

二種の人工ペプチドとDNAを用いたミネラルゼーションによる 金-チタニア複合ナノ触媒の作製

Gold-Titania Nanocatalyst Generated by
Mineralization Using Two Artificial Peptides with DNA

H30海自12

派遣先 第35回ヨーロッパペプチドシンポジウム（アイルランド・ダブリン）

期 間 2018年8月26日～2018年9月1日（7日間）

申請者 甲南大学 大学院フロンティアサイエンス研究科

博士後期課程1年 尾 崎 誠

海外における研究活動状況

研究目的

近年、有機物と無機物を複合させた新規機能を有する有機-無機複合材料の創製研究が盛んに行われている。これらの材料開発手法の一つとして、複雑かつ微細な構造を自己組織的に構築するミネラルゼーション（無機物沈殿）がある。しかし、ミネラルゼーションにより形成される無機物は溶液内でランダムに沈殿が生じるため、ナノレベルでの精密な制御が難しい。これまでに我々は、未だ制御の難しいミネラルゼーションの位置特異的制御を題材とし、ペプチドと核酸を用い、無機物を核酸上の特定部位に位置特異的にナノ凝集沈殿させる精密集積技術の確立に成功を収めている。しかしながら、二種の無機物の位置特異的沈殿の際、核酸上に直接無機物を沈殿させる方法では、もう一方の無機物とも相互作用してしまい、精密な位置制御は出来なかった。本研究では、AuとTiO₂を題材に、二種の人工ペプチドを用いることで、二種の無機物の位置特異的沈殿制御法を確立するとともに、応用として可視光で光触媒活性を発現するAu-TiO₂複合

光触媒を作製することを目的とした。本手法は、新たな機能性ナノ材料開発アプローチとしてナノ回路やナノ合金、半導体性発光材料、センシング材料などに応用でき、エレクトロニクス分野をはじめとして、環境分野、医療分野など幅広い分野への波及が期待できる。

海外における研究活動報告

このたび貴財団の海外派遣援助を賜り、2018年8月26日から8月31日までアイルランド共和国ダブリンで開催された“35th European Peptide Symposium”に参加し、研究発表をさせて頂いた。本国際会議は、The European Peptide Societyが主催し、口頭発表90件ほど、ポスター発表250件近く、世界各国から500名以上が参加しているペプチド科学・工学における研究・開発のための国際的な学会である。会議において私は“Gold-Titania Nanocatalyst Generated by Mineralization Using Two Artificial Peptides with DNA”という題目でポスター発表を行った。タンパク質などの生体分子を利用した自己組織化の精密制御を目指し、未だ制御が難しいと考えられる無機物の沈殿の位置特異的制御を題材として、機能性

の無機ナノ構造体の作製を試みた研究である。本手法が確立されると、ナノ回路やナノ合金、ナノコンデンサの作成、放射性物質や有毒金属の回収、骨・歯の治療などに応用でき、エレクトロニクス、環境分野、医療分野といった幅広い分野への波及が期待できる。

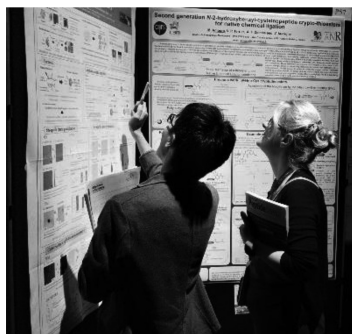
本研究では、人工小型タンパク質（人工ペプチド）-核酸複合体を使って、無機物を位置特異的にナノ凝集沈殿させる。ペプチドはアミノ酸が数個から数十個結合した設計・合成が簡便な生体分子である。当研究室ではこれまでに、 SiO_2 （シリカ）を題材に SiO_2 を特異的に集積できるような配列と、DNAと結合できる人工のペプチドPNA（Peptide nucleic acid）配列を組み合わせたものを設計・合成し、本ペプチドをDNAに結合させた状態で、無機物溶液を添加することで、DNA上のペプチドが結合したところのみに位置特異的に SiO_2 を形成させることに成功を収めている（M. Ozaki et al., Chem. Commun., 52, 4010-4013 (2016)）。現在、Au（金）、 TiO_2 （チタニア）を題材にして、二種の人工ペプチドを用いることで、二種の無機物の位置特異的な沈殿制御法を確立するとともに、応用として可視光で光触媒活性を発現するAu- TiO_2 複合光触媒の作製を試みている。

まず、合成したPNA含有 TiO_2 沈殿ペプチドと二本鎖DNAの塩基間にインターカレートすることで知られているアクリジンを付加したAu沈殿ペプチドを用いて、DNAの端に TiO_2 、DNA全体にAuが位置特異的に沈殿可能かを確認した。原子間力顕微鏡（AFM）、透過型電子顕微鏡-エネルギー分散型X線分光法（TEM-EDX）、動的光散乱（DLS）などの測定から、 TiO_2 はDNAの端、AuはDNA全体に位置特異的に形成可能であることが明らかとなった。そこで、 TiO_2 とAuの二種類の位置特異的な沈殿を行い、Au- TiO_2 複合ナノ構造体の作製を試みた。TEM

観察を行ったところ、設計通りの形状のナノ構造体の形成が確認でき、ICP-AESによる測定からも、Au- TiO_2 複合ナノ構造体のTiとAuの組成比は設計通りであることが明らかとなった。次に、拡散反射スペクトル解析により作製したAu- TiO_2 複合ナノ構造体の光吸収測定を行ったところ、紫外領域から可視光領域にかけて吸収を有していることが示された。そこで、作製したAu- TiO_2 複合ナノ構造体を可視光照射下で光触媒活性の測定したところ、本研究で作製したAu- TiO_2 複合ナノ構造体の方が製品として販売されている TiO_2 よりも活性が高いことが示された。

本発表に対して、二種類以上の無機物の沈殿制御は可能なのかといった質問や、本手法におけるナノ構造体作製において掛かるコストは従来の作製法と比較して採算がとれるのかといった質問があり、それらを通じて本手法に対する新たな知見が得られた。また、本研究を発展させるための有意義な議論を行うことができた。

最後に、今回の学会参加は、様々な交流が行え、今後の私の研究の発展において重要な礎となる有意義なものとなりました。このような本国際会議への参加に際して多大なるご支援を賜りました村田学術振興財団に心より御礼申し上げます。



ポスター発表の様子