング、前処理	1
23	界面・微粒子分析(液)	18
24	宇宙・地球に関する分	7
25	環境関連分析(環境汚)	10
28	有機・高分子材料分析	6
29	食品・農作物・ヘルス	3
30	バイオ分析(プロテオ)	18
31	バイオイメージング	8
32	医薬分析(不純物, ト)	1
33	臨床分析(法科学分析)	3
35	その他	3

特別シンポジウム
受賞講演
研究懇談会
テクノレビュー
ポスター

2日目(17日)

	1	2	3	4	5	6	7	8	P/Y							
	A	B	C	D	E	F	G	H								
9時	AS2001	BS2001 高山	CT2001	テクノレビュー	D2001	19反応論6	E2001	30バイオ8	F2001	07電気化学6	G2001	23界面1				
	AS2002		BS2002			D2002	19反応論7	E2002	30バイオ9	F2002	07電気化学7	G2002	23界面2	H2001	18分析試薬1	
10時	AS2003	BS2003	C2002	15GC1	D2003	19反応論8	E2003	30バイオ10	F2003	07電気化学8	G2003	23界面3	H2002	18分析試薬2		
			C2003	15GC2								G2004	23界面4	H2003	18分析試薬3	
	AS2004		BS2004	C2004	15GC3	D2004	19反応論9	E2004	30バイオ11	F2004	電気化学懇	G2005	23界面5	H2004	18分析試薬4	
11時	AS2005	BS2005		GC懇	D2005	19反応論10	E2005	30バイオ12								
						D2006	19反応論11	E2006	30バイオ13	F2005		G2006	溶液界面懇	H2005	試薬懇	
					D2007	溶液懇										
12時															Y	
															Y	
															Y	
															Y	
13時																
14時															P	
															P	
															P	
															P	
15時								学会賞								
16時																
17時																

01	原子スペクトル分析	6
02	分子スペクトル分析	6
03	レーザー分光分析(顕)	6
04	X線分析・電子分光分	5
05	放射線計測による分析	1
06	磁場を利用した分析	1
07	電気化学分析	8
08	センサー、センシング	16
09	熱分析	1
11	質量分析(イオン化法)	2
12	マイクロ分析系(マイ)	4
13	フローインジェクショ	7
14	液体クロマトグラフィ	8
15	ガスクロマトグラフィ	3
16	電気泳動分析(キャピ)	2
17	溶媒抽出法、固相抽出	3
18	分離・分析試薬の設計	4
19	分析化学反応基礎論	11
20	データ処理理論(AI)	3
22	サンプリング、前処理	1
23	界面・微粒子分析(沼)	18
24	宇宙・地球に関する分	7
25	環境関連分析(環境汚)	10
28	有機・高分子材料分析	6
29	食品・農作物・ヘルス	3
30	バイオ分析(プロテオ)	18
31	バイオイメージング	8
32	医薬分析(不純物, ト)	1
33	臨床分析(法科学分析)	3
35	その他	3

特別シンポジウム
受賞講演
研究懇談会
テクノレビュー
ポスター

3日目(18日)

	1	2	3	4	5	6	7	8							
	A	B	C	D	E	F	G		ものづくり交流会	P/Y					
9時	AS3001	分析化学	B3001 受賞講演	C3001	28高分子1	D3001	05放射線1		F3001	14LC1					
	AS3002			C3002	28高分子2	D3002	04X線1	E3001	30バイオ14	F3002	14LC2	G3001	23界面6		
				C3003	28高分子3			E3002	30バイオ15	F3003		G3002	23界面7		
10時	AS3003	受賞講演	B3002	C3004	論文賞2	D3004	04X線3	E3003	30バイオ16	F3004	14LC4	G3003	23界面8		
	AS3004					D3005	04X線4	E3004	30バイオ17	F3005	14LC5	G3004	23界面9		
11時	AS3005	受賞講演	B3003	C3005	高分子惑	D3006	04X線5	E3005	30バイオ18			G3005	23界面10		
	AS3006					D3007	X線惑			F3006	LC惑				
12時														Y	
														Y	
13時														Y	
														Y	
14時	AS3007	若手	B3004 受賞講演	C3006	28高分子4	D3008	24宇宙1	E3006	31バイオイメ1	F3007	14LC6	G3006	23界面11		
				C3007	28高分子5	D3009	24宇宙2	E3007	31バイオイメ2	F3008	14LC7	G3007	23界面12		
15時	AS3008	受賞講演	B3005	C3008	28高分子6	D3010	24宇宙3	E3008	31バイオイメ3	F3009	14LC8	G3008	23界面13		
	AS3009					D3011	24宇宙4	E3009	31バイオイメ4	F3010	22前処理1	G3009	23界面14		
16時	AS3010	受賞講演	B3005	C3009	29食品1	D3012	24宇宙5	E3010	31バイオイメ5	F3010	16CE1	G3010	23界面15		
	AS3011					C3010	29食品2	D3013	24宇宙6	E3011	31バイオイメ6	F3011	16CE2	G3011	23界面16
17時				C3011	29食品3	D3014	24宇宙7	E3012	31バイオイメ7	F3012		G3012	23界面17		
								E3013	31バイオイメ8			G3013	23界面18		

01	原子スペクトル分析	6
02	分子スペクトル分析	6
03	レーザー分光分析(顕)	6
04	X線分析・電子分光分	5
05	放射線計測による分析	1
06	磁場を利用した分析	1
07	電気化学分析	8
08	センサー、センシング	16
09	熱分析	1
11	質量分析(イオン化法)	2
12	マイクロ分析系(マイ)	4
13	フローインジェクショ	7
14	液体クロマトグラフィ	8
15	ガスクロマトグラフィ	3
16	電気泳動分析(キャピ)	2
17	溶媒抽出法、固相抽出	3
18	分離・分析試薬の設計	4
19	分析化学反応基礎論	11
20	データ処理理論(AI)	3
22	サンプリング、前処理	1
23	界面・微粒子分析(沼)	18
24	宇宙・地球に関する分	7
25	環境関連分析(環境汚)	10
28	有機・高分子材料分析	6
29	食品・農作物・ヘルス	3
30	バイオ分析(プロテオ)	18
31	バイオイメージング	8
32	医薬分析(不純物、ト)	1
33	臨床分析(法科学分析)	3
35	その他	3
特別シンポジウム		
受賞講演		
研究懇談会		
テクノレビュー		
ポスター		
(関連行事)ものづくり技術交流会		

## 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 (日本薬科大学薬学科)

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)

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)

横井 邦彦 (大阪教育大学教育学部)

横山 拓史 (九州大学)

吉田 裕美 (京都工芸繊維大学分子化学系)

### 日本分析化学会 第69年会「展望とトピックス」

2020年9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/>