

論文内容の要旨

博士論文題目

Development of Metallosomes as Novel Organic-Inorganic-Metallic Nanohybrids
(新規有機-無機-金属ナノハイブリッドとしてのメタロソームの開発)

氏 名 谷 峰

脂質分子の自己集合によって形成される二分子膜ベシクルであるリポソームは、生体膜モデルとしてのみならず、医療や化粧品をはじめとする様々な分野で機能性分子材料としての利用が検討されている。これまでにバイオミメティック科学講座の研究グループでは、新素材開発において近年注目を集めている有機-無機複合体の概念をリポソームに導入して、セラミックス表面をもつリポソームいわゆるセラソームを開発し、機能性ナノ材料としての有用性を明らかにしてきた。本研究では、セラソームに金属ナノ材料の構造特性をさらに付与した有機-無機-金属ナノ複合体「メタロソーム」を新規に作製して、その構造特性について評価を行った。

まず、セラソーム形成脂質と金属配位子としての疎水化イミダゾール誘導体からアニオン性のセラソームを作製し、これに電子材料分野の微細加工技術として注目されている無電解めっき法を適用することで、セラソームの表面を様々な金属超薄膜で被覆したメタロソームが開発できることを明らかにした。具体的には塩化パラジウムを触媒にもちいることで10-40 nmのニッケル薄膜層で被覆されたメタロソームを作製した。また、表面プラズモン吸収を示す銀被覆メタロソームの作製も可能であることを示した。さらに、メタロソームはリポソームと同様に、生体膜モデルとしての特性であるゲル-液晶相転移挙動を維持していることを明らかにした。

一方、4級アンモニウム基を頭部にもつセラソーム形成脂質から作製したカチオン性セラソームの場合には、金属配位子非存在下においても無電解めっきが有効に進行することを見出した。本手法を適用することで、ニッケルや金で被覆したメタロソームを開発し、アニオン性セラソームの場合よりも滑らかな金属表面を作製できることを明らかにした。ベシクル構造を維持したメタロソームの作製は、リポソームよりも構造安定性に優れたセラソームを用いることが極めて有効であることを示し、数十ナノメートルから数マイクロメートルまでサイズの異なるメタロソームを作製できることを実証した。

以上のように、本研究ではセラソームに無電解めっき法を適用することで、有機-無機-金属ナノ複合体としてのメタロソームを新たに開発した。メタロソームは、リポソームやセラソームに新たな構造特性を加えた新素材であり、本研究の成果はリポソームの科学をより広範な機能性ナノ材料の開発へと発展させる可能性を提示するものである。

(論文審査結果の要旨)

脂質分子の自己集合によって形成される二分子膜ベシクル「リポソーム」は、生体膜モデルとしてのみならず、医療分野や化粧品分野をはじめとする様々な研究分野で機能性分子材料としての利用が検討されている。本研究では、リポソームに有機—無機複合体の概念を導入して開発されたセラミックス表面をもつリポソーム「セラソーム」を素材にもちいて、さらに金属ナノ材料の構造特性を付与した有機—無機—金属ナノ複合体「メタロソーム」を新規に作製して、その構造特性を明らかにした。得られた結果は以下のとおりである。

1. セラソーム形成脂質と金属配位子としての疎水化イミダゾール誘導体からアニオン性のセラソームを作製した。これに電子材料分野の微細加工技術として注目されている無電解めっき法を適用することで、セラソームの表面を様々な金属超薄膜で被覆したメタロソームが開発できることを明らかにした。具体的には塩化パラジウムを触媒にもちいることで 10–40 nm のニッケル薄膜層で被覆されたメタロソームを作製した。また、表面プラズモン吸収を示す銀被覆メタロソームの作製も可能であることを示した。さらに、メタロソームはリポソームと同様に、生体膜モデルとしての特性であるゲル—液晶相転移挙動を維持していることを明らかにした。
2. 4級アンモニウム基を頭部にもつセラソーム形成脂質から作製したカチオン性セラソームをもちいると、金属配位子非存在下においても無電解めっきが有効に進行してメタロソームが作製できることを見出した。本手法を適用することで、ニッケルや金で被覆したメタロソームを開発し、アニオン性セラソームの場合よりも滑らかな金属表面を作製できることを明らかにした。ベシクル構造を維持したメタロソームの作製は、リポソームよりも構造安定性に優れたセラソームを用いることが極めて有効であることを示し、数十ナノメートルから数マイクロメートルまでサイズの異なるメタロソームを作製できることを実証した。

以上のように、本論文では、セラソームに無電解めっき法を適用することで、有機—無機—金属ナノ複合体としてのメタロソームを新たに開発した。メタロソームは、リポソームやセラソームに新たな構造特性を加えた新素材である。本研究の成果はリポソームの科学をより広範な機能性ナノ材料の開発へと発展させる可能性を提示するものであり、学術的価値は高い。よって審査委員一同は、本論文は博士(理学)論文として認定できると判断した。