

テクノネットワーク

No.145
2026/春号

企業と共に歩む技術支援の拠点をめざします。

滋賀県工業技術総合センター

目次

機器紹介

イノベーションベース機器紹介	2
令和7年度競輪補助物件	5

技術解説

ガスクロマトグラフィー質量分析法における前処理 ～脂肪酸分析～	6
------------------------------------	---

令和7年度～8年度 「しがテックイノベーション創出事業」 の展開について

— 工業技術総合センターの機能強化と設備整備のご案内 —

滋賀県では、成長産業分野への新規参入促進を目的として、内閣府「新しい地方経済・生活環境創生交付金」を活用した拠点整備を進めています。

イノベーションベース整備

1. 令和7年度の整備計画

既存の施設を改修し、新たに2つの研究室を設置いたします。年度末までに計9機種の開放機器を導入し、運用を開始する予定です。

- 栗東庁舎「複合材料試作精密計測室」
7機種導入
- 信楽窯業技術試験場「迅速簡易分析室」
2機種導入

令和7年度導入機器計9機種の詳細を、次ページ以降で紹介いたします。

2. 令和8年度の整備計画

栗東庁舎において「微小微量精密分析室」の整備を実施。以下の高精度な分析機器を導入し、さらなるセンター機能の強化を図ります。

- X線非破壊検査装置
- 紫外顕微ラマン分析装置
- 超微量分析GC-MS
- 熱分解GC-高分解能精密質量分析装置

3. 事業者のみなさまへ

技術相談から機器利用まで、県内事業者の皆様の技術力向上を支援いたします。新製品開発や品質管理における課題解決に、ぜひ当センターをご活用ください。



1. 非接触微細形状測定機

光学式（緑色LED）を用いた非接触の形状および粗さ測定機です。高精度イメージセンサを用いてサンプルの形状を取込み、像を合成する焦点移動法による測定を行います。3D CADデータとの形状照合も可能です。

（機械システム係 戸田）

メーカー	アリコナイメージング社
型式	アリコナG6
測定対象	鏡面金属を含む表面形状や面粗さ
測定範囲	X：200 mm、Y：200 mm、Z：180 mm
測定重量	30 kg
測定可能な立壁角度	87度
3Dポイント数	460万点（1視野あたり）
貼り合わせ測定時	最大5億点
保有レンズ	4倍、10倍、20倍
< 10倍レンズ装着時の測定仕様 >	
ワーキング ディスタンス	17.5 mm
視野	1.6×1.6 mm
水平方向取込み	0.72 μm
対応する 粗さ測定規格	ISO 4287, 4288, 25178 JIS B0601, B0633, B0681



3. 触針計

触針により段差や表面粗さ等の表面形状を測定する装置です。ウエハー上に形成した薄膜の膜厚測定や、表面処理前後の表面粗さの評価を行うことができます。また、3インチ～8インチウエハー



提供：株式会社ミットヨ

2. 表面粗さ測定機

触針で測定物表面をなぞり、その際の針の上下の動きを計測することで、製品形状の高精度計測や、表面粗さ（製品表面の滑らかさや粗さ）を測定する装置です。接触式であるため測定物の色や鏡面などの表面状態の影響を受けず、安定した測定が可能です。

（機械システム係 間瀬）

メーカー	株式会社ミットヨ
型式	FORMTRACER Extreme CS-H5000 CNC
測定範囲※	X：200 mm、Y：200 mm、Z：24 mm
指示精度	X：±(0.16 + 0.001L) Z：±(0.07 + 0.02H) L=測定長さ(mm)、H=測定高さ(mm)
真直度精度	X：(0.05 + 0.0003L) μm
分解能	X：0.005 μm Z：0.0008 μm
ステージ面外径	φ120 mm
最大積載量	5 kg
表面粗さ 測定・解析 対応規格	JIS1982、JIS1994、JIS2001、 ISO1997
※ 最大値であり使用する触針の構成で変化します	

を固定する真空チャックを備えており、ウエハー全面のマッピング測定に対応しています。ウエハーの反りをマッピング測定することで応力評価も行うことができます。

（無機材料係 山田）

メーカー	ブルカージャパン株式会社
型式	Dektak Pro-A200
測定方式	触針式
最大測定長さ	200 mm
最大測定高さ	1 mm
触圧範囲	1～15 mg
最大サンプル厚	50 mm
対応ウエハーサイズ	3～8 inch



提供：株式会社堀場製作所

4. 自動分光エリプソメータ

半導体デバイス、フラットパネルディスプレイ、太陽電池などに用いられる薄膜材料の膜厚や屈折率を、非破壊かつ高精度に測定するための装置です。測定可能な膜厚範囲はnm領域から数十 μm で、原子層レベルの薄膜から厚膜領域まで幅広く対応可能です。本装置には6インチウエハー対応の電動可変ステージが搭載されています。測定方式として光偏光を利用した位相変調方式を採用しています。この方式では光学系に機械的な可動部を含まないため振動による外乱要因が少なく、高精度な測定を安定的に実現します。

(無機材料係 尾崎)

メーカー	株式会社堀場製作所
型式	UVISEL-Plus
偏光方式	位相変調方式
光源	150 W キセノンランプ
波長範囲	190 ~ 2100 nm
スポット径	1 mm \times 3 mm、1 mm ϕ 、0.1 mm ϕ 、0.05 mm ϕ
光入射角度	50 ~ 90度
ステージ	可変範囲は、X軸・Y軸方向に ± 100 mm



5. フラッシュ法熱物性測定装置

試料の一方の面に瞬間的な光を照射（フラッシュ）し、反対面の温度上昇を赤外線センサーで検出することで、熱拡散率を高精度に測定する装置です。標準試料との比較により比熱の算出も可能で、さらに密度と組み合わせることで熱伝導率を求めることができます。樹脂、セラミックス、金属など、幅広い材料の評価に対応しています。液体窒素を用いることにより室温以下の測定も可能です。

(有機材料係 中島)

メーカー	ネッチ・ジャパン株式会社
型式	LFA 717 HyperFlash
温度範囲	-100 ~ 500 $^{\circ}\text{C}$
熱拡散率	0.01 ~ 2000 mm^2 / s
光源	キセノンランプ
パルス幅	10 ~ 1500 μs
検出器	MCT検出器



6. UHPLC・GPCシステム

UHPLC（超高速液体クロマトグラフ）システム、GPC（ゲル浸透クロマトグラフ）システムから構成され、溶液中の成分の分離・定量（UHPLC）、ポリマーの分子量の評価（GPC）が行える装置です。使用する薬品の純度評価や高分子材料の分子量評価が可能です。

(有機材料係 中居、上田中)

メーカー	株式会社島津製作所、 昭光サイエンス株式会社
型式	Nexera XR、RI-504
<GPCシステム>	
移動相	クロロホルム
流量	0.35 mL/min
検出器	UV検出器、RI検出器
<UHPLCシステム>	
移動相	メタノール、アセトニトリル、水ほか
流量	0.3 ~ 0.8 mL/min
検出器	PDA検出器、RI検出器

栗東庁舎「複合材料試作精密計測室」

7. 高精細樹脂3Dプリンタ

インクジェット方式の3Dプリンタは、インクジェットノズルから液状の光硬化性樹脂を射出することにより、最小積層厚0.014mmという高精細なモデルを造形できることが最大の特長です。

3種類から7種類までの材料を同時セット可能なマルチマテリアル対応機種で、材料を混合することで任意の物性を作り出す「デジタルマテリアル」機能を搭載し、色違いの材料を混合して色を調整したり、硬質樹脂、軟質樹脂を混合してモデル材の硬さを調整するなど、製品の外観だけでなく、質感の再現も可能な3Dプリンタです。

(食品・プロダクトデザイン係 野上)



メーカー	Stratasys
型式	J850Pro
造形方式	インクジェット方式
最大造形サイズ	450×350×180 mm
XY解像度	600 dpi
積層ピッチ	14 μm
材料	硬質材、軟質材、透明材等

信楽窯業技術試験場「迅速簡易分析室」



1. マイクロスコープ レーザー元素分析装置

マイクロスコープにレーザー元素分析ユニットを搭載した装置です。マイクロスコープでカラー観察しながら、大気中でH、Liなど軽元素からUまでの元素分析が可能です。微量の検出には不向きですが、ステージに載る範囲であれば、試料サイズの制約はなく、固体から液体まで様々なサンプルに対して観察および分析が可能です。また、レーザーパルスを複数回連続照射することで、深さ方向の元素分析も可能です。なお、本機器は「依頼試験」での分析となります。

(セラミック材料係 植西)

メーカー	株式会社キーエンス
型式	VHX-8000シリーズ、EA-300
<マイクロスコープ>	
観察倍率	0 ~ 2000倍 20 ~ 2000倍 対応レンズ 20 ~ 200倍 対応レンズ 0 ~ 50倍 対応レンズ
ステージサイズ	171 mm×168 mm
ステージ移動量	X ± 20 mm (電動) Y ± 20 mm (電動) Z 50 mm (電動)
<元素分析ユニット>	
検出原理	レーザー誘起ブレイクダウン分光法
検出可能元素	H ~ U (希ガス、放射性元素を除く)
スポットサイズ	10 μm
観察倍率	300 ~ 1000倍



三次元測定機

タッチセンサー付きの接触子を測定物に触れさせ、 μm オーダーの高精度で測定物の座標を測定します。複数の測定した座標を組み合わせることで、寸法や姿勢の測定、寸法公差、幾何公差の評価が可能です。また、接触式であるため測定物の色や鏡面などの表面状態の影響を受けず、安定した測定が可能です。

(機械システム係 間瀬)



本装置は、公益財団法人JKAより競輪の補助事業を受けて導入した機器です。

メーカー	株式会社ミットヨ
型式	STRATO-Apex 9106
測定範囲※1	X : 900 mm、Y : 1000 mm、Z : 600 mm
ワーク最大高さ※1	770 mm
ワーク最大質量※2	800 kg
最大許容長さ測定誤差	0.7+2.5L/1000 μm L: 測定長(mm)
最大許容繰返し範囲	0.7 μm
評価可能な主な形状	点、円、線、面、円筒、距離、角度
主な評価可能な幾何公差	真直度、平面度、平行度、直角度、位置度

※1 最大値であり使用する接触子の構成で変化します
 ※2 設備使用では安全上、手で持てる重量まででお願いします



2. 分析機能付き 走査型電子顕微鏡

試料に電子線を当てて、表面の二次電子像もしくは反射電子像を観察する装置で、その際、発生する特性X線を検出することで元素分析も行なうことができます。

また、装置内に試料をセットする前に撮影した光学像とも連動しており、光学像から観察する位置を決めることもできます。

(セラミック材料係 坂山)

メーカー	日本電子株式会社
型式	JSM-IT210LA
電子銃	Wフィラメント
加速電圧	0.3 ~ 30 kV
分解能	高真空モードの場合 3.0 nm(30 kV)、15 nm(1.0 kV) 低真空モードの場合 4.0 nm(30k V BED)
画像モード	二次電子像、 反射電子像(組成像・凹凸像・立体像)
最大試料寸法	76 mm 径
最大試料高さ	43 mm
検出器素子面積	60 mm ²
エネルギー分解能	129.0 eV以下
検出可能元素	Be ~ U
蒸着装置	JEC-3000FC (日本電子株式会社)
蒸着金属	白金

ガスクロマトグラフィー質量分析法における前処理 ～脂肪酸分析～

脂肪酸の分析にはガスクロマトグラフィー質量分析 (GC/MS) が利用されます。しかし、直接分析できることは稀で、多くのケースで前処理が必要となります。この前処理、ちょっとしたコツを知っていれば比較的簡単に分析できます。ここでは、装置の概要、GC/MSにより脂肪酸を分析する際の一般的な前処理法について紹介し、本法を用いて企業と共同で研究した事例を紹介します。

■はじめに

「寒ブリは脂が乗って、お造りにしても、鍋でブリしゃぶにしても美味しい。」「料理の香りづけにごま油を加える。」「健康増進のために、EPA、DHAを含有する青魚を食べる。」など、“脂” “油” “EPA、DHA” はいずれも、脂肪酸が主たる成分です。ほかにも石鹸および化粧品の成分、プラスチックの添加剤などにも脂肪酸は利用されており、生活に不可欠なものです。このように、多くの場面で利用される脂肪酸は、品質管理、商品開発にはその組成、含有量の測定は欠かすことができず、測定にはGC/MSが利用されます。

■ガスクロマトグラフィー質量分析

GC/MSは、測定サンプルを気化させて成分ごとに分離し、分離された成分を質量分析計で検出する分析法です。図1に、GC/MSの装置概略を示します。「試料導入部→分離部→検出部」の順にガスが流れています。このガスをキャリアガスといい、キャリアガスに乗って分析対象物質が移動します。各部の役割は次のとおりです。

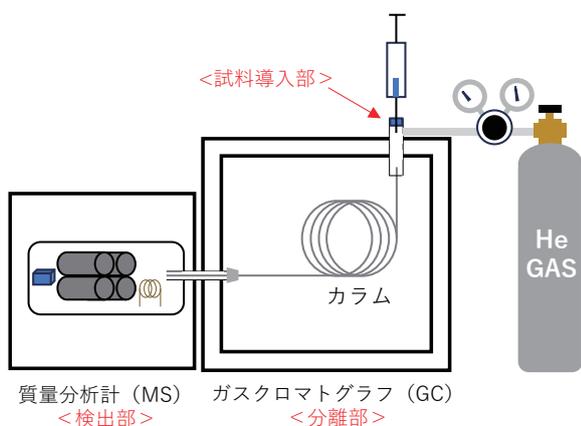


図1 ガスクロマトグラフ質量分析装置の概略図

試料導入部

試料をキャリアガスに乗せ移動させるために、試料を気化します。

分離部

カラムという細長い管が入っています。この中を試料導入部で気化された試料がキャリアガスに乗って移動します。このとき、カラム内の成分（固定相）と相互作用しながら移動します。固定相と親和性の低い成分はカラム内を速やかに通過し、親和性が高い成分はなかなか通過しません。物質によってカラム内を移動する速度が異なることで成分が分離できます。

検出部

カラムで分離されて出てきた成分を検出します。単にモノの有無を検出するだけの検出器もありますが、質量分析計 (MS) を用いたものがGC/MSで、質量分析の結果から物質の推定ができます。

図2は、ステアリン酸カルシウムをエステル化前処理しGC/MS分析した結果です。GC/MS分析では、クロマトグラム (図2(a)) が結果として得られます。分離された成分ごとの質量スペクトル (図2(b)) を確認することで、物質の同定を行います。

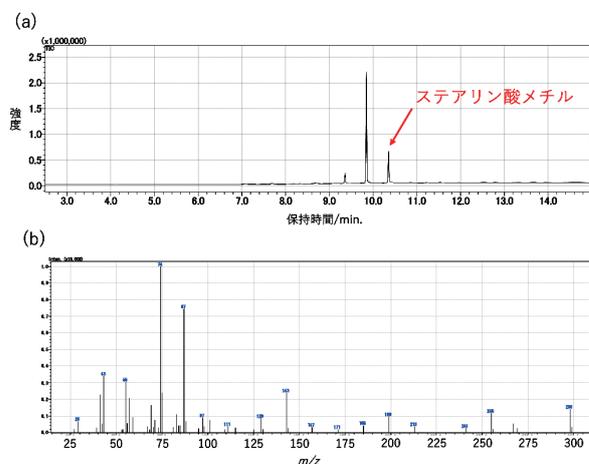


図2 メチルエステル化前処理したステアリン酸カルシウムをGC/MS分析した結果 (a) クロマトグラム、(b) ステアリン酸メチルの質量スペクトル

■質量スペクトルから物質を特定するには

質量分析のうち電子イオン化法（EI法）で測定された結果には様々なデータベースが整備されています。例えば、世界で最も利用されている質量スペクトルデータベースとしてはNISTがあります。データベースを参照することにより容易に物質の推定ができます。しかし、データベース化されていない物質も多数あり、高分解能質量分析装置を使えば、小数点未満の質量数まで精密に測定することができるので、その結果から組成式（C、H、Oなど元素の構成数）が決まり、物質の推定ができる場合があります。

このように、GC/MSは試料を気化して分析する方法です。一般に、脂肪酸はグリセリン等と複数分子で結合した状態で存在するため、大きな分子となり気化しにくくなります。このため、直接GC/MS分析することができません。前処理として誘導体化し、気化しやすくすることで分析することができます。その方法の一例を次に紹介します。

■脂肪酸の前処理

1. 抽出

測定したい材料から、脂肪酸誘導体を抽出します。脂肪酸誘導体は、有機溶剤に溶けやすいので、ヘキサン、クロロホルムといった溶剤で抽出することができます。

2. エステル化

抽出した脂肪酸誘導体にエステル化試薬を加え、加熱することでメチルエステル化します。エステル化試薬には様々なものがあり、塩酸-メタノール溶液や三フッ化ホウ素-メタノール溶液がよく使われます。

3. 測定

エステル化後の試料を溶剤で抽出しGC/MS分析します。メチルエステル化した脂肪酸は検出感度が高いため、高感度で測定することができます。

1～3の手順を踏めば、比較的簡単に脂肪酸の分析ができます。フラスコ、試験管など「化学実験」で連想する器具は不要で、ふたができるバイアルだけでできます。

各操作を簡略化すると、「1. 試料と溶剤をバイアルに入れて混ぜる【抽出】」「2. そこに試薬を加え加熱する【反応】」「3. 抽出してGC/MS測定する【測定】」これだけです。



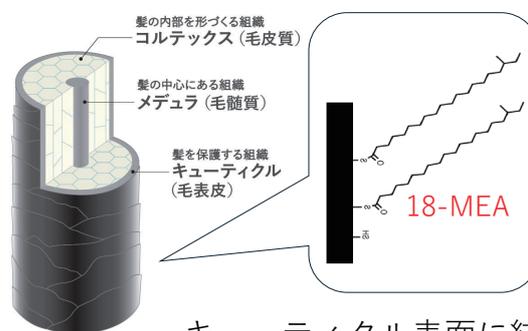
■活用事例

毛髪のダメージ評価に関する研究

タカラベルモント株式会社では、毛髪の基礎的解明に関する研究を通じて、新製品開発にチャレンジされています。同社第一研究所（滋賀県湖南市）および工業技術センターは、脂肪酸分析に関する研究開発を行い、いくつかの新たな知見を見出し、関連学会（※1および2）にて発表しました。

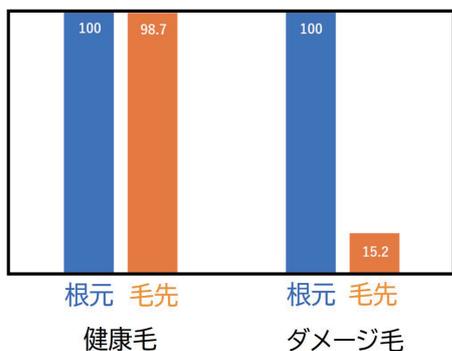
18-メチルエイコサン酸の分析（※1）

毛髪表面には18-メチルエイコサン酸（18-MEA）という脂肪酸が特異的に存在します（図3）。毛髪のダメージと18-MEA量の相関について検討したところ、健康毛に比べダメージ毛で18-MEA量が有意に少ないことが分かり（図4）、毛髪のダメージ診断に応用の可能性が示唆されました。



キューティクル表面に結合

図3 毛髪表面の18-MEA（模式図）



健康毛とダメージ毛の18-MEA量の比較
(根元を100としたときの18-MEA量)

図4 健康毛とダメージ毛の18-MEA量の比較
(生成して間もない根元部分を100としたときの18-MEA量)

水の硬度が脂肪酸溶出に与える影響に関する評価(※2)

洗髪の際に利用する水硬度により、毛髪ダメージ度合いに差異があることが知られています。毛髪がダメージを受けると、毛髪内部の脂肪酸量にも影響を与える可能性があり、その分析を行いました。溶出した脂肪酸量を比較したところ、水の硬度と脂肪酸溶出量に相関があることを見出しました(図5)。洗髪する際に軟水を使用した場合(青)に比べて硬水を使用した場合(オレンジ)に脂肪酸の溶出が多いことがわかります。

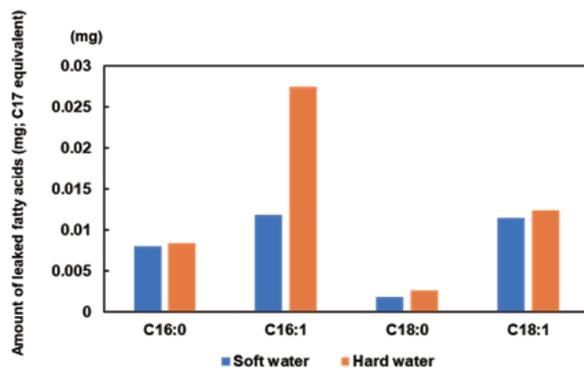


図5 軟水および硬水での脂肪酸の流出量の比較
(脂肪酸の構造は、炭素数と二重結合の数を「C(炭素数):(二重結合数)」と表記します)

これらの成果は次の学会にて発表しました。

- ※1 本村, 上田中, 脇坂, 羽里, 中嶋「毛髪の内部の脂肪酸組成及び18-MEAの検出と定量化」第84回分析化学討論会, 2024年5月19日(京都)
- ※2 平山, 青地, 飯田, MAI, 里深, 本村, 上田中, 佐藤, 中嶋「硬水は髪と頭皮のバリア機能を脆弱にする ~サイレントダメージから髪と頭皮を守るために~」第35回IFSCC Congress, 2025年9月15日~18日(フランス・カンヌ)

■さいごに

このように、誘導体化等、前処理を行うことで、難揮発成分でも分析ができる場合があります。これまでGC/MS分析をあきらめていた成分でも、意外と分析できるかもしれませんので、案件がございましたらお問い合わせください。

(有機材料係 上田中)

参考文献

脂肪酸分析前処理関連

- ・市原, 脂肪酸分析は意外と簡単, 生物工学会誌 90(2), 89-92(2012).
- ・日本分析化学会編, 試料分析講座 脂質分析, 丸善出版(2012).

GC/MS関連

- ・日本分析化学会ガスクロマトグラフィー研究懇談会編, ガスクロ自由自在: GC, GC/MSの基礎と実用, 丸善出版(2021).

