

# 表面増強ラマン分光法を 役立ててみませんか

- 東洋大学 生命科学部生命科学科  
教授 竹井弘之

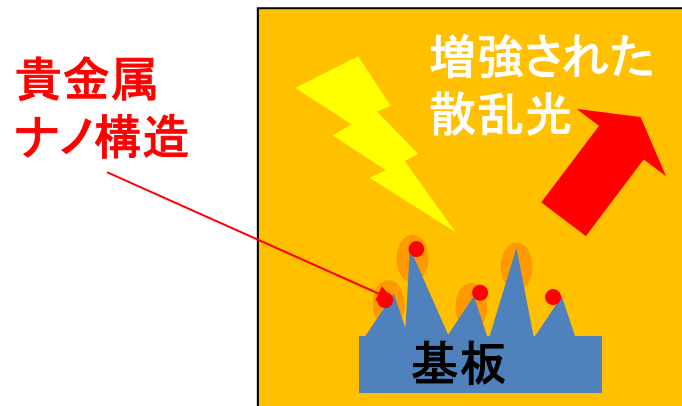
2021年8月31日

# ラマン分光法：化学物質の同定

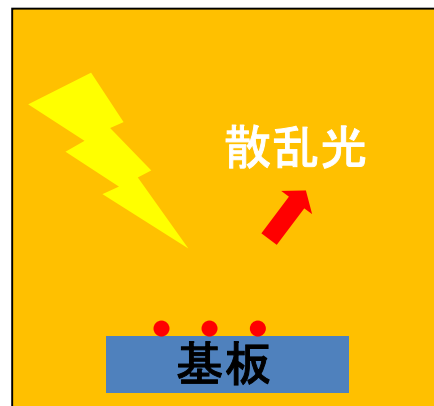
- \* 化学構造を反映した信号を取得することが可能。
- \* 大気中およびに溶液中での測定が可能。(真空が不要)
- \* 100万円以下のポータブル型装置が市販されている。

# SERS法による信号の増強

(surface enhanced Raman spectroscopy: 表面増強ラマン分光法)

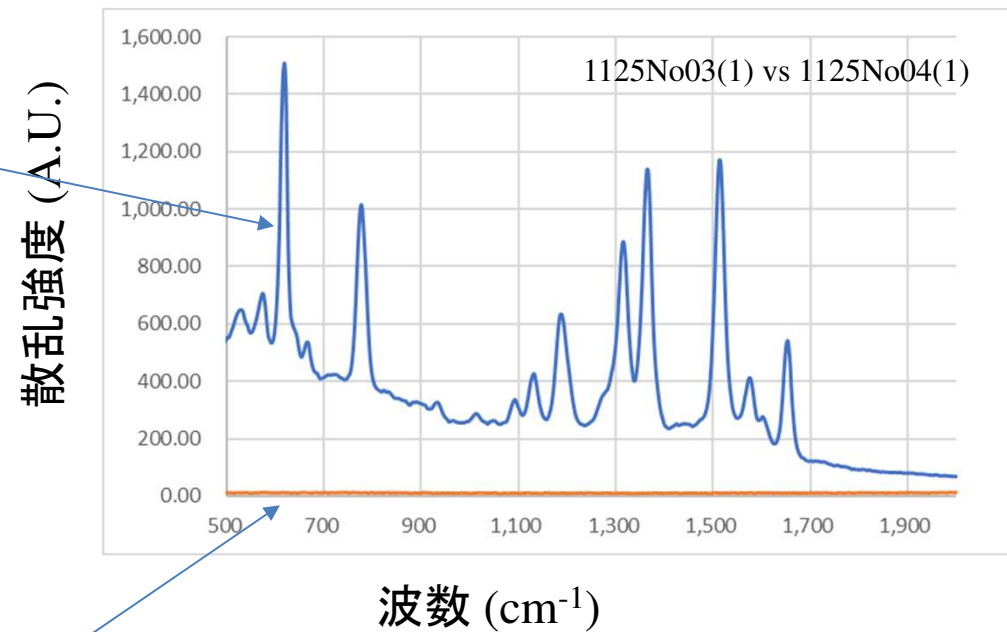


SERS法



コントロール(増強なし)

測定例: 100  $\mu$ M rhodamine 6G



Nicolet Alpha XR、励起波長633 nm、出力 67  $\mu$ W

微量・低濃度の特定分子の  
同定およびに半定量に有効

## 実用的？

- \* 簡便に使えるのだろうか？
- \* 専門知識が必要？
- \* 製造現場や屋外で利用可能？
- \* 装置およびに消耗品のコスト？

特定用途に対して、お答えさせていただきます。

## 利用が想定される現場

- \* 製造現場：原料の品質管理
- \* 農業：残留農薬の検出
- \* 食品：添加物・成分の評価
- \* 環境モニタリング：異臭の評価
- \* 法医学：微量痕跡物質の同定

農業およびに食品への測定例を紹介します。

## 従来技術とその問題点

SERS基板は既に製品化されているが、

\* 一回の測定に必要なSERS基板（消耗品）が

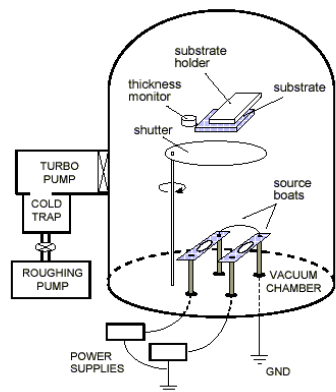
**高価**（4,263~31,460円：2021年7月現在）

\* 特定用途に**最適化**されていない

等の問題があり、産業界で広く利用されていない。

**低価格化の試み**

# 貴金属ナノ構造体の製造工程



真空蒸着装置

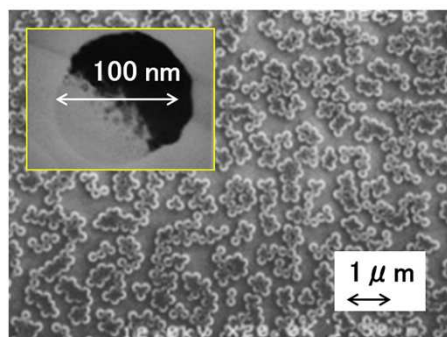
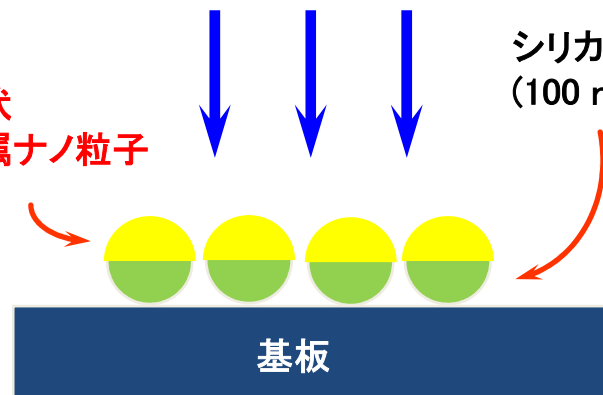
## 作製工程

- \* 基板表面処理
- \* 粒子吸着
- \* 真空蒸着
- \* パッケージング

貴金属蒸着 (5-100 nm)

帽子状  
貴金属ナノ粒子

シリカ粒子  
(100 nm)



SEM and TEM (inset)  
images

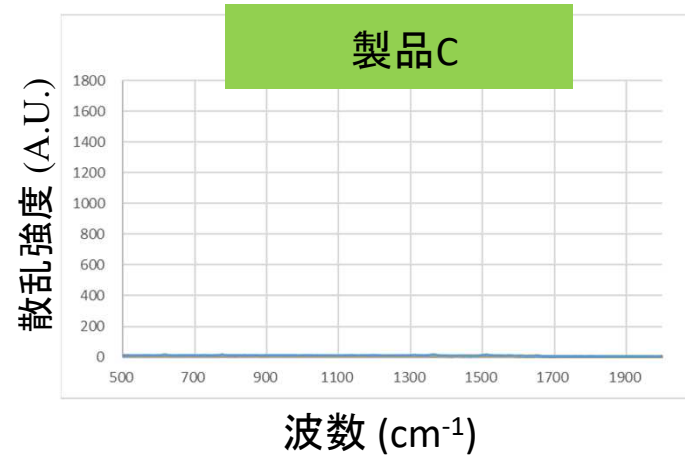
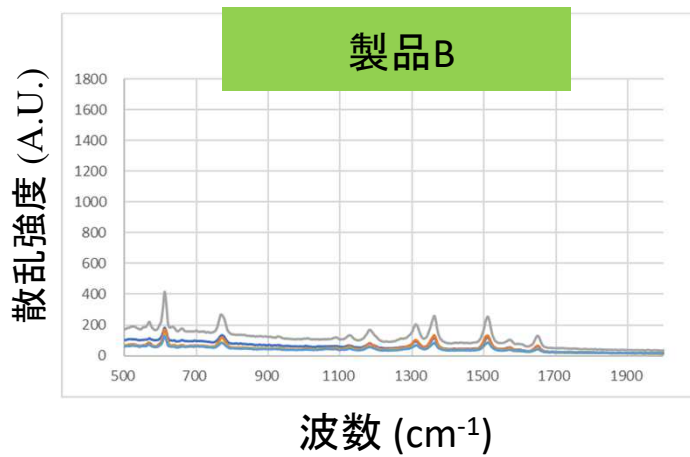
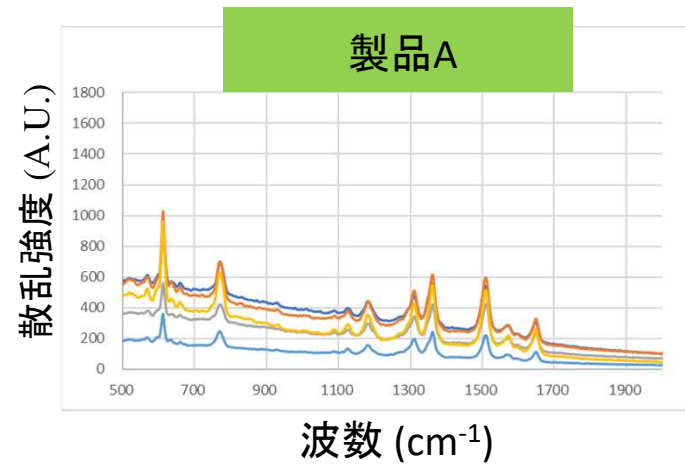
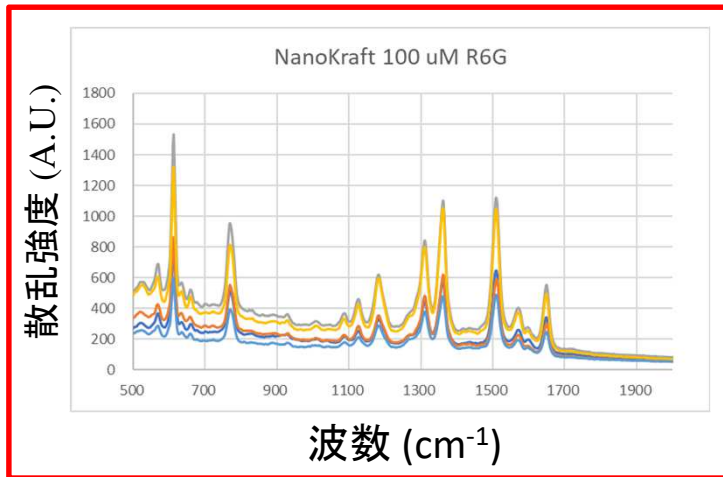


一日一人の作業で  
1200回測定分の基板  
が作製可能 (推定コス  
ト: 2、3万円)

性能は？

# 性能比較1 (溶液)

100  $\mu$ M ローダミン6Gエタノール溶液に15分浸漬し、風乾。Thermo Fisher Scientific, Nicolet Almega XR 励起波長: 633 nm、出力: 67  $\mu$ W、16スキャン、5回測定

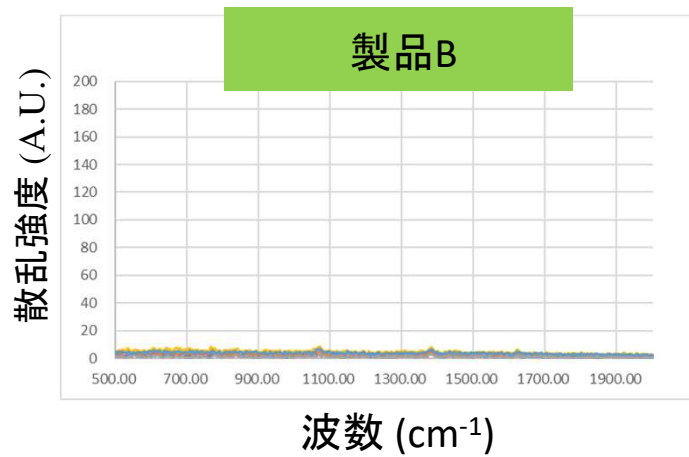
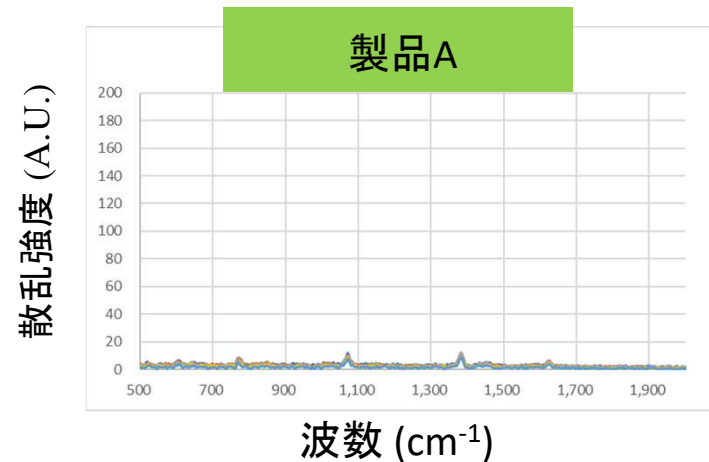
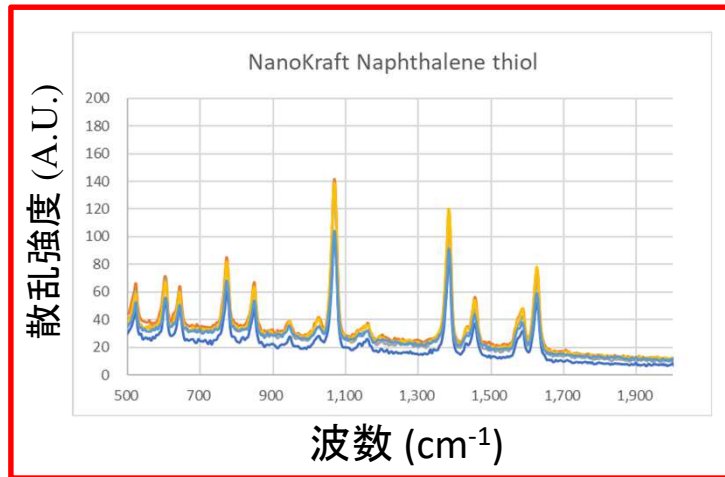


同等以上(多分)



# 性能比較2 (揮発性物質)

ナフタレンチオール蒸気に15分曝露。Thermo Fisher Scientific, Nicolet Almega XR  
励起波長: 633 nm、出力: 67  $\mu$ W、16スキャン、5回測定



気体に対する感度は同等以上

# 使い勝手の向上

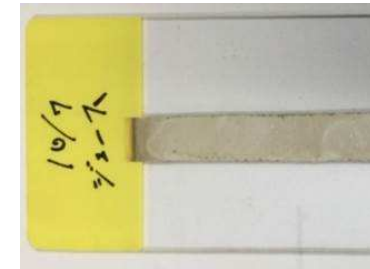
# デバイスファミリー

## 様々な用途を想定したデバイスの開発

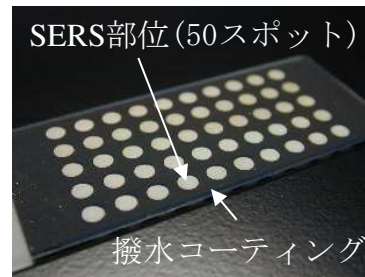
吸着物質(押付け型)



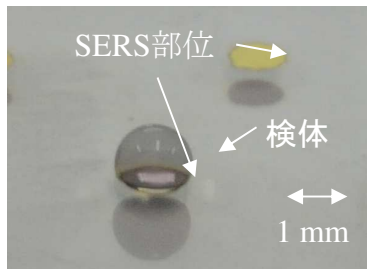
食品中成分(分離型)



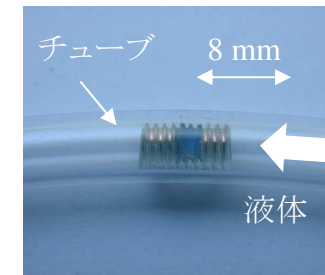
標準型SERS基板



低濃度サンプル  
(濃縮型)



大量な液状試料  
(フロー型)

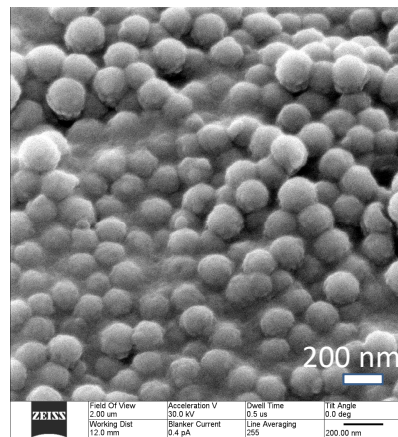
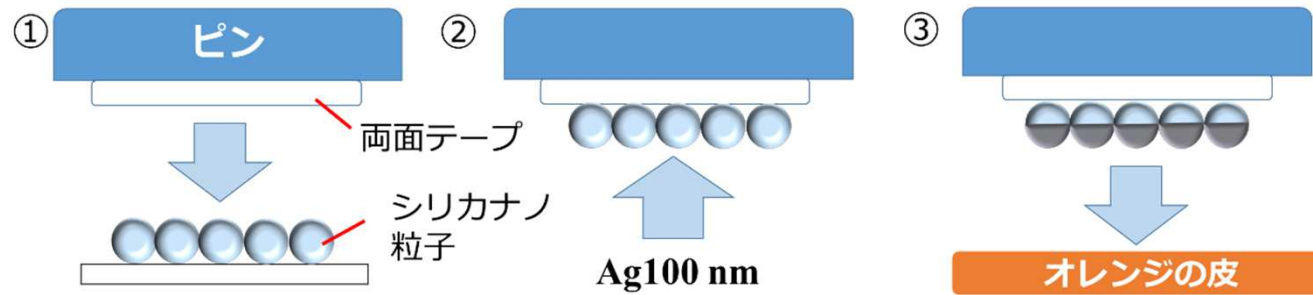


## 想定される用途

- 本技術の特徴を生かすことにより、輸入農作物表面の**残留農薬**の迅速検出が可能となる。
- 上記以外に、**食品中の成分**（野菜ジュース中のβカロテン等）の評価方法として期待される。
- また、簡便さおよび検出限界に着目すると、**現場検証**といった分野や用途に展開することも可能と思われる。

# 農作物表面の残留農薬

# FlexiSERSの作製方法

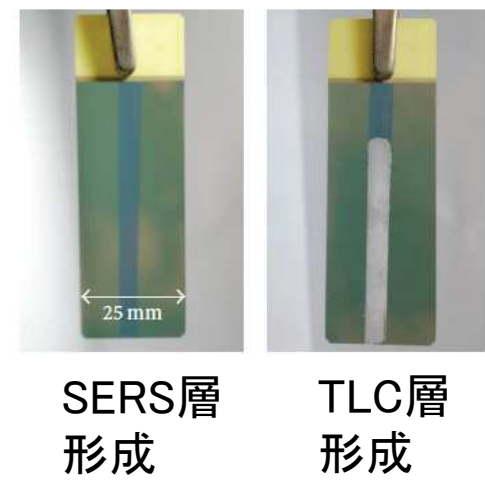
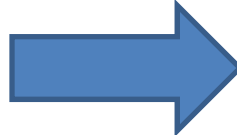
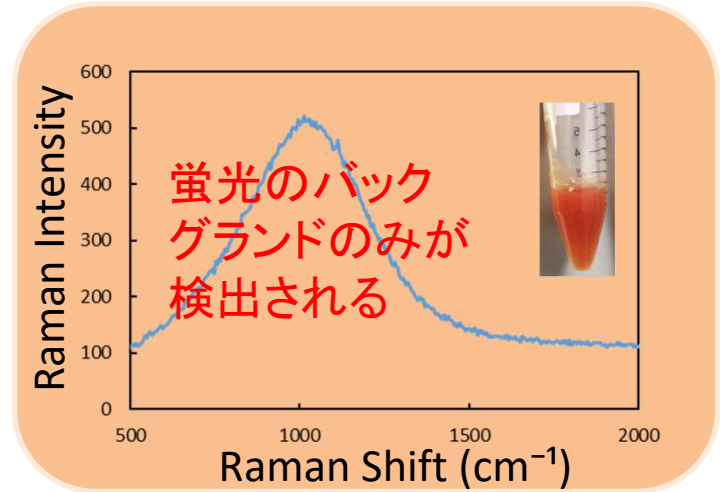
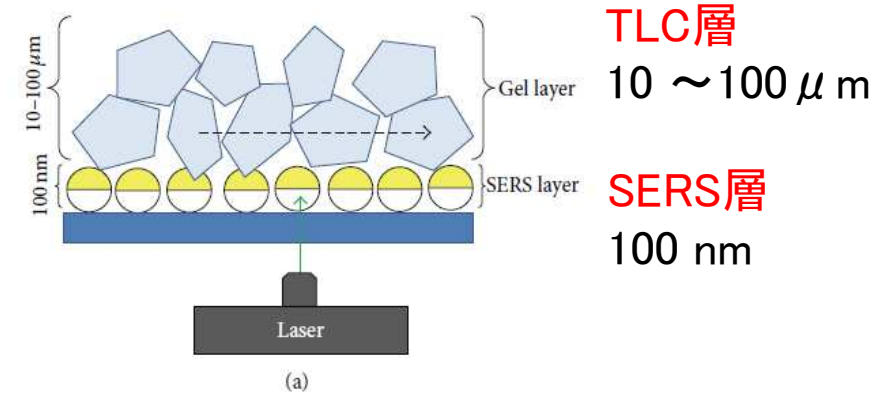
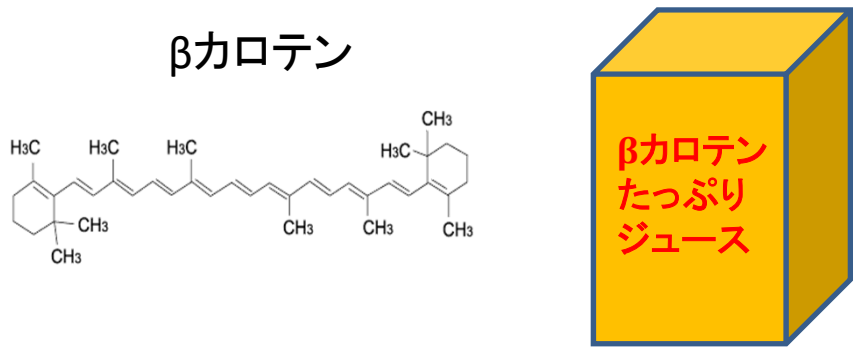




# 食品中の成分分析

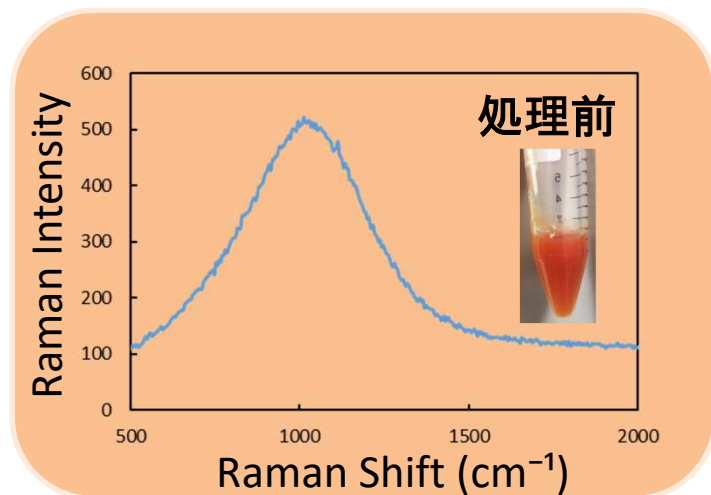


# 野菜ジュース中のβカロテン

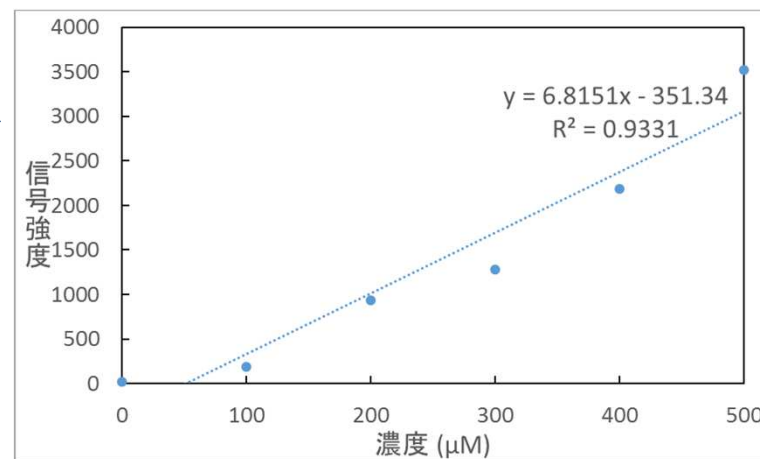
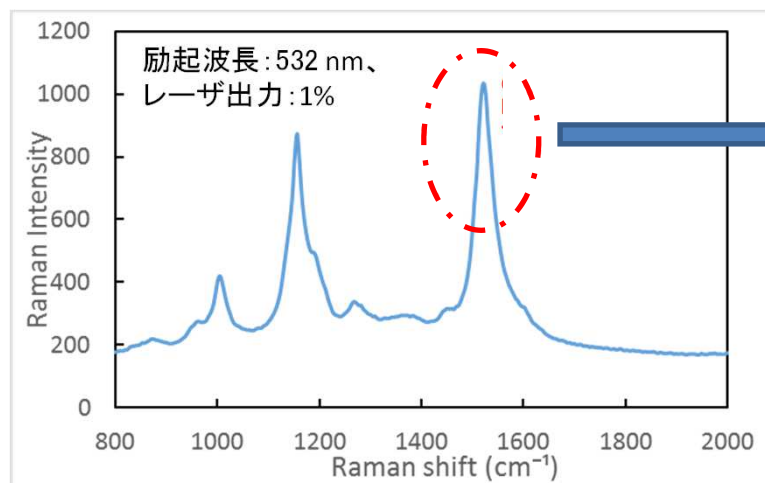
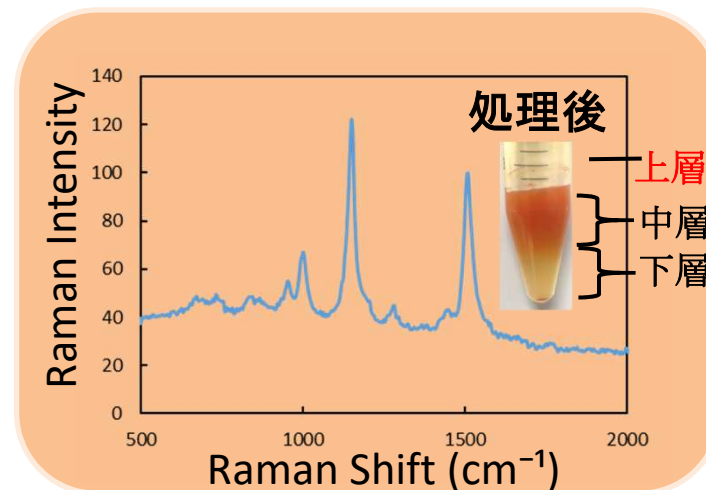


夾雑物が検出を妨げる

# 一体型TLC・SERSによる検出



抽出・展開



$\beta$ -カロテンのスペクトル

$\beta$ カロテンの検量線

前処理(分離)により検出可能になる

提供できること

# 評価用基板の無償提供



- \* 御社が測定を希望する物質をSERS法で測らせて頂きます。
- \* 測定が可能ならば、一定枚数の基板を、無償で提供致します。
- \* 御社での評価後、報告書等は要求致しません。機密保持契約も御社が必要の場合のみ、提出します。



標準型SERS基板



押付け型SERS (FlexiSERS)

<http://www3.toyo.ac.jp/~st20200461/>

## 企業への期待

- 現場における測定ニーズを有する企業・研究所との共同研究を希望。
- 今後のデバイスファミリーの拡張に必要な技術（粘着テープ、TLC層形成技術、高気密性パッケージング、小型光学検出装置）の供給を希望。

# 本技術に関する知的財産権

- 特許第5494954 (分析用基板及びその製造方法) 東洋大学 竹井弘之
- 特許第5709039 (表面増強分光法用基板) 東洋大学 竹井弘之
- 特許第5812459 (アッセイ法) 東洋大学 竹井弘之
- 特許第5967756 (分光用基板) 東洋大学 竹井弘之、設楽 涼
- 特許第5988239 (蛍光測定用基板) 東洋大学 竹井弘之、川上 拓
- 特許第6368516 (ラマン分光測定法) 東洋大学 竹井弘之、渡辺康介
- 特許第6423137 (表面増強分光法用基板の製造方法) 東洋大学 竹井弘之、北原拓弥
- 特許第6583913 (微細流路デバイス及び測定方法) 東洋大学 竹井弘之、志賀諒太
- 特許第6607635 (測定用器具) 東洋大学 竹井弘之、渡辺康介
- 特許第6906784 (表面増強ラマン分光法用基板の製造方法)  
東洋大学 竹井弘之、藤木 啓



# お問い合わせ先

東洋大学

産官学連携推進センター

(研究推進部 産官学連携推進課)

TEL 03-3945-7564

FAX 03-3945-7906

e-mail [ml-chizai@toyo.jp](mailto:ml-chizai@toyo.jp)