

日本分析化学会 第68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 2019年9月11日(水)～9月13日(金)

会場 千葉大学 西千葉キャンパス(千葉市)



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 6,000 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，広く社会の皆様を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

(公社)日本分析化学会 第68年会

会期 2019年9月11日(水)～9月13日(金)

会場 千葉大学西千葉キャンパス (千葉市)

目次

日本分析化学会第 68 年會を開催するにあたって

実行委員長（千葉大学大学院工学研究院） 藤浪 眞紀..... 1

関東支部主催 一日本分析化学会第 68 年會を迎えて

日本分析化学会関東支部長（上智大学理工学部） 早下 隆士..... 2

一般公開プログラム 3

特別シンポジウム「社会の公正と安全・安心に貢献する分析化学」 5

展望とトピックス

エネルギー・環境

実動作環境下でリチウム—硫黄電池表面を測定して，高容量化へ 【K3002】

（新潟大学大学院自然科学研究科） 梅林 泰宏 ほか 6

マイクロプラスチックの種類を微量で簡単に分析する 【H2004】

（名古屋工業大学大学院工学研究科） 大谷 肇 ほか 7

吸収スペクトルから溶存金属錯体の構造を予測する 【M2001】

（福岡大学理学部） 栗崎 敏 ほか 8

天然水中の微量な四価のセレン濃度の測定法を開発 【P3125】

（新潟大学理学部） 松岡 史郎 ほか 9

アクチニド定量分析のための迅速な試料前処理 【J1104】

（量子科学技術研究開発機構 福島再生支援研究部） 鄭 建 ほか .. 10

Cs 吸着材に捕捉された長寿命核種 ^{135}Cs の測定方法 【P2059】

（産業技術総合研究所） 浅井 志保 ほか 11

炊飯米の香りの正体を化学の眼で明らかにする 【M3001】

（福井大学院工学研究科） 内村 智博 ほか 12

「加熱式たばこ」と「紙巻たばこ」との煙の違いを探す 【P3141】

（国立保健医療科学院） 稲葉 洋平 ほか 13

ニラ特有のにおい成分で鮮度を評価し，冷凍保存可能期間を予測 【P3133】

（函館工業高等専門学校） 清野 晃之 ほか 14

特殊な機器を使わずに血液中に含まれる微量の水素を定量する 【P3140】 (福岡県警察科学捜査研究所) 辻田 明 ほか	15
--	----

医療・生命

細胞単位の元素分析で毒性評価や病気診断を 【C3009】 (千葉大学大学院薬学研究院) 小椋 康光 ほか	16
核酸ナノ医薬品開発のための動的構造解析法 【E3003】 (北海道大学工学部) 真栄城 正寿 ほか	17
多様な酵素機能をもつペプチド核酸誘導体の合理的設計に成功 【Y2053】 (九州大学大学院工学研究院) 中野 幸二 ほか	18
人工細胞一つずつの培養・操作を自動化する基礎技術開発に成功 【E3005】 (東京大学大学院総合文化研究科) 豊田 太郎 ほか	19
がん細胞をみつけて目印をつけるための基礎技術を開発 【H3008】 (九州大学大学院工学研究院) 片山 佳樹 ほか	20
簡便な疾患・バイオマーカー検出法 【D1110】 (日本大学大学院総合基礎科学研究科) 桑原 正靖 ほか	21
わずかな試料量で炎症に特異的なタンパク質を測定する 【E3001】 (東京大学大学院工学系研究科) 太田 諒一 ほか	22
進化分子工学による病原体の簡易な検出法の改良 【D3107】 (理化学研究所 創発物性科学研究センター) 多田 誠一 ほか	23
個人のゲノム情報に基づく新たなプロテオーム解析の手法 【Y2014】 (京都大学大学院薬学研究科) 石濱 泰 ほか	24
唾液成分で運動中の精神的なストレスを評価 【D3105】 (高知大学複合領域科学部門) 蒲生 啓司 ほか	25

新素材・新技術

紙製の微小流路をボールペンで簡便に作成 【P3051】 (日本薬科大学) 荒井 健介 ほか	26
--	----

「構造色」を利用した化学センサーの開発 【F3103】	
(富山大学大学院理工学教育部工学領域)	菅野 憲 ほか 27
患者負担の少ない血糖値ウェアラブルセンサの開発 【F2005】	
(富山大学大学院理工学教育部工学領域)	遠田 浩司 ほか 28
「右手」か「左手」か，選択的に分析できる MALDI-MS 法の開発 【L1001】	
(東洋大学理工学部)	藤野 竜也 ほか..... 29
一分子を操作するための超微小液滴の制御技術を開発 【E3103】	
(大阪府立大学大学院工学研究科)	許 岩 ほか 30
細孔に閉じ込められた酵素の長寿命化メカニズムを解明する技術 【Y1216】	
(茨城大学理学部)	山口 央 ほか..... 31
ナノテクノロジーの基幹材料となる合金クラスターの物性を追跡 【Y1217】	
(東京理科大学大学院理学研究科)	根岸 雄一 ほか..... 32
液体の塩「イオン液体」でヨウ素を効率よく集める 【Y2034】	
(千葉大学大学院理学研究院)	勝田 正一 ほか..... 33
大型荷物に付着した爆薬粒子を自動的に採取・検出する装置 【I1005】	
(日立製作所 研究開発グループ)	高田 安章 ほか..... 34
元素の動きを捉えるカメラ 【P3010】	
(物質・材料研究機構)	桜井 健次 ほか 35
第 68 年会 会場別講演区分.....	36

日本分析化学会第 68 年会を開催するにあたって

第 68 年会実行委員長
千葉大学大学院工学研究院 藤浪 真紀



公益社団法人 日本分析化学会は、1952 年に設立された歴史と伝統のある学術団体です。現在、約 6000 名の会員を擁しており、理学、工学、農学、医学、薬学などの学術関連機関、官公庁、様々な企業や団体の研究者や技術者などが会員となり、学会活動に参加しています。日本分析化学会第 68 年会は、2019 年 9 月 11 日（水）～13 日（金）の三日間、千葉大学西千葉キャンパスで開催され、会員の約 1/4 が参加します。分析化学とは、対象物質の構成成分およびその濃度を求める方法論を開発することを目的とした学問領域です。研究者・技術者は化学、物理学、生物学といった基礎科学、そして情報科学などのあらゆる応用領域の技術を最大限に活用することで、新規な分析手法の開発にチャレンジしています。その戦略や分析結果に我々は学問としての魅力を感じています。また、その対象は工業・農業分野、医学・薬学分野、環境分野など幅広く、安全・安心な社会が成り立っているのは、分析結果がその基礎を支えているからであるという自負が我々にはあります。

本年会では、産官学から様々な発想による新しい分析法が提案され、きわめて基礎に近いものから、その成果がすぐにでも必要とされるところで実用化されるものまであります。本小冊子は本年会で発表される講演の中から、特に社会的関心が高いと思われる研究発表を選定し、一般の方にもわかりやすく紹介したものです。この小冊子によって分析化学が社会の様々な要求や問題の解決にいかにか寄与しているかをご理解いただければ幸いです。

今後、ビッグデータや AI の発展により、研究に対する取り組み方も変わってくることを予想されます。いままで人海戦術であった分野や熟練者の経験に依存した分野は、その研究・開発スタイルが急速に変貌をとげるでしょう。一方、その基礎データを与える分析化学はさらにその重要性を増してきます。新たな知見を創出するには、真摯に対象に向きあうことができる人類以外にはできないことは明らかです。また、大学院生の発表が昨年と比較して 25 %も増加したことは分析化学において若い研究者の卵が増加していることを意味し、その成果を議論することを私自身も大変楽しみにしております。三日間の年会を通じて、分析化学の神髄を感じていただけますようお願い申し上げます。

総講演数：671 件

内訳：シンポジウム講演等 53 件、一般講演 364 件（口頭 262 件、ポスター 102 件）、若手ポスター講演 211 件、アジア分析科学シンポジウム講演 4 件、テクノレビュー講演 2 件、研究懇談会講演 21 件、受賞講演 16 件

関東支部主催 ―日本分析化学会第 68 年会を迎えて



関東支部長
上智大学理工学部 早下 隆士

公益社団法人・日本分析化学会は、分析に関する情報の交換並びに分析化学の進歩発展を図り、それを通じて科学、技術、文化の進展、人類の福祉に寄与することを目的として、1952年に設立された学術団体です。本部を東京に、そして関東支部を含む7つの支部を日本の各地に配置しています。本学会の主な事業に、分析化学分野の最先端の研究成果を発表・討論する分析化学討論会（春季開催）と年会（秋季開催）があります。これらの事業は、本部と7つの支部が持ち回りで実施していますが、本年会は首都圏を中心に1都8県（東京、神奈川県、千葉、茨城、埼玉、群馬、栃木、山梨、新潟）で構成される関東支部で実行委員会を組織し、実行委員長に選出された藤浪眞紀教授（千葉大学）のもとで、千葉大学西千葉キャンパスでの開催に向けて準備を進めてきました。

本年会では、原子スペクトル分析、センサー・センシングシステム、各種クロマトグラフィー、分離・分析試薬の設計、界面分析、環境関連分析、バイオ分析、臨床分析、および企業における分析解析活用と課題解決への適用など分析化学に関わる36分野の分類の中で、一般講演（口頭、ポスター）、若手講演（ポスター）、およびテクノレビュー講演（口頭、ポスター）の発表が行われます。

さらに本年会では、特別シンポジウムとして、1) 生命現象における分析化学、2) 社会の公正と安全・安心に貢献する分析化学（一般公開）、3) 分析科学と核酸科学、4) 講義「分析化学」を魅力的にするには、5) プラズマ質量分析計によるナノ粒子の高感度・高速計測、6) タンパク質を素材とする分析ツールの進化デザイン、および7) 分析化学のプレゼンスを拡大するキャリアビルディング（一般公開）、また産業界シンポジウム（一般公開）として、1) 分析部門における産学連携/社外大型設備の活用、2) AI, MI 時代への期待と課題 II—企業におけるコンピュータサイエンスの現状—、および研究者交流を目的とする産官学交流カフェを企画しています。また、アジア圏の第一線で活躍する研究者を集めた第5回アジア分析科学シンポジウムも、本年会の中で開催されます。この他、分析・計測機器関連のメーカー・販売会社、分析技術提供会社、関連書籍出版社による付設展示会やランチョンセミナーも企画しています。

日本分析化学会では、分析化学に関わる研究者・技術者に対し、学会賞、学会功労賞、技術功績賞、奨励賞、先端分析技術賞、女性 Analyst 賞、有功賞を毎年選定し、贈呈しています。本年度は、学会賞3件、学会功労賞4件、技術功績賞3件、奨励賞5件、先端分析技術賞2件、女性 Analyst 賞2件、および有功賞51件が選出されました。授賞式と学会賞受賞講演は、第2日目午後にN会場で、技術功績賞、奨励賞、先端分析技術賞、および女性 Analyst 賞の各賞の受賞講演は各会場で行われます。皆様、是非足をお運び下さい。

第68年会 一般公開プログラム (参加費無料)

9月11日 (水) 13:15 ~ 17:30, B会場

特別シンポジウム 2. 社会の公正と安全・安心に貢献する分析化学

オーガナイザー：上本道久 (明星大理工)

9月13日 (金) 13:10 ~ 15:50, A会場

特別シンポジウム 7. 分析化学のプレゼンスを拡大するキャリアビルディング

主催 関東支部若手の会, オーガナイザー：豊田太郎 (東大院総合文化)

趣旨：分析・計測の研究や仕事に従事している学部生・大学院生・若手研究者・企業若手研究者は、分析化学のアイデンティティをもって学術・産業界で成果を上げている。合成・製造・プロセスの「縁の下の力持ち」であるのみならず、さらにそれらを先導してシーズを与える役割を担うことができる秘訣と期待について、講演者からご経験を踏まえてお話しいただきます。アイデア、実験と実践、ネットワーキングをしてこられた産学の講演者の方々の“轍”を学び、参加者が自身の研鑽をより一層積んでいくことが、学術・産業界全体における分析化学分野の活性化とプレゼンスの拡大につながるでしょう。今後の就職活動をみすえる学生の指導にあられる教員にも必聴のシンポジウムです。講演者・参加者どうしのネットワーキング (名刺交換会・ミキサーなど) も設ける予定です。

9月11日 (水) 13:30 ~ 16:30

産業界シンポジウム ー企業における未来志向の最先端分析解析技術ー

1. 分析部門における産学連携/社外大型設備の活用

オーガナイザー：岩畑大悟 (味の素)

趣旨：最先端の機能性材料の機能発現機構の解明において、産学連携や一企業では所有できない大型設備の利用が重要なポイントとなってきた。J-PARC(大強度陽子加速器実験施設)における中性子利用等の紹介をして頂くとともに各社で実施している大学との共同研究/技術指導などの産学連携事例や放射光施設、電子顕微鏡、大型コンピュータなど社外大型設備の活用事例を紹介し、今後の課題について議論する。

9月12日 (木) 9:10 ~ 11:50, A会場

産業界シンポジウム ー企業における未来志向の最先端分析解析技術ー

2. AI, MI時代への期待と課題 II ー企業におけるコンピュータサイエンスの現状ー

オーガナイザー：鈴木真由美 (富士フイルム)

趣旨：AI, ビッグデータ時代の活用が本格化し、デジタルトランスフォーメーションの必要性が叫ばれるなか、IoTやマテリアルズ・インフォマティクス (MI) などの導入が進んでいる。昨年に引き続き、産業界各社のコンピュータサイエンスの取り組み事例を紹介し、今後の活用、展開、課題について議論する。

9月11日（水）10：00～12：00，M会場

産官学交流カフェ

主催 日本分析化学会産官学連携委員会・第68年会実行委員会

趣旨：日本分析化学会では、分析化学の多様性を活かし、産のニーズと官・学のシーズをマッチングする場を提供し、連携を加速させ、科学・技術における分析化学の重要性や魅力を発信する役割を果たしていきます。そのために、大学教員によるシーズ研究紹介（研究室主宰者による10分程度の話題提供）を行い、産業界の研究者・技術者との交流のきっかけとなる産官学交流カフェを企画しました。また、当日の午後には先述の産業界シンポジウム、夜には産業界シンポジウム運営委員会委員他との合同懇親会を企画しており、さらに詳細な情報交換や議論ができる場を設けます。話題提供の研究室は、webの産官学交流カフェスケジュールをご覧ください。皆様の参加をお待ちしております。

特別シンポジウム「社会の公正と安全・安心に貢献する分析化学」

< 日時 > 9月11日(水) 13:15 ~ 17:30

< 会場 > B会場

オーガナイザー 上本 道久(明星大理工)

社会秩序を維持するため、市民の安全を守るため、競技の公平性を保つため、様々な分野で分析化学の専門家が活躍しています。本シンポジウムでは、第一線で活躍する研究者から、核物質、化学兵器、ドーピング、危険ドラッグについて、また救急現場や急性中毒で起こる様々な事象についての分析化学的取り組みを披露していただきます。以下の6つの講演が予定されています。

① 「核不拡散・核セキュリティに利用される微量分析技術」

核物質の拡散防止は国際的な課題ですが、不法な核物質を検知し、その素性や履歴を見極めるために高度な分析技術が不可欠です。

② 「化学兵器用剤の現場分析技術」

化学兵器を用いた内戦やテロの惨劇が我々を震撼させています。その痕跡を現場で正しく検知することがその事案究明には欠かせません。

③ 「スポーツドーピング検査 フェアプレイと選手の健康を守る分析化学」

来年は東京オリンピック 2020 です。ドーピングはますます巧妙になり、新しい薬剤を極微量ではかる分析技術との戦いが繰り広げられます。

④ 「危険ドラッグによる健康被害を防ぐ分析化学」

規制されている麻薬や覚醒剤から少し形を変えただけの危険ドラッグは巧妙に市民生活を脅かします。先端分析化学が危険ドラッグの拡散を水際で守ります。

⑤ 「救急現場および法医鑑定で用いられる分析技術 一時間の壁と公平性の担保」

救急現場での中毒起因物質の探索は一刻を争います。また中毒による死因を特定して法医鑑定の質を向上させます。全てに渡ってどこまで正しくはかれるかが鍵となります。

⑥ 「急性中毒の原因究明や治療に役立つ分析化学」

意識のない中毒患者を前に短時間で中毒の原因となった薬物や毒物を特定する。数々の分析装置を駆使して患者の診断や治療に役立っています。

物質をはかる方法を構築するという一見地味な研究領域が、社会を安定に維持するための公正や安全・安心に深く関わっています。分析技術は国家の基盤技術の一つと言えます。本シンポジウムは一般公開のプログラムなので、本年会に参加登録していなくても、どなたでも無料で聴講できます。皆様のお越しをお待ちしております。

実動作環境下でリチウム―硫黄電池表面を測定して、高容量化へ

【講演番号】 K3002 【講演日時】 9月13日（金）09：15～09：30

【講演タイトル】 スルホラン系電解液を用いた正極不溶型リチウム―硫黄電池のオペランド Raman 測定

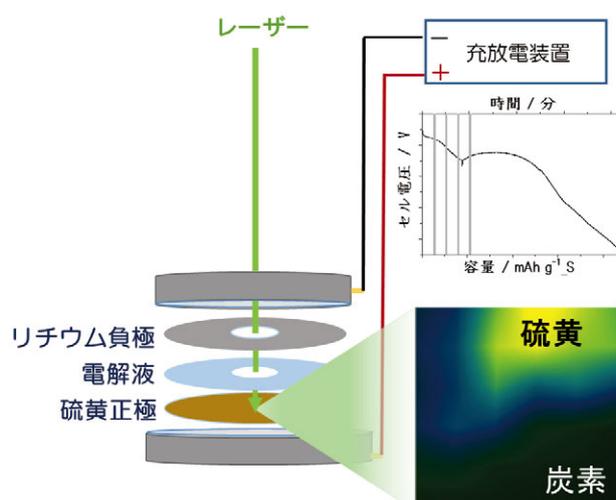
【概要】 リチウム金属を負極、硫黄を正極に用いるリチウム―硫黄電池は、現行の高性能な蓄電池に比べ10倍以上の電気を蓄えることが可能であるため、実用化が強く期待されている。しかし、正極の硫黄の放電生成物が負極に移動して電池内部で反応してしまい、十分な電気が蓄えられない、劣化が早まるといった大きな課題を抱えていた。そこで本研究では、電池の高性能化につながる有用な知見を得るため、実動作環境下でリチウム―硫黄電池の電極表面をラマン分光分析し、放電前と放電中での電極表面の元素の状態について解析を行った。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 新潟大院自然¹・産総研²・横浜国大院工³

○荒井 奈々¹・渡辺 日香里¹・弓削 眞子¹・都築 誠二²・上野 和英³・渡邊 正義³・獨古 薫³・
梅林 泰宏¹

新潟県新潟市西区五十嵐二の町 8050 番地、電話 025-262-6265, yumescc@chem.sc.niigata-u.ac.jp

持続可能な社会の実現へ向けて革新的な次世代蓄電池の開発が進められている。リチウム金属を負極、硫黄を正極に用いるリチウム―硫黄電池は、現行の高性能蓄電池に比べ10倍以上の電気を蓄えることができ、また硫黄は資源的に豊富であるため、安価に持続的に大量生産できることが見込まれ、実用化が強く期待されている。しかし、正極の硫黄の放電生成物が負極に移動して電池内部で反応してしまい、十分な電気が蓄えられない、劣化が早まるといった大きな課題を抱えていた。最近、この課題を克服する電解液が見出され、ゲームチェンジングなリチウム―硫黄電池が提案された。この電池の充放電反応の反応経路が解明できれば、さらに電池の性能を向上できる。このためには、実際に電池を充放電しながら種々の測定を行う“オペランド(Operando)測定”が役立つ。本研究では、ゲームチェンジングなリチウム―硫黄コイン型電池のオペランド測定を行った。放電前の測定では、硫黄は最も安定な環状のS₈分子として、島状に不均一に存在していることがわかった。一方、放電を始めると電池電圧が低下し、約2.15Vになると、急激にS₈は減少することがわかった。この結果から、電解液との接触を避けながら、硫黄を均一にするような正極/電解液の界面制御が高性能化につながると予想した。実際に界面制御された正極を用いることで、電池に蓄える電気容量を高めることに成功した。



マイクロプラスチックの種類を微量で簡単に分析する

【講演番号】 H2004 【講演日時】 9月12日（木）09：45 ～ 10：00

【講演タイトル】 海洋マイクロプラスチック分析のための熱分解 GC-大気圧化学イオン化-四重極飛行時間型-質量分析法 (Py-APGC-MS) によるプラスチック混合物の識別分析

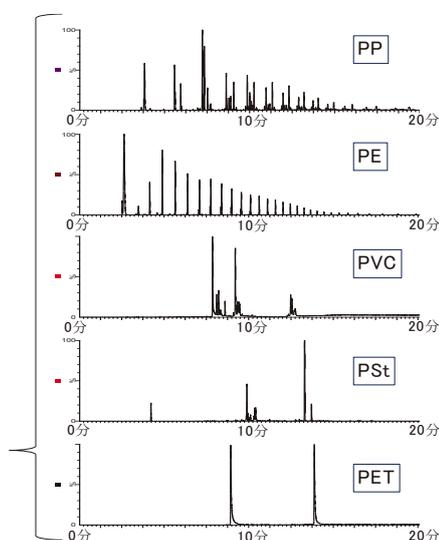
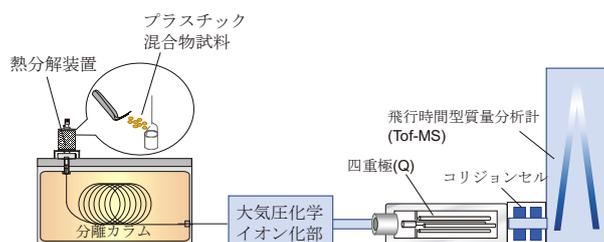
【概要】 海洋中に存在するプラスチックごみの微小片（マイクロプラスチック）は生態系への悪影響から、そのプラスチック種の決定が極めて重要である。しかし、マイクロプラスチックはもともと微量でしか回収できないことや、複雑な混合系であることから、その詳細な分析は困難である。講演者らは、熱分解分析法と大気圧化学イオン化高分解能飛行時間型質量分析法を組み合わせることで、微量の混合系試料から、その構成プラスチック種を決定することに初めて成功した。今後、マイクロプラスチックの実用分析法としてこの方法が広く利用され、環境改善に貢献することが期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 名工大院工

○原田 賢二・大谷 肇

愛知県名古屋市長和区御器所町，電話 052-735-7911，ohdani.hajime@nitech.ac.jp

海洋におけるプラスチックゴミの破片の中で、大きさ 5 mm 未満のものは、マイクロプラスチックとよばれ、生態系への悪影響が懸念されており、その分析は重要である。熱分解ガスクロマトグラフィー質量分析法 (Py-GC-MS) は、他の手法では分析の難しい 10 μm 以下の微小粉を含めたマイクロプラスチックの分析に適している。しかし、微粉末の粒子をひとつずつ測定するのではないため、混合系の微粉末試料の測定には課題があった。そこで本研究では、最近開発された、大気圧化学イオン化 (APCI) -四重極飛行時間型 (QToF) -質量分析法 (MS) を用いる Py-GC-MS システム (Py-APGC-MS) を構築することにより、この課題を解決した。実際に、生産量の多い 5 種のプラスチック (ポリプロピレン (PP), ポリエチレン (PE), ポリ塩化ビニル (PVC), ポリスチレン (PSt), ポリエチレンテレフタレート (PET)) を生産量と同じ比率で粉碎混合して、Py-APGC-MS 測定した結果、APCI による各プラスチックに特徴的なイオンの生成と、QToF-MS によるそれらの精密分析により、プラスチック混合物試料から個別の成分情報を引き出すことに成功した。



本研究で使用したPy-APGC-MSの装置図および各プラスチックの識別結果

吸収スペクトルから溶存金属錯体の構造を予測する

【講演番号】 M2001 【講演日時】 9月12日（木）09:00～09:15

【講演タイトル】紫外可視分光法と Discrete Variational Multi Electron (DV-ME)法を用いた遷移金属水和錯体の溶存構造解析

【概要】金属錯体は、生体関連物質や触媒のモデル化合物として注目を浴びているが、金属錯体の溶存構造を明らかにすることは容易ではない。本研究では、電荷や原子座標を入力するだけで紫外可視吸収スペクトルの理論計算が行える DV-ME 法で、実測した金属錯体の紫外可視吸収スペクトルを再現し、その溶存構造を簡単に予測できる方法を開発した。この方法は金属錯体触媒の触媒機能の予測に適用が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】福岡大理

○眞武 徳生・市川 慎太郎・山口 敏男・栗崎 敏

福岡県福岡市城南区七隈八丁目 19-1, 電話 092-871-6631, kurisaki@fukuoka-u.ac.jp

金属錯体は、生体関連物質や触媒のモデル化合物として注目を浴びている。これらの反応は主に溶液中で生じている。また、金属錯体の触媒機能はその構造と密接な相関を持っていることが予想される。そのため、溶液中の金属錯体の構造を明らかにすることができれば、新規触媒の開発や高機能化が容易に可能になると考えられる。一般的に溶液中の金属錯体の構造は X 線分析法を用いて研究されている。X 線分析法は、結合距離や結合角度などの構造情報を得ることはできるが、測定場所や測定時間に制限がある。一方で、紫外可視分光法は、配位数や配位構造など間接的な構造情報しか得られないが、研究室で容易に測定を行うことができる。そこで講演者らは、電荷や原子座標を入力することで、容易に紫外可視吸収スペクトルの理論計算が行える、Discrete Variational Multi Electron (DV-ME)法を用いて、遷移金属水和錯体の詳細な溶存構造解析を行った。まず、DV-ME 法で算出した理論スペクトルを実測スペクトルの形状と比較し、再現できているかを確認した。次に、実測と理論スペクトルから色度座標を算出し、色度図上にプロットした。色度図を用いて客観的に評価を行い、最適モデルを決定した。過去の X 線構造解析の結果と比較したところ、妥当な構造であることが示された。今後、この方法を用いて様々な金属錯体での構造解析を行い、実際に触媒として使用されている金属錯体に適用できるか検討する。

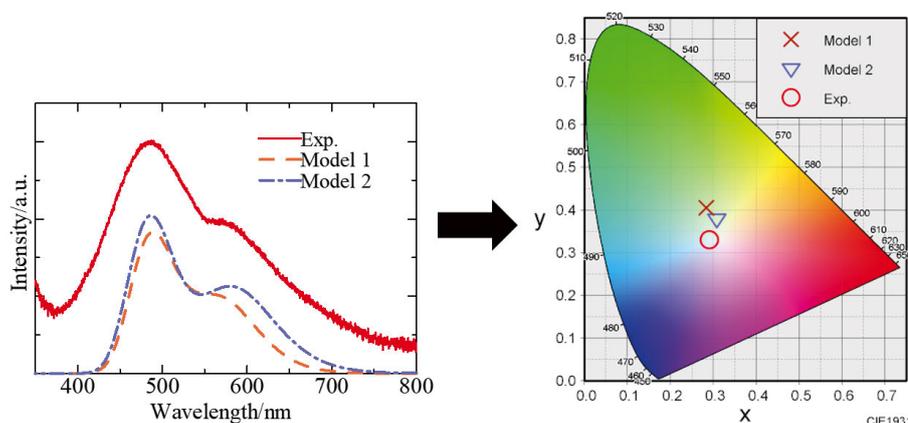


Fig. 実測と理論スペクトルの比較

天然水中の微量な四価のセレン濃度の測定法を開発

【講演番号】 P3125 【講演日時】 9月13日（金）13:15～14:45

【講演タイトル】 シクロデキストリンポリマーを濃縮と蛍光測定の場合として用いる Se (IV) の高感度分析法

【概要】 セレン (Se) はヒトの必須元素であるが、過剰でも不足してもヒトの健康に影響を生じる。Se は複数の酸化状態をとり、その価数ごとに毒性が異なる。環境において価数別に Se 濃度を知ることが求められるが、濃度が低いことから、価数別に分析するのは困難であった。本研究では、天然水中の Se(IV)の濃度測定法の開発を目指した。Se(IV)と選択的に反応して蛍光を生じる蛍光性錯体を形成し、さらに内部に疎水性空孔を持つ不溶性ポリマーを用いて Se 蛍光性錯体を吸着・濃縮することで、低濃度の Se(IV)を高感度に定量することに成功した。

【発表者 (○: 登壇者/下線: 連絡担当者)】 新潟大院自然¹・新潟大理²・福教大教育³
九大院理⁴

六原 直哉¹・○松岡 史郎²・宮崎 義信³・吉村 和久⁴

新潟市西区五十嵐2の町 8050 番地, 電話 025-262-6172, matsuo@env.sc.niigata-u.ac.jp

セレン Se は生体微量必須元素であるが、過剰摂取では毒性を示すことが知られている。一般に環境中の Se 濃度は低いですが、種々の人間活動により天然水中の濃度が増加する懸念や、水中での生物濃縮による生態系への影響などの点から、環境中における Se の動態について、近年注目が集まっている。ところが、天然水中の Se の動態に関する報告例は非常に少ない。天然水中の Se は四価と六価の酸化状態を取り得るが、各化学形態により性質や環境中での挙動が大きく異なるため、Se 濃度の全量測定だけでなく、Se の化学状態別定量を行わなければ、Se の動態についての全体像を把握できない。しかし環境中の Se は低濃度のため、化学状態別定量は困難であった。そこで講演者らは、Se の化学種のうち、対象を四価のセレン Se(IV)に絞り、正確さに優れるだけでなく環境への影響にも配慮した、天然水中の Se(IV)に対する高感度分析法について検討した。

講演者らは、Se(IV)-ジアミノナフタレン (DAN) 蛍光法を適用した。DAN が選択的に Se(IV)と反応して蛍光性錯体 (Se-DAN) を生成し、その蛍光強度が Se(IV)濃度に比例することをを用いるのである。水溶液中での Se-DAN の蛍光強度は弱いため、一般的には有機溶媒に抽出する。しかし有機溶媒に抽出しても、天然水中の Se(IV)の定量に対しては、その感度は十分でない。一方、水溶性のシクロデキストリン (CD) はその内部に疎水性空孔を持つため、Se-DAN をその空孔内部に取り込むと、水溶液中においても有機溶媒への抽出と同様の増感が期待できる。また近年開発された CD を架橋した不溶性ポリマー (CDP) を用いて、その疎水性空孔に Se-DAN を濃縮してその蛍光を直接測光すれば、有機溶媒を用いない高感度な Se(IV)の分析法となり得る。このコンセプトの下、Se-DAN を β -CDP の疎水性空孔に吸着・濃縮させる新たな分析法を検討したところ、0.05 ppb の検出限界を達成できた。本法は、有機溶媒への抽出を要する他の蛍光光度法の高感度化にも適用できるため、環境への影響にも配慮した新たな分析法として今後の展開が期待できる。

アクチニド定量分析のための迅速な試料前処理

【講演番号】 J1104 【講演日時】 9月11日（水）14:30～14:45

【講演タイトル】 Development of low-temperature fusion using ammonium hydrogen fluoride for rapid determination of actinides in environmental and nuclear decommissioning samples（環境および廃炉試料中のアクチニドの迅速定量のためのフッ化水素アンモニウムを用いた低温溶融抽出法の確立）

【概要】 近年、原子力緊急時の対応や原子炉廃止措置の作業においても、迅速にアクチニドを定量する分析法が必要とされている。本研究では、環境試料及び放射性廃棄物中のネプツニウム-237 (^{237}Np) とプルトニウム (Pu) 同位体を定量するための安全かつ迅速な試料前処理法として、低温フッ化水素アンモニウム (NH_4HF_2) 溶融法を検討したところ、長時間の高温加熱を必要とする従来の試料分解法に比べて、低温かつ迅速な試料溶液化が可能となった。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 量研福島再生支援研究部¹・南華大理²・北京大理³

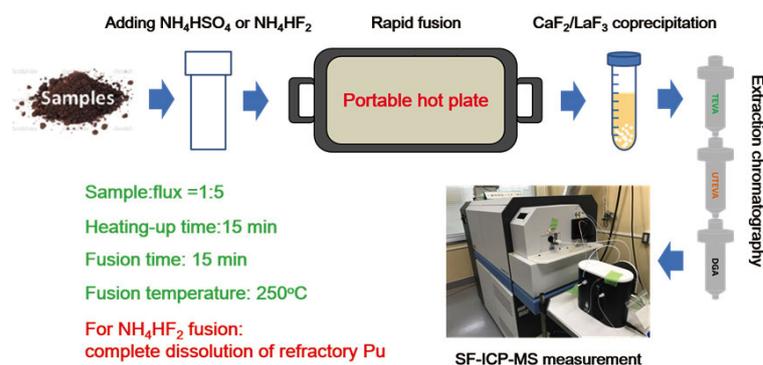
○鄭建¹・王海^{1,2}・黄召亜¹・倪有意^{1,3}・青野辰雄¹

千葉県千葉市稲毛区穴川 4-9-1, 電話 043-206-4605, zheng.jian@qst.go.jp

近年、環境放射能に関する研究だけでなく、原子力緊急時の対応や原子炉廃止措置の作業においても、迅速にアクチニドを定量する分析法の検討が必要とされている。従来の試料分解法では、試料に硝酸、過塩素酸とフッ酸を加えて加熱する方法が用いられてきた。

これは混合酸を用いるために、試料の熱分解や高温の溶融操作に長時間を要し、実験室やその施設への負荷を考慮する必要もあった。また、試料の分解はアクチニドの定量分析における最初のステップであり、慎重な操作が求められている。

本研究では、環境試料及び放射性廃棄物中のネプツニウム-237 (^{237}Np) とプルトニウム (Pu) 同位体を定量するための環境に優しい迅速分析法を確立した。本法では、低温フッ化水素アンモニウム (NH_4HF_2) 溶融法に、フッ化カルシウム (CaF_2) / フッ化ランタン (LaF_3) 共沈法、抽出クロマトグラフィーおよび ICP-MS 測定を組み合わせた。従来の溶融法では、高温 (600~1200 °C) のマッフル炉が用いられてきたが、本法では市販のホットプレートを用いて、温度 250 °C で 15 分間の加温だけで溶融が完了した。土壌、海洋堆積物およびコンクリート試料 (0.5~1g) を、開発した低温 NH_4HF_2 溶融法とクロマトグラフィーによる分離精製過程を組み合わせる結果、 ^{237}Np と Pu について 70~90 % 以上の化学回収率が得られた。試料から難溶性 Pu を抽出することができ、約 8 時間で 10 サンプルの分析が可能となり、従来の試料分解法に比べて迅速な定量法となった。また本法では、フッ化水素 (毒物) を使用しないため、安全で環境に配慮した分析法といえる。



Cs 吸着材に捕捉された長寿命核種 ^{135}Cs の測定方法

【講演番号】 C3003 【講演日時】 9月13日（金）09：30～09：45

【講演タイトル】 Cs吸着材に捕捉された長寿命核種 ^{135}Cs のレーザーアブレーション ICP-MS による定量

【概要】 福島第一原子力発電所では、汚染水の処理によって、放射性 Cs を多量に含む廃 Cs 吸着材が大量に発生している。この吸着材には、主要な放射能汚染源である ^{137}Cs 以外に、半減期が 230 万年と非常に長い ^{135}Cs も含まれる。 ^{135}Cs は γ 線を放出せず、吸着材に強く保持されるため測定が難しく、これまで ^{135}Cs の放射能の評価は進んでいなかった。そこで本研究では、微量の固体試料に含まれる元素の同位体比を分析可能な LA-ICP-MS で得られた $^{135}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 比と γ 線測定装置で得られた ^{137}Cs の放射能から、 ^{135}Cs の放射能を簡便に求める方法を開発した。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 産総研¹，原子力機構²

○浅井 志保¹・大畑 昌輝¹・半澤 有希子²・蓬田 匠²・堀田 拓摩²・北辻 章浩²

茨城県つくば市梅園 1-1-1，電話 029-862-6732，asai.shiho@aist.go.jp

福島第一原子力発電所では、汚染水処理で使用された廃セシウム（Cs）吸着材が多量に発生している。この廃 Cs 吸着材中には、主要な放射能汚染源である ^{137}Cs だけでなく ^{135}Cs も存在している。 ^{135}Cs の半減期は 230 万年であり、長期間にわたって放射線を放出し続けるため、処分の際には ^{137}Cs と同様に放射能の正確な評価が不可欠となる。 ^{135}Cs は、 ^{137}Cs のように γ 線を放出せず外部非破壊測定できないことから、Cs 溶出液の測定が必要であるが、Cs イオンが吸着材へ強く保持され溶出は現実的でない。さらに、 ^{137}Cs による線量が高く、取扱いが困難であるため、放射能の評価は進んでいない。本研究では、微量固体試料の同位体分析が可能なレーザーアブレーション（LA）-ICP-MS を用い、廃 Cs 吸着材中の同位体存在量の比 $^{135}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ を溶出操作なしで直接測定し、 ^{137}Cs の γ 線測定値から ^{135}Cs の放射能を簡便に定量する方法（図 1）を開発した。

妥当性検証のため、 ^{135}Cs の放射能が既知の汚染水試料に、市販の Cs 吸着材を浸漬して廃 Cs 吸着材模擬試料を調製し、LA-ICP-MS で測定したところ、正確に ^{135}Cs 放射能を算出できることを確認した。本方法では、Cs 吸着材保管容器中の ^{137}Cs 全放射能が分かれば、廃 Cs 吸着材数粒の測定で保管容器内の ^{135}Cs 全放射能を算出でき、大幅な負担軽減が期待される。

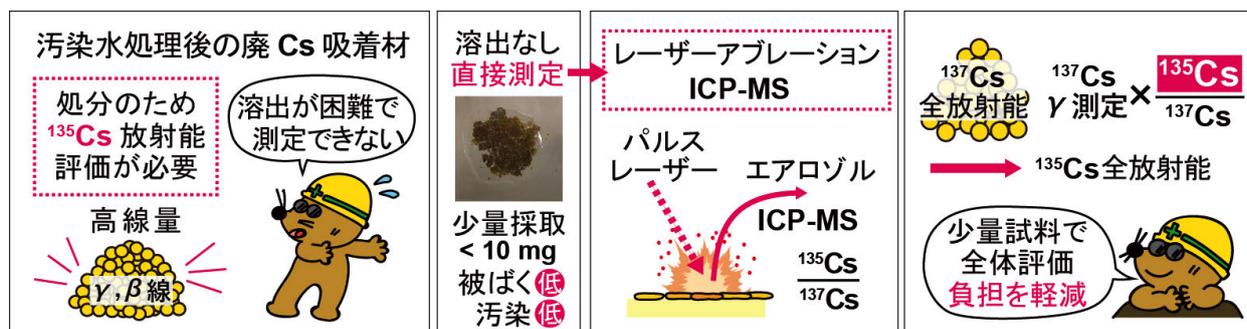


図 1 レーザーアブレーション ICP-MS による迅速簡便な ^{135}Cs 定量法

炊飯米の香りの正体を化学の眼で明らかにする

【講演番号】 M3001 【講演日時】 9月13日（金）09:00～09:15

【講演タイトル】 固相マイクロ抽出法を用いた炊飯米揮発成分の分析

【概要】 炊飯米の香りをその成分の種類や量に基づいて化学的に評価することができれば、お米の特徴づけだけでなく、消費者の好みに合う品種選びにも欠かせない情報が得られる。講演者らは、炊飯後の炊飯器を開けた時に出てくる蒸気にはファイバーをかざして揮発成分を捕集し、次いでそのファイバーを分析装置（ガスクロマトグラフィー質量分析法）に導入することにより、お米の香り成分の種類や量を明らかにする方法を開発した。この方法により、炊飯米の香り成分の評価や特徴づけを化学の眼で行うことができ、将来、消費者の好みに応じた新品種の開発等に貢献することが期待される。

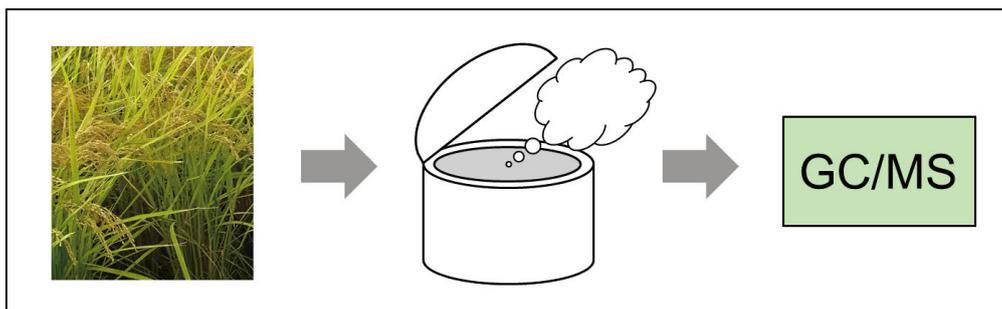
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 福井大院工¹・福井大工²・福井農試³

○高橋 慶太¹・篠田 凌¹・荻野 健太郎²・市川 駿介¹・小林 麻子³・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

お米は日本人の主食であり、地域ごとで新品種の開発が盛んに行われている。一方で米の消費量は年々減少してきており、消費者の好みに応じた新品種の開発や品種の特徴を活かした販売戦略などが重要となっている。お米の味の評価法としては一般的に食味官能試験が用いられ、外観、香り、味、食感などが相対的に評価されている。しかし、特に香りの定量的な評価やそれに基づく品種ごとの特徴づけなどは現状では難しい。そこで本研究では、炊飯時の揮発成分の分析法について検討し、お米の品種により差があるかどうか、またそれに基づきお米の特徴づけが可能かどうかについて検証した。

実験では、一般的なうるち米に加え、もち米や香り米などいくつかの品種を用いた。炊飯後、炊飯器のふたを開けて抽出用ファイバーをかざし、揮発成分を捕集した。測定にはガスクロマトグラフィー質量分析法（Gas chromatography/mass spectrometry, GC/MS）を用いた。その結果、複数種の揮発成分を検出することができ、また品種によってピーク強度に差が見られることがわかってきた。今後さらに研究を進めることで、炊飯米の香り成分の評価や特徴づけが可能となり、消費者の好みに合うお米を選ぶ上で重要な指針を与えうると考えられる。



「加熱式たばこ」と「紙巻たばこ」との煙の違いを探す

【講演番号】 P3141 【講演日時】 9月13日（金）13：15～14：45

【講演タイトル】 加熱式たばこ及び紙巻たばこの主流煙に含まれる芳香族アミン類の分析

【概要】 2020年4月から改正健康増進法が施行され、我が国の受動喫煙対策が強化される一方、加熱式たばこは規制の対象外となった。本研究では、加熱式たばこと紙巻たばこの違いを煙の成分の比較により明らかにすることを試みた。国際基準等に対応した喫煙装置と喫煙法により、たばこの主流煙を捕集した。加熱式たばこについて含有成分を分析した結果、国際がん研究機関で発がん性があると指定されている、^{オルト}o-トルイジンが検出された。加熱式たばこは、有害性が低いと考える方も多いが、紙巻たばこ同様に発がん性物質が主流煙に含まれていることが示された。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 国立保健医療科学院

○稲葉 洋平・内山 茂久・牛山 明

埼玉県和光市南 2-3-6, 電話 048-458-6111, inaba.ya@niph.go.jp

2020年4月から改正健康増進法が施行され、我が国の受動喫煙対策が強化される。我が国の喫煙による死亡者数は12～13万人、受動喫煙による死亡者数は1万5千人と推計されており、また2020年に開催される東京オリンピック・パラリンピックに向けて、これまでの開催地と肩を並べるためにも受動喫煙対策は急務であった。しかし、この健康増進法では「加熱式たばこ」が経過措置となっており、加熱式たばこを使用しながらも飲食が可能となった。では、この加熱式たばこは、どのようなたばこ製品であって、従来の紙巻たばこと違うのか？これについて本研究では各たばこ製品の主流煙を捕集し、発がん性物質の4-アミノビフェニルを含む芳香族アミン類を分析して比較することを目的とした。

加熱式たばこの販売は1988年に開始されたが、あまり普及していなかった。しかし、2014年に販売されたIQOS以降、加熱式たばこは一気に普及し、現在では日本人喫煙者の20%を越えるまでになった。2019年7月時点で、加熱式たばこには7製品が確認されている。加熱式たばこは、IQOSやgloのように加工されたたばこ葉を240～350℃で直接加熱してエアロゾルを吸引する製品と、Ploom TECHのように電子たばこと同じ原理でプロピレングリコールからエアロゾルを発生させ、たばこ葉を通過させることで吸引する製品が存在している。本研究では、加熱式たばこ3製品と紙巻たばこ銘柄との比較を行った。主流煙の捕集には、国際基準に対応した喫煙装置を使用して、WHOが推奨する喫煙法で主流煙を捕集した。得られた主流煙を前処理し、高速液体クロマトグラフ質量分析計に供した。その結果、紙巻きたばこには、国際がん研究機関IARCグループ1（発がん性がある）に指定されている^{オルト}o-トルイジン、2-ナフチルアミン、4-アミノビフェニルが含有されていた。一方、加熱式たばこでは、o-トルイジンは定量されたが、2-ナフチルアミン、4-アミノビフェニルは検出されなかった。加熱式たばこは、有害性が低いと考える方も多い。しかし、紙巻たばこ同様に発がん性物質は主流煙に含まれていることが確認された。

ニラ特有のにおい成分で鮮度を評価し、冷凍保存可能期間を予測

【講演番号】 P3133 【講演日時】 9月13日（金）13:15～14:45

【講演タイトル】 冷凍保存したニラの鮮度評価について

【概要】 ギョウザやレバニラ炒めなど、中華料理などで使われるニラには独特のにおいがあり、におい成分として、メチインとアリインという成分が含まれている。ニラは鮮度や保存状況によって、においに変化する。冷凍保存であっても、凍った水分が細胞を傷つけることで、におい成分が溶出し、別の組織に存在する酵素と反応して、においが発生する。本研究は、メチインとアリイン量の変化を利用して冷凍保存したニラの鮮度評価法を開発した。冷凍保存が可能な期間を予想できることから、より最適なニラの保存方法の提案など、消費者に近い情報の提供が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 函館高専

新山 聡之・○清野 晃之

北海道函館市戸倉町 14-1, 電話 0138-59-6462, tseino@hakodate-ct.ac.jp

昨今の餃子ブームや消費者の健康志向の高まりにより、ニラの消費が上昇傾向にあり、ニラは注目の野菜の一つとなっている。これまでに講演者らは、高精度な表面プラズモン共鳴（HP-SPR）装置を用いてニラ抽出物の抗肝臓がん効果について調べ、ニラ抽出物ががん細胞を弱らせる効果のあることを世界で初めて示した。また、ニラの試料を一般家庭用の冷凍庫で保存した際には、冷凍期間が長くなることで、メチインとアリイン量が増加することも明らかにしている。メチインとアリインという成分はニラの葉肉細胞中に含まれる臭いの前駆体物質で、包丁などで切った際に組織内の別な場所にあるアリイナーゼという酵素とそれらが反応することで臭い成分に変化し、あの独特の臭いが生じるメカニズムになっている。冷凍した場合には、細胞中の水分が氷となり、その結晶が大きくなることで細胞に穴が開き、その隙間からメチインとアリインが溶出すると考えられる。つまり、冷凍期間が長くなることで“鮮度”にも影響があると言える。

最近、消費し切れないニラを冷凍庫で保存する方法が料理レシピ検索サイトで紹介され、約150件もの情報がインターネット上に掲載されている。また、“ニラは冷凍できる野菜で約1ヵ月間保存可能”であることも紹介されている。しかしながら、“におい”や“鮮度”という点で本当に美味しく食べることはできるのか？という疑問が生じた。

そこで、ニラの葉肉細胞中に含まれるメチインとアリイン量の変化から、間接的に鮮度を評価できないかと考え、色々な冷凍保存方法での検証を行った。また、ニオイセンサーや鼻での官能評価、葉物野菜の鮮度を評価できる鮮度アシストによる評価などと比較することで、予想される冷凍保存可能期間が両方法で一致するかどうかを検証した。その結果、メチインとアリイン量の変化を見ることで鮮度評価できることがわかり、冷凍保存可能期間を予想することができた。

本評価方法は、ネギ属の野菜の鮮度評価にも応用でき、今後は、一般市民に向けた最適な保存方法の提案や専用の包装材料の開発などへの展開が期待される。

特殊な機器を使わずに血液中に含まれる微量の水素を定量する

【講演番号】 P3140 【講演日時】 9月13日（金）13:15～14:45

【講演タイトル】 ガスクロマトグラフ-質量分析計を用いた血液中水素の分析法に関する研究

【概要】 水素は工業的に多岐にわたって利用され、クリーンエネルギーとしても注目を浴びている必要不可欠な気体である。一方で事故原因や死因調査、生体試料の腐敗や消化器疾患の指標としても用いられる水素は、その分析に特殊な機器や高価な機器が必要であった。空気中に気体として一定量含まれるネオン（Ne）原子を指標として測定することで、汎用される四重極型 GC-MS で血液中にわずかに含まれる水素（H₂）濃度を簡便に測定できる可能性があることが明らかになった。今後、環境サンプル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）】 福岡県警科捜研¹・九大院農²

○辻田 明¹・長坂 麻美¹・岡崎 英彦¹・小川 晋¹・白木 亮輔¹・合田 明永¹・松本 光史¹・
松井 利郎²

福岡市博多区東公園 7-7, 電話 092-641-4141, kaken@police.pref.fukuoka.jp

水素は、工業的に石油精製、石油化学、製鉄、アンモニア製造など多岐にわたって利用され、化石燃料に変わるクリーンエネルギーとして注目を浴びている、我々の生活に不可欠な無機ガスである。脆化による金属材料の破損や爆発性の高さなどから、水素の漏洩事故や爆発事故がこれまでに多数発生しており、これらの事故原因や死因調査としても水素の分析は極めて重要である。さらに、水素の分析は、生体試料の腐敗や消化器疾患の指標などとしても利用されている。このように多くの需要をもつ水素の分析においては、特殊な検出器を装着したガスクロマトグラフや高価な質量分析装置が使用されるが、これらの装置は用途が限定的であり、高コストなため、機器導入にはハードルが高い。

講演者らは以前の研究において、汎用性が高く、導入しやすい四重極型 GC-MS を用いた血液中ヘリウムの高感度検出・定量法を確立した。定量の際には、大気中に一定量存在するネオン同位体（²¹Ne）を内部標準に設定し、選択イオン検出（SIM）モードで計測した。本研究では、この既報を応用し、血液中の水素について、別のネオン同位体（²²Ne）を内部標準に設定した検出・定量分析法を検討した。その結果、水素についても四重極型 GC-MS により簡便で高感度に検出可能であり、²²Ne を内部標準として設定することで、定量が困難な血液中水素について、より簡便で正確な定量を行える可能性のあることがわかった。この方法は、環境中水素にも応用可能であり、今後の幅広い分野での活用が期待される。

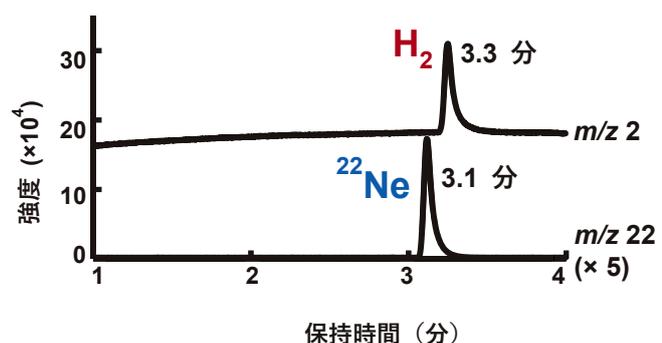


図1 水素標準ガス（100 ppm，空気希釈）の GC-SIM-MS クロマトグラム

細胞単位の元素分析で毒性評価や病気診断を

【講演番号】 C3009 【講演日時】 9月13日（金）11:15～11:30

【講演タイトル】 ICP 質量分析計を用いた単一細胞中の元素分析と細胞毒性評価への応用

【概要】 細胞内ではがん化に伴い元素の代謝が変化することが示唆されているが、多細胞から成る臓器や血液を分解・均質化して分析してしまうと、異常を持った細胞が健常な細胞に埋もれてしまい、その代謝変化を観測することができない。本研究では、細胞単位で高感度元素分析が可能なシングルセル ICP 質量分析計を用いて、ヒト慢性骨髄性白血病由来細胞等を細胞単位で元素分析した結果を報告する。

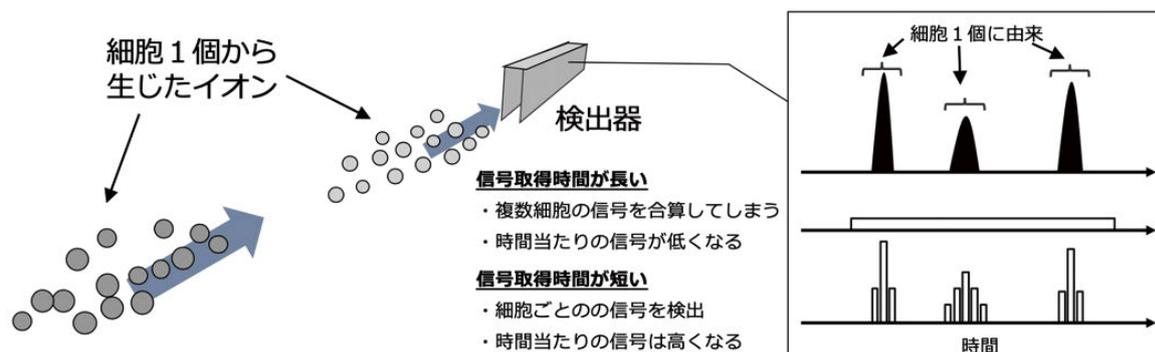
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 千葉大学大学院 薬学研究院¹・アジレント・テクノロジー・インターナショナル²

○田中 佑樹¹・飯田 里紗子¹・久保田 哲央²・山中 理子²・杉山 尚樹²・小椋 康光¹

千葉県千葉市中央区亥鼻 1-8-1, 電話 043-226-2944, ogra@chiba-u.jp

「拡張元素普存説（細胞小宇宙説）」という言葉聞いたことがあるだろうか？これは原口紘丞博士（名古屋大学名誉教授）が提唱した、細胞1個の中に周期表上の全ての元素が存在するという考えである。計測機器による元素の検出感度は飛躍的に向上しており、実際に細胞1個から元素を検出することが可能になっている。講演者らはシングルセル ICP 質量分析計という装置を用いて、細胞1個からの元素の検出と濃度定量を行うシステムを構築してきた。ICP 質量分析計では高温のプラズマを用いて試料中の元素をイオン化するが、細胞1個から生じるイオンの量は少なく、また、それらのイオンはほぼ同時に検出器に到達する。従って、検出器での信号取得を1/10000秒という極めて短い時間間隔で行い、確実に細胞1個に由来するイオンを区別して検出するシステムが必要になる。これまでに講演者らは、ヒト慢性骨髄性白血病由来の K652 細胞を用いて、リンや鉄などの元素を1細胞から検出することに成功している。

細胞のがん化に伴い元素の代謝が変化することが示唆されているが、多細胞から成る臓器や血液を分解・均質化して分析する一般的な手法では、異常を持った細胞の存在が健常な細胞に埋もれて見落とされる可能性がある。本研究で開発した単一細胞分析は、より鋭敏な病気の診断法としての応用が期待できる。



核酸ナノ医薬品開発のための動的構造解析法

【講演番号】 E3003 【講演日時】 9月13日（金）10:00～10:15

【講演タイトル】 小角 X 線溶液散乱法による脂質ナノ粒子の動的構造解析法の開発

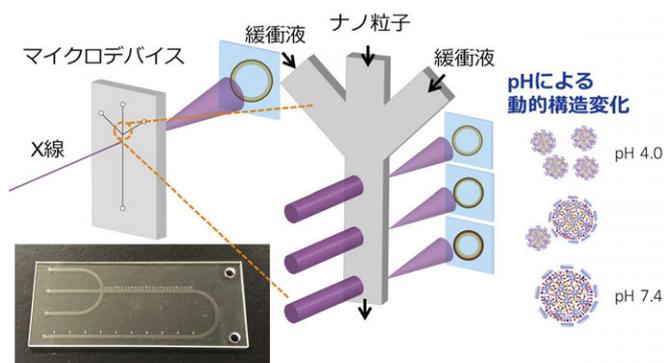
【概要】 がんや神経変性疾患などの難治性の疾病に対する根本治療薬として期待されている核酸医薬品は、生体適合性が高い脂質ナノ粒子に封入・カプセル化されている。これらは調製から投与における pH 変化において、核酸の漏出、粒子径および内部構造の変化等が生じるため、動的構造変化を理解した上で精密にカプセル化を制御する必要がある。本研究では、粒子の凝集過程や崩壊過程、核酸の漏出、ナノメートルオーダーの内部構造情報などの時間変化情報を取得可能とするため、マイクロデバイスと小角 X 線散乱を組み合わせたデバイスを新たに開発した。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 北大工¹・北大総化²

○真栄城 正寿¹・木村 笑²・石田 晃彦¹・谷 博文¹・渡慶次 学¹

北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目、電話 011-706-6745, m.maeki@eng.hokudai.ac.jp

siRNA や mRNA などの核酸医薬品は、がんや神経変性疾患などの難治性の疾病に対する根本治療薬として期待されている。2018 年に世界初の siRNA 医薬品として Patisiran がアメリカ食品医薬品局、欧州医薬品庁に承認された。Patisiran は、siRNA を生体適合性が高い脂質ナノ粒子に封入・カプセル化したナノ医薬品であり、キャリア粒子の主成分に pH 応答性カチオン性脂質を用いている。pH 応答性カチオン性脂質は、酸性条件下（粒子調製時）では正電荷を示し、負電荷の核酸との静電的相互作用によって、粒子への核酸の封入効率を高めている。一方で、中性条件下（投与時）では電荷が消失するため、血中でのタンパク質の吸着を抑制することができる。しかし、酸性条件から中性条件への処理過程で、粒子径の増大や核酸の漏出、内部構造の変化など生じるため、脂質ナノ粒子の動的構造変化を理解した上で精密に脂質ナノ粒子の形成過程を制御する必要がある。脂質ナノ粒子の物性は、動的散乱法、NMR、クライオ TEM などによって測定されるが、溶液中の脂質ナノ粒子の動的構造変化の測定は困難である。本研究では、マイクロデバイスと小角 X 線散乱による脂質ナノ粒子の動的構造解析法の開発を行った。本デバイスは、X 線の照射位置を連続的に変えながら測定することで、粒子の凝集過程や崩壊過程、核酸の漏出、ナノメートルオーダーの内部構造情報などの時間変化情報を取得することができ、次世代の核酸ナノ医薬品開発に有用であると考えられる。



マイクロデバイスを用いた
脂質ナノ粒子の動的構造解析法

多様な酵素機能をもつペプチド核酸誘導体の合理的設計に成功

【講演番号】 Y2053 【講演日時】 9月12日（木）10:00～11:30

【講演タイトル】 ペプチド核酸とタンパク質酵素のワンポット合成化合物-PNAzyme の研究と核酸分析への応用

【概要】 核酸とペプチドの鍵構造が一体となった人工分子は、核酸による分子認識と酵素触媒作用を任意に組み合わせることが可能な分子基体となる。講演者らは核酸成分としてペプチド骨格をもつ核酸類似分子（核酸アナログ）である PNA を、ペプチド成分には酵素機能を有する配列を用いて PNA-機能性ペプチド分子を合成し、これを PNAzyme と名付けた。ペプチド成分としてペルオキシダーゼ活性をもつペプチドを用いることにより、標的核酸を認識して電気化学的にこれを検出するためのプローブとすることができた。また、同じくペプチド成分としてヌクレアーゼ活性をもつペプチドを用いることで、特定の二本鎖 DNA に対する人工ヌクレアーゼを創ることに成功した。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 九大院工

○瀬崎 佑介・中野 幸二，石松 亮一

福岡県福岡市西区元岡 744，電話 092-802-2890，nakano@cstf.kyushu-u.ac.jp

分子機械とよばれる「リボソーム」は、DNA の遺伝情報をタンパク質に変換する重要なステップを担っており、その重要性から 2009 年ノーベル化学賞の対象となっている。リボソームの特徴は、複数のタンパク質が mRNA と複合体を形成していることである。このような「タンパク質＋一本鎖核酸」の構造・機能モチーフは、遺伝子改変技術 CRISPR/Cas9 にもみられ、近年のゲノム編集において効率の良いツールとなっているのは周知の事実である。

講演者らは、このようなタンパク質＋一本鎖核酸のモチーフに着目して研究を行っており、特にこのような複合体を人工的に作製するために、核酸ユニットをペプチド核酸とし、タンパク質ユニットと一緒に「鍋ひとつで」ワンポット固相合成するアプローチが特徴である。ペプチド核酸は代表的な人工核酸であり、核酸よりも強い結合能がある。そのため、ゲノム DNA（二重鎖）を認識して結合し（三重鎖を形成）、分子内のペプチドユニットは、「その場酵素反応」で機能を発現することが期待できる。

講演者らは、このような酵素機能を備えた新たなペプチド核酸を「Peptide Nucleic Acid - Enzyme, PNAzyme」と命名した。現在のところ、DNA センサーなどの核酸分析を中心に研究しているが、将来的には、核酸医薬品や創薬プラットフォーム、あるいはゲノム編集ツールとしても役立つことを期待している。

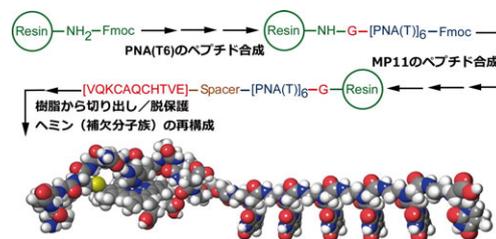


図1 ペルオキシダーゼ PNAzyme の合成

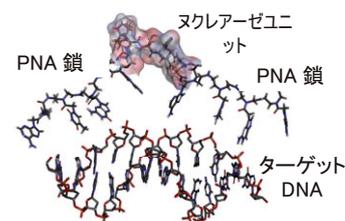


図2 ヌクレアーゼ PNAzyme と DNA 二重らせんの相互作用

人工細胞一つずつの培養・操作を自動化する基礎技術開発に成功

【講演番号】 E3005 【講演日時】 9月13日（金）10:30～10:45

【講演タイトル】 フィードバック制御環境下での細胞サイズのリポソームの自動観測

【概要】 生命の謎を解き、生命を創造する夢に向かって、いま細胞やゲノムを人工的に作る研究が活発になっている。人工リポソーム（ある種の界面活性分子が自己集合して球状の膜を形成したもの）で内外を仕切って閉じた空間を作ることで人工細胞が作製されるが、このような細胞は常に外部との間で物質をやりとりしている。講演者らは、この人工細胞（細胞サイズのリポソーム）を、流路を配した別々の小部屋に1つずつ入れた人工細胞アレイを作製した。細胞外の環境を変えながら細胞を培養し、人工細胞を個別に同時観察することができる。人工細胞の状態変化を顕微鏡で観察し、リアルタイムで外部環境の操作を連動させ、目的の細胞操作を自動的にハイスループットで行うことに成功した。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 東大院総合文化¹・東大生研²・KISTEC³・東大院情理⁴

○杉山 博紀¹・大崎 寿久^{2,3}・竹内 昌治^{2,4}・豊田 太郎¹

東京都目黒区駒場 3-8-1, 電話 03-5465-7634, cttoyota@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

20個を超える人工細胞を一つの顕微鏡で長時間にわたって同時に観測し、その観測結果を基にインタラクティブに人工細胞の環境を制御できる、自動の計測装置「MANSIONS」を開発した。

細胞の生体分子を組み上げて創る人工細胞は、生命起源の探究や、細胞サイズの生命現象の根本原理の解明に繋がるものとして、近年世界的な注目を集めている。また最近では、創薬への応用など、幅広く研究が発展している。しかし、人工細胞を一つずつ「培養」しながら観察するシステムがこれまでなかったため、ある刺激のもとで「培養」された人工細胞が時間とともに変化していく様子を、定量的に解析することが困難だった。

MANSIONS 開発にあたっては、人工細胞を流し込んで顕微鏡の一視野内にアレイ化する独自の分析チップを創出した。これにより、特定の人工細胞を観察し続けながら外溶液を交換でき、人工細胞に化学刺激を多段階に加えながら「培養」することが可能になった。また、顕微鏡画像取得・解析と外環境制御を連動させ、特定の状態の人工細胞が観察されたときのみ次の操作に移行するというインタラクティブな計測を可能にした。MANSIONS を使うことで、これまで数日間の職人的作業が必要であった人工細胞の膜（リポソーム）の変形誘導実験の最適化を、無人で半日程度で終わることができた。MANSIONS による自動化は、実験のスループットや自由度を向上させるだけでなく、最近注目されているバイオ実験の再現性の問題を解決する上でも有用である。



がん細胞をみつけて目印をつけるための基礎技術を開発

【講演番号】 H3008 【講演日時】 9月13日（金）11:00～11:15

【講演タイトル】 持続的な細胞の蛍光染色を可能とする酵素応答性基質の開発

【概要】 特定の細胞の表面を認識して、すなわち細胞をその個性に依存して蛍光色素によりラベル化することに成功した。がん細胞は表面に提示されているタンパク質の種類や量に特徴があるので、これを標的にすると特定のねらった細胞のみを細胞ごとに特異的に目印をつけることができるようになる。ここでは、抗体を用いて外表面に提示されている特定の膜タンパク質を認識する。この抗体には酵素が連結されており、その酵素反応を繰り返すことにより蛍光分子を触媒的に疎水化する。疎水化した蛍光分子は細胞膜を透過し細胞内に取り込まれるため、ねらった細胞だけを非常に高感度に検出することが可能になった。組み合わせを変えることによって多様な抗体-酵素複合体を合成することが可能であり、また、複数の複合体を同時に用いることで複数のタンパク質を標的にすることができる。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 九大院工¹・九大院システム生命²

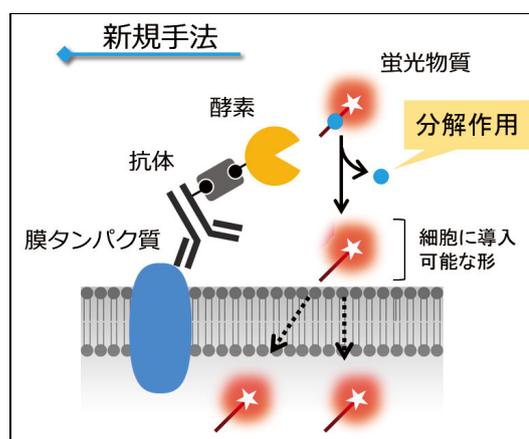
○川村 真朱美²・吉田 良祐²・岸村 顕広¹・森 健¹・片山 佳樹¹

福岡市西区元岡 744 番地、電話 090-802-2850, ykatatcm@mail.cstm.kyushu-u.ac.jp

がんにはそれぞれ特徴があり、その特徴により有効な制がん剤が異なる。従ってがん細胞の特徴を知ることは、医師と患者が治療方針を決める際に必須である。この際、がん細胞の膜タンパク質の種類や量によって、がんの種類や進行度を推測することができる。講演者らが考案した新規手法は、患者から採取した細胞に蛍光試薬を投与することで、がんのタイプを調べるものである。簡便かつ少量のサンプルで検査が可能であるため、患者への負担が少なく、適切な治療をより多くの患者に対して選択できると考えられる。

本手法では、酵素を修飾した抗体と蛍光試薬を用いる。抗体は特定の膜タンパク質に結合し、修飾された酵素が蛍光試薬に作用し、水溶性から細胞に結合するように変化させる。これにより、検出対象の膜タンパク質をもつ細胞のみを染色できる。また、細胞表面だけでなく細胞内部まで蛍光物質が導入されるので、より高感度に検出が可能である。

これまで講演者らが開発した試薬では染色後の脱離が生じ、染色細胞と未染色細胞を明瞭に区別できないことが課題であった。これは、診断の精密性に大きく影響を与える要素である。そのため新たな蛍光試薬として、今回、より細胞への結合力を高めた構造を考案している。この取り組みによって対象への選択性がより向上すれば、複数種の膜タンパク質の同時検出やがんコンパニオン診断など、幅広く本法を応用できると考えている。



簡便な疾患・バイオマーカー検出法

【講演番号】 D1110 【講演日時】 9月11日（水）16:15～16:30

【講演タイトル】 高感度バイオマーカー簡便検出系の開発

【概要】 医療現場では、疾患の兆候等を示す“疾患・バイオマーカー（たとえば、細菌やウイルスの遺伝子や疾患に関わる変異）”をより安価、迅速、簡便に計測する技術開発が求められてきた。本研究において、極微量の試料を検出試薬と混ぜ、37℃で30分程度放置するだけで、疾患・バイオマーカーがあれば蛍光を発するという新しい検出系が開発された。この蛍光の有無により疾患の状況が把握でき、疾病の重篤化を防ぎ、手術前後の病状を正確にモニタリングすることが可能になると期待されている。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 日大院総合基¹・東医大²

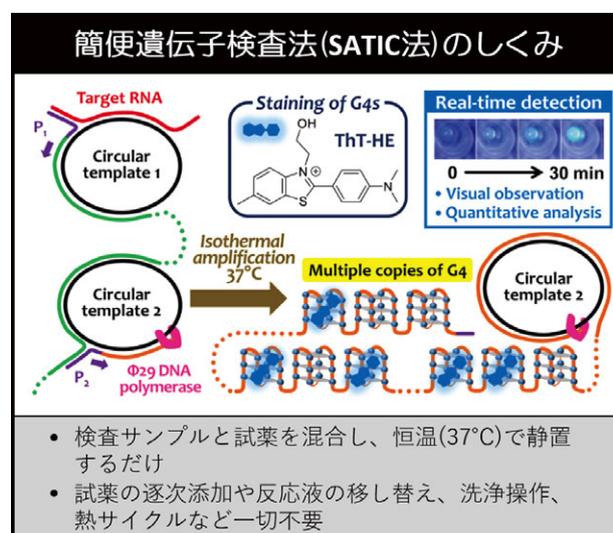
○桑原 正靖¹・藤田 博仁¹・片岡 由佳¹・柏木 保代²・河島 尚志²

東京都世田谷区桜上水 3-25-40, 電話 03-5317-9398, mkuwa@chs.nihon-u.ac.jp

近年、疾患の兆候等を示す物質、即ち、疾患・バイオマーカーが次々に見出されている。それらをタイムリーに検査することで、適切な処置を行うことができるようになり、疾病の重篤化や感染拡大を防いだり、術前・術後の病状を正確にモニタリングしたりすることが可能になると期待されている。そのため、疾患・バイオマーカーをより安価に迅速に簡便に計測する技術の開発が求められている。現在、臨床応用に向けた動きが活発化しつつあるが、検査センターや大病院等の大型機器や設備、専門技師の技能等を要する。

講演者らは、測定サンプルと検出試薬を混ぜて37℃下で暫く放置しておくだけで、疾患・バイオマーカー等の標的があれば蛍光を発するという SATIC (Signal Amplification by Ternary Initiation Complexes) 法を考案した。この方法は、細菌やウイルスの遺伝子の検出や疾患に関わる変異の検出が可能である（下図）。さらに、この検出系に核酸アプタマーという抗体のような標的認識分子を導入することで、タンパク質や代謝物など核酸分子でないバイオマーカーも検出することができる。このため、術中迅速診断や在宅検査など診断医療分野において幅広い用途が期待される。

これまでに種々の簡易バイオマーカー検出法が考案され報告されてきたが、実際に、検出系の堅牢性や特異性等を維持しつつ、実用レベルの検出感度を達成するものは多くない。講演者らは、SATIC法の改良を検討し、極微量サンプル（アットモルレベル）を特異的に検出するシステムの構築を達成した。



わずかな試料量で炎症に特異的なタンパク質を測定する

【講演番号】 E3001 【講演日時】 9月13日（金）09：15 ～ 09：30

【講演タイトル】 単一分子レベルの超微量タンパク分析のための拡張ナノ流体 ELISA デバイスの開発

【概要】 一見均質に見える細胞集団であっても、1つ1つの細胞をみればその性質はバラバラであることが近年の研究で明らかとなっている。わずかな量の試料に含まれるC反応性タンパク質に対して特異的に反応する装置を、マイクロチップ上の厚さ1/10,000 mmの空間上に作成した。タンパク質分子10個あれば検出することができる本手法を今後発展させることにより、たった1個の細胞さえあれば、含まれる超微量のタンパク質を分析できるようになることも期待できる。

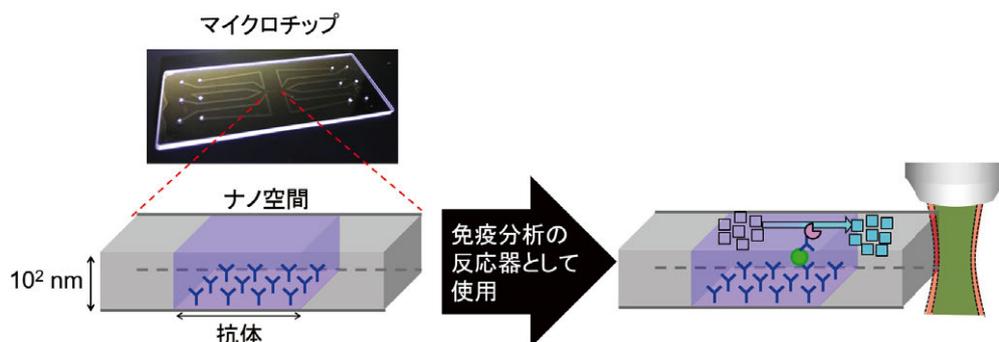
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 東大院工¹

○太田 諒一¹・馬渡 和真¹・森 絵美¹・北森 武彦¹

東京都文京区本郷7-3-1, 電話03-5841-7232, ohta@icl.t.u-tokyo.ac.jp

均質に見える細胞集団であっても、1つ1つの細胞の性質が不均一であることが近年の研究で明らかとなり、単一細胞分析が注目を集めるようになってきている。細胞1個に含まれるタンパク質は極めて微量であり、中には1細胞あたり1～10分子しか存在しないようなタンパク質もある。このため、単一分子レベルの微量なタンパク質を定量できる分析法が求められている。しかし、蛍光タンパクなどの特殊な性質を持つタンパク質を除き、ほとんどのタンパク質では単一分子レベルの定量は未実現である。

一方、マイクロ流体デバイス工学の分野では、1枚のマイクロチップに微小な空間を構築し、それを様々な分析法の反応容器として用いることで試料の微量化・高感度化を実現してきた。特に、当グループでは図に示すように、100 nmスケールの空間（ナノ空間）を構築し、選択性の高いタンパク質分析法である酵素免疫測定法（ELISA）の反応容器とするデバイスを開発した。本発表では、目的タンパク質分子をロスせず検出できるよう検証した。その結果、わずか 10^1 分子のC反応性タンパク（体内で炎症反応や組織の破壊が起きているときに血中に現れるタンパク質）の定量分析に成功した。本手法は単一細胞タンパク分析において有用な分析法になることが期待される。



図：ナノ空間への酵素免疫測定法（ELISA）の集積化

進化分子工学による病原体の簡易な検出法の改良

【講演番号】 D3107 【講演日時】 9月13日（金）15：30～15：45

【講演タイトル】 化学拡張型進化分子工学的手法によるインフルエンザウイルスの電気化学的検出

【概要】 インフルエンザウイルスなどの各種病原体の簡易な検出・定量法を、進化分子工学の手法により改良した。数千万種の多様なペプチド分子の集合体から、標的ウイルスに結合するペプチド分子を選別した。選別された各ペプチド分子に EDOT を結合させた EDOT 修飾ペプチドは、電圧を印加すると重合して電極表面に積層する。一方、ウイルス存在下ではペプチド分子がウイルスへ結合するため、重合による電極表面への積層が阻害された。この変化を電流測定によって検出することで、ウイルス存在量を測定できた。本法は他の病原体への応用も期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 理研 CEMS¹・理研 CPR²

○多田 誠一¹・皆川 倫子¹・鶴澤 尊規^{1,2}・伊藤 嘉浩^{1,2}
埼玉県和光市広沢 2-1, 電話 048-467-9302, s-tada@riken.jp

インフルエンザウイルス等をはじめとする各種病原体の簡易検出法としては、現在では免疫クロマト法がすでに実用化されているが、検出感度の向上や標的物質の定量化など、さらなる改良が求められている。講演者らはインフルエンザウイルスの簡易的な定量検出法の構築を目的として、進化分子工学の手法を利用したウイルス検出分子を開発し、電気化学反応を利用したウイルス量測定手法を構築した。進化分子工学は 2018 年のノーベル化学賞に輝いた研究手法であり、数千万種かそれ以上の多様な種類のペプチド分子の集合体から、標的物質に結合する分子を選別し、得られたペプチドの配列を特定する手法である（図 1）。今回はこの手法を用いて、標的ウイルスに選択的に結合するペプチド配列を得た。この時、ペプチド集合体の各分子には電圧を印加すると互いに重合する化合物 3,4-ethylenedioxythiophene (EDOT) を結合させたものを使用した。得られた EDOT 修飾ペプチドは電圧を印加すると重合が起こり電極表面に積層したが、ウイルス存在下ではウイルスへの結合によって重合による電極表面への積層量が阻害された（図 2）。この変化を電流値測定によって検出することで、ウイルス存在量を 12.5 – 100 $\mu\text{g/mL}$ の範囲で測定出来ることが示された。以上より、本手法による標的ウイルスの電気化学的な定量検出が可能なが示された。本手法は進化分子工学によるペプチド選別法を利用しているため、他の標的物質への応用も期待される。

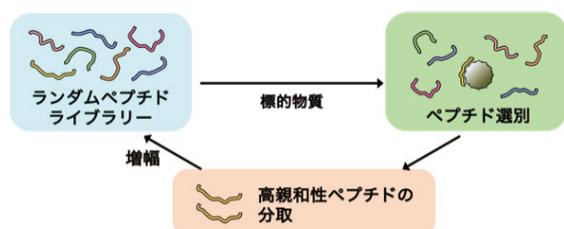


図1 進化分子工学的手法による標的結合ペプチドの選別

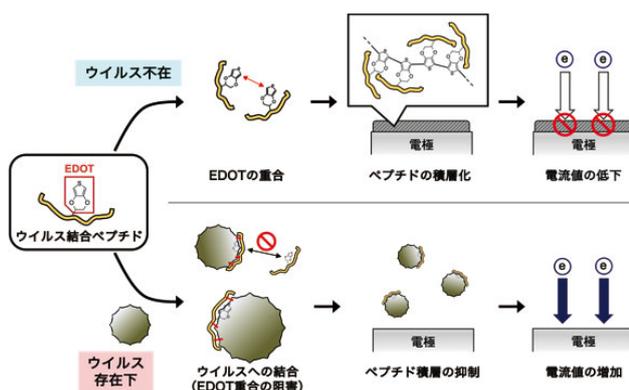


図2 EDOT修飾ペプチドプローブによるウイルスの電気化学検出機構

個人のゲノム情報に基づく新たなプロテオーム解析の手法

【講演番号】 Y2014 【講演日時】 9月12日（木）10:00～11:30

【講演タイトル】 プロテオゲノミクスのための解析プラットフォーム開発

【概要】 がんが患者毎に異なる個性を持つのは、個人のゲノム情報の多様性のみならず、転写・翻訳によって発現したタンパク質が患者毎に異なるためとされている。がんの個別医療を実現するために、ゲノム情報とタンパク質情報を組み合わせて解析する「プロテオゲノミクス」が注目されている。従来のプロテオーム解析では、公共のデータベースのみを用いてタンパク質の同定が行われてきた。本研究では、がん細胞の多様な遺伝子変異情報を反映したタンパク質データベースを組み合わせるプロテオゲノム解析の手法について検討した。

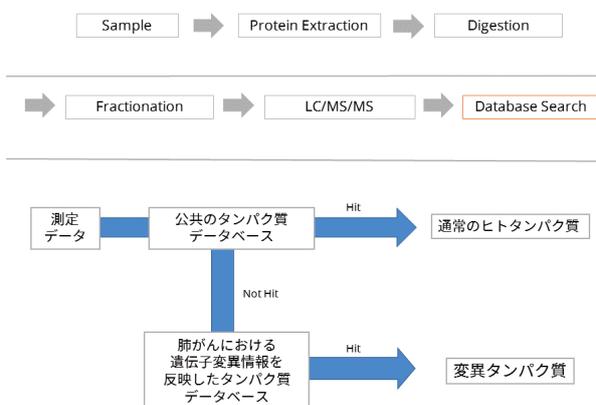
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 京都大薬¹・京都大院薬²・新潟大院医歯³

○上村 駿人¹・吉沢 明康²・杉山 直幸^{1,2}・奥田 修二郎³・石濱 泰^{1,2}

京都市左京区吉田下阿達町 46-29, 電話 075-753-4565, yishiham@pharm.kyoto-u.ac.jp

個人のゲノム情報に基づくがんの個別化診断、個別化治療がはじまりつつあるが、ゲノムの転写・翻訳産物であるプロテオーム（タンパク質の総体）は、がんの“個性”をより詳細に記述できる因子であり、個人ゲノム情報に基づくプロテオミクス（プロテオゲノミクス）は、次世代のがん診断・治療法として注目されている。現在用いられているプロテオーム解析のワークフローでは、公共のデータベースに登録されたタンパク質配列を用いてタンパク質同定を行うため、個人ゲノム配列におけるバリエーションを反映させたプロテオゲノム解析を行うためには、新たな方法論の開発が必要となる。本研究では、プロテオゲノム解析ワークフローの問題点を明らかにするとともに、タンパク質同定における精度や網羅性の向上を目的として手法の検討を行った。

測定試料としてヒト肺胞基底上皮腺癌由来の6種の細胞株を用いた。プロテオゲノム解析に用いる検索データベースとして、公共のタンパク質データベースおよび肺がんにおける遺伝子変異情報を反映したタンパク質データベースを用いた。2つのデータベースを連続的に用いる Mass Spectrum Sequential Subtraction 法を用いた結果、アミノ酸変異を含む235種のペプチドが同定された。次に複数のスコアリング法を用いて、変異ペプチドの同定精度の検証を行った。統計的に信頼性の高いペプチド98種に注目し、複数の細胞株で共通同定されていること等の条件を満たすペプチドに絞り込み、合成ペプチドを製作して、追加の検証実験を行った。本発表ではこれらの結果をもとに最適化したプロテオゲノム解析のためのワークフローについて報告する。



データベース検索のワークフロー

唾液成分で運動中の精神的なストレスを評価

【講演番号】 D3105 【講演日時】 9月13日（金）15：00～15：15

【講演タイトル】 唾液成分からメンタルストレス変化を診る

【概要】 ヒトの唾液に含まれるアミラーゼやコルチゾールなどは、ストレス負荷と関係するストレス応答物質である。唾液は血液に比べて、簡易かつ非侵襲的に採取できることから、唾液中の成分を用いてストレスを評価する研究が活発に行われている。本研究では、同じ被験者が、長期間にわたって様々な種類の運動を実施した際に、唾液中のストレス応答物質の濃度がどのように変化するかを評価した。対人競技が精神的なストレスを高めるなど、唾液中のストレス応答物質の変化を追うことで、運動環境における精神的なストレスを評価可能であることが示された。

【発表者】

高知大複合領域科学¹・高知大教育²・東洋電化³

○蒲生 啓司¹・大野 敬太²・公文 俊佑³・前田 武晴³・美濃 厚志³

高知市曙町二丁目 5-1, 電話 088-844-8411, kgamoh@kochi-u.ac.jp

教員や介護職などの感情労働者のストレスは高く情緒的・精神的消耗状態等に陥りやすいため、ストレスを客観的に評価することができればその軽減に向けた対策も考えられる。運動負荷や運動環境の変化による刺激は、ストレスとして様々な影響を及ぼすことが知られているが、運動前後の精神的変化と唾液中のストレス応答物質の関連から、運動負荷によるそれらの物質の変化は、運動強度に依存するだけではなく、運動前後の精神状態にも影響されることが示唆されている。

本研究では、運動者（＝被験者）の置かれた環境や運動の種類によるストレスの違いに着目し、唾液試料を用いて、アミラーゼやコルチゾール等のストレス応答物質の濃度変化とストレス負荷（＝メンタルストレス）の関係性を追究することを目的とした。ストレスマーカーをモニターしている研究は数多くあるが、同一被験者が運動種別の違いや特殊な運動環境下で長期間にわたって計測を続けるという事例はこれまでなかった。ここでは、同一被験者におけるメンタルストレスと精神状態の変化を唾液成分から観察・追跡し、メンタルストレスが唾液中のストレス応答物質の変化となって反映されることを、運動種別や運動環境の違い等、精神状態との関係において追究した。対人競技がメンタルストレスを高める等、本研究でのアミラーゼ測定の結果は、運動者の置かれた環境や運動種によってメンタルストレスに違いがあることを示しており、個人の精神状態の変化をもたらす運動の場でアミラーゼ変化を追跡することで、アミラーゼがメンタルストレス変化を反映することが明らかとなった。

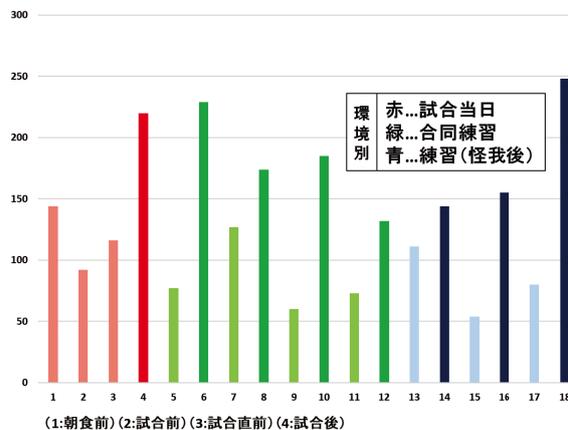


図. 柔道前後の環境別α-アミラーゼ濃度

紙製の微小流路をボールペンで簡便に作成

【講演番号】 P3051 【講演日時】 9月13日（金）10:00～11:30

【講演タイトル】 ペン描画法による紙製微小流路電気化学センサーの作成と尿酸検出への応用

【概要】 紙に疎水性物質で微細な流路のパターンを形成すると、流路状に残った紙の部分に導入した水溶液は毛細管現象により流路内を自発的に移動する。これは紙製微小流路や紙製マイクロ流体デバイスなどと呼ばれ、送液ポンプが不要、安価で使い捨てが可能、試料や反応試薬の少量化が可能、など様々な利点を有し、医療現場における簡易検査技術への応用が期待されている。本研究では、市販ボールペンを用いる紙製微小流路の簡便迅速な作成法を考案し、本手法により作製した紙製微小流路を尿酸の定量に応用した。

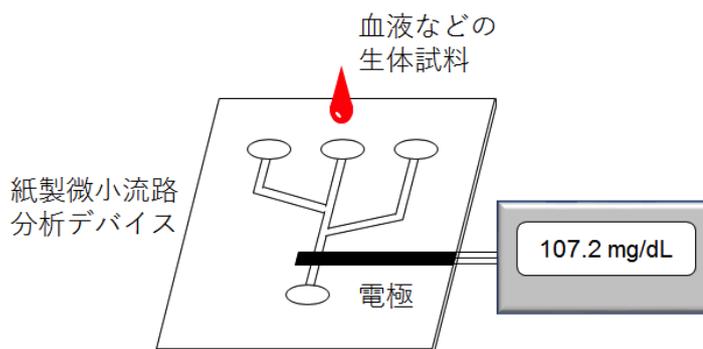
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 日薬大

○荒井 健介・千葉 皓絵・川上 時輝・石毛 雅・大室 智史・三熊 敏靖
埼玉県北足立郡伊奈町小室 10281, 電話 048-721-1155, araik@nichiyaku.ac.jp

医療の現場では、医療従事者あるいは患者自身がある場で迅速に検査を行って即時に結果を知りたい場合が多い。そのため、現場で簡便に検査を行うための技術（Point of care testing, POCT）に対するニーズはますます高まっており、そのための分析デバイスの開発も盛んである。

ところで、紙に疎水性物質で微細な流路のパターンを形成すると、流路状に残った紙の部分に導入した水溶液は毛細管現象により流路内を自発的に移動する。これは紙製微小流路や紙製マイクロ流体デバイスなどと呼ばれ、送液ポンプが不要、安価で使い捨てが可能、試料や反応試薬が少量で済む、など様々な利点をもつ。流路の構成をうまく設計してやれば、試料の前処理、試薬との反応、検出などの煩雑な分析操作を1枚の紙の上で実現できるインテリジェントな分析デバイスとしての展開が可能であり、POCTのための新規デバイスとして期待が寄せられている。

紙製微小流路の作成法として、これまでにインクジェットプリンター、ワックスプリンターなどを用いるプリント法や光リソグフラフィーなどが提案されているが、いずれも高価で特殊な作成装置や部品が必要であった。今回講演者の研究グループは、プラスチックを浸み込ませた実験用紙にボールペンで有機溶媒を描画するという、極めて簡便で安価な作製方法を考案した。さらに、このように作成した紙製微小流路に電極を組み込んだ分析デバイスを試作し、尿酸などの生体成分を分析できることを実証した。講演者らの考案した簡便で安価な作成法は、POCTのための新規分析デバイス開発をさらに推進するものと期待される。



「構造色」を利用した化学センサーの開発

【講演番号】 F3103 【講演日時】 9月13日（金）14:15～14:30

【講演タイトル】 生体分子を可視化検出する構造発色性ゲルを用いた化学センサーの開発

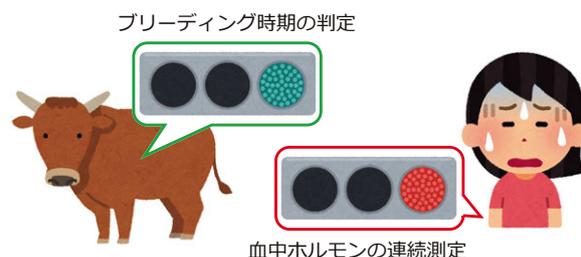
【概要】 近年、長期連続測定が可能な化学センサーの開発が望まれている。タマムシの翅の鮮やかな色彩で有名な「構造色」は、周期的な微細構造にもとづく発色現象であり、退色しない。構造発色性ゲル内の分子認識部位に標的分子の受容体を用いれば、標的分子の濃度に応じて構造色に変化するセンサーを構築できる。そこで、ゲル内に女性ホルモンであるエストロゲンの受容体を組み込んだ構造発色性ゲルを作製した。エストロゲンで刺激したところ、ゲルが収縮して生じる格子間隔の変化に応じた構造色変化を指標にして、エストロゲンの定量ができた。今後、センサーの生体適合化により、ホルモンバランスの乱れが原因である疾病の治療や高級国産牛・豚などのブリーディングにおいても、強力なツールになることが期待できる。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 富山大院理工（工）

○桐山 絵美里・松本 浩平・遠田 浩司・菅野 憲

富山県富山市五福 3190, 電話 076-445-6866, kanno@eng.u-toyama.ac.jp

化学センサーは、環境汚染物質の測定や食料品の品質管理・医療の現場などで広く利用されており、近年、使用が簡便かつ長期連続測定が可能な化学センサーの開発が望まれている。そこで、退色の恐れのない「構造色」を高分子ゲルに組み込むことで、長期連続使用可能な生体分子センサーが実現可能ではないかと考えた。モルフォチョウの鱗粉やタマムシの翅の鮮やかな色彩で有名な「構造色」は、周期的な微細構造にもとづく特定波長の光の回折による発色現象である。構造発色性ゲルは、膨潤・収縮により格子間隔の変化に応じて異なる構造色を呈する。高分子ゲル内の分子認識部位に標的生体分子の受容体を用いれば、標的生体分子の濃度に応じて構造色に変化するセンサーの構築が可能である。本研究では、実施例として、女性ホルモンであるエストロゲンの受容体を用いて、化学センサーの開発に取り組んだ。エストロゲンの受容体を組み込んだ構造発色性ゲルをエストロゲンで刺激すると、受容体を介して架橋点が形成されてゲルが収縮し、格子間隔が変化する。この格子間隔変化に応じた構造色変化を指標にエストロゲンが定量可能である。また、構造色は観察する角度に応じて回折光の波長が異なるため、現在、角度依存性のない構造発色性ゲルの作製にも取り組んでいる。開発中のセンサーの生体適合化が実現できれば、ホルモンバランスの乱れが原因の子宮内膜の不正出血や不妊などの治療現場で簡便かつ連続的に検査できるだけでなく、実験動物や高級国産牛・豚などのブリーディングにおける発情期の化学的判定などにおいても、強力なツールになることが期待できる。



患者負担の少ない血糖値ウェアラブルセンサの開発

【講演番号】 F2005 【講演日時】 9月12日（木）10:00～10:15

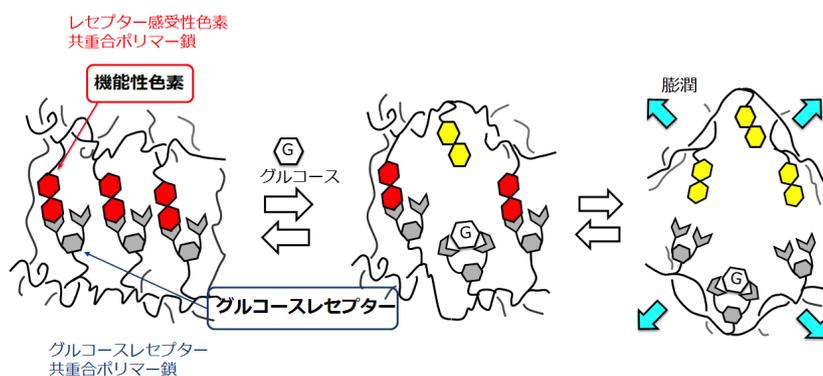
【講演タイトル】 グルコースセンサー用近赤外吸収機能性色素の開発

【概要】 糖尿病の治療や生活習慣病の予防，ダイエットには，血糖値の終日連続モニタリングが効果的であり，負担の少ないウェアラブルセンサが望まれている。本研究では，皮下埋め込み型のセンシングフィルムのための高精度で高感度に検知する色素を開発した。皮膚組織による光の影響を受けにくい光の波長で検知する色素を見出して，光を増幅する高分子色素を設計したところ，競争的錯形成反応に基づくグルコースセンサーとして機能することが見いだされた。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 富山大院理工(工)¹○棚橋 祐斗¹・菅野 憲¹・遠田 浩司¹富山県富山市五福 3190，電話 076-445-6864，tohda@eng.u-toyama.ac.jp

講演者らは，皮下埋め込み型グルコースセンサーの実用化を目指し，これまで重性官能基を導入したビスベンゾボロキソール型グルコースレセプターとレセプター感受性色素及び単官能モノマーを共重合した形のレセプター/色素錯体が架橋点となるグルコースセンシングフィルムの開発を行ってきた。このセンシングフィルムは，レセプターとグルコース及び色素間の競争的錯形成反応によって，グルコース濃度に応じてレセプター/色素錯体が解離し，グルコース濃度に対して吸収スペクトルが変化する。実用化に向けて皮膚組織による大きな光学的妨害を受けないよう近赤外領域で光を吸収する色素が望ましいため，本研究ではその色素としてボロンジピロメテン (BODIPY) 系色素を用いて，レセプター認識部位としてカテコールを有する新規レセプター感受性 BODIPY 色素を設計・合成し，競争的錯形成反応に基づくグルコースセンサー用近赤外吸収機能性色素としての評価を行った。

合成した aza-BODIPY 色素溶液にグルコースレセプターを添加すると，錯形成に伴い 656 nm における極大吸収波長の吸光度が減少し，616 nm における吸光度は増加するとともに近赤外吸収領域の吸光度が大きく増加した。この結果は，カテコール部位を導入した BODIPY 系色素がレセプター感受性色素として機能することを示す。本講演では固定化部位であるアルキンを導入した非対称 aza-BODIPY 色素の合成と評価についても述べる。



オプティカルグルコースセンシングフィルムの応答機構

「右手」か「左手」か、選択的に分析できる MALDI-MS 法の開発

【講演番号】 L1001 【講演日時】 9月11日（水）10:15～10:30

【講演タイトル】 光学異性体を認識し選択的にイオン化させる MALDI 法の開発

【概要】 化学物質の中には、人間でいうところの「右手」と「左手」の関係に相当する構造の物質「光学異性体」がある。物質によっていずれかは薬、または毒物にもなりうるため、両者の区別が重要である。講演者らは、高分子化合物の分析法として必須の方法であるマトリクス支援レーザー脱離イオン化質量分析法（MALDI-MS）において、右手・左手の関係にある物質を区別する方法を初めて開発した。この方法により光学異性体を区別した分析方法が飛躍的に発展し、医薬品開発の分野にブレークスルーをもたらすことが確信される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 東洋大理工¹

○許家瑋¹・藤野竜也¹

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

光学異性体は同じ分子式を持ち、互いの構造が鏡像になる物質である。これらは同じ化学的性質をもつものと思われてきたが、有名な「サリドマイド事件」などから光学異性体が生体に対して異なる性質をもつことが理解されるようになってきた。例えばアミノ酸の光学異性体には L 体と D 体の二種類が存在するが、人間の体が利用できるのは L 体のみである。このため光学異性体を合成し、分離し、検出する技術が極めて重要となる。

マトリクス支援レーザー脱離イオン化 (MALDI) 質量分析法はソフトイオン化法の一つであり、分子をイオン化の過程で壊さず、その分子量で検出することができる技術である。MALDI 法では前処理なしのサンプルをマトリクス分子と混合し、混合結晶を作成する。数分間で測定することが可能であり、その簡便な操作により誰でも測定が可能である。しかし MALDI 質量分析法では分子量（質量）を用いて分離を実現するため、光学異性体の分離は当然不可能である。そこで講演者らは、光学異性体を認識し分離して、一方のみをイオン化させるマトリクスの開発を試みた。

本研究では温度応答性高分子の一種であるポリビニルメチルエーテル (PVME) を利用した。温度応答性高分子は、低温状態では水と水素結合を作って溶ける。一方、高温状態ではその分子運動が激しくなり、高分子同士が凝集してグロービュルを形成する。ここでは低温状態で PVME と鑄型分子（アミノ酸）、さらに弱有機酸を混合し昇温する。親水性の強いアミノ酸は PVME グロービュル表面上に点在し、疎水性の強い有機酸はグロービュルの中央に位置する。高温状態のまま高分子集合体を透析することにより鑄型分子が除去され、グロービュルの表面に「鍵穴」を残す。このように「鍵穴」に嵌められる分子のみが認識される「鑄型マトリクス」が完成する。例えば L 体アミノ酸を利用して作成した鑄型マトリクスは L 体のみを検出でき、D 体を認識できない。この特性を利用し、光学異性体を認識し選択的に検出する手法の確立に成功した。

一分子を操作するための超微小液滴の制御技術を開発

【講演番号】 E3103 【講演日時】 9月13日（金）14:15～14:30

【講演タイトル】 1分子制御化学に向けたアトリットル液滴のマニピュレーションと融合

【概要】 液体中では大量の分子がランダムかつ高速で動いており、このことが分子同士の化学反応プロセスの解明を難しくしている。そこで、本研究では分子を1つしか含まない1000兆分の1ミリリットル（アトリットル）という超微小液滴を液体から取り出し、操作する技術を開発した。この技術は、超微小液滴の中の分子1つ1つを自由自在に操作することができるので、化学反応プロセスを解明し、全く新しい物質合成法を開発できる可能性がある。従来の常識を覆す未来の化学プロセスを実現し、化学、医療、エネルギーなど幅広い分野における貢献が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 大阪府大工¹・JSPS²・JST-さきがけ³

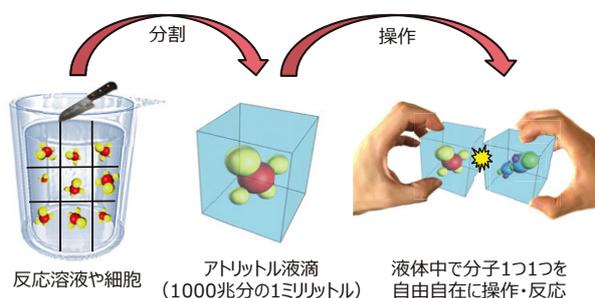
○川岸 啓人¹・川又 修一^{1,2}・許 岩^{1,2}

大阪府堺市中央区学園町1-2、電話 072-254-7813, xu@chemeng.osakafu-u.ac.jp

数多くの物質は非常に小さな分子からできている。その分子1つ1つがくっついたり離れたりする化学反応が起こることで、様々な物質が生み出される。特に液体中の化学反応は、化学合成や化学分析に限らず、電池、水処理、料理、我々の体内で起こる生命現象に至るまで、身の周りのありとあらゆる場面で広く利用されている。分子1つ1つを自由自在に操作し、これらの化学反応を引き起こすことは、化学者が描く最も大きな夢の1つである。なぜなら、1つ1つの分子を操作することは、まるで分子を機械部品のように組み立てるような全く新しい物質合成法の開発や、あるいは、そもそも分子同士がどのように化学反応をしているのか？という化学の根本的な謎の解明を可能にすると期待されるからである。しかし、液体中では大量の分子がランダムかつ高速で動きながら存在している。よって、液体中で1つ1つの分子を自由自在に操作し化学反応を起こすことは、現在も極めて挑戦的な課題である。

講演者らは、ナノ流体デバイスという最先端技術によって、反応溶液や細胞の中身を分割し、アトリットル（1000兆分の1ミリリットル）という非常に小さな体積の液滴になるまで細

かくすると、その液滴が反応する分子を1分子だけ含むことに着目した。1分子を含んだアトリットル液滴を操作し、さらに液滴同士をくっつけば、液体内で1分子の自由自在な操作と化学反応の制御が可能となる。講演者らは、このような新しい化学「1分子制御化学」を提案している。1分子制御化学を実現するため、本研究では、ナノ流路（髪の毛の数百分の一の太さの管）に特殊な構造を作製した。この構造は、液滴を形成しやすくし、また弁としても働くので、圧力制御によってアトリットル液滴の作製と操作を可能とした。今回の成果は、分子を手で操作するような新しい化学を実現へ導くと期待される。



細孔に閉じ込められた酵素の長寿命化メカニズムを解明する技術

【講演番号】 Y1216 【講演日時】 9月11日（水）15：45～17：15

【講演タイトル】 示差走査熱量測定によるシリカメソ細孔へのミオグロビン吸着挙動の解析

【概要】 酵素は特定の化学物質のみと反応し、糖尿病患者のための血糖値を測定するセンサーや、シックハウス症候群のためのホルムアルデヒドセンサーなどに使用されているが、不安定であるために寿命が短いという欠点がある。本研究では、長期安定化のメカニズムを解析するため、酵素と同じナノメートルサイズの多孔性材料（メソポーラスシリカ）の細孔内に酵素を閉じこめて酵素を安定化させ、細孔内の酵素の吸着状態や構造を測定する方法を開発した。本法は、多孔性材料と酵素を組み合わせたセンサー開発、さらには燃料電池やクロマトグラフィーなどへの適用が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 茨城大理¹

○會澤 茉弥¹・榎村 ちはる¹・山口 央¹

茨城県水戸市文京 2-1-1, 電話 029-228-8389, akira.yamaguchi.sci@vc.ibaraki.ac.jp

酵素は特定の化学物質のみを選択的に反応させることができる。この性質を利用して糖尿病患者に向けたグルコースセンサーや、シックハウス症候群のためのホルムアルデヒドセンサーなどが実用化されている。しかし、酵素が不安定であるために、センサー寿命は一般的に短く、長寿命かつ高感度なセンサーの開発が進められている。

メソポーラスシリカとよばれる多孔性材料は直径 2～50 nm の細孔を有し、同様に二酸化ケイ素を主な骨格とするゼオライトの細孔径（直径 0.5～2 nm）よりも細孔が大きいので、タンパク質や DNA などといった巨大分子を取り込むことができる。そこで、酵素サイズと同等の均一細孔を有するメソポーラスシリカ（図 1）を用いれば、その細孔内に酵素を閉じ込めることで、酵素の長期安定利用ができると期待されている。しかし、細孔内に酵素がどのように閉じ込められるかを測定する手法は少なく、長期安定化のメカニズムは分かっていない。

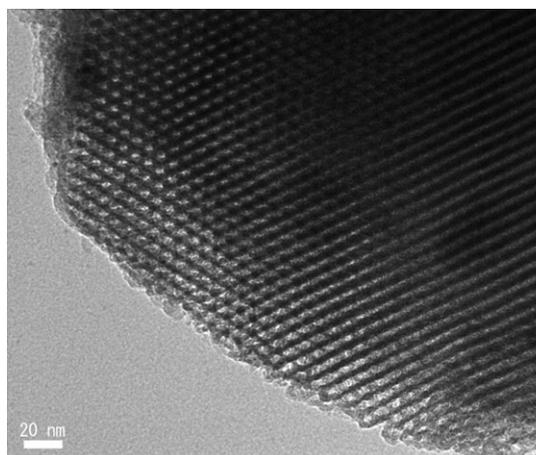


図 1 メソポーラスシリカ

そこで講演者らは、示差走査熱量測定と小角中性子散乱を利用し、細孔内酵素の吸着状態や構造を解析するための測定法を開発を進めている。講演者らの測定法では、多孔性材料の細孔内に酵素が存在しているか、酵素構造が変わっていないかを定量的に評価できる。そのため、多孔性材料と酵素を組み合わせたセンサー開発、さらには燃料電池やクロマトグラフィーなどへの適用が期待できる。

※ 1 ナノメートル (1 nm) は 10 億分の 1 メートル

ナノテクノロジーの基幹材料となる合金クラスターの物性を追跡

【講演番号】 Y1217 【講演日時】 9月11日（水）15：45～17：15

【講演タイトル】 溶液中におけるチオラート保護合金クラスターの動的挙動の観測：高速液体クロマトグラフィーによる高分解能分離技術の活用

【概要】 ナノテクノロジーは、医療、環境、エネルギーの分野を中心に応用され続けている。基幹材料となるナノ物質の物性・構造などは非常に重要であるが、未解明な部分が多い。本研究では、逆相高速液体クロマトグラフィーとエレクトロスプレーイオン化質量分析を併用し、チオラートにより保護された金銀合金クラスターの化学組成と構造を追跡した。その結果、溶液内のクラスターでは金属原子の交換が続いており、交換の生じ易さは合成方法によって異なることが明らかになった。これらの結果は、材料の合成方法への注意喚起を促し、クラスターの物性・機能の発現機構の理解にも繋がると期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 東理大院理

○橋本 彩加，新堀 佳紀，川脇 徳久，根岸 雄一

東京都新宿区神楽坂 1-3，電話 03-5228-9145，negishi@rs.kagu.tus.ac.jp

ナノテクノロジーの応用範囲は、創薬、分子センサー、燃料電池、など幅広く、とくに、医療、環境、エネルギーの分野で、研究の進展が期待されている。触媒などに用いる希少金属の使用量を減らす、ナノ物質の凝集で色が変化する性質をセンサーに利用する、磁性をもったナノ物質に機能性の高分子を付けて特定の物質を回収する、など、その応用範囲は無限に広がっている。これらの研究を進めるにあたって、ナノテクノロジーの基幹材料となるナノ物質が、溶液中でどのような状態であるか、その安定性、化学組成、構造、及びそれらの時間変化、などを知ることは非常に重要である。しかしながら、これまで、合成されたナノ物質が溶液中でどのような挙動をとっているのか、未解明な部分が数多くあった。

講演者らは、チオラートにより保護された金銀合金クラスター（ナノ物質）について、逆相高速液体クロマトグラフィーとエレクトロスプレーイオン化質量分析という 2 つの測定法を一緒に用いることで、それらの溶液中での挙動を、化学組成と構造、時間変化、といった面から観察することに成功した。その結果、チオラート保護金銀合金クラスターは、溶液中にて金属原子の交換を生じ続けていること、さらに、そうした金属交換の生じ易さは、金属クラスターの合成方法によって異なっていることが明らかになった。つまり、金属クラスター研究の際には、材料の合成方法にも気を配る必要があることが示唆された。また、今回の研究成果は、金属クラスターの物性や機能の発現メカニズムに対する深い理解にも繋がると期待される。

液体の塩「イオン液体」でヨウ素を効率よく集める

【講演番号】 Y2034 【講演日時】 9月12日（木）10:00～11:30

【講演タイトル】 イオン液体抽出による塩水中のヨウ化物イオンの分離・濃縮

【概要】 日本は世界のヨウ素生産量の約3割を担っており、その約8割は千葉県で生産されている。原料となる「かん水」にはヨウ素はヨウ化物イオン (I⁻) の形で含まれており、従来はこれを酸化してヨウ素分子 (I₂) とすることにより分離が行われてきた。本研究では、液体の塩である「イオン液体」を用いることにより、酸化剤を用いることなく塩水から I⁻ を高倍率で抽出分離・濃縮するプロセスを構築した。今回の系では、モデル塩水に対して体積比で 1/40～1/100 のイオン液体で I⁻ をほぼ全量分離することができ、ヨウ素生産などへの応用が期待される。

【発表者 (○: 登壇者/下線: 連絡担当者)】 千葉大院融合理工¹・千葉大院理²

○杉本 瑛都¹・勝田 正一²

千葉市稲毛区弥生町 1-33, 電話 043-290-2781, katsuta@faculty.chiba-u.jp

ヨウ素は幅広い用途のある有用な元素であるとともに、我が国にとって重要な輸出資源である。ヨウ素の主な採取源は地下から汲み上げられる天然の塩水（かん水）であり、その中に主にヨウ化物イオン (I⁻) の形で含まれている。塩水からのヨウ素の分離には、工業的にはブローアウト法、研究室規模では溶媒抽出法がよく用いられるが、これらの方法では塩水に多量の酸化剤を加えて I⁻ をヨウ素分子 (I₂) に変換するプロセスが必要である。本研究では、抽出溶媒として常温で液状の塩であるイオン液体 (Ionic Liquid, IL) に注目し、ヨウ素を I⁻ の形のままで高効率に抽出可能な IL を探索するとともに、塩水中ヨウ素の分離・濃縮への応用を検討した。

I⁻ を含む塩水を数種類の疎水性 IL と振り混ぜ、I⁻ の抽出率を調べた結果、特に塩化トリオクチルアンモニウム (1) と塩化トリヘキシルテトラデシルホスホニウム (2) の2種類が高い抽出能力を示した。かん水のように Na⁺, Ca²⁺, Cl⁻ 等を高濃度で含む塩水に対しても、体積比でわずか 1/40 (1 の場合) または 1/100 (2 の場合) の IL によって 99 % 以上の I⁻ を抽出することができた。この優れた抽出能力を利用して、塩水中の低濃度の I⁻ を高倍率濃縮し、蛍光 X 線分析法で検出・定量することができた (図)。また、1 へ抽出された I⁻ は、アルカリ水溶液と振り混ぜることで大部分を回収可能であった。本抽出系は安全性と環境調和性の面でも優れており、ヨウ素の分離・濃縮・回収・除去等への幅広い応用が期待される。

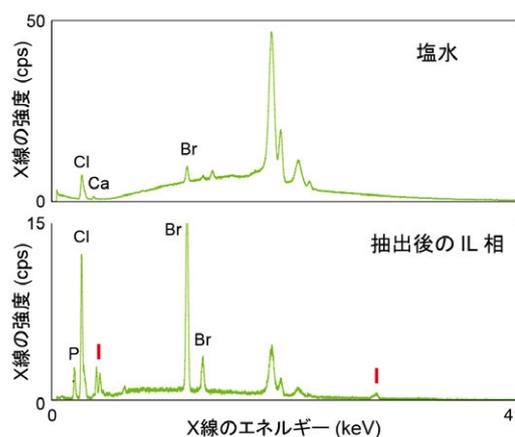


図. 抽出前の塩水 (上) と 1/100 容の IL (2) で抽出後の IL 相 (下) の蛍光 X 線スペクトル。抽出による 100 倍濃縮の結果、IL 相にはヨウ素 (I) が明瞭に検出された。

大型荷物に付着した爆薬粒子を自動的に採取・検出する装置

【講演番号】 I1005 【講演日時】 9月11日（水）10：30～10：45

【講演タイトル】 荷物の自動検査に向けた爆薬微粒子サンプリング部の検討

【概要】 テロでは誘拐、銃撃、施設破壊など様々な手口が用いられるが、最も多いのは爆破であり、発生件数の約半数を占めている。このため、テロを未然に防止するには、爆発物を迅速かつ簡便に検出可能な検査装置の開発が必要不可欠となっている。講演者らは、爆発物を準備する過程で荷物などの表面に付着した爆薬粒子を自動採取・検出する装置の開発を行っており、本研究では、スーツケースなど大きな荷物を持ち歩く駅などでの運用を想定した「大型荷物向けの爆発物探知装置」を試作し、その検出性能の評価を行った。その結果、試作した装置を用いると、スーツケースの取っ手部に付着した爆薬分子を、検査開始から数秒で検出することができた。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 日立研開¹・日立鉄道²

○高田 安章¹・熊野 峻¹・鹿島 秀夫¹・菅谷 昌和¹・寺田 光一¹・飯田 都¹・丸山 等²

東京都国分寺市東恋ヶ窪 1-280, 電話 042-323-1111, yasuaki.takada.xt@hitachi.com

テロでは誘拐、銃撃、施設破壊など様々な手口が用いられるが、最も多いのは爆破であり、発生件数の約半数を占めている。このため、テロの未然防止には爆発物対策が不可欠である。隠蔽された爆発物を発見するため、X線検査装置のように不審物を塊として画像化するバルク検査や、準備段階で周囲に飛散する微粒子や匂いなどの痕跡を分析化学的な手段で検出するトレース検査が行われる。トレース検査は空港の保安検査でも実施されているが、通常は専門の検査員がカバンなどの表面を拭き取り、その採取物を装置にセットして分析する。人件費の負担が重くなる上、痕跡の採取と分析とを合わせると20～30秒の時間が必要で、駅など人が多く行き来する場所での検査は事実上困難だった。そこで、トレース検査の無人化・高速化が強く望まれていた。

講演者らは、高速の気流により表面に付着する爆薬微粒子を自動で採取し検出するトレース検出装置の検討を続けており、以前は航空機の機内持ち込みサイズを想定した小型手荷物用の探知装置を開発した。今回は、旅客がより大きな荷物を持ち歩く駅などでの運用を想定し、大型荷物向けの爆発物探知装置を試作した（図1）。土埃に爆薬由来の分子を吸着させた試料をスーツケースの取っ手に付着させて評価したところ、圧縮空気の噴射から約2.5秒で爆薬を検出できた。講演では、図1に示した探知装置の微粒子サンプリング部の構造や、噴射圧力や吸引流量などの測定パラメータの最適化について報告する。

（本研究の一部は文部科学省「社会システム改革と研究開発の一体的推進」により実施された。）



図1 大型荷物向け爆発物探知装置

元素の動きを捉えるカメラ

【講演番号】 P3010 【講演日時】 9月13日（金）10:00～11:30

【講演タイトル】 元素が写るカメラの開発と応用

【概要】 化学反応が連続して起こり、化合物が次第に析出・成長するケミカルガーデンでは、元素分布は時々刻々変化する。そのような元素の動きや分布の変化を動画として捉えることができるシステムが開発された。試料上の広い範囲に X 線を照射し、そこから出てくる元素固有の蛍光 X 線を、カメラの検出器面で結像して捉えるものである。この開発においては、カメラのハードウェアに加えて、多元素の最適な画像を得るための画像処理技術も合わせて開発された。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 物材機構¹・筑波大²

○桜井 健次¹・趙 文洋²

茨城県つくば市千現 1-2-1, 電話 029-859-2821, SAKURAI.Kenji@nims.go.jp

これまでの元素分析の多くは、試料を溶解させ、そこに含まれる元素の量を高精度に求めるものである。あるがままに、元素ごとに異なる不均一さで分布する状況をスナップショットあるいは変化を動画撮像することはできないのだろうか。比較的近いのは、X 線を小さなスポットに集光し試料表面を XY 走査して蛍光 X 線の画像をつくる方法であるが、XY 走査には開始点と終了点があり、そこに時間差が生じるため、スナップショットや動画撮像は難しい。

この問題を解決するためには、試料上の広い視野に X 線を照射し、そこから出てくる蛍光 X 線を検出器面上に結像させればよい。その際、画像記録ができるカメラのような X 線検出器が必要になる。元素の分布をスナップショットあるいは動画撮像できる分析法とは、つまり、カメラを使用する蛍光 X 線分析法である。実は、光学顕微鏡などに使用されている冷却 CCD/CMOS カメラのレンズなどの部品を外し、ごくわずかな変更を加えるだけで、すぐに X 線分析に流用できる。

蛍光 X 線スペクトルは、半導体検出器に入射した X 線が作り出す電子正孔対の数に対応する信号パルス进行处理、記録することによって得られ、カメラを用いる場合も、基本はほぼ同じ考え方でよいのであるが、蛍光 X 線が作り出した電荷が 1 つの画素に格納されず、複数画素に散逸する可能性があり、その場合、元の電荷量の総量がわからなくなるという問題が知られていた（チャージシェアリング）。元素が写るカメラとして分析に用いるためには、カメラのハードウェアそのものに加え、カメラの素子サイズや構造に応じチャージシェアリングの補正を適切に行う画像処理が不可欠である。この技術開発に成功したことで、多元素同時の蛍光 X 線スナップショットや動画を取得できるようになった。

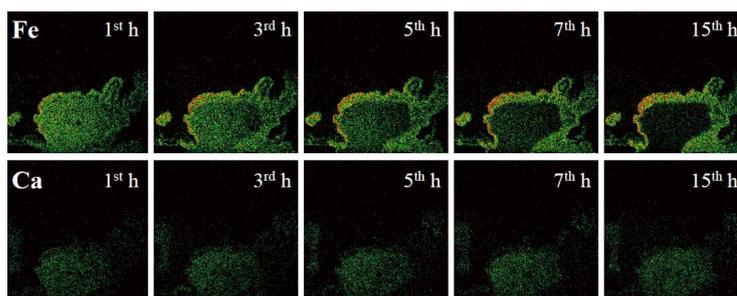


図 反応・成長するケミカルガーデンの鉄，カルシウムの同時動画撮像

第68年会 会場別講演区分

1日目 9月11日(水)

会場	部屋番号	午前						午後										
		9:00-9:30	9:30-10:00	10:00-10:30	10:30-11:00	11:00-11:30	11:30-12:00	12:00-13:00	13:00-13:30	13:30-14:00	14:00-14:30	14:30-15:00	15:00-15:30	15:30-16:00	16:00-16:30	16:30-17:00	17:00-17:30	
A	G2								特別公開シンポジウム 産業界シンポジウム 分析部門における産学連携/社外大型設備の活用 13:30-16:40									
B	G3-11							ランチョン (アジレント) 12:00-12:50	特別公開シンポジウム 社会の公正と安全・安心に貢献する分析化学 13:15-17:30									
C	G3-12							ランチョン (サーモフィッシャー) 12:00-12:50	特別シンポジウム 生命現象における分析化学 13:20-16:50									
D	G5-10		31:バイオ 9:30-10:30	受賞講演 (奨) 10:30-11:00				ランチョン (アナリティクイエナ) 12:00-12:50	31:バイオ 13:45-17:00									
E	G5-20		07:電気化学 9:30-11:00					ランチョン (JAIMA) 12:00-12:50	07:電気化学 13:45-14:45	受賞講演 (奨) 14:45-15:15	受賞講演 (女) 15:30-16:00	電気分析 懇談会 16:00-16:30						
F	G4-53		13:FIA 9:30-11:00						受賞講演 (先端) 13:45-14:15	13:FIA 14:15-16:15			FIA 懇談会 16:15-16:45					
G	G4-43								17: 溶媒抽出法, 固相抽出法, イオン交換系 13:45-15:15		有機微量 分析 懇談会 15:30-16:30							
H	G4-33								第5回アジア分析科学シンポジウム 13:15-17:15									
I	G4-32		24: 微粒子分析および微粒子利用分析 9:30-10:45						24: 微粒子分析および微粒子利用分析 13:45-16:15									
J	G4-31		30: 食品・農作物・ヘルスケア等分析 9:30-11:00					女性研究者 ネットワーク セミナー 11:45-13:00	26: 環境関連分析 13:45-16:00			表示・ 起源 懇談会 16:15-16:45						
K	G4-23		04: X線・ 電子分光 9:30-10:30	受賞講演 (技) 10:30-11:00					04: X線・ 電子分光 13:45-15:00		X線 懇談会 15:15-16:15							
L	G4-22			11: 質量 分析 10:15-11:00					25: 宇宙・地球に関する 分析化学 13:45-15:45			生涯分析 懇談会 16:00-17:00						
M	G4-21		産官学交流カフェ 10:00-12:00							16: 電気泳動 13:45-16:00			電気 泳動 懇談会 16:00-16:30					
P/Y	けやき会館		若手 ポスター (9:45-11:45) 10:00-11:30							若手 ポスター (13:00-15:00) 13:15-14:45			若手 ポスター (15:30-17:30) 15:45-17:15					

会場別講演区分表は概略を表示したものです。講演分野の名称は一部省略しています。

※ 受賞講演の(奨)は奨励賞講演、(技)は技術功績賞講演、(女)は女性Analyst賞講演、(論文)は分析化学論文賞講演、(先端)は先端分析技術賞講演の略です。ポスター発表時間は90分です。()内は掲示時間です。

※ 本会場別講演区分は2019年8月23日現在です。

第68年会 会場別講演区分

2日目 9月12日(木)

会場	部屋番号	午前						午後										
		9:00-9:30	9:30-10:00	10:00-10:30	10:30-11:00	11:00-11:30	11:30-12:00	12:00-13:00	13:00-13:30	13:30-14:00	14:00-14:30	14:30-15:00	15:00-15:30	15:30-16:00	16:00-16:30	16:30-17:00	17:00-17:30	
A	G2	特別公開シンポジウム 産業界シンポジウム AI, MI時代への期待と課題Ⅱ 一企業におけるコンピュータサイエンスの現状— 9:10-11:50						名誉会員推戴式・学会賞等授賞式 (N会場) 13:20-14:40 学会賞受賞講演 15:00-17:10 会場:千葉大学 けやき会館 大ホール										
B	G3-11	特別シンポジウム 分析科学と核酸科学 - 相互刺激による相乗的展開 - 9:00-12:20																
C	G3-12	01:原子スペクトル 9:00-11:00																
D	G5-10	31:バイオ 9:00-10:00	受賞講演(技) 10:00-10:30	バイオ懇談会 10:45-11:15														
E	G5-20	07:電気化学 9:00-11:15				ランチョン (JAIMA) 12:00-12:50												
F	G4-53	08:センサー・センシングシステム 9:00-10:30			熱分析懇談会 10:45-11:15													
G	G4-43	23: 界面分析 9:00-10:15		溶液界面懇談会 10:30-11:30														
H	G4-33	29: 有機・高分子材料 9:00-11:00			高分子懇談会 11:00-11:30													
I	G4-32	24: 微粒子分析および微粒子利用分析 9:00-10:30																
J	G4-31	26: 環境関連分析 9:00-10:30			受賞講演(論文) 10:45-11:15													
K	G4-23	04: X線・電子分光 9:00-9:15	受賞講演(先端) 9:15-9:45	15: ガスクロ 10:00-10:30	ガスクロ懇談会 10:45-11:15													
L	G4-22	18: 分離・分析試薬の設計 9:00-10:00		受賞講演(奨) 10:00-10:30	分析試薬懇談会 10:45-11:45													
M	G4-21	02: 分子スペクトル 9:00-9:30	受賞講演(奨) 9:30-10:00	02: 分子スペクトル 10:15-11:00	受賞講演(奨) 11:00-11:30													
P/Y	けやき会館	若手ポスター (9:45-11:45) 10:00-11:30																

※ 受賞講演(論文)は、環境分析研究懇談会枠で講演いたします。

第68年会 会場別講演区分

3日目 9月13日(金)

会場	部屋番号	午前						12:00-13:00	午後											
		9:00-9:30	9:30-10:00	10:00-10:30	10:30-11:00	11:00-11:30	11:30-12:00		13:00-13:30	13:30-14:00	14:00-14:30	14:30-15:00	15:00-15:30	15:30-16:00	16:00-16:30	16:30-17:00	17:00-17:30			
A	G2								特別公開シンポジウム 分析化学のプレゼンスを拡大する キャリアビルディング 13:00-15:50											
B	G3-11	特別シンポジウム 講義「分析化学」を魅力的にするには？ 9:10-12:00							特別シンポジウム タンパク質を素材とする分析ツールの進化デザイン 13:00-16:50											
C	G3-12	01:原子スペクトル 9:00-11:30							特別シンポジウム プラズマ質量分析計によるナノ粒子の 高感度・高速計測 13:00-16:40											
D	G5-10	31:バイオ 9:00-11:15						ランチョン (エルガ-) 12:00-12:50	31:バイオ 13:45-14:45			34:臨床 分析 15:00-16:00								
E	G5-20	12:マイクロ分析系 9:15-10:45						ランチョン (JAIMA) 12:00-12:50	12:マイクロ分析系 13:45-15:15											
F	G4-53	08:センサー・ センシング システム 9:00-10:00		受賞 講演 (女) 10:15- 10:45		化学 センサー 懇談会 10:45- 11:15			08:センサー・ センシングシステム 13:45-16:00											
G	G4-43	23: 界面分析 9:00-11:00						ランチョン (トラートレト) 12:00-12:50	23: 界面分析 13:45-15:00											
H	G4-33	32:バイオイメージング 9:00-11:15																		
I	G4-32	35: 企業にお ける分析解析 活用と課題解 決への適用 9:00-9:45		受賞 講演 (技) 9:45-10:15		スクリー ニング 懇談会 10:30-11:00		レア メタル 懇談会 11:00-11:30												
J	G4-31	14: 液クロ 9:00-11:00						液クロ 懇談会 11:00- 11:30	14: 液クロ 13:45-14:45											
K	G4-23	19: 分析化学 反応基礎論 9:00-10:00		溶液 反応化学 懇談会 10:15-11:15					19: 分析化学反応基礎論 13:45-15:15											
L	G4-22																			
M	G4-21	02: 分子スペクトル 03: レーザー分光 9:00-11:00																		
P/Y	けやき会館	一般ポスター テクノロジーポスター (9:45-11:45) 10:00-11:30							一般ポスター (13:00-15:00) 13:15-14:45											

展望とトピックス委員会

委員長 保倉 明子 (東京電機大学工学部)

副委員長 平山 直紀 (東邦大学理学部)

荒井 健介 (日本薬科大学薬学科)

委員 石田 康行 (中部大学応用生物学部)

稲垣 和三 (産業技術総合研究所)

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)

鈴木彌生子 (農研機構 食品研究部門)

林 英男 (東京都立産業技術研究センター)

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)

日本分析化学会 第68年会「展望とトピックス」

2019年8月28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/>