



近赤外分光法によるプラスチック樹脂の種類識別

～質の高い高効率リサイクル処理実現への貢献～

1. 背景

プラスチックは、私たちの身の回りの日用雑貨をはじめとして各種工業用部品や宇宙ロケットまで幅広い用途に使用されています。その一方で、近年プラスチックに起因する多くの環境問題が起こっています。燃焼時に排出される温室効果ガスは、地球温暖化の要因になっています。また、大量のマイクロプラスチックが海に流れ込み、海洋汚染につながっています。それらの環境問題を解決するためには、プラスチックの生産・消費量を減らすだけでなく、高効率リサイクルすることが必要で、そのためにはプラスチックの種類識別が重要です。

2. 近赤外分光法によるプラスチックの種類識別

プラスチックは、単一素材のものから混合素材のものまで非常に多くの種類があります。更に、燃焼材などの添加物を含んだプラスチックも数多く存在しています。これらの異なる種類のプラスチックをリサイクルする場合、プラスチックの種類に応じた適切な処理方法を選択する必要があります。

プラスチックの種類識別においてもっとも一般的な方法が、近赤外分光法です。近赤外光の吸収率の違いにより、主に、 $1.9\mu\text{m}$ 以下のスペクトルからプラスチックの種類を識別できます。測定には、反射型のM020/M022ポータブル近赤外分析器(Fig.1)を使用しました。2及び4種類の異なる吸収スペクトルを次に示します。



Fig.1 測定(透過反射測定)に用いた分析器

1700nm付近を境に吸光スペクトルのピーク位置を解析することで異なる2種類のプラスチックの識別が容易に可能であることが分ります。(Fig.2)

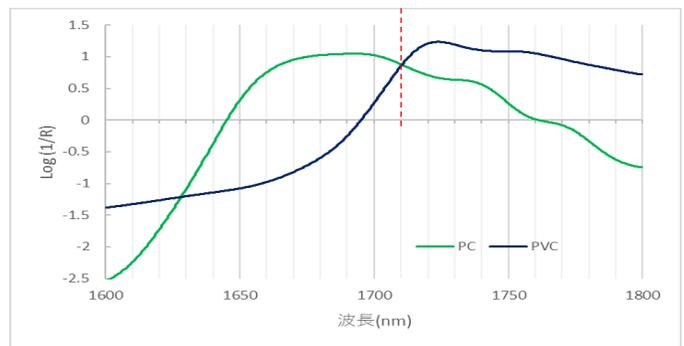


Fig.2 FPIにより測定したPC/PVCのスペクトル

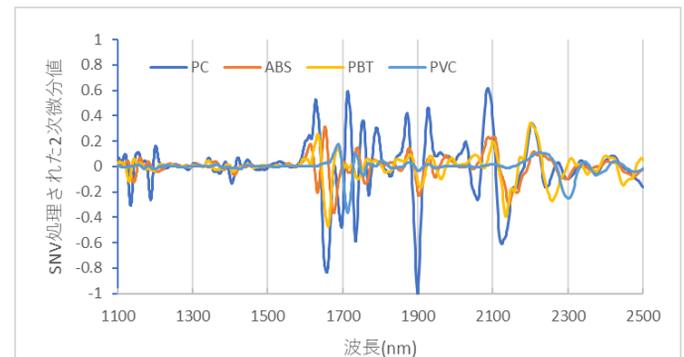


Fig.3 FTIRにより測定したスペクトル(2次微分/SNV)

FTIRにより測定したスペクトル(Fig.3)については、1700nm以上の吸収スペクトルを多変量解析することでより多品種のプラスチックの判別が可能となります。これらの結果から、測定対象となるプラスチックの種類により、波長範囲の狭いFPI型と波長範囲の広いFTIR型を選択することにより自由度の高い計測が可能となります。

FPI: Fabry-Perot Interferometer (ファブリペロー干渉計)

FTIR: Fourier Transform infrared Spectrometer

3. ポリウレタン樹脂の測定

プラスチック樹脂は、汎用プラスチックである熱可逆性樹脂と熱硬化性樹脂に大別されます。ポリウレタンは、熱硬化性樹脂に分類されます。ポリエステルあるいはポリエーテルとイソシアネートとの反応によって得られるゴム状弾性体を総称してウレタンゴムと呼ばれています。ポリエステル系とポリエーテル系の異なる種類のウレタン樹脂の近赤外吸光を測定しました。(Fig.5)測定には、透過型のM021ポータブル近赤外分析器を使用しました。(Fig.4)

空気をリファレンスに、透明プラスチック板3mm厚を測定

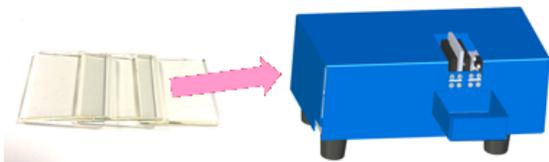


Fig.4 ポリウレタンの測定に使用した分析器

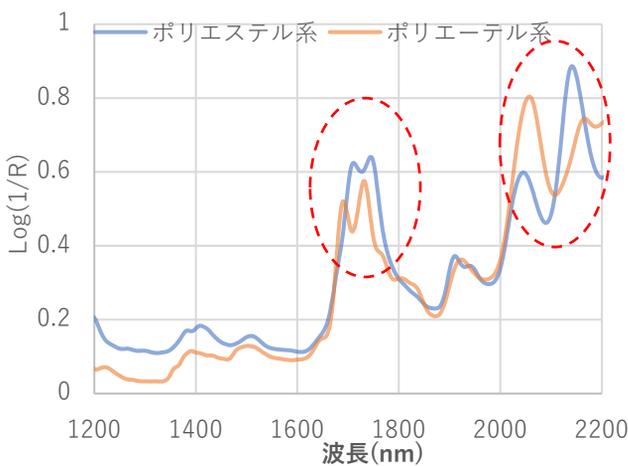


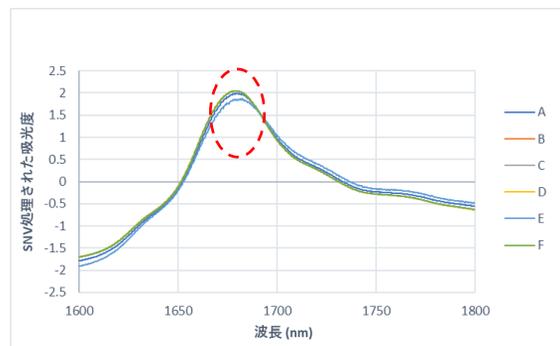
Fig.5 2種類のポリウレタンの比較

以上の結果より下記の仮説が推測されます。吸光度スペクトルより、1700nm及び2100nm付近のスペクトルのピークがずれていることから、種類の異なるポリエステル系とポリエーテル系樹脂が識別できます。

一方で、2100nm付近の吸光度の違いから含有する強化剤などの異なる成分の濃度を測定する報告もあり、引き続き、サンプル数を増やし検証を進めます。

4. スマートフォンカメラレンズの測定

スマートフォンカメラ用レンズの素材としてポリカーボネート樹脂が一般的に使われています。レンズの素材には、高屈折率と低複屈折率を兼ね備えた特性が求められます。素材の特性管理は、リサイクル段階でも重要です。効率の良いリサイクル処理を実現する上でも、ランナーのような廃材の分類が必要となっています。そこで、近赤外分光法を利用して、異なる素材の6種類(A~F)のポリカーボネート樹脂の分類が可能か試みました。6種類の樹脂のスペクトルから、1675nm付近に僅かな吸光度の違いが観察されています。(Fig.6)



この6種類の吸光スペクトルを主成分分析を使って分類を行ってみました。各主成分は、分散が最大となるように生成されています。散布図から6種類の樹脂が高い精度で分類されていることが分ります。(Fig.7)

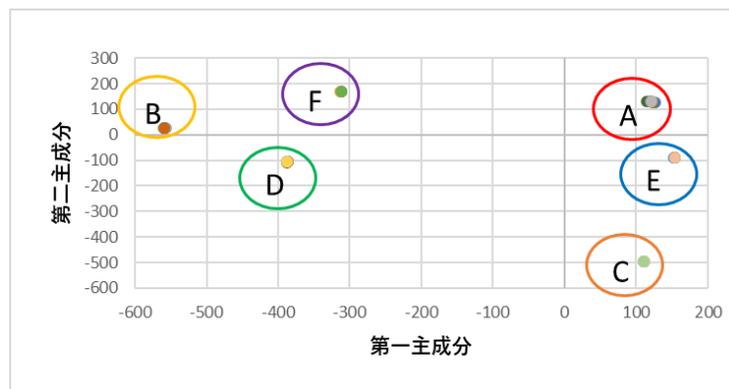


Fig.7 6種類の樹脂の分布図

今後は、被測定物保持機構作成などのラインへの導入のための課題解決に取り組み、廃材などのリサイクル工程への導入を促進します。

測定方法やデータ解析など、何なりと弊社までお問い合わせください。