

ぶんせき ⑥

Bunseki 2026

The Japan Society for Analytical Chemistry



PFAS分析用 関連試薬・機材

Related products and equipment for PFAS analysis



Water Supply Act



Environmental Water



PFAS in Soil



Food Sanitation Act



PFAS in Food



PFAS in Blood

標準液 (CRM)

- 標準品・標準液・内部標準液
- 混合標準液・混合内部標準液

メソッド対応 混合標準液

- 水道水・環境水対応
- ISO21675
- EPA method 533
- EPA method 537.1
- EPA method 1633
- 欧州飲料水指令
- FDA

固相抽出

- アジレント社 固相抽出カラム
- 自動固相抽出装置 SPE-O3



試料採取



前処理



分析



関連機材

- 分析用カラム
- フィルター類
- PFCフリーバイアル
- クイック気密保存びん



関連試薬

- PFAS試験用 メタノール
- 1 mol/L 酢酸アンモニウム
- LC/MS溶媒
(アセトニトリル -Plus-)
(蒸留水 -Plus-)
(メタノール -Plus-)

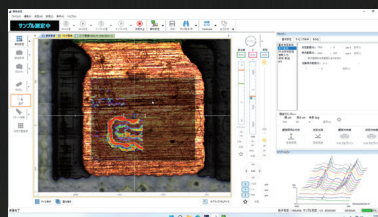
※ブランク中のPFOS、PFOA、PFHxSを保証

Explore with Confidence

マルチチャンネル赤外顕微鏡 IRT-7X は、圧倒的な観察画質の向上と高速化されたリニアアレイ検出器の高次元デジタル処理により、より高速で高精細な赤外イメージングを実現しました。異物解析や材料研究における“観る・測る・解析する”を次の次元へ導きます。

■ 1秒間に最大160スペクトルの測定とスペクトル・色分け図表示を同時に実行

16 ch リニアアレイ検出器の各素子にデータ処理回路を備え、測定データを高速に並列処理します。目的成分の分布を測定しながら同時に把握できます。



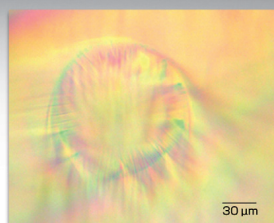
電子基板の電極上の異物測定

■ シリコンオイル中のPMMA粒子のATRイメージング

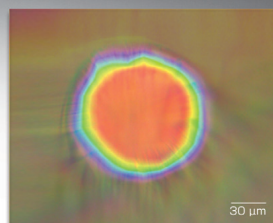
ステージを動かさずに光軸走査する日本分光独自の“スマートマッピング”により、プリズム密着時に試料が観察画像の中央以外に動いても、移動後の部位を測定エリアに指定できます。1回のプリズム接触でケミカルイメージも取得可能です。



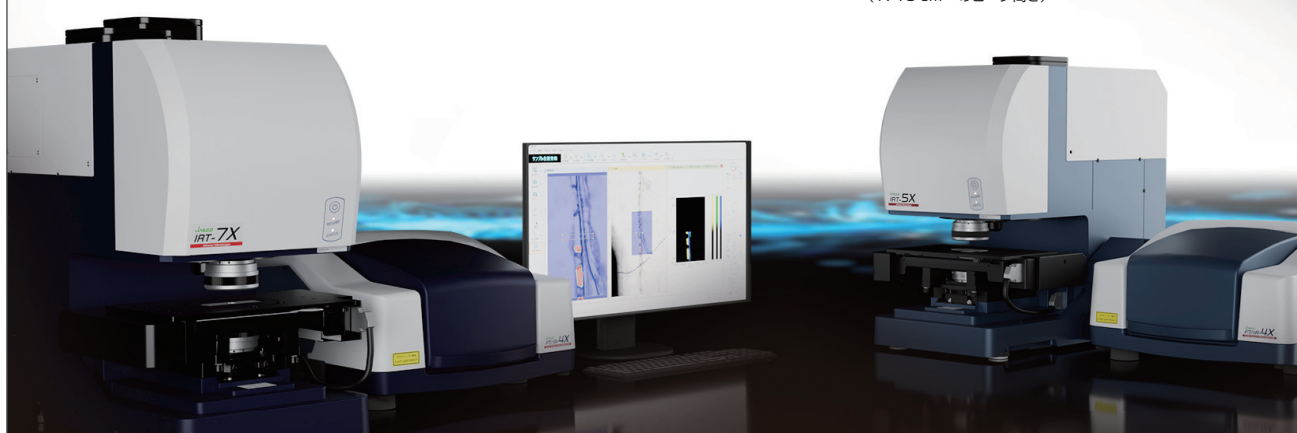
観察画像 (ATR 密着前)



観察画像 (ATR 密着後)



観察画像とケミカルイメージの重ね合わせ
(1718 cm⁻¹のピーク高さ)



Multichannel Infrared Microscope
マルチチャンネル赤外顕微鏡

IRT-7X

Infrared Microscope
赤外顕微鏡

IRT-5X

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>

JASCO



超高速液体クロマトグラフ
Ultra High Performance Liquid Chromatograph

Nexera X4

EXPERIENCE
NEW SEPARATION



Nexera™ X4は、島津製作所のNexeraシリーズで培われた技術を継承した、次世代超高速液体クロマトグラフ (UHPLC) システムです。業界最高レベル*の低拡散設計により、シャープなピークとこれまでにない高い分離性能を実現します。また、最先端の流体制御技術により、超高压下での高速分析においても抜群の送液安定性を実現し、信頼性の高い分析結果を提供します。UHPLCのハイエンド機種であるNexera X4は、最高レベルのパフォーマンスを求めるすべてのラボに、新たな価値をもたらします。

* カラム外拡散 (ECBB値) 7 μ L

Ultra-Sharp Peaks

ピーク拡散を低減し、優れたクロマトグラフィー分離を実現します

Ultra-Fast Analysis

超高速グラジエントの安定性を高め、生産性を向上させます

Ultra-Low Solvent Consumption

小内径カラムとの組み合わせにより、溶媒消費量を大幅に削減します

Best Partner for Mass Spectrometry

質量分析装置の性能を最大化するコンビネーション

Enhance Workflow Efficiency

ワークフローを効率化する独自のソリューション



詳しい製品情報はこちら

column

ムロマックミニカラムの使用例(公開論文・文献より)

1. 環境分野：海水、雨水など環境試料の分析用途
2. 鉱業分野：岩石、鉱物、石英などの組成分析
3. 農業分野：植物などの分析
4. 生化学分野：タンパク質、生体などの精製研究
5. 原子力分野：高レベル廃棄物の処理法研究(詳細はお問い合わせください)

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。

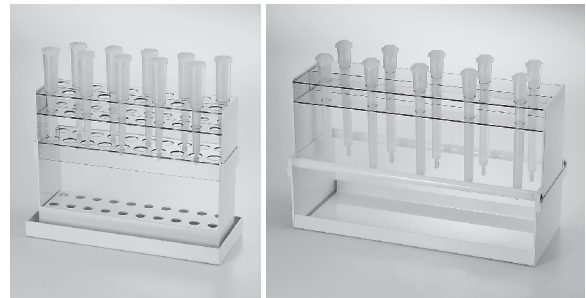


種類	内径(mm)	長さ(mm)	容量(mL)	液溜槽容量(mL)
S	5.0~5.5	50	1.0	8.0
M	6.5~8.5	5.8	2.5	10.0
L	10.0~11.0	118	10.0	5.0 ^{*1}

*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、ライブ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】

ムロマック®分液ロートはガラス製で耐薬品性に優れ、ムロマック®ガラスカラム(S・M・ロング各種)に互換性のあるすり合わせ規格を有しています。



種類	容量(mL)
S	500
M	1000

お問合せ先

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

[東京] TEL. 03-3525-4792 [大阪] TEL. 06-6393-0007 [本社] TEL. 0944-41-2131



分析業務を支える、 確かなpH測定

卓上型水質計 Xシリーズ



研究室でのルーチン測定から
多検体分析まで、
安心して使える
pH測定を実現します。



タッチパネル搭載

大きく見やすい表示で
測定結果を直感的に確認

用途に応じた多種多様なpH電極

標準タイプの他に「つきさし用」、
「微量用」、「流液用」など、
広範囲の用途に対応

ラインアップ

マルチ水質計:MM-43X
pH・イオンメータ:HM-42X
電気伝導率計:CM-42X

省力化を実現する多検体測定システム

マルチ水質計 MM-43X+ターンテーブルTTT-710
多検体pH・電気伝導率測定システム



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)0219

●東京:03(3202)0226 ●大阪:06(6312)5100 ●札幌:011(726)9859 ●仙台:022(353)6591 ●千葉:0436(23)7531
●名古屋:052(485)8175 ●広島:082(568)5860 ●四国:087(831)3450 ●九州:093(551)2727



Jupiter

Solid nebulizer

レーザーアブレーションの
“当たり前”を、もう一段上へ。

fsレーザー、ガルバノ光学系搭載により定量精度を確保したJupiter Solid nebulizer。
新たに機能をアップグレードしました。

新機能

1. 強化された撮像系による高解像度試料観察
2. 片手で試料交換可能な新型スライドセルによる、位置再現性、メンテナンス性の向上
3. スポット径可変 (5~15 μm) *
4. オートローダーによる自動測定 *
5. 新開発2D・3Dソフトウェア (XQuant3D) *
6. 無機有機ハイブリッド分析

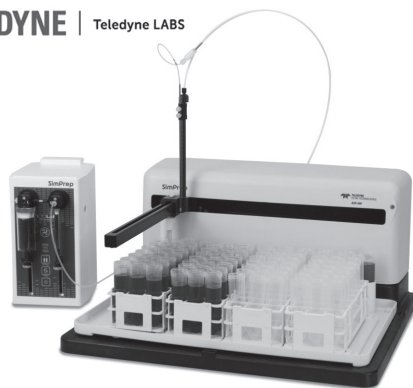
*オプション



SimPrep

精度と効率を両立する、前処理の新基準

TELEDYNE | Teledyne LABS



- 試料の希釈、混合、酸添加などの前処理を自動化し作業時間を大幅に短縮
- オペレーターの手作業を減らし、人的ミスの低減
- オフラインによる装置稼働率の向上、メンテナンスの簡素化

MICAP

窒素が拓く、新世代のICP-OES

RADOM™



- 安価な窒素の使用によるランニングコストの低減
- Cerawave™技術によりチラー不要での運用を実現
- 小型化による省スペース設置が可能

ST.JAPAN INC.

株式会社 エス・ティ・ジャパン
URL: <https://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 /
〒540-6127 大阪府大阪市中央区域見2-1-61 ツイン21 MIDタワー
TEL: 06-6949-8444 FAX: 06-6449-8445

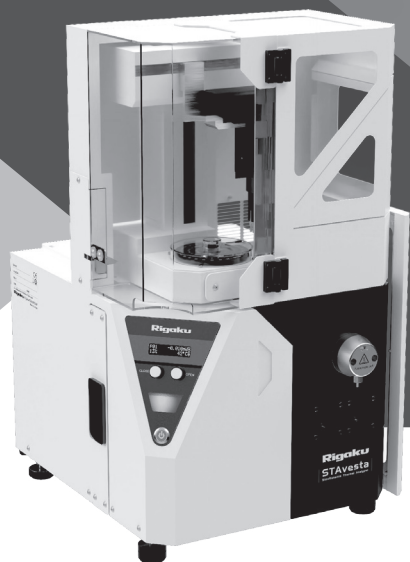


Rigaku

見るチカラで、世界を変える

STAvesta

熱重量-示差走査熱量測定装置



高精度 × 安定性 × 自動化の革新

別次元の新世代TG-DSC

温度精度: ± 0.05 °C

TG感度: 0.18 μ g

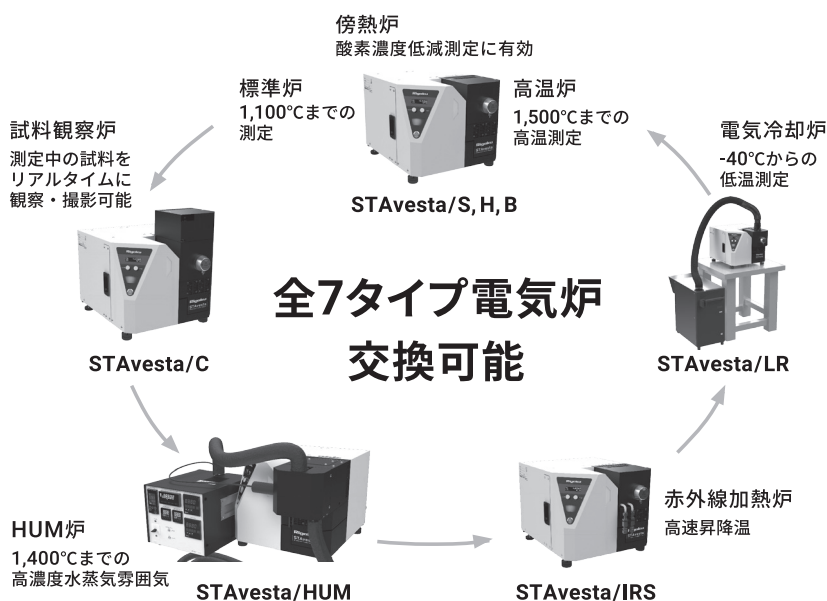
TGレンジ: ± 500 mg

DSC熱量制度: $\pm 1\%$

DSC比熱精度: $\pm 3\%$

他に類を見ない圧倒的な拡張性

全ての電気炉をユニット化したことにより、装置本体はそのまま、試料観察はもちろん、低温・加湿・高速昇温と、電気炉交換だけで測定が可能になりました。1台で多様な熱分析を実現するマルチユース設計になっています。



業界初の自己診断機能
vestaeye 搭載

装置状態を常時監視、
異常の早期発見で
毎日安心した測定に貢献

STAVesta
詳細はWEBページへ

高分子材料分析の強力な戦力！
マルチショット・パイロライザー

EGA/PY-3030D

未知試料へ多面的にアプローチ

発生ガス分析や瞬間熱分析などの組み合わせにより
未知試料を多面的に熱分解GC/MS分析

前処理なしで迅速に分析

あらゆる形態のポリマー試料を煩雑な前処理なしで
簡単・迅速に分析

高性能で高信頼

サーモグラムとパイログラムの高い再現性を保証



用途に合わせて選べる関連製品

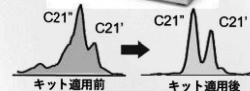
スプリットレス熱分解用オプション装置 MFS-2015E

微量ポリマーの検出感度が大幅向上！



NEW 異常ピーク解消キット

キャピラリーGC分析における中・高沸点領域の
異常ピーク出現を解消！



NEW Smart 微粒子コレクター

試料水中のマイクロプラスチックを試料カップに直接捕集！
捕集から測定までスムーズなプロセスを実現



NEW 迅速凍結粉碎装置 IQ MILL-2075

簡単操作！扱いやすい卓上型の粉碎装置

静かな作動音 … 周辺での会話が可能（粉碎時の騒音参考値 55 dB）

短時間 & パワフルに粉碎 … 高速上下ねじれ®運動による効率的な粉碎

試料に合わせた細かな条件設定 … 粉碎速度/時間/サイクル数の設定
種類豊富な粉碎子と容器

液体窒素消費量が少なく省エネ … 液体窒素の最小消費量は約300 mL

DNA抽出用に細胞破碎を効率化する専用モデルもございます

高分子材料や生体試料などの
粉碎・攪拌・分散に最適



製品情報

フロンティア・ラボ 株式会社

www.frontier-lab.com/jp info@frontier-lab.com

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

※価格はすべて税込です

<p>化学分析・化学実験</p>		<p>ToF-SIMS : Surface Analysis by Mass Spectrometry 2nd edition John C. Vickerman and David Briggs 著 B5 51,700円(税込) 二次イオン質量分析法の装置と試料の取扱い、二次イオン形成のメカニズム、データ解析アプリケーション例など (Surface Spectra, Ltd.).</p>	<p>マデ ネジ ジタ メル デー ン トタ</p>
<p>粉末 X 線解析の実際 第3版 中井 泉・泉 富士夫 編著 B5 308頁 定価6,490円(税込) 粉末回折法の全容を実践的に理解できる。[内容] 原理/データ測定・読み方・活用/特殊な測定法と試料/リートベルト法/RIETAN-FPの使い方/MEM・MPF 解析/未知結晶構造解析/先端材料への応用/他</p>	<p>朝 倉 書 店</p>	<p>分析機器の手引き 一機能の理解と活用— 一般社団法人 日本分析機器工業会 編 B5 192頁 定価3,300円(税込) 多様な装置の構造と操作を理解し、試料や分析目的に応じた適切な機器選定を行うことができる、研究室で役立つ必携の一冊。</p>	<p>丸 善 出 版</p>
<p>図説 表面分析ハンドブック 日本表面真空学会 編 B5 576頁 定価19,800円(税込) 約120の手法を見開き形式で解説。実際の適用例を複数紹介し、その手法の特徴や主な適用先などをまとめ、一目で概要がわかるよう工夫。試料の種類や性質、目的により適切な手法を選択するためのリファレンス。</p>	<p>朝 倉 書 店</p>	<p>誘導結合プラズマ質量分析法 原書4版 装置の基礎から測定法・メンテナンスまで Robert Thomas 著 プラズマ分光分析研究会 訳 A5 478頁 定価19,800円(税込) 微量元素分析に用いられる誘導結合プラズマ質量分析法(ICP-MS)について、詳細かつ網羅的に解説した専門書。</p>	<p>丸 善 出 版</p>
<p>蛍光 X 線分析の実際 第2版 中井泉 編/日本分析化学会 X 線分析研究懇談会 監修 B5 280頁 定価6,490円(税込) 試料調製、標準物質、蛍光 X 線装置スペクトル、定量分析などの基礎項目を平易に解説し、食品中の有害元素分析、放射性大気粉塵の解析、文化財への非破壊分析など豊富な応用事例を掲載した実務家必携のマニュアル。</p>	<p>朝 倉 書 店</p>	<p>放射化学</p>	
<p>分析化学の基本操作 器具選び・試料処理・データ整理 上本 道久 著 A5判 202頁 定価3,520円(税込) 分析化学の基礎である、どの器具を適切に使用し、どうやって正しくはかるか、どこまでの数値に信頼性があるかを豊富な図表とともに解説。</p>	<p>丸 善 出 版</p>	<p>放射化学の事典 日本放射化学会 編 A5 376頁 定価10,120円(税込) 生命科学・地球科学・宇宙科学等の基礎科学の基本概念である放射化学を約180項目・各1~4頁で解説した読む事典。[内容] 放射線計測/人工放射性元素/原子核プローブ・ホットアトム化学/分析法/環境放射能/原子力/宇宙・地球化学/他</p>	<p>朝 倉 書 店</p>
<p>機器分析</p>		<p>化学一般・その他</p>	
<p>Pyrolysis-GC/MS Data Book of Synthetic Polymers 合成高分子の熱分解 GC/MS ハンドブック Tsuge, Ohtani, Watanabe 著 エルゼビア 2011 刊 47,300円(税込) 163種の合成高分子の熱分解 GC/MS、また33種の縮合系高分子には反応熱分解 GC/MSも測定したデータ集、パイログラム、生成物の帰属、相対生成率、保持指標、質量スペクトルと構造式など、昇温過程での生成物のサーモグラムとその平均質量スペクトルも収録。</p>	<p>マデ ネジ ジタ メル デー ン トタ</p>	<p>触媒総合事典 触媒学会 編 A5判 548頁 定価14,300円(税込) 触媒の基礎から幅広い応用分野まで網羅する中項目事典。約250のトピックを通じて我々の豊かな生活を支える触媒を総覧できるレファレンス。</p>	<p>朝 倉 書 店</p>
<p>Mass Spec: Desk Reference, 2nd edition 7,700円(税込) 質量分析に使われる用語の解説と誤用される用語例。質量分析の書誌情報の集積。(Global View Publisher)</p>	<p>マデ ネジ ジタ メル デー ン トタ</p>	<p>機械学習による分子最適化 数理と実装 梶野 洸 著 A5 312頁 定価3,520円(税込) 機械学習を用いた新規分子構造の生成や最適化にまつわる技術について、基礎理論から実装まで一貫して解説。</p>	<p>オ ー ム 社</p>
<p>Surface Analysis by Auger and X-Ray Photoelectron Spectroscopy David Briggs and John T. Grant 編 B5 51,700円(税込) 表面分析に欠かせない AES と XPS 法の原理、装置、試料の扱い、電子移動と表面感度、数量化、イメージング、スペクトルの解釈など (Surface Spectra, Ltd.).</p>	<p>マデ ネジ ジタ メル デー ン トタ</p>		

◆掲載図書発行所◆

図書購入・問い合わせなどは、下記発行所に直接ご連絡ください。

※価格はすべて税込です

(株)朝倉書店	URL : https://www.asakura.co.jp/ 〒162-8707 東京都新宿区新小川町 6-29	☎03(3260)7631
(株)オーム社	URL : https://www.ohmsha.co.jp/ 〒101-8460 東京都千代田区神田錦町 3-1	☎03(3233)0641
(株)デジタルデータマネジメント	URL : http://www.ddmcorp.com 〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町 1-11-8 紅萌ビル	☎03(5641)1771
丸善出版(株)	URL : https://www.maruzen-publishing.co.jp/ 〒101-0051 東京都千代田区神田神保町 2-17 神田神保町ビル	☎03(3512)3256

次回の図書案内は 2026 年 12 月号に掲載します。

SPR に関する略号

1 はじめに

装置の小型化・高性能化は、センサーシステムを開発している研究者が常に追い求めているテーマの一つである。現在はスマートデバイスも一般的になり、心拍数や血圧など、比較的単純な物理情報や吸光度を利用した酸素濃度の測定などは実用化されている。しかし、化学的な情報はそれほど単純には得ることができず、応答に利用する化学反応や物理変化と、この情報をコンピュータへ送るための変換方法の組み合わせについて現在も多くの研究がなされている。

比色分析は化学分析の基本的な手法であり、様々な呈色反応や化学平衡に基づく色調変化を利用するものである¹⁾。目視や吸光度計、あるいは波長(色)を絞って単色光源とフォトダイオードなどを組み合わせる例が多く、単純な系で精度の高い測定を行うことができる。この呈色に用いる方法にも様々な方法があるが、近年はナノメートルサイズの金属微粒子による表面プラズモン共鳴(surface plasmon resonance, SPR)現象を利用するものが増えてきている。

また、最近のスマートフォンの機能の進歩は著しい。かつてはおまけ程度であったカメラ機能だが、現在はSNSの流行も合わさって電話機能よりも重要視されることがあり、スマートフォンの開発メーカーも特に力を入れている機能である。そのため色分解能や空間分解能の向上には目を見張るものがあり、細やかな色や明るさの違いをデジタル化して記録することができる。この能力は色や吸光度の違いで分析を行う比色分析との相性が非常に良いため、スマートフォンをSPR等を利用した比色分析の検出器兼コンピュータとして応用する方法も検討されている。このような研究分野をlaboratory on a smartphone (LoS)と呼ぶが、この名称はまだそれほど広く浸透しておらず、発表される論文タイトルの多くは「Smartphone-based…」や「…based on smartphone platform」のような記述が多数を占める。しかし本質的に同じものであるため本稿ではまとめて扱い、SPR現象とその関連用語、それを利用したLoSや周辺技術について解説する。

2 表面プラズモン共鳴現象

金属における自由電子の集団振動による疎密波が電磁波と結合した系はプラズモンポラリトン(surface plasmon polariton)と呼ばれる。これは金属表面においては平面波として伝搬することができ、これが表面プラズモンポラリトン(以下表面プラズモン)と呼ばれるものである²⁾³⁾。市販されているSPRセンサー装置の多くは、全反射により発

生するエバネッセント(evanescent)光と表面プラズモン間で起こる共鳴吸収を利用して、反射光が減衰する角度や波長から金属近傍の試料の誘電率の情報を得るようになってきている。これは伝搬型SPRとも呼ばれ、50 nm程度の厚さの金や銀の薄膜がよく使われている。これに対して、金属微粒子内に閉じ込められた自由電子の疎密波により生じるプラズモンを伝搬光で励起する方法が存在する³⁾⁴⁾。この手法は局在型表面プラズモン(localized surface plasmon resonance, LSPR)共鳴とも呼ばれ、金属ナノ粒子を分散させた溶液と試料溶液を混合して、スペクトルや吸光度の変化を観測する手法が用いられている。金属ナノ粒子表面を測定対象物と特異的に結合する化学種で被覆することにより選択性の付与も可能である。

3 金属ナノ粒子

金属ナノ粒子によるLSPR現象はステンドグラスや薩摩切子などの着色にも用いられており、意外とその歴史は長い⁵⁾⁶⁾。金属ナノ粒子の生成は金属イオンを溶液中で還元する方法が良く用いられ、真空蒸着装置のような大がかりな設備を用いずに湿式化学ですべての実験を行えることもあり、非常に多くの研究がなされている。

金属微粒子によるLSPRの光学的な特性は金属の種類や微粒子の大きさ、形状、凝集状態などの影響を強く受ける。金属種は金(gold nanoparticles, GNPs, AuNPs)と銀(silver nanoparticles, AgNPs)が主である。ナノ粒子の形状や楕円形微粒子のアスペクト比の影響は大きく、銀の(111)平面に沿った正三角柱状のナノプレートのアスペクト比を変えることで色の三原色であるイエロー、マゼンダ、シアンを表現したり⁵⁾、金のナノロッドのアスペクト比を2.5~8.5の間で調整することで吸収スペクトルのピーク波長を650 nm付近から1300 nm付近までダイナミックに変調したりできることも報告されている⁶⁾。

さらに、金や銀のナノ粒子の表面に形成した自己会合単分子膜のpHによるプロトン化/脱プロトン化や金属ナノ粒子の凝集と分散が自立的に起こることを利用した「pHオシレーター(pHクロック)」の研究も行われている⁷⁾。この現象では、例えば2-fluoro para-mercaptophenolで修飾した金ナノ粒子を含む溶液の場合、金ナノ粒子の凝集状態と分散状態に対応するSPRバンド(それぞれ563 nmと523 nm)が交互に現れ、目視で紫色と赤色の間を行き来することが報告されている。

このように、特に金や銀のナノ粒子は作製の容易さと、形状や状態でSPR吸収バンドが変化することを利用して様々な研究に応用されている。

4 Laboratory on a Smartphone

スマートフォンをセンシングデバイスの一部として用いる研究は2013年頃にはすでに登場しており、センサー装置からの信号を無線接続で取得したり、比色分析や顕微鏡用の測定デバイスの一部としたりするなど、様々な応用が試みられている⁸⁾。現在のスマートフォンは、特にカメラ機能の進歩が著しく、高い空間分解能と色分解能を持って非常に美しい写真を撮ることができる。これは100 mm³程度の極めて狭い空間に高度に光学設計された非球面レンズを組み合わせて色収差を抑え、最大で1200万画素のイメージセンサーの応答範囲を限界まで利用しているためである(一部の機種にはこれを大きく超える画素のものがあるが、4または9画素を1画素として扱い、実質的に1200万画素相当で使用しているものが多い⁹⁾。このような光学系を持ったカメラに対して、レンズの直前に回折格子を配置することでイメージセンサー上の座標が波長に対応する分光器とすることができる。この方法による波長分解能は1~15 nmにもなり¹⁰⁾、市販されている分光計に引けを取らない性能を持たせることができる。

しかし、レンズの前に回折格子を配置する場合、レンズと回折格子の位置関係にわずかでもずれが生じるとイメージセンサー上の座標と波長の関係が崩れるため、そのたびに校正が必要になり、スマートフォンの利点の一つである携帯性を生かすことができない。そのため、近年のLoSの研究ではカメラの空間分解能ではなく色分解能を利用する研究が多く見られる。つまり比色分析とスマートフォンを組み合わせ、呈色反応をカメラ機能で撮影して同時に分析を行うというものである。この方法ならば映像上の指定した箇所の赤、青、緑の三原色の深度を比較すればよいため、スマートフォンとセンサー部分のずれを気にする必要がなくなる。また、イメージセンサー全体の三原色の深度の分布を取得することができるため、電子顕微鏡におけるエネルギー分散型X線分析のようなマッピングを行うこともできる。携帯性に関しても、必要な時だけスマートフォンに試料部を含むアタッチメントを装着して運用することができるため、携帯性も維持も容易である。また、近年の3Dプリンターの普及と性能の向上がこの研究を後押ししており、スマートフォン用のアタッチメントも研究室で開発している報告も多い¹¹⁾。このような装置で蛍光やMie散乱等を利用したイメージングや、紙にしみこませた試薬による呈色反応をカメラで撮影するような分析がなされている。

LSPRによる発色は金属種や会合状態、微粒子のアスペクト比などの制御によって色の変化をある程度制御できるため、LoSと組み合わせる研究も増えてきている。その手法もだんだん高度化しており、デバイスプレート上に滴下した大腸菌を国産の遺伝子増幅技術であるループ介在等温増幅(loop-mediated isothermal amplification, LAMP)法¹²⁾によって増殖させ、これをLSPRによる呈色反応としてスマートフォンのカメラで記録し、三原色の深度で検量線を作成する研究が報告されている¹³⁾。この報告では大腸菌を滴下して10分でカメラ撮影の緑の深度に顕著な変化が見られており、30分後には目視でも色の変化を確認する

ことができ、PCR法に近い感覚で扱える手軽な分析法となっている。

5 まとめ

本稿では、SPRに関連した用語とこれを利用するLoSと呼ばれるスマートフォンを活用した研究事例の一部を中心に解説を行った。SPRを利用したLoSは携帯性に優れ、安価な割に高性能の分析システムを構築できる手法として、分析化学の研究の一つの分野として今後発展していくものと期待できる。

本稿が新しい研究分野を開拓したい方にとって良い情報源となれば幸いである。

文 献

- 1) 稲川有徳：ぶんせき (*Bunseki*), **2022**, 22.
- 2) 永島圭介：プラズマ・核融合学会誌, **84**, 10 (2008).
- 3) 林 真至：応用物理, **80**, 66 (2011).
- 4) 岡本隆之：分光研究, **64**, 308 (2015).
- 5) 溝口大剛, 宮澤雄太, 室内聖人：J. Jpn. Soc. Colour Mater., **89**, 117 (2016).
- 6) 高橋幸奈, 山田 淳：J. Jpn. Soc. Colour Mater., **90**, 426 (2017).
- 7) I. Lagzi, B. Kowalczyk, D. Wang, B. A. Grzybowski：Angew. Chem. Int. Ed., **49**, 8616 (2010).
- 8) M. Mitsushio：Anal. Sci., **36**, 141 (2020).
- 9) V. Blahnik, O. Schindelbeck：Adv. Opt. Technol., **10**, 145 (2021).
- 10) A. J. S. McGonigle, T. C. Wilkes, T. D. Perking, J. R. Willmott, J. M. Cook, F. M. Mims III, A. V. Parisi：Sensors, **18**, 223 (2018).
- 11) S. Banik, S. K. Melanthota, Arbaaz, J. M. Vaz, V. M. Kadambalithaya, I. Hussain, S. Dutta, N. Mazumder：Anal. Bioanal. Chem., **413**, 2389 (2021).
- 12) 高野 弘, 酒井栄一, 佐々木泰晴：モダンメディア, **60**, 211 (2014).
- 13) S. K. Thio, S. W. Bae, S. Park：Sens. Actuators B, **358**, 131543 (2022).

〔鹿児島大学大学院理工学研究科 満塩 勝〕