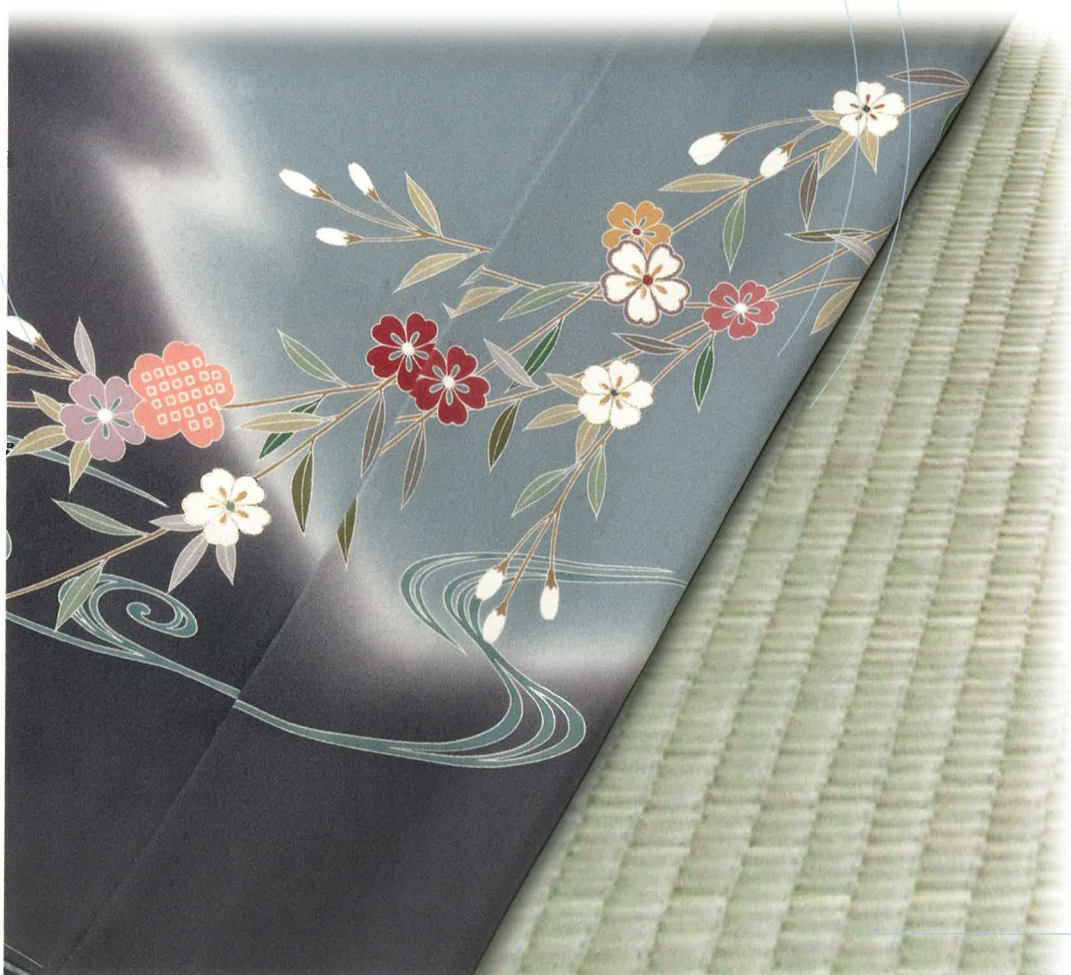


# FTIR TALK LETTER

vol. **6**

April 2006



京の匠6：京友禅の訪問着

# 顕微FT-IRによる癌を誘発する ラット膀胱結石の構造解析



中央労働災害防止協会 日本バイオアッセイ研究センター 試験管理部 分析室 室長 大西 誠

## 【概要】

一般環境中には多様の化学物質が存在しており、近代文明の発達に伴ってその種類も多様化し、また存在量も増加する傾向にある。その結果、生体に対して毒性を持つものや、突然変異を誘発するもの、あるいは生殖能力に異常をきたすものなどが多種検出され、その使用、製造などに対して厳しい規制が行われるようになってきた。しかしながら、それらの生体影響の中でも特に重篤な疾病である癌の発生率は増加する傾向にあり、十数年に渡って癌死亡率が死亡原因のトップとなっているにもかかわらず、化学発癌性物質については未だ十分に検索されているとは言い難い現状にある。

旧労働省の委託により、ビフェニルの発癌性を検索するため、日本バイオアッセイ研究センターにおいて2年間の動物実験を行った結果、ビフェニルはラット雄の膀胱に癌を誘発させた。また、その癌が認められた膀胱内には結石の存在が認められ、結石の生成を介して膀胱癌を誘発したことが示唆された。

本稿では、FT-IRを生体試料の分析に用いた例として、顕微FT-IRによる膀胱癌を誘発した膀胱結石の構造解析について紹介する。

## 研究の始まり

著者の勤務する日本バイオアッセイ研究センターでは、主として労働現場で働く人々の健康を守るため、多様の化学物質について動物実験を行っている。その中の1つの化学物質であるビフェニルをラットに投与したがん原性試験では、膀胱癌の発生があり、動物の解剖時に膀胱内に多数の結石が認められた。通常、化学物質をラットに投与しても膀胱に結石は発生しない。従って投与したビフェニル、膀胱癌の発生および結石の形成の間になんらかの関係があるものと考えた。これまで、膀胱癌を誘発した結石の成分、構造、および生成メカニズムに関する

研究は、ほとんど行われていない。その理由として、①ラットの膀胱結石はかなり小さいもの(3mm~10mm)であり(図1)、構造解析をする上でその取り扱いがかなり難しい。②膀胱結石は、従来、主として医学生理学または毒性病理学分野で取り扱われて来ており、無機化学・物理化学的な視野からの結石の研究がなされていないことなどによる。これらの事から、膀胱癌を誘発した膀胱結石について、試料表面層の情報を適格に得られる顕微FT-IRを用いて、構造解析を行った。

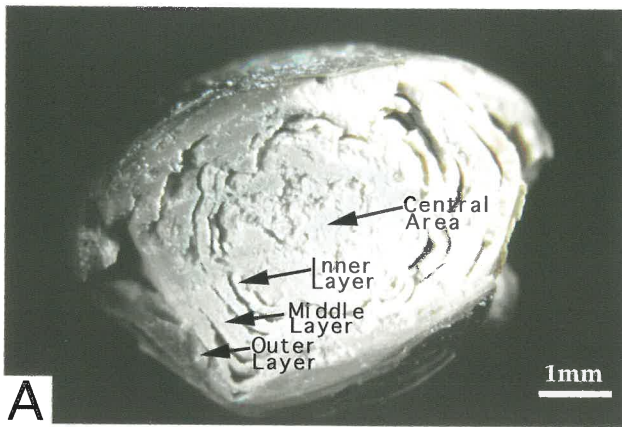
## 膀胱結石の構造解析

ラット雄の膀胱に認められた結石の内部構造を調べるため、結石を分割しその断面について検討した(図2-A)<sup>1)</sup>。その結果、断面は多層構造であり、1つの層の厚さは約250 $\mu$ m(図2-B)であり、層と層の間に空間が観察された。このうち、表面に近い外層の3つの位置、すなわち、外側、中側、内側の位置から顕微鏡下でマイクロマニピュレーターを用いてサンプリングし、顕微FT-IRにより赤外吸収スペクトルを測定した。その結果を図3に示す。外層の外側(図3-A)では、1050 $\text{cm}^{-1}$ に幅の広いピークが認められ、リン酸カルシウムが存在することが確認された。このリン酸カルシウムは、尿中に含まれる成分である。また、その層の中側(図3-B)では、このリン酸カ

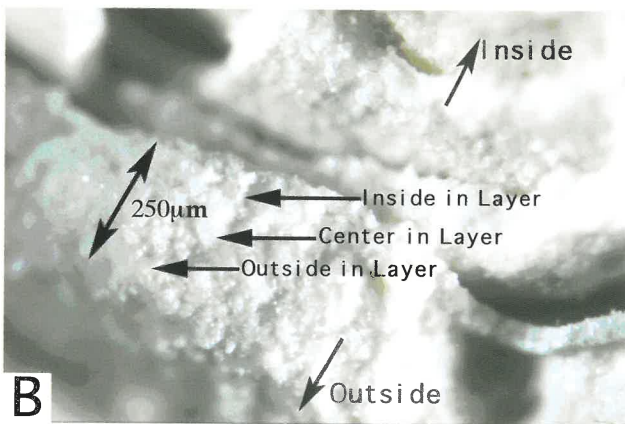


図1.ラット雄に誘発した膀胱結石の外観

ルシウムピークに加え、 $1235\text{cm}^{-1}$ と $1070\text{cm}^{-1}$ にシャープなピークが認められ、ラットに投与したビフェニルの代謝物である4-ヒドロキシビフェニル水酸化体のカリウム塩が確認された。さらにその層の内側(図3-C)では、リン酸カルシウムのピークはほとんど認められず、 $1235\text{cm}^{-1}$ と $1070\text{cm}^{-1}$ のビフェニル代謝物である4-ヒドロキシビフェニル水酸化体のカリウム塩のピークが強く認められた。以上の事から、ビフェニルをラットに投与して膀胱に認められた結石は層状構造をしており、ビフェニルの代謝物と尿中のリン酸カルシウムから構成されており、顕微FT-IRを用いることによりビフェニルを投与して膀胱癌を誘発した結石の構造が初めて明確になった。



(A):ラット結石断面の写真



(B):図2(A)の層の拡大写真

図2.ラット雄に誘発した膀胱結石の断面図

(Reprinted with permission from Chem. Res. Toxicol. 2000, 13 (8),727-735. Copyright 2000 American Chemical Society.)

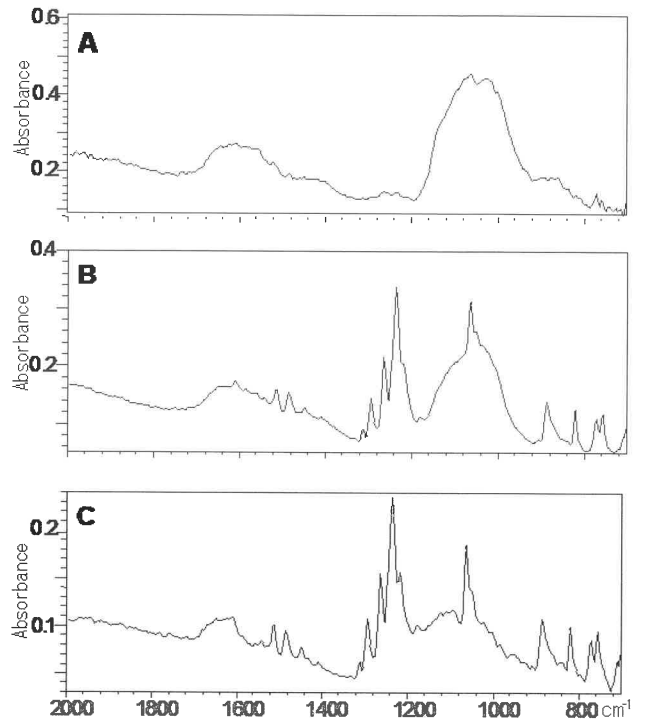


図3.ラット膀胱結石の外層の赤外吸収スペクトル

(A):外層の外側のスペクトル、(B):外層の中側のスペクトル、(C):外層の内側のスペクトル

### 他の分析との照合

顕微FT-IRによって得られた膀胱結石の構造情報について、確認する

ために、EPMAを用いて結石の表面分析を行った(図-4)。その結果、膀胱結石からは、イオウとカリウム、また、リンとカルシウムがそれぞれ同じ位置に認められ、イオウとカリウムは、ビフェニル代謝物の4-ヒドロキシビフェニル水酸化体のカリウム塩の成分であり、リンとカルシウムはリン酸カルシウムの成分であると考えられた。結石外部領域ではリンとカルシウムを含む厚い層は、結石を取り囲む貝のように観察されるという特徴があった。さらに、イオウとカリウム、リンとカルシウムは交互の層に分布しており、これらの成分分布から結石は多層構造を示しており、顕微FT-IRで認められた結果と一致した。

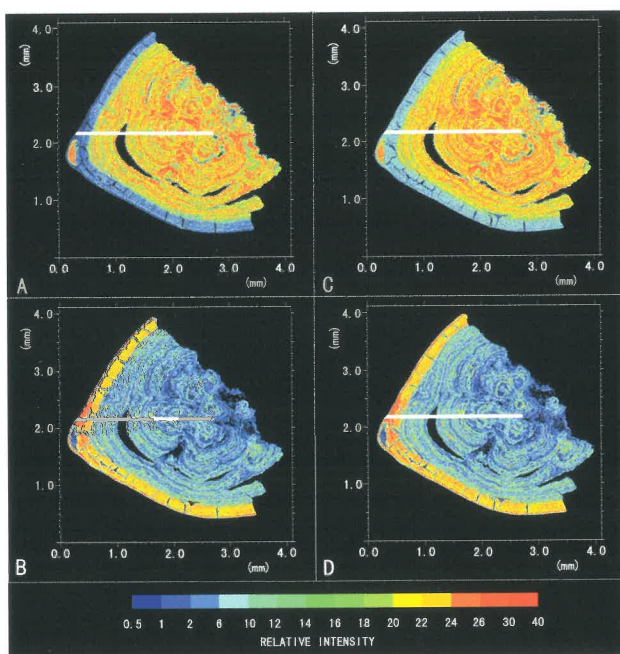


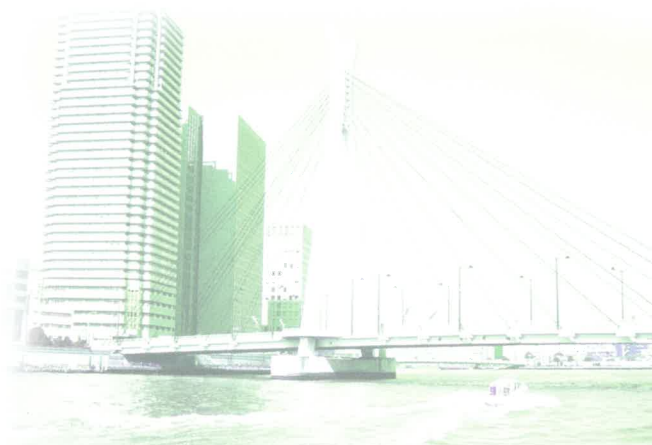
図4. EPMA分析によるラット膀胱結石の元素分布  
(A):イオウ、(B):リン、(C):カリウム、(D):カルシウム

## おわりに

一般的に、生体試料はタンパクで構成されるため、その赤外吸収スペクトルのピークはブロードであり、目的物の分析が妨害され、判断がつきにくい場合が多々ある。今回紹介した生体試料の構造解析の研究に関して、顕微FT-IRは非常に有用であった。顕微鏡下で目視しながらマイクロマニピレーターでサンプリングできる微小な生体試料であれば、赤外吸収スペクトルが測定できる点が本法の特徴である。これらの結果は、結石の成分を分析するために、顕微FT-IRの他にLC-MS/MS、ICP、イオンクロマト等も併用して結石の全体像が明確になった。しかしながら、構造が明確になっても、結石が如何にして生成したか、また、雄のラットでは膀胱に結石が多発するが、雌のラットでは少数でしか結石が発生しないなど、不明な点がまだまだ多く残されている<sup>2~4)</sup>。生体に投与した物質の代謝物は尿中、血液中、胆汁中など、溶液中の溶解状態が多いが、膀胱結石のように固体状態の試料では、顕微FT-IRは分析情報を得るための威力を発揮することが期待できる。

## 参考文献

- 1) M. Ohnishi, H. Yajima, S. Yamamoto, T. Matsushima, T. Ishii: Sex Dependence of the Components and Structure of Urinary Calculi Induced by Biphenyl Administration in Rats, *Chem. Res. Toxicol.*, Vol.13, No.8, 727/735(2000)
- 2) M. Ohnishi, H. Yajima, T. Takeuchi, M. Saito, K. Yamazaki, T. Kasai, K. Nagano, S. Yamamoto, T. Matsushima, T. Ishii: Mechanism of Urinary Tract Crystal Formation Following Biphenyl Treatment, *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, Vol.174, No.2, 122/129(2001)
- 3) M. Ohnishi, H. Yajima, T. Takemura, S. Yamamoto, T. Matsushima, T. Ishii: Characterization of Hydroxy-Biphenyl-*O*-Sulfates in Urine and Urine Crystals Induced by Biphenyl and  $\text{KHCO}_3$  Administration in Rats, *J. Health Sci.*, Vol.46, No.4, 299/303(2000)
- 4) 大西, 武, 佐川, 山本, 松島: ビフェニル投与により雄ラットの膀胱内に認められた結石の成分分析, *衛生化学*, Vol.44, No.4, 256/263(1998)



# ヨーロッパ薬局方5.0

分析計測事業部 スペクトルビジネスユニット 和田 潔

本誌のVol.4で赤外分光光度計のバリデーションの方法について紹介しました。この中で、規格の一つとして、ヨーロッパ薬局方 (European Pharmacopoeia) 4.0を紹介しました。赤外分光光度計に関しては、『2.2.24 Absorption Spectrophotometry, Infrared』に記載されており、装置のバリデーション方法が『Control of resolution performance』、『Verification of the wave-number scale』の項に記載されています。

2005年にヨーロッパ薬局方の5.0が発表され、規格が改定されました。今号では、変更点と島津FTIRシリーズでの対応についてご紹介します。

## 変更点

今回の変更点は、フーリエ変換赤外分光光度計 (FTIR) が対象になっています。分散型赤外分光光度計については変更がありません。

## 分解 (Control of resolution performance) の変更点

ヨーロッパ薬局方5.0の記述は以下のとおりです。

ポリスチレンフィルムの吸光度スペクトルを測定し、得られたスペクトルの2870 $\text{cm}^{-1}$ 付近の極小と2849.5 $\text{cm}^{-1}$ 付近の極大における吸光度の差が0.33ABS以上であること、および、1589 $\text{cm}^{-1}$ 付近の極小と1583 $\text{cm}^{-1}$ 付近の極大における吸光度の差が0.08ABS以上であることを判定します。

原文 (一部省略)

For Fourier-transform instruments, ... for example by recording the spectrum of a polystyrene film approximately 35  $\mu\text{m}$  in thickness. The differences between the absorbances at the absorption minimum at 2870  $\text{cm}^{-1}$  and the absorption maximum at 2849.5  $\text{cm}^{-1}$  is greater than 0.33. The differences between the absorbances at the absorption minimum at 1589  $\text{cm}^{-1}$  and the absorption maximum at 1583  $\text{cm}^{-1}$  is greater than 0.08.

ヨーロッパ薬局方4.0では透過率で測定していたスペクトルが吸光度で測定することとなり、分解の規格も透過率でなく、吸光度で示されました。

## 波数精度 (Verification of the wave-number scale) の変更点

波数精度はヨーロッパ薬局方5.0では以下のように設定されました。

3060.0 ( $\pm 1.0$ ) $\text{cm}^{-1}$
2849.5 ( $\pm 1.0$ ) $\text{cm}^{-1}$
1942.9 ( $\pm 1.0$ ) $\text{cm}^{-1}$
1601.2 ( $\pm 1.0$ ) $\text{cm}^{-1}$
1583.0 ( $\pm 1.0$ ) $\text{cm}^{-1}$
1154.5 ( $\pm 1.0$ ) $\text{cm}^{-1}$
1028.3 ( $\pm 1.0$ ) $\text{cm}^{-1}$

ヨーロッパ薬局方4.0では $\pm 1.5$ であった3060.0、2849.5、1942.9 $\text{cm}^{-1}$ の3つの波数の精度が $\pm 1.0$ に変更されました。

## ヨーロッパ薬局方5.0に対応したバリデーションプログラム

ヨーロッパ薬局方5.0に対応したバリデーションプログラムは、IRsolution Ver. 1.30に搭載されました。

日本薬局方及びヨーロッパ薬局方4.0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5.0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。日本薬局方及びヨーロッパ薬局方4.0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を判定し、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

先に述べたとおりです。それぞれの吸光度値が規格以上であれば合格です。

### ③波数精度

先に述べたとおりです。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5.0には含まれていない検査ですが、日本薬局方とのリエゾン(統一化)のために検査項目としています。日本薬局方及びヨーロッパ薬局方4.0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5.0には含まれていない検査ですが、日本薬局方とのリエゾンのために検査項目としています。検査方法は、日本薬局方及びヨーロッパ薬局方4.0対応のバリデーションプログラムと同じです。日本薬局方での許容範囲は透過率で0.5%となっていますが、ヨーロッパ薬局方5.0用のバリデーションプログラムでは、検査する波数での透過率が±0.5%変化した値を吸光度に変換したものを許容範囲としています。たとえば、2849.5cm<sup>-1</sup>のピークは約1ABS(透過率約10%)ありますが、その透過率が±0.5%変動した場合の吸光度の変動(±0.03ABS)を許容範囲としています。ポリスチレンフィルムを2回測定し、指定された3点において吸光度を比較します。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、吸光度の差が3点すべてにおいて許容範囲に入っていれば合格です。

## 日本薬局方とヨーロッパ薬局方5.0の バリデーション規格の統一化

ヨーロッパ薬局方はその名称のとおり、ヨーロッパ共同体(EU)内での規格です。EU内に製品を輸出する場合、ヨーロッパ薬局方5.0での装置バリデーションが求められることがあります。一方、日本国内では日本薬局方に準拠したバリデーション方法が一般的です。

日本薬局方は定期的に改定され、各国の薬局方とのリエゾンははかられています。日本薬局方の赤外吸収スペクトル測定法は、14改正第1追補で、ヨーロッパ薬局方4.0とのリエゾンが行われました。ヨーロッパ薬局方5.0で、再び、日本薬局方との差が生じましたが、近い将来、再統一化が行われるのかもしれない。

(但し2006年2月1日現在、日本薬局方 赤外吸収スペクトル測定法の改定の情報はありません。)

## 島津FTIRシリーズでのヨーロッパ薬局方5.0への対応

ヨーロッパ薬局方5.0にはIRResolution Ver.1.30とそれに含まれているバリデーションソフトウェアで対応します。また、対象となる装置は、IRPrestige-21とFTIR-8400Sです(2006年2月1日現在)。

既に、IRPrestige-21またはFTIR-8400Sをお使いでヨーロッパ薬局方5.0への対応が必要な場合は、弊社担当者にご相談の上、IRResolution Ver.1.30へバージョンアップしてください。



# 顕微鏡測定テクニック

## — 反射法、ATR法 —

分析計測事業部 応用技術部 京都カスタマーサポートセンター 村上 幸雄

FTIR TALK LETTER Vol.5では赤外顕微透過法のテクニックについてご紹介しましたが、今回は赤外顕微反射法および赤外顕微ATR法についての分析テクニックをご紹介します。

### 顕微反射法の注意点

顕微反射法は、前処理をほとんど必要としない非常に簡便な方法と言えます。しかし反射率の高い金属基板上に付着した異物など、試料形態が限られます。ここでは金属板上に付着した試料を顕微反射法で分析する場合について、3つの注意点を説明します。

#### ①付着した試料が厚い場合

金属板上に付着した異物が厚い場合の概略図を図1に示します。

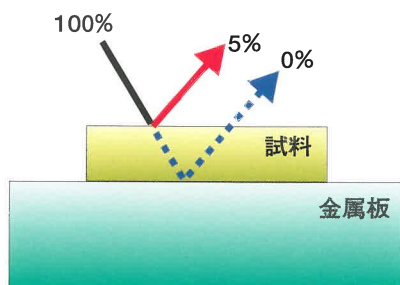


図1 金属板上に付着した試料が厚い場合の概略図

試料表面での正反射率は、図1に示したように入射光量に対しておおよそ5%程度です。図1では、試料が十分に厚いため、金属面で反射する光があっても、試料表面ではほとんどゼロになる場合を示しています。このとき得られる正反射スペクトルは、強い吸収のあるところで反射率が大きく変化する現象(屈折率の異常分散)によってピークが一次微分形に歪みますが、クラマース-クローニッヒ解析(K-K解析)処理を行なうことによって、吸収スペクトルに近似したスペクトルが得られます。

通常、顕微反射法では顕微透過法と比較すると検出器に届く光量がやや少なくなりますが、試料が厚い場合には光量

の低下は著しく、ノイズを減らすために積算回数を多くする必要があります。

試料がある程度の厚みを持った場合の測定例として、図2に金属板上にコーティングされた光沢のあるシート(厚さは約1mm)のスペクトルを示します。測定は試料表面に焦点を合わせ、30×30μmのアパーチャ設定で行ないました。

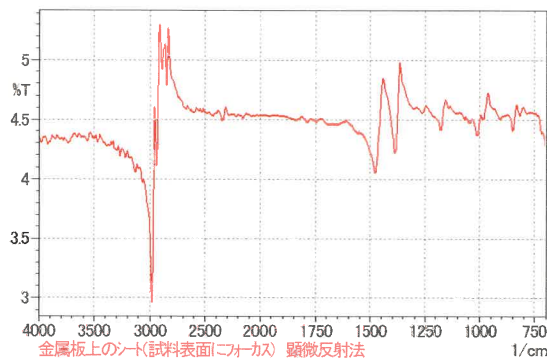


図2 金属板上シートの正反射スペクトル

図2を見ると、前述したように通常の吸収スペクトルとは形状が異なり、ピークが一次微分形に歪んでいることがわかります。図2に対してK-K解析を行なった結果を図3に示します。図3からコーティングされたシートはポリプロピレンであることが分かりました。

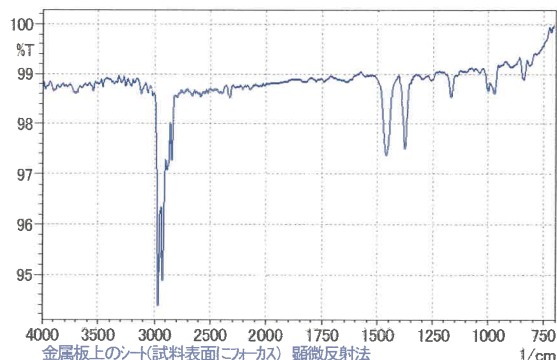


図3 K-K解析後のスペクトル

また図4には、試料表面ではなく、金属板の表面に焦点を合わせて測定した結果を示します。

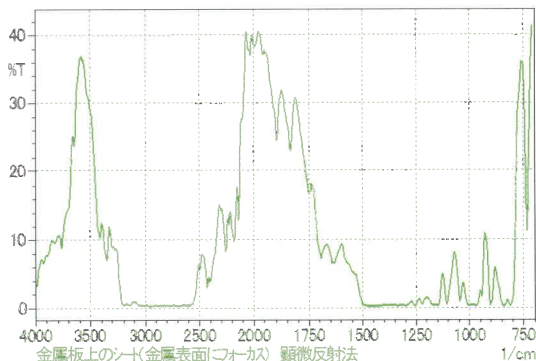


図4 金属板上シートの反射吸収スペクトル

図4は試料が厚いためにピークが飽和した状態の反射吸収スペクトルになっていることがわかります。

このように、試料がある程度厚い場合には、試料表面に焦点を合わせることで、正反射スペクトルのみを検出し、K-K解析処理を行なうことによって試料の定性が可能となります。ただし、粉末や繊維などのような表面が粗い試料では、反射する光の大部分は拡散され、試料表面からの正反射成分のみを検出することが難しくなりますので、注意が必要です。サンプリングが可能なきには顕微透過法、表面に目的物が出ている時には顕微ATR法が適しています。

## ②付着した試料が薄い場合

金属板上に付着した試料が薄い場合の概略図を図5に示します。

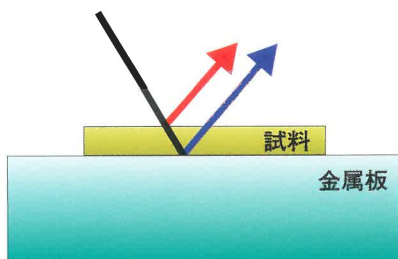


図5 金属板上に付着した試料が薄い場合の概略図

図5のように、試料が薄い場合には、入射した光は金属板の表面で反射され、試料表面から出てきます。このとき得られるスペクトルは、金属表面での反射(図5の青線)が多いときには、透過測定と同じような反射吸収スペクトルが得られます。しかし、金属表面での反射が少なくなると、正反射スベ

クトルと反射吸収スペクトルが混ざったスペクトルが得られるようになります。正反射と反射吸収が混ざったスペクトルが得られるときには、ピーク位置の高波数側で正の歪(透過率の増加)が生じ、逆にピークの低波数側では負の歪(透過率の減少)が生じます。この特徴は、KBr錠剤法やヌジョール・マル法の測定時に見られるクリスチャンセン効果(Christiansen effect)と同じです(クリスチャンセン効果: 屈折率と反射率の関係によって光の透過する量がピーク位置近傍で変化する現象で、試料に光散乱性がある場合にはよく起こります。)

試料が薄い場合の測定例を図6に示します。測定は20×20μmのアパーチャ設定で行ないました。測定1、2のスペクトルは、異なる位置での結果を示しています。

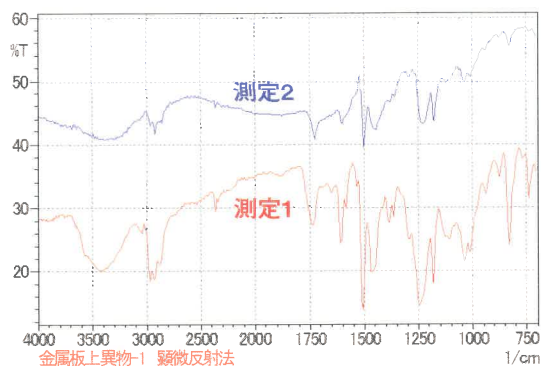


図6 金属板上に付着した異物のスペクトル

測定1では正常な吸収スペクトルが観察されていますが、測定2では1500cm<sup>-1</sup>付近のピークに歪が見られます。このようなスペクトルが得られた場合、ピーク位置や吸収強度は本来の値とは異なりますので、測定1のようなスペクトルが得られる場所を探す必要があります。目的物が非常に小さい場合には、測定位置を変えることができませんので、歪のないスペクトルを得るためには、顕微透過法もしくは顕微ATR法のような他の手法で分析します。



### ③BKG測定的位置

Vol.5の顕微透過法の注意点で紹介したように、顕微反射法においても、BKGおよびサンプル測定的位置によってスペクトルは影響を受けます。金属板上に付着した異物の分析例を図7および図8に示します。図7に示す基板上的異物に対して、サンプル位置を固定し、BKGを2箇所の異なる位置で測定したスペクトルを図8に示します。

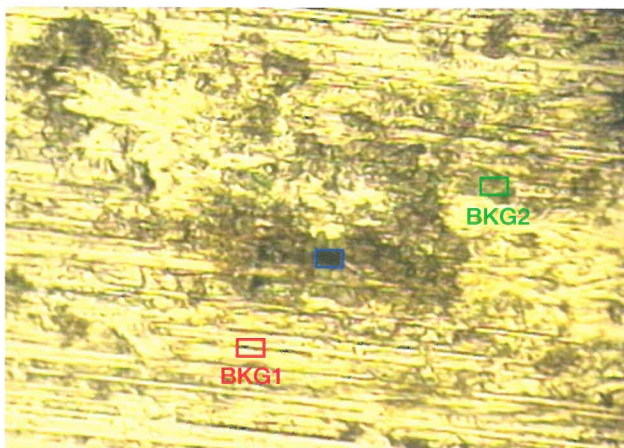


図7 基板上異物の顕微鏡写真

図8において、BKG2ではBKG1と比較するとピークが明確に確認できません。BKG2には微量ながら異物と同じものが付着し、異物のピークが相殺されていると考えられます。このように、反射法においても、透過法と同様にBKG測定位置や試料測定位置の選択が重要になることが分かります。

図8の赤線のスペクトルに対してスペクトル検索を行なったところ、乳酸ナトリウムであることがわかりました。

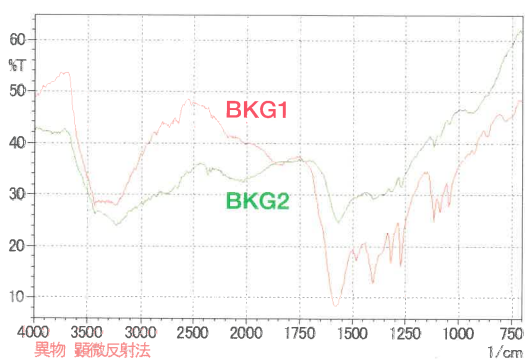


図8 基板上異物のスペクトル

## 顕微ATR法の注意点

顕微ATR法は前処理をほとんど必要としないため、非常に便利な方法と言えます。しかしながら測定の際にいくつかの注意点があります。以下では顕微ATR法で分析する場合について、3つの注意点をご説明します。

### ①プリズム残留成分

顕微ATR法で分析を行なう場合、試料とプリズムを密着させて分析します。このため、次の試料の分析を行なう前にプリズムに転写・残留した成分の有無を確認し、残留した成分がある場合には洗浄を行なう必要があります。一連の流れを図9に示します。

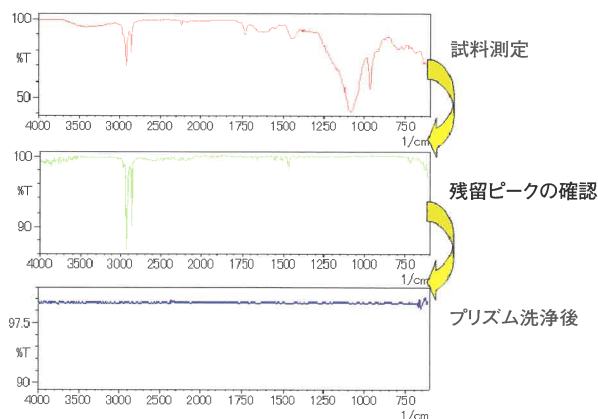


図9 プリズム残留成分の確認過程

BKGを測定した後、プリズムを試料に密着させて試料測定を行ないます。その後プリズムと試料との密着を解除し、モニター測定でスペクトルを確認します。図9の下段のようにピークが見られない場合、プリズムに残留した成分はありませんので次の試料測定が可能ですが、図9の中段のようにピークが見られる場合、プリズムに転写された残留成分がありますので、綿棒とエタノールなどを使用してプリズム表面の洗浄を行なう必要があります。

しかしながら試料が混合物の場合、残留成分は混合物の一部分である可能性が高いため、転写されたスペクトルを測定することで、より詳細な情報が得られる可能性があります。例えば異物中にオイルが含まれている場合、プリズムを密着させて測定したスペクトルは異物+オイルになりますが、密着を解除した後はオイルのみのスペクトルになります。したがって密着時のスペクトルから残留成分のスペクトルの差スペクトルを計算すれば、異物のみのスペクトルが得られることになります。

## ② 試料表面状態や密着位置

顕微ATR法の場合、試料とプリズムを密着させて測定を行なうため、試料の表面状態や密着させる位置によっては良好なスペクトルが得られない場合もあります。図10に示すように、試料表面に凹凸がある場合、場所によってはスペクトルが現れないこともあります。

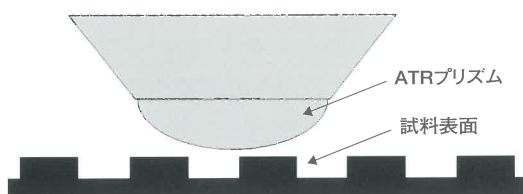


図10 試料とプリズムの密着の概略図

金属表面に付着した汚れを顕微ATR法で分析した例を図11に示します。

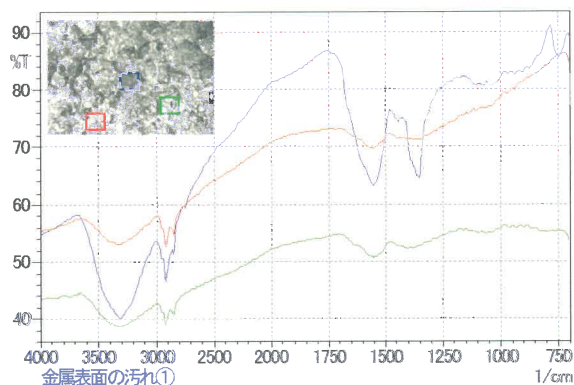


図11 金属表面に付着した汚れのスペクトル

図11において、挿入画像の青色部分ではピークが確認できますが、赤色部分および緑色部分ではわずかなピークしか確認できません。これは、赤色および緑色部分は非常に密着しにくい場所、もしくは付着物が非常に薄いことが考えられます。このようにスペクトルがほとんど現れない場合、場所を変えて測定する必要があります。

## ③ 押し付けの強さ

顕微ATR法の場合、プリズムへの試料の押し付け強さによってもスペクトルが変化する場合があります。特に試料が柔らかい場合には注意が必要です。ここでは、図12に示すような多層になっている柔らかい試料の場合を考えます。

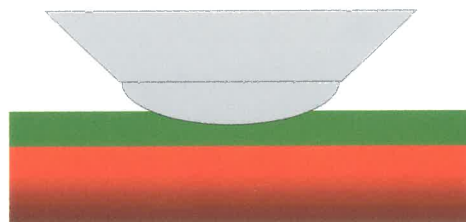


図12 多層で柔らかい試料へのプリズムの押し付け強さ

軽く密着させた場合、図12の緑色の層のみのスペクトルになります。押し付けの強さを徐々に強くしていくと、緑色層が徐々に薄く延ばされ、赤色層のスペクトルが緑色層のスペクトルに重なります。

上記で説明したような多層で柔らかい試料を顕微ATR法で分析した例を図13に示します。押し付けの強さはA<B<Cの順番で強くなっています。

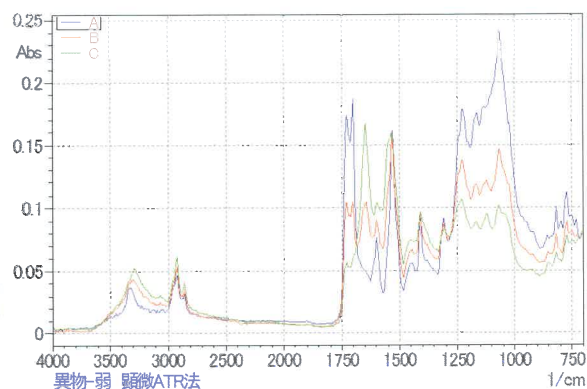
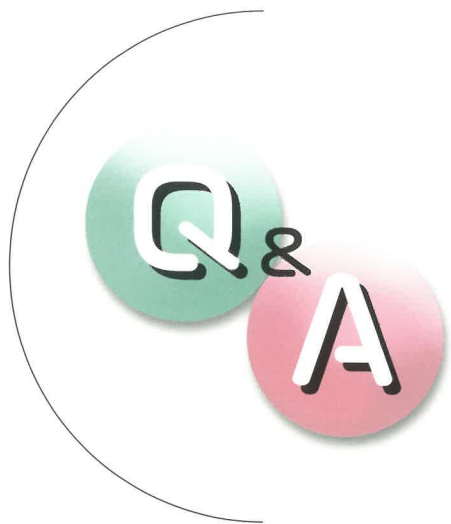


図13 押し付けの強さを変えた場合のスペクトル変化

押し付けを強くするにつれて、 $1650\text{cm}^{-1}$ 付近にピークが現れ、逆に $1700\text{cm}^{-1}$ 付近および $1250\sim 1000\text{cm}^{-1}$ 付近のピークは弱くなっていくことが分かります。最表層は図13のAのスペクトルであり、下層にある成分は図13のCとAの差スペクトルを計算することによって求めることができます。差スペクトルの結果より、最表層はウレタン、内層はアミド化合物であることが分かりました。

以上のように、顕微反射法および顕微ATR法にも様々な注意点があります。これらのことを念頭におき、より有効に赤外顕微鏡をご活用下さい。



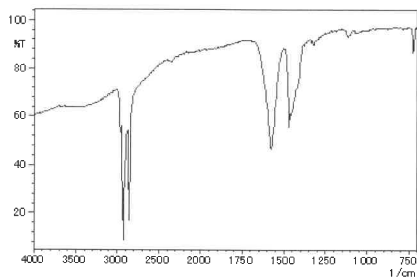
## 今回のQ

# スペクトルのベースラインが曲がる理由について教えてください。

**A** 赤外スペクトルのベースラインが曲がる原因には下記のようなものがあります。

### 1. 散乱による影響 (透過法、正反射法など)

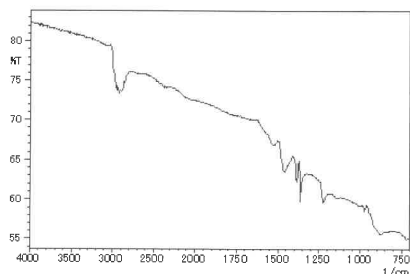
表面が粗面の試料や無機化合物の粉末が混合された試料などの透過スペクトルはベースラインが左下がり(%T表示)になることがあります。これは、照射された赤外光が試料表面や内部で散乱するためですが、この影響は短波長の光ほど多くなります。このため、散乱による影響を受けた赤外スペクトルは波長の短い高波数側ほど大きく下がる(%T表示)こととなります。



散乱による影響で左下がりになったステアリン酸マグネシウムの顕微鏡透過スペクトル

### 2. カーボンブラックなどによる影響 (ATR法)

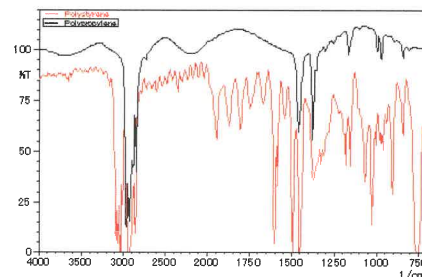
黒ゴムなどカーボンブラックを含む試料のATRスペクトルはベースラインが右下がり(%T表示)になります。カーボンブラックは4000~400cm<sup>-1</sup>の全領域に吸収を持ちますが、ATR法では波長の長い低波数側ほどもぐりこみが深く、カーボンブラックによる影響が大きくなります。その結果、右下がり(%T表示)のスペクトルとなります。



カーボンブラック含有ブチルゴムのATRスペクトル

### 3. 干渉縞による影響 (透過法、正反射法など)

フィルムなど表面が平滑な試料の透過スペクトルを測定するとベースラインが規則正しいサインカーブのようになります。これは干渉縞で、試料の内部で多重反射した光による影響です。



干渉縞の影響を受けたポリスチレンとポリプロピレンの透過スペクトル (サンプルの厚さと屈折率により縞の長さが異なる)

### 4. BKG測定による影響

金属表面膜の正反射測定等において、リファレンス用試料の表面状態と試料(測定位置)の状態とが異なると、ベースラインに影響を与えます。例えば、リファレンス試料の表面状態が試料よりも荒く、曲面であった場合はスペクトルのベースラインは100%T以上になります。

## 島津フーリエ変換赤外分光光度計 IRPrestige-21、FTIR-8400S 2,000台突破キャンペーン

スペクトル数10,300点の有機物ライブラリーを無料で進呈(限定100台)

高S/N比、近赤外から遠赤外領域までの波数拡張性など多彩な特長を有するIRPrestige-21、および高性能FTIR制御ソフトウェアIRsolutionを搭載しコストパフォーマンスに優れたFTIR-8400Sの合計販売台数が国内外合わせて2,000台を突破しました。これを記念して、スペクトル数10,300点の有機物ライブラリーを無料で進呈致します(限定100台)<sup>注)</sup>。このライブラリーにはベンゼンや安息香酸などの有機試薬全般、硫酸バリウムやカオリンなど様々な製品に使われている無機化合物、ポリカーボネートやABS樹脂など高分子化合物が含まれており、物質の特定に役立つライブラリーです。

このチャンスに是非IRPrestige-21、FTIR-8400Sをご購入頂きますようお願い申し上げます。

注) ライブラリーのための販売は行いません。



島津フーリエ変換赤外分光光度計



IRPrestige-21

島津フーリエ変換赤外分光光度計



FTIR-8400S