

FTIR

TALK LETTER

vol. 19
September 2012



無数の鳥居がそびえる稲荷神社の総本宮「伏見稲荷大社」

酸化チタンとジシアノメチレン化合物からなる
新規光エネルギー変換材料の赤外分光法による構造解析 …… P. 2

FTIRと水 …… P. 6

測定法のイロハ ―多重反射ATR法― …… P. 8

Q&A 赤外顕微分析においてダイヤモンドセルを使用する際の
留意点を教えてください。 …… P. 11

IR55周年 ダイヤモンドキャンペーン …… P. 12

酸化チタンとジシアノメチレン化合物からなる 新規光エネルギー変換材料の赤外分光法による構造解析



東京大学先端科学技術研究センター 特任准教授 藤沢 潤一

1.はじめに

太陽光エネルギーの有効利用は、エネルギー・環境問題の解決に向けた重要な課題である。現在、太陽光発電の大幅な普及拡大に向けて、すでに実用化されているシリコン太陽電池をはじめとする無機系p-n接合型太陽電池に加えて、低コスト化が可能でカラフル・フレキシブルといった特徴をもつ有機系太陽電池をはじめとする次世代太陽電池の研究開発が行われている。

われわれは、最近、光触媒材料として用いられているワイドギャップ半導体である酸化チタン (TiO_2) と有機超伝導体等の研究分野で電子アクセプター材料として用いられているジシアノメチレン化合物 (TCNX) から新規光エネルギー変換材料が生成することを見出した。¹⁾ 本物質は、図1に示すように、 TiO_2 の表面水酸基が、TCNXの α 位の炭素原子に直接 σ 結合することで、表面に化学結合しているTCNX部位から TiO_2 へ光励起で直接電子が移動する電荷移動遷移を可視から近赤外領域で強く示す新材料である。¹⁻³⁾ われわれは、この物質を光電極に用いて、光励起で直接電荷分離が起こる新型有機系太陽電池の研究開発を行っている。¹⁾ 本稿では、フーリエ変換型赤外分光 (FT-IR) による本物質の構造解析について紹介する。

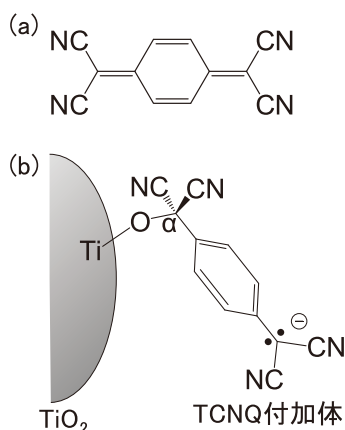


図1. (a) TCNQと (b) TiO_2 -TCNQ界面錯体の構造。

2.赤外分光法による新物質の構造解析

島津社製FT-IR (IRPrestige-21) を用いて、この物質の構造解析を行った結果、TCNQ (図1 (a)) の溶液に浸漬した TiO_2 は、図2に示すように、 2129 , 2192 , 2253 cm^{-1} に、 $\text{C}\equiv\text{N}$ 伸縮振動に起因するピークを示した。この振動構造を、フリーのTCNQのものと比較すると、図2に示すように、振動構造が大きく変化していることがわかった。この結果から、TCNQは化学吸着基をもたないにもかかわらず、 TiO_2 表面に吸着し、その分子構造が大きく変化することが明らかになった。実は、この振動構造は、メトキシがTCNQのシアノ基が結合している α 位の炭素に求核付加したアニオン性のメトキシTCNQ付加体と類似の振動構造であることがわかった。このことから、図1 (b) に示すように、 TiO_2 の表面水酸基が、TCNQの α 位の炭素に求核付加反応することで、表面水酸基の酸素原子が α 位の炭素原子に直接 σ 結合し、その炭素原子の電子軌道が sp^2 から sp^3 混成軌道へと変化し、さらに、結合サイトとは反対側のジシアノメチレン基に負電荷をもつTCNQ付加体が TiO_2 表面で生成することが示された。

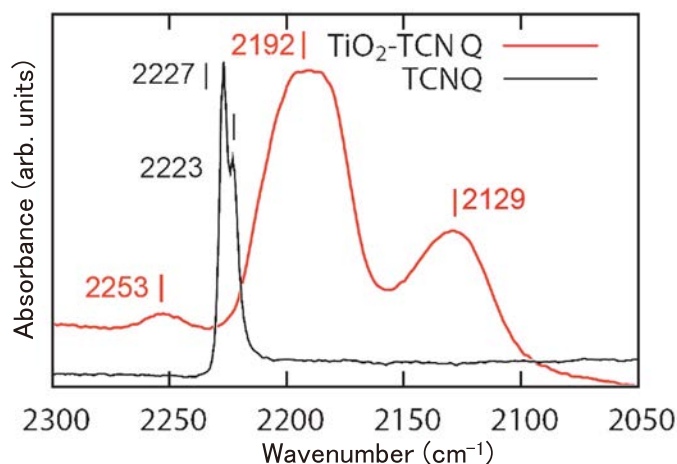


図2. TCNQ溶液に浸漬した TiO_2 粉末とTCNQのFT-IRスペクトル。

3.量子化学計算による振動解析

この界面錯体の振動構造について、東京大学山下研究室と共同で、密度汎関数法 (DFT) を用いて、理論的に解析を行った。^{2,3)} まず、アナターゼ型の TiO_2 ナノクラスター $\text{Ti}_9\text{O}_{18}\text{H}-\text{OH}$ を構築し、次に、図3 (a) に示すような表面水酸基の酸素原子がTCNQに求核付加したモデル化合物 $\text{Ti}_9\text{O}_{18}\text{H}-\text{O}-\text{TCNQ}^-$ を構築した。IRスペクトルの計算の結果、図3 (b) に示すように、4つの $\text{C}\equiv\text{N}$ 伸縮の固有振動モードが計算された。図3 (b) の挿入図に示すように、 2295.4cm^{-1} と 2291.5cm^{-1} の高波数側の比較的強度の弱い $\text{C}\equiv\text{N}$ 振動は、それぞれ、 TiO_2 ナノクラスターとの結合部位側のジシノアメチレン基の対称および反対称 $\text{C}\equiv\text{N}$ 伸縮振動であり、一方、 2276.3cm^{-1} と 2233.7cm^{-1} の低波数側の強度の強い振動ピークは、結合部位とは反対側のジシノアメチレン基の対称と反対称 $\text{C}\equiv\text{N}$ 伸縮振動であること

がわかった。これらの4つの振動モードに、スペクトル幅 (FWHM: 8cm^{-1}) を持たせることで、実験で観測された振動構造をほぼ再現することができた。また、計算された振動エネルギーは、実験値よりも若干高いが、DFT計算では、実験値よりも、約1.040倍高い値が得られることが報告されている。⁴⁾ 実際、計算値を補正することで、実験値にほぼ近い振動エネルギーを再現できた。このように、FT-IRとDFT計算の結果を比較検討することで、 TiO_2 -TCNQ界面錯体の構造と振動モードを解明することができた。この結果から、通常、有機分子が TiO_2 をはじめとする無機材料と化学吸着するためには、カルボン酸やリン酸といった化学吸着基が必要であるが、TCNXは、その強い電子受容性により、 TiO_2 の表面水酸基がTCNQの π 共役系が広がっている炭素原子に直接化学結合し、構造と電荷が大きく変化した新物質が TiO_2 界面で生成することがわかった。

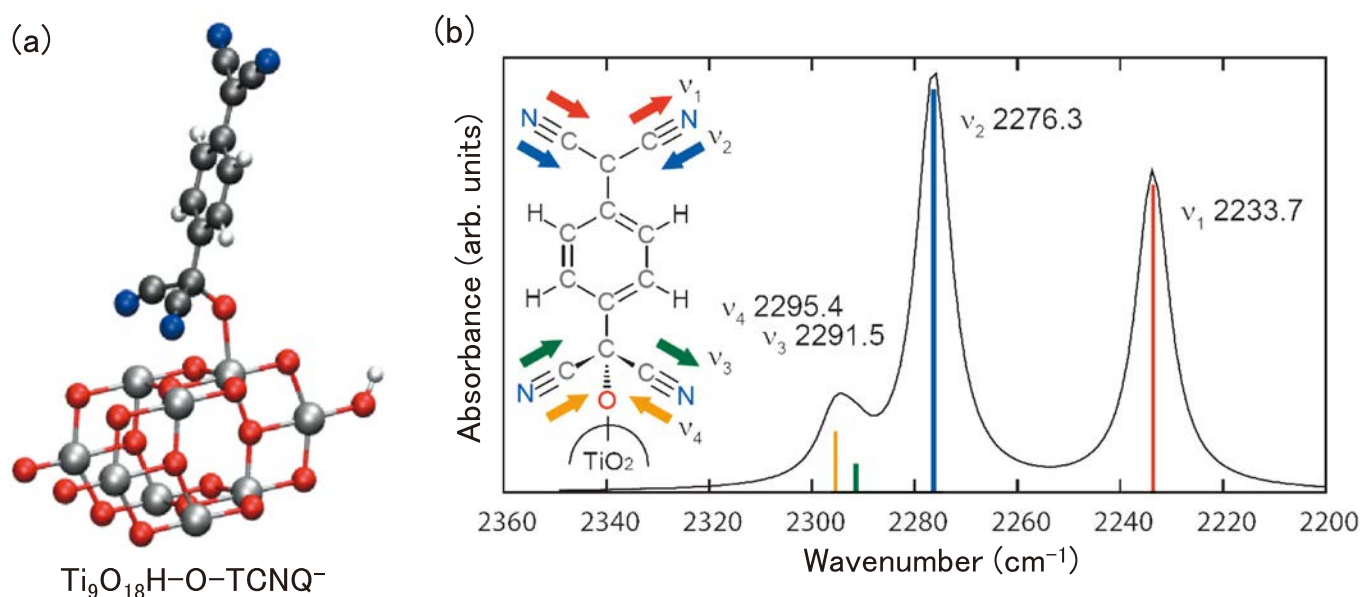


図3. (a) DFT計算で用いた界面錯体のモデル化合物と(b) IRスペクトルの計算結果。
挿入図: $\text{C}\equiv\text{N}$ 伸縮振動モード。

4. 界面錯体の吸収特性

TiO₂とTCNQからなる界面錯体は、図4 (a)に示すように、可視から近赤外領域に、TiO₂のバンド間遷移やTCNQの分子内の π - π^* 遷移による吸収帯とは全く異なるブロードな吸収帯を示すことがわかった。この吸収スペクトルについて時間依存DFT計算 (TD-DFT) を用いて解析を行った結果、図4 (b)に示すように、実験と同様に、可視から近赤外領域にブロードな吸収が発現することがわかった。このブロードな吸収は、図5に示すように、TiO₂表面に化学結合しているTCNQ部位に局在している最高占有軌道 (HOMO) から、TiO₂ナノクラスター内部とTCNQとの結合部位に非局在した電子分布をもつ非占有軌道への界面電荷移動遷移であることが明らかになった。^{2,3)}

5. 界面錯体を用いた有機系太陽電池

この有機・無機複合物質では、表面に化学結合しているTCNQ部位からTiO₂伝導帯への界面電荷移動遷移という

新しい電子遷移により、可視から近赤外域の幅広い波長領域の光を吸収することができ、さらに、この電子遷移により、TiO₂へ直接電子が注入される。本研究では、この特徴に着目して、界面電荷移動遷移を動作原理にもつ有機系太陽電池の研究開発を行っている。実験の結果、この新しい動作原理により効率のよい光電変換が起こることが示された。¹⁾ 本稿では、光電変換特性については割愛するが、本太陽電池の特徴を簡単に述べる。色素増感太陽電池と有機薄膜太陽電池をはじめとする有機系太陽電池では、色素分子やポリマー分子の電子遷移により太陽光を吸収し、それらの励起状態から電子 (正孔) 輸送材料へ電子 (正孔) が移動する。この電荷分離過程では、界面において約0.3eV以上のエネルギーレベルオフセットが必要であり、エネルギー損失を伴う電荷分離機構である。一方、界面錯体型太陽電池では、酸化チタン伝導帯と表面に結合しているTCNQ分子間の界面電荷移動遷移により直接電荷分離が起こるため、原理的に高効率光電変換に有望な動作原理である。

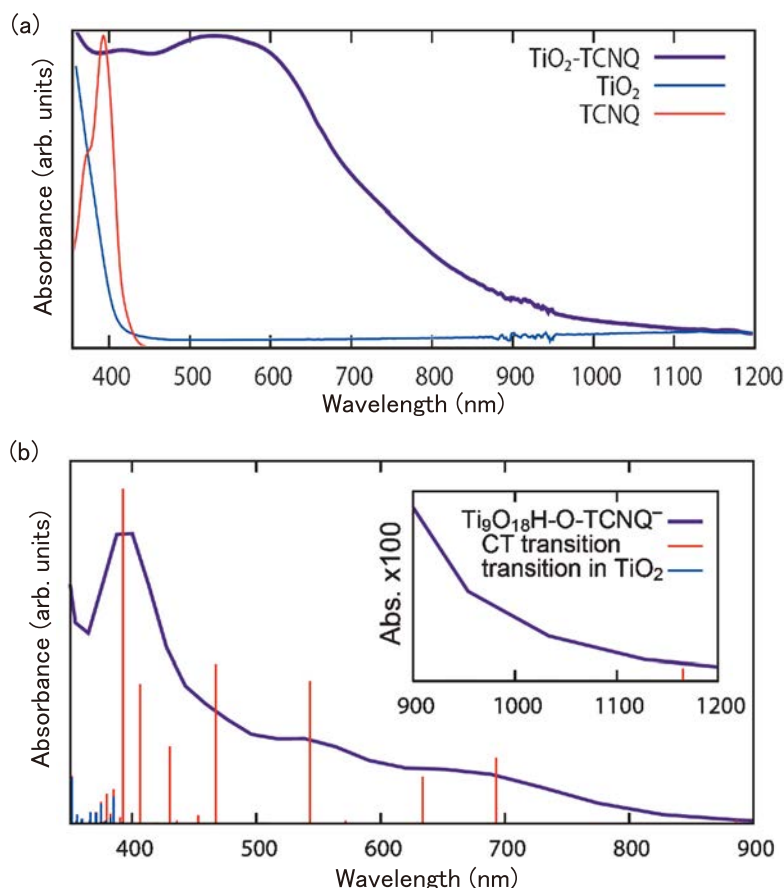
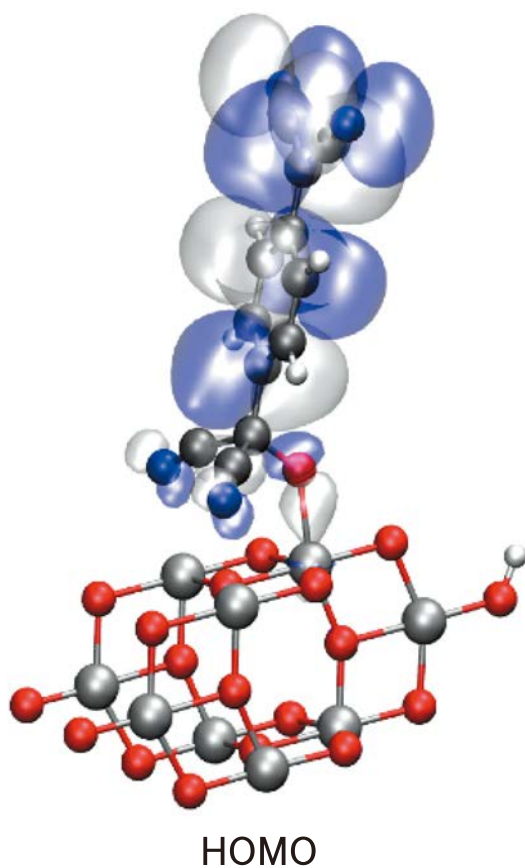


図4. (a) TiO₂とTiO₂-TCNQ界面錯体の拡散反射スペクトルとTCNQの溶液中のスペクトル、
(b) TiO₂-TCNQ界面錯体の吸収スペクトルの計算結果。

6.おわりに

本稿では、 TiO_2 とTCNX化合物から生成する新規光エネルギー変換材料の構造解析を中心に解説を行った。FT-IR測定により、本物質の界面構造に関する非常に重要な知見が得られ、理論計算の結果と比較検討することで界面構造を解明することができた。また、このような無機材料に化学結合している有機分子の構造は、他の有機系太陽電池の研究開発においても重要であり、FT-IR法により、有機系太陽電池の基礎物性の理解がさらに進むことが期待される。



謝辞

本稿で述べた実験は、東京大学先端科学技術研究センター瀬川研究室において行われたものであり、当研究室の瀬川浩司教授、久保貴哉特任教授、内田聡特任教授、中崎城太郎助教、当時修士課程の大学院生であった長谷俊之君（現、スリーボンド（株））に深く感謝致します。また、量子化学計算の結果は、東京大学化学システム工学の山下研究室の山下晃一教授と城野亮太研究員との共同研究の成果であり、ここに厚く御礼申し上げます。

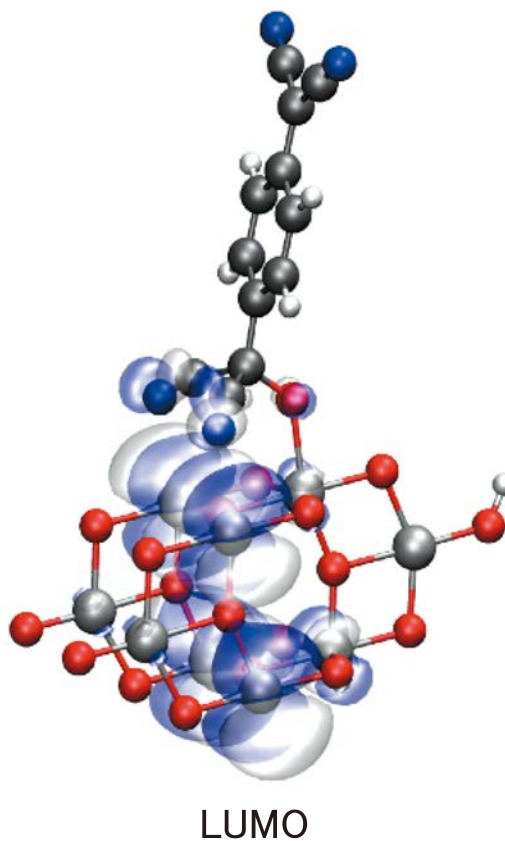


図5. 界面錯体のHOMOとLUMOの電子分布.

参考文献

- 1) 久保貴哉、藤沢潤一、瀬川浩司、電気化学および工業物理化学、**2009**, 77, 977-980.
- 2) Jono, R.; Fujisawa, J.; Segawa, H.; Yamashita, K. J. Phys. Chem. Letters **2011**, 2, 1167-1170.
- 3) Manzhos, S.; Jono, R.; Yamashita, K.; Fujisawa, J.; Nagata, M.; Segawa, H. J. Phys. Chem. C **2011**, 115, 21487-21493.
- 4) Wong, M. W. Chem. Phys. Lett. **1996**, 256, 391-399.

FTIRと水

分析計測事業部 スペクトロビジネスユニット 原田 克己

私たちのすぐ身近にあり、私たちの生活と切っても切れない水。水がなくなると私たちは生きていくことができません。しかしながらFTIRにとっては、ハードウェア的にもアプリケーション的にも水（水蒸気）は厄介なものなのです。

(1) ハードウェアと水

FTIRでは、光源から発せられた光を干渉させ、これを試料に照射することにより、試料の赤外スペクトルを測定します。その測定光路内で使用される光学素子の中で、光の干渉を起こすためのビームスプリッタや、干渉室と試料室を隔てるための窓などは、その機能上、赤外光がこれらを透過する必要があります。

赤外光を透過する光学素子の材料としては、臭化カリウム(KBr)やヨウ化セシウム(CsI)などのハロゲン化アルカリがよく使われます。ハロゲン化アルカリは潮解性(結晶が空気中の水蒸気と反応して溶解する性質)を持つため、湿度の高い場所では水(水蒸気)が光学素子の表面を侵蝕し、光学素子として用を成さないものとなってしまいます。Fig.1に水蒸気により表面が潮解したKBr窓板(右)と潮解していないもの(左)の写真を示します。



Fig.1 KBr窓板

(2) アプリケーションと水

水蒸気は、Fig.2に示すように 4000cm^{-1} ～ 3400cm^{-1} と 2000cm^{-1} ～ 1300cm^{-1} に赤外吸収があります。 4000cm^{-1} ～ 3400cm^{-1} の領域には-OH基や-NH基などのピーク、 2000cm^{-1} ～ 1300cm^{-1} の領域にはC=O基や-CH₂-基などのピークがあり、水蒸気のピークと重なると赤外スペクトルの解析に支障をきたすことがあります。

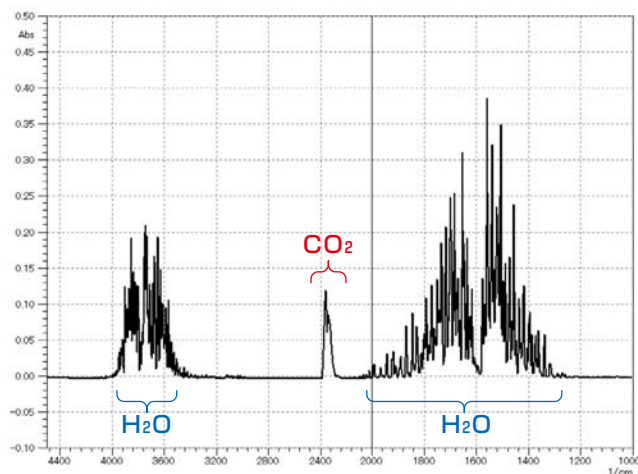


Fig.2 水蒸気のスペクトル

(3) 水を排除する手立て

このようにFTIRは、ハードウェア面でもアプリケーション面でも水を嫌います。

次に水分を除去し、精密な測定・分析を可能にするハードウェア、ソフトウェアを紹介いたします。

① 電気式除湿器

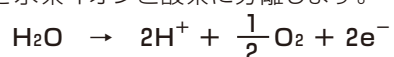
(IRPrestige-21とIRAffinity-1に標準装備)

当社のフーリエ変換赤外分光光度計IRPrestige-21とIRAffinity-1は干渉室に電気式除湿器を備えることによって、潮解性のある光学素子を保護しています。

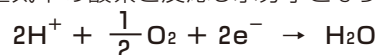
IRPrestige-21にはペルチェ素子による除湿を行っています。冬の窓ガラスに水滴がつき、流れ落ちる光景をよく見かけますが、IRPrestige-21では、これと同じ原理を用いています。ペルチェの冷却側を干渉室内にさらし、水蒸気を結露させ、結露した水分を干渉室外に追い出すことにより除湿しています。

一方、IRAffinity-1は固体高分子電解質膜を利用し、干渉室内の水を電気分解し、除去しています。

電気分解式除湿器の陽極側(除湿側)を干渉室内に入れ、水を水素イオンと酸素に分離します。



水素イオンは固体高分子電解質膜の中を移動し、干渉室外の陰極側(放湿側)に移動します。陰極側では、水素イオンは空気中の酸素と反応し水分子となります。



模式図をFig.3に示します。

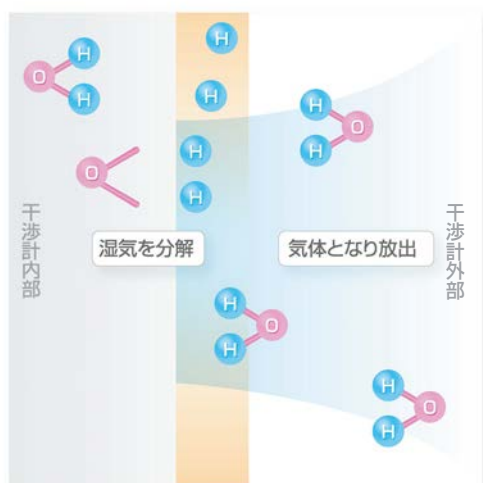


Fig.3 固体高分子電解質膜による除湿

②乾燥空気供給装置(特別付属品)

ページコントロールキット(特別付属品)と併用することにより、FTIRの干渉室や試料室、検出器室へ乾燥空気を送り込むことができます。これにより測定光路上にある水蒸気を追い出し、精密な測定が可能になります。Fig.4に乾燥空気を供給する前とあとのパワースペクトルを示します。水蒸気のピークが小さくなっているのがわかります。

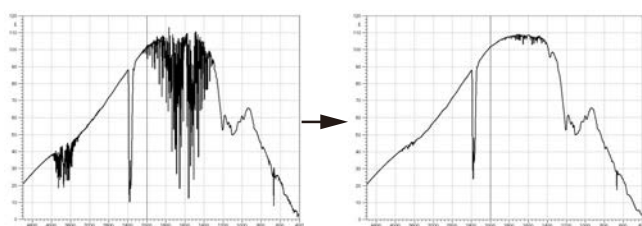


Fig.4 乾燥空気によるパージ

③窒素ガスによるパージ

乾燥空気の代わりに純度の高い窒素ガスを供給（窒素パージ）することにより、水蒸気に加えて二酸化炭素も除去でき、より高精度な測定が可能となります。

④大気補正(IRsolution標準機能)

IRSolutionでは、大気補正という機能を使って、ソフトウェア的に水蒸気と二酸化炭素のピークを除去することが可能です。

バックグラウンド測定時のパワースペクトルから水蒸気と二酸化炭素のピークを抽出し、試料測定後、試料の赤外スペクトルからそれぞれのピークを除去します。

Fig.5に大気補正後の赤外スペクトル(黒色)を示しますが、4000cm⁻¹~3400cm⁻¹と2000cm⁻¹~1300cm⁻¹の水蒸気のピークや2360cm⁻¹付近の二酸化炭素のピーク(赤色)がきれいに除去されていることが分かります。

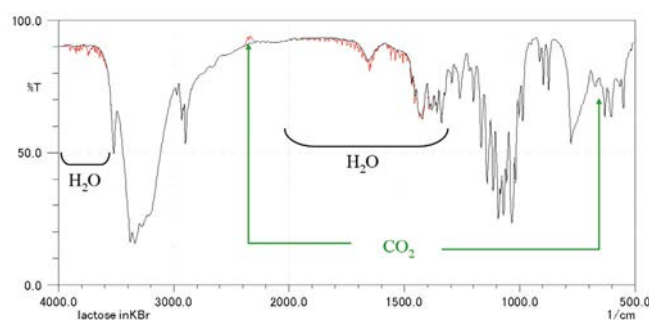


Fig.5 大気補正

紹介いたしましたとおり、FTIRは水や水蒸気の影響を大きく受けます。しかしながら、ハードウェア的にもソフトウェア的にもさまざまな対策を行っておりますので、安心してご使用ください。

測定法のイロハ

— 多重反射ATR法 —

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 谷口 博和

全反射測定法(ATR法)は様々な形態の試料に対応して簡便に赤外スペクトルを得ることができる手法であり、幅広く活用されています。その中で多重反射ATR法はプリズム内を複数回反射するために原理的に一回反射ATR法よりも強いピークが得られ、添加物に由来した微弱なピークの評価などに優位性があります。今回はこの多重反射ATR法の特長や測定上の留意点などを解説いたします。

1. 装置

多重反射ATR法を用いた測定装置の例として、試料室一体型の水平型全反射測定装置HATR10の外観をFig.1に示します。このHATR10を島津フーリエ変換赤外分光光度計IRAffinity-1に装着したときの外観をFig.2に示します。また、Fig.3はFTIRの試料室内に取り付けるタイプの水平型全反射測定装置ATR-8200HAです。

多重反射ATR法の光学系模式図をFig.4に示します。赤外光はATRプリズムの上面と下面で繰り返し反射され、

試料との密着面で試料情報を得て検出器へ導かれます。HATR10、ATR-8200HAともに試料面での反射回数は10回です。ATRプリズム材料としてはZnSeプリズムが広く用いられ、pH5-9の試料を測定できます。屈折率の高い試料や強酸性・強アルカリ性の試料を測定する場合にはGeプリズムを使用します。ただし、pH3を超える強酸性試料を測定すると、プリズムやプリズムプレートを腐食する場合があります。



Fig.1 試料室一体型水平型全反射測定装置 HATR10



Fig.2 HATR10を装着したIRAffinity-1



Fig.3 水平型全反射測定装置 ATR-8200HA

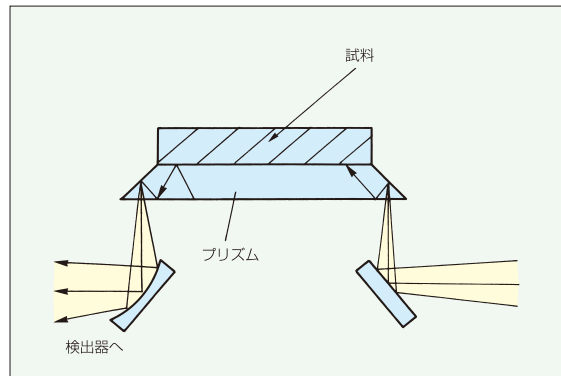


Fig.4 多重反射ATR法の光学系模式図

HATR10やATR-8200HAは、固体試料用と液体試料用の2種類のプリズムを標準装備しています。ATR-8200HAに固体試料用プリズム、液体試料用プリズムを装着した様子を、それぞれFig.5、6に示します。固体試料用プリズムでは、フィルム、ゴム、平らなプラスチックなど表面が平坦な固体試料



Fig.5 固体試料用プリズムプレートを装着したATR-8200HA



Fig.6 液体試料用プリズムプレートを装着したATR-8200HA

2. 測定例と留意点

一回反射ATR法に比べて多重反射ATR法では、その反射回数に応じた強いピーク強度が期待されます。両手法でZnSeプリズムを用いてパラフィンオイルを測定した結果をFig.7に示します。多重反射ATR法では、一回反射ATR法の

概ね10倍程度のピーク強度が得られています。Fig.7のベースライン付近の拡大図をFig.8に示します。多重反射ATR法では、多数の微小ピークが明瞭に検出されていることがわかります。

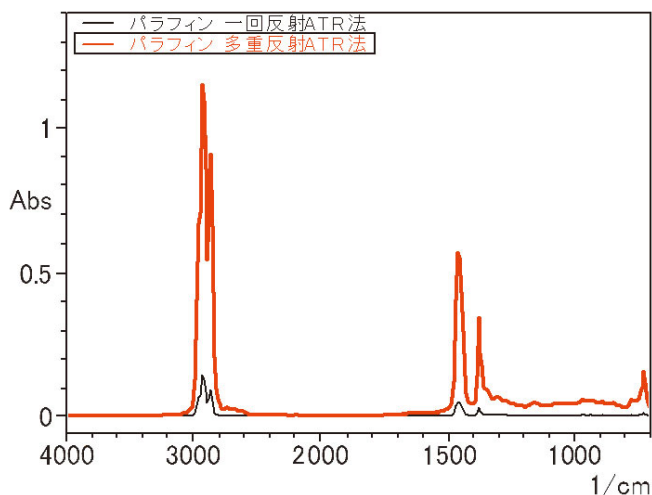


Fig.7 一回反射ATR法と多重反射ATR法によるパラフィンオイルの測定結果

なお、一回反射ATR法を用いた測定装置(MIRacleAやデュラサンプラーⅡなど)におけるATRプリズムの大きさは一般的に約φ2mmですが、多重反射ATR法を用いたHATR10及びATR-8200HAのATRプリズムは、大きさが80mm×10mmですので、測定後のATRプリズムのクリーニングには充分注意を払う必要があります。一般的にクリー

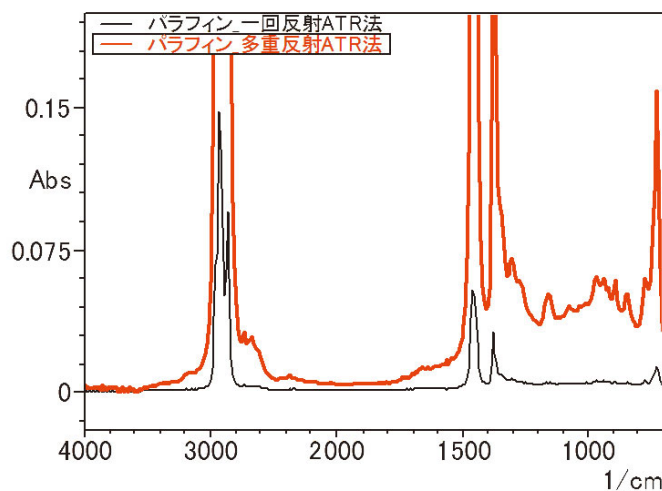


Fig.8 Fig.7のベースライン付近の拡大図

ニングは、綿棒とエタノールやアセトン、クロロホルムなどを用います。ATRプリズムを損傷しないよう、強くこすることを避け、ソフトに拭き取る作業を繰り返し行うことが大切です。特に粘性が高い試料はATRプリズム上に残留しやすいので注意が必要です。この点、一回反射ATR法に比べると多重反射ATR法は操作性がやや劣ります。

3. 固体試料とATRプリズムの密着性

固体試料に対して、多重反射ATR法の原理的な優位性を発揮させるためには、ATRプリズムとの密着性に注意を払うことが重要です。多重反射ATR法において試料とATRプリズムの密着性が良くなかった場合の一例として、ポリエチレン(PE)フィルムをZnSeプリズムを用いた一回反射ATR法及び多重反射ATR法により測定した結果をFig.9に示します。一回反射ATR法と比較して、多重反射ATR法の測定結果は10回の反射回数に相応なピーク強度が得られていません。特に、硬質のフィルムや樹脂ではこのような状況が顕著に現れやすい傾向があり、ときには多重反射ATR法によるピーク強度が一回反射ATR法によるピーク強度を下回ることもあります。

固体試料とATRプリズムの密着性を改善する一例として、Fig.10に示すように試料と押さえレバーとの間に、薄いゴムや柔らかい樹脂をスペーサとしてはさんで測定する手法をお奨めします。このスペーサは、厚さは1-3mm程度で、ATRプリズムと概ね同じ大きさ(80mm×10mm)に作成することがポイントです。ATRプリズムと試料との密着性改善が期待

されます。HATR10やATR-8200HA使用時のもぐり込み深さは5 μ m程度までですので、試料の厚みがこれよりも厚い場合にはスペーサの成分が測定結果に影響を与えることはありません。このスペーサにアルミ箔を巻いておけば、スペーサ由来の成分が試料へ付着することを防ぐことができ、また試料がATRプリズムよりも小さい場合でもスペーサ成分の影響なく測定することができます。この他にも、測定面が湾曲した試料はプレスなどにより平坦性を向上させてから測定するなど、試料とATRプリズムの密着性に注意払うことが大切なポイントです。

このスペーサを使用して試料とATRプリズムの密着性を改善した測定結果をFig.11に示します。また、Fig.11の高波数側拡大図をFig.12に示します。スペーサを使用した測定結果では、PEフィルムの添加物に由来した3600-3000 cm^{-1} 間の2つのピークが明瞭に現れています。なお、このようなスペーサの使用は一回反射ATR法に対しても効果がありますので、お試しください。

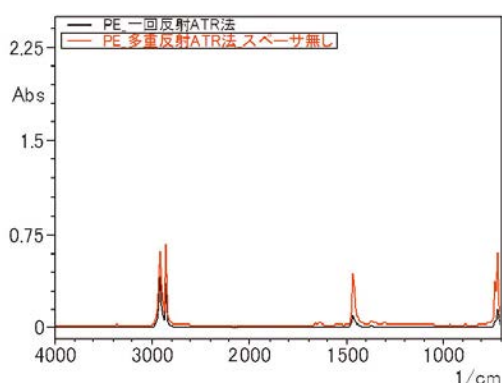


Fig.9 多重反射ATR法において試料とプリズムの密着性が良くなかった場合の測定結果

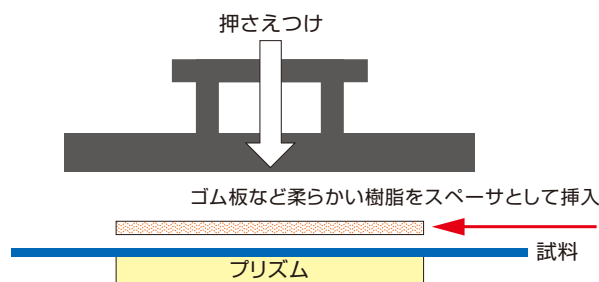


Fig.10 試料とATRプリズムの密着性改善の一例

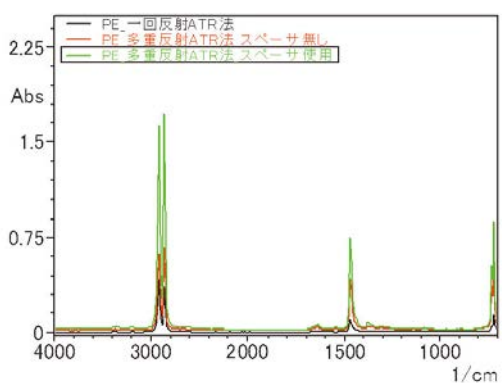


Fig.11 試料とATRプリズムの密着性を改善した測定結果

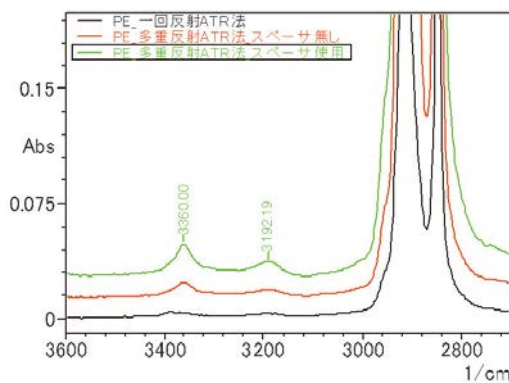


Fig.12 Fig.11の拡大図

4. おわりに

以上で紹介しましたように、多重反射ATR法は添加物など低濃度成分に由来したピークの検出、評価などに威力を発揮する手法です。測定方法に留意して、原理上の優位性を有効に活用ください。また、多重反射ATR法を用いたアプリ

ケーションニュースA432「FTIRによる劣化した機械油の分析」、A401「FTIRによるバイオディーゼル(ブレンド)の分析」、A332「水平形ATR付属装置による皮膚の分析」などが発行されていますので参照ください。

Q & A

今回のQ

赤外顕微分析においてダイヤモンドセルを使用する際の留意点を教えてください。

A

図1に示すダイヤモンドセルは、赤外透過用窓板の一種で、厚みのある試料や微小試料を2枚のセルの間に挟み、薄く圧縮して試料を適切な厚さに調整する加圧セルです。

実体顕微鏡下でニードルやピンセット、カッターなどで対象試料の取り出しが可能な場合、ダイヤモンドセルは非常に便利なツールです。

以下に測定手順とその留意点を示します。(図2参照)

- ①まず、サンプリングの際には、適切な大きさの試料をダイヤモンド窓板（以下、窓板）の中央付近にのせます。周辺部と比べて中央部は赤外光の光量が大きいため、ノイズの少ないデータとなります。また窓板全体に試料をのせるとバックグラウンド測定を行う場所がなくなるため、試料のない場所も確保してください。
- ②次に、もう一枚のディスクを上から重ね、3つのネジを締め付けながら試料を圧延してください。ネジの締め付けは窓板の破損を防ぐため、手で行ってください。

- ③最後に、ネジをはずした後上側のディスクをとりはずします。このとき、試料がどちらのディスクにあるか確認してください。上側のディスクに試料がはり付いている場合もあります。試料のある方のディスクを設置して測定を行ってください。窓板を二枚重ねのまま測定すると試料との屈折率差の関係で非常に干渉縞が出やすくなります。

試料によっては十分な厚さに圧延できずに吸収ピークが飽和したり、試料が窓板全体に広がってしまうことがあります。この際、再度サンプリングしなおす必要がありますが、窓板上の試料にそのままプリズムをあててATR 測定すると良好な結果が得られる場合もあります。ただし、測定の際にプリズムや窓板を傷める可能性があるため十分注意してください。

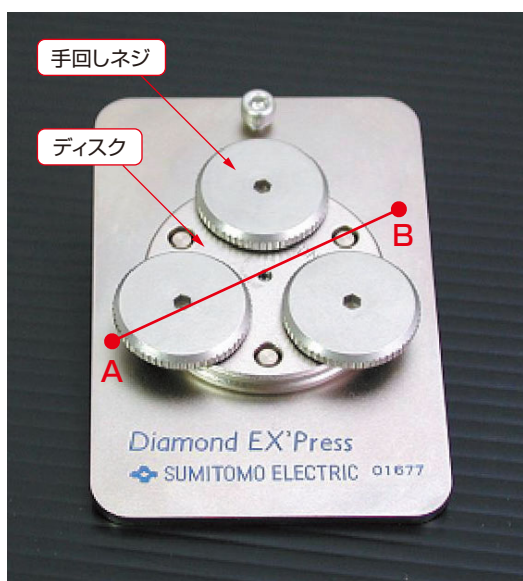


図1 ダイヤモンドセルの外観

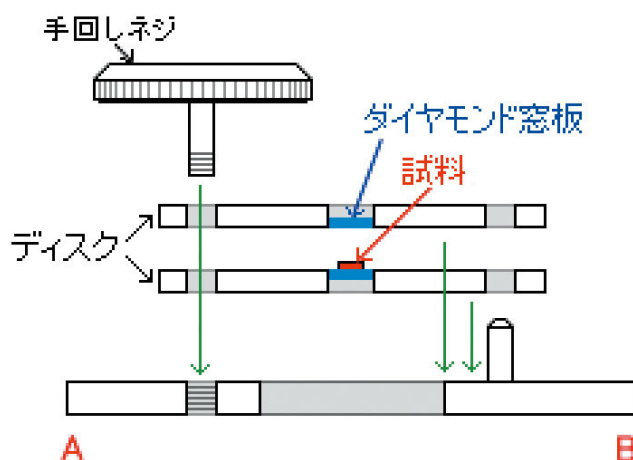


図2 ダイヤモンドセルの断面図[A-B面]

IR55周年 ダイヤモンドキャンペーン



55台限定

※なくなり次第終了します。

IRAffinity-1+AIM-8800
さらにダイヤモンドセルを付属



追加オプション

ダイヤモンドATR対物鏡

微小異物解析を簡単操作で行えます！

キャンペーン価格

定価の
**50%
OFF**

518万円～

島津製作所が赤外分光光度計を販売開始してから今年で55周年を迎えました。それを記念し55台に限り、FTIR本体・赤外顕微鏡・ダイヤモンドセルをパッケージとした特別キャンペーンを行います。スペクトル検索用ライブラリも無償提供いたします。

新登場のダイヤモンドATR対物鏡もキャンペーン価格でご提供いたします。

赤外顕微鏡システム AIM-8800

アパーチャ、ステージなどをPC制御可能とした、操作性に優れた赤外顕微鏡システムです。

本システムを用いれば、電子、半導体分野の微小パーツ（ICチップなど）上のマイクロな不具合箇所等、さまざまな分野の微小領域に赤外光を絞り込み定性情報を簡単に得ることができます。

オプションのダイヤモンドATR対物鏡を取り付ければ、測定部位を目視で確認した後、IR測定ができます。

特長

オートアパーチャ、オートX-Yステージ、オートフォーカスによって顕微鏡操作は完全に自動化されています。これにより、SamplePoint、BKGPPoint、アパーチャサイズを記憶し、必要に応じて再現可能です。また、ダブルクリックした任意の点を画面中心に移動するオートセンタリング機能も追加しました。微小試料測定に特に威力を発揮し、S/N比は50×50μmで2600:1以上（MCT検出器タイプ1）と高感度化を実現しています。

異物分析では、試料はさまざまな状態で現れます。こんな時の強い味方が「ダイヤモンドセル」です。地上でもっとも硬い材質のセルで試料を薄くのばし、分析を容易にできます。

FTIR
TALK LETTER

vol. 19
September 2012

発行日 ● 2012年9月1日
編集・発行 ● 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
連絡先 ● 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