

平成28年度
ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI
(研究成果の社会還元・普及事業)
実施報告書

HT28312 プログラム名 金ナノ粒子でバイオセンシング



開催日：平成26年8月8日

実施機関：鹿児島大学

(実施場所) (鹿児島大学郡元キャンパス)

実施代表者：新留 康郎

(所属・職名) (学術研究院理工学域理学系・准教授)

受講生：高校生12名

関連URL：

【実施内容】

[工夫した点] 金ナノ粒子は特徴的な色を示すので、この色の変化を明確に視認できるように実験条件を最適化した。ペーパークロマトグラフにはヘアリンスなど身の回りの商品を用意して、実験のトライアンドエラーを体験できるようにした。機器見学では、高校生にも興味を持ってもらえるような「見ごたえのある」試料を用意してもらい、先端分析機器の優れた能力を体感できるように実験を設計した。また、十分な数の実施協力者(現役学生)をグループ分けした受講者に貼り付けることにより、円滑なコミュニケーションがとれるように配慮した。

[スケジュール]

- 10:00 開講式(理学部 220 講義室) 科研費の説明
10:15 講義①「金のナノテクノロジー」新留康郎(理学部 220 講義室) 実験説明
10:40 実験①「金ナノ粒子を作る」(理学部 化学第一実験室)
実験②「金ナノ粒子を修飾する」(理学部 化学第一実験室)
12:10 昼食 (生協中央食堂 食費は参加者負担)
13:20 講義②「先端科学を支える大学の分析機器」澤田 剛(理学部 220 講義室)
13:30 分析機器見学
生物顕微鏡・走査型電子顕微鏡(SEM)・透過型電子顕微鏡(TEM)
15:00 実験③「ウイルス検出のモデル実験」(理学部 化学第一実験室)
16:10 実験④(演示実験)「ウイルス検査キットの実演」(理学部 220 講義室) 質疑応答・アンケート記入
16:45 修了式 「未来博士号」授与式

[実施の様子]

実験①：金ナノ粒子を作る

金のイオンの還元によって生成する金が溶液中にナノ粒子として分散する様に界面活性剤分子(洗剤の一種：ヘキサデシルトリメチルアンモニウム クロライド)を添加した。この実験では、まずほとんど色を持たない小さな粒子を作り、その粒子を成長させることで赤い色を示す 10 から 50 nm(10-50 × 10⁻⁹ m)の粒子を作製した。

実験②: 金ナノ粒子を修飾する

実験①で作製した金ナノ粒子は界面活性剤に覆われている。ここでは過剰な界面活性剤を遠心分離で除去し、ろ紙との相互作用が少なくなるようにタンパク質で修飾した。タンパク質には卵由来のアルブミンを用いた。



アルブミンの分子構造

実験③: ウイルス検査のモデル実験

実験②で作製した金ナノ粒子をろ紙の中を移動させ、捕捉分子を塗布した部分でトラップし固定する。ウイルス検出の実用技術では、特定のウ

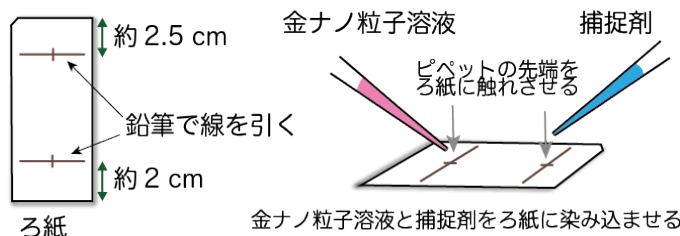
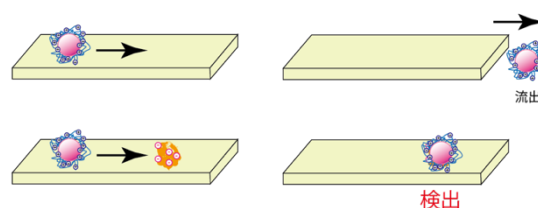
イルスを検出する抗体を修飾した金ナノ粒子を利用して、検出位置に捕捉したウイルスと結合させる。ウイルスの存在は金ナノ粒子の赤色として肉眼で容易に観察できる。これをイムノアフィニティクロマトグラフィー(あるいは略してイムノクロマトグラフィー)と呼ぶ。ナノ粒子がろ

紙中をスムーズに移動し、かつウイルスに効率よく結合するような表面修飾状態の実現が実用技術のポイントである。抗体は大変高価であり、デモンストレーション実験には適さない

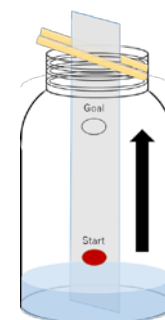
ので、ここでは陰イオンと陽イオンの静電的な相互作用によって金ナノ粒子をろ紙の特定の

部分にトラップする実験を行った。

粒子の表面は陰性のイオンが存在しているため、粒子を特定の場所に捕捉するためには陽イオン性高分子(捕捉剤)をろ紙上の特定の位置に固定した。鉛筆でろ紙の上と下、20 mm 程度のスペースを空けて線を引き、さらに短い縦線を加えて「十字」とし、試料溶液を滴下する位置を明示する。金ナノ粒子溶液と捕捉剤である陽イオン性高分子 PDDA 溶液(Poly(diallyldimethylammonium chloride)溶液)(20 mg / mL)をろ紙の十字の片側にキャストした。



カチオン性表面を有する金ナノ粒子、アルブミンで表面修飾した粒子、別途用意された標準サンプル粒子の3種類をそれぞれろ紙上にスポットする。スポットしたろ紙をそっとサンプル瓶に入れ、展開液に超純水を用いて、クロマトグラフィーを行った。このとき水の高さを粒子のキャスト位置の少し下に調整しておくように指示した。



[事務局との協力体制]

担当の研究協力課研究協力係および理工学研究科等研究科・工学系総務課総務係と密接な連絡をとり、大学ホームページでの告知や大学教員に受講生募集の依頼を行った。

[広報活動] ホームページ、高校の化学教育部会での紹介、鹿児島市内／近郊の17校の化学教員(鹿児島大学理学部OB)にチラシの送付、路面電車内の広告に記載、出前講義での告知(都城高校、指宿高校、鹿児島中央高校)、コミュニティ新聞への広告掲載、オープンキャンパスでの告知を行った。高校を訪問してのイベ

ント告知も、手配を始めたが高校側とスケジュールが合わず実現できなかった。

[安全配慮]

受講者全員に保護メガネと白衣を着用させた。今回の実験で比較的高いリスクの試薬は水酸化ナトリウム溶液(0.1 M)だけだったが、これはあらかじめ希釈した溶液をサンプル瓶に用意し、受講生のリスクを最小限にした。実験は各3名のグループ毎に実施協力者の指導で進行させた。受講者自身が考えて実験を行うという点では制限の多い実験設計になったが、安全性という点では、単純に服や手を汚すという軽微な事故も抑止できる極めて安全性の高いものにできた。

[今後の発展性・課題]

実験と分析機器の見学を織り込んだために比較的高いスケジュールになった。科学的な背景を含めた解説が欲しかったという受講生の感想もあったが、このためには少なくとも90分の講義を挟む必要があり、実験か機器見学の時間を削る必要がある。実験中に実施協力者がもう少し科学的な背景を解説しながら進めるように手配しておくべきだった。この点は、実は、受講生が実施協力者に質問しなかったことを意味している。実施協力者は研究でより高度なナノ粒子の調製を行っており、高校生の質問に答えられないことはなかったと考える。今後は受講生がよりオープンに実施協力者に質問できるような雰囲気作りに配慮したい。今回の実験では「バイオセンシング」をタイトルに掲げながら、本当のバイオセンシングは市販のキットを使った実験であった。自分たちで調製したナノ粒子で、実際に生体分子を検出する系を構築できると受講生の興味をより引くことができたかもしれない。今回は90分で3種類の顕微鏡(光学、SEM、TEM)を見学してもらったが、少し忙しかったという感想があった。SEMとTEMだけにすればより詳細な原理の説明や試料観察が可能であった。

【実施分担者】

澤田 剛	自然科学教育研究支援センター	機器分析施設	准教授
久保 臣悟	自然科学教育研究支援センター	機器分析施設	技術職員
七村 和彰	自然科学教育研究支援センター	機器分析施設	技術職員
Janice B. Rabor	理工学研究科(理学系)		特任助教

【実施協力者】 _____ 9名

【事務担当者】

吉仲 健一 研究協力課研究協力係・主任