

樹脂のマテリアルリサイクルにおける 高速・高性能ハイパースペクトルカメラの適用

コニカミノルタジャパン(株) センシング事業部 販売推進部 ADSグループ HSチーム 鵜川浩一氏、黒須 瑞那氏に聞く



1. はじめに

コニカミノルタでは、2020年にハイパースペクトルイメージング市場におけるリーディング企業であるフィンランドのSpecim, Spectral Imaging Oy Ltd. (以下SPECIM (スペキム) 社) を子会社化した。以降、SPECIM社製の高速・高性能ハイパースペクトルカメラの各種製造業における適用を進めている。

ここでは、SPECIM社製の高速・高性能ハイパースペクトルカメラの特徴について紹介するとともに、循環型社会の構築や持続可能な開発目標 (SDGs) 達成の観点から各産業分野で取組みが進む樹脂のマテリア

ルリサイクルにおける、同ハイパースペクトルカメラ適用の利点について紹介する。

2. 高速・高性能ハイパースペクトルカメラ

2.1 ハイパースペクトルイメージング

すべての材料や化合物は光との相互作用で異なる吸収・放射・反射を行うが、ハイパースペクトルイメージングは様々な材料を識別したり、それらの特性を定義するための非破壊の計測方法といえる。

つまり、ハイパースペクトルカメラを用

いることで、測定点ごとに、各々の物質に特有の吸収や反射の分光スペクトルパ

ターン (スペクトルは光の強度と波長で表される) のデータを得ることができ、高度な分析、精度の高い検出、正確な識別を実現できる。ハイパースペクトルカメラでは、測定対象物の3次元情報 (2次元のスペクトルデータ) が得られる (図1)。3次元情報とは2次元の位置情報と測定対象物の画像のピクセル画素ごとに得られたスペクトルデータを指し、この3次元情報によって、その箇所ごとの分析や材料が何であるかの識別や特定ができるようになる。

2.2 樹脂材質の識別

ハイパースペクトルカメラは機種によって取得できる分光波長領域に違いがあるため、対象物によって最適なカメラを選定する必要がある。ここではポリエチレン (PE)、アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン (ABS)、ポリ塩化ビニル (PVC)、ポリスチレン (PS)、ポリアミド (PA)、ポリプロピレン (PP)、ポリカーボネート (PC)、ポリエチレンテレフタレート (PET) …と多種多様な樹脂材質の識別が可能な、高速・高性能ハイパースペクトルカメラ「SPECIM FXシリーズ」を紹介する。

SPECIM FXシリーズでは、測定波長範囲400~1000nm (可視~近赤外領域) の「SPECIM FX10」、測定波長範囲900~1700nm (近赤外領域) の「SPECIM FX17」、測定波長範囲2.7~5.3 μ m (中赤外領域) の「SPECIM FX50」と、可視~中赤外の領域で現在3機種をラインナップしている (図2)。従来のRGBカメラでは困難な樹脂材質の識別を波長データ

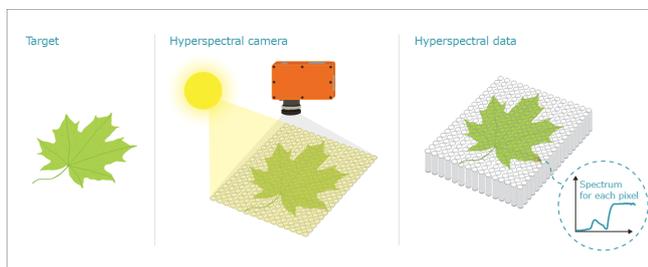


図1 ハイパースペクトルイメージング

FX10	FX17	FX50
400-780 or 1000 nm	900-1700 nm	2700-5300 nm

図2 SPECIM FXシリーズのラインナップ



図3 ハイパースペクトルカメラによる樹脂の識別・分類

Image courtesy of Specim, Spectral Imaging Oy Ltd.

の違いから非接触で可能にしている (図3)。

図4のとおりハイパースペクトルカメラ SPECIM FX17と高速処理演算ユニット「CUBE」、光源付きスキャナー「LabScanner」というシステムを用いて、種々の材質の樹脂をランダムに並べて実際に測ってみると、iPhone画像で示したPS、PP、PVC、PEの各樹脂が、リアルタイム分類結果において薄黄色、水色、緑、青といったように識別されていることが分かる (図5)。

また、FX10、FX17、FX50のそれぞれでABS、PE、PVC、PS、PA、PP、PC、PETの8種の樹脂を計測した結果を図6に、各樹脂サンプルの波長の違いを図7に示す。

2.3 黒色樹脂の材質の識別

他社においてもハイパースペクトルカメラを用いた樹脂の識別に関する提案が進められてきているものの、黒色の樹脂だけは近赤外領域でのスペクトルに特徴が見られ

ず、黒色樹脂の材質の識別はできていない。しかし、黒色の樹脂はデザイン面での汎用性が高いため自動車や家電、日用品と幅広く使われ、樹脂の材料リサイクルを進める上で、黒色樹脂の識別は避けられない。

これに対し、黒色樹脂でも材質別のスペクトルの特徴が現れる中赤外領域で測定するSPECIM FX50を用いた測定では、PE、ABS、PS、PA、PCという5種の黒色樹脂の識別が可能となっている (図8)。上市されているハイパースペクトルカメラのうち、黒色樹脂の識別用に開発されたSPECIM FX50のみが、黒色樹脂の完璧な識別が可能機種といえる。

2.4 インラインで適用可能な高速識別

SPECIM FXシリーズのハイパースペクトルカメラはFX17、FX50を中心に、樹脂の材料リサイクルに取り組む化学製品や自動車、家電製品などのメーカーのラボ

などにおいて採用に向けた評価が行われており、中でも黒色樹脂を面で識別できるFX50への評価が高い。

こうしたR&D用途ではスキャナーを使いサンプルを動かして計測するのに対して、SPECIM FXシリーズのハイパースペクトルカメラはFX17で全波長領域を取得して最大670fps、FX50で最大380fpsという高速フレームレートを実現できる。測定波長を絞ればさらに高速に対応できることから、動いているサンプルをそのまま計測できインライン用途で適用できる (図9)。例えば1m/sで流れる1m幅のベルトコンベア上で混在する樹脂の材質も識別でき、ハイパースペクトルカメラ+画像処理による材質識別情報をもとに、ある材質の樹脂のみをロボットアームでピックアップしたりエアーで飛ばして選別するといったインラインシステムを構築することで、実際の製造ラインで高品質・高効率なリサイクル作業を実現できる。



図4 測定に使用したシステム

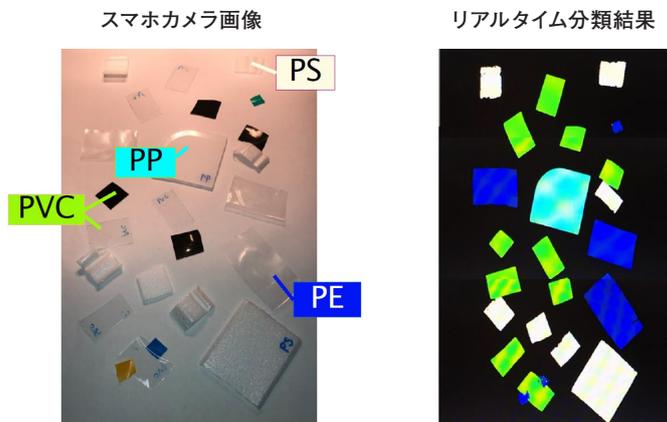


図5 リアルタイム分類結果(右): 各樹脂を識別

3. 今後の展開

持続可能な開発目標 (SDGs) は“2030年までに持続可能でよりよい世界を目指す国際目標”であり、SDGs達成に向けて、廃棄樹脂を自動車部品や家電部品などに再生するマテリアルリサイクルへの取組みを進める企業は非常に多い。上述のとおりハイパースペクトルカメラSPECIM FXシリーズは黒色樹脂を含め多種多様な樹脂材質の識別

が可能であり、マテリアルリサイクルの取組みを進める企業において、R&Dにおける材質識別だけでなく、リサイクル工場のライン上での材質識別→選別作業でも高い能力を発揮できる。

生産→消費・使用→リサイクル→生産…といった循環型社会を構築する一助となるよう、まずはR&D用途でのハイパースペクトルカメラSPECIM FXシリーズの実績

を増やし多くのユーザーに樹脂材質の識別の有効性を実感していただきながら、ゆくゆくはユーザーやシステムインテグレーター (SIer) などと共同でセンシング～選別までのシステムを構築しつつ、インライン用途で適用していただくことによって、樹脂リサイクル工場の稼働率向上や再生樹脂の品質改善に寄与していきたい。

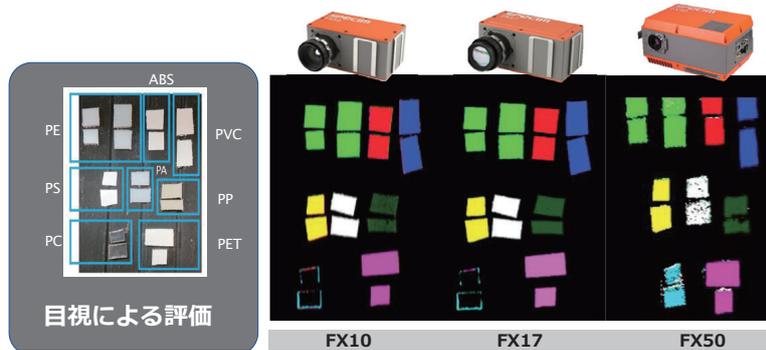


図6 FX10、FX17、FX50を用いて8種の樹脂を計測した結果
Image courtesy of Specim, Spectral Imaging Oy Ltd.

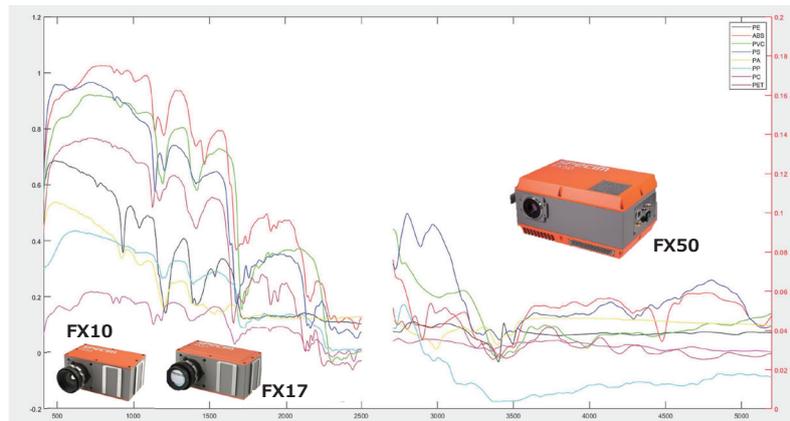


図7 各樹脂サンプルの波長の違い
Image courtesy of Specim, Spectral Imaging Oy Ltd.

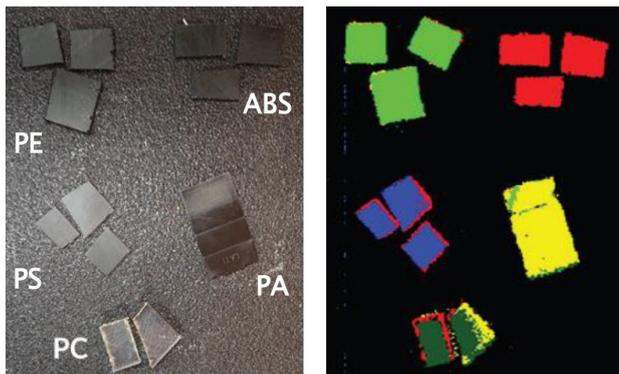


図8 FX50による5種の黒色樹脂の測定・識別
Image courtesy of Specim, Spectral Imaging Oy Ltd.



図9 SPECIM FXシリーズのR&D用途とインライン用途での適用イメージ