

FTIR

TALK LETTER

Vol. 36
March 2021



透明感とやさしい甘みが特長の京あめ。豊松堂では水飴、砂糖、井戸水を煉瓦窯でじっくりと煮詰める。

導電性ポリマーを用いた機能性複合材料の開発 …… P. 2

FTIRの干渉計について …… P. 5

FTIRを用いたプラスチックの材質分析 …… P. 8

フーリエ変換赤外分光光度計
プラスチック分析システム Plastic Analyzer …… P. 12

導電性ポリマーを用いた 機能性複合材料の開発



東京大学 工学系研究科 航空宇宙工学専攻
准教授 横関 智弘

1. はじめに

航空機の機体に落雷が生じた場合、どうなるかご存じだろうか？航空機は1年に1回程度は被雷するといわれており、駐機中だけでなく飛行中にも被雷する。航空機には避雷針はないが、従来の航空機は主に金属構造のため、機体表面で大電流を受け流し、地上等へうまく逃がすことで、安全性に問題なく運航されている、というのが実情である。

一方で航空機や自動車等の構造部材として炭素繊維強化プラスチック（CFRP）の適用が急速に拡大している。CFRPは導電性を有する炭素繊維とエポキシ等の絶縁性の樹脂により構成されているため、金属に比較して導電性は劣り、また、不均質性や異方性に起因して、導電性が部位や方向によって大きく異なる。そのため、CFRP内の電流経路や導電性に関する品質管理は、著しく複雑・困難となっている。

構造材料としてよく使用されるエポキシ樹脂系のCFRPの場合、雷撃を受けると図1のように激しく損傷を受ける。そのため、航空機構造では、CFRPの表面に金属製のメッシュやフィルムを貼り付けることで、落雷対策を行っている部材が多くある。軽量性のために採用したCFRPの表面に金属層を貼り付け、重量や製造コストを増やしているという残念な現状がある。そのため、何か解決策はないか？ということで、著者らは試行錯誤をはじめ、樹脂の高導電化手法として導電性ポリマーの適用を考え、導電性ポリマーをマトリックスとしたCFRPについて研究開発を実施している^[1,2]。

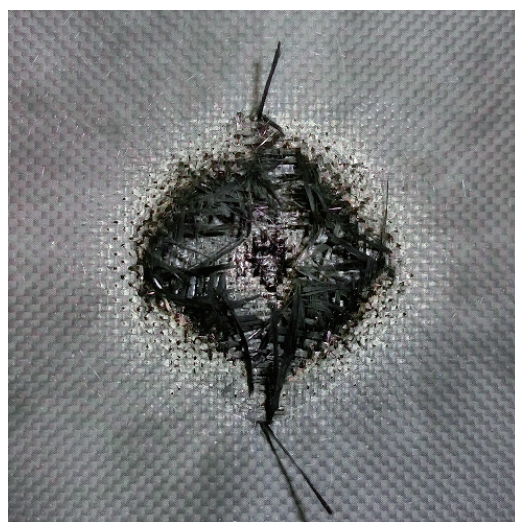


図1 雷撃を受けたエポキシ系CFRPの外観

2. 導電性ポリマー

導電性材料として、金属や炭素材料のほか、導電性ポリマーが挙げられる。ポリアセチレン、ポリピロール、ポリアニリン、置換ポリチオフェン（PEDOT）などの導電性高分子は、単体では絶縁性のポリマーであるが、酸性基添加（ドーピング処理）を行うことで、高分子材料であるにもかかわらず導電性を発現する。この中で、ポリアニリン（Polyaniline、以下ではPANIと呼ぶ）は、大気中で安定、安価、比較的高い導電性を示す、大量生産品の入手性がある、といったバランスの良い素材であり、本研究で採用した。導電性ポリマー自体はエレクトロニクス分野をはじめとして広く利用されているものの、構造部材やCFRPへの適用は例がなく、複合材のマトリックスとしての成形性や導電性、力学的特性とのバランスを考えた配合や成形プロセスの開発が必要である。

PANIの導電性発現のためには、ドーピングが必要である(図2)。また、樹脂の力学的特性(弾性率など)が構造部材では必要であるため、剛性を発現するポリマーとの複合化が必要である。このような樹脂混合物の一例として、ドーパントとして、ドデシルベンゼンスルホン酸(DBSA)、硬化ポリマーとしてジビニルベンゼン(DVB)を用いた、PANI/DBSA/DVB樹脂を挙げる。PANI/DBSA/DVBを混練し、加熱することで、ドーピングと硬化反応が同時に進み、導電性を有する硬化樹脂が得られることになり、CFRPのマトリクスとしても使用可能である。

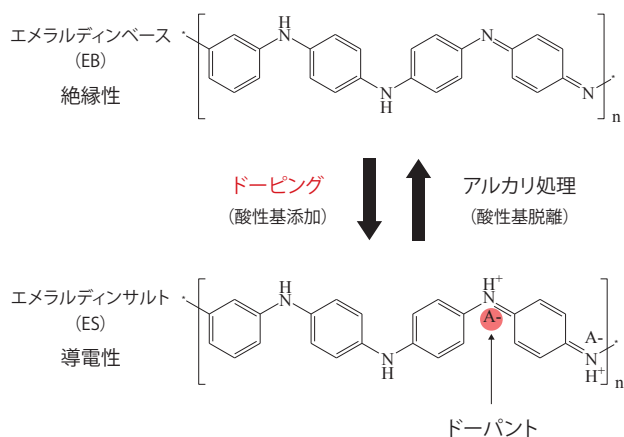


図2 ポリアニリンのドーピング

3. 導電性樹脂の事前混練プロセスの最適化

PANI/DBSA/DVB樹脂を製作する場合、PANIとDBSAを事前に混練し、部分的なドーピングを施して、DVBと混練し、成形することで、導電性と力学的特性の両立を図ることができることを見出した^[3,4]。PANIとDBSAを事前混練プロセスとして、混練後の事前加熱ドーピング、あるいはロールミル処理による高せん断混練を用い、処理時間に応じたドーピング率の評価をFT-IR(島津製作所製IRAffinity™-1S、ATR法)にて行った。

図3にFT-IRスペクトルの比較を、表1に主要ピークをまとめた。この中で、およそ1245[cm⁻¹]($\nu(\text{C-N}^+)$)と1100[cm⁻¹]($\delta(-\text{NH}^+=)$)のピークがドーピング率の指標として用いることができ、図3の対応するピーク強度から比強度($\delta(-\text{NH}^+=) / \nu(\text{C-N}^+)$)を算出してこの値が高いものを高導電化が達成可能なPANI/DBSAの最適な混練プロセスとして選定した。

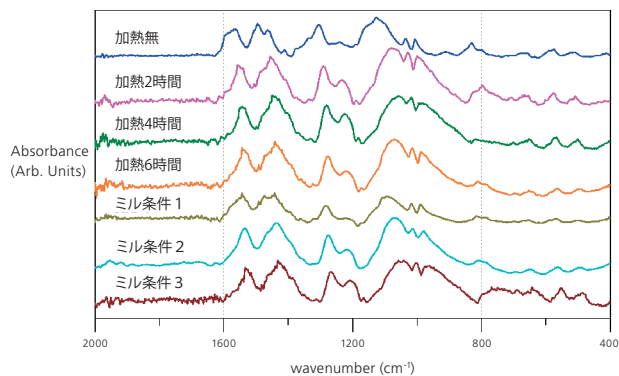


図3 事前混練条件の異なるPANI/DBSAのFT-IRスペクトルの比較

表1 PANI/DBSAの主要FT-IRピーク(単位: cm⁻¹)

	Q ($\nu_{\text{C=N}}$)	B ($\nu_{\text{C=C}}$)	ν (C-N)	ν (C-N ⁺)	δ (-NH ⁺ =)	γ (C-H)
加熱無	1568	1494	1304	1242	1126	839
加熱2時間	1556	1457	1292	1234	1078	796
加熱4時間	1542	1450	1282	1226	1056	813
加熱6時間	1536	1441	1275	1219	1071	812
ミル条件1	1543	1441	1281	1219	1094	813
ミル条件2	1534	1434	1274	1218	1067	807
ミル条件3	1533	1431	1267	1209	1031	768

ν (stretching vibration), δ (scissoring vibration), γ (bending vibration)

4. 導電性ポリマーを用いたCFRP

前章(3. 導電性樹脂の事前混練プロセスの最適化)で示した検討も含め、粘度評価、硬化性評価、力学的特性評価などの各種樹脂評価を行い、導電性ポリマーを用いたCFRPの開発に成功し、耐雷性評価も行った。図1に示したエポキシ系CFRPと同じ雷撃条件にて評価を行ったところ、図4のようにほぼ無損傷であることを確認し、劇的な耐雷性能の改善に成功した。

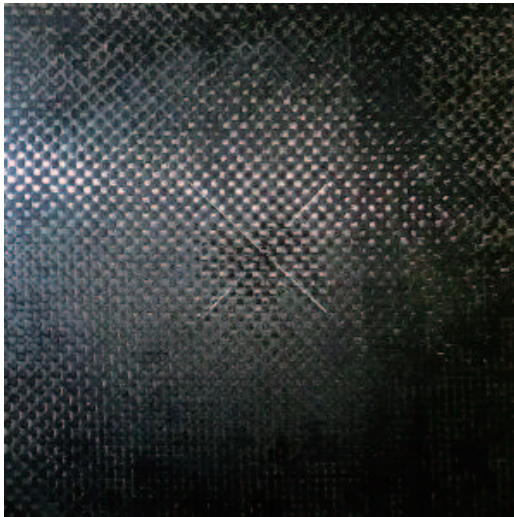


図4 雷撃を受けた導電性ポリマーを用いたCFRPの外観
(×印の交差点が雷撃点)

5. おわりに

ここで紹介した技術を適用すると、CFRP構造の耐雷性確保のための金属メッシュなどが不要となる可能性があり、航空機構造などへ適用することで、重量、製造コスト、メンテナンスコスト、腐食リスク低減に大きく貢献することが期待される。力学的特性の向上や製造性の改善などの課題があり、引き続き開発を続けているところであるが、導電性ポリマーを用いたCFRPは多機能素材・多機能構造として非常に魅力的な構造材料の1つであるといえる。

参考文献

- [1] V. Kumar, T. Yokozeki, et al., "Mechanical and electrical properties of PANI-based conductive thermosetting composites", *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 34, 1298,(2015).
- [2] T. Yokozeki, et al., "Development and characterization of CFRP using a polyaniline-based conductive thermoset matrix", *Composites Science and Technology*, 117, 277,(2015).
- [3] V. Kumar, S. Manomaisantiphap, K. Takahashi, T. Goto, N. Tsushima, T. Takahashi, T. Yokozeki, "Cationic scavenging by polyaniline: Boon or Bane from synthesis point of view of its nanocomposites", *Polymer*, 149, 2018, 169-177.
- [4] Y. Zhou, V. Kumar, G. Shambharkar, K. Takahashi, T. Goto, T. Takahashi, T. Yokozeki, "Comparison of semi-doped PANI/DBSA complex achieved by thermal doping and roll-mill process: A new perspective for application", *Polymer*, 202, 2020, 122723.

FTIRの干渉計について

分析計測事業部 スペクトロビジネスユニット
荒木 貴久

1. はじめに

赤外分光の歴史において、1960年ごろまでは、光を分光するためにプリズムや回折格子を用いた分散型の分光器を使用することが主流であり、干渉計を用いたフーリエ変換型の赤外分光器はごく一部の特殊用途に限られていました。その後、コンピュータの計算能力向上によりフーリエ変換(FFT)処理が容易になるにつれ、分散型に比べて明るい光学系が採用できるフーリエ変換型が普及し、現在では中赤外の分光における主流となりました。

今回のFTIR TALK LETTERでは、この赤外分光で用いられている干渉計についてご説明します。

2. 光の干渉

干渉計の説明を行う前に、まず光の干渉についてお話しします。光は波の性質を持っており、同じ振動数の光が2つ重なると強度変化が生じます。これを光の干渉と呼びます。この現象の有名な実験としてはヤングの干渉実験があります(図1)。

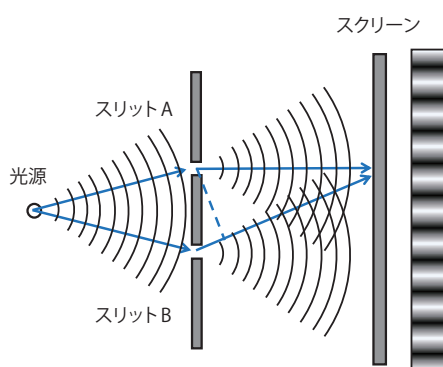


図1 ヤングの干渉実験

1つの光源の前方に2つのスリットを立て、スリット前方にスクリーンを立てるとスクリーン上に明暗を繰り返すパターンが観察されます。このパターンは2つのスリットからスク

リーンまでの距離の差(光路長差)が波長 λ の整数倍 n の位置で明るくなり、 $\lambda/2$ の整数倍 n の位置で暗くなるという特徴をもちます。これは光の波の性質によるもので、分割したものが再度合わさる際、2つの光の光路長差に応じて強度が変化するという性質をもつためです。

3. 赤外分光光度計に用いる干渉計

次に、赤外分光光度計に用いる干渉計を考えます。フーリエ変換赤外分光法において最も多く使用されているのはマイケルソン(Michelson)干渉計と呼ばれるものになります。これは赤外光を半分透過し、残りの半分を反射する光学材料(ビームスプリッタ:B/S)と2枚の全反射ミラーで構成されています(図2)。2枚の全反射ミラーのうち、一方は固定されています(固定鏡)、もう一方には移動する機構があります(移動鏡)。具体的には、干渉計に光源側から入射された赤外光はまずビームスプリッタで2つに分けられ、それぞれ固定鏡、移動鏡に向かいます。固定鏡、移動鏡に向かった光はそれぞれの全反射ミラーで反射されビームスプリッタに戻ります。戻ってきた光はビームスプリッタ上で重ね合わされ干渉計から検出器側へ出射します。

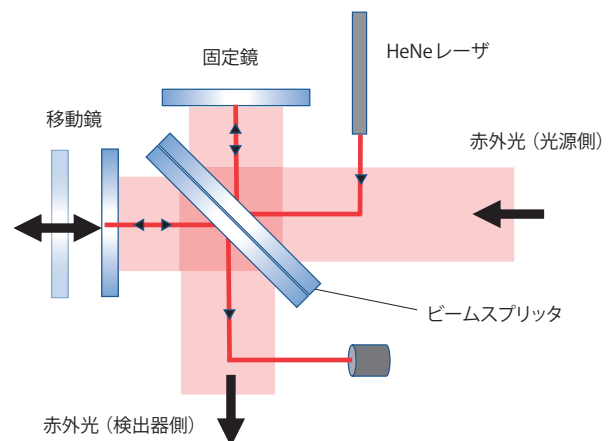


図2 干渉計の構造

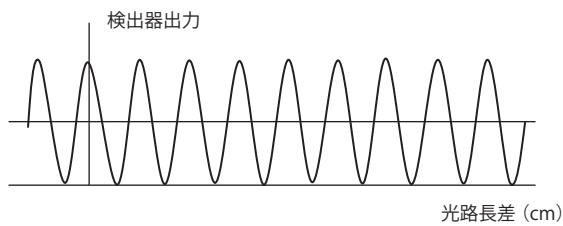


図3 単色光における干渉

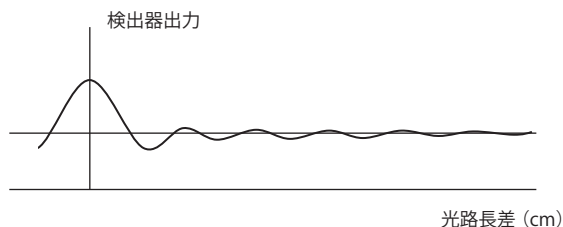


図4 白色光における干渉

この状態で移動鏡を動かした場合における、検出器受光面で観測される検出器の出力値について考えます。まずは説明を簡素化するため、検出器に入射する光が1波長の単色光であると考えます。移動鏡が移動すると移動鏡側の光は固定鏡側の光に対して光路長差が生じます。この光路長差が波長の整数倍になった際に光は強め合い、出力が増加しますが、半波長の整数倍となった際には逆に出力が減少します(図3)。これはヤングの実験のスクリーン上に観測された干渉縞と同じで光の波としての性質が現れるためです。

次に検出器に入射する光を白色光(幅広い周波数の光が集まった光)で考えます。移動鏡を動かすとこの時も検出器の出力は単色光の場合と同じように光路長差により増減を繰り返しますが、光路長差がゼロとなる点(この位置をセンターバーストと呼びます)を最大に、そこから離れるほど振幅は大きく減衰した形となります(図4)。この図4のように縦軸に光の検出器出力信号、横軸に光路長差を取ったものをインターフェログラム(IFG)と呼びます(一般的なIFGでは直流成分は取り除かれます)。赤外分光では、このIFGを離散フーリエ変換することとで赤外スペクトルを取得します。

4. IFGのサンプリング

「3. 赤外分光光度計に用いる干渉計」では、IFGを取得するところまで説明しました。ただし、離散フーリエ変換するためには、光路長差が一定間隔でデータ取得する必要があります。また精度の高いスペクトルを得るためには、その間隔に

ついても数百nm程度かつ、0.1%以下のばらつきとする必要があります(図5)。

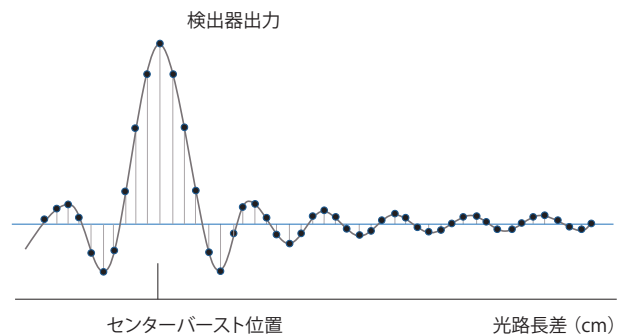


図5 IFGのサンプリングイメージ

このため、図2のように波長が安定かつ単色光であるヘリウムネオン(He-Ne)レーザーを干渉計内に配置し、レーザー光をビームスプリッタ(B/S)に入射させ、赤外光と同じように干渉させています。こうすることで、図3に示した単色光の場合のように、移動鏡による光路長差に応じたHe-Neレーザーによる増減の信号が一定間隔で発生します。この信号を2値化して測定トリガとすることでHe-Neレーザー出力波長の半分である約314nm間隔でIFGの取得が可能となります。また測定間隔のバラつきについてもHe-Neレーザーの高い波長安定性により、0.1%以下に抑えることが可能です。近年、半導体レーザーについても波長安定性が向上してきており、一部の赤外分光光度計ではHe-Neレーザーではなく半導体レーザーを使用しています。

5. IFGの再現性

次にIFGの再現性について考えます。前章のようにサンプリングを行ってもIFGが変動し再現性が低下することがあります。この理由としては様々な要因が考えられますが、主な要因として移動鏡の姿勢変化が考えられます。マイケルソン干渉計の場合、移動鏡を動かす際に移動鏡の角度が変化すると移動鏡を通った光の位置が変化し、固定鏡を通った光と重なる面積が変化します(図6)。これによりIFGの干渉強度が変化してしまいます。またこのような角度変化はランダム性があるので、結果としてIFGの再現性の低下につながります。

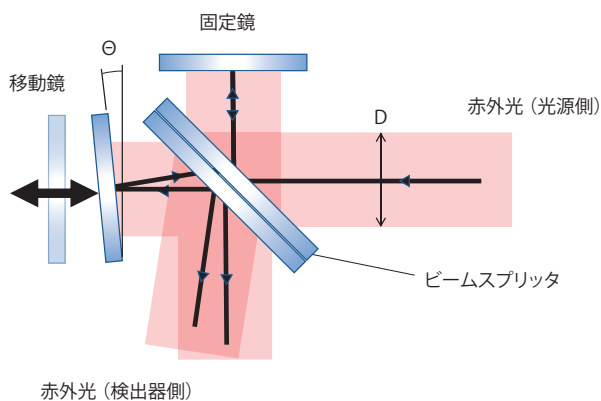


図6 干渉計内における移動鏡姿勢変化のイメージ

具体的な数値として、移動鏡の傾き θ は、

$$\theta < \frac{\lambda \min}{20D}$$

以下とすることが必要とされています。ここで、 $\lambda \min$ は測定の最短波長、 D は赤外光束の長さを表します。これは傾きによる赤外光束の波面のずれを10分の1より小さくするという意味をしています。この式に基づき、最小波長を $4,000\text{cm}^{-1}$ 、赤外光束径を 5cm とした場合、 θ の値は $2.5\mu\text{rad}$ (0.5arcsec) となります。この値は通常のリニアガイドのピッチングの値 (10arcsec) と比べて十分小さく、測定に大きな影響を与えません。このため、弊社では移動鏡の角度変化を計測し、それに併せて固定鏡の角度を変化させることで干渉を維持する機構（ダイナミックアライメントと呼びます）を採用しています。具体的には、移動鏡の傾きを計測し、その値を固定鏡の裏に配置されたピエゾアクチュエータにフィードバックします。そうすることで、移動鏡と同じ傾きを維持でき、IFGの変動が低減します（図7）。

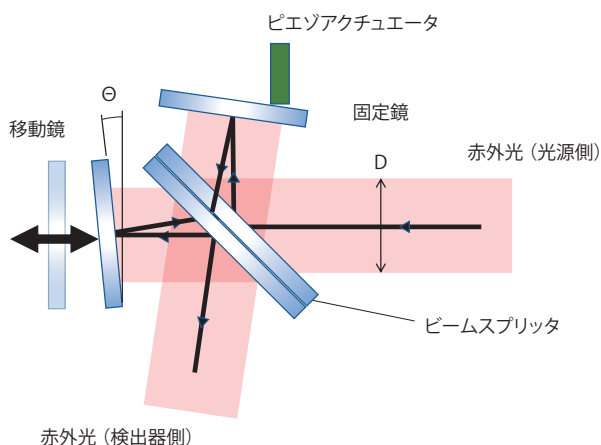


図7 干渉計内におけるダイナミックアライメントのイメージ

6. まとめ

今回はフーリエ変換型の赤外分光器の干渉計についてご紹介しました。弊社の干渉計ではより高精度に用いるため、He-Neレーザーによる測長や、ダイナミックアライメントなどの技術を導入しております。

干渉計自体は100年以上前に発明されたもので完成されているというイメージもあるかと思いますが、その技術は日々進化を続けております。特に有名なものとしては、1916年にアルベルト・アインシュタインが存在を提唱し、2015年に世界で初めて重力波を検知したLIGO（ライゴ：Laser Interferometer Gravitational-Wave）がありますが、これも基本的には干渉計です。そう考えると古い技術ではありますが、まだまだ進化の途中といえるかもしれません。本稿を通じ、少しでも干渉計に興味を持っていただけたら幸いです。

引用文献

フーリエ変換赤外分光法 化学者のためのFT-IR

編：平石次郎 学会出版センター

FT-IRの基礎と実際

著：田隅 三生 東京化学同人

FTIRを用いたプラスチックの材質分析

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
岩前 はるか

わたしたちの身の回りには多種多様なプラスチック製品があります。金属やガラスと比べると軽く、耐久性にも優れるという性質を活かし、容器包装から航空機に至るまで活用の範囲は広がっています。一方で、主な原料である石油の使用量節減や二酸化炭素排出量削減、廃棄物の処理、マイクロプラスチック問題など、環境負荷軽減のための議論も盛んです。

新素材の開発や適切なりサイクルのためには、プラスチックの材質の把握が重要です。本稿では、簡便なプラスチックの分析手法であるフーリエ変換赤外分光光度計 (FTIR) を用いた分析について、分析手順や分析事例、便利な製品をご紹介します。

1. はじめに

プラスチックとは一般に合成樹脂を指し、その種類は多岐に渡ります。主な原料である石油使用量の節減や近年深刻になっているマイクロプラスチック問題などの観点から、プラスチック製品のリサイクル推進や、バイオマスプラスチック、生分解プラスチックの活用などの取り組みが盛んになっています。新素材の開発や適切なりサイクルのためには、対象のプラスチックの材質・化学構造の把握が重要です。プラスチックの分析にはガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MS) や核磁気共鳴装置 (NMR) をはじめとして様々な分析機器が用いられます。その中でもFTIRは溶媒に溶解するなどの複雑な前処理を必要とせず簡便に分析できる機器として広く利用されています。

2. FTIRを用いたプラスチック分析の手順

FTIRを用いたプラスチック分析の手順を図1に示します。



図1 FTIRを用いたプラスチック分析の手順

まず試料を観察し、付着物の有無を確認します。必要であれば純水やエタノール、過酸化水素水等で洗浄を行います (異物として発見されたプラスチック様の試料であれば、あえて洗浄を行わず、付着物のある箇所とそうでない箇所を測定して比較することにより、詳細に異物発生源を推測できる場合もあります)。

次に、試料のサイズに応じて分析手法を選択します。おおむね100μm以上の大きさがある試料についてはFTIR本体に1回反射ATR測定装置を組み合わせたシステムで測定を行います。システム例として、フーリエ変換赤外分光光度計IRSpiritに試料室一体型の1回反射ATR測定装置QATR-Sを設置したイメージを図1(a)に示します。ATRのプリズム位置が装置天面と同一平面にあるため、平たく大きい試料をそのまま測定できるなどの利点があります。試料室一体型タイプ以外のATR測定装置には、内蔵されたビデオカメラによる試料の観察が可能なものや、加熱しながら測定できるものなどがあります。様々なATR測定装置、およびその詳細は

FTIR TALK LETTER vol.32、33で紹介していますので参照ください。10~100 μm 程度の大きさの試料の測定には赤外顕微鏡を用います（イメージは図1（b）を参照）。試料の状態に合わせて顕微透過法や顕微ATR法で測定します。近年話題のマイクロプラスチックの分析方法に関してはFTIR TALK LETTER vol.35で詳しくご紹介していますので、ご興味のある方はご参照ください。

赤外スペクトルを取得した後はライブラリ（データベース）検索を行って同定します。主要な樹脂は装置付属のライブラリや市販のライブラリにも含まれているほか、必要に応じて添加剤や劣化樹脂の専用ライブラリや、ユーザー自身で作成したプライベートライブラリなども活用します。

3. 身近なプラスチックの分析事例

3.1 バイオマスプラスチックの分析事例

わが国では、プラスチックの使用量抑制のための取り組みとして、2020年7月1日よりレジ袋の有料化がスタートしました¹⁾。これまで小売店などで提供されていたプラスチック製買い物袋を対象に有料化することで過剰な使用を抑制するものですが、有料化の対象外として、「①プラスチックのフィルムの厚さが50マイクロメートル以上のもの、②海洋生分解性プラスチックの配合率が100%のもの、③バイオマス素材の配合率が25%以上のもの¹⁾」、以上3点の環境性能が挙げられています。

これに伴い、小売店で提供されるプラスチックバッグにバイオマス素材を配合するプラスチックバッグが採用されるケースが増えています。バイオマス素材の配合を示すバイオマスマークが表示されたプラスチックバッグについて、一回反射ATR法で測定を行いました。それぞれのプラスチックバッグに表示されたバイオマスマークを図2に、各バッグの測定結果を図3に示します。



図2 プラスチックバッグのバイオマスマーク

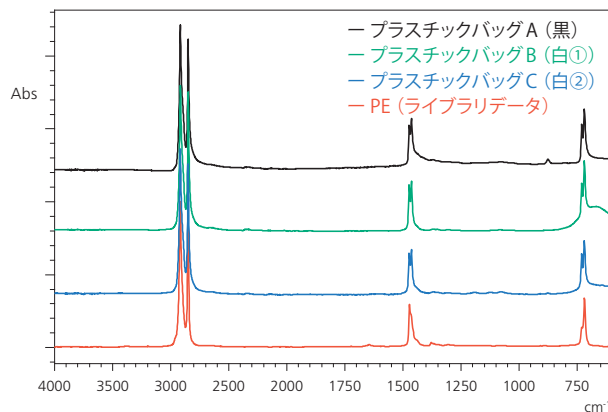


図3 プラスチックバッグの測定結果

バイオマス30という表示は、この製品におけるバイオマス原料の割合が30%以上35%未満であることを示しています。いずれも、最下段に示すライブラリデータのポリエチレン（PE）と主要なピークが一致し、識別マークの表示通りポリエチレンであることが確認できました。原料にバイオマス素材を含むポリエチレンであっても、一般的なポリエチレンと化学構造は変わらず、スペクトルパターンも一致することがわかりました。

3.2 生分解性プラスチックの分析事例

「バイオマスプラスチック」は原料がバイオマス素材であるものを指し、化学的な性質は問わないのに対し、「生分解性プラスチック」は微生物によって最終的に水と二酸化炭素に分解される、生分解性を持つプラスチックです。生分解性と表示されたプラスチックバッグを一回反射ATR法で測定し、ライブラリと照合した検索結果を図4に示します。

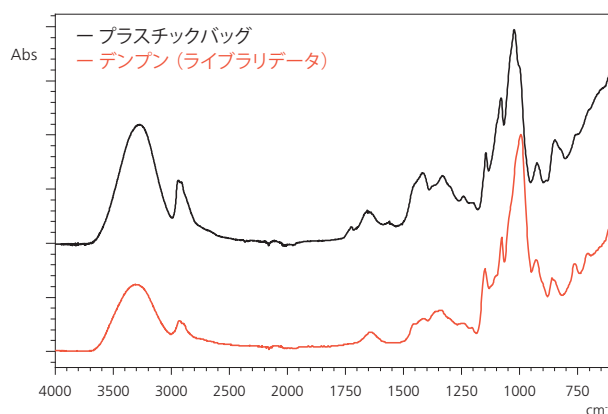


図4 生分解性プラスチックバッグの検索結果

ライブラリのデンプンと類似したスペクトルが得られていることがわかります。エステル化などの処理によって、デンプンそのものを分子骨格の中心としたプラスチック製品が商品化されており、本試料もそういった材質のプラスチックバッグだと考えられます。材質が明示されていない生分解性プラスチック製品について、FTIRによる測定で材質を確認することができました。

また、コーヒーなどの飲料用に提供されるストローに生分解性プラスチックが採用されているものもあります。PHBHというヒドロキシアルカノエート系樹脂製のストローと、一般的なポリプロピレン (PP) 製ストローについて一回反射ATR法で測定を行いました。図5にストローの外観を、図6にATR法で取得したスペクトルを示します。

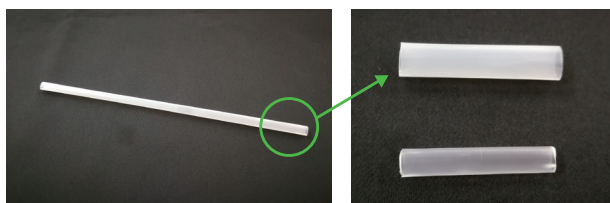


図5 PHBH製ストロー (右上段) と PP製ストロー (右下段) の外観

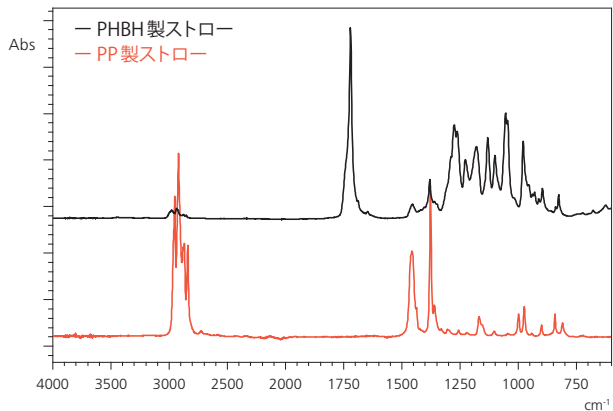


図6 PHBH製ストローとPP製ストローの測定結果

PHBHはセルロースと同等以上の生分解能を持つとされており、原料もバイオマス由来の生分解性プラスチックです。PHBH製ストローの外観は、ポリプロピレン製ストローと比較するとやや白濁していますが、一般的なストロー同様表面に光沢などもあり、外観だけでは判別できません。ATRスペクトルを比較するとポリプロピレンとはスペクトルパターンが大きく異なっており、FTIRによる分析で容易に区別できることがわかりました。生分解性プラスチックはリサイクルには不向きであるため、混入しないよう区別する目的としてもFTIRによる分析が有効であることがわかりました。

4. 劣化樹脂の分析事例

プラスチックは熱や紫外線などの環境要因によって、変形や変色などの劣化をきたすことがあります。劣化樹脂の分析事例として、長時間太陽光に曝され黄変したブラインド部品の分析事例をご紹介します。室内の窓際に設置されていたブラインド部品について、切り出した内部と窓側表面のATR測定を行いました。測定試料を図7に、測定結果を図8に示します。

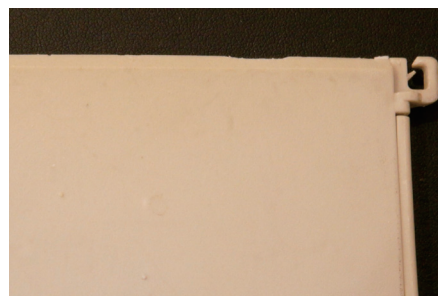


図7 ブラインド部品の外観

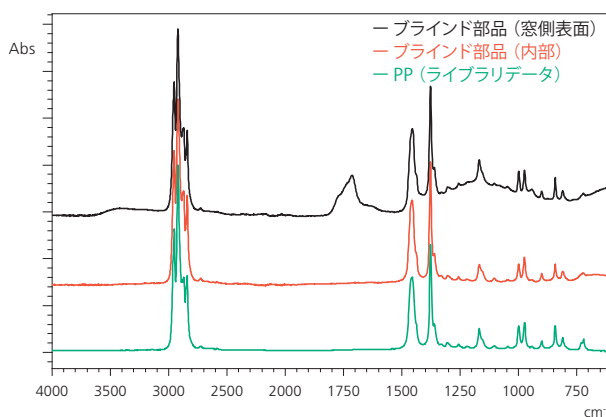


図8 ブラインド部品の測定結果とポリプロピレンの重ね描き

光の当たらない内部はライブラリに収録されているポリプロピレン (PP) とよく一致するのに対し、窓側表面は1750cm⁻¹付近など、一致しない箇所があります。窓側表面のスペクトルに対し、紫外線劣化プラスチックライブラリを用いて検索を行った結果を図9に示します。

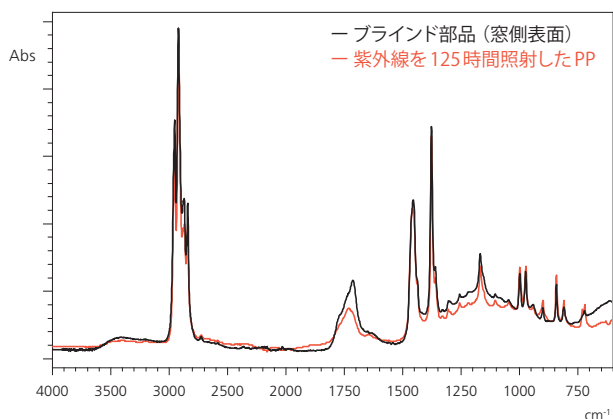


図9 ブラインド部品（窓側表面）の検索結果

紫外線を125時間照射したポリプロピレンでは、ブラインド部品（窓側表面）と同様に1750 cm^{-1} 付近に吸収が見られ、低波数側のスペクトル形状も一致しました。したがって、ブラインド部品（窓側表面）の黄変は、長時間紫外線に晒されることにより劣化したものと推測できます。

紫外線劣化ライブラリは、紫外線劣化させたプラスチックの赤外スペクトルを収録した島津オリジナルライブラリです。14種類のプラスチックについて、岩崎電気株式会社製超促進耐候性試験機を使用し、最長550時間（約10年分の紫外線暴露量に相当）まで紫外線を照射しました。

今回のブラインド部品のように、劣化したプラスチックはしばしば正常品とは異なる赤外スペクトルパターンを示し、市販のライブラリ収録のスペクトルと比較するだけでは同定が困難になります。実際に紫外線照射によって劣化したスペクトルを収録したライブラリを活用することで、劣化状態を反映した精度の高い同定を行うことができます。

なお、この測定にはプラスチック分析に特化したシステム製品、Plastic Analyzerを使用しました。図1(a)で示したIRSpiritおよびQATR-Sに加え、測定用マクロプログラムや加熱劣化／紫外線劣化ライブラリを含むメソッドパッケージから構成されるシステムです。製品詳細はカタログおよびアプリケーションニュースNo. A647をご参照ください。プラスチックの品質管理、異物解析、劣化解析に効果的な製品となっています。

5. おわりに

FTIRによるプラスチック分析の手順と分析事例をご紹介します。1回反射ATR測定装置を用いることで、様々なプラスチック製品を簡便に同定できます。さらに専用ライブラリを活用すると、劣化によってスペクトルパターンの変化した試料についても的確な同定を行うことができます。プラス

チックの分析に弊社のFTIR製品をご活用いただければ幸いです。

参考文献

- 1) プラスチック製買物袋有料化 2020年7月1日スタート (METI/経済産業省) (2020年11月12日閲覧)
https://www.meti.go.jp/policy/recycle/plasticbag/plasticbag_top.html

今号は、誌面の都合により、Q&Aを休載いたします。

フーリエ変換赤外分光光度計 プラスチック分析システム

Plastic Analyzer

Plastic Analyzerは、以下から構成されます。

- フーリエ変換赤外分光光度計 IRSpirit
- 1回反射ATR測定装置QATR-S
- Plastic Analyzerメソッドパッケージ

1. 紫外線劣化プラスチックライブラリ 2. 加熱劣化プラスチックライブラリ 3. IR Pilot™専用分析プログラム/パラメータ



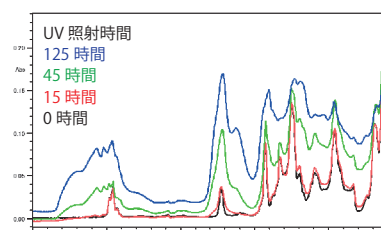
Plastic Analyzerメソッドパッケージに含まれる紫外線/加熱劣化プラスチックライブラリを用いることで、標準品のライブラリでは困難な、環境中での紫外線暴露により劣化したプラスチックや熱変化した異物・不良品などの未知試料分析に効果を発揮します。

紫外線劣化プラスチックライブラリ

岩崎電気株式会社製超促進耐候性試験機を使用し、最大で10年間分*の紫外線劣化させたプラスチックの赤外スペクトルを収録したライブラリです。

14種類のプラスチックについて、異なった照射時間における300種類以上の赤外スペクトルを含んでいます。

*紫外線照射時間はあくまで参考値です。試料が同じ条件下に置かれていたことを示すものではありません。

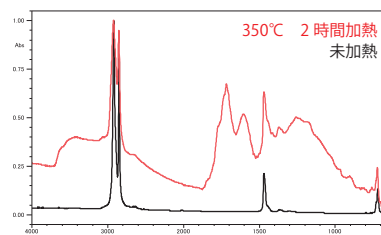


紫外線劣化プラスチックライブラリに収録された硬質塩化ビニル (Hard PVC)

加熱劣化プラスチックライブラリ

静岡県工業技術研究所浜松工業技術支援センターで測定、取得した加熱劣化プラスチックの赤外スペクトルを収録したライブラリです。

13種類のプラスチックについて、200～400℃で加熱劣化させた100種類以上の赤外スペクトルを含んでいます。



加熱劣化プラスチックライブラリに収録されたポリエチレン (PE)

極微小サイズのマイクロプラスチック分析には…



フーリエ変換赤外分光光度計 IRTracer™-100 (左)
赤外顕微鏡 AIM-9000 (右)

赤外顕微鏡 AIM-9000

数十～数百μmサイズのマイクロプラスチック分析には、有機物と一部の無機物の定性が可能な赤外顕微鏡を利用することで、迅速にそのプラスチック成分と添加剤成分を判断することが可能です。

IRAffinity、IRSpirit、QATR、IRTracerおよびIR Pilotは、株式会社島津製作所の商標です。

FTIR
TALK LETTER

Vol. 36
March 2021

発行日 ● 2021年3月8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