

先端研究拠点事業—国際戦略型—
「ソフトマターと情報に関する非平衡ダイナミクス」
研究者交流プログラム 派遣報告書

年 月 日

氏名(ふりがな)	岡本隆一(おかもとりゅういち)
所属機関・部局・専攻内の所属分野	首都大学東京・大学院理工学研究科
身分・学年 (学生の場合は指導教員名)	特任助教
メールアドレス	okamotor@tmu.ac.jp
電話番号、FAX	042-677-2538 (FAX: 042-677-2525)

派遣先

受け入れ研究者氏名	Jean-Baptiste Fournier
所属機関 (国)	Université Paris Diderot-Paris 7 (フランス)
身分	Professor
メールアドレス	jean-baptiste.fournier@univ-paris-diderot.fr
研究室 URL	http://www.msc.univ-paris-diderot.fr/~jbfournier/
電話番号、FAX	+33 (0)1 57 27 62 49

共同研究

研究課題名	和文	多成分脂質膜の現象論
	英文	Phenomenology of multi-component lipid membranes
場所 (国名・都市)	フランス・パリ	
派遣期間	2014年 9月 20日 ~ 2014年 10月 21日	

脂質膜は、それ自身の弾性および周囲の溶媒との動的、静的な結合によって多様な現象を示す。ここで動的な結合とは主として流体力学的な相互作用、静的な結合とは例えば周囲の溶媒中のイオンや不純物などである。我々はパリ第7大学の Jean-Baptiste Fournier 教授と共同で、二成分脂質二重膜の緩和モードに関する研究を行っている。今回の滞在はその打ち合わせ、議論のためのものである。

我々は Fournier 教授とは独立して、パリ訪問前にすでに現象論的なモデルを構築し、緩和モードに関する計算をある程度行っていた。計算では、特に以下の効果を取り入れている。

- (1)二種の脂質分子(以下では脂質 A, 脂質 B とよぶ)それぞれの密度が、膜の曲率と静的に結合する。
- (2)二重膜の上側のレイヤーとした側のレイヤーの間の摩擦力を考慮する。
- (3)上下それぞれのレイヤーを二成分の流体として取り扱い、とくに相互拡散を取り入れる。

(1)の曲率と密度の結合は、物理的には、曲がることによって局所的な膜面積が変化することによって起こる。普通の三次元の流体においては密度の変化は音波となるため遅い緩和には寄与しないが、この結合によって密度(正確には上下のレイヤーの密度差)が遅い緩和をする。このことは一成分膜においては Sefert&Langer(1993)によって示されていた。

一方で Fournier 教授らは類似した(しかし異なる)問題に関する研究を独自に進めていた。そこでパリでは、まず我々の理論モデルや動力学の定式化の方法と彼らのものとの違いについて議論、検討した。その結果、主として以下のことがわかった。

(a)彼らの方法(変分原理に基づく方法)をわれわれの問題にあてはめて動力学方程式を導くと、われわれの方法(保存則とエントロピー生成から導く方法)で導いた方程式と全くおなじものになる。

(b)我々のモデルでは、簡単化のために脂質 A と脂質 B の性質を同等のものとして扱ったために、全密度(脂質 A と脂質 B の密度の和)と曲率は結合する反面、組成(脂質 A と脂質 B の密度の比)と曲率は結合しないようなモデルとなっていた。

そこで、まず(b)の部分を改善するためにより一般的な(静的な)モデルを構築し直し、さらに動力学の方程式も構築し直した。これらは Fournier 教授と頻りに議論しつつ行った。また、二成分系では相分離が起こりうるため、一相状態は不安定になりうる。その条件や、どのようなモードが不安定化するかを調べ、実験との対応について議論した。不安定点付近では緩和モードが特異な振る舞いをするということが予想できるという考えは我々と Fournier 教授の間で共有できたが、具体的検討を行うところまでは残念ながらパリ滞在中には出来なかった。続きの計算は我々が(メールや Skype など議論しつつ)日本で行っている。

今回のパリ滞在では、Fournier 教授とかなり具体的で詳細な議論を頻りに行い、モデル化や計算も進めることができた。また、滞在最後の週には、私の以前の研究である“二成分溶媒中における Stokes 抵抗法則”に関するセミナーを行い、様々な指摘や質問をいただいた。具体的な研究の進展、また新たに研究者との繋がりができたという両面において有意義なパリ滞在であった。