

確率過程論と情報理論に基づく

独創的なビーム走査

RAMANwalk



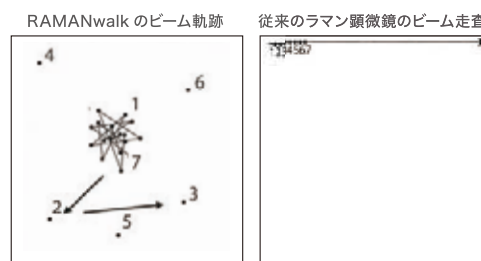
世界初 ランダム走査コンフォーカル

－ 確率過程論と情報理論に基づく独創的なビーム走査 －

1. ポイント走査なのに測定時間が大幅に短縮！※

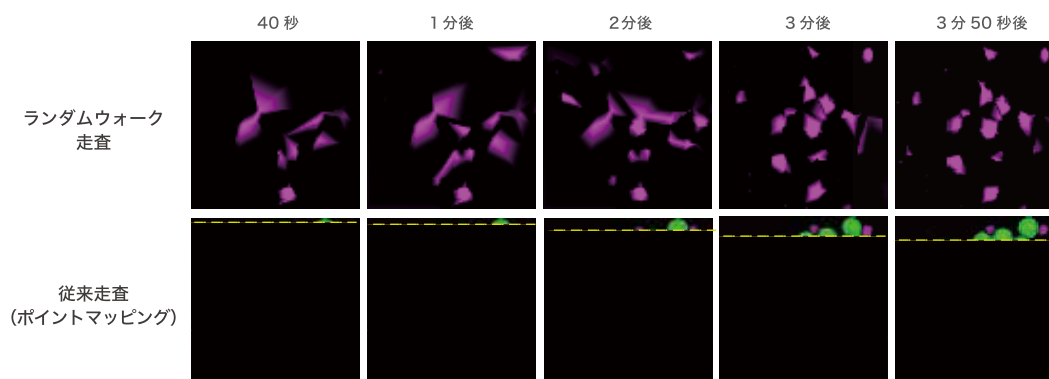
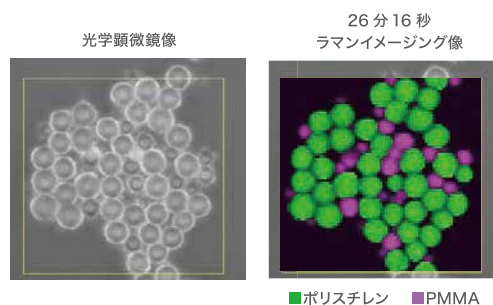
ラマン顕微鏡の最大の弱点は測定時間が著しく長いことでした。この問題を確率過程論と情報理論を用いることにより解決することに成功しました。サンプルに対する先見情報なく、最適な経路でレーザービームが走査され従来の走査型ラマン顕微鏡の5倍～10倍のスピードで画像を得ることができます。

※特許出願中

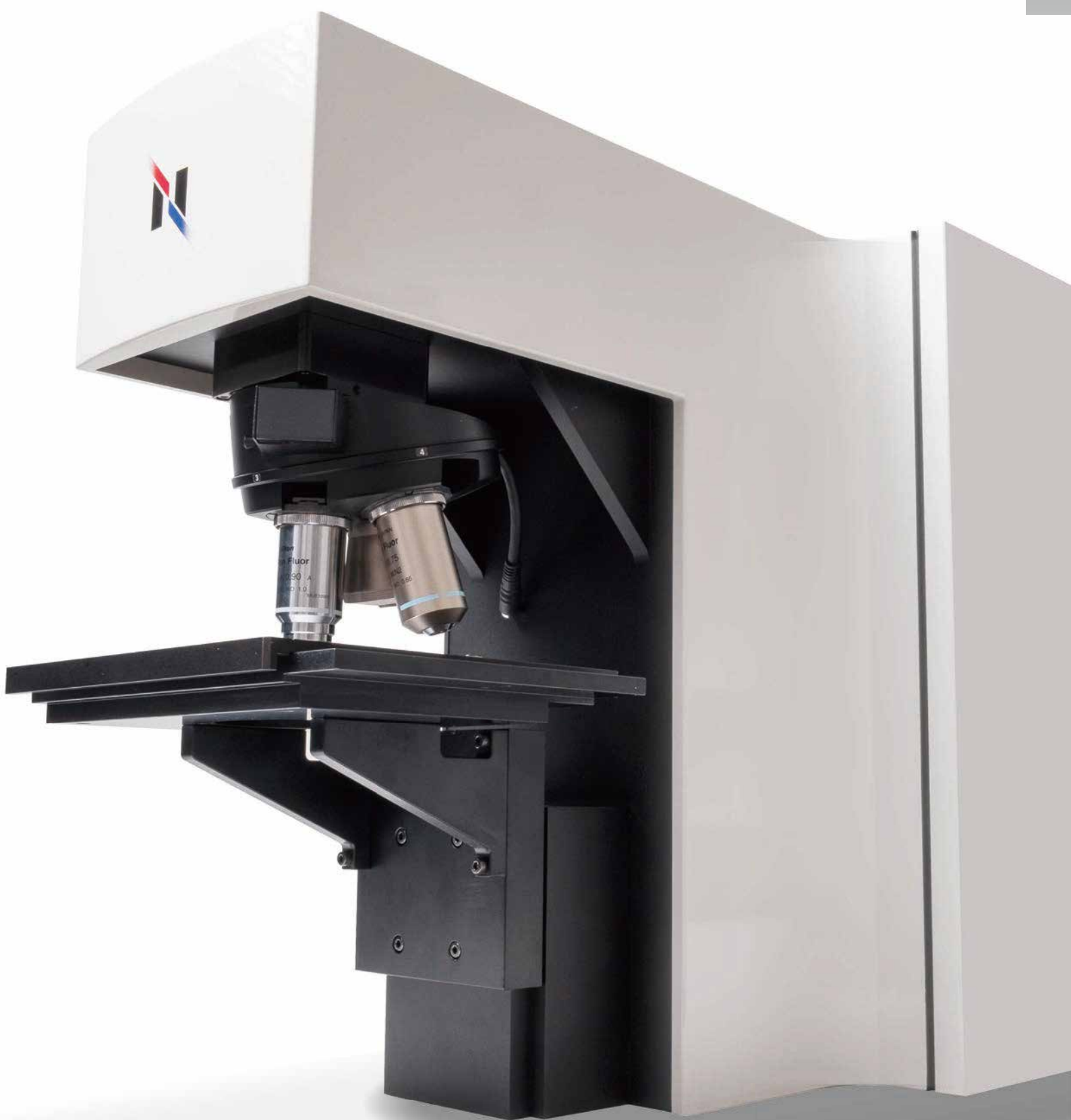


2. 前処理なく、高速にスクリーニング

RAMANwalk の搭載する走査法は、事前の情報を必要としません。たとえ顕微鏡で見つけることが困難な試料でも、ラマン散乱に特徴があれば自動でビームが生きているように探索し、必要なデータを素早く得ることができます。以下の例では、ポリスチレンの中から、対象となる PMMA 粒子を従来の10分の1の測定時間で探し出し、分析時間を驚異的に短縮できました。



ラマン顕微鏡 登場

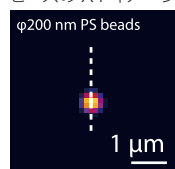


業界最高、350 nm の空間分解能を保証

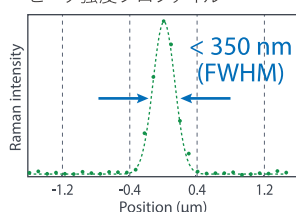
ナノ光子が自信をもって提供するパーフェクト・レゾリューション。いかなる場合も最高のイメージング性能が得られます。100倍の対物レンズ使用時に、光の回折限界に迫る 350 nm の空間分解能を保証します。精密に作られた共焦点光学系により、1 μm 以下の深さ分解能が得られます。

100倍対物レンズで取得したXYイメージと空間分解能評価

ビーズのXYイメージ



ピーク強度プロファイル

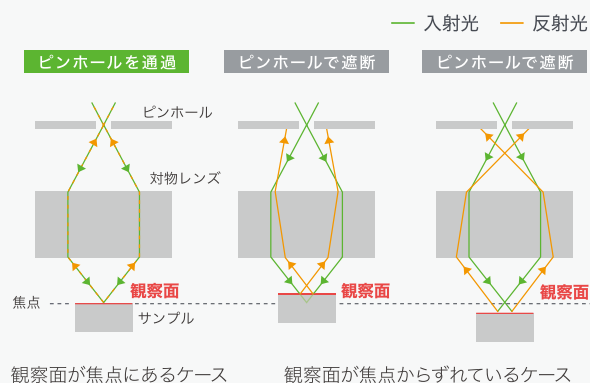


$$\text{レーザースポットの FWHM} : d = 0.51 \times \frac{\lambda}{\text{N.A.}} = 0.51 \times \frac{532 \text{ nm}}{0.90} \approx 300 \text{ nm}$$

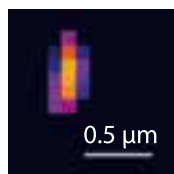
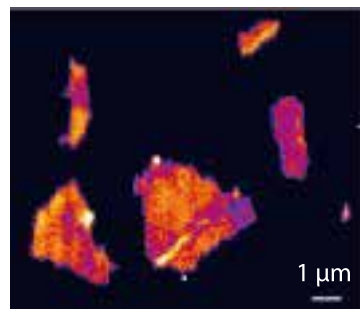
d : 空間分解能 λ : 波長 N.A. : 開口数

共焦点 (コンフォーカル) 光学系とは?

検出器の前にスリット/ピンホールを置くことで、焦点以外からきた余分な光をカットする技術です。

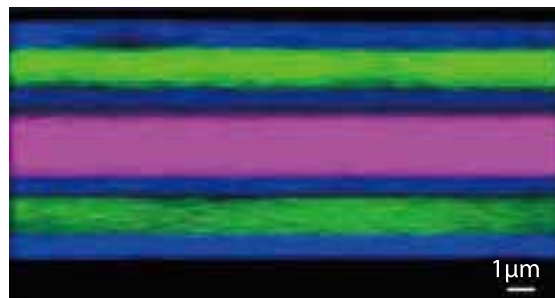


グラフェンの平面ラマンイメージング



膜厚 厚 薄

多層膜フィルムの断層ラマンイメージング



■ポリエチレン ■ポリプロピレン ■ナイロン

レーザービーム走査光学系が生み出す高精度なラマンイメージ

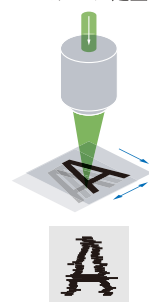
レーザービーム走査

レーザー走査によるイメージングが最大の魅力。高精度のスキニングミラーを搭載することで、実現しました。走査スピードも走査精度も、従来の電動ステージ走査を大幅に凌駕します。また、レーザービーム走査方式なら、顕微鏡画像の任意の位置をクリックするだけで測定位置を指定できるので、操作性も大幅に向上します。

レーザービーム走査

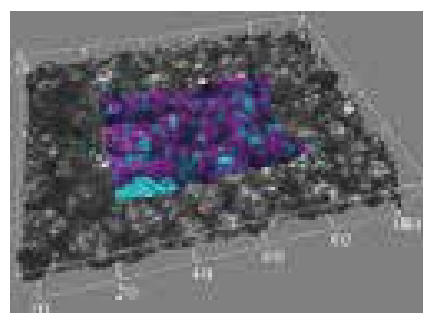


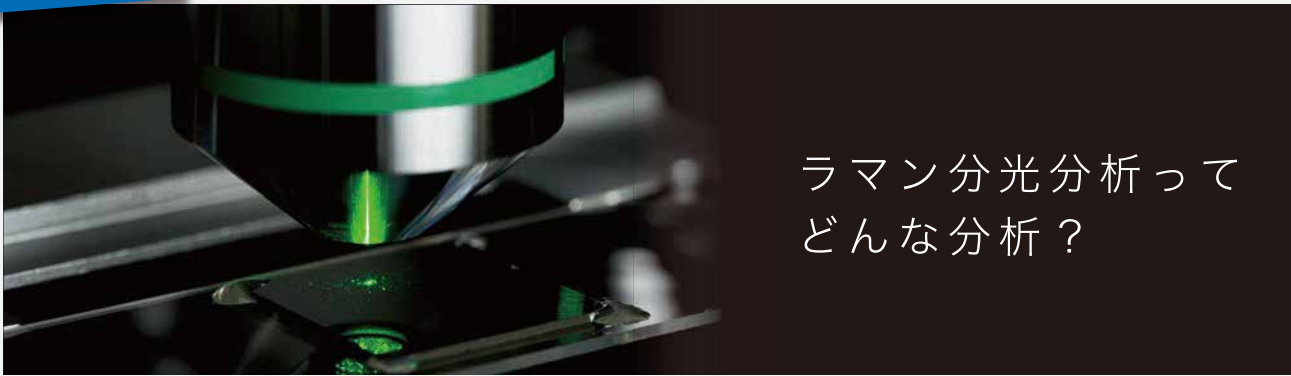
ステージ走査



ZTrack 機能

凹凸のあるサンプルのイメージングも RAMANwalk にお任せ。ZTrack 機能は、光学顕微鏡像から試料表面の高さを自動で識別。認識した表面形状にフォーカスを合わせながら測定を行います。サンプル表面の凹凸に追従する Ztrack 機能と、レーザービーム走査で高精度イメージングを実現します。





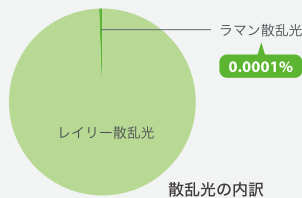
ラマン分光分析って どんな分析?

STEP 1 測定部位にレーザーを照射

レーザー光を対物レンズで集光し、サンプル中の測定部位に照射します。写真のとおり、非破壊・非接触で分析を行うことができます。

STEP 2 照射部位からラマン散乱光が発生

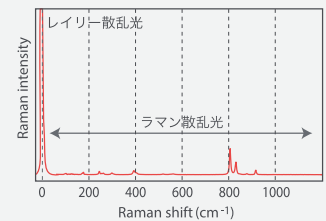
レーザー照射部位から、さまざまな散乱光が発生します。その大半は、入射光と同じ波長のレイリー散乱光。一方、極めてわずかな量ですが、入射光と波長の異なるラマン散乱光も発生します。



STEP 3 ラマン散乱光をスペクトルに分光して検出

レイリー散乱光はフィルタでカットし、ラマン散乱光は分光器でスペクトルに分光され、CCD で検出されます。ラマンスペクトルには、分子や結晶の情報が含まれます。次ページでは、ラマンスペクトルの読み解き方を説明します。

励起波長 532nm で測定したラマンスペクトル



ラマン分光分析のすごい特徴

前処理なしで、ほぼ何でも測定できます。

測れるもの、測れないもの

無機物	有機物	NG 金属
固体	液体	気体
粉末	エマルジョン	前処理 不要

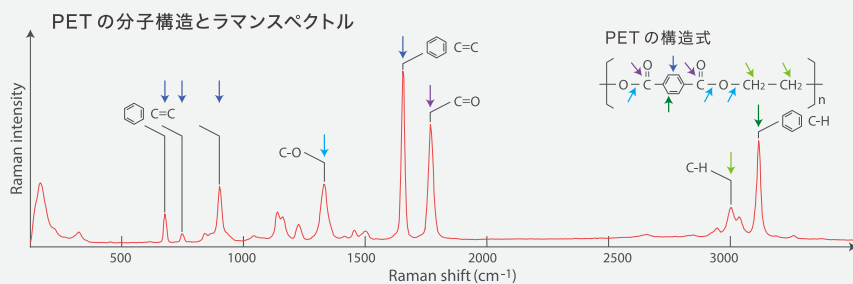
こんな環境でも、測定できます。

ガラス越し	液中	加熱・冷却 -269℃～900℃
-------	----	---------------------

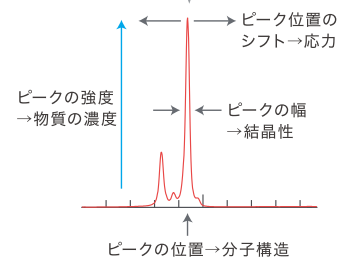
ラマン分光法はさまざまな分析シーンに対応できる点も強みです。透明な容器の中であれば、共焦点光学系により試料のみの情報が得られます。また、専用の対物レンズを使えば、ガラス越しや液中試料でも高い空間分解能で測定が可能です。

ラマンスペクトルとは 「分子の指紋」 です。

ラマンスペクトルに現れるピークは、特定の分子振動や格子振動に由来します。そのため、ピーク位置から試料に含まれる官能基が分かります。同じ官能基でも周囲の影響でピーク位置は変わるため、ラマンスペクトルは物質固有の「分子の指紋」となります。



データの読み方、かんたんガイド



ラマンピークは、その位置だけでなく形状も重要です。一般に結晶性の良し悪しは、ピークの幅から読み取れます。結晶中に残留する応力は、ラマンピークのシフト量と方向から評価できます。



Applications

オンリーワンのパフォーマンスは、オンリーワンのアプリケーションを生み出します。これまで不可能と考えられていた測定も、ナノフォトンの装置なら、いとも簡単に可能となります。

リチウムイオン電池

三元系 ($\text{Li}(\text{Ni}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3})\text{O}_2$) リチウムイオン電池 正極材の成分分布イメージです。同じ成分でも結晶構造の違いを捉えることができます。ZTrack 機能により、凹凸のあるサンプルも高空間分解能でイメージング可能です。レーザー走査により、密閉容器内試料の測定や、充放電時の in-situ 測定も簡単に行うことができます。

医薬品

光学顕微鏡では一様に見える像も、ラマンイメージングを用いれば、製剤中の各成分の分布を高い空間分解能で捉えることができます。得られたラマンイメージを用いて、各成分の面積比や、粒径解析など、様々な解析ができるツールを標準搭載。ハードウェア、ソフトウェア両方から、あなたの解析を全面サポートします。

ポリマー

ポリマーの異物分析や材料分析にラマンイメージングが活躍します。砂糖とポリビニルアルコール (以下 PVA) が混在したラマンイメージです。従来の手法では、全面測定に 50 分必要でしたが、ランダムウォーク走査を用いれば、わずか 5 分で、ターゲットの PVA を搜索し、完全に分布を捉えることができています。

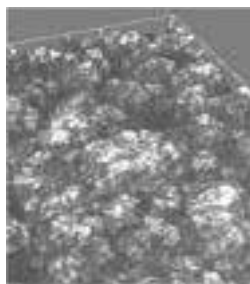
半導体

4H-SiC 基板上に成長した 6H-SiC の 3D ラマンイメージです。表面から $7\mu\text{m}$ 深さの平面イメージングから、基板に平行ではなく、結晶面に沿って成長していることがわかります。3 次元でイメージングすることで試料内部の構造や添加物の分布を、より直感的に把握することができます。

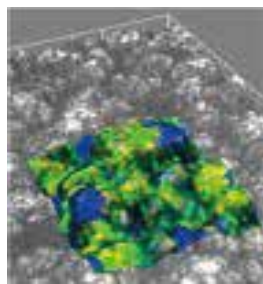
ソフトマテリアル

市販の食品を試料ステージに載せ、そのまま成分分布イメージングができます。クリームのように油脂や水分、気泡を含む試料も簡単にラマンイメージングが可能です。また、同じ物質でも多形や水和物も識別できます。さらに、温調ステージで試料温度をコントロールしながら測定することもできます。

正極材の成分分布イメージング

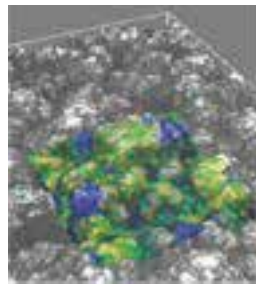


光学顕微鏡像



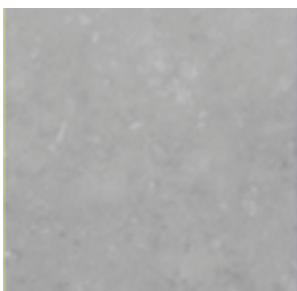
ラマン画像

- カーボン
- Li (Ni_{1/3}Co_{1/3}Mn_{1/3}) O₂
- 結晶構造変化した Li (Ni_{1/3}Co_{1/3}Mn_{1/3}) O₂

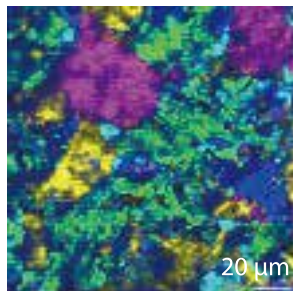


上図のようにラマン画像を半透明にして、光学顕微鏡像と見比べることもできます。

製剤の成分分布イメージング

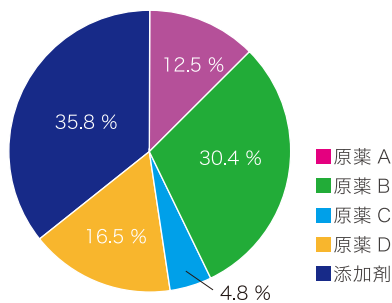


光学顕微鏡像



ラマン画像

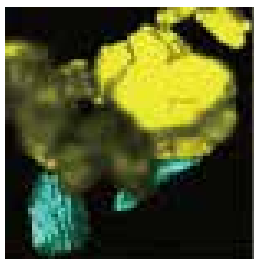
成分の面積比解析結果



従来走査 (全面 50 分)

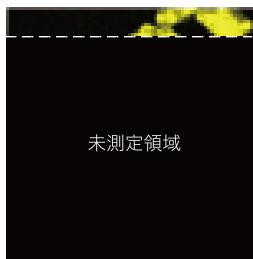


光学顕微鏡像



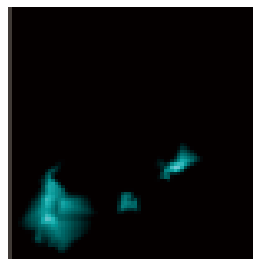
ラマン画像
■PVA ■砂糖

従来走査

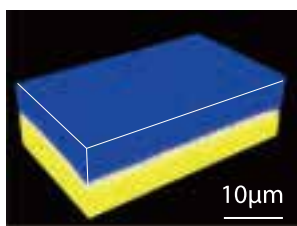


PVA にたどり着かない
5分でストップ

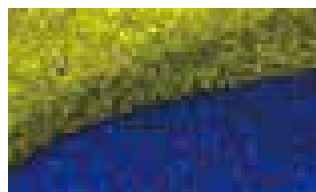
ランダムウォーク走査



PVA を発見!

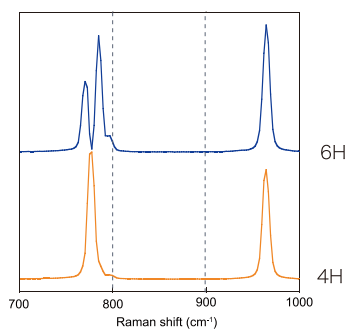


SiC 基板のポリタイプ 3D イメージ
■4H ■6H



表面から 7 μm 深さの XY 平面イメージ

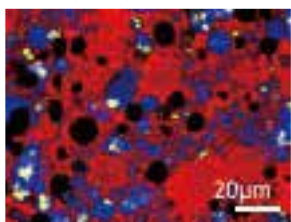
代表的なラマンスペクトル



クリーム (食品) の成分分布イメージ



光学顕微鏡像



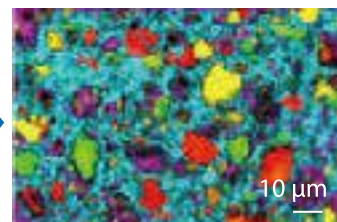
ラマン画像

- 油脂
- 糖結晶
- 液糖
- 気泡

ホワイトチョコレートの成分分布イメージ



光学顕微鏡像



ラマン画像

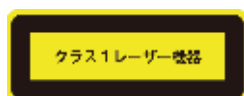
- ラクトース A
- ラクトース B
- 脂肪
- タンパク質
- スクロース A
- スクロース B

主な性能

空間分解能	XY 350 nm, Z 1000 nm (対物レンズ100倍)
スペクトル測定範囲	100 cm ⁻¹ ~
スペクトル分解能(FWHM)	1.5 cm ⁻¹ (@785 nm, 1200 g/mm)
スペクトルピクセル分解能	0.74 cm ⁻¹ /pixel (@785 nm, 1200 g/mm)

主な仕様

レーザー波長	1波長または2波長 (488 nm, 532 nm, 671 nm, 785 nmから選択可能)
レーザー照射方式	ポイント照明
走査方式	XYビームスキャン Zステージスキャン
回析格子	600 g/mm, 最大3枚同時搭載 (オプション)
検出器	高感度電子冷却CCD 1650画素
ステージ	XYマニュアルステージ Z電動ステージ
遮光カバー	インターロック付き
寸法 (W × D × H)	本体サイズ 298 × 854 × 436 mm (遮光カバー含 333 × 893 × 464 mm)
アップグレード/オプション	XY電動ステージ ピンホール測定 偏光ラマン測定 低波数測定 (50 cm ⁻¹) 特殊ピークシフト測定



ナノフoton株式会社

■東京ショールーム
〒105-0003 東京都港区西新橋 3-6-10
マストライフ西新橋 403
TEL : 03-6432-4881

■大阪ショールーム / R&D センター
〒562-0036 大阪府箕面市船場西 3-1-7 ICC ビル 1F
TEL : 072-736-9181
E-mail : info@nanophoton.jp

記載されている内容、外観、および仕様は予告なく変更される場合があります。