

## 界面活性剤ゲルにおけるネットワーク構造の形成過程 Formation process of surfactant gel network structures

川端庸平\*, 山内陽介, 永井翔, 林賢利, 加藤直  
首都大学東京、〒192-0397 八王子市南大沢 1-1

### 1 はじめに

界面活性剤水溶液におけるクラフト転移は界面活性剤分子疎水基の結晶化現象として知られており、転移に伴って界面活性剤の結晶が析出する。一方、界面活性剤の種類によっては結晶が析出せずに系全体がミクロナスケールで均一となり、ゲル状態を示すこともある。非イオン界面活性剤もそのうちの一つであり、我々のグループではポリオキシエチレン鎖を親水基にもつ長鎖アルキル基の界面活性剤水溶液系 ( $C_{16}E_m : C_{16}H_{33}(OC_2H_4)_mOH$ ) において、クラフト温度以下でベシクルやラメラドメインが乱雑に配置したネットワーク型のゲル状構造となることを見出してきている[1-3]。これらの構造形態は親水性の微妙な差異で劇的に変化し、ネットワーク型構造を形成する  $C_{16}E_6$  およびベシクルを形成する  $C_{16}E_7$  の混合水溶液において、 $C_{16}E_7$  モル分率 0.8 付近で不連続的にベシクルへと形状を変え、膜形状の転移と捉えることができる。

本研究では親水性の変化に伴うミクロナスケールの構造形態変化の起源を探るべく、小角 X 線散乱測定 (SAXS) を行った。

### 2 実験

試料には  $C_{16}E_6 / C_{16}E_7$  混合水溶液を  $C_{16}E_7$  の混合モル分率を変えた試料を数種類作成した。全界面活性剤濃度は 10wt% とした。試料は厚さ 1mm の銅板に穴を開け、カプトンで挟み込む形で保持した。試料温度は Instec 社の mk1000-TS62 により制御し、それぞれの試料のクラフト温度以下にクエンチ幅を 2°C 程度変化させながら時分割測定を行った。SAXS 測定はビームライン 4A、15A (6A)、9C で行った。また震災による救済措置により SPring-8 BL45XU での実験も行った。検出器は 4A、15A (6A) では CCD カメラと Image Intensifier を、9C では PSPC、BL45XU では PILATUS を用いた。測定波数レンジは  $0.3 < q < 3 \text{ nm}^{-1}$  である ( $q=4\pi\sin\theta/\lambda$ ,  $2\theta$ : 散乱角)。

### 3 結果および考察

図 1 左図は  $C_{16}E_7$  の混合モル分率  $\gamma_{E7}=0.8$  近傍および  $C_{16}E_6$ 、 $C_{16}E_7$  単独系の SAXS プロファイルである。 $\gamma_{E7}$  の増加とともにブラッグピークが低  $q$  側に移行し繰り返し距離が増大している。 $\gamma_{E7}=0.8, 0.83$  近傍では 2 種類の繰り返し距離に相当するブラッグピークが出現しており、ラメララメラ相分離の状態となっている。このモル分率近傍では図 2 の共焦点顕微鏡

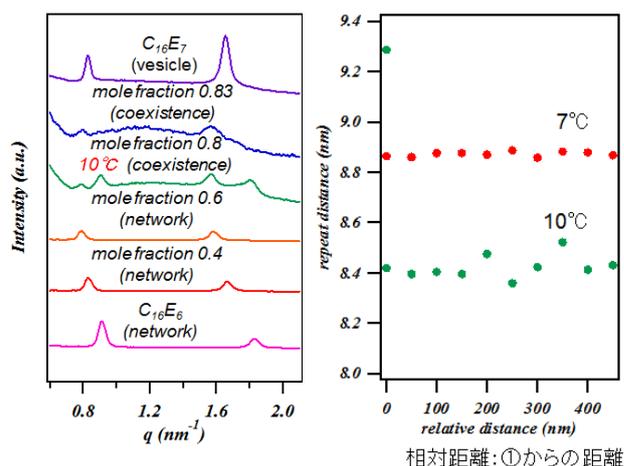


図 1 左図： $C_{16}E_7$  の混合モル分率  $\gamma_{E7}=0.8$  近傍および  $C_{16}E_6$ 、 $C_{16}E_7$  単独系の SAXS プロファイル。右図：マイクロビーム（ビームサイズ  $5 \times 5 \text{ nm}$ ）のサンプル内照射位置を相対的に移動させた場合の繰り返し距離の分布。

画像で示すように、ベシクルとネットワーク様の形態が共存しており、この 2 種類の構造形態に相当するラメラ構造が 2 種類の繰り返し構造として現れたのではないかと考えられる。また、図 1 右図は、マイクロビーム（ビームサイズ  $5 \times 5 \text{ nm}^2$ ）のサンプル内照射位置を相対的に移動させた場合の繰り返し距離の分布を示したものであり、ベシクルのみが存在する 7°C では繰り返し距離の分布幅は小さいが、共存状態である 10°C では不均一性があることが明らかである。この結果からもベシクルとネットワーク様構造が共存する場合、nm スケールの膜構造にも不均一性が現れ、構造形態特有の膜構造があるのではないかと考えられる。

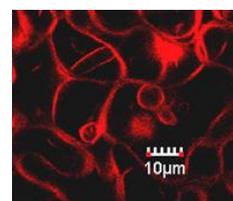


図 2  $C_{16}E_7$  の混合モル分率  $\gamma_{E7}=0.8$  における共焦点顕微鏡画像。

### 参考文献

- [1] Y. Kawabata et al., J. Phys. Chem. B, 17, 5686 (2009).
- [2] Y. Kawabata et al., Phys. Chem. Chem. Phys., 13, 3484 (2011).
- [3] Y. Kawabata et al., J. Phys. Chem. B, 116, 1593 (2012).

\* youheik@tmu.ac.jp