



Title	Studies on Characterization of Discoidal Phospholipid Membrane and Its Application to Design of Membranous Functional Materials
Author(s)	田口, 翔悟
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/72268
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 (田 口 翔 悟)	
論文題名	Studies on Characterization of Discoidal Phospholipid Membrane and Its Application to Design of Membranous Functional Materials (ディスク状リン脂質膜の特性解析ならびに膜状機能性材料の設計への応用に関する研究)
論文内容の要旨	
<p>長鎖リン脂質と短鎖リン脂質から成るディスク状の集合体bicelleは極小の集合体の中に二分子膜構造を持つ。脂質二分子膜は生体膜モデルとしての利用をはじめ、分離場や反応場としての活用が期待されている。第1章では、脂質から成るvesicle膜・平面膜の活用事例や調製手法について述べ、課題である膜中への不要な溶媒の残留や膜表層のデザイン等への解決策として、bicelleを基盤素材として用いた機能性膜材料の開発を提案した。Bicelleの特性解析結果に基づく様々な膜材料の設計指針を示すことを本学位論文の目的とする。</p> <p>第2章では、DMPC (C14)とDHPC (C6)から成る分子集合体の形態ならびにその膜特性について検討した($C_{\text{total lipid}}$: 1-20 mM)。動的光散乱法や濁度による物理的特性(サイズ)および蛍光プローブ法による膜特性(膜流動性、膜極性)の解析から、系統的に調製した分子集合体は三つの形態(vesicles, bicelles, micelles)に分類できることを示した。以上の知見を膜構成脂質(DMPC, DHPC)の濃度を軸とする一覧図(diagram)としてまとめ、bicelleを原料として各種の機能性膜材料を調製する指針を示した。以上の方法論の事例研究として各種の膜材料を調製した。第3章では、DMPC/DHPC bicelleに光機能性分子chlorophyll <i>a</i> (Chl<i>a</i>, 1.2mol%)を固定化させることで、会合体の形成が確認され、さらにディスク構造の安定性の向上が示された。第4章では、diagramに基づき、流路での連続希釈によってDMPC/DHPC bicelleからvesicle膜を調製した。特に、DHPC濃度に着目した希釈経路を設定し、種々の希釈倍率によって集合形態は段階的に変化することが分かった。第5章では、bicelle懸濁液をガラス基板上へ導入することでSLB膜を調製した。Bicelleによって得られるSLB膜は基板への添加方法やディスクサイズによって均一・不均一性が操作できる可能性が見出された。</p> <p>本論文では、bicelleを素材として用いた膜材料の設計を行った。特に、二分子膜の形態安定性に影響を与えるDHPCの濃度を制御することで、希釈に伴う二分子膜の集合形態を制御できることが示された。本研究で示した方法論は、vesicleを始めとする自己組織系界面の構築に適用可能であり、関連分野への応用が期待される。</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (田 口 翔 悟)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教 授	馬越 大
	副 査	教 授	松林 伸幸
	副 査	教 授	西山 憲和
	副 査	教 授	中村 秀美 (奈良工業高等専門学校)
	副 査	教 授	Jung Ho-Sup (Seoul National University)

論文審査の結果の要旨

長鎖リン脂質と短鎖のリン脂質から成るディスク状の集合体**bicelle**は極小の集合体の中に二分子膜構造を持つ。脂質二分子膜は生体膜モデルとしての利用をはじめ、分離場や反応場としての活用が期待されている。脂質から成る**vesicle**膜・平面膜の調製手法はその利用目的に応じて様々に発展してきた。しかしながら、現存の調製方法の多くは膜中への不要な溶媒の残留や膜表層のデザイン等に課題が残る。

本学位論文では、**bicelle**を基盤素材として用いた機能性膜材料の開発を志向し、**bicelle**の特性解析結果に基づく様々な膜材料の設計指針について検討されており、**bicelle**の構造や膜特性の解析結果に基づき、機能性**bicelle**、球状**vesicle**および平面支持膜(**SLB**)の調製を研究事例として報告している。第2章では、**DMPC** (**C14**)と**DHPC** (**C6**)から成る分子集合体の形態ならびにその膜特性について検討され、動的光散乱法や濁度による物理的特性(サイズ)および蛍光プローブ法による膜特性(膜流動性、膜極性)の解析から、系統的に調製した分子集合体は三つの形態(**vesicles**, **bicelles**, **micelles**)に分類できることが明らかにされた。得られた知見は膜構成脂質(**DMPC**, **DHPC**)の濃度を軸とする一覧図(**diagram**)としてまとめられ、**bicelle**を原料として各種の機能性膜材料を調製する指針が示された。第3章では、**DMPC/DHPC bicelle**に光機能性分子**chlorophyll a** (**Chla**, 1.2mol%)を固定化させることで、会合体の形成が確認された。**Bicelle**のディスク状構造は**Chla**を濃縮する膜場として有効に働き、**bicelle**そのものを機能性膜材料として活用できる可能性が示された。第4章では、**diagram**に基づき、流路での連続希釈によって**DMPC/DHPC bicelle**から**vesicle**膜が調製された。特に、**DHPC**濃度に着目した希釈経路を設定し、種々の希釈倍率によって集合形態が段階的に変化することが明らかにされた。第5章では、**bicelle**懸濁液をガラス基板上へ導入することで**SLB**膜が調製され、得られた**SLB**膜は**bicelle**の基板への添加方法やディスクサイズによって均一・不均一性が操作できる可能性が示された。

以上のように本学位論文では、**bicelle**を素材として用いた膜材料の設計が行われた。特に、二分子膜の形態安定性に影響を与える**DHPC**の濃度を制御することで、希釈に伴う二分子膜の集合形態を制御できることが示された。本研究で示した方法論は、**vesicle**を始めとする自己組織系界面の構築に適用可能であり、関連分野への応用が期待される。よって博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。