

平成26年 1月28日

学位論文の審査要旨

学位論文申請者氏名：下田 和則

論文題目：多層脂質二重膜の熱揺らぎと多体効果

英語訳：The fluctuations and the many-body effects of multi lipid-bilayer membrane system

論文の概要及び判定理由

本学位論文は、大きな熱揺らぎをもつ多層脂質二重膜系において、大きな熱揺らぎにより発現する普遍性についてモンテ・カルロシミュレーションと統計力学的な解析により考察したものをまとめたものである。脂質二重膜間に働くポテンシャル型相互作用の自由エネルギーへの寄与を精度よく計算するため、大きな熱揺らぎと多体効果を精度よく取り入れることのできる膜間隔分布関数を用いた近似法を考案し、ポテンシャル型相互作用による自由エネルギーへの単位体積あたりの寄与は、ポテンシャルの形の詳細によらず普遍的に膜密度の4乗に比例することを明らかにした。また、脂質二重膜が浸漬されている溶媒溶液が2成分である場合の、溶媒溶液の濃度揺らぎが脂質二重膜の熱揺らぎに与える効果についても、単純化したモデル計算とモンテ・カルロシミュレーションを用いて解析した。その結果、濃度揺らぎの効果は実効的な表面張力を導入することで普遍的に記述できることを示した。以上の結果は、脂質二重膜系を代表とするソフトマターの熱的性質や構造の制御・予測に貢献するもので、博士（工学）の学位に値するものと判定した。

審査年月日 平成26年1月28日

審査委員

主査	群馬大学理工学研究院	教授	土橋敏明	印
副査	群馬大学理工学研究院	教授	山本隆夫	印
副査	群馬大学理工学研究院	教授	高橋学	印
副査	群馬大学理工学研究院	准教授	外山吉治	印
副査	群馬大学理工学研究院	教授	窪田健二	印

関連論文

1 著者名 Takao Yamamoto, Kazunori Shimoda, Yukihiro Iwamoto

論文題目 Free-Energy Increment of Multilayer Membrane System Due to
Membrane-Membrane Interaction Potentials: Analysis Based on the
Intermembrane Distance Distribution Function

多層脂質二重膜系の自由エネルギーの膜間相互作用ポテンシャルによる増分:膜間隔
分布関数に基づく解析

雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan 第 82 巻 第 2 号 024602-1 頁～
024602-7 頁 2013 年 2 月

2 著者名 Kazunori Shimoda, Takao Yamamoto

論文題目 Effect of Concentration Fluctuation of Solution to Membrane Fluctuations in
Multi Lipid-bilayer Membrane System

多層脂質二重膜系における溶液の濃度揺らぎが膜揺らぎに及ぼす影響

雑誌名 AIP Conference Proceedings 第 1518 巻 440 頁～443 頁 2013 年 2 月

※ 掲載決定のものも記載すること