

日本分析化学会第 74 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 2025 年 9 月 24 日（水）～ 9 月 26 日（金）

会場 北海道大学工学部（札幌市）



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 5,000 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，広く社会の皆様に知って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

日本分析化学会第 74 年会

会期 2025 年 9 月 24 日（水）～ 9 月 26 日（金）

会場 北海道大学工学部（札幌市）

目 次

日本分析化学会第 74 年会 開催ご挨拶

実行委員長（北海道大学大学院工学研究院） 渡慶次 学 1

第 74 年会はマラソンコースになるキャンパスで

日本分析化学会北海道支部長（北海道大学大学院工学研究院） 坂入 正敏 3

2025 年度日本分析化学会各賞受賞者 5

シンポジウム 7

産業界シンポジウム 10

展望とトピックス

エネルギー・環境

北海道日高沖の海底に眠る氷状天然ガスの起源を探る 【B1110】
(北見工業大学工学部) 南 尚嗣 ほか 11

湖底の泥からリンの供給源を特定する新しい分析手法を開発 【B3003】
(北海道大学大学院工学研究院) 羽深 昭 ほか 12

磯の香りや雲の形成に関与する大気成分でサンゴの健全性を予測 【B1107】
(琉球大学理学部) 佐伯 健太郎 ほか 13

温泉だけじゃない？ 広く存在する硫化水素 【Y1069】
(熊本大学大学院先端科学研究部) 戸田 敬 ほか 14

樹脂中 PFAS のスクリーニング分析法の開発 【P3015】
(株式会社フジクラ) 市川 進矢 ほか 15

垂らすだけで黒色エンジンオイルを分析できる 【Y1050】
(山形大学大学院理工学研究科) 遠藤 昌敏 ほか 16

試験紙の画像解析による微粒子汚染の検査 【Y1123】

(長岡技術科学大学) 高橋 由紀子 ほか 17

医療・生命

氷から見る生命の起源：氷を使って RNA のふるまいを探る 【Y1074】

(埼玉大学大学院理工学研究科) 半田 友衣子 ほか 18

がんの治療と診断を同時に達成するガドリニウム薬剤の創成 【D1004】

(東北大学大学院環境科学研究科) 壺岐 伸彦 ほか 19

細胞を破裂させて薬剤の「入りやすさ」と「出にくさ」を評価 【D3002】

(九州大学大学院理学院) 川井 隆之 ほか 20

難病「尿素サイクル異常症」の新規治療法開発を進める分析 【Y1010】

(島根大学大学院自然科学研究科) 石垣 美歌 ほか 21

簡便・迅速な新規のタンパク質発光分析技術 【J3006】

(産業技術総合研究所) 西原 諒 22

マイクロチャネルと光圧で難治性がんを迅速・高感度に検査する 【J3005】

(大阪公立大学大学院理学院) 飯田 琢也 ほか 23

女性ホルモンの簡便かつ高感度な分析法 【P2001】

(産業技術総合研究所) 鈴木 祥夫 24

大麻の成分を簡便・迅速に判定できる安価な紙製デバイス 【P3105】

(北海道大学大学院工学研究科) 石田 晃彦 ほか 25

新素材・新技術

布地の図柄で汗に含まれる乳酸量が分かるウェアラブルセンサー 【P3010】

(北見工業大学工学部) 兼清 泰正 ほか 26

スマートフォンで手軽に健康管理ができる尿検査デバイス	【Y2023】	
(慶應義塾大学理工学部)	チッテリオ ダニエル	ほか..... 27
和紙材質の非破壊判別	【E3103】	
(高エネルギー加速器研究機構)	石田 正紀	ほか 28
違うインクも一目瞭然 文書鑑定の新手法	【Y2028】	
(東洋大学大学院理工学研究科)	藤野 竜也	ほか 29
おいしいお米の炊き方のために香りのリアルタイム分析法を開発	【D3105】	
(福井大学大学院工学研究科)	内村 智博	ほか 30
電気ノイズからの材料分析	【F2005】	
(北海道大学大学院理学研究院)	龍崎 奏	ほか 31
新しい分離・結晶化技術の発見	【Y1115】	
(群馬大学大学院理工学府)	奥津 哲夫	ほか 32
正しく測定するためのデータサイエンス	【D2005】	
(パーキンエルマー合同会社)	古川 真 33
日本分析化学会第 74 年会 会場別一覧表	 34

日本分析化学会第 74 年会 開催ご挨拶

第 74 年会実行委員長（北海道大学） 渡慶次 学



2025 年の日本分析化学会第 74 年会は、9 年ぶりに北海道大学で開催することになりました。今年は ASIANALYSIS XVII と同時開催ということもあり、日本国内だけでなくアジア各国からも多くの皆さまにご参加いただけることを楽しみにしています。従来どおり、分析化学に関する最新の研究成果の発表や意見交換はもちろんのこと、今回は国際的な交流の場としても実り多い機会になるはずです。皆さまとの活発なディスカッションや交流を通じて、新しいつながりが生まれることを期待しています。

本年会では、特別シンポジウムとして、①環境工学で注目を浴びる分析化学、②先端分光・電気化学・バイオセンシングの新展開：ナノ・分子レベルの計測と制御、③エクソソームと分析化学、④生体界面とバイオセンシング、⑤分析化学における信頼性確保のための取り組み（公開シンポジウム）を企画しています。最先端の分析技術や、社会に貢献する分析技術の研究・開発に関する取り組みが紹介される予定です。さらに、産業界シンポジウム、ものづくり技術交流会 2025 in 北海道、みんなのキャリアデザイン交流会も開催いたします。ポスター発表については、一般講演、若手講演、高校生ポスターに加え、ASIANALYSIS のポスター発表も同会場で行います。また、ポスター会場内では付設展示会も開催されます。これにより、発表の聴講や活発な議論に加え、産学官交流や国際交流の活性化が進むことを願っております。

会場の北海道大学は札幌駅から徒歩圏内にあり、キャンパス内には気軽に立ち寄れる施設も沢山あります。北大農場の生乳から作られたチーズやソフトクリーム、北海道の特産品などもぜひお楽しみください。

- ・ インフォメーションセンター「エルムの森」（観光案内、カフェ、北大アンテナショップ）
- ・ 北大マルシェ Café & Labo
- ・ 北海道大学総合博物館（展示、ミュージアムショップ、カフェ）
- ・ セイコーマート（9 年連続顧客満足度 1 位の北海道ローカルコンビニ）

また、学内にある北海道ワイン教育研究センターでは、北海道産ワインの試飲も低価格で体験していただけます。

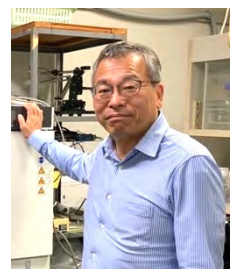
札幌の地にて、皆さまと活発な議論と交流ができることを、心より楽しみにしております。

総講演数 654 件（8 月 13 日現在参加登録分）

内訳：一般講演 351 件（口頭 216 件，ポスター 135 件），若手ポスター講演 228 件，テクノレビュー講演 6 件（ポスター），高校生講演 9 件（ポスター），受賞講演 12 件（学会賞 3 件，奨励賞 4 件，女性 Analyst 賞 2 件，先端分析技術賞 JAIMA 機器開発賞 2 件，技術功績賞 1 件），シンポジウム講演 29 件，研究懇談会講演 17 件，生涯分析談話会 2 件

第 74 年会はマラソンコースになるキャンパスで

北海道支部長（北海道大学） 坂入 正敏



2025 年以前に、公益社団法人日本分析化学会の本部行事である討論会(春)もしくは年会(秋)を札幌で開催したのは、2016 年の第 65 年会です。その前は、2013 年に第 73 回討論会が開催されています。2020 年以前は、3 年から 4 年に 1 回、討論会もしくは年会を北海道支部が担当させて頂いていました。皆様にはこの周期で北海道にお越し頂いていたのですが、今回は 9 年ぶりとなります。決して北海道支部が担当を拒んだ訳ではありません。そうです、気づかれた方もおられると思います。第 80 回分析化学討論会は、2020 年 5 月 23～24 日に北海道教育大学札幌校で現地開催される予定でした。もう記憶の彼方になってしまった新型コロナウイルスの感染拡大により、現地開催が中止になりました。どのような経緯で現地開催が中止になったかについて、当時の本会会長でした東京都立大学 内山一美先生の「第 80 回分析化学討論会によせて」に詳しく掲載されています。また、討論会実行委員長である嶋崎悌司先生が、討論会の準備状況などを詳しく報告されています。余談ですが、「展望とトピックス」にはこれまでに行われた年会や討論会の実行委員長や担当支部の支部長の挨拶も掲載されていますので、是非、ご一読下さい。

さて、第 74 年会の詳細は、実行委員長から報告があると思いますので、担当支部の支部長からは、開催地のご紹介をさせていただきます。前述しましたように、北海道で本会の研究発表会が開催されるのは 9 年ぶりです。今回は、北海道札幌市にある北海道大学札幌キャンパスで 9 月 24～26 日に、ASIANALYSIS XVII と同時に開催となります。北海道といえば、大自然と食べ物、特に 9 月は収穫の季節です。皆様、学術だけでなく秋の味覚を楽しみに参加されると思います。札幌から日帰りで行くことができる観光地としては、白老のウポポイ（民族共生象徴空間）や旭山動物園、小樽運河、ウイスキーの里である余市、なにもない襟裳岬などがあります。北海道の美味しいものや観光については、皆様のほうが詳しいと思いますので、ここでは、札幌キャンパスについて少しご紹介します。日本の大学の中で、キャンパスがオリンピックの会場になり、毎年マラソン大会のコースになっているのは、北海道大学だけだと思います。東京 2020 オリンピック競技大会のマラソン競技のコースになったため、キャンパス内にはその記念のプレートが 2 カ所、歩道側に埋められています。マラソンのコースであるため、春から秋にかけてはキャンパス内を多くのランナーが走っておられます。中には、視覚障害のランナーも走っていますが、その速さには驚かされます。緑の豊かなキャンパスですので、北海道の食を楽しんだ翌朝、散歩やジョギングをして、秋を感じられては如何でしょう。

走る以外に札幌キャンパス内には、年会の実行委員長である渡慶次先生も紹介していますように、正門そばのインフォメーションセンター「エルムの森」や北海道大学総合博物館、北海道のローカルコンビニであるセイコーマート（セコマ）、札幌農学校第 2 農場などがあ

ります。北海道の特産品や味覚，サイエンスも楽しんでいただけます。食に興味のある方は，ジンギスカンとビールで夜を楽しんだ翌朝，キャンパス内で羊が草を食んでいる様子を見ても如何でしょうか？ 一方，歴史に興味のある方は，キャンパス内を流れるサクシュコトニ川（現在は復元された）沿いにある遺跡を訪ねてみてはどうでしょうか。少し離れていますが，植物園もありますので，植物に興味のある方はこちらもお勧めです。このように札幌キャンパス内だけでも滞在を有意義にできます。

最後に，クイズを出して終わりたいと思います。

- ・写真１のペットボトルは何故この場所にあるのでしょうか？
- ・写真２に写っているもので北海道らしいものは？
- ・前述しましたマラソン競技のポイントを示すプレートに書かれている２つの距離は，何 km と何 km でしょうか？

答えは，年会でお会いした際にお教えて頂ければ幸いです。札幌にて皆様にお会いできることを楽しみにしています。



写真１ 木に置かれたペットボトル



写真２ キャンパス内の風景

表彰

〔2025 年度学会賞受賞者〕

- 川崎 英也 君（関西大学化学生命工学部・教授）
研究業績 金属ナノ粒子を用いた質量分析法および金属ナノクラスターを用いた蛍光分析法の開発
- 長谷川 浩 君（金沢大学理工研究域・教授）
研究業績 微量元素の化学種別分析法の開発と環境研究への応用
- 前田 耕治 君（京都工芸繊維大学・教授）
研究業績 液液界面電気化学に立脚したバイオミメティック膜反応の創成と解析

〔2025 年度技術功績賞〕

- 辻田 明 君（福岡県警察本部科学捜査研究所・専門研究員）
研究業績 血液中の微量無機ガス等の定量分析に関する研究

〔2025 年度奨励賞受賞者〕

- 石井 千晴 君（九州大学大学院薬学研究院・助教）
研究業績 生体・食品に存在するキラルアミノ酸の高選択的分析法開発
- 金尾 英佑 君（京都大学大学院薬学研究科・助教）
研究業績 ナノ・マイクロ材料による新規分離場の開発とその応用
- 眞塩麻彩実 君（金沢大学理工研究域・准教授）
研究業績 海洋における白金族元素分析法の開発と分布・挙動に関する研究
- 横山 悠子 君（京都大学大学院工学研究科・助教）
研究業績 電流－電位曲線の新規解析法の開発による電極反応の新たな解釈

〔2025 年度先端分析技術賞受賞者〕

JAIMA 機器開発賞

- 松田 和大 君（(株)東レリサーチセンター・主任研究員）
研究業績 二次イオン質量分析および機械学習を用いた生体試料の組成イメージング
- 森川 悟 君（(株)日立ハイテクアナリシス・部長代理）
森川 剛 君（岩手医科大学・助教）
柳田 顕郎 君（東京薬科大学薬学部・教授）
松下美由紀 君（(株)日立ハイテクアナリシス・部長代理）
蛭田 多美 君（(株)日立ハイテクアナリシス・主任技師）
富岡 勝 君（(株)日立ハイテクアナリシス）
福田 真人 君（(株)日立ハイテクアナリシス・シニア社員）
研究業績 多品目の薬物血中濃度を迅速簡便に定量するための医療従事者用 HPLC システムの製品開発と実用化

〔2025 年度女性 Analyst 賞受賞者〕

- 高野 恵里 君（(株)TearExo・取締役 CTO）
研究業績 生体・人工高分子を分子認識素子に用いるピペットチップセンシングプラットフォームの開発
- 高橋 幸奈 君（九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所・准教授）
研究業績 高性能センシングデバイスを指向したプラズモニクナノ粒子－光機能性材料複合系の開発

〔2024 年「分析化学」論文賞受賞者〕

石井 千晴	君	(九州大学大学院薬学研究院)
古賀 夢美	君	(九州大学大学院薬学研究院)
藤井 暁	君	(坂元醸造(株))
秋田 健行	君	(九州大学大学院薬学研究院)
三田 真史	君	(KAGAMI(株))
長野 正信	君	(坂元醸造(株))
浜瀬 健司	君	(九州大学大学院薬学研究院)
受賞論文	メートル長高分離能光学分割カラムを用いる食酢中アラニン及びセリン鏡像異性体の分析	
柳澤 華代	君	(日本原子力研究開発機構原子力基礎工学研究センター, 福島大学共生システム理工学類)
横田 裕海	君	(福島大学共生システム理工学類)
藤本 勝成	君	(福島大学共生システム理工学類)
高貝 慶隆	君	(福島大学共生システム理工学類, 福島大学環境放射能研究所)
受賞論文	罰則項付き非対称最小二乗法によるオンライン同位体希釈レーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析のフローピーク検出	

〔2025 年度有功賞受賞者〕 (敬称略)

嶋田 真次	(株) 島津テクノリサーチ	阿川 智	三菱マテリアル(株)
高橋 雅夫	(独) 造幣局	大渡 真由美	(株) 東レリサーチセンター
向井 博幸	日産化学(株)	高野 香織	(株) 東レリサーチセンター
秋山 秀之	(株) 日立ハイテクアナリシス	藤重 育夫	(株) DNP 科学分析センター
小林 みどり	日鉄テクノロジー(株)	市来 智恵子	JFE スチール(株)
中村 和義	日鉄テクノロジー(株)	秋元 千春	DOWA テクノリサーチ(株)
深井 秋博	(株) 島津製作所	望月 高文	DOWA テクノリサーチ(株)
矢幡 雅人	(株) 島津製作所	木原 裕子	JFE テクノリサーチ(株)
野村 文子	(株) 島津製作所	森内 栄次	JFE テクノリサーチ(株)
浅見 尚義	(株) 島津製作所	小野 直孝	JFE テクノリサーチ(株)
高田 勝弘	(株) 島津製作所	村上 昌之	JFE テクノリサーチ(株)
大田 雅彦	東ソー(株)	広地 美恵子	(株) 三井化学分析センター
名雪 三依	旭化成(株)	松井 久美	(株) 三井化学分析センター
亀沢 和子	旭化成(株)	畑中 聖子	(株) 三井化学分析センター
大杉 紳也	(株) 東ソー分析センター	柴田 靖子	(株) 三井化学分析センター
大貫 隆史	味の素(株)	榎本 ゆり子	(株) 三井化学分析センター
石川 和也	住友金属鉱山(株)	澤野 勝丈	(株) トクヤマ
山内 利昭	住友金属鉱山(株)	宮坂 佳彦	(株) レゾナック
上内 義雄	(株) コベルコ科研	笹谷 嘉一	(株) レゾナック
田島 みよ子	MHI ソリューションテクノロジーズ(株)	山内 康之	(株) レゾナック
金子 弘	(株) 住化分析センター	白川 和美	(株) レゾナック
桐谷 健一	(株) 住化分析センター	舟木 夏彦	(株) 大同分析リサーチ
跡部 正和	三井金属鉱業(株)	早川 昌子	富士フイルム和光純薬(株)

シンポジウム

1. 環境工学で注目を浴びる分析化学

9月24日(水) 13:15~15:45 C会場 オーガナイザー：佐藤 久(北海道大学)

環境工学において微生物を分析することは、環境保全やヒトの健康リスクを低減するために不可欠である。本シンポジウムでは複雑なマトリックスを有する環境サンプル内の微生物の分析を可能とした、現在環境工学で注目を浴びている分析化学に関する講演を企画しました。

依頼講演

「アナモックス細菌集積培養系の群集構造と機能の解析」

金田一 智規(広島大学)

「X線 μ CTを用いたグラニュール内空隙の3次元可視化」

久保田 健吾(東北大学)

「微生物相互作用の解析と制御によるPET原料製造廃水処理の効率化」

黒田 恭平(産業技術総合研究所)

「微生物集団の機能解明に向けた統計的アプローチ:複雑系データ解析の新展開」

押木 守(北海道大学)

「DNA修飾金ナノ粒子を用いた環境中微生物の迅速検出」

佐藤 久(北海道大学)

2. 先端分光・電気化学・バイオセンシングの新展開：ナノ・分子レベルの計測と制御

9月25日(木) 9:30~12:00 A会場 オーガナイザー：上野 貢生(北海道大学)

本シンポジウムでは、ナノ・分子レベルでの現象解明と機能制御を可能にする先端的な計測技術の最前線に関する講演を企画しました。探針増強分光、電気化学的制御、光操作技術、生体機能を応用したセンシングに至るまで、分光・電気化学・バイオセンシングの融合によって、分析化学の枠を超えた新たな展開とその将来性について議論します。

依頼講演

「非線形分子分光分析の限界突破：近接場和周波発生振動分光の新展開」

杉本 敏樹(分子科学研究所)

「電析Au探針を用いた電気化学STM測定と探針増強ラマン分光への応用」

小林 柚子(理化学研究所)

「共振器構造電極による電気化学反応制御」

村越 敬(北海道大学)

「光共鳴ピンセットの開発と化学への応用」

坪井 泰之(大阪公立大学)

「微生物の光集積による機能創出とバイオセンシング」

床波 志保(大阪公立大学)

3. エクソソームと分析化学

9月25日(木) 9:30~12:00 B会場 オーガナイザー：真栄城 正寿(北海道大学)

エクソソームは、細胞間コミュニケーションにおいて重要な役割を担っており、疾病のバイオマーカーや医薬品への応用が期待されています。本シンポジウムでは、エクソソームの分離、検出、診断への応用に関する講演を企画しました。

依頼講演

「細胞外小胞バイオマーカーによるアルツハイマー病検出法の開発」

湯山 耕平(北海道大学)

「ナノ流体デバイスを用いたエクソソームの不均一性の解明」

許 岩(大阪公立大学)

「機能性高分子を用いた生体粒子の分離法の創出」

長瀬 健一(広島大学)

「ナノベシクルを標的とする分子プローブの設計と応用」

佐藤 雄介(東北大学)

「学習する高速・高感度ナノ粒子・分子解析装置の探究」

太田 禎生(東京大学)

4. 生体界面とバイオセンシング

9月24日(水) 13:15~15:15 B会場

オーガナイザー：安井 隆雄(東京科学大学)，渡慶次 学(北海道大学)

バイオセンシングプラットフォームの創出には、生体組織を構成する固体・液体・気体の複雑な三相界面における学理の構築が不可欠である。本シンポジウムでは生体界面を扱うバイオセンシングに取り組んでいる講演を企画しました。

依頼講演

「機能性有機薄膜を用いた血管内センシングプラットフォームと生体界面学理の構築」

関谷 毅(大阪大学)

「生体界面を活かすバイオハイブリッドセンサ：分子認識から機能創出へ」

竹内 昌治(東京大学)

「生体界面のセンシングを実現するナノデバイス」

安井 隆雄(東京科学大学)

「非侵襲な生体界面としての堅牢な人工嗅覚センサデバイス」

柳田 剛(東京大学)

5. 分析化学における信頼性確保のための取り組み（公開シンポジウム）

9月26日（金） 13:00～15:30 A会場

オーガナイザー：明本 靖広，若杉 郷臣，富田 恵一（北海道立総合研究機構），
上本 道久（明星大学）

正しくはかることを旨とする分析化学における数値の信頼性が危うくなっています。また、分析化学を冠する研究室・部署は減少し、専門知識を得る機会も減っています。本シンポジウムでは無機分析を対象として、信頼性確保のための取り組みに関する講演を企画しました。

依頼講演

「鉄鋼分析における熟練技術者の暗黙知の可視化」

上原 伸夫（宇都宮大学）

「北海道における環境計量証明事業所を対象とした共同分析」

富田 恵一（北海道立総合研究機構）

「日環協の環境測定分析における信頼性確保の取り組み」

小野寺 明（日本環境測定分析協会）

「貴金属元素の高精確分析における ICP-OES での取り組み」

天野 正勝（田中貴金属工業）

「産学連携による高純度マグネシウム及び汎用マグネシウム合金の認証標準物質の開発」

上本 道久（明星大学）

産業界シンポジウム

主催 日本分析化学会産業界シンポジウム企画運営委員会

9月24日（水） 13:15～16:15 A会場

オーガナイザー：菅沼 こと（帝人）

趣旨

AIやロボット等を駆使したスマートラボ化は、研究の効率化や実験精度の向上が期待されており、様々な分野で進められている。「分析化学」においてもスマートラボ化が促進されているが、機械の導入コストや技術者の育成、システムの統合等の課題も存在する。本シンポジウムでは、これらの現状と課題、さらに今後の展望について触れ、効率的で革新的な「分析化学」の構築に向け議論する。興味のある方々のご参加をお待ちしております。

依頼講演

「ラボラトリーオートメーションの導入を検討する際のコツと押さえるべきポイント」

石井 正貴（ヤマト科学）

「小型協働ロボットによるラボラトリオートメーション」

丸山 堅一（デンソーウェーブ）

「前処理装置と分析装置の統合：自動化やデータ管理における課題と展望」

西村 泰紀（島津製作所）

「分析装置ならびに複雑な実験操作を完全に自動化するシステムの構築方法」

大澤 崇人（日本原子力研究開発機構）

「フロー研究が導く高速合成化学とインライン分析の活用展開について」

永木 愛一郎（北海道大学）

北海道日高沖の海底に眠る氷状天然ガスの起源を探る

【講演番号】 B1110 【講演日時】 9 月 24 日（水） 17:00 ～ 17:15

【講演タイトル】 北海道日高沖海底表層型ガスハイドレート含有堆積物コア間隙水の化学分析

ガスハイドレートは、水分子が作る氷状構造にガスを閉じ込めた物質で、北海道沖の海底にも存在することが見いだされている。本研究では、北海道日高沖で採取したガスハイドレートの生成条件を明らかにするため、海底堆積物中の水の成分や同位体比を分析した。その結果、深部から湧き出たメタンと海水由来の水が混ざって形成された可能性が示された。ガスハイドレート中のメタンは、二酸化炭素を出さずに水素をつくる資源として将来のカーボンニュートラル社会や水素社会の実現に貢献できると期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 北見工大院工¹・北見工大工²

○小野原 壮太¹・南 尚嗣²・坂上 寛敏²・木田 真人²・

山下 聡²・八久保 晶弘²・小西 正朗²・原田 杏未瑠²

北海道北見市公園町 165 番地，電話 0157-26-9441，minamihr@mail.kitami-it.ac.jp

ガスハイドレート（GH）は、水分子が水素結合で作ったナノサイズの空間にガス分子を取り込んだ構造を持つ氷状の化学物質である。非在来型天然ガス資源の一つとして期待されるメタンハイドレートは、メタンガスを主成分とする GH である。

発表者らは北海道大学水産学部附属練習船「おしよろ丸」の共同利用等により、北海道網走沖，十勝沖，日高沖海底近傍に「表層型 GH」存在海域を発見した（図 1）。2021 年には、GH 中のメタンを使い本学で開発した触媒を利用して、二酸化炭素を発生しない化学反応による水素生成に成功した。これらの成果は、日本周辺海域の GH 中メタンを用いて「カーボンニュートラル社会」および「水素社会」実現に向けた貢献が期待できる。

しかし、GH を構成するメタンおよび水分子の起源や自然界での GH 生成機序は十分調査されていない。そこで本研究では、2023 年に採取した日高沖 GH の生成条件等を推定するため海底表層堆積物コア間隙水の陰イオンと水素および酸素同位体比を分析した。

C151-GC2302 コアでは、GH 存在深度の間隙水中塩化物イオン濃度は海底面直下に比べて低く、水素および酸素同位体組成は GH 存在深度では海底面直下に比べて重かった。GH の分解時には低イオン濃度かつ同位体組成の重い水が放出される。そこで、上記現象が GH 水と間隙水の混合によると仮定し、イオン濃度と同位体組成変化の関係に基づいて GH 起源水を推定した。その結果、堆積層深部から湧昇したメタンと海水起源の水による GH 生成の可能性が示唆された。今後の調査でさらに解明を進め、発表者らによる GH 中メタンおよび GH 結晶構造（八久保ほか，2022），海底湧出メタン採取方法（山下ほか，2024）等の検討とともに、日本周辺海域の GH 中メタンの利活用への貢献を見据えた取組を続けていく予定である。

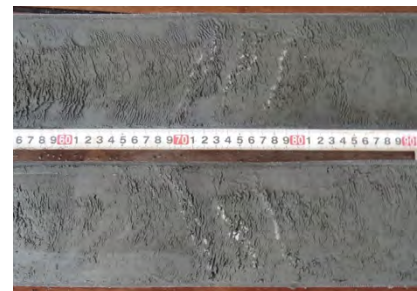


図 1 日高沖 GH 含有コアの例
（コア中の白色部分が GH
八久保ほか（2022））

湖底の泥からリンの供給源を特定する新しい分析手法を開発

【講演番号】 B3003 【講演日時】 9 月 26 日（金） 09:30 ～ 09:45

【講演タイトル】 湖沼底泥間隙水に含まれるリン酸のパッシブサンプリングとリン酸酸素安定同位体比分析

湖や川の富栄養化は、藻類の異常繁殖などを引き起こす環境問題で、その主な原因の一つがリンである。特に、湖底の泥の粒子のすき間にたまった水（底泥間隙水）から溶け出すリン酸はリンの重要な供給源であるが、その由来を詳しく調べる分析は難しかった。本研究では、湖底に設置した吸着シートでリン酸を効率的に集め、リン酸を構成する酸素の安定同位体比を測定する新しい手法を開発した。世界で初めて底泥間隙水中のリン酸の酸素同位体比を求め、その分布も明らかにした。湖のリン循環の解明や水質保全に役立つ成果である。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 北大院工¹・広島大院先進理工²

○羽深 昭¹・佐野 航士¹・守屋 凜¹・石田 卓也²・木村 克輝¹

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（P）は富栄養化の原因物質であり、水環境を保全する上でその分析は非常に重要である。また近年では、すでに富栄養化が進行してしまった湖沼では底泥間隙水に含まれるリン酸（ PO_4 ）が湖底から湖水へと溶出し、これが大きな P 供給源となっていると考えられている。リン酸酸素安定同位体比分析では PO_4 に含まれる酸素（O）の安定同位体比（ $\delta^{18}\text{O}_{\text{PO}_4}$ ）を求めることができ、この値は P 供給源ごと（例えば肥料、土壌、下水処理水、底泥間隙水など）に固有の値を示す。そのため、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{PO}_4}$ 分析は PO_4 の由来を調べるのに有効な分析手法である。しかしながら現在までに、重要な P 供給源である底泥間隙水中 PO_4 の $\delta^{18}\text{O}_{\text{PO}_4}$ 分析に成功した研究例はない。これは、底泥間隙水中 PO_4 濃度が低く、大量の間隙水をサンプリングすることも困難なためである。そこで本研究では、底泥間隙水中 PO_4 をパッシブサンプリングし、得られた PO_4 からリン酸銀（ Ag_3PO_4 ）を生成し、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{PO}_4}$ 分析に供した。パッシブサンプリングとは対象物質の拡散と吸着を利用したサンプリング方法であり、本研究では独自に開発した PO_4 吸着シートを取り付けたパッシブサンプラーを原位置で湖沼底泥に埋め込み、 PO_4 をサンプリングした。サンプリングと分析の結果、本研究で初めて底泥間隙水中 PO_4 の $\delta^{18}\text{O}_{\text{PO}_4}$ を求めることに成功し、その底泥内鉛直分布を明らかにした（図 1）。本研究で構築した分析手法は湖沼におけるリン循環機構の解明に貢献するものである。

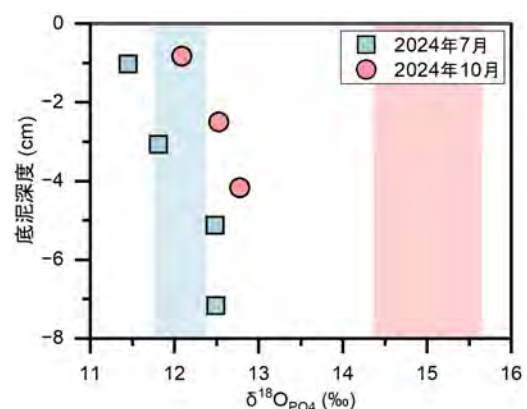


図 1 茨戸湖底泥間隙水中 $\delta^{18}\text{O}_{\text{PO}_4}$ の底泥内鉛直分布。色付き帯部分は各月における $\delta^{18}\text{O}_{\text{PO}_4}$ の理論平衡値の範囲。

磯の香りや雲の形成に関与する大気成分でサンゴの健全性を予測

【講演番号】 B1107 【講演日時】 9月24日（水）16:15 ～ 16:30

【講演タイトル】 亜熱帯海域のサンゴに由来するジメチルスルフィドの分析と解析

磯の香りの成分であるジメチルスルフィド（DMS）は主に植物プランクトンによって生成されて海水から大気に放出される。また、DMSは雲の形成にも関与し、温暖化などの地球環境を理解するために重要な物質である。本研究では、サンゴによるDMS生成に着目した。亜熱帯海域では植物プランクトンではなくサンゴがDMSの主な発生源となることが示唆され、DMSがサンゴの白化などサンゴと褐虫藻の健全度を映すひとつの指標になると考えられた。

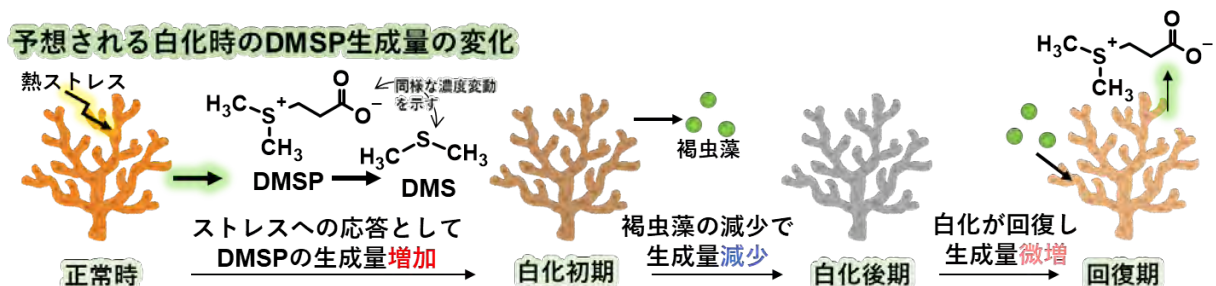
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 琉球大理¹・熊本大院先端²

○佐伯 健太郎¹・戸田 敬²

沖縄県中頭郡西原町千原1，電話 098-895-8532, ksaeki@cs.u-ryukyu.ac.jp

2024年、沖縄周辺海域の表面海水温は平年比 +0.85℃ となり、1901年以降で最高を記録した。この夏の海水熱波により、浅場のサンゴが約90%白化した地域もあった。近年の海はサンゴにとって過酷な環境だが、サンゴと共生している褐虫藻は浸透圧や熱ストレスから身を守る化学的な盾であるジメチルスルフォニオプロピオネート（DMSP）を生成し、直接ストレスに対抗している。また、DMSPの分解物であるジメチルスルフィド（DMS）は日射をやわらげる雲の形成に関与し、間接的な防御にも寄与している。海洋の多くの地域では植物プランクトンがDMSPの主生産者であるが、栄養塩の乏しい沖縄周辺海域ではサンゴの褐虫藻がDMSPの主な発生源になっていることが考えられる。そこで本研究では、DMSPの分解物であるDMS濃度と環境パラメータを取得し、サンゴ礁とDMSP/DMSの関係解明に取り組んだ。

春季のサンゴ礁の海水を毎日観測すると、表面海水温が高いとDMSはより高い濃度で存在し、褐虫藻が熱ストレスに対してDMSPを生成していることが示唆された。一方、季節毎での観測を実施すると、高水温によりサンゴ被度が減少した2024年の春季から秋季にかけ、DMSの濃度は7割減少した。ただ、2025年春にはサンゴ・褐虫藻群集が再生し、DMS濃度が秋季の約2倍となった。以上のように、サンゴ礁の海水のDMS濃度の推移は、サンゴと褐虫藻の健全度を映すひとつの指標になると考えられる。



温泉だけじゃない？ 広く存在する硫化水素

【講演番号】 Y1069 【講演日時】 9 月 24 日（水） 10:45 ～ 12:15

【講演タイトル】 硫化水素の森林内における濃度推移及び土壌／大気間フラックスの観測

硫化水素は温泉や火山など特定の場所だけで発生すると考えられてきたが、森林や土壌からも放出されることが観測で初めて確認された。土壌では微生物の働きで生成され、朝に地温が上がると水分の蒸散とともに大気中へ放出される。単位面積あたりの量は少ないものの、広い面積からの発生は硫黄循環や大気粒子形成に影響すると考えられる。また、鹿児島・桜島や長崎・雲仙普賢岳の硫化水素が熊本まで届く中距離輸送も初めて確認された。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 熊本大院自然¹・熊本大院先端²

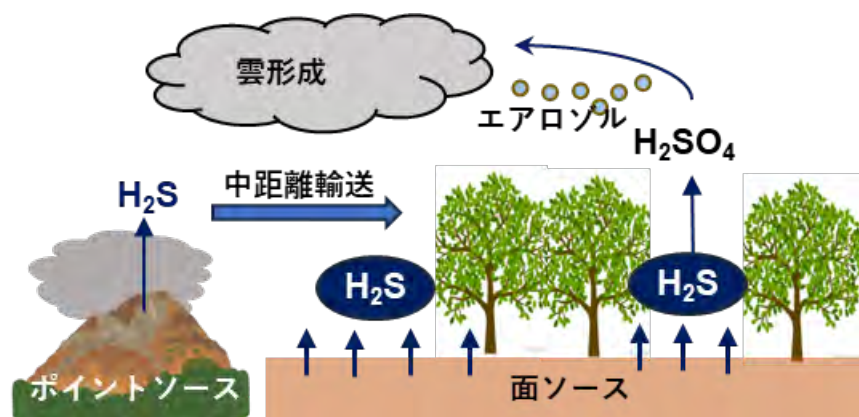
○川上 英哲¹・大平 慎一²・戸田 敬²

熊本県熊本市中央区黒髪 2-39-1, 電話 096-342-3389, todakei@kumamoto-u.ac.jp

硫化水素は、温泉地・火山・廃棄物処理・畜産施設など特異な地域の大气成分と考えられてきたが、実はユビキタスな成分かもしれない。特に広大な面ソースである土壌では、微生物の活動による硫酸塩の還元で硫化水素が生成されるが、その発生量や動態は明らかにされていない。本研究室では、sub-ppb レベルでモニタリングが可能な硫化水素の分析装置を開発しており、本装置を森の中に設置し、森林大気中の硫化水素濃度の日内変化や土壌から発生する硫化水素（フラックス量）の観測を行った。

観測の結果、森林大気にも硫化水素が存在することが初めて確認された。土壌からの硫化水素フラックスを観測してみると、夜が明け地温が気温より高くなると、水分の蒸散とともに硫化水素も大気へ放出されている様子が確認された。火山や温泉などのポイントソースに比べると単位面積あたりの発生量は小さいが、広大な面ソースを考えると硫黄循環や大気エアロゾルの出発物質として無視できない起源と考えられる。硫化水素もまた大気中で酸化され、硫酸塩となって大気粒子の形成に寄与するからである。

また、本観測中、熊本市内の森林でも硫化水素濃度が数 ppb に達することがあった。気団の移動を解析してみると、鹿児島県の桜島の爆発や長崎県の雲仙普賢岳で発生した硫化水素が消滅せずに熊本まで到達していることが確認された。硫化水素が中距離輸送されていることを示す初めての貴重なデータとなった。



樹脂中 PFAS のスクリーニング分析法の開発

【講演番号】 P3015 【講演日時】 9 月 26 日（金） 10 : 45 ～ 12 : 15

【講演タイトル】 燃焼イオンクロマトグラフによる樹脂中 PFAS 分析

PFAS は、難分解性や高蓄積性のため、永遠の化学物質と呼ばれている。現在、数ある PFAS の中で、PFOS、PFOA および PFHxS が規制対象物質となっているが、今後規制対象となる物質が増えていくと、全ての物質を分析するには手間と時間を要することが予想される。そこで本研究では、燃焼イオンクロマトグラフ（燃焼 IC）を高感度化することにより、全ての PFAS をフッ素（F）にすることで定量分析を簡便化する「燃焼 IC によるスクリーニング法」を開発した。本法では、樹脂中に含まれる規制閾値である 25 ppb に相当する F を簡便に検出することが可能であったことから、PFAS の簡便な分析法として活用が期待できる。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】（株）フジクラ

○市川 進矢・尾鍋 和憲¹

千葉県佐倉市六崎 1440, 電話 043-484-2069, shinya.ichikawa@jp.fujikura.com

ペルフルオロアルキル化合物及びポリフルオロアルキル化合物（PFAS）は、難分解性や高蓄積性のため、永遠の化学物質と呼ばれている。その PFAS は、現在 PFOS、PFOA および PFHxS が規制対象となっているが、その対象物質が今後拡大していくと、物質ごとに分離分析を行うのは困難が予想されるため、全ての PFAS をフッ素（F）にすることで定量分析を簡便化する燃焼イオンクロマトグラフ（燃焼 IC）によるスクリーニング法が注目されている。しかし、一般的な燃焼 IC の F 検出下限は ppm レベルであり、より低濃度の PFOA 閾値 25 ppb 未満に対応するのは難しい。そこで我々は、現状の燃焼 IC に対して樹脂中 PFAS 閾値 25 ppb の評価を可能にすべく、高感度化を実現するための各種検討を行った。

初めに、IC 装置での試料注入量を増やし感度向上を狙ったが、F イオンのピークがブロードになり不満足となった。そこで、溶離液濃度 1 mM の状態で試料を 500 μ L 注入したところ、F イオンがカラム内で濃縮され、ピークがシャープになり感度が向上した。なお、F イオンが溶出した後に溶離液濃度を 7 mM とするステップ溶離法を用いることで、カラムに残存する他のイオン成分の除去を行った。さらに、燃焼ボートに PE 樹脂を秤量し、PFAS 標準液を樹脂換算で 10～200 ppb の濃度となるように添加し、燃焼 IC にて F の定量分析を行ったところ、何れも閾値 25 ppb に相当する F の検出が可能であった。

PFOS の添加回収試験の結果を図 1 に示す。閾値より低い 10 ppb の検出では回収率にやや問題がみられたが、閾値 25 ppb 以上の濃度条件では回収率は良好であることが示された。

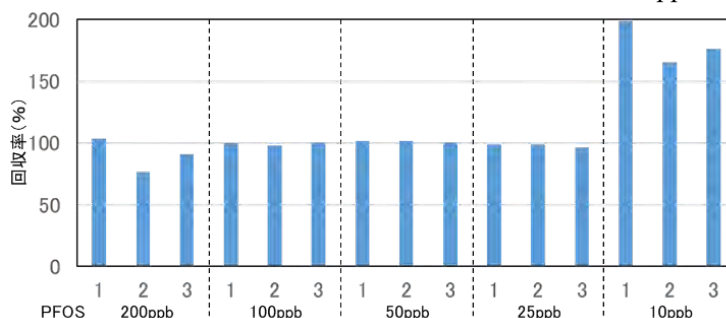


図 1 燃焼 IC による PFOS の添加回収率

垂らすだけで黒色エンジンオイルを分析できる

【講演番号】 Y1050 【講演日時】 9月24日（水）10:45 ～ 12:15

【講演タイトル】 黒色化したディーゼルエンジンオイル中の塩基価の色彩測定

自動車や発電機などで利用されているディーゼルエンジンのオイルは、発生するススによって使用初期段階から黒色化している。そのため、黒色オイルに含まれる成分を比色法によって直接分析することは極めて困難である。本研究では、黒色のススを空間的に分離することで、オイルに含まれる塩基成分量を比色法により評価できる判定紙を開発した。測定操作は黒色オイルを判定紙に垂らすだけであり、判定紙の色から塩基成分量の評価が目視でも可能である。この手法は、エンジンオイルの様々な簡易成分分析への発展が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 山形大院理工¹・山形大工²

○平本 祐揮¹・山根 創大¹・佐々木 貴史²・遠藤 昌敏¹

山形県米沢市 4-3-16, 電話 0238-26-3142, endomasa@yz.yamagata-u.ac.jp

本研究では、Fig. 1 のように黒色化したディーゼルエンジンオイルの劣化状態を色の変化で判定できる「簡易判定紙」の開発を目的とした。エンジンを使用し続けるには、エンジン内部を守るエンジンオイルの交換が不可欠である。しかし、ディーゼルエンジンオイルは初期段階で黒色化するため、従来は視覚的な劣化判定が困難であった。そこで本研究では、塩基価（オイルに残っている塩基成分の量）を劣化の指標とし、その残存量を色の変化（Fig. 1：黄色から赤）によって簡単に判定できる新しい判定紙の開発を行った。この判定紙では、エンジンオイルを表面に垂らすと塩基成分が膜内に染みこみ、膜中の酸性成分と中和反応を起こし、酸性成分の残存量によって裏面の色が変わる（Fig. 2）。まだ十分に性能が残っているオイルでは黄色に、交換が必要なほど劣化しているオイルでは赤色を示す。このように、オイルの劣化状態を色変化で簡単に見分けることができる。

成果として、ディーゼルエンジンオイルの黒色成分が判定面に影響を及ぼしていたが、溶媒の割合を変化させ、膜内部への黒色成分の浸透を抑えることに成功した（Fig. 1）。また、塩酸濃度（膜に保持させる酸性成分）の調整により、交換必須の塩基価 1.0 以下で赤色に変化させることが可能となった（Fig. 1）。この研究によって、機器や分析装置を用いずに、簡単にエンジンオイルの劣化状態を判断できるようになった。

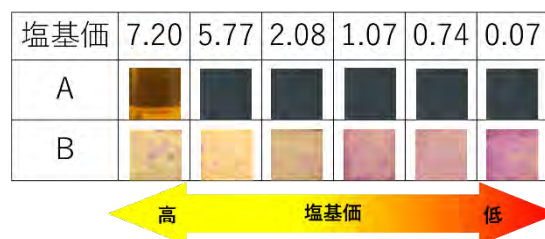


Fig. 1 A:ディーゼルエンジンオイルの色
B:測定面のスキャンデータ

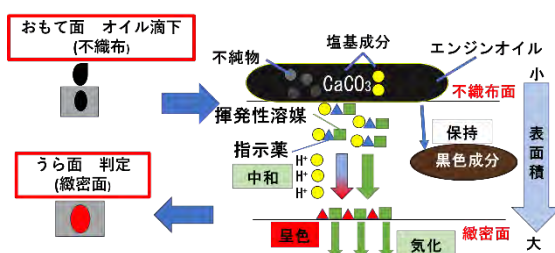


Fig. 2 膜内の反応

試験紙の画像解析による微粒子汚染の検査

【講演番号】 Y1123 【講演日時】 9月24日（水）13:15 ～ 14:45

【講演タイトル】 タッチテストと画像解析による鉄系微粒子汚染の検査方法の提案

電極材料への金属微粒子の混入は電池の短絡の原因となる。実際には混入粒子からのイオン溶出量が短絡に強く影響することから、その溶出量を定量的に把握する必要がある。しかし、一般的な粒子分析法（パーティクルカウンターやSEM-EDS）は粒子径や数を検出する方法であり、イオンの溶出量に関する直接的なデータを得ることはできない。そこで、粒子からの溶出量を見積もるために、金属イオン濃度を色調で判定可能なナノ薄膜試験紙で微粒子をふき取る検査方法（タッチテスト）を考案した。試験紙上の粒子の色ドットを画像解析することで、粒子からのイオンの溶出量の経時変化を評価することが可能であった。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 長岡技科大

○蜂須賀 穂・高橋 由紀子

新潟県長岡市上富岡町 1603-1, 電話 0258-47-9657, ytaka@vos.nagaokaut.ac.jp

ナノ薄膜試験紙は、比色による規制値レベル（ppb, $\mu\text{g/L}$ ）の金属イオン検出、定量が可能な試験紙である。この試験紙を用いて図1のようにマイクロメートルオーダーの微粒子をタッチテストすることで、微粒子からのイオン溶出の検出も可能である。マイクロメートルオーダーの微粒子汚染に対する現行の規格は、サイズと頻度で分類されているが、この規格に基づく検査法であるパーティクルカウンターと SEM-EDS による分析では、直接的な短絡の原因となる粒子からのイオン溶出量は考えられていない。リチウムイオンバッテリーの正極材中に金属微粒子が混入すると、イオン化し負極側で再析出することで短絡の原因となる。

そこで本研究では、図2に示すようなタッチテストによる色ドットを画像解析することで、鉄および SUS 微粒子からのイオン溶出による微粒子汚染の検査方法の提案を行う。この方法を用いることで、直接的な短絡の原因となるイオン溶出量による評価が可能となり、現行の規格以上に微粒子汚染による影響を詳細に把握することが可能になると考えられる。



図1 タッチテストによる微粒子検出

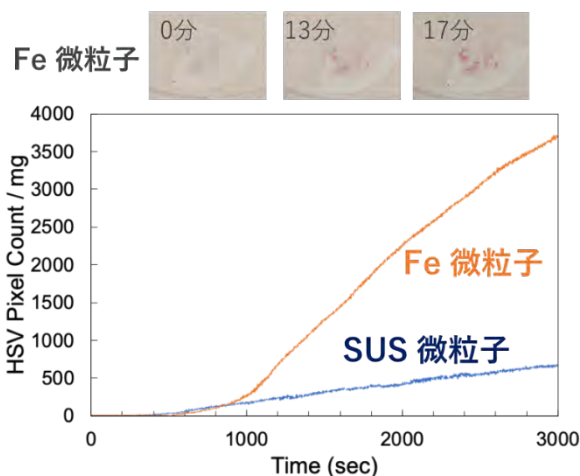


図2 画像解析によるイオン溶出量の経時変化

氷から見る生命の起源: 氷を使って RNA のふるまいを探る

【講演番号】 Y1074 【講演日時】 9 月 24 日 (水) 10:45 ~ 12:15

【講演タイトル】 アイスクロマトグラフィーによる核酸塩基の氷表面への吸着評価

生命の起源に RNA が関与したとする仮説が注目されている。本研究では、RNA を構成する 4 種類の塩基 (U, A, C, G) が氷の表面にどのように吸着するかを、「アイスクロマトグラフィー」により初めて比較した。アイスクロマトグラフィーは、氷を固定相としたカラムに試料を通し、氷表面との相互作用の強さの違いにより物質を分離する方法である。その結果、塩基ごとに氷への吸着の強さが異なることが明らかとなった。これは、氷表面が生命誕生の場として機能した可能性を分子レベルで示す重要な成果であり、生命の起源研究に新たな分析ツールを提供するものである。

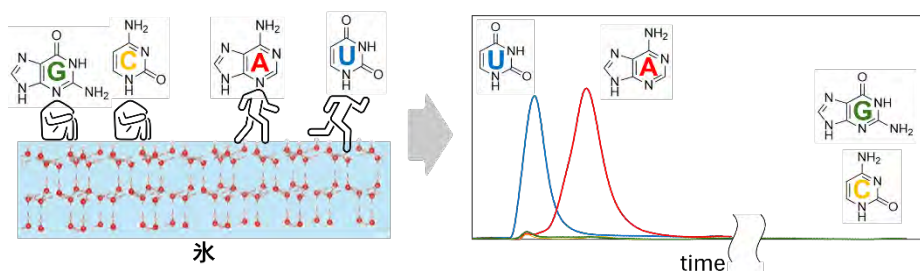
【発表者 (○: 登壇者/下線: 連絡担当者)】 埼玉大院理工

○服部 美帆南・鈴木 陽太・齋藤 伸吾・半田 友衣子

埼玉県さいたま市桜区下大久保 255, 電話 070-8819-4717, handa-yasaki@apc.saitama-u.ac.jp

RNA ワールド仮説は、地球上で最初に生まれた生命分子が RNA であったという有力な生命起源説である。この仮説は、RNA が自己複製できることが前提となっている。近年の研究により、氷が特定の塩基配列を持つ RNA の自己複製反応を促進することが分かってきた。しかし、氷表面そのものが反応場として機能するかどうかは明らかにされていない。我々は、RNA の各塩基 (ウラシル (U), アデニン (A), シトシン (C), グアニン (G)) と氷表面との相互作用の違いがあると予測し、氷を固定相とするアイスクロマトグラフィーを用いて、塩基配列の異なる RNA の氷表面への吸着親和性の違いを明らかにできると考えた。

本研究では、氷表面と RNA の相互作用を明らかにする第一段階として、RNA の部分構造であるリボヌクレオシドを化学修飾し、核酸塩基部位が U, A, C, G の場合の氷表面との相互作用の違いを計測した。その結果、核酸塩基が氷表面に吸着すること、さらに 4 種類のリボヌクレオシドで吸着の強さが異なることを初めて実験的に明らかにした。本研究の測定条件では、氷表面への吸着親和性が $U < A \ll C, G$ の順であり、リボヌクレオシドの物理化学的特性から予測される序列とは異なっていた。アイスクロマトグラフィーでは、他の手法では捉えにくい氷表面との相互作用を定量的に評価でき、RNA と氷の相互作用を分子レベルで理解するための有用な手法となり得る。今後、RNA ワールド仮説における氷表面の役割を解明する上で、本研究が重要な手掛かりとなることが期待される。



がんの治療と診断を同時に達成するガドリニウム薬剤の創成

【講演番号】 D1004 【講演日時】 9月24日（水）10:00 ～ 10:15

【講演タイトル】 がん診断・治療を志向したランタニド-チアカリックスアレーン錯体搭載
ナノ薬剤の創製

がん細胞にガドリニウム（Gd）薬剤を用いると、中性子捕捉療法（NCT）による治療と磁気画像診断（MRI）による診断とを一体化できる。しかし、Gd イオンが毒性を示すことから、化学的に保護して生体へと導入する必要がある。そこで本研究では、安定なチアカリックスアレーン錯体である Gd_3TCAS_2 をナノ粒子に搭載し、がんへ送達できるナノ Gd 薬剤を創製した。さらに、この薬剤ががん細胞に取り込まれること、また、NCT による治療効果を示すことが確認され、今後の展開が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 東北大院環境¹・量研機構量医研²・京大複合研³

○早川 崇¹・進藤 なな帆¹・澤村 瞭太¹・唐島田 龍之介¹・尾澤 芳和²・

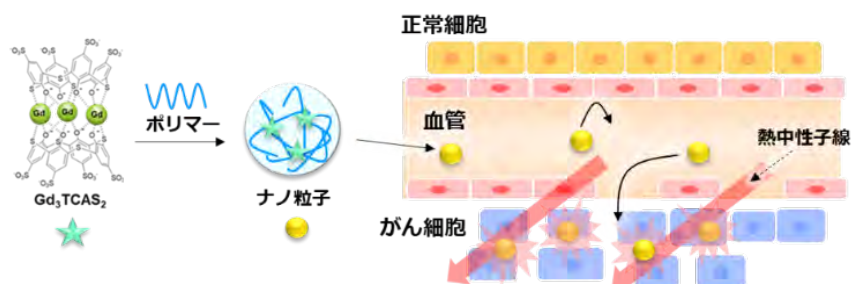
長田 健介²・青木 伊知男²・鈴木 実³・壹岐 伸彦¹

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

中性子捕捉療法(NCT)は、がん細胞に集積させた薬剤に人体に影響の少ない熱中性子線を照射し、薬剤と中性子の核反応によってがん細胞を選択的に破壊するがん治療法である。切除を伴う手術を必要とせず、がん細胞のみを選択的に破壊するため、患者への負担が小さい治療法として期待されている。なかでも、薬剤にガドリニウム(Gd)を用いた GdNCT に注目が集まっている。 ^{157}Gd は中性子捕捉断面積が最も大きく、 Gd^{III} が MRI の造影剤として利用できることから、診断と治療の一体化が実現でき、治療効果や安全性を向上させることができる。

しかし、GdNCT を実現する薬剤には、毒性を持つ遊離 Gd を生体内で生じさせないこと、腫瘍に選択的に集積することが必要であるが、既往の薬剤はそれらを十分に達成できていない。そこで本研究では、特徴的な構造によって Gd を安定に保持できるチアカリックスアレーン錯体 Gd_3TCAS_2 をナノ粒子に搭載し、がんへ送達できるナノ Gd 薬剤を創製した。これは、10~200 nm のナノ粒子が正常組織ではなく腫瘍に特異的に集積するという効果を利用している。

具体的には、陰イオン性 Gd_3TCAS_2 を、陽イオン性の高分子ポリマーと混合することで、ナノ Gd 薬剤を合成した。これを含む培地でがん細胞を培養したところ、細胞内への Gd 薬剤の導入が確認された。さらに中性子線を照射したところ、がん細胞の殺傷が確認された。今後、マウスを用いて NCT 治療効果を検討する。



細胞を破裂させて薬剤の「入りやすさ」と「出にくさ」を評価

【講演番号】 D3002 【講演日時】 9 月 26 日（金） 09:15 ～ 09:30

【講演タイトル】 低・中分子薬剤の生体膜透過性評価に向けた簡便な細胞質回収法の開発

薬剤の開発では、その薬剤の細胞内への「入りやすさ」と細胞からの「出にくさ」を評価する必要があるが、これらを簡便に評価する手法は確立されていない。発表者らは、浸透圧を利用して細胞を破裂させて、細胞内の成分を素早く取り出す CyTOR（サイトル）という手法を開発した。そして、その技術を活用して細胞内の薬剤を正確に定量することにより、薬ごとに異なる「入りやすさ」や「出にくさ」があることを明らかにした。本手法は、薬の候補物質を効率よく選び出すための手法として、医薬品開発の現場で活用されることが期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 九大院理

猪狩 世玲菜・坂井 大記・劉 晨晨・鳥飼 浩平・松森 信明・○川井 隆之

福岡県福岡市西区元岡 744, 電話 092-802-4114, takayuki.kawai@chem.kyushu-univ.jp

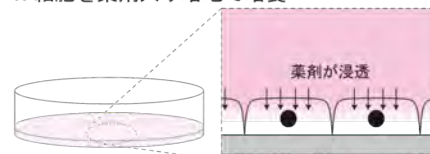
次世代医薬品として注目されている「中分子薬」は、がんや難病の治療などに大きな可能性を秘めている。これらの薬は体の中の「細胞」の中に入り、特定のターゲットと結びついて効果を発揮する。しかし、薬が細胞にどれくらい入り、どれくらいの時間とどまるのかを測定するには、これまで時間も手間もかかる複雑な方法しか存在しなかった。

我々は今回、水の力（浸透圧）で細胞を一瞬で破裂させ、中の成分をすばやく取り出すという新しい方法「CyTOR（サイトル）」を開発した（図 1）。この方法では、簡単な操作だけでわずか 5 秒以内に細胞の中にある薬を取り出すことができ、液体クロマトグラフィー-質量分析（LC-MS）という精密な分析装置で正確に測定できる。

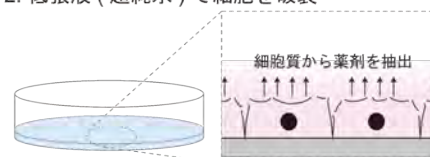
この方法を用いて、実際に 4 種類の薬（うち 1 つは中分子薬）を細胞に与えたあと、どのように細胞に取り込まれ、どれくらいの速度で排出されるかを詳しく調べた。その結果、薬ごとに異なる「入りやすさ」や「出にくさ」があることが明らかになり、これまでの研究結果とも一致した。

この技術は、創薬（新しい薬をつくる）研究を大きく前進させるものと位置付けられる。将来的には、薬の候補物質を効率よく選び出すための標準的な方法として、広く医薬品開発の現場で活用されることが期待される。

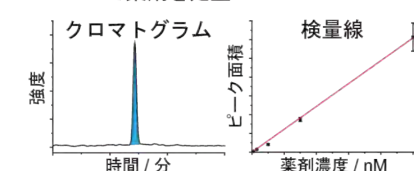
1. 細胞を薬剤入り培地で培養



2. 低張液（超純水）で細胞を破裂



3. LC-MS で薬剤を定量



4. 細胞内薬剤濃度の時間経過を解析

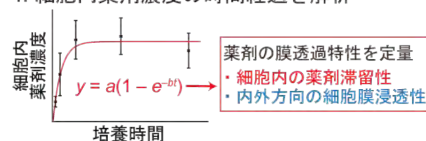


図 1 CyTOR 法のプロトコル概略

難病「尿素サイクル異常症」の新規治療法開発を進める分析

【講演番号】 Y1010 【講演日時】 9月24日（水）10:45 ～ 12:15

【講演タイトル】 ラマン分光法による尿素サイクル異常症の肝細胞の代謝評価

尿素サイクル異常症（UCD）には複数種の疾患があり、いずれも難病に指定され新規治療法の開発が求められている。そのためには、各疾患に特徴的な細胞代謝を非侵襲的かつ経時的に分析し、薬剤応答性の評価など、治療効果をリアルタイムで評価する手法が必要となる。本研究では、各 UCD 疾患に特徴的な尿素合成経路の異常を、細胞内分子組成の違いとして捉えられるかを検証し、核酸濃度が低くなるなど細胞内分子組成の違いを明らかにした。本手法は新薬開発、新治療法の開発における細胞モニタリング技術への応用が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 関西医大院医学¹・産総研²・島根大院自然³

○平松 優希菜¹・岡野 舞¹・人見 浩史¹・新澤 英之²・石垣 美歌³

島根県松江市西川津町 1060, 電話 0852-32-9799, ishigaki@life.shimane-u.ac.jp

尿素サイクル異常症（UCD）は、尿素合成経路の代謝系における先天的な異常のため、アンモニアを尿素に無毒化できず、高アンモニア血症を発症する一群の疾患を指す。オルニチントランスカルバミラーゼ（OTC）欠損症、シトリン欠損症Ⅱ型（CDⅡ），アルギニノコハク酸合成酵素欠損症などがあり、いずれも難病に指定されている。UCD では、尿素合成経路における異常箇所が疾患ごとに異なり、それに伴って細胞内代謝物濃度に違いが生じると考えられる。そのため、UCD 疾患に応じた細胞内分子組成の違いを非破壊、蛍光フリー、ラベルフリーに捉えることができれば、各疾患に対する新薬開発、新治療法の開発のための細胞モニタリング技術に応用できると期待される。そこで本研究では、iPS 細胞から肝細胞への分化過程をラマン分光法により分析し、各 UCD 疾患に特徴的な尿素合成経路の異常を、細胞内分子組成の違いとして捉えられるか、またその違いが分化過程のどの段階で検出されるかを検証した。

実験では、健常人由来の iPS 細胞（585A1）と、UCD 患者由来の iPS 細胞 3 種類（OTC, CDⅡ-1, CDⅡ-2）を肝細胞へ分化させる 20 日間においてラマンイメージングデータを取得した。その結果、iPS 細胞では他の分化段階の細胞に比べてスルホニル基（SO₂）由来のラマンシグナルが強く検出され、肝細胞への分化日数に応じて核酸のシグナルが強くなる傾向が全ての細胞種において見られた。そして、分化開始 16 日目以降では、疾患ごとに細胞内分子組成に違いが生じることも明らかとなった。特に、CDⅡ-1 および CDⅡ-2 では、他の疾患由来の細胞に比べて核酸濃度が低くなる傾向が見られた。CDⅡ 疾患細胞では、細胞内のアンモニアを代謝できず、ミトコンドリアの働きが弱まり、ATP の産生低下に伴ってこのような分子組成の違いが生じた可能性があると考えられる。本結果より、各 UCD に特徴的な細胞内分子組成の違いを、非破壊、蛍光フリー、ラベルフリーに評価できることが示された。このことから、新薬開発、新治療法の開発における細胞モニタリング技術への本手法の応用が期待される。

簡便・迅速な新規のタンパク質発光分析技術

【講演番号】J3006【講演日時】9月26日（金）10:15～10:30

【講演タイトル】ルシフェラーゼに頼らないタンパク質発光分析技術の開発

ルシフェラーゼを利用した酵素反応に代表される生物発光反応は、生体成分の検出に幅広く活用されている。しかしながら既存の手法については、操作が煩雑であることや専門的なスキルを必要とするなどの問題点が存在している。本研究では、新型コロナウイルスのスパイクタンパク質がルシフェラーゼのような発光能を有することを見だし、この現象を利用して、唾液中に含まれるスパイクタンパク質をわずか1分で検出できる分析手法の開発に成功した。また、発光基質の化学構造を変化させることによりヒト由来のタンパク質の検出にも成功しており、本手法は医療診断や創薬分野への応用が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】産総研¹・筑波大²

○西原 諒^{1,2}

茨城県つくば市東 1-1-1 中央事業所 6 群, 電話 050-3522-3511, r.nishihara@aist.go.jp

タンパク質の量や構造情報を調べることは、疾患や感染の有無を把握するための有力な手段である。これまでに数多くの測定技術が開発されてきたが、従来法には操作の複雑さに加え、専門的なスキルや長時間の分析を必要とするなどの課題が残されていた。

本研究では、新型コロナウイルスのスパイクタンパク質が、ウミホタルの発光基質であるウミホタルルシフェリンを発光させるという新たな現象を発見した。通常、ルシフェリンは発光酵素ルシフェラーゼの作用によって発光するが、スパイクタンパク質がこの役割を代替できることを明らかにした。この現象を利用し、ルシフェリンと唾液を混ぜるだけで、唾液中に含まれるスパイクタンパク質をわずか1分で検出できる、タンパク質の発光分析技術を開発した(図1)。さらに、ルシフェリンの化学構造を変化させることで、本手法がウイルス由来タンパク質に加え、ヒト由来タンパク質の検出や抗体医薬品の品質評価にも応用可能であることを実証した。操作性・迅速性・柔軟性に優れており、医療診断や創薬分野における次世代のタンパク質分析手法としての応用が期待される。

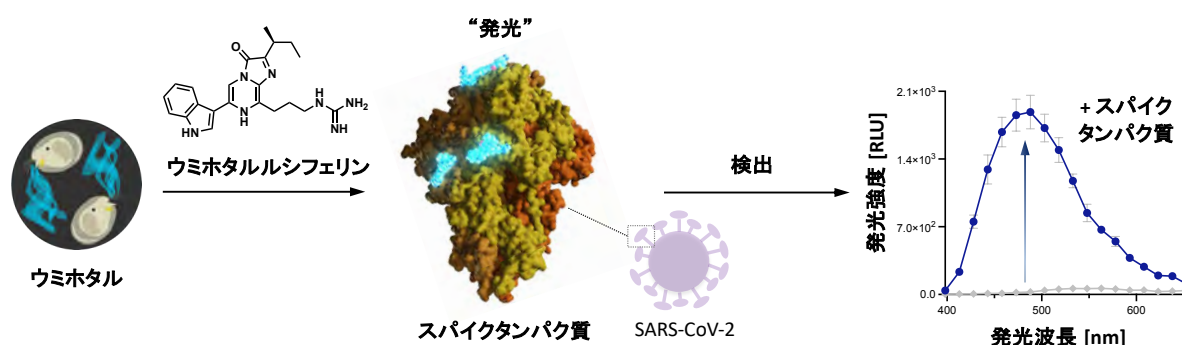


図1 SARS-CoV-2 スパイクタンパク質とウミホタルルシフェリンの発光反応

マイクロチャネルと光圧で難治性がんを迅速・高感度に検査する

【講演番号】 J3005 【講演日時】 9月26日（金）10:00 ～ 10:15

【講演タイトル】 マイクロフロー光濃縮による糖鎖抗原と抗体の特異的反応の制御

早期発見・治療が必要とされる膵臓がんのマーカーである CA19-9 を迅速かつ高感度に検出するため、大腸がんマーカーなどを対象としてきたマイクロフロー光誘導加速システムを検討した。本システムでは、マイクロチャネル内を流れる抗体修飾ビーズを光圧で流路底面に押し付けることで反応を加速できる。検出時間短縮の鍵となるミキシングについて最適化が図られ、5分以内に CA19-9 を定量できる可能性が示された。標的に合わせた抗体を用いることで他のがんへも適応可能であり、マイクロフロー光濃縮による超早期診断の展開の加速が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 大阪公大院理¹，大阪公大LAC-SYS 研(RILACS)²，

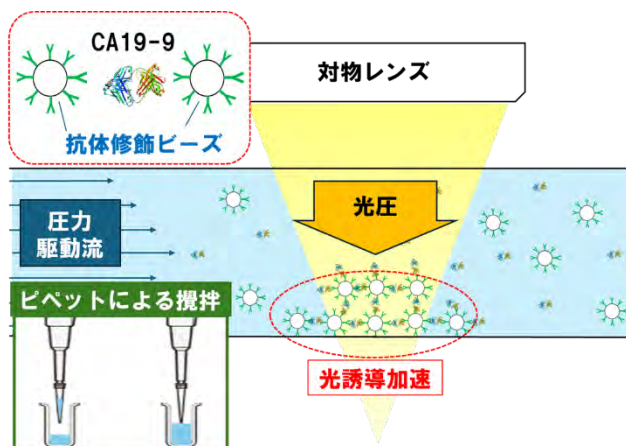
大阪公大院工³，関西学院大理⁴，名古屋市大医⁵

○中村 祐介^{1,2,3}・竹森 洸征^{1,2,3}・叶田 雅俊^{1,2}・勝間田 麻美^{2,1}・高木 裕美子^{2,1}・

林 康太^{2,1}・田村 守^{4,2}・中瀬 生彦^{1,2}・床波 志保^{3,2}・田口 歩⁵・飯田 琢也^{1,2}

大阪府堺市中区学園町 1-2, 電話 072-254-8132, t-iida@omu.ac.jp

膵臓がんは難治性であり、診断・治療の遅れが患者の生存率を大きく左右し、その診断補助には腫瘍マーカーの一種である糖鎖抗原 CA19-9 が用いられる。臨床検査で用いられる腫瘍マーカー(主にタンパク質)と選択的結合する抗体を用いた抗原抗体反応に基づく様々な分析法が考案されているが、インキュベーションや洗浄のため数時間を要すること多い。これまで我々は、抗体修飾ビーズと腫瘍マーカーを含む液体試料をヒトの細動脈と同程度の 0.1 mm 程度の幅の流路に導入し、狭小空間でレーザー照射による光圧を用いて抗原抗体反応を加速して 5 分程度で高感度計測を可能とするマイクロフロー光誘導加速システムを考案し、大腸がんマーカー等への適用を進めてきた(国際特許 PCT/JP2023/018633)。本研究では、この仕組みにおけるビーズと標的の初期の分散状態への依存性を議論し、CA19-9 の迅速・高感度な分析法開発に向けた基礎構築を行った。光圧で流路底面に押し付けたビーズ間に流入する標的タンパク質との抗原抗体反応が加速し、標的を介してビーズが結合して多層構造が形成され、集合体全体に占める多層割合が標的濃度に依存することを確認した(右図)。特に、流路導入前の混合液のピペットでの攪拌回数を 30～50 回の間で変化させると、ビーズ表面の抗体と CA19-9 の結合量が変化し、40 回の時に臨床検査での基準値以下で多層構造に顕著な濃度依存性が見られた。本成果は、光濃縮分析における分散状態への依存性に関する重要な知見を与え、難治性がんマーカーの早期検査法の発展に貢献するものである。



女性ホルモンの簡便かつ高感度な分析法

【講演番号】 P2001 【講演日時】 9月25日（木）10:45 ～ 12:15

【講演タイトル】 新規蛍光分子プローブを利用した女性ホルモンの高感度検出法の開発

女性ホルモン分泌量の減少は、更年期後の女性の疾患を引き起こす要因となる。そのために、女性ホルモンを簡便に分析できる試薬の開発が期待されてきた。本研究では、核酸塩基が連なったアプタマーの端の片方に蛍光を発する部位、もう片方に蛍光を消光する部位を導入した化合物を合成した。この化合物は単独では蛍光を発するが、女性ホルモンと結合すると蛍光消光を起こすことが見出された。体液とこの化合物を混ぜ、この蛍光消光を計測することで体液中の女性ホルモンの簡便な分析が可能である。検出下限は 0.5 pg/mL であった。

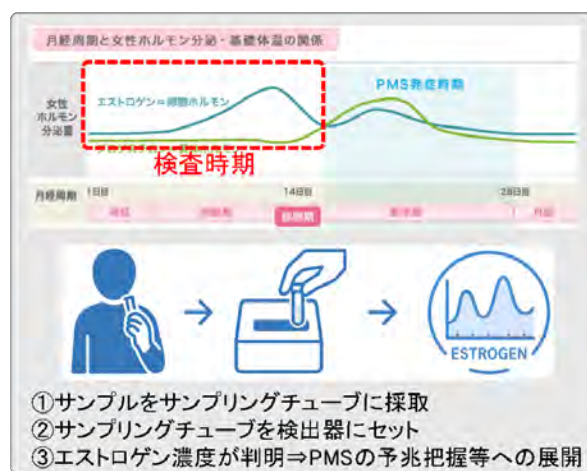
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 産総研健康医工学

○鈴木 祥夫

茨城県つくば市東 1-1-1, 電話 050-3521-2597, suzuki-yoshio@aist.go.jp

女性ホルモンの一つであるエストロゲンは、卵巣、妊娠中の胎盤等で産生される女性ステロイドホルモンであり、子宮に作用して子宮内膜を増殖させ妊娠の準備を整える働きがある。また、エストロゲンには、性の分化、骨成長、脳の発達及び成熟等の器官形成並びにそれらの機能発現に大きく寄与する働き、血管の健康を保ちコレステロール値等を整えて動脈硬化を予防するように働くほか、PMS(月経前症候群)、女性の更年期後の骨粗鬆症、動脈硬化、脳梗塞、高血圧等の病気の発症にも関与する。さらに、エストロゲンの投与がアルツハイマー型認知症の治療に有効であることも報告されている。このような女性ホルモンを簡便に計測することが出来れば、PMS 症状緩和への対応、更年期後の女性の疾患の早期治療及び早期診断に繋がる可能性がある。そのためには、エストロゲンと速やかに反応し、選択的に補足する分析試薬が求められる。

本研究では、核酸アプタマーから構成されるエストロゲン検出用蛍光分析試薬を開発した。試薬の特徴として、1) 水溶液中で蛍光分析試薬とエストロゲンを混合すると、瞬時に蛍光強度が変化する、2) エストロゲンに対する選択性が高いため、妨害物質の影響を受けにくい、3) 血液、唾液などの生体サンプル中のエストロゲンを市販の分析装置等で簡便に測定を行うことが出来る、などが挙げられる。このような蛍光分析試薬を用いることによって、簡便、高選択的かつ高感度でエストロゲンの分析が可能になると考えられる。



開発したエストロゲン蛍光分析試薬を用いた用途の一例

大麻の成分を簡便・迅速に判定できる安価な紙製デバイス

【講演番号】 P3105 【講演日時】 9 月 26 日（金） 10 : 45 ～ 12 : 15

【講演タイトル】 大麻成分を検出するペーパー分析デバイスの開発

大麻草と疑われる検体を現場で簡便かつ迅速に判定するため、大麻草に含まれる違法な THC や THCA と合法的な CBD や CBN を識別して検出できる安価な紙製デバイスを開発した。本デバイスはキャッシュカードよりも小さなサイズで、流路には分析に必要な試薬が乾燥状態で保持されている。検体に所定の溶媒を加えて成分を抽出した後、抽出液 1 滴と展開液をデバイスに導入し、検出部に現れる大麻成分特有の呈色を画像解析することで THC や THCA の存在と濃度を判定できる。この判定は抽出操作を含めて約 10 分で完了することから、現場で利用する簡易分析手法として活用が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 北大院工¹・東理大薬²・(株)バイオデザイン³

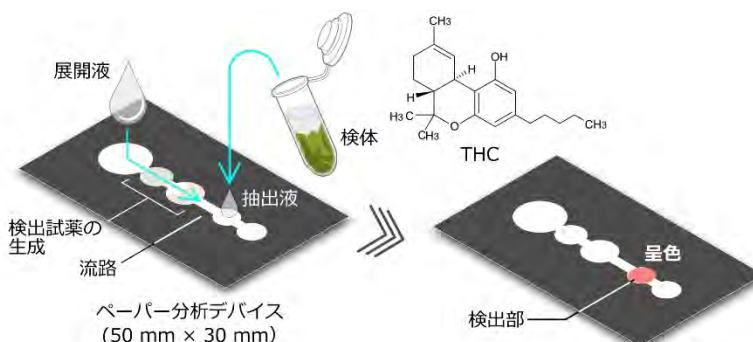
○石田 晃彦¹・中村 佳代²・竹井 千香子³・浅沼 三和子³・

高橋 秀依²・安部 寛子³・渡慶次 学¹

北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目、電話 011-706-6746, ishida-a@eng.hokudai.ac.jp

大麻草と疑われる検体を現場で簡便かつ迅速に判定するため、大麻草に含まれる違法なテトラヒドロカンナビノール（THC）やテトラヒドロカンナビノール酸（THCA）、合法的なカンナビジオール（CBD）やカンナビノール（CBN）を識別して検出する安価な紙製デバイスを開発した（特許出願済み）。本デバイスによる判定では、まず検体に所定の溶媒を加えて成分を抽出し、抽出液 1 滴と展開液をデバイスに導入する。その後、検出部に現れる大麻成分特有の呈色を画像解析することで THC や THCA の存在と濃度を判定する。判定は抽出操作を含めて約 10 分で完了する。

近年、大麻による検挙者数が高い水準で推移しているが、大麻の現場試験でこれまで用いられてきた試験法は THC だけでなく CBD や CBN とも反応するため、違法成分を選択的に検出できる簡易試験法が強く求められていた。開発したデバイスは、キャッシュカードよりも小さなサイズの紙製の基板に紙の繊維からなる流路を備えており、流路には分析に必要な試薬が乾燥状態で保持されている。また、展開液が毛管現象で流れることで一連の反応が自動的に進行することから、本デバイスでは分析の全操作が大幅に簡易化されている。さらに、本研究では大麻成分の検出に有効とされる試薬（Fast Blue BB）を採用したが、光劣化しやすく保存安定性が乏しかったため、展開液を導入後に流路で検出試薬を生成する方式を考案することで保存安定性の改善を図ることに成功した。現在、本デバイスを実用化するため画像解析の自動化や試験キットの開発に取り組んでいる。



布地の図柄で汗に含まれる乳酸量が分かるウェアラブルセンサー

【講演番号】 P3010 【講演日時】 9月26日（金）10:45 ～ 12:15

【講演タイトル】 乳酸に反応して顔が変わる布地センサーの試作と評価

運動により体内に発生する乳酸は、疲れや運動の強さを示すサインであり、乳酸の量を簡単に測ることができれば、アスリートのパフォーマンス向上や日常の健康管理に役立つ。本研究では、汗に含まれる乳酸と反応し、その濃度によって布地の模様が変わる新しいウェアラブルセンサーを開発した。このセンサーは電池や通信機器が不要であり、着るだけで乳酸の変化を目視確認できる。このような多彩な図柄変化を伴うセンサーは、従来に例のない新規技術であり、スポーツや健康管理に加えて、医療現場や食品の衛生管理など幅広い分野での活用が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 北見工大

堺 絵実・○兼清 泰正

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

運動により体内に発生する「乳酸」は、疲れや運動の強さを示すサインである。もし乳酸の量を簡単に測ることができれば、アスリートのパフォーマンス向上や日常の健康管理に役立つ。しかし、従来の測定は血液を採る必要があり、手間がかかるうえ連続的な測定は困難であった。そこで我々は、汗に含まれる乳酸に反応して布の模様が変化する新しいウェアラブルセンサーを開発した。このセンサーは電池も通信機器も不要であり、着るだけで乳酸の変化を目で確認できる。今回は、より簡単で正確な作り方を考案し、試作したセンサーの反応を確かめることに成功した。

顔模様サンプルを種々の濃度の乳酸水溶液に 60 分間浸漬した際の、乳酸濃度に応じた図柄変化を図 1 に示す。パターン 1 は、乳酸濃度の上昇に伴い、色素が部分的に脱離し、「キラキラ顔」から「苦しみ顔」へ変化した。パターン 2 も同様に色素の部分的脱離が生じ、熊の図柄がパンダへと変化した。パターン 3 は、色素の部分的脱離に加えて部位特異的な色移りも発生し、表情の大きな変化が出現した。

本研究手法により、布地上に任意の図柄を形成し、乳酸応答による明瞭な視覚変化を実現できることが示された。多彩な図柄変化を伴う本ウェアラブルセンサーは、従来に例のない新規技術であり、将来的には、スポーツや健康管理、さらには医療現場や食品の衛生管理など、幅広い分野での活用が期待される。

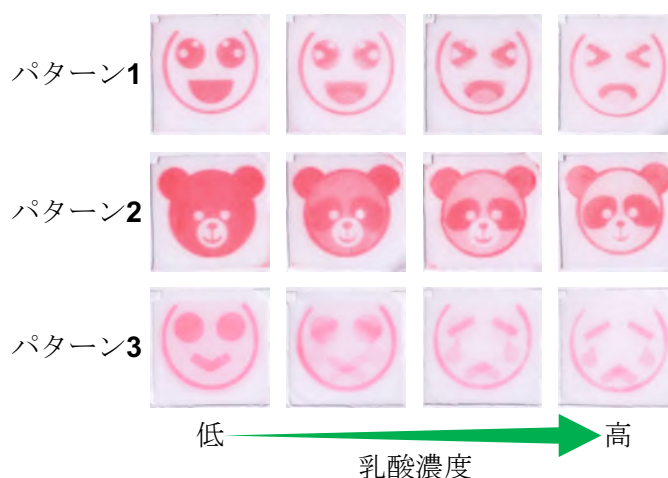


図 1. 顔模様サンプルの応答

スマートフォンで手軽に健康管理ができる尿検査デバイス

【講演番号】Y2023【講演日時】9月25日（木）10:45～12:15

【講演タイトル】尿中バイオマーカー測定のためのバーコード読み取り型紙基板分析デバイスの開発

尿試験紙による検査は、簡便で低コストのため在宅での健康管理に用いられているが、従来の試験紙では判定を目視で行うため検査結果に個人差が生じやすく、また測定データの記録・管理を手作業で行うことから継続的な健康管理の負担にもなっていた。本研究では、測定結果をバーコードに変換し、これをスマートフォンで読み取ることで、判定の正確化とデジタル管理が可能となる尿検査デバイスを開発した。本デバイスを用いて、糖尿病の指標である尿中グルコースを6段階で検出することに成功している。このデバイスは、在宅での健康管理のための新たな検査ツールとしての応用が期待できる。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】慶應義塾大¹, King Mongkut's University of Technology²

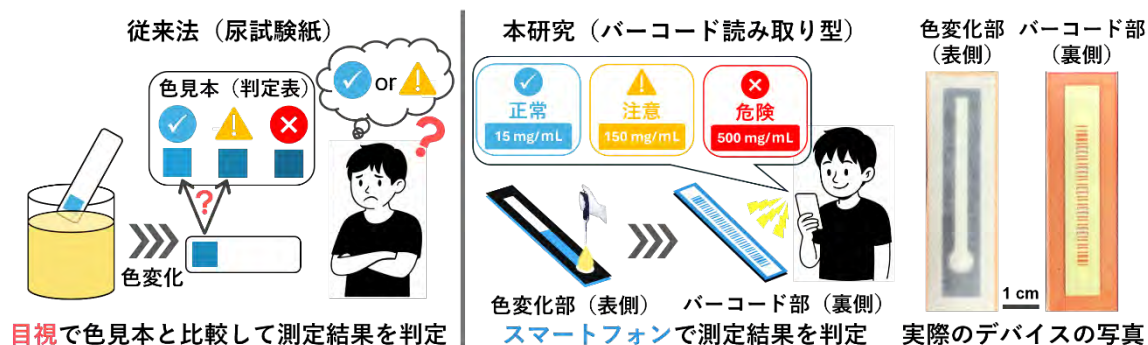
○衣笠 柊磨¹・マンマナ ヤナウト²・蛭田 勇樹¹・チッテリオ ダニエル¹

神奈川県横浜市港北区日吉3-14-1, 電話 045-566-1568, citterio@aplc.keio.ac.jp

近年、世界的な高齢化や医療費の増加を背景に、病気の早期発見と重症化予防を目的とした「予防医療」への関心が高まっている。その中でも、尿試験紙による検査は、その簡便さやコストの低さから、在宅での健康管理に広く用いられている。しかし、色変化の度合いを目視で色見本と比較して判定する必要があるため、検査結果に個人差が生じやすいという課題があった。加えて、測定データの記録や管理を手作業で行う必要があるため、継続的な健康管理の負担となっていた。

そこで本研究では、測定結果をバーコードに変換し、スマートフォンで読み取ることで、判定の正確化とデジタル管理を両立する尿検査デバイスを開発した。これにより、測定から記録までを一貫して自動化できるため、誤判定のリスクを排除し、継続的な使用の負担低減が可能となる。

本デバイスは「色変化部」と「バーコード部」で構成されており、表側の色変化部では、滴下された尿中ターゲット物質の濃度が高くなるほど変色する長さが長くなる。この変色の長さに応じて、裏側のバーコード部に表示されるバーコードのパターンが変化する。この検出原理を用いて、これまでに糖尿病の指標である尿中グルコースを6段階で検出することに成功しており、本デバイスは「在宅での健康管理のための新たな検査ツール」としての応用が期待される。



和紙材質の非破壊判別

【講演番号】 E3103 【講演日時】 9月26日（金）13:45 ～ 14:00

【講演タイトル】 反射赤外分光法による和紙材質の非破壊判別

古文書に使用される和紙の分析は、貴重な歴史情報を引き出す上で有用である。フーリエ変換赤外分光法（FT-IR）及び主成分分析（PCA）により、ある程度の材質判別が可能であるが、従来の全反射（ATR）FT-IR法では試料を測定部に圧着するため、貴重な文化財への使用が制限されていた。この課題を解決するため、試料の損傷が少ないFT-IR用反射測定ユニットを導入し、代表的な素材である雁皮、楮、三桮の和紙を測定したところ、非破壊性の向上とともに、ATR法に比べて素材の違いをスペクトルとしてより明確に検出できることが明らかになった。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 KEK¹・東大史料編纂所²

○石田 正紀¹・武智 英明¹・高島 晶彦²・山口 悟史²

渋谷 綾子²・平澤 加奈子²・広田 克也¹・黒嶋 敏²

茨城県つくば市大穂 1-1 放射線科学センター、電話 029-864-5498, masaki.ishida@kek.jp

古文書等に使用される和紙の性質を深く理解することは、新たな歴史的事実の発見につながる。特に、素材や組成など和紙のもつ科学的な情報は歴史を復元する有力な証拠となるため、それらを非破壊で獲得する分析手法への期待は非常に高い。報告者たちはこれまで、全反射（ATR）法のフーリエ変換赤外分光法（FT-IR）と統計的解析手法である主成分分析（PCA）を用いて、和紙材質（素材植物・添加物）の判別について検討してきた。ATR法は簡便な測定手法だが、試料を測定部に圧着させるため、文化財への直接的な使用は限られる。

本研究では、紙媒体の歴史資料「紙文化財」に対する非破壊分析の深化、ならびに材質判別の簡便さ・明瞭さの向上を目指し、FT-IR用反射測定ユニットの有用性について検証した。FT-IR（Thermo Fisher Scientific：Nicolet iS50）と反射測定ユニット（同前：ConservatIR）を組み合わせることで、試料を測定部に置くだけでスペクトルが取得可能となった（図1(a)）。代表的な素材植物である雁皮、楮、三桮の和紙を測定したところ、ATR法よりもスペクトルに素材植物の違いが明瞭に現れることがわかった（図1(b), (c) ○印）。和紙材質のより簡便・明瞭な非破壊判別が可能になると期待できる。

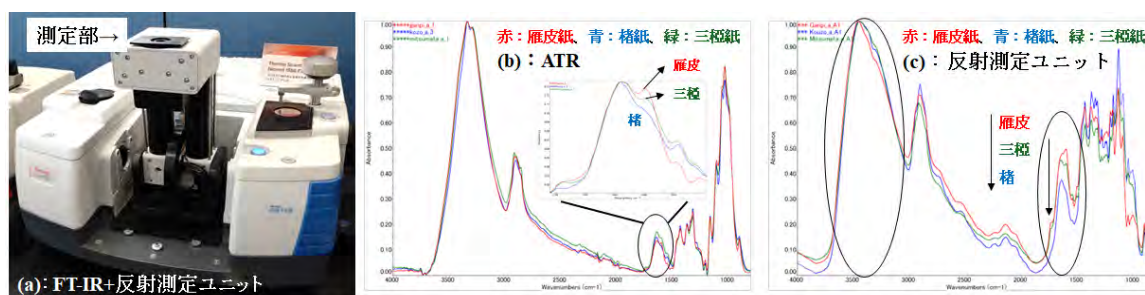


図1 FT-IR+反射測定ユニットと和紙の赤外吸収スペクトル

違うインクも一目瞭然 文書鑑定の新手法

【講演番号】Y2028 【講演日時】9月25日（木）10:45～12:15

【講演タイトル】MALDI-MSI を用いた文書鑑定

文書偽造は社会に深刻な影響を与えるため、さまざまな鑑定技術が研究されている。従来は筆跡や書き順の解析が中心であったが、同じ人が異なるインクを用いて行う偽造は見分けにくいという課題があった。本研究では、インクの成分分布を画像化できる MALDI-MSI という手法を使い、異なるインクで書かれた文字を区別することに成功した。わずかな成分の違いも検出でき、信頼性の高い文書鑑定への応用が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】東洋大院理工¹・東洋大バイオナノ研²

○寺田 孝平¹・許 家瑋²・藤野 竜也¹

埼玉県川越市鯨井 2100, 電話 049-239-1387, fujino048@toyo.jp

公文書の偽造・改竄は現代でも社会に大きな影響をもたらしている。そのため、様々な研究施設で文書鑑定技術の研究が進められている。例えば、画像処理技術を用いた書き順の解析や文字の癖による判別などがある。しかし、これらの方法では同じ人が異なるインクを用いて偽造を行った場合に判別が困難であるという課題がある。この課題を克服する一つの手法としてマトリクス支援レーザー脱離イオン化－質量分析イメージング（MALDI-MSI）がある。これは、サンプルの表面に分布しているサンプル成分を一次元マススペクトルから確認し、各サンプル成分の位置情報またはその分布情報を画像として得ることが出来る解析方法となっている。MALDI-MSI は微量サンプルであっても感度良く検出が可能であり、その分布画像を取得することができるため幅広い分野で用いられており、化学的根拠となる証拠としての利用も期待されている。

本研究では実際に紙を用いて異なる4つの条件で文字を書き、MALDI-MSI によるインク成分の分布画像の取得を試みた。今回はインク A とインク B を用いて文字を書き分けた。各条件は、①「インク A のみで“4”」、②「インク B のみで“4”」、③「インク A で“|”、インク B で“∟”」、④「インク A で“∟”、インク B で“|”」として、異なるパターンで書き分けた。その結果、図のようなインクの分布画像が得られ、インクの成分分布が各条件と一致していることが分かる。このことから、異なるインクを用いて文字偽造した場合であっても、含まれるインク成分の違いから区別することができると分かった。また、得られたマススペクトルから多変量解析を用いて統計的にインクの区別を行い、信頼性の高い解析を行うことに成功した。

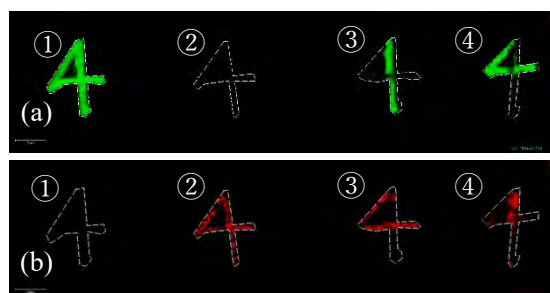


図 イメージング画像

(a)インク A の分布 (b)インク B の分布

おいしいお米の炊き方のために香りのリアルタイム分析法を開発

【講演番号】 D3105 【講演日時】 9月26日（金）14:15 ～ 14:30

【講演タイトル】 米の加熱時に発生する香気成分のリアルタイム分析

ご飯の香りはおいしさに関わる重要な要素で、香り成分が炊飯中のどの時点でどの程度発生しているかの分析は「おいしい炊き方」の開発に有用である。発表者らは、これまでに炊飯中の香り成分のリアルタイム分析の方法を開発し、米の品種による香り成分の放出挙動の違いを報告している。本研究では、水の量や加熱条件など炊き方によって香り成分の放出挙動が変わることを明らかにした。今後は、米の保管期間や保管条件に合った炊飯条件や炊飯器の開発への活用が期待される。

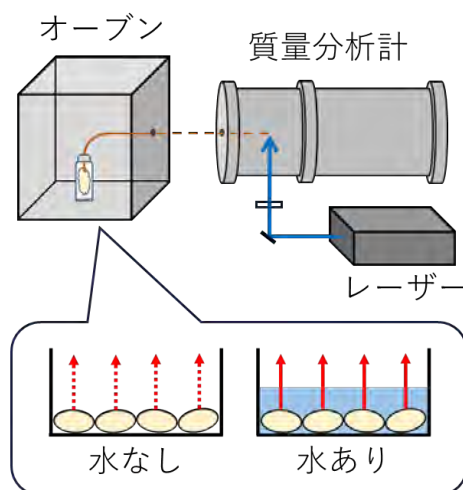
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 福井大院工¹・福井農試²

○平井 雄大¹・小林 麻子²・内村 智博¹

福井県福井市文京 3-9-1, 電話 0776-27-8610, uchimura@matse.u-fukui.ac.jp

米の価格高騰を受け政府備蓄米が放出され、連日大きな話題となった。米の味や香りはおいしさに関わる重要な要素であり、その好みは人によって異なる。米の香気成分は、抽出過程を経た後にガスクロマトグラフィー質量分析法により測定される。これに対し、炊飯中に発生する揮発成分をリアルタイム分析することで、炊飯条件と香気成分の発生挙動との相関を検証できる。我々はこれまでに、多光子イオン化飛行時間型質量分析法を用いた炊飯米香気成分のリアルタイム分析を行っており、異なる品種の米を炊飯した時の香気成分の放出挙動の違いについて報告している[1]。

本研究では、水の有無や加熱条件が香気成分の放出挙動に及ぼす影響について検証した。本研究にあたり、米の量や加熱容器について検討するとともに、加熱条件を制御可能なオーブンを用いてリアルタイム分析を実施した。結果として、一般的な水量で炊飯した場合、香気成分であるインドールや4-ビニルフェノールは、水が無い場合と比較してより低温で検出され始めた。本手法を用いることで、少量の米で香気成分の検出開始温度や放出挙動の違いを評価できる。今回、炊飯時の水量によって放出挙動が異なることが明らかとなった。今後は、米の保管期間や保管条件による香気成分の放出挙動について検証していく。



おいしく食べられる炊飯条件を発見できる！？

[1] 橋本将平, 浮田匡章, 山口陽丈, 小林麻子, 内村智博, 分析化学, 72, 399, 2023.

電気ノイズからの材料分析

【講演番号】 F2005 【講演日時】 9 月 25 日（木） 10:00 ～ 10:15

【講演タイトル】 電気ノイズ解析による分子膜分析

一般的な機器分析では、不要な信号成分であるノイズをいかに抑制するかが、分析性能を向上するために求められている。一方で、ノイズにも材料分析のための有用な情報が含まれているため、ノイズから材料分析をする試みが行われている。本研究では、ナノメートルレベルのギャップを持つナノギャップ電極を用いたノイズ解析技術を開発することで、電気ノイズから材料分析が可能であることを実現した。この手法は、新しい非破壊分析や化学センシングへの発展が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 北大院総化¹・北大院理²

○本田 悠透¹・今枝 佳祐²・龍崎 奏²・上野 貢生²

北海道札幌市北区北 10 条西 8 丁目、電話 011-706-3222, ryuzaki@sci.hokudai.ac.jp

「ノイズ」とは一般的に不要な情報を指し、電気計測における電気ノイズも例外ではない。しかし近年、この「不要」とされる電気ノイズの中にも媒体に関する有用な情報が含まれていることが報告されており、電気ノイズの分析技術および解析法が注目を集めている。具体的には、電気ノイズには媒体固有の周波数成分が含まれており、それを検出する手法やその物理的起源に関する研究が進んできている。従来の電気ノイズ解析では、極低温環境（たとえば摂氏マイナス 269 度）や特殊な分子系を用いることで、媒体由来の周波数ノイズを明瞭に抽出し、媒体の性質を解析してきた。これらの手法は学術的には画期的である一方で、装置や系の複雑さから実用化には課題があった。実用化の観点からは、室温かつ直流電流を流すだけで取得できる電気ノイズから媒体に関する情報を得る手法が望まれている。

本研究では、電極間距離が約 10 nm のナノギャップ電極と、独自開発の低ノイズ電源を組み合わせることで、室温かつ直流電流のみを用いた測定により、媒体由来の周波数ノイズを明瞭に抽出できることを実証した。これは、ナノギャップ電極によって電流信号の S/N 比が向上すると同時に、低ノイズ電源によって装置起因のノイズを可能な限り低減したことにより、相対的に媒体由来ノイズの成分が強調された結果である。

本技術は、媒体の識別や特性評価に加えて、将来的には電子デバイス内部の欠陥を簡便かつ非破壊で評価する技術や、新たなセンシング手法としての応用が期待される。

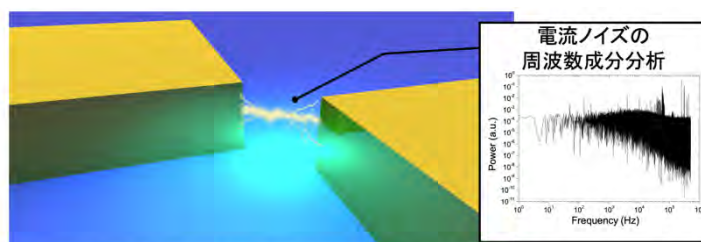


図1. ナノギャップ電極のイメージ図および電流ノイズの周波数成分分析例（電流ノイズをフーリエ変換して得られるパワースペクトル）。

新しい分離・結晶化技術の発見

【講演番号】Y1115 【講演日時】9月24日（水）13:15 ～ 14:45

【講演タイトル】クロマト結晶化の発見とその応用

表面に金のナノ粒子が特有の構造で並ぶ基板に、アミノ酸であるアラニンとメチオニンの混合水溶液を滴下してオイルで覆うと、水相を囲むように同心円状にアラニンとメチオニンが別の位置に分かれて結晶化した。位置の違いはオイル相と水相への溶質の溶けやすさの違いと考えられ、オイルに溶けにくいアラニンが外側、オイルに溶けやすいメチオニンが内側であった。この新しい分離・結晶化技術の確立が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】群馬大院理工¹・京都府立大²

○釧持 由宇¹・松井 暖奈¹・福田 勝夢¹・秋葉 菜々子¹・桐生 みか¹・

山越 美季¹・天野 一幸¹・堀内 宏明²・奥津 哲夫¹

群馬県桐生市天神町 1-5-1, 電話 0277-30-1240, okutsu@gunma-u.ac.jp

我々は、金ナノ構造基板にアミノ酸水溶液を滴下しオイルで覆うと、溶質がオイル相で溶液を同心円状に囲むように結晶化する現象を発見した。本研究では、この現象を利用することで、2種類の溶質が存在する溶液からそれぞれの結晶を別々に析出させることに成功した。図1に実験の模式図、析出した結晶の写真を示す。アラニン(Ala)とメチオニン(Met)の混合水溶液を基板に滴下し、オイルで覆うとオイル相に結晶が二重に析出した。結晶を分析すると、それぞれ別のアミノ酸であることがわかった。我々は、クロマトグラフィーのように溶質により結晶の析出位置が異なることから、この現象をクロマト結晶化と名付けた。結晶の析出位置は水相とオイル相の二相間分配平衡定数 K_1 によって支配されていると考察される。シミュレーションを行いオイル中の溶質の濃度分布を調べた結果を図2に示す。 K_1 が極めて小さいとき、界面付近の濃度は低く、沖合で濃度が高くなる傾向が示された。このことから、 K_1 の値で結晶化する位置が決まることが説明できる。

クロマト結晶化は、溶液から再び結晶化する要素や結晶の析出位置が異なる要素から、再結晶やクロマトグラフィーの様相を示す。しかし、混合溶液から溶質が空間的に分離して結晶化する点において、今までにない分離・精製、分析の手段として化学的、工業的にも様々な応用が期待できる。また、クロマト結晶化は金ナノ構造が特有の条件を満たした場合にのみ起こる。ナノ構造の役割や機能、このような現象を発揮する条件を解明することでさらなる技術革新に発展する可能性がある。



図1 実験系と結晶写真
(a) 実験系
(b) Ala, Met の混合水溶液の結晶写真
(c) (b) の拡大

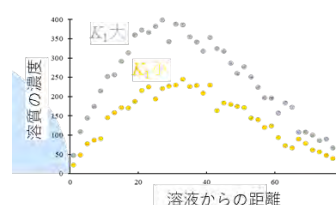


図2 シミュレーションの結果

正しく測定するためのデータサイエンス

【講演番号】 D2005 【講演日時】 9月25日（木）10:00 ～ 10:15

【講演タイトル】 データクラスタリングによる元素挙動の体系化と ICP-OES における内標準補正元素の高汎用化

内標準補正法は、試料毎の測定感度差や測定装置の感度変動を補正し、測りたい成分の濃度を正しく測定する方法である。本研究では、無機元素の定性・定量分析で広く利用されている ICP-OES の新しい内標準補正法を開発した。データサイエンスの手法に基づいた方法論であり、高い再現性と精度を有する補正が可能であることを実証している。開発した補正法は他の分析装置にも応用可能であり、正しく分析するための新たなプラットフォームとしての発展が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 パーキンエルマー¹・福島大²

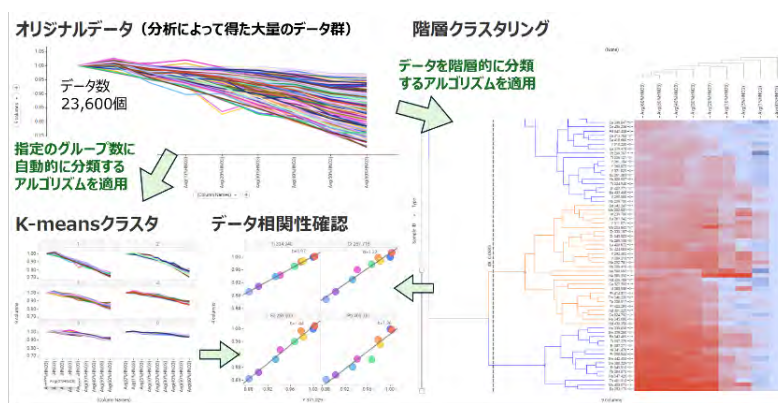
○古川 真^{1,2}

神奈川県横浜市神奈川区新浦島町 1-1-32 アクアリアタワー2 階、電話 045-522-7821,

makoto.furukawa@perkinelmer.com

分析における身近な課題として、「測定した結果は本当に正しいのか？」という疑問がある。その不安を解消する手法はいくつか提案されているが、十分に活用されていないのが実情である。多成分を含む実試料においては、共存元素やマトリックス効果による影響が大きく、これに対応するための内標準補正法では、測定対象と類似の挙動を示す元素・波長の選定が重要となる。従来は経験則に基づく条件設定が一般的であったが、複雑な試料では補正精度に限界があった。そこで本研究では、データサイエンスの手法を取り入れ、定量誤差の低減に取り組んだ。

無機元素測定装置である ICP-OES を用いて、実際のサンプルを想定した多成分溶液を測定し、得られた二万点超のデータを階層クラスタリングや K 平均法で解析した。複雑な測定結果に潜む構造を可視化し、挙動の類似する元素・波長を抽出することに成功した。これにより、共存元素の影響が未知の試料に対して、内標準補正元素を客観的に選定する「実験データ駆動型補正法」という新たな枠組みを構築した。本手法は、発光分析にとどまらず、質量分析など他の手法にも応用可能であり、統計的・数学的手法によって直感や目視では捉えにくい化学的特徴を構造として浮かび上がらせる、「見えない化学の構造化」への発展が期待される。



2025年9月24日(水) 会場別講演区分

		9:00				10:00				11:00				12:00				13:00				14:00				15:00				16:00				17:00		
A会場 B31講義室			18：微粒子分析-1 9:15-10:30											産業界シンポジウム-1 13:15-14:15		産業界シンポジウム-2 14:15-15:15		産業界シンポジウム-3 15:15-16:15																		
B会場 B32講義室			19：環境分析-1 9:15-10:30									みんなのキャリア デザイン交流会 12:20-13:10		生体界面とバイオセンシング 13:15-15:15					奨励賞 (真塩) 15:30-16:00		19：環境分析-2 16:00-17:15															
C会場 B11講義室			12：抽出- 1 9:15-9:45	12：抽出-2 9:45-10:30								ランチョンセミナー アジレント・テクノロジー 12:20-13:10		環境工学で注目を浴びる分析化学 13:15-15:45								スクリーニン グ分析研究懇 談会 16:00-16:30		電気泳動分析 研究懇談会 16:30-17:00												
D会場 B12講義室			22：バイオ-1 9:15-10:30									ランチョンセミナー JAIMAジョイントセミナー 12:20-13:10						22：バイオ-2 15:00-15:45		JAIMA機器開 発賞 (松田) 15:45-16:15		22：バイオ-3 16:15-17:00														
E会場 C209講義室				分析試薬研究懇談会 9:30-10:30														ガスクロマト グラフィー研 究懇談会 15:00-15:30		13：GC 15:30-16:00		技術功績賞 (辻田) 16:00-16:30		表示・起源分 析技術研究懇 談会 16:30-17:00												
F会場 C212講義室				7：センサー-1 9:30-10:30														7：センサー-2 15:00-15:45		7：センサー-3 15:45-16:30		化学センサー 研究懇談会 16:30-17:00														
G会場 C213講義室				15：反応基礎論-1 9:30-10:30														15：反応基礎論-2 15:00-16:00		溶液反応化学 研究懇談会-1 16:00-16:30		溶液反応化学 研究懇談会-2 16:30-17:00														
H会場 C214講義室			11：LC-1 9:15-10:00		液体クロマト グラフィー研 究懇談会 10:00-10:30													奨励賞 (金尾) 15:00-15:30		11：LC-2 15:30-16:30		イオンクロマ トグラフィー 研究懇談会 16:30-17:00														
I会場 C309講義室				4：X線・電子分光分析- 1 9:30-10:30														4：X線・電子分 光分析-2 15:00-15:45		4：X線・電子分 光分析-3 15:45-16:30		X線分析研 究懇談会 16:30-17:00														
J会場 C310講義室			8：質量分析 9:15-10:30															6：電気化学分析-1 15:00-16:00		6：電気化学分 析-2 16:00-16:45		電気分析化学 研究懇談会 16:45-17:15														
P/Y会場 第一体育館						テクノレビューポスター（3日間） 10:45-14:45																														
						若手ポスター-1 10:45-12:15								若手ポスター-2 13:15-14:45																						

2025年9月25日(木) 会場別講演区分

	9:00			10:00			11:00			12:00			13:00			14:00			15:00			16:00			17:00					
A会場 B31講義室				先端分光・電気化学・バイオセンシングの新展開 9:30-12:00																										
B会場 B32講義室				エクソソームと分析化学 9:30-12:00																										
C会場 B11講義室	19：環境分析-3 9:00-9:45			19：環境分析-4 9:45-10:30									ランチョンセミナー パーキンエルマー 12:20-13:10																	
D会場 B12講義室	1：原子スペクトル分析-1 9:00-9:45			1：原子スペクトル分析-2 9:45-10:30									ランチョンセミナー JAIMAジョイントセミナー 12:20-13:10																	
E会場 C209講義室				有機微量分析研究懇談会 9:30-10:30																										
F会場 C212講義室	7：センサー-4 9:00-9:45			7：センサー-5 9:45-10:30																										
G会場 C213講義室	16：標準物質 ・データ処理 9:00-9:30			15：反応基礎論-3 9:30-10:30																										
H会場 C214講義室	11：LC-3 9:00-9:30			奨励賞 (石井) 9:30-10:00			JAIMA機器開発賞 (森川) 10:00-10:30																							
I会場 C309講義室	22：バイオ-4 9:00-10:00			女性Analyst賞 (高野) 10:00-10:30																										
J会場 C310講義室	6：電気化学分析-3 9:00-10:00			奨励賞 (横山) 10:00-10:30																										
授賞式会場 日本製鉄オープンホール													名誉会員推戴式・学会賞等授賞式 13:20-14:35						学会賞受賞講演-1 (川崎) 14:50-15:30			学会賞受賞講演-2 (長谷川) 15:35-16:15			学会賞受賞講演-3 (前田) 16:20-17:00					
T会場 アカデミックラウンジ3				ものづくり技術交流会2025 in 北海道 9:30-12:45																										
P/Y会場 第一体育館							テクノレビューポスター（3日間） 10:45-12:15																							
							一般ポスター-1 10:45-12:15																							
							若手ポスター-3 10:45-12:15																							

2025年9月26日(金) 会場別講演区分

	9:00				10:00				11:00				12:00				13:00				14:00				15:00				16:00				17:00			
A会場 B31講義室	14：分離・分析 試薬-1 9:00-9:45				14：分離・分析 試薬-2 9:45-10:30										分析化学における信頼性確保のための取り組み （公開シンポジウム） 13:00-15:30																					
B会場 B32講義室	19：環境分析-5 9:00-10:00				環境分析研 究懇談会 10:00-10:30											19：環境分析-6 13:15-14:00	19：環境分析-7 14:00-14:45																			
C会場 B11講義室	17：界面分析-1 9:00-9:45				17：界面分析-2 9:45-10:30											フローインジ ェクション分 析研究懇談会 13:15-13:45	10：FIA-1 13:45-14:30		10：FIA-2 14:30-15:00																	
D会場 B12講義室	21：食品・医薬 ・臨床-1 9:00-9:45				21：食品・医薬 ・臨床-2 9:45-10:30											21：食品・医薬 ・臨床-3 13:15-14:00	21：食品・医薬 ・臨床-4 14:00-14:45																			
E会場 C209講義室	2：分子スペク トル分析-1 9:00-9:45				3：レーザー分光 分析 9:45-10:30											2：分子スペクトル分 析-2 13:15-14:15																				
F会場 C212講義室			1：原子スペクトル分析-3 9:15-10:30												1：原子スペクトル分 析-4 13:15-14:15																					
G会場 C213講義室	20：材料分析-1 9:00-10:00				高分子分析 研究懇談会 10:00-10:30											20：材料分析-2 13:15-14:30		20：材料分析-3 14:30-15:30																		
H会場 C214講義室	18：微粒子分析-2 9:00-10:00				女性Analyst 賞（高橋） 10:00-10:30											18：微粒子分析-3 13:15-14:15		18：微粒子分析- 4 14:15-15:15																		
I会場 C309講義室	9：マイクロ分析-1 9:00-10:00				ナノ・マイク ロ化学分析研 究懇談会 10:00-10:30											9：マイクロ分析 -2 13:15-14:00																				
J会場 C310講義室	22：バイオ-5 9:00-9:45				22：バイオ-6 9:45-10:30											22：バイオ-7 13:15-14:00		22：バイオ-8 14:00-14:45																		
P/Y会場 第一体育館								テクノレビューポスター（3日間） 10:45-12:15																												
								一般ポスター-2 10:45-12:15																												
								高校生ポスター 10:45-12:15																												

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 保倉 明子 (東京電機大学工学部)

藪谷 智規 (愛媛大学イノベーション創出院)

委 員 大平 慎一 (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)

末田 慎二 (九州工業大学大学院情報工学研究院)

林 英男 (東京都立産業技術研究センター)

山口 央 (茨城大学大学院理工学研究科)

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)

日本分析化学会第74年会「展望とトピックス」

2025年9月1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/>