

平成30年12月3日

若手研究者海外挑戦プログラム報告書

独立行政法人 日本学術振興会 理事長 殿

受付番号 201880016

氏名 佐野航季

(氏名は必ず自署すること)

若手研究者海外挑戦プログラムによる派遣を終了しましたので、下記のとおり報告いたします。
なお、下記記載の内容については相違ありません。

記

1. 派遣先：都市名 マサチューセッツ州 ボストン (国名 アメリカ合衆国)
2. 研究課題名 (和文)： 異方的な静電反発力制御に基づく、革新的な動的フォトニック構造体の開発
3. 派遣期間： 平成30年 6月 28日 ~ 平成30年 11月 6日 (132日間)
4. 受入機関名・部局名： MIT, Department of Materials Science and Engineering
5. 派遣先で従事した研究内容と研究状況 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

生体では、種々の異方性ナノコロイドが自己組織化的に3次元秩序構造を形成するとともに、その構造を精密に制御することで高度な機能を実現している。このような洗練されたシステムを人工系で構築し、生体機能をも凌駕する革新的機能の創成へと繋げることは、材料科学分野の大きな目標の一つである。今回の派遣先研究室では、等方性ナノコロイド表面に機能性ポリマーを修飾し、それらの相互作用を利用することで3次元集合構造の構築及び制御に成功している。そこで本研究プロジェクトでは、このコンセプトを異方性ナノコロイドに適用し、異方的な静電反発力や引力相互作用を制御することによって、等方性ナノコロイドでは実現不可能な3次元集合構造体の構築と動的な光学機能への展開を目指して研究を行った。

本研究では、モデル異方性ナノコロイドとして、形状制御および表面修飾が比較的容易な金ナノロッドをまずは選択した。Seed-Growth法を用いることで種々のアスペクト比を有する金ナノロッド粒子を合成し、透過型電子顕微鏡および紫外-可視分光法を利用することで粒度分布が十分に狭いことを確認した。次に、原子移動ラジカル重合を行い末端に機能性部位を有する高分子リガンドを合成した。そして、この高分子リガンドを金ナノロッド表面に修飾し、これらを溶媒中で自己組織化させることによってナノロッドからなる構造体を得た。放射光施設において、得られた構造体に対して小角X線散乱測定を行ったところ高次の散乱ピークが観測された。散乱プロファイルを解析した結果、この構造体において、金ナノロッドは3次的に高い秩序性を有する異方的構造を形成していることが示唆された。さらに、外部刺激を用いることで得られた集合構造を変化させたところ、これに伴って光学物性が動的に変化することが明らかとなった。

6. 研究成果発表等の見通し及び今後の研究計画の方向性 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

上記研究状況に記載した通り、本研究において3次元異方性構造体の構築及び動的光学物性の実現に成功しており、異方的な相互作用を利用するという戦略の有用性を実証した。今後は共同研究として本研究プロジェクトを継続し、現在までに得られた成果を基盤にしてより研究を基礎科学的に深める予定である。具体的には、「金ナノロッドの長さや直径」、「金ナノロッド表面の機能性部位密度」、「高分子リガンドの分子量」、「修飾条件の異なる金ナノロッドの混合」といったパラメータを変化させることによって3次元構造体の作製及び評価を行う。また、熱重量分析やフーリエ変換赤外分光高度計測定を行うことで、金ナノロッド表面に修飾された機能性高分子リガンドに関する情報を得る。そして、これらの実験にて得られた知見を活かすことで、1次元ナノコロイドをビルディングブロックとする3次元集合構造体における構造設計指針の一般化を目指す。これらの3次元構造体の動的機能及び光学物性制御も含めて総合的に研究を展開し、最終的には国際的な学術誌に本研究成果を投稿する予定である。

また、本研究で用いた戦略は金ナノロッド以外の材料にも適用可能であることから、異方性コロイドの種類や次元を変えること(1次元ナノコロイドから2次元ナノコロイドなど)で既往の系とは異なる創発機能を発現させられるのではないかと考えている。これらの発展的内容への展開も含めて、今後も本研究プロジェクトを受入研究者との共同研究として進めていく予定である。また、得られた成果は、受入研究者と相談の上、学会等で適宜発表していきたいと考えている。

7. 本プログラムに採用されたことで得られたこと (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

本プログラムにおける留学経験で得られたことを一言で表すなら「サバイバル能力」である。渡航前の各種準備から既にサバイバルは始まっている。自分にとって最適な受入研究室を選ばないと、せっかくの貴重な機会・時間・お金を無駄にしてしまうことになる。さらに、留学先では適切な物件を借りないと生活ができないばかりか重大な問題に巻き込まれる可能性もあるし、無保険で事故や病気になった場合には多額のお金が必要となってしまう。留学先で自分が生き抜くために、まずは入念な下準備が必須であり、これらを行って初めて安心して留学に行くことができる。

次に、サバイバル能力が鍛えられるのはアメリカにおける日常生活である。当然、買い物や観光、事務手続きといったあらゆる場面におけるコミュニケーションは全てが英語である。アメリカでは自ら積極的に対話して自分の考えを伝えないとコミュニケーションは成立しない。これらの経験を通して、「分からないことがあったら人に聞く」ということの重要性を再認識した。この認識は以下に述べる研究活動においても非常に役立つこととなった。

そして、サバイバル能力が一番重要となる場面は研究活動である。もちろん、手取り足取りで教えてくれるわけではないので、自分がどんな実験をしたいのか、何を教えて欲しいのか、などを伝える必要がある。そのため、共同研究を行なっている博士課程の学生だけでなく、他の学生やポスドク、そして受入研究者とも密にコミュニケーションを取り、積極的にディスカッションをすることで、効率よく研究活動を行えるように心がけた。これらの経験の中で実感したのが、自分の専門分野に関する深い知識を有しているとギブアンドテイクの関係が構築でき、お互いが高め合う形で積極的に協力して研究ができるということである。現在も研究室のメンバーとはメールで研究に関する情報交換を行っており、お互いのモチベーションと知識を高め合っている。

今回の留学経験によって、自身の「サバイバル能力」が飛躍的に向上したことは疑いようがなく、これは今後の研究活動だけでなく、人生においても大いに役に立つと確信している。