

第 83 回分析化学討論会

展望とトピックス

地球と人間の未来をみつめる分析化学



会期 2023年5月20日(土)～5月21日(日)
会場 富山大学五福キャンパス(富山市)



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，広く社会の皆様にご覧いただくために発行しています。

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

展望とトピックス

第 83 回分析化学討論会

会期 2023年5月20日(土)～5月21日(日)

会場 富山大学五福キャンパス(富山市)

目次

実行委員長あいさつ

実行委員長（富山大学学術研究部工学系） 遠田 浩司 1

ようこそ，日本のまんなか“中部”へ。

日本分析化学会中部支部長（岐阜薬科大学） 江坂 幸宏 3

討論主題..... 4

産業界 R&D 紹介講演ポスター（一般公開） 6

展望とトピックス

エネルギー・環境

産業活動で発生した温暖化原因物質を「再資源化」する 【D2009】

（三重大学大学院工学研究科） 金子 聡 ほか 7

海水からリチウムを回収する 【Y1132】

（神戸大学大学院海事科学研究科） 堀田 弘樹 ほか 8

環境水から有機フッ素化合物を除去する炭素材料の物性評価 【P2011】

（産業技術総合研究所） 羽成 修康 ほか 9

光ファイバーを利用したスケール(湯の花)センサーの開発 【Y1039】

（富山大学大学院理工学研究部） 倉光 英樹 ほか 10

大気中を漂うマイクロプラスチックの分析 【Y1101】

（徳島大学大学院理工学研究科） 水口 仁志 ほか 11

内視鏡を清潔に保つための簡易分析法の開発 【P2025】

（静岡県立大学薬学部） 轟木 堅一郎 ほか 12

医療・生命

- がん細胞を増殖する遺伝子変異を 1%以下で安価に検出する 【F1106】
(株)日立製作所 安藤 貴洋 ほか..... 13
- がん細胞内の光熱療法薬の分布を可視化する 【A1105】
(東北大学大学院環境科学研究科) 澤村 瞭太 ほか..... 14
- 尿タンパク質を尿中で手早く簡単に定量 【D1105】
(産業技術総合研究所) 青木 寛 ほか..... 15
- 生物学的製剤の品質を「化学」で管理する 【Y1010】
(東北大学大学院理学研究科) 佐藤 雄介 ほか..... 16
- おいしさの重要要素「香り立ち」の分析手法の開発 【P2127】
(エスビー食品(株)) 佐川 岳人 ほか..... 17

新素材・新技術

- スマートフォンで検出できる商品用ステルスタグ 【E1107】
(京都大学大学院工学研究科) 福岡 隆夫 ほか..... 18
- 「フード 3D プリンター」のインク改良で食べ物を自在に造形 【Y1231】
(東京電機大学大学院理工学研究科) 武政 誠 ほか..... 19
- 白色 LED のレアメタルフリー化に向けて 【Y1221】
(山梨大学大学院総合研究部) 久保田 恒喜 ほか..... 20
- 顕微赤外分光法を用いたろ過膜の性能評価法 【P2118】
(旭化成(株)) 坂部 輝御 ほか..... 21
- 環境にやさしいイオン液体を利用する自動抽出デバイスの開発 【D1107】
(甲南大学理工学部) 茶山 健二 ほか..... 22

光の圧力を使ったエネルギー移動制御に関する基礎技術を開発 【G1103】

(大阪公立大学大学院理学研究科) 坪井 泰之 ほか..... 23

第 83 回分析化学討論会 会場別一覧表..... 24

実行委員長あいさつ

実行委員長（富山大学学術研究部工学系） 遠田 浩司



2023年の第83回分析化学討論会は、富山大学で開催することとなりました。富山で分析化学討論会を開催するのは、1994年に開催された第55回分析化学討論会以来29年ぶりとなります。前回富山開催時は、交通の便に些か難がありました。2015年の北陸新幹線開通により特に首都圏方面からのアクセスが容易となり、また富山駅周辺の再開発も進んでまいりました。

一方、2019年冬から世界中に拡がった新型コロナ禍は、3年半近くを過ぎてやや収束の兆しが見えてきたものの、私たちの研究・教育活動だけではなく学会活動にも大きな影響を与えてきました。確かに完璧な感染対策であるオンラインでの学会は、時間的制約も少なく手軽に参加できるという利点もありますが、やはり学会会場に出向き、研究仲間と対面し些細なことも含めて様々な情報交換をすることが叶わないという「もどかしさ」を感じてまいりました。そのような状況の中、感染対策を取りながら茨城大学での第82回分析化学討論会がコロナ禍以降初めて対面で開催され、また岡山大学での第71年会も引き続き対面で開催されており、「もどかしさ」を解消してくださった実行委員の方々をはじめとする関係各位のご尽力に敬意を払うとともに、感謝の念に堪えません。

実行委員会では、第82回討論会及び第71年会での感染対策を踏まえ、講演会場での着席方法、ポスター会場や休憩室等の感染対策を徹底し、第83回分析化学討論会を対面で開催することといたしました。また、会場での密を避けるとともに、ご参加される方々の利便性を考慮し口頭発表のストリーミング配信を行うことといたしました。

本討論会が開催される富山大学五福キャンパスは、富山駅から路面電車（市内電車）で15分、バスで20分の距離にあり、アクセスは極めて容易です。また、富山駅北徒歩10分のところには「景観が世界一」に選ばれた珈琲店のある富岩運河環水公園が、少し足を伸ばせば黒部溪谷トロッコ列車や立山黒部アルペンルートで初夏の立山を楽しむことができますし、お天気が許せば、市内から雄大な立山連峰を眺めることもできます。さらに、5月は富山湾のホタルイカや白えびの旬の時期で、様々な海産物や地酒も楽しむことができます。

この富山の地で、皆様と直接お目にかかり、議論と親交を深めることを心より楽しみにしています。数多くの皆様にご参加いただければ幸いです。

この「展望とトピックス」は、毎回各討論会、年会において発表が予定されている研究発表の中から、学術的に優れるだけでなく社会的な関心も高いと考えられる研究発表を厳選し、それらの研究発表について会員有志が平易に紹介、解説したものをまとめています。この冊子が、「第83回分析化学討論会」の全体像を表すとともに、社会や産業、身近な生活とどのように関わっているのかを示す、その窓口になるものと期待しています。「測る」を極めることを目指す分野ともいえる分析化学は科学の地平線をあらわにする最先端の学術領域であるとともに、社会におけるより普遍的な「ものさし」や「はかり」を作り出す、生活に密着した分野でもあります。これを具現化する分析化学会の活動にご理解を賜るとともに、ご興味をお持ちいただければ幸いです。

総講演数 405 件（4月10日現在参加登録分）

内訳：討論主題講演 35 件（依頼 22 件，一般 13 件），一般講演 225 件（口頭 157 件，ポスター 68 件），若手ポスター講演 128 件，テクノレビュー講演 5 件（口頭 2 件，ポスター 3 件），産業界 R&D 紹介ポスター 12 件

ようこそ，日本のまんなか“中部”へ。

中部支部長（岐阜薬科大学） 江坂 幸宏



この自然豊かな富山で開催される第83回分析化学討論会にご参集いただきまして，ころより感謝申し上げます。本討論会は，遠田実行委員長以下，富山の方々は勿論，北陸の方々を中心にした中部支部メンバーで準備が進められ，本部からの強力な助太刀もいただいて，この開催に至っております。中部支部は，中部地方の各地（地勢的には北陸，中央高地，東海）の人々によって運営されていますが，行事は開催される場所，及び中心となって企画する人々の特色が色濃く出てまいります。そこが大変愉しみなところだと私は思います。それを満喫いただけたら幸いです。

コロナ禍の中でも，私たちはコミュニケーションを（Web等を駆使して）懸命に保とうとしてきました。ただ，やはり直接お会いできる場は無くてはならないと感じています。本討論会は，中部支部全体に非常によい刺激を与えるだけでなく，全国の皆さんと相方向での交流を，昨年度の討論会・年會に続いた対面でいっそうに深め，分析化学会のRebornをきっと促進するでしょう。特に未来を創る若手・学生の皆さんが「参加してよかった」と思えることを心から願っています。

私の好きなお店で，「きときと」という名の，新鮮でとびきりの魚を値打ちにいただける酒処は，多弁ではありませんが，気さくで気の付く店主とおかみさんがやられています。本討論会でも，そういう「中身がしっかりしていて満足できる」内容が企画され，さらには，「きときと」なネタ（食べ物のことではありません）を集めていただいているのではないのでしょうか。もちろん，その集められたキトキトネタは日本全国の産官学の皆様のものであります。素晴らしい宴が完結しますことを祈念しております。

討論主題

1. 生命を観る・測るバイオ分析の最前線 5月20日(土)午後・B会場

オーガナイザー：小澤岳昌（東京大学）

バイオ分析技術は基礎生命科学研究にとどまらず、医学、農学、工学、薬学など、広い分野で活用され大きな発展を遂げてきた。たとえば、電気化学分析や蛍光イメージング技術の普及は、生命の理解を飛躍的に深化させる原動力となった。また近年の生体分子イメージング技術は、コンピュータ科学者、物理学者、生物学者、そして分析科学者の知性と叡智が集結した高度な技術体系からなる。現在は、生命を分子の視点から観る・測ることそのものが研究の対象となり、多くの科学者がその原理探求と技術展開に魅了されている。本討論主題では、生体分子を生きた細胞内で観る革新的な技術と、独創的なアプローチで生体分子を定量する技術に焦点をあて、この分野を牽引する若手研究者に話題を提供していただくこととした。最先端の成果に加え、現状の課題や今後の展望について討論する予定である。

2. “Next Gen”化学センシング ～次世代化学センシングの方法論・デバイス開発の最前線～

5月20日(土)午後・E会場

オーガナイザー：久本秀明（大阪公立大学）

IoT、5G等、情報社会の進化とともにセンサーの重要性が増してきている。今やスマートフォン・アプリを活用したシステム構築は医療・環境のみならず、あらゆる分野で必須となってきた。しかしながら現実世界との接点の役割を果たすセンサーは現在温度センサー、ジャイロセンサー、脈拍センサー等の物理センサーがメインであり、化学物質の信号を得る化学センサーは今後さらに重要性を増してくると思われる。本シンポジウムでは理学・工学・農学分野から次世代を担う若手研究者に焦点を当ててそれぞれのお立場から化学センシングへの展開について話題提供いただき、今後の化学センサー・化学センシングの新原理開発やデバイス応用の展開について議論できる場としたい。

3. 流れ分析法の新展開と社会への貢献 5月20日(土)午後・C会場

オーガナイザー：鈴木保任（金沢工業大学）

連続流れ分析法 (Continuous Flow Analysis) やフローインジェクション分析法 (Flow-Injection Analysis) をはじめ、種々の流れ分析法が著しい発展を遂げ、様々な分野への応用が広がっている。流れ分析法は操作の簡便さ、精度の高さから研究のみならず分析の現場でも広く用いられている。本主題では、流れ分析法のさらなる発展を図ることを目的とし、広く関連する研究について討論する。また、装置メーカーや分析実務の現場の方からの関連技術の開発及び分析の現状や、今後の展望などの報告も広く募集する。

4. より迅速で、より簡便な分析化学を目指して 5月20日(土)午後・D会場

オーガナイザー：菅原一晴（前橋工科大学）

ここ数年、臨床分野での簡易試験 (Point of care testing: POCT) が注目されている。特に、コロナ禍での POCT の普及は目覚ましい。さらに、生産ラインや環境保全に関しても現場での測定を可能とする手法のニーズも増加している。一方、既存の測定原理や方法に対して新しいコンセプトを取り入れることで、測定プロトコルを改善し、優れた取り組みに発展させる研究が重要視されている。このような背景から、本主題では、迅速性、簡便性、そして新たな切り口をもつ分析化学的研究について討論することとした。

5. 未来の「食」と「薬」を創る分析化学 5月20日(土)午前, 午後・A会場

オーガナイザー：椎木弘（大阪公立大学）、富永昌人（佐賀大学）

富山県は、農水産業が盛んであり、良質米として評価の高いコシヒカリをはじめ、新品種「富富富」の開発など農業に力を入れている。加えて、極めて豊かな漁場の富山湾を有している。また、「くすりの富山」としても広く知られている。そこで、製薬と農水産業の盛んな富山にちなんで、「食」と「薬」に関する討論主題を提案する。「食」あるいは「薬」に関わる電気分析、センシング、分離分析やイメージング等について講演を広く受け付け、未来の「食」と「薬」を創るための分析化学について討論する場になることを期待する。

非会員を含む産官学からの数名の依頼講演者と公募による一般講演から構成し、富山から先端の分析化学を発信する。

産業界 R&D 紹介講演ポスター(一般公開)

5月20日(土) 15:15 ~ 17:00 P会場

- 15:15 [P1201RD] AGCにおける分析科学チームのミッションと分析事例
○竹田 薫¹、長尾 信義¹、田辺 佳奈¹、浅井 真紀¹ (1. AGC株式会社)
- 15:15 [P1202RD] 毛髪中の脂肪酸の定量法
○山口 ことと¹、安田 純子¹、鈴木 留佳¹ (1. 株式会社コーサー)
- 15:15 [P1203RD] 口腔ケア製品の開発に向けた技術基盤の構築
○藤井 愛実¹、丸山 由貴¹、川俣 亮介¹、市場 有子¹、柿澤 恭史¹ (1. ライオン株式会社)
- 15:15 [P1204RD] レーザーアブレーション ICP-MS用軽元素添加固体標準の開発
○篠原 清晃¹、藤原 聖樹¹、吉本 幸平¹、黒木 康生²、渡邊 一輝³ (1. 株式会社ニコン、2. サーマ
フィッシャーサイエンティフィック株式会社、3. 株式会社エス・ティ・ジャパン)
- 15:15 [P1205RD] 東芝における環境分析技術開発
○沖 充浩¹、盛本 さやか¹、近藤 亜里¹、佐藤 友香¹ (1. (株) 東芝 研究開発センター)
- 15:15 [P1206RD] データベースを活用した臭気原因物質の特定
○波多野 成児¹、珍田 裕佳¹ (1. 富士フイルム(株) 解析技術センター)
- 15:15 [P1207RD] フェムト秒レーザーアブレーション-ICP-MSで固体中の微量元素定量を可能にする標準物質の
開発(5)
○宮下 陽介¹、寺尾 祐子¹、梶山 卓郎¹、平兮 康彦¹、栗原 かの子²、山下 修司²、平田 岳史² (1. 富士フ
イルム(株) 解析技術センター、2. 東京大学 大学院理学系研究科)
- 15:15 [P1208RD] キリンホールディングスの先端高度分析化学について
○谷口 慈将¹ (1. キリンホールディングス(株))
- 15:15 [P1209RD] 安心・安全な製品開発に貢献する解析科学研究
○清水 庸平¹、北谷 方嵩¹、森内 章博¹、小池 亮¹ (1. 花王株式会社)
- 15:15 [P1210RD] 四重極飛行時間型質量分析計 LCMS-9030/9050を用いた各種網羅的測定事例の紹介
○渡辺 淳¹ (1. 株式会社島津製作所)
- 15:15 [P1211RD] コロイダルプローブを利用したナノ摩耗試験による高分子薄膜摩耗過程の解析
○柳瀬 直人¹、澤井 大輔¹ (1. 富士フイルム(株) 解析技術センター)
- 15:15 [P1212RD] リン含有化合物の測定・解析に効果的な最新 NMR装置のご紹介
○吉田 恵一¹、笹川 拡明¹、高島 良子¹ (1. 日本電子株式会社)

産業活動で発生した温暖化原因物質を「再資源化」する

【講演番号】 D2009 【講演日時】 5月21日（日）11:00～11:15

【講演タイトル】 Cu-Sn/グラフェン電極を用いるメタノール溶媒中のCO₂の電気化学的還元

二酸化炭素を電気化学的に還元するために、使用する電極触媒について検討した。二酸化炭素のメタノール溶液に対し、触媒として2種の金属とグラフェンを組み合わせたものにより還元反応を行った。金属の配合を変化させたところ、一酸化炭素・ギ酸・メタン・エチレン等の生成比率や副生物である水素の生成量が大きく異なってくるのが明らかになった。本技術を応用することにより、化石燃料の燃料生成物である二酸化炭素を原材料として、高付加価値な有機酸や炭化水素へと効率的に生成させることが可能となる。さらにこの研究を発展させることにより、地球温暖化対策の一助となることが期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 三重大院工¹・三重大国際環境教育研究セ²○菊地 健太¹・古川 真衣¹・立石 一希²・勝又 英之¹・金子 聡¹

三重県津市栗真町屋町 1577, 電話 059-231-9427, kaneco@chem.mie-u.ac.jp

現在、地球温暖化問題は非常に深刻な問題として捉えられており、その原因物質として二酸化炭素が挙げられている。これらは化石燃料の大量使用が大きな原因と考えられる。化石燃料は、電力や動力、あらゆる製品の原料として用いられている。これらの代替源として、太陽光発電や水力発電などがあるが、発電効率やコスト面で高い壁がある。

そこで近年、二酸化炭素を利用し、再び資源化するという研究が活発に行われている。この研究は、二酸化炭素の化学的還元により、メタンやエチレン、ギ酸などの高付加価値物質を生成し、資源として回収するというものである。二酸化炭素の還元方法には、触媒法、電気化学的還元法などがある。本研究で用いている電気化学的手法は、変換にエネルギーを必要とするが、変換にかかる時間が短く、生成量が多いという特徴がある。

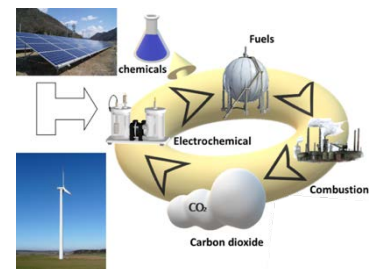


図 1. 電気化学的還元におけるカーボンニュートラル

本研究では、電極触媒としてスズと銅、グラフェンを組み合わせたものを使用した。スズ-グラフェン電極では、主生成物は一酸化炭素とギ酸メチルであり、炭化水素類はほとんど生成されなかった。銅-グラフェン電極では、一酸化炭素とギ酸メチルに加え、メタンとエチレンが多く生成し、特にエチレンが多く生成された。銅・スズ-グラフェン電極では、一酸化炭素とギ酸メチルに加え、エチレンが選択的に生成し、メタンはほとんど生成されなかった。本研究で作製した電極では、エチレンが優先的に生成されることが特徴であった。また、他の方法で作製した電極よりも、副生成物となる水素発生が抑制された。今後、Cu-Sn/グラフェンの構造とその反応機構を検討する。本技術は、脱炭素・カーボンニュートラル技術として有力な手法の一つになる可能性が高い。

海水からリチウムを回収する

【講演番号】 Y1132 【講演日時】 5月20日（土）13:15 ~ 15:00

【講演タイトル】 電気透析を用いたアルカリ金属イオン水溶液からの Li⁺回収について

リチウムは、リチウムバッテリー、ガラスの添加剤や医薬品にも用いられ、今後も需要が増加すると予想されている。そこで、海水からリチウムイオンを回収するため、イオン交換樹脂と電気透析による分離を組み合わせた方法を開発した。地球全体の海水中には2300億トンのリチウムが存在していることから、海水からリチウムイオンを回収することができれば、輸入に頼ることもなく、日本の資源として利用できる。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 神戸大院海事科学¹・神戸大院科学技術イノベ²・

住友電工³

○菅野 宙依¹・堀田 弘樹¹・松本 健嗣²・杉原 崇康³・安田 政治³

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

近年では地球温暖化対策として、リチウムバッテリーを用いた電気自動車（EV）の普及が進んでいる。リチウムはガラスの添加剤や医薬品にも用いられ、レアメタルの一つとして、今後も需要が増加することが予想される。現在リチウムを回収する主たる方法の一つに、塩湖かん水からの抽出法が挙げられる。しかし、塩湖が存在する地域では水は貴重な資源であり、水を蒸発させリチウムの回収を行うことに地域住民から反対意見などもある。

日本にはリチウムを多く含む塩湖は存在しないが、一方で、地球全体の海水中には2300億トンのリチウムが存在している。海水には塩類が約3.5%含まれており、塩化ナトリウム、塩化マグネシウム、硫酸マグネシウム、硫酸カルシウム、塩化カリウムがほとんどを占める。ナトリウムやカリウムなどのアルカリ金属は似たような性質を示すため、そこからのリチウムの分離・回収は容易ではないが、海水からリチウムイオンを回収することができれば、輸入に頼ることもなく、日本の資源として利用できる。その回収方法として、我々はイオン交換樹脂と電気透析による分離を組み合わせた方法を検討した。

各イオンをイオン交換樹脂に吸着させ、そこに pH 調整を行った溶出液を一定量加えてイオンを溶出させた。溶出液中の各イオン濃度を測定し、吸着割合（脱着割合）を計算した。溶出液の pH が 2 以上では、各イオンが樹脂に吸着されほとんど溶出しなかった。pH 1 ではリチウムイオンが 40%程度、ナトリウムイオンが 15%程度溶出した。また pH 0 ではリチウムイオンは全く樹脂に吸着せず、注入したすべてが溶出されたのに対して、ナトリウムイオンでは約 30%、カリウムイオンの 60%程度が樹脂に吸着していた。このようにして溶出したリチウムイオンを電気透析により回収し、試料中のリチウムイオンの濃度を高める検討を行っている。

環境水から有機フッ素化合物を除去する炭素材料の物性評価

【講演番号】 P2011 【講演日時】 5月21日（日）10:00～11:45

【講演タイトル】 PFAS 汚染環境水の修復素材開発に向けた多孔質炭素材料の物性評価

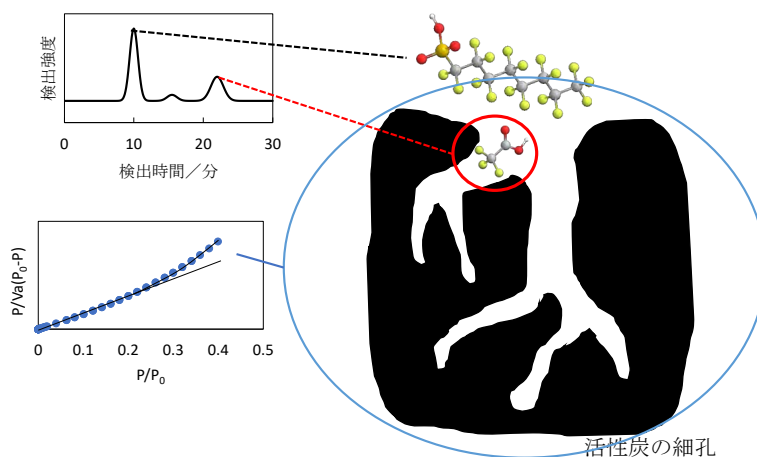
ペルフルオロアルキル化合物（PFAS）は、人体や環境に悪影響を与える残留性有機汚染物質としてストックホルム条約にて規制されている物質群である。このうちペルフルオロオクタンスルホン酸とペルフルオロオクタン酸については、水道水質基準の暫定目標値が設定されている。本研究では、PFAS 汚染水の浄化を目的とする多孔質炭素材料を作製し、PFAS 吸着能に関わる物性の評価を行った。吸着定数及びイオン交換容量といった化学的物性については作製した材料間で有意差はなかったが、吸着化合物の幾何学的構造の違いが反映される比表面積と排除限界分子量については材料間で差異が認められ、両者には相関があることが示唆された。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 フタムラ化学¹・産総研物質計測標準²

浅野 拓也¹・堀 千春¹・島村 紘大¹・遠藤 頼宏¹・佐橋 克也¹・中村 圭介²・○羽成 修康²

茨城県つくば市梅園 1-1-1, 電話 029-861-4093, hanari-n@aist.go.jp

ペルフルオロアルキル化合物（PFAS）は過去 15 年以上「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約」における最重要課題の一つで、特に水環境での汚染が確認されている。そのため、PFAS の中でもペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）とペルフルオロオクタン酸（PFOA）に関して水道水質基準の暫定目標値が設定された。本研究では、PFOS・PFOA を含む PFAS 汚染水の浄化用多孔質炭素材料について、PFAS 吸着能に関わる物性の評価を行った。作製した多孔質炭素材料の比表面積、排除限界分子量、吸着定数及びイオン交換容量を評価したところ、吸着定数及びイオン交換容量については材料間で有意差は認められなかった。一方で、比表面積及び排除限界分子量測定で得られた結果には差異が認められ、かつ両者には相関があることが示唆された。以上の結果から、本多孔質炭素材料は吸着定数やイオン交換容量といった化学的物性は同等であるが、幾何学的構造の違いを反映する比表面積や排除限界は異なることが判明した。今後は、これら物性の PFAS 汚染水処理に対する影響を調査し、環境修復素材としての可能性を検討する。



光ファイバーを利用したスケール(湯の花)センサーの開発

【講演番号】 Y1039 【講演日時】 5月20日(土) 10:00 ~ 11:45

【講演タイトル】 水による近赤外光の吸収を利用した光ファイバースケールセンサーの開発

地熱熱水や温泉水の配管や地上設備に炭酸塩やケイ酸塩スケール(湯の花)が沈殿し、しばしばトラブルを引き起こす。地熱熱水や温泉水からのスケール生成を予知するために、リアルタイムで測定可能なスケールセンサーの開発が求められている。本研究では、地熱熱水や温泉水に赤外光を導入した光ファイバーを直接浸け、ファイバー表面にスケールが析出すると、水による1950 nmの近赤外光吸収強度が減衰することを見出し、これを検出原理とするスケールセンサーを開発した。

【発表者(○:登壇者/下線:連絡担当者)】 富山大学¹・明治大学²

○杉浦 暉冬¹・細木 藍¹・佐澤 和人¹・岡崎 琢也²・上田 晃¹・倉光 英樹¹

富山県富山市五福 3190, 電話 076-445-6011, kuramitz@sci.u-toyama.ac.jp

地熱流体中で生成する湯の花(スケール)は、地熱発電所や温泉の配管の閉塞や機器の目詰まりを引き起こす。その対策としてスケール抑制剤を添加するが、その種類や使用量などの最適条件は流動的であるため、地熱流体中のスケール生成を迅速かつリアルタイムに測定可能な「スケールセンサー」の開発が求められている。我々はこれまでに光ファイバーを利用したスケールセンサーを報告してきたが、屈折率の値が光ファイバーのコア材質に近いシリカスケールに対する感度向上に課題があった。そこで本研究では、水の近赤外光の吸収(1950 nm)がスケールの析出によって減衰することを検出原理とした、新しいスケールセンサーを開発し、室内試験と現場試験からその有用性を評価した。

室内実験では炭酸カルシウム溶液を、現場試験では長野県長野市松代温泉の原熱水を用いてセンサー応答を調査した結果、どちらの場合においてもスケール生成に伴う近赤外領域における透過率減少が得られた。また、1950 nmにおける水の吸収の減衰もみられ、1800 nm~2000 nmにおける微分透過スペクトルからスケールの生成を評価することができた。二次微分透過スペクトルの極大値と極小値の差はスケールの析出に伴い小さくなり、室内実験では浸漬後180分で浸漬直後の0.40倍、現場試験では浸漬後1320分で0.40倍となった。今後は、地熱発電所で利用されている流体で生成するシリカスケールを対象とした試験を実施する。

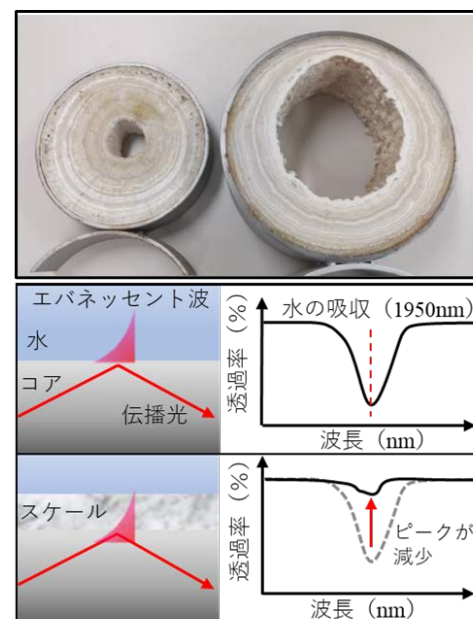


図. 生成したスケール(上)とセンサーの検出原理(下)

大気中を漂うマイクロプラスチックの分析

【講演番号】 Y1101 【講演日時】 5月20日(土) 13:15 ~ 15:00

【講演タイトル】 スプリットレス熱分解 GC/MS による大気マイクロプラスチックの分析

海洋と同様に大気中でもマイクロプラスチック汚染が深刻な環境問題となっている。その汚染状況を明らかにするためには、高感度分析技術が必要である。本研究において、スプリットレス法を導入した熱分解ガスクロマトグラフィー/質量分析法を試みたところ、大気中マイクロプラスチックの分析に有効であることがわかった。徳島市で捕集した大気中微粒子の分析では、スチレンブタジエンゴムは主に大きな粒子(> 10 μm)として、ポリプロピレンやメタクリル酸メチルは小さな粒子(< 2.5 μm)としてそれぞれ多く存在する傾向にあることがわかった。また、粒子の構成物質に加えて、可塑剤として使用されるフタル酸エステル類が検出された。

【発表者 (○: 登壇者/下線: 連絡担当者)】 徳島大院理工¹・徳島大薬²・名工大³・東北大⁴・

フロンティアラボ⁵

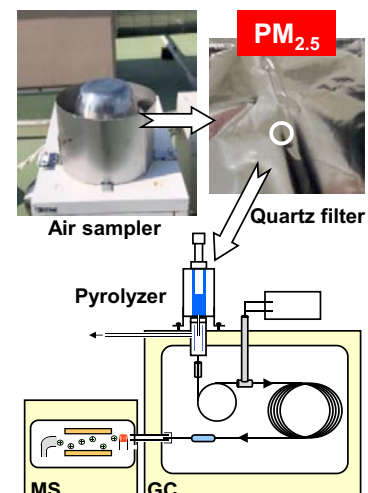
○竹田 大登¹・木下 京輔²・竹内 政樹²・高柳 俊夫¹・大谷 肇^{3,5}・寺前 紀夫^{4,5}・

William Pipkin⁴・松井 和子⁵・渡辺 壺⁵・渡辺 忠一⁵・水口 仁志¹

徳島市南常三島町 2-1, 電話 088-656-7419, mizu@tokushima-u.ac.jp

マイクロプラスチックによる環境汚染が世界的に問題となっている。特に最近では、大気中に浮遊する微細化したプラスチックやゴムなどのポリマー微粒子への関心が高まっている。これらは、可塑剤や顔料などの添加剤や環境中で吸着した有害物質を含んだまま移動すると考えられており、さらに呼吸によって肺の深部に到達し得るため、ヒトの健康に直接影響を与えることが懸念されている。しかしこれらの物質の環境中での挙動は不明なことが多く、汚染の状態を把握するには高感度な測定手法が必要である。

本研究では、測定試料の瞬間熱分解で発生するガス状成分を分析して測定試料に含まれるポリマーの種類と量が推定できる熱分解ガスクロマトグラフィー/質量分析法 (Py-GC/MS) にスプリットレス導入法を組み込んで高感度化し、この手法によりエアサンプラーを用いて異なる大きさ (10 μm 以上 (>PM₁₀), 2.5~10 μm (PM_{2.5-10}), 2.5 μm 以下 (PM_{2.5})) に分けて捕集した大気浮遊粒子を直接分析した。徳島市内で2週間にわたって捕集した大気浮遊粒子を分析したところ、ポリプロピレン、ポリメタクリル酸メチル、スチレンブタジエンゴムや、可塑剤として使用されるフタル酸エステル類が検出された。ポリプロピレンやポリメタクリル酸メチルは、より微小な粒子 (PM_{2.5}) として多く存在し、スチレンブタジエンゴムは粗大な粒子 (>PM₁₀) として多く存在する傾向にあった。本研究で提案する方法は、大気マイクロプラスチックによる汚染状態を理解するうえで有用な分析技術である。



内視鏡を清潔に保つための簡易分析法の開発

【講演番号】 P2025 【講演日時】 5月21日（日）10:00～11:45

【講演タイトル】 内視鏡消毒剤中オルトフタルアルデヒドの高感度蛍光定量法の開発

消毒剤（オルトフタルアルデヒド：OPA）は内視鏡の機器洗浄において繰り返し利用されるが、適切な消毒性能を確保するためには、その濃度を正確に把握することが求められる。しかし、現行の OPA 検出法は感度が十分ではなく、また消毒剤中の着色料成分が測定結果に影響を及ぼす可能性も指摘されていた。本研究では、アミンとチオール化合物を検液と混合するのみの簡便な操作で OPA を蛍光定量できる方法を開発した。また、ヒドロキシプロピル-β-シクロデキストリンを添加することで、OPA に基づく蛍光を持続的に検出できることを見出した。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 静岡県大薬¹・株式会社アミノ医療機器事業部²・

名城大薬³

青木 萌恵¹・星野 智哉¹・稲葉 さひな²・古庄 仰¹・

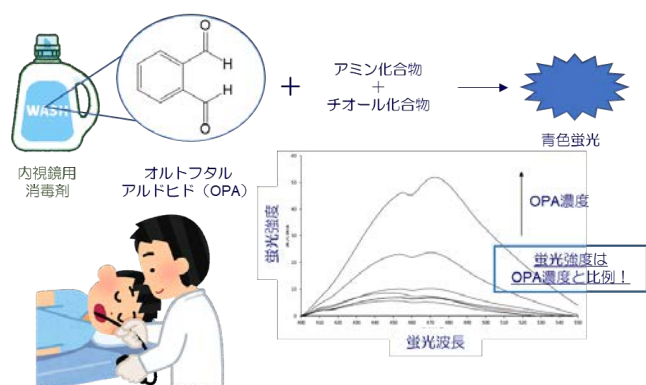
杉山 栄二¹・水野 初³・伊藤 忍²・轟木 堅一郎¹

静岡県静岡市駿河区谷田 52-1, 電話 054-264-5656, todoroki@u-shizuoka-ken.ac.jp

内視鏡検査後の内視鏡は、前被検者の体内から付着した結核菌などによる細菌感染を防ぐため、十分な消毒洗浄が実施される。内視鏡の消毒洗浄には、オルトフタルアルデヒド（OPA）を主成分とする消毒剤を用い、全自動洗濯機のような仕組みの専用装置で自動洗浄される。このとき、消毒剤は繰り返し使用されることで OPA 濃度が徐々に薄まるため、使用する消毒剤が適切な濃度であるかを随時モニターする必要がある。現行の OPA 濃度計では OPA が紫外線を吸収する度合い（吸光度）に基づいて測定されるが感度が十分でなく、また消毒剤中の着色料成分が測定結果に影響を及ぼす可能性も指摘されていた。

そこで私たちは、消毒剤に試薬溶液を混ぜるだけで、OPA 濃度に応じた強い青色蛍光を発することを見出し、これにより OPA を高感度かつ選択的に蛍光定量する測定法を開発した（図）。また、化粧品や医薬品の添加物としても使用されるヒドロキシプロピル-β-シクロデキストリンを試薬溶液に加えることで、蛍光強度が一定時間持続し安定かつ正確な定量ができることを見出した。

本成果を基に、今後、OPA 濃度を誰でも簡便かつ正確に測定可能な可搬型濃度計が開発され、内視鏡検査の安全維持に貢献することが期待できる。



がん細胞を増殖する遺伝子変異を1%以下で安価に検出する

【講演番号】 F1106 【講演日時】 5月20日（土）15:00～15:15

【講演タイトル】 キャピラリー電気泳動を用いた遺伝子変異の多項目同時検出の検討

近年、血液や尿を使った身体的負担の少ないがん検査が着目されている。本研究では、低コストのがん検査として、遺伝子変異を検出するキャピラリー電気泳動技術の有用性を検討した。がんの関連遺伝子（*EGFR* L858R と *KRAS* G12V）の遺伝子変異を対象とし、遺伝子配列の塩基一つ分の差を蛍光で検出可能となるように一塩基伸長反応を行い、この反応によって産生した化合物についてキャピラリー電気泳動を行った。その結果、試薬反応や信号処理等を工夫することで、1%以下の遺伝子変異検出が可能であることを示した。今後、本方法での低コストがん検査の実現が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 日立製作所

○安藤 貴洋・横井 崇秀・万里 千裕・穴沢 隆・石田 猛

東京都国分寺市東恋ヶ窪 1-280, 電話 042-323-1111, takahiro.ando.dc@hitachi.com

近年、血液や尿を使った身体的負担の少ないがん検査（リキッドバイオプシー）が着目されている。その中で次世代シーケンサーと呼ばれる高感度かつ網羅的な遺伝子解析を用いた診断法の社会実装が急速に進められているものの、検査コストが高額という課題がある。本研究では、低コストのがん検査として、遺伝子変異を検出するキャピラリー電気泳動技術の有用性を検討した。

がんの関連遺伝子として知られている *EGFR* L858R と *KRAS* G12V の遺伝子変異（一塩基多型）を対象に、遺伝子配列の塩基一つ分の差を検知する一塩基伸長反応と呼ばれる化学反応で産生された化合物をキャピラリー電気泳動装置で測定した。一塩基伸長反応で産生された化合物は、塩基一つ分を異なる蛍光色で検出できる。そのため、遺伝子変異が存在すると、正常の遺伝子だけの時には検出されない蛍光信号が表われ、その信号の強さが遺伝子の変異割合を示すことになる。

通常、本方法で検出できる遺伝子変異は 5%程度とされている一方、本研究では、試薬反応や信号処理等の工夫によって、1%以下の遺伝子変異検出の可能性を示した。化合物の電気泳動で流れる移動量を調整することで、更に多項目の遺伝子変異を同時検出できる可能性もあり、今後、本方法での低コストがん検査の実現が期待される。

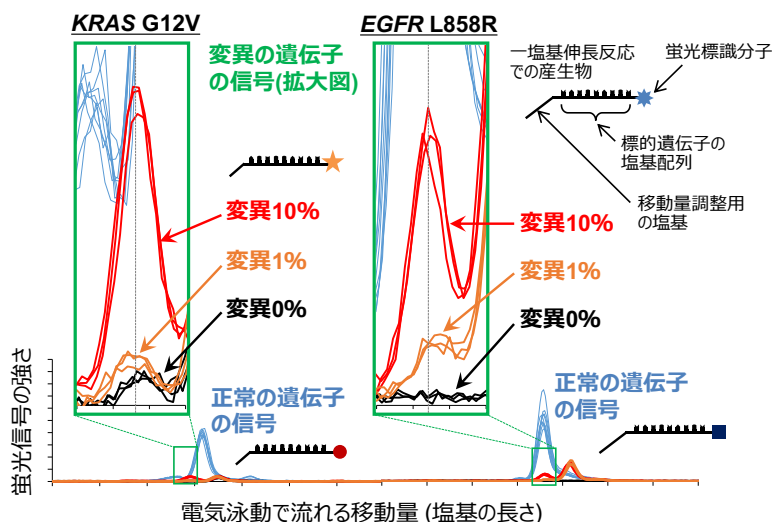


図 キャピラリー電気泳動での変異遺伝子検出

がん細胞内の光熱療法薬の分布を可視化する

【講演番号】 A1105 【講演日時】 5月20日（土）15:00～15:15

【講演タイトル】 顕微分光イメージングで明らかになるがん光熱療法薬を志向した非蛍光性金属錯体の細胞内動態

光熱療法は、体の深部まで届く近赤外光を利用した温和で副作用の少ないがん治療法として期待されている。この治療において、近赤外線を吸収して熱に変換する非蛍光性の薬剤が必要とされるが、その細胞内の詳細な分布状態を観察することは難しかった。本研究では、より汎用的かつリアルタイムで観察できる手法として、分光分析と画像化技術を掛け合わせた顕微分光イメージングに着目した。開発された顕微分光イメージングにより得られたカラー画像から、近赤外吸収金属錯体の分布を鮮明に可視化することに成功した。

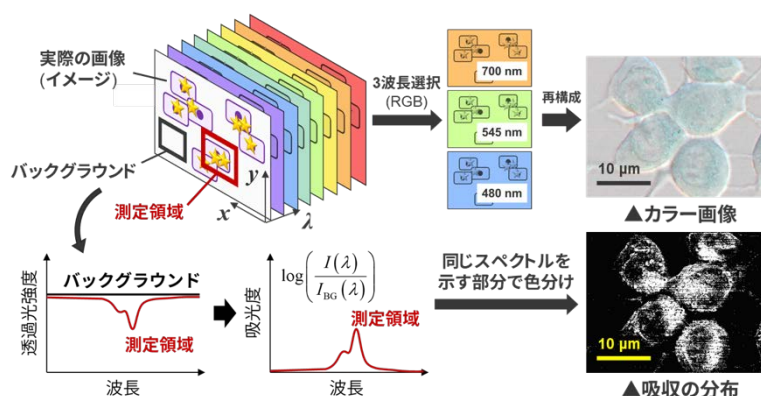
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 東北大院環境¹・山口大院創成科学²

○澤村 瞭太¹・鈴木 敦子²・壹岐 伸彦¹

宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-07, 電話 022-795-7224, ryota.sawamura.a8@tohoku.ac.jp

光熱療法は、周辺組織を傷つけずに体の深部まで届く近赤外光を利用し、近赤外光を吸収して発熱する治療薬によってがん細胞を殺傷する仕組みであり、抗がん剤治療や放射線治療といった従来の治療法に比べて、温和で副作用の少ない治療を提供できると期待されている。治療薬の基盤となる近赤外吸収材料には優れた熱への変換効率が求められ、既往の研究では蛍光を発しない材料が多数検討されている。一方で、がん細胞に取り込ませた非蛍光材料を通常の光学顕微鏡で観察することは難しく、ナノサイズの非蛍光材料では電子顕微鏡を用いた観察や、蛍光標識化を行い共焦点顕微鏡で観察する場合が多い。より汎用的かつリアルタイムで観察できる手法として、本研究では分光分析と画像化技術を掛け合わせた顕微分光イメージングに着目した。画素毎にスペクトル情報をもつ三次元的な画像が得られるため、非蛍光材料固有のスペクトルと一致する画素を判別すれば、材料の分布を画像化できる。

今回、非蛍光性の近赤外吸収金属錯体をモデル化合物として、がん細胞内でのこの錯体の分布を顕微分光イメージングにより観察・解析した。赤・緑・青に3波長の画像を割り当てて得られたカラー画像から、細胞が着色している様子が観察され、着色部分の吸収スペクトルより錯体の存在が確認された。さらに同様のスペクトルを示す領域を色分けすることで、錯体の動態をより鮮明に可視化することに成功した。



尿タンパク質を尿中で手早く簡単に定量

【講演番号】 D1105 【講演日時】 5月20日（土）15:30～15:45

【講演タイトル】 タンパク質認識酸化還元試薬に基づくヒト尿中タンパク質の迅速簡便定量の実現

腎機能検査の指標である尿タンパク質の計測では、一般に検査センターに設置された比色分光機器が利用されている。手早く簡単に尿タンパク質を計測する一次スクリーニング手法は、日々の健康管理にも役立つため、その研究開発が望まれている。本研究では、尿中に含まれる妨害成分の影響を受けずに尿タンパク質を検出する新しい計測法を開発した。本計測法は、日々の健康管理から健常者と患者の識別までをこなす一次スクリーニング技術としての活躍が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 産総研環境創生¹・慶大理工²・

ファーストスクリーニング³

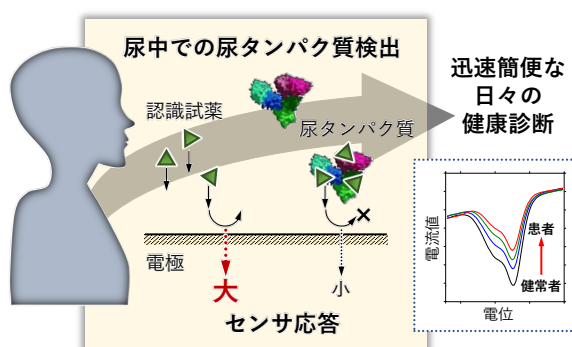
○青木 寛^{1,2}・宮崎 梨沙^{1,2}・大濱 美帆^{1,2}・村田 道生²・浅井 開^{2,3}・緒方 元気²・栄長 泰明²

茨城県つくば市小野川 16-1, 電話 029-861-8050, aoki-h@aist.go.jp

健康診断における尿検査では、腎機能検査のため尿タンパク質の検出が実施される。一般に尿タンパク質の定量的な検出は、簡易的な検査紙では定量が難しいことから、検査センターに設置された比色分光に基づく機器分析で行う。一方で、機器分析は日々の健康管理には不向きであり、手軽さに欠ける点で多くの健康診断未受診者が生まれる原因となっていた。これまで、簡便な尿タンパク質定量法の開発を目指して、タンパク質の直接酸化による電気化学的な検出法が報告されている。しかしながらこの方法では、酸化波の大きさが構成アミノ酸に依存する上に、酸化反応自体も尿中成分に妨害される課題があり、尿中での尿タンパク質検出は困難だった。特に、尿中に含まれる多量の尿酸由来の酸化波が大きすぎて、タンパク質の酸化波測定を妨害していた。

そこで今回、尿中での迅速簡便な尿タンパク質定量法を目指すため、これらの課題に取り組んだ。我々は、タンパク質の呈色反応で使用されるタンパク質認識試薬が酸化還元活性であり、この試薬の還元反応を利用することで、尿中成分の妨害なく尿中での尿タンパク質の定量センシングが可能であると見出した。センサ応答は検出下限 2.57 $\mu\text{g/mL}$ で、0~400 $\mu\text{g/mL}$ の範囲で直線応答を示した。

さらに、未知試料を対象とした測定では検量線から得られる推定濃度は従来の比色分光分析の結果とほぼ同じ値となった。本法は、健常者（約 30 $\mu\text{g/mL}$ ）や患者（約 300 $\mu\text{g/mL}$ ）の日々の尿タンパク質レベルの確認が十分可能な性能を有しており、より精密な検査の必要性を判断するための一次スクリーニング技術としての活用が期待される。



生物学的製剤の品質を「化学」で管理する

【講演番号】 Y1010 【講演日時】 5月20日（土）10:00～11:45

【講演タイトル】 蛍光応答性プローブを用いた mRNA 内包脂質ナノ粒子製剤の品質管理技術開発

新型コロナウイルスワクチンにも使用されるメッセンジャーRNA (mRNA) 内包脂質ナノ粒子製剤の安定性を確保する目的で、その活性を評価する方法を検討した。小さい粒子ほど脂質膜表面に多く存在する「間隙」に入り込む性質がある蛍光応答性ペプチドプローブを利用し、活性低下をもたらす粒径の変化を見る技術を開発した。本技術を応用することにより、mRNA-LNP 製剤の活性を簡便かつ即時に評価することが可能である。この研究を進展させることにより、RNA 創薬研究がさらに発展し人類の健康の向上に寄与することが期待される。

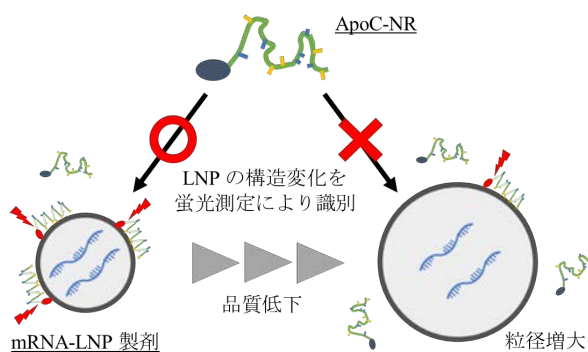
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 東北大院理¹・東北大院薬²

○山崎 友裕¹・佐藤 雄介¹・櫻井 遊²・秋田 英万²・西澤 精一¹

宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3, 電話 022-795-6549, yusuke.sato.a7@tohoku.ac.jp

新型コロナウイルスに対するメッセンジャーRNA (mRNA) 内包脂質ナノ粒子製剤 (mRNA-LNP 製剤) が発症予防や重症化阻止において優れた効果を発揮したことを受けて、今後、mRNA-LNP 製剤を基盤とした RNA 創薬研究が加速すると考えられる。しかしその一方で、mRNA-LNP 製剤は安定性に課題があるため、これら製剤の品質を簡便かつ即時に精密計測するための新たな技術基盤の開発が必要不可欠である。

我々は mRNA-LNP 製剤の品質低下による粒子構造変化に着目し、これを計測しうる蛍光プローブを用いた新たな品質管理技術を開発した(図)。具体的には、典型的な mRNA-LNP 製剤粒径 (60~100 nm) の脂質膜表面に存在する脂質パッキング欠損を認識しうる蛍光応答性ペプチドプローブ (ApoC-NR) を用いて、その蛍光応答に基づき製剤の粒子構造を解析する。本研究では、高い核酸送達能をもつ脂質用材料 ssPalm を基盤とした LNP に、ルシフェラーゼ mRNA を内包した mRNA-LNP 製剤モデルを用いた。この製剤は熱処理や凍結融解により粒径が増大するとともに、細胞内での mRNA 発現能 (活性) が低下することが分かった。ApoC-NR は製剤との結合に伴い明瞭な発蛍光応答を示す一方、品質低下処理を行った製剤に対する蛍光応答は著しく低下した。これは、粒径の増大に伴い ApoC-NR の結合量が減少したためだと考えられる。重要なことに、ApoC-NR の蛍光応答は、mRNA-LNP 活性と強い相関を示すことが見いだされた。このように、ApoC-NR を用いた蛍光解析が mRNA-LNP 製剤の品質管理技術に有用であることが分かった。



おいしさの重要要素「香り立ち」の分析手法の開発

【講演番号】 P2127 【講演日時】 5月21日（日）13:15～15:00

【講演タイトル】 喫食開始時の香り立ちを対象とした短時間時系列データ解析アルゴリズムの提案

近年、食品のおいしさを科学で探求しようとする研究が盛んで、中でも風味として認識される、喫食時に口から鼻に抜ける香りが注目されている。風味の解釈には食品中の個々の香り成分の放出の順序や量的な挙動の解析が重要で、発表者らはその分析手法を開発してきたが、わずかな喫食動作の変動がノイズとなることから喫食開始時の香り立ちの解析は困難であった。本研究では、測定データからノイズを分離し、風味の解釈に重要な情報を抽出する解析のアルゴリズムを開発した。本法が風味の研究ツールとなることによって、食品のさらなる進化が期待される。

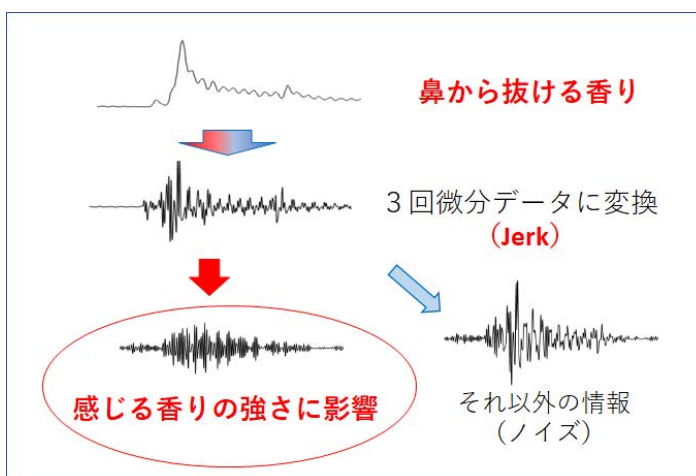
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 エスビー食品¹・エーエムアール²

○佐川 岳人¹・坂倉 幹始²

東京都板橋区宮本町 38-8, 電話 070-3879-4440, takehito_sagawa@sbfoods.co.jp

風味の解析は困難で、例えば、ある成分の含有量が同じ食品であっても、粘度などのパラメータが異なるだけで官能評価が大きく変わる場合がある。口中香（retronasal aroma）は食品の美味しさを研究するうえで重要な要素の一つとして注目されている。喫食時の香り立ちである口中香分析には質量分析計を利用することが多く、その検出強度を基準として認識する香りの強度を評価するが多い。喫食時に鼻孔から抜けてゆく揮発性成分の測定をするため、食品のパラメータに加え、わずかな喫食動作の影響を受けることにより検出強度データが風味認識イメージと異なる場合が出てくる。そこで本研究では、質量分析計で得られた時系列の強度データから香りを認識する感覚に影響の大きい情報を抽出するデータ処理方法を開発するに至った。データに対し3回微分を施し、フーリエ変換による周波数分析を実施した。そこから感じる香りの強さに影響の大きい周波数を選択し、逆フーリエ変換によるデータの再構築をすることで、ノイズを分離し、感覚に影響が大きい情報を得られることが分かった。

結果として、本手法を用いたデータ



解析は、食品の美味しさに関わる口中香研究において有用なツールとなりうることを確認できた。さらに発展的な視点で考えた場合、質量分析装置以外から得られる時系列の強度データであっても、そこから必要な情報を取得できる可能性を示唆するものであった。

スマートフォンで検出できる商品用ステルスタグ

【講演番号】 E1107 【講演日時】 5月20日（土）15:45～16:00

【講演タイトル】 スマートフォンで SERS スペクトルを視る

流通のデジタル化が急激に進化しているが、商品をデジタル情報と結びつける従来のラベルやタグには、剥がされる・流用される・目に見えるので偽造されるなどのリスクがある。これに対し、表面増強ラマン散乱（SERS）という特殊な光を発する貴金属ナノ粒子集合体を用い、商品に直接取付けるバーコードのようなステルスタグを開発した。このステルスタグは、アタッチメントを付けたスマートフォンを用いて、わずか1秒で検出できる。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 京大院工¹・アーカイラス(株)²・

(株)ラムダビジョン³・愛知学院大薬⁴・兵庫県大高度研⁵

○福岡 隆夫^{1,2}・安永 峻也^{2,4}・柴田 卓哉³・清水 健太³・清水 健彦³・名村 今日子¹・

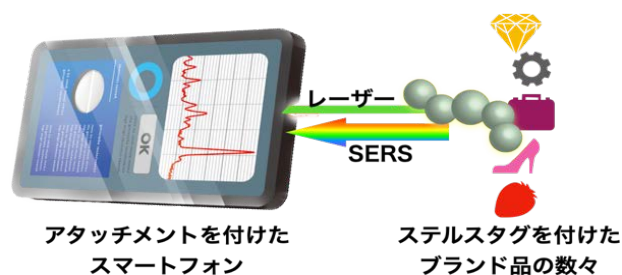
鈴木 基史¹・山口 明啓^{2,5}

京都市西京区京都大学桂，電話 075-383-3696，tak_f@mpe.me.kyoto-u.ac.jp

流通のデジタル化が急激に進化しているが、商品をデジタル情報と結びつける従来のラベルやタグには、剥がされる・流用される・目に見えるので偽造されるなどのリスクがある。そこで我々は表面増強ラマン散乱（SERS）という特殊な光を発する性質をもつ貴金属ナノ粒子集合体を用い、商品に直接取付けるバーコードのようなステルスタグを実現しようと考えた。このステルスタグを読み取る検知器に、性能が向上しているスマートフォンのカメラが使えるようになれば便利である。

これまでラマン散乱スペクトルを観察するには、色の微小な違いを高い波長分解能で高感度に記録するために高価で大きな光学装置が必要であった。しかしステルスタグの検知に限れば、ステルスタグからの既知の SERS スペクトルのピークを確認するだけなので高い波長分解能は求められず、検知すべき光の強度も強い。スマートフォンが備える複数のカメラを調べ、そのうち広角カメラの感度と波長特性が銀ナノ粒子集合体から生じる SERS の波長範囲とうまく合うことがわかった。実際に分光ユニットを試作しスマートフォンにアタッチメントのように取り付けてステルスタグからの SERS を1秒で検出できた。

この技術が完成すれば、スマートフォンで商品を視た消費者の購買動向を把握し製造や流通の効率化ができる。また飲み薬をスマートフォンで視た患者の服薬履歴を記録し予防医学や緊急治療に役立てることができる。この研究は NEDO NEP の支援事業（JPNP14012）で実施した。



「フード 3D プリンター」のインク改良で食べ物を自在に造形

【講演番号】 Y1231 【講演日時】 5月20日（土）15:15 ~ 17:00

【講演タイトル】 レオロジー特性制御による食品栄養成分に依存しない高精度フード 3D プリント

樹脂や金属素材などで 3D モデルを造形する 3D プリンターと同じように、ペースト状の食材（フードインク）で食べ物を造形できる「フード 3D プリンター」が注目を集めている。しかしながら、インクとして使用できる食材が限られているため、造形の精度や食感設計の自由度に課題があった。本研究では、インクにセルロース粉末を添加してインクのレオロジー特性を制御することにより、食材の種類に依存せず高精度にプリントできることを明らかにした。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 東京電機大 大学院理工学研究科 生命科学専攻

○小田 陽矢, 武政 誠

〒350-0394, 埼玉県比企郡鳩山町石坂, 電話 049-296-5969, takemasa@mail.dendai.ac.jp

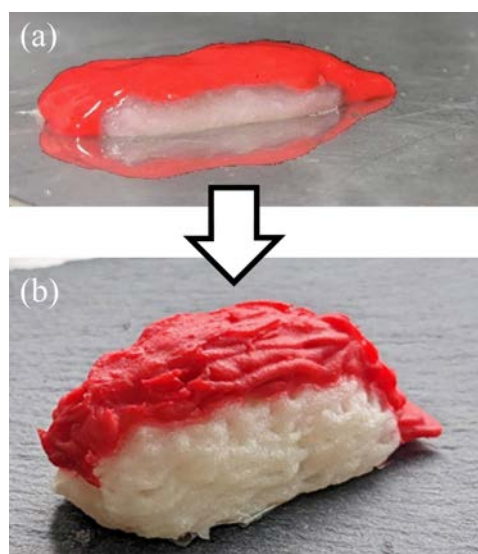


図1 インク特性制御により本研究で高精度化したフード 3D プリント例 (a)フードインクの物性改質前の低精度, および (b)本研究成果で改質後の高精度フード 3D プリント例。

近年注目を集めている「フード 3D プリンター」は、食べ物を PC 上で設計した通りに“印刷”可能である。食材を 1 mm 以下の精度で設計通りに自在に空間配置することで、従来では不可能であった食品をも創出する次世代の製造技術である。例えば、おいしそうな、または奇抜な外見の食品や、食品の内部構造に起因する「食感を設計」し、「食感ごと食品を印刷する」ことができる。

注目が集まるフードテック分野において、フード 3D プリンターは産業界での拡大が期待される。しかし、現状ではフードインクとして利用可能な食材は限られており、高精度造形、さらには食感設計を自在に実施可能なフードインクはごく限定的であった(図1a)。

本研究では、フード 3D プリントの印刷精度を劇的に向上させるためのフードインク特性について、定常ずり粘度 η 及び貯蔵弾性率 G' が支配することを、レオロジー

分析により明らかにした。この成果により、フードインク物性を制御することで、高精度 3D プリントが実現された(図1b)。この物性制御は、フードインク材料、特に栄養成分に依存せず、いかなる食材においてもフードインク化し、高精度プリントを可能にする汎用性の高い制御法として利用可能である。従来よりも格段に高い精度の 3D プリントを、幅広い食品で実施可能となった。今後、個人の嗜好や健康状態に合わせた、最適な食事をフード 3D プリンターにより自動提供可能する道が拓かれた。

白色 LED のレアメタルフリー化に向けて

【講演番号】 Y1221 【講演日時】 5月20日（土）15:15 ~ 17:00

【講演タイトル】 MAS-NMR, ESR および FT-IR を用いる焼成ゼオライト中の酸素欠損を有する蛍光種の推定

白色 LED や蛍光灯の蛍光体を製造するためには、安定供給が懸念されるレアメタルが必要で、製造のための環境負荷も大きいという問題がある。本研究では、レアメタルを使用せず安価で環境負荷も小さい蛍光体として知られていた低温焼成ゼオライトが蛍光を発する機構を多面的な分析手法を用いて推定し、発光強度を向上させる要因など重要な設計指針を示した。省資源・低コストの白色 LED の実現が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 山梨大学大学院総合

○久保田 恒喜・宮嶋 尚哉・阪根 英人

山梨県甲府市武田 4-3-11, 電話 055-220-8551, koki@yamanashi.ac.jp

蛍光体は私たちの身近なところで様々な用途で利用がされており、特に蛍光灯や白色 LED では大量に使用されている。現在、これらの照明用の蛍光体にはレアメタルが不可欠であるが、レアメタルは高価である上に供給も不安定になる可能性がある。さらに精錬時にウランなどの放射性元素を排出することから環境汚染の懸念があり、一方でこれらを含む蛍光体を合成するとき高温高压が必要なことから、合成時の環境負荷も大きい。このような背景から、レアメタルを含まずに実用的な明るさの蛍光を示す蛍光体が求められ、様々な研究が行われてきた。

地表上で普遍的に存在するユビキタス元素である、ケイ素、アルミニウム、酸素、ナトリウムから構成されるありふれた鉱物の一種のゼオライトは、その一部をありふれたイオンに化学的に置換し低温で焼成することで、蛍光体となることが知られていた。この研究では、実用的な明るさの蛍光が得られる種類と処理条件を見出した。さらに詳細に様々な分析を行うことで、焼成時にゼオライト中のケイ素と酸素との間の結合が切れて「酸素欠損」の構造ができることを明らかにした。この酸素欠損を持ち蛍光を示す構造を図に示した。このような酸素欠損ができるように化学的・物理的な処理をすることが、ゼオライトを明るい蛍光体にするために必要である。

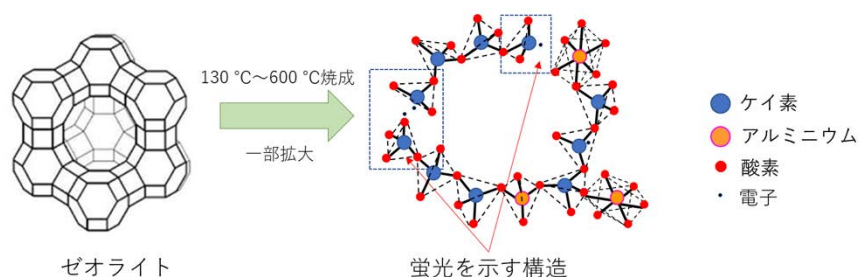


図 焼成ゼオライト中の蛍光を示す構造

顕微赤外分光法を用いたろ過膜の性能評価法

【講演番号】 P2118 【講演日時】 5月21日（日）13:15～15:00

【講演タイトル】 時間分解顕微 ATR-IR 分光法を用いた中空糸膜表面の水和過程の解析

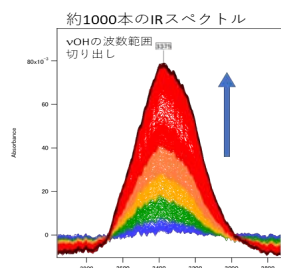
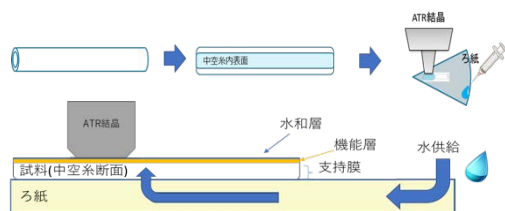
中空糸を用いたろ過膜の開発において、中空糸膜に接触した水の構造や状態を調べるのが重要である。本研究では、時間分解顕微赤外法から得られる測定データのケモメトリックス解析から、中空糸内表面の水には3つの状態があることを明らかとした。また、水の状態と膜性能の間に正の相関があることも確認した。この手法は、ミクロンサイズ（1000分の1 mm）の中空糸膜性能の一次スクリーニング法として期待できる。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 旭化成¹・阪電通大工²・九大先導研³

波照間 さやか¹・○坂部 輝御¹・森田 成昭²・田中 賢³

静岡県富士市鮫島 2-1, 電話 070-2268-6448, sakabe.tb@om.asahi-kasei.co.jp

ろ過膜として利用される中空糸は親水化剤の添加や、膜表面に機能層を付与することにより、膜性能を発現している。膜性能の発現には溶液と膜表面の接触界面における水が重要な役割を果たしていると考えられる。本研究では、性能の異なる中空糸膜内表面へ水を供給しながら時間分解顕微赤外 ATR 測定を行い、得られた大量のスペクトルに MCR (multivariate curve resolution) 法を適用し¹⁾、各試料の水和状態の経時変化と試料間の水合状態の違いを考察した。その結果、1) ポリマーと強く水素結合をしている束縛水、2) ポリマーと一部水素結合した中間水、3) 自由水の3種類の水があり、また含水量および中間水量と膜性能との間には正の相関があることが明らかとなった。加えて、各試料のモデルとして機能層のみを合成した試料を用意し、これについて示差走査熱量測定 (DSC) を実施した。その結果も上記と同様の傾向が見られ、傾向の再現性を確認することができた。



時間分解顕微 ATR-IR 測定イメージ (上)
IR スペクトル重ね書き (下)

今回検討した時間分解顕微 ATR-IR 分光法は、モデル試料を使った間接的な評価とは異なり、ミクロンサイズの実試料を直接評価できる方法であり、膜性能の一次スクリーニング法として期待できる。

- 1) T. Sakabe, S. Yamazaki, T. Hasegawa, *J. Phys. Chem. B*, **2010**, 114, 6878.
- 2) 森田成昭, 分析化学, **2018**, 67, 179.

環境にやさしいイオン液体を利用する自動抽出デバイスの開発

【講演番号】 D1107 【講演日時】 5月20日（土）16:15～16:30

【講演タイトル】 イオン液体生成を利用する化学物質の自動抽出デバイスの開発

陽イオンと陰イオンの組み合わせで構成されるイオン液体は、有機溶媒を代替する環境にやさしい抽出媒体として着目されている。今回、イオン液体のための樹脂製抽出デバイスをデザインし、3Dプリンタにより作製した。イオン液体の原料となる陽イオンと陰イオンの水溶液を導入すると、デバイス内部でイオン液体が生じる仕組みとなっている。開発したデバイスを用いて、大麻の代謝物である水溶性分子抱合体をイオン液体中に濃縮することができた。多数の検体を一度に処理することが可能であり、LC/MS等の前処理法として有望である。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 甲南大理工¹・兵庫県警科捜研²・産総研³

○茶山 健二¹・稲葉 恵梨佳¹ 高津 貴正²・岩月 聡史¹・永井 秀典³

神戸市東灘区岡本 8-9-1, 電話 078-435-2500, chayama@konan-u.ac.jp

水と油（水に溶けない有機溶媒）を激しく振とうし、水の中の特定の成分を油に抽出する溶媒抽出法においては、下図左のようなガラス製の分液ロートや遠沈管を用いて操作するのが古くから一般的である。しかし、分液ロートを取り扱う際には激しい振とうを行う必要があり、また有機溶媒は有害である上に、プラスチック製の容器を溶かすため、この操作を自動化するための装置開発は長い間行われてこなかった。一方、2000年代に入り、有機溶媒に代わって、蒸気圧が低く吸収毒性がないイオン液体を用いる抽出が普及し始めている。かつて「均一液抽出」と呼ばれる、イオン液体を構成する陽イオンと陰イオンを水溶液中に加えてイオン液体生成と同時に抽出を行う手法が開発されたが、この手法は沈殿生成における共同沈殿（共沈）と同じメカニズムを有するため、平衡論的な観点から、我々は「共抽出」と位置付けており、その分配速度の速さに着目してきた。この共抽出のメカニズムを利用し、プラスチックや樹脂を溶かさないうイオン液体を生成させる抽出デバイスの創成を目指し、我々はCADを用いていくつかのデバイスをデザインし、3Dプリンタにより下図右のような樹脂製抽出デバイスを作製した。そして、プリリアントグリーン¹の希薄水溶液を遠心分離のみによる操作で分離濃縮できることを目視で確認し、さらに、大麻の代謝物であるカルボキシテトラヒドロカンナビノール-グルクロン酸抱合体をイオン液体中に濃縮し、分取後にLC/MSで定量することに成功した。デバイス中には8つあるいはそれ以上の抽出ユニットを配置でき、一度に多数の検体を処理する有用なツールとして今後の開発が期待される。



光の圧力を使ったエネルギー移動制御に関する基礎技術を開発

【講演番号】 G1103 【講演日時】 5月20日（土）13:45～14:00

【講演タイトル】 光ピンセットによる蛍光共鳴エネルギー移動の制御と蛍光色変調への応用

界面に侵入した光が屈折する際、反作用として反対の力（光の圧力）が界面にはたらく。発表者らは、この現象を利用して希薄水溶液から相分離した高分子をレーザー光の焦点に集め微粒子（液滴）を形成させる技術を確立している。このとき溶液中にエネルギー移動（FRET）可能な蛍光分子対 D-A を混ぜておくと、その疎水性により液滴中に抽出・濃縮される。FRET は距離が近いほど起こりやすく、その平均距離の情報を理論的に取り扱うことが可能である。本研究では、光の圧力、すなわちレーザー強度を上げることで液滴形成を促進し、D-A の平均距離を近づけて FRET 効率を制御することに成功した。FRET 技術は生命科学における汎用の研究ツールとなっており、その効率を自在に制御できる手法により今後の新たな展開を誘起する可能性がある。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 大阪公立大理¹・東京医療保健大²

○坪井 泰之¹・永井 達也¹・柚山 健一¹・松村 有里子²

大阪市住吉区杉本 3-3-138, 電話 06-6605-2505, twoboys@omu.ac.jp

蛍光を発するエネルギーの高い状態にある分子を励起分子と呼ぶ。この励起エネルギーは分子から分子へと受け渡すことが可能である。すなわち、励起分子（D*）から、別の基底状態の分子（A）に励起エネルギーが飛び移る（ $D^* + A \rightarrow D + A^*$ ）。この過程をフェルスター共鳴励起エネルギー移動（FRET）と呼ぶ。身近な例では、植物の光合成反応がまさに FRET を活用しており、極めて重要な光化学初期過程である。近年では生体内・細胞内のタンパク質の機能、生化学反応やシグナル伝達を可視化できるバイオイメーキングにも FRET は広く活用されており、FRET は応用的にも現代テクノロジーの最重要キーワードの一つである。

FRET の速度や効率はフェルスターの式に従い、分子 D と A の種類と濃度に依存する。つまり、これらが固定されると FRET の速度と効率は一義的に決まり、外部の作用で変化させることはできない。マイクロ空間で FRET の速度・効率を制御できれば、新たな FRET の応用展開が拓ける。

本研究では、集光レーザービームが生む「光の圧力」と、温度応答性高分子を駆使し、速度・効率の制御を可能にする方法の開発に成功した。水にポリビニルアルキルエーテル高分子をわずかに混ぜ、蛍光性の D 分子と A 分子を溶解させた。すなわち、分子の種類も濃度も固定されている系を対象にしている。顕微鏡下でこれに波長 1064 nm のレーザービームを集光すると、光の圧力の効果で焦点にマイクロ高分子液滴が形成され、有機色素分子である D と A はこのマイクロ液滴に抽出・濃縮される。ここで重要なポイントは、レーザー強度により光の圧力を制御できるため、結果的にマイクロ液滴内の D と A の濃度を制御できることである。この液滴内の FRET を蛍光スペクトル測定で観察したところ、その効果を明瞭に確認できた。光の圧力を高くすると FRET が加速され、D の青い蛍光が減り、A のオレンジ色の蛍光が強くなった。そして、液滴の蛍光カラーを、青色から緑色、黄色、オレンジ色へと連続的に鮮やかに変調することができた。

第83回分析化学討論会(富山大学)会場別一覧表

会場	5月20日(土)			5月21日(日)		
	午前	昼	午後	午前	昼	午後
A会場	「未来の「食」と「薬」を創る分析化学」-1、-2	日本ウオーターズ(株)	「未来の「食」と「薬」を創る分析化学-3、30:食品・農作物・ヘルスケア等分析-1、-2、12:マイクロ分析系-1	23: 界面分析-1、-2	エルガ・ラボウオーター	25: 宇宙・地球に関する分析化学、26: 環境関連分析-1、-2、36: その他
C11	9:30～ ～11:30		13:15～ ～17:00	9:30～ ～11:30		13:15～ ～16:00
B会場	33: 医療分析、32: パイオイメージング		「生命を観る・測るバイオ分析の最前線」-1、-2	31: バイオ分析-1、-2、-3		31: バイオ分析-4、-5
C21	9:30～ ～10:45		13:15～ ～16:45	9:00～ ～11:45		13:15～ ～15:15
C会場	18: 分離・分析試薬の設計-1、-2、17: 溶媒抽出法、固相抽出法、イオン交換系	アジレント・テクノロジー(株)	「流れ分析法の新展開と社会への貢献」-1、-2、13: フローインジェクション分析	01: 原子スペクトル分析-1、-2、-3、「テクノレビュー講演」		04: X線分析・電子分光分析・量子ビーム分析-1、-2
C12	9:30～ ～11:00		13:15～ ～17:00	9:00～ ～11:45		13:15～ ～15:45
D会場	19: 分析化学反応基礎論、06: NMR、20: データ処理理論		「より迅速で、より簡便な分析化学を目指して」-1、-2、-3	29: 有機・高分子材料分析-1、-2、24: 微粒子分析および微粒子利用分析-1		24: 微粒子分析および微粒子利用分析-2、-3
C13	9:30～ ～11:45		13:15～ ～17:00	9:00～ ～11:45		13:15～ ～14:45
E会場	08: センサー、センシングシステム-1、-2		08: センサー、センシングシステム-3、「Next Gen」化学センシング～次世代化学センシングの方法論・デバイス開発の最前線～」	07: 電気化学分析-1、-2、-3		07: 電気化学分析-4
C22	9:30～ ～11:30		13:15～ ～16:30	9:00～ ～11:45		13:15～ ～14:15
F会場	11: 質量分析、14: 液体クロマトグラフィー-1		14: 液体クロマトグラフィー-2、「テクノレビュー講演」、14: 液体クロマトグラフィー-3、16: 電気泳動分析、12: マイクロ分析系-2			
D11	9:30～ ～11:45		13:15～ ～16:00			
G会場	02: 分子スペクトル分析-1、-2		03: レーザー分光分析-1、-2			
D21	9:30～ ～11:00		13:15～ ～15:00			
P会場			産業界R&Dポスター	一般ポスター-1・テクノレビューポスター		一般ポスター-2
学生会館ラウンジ			15:45～16:45 (15:15～17:00)	10:30～11:30 (10:00～11:45)		13:45～14:45 (13:15～15:00)
Y会場	若手ポスター-1		若手ポスター-2	若手ポスター-3		
学生会館ホール	10:30～11:30 (10:00～11:45)		13:45～14:45 (13:15～15:00)	15:45～16:45 (15:15～17:00)		
ランチョンセミナー	12:05～	ランチョンセミナー	～12:55	12:05～	ランチョンセミナー	～12:55

注)会場別の講演区分の概略です。討論主題に関する一般講演(口頭)は主題講演の中に入っています。「」内は討論主題です。各会場の下段の時間は開始時間及び終了時間です。ポスター発表(若手講演・産業界R&D講演・テクノレビュー講演・一般講演)の時間はコアタイム(発表時間)です。()内は掲示可能時間です。

展望とトピックス小委員会

委員長 平山 直紀 (東邦大学理学部)

副委員長 荒井 健介 (日本薬科大学)

保倉 明子 (東京電機大学工学部)

委員 井原 敏博 (熊本大学大学院先端科学研究部)

久保埜公二 (大阪教育大学教育学部)

鈴木 仁 (東京都健康安全研究センター)

林 英男 (東京都立産業技術研究センター)

藪谷 智規 (愛媛大学社会連携推進機構)

山口 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)

第83回分析化学討論会「展望とトピックス」

2023年5月8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/>