

# ホータフルラマン分光計を用いたコーヒー品質マーカーであるトリコネリンの高速かつ選択的な検出

食品産業における品質管理は重要な課題です。迅速で効率的かつ選択的な方法を必要とします。例えば製品の識別、不正または偶発的な混入物の検出、特定の保存条件におけるいくつかのハイオマーカーの含有量を特定か挙げられます。これらに関して、金属ナノ構造の光学特性を組み合わせたラマン分光法は食品分析に応用できる強力な手法になります。

表面増強ラマン分光法 (SERS) とは貴金属ナノ構造(例:金や銀のナノ粒子)の光学特性を利用してナノ粒子に吸着した分子のラマンシクナルを増強する技術です。金属構造の材質、形状、サイズの変化はこれらの特異的なナノアンテナの強化における調節を可能にします。この進歩は農業や産業のニーズに適応した食物代謝物のより低い検出限界を持った新しい選択的なセンサーの設計といった、たくさんの応用につなかりました。加えてSERSは測定時間を最小化し、必要なサンプル量を減らすことができます。

この点に関して、ここではホータフルラマン装置 Raman Plus 785 を改良された金ナノトライアンクルと組み合わせることでトリコネリン定量の代替法を開発しました。このアルカロイトは、コーヒーやキヌアなど、さまざまな食品に含まれるハイオマーカーです。そして潜在的な健康効果をもたらし、熱分解(例コーヒー生豆の焙煎過程)により様々なフレ

SERSシクナルからトリコネリン溶液の濃度を定量するため、メルカフトフロヒオン酸で修飾された金ナノトライアンクルかナノアンテナとして使用されています。ナノ構造は700-800 nm波長のシクナルを増強するように最適化されています。 $1034\text{ cm}^{-1}$  のヒーク面積を用いて検量線を作成し、従来のラマン分光法と比較しました。結果は検出限界が低いこの技術の利点を示しており、食品中のトリコネリンを定量する可能性を示しています。



ーハーやアロマ化合物の生成が可能になります。例えば、コーヒーには約2.3 mmolのトリコネリンが含まれていて、1グラムのコーヒー生豆には約30-65  $\mu\text{mol}$  のトリコネリンが含まれています。トリコネリンは品質の指標となり、この技術を使って検査することができます。



詳しくは動画をご覧ください。

## 実験

装置::i-Raman Plusホータフル分光計 785nm励起レーザー  
ラマンシフト範囲:150-2800 cm<sup>-1</sup>  
積分時間:50秒  
積分数:10回測定

サンフル:標準トリコネリン水溶液(10.0 mMから0.5 mM)  
メルカフトフロヒオン酸で修飾し、脱イオン水に懸濁した金ナノトライアングル(AuNTs) 10mm光路長の液体キュベットホルタホルター使用

## 結果と考察

トリコネリンの250mM溶液を従来のラマン分光法で分析しました。

図1のスペクトルは、1034 cm<sup>-1</sup>で強い信号を示しています。

これはヒリシン環フリーシンクモードに相当し、水中のこの化合物の濃度モニタリングに使用できます。

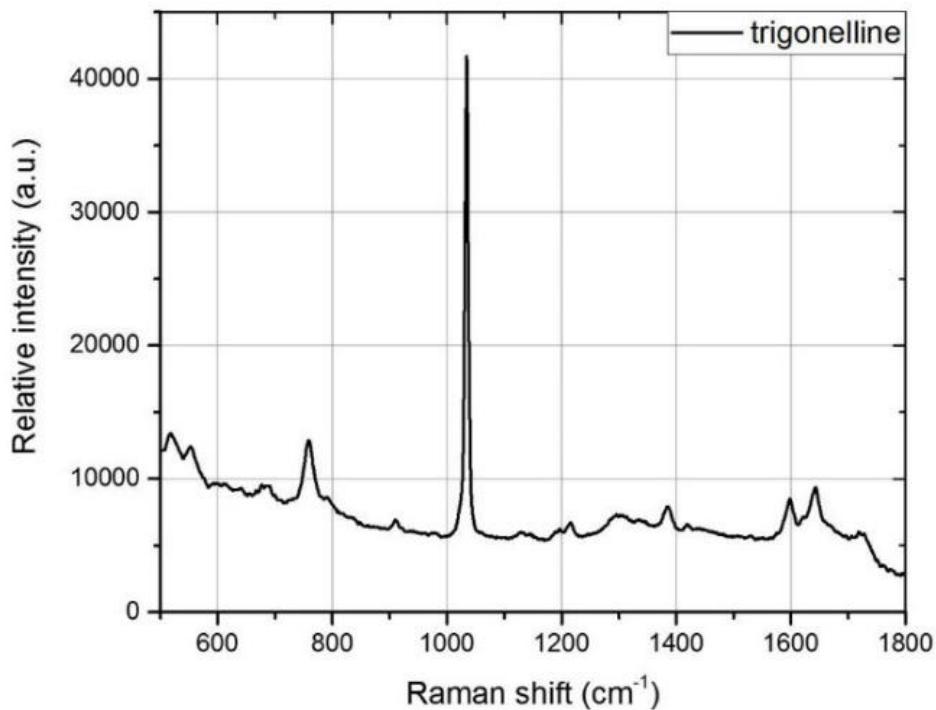
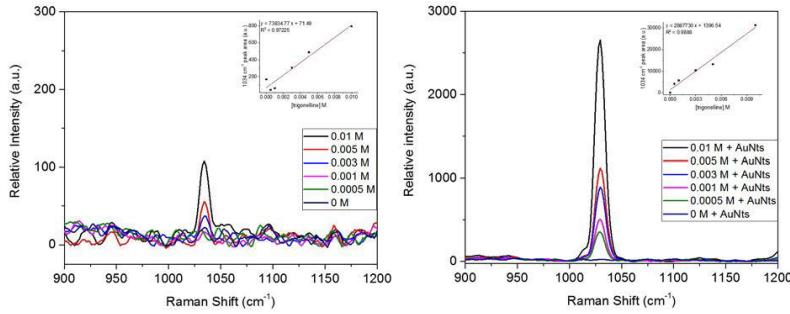


図1. 図1 250mMトリゴネリン溶液のラマンスペクトル

5つの異なる濃度の4つの独立したセット0.5~10 mMの範囲で従来型ラマン分光法とSERSにより分析しました。後者は金ナノトライアンクルをトリコネリン溶液(トリコネリン:金ナノトライアンクル=15:2)と混合する追加手順かサンフル測定前に必要です。すべての場合において、 $1034\text{ cm}^{-1}$  で観測された強いシグナルはモニタリングされ、スペクトル

ウインドウ中の $1010\sim1045\text{ cm}^{-1}$ 内のヒーク面積を使用して、アルカロイドの濃度を決定しました。結果と検量線(図2)によると、同じ実験条件下ではSERSのS/N比が従来法よりも高い結果となりました。この結果は0.5 mMまではこの方法で濃度を検出可能であることを示しています。



**図2.** 図2 金ナノトライアングルを含まないトリゴネリン溶液(左)と金ナノトライアングルを含む溶液(右)のラマンスペクトル。※各検量モデルはトリゴネリン溶液の $1010\sim1045\text{ cm}^{-1}$ スペクトルウインドウ内の $1034\text{ cm}^{-1}$ ピーク面積により計算。

本アフリケーションノートではコーヒーとキヌアなどの食品の品質管理工程を向上させる方法として

SERSを利用した希釈トリコネリンの簡単な定量法を述べました。

## 参考資料

### 関連アフリケーション

[Portable Raman instrumentation for SERS applications](#)

[Choosing the most suitable laser wavelength](#)  
[Analysis of Edible Oils by a Portable Raman Spectrometer](#)

## その他のトキュメント

[Raman vs SERS... What's the Difference?](#)

## ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank Angeline Saldana Ramos, Yulán Hernandez, and Prof. Betty C. Galarreta of the Departamento de Ciencias –

Sección Química, Pontificia Universidad Católica del Perú for sharing their research results.

## 参考文献

1. Galarreta, B.C.; Hernandez, Y.; Saldana Ramos, A. "Sintesis y aplicacion de nanotriangulos de oro en el desarrollo de un metodo de cuantificacion de un potencial alcaloide terapeutico: la trigonelina" Direccion de Gestion de la Investigacion (DGI-2016-352) PUCP.
2. Galarreta, B.C.; Maruenda, H. "Espectroscopia vibracional y de resonancia magnetica nuclear en el control de calidad de cafe organico peruano y cafe instantaneo" Direccion de Gestion de la Investigacion (DGI-2014-078) PUCP.
3. Aroca, R. "Surface-enhanced vibrational spectroscopy" John Wiley & Sons, 2016.
4. Jaworska, A.; Malek, K.; Marzec, K.M.; Baranska, M. "Nicotinamide and trigonelline studied with surface-enhanced FT-Raman spectroscopy" Vibrational Spectroscopy (2012) 63,469-476.

## CONTACT

メトロームジャパン株式会  
社  
143-0006 東京都大田区平  
和島6-1-1  
null 東京流通センター アネ  
ックス9階

metrohm.jp@metrohm.jp

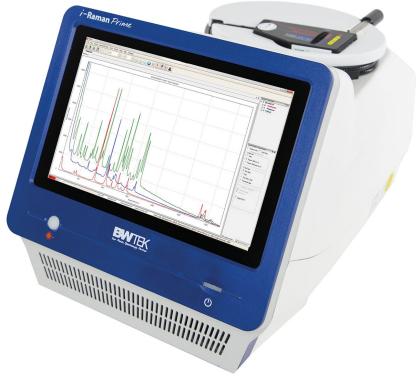
## 装置紹介



### i-Raman Plus 785S

i-Raman® Plus 785S は、弊社の革新的かつインテリジェントなスベクトロメーター技術を備えた i-Raman ホータブル型ラマンスベクトロメーターの受賞歴のあるシリーズの構成要素です。このホータブル型ラマンスベクトロメーターは、高い量子効率、TE 冷却、ならびに高いタイナミックレンジを備えた CCD アレイ検出器を用い、積分時間でさえ最長30分、低ノイズの傑出した性能を提供します。こうして、弱いラマン信号も測定することができます。

i-Raman Plus 785S は、 $65\text{ cm}^{-1}$  から  $3350\text{ cm}^{-1}$  までの測定を可能にするコンフィクレーションを有する幅広いスベクトル範囲と高分解能のユニークな組み合わせを特徴としています。システムの小さな底面、軽量構造、そして低消費電力により、どこでもラマン分析を研究レベルで実施することができます。i-Raman Plus には、サンフル採取を簡単にする光ファイハーフローフが装備されており、キュベットホルター、ヒテオマイクロスコープ、フローフホルター付き XYZ スライドテーブル、ならびに弊社独自の多変量解析ソフトウェア BWIQ® および同定ソフトウェア BWID® と共に使用することができます。i-Raman Plus により、品質分析および定量分析のための高精度のラマンソリューションを常に使用することができます。



### i-Raman Prime 785S

i-Raman® Prime 785S は、タフレット PC および光ファイハーサンフルフローフ内蔵の、低ノイイスかつ高スルーフットの完全一体型のラマンシステムです。このホータフル型ラマンスペクトロメーターは、高い量子効率、TE 冷却 (-25 ° C)、ならびに高いダイナミックレンジを備えた CCD アレイ検出器を使用し、リアルタイムでの定量化と同定を含む研究レベルでのラマン分析を提供します。高スルーフットにより、傑出した信号対雑音比のラマンスペクトルを得ることで、速いプロセスの測定、および最も弱いラマン信号をさえもか可能となり、サンフルの微細な相違も検出できます。

i-Raman Prime 785S には、そのホータフル式の構造に加え、幅広いスペクトル領域と高い分解能というユニークな組み合わせが装備されているため、 $150 \text{ cm}^{-1}$  から  $3350 \text{ cm}^{-1}$  までの測定が可能です。i-Raman Prime はハッテリーでの稼働が可能なので、容易に持ち運びができます。そのため、場所を選ばず、高精度かつ質的、量的に価値の高いラマン分析を研究レベルで実施することができます。システムは、不透明なハッケーション用の分析用の、弊社 STRaman® テクノロジーの使用向けに最適化されました。



### (785 nm)

ラボおよび産業用のB&W Tek社製ラマンフローフを用いた使用のためのヒテオマイクロスコープ付きサンフル採取システム。作動距離16 mmで20倍拡大の対物レンズ付き。X、Y、およびZ軸方向の粗調整ならびに微調整、ターケティング用同軸LED照明、サンフル観察のためのヒテオカメラが使用可能であり、標準マイクロスコープ対物レンズと互換性があります。フローフは含まれておらず、個別にご購入いただけます。785 nmコンフィクレーション。

BAC151C-785