

令和2(2020)年度科学研究費助成事業(科学研究費補助金)
 実績報告書(プログラム実施報告書)
 (研究成果公開促進費)「研究成果公开发表(B)
 (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)」

課題番号：20HT0220

プログラム名：光の関わるナノバイオサイエンスを体験してみよう



所属 研究 機関	名称	鹿児島大学
	機関の長 職・氏名	学長・佐野 輝
実施 代表者	部局	理工学域理学系
	職	教授
	氏名	新留 康郎

開催日	令和2年8月21日
実施場所	鹿児島大学理学部
受講対象者	中学生・高校生
参加者数	2名
交付申請書に記載した募集人数	12名

プログラムの目的

金ナノ粒子は組織染色や免疫検出に用いられているマーカーであり、美しい赤色を示す。科研費による研究では、異方性金ナノ粒子の分光特性や電子顕微鏡観察により形状均一性を改善し、各種表面修飾による機能化を行った。金ナノ粒子生成に伴う溶液の色調変化は非常に明確かつ独特の美しさがあり、中学・高校の教科書に載っていない化学の面白さを体感してもらえる。「色」は目に入る光の分光特性を反映しているが、中学・高校レベルでは光の波長と目で見える色の相関は極めて定性的である。分光分析機器を用いて光の波長と色の相関を実験的に体感し、さらに金ナノ粒子のサイズの変化に伴う色調の変化を観察し、中学生・高校生に科学の面白さと科学的に正しい理解の両方を紹介する魅力的なプログラムを提供する。

プログラムの実施の概要

本年度は、近隣の高校に案内するとともに、出前授業などでの広報に努めたが、コロナ禍での実施であったことから、3名の応募しかなかった。実施日当日はコロナの影響により、2名のみの参加となった。今回は、中学生のみの参加であり、高校生を想定した部分を除いて、中学生にとってわかりやすい範囲の実験を実施した。午前中は炎色反応と化学発光・蛍光について実験を踏まえて学んだ。午後は参加者2名の希望を踏まえて、抗体による免疫反応とタンパク質の機能である酵素反応について理解を深められるような実験を実施した。

プログラムは以下のスケジュールで行った。

- 10:00 開講式（理学部 生命化学科セミナー室）
科研費の説明
- 10:10 講義 「光の化学」新留康郎（理学部 生命化学科セミナー室）
実験説明
- 10:30 実験 A「光の色を楽しむ：炎色反応・不思議な冷たい光：化学発光」(理学部 分子機能化学第1実験室)
- 11:45 昼食
- 13:00 講義 「金のナノテクノロジー」新留康郎（理学部 2 生命化学科セミナー室）
- 13:25 実験 B「金ナノ粒子を作る・免疫検出の実演」(理学部 分子機能化学第1実験室)
- 15:00 休憩
- 15:20 実験 C「タンパク質による化学反応」(理学部 分子機能化学第1実験室)
質疑応答
- 16:00 まとめ・修了式
- 16:30 解散

午前中の実験では光の本質について理解が深まるように実験を構成した。

メタノールを使った炎色反応は色が見えている時間が1分程度と長く、発色がはっきりとみられるので中学生の興味を強く惹きつけることができた。マルチチャンネル分光器を用いて、発光の色と光の波長の関係を確認した。金属塩は高校の教科書に記載されているリチウム、カルシウム、ナトリウム、銅、バリウムに加えて、ホウ素を用意した。中学生にとっては炎の色がごくわずかな金属塩の添加で大きく変わるという新鮮な実験となった。複数の金属塩を混ぜたり、水の添加量を変えて発光の変化を調べることで、光の波長と色の関係について理解が深まるように工夫した。安全のためには、1回に燃やす量を 1 mL 程度に制限

し、アルミ容器の過熱を抑制するためと発色を明確にするために 20% 程度の水を混ぜた。油粘土を用いて耐熱ガラス上にアルミ容器を固定し、こぼれたりしないように配慮した。濡れタオルや不燃布などを十分に用意して、万一にも受講生が火傷などしないように配慮した。実験中にアルミ容器外で燃えるということも含めて、トラブルは一切なかった。

化学発光には市販の「サイリウム」を用いた。スティックの中で溶液を混ぜるだけで安定した発光が得られ、炎色反応より安全で安定した光が得られる。溶液がこぼれて服を汚す心配がないので中学生にも安心して実験してもらえた。炎色反応のバンド幅と化学発光のバンド幅、さらに太陽光や懐中電灯のバンド幅を比較して、目に見えている光とは何か、色とは何かということについて本質的な理解が進むように実験を誘導した。

蛍光の観察では、LED 紫外線ランプを用



いて色々な蛍光を発生させ、高感度マルチチャンネルで検出した。オロナミン C や植物の葉など身の回りものを光らせて、「光る」という現象についての理解を深めた。

午後の実験では赤色に発色する金ナノ粒子を使ったタンパク質検出の仕組みと、タンパク質が引き起こす化学反応を理解できるように実験を構成した。

金ナノ粒子の調製は簡便な操作で溶液の色が変わる。本プログラムでは、シーディング法による金ナノ粒子の調製を室温で行える実験条件で行った。結果は肉眼で認識可能な色の変化として現れるので、ナノ粒子の調製に失敗するとすぐにわかる。今回もナノ粒子の調製を行い、ナノ粒子のサイズの変化による色調の変化を確認することができた。さらに、インフルエンザウイルス検出キットを用いて、インフルエンザの検査を受けた時に、なぜ鼻の奥に綿棒を突っ込まれるのか？待たされている間に何が行われているのかを実演し、モデル系の実験と合わせて、ウイルスや細菌の簡易検査技術の仕組みを確実に理解できるように実施方法を工夫した。目に見えないウイルスを可視化するプロセスを実験によって理解し、疾病を検出する実用技術の重要性を紹介できた。

タンパク質のもう一つの重要な機能である酵素活性について、カタラーゼを例とする実験を行った。カタラーゼを含む野菜などをすりおろして、プラスチックケース中で過酸化水素を分解させた。酵素活性はケースのフタが吹き飛ばされるまでの時間で判断する定性的な実験を行った。大根やニンジンなどの根菜類や、プナシメジなどのキノコ類に多くのカタラーゼ活性があることを確認してもらった。身近な食材の酵素活性を比較することで、受講生には楽しんで実験に取り組んでもらうことができた。

実験操作では受講生にディスポーザブルの白衣を提供し、安全メガネの装着を義務つけた。必要に応



じて実験用ゴム手袋を使ってもらい、安全な実験操作ができるように配慮した。酵素反応に伴って発生する酸素ガスによって、プラスチック容器のフタは音を立てて飛ぶが、反応液は容器内に残り、1 m 離れれば十分に安全であるように実験を設定した。実験の際には、ボランティアの大学院生2名に実験操作の細かいところまで注意を配ってもらうことにより、全日を通して受講生の安全に関わるトラブルは一切なかった。

プログラムの終了にあたり、「未来博士号」学位記を後日発送し、プログラム参加の記念としてもらった。受講生も「楽しかった」というコメントを残し、保護者からも感謝のコメントをいただいた。コロナ禍での実験室での実験ということもあり、参加者数が少なかったことは深く反省するところではあったが、イベントの実施自体は受講生の好奇心を満足させることができたと思う。