

京都大学教育研究振興財団助成事業
成 果 報 告 書

2022年 4月 11日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団

会 長 藤 洋 作 様

所 属 部 局 工 学 研 究 科 材 料 化 学 専 攻

職 名 助 教

氏 名 宇 治 広 隆

助 成 の 種 類	令和 3年度 ・ 研究活動推進助成			
申請時の科研費 研究 課 題 名	ダイポール分子ナノシートを用いた電極-分子界面の高次組織化と誘電体デバイスの創製			
上記以外で助成金を 充 当 した 研 究 内 容	両親媒性化合物の構造と分子集合体のモルフォロジーの相関関係の解明			
助成金充当に関 わる共同研究者	(所属・職名・氏名)			
発表学会文献等	(この研究成果を発表した学会・文献等)			
成 果 の 概 要	研究内容・研究成果・今後の見通しなどについて、簡略に、A4版・和文で作成し、添付して下さい。(タイトルは「成果の概要／報告者名」)			
会 計 報 告	交付を受けた助成金額	1,000,000	円	
	使用した助成金額	1,000,000	円	
	返納すべき助成金額	0	円	
	助成金の使途内訳	費 目	金 額	
		研究消耗品費	196,120	
		実験備品費	459,640	
諸会費等		344,240		
当財団の助成に つ い て	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) 貴財団には研究活動推進助成として多大な御支援を賜りまして誠にありがとうございました。本助成により研究が途切れることなく遂行できたため、本年度は新たに科研費に採択して頂けました。このような助成なしには、新たな研究費獲得に向けた準備は困難であり、大変貴重でした。今後も同様の御支援を継続して頂きたく存じます。最後に、改めて御礼申し上げます。			

【研究内容】

有機分子の会合サイズに近いメゾスコピック領域での有機分子材料の構造制御や誘起される物性制御は、電子デバイスの微細化、特にフレキシブル性や生体適合性などのデバイスの多様化要請を解決する重要な技術である。例えば、生体内においては多種多様な構造の細胞内小器官が存在するが、合成された両親媒性化合物が形成する分子集合体のモルフォロジーは極めて限られたものしかなく、これらの分子集合体に細胞のような機能性を付与させるには、限られた構造から階層構造を構築する新たな工学的知見が必要である。これまで申請者は、両親媒性ブロックポリペプチドや環状 β ペプチドなどを構成要素とし、自己組織化を利用した分子集合体の構築やその物性評価を研究してきた。

本研究では分子構造と分子集合体のモルフォロジーとの関係を明確にすることを旨として、新たな両親媒性ブロックポリペプチドを設計し、水中での集合化挙動を観察した。具体的には、両親媒性分子同士をリンカーで結合した Triskelion 型分子を設計した。この分子設計では、両親媒性分子内の親水性-疎水性バランスを保ちつつリンカーで繋がれた疎水性部位の疎水性相互作用が強まることが期待できる。得られた分子集合体の形態を観察することで、疎水性相互作用が分子集合体の形態に及ぼす影響を評価することを目的とした。

【研究成果】

親水部にポリ Sar 鎖を有して、疎水部に Leu と α -アミノイソ酪酸(Aib)の交互配列 14 量体ヘリックスペプチドを有する A₃B 型の両親媒性ブロックポリペプチドと、疎水部のヘリックスペプチドをリンカーを介して結合し、A₃B 型分子を 2 分子繋げた Triskelion 型の両親媒性分子を新たに合成した。

合成した両親媒性分子を水中で自己組織化させたところ、A₃B 型分子ではミセル型の分子集合体を形成した一方で、Triskelion 型分子は、図 1 に示す通り中空のベシクル状の分子集合体を形成することが透過型電子顕微鏡 (TEM) 観察から明らかになった。

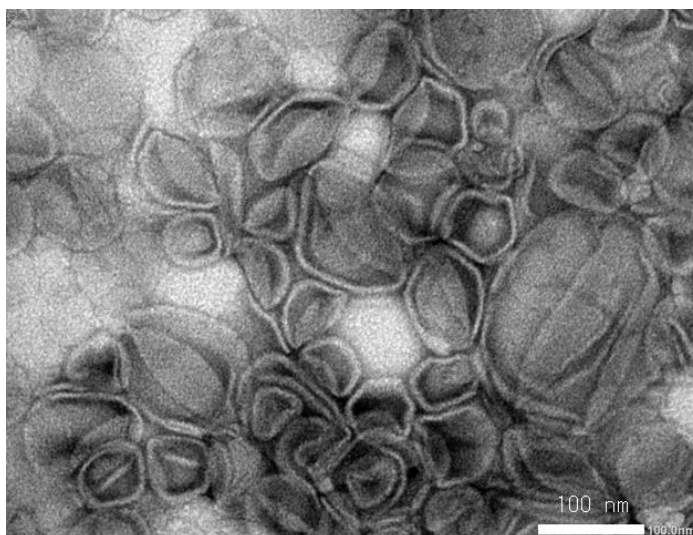


図 1 両親媒性ペプチドからなる分子集合体

A₃B 型の両親媒性分子では、親水鎖の割合が高いため曲率が大きくなりミセル型の分子集合体を形成したと考えられる。一方で、Triskelion 型分子では、リンカーを介して疎水部のヘリックスペプチドが近距離で存在するため、ヘリックス-ヘリックス間の分子間相互作用が密に働き、安定なヘリックス分子膜を形成し、ベシクル状の分子集合体を形成したと考えられる。

【今後の見通し】

今回達成した分子集合体の形成は全て TEM 観察を基に評価した。今後、溶液中での誘電体測定を行うことで、両親媒性分子が形成する分子膜構造の違いなどを詳細に評価することが可能になると考えている。また、機械学習等の技術を適用することで、これまでは評価が難しかった分子集合体のモルフォロジーと物性の相関関係や数理モデルの構築などの応用展開が可能になると期待して研究を進めている。