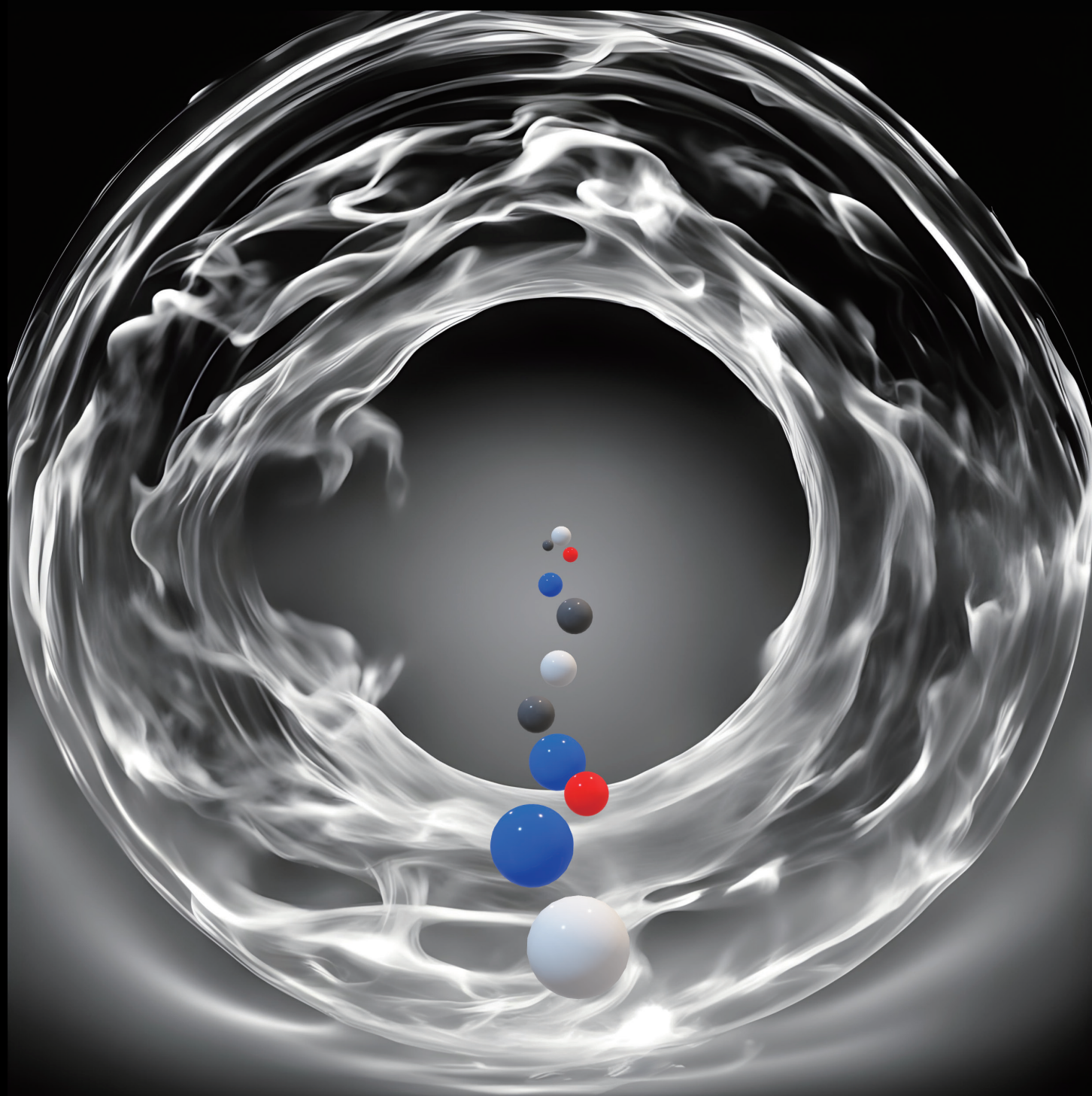


ぶんせき ⑤

Bunseki 2024

The Japan Society for Analytical Chemistry



日本分析化学会

<https://www.jsac.jp>

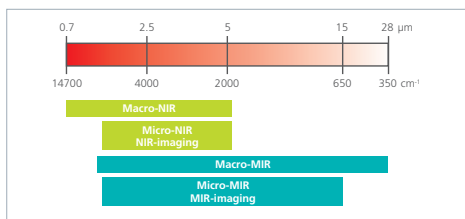


**FT-IR IMAGING
THAT'S CLEARLY
MEASURABLY AMAZING**

IR イメージングシステム Spotlight 400



各測定モードの測定波数範囲



1 台の装置に 6 つの測定モードを搭載可能

- マクロ MIR/ マクロ NIR
- 顕微 MIR/ 顕微 NIR
- MIR イメージング / NIR イメージング

イメージングの特長

- ピクセルサイズを選択 (6.25 μm, 25 μm, 50 μm)
- イメージングサイズを自由に可変 (25 μm - 50 mm)
- ATR イメージング
(最小 1.56 μm/ ピクセルの空間分解能を実現)

**低波数 650 cm⁻¹ (透過・反射測定時) までの
イメージング測定が可能**

**100 μm × 100 μm から 50 mm × 50 mm まで
のイメージング領域を任意に選択**

PerkinElmer Japan 合同会社

www.perkinelmer.co.jp



本社 〒221-0031 神奈川県横浜市神奈川区新浦島町 1-1-32 アクアリアタワー横浜 2F TEL. (045) 522-7822 FAX. (045) 522-7830

ガスクロマトグラフ質量分析計

GCMS-QP2050

Excellence Redefined



分析業務を取り巻く事業環境やニーズは時代とともに大きく変わってきています。

GCMS-QP2050は、島津製作所が誇る技術を集約した、これからも時代をリードする新世代のガスクロマトグラフ質量分析計です。圧倒的な信頼性と安定性を誇るハードウェアと、優れた操作性と卓越した自動化技術を搭載したソフトウェアにより、新しい価値を提供します。

Minimum Maintenance, Maximum Progress

最小限のメンテナンスで最大限の成果

Simple Operation, Confident Results

シンプルな操作で確実な分析結果

One Instrument, Infinite Possibilities

1台の装置に無限の可能性

詳しい製品情報はこちら



50 years

Shodex
HPLC Columns

おかげさまで Shodex は50周年

みなさまからの長年のご愛顧に心より感謝申し上げます。

これからもお客様の分析のお役に立てるような
HPLCカラムをお届けしてまいります。



50周年記念特設サイト
www.shodex.com/ja/50th.html

RESONAC

各種標準物質 (RM, CRM)

PFAS関連 (EPA 1633対応など)、RoHS (MCCPs、TBBPA)、REACH規則 (PAHs) など取り扱っております。
核燃料関連 (ウラン、トリウム、プルトニウム)、環境中放射能標準物質などもございます。

<p>ICP-OES/ICP-MS AAS/IC</p>	<p>固体発光分光分析 蛍光X線 / ガス分析</p>	<p>物理特性 / 熱特性</p>	<p>有機標準物質</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・無機標準液 / オイル標準液 ・鉄・非鉄各種金属 ・工業製品 (石炭、セメント、セラミックス等) ・環境物質 (土壌、水、堆積物、岩石等) ・乳製品、魚肉、穀物等 	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄・非鉄各種金属 ・工業製品 (石炭、セメント、セラミックス等) ・環境物質 (土壌、水、堆積物、岩石等) ・(乳製品、魚肉、穀物等) 	<ul style="list-style-type: none"> ・X線回折装置用 Si powder, Si nitride, 等 ・粒度分布計用 ・熱分析用 DSC (In, Pb, 等) ・粘度測定用 ・膜厚分析用 	<ul style="list-style-type: none"> ・製薬標準物質 SPEX, LGC, EP, USP, TRC, MOLCAN ・認証有機標準液 ・ダイオキシン類 / PCB ・有機元素計用標準物質 ・Cayman Chemical

Cole-Parmer 社 (旧 SPEX 社) 前処理機 (フリーザーミル・ボールミル)

凍結粉碎機 (Freezer / Mill)

粉碎容器にインパクトター (粉碎棒) とサンプルを一緒に入れ、液体窒素にてサンプルを常時凍結させて運転を開始します。インパクトターを磁化させ、往復運動させる事による衝撃でサンプルを粉碎します。やわらかいサンプルや熱に弱い生体サンプルに最適です。

〈サンプル例〉プラスチック、ゴム、生体サンプルなど、
〈使用例〉ICP, XRF, GC, LCの前処理 DNA/RNAの抽出の前処理

ボールミル (Mixer / Mill)

SPEX独自の8の字運動により、効率的な粉碎、混合が可能。サンプルに合った粉碎容器、ボールを選択可能。

〈サンプル例〉岩石、植物、錠剤、合金など
〈使用例〉ICP, XRFの前処理 メカニカルアロイニング



日本バイオテクノロジー認証機構 (JBCO) 技能試験



(一社) 日本バイオテクノロジー認証機構 (JBCO) ではISO / IEC 17043 (技能試験提供者認定) に準じて各種技能試験を開催しております。全ての技能試験についてフォローアップセミナーが開催されるのが大きな特色で、試験結果に対する追跡が可能です。また理化学試験、リアルタイムPCR試験については余剰試料の頒布を行っており、その後の精度管理及びメソッド開発などへ活用できます。



〈現在頒布中の余剰サンプル〉
理化学試験：栄養成分・ヒスタミン
さばしょう油煮：(プルトップ缶、容量約80g)
さば水煮：(プルトップ缶、容量約80g)
・リアルタイムPCR (DNAコピー数の測定) プローブ法 or インターカレータ法

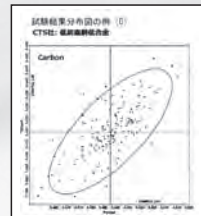
海外技能試験輸入代行サービス

技能試験 (外部精度管理) とは・・・

技能試験提供機関が提供する未知サンプルを分析することによって、分析者の分析技能を測るテストです。分析能力に関して中立的な評価が得られ、国内外の参加試験所と分析能力の比較が出来ます。

〈メーカー/サンプル例〉

- ・LGC (ドイツ)：環境・食品・飲料・アルコール・微生物・化粧品・製薬・オイル・飼料
- ・CTS (アメリカ)：鉄鋼・非鉄・樹脂
- ・iis (オランダ)：ポリマー (化学試験)・繊維・化粧品
- ・NIL (中国)：ポリマー (化学試験・物性試験) 鉄鋼原料
- ・NSI (アメリカ)：飲料水・環境・食品・微生物・製薬
- ・PTP (フランス)：非鉄関連・航空宇宙関連試験
- ・TESTVERITAS (フランス)：食品・食肉・野菜



YouTubeチャンネル [西進商事公式]

弊社取り扱い製品の情報を公開中です。(順次アップロード予定)



SEISHIN

標準物質専門商社

西進商事株式会社

<https://www.seishin-syoji.co.jp/>

本社 〒650-0047 神戸市中央区港島南町1丁目4番地4号
TEL.(078)303-3810 FAX.(078)303-3822
東京支店 〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目12番地7号 (RBM芝パークビル)
TEL.(03)3459-7491 FAX.(03)3459-7499
名古屋営業所 〒450-0002 名古屋市中村区名駅4丁目2番25号 (名古屋ビルディング桜館4階)
TEL.(052)586-4741 FAX.(052)586-4796
北海道営業所 〒060-0002 札幌市中央区北二条西1丁目10番地 (ピア2・1ビル)
TEL.(011)221-2171 FAX.(011)221-2010

計測技術セミナー

(公社)日本分析化学会と共催

分析化学における不確かさ研修プログラム

楽しく！ 簡単に！ わかりやすく！

オンライン参加も可能になりましたので、遠方の方も是非ご参加下さい

受講者全員に目が届く
少数定員

講義と演習を
繰り返すので身に着く

受講者全員に
受講証明書を発行

未経験者でも
簡単に不確かさの計算が
できるようになる

複数の講師が対応

受講者一人一人の
理解度を確認しながら
進めるので安心！

社員教育として
活用できる！

難しい数式や
偏微分は
使いません！

質問
しやすい！

その他、JEMICで開催しているセミナー

「知っておきたい不確かさの評価法 応用編」
「不確かさ評価に必要な統計的手法」
「事例で学ぶ不確かさ：電気編」
「事例で学ぶ不確かさ：温度編」
「ISO/IEC 17025：2017内部監査員研修」

「ISO/JIS Q 10012計測器管理規格の解説と活用」
「質量計の校正と不確かさ評価」
「一次元寸法測定器の校正と不確かさ評価」
「温度測定の基礎」 「抵抗温度計の校正」
「熱電対の校正」 「放射温度計基礎講座」など



問い合わせ先

ジェミック
日本電気計器検定所 (JEMIC) セミナー事務局

〒108-0023 東京都港区芝浦4-15-7

TEL : 03-3451-1205 / E-Mail : kosyukai-tyk@jemic.go.jp

セミナー詳細はこちら https://www.jemic.go.jp/gizyutu/j_keisoku.html



標準器・計測器の校正試験については下記へお問い合わせください

日本電気計器検定所

<https://www.jemic.go.jp/>

- **JEMIC** は、電気、磁気、温湿度、光、時間、長さ、質量、圧力、トルク、力のJCSS校正を行っています。
- **JEMIC** が発行する国際MRA対応JCSS認定シンボル付き校正証明書は、品質システムの国際規格ISO 9000S、自動車業界の国際的な品質マネジメントシステム規格IATF 16949の要求に対応できます。

お客様のニーズに応えるネットワークと、
永年にわたる研究を基盤とする実績。
校正試験のことなら、
JEMIC にご相談ください。

校正試験実施・窓口

- **本社**
〒108-0023 東京都港区芝浦4-15-7
Tel.03-3451-6760 Fax.03-3451-6910
- **中部支社**
〒487-0014 愛知県春日井市気噴町3-5-7
Tel.0568-53-6336 Fax.0568-53-6337
- **関西支社**
〒531-0077 大阪市北区大淀北1-6-110
Tel.06-6451-2356 Fax.06-6451-2360
- **九州支社**
〒815-0032 福岡市南区塩原2-1-40
Tel.092-541-3033 Fax.092-541-3036

JEMICのネットワーク・代表電話

- **本社**
03-3451-1181
- **北海道支社**
011-668-2437
- **東北支社**
022-786-5031
- **中部支社**
0568-53-6331
- **北陸支社**
076-248-1257
- **関西支社**
06-6451-2355
- **関西支社京都事業所**
075-681-1701
- **中国支社**
082-503-1251
- **四国支社**
0877-33-4040
- **九州支社**
092-541-3031
- **沖縄支社**
098-934-1491



JEMICイメージキャラクター
「ミクちゃん」





FRONTIER LAB

パワフル粉碎とシンプル操作の卓上可搬型

新製品

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、サイクル間の停止時間です。回転ノブとタッチパネルで簡単に設定できます。

● 短時間で効率的に微粉碎

- ✓ パワフルな衝撃と剪断力で粉碎時間を数秒へ大幅短縮
高弾性ベルトを用いた高速上下ねじれ®運動による粉碎方式を採用しており、試料の迅速粉碎が可能です。 特許第7064786号
- ✓ 粉碎時の静かな作動音
粉碎時に発生する音は55 dB程度で通常会話を妨げません。
- ✓ 同一プログラムで最大3試料の同時粉碎が可能
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。

● 省エネの試料冷却キット付属

- ✓ 液体窒素の消費量は300 mL程度 (試料と粉砕子入りの試料容器1個の場合)
標準付属の試料冷却キットには冷媒容器、 tong、試料冷却ホルダーが含まれます。
- ✓ 冷媒を使わない室温粉碎も可能

通常会話を妨げない
静音設計



仕様

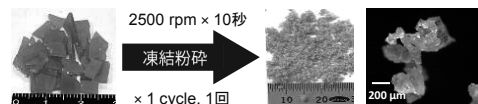
粉碎温度	室温あるいは冷媒（液体窒素等）を用いる試料冷却	
粉碎設定	回転数 (rpm)	50 から 最大 3000 (無段階設定)
	回転時間 (秒)	10 から 60 (10 秒毎)
	回転サイクル間の待ち時間 (秒)	10 から 600 (10 秒毎)
	回転サイクル数	1 から 10 (1サイクル毎)
安全装置	マイクロスイッチと手動ロック方式による誤動作防止	
本体寸法、重量	幅 270 × 奥行 340 × 高さ 300 (mm), 約 12 kg	
電源 (50/60 Hz)	AC 100/120 V あるいは 200/240 V (450 VA)	

高速上下ねじれ®運動



試料容器内における粉砕子の高速上下ねじれ®運動により試料を短時間で効率的に粉砕します。

粉砕例：ポリイソブレン (0.53 g)



40種以上の粉砕応用例をウェブサイトから閲覧可能！

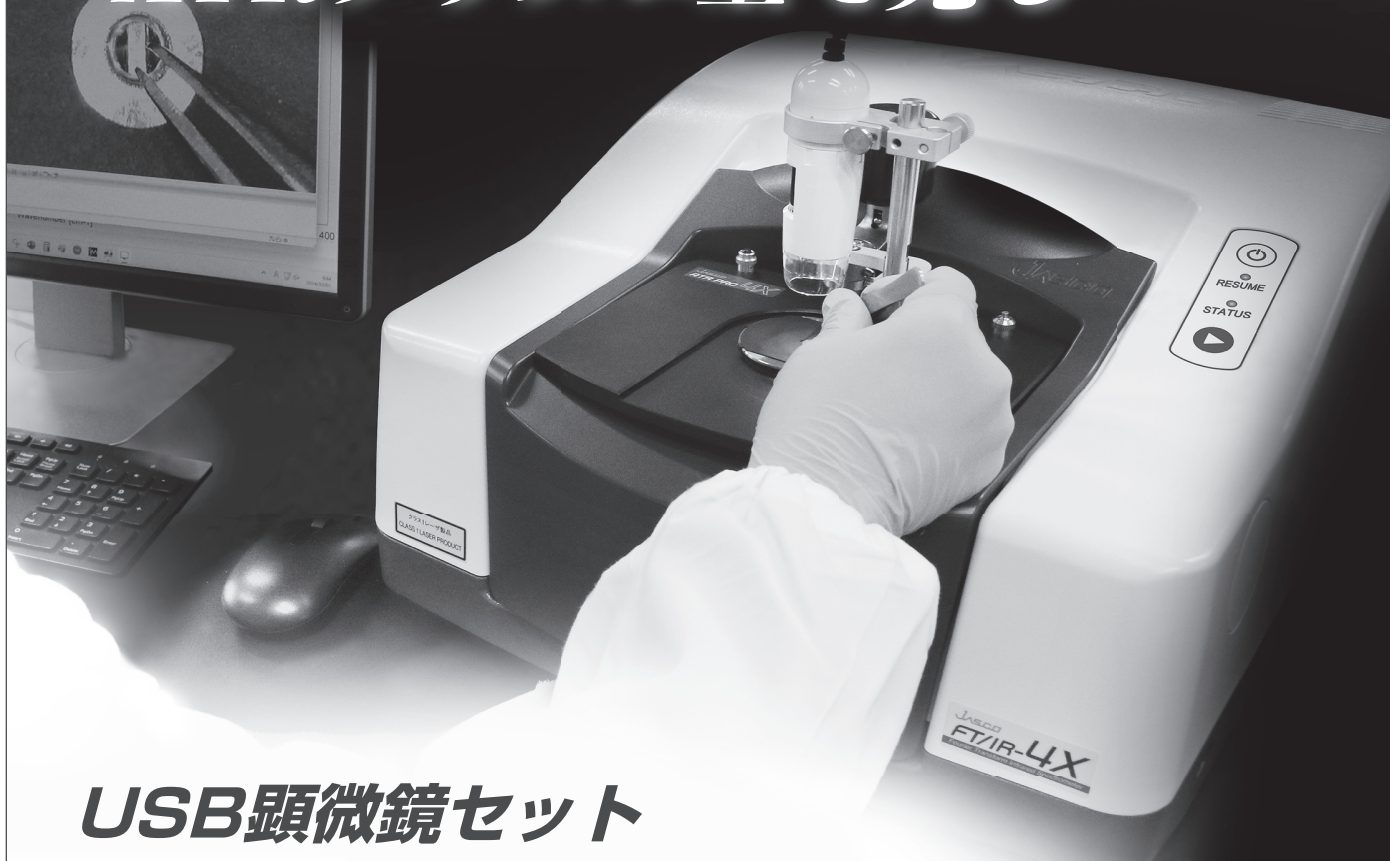
フロンティア・ラボ 株式会社

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



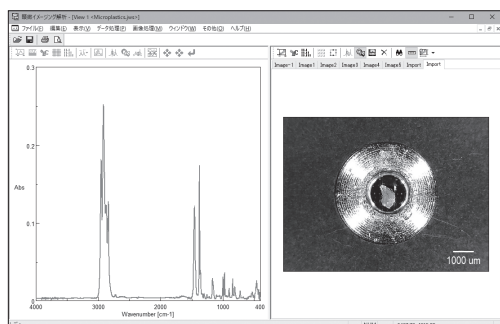
高性能の熱分解装置と金属キャピラリーカラムの開発・製品化に専念して、洗練された製品をお届けしています

サンプル画像を ATRプリズム上で見る



USB顕微鏡セット

USB顕微鏡セットは、測定前のサンプル画像をATRプリズム上で取得し、スペクトルと画像データを一つのファイルに保存可能です。スペクトルマネージャーでサンプルサイズの計測も行え、小さなサンプルも拡大された観察画像で取扱えます。



スペクトルと画像をセットで保存

「スペクトル」、「ATRプリズムに密着したサンプル画像*」、「USB顕微鏡で取得した密着前のサンプル画像」を、一つのファイルに保存できます。

* ATR PRO 4X VIEW の場合



特長

- ・移動の手間削減：測定前に試料画像をATRプリズム上で取得
- ・作業が簡単：小さな試料も拡大された観察画像で取扱いが簡単
- ・確実な紐付け：スペクトルと画像データを1つのファイルに保存
- ・便利な機能：ソフトウェア上で試料サイズを計測

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)

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色仕様は、
改善のため予告なく変更することがあります。

標準物質



標準物質とは

分析機器の校正、性能向上
分析技術の進歩、確立
分析対象物の値づけ

に用いられます。

より正確な分析データを求めるには、高い信頼性のある標準物質を御使用下さい。

標準物質は以下の分野に数多くあります。

- | | | |
|------------|-------------|----------|
| ・環境、生体、食物 | ・ガラス、セラミックス | ・粘度、密度 |
| ・石炭、石油(燃料) | ・有機、無機分析 | ・比表面積、粒径 |
| ・残留農薬 | ・薬局方試料、臨床化学 | ・X線分析各種 |
| ・金属、鉱石、鉱物 | ・抗血清 | ・放射能、核物質 |
| ・ガス分析 | ・高分子(ポリマー) | ・光学分析各種 |
| ・安定同位体 | ・熱分析各種 | ・度量衡 |

☆世界の代表的な標準物質製造・作成者一覧☆

NIST(NBS)/NATIONAL INSTITUTE OF STD. & TEC.	標準物質一般
LGC/LABORATORY OF THE GOVERNMENT CHEMIST.	標準物質一般
BCR/COMMUNITY BUREAU OF REFERENCE	標準物質一般
BAS/BUREAU OF ANALYSED SAMPLES LTD.	金属
SP ² /SCIENTIFIC POLYMER PRODUCTS INC.	ポリマー
PL/POLYMER LABORATORIES LTD.	ポリマー
μM/MICRO MATTER CO.	けい光X線用薄膜
IAEA/INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY	生体・環境
NANOGEN/NANOGENS INTERNATIONAL	農薬(溶液、原体)
CANMET/CANADA CENTRE FOR MINERAL & ENERGY TEC.	鉱石・鉱物
NRCC/NATIONAL RESEARCH COUNCIL CANADA	水質環境用標準物質
ONL/OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY	安定同位体
KENT/KENT LABORATORYS	抗血清
DSC/DUKE SCIENTIFIC CORPORATION	球型、表面積
EP/EUROPEAN PHARMAPOEIA	医薬品
USP/U.S.P. REFERENCE STANDARDS	医薬品
BP/BRITISH PHARMAPOEIA	医薬品
NIES/国立環境研究所	環境・生体

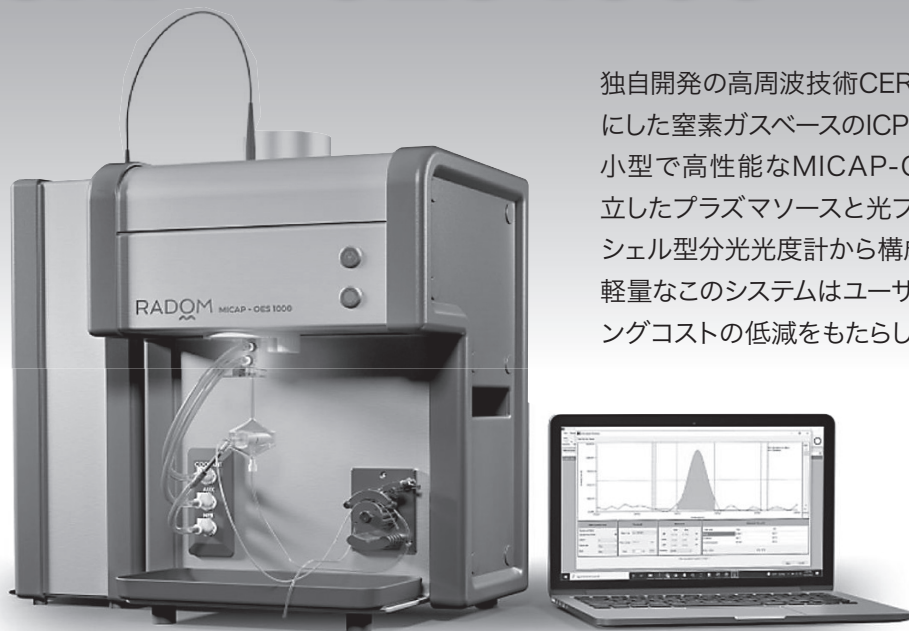
ここに記載されている他にも、多数の標準物質を取り扱っております。
カタログ及び資料希望、お問い合わせについては下記へご連絡下さい。

GSC 株式会社 ゼネラルサイエンスコーポレーション

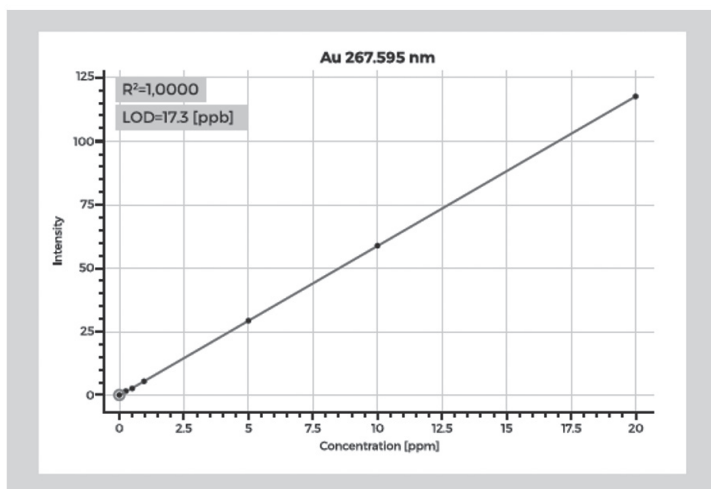
〒170-0005 東京都豊島区南大塚3丁目11番地8号 TEL.03-5927-8356 (代) FAX.03-5927-8357
ホームページアドレス <http://www.shibayama.co.jp> e-mail アドレス gsc@shibayama.co.jp

窒素ガスICP分析計 MICAP™-OES 1000

RADOM™



独自開発の高周波技術CERAWAVE™が可能にした窒素ガスベースのICP発光装置です。小型で高性能なMICAP-OES-1000は、独立したプラズマソースと光ファイバー接続のエシエル型分光光度計から構成されます。小型、軽量なこのシステムはユーザーに大幅なランニングコストの低減をもたらします。



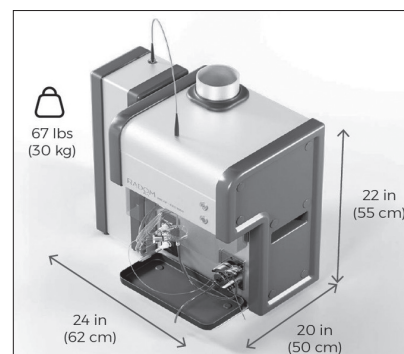
金の検量線 (0.025~20.00ppm)

特徴

- 窒素ガスプラズマ方式 (Arガス不要)
- 新開発プラズマソースCERAWAVE™ (1000W)
- 空冷式トーチ
- エシエル分光器による全波長同時測定
- 省スペース設計

Aperture:	f/10
Wavelength range:	194 nm - 625 nm
Simultaneous:	up to 625 nm
Slit Width:	30 μm slit
Resolution:	5pm - 30 pm

光ファイバー接続のエシエル分光検出器



装置寸法・重量

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

ST.JAPAN INC.

分析業界のコストカッター ディスポチューブでらくらく粉砕!!

立体8の字®原理による 秒速粉砕機 マルチビーズショッカー® Multi-beads Shocker®

「マルチビーズショッカー」「立体8の字」は、安井器械株式会社の登録商標です。

📍 卓上型・省スペース 🗑️ 極静音

豊富な種類の粉砕用ディスポ容器

96well ~ 最大 100ml チューブまでラインナップ!!

粉砕チューブ一例



各サンプル量に合わせた最適粉砕を実現!
タングステンカーバイド、チタン、メノウ、酸化ジルコニウム、
PTFEなど豊富なラインナップ!

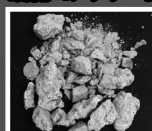
更新キャンペーン実施中!

※詳しくは、お問合せ下さい。

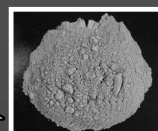


MB3000シリーズ

硬化コンクリート



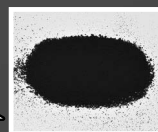
粉砕時間
60秒
常温



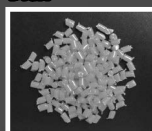
ゴム



粉砕時間
10秒
液体窒素
条件下



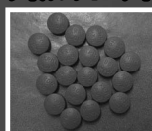
樹脂



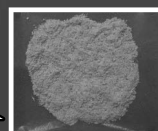
粉砕時間
10秒
液体窒素
条件下



フィルムコーティング錠剤 20粒



粉砕時間
30秒
常温



ヨーロッパ安全基準適合



アプリケーションラボ完成!

テスト粉砕とデモは無料で実施します。
遠慮なくお問合せ下さい!



お陰様で2023年に創業70周年を迎えました。

製造発売元 **安井器械株式会社** 本社・工場 〒534-0027 大阪市都島区中野町2-2-8

TEL.06-4801-4831 FAX.06-6353-0217
E-mail:s@yasuikikai.co.jp https://www.yasuikikai.co.jp

©2024 Yasui Kikai Corporation, all rights reserved.

240415

BAS

光学式酸素モニターシステム

基本機能の光学式酸素モニタリングに加えて、温度およびpH(一部機種のみ)の同時測定が可能

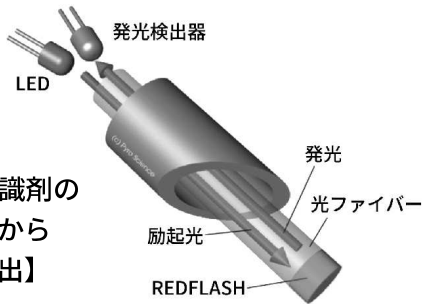
BAS FireSting



- 一台で最大4チャンネル対応。項目の組合せは自由
- 気相および液相での測定に利用できます
- 酸素濃度測定は広い濃度範囲で対応可能
- 非接触型など様々なタイプのセンサーをラインナップ



FireSting O2-C 酸素モニター(4ch)



【REDFLASH標識剤の発光寿命検出から酸素濃度を算出】



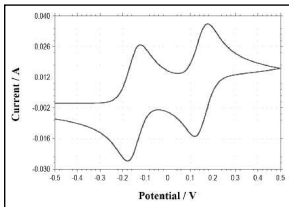
【センサー付きバイアル内部の酸素濃度を外側から測定可能】

分光電気化学測定

BAS SEC2020

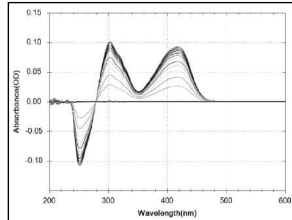


CV測定



※測定データはイメージです。

吸光度測定

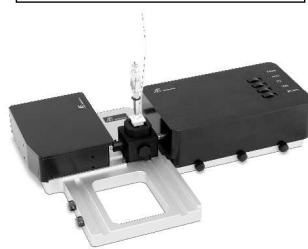


+

新登場



モデル3325
バイポテンシオスタット



SEC2020スペクトロメーターシステム

分光電気化学測定とは「分光法」と「電気化学的手法」を組み合わせた測定方法です。

同時に測定を行うことで、より正確な実験データが得られます。

測定装置からセルなどの消耗品まで、すべてBASの開発品のため初めてのお客様でも簡単に測定が行えます。

● 製品の的外観、仕様は改良のため予告なく変更される場合があります。

予算申請などですぐ見積書が必要なときに!

インターネット環境があればいつでもご自身でご確認いただける

WEB見積書サービスが便利です!!



BAS ビー・イー・エス株式会社

本社 〒131-0033 東京都墨田区向島 1-28-12
東京営業所 TEL: 03-3624-0331 FAX: 03-3624-3387
大阪営業所 TEL: 06-6308-1867 FAX: 06-6308-6890

実験用途に適したサンプリングアクセサリも豊富にラインアップしています。詳しくはホームページまで!!

BAS 光ファイバー



製品情報・技術情報などBASの最新情報はメールニュースで随時配信しております。配信ご希望の方はお気軽にお問合せ下さい ⇒ E-mail: sp2@bas.co.jp

【ア行】

(株)アmenaテック…………… A7
(株)エス・ティ・ジャパン…………… A5

【サ行】

(株)島津製作所…………… 表紙 2
西進商事(株)…………… カレンダー裏
(株)ゼネラルサイエンス
コーポレーション…………… A4

【ナ行】

日本電気計器検定所…………… A1
日本分光(株)…………… A3

【ハ行】

PerkinElmer Japan (同)…………… 表紙 4
ビー・エー・エス(株)…………… A10
フロンティア・ラボ(株)…………… A2

【ヤ行】

安井器械(株)…………… A6

【ラ行】

(株)レゾナック…………… 表紙 3

製品紹介ガイド…………… A8~9



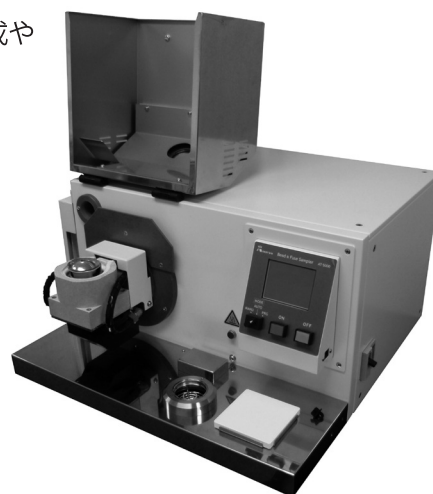
高周波溶融装置
ビード&フューズサンプラ AT-5000

高周波誘導加熱を利用した、蛍光 X 線分析用ガラスビードの作成や ICP/AA 分析のアルカリ融解を行う試料前処理装置

従来の TK-4100 とプロコンを一体化し
操作パネルをタッチパネルにしてリニューアル!

【主な機能】

- ・多段階加熱
- ・昇温スピードをコントロール
- ・るつぼ揺動回転(るつぼ内溶液の攪拌)時の角度や回転スピードを自由に設定
- ・流量計を新たに搭載(冷却水の流れを目視)



株式会社アmenaテック

〒224-0003
横浜市都筑区中川中央 2-5-13 メルヴェーサガノ 401
TEL : 045-548-6049 e-mail : info@amena.co.jp http://www.amena.co.jp

クロマトグラフィーの基礎

藤 崎 真 一

1 クロマトグラフィーの原理

1.1 クロマトグラフィーとは

クロマトグラフィーとは、混合物（試料）と固定相・移動相との相互作用の差異を利用して、混合物を分離・検出する手法である。固定相と移動相は、それらの界面を隔てて接触しており、一定の状態に変化しない平衡状態にある。川に例えると、固定相が川底で、移動相が流れている水である。クロマトグラフィーでは、このように、分離の場が二つの相に分かれており、一方を固定相（動かない相）と呼び、他方を移動相（一方向に一定速度で動く）と呼ぶ。クロマトグラフィーの創始者はロシアの植物学者 M. Tswett と言われており、Tswett はガラス管に炭酸カルシウムを詰め、葉緑素に石油エーテルを流して着色した層を分離し、これを「クロマトグラフィー」と命名した¹⁾。

1.2 液体クロマトグラフィーとは

液体クロマトグラフィー（liquid chromatography, LC）とは、液体を移動相として用いるクロマトグラフィーである。また、固定相としては、固体もしくは固体表面に官能基を化学結合させた細かい粒子（充填剤）が用いられる。これを円筒管に充填したものをカラムと呼ぶ。試料としては、基本的には、移動相中で安定に溶解できる物質が使用可能である。液体クロマトグラフィーは、ガスクロマトグラフィーで分析できない揮発性物質や熱分解しやすい物質も分析できることが利点である。また、試料はカラムに液体の状態を導入する。

1.3 カラムによる分離とシステム構成

カラムを用いた分離の過程を説明する。移動相をカラム入口から導入すると試料中の各成分は、カラム内の固定相と移動相との間で様々な相互作用の影響を受け、下流に早く到達するもの、もしくはカラム内部に留まりなかなか移動しないものに分かれるため、移動速度に差が

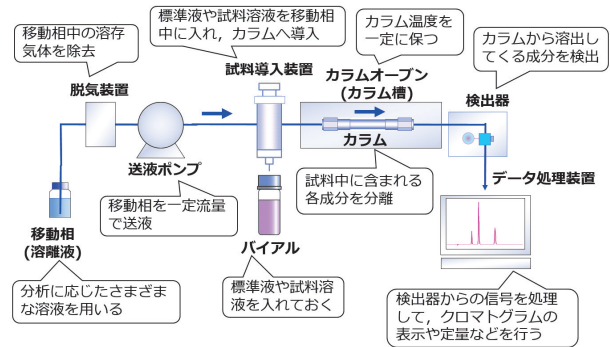


図1 HPLCで用いられる装置構成

生じる。例えばカラム出口に試料濃度に応答する検出器を設置しその信号をモニターすると、カラムに注入された混合物が各成分に分離され、異なる時間に溶出することがリアルタイムで測定できる。横軸に時間、縦軸に試料濃度を取ってプロットした波形をクロマトグラム、各成分で構成されるガウス分布形状をピークと呼ぶ。分離能向上を目的としたカラム充填剤の微粒子化に伴い、カラムで生じる圧力が上昇し、移動相を専用ポンプで送液するシステムが誕生した。高速液体クロマトグラフ（high-performance liquid chromatograph, HPLC）の装置構成の一例を図1に示す。通常、移動相は送液ポンプにより、最下流の検出器まで一定速度で送られる。また、試料導入装置により、複数成分が混合した試料がカラムに注入され、分離が行われる。カラム出口に接続した検出器で分離された試料をモニターし、各成分の定性・定量が可能である。

2 クロマトグラムの読み方

ここでは、クロマトグラムから求められる各種のパラメーター（第十八改正日本薬局方第一追補²⁾に準ずる）について解説する。詳細は日本薬局方を参照のこと。

保持時間 (t_R)

試料の注入から溶出した試料の最大ピークまでの経過時間。

Chromatography Fundamentals : From Quantitative and Qualitative Analysis to Data Interpretation.

保持容量 (V_R)

次式によって定義される。ある成分が、溶出するために必要な移動相の容量。

$$V_R = t_R \times F$$

t_R : 保持時間

F : 流量 (mL/min)

ホールドアップタイム (t_M)

カラムに保持されない成分の溶出に必要な時間。

ホールドアップボリューム (V_M)

次式によって定義される。カラムに保持されない成分の溶出に必要な移動相の容量。

$$V_M = t_M \times F$$

t_M : ホールドアップタイム

F : 流量 (mL/min)

保持係数 (k)

次式によって定義され、試料が固定相にどの程度強く保持したかを表す。

$$k = (t_R - t_M) / t_M$$

t_R : 保持時間

t_M : ホールドアップタイム

分離係数 (α)

次式によって定義される。隣り合う二つのピークから計算された保持比。

$$\alpha = k_2 / k_1$$

k_1 : 最初のピークの保持係数

k_2 : 2番目のピークの保持係数

分離度 (R_s)

次式によって定義される。二つのピークがどの程度分離しているかを示すパラメーター。

$$R_s = 1.18(t_{R2} - t_{R1}) / (w_{h1} + w_{h2})$$

t_{R1}, t_{R2} : それぞれのピークの保持時間。ただし、 $t_{R1} > t_{R2}$

w_{h1}, w_{h2} : それぞれのピークの高さの midpoint におけるピーク幅

理論段数 (N)

次式によって定義される。カラム性能 (カラム効率) を示す数値。

$$N = 5.54(t_R/w_h)^2$$

t_R : 被検成分のピークの保持時間

w_h : ピークの高さの midpoint におけるピーク幅

理論段高さ (H)

次式によって定義される。カラムの長さ と理論段数の

比。

$$H = L/N$$

L : カラム長さ (μm)

N : 理論段数

シンメトリー係数 (AS)

次式によって定義される。クロマトグラム上のピークの対称性の度合いを示すもの。

$$AS = W_{0.05} / 2d$$

$W_{0.05}$: ピークの基線からピーク高さの 1/20 の高さにおけるピーク幅

d : $W_{0.05}$ のピーク幅をピークの頂点から横軸へ下ろした垂線で二分したときのピークの立ち上がり側の距離

SN比 (S/N)

次式によって定義される。ピーク高さとノイズ幅の比率。

$$S/N = 2H/h$$

H : 対象物質のピークの基線 (バックグラウンドノイズの中央値) からのピーク高さ

h : 対象物質のピークの前後における試料溶媒又は溶媒ブランクのクロマトグラムのバックグラウンドノイズの幅

3 液体クロマトグラフィー用吸光度検出器の原理

3.1 吸光度検出法の原理

ここでは、LCクロマトグラムの取得に用いられる代表的な検出法である吸光度検出法について述べる。分析対象成分において有機化合物は、紫外から可視の波長領域にて光を吸収するが、その吸収の波長帯は分子構造の違い等に依存する。吸光度検出器は、セル部において、移動相に溶解した分析対象成分に特定波長の光を照射し、成分 (吸光物質) 通過前後での光の減少度合いを測定する。

3.2 吸光度検出器の構造

HPLCにおいて最も汎用的に用いられる、紫外可視吸光度検出器 (UV-VIS 検出器) とフォトダイオードアレイ検出器 (photodiode array detector, PDA 検出器) の構造を、それぞれ図 2 及び図 3 に示す。UV-VIS 検出器では、光源のランプから射出された光は、回折格子 (グレーティング) により特定の波長の光に分光される。その後、リファレンス側とサンプル側へ分割され、一方は、リファレンス側の検出器へ、他方は、セルを通過しサンプル側の検出器へ照射される。吸光度はセルを通過した光量とリファレンスの光量から検出器内部で算出さ

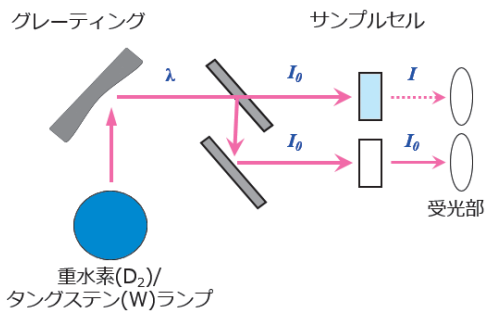


図2 紫外可視吸光度検出器 (UV-VIS 検出器) の構造

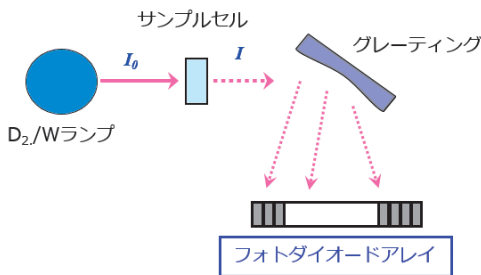


図3 フォトダイオードアレイ検出器 (PDA 検出器) の構造

れ、データ処理装置に出力される。UV-VIS 検出器から得られるクロマトグラムは、特定の波長における時間と分析対象成分濃度(吸光度)の二次元情報である。一方、PDA 検出器においては、ランプから射出された光はセルの通過後に分光される。PDA 検出器ではリアルタイムで UV スペクトルを取得していることとなり、得られるデータは時間、波長、分析対象成分濃度(吸光度)の三次元情報である。

3.3 スペクトルによる定性能力の向上

3.2にて述べた通り、PDA 検出器を用いることで、分析対象成分の三次元のデータを得ることができる(図4)。例えば、横軸を時間、縦軸を吸光度とすると特定波長でのクロマトグラム(図4上)を描画することができ、ま

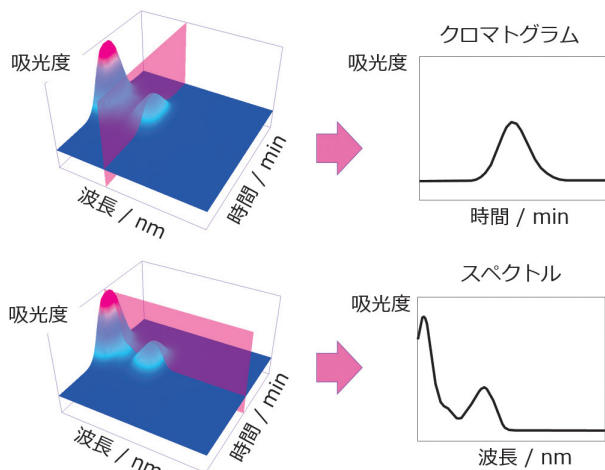


図4 PDA 検出器で得られるクロマトグラム及びスペクトル

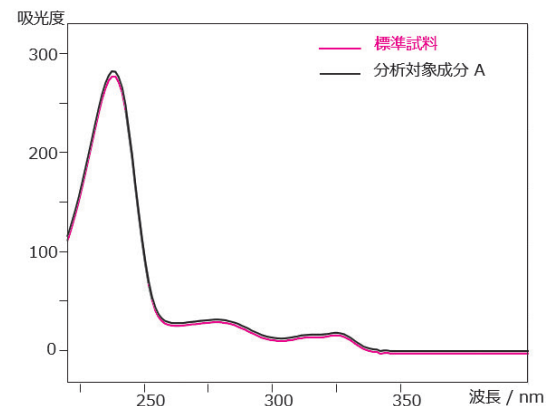
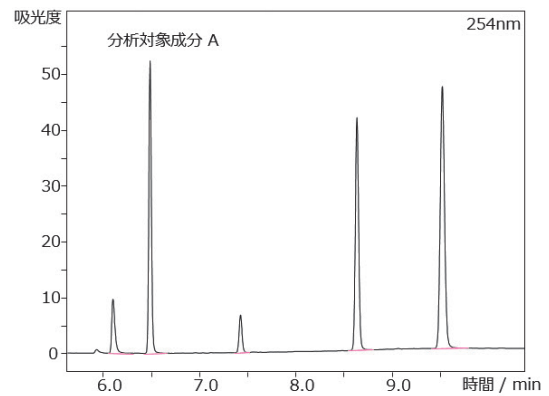


図5 スペクトルを用いたピーク同定(上:分析対象成分Aのクロマトグラム,下:分析対象成分Aの標準試料のスペクトルによる同定)

た、横軸を波長とすると、特定時刻でのスペクトル(図4下)を描画できる。UV-VIS 検出器を用いた場合、ピークの定性情報は保持時間のみであるが、PDA 検出器では、保持時間に加え、標準試料のスペクトルと検出された成分のスペクトルの比較が可能(図5)なため、ピーク同定能力の向上が可能である。また、標準試料のスペクトルを事前に登録しデータベースを構築し、検出されたピークの UV スペクトルとの一致度を検索することもできる。

4 定性・定量について

4.1 定性・定量とは

定性とは試料溶液中にどのような成分が含まれているかを調べることである。HPLCにおいては、標準試料のピーク保持時間との一致度で定性を行い、先述の通り UV スペクトルによる補完も可能である。また、定量とは、試料溶液中に含まれる成分の量を求めることである。定量は、検出器の信号強度(UV 検出の場合、特定波長のクロマトグラムのピーク高さや面積値)に基づき実施される。濃度既知の標準試料を分析し、そのピーク面積値と試料濃度との関係を求める。この関係を表したグラフは検量線と呼ばれ、目的成分の定量はこの検量線に基づいて行われる。

4.2 検量線（外部標準法）に基づく定量手順

外部標準法とは、濃度既知の標準試料で検量線を作成し、未知試料を定量する方法である。外部標準法による定量順序を下記に示す。

- ①標準試料を複数段階の濃度に調製した後分析し、ピーク面積値を測定する。
- ②標準試料の濃度を横軸に、ピーク面積値を縦軸に取り、図6に示す検量線を作成する。多くの場合、最小二乗法による直線近似が用いられる。
※単一濃度の標準試料で作成した検量線を1点検量線、 n 個の濃度で作成した検量線を「 n 点検量線」と呼ぶ。
- ③試料溶液（濃度未知）を分析し、ピーク面積値を測定する。
※このときの分析条件は、標準試料の分析条件と同じ。
- ④ピーク面積値（検量線の縦軸）から目的成分の濃度（検量線の横軸）を算出する。

正確な定量結果を得るために、検量線の直線性は事前に評価されるべきである。また、目的成分の定量は、直線性が確認された濃度範囲内で行う必要がある。外挿（検量線の範囲外での計算）は避け、目的成分の濃度が検量線の濃度範囲を逸脱した場合は、試料を希釈する等して検量線の濃度範囲内に収まるよう再測定する。

外部標準法以外にも、標準試料で検量線を作成する際に内部標準物質を一定量添加し、測定対象成分と内部標準物質のピーク面積比を基に検量線を作成し定量を行う、内部標準法という定量手法も存在する。対象成分や試料中の夾雑成分のピークと保持時間が重複しない内部

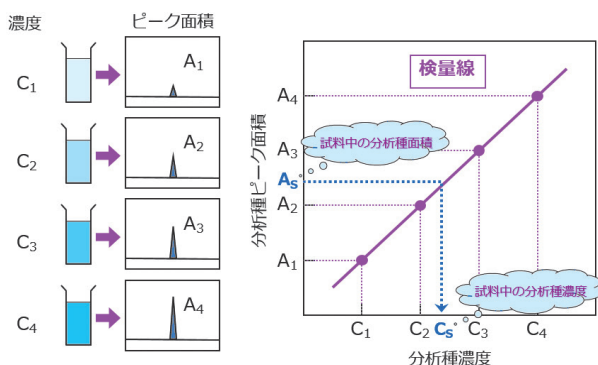


図6 検量線（外部標準法）

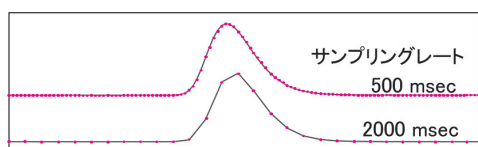


図7 サンプリングレートとピーク形状

標準物質の選定が必要だが、注入量誤差の影響を排除できる等の利点がある。

5 データ採取・解析時の留意点

5.1 サンプリングレート及び時定数が定量値に与える影響

「サンプリングレート」は、検出器から送られてきた信号を、データ処理装置が受け取る頻度を定めるパラメーターである。サンプリングレートの周期が長い場合、検出器からの信号変化を追従できなくなり、ピーク形状がいびつになる（図7）。一方で、サンプリングレートの周期を短くすると、ピーク形状が滑らかになり、幅の狭いシャープなピークも検出できるようになる。ただし、不必要に短くし過ぎるとデータ容量が過剰になるため、定量結果に影響しない適切なサンプリングレートを選択する必要がある。ピーク成分の正確な定量には、一つのピークに対して20~30点程のデータ取得が望ましい。したがって、検出されたピークの中で、最も幅の狭いピークについて、ピーク幅の1/20~1/30程度となるように設定するのが適切である。

「時定数」は、検出器信号のデジタルフィルタ処理性能のパラメーターである。信号の応答速度に関与するため、ピークやバックグラウンドノイズの形状を変化させる。適切に設定すれば、バックグラウンドノイズを低減し良好なSN比を得ることができる。図8に時定数が50 msec、1500 msecでのクロマトグラムを示す。時定数が大きい場合バックグラウンドノイズは低減するが、その反面ピーク形状が悪化し分離が悪くなる。特に高速高分離分析の場合は、必要な分離が得られる範囲でバックグラウンドノイズを考慮しながら時定数を設定することが好ましい。

5.2 波形処理が定量値に与える影響

クロマトグラムに対して適切な波形処理を適用することで、目的成分ピークを抽出し、そのピークから得られる情報を解析することができる。波形処理は、目的成分の定性・定量や不純物の検出等の用途において、測定されたクロマトグラムから正確な情報を得るために必要なステップである。例えば、医薬品の品質管理において、

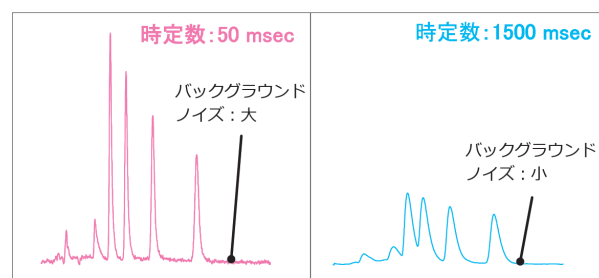


図8 時定数とピーク形状

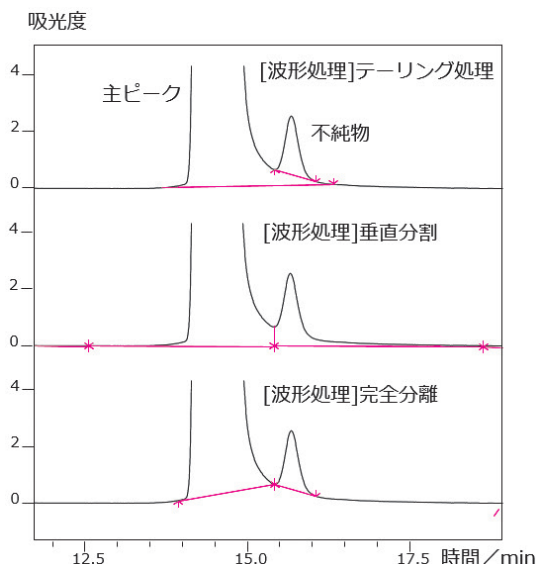


図9 不純物ピークに対する波形処理

表1 不純物ピークに対する定量結果 (面積百分率法)

	テーリング処理	垂直分割	完全分離
Main Peak	99.840	99.704	99.839
Impurity	0.160	0.296	0.161

不純物ピークはしばしば主ピークの裾野に表れるため、不純物ピークを波形処理し、正しく検出することは不純物の正確な定量のために重要である。図9及び表1に不純物ピークの波形処理の違いが不純物の定量値(面積百分率法)に与える影響を示す。波形処理は、目的によって適切に選択する必要があるが、波形処理の違いが定量結果に影響を及ぼす可能性があることを理解することは重要である。

5.3 未分離ピークが定量値に及ぼす影響

試料溶液中のある成分の定量を目的として分析した際に、図10(上)のような各成分が未分離の状態のクロマトグラムが得られることがある。各成分が未分離の状態では、正確な面積値が得られないため、定量の信頼性を確保することが困難である。この場合、各ピークの分離を改善するため、移動相やカラムや各種LCパラメーター(グラジエント条件やオープン温度等)を変更し、分離を再検討することが望ましい。一方で、分析条件の変更には試験法の再バリデーションが必要とされる場合や、そもそも試験法の変更が認められていない場合など、試験法の変更は必ずしも有効な手段ではない。これに対し、PDA検出器の三次元データを活用した新しいデータ解析手法として、i-PDeA II(Intelligent Peak Deconvolution Analysis II)の適用³⁾⁴⁾が考えられる。i-PDeA IIとは multivariate curve resolution alternating least squares(MCR-ALS)法によるデコンボリューション

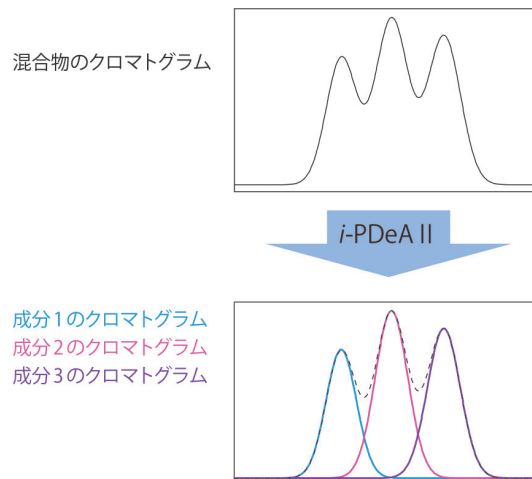


図10 i-PDeA IIで得られるクロマトグラム

ン機能で、PDA検出器で取得したデータについて、カラムでの分離が困難な複数成分が重なったピークを各成分ピークに分離する機能である(図10下)。本機能を活用することで未分離ピークの検出が可能となり、分離検討に要する時間を削減したり、定量を補完したりする役割を果たすことが可能である。未分離ピークの視覚化以外にも、高濃度成分のテーリング上に溶出する微小ピークの検出や定量等への活用も期待される⁵⁾。

6 まとめ

クロマトグラフィーの原理と読み方、定量・定性及びデータ解析について概要を述べると共に、新技術についても解説を加えた。分析化学者のクロマトグラフィーの更なる活用のきっかけになれば幸いである。

文献

- 1) K Sakadynsky. : *J. Chromatogr.*, **49**, 2 (1970).
- 2) 厚生労働省: 第十八改正日本薬局方第一追補 (<https://www.pmda.go.jp/rs-std-jp/standards-development/jp/0192.html>), (accessed 2023.9.29).
- 3) 柳沢年伸: フォトダイオードアレイ検出器の新しい分析手法 i-PDeA II の原理と概要 (https://www.an.shimadzu.co.jp/sites/an.shimadzu.co.jp/files/pim/pim_document_file/an_jp/technical/technical_reports/19781/c190-0400.pdf), (accessed 2023.9.29).
- 4) S. Arasea, K. Horie, T. Kato, A. Noda, Y. Mito, M. Takahashi, T Yanagisawa : *J. Chromatogr. A*, **1496**, 35 (2016).
- 5) D. Vecchietti, A. Nishio, Y. Fujita, T. Yoshida, T. Yanagisawa, D. Kou : *J. Chromatogr. A*, **1678**, 463364 (2022).



藤崎 真一 (FUJISAKI Shinichi)
株式会社島津製作所分析計測事業部ライフサイエンス事業統括部 LC ビジネスユニット。(〒604-8511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1)。大阪大学大学院基礎工学研究科機能創成専攻修士課程。修士。《現在の研究テーマ》分析開発支援ソフトウェアの開発。《趣味》海外旅行。