



Application Note AN-RS-035

# ラマン分光計による手紙に浸み込ませたフェンタニルの迅速検出

## Strategic Detection of Illicit Drugs in Prison Mail

米国司法省によると、2007年から2009年にかけて、州刑務所の受刑者の半数以上、約3分の2近くの受刑者が薬物依存または乱用の正式な基準を満たしました。しかし、薬物はどのようにして刑務所に持ち込まれるのでしょうか。それらは、体腔内、赤ちゃんのオムツ、聖書、そしてもちろん郵便物の中に入れられて不法に持ち込まれます。ヘロイン、MDMA、LSD、フェンタニルの濃縮溶液で文房具に細工をすれば、薬物かしみ込んだ手紙を簡単に受刑者に渡すことができます。刑務所の郵便物に含まれる麻薬に対策するために、何百万ドルもシステムの

再構築に費やされていて問題になっています。郵便物全てをデジタル化することは一つの解決策ではあるものの、時間と人手がかかり、有害な郵便物がテスタイサーを汚染し、また受刑者の権利を侵害する可能性があります。これは単純に郵便物のデジタル化というだけでも複雑な問題ですが、フェンタニルによってさらに複雑になります。フェンタニルが混入した郵便物を取り扱う人は、微量のフェンタニルに触れただけで中毒症状を起こす可能性があり、フェンタニルの過剰摂取による死亡は刑務所内で問題になっています。

そのため、理想的なソリューションは、迅速、正確、かつ効率的に、受領の時点で紙の上に薬物があるかどうかを検査できる検出システムです。

メトロームのラマン分光計は、MISA と MIRA XTR DS の両システムで、オヒオイト、コカイン、

MDMA、フェンタニルを現場で瞬時に検出できる優れた微量検出のソリューションを提供しています。この Application Note では、紙上でのフェンタニルの微量検出について解説しています。

## はじめに

SERS機能を備えたラマンシステムを使用して、フェンタニルの確実なオンサイト同定を提供できます。このアプリケーションノートは、フェンタニルに浸

した紙のラマン分析を示し、紙上のフェンタニルのSERS検出範囲とフェンタニル同定の実例を紹介しています。

## ラマン分光計でフェンタニルを浸した紙を検査

フェンタニル濃度 $5\mu\text{g}/0.635\text{cm}^2$ のノート用紙を直接ポイントアンドシュート分析すると、綿と紙といった基板材料のスペクトルが得られます(図1)。トレース分析のアプリケーションにこのような通常のラ

マンのみを使用する場合、フェンタニルが検出できませんが、ラマンとSERSのデュアル機能を備えたメトロームのMIRAおよびMISAでは正確な検出が可能です。

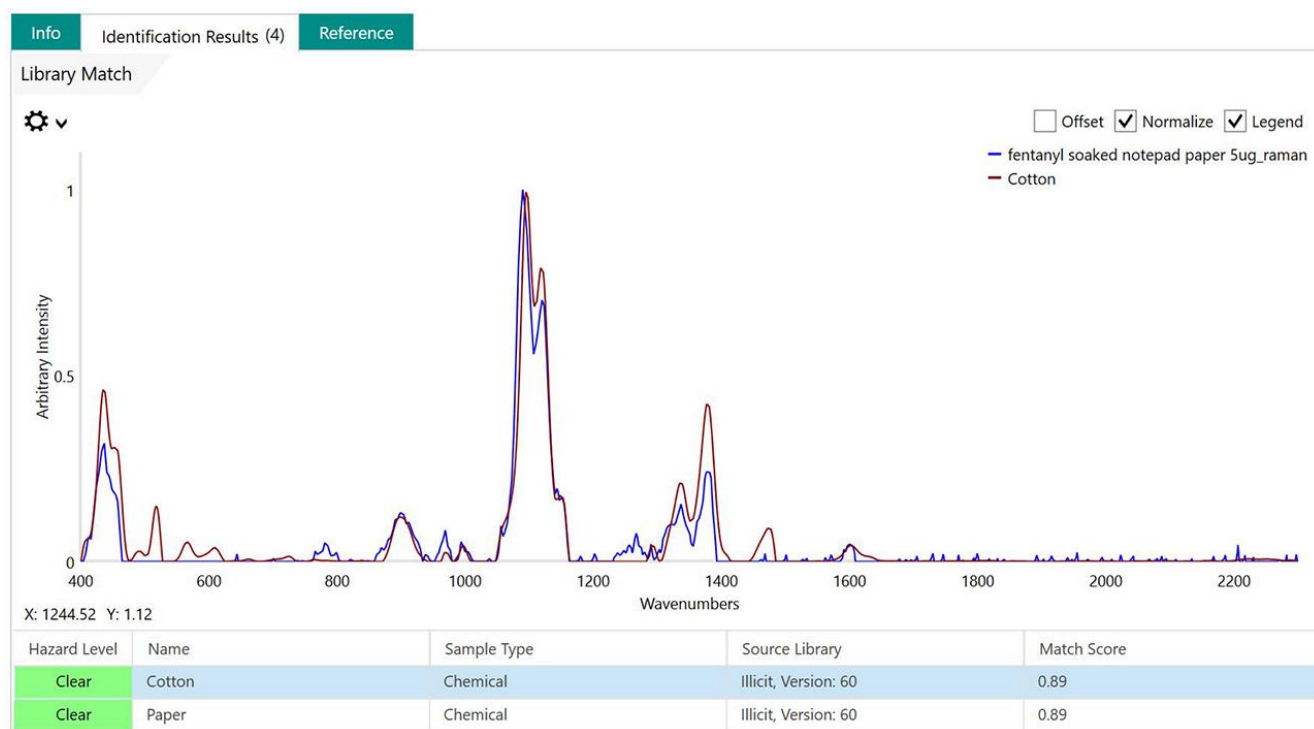


Figure 1. フェンタニルに浸した紙は微量検出にSERSを必要としますが、ラマンは単に素材を識別します。

## SERSによる用紙に含まれるフェンタニルの検出範囲

違法な麻薬が混入した手紙のSERS検出を実証するために、この実験は、まず0.635 cm(0.25インチ)の正方形にカットしたノート用の紙を準備します。メタノール中のフェンタニル濃度0.1mg/mLの溶液を調製し、カットしたノート片に次の容量でフェンタニルを含有させました:0.635cm<sup>2</sup>あたり0.1µg、0.5µg、1µg、2µg、5µg(滴下量:1µL、5µL、10µL、20µL、50µL)。各正方形の用紙を乾燥さ

せ、500µLの銀ナノ粒子コロイドを入れたガラスバイアルに入れました。このバイアルに蓋をして、振り混ぜ、十分に抽出するために5分間置きました。塩化ナトリウム水溶液(0.9%100µL)を加え、バイアルを穏やかに振り混ぜて混合しました。1分間静置後、MIRA XTR DSのIDキットOPで測定し、図2のスペクトルが得られました。結果は図2のようになりました。

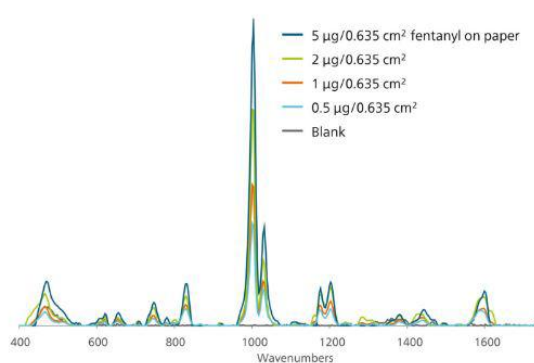


図2. SERSによるフェンタニルの散乱ピークは0.5 µgでも検出可能でした。この量は実際に刑務所で検知されるフェンタニル量をはるかに下回ります。

## SERSによる測定結果



SERSは上の画像に示すように、簡単な4ステップでオンサイトでの郵便物中のフェンタニルを迅速に検出します。

1. 疑わしい手紙からサンプルとして少量を採取する。

図3のようにフェンタニルのスペクトルが得られま

2. 銀ナノ粒子コロイドの入ったバイアル中に手紙サンプルを入れ、活性化化合物を抽出する。
3. 塩化ナトリウム水溶液をバイアルに追加する。
4. MIRAまたはMISAのIDキットOPでデータを取得する。

した。

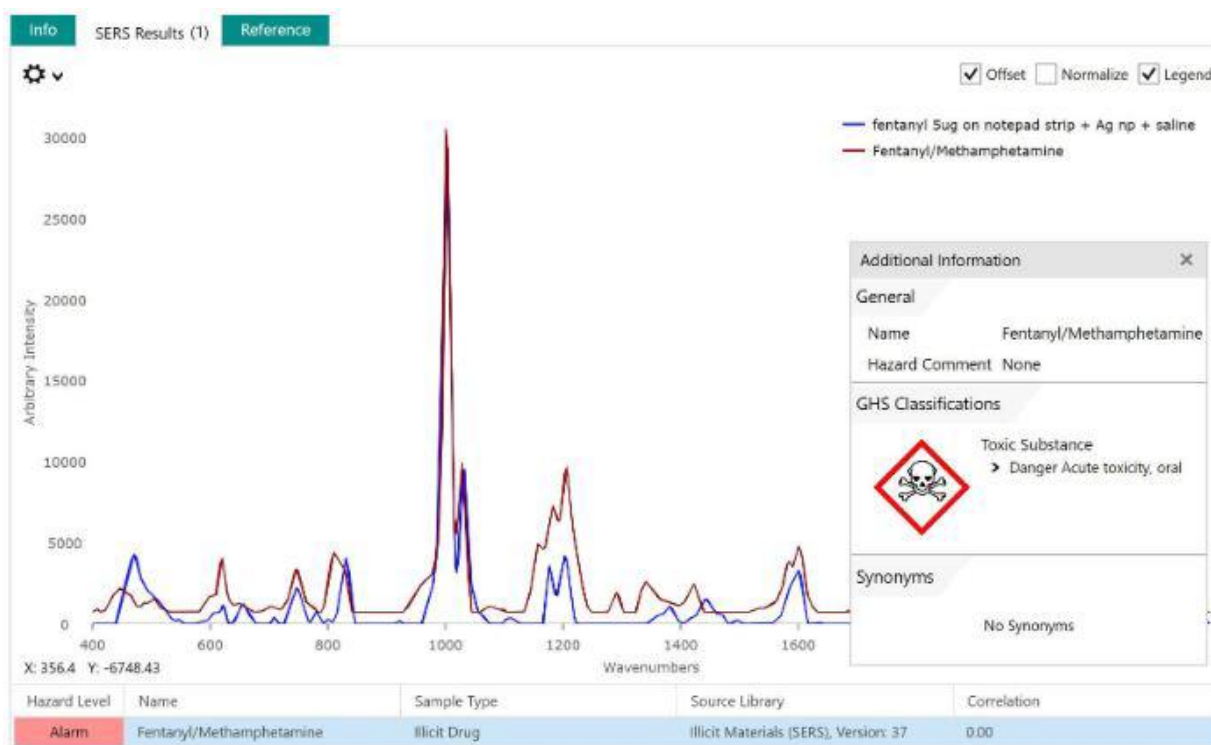


図3. フェンタニルが検出され、GHSハザード警告が表示された分析結果

## 結論

メトロームラマンのラマン測定とSERS測定の両方が可能なMISAおよびMIRAは、刑務所においてフェンタニルが混入した郵便を迅速に検出するといった実際の問題のソリューションとなります。簡易に麻薬

を検出し、時間、コスト、工数を削減するだけでなく、致命的な薬物への曝露といった危険性も減らすことが可能です。

[Learn more about fentanyl ID](#)

## 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

## 装置構成



### MISA Advanced

Metrohm Instant SERS Analyzer (MISA) は、微量レベルでの違法物質、食品添加物、および食品汚染物質の迅速な検出 / 同定のための高性能な携帯可能分析システムです。MISAは、Metrohm 独自の軌道ラスタースキャン技術 (Orbital Raster Scan Technologie, ORS) を備えた高効率の分光器を有しています。これは省スペースで、より長いバッテリー寿命を持ち、現場やラボでの移動式用途にも完璧に適しています。MISA ではフレキシブルなサンプル採取を可能にする、レーザークラス1の様々なアタッチメントをご利用いただけます。アナライザーはBluetoothまたはUSBコネクタを介して操作可能です。

MISA Advanced ハッチケースは、ユーザーに Metrohmのナノ粒子溶液とP-SERSストリップを用いたSERS分析を可能にするコンフリートハッチケースです。

MISA Advanced ハッチケースには、MISAハイアルアタッチメント、P-SERSアタッチメント、ASTM校正標準、USBミニケーブル、USB電源装置、ならびにMISA装置を操作するためのMISA Calソフトウェアが含まれます。装置と付属品を安全に保管するための頑丈な保護ケースも同梱されています。



### MIRA XTR Basic

MIRA XTRは、高出力1064 nmシステムに代わる装置です。高度な計算処理により、サンプルの蛍光発光からのラマンシグナルを抽出するのに、MIRA XTRは XTR アルコリズムと共により感度の高い 785 nm のレーザー光を使用します。MIRA XTRはまた、サンプルの包括域を拡張して結果の精度を高めるための軌道ラスタースキャン (Orbital Raster Scanning、ORS) を特徴としています。

Basic packageは、MIRA XTRを操作するのに必要とされる基本コンポーネントを含むスターターハッチケースです。Basic packageには、校正標準、インテリジェントなユニバーサルアタッチメント、ならびに違法物質のライブラリが含まれます。クラス3B操作。



### MIRA XTR Advanced

MIRA XTRは、高出力1064 nmシステムに代わる装置です。高度なAIと機械学習により、サンプルの蛍光発光からのラマンピークを抽出するのに、MIRA XTRはXTRアルゴリズムと共に感度の高い785 nmのレーザー光を使用します。MIRA XTRはまた、サンプルの包括域を拡張して結果の精度を高めるための軌道ラスタースキャン (Orbital Raster Scanning、ORS) を特徴としています。MIRA XTR Advanced packageには、校正標準、インテリジェントなユニバーサルアタッチメント、ライトアングルアタッチメント、ハイアルアタッチメント、MIRA SERSアタッチメントが含まれています。あらゆるタイプの分析に対応する完全なパッケージです。クラス3B操作。



### ID - (Ag NP)

IDキット - Ag NPには、Mira/Misaユーザーが銀コロイド溶液でSERS分析を行うのに必要なコンポーネントが含まれています。このキットには、使い捨てのペラ、滴下ヒェット、サンプルホルトル、および銀コロイド入りのホルトルが含まれています。