

## 表面増強ラマン分光法によるびらん剤の高感度検出

### Highly sensitive detection of blister agents by surface enhanced Raman spectroscopy

産総研<sup>1</sup>, 学振 RPD<sup>2</sup>, 香川大工<sup>3</sup>, 科警研<sup>4</sup>, ストローブ<sup>5</sup>, <sup>○</sup>伊藤 民武<sup>1</sup>, 山本 裕子<sup>2,3</sup>, 瀬戸 康雄<sup>4</sup>,

大類 保彦<sup>4</sup>, 名児耶 友樹<sup>4</sup>, 今井 裕一<sup>5</sup>, 福岡 隆夫<sup>5</sup>

AIST<sup>1</sup>, JSPS RPD<sup>2</sup>, Kagawa Univ.<sup>3</sup>, NRIPS<sup>4</sup>, STRAWB Inc.<sup>5</sup>, <sup>○</sup>Tamitake Itoh<sup>1</sup>, Yuko S. Yamamoto<sup>2,3</sup>,

Yasuo Seto<sup>4</sup>, Yasuhiko Oorui<sup>4</sup>, Tomoki Nagoya<sup>4</sup>, Yuichi Imai<sup>5</sup>, Takao Fukuoka<sup>5</sup>

E-mail: tamitake-itou@aist.go.jp

【序】現在、化学兵器用剤（化学剤）を用いたテロの脅威が顕在化している。化学テロの危機管理においては化学剤の散布現場で速やかに中毒起因物質を特定することが重要である。化学テロ発生現場ではイオンモビリティースペクトロメトリー検知器などの市販の検知資機材などを用いて中毒起因物質の特定が行われている。しかし、これら現場検知技術は感度および識別能力の面で十分でない場合もある。表面増強ラマン分光法（SERS）は超高感度と高識別能を併せ持つ検出法であるため化学剤の高感度検知にも応用されている[1]。我々はびらん剤等を標的として現場での SERS 高感度現場検知技術の開発を目指している。今回、びらん剤に特有の SERS スペクトルの高感度測定に成功したので報告する。

【実験】アルミ箔を皿状に加工した器（深さ 1 mm 程度、直径 5 mm 程度）で、マスタードガス（ $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{SCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ , HD）または窒素マスタード 3（ $(\text{ClCH}_2\text{CH}_2)_3\text{N}$ , HN3）のメタノール溶液、ルイサイト 1（ $\text{ClCH}=\text{CHAsCl}_2$ , L1）の水溶液 3  $\mu\text{L}$  を金または銀ナノ粒子（直径 50 nm 程度）溶液 54  $\mu\text{L}$  と混合し、凝集開始剤 NaCl 3  $\mu\text{L}$  を混和・混合し、SERSTech 製ハンドヘルドラマン分光計（励起波長 784 nm、出力 300 mW、分解能 10  $\text{cm}^{-1}$ ）で 400~2,400  $\text{cm}^{-1}$  の SERS スペクトルを測定した。

【結果と考察】HD は、金または銀コロイド溶液で、600~800  $\text{cm}^{-1}$  に特徴的な SERS スペクトルを与え、検出下限値は 10 ppm 程度であった。HN3 は、金コロイド溶液で 500、700~1000、1300  $\text{cm}^{-1}$  付近に強いピークを示す SERS スペクトルを与え、検出下限値は 1 ppm 程度であった。また、銀コロイド溶液では 800~1000  $\text{cm}^{-1}$  に強いピークを示す SERS スペクトルを与え、検出下限値は 1 ppm 程度であった。L1 は、金コロイド溶液で 550、700、800、1150、1300  $\text{cm}^{-1}$  付近に強いピークを示す SERS スペクトルを与え、検出下限値は 300 ppb 程度であった。銀コロイド溶液では特徴的な SERS スペクトルを示さなかった。塩素非含有化学剤擬剤である、チオジグリコール、エタノールアミン、ヒ素化合物を同様に測定したが、SERS スペクトルにおいて特徴性、高感度性は得られなかった。びらん剤に特徴的な SERS 活性は炭素－塩素結合に由来すると示唆された。びらん剤の現場検知技術の中では、高感度特異的スクリーニング技術の開発につながると期待できる。

[1] A. Hakonen, T. Rindzevicius, M. S. Schmidt, P. O. Andersson, L. Juhlin, M. Svedendahl, A. Boisenb and M. Källä, *Nanoscale*, **28**, 1305-1308 (2016).