

# 研究所から犯罪現場に展開する分光学

ジャスティン・マーフィー

犯罪現場では、証拠が乏しかったり、効率的かつ正確に分析する方法がなかったりすると捜査が困難になることがある。研究者はこのような課題に対して、生物製剤に注目した分光学的手法で軽減しようとしている。

DNAは犯罪捜査において最も強力な証拠の1つである。しかし、DNAが入手できなかつたり存在しなかつたりする場合には、捜査官は事件解決のために他の生物試料に頼るしかない。現在、ニューヨークの研究者は、DNA以外の証拠を最大限に活用するために分光法を用いている。

「我々は体液を識別する方法を開発している。法医学者が行う微量体液識別だ」と話すのは、米オールバニー大(University of Albany)の博士課程の学生のアレクシス・ウェーバー氏(Alexis Weber)だ。同大化学教授で研究室のグループリーダーであるイゴ

ール・レドネフ氏(Igor Lednev)が2019年に設立した材料認証スタートアップ企業スプリーメトリック社(SupreMETric)の最高執行責任者も彼が務めている。

同社は『Forensic Science International』誌に掲載された研究をベースに、生物による染みや液体を分析する非破壊的技術を開発した。レドネフ氏と、フェロー研究員で同大化学教授のケリー・ヴァークラー氏(Kelly Virkler)はこの研究について、「犯罪現場にある未知の染みを、研究所からの結果を待つことなく特徴を明らかにできること」は、法医学の体液分析の

発展において重要なステップになるだろうと指摘する。

本来、分光学をもとにするシステムは非侵襲的で医療診断のみに使われていたが、法医学分野への応用も有効であることが示されている(図1)。主な体液の検出・分析においてサンプルを全く破壊することなく99%以上の有効性があることが確認されている(図2)。これは、犯罪現場に体液などが少量しかない場合で特に有効である。また、未解決事件の捜査を後押しし、DNAサンプルの検査や分析が何年も待たされているのを回避できる。DNAサンプルを入手できなかつたとしても、DNA以外の証拠も同様に説得力があると、ウェーバー氏は述べる。

## 現実世界での使用に向かう

2021年にスプリーメトリック社は米国国立科学財団(NSF: National Science Foundation)フェーズIスモールビジネス技術移転助成金を獲得し、分光学をベースとするシステムを研究所から臨床、現実世界使用への移行を始めた。現在このシステムは、体液を画像化するために共焦点ラマン分光計とレーザー光を使うラマン分光法で動作する(図2)。

「レーザーが生物試料と相互作用するとユニークなプロファイルが生成され、我々の特許取得済み手法によってデコンポリューションを行って特定の生物試料を識別できる」とウェーバー氏は



図1 スプリーメトリック社の非破壊的な分光学ベースのシステムに搭載されているレンズがつくる研究者の逆さ像

話す。研究者は、光とサンプルがどう相互作用するかによって液体の種類を区別できる。

ラマン分光システムは、化学システムから情報を注出するデータドリブン手法である計量化学を組み合わせている。計量化学は数学、統計学、その他の形式論理学の手法を用いており、液体中の化学データと情報を測定、分析する。分光法と計量化学の分析を組み合わせることで体液を同定でき、捜査当局に有力な情報を提供することにもつながる。

これにより、体液の分析に要する作業が根本的に効率化される可能性がある。体液の種類（唾液、血液など）をより迅速かつ効率的に識別でき、さらに体液の持ち主の性別、人種、年齢などの特徴もわかるようになるかもしれない。

ウェーバー氏のチームは、スプリームトリック社の研究の第1段階を支援したNSF スモールビジネス技術移転プログラムからフェーズIIの資金調達を受け、分光法をベースにするシステムの改良を進めている。

大学の研究室での発見を製品化することはアカデミアにおける大きな課題であり、助成金制度や大学の支援が重要となる。

## 次のステップ

プロジェクトの第2段階は、最終的な製品化に向けて分光法ベースシステムの実用プロトタイプを開発をサポートすることが目的だ。次のステップでは、現場で液体を検出して分析するためのポータブル機器の開発など、システムの効率化を図るための改良が行われる。「犯罪現場で迅速に分析できることで、捜査官は何を収集すべきかわかるようになる。ごみのような証拠を集める必要がなくなる」とウェーバー氏は話す。



図2 新システムは、体液を画像化するためにアレクシス・ウェーバー氏が操作する共焦点ラマン分光計とレーザー光を使うラマン分光法で動作する

「証拠を十分に収集しなかったり、その証拠が有用でなかったりしたなら、その結果は法医学研究所で有用なものとならなくなる」。

体液だけでなくDNAの検査のために、最も有用な生物学的現場を研究所が分析できる権限を与えることはコスト削減にもなる。「もし誰かが『ああ、これは血だ、DNA鑑定に回そう』と言ったのに、犬の血だと判明したらどうでしょう」同氏は述べる。「検査にかかる費用が無駄になってしまう」。

新しいプラットフォームは、実際のサンプルを使用せずに証拠を分析できるユニバーサルシステムとして機能する予定だ。現在、体液を識別・検出する唯一の普遍的な技術は存在しない。従来の方は個々の体液に特化したものであり、すべての体液に対応しているわけではない。

スプリームトリック社の計画では、ニューヨーク州警察の犯罪研究所シス

テムと法医学研究所、機器やソフトウェア企業と協力し、市場に対応したプラットフォームの作成を実現しようとしている。

ウェーバー氏は、「私たちの製品が、ラマン分光企業やラマン分光計メーカーと融合することを望んでいる」と話す。チームはアドオンパッケージや、ハードウェアに組み込むことを想定している。

このシステムを発展させるためには、やはりラマン分光法と計量化学の手法を組み合わせる必要があるだろう。「我々はサンプルを分析するための統計的手法を作ったが、まずラマン分光法のプロセスを犯罪研究所でしなければならない」とウェーバー氏は述べる。「イメージング技術は過去にも微量証拠の調査と分析に使われてきたが、今は進化している。我々は、生物試料の分析という全く新しい方法で分光法を使用できるのだ」。