

# 総 説

J. Jpn. Soc. Colour Mater., 93 [3], 73-77 (2020)

## 一小特集 界面活性剤機能開発の新展開一

### 陽イオン界面活性剤と油分の混合吸着膜形成を応用した界面の状態制御

松原 弘樹\*†

\*九州大学大学院理学研究院化学部門 福岡県福岡市西区元岡744 (〒819-0395)

† Corresponding Author, E-mail: h.matsubarascc@chem.kyushu-univ.jp

(2019年12月15日受付, 2020年1月17日受理)

#### 要 旨

界面活性剤の吸着膜には、三次元の気体、液体、固体に相当する状態として、気体膜、(液体)膨張膜、(液体)凝縮膜が存在するが、(1)吸着密度が高くなるにつれ、親水基間の静電反発、あるいは水和反発力が大きくなる、(2)溶液中でミセル形成が起こると吸着量がほぼ一定になるなどの要因があり、(液体)凝縮膜は、溶解度が低く、親水基の小さい長鎖アルコールなど、限られた物質でしか観測されない。本稿では、市販の陽イオン界面活性剤に油分を混合する独自の方法によって(液体)膨張膜→(液体)凝縮膜への相転移を実現し、さらに、相転移にともなう界面物性の変化を使って乳化安定性を制御する筆者らによる新しい試みについて紹介する。

キーワード：濡れ転移, 混合吸着膜, 表面凝固, 乳化

#### 1. 緒 言

近年、持続可能な開発目標 (SDGs) の推進に関する取り組みが、さまざまな分野で強く求められてきており、筆者の専門と関係の深い乳化や洗浄に関連する分野においても、環境面への配慮などから、以前は盛んに用いられていた界面活性剤の使用が制限されるケースもあり、このような流れの中で新規な機能性界面活性剤の合成・開発に関する研究が縮小される可能性も懸念され、今後は、生体、環境適合性が国際的に認められている既存の界面活性剤、薬剤、その他の化学品の組み合わせの中で新しい機能を見だし、消費者のニーズに応える商品を開発するという視点も当該分野における成長戦略として重要となってくると思われる。

このような学術的要請を受けて、筆者は、自身がこれまで長年継続してきた界面活性剤の基礎研究をその基盤として、乳化粒子を覆う界面活性剤吸着膜の相転移を応用して、水中油滴型(O/W)エマルションの物性、あるいはその安定性の制御に、従来の研究にはない新しい視点からアプローチを試みる研究、「界面吸着膜の相転移を基盤とした温度応答性エマルションの創成」に挑戦している。本稿ではその着想の基礎となった、気液界面での油滴の濡れに関する研究、界面での界面活性剤と油分の混合によって起こる新しい相転移について簡単に説明した

のち、それらの乳化系への影響、応用について紹介したい。

#### 2. 濡れ転移

基板の表面に液滴を置くと、液滴が有限の接触角をもってレンズ状になる部分濡れ、基板の表面に均一に広がる濡れのいずれかが観察される。この二つの状態が、Youngの式や平衡拡張係数を使って区別できることはよく知られているが、部分濡れ状態が、基板にまったく液滴が広がらない非濡れ状態と分子スケールの液膜が液滴と共存する薄膜濡れに分類されることはあまり知られていない。

本稿で取り扱う界面活性剤水溶液上の油滴の濡れを例に、これら三つの濡れ状態を包括的に考えるために、空気/水界面の単位面積当たりの自由エネルギーを油膜の厚さ $d$ の関数として

$$F(d) = \gamma^{AW}(d) \dots\dots\dots(1)$$

とあらわす。空気、水溶液、油をそれぞれ記号A, W, Oで表記すると、油膜が水面上に均一に広がった場合の自由エネルギーは

$$F(\infty) = \gamma^{AW}(\infty) = \gamma^{OW} + \gamma^{AO} \dots\dots\dots(2)$$

油がまったく広がっていない非濡れ状態の自由エネルギーは

$$F(0) = \gamma^{AW}(0) \dots\dots\dots(3)$$

となる。式(2)と(3)の大小関係を比べると、非濡れ状態と濡れ状態のいずれがより自由エネルギーの低い状態であるかを判定することができる。

薄膜濡れは、界面張力の作用によって液滴が基板上に広がる過程で、液膜上下の界面の間に引力的な表面間力が働き、これが界面張力に拮抗して有限の厚さをもつ薄膜が熱力学的に安定になることによって起こる。ここではこの様子を定性的に表現するため、空気-油(膜)界面と油(膜)-水界面に働く表面間力としてファンデルワールス力を導入し、非濡れ状態と濡れ状態の間での自由エネルギー変化を次式であらわす<sup>1)</sup>。



【氏名】 まつばら ひろき  
 【現職】 九州大学大学院理学研究院化学部門 准教授  
 娘の自転車の練習 (2019年12月現在)  
 【趣味】  
 【経歴】 2003年九州大学大学院理学府凝縮系科学専攻博士課程修了。学術振興会特別研究員(東京理科大学)、九州大学大学院理学研究院化学部門助手(助教)を経て、2015年より現職。博士(理学)。専門: 物理化学、界面・コロイド化学。

【図表について】 電子ジャーナルサイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai-char/ja/