

# 界面状態との相関で捉える界線（線張力）の物理化学

松原 弘樹（九州大学 理学研究院 化学部門 界面物理化学研究室）

日時：2018年1月18日（木）13:00 - 14:30

場所：ウエスト1号館10階 情報学習プラザ（W1-A-1011）

要旨：

近年、ナノテクノロジーの発展を受け、界面化学の研究対象も急速にナノ化、ミクロ化が進み、それに伴って、界面張力に代わりこのような微小系の物理化学的な性質を記述できる新しい概念として「線張力」が注目されている。線張力は異なる界面が接続する1次元境界に働く過剰自由エネルギーであり、**①** 同一界面で共存する2つの膜構造の境界に働くもの（通称：ドメイン線張力）と、**②** 3つの異なる界面が接触する領域（3相接触線）に働くものに大別される。例えば、膜タンパク質を集積し、シグナル伝達などに関与する脂質ラフトは、スフィンゴ脂質とコレステロールに富む機能ドメイン（秩序相）と均質な脂質二重膜（無秩序相）の境界が線張力で安定化される**①**の代表例であり（図1(1)）、界面に吸着したナノロッドの配向変化は、ナノロッドと界面との接触が線張力で不安定化することに由来する**②**の線張力の例である（図1(3)）。

**①**の線張力は、膜構造の境界領域近傍での流体構造の不均一性を起源としている点で、純粋に界面張力の1次元のアナロジーとして理解できるが、**②**の線張力を研究対象とするためには3つの界面の状態を独立に制御する（実験）、界面の相互作用（表面間力）を含んだ線張力の新しいコンセプトを打ち出す（理論）という難しさがあった。結果的に従来の線張力の研究は実験・理論とも**①**の線張力に大きく偏り、**②**の線張力は1990年頃から理論研究は盛んになったものの、精密な計測技術を要求する線張力の測定に関する報告例は現在も極めて稀である。

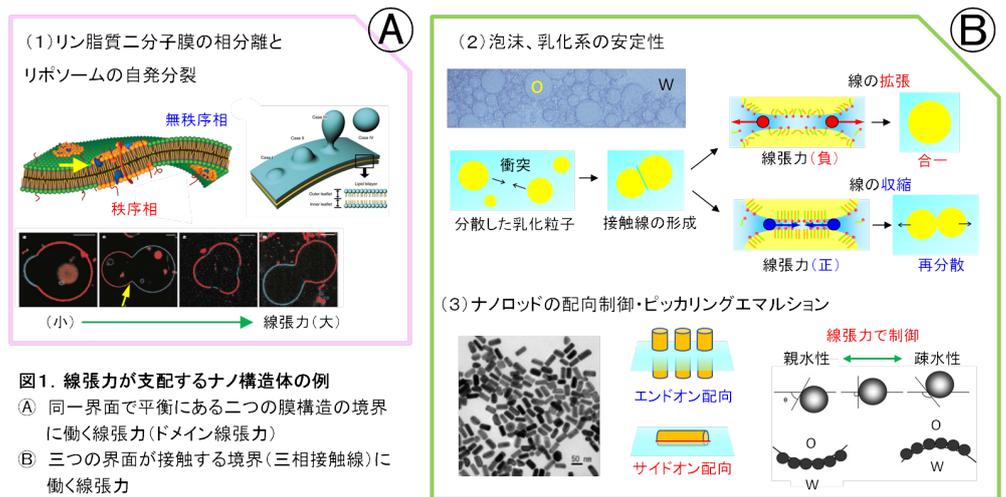


図1. 線張力が支配するナノ構造体の例  
**①** 同一界面で平衡にある二つの膜構造の境界に働く線張力（ドメイン線張力）  
**②** 三つの界面が接触する境界（三相接触線）に働く線張力

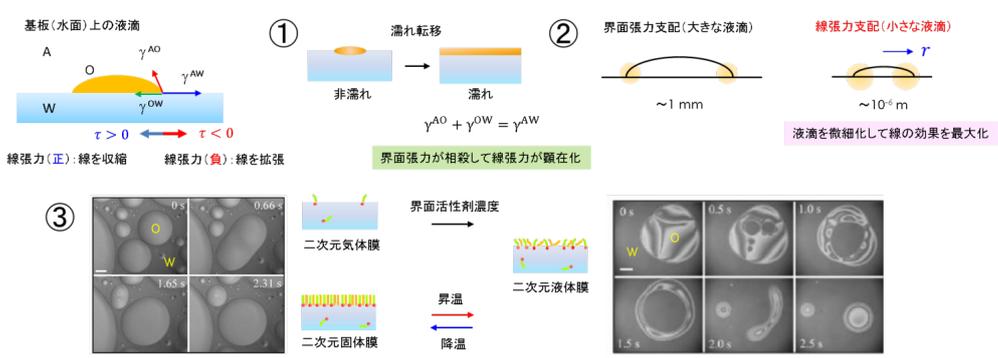


図2 界面吸着膜の相転移に誘起されて自発的に合一（線張力：正）、分裂（線張力：負）するアルカン液滴

本講演では、熱力学、構造化学の両面から十分にその状態が明らかにされた吸着膜を研究対象とし、その相転移を界面物性のスイッチとして積極的に活用することによって様々な界面現象を制御する新しい方法論を提案できることを示す。特に今回は、**①** 界面活性剤水溶液表面でのアルカン液滴の濡れ転移、**②** 濡れ転移に誘起されるアルカン液滴の線張力の符号反転、**③** 線張力による液滴の自発合一と分裂の制御について詳しく紹介する（図2）。