

医療用錠剤の投与時認証用プラズモニクナノタグ開発

京都大学

愛知学院大学

兵庫県立大学

アーカイラス株式会社

京都大学 工学研究科 福岡隆夫研究員、名村今日子准教授、鈴木基史教授、愛知学院大学 薬学部 安永峻也講師、兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所及び先端医療工学研究所 山口明啓准教授らの共同研究グループは、医療用錠剤の偽造防止や投与時の認証を行う技術の開発に成功しました。

本研究成果は、錠剤の偽造防止だけではなく服用管理や製造・流通などの管理などに貢献すると期待できます。

現在、錠剤印刷という方法が一般的に用いられていますが、錠剤の服用管理や流通管理などへの展開までには至っておらず、本研究開発のように目に見えない形で偽薬防止や投与時の認証を行うことができる技術はほとんどありません。

今回、共同研究グループは、金ナノ粒子自己集合体を用いることで、目に見えないサイズのタグを錠剤に点着及び付与することに成功しました。錠剤の保管状況によっては、タグが消失してしまう恐れがありますが、今回の研究開発では、室温大気下で 8 年以上、そのタグが錠剤表面に担持されており、タグに光を当てることで認証用のラマン信号が検出されることが分かりました。このように、錠剤に長時間にわたって、目に見えない金ナノ粒子自己集合体が保持されて、信号が検出できることを直接できた初めての実験結果です。

本研究は、科学雑誌「Advanced Materials Interfaces」オンライン版に掲載されました。

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/admi.202300157>

【背景】

サプライチェーンの安全保障が重要視され、物流のデジタル管理や偽造防止対策の必要が切望されています。リアルな物品には、物品を管理するためのタグやラベルがついています。このタグやラベルがデジタル情報として紐づけされることで物流や在庫管理などがされています。しかし、渋滞の物品に張り付けるタグやラベルでは、視認できてしまいます。そのため、「はがされる」、「流用される」、「リバーエンジニアリングされて模倣あるいは偽造される」というリスクがありました。

そこで、共同研究グループでは、独自の金ナノ粒子ナノ構造体を持つ光との相互作用であるプラズモニク現象を用いて、視認できない信号を発する「ステルスナノビーコン」を開発しました。共同研究グループは、大学発ベンチャー「アーカイラス株式会社」を起

業して、今回の技術を錠剤へ適用して、これを実現することに成功しました。

【研究手法と成果】

金ナノ粒子自己集合体に分子が付着することで、図1(a)のような模式図のようなナノスケールの構造体ができます。ここにレーザー光を照射すると、分子の伸縮や回転などによる入射レーザー光に関する変調が起きます。この時、入射レーザー光とは異なる波長の光が複数発せられます。この光のパターンは分子特有の指紋になります。この金ナノ粒子自己集合体を印刷などの手法でリアルな物品に点着あるいは印刷することで、偽造防止や情報タグとして利用できると期待されています。

本共同研究グループや複数の海外のグループからも提案や類似した研究報告がありました。本研究グループでは、以前、図1(b)のように名刺の一部に印刷することで、名刺のインク以外の信号、すなわち、金ナノ粒子自己集合体からの信号を検出することに成功し、その名刺に目に見えない情報を付与することができることを報告しました。

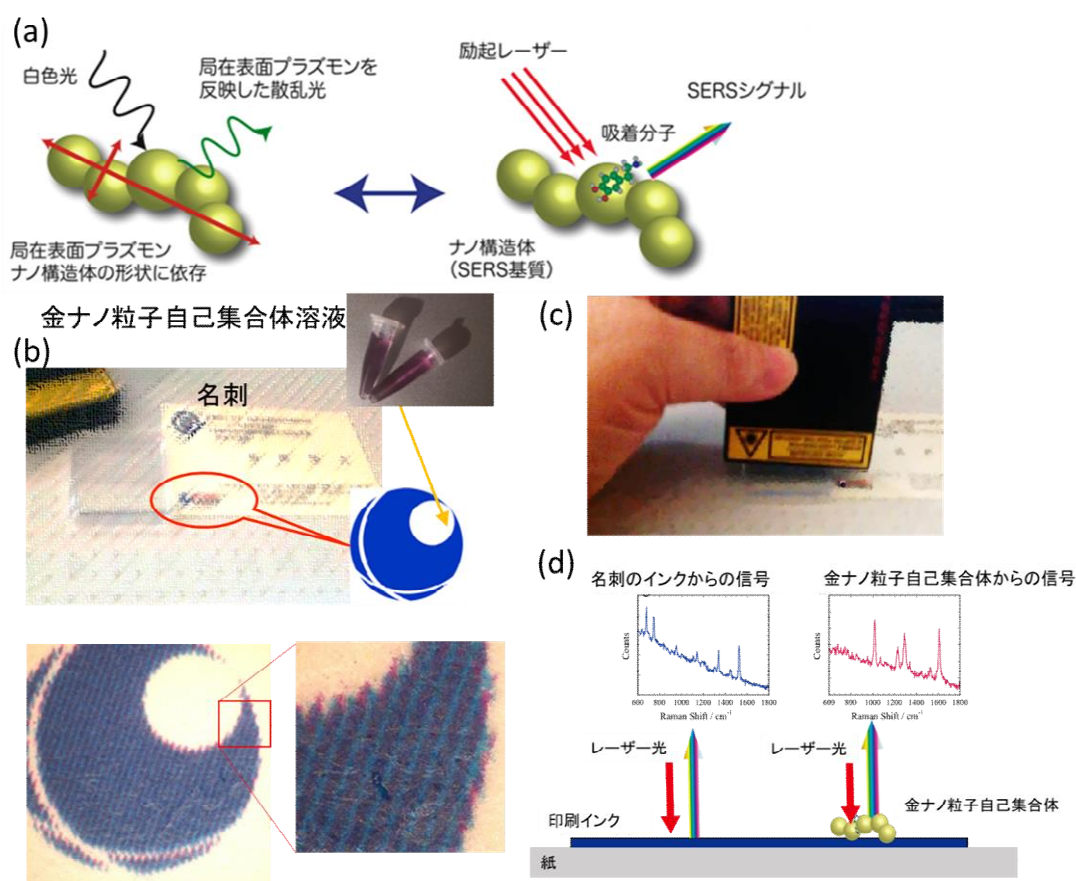


図1 (a) 金ナノ粒子自己集合体形成による局在表面プラズモン励起の概念図. (b) 金ナノ粒子自己集合体溶液を名刺に点着した. (c) 検出している様子. (d) 名刺のインクおよび金ナノ粒子自己集合体からの信号をそれぞれ検出した結果. T. Fukuoka, Y. Mori, T. Yasunaga, K. Namura, M. Suzuki, and A. Yamaguchi, *Sci. Rep.*, 12, 985(2022).

しかし、錠剤に付与した金ナノ粒子自己集合体からの信号が、8年以上も劣化することなく判別できることを示したのは世界で初めてです。独自の金ナノ粒子自己集合体の極微量をインクのように錠剤にコートしたり、印刷し、バーコードリーダーのような小型の検出

器で光を照射して情報を読み取ることができると期待されています。今回の研究開発によって、錠剤のようなラベルやタグをつけるのが難しい製品でもタグ付けが可能となり、安価にデジタル情報と紐付けできると期待できます。これまでは、錠剤一錠ごとの判別が出来ませんでしたが、本研究開発での技術が完成すれば、錠剤の製造管理や在庫管理、流通管理だけではなく、飲み合わせの禁忌の情報なども錠剤に書き込みできるようになります。さらに、いつ、どこで、誰が、どんな薬を服用したのかなどの追跡も可能になり、治療効果の精度確認や創薬につながるビックデータのもとになると期待されます。

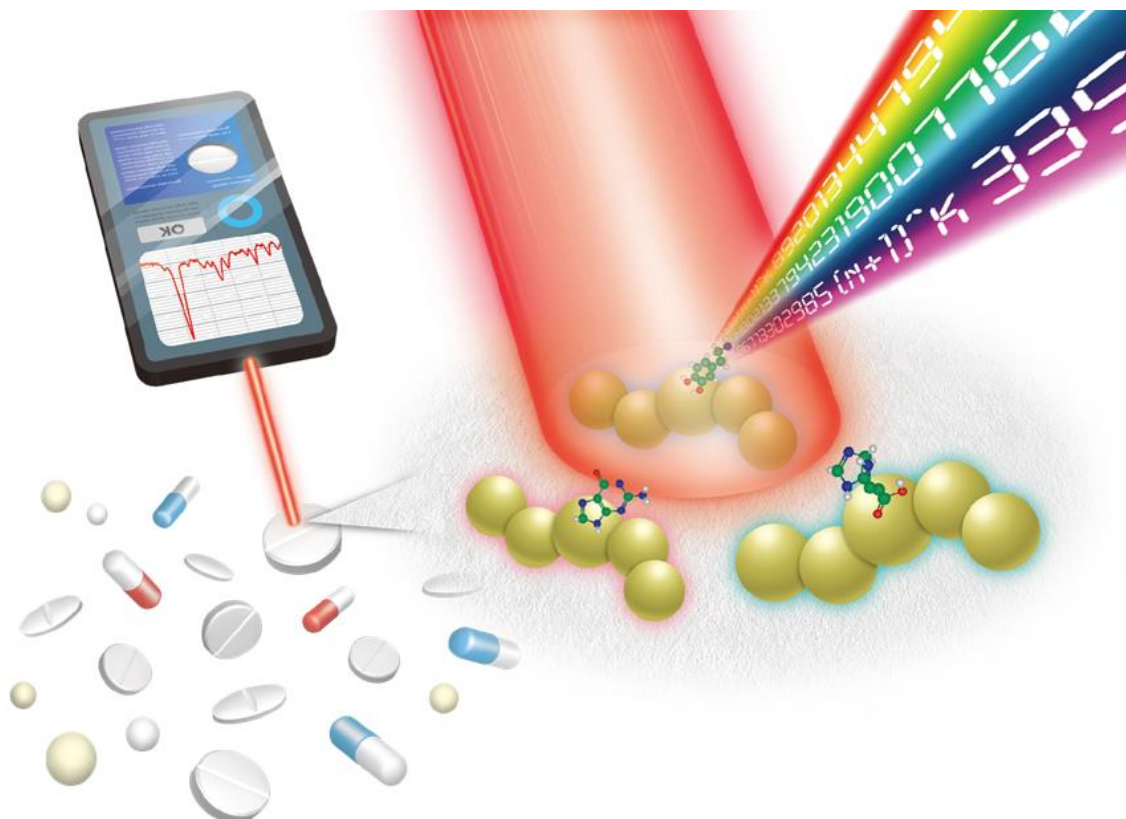


図 2 金ナノ粒子自己集合体に分子が付着した構造の模式図とレーザーを照射することで、発するスペクトルの模式図. 錠剤に金ナノ粒子集合体を印刷することで、情報を担持して、薬の管理や服用管理などを行うためのインフラへ応用できる.

アーカイラス株式会社：京都大学、愛知学院大学、兵庫県立大学の研究者が起業したベンチャー企業。

本店：京都市下京区中堂寺南町 134 番地 京都高度技術研究所 8F 8E09

NEP ラボ：京都市上京区梶井町クリエイション・コア京都御車 303

E-Mail: info2100@archilys.com

文献：

- 1) Physical stability of stealth nanobeacon using surface-enhanced Raman scattering for anti-counterfeiting and monitoring medication adherence: Deposition on various coating tablets, T. Yasunaga, T. Fukuoka, A. Yamaguchi, N. Ogawa, H. Yamamoto, *Int. J. Pharm.*, 624, 121980(2022). <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2022.121980>.
- 2) 医薬品製剤のトレーサビリティを担保する microtaggant 技術：偽造医薬品対策と流通・服薬管理への可能性, 安永峻也, 福岡隆夫, 山口明啓, 小川法子, 山本浩充, 薬学雑誌, 142(11), 1255-1265(2022). <https://doi.org/10.1248/yakushi.22-00147>
- 3) Physically Unclonable Functions Taggant for Universal Steganographic Prints, T. Fukuoka, Y. Mori, T. Yasunaga, K. Namura, M. Suzuki, and A. Yamaguchi, *Sci. Rep.*, 12, 985(2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-04901-z>

参考リンク：

- ・ 2023 年 3 月 1 日閲覧光産業創成大学院大学 Photonics Challenge 2023
<https://www.gpi.ac.jp/pc/2023report/>
- ・ 2023 年 3 月 1 日付静岡新聞「光技術の新事業提案 光産業創成大学院大 浜松で最終審査」
<https://www.at-s.com/sp/news/article/shizuoka/1200733.html>
- ・ 2020 年 1 月 27 日 NEDO プレスリリース「金ナノ粒子自己集合を利用する「ステルスナノビーコン」の実証実験を開始—商品管理と偽造防止技術として期待—」
https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101281.html
- ・ 2020 年 1 月 28 日京都大学プレスリリース「金ナノ粒子の自己集合で商品管理と偽造防止を行うナノタグを開発 —医療品などの劣悪な偽造品から安心・安全な生活を守る—」
<https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/2020-01-28>