FTIR TALK LETTER

Vol. 33 August 2019



京の祇園祭は鱧祭りといわれるほど、祭りに欠かせない鱧料理。なかでも脂ののった鱧落としは大好評。

FTIR-ATR法を用いた水環境におけるマイクロプラスチックのモニタリング …… P.2

ヨーロッパ薬局方 9.7 ····· P. 6

様々なATR測定装置のご紹介 その2……P.9

フーリエ変換赤外分光光度計 IRSpirit 分析天びん APシリーズ ····· P. 12



FTIR-ATR 法を用いた水環境に おけるマイクロプラスチックの モニタリング





東京理科大学理工学部土木工学科 助教 片岡 智哉 東京理科大学理工学部土木工学科 教授

二瓶 泰雄

水環境から採取した懸濁物質の中から5 mm以下のプラス チック (MP) を検出する際、主としてFTIR-ATR法が活用される。 本稿では、FTIR-ATR法を用いた河川水中に存在するMPの分 析方法及び全国河川におけるMP濃度の計測結果について述 べ、今後の水環境におけるMPモニタリングの課題について 解説する。

1. はじめに

世界各地の河川・湖沼・海洋で5 mm以下のプラスチックが 発見されている1-3)。この細かなプラスチックは、"マイクロプ ラスチック (MP) "と呼称され、現在では国際的に広く認知さ れるようになった。MPのサイズは0.3 mm~5.0 mmと定義さ れ4)、水生生態系では動物プランクトンと同オーダーのサイズ であり、多様な生物に取り込まれる。

プラスチックは製造過程で安定剤や難燃剤として化学物質 が添加される他、海洋中に拡散し低濃度に分布している残留 性有機汚染物質 (Persistent Organic Pollutants; POPs) を吸 着する50。プラスチックに含有する化学物質が生物の組織内に 移行されると、食物連鎖にプラスチック由来の化学物質が混 入し、生態系汚染が進行する。現時点でプラスチックを媒介と して化学物質が移行することが実験的に確認されているのとと もに、北太平洋で捕獲された海鳥の消化管からプラスチック の難燃剤として添加されるポリ臭化ジフェニルエーテル (Polybrominated Diphenyl Ether; PBDE) が検出された⁷⁾。

多様な生物に取り込まれる潜在性をもつMPの発生は、プラ スチックによる生態系汚染を顕在化させる。プラスチックの劣化 は水域に比べて陸域で著しく進行することから、人間生活圏で すでにMP化して河川を介して海域に流出することが考えられる。 しかしながら、国内において河川を含む陸域でのMP汚染実態 は不明確であった。そこで、本研究室では日本全国の河川でMP を採取して各河川のMP濃度(単位河川水量当たりのMP個数 やMP質量)を計測してきた。本稿では、これまで当研究室で計 測してきた全国河川のMP濃度を示すとともに、河川で採取さ れたMPのIRスペクトルの特徴について述べ、水環境における MPモニタリングの課題について解説する。

2. 河川におけるマイクロプラスチック分析方法

当研究室では、これまで国内45河川69調査点で橋梁から プランクトンネット(目合:0.3 mm程度)を垂らして河川の水 表面で5-10分間静置し、MPを採取することで、各調査点にお けるMP濃度を計測してきた。MP調査に使用されるプランク トンネットの目合は、MPモニタリングのサイズの下限値を規 定しており、MPサイズの定義の下限値はプランクトンネットの 目合に合わせて設定されている4)。プランクトンネットの開口 部に取り付けたフローメータでネット内流速を計測し、それに 開口面積を乗じることで、ネット内通水量を計測する。その後、 プランクトンネットで採取された懸濁物質からプラスチックと 思われる物質を研究室で目視観察し、MP候補物質を抽出す る。抽出後、60℃の恒温器で24時間以上乾燥させ、全ての MP候補物質についてウルトラミクロ天びん(XPR2UV、 METTLER TOLEDO) による質量計測、実体顕微鏡 (SZX7、 OLYMPUS) によるサイズ計測を行い、最後にダイヤモンド ATR装置 (Quest、Specac) を取り付けたFTIR (IRAffinity™-1S、 島津製作所)でMP候補物質のIRスペクトルを取得し、 LabSolutions™ IR Standard Library に含まれている標準 IR スペ クトルと比較することで、MP候補物質の材質を判定する。本 来、FTIRで材質を判定してから質量とサイズを計測する方が 効率的であるが、ATR装置で圧着する際に、形状が変化もしく は粉砕してしまう可能性があるため、ここでは上記の順序で分 析している。最終的に、各調査時におけるMP個数とMP質量 をネット内通水量で除してMP濃度(ここでは、MP濃度の単位 として個/m³とmg/m³を併記)を評価する。

3. 河川におけるマイクロプラスチック濃度

2015年8月から2018年8月までの3年間をかけて45河川69調査点でMP濃度を計測した結果、69調査点の内67調査点でMPが発見された(図1)。最も濃度が高かったのは、埼玉県から東京都を流れる一級河川である荒川の新船堀橋であり、MP濃度は94個/m³(49 mq/m³)であった。MP濃度の中

央値及び平均値はそれぞれ1.3個/m³(0.12 mg/m³)及び5.0個/m³(1.1 mg/m³)であり、最大値に比べ1-2オーダ低い。また、MP濃度の標準偏差は12個/m³(4.8 mg/m³)であり、調査点によるMP濃度のばらつきが非常に大きいのが特徴である。

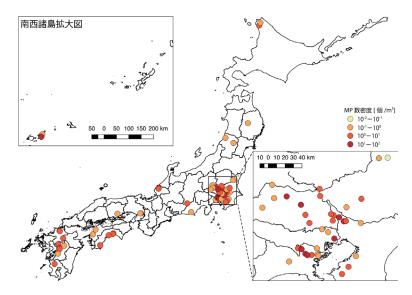
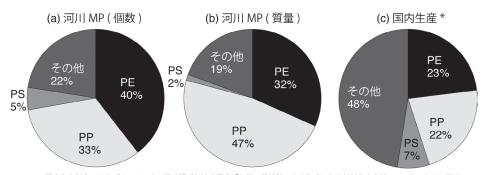


図1 全国における河川MP濃度マップ ※なお、ここではMP濃度を単位水量当たりの個数 (MP数密度) で示す。

4. 河川におけるマイクロプラスチックの粒子特性

河川で採取されたMPの34%は1mm以下であり、日本近海で採取されたMP(1mm以下は20%®)に比べて相対的に細かなプラスチックが多かったり。これは淡水よりも海水の方が比重が大きいため、浮力によって大きなMPが表面で採取された割合が多かったと推察される。一方、河川で採取されたMPの材質の多くはポリエチレン(Polyethylene; PE)、ポリプロピレン(Polypropylene; PP)、ポリスチレン(Polystyrene; PS)であり、全体の78%(81%)を占める(図2(a)及び(b))。各材質の生産割合(2017年)は、PE、PP、PSで52%であり、河

川MPの主要3種の割合が低い(図2(c))。河川のMPは水表面で採取されていることから水よりも比重の小さいPE(比重: 0.91-0.94)とPP(比重: 0.83-0.85)の割合が高い。またPSはポリマー自体の比重は水よりも大きい(比重: 1.04-1.10)が製品化される際に気泡を混入するため、浮きやすい。その他としては、PEとPPの共重合体(PEPP)、ポリエチレンテレフタレート(Polyethylene terephthalate; PET)、ABS 樹脂(Acrylonitrile butadiene styrene; ABS)、アクリル(Acryl)が多く含まれる。



* 国内生産割合は日本プラスチック工業連盟が経済産業省「化学工業統計」より作成した原材料生産実績 (2018 年) を元に整理 http://www.jpif.gr.jp/3toukei/conts/getsuji/2018/2018_genryou_c.htm

図2 全国における河川MPの材質構成

5. 河川におけるマイクロプラスチックのIRスペクトル

河川で採取されたMPには、製造過程に混入させる添加物や河川等を浮遊・堆積する際に付着する自然由来の有機物が含まれる。近年、30%の過酸化水素水(H_2O_2)等の酸化剤に一定時間浸水させることで、後者の付着物を除去して材質の特定精度の向上が図られている 9 。ここでは、河川MPの主要な材質であるPE、PP、PSのIRスペクトルを示すとともに、 H_2O_2 による酸化分解前後でのIRスペクトルの違いについて示す。

今回使用したサンプルは、荒川の新船堀橋で採取されたプラスチックの中から PE、PP、PSの3種類(図3(d)-(f))を選

出して自然乾燥した後、FTIR-ATRでIRスペクトルを取得する (図3 (a) - (c) 中の赤線)。30 mLの30 % H_2O_2 に 24 時間浸した後、再びIRスペクトルを取得した。30 % H_2O_2 に浸したことにより、付着する有機物が除去できていることがわかる (図3 (g) - (i))。これによりセルロース系化合物の吸光度 (波数帯:900 cm⁻¹-1100 cm⁻¹) を低減し、各ポリマー特有の波数帯のピークが鮮明になっており、各材質の標準 IRスペクトル (図3 (a) - (c) 中の黒線) とよく類似している (図3 (a) - (c) 中の青線)。

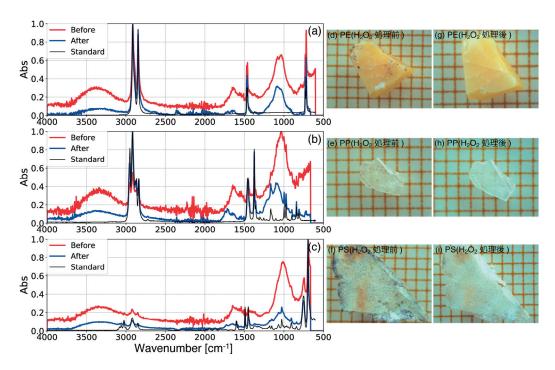


図3 30 % H₂O₂ 処理前後のIRスペクトルの比較

6. おわりに

地球規模の環境問題としてプラスチックによる海洋汚染が 懸念される中、国内における陸水の調査はまだまだ進んでい ない現状がある。その主要な原因の一つとしては、ここで示し てきたように現状MPの一粒一粒をFTIR-ATR法でIRスペクト ルを取得する必要があり、水環境におけるMPの分析手法が 煩雑なことが挙げられる。今後、現在のMP分析手法を基に、 懸濁物質の中からプラスチックを自動判別できる検出器が開発されれば、水環境におけるMPのモニタリングが容易となり、 陸域におけるプラスチック管理の改善に寄与できることが期待される。

参考文献

- 1) Kataoka, T., Y. Nihei, K. Kudou, H. Hinata, Assessment of the sources and inflow processes of microplastics in the river environments of Japan. *Environ Pollut*, 2019, 244, 958-965.
- 2) Cózar, A., et al., Plastic debris in the open ocean. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2014, 111(28), 10239-10244.
- 3) Eerkes-Medrano, D., R.C. Thompson, D.C. Aldridge, Microplastics in freshwater systems: a review of the emerging threats, identification of knowledge gaps and prioritisation of research needs. *Water Res.*, 2015, 75, 63-82.
- 4) Kershaw, P.J., Rochman, C. M., Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment. Rep. Stud., 2016, 90, 97.
- 5) Ogata, Y., et al., International Pellet Watch: Global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) in coastal waters. 1. Initial phase data on PCBs, DDTs, and HCHs. *Mar. Pollut. Bull.*, 2009, 58(10), 1437-1446.
- 6) Browne, Mark A., Stewart J. Niven, Tamara S. Galloway, Steve J. Rowland, Richard C. Thompson, Microplastic moves pollutants and additives to worms, reducing functions linked to health and biodiversity. *Curr Biol*, 2013, 23(23), 2388-2392.
- 7) Tanaka, K., et al., Facilitated leaching of additive-derived PBDEs from plastic by seabirds' stomach oil and accumulation in tissues. *Environ. Sci. Technol.*, 2015, **49**(19), 11799-11807.
- 8) Isobe, A., K. Uchida, T. Tokai, S. Iwasaki, East Asian seas: A hot spot of pelagic microplastics. Mar. Pollut. Bull., 2015, 101(2), 618-623.
- 9) Matsuguma, Y., et al., Microplastics in Sediment Cores from Asia and Africa as Indicators of Temporal Trends in Plastic Pollution. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 2017, 73(2), 230-239.



ヨーロッパ薬局方9.7

分析計測事業部 スペクトロビジネスユニット

青位 祐輔

FTIR TALK LETTER Vol.4 (2006年)、Vol.27 (2016年) にてFTIRのバリデーションについて紹介してきました。この中で規格の一つとしてヨーロッパ薬局方について紹介しましたが、2019年4月にヨーロッパ薬局方が9.7 に改定され、規格の大きな変更がありました。そこで、今回はヨーロッパ薬局方9.7 の変更点と当社 FTIR製品での対応についてご紹介します。

1. ヨーロッパ薬局方9.7の変更点

ヨーロッパ薬局方9.7での変更点は次の通りです。

- ①透過法における波数精度 (Wavenumber Scale) の波数値の変更
- ②ATR法 による波数精度 (Wavenumber Scale)、分解 (Spectral Resolution) 規格の追加

透過法における分解についての変更はありません。それぞれの変更点の詳細について紹介します。

①透過法における波数精度 (Wavenumber Scale) の変更点

透過法における波数精度の変更点は表1の通りです。

ヨーロッパ薬局方9.6と比較すると、2849.5、1942.9、1583.0、1154.5 cm⁻¹の波数値が削除され、新たに906.6 cm⁻¹の波数値が追加されました。

波数精度では、ポリスチレンフィルムを使用して、指定されたピークにおいて最大の吸光度を示す波数が許容範囲内に入っているか判定します。

表1 透過法における波数精度の変更点

ヨーロッパ薬局方9.6	ヨーロッパ薬局方9.7 (透過法)
3060.0 (±1.0) cm ⁻¹	3060.0 (±1.0) cm ⁻¹
2849.5 (±1.0) cm ⁻¹	-
1942.9 (±1.0) cm ⁻¹	-
1601.2 (±1.0) cm ⁻¹	1601.2 (±1.0) cm ⁻¹
1583.0 (±1.0) cm ⁻¹	-
1154.5 (±1.0) cm ⁻¹	-
1028.3 (±1.0) cm ⁻¹	1028.3 (±1.0) cm ⁻¹
-	906.6 (±1.0) cm ⁻¹

②ATR法 による 波 数 精 度 (Wavenumber Scale)、分 解 (Spectral Resolution) 規格の追加

ヨーロッパ薬局方9.7から透過法に加えてATR法での規定が追加されました。

2. 波数精度

ATR法での波数精度の波数値と合格基準値は表2の通りです。 ATR法ではスペクトルのピークが低波数側へシフトするという特徴があるため、透過法とは波数値が若干異なります。また、透過法とは異なり、ATRプリズムをポリスチレンフィルムに密着させた状態で測定を行う必要がありますが、判定方法は透過法と同様です。

表2 ATR法における波数精度の規格

ヨーロッパ薬局方9.7 (ATR法)	
3059.7 (±1.0) cm ⁻¹	
1601.0 (±1.0) cm ⁻¹	
1027.7 (±1.0) cm ⁻¹	
906.1 (±1.0) cm ⁻¹	

3. 分解

ATR法での分解は以下のように規定されています。

各機器の仕様に従ってスペクトル分解能を制御するため の適切な評価基準を定義する必要があります。

原文

Appropriate assessment criteria for the control of spectral resolution according to the specifications of each instrument need to be defined.

このようにATR法での分解について、ヨーロッパ薬局方9.7では明確な評価基準が定義されておりません。当社FTIR制御用ソフトウェアLabSolutions IRではヨーロッパ薬局方9.7に対応したバリデーションプログラムを備えており、ATR法での分解についても当社規定の評価基準を参考値として設定しています。

4. ヨーロッパ薬局方 9.7 に対応した バリデーションプログラムの検査内容

ヨーロッパ薬局方9.7 に対応したバリデーションプログラムはLabSolutions IR Ver.2.24 に搭載されました。

本プログラムにおいて、透過法では日本薬局方およびヨーロッパ薬局方9.6対応のバリデーションプログラムと同じく、①パワースペクトル②分解③波数精度④波数再現性⑤吸光度再現性の5項目、ATR法では②分解、③波数精度の2項目で装置の性能を検査します。

①パワースペクトル

ヨーロッパ薬局方9.7 には含まれていない検査ですが、FTIR の最も基本的な性能の評価を行うために検査します。日本薬局方、ヨーロッパ薬局方9.6 対応のバリデーションプログラムと同じです。指定された波数におけるパワースペクトルの大きさが規格値より大きいかどうか判定し、指定されたすべての波数で規格値を上回っていれば合格です。

2)分解

透過法では厚さ0.035 mmのポリスチレン膜の吸収スペクトルを測定し、得られた吸収スペクトルの2870 cm⁻¹付近の極小と2849.5 cm⁻¹付近の極大における吸光度の差が0.33より大きいこと、および1589 cm⁻¹付近の極小と1583 cm⁻¹付近の極大における吸光度の差が0.08より大きいことを判定します。

ATR法では先述した通り、当社規定の評価基準を満たしているかを判定します。

③波数精度

先述した通り、それぞれの波数の測定値との誤差が規格以 内であれば合格です。

④波数再現性

ヨーロッパ薬局方9.7には含まれていない検査ですが、日本薬局方との統一化のため検査項目としています。日本薬局方、ヨーロッパ薬局方9.6対応のバリデーションプログラムと同じです。ポリスチレンフィルムを2回測定し、指定された3点においてピーク波数を比較します。2回の測定結果の差が許容

範囲内にあるかどうかで判定し、ピーク波数の差が3点すべてにおいて許容範囲内に入っていれば合格です。

5 吸光度再現性

ヨーロッパ薬局方9.7には含まれていない検査ですが、日本薬局方との統一化のため検査項目としています。日本薬局方、ヨーロッパ薬局方9.6対応のバリデーションプログラムと同じです。ただし、許容範囲は、検査する波数での吸光度を透過率に変換した場合、0.5%程度になる吸光度の範囲としています。ピーク波数を3点指定し、2回の測定結果の吸光度の差が許容範囲内にあるかどうかで判定し、吸光度の差が3点すべてにおいて許容範囲内に入っていれば合格です。

5. ヨーロッパ薬局方 9.7 に対応した バリデーションプログラムの操作方法

当社製品であるLabSolultions IR Ver.2.24でのヨーロッパ薬 局方9.7に対応したバリデーションプログラムの操作方法につ いて紹介します。



図1 バリデーション選択画面

図1のように、LabSolutions IRのランチャー画面にて、「ヨーロッパ薬局方バリデーション EP9.7準拠」を選択するとバリデーションプログラムが起動します。この時「ヨーロッパ薬局方バリデーション EP9.6準拠」を選択することにより従来のヨーロッパ薬局方バリデーションプログラムを起動することも可能です。

「ヨーロッパ薬局方バリデーション EP9.7準拠」では、バリデーション測定を開始する前に、図2に示すようなパラメータ設定画面が表示されます。この画面にて透過/ATRを選択できます。ATRの場合は別途付属品名、付属品番号、使用しているATRプリズムの種類を設定する必要があります。その他の設定は透過法と共通です。



図2 パラメータ設定画面

設定が完了すると画面に表示されるメッセージに従って操作していくだけで図3のような検査結果をまとめたレポートが自動的に印刷されます。5分程度しかかからない検査ですので、日常点検の代わりに実行することもできます。

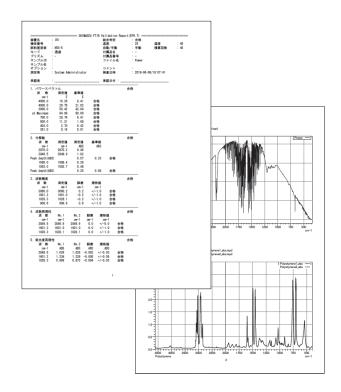


図3 検査結果レポート

参考文献

ヨーロッパ薬局方 https://www.edqm.eu/



様々なATR測定装置のご紹介 その2

分析計測事業部 グローバルアプリケーション開発センター 岩崎 祥子

FTIR TALK LETTER vol.32では、一般的なATRプリズムの選択法に加え、多重反射ATR測定や加熱ATR測定装置をご紹介しました。ここでは、観察できるATR測定装置を2種類ご紹介いたします。

1. 観察できる ATR 測定装置①

可視観察機能付きのMicromATR Vision™(マイクロメータービジョン)(図1)をご紹介します。試料が微小な場合や特定の箇所を狙って測定したい場合、赤外顕微鏡を使って観察しながら分析することもできますが、この測定装置を使用すると、測定位置を観察しながら、前処理なく迅速に分析することができます。MicromATR Visionはダイヤモンドプリズムを搭載し、4,000-400 cm¹の範囲が測定できます。また、測定と同時に、内部に搭載されたビデオカメラにより、試料の位置や接触状態をリアルタイムで観察できます。MicromATR Visionの光学レイアウトを図2に示します。この観察にはビデオ観察ソフトウェアe-Spot (イースポット)を用います。ソフトウェアの画面を図3に示します。静止画や動画の保存、拡大表示、テキストの挿入、スケール機能による試料サイズの測長などが行えます。



図1 MicromATR Vision

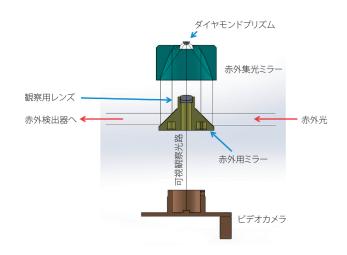


図2 MicromATR Visionの光学レイアウト図

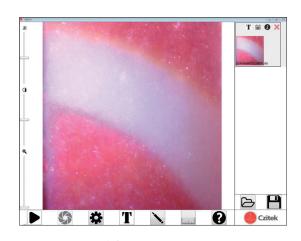


図3 ビデオ観察ソフトウェアe-Spot

ここで測定した試料の写真を図4に示します。玩具に赤色の繊維状異物が付着していました。この繊維状異物を取り出し、MicromATR Visionで観察しました。観察画像を図5に示します。50 μm 程度の繊維状ですが、画像で確認しながらサンプルをプリズムの中心に設置できます。



図4 測定試料



図5 繊維状異物の観察画像

繊維状異物と、玩具を一部切り出したものを分析しました。 繊維状異物と玩具のATRスペクトルとその検索結果を図6に示します。繊維状異物は玩具と同じABS (アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン)であり、製造工程で材料の切れ端が玩具に付着したものと推測されます。

試料を観察しながら測定できるため、目視可能な試料はもちろん、赤外顕微鏡が必要になる大きさが100~200 μm以下の試料も、プリズムの中心におくことができ、容易に分析することが可能です。

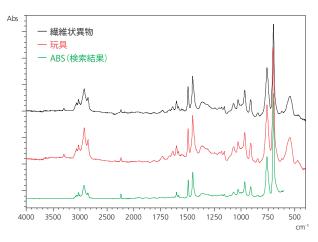


図6 ATRスペクトルと検索結果

2. 観察できるATR測定装置②

GladiATR Vision™(図7) は、ダイヤモンドクリスタルを通しての観察ができ、4,000-400 cm⁻¹の範囲が測定できます。測定する場所をリアルタイムに、手元の液晶モニタで観察することができるため、正しい測定位置を選択することが容易です。厚い不透明な試料も、ダイヤモンドクリスタルを通して観察可能です。

GladiATR Visionの光学レイアウトを図8に示します。赤外光測定と可視観察を同時に行うことができます。試料の測定箇所は、110倍に拡大して観察が可能です。微小試料をダイヤモンドクリスタルの中心に最適にセットし、分析することができるため、50 μm程度の微小試料も測定することができます。また、GladiATR Visionは手元のモニタで画像が確認できるため、位置の微調整も容易です。



図7 GladiATR Vision

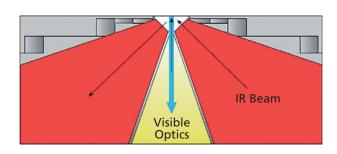


図8 GladiATR Visionの光学レイアウト図

ここで測定した試料の写真を図9に示します。試料はろ紙表面の付着物ですが、観察不可のATR測定装置では測定面をプリズム側に向けるために付着物の位置が確認できません。しかしながら、GladiATR Visionでは、プリズム下方からの観察が可能なため、測定したい箇所を容易にプリズムに密着させることができます。



図9 測定試料

GladiATR Visionのプリズム上にろ紙表面付着物を直接置いて測定しました。ろ紙成分の影響が出ることが予想されるため、付着物のない箇所も測定し、比較しました。試料の観察画像を図10に、測定結果を図11に示します。



図10 付着物の観察画像

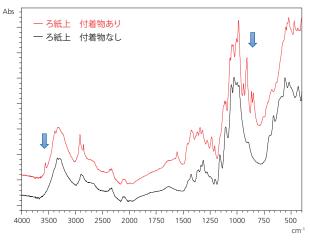


図11 測定結果

図11において、3600 cm-1や900 cm-1付近などにピークの違いが確認できますが(図中青矢印)、付着物のスペクトルはろ紙の影響を受けていると予想されました。そこで、図11に示す両スペクトルより差スペクトルを計算し、弊社FTIRに標準搭載されているライブラリを用いて検索を行いました(図12)。検索の結果、ろ紙表面付着物はスクロースと類似していることが分かりました。

今回のように、測定面の観察が必要な試料に関しては、観察可能なATR測定装置が有効です。

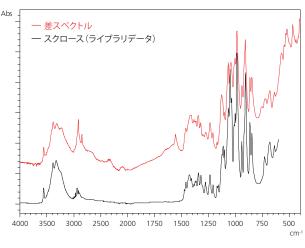


図12 検索結果

3. おわりに

ここでは、観察できるATR測定装置を2種類ご紹介しました。これらのATR測定装置を使用することにより、測定の際に試料上の測定部位を容易に確認できるので、測定したい箇所を確実にプリズム上にセットすることができます。また、観察画像をスペクトルデータと共に保存すると便利です。ソフトウェアタイプと手元のモニタータイプがあるので、お好みでご選択ください。

前回に引き続いて、ATR測定付属品についてご紹介しましたが、現在、目的に適応した様々なタイプのATR測定付属品が開発されています。例えば、屈折率の高いシリコンウェハーをATR測定する場合には、入射角59°以上が必要とされ、良好な密着も不可欠です。そのため、シリコンウェハーを均一な圧力でGeプリズムに密着できるよう工夫されているATR測定装置があります。また、化学反応追跡を行うにあたり、プリズム下面からUV照射を行える装置もあります。お客様の多様なニーズに対応可能な様々なATR測定装置をラインアップしておりますので、ぜひご相談ください。

今号は、誌面の都合により、Q&Aを休載いたします。

お客様のニーズに応え、作業の省力化、効率化を支援

フーリエ変換赤外分光光度計 **IRSpirit**™

簡単ナビゲーションソフトIR Pilot™ パラメーター設定はもう迷わない!



IRSpiritについてはこちら https://www.an.shimadzu.co.jp/ ftir/irspirit/index.htm



Easy navi で誰でも簡単スタート

総数23個のアプリケーションをマクロ化し標準搭載。FTIRによる分析に不慣れ な方でも分析目的と付属品を選択するだけで、簡単に分析ができます。 パラ メータの設定は必要ありません。複数検体の場合はワンクリックで使用可能で、 測定効率を向上させます。



1. 分析目的の選択

2. 付属品の選択

3. スペクトル測定

分析天びん APシリーズ

スマートホルダによる計量作業効率化 メスフラスコなどの容器への直接計量がスムーズに!



APシリーズについてはこちら

https://www.an.shimadzu.co.jp/ balance/products/p01/ap_d.htm



スマートホルダひとつで種々の容器に対応

スマートホルダをご利用いただくことで、様々な形状の容器を傾斜させて保持 できます。容器の投入口へのアクセスが容易になり、サンプル注入を簡単に安 心して行えます。計量作業の効率を向上させます。



遠沈管 (10 ml)

メスフラスコ (10 ml)



三角フラスコ (100 ml)

※スマートフォルダはオプションです。

IRAffinity、LabSolutions、IRSpiritおよびIR Pilotは、株式会社島津製作所の商標です。 MicromATR Vision は、Czitek, LLC.の商標です。

GladiATR Visionは、PIKE Technologies 社の商標です。

その他、本書に掲載されている会社名、製品名、サービスマーク、およびロゴは、各社の商標および登録商標です。なお、本文中にはTM、®マークを明記していない場合があります。



August 2019

行 日

編 集・発 行

● 2019年9月4日

● 株式会社島津製作所 分析計測事業部 グローバルアプリケーション開発センター

分析計測事業部事業企画部"Shim-Solutions Club"事務局 〒604-8511 京都市中京区西ノ京桑原町1

E-mail: analytic@group.shimadzu.co.jp