

See Every Particle. Understand Everything.

サイズ、濃度、化学同定を統合した世界初の連続的な単一粒子レベル解析プラットフォームです。これらはすべて、シームレスでラベルフリーのリアルタイム測定によって実現されます。

50 nm

検出下限粒子サイズ
limit (OF2i)[®]

1,000

1分あたりの粒子計測数
per minute (OF2i)[®]

1 - 50 μm

ラマンによる計測
600 nm LOD for polymers

80 μm

最大粒子サイズ
(LPC mode)

PRODUCT PORTFOLIO

B-Curious

OF2i[®] 技術

50 nm – 3 μm

B-Elementary

OF2i[®] + ラマン

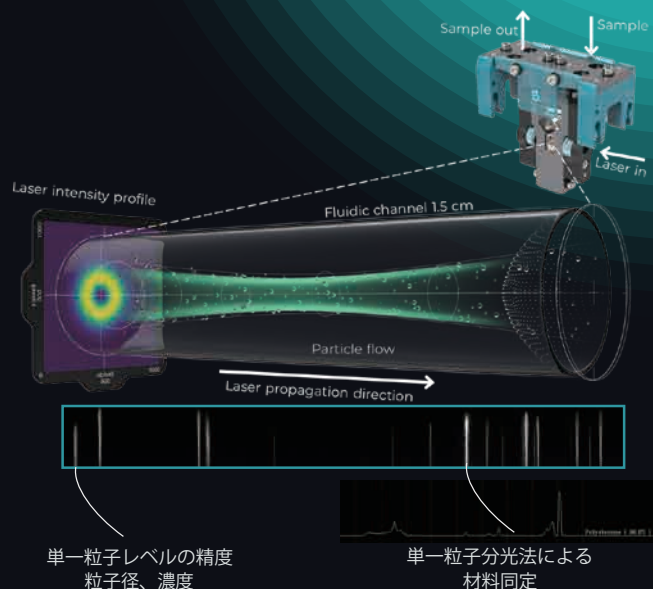
1 μm – 50 μm

B-Phat

OIM / 観察

2 μm – 80 μm

バイオテクノロジー・環境・半導体・基礎化学研究・プロセス・化粧品・医薬品・診断など多用途に活用



TECHNOLOGY: 光流体力学力誘導法 (OF2i®)

OF2i® は、特許取得済みのパラメータ設定不要な光学式測定法であり、渦状レーザービームを用いて個々の粒子を捕捉・測定します。これは、液体中において、リアルタイムで、標識や試料の破壊を伴わずに直接行われます。集束された渦状のレーザービームが、マイクロ流体キャピラリー内で粒子を誘導します。各粒子の速度はそのサイズに正比例します(大きな粒子ほど強い光学的推力を受けます。これは大きな帆を張ったヨットに例えられます)。1分間に最大1,000個の粒子を、単一粒子レベルの精度で特性評価します。

さらにOIM(直交インライン顕微鏡法)は、肉眼では見えない微小粒子の絶対粒子濃度と粒子径分布を測定します。

連続データおよび時間分解データ

オフラインのスナップショット測定法とは異なり、OF2i®は粒子データを高速にストリーミングします。凝集の開始、均質化効率、あるいはマイクロプラスチック濃度の変化を連続的に観察でき、DLSやNTAといったオフライン法では捉えきれない動的な変化を捉えることができます。

単一粒子ラマン同定

捕捉された各粒子から放出される散乱光は、最大30fpsの高感度CMOSカメラによって測定されます。ラマンスペクトルは、内蔵のスペクトルライブラリとリアルタイムで照合され、プラスチック、鉱物、有機物などがすべて単一粒子レベルで識別されます。

渦流レーザートラッピング

ドーナツ状のレーザービームが光トラップを形成します。粒子はビーム軸の周りを公転するため、粒子同士の衝突がなくなります。粒子の大きさによってトラップされる位置が異なるため、光クロマトグラフィーによる分離が可能となります。つまり、大きな粒子ほどレーザーの焦点から離れた位置にトラップされます。

最小限の試料前処理

粒子の同定は、ほぼ天然に近い液体マトリックス中で直接測定できます。(通常は簡単な予備ろ過と希釈が必要です。)その後、数分で最初の結果が得られ、ワークフロー全体の所要時間は従来のラマン顕微鏡と比較して4倍から6倍短縮可能です。

動作モード

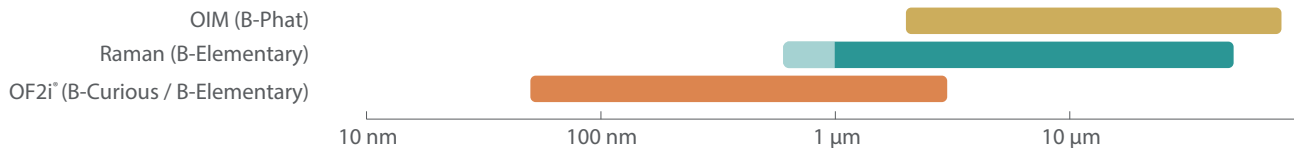
1台の装置で3つの動作モード

モード	レーザー / フロー アライメント	測定原理	典型的なアプリケーション
フローモード	同軸配置	速度による粒子加速の測定 → 粒度分布	OF2i® B-Curious
ラマンモード	同軸配置	速度による粒子加速の測定 → 粒度分布 ラマンスペクトル解析	OF2i® + Raman, B-Elementary
トラッピング モード	非並列	粒子は減速して平衡位置に到達 → ミー理論によるサイズ計測	OF2i® Raman, OF2i® + ICP-MS ハイフェネーション

Peer-Reviewed & Patent-Protected Science

『Analytical Chemistry』(ACS、2024年)、『Nano Letters』(ACS、2025年)、『Talanta』(2026年)に掲載され、複数の特許を取得しています。グラーツ工科大学、グラーツ医科大学、グラーツ大学、および世界中の他の主要機関によって独立して検証されています。

製品ラインナップ：1つのプラットフォームに3つの計測器



OF2i® 技術

BRAVE B-Curious 50nm – 3μm*

連続的な時間分解PSDを用いた超低濃度ナノ粒子の特性評価

- リアルタイムの自動粒子径分布(PSD)測定
- 超低濃度における単一の大きな粒子や凝集物を検出
- 静的光散乱(SLS)および凝集閾値検出のためのB-Awareモジュール
- 凝集、LLPS、溶解、結晶化の進行状況をリアルタイムで監視
- 1分間に最大1,000個の粒子を、単一粒子レベルの精度で測定可能。最小試料量は20μL
- モジュール式：B-ElementaryラマンおよびB-Phat(OIM)モジュールの拡張が可能

主な用途：医薬品用エマルジョン、mAbの凝集、LLPS研究、LNPの特性評価、品質管理（QC）モニタリング



OF2i® + RAMAN

BRAVE B-Elementary 1 μm – 50 μm* (Raman) · 50 nm – 3 μm* (OF2i®)

世界初のインフロー型単一粒子ラマン分光法 — 1回の測定で粒子径と化学組成を同時に測定

- 単一粒子レベルでのサイズ計測、濃度、および化学同定を同時に実行
- 1分間に最大100個のラマン同定粒子を測定可能；連続的なインフロー測定
- ラマン顕微鏡よりはるかに速い測定
- 複雑な液体マトリックス中で、プラスチック、ポリマー、鉱物、有機物を直接検出
- 検出限界(LOD)：600nm(ポリマー／プラスチック)・250nm(TiO₂などの強いラマン散乱体)
- 測定、洗浄、PDFレポート作成の自動化(H.A.N.S.ソフトウェア)

主な用途：マイクロプラスチック分析、汚染物質の特定、排水処理、製薬研究開発、土壌・環境



LPC · OBSCURATION IMAGING

BRAVE B-Phat 2μm – 80μm*

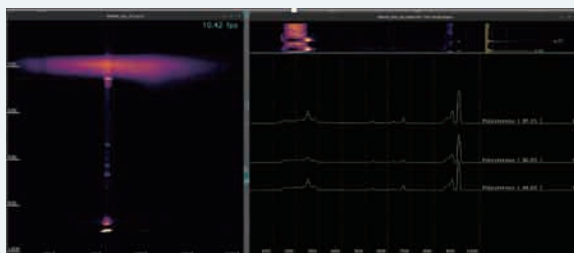
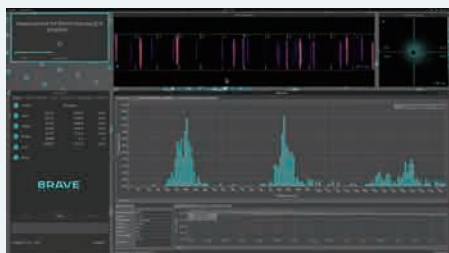
単一粒子イメージングを用いた、リアルタイムのインライン/オンラインでの粗大粒子の計数

- サンプル全量を測定 → 絶対粒子数濃度
- 形質評価(ソリディティ、円形度、凸形状、最小および最大フェレ直径)
- PFAT5、USP <729>、USP <788>、およびUSP<787>への準拠に向けた測定ルーチンをサポート
- ISO9276-6準拠の形状記述子を用いた、時間分解型の単一粒子データ
- 粒子ごとに自動的に画像スナップショットを撮影
- 最小サンプル容量：250μL ・ 濃度：最大 150,000粒子/mL

主な用途：医薬品用静脈内投与用エマルジョン、CMPスラリーの品質管理、半導体プロセスの制御、大粒子検出



* 試料に依存します（ポリマーの検出限界：約600nm）。すべての装置はラボ用機器としてご利用いただけます。
PAT/オンラインセンサー仕様については、ご要望に応じてご用意可能です。



カウント&寸法測定&ラマン分析
左:OF2i®ソフトウェア
右:ラマンスペクトル

HANSソフトウェアは、直感的なデータ可視化機能を備え、ナノ粒子およびマイクロプラスチックの自動分析を可能にします。

BRAVE Analyticsが選ばれる6つの理由 独自性の高い特長

連続的な単一粒子処理能力

DLSはアンサンブル平均値を提供しますが、NTAは処理能力に限りがあります。一方、OF2i® は1分間に最大1,000個の粒子を連続的に分析し、従来法では検出できない希少な事象、異常値、および動的な変化を捉えることができます。

複合マトリックスにおけるラベルフリー分析

蛍光標識も、遠心分離も、試料の破壊も不要です。血清、排水、医薬品エマルジョン、あるいはCMPスラリー中の粒子を、実環境と全く同じ状態で直接測定します。

ラボからPATへのシームレスな移行

ベンチトップ型のB-Curiousでプロセス手法を開発し、再バリデーションを行うことなく、その同じ測定原理を連続オンラインPATセンサーとして導入できます。実験室から生産ラインへと、真にバリデーション済みのアップグレードパスを提供する唯一のプラットフォームです。

1回の測定で化学同定とサイズ測定を同時に行う

従来の顕微ラマン測定では、フィルターの乾燥や手動によるスキャンが必要であり、1サンプルあたり数時間を要します。B-Elementaryは、フィルターの準備を行わずに液体中での測定となり、1時間以内にポリマーの同定、粒子径、濃度を同時に測定できます。

リアルタイム動的プロセスモニタリング

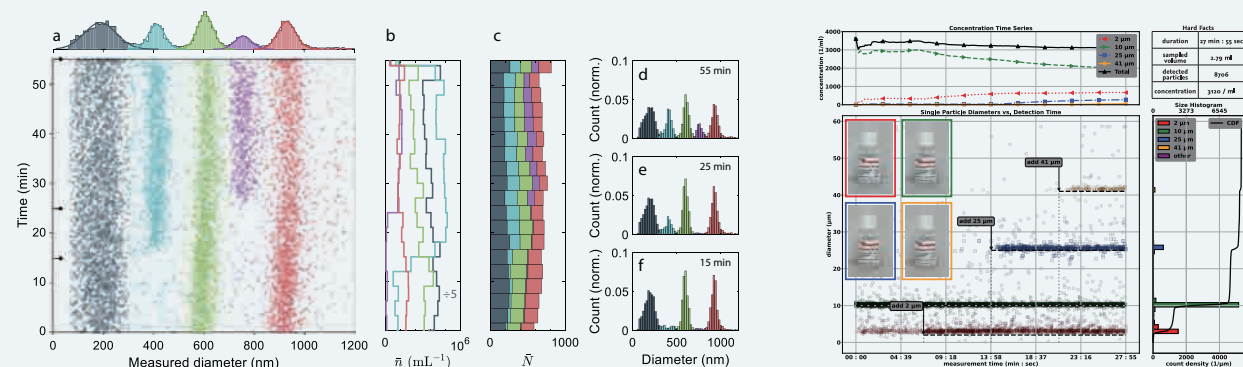
凝集、液液相分離、結晶化、溶解、均質化のプロセスをリアルタイムで観察できます。プロセスの変化が起きた正確な瞬間を検知することで、従来のオフライン測定手法よりも迅速な研究開発の意思決定と、より厳密な製造管理を実現します。

サンプル前処理が不要、あるいは最小限で迅速な結果が得られる

時間を節約し、手作業を削減し、ミスを最小限に抑えることで、分析の信頼性やデータ品質を損なうことなく、迅速な意思決定、処理能力の向上、そしてより効率的なワークフローを実現します。

技術比較（液体中のマイクロプラスチック測定例） BRAVE B-ELEMENTARY VS. 従来法

能力	B-Elementary	DLS / NTA	顕微FTIR	顕微ラマン	熱分解法
単一粒子分解能	Yes	粒子集合体 または限定的	Yes	Yes	部分的
液体中の化学種の同定	インフロー、 リアルタイム	不可	乾燥後	乾燥後	破壊
連続測定 / 時間分解	Yes	不可 または限定的	No	No	No
同定できる大きさ	1 μm – 50 μm	50 nm – 3 μm (no ID)	~5 – 20+ μm	~1 – 100 μm	質量分析のみ
サンプル準備時間	数分程度	< 1 h (no ID)	9–181 h	9–181 h	数時間以上
PAT / オンライン測定	Yes	Some systems	No	No	No
非破壊	Yes	Yes	Yes	Yes	No



OF2i® vs. OIM

上：OF2i®は、数nmレベルの微小粒子サイズ範囲においても、単一粒子計数の精度を提供します（Šimic et al., 2023）

右：B-Phatに搭載されたOIMは、最大80 μm までの μm サイズ範囲において、定量的な粒子径測定および計数を実現します（Hauer et al., 2025）

APPLICATIONS & USE CASES

PHARMA

非経口栄養および静注用乳剤

プロセス分析技術(PAT)

高圧ホモジナイゼーション中の脂質エマルジョンの粒子サイズ分布(PSD)をオンラインで継続的に監視。プロセスの不具合をリアルタイムで検出。大手製薬企業のフルスケールパイロットプラントにおいて、LIMSとの連携により20秒ごとに測定を行う実証実験を実施し、複数のオフライン測定法を単一の連続測定に置き換え。



BIOTECH

バイオフィーマ: mAbs, LNPs & LLPS

凝集検出およびCQAモニタリング

モノクローナル抗体におけるタンパク質凝集(二量体、三量体、フィブリル)の早期検出。mRNA/タンパク質凝縮体の形成における液相分離(LLPS)のリアルタイムモニタリング。わずか80~100 µLのサンプル量で、CQAモニタリング、GMP PATワークフロー、および創薬研究をサポートします。



ENVIRONMENT

マイクロ、ナノプラスチック(MNPs)

環境・規制分析

排水、地表水、土壌抽出液、および血清を含む生物試料中のマイクロプラスチックの検出、同定、定量。複雑な環境マトリックスにおいて、ポリマーの検出限界(LOD)は600nm、回収率は78%以上であることが実証されています。従来の9~181時間かかっていたワークフローを、2~49時間の分析に短縮し、数分で最初の結果を得ることができます。

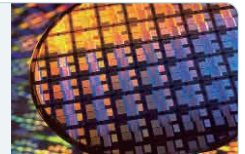


SEMICON

半導体用CMPスラリー

粗粒子計数および品質管理

CMPスラリーの絶対粒子数測定とリアルタイムの粒子径分布ヒストグラム。固定配管システムと移動式供給システムがスラリー品質に与える影響を区別します。ウェハ歩留まりの最適化に向け、入荷材料の検査、サプライヤーの適格性評価、および継続的なプロセス監視を実現します。



CONTAMINATION

混合物の特定

医薬品・工業用品質

医薬品製剤やプレフィルドシリンジ内にあるPDMS汚染、ポリマー断片、および未知の異物などのシリコンオイル微粒子を、試料の破壊やフィルターの準備を必要とせずに、直接かつラベルフリーで特定します。初期の研究開発段階から品質管理(QC)の出荷検査に至るまで適用可能です。

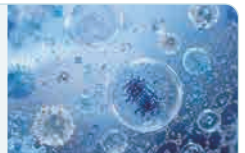


R & D

基礎研究: LDL、凝縮物、および新素材

発見とメカニズムに関する知見

時間分解単一粒子データを用いて、生体分子凝縮体の形成、LDLの凝集動態、紫外線によるプラスチックの分解、および土壌粒子の組成を解析します。1サンプルあたり数百~数千個の粒子についてラマン分光測定が可能です。SP-ICPMSの連成ワークフローに対応しています。(Anal. Chem. 2024, Talanta 2026)



その他のアプリケーション

化粧品・パーソナルケア

ナノエマルジョンの相転移時の濃度およびPSDモニタリング、リグニン系日焼け止めの粒子径測定

ナノヒドロキシアパタイトの合成

オーラルケア製品および類似製品の合成反応中のCQAリアルタイムモニタリング

電気めっき・表面処理

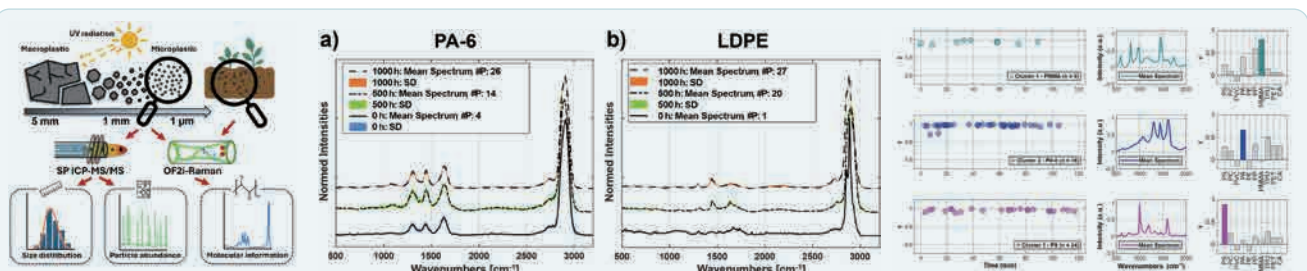
めっき浴におけるオンライン粒子モニタリング、凝集の検出およびプロセス品質管理

ドラッグデリバリーシステム

ドラッグデリバリー製剤の時間分解分解および放出動態

水質とナノ汚染物質

地表水中のタイヤ摩耗由来ナノプラスチックおよびその他の汚染物質の超低濃度検出



複雑な媒体と動的なプロセス

高度なマイクロプラスチック特性評価

左: 複雑な環境媒体中のマイクロプラスチックを対象とした、OF2i®-ラマン分光法とSP ICP-MSを組み合わせたワークフロー

中央: 複雑な環境マトリックス内においても、紫外線による分解の影響をモニタリング

右: 時間分解型次世代マイクロプラスチック単一粒子スキャン

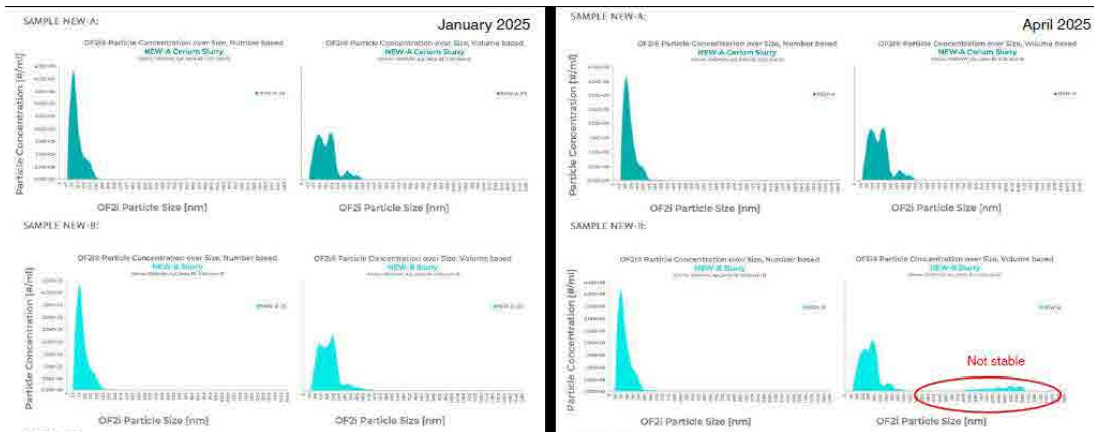
半導体におけるBRAVEのアプリケーション

BRAVE 技術を用いた製品パラメータの連続的、リアルタイムかつ高感度なモニタリング

プロセスレシピを改善し、安定した高品質な生産を確保不良品の削減、ウエハの歩留まり改善が可能

CMP スラリー特性評価

- ・ 大型の粗い粒子はウエハの損傷をまねく為、迅速で正確な粒子測定が求められます。
- ・ 湿式洗浄とリンス: 脱イオン水、化学薬品、スラリー(CMP など)中の汚染物質の測定
- ・ 原料の品質管理(QC)及びプロセスモニタリング
- ・ BRAVE 技術を用いた製品パラメータの連続的、リアルタイムかつ高感度なモニタリング
- ・ フォトリソストとエッチングフィルターのモニタリング: フィルターの寿命を把握するための迅速な評価手段として。
- ・ (B-Curious: $\sim 50\text{ nm} - >3\text{ }\mu\text{m}$, B-Phat: $2\text{ }\mu\text{m} - 80\text{ }\mu\text{m}$)



図：半導体用ウエハの平坦化工程で使用されるCMP スラリーの大粒子含有量の評価
新品と時間経過品の比較において、同じレシピのスラリーに異なる挙動が確認された

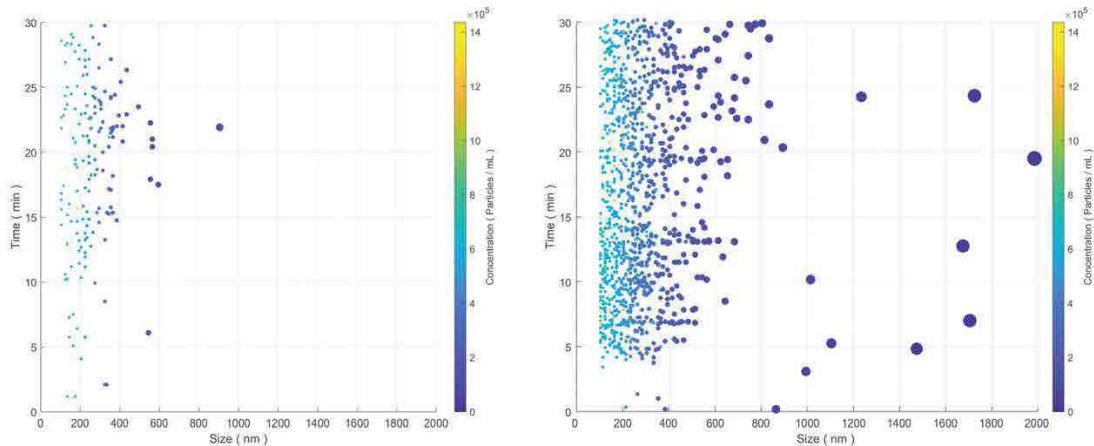
医薬品におけるBRAVEのアプリケーション

エマルジョン、モノクローナル抗体製造の革命

製品仕様のエラーに即座に対応可能

安定して継続的な生産監視と最適化により、バッチの損失を回避。HPLCや質量分析の代用として、上流と下流の常時評価に適しています。

- ・ 品質管理(粒径、粒径分布、濃度、形状)
- ・ 親水性栄養剤の高圧均質化
- ・ バイオ分子凝集体の形成(LLPS)
- ・ USP 729 脂質含有注射液エマルジョン中の球状粒子のサイズ分布
- ・ USP 787 治療用タンパク質注射液中の目視不能な粒子
- ・ ウイルスおよびVLPsの上流・下流工程のモニタリング
- ・ Ni-P/SiCの連続モニタリング
- ・ 表面水中のナノ汚染物質の検出
- ・ フィルタ効率の評価
- ・ モノクローナル抗体、凝集挙動の観察



図：時間分解測定：液体-液体相分離(LLPS)における粒子形成過程。

RNA低濃度(左)と高濃度(右)の条件下で30分間測定。サンプル量は80~100 μL 程度
時間経過に伴うタンパク質の形成とサイズ分布の変化を、シームレスかつ完全な単一測定により可視化

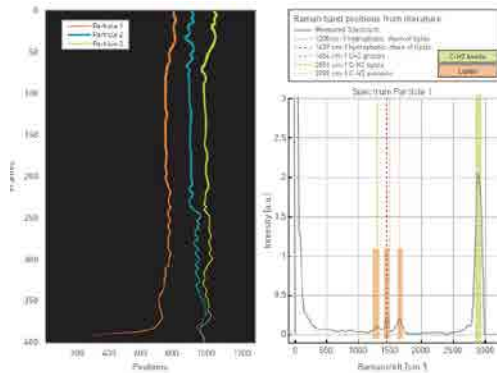
低密度リポタンパク質(LDL)の純度と凝集の解析 OF2i®を用いたラマン分析

生体高分子の凝集解析において、OF2i®とラマン分光法を組み合わせた装置を用いて、22nmのLDLならびに、大きな凝集体を検出・特性評価しました。

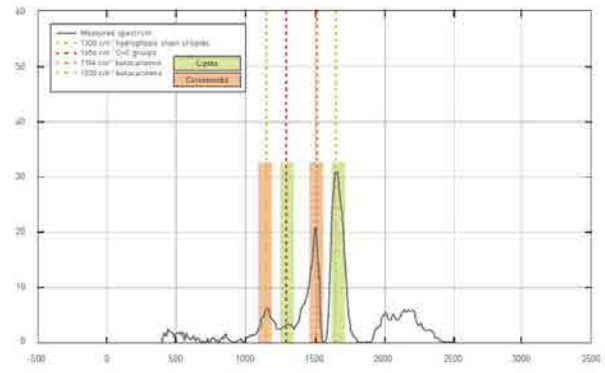
ラマンプロファイルに基づき20nmサイズの粒子をLDL(低密度リポタンパク質)と特定し、同様にLDLと識別された凝集体も検出しました。オプションのラマン分析により、以下のことが可能となります：

- 液体を測定し、含まれるラマンスペクトルを読み取る
- バックグラウンドラマン分光法により22nmのLDL粒子の存在が確認されました。

追加のラマン分析モジュール(BRAVE B-Elementary)を備えたOF2i®装置を用いて、LDLサンプルのバックグラウンドラマンスペクトルを記録しました。緩衝液のラマン分光スペクトルが既知の場合、除去することが可能であり、残存するスペクトルはLDL粒子由来のものといえます。より大きな凝集粒子も検出され、そのラマンスペクトルによりLDLとして同定されました。これらの大型粒子をサンプル流路内で捕捉・保持することで同定が可能となりました。



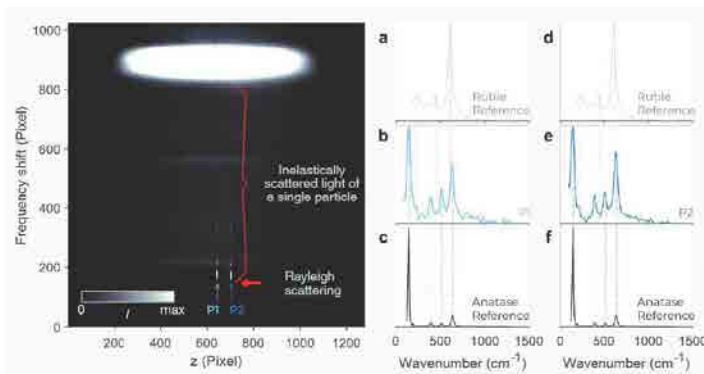
左図：3つの大きな凝集体を示すLDLサンプル
右図：典型的なLDLラマンプロファイルを示す粒子1のラマンスペクトル



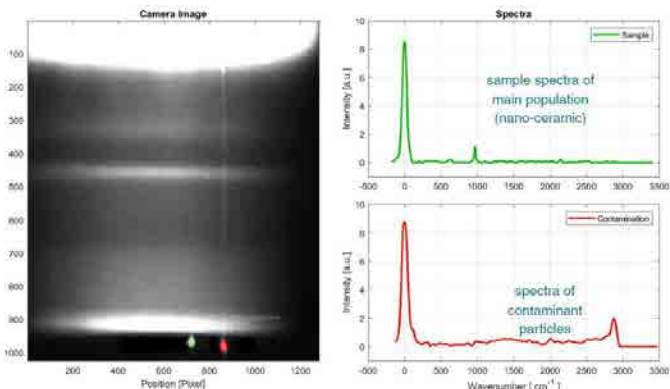
図：約20nmサイズの粒子(バッファスペクトルを除去)のバックグラウンドスペクトル解析
粒子が高密度リポタンパク質(LDL)であることを示すバンドが確認できる

OF2i®-ラマン同時測定

前処理不要のユニークな同時ラマン測定により、環境中のマイクロプラスチックの判別、主要粒子との比較による異物粒子の同定が可能。ラマンの検出下限は600nm程度、強いラマン散乱を示すTiO2などは250nm程度です。



図：二酸化チタン（ルチル）粒子のラマン測定例



図：ナノセラミクス懸濁液中の凝集物と異物粒子の比較

VOICES FROM THE FIELD & CONTACT

「OF2i®-ラマン技術には、マイクロプラスチックの測定をはじめ、それ以上の分野においても大きな可能性を感じています。私の研究では、粒子がほぼ自然な状態に近い液体環境下での物質情報の取得が求められており、単一粒子レベルで、使いやすく、迅速かつ正確であることが不可欠です。BRAVEは、そのすべての要件を満たしています。」

Univ. Prof. Nikolaos S. Thomaidis

Department of Chemistry, University of Athens,
Yale school of public health (Professor Adjunct)

「OF2i®装置にラマン分光計を追加することで、液体中の微粒子を単に計数するだけでなく、個々の粒子を同定することも可能になります。この装置の最大の強みは、試料の前処理がほとんど不要であり、かつ多数の粒子を測定できる点にあります。」

Harald Fitzek

Institute of Electron Microscopy & Nanoanalysis,
TU Graz, Austria

「我々が注目している微小な凝縮物は顕微鏡では検出できないため、その研究は依然として未解明の領域にとどまっています。OF2i®技術は、このギャップを埋めることで、凝縮物の初期形成や標的化を促進するプロセスについて、これまでになく知見をもたらすことが期待されています。」

Univ.-Prof. Dr. Tobias Madl

Medical University Graz & Gottfried Schatz
Research Center

「OF2i®の導入により、従来の能力をはるかに超える成果が期待でき、複数の機器を置き換える大きな可能性が見出されています。私たちは、製品の品質や納期に関するリアルタイムの情報を提供してくれる未来に向けて投資を行っています。」

Christoph Koeth

Senior Director Innovation (former),
Fresenius Kabi, Austria

「BRAVE技術を他の最先端の生物物理学的手法と組み合わせることで、生物学的ナノ集合体の凝集挙動を観察するための、刺激的な新たな可能性が開かれた。」

Dr. Karin Kornmüller

Division of Medical Physics & Biophysics, Medical
University of Graz

「OF2i®法により、ごく微量のプラスチック粒子が大量の水サンプル中に溶出する様子を、詳細かつシームレスに観察することが可能になります。」

Katharina Heider

Montan University Leoben, Austria

Trusted by Research & Industry

BioNanoNet BNN

Henkel R&D

Medical University Graz

TU Graz

University of Queensland

University of Ljubljana

Fluidinova

Montan University Leoben

Creative Nano

University Graz

Fresenius Kabi Austria

University of Athens

Electron Microscopy and Nanoanalysis FELMI-ZFE Graz

BASF (Candussi et al., Talanta, 2026)

>5x Leading BioPharma (NDA)

Peer-Reviewed, Patent-Protected Technology

『Analytical Chemistry』(ACS, 2024年)、『Nano Letters』(ACS, 2025年)、『Talanta』(2026年)に掲載。複数の特許を取得。グラーツ工科大学、グラーツ医科大学、グラーツ大学、および世界中の主要機関により独立して検証済み。BRAVEの科学的根拠は公開されており、再現性があり、独立した機関によって確認されています。



株式会社 システムズエンジニアリング

本 社: 東京都文京区小石川1-4-12 文京ガーデンザウエスト801
TEL : 03-3868-2634

西日本営業所: 大阪府大阪市淀川区宮原2-14-4 MF新大阪ビル3F
TEL : 06-6868-9790

<https://www.systems-eng.co.jp> E-mail: info@systems-eng.co.jp



ホームページ



Dyna Research Lab

本 社: 神奈川県相模原市中央区相模原8-7-20 ガーデンフィールドD207
<https://dyna-researchlab.com> E-mail: info@dyna-researchlab.com



ホームページ

販売・技術支援協力会社

株式会社 ダイナリサーチラボ

仕様・価格は予告なく変更する場合がございます 20260825