

# ぶんせき ⑥

Bunseki 2022

The Japan Society for Analytical Chemistry



2022年3号から電子版に移行しました(団体会員除く)

詳細は2021年第7号挟み込み頁および  
ぶんせきホームページをご確認ください

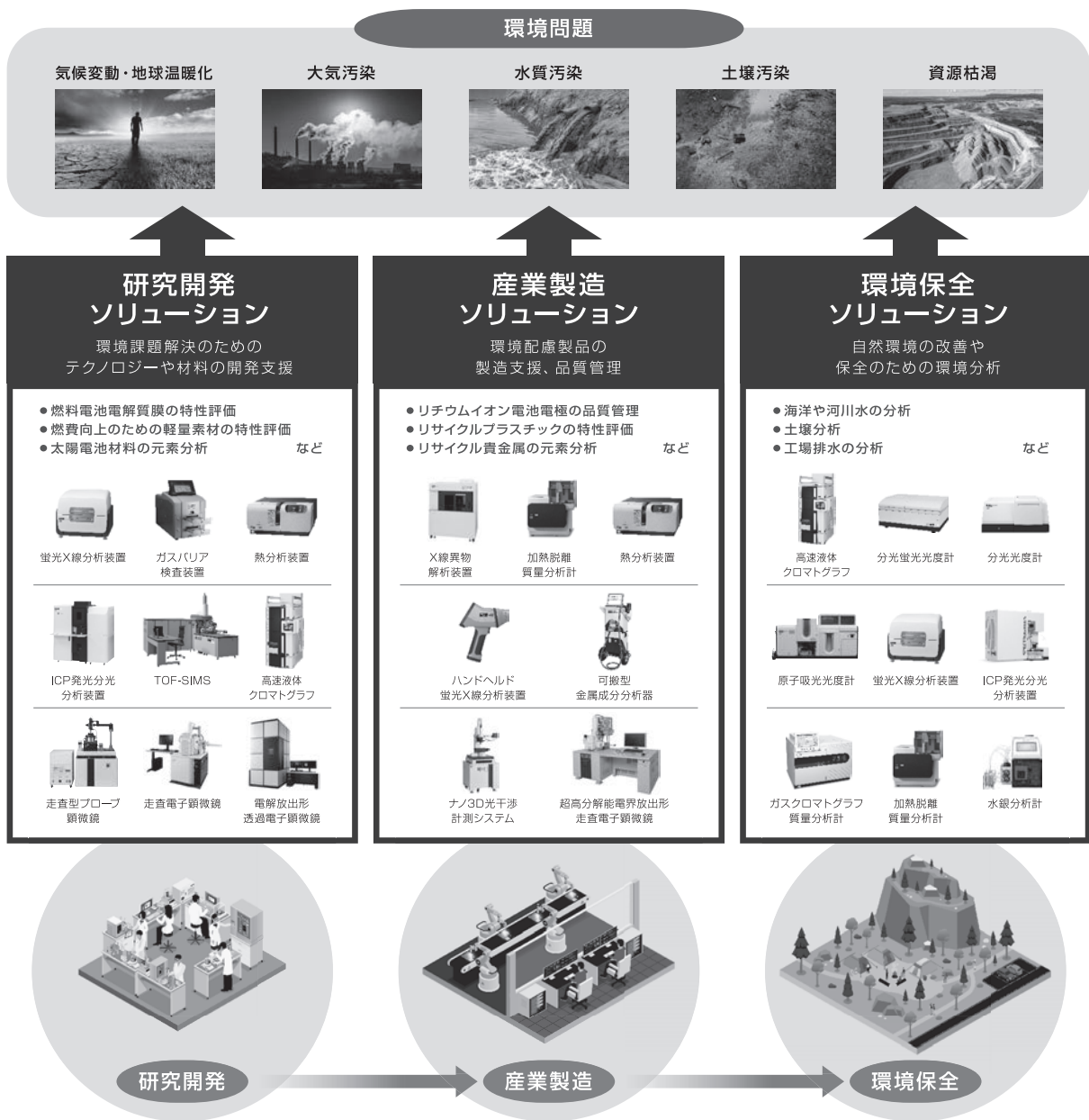
日本分析化学会

<https://www.jsac.jp>

# 持続可能な将来を支える日立ハイテクの先端機器

HITACHI High-Tech's advanced instruments support sustainable future.

自然環境と社会発展が共存するサステナブル社会の構築を目指し、  
私たち日立ハイテクは、機器分析で、  
“研究開発”、“産業製造”、“環境保全”を支援します。



# ぶんせき Bunseki 2022 Contents 6

## 目次

とびら	研究の記憶を記録にしよう／東海林 敦 203
解説	食肉の非破壊品質評価の最前線／本山三知代 204
講義	血清グライコプロテオミクス —LC/MS/MSを用いる血清糖タンパク質の網羅的解析— ／高倉大輔・川崎ナナ 210
ミニファイル	衛生と安全 界面活性剤／森内章博 217
話題	ターゲットセンシングのための ペプチドを利用する電気化学センサー／菅原一晴 219
トピックス	多摩川集水域における放射性セシウムの 長期モニタリングと挙動解析／小池裕也 221
	LC-MS/MSによる補酵素 F430 の高感度分析法： 環境中のメタン生成アーキアの探索／浦井暖史 221
こんにちは	大阪公立（市立）大学大学院工学研究科 辻研究室を訪ねて／中原佳夫 222
リレーエッセイ	学会のつながり／加藤 大 <sup>まさる</sup> 225
論文賞	2021 年「分析化学」論文賞受賞論文 226 2021 年「分析化学」論文賞受賞論文 227
ロータリー	228 談話室：分析化学で世界を驚かせるには／インフォメーション：第 376 回ガスクロマトグラフィー研究懇談会／第 369 回液体クロマトグラフィー研究懇談会／中部支部だより／執筆者のプロフィール

〔論文誌目次〕	233	〔新刊紹介〕	209
〔お知らせ〕	M1	〔広告索引〕	A5
〔カレンダー〕	iii	〔ガイド〕	A6

## 放射能測定信頼性を確保する放射能標準物質を開発 —牛肉および魚類放射能分析用認証標準物質—

(公社)日本分析化学会では、2011年3月の原発事故により広く飛散した放射性物質の放射能濃度を信頼性高く定量するための認証標準物質を開発し頒布中である。開発された標準物質は、国内の信頼ある分析機関の計量トレーサビリティが確保された測定機により求められた値に基づく共同分析により JIS Q0035(ISO ガイド 35)に準拠して認証値および不確かさが決定された。

### 1) 放射能分析用牛肉認証標準物質

(低濃度 : JSAC 0753, 0754, 高濃度 : JSAC 0751, 0752)

○認証値と拡張不確かさ  $U$  (包含係数  $k = 2$ ) 基準日 : 2012年11月19日

	低濃度	高濃度
$^{134}\text{Cs}$ 放射能濃度 (Bq/kg) :	63 ± 6	174 ± 12
$^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度 (Bq/kg) :	106 ± 9	297 ± 20
$^{40}\text{K}$ 放射能濃度 (Bq/kg) :	283 ± 54	276 ± 46

#### ○充填容器と価格

JSAC 0753, 0751:100 ml 容器用 20,000 円, JSAC 0754, 752:1 L 容器用 100,000 円 (価格はいずれも本体価格、送料込み・消費税別)

### 2) 放射能分析用魚類認証標準物質

(魚肉 : JSAC 0781, 0782, 0783, 魚骨 : JSAC 0784, 0785)

○認証値と拡張不確かさ  $U$  (包含係数  $k = 2$ ) 基準日 : 2014年11月1日

	魚肉	魚骨
$^{134}\text{Cs}$ 放射能濃度 (Bq/kg) :	62 ± 5	141 ± 10
$^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度 (Bq/kg) :	196 ± 14	445 ± 29
$^{40}\text{K}$ 放射能濃度 (Bq/kg) :	349 ± 29	783 ± 43
$^{90}\text{Sr}$ 放射能濃度 (Bq/kg) :	—	11.5 ± 1.2

#### ○充填容器と価格

JSAC 0781:U8 容器(50 mm 高さ) 20,000 円, JSAC 0782, 0785:100 mL 容器 20,000 円,  
JSAC 0783:1 L 容器 100,000 円, JSAC 0784:U8 容器は 1 回 5,000 円のレンタル品(価格はいずれも本体価格、送料込み・消費税別)

\* 内容に関する問い合わせ先 : (公社)日本分析化学会 標準物質係 TEL : 03-3490-3351, FAX : 03-3490-3572, E-mail : crmpt@ml.jsac.or.jp, <http://www.jsac.jp/srm/srm.html/>

\* 頒布に関する問い合わせ先 : 西進商事(株)東京支店, TEL: 03-3459-7491, FAX: 03-3459-7499, E-mail : info@seishin-syoji.co.jp, <http://www.seishin-syoji.co.jp/>



写真左 ポリエチレン袋に装填された牛肉認証標準物質



写真右 U8 容器(50 mm 高さ), 100 mL 容器, 1 L 容器に充填された魚肉認証標準物質

# カレンダー

## 2022年

6月	8日	2022年度液体クロマトグラフィー (LC) 分析士初段認証試験 [五反田文化会館].....(5号	M1)
	15~17日	電子機器トータルソリューション展 2022 [東京ビックサイト東展示棟].....(4号	M3)
	17日	2022年度「ぶんせき講習会」(基礎編その2) 「化学分析の基礎講座～実験用基本器具、マイクロピペット、電子天びん、および pHメーターの原理と使い方～」[(株)島津製作所・関西支社(梅田)マルチホール].....(4号	M1)
	17日	2022年度 LC/MS 分析士初段認証試験 [五反田文化会館].....(5号	M1)
	17日ほか	熱測定オンライン討論会 2022 [オンライン開催].....(M	5)
	20・21日	第28回化学安全講習会 [大阪科学技術センター].....(4号	M2)
	23日	第372回液体クロマトグラフィー研究懇談会 [オンライン].....(5号	M5)
	23・24日	第89回日本分析化学会有機微量分析研究懇談会・第119回計測自動制御学会力学量計部会・ 第39回合同シンポジウム [オンライン].....(5号	M4)
	27日	2022年度イオンクロマトグラフィー分析士(二段)試験 [リモート方式].....(5号	M1)
	30日	第40回高分子表面研究会基礎講座「表面をつくる・みる・つかう」 [Webex Meetingによるオンライン開催].....(M	5)
	30・7/1日	プラズマ分光分析研究会 2022 筑波セミナー [つくば国際会議場中会議室 202 およびオンライン]....(5号	M7)
7月	2日	第59回化学関連支部合同九州大会参加及び研究発表募集 [北九州国際会議場].....(2号	M1)
	5~8/31日	第3回オンライン真空講習会入門講座 [オンライン開催].....(5号	M7)
	6日	2022年度液体クロマトグラフィー (LC) 分析士二段認証試験 [五反田文化会館].....(5号	M2)
	7・6日	第41回分析化学基礎セミナー(無機分析編):オンライン2日間講習 [Zoom].....(M	4)
	7日	第32回環境工学総合シンポジウム 2022 [レクザムホーム].....(3号	M6)
	8日	2022年度「ぶんせき講習会」(実践編) 第67回機器による分析化学講習会 — ICP発光分光, 蛍光X線および示差走査熱量計を基礎から学び実践する— [(株)日立ハイテクサイエンス・サイエンスソリューションラボ大阪].....(5号	M6)
	8日	北陸地区講演会 [富山大学共通教育棟(A棟)D12番教室].....(5号	M6)
	8日ほか	第27講研究開発リーダー実務講座 2022 —企業の将来を担う理想の研究開発リーダー像とは?— [対面式:大阪科学技術センター/オンライン式:Zoom].....(M	4)
	11~14日	第8回メタロミクスに関する国際会議 The 8th International Symposium on Metallomics ; ISM-8 [金沢商工会議所会館].....(5号	M7)
	15日	2022年度 LC/MS 分析士二段認証試験 [五反田文化会館].....(5号	M2)
	15日	プラズマ分光分析研究会第116回講演会 —ISM-8 Post-Conference in Tokyo— [東京大学小柴ホールおよびZoom].....(M	5)
	21・22日	第37回分析化学における不確かさ研修プログラム [日本電気計器検定所本社].....(5号	M2)
	23日	日本化学会北海道支部 2022年夏季研究発表会 [室蘭工業大学].....(3号	M6)
	27日	第373回液体クロマトグラフィー研究懇談会 [Zoom オンライン].....(M	4)
	29・30日	九州分析化学若手の会 第35回若手研究講演会および第40回夏季セミナー [オンライン開催].....(M	5)
8月	4日	2022年度液体クロマトグラフィー分析士三段認証試験 [五反田文化会館].....(5号	M3)
	12日	2022年度 LC/MS 分析士三段認証試験実施のお知らせ [五反田文化会館].....(5号	M4)
	24・25日	第11回環境放射能除染研究発表会 [けんしん郡山文化センター(郡山市民文化センター)と Webのハイブリット開催].....(M	5)
9月	2・3日	第34回バイオメディカル分析科学シンポジウム (BMAS2022) [日本大学薬学部].....(5号	M7)
	5~10/31日	第2回オンライン真空応用技術講座 [オンライン開催].....(5号	M8)
	5~10/31日	第3回オンライン真空講習会 [オンライン開催].....(5号	M8)
	10・11日	第38回シクロデキストリンシンポジウム [ソニックシティビル4階市民ホール].....(5号	M8)
	11~16日	第22回真空に関する国際会議 (IVC22) [札幌コンベンションセンター].....(3号	M6)
	14~16日	日本分析化学会第71年会 [岡山大学津島キャンパス].....(5号	M10)
10月	19~21日	第71回ネットワークポリマー講演討論会 [伝国の杜 置賜文化ホール(山形県米沢市)].....(M	6)
	27・28日	第27回高分子分析討論会「高分子の分析及びキャラクタリゼーション」 [名古屋国際会議場白鳥ホール].....(5号	M6)
11月	3~5日	第33回クロマトグラフィー科学会議 [Zoom].....(M	6)
12月	7~9日	第49回炭素材料学会年会 [姫路市民会館].....(M	6)

## 日本分析化学会 第71年会のお知らせ

### 日本分析化学会 第71年会

会期：2022年9月14日（水）～16日（金）

会場：岡山大学・津島キャンパス



本年会では、下記の協賛メニューを募集しております

#### 講演プログラム集冊子広告

- ・白黒1頁 ￥70,000（税別）
- ・白黒1/2頁 ￥40,000（税別）

#### 大会ホームページバナー広告

- ・2022年7月～9月 1枠 ￥30,000（税別）

#### 付設展示会

- ・1小間 ￥100,000（税別）
- ・書籍販売 1小間 ￥50,000（税別）

#### ランチョンセミナー

- ・1枠 ￥150,000（税別） ※お弁当代等の経費は別途。

お問合せ  
お申込み

## 株式会社 明 報 社

〒104-0061 東京都中央区銀座7-12-4 友野本社ビル  
TEL (03) 3546-1337 FAX (03) 3546-6306

E-mail [info@meihosha.co.jp](mailto:info@meihosha.co.jp) ホームページ <http://www.meihosha.co.jp>



## リガク製薬セミナー

～ 創薬から品質管理まで、X線分析・熱分析・ラマン分光のご紹介～

### ■招待講演

星薬科大学 薬品物理化学研究室 米持悦生 教授  
— 分子シミュレーションによる超分解能の分子状態分析 —

北里大学 薬学部 薬学科 加藤くみ子 教授  
— 中分子創薬に資する分析化学的アプローチ —

明治薬科大学 分子製剤学研究室 深水啓朗 教授  
— 携帯型ラマン分光装置を用いた医薬品類の分析 —

■開催日時：7月6日水曜日 9:00～19:00

■開催方法：オンライン配信

■参加受付：WEBにて受付 ※申し込みはこちらから ⇨

<https://www.Rigaku.com>



# 分析化学DVDシリーズ

- 最新技術と装置による映像と解説書を収録
- 日本語版 / English Version 収録



好評  
発売中

## 1～3巻

監修：公益社団法人日本分析化学会

定価 (各巻)  
 [一般] 35,000 円 (税別)  
 [(公社)日本分析化学会会員] 30,000 円 (税別)

1巻  
30分

### 分析および分析値の信頼性 —信頼性保証の確立に向けて—

- |                        |                  |
|------------------------|------------------|
| 1. 分析値の信頼性を確保するには      | 5. トレーサビリティと標準物質 |
| 2. GLP での品質保証をえるためには   | 6. 外部査察          |
| 3. 分析機器 / 分析法のバリデーション  |                  |
| 4. コンピュータ システム バリデーション |                  |



[1巻] 分析機器 / 分析法のバリデーション

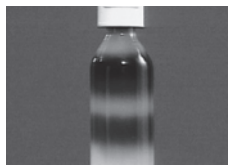


[1巻] トレーサビリティと標準物質

2巻  
30分

### 高速液体クロマトグラフィー HPLC

- |                     |             |
|---------------------|-------------|
| 1. 高速液体クロマトグラフィーとは？ | 5. 試料溶液の調製  |
| 2. クロマトグラフィーの原理     | 6. 操作法      |
| 3. カラム              | 7. データ解析    |
| 4. HPLC 装置          | 8. 定性と定量の方法 |



[2巻] 高速液体クロマトグラフィーとは？

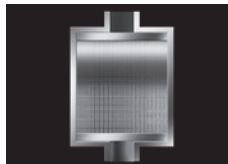


[2巻] HPLC装置

3巻  
34分

### 高速液体クロマトグラフィー質量分析法 LC-MS

- |                |           |
|----------------|-----------|
| 1. LC-MS の原理   | 5. メンテナンス |
| 2. LC-MS 装置の構成 | 6. 試料の前処理 |
| 3. LC-MS 装置の各部 | 7. データ解析  |
| 4. 測定時の注意事項    | 8. 応用編    |



[3巻] LC-MSの原理



[3巻] 応用編

お問い合わせ・ご注文は

(公社)日本分析化学会 DVD 係

〒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

Tel 03-3490-3351

Fax 03-3490-3572

Mail dvds@jsac.or.jp



TOA DKK

ポータブル水質計 P40シリーズ

mylana  
マイラナ



マイラナちゃん

pH

ORP

電気伝導率

光学式溶存酸素

ポータブルで使えるマルチ水質計



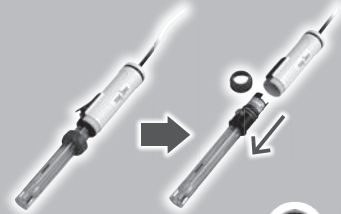
MM-42DP  
2chタイプ

各chにつなぐプローブの  
組み合わせは自由

MM-41DP  
1chタイプ

新型  
デジタル  
プローブ採用

プローブ情報を  
自動で識別



pHプローブ、  
ORPプローブは  
各々電極部のみの  
交換が可能



pH、ORP、  
各種イオンの  
測定が可能な  
普及型も  
用意



ポータブルpH・  
イオン・ORP計  
HM-40P

電池寿命は  
最大約2000時間



Mylana(マイラナ)  
詳細ページ

東亜ディーケーケー株式会社

ホームページ <https://www.toadkk.co.jp/>

本社 / 〒169-8648 東京都新宿区高田馬場1-29-10 TEL.03(3202)0218

●東京:03(3202)0226 ●大阪:06(6312)5100 ●札幌:011(726)9859 ●仙台:022(723)5734 ●千葉:0436(23)7531  
●名古屋:052(324)6335 ●広島:082(568)5860 ●四国:087(831)3450 ●九州:093(551)2727



当社ホームページ

JASCO

## リサーチグレードでありながら、 ダウンサイジングを追求

*Debut*

FT/IR-4Xは、高い拡張性とS/N比・分解能を保持したまま、従来比40%のサイズダウンを実現したリサーチグレードの赤外分光光度計です。大型機同等の20cm幅の試料室は、サードパーティ製を含む各種大型付属品を使用することが可能で、赤外顕微鏡接続、検出器拡張、近中赤外・中遠赤外への波数拡張にも対応可能です。モノコック構造の干渉計は高い密閉性と堅牢性を誇り、NISTトレーサブルフィルムによる自動バリデーション機構内蔵により、永きに渡る信頼性を担保いたします。

Fourier Transform Infrared Spectrometer  
フーリエ変換赤外分光光度計

# FT/IR-4X



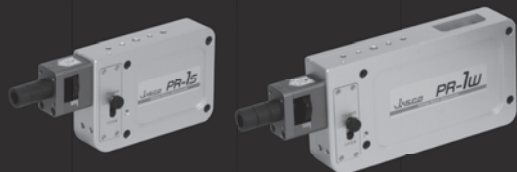
*New*

## ラマン測定を、手の中に。

PR-1s/PR-1wは、手のひらに収まる超小型ラマン分光光度計です。測定波数範囲とレーザー出力の異なる2つのモデルをラインアップしています。測定対象の自由度が高く、専用試料室やバイアルホルダーも用意しており、シンプルで手軽なラマン測定を実現します。



Palmtop Raman Spectrometer  
パームトップラマン分光光度計



# PR-1s/PR-1w

光と技術で未来を見つめる

# 日本分光

日本分光株式会社

〒192-8537 東京都八王子市石川町2967-5  
TEL 042(646)4111(代)  
FAX 042(646)4120

日本分光の最新情報はこちらから

<https://www.jasco.co.jp>

日本分光HP



# JASCO

JASCOは日本分光株式会社の登録商標です。  
本広告に記載されている装置の外観および各仕様は、  
改善のため予告なく変更することがあります。

# 研究の記憶を記録にしよう



東海林 敦

学術分野に籍を置いていると、「和文誌不要論」はよく耳にしますし、実際にいくつかの和文学術論文誌が休刊もしくは廃刊に追いやられています。日本分析化学会の発足時（1952年）から発刊されている“伝統ある”『分析化学』誌でさえも、残念なことに20年前と比べると、年々、論文投稿数が減少する傾向が見られています。英語論文にこだわる研究者が多いのは今も昔も、20年前も大きく変わりませんので、論文投稿数の減少はもっと根深いところにあるように思われます。メディアでも度々取り上げられていますが、世界の論文数が増加しているのに対して、2013年以降、日本の論文数は減少に転じており、日本の科学技術力の低下が危惧されています。結局のところ、和文誌であろうと英文誌であろうと、日本の論文数は減少傾向にあることが現実なんです。

『分析化学』誌の論文投稿数は減少傾向にあるにもかかわらず、掲載論文の年間ダウンロード数は15~20万件にも達することから、『分析化学』誌を不要と結論付けるわけにはいきません。分析化学分野における先端研究の発表・発信の場としてだけでなく、多くの研究者、技術者や学生に対する伝承の場としても大いに役立っているものと思います。しかし、論文の書き手と読み手の人数のアンバランスが生じているのも事実です。

投稿論文数減少は、日々の煩雑な業務に追われ、論文執筆に集中できる時間を確保しにくいことが主要因であると思います。また、学術誌への論文投稿そのものに高い敷居を感じている方々も少なくないようです。高い技術を持ち、高度な製品を開発したにもかかわらず、コマーシャルレベルで終始してしまうのはあまりにも“MOTTAINAI”のではないのでしょうか。あまり難しいことは考えず、多大な議論をし、たゆまぬ努力により<sup>たどり</sup>着いた研究・開発成果を“記憶”に留めておくだけでなく、“記録（論文）”として後世に残してみるのも粋なことではないでしょうか。苦勞して作成した論文がいざ掲載されたときの充実感や達成感を仲間と共有する喜びは格別です。ほんの些細な内容であっても、従来とは異なる視点で創案・創出された技術や手法、装置は、分析化学分野のみならず種々の分野の研究者・技術者にとって有用な情報となると思います。自身の研究成果が科学技術や産業の発展に役立つと想像するだけでも、胸が膨らみます。

『分析化学』誌では、“研究成果を記憶から記録に！”と挑戦する若手技術者・研究者々を対象として、「論文作成支援制度」を設けています。分析データの取りまとめから論文原稿執筆まで、10名の経験豊富なインストラクターが無料で論文作成をお手伝いいたします。また、科学技術や産業の発展に貢献する研究開発に対して「分析化学産業技術論文賞」を設けており、受賞者の方には分析化学討論会でご講演していただくことといたしました。『分析化学』誌が分析技術の発信そして伝承の場として貢献できるよう、編集委員一同が多くの努力を払っておりますので、ご支援とご協力の程よろしくお願い申し上げます。

〔Atsushi SHOJI, 東京薬科大学, 「分析化学」前編集理事〕

## 食肉の非破壊品質評価の最前線

世界の食肉生産量は2050年までに倍になると予測され、来る Society 5.0 や Industry 4.0 においてはデータ統合により生産から消費に至る流れが把握可能になると言われている。食肉品質の非破壊評価技術は、この新しい社会の恩恵の最大化に貢献できるか？期待される分析技術について標準化の視点を交えながら解説する。

本 山 三知代

### 1 食肉の品質評価法の開発トレンド

食肉は重要なタンパク質源であり、様々な加工・調理法によりバラエティ豊富なメインディッシュとして食卓を豊かにしてくれている。世界の食肉の消費量は、OECD-FAO（経済協力開発機構および国連食糧農業機構）によると最近10年間で約20%増加し、これからの10年間でさらに15%増加すると予測されている。主に鶏肉生産の増加により、2050年までに食肉生産量は倍になるとも言われている。

Society 5.0 や Industry 4.0 などIoTやビッグデータの活用が今後不可欠な社会になると言われる中、今日の食品産業の課題の一つは、サプライチェーンのすべての段階のデータを統合してフードシステムの一連の流れを把握可能にすることである。具体的には、食肉産業では農場からのデータを食肉の生産歩留や品質と結び付けることであり<sup>1)</sup>、同時に、安全性にかかわる問題が起きたときに各国政府からトレーサビリティが求められるという、食肉流通のグローバル化の要請に応えることにもつながる。また、持続可能な開発目標（SDGs）の達成に食肉生産が負うところも大きく、フードロス削減や循環型社会構築などSDGsへの貢献度を数値で評価・証明する必要も出ている。これらの情報は、政府にとっても、食肉産業にとっても、消費者にとっても重要である。

そして、これらの課題解決に分析技術が貢献できたら、食肉生産の川上から川下にいたる各重要管理ポイントにおける、品質や安全性の数値化・データ化と、それらの標準化だと考えられる。食肉生産と一口に言っても複雑で様々な要素からなり、分野としては家畜の育種に始まり、新規飼料資材を含む家畜飼養技術、と畜・枝肉生産技術、加工技術、保存技術（冷蔵、冷却等）に大別され、これらすべてが影響して食肉の品質が作られている。

食肉品質の指標も実に様々あるためすべてについて触れることはできないが、これからの社会の要請に応えるため活用が期待される計測技術という観点から、以下にその背景とともに紹介したい。

### 2 分光法による食肉品質評価

食肉の成分分析には、食品一般に共通する確立された手法が広く用いられている。具体的には、一般成分（水分・タンパク質・脂肪）の分析に加熱乾燥法、ケルダール法、エーテル抽出法など、ビタミン・ミネラル等は高速液体クロマトグラフィーや原子吸光法など、アミノ酸組成・脂肪酸組成にはクロマトグラフィーなどが用いられ、どれも公定法として学会や民間団体などが認定している<sup>2)</sup>。また、微生物汚染やアレルギー物質検出にはPCR法やイムノアッセイなどが用いられる。

これら従来の分析技術は信頼性が高く、確定結果が得られる長所がある一方、サンプルの前処理が必要なことが多く時間も掛かるため、リアルタイムやオンラインで分析する必要がある全品検査などには向かない。生産されてから消費までの時間が短い生鮮品である食肉では、分析のための時間が取れないため、迅速、*in-situ*、非破壊といった長所がある分光技術が開発されている。

物質には、取り込みやすいエネルギーを持った波長の光のみ吸収するという性質がある。分光法は、対象がどのような光を吸収するかを調べることで、様々な情報を非破壊的に得ることができる。「光」としては、目に見える可視光だけでなく、紫外光や近赤外光、赤外光など幅広く用いることが出来る（図1）。これらの光は持っているエネルギーが違うため、試料に当たったときに見える情報が異なる。

これらのエネルギー領域の中でも、近赤外光を用いた技術は、広く食品分野で研究開発されてきた歴史がある。食肉分野では、牛肉のブランド化や品評会（全国和牛共進会）で品質指標になっている脂肪の構成オレイン酸含量等の迅速評価に近赤外分光が用いられている<sup>4)</sup>。

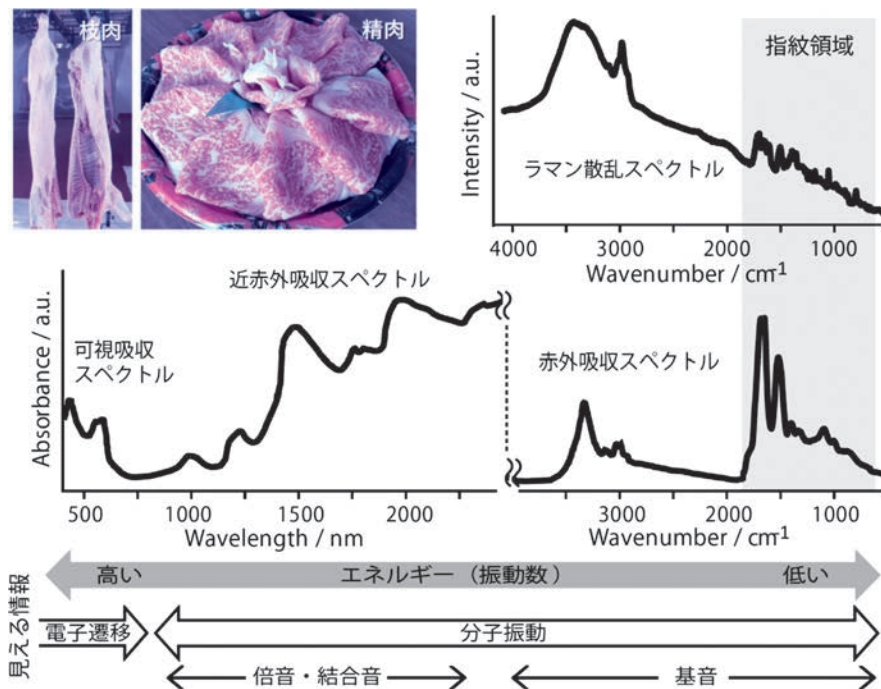


図1 食肉の様々なエネルギー領域のスペクトル<sup>3)</sup>



図2 近赤外分光を用いた牛肉脂肪の脂肪酸組成測定装置  
(資料提供 (株)相馬光学, <https://somaopt.co.jp/products/s7040/>)

光ファイバプローブを備えた専用ポータブル分光器とケモメトリックスの利用により、食肉生産現場での非破壊評価を可能にしている<sup>5)</sup>(図2)。

近赤外領域の光を使うと、食品に多く含まれる分子の官能基、特にC-H、N-H、O-HなどH(水素原子)を含む官能基の振動の、倍音・結合音を観測することができる。「倍音・結合音」とは、「基音」(後出)の振動数を整数倍したり加算したりした振動の意味で、基音よりも振動数が1~数オクターブ高いエネルギー範囲(波長750~2500 nm)にある。ヒトの目では検出できないので、分光器と検出器を使ってスペクトルを取得し、そこから情報を得る。倍音・結合音の振動は複雑に重なっておりスペクトルのバンド構造ははっきりしないため(図1)、スペクトルのなるべく広い範囲をケモメトリックスを用いたり多変量解析にかけて統計的に情報を得るのが一般的である。

2009年の「信州プレミアム牛肉」に始まり、2016

年までに七つの県において牛肉のブランド化にこの技術が貢献している<sup>6)</sup>。日本固有の品種である黒毛和牛は脂肪の不飽和度が遺伝的に高く、加えて不飽和度を高めるような飼養管理がおこなわれることが多いため<sup>7)</sup>、この特長を数値化し他の牛肉と差別化して付加価値を付け輸出しようという動きもある。また、牛肉だけでなく豚肉においても同技術により脂肪の構成脂肪酸組成、一般成分等の迅速評価が可能になっており、豚肉のブランド化や高品質化への活用も期待されている<sup>8)</sup>。

食のグローバル化が進む中で日本からイスラム圏への「ハラール食肉」の輸出も増えている。ハラール食肉とは、一般的な食品衛生の確保に加えて、イスラム法に則って家畜をと畜し、「ナジス(イスラム法で禁忌とされているもの)」に触れないように品質管理された食肉である。食肉の畜種(牛、豚、馬など)の偽装は世界的な問題であるが、特にナジスである豚の検出法の開発は、イスラム圏の人口増加を背景に重要性を増している。

豚肉の検出には豚由来のタンパク質やDNAをELISA法やPCR法で検出するのが一般的であるが、脂肪のスペクトル解析によっても可能である<sup>9)</sup>。図3は、ラマン散乱スペクトルから得た「基音」の情報を用いて、豚の脂肪を特異的に見える化した結果である。

分子は原子と原子の結合でできているが、その結合はよくバネに例えられ、バネ両端にかかる重さや環境に応じて一番振動しやすい振動数で伸びたり縮んだり、横にゆれたりしている。その振動は「基音」あるいは「基準振動」と呼ばれ、赤外光のエネルギー範囲(波長2500~25000 nm、波数に換算すると4000~400 cm<sup>-1</sup>)に

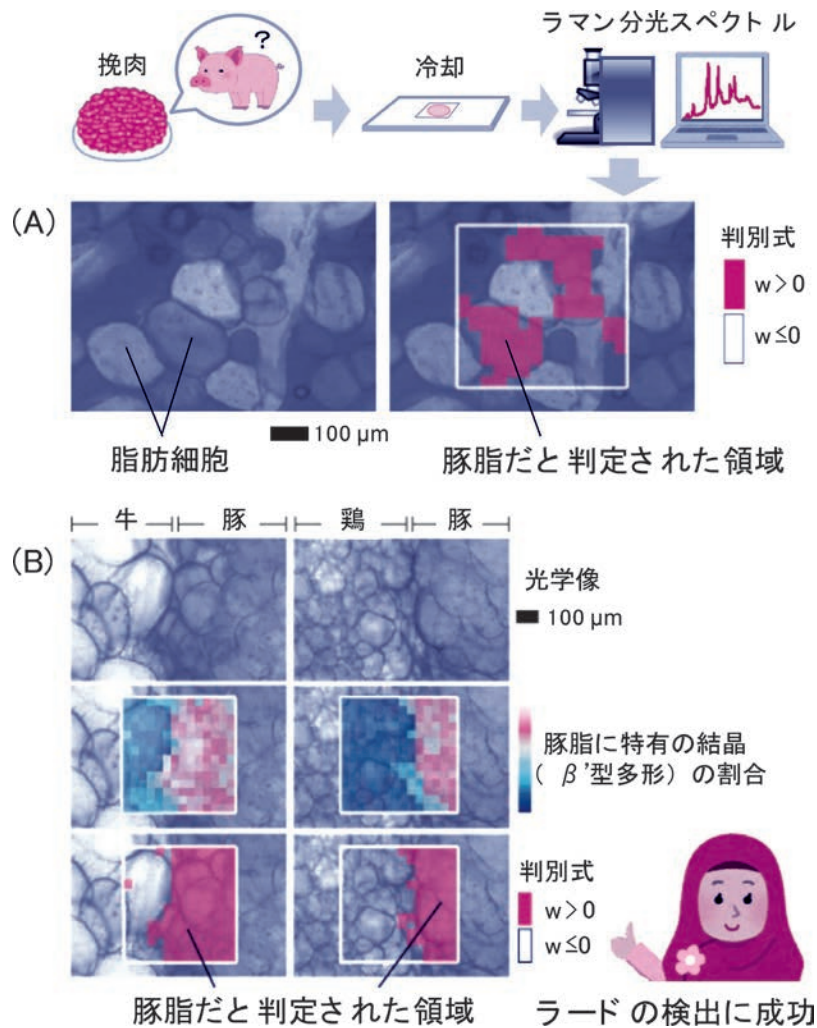


図3 ラマン分光による豚脂の検出<sup>9)</sup>

(A) 牛豚合挽肉試料，判別式  $w$  は試料中の脂肪の結晶に占める  $\beta'$  型多形の割合（ラマン分光計測値）が閾値より大きい場合に正となり豚脂と判定する．(B) 異なる畜種の脂肪を隣接させた標準試料における豚脂の検出結果．

ある（図1）．C-H，N-H，C-C，C=C，C=O…など結合のバネごとに固有の振動数があるので，スペクトルを調べると，どのグループがどの位どんな環境下にあるのか直接的に分かる．先に紹介した近赤外光からは統計的な情報が得られる一方，赤外光のエネルギー範囲からは分子化学的な情報が得られる．

食肉の脂肪は冷蔵により一部が結晶化した状態にあり，豚の脂肪には，牛や鶏の脂肪にはあまり含まれないタイプの結晶多形（ $\beta'$  型多形）が多く含まれている．この結晶多形の結晶副格子構造に由来する基準振動のバンド強度を調べることで，豚の脂かどうかを判別したのが先の結果である（図3）．脂肪細胞の中の脂のスペクトルを顕微鏡下で取る必要があるため，オンラインでの利用はできないが，新しい豚肉検出法になりうる．

また，「分子の指紋」が得られる指紋領域（図1）のスペクトルには，食肉の品質にかかわる沢山の情報が含まれている．例えば，ラマン散乱スペクトルの指紋領域の解析によりこれまで様々なアプリケーションが開発されており，上述した脂肪の結晶多形の定性・定量や畜種

の推定だけでなく，例えば，脂肪の過酸化度や不飽和度，*cis* 異性体含量の定量，筋肉内脂肪含量と構成脂肪酸の定量，などがある．コンピュータサイエンスの進歩により将来，1本の指紋領域のスペクトルからこれらの情報がすべて同時に，しかもサンプルの前処理なく得られるようになると考えられる．

特にラマン分光は，食品一般に含まれる水の妨害を受けずに指紋領域のスペクトルを測定できる長所があり，食肉も前処理なく計測可能で装置も低価格化と小型化が進んだことから，現場への展開が期待されている．

また，商品ロスの生じる破壊的な方法ではあるが，核磁気共鳴分光法などを応用した技術として，一般成分（水分・脂肪）を5分程度と迅速に計測可能なシステム（図4）が開発されており，食肉専用の比較的安価な装置も上市されている．国際規格化などの標準化も進められており，技術保持者が必要だったり有機溶媒を使用する人体・環境・コストの負荷が大きい従来法が，これらの迅速法に時代の要請を受けて置き換えられていくと思われる．



図4 食肉の一般成分の迅速分析システム  
(資料提供 CEM 社, <https://cem.com/ja/oracle/>)

以上のように、今後も分光法により多くの食肉品質が迅速に評価可能になっていだろう。ただ、分光法を用いる際に留意したいのは、検出対象となる分子の周囲のマトリックスの成分や構造の変動の影響が大きいことと、それゆえ検出精度・再現性に問題が生じ確定法になり難いことである。マトリックスの変動は、個体差が常にある生物由来試料の分析に一般的な課題だが、分光においてはファントムや標品など装置キャリブレーション技術や、ベースライン補正などのスペクトル処理技術など、標準化に必要な技術開発を適切におこなうことにより、越えられる壁であると考えている。

### 3 イメージングによる食肉品質評価

先述した分光法を応用した技術は、目に見えない食肉の品質を評価することが目的である一方、可視光域の色の情報を主に用いるコンピュータビジョンの利用も進んでおり、「霜降り」や形などの目に見える食肉品質の数値化・データ化のためのイメージング技術が開発されている。

和牛肉に特徴的な「霜降り」は、食肉流通においてロース芯と別名呼ばれる最長筋の、筋肉内脂肪の量と細かさの程度などで評価される。霜降りの評価基準の開発・導入とともに和牛肉も高度に発達し今日の世界的評価を獲得した歴史があり、その肉のやわらかさと霜降りの関係が広く認識され、現在では日本だけでなく食肉生産各国で独自の基準で評価されるようになってきている。

霜降りは枝肉（部分肉に分割される前の食肉の形態）をロース芯が見えるように切開し、その切開面から評価する。これまで肉眼で評価されてきたが、狭い切開面に対して小角からの撮影にも対応した装置とアプリケーションの開発により、クラウド上でロース芯の自動検出と霜降り程度などの品質が数値化可能になっており（図5）、技術の国際標準化も目指されている。

また、グラフィックスプロセッシングユニット（GPU）の開発など近年のコンピュータの画像処理性能の向上に

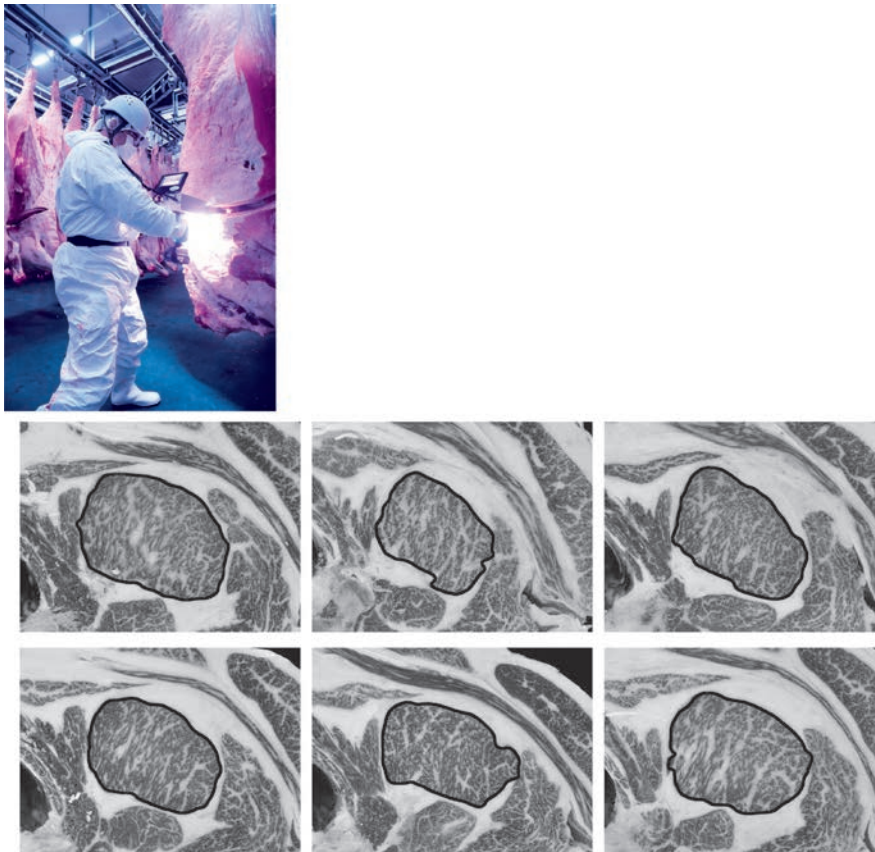


図5 撮影風景とロース芯の自動検出  
(資料提供 (一社) ミート・イメージ ジャパン)

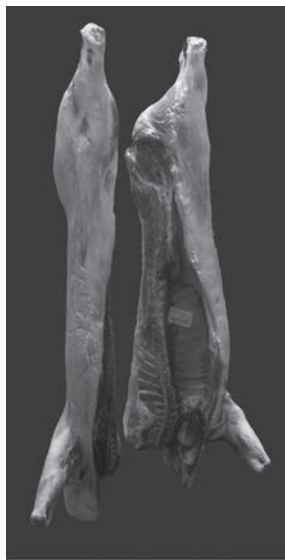


図6 豚枝肉の3Dグラフィック

より、物体や空間を二次元のモニタ上に奥行き感（立体感）を持って視覚表現する三次元（3D）グラフィック技術は、様々なゲームやデジタル映像など我々の身近なものとなり、その作製と表示のための技術進歩と低価格化が目覚ましい。

食肉分野ではこれまでも、産業上最重要な品質である歩留の予測と、ひいては流通取引の円滑化に貢献するとして、特に枝肉の立体形態の計測に関する技術開発がおこなわれてきた。しかし、既存技術は計測のために生産ラインを流れている枝肉を一瞬でも止めなければならないことや、得られるのは枝肉の撮影した片面の情報のみで正確な体積や断面積は評価できない欠点があった。これが今日では、瞬時に撮影した大量の画像データを迅速に処理できるようになり、生産ラインの流れを止めずとも枝肉の3Dグラフィックが簡単に得られるようになっている（図6）。

日本だけでなく、海外でも枝肉の3D計測技術がほぼ同時に開発されているが、どちらも時間のかかるスキャン方式ではなく、写真計測を応用したものになっている。約40台の静止画カメラを用いて枝肉の全周から略同時に写真を撮り、それらから計算により枝肉の立体座標を求めている。枝肉表面のテクスチャも写真から合成された色で再現されている。

立体計測により、これまで取引にあまり活用できなかった形態や外観を新たに数値化できるようになっただけでなく、体積・断面積も正確に評価可能であるため、今後、家畜育種も含めた技術開発につながる可能性がある。歩留の予測という重要課題に対しても、赤肉部分とトリミングする脂肪の部分の色のコントラストが比較的はっきりしているため、カラーで提供される3Dグラフィックの貢献が期待できる。

3Dグラフィックはそれ自体がリアルな品質表現とし

て広く活用が見込まれる。ICT技術と組み合わせることで、スマートフォン等でまるで実物のような枝肉を自由視点で確認することが簡単に可能になり、オンライン化に対応した新しい品質データとして海外取引だけでなく、家畜伝染病まん延防止の観点から国内でも枝肉を直接確認することが難しくなっていることへの対応策として利用できるかもしれない。このように広く活用が期待できるため、データム（幾何学的基準）や色校正など、データの比較時などに特に必要になる標準化のための技術開発も適切に進める必要がある。

## 4 展 望

昨今のCOVID-19で、世界では作業員から食品へのウイルス混入と操業停止が問題になり、プロセスの自動化による食品の安全性向上と通常操業を続けられるメリットが明確になった。しかし、食肉は生体組織でありやわらかく変形しやすく、また個体差も大きいことから自動化につながる計測技術を開発するには難しい対象である。

したがって、Society 5.0やIndustry 4.0において食肉分野でまず実用化が見られるのは、計測の必要が無く既存データの統合で対応できる、トレーサビリティの確保、廃棄の削減、稼働率向上、消費期限等在庫管理などの分野と思われる。これらはSDGs達成にも貢献すると考えられる。

しかし、これらとは別に食肉の品質にこそ畜産農家ははじめ食肉生産者の努力が現れており、品質を適切に評価・格付する技術が、生産者と円滑な流通を根幹で支えている。分析技術は、食肉特有の個体差などの課題を超えて、この品質の数値化・データ化技術の開発と標準化を通じてフードシステムに統合できる品質情報を増やすことで、新しいオンライン化社会の恩恵の最大化に貢献できると考えられる。

データの統合にも必要とされる標準化は、その基準・評価技術・データの普及と利用を強力に推進し、近視眼的には食肉流通を円滑にするという分かりやすい利点がある。一方、標準化のやり方次第では技術漏洩や品質の差別化を難しくしてしまう恐れがあり、分かりやすい例に「霜降り」がある。霜降りの多いものほど等級が上になる基準が日本で開発・導入されたことにより、高い等級を得ようとする一般的な心理が生産者に働き、和牛の霜降り程度の上昇と輸入牛肉との差別化に貢献したが、もしもこの基準をそのまま国際化した場合、海外牛肉の霜降り程度が和牛に近づき将来的に和牛の国際市場における差別化が難しくなるものと推測される。

本稿では、食肉品質の最新の非破壊評価法を分光とイメージングの二つに大別して紹介したが、枝肉に付着した獣毛や最終製品に混入した軟骨の検出など、AI技術の応用も試みられている古くて新しい難題もあり、分光



とイメージングの両者を組み合わせたハイパースペクトルカメラやセンサーフュージョンなども、装置の低価格化とアプリケーション開発により実用化していくと思われる。食肉特有の個体差の問題解決にも貢献するかもしれない。今後の技術開発に期待したい。

#### 文 献

- 1) S. Barbut : *Anim. Front.*, **10**, 38 (2020).
- 2) “AOAC Official Method, 39. Meat and Meat Products”, (2012).
- 3) 本山三知代 : 化学と生物, **57**, 395 (2019)
- 4) 入江正和 : 食肉の科学, **60**, 219 (2019).
- 5) S. Piao, T. Okura, M. Irie : *Meat Sci.*, **137**, 258 (2018).
- 6) 大倉 力 : 応用物理, **87**, 6 (2015).
- 7) M. Motoyama, K. Sasaki, A. Watanabe : *Meat Sci.*, **120**, 10 (2016).
- 8) (独)家畜改良センター プレスリリース, [www.nlbc.go.jp/](http://www.nlbc.go.jp/)

pressrelease/210419press\_honsyo.pdf (2021.4.19).

- 9) “農研機構技術パンフレット集. 9. 食品中の豚肉を光で直接検出する方法”, (2019).



本山三知代 (Michiyo MOTOYAMA)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門/同機構 知的財産部国際標準化推進室 (〒305-0901 茨城県つくば市池の台2. 東京大学理学系研究科化学専攻博士課程. 技術士(農業部門), 博士(理学)《現在の研究テーマ》食肉の非破壊分析手法, 特に光を使った評価法の開発. 《主な著書》M. Motoyama : Chapter 8, “Raman spectroscopy for meat quality and safety assessment”, *Advances in Meat Processing Technology*. A.E.-D. (Bekhit. Boca Raton), (CRC Press) pp.269-297 (2017). 《趣味》肉料理を作って食べること, 世界の珍料理食べ歩き.

E-mail : [mmichiyo@affrc.go.jp](mailto:mmichiyo@affrc.go.jp)

## 新刊紹介

### 理科年表 2022 ポケット版

国立天文台 編

本書は、大正14年(1925年)に創刊し、戦時中の数年の休刊を除き毎年発行され、2022年版が95冊目となる。目次から順に①暦部、②天文部、③気象部、④物理/化学部、⑤地学部、⑥生物部、⑦環境部の7部門と付録から成る。2005年に新設された環境部では、年平均気温の偏差、海面水温の長期変化傾向、オホーツク海の海水域面積などの地球温暖化への移り変わりがデータで示される。日本の温室効果ガスの総排出量は2013年をピークに下がっているのは京都議定書の効果が発揮されたのではないかと安堵を覚える。

価格が手頃なので登山が趣味の友人にプレゼントをしてみたい。世界の高山や日本の山がリストアップされ、各地の日の出入りや地域別降水量の月別平均値もチェック出来る。また、スマホの時代にあって中学生の子どもへの手軽なプレゼントにもしてみたい。中学生にはまだ難しい漢字も多いが、WEBからコピーしてレポートを済ませてしまうことなく、データベースの宝庫である本書の中から、気になる分野をじっくり調べてレポートにまとめる、という基本学習を身につけてくれることを期待し、高校、大学でのサイエンスの探求に繋げてくれる書となることを期待させてくれる。

[ISBN 978-4-621-30648-2・規格外・1204ページ・1,500円+税・2021年刊・丸善出版]

### 有機スペクトル解析入門

横山 泰, 石原晋次, 生方 俊, 川村 出 著

有機化合物のスペクトル分析は有機合成化学をはじめ、様々な研究分野に対して基礎となる化学分析である。本書は、質量分析法、赤外分光法、核磁気共鳴分光法、紫外可視分光法について順に解説した入門的な教科書となっている。これらの分析法について、基本原理とその実例をバランスよく組み合わせることで、初学者であっても理解できる内容となっていることが特長である。これらのスペクトル測定は広く一般的に利用されているため、その原理を深く学ぶというよりも如何に使い方を身に付けるか、得られる結果をうまく読み解くかというところに関心が向けられがちである。本書では6章 構造解析へのアプローチでの実例の解説、7章 演習問題の章でそのようなニーズに応えつつ、1~5章において基本原理を丁寧に解説されている。卒業研究を始めた学部学生から、既に構造解析の経験を持つ大学院生や、新しい分野に挑戦することになった企業研究者など、幅広い層の研究者にとって大いに参考になる入門書となるであろう。

[ISBN 978-4-8079-0973-5・B5版・194ページ・2,800円+税・2022年刊・東京化学同人]

# 血清グライコプロテオミクス —LC/MS/MSを用いる血清糖タンパク質の網羅的解析—

血清タンパク質の多くは糖タンパク質である。糖タンパク質は、同一ペプチド配列に様々な糖鎖が結合した分子（グリコフォーム）からなる不均一な集合体であり、その不均一性は組織や病態で変化することが知られている。その変化をがんなどの診断に利用しようと血清糖タンパク質の網羅的解析（グライコプロテオミクス）が行われている。本稿では、糖タンパク質の特徴を述べた後、血清グライコミクス手法の一例について概説する。

高倉 大輔, 川崎 ナナ

## 1 血清糖タンパク質

血清タンパク質の約半分をアルブミンが占め、40%をイムノグロブリン G (IgG)、トランスフェリン、フィブリノーゲン、IgA、 $\alpha$ 2-マクログロブリン、IgM、 $\alpha$ 1-アンチトリプシン (A1AT)、補体 C3、およびハプトグロビンなどの9種の高濃度糖タンパク質が占める。さらに残りの10%も多くの糖タンパク質によって占められている。糖タンパク質の糖鎖は生命現象や疾患などによって変化するといわれている。例えば、関節リウマチ患者の血液中のIgGの糖鎖は健康人と比べ短いことが知られている<sup>1)</sup>。現在、腫瘍の血液診断に用いられている腫瘍マーカーの本質の多くは糖鎖抗原である<sup>2)</sup>。さらに、近年のプロテオミクスやグライコプロテオミクス技術の進展に伴い、血清糖タンパク質マーカー探索が不可能ではなくなり、<sup>すい</sup>膵がんマーカーとしてのハプトグロビン<sup>3)</sup>や、アルツハイマー病マーカーとしてのトランスフェリン<sup>4)</sup>などが見いだされるようになった。筆者らも、A1ATのあるグリコフォームが大腸がん患者血清で増加していることを見いだしている<sup>5)</sup>。IgG、ハプトグロビン、トランスフェリン、A1ATはいずれも存在量の多い糖タンパク質である。多くの疾患マーカーが1%以下のタンパク質集団から見いだされているように、今後グライコプロテオミクスの探索研究も微量糖タンパク質に向かっていこう。また、近年の技術革新は、微量血清グライコプロテオミクスを可能としている。本稿では、糖タンパク質の糖鎖の概略と、質量分析 (MS) を用いた血清グライコプロテオミクス手法の代表例について概説する。

## 2 糖タンパク質の糖鎖の構造

糖タンパク質の糖鎖にはN結合型糖鎖とO結合型糖

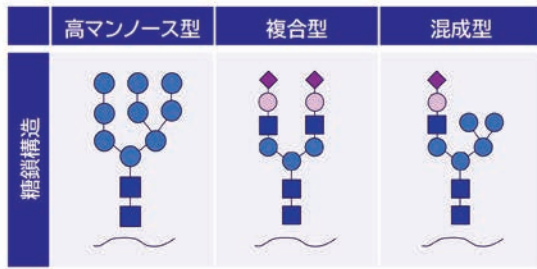
鎖がある<sup>6)</sup>。N結合型糖鎖はAsn-Xaa-Ser/Thr (XaaはPro以外のアミノ酸)配列のAsn残基に結合する。N結合型糖鎖の還元末端はマンノース (Man) 3個とN-アセチルグルコサミン (GlcNAc) 2個からなる共通のコア構造を有しており、その側鎖を構成する単糖の種類により、高マンノース型、複合型、および混成型の三つの型に分類される (図1A)。高マンノース型は側鎖にManのみを含み、Man5 (M5) からMan9 (M9) まである (図1B)。複合型はGlcNAc、ガラクトース (Gal)、フコース (Fuc) などからなり、側鎖の本数によって1~4本鎖と呼ばれる (図1C)。非還元末端にN-アセチルノイラミン酸 (NeuAc) などのシアル酸が結合することがある。混成型は、高マンノース型と複合型の両方の性質を持つ。

O結合型糖鎖はSerまたはThr残基に結合する。還元末端糖はN-アセチルガラクトサミン (GalNAc)、Fuc、グルコース (Glc)、Man、キシロースまたはGlcNAcと多様である<sup>7)</sup>。もっとも頻度の高いO-GalNAc型糖鎖はさらにコア1~コア8に分類される (図1D)。このように、糖鎖は単糖、結合位置、分岐構造などの違いによる多数の異性体が存在する。MSではこれらの異性体を識別できないことが課題である。

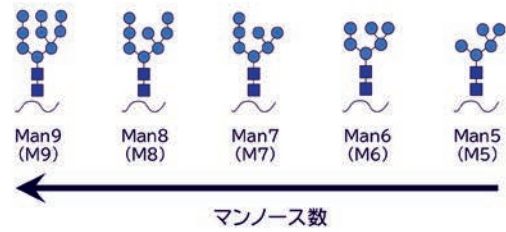
## 3 糖タンパク質の糖鎖の生合成

N結合型糖鎖の生合成は小胞体からスタートする<sup>8)</sup>。ドリコールリン酸にGlcNAc、Man、およびGlcが順次結合し、 $\text{Glc}_3\text{Man}_9\text{GlcNAc}_2$ が出来上がると、オリゴ糖転移酵素によりペプチド鎖に転移される (図2)。非還元末端のGlcはタンパク質の高次構造形成に伴いトリミングされる。Man8になると小胞体からゴルジ体に輸送され、様々なグリコシダーゼによるトリミングと糖転移酵素によるGal、Fuc、およびシアル酸の付加が規則的に行われる。主なO結合型糖鎖の生合成はゴルジ体で行われる。O-GalNAc型糖鎖は糖転移酵素によりSerまたはThr残基にGalNAcが付加されたのち、単糖が一

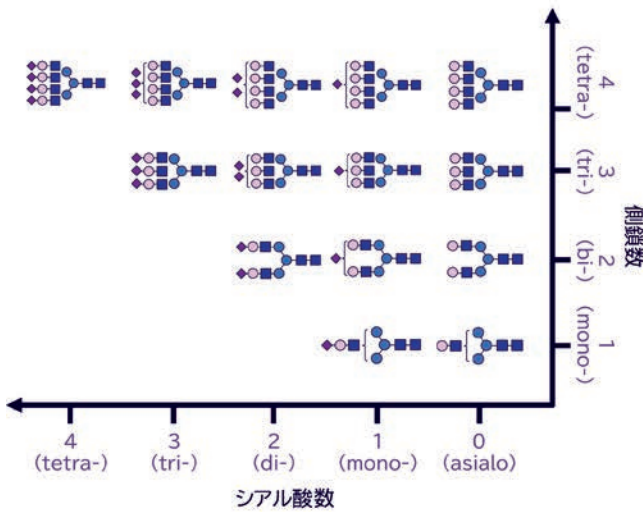
(A)



(B)



(C)



- マンノース (Man)
- ガラクトース (Gal)
- N-アセチルグルコサミン (GlcNAc)
- ◆ N-アセチルノイラミン酸 (NeuAc)
- N-アセチルガラクトサミン (GalNAc)

(D)

コア1	コア2	コア3	コア4
コア5	コア6	コア7	コア8

図1 糖タンパク質の糖鎖の種類

(A) N結合型糖鎖の三つの型, (B) 高マンノース型糖鎖の種類, (C) 複合型糖鎖の種類, (D) O-GalNAc型糖鎖の種類

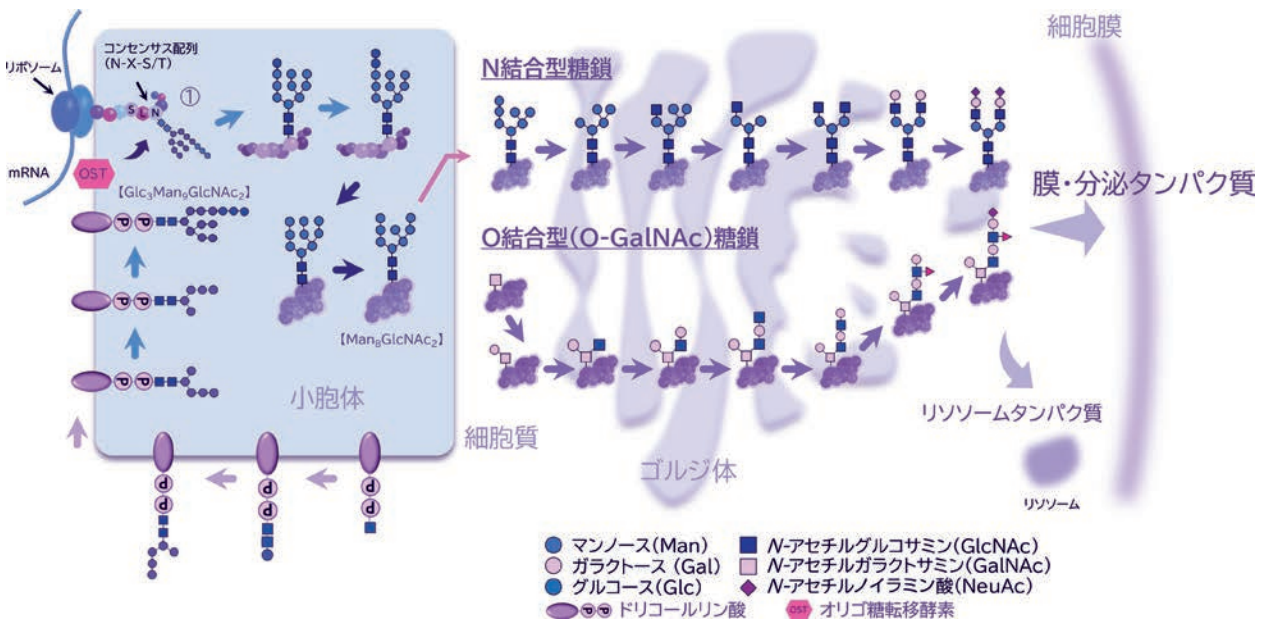


図2 糖タンパク質の糖鎖生成の概略

GlycoEpitope	Marker
Sialyl Lewis a	CA19-9, KMO-1, SPan-1, CA50, DUPAN-2
Sialyl Lewis x	SLX, NCC-ST-439, CSLEX
Sialyl Tn	STN, CA54/61, CA72-4
Mucin 16	CA125

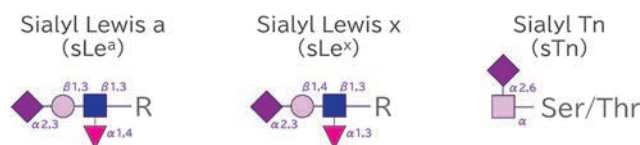


図3 糖鎖抗原と代表的腫瘍マーカーおよび糖鎖抗原の構造

つずつ付加されて伸長する。糖供給体は、外部から供給される単糖や、糖代謝で生じた糖誘導体より作られる糖ヌクレオチドである。最終的に糖タンパク質は不均一なグリコフォーム集団のまま、エキソサイトシスにより細胞外へ、またはリソソームに輸送される。糖タンパク質の糖鎖の構造や不均一性は、修飾されるタンパク質のアミノ酸配列や高次構造、糖分解酵素や糖転移酵素の分布や活性、および糖ヌクレオチドを供給する細胞内外の環境という三つの要因によって決まる。そのため、疾患等により細胞内外の環境が変化すると、糖タンパク質の糖鎖も大きく変化すると考えられる。グライコプロテオームはゲノム、トランスクリプトーム、プロテオーム、メタボローム等の変化を統合して出来上がった集団といえよう。

#### 4 糖鎖血清マーカー

血清糖タンパク質の多くは肝臓で作られるが、血清には様々な組織から分泌された糖タンパク質も多数混在している。先述したように、大腸がん、膵がん、卵巣がんなどの診断に用いられている診断マーカーの多くは、血清中の糖タンパク質の糖鎖の変化を指標にしている。図3に腫瘍マーカーとして利用されている代表的糖鎖マーカーと糖鎖構造をまとめる。診断では癌細胞を免疫することのでられた抗体を利用しているケースが多い。抗体の標的は糖鎖抗原であるといわれているが、その糖鎖抗原で修飾されているタンパク質の多くは不明である。

#### 5 血清糖タンパク質の網羅的解析

近年、血清などの非侵襲性試料から疾患に関連して変動するグリコフォームを明らかにし、その糖鎖とタンパク質の両方を特異的に認識する検査法を確立しようとする研究が精力的に行われている。

##### 5.1 課題

糖鎖構造解析には、単糖、オリゴ糖、糖ペプチド、および糖タンパク質解析の四つのアプローチがある<sup>6)</sup>。血清糖タンパク質糖鎖の解析で利用される方法は、オリゴ

糖解析と糖ペプチド解析である。オリゴ糖解析は糖鎖の詳細構造解析やプロファイル解析に適しているが、糖鎖をタンパク質から切り離すため、他のオミクス情報と連結させることができなくなる。糖ペプチド解析にはLC/MS/MSを用いる。糖ペプチドのMS/MSデータはGene IDを介してゲノム情報と連結させることができるので、どのタンパク質の、どの位置に、どのような糖鎖が、どの程度結合しているかまで解析することができる。また、タンパク質情報を介して、その糖鎖修飾の機能や局在に関する情報も得ることができる。これまで、糖ペプチドのLC/MS/MSには以下に示すような技術的な課題があったが、最近では解決策が示されるようになってきた。

第一の課題は、糖ペプチドは、糖鎖非修飾ペプチドに比ベイオン化されにくいこと、また、イオン化しやすい物質が共存するとイオン化抑制を受けさらに検出されにくくなることである。多くの糖ペプチドには多様な糖鎖が結合しているため、質量も保持時間も複数になり、益々検出は困難になる。この解決策の一つが糖ペプチドの濃縮であり、濃縮法の選択がグライコプロテオミクスの結果を左右するといつて過言ではない。

第二の課題は、糖ペプチドのMS/MSで取得されるプロダクトイオンスペクトルにはペプチド、糖鎖および糖ペプチドイオンが混在しており、元の糖ペプチドの配列推定が容易でなかったことである。近年、自動でプロダクトイオンを再構築するためのソフトウェアと、それを支えるMS用糖鎖データベースの整備が進み、糖ペプチドの構造推定が困難ではなくなってきた。

##### 5.2 ワークフローの一例

図4に、一例として、筆者らが構築したグライコプロテオミクスのワークフローを示す。血清NおよびO結合型糖タンパク質の網羅的解析を行うにあたり、10 μL程度の血清を使用する。ステップごとに、目的を考慮した最適方法を選択する必要があるが、ここでは選択肢と選択のポイントを簡単に紹介する。

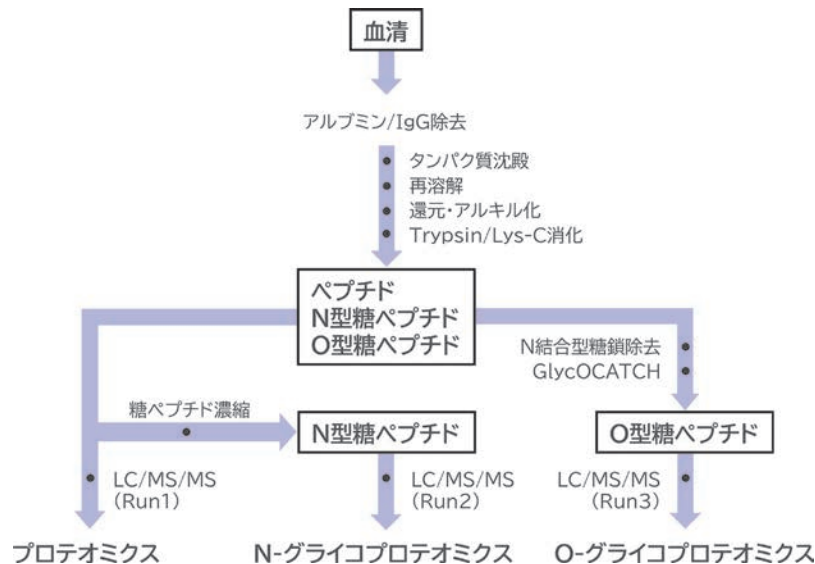


図4 血清グリコプロテオミクスのワークフローの一例

### 5・2・1 血清高濃度タンパク質の除去

疾患関連タンパク質などの探索を目的としたプロテオミクスでは、アルブミン、IgG および存在量の多い糖タンパク質を抗体カラムで除去し、残りの成分を解析対象とすることが多い。グリコプロテオミクスでは、糖鎖非修飾ペプチドを除去する操作があるため、このステップを省略することもある。微量糖タンパク質の解析を目的としている場合など、高濃度糖タンパク質を除去した方がよい結果が得られることもある。

### 5・2・2 タンパク質の沈殿法および再溶解法

タンパク質の沈殿法としてよく利用される方法として、アセトン法とクロロホルム-メタノール法がある。沈殿物の再溶解に用いられる代表的な可溶化剤として、尿素、グアニジン塩酸、デオキシコール酸ナトリウム、ProteaseMax Surfactant™ などがある。高濃度の尿素やグアニジン塩酸はトリプシン等のプロテアーゼ活性を阻害するため、次の消化ステップで希釈する必要がある。デオキシコール酸ナトリウムは酸性条件下で有機溶媒を用いて除去することができる（相関移動溶剤法）<sup>9)</sup>。しかし、溶液を酸性にするので、シアル酸結合糖鎖の解析が目的の場合は注意が必要である。沈殿法と再溶解法の選択と組み合わせは、同定数と同定糖タンパク質の種類を左右するので、目的に応じた最適な方法を選択する。

### 5・2・3 消化酵素

プロテオミクスでは第一選択酵素としてトリプシンが用いられる。それは、トリプシンは Lys や Arg 残基などの C 末側を切断するため、どのペプチドにも正電荷が入り、配列情報につながるプロダクトイオンが生じやすくなるからである。グリコプロテオミクスでも第一選択酵素はトリプシンや、トリプシンとリシルエンドペ

プチダーゼ (Lys-C) の併用である。その他の酵素として、Glu-C (V8 Protease), Asp-N, キモトリプシン, サーマリシンなどがあり、2種類以上の酵素を組み合わせ使用することもある。糖鎖修飾されたペプチドは親水性が高くなるため、脱塩操作で失う可能性があることや、一つのペプチドが複数の糖鎖で修飾されているとき、糖鎖の帰属が極めて困難になることなどを考慮して酵素を選択する必要がある。

### 5・2・4 N型糖鎖修飾ペプチドの回収

糖ペプチドを効率的に濃縮する方法としてアセトン沈殿法<sup>10)</sup>、並びにセファロースやセルロースなどの親水性担体およびレクチンなどを利用した方法<sup>11)</sup>が報告されている。網羅性が高い方法はアセトン沈殿法と親水性担体を利用した方法であるが、回収される糖鎖とペプチドは必ずしも一致しないことに注意する。親水性相互作用を利用した簡便法として、G-Tip™ を用いた方法がある<sup>12)</sup>。糖鎖構造を絞ったターゲットグリコプロテオミクスにはレクチン法が適している。但し、入手可能なレクチンは限定的である。

### 5・2・5 O型糖鎖修飾ペプチドの回収

O型糖ペプチドの回収は容易ではないが、近年、不活性化 OpeRATOR™ を固定化させたアフィニティーレジン (GlycOCATCH™) が販売されるようになった。OpeRATOR は、O-GalNAc 型のコア1糖鎖が結合した Ser または Thr 残基の N 末端側ペプチド結合を切断する酵素である。トリプシン消化物からコア1糖鎖が結合した糖ペプチドを効率よく回収することが出来る。しかし、シアル酸が結合しているとアフィニティーレジンとの反応性が極めて弱くなるため、精製の際にはシアル酸を除去する必要がある。また、GlycOCATCH の使用に

は、タンパク質が持つ本来の糖鎖プロファイル情報を失ってしまうという課題も残る。

### 5・2・6 LC/MS/MS 装置と測定パラメータの設定

一般的なグライコプロテオミクスでは内径 0.075 mm の ODS カラムを用いて流速 300 nL/min で分離できる LC 装置が選択される。MS 装置は高分解能測定が可能で、 $m/z$  の測定範囲が広いものを選択する。一般的な衝突誘起解離 (CID) では糖鎖の開裂が優先され、ペプチド配列を同定するためのフラグメントが十分に得られないことがある。電子移動解離 (ETD) を用いるとペプチド部分の開裂が優先される。糖鎖構造とペプチド配列のどちらを重視するかを考慮して MS/MS 装置とモードを選択し、測定パラメータを設定する。

### 5・2・7 解析ソフトウェア

近年、N 結合型糖鎖が結合したグリコフォーム (N-グリコフォーム) の配列解析は大きく進展した。解析ソフトウェアが市販され<sup>13)</sup>、糖鎖データベースの整備<sup>14)</sup>が進んだからである。グリコフォームの配列推定と定量解析を実施する際に、ソフトウェアの選択は重要である。著者らは定性解析用ソフトウェアとして Byonic<sup>TM</sup> を、定量解析用ソフトウェアとして Proteome Discoverer<sup>TM</sup> と OpenMS を用いている。定性解析においては、使用するデータベースに格納されている糖鎖構造の種類に留意

する必要がある。格納されていない糖鎖構造は配列推定に利用されないが、全糖鎖構造を対象とした検索は膨大な時間がかかる。定量解析においては、異性体の存在によりピーク形状が崩れ、ピークピッキングが困難になることがある。今後もグライコプロテオミクスの環境は急速に整備されると思うが、その都度、入手可能な解析ソフトウェアやデータベースの限界を理解しながら、網羅的解析に取り組んでいくのが現実的であろう。生体試料の網羅的解析においては、アミノ酸と単糖の組み合わせにより推定される糖ペプチド配列候補の数は膨大であり、自動解析にはいまだ限界がある。マスペクトルを目視で確認することが重要である。O 結合型糖鎖が結合したグリコフォーム (O-グリコフォーム) の自動解析も可能になってきたようである<sup>15)</sup>。

## 6 LC/MS/MS を用いた糖ペプチドの解析

同定結果の検証には、MS/MS におけるペプチドと糖鎖の開裂について理解しておく必要がある。最後に CID による糖ペプチドの開裂について解説する。

### 6・1 ペプチドの開裂

ペプチドの MS/MS では様々な位置で開裂したプロダクトイオンが生じる (図 5A)。CID では赤で示すペプチド結合の開裂が優先される。ペプチド結合が開裂して生じたイオンで、N 末端を含むペプチドフラグメント

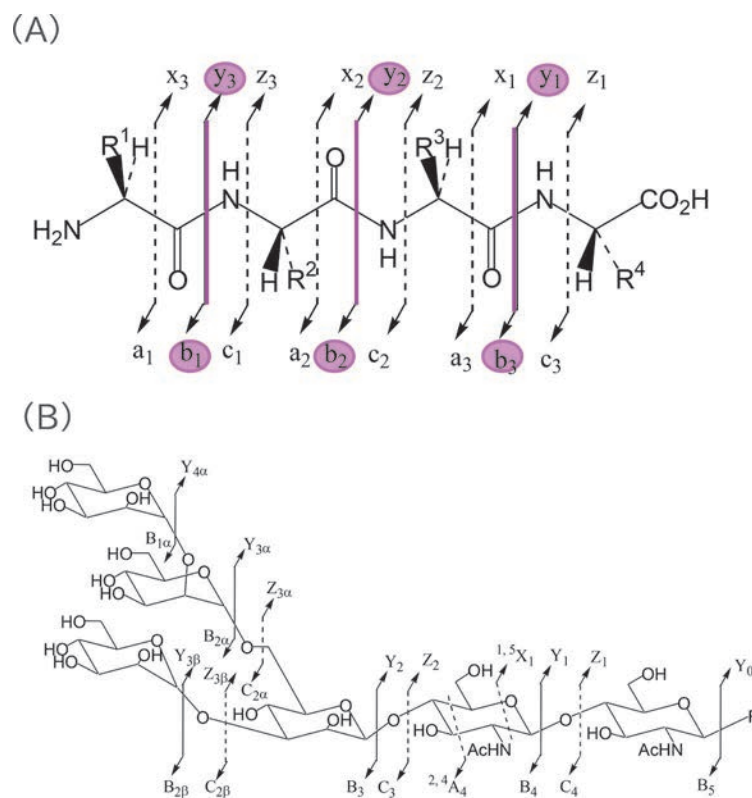


図 5 MS/MS で生じるペプチドと糖鎖の代表的開裂  
(A) ペプチドの開裂, (B) 糖鎖の開裂

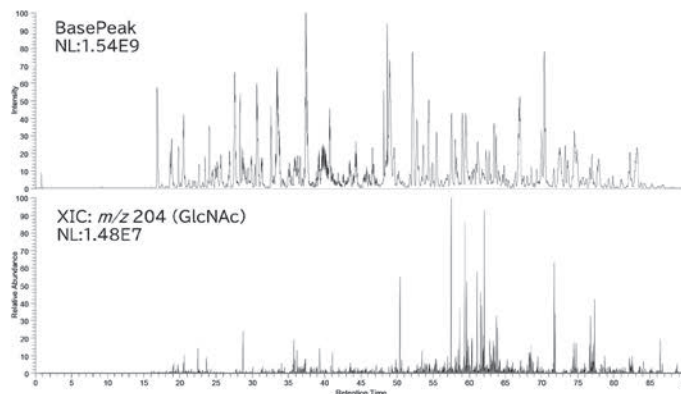
をbイオンと呼ぶ。N末端側から1番目のペプチド結合が開裂して生じたイオンをb<sub>1</sub>、2番目のペプチド結合が開裂して生じたイオンをb<sub>2</sub>とよぶ。C末端を含むフラグメントはyイオンと呼び、C末端側から1番目のペプチド結合が開裂して生じたイオンをy<sub>1</sub>、2番目のペプチド結合が開裂して生じたイオンをy<sub>2</sub>と呼ぶ。トリプシンやLys-Cで消化されたペプチドのCIDでは、C末端が塩基性アミノ酸となっているので、yイオンが比較的強く検出される。

## 6・2 糖鎖の開裂

糖鎖のMS/MSで生じるフラグメントを図5Bに示

す<sup>16)</sup>。CIDではグリコシド結合が開裂したフラグメントが生じやすい。非還元末端を含む断片をBイオン、還元末端を含む断片をYイオンと呼ぶ。Bイオンの中には糖鎖に特徴的で診断イオンとして扱われるものがある。N-アセチルヘキサミン (HexNAc) の *m/z* 204、ヘキソース (Hex)-HexNAc の *m/z* 366、N-アセチルノイラミン酸の *m/z* 292などが糖鎖診断イオンとして利用されることが多い。糖鎖抗原の存在を示唆するイオンが生じることがある。SO<sub>3</sub>-グルクロン酸 (GlcA)-ヘキソース (Hex)-HexNAc の HNK-1 を示唆する *m/z* 542、ジシアル酸の *m/z* 583、シアリルルイス a/x の *m/z* 803、SO<sub>3</sub>-HexNAc-HexNAc の *m/z* 487などが代表例である。

(A)



(B)

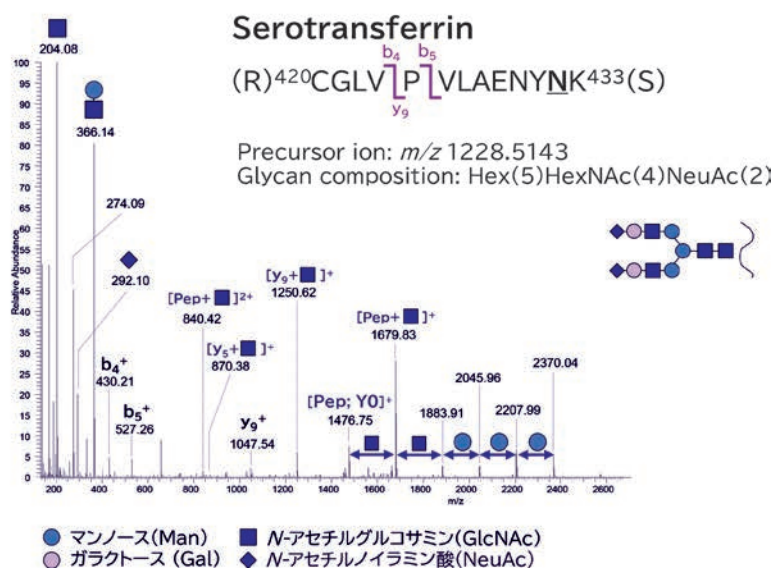


図6 血清グライコプロテオミクスの一例

(A) LC/MSで得られたベースピーククロマトグラム、(B) LC/MS/MSで得られた抽出イオンクロマトグラム (*m/z* 204)、(C) トランスフェリントリプシン消化物421～433番目のペプチドのプロダクトイオンスペクトルとフラグメントの帰属。432番目のAsn残基にジシアルル2本鎖糖鎖が結合している。

但し、フコースは転位しやすいことに注意が必要である。高エネルギー衝突解離 (HCD) を用いると、糖鎖とペプチドの両方が開裂したピークが得られる。糖鎖に由来する B および Y イオン、ペプチドに由来する b および y イオン、および糖ペプチドに由来するイオンが混在し、複雑になる。

### 6・3 LC/MS/MS を用いたグライコプロテオミクスの例

図 6 に血清グライコプロテオミクスで得られたクロマトグラムと代表的なマススペクトルを示す。ここでは血清からアセトン沈殿により回収したタンパク質をトリプシンと Lys-C で消化し、セルロール樹脂で濃縮した N 型糖鎖修飾ペプチドを HCD で開裂させた。図 6A (上段) は全スキャンモードの LC/MS で取得したベースピーククロマトグラムであり、図 6A (下段) はデータ依存的な MS/MS で得られた抽出イオンクロマトグラム ( $m/z$  204) である。図 6A (下段) のピークが見られる保持時間に糖ペプチドに由来するプロダクトイオンスペクトルが取得されている。図 6B は 58 分に溶出された糖ペプチドのプロダクトイオンスペクトルである。スペクトル上には糖鎖に特徴的な B イオンと、ペプチドと糖鎖の結合が開裂して生じた Y0 イオン ( $m/z$  1476.75)、および糖ペプチドイオン ( $m/z$  1679.83, 1883.91, 2045.96, 2207.99, 2370.04) が検出されている。また、ペプチドに由来する b および y イオンも確認できる。これらフラグメントより、本糖ペプチドはトランスフェリンの 421~433 番目のペプチドで、432 番目の Asn 残基にジシリアル 2 本鎖糖鎖が結合していることが推定される。

## 7 展 望

糖鎖分析化学の進展により、誰もがヒト血清グライコプロテオミクスを実施できるような時代になってきた。今後、細胞グライコプロテオミクスも可能となり、糖鎖が関係する様々な生命現象が解明されていくに違いない。その成果が、糖鎖を利用した様々なモダリティ開発につながっていくことを期待したい。

謝辞 本稿の執筆にあたり、ご協力いただきました荒川憲昭先生 (国立医薬品食品衛生研究所) に感謝申し上げます。本稿で紹介した実験手順や実験結果は、横浜市立大学生命医科学研究科創薬再生科学研究室佐藤祐輔さん、および向武史さんの研究成果の一部です。本研究は科研費基盤 (B) 研究課題番号: JP18H02563 (N.K.)、科研費科研費・研究活動スタート支援研究課題番号: 20K22712 (D.T.)、神奈川県先進異分野融合プロジェクト研究 (N.K) および横浜市立大学第 5 期戦略的研究推進事業研究課題番号: SK3001 (N.K) の支援の下、実施されました。

## 文 献

- 1) Y. Ohmi, W. Ise, A. Harazono, H. Fukuyama, Y. Baba, M. Narazaki, H. Shoda, N. Takahashi, Y. Ohkawa, J. Shuting, F. Sugiyama, K. Fujio, A. Kumanogoh, K. Yamamoto, N. Kawasaki, T. Kurosaki, Y. Takahashi, K. Furukawa : *Nat Commun.*, **7**, 11205 (2016).
- 2) がん情報サービス : <[https://ganjoho.jp/public/dia\\_tre/inspection/marker.html](https://ganjoho.jp/public/dia_tre/inspection/marker.html)> (accessed 2021. 10. 6).
- 3) N. Okuyama, Y. Ide, M. Nakano, T. Nakagawa, K. Yamanaka, K. Moriwaki, K. Murata, H. Ohigashi, S. Yokoyama, H. Eguchi, O. Ishikawa, T. Ito, M. Kato, A. Kasahara, S. Kawano, J. Gu, N. Taniguchi, E. Miyoshi : *Int. J. Cancer*, **118**, 2803 (2006).
- 4) Y. Murakami, K. Saito, H. Ito, Y. Hashimoto : *Proc. Jpn. Acad., Ser. B*, **95**, 198 (2019).
- 5) 川崎ナナ : *ファルマシア*, **56**, 657 (2020).
- 6) 厚生労働省 : 令和 3 年厚生労働省告示第 220 号, “第十八改正日本薬局方” (2021), 一般試験法糖鎖試験, および参考情報単糖分析とオリゴ糖/糖鎖プロファイル法.
- 7) H. H. Wandall, M. A. I. Nielsen, S. King-Smith, N. de Haan, I. Bagdonaite : *FEBS J.*, **288**, 7183 (2021).
- 8) JCGGDB CMS, JCGGDB Reports, 千葉靖典 : N-結合型糖鎖の合成機構 ; <<https://jcgddb.jp/doc/Disp.action?langType=1&projectId=3&dmsId=120&pageNo=1>> (accessed 2021. 10. 6) ; 山本一夫 : 糖タンパク質の品質管理 <<https://jcgddb.jp/doc/Disp.action?langType=1&projectId=3&dmsId=120&pageNo=1>> (accessed 2021. 10. 6).
- 9) T. Masuda, M. Tomita, Y. Ishihama : *J. Proteome Res.*, **7**, 731 (2008).
- 10) D. Takakura, A. Harazono, N. Hashii, N. Kawasaki : *J. Proteomics.*, **101**, 17 (2014).
- 11) N. M. Riley, C. R. Bertozzi, S. J. A. Pitteri : *Mol. Cell. Proteomics.*, **20**, 100029 (2021).
- 12) Y. Ohta, K. Kameda, M. Matsumoto, N. Kawasaki : *Mass Spectrom (Tokyo)*, **6**, A0061 (2017).
- 13) L. Y. Lee, E. S. X. Moh, B. L. Parker, M. Bern, N. H. Packe, M. Thaysen-Andersen : *J. Proteome Res.*, **15**, 3904 (2016).
- 14) 国際糖鎖構造リポジトリ GlyTouCan, <https://glytoucan.org/> (accessed 2021. 10. 6).
- 15) A. Singh : *Glycoproteomics. Nat. Method.*, **18**, 28 (2021).
- 16) B. Domon, C. E. Costello : *Glycoconjugate J.*, **5**, 397 (1988).



高倉大輔 (Daisuke TAKAKURA)

横浜市立大学生命医科学研究科 (〒230-0045 横浜市鶴見区末広町 1-7-29)。「現在の研究テーマ」疾患グライコプロテオミクス。《趣味》ミニチュアハウス、神社巡り。



川崎ナナ (Nana KAWASAKI)

横浜市立大学生命医科学研究科 (〒230-0045 横浜市鶴見区末広町 1-7-29)。「現在の研究テーマ」バイオ医薬品の特性解析, グライコプロテオミクス。《主な著書》川崎ナナ, 石井明子編集: “バイオ医薬品の品質管理戦略第 2 版”, (株式会社じほう), ISBN978-4-8407-5232-9 C3047。《趣味》ねこ, ガーデニング。



## 界面活性剤

### 1 はじめに

界面活性剤は、物質の界面に作用しその性質を変化させることで、乳化や分散などのユニークかつ優れた機能を発現することから、洗剤や化粧品、医薬品、食品などの幅広い分野で利用されている。特に身近な例としては、身の回りの衛生に関連する分野が挙げられる。身体、衣類、住居などを効率的に洗浄し、清潔で健やかな環境を整えるための製品においても、界面活性剤はきわめて重要な役割を果たしている。また、塩化ベンザルコニウムに代表される一部の界面活性剤は、殺菌性能やウイルス不活化能を有しており、手指の消毒<sup>1)</sup>、口腔内細菌やバイオフィルムの洗浄<sup>2)</sup>、食卓の除菌などを目的とした製品に使用されている。

一方、工業的に使用される界面活性剤の多くは、疎水基（一般的にはC<sub>8</sub>~C<sub>18</sub>のアルキル基）や親水基（エチレンオキシド（EO、-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-O-）鎖など）、あるいはその両方に鎖長が異なる同族体や構造異性体を含む複雑な混合物となっており、その組成のわずかな違いによって、親疎水性や臨界ミセル濃度（CMC）に代表される物性、ひいては洗浄力などの機能が大きく変化する。また、製品の品質や機能を担保するためには、配合された界面活性剤が設計通りの濃度で存在することを確認する必要がある。そのため、界面活性剤の組成や製品中での濃度を精確に分析することは、非常に重要である。そこで、本稿では界面活性剤の組成分析法、および定量分析法について概論する。

### 2 HPLC による組成分析

複雑な混合組成物である界面活性剤の分析には、各種クロマトグラフィーが有効である。界面活性剤の多くは難揮発性であるため、中でも高速液体クロマトグラフィー（HPLC）がよく使用される。一例として、最も代表的な非イオン性界面活性剤であるポリオキシエチレンアルキルエーテル（POE-AE）の組成分析について述べる。

POE-AEはアルキル鎖長とEO鎖長の両方に鎖長分布を有するため、含有する成分数は存在する各鎖長の組み合わせに相当する。したがって成分数が非常に多く、さらに同族体の物性は類似しているため、一般的なHPLCですべての成分を分離することは困難である。このような場合、特定の同族体の分離抑制技術である臨界点クロマトグラフィー（LCCC）を用いた二次元

HPLCが有効である。例えば、一次元目ではEO鎖長が異なる成分は分離をさせず、アルキル鎖長の違いによってのみ分離するLCCC条件で測定する。二次元目では各ピーク画分をEO鎖長の違いによって精密に分離できる条件で測定すれば、全成分の分離を達成し、組成を明らかにすることができる。この手法は、同族体の種類がさらに多くなるPOE-ポリオキシプロピレンアルキルエーテル（POE-POP-AE）の組成分析にも適用可能である。

### 3 SFC による組成分析

移動相に二酸化炭素などの超臨界流体を用いる超臨界流体クロマトグラフィー（SFC）は、HPLCよりも有機溶媒の使用量を大きく削減できるため、環境配慮型の分析法として注目されている<sup>3)</sup>。超臨界流体の粘性は液体に比べて格段に低いためHPLCよりも理論段数が向上し、カラムの背圧が大幅に減少することから、カラムの伸長によるさらなる分離能向上も可能である。

界面活性剤の分析においても、SFCの高い分離能は有効に活用できる。また、SFCでもODS基などを結合した逆相系の固定相がよく使用されるが、炭素含有率やエンドキャッピングの有無などが分離性能に及ぼす影響はHPLCよりも大きく、固定相や移動相組成を最適化すれば、非常に複雑な組成を持つPOE-POP-AEでさえも、SFCでは一度の測定で組成分析を行うことができる（図1）。

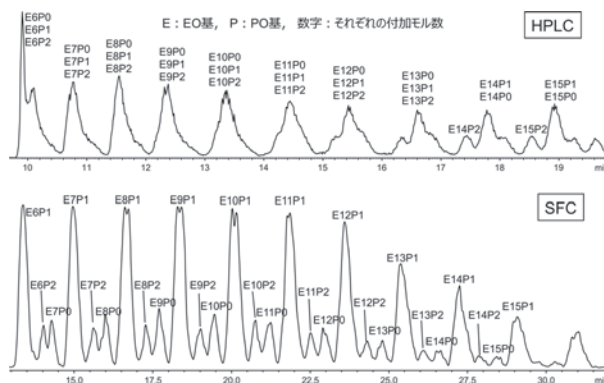


図1 POE-POP-AEのクロマトグラム（一部）

### 4 LC/MS/MS による構造解析

界面活性剤の分子構造はCMCなど様々な物性に影響を与える。POE-POP-AEの場合を考えると、EO基とプロピレンオキシド（PO、-CH<sub>2</sub>-CH(CH<sub>2</sub>)-O-）基の付加モル数が同じであっても、それらの配列の違いで

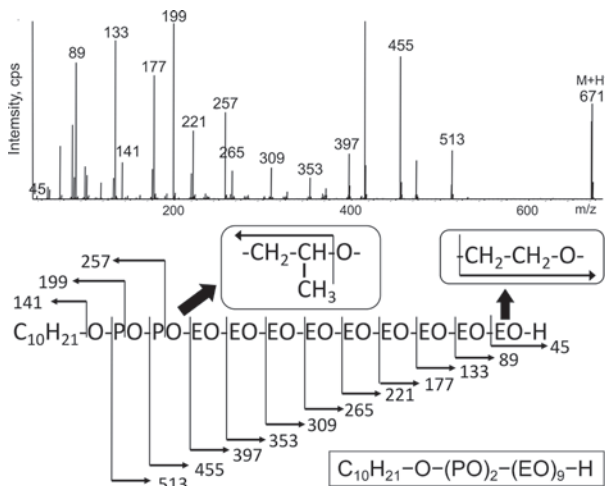


図2 MS/MS スペクトルによる POE-POP-AE の構造解析の一例

物性は大きく変化するため、その解析は重要である。

LCCC や SFC の検出器として質量分析計を用いると、分離された各成分の質量情報（プリカーサーイオン）が得られる。さらに各プリカーサーイオンのプロダクトイオンスキャンを行うと、EO-PO 鎖がアルキル基側と末端基（水酸基）側から順に開裂した複数のフラグメントイオンが検出される<sup>4)</sup>。これらを解析することで、アルキル鎖長や EO 基と PO 基の付加モル数だけでなく、それらの配列も含めた構造解析が可能である（図2）。

## 5 内標準物質を添加した NMR による定量

イオン性界面活性剤の定量には、メチレンブルーを指示薬とした分相滴定法（Epton 法）が ISO 法などで広く用いられ、非イオン性界面活性剤では、吸光度法（比色法）のチオシアン酸コバルト法などが知られている。しかし、これらの分析法は操作が煩雑で測定にかなり時間を要し、操作に対する熟練が必要となる。HPLC などでも有用ではあるが、測定対象と組成の等しい標準品を入手することが難しく、精確な定量を行うことは困難な場合も多い。

一方、核磁気共鳴（NMR）は構造解析を目的として用いられることの多い手法であるが、NMR で観測されるシグナルの強度はそれらに起因する核の数に比例する。したがって、測定試料に純度既知の内標準物質を一定量添加するだけで、定量対象と同じ標準物質を用いることなく化合物を定量できる。この手法を用いて、陰イオン性、陽イオン性、非イオン性、および両性界面活性剤を高精度かつ迅速に定量することが可能である<sup>5)6)</sup>。

また、実際の製品系では数種類の界面活性剤が配合され、その他の添加剤も多数存在することから、目的成分を精確に定量するためには溶媒抽出や吸着クロマトグラフィーなどの煩雑な前処理が必要なことも多い。NMR を用いれば、このような系に対しても測定溶媒などを検討し、定量対象に特徴的なシグナルが他成分のシグナル

と重ならない条件を見いだすことで、簡便かつ迅速に精確な定量を行うことができる<sup>7)</sup>。

## 6 まとめ

界面活性剤は非常に種類が多く、さらにアルキル鎖長や EO 鎖長などに鎖長分布を有する複雑な組成物である。近年では、高機能化や環境負荷低減などを目的に、次々と新しい界面活性剤の開発が行われており<sup>8)</sup>、その構造や組成はより複雑化する傾向にあるが、このような界面活性剤の効率的な利用や、製品の機能および品質をより高いレベルで保つために、分析技術もさらなる進化を遂げる必要があると感じている。より高い分離能を有する技術の開発を中心とした、今後の技術革新に注目していきたい。

## 文 献

- 1) 徳原志徳美, 山本奈緒子: オレオサイエンス, **21**, 101 (2021).
- 2) 五味一博: 日本歯周病学会誌, **58**, 86 (2016).
- 3) A. Dispas, H. Jambo, S. André, E. Tyteca, P. Hubert: *Bioanalysis*, **10**, 107 (2017).
- 4) A. T. Jackson, J. H. Scrivens, J. P. Williams, E. S. Baker, J. Gidden, M. T. Bowers: *International Journal of Mass Spectrometry*, **238**, 287 (2004).
- 5) 小池 亮, 城 昭一, 東 美紀子, 脇阪達司: 分析化学 (*Bunseki Kagaku*), **53**, 1125 (2004).
- 6) 小池 亮, 城 昭一, 東 美紀子, 脇阪達司: 分析化学 (*Bunseki Kagaku*), **53**, 1133 (2004).
- 7) 小池 亮, 城 昭一, 東 美紀子, 脇阪達司: 分析化学 (*Bunseki Kagaku*), **54**, 715 (2005).
- 8) 坂井隆也: オレオサイエンス, **20**, 417 (2020).

[花王株式会社 解析科学研究所 森内章博]

## ターゲットセンシングのためのペプチドを利用する電気化学センサー



菅原 一晴

### 1 はじめに

ペプチドは、20種類の天然アミノ酸を組み合わせることで、様々な特性をもつ機能性分子となる<sup>1)</sup>。このような配列から成るペプチドはタンパク質と同等の機能を示す可能性がある。また、ペプチドは生体適合性を有しており、生物活性をもち低毒性である。そのため、細胞や組織、器官への影響を軽減しつつ生体内で特定の機能を発現することができる。加えて、熱や光などによる変性に比較的強く、溶液中での立体配座の保持や化学的安定性が高い優れた性質を有している。ペプチドは、Fmoc (フルオレニルメチルオキシカルボニル) あるいは *t*-Boc (*tert*-ブトキシカルボニル) ペプチド固相合成法に基づき、ある程度の制約はあるものの特定のアミノ酸残基から成るペプチドが作製される<sup>2)</sup>。それゆえ、微生物、動植物からのタンパク質の分離精製に対して、多量で高純度なペプチドを得ることもできる。ペプチドの特長の一つとしては分子修飾が容易であり、N-末端のアミノ酸残基の化学反応を介したフルオレセン、ビオチン化、飽和脂肪酸 (Butyric acid (C4) から Stearic acid (C18))、不飽和脂肪酸 (オレイン酸やリノール酸など)、アセチル化、ホルミル化、サクシニル化、C-末端側についてはカルボキシ基のアミド化が達成される。また、セリン、トレオニン、チロシン残基のリン酸化や非通常アミノ酸、D-アミノ酸をペプチド配列に組み込むこともたやすい。ペプチドに特定の分子を結合させる場合には、疎水性のアミノヘキサン酸、親水性のポリエチレングリコールをスペーサーとして使用することも可能である。このようにペプチドを機能化させることは容易で、分析化学において注目されるべきプローブとなっている。

### 2 電気化学的センシングのためのペプチドの特性

電気化学センサーは、電子工学、化学や生物学を融合

させることで、ターゲットの高感度、高選択的、簡便、迅速なセンシングを実現するためのツールとして高く評価されている。例えば、細胞、タンパク質、金属イオン、細菌、核酸などのセンサーが考案され、疾病診断、食品分析、*in vitro*での薬物添加の評価、環境モニタリングなどに応用されている。ペプチドは、センサーのトランスデューサである電極の表面を修飾することに適しており、チオールとAuとの結合を介して電極表面に自己組織化単分子膜 (SAM) を生成させペプチドを固定化する手法が知られている。また、ポリ-L-リジン、Arg-Gly-Asp ペプチドは、センサー表面の生体親和性、ターゲット測定における感度および精度の向上に寄与している<sup>3)</sup>。一方、ターゲットと特定のペプチド配列とのコンジュゲーションにより電極との電子移動速度を改善することでシグナルを増幅する報告もある。さらに、分子認識や電子伝達性ペプチドなどを金属ナノ材料、カーボンナノ材料、金属酸化物、天然・合成高分子などの支持体に修飾することで電極表面に新たな機能をもたらす<sup>4)</sup>。最近では、ペプチドベースの電気化学的測定は、小型化と携帯型モビリティ向けのシンプルなガジェットなどを利用したポイントオブケアテストに対応した装置も試作されている<sup>5)</sup>。

### 3 ペプチドを利用した電気化学的ターゲット測定

#### 3-1 酵素とペプチドとの相互作用に基づいたプロテアーゼの検出

電気化学的センサーは、医療における診断、食品成分の評価、環境モニタリング、ヘルスケアなど多様な分野で広く浸透しているツールやデバイスとなっている。プロテアーゼはがんの罹患に関与しており、その中でもトリプシンの発現レベルが、特定の器官でのがん細胞において増加することが見いだされている。Martín らのグループは、トリプシンをセンシングする取り組みとして、磁性ビーズ表面にN-末端側にフルオレセインイソチオシアネート (FITC) そして8-アミノ-3,6-ジオキサオクタン酸-フェニルアラニン-アルギニン-アルギニン-8-アミノ-3,6-ジオキサオクタン酸-ビオチンから成るプローブをアビジン-ビオチン間結合を介し固定化し、トリプシンによるペプチド部位の切断による電気化学的手法を考案している<sup>6)</sup>。ペプチド切断後には、西洋ワサビペルオキシダーゼ-anti-FITC を作用させ、電極の表面にビーズを磁氣的に捕捉し、ハイドロキノン/HRP/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> システムを使用して、アンペロメトリーにより検出を行った。トリプシンの検出限界は0.16 mg/mLであり、生抽出物を使用して、膵臓癌<sup>がん</sup>、子宮頸癌、および腎臓細胞からの溶解物中のトリプシンを直接測定することができた。

### 3.2 電気化学的サイトセンシングのためのナノ-生体高分子複合材料の考案

サイトセンシングの研究として、ペプチドナノチューブ/キトサン (peptide nanotube-chitosan : PNT-CS) 複合材料を、グラッシーカーボン電極 (Glassy carbon electrode : GCE) 表面に固定化したセンサーによる K562 細胞のセンシングを取り上げた<sup>7)</sup>。PNT-CS 修飾センサーは、最初に CS 水溶液中にジフェニルアラニンを溶解し、ナノチューブと反応させた。次に、その溶液を GCE にキャストし乾燥させることで容易に構築された。形態、構造、および特性の評価により、複合材料が 3D ナノ構造、高表面積、安定性、および優れた親水性をもっていることが明らかになった。ターゲット細胞の電気化学インピーダンス分光法により  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-/4-}$  の存在で行われ、PNT-CS 修飾電極での応答は、 $5 \times 10^3 \sim 5 \times 10^7$  cells/mL で直性となり、検出限界は 630 cells/mL であった。それゆえ、電極の作製が簡便であり、優れた生体適合性を有しているため、このようなプラットフォームは汎用性がある。

### 3.3 細菌-ペプチド間結合による細菌の電気化学的計測

効果的かつ迅速に病原菌を検出するためにペプチドが応用された。Shi らは、大腸菌 O157 をターゲット細菌株とし、O157 : H7 とアフィニティーの強いペプチドを金電極に固定化し、ラベルフリーなバイオセンサの考案を行った<sup>8)</sup>。ファージディスプレイペプチドライブラリーのバイオパニングによって O157 : H7 に対して高い結合親和性をもつ 12 mer のペプチドが見いだされた。C 末端に三つのグリシン残基と一つのシステイン残基が導入された GLHTSATNLYLHGGGC は、金電極上に自己組織化された。そして、この電極を使うことで大腸菌 O157 : H7 の定量的検出のための電気化学インピーダンス分光法 (EIS) が可能となった。ペプチド配列の特異性は、大腸菌 O157 : H7 へのペプチドとの結合は静電相互作用を伴う疎水性/親水性相互作用に基づいていた。電極のデザインは、細菌の認識と定量化を実施するために効率的であり、高い感度と特異性を有していた。本センサーの検出限界は 20 CFU/mL であり、 $2 \times 10^2 \sim 2 \times 10^6$  CFU/mL の濃度範囲で O157 : H7 の検出がなされた。それゆえ、本センサは公衆衛生、環境、および食品安全で急速に高まるニーズに応じる *in situ* センシングシステムとなる。

## 4 おわりに

ペプチドベースの電気化学的センシングシステムは、医療・臨床分野、食品分析、環境モニタリングなどにおいて簡便でコストエフェクティブにターゲットを測定するシステムである。そのメリットは、生体適合性が高

く、環境負荷が低いことである。加えて、ターゲットに合わせたペプチド組み立て、そして機能性分子をペプチドに修飾することでその可能性は多様である。また、電気化学システムはマイルド条件で生体内のターゲットをリアルタイムで測定ができるため、今後のいっそうの展開が期待される。

## 文 献

- 1) Saranya Chandrudu, P. Simerska, I. Toth : *Molecules*, **18**, 4373 (2013).
- 2) A. Karimzadeh, M. Hasanzadeh, N. Shadjou, M. de la Guardia : *Trends. Analyt. Chem.*, **107**, 1 (2018).
- 3) M.A. Kafi, H.-Y. Cho, J.-W. Choi : *Nano Converg.*, **3**, 17 (2016).
- 4) M. Puiu, C. Bala : *Curr. Opin. Electrochem.*, **12**, 13 (2018).
- 5) V. Vanova, K. Mitrevska, V. Milosavljevic, D. Hynek, L. Richtera, V. Adam : *Biosens. Bioelectron.*, **180**, 113087 (2021).
- 6) C. M.-S. Martín, M. Pedrero, M. Gamella, A. Montero-Calle, R. Barderas, S. Campuzano, J. M. Pingarrón : *Anal. Bioanal. Chem.*, **412**, 6177 (2020).
- 7) M. Lian, X. Chen, X. Liu, Z. Yi, W. Yang : *Sens. Actuat. B*, **251**, 86 (2017).
- 8) F. Shi, L. Gan, Y. Wang, P. Wang : *Biotechnol. Lett.*, **42**, 825 (2020).



菅原一晴 (Kazuharu SUGAWARA)

前橋工科大学生命工学領域情報・生命工学群 (〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1)。北海道大学理学研究科博士後期課程化学専攻修了。博士 (理学)。《現在の研究テーマ》細胞や生体分子センシングのためのアプタプローブの構築。《趣味》スノーボード。

E-mail : kzsuga@maebashi-it.ac.jp.

## ●——多摩川集水域における放射性セシウムの長期モニタリングと挙動解析

多摩川は笠取山を原流域として、山梨県、東京都、神奈川県を流れ、東京湾に流入する関東圏を流域とする一級河川である。多くの支流があること、上流から下流へかけて森林地域や都市部が広がり、様々な環境がみられることから、多摩川は非常に興味深い研究対象として幅広い分野で調査が実施されている。多摩川集水域における放射性物質の蓄積スポットの把握と河川水中での溶出・移行メカニズムを解明することは重要であり、東京電力福島第一原子力発電所 (FDNPP) 事故由来の放射性セシウム ( $^{137}\text{Cs}$ :  $T_{1/2}=30.2$  y,  $^{134}\text{Cs}$ :  $T_{1/2}=2.06$  y) も分析対象の一つとなっている。多摩川集水域において、放射性セシウムは、FDNPP 事故から 10 年以上が経過した 2021 年では定量下限付近の極低濃度へと推移している。低レベル放射性セシウムの測定は、より低濃度な汚染状況の把握の必要性という観点から重要であり、分析化学の役割は大きい。河川水中の溶存態放射性セシウムの分析には、蒸発濃縮法、リンモリブデン酸アンモニウム共沈法、ブルシアンブルーフィルターカートリッジ法、固相ディスク法、イオン交換樹脂法といった予備濃縮技術が用いられており<sup>1)</sup>、それぞれ一定精度の分析結果が確保できるため、分析環境により様々な前処理法が選択可能である。放射能分析において、固相に分離濃縮できることは試料減容化とマトリックス除去の利点から非常に有効であると考えられる。分析に用いることができる固相として、セシウムを選択的吸着可能なブルシアンブルーやフェロシアン化銅を担持したフィルターカートリッジに関する研究があり、その有用性も示されている<sup>2)</sup>。実際にフェロシアン化銅を不織布に含浸させたカートリッジフィルターで東日本の河川水中溶存態放射性セシウムを分析した事例もある<sup>3)</sup>。また、ごく微量の放射性セシウムを予備濃縮するには多量の河川水が必要となる。環境水分析では試料水の処理方法も重要であるため、採取時の酸の添加等に対する溶存態放射性セシウム濃度の変動に関する研究<sup>4)</sup>も行われている。環境負荷を考慮した固相を検討し、固相濃縮法を駆使した簡便かつ高感度な分析法を提案することで、多摩川集水域で放射性セシウムの挙動を事故後 30 年まで追っていくことが目標である。

- 1) M. Kurihara, T. Yasutaka, T. Aono, N. Ashikawa, H. Ebina, T. Iijima, K. Ishimaru, R. Kanai, Z. Karube, Y. Konnai, T. Kubota, Y. Machara, T. Maeyama, Y. Okizawa, H. Ota, S. Otsaka, A. Sakaguchi, H. Tagomori, K. Taniguchi, M. Tomita, H. Tsukada, S. Hayashi, S. Lee, S. Miyazu, M. Shin, T. Nakanishi, T. Nishikiori, Y. Onda, T. Shinano, H. Tsuji: *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **322**, 477 (2019).
- 2) 堀井雄太, 宮本直人, 狩野直樹, 今泉 洋: *Radioisotopes*, **69**, 217 (2020).
- 3) H. Tsuji, Y. Ishii, M. Shin, K. Taniguchi, H. Arai, M. Kurihara, T. Yasutaka, T. Kuramoto, T. Nakanishi, S. Lee, T. Shinano, Y.

Onda, S. Hayashi: *Sci. Total Environ.*, **697**, 134093 (2019).

- 4) 辻 英樹, 武地誠一, 尾崎宏和, 錦織達啓, 久保田富次郎, 林 誠二: *Radioisotopes*, **69**, 315 (2020).  
〔明治大学理工学部 小池裕也〕

## ●——LC-MS/MSによる補酵素F430の高感度分析法：環境中のメタン生成アーキアの探索

メタン ( $\text{CH}_4$ ) は地球上でもっとも還元された炭素であり、初期地球生命と密接な関係を持つ分子である。近年では、持続可能な燃料資源のひとつとして、あるいは地球温暖化ガスとしても注目されている。自然界で放出されるメタンの約 7 割は「メタン生成アーキア」と呼ばれる微生物によって生産される。メタン生成アーキアは水田や海底下といった嫌気環境下で生息しているが、その生態についてはいまだ多くが不明である。そこで、今回は環境中のメタン生成アーキアの存在量や活性を評価するための新しい手法について紹介する。

従来の研究では、リボゾーム RNA やメタン生成アーキアに由来する機能遺伝子 (*mcrA*) などを対象とした遺伝子解析による手法が主流であるが、メタン生成アーキアの存在量といった定量的な評価を行うには不向きである。そこで Kaneko らは、メタン生成アーキア特有のバイオマーカーである補酵素 F430 (以下 F430) に着目した<sup>1)2)</sup>。F430 はメタン生成に直接作用する化合物であり、すべてのメタン生成アーキアが有する。F430 は熱化学的に不安定なため、死滅後に細胞外に放出されると、速やかに異性化 (エピマー化) する性質がある。そのため、F430 の存在量は生きたメタン生成アーキアのバイオマスを反映すると考えられる<sup>3)</sup>。

一般的に、環境中に存在するメタン生成アーキアの密度は極めて小さいため、従来の高速液体クロマトグラフ (HPLC-UV) によるピコモルオーダーの分析法では F430 の検出は困難であった。加えて、抽出直後よりエピマー化が進行する課題があった。そこで Kaneko らは、抽出操作中の温度管理や誘導体化等の抽出手法の改良を行った上で、高速液体クロマトグラフトリプル四重極型質量分析装置 (LC-MS/MS) を用いることで、F430 の超高感度分析法を確立した<sup>1)</sup>。これにより F430 を 0.1 フェムトモルまで定量分析することが可能となり、従来法の約 10 万倍の感度を得ることに成功した。実際に海底下 2.5 km から採取した堆積物コア試料に対してこの手法を適用したところ、 $10^{-1}\sim 10^3$  フェムトモルオーダーの F430 の検出に成功している<sup>1)2)</sup>。Kaneko らは F430 の環境中での分解に関する詳細な検証に加え、F430 の濃度をメタン生成アーキアの細胞数に換算することで、これまでの微生物学的観点からの議論や検証も行うことを可能にしている<sup>2)</sup>。今後は上述した手法が様々な環境試料に対して適用されることで、環境中に生息するメタン生成アーキアの実態解明につながることを期待される。

- 1) M. Kaneko, Y. Takano, Y. Chikaraishi, N. O. Ogawa, S. Asakawa, T. Watanabe, S. Shima, M. Krüger, M. Matsushita, H. Kimura, N. Ohkouchi: *Anal. Chem.*, **86**, 3633 (2014).
- 2) M. Kaneko, Y. Takano, M. Kamo, K. Morimoto, T. Nunoura, N. Ohkouchi: *JACS Au*, **1**, 1743 (2021).
- 3) R. K. Thauer: *Biochemistry*, **58**, 5198 (2019).

〔国立研究開発法人海洋研究開発機構  
生物地球化学センター 浦井暖史〕

# こんにちは



## 大阪公立（市立）大学大学院 工学研究科 辻研究室を訪ねて

〈はじめに〉

2021年11月29日、筆者は矢嶋摂子先生（和歌山大学システム工学部）とJR阪和線の杉本町の駅で待ち合わせて、杉本キャンパス内の辻幸一（つじこういち）先生の研究室を訪れた。新型コロナウイルスの蔓延が危惧される状況ではあったが、幸いなことにこの時期は感染状況が比較的落ち着いており、無事に訪問することができた。

さて、前段において訪問先の大学名を敢えて記載しなかった。というのも、筆者が訪問したときは大阪市立大学であったが、読者がこの原稿を読む頃には大阪公立大学となっているからである。ここで、2022年4月に開学した大阪公立大学について簡単に紹介したい。大阪公立大学は、大阪市立大学と大阪府立大学を母体にして設立された新しい公立大学である。単独でも規模の大きい大学であったが、二大学が合わさることで学生数約1万6千人の全国最大規模の公立総合大学となった（学部学生の入学定員数：国公立大学で3位）。英語表記については、途中で色々案が示されていたが、最終的にはOsaka Metropolitan Universityに落ち着いたようである。12の多彩な学部・学域を擁し（大学院は15研究

科）、大阪府内に6キャンパスも有することから（森之宮キャンパスは2025年から供用開始）、今後、近畿地方の学びの拠点として大きな存在感を示していくであろう。

辻先生には、後述する研究室内に加えて、杉本キャンパス内も案内していただいた。本校は創立140年以上の伝統があり、昭和9年に建てられて国の登録有形文化財にも指定されている1号館が大変有名である。また最近では、この大学の源流の大阪商業講習所の創設者の一人である五代友厚の銅像（写真1）も設置されているので、杉本キャンパスを訪れる機会があれば是非ご覧いただきたい。

〈研究室について〉

辻先生は1992年に東北大学大学院工学研究科博士課程を修了された後、東北大学金属材料研究所に助手として着任され、2002年に大阪市立大学大学院工学研究科に助教授として転任後、2008年に教授に昇任されている。この間、1998～1999年に日本学術振興会特定国派遣研究者として、ベルギーのアントワープ大学のR. Van Grieken教授のところで研鑽<sup>けんさん</sup>を積まれている。これまでに数々の賞を受賞されているが、記憶に新しいところでは2019年度日本分析化学会学会賞がある。日本分析化学会の近畿支部では、2017～2018年度の支部長を務められ、筆者も辻支部長の下で庶務幹事として働かせていただく機会があった。辻先生はとにかく仕事が早く、筆者のところが律速段階となつてご迷惑をおかけしたことが多々あったと思うが、辻先生の的確かつ迅速な支部運営を間近で見ることができたことは筆者の財産となっている。

辻研究室は、工学研究科物質化学生命系専攻に属し、物理分析化学を専門分野としている。スタッフとしては、教授の辻先生と、特任助教として松山嗣史先生がおられ、大学院生8名（うち博士課程3名）と学部生3名が在籍している（2021年度）。また、関田良香さん（写真2）、岩橋元子さん（写真6）は、大学の研究推進課の共用事業担当として、研究を支援されている。今回は、コロナ禍であったために学生への取材は控えたが、



写真1 杉本キャンパス内の五代友厚の銅像



写真2 X線光電子分光装置と関田さん

熱心に研究に励んでいる姿が印象的であった。なお、掲載した写真では登場する人物がマスクを外しているが、これは写真撮影時に瞬間的に外しただけで、それ以外は新型コロナウイルスの感染予防のためにマスクを着用していたことはあらかじめお断りしておく。

### 〈研究テーマについて〉

材料の物性はその材料を構成する元素（種類と存在量）や構造に起因するところが大きく、極微量の元素であってもデバイスの機能発現を大きく左右することがある。そこで、辻研究室では特に微量元素分析と微小部元素分析を2大目標として、機器分析法の改良、各試料への適用方法の開発などの研究を進められている。多くの研究テーマの中から、本稿では、全反射蛍光X線(TXRF)微量分析と共焦点型微小部蛍光X線(CM-XRF)分析について紹介する。

TXRF微量分析では、一般に10  $\mu$ L程度の水溶液試料を平坦ガラス基板上に滴下し、その乾燥痕を測定する。溶液試料が高濃度マトリックスである場合、乾燥痕は山状に盛り上がりX線全反射が阻害されるとともに、XRF測定においては自己吸収などのマトリックス効果が顕著になることが課題であった。そこで辻先生は薄膜様の乾燥痕を再現性良く作製することを目指し、試料保持基板に加工を施すことを考案された。光リソグラフィを利用して井桁構造を有するレジスト加工膜を作製し、このレジスト膜を用いることで液滴は凝縮せず、約4 mm角で厚さ1  $\mu$ m以下の乾燥薄膜を作製できることを初めて示された。これにより、マトリックス効果が軽減でき、乾燥痕形状も安定し、TXRF定量分析精度が向上した。実験室では、ちょうど松山先生と修士学生(山口浩輝君)がTXRF測定をするところであったので、写真を撮らせていただいた(写真3)。辻先生は、国内外のTXRF微量分析講習会や書籍を通じて、この手法の普及と適用拡大に努められている。松山先生はTXRF分析やCM-XRF分析の取り扱いに詳しく、学生にわかりやすく指導されている。

CM-XRF分析装置は、一般的な装置とは異なり、湾曲成形されたガラスキャピラリーでX線を集光させ、微



写真3 TXRF測定を行う松山先生（奥）と学生（手前）

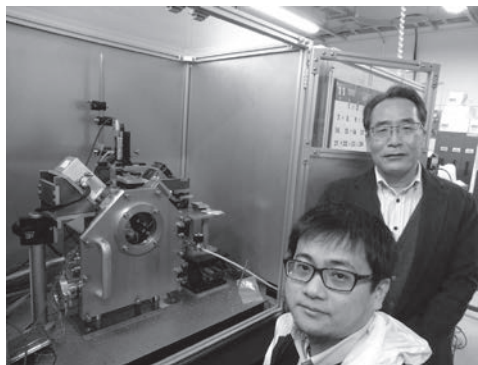


写真4 CM-XRF分析装置と松山先生（手前）、辻先生（奥）

小部の分析を可能にしている。単一のキャピラリーはモノキャピラリーと呼ばれるが、これが数万から数十万の束として成るのがポリキャピラリーである。モノキャピラリーに比べて、ポリキャピラリーでは約10倍強いX線ビームを得ることができる。辻先生は、このポリキャピラリーX線集光素子を励起側と検出側に利用した国内初のCM-XRF分析装置の試作に成功している。現在までに市販の装置はなく、日本では唯一辻研究室に設置されている(写真4)。CM-XRF法では、深さ方向の非破壊元素プロファイリング(1次元線分析)が可能となっている。この特徴を生かして兵庫県科捜研と共同実験を実施され、自動車事故現場に残された自動車塗膜片について、複数の元素の特徴的な深さ分布が非破壊的に得られた。またCM-XRF法では、特定の深さで元素分布(2~3次元分析)を得ることもできる。携帯電話などに利用されるSDメモリーカードについて、表面から35  $\mu$ mと90  $\mu$ mの深さで捉えたCuの元素分布像が示され、プリント配線部が多層構造になっている様子が可視化された。このようにCM-XRF法は、非破壊分析による鑑識捜査や工業製品の不良解析のための強力なツールとなることが期待されている。

筆者は装置の試作や改良についてあまり経験がなく、このように多くの装置を開発されている辻先生が大変眩しく見えたが、インタビューの後半で興味深い発言をされていた。即ち、X線装置において、X線源と検出器を触ることができないが、試料の動かし方や測り方だけでも変更できれば装置性能が大きく変わってくるので、工夫次第で新しい有益な情報を取得できるということである。市販の装置をそのまま使っているだけの分析化学者(筆者を含む)にとっては金言であると思うので、読者の皆さんにも紹介しておく。

### 〈おわりに〉

取材の途中でお昼になったので、辻先生に杉本キャンパス内の食堂に連れて行っていただいた。店内は和をモチーフにした落ち着いた空間となっており、筆者が世間知らずなだけなのかもしれないが、大学構内にこのような場所があることに大変驚いた。また、提供された食事

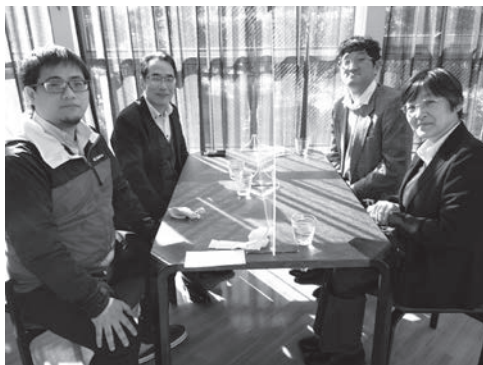


写真5 食堂で歓談する辻先生（左奥）、松山先生（左手前）、筆者（右奥）、矢嶋先生（右手前）



写真6 研究室メンバーの集合写真（後列の右から辻先生、岩橋さん、松山先生）

が本格的な和食だったことも驚きであった。短い時間ではあったが、辻先生や松山先生と楽しく会談させていただくことができた（写真5）。また、お昼休みの間に研究室メンバーに集合していただき、全体写真を撮らせていただいた（写真6）。写真からも良くわかると思うが、辻先生のソフトなお人柄がそのまま研究室全体を包み込んでいるようである。本取材を通して、辻研究室が多くの業績を挙げられている理由の一端を窺い知ることがで

きた。

最後に、大変お忙しい中取材を引き受けていただき、研究室を案内していただいた辻先生、松山先生ならびに研究室メンバーの皆様、また取材に同行して多数の質問をし、多くの情報を引き出してくださった矢嶋先生にこの場を借りて厚く御礼を申し上げる。

〔和歌山大学システム工学部 中原佳夫〕

## 原 稿 募 集

「技術紹介」の原稿を募集しています

対象：以下のような分析機器、分析手法に関する紹介・解説記事

- 1) 分析機器の特徴や性能および機器開発に関わる技術、
- 2) 分析手法の特徴および手法開発に関わる技術、
- 3) 分析機器および分析手法の応用例、
- 4) 分析に必要な試薬や水および雰囲気などに関する情報・解説、
- 5) 前処理や試料の取扱い等に関する情報・解説・注意事項、
- 6) その他、分析機器の性能を十分に引き出すために有用な情報など

報など

新規性：本記事の内容に関しては、新規性は一切問いません。新規の装置や技術である必要はなく、既存の装置や技術に関わるもので構いません。また、社会的要求が高いテーマや関連技術については、データや知見の追加などにより繰り返し紹介していただいても構いません。

お問い合わせ先：

日本分析化学会『ぶんせき』編集委員会

〔E-mail : bunseki@jsac.or.jp〕





## 学会のつながり

加藤大さんからご紹介いただいた加藤大です。先月の産総研の加藤さんが2か月連続で執筆している、もしくは加藤さんのアバターが執筆しているわけでもなく、昭和大の加藤大という別人が執筆しています。漢字で書いた名前は、まったく同じですが、名は「大」と「大」と異なるので、氏名をアルファベットや平仮名で記載すると異なります。前号と今号のエッセイで、二人の加藤大を知って頂ければ、幸いです。

新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止のため、現在、対面で新しい人と知り合う機会が大きく減っています。会議等もオンラインとなり、議事に沿った議論を行い、それが終わったらオンラインから退出し、日常業務に戻るような状況になっています。対面で会議を行っていた時は、集まった機会を利用して会議の前後に研究等についての意見交換など、議事以外の情報交換も行われ、そのような情報交換が会議よりも重要だったこともあったように感じています。

また、会員の皆様は、年会、討論会、支部や研究懇談会が開催する学術集会に参加し、研究発表をされると思います。本学会は、分析化学というキーワードで、新しい分析法や装置を開発されている方、自然現象などを解明するために各種分析法を利用されている方など、非常に幅広い分野の研究者が集まり、様々な発表が行われるので、私にとっては多くの刺激が得られる、貴重な学会だと感じています。

会場で行われていたころは、会場で旧交を温め、また、研究領域が近い、発表順が連番になった、もしくは知り合いの知り合いなど、いろいろな理由で新しい人と出会う場でした。また、会場の待ち時間に異なった分野の講演を聞き、専門外の分野の研究に出会うきっかけになっていました。そして、そのような新しい人や研究との出会いが、自身の研究の発展に大きく貢献した例が多数あります。

しかし、新型コロナウイルス感染症の広がり、学会はオンライン開催が続き、状況が大きく変化しました。学会等がオンライン開催になると、多忙や海外在住などの理由で聞く機会がなかった研究者の講演をライブで楽しむことができます。また、移動時間がほぼゼロのため、日常の業務を続けているなかで、学会に参加することもできるなど、学会参加の障壁は格段に小さくなっています。しかし、そのためか学会に参加しても、自身の発表を行い、あとは興味深い講演をいくつか拝聴するだけで、分野の異なる研究の発表時間になると日常業務や研究に戻る傾向があるように感じます。そのため、オンライン学会は参加しても、人や研究との新しい出会いが減っているように思います。

オンライン学会が主流になり既に2年経ち、今ではオンラインと対面を組み合わせたハイブリット学会や参加者同士がリアルタイムで議論できる場も提供しているオンライン学会など、ウイズ/ポストコロナ時代に対応した新しい学会の試みが多数行われ、これまでとは違った運営形態の学会への移行が試みられているように感じます。先月の第82回分析化学討論会は、3年ぶりのオンライン開催に加え、口頭発表はストリーミング配信されました。今後も、急速に発展しているオンライン技術も活用することで、人や研究との新しい出会いが起りやすい会議や学会の形ができることを願っております。



3年ぶりに現地開催された会場の案内板

リレーエッセイは、最後に次号の執筆者を紹介することになっています。これまでは、執筆者の知人を紹介する例がほとんどであったと思います。ウイズコロナで、出会いが少なくなっている現状を考え、この執筆が新しい出会いのきっかけになればと考えました。前号の執筆者と知り合った縁は、加藤大という名前でしたので、次号は本学会とかかわることになった入会した時期という縁で執筆者を選びました。私は本学会の会員を30年近く続けており、私と同時期に会員になり、会員番号の近い会員として穂山先生を知りました。穂山先生は、以前からの知り合いの薬学分野の研究者でいらっしゃるのですが、次号の執筆依頼によるまったく新たな出会いではありませんでした。しかし、先生は最近御異動され、新しい職場は私の職場の徒歩圏内です。入会時期以外にも何かの縁があるのかもしれませんが、ぜひ、本エッセイを契機に、今後交流を深めていければと考えています。感染拡大防止の観点で、新しい人と出会う機会が難しい状況が続いていますが、本学会がもたらすいろいろな縁によって、会員同士が連携を深め、皆様の研究や業務等が発展することを願っています。

[昭和大薬学部 加藤<sup>まさる</sup>大]

## 論文題名 『インクジェットプリンティングによる試薬固定化法を利用する 1 ステップバイオアッセイマイクロデバイスの開発』

掲載ページ：「分析化学」第70巻第3号125-131ページ

著者名：河相優子<sup>1</sup>，白井亮洋<sup>1</sup>，角田正也<sup>2</sup>，井手上公太郎<sup>2</sup>，末吉健志<sup>1</sup>，遠藤達郎<sup>1</sup>，久本秀明<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>大阪府立大学工学部，<sup>2</sup>シスメックス株式会社)

2021年「分析化学」論文賞として、上記の論文が選定されましたので、お知らせいたします。

### 【選定理由】ならびに「論文概要」

バイオアッセイの分野では、分析ツールとしてマイクロプレートが汎用されている。しかし、マイクロプレートを用いたイムノアッセイや酵素分析などの分析手法は一般に、煩雑な測定操作、試薬・試料量の多さが課題となっている。

これらの課題解決のため本研究では、インクジェットプリンティングを用いて同一のポリジメチルシロキサン (PDMS) 製マイクロ流路へ2種類の反応試薬を独立に固定した1ステップ均一系競合型バイオアッセイマイクロデバイスを開発した。インクジェットプリンターは、反応試薬をナノリットル (nL) サイズの液滴として流路に均一かつ正確に固定できるため、デバイス作製の簡便化のみならず、デバイス間のばらつき低減や大量生産も期待できる。この研究では、これらのコンセプトを検証するためのモデル試料としてビオチンを用い、ビオチン固定化酸化グラフェン (Biotin-(sulfonic acid-containing graphene oxide) conjugate, BG) と蛍光標識ストレプトアビジン (Fluorescently-labeled streptavidin, F-SA) を用いた蛍光検出型デバイスを開発した。

反応試薬の固定化方法の評価では、インクジェット技術を用いて同一マイクロ流路内の中央に、流路に沿って交互にBGとF-SAを固定する方法と、左右の壁面付近にそれぞれを固定する方法を検討した。その結果、今回用いた500 μm幅のPDMS流路では、流路の両端から約100 μm離れた位置にそれぞれ試薬を滴下すると液滴が左右の壁面付近に再現性よく固定化できることを明らか

かにした。反応試薬固定化用添加剤の検討では、ウシ血清アルブミンとトレハロースを検討し、トレハロースが反応試薬の再分散・再溶解性向上に適していることを明らかにした。バイオアッセイマイクロデバイスを用いたビオチンの応答性評価では、試料導入操作のみの1ステップでビオチンを蛍光検出でき、その検出下限 (0.68 ng/mL) は先行研究と比較して約1/600に改善できていることを明らかにした。バイオアッセイマイクロデバイスを用いたビオチンの選択性評価では妨害物質として尿中に含まれる小分子であるクレアチニン、アスコルビン酸、グルコースのうち、ビオチンの場合の蛍光強度がもっとも高く、妨害物質の場合の蛍光強度が緩衝液と同程度であった。これらのことから、本デバイスのビオチン選択性の高さを明らかにした。

本論文の結果は、インクジェットプリント技術でデバイス作製の簡便化、固定化試薬量の精密制御、同一のPDMS製マイクロ流路内への2種反応性試薬を独立固定でき、1ステップ均一系競合型バイオアッセイマイクロデバイス開発につながることを示している。例として示されたビオチンの測定では先行研究よりも検出限界が劇的に改善された。今後、このインクジェットプリント技術を利用した固定化法は、ビオチンのみならず、抗体を利用したタンパク検出など、多様な1ステップバイオアッセイマイクロデバイス開発への展開が期待される。

委員会で慎重に審議・検討し、上記の理由により、本論文を2021年「分析化学」論文賞受賞論文に値すると認め、選定した。

〔「分析化学」論文賞選考委員会〕

論文題名 『多項目尿検査のための距離検出型ペーパーデバイス』

所載ページ：「分析化学」第70巻第3号175-181ページ

著者名：澤野理花<sup>1</sup>，前島健人<sup>1</sup>，柴田寛之<sup>1</sup>，蛭田勇樹<sup>1</sup>，Daniel CITTERIO<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>慶應義塾大学理工学部)

2021年「分析化学」論文賞として、上記の論文が選定されましたので、お知らせいたします。

【選定理由】ならびに「論文概要」

尿は様々な代謝物や異常マーカーを含み、さらに非侵襲的に多量に採取可能であることから利用価値が高い。現在、尿検査法として主流なのが試験紙法であるが、この方法は、操作者の人為的ミスが起因となる判定誤差が生じる危険がある。一方、ポイントオブケア検査に適した分析ツールとして近年注目を浴びているのがマイクロ流体紙基板分析デバイス(μPADs)である。しかし、μPADsの最も単純な定量分析法の一つである比色分析法では、結果取得までに多くのステップが必要となるという問題がある。この問題の解決のために開発されたのが距離検出型μPADsである。これは、温度計のように検出試薬の色変化の境界の位置を変色距離として読み取る判定法で、結果を時間非依存、光学的校正不要かつ直感的に判定できる。以上を踏まえ、本論文では距離検出型μPADsを用いて尿検査の簡易化を目指した。

距離検出型μPADsの原理は以下のとおりである。基本的な構成要素は、試料エリアと検出エリアで、直線形の検出エリア内に目的物質と反応して色変化する検出試薬をあらかじめ配置すると、試料溶液滴下後に毛細管力によって運搬される試料中の目的物質が検出試薬と逐次的に反応を起こす。最終的に試料中目的物質濃度に応じた変色長さとして結果が得られるため、使用者は色変化の境界位置に対応した目盛を読み取るだけで結果の判定が可能である。

本論文で尿中のアルブミン、グルコース、ヘモグロビンの距離検出を検討したところ、それぞれについて距離検出応答を個別に確認した。測定可能濃度領域については、アルブミンおよびグルコースで尿検査試験に十分な

性能が得られた。さらに、アルブミン測定においてはアニオン性ポリマーであるポリ(4-スチレンスルホン酸)溶液(PSS)で、グルコース測定においてはバイオポリマーであるキトサンで紙基板の表面修飾を行い、ユーザーがより明確に判定可能な距離検出結果を得られることを実証した。他方、ヘモグロビンでは検出感度に課題が残った。

尿中の他成分が変色長さに与える影響を評価するために選択性評価を行い、アルブミン、グルコース測定の十分な選択性、アルブミン共存下におけるヘモグロビン測定の偽陽性が確認された。このように現状ではヘモグロビン測定において感度と選択性に課題が残っている。今後の展望としては、ヘモグロビン測定用のμPADsに非特異吸着防止のためのブロッキング処理を施すことで、低濃度領域の変色長さ延伸が期待できる。また、夾雑タンパク質の影響を抑えるために、ポリマー表面修飾等によるヘモグロビン以外のタンパク質の除去が必要になると考えられる。

本論文では、主要な三つの尿検査項目について、距離検出型μPADsを用いた測定が可能であることを示した。また、距離検出型μPADsは、尿検査に留まらず血液等其他の生体試料中の代謝物測定、環境・産業排水中の金属イオン分析や食品検査等の幅広い応用例に直感的な定量目視判定を提供できる有用な新規分析手法である。本論文でのポリマー紙表面修飾による視認性向上技術はこれら多くの分析実応用場面においても有効であると思われる。

委員会で慎重に審議・検討し、上記の理由により、本論文を2021年「分析化学」論文賞受賞論文に値すると認め、選定した。

〔「分析化学」論文賞選考委員会〕



## 談 話 室

### 分析化学で世界を驚かせるには

「申し訳ございません。短略的な議論をお許しください」。まずは謝罪の言葉から始めたいと思います。なぜ謝罪が必要か、その理由は本稿を読み進んでいただければすぐにご理解いただけると思います。以下に述べる内容は、短略的かつ浅慮な思考に基づく議論（談話）ですので、有識者の皆様からは、お叱りの言葉を受けるかも知れません。

本原稿、「談話」を読まれているかたは、少なからず「分析化学」に関心や愛着があるプロの方だと思います。特に冊子体がなくなった今、PC上で談話室を訪問される方は、「分析、あるいは分析データにかなり執念をお持ちの方」だと思います。私は無機分析が専門ですが、私から見て日本の分析化学は世界的にも高いレベルにあると思います。私も含めて、皆さんは分析に誇りを感じていらっしゃると思います。中には、化学分析は他の学術研究を支える分野、縁の下の力持ち的な存在だと考える方もいらっしゃるでしょう。確かに化学分析は研究・開発の基盤を支える重要な研究分野で、その手法開発・改良には分析化学が重要な役割を演じているため、化学分析は広い研究を支えていることは間違いないと思います。そこに異を唱えるわけではありませんが、私が感じるのは、これからの分析化学は、縁の下の力持ちだけでは物足りないのではないか、もっと別の何か大きな役割もあるのではないかとということです。

先述の通り私は無機分析が専門で、これまでに岩石・鉱物・生体試料中の微量元素の濃度や同位体分析に取り組んできました。いわゆる地球化学あるいはメタロミクス（生体金属支援機能科学）とよばれる分野の研究です。どちらの研究分野でも、新しい分析手法を取り入れた新規研究の開拓と、洗練された分析手法を駆使した実試料への応用展開（アプリケーション展開）が基軸となっています。つまり、開拓と応用展開が研究推進の両輪になっています。応用研究では、どのような試料からでも誰でも正確な分析ができる分析手法が大切であり、分析手法の磨き上げが分析化学の役割となっています。一方で新規開拓においては、これまでに得られなかった全く新しい情報を引き出すことが大きな目的であり、これも分析化学の重要な役割といえます。

様々な学会、特に海外の学会に参加して感じるのは、多種多様な分析手法を俯瞰的に捉え、専門外の分野で開発された分析

手法であっても、その重要性をいち早く察知し、自分の研究に取り組んでいる方が少なからずいらっしゃるということです。学会ではこうした研究者は「その他」的なセッションで講演されることが多い気がします。その理由は、先行研究例が少なく、また研究コミュニティも小さいことから、学会ではセッションとして成立しないためです。「その他」セッションで奇妙な（常識を逸脱した）発表をする方は、実は日本人研究者にも多く、セッションの谷間で細々と発表されています。しかし私は、学会の未来は「その他」セッションに見ることができると感じています。その時の一般的常識からは逸脱した発表が、その後の常識となることを私達は何度も経験しています。

数値的な裏付けは全く無いのですが、海外での学会では「その他」セッションは「若手セッション」とともに注目されており、多くの人が集まっているように感じます。転じて日本では、主流の研究分野を扱ったセッション（現在、重点的に取り組むべき研究課題を取り扱ったセッション）で多くの人が集まり、「その他」セッションは閑散としている場合が多いように思います（「その他」セッションがない場合もあります）。もしかすると、奇妙な発表に対する関心の度合い・許容力が、新しい研究分野を開拓する力の差になっているのではないのでしょうか。英語では「Many a true word spoken in jest」という諺もあり、冗談や奇抜な議論を「楽しむ」あるいは「取り入れる」分化があるように思います。こうした考え方のちょっとした違いが、新しい研究手法の開発（他分野で開発された手法を取り込む研究）に対する原動力になっているのではないのでしょうか。

私は、日本の研究者より海外の研究者の方が独創的かつ柔軟な研究を行っているとは思いません。私が若い頃は、英語のプレッシャーに押されてか「海外の研究者＝独創的」という方程式を信じていましたが、それは間違いです。海外の研究者で学問を創出されている方は、とにかく学術的視野が広く、さらに広い幅広い研究分野を網羅する研究コミュニティを持つ方ということです。そうした方が、一見すると奇妙な研究を提案され、それを基軸とした新しい研究コミュニティの構築を実現されます。その力こそ、西欧の科学の本質、つまり学問を楽しむことにつながっている気がします。

すべての研究分野に通用するかどうかは分かりませんが、私の研究分野に関して言えば、研究分野の「合体」が新しい研究分野開拓、さらには学問創出のきっかけになっています。さらに言えば、合体させる分野が離れていればいほど、意外性があり、注目され、面白い学問が誕生しています。私の分野で言えば、生命科学分野に年代測定（同位体分析）技術を持ち込む、隕石研究にバイオイメージング技術を持ち込む、さらには液体（溶液）の分析に固体分析法を組み合わせるなどが例示できます。私はこうした「異分野の分析を結合させる（ハイブリッド化する）」ことの面白さ、重要性は理解していたのですが、残念ながら学術視野の狭さ、さらに研究コミュニティの狭さから、「親戚」レベルの異分野を結合させることしかできませんでした。これが学問創出という観点での私の限界だったのでしょうか。

こうした研究分野開拓の手法は、「目的に対して分析手法を創り出す」という王道的な手法ではなく、分析手法に合わせて研究目的を創り出すことになります。これは一見すると本末転

倒な考えで、日本ではなかなか受け入れられない手続きかもしれませんが、しかし海外の方は、新規分析手法をいち早く取り入れ、素早く研究コミュニティを構築し、一気に新しい学問分野にまで育て上げます。この新規研究コミュニティの構築力とスピード感の違いが、海外の研究者が新たな研究分野を創り出しやすい理由となっている気がします。

彼らがなぜそのようなことをやってのけるかの理由は、個人の性格（コミュニケーション力の高さ）にも負うところが大きいでしょう。しかし一方で、根底にはサイエンスに対する考え方の違いがあるように思います。サイエンス（自然科学）とは体系化された知識や経験の総称であり、私達にとってはとても高貴で尊いものであるように感じます。しかし西欧の方にとっては、サイエンスは知的な楽しみ的手段なのではないかと思えます。海外の学会に出て、新しい情報が発表されるとみんなワクワクしますし、さらに新しい概念や学問が提案されると、研究進展の未来に期待感を持って多くの研究者が一丸となって研究を推進します。この楽しさこそがサイエンスの本質だと考えているのではないのでしょうか。転じて日本では、サイエンスは神聖なものであり、前進させること、成果を出すことが最重要課題であり（無論、それは大切なことではあります）、楽しむなどもってのほか、という考えも多いのではないのでしょうか。さらに言えば、その高貴なサイエンスは西欧の文化に則しているものなのだから、サイエンスを変えるのは我々の役割ではないと感じていらっしゃる方もいらっしゃるかも知れません（そんな考えの方はいらっしゃらないですかね）。

少し話が大きくなりましたが、新しい研究分野・学問を創出する際に、新しい分析手法はその突破口になり得ること、そして「新しい」という言葉には、異分野融合やハイブリッド技術（組み合わせ技術）が活かされているのではないかと感じます。こうして作り上げられた新しい学問はとても魅力的に見えますので、つつい参加したくなります。しかしこうして何年も前から準備し、コミュニティを駆使してスタートダッシュで開拓された分野に後から合流しても、我々日本人の研究の進め方（じっくりと問題解決し、世界最高品質のデータを提供する。これは日本の誇りでもあります）では、学問創出のスピードにはついていけない気がします。

では我々はどうすべきなのでしょう。これまでに紹介してきた西欧の研究者の「学問開拓」の手法は、<sup>はじく</sup>穿った見方をすれば、ゼロからイチを生み出しているわけではなく、既存の分析手法を新しい分野に応用することで実現されています。であれば日本でもどんだんそうした手法で新しい研究分野を創出すればいいのだと思います。ここでは分析化学は支援学問などではなく、学問進化になくはならない学問であるという認識が変わっていくと思います。このためには、特に若い研究者が、学術視野を広げ、さらに世界中を巻き込んだ研究コミュニティの構築を進めるリーダーとしての役割を果たすことが近道なのでしょう。若手研究者に対して、こうした力を涵養する機会をつくるのがこれからの分析化学会の大きな役割なのかもしれません。

しかし、話はこれで終わりではありません。これまでに述べた研究開拓・学問創成の手法は、やはり単なる西欧人の手法を取り入れることに過ぎず、考え方や行動としても、やはり姑息

な気がします。これから研究に取り組もうとしている方に対して、そのようなテクニカルなことをお話ししても失礼だと思います。これからの日本の研究者、特に若手研究者が目指すべきものは、既存の分析技術を応用した手軽な研究成果に頼るのではなく、やはり「ゼロからイチを創り出す独創的な研究」で真正面から学問創成し、世界を驚かせるべきではないかと思えます。

こうした議論を行うと「では、あなたは新しい学問を生み出したのですか？」と聞かれることになると思います。その点に関しては残念ながらまだ実現できていません。これも冒頭でお詫びの言葉を述べたもう一つの理由です。

〔東京大学大学院 平田岳史〕

## インフォメーション

### 第376回ガスクロマトグラフィー研究懇談会 特別講演会開催報告

〔主題：持続可能な社会に役立つ  
ガスクロマトグラフィー第1回〕

2022年2月18日（金）に第376回特別講演会を開催しました。例年、特別講演会は11月末～12月初旬の開催ですが、2020年は開催を中止しており、この度、会期をずらしての2021年度最後にしてようやく実施することができました。

11月にWEB委員会を実施し2022年の計画を立てた結果、近年注目されているSDGsをテーマとした講演会のシリーズ化/過去に分析化学会年会や討論会で人気のあったリクエスト講演/ポスター発表/会場とオンラインのハイブリッド形式で開催、などを試みることとなりました。しかしながら、この2月の特別講演会は現在のコロナ禍の状況から当初予定してありましたハイブリッド形式を断念してオンラインのみの開催とし、ポスター発表はショートプレゼンテーションに変更となりました。

さて、本講演会はSDGs第1回目として2. 飢餓、3. 保健、6. 水/衛生、12. 持続可能な消費と生産、13. 気候変動、15. 陸上資源を中心とした講演を各分野の研究を行っている研究者の方々を講師としてお招きしました。また、運営委員所属団体によるショートプレゼンテーションでは、技術的な内容だけでなく、新しい製品紹介、施設紹介などの内容も含まれました。総合司会は、トレイジャンの大森委員が、各講演の座長は山上委員、内海委員、木下委員、そして日本電子の西島委員と生方氏が務めました。北とびあの会場を使ったハイブリッド形式の試みと進行調整は前田副委員長長が行いました。

WEB配信は、2021年と同様の一般財団法人大気環境総合センター様のシステムを利用し、北とびあに来ていただける講師が集まって会場から行いました。参加者は定員の100名に達し、大変盛況でした。

〔主題講演〕

1 題目の講演は、シャトー・メルシャン 椀子ワイナリー 小林弘憲先生でした。小林先生には2015年5月に山梨大学で

開催された「分析化学討論会特別講演会セパレーションサイエンス特別講演」でワイン香氣についてお話をいただいております。そのリクエスト講演となりました。前半は、ワインの香り（フレーバー、アロマ、ブーケ等）のコントロールのお話を、後半は現在携わられている椀子ワイナリー建設について紹介いただきました。

ワインの香りは、甲州ワインのネガティブ/ポジティブアロマについて説明がありましたが、その中でもやはりチオール化合物の重要性や扱いの難しさを再認識させられました。2000年当時から「良いワインは、良いブドウから」、「まずブドウありき」を合言葉に取り組んできたワイナリー建設、そして椀子ワイナリーの3つの使命である「地域との共生」「自然との共生」「未来との共生」については、ぶどうや酒類関係者だけでなく、わたしたち地球に生きるすべてのヒトが見つめなおすべきテーマであると感じました。

2 題目は、大阪大学生物工学の古野正浩先生の食品メタボロミクスのお話で、2021年9月にオンライン開催された「分析化学学会年会」のリクエスト講演でした。古野先生は、そのセパレーションサイエンスの広く深い知識と、現在の研究職の両方の観点から、市販の捕集剤や極性カラムについて製造メーカーへの改善点などについてお話しくさしました。参加していたラボ製品メーカーにとっては耳の痛い話もありましたが、このようなご講演ができるのも古野先生ならではの、です。聴講者にとって、参考になる話題が詰め込まれた40分でした。

3 題目の森林総合研究所の松原恵理先生のご講演は「香りをつなぐ人の生活と森の循環」という魅力的な演題でした。松原先生は、ヒトの身体やココロをはかるのがお仕事ということで、木材の香りの分析と人への効果などについて、森林総合研究所の紹介と併せてご説明いただきました。間伐作業の重要性やその再利用、また、スギ材やヒノキ材また、クロモジ茶の香りの人への生理心理学的な効果に関する研究は、働き方が大きな変化を遂げた昨今、間違いなく新たに再注目すべき重要なテーマであると実感しました。更に、近年、森林総合研究所で取り組まれている蒸留酒と醸造酒の消費者テストを毎年11～12月に開催しておられ、どなたでも参加可能とのことでした。

最後の講演は東海大学理学部の関根嘉香教授のヒト皮膚からの発生ガスのご講演でした。関根先生には2019年の日本分析化学学会でご講演後、反響があったため今回の講演会のトリをお願いしました。皮膚から出るガスが、生活環境、精神状態、その他によってかわるといことで、中年男性のジアセチルやノネナール、ダイエットによるアセトン、アルコール代謝のアセトアルデヒド、喫煙者のニコチン、アンモニアはメンタルや体が疲れた時、など家族や周囲の大切な人の変化に気づくためのヒントについてレクチャーいただきました。「皮膚ガスは心と体の静かなる声」とは関根先生のお言葉ですが、身近な人のおいが変わった際には「くさい」などと言わずに相手を気遣うべきなのかもしれません。

〔ショートプレゼンテーション〕

招待ショートプレゼンテーションでは、2018年の日本分析化学学会でご講演いただいた山中先生が設立したポールウェーブ社/東北大学ベンチャーの赤尾慎吾先生による手のひらサイズのGCを用いた日本酒香氣成分分析について紹介いただき

ました。検出器には革新的なボールSAWセンサの技術を用いており、さらに香氣成分の濃縮システムと分離カラムを内蔵した、全く新しいタイプの小型GCでした。日本酒の醸造工程の品質管理や酵母育成開発における生成物質の現場での分析の適用が期待されます。講演会終了後にデモンストレーションも行ってくださり、オンライン研究会であるにもかかわらずライブ感を楽しむことができました。

運営委員所属団体によるショートプレゼンテーションは9演題あり、1.アイスティサイエンスの松尾委員からはオンラインSPE-GCを用いたメタボローム用前処理自動化技術、2.フロンティア・ラボの渡辺委員から極性におい成分分析用固相抽出素子、3.玄川リサーチは羽田からハチミツ分析例、4. Restekの内海委員より高速GCカラムキット、5. ジーエルサイエンスの武田氏からは皮膚ガス簡易捕集法の紹介、6. トレイジャンの大森委員による新製品カラム、7. 西川計測の小野氏からはSDGsに向けた香氣分析について、8. 佐々木氏からは東京都立産業技術研究センターで実施している匂い分析例、9. 日本電子の生方氏によるGC-TOFMSの紹介がありました。

今回の特別講演会は、初の試みづくめで幹事を務めさせていただいた大森委員はじめとする古野委員、私他運営委員も戸惑いながら準備を進めてまいりました。申込時点から当日のWEB開催まで、スタッフが不慣れな中、講演中チャットやメールでアドバイスをくださった参加者の皆様に心よりお礼申し上げます。また、運営にご協力いただいた（一財）大気環境総合センター様にこの場を借りて御礼申し上げます。今後、会員の皆様のポスター発表も検討していく所存です。多くの研究者がガスクロマトグラフィー研究懇談会を通じて、今までより一層活発な討論を行い交流できることを願っております。

〔ガスクロマトグラフィー研究懇談会運営委員  
（玄川リサーチ） 羽田三奈子〕



## 第369回液体クロマトグラフィー研究懇談会

2022年3月29日（火）13～18時、「HPLCとLC/MS～基礎と応用～」を講演主題として標記例会がZoomウェビナーにより開催された（オーガナイザー：筆者）。2022年度最初の例会に当たるので、初心者への参加も念頭におき、LC研究懇談会が主力を注いでいるHPLC分析とLC/MS分析の基本と応用を盛り込み、それらの全体像がイメージできる包括的なプログラムを編成した。この目的を達成するため、講演者は全員がLC研究懇談会のコアを構成する運営委員とし、斯界の現状把握に有益な情報をわかりやすく解説していただいた。以下、オーガナイザーの講演主題概説に続いて行われた6件の講演内容を概説する。

### 1. 試料前処理の基礎

（特定非営利活動法人病態解析研究所）岡橋美貴子氏

最近の機器分析においては、分析機器の進化によって高感度・高選択的な分析が可能となっている。しかし、実試料の分析においては、分析機器に試料を導入するまでの操作が分析の質を左右することが広く認識されている。岡橋氏は生体試料を例にとり、サンプリングでは目的ごとに適切な方法を採用する

重要性に触れ、試料の保存が避けられぬ場合は試料の化学的変化と生物学的変化への具体的な対策が肝要であることを強調した。次に、HPLC分析、LC/MS分析で汎用される前処理法として、除タンパク法、溶媒抽出法、固相抽出法、カラムスイッチング法、誘導体化法を取り挙げ、その要点について解説があった。

## 2. HPLC分析の留意点

(株島津総合サービス) 三上博久氏

HPLC分析を行う上での留意点のうち、①移動相、②試料溶媒と注入、③検出の3点に焦点を絞って解説があった。①については、超純水製造装置を使用する場合は日常的な装置のメンテナンスに加え、環境からの汚染、保存容器からの漏出などに注意を払うこと、また、水と有機溶媒を混合して移動相を調製する場合には、有機溶媒に水より多くの溶存空気が含まれるため、調製法により有機溶媒濃度に差が出ること等が解説された。②については、試料を溶解する溶媒の種類と容量が不適切な場合にはピーク形状が崩れること、バイアルに分析種が吸着しキャリーオーバーの原因になること、等の指摘があった。最後に、③については、汎用されている吸光光度検出器、蛍光検出器、示差屈折率検出器を上手に利用するための細かい注意点が説明された。

## 3. HPLC装置、LC/MS装置のメンテナンス

(アジレント・テクノロジー株) 熊谷浩樹氏

始めに、HPLC装置のトラブル(現象)とその原因(ポンプ、インジェクター、カラム恒温槽、検出器)について解説があった。続いてLC/MS装置のメンテナンスについては、HPLC装置に加えて質量分析計のイオンソース、ネブライザーの洗浄、ロータリーポンプ、N<sub>2</sub>ガスジェネレーター、イオンインジェクター、イオンオプティックスなどの洗浄・交換が必要になるとの説明があった。また、メンテナンスの戦略としては、現在は問題が発生してから「事後保全」が一般的であるが、「予防保全」が安定的な装置性能の維持、装置のダウンタイムの低減化によるラボラトリー生産性の向上、装置のライフサイクルコストの低減に有効であるとの指摘があった。さらに、デジタルツールを活用した、新しいサポートシステムについての紹介があった。

## 4. 高分子分析のコツ

(東ソー株) 伊藤誠治氏

冒頭に高分子の特性とその分析法が解説され、平均分子量と分子量分布の情報を簡便に得るツールとして、HPLC(SEC)が優れていることが紹介された。続いて、SECの測定原理の解説と、測定条件設定のコツ、検出器の選択法について解説があった。測定条件の設定においては、カラムの選択が重要であり、生体高分子分析にはシリカゲルやアガロースが使用されるが、合成高分子分析用にはスチレンジビニルベンゼン共重合体の基材が、また、移動相にはTHFやトルエンが多用されることが紹介された。さらに、DMFやヘキサヒドロピロリン酸等の高極性溶媒を使用する場合には、ポリアクリレート基材が適しているとの指摘があった。SEC用の検出器としては示差屈折率検出器、UV検出器、RI検出器等があるが、MALDI-MS単独あるいは光散乱検出器とMALDI-MSとの併用により、絶対分子量測定が達成されることが紹介された。

## 5. PFOS, PFOA分析の実際

(栗田工業株) 榎本幹司氏

PFOS(ペルフルオロオクタンスルホン酸)とPFOA(ペルフルオロオクタン酸)は環境中での難分解性と高い蓄積性から、環境大臣に要監視項目の答申が出されるなど、最近その分析法に関心が高まっている。分析上の課題としては、定量下限濃度がng/Lオーダーと低いこと、分析用基材に使用されるフッ素樹脂からのフッ素化合物が分析を妨害することがある。そこで演者は、①フッ素樹脂と接触しない方法で試料水を固相抽出カラムに通導・濃縮する一方、②HPLCシステムから混入するフッ素化合物をDelayカラム(固相抽出カラム)に通導後、分析カラムに注入することにより、分析種ピークへの妨害を抑制する方法を開発した。本法を河川水に適用した結果、PFOS、PFOAとも直鎖体と分岐体の分離定量が1 ng/Lオーダーで実現できる見通しを得たとの報告があった。

## 6. 分離科学に用いる統計手法

(ムラタ計測器サービス株) 大塚克弘氏

統計手法は、データの精確さを担保する上で必須であり、不確かさを始め精度管理には欠かせぬ手法である。しかし、分離科学に携わる者にとっては、どちらかと言えば苦手な領域と思われるので、実務に役立つ統計手法の基礎を平易に説明いただいた。すなわち、母集団(有限母集団、無限母集団)、標本、正規分布と二項分布との関係に加えて、代表値(平均値、中央値等)、散布度(分散、標準偏差、範囲等)などの基本統計量について詳細に解説していただいた。さらに、検出限界値、定量下限値の考え方や、検量線幅を広げて低濃度側が検量から外れる場合には重み付けを検討する必要があることなど、大変参考になる話を伺った。

## 7. 総括「HPLCとLC/MS～基礎と応用～」

(東京理科大学) 筆者

各講演での質疑応答では話題とならなかった視点から、演者全員と質疑応答・確認を行った後、LC研究懇談会の今後の予定と共に今回の講演主題に対する筆者の思いの一端が語られた。すなわち、インスピレーションで勝負が決まる数学や理論物理と違い、分離科学や化学は基本的には学識と経験の蓄積で、すなわち時間依存型で個人の成長が図られる領域である。そこで、「継続は力なり」を座右の銘として分析士認証試験などの客観的評価ツールをも活用しつつ、コツコツ努力する重要性が強調された。

(LC研究懇談会委員長 中村 洋)



## 中部支部だより

### 一対面イベントの再開に向けて一

日本分析化学会中部支部では、分析化学分野の学術交流や会員間の親睦を促進することを目的に、年中行事として以下の主催事業を実施しています。愛知、北陸、三重、長野、岐阜、静岡のそれぞれの地区で定期的に講演会を行うとともに、支部全体の会員が交流する催しとして「分析化学中部夏期セミナー」、「[分析中部・ゆめ21]若手交流会・高山フォーラム」を持ち回りで開催しています。また、分析技術に関する教育と技能向

上のために「基礎及び最新の分析化学講習会」を実施していません。

2019年度末からはじまった新型コロナウイルス感染症対策への対応から、2020年度から中部支部の主催事業のほとんどがオンライン開催になりました。実は、中部支部においては、私が担当した北陸地区講演会と夏期セミナーから対面イベントが中止になりました。この二つは、2020年度に中部支部で一番早く開催される予定の主催事業でした。2020年3月の緊急事態宣言や先の見えないコロナ禍に私自身が慌てて、当時の支部長の三重大学・金子先生と次期支部長の静岡大学・栗原先生に、オンライン開催や延期について相談したことを覚えています。支部常任幹事のメール審議による結論として、講演会はオンライン開催として実施し、夏期セミナーは会員の親睦・懇談が主な目的なので延期にすることになりました。

その後、2020年度から2021年度に予定された中部支部主催の講演会や講習会は、担当者のご尽力により中止されることはなく、オンライン開催等ですべて実施されました。オンライン開催では、対面開催よりも参加者が増えたり、他地区の講演会にも手軽に参加できるなど、学術交流の面でプラスの効果が見つかりました。また、オンライン会議や講演会の設定に慣れてくると、対面形式よりも手軽に開催できるようになり、ウェビナー等の催しが増えてきました。地方大学と大都市圏との精神的な距離が一気に近くなった気がします。ただし、2020年度当初はオンライン形式への転換はかなり大変でした。特に、2020年度は中部支部の主催事業に日本分析化学会第69年会有り、名古屋工業大学・大谷肇先生を中心とした実行委員の皆様が一年以上前から準備を進めておられました。年会のような大規模イベントにおいて、対面開催をオンライン開催に急遽切り替えるのは並大抵の作業ではありません。実行委員会の皆様のご決断とご尽力により、年会が中止や延期ではなく、オンラインで開催できたことは本当に快挙だったと

思っています。

さて、2022年度は4月始めから、ワクチン接種状況の進捗や、人と人との距離の確保、マスクの着用、手洗いなどの消毒をはじめとした新型コロナウイルス感染症対策の普及により、石川県では飲食店やホテル等で通常営業が再開されています。中部支部の主催事業で、唯一、中止・延期にしてしまった「分析化学中部夏期セミナー」を再開する状況が整い、このタイミングで支部長になったのは何かの巡り合わせと考えて、石川県から対面・合宿型のイベントの再開を先駆けて企画・立案しようとしています。宿泊や飲食を伴う対面イベントなので、県や施設とよく相談しながら、感染症予防対策に係る基準（ホテル・宿泊業）に基づいて、アクリル板等によるパーティション設置、飲食を伴う懇談の工夫、必要に応じたマスク着用、同一地区の同室を基本とする部屋割など、with コロナ時代に適切な開催方法を検討している最中です。当面は呪文のように、「新型コロナウイルス感染症の影響により、開催方式を変更する場合は速やかにお知らせいたします。」との非常事態への対応は欠かせません。

中部支部では、2022年度の地区講演会や講習会についても、その多くを対面開催で計画しています。2023年度には第83回分析化学討論会が富山大学で開催されます。実行委員長の富山大学・遠田浩司先生の下で富山大学を中心に、富山県、福井県、石川県の北陸地区委員が企画の検討を始めています。以上のように、後で振り返った際に、2022年はwith コロナ時代の幕開けであったといえるように、地区や支部、全国の会員の皆様の学術交流や親睦を促進する催しの再開に向けて、知恵と工夫をひねり出したいと考えています。before コロナ時代よりも、対面、オンラインの様々な機会を、分析化学会の交流活動が盛んになることを期待しております。

〔金沢大学理工研究域物質化学系 長谷川 浩〕

## 執筆者のプロフィール

(とびら)

東海林敦 (Atsushi SHOJI)

東京薬科大学薬学部 (〒192-0392 東京都八王子市堀之内1432-1)。東京薬科大学大学院薬学研究科薬学専攻博士後期課程修了。薬剤師国家資格。《現在の研究テーマ》生体膜デザイン。《趣味》フットサル。

(ミニファイル)

森内章博 (Akihiro MORIUCHI)

花王株式会社解析科学研究所 (〒640-8580 和歌山県和歌山市湊1334番地)。東京工業大学大学院総合理工学研究科修士課程。LC分析士2段。《現在の研究テーマ》家庭品や化粧品、化粧品等に用いられる化学材料を対象とした成分解析。《趣味》野球、釣り、お城巡り、ピオトープ作り。

E-mail : moriuchi.akihiro@kao.com

(トビックス)

小池裕也 (Yuya KOIKE)

明治大学理工学部 (〒214-8571 神奈川県川崎市多摩区東三田1-1-1)。明治大学大学院理工学研究科工業化学専攻博士後期課程修了。博士(工学)。第1種放射線取扱主任者。《現在の研究テーマ》多摩川集水域における河川水及び底質中放射性セシウムの動態評価。《趣味》ドライブ、居酒屋めぐり。

E-mail : koi@meiji.ac.jp

浦井暖史 (Atsushi URAI)

国立研究開発法人海洋研究開発機構地球化学センター (〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町2-15)。信州大学大学院総合医理工学研究科総合理工学専攻(博士課程)。博士(理学)。環境計量士(濃度)。《現在の研究テーマ》深部メタンと表層水圏生態系との相互作用に関する研究。

E-mail : uraia@jamstec.go.jp

(リレーエッセイ)

加藤 大 (Masaru KATO)

昭和大学薬学部 (〒142-8555 東京都品川区旗の台1-5-8)。東京大学大学院薬学系研究科。博士(薬学)。《現在の研究テーマ》ナノメディシンに代表される医薬品とバイオマーカーの分析法。

E-mail : masaru.kato@pharm.showa-u.ac.jp

(ロータリー・談話室)

平田岳史 (Takafumi HIRATA)

東京大学大学院理学研究科附属地殻化学実験施設 (〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1)。東京大学大学院理学系研究科化学専門課程博士課程修了。博士(理学)。《現在の研究テーマ》質量分析計を用いた超微量元素の分析、イメージング分析、生体分子分析。《趣味》ドライブ、スキー、旅行。

E-mail : hrt1@eqchem.s.u.tokyo.ac.jp



## 特集：高感度解析に寄与する分離分析技術

### 目 次

「高感度解析に寄与する分離分析技術」特集号の刊行に当たって .....	山本佐知雄	305
<b>総合論文</b>		
高感度化及び高精度化を指向する誘導体化 LC の開発と生体試料分析への応用 .....	坂口洋平	307
質量分析装置を用いるタンパク質中 D 型アミノ酸残基の同定 .....	高田 匠	319
<b>報 文</b>		
デジタル分子ふるい電気泳動用キャピラリーデバイスの開発 .....	末吉健志・松田景太・遠藤達郎・久本秀明	325
親水性相互作用カラムを用いる 8-aminopyrene-1,3,6-trisulfonic acid 標識化糖鎖の HPLC 分離と分取条件の検討 .....	山本佐知雄・宮脇直久・川上夏海・木下充弘・鈴木茂生	333
インタクトなタンパク質の LC/MS 分析へ向けたモノリス型シリカマイクロトラップカラムの開発と評価 .....	小林宏資・和田啓男・久保拓也・大塚浩二	341
非天然型アミノ酸を含むペプチドにより修飾した HPLC 固定相の調製とその評価 .....	岸川直哉・沼田 翔・梅野智大・Mahmoud EL-MAGHRABEY・大山 要・田中正一・黒田直敬	351
<b>ノ ー ト</b>		
LC-MS/MS による cortisol と 6 $\beta$ -hydroxycortisol の測定に及ぼす血液採取時の抗凝固剤及び保存状態の影響 .....	柴崎浩美・横川彰朋・降幡知巳	357
<b>アナリティカルレポート</b>		
モノリス型固相抽出遠心カラムを用いる 2-aminobenzamide 誘導体化糖鎖の精製 .....	由井夕湖・太田茂徳・青山千顕・角田 誠	365
「分析化学討論会」特集の論文募集 .....		369
「分析化学」年間特集“流”の論文募集 .....		370
「分析化学」編集委員会特集“ウェルネスに貢献する分析化学”の論文募集 .....		372
テンプレートによる投稿要領 .....		373
「分析化学」に投稿される皆様へ .....		374

「分析化学」誌ホームページ URL=<https://www.jsac.jp/~wabnsk/index.html>

㊦ (学術著作権協会委託) 本誌からの複製許諾は、(公社)日本複製権センターと包括複製許諾契約を締結されている企業の従業員以外は、一般社団法人学術著作権協会 (〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3 階, FAX : 03-3475-5619, E-mail : info@jaacc.jp) から受けてください。

◇国の蔓延防止が3月の下旬に解除され、基本的な感染症対策を引き続き行いながらも、制限や制約のない日常を取り戻しつつあるように感じます。マスク着用が今後どのようなのか、とても気になるところです。

◇さて、今月号の冒頭では、研究・開発した成果を記憶に留めておくだけでなく、記録に残すことの大切さについても述べられています。現在の社会では、VUCA、すなわち変動制 (Volatility)、不確実性 (Uncertainty)、複雑性 (Complexity)、曖昧性 (Ambiguity) の時代という「答えのない時代」、「変化し続ける時代」に対応することが求められています。これは、社会のニーズに応えるだけでなく、創りたい社会を具体的に、新しい価値を創造することが必要となっています。このような新しい価値にチャレンジされた成果は、新しい社会を切り開くシーズとして、ぜひ、記録に残していただきたいと感じました。

◇6月号の編集にかかわってくれました皆様に心から感謝いたします。次号も変わらぬご支援を宜しくお願い致します。

[K. S.]

〈とびら〉

化学分野の高度データ関連人材の育成に向けて  
.....長谷川 浩

〈入門講座〉 地球環境問題へのとびら

地球温暖化—海洋中の CO<sub>2</sub> 測定—.....村田昌彦

〈解 説〉

無機分析における固相抽出の応用.....高久雄一

〈ミニファイル〉 衛生と安全

安全衛生管理総論.....中村 修

〈話 題〉

パターン認識、機械学習は化学センサにおいて万能か？  
.....佐々木由比・南 豪

◇ 編 集 委 員 ◇

〈委員長〉 勝田正一 (千葉大院理)	東海林 敦 (東京薬科大薬)	菅 寿美 (海洋研究開発機構)
〈副委員長〉 菅沼こと (帝人(株))	村居景太 (株共立理化学研究所)	
〈理事〉 津越敬寿 (産業技術総合研究所)	稲川有徳 (宇都宮大院地域創生科学)	岩井貴弘 (理化学研究所)
〈幹事〉 坂牧寛 (化学物質評価研究機構)	齊藤和憲 (日本大学生産工)	高橋あかね (オルガノ(株))
富岡賢一 (三菱マテリアル(株))	谷合哲行 (千葉工業大先進工)	照井教文 (一関高専)
〈委員〉 市場有子 (ライオン(株))	中原佳夫 (和歌山大システム工)	野間誠司 (佐賀大農)
岡村浩之 (日本原子力研究開発機構)	堀田弘樹 (神戸大院海事科学)	松神秀徳 (国立環境研究所)
田中佑樹 (千葉大院薬)	宮下振一 (産業技術総合研究所)	森 勝伸 (高知大理工)
永谷広久 (金沢大院自然科学)	山崎由貴 (国立医薬品食品衛生研)	
福島健 (東邦大薬)		
三浦篤志 (北大院理)		
森山孝男 (株リガク)		

☑ 複写される方へ

日本分析化学会は学術著作権協会(学著協)に複写に関する権利委託をしていますので、本誌に掲載された著作物を複写する場合は、学著協より許諾を受けて複写してください。

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル3階  
一般社団法人 学術著作権協会

FAX: 03-3475-5619 E-mail: info@jaacc.jp

なお、複写以外の許諾(著作物の転載願い等)は、学著協では扱っていませんので、直接日本分析化学会へお尋ねください。

ぶんせき 2022年 第6号 (通巻570)

2022年6月1日印刷

2022年6月5日発行

定価1,000円

編集兼発行人 公益社団法人 日本分析化学会

印刷所 〒173-0025 東京都板橋区熊野町13-11

株式会社 双文社印刷

発行所 〒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

公益社団法人 日本分析化学会

電話 総務・会員・会計: 03-3490-3351

編集: 03-3490-3537

FAX: 03-3490-3572

振替口座: 00110-8-180512

© 2022, The Japan Society for Analytical Chemistry

購読料は会費に含まれています。

## 2022 年度日本分析化学会役員

会長 (代表理事)	早下 隆士					
副会長	石濱 泰	保倉 明子	藤浪 眞紀	大谷 肇	鈴木真由美	
庶務担当理事	渡慶次 学	西澤 精一	山本 博之	栗原 誠	村松 康司	中山 雅晴
	黒田 直敬	宮野 博	上野 祐子	吉田 裕美		
会計担当理事	松浦 義和	小澤 岳昌				
編集担当理事	長谷川 健	水口 仁志	津越 敬寿			
常務理事	柿田 和俊					
監事	田中 俊逸	金澤 秀子				

## 2022 年度日本分析化学会支部役員

<b>【北海道支部】</b>	(〒060-86282 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目 北海道大学大学院工学研究院応用科学部門内)
支部長	渡慶次 学
副支部長	坂入 正敏 (木村)須田廣美
参 与	伊藤八十男 大谷 友二 片山 則昭 喜多村 昇 齋藤 健 神 和夫 高橋 英明
長谷部 清	藤吉 亮子 森田みゆき 横沢 龍朗
監 事	伊藤 慎二 嶋崎 悌司
庶務幹事	菅 正彦 谷 博文
会計幹事	真栄城正寿 三浦 篤志
幹 事	青柳 直樹 (荒木)池田敦子 石田 晃彦 今枝 佳祐 上野 貢生 宇都 正幸 大木 淳之
大津 直史	岡 征子 奥田 弥生 川口 俊一 工藤 英博 黒澤 隆夫 齋藤 徹 堺井 亮介
佐々木隆浩	佐藤 久 真田 哲也 高瀬 舞 高橋 徹 田中 俊逸 田原るり子 千葉 真弘
徳光 藍	富田 恵一 中田 耕 中谷 暢丈 西村 一彦 沼田ゆかり 古崎 睦 松井 宏之
南 尚嗣	三原 義広 村井 毅 諸角 達也 山田 幸司 吉田 将己 吉村 昭毅 若杉 郷臣
<b>【東北支部】</b>	(〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-07 東北大学大学院環境科学研究科先端環境創成学専攻)
支部長	西澤 精一
副支部長	大江 知行 高貝 慶隆
参 与	秋葉 健一 宇野原信行 大関 邦夫 大類 洋 尾形 健明 荻野 博 長 哲郎
小田嶋次勝	後藤 順一 斎藤 紘一 佐藤 允美 南原 利夫 糠塚いそし 星野 仁 山崎 慎一
四ツ柳隆夫	
監 事	壹岐 伸彦 藤村 務
庶務幹事	熊谷 将吾
会計幹事	福山 真央
幹 事	赤坂 和昭 石川大太郎 伊藤 徹二 伊野 浩介 井上 賢一 岩田 吉弘 遠藤 昌敏
大橋 弘範	小川 信明 押手 茂克 尾高 雅文 上條 利夫 唐島田龍之介 菊地 洋一 菊池美保子
北川 文彦	斎藤昇太郎 佐藤 勝彦 佐藤 健二 佐藤 雄介 猿渡 英之 珠玖 仁 志村 清仁
田副 博文	多田 美香 寺前 紀夫 照井 教文 仲川 清隆 中川 公一 西澤 松彦 沼田 靖
野原 幸男	橋本 隆光 橋本 幹雄 火原 彰秀 平野 愛弓 平山 和雄 福島美智子 末永 智一
松村 洋寿	眞野 成康 盛田 伸一 山田 理恵 和久井喜人 渡辺 壱 渡辺 健一 渡辺 忠一
<b>【関東支部】</b>	(〒102-8554 東京都千代田区紀尾井町 7-1 上智大学理工学部分析化学研究室内)
支部長	津越 敬寿
次期支部長	安田 純子
副支部長	四宮 一総 野呂 純二 平山 直紀
参 与	梅澤 喜夫 大橋弘三郎 岡田 哲男 小熊 幸一 金澤 秀子 楠 文代 合志 陽一
澤田 清	渋川 雅美 菅原 正雄 杉谷 嘉則 高田 芳矩 高村喜代子 田中 龍彦 角田 欣一
中込 和哉	中村 洋 二瓶 好正 丹羽 修 早下 隆士 平井 昭司 藤浪 眞紀 保母 敏行
前田 瑞夫	宮村 一夫 望月 直樹 矢野 良子 山崎 素直 山根 兵 山本 博之
監 事	会田 秀樹 鈴木 康志

# お知らせ

常任幹事	青木 寛	石川 隆一	稲川 有徳	植田 郁生	上野 祐子	梅林 泰宏	大塚 克弘
岡村 浩之	国村 伸祐	坂元 秀之	敷野 修	島田亜佐子	東海林 敦	菅沼 こと	菅原 一晴
鈴木彌生子	高橋あかね	高橋由紀子	高橋 豊	谷合 哲行	豊田 太郎	並木 健二	丹羽 宏之
林 英男	蛭田 勇樹	古庄 義明	本田 俊哉	宮下 隆	望田 啓子	山口 央	吉田 達成
支部幹事	伊藤 彰英	勝又 啓一	加藤 健	亀田 直弘	土戸 優志	中村 圭介	半田友衣子
福原 学	南 豪	南木 創	森岡 和大	森田耕太郎			

**【中部支部】** (〒460-0011 愛知県名古屋市中区大須1-35-18 一光大須ビル7F (公財)中部科学技術センター内)

支 部 長	長谷川 浩						
次期支部長	江坂 幸宏						
副支部長	倉光 英樹	巽 広輔					
顧 問	板谷 芳京	上田 一正	上田 穰一	太田 清久	北川 邦行	酒井 忠雄	佐々木与志実
田口 茂	柘植 新	津田 孝雄	寺田喜久雄	永長 幸雄	中村 俊夫	野村 俊明	早川 和一
原 稔	樋上 照男	平出 正孝	舟橋 重信	本浄 高治	三輪 智夫	村田 旭	山田 真吉
山寺 秀雄	湯地 昭夫						
参 与	一ノ木 進	井村 久則	宇野 文二	大谷 肇	小谷 明	小泉 貞之	竹内 豊英
田中 智一	遠田 浩司	中田 隆二	波多 宣子	服部 敏明	馬場 嘉信	藤本 忠蔵	
監 事	金子 聡	栗原 誠					
庶務幹事	眞塩麻彩実	山本 拓平					
会計幹事	村上 貴哉	水野 初					
常任幹事	石田 康行	小川 数馬	加藤 亮	佐澤 和人	柴田 信行	高田 主岳	高橋 透
高橋 史樹	立石 一希	轟木堅一郎	湯川 博	リムリーワ			
幹 事	飯國 良規	伊藤 雅章	植松 宏平	黄 国宏	内村 智博	太田 鑑	太田 一徳
奥山 修司	甲斐 穂高	香川 信之	勝又 英之	菅野 憲	儀賀 義勝	北川 均	北出 和久
木全 良典	金 継業	妹尾 健吾	袋布 昌幹	西山 嘉男	丹羽 敏之	丹羽 啓誌	淵上 剛志
古川 真衣	松宮 弘明	御子柴正明	山下 智富	吉田 一之	吉田 佳宏	藁科 知之	

**【近畿支部】** (〒550-0004 大阪府大阪市西区鞆本町1-8-4 (一財)大阪科学技術センター内)

支 部 長	村松 康司						
次期支部長	山本 雅博						
副支部長	森田 成昭	岩月 聡史					
庶務幹事	北隅 優希	森澤 勇介					
会計幹事	糟野 潤	奥田 浩子					
参 与	荒川 隆一	池田 篤治	池田 昌彦	大塚 利行	小川禎一郎	尾崎 幸洋	垣内 隆
加納 健司	木原 壯林	木村 恵一	木村 優	紀本 岳志	日下 譲	小島 次雄	佐伯 正夫
佐藤 昌憲	澁谷 康彦	田中 稔	谷口 一雄	千熊 正彦	寺部 茂	中川 照眞	中原 武利
萩中 淳	藤田 芳一	藤原 英明	増田 嘉孝	松下 隆之	八尾 俊男	横井 邦彦	脇阪 達司
渡辺 巖	渡會 仁						
常任幹事	石濱 泰	久保 拓也	桑本 恵子	駒谷慎太郎	鈴木 雅登	諏訪 雅頼	高原 晃里
田邊 一郎	壺井 基裕	鳥羽真由子	中田 靖	西 直哉	長谷川 健	堀田 弘樹	山口 英一
山本佐知雄	吉田 朋子	吉田 裕美					
幹 事	青山 佳弘	浅川 大地	飯田 琢也	石切山一彦	石濱 泰	磯尾賢太郎	伊藤 滋之
岩井 貴弘	岩本 仁志	上田 啓太	宇田 亮子	遠藤 達郎	大塚 利行	大城 敬人	大塚 浩二
岡本 行広	小堤 和彦	小山 宗孝	門 晋平	金尾 英佑	河合 潤	川上奈津子	川崎 英也
河原 直樹	川元 達彦	北山 紗織	木村 敦臣	久保田直哉	久保埜公二	倉内 奈美	小池 亮
小林 典裕	小林 宏資	坂本 英文	佐々木健次	佐々木隆之	作花 哲夫	椎木 弘	下赤 卓史
下条晃司郎	下山 昌彦	許 岩	白井 理	末吉 健志	杉原 崇康	杉山 雅人	鈴江 崇彦
鈴木 茂生	鈴木 哲仁	砂山 博文	瀬戸 康雄	宗林 由樹	宋和 慶盛	高木 達也	高野祥太郎
高橋 弘樹	武上 茂彦	竹田さほり	田中 章夫	田中 陽	谷田 肇	千葉 光一	茶山 健二
塚越 一彦	塚原 聡	塚本 効司	辻 幸一	角井 伸次	坪井 泰之	天満 敬	土井 光暢
床波 志保	豊田 岐聡	永井 秀典	中口 譲	中澤 隆	中島 陽一	中原 佳夫	並川 敬
中山 茂吉	西尾 友志	西埜 誠	野田 達夫	萩森 政頼	橋田紳乃介	長谷川 健	張野 宏也
東 昇	久本 秀明	藤居 義和	藤嶽 暢英	藤森 啓一	藤原 学	布施 泰朗	細矢 憲

# お知らせ

堀山志朱代 本間 秀和 前田 耕治 牧 秀志 松本 明弘 丸尾 雅啓 三木功次郎 三戸彩絵子  
 宮崎 哲男 宮道 隆 向井 浩 村上 正裕 森内 隆代 矢嶋 摂子 安井 裕之 安川 智之  
 山垣 亮 山口 敬子 山本 茂樹 山根 常幸 脇田 慎一 渡邊 誠

【中国四国支部】 (〒739-8526 広島県東広島市鏡山 1-3-1 広島大学大学院先進理工系科学研究科 (基礎化学プログラム) 分析化学研究室内)

支 部 長 中山 雅晴  
 次期支部長 朝日 剛  
 副支部長 名郷 洋信  
 支部参与 池田 早苗 伊藤 一明 今井 嘉彦 岩知道 正 奥村 稔 木ト 光夫 熊丸 尚宏  
 善木 道雄 田頭 昭二 竹味 弘勝 中野 惠文 林 康久 平田 静子 廣川 健 藤原 照文  
 北條 正司 真鍋 敬 宮田 晴夫 本仲 純子 本水 昌二 森田 秀芳 山崎 恒博  
 支部監事 早川慎二郎 若林 茂夫  
 庶務幹事 浅野 比 管原 庄吾 長門 Edward 豪 水口 仁志  
 会計幹事 浅岡 聡  
 常任幹事 一色 健司 石坂 昌司 泉 雅典 今井 昭二 上田 忠治 上田 真史 越智 一志  
 金田 隆 紙谷 浩之 北出 哲朗 北山 宏三 小園 修治 座古 保 高柳 俊夫 竹田 一彦  
 田所 大典 田中 秀治 谷崎 達也 谷本 典之 西 博行 原 哲也 藤原 薫 村上 良子  
 森本 稔 藪谷 智規 横山 崇 吉田 和広 吉村 友宏 和田 修治 川村 邦男 小崎 大輔  
 支部幹事 安達 健太 井上 裕文 牛島 淳憲 片岡 洋行 荻部 甚一 谷村 俊史 永阪 文惣 西本 潤  
 小松原恒生 島崎 洋次 竹内 政樹 竹永 史典 武安 伸幸 谷村 俊史 永阪 文惣 西本 潤  
 西脇 芳典 樋口 浩一 藤井 健太 藤原 勇 渊脇 雄介 松原 弘樹 森 勝伸 門木 秀幸  
 山下 浩 山本 剛 山本 孝 吉岡 徹 和田 光弘

【九州支部】 (〒890-0065 鹿児島県鹿児島市郡元 1-21-35 鹿児島大学大学院理工学研究科)

支 部 長 富安 卓滋  
 次期支部長 井上 高教  
 副支部長 大平 慎一 赤瀬信一郎  
 参 与 石黒 慎一 今坂藤太郎 今任 稔彦 岩崎 正武 大森 保 鎌田 薩男 喜納 兼勇  
 黒木 広明 合屋周次郎 財津 潔 下田 満哉 城 昭典 高館 明 谷口 功 田端 正明  
 出口 俊雄 中島憲一郎 中村 博 増田 義人 松本 清 山口 政俊 山田 淳 脇田 久伸  
 監 査 井原 敏博 高橋 政孝  
 庶務幹事 神崎 亮  
 会計幹事 児玉谷 仁  
 常任幹事 新垣 雄光 石川 洋哉 稻田 幹 大島 達也 川上 健次 栗崎 敏 黒田 直敬  
 高橋 幸奈 竹中 繁織 戸田 敬 浜瀬 健司 松田 直樹 松森 信明  
 幹 事 安藤 功 井倉 則之 池上 天 石岡 寿雄 石田 雄士 内原 博 宇都宮 聡  
 梅木 辰也 王子田彰夫 大渡 啓介 大庭 義史 尾本 憲昭 恩田 健 加地 範匡 片山 佳樹  
 加藤 祐子 梶島 力 梶島 正美 上畑桂太郎 河濟 博文 川畑 明 岸川 直哉 北村 裕介  
 木下 将和 栗原 龍 呉 行正 財津 慎一 笹木 圭子 佐藤しのぶ 佐藤 博 佐藤 正雄  
 佐野 洋一 澤津橋徹哉 塩路 幸生 清水 陽一 白土 英樹 末田 慎二 宗 伸明 高橋 章  
 高橋 浩司 高椋 利幸 竹原 公 田中 明 田中 充 天日 美薫 富永 昌人 中島 常憲  
 中園 学 中武 貞文 中野 幸二 中村 沙織 新留 康郎 西田 正志 能田 均 能登 征美  
 野間 誠司 馬場 由成 巴山 忠 原口 浩一 原田 明 原田 雅章 肥後 盛秀 藤井 清永  
 前田 明広 増田 寿伸 真瀬田幹生 又吉 直子 松井 利郎 松野 康二 松本 篤彦 水城 圭司  
 光井 康浩 満尾 良弘 満塩 勝 三宅 孝彰 村田 正治 森 健 安田みどり 藪下 彰啓  
 山口 敏男 山下 将一 横山さゆり 横山 拓史 吉田 亨次 吉田 秀幸 吉田 祐一 吉留 俊史  
 吉村 和久

## 2021年「分析化学」論文賞

多数の掲載論文の中から厳正なる審査の結果、標記論文賞が下記のとおり決まりました。受賞論文の概要は本号 226~227 ページをご覧ください。

著者：河相優子・白井亮洋・角田正也・井手上公太郎・末吉健志・遠藤達郎・久本秀明

題名：『インクジェットプリンティングによる試薬固定化法を利用する1ステップバイオアッセイマイクロデバイスの開発』

〔分析化学〕所載ページ：第70巻第3号、125-131ページ

著者：澤野理花・前島健人・柴田寛之・蛭田勇樹・Daniel CITERRIO

題名：『多項目尿検査のための距離検出型ペーパーデバイス』

〔分析化学〕所載ページ：第70巻第3号、175-181ページ

## 第27講研究開発リーダー実務講座2022

—企業の将来を担う理想の研究開発リーダー像とは？—  
〈対面式/オンライン式併用開催〉

主催 (一社) 近畿化学協会

協賛 (公社) 日本分析化学会近畿支部

日時 第1回：2022年7月8日(金)、第2回：8月3日(水)、  
第3回：9月9日(金)、第4回：10月6日(木)、第5回：  
11月2日(水)、第6回：12月2日(金)、各回13:00~  
18:30(予定)

開催方法 対面式：大阪科学技術センター〔大阪市西区靱本町  
1-8-4〕

オンライン式：「Zoom」を利用

プログラム (各回終了後、グループディスカッション、交流会(対面式参加者のみ)を開催)

7月8日(金) 第1回【研究開発リーダーのあり方】

1. 研究開発者が持つべき「商品力」とは—あなたが開発した商品はなぜ売れないのか—(ケルセジェン・ファーマ/アルプス薬品) 小野光則

8月3日(水) 第2回【新規事業への挑戦とアントレプレナーシップ】

1. 目撃証言 富士フィルムのトランスフォーメーション(富士フィルム) 曾呂利忠弘
2. 科学技術イノベーション創出のためのアントレプレナーシップ(神戸大院経営) 忽那憲治

9月9日(金) 第3回【人財を活かすマネジメント】

1. 研究開発マネジメントとダイバーシティ推進(ウェストコーナー) 西田まゆみ
2. 三洋化成の社員のモチベーションを高める施策について(三洋化成) 前田浩平

10月6日(木) 第4回【産学連携と知財戦略】

1. 産学連携を成功に導く知財戦略(特許庁) 進士千尋
2. 産学連携によるイノベーションの創出(神戸大院科学技術イノベーション) 坂井貴行

11月2日(水) 第5回【イノベーションと変革】

1. イノベーションを先導できる研究リーダーとは？(医療基盤・健康・栄養研) 近藤裕郷
2. 「月曜日が楽しみな会社にしよう！」研究開発の生産性を飛躍的に向上させ、イノベーションを加速する全体最適のマネジメント理論 TOC (Goldratt Japan) 岸良裕司

12月2日(金) 第6回【ビジョンと独創的な製品開発】

1. 創薬への情熱—睡眠薬ロゼレムの誕生秘話—(東和薬品) 内川 治

参加費 主催団体所属会員 66,000円、協賛団体所属会員 88,000円、会員外 110,000円(1名参加分、6回通し受講のみ、消費税込)

申込・問合せ先 〒550-0004 大阪市西区靱本町1-8-4 大阪科学技術センター6階 (一社) 近畿化学協会「研究開発リーダー実務講座」係〔電話：06-6441-5531、FAX：06-6443-6685、E-mail：seminar@kinka.or.jp〕

詳細はホームページ

<https://kinka.or.jp/event/2022/27leader.html> をご参照ください。

## 第373回液体クロマトグラフィー研究懇談会

主催 (公社) 日本分析化学会液体クロマトグラフィー(LC)研究懇談会

Q-TOFMSを中心に、主にMS2に高分解能質量分析部を配した高分解能LC/MS/MS装置は複数のメーカーから発売され、性能や機能の向上は目覚ましいものがあります。MS2の質量分解能を向上させるための技術や、イオンモビリティ技術、未知化合物の定性分析をサポートするソフトウェアなどの開発も進んでいます。本例会では、質量分析装置および関連する企業様を中心に、高分解能LC/MS/MS装置や関連技術の最新動向についてご講演いただきます。また、高分解能LC/MS/MS装置により得られるマスペクトル解析に関する基礎講座も行います。

期日 2022年7月27日(水) 13:00~17:20

会場 Zoom オンライン会場

講演主題 高分解能LC/MS/MS装置や関連技術の最新動向  
講演

講演主題概説(オーガナイザー)(13:00~13:05)

(エムエス・ソリューションズ(株)) 高橋 豊

(LC分析士二段、LC/MS分析士五段)

1. 高分解能型質量分析計Orbitrapをベースとした未知化合物解析のご紹介(13:05~13:45)

(サーモフィッシュャーサイエンティフィック(株))

永島良樹(LC/MS分析士初段)

2. イメージング質量顕微鏡iMScope QTのご紹介(13:45~14:25)

(株)島津製作所) 渡邊 淳(LC分析士初段)

3. 最新のQTOF-MSの特長とアプリケーションの紹介(14:25~14:55)

(アジレント・テクノロジー(株)) 林 明生

(LC分析士初段、LC/MS分析士二段)

休憩(14:55~15:10)

4. Time of FlightとIon Mobilityの領域を拡大する最新技術(15:10~15:55)

(日本ウォーターズ(株)) 佐藤 太(LC/MS分析士初段)

5. 高分解能LC/MS/MSによるマスペクトル解析基礎講座(15:55~16:45)

(エムエス・ソリューションズ(株)) 高橋 豊

(LC分析士二段、LC/MS分析士五段)

6. 総括「高分解能LC/MS/MS装置や関連技術の最新動向」(16:45~17:15)

(東京理科大学) 中村 洋

(LC分析士五段、LC/MS分析士五段)

参加費 LC研究懇談会個人会員：1,000円、協賛学会(日本分析化学会、日本薬学会、日本化学会)及び後援学会(日本農芸化学会)会員：3,000円、その他：4,000円、学生：1,000円。参加申込締切日後の受付はできませんので、ご了承ください

さい。

情報交換会 講演終了後、講師を交えて情報交換会を開催します(会費1,000円)。締切日後のご参加はできませんので、参加希望者は必ず事前にお申込みください。

参加申込及び参加費等納入締切日 2022年7月20日(水)(入金締切時刻:15時まで)

申込方法 参加希望者は、下記申込先にアクセスし、氏名、勤務先(電話番号)、LC会員・協賛学会会員・その他の別及び情報交換会参加の有無を明記の上、お申込みください。お申込みが完了した場合には、登録されたアドレス宛に「第373回液体クロマトグラフィー研究懇談会申込み受付(自動返信)」のメールが届きます。メールが届かない場合は、世話人までお問い合わせください。

参加費の納入が確認できた方には、7月21日(木)以降に①例会サイト入場URLと②「視聴者用操作マニュアル」をお送りします。また、情報交換会参加費納入者には、③情報交換会サイト入場URLをお知らせいたします。なお、請求書と領収書の発行はいたしておりません。領収書は、振込時に金融機関が発行する振込票等をもって替えさせていただきます。

申込先 <https://forms.gle/hVGyZYs6c9wwfL6J6>

銀行送金先 りそな銀行五反田支店(普通)1754341 口座名 シヤニホンブンセキカガクカイ〔公益社団法人 日本分析化学会・液体クロマトグラフィー研究懇談会〕

問合せ先 (公社)日本分析化学会液体クロマトグラフィー研究懇談会 世話人 エムエス・ソリューションズ(株) 高橋 豊 [E-mail: tyutaka@sitsuryobunsekiya.com]

## 九州分析化学若手の会

## 第35回若手研究講演会および第40回夏季セミナー

主催 九州分析化学若手の会、(公社)日本分析化学会九州支部

期日 2022年7月29日(金)・30日(土)

会場 オンライン開催

内容 分析化学に関する若手研究者間の勉強会・講演会

○招待講演1:

化学センサーからマイクロ分析デバイス・システムへ:現在の研究に至るまで(大阪公立大学)久本秀明

○招待講演2:

おいしい食感のデザイン~破壊過程に着目した官能評価・物性測定・構造観察~(明治大学)中村 卓

○招待講演3:

「知覚する」分子系の進化デザイン学(早稲田大学)梅野太輔

○九州分析化学奨励賞授与式・受賞講演

○九州分析化学ポスター賞受賞者模範ポスター発表

○一般発表:(優秀発表者には九州分析化学若手賞が授与されます)

○総会

○情報・意見交換会

参加費 無料

申込及び要旨原稿作成・送信方法等、詳細については、日本分析化学会九州支部のホームページ([http://www.jsac.or.jp/~jsac\\_kyushu/](http://www.jsac.or.jp/~jsac_kyushu/))を通じてご案内いたします。

問合せ先 〒840-8502 佐賀市本庄町1 佐賀大学農学部生物資源科学科生命機能科学コース 宗 伸明、野間誠司〔電話:0952-28-8773, E-mail: kyushubunsekiwakate40@gmail.com〕

## ——以下の各件は本会が共催・協賛・後援等をする行事です——

◎詳細は主催者のホームページ等でご確認ください。

## 熱測定オンライン討論会 2022

主催 日本熱測定学会

期日 2022年6月17日(金)、7月8日(金)、8月5日(金)、8月26日(金)、9月16日(金)

会場 オンライン開催

ホームページ <https://www.netsu.org/2022onlinelecture/>

連絡先 〒101-0032 東京都千代田区岩本町1-6-7 宮澤ビル601 日本熱測定学会事務局〔電話:03-5821-7120, FAX:03-5821-7439, E-mail: netsu@mbd.nifty.com〕

## 第40回高分子表面研究会基礎講座

「表面をつくる・みる・つかう」

主催 (公社)高分子学会高分子表面研究会

期日 2022年6月30日(木)

会場 Webex Meetings によるオンライン開催

ホームページ

<https://member.spsj.or.jp/event/index.php?id=362>

連絡先 〒104-0042 東京都中央区入船3-10-9 新富町ビル6F (公社)高分子学会 第40回高分子表面研究会基礎講座係〔電話:03-5540-3770, FAX:03-5540-3737〕

## プラズマ分光分析研究会第116回講演会

— ISM-8 Post-Conference in Tokyo —

主催 プラズマ分光分析研究会

期日 2022年7月15日(金)

会場 東京大学小柴ホールおよびZoomによるオンライン

ホームページ <https://plasma-dg.jp/>

連絡先 プラズマ分光分析研究会事務局 梅村知也〔電話:FAX:045-924-5688, E-mail: office@plasma-dg.jp〕

## 第11回環境放射能除染研究発表会

主催 (一社)環境放射能とその除染・中間貯蔵および環境再生のための学会

期日 2022年8月24日(水)・25日(木)

会場 けんしん郡山文化センター(郡山市民文化センター)とWebのハイブリッド開催

ホームページ <http://khjosen.org/>

連絡先 〒305-0061 茨城県つくば市稲荷前24-10-A-102 (一社)環境放射能とその除染・中間貯蔵および環境再生のための学会〔電話:029-886-9227, FAX:029-886-9228, E-mail: 11th-conf@khjosen.org〕

## 第71回ネットワークポリマー講演討論会

主催 合成樹脂工業協会  
 期日 2022年10月19日(水)~21日(金)  
 会場 伝国の杜 置賜文化ホール(山形県米沢市)  
 ホームページ <http://www.networkpolymer.jp/>  
 連絡先 〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町1-10-4 丸石ビルディング6F 合成樹脂工業協会 ネットワークポリマー講演討論会事務局 [電話:03-5298-8003, FAX:03-5298-8004, E-mail:networkpolymer@jtpia.jp]

## 第33回クロマトグラフィー科学会議

主催 クロマトグラフィー科学会  
 期日 2022年11月3日(木)~5日(土)  
 会場 Web開催(Zoom)  
 ホームページ <https://scs33.jimdofree.com>  
 連絡先 〒108-8641 東京都港区白金5-9-1 北里大学薬学部 第33回クロマトグラフィー科学会議事務局 [電話:03-5791-6380, E-mail:scs33@pharm.kitasato-u.ac.jp]

## 第49回炭素材料学会年会

主催 炭素材料学会  
 期日 2022年12月7日(水)~9日(金)  
 会場 姫路市民会館  
 ホームページ <http://www.tanso.org/>  
 連絡先 〒162-0801 東京都新宿区山吹町358-5 アカデミーセンター 炭素材料学会年会ヘルプデスク [FAX:03-3368-2827, E-mail:tanso-desk@bunken.co.jp]

## 「分析化学討論会」特集の論文募集

「分析化学」編集委員会

第82回分析化学討論会では、「環境における放射性物質と分析化学」、「量子ビームと分析化学」、「地域から世界へ発信する電気分析化学」、「ヘルスケアと分析化学」、「内山一美先生を偲ぶ」の5テーマを討論主題として取り上げました。また、討論主題以外に、公開シンポジウムとして、「食の安全と分析化学」を開催しました。

「分析化学」誌では、毎年第12号に分析化学討論会特集号として、分析化学討論会の討論主題に関連した論文を掲載しております。2022年度の分析化学討論会特集号では、「未来を拓く分析化学～環境・資源・医療・食料問題等への挑戦」をテーマとし、第82回分析化学討論会で設けた討論主題5テーマと公開シンポジウムに関する論文を広く募集します。多数のご投稿をお待ちしております。詳細は「分析化学」71巻6号及びホームページをご覧ください。

特集論文の申込締切:2022年7月8日(金)  
 特集論文の原稿締切:2022年8月12日(金)

## 「分析化学」年間特集「流」の論文募集

「分析化学」編集委員会

「分析化学」では2010年より「年間特集」を企画し2023年は「流」をテーマとすることと致しました。

本特集では「流」をキーワードとして分析化学における基礎・応用を含めて幅広い観点で見渡し、分析化学が担う役割を社会に向けて発信することを目的としています。本特集に関わる論文はすべての論文種目で年間を通じてご投稿いただくことが可能で、審査を通過した論文は単行の特集号を除く「分析化学」第72巻(2023年)合併号の冒頭に掲載する予定です。国内外、産学官を問わず、「流」に関わる分析化学の研究・開発に従事されている多くの皆様方からの投稿をお待ちしておりますので、是非この機会をご活用ください。なお、詳細は「分析化学」誌の6号及びホームページをご参照ください。

特集論文の対象:「流」に関連した分析化学的な基礎・応用研究に関する論文。例を以下に示します。1)液体や気体などの流れを利用した分析装置や分析手法の開発・応用、2)連続的に流れている河川や大気などの分析に関する研究、3)製造ラインなどの流れの中で利用する分析法の開発・応用、4)電子の流れを計測する電気分析化学的研究、5)原子・分子の流れを扱うシミュレーションを活用した分析化学的研究。

特集論文申込締切:2022年7月15日(金) (第1期)  
 特集論文原稿締切:2022年8月19日(金) (第1期)

「分析化学」編集委員会特集  
「ウェルネスに貢献する分析化学」の論文募集

「分析化学」編集委員会

「分析化学」誌では、毎年第6号に「編集委員会特集」として特集号を企画しています。「編集委員会特集」では話題性の高い分析手法や分析分野に関連する論文を募集・掲載しています。

2023年度(第72巻)の「編集委員会特集」のテーマは、『ウェルネスに貢献する分析化学』に決定いたしました。ウェルネスは、医学的見地等から肉体的、精神的状態を判断する健康(ヘルス)を手段・基盤とし、より豊かに、より美しく、より輝く人生を目指していく過程と定義されています。ヘルスケア産業は、医療、健康、スポーツ分野から普及し、健康課題に敏感な高齢者層を対象とした受動的な産業であるのに対し、能動的に人生を豊かに彩るライフスタイルを目指すウェルネスは、パーソナルケア、アンチエイジング、フィットネス、食品、予防医療等を基に全世代をターゲットとした産業として注目を浴び、近年、その市場は急速に伸びています。

上記状況に鑑み、本特集では、ウェルネスに貢献する分析化学と題し、医療、福祉、スポーツ、食と農、美容、環境、IT等の様々な分野における分析化学を対象とした研究に着目することと致しました。ウェルネスに関連した、新たなサイエンスを切り拓くための基盤技術、およびその応用に関する論文の投稿をお待ちしております。なお、詳細は「分析化学」誌の6号及びホームページをご参照ください。

特集論文申込締切:2022年10月7日(金)  
 特集論文原稿締切:2022年12月2日(金)



## ぶんせき 6月号 掲載会社 索引

<b>【ア行】</b>	<b>【ナ行】</b>	<b>【ラ行】</b>
(株)エス・ティ・ジャパン……………表紙4	日本分光(株)……………A4	(株)リガク……………A1
<b>【サ行】</b>	<b>【ハ行】</b>	<b>製品紹介ガイド</b> ……………A6～7
(株)島津製作所……………表紙3	(株)日立ハイテクサイエンス……………表紙2	<b>図書案内</b> ……………A8～9
<b>【タ行】</b>	フロンティア・ラボ(株)……………A10	
東亜ディーケーケー(株)……………A3		

# 新規会員募集中!!

日本分析化学会は、研究者・技術者が一体となって組織化された分析化学分野では世界最大級の学会です。今後ますますハイテク化していく生活・産業活動を支えるため、本学会ではその技術力の進歩・発展に活発に貢献しております。この度、さらに幅広く事業を拡大していくため広く会員拡充を図ることになりました。この好機に多数特典のある本会会員への入会をお知り合いにぜひお勧め下さい。

## 公益社団法人 日本分析化学会 会員係

〒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  
TEL : 03-3490-3351 FAX:03-3490-3572  
E-MAIL : memb@jsac.or.jp

<h2 style="text-align: center;">原子スペクトル分析</h2>	<p>UV吸収のない化合物までしっかりフラクション UVとELSDを内蔵した一体型ダブルトリガー分取装置 日本ビュッヒ(株) 電話 03-3821-4777 <a href="https://www.buchi.com/ja">https://www.buchi.com/ja</a></p>
<p>各種水銀測定装置 日本インスツルメンツ(株) 電話072-694-5195 営業グループ <a href="https://www.hg-nic.co.jp">https://www.hg-nic.co.jp</a></p>	<p>高速液体クロマトグラフ Chromaster 5610 質量検出器 (MS Detector) (株)日立ハイテクサイエンス <a href="https://www.hitachi-hightech.com/hhs/">https://www.hitachi-hightech.com/hhs/</a> E-mail: <a href="mailto:hhs-info.fy.ml@hitachi-hightech.com">hhs-info.fy.ml@hitachi-hightech.com</a></p>
<h2 style="text-align: center;">分子スペクトル分析</h2>	<p>ムロマックミニカラム 精度の高いクロマトグラフィ ムロマックガラスカラム イオン交換反応を可視化 室町ケミカル(株) 電話 03-3525-4792 <a href="https://www.muro-chem.co.jp/">https://www.muro-chem.co.jp/</a></p>
<p>FTIR 用アクセサリーの輸入・製造の総合会社 市販品から特注まであらゆるニーズに対応 (株)システムズエンジニアリング <a href="https://www.systems-eng.co.jp/">https://www.systems-eng.co.jp/</a> E-mail: <a href="mailto:info@systems-eng.co.jp">info@systems-eng.co.jp</a></p>	<p>長期保証のイオンクロマトグラフ 装置3年保証 &amp; 陰イオンサブレッサは10年保証 メトロームジャパン(株) 電話 03-4571-1744 <a href="https://www.metrohm.jp">https://www.metrohm.jp</a> IC コラム「ご隠居達の IC 四方山話」掲載中!</p>
<p>紫外可視近赤外分光光度計 UH4150 AD+ 高感度分光蛍光光度計 F-7100 (株)日立ハイテクサイエンス <a href="https://www.hitachi-hightech.com/hhs/">https://www.hitachi-hightech.com/hhs/</a> E-mail: <a href="mailto:hhs-info.fy.ml@hitachi-hightech.com">hhs-info.fy.ml@hitachi-hightech.com</a></p>	<h2 style="text-align: center;">電気化学分析</h2>
<p>リサーチグレードでありながら、ダウンサイジングを追求 フーリエ変換赤外分光光度計 FT/IR-4X 日本分光(株) 電話 042-646-4111(代) <a href="https://www.jasco.co.jp">https://www.jasco.co.jp</a></p>	<p>電位差自動滴定装置 カールフィッシャー水分計 最大5検体同時測定, FDA Par11対応, DI 対策も安心 メトロームジャパン(株) 電話 03-4571-1743 <a href="https://www.metrohm.jp">https://www.metrohm.jp</a></p>
<h2 style="text-align: center;">レーザー分光分析</h2>	<h2 style="text-align: center;">質量分析</h2>
<p>レーザーアブレーション LIBS 装置 J200 伯東(株)システムプロダクツカンパニー 電話03-3355-7645 <a href="http://www.g5-hakuto.jp">http://www.g5-hakuto.jp</a> E-mail: <a href="mailto:info@g5-hakuto.jp">info@g5-hakuto.jp</a></p>	<p>MALDI-TOF(/TOF), ESI-QTOF, FT-ICR, LC-MS/MS, GC-MS/MS ブルカージャパン(株) ダルトニクス事業部 電話 045-440-0471 E-mail: <a href="mailto:info.BDAL.JP@bruker.com">info.BDAL.JP@bruker.com</a></p>
<h2 style="text-align: center;">NMR・ESR・磁気分析</h2>	<h2 style="text-align: center;">熱分析</h2>
<p>NMR スペクトル解析ソフトウェア Mnova (株)リアクト 担当: 化学事業部 梅本 電話 045-567-6633 E-mail: <a href="mailto:umemoto@react-corp.com">umemoto@react-corp.com</a> <a href="https://www.react-corp.com/">https://www.react-corp.com/</a></p>	<p>小型反応熱量計 SuperCRC 少量で高感度・高精度な反応熱量測定を実現 最適化・スケールアップ・安全性評価 (株)東京インスツルメンツ 電話03-3686-4711 <a href="https://www.tokyoinst.co.jp">https://www.tokyoinst.co.jp</a></p>
<h2 style="text-align: center;">クロマトグラフィー</h2>	<h2 style="text-align: center;">分析装置・関連機器</h2>
<p>ナノカラムからセミ分取カラムまで, 豊富なサイズ 逆相 HPLC 用カラム L-column シリーズ GC 用大口径中空カラム G-column 一般財団法人化学物質評価研究機構 クロマト技術部 <a href="http://www.cerij.or.jp">www.cerij.or.jp</a> E-mail: <a href="mailto:chromato@ceri.jp">chromato@ceri.jp</a></p>	<p>ユニット機器型フローインジェクション分析システム AQLA-700 測定項目やご使用環境にあわせて機器の組合せが可能 (株)アクアラボ 電話 042-548-2878 <a href="http://www.aqualab.co.jp">http://www.aqualab.co.jp</a></p>
<p>ポータブルガス分析装置 XG-100 シリーズ 新コスモス電機(株) 電話06-6308-2111 インダストリ営業本部 <a href="http://www.new-cosmos.co.jp">www.new-cosmos.co.jp</a></p>	<p>TD-NMR (-100℃~200℃) ペプチド合成装置 (UV モニタ, IH ヒーティング) マイクロウェーブ・ダイジェスター アステック(株) 東京 03-3366-0811 大阪 06-6375-5852 <a href="https://www.astechcorp.co.jp/">https://www.astechcorp.co.jp/</a></p>

<p>XRF分析用ガラスビードの作製及びICP分析のアルカリ融解処理には、高周波溶融装置ビード&amp;フューズサンブラ (株)アメナテック <a href="http://www.amena.co.jp">http://www.amena.co.jp</a></p>
<p>英国エレメンタルマイクロアナリシス社製 CHNOS 有機・無機・同位体微量分析用 消耗品・標準物質等 アルファサイエンス(株) <a href="http://www.alphascience.jp/">http://www.alphascience.jp/</a> 電話 03-3814-1374 FAX 03-3814-2357 E-mail: alpha@m2.pbc.ne.jp</p>
<p>モジュール式ラマンシステム RAMAN-QE 高感度の小型ファイバ分光器、励起用レーザ、各種ラマンプローブを組み合わせたコンパクトなシステムです。励起レーザ選択や光学系のカスタマイズもご相談ください。オーシャンフォトニクス(株) <a href="http://www.oceanphotonics.com">http://www.oceanphotonics.com</a></p>
<p>電位差自動滴定装置・カールフィッシャー水分計・密度比重計・屈折計・粘度計・水銀測定装置・熱計測機器・大気分析装置・水質分析装置・排ガス分析装置 京都電子工業(株) 東京支店 03-5227-3151 <a href="https://www.kem.kyoto/">https://www.kem.kyoto/</a></p>
<p>秒速粉碎機 マルチビーズショッカー ディスク容器で岩石・樹脂・生体等の凍結粉碎も可能。分析感度UP、時間短縮、経費節減に貢献。 安井器械(株) 商品開発部 <a href="http://www.yasuikikai.co.jp/">http://www.yasuikikai.co.jp/</a></p>
<h2>研究室用設備機器</h2>
<p>グローブボックスシステム MBRAUN 社製 有機溶媒精製装置 MBRAUN 社製 (株)ブライト 本社 048-450-5770 大阪 072-861-0881 <a href="http://www.bright-jp.com">http://www.bright-jp.com</a> E-mail: info@bright-jp.com</p>
<h2>試薬・標準試料</h2>
<p>認証標準物質 (CRM), HPLC・LC/MS 関連 超高純度試薬 (Ultrapur, Primepure®) 関東化学(株) 電話 03-6214-1090 <a href="https://www.kanto.co.jp">https://www.kanto.co.jp</a></p>
<p>研究・産業用の金属/合金/ポリマー/ガラス等 8 万点 取扱サプライヤー GOODFELLOW CAMBRIDGE LTD 日本代表事務所 電話 03-5579-9285 E-mail: info-jp@goodfellow.com <a href="https://www.goodfellow-japan.jp">https://www.goodfellow-japan.jp</a></p>
<p>X 線回折実験等に使える『高度精製タンパク質試料』 グルコースイソメラーゼ, αアミラーゼほか (株)コンフォーカルサイエンス 電話 03-3864-6606 <a href="http://www.confsci.co.jp">http://www.confsci.co.jp</a></p>
<p>信頼性確保に重要な認証標準物質 (CRM) 標準物質のご用命は シグマアルドリッチジャパン(同) テクニカルサービス 電話03-4531-1140 E-mail: jpts@merckgroup.com</p>
<p>標準物質は当社にお任せください! 海外 (NIST, IRMM, BAS, MBH, Brammer, Alcoa 等) 国内 (日本分析化学会, 産総研, 日環協等) 各種標準物質を幅広く、また、分析関連消耗品も各種取り扱っております。是非、ご相談ください! 西進商事(株) <a href="https://www.seishin-syoji.co.jp">https://www.seishin-syoji.co.jp</a></p>

<p>RESEARCH POLYMERS (株)ゼネラルサイエンスコーポレーション 電話03-5927-8356(代) FAX 03-5927-8357 <a href="https://www.shibayama.co.jp">https://www.shibayama.co.jp</a> E-mail: gsc@shibayama.co.jp</p>
<p>お求めの混合標準液をサクサク検索! 農薬・動物用医薬品 混合標準液検索システム WEBページで「和光 農薬」で検索! 試薬でお困りの際は当社HPをご覧ください。 富士フィルム和光純薬(株)</p>
<p>薄層クロマトグラフィー (TLC) のリーディングカンパニーとして最高レベルの品質と豊富な担体・サイズ・支持体のプレートをご用意しています。 メルク(株) テクニカルサービス 電話03-4531-1140 E-mail: jpts@merckgroup.com</p>
<h2>書籍</h2>
<p>DNA origami入門 一基礎から学ぶDNAナノ構造体の設計技法— 川又生吹・鈴木勇輝・村田智 共著 B5変判 264頁 定価4,730円 (税込) (株)オーム社 <a href="https://www.ohmsha.co.jp">https://www.ohmsha.co.jp</a></p>
<p>基本分析化学 —イオン平衡から機器分析法まで— 北条正司, 一色健司 編著 B5判 260頁 定価3,520円 (税込) 三共出版(株) 電話03-3264-5711 <a href="https://www.sankyoshuppan.co.jp/">https://www.sankyoshuppan.co.jp/</a></p>
<p>専門基礎ライブラリー 新編基礎化学 第2版 藤野竜也・相沢宏明・石井茂・田代基慶 著 B5判 264頁 本文2色 定価2,530円 (税込) 高校レベルの化学から大学の基礎まで無理なく学習できる。 実教出版(株) 電話 03-3238-7766 <a href="https://www.jikkyo.co.jp/">https://www.jikkyo.co.jp/</a></p>
<p>Pyrolysis-GC/MS Data Book of Synthetic Polymers 合成高分子の熱分解 GC/MS ハンドブック Tsuge, Ohtani, Watanabe 著 定価31,900円 (税込) 163種の合成高分子の熱分解 GC/MS, また33種の縮合系高分子には反応熱分解 GC/MS も測定したデータ集。 (株)デジタルデータマネジメント 電話03-5641-1771</p>
<p>TOF-SIMS: Surface Analysis by Mass Spectrometry John C. Vickerman and David Briggs 著 B5・定価51,700円 (税込) 二次イオン質量分析法の装置と試料の取扱い, 二次イオン形成のメカニズム, データ解析アプリケーション例など (株)デジタルデータマネジメント 電話 03-5641-1771</p>
<p>Surface Analysis by Auger and X Ray Photoelectron Spectroscopy David Briggs and John T. Grant 著 B5・定価51,700円 (税込) 表面分析に欠かせない AES と XPS 法の原理, 装置, 試料の扱い, 電子移動と表面感度, 数量化, イメージング, スペクトルの解釈など。(SurfaceSpectra, Ltd.) (株)デジタルデータマネジメント 電話 03-5641-1771</p>
<p>改訂6版 分析化学データブック 日本分析化学会編 ポケット判 260頁 定価1,980円(税込) 丸善出版(株) 電話 03-3512-3256 <a href="https://www.maruzen-publishing.co.jp">https://www.maruzen-publishing.co.jp</a></p>
<h2>不確かさセミナー</h2>
<p>不確かさセミナーは、講義と演習を繰り返し全員の解答を確認しつつ進めるので、安心してご受講頂けます。不確かさ小冊子も無料謹呈中! 日本電気計器検定所 電話03-3451-1205 <a href="https://www.jemic.go.jp">https://www.jemic.go.jp</a> E-mail: kosyukai-ky@jemic.go.jp</p>

※価格はすべて税込です

<p>化学分析・化学実験</p>	<p><b>ToF-SIMS : Surface Analysis by Mass Spectrometry 2<sup>nd</sup> edition</b> John C. Vickerman and David Briggs 著 B5 51,700円 (税込) 二次イオン質量分析法の装置と試料の取扱い, 二次イオン形成のメカニズム, データ解析アプリケーション例など (Surface Spectra, Ltd.).</p>	<p>マデ ネジ ジタ ルメ ルデ ンテ ータ</p>
<p>粉末 X 線解析の実際 第3版 中井 泉・泉 富士夫 編著 B5 308頁 定価 6,490円 (税込) 粉末回折法の全容を実践的に理解できる。[内容] 原理/データ測定・読み方・活用/特殊な測定法と試料/リートベルト法/RIETAN-FPの使い方/MEM・MPF 解析/未知結晶構造解析/先端材料への応用/他</p>	<p>朝 倉 書 店</p> <p>有機化学・有機分析</p>	
<p>図説 表面分析ハンドブック 日本表面真空学会 編 B5 576頁 定価 19,800円 (税込) 約 120 の手法を見開き形式で解説。実際の適用例を複数紹介し, その手法の特徴や主な適用先などをまとめ, 一目で概要がわかるよう工夫。試料の種類や性質, 目的により適切な手法を選択するためのリファレンス。</p>	<p>朝 倉 書 店</p> <p>有機分子の分子軌道計算と活用 染川賢一 著 B5 218頁 3,740円 (税込) 収録内容: 原子と分子の理解の歴史/二原子分子, アルカンとπ結合/分子軌道 (MO) データと分子情報/光吸収と吸収スペクトル/芳香族と複素環の性質/有機反応の分類と MO 法による理解/分子の接近と遷移状態および水素結合の解析/MO 演習問題と解答例/MOPAC ソフト添付と利用マニュアル/https://kup.or.jp/booklist/ns/science/1089.html</p>	<p>九 州 大 学 出 版 会</p>
<p>蛍光 X 線分析の実際 第2版 中井泉 編/日本分析化学会 X 線分析研究懇談会 監修 B5 280頁 定価 6,490円 (税込) 試料調製, 標準物質, 蛍光 X 線装置スペクトル, 定量分析などの基礎項目を平易に解説し。食品中の有害元素分析, 放射性大気粉塵の解析, 文化財への非破壊分析など豊富な応用事例を掲載した実務家必携のマニュアル。</p>	<p>朝 倉 書 店</p> <p>生化学・農芸化学</p>	
<p>機器分析</p>	<p><b>DNA origami 入門基礎から学ぶ DNA ナノ構造体の設計技法</b> 川又生吹, 鈴木勇輝, 村田智 共著 B5 変 264頁 定価 4,730円 (税込) 従来のものでつくりの方法論を根底から変革する DNA origami について, 一から解説した入門書。"caDNAno" による設計方法も解説。</p>	<p>オ ー ム 社</p>
<p>先端の分析法 第2版 澤田 嗣郎 監修 B5 1072頁 75,900円 (税込) 18年ぶりの大改訂! すぐに役立つ視点でまとめた! 図式, グラフ...圧倒的な情報量! 全産業分野をカバー! 分析研究&amp;技術者必携の一書!</p>	<p>エ ヌ ・ テ イ ・ エ ス</p> <p>放射化学</p>	
<p>Pyrolysis-GC/MS Data Book of Synthetic Polymers 合成高分子の熱分解 GC/MS ハンドブック Tsuge, Ohtani, Watanabe 著 エルゼビア 2011 刊 28,600円 (税込) 163種の合成高分子の熱分解 GC/MS, また 33種の縮合系高分子には反応熱分解 GC/MSも測定したデータ集, パイログラム, 生成物の帰属, 相対生成率, 保持指標, 質量スペクトルと構造式など, 昇温過程での生成物のサーモグラムとその平均質量スペクトルも収録。</p>	<p>マ デ ネ ジ タ ル メ ル デ ン テ ータ</p> <p>放射化学の事典 日本放射化学会 編 A5 376頁 定価 10,120円 (税込) 生命科学・地球科学・宇宙科学等の基礎科学の基本概念である放射化学を約 180項目・各 1~4頁で解説した読む事典。[内容] 放射線計測/人工放射性元素/原子核プローブ・ホットアトム化学/分析法/環境放射能/原子力/宇宙・地球化学/他</p>	<p>朝 倉 書 店</p>
<p>Mass Spec: Desk Reference, 2<sup>nd</sup> edition 4,400円 (税込) 質量分析に使われる用語の解説と誤用される用語例, 質量分析の書誌情報の集積。(Global View Publisher)</p>	<p>マ デ ネ ジ タ ル メ ル デ ン テ ータ</p> <p>化学一般・その他</p>	
<p>Surface Analysis by Auger and X-Ray Photoelectron Spectroscopy David Briggs and John T. Grant 編 B5 51,700円 (税込) 表面分析に欠かせない AES と XPS 法の原理, 装置, 試料の扱い, 電子移動と表面感度, 数量化, イメージング, スペクトルの解釈など (Surface Spectra, Ltd.).</p>	<p>マ デ ネ ジ タ ル メ ル デ ン テ ータ</p> <p>研究開発部門への DX 導入による R&amp;D の効率化, 実験の短縮化 山本 修一郎, 亀井 卓也 ほか 64名 A4 663頁 本体価格 88,000円 (税込) 試読可 アカデミック割引価格 33,000円 (税込) 試読可 圧倒的な開発スピードとコスト削減を実現するデータ駆動型 R&amp;D の導入, 運用の仕方とは!</p>	<p>技 術 情 報 協 会</p>

※価格はすべて税込です

<p>ラマン分光スペクトルデータ解析事例集 片山 詔久, 森田 成昭 ほか 66 名 A4 405 頁 本体価格 88,000 円 (税込) 試読可 アカデミック割引価格 33,000 円 (税込) 試読可 分析担当者が困るような試料を解析しやすくするための前処理のコツ! 豊富なスペクトル, マッピングデータが参考になる!</p>	<p>技術情報協会</p>	<p>導電性材料の設計, 導電性制御および最新応用展開 小長谷重次, 前野聖二 ほか 80 名 A4 984 頁 本体価格 88,000 円 (税込) 試読可 アカデミック割引価格 33,000 円 (税込) 試読可 導電性フィラー・ペースト・ポリマー・接着剤, 透明導電膜, 伸縮性導体の形態。電気を通す, 遮る, 貯めるメカニズム, 電気特性のコントロールとその使い方までを解説。</p>	<p>技術情報協会</p>
<p>SDGs の経営・事業戦略への導入と研究開発テーマの発掘, 進め方 横田 浩一, 中川 優 ほか 72 名 A4 681 頁 本体価格 88,000 円 (税込) 試読可 アカデミック割引価格 33,000 円 (税込) 試読可 17 の目標と事業を結び付ける着眼点, 将来ビジョンの策定と研究開発テーマへの落とし込み方!</p>	<p>技術情報協会</p>	<p>データサーエンスリテラシー 応用事例と演習から学ぶ「誰も」が身につけたい力 高橋弘毅・市坪 誠・河合孝純・山口敦子 著 B5 240 頁 定価 2,530 円 (税込) 「数理・データサイエンス・AI (リテラシーレベル) モデルカリキュラム」に準拠した, 大学・高専・企業研修向けのデータサイエンス基礎テキスト。</p>	<p>実教出版</p>

◆掲載図書発行所◆

図書購入・問い合わせなどは, 下記発行所に直接ご連絡ください。

※価格はすべて税込です

(株)朝倉書店	URL : <a href="https://www.asakura.co.jp/">https://www.asakura.co.jp/</a> 〒162-8707 東京都新宿区新小川町 6-29	☎03(3260)7631
(株)エヌ・ティー・エス	URL : <a href="http://www.nts-book.co.jp/">http://www.nts-book.co.jp/</a> 〒102-0091 東京都千代田区北の丸公園 2-1 科学技術館 2 階	☎03(5224)5430
(株)オーム社	URL : <a href="https://www.ohmsha.co.jp/">https://www.ohmsha.co.jp/</a> 〒101-8460 東京都千代田区神田錦町 3-1	☎03(3233)0853
九州大学出版会	URL : <a href="https://www.kup.or.jp/">https://www.kup.or.jp/</a> 〒814-0001 福岡県福岡市早良区百道浜 3-8-34 九州大学産学官連携イノベーションプラザ 305	☎092(833)9150
(株)技術情報協会	URL : <a href="https://www.gijutu.co.jp/">https://www.gijutu.co.jp/</a> 〒141-0031 東京都品川区西五反田 2-29-5 日幸五反田ビル	☎03(5436)7744
実教出版(株)	URL : <a href="https://www.jikkyo.co.jp/">https://www.jikkyo.co.jp/</a> 〒102-8377 東京都千代田区五番町 5	☎03(3238)7765
(株)デジタルデータマネジメント	URL : <a href="http://www.ddmcorp.com">http://www.ddmcorp.com</a> 〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町 1-11-8 紅萌ビル	☎03(5641)1771

次回の図書案内は 2022 年 12 月号に掲載します。

NEW

## 迅速凍結粉碎装置 IQ MILL-2070

機器分析の試料前処理に最適 ~ 各種試料の粉碎・攪拌・分散に特化 ~

## IQ MILL-2070 の特長

## ● 使いやすいシンプル操作

- ✓ 簡単な操作でサンプルの粉碎が可能  
設定項目は、粉碎速度、粉碎時間、サイクル数、待ち時間のみです。回転ノブとタッチパネルで簡単に設定が可能です。

## ● 短時間で効率的な粉碎

- ✓ 同一プログラムで最大3サンプルの同時粉碎が可能  
最大3本の試料容器が収納可能なホルダーを搭載しており、より効率的な粉碎が可能です。
- ✓ パワフルな衝撃と剪断の粉碎力で 粉碎時間を大幅短縮  
高速立体8の字運動による粉碎方式を採用しており、短時間での試料粉碎が可能です。

## ● 液体窒素での予冷用キットが付属

- ✓ 粉碎前に冷媒（液体窒素等）を用いる試料容器の予冷方式  
液体窒素の最小消費量は300 mL程度と省エネです。
- ✓ 冷媒を使わずに室温でも粉碎可能



IQ MILL-2070

## 主な仕様

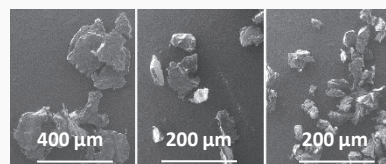
粉碎温度	室温あるいは冷媒（液体窒素等）を用いる試料冷却	
粉碎設定	回転数 (rpm)	50 から 最大 3000（無段階設定）
	回転時間 (sec)	1 から 60（1 sec毎）
	回転サイクル間の待ち時間 (sec)	10 から 600（10 sec毎）
	回転サイクル数	1 から 10（1サイクル毎）
安全装置	2つのマイクロスイッチと手動ロックの組合せ	
本体寸法、重量	幅 270 x 奥行 350 x 高さ 300 (mm)、約 12 kg	
電源 (50/60 Hz)	AC 100/120 V あるいは 200/240 V (400 VA)	

ポリスチレン (20 ペレット, 約 500 mg)

2000 rpm x 60 sec x 1 サイクル

前処理温度

25 °C      0 °C      -196 °C



粉碎温度 25 °C

フロンティア・ラボ 株式会社 [www.frontier-lab.com/jp](http://www.frontier-lab.com/jp) [info@frontier-lab.com](mailto:info@frontier-lab.com)

高性能の熱分解装置と金属キャピラリーカラムの開発・製品化に専念して、洗練された製品をお届けしています



高速液体クロマトグラフ質量分析計  
Liquid Chromatograph Mass Spectrometer

**LCMS-2050**

## SIMPLY EFFORTLESS

LCMS-2050は、装置サイズの大幅な小型化と、分析の高速化・高感度化の両立を実現したシングル四重極質量分析計です。極限まで小さくなったボディの中には、島津の技術が凝縮されています。LC検出器としての使いやすさとMSの優れた能力を掛けあわせて、完璧なユーザビリティを追求した質量分析計、それがLCMS-2050です。

### Seamless integration with LC by design

LC検出器としての使いやすさを追求

### Superior detection for added confidence

従来装置LCMS-2020の技術を継ぐMS検出器

### Streamlined operation for cost efficiency

省エネ・省スペースでラボの生産性を最大化



Nexera シリーズとの構成例



# LC-CollectIR

LC-CollectIRは、高い効率でHPLCやGPCで分離された成分から移動相溶媒を蒸発させ溶質成分のみをFTIR用の「Geディスク」またはPyroGC/MS用の「熱分解試料カップ」へ捕集するシステムです。

クロマトグラフィーにより分離された混合物の各成分についてオフラインでの測定が可能になります。FT-IR分光測定により簡単に迅速な分子量分布における共重合体の組成変化解析や、PGC/MSによる構造解析の研究に最適です。

従来の分取法と比べ、大幅な時間短縮とコストの削減が可能になります。



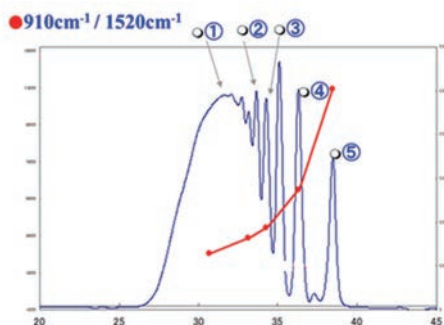
## 応用例

- 混合物の分離と各成分の簡単に迅速な構造解析
- 樹脂の末端や内部構造の推定
- 分子量分布における、共重合体の組成変化
- 分子量が近似した物質の分子構造の区別
- 微細構造解析および樹脂の混合系の判別
- 簡易分取装置としての利用

## GPC-IR測定

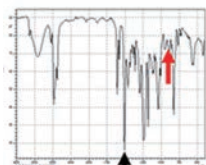
### BPA型エポキシ樹脂のFTIRによる組成分析

本システムでは、GPCフラクション毎の赤外スペクトルを測定可能です。得られたスペクトルから官能基の比等をクロマトグラムにオーバーラップさせた解析も可能です。

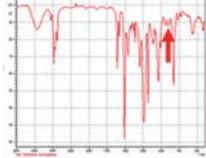


### 各ピークのFT-IRスペクトル

○ピーク①

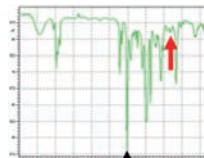


○ピーク②

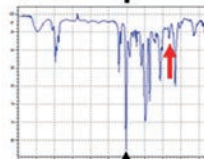


→ ○ 芳香環  
→ ○ エポキシ基

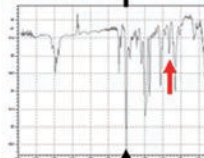
○ピーク③



○ピーク④



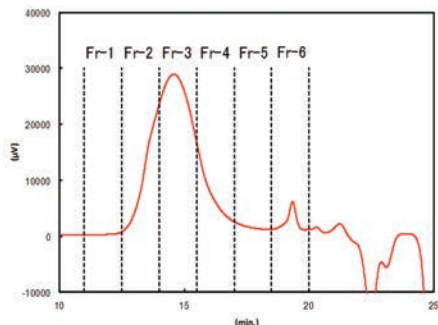
○ピーク⑤



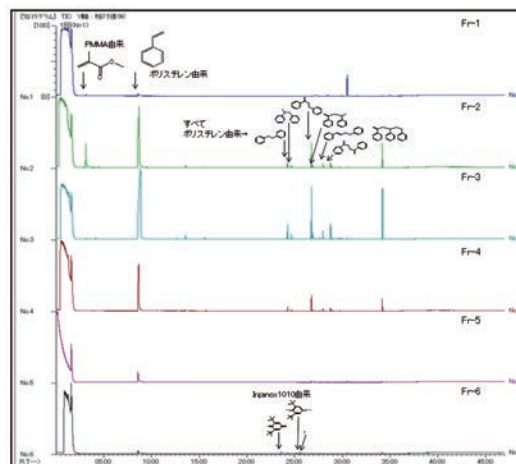
## GPC-PyroGC/MS測定

### ポリマーブレンドと添加剤の測定

GPCからのフラクションを熱分解装置用試料カップにトラップする事で、GPCの溶出時間ゾーン毎にPyroGC/MS測定が可能となります。得られたスペクトルの解析により、使用されているポリマーの種類や割合が解ります。また、数%程しか使用されていない添加剤の特定も可能です。



RIのクロマトグラムとフラクションゾーン



各分取フラクションの熱分解GC/MS結果

