

第 85 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 2025 年 5 月 31 日 (土) ~ 6 月 1 日 (日)

会場 愛媛大学城北キャンパス (松山市)



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 85 回分析化学討論会

会期 2025 年 5 月 31 日（土）～ 6 月 1 日（日）

会場 愛媛大学城北キャンパス（松山市）

目 次

実行委員長あいさつ

実行委員長（愛媛大学大学院理工学研究科） 朝日 剛 1

四国松山で、ワクワクと会いましょう

日本分析化学会中国四国支部長
（徳島大学大学院社会産業理工学研究部） 高柳 俊夫 2

討論主題と依頼講演 3

産業界 R&D 紹介講演（ポスター発表） 6

展望とトピックス

エネルギー・環境

能登半島地震の津波による土壌の重金属汚染の調査 【Y1023】
（金沢大学理工研究域） 長谷川 浩 ほか 8

単細胞藻類による有用金属回収のメカニズム解明へ 【C1003】
（中部大学応用生物学部） 石田 康行 ほか 9

酵母を用いて酸性溶液から金を回収・定量 【E1107】
（大阪公立大学工学研究院） 椎木 弘 ほか 10

溪流水の分析からエアロゾルの挙動に迫る 【C2005】
（徳島大学大学院社会産業理工学研究部） 今井 昭二 ほか... 11

ろ紙とルミノール化学発光を利用する、高感度・簡便な分析法 【Y1131】
（高知大学総合科学系） 小崎 大輔 ほか 12

医療・生命

飲料中の大腸菌株を迅速識別する味覚模倣型バイオセンサ 【B1001】
（産業技術総合研究所） 富田 峻介 ほか 13

機械学習とナノ粒子計測を組み合わせた抗体検出	【B1004】
(愛媛大学大学院理工学研究科)	座古 保 ほか..... 14
微量のヒト胚培養液から胚のグレードを判断する	【A2103】
(島根大学戦略的研究推進センター)	石垣 美歌 ほか..... 15
モデル細胞の膜融合現象	【A2102】
(大阪公立大学理学院)	坪井 泰之 ほか..... 16
温度制御により細胞を効率よく分離・精製	【B2005】
(広島大学大学院医系科学研究科)	長瀬 健一 ほか..... 17
生きた組織内の薬剤をはかる	【Y1060】
(東京科学大学未来産業技術研究所)	沖野 晃俊 ほか..... 18
 <u>新素材・新技術</u>	
色の変化から圧力を可視化する新素材	【P2010】
(東京都立産業技術研究センター)	小汲 佳祐 ほか..... 19
反射光の色でウランの検出が可能なポリマーフィルム	【Y1103】
(東京科学大学ゼロカーボンエネルギー研究所)	塚原 剛彦 ほか..... 20
ポリテトラフルオロエチレンの高分子の鎖をほどいてリサイクルへ	【G1003】
(東京科学大学理学院)	火原 彰秀 ほか..... 21
コンクリート材料・構造物の劣化状態の非破壊分析	【G2005】
(山形大学理学部)	藤井 翔 ほか..... 22
ポリフェノールを含む飲料の解析に役立つ分析技術の開発	【Y1130】
(徳島大学大学院社会産業理工学研究部)	水口 仁志 ほか... 23
超音波マイクロバブルの化学作用	【F2002】
(大阪公立大学現代システム科学研究院)	興津 健二 ほか... 24

会場別講演区分 25

実行委員長あいさつ

実行委員長（愛媛大学大学院理工学研究科） 朝日 剛

第 85 回分析化学討論会は愛媛大学城北キャンパスで開催することとなりました。多くの皆様に、四国・松山までお越しいただけること、実行委員を代表して御礼申し上げます。

本討論会では、前回の第 84 回討論会より始めた講演分類方式を踏襲し、分析対象で分類した口頭発表のセッションを構成しました。分析手法による講演分類の年会の時には発表会場を同じくしない参加者の間で、新しい視点での議論が生まれ、新たな研究・技術開発につながると思います。最新の研究成果が発表されるとともに、参加者相互の活発な意見交換と学問的な刺激を通して、今後の研究の方向性や共同研究の可能性も広がることと思います。

本討論会では、以下の 6 つの討論主題を設けました。「化学物質の環境リスクと分析化学」，「「生物機能を調査する分析化学」×「生物機能を利用する分析化学」」，「科学捜査で役立つ分析化学」，「医薬品・バイオマーカーを定量し、疾患を可視化する分析化学」，「生体試料を対象とする分離分析でのデータサイエンスの活用」，「発酵と酒と泡と分析化学」。これらのテーマに関係する皆さまには、依頼講演者とともに活発な討論を盛り上げていただきたいと存じます。また、本討論会での発表件数を下記にまとめました。

実行委員一同は、今回の討論会が参加者の皆様にとって実り多いものとなるよう準備を進めてまいりました。本討論会が一層の学術発展と友好の促進につながる場となりますことを期待いたします。

総講演数 364 件

内訳：討論主題講演 37 件（依頼 27 件，一般 10 件），一般講演 162 件（口頭 112 件，ポスター 50 件），若手ポスター講演 141 件，テクノレビュー講演 3 件（口頭 1 件，ポスター 2 件），産業界 R&D 紹介ポスター 21 件

四国松山で、ワクワクと会いましょう

日本分析化学会中国四国支部長

(徳島大学大学院社会産業理工学研究部) 高柳 俊夫

松山で開催される第 85 回分析化学討論会にご参加いただき、中国四国支部を代表してお礼申し上げます。本討論会は、朝日実行委員長のもと、愛媛地区をはじめとした実行委員の皆様により準備が進められ、開催に至っています。中国四国地区での討論会の開催は、2018 年に山口大学(宇部市)で開催された第 78 回討論会以来、7 年ぶりになります。四国での開催を振り返ると、2003 年に高知大学(高知市)で開催された第 64 回討論会以来、22 年ぶりとなります。学会へのご参加にあわせて少し足をのびし、ぶらりと四国をお楽しみいただければと存じます。四国にはゆっくりと時間が流れる場所が数多くありますので、そんな雰囲気を味わっていただければ幸いです。

さて、討論会が開催されます松山市ですが、JR 松山駅の高架化が完了してとても現代的になりました。(まだ古い施設は残っていますが...) 一方、明治期に夏目漱石や正岡子規らの文豪が活躍した地でもあります。街中を歩くと、様々な形式の路面電車をはじめとして、近代と現代が感じられて調和しています。道後温泉本館も保存修理工事を終えて、かつての雰囲気を残しながらも現代の施設に生まれ変わっています。時代を表す言葉として、明治モダン、大正ロマン、昭和レトロは定着しているようです。平成期はデジタル技術が進歩しましたので「テクノ」でしょうか？令和は何だろう？と、ぼんやりと考えてみたりします。街並みを見ながら、名物を味わいながら、あるいは雑談をしながら、とりとめもないことに想像を巡らすと心身のリフレッシュになったりします。

研究室や実験室で日常の業務をしているとつい目先のことばかりに考えが行きがちですが、学会に参加して普段なじみのない目新しい研究に触れると、科学や技術の広い世界を感じます。また、アイデアから成果に至るまでの過程や将来の展望を聞けると、自分にも何かできるのではないかとワクワクしてきます。ワクワクといえば、折しも大阪にて現在進行形で万博が開催されています。これまでに開催された万博では、月の石、科学技術、リニモと、ワクワクする未来を感じられました。今回の万博ではどのようなワクワクがあるかと期待が高まります。

松山での討論会に戻りますが、討論会にご参加される皆様が、分析化学の領域で様々なワクワクに出会えることを祈念しております。

討論主題と依頼講演

1. 化学物質の環境リスクと分析化学

5月31日（土）10:00～10:15, 14:45～17:30 C会場

オーガナイザー：国末 達也（愛媛大），森 勝伸（高知大）

これまでの人間活動により多種の化学物質が環境中へ放出されてきたことに加え，近年では生活様式の多様化にともない，製造・使用される化学物質種も増大しています。その中で，環境残留性を示す化学物質の生態影響を評価することは，化学汚染のリスク管理にとって喫緊の課題となっています。本主題では，分析化学的手法を中心に環境リスクが懸念される化学物質の発生源，動態，生物蓄積などを評価した研究成果を紹介していただき，分析化学が果たす役割について議論します。

依頼講演

- 「多媒体計測で俯瞰する水銀動態の特性」 板井 啓明（東京大）
- 「PFASに関する化学分析法と製品・廃棄物の存在状況」 松神 秀徳（国立環境研）
- 「閉鎖系山岳湖沼に降下した放射性セシウムの溶出可能性例」 森 勝伸（高知大）
- 「環境微生物の循環の効能とリスクを考える」 伊藤 司（群馬大）
- 「CALUX アッセイ法による生物蓄積性 AhR アゴニストの活性評価」 国末達也（愛媛大）

2. 「生物機能を調査する分析化学」×「生物機能を利用する分析化学」

5月31日（土）9:45～10:15, 14:45～17:30 B会場

オーガナイザー：小川 敦司（愛媛大），紙谷 浩之（広島大）

優れた分析手法の開発が生物機能の解明を前進させてきたことは言うまでもありませんが，逆も真なりで，解明された生物機能を利用することで新たな分析手法が産出されました。本主題では，この大きな2つの流れに関連する分野でご活躍されている先生方に最新の研究をご紹介いただき，それぞれの流れがどのような方向へ向かい，また互いにどのように交わりうるのか，みなさんで議論できればと思います。

依頼講演

- 「アプタマーを基軸とした生物分析化学」 小川 敦司（愛媛大）
- 「29000 種ヒトプロテインアレイを用いた網羅的タンパク質間相互作用探索とターゲットバリデーション」 竹田 浩之（愛媛大）
- 「マイクロ流体デバイス：生物機能を調査・利用する分析化学のツールとして」
渡慶次 学（北海道大）
- 「RNA イメージング・検出プローブの分子デザイン」 西澤 精一（東北大）
- 「透明化技術を用いた生物機能の可視化と分析化学的応用」 田井中 一貴（新潟大）

3. 科学捜査で役立つ分析化学

5月31日(土) 10:00~10:15, 14:45~17:30 D会場

オーガナイザー：西脇 芳典(高知大), 瀬戸 康雄(理化学研究所)

日本の刑事裁判では、刑事訴訟法第317条に「事実の認定は、証拠による。」と規定されており、証拠裁判主義が採用されています。犯罪における証拠は客観的な科学によって証明されるため、社会の安全・安心を守るには、科学捜査の発展は欠かせません。科学捜査は非常に幅広く、様々な分野の研究者の貢献が不可欠です。裁判員裁判では、国民の中から無作為に選ばれた裁判員が刑事裁判に参加し、裁判官とともに被告人の有罪・無罪や刑の内容を判断することになります。本講座では、司法解剖に関わる分析・生体試料に含まれる薬毒物分析・微細な工業製品の鑑定・指紋鑑定について、第一線の研究者の方々に最先端の講演をしていただき、科学捜査における分析化学の果たす役割について討論します。

依頼講演

「法医解剖における薬物分析と中毒診断」 浅野 水辺(愛媛大)

「マイクロ分画分析による毛髪及び爪内の薬物分布測定」 桑山 健次(科警研)

「犯罪捜査における微細証拠サンプルと分析化学」 阪柳 正隆(神奈川県警察)

「犯罪現場における指紋検出の実際と将来展望」 日比野 和人(警察庁)

4. 医薬品・バイオマーカーを定量し、疾患を可視化する分析化学

5月31日(土) 14:45~17:30 A会場

オーガナイザー：上田 真史(岡山大), 大山 要(長崎大)

病気になると、分子・細胞・組織レベルで様々な異常が生じます。適切な治療を行うためには、それらの異常を精度高く検出する必要があります。LC-MS/MSや生体イメージングなどの様々な分析技術が使われています。また、治療に用いられる薬についても、体内分布や濃度を分析し、有効性と安全性が担保された状態で使用される必要があります。本シンポジウムでは、医療・薬学領域で利用されている様々な分析技術について、インビトロからインビボまで、診断から治療までを包括的に討論する予定です。

依頼講演

「生体関連物質の正確な測定を指向したLC-MS/MS分析と実試料への応用」

巴山 忠(福岡大)

「LC/MS/MSを用いる多成分一斉分析による臨床化学的研究の展開」 前川 正充(東北大)

「新規蛍光団の創製による近赤外蛍光プローブの開発と疾患イメージングへの応用」

花岡健二郎(慶應大)

「次世代治療・診断に資するMRIプローブの開発」 岡田 智(東京科学大)

「腫瘍の質的診断のための放射性分子プローブの開発」 上田 真史(岡山大)

5. 生体試料を対象とする分離分析でのデータサイエンスの活用

5月31日(土) 14:45~16:45 E会場

オーガナイザー：高柳 俊夫(徳島大)，轟木 堅一郎(静岡県立大)

クロマトグラフィーなどの分離分析は，生体試料中の多成分を同時定量する上で有効な手法です。高性能な分離カラムを用いた精密分離や質量分析との組み合わせにより，同時定量が可能な物質数が拡大され，各種オミクス解析における有用な分析ツールとなっています。また，空間的サンプリング手法を併用することで，標的物質の多次元分布を把握することも可能です。このような複雑な物質情報の網羅的な分離分析において，データサイエンスの活用は解析を強力に推進することができます。そこで，この分野の最前線で活躍されている4名の先生方をお迎えして，分離分析におけるデータサイエンスの実践例をご紹介します。

依頼講演

「メタボロームの品質制御のためのデータ解析」 杉本 昌弘(慶應大)

「空間メタボロミクスの有効活用」 杉山 栄二(名城大)

「AI技術がもたらす一歩進んだデータ解析”Peakintelligence for LC”のご紹介」

金澤 慎司(島津製作所)

「ケミカル・タグを用いたメタボロミクス」 井之上 浩一(立命館大)

6. 発酵と酒と泡と分析化学

5月31日(土) 14:45~16:45 F会場

オーガナイザー：安達 健太(山口大)，河野 誠(カワノラボ)，小崎 大輔(高知大)

発酵は微生物が織りなす自然の技術であり，酒類製造では独自の風味や味わいを生み出す鍵です。また，発酵過程における泡の形成や安定性は，風味や製造効率に密接に関わる重要な要素です。近年，ナノバブルや流体学の観点から泡の物理化学的特性が解明され，環境負荷低減や製品品質向上への応用が注目されています。さらに，人工知能(AI)を活用した分析・解析技術の進展により，複雑な発酵プロセスの理解が飛躍的に進んでいます。本討論では，伝統的知識と先端分析・計測技術の融合が新しい価値を創出する機会となることを期待します。

依頼講演

「泡の再生力の評価について」 佐藤 雅英(サッポロビール)

「清酒成分の網羅的分析方法」 小林 拓嗣(酒類総研)

「気泡流によるスロッシングの流動解析と物質移動への影響」 藤岡 沙都子(慶應大)

「気液界面やリン脂質膜へのタンパク質分子の吸着と自己組織化」 池添 泰弘(日工大)

産業界 R&D 紹介講演（ポスター発表）

ポスターは会期中掲示・コアタイムは6月1日（日）10:20～11:45

- RD2001 機械学習を用いた荷電化粒子検出器の検出強度補正技術の開発
○木村 光¹, 堀 松浩¹, 小池 亮¹ (1.花王株式会社 解析科学研究所)
- RD2002 AGC における分析科学チームのミッションと分析事例
○原田 啓史¹, 石塚 圭¹, 鈴木 俊夫¹ (1.AGC 株式会社)
- RD2003 アミノ酸の簡易分析技術の開発
○高橋 一敏¹, 巽 萌美¹, 山口 浩輝¹ (1.味の素(株))
- RD2004 住友金属鉱山における評価技術部の役割と分析事例
○田口 二郎¹, 株本 実果¹ (1.住友金属鉱山株式会社)
- RD2005 硫酸ニッケル溶液中の Ni と Co のオンライン吸光光度法の開発
○高橋 大典¹ (1.住友金属鉱山株式会社)
- RD2006 ライオン(株)におけるハイスループットメタボロミックスの導入と活用
○藤井 愛実¹, 佐藤 惇志¹, 藤原 優一¹ (1.ライオン(株))
- RD2007 窒素キャリアガスを用いた GC-MS/MS による残存溶媒測定方法の検討
○山口 こさと¹, 安田 純子¹, 田中 健¹ (1.株式会社コーセー)
- RD2008 キリンホールディングスの先進分析化学について
○谷口 慈将¹ (1.キリンホールディングス(株))
- RD2009 2次元 HPLC を用いた高分子の組成分布解析
○香川 信之¹ (1.(株)東ソー分析センター)
- RD2010 LIB リサイクル材料におけるマイクロ波抽出と蛍光 X 線分析法
○杉山 彩代¹, 王 誼群¹, 高原 晃里¹ (1.株式会社リガク)
- RD2011 NMR による固体電解質のダイナミクス解析
○高星 圭吾¹, 山本 隆久¹, 新美 忍¹ (1.(株)クリアライズ)
- RD2012 シスメックス株式会社におけるバイオ診断薬技術センター～分析技術グループの役割と取り組み～
○松崎 英樹¹, 吉永 早織¹, 宮西 陽大¹, 北村 奈保子¹, 田中 康太¹, 入野 康宏¹, 一口 毅¹
(1.シスメックス株式会社)
- RD2013 チタンニオブ酸化物負極のダイレクトリサイクル技術の開発
○沖 充浩¹, 近藤 亜里¹, 深谷 太郎¹
- RD2014 異物解析における振動分光データベースの構築と活用
○山崎 貴彦¹ (1.(株)東芝)
- RD2015 TOF-SIMS を用いた分子量・重合度・化学状態解析
○田中 佑馬¹, 寺林 智昭¹ (1.富士フイルム(株))

- RD2016 旭化成(株)の研究開発における解析技術の役割 ～X線トポグラフィによる転位密度評価のための
自動画像解析技術の開発～
○本多 葵一¹, 菊間 淳¹ (1.旭化成株式会社 基盤技術研究所)
- RD2017 自動車関連材料における分析技術開発～表面増強赤外吸収による銀ナノ粒子表面の保護剤の
直接分析～
○加藤 雄一¹, 須藤 栄一¹, 安孫子 勝寿¹ (1.(株)豊田中央研究所)
- RD2018 新製品 ICP-MS の試料導入量の動的制御がもたらす長時間信号安定性の評価
○池本 徳孝¹, 黒木 康生¹ (1.サーモフィッシャーサイエンティフィック(株))
- RD2019 帝人グループの材料開発を推進する NMR 技術
○井上 善成¹, 菅沼 こと¹ (1.帝人(株))
- RD2020 出光興産の研究開発における分析・解析の役割と将来に向けた取り組み
○郡 洋平¹, 齋藤 智哉¹ (1.出光興産株式会社)
- RD2021 溶液・軟試料のための電子顕微鏡観察手法と観察例の紹介
○中山 智香子¹, 名雪 桂一郎¹, 大森 雄貴¹ (1.日本電子)

能登半島地震の津波による土壌の重金属汚染の調査

【講演番号】 Y1023 【講演日時】 5 月 31 日（土）10:20 ～ 11:45

【講演タイトル】 能登地域における土壌の重金属汚染調査及び化学洗浄

2011 年の東日本大震災では、高濃度の重金属を含む海底堆積物が津波によって陸に運搬されたことにより、土壌の重金属汚染が発生した。2024 年元日に発生した能登半島地震についても、同様な土壌汚染の発生が懸念されたため、津波浸水区域の汚染状況の把握を行った。その結果、能登半島地震の津波による重金属汚染の恐れはないことが確認できた。一部地域で鉛の含有量と溶出量が基準値をやや超過したが、津波浸水区域を越えて分布しているため、自然由来の鉛含有土壌と判断した。本調査の結果は、効果的な土壌汚染の対策立案や被災者の心の負担軽減につながると考えられる。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 金沢大院自然¹・金沢大理工²

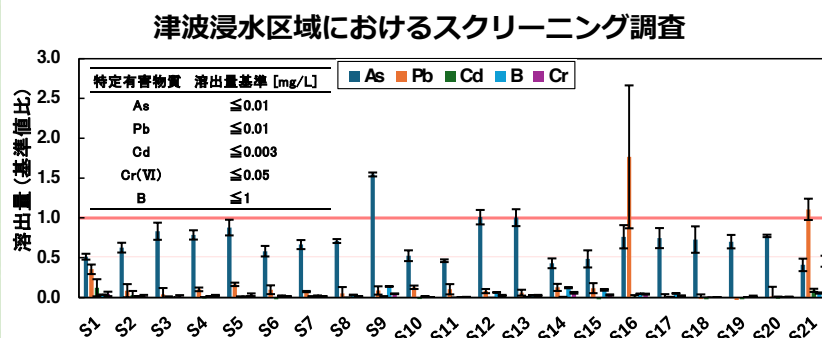
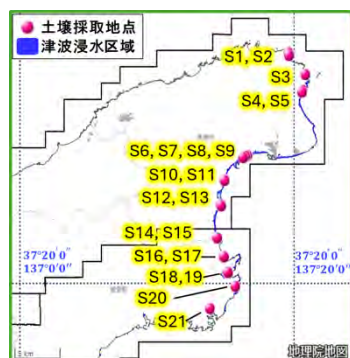
○中本 海翔¹・吉岡 翔司¹・Shafiqur Rahman²・黄 国宏¹・

眞塩 麻彩実¹・太田 明雄¹・長谷川 浩²

石川県金沢市角間町 自然科学 1 号館 1C511, 電話 076-234-4792, hhiroshi@se.kanazawa-u.ac.jp

重金属は環境中に蓄積しやすく、長期的な健康被害を引き起こす危険性がある。2011 年の東日本大震災では、高濃度の重金属を含む海底堆積物が津波によって陸域に運搬されたことによる土壌の重金属汚染事例が報告された。2024 年元日に発生した能登半島地震についても、津波浸水区域において同様な土壌汚染が懸念されるため、汚染状況やリスク評価が必要である。

始めに結論を述べると、本研究において能登半島地震の津波による重金属汚染の恐れはないことを確認した。津波浸水区域の広範囲（下左図）にわたり採取した表層土壌に対するスクリーニング調査では、S9, S12, S13, S16, S21 でヒ素や鉛の溶出量または含有量が基準値をわずかに超過した（下右図）。しかし、この値には鉛製釣り具の混入などによる偶発的な基準値超過の可能性も考えられる。そこで超過地点に絞って半径 500 m 以内の重金属分布を詳細に観測した結果、ほぼ全ての地点で基準値以下であった。なお、一部地域で鉛の含有量と溶出量が基準値をやや超過したが、津波浸水区域を越えて分布していたことから、自然由来の鉛含有土壌と判断された。本調査は、被災地の環境の適切な管理により、効果的な対策立案や被災者の心の負担軽減につながる。



単細胞藻類による有用金属回収のメカニズム解明へ

【講演番号】C1003 【講演日時】5月31日（土）09:45～10:00

【講演タイトル】有用金属を回収する単細胞藻類の反応熱分解 GC による脂肪酸組成の精密解析

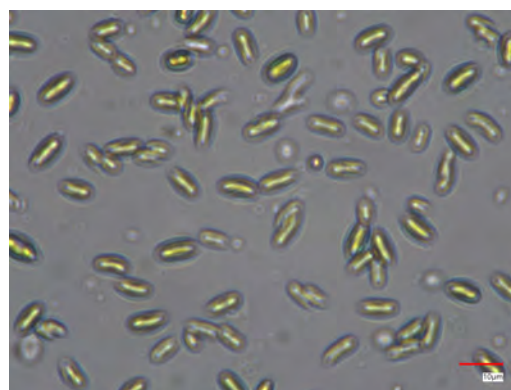
単細胞藻類など植物を使って使用済み製品に含まれる有用金属を回収する「ファイトマイニング」が環境にやさしい技術として注目を集めている。回収率向上には取込みメカニズムの解明が欠かせない。本研究では、金属の取り込み程度に影響する細胞膜の流動性に着目した。一般的な金属を添加すると細胞膜中の二重結合数の多い脂肪酸が減少するが、セレン酸塩を添加した場合は逆に増加することを明らかにした。二重結合数の多い脂肪酸には流動性を高める効果があり、金属の回収メカニズムの解明が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】中部大応生¹・東京電機大工²・東京電機大院工³

○石田 康行¹・鈴木 理捺¹・前田 遥香¹・保倉 明子²・小高 滉平³

愛知県春日井市松本町 1200, 電話 0568-51-6324, yishida@fsc.chubu.ac.jp

近年、単細胞藻類を利用した有用金属の回収技術「ファイトマイニング」が注目を集めている。この方法における金属の回収率向上のためには、その取込みメカニズムの解明が欠かせない。しかし、その機構には不明な点が多く、特に物質移動への関与が予想される細胞膜の構成脂肪酸を金属取り込みの程度と関連付けて論じた研究は行われていない。そこで本研究では、反応熱分解ガスクロマトグラフィー（反応熱分解 GC）により単細胞藻類中の脂肪酸成分



単細胞藻類 *Pseudococcomyxa simplex*

を精密解析し、金属の存在が細胞膜の脂肪酸組成に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

試料には、セレン酸塩（Na 及び K 塩、セレン濃度は 6 ppm に設定）共存下で培養した *Pseudococcomyxa simplex* を使用した。この藻類試料の 100 µg を反応熱分解 GC（反応試薬としてトリフルオロ基をもつ強アルカリを使用）に供したところ、主に炭素数 16～18 までの脂肪酸成分が明瞭に観測された。そこで、これらの脂肪酸の存在比を試料間で比較した結果、セレン酸塩の存在によって α -リノレン酸やヘキサデカトリエン酸などの二重結合数の多い成分の比率が増大することが明らかになった。一般に、これらの脂肪酸は安定性が低く、金属の添加によって減少することが多いが、今回はそれとは逆の傾向が認められた。こうした脂肪酸の増加は細胞膜の流動性を高める効果があり、この変化が藻類による金属回収に密接に関係していることが示された。

酵母を用いて酸性溶液から金を回収・定量

【講演番号】 E1107 【講演日時】 5 月 31 日（土） 17:15 ～ 17:30

【講演タイトル】 酵母を用いた有価金属の回収と電気化学定量

我が国の都市鉱山における金の総量は 6,800 トン（2008 年時点）に達するといわれており、これらの金を回収、再利用することができれば、地下資源に乏しい我が国であっても資源大国となり得る。このことから、廃基板を処理して得た各種金属を含む溶液から金を選択的に回収する技術の開発が行われている。本研究では、酵母細胞への選択的吸着を利用して塩酸酸性溶液から金を回収し、さらに、吸着した金の電気化学的手法による定量を行った。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 大阪公立大学¹・三菱マテリアル²・茨城大学³

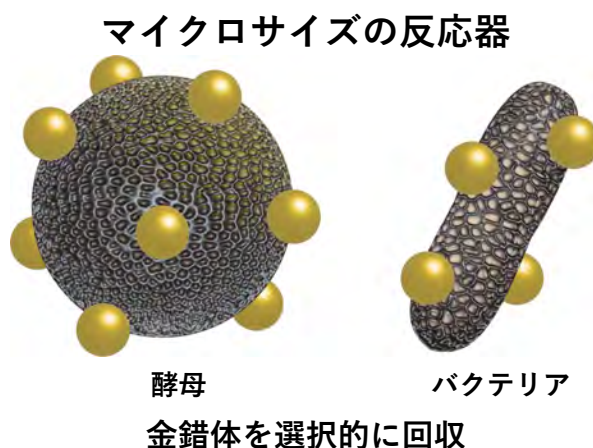
○山下 凌芽¹・藤村 颯人¹・板垣 賢広¹・飯島 遥²・

鈴木 峻平^{2,3}・山本 陽二郎¹・椎木 弘¹

大阪府堺市中区学園町 1-2、電話 072-254-9875, shii@omu.ac.jp

都市鉱山とは、家電、パソコン、携帯端末などに使われている金属を再利用可能な資源として扱い、鉱山に見立てたものである。大量廃棄される電子製品や基板には、金、銀、銅だけでなく、コバルト、ニッケル、パラジウムなどの有価金属が含まれている。我が国の都市鉱山における金の総量は 6,800 トン（2008 年時点）に達するといわれており、これらの金を回収、再利用することができれば、地下資源に乏しい我が国であっても資源大国となり得る。このことから、廃基板を処理して得た各種金属を含む溶液から金を選択的に回収する技術の開発を進めている。

最近の研究では、酵母や細菌を用いて貴金属を回収するバイオソープションなど、微生物の機能を利用した環境からの貴金属回収に関する報告がある[1,2]。本研究では、酵母が酸性条件下で正電荷を生じ、負電荷をもつ金錯体が酵母に選択的に吸着することを利用して、酵母細胞に吸着した金の定量について検討した。酵母を電極に固定して電気化学測定を行ったところ、カソード掃引において金錯体の還元電流（at 0.4 V vs. Ag|AgCl）が確認されたことから、この電流応答に着目して酵母に吸着した金錯体の定量を試みた。また、金錯体の吸着に伴って単一細胞の散乱スペクトルにおいて強度が増大した。これらの結果の比較から、電気化学法の有用性を評価した。



[1] K. Ishiki, H. Shiigi, *Anal. Chem.*, **91**, 14401-14406 (2019).

[2] S. Suzuki, H. Iijima, Y. Kobayashi, Y. Yamamoto, H. Shiigi, N. Saitoh, Y. Konishi, *Hydrometallurgy*, **224**, 106323 (2024).

渓流水の分析からエアロゾルの挙動に迫る

【講演番号】C2005【講演日時】6月1日（日）10:00～10:15

【講演タイトル】渓流水への四国山地（石鎚山脈・剣山地）による長距離輸送エアロゾルの遮蔽・沈着作用

大気中の微小な粒子であるエアロゾルは、土壌粒子や海塩粒子などの自然起源のもの、都市粉塵など人為起源のものがあり、その発生源の特定や環境動態の解明が求められている。本研究では、四国石鎚山系の渓流水に含まれる様々なイオンの濃度をイオンクロマトグラフィーで測定することにより、黄砂を含む越境エアロゾルが渓流水に含まれていることを見いだした。エアロゾルは大気汚染や気候変動に影響を与えることが知られており、本研究の発展が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】徳島大院理工¹・徳島大総合²

○今井 昭二¹・山本 祐平¹・長崎 昌太²・黒谷 功²・上井 優佑²・奥田 桂子²・中尾 佑子²
徳島県徳島市南常三島 2-1, 電話 080-6397-9332, shoji.imai@tokushima-u.ac.jp

石鎚山系には、清浄な渓流水で「仁淀ブルー」と呼ばれる有名な仁淀川の源流域（ニコ渕）がある。この純粋な渓流水は、源流域の地質環境に加え、高標高の山岳による国内起源のエアロゾルと北東アジアからの長距離輸送（越境）エアロゾルの遮蔽・沈着作用に基づく大気の浄化効果による大気エアロゾルの流入抑制も、その清浄さの一因である。

西日本最高峰（1982 m）の石鎚山系では、国内エアロゾルは大気の下層に滞留するが、越境エアロゾルは1000 mを超える上空まで分布する。越境エアロゾルは、山岳降水と直接的な沈降に加え、ガス（霧）粒子の沈着で浄化される。本研究では、ニコ渕地区を基準点に瓶ヶ森 1897 m（石鎚山脈、愛媛・高知県）と烏帽子山 1670 m（剣山地、徳島県）の渓流水中の越境エアロゾル由来成分の濃度の観測に成功した。越境エアロゾルの渓流水への影響の観測例は稀だが、本研究では四国特有の同じ結晶片岩の地質環境が功を奏した。

環境省等によると、2010年頃から2020年頃にかけて黄砂の飛来量の減少、北京の二酸化硫黄排出量やPM2.5濃度の減少、福岡や香川県平野部でのPM2.5濃度の減少が確認されている。2009～2012年の調査では石鎚山脈の瓶ヶ森北面の方が南面に比べ黄砂の影響く、剣山地の烏帽子山の渓流では僅かであった。2022年度の調査では、瓶ヶ森でも黄砂の水溶性成分は観測されなかった。

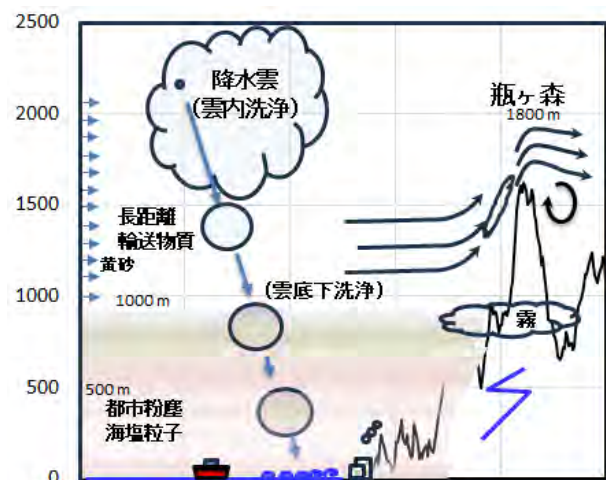


図 エアロゾルの輸送と遮蔽・沈着作用の概略図

ろ紙とルミノール化学発光を利用する, 高感度・簡便な分析法

【講演番号】 Y1131 【講演日時】 5 月 31 日 (土) 13:15 ~ 14:40

【講演タイトル】 グルコースの簡易分析を目指したルミノールを用いる化学発光ペーパーデバイスの開発

血糖値を測定する方法の一つである酵素法では, 生成された過酸化水素をアミノアンチピリン比色法により定量している。しかし, この方法には試料の濁りや着色の影響を受けやすいという課題がある。そこで本研究では, ルミノール反応を利用する化学発光法に着目した。試薬を含浸させたろ紙と試料を反応測定部内で反応させ, 発光信号から過酸化水素の定量を行った。その結果, 過酸化水素の検出下限値は $1.22 \mu\text{M}$ であり, 従来の比色法と比較しても遜色ない感度を示した。今後は, 夾雑物の影響評価に加え, 多様な化学発光反応への応用を予定している。

【発表者 (○: 登壇者/下線: 連絡担当者)】 高知大¹・中部大²○安澤 慶一¹・坪井 春樹¹・谷畑 壮磨²・小崎 大輔¹高知県高知市曙町二丁目 5-1, 電話 088-844-8299, daisuke.2-10@kochi-u.ac.jp

アミノアンチピリン比色法は, 過酸化水素を定量する方法であり, グルコースなどを間接的に測定する酵素的分析法において適用されている。具体的には, 測定を行いたい物質を酵素で分解し, その際に生成した過酸化水素をアミノアンチピリン比色法で定量することにより分解前の物質の量を測ることができる。しかし, 比色法で定量を行う場合, 呈色の度合いに基づいて定量を行うため, 試料の着色や濁りの影響を受けやすいという課題がある。

本研究では, 着色や濁りの影響を受けにくい化学発光法に着目し, モデル反応としてルミノールとフェリシアン化カリウムとの反応による化学発光を選択した。また, 本研究では, Fig. 1 で示すような装置を作製して過酸化水素の定量を行った。ルミノールとフェリシアン化カリウムを各々含浸させた 2 種類のろ紙を準備し, 測定試料をルミノール含浸ろ紙に滴下する。その後, Fig. 1 に示す反応測定部内 (暗室) で貼り合わせることで化学発光を起こし, その発光信号をフォトダイオードで検出し, 過酸化水素を定量する。

装置の反応測定部は Autodesk 製の Fusion 360 で設計

し, XYZ PRINTING 製の 3D プリンター, da Vinci Jr. Pro X+ で印刷した。検出には浜松ホトニクス製のフォトダイオード S2281 とフォトセンサアンプ C-9329 を用いた。本装置による定量下限値は $1.22 \mu\text{M}$ であり, アミノアンチピリン比色法における定量下限値 $1.47 \mu\text{M}$ と同程度の検出感度を示した。今後は, 試料中の夾雑物の影響評価やグルコースの定量への応用に加えて, 含浸させる試薬を変更しての幅広い化学発光反応への対応を予定している。

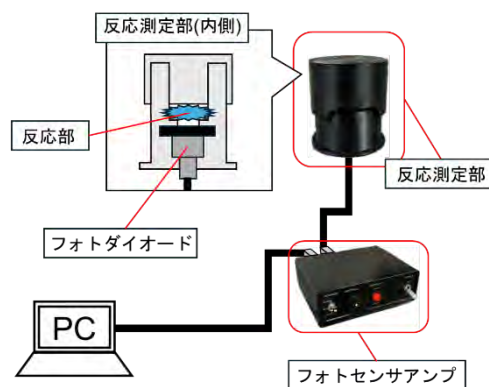


Fig. 1 作製したデバイス

飲料中の大腸菌株を迅速識別する味覚模倣型バイオセンサ

【講演番号】B1001【講演日時】5月31日（土）09:00～09:15

【講演タイトル】味覚を模倣した非特異的センシングによる食品安全管理のための大腸菌株識別法

大腸菌の多くは人体に無害であるが、O157:H7株のように深刻な食中毒を引き起こす株も存在する。そのため、菌株レベルの識別が衛生管理に欠かせないが、ゲノム解析には時間とコストを要するため、現場で迅速に利用できる技術が求められている。本研究では、多様な構造を持つ蛍光ポリマー群を配置したアレイに大腸菌を加え、細菌表面との非特異的相互作用を反映した蛍光シグナルを取得するという、味覚を模倣したバイオセンシング技術を用い、菌株の識別を試みた。得られた蛍光シグナルのパターンを機械学習で解析することで、高精度な株レベルの識別に成功した。この手法は牛乳に混入した大腸菌の検出・特定に適用可能である。

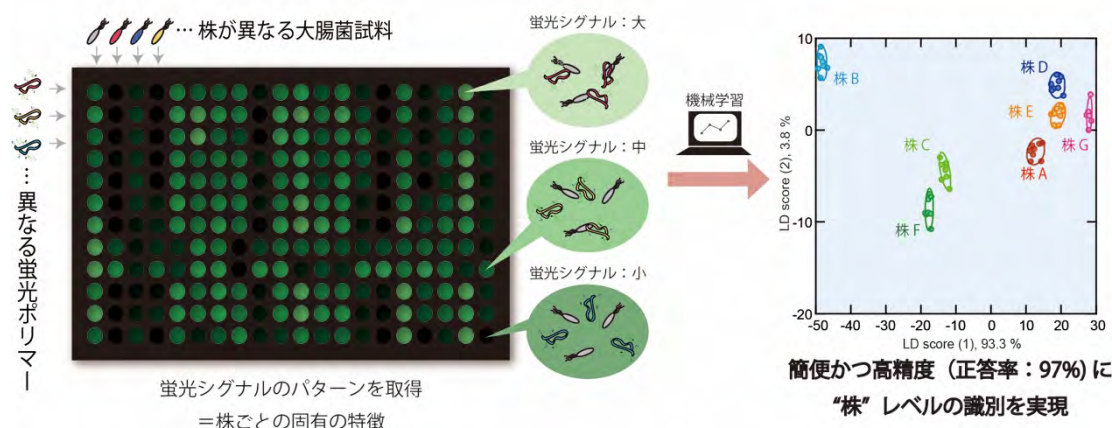
【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】産総研健康医工¹・産総研生物プロセス²

○高橋 花奈子¹・草田 裕之²・玉木 秀幸²・栗田 僚二¹・冨田 峻介¹

茨城県つくば市東 1-1-1 中央事業所 6 群，電話 050-3521-3229，s.tomita@aist.go.jp

食中毒の防止や品質管理のために、食品中の細菌を迅速かつ正確に特定する技術が求められている。例えば、大腸菌のほとんどは人体に無害である一方で、O157:H7株のように深刻な食中毒を引き起こす株も存在する。そのため、菌“種”よりもさらに厳密な菌“株”レベルの識別が衛生管理には欠かせない。現在はPCRやゲノム解析などが主流だが、高度な設備と専門知識を要するため、必ずしも現場で迅速に利用できるわけではない。

そこで我々は、味覚を模倣したバイオセンシング技術を用いることで、簡便かつ迅速に菌株を識別することを試みた。本手法では、多様な構造を持つ蛍光ポリマー群を配置したアレイに大腸菌を加え、細菌表面との非特異的相互作用を反映した蛍光シグナルを取得する。複数のポリマーによって得られた蛍光シグナルの“パターン”を機械学習で解析することで、高精度な株レベルの識別に成功した。さらに本手法により、牛乳に混入した大腸菌の検出および特定も実現しており、将来的に幅広い動物性食品に応用可能な技術として、公衆衛生面への貢献が期待できる。



機械学習とナノ粒子計測を組み合わせた抗体検出

【講演番号】B1004 【講演日時】5月31日（土）09:45～10:00

【講演タイトル】異種金属ナノ粒子複合体のハイパースペクトルイメージングによるタンパク質検出

生体物質を高感度かつ高精度な検出法は、健康診断を含む予防医療の発展を支える基盤技術として開発が進められている。ナノメートル（10億分の1メートル）サイズの金属ナノ粒子は、粒子の化学組成やサイズ、粒子間距離に依存した特徴的な光散乱を起こすことから、微量生体物質の検出法への適用が期待されている。本研究では、金属ナノ粒子の光散乱によって観察される輝点色のスペクトルデータを用いた機械学習に基づく抗体検査法の開発を行った。光散乱スペクトルが異なる二種類の金属ナノ粒子を組み合わせることで、ウシ血清アルブミン抗体の高精度な検出に成功した。これからの医療を支える検出法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）】愛媛大院理工¹・理研²

○和泉 諒祐¹・平尾 元¹・朝日 剛¹・前田 瑞夫²・田中 拓男²・横田 秀夫²・座古 保^{1,2}
愛媛県松山市文京町 2-5, 電話 089-927-9609, zako.tamotsu.us@ehime-u.ac.jp

近年、金属ナノ粒子を用いた分子検出が注目されている。抗体検査やバイオマーカー検査など、医療分野における検出分子は核酸、タンパク質、小分子など多岐に渡り、これらの分子を精度良くかつ高感度に検出することが重要である。金属ナノ粒子は光を当てると特定の波長の光を散乱することから、暗視野顕微鏡(DFM)により金属ナノ粒子の輝点色を観察できる。これまでに、我々はターゲット分子が存在するときに生成する異種金属ナノ粒子複合体(ヘテロオリゴマー)のDFM観察および機械学習を組み合わせた分子検出手法を開発してきた。しかしながら、観察輝点の色による分類では類似した輝点色の区別が難しく、検出精度が低いという問題があった。

本研究ではモデル標的分子として抗体を用い、抗体に結合するタンパク質を表面に修飾した金ナノ粒子(AuNP)、銀ナノ粒子(AgNP)を用いて、抗体存在下で生じるヘテロオリゴマーのスペクトルデータを取得することによる抗体検出に成功した。AuNPとAgNPのスペクトルはそれぞれ異なるピーク値を持っており、ヘテロオリゴマーはAuNPとAgNPの両方のピーク値を持ったスペクトル波形を生成した(図)。色による抗体検出に比べ、スペクトルデータの機械学習を用いた抗体検出は波形による分類が可能のため、誤解析が少なく、精度良く検出できることが示された。金属ナノ粒子は表面修飾方法が簡便であることから、抗体だけでなく、様々なタンパク質の高感度検出が可能となる。本研究の手法を用いることで、幅広い分子の医療診断が可能になると期待される。

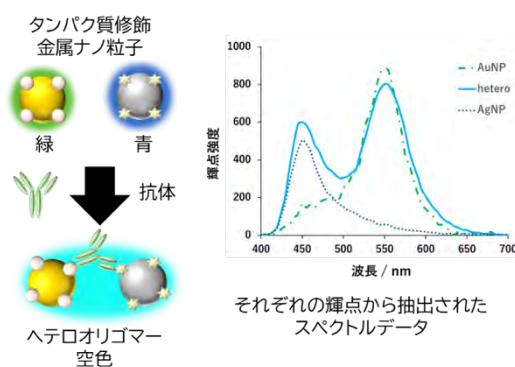


図 ヘテロオリゴマー形成とスペクトル

微量のヒト胚培養液から胚のグレードを判断する

【講演番号】 A2103 【講演日時】 6 月 1 日（日） 13:45 ～ 14:00

【講演タイトル】 ラマン分光法を用いたヒト胚培養液分析による卵質評価

生殖補助医療に対して保険適用が開始され、本医療への期待がますます高まる一方、胚の形態学的特徴に基づいた従来の卵質評価だけでは限界がある。本研究では、微量ヒト胚培養液をラマン分光法で分析すると、胚のグレード（胚の質を細胞の数や形、色により評価）による代謝の違いを検出できることを明らかにした。高いグレードの胚盤胞まで発生が進んだ培養液では、タンパク質濃度が相対的に高く、pH が若干酸性に偏っていた。本手法は、生殖補助医療における新しい卵質評価手法や胚培養モニタリング技術としての応用が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 島根大生資¹・秋田大医²

○石垣 美歌¹・玉野 瑠愛¹・稲垣 奈保¹・白澤 弘光²・

熊澤 由紀代²・高橋 和政²・寺田 幸弘²

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

近年、生殖補助医療（ART: 排卵誘発、採卵、媒精、顕微授精、胚培養、胚移植、胚凍結、人工授精など）は広く国内で実施されており、2017 年の実績では年間 6 万人以上の新生児が本医療を受けて誕生している。2022 年 4 月からは、生殖補助医療に対して保険適用が開始され、本医療への期待がますます高まる一方、胚の潜在的、機能的評価には、胚の形態学的特徴に基づいた従来の卵質評価だけでは限界がある。本医療の精度向上と安全性担保のため、非侵襲的かつ分子レベルでの新たな卵質評価技術や胚培養モニタリング技術開発の必要性が高まっている。

ラマン分光法とは、分析対象にレーザーを照射し、そこから返ってくるラマン散乱光を分析することで、分析対象内の分子組成や分子構造情報を、非破壊的にあるがまま取得することができる。そこで本研究では、ART で使用したヒト胚培養液をラマン分光分析に供し、胚の代謝による培養液成分の違いから、胚の質（卵質）を評価できるかを検証した。

まず、体外受精、あるいは顕微授精後の胚を培養する期間に使用した発生培養液を分析した。その結果、高いグレードの胚盤胞まで発生が進んだ培養液において、タンパク質の濃度が相対的に高くなっていることが分かった。この結果から、胚のグレードによる代謝の違いを、培養液から検出できることが分かった。さらに、人工的に培養液の pH を変化させて、リン酸イオンの種類や、各リン酸イオンの存在比率の変化によるラマンスペクトルの変化を詳細に分析した。その結果、ART に使用したヒト胚培養液において、pH が変化していることを示すスペクトル変化が検出された。そして、グレードの高い胚盤胞まで発生が進んだ培養液では、pH が若干酸性に偏っていることが示された。ART で使用される胚培養液の液量は 20 μ L 程度である。この微量培養液の pH を、ラマン分光法により非染色、非接触に評価できることが明らかとなった。本手法は、ART における新たな卵質評価手法や、胚培養モニタリング技術として、その応用が期待される。

モデル細胞の膜融合現象

【講演番号】A2102 【講演日時】6月1日（日）13:30～13:45

【講演タイトル】レーザー誘起バブルによるリポソームの膜融合現象の発見：
FRETによる顕微蛍光分析

細胞の膜融合は最も基本的な生命現象である。それを研究するために、物理的な効果のみで容易に膜融合を起こす技術が求められている。本研究では細胞モデルとみなせるリン脂質二分子膜からなるマイクロカプセル（リポソーム）の溶液を金薄膜に接触させ、1064 nm のレーザー光を照射したところ、マイクロバブルが発生、リポソームがバブル周囲に集合することを見出した。最終的には、長さ 10 μm に及ぶチューブ状の脂質膜カプセルが生成した。顕微蛍光分析から、このチューブはたくさんのリポソームが互いに膜融合して形成されたことがわかった。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】大阪公立大院理

○坪井 泰之・野口 明美・湯川 怜志・柚山 健一

〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138, 電話 06-6605-2505, twoboys@omu.ac.jp

私たちの体は数十兆個もの細胞から構成されている。そして、それら細胞の一つ一つは脂質と呼ばれる分子が二重に重なった膜でくるまれたマイクロカプセル（小胞）と見なすことができる。二つのマイクロカプセルが接触すると、脂質二分子膜が互いに融合し、一つの大きなマイクロカプセルになることがあり、これを膜融合と呼ぶ。細胞の膜融合は受精やウイルス感染においてとても大切な役割を果たし、最も基本的な生命現象の一つと言える。生体内での膜融合はタンパク質（膜融合タンパク質）の働きによって起こるが、タンパク質が存在しない環境で、膜融合を物理的な効果によってのみ起こすことは非常に難しい。これが可能になれば創薬への応用や生命現象の理解の深化も期待できるが、従来法（例えば電気融合法）では、融合の効率は高いとは言い難い。

私たちは、リン脂質二分子膜のマイクロカプセルで、細胞のモデルと見なせるリポソーム（サイズは 0.5 マイクロメートル以下）を対象に、全く新しい膜融合方法を開発した。リポソームの水溶液を金薄膜に接触させ、1064 nm のレーザービームを集光照射した。すると、金薄膜が温まり、小さな泡（マイクロバブル）が発生した。このマイクロバブルに多数のリポソームが引き寄せられ、バブルの周囲に集合し、長さ数 10 マイクロメートルに及ぶ大きなチューブ状の脂質膜カプセルが多数誕生した。レーザー照射からここまで、わずか1分以内である。レーザー照射を停止しても、このチューブは安定に存在して続けた。蛍光プローブ分子を用いた顕微蛍光分析により、このチューブはたくさんのリポソームが互いに膜融合して形成されたことがわかった。

本手法はリポソーム溶液にレーザーを集光照射するだけで達成できる脂質膜融合方法である。簡便であり迅速で安価な方法である。レーザーも手のひらサイズのダイオードレーザーで十分であり、その過程も実時間で見える。生細胞に適用できる方法にまで昇華するのが次の目標である。

温度制御により細胞を効率よく分離・精製

【講演番号】 B2005 【講演日時】 6 月 1 日（日） 10:00 ～ 10:15

【講演タイトル】 間葉系幹細胞の効率的分離精製を実現する機能性高分子修飾界面の開発

近年、幹細胞を患部に移植して治療を行う、細胞医薬品を用いた医療が注目されている。このような細胞医薬品として活用する細胞を調製するには、様々な細胞の中から目的の特性を有する細胞のみを分離精製する技術が必要である。しかし、既存の手法では細胞に対して特別な処理を施す必要があるため、細胞の機能や活性を損失する可能性がある。そこで本研究では、温度変化により構造が変化する高分子を修飾したガラス基板を作製し、温度を制御することにより目的の細胞を分離精製する技術の開発を行った。本技術は細胞医薬品の作製技術としての活用だけでなく、細胞の機能解析などの研究用途への応用も期待できる。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 広島大院医系科学¹・慶應大薬²

○長瀬 健一¹・若山 暖乃²・金澤 秀子²

広島県広島市南区霞 1-2-3, 電話 082-257-5323, nagase@hiroshima-u.ac.jp

近年、骨髄や脂肪、臍帯などに含まれる幹細胞である間葉系幹細胞が難治性疾患に治療効果がある細胞医薬品として用いられている。この細胞医薬品の製造工程では、夾雑細胞から間葉系幹細胞を分離精製する必要がある。しかし、既存の細胞分離方法は細胞に修飾をするため、細胞の機能や活性を損失する可能性がある。そこで本研究では、細胞に修飾をせずに温度制御のみで分離精製する細胞分離材料を開発した。

ガラス板に、正電荷を有する高分子と温度変化により伸長・収縮を起こす温度応答性高分子とを修飾した（図 1A）。この高分子修飾ガラスは、温度 37℃で温度応答性高分子が収縮し、正電荷の高分子が表面に露出する。一方、温度を 20℃にすると温度応答性高分子が伸長するため、正電荷の高分子が遮蔽される（図 1B）。この高分子修飾ガラスに細胞を播種すると、温度 37℃で負に強く帯電している間葉系幹細胞が選択的に接着し、弱く帯電している夾雑細胞の脂肪細胞は接着しなかった。さらに温度を 20℃に下げると、接着

していた間葉系幹細胞が脱離し、回収する事ができた。これにより、温度制御だけで間葉系幹細胞を夾雑細胞から分離精製することができた（図 1C）。また、この手法は、細胞の活性・特性を維持したまま分離できるので、細胞の機能解析などの研究用途への応用も期待できる。

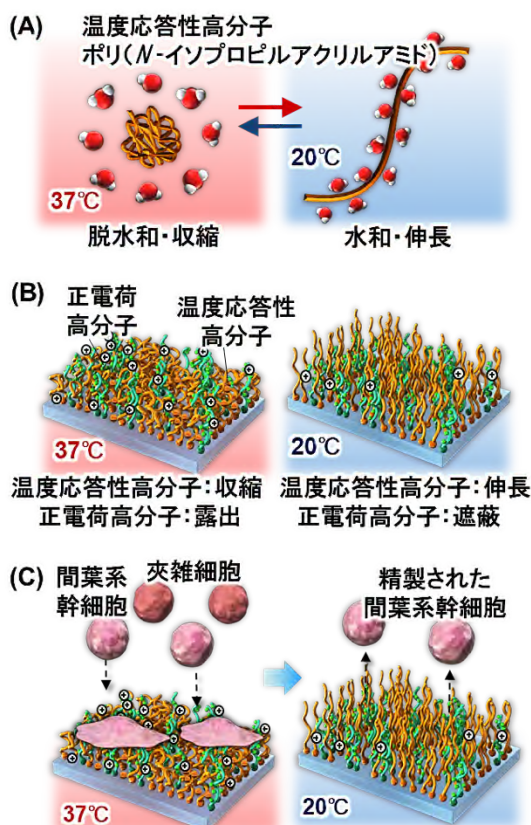


図 1 高分子修飾基板による温度制御による幹細胞分離

生きた組織内の薬剤をはかる

【講演番号】 Y1060 【講演日時】 5 月 31 日（土） 10:20 ～ 11:45

【講演タイトル】 注射プラズマプローブ分析における薬剤分子構造と信号強度の関係

組織内の薬剤を *in situ* で分析するための注射プラズマプローブが開発された。組織に注射プローブを挿入すると、プローブ内の超小型プラズマジェットにより、照射位置の薬剤が脱離・イオン化され質量分析計へと直接導入される。これにより、直径 1.6 mm の注射針を挿入することで、生きたままの状態で特定位置における薬剤の分析が可能となる。現在、模擬生体試料による検討が進められており、将来、薬剤を必要な量を必要なだけ投与するなど、薬剤の効果を最大限活かす手法への展開が期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 東京科学大¹・東京薬大²・産総研³

○太原 誠也¹・清水 祐哉¹・八井田 朱音¹・守岩 友紀子²・

高松 利寛³・東海林 敦²・沖野 晃俊¹

神奈川県横浜市緑区長津田町 4259-J2-32, 電話 045-924-5688, aokino@first.iir.isct.ac.jp

薬剤が十分な効果を発揮するためには、治療対象の組織に適切な濃度で到達している必要があるが、生体内の特定位置の薬剤濃度を測定することは容易ではない。そこで我々のグループでは、注射針の中に配置した低温プラズマで照射位置の薬剤を分析する、注射プラズマプローブの開発を行っている。図 1 に概略を示す。この装置は、直径約 700 μm の超小型プラズマジェットを外径 1.61 mm の注射針に内蔵している。分析の際には、標的組織に向けて注射針を挿入し、体内で低温プラズマを照射することで薬剤分子を脱離、イオン化させ、ガスとともに体外に取り出して質量分析を行う。

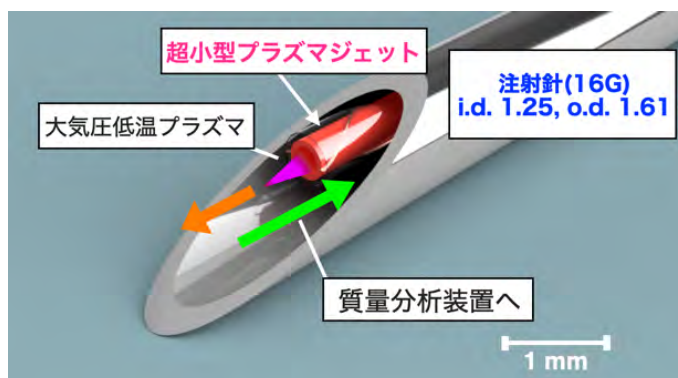


図 1 注射プラズマプローブの概略図

この分析手法の実用化に向けて、生体模擬試料に注射プラズマプローブを挿入して薬剤の分析を行っている。生体模擬試料は、薬剤を寒天に混合して作製した。これまでの研究では、鎮痛用薬剤や抗がん剤を試料として、プラズマの生成条件や薬剤を含んだガスの吸引方法の検討を行い、模擬試料深部での高感度分析を実証した。

本研究では、模擬試料内の複数種類の薬剤の分析を行った結果、それぞれの薬剤由来の信号を同時に検出することに成功した。そして、各薬剤の信号強度と分子構造の関係に注目し、大気圧低温プラズマによる薬剤分子の脱離やイオン化の特性について検討した。

色の変化から圧力を可視化する新素材

【講演番号】P2010【講演日時】6月1日（日）10:20～11:45

【講演タイトル】メカノクロミック材料を混練したセルロースナノファイバーフィルムの開発と画像処理法を用いた圧力応答分析

メカノクロミック材料は圧力で色が変わるため、センサなどへの応用が期待されている。一方で、過敏すぎると応用が難しいという課題があった。発表者らは、特殊構造を持つ新素材「FA」を開発し、セルロースナノファイバーと混ぜた圧力応答フィルムを調製した。25～300 MPaの圧力に対し、色変化と圧力に線型的な相関があることを画像解析で確認した。現在、画像の色変化から圧力が測れるスマートフォン用アプリ開発も進めている。

【発表者(○:登壇者/下線:連絡担当者)】都産技研¹・名大末社²・デザインソーラー(株)³・
名大院工⁴

○小汲 佳祐^{1,2}・瀧本 悠貴¹・永田 晃基¹・奥寺 文吾³・表 研次^{2,3}・松尾 豊^{2,4}

東京都江東区青海 2-4-10, 電話 03-5530-2660, ogumi.keisuke@iri-tokyo.jp

メカノクロミック材料は、外部からの機械的刺激により色が変わる性質から、圧力センサや記録媒体などへの展開が期待されている。しかし、実際にはその応答性ゆえに、取扱いの際に色が変わってしまうため、具体的な応用事例に乏しいという課題がある。近年、我々の研究グループは、過度に混みあった構造に起因して見た目の色が変わる特異的なメカノクロミック材料（FA）を開発した。

本研究では、具体的な応用事例として、FAをセルロースナノファイバー（CNF）に混練させた圧力応答フィルムを開発した。ナノインプリントにより 25-300 MPa までの垂直応力を定量的に加え、メカノクロミズム特性を調査した（図1）。圧力応答の検出には、簡便・短時間・誤差の少ない分析法として、加圧後のフィルムを撮影したデジタルデータから CYM 色彩解析を行う方法を採用した。図2は CYM 色彩解析により抽出したシアン値と加圧値の相関グラフであり、加圧値と色変化には線型的な相関があることがわかる。この結果は従来法である紫外可視分光法で求めた結果と合致しており、本研究の分析法が有用であることが示唆された。また、本研究の分析法を基に、画像から圧力値がわかるスマートフォン用アプリの開発などにも取り組んだ。

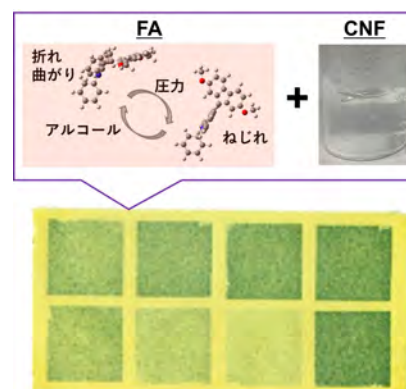


図1. 圧力応答フィルムに垂直応力を加えた様子

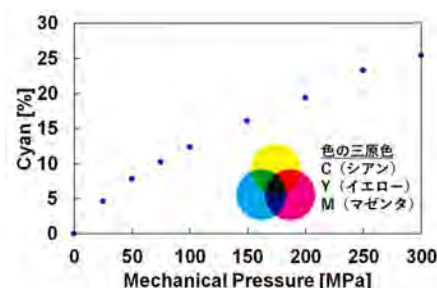


図2. CYM解析により抽出したシアン値と圧力の相関図

反射光の色でウランの検出が可能なポリマーフィルム

【講演番号】 Y1103 【講演日時】 5 月 31 日（土） 13 :15 ～ 14 :40

【講演タイトル】 感応性フォトニック結晶ポリマーフィルムの作製とウラン分析への適用性検討

ウラニルイオン (UO_2^{2+}) の分析は、原子力施設の廃止措置や環境中の放射線影響評価において不可欠である。高感度な汎用的手法では試料の前処理が必要で、二次廃棄物の生成という問題もある。よって、簡便で環境負荷の少ない分析法の開発が求められている。本研究では、特定波長光を反射するフォトニック結晶の特性に着目し、 UO_2^{2+} を視覚的に検出可能なポリマーフィルムの開発を行った。このフィルムには、 UO_2^{2+} と選択的にキレート結合する部位を導入しており、 UO_2^{2+} を含む水溶液に接触させるとフィルムが収縮する。この収縮によりフィルムの反射光スペクトルが短波長シフトし、色が青から青紫に変化するため、 UO_2^{2+} の存在を確認できる。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 科学大環社¹・科学大 ZC 研²

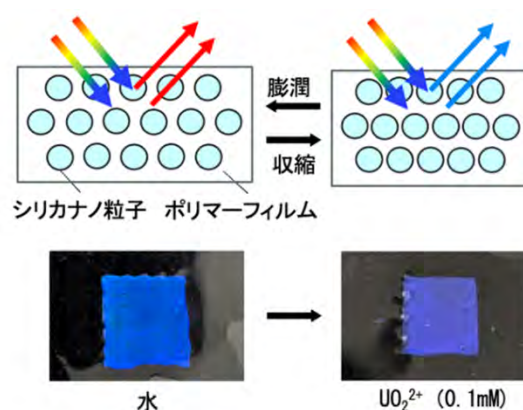
○福永 翔一郎¹・井戸田 直和²・塚原 剛彦^{1,2}

東京都目黒区大岡山 2-12-1-N1-6, 電話 03-5734-3067, ptsuka@zc.iir.isct.ac.jp

ウラニルイオン (UO_2^{2+}) は、原子力関連施設の廃止措置や環境中の放射線影響評価において重要な指標となる化学種であり、その正確な濃度測定は必要不可欠となっている。ICP-MS や蛍光分光法などの汎用的手法は高感度ではあるものの、試料の前処理や長時間の分析操作が必要で、二次廃液・廃棄物の生成に伴って環境負荷が生じるという問題がある。そのため、迅速かつ簡便で環境負荷の少ない新しい分析手法の開発が求められている。

本研究では、特定波長の光のみを反射するフォトニック結晶 (Photonic Crystal: PC) の光学特性に着目し、 UO_2^{2+} を視覚的に検出可能な PC ポリマーフィルムの開発を行った。PC は、ナノスケールで周期的に配列した構造によって構造色を呈するものであり、構造の変化に応じて反射する色も変化するという性質を持つ。今回作製したフィルムには、 UO_2^{2+} と選択的にキレート結合するキノリノール誘導体を導入しており、 UO_2^{2+} との結合によりフィルムが収縮し、それに伴って生じる構造色の変化量を UO_2^{2+} の濃度評価に利用している。実際に UO_2^{2+} を含む水溶液に接触させた際、フィルムの色が青色から青紫色に変化し、 UO_2^{2+} の存在を目視で確認することに成功した。さらに、反射光スペクトルが 10 nm スケールで短波長側にシフトすることも確認できており、視覚と検出の両面から定性的・定量的な分析が可能となると期待される。

今後は、 UO_2^{2+} 濃度と色変化との相関を明らかにするとともに、溶液性状がフィルムの応答特性に及ぼす影響を検討し、実用化に向けた検出精度の向上を目指す。



ポリテトラフルオロエチレンの高分子の鎖をほどいてリサイクルへ

【講演番号】 G1003 【講演日時】 5月31日（土）10:00 ～ 10:15

【講演タイトル】 PTFE メカノケミカルプロセスと分子集合再生の解析

ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）は、汚れ防止のため、鍋やフライパンの表面にコーティングされている。この汚れに強い特性の謎について、高分子の鎖が双極子同士の配向により二次元的集合構造をとる階層双極子アレー（Stratified Dipole-Arrays, SDA）理論が提唱されている。一方、PTFE をリサイクルする上で、高分子鎖を「切らずに」ほどくことは、省エネルギー・低コスト化に貢献する。本研究では、PTFE に強く作用する物質を用いることで高分子鎖をほどくことに成功した。このことは、SDA 理論の有効性を実証することにもなる。PTFE の新しいリサイクル法の提唱により、持続可能な社会の実現にも貢献すると期待される。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 東京科学大理学院¹・東北大院理²・東北大多元研³・

京大化研⁴

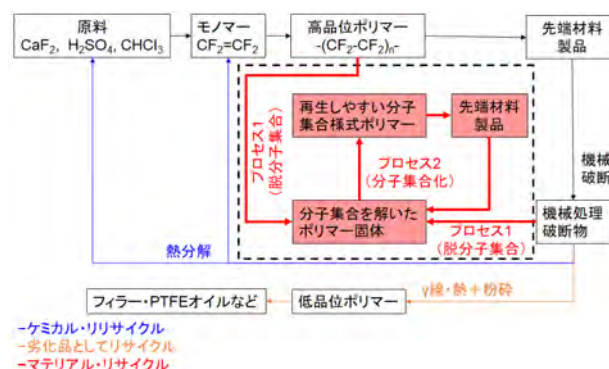
○火原 彰秀¹・Li Yao^{2,3}・西村 祥吾²・仙波 祐太²・大貫 友椰⁴・長谷川 健⁴・加納 純也³

東京都目黒区大岡山 2-12-1, 電話 03-5734-3904, ahibara@chem.sci.isct.ac.jp

ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）は、汚れの付かない鍋の塗布剤として使用されている。また耐薬品性や低誘電性の点から、半導体加工プロセス・パッケージングなどでも代替のない材料である。「PTFE 固体内の強い高分子鎖間集合力」が特異的性質の発現原理であることは、明示的に議論されてこなかった。2014 年長谷川らは、フッ化アルキル（R_F）基の集合原理として SDA モデルを提唱した。SDA モデルを用いると、有機フッ素化合物の集合構造を三次元的に描いた図の中で、重要な相互作用を明示して特性との関連を説明出来るようになった。

PTFE の機能を保ったまま再生する「マテリアル・リサイクル」は上手くいっているとは言い難い。PTFE 固体の中では、剛直ならせん型分子鎖が六角形型に強く集合した局所的な結晶構造が存在する。この集合を安価な材料だけを用いてほどくことはできず、PTFE のリサイクルでは、高分子鎖を短鎖化・低機能化させるか、熱分解により原料まで戻す手法が検討されてきた。

SDA モデルの視点に立って考えると、PTFE の分子集合をほどくには、高分子鎖集合に強く作用する物質を見つけなければならない。我々のグループでは、PTFE と NaCl 粉末の機械処理により、PTFE の高分子鎖集合がほどけることを見いだした。また、NaCl を除去したあとでも、ほどけた構造が一部保たれ、マテリアル・リサイクルに繋がる状態であることも見だし、図の破線で囲ったプロセスを提唱した。発表では、各種分析法により解析した「高分子鎖集合の緩みと再生」について議論する。



コンクリート材料・構造物の劣化状態の非破壊分析

【講演番号】 G2005 【講演日時】 6月1日（日）10:00 ～ 10:15

【講演タイトル】 サブテラヘルツ波によるコンクリート材料の劣化状態分析

インフラ構造物や建築物の維持管理にはコンクリート材料のひび割れなど劣化状態の非破壊分析が欠かせないが、現状の方法では長時間の高所作業等の問題がある。発表者らは電波の透過性と光の直進性をあわせもちコンクリートの透過性も高いサブテラヘルツ波などテラヘルツ帯電磁波の物性理解を進めており、テラヘルツデバイス・アプリケーションの社会実装を目指している。本研究では、サブテラヘルツ波によりコンクリートのひび割れを検出する方法を検討し、水分や塩分、鉄筋の腐食への活用についても議論する。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 山形大理¹・芝浦工大デザ工²・東北大工³・

日本工大建築⁴

○藤井 翔¹・田邊 匡生²・西脇 智哉³・田中 章夫⁴

山形県山形市小白川町 1-4-12, 電話 023-628-4641, sfujii@sci.kj.yamagata-u.ac.jp

インフラ構造物や建築物の維持管理を目的とした検査は我々の生活を支える技術であり、打音検査や超音波探傷検査など様々な検査方法が用いられてきた。しかし、技術者による近接した場所での長時間の作業が必要であり、高所作業現場等の近接が難しい現場においては検査が困難であるのが現状である。そこで、光と電波の中間の電磁波であるテラヘルツ波 (0.1 THz ～10 THz) と、さらに低周波であるサブテラヘルツ波 (～0.1 THz) の活用に着目した。本研究では、それらの電磁波の特徴である光のような直進性と電波のような物質透過性を利用して、図1のような光学系を構築し、コンクリート材料のひび割れを中心とした劣化状態の分析を試み、電磁波計算による考察を行った。

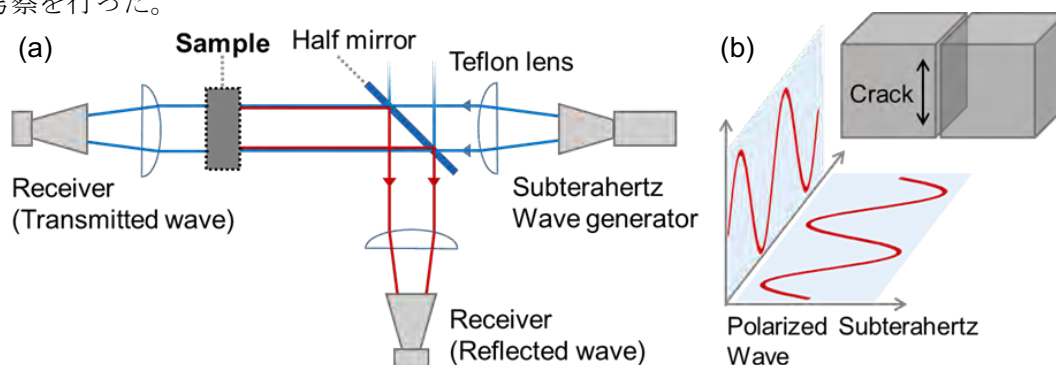


図1 (a) 光学系の模式図, (b) コンクリート試験体のひび割れと偏光方向

ひび割れ方向と偏光方向が平行になると、サブテラヘルツ波の透過率が高くなることがわかった。これは、サブテラヘルツ波がコンクリートと空気の界面における散乱の影響を受けることによるものと考察した。また、他の劣化要素であるコンクリート中の水分や塩分、鉄筋の腐食に対するサブテラヘルツ波の活用についても議論する。

ポリフェノールを含む飲料の解析に役立つ分析技術の開発

【講演番号】 Y1130 【講演日時】 5 月 31 日（土） 13 : 15 ～ 14 : 40

【講演タイトル】 トラックエッチ膜フィルターを用いたマルチ陽極陰極ペア検出法による飲料中カテキン類の分析

お茶やワインなどに豊富に含まれるポリフェノールの健康への効果に、人々の高い関心が集まっている。その有効性を評価するためには成分の分析が重要となるが、天然物であるため含まれる物質は多種多様であり、簡単には解析できない。本研究では、高速液体クロマトグラフィーと複数の電極を有する電気化学検出器を組み合わせ、飲料中に含まれるポリフェノールの一種であるカテキン類を解析することを可能にした。本手法は、多様なポリフェノールを含む飲料や食品を評価するための有用な技術として活用が期待できる。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 徳島大院理工¹・神戸大院イノベ²・神戸大院海事³・

野村マイクロサイエンス⁴

○佐和 誠史¹・喜多 佑輔¹・桑原 知彦¹・松本 健嗣²・菅野 宙依³・

堀田 弘樹^{2,3}・飯山 真充⁴・高柳 俊夫¹・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

お茶やワインなどに豊富に含まれるポリフェノールの健康への効果には、常に人々の高い関心が集まっている。その有効性を評価するためには成分分析が不可欠であるが、天然物であるがゆえに含まれる物質は多種多様であり、解析は簡単ではない。高速液体クロマトグラフィー（HPLC）-電気化学検出は、ポリフェノールのような電気化学的に活性な物質を選択的かつ高感度に分離検出できる手法の一つである。

発表者らは電気化学検出器の中でも、直列型二重電極検出器を応用したマルチ陽極陰極ペア検出法を研究してきた。直列型二重電極検出器は、溶離液の流れに沿って二つの作用電極を直列に配置した構造を持つ。上流の第 1 作用電極における電気化学的反応で酸化した物質が、下流の第 2 作用電極において酸化または還元する場合、それぞれの電極で検出されるピークの大きさの比は酸化還元反応の可逆性を反映した物質固有の値であり、HPLC で分離された物質を特徴づける重要なパラメーターとなる。本研究では、これまでの 2 枚の電極のペアに、さらに電位条件の異なる 2 枚の電極を追加することで、多様な検出挙動で表現できるようになった。実際に、カテキン類を多く含む緑茶と、クロロゲン酸のような物質を多く含むコーヒーとでは、あたかも指紋が異なるかのように、クロマトグラム上では全く異なる検出挙動で表現された。本提案手法は、多様なポリフェノールを含む飲料や食品を評価するための有用な技術になると期待できる。

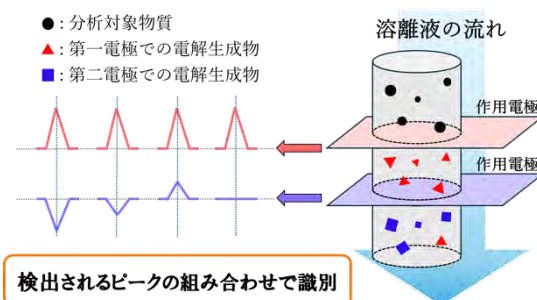


Fig. 直列二重電極検出法によるピーク識別

超音波マイクロバブルの化学作用

【講演番号】 F2002 【講演日時】 6月1日（日）09:15 ～ 09:30

【講演タイトル】 高温高压超音波マイクロバブルの化学作用の解析：亜硝酸，硝酸，過酸化水素の定量と評価

水への超音波照射により発生するマイクロバブルの内部は、温度が数千度以上、圧力が数百気圧以上の状態となる場合があり、化学反応場として興味深い。しかし、反応場として利用するには生成するバブルの特性（温度、圧力や数など）を把握する必要がある。本研究では、バブルの特性解析に有効であろうと考えられるバブル内で生成する NO_2^- 、 NO_3^- 、 H_2O_2 の定量と評価を行った。その結果、 NO_2^- と NO_3^- の濃度の和、濃度の比が高温バブルの数や温度を評価するのに有効であった。また、化学種の生成量は、超音波発生装置の化学作用量に相当することがわかった。

【発表者（○：登壇者／下線：連絡担当者）】 阪公大院¹・阪府大院²

○興津 健二^{1,2}・Abulikemu Aerfate¹・國近 力樹²

大阪府堺市中区学園町 1-1，電話 072-254-9506，okitsu@omu.ac.jp

水に高出力の超音波を照射すると、マイクロサイズの小さな泡（バブル）が多数発生し、実験条件によってはバブル内の温度が数千度以上、圧力が数百気圧以上の状態になる。このような極めて高温高压のバブルは、水浄化技術（有機塩素化合物や有機フッ素化合物などの難分解性環境汚染物質の分解）やナノテクノロジー（Au や Pd などの金属ナノ粒子の合成）への応用研究が進められている。しかしながら、生成される高温高压バブルの特性（温度や圧力、数など）を正確に把握することが難しいことから、高温高压バブルがもたらす化学作用において不明な点が多い。

本研究では高温高压バブルの特性と化学作用を明らかにするために、生成される NO_2^- 、 NO_3^- 、 H_2O_2 の定量と評価を行った。これらは、高温にさらされた窒素が酸化されることや水が熱分解されることによって生成されるため、高温高压状態の解析に有効と考えた。その結果、「 $[\text{NO}_2^-]$ と $[\text{NO}_3^-]$ の和」と「 $[\text{NO}_2^-]$ と $[\text{NO}_3^-]$ の比」は、高温バブルの数や温度を評価するのに有効であった。例えば、溶液温度が上昇すると生成されるバブル温度が低下し、 $[\text{NO}_3^-]/[\text{NO}_2^-]$ の比が大きくなった。最近、様々なところで応用研究されているナノバブルの特性解明に、超音波マイクロバブルの特性解明は参考になるかもしれない。

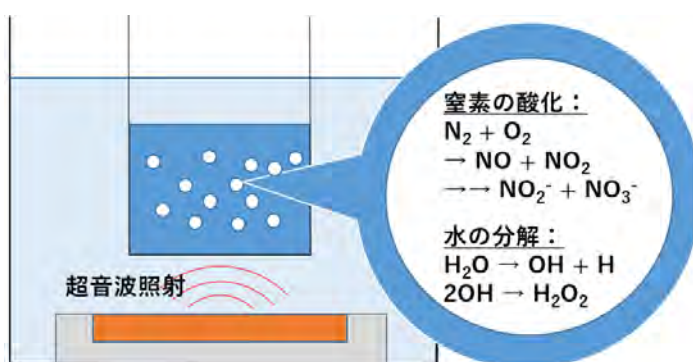


図 高温高压のマイクロバブル内で、窒素の酸化反応と水の分解反応が起こり、 NO_2^- 、 NO_3^- 、 H_2O_2 が生成される。これらの生成量を解析し、バブルの特性と化学作用を解析する。

会場別講演区分（1日目）

	講義室名	5月31日(土)									
会場名	室名	9:00-10:00	10:00-11:00	11:00-11:45	昼休み(11:45-13:15)	13:15-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:30	18:30-20:30	
A会場	コラボハウスホール (旧グリーンホール)		26:医療・臨床・疾病診断					主題:04: 医薬品・バイオマーカーを定量し、疾患を可視化する分析化学			
B会場	共A11	23:ウイルス 主題02:生物機能						主題02:「生物機能を調査する分析化学」×「生物機能を利用する分析化学」			
C会場	共A21		12:農産物 15:大気環境 18:植物、動物 主題01 化学物質一般					主題: 01: 化学物質の環境リスクと分析化学			
D会場	多目的 レクチャー室1	21: 法科学 主題03: 科学捜査			ランチョンセミナー(アジレント・テクノロジー(株)) 12:10-13:00			主題03: 科学捜査で役立つ分析化学			
E会場	多目的 レクチャー室2	30:情報科学, 理論化学						主題05: 生体試料を対象とする分離分析でのデータサイエンスの活用		05: 高分子・有機	
F会場	共A31	31:計測原理一般						主題: 06: 発酵と酒と泡と分析化学		11: 食品	
G会場	共A32		07:磁器・陶器・プラスチック					02: 希土類・アクチノイド	01:金属材料・金属錯体(ICP-MS)		
H会場	共A41								生涯分析談話会(16:00-17:00)		
I会場	メディアホール					ものづくり技術交流会2025 in 中国四国(13:00-17:00)					
ポスター・展示会場	大学会館			04: 若手講演(ポスター発表) (10:20-11:45) 奇数 10:20-11:00 偶数 11:05-11:45			04: 若手講演(ポスター発表) (13:15-14:40) 奇数 13:15-13:55 偶数 14:00-14:40				
				07: 産業界 R&D 紹介講演(ポスター発表) (2日間通して掲示、コアタイムは2日目午前)			07: 産業界 R&D 紹介講演(ポスター発表) (2日間通して掲示、コアタイムは2日目午前)				

懇親会

ANAクラウンプラザホテル松山

会場別講演区分（2日目）

	講義室名	6月1日(日)							
会場名	室名	9:00-10:00		10:00-11:00	11:00-11:45	昼休み	13:15-14:00		14:00-14:45
A会場	コラボハウスホール (旧グリーンホール)	25: 医薬品	22: 生体構成物質				22: 生体構成物質		
B会場	共A11	24: 細胞・脂質二分子膜・リボソーム					24: 細胞・脂質二分子膜・リボソーム		
C会場	共A21	19: 廃棄物	16: 水環境				16: 水環境		
D会場	多目的 レクチャー室1	29: コロイド					29: コロイド		
E会場	多目的 レクチャー室2	05: 高分子					04: 無機	20: 文化財	10: 電池、エネルギー関連材料・製品
F会場	共A31	28: 溶液・凝縮相					28: 溶液・凝縮相		
G会場	共A32	03: 非金属元素、炭素材料	27: 表面界面				27: 表面界面		32: 分析化学基礎
H会場	共A41					みんなのキャリアデザイン交流会(12:10-13:00)			
I会場	メディアホール								
ポスター・展示会場	大学会館			03: 一般・テクノレビュー講演 (ポスター発表)(10:20-11:45) 奇数 10:20-11:00 偶数 11:05-11:45					
				07: 産業界 R&D 紹介講演 (ポスター発表) (コアタイム:2日目10:20-11:45) 奇数 10:20-11:00 偶数 11:05-11:45					

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)

第 85 回分析化学討論会「展望とトピックス」

2025 年 5 月 16 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/>