

微量指紋残痕の粒子解析

科学捜査

科学捜査におけるトレース解析の役割

トレース解析は科学捜査の基本領域であり、さまざまな技法を用いて実施されるが、その目的は常に、必要に応じて調査のニーズに応えられる確かな情報を作成することである。微量物質の同定には分光法が用いられ、高品質の光学顕微鏡と組み合わせるのが通例である。

本例では、レニショーの inVia™ Qontor® コンフォーカルラマンマイクロブと粒子解析ソフトウェアモジュールを使用した、従来の光学顕微鏡コントラスト技法による対象化学分析を紹介する。本例では、飲料缶に付着した指紋の中の微粒子を調査し、その化学組成と粒子径に関する詳細情報を明らかにした。

画像解析による化学物質の同定

研究者が市販の新品の薬錠を手の指で軽く押さえたが、接触後、指に物質がはつきりとは付着していなかった。その後、その研究者が飲料缶を手にとった (図 1)。次に、顕微鏡検査をしやすいように、指が缶に触れていた領域を切り出した (図 2)。

一般に、微小な粒子状物質は、周囲の「平坦な」領域とのコントラストを高めるために、暗視野照明を使用して観察するのが最適である。しかし、この缶は表面に凹凸があったため、5 倍の対物レンズを用いた暗視野照明では、十分なコントラストが得られなかった。そこで、装置独自のサンプル遮光ボックス照明からの傾斜照明を用いた。これにより、5 倍対物レンズによる照明と比較して、はるかに浅い角度からの照明を得た (図 3 および図 4)。これにより、高い光学的コントラストが得られ、粒子片が明らかになった。傾斜照明を用いて、約 9.8mm×8.2mm の一連の画像 (モニタージュ) を収集した。



図 1: 缶の全体像 (橙枠が切り出し部分)。

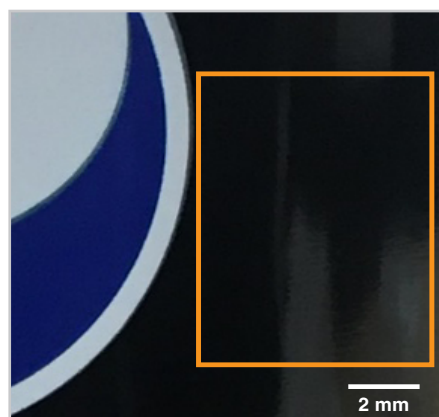


図 2: 缶の切り出し部分。橙枠は粒子片が観察された領域。



図 3: 20 倍対物レンズで撮影した解析表面の一部の明視野画像 (9mm×7.5mm)。

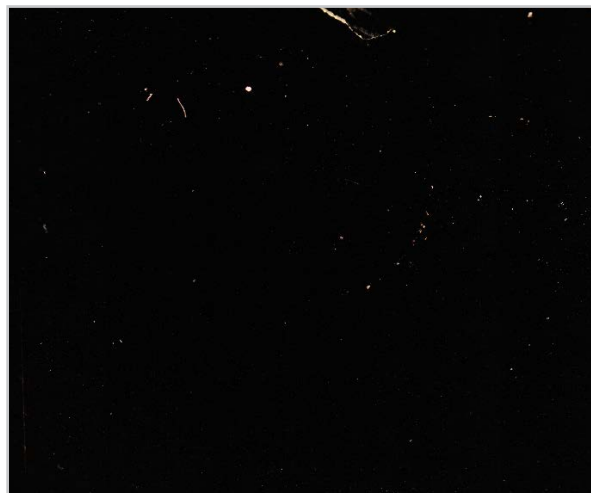
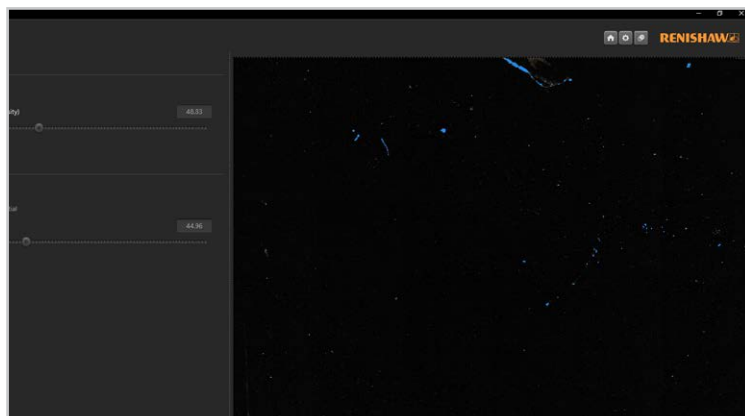


図 4: 5 倍対物レンズで撮影した図 3 の領域の傾斜照明画像 (9mm×7.5mm)。粒子の一部を明確に示している。

その後、レニショーの専用粒子解析ソフトウェアを使用し、以下のワークフローでラマン分析を実施した。

画像のロード

図 4 の光学像を解析用に選定した。そして、粒子を強調するためにコントラストのしきい値を設定し、それぞれの物理指標と、その後のラマンデータ収集のための中心位置を決定した。この目的で使用する画像は何でもよい。inVia ラマンマイクロスコープは、高品質の光学顕微鏡用の構成になっており、通常であればこの作業には十分すぎるが、他の技法で撮影した画像を使用することもできる。これらは、レニショーの Correlate™ ソフトウェアモジュールを使用して解析用にインポートできる。



粒子のソートとフィルタリング

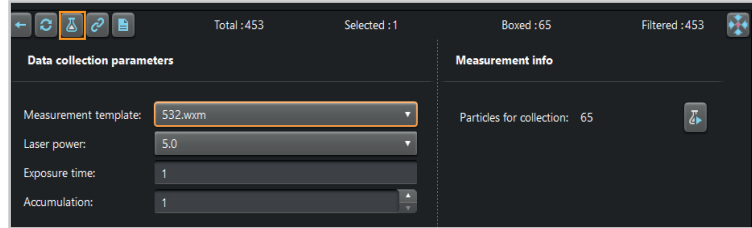
Correlate™ によって粒子のリストを生成した。このリストには、各粒子の画像と、各粒子に固有の情報がすべて記載されている。このリストは、ソートとフィルタリングができるため、サイズ、形状、および形態に基づいて粒子を絞り込める。

同定された 453 個の粒子のうち、円相当径が 10µm 以上の粒子が 65 個あり、これらをラマンデータの収集のために選択した。

ID	Boxed	Image	Area	Equivalent circle diameter
1			23845	181.4
101			6028	87.61
114			3963	71.04
9			3633	68.01
108			2988	61.68
34			2339	54.37
327			1808	47.98
28			1502	43.73
22			1135	38.02
102			1069	36.9
259			812	32.16
172			803	31.97
268			788	31.67
182			782	31.56
245			744	30.78
33			667	29.14
128			642	28.6

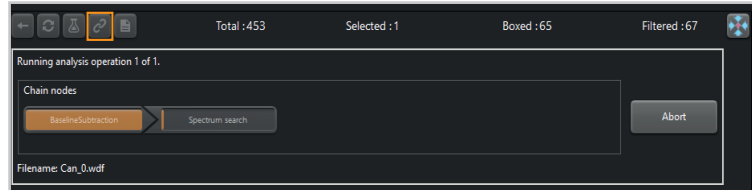
ラマンデータの収集

532nm のレーザー励起用に構成された測定テンプレートを用いてラマンデータを収集した。各スペクトルは 1 秒で取得され、焦点は inVia Qontor の LiveTrack™ 機能によって維持された。これにより、凹凸が非常に大きい缶の切り出し部の表面上でも、リアルタイムで高さを調整し、粒子の焦点を確実に合わせられるようになった。



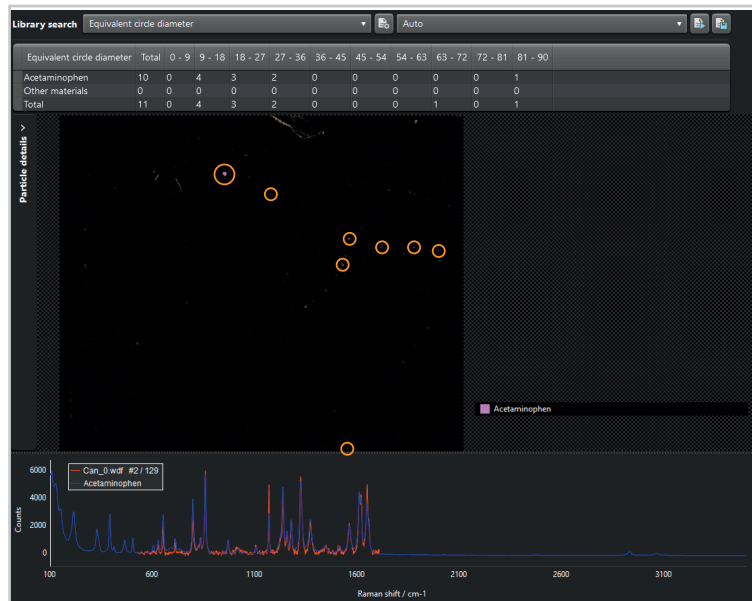
ラマンデータの解析

次に、Correlate™ の Chain オプションを使用して、ベースライン補正とライブラリ検索を、1 回の自動手順で実行した。ライブラリ検索の結果は、個別に表示することも、同定された物質の名前や HQI に基づいてソートすることもできる。HQI が高いほど、スペクトルとライブラリの適合性が高い。この手法により、信頼性の高い同定結果をレポートできる。



粒子同定結果のレポート

レポートはソフトウェアによって表に集約され、同定された材料と粒子の数を、粒子のサイズまたは形状を基準にして表示できる。また、元画像の粒子を、物質同定に基づいて着色することもできる。こうして、結果を視覚的にわかりやすくまとめることができる。



同定された物質

解析により、10個のアセトアミノフェン(パラセタモール)粒子が同定された。その範囲は、直径87 μm から10 μm (事前を選択したサイズ制限)に及んだ。

これらの粒子は、指紋を残した指に由来した可能性が高い。指紋がない部位にこの物質が一切存在しないことが、この仮説を裏付けている。

図5に、粒子の1個とアセトアミノフェンのライブラリスペクトルの一致性が極めて高い様子が示されていることから、この粒子がアセトアミノフェンであることは明らかである。

こうして、inVia Qontor ラマンマイクロスコープと粒子解析の自動ワークフローにより、凹凸のある表面上の微量物質を、面に触れたり、面に手を加えたりしなくても迅速かつ容易に同定できるということが証明された。

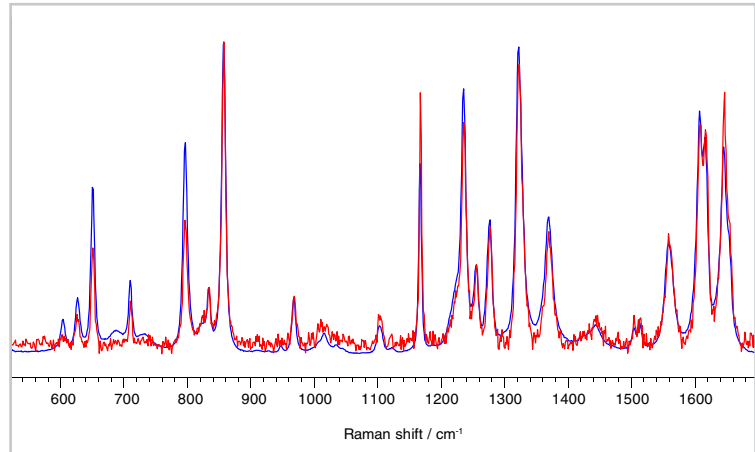


図5: 粒子のラマンスペクトル(赤)と、それがアセトアミノフェンのラマンスペクトルであることを特定するライブラリスペクトル(青)。

あなたの研究室へラマン分析の追加

inVia ラマンマイクロスコープは、顕微鏡でのトレース作業に適した強力な化学分析ツールである。各種光学顕微鏡技術(明視野、暗視野、傾斜照明、偏光)を用いて、微量物質の存在を速やかに特定したり、ラマン分析の対象にしたりできる。シンプルな粒子解析ワークフローと、inViaの優れた性能および自動処理により、データを迅速かつ確実に収集できる。粒子解析では、他の技法や顕微鏡によって取得した画像を使用してラマンデータの収集対象を定めることもできるため、inVia ラマンマイクロスコープは、トレース科学捜査分析を補完する理想的なツールである。



図6: inVia Qontor コンフォーカルラマンマイクロスコープ。

資料も各種用意しております。詳細については、最寄りのレニショーオフィスまでお問い合わせください。

レニショー: ラマンのイノベーター

レニショーは、高速なケミカルイメージングテクノロジーを搭載したコンフォーカルラマンマイクロスコープ、専門分析装置、走査型電子顕微鏡および原子間力顕微鏡用インターフェース、分光用固体レーザー、そして最先端冷却 CCD 検出器などさまざまな高性能分光関連製品を製造しています。

広範な領域と用途において最高レベルのパフォーマンス、感度、そして信頼性を提供するレニショーの製品は、お客様のニーズに合わせて設計されているため、非常に難しい分析でも自信を持って行っていただけます。

世界各地のレニショー現地法人および販売代理店のネットワークを通して、優れたサービスとサポートをお客様に提供いたします。

詳細については、www.renishaw.jp/forensics をご覧ください。

レニショーでは、本書作成にあたり細心の注意を払っておりますが、誤記等により発生するいかなる損害の責任を負うものではありません。

AN233(JA)-01-A 1月 2021 © 2020 Renishaw plc. 無断転用禁止。

仕様は予告なく変更される場合があります。

RENISHAW、RENISHAW ロゴに使用されているプローブシンボルおよび Qontor は、英国およびその他の国における Renishaw plc の登録商標です。apply innovation ならびにレニショー製品および技術の商品名および名称は、Renishaw plc およびその子会社の商標です。本文書内で使用されているその他のブランド名、製品名はすべて各々の所有者の商品名、標章、商標、または登録商標です。