

近赤外による屈折率の異なるポリカーボネート樹脂の選別 ～高効率リサイクル処理と高品質への貢献～

1. 背景

従来の光学レンズは、屈折率の異なるガラス材料を組み合わせで色収差を補正していました。近年、プラスチック材料で非球面の加工技術と複数の屈折率を持つ材料が開発され、波長分散の異なるプラスチックレンズが実用化されました。プラスチック材料の屈折率は、大型の屈折計や遠赤外分析計などで計測可能ですが、製造工程で使えるものではありません。近年、プラスチックレンズの加工過程で屈折率を測定することや、リサイクル工程において屈折率をもとにプラスチック材料を選別するニーズが高まってきました。今回、近赤外法により異なる屈折率のポリカーボネート樹脂を選別する方式を開発しました。

屈折率を直接、近赤外吸収で測定することはできませんが、近赤外吸収スペクトルを利用して屈折率を間接的に推定することは可能です。材料の分散特性と吸収特性を結びつけるクレメンズン関係という理論があり、この関係を利用して、吸収スペクトルから屈折率を導き出すことができます。

近赤外法は、分子の振動や回転に基づく吸収を測定します。得られた吸収スペクトルから材料の化学組成を特定できます。化学組成がわかると、既知のデータベースや理論モデルを活用して、材料の屈折率を推定することができます。ポリカーボネート樹脂などを材料とするマイクロレンズの製造プロセスは、高い生産性を有する反面、必要となるレンズ以外の廃材や端材の大部分は廃棄されています。屈折率が不均一な状態でリサイクル処理を行うと、射出成形後のレンズが白濁してしまうことがあり、屈折率が均一になるような選別技術が極めて重要です。

今回、近赤外吸収スペクトルと主成分分析などのケモメトリックスを利用して、同一ポリカーボネート樹脂種内の僅かな成分の違いを識別する手法を開発しました。この手法を用いて、屈折率が異なる13種類のポリカーボネート樹脂を精度よく選別することが出来ましたので、その結果を報告します。

6種類の試料の吸収スペクトルを取得し、前処理として2次微分を行い、それぞれのピーク波長を測定しました(Fig.2)。

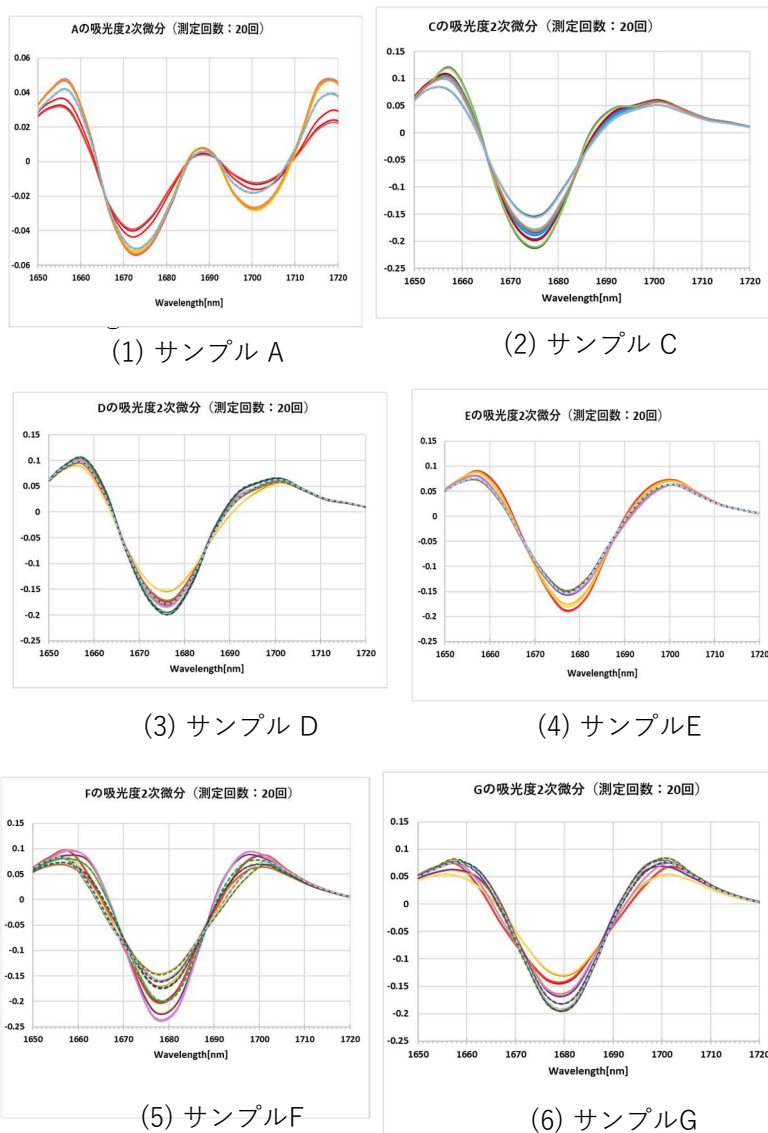


Fig.2 6種類の試料の2次微分スペクトル

測定された6種類のサンプルのピーク波長の分布を示します(Fig.3)。この結果から、6種類の2次微分ピーク値は明確に他と分離でき、2次微分波形のピーク値を測定することでポリカーボネート樹脂の識別が可能であることが確認されました。

2. 吸収スペクトルの取得とピーク波長による選別

測定には、FTIR分光方式を利用した弊社透過光学系を使用。各サンプルにつき20回の測定を行いました。

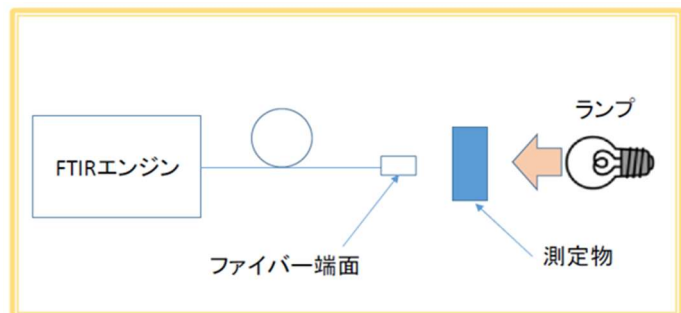


Fig.1 透過光学系

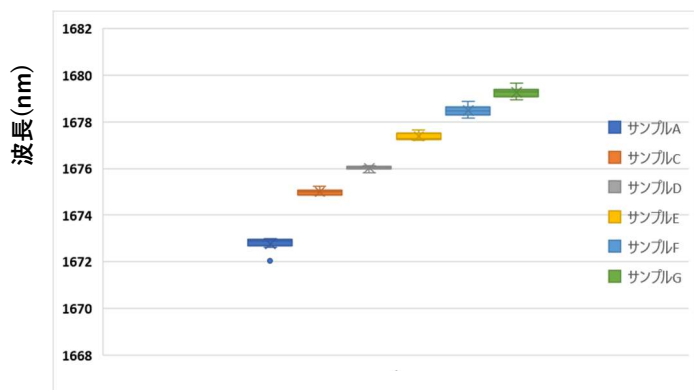


Fig.3 6種類の試料の2次微分ピーク波長

3. 屈折率の異なる13種類の樹脂の識別

屈折率の異なる13種類のポリカーボネート樹脂の識別を行いました。スペクトル測定には、弊社の近赤外透過型分析装置を使用しました(Fig.4)。

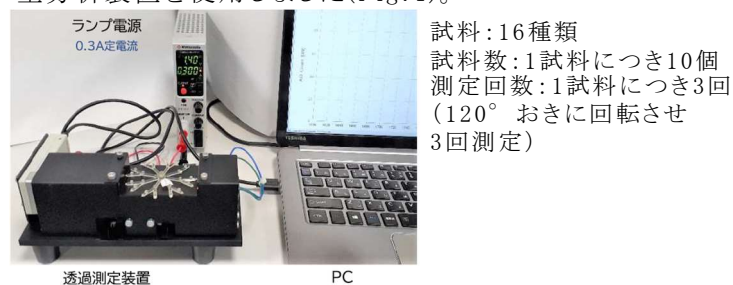


Fig. 4 スペクトル測定装置の外観

13種類の樹脂のSNV処理された吸光スペクトルは、Fig.5のようになり、SNV処理や1次/2次微分などの信号処理では判別できない状態です。ここでは、データ量の削減のため21波長を選択しました。

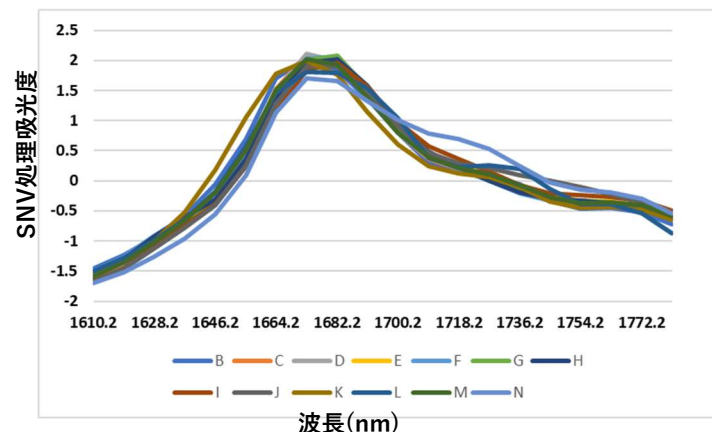


Fig. 5 13種類のサンプルの吸光度SNV値 (21変数)

選択された13種類の試料を判別分析を利用して識別を試みました。B～Nの13種類の試料の識別のために、12の判別関数を作成しました。LD1～LD12からなる12次元空間におけるLD1とLD2平面への投影図において各試料の分布は、下記の様になります(Fig.6)。

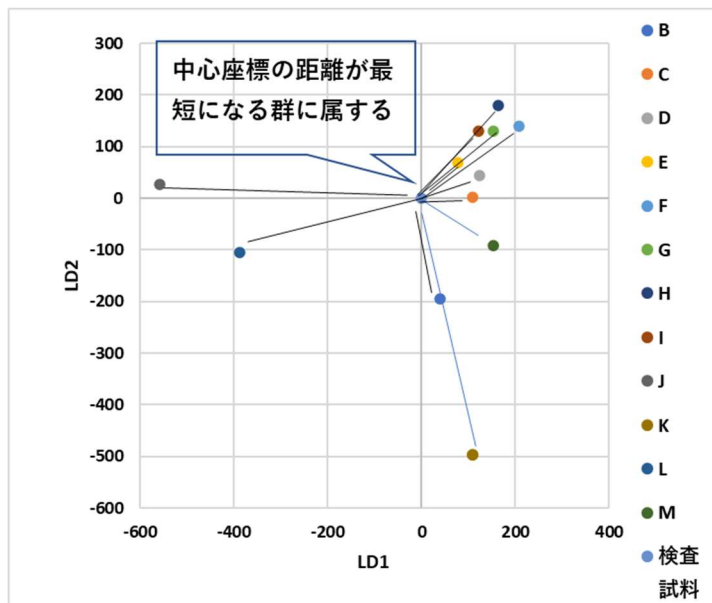


Fig.6 12次元空間のLD1/LD2平面への投影図

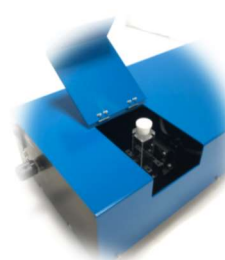
この結果から、B～Nの13種類の試料をLD1～LD12の判別関数により完全に識別できることが確認されました。更に、検査試料の座標と各種試料の中心座標の距離を計算することで、新規の試料がどの群に属するか判定することができます。

今後、本方式によるポリカーボネート樹脂の識別が、リサイクルの効率化と再生マイクロレンズの品質向上に大きく貢献すると期待されます。

弊社には、生産工程や製造ラインで利用可能な小型ハンディタイプM011-02モバイル分析計および卓上型で検査ラボ等での利用に最適なポータブル分析器M020/M21/M022/M023があります。計測項目や目的に応じて機種をご選択いただけます。



M011-02



M022/M023



M020/M021

下記のようなアプリケーションに応用が可能です。(測定実績あり)

- プラスチック樹脂の選別や劣化の判定
- 建築用樹脂の劣化測定
- アルコールや水の成分解析
- 小麦や大豆、米の主要成分の定量
- 漢方生薬の効能成分の定量 など

弊社は、近赤外をはじめとする光を使って成分を分析する装置の開発・販売を行っております。検査ラボや工場の製造ラインにおいて材料の非破壊・非接触な成分分析でお困りのお客様、ご遠慮なく弊社までお問い合わせください。