

ぶんせき 10

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>

イオン交換・吸着・濾過
MUROMACHI CHEMICAL
column

ムロマック®ミニカラム

ムロマック®ミニカラムはカラムと液溜槽がポリプロピレンにより一体成型されていて、丈夫で耐薬品性に優れています。小さなカラムながら濾槽が効率良く試料中の物質を吸着できるように設計されており、リークやテーリングの少ない精度の高いクロマトグラフィーが可能です。



種類	内径(mm)	長さ(mm)	容量(mL)	液溜槽容量(mL)
S	5.0~5.5	50	1.0	8.0
M	6.5~8.5	58	2.5	10.0
L	10.0~11.0	118	10.0	5.0*1

※1.連結キャップを使って50mL注射器を接続すると便利です。

ムロマック®ミニカラムスタンド

カラムSまたはM用のスタンドは、直径15~16.5mm、長さ100~165mmの試験管を20本立てることができます。カラムL用スタンドのトレイには100mLのビーカー又は三角フラスコを10個並べることができます。



種類	横(cm)	縦(cm)	高さ(cm)	立数
S・M共用	26.5	7.0	20.5	20本
L用	36.5	14.5	22.5	10本

ムロマック®ガラスカラム

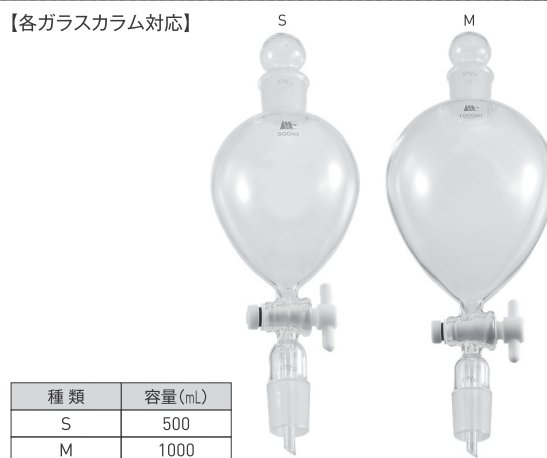
ムロマック®ガラスカラムはガラス製で耐薬品性に優れ、鮮明にイオン交換反応を可視化します。イオン交換樹脂の初期検討後、樹脂量を多くして使用することでより正確なデータを取ることが可能です。枝管付きタイプはムロマック分液ロートを使用することで液枯れしません。また、ライフ試験など樹脂層高を上げて試験を行う場合は細長カラムを使用することで正確なデータを取得できます。

種類	横(cm)	縦(cm)	容量(mL)
S	8	28	30.0
M	8.5	32.5	100.0
ロング	5	43	40.0



ムロマック®分液ロート

【各ガラスカラム対応】



種類	容量(mL)
S	500
M	1000

お問合せ先

室町ケミカル株式会社 <http://www.muro-chem.co.jp>

【東京】TEL. 03-3525-4792 【大阪】TEL. 06-6393-0007 【本社】TEL. 0944-41-2131

ぶんせき Bunseki 2022 Contents 10

目次

とびら	生きた証／田中秀治 369
入門講座	地球環境問題へのとびら 水質汚染 —湖沼の富栄養化と貧酸素化—／宮原裕一 370
創案と開発 (先端機器開発)	高感度でロバストな新しい四重極型 ICP 質量分析装置の開発 —基礎研究と理論から得た革新的思考— ／Iouri Kalinitchenko 著 (松野京子 訳) 376
解説	異物分析における 熱分解ガスクロマトグラフィー質量分析法の活用／木下健司 381
ミニファイル	衛生と安全 化学防護手袋の耐透過性をふまえた適正使用／田中 茂 389
話題	微小領域の温度を視る —細胞挙動から生命現象まで—／井上高教 391
技術紹介	パルス NMR による粒子界面特性評価 —濃厚分散体を希釈せずに評価、粉体の僅かな違いを数値化— ／池田純子 393
	クラウド型電子実験ノートによる 研究データの統合的管理 —CDD Vault ELN の紹介—／篠崎康裕 400
トピックス	キャピラリー ELISA のための小型蛍光検出システムの開発 ／小宮麻希 404
	簡単な化学反応を利用した リチウム同位体比測定の高精度化／青木 譲 404
リレーエッセイ	分析化学者は糖鎖研究における主役になれるか？／木下充弘 405
報告	第 82 回分析化学討論会 (水戸, 2022)／山本博之 406
ロータリー	411
	談話室：ぶんせき誌の記事を埋没させないために／インフォメーション：理事会だ より (2022 年度第 3 回)／執筆者のプロフィール

〔論文誌目次〕.....	413	〔広告索引〕.....	A5
〔お知らせ〕.....	M1	〔ガイド〕.....	A6
〔カレンダー〕.....	iii		

放射能測定信頼性を確保する放射能標準物質を開発 —大豆およびしいたけ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) 放射能分析用大豆認証標準物質

(低濃度: JSAC 0761, 0762, 0763, 高濃度: JSAC 0764, 0765, 0766)

○認証値と拡張不確かさ U (包含係数 $k = 2$) 基準日: 2013年2月1日

	低濃度	高濃度
^{134}Cs 放射能濃度 (Bq/kg):	37.1 ± 2.6	190 ± 11
^{137}Cs 放射能濃度 (Bq/kg):	68.2 ± 4.6	345 ± 19
^{40}K 放射能濃度 (Bq/kg):	619 ± 60	613 ± 40

○充填容器と価格

JSAC 0761, 0764:U8 容器(50 mm 高さ) 20,000 円, JSAC 0762, 765:100 mL 容器 20,000 円, JSAC 0763, 0766:1 L 容器 100,000 円 (価格はいずれも本体価格、送料込み・消費税別)

2) 放射能分析用しいたけ認証標準物質

(低濃度: JSAC 0771, 0772, 0773, 高濃度: JSAC 0774, 0775, 0776)

○認証値と拡張不確かさ U (包含係数 $k = 2$) 基準日: 2013年12月1日

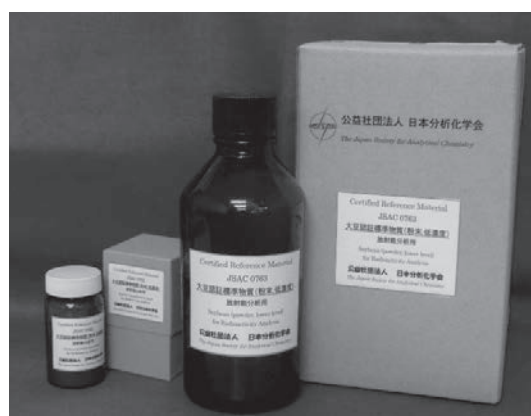
	低濃度	高濃度
^{134}Cs 放射能濃度 (Bq/kg):	99 ± 9	225 ± 15
^{137}Cs 放射能濃度 (Bq/kg):	233 ± 20	533 ± 34
^{40}K 放射能濃度 (Bq/kg):	707 ± 53	633 ± 50

○充填容器と価格

JSAC 0771, 0774:U8 容器(50 mm 高さ) 20,000 円, JSAC 0772, 0775:100 mL 容器 20,000 円, JSAC 0773, 0776:1 L 容器 100,000 円 (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 U8 容器(50 mm 高さ) 写真右, 100 mL 容器, 1 L 容器に充填された大豆認証標準物質

2022 年

10 月	11・12 日	入門触媒科学セミナー [大阪科学技術センター 4 階 401 号室].....	(7 号	M11)
	11~14 日	第 8 回材料 WEEK [京都テルサ].....	(9 号	M6)
	11~14 日	第 57 回真空技術基礎講習会 [大阪産業技術研究本部・和泉センター].....	(M	7)
	12~28 日	VACUUM2022 真空展 [オンライン].....	(9 号	M6)
	13 日	プラズマ分光分析研究会第 117 回講演会—持続可能なプラズマ分光分析研究会に向けての種探し— [八戸市友の会福祉会館および Zoom によるオンライン].....	(M	7)
	19~21 日	VACUUM2022 真空展 [東京ビックサイト].....	(9 号	M6)
	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)].....	(6 号	M6)
	20 日	第 376 回液体クロマトグラフィー研究懇談会 [Zoom オンライン会場].....	(9 号	M3)
	20・21 日	日本金属学会オンライン教育講座「材料強度の基礎」[オンライン (Zoom)].....	(9 号	M6)
	25・26 日	色材協会創立 95 周年記念会議 95th JSCM Anniversary Conference “Sustainable Technology in Colour Materials” [アルカディア市ヶ谷 (私学会館)].....	(9 号	M6)
	25 日	第 70 回プラスチックフィルム研究会講座 主題=次世代モビリティ・通信用フィルム [東京工業大学大岡山キャンパス西 9 号館コラボレーションルーム].....	(9 号	M6)
	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].....	(M	1)
	31 日	第 51 回薄膜・表面物理基礎講座 (2022)「Beyond 5G と薄膜・表面物理の接点」 [慶応義塾大学日吉キャンパス来往舎大会議室 (ハイブリッド開催)].....	(9 号	M6)
11 月	2 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].....	(6 号	M4)
	7 日	第 245 回西山記念技術講座「失敗しない評価・分析・解析技術の最前線 (不確定要素の理解と適切な手法の選択に向けて)」[CIVI 研修センター新大阪東 5 階 E5 Hall].....	(M	7)
	7~9 日	日本磁気科学会第 16 回年会 [日本大学生産工学部 60 周年記念棟 6 階 Spring Hall].....	(M	7)
	8~10 日	第 61 回 NMR 討論会 [高知県立県民文化ホール].....	(9 号	M6)
	9 日	日本希土類学会 第 40 回 講演会 [崎陽軒本店マンガリン].....	(9 号	M6)
	9・10 日	日本膜学会膜シンポジウム 2022「膜を学ぶ・膜に学ぶ」[神戸大学百年記念館].....	(9 号	M6)
	10・11 日	第 58 回 X 線分析討論会 [イグレヒめじ].....	(7 号	M11)
	10・11 日	第 35 回日本吸着学会研究発表会 [JA 長野県ビル・アクティールホール].....	(9 号	M6)
	10・11 日	第 68 回ポーログラフィーおよび電気分析化学討論会 [京都大学桂ホール桂ホール].....	(9 号	M7)
	12 日	[分析中部・ゆめ 21] 若手交流会・第 22 回高山フォーラム [オンライン開催].....	(9 号	M4)
	12 日	生物発光化学発光研究会第 37 回学術講演会 [和歌山県立医科大学薬学部大講義室].....	(M	7)
	14 日	第 246 回西山記念技術講座「失敗しない評価・分析・解析技術の最前線 (不確定要素の理解と 適切な手法の選択に向けて)」[早稲田大学西早稲田キャンパス 63 号館 2 階会議室].....	(M	7)
	15~17 日	第 38 回近赤外フォーラム [東京大学弥生講堂].....	(7 号	M12)
	18 日	第 35 回新潟地区部会研究発表会 [新潟大学五十嵐キャンパス物質生産棟 1F-161 室].....	(M	4)
	18 日	第 37 回元素分析技術研究会 [オンライン開催].....	(8 号	M8)
	18 日	HPLC & LC/MS 講習会 2022 [オンライン (Zoom ウェビナー)].....	(9 号	M4)
	18 日	(公社)日本分光学会第 6 回 MAIRS ワークショップ [京都大学化学研究所].....	(M	8)
	22 日	第 377 回液体クロマトグラフィー研究懇談会 [Zoom オンライン会場].....	(M	4)
	24・25 日	第 12 回液体イオン液体討論会 [宮地楽器ホール].....	(M	8)
	24・25 日	LC- & LC/MS-DAYs 2022~人材育成~ [箱根パークス吉野].....	(8 号	M5)
	24・25 日	ナノ材料の表面分析講習 [近畿大学].....	(7 号	M11)
	24・25 日	第 41 回溶媒抽出討論会 [東京工業大学大岡山キャンパス西 8 号館 (E) 10 階大会議室].....	(9 号	M7)
	25 日	第 58 回フローインジェクション分析講演会 [湊川神社 楠公会館菊水の間他].....	(8 号	M6)
	25・26 日	日本腐植物質学会第 38 回講演会および総会 [東邦大学理学部 3 号館・5 号館].....	(9 号	M7)
	3~5 日	第 33 回クロマトグラフィー科学会議 [Zoom].....	(6 号	M6)
12 月	3 日	2022 年度「ぶんせき講習会」(発展編)「Python を用いた機器分析データの解析~入門から ケモメトリックスまで~」[大阪電気通信大学寝屋川キャンパス J 号館 7 階 J708 演習室].....	(M	5)
	3 日	LC シニアクラブ (LC Senior Club, LCSC) 設立総会 [Zoom ミーティング].....	(M	6)
	7~9 日	第 49 回炭素材料学会年会 [姫路市民会館].....	(6 号	M6)
	8 日	2022 (11th) Asia-Pacific Symposium on Ion Analysis (国際会議) [オンライン (Zoom)].....	(9 号	M4)
	8・9 日	第 37 回分析電子顕微鏡討論会 [オンラインでの開催 (Zoom を予定)].....	(M	8)
	8・9 日	第 32 回基礎及び最新の分析化学講習会と愛知地区講習会 —遠くても近くても, センシング・ハンドリング— [名古屋工業大学 4 号館ホール].....	(M	6)
	9 日	第 38 回イオンクロマトグラフィー討論会 [東京 23 区内 (対面で実施予定。講演会場は 10 月下旬にプログラムと同時公開)].....	(9 号	M5)
	9 日	新アミノ酸分析研究会第 12 回学術講演会 [大田区産業プラザ Pio].....	(9 号	M7)

2023 年

6 月	26~30 日	第 43 回国際分光学会, 第 5 回レーザーブレイクダウン分光学アジアシンポジウム Colloquium Spectroscopicum Internationale XLII The 5 th Asian Symposium on Laser Induced Breakdown Spectroscopy [徳島大学].....	(8 号	M8)
7 月	23~28 日	第 31 回光化学国際会議 31st International Conference on Photochemistry (ICP2023) [札幌パークホテル].....	(9 号	M7)

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
2. GLP での品質保証をえるためには
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
5. トレーサビリティと標準物質
6. 外部査察

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

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



〔1巻〕 分析機器／分析法のバリデーション



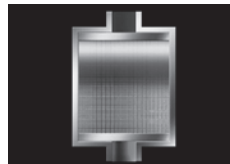
〔1巻〕 トレーサビリティと標準物質



〔2巻〕 高速液体クロマトグラフィーとは？



〔2巻〕 HPLC装置



〔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

分散体評価に最適化された
コンパクトなNMR



MagnoMeter

ワンクリック
20秒

粉体の濡れ性
濃厚分散体を原液で
簡単に数値化

パルスNMRによる粒子界面評価

緩和時間を測定する事で短時間でも再現性良く粒子界面の
僅かな違いを数値化可能です。

緩和時間の測定は難しいと思われがちですが

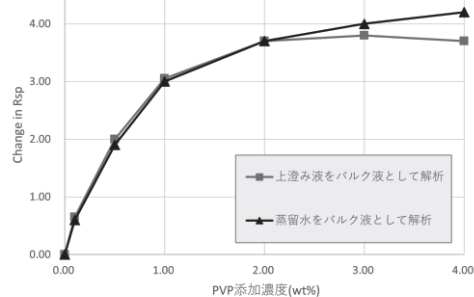
粒子径分布測定装置の様にどなたでも簡便にご使用いただけます。

濃厚分散体をそのまま評価

- 分散・凝集状態の評価
- 粉体の濡れ性・界面評価
- 分散剤の吸着特性の評価
- 比表面積の相対比較・分散終点の決定に
- ハンセンパラメーター(HSP)の算出に



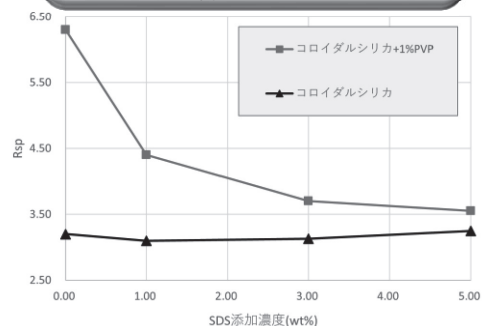
1. 分散材の最適量の決定



分散質: コロイダルシリカ
分散媒: 水、上澄み液
濃度: 10wt%
分散材: PVP
超遠心機: himac CS-FNX

*上澄み液をバルク液として
測定しRsp値を算出する事で、
分散剤の最適濃度をより明確
にとらえる事ができた

2. 競争吸着を簡易に数値化



分散質: コロイダルシリカ
分散媒: 水
濃度: 10wt%
分散剤: PVP
界面活性剤: ドデシル硫酸ナトリウム

*1%PVPを吸着させた実験1
の試料にSDSを添加した
*SDSがPVPをシリカから
脱着させることが示唆された

微粒子分散系での応用例

- セラミックス 電池材料: 湿式分散における解砕 分散性の工程管理
- ナノテクノロジー: 粒子の表面修飾状態の把握
- インク: 無機・有機顔料の解砕 分散 分散剤吸着状態
- 製剤: ロット差による濡れ性の違い 親水性の違い
- その他: 濃厚系分散粒子系全般 アスペクト比の大きい試料
(ナノファイバー カーボンナノチューブ等)



携帯のバーコードリーダーで
QRコードを読み取ることで、
Youtube 動画へアクセスできます

マジェリカ・ジャパン株式会社

〒277-0882 千葉県柏市柏の葉5-4-6 東葛テクノプラザ609
TEL: 04-7189-8158 E-mail: info@mageleka-japan.com
Web: <https://www.mageleka-japan.com/>

ICDD (JCPDS) 粉末回折データベース

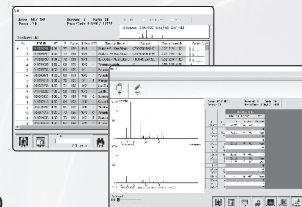
(Release 2023/Full File 2023/Minerals 2023/Organics 2023)関連商品

PDF-2 Database(Release 2023)

ICDDで収集された有機物/無機物約124,000件、ドイツのFIZで収集された結晶データベースから計算で作成された無機物約204,000件、米国NISTで収集された無機物約10,000件のXRDピークデータ、ミラー指数、格子定数、空間群番号、ピアソン記号、結晶タイプ、ID情報など。

付属のソフトウェア ■PDF2plusX for Windows(X-Search) ■DDViewer+Sieve ■X-Viewer

- XRDパターンマッチング検索(X-Search機能)
- 強度の高いラインからの絞り込み検索(Any Peaks機能)とマッチング
- ブックフォームのようなカード表示とXML形式での表示
- データカードから物質材料研究機構(NIMS)のAtomWorks (Pauling FileのNIMSバージョン)へのリンクで結晶構造の表示も可能
- XRD Rawデータのベースライン補正、スムージング、ピークピック (X-Viewer機能)
- 5年間ライセンス



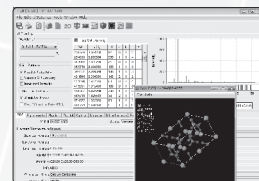
新規購入：¥2,024,000(一般)/¥1,707,000(教育) 更新：¥493,000(一般)/¥373,000(教育)

PDF-4 Database(Full File 2023)

ICDDで収集された有機物/無機物約124,000件、ドイツのFIZで収集された結晶データベースから計算で作成された無機物約91,000件、米国NISTで収集された無機物約2,800件に加え、Pauling Fileの無機物約260,000件のXRDピークデータ、ミラー指数、格子定数、空間群番号、ピアソン記号、結晶タイプ、ID情報など。Pauling Fileの結晶データ(プロトタイプ)ほか約480,000件の結晶座標データでは結晶構造のグラフィック表示も可能。

付属のソフトウェア ■X-Search ■DDViewer+ (Sieve+はオプション) ■X-Viewer

- XRDパターンマッチング検索(X-Search機能)
- ブックフォームのようなカード表示とXML形式での表示
- データカードから物質材料研究機構(NIMS)のAtomWorks (Pauling FileのNIMSバージョン)へのリンク
- XRD Rawデータのベースライン補正、スムージング、ピークピック (X-Viewer機能)
- 1年間ライセンス(複数年契約も可能)



新規購入：¥2,024,000(一般)/¥1,707,000(教育) 更新：¥493,000(一般)/¥373,000(教育)

PDF Statistics (2023) Data Entry Source

	PDF-4+2023 PDF-4+Web 2023	PDF-4/ Minerals 2023	PDF-4/ Organics 2023	PDF-2 2023
00-ICDD	124,022	12,959	43,759	124,022
01-FIZ	91,967	14,449	20,818	204,591
02-CCDC	0	0	488,484	0
03-NIST	2,838	230	283	10,067
04-MPDS	260,613	23,237	0	0
05-ICDD Crystal Data	869	75	55,405	869
Total No. of Entries	480,309	50,950	608,749	339,549
Subfile Distribution:				
Inorganics	426,021	50,323	15,093	287,307
Organics	55,812	764	597,307	53,557
New Entries	19,355	154	48,554	11,925
Rietveld-No. with atomic coordinates	369,558	42,064	204,252	0
Reference Intensity Ratio (RIR)- I/Io	376,391	39,269	573,756	235,654
Experimental Digital Patterns	18,238	191	19,728	0

PDF-4 Minerals 2023

ICDDで収集されたMinerals Subfile約12,900件、ドイツのFIZで収集された結晶データベースから計算で作成された鉱物約14,000件、米国NISTで収集された鉱物約230件に加え、Pauling Fileの鉱物約23,000件を集めたデータベース。XRDピークデータ、ミラー指数、格子定数、空間群番号、ピアソン記号、結晶タイプ、ID情報など。Pauling Fileの結晶データ(プロトタイプ)では結晶のグラフィック表示も可能。

付属のソフトウェア ■DDViewer+

- XML形式でのカード表示
- 1年間ライセンス(複数年契約も可能)

新規購入：¥442,000(一般)/¥316,000(教育)

更新：¥265,000(一般)/¥240,000(教育)

PDF-4 Organics 2023

ICDDで収集されたOrganics Subfile約43,000件、ドイツのFIZで収集された結晶データベースから計算で作成された有機物約20,000件、英国Cambridge Crystal Data Centerで収集された有機物/有機金属の結晶データから計算で作成された532,000件を集めたデータベース。XRDピークデータ、ミラー指数、格子定数、空間群番号、ピアソン記号、結晶タイプ、ID情報など。

付属のソフトウェア ■DDViewer+

- XML形式でのカード表示
- 1年間ライセンス(複数年契約も可能)

新規購入：¥2,024,000(一般)/¥1,707,000(教育)

更新：¥493,000(一般)/¥373,000(教育)

PDFデータベースに関する注意事項

- PDF-4のユーザーライセンスには1年用ライセンスでは1年限り、3年用ライセンスでは3年限りとなっており、ライセンスを継続更新しない限りタイムロックがかかり、データベースにアクセスできなくなります。
- ICDDのライセンスは現在、同一の建物内でのみ使用が認められています。同じ建物内であれば、追加ライセンス更新が前提です。なお、AXIONには更新がなく、追加ライセンスも2つ(合計3つ)までです。
- PDF-2のライセンス期限は5年です。この期間内に更新があれば、そこからさらに5年となります。

※表示価格は税込みです

株式会社 デジタルデータマネジメント

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町1-11-8 紅萌ビル
TEL.03-5641-1771 FAX.03-5641-1772
E-mail:tech@ddmcorp.com URL:http://www.ddmcorp.com



ポータブル水質計 P40シリーズ



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



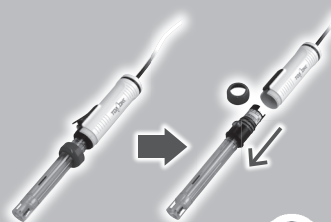
MM-42DP
2chタイプ

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

<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



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

Delant

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



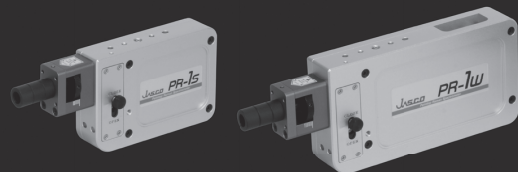
New

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、
改修のため予告なく変更することがあります。

生きた証



田 中 秀 治

「大学教官は幸せな職業だよ。定年が近づいてきて空しくなり、自伝を自費出版したり仏像を彫ったりしなくても、著書や論文で生きた証を残せるから」—これは、1988年、筆者が27歳で徳島大学薬学部助手に着任したとき、前任の森田秀芳先生（当時、医療技術短期大学部教授）から贈られた言葉である。後に、同先生ご担当の「化学実験」をお手伝いさせていただくことになり～法人化前は他部局での仕事に手当がついたので、低収入の筆者へのご配慮でもあった～毎回、さまざまなお話をお伺いできた。大学人としての生き抜き方、家庭人としてのあり方など、森田先生は、筆者の人生観に最も大きな影響を与えた方と言って間違いはない。

それから34年余の歳月が流れた。多くの学生との出会いと別れを繰り返し、筆者自身も3年半先に定年が見えてきた。教育と研究を圧迫し、睡眠時間まで削った事務仕事の中には、「あれは一体何だったのか」と思うものもある。しかし、今のところ空しさには陥っていない。学生たちの心に何かが残る、それが多少なりとも役に立ったのなら、それこそ私の生きた証だと思う…と言えるほど、筆者は出来た人間ではない。つたないものではあっても、自分の著書や論文が有形の「生きた証」として残ることを思い、「大学教員は幸せな職業だ」と、森田先生を思い出すのである。

これまで、本誌（2年間）や Anal. Sci.（6年間）などの編集委員を経験させていただいた。人様のお世話ばかりして自分の論文が書けない状況に、「こんなことをしている場合か」と思ったこともある。しかし、掲載決定通知を受けとったときの著者の喜ぶ姿を想像し、より良い論文に仕上げるためのお手伝いができればと思って務めてきた。本年、幸いにも Anal. Sci. に原著論文を公表できた。舶来品信仰みたいだが、ページ下部に表示される跳ね馬マークと Springer のロゴを見て、一層嬉しくなった。2016年度から、FIA 研究懇談会の J. Flow Inject. Anal. の編集委員長を仰せつかっている。有料オンライン英文校正サービスの力も借りつつ、筆者の能力の及ぶ限り文章校正も丁寧に行っている。若手の著者には、今後の参考のために修正理由も付している。

原著論文の執筆は楽ではない。大学院生の頃は、僅か数行を書き進めずに苦しい日もあった。今は雑務で時間をぶつ切りにされる上、編集委員経験を積んだことで自分の論文の短所もよく見え、審査を受けるのが怖くなった。若手教員の中には、高い再任要件を満たすのに懸命で、明確な人生設計に至れない人もいるかもしれない。余裕の無さで視野が狭くなり、さらに、低関与の共著論文で報数を増やさざるを得ないなら、それは任期制の負の側面だと思う。主導的に研究し執筆した論文でないと、筆者がかかわった限りでは、より高い職位の人事では評価されない。学会発表で終わったのでは、この世に何も残さないのとはほぼ等しい。学生さんには、日頃から論文に載せる図表をイメージしながら研究するとよいと思う。原著論文を公表することで各人が「生きている証」を示し、そのことが自身だけでなく分析化学のステータス上昇につながることを願っている。

[Hideji TANAKA, 徳島大学大学院薬学域, J. Flow Inject. Anal. 編集委員長,
日本分析化学会中国四国支部元支部長]

水質汚染

—湖沼の富栄養化と貧酸素化—

宮 原 裕 一

1 小宇宙としての湖沼

1・1 湖沼の形成と消失

湖と沼、そして池、これら名称の区別は明確ではなく、いずれも、窪地が形成され水がたまっただけを指す。天然湖沼の成因は、①火山活動、②構造運動、③浸食作用、④せき止め作用によるものの四つに大別されるが、複数の作用がかかわっているため、どれを主な成因とするか困難なこともある¹⁾。また、ため池やダムのように人工的に造られた湖沼もある。

湖沼は、集水域で生じた土砂や湖内で生産された生物遺骸が湖底に堆積するため、その水深は次第に浅くなり、湿原、草地を経て、やがて乾いた陸地へと遷移する運命にある。また、せき止め湖は、決壊により突然消失することもある。一方、地殻変動が続く場所に存在する湖（構造湖）の寿命は長く、10 万年を超えて存在し続ける古代湖と呼ばれる湖が地球上には 20 ほどある。わが国の琵琶湖、バイカル湖（ロシア）やタンガニーカ湖（タンザニア・コンゴほか）がその例で、湖固有の生物（固有種）が生息している²⁾。湖は閉鎖性が強く、その水質環境や生態系は湖ごとに固有で独立している傾向が強い。小宇宙（microcosmos）と言われる所以でもある。

1・2 湖沼を特徴付ける環境

湖の環境は集水域と無関係ではない。湖沼の水は、湖面を含めた集水域への降水によって賄われているからである。水収支で収入にあたる湖への水の流入には、湖面への降水、河川からの流入、地下水の流入があり、一方、支出にあたる湖水の流出には、河川への流出、地下水としての流出、湖面からの蒸発がある。湖水の入れ替わりの速さの指標である「滞留時間」は、湖の容積を単位時間当たりの流出量で割ったものである。滞留時間は、降水量が多ければ短く、降水量が少なければ長くなる。わが国最大の琵琶湖の平均滞留時間は約 2000 日とされ、湖水の入れ替わりには何年も要する。滞留時間の長い湖沼で、一旦、水質が汚染されてしまうと、その回

復は容易ではない。水質汚濁が深刻化した手賀沼（千葉県）では、利根川から導水を行い、滞留時間の短縮を図り水質が改善した。湖の水質変化を理解するためには、季節変化だけでなく、水の入替わりも考慮する必要がある。

もうひとつ湖の環境を考えるうえで、重要な要素として水深が挙げられる。淡水湖沼では、夏季に日射により表層水が暖められ、底層水との温度差から水温成層（表層水の密度が底層水の密度よりも小さい）が形成される。湖の水深によって水温成層の強度や形成期間は異なる。浅い湖であれば、風によって容易に湖水が混合し、水温成層は短期間で崩壊するが、深い湖では、夏季に形成された水温成層は表層水の温度が底層水の温度と同じになるまで、時には冬季まで継続する。また、冬季に結氷する湖では、水の密度は 4℃ で最大となるため冬にも水温成層が生じる。このように、我が国には水深や気候に応じて、温暖一回循環湖（亜熱帯湖）と二回循環湖（温帯湖）がある。さらに、水温だけでなく、汽水湖のように、塩分濃度の違いによって成層が形成されることもある。成層が形成されると、表層と底層の水の鉛直混合が生じにくくなるため、湖水中での物質循環に大きな影響が及ぶ。

さらに、湖の水質を考えるうえで、光環境も重要である。日射の届く湖表層では植物プランクトンの光合成が呼吸を上回るが、底層では光が弱く呼吸が光合成を上回ようになる。この光合成と呼吸が釣り合う水深を「補償深度」と言い、それよりも上層を生産層、下層を分解層と言う。補償深度は、その時々によって変化するが、湖面に届いた光が吸収や散乱によっておよそ 1% に減衰する深さであることが経験的に知られている。この補償深度は、光量子計で光の強度を測定することで推定できるが、「透明度」からも推定できる。透明度とは、直径 20 から 30 cm の白色円板（セッキ板）を湖水中に沈め、視認できる限界の深さである。透明度は光の強さが約 15% に減衰する深さであることが経験的に知られている。光の強さは水深とともに指数関数的に減衰する（ランベルトの法則）ため、透明度の 2 から 2.5 倍の水深が補償深度となる³⁾。生産層では光合成により水中に

酸素が供給されるが、分解層では微生物による有機物の分解により酸素が消費されるため、時には無酸素状態となることがある。この還元的な環境は、溶存酸素濃度や酸化還元電位の測定から知ることができる。最近、溶存酸素濃度の測定は、ウインクラー法による滴定よりも、隔膜電極溶存酸素計もしくは光学式センサ溶存酸素計（蛍光式）が主流となってきている。

1・3 湖沼生態系

湖沼の主な一次生産者は植物プランクトンである。動物プランクトンも含め、プランクトンは、遊泳能力が乏しく、浮遊生活をしている。湖沼では、植物プランクトンの生産した有機物を魚類へと橋渡ししているのが、動物プランクトンである。このような、植物プランクトン→動物プランクトン→魚類といった食物連鎖を「生食連鎖」と言う。一方、大きな塊を形成し動物プランクトンに摂食されにくい植物プランクトンや生物の遺骸は、水中の細菌類の餌となる。この細菌類も動物プランクトンに摂食される。このような、細菌類を介した食物連鎖を「腐食連鎖」と言い、生食連鎖とともに湖沼生態系を構成している。動物プランクトンには植食性だけでなく動物プランクトン食性のものも、魚類には動物プランクトン食性だけでなく魚食性のものもいるので、魚食性の鳥類、底生生物も含め多様な生物から湖沼生態系は成り立っている。

2 湖沼の環境問題

2・1 富栄養化

2・1・1 富栄養化とは

湖沼における環境問題として「富栄養化」が挙げられる。陸水の事典には、「調和型湖沼は、窒素、リンといった植物の栄養成分の濃度が低い貧栄養湖、それらの濃度が高い富栄養湖と、両者の中間の中栄養湖に分けられている。一つの調和型湖沼の生成から現在までの変化を追うと、それぞれの湖沼は遅速の差はあっても、貧栄養から中栄養へ、そして富栄養へと遷移していくとされる。この湖沼での遷移過程を、湖水の栄養レベルが上がっていくことから富栄養化あるいは富栄養化現象と呼んでいる。湖沼は閉鎖性の強い水域で、流入する物質を貯留する性質を持っている。流入した栄養物質は、溶存態であれば植物プランクトンに吸収、利用され、湖内の生態系に組み込まれ、循環、蓄積されていく。植物の基礎生産力は栄養塩としての窒素、リンの濃度に依存するので、栄養塩濃度の増加は生物生産力を高め、湖内の生物量を増加させることになる。」とある⁴⁾。つまり、湖沼の水質が、長年にわたり非人為的に自然遷移していく過程が（陸水学における本来の意味での）富栄養化である。陸水の事典に続けて記述があるが、環境問題となっている富栄養化は、このような自然遷移による富栄養化

ではなく、人間活動にともなう急激な富栄養化である。人為的な富栄養化は、水質汚濁を引き起こし、ヒトや湖沼生態系に大きな影響を及ぼすため世界各国で問題となっている。ここでは、筆者が研究対象としている諏訪湖（長野県：富栄養湖）を例に、環境問題としての富栄養化のしくみ、問題点、その対策について解説する。

2・1・2 富栄養化のしくみと問題点（諏訪湖を例に）⁵⁾

諏訪湖は、糸魚川-静岡構造線上にある構造湖である。現在の湖面積は約 13 km²、最大水深は約 6 m であるが、堆積物は 200 m 超と、湖の形成時は現在よりも深く大きな湖だったと考えられている。諏訪湖における学術調査の歴史は古く、1904 年から 1907 年にかけて、田中により様々な調査研究が行われた⁶⁾。当時、盛んであった製糸業の廃水によって諏訪湖の人為的な富栄養化は始まっていたようであるが、目に見えて諏訪湖の水質が変化したのは、1960 年代の高度経済成長期である。当時、諏訪地域に下水道は整備されておらず、諏訪湖に生活排水や工場廃水が垂れ流しになっていた。これら排水には植物プランクトンの栄養成分である窒素やリンが高濃度に含まれ、湖水中の栄養塩濃度が急激に上昇した。

諏訪湖では、この栄養塩濃度の上昇により、植物プランクトンが増殖し、湖面に緑色のペンキを流したようなアオコ（水の華）が発生した。アオコは、シアノバクテリア（藍藻類）が群体を形成したもので、なかには有害な毒素を生産する種もある。幸い、諏訪湖の湖水は水道水源として使われていないが、諏訪湖の流出河川である天竜川を緑色にし、その影響は数十 km 下流の伊那市でも確認された。一般にアオコが発生すると、湖面近くでは光合成により溶存酸素濃度は過飽和になるが、透明度が著しく低下するため、浅い湖であっても底層では呼吸が光合成を上回り、アオコの分解にも酸素が使われ、溶存酸素濃度が低下する。水生生物にとって溶存酸素濃度の低下は致命的で、特に貝などの底生生物はその生存に大きな影響を受ける。また、アオコの分解時に生じるアンモニア臭やカビ臭なども、景観の悪化とともに問題となる。

急激な富栄養化の主たる原因は人為的に排出された窒素・リンであり、その主要な発生源は、生活排水や工場廃水といった発生地が特定できる点源と、農地や市街地といった発生地が広域にわたる面源に大別される。単位面積あたりの流出量は少ないものの自然の山林からも窒素・リンは供給されている。これらをまとめて「外部負荷」と呼ぶ。湖沼に流入した窒素・リンは生物に取り込まれ、その遺骸は底泥へと移行し、そこで分解され窒素・リンは無機化される。この底泥からの窒素・リンの回帰（溶出）も重要な湖水への窒素・リン供給源であり、「内部負荷」と呼ばれる。内部負荷は湖内での窒素・リンの循環によるものであり、集水域で外部負荷の対策が行われても、底泥にため込まれた窒素・リンが多けれ

ば、対策の効果が表れるまで、長い時間が必要となる。

湖に流入した窒素・リンは湖水中の植物プランクトンの増殖を促し、時にはアオコを発生させる。これは光合成によって水中の有機物が増えることを意味し、この有機物の分解にともなう酸素消費が水生生物に影響を及ぼす。そこで、湖沼水質の環境基準（生活環境項目）として、全窒素・全リンだけでなく、有機物の指標として、化学的酸素要求量（chemical oxygen demand, COD）が測定されている。

COD の測定法には何種類かあるが、我が国では酸性高温過マンガン酸法が公定法として採用されている⁷⁾。この方法は、有機物を酸化する力が弱いため、水中の有機物濃度を過小評価することがあると指摘されている。近年では、総有機炭素（total organic carbon, TOC）を分析機器で容易に測定できるようになったため、水中の有機物量を TOC として把握する動きもある。湖水中の植物プランクトン量は、顕微鏡下での計数以外に、光合成色素（クロロフィル）の量から把握することができる。湖水をろ過し集めた浮遊物質からメタノール、エタノールあるいは 10 % 含水アセトンでクロロフィルを抽出し、その特異的な吸光や蛍光を利用し定量することができる⁸⁾。

2・1・3 富栄養化の対策（諏訪湖を例に）⁵⁾

諏訪湖集水域では、点源汚染の対策として、諏訪湖流域下水道が敷設された。この流域下水道は、家庭排水と工場廃水を対象としており、雨水管が接続されていない分流式下水道であるため降雨時の越流による影響は少ない。一方、我が国で古くに敷設された下水道の多くは、生活排水と雨水を同じ下水道管に取り込むため（合流式下水道）、降雨のたびに下水が周辺河川・海域に流れ出し、水質汚染を引き起こす原因となっている。この越流時には、生活排水に含まれる化学物質だけでなく、ヒト由来の細菌も同時に水域に流れ込むため、公衆衛生的な問題も引き起こす可能性がある⁹⁾。

さて、諏訪地域の流域下水道の工事は 1973 年に始まり、1979 年 10 月に湖周の 3 市町で下水道の供用が開始された。現在、この流域下水道では、湖周の 7 市町村から排出される下水を集め、豊田終末処理場で処理している。供用開始時の下水道の普及率は 10 % であったが、2000 年には 90 % を超え、現在では、ほぼ 100 % の普及と接続率となっている。下水道への接続には住民の費用負担も発生するが、このように比較的短期間で諏訪地域に下水道が普及したのは、地域住民の危機感と諏訪湖への想いを表したものと言える。

豊田終末処理場では、一般的な標準活性汚泥法（標準法）による処理に加え、窒素・リンを除去する高度処理が行われている。それでも、下水処理排水中の窒素・リン濃度は諏訪湖の湖水よりも高く、下水処理排水は諏訪湖の出口である釜口水門の直上で放流され、諏訪湖の窒

素・リン負荷とならないような配慮がなされている。

下水の処理方法によって処理排水の水質は異なる。下水道の終末処理場による「標準法」や「高度処理」の他に、家庭単位での「汲み取り式」、「単独処理浄化槽」、「合併処理浄化槽」がある。このうち、浄化槽によるし尿処理の能力は低く、水洗化することで「汲み取り式」よりも、窒素・リンの排出が増えてしまうこともあるので注意が必要である¹⁰⁾。

2・1・4 透明度から見える水質改善（諏訪湖を例に）⁵⁾

下水道普及による諏訪湖水質の改善は、その透明度の変化から知ることができる。透明度は、白色の円板（セッキ板）を水中に沈め、視認できるか否かで判読するアナログな方法であるが、水の濁りや光環境といった有用な情報を得ることができる。

1907 年 8 月に田中によって、諏訪湖で観測された透明度は 2.3 から 2.7 m であった⁶⁾。また、1949 年 7 月の宝月らの観測値は 2.0 m であった¹¹⁾。しかし、1964 年の夏には笠原大洋によって 0.35 m とそれまでにない低い透明度が観測された。さらに、1968 年 8 月には倉沢秀夫によって 0～0.1 m といった観測値が得られ、1960 年代に入ってから諏訪湖の富栄養化による水質汚濁が急激に進行したことが分かる¹²⁾。筆者が所属する信州大学理学部附属諏訪臨湖実験所では、1977 年から諏訪湖の定期観測を行っている。この観測から諏訪湖の水質改善の様子を知ることができる（図 1）。1970 年代後半の夏季（6 月から 8 月）の平均透明度は 0.5 m 程度であったが、1999 年以降、夏季でも透明度が 1.0 m 以上に保たれるようになった。併せて、湖水中の窒素・リン濃度も下水道の普及とともに低下傾向にある。諏訪湖は集水域が広く、湖水の滞留時間が短い（平均滞留時間：50 日）ため、比較的短時間で湖の水質にも変化が現れたと考えられる。それでも、下水道の供用開始から諏訪湖の水質が改善するまで 20 年以上の歳月がかかった。

富栄養化が進行した 1960 年代後半以降、諏訪湖の透明度は夏（7 月から 8 月）に最も低下する V 字型の季節変動をしていた。1999 年以降は、夏よりも春や秋の透明度が低い W 字型の季節変動をするようになってい

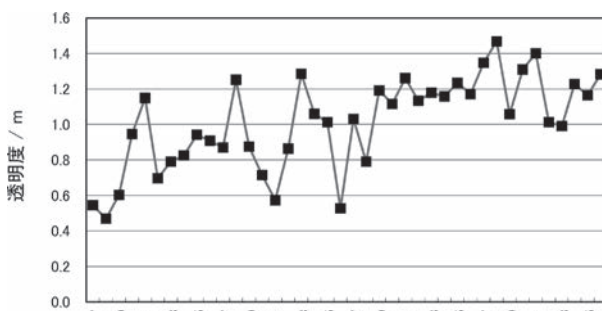


図 1 夏季の諏訪湖における平均透明度の経年変化（6～8月）

る。このような季節変化は、かつての田中や宝月らの観測でも確認できる。これには、諏訪湖で夏季に弱い水温成層が形成されることが関係していると思われる。水温成層の形成により湖水の鉛直混合が抑制されると、湖底で無機化された窒素・リンは光合成が行われる表層に届かなくなり、日射は十分あっても栄養塩が不足し植物プランクトンが増えることができなくなると考えられる。1960年代から1970年代は、窒素・リンの外部負荷が多く、このような内部循環が滞っても、湖水中に窒素・リンが十分含まれており、制限なく植物プランクトンが増えることができたと言えるのではないかと考えられる。

2000年代に入ると、諏訪湖では浮葉植物のヒシの繁茂が目立ってきた。これは、諏訪湖の透明度が改善し、今までよりも深い水深まで光が届くようになったことが原因と考えられる。ヒシは種子で増える一年草で、春に湖底に沈んだ種子が発芽し、茎を伸ばし湖面に浮葉を展開する。この際、強い光を受けられるようになったことと、底泥はヒシが好むとされる泥質で豊富な栄養塩を含むことが、ヒシの繁茂の要因となっていると思われる。

ヒシの繁茂は、諏訪湖だけでなく、達古武湖（北海道）、猪苗代湖（福島県）、印旛沼（千葉県）、三方湖（福井県）、湖山池（鳥取県）をはじめ各地の湖沼・ため池で問題となっている。主な問題点として、景観の悪化、船舶の航行障害、腐敗時の悪臭や貧酸素化が挙げられる。

2・1・5 貧栄養化

現在、富栄養化に対し、水域の「貧栄養化」が問題となっている。人為的な窒素・リンの排出が減ったことで、水産物の質の低下や漁獲量が減少している¹³⁾。諏訪湖でも、湖水中の窒素・リン濃度が低下し、主要な漁獲対象魚のワカサギの漁獲量が減少している。このワカサギの漁獲量の減少には、魚食魚のブラックバス類による捕食、冬季に飛来する魚食性鳥類による捕食も考えられる。今後、諏訪湖では、温暖化と栄養塩負荷の減少が、どのように漁獲量に影響するのか詳細に調べる必要がある。

2・2 貧酸素化

2・2・1 貧酸素化とは

近年、閉鎖性水域での底層の溶存酸素濃度の低下（貧酸素化）が問題となっている。富栄養化が進行すると多くの有機物が湖底に供給され、それを分解するための酸素消費量が増えることが主な要因である。加えて、水温成層など、湖水の混合が抑制されると、貧酸素状態が長期間継続することとなる。

貧酸素とは、その名の通り、水中の溶存酸素濃度が低いことを意味し、水生生物の生存に直接かわかる。一般に、溶存酸素濃度 3 mg L^{-1} 以下は、魚が住めないと考えられ、貧酸素の目安となる。2016年3月に、底層溶存酸

素濃度が環境基準の生活環境項目に追加された。環境基準では水生生物の生息や再生産を目安に3段階の基準（2, 3, 4 mg L^{-1} ）が設けられ、水域ごとに類型指定することとなっている。この環境基準の評価には日間平均値を用いることとなっているので、溶存酸素濃度の監視にはロガー等を用いた連続的な観測が主流となるであろう。

貧酸素化は、直接的に水生生物の生息や再生産に影響を及ぼすだけでなく、その還元的な環境で生じる化学物質も水生生物やヒトに有害な影響を及ぼす。還元的な環境では、有機物の微生物分解により生じたアンモニアが水中に残存し、また、硫酸還元菌は硫酸イオンから硫化水素を生産する。これら化学物質は、いずれも水生生物に有害な作用をもたらす。さらに、還元的な環境では、オキシ水酸化鉄の還元が生じ、底泥中の鉄が吸着していたリン酸を湖水中に放出するため、さらなる富栄養化を引き起こす。同時に鉄やマンガンが大量に溶け出し水が着色すると、飲料水には適さなくなる¹⁴⁾。さらには、メタン発酵により、温室効果ガスも発生する。これら還元的な環境での化学反応の有無は、酸化還元電位から推測することができる。

2・2・2 諏訪湖の貧酸素化⁸⁾

諏訪湖では6月から8月にかけて底層の溶存酸素濃度が低下するが、秋には表層水温が下がり水温成層が崩壊することで、この貧酸素状態は解消される。諏訪湖より深い湖（例えば木崎湖（長野県：最大水深約30 mの中栄養湖））では、表層の水温が底層と同じ水温に下がるまで時間がかかり、底層の貧酸素状態の解消は冬季となる。同じ深い湖であっても、貧栄養な湖沼では、底層での酸素消費量が少ないため、貧酸素状態にはならない。

諏訪湖では、富栄養化した1970年代から1980年代の夏季に、溶存酸素濃度の低い底層水が風上で湧昇し、網いけすで養殖されていた魚類が斃死することがあった。当時は、植物プランクトンによる生物生産が高かったため、底層に多量の有機物が供給され、その有機物の分解に酸素が多く使われ、底層水が貧酸素化しやすかったものと考えられる。しかし、下水道整備により水質浄

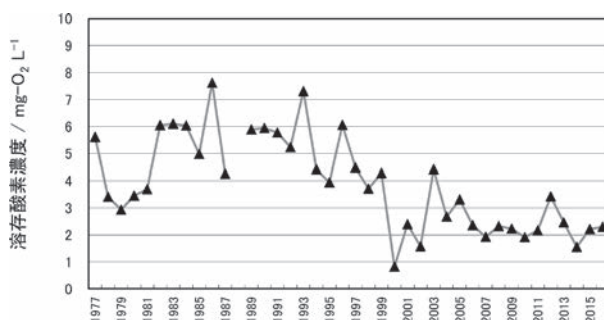


図2 夏季の諏訪湖における底層溶存酸素濃度の経年変化（6～8月：水深5m）

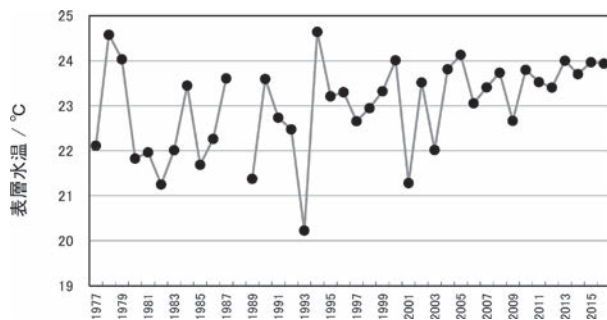


図3 夏季の諏訪湖における表層水温の経年変化（6～8月）

化が進んだ2000年以降も、夏季に諏訪湖で貧酸素は観測され、その頻度は増える傾向にある（図2）。私たち信州大学の定期観測から、諏訪湖の表層水温が上昇し（図3）、表層と底層の水温差が拡大傾向にあることが分かってきた。つまり、温暖化によって水温成層が強化されたことが、湖水の鉛直混合を抑制し、近年の貧酸素化の要因となっていると考えられる。今後、夏季の気温上昇が続けば、水温成層が強化され、底層の貧酸素化がさらに深刻化する可能性がある。

2.3 地球温暖化と諏訪湖

諏訪湖で冬の風物詩と言えば御神渡りが有名である。この御神渡りのしくみは次の通りである。湖が全面結氷した後、夜間の気温低下により氷は収縮し隙間が生じる。気温が低い場合、その隙間も氷結する。一方、昼間には気温が上昇し氷が膨張するため、結氷した氷が割れせりあがる。このように御神渡りは、昼間に氷の体積が熱膨張することが成因となっている。この現象は、諏訪湖だけでなく、北海道の屈斜路湖でも見ることができる¹⁵⁾。

一般的には「御神渡り」と呼ばれるが、地元の八劔神社の「御渡帳」に記録されていることから「御渡り」が、地元での正式な呼び名となる。この御渡りの記録は1443年から現在まで継続しており、我が国の気候変動を知る貴重な資料となっている。この記録から、1500年代初期に暖かい気候の年があったこと、1700年代から現在にかけて徐々に気温が上昇していることが分かる。最近、諏訪湖で御渡りの頻度が減少している（直近は2018年）。地球温暖化により、諏訪地域の冬季の気温も上昇しており、御渡りの前提となる全面結氷が生じにくくなっているのである。その諏訪湖に魚食性鳥類が多数飛来し、今まで結氷により守られていた魚類を捕食することが問題となっている。温暖化によって、食物連鎖をはじめとした湖沼生態系が大きく変わってきている。

結氷以外に、冬季の温暖化が湖に及ぼす影響として全層循環の遅れや消失が挙げられる。表層の水温が底層の水温よりも高ければ、季節的な鉛直循環が生じず、底層

の溶存酸素濃度は回復しない¹⁶⁾。琵琶湖（最大水深104 m）では、観測史上初めて2018年の冬に全層循環が生じず、2021年2月に3年ぶりの「深呼吸」が確認された。

3 まとめ

諏訪湖では、温暖化により夏季の水温成層が強化され、湖水中の酸素や栄養塩の循環が抑制傾向にある。このうち栄養塩の循環抑制は水質浄化に相乗的に作用し透明度を向上させ、溶存酸素の循環抑制は底層溶存酸素濃度の低下を引き起こす。さらに、水質浄化にともなう透明度の改善は、ヒシの繁茂を引き起こしたが、ヒシは浮葉植物であるため、水面に葉を展開し日射を遮り、浅い沿岸部であっても、浮葉の下を貧酸素状態にする。本来、水生生物のゆりかごであった水草帯が、水生生物が住めない環境となっている。このように、環境要因どうしが互いに作用しあい湖沼環境が形成されている。

ここでは諏訪湖の現状を紹介したが、湖沼は、湖沼型（生物生産の違い）、形状、立地の気候などによって、生じる環境問題が異なる。湖沼における環境問題の解決には、それぞれ異なる小宇宙のしくみを正確に理解することが必要である。

文 献

- 1) 日本陸水学会編：“陸水の事典”，p.152（2006），（講談社）。
- 2) 日本陸水学会編：“陸水の事典”，p.162（2006），（講談社）。
- 3) 西條八束，三田村緒佐武：“新編湖沼調査法”，p.50, p.123（2000），（講談社サイエンティフィック）。
- 4) 日本陸水学会編：“陸水の事典”，p.411（2006），（講談社）。
- 5) 沖野外輝夫，花里孝幸編：“山岳科学叢書 3 アオコが消えた諏訪湖”，（2005），（信濃毎日新聞社）。
- 6) 田中阿歌磨：“湖沼学上より見たる諏訪湖の研究”，p.456（1917），（岩波書店）。
- 7) JIS K0102-1，工業用水・工場排水試験方法—第1部：一般理化学試験方法，（2021）。
- 8) 西條八束，三田村緒佐武：“新編湖沼調査法”，p.81, p.189（2000），（講談社サイエンティフィック）。
- 9) Y. Miyabara, M. Imoto, S. Arai, J. Suzuki, S. Suzuki : *Environ. Sci.*, **8**, 171（1995）。
- 10) 田淵俊雄：“湖の水質保全を考える 霞ヶ浦からの発信”，p.34（2005），（技報堂出版）。
- 11) 宝月欣二，北澤右三，倉沢秀夫，白石芳一，市村俊英：水産研究會報，**4**，41（1952）。
- 12) 小澤秀明，宮原裕一：水環境学会誌，**38**（A），244（2015）。
- 13) 山本民次，花里孝幸：“海と湖の貧栄養化問題”，p.1（2015），（地人書館）。
- 14) 山室真澄，石飛 裕，中田喜三郎，中村由行：“貧酸素水塊 現状と対策”，p.1（2013），（生物研究社）。
- 15) 東海林明雄：雪氷，**83**，403（2021）。
- 16) 北澤大輔：“温暖化の湖沼学”，永田 俊，熊谷道夫，吉山浩平編，p.38（2012），（京都大学学術出版会）。



宮原裕一 (Yuichi MIYABARA)

信州大学理学部附属湖沼高地教育研究センター諏訪臨湖実験所 (〒392-0027 長野県諏訪市湖岸通り 5-2-4). 東京理科大学大学院薬学研究科薬学専攻博士課程. 博士 (薬学). 《現在の研究テーマ》長野県内の湖沼や河川における化学物質と生物の相互作用. 《主な著書》沖野外輝夫, 花里孝幸 編: “アオコが消えた諏訪湖”, (信濃毎日新聞社), (2005). 《趣味》山歩き.

~~~~~

### 『ぶんせき』再録集 vol. 1 出版のお知らせ

ぶんせき誌の過去記事の有効利用の一環として、『ぶんせき』再録集 vol. 1 が出版されました。2011 年から 2020 年まで、10 年間分の〈ミニファイル〉の記事が詰まっています。

下記 10 章からなり、それぞれ 12 から 14 の話題が集められています。

1. 実験器具に用いられる素材の特徴, 2. 分析がかかわる資格, 3. 顕微鏡と画像データ処理, 4. 最新の web 文献検索データベース, 5. ポータブル型分析装置, 6. 分析化学と材料物性, 7. 分析化学者のための多変量解析入門, 8. 土壌分析, 9. サンプルング, 10. 前処理に必要な器具や装置の正しい使用法。

本書はアマゾンオンデマンド出版サービスを利用して出版した書籍ですので、書店には並びません。アマゾンサイトからのネット注文のみとなりますので、ご注意ください。詳しくは「ぶんせき」誌ホームページをご確認ください。

# 高感度でロバストな 新しい四重極型 ICP 質量分析装置の開発

—基礎研究と理論から得た革新的思考—

Iouri Kalinitchenko (日本語訳 松野京子)

## 1 はじめに

誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS) は、最も強力で一般的な多元素分析技術の一つである。誘導結合プラズマと質量分析計を組み合わせた最初の ICP 質量分析装置は、1980 年に米国 (アイオワ大学) の Houk らによって発表された<sup>1)</sup>。この装置は 1983 年にパーキンエルマー/Sciex によって市販化された。現在では、アナリティクイエナ、アジレント、パーキンエルマー、サーモフィッシャー、島津製作所の 5 社が装置を市販している。

市販の ICP-MS 装置には、主に四重極型、飛行時間型、磁場集束型の 3 種類の質量分析計が使用されている。総合的な性能と経済性を考慮して、多くの分析ラボで四重極質量計を搭載した ICP-MS 装置を使用している。

本稿は、最新のアナリティクイエナの PlasmaQuant MS シリーズの上市に至るまでの、四重極ベースの ICP-MS の研究、革新的な方法による問題解決、および新しい質量分析技術の開発について紹介する。

## 2 ICP-MS 装置の研究と開発

開発の原点である UltraMass シリーズ ICP-MS 装置は、1993 年に発表された。発売当時は最先端の分析装置であったが、その性能はそれほど印象的ではなかった<sup>2)</sup>。UltraMass は非常に大きく (幅 164 cm, 奥行き 80 cm, 高さ 121 cm), 重い (530 kg) 装置であり、感度も高くなかった。製造コストが高く、チューニングが難しかった。アジレント 4500 シリーズやパーキンエルマー Elan シリーズ ICP-MS 装置と比較すると、最も大きくて重く、感度が低い装置であった。

1997 年に、世界で最も小さく、最高の性能を発揮する ICP-MS 装置の可能性と開発を研究するミニマス (Mini-Mass) という新しいプロジェクトが開始された。私は、キーウ国立大学とソビエト科学アカデミーで真空

科学、プラズマ物理学、質量分析の教育と実務経験を積んだことが評価され、1997 年 7 月よりこの ICP-MS 研究チームに加わった。

### 2・1 従来の装置の評価

最初に UltraMass の主要構成要素であるサンプル導入システムの効率、プラズマの特性、インターフェースでのプラズマ輸送効率、イオン抽出プロセス、イオン光学系の効率、四重極質量分析計の特性、検出器のイオンカウント効率、および信号ノイズの発生源などの特性評価から開始した。いくつかの理論的な計算と UltraMass を使用した基本的な実験の結果、私たちは次のような結論を得た。

- 1) サンプル導入システム：水分負荷の低減と酸化物生成比の低減を目的とした、冷却式ダブルパススコットスプレーチャンバーを検討。
- 2) プラズマ源：特許のターナーインターレースド誘導コイルプラズマにより、ホットプラズマおよびクールプラズマモードで極めて低いプラズマ電位を実現。金属シールドなしで動作。0.1 eV から 5 eV までの小さなイオン運動エネルギー幅。これはそのまま採用できる。
- 3) イオンエネルギーの拡散の測定：ICP-MS 装置におけるイオン運動エネルギーを、質量分析計の入口付近に設置した三つのメッシュグリッドを使用した遅延電位実験によって測定した。低質量のイオンは 0.1~1 eV, 中質量は 1~3 eV, 高質量は 2~5 eV の運動エネルギーであると結論付けた。
- 4) 離散型ダイノードを備えたパルスカウント検出器：計数効率 80 % 以上のポールスカウントディスクリットダイノード検出器が良い選択であるが、ダイナミックレンジを 6 桁から 9 または 10 桁に向上させることが望ましい。
- 5) 丸型ロッド四重極質量分析計：四重極内のイオン輸送をコンピューターでモデリングした結果、分解能 0.8 amu で 50~60 % の効率を示し、アバNdans感度は、低質量側で  $10^{-6}$  高質量側で  $10^{-7}$  となった。これは既存の双曲型四重極質量分析計

に匹敵する性能であった。

- 6) インターフェース：インターフェースの特性について、理論的・実験的に研究する必要があった。界面を通過するプラズマの輸送効率はどうの程度か？ プラズマからどれだけのイオンを取り出せるか？ 新しい ICP-MS 装置に期待できる最大感度はどのくらいか？ これらは未解決の問題であった。
- 7) イオン抽出プロセス：スキマーコーン後方のプラズマからのイオン抽出プロセスは、これまで知られていなかった。UltraMass のレンズはダブルメッシュグリッドで作られており、サンプルにより汚染され、信号がドリフトしていた。新しいレンズの研究が必要であり、これにより新しい ICP-MS 装置の安定性と感度の向上が期待できた。
- 8) イオン光学系：UltraMass で使用していたフォトンストップは、より効率の良い新しいコンセプトの物に変える必要がある。フォトンストップの効率は悪く 1 % 程度であった。新しいイオン光学系にはフォトンストップ以外の機構が必要。

ミニマスプロジェクトでは、6) インターフェース、7) イオン抽出プロセス、8) イオン光学系の研究に重点を置いた。

## 2・2 インターフェースとイオン抽出効率

メインの課題は、インターフェースを介したプラズマ輸送の効率把握であった。1980 年に ICP-MS が発表されて以来<sup>1)</sup>、二つのコーンインターフェース (“Camarague”<sup>3)~5)</sup>と呼ばれるサンプラー/スキマー) が伝統的に使用されている。プラズマ源からポストスキマー領域へプラズマと共に移動するサンプルイオンの数と、プラズマから抽出される可能性のあるサンプルイオンの数を確認する必要があった。それらすべてに焦点を合わせることができるか？ その課題により、新しい ICP-MS 装置の感度を予測することが可能になると考えた。

### 2・2・1 ラングミュアプローブによる実験

スキマーコーンの後ろに XYZ 方向に機械的に移動可能なマルチピン電気プローブ (図 1) を 60 mm の距離

に設置した。これはラングミュアプローブと呼ばれているプローブで、中央電極が一つあり、中央電極は 1 mm の距離にある六つの直径 1 mm の電極に囲まれている。すべての電極は独立して電位計に接続された。スキマーコーン後方の領域から抽出されたイオン電流は、二つの抽出レンズ E1 および E2 によってラングミュアプローブに集束される。ラングミュアプローブは上下、左右、前後にそれぞれ  $\pm 30$  mm の範囲で移動することができ、総抽出イオン電流、イオンビーム径、および X、Y、Z 方向のイオンビームプロファイルに関する情報が得られた。

新たに提案した機械加工した金属製のリング状の抽出レンズ、E1 と E2 を UltraMass に取り付け実験を行った。実験は、1)  $\text{CeO}^+/\text{Ce}^+$  が 3 % 以下となるように調整し、サンプラーコーンの前のトーチ位置をイオン信号が最大化するように最適化する、2) フォトンオプティックスと四重極質量分析計と検出器を取り外す、3) ラングミュアプローブを設置する、4) 手順 1) と同じプラズマパラメータを維持したまま、プラズマを点灯する、の順序で行った。1000 ppm (mg/L) のインジウムを含む高濃度の試験溶液を使用した。この実験からは以下の知見が得られた。

- 1) ブランク溶液から、直径 2~3 mm のイオンビームが検出され、0.5  $\mu\text{A}$  のイオン電流が発生した。これは主に Ar プラズマイオンであった。
- 2) ブランク溶液の代わりに 1000 ppm のインジウム溶液を使用した場合、1.5 mA とはるかに高いイオン電流を検出した。さらに 1000 ppm のインジウムが 1.0 mA のイオン電流を発生させることは、1 ppb のインジウム濃度あたり  $6 \times 10^6$  個/秒のイオンフラックスに相当すると結論付けた (!)。
- 3) E1 と E2 の電圧を調整することでイオンビームの集束点をコントロールすることができる。E1-80 V と E2-200 V では、直径 5 mm の平行イオンビームを形成することができた。E1-100 V、E2-300 V に設定するとラングミュアプローブの直径 1 mm のスポットにイオンビームを集束させることができた。

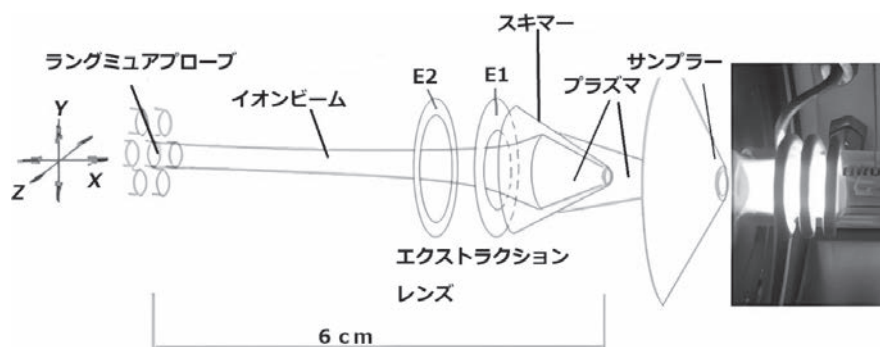


図 1 イオンビームの大きさと輸送効率を測定するための実験装置



私たちの測定では、従来の UltraMass のインターフェースで 1 ppb のインジウムに対して  $6 \times 10^6$  個/秒が得られることが実証された。しかし、UltraMass のインジウムに対する感度 (cps/ppm) は、1/100~300 程度低く、約  $2 \times 10^4$  個/秒であった。そこで、どこでイオンが失われているのか、なぜ UltraMass の感度が悪いのか、どうすれば感度を上げられるのか、という疑問が生まれた。

### 2.3 デュアルイオン抽出レンズ

軽いイオンと重いイオンの間には、0.1~5 eV の運動エネルギーの広がりがあり、色収差の影響でエネルギーの異なるイオンを一点に集束させることは困難である。しかし、白色光を色収差なく集光する必要がある場合、光学系では原理的に 2 枚のレンズが使われ、集束レンズと発散レンズを組み合わせれば、色収差の少ない集光システムができることは分かっていた。これは、ガリレオの望遠鏡の原理<sup>6)</sup>を思い起こさせるものであり、このガリレオシステムの原理をイオン抽出プロセスに応用した。

- 1) 第 1 レンズ (E1) は、スキマーコーン後方のプラズマジェットからイオンを抽出するプロセスを担当する。このレンズは、プラズマからイオンを引き出し、プラズマの電子を後方に押して、“イオンの像”を作る。これはイオンの供給源となる。
- 2) 第 2 レンズ (E2) は、色収差・球面収差を補正するためのレンズで、低エネルギーと高エネルギーのイオンビームを同時に生成するパラレルイオンビームを生成する。
- 3) 1 Torr の高圧は、イオンビーム引き出し・形成エリアでのイオンの密度を高め、より明確な“イオンの像”を生成する。圧力を上げるため、E1 の内径を 5 mm とした。また、レンズ周辺のガス排気を制限し、E1 オリフィスのみにひきこむようにした。その結果、感度が 20 % 向上し、酸化物比率  $\text{CeO}^+/\text{Ce}^+$  比を 3 % から 2 % に低減することができた<sup>7)</sup>。

次のステップは、イオン光学系の原理を考えることであった。

### 2.4 イオン光学系

イオン光学は、抽出された目的のイオンを、プラズマ中に常に存在する不要な粒子である中性粒子（準安定または放出された中性粒子を含む）、光子、固体、液滴から分離する役割を担っている。不要な準安定中性粒子や光子は検出器のノイズの原因となる。試料中の不要な固体や液滴は質量分析計を汚染する可能性がある。

従来の方法では、抽出レンズと質量分析計の入口の間の軸上にフォトンストップを配置することで、バックグ

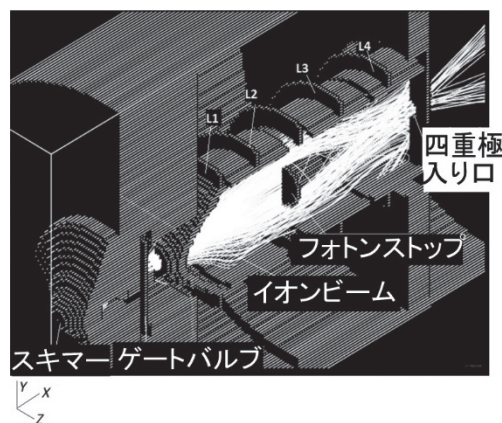


図 2 SIMION でモデリングしたイオンビームの軌道

ラウンドの低減と質量分析計の汚染を防いでいた。

私達は、フォトンストップを利用したイオン光学系におけるイオンの伝搬のコンピュータモデルを作成した (図 2)。SIMION プログラムを使用して、プラズマ/イオンビーム引き出し境界 (イオンのイメージ) から質量分析計入口までのイオンビーム輸送をシミュレートした。その結果、フォトンストップは、99 % 以上のイオンを排除してしまうことが明らかになり、非常に残念な結果となった。

モデリングによると、スキマーコーン領域から抽出された 3000 個のイオンが伝播した結果、四重極オリフィスに到達したイオンはわずか 30 個程度であった。大半のイオンはフォトンストップに衝突したが、フォトンストップを回避した多くのイオンは、エネルギー拡散より四重極の入口に集束することができなかった。フォトンストップイオン光学系の効率は、1 % 程度と見積もられた。

ラングミュアプローブ実験では、1 ppb のインジウム溶液に対して、抽出されるイオンのフラックスが  $6 \times 10^6$  個/秒であると示されていた。そこで、イオン輸送効率を考察した。イオン光学系の効率 1 %、四重極質量分析計の効率 50 %、イオン電子増倍管の効率 80 %。したがって、UltraMass の最高感度は、インジウム濃度 1 ppb あたり 30000 cps 以下となる。実際、UltraMass で得られた最高の感度は、1 ppb あたり約 30000 cps であり、これは ICP-MS の基本を理解し、予測する上で大きなブレークスルーとなった。フォトンストップを外してみると、試料があってもなくても約  $1 \times 10^7$  cps 以上のノイズが発生した。このノイズは、光子と励起された中性原子の束がスキマーコーンから四重極質量分析計を通り、軸に沿って検出器に到達することによって説明できる。そこで、フォトンストップを使用せず、かつイオンビームの輸送効率を最大限に高めた新しいイオン光学系が必要となった。

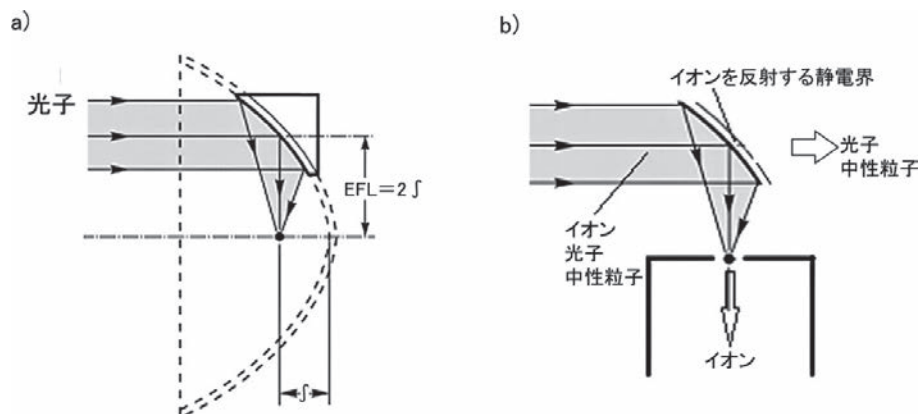


図3 a) 光子光学系と b) 90° 偏光イオン光学系

## 2.5 イオンミラー

### 2.5.1 イオンミラーの構想

次のステップでは、ガリレオ光学系と、光子光学系とイオン光学系の類似性を考えた (図3 a, b)。二つのレンズによるイオンビーム引き出し原理と、電界による“放物面鏡”を組み合わせることで、二つの引き出しレンズで作られた平行イオンビームを、フォトンストップなしで非常に小さな焦点に集めることができる (図3 b)。

図3のb)を見ると、すべてのイオンが質量分析計に集束されることがわかる。これは、Campargue インターフェースの基礎から受け継いだ  $\Delta E$  イオンのエネルギー分布を扱う際に非常に重要なことであった。最終的な構想は、図4に示すものとなった。

これが成功すれば、最も高感度な ICP-MS 装置がで

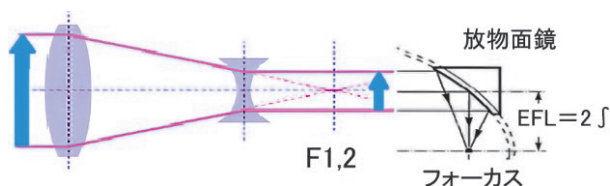


図4 イオン反射光学系とガリレオ平行ビームレンズを組み合わせたアイデア

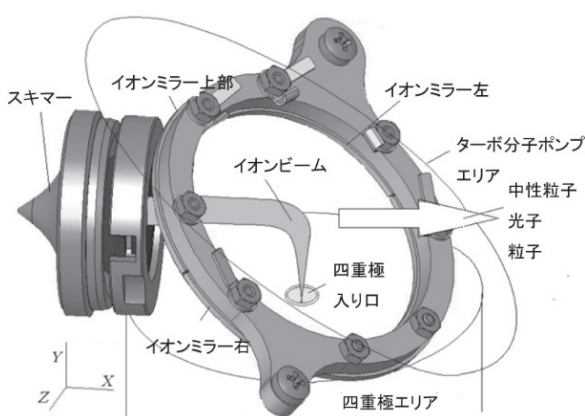
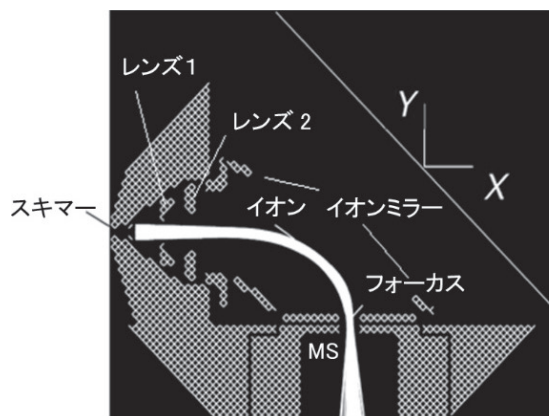


図5 SIMION のイオンミラー集束特性のモデリングとイオンミラー

きあがる！ 抽出されるイオンは、インジウム溶液濃度 1 ppb あたり約  $6 \times 10^6$  個/秒となり、光子/中性原子から完全に分離できる。ビームはイオンミラーによって 100 % の効率で集束でき、イオンカウントの損失は、四重極 (イオン輸送効率 50~60 %) と検出器 (イオンカウント効率 80 %) だけである。そのため、スキマーコーンから検出器までの伝搬で失われるイオンは 1/2 程度と予想された。新しい ICP-MS 装置の感度は、1 ppb あたり約  $3 \times 10^6$  cps で、UltraMass より 100~200 倍高いと予想された。これは、新しい ICP-MS 装置の感度の理解と予測における大きな進歩となった。

### 3.5.2 イオンミラーデザイン

SIMION のモデリングの結果に基づいて、イオンミラーを製作した (図5)。このイオンミラーは、四つのセグメント/電極を持ち、イオンビームを X, Y, Z 方向に多次的に制御することができる<sup>8)</sup>。左側がスキマーコーン、下側が四重極入口である。

イオンミラーセグメントにはプラス電圧のみが印加され、セグメントへのイオンの付着を防止する。大きな中空構造により、光子、中性粒子、粒子がイオンミラー電極を汚染することなく、まっすぐ通過することができる。イオンミラーの直径は、それを通して効率的なポンピングを可能にするのに十分な大きさである。

SIMION のイオンビーム輸送のモデリングによると、イオンの 1~5 eV の運動エネルギーの広がりに対して、質量分析計入口で 1 mm の集束点が容易に達成できることがわかった。

#### 4 まとめと今後の展開

イオンミラーは、最高の感度、低い検出限界、メンテナンスフリーのイオン光学系のために開発された。ミニマスプロジェクトの研究開発を元にした最新機種、PlasmaQuant MS シリーズ ICP-MS 装置は、中質量で 1 ppb あたり  $3 \times 10^9$  cps の感度を達成している。さらに改良したメンテナンスフリーの四重極型質量分析計<sup>9)</sup>も採用し、装置サイズもベンチトップレイアウト<sup>10)</sup>と小型化にも成功した。

一方、E1、E2 の抽出レンズはフラットな形状で、スキマーコーンからのプラズマの伝搬経路上に位置している。このため、地質、土壌、海水などの高濃度マトリックスを含む試料で汚染される可能性がある。マトリックス濃度の高いサンプルの測定後に再び低濃度のサンプルを測定する場合、E1、E2 抽出レンズの洗浄が必要となる。

私たちは現在、より堅牢で、より高いマトリックス耐性、同時に高感度で洗浄の必要性を低減する、新しい E1、E2 レンズの組み合わせに焦点を当てて研究を行っている。

#### 文 献

- 1) R. S. Houk, V. A. Fassel, G. D. Flesch, H. J. Svec, Alan. L. Gray, C. E. Taylor : *Anal. Chem.*, 52, 2283 (1980).

- 2) T. Nham : *American Laboratory*, 30, 17A-17D (1998).  
3) D. J. Douglas, J. B. French : *Spectrochim. Acta*, 41B, 197 (1986).  
4) D. J. Douglas, J. B. French : *J. Anal. At. Spectrom.*, 3, 743 (1988).  
5) R. Campargue : *Rev. Sci. Instrum.*, 35, 111 (1964).  
6) Sven Dupré : “Galileo, the Telescope, and the Science of Optics in the Sixteenth Century”, (2002), (Universiteit Gent, Gent).  
7) Varian Australia Pty. Ltd : Iouri Kalinitchenko, US 7119330, “Plasma mass Spectrometer”, (2006. 10. 10).  
8) Varian Australia Pty. Ltd : Iouri Kalinitchenko, US 6614021, “Ion optical system for a mass Spectrometer”, (2003. 9. 2).  
9) Varian Australia Pty. Ltd : Iouri Kalinitchenko, US 7351962, “Electrode for mass spectrometry”, (2008. 4. 1).  
10) Analytik Jena AG : Iouri Kalinitchenko, US 9006646, “Mass spectrometry apparatus”, (2015. 4. 14).



ユーリ カリニチェンコ

(Iouri Kalinitchenko)

Analytik Jena GmbH+Co. KG. (Konrad-Zuße-Straße 1, Jena, 07745, Germany, コンラード 1, イエナ, 07745, ドイツ). Academy of Science of Ukraine, Dr : analytical chemistry. 《現在の研究テーマ》 ICP 質量分析システムの研究開発。《趣味》 自転車, スキー, ヨット, チェス。

E-mail : Iouri.Kalinitchenko@analytik-jena.com



松野京子 (Kyoko MATSUNO)

株式会社アナリティクイエナ ジャパン (〒240-0005 神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町 134 横浜ビジネスパークイーストタワー 11 階)。《現在の研究テーマ》 ICP-OES, ICP-MS 機器を使用した分析手法の研究。

E-mail : kyoko.matsuno@analytik-jena.com

#### 原 稿 募 集

創案と開発欄の原稿を募集しています

内容：新しい分析方法・技術を創案したときの着想、新しい発見のきっかけ、新装置開発上の苦心と問題点解決の経緯などを述べたもの。但し、他誌に未発表のものに限ります。

執筆上の注意：1) 会員の研究活動、技術の展開に参考になるよう、体験をなるべく具体的に述べる。物語風でもよい。2) 従来の分析方法や装置の問題点に触れ、記事中の創案や開発の意義、すなわち主題の背景を分かりやすく説明する。3) 図や表、当時のスケッチなどを用いて理解しやす

くすることが望ましい。4) 原稿は図表を含めて 4000~8000 字 (図・表は 1 枚 500 字に換算) とする。

◇採用の可否は編集委員会にご一任ください。お問い合わせは下記をお願いします。

〒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

(公社)日本分析化学会「ぶんせき」編集委員会

[E-mail : bunseki@jsac.or.jp]



## 異物分析における熱分解ガスクロマトグラフィー質量分析法の活用

熱分解ガスクロマトグラフィー質量分析法は固体や液体に対し、前処理不要で高感度、高分離能で測定が可能であり、異物分析において第一手法的に適用されている FTIR で解析が困難となる混合物など複雑な組成のサンプル対応手法として期待できる。異物分析に応用するためには、広範囲にわたる参照データの蓄積や物質ごとの特徴的な熱分解生成物の把握が重要となる。本稿ではその概要についてまとめる。

木 下 健 司

### 1 はじめに

異物は生産現場や流通過程などあらゆる過程で発生し、生産や製品流通を中断されることにもつながり得る悩みの種であり、その解決の一步として異物の正体を突き止めるべく、日々異物分析が行われる。なお、「異物」という言葉は、一部定義づけがなされているものがあるものの、日常的には共通の定義に基づいた形で用いられているわけではなく、同じ物体であっても、「異物」や「ごみ」など主観的に言葉が選択されている。本稿では「当事者間でその存在が想定外である物体」程度の意味合いをもった対象を「異物」とする。

### 2 異物分析法概要

実際に異物として現れる物体は多種多様であり、存在形態としては外部からの混入、移行や変質など内部成分に由来するもの、表層の微小な凹みや荒れによって目視では異成分が存在しているように見えるものの他、分析の際には、「トラブルの原因として異物があつたのではないか」と、その存在が仮定されたものもある。サイズ的には目視確認の難しい  $\mu\text{m}$  オーダーから  $\text{cm}$  オーダーまで様々である。成分的には有機物、無機物、また生物（由来成分）も異物になり得る。さらに単体とは限らず多種混合状態であることも多い。そのため、異物の成分調査を行うには多角的な視野が要される。異物分析の大まかな流れとして、はじめに十分な状態観察（光学顕微鏡、レーザー顕微鏡など）を行った後、成分分析に進む。成分分析については非破壊で測定後にサンプル回収が可能である手法から順々に行い、蛍光 X 線分析や SEM-EDS などによる元素分析やフーリエ変換赤外分光分析（FTIR）などによる有機分析が適用される。本論ではこうした分析手法の中で有機分析手法に着目し、そ

の手法の一つである熱分解ガスクロマトグラフィー質量分析法（Py-GC/MS）の適用について示す。異物分析の手法として必要となる主要要素を以下に挙げる。

- ・得られる結果から構造の推定につなげられること
- ・微小な物体でも測定が可能であること
- ・固体や液体を直接測定対象とできること

最初の要素は、データベースなど参照データが広範囲で存在し、得られるデータがサンプル間で識別が可能であることを意味する。

一般に有機物を対象とする際には第一手法的に FTIR が適用されている。FTIR は簡便・迅速にスペクトルが得られる他、データベースが豊富であること、赤外顕微鏡により微小試料（約  $10\ \mu\text{m}$ ）の測定が可能であること、液体や固体を直接測定可能であること、測定後の試料回収が可能であることなど様々な特徴があり、それらは異物分析における利点となる。一方、弱点として数  $\mu\text{m}$  以下の極微小物体や多成分混合物体は解析が困難となる場合が多くなる。前者に対しては代替手法として顕微レーザーラマン分光分析などが期待できる。しかしながら混合物に対しては、分光分析的手法では各成分を足し合わせたスペクトルとなるため、解析の顕著な改善は難しい。また、異物のような組成が不明で少量もしくは微小であるサンプルには、前処理で成分分離を適用することが難しい。上記の理由から、複数成分混合状態の異物の対策として、成分分離の要素を含む Py-GC/MS を挙げることができる。

### 3 Py-GC/MS について

Py-GC/MS はポリマーなど固体試料をはじめとする難揮発性成分を GC で分析する方法であり、熱分解装置（パイロライザー）を試料導入部の上流側に設置し、固体試料を数百度で加熱して生じる熱分解生成物をガスクロマトグラフへ導入し分離検出する。図 1 に概要を示す。得られるクロマトグラムはパイログラムと呼び、解析は 2 段階で行う。すなわち、はじめに通常の GC/

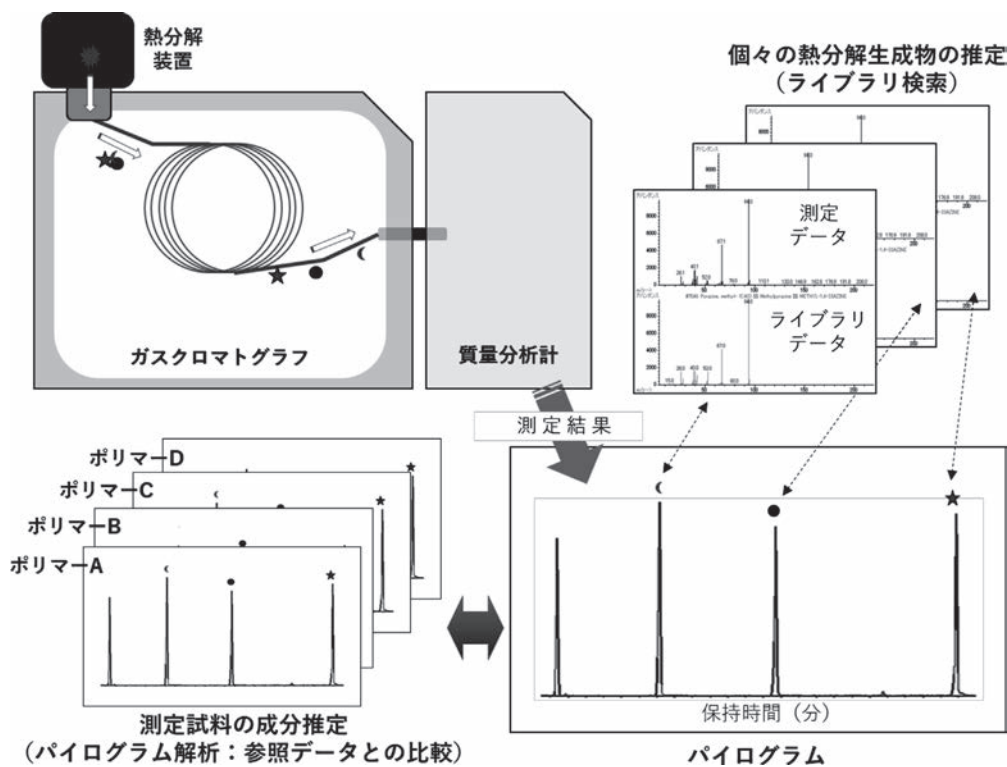


図 1 Py-GC/MS の概要

MS と同様に検出されたピークについて、ライブラリ検索を行いながら化合物推定を行い、その後に検出された成分の全体的なパターンから熱分解したサンプルがどういった物質であったのかを推定する。ポリマーには JIS 規格 (JIS K6231) にあるように、主要な分析方法の一つとして用いられている。

Py-GC/MS を異物分析で適用する際の測定条件は限定的とする必要はないものの、条件設定について大まかな目安を以下に示す。熱分解装置のタイプは小型加熱炉型やキュリーポイント型などがあり、いずれの方式も適用可能と考えられるが、前もって試料加熱温度の検討を行うには、昇温加熱を行いながら生じたガス成分を分離せずに質量分析計へ直結する方法 (発生ガス分析) が可能なタイプが望ましい。また、GC 条件について、異物の構成成分は多様であり、熱分解生成物は保持の弱い成分から高沸点成分まで検出されうるため、耐熱性の高いカラムを使用してカラムオープン温度を低温から高温まで広範囲で設定することが薦められる。なお、本稿に示した各図における測定条件は、熱分解温度を 600 °C (反応熱分解法は 300 °C)、微極性カラムを適用し、オープン温度 40 °C から 330 °C 前後までの昇温条件としている。

Py-GC/MS の特徴として、固体・液体がそのまま前処理を要せずに測定可能であること、合成高分子を中心として成分未知試料から構造情報を得られること、高感度で必要サンプル量が少量 (多くの場合 0.1 mg 未満) であることのほか、キャピラリーカラムによる高分離能

という利点がある。異物分析のための手法という観点から考えると、先に示した分析手法に求められる要素に加え、成分分離という大きな利点を有する。しかしながら、定性に際し必要となる参照データについて、合成高分子は既に成書などある程度まとめられたものがある一方、それ以外については比較的少ないという弱点がある。FTIR が異物分析手法として優れている点は先に示したが、中でも他の手法と比較して優位性が高い点としてデータベースが豊富であることと、歴史が長く吸収ピークについての解釈の深さが挙げられる。後者については吸収ピークと官能基の関係性の把握を深くすることで、解析結果の信頼性を増すことができる。Py-GC/MS においても、異物分析の手法として適用するうえで最も重要となる要素は、参照データ (データベース) の充実と各物質における特徴的な熱分解生成物の把握と考えられ、広範囲な対象について測定データを収集することが求められる。そして、FTIR において、赤外線吸収スペクトル上のピークと官能基の関係性についての知見が蓄積されているように、Py-GC/MS においても、パイログラム上のピーク (熱分解生成物) と測定対象の関係性についての知見を蓄積する必要がある。ある物質における特徴的な分解生成物 (パターン) を把握し、それらを指標として解析を行うことで、多成分混合異物から複数の成分の存在を推定することが期待できる。

## 4 特徴的な成分の探索

ある対象（群）における特徴的な成分を探索する流れについて主なものを示す。

### 4.1 合成高分子

ゴムやプラスチックについては、データの蓄積が豊富でありデータ集や書籍も市販されている。図2に4種のポリマーについてパイログラム例を示す。全体的な傾向として、モノマーもしくはそれに近い形態の熱分解生成物が検出される。図2-(a)を例にとると、メタクリル酸メチル（MMA）の高いピークが確認できるが、アク

リル系ポリマーは様々なコポリマーが存在しており、熱分解生成物としてMMAを持つコポリマーは多数に及ぶ。そのために他のモノマーの存在にも注意したうえで、MMAのみが検出されるという特徴をPMMAと推定する際の指標とする。また、図3に混合物パイログラム例を示す。多数のピークが確認できるが、このパイログラムからアルカジエン/アルケン/アルカンからなる炭化水素群（炭素数10の場合1,9-デカジエン/1-デセン/デカン）の連鎖と安息香酸や安息香酸ビニルなどの組み合わせを確認し、それぞれポリエチレンの特徴とポリエチレンテレフタレートの特徴であることを見いだすことで、両者の混合物であることを推定できる。

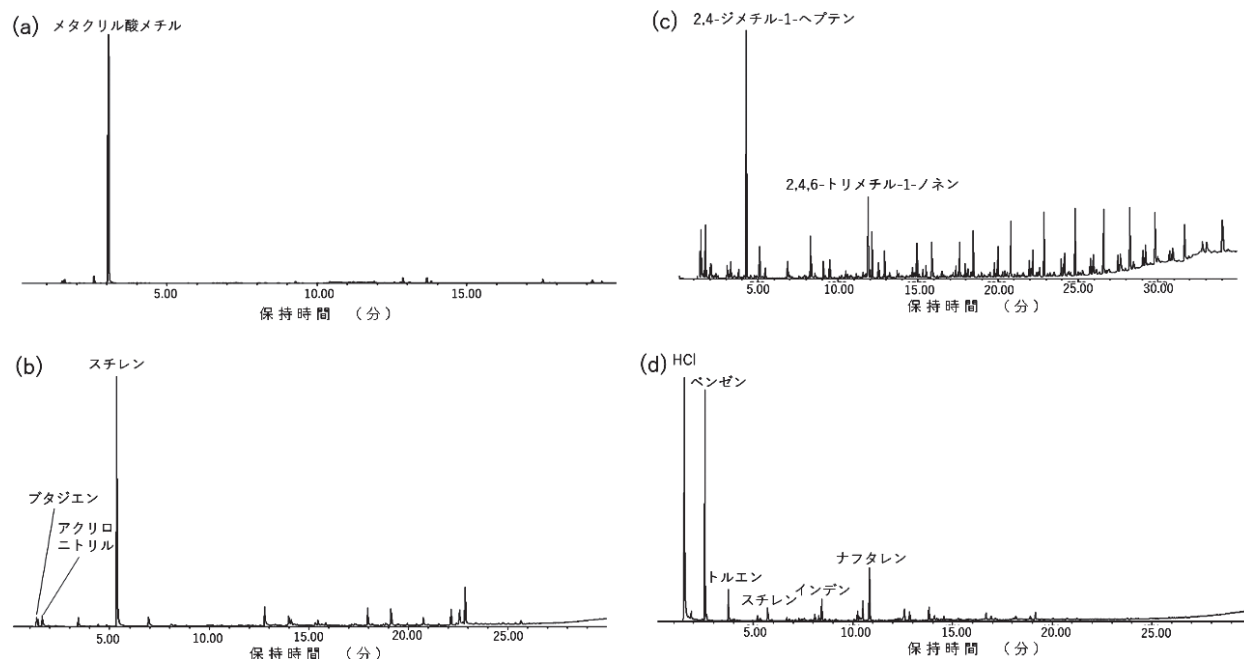


図2 合成高分子のパイログラム例

(a) ポリメタクリル酸メチル, (b) ABS樹脂, (c) ポリプロピレン, (d) ポリ塩化ビニル

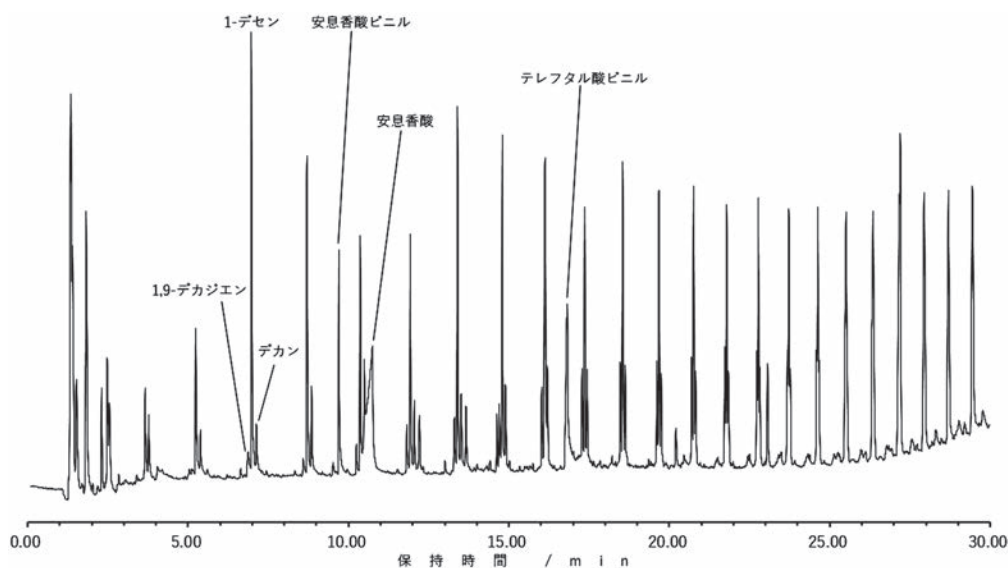


図3 混合物パイログラム例



## 4・2 類似するパイログラムを示すサンプルが複数存在する場合

世に存在する物質は無数であり、それぞれ固有の熱分解生成物を見出すことは難しい。そのため、類似する性質の個体同士をまとめ、それらに共通する特徴を見いだすことが薦められる。図4に3種の動物組織のパイログラムを示す。

動物組織はFTIRで測定するとタンパクのスペクトルを主体とした波形を示すが、Py-GC/MSにおいてもパイログラムの大半はタンパク由来成分が占める。そのほかに共通する成分として、動物ステロール類が検出される。そのために、動物組織としての特徴はタンパク熱分解生成物や動物ステロール類とまとめることができる。(例外的に食餌の影響により小型の虫等では動物ステロールと共に植物ステロールが検出される場合がある。)動物組織の中でさらに細かく分類することを試みる場合、複雑なパイログラムから指標となる化合物を探索する作業となるため、必要に応じて多変量解析を用いたデータ解析なども適用しながら解析を行う。その更なる分類の例として、図4-(b)は二硫化炭素のピークが確認でき、爪や角、髪などの硬タンパクを多く含有する組織の特徴と考えられる。(c)はトリメチルアミンが検出され、海生生物の組織に共通して確認される。

## 4・3 構造推定が困難なピークが多い場合

一般にポリマーの熱分解生成物は多数に及び、特に天然高分子において、構造推定に至らない化合物の比率が多くなる。例としてロジンサンプルのパイログラムを図5に示す。図5-(a)においてはピークの塊が確認できるものの、デヒドロアビエチン酸メチル以外は、ライブラリ検索からアビエチン酸系化合物である可能性を考

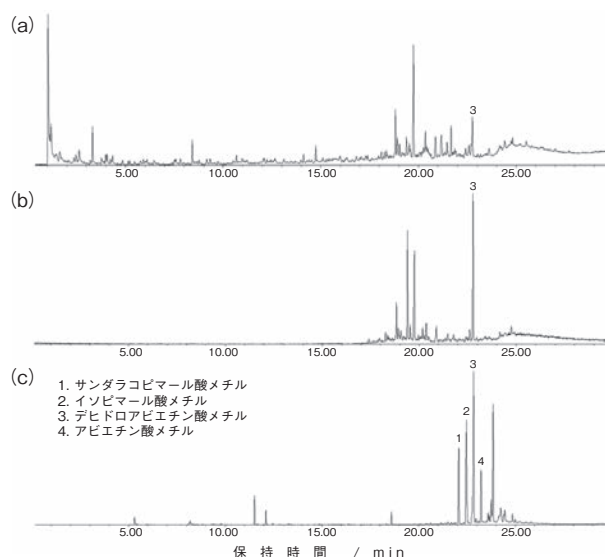


図5 ロジンサンプルのパイログラム例

(a) TIC, (b)  $m/z$  239-248 マスクロマトグラム, (c) 反応熱分解法

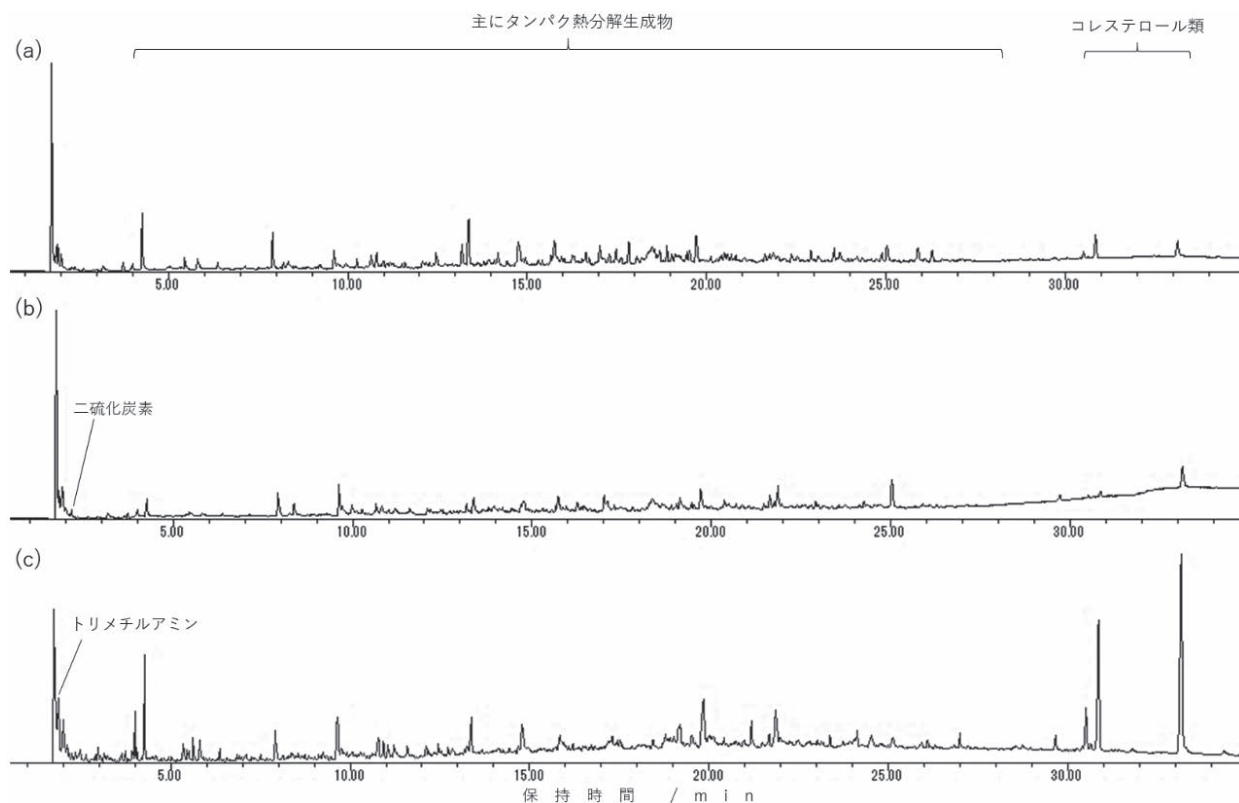


図4 動物組織のパイログラム例

(a) 血液, (b) 爪, (c) 魚粉

えられても化合物推定には至らない。このパターンはピーク面積のバランスに差異はあるものの、他のロジン系物質にも共通して確認される。そのため、それらをアビエチン酸系ピーク群と見なし、デヒドロアビエチン酸メチルと合わせてロジン系物質の特徴とする。ロジン関連成分は工業材料においても、粘着賦与剤やフラックスにも用いられており、クロマトグラム上で目立たず他の成分に紛れた状況で検出される場合が多く、図 5-(b) のようなマスクロマトグラムにてピーク群を確認することが有用である。

#### 4.4 メチル誘導体化が有効な場合

エステル結合を有する化合物は分解パターンが比較的複雑で、構造推定が難しい熱分解生成物が多い。エステル系成分である可能性が考えられた場合、メチル誘導体化を伴う反応熱分解法が適する。その手法は単純であり、測定容器にサンプルと共にテトラメチルアンモニウムなどの試薬を滴下し、同時に加熱することでエステル結合が加水分解されると同時にメチルエステル化された分解生成物が検出される。上記で示したロジン系物質の場合、反応熱分解法を適用すると図 5-(c) に見られるように複数のアビエチン酸系化合物のメチルエステル体が検出され、それらはロジン系物質における分かりやすい特徴となる。

### 5 異物分析への適用

事例を想定しながら三つのケースを挙げて、異物分析における Py-GC/MS の活用を示す。

#### 5.1 FTIR では主要成分の検出が難しいもの

主要ポリマーの共存成分に無機が多く含まれる素材を FTIR で測定すると、ポリマーの吸収ピークの重要部分がフィラーのピークに埋もれてしまい解析が難しくなる。比較的頻度の高いサンプルの例として無機充填剤（フィラー）を多量に含むゴム材がある。ゴム材の多くはプラスチックと比較して添加剤や充填剤の割合が多く、ポリマー以上にスペクトルの面積を占める場合がある。

ある異物について FTIR で測定したスペクトルを図 6-(a) に示す。スペクトルにはシリカの幅広い吸収が目立っており、辛うじてニトリルゴム（NBR）が存在する可能性が考えられる程度であった。同サンプルのパイログラムを図 6-(b) に示す。無機フィラーは不揮発性であるため、一部炭酸塩における二酸化炭素の発生などを除き、Py-GC/MS ではピークは現れない。パイログラムには FTIR にてその存在が示唆された NBR の熱分解生成物であるブタジエンやアクリロニトリルが検出され、明確にその存在を示すことが可能である。さらに、NBR 由来以外の成分としてクロロブレンやその二量体

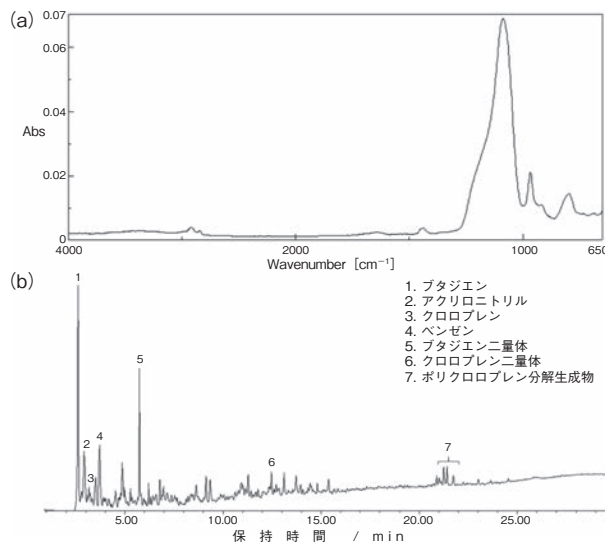


図 6 異物サンプルの測定結果比較  
(a) 赤外線吸収スペクトル, (b) パイログラム

なども同時に検出されており、NBR 以外にクロロブレンゴムが共存していることも推定できる。

#### 5.2 油脂を主体とした異物

異物の形態は固体に限らず、液状～半固形状など様々であり、そうした性状で確認される物質の一つに油脂がある。Py-GC/MS においてはそのまま熱分解すると複雑なパイログラムとなる一方、メチル化を伴う反応熱分解では高級脂肪酸メチル化体が目立ち、解析しやすいパイログラムが得られる。脂肪酸組成に着目すると、植物油をはじめとして不飽和脂肪酸の組成が多様であり、確認される組成のパターンからある程度の範囲において油脂の識別を期待できる。しかしながら油脂が異物として現れる場合、幾ばくかの変質（酸化劣化）を生じていることが多く、その変化はパイログラムにも反映される。図 7 に酸化劣化前後のサラダ油のパイログラムを示す。劣化後では不飽和脂肪酸のピークが減少または消失し、その代わりにアゼライン酸ジメチルなどカルボン二酸やエポキシ化高級脂肪酸、低級脂肪酸（いずれもメチル化体）が検出される。そのため、不飽和脂肪酸を指標とした解析が行えず、油脂間の識別できる範囲は狭くなる。逆に、「油脂が酸化劣化したもの」を示すためにはカルボン二酸ジメチル化体やエポキシ化脂肪酸メチル化体は指標として適用することができる。

実際には関連する油脂サンプルとの比較や識別が求められるケースもあり、不飽和脂肪酸以外の成分から解析を行わなければならない。ある事例においてエラストマー部品に少量の液状の異物が発見され、先に FTIR で測定した結果、油脂が酸化劣化したものである可能性が考えられた。その結果をもとに、何に由来するのかを調べるために、液状異物および使用環境で用いられていた植物油数種についてそれぞれ反応熱分解法で測定し、パ

イログラムを比較した。図8に液状異物のパイログラムを示す。パイログラム上には不飽和脂肪酸は飽和脂肪酸よりも小さなピークであり酸化劣化の兆候が示唆された。また、飽和脂肪酸に着目すると、ミリスチン酸/ペンタデカン酸/パルミチン酸/マルガリン酸/ステアリン

酸のバランスが他の油脂サンプルと異なるほか、イソミリスチン酸など分岐型の炭素鎖を持つ脂肪酸が目立つ程度に検出されていることが確認され、それらの飽和脂肪酸のパターンは年齢や発生場所によって変化はあるものの、皮脂の飽和脂肪酸組成<sup>1)</sup>に近似すると考えられた。

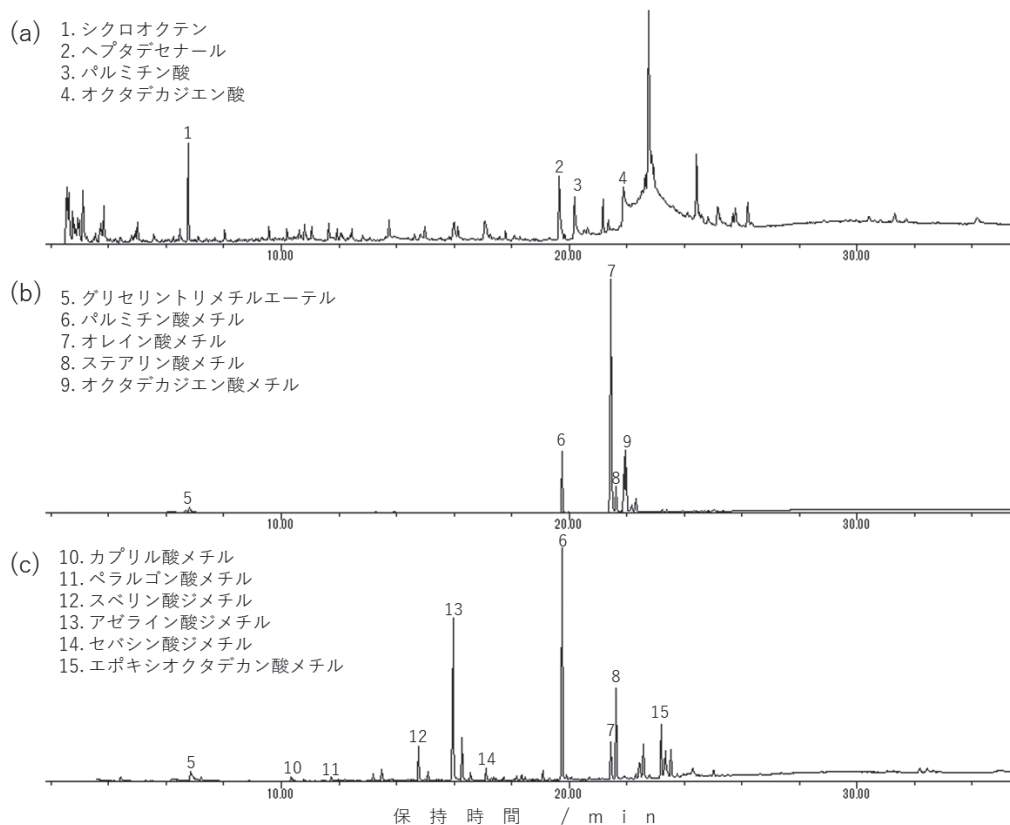


図7 サラダ油のパイログラム例

(a) 未劣化/瞬間熱分解, (b) 未劣化/反応熱分解, (c) 劣化/反応熱分解

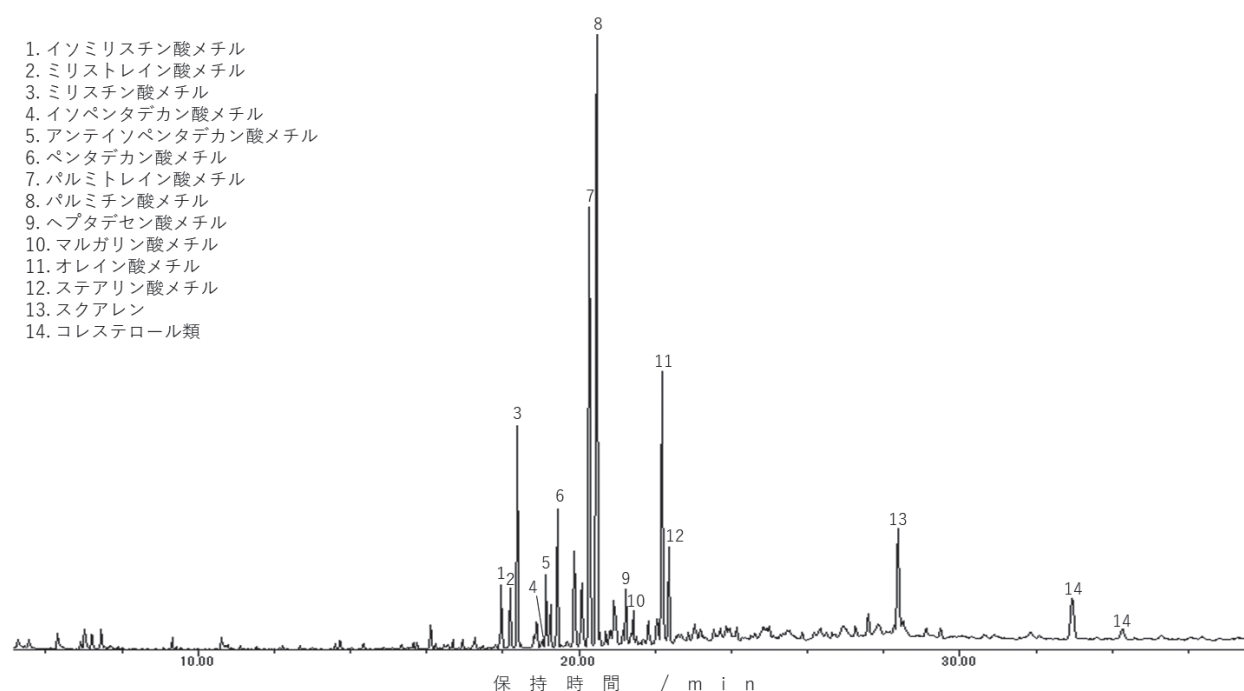


図8 液状異物のパイログラム



また、脂肪酸以外にスクアレンやコレステロール類が検出され、いずれも皮脂の含有成分である<sup>2)</sup>。こうしたパイログラムのパターンやエラストマー部品が顔に接触することもあることから、液状異物は使用された植物油でなく、皮脂に由来すると考えられた。

### 5・3 菌類の確認を要する場合

異物の中には生物に由来するケースもあり、虫などの場合には拡大観察を行うことで翅<sup>はね</sup>や体の一部といった組織を確認できることが多いものの、カビをはじめとする菌類は観察による判断は困難となる。事例においても異物が発生した環境に水分がある場合には、外観の印象として菌類が予想されるケースが多く、当事者にとって異物が菌類であるか否かの判別は印象的にも重要であり、客観的で正確な判断を行わなければならない。必要とされる情報が「菌類かどうか」のみに絞られるのであれば、成分分析的な手法でなくとも、異物を採取し培養して確認される物体を調べることができる。しかしながら、実際に必要な情報は「異物が菌類（もしくはそれに由来するもの）かどうか」の他に、「菌類でない場合にはそれが何であるか」や「菌類がいた場合でもそれ以外にどのような成分がいるのか」といった内容を含んで

おり、そうした課題にも回答を得なければならない。それゆえに、菌類の関与の確認を含めた異物分析手法に必要な条件は、測定結果から主な成分が菌類であるかを推定でき、なおかつ菌類以外の成分情報も得られることと考えられる。FTIR にて菌類を測定するとある程度特徴的なスペクトルを得ることができるが、類似パターンの生物サンプルや多成分共存の可能性を鑑みると実際の判断は難しい。

上記の背景から Py-GC/MS の適用可能性を確認するため、専用のラボで培養されたカビや酵母など 10 種以上の菌類を測定し、得られたパイログラムにおいて菌類に特徴的な成分、すなわち菌類に共通して検出され、かつ他の物体とは異なる熱分解生成物パターンの探索を行った。図 9-(a) に菌類のパイログラム例を示す。セルロース分解生成物、グルコサミン様化合物（ライブラリ検索では *N*-アセチルグルコサミンメチルエーテルが近いものとして確認される）、タンパク系、エルゴステロール類などが検出される。グルコサミン様化合物は菌類の細胞構成成分に由来すると考えられ<sup>3)</sup>、菌類以外では図 9-(b) のように軟骨や虫の組織などにおいても検出される。エルゴステロールは菌類の代表的なステロールであり<sup>4)</sup>、菌類以外では図 9-(c) のクラミドモナス

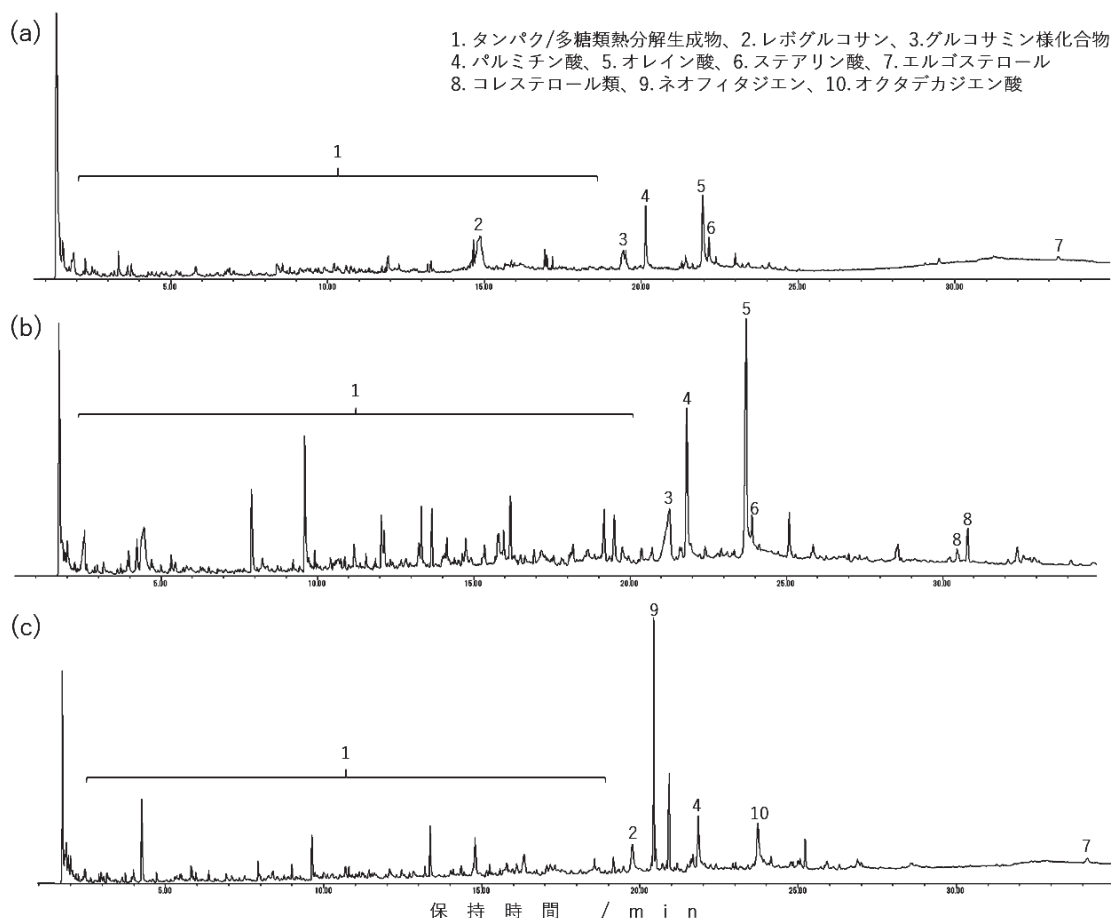


図 9 パイログラム例（測定条件と時期は異なる）  
(a) クモノスカビ、(b) 蛾の触角、(c) クラミドモナス

(コナミドリムシ) などにおいても検出される。これらの熱分解生成物の一つ一つに注目すると他の対象群において確認されるものの、同時に検出されるパターンは菌類に特徴的と考えられる。

なお、筆者の経験した範囲において、実際に現れる異物は、上記の菌類に特徴的な成分のピーク面積の比がサンプル間で大きく異なることがあり、場合によりピークが小さく確認が難しくなる。また、プラスチック類と比較して明確なピークを得るための必要試料量は多めになるため、菌類が想定される場合には、サンプル量を通常よりも増加し、感度面で装置条件を調整したうえで測定を行うことが薦められる。

## 6 おわりに

本稿では異物分析の手法の一つとして Py-GC/MS を挙げてその特徴や活用法を示した。Py-GC/MS の活用は、得られる成分情報の拡大に寄与できるものの、まだ発展段階であり、その活用法について更なる深化が期待

される。

## 文 献

- 1) B. Boughton, R. M. B. Mackenna, V. R. Wheatley, A. Wormall: *J. Invest. Dermatol.*, **33**, 57 (1959).
- 2) D. T. Downing, J. S. Strauss, P. E. Pochi: *J. Invest. Dermatol.*, **53**, 322 (1969).
- 3) S.C. Moldoveanu: “*Analytical Pyrolysis of Natural Organic Polymers*”, p.300 (1998), (Elsevier, Amsterdam).
- 4) 秋久俊博, 小池一男, 木島孝夫, 羽野芳生, 堀田 清, 増田和夫, 宮沢三雄, 安川 憲, “資源天然物化学”, p.114 (2002), (共立出版).



木下健司 (Kenji KINOSHITA)

地方独立行政法人 東京都立産業技術研究センター (〒135-0064 東京都江東区青海 2-4-10). 東京薬科大学大学院 博士 (生命科学). 《現在の研究テーマ》材料の不具合解析のための分析手法開発. 《趣味》コントラバス.

E-mail: kinoshita.kenji@iri-tokyo.jp

## 原 稿 募 集

話題欄の原稿を募集しています

内容: 読者に分析化学・分析技術及びその関連分野の話題を提供するもので、分析に関係ある技術、化合物、装置、公的な基準や標準に関すること、又それらに関連する提案、時評的な記事などを分かりやすく述べたもの。

但し、他誌に未発表のものに限ります。

執筆上の注意: 1) 広い読者層を対象とするので、用語、略語などは分かりやすく記述すること。2) 啓蒙的であること。3) 図表は適宜用いてもよい。4) 図表を含めて 4000 字以内 (原則として

図・表は 1 枚 500 字に換算) とする。

なお、執筆者自身の研究紹介の場とすることのないよう御留意ください。

◇採用の可否は編集委員会にご一任ください。原稿の送付および問い合わせは下記へお願いします。

〒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

(公社)日本分析化学会「ぶんせき」編集委員会

[E-mail: bunseki@jsac.or.jp]

## 化学防護手袋の耐透過性をふまえた適正使用

### 1 はじめに

化学物質を取り扱う実験者のばく露は、呼吸を介して体内に取り込む吸入ばく露と、皮膚を介して取り込む経皮吸収ばく露がある。吸入ばく露を防護するためにはドラフト内で実験を行い、必要とあれば呼吸用保護具を使用する。一方、経皮吸収ばく露の防護には、化学防護手袋（以下、手袋と略す）を使用する。素材の異なる手袋が多く市販されているが、手袋表面に付着した化学物質は手袋素材の内部に分子レベルで拡散し、時間の経過とともに手袋裏面に到達する。JIS T 8116（化学防護手袋）ではこの現象を「透過」と定義している。

手袋内部に侵入した化学物質は作業者の皮膚から吸収され、血液によって標的臓器にダメージを与える。それゆえ、化学物質が透過しにくい手袋の素材（透過時間が長い）を選定することが重要である。しかし、多くの化学物質に対する透過時間の情報が少ないのが実情である。JIS T 8116（化学防護手袋）規格は、手袋の透過試験方法の指導がなされているものの、16物質の透過試験の実施が義務付けされているのみで、手袋の選定を行うための情報としては少なすぎる。

本稿では、手袋への透過が注目されるきっかけとなった労災事故の紹介と、クロロホルムの透過量の測定結果を踏まえ、化学防護手袋の適正使用について概説する<sup>1)2)</sup>。手袋を装着して実験を行っているから経皮吸収はないと思わず、化学物質に対する手袋の透過時間を調べる。透過試験結果の情報がなければ、自ら簡易的な試験を行い、使用したい手袋の透過時間を確認して手袋の使用時間（廃棄）を決めることが必要である。

### 2 オルトトルイジンばく露による膀胱がんの発症

2015（平成27）年12月、化学物質を取り扱うA工場で、膀胱がんの集団発生が報じられた。厚生労働省の発表によると、膀胱がん罹患した5名の労働者はオルトトルイジン等の芳香族アミンの原料を反応させる作業および生成物の乾燥作業に従事していた。労働安全衛生総合研究所の調査により、作業環境中オルトトルイジン濃度は許容濃度1 ppm（4.4 mg/m<sup>3</sup>）より、大変低い濃度であった。一方、使用していた天然ゴム製の手袋の内側空間よりオルトトルイジンが検出され、作業者の尿中からもオルトトルイジンが検出された<sup>3)</sup>。さらに、天然ゴム製手袋の使用実態を調査したところ、オルトトル

イジンを含む有機溶剤で手袋を洗浄し、再利用を繰り返していた。事業場では、手袋の平均使用期間は平均50日/人/双と、手袋が切れたりする耐劣化性を基準として交換していた。オルトトルイジンの作業場で使用していた天然ゴム製手袋に対して透過基準の目標値（0.1 μg/cm<sup>2</sup>/min）に達するまでの時間を求めた結果、105分（76～131分）であった。作業者は新品の手袋を使用して、2時間前後で作業者の皮膚表面にオルトトルイジンが達し、更に、50日間透過している手袋に手を挿入してオルトトルイジンによる経皮吸収を生じていたことが推定された。

### 3 化学実験における薄手ニトリル製手袋からのクロロホルムの透過試験の測定例

吉澤<sup>4)</sup>は、クロロホルムを使用している大学の有機合成実験において、薄手のニトリル製手袋を装着して4名の学生を2日間、各1時間の実験において手袋内へのクロロホルムの透過量の測定を行った。実験方法は、学生の中指皮膚にSKC社製PERMEA-TECパッド（1.8 cm×2.0 cmの活性炭繊維に接着剤がついた製品）を貼付して、その上に薄手ニトリル製手袋を装着した。1時間の実験終了後、パッドをはがして活性炭のフェルト部分をバイアル瓶にいれ、二硫化炭素溶液で脱着しガスクロマトグラフ分析を行い、透過したクロロホルム量、および手袋内の透過速度を計算した。表1より、ほとんどの実験で透過基準の目標値（0.1 μg/cm<sup>2</sup>/min）を超える結果が得られた。とりわけ、溶媒が手袋にかかった際には、25.90 μg/cm<sup>2</sup>/minと高い透過速度を示した。大学での化学実験では、薄手のニトリル製手袋がよく使用されており、今回1時間と短い作業時間で、クロロホ

表1 有機合成実験における薄手ニトリル製手袋のクロロホルムの透過結果例

| 作業者<br>—調査回数、実験内容等    | クロロホルム量<br>(mg/パッド) | 透過速度<br>(μg/cm <sup>2</sup> /min) |
|-----------------------|---------------------|-----------------------------------|
| 1-1 分液、洗浄、カラムクロマト     | 1.4                 | 6.30                              |
| 2-2 洗浄、反応準備、カラム       | 0.01                | 0.05                              |
| 2-1 器具洗浄、再結晶          | 0.09                | 0.41                              |
| 2-2 カラム               | 0.09                | 0.41                              |
| 3-1 分液操作              | 0.19                | 0.86                              |
| 3-2 カラム、洗い物           | 0.08                | 0.36                              |
| 4-1 分液操作（手袋外側から溶媒が接触） | 5.6                 | 25.90                             |
| 4-2 カラムクロマト           | 2.1                 | 9.48                              |



ルムは薄手ニトリル製手袋を透過して皮膚に接触し、経皮吸収によるばく露が危惧される結果を得た。担当教授には、クロロホルムに対し耐透過性フィルム素材（EVOH 製）の安価な手袋を提案した。

#### 4 手袋の選定手順の提案

JIS 規格および ISO 規格による化学物質に対する透過時間の試験は 16 物質を義務付けているのみである。作業現場で使用されている何千という化学物質に対する手袋の透過試験のデータが公表されていないのが現状であり、これが大きな問題である。公開されている情報の範囲で、現場で使用している化学物質に対する手袋の透過を確認し、手袋の選定に役立つ情報を提案する。

使用する化学物質に対して、透過しにくい素材の手袋の情報を収集するとともに、自社で簡易的な透過試験を行い、手袋の使用透過時間を確認し、使用時間（交換）の目安を作ることを提案する。

(1) 手袋メーカーに使用化学物質に対する手袋の選定について相談、指導を受ける。

(2) 浅沼・田中が開発した化学物質に対する手袋素材に対する透過時間を検索するシステム（ケミカルインデックス）を活用する。320 物質に対する手袋の透過時間が入力されており、使用する化学物質名を入力すると、アメリカ、日本の手袋メーカー合計 6 社のホームページに公開されている素材ごとの透過時間を検索することができる。

トルエンに対する検索結果（図 1）では、手袋の銘柄として ① Ansell 製バリアー（PE-PA-PE）、② North 製シルバーシールド（PE-EVAL-PE）、③ ダイヤゴム製（EVOH）の耐透過性手袋とともに、④ ポリビニルアルコール⑤ バイトンにおいて 480 分以上の良好な透過時間を示している。耐透過性フィルムを含む手袋は、その他の化学物質に対しても、長い透過時間が報告されている。作業現場でよく見かける手袋である天然ゴム、クロロプレン、ニトリルおよびブチルゴム素材の手袋の透過時間は 10 分未満～60 分程度と短い。これらの透過デー

タを参照して、作業性、価格等を考慮して、使用する手袋を選定する。

(3) Wiley 社から出版している「Quick Selection Guide to Chemical Protective Clothing」<sup>5)</sup>は、化学物質ごとに手袋素材に対する透過時間が公表されている。875 物質を官能基別に分類し、化学物質名欄には、CAS 番号及び有害性コードを表記し、手袋と服の素材別に透過時間を得ることができる。透過試験データは、認定されたテストラボ、メーカーのテストラボ、ASTM、ISO、または EN 標準メソッドを使用した研究者による透過テストの（公開、未公開にかかわらず）測定結果等に参照して作成された。手袋の素材としては、ブチルゴム、天然ゴム、ネオプレン、ニトリルゴム、ポリビニルアルコール（PVAL）、ポリ塩化ビニル（PVC）、バイトン、バイトン/ブチル、バリアー（PE/PA/PE）、シルバーシールド（PE/EV/AL/PE）の 10 種類である。この著書と筆者らが作成したケミカルインデックスのデータは大変良好な相関を示した。

(4) 自社で簡易的な測定方法を行い、手袋の選定、交換時期等の基準を作成する。(2) や (3) の情報を参考にして、使用したい手袋素材（作業性、価格等も考慮）を選定し、使用化学物質に対する透過時間について簡易的な測定方法で試験を行う。その際、耐透過性の高い手袋と、作業性のよい手袋（滑りにくい、つかみやすい等）の組み合わせも選択肢として検討することをお勧めする。

自社でできる簡易的な透過試験方法として、天秤を用いる重量法、検知管法、センサー（CUB）を用いる方法が埼玉産業保健総合支援センターのホームページ<sup>6)</sup>より動画で公開されているので参照して頂きたい。自社で手袋の選定、および手袋の透過をふまえた交換時期について根拠あるデータの作成を提案する。

#### 文 献

- 1) 田中 茂：“皮膚からの吸収・ばく露を防ぐ！—オルトトルイジンばく露による膀胱がん発生から学ぶ—”，(2017)，中央労働災害防止協会。
- 2) 田中 茂：“皮膚からの吸収・ばく露を防ぐ！—化学防護手袋の適正使用を学ぶ—”，中央労働災害防止協会 (2018)。
- 3) 労働安全衛生総合研究所：災害調査報告書，A-2015-07 (2017)。
- 4) 岩澤聡子（研究代表者）：労災疾病臨床研究事業費補助金総括・分担研究報告書，190601-01 (2020)。
- 5) K. Forsberg, A. Van Den Borre, N. Henry III, J. P. Zeigler. : “Quick Selection Guide To Chemical Protective Clothing (Seventh Edition)”，(2020)。
- 6) <https://www.saitamas.johas.go.jp/movie/> (2021 年 9 月 30 日，最終確認)。

〔十文字学園女子大学名誉教授・  
化学防護手袋研究会会長 田中 茂〕

| メーカー       | 商品名           | 材質         | 透過時間 (分) |
|------------|---------------|------------|----------|
| Ansell     | Barrier       | PE-PA-PE   | >480     |
| North      | Silver Shield | PE-EVAL-PE | >480     |
| Dia Rubber | EVOH          | EVOH       | >480     |
| Butyl      | Butyl         | Butyl      | 10-30    |
| Nitrile    | Nitrile       | Nitrile    | 10-30    |
| PVC        | PVC           | PVC        | 10-30    |

図 1 ケミカルインデックスによるトルエンに対する手袋の透過時間

## 微小領域の温度を視る —細胞挙動から生命現象まで—



井 上 高 教

### 1 はじめに

1590年代、史上初の温度計として「空気（膨張）温度計」が誕生した。対象物と計測する物体との接触で、膨張や収縮を利用し、温度を計測するものであり、現代で使われる水銀温度計やアルコール温度計も原理はこれと同じである。また、熱電効果を原理とし、電気を計測しデジタル表示する接触温度計も多く使われている。さらに赤外線を測定する、従来の温度計とはまったく異なる非接触型の「放射温度計」が誕生し、点での測定が可能となった。2020年以降、温度計測器は我々の生活の一部となっている。さらに温度計測は一細胞・分子レベルなどの微小領域に至っており、温度イメージング（Thermography）が開発されている。

温度は、動物および植物の様々な生物学的事象・反応に影響を与える重要なパラメータであり、あらゆる化学反応に関連する物理量である。細胞内の温度分布は細胞内分子の熱力学や機能を反映しており、医学的見地からは、がん細胞などの病態細胞では亢進した熱発生があることが報告されている。単一の生細胞、特にがん細胞が温度を収集する能力について、その病理学および生理学的研究が進められている。単一細胞での温度を監視するために、さまざまな種類の細胞温度計が開発され、代表的なものに「蛍光プローブ」が使用されている。蛍光プローブは、汎用性が高く、高感度で、定量性に優れていることから、特にタンパク質の局在性や活性化の検出、タンパク質複合体の形成および立体構造変化の同定、さらに *in vivo*（生体内）における生物学のプロセスのモニターといった用途によく使用されている。

本稿では蛍光を用いた微小領域の温度測定と生物学のプロセスの温度依存性を紹介したい。

### 2 蛍光計測から見る細胞

蛍光とは、光を吸収して励起状態となった色素が元の基底状態に戻る際に、基底状態と励起状態の差に相当するエネルギーの一部を光の形で放出する現象である。ある物質が一定の光を吸収した時、蛍光強度から、蛍光物質の量を定量でき、ラベル化した mRNA の量やその他の物質の指標とすることができる。

蛍光プローブ法は、蛍光測定が可能な置換基や分子を系内に導入し、その測定結果から分子レベルの情報を得る手法である。蛍光プローブには主に、有機化合物タイプ、生体分子タイプ、量子ドットタイプの3種類がある。蛍光プローブは、感度やダイナミックレンジの広さ、定量性、種類の多様性、複数種類を同時に使用できる利便性から、バイオ研究においてさまざまな形で利用されている。その利用範囲は、タンパク質の同定や複合体（相互作用）の検出、特定のタンパク質の局在や活性検出、生体分子挙動のモニタリング、分子選択・分離など多彩である。近年ではこの多彩な解析を、特定のタンパク質や単一の細胞にとどまらず、複数の細胞の一つ一つについて自動的にデータ取得し統計的に客観的な解析を行うことのできるハイコンテンツアナリシスも盛んに行われている。

### 3 蛍光ポリマー温度計（FPT）

多くの生化学反応は生きた細胞で起こる。余剰エネルギーは熱として放出され、温度が上昇し、遺伝子発現や代謝などの制御が誘導される。細胞をナノスケールでかつ高感度に細胞の温度を測定するのは、分野を超えて大きな課題である。ポリマーの持つ調整可能な臨界溶液温度範囲と優れた生体適合性という利点を活用することで、蛍光ポリマー温度計（fluorescence polymer thermometer, FPT）は、細胞レベルで高い空間分解能で温度を正確に監視できるため、大きな注目を集めている<sup>1)2)</sup>。

プローブは温度感受性ユニット、親水性ユニット、蛍光団ユニットから構成されている。プローブの水溶液が低温の際は、構造内の水分子の存在により蛍光性ユニットの蛍光は弱い状態となる。高温時は、水分子がプローブ外へ排除され、蛍光性ユニットが強い蛍光を発する状態になる。温度変化により蛍光強度が変化する蛍光性ユニット1と、温度変化に影響されない蛍光性ユニット2の2種類の蛍光性ユニットを有する。それらの蛍光強度比から、プローブの導入濃度非依存的に正確な温度計測が可能となる。

岡部らは、蛍光寿命イメージング顕微鏡（fluorescence lifetime imaging microscopy, FLIM）を用いてFPTに基づく細胞内温度マッピングを行っている<sup>3)</sup>。FPTの蛍光寿命は温度感受性を示すことが示されている。時間相関単一光子計数法ベースのFLIMを使用した空間及び温

表 温度測定技術

|      | アルコール温度計 | 放射（赤外）温度計 | サーモグラフ（画像） | 蛍光プローブ  |
|------|----------|-----------|------------|---------|
| 原理   | 膨張・収縮    | 赤外線強度     | 赤外線強度      | 光の吸収と発光 |
| 測定領域 | 全体       | 微小領域に限界   | 微小領域の測定    | 細胞レベル   |
| 前処理  | 不要       | 不要        | 不要         | 蛍光物質の投与 |
| 校正   | 必要       | 必要        | 必要         | 必要      |

度分解能は、それぞれ 200 nm および 0.18~0.58 °C であった。アフリカミドリザル腎臓由来 COS-7 細胞の核と中心体の両方が細胞質よりも高い温度であったこと、細胞質間の温度差が細胞周期の段階によって異なっていることを観察した。この研究は、単一細胞レベルで温度と熱産生を測定するためのベンチマーク研究のひとつとなった。

#### 4 温度応答性ポリマーへの FRET の応用

ある蛍光分子（ドナー）の蛍光スペクトルと、もうひとつの蛍光分子（アクセプター）の励起スペクトルに重なりがある場合、この二つの蛍光分子が近接し、かつ両分子の双極子モーメントが適切な方向関係にあると、ドナーからの発光が起こらないうちに、その励起エネルギーがアクセプターを励起してしまう確率が高くなる現象を蛍光共鳴エネルギー移動（fluorescence resonance energy transfer, FRET）という。FRET の効率は蛍光分子間の距離と配向の変化に対して敏感に変化する。配向因子を無視すると、FRET 効率は蛍光分子間の距離の 6 乗に反比例する。タンパク質もちょうどナノメートルの大きさなので、目的のタンパク質にドナー・アクセプターを連結すれば、タンパク質の微妙な構造変化を蛍光変化として検出できる。1940 年代に T. Forster により確立され、一塩基多型の検出や定量 PCR など、生命科学研究において不可欠な技術となっている。

Xuejuan Wan は FRET 対を標識した明確な温度応答性ポリマーを合成した<sup>4)</sup>。このポリマーは、極めて希薄な条件下で温度と pH の二重レシオメトリック蛍光プローブとして機能する。このポリマーには、鎖の中間部と末端に FRET のドナー部位とアクセプター部位が標識されており、末端官能基は、pH 依存性が高く、中性またはアルカリ性媒体では非蛍光、酸性媒体では高蛍光であるため、FRET プロセスのオフ/オンの切り替えは、溶液の pH によって容易に調節することができる。酸性

や高希釈条件下では、熱による鎖の崩壊と伸長により、ドナー部位とアクセプター部位の間の空間的な距離を効果的に調節することができ、FRET 効率の顕著な変化をもたらす。

#### 4 おわりに

課題としては、プローブが大きすぎて必要な解像度が得られない、セル内に均一に分布していない、十分の感度と精度を備えていないなどがある。しかし、細胞毒性がなく、pH や対象分子の濃度により蛍光波長または蛍光強度が変わる蛍光プローブの研究は近年著しい。また、近年では、デジタルカメラの感度向上と画像解析技術の進歩により、可視化した細胞内温度分布像は細胞内の場所ごとに異なる温度を示すことが可能になってきている。今後、さらに温度と細胞機能の関連を詳細に調べることで、より深い生命のメカニズムが発見されるかもしれない。細胞内の温度分布が分かれば、細胞の機能に関する理解が深まるとともに、新規診断、治療法の開発にも貢献すると期待されている。

#### 文 献

- 1) S. Uchiyama, C. Gota, T. Tsuji, N. Inada : *Chemical Communications*, **53**, 10976 (2017).
- 2) J. Qiao, X. Mu : *Biosens. Bioelectron.*, **85**, 403 (2016).
- 3) K. Okabe, N. Inada, C. Gota, Y. Harada : T. Funatsu, S. Uchiyama : *Nat. Commun.*, **3**, 705 (2012).
- 4) X. Wan, S. Liu : *J. Mater. Chem.*, **21**, 10321 (2011).



井上高教 (Takanori INOUE)

大分大学理工学部 (〒870-1192 大分市旦野原 700)。九州大学大学院総合理工学研究科。博士 (工学)。《現在の研究テーマ》レーザー分光分析と匂いの化学。  
E-mail : tinoue@oita-u.ac.jp



# パルス NMR による粒子界面特性評価

— 濃厚分散体を希釈せずに評価，粉体の僅かな違いを数値化 —

池田 純子

## 1 開発の経緯

世界中の多種多様な産業における加工製品の多く、例えば電池、電子部品、インク、農薬、医薬品等は粒子が高濃度で分散した状態の物質が中間体や最終製品であることが多い。更にさかのぼると、高濃度分散体の主原料は粉体である。しかし高濃度のままで分散凝集状態を簡単に高精度で人為差なく評価可能な手法は少ない。また簡便な粉体と溶媒との濡れ性評価手法も多くはない。高濃度分散体の分散安定性はレオロジー、粒子径、静電反発力（ゼータ電位）や濡れ性など、様々な要因により決定されるため評価は容易ではない。

NMR 法（nuclear magnetic resonance, 核磁気共鳴分光法）と聞くと多くの人々は大型で高磁場（超電導磁石）を用いた構造解析を目的とした装置をイメージするのではないだろうか。しかし低磁場を用いて緩和時間を取得することに特化したパルス NMR や TD-NMR（time domain NMR, 時間領域 NMR）と呼ばれる手法が存在する。一般的には樹脂やゲル状の物質の分子運動性評価に用いられることが多い。人為差なく非常に再現性良く非破壊、短時間で相対比較可能なことが特徴である。本手法を用いた微粒子分散体の評価法の研究は約 40 年前から英国ブリストル大学にて熱心に行われてきた。しかし高磁場を用いていなくとも緩和時間を測定するパルス NMR や TD-NMR も専門的知識を要する。そこで 2016 年ブリストル大学を中心とするコロイド科学を専門とする学者やエンジニアの 6 人が 2015 年米国フロリダ州にて Mageleka Inc 社を設立し装置の開発を始めた。目的は『パラメーターの入力なしでどなたでも簡単に微粒子分散体の緩和時間を測定することが出来ること』『小型、軽量であること』『迅速に測定可能であること』であった。理想的な装置が 2019 年に完成し装置名は『MagnoMeter』である。

## 2 装置の概要と特徴および測定例

### 2.1 ハードウェア、ソフトウェア概要

図 1 に装置の外観図を示す。上部の丸みを帯びた部分がマグネットポッドである。下部に分光器を設置し



図 1 MagnoMeter 外観

た。ユニークなことに本装置はマグネット部と分光器はイーサネットケーブル（LAN ケーブル）で接続されている。高速なデータ通信を可能にするためである。さらに、NMR 信号の生成と検出電子回路における信号処理も通常はアナログコンポーネントが含まれるものの、MagnoMeter は特許を取得済である高速処理が可能な DDS（direct digital synthesis）システムを用いている。他にも高い分解能を得る技術が多数盛り込まれた装置であり測定結果がリアルタイムで検出できる。複雑なパルスシーケンスであっても正確な位相、振幅、パルス長を簡単にプログラムすることが出来、既存の TD-NMR ではありえなかった迅速な測定が可能になった。更に非常に小型軽量であることも大きな特徴である。マグネットポッドはバレーボールほどの大きさであり、2 kg しかない。分光器は 15 インチのノートパソコンサイズに高さが 13 cm ほどで 6 kg である。ここまで小型軽量の TD-NMR は世界初である。可動部がなくメンテナンスフリーであることも使用者にとってメリットは大きいと考える。

ソフトウェアを図 2 に示す。測定準備（set up）をクリックし測定（start）をクリックするだけで緩和時間が得られる非常にシンプルな構成である。校正も測定も数十秒で完了する。パラメーター入力や難解な設定を必要することなく緩和時間の測定が可能だ。また液中での比表面積や濡れ性の指標となる  $R_p$  値もデータベースから粒子や溶媒を選択するだけで自動的に計算される。まだまだ新しい評価手法に含まれるため解析法が難点であったが最も難しい部分をクリアした装置といえるのではないだろうか。

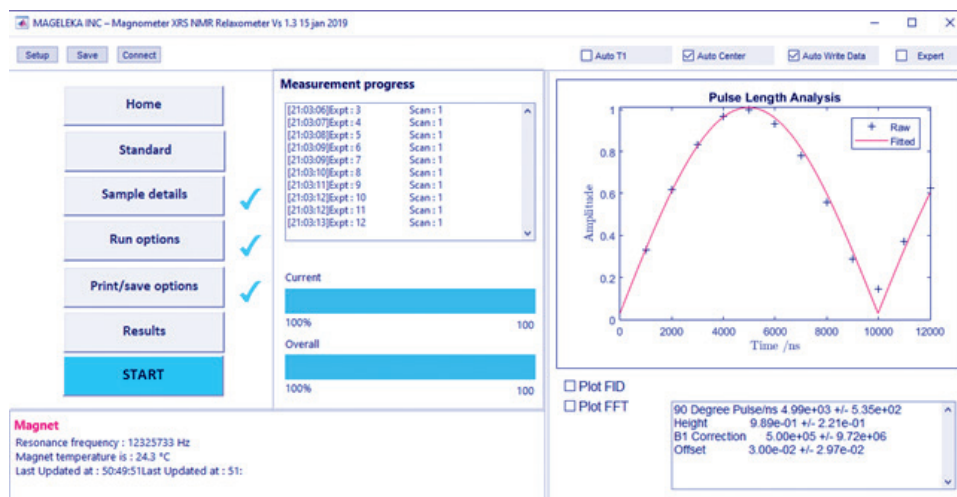


図2 MagnoMeter ソフトウェア

## 2.2 測定原理

NMR は一般的には化学シフトを計測し、有機化合物の構造解析を行う評価装置として広く知られている。しかし NMR スペクトルからは化学シフトだけではない多くの情報が得られる。その一つに緩和がある。簡単に言うと緩和とは一旦吸収されたエネルギーが減衰していく過程のことである<sup>1)</sup>。ラジオ波により励起した核スピンは周りの環境や核スピンのエネルギー交換により緩和する。その時間を  $T_1$  (縦緩和時間, スピン-格子緩和時間),  $T_2$  (横緩和時間, スピン-スピン緩和時間) として計測する。粒子に接触または吸着している液体 (束縛された液体) とバルク液 (粒子表面と接触していない自由な状態の液体) とでは、磁場の変化に対する応答が異なる<sup>3)</sup>。例として水に粒子が分散している系を考える。観測原子核を  $^1\text{H}$  とする。粒子の表面に水酸基が存在する場合、粒子分散体の中には粒子表面の水酸基と水分子が水素結合などで束縛された水とそれ以外の自由な状態である水の 2 種類が存在する。束縛された水はエネルギー交換が起こりやすく  $^1\text{H}$  の緩和時間は短く、自由な状態にある水の  $^1\text{H}$  緩和時間は長く得られる<sup>2)3)</sup>。溶媒は水だけでなく、構造上に  $^1\text{H}$  が含まれれば評価に用いることが可能である。

ここで粒子分散液を測定して得られた緩和時間 ( $T_{\text{nd(av)}}$ ) の逆数を緩和速度 ( $R_{\text{nd(av)}}$ ) とした場合、得られる緩和速度は粒子界面に束縛された液体体積による緩和速度と自由な状態の液体体積による緩和速度の和となり以下の式が成り立つ<sup>4)</sup>。

$$R_{\text{nd(av)}} = p_s R_{\text{ns}} + p_b R_{\text{nb}} \quad (1)$$

$n=1$  の場合: 縦緩和時間, スピン-格子緩和時間

$n=2$  の場合: 横緩和時間, スピン-スピン緩和時間

$p_s$ : 粒子界面に束縛された液体体積

$p_b$ : 自由な状態 (バルク状態) にある液体体積

$R_{\text{ns}}$ : 粒子界面に束縛された液体の緩和速度

$R_{\text{nb}}$ : 自由な状態 (バルク状態) にある液体の緩和速度

### 2.2.1 緩和時間測定による分散凝集状態の評価, 比表面積・分散度の比較

レーザー回折法や動的光散乱法などの粒子径分布は得られた散乱・回折強度を複雑なフィッティングアルゴリズムにより解析し粒子径として算出する。それに比べ緩和時間は式 (2) に示すように直接的な計算で比表面積に換算可能である<sup>8)</sup>。

$$R_{\text{av}} = \phi_p S L \rho_p [R_s - R_b] + R_b \quad (2)$$

$R_{\text{av}}$ : 平均緩和速度

$\phi_p$ : 溶媒体積に対する粒子体積比

$S$ : 単位質量あたりの総表面積

$L$ : 粒子界面に拘束された液体の厚み

$\rho_p$ : 粒子密度

$R_s$ : 粒子界面に拘束された液体の緩和速度

$R_b$ : 自由な状態 (バルク状態) にある液体の緩和速度

ここで  $Ka = L \rho_p [R_s - R_b]$  と定義する。

$Ka$  は粒子の性質や分散媒に依存して変化する。この値を用いることで式 (2) は以下の様に表現できる。

$$R_{\text{av}} = Ka S \phi_p + R_b \quad (3)$$

つまり比表面積は以下の式で示される。

$$S_{\text{tot}} = R_{\text{sp}} R_b / Ka \phi_p \quad (4)$$

$R_{\text{sp}}$  は緩和速度比として表記できる。

$$R_{\text{sp}} = (R_{\text{av}} / R_b) - 1 \quad (5)$$

パルス NMR による比表面積は絶対値の測定が可能ながス吸着法と同様に、吸着した液相を一層吸着と仮定<sup>5)</sup>しているが粒子界面の化学的特性の違いや分散媒の種類により拘束される液相の厚みは異なる。 $Ka$  が決定できない場合パルス NMR により得た緩和時間から算出した

比表面積はあくまでも相対値となる。同一の粒子と分散媒の組み合わせ（例：解砕工程など）の比表面積変化を評価する際は、パラメーターが分からなくとも緩和時間のみでも比較可能である<sup>2)</sup>。算出される比表面積が相対値である場合は混乱を招かないためにも、比表面積ではなく分散度（%）として比較することも提案する。

### 2・2・2 緩和時間測定による粒子界面の評価

添加剤の吸着や粒子表面の化学的状態の違い、分散媒種の違いで粒子界面の状態は変化する。界面の状態が変化すると粒子界面に拘束される液体量は変化する。比表面積や粒子径に変化が無い場合、平均緩和速度（ $R_w$ ）は粒子界面特性の影響のみを受ける。 $R_p$  値が大きいほど粒子界面に多くの溶媒を拘束できる、つまり濡れ性が良いと言することができる<sup>6)7)</sup>。

## 2・3 測定事例

### 2・3・1 表面処理有無による粉体濡れ性の数値化

酸化アルミニウム粉体と本粒子をアルキルシラン剤

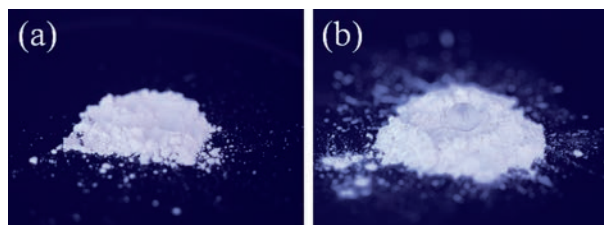


図3 酸化アルミニウム粒子の表面処理（アルキルシラン剤処理）前後  
(a) 表面処理前, (b) 表面処理後

（独国 EVONIK 社製 Dynasylan IBTMO）にて表面処理し濡れ性を比較した。本処理剤はイソブチル基を持つアルキルシランモノマーである。本アルキルシラン剤はアルコキシ基およびその加水化物が水酸基と反応し脱アルコールおよび脱水反応により粒子表面を疎水化する。粒子表面に水酸基が存在すれば簡便に疎水化が可能である。今回はダイナシランが5%になるように pH4 の酢酸水溶液に酸化アルミニウム粒子を加えた。分散体をマグネチックスターにて10分攪拌後、100℃のホットプレートにて乾燥させた。図3は表面処理前後の粒子にピペットにて蒸留水を1滴滴下した後の写真である。表面処理後は粒子表面が全く水に濡れていないのが目視でも明らかである。

両粒子を蒸留水およびエタノール、ヘキサン、ドデカンに分散し緩和時間を測定した。緩和時間の測定には CPMG 法を用いた。更に式(5)より  $R_p$  を算出し濃度との関係をプロットした（図4）。

蒸留水、エタノールに関しては表面処理により  $R_p$  が小さくなった為、表面処理により濡れ性が悪くなることが示唆された。ヘキサン、ドデカンに関しては表面処理により  $R_p$  が大きくなった為、濡れ性が良くなることが示唆された。

分散安定性は粘性、粒子径分布、静電的反発力、濡れ性により決定される。緩和時間による親和性や濡れ性の良・不良は分散安定性の一因でしかない。そこで分散性や分散安定性と相関性が得られるかの確認も行うため分散体をボトルに入れたまま数分放置した。図5に示す

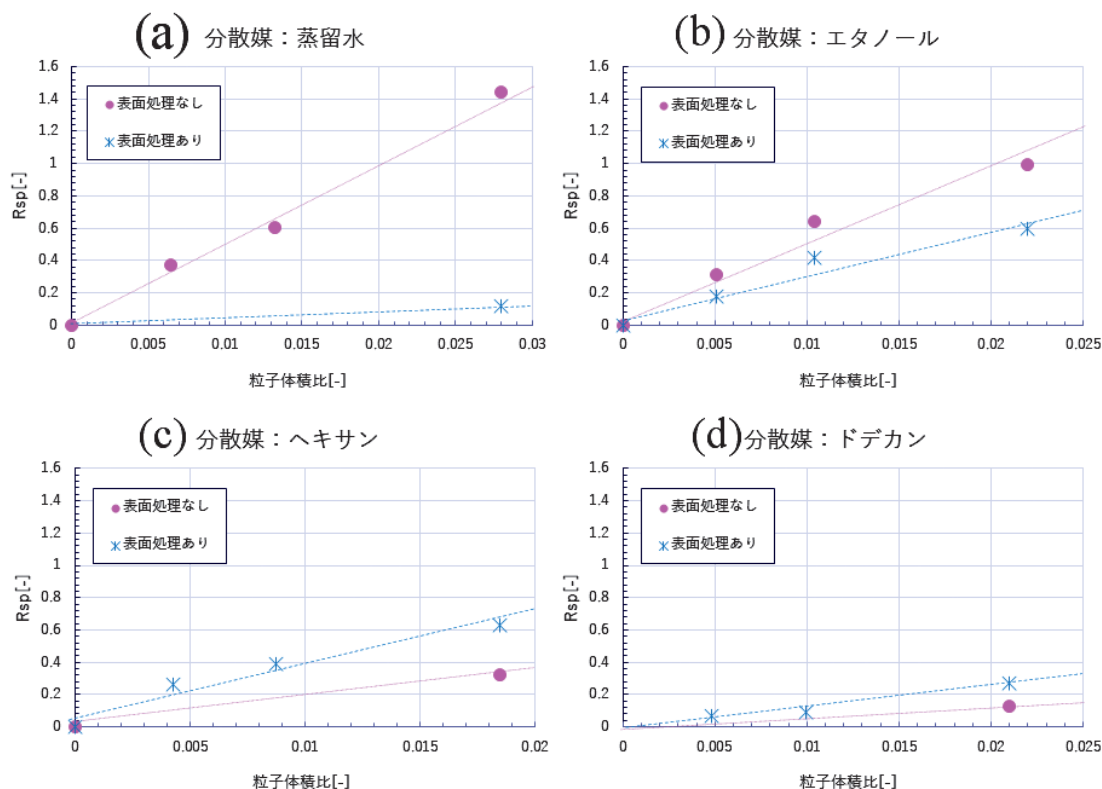


図4 異なる溶媒への濡れ性

(a) 蒸留水への濡れ性, (b) エタノールへの濡れ性, (c) ヘキサンへの濡れ性, (d) ドデカンへの濡れ性



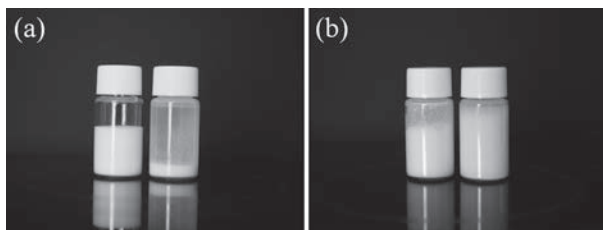


図5 表面処理前後の粉体を実際に蒸留水及びヘキサンに分散させた写真

(a) 蒸留水に分散させた粉体 左：表面処理なし，右：表面処理あり；(b) ヘキサンに分散させた粉体 左：表面処理なし，右：表面処理あり

蒸留水に分散した表面処理を行ったアルミナおよびヘキサンに分散した表面処理を行っていないアルミナはボトル壁面に凝集体が見られ分散性が悪いことが分かる。水に分散した表面処理を行ったアルミナは数分で沈降していることも分かる。本粒子分散体の分散性や分散安定性には粒子界面と溶媒との濡れ性の寄与が大きいことが明らかになった。分散安定性を短時間かつ簡便に予測する為に濡れ性を把握するパルス NMR による評価法は有用といえるだろう。

### 2・3・2 ロットの異なる粉体界面の違い

2・3・1 では表面処理という明らかに特性が異なる粉体の評価例を示したが、NMR 法の大きな特徴は非常に高精度にわずかな違いを数値化することである。

同一物質であると販売されておりロットが異なる粉体の違いを検知することも可能である。表 1 にロットの違い

表 1 BET 比表面積と緩和時間から算出した比表面積

| 試料名 | SBET<br>[m <sup>2</sup> /g] | 緩和時間<br>[ms] | SNMR<br>[m <sup>2</sup> /g] |
|-----|-----------------------------|--------------|-----------------------------|
| A-1 | 3.27                        | 1622.6       | 3.27                        |
| A-2 | 3.45                        | 1596.0       | 3.44                        |
| A-3 | 3.64                        | 1538.0       | 3.82                        |
| B-1 | 4.07                        | 1228.9       | 6.48                        |
| B-2 | 4.22                        | 1211.6       | 6.67                        |
| B-3 | 4.35                        | 1193.4       | 6.87                        |

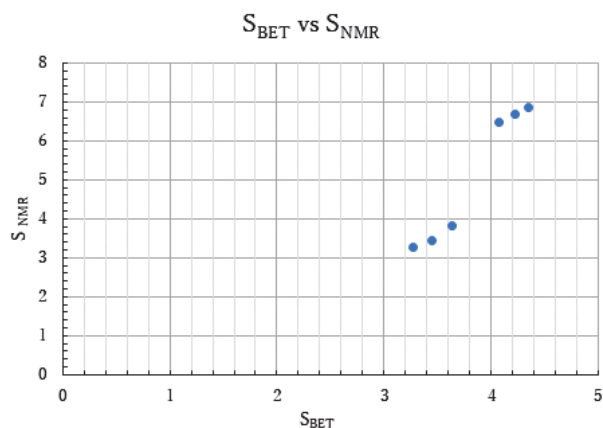


図6 ロットの異なる粉体：BET 比表面積と NMR による比表面積比較

異なる金属酸化物粉体のガス吸着法による BET 比表面積 ( $S_{BET}$ )、NMR により得た金属酸化物分散体の緩和時間、緩和時間から算出した比表面積 ( $S_{NMR}$ ) を示す。 $S_{NMR}$  は式 (4) から算出し  $Ka$  値は得られた緩和時間が  $S_{BET}$  になるよう決定した。つまり  $S_{NMR}$  は A-1 試料を基準とした相対値となる。緩和時間は金属粉体を 10 wt % になるように水に分散し、超音波バス (60 W) にて 10 分分散したものである。粉体の界面の化学的特性 (官能基の数や種類)、水との濡れ性が同一である場合、 $S_{BET}$  と  $S_{NMR}$  は相関直線が得られる。比表面積のみが緩和時間を変化させるためである。

図 6 に実際の測定結果をプロットしたグラフを示す。

1 本の相関直線ではなく 2 直線で示された。つまり化学的特性が異なる 2 種類の粉体が存在することが示唆された。そこで横軸総表面積、縦軸  $R_{sp}$  値をプロットし、粉体界面の化学的特性を比較した。図 7 に示す。

ほぼ 2 直線で示され、B-1, 2, 3 のほうが A-1, 2, 3 より濡れ性が良いことを示した。同一粉体として販売されている A と B の違いは製造ラインの違いである。このような違いは珍しいことではないと伺う。ただ数値化する手法がなかっただけである。例えば、出荷工場の違い、また日本は四季により湿度が大きく異なる。特に金属酸化物の場合、湿度の違いにより同一の界面特性を有する粉体の作成は難しいだろう。

また粉体が高濃度分散した材料を製造している場合、中間工程で様々な試験を行うがすべて問題ない結果が得られたとしても、最終製品になった途端、わずかな印刷時の発色の違い、抵抗値がいつもより大きい、不均一なもろい製品が出来上がったこともあるという。その原因をたどると、数値化できないようなわずかな粉の界面の違いが原因ではないかということにたどり着く。本手法は非常に簡便にわずかな違いを数値化することを得意としており、多くの分散体や粉体を用いた製品の問題解決に役立つと考える。

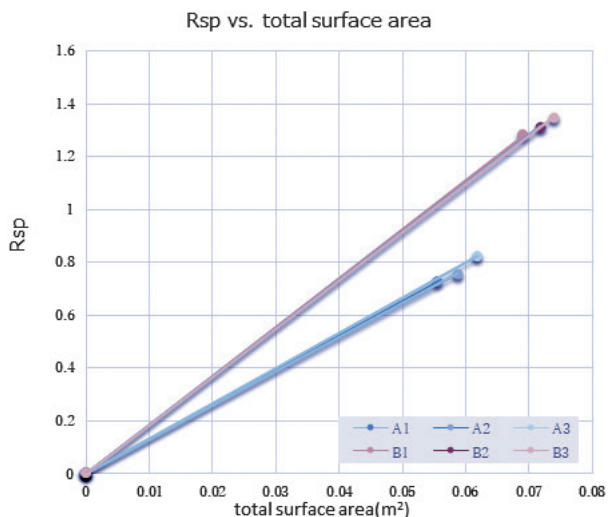


図7 ロットの異なる粉体：界面特性比較

### 2・3・3 原料の異なるカーボンブラックの濡れ性比較

カーボンブラックの多くは石炭や石油，天然ガス等から副生される油やガスを不完全燃焼させ得られる炭素微粒子であることが広く知られている。ゴムの製品の補強材や黒色顔料，電池材料に用いられており我々の生活に欠かせない物質である。しかし化石燃料は枯渇が懸念される。また極性の異なる官能基の表面処理により親疎水性をコントロールすることが可能であるが，一般的には疎水性が高く水へ高濃度で分散させるには高い技術を要する。近年開発された Neat90（Carbon Neat 社製）はバイオマス原料から製造されカーボンニュートラルな物質である。つまり温室効果ガスを増加させることなく持続可能な開発目標（SDGs）達成に寄与する新素材である。また非常に親水性が高いことも特徴であることが知られている。一般的に親水性のよいカーボンブラックとして販売されている N550 と Neat90 の親水性を比較した。両粒子を 0.5，1，2 wt % になるように蒸留水およびドデカンに分散させた。図 8 に結果を示す。

蒸留水へもドデカンへも Neat90 のほうが  $R_{sp}$  値はかなり大きく得られた。Neat90 はかなり水への濡れ性が高い特殊なカーボンであることが分かった。さらに極性が高い溶媒へも低い溶媒へも濡れ性が良いことが示唆された。このように特性が未知の粉体であっても簡便に濡れ性を数値化することが可能である。

### 2・3・4 分散剤の最適濃度評価

分散剤の最適濃度を知るために 10 wt % 30 nm コロイダルシリカ分散液に分散剤 PVP（ポリビニルピロリドン）を添加する実験を行った。図 9 に結果を示す。バルク（ブランク）溶液として蒸留水の緩和時間を計算に用いた。その結果  $R_{sp}$  は PVP の添加量 1～2 % まで急激に上昇した。PVP は 1～2 % までは PVP がシリカに吸着したことが予測される。その後は緩やかに上昇を続けた。その理由として PVP を 2 % 以上添加すると未吸着の PVP 量が増加し続けることが考えられた。そこで遠心分離機（エッペンドルフ・ハイマック・テクノロジー製 小形超遠心機 CS150FNX）を用いて上澄み液を得，それをバルク（ブランク）液として緩和時間を計算に用いると，PVP 濃度が 2 wt % で  $R_{sp}$  が定常に達し最適分散剤量が 2 % 付近にあることが分かった。吸着等温線を得ることは非常に時間を要することはよく知られている。NMR 法では非常に簡便に最適濃度を得ることが出来る。特にゼータ電位では評価が難しいノニオン系の分散材や低誘電率の溶媒に分散した分散体の評価には本手法しかないのではないかと考える。

### 2・3・5 2 種以上分散剤の吸脱着挙動評価

複数の分散剤を加えると競争吸着が起こる場合がある。何も吸着させていないシリカ分散液，PVP を 1 wt % 吸着させた 10 wt % 30 nm コロイダルシリカ分

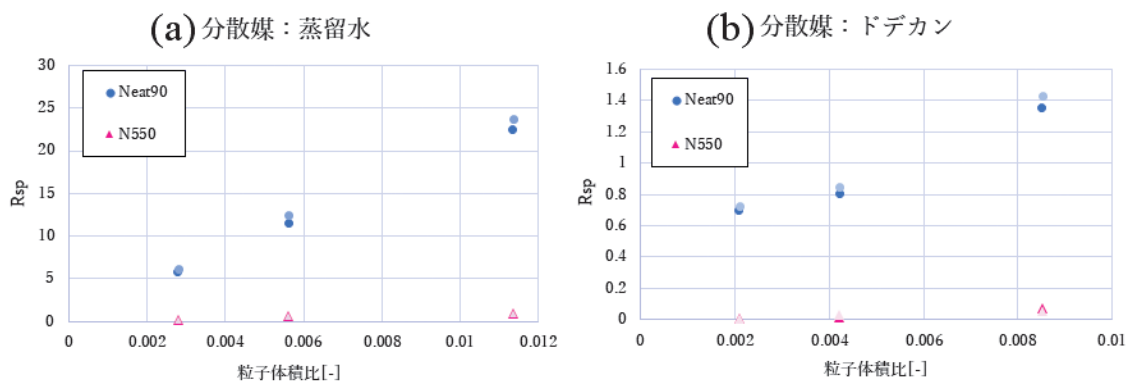


図 8 原材料の異なるカーボンブラックの濡れ特性  
(a) 蒸留水への濡れ性，(b) ドデカンへの濡れ性

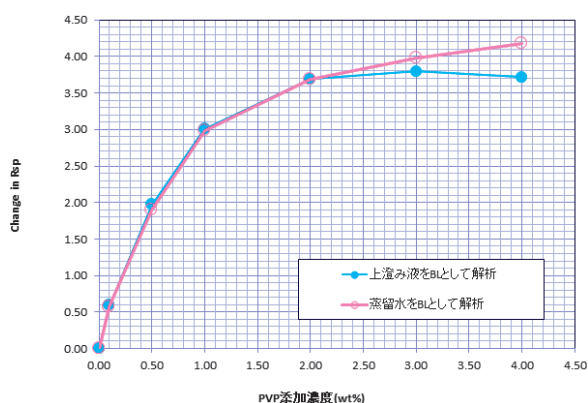


図 9  $R_{sp}$  の変化と PVP 添加量の関係

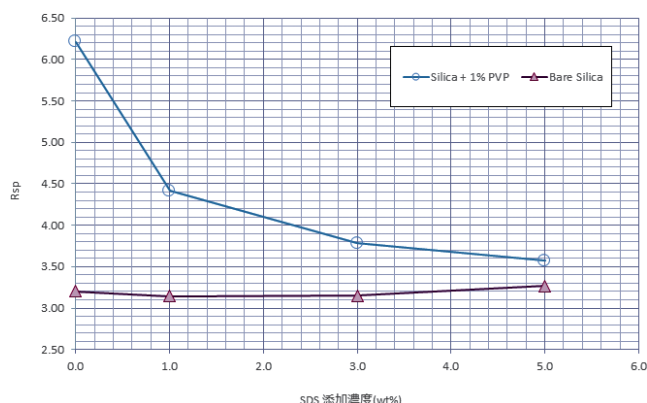


図 10  $R_{sp}$  と SDS 添加量の関係

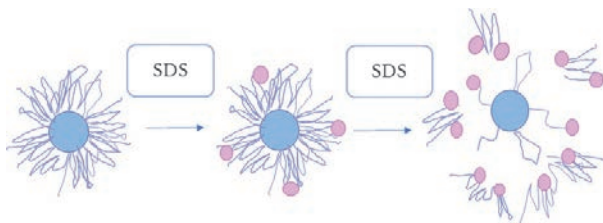


図 11 添加剤の競争吸着イメージ図

分散液にそれぞれ SDS（ドデシル硫酸ナトリウム）を添加する実験を行った。その結果を図 10 に示す。何も吸着させていないシリカ分散液の  $R_p$  はほとんど変化がなかった。これはシリカに SDS は吸着していないことを示している。PVP を 1 wt % 吸着させたシリカ分散液の  $R_p$  は SDS 濃度増加と共に低下し何も吸着させていないシリカの値に近づいた。これは PVP と SDS の化学結合力が PVP とシリカの結合力より強く、PVP がシリカから脱着していること（図 11）を示している。

多くの高機能材料は多くの目的の異なる添加剤を用いることも多いだろう。その際分散性を妨げる添加剤を選択してしまうことも考えられる。目的の性能を付与させるためにも本手法は簡便に短時間でスクリーニングを行うことができる。研究開発の効率化に寄与できるだろう。

### 2.3.6 高濃度分散体の分散性評価

最適な分散条件を高濃度のまま評価することは容易ではない。しかしパルス NMR では光を用いていないため高濃度、高粘度であっても評価可能である。カーボンブラック（カーボンブラック JIS Z8901 試験用粉体（粒子径：60 nm））を 30 wt % になるように NMP と PVDF

表 2 カクハンターの分散条件

|     | 回転数 (rpm) |      |
|-----|-----------|------|
|     | 自 転       | 公 転  |
| 手混ぜ | —         | —    |
| C11 | 700       | 1400 |
| C12 | 2000      | 1400 |
| C13 |           |      |

\*C13 は C12 と回転数は同一であるが試料を分けて投入しており分散時間が長い

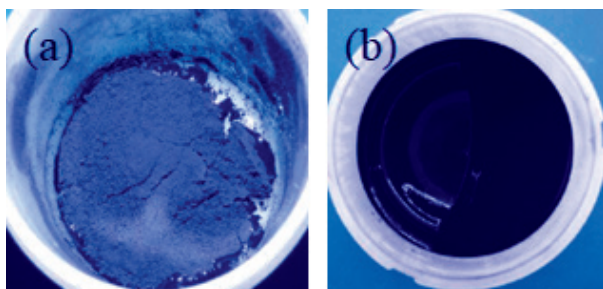


図 12 30 wt % カーボンブラック分散体の分散前後の様子  
(a) 分散前, (b) 分散後

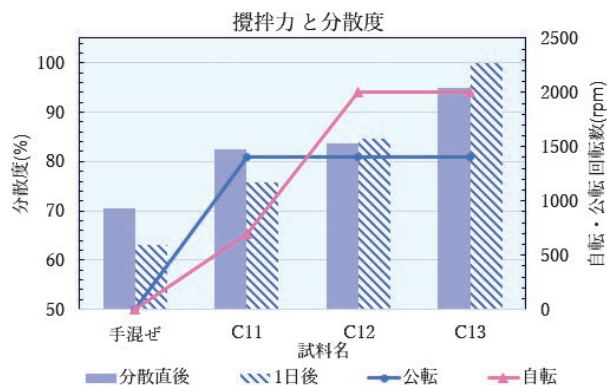


図 13 攪拌条件の違いと分散度

を混合した分散媒に添加し、公自転式攪拌脱泡装置カクハンター SK-400TR（写真化学製）にて分散した。本分散機は表 2 の通り公転・自転の回転数を自由に設定することで高せん断を与えることができ、用途に応じた条件での分散が可能である。C12, 13 に関して、攪拌条件は同一であるが C13 のほうが攪拌時間はより長い。分散前後の試料写真は図 12 に示す。分散条件と分散度の関係を図 13 に示す。分散度は最も緩和時間が短かった分散条件 C13 の緩和時間を用いて式 (4) の  $S$  が  $100\text{m}^2/\text{g}$  になる様に  $Ka$  を決定した相対値でしかない。その結果分散直後では  $C13 > C12 = C11 >$  手混ぜの順番で分散性が良いことが示唆された。一日後に同一試料を再度分取し測定を行った所、せん断力が弱かった手混ぜおよび C11 にて分散度が小さく得られたが、せん断力が大きかった C13 は分散度が大きくなった。経時に伴い、分散が不十分である場合より分散度が低下し、分散力が適切な場合は分散度が向上する可能性が示唆された。この様に高濃度かつ黒色試料であっても分散性を希釈せずに数値化することが出来た。

### 3 まとめおよび将来動向

現在、世界中でラボの無人化および品質管理の自動化が進んでいる。本手法はシンプルな仕組みで迅速に測定可能であるため *in situ* 計測に適している。例えばマグネットポット部をセンサーの様に製造ラインに組み込み、分散終点や分散体のわずかな違いを検知するには有用である。そのような *in situ* 型のシステムも開発中である。本手法が多くの人に認知され日本の産業の発展にわずかでも役に立てることを心から願っている。

#### 文 献

- 1) 安藤喬志, 宗宮創, “これならわかる NMR”, p.3, 45 (1997), (化学同人).
- 2) P. J. DAVIS, D. P. GALLEGOS, D. M. SMITH : *Powder Technology*, **53**, 39 (1987).
- 3) C. L. Cooper, T. Cosgrove, J. S. van Duijneveldt, M. M. S. W. Prescott : *Soft matter*, **9**, 30 (2013).
- 4) D. Fairhurst, T. Cosgrove, S. W. Prescott : *Magnetic Resonance*



*Chemistry*, **54**, 521 (2015).

- 5) 宮原 稔: “粉体の表面処理・複合化技術集大成—基礎から応用まで”, p295 (2018), (テクノシステム).
- 6) C. Flood, T. Cosgrove, Y. Espidel, E. Welfare, I. Howell, P. Revell: *Langmuir*, **24** (15): 7875 (2008).
- 7) B. Cattoz, T. Cosgrove, M. Crossman, S. W. Prescott: *Langmuir*, **24**, 7875 (2008).
- 8) D. Fairhurst, R. Sharma, S. Takeda, S. Prescott: *Powder Technology*, **377**, 545 (2021).



池田純子 (Junko IKEDA)

マジエリカ・ジャパン株式会社 (〒270-0882 千葉県柏市柏の葉 5-4-6 東葛テクノプラザ 609). 博士 (工学). 《現在の研究テーマ》パルス NMR による粉体評価, および分散性評価. 《趣味》家庭菜園.  
E-mail: j.ikeda@mageleka-japan.com

会社ホームページ URL :

<https://www.mageleka-japan.com/>

関連製品ページ URL :

<https://www.mageleka-japan.com/cont8/22.html>

## 会 員 の 拡 充 に 御 協 力 を !!

本会では、個人 (正会員: 会費年額 9,000 円 + 入会金 1,000 円, 学生会員: 年額 4,500 円) 及び団体会員 (維持会員: 年額 1 口 79,800 円, 特別会員: 年額 30,000 円, 公益会員: 年額 28,800 円) の拡充を行っております。分析化学を業務としている会社や分析化学関係の仕事に従事している人などがお知り合いにおられましたら、ぜひ本会への入会を御勧誘くださるようお願い致します。

入会の手続きなどの詳細につきまして、本会ホームページ (<https://www.jsac.jp>) の入会案内をご覧ください。

◇〒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 (公社) 日本分析化学会会員係

[電話: 03-3490-3351, FAX: 03-3490-3572, E-mail: [mem@jsac.or.jp](mailto:mem@jsac.or.jp)]

# クラウド型電子実験ノートによる 研究データの統合的管理

—CDD Vault ELNの紹介—

篠崎 康裕

## 1 はじめに

実験においては、参考文献、標準手順書、使用する試薬や機材の情報、実際に行った作業内容やその際の観察結果、分析機器からの出力など、多種多様な情報を取り扱う必要がある。これらの情報はその形態もさまざまであり、出版物のコピー、手書きのノートやメモ、プロッターなどでの出力といった物理的なものと、テキスト・画像・PDFなどの電子ファイルとがある。これらは、必要に応じて参照できるように適切に管理する必要がある。しかし、物理的な記録は所持者しか閲覧できず、検索性にも劣るため、後日、改めて参照するのに手間がかかることがある。また、電子ファイルには「各研究者のPC・分析機器などの機器類・ファイルサーバーなどに散在して所在が不明確になりやすい」「研究チーム内外への公開可否の制御などのセキュリティの確保が必要となる」といった課題がある。

本稿では、電子実験ノート（electric lab notebook, ELN）によりこれらの課題が解決できることと、電子実験ノート製品の一つであるCDD Vault ELNについて紹介する。

## 2 電子実験ノートについて

従来の（手書きの）実験ノートで実験を記録する場合、理想的には以下になるよう。

- 使用するサンプル・試薬などを台帳で確認し、ロットの情報などを実験ノートに正しく転記。
- 雑誌からコピーまたはウェブから印刷した参考文献や、標準手順書などをファイリング。実験ノートにはそれらをどこにファイリングしたかを記入。
- 行った操作とその結果生じた変化の観察などを実験ノートに記入。写真を撮った場合は現像・印刷して実験ノートに貼り付け。
- 各種の機器分析の結果を印刷して実験ノートに貼り付け、または別途ファイリングしてその旨を記入。
- 実験ノートの記載内容のレビューを受け、同僚や上長がサイン。この際、別途ファイリングした資料なども同時に確認が必要。
- サインを受けた内容の書き換えや汚損が起きないよ

うに注意して管理。

電子実験ノートは、このような実験の記録と関連データの管理を電子的に行うためのシステムである。製品により違いはあるが、多くの場合以下のような機能を備えている。

- 手書きの実験ノートを模した「ページ」単位での非定型的なデータの記録。
- 電子ファイルを、電子実験ノートのシステム内でページに関連づけて管理。
- 同僚や上長などによるページ内容の承認と、承認後のページの変更禁止の制御。
- 所属やプロジェクトなどに基づいたアクセス制御。
- 変更日時、変更者、変更内容などの証跡の記録。
- 既存のページの複製。
- 記入内容やメタデータ（記入日、記入者など）による検索。
- サンプル管理システムなどとの連携。

電子実験ノートでは手書きのノートに比べ多くの手間を省ける。例えば台帳からの転記はコピー＆ペーストで済み、写真や機器分析結果は電子ファイルのまま扱え、条件を振って繰り返す実験ではページを複製して共通部分をそのまま利用できる。さらに、先に挙げた課題の多くも解決できる。すなわち、電子ファイルを電子実験ノート内で管理することでデータの散逸を防ぎ、検索機能によって他の研究者の実験データや過去の実験データの参照や活用が容易になる。一方でアクセス制御機能によってデータの閲覧や変更を特定の者だけに限定し、セキュリティも確保することができる（図1）。



図1 電子実験ノートの概念

### 3 CDD Vault ELN の紹介

CDD Vault は Collaborative Drug Discovery 社 (CDD 社) が提供するクラウド型の研究情報管理・共有システムであり、サンプル情報とその在庫、アッセイの実験内容の定義と得られた結果データなどを管理できる。CDD Vault ELN は、この CDD Vault のオプションモジュールとして提供されているクラウド型電子実験ノートである。

#### 3.1 CDD Vault について

上述の通り CDD Vault はクラウド型のシステムである。すなわち、CDD 社が管理するサーバーで運用されており、サーバーなどのハードウェアの導入と管理の負担なく、利便性の高い研究情報管理システムを利用できる。ブラウザを使ってインターネット経由でどこからでも利用できるため、複数の事業所を持つ企業や、複数の組織にまたがる共同研究における情報共有のプラットフォームとしても活用されている。

CDD Vault に登録されるデータは定義されたプロジェクトに属し、そのプロジェクトのメンバーに公開される一方、メンバー以外には公開されない。これにより、秘密データを含む研究情報をプロジェクト内で安全に共有し活用できる。

また、ウェブ API を備えており、サードパーティー製品から呼び出して CDD Vault のデータをアクセスできる。例えば、分析機器の出力データをツールで整形してそのツールから直接 CDD Vault に登録する、データ解析ツールの入力データとして CDD Vault のデータを利用する、といったことができる。

#### 3.2 CDD Vault ELN について

##### 3.2.1 CDD Vault ELN の特長

CDD Vault ELN は記入の自由度が高く研究分野を問わず利用できる電子実験ノートである。本製品では、以

下のように実験を記録できる (図 2)。

- 1 回の実験を「エントリー」として非定型的に (つまり、あらかじめ決められたデータ項目に整理せずに) 文章・箇条書き・表などを使って記録。
- 文章には大見出し・小見出し・本文の分けや、色・太字・斜体・上付き・下付きなどの修飾が可能。
- 関連実験のエントリーや、参考情報となる外部ウェブサイトなどへのリンクの作成が可能。
- 画像や各種電子ファイルの貼り付けが可能。画像や PDF ファイルなどは内容のサムネイル表示が、MOL2 ファイル、PDB ファイルは拡大縮小・回転が可能な三次元構造のサムネイル表示が可能。

また、CDD Vault ELN は、ユーザーの入力を効率化する以下のような補助機能を備えている。

- 構造式や化学反応式の描画  
ブラウザ内で動作するツールが搭載されており、アプリケーションのインストールは不要。
- 化学量論表の自動生成 (化学合成実験向け)  
記入された反応式から出発物質・生成物などを認識し、使用量・収量などが入力されれば当量比や収率を自動計算。
- アノテーションの自動生成 (アッセイ実験向け)  
ターゲットや手法などを用語リストから選択することで、アッセイアノテーションの文章を生成。用語リストは BioAssay Ontology, Drug Target Ontology, Cell Line Ontology などの定評のあるオントロジーから構成。

記入した内容や、エントリー内に貼り付けたファイルの内容は、キーワードで検索が可能である。また、構造式・化学反応式については部分構造検索が可能である。これらの検索機能によって、過去の実験記録の参照と活用が容易になる。また、プロジェクトに基づくアクセス制御は本体と同様に CDD Vault ELN でも行われ、実験記録をプロジェクト内で安全に共有できる。

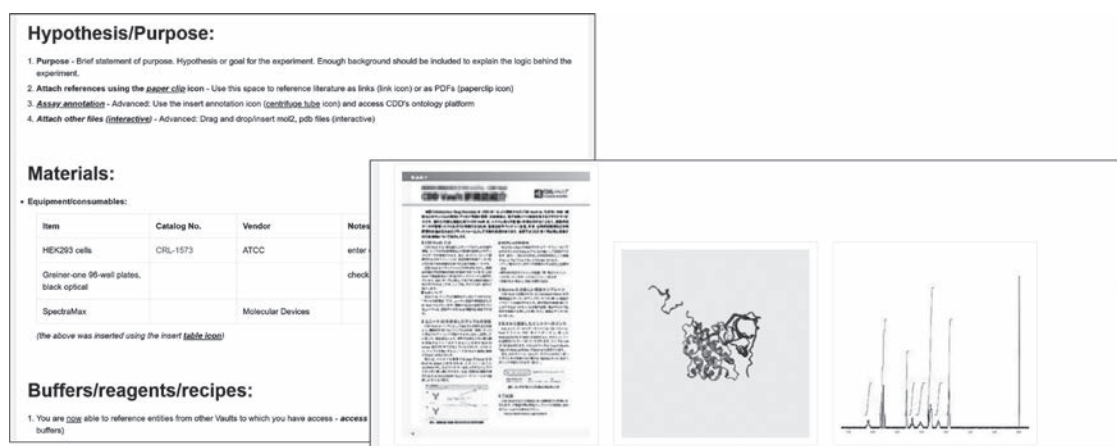


図 2 CDD Vault ELN のエントリー記入例

左：見出し，文章，箇条書きと表。右：ファイルの貼り付けとサムネイル表示（左から PDF，PDB，画像ファイル）



このように、CDD Vault ELN を利用することで、実験記録と関連情報の管理や有効活用にかかる労力を軽減できる。

### 3・2・2 CDD Vault 本体と CDD Vault ELN の連携

CDD Vault ELN は CDD Vault（以下、CDD Vault ELN との対比で「本体」）と密接に連携しており、本体のデータと以下のような関連付けができる（図 3）。

- 実験で用いるサンプルとして、本体に登録済みのサンプルや在庫を参照して、ID や構造式などとして記載。
- 化学合成実験で得られた生成物や、細胞サンプルから分離・精製して得られたタンパク質などを、サンプルや在庫として本体に新規登録。
- バイオアッセイ実験を記録したエントリーに貼り付けた表形式ファイルを入力データとして利用して、アッセイの結果データを本体に登録。

このような連携が行われた箇所は本体のサンプルやアッセイ結果へのハイパーリンクとなるので、本体に登録されている詳細な情報に簡単にアクセスできる。また、参照される本体のデータには CDD Vault ELN のエントリーへの逆参照のリンクが生成されるので、サンプルを使用した実験、サンプルを合成した実験、アッセイ結果を得た実験などの内容を簡単に確認できる。

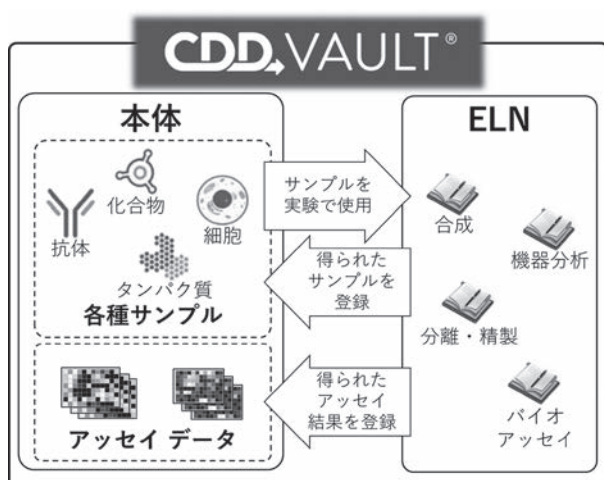


図 3 CDD Vault と CDD Vault ELN

### 3・3 分析研究者と CDD Vault ELN

分析研究者も上記の CDD Vault ELN のメリットの多くを享受できる。すなわち、実験の手法、使用する機材や試薬、結果と考察などを文章・表・箇条書きを使って自由に記述し、参考文献や分析機器から出力された生データなどの電子ファイルをエントリー内で統合的に管理し、検索機能により過去のデータに容易にアクセスして活用できる。

また、分析研究者が他の分野の研究者と共同作業を行う場合にも、情報共有の基盤として CDD Vault ELN は力を発揮する。例えば、研究チーム内で合成実験で得られた化合物や培養細胞・培養菌株から分離されたタンパク質・酵素の分析を担当するケースでは、以下のような利用シーンが考えられる。

- 分析研究者は、分析するサンプルの来歴を、そのサンプルを得た合成実験や分離実験のエントリーを直接閲覧して確認できる。
- 分析実験のエントリーには、分析機器から出力された生データも電子ファイルとして貼り付けて一括管理できる。
- 分析結果を受け取って利用する研究者は、分析実験のエントリーを直接閲覧して詳細を確認でき、生データも簡単に確認できる。

このように、従来は分析依頼票・分析報告書といった書面を作成して伝達していた情報を、CDD Vault ELN ではリアルタイムに、かつ従来以上に詳細に共有できるようになる。

受託分析企業で顧客からサンプルの分析を委託されるケースでも同様に、CDD Vault ELN を顧客との間の情報共有に利用できる。顧客にアカウントを割り当て、その顧客用のプロジェクトを作成し、受託分析実験の記録を ELN のエントリーとしてプロジェクト内に作成することで、その顧客のデータだけを速やかに、詳細に、そして安全に共有することが可能となる。

## 4 ま と め

CDD Vault ELN はさまざまな分野・種類の実験を柔軟に記録できる電子実験ノートである。実験の記録と関連する電子ファイルを統合的に管理することでデータの散逸を防ぎ、各種の補助機能で記録の入力の負荷を軽減し、キーワード検索や部分構造検索によって必要なデータを簡単に参照・活用できる環境を提供する。また、プロジェクト内で実験記録を共有することで、専門分野や組織などの壁を越えて研究者間のコラボレーションを促進できる。このようにして、CDD Vault ELN は研究の効率化や質の向上に寄与する。



篠崎康裕 (Yasuhiro SHINOZAKI)  
株式会社モルシス (〒104-0032 東京都中央区八丁堀 3-19-9)。《趣味》読書。  
E-mail : shinozaki.yasuhiro@molsis.co.jp

会社ホームページ URL :

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

関連製品ページ URL :

<https://www.molsis.co.jp/datamanagement/cdd-vault/>

<https://www.collaborativedrug.com/>

## 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](mailto:bunseki@jsac.or.jp)]

## ●—— キャピラリー ELISA のための小型蛍光検出システムの開発

ELISA は、その操作性の簡便さ、コストパフォーマンスの良さ、また、大型装置を必要としないことから、食品安全衛生における毒物の混入や、昨今世間を騒がせている SARS-COV-2 感染の確認のための“その場での簡易検出法”として、その有用性が見いだされている<sup>1)2)</sup>。本稿では、炎症マーカーとして血液中に含まれるタンパク質 C-reactive protein (CRP) の検出をより簡易にするべく、キャピラリーの導入によって小型化させた ELISA システム<sup>3)</sup>について紹介する。

一般的に、ELISA により未知サンプル中に含まれる標的抗原の濃度を評価する場合には、マイクロプレートウェル内において抗原抗体反応により標的抗原をトラップ・酵素標識した後、基質の添加によって生じた酵素反応産物の発色強度から含有濃度を算出する。Shoji らは、通常ではマイクロプレートウェル内で行う反応をガラスキャピラリー内で行うことで、検出システムの小型化を図った。その際、キャピラリー内での反応に合わせ、検出システムの自作を行っている。キャピラリーは、digital light processing 3D プリンターによって作製されたホルダーに設置できる形となっている。そのホルダーに対し、励起光やキャピラリー内での光散乱によって生じるノイズを低減させるため、power LED に接続された光ファイバーと、手の平サイズのスペクトロメーターが垂直になるように配置されている。この検出系のサイズは 55×75×18 (mm) であり、片手で持てる程の驚異の小ささである。

使用する酵素を Horseradish peroxidase、基質を Amplex® Red として蛍光性産物である resorufin の蛍光強度を基に、実際にヒト血清を対象に行われた CRP の検出性能評価では、酵素反応時間を 5 分、キャピラリー内壁上に固定した抗 CRP 抗体と CRP との反応時間を 30 分とした条件下にて、従来の ELISA システムを用いた場合と同等の値が示された。このことから、この系を用いて CRP の検出が可能であることが実証されている。

簡易的且つ迅速に標的物の検出が可能となることは、医療の診断の場など、様々な場面において非常に重要となる。Syogi らが開発したキャピラリーを導入した小型 ELISA システムは、近年着目されている Point-of-care testing (臨床現場即時検査) に大きく貢献すると期待される。

- 1) L. Wu, G. Li, X. Xu, L. Zhu, R. Huang, X. Chen : *TrAC Trends Anal. Chem.*, **113**, 140 (2019).
- 2) B. K. Sil, N. Jahan, M. A. Haq, M. J. Oishee, T. Ali, S. S. Khandker, E. Kobatake, M. Mie, M. U. Khondoker, M. R. Jamiruddin, N. Adnan : *PLoS One*, **16**, e0246346 (2021).
- 3) K. Morioka, H. Sato, M. Kuboyama, A. Yanagida, A. Shoji : *Talanta*, **224**, 121725 (2021).

〔東北大学電気通信研究所 小宮麻希〕

## ●—— 簡単な化学反応を利用したリチウム同位体比測定の高精度化

高精度な同位体比測定は、原子力や地球化学、環境化学などの分野で利用され、物質の起源の研究、物質の産地判別や年代測定を行ううえで非常に重要である。高い精度で同位体比を分析できる手法の一つに表面電離型質量分析計 (TIMS) があるが、その軽元素の高精度同位体比分析は、質量差別効果による影響から困難を極める。質量差別効果とは、分析対象の元素がイオン化する際に質量数が小さい同位体元素ほど優先的にイオン化される現象である。TIMS は、高精度な同位体比測定が可能であるがゆえに、測定時間の最初と最後で同位体比が変化する。Li のような質量数が小さい元素ほどその質量差別効果の影響が大きく、この制御は、Li 同位体比の TIMS 測定において不可欠な要素となる。本トピックでは、軽元素のなかでも特に TIMS 分析が難しいリチウム (Li) を取り上げ、近年報告された TIMS による Li の高精度分析法を紹介する<sup>1)2)</sup>。Li 同位体である  $^6\text{Li}$  と  $^7\text{Li}$  の同位体測定は、様々な分野で重要である。例えば、原子力においては、 $^6\text{Li}$  は  $^7\text{Li}$  よりも非常に高い中性子断面積を持つため、核融合炉にかかわる様々な素材として利用でき、 $^6\text{Li}$  濃縮度の測定で同位体比測定が重要である。また、地球化学分野においては、水・岩石間で Li の同位体分別が起こるため同位体比測定により地表面もしくはマントル起源を区別できるトレーサーとなる。しかし、高い需要があるにもかかわらず、前述の通り、その高精度な同位体比測定は非常に難しい。一般的に質量差別効果の影響を大きく受ける元素は、他の同位体を用いて補正を行うが、Li は同位体が  $^6\text{Li}$  と  $^7\text{Li}$  の二種類のみであるため難しい。古くから Li とホウ酸を反応させることで質量差別の影響を抑えて Li 分子イオン ( $\text{Li}_2\text{BO}_2^+$ ) として TIMS 計測する方法が知られている。しかし、イオン源の温度調整が難しく、 $\text{Li}_2\text{BO}_2^+$  を安定に検出できず、ばらつきが大きい (最大 9 %) という欠点があった<sup>3)</sup>。近年、Rao らは、Li をホウ酸ナトリウムと反応させることで安定した  $\text{NaLiBO}_2^+$  の分子イオンピークを検出した。このとき、ホウ素 (B) の同位体比 ( $^{10}\text{B}/^{11}\text{B}$ ) による影響を  $\text{Na}_2\text{BO}_2^+$  の同位体比から補正することで、高い精度 (0.07 %) で Li 同位体比測定を達成した<sup>1)</sup>。さらに、Rao らは同位体希釈法を適応し、0.1 % の精度で  $^6\text{Li}$  定量に成功した<sup>2)</sup>。簡単な化学反応を組み込むことで軽元素の同位体比測定の高精度化を実現している。同位体比測定の需要は、ますます大きくなっているが、非常に単純な化学反応や塩を変えるだけで、劇的にその分析精度を改善出来る可能性があり、今後の発展が期待できる。

- 1) R. M. Rao, K. S. Bhushan, S. Jagadish Kumar, R. Shah : *Int. J. Mass Spectrom.*, **451**, 116292 (2020).
- 2) K. S. Bhushan, P. G. Goswami, R. M. Rao : *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **326**, 1009 (2020).
- 3) L. H. Chan : *Anal. Chem.*, **59**, 2662 (1987).

〔福島大学大学院、日本原子力研究開発機構 青木 譲〕





## 分析化学者は糖鎖研究における主役になれるか？

立命館大学薬学部 豊田英尚先生からのバトンを受け寄稿させていただきました。近畿大学薬学部 木下充弘と申します。これまで一貫して複合糖質糖鎖の分析法の開発とその応用に関する研究を行ってきました。

私の最初の学生時の研究テーマは、レクチンを用いて酵母表面糖鎖の違いに基づき酵母を分類するというもので、蛍光分光光度計以外は、分析装置らしいものは一切用いておりませんでした。実験前日に酵母を液体培地に播種し、翌朝酵母を回収し洗浄後、細胞数をカウントするところから一日が始まり、ピオチンレクチンとHorseradish peroxidase (HRP)-アビジンを用いてアッセイする日々が半年以上続きました。当時は指示通りに実験していましたが、実験が進むにつれデータは蓄積され形になっていくのでそれなりに楽しんでいたように思います。大学院に進学後は、酸性多糖の生理活性に関する研究がスタートし、天然毒に対するヒアルロン酸やコンドロイチン硫酸などの阻害活性を調べていました。その中で、酸性多糖の分子サイズと阻害活性の関係を見だし、より精密に酸性多糖の分子サイズとの関係を知りたいと思い、キャピラリー電気泳動を用いて酸性多糖の重合度分布の解析に着手した頃から、本格的に分析研究を始めました。

キャピラリー電気泳動を始めてからは、その分離能の高さに感激し、数年間は良きパートナーでありました。学部生時代から行ってきた生物系の糖鎖研究も大変面白かったのですが、データが間接的というか実体が見えていない気がしていました。一方、キャピラリー電気泳動による酸性多糖の重合度分布の解析は、重合度ごとに多糖が分離され、それまで単一のものとして扱ってきた多糖の実態が見えることにワクワクしたことを今でも覚えています。若手の読者の皆さんにとっても、分析研究を行っていく中での喜びは、見えなかったものが見えた、分離できなかったものが分かれた、などの瞬間が多いのではないのでしょうか。その後、私はヒアルロン酸の4糖～24糖までを分画し、タンパク質との結合を評価し、ヒアルロン酸とタンパク質の相互作用には、一定以上の重合度が必要であることを明らかにしました。この頃大学にマトリックス支援レーザー脱離イオン化飛行時間型質量分析計 (MALDI-TOFMS) が導入され、分画オリゴ糖を解析できたので、糖鎖構造の実態を把握しながら

の実験を存分に楽しみました。

昔の糖鎖研究は、構造解析と分離分析が中心で物理系色が強く、日本のお家芸として、日本人研究者の多い分野で、国外で開催される国際学会であっても、日本人参加が多く、糖鎖分析をホームフィールドとする研究者が多かったのも事実です。しかし、近年では糖鎖分析ができる研究者は激減しています。日本国内でも糖鎖関連の大型研究プロジェクトが組織され、糖鎖分析者も新規糖鎖構造の解析などで多大な貢献をしてきたはずですが、糖鎖研究がバイオロジー中心となってからは、脇役に回ってしまっているような気がしています。このような状況においては、自らの役割を見失うことにもなりかねませんが、糖鎖バイオロジーからのニーズを把握しつつ、「分析性能の深化」を進める必要があると感じています。自分が研究を楽しむことも大事ですが、分野研究者から「この分析技術のおかげで明らかになった」と思わせる技術が提供出来れば、分析化学者も糖鎖研究の立派な主役の一人になれると思っています。糖鎖は遺伝子のように増幅できませんし、タンパク質のように抗体を用いて特異的に検出するということもできません。結局のところ、限られた実試料で勝負するしかないのですが、それ故に糖鎖分析には、試料調製から解析に至るまで分析化学のノウハウが凝縮されていると思っています。糖鎖分析は、イオンや低分子、遺伝子やタンパク質を対象として分析されている研究者にとって、片手間に取り組める対象ではありませんが、分析化学の目を持って眺めてみると、意外なテーマがまだまだ残っているのではと思います。

大きな研究成果の影には必ず脇役がいます。賛否両論ありますが、DNA二重らせん構造解明の手がかりとなったとされる、ロザリンド فرانクリンのDNA結晶のX線回析などは最たるものかもしれません。脇役の功績は、その時代には評価され難い傾向がありますが、糖鎖研究における分析化学も同様なかもしれないと思っています。いながらモチベーションを維持しています。

次のリレー走者は産業技術総合研究所の計量標準総合センターにおいて、質量分析によるタンパク質の構造解析と定量分析がご専門の絹見朋也氏にお願いしました。どうぞよろしくお願いいたします。

〔近畿大学薬学部 木下充弘〕

## 第 82 回分析化学討論会（水戸，2022）

標記討論会は 2022 年 5 月 14 日（土）～15 日（日）、茨城大学水戸キャンパスにて開催された。本会の年会・討論会としては第 68 年会（千葉大学，2019 年 9 月開催）以来、実に 2 年 8 か月ぶりの「対面」での開催であった。新型コロナウイルス感染症の影響が様々な形で見られる状況ではあったが、会場としての利用を快諾された茨城大学関係各位の英断、水戸観光コンベンション協会の支援、展示会等出展企業の協力、各実行委員の奮闘、そして何よりご講演、ご参加いただいた皆様の熱意等々により会が無事開催されたことを率直に喜びたい。

この討論会の準備がはじめられたのは 2020 年夏にさかのぼる。茨城大学の一室にて会期や会場、実行委員会幹部など、討論会の大まかな枠組みを決めたことが端緒であった。既に新型コロナウイルス感染症による緊急事態宣言の発出等もあり、東京オリンピック・パラリンピックの開催が 1 年程度延期される状況ではあったが、この時点では「2022 年の討論会の頃には落ち着き、対面での開催が可能となろう」とあまり根拠のない楽観的な見通しで準備を進めていた。この後、討論会開催まで約 2 年の間、感染者数の増減や社会の動向、他学会の取組み等に常に目を配らねばならない状況にあったことは、各位ご承知の通りである。

また、本討論会より本会会員システムの変更に伴い、講演申込、参加登録のシステムも一新されることとなった。本会の「流儀」を踏まえつつ新システムの仕様を確認し、討論会として成立させる作業を実質 2 か月程度で行うことは至難ではあったが、実行委員有志によるほぼ毎週のオンラインでの議論やシステムを提供するアトラス社との頻繁な打合せにより、何とか形にすることができたものと思う。ただ、実際の申込等を始めてみると課題や改良すべき点なども少なからず見いだされた。現に第 71 年会では講演申込方法が若干変わっていることにお気づきの方も多いものと思う。数回の年会・討論会開催による知見の蓄積を経て参加者がより利用しやすい、運営側も管理しやすい形に落ち着くことを期待したい。これとともに難題であったのはプログラム編成であった。多機能なシステムの全容を理解することも難しかったが、作業中のある操作が実際にプログラム編成にどのような影響を及ぼし、また最終的に出力されるプログラムにどのように反映されるかを明確に把握できないままに作業を続けざるを得なかったことなど、正に手探りの編成であった。幸い日本化学会（今回本会が導入し

たものと同様のシステムが用いられている）でのプログラム編成の経験者が活躍し、何とかプログラム公開につなげることができた。もちろん、総合的にみれば新たなシステムには有効な面も数多くあり、多彩な機能が今後の編成の簡素化に結びつくことを望みたい。これら一連の知見については次年会・討論会への申し送りや、本討論会実務経験者の支援を通じた対応が既になされつつあり、本会の新たな標準に向かうものと思う。また、今回久しぶりの対面での開催を機に、新たな試みとして講演プログラム集と「展望とトピックス」を合本として参加者に配布した。「展望とトピックス」が必ず参加者の目に触れるようにすることで興味深い成果がより多くの方の目に留まるようになればと思う。

今回の討論会は対面を基本としたが、コロナ禍の中、来場しての参加が困難な方もおられるとの声を踏まえ、各口頭発表会場の「ストリーミング配信」も行った。これにより職場・自宅等での聴講とともに、今回から要旨に記載された発表者の連絡先によりメール等による質疑応答も可能とした。幾多の問題も抱えていたものとは思いますが、このような取り組みがより幅広い参加への一助となればと願う。

討論会においては例年企画されている主題討論での講演のほか、通常の口頭発表、ポスター発表（若手及び一般）とともに維持会員の参加も含めた産業界 R&D ポスター発表、テクノレビュー講演が行われた。なお今回、初めての試みとして「分析化学」誌にて選定された産業技術論文賞受賞講演についても行われた。また、一般向けの公開シンポジウム、高校生によるポスター発表も企



茨城大学水戸キャンパス正門

画され、活発な講演と討論がなされた。これらとともに、ものづくり技術交流会が討論会会期前日の13日に開催された。講演とともに企業展示が行われ、地域に根差した企業等を交えた交流がなされた。それぞれの内容等については次項に示すとおりである。

以上の中、実行委員会としても参加者数、講演件数がどの程度となるか全く予想の付かない状況ではあったが、以前対面で行われた頃の討論会の8割ほどの参加登録をいただくことができた。詳細には、参加者数579名〔正会員：295、学生会員：158、名誉会員：5、永年会員：2、特別会員：2、維持会員：10、非会員（一般）：25、非会員（学生）：4、依頼講演（非会員）等による参加：19、公開シンポジウムのみ参加（現地受付）：6、（オンライン受付）：16、高校生ポスター参加：37〕、また講演件数は318件〔口頭発表（依頼：28、一般：117）うち産業技術論文賞受賞講演2、ポスター発表（若手：107、一般：37）、テクノレビュー（口頭）：1、産業界R&D（ポスター）：14、公開シンポジウム：4、高校生ポスター：10〕であった。

## 1 主題討論

本討論会においては、5件の討論主題を設けた。それぞれの主題の内容と開催状況について以下に示す。

### 1) 環境における放射性物質と分析化学〔オーガナイザー：島田亜佐子（原子力機構）〕

東京電力福島第一原子力発電所の事故を契機に、これまで確認されてこなかった放射性核種が様々な環境中で検出されており、今なお社会的な注目を浴びている。しかしながら、環境中の放射性物質は極めて広範な化学形態の中に存在しており、それを正しく分析するための技術やその評価については社会的な影響も相まって信頼性の高さが強く求められている。この討論主題では、現場である原子力施設で採取された試料の分析をはじめとし、環境への放出手動に係る分析、環境中に沈着した放射性核種の植物への移行挙動に関する分析まで、広く環境中に於ける放射性物質の分析についての実情や新たな試みを紹介していただくべく話題が選択された。私たちの生活に必要な環境を維持可能なものとするために、縁の下力持ちとして活躍している分析化学の力が改めて確認された。

5件の依頼講演と1件の一般講演があり、東京電力福島第一原子力発電所事故により環境中に放出された放射性セシウムに関して、動植物中や土壌中の挙動からセシウムボールまで多岐にわたる内容の講演や、高レベル放射性廃棄物からの放射性核種の移行を見据えた研究、地球環境に残る人類の核活動の痕跡をとらえるための研究についての講演など、環境中での放射性核種の挙動を明らかにしていくことが、安心・安全につながるとともに地球環境の理解につながることを実感した。

### 2) 量子ビームと分析化学〔オーガナイザー：山本博之（量研）、山口央（茨城大理）〕

放射光、荷電粒子、中性子等の「量子ビーム（量子線）」利用はその発生源となる加速器の特性などにより、高い輝度や広範なエネルギーだけでなく、集束性やパルス性などの特長によって、「極限領域」ともいえる微細空間や極短時間の世界を垣間見ることができるようになった。もちろんこのような「量子ビーム」を用いた分析技術にはトレーサビリティの確保や標準化など様々な課題を含んでおり、誰もが「もの差し」や「はかり」として用いるためには解決すべき課題も多い。しかしながら、その課題の解決の先には「究極の分析」が待っているように思える。これが「量子ビーム」を用いた分析技術開発の大きな魅力であろう。本主題では、量子ビームを用いた分析の最前線とともに事例紹介、得られる情報や利用の実際から将来展望まで、量子ビームを軸とする幅広い内容の討論を行った。

4件の依頼講演と4件の一般講演があり、本会では発表数の少ない荷電粒子による分析や、仙台に建設中の次世代放射光（討論会後に、「NanoTerasu（ナノテラス）」との愛称が公開された。）の概要について、その性能とともにわが国初の非管理区域の実験ホールを持つ施設であることなどに多くの関心が集まった。また会場より近い東海村にあるJ-PARC、JRR-3をはじめとする中性子を利用した成果や、陽電子などによる最新の量子ビーム利用研究が紹介された。材料、バイオなど幅広い分野での優れた分析法として既に多くの成果を得ているだけでなく、将来の究極の分析法として「量子ビーム」が新たな空間、時間、エネルギー領域等を明らかにしつつあることを実感させた。

### 3) 地域から世界へ発信する電気分析化学〔オーガナイザー：前田耕治（京工繊大院工芸科学、電気分析化学研究懇談会委員長）〕

電気化学分析は、分析対象の拡大、電極材料や新規セルの創製、装置・測定法の開発、理論の深化など、一つの方法論としての発展にとどまらず、その汎用化、多様化に伴い、微粒子界面、バイオ、化学センサー、クロマトグラフィーなど多くの分野との連携をみせている。そのような局面のなかで、本討論主題では、とくに、地域の分析ニーズに注目して、そこから世界に発信、伝播、深化している、電気化学の理論、方法論に焦点が当てられた。ここでいう「地域」とは、地場産業、自然環境、医療・福祉、教育、行政など、分析ニーズが現場に依存するステージを指し、個々の必要性から生まれた新しい発想に注目した。なお本討論主題は、電気化学分析の多様性を有機的に連繋させる総合的な議論の場として設立された電気分析化学研究懇談会が主体となり進められた。

非会員を含む産官学からの8件の依頼講演により構



成され、電気分析化学の手法を駆使したセンサー技術開発に関する講演が中心となるなか、藍染液を科学する興味深い発表も行われた。

#### 4) ヘルスケアと分析化学 [オーガナイザー：池羽田晶文（農研機構）]

ライフサイエンス分野における分析化学の役割は年々増加している。特に近年のコロナ禍においては、奇しくも「PCR 検査」や「抗原検査」等の用語を通して分析化学の重要性は一般にまで浸透したように思われる。周知のようにライフサイエンス分野は極めて広範で、使用される分析機器も多岐にわたる。しかし、このため新規市場や将来展望を見通しにくいという課題がある。そこで本討論会では、特に私たちの日常に直結する「ヘルスケア」に絞った討論主題を企画した。ヘルスケアは世界的な潮流だが、特に「食と健康」という観点では文化的背景もあり、日本には世界をリードする研究が数多く存在する。

3 件の依頼講演と 1 件の一般講演が行われ「栄養・健康機能性食品とフードテック」を中心に、現代的な「生活習慣病予防を目指した生体計測」や「健康管理とデータサイエンス」などの周辺技術に関する話題も取り上げられ、分析化学の果たす役割について広く議論された。

#### 5) 内山一美先生を偲ぶ [オーガナイザー：中釜達朗（日大生産工）、下塚琢哉（産総研）、森岡和大（東薬大）、中嶋秀（都立大院都市環境）]

東京都立大学教授の内山一美先生は本会会長在任中の 2020 年 8 月 20 日に 63 歳の若さで急逝された。内山先生は、本会副会長（2013～2014 年、2016～2017 年）、関東支部副支部長（2017～2018 年）、ICAS2011 実行委員、有機微量分析研究懇談会委員長、日中韓分析化学会議（CJK）日本側代表などの要職を歴任され、長年に渡って本会の運営に携わってこられた。特に、2019 年 3 月に本会会長に就任されてからは、財務状況の改善に向けてタスクフォースを立ち上げるなど、学会改革に精力的に取り組まれた。また、日本化学会「化学だいすきクラブ小委員会」の委員長（2005～2012 年）として、教育活動にも長年貢献されてきた。一方、研究活動においては、薬学と工学の二つの異なる分野で培った経験と知識から生まれる斬新なアイディアに基づいた新しい分析法を数多く提案され、留学生を含む数多くの門下生を輩出された。

本主題は、通常の討論主題とは趣を異にするところもあるが、これは先生ご逝去の後、初の対面となる討論会の開催に際し、何名もの方から追悼セッションを行ってはどうか、とのご助言が実行委員会に寄せられたことが発端である。先生の研究室に所属されておられた中嶋先生にオーガナイザーのご快諾をいただき、さらに 3 名の先生方によりオーガナイザーが組織された。各位のご尽力により林先生（清華大学）や早下会長など、生前の

内山先生にゆかりの深い先生方による 6 件の講演をいただいた。内山先生をよくご存知の方々と同先生の功績を振り返るだけでなく、新しい分析法や分析装置の開発についての議論とともに、今後の日本分析化学会の在り方についても考えるよい機会となったのではないかなと思う。

## 2 口頭発表（一般講演）

口頭発表については、これまで対面での討論会では 8～10 会場ほどが設定されていたものと思うが、今回は 5 会場の比較的コンパクトなものとなった。十分確認の上準備を進めてきたつもりではあったが、いざ当日になるとマイクやプロジェクター等の不具合が複数見つかり、開始約 30 分前まで対応に追われていた。幸いほとんどのトラブルは解決できたが、後から色々話を聞くと、コロナ禍でオンライン講義となるものがここ 2 年ほど多く、各教室の機材が必ずしも定常的に利用されていなかったことも少なからず影響しているようであった。また、会場係として討論会を支援する学生諸氏（修士課程の学生が中心）もこれまで対面での学会経験がなく、会場での実際の進行に戸惑う場面も見受けられた。ご講演の先生方も決して例外ではなく「久しぶりの人前での講演でなんだか緊張した…」と話された筆者の知人も何人かおられた。技術の伝承はよく聞く話であるが、わずか 2 年強の対面の中断が随所に影響を与えていることを実感した瞬間であった。

それでも各講演は 1 件のテクレビューも含めておおむね円滑に行われただけでなく、久々の対面での議論や、講演後の廊下での雑談などが「楽しまれている」様子が各所で見受けられた。これとともに口頭発表会場にて行われたストリーミング配信では、各会場最大 20 名程度の接続があった。



口頭発表会場

### 3 ポスター発表（若手，産業界 R&D 紹介，一般）

ポスター発表は若手ポスターが 14 日，15 日午前，産業界 R&D 紹介ポスターが 14 日午後に，一般ポスターが 15 日午後に 2 会場で行われた。ポスター間隔を例年よりあけた配置とし，図書館会場では 2 か所の入り口に大型の送風機を置き，換気に配慮した。各ポスターでは整然と，かつ熱心な議論が行われている様子を見て取ることができた。なお，若手ポスターについては関東支部を中心とした若手の会のメンバーに協力いただき，ポスターの内容や質疑応答などの基準をもとに審査が行われた。厳正な評価の結果，発表件数の 1 割強となる 12 名の方に実行委員長名にて若手ポスター賞を授与した。

### 4 高校生ポスター

15 日午前，茨城県教育委員会・茨城県高等学校文化連盟自然科学部会後援のもと，「高校生ポスター講演」が開催され，幅広い領域で活躍する分析化学研究者や学生との交流が図られた。全体で 10 件の発表が行われたが，遠く青森県からも問い合わせがあり，5 件の発表があった。聞くところではバスをチャーターしての来県であり，近隣の文化施設の見学会等も行ったとのことである。コロナ禍でここ 2 年程校外の行事がなかったことからの配慮もあったそうで，ある種の修学旅行であるのかもしれない。高校生諸氏が日頃の研究成果の発表を行うだけでなく，会員の発表するポスターと同じ会場にて発表し学会の雰囲気を感じたことで，科学技術への関心を持ち将来の貴重な人材として成長することを期待したい。なお，ポスター発表の内容や意欲等の基準をもとに厳正な審査を行い，2 件の発表に対して優秀ポスター賞を会長名にて授与した。

### 5 公開シンポジウム

15 日午後に，「食の安全と分析化学」と題して公開シンポジウムが行われた。「食の安全」は私たちの健康に

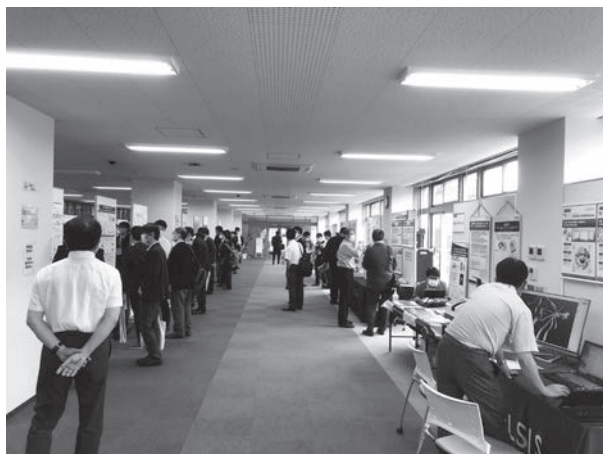
直結する問題であり，事件・事故の防止やリスク管理に対する重要性が増している。化学物質の分析は，食品安全にかかわる管理・検査業務において必要不可欠であり，様々な化学分析技術が用いられている。

シンポジウムでは食品安全のリスク概要とリスク軽減の取り組みについて紹介され，残留農薬，食物アレルギー，カビ毒をトピックスとした化学分析の現状など 4 件の講演とパネルディスカッションが行われた。午前中にポスター発表を終えた高校生たちも合流し，演者に質問を行うなど積極的に議論に参加していた。食の安全という社会に幅広く興味をもたれる内容であり，オンラインや会場に直接足を運ばれた一般の方の参加もあった。

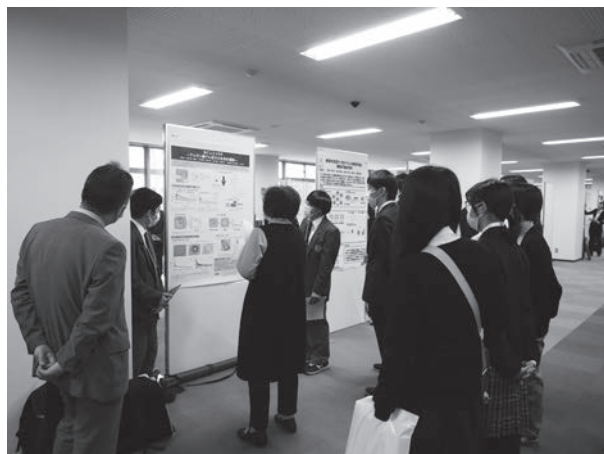
### 6 ものづくり技術交流会

分析イノベーション交流会により主催された標記交流会はここ数年，年会・討論会と併催で行われている。今回は「ものづくり技術交流会 2022 in 関東～分析に役立つ基礎技術～」と題され，関東を中心に展開している企業と，分析や分析化学に従事する産官学の研究者・技術者との間での共同研究の促進を目的とした交流イベントとして行われた。「素材開発」，「加工技術」，「装置開発」の三つのテーマを中心として，2 件の産学連携の事例等のレクチャーの後，水戸をはじめ関東地区の出展会社 10 件による対面での展示会が行われた。また展示企業のショートプレゼンテーションがオンデマンド形式にて配信され，オンライン参加でも情報が得られるものになっていた。

対面による年会・討論会とは初めての併催となったことから交流会開催のタイミングや方法など，完全オンラインとは異なる苦労があったものと思うが，それでも単なる展示と見学ではなく，あらかじめ目的をもって出展企業と相談を行っている参加者の姿が見受けられた。それぞれの方にとって良い時間となったものと思う。



若手ポスター・展示会場



高校生ポスター発表の様子

## 7 付設展示会・ランチョンセミナー

分析・計測機器関連のメーカー・販売会社、分析技術提供会社、関連出版社と討論会参加者の相互交流・情報交換の場として、ポスター発表と同一の会場にて機器展示会及びカタログ展示会を開催した。出展の募集案内開始のころはまだ対面での開催が確定しておらず、出展社数の確保も危ぶまれていたが、幸い関係各位のご尽力により、16社の展示をいただくことができた。会場では久々となる展示会であったせいか、あちこちのブースで談笑する姿が見受けられた。また、ランチョンセミナーも1社ではあったが無事実施することができた。次回以降、展示会等がさらに盛況となることを期待したい。

## 8 懇親会

14日、18時半より水戸京成ホテルにおいて懇親会が開催された。討論会中の各行事の中で、最も開催を悩んだ行事である。コロナ禍の中、2年以上途絶えている会員相互の直接交流の場を何とか守るべく、担当の実行委員が自治体の方針にも留意しつつ会場、コンベンション協会等と密に連絡を取り、実施に向けた準備を整えていた。最終的に「着席形式、人数限定」で実施することを決断した時には既に会期が2週間後に迫っていた。

それぞれの参加者が着席する丸テーブルには一人ずつに分けたアクリル板が置かれた、いわゆる「コロナスタイル」であったが、それでも115名の方々に参加いた



懇親会・乾杯の発声  
(左より大谷先生、津越先生、遠藤先生)

だくことができた。実行委員長による開会の辞、早下会長の挨拶に続き、本討論会の後援である茨城大学より太田学長に、水戸観光コンベンション協会より鈴木専務理事に来賓のご祝辞を賜った。さらに実行委員会顧問である茨城大学、大橋名誉教授の挨拶の後、津越関東支部長（産業技術総合研究所、副実行委員長）より乾杯の発声があった。これまで2年間オンラインとなった際の実行委員長の先生方に声かけられ、出席されていた第69年会の大谷先生（名古屋工業大学、副会長）、第81回討論会の遠藤先生（山形大学）も壇上に並び、そろっての乾杯となった。コロナ禍、ということもあり特段のイベントを設定しなかった代わりに出展企業等による1分間スピーチが行われた。

基本、着席での会食ではあったが実行委員各位の強い想いもあり、「地酒コーナー」を設けた。左党の皆さまにはご堪能いただけたものと思う。アクリル板越しではあったが、参加者各位はそれぞれに工夫をされ、交流されていたように思う。会の終盤には次回年会と来年の討論会の実行委員長である金田先生（岡山大学）と遠田先生（富山大学）より現地開催の方向で準備が進められている旨のご案内があった。最後、金副実行委員長（茨城大学）の挨拶により閉会が告げられた。

討論会を終えしばらく時間が経ち、安堵している、との表現が最も偽らざるところである。新型コロナウイルス感染症の動向と新たな学会管理システムの利用、という全く性質の異なる二つの大きな課題と向き合い、討論会を成立させることは当然ながら一人でできることではない。実行委員、中でもコアメンバー諸氏の献身的活動、大谷先生はじめ諸先生方のご助言、アトラス社の強力な支援、ご講演、ご参加の皆さまの協力、どれが欠けても成立し得なかったものと思う。改めて各位に御礼を申し上げる。また本討論会に不備の点、問題点も多々あったであろう。伏してお詫び申し上げる次第である。そして正負いずれの面においても今回得た知見を次回以降に引き継ぐことでさらに発展した年会・討論会となることを期待したい。

〔量子科学技術研究開発機構

量子ビーム科学部門 山本博之〕





## 談 話 室

### ぶんせき誌の記事を埋没させないために

2022年3月より、ぶんせき誌は個人会員への冊子体配布がなくなった。現在のところは実費での冊子版配布依頼が可能とはいえ、ぶんせき誌を毎月欠かさず読んでいた方、研究室で回覧していた方にとっては不便になったかもしれないし、一方で積みあがる冊子体を処分する必要がなくなって環境に優しいと感じておられる方もいるかもしれない。ただ、いずれの場合にしても、やはり冊子体がなくなることによってぶんせき誌の閲覧頻度自体が下がった方は多いように思うのだけれども、皆さまどう感じておられるだろうか？

とはいえ、今回の電子化というのは学会の経費削減の側面からは必要なことだったのかもしれないし、オンライン版は従来通り閲覧することができる。オンライン化に伴ってぶんせき誌のページが新しくなり、技術紹介といった新しいコーナーもオンライン化と並行して準備されたりしているわけなので、今回のオンライン化がはたして成功であるかについては今後数年かけて検証していただければと思うところである。

それはともあれ、ぶんせき誌には解説や入門講座、ミニファイルなど、編集委員が分析化学会内外の各分野の専門家に依頼、執筆された信頼できる記事が多数あり、初心者向けから研究者向けまで、分析化学に関係する様々なレベルの有益な情報が日々蓄積されている。もちろんぶんせき誌は分析化学会員向けの会誌であるわけであるが、その内容は会員にはとどまらず、科学・化学に携わる学生・研究者にとって有益なものも多い。

たとえば2011年、東日本大震災の福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質汚染に際しては、日々発表される放射線測定結果に記載されている検出限界や定量下限について学ぶため、ぶんせき誌、入門講座の無料公開記事（ぶんせき誌2010年5月号、216-221）がtwitter等で頻繁に参照されていた。ほかにも様々な測定手法の原理と実際について扱った2017年の入門講座「分析機器の正しい使い方」など、講義で取り上げるに便利な記事も多い。

しかしながら、こうした多くの有益な記事の多くは、記事の検索がほとんどされることがない状況に置かれているように見受けられる。分析化学会のぶんせき誌サイトでは目次が公開されているのみであるし、CiNiiのようなオンラインデータベースでもタイトルと著者名が公開されているのみである。

出版直後を除き、こうした記事に到達する経路は多くの場合インターネット検索か論文等からの引用であろうと考えられるが、タイトルと著者のみから記事の内容を判断して図書館で関

覧したり、分析化学会に入会してアーカイブを読んだりといったことは通常行われまいであろう。記事が閲覧されるための動機としては、やはり記事の内容がある程度わかることが必要不可欠である。

ゆえに筆者はぶんせき誌のWebの目次ページにて、タイトル・著者だけでなくすべての記事の最初の1ページ程度を無料公開することを提案したい。抄録を公開するという手もあるが、ぶんせき誌にはすべての記事に抄録があるわけでもないし、一般に抄録のみでは記事内容が分からないことも多く、続きが気になるということもない。一方、過去すべての記事の一部公開であれば、インターネット検索からも掛かりやすくなるし、その結果新たな読者の開拓も見込める。さらに作業は一度で済み、Webサイトやシステムを大きく改変する必要もない（もちろん定期的に広告を変える等の展開もありうるが）。書籍化の可能性や会員特典としての機能についても損なわれにくい。すなわち分析化学分野の裾野を広げつつ、記事の埋没を防ぎ利用率を高めることが比較的容易にできることになる。

日本人にとって日本語で学べる機会は重要である。ぶんせき誌の各種記事は単に教育的であるだけでなく、その参考文献すらも関連情報へのポイントとして重要である。他の学会が行っているように、ある程度以上古い記事は全文無償公開してDOIを付与するといったことを今後考慮されてもよいだろう。今回の電子化を機に、過去から現在に至るまでの先人の知の蓄積を埋没させないよう、更なる飛躍が求められるのではないだろうか？

〔千葉大学大学院工学研究院 野本知理〕

## インフォメーション

### 理事会だより（2022年度第3回）

昨年6月の理事就任以来、支部担当理事としてこれまで何度か理事会に出席している。とはいえ、自らの感覚としてはここ1年程、第82回分析化学討論会の準備が負荷の大半を占めており、理事会の全体像について何らかの理解できたとはおおよそ言い難い。各位のご尽力により今般討論会もようやく一区切りがつき、6月の理事会には軽やかな心持ちで臨むことができた。これを機会に改めて私自身の不理解を補うべく、理事会の概要を基礎から振り返りたい。そんなこと当然、との読者にはご容赦を願う。

理事会は現在22名の理事と2名の監事から構成され、年6回の開催が基本となる。学会の基本法ともいえるべき「定款」（学会HPに掲載）によりその存在が定義され、「学会の業務執行の決定」をはじめとするいくつかの権限が規定されている。さらに会長、副会長を中心とする数名の理事が「業務執行理事」としてその中核（執行部）をなすものと理解している。

理事会には六つの協議会（本部活動〔理事会、本部支部連絡等〕、組織運営〔企画戦略、財務等〕、学術振興〔学会賞等表彰、学会誌等〕、学術会合〔年会・討論会、研究懇談会等〕、社会活動〔産学官連携、標準物質、技能試験、分析士等〕、会員・広報〔会員管理、広報等〕）が設定され、会長、筆頭副会長、副会長4名がそれぞれの協議会における業務を掌理している。この各協議会にぶら下がる形で各委員会等さまざまな会議体が位置付けられている。なお、毎回の理事会ではそれらの協議会の業務ごとに状況が報告されることとなっている。さて、直近

の定時の理事会は6月29日に開催された。特筆すべき議題として以下の2点を取り上げた。

#### ○規程類の体系化と全般的な改定

一般に団体が公平、公正に運営されるためには、規程類の整備とそれに基づいた運用が不可欠である。これは一貫性のない運営や、恣意的な判断を避けるため、特に公益社団法人のような団体ではいわゆる「ルールブック」としての整備と運用、そして周知が期待される。ところがこれまで学会の現状として、整備された規程類が目につくことなく知られていなかったり、既に現状にそぐわないものであったりと、甚だ心もとない状況にあったようである。今般、「規程類マップ」が作成されそれらの存在が整理・体系化されるとともに、現状に沿うべく多くの規程類が改定された。膨大な量を対象としつつ繊細な作業を必要とするこれらの取組みには心より敬服するばかりである。今後、意欲のある多くの皆さまの運営参画の機会につなげることで、会務の向上となる、いわば「魂を込める」活動へと展開するものと思う。かつて某法人の役員より『規程（ルール）は個々の人間を縛るものではなく、円滑に活動するためのユニフォームである』、との言葉を伺ったことがある。学会活性化の起点となることを期待したい。

なお、この中で重要な改定点として「会員の各委員会等での活動における謝金が生じたと明記されたこと」、「再任の回数に一定の制限を設けられたこと」がある。前者は学会の厳しい財政状況が影響しているかとも思うが、むしろ公益社団法人としての公益性を斟酌したものを受け止められる。会員による活動に伴う経費以外の金銭の受領については様々な考えがあるものと思うが、「公益性の高い法人」においては会員の労に對し必ずしも金銭ではなく、会として授与する栄典の類（既存のものに

限らず）により報いることも一つの考えでないか。また後者についてはこれにより活動する会員の流動性が高められることとなる。

#### ○「シニア会員」（仮称）の提案

現在、当会会員の年齢構成は特に定年近傍に多く分布している。ところが定年等により職を離れると同時に退会される方が少なからずおられるとのことで、この方々の会員としての継続が課題となっていた。このため、ある年齢以上の会員を対象に、一定額を納入することにより生涯にわたり会員資格を得ることができる制度の設けることとなった。詳細は今年度中にも案内があるものと思うが、日本化学会におけるいわゆる終身会員と同様の制度と考えられる。「コミュニティに属する」ことはむしろ定年後、職場を通じた社会との接点が弱くなる時の方が人生の重要なテーマであるように思う。制度の早期決定と該当する多くの会員各位の活用を期待したい。

上記の他、これまで本部で行われていたセミナーの関東支部への移管が着実に進捗していること、学会賞等受賞者の承認、第82回分析化学討論会の開催報告（速報）なども議題となった。なお、学会の財政状況が厳しいことから、「現預金残高状況」などについては毎回、また「会員現況（入退会、会員数等）」も定期的な報告がある。

以上、理事会の構成と前回議題の概略についてまとめた。学会運営の基礎に関する理解と現状認識の促進とともに、サイレントマジョリティともいべき多くの会員の皆さまにとり意見具申の手がかりとなればと思う。小職の不理解等による誤認などあれば随時ご指摘いただければ幸いである。

〔関東支部担当理事（量子科学技術研究開発機構） 山本博之〕

## 執筆者のプロフィール

（とびら）

田中秀治（Hideji TANAKA）

徳島大学大学院医歯薬学研究部薬学系分析科学分野（〒770-8505 徳島市庄町1-78-1）、京都大学大学院薬学研究科博士後期課程中退。薬学博士、薬剤師。《現在の研究テーマ》流量変化を利用した新規フロー分析法の開発。《主な著書》“基礎分析化学”（廣川書店）。《趣味》家庭菜園、クサガメ飼育。  
E-mail: h.tanaka@tokushima-u.ac.jp

（ミニファイル）

田中 茂（Shigeru TANAKA）

十文字学園女子大学名誉教授・化学防護手袋研究会会長。早稲田大学大学院理工学研究科修了。保健学博士。《現在の研究テーマ》化学物質ばく露に関する調査研究、労働衛生保護具の活用。《主な著書》“知っておきたい保

護具のはなし”、（中央労働災害防止協会）、（2015）。

E-mail: stanaka@jumonji-u.ac.jp

（トビックス）

小宮麻希（Maki KOMIYAMA）

東北大学電気通信研究所平野研究室（〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1）、東京大学大学院理学系研究科化学専攻博士課程後期3年の課程。博士（理学）。《現在の研究テーマ》人工細胞膜を用いたイオンチャネル解析系の構築。

青木 譲（Jo AOKI）

福島大学大学院、日本原子力研究開発機構（〒960-1296 福島県福島市金谷川1）、福島大学大学院博士前期課程（博士後期課程在学中）。《現在の研究テーマ》質量分析計を利用した放射性核種の定量。《趣味》ドライブ。  
E-mail: s2171001@ipc.fukushima-u.ac.jp

（リレーエッセイ）

木下充弘（Mitsuhiro KINOSHITA）

近畿大学薬学部（〒577-8502 東大阪市小若江3-4-1）、近畿大学大学院薬学研究科。博士（薬学）、薬剤師免許。《現在の研究テーマ》マイクロチップ電気泳動による高スループット糖鎖解析、細胞グライコミクス・メタボロミクス連関の解析。《趣味》海釣り、水泳。

E-mail: m.kino@phar.kindai.ac.jp

（ロータリー・談話室）

野本知理（Tomonori NOMOTO）

千葉大学大学院工学研究院共生応用化学コース（〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33）、東京大学大学院理学系研究科化学専攻。博士（理学）。《現在の研究テーマ》光を使った非接触型界面張力測定手法の開発と応用。《趣味》カメラ、プラネタリウム。

E-mail: nomoto@faculty.chiba-u.jp

## 訂 正

本誌2022年第9号のお知らせ（p. M1）において、受賞者の所属に誤りがありましたので、下記のとおり訂正いたします。

（誤）有馬 彰秀 君（名古屋大学大学院工学研究科・特任講師）

（正）有馬 彰秀 君（名古屋大学未来社会創造機構・特任講師）

# 分析化学

第 71 巻第 10・11 号  
2022 年 10 月

## 特集：高分子分析—この 10 年の進歩

### 目 次

|                                                                                                                  |                 |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----|
| 「高分子分析—この 10 年の進歩」特集号の刊行にあたって .....                                                                              | 石田康行            | 539 |
| <b>総合論文</b>                                                                                                      |                 |     |
| 先端分析法によるマイクロプラスチックのキャラクタリゼーション<br>..... 梶原朋子・YingJun AN・Adchara PADERMSHOKE・熊谷明美・<br>丸林弘典・池本夕佳・陣内浩司・磯辺篤彦・高原 淳    |                 | 541 |
| プラスチックのケミカルリサイクルプロセス開発への<br>熱分解ガスクロマトグラフィーの応用 .....                                                              | 熊谷将吾・吉岡敏明       | 549 |
| <b>報 文</b>                                                                                                       |                 |     |
| エレクトロスプレーイオン化—イオンモビリティスペクトロメトリー—<br>質量分析法によるスチレン/アクリル酸 <i>n</i> -ブチル共重合体の解析<br>..... 尾関優香・北川慎也・大谷 肇・近藤洋輔・品田弘子    |                 | 563 |
| 反応熱分解 GC 及び MALDI-MS によるアミノフェノール単位を含む<br>全芳香族液晶ポリエステルの分子構造解析及び重合反応過程の解明<br>..... 大谷 肇・杉本沙哉佳・平野美智子・加藤浩一・塩飽俊雄・横田俊明 |                 | 571 |
| <b>報 文 (若手初論文)</b>                                                                                               |                 |     |
| SEC における多角度光散乱検出器と示差屈折率検出器との間の遅延体積の精密測定法<br>..... 松本良憲・植田佳世・春日 翔・榎本航之・菊地守也・鳴海 敦・川口正剛                             |                 | 579 |
| <b>技術論文 (若手初論文)</b>                                                                                              |                 |     |
| UV 照射ポリエチレンモデル試料を用いるマイクロプラスチック劣化度評価法<br>..... 生田久美子・高尾和也・松本良憲・雪岡 聖・片岡弘貴・田中周平                                     |                 | 589 |
| 固相マイクロ抽出—ガスクロマトグラフィー質量分析法による<br>劣化天然ゴムの臭気解析 .....                                                                | 加賀美智史・穂坂明彦・中村貞夫 | 595 |
| カーボン材料によるラマンスペクトルの蛍光低減<br>..... 前山未来・安孫子勝寿・加藤雄一・須藤栄一                                                             |                 | 603 |
| <b>ノ ー ト (若手初論文)</b>                                                                                             |                 |     |
| 高分解能飛行時間型質量分析計を用いる空気雰囲気下でのポリプロピレンの<br>発生ガス質量分析 .....                                                             | 鈴木宏武・大谷 肇       | 609 |
| 「分析化学」特集「マイクロ・ナノ分析化学の新展開」の論文募集 .....                                                                             |                 | 613 |
| 「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 .....                                                                         |                 | 614 |
| 「第 22 回若手研究者の初論文特集」募集のお知らせ .....                                                                                 |                 | 615 |
| 「分析化学」年間特集「流」の論文募集 .....                                                                                         |                 | 616 |
| 「分析化学産業技術論文賞」のご案内 .....                                                                                          |                 | 618 |
| テンプレートによる投稿要領 .....                                                                                              |                 | 619 |
| 「分析化学」に投稿される皆様へ .....                                                                                            |                 | 620 |

「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〉 本誌からの複写許諾は、(公社)日本複写権センターと包括複写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。



◇本号では、「とびら」では田中秀治先生（徳島大学大学院薬学系）が論文執筆の大切さと大学で研究を続けることの難しさと楽しさを語っている。分析化学は様々な分野で利用されているが、最近の“ぶんせき”誌では医薬や生命科学に近い分野で利用されている分析技術が紹介される機会が増えている。日本ではまだまだ新型コロナ感染症が猛威を振るい続けていることも、こうした分野に注目が集まっている一つの理由と考えられる。一方で、重症化率が低下していることを理由に、過去最大の感染者数と死者数が記録されているにもかかわらず行動制限を行わないまま夏を超え、秋を迎えようとしています。本会も春の討論会に続いて、秋の年会も対面形式で開催されることとなり、学会会場には懐かしい賑わいが戻ってきています。直接会って議論ができる喜びを感じながらも、どこかで「大丈夫か？」と不安を感じながら、学会活動を続けています。

◇さて小職は、本「ぶんせき」誌のホームページ（HP）の制作・管理・更新作業を行っています。研究で学会に貢献することは難しい状況ですが、コロナ以前から関わっていた HP の作製やオンラインシステムの構築から引き続いて「ぶんせき」誌の電子化を担うことになりました。2021 年 3 月からかわり、1 年半が経過しようとしています。会員の皆様から見ると、“分かりやすい・使いやすいサイト”にはなっていないかも知れません。急激に変化する IT 環境の中で「ぶんせき」誌の HP が、皆様の日々の努力や研究成果をより多くの方々に発信できるデジタルな“場”となれるように、これからも画面の向こう側で隠れた努力を続けてゆきたいと思っています。 [T. T.]

## 〈とびら〉

交流と研究の活性化を支える支部活動……………富安卓滋

## 〈入門講座〉地球環境問題へのとびら

食糧問題（水産資源管理）……………松林 順

## 〈講義〉

エクソソームの捕集・計測法……………金田 隆

## 〈ミニファイル〉衛生と安全

実験室の事故事例を踏まえた防火対策……………富田賢吾

## 〈特集〉分析科学の SDGs

SDGs と女性研究者ネットワーク活動……………金澤秀子  
(他 6 編)

## ◇ 編 集 委 員 ◇

〈委員長〉勝田正一（千葉大院理）

〈副委員長〉菅沼こと（帝人（株））

〈理事〉津越敬寿（産業技術総合研究所）

〈幹事〉坂牧寛（化学物質評価研究機構）

富岡賢一（三菱マテリアル（株））

〈委員〉市場有子（ライオン（株））

岡村浩之（日本原子力研究開発機構）

田中佑樹（千葉大院薬）

永谷広久（金沢大院自然科学）

福島健（東邦大薬）

三浦篤志（北大院理）

森山孝男（（株）リガク）

東海林敦（東京薬科大薬）

村居景太（（株）共立理化学研究所）

稲川有徳（宇都宮大院地域創生科学）

齊藤和憲（日本大学生産工）

谷合哲行（千葉工業大先進工）

中原佳夫（和歌山大システム工）

堀田弘樹（神戸大院海事科学）

宮下振一（産業技術総合研究所）

山崎由貴（国立医薬品食品衛生研）

菅寿美（海洋研究開発機構）

岩井貴弘（理化学研究所）

高橋あかね（オルガノ（株））

照井教文（一関高専）

野間誠司（佐賀大農）

松神秀徳（国立環境研究所）

森勝伸（高知大理工）

## ☐ 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 10 号（通巻 574）

2022 年 10 月 1 日印刷

2022 年 10 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。

## 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)

—参加募集—

主催 (公社)日本分析化学会高分子分析研究懇談会

協賛 (公社)日本化学会, (公社)高分子学会ほか

高分子分析・特性解析全般に関する討論です。高分子分析は物性発現機構を解明し、構造設計の指針を得る基盤であり、その重要性への認識は高まっています。高分子分析・キャラクタリゼーションを対象とした本討論会の内容は、化学的手法、分光学的手法、各種クロマトグラフ法、熱分析法などによる組成、分子構造、高次構造、構造と物性の相関、物性発現機構、重合機構等の解析に関する基本原理、手法開発、解析実例などに及びます。

期日 2022年10月27日(木)・28日(金)

会場 名古屋国際会議場白鳥ホール〔愛知県名古屋市中熱田区熱田西町1-1〕

内容 一般参加者によるポスター発表および特別講演2件を予定しております。優秀なポスター発表へは表彰を行います。開催に先立って2分半の概要説明動画の配信を行います。

## 討論会プログラム

第1日(10月27日)

開会挨拶(9:50~10:00)

ポスター発表Ⅰ(10:00~12:00)

休憩

特別講演Ⅰ(13:30~14:30)

「高分子分析討論会との関わりを振り返って」

(名古屋工業大学大学院工学研究科) 大谷 肇先生

ポスター発表(14:30~16:30)

第2日(10月28日)

アナウンス(9:55~10:00)

ポスター発表Ⅲ(10:00~12:00)

休憩

ポスター発表Ⅳ(13:30~15:30)

特別講演Ⅱ(15:40~16:40)

「サブライチェーンの擦り合わせ力強化のための材料診断技術」

(産業技術総合研究所) 佐藤浩昭先生

ポスター賞授与、閉会挨拶(16:50~17:10)

## 参加費(税込)

予約登録(10月6日締切): 一般10,000円, 学生: 2,000円,

当日登録(10月7日以降): 一般14,000円, 学生: 3,000円

**参加登録方法** 参加希望者は参加登録を高分子分析研究懇談会ホームページからお申し込みください。10月26日までに申し込み・参加費振込がない場合は参加できませんのでご注意ください。なお、入金された費用については参加の有無に関わらず返金できませんので、予めご了承ください。

**振込口座** りそな銀行五反田支店 普通 1330829 (公社)日本分析化学会高分子分析討論会

**申込先** 高分子分析研究懇談会ホームページ  
(<http://www.pacd.jp/>)

**問合せ先** 高分子分析討論会実行委員  
[E-mail: [pacd-touron@pacd.jp](mailto:pacd-touron@pacd.jp)]

## ポスター発表Ⅰ

I-01 透明樹脂材料の劣化に関する総合的解析(神奈川県産技研) ○村上小枝子, 田中聡美, 加藤千尋, 津留崎恭一, 武田理香, 羽田孔明, 高橋 亮, 長沼康弘

I-02 太陽電池封止材の劣化に及ぼす各種劣化因子の影響(東北大院環境科学, 東北大研究機構新領域創成部, DOWA エコシステム㈱, フロンティア・ラボ㈱, 東北大院理学) ○小林大樹, 熊谷将吾, 亀田知人, 森田宜典, 齋

藤優子, 白鳥寿一, 渡辺 竜, 寺前紀夫, 渡辺忠一, 吉岡敏明

I-03 MALDI-MS 及び熱分解 GC-MS によるポリブタジエンの加硫反応機構の解析(名工大院, 住友ゴム工業) ○稲葉主斗, 大谷 肇, 海野祐馬, 吉谷美緒, 北浦健大, 山田宏明

I-04 ポリマー試料の迅速粉碎装置の開発と応用(フロンティア・ラボ, 東北大) ○佐藤真純, 斎藤 豪, 渡辺竜, 渡辺忠一, 寺前紀夫

I-05 Py-GC/MS を用いた高分子材料中の TSCA 規制物質の分析(アジレント・テクノロジー㈱ GC・GCMS 営業部) ○加賀美智史, 穂坂明彦, 中村貞夫

I-06 解析ソフトウェアを用いた熱分解 GC/MS によるマイクロプラスチック混合物の定量評価(名工大院) ○村田夏菜, 大谷 肇

I-07 Python を用いた時間依存赤外スペクトルのデータ解析(大阪電通大) ○森田成昭

I-08 PEG が共存する際のメチルセルロースヒドロゲルのゲル化過程と水の状態に対する塩の影響(神奈川大理) ○芹澤咲耶, 左古有美香, 西本右子

I-09 耐酸素フィラメントの開発と酸化雰囲気 TG-MS への応用(日本電子㈱) ○福留隆夫, 阿部吉雄, 加藤俊幸, 八幡行記, 生方正章

I-10 非水溶性合成高分子のサイズ別分離のためのオルガノゲル電気泳動の開発(名工大院) ○杉村祐一郎, 北川慎也, 大谷 肇

I-11 多摩川水系で採取した河床堆積物の天然有機物分析(明大院理工, 明大研究・知財, 明大理工) ○猪瀬聡史, 永野天大, 永井義隆, 本多貴之, 小池裕也

I-12 ペルオキシダーゼ様活性を有する高分子修飾シリカマイクロビーズ(東京薬科大薬学, 東京薬科大生命科学) ○守岩友紀子, 森岡和夫, 井上嘉則, 柳田顕郎, 東海林敦

I-13 希釈剤兼触媒として炭酸カルシウムを用いたマイクロプラスチックの熱分解 GC/MS 分析条件の検討(フロンティア・ラボ, 東北大, 名工大) ○石村敬久, 渡辺忠一, 寺前紀夫, 大谷 肇

I-14 ナノプラスチック分析のための誘電泳動法を用いたナノ粒子サンプリング法の検討(名工大院工) ○海老名美歩, 飯國良規, 大谷 肇

I-15 漆塗膜への封管熱分解物回収法の適用(明大院理工, 明大理工) ○永野天大, 本多貴之

I-16 水流と接した状態での高分子材料の赤外分光分析(大阪電通大院工, 大阪電通大工) ○真本豊治, 森田成昭

I-17 GC-TOFMS スペクトルに対する機械学習を用いた構造解析手法の高分子材料への応用(日本電子㈱) ○生方正章, 窪田 梓, 久保 歩, 長友健治

I-18 エレクトロスプレーイオン化イオンモビリティタンデム型質量分析法による鎖状・環状ポリオキシメチレンの精密解析(名工大, ポリプラスチック) ○堀 桃歌, 森本雄貴, 北川慎也, 大谷 肇, 川口邦明, 阿久津裕明

I-19 発生ガス質量分析-主成分分析(EGA-MS-PCA) による複合材料の界面構造と機能の相関解明(産総研機能化学研究部門) ○渡邊亮太, 菅原明希, 萩原英昭, 水門潤治, 新澤英之

I-20 X 線散乱測定を利用したプラスチック成形品の分析(産総研, 広島県西部工業技術センター) ○古賀舞都, 藤本真司, 丸本 翼, 青柳 将, 田平公孝, 新澤英之

I-21 In-Source CID による高分子型 HALS の定性手法開発(㈱東レリサーチセンター) ○李 茜, 秋山 毅, 日下田成, 松田景子

I-22 LDIR によるマイクロプラスチックの IR スペクトルと形状パラメータの検討について(アジレント・テクノロジー㈱) ○芹野 武, 金岡 智, 親泊安基

## ポスター発表 II

- II-01 直接導入-高分解能 MS および KMD 解析によるポリプロピレンの劣化評価 (榊東レリサーチセンター) ○川口佳奈子, 日下田成, 松田景子
- II-02 含硫黄樹脂アウトガスによる金属の硫黄腐食評価 (群馬県立群馬産業技術センター) ○綿貫陽介, 恩田紘樹
- II-03 熱硬化性ウレタン/シリカナノコンポジット材料の硬化挙動解析 (名大院工, 産総研機能化学, 産総研機能化学, 北大院工) ○石田崇人, 渡邊亮太, 萩原英昭, 北垣亮馬
- II-04 DART-昇温加熱デバイスを用いた製造現場における揮発成分の解析 (日本ゼオン(株)) ○西原智史
- II-05 化学分解-GC/MS 法による架橋シリコンゴムの微量構造の分析 ((一財)化学物質評価研究機構高分子技術部) ○藤原篤男, 三輪倫史, 菊地貴子
- II-06 ジベンズアゼピン化合物によるエポキシ樹脂の硬化および蛍光測定による硬化モニタリング (名古屋市工業研究所) ○林 英樹, 石垣友三, 小田三都郎
- II-07 微小量固体ポリマーの熱分解 GC/MS 分析の再現性 (フロンティア・ラボ, 東北大, 名工大) ○佐藤真純, William Pipkin, 斎藤 豪, 渡辺 壱, 渡辺忠一, 寺前紀夫, 大谷 肇
- II-08 XRF と熱分解 GC/MS を用いたデクロランプラスおよび UV328 の簡易スクリーニング分析 (オムロン(株), 榊島津製作所) ○柳井健太郎, 辻畑仁美, 工藤恭彦, 北野理基, 田中幸樹, 近藤友明
- II-09 合成高分子材料のイメージング質量分析における走査電子顕微鏡で作成した機械学習モデルを用いた画質改善と統計解析への活用 (日本電子(株)) ○佐藤貴弥, 武井雅彦, 田辺伸聡, 植松文徳, 大竹祐香, 藤井敦大, 加藤大樹
- II-10 微小マイクロプラスチックの誘電挙動捕獲・分離における分散媒体組成の泳動挙動への影響 (名工大) ○中西 航, 北川慎也, 飯國良規, 大谷 肇
- II-11 窯業系サイディングの乾湿繰り返しによる水蒸気吸着特性変化 (群馬県立群馬産業技術センター, ベスト資材(株)) ○恩田紘樹, 黒崎紘史, 塚本さゆり, 杉山乃祐, 佐藤和則
- II-12 MI を指向した分析データの Python による取り扱いと活用例 (旭化成(株)基盤技術研究所) ○半村和基, 武井祐樹, 坂部輝御
- II-13 GPC 溶出成分の直接サンプリングとマスイメージング技術の組み合わせた合成高分子分析の効率化検討 (日本電子(株), 産総研機能化学, (株)エス・ティ・ジャパン) ○渡邊直美, 佐藤貴弥, 中村清香, 大石晃広, 佐藤浩昭, 杉本哲也, 小林恒夫
- II-14 FT-IR 法を用いた有機無機複合材中のシランカップリング剤の縮合度評価 (旭化成(株)サステナブルポリマー研究所ポリマー基盤技術開発部) ○鈴木裕貴子, 美河法子, 鈴木 薫, 渡邊次郎, 佐藤幸司
- II-15 各種分析法を用いた耐熱性耐腐食性接着剤の探索 (榊原製作所解析・分析技術課) ○近 隼也
- II-16 水溶性高分子を加湿する過程の時間依存赤外分光 (大阪電通大工) ○菊田翔吾, 森田成昭
- II-17 RI-polt を用いた炭化水素系高分子の構造キャラクター化 (住友ゴム工業, 産総研) ○海野祐馬, 北浦健大, 山田宏明, 中村清香, 佐藤浩昭
- II-18 反応熱分解 GC-TOFMS による紫外線照射したポリエチレンテレフタレート構造変化の解析 (日本電子(株)) ○窪田 梓, 佐藤貴弥, 久保 歩, 生方正章
- II-19 MALDI-高分解能 TOFMS を用いた脂肪族コポリエステルの共重合組成分布解析法の開発 (産総研) ○中村清香, 金山直樹, 萩原英昭, 佐藤浩昭
- II-20 ウレタン樹脂骨格中のポリオール成分の分析 (DIC

(株)) ○植野上博之, 草野大輔, 大木 章

II-21 溶媒媒介化学イオン化 (SMCI) 法を用いたオレフィンの二重結合位置解析 (榊島津製作所) ○石井寿成, 北野理基, 辻畑仁美, 近藤友明

II-22 標準ポリスチレンを内部標準に用いた DOSY 法による多分散 PMMA の平均分子量と分子量分布の測定 (徳島大院創成科学) ○渡邊 颯, 高松京佑, 徳田規紘, 右手浩一

## ポスター発表 III

- III-01 卓上型 MALDI-TOFMS と統計解析ソフトを用いた Poly (butylenesuccinate) の劣化分析 (榊島津製作所) ○田中海成, 山崎雄三, 川口惇史
- III-02 Py-APGC-Q-TOFMS を用いた飽和脂肪酸の直接分析の検討とポリエチレンの劣化追跡への利用 (名古屋市工業研究所) ○山中基資, 林 英樹, 丹羽 淳
- III-03 高分子材料の加速的な海洋生分解性試験法の開発 (化学物質評価研究機構, 九大院統合新領域, 九大院工) ○尾坂奈生, 田口浩然, 松野寿生, 田中敬二, 菊地貴子
- III-04 シリル化剤を用いる反応熱分解 GC/MS によるアクリル系粘着剤中に含まれるアクリル酸の定量分析 (フロンティア・ラボ, M&W リサーチ, 東北大, 名工大) ○松枝真依, 石村敬久, 浅井 聡, 寺前紀夫, 大谷 肇
- III-05 GC/Q-TOF によるペンタエリスリトールテトラアクリレート試薬中不純物の構造推定 (アジレント・テクノロジー(株)) ○小笠原亮, 中村貞夫
- III-06 加齢毛の水分挙動と毛髪内部タンパク質の変性について (クラシエホームプロダクツ(株)ビューティケア研究所, 大阪電通大工) ○布施直也, 森田成昭, 松江由香子
- III-07 ポリマー中の微量添加剤とポリマー主成分の自動連続測定を可能とする新規ダブルショットパイロライザー GC/MS 法の開発 (フロンティア・ラボ, 東北大, 名工大) ○鄭 甲志, 渡辺忠一, 寺前紀夫, 大谷 肇
- III-08 誘導体法法を用いないジイソシアネート類の定量分析の検討 (アイシーケイ(株), 日本ウォーターズ(株)) ○山野太幹, 藤田 恒, 山田光一郎, 一木満貴子
- III-09 石英繊維フィルターに捕集した大気マイクロプラスチックの熱分解 GC/MS による分析 (徳島大院理工, 徳島大薬, 名工大院工, 東北大, フロンティア・ラボ) ○水口仁志, 竹田大登, 木下京輔, 竹内政樹, 高柳俊夫, 大谷肇, 寺前紀夫, William Pipkin, 松井和子, 渡辺 壱, 渡辺忠一
- III-10 コアシェル型アクリルエマルションの分析 (DIC (株)) ○山口潤也, 武野真也, 尾形美澄, 仲村仁浩, 雨宮晶子, 大木 章
- III-11 プラスチック分析における各種の昇温-アンピエンティオン化質量分析法の検出特性 (株)バイオクロマト, 山梨大) ○山下 藍, 島田治男, 西口隆夫, 志田保夫, 平岡賢三
- III-12 キトサンモノリスの作製と 3D 細胞培養への応用 (東京薬科大学薬学部, 東京薬科大学生命科学) ○東海林敦, 加藤駿之介, 森岡和夫, 守岩友紀子, 井上嘉則, 柳田顕郎
- III-13 PY-GC-MS および TG-MS における窒素ガスの利用検討 (日本電子(株)) ○阿部吉雄, 福留隆夫, 窪田梓, 生方正章
- III-14 グラジエント溶離 HPLC を用いた両親媒性ポリマーの分析条件の検討 (アジレント・テクノロジー(株)) ○野上知花, 熊谷浩樹, 澤田浩和
- III-15 光硬化樹脂原料における構造解析と効率化 (日本ウォーターズ) ○安東友繁, 倉橋聡実, 江崎達哉
- III-16 二次元ラマン相関マッピングによる樹脂-フィラー間の界面状態の分析 (産総研) ○新澤英之, 板坂浩樹



- III-17 PyGC-APGC-QToFMS 法によるフッ素系撥水スプレー剤の分析 (日本ウォーターズ(株), 国立環境研究所) ○ 宮脇俊文, 江崎達哉, 松神秀徳
- III-18 和周波発生分光法を用いた熱可塑性樹脂/石英界面の分子配向分析 (産総研) ○ 犬束 学, 渡邊宏臣, 青柳 将
- III-19 分光法を用いたフッ素ポリマー PFA の組成分析 (AGC (株)先端基盤研究所) ○ 前田尚生, 本間 脩
- III-20 樹脂・材料解析における LC/MS の①精密質量測定の利用と②データ解析ソフトウェアへの要望 (神東塗料(株)技術部門分析研究部) ○ 土田好進, 美野成昭, 倉島和泉, 道上美峰
- III-21 ラマン分光を用いたゴム中のポリマーモルフォロジーの可視化 (住友ゴム工業, 産総研) ○ 柴田祐介, 古川 剛志, 板坂浩樹, 新澤英之
- III-22 EPDM の DOSY スペクトルの多変量解析によるノイズ除去とその効果 (徳島大院創成科学) ○ 徳田規紘, 平野朋広, 右手浩一

#### ポスター発表 IV

- IV-01 ESCA によるエンジニアリングプラスチックの表面劣化解析 (㈱東ソー分析センター) ○ 中西健太, 津川直矢
- IV-02 脱離エレクトロスプレーイオン化質量分析計による屋外暴露と促進試験の相関解析 (大日本印刷) ○ 柴田貴史
- IV-03 試料観察 TG と EGA-IA/MS によるロケット燃料用多成分系熱可塑性樹脂の相変化反応の解析 (日本大学, 千葉工業大学, (株)神戸工業試験場, 産総研, (株)型善, 宇宙科学研究所/宇宙航空研究開発機構 (ISAS/JAXA)) ○ 坂野文菜, 和田 豊, 三島有二, 津越敬寿, 加藤信治, 堀 恵一
- IV-04 高分解能質量分析計による紫外線硬化樹脂中の重合禁止剤の同定法 (日本ウォーターズ(株)) ○ 倉橋聡実, 安東友繁, 江崎達哉
- IV-05 イオンモビリティおよびパターンターゲティングソフトウェアを使用したポリマーの検出と識別 (日本ウォーターズ(株)) ○ 佐藤信武, Jeff Goshawk, Andrew Tudor, Isabel Riba, Rachel Sanig
- IV-06 ラマン分光法を用いた重水素化分子鎖の直接観察によるポリエチレンの変形メカニズム解明 (北陸先端科学技術大学院大学, 広島大学大学院) ○ 木田拓充, 田中 亮, 塩野 毅, 山口政之
- IV-07 カルダノール誘導体を用いた熱硬化性塗膜の開発 (明大院理工, 明大理工) ○ 長田暁斗, 本多貴之, 小川熟人
- IV-08 アルミニウムとエポキシ接着剤界面の接着力に影響する各種表面因子の評価 (㈱豊田中央研究所分析研究領域) ○ 岩井美奈, 光岡拓哉, 井川泰爾, 安孫子勝寿
- IV-09 アクリロニトリル, スチレン,  $\alpha$ -メチルスチレンを成分とするコポリマーブレンドの  $^1\text{H}$  NMR スペクトルの多変量解析 (徳島大院理工, 日本エイアンドエル(株)) ○ 上池亮太, 平野朋広, 右手浩一
- IV-10 TG-FTIR を用いた高分子評価への応用例 (サーモフィッシャーサイエンティフィック(株), (株)リガク) ○ 服部光生, 有井 忠
- IV-11 熱分解-GC/MS におけるヘリウム消費削減に関する諸検討 (アジレント・テクノロジー) ○ 穂坂明彦, 加賀美智史, 中村貞夫
- IV-12 カシューナッツシェリキッド (CNSL) 由来ポリウレタン樹脂塗料の開発 (明大院理工, 明大理工) ○ 土佐恵美里, 本多貴之
- IV-13 IR 測定のための各種材料の前処理方法検討 (㈱日本サーマル・コンサルティング) ○ 清水夕美子, 馬殿直樹, 浦山憲雄

- IV-14 MALDI-イオンモビリティ-TOFMS を用いた低分子量ポリマーの高感度測定 (ブルカージャパン(株)) ○ 工藤寿治, 荏澤 崇
- IV-15 GC-TOFMS スペクトルに対する機械学習を用いた構造解析手法の開発 (日本電子(株)) ○ 久保 歩, 窪田 梓, 石岡春樹, 樋詰拓洋, 生方正章, 長友健治, 岩渕晴男, 吉田光良, 植松文徳
- IV-16 ポリアクリル酸の誘導体化による MALDI-TOFMS でのイオン化効率向上と構造解析への活用 (日本電子(株)) ○ 橋本将宏, 佐藤貴弥, 岩渕晴男
- IV-17 熱分解 GC/MS と PCA を組み合わせた架橋樹脂の構造解析 (三菱ケミカル(株)分析物性研究所大阪グループ) ○ 前中佑太, 新井啓矢
- IV-18 高質量分解能質量分析法と核磁気共鳴分光法を用いた結晶性の異なるポリエチレンテレフタレート (PET) の構造解析 (日本電子(株), 産総研機能化学) ○ 佐藤貴弥, 窪田 梓, 生方正章, 朝倉克夫, 吉田恵一, 中村清香, 渡邊亮太, 山根祥吾, 萩原英昭, 佐藤浩昭
- IV-19 イソフタル酸共重合 PBT の  $^{13}\text{C}$  NMR による連鎖構造解析 (三菱ケミカル(株)) ○ 松原康史, 梶本菜穂子
- IV-20 DOSY-NMR を用いた両親媒性シリコーンの詳細構造解析 (花王(株), 徳島大院社会産業理工学) ○ 石田明子, 振角一平, 右手浩一
- IV-21 ペルフルオロスルホン酸膜の配向状態と含水時の収縮挙動 (AGC (株)先端基盤研究所共通基盤技術部分析科学チーム) ○ 本間 脩
- 本プログラムは今現在の予定であり、最終的に変更が生じる場合もあります。

#### 2022 年度関東支部

#### 「新世紀賞」・「新世紀新人賞」候補者募集

関東支部では 2000 年より新世紀賞および新世紀新人賞を設け、表彰を行っています。適当な候補者がおられましたら、ご推薦の程お願いいたします。

**新世紀賞資格** ①原則として、2022 年 4 月 1 日現在で満 39 歳以上 54 歳以下の者で関東支部所属の正会員。ただし、上限年齢を超えても受け付ける場合がある\*。②研究業績は、本会論文誌又はその他の論文誌に公表されたものを含まなければならない。③受賞の基礎となる研究業績が共同研究の場合は、主たる研究者について適用する。④候補者となるべきものは会員の推薦によるものとする (自薦を含む)。

\*上限年齢は、研究職からの異動、産休・育休、また長期療養などのライフステージを考慮する。

**新世紀新人賞資格** ①2022 年 4 月 1 日現在で満 38 歳以下の関東支部所属の正会員または学生会員。②研究業績は、本会論文誌又はその他の論文誌に公表されたものを含まなければならない。③受賞の基礎となる研究業績が共同研究の場合は、主たる研究者について適用する。④候補者となるべきものは会員の推薦によるものとする (自薦を含む)。⑤ただし、日本分析化学会奨励賞受賞者は除く。

#### 提出書類

**新世紀賞** ①推薦書 [関東支部 HP (<https://kantojsac.jp/award/>) よりダウンロード], ②推薦理由書 [A4 判を縦 (1 行 45 字×40 行) に使用し、本文及び文献リスト (主要論文等) を合わせて 3 ページ以内で作成すること], ③添付資料 [特に重要な論文の別刷, その他審査の参考となる資料]

**新世紀新人賞** ①推薦書 [関東支部 HP (同上) よりダウンロード], ②推薦理由書 [A4 判を縦 (1 行 45 字×40 行) に使用し、本文及び文献リスト (主要論文等) を合わせて 3 ページ以内で作成すること], ③添付資料 [特に重要な論文・

特許等の写し、3編以内]

**提出方法** 上記書類を電子ファイルとし、推薦者より書類提出先記載のE-mailアドレス宛送信(cc:候補者)のこと。(ただし自薦の場合は候補者より送信、いずれも押印不要。)①、②についてはそれぞれ1件のファイルとすること。③については複数のファイル送付も可とするが、必要最小限とすること。(いずれもPDFファイルを推奨。)なお、事務局にてメールおよびファイルを受信後、受領通知が送信されるので、確認の上、受領通知のメールは保管のこと。送信後1週間以内に受理通知が届かない場合は書類提出先アドレスに必ず問い合わせのこと。

**締切日** 2022年10月31日(月)必着

**書類提出先** 日本分析化学会関東支部事務局  
[E-mail: kanto@jsac.or.jp]

### 第35回新潟地区部会研究発表会 —プログラム—

**主催** (公社)日本分析化学会関東支部・同新潟地区部会

**期日** 2022年11月18日(金)13時から

**会場** 新潟大学五十嵐キャンパス物質生産棟1F-161室\*  
[新潟市西区五十嵐2の町8050]

**プログラム\***

13.00~13.05

開会の辞 佐藤真治 新潟地区部会長(新潟薬科大)  
支部長挨拶 津越敬寿 関東支部長(産総研計量標準総合センター)

13.05~13.50 特別講演

(座長 新潟薬科大 佐藤真治)  
発生気体分析-質量分析の高度化(産総研計量標準総合センター物質計測標準研究部門)○津越敬寿

14.00~15.15 一般講演

(座長 新潟大学 則末和宏)  
講演1 薬物の消化管吸収に及ぼす経腸栄養剤の影響(新潟薬大<sup>1</sup>, 医療法人愛広会新発田リハビリテーション病院<sup>2</sup>)○桑原直子<sup>1</sup>, 清水(太田)美穂<sup>1</sup>, 不破史子<sup>1</sup>, 佐藤則泰<sup>2</sup>, 継田雅美<sup>1</sup>, 佐藤真治<sup>1</sup>, 中川沙織<sup>1</sup>

講演2 ICP-MS法によるヨウ素の分析(新潟県環境衛生研)○田中教雄

講演3 第四級アンモニウムで修飾したセルロースの特性評価および水溶液中からの陰イオン界面活性剤(ドデシル硫酸ナトリウム)の吸着法の検討(新潟大院<sup>1</sup>, 新潟大工<sup>2</sup>, 秋田大院<sup>3</sup>)○ZOU Ming<sup>1</sup>, 宮本直人<sup>2</sup>, 狩野直樹<sup>3</sup>, 大川浩一<sup>3</sup>

(座長 新潟大学 松岡史郎)

講演4 新潟市のヘリウムガス不足対応(新潟市水道局)○川瀬悦郎

講演5 新潟県内河川におけるマイクロプラスチック調査(新潟県保環研)○高橋修平, 茨木 剛, 旗本尚樹, 長谷川翔, 武 直子

15.30~16.30 ポスターセッション

16.50~

表彰式

開会挨拶 佐藤真治 新潟地区部会長(新潟薬科大)

**参加費** 無料

\*対面とZoomを用いたハイブリッド形式で実施予定です。Zoomによる参加を希望される場合には、下記まで直接お申込みください。ZoomのID等をお知らせいたします。

なお、新型コロナウイルス感染症の影響により開催場所や開催方式を変更する場合があります。その場合は、メール等で速やかにお知らせいたします。

申込・照会先 〒950-2181 新潟市西区五十嵐2の町8050  
新潟大学理学部 則末和宏 [電話・FAX: 025-262-6359,  
E-mail: knorisue@env.sc.niigata-u.ac.jp]

### 第377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

キラル化合物の重要性が様々な分野で認識され、キラル分離は必要かつ不可欠な技術となっています。キラル固定相を用いると、誘導体化を行うことなく直接キラル分離が可能ですが、現在、メカニズムの異なる数多くのキラル固定相が市販されています。その他、キラル誘導体化法が効果的な場合もあり、キラル分離においては、試料や分析種、分析目的に応じて、最適の方法を選択することが重要です。本例会では、キラル分離におけるメソッド開発やアプリケーションに関する様々なテクノロジーを紹介していただきます。

**期日** 2022年11月22日(火)13.00~17.00

**会場** Zoom オンライン会場

**講演主題** キラル分離—メソッド開発とアプリケーション—

**講演**

講演主題概説(オーガナイザー)(13.00~13.10)

(株住化分析センター)西岡亮太

1. 新規軸不斉試薬を用いたキラルアミノ酸分析法の生体試料分析への適用(13:10~13:45)

(味の素(株))中山 聡

(LC分析士二段, LC/MS分析士初段)

2. 耐溶剤型キラルカラムでの分離成功への近道II  
~CHIRALPAK IG, IH, IJ, IKによる進化~  
(13.45~14.20)

(株ダイセル)大西崇文(LC分析士初段)

3. 迅速かつ網羅的なD, L-アミノ酸分析法の腸内フローラ研究への応用(14.20~14.55)

(株島津製作所)伊藤友紀

(LC分析士初段, LC/MS分析士初段)

休憩(14.55~15.15)

4. ハイスベックなキラル分取を達成するための最新注入&検出&回収メソッド紹介(15.15~15.50)

(日本分光(株))寺田明孝

(LC分析士三段, LC/MS分析士二段, IC分析士初段)

5. SUMICHIRAL® 50年の歩み(15.50~16.25)

(株住化分析センター)西岡亮太(LC分析士三段)

6. 総括「キラル分離」(16.25~17.00)

(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。

**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11月15日(火)  
(入金締切時刻:15時まで)

**申込方法**

1. 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。

2. 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377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。

3. 申込み受付のメールを受領後、必ず期限内に参加費の納入を行ってください。期限内に参加費納入が確認できない場合、参加申込みを無効とし参加 URL を発行しませんので、十分ご注意ください。なお、一旦納入された参加費は、返金いたしません。
4. 参加費の納入が確認できた方には、2022 年 11 月 16 日以降に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。

#### 液体クロマトグラフィー研究懇談会（例会）参加費送金時のご注意

例会参加費、情報交換会参加費を送金される場合、下記を禁止しておりますので、ご理解のほどよろしく願いいたします。

1. 複数例会の参加費の同時振込（→例会ごとに振り込んでください）
2. 複数参加者の参加費の同時振込（→参加者ごとに振り込んでください）
3. 年会費や他の費用との合算振込（→費目ごとに振り込んでください）

申込先 <https://forms.gle/qnmQ4JxuBoQyse1x5>

銀行送金先 りそな銀行五反田支店（普通）1754341 口座名：シャ）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（株）住化分析センター 西岡亮太  
[E-mail: nishioka@scas.co.jp]

## 2022 年度「ぶんせき講習会」(発展編)

「Python を用いた機器分析データの解析  
～入門からケモメトリックスまで～」

主催 （公社）日本分析化学会近畿支部、近畿分析技術研究懇談会

協賛 （公社）化学工学会関西支部、（一社）近畿化学協会、（公社）日本化学会近畿支部、（公社）有機合成化学協会関西支部、（公社）高分子学会関西支部、（一社）日本鉄鋼協会関西支部、（公社）日本金属学会関西支部、関西分析研究会

汎用プログラミング言語の Python はデータサイエンスの分野で使われるライブラリが充実しており、機械学習用のライブラリである scikit-learn を使うことで、機器分析データのケモメトリックスによる解析を行うことができます。本講習会では、無料でダウンロードが可能な Python プログラミング環境の Jupyter Notebook を使って、CSV 形式の機器分析データを読み込み、定量分析（回帰）と定性分析（判別）を行えるようにします。

期日 2022 年 12 月 3 日（土）13:00～16:30

会場 大阪電気通信大学寝屋川キャンパス J 号館 7 階 J708 演習室〔大阪府寝屋川市初町 18-8、交通：京阪本線「寝屋川市」駅より徒歩約 7 分

<https://www.osakac.ac.jp/institution/campus/access/>

講習内容 Python の基礎と Python を用いたケモメトリックス・機械学習の基礎

対象者 機器分析は行ったことがあるが、ケモメトリックスの

ような高度なデータ解析を行ったことがない方、Python を使って機器分析データの解析を行ってみたい方。

#### 講習プログラム

##### 1. (実習) Python 入門

演習室の端末にインストールされている Jupyter Notebook を立ち上げて Python プログラミングを始めるところから説明します。この講習では、スペクトルやクロマトグラムといった機器分析データが保存された CSV ファイルを読み込んで、ベースライン補正のような前処理をし、学会発表や論文投稿に使えるレベルのグラフを出力するところまでを目指します。

(13:00～14:00/60 分) (阪電通大) 森田成昭

##### 2. (実習) トウモロコシの近赤外スペクトルを用いたタンパク質の定量分析

オンライン上で公開されているトウモロコシの近赤外スペクトルのデータセットを用いて、近赤外スペクトルとトウモロコシ中のタンパク質の関係を学習させ、得られた回帰モデルを使って未知試料の近赤外スペクトルからタンパク質を推定する演習を行います。ここではモデル構築（キャリブレーション）とモデル検証（バリデーション）についても学びます。

(14:15～15:15/60 分) (阪電通大) 森田成昭

##### 3. 実習) オリーブオイルの液体クロマトグラムを用いた偽物の判別分析

オンライン上で公開されている、偽物も含むオリーブオイルの液体クロマトグラムのデータセットを用いて、クロマトグラムとオリーブオイルの真偽の関係を学習させ、得られた判別モデルを使って未知試料の液体クロマトグラムから本物か偽物かを判別する演習を行います。ここでは混同行列を使った判別分析の結果の解釈についても学びます。

(15:30～16:30/60 分) (阪電通大) 森田成昭

\* 当日は演習室の端末を使って実践的なプログラミングを体験していただきます。

\* 講習会終了後に復習できるよう、当日使用する Python プログラムは参加者の皆様に配付する予定です。

\* COVID-19 の影響により開催方式を変更する場合があります。ご了承ください。

\* 感染症対策をした上で演習室を利用していただきます。ご協力をよろしくお願いいたします。

申込締切 11 月 27 日（日）、定員（30 名）。お申込受付は先着順とし、定員になり次第、締め切ります。11 月 27 日（日）以降のキャンセルは不可。

参加費 主催・協賛団体所属会員 10,000 円、学生 5,000 円、会員外 15,000 円

申込方法 参加を希望される方は、近畿支部 HP (<http://www.bunkin.org/>) から本講習会のページに入ってください、【参加申込フォーム】にて Web からお申し込みください。

\* お申込み後、自動返信メールが届きましたら、開催日までに参加費のお支払いをお願いいたします。参加費は銀行口座（りそな銀行御堂筋支店、普通預金 No.2340726、名義：公益社団法人日本分析化学会近畿支部）にお振り込みください。

申込先 〒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 （公社）日本分析化学会近畿支部〔電話：06-6441-5531、FAX：06-6443-6685、E-mail: mail@bunkin.org、近畿支部 HP: <http://www.bunkin.org/>〕

問合せ先 大阪電気通信大学 森田成昭

[E-mail: smorita@isc.osakac.ac.jp]



## LC シニアクラブ (LC Senior Club, LCSCL) 設立総会

主催 LC シニアクラブ

協賛 LC 研究懇談会

後援 (公社)日本薬学会, (公社)日本化学会, (公社)日本分析化学会, (公社)日本農芸化学会

(公社)日本分析化学会には、定年になられた方々や定年間近な方々の集まりとして「人生談話会」があります。定年を機に退会されたり、活動を止めたりする方々が少なくないことに鑑み、元気で居られる間は仲間と大いに楽しもうという趣旨です。この会は分析化学討論会や分析化学会年会の開催に合わせて、全国から分野を超えて集まり、開催地区の重鎮による講演を拝聴し、夕刻から懇親会を開催して旧交を温める時間を楽しんでおります。「LC シニアクラブ」(入会費・年会費無し)は、そのLC版ともいえるべき集まりです。全国を巡ることはせず、液体クロマトグラフィー (LC) 研究懇談会の支援を得て首都圏を中心に集まり、コロナ禍が続けばZoom ミーティングを利用して、人生の再出発とその後の質の高いQOLを応援するプラットフォームとして活動します。

日時 2022 年 12 月 3 日 (土) 13 時~17 時

会場 Zoom ミーティング

プログラム (総合司会: 岡橋美貴子)

13.00~13.50 (進行: 中村 洋)

第1部 設立総会

①開会挨拶

②設立趣旨説明

③事業内容等紹介

④役員紹介

13.50~14.50 (座長: 三上博久)

第2部 記念講演

「アミノ酸をつくる、つかう、はかるで負けない」をめざして (AS Frontiers) 宮野 博

14.50~15.00 (休憩)

15.00~16.30 (進行: 熊谷浩樹, 榎本幹司)

第3部 参加者による話題提供 (近況報告, 提案など) と質疑応答

16.30~17.00 (進行: 竹澤正明)

第4部 次回開催へ向けてのご希望とご提案

参加費 1,000 円

参加申込・参加費納入締切日 2022 年 11 月 25 日 (金) (入金締切時刻: 15 時)

申込方法 1. 参加希望者は、下記申込先にアクセスし、氏名、(元)勤務先(連絡先電話番号)、LC 研究懇談会の会員/非会員を明記の上、お申込みください。2. お申込みが完了次第、登録されたアドレス宛に「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、連絡先までお問い合わせください。3. 申込み受付のメールを受領後、必ず期限内に参加費の納入を行ってください。期限内に参加費納入が確認できない場合、参加申込みを無効とし参加 URL を発行しませんので、十分ご注意ください。4. 参加費の納入が確認できた方には、2022 年 11 月 26 日以降に参加 URL をお送りします。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/KLy0LT3xGxxDJ5nS8>

振込先 りそな銀行・五反田支店(普通)1754341 口座名: シャ)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〕

連絡先 LC シニアクラブ [E-mail: nakamura@jsac.or.jp]

## 第 32 回基礎及び 最新の分析化学講習会と愛知地区講演会 —遠くても近くても、センシング・ハンドリング—

主催 日本分析化学会中部支部

共催 名古屋工業大学

協賛 日本分析化学会高分子分析研究懇談会, 日本金属学会東海支部, 日本鉄鋼協会東海支部, 日本化学会東海支部, 化学工学会東海支部, 高分子学会東海支部, 色材協会中部支部, 触媒学会西日本支部, 繊維学会東海支部, 電気化学会東海支部, 日本原子力学会中部支部, 日本ゴム協会東海支部, 日本接着学会中部支部, 日本セラミックス協会東海支部, 日本繊維機械学会東海支部, 日本農芸化学会中部支部, 日本防錆技術協会中部支部, 日本薬学会東海支部, 日本油化学会東海支部, 表面技術協会中部支部, 有機合成化学協会東海支部, 東海化学工業会, 愛知工研協会, 東海無機分析化学研究会

新型コロナウイルスのパンデミックは、これまでの働き方を大きく変えるきっかけとなりました。この変化は研究・開発においても例外ではありません。従来、分析化学の測定と言えば、研究室や現場に出向き、実験装置や機器を直接操作することが一般的でしたが、ネットワークを介した遠隔測定やデータ解析が広がり始めています。本講習会では、リモートで行える測定法やデータ解析法に関しまして、基礎的な知識から最新の話題を得ることができます。既にリモート測定やデータ処理に携わっている方や、これから必要になる方に有用な内容となっておりますので、奮ってご参加ください。また講習会2日目の午後には引き続き愛知地区講演会として、最先端の分析化学測定法について、最前線で活躍される先生にご紹介いただきます。こちらにもぜひご参加ください。

期日 2022 年 12 月 8 日 (木)・9 日 (金)

会場 名古屋工業大学 4 号館ホール

第 32 回基礎及び最新の分析化学講習会—遠くても近くても、センシング・ハンドリング—

12 月 8 日

10.00~16.40 講義

1. マイクロ流体電磁泳動システムによるプランクトン計測 (名工大) 飯國良規
2. イクロコントローラを利用した簡易分析装置。モバイル化、自動分析、リモート分析のために (福井県立大) 片野 肇
3. 省電力無線伝送デバイスとバイオ電池を組み合わせた自己駆動型バイオセンシングシステムの開発 (東京理科大) 四反田功
4. 大学等の研究設備を取り巻く現状と名工大の整備 (名工大) 山本義哉
5. リモート環境における分析業務の効率化 (島津製作所) 西村弘臣

12 月 9 日

10.00~12.00 見学会

名古屋工業大学産学官金連携機構設備共用部門

愛知地区講演会—分析化学テイクオフ—

12 月 9 日

13.30~16.40

1. 試料前処理剤の設計と流れ分析法への展開 (愛工大) 手嶋紀雄
2. 液液界面における電荷移動ダイナミクスと界面化学種のキャラクタリゼーション (金沢大) 永谷広久
3. イオンモビリティ質量分析法による合成高分子の分析 (名工大) 北川慎也

参加費 (基礎及び最新の分析化学講習会(愛知地区講演会)は

無料))

分析化学会会員・共催 (一般) 6,000 円

協賛学協会会員 (一般) 7,000 円

非会員 (一般) 10,000 円

主催・共催・協賛学協会 (学生) 1,000 円

非会員 (学生) 2,000 円

テキスト (電子版) のみ 5,000 円

**参加申込方法** <http://www.jsac.or.jp/~chubu/> から申込書をダウンロードし、必要事項をご記入の上、E-mail にて takada.kazutake@nitech.ac.jp 宛 (E-mail 件名に基礎最新申込とお書きください) に送信ください。参加費は折り返しご連絡いたします銀行口座にお振込みください。

**申込締切** 11 月 20 日 (月)、申込多数の場合はこれ以前に締切ることがあります。

**問合先** 名古屋工業大学大学院物質工学専攻 高田主岳  
〔電話：052-735-5238, E-mail: takada.kazutake@nitech.ac.jp〕

——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。

### 第 57 回真空技術基礎講習会

主催 (公社)日本表面真空学会

期日 2022 年 10 月 11 日 (火)~14 日 (金)

会場 大阪産業技術研究所本部・和泉センター

ホームページ <https://www.jvss.jp/>

連絡先 〒113-0033 東京都文京区本郷 5-25-16 石川ビル 5 階  
(公社)日本表面真空学会〔電話：03-3812-0266, FAX: 03-3812-2897, E-mail: office@jvss.jp〕

### プラズマ分光分析研究会第 117 回講演会

—持続可能なプラズマ分光分析研究会に向けての種探し—

主催 プラズマ分光分析研究会

期日 2022 年 10 月 13 日 (木)

会場 八戸市友の会福祉会館および 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: 042-816-3001, E-mail: office@plasma-dg.jp〕

### 第 245・246 回西山記念技術講座

「失敗しない評価・分析・解析技術の最前線

(不確定要素の理解と適切な手法の選択に向けて)」

主催 (一社)日本鉄鋼協会

期日 第 245 回: 2022 年 11 月 7 日 (月)、第 246 回: 2022 年 11 月 14 日 (月)

会場 第 245 回: CIVI 研修センター新大阪東 5 階 E5 Hall, 第 246 回: 早稲田大学西早稲田キャンパス 63 号館 2 階会議室  
ホームページ

<https://www.isij.or.jp/event/event2022/nishiyama245.html>

連絡先 (一社)日本鉄鋼協会 育成グループ〔電話: 03-3669-5933, FAX: 03-3669-5934, E-mail: educact@isij.or.jp〕

### 日本磁気科学会第 16 回年会

主催 日本磁気科学会

期日 2022 年 11 月 7 日 (月)~9 日 (水)

会場 日本大学生産工学部 60 周年記念棟 6 階 Spring Hall

ホームページ <http://www.magneto-science.jp/16th/index.html>

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部 機械工学科 安藤 努

〔E-mail: cst.magnenkai16@nihon-u.ac.jp〕

### 生物発光化学発光研究会第 37 回学術講演会

主催 生物発光化学発光研究会

期日 2022 年 11 月 12 日 (土)

会場 和歌山県立医科大学薬学部 大講義室

ホームページ <http://www.blcl-ja.com/>  
連絡先 〒640-8156 和歌山市七番丁 25-1 和歌山県立医科大学薬学部 中津 亨 [E-mail: 2022.blcl@gmail.com]

## (公社)日本分光学会第6回 MAIRS ワークショップ

主催 (公社)日本分光学会  
期日 2022年11月18日(金)  
会場 京都大学化学研究所  
ホームページ <https://www.bunkou.or.jp/>  
連絡先 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学化学研究所 長谷川健 [電話: 0774-38-3070, FAX: 0774-38-3074, E-mail: htakeshi@scl.kyoto-u.ac.jp]

## 第12回イオン液体討論会

主催 イオン液体研究会  
期日 2022年11月24日(木)・25日(金)  
会場 宮地楽器ホール  
ホームページ <http://www.ilra.jp/>  
連絡先 イオン液体討論会事務局  
[E-mail: ionicliquid@officepolaris.co.jp]

## 第37回分析電子顕微鏡討論会

主催 (公社)日本顕微鏡学会分析電子顕微鏡分科会  
期日 2022年12月8日(木)・9日(金)  
会場 オンラインでの開催 (Zoomを予定)  
ホームページ <http://zaiko13.zaiko.kyushu-u.ac.jp/>  
第37回分析電子顕微鏡討論会  
連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744 ウエスト4号館638号室 九州大学大学院工学研究院材料工学部門 分析電子顕微鏡討論会事務局 佐藤幸生 [電話: 092-802-2971, E-mail: sato.yukio.690@m.kyushu-u.ac.jp]

## 「分析化学」特集 “マイクロ・ナノ分析化学の新展開”の論文募集

「分析化学」編集委員会

「分析化学」編集委員会は、マイクロ・ナノ化学分析研究懇談会と共同で「マイクロ・ナノ分析化学の新展開」と題した特集を企画しました。マイクロ・ナノ化学分析は、測定対象の微量化・微小化に資するデバイスやシステムはもとより、微小領域の観測や定量に関する計測法や分析技術を対象としていることから、分析化学のみならず分子生物学や細胞生物学、臨床医学などの広範な研究分野で活用されています。最近では、精密分析だけでなく、簡易分析にも広がりを見せています。また、マイクロ・ナノデバイスの新しい作製法、装置・測定法の開発、実試料の前処理法、既存分析装置との融合など、さまざまな開発が進められています。

このような背景に鑑み、本特集号では、マイクロ・ナノ分析化学の新展開に関する論文の投稿をお待ちしています。奮ってご投稿ください。詳細はホームページをご確認ください。

特集論文申込締切: 2022年9月30日(金)  
特集論文原稿締切: 2022年10月28日(金)

## 初めて書く論文は母語の日本語で！ “第22回若手研究者の初論文特集” 募集のお知らせ

「分析化学」編集委員会

「分析化学」編集委員会では、2023年(第72巻)に第22回「若手研究者の初論文特集」を企画します。卒研究生、修士・博士課程院生並びに若手研究者の方々にとって、ご自分の研究成果を日本語で投稿できるよい機会です。なお、2019年より本特集を年間特集とし、都合の良いときに執筆して投稿できるようにしました。年間を通して論文原稿を受け付け、審査を経て掲載可になり次第随時掲載いたしますので、奮ってご投稿ください。

なお、詳細は「分析化学」誌HPをご参照ください。

## 「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9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。

特集論文原稿締切: 2022年11月18日(金) (第2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

2023年度(第72巻第6号)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。

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)



|                         |                        |                     |
|-------------------------|------------------------|---------------------|
| 【ア行】                    | 東亜ディーケーケー(株)..... A3   | 室町ケミカル(株)..... 表紙 2 |
| (株)エス・ティ・ジャパン..... 表紙 4 | 【ナ行】                   |                     |
| 【カ行】                    | 日本分光(株)..... A4        | 製品紹介ガイド..... A6 ~ 7 |
| (一社)化学情報協会..... A9      | 【ハ行】                   |                     |
| 【サ行】                    | (株)日立ハイテクサイエンス..... A8 |                     |
| (株)島津製作所..... 表紙 3      | フロンティア・ラボ(株)..... A10  |                     |
| 【タ行】                    | 【マ行】                   |                     |
| (株)デジタルデータマネジメント.. A2   | マジェリカ・ジャパン(株)..... A1  |                     |

# 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

## 原子スペクトル分析

## 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

<https://www.hg-nic.co.jp>

## 分子スペクトル分析

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

<https://www.systems-eng.co.jp/>

E-mail: info@systems-eng.co.jp

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

<https://www.hitachi-hightech.com/hhs/>

E-mail: hhs-info.fy.ml@hitachi-hightech.com

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)

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

## レーザー分光分析

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 <http://www.g5-hakuto.jp>

E-mail: info@g5-hakuto.jp

## NMR・ESR・磁気分析

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: umemoto@react-corp.com

<https://www.react-corp.com/>

## クロマトグラフィー

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

[www.cerij.or.jp](http://www.cerij.or.jp) E-mail: chromat@ceri.jp

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

[www.new-cosmos.co.jp](http://www.new-cosmos.co.jp)

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

<https://www.buchi.com/ja>

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

<https://www.hitachi-hightech.com/hhs/>

E-mail: hhs-info.fy.ml@hitachi-hightech.com

ムロマックミニカラム 精度の高いクロマトグラフィー

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

<https://www.muro-chem.co.jp/>

長期保証のイオンクロマトグラフ

装置3年保証 &amp; 陰イオンサプレッサは10年保証

メトロームジャパン(株) 電話 03-4571-1744

<https://www.metrohm.jp>

IC コラム「ご隠居達の IC 四方山話」掲載中！

## 電気化学分析

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

<https://www.metrohm.jp>

## 質量分析

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: info.BDAL.JP@bruker.com

## 熱分析

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

## 分析装置・関連機器

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

<http://www.aqualab.co.jp>

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

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

|                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>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;フューズサンプラ</b><br/>(株)アメナテック<br/><a href="http://www.amena.co.jp">http://www.amena.co.jp</a></p>                                                                                           |
| <p><b>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</b><br/>アルファサイエンス(株) <a href="http://www.alphascience.jp/">http://www.alphascience.jp/</a><br/>電話 03-3814-1374 FAX 03-3814-2357<br/>E-mail: alpha@m2.pbc.ne.jp</p>                     |
| <p><b>モジュール式ラマンシステムRAMAN-QE</b><br/>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。<br/>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。<br/>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><b>電位差自動滴定装置・カ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</b><br/>京都電子工業(株) 東京支店 03-5227-3151<br/><a href="https://www.kem.kyoto/">https://www.kem.kyoto/</a></p>                                                            |
| <p><b>秒速粉碎機 マルチビーズショッカー</b><br/>ディスポ容器で岩石・樹脂・生体等の凍結粉碎も可能。<br/>分析感度UP、時間短縮、経費節減に貢献。<br/>安井器械(株) 商品開発部 <a href="http://www.yasuikikai.co.jp/">http://www.yasuikikai.co.jp/</a></p>                                                                |
| <p><b>研究室用設備機器</b></p>                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><b>グローブボックスシステム MBRAUN 社製<br/>有機溶媒精製装置 MBRAUN 社製</b><br/>(株)ブライト 本社 048-450-5770 大阪 072-861-0881<br/><a href="http://www.bright-jp.com">http://www.bright-jp.com</a> E-mail: info@bright-jp.com</p>                                          |
| <p><b>試薬・標準試料</b></p>                                                                                                                                                                                                                           |
| <p><b>認証標準物質 (CRM), HPLC・LC/MS 関連<br/>超高純度試薬 (Ultrapur, Primepure®)</b><br/>関東化学(株) 電話 03-6214-1090<br/><a href="https://www.kanto.co.jp">https://www.kanto.co.jp</a></p>                                                                       |
| <p><b>研究・産業用の金属/合金/ポリマー/ガラス等 8 万点<br/>取扱サプライヤー</b><br/>GOODFELLOW CAMBRIDGE LTD 日本代表事務所<br/>電話 03-5579-9285 E-mail: info-jp@goodfellow.com<br/><a href="https://www.goodfellow-japan.jp">https://www.goodfellow-japan.jp</a></p>                |
| <p><b>X 線回折実験等に使える『高度精製タンパク質試料』<br/>グルコースイソメラーゼ, <math>\alpha</math> アミラーゼほか</b><br/>(株)コンフォーカルサイエンス 電話 03-3864-6606<br/><a href="http://www.confsci.co.jp">http://www.confsci.co.jp</a></p>                                                    |
| <p><b>信頼性確保に重要な認証標準物質 (CRM)<br/>標準物質のご用命は</b><br/>シグマアルドリッチジャパン(同)<br/>テクニカルサービス 電話03-4531-1140<br/>E-mail: jpts@merckgroup.com</p>                                                                                                             |
| <p>標準物質は当社にお任せください！<br/>海外 (NIST, IRMM, BAS, MBH, Brammer, Alcoa 等)<br/>国内 (日本分析化学会, 産総研, 日環協等)<br/>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！<br/>西進商事(株) <a href="https://www.seishin-svoji.co.jp">https://www.seishin-svoji.co.jp</a></p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>RESEARCH POLYMERS</b><br>(株)ゼネラルサイエンスコーポレーション<br>電話03-5927-8356(代) FAX 03-5927-8357<br><a href="https://www.shibayama.co.jp">https://www.shibayama.co.jp</a><br>E-mail: gsc@shibayama.co.jp                                                                     |
| <b>お求めの混合標準液をサクサク検索！</b><br><b>農薬・動物用医薬品 混合標準液検索システム</b><br>WEBページで「和光 農薬」で検索！<br>試薬でお困りの際は当社HPをご覧ください。<br>富士フイルム和光純薬(株)                                                                                                                                           |
| <b>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。</b><br>メルク(株) テクニカルサービス<br>電話03-4531-1140 E-mail: jpts@merckgroup.com                                                                                                                    |
| <div>書籍</div>                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>DNA origami入門</b><br>一基礎から学ぶDNAナノ構造体の設計技法—<br>川又 生吹・鈴木 勇輝・村田 智 共著<br>B5変判 264頁 定価4,730円 (税込)<br>(株)オーム社 <a href="https://www.ohmsha.co.jp">https://www.ohmsha.co.jp</a>                                                                                         |
| <b>基本分析化学 —イオン平衡から機器分析法まで—</b><br>北条正司, 一色健司 編著<br>B5判 260頁 定価3,520円 (税込)<br>三共出版(株) 電話03-3264-5711<br><a href="https://www.sankyoshuppan.co.jp/">https://www.sankyoshuppan.co.jp/</a>                                                                             |
| <b>専門基礎ライブラリー 新編基礎化学 第2版</b><br>藤野竜也・相沢宏明・石井 茂・田代基慶 著<br>B5判 264頁 本文2色 定価2,530円 (税込)<br>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。<br>実教出版(株) 電話 03-3238-7766 <a href="https://www.jikkyo.co.jp/">https://www.jikkyo.co.jp/</a>                                                   |
| <b>Pyrolysis-GC/MS Data Book of Synthetic Polymers</b><br>合成高分子の熱分解 GC/MS ハンドブック<br>Tsuge, Ohtani, Watanabe 著 定価31,900円 (税込)<br>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。<br>(株)デジタルデータマネジメント 電話03-5641-1771                                     |
| <b>TOF-SIMS: Surface Analysis by Mass Spectrometry</b><br>John C. Vickerman and David Briggs 著 B5・定価51,700円 (税込)<br>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<br>(株)デジタルデータマネジメント 電話 03-5641-1771                                                      |
| <b>Surface Analysis by Auger and X Ray Photoelectron Spectroscopy</b><br>David Briggs and John T. Grant 著 B5・定価51,700円 (税込)<br>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.)<br>(株)デジタルデータマネジメント 電話 03-5641-1771 |
| <b>改訂6版 分析化学データブック</b><br>日本分析化学会編 ポケット判 260頁 定価1,980円(税込)<br>丸善出版(株) 電話 03-3512-3256<br><a href="https://www.maruzen-publishing.co.jp">https://www.maruzen-publishing.co.jp</a>                                                                                   |
| <div>不確かさセミナー</div>                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>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、安心してご受講戴けます。</b><br><b>不確かさ小冊子も無料謹呈中！</b><br>日本電気計器検定所 電話03-3451-1205<br><a href="https://www.jemic.go.jp">https://www.jemic.go.jp</a> E-mail: kosyukai-ky@jemic.go.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。



◎ 株式会社 日立ハイテク ◎ 株式会社 日立ハイテクサイエンス

本社 〒105-6409 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 虎ノ門ヒルズ ビジネスタワー 電話03-3504-6111

インターネットでも製品紹介しております。

URL [www.hitachi-hightech.com/jp/science/](http://www.hitachi-hightech.com/jp/science/)

# CAS Analytical Methods



## 分析方法の調査にかかる時間を大幅短縮

CAS が保有する膨大な文献コレクションから、分析手法に特化した情報を抽出し、15 万件以上の分析情報データを蓄積。各分析手法は表形式で表示して簡単に比較できます。

HPLC、UV-Vis、GC/MS のデータや抽出方法など、物質のあらゆる分析法をカバーしています。

HPLC

UV-Vis

CAS Analytical Methods

GC/MS

Extraction

## Information

- イベント開催のお知らせ -

### CAS SciFinder フォーラム 2022 年 11 月 29 日 (火) 開催決定 !

🔍 詳細はホームページでお知らせします。ぜひご参加ください。

**CAS**  
A division of the  
American Chemical Society

**JAICI**  
化学情報協会

情報事業部  
〒113-0021 東京都文京区本駒込6-25-4 中層ビル  
TEL: 0120-151-462 FAX: 03-5978-4090  
URL: [www.jaici.or.jp](http://www.jaici.or.jp)



# 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

高弾性ベルトを用いた高速立体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。

\*特許第7064786号

### ● 液体窒素での予冷方式

- ✓ 粉碎前に冷媒（液体窒素等）を用いて試料容器を予冷

液体窒素の最小消費量は300 mL程度と省エネです。製品には予冷用キットが付属します。

- ✓ 冷媒を使わずに室温でも粉碎可能



迅速粉碎凍結装置  
IQ MILL-2070

## 主な仕様

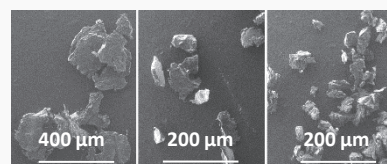
|               |                                      |                      |
|---------------|--------------------------------------|----------------------|
| 粉碎温度          | 室温あるいは冷媒（液体窒素等）を用いる試料冷却              |                      |
| 粉碎設定          | 回転数 (rpm)                            | 50 から 最大 3000（無段階設定） |
|               | 回転時間 (sec)                           | 10 から 60（10 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 340 x 高さ 300 (mm)、約 12 kg |                      |
| 電源 (50/60 Hz) | AC 100/120 V あるいは 200/240 V (450 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

ご導入検討時にテスト粉碎を承ります。お気軽にお問い合わせください。  
www.frontier-lab.com/jp 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



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

# IRXross



## IR, Xross over

Performance × Operability

IRXrossは、新たな赤外分光分析の概念を創造します。  
多様な用途が求められる新しい時代に、最適なソリューションを。

様々なニーズを満たす卓越した性能  
簡単操作と解析を実現する独自機能  
安心の規制対応



赤外顕微鏡システム



# ESIイオン源一体型 マイクロチップ・キャピラリー電気泳動装置

## ZipChip™

### お使いのMSが高速CE-ESI/MSになります！

ZipChip™プラットフォームは、キャピラリー電気泳動 (CE) とエレクトロスプレーイオン化 (ESI) を一つのマイクロ流体チップに統合し質量分析計にスプレーするシステムです。

広範囲の生体試料の調整、分離、イオン化を迅速に行い試料を質量分析計へ直接導入可能です。

CE/ESIチップはユニット内にクリップで装着するだけです。分析時間は通常3分程度で完了し、ほとんどのLCよりも短時間でより良い分離品質を得ることができます。

シンプルなワークフローと複数のキットオプションにより、多数のバイオセラピー、メタボローム、およびプロテオミクスのアプリケーションをサポートします。

### ZipChip™の特徴

- 迅速な分析時間 (ほとんどの分析時間は2~3分)
- 高感度・高安定のナノレベルスプレー
- 少ない試料消費 (ピコグラム~ナノグラム)
- オンラインの脱塩により、サンプル調整が最小限

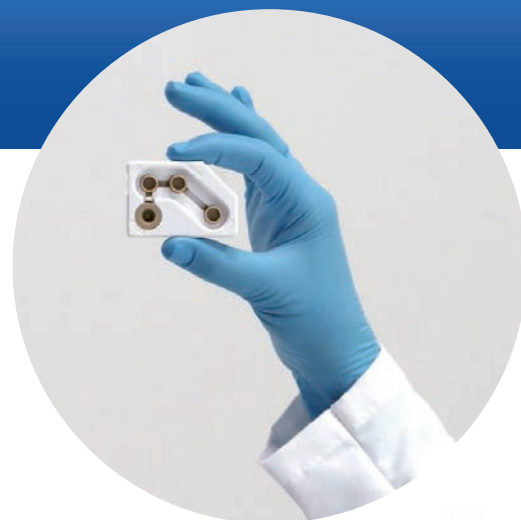
### アプリ別に便利な分析キットが用意されています。

- ペプチド用
- インタクトタンパク質用
- ネイティブタンパク質用
- 代謝物 (アミノ酸) 用
- オリゴ核酸用

### 下記メーカーの質量分析計でご使用いただけます。

- ThermoFisher Scientific社
- Bruker社
- SCIEX社

(対応モデル名・型式につきましては別途ご照会ください。)



ST.JAPAN INC.

輸入総販売元

株式会社 エス・ティ・ジャパン

<http://www.stjapan.co.jp>

東京本社 /

〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町1-14-10

TEL: 03-3666-2561 FAX: 03-3666-2658

大阪支店 /

〒573-0094 大阪府枚方市南中振1-16-27

TEL: 072-835-1881 FAX: 072-835-1880