

アカデミックプログラム [A講演] | 19. コロイド・界面化学：口頭A講演

2025年3月27日(木) 13:30 ~ 15:10 [C]C506(第2学舎 2号館 [5階] C506)

[[C]C506-2pm] 19. コロイド・界面化学

座長：岩崎 泰彦、矢田 詩歩

◆ 日本語

13:30 ~ 13:40

[[C]C506-2pm-01]

糖を対イオンに有する第四級アンモニウム塩単鎖型およびジェミニ型界面活性剤の水溶液物性

○大石 眞菜¹、河合 里紗¹、吉村 倫一¹ (1. 奈良女大)

◆ 日本語

13:40 ~ 13:50

[[C]C506-2pm-02]

多分岐鎖を有する糖型界面活性剤の合成と水溶液物性

○中辻 萌々¹、大野 正司²、好田 年成²、河合 里紗¹、吉村 倫一¹ (1. 奈良女大、2. 日産化学 (株))

◆ 日本語

13:50 ~ 14:00

[[C]C506-2pm-03]

ホスホリルコリン基を有するインバース単鎖型およびジェミニ型界面活性剤の合成と水溶液物性

○広部 愛莉¹、谷口 晴菜²、渡邊 有咲²、佐々木 勝行²、小林 央典²、平井 公德²、河合 里紗¹、吉村 倫一¹ (1. 奈良女大院、2. (株) アルビオン)

◆ 日本語

14:00 ~ 14:10

[[C]C506-2pm-04]

2鎖型両親媒性糖脂質の水/エタノール混合溶液における会合挙動

○岩田 燈¹、後藤 武弘²、田中 巧²、谷口 晴菜³、渡邊 有咲³、佐々木 勝行³、小林 央典³、平井 公德³、河合 里紗¹、吉村 倫一¹ (1. 奈良女大、2. 大東化成工業 (株) 、3. (株) アルビオン)

◆ 日本語

14:10 ~ 14:20

[[C]C506-2pm-05]

アミノ酸-糖ハイブリッド界面活性剤がつくる泡沫の構造および安定性に及ぼすアミノ酸構造の影響

○高見 風夏¹、河合 里紗¹、矢田 詩歩²、伊藤 華苗³、桑本 滋生³、吉村 倫一¹ (1. 奈良女大院、2. 東理大、3. 高輝度光科学研究センター)

14:20 ~ 14:30

休憩

◆ 日本語

14:30 ~ 14:40

[[C]C506-2pm-06]

ジェミニ型カチオン界面活性剤の泡沫の構造と安定性評価

○岡田 結夏¹、近藤 行成¹、矢田 詩歩¹ (1. 東理大院工)

◆ 日本語

14:40 ~ 14:50

[[C]C506-2pm-07]

ポリグリセリン系非イオン界面活性剤の泡沫特性

○高橋 健¹、福田 瞳²、中村 亮太²、佐藤 智彦²、近藤 行成¹、矢田 詩歩¹ (1. 東理大工、2. (株) ダイセル)

◆ 日本語

14:50 ~ 15:00

[[C]C506-2pm-08]

(R,S-TTF-4UM)(F₄TCNQ)錯体からなる分子性ナノコイルの構造、電磁特性評価

○秋山 雄貴¹、久保本 莉湖¹、綱島 亮²、南 豪³、西原 禎文^{4,5}、芥川 智行⁶、中村 貴義⁷、帯刀 陽子¹ (1. 農工大院工、2. 山口大学、3. 東大生研、4. 広島大院先進理工、5. JSTさきがけ、6. 東北大多元研、7. 北大電子研)

◆ 日本語

15:00 ~ 15:10

[[C]C506-2pm-09]

ピラードレイヤー型MOFに包接された液晶の配向方向の温度応答性

○市古 祐二郎¹、小門 憲太¹、阿南 静佳¹ (1. 豊田工大)

糖を対イオンに有する第四級アンモニウム塩単鎖型およびジェミニ型界面活性剤の水溶液物性

(奈良女大理) ○大石 眞菜・河合 里紗・吉村 倫一

Solution Properties of Quaternary Ammonium Salt-Type Monomeric and Gemini Surfactants with Sugar in Counterion (Nara Women's Univ.) ○Mana Oishi, Risa Kawai, Tomokazu Yoshimura

Quaternary ammonium salt-type monomeric and gemini surfactants with lactobionic acid in counterion (alkyl chain lengths of 12, 14, and 16) were synthesized, and their solution properties were investigated by measuring Krafft temperature, surface tension, and small-angle X-ray scattering, etc. These properties were compared with those of the monomeric and gemini surfactants with bromide ion in counterion, and the effects of alkyl chain length, number of alkyl chains and structure of counterion on the properties were also investigated.

Keywords : Sugar Counterion; Quaternary Ammonium Salt; Krafft Temperature; Surface Tension; Small-Angle X-ray Scattering

分子内に2つの疎水基と2つの親水基をもつジェミニ型界面活性剤は、低い臨界ミセル濃度や優れた表面張力低下能などの優れた界面活性を有し、少量の使用で最大限の効果を発揮することから近年注目されている。第四級アンモニウム塩タイプのカチオン界面活性剤は、柔軟性や殺菌性に優れるものの、皮膚への刺激が強く、洗浄力に劣るなどの欠点がある。これらの多くは、対イオンとしてハロゲン化物イオンを含んでおり、近年では環境への負荷が懸念されている。我々はこれまでに、天然由来で環境や人体に安全なアミノ酸を対イオンに有するジェミニ型カチオン界面活性剤を合成し、水溶液物性および会合体特性を明らかにした。本研究では、アミノ酸と同じく天然由来の糖であるラクトビオン酸およびグルコン酸を対イオンに有する第四級アンモニウム塩ジェミニ型界面活性剤 ($2C_nAm-2X$, X は対イオンで Lac、Glu、 n はアルキル鎖長で $X = Lac$ は $n = 12, 14, 16$ 、 $X = Glu$ は $n = 12$) および対応する単鎖型界面活性剤 (C_nTAX , X と n は $2C_nAm-2X$ と同じ) を合成し、水溶液物性をクラフト温度、表面張力、X線小角散乱などの測定により検討した。これらを臭化物イオンを対イオンに有する一般の単鎖型およびジェミニ型界面活性剤 (C_nTABr , $2C_nAm-2Br$, $n = 12, 14, 16$) の物性と比較し、物性に及ぼすアルキル鎖長、鎖数および対イオンの構造の影響を検討した。

ジェミニ型界面活性剤 $2C_nAm-2Lac$ ($n = 12, 14, 16$) のクラフト温度は、いずれの鎖長においても $5^\circ C$ 以下となり、 $2C_nAm-2Br$ ($n = 12, 14, 16$) と比較して低くなった。単鎖型界面活性剤 C_nTALac および C_nTABr でも同様の結果が得られた。第四級アンモニウム塩界面活性剤の対イオンに糖を用いることで、長鎖であっても高い水溶性を示すことがわかった。

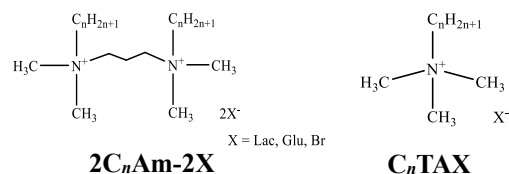


Fig.1 Structures of $2C_nAm-2X$ and C_nTAX .

多分岐鎖を有する糖型界面活性剤の合成と水溶液物性

(奈良女大¹・日産化学(株)²) ○中辻 萌々¹・大野 正司²・好田 年成²・河合 里紗¹・吉村 倫一¹

Synthesis and Solution Properties of Sugar-Based Surfactants with Multi-Branched Chains (*¹Nara Women's University, ²Nissan Chemical Corporation*) ○Momo Nakatsuji,¹ Masashi Ohno,² Toshinari Koda,² Risa Kawai,¹ Tomokazu Yoshimura¹

Sugar-based nonionic surfactants (*bC₇-bC₉Mal*, *C₆-C₈Mal*) with D-maltose as sugar in hydrophilic group and multi-branched chains or two linear alkyl chains in hydrophobic group were synthesized, and their solution properties were investigated by measuring surface tension and surface pressure, etc. These properties were compared with those of the corresponding polyoxyethylene-type nonionic surfactants with multi-branched chains and two linear alkyl chains (*bC₇-bC₉EO₁₂*, *C₆-C₈EO₁₂*), and the effects of structures of hydrophilic group and hydrophobic group on the properties were also investigated.

Keywords : *Sugar-Based Surfactant; Nonionic Surfactant; Multi-Branched Chains; Surface Tension; Surface Pressure*

再生可能で豊富な天然資源である糖を親水基に有する糖型界面活性剤は、製造、消費、廃棄の過程で環境および人体に与えるダメージが小さく、良好な起泡力と泡安定性を示し、硬水中でも適度な洗浄力を発揮することが知られている。代表的な糖型界面活性剤にアルキルポリグリコシドやショ糖脂肪酸エステルがあり、それぞれ食器用洗剤、食品用乳化剤として古くから使用されている。

我々はこれまでに、直鎖型のドデシルマルトシドが水溶液中の広範囲の濃度で楕円体ミセルを形成するのに対し、分岐型の 3, 7, 11-トリメチルドデシルマルトシドは低濃度で楕円体ミセル形成し、濃度の増加とともに棒状ミセル、ひも状ミセルに転移して、さらにゲル溶液になり、ドデシル鎖に 3 つの分岐メチル鎖をランダムに導入することでユニークな会合挙動を示すことを明らかにした。さらに複雑な分岐鎖を有する糖型界面活性剤は、物性の向上やユニークな会合挙動の発現が期待される。本研究では、親水基に 2 糖のマルトース、疎水基に多分岐鎖および 2 本の直鎖アルキル基を有する糖型非イオン界面活性剤 (*bC₇-bC₉Mal* (Fig. 1)、*C₆-C₈Mal*) を新規に合成し、水溶液物性を表面張力や表面圧などの測定により調べた。これらを多分岐鎖および 2 本鎖を有するポリオキシエチレン系非イオン界面活性剤 (*bC₇-bC₉EO₁₂*、*C₆-C₈EO₁₂*) の物性と比較し、物性に及ぼす疎水基および親水基の構造の影響を検討した。

bC₇-bC₉Mal は、*bC₇-bC₉EO₁₂* と比べて高い表面張力低下能を示した。これは、*bC₇-bC₉Mal* の糖部分の多数のヒドロキシ基によって分子間の水素結合が形成されるために、気/液界面において密に吸着・配向することが考えられる。

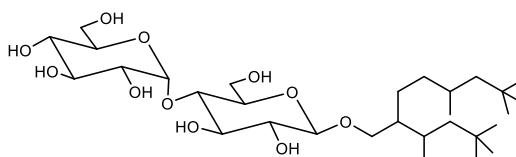


Fig. 1 Structure of *bC₇-bC₉Mal*.

ホスホリルコリン基を有するインバース単鎖型およびジェミニ型界面活性剤の合成と水溶液物性

(奈良女大院¹・(株) アルビオン²) ○広部 愛莉¹・谷口 晴菜²・渡邊 有咲²・佐々木 勝行²・小林 央典²・平井 公德²・河合 里紗¹・吉村 倫一¹

Synthesis and Solution Properties of Inverse-Monomeric and Gemini Surfactants with Phosphorylcholine Group (¹*Grad. Sch. Human. Sci, Nara Women's Univ.*, ²*ALBION Co.,Ltd.*)

○ Airi Hirobe,¹ Haruna Taniguchi,² Arisa Watanabe,² Katsuyuki Sasaki,² Hisayoshi Kobayashi,² Kiminori Hirai,² Risa Kawai,¹ Tomokazu Yoshimura¹

Novel monomeric surfactants introduced alkyl chain into quaternary ammonium group of phosphorylcholine group ($C_n(N)PC$, n represents alkyl chain length, $n = 12, 14, 16$) and gemini surfactants introduced alkyl chains into the phosphate ion and quaternary ammonium group of phosphorylcholine group ($2C_nPC$, $n = 10, 12$) were synthesized, and their solution properties were investigated by measuring Krafft temperature, surface tension, dynamic light scattering, and small-angle X-ray scattering. $2C_nPC$ showed lower critical micelle concentration and higher ability of lowering in surface tension than $2C_nPC$.

Keywords : *Inverse Phosphorylcholine Group; Gemini Surfactant; Surface Tension; Dynamic Light Scattering; Small-Angle X-ray Scattering*

ホスホリルコリン (PC) 基は、生体膜の構成成分であるリン脂質の親水基部分と同じ構造で、リン酸由来のアニオンとコリン (第四級アンモニウム基) 由来のカチオンを有し、両性の性質を示す。PC 基を有する両親媒性物質は、親水性が高く、生体適合性や皮膚に対する刺激が低いことから、生体材料などさまざまな分野で使用されている。ジェミニ型界面活性剤は分子内に 2 つの疎水基と 2 つの親水基を有し、親水基あるいはその近傍を連結基によってつながれた構造で、一般の 1 疎水基 1 親水基構造の単鎖型界面活性剤と比べて優れた界面活性を示すことが知られている。本研究では、PC 基の第四級アンモニウム基にアルキル鎖を導入した新規インバース単鎖型界面活性剤 ($C_n(N)PC$, n はアルキル鎖長で $n = 12, 14, 16$) および PC 基のリン酸イオンと第四級アンモニウム基にそれぞれアルキル鎖を導入したジェミニ型界面活性剤 ($2C_nPC$, $n = 10, 12$) を分子設計・合成し、水溶液物性を検討した。物性は、クラフト温度、表面張力、動的光散乱、X 線小角散乱 (SAXS) により評価した。

$C_n(N)PC$ および $2C_nPC$ は、アルカノールと 2-クロロ-2-オキソ-1,3,2-ジオキサホスホランの反応により得た中間体に N,N -ジメチルアルキルアミンを作用させることで合成した。構造は ¹H NMR および元素分析により確認した。

$C_n(N)PC$ ($n = 12, 14, 16$; 1.0 wt%) および $2C_{10}PC$ (0.020 wt%) 水溶液のクラフト温度は、いずれも 5℃以下となった。 $2C_{12}PC$ のクラフト温度は、0.020 wt% で 90℃以上、0.0020 wt% で 5℃以下となった。これより、 $C_n(N)PC$ はアルキル鎖長によらず高い水溶性を示し、 $2C_nPC$ はアルキル鎖長の増加によって水溶性が低下することがわかった。 $2C_nPC$ の臨界ミセル濃度 (CMC) および CMC における表面張力は、 $C_n(N)PC$ と比べてともに低くなった。ジェミニ型構造にすることで、水溶液中での高いミセル形成能と気/液界面での優れた吸着・配向を有することがわかった。また、SAXS プロファイルより、 $C_{12}(N)PC$ は水溶液中で小さなサイズのみセルを形成することがわかった。

2 鎖型両親媒性糖脂質の水/エタノール混合溶液における会合挙動

(奈良女大院¹・大東化成工業(株)²・(株)アルビオン³) ○岩田 燈¹・後藤 武弘²、田中 巧²・谷口 晴菜³・渡邊 有咲³・佐々木 勝行³・小林 央典³・平井 公德³・河合 里紗¹・吉村 倫一¹

Aggregation Behavior of Double-Chained Amphiphilic Glycolipid in Water/Ethanol Mixed Solution (1. Nara Women's Univ., 2. DAITO KASEI KOGYO Co.,Ltd, 3. ALBION Co.,Ltd.)
○Akari Iwata¹, Takehiro Goto², Takumi Tanaka², Haruna Taniguchi³, Arisa Watanabe³, Katsuyuki Sasaki³, Hisayoshi Kobayashi³, Kiminori Hirai³, Risa Kawai¹, Tomokazu Yoshimura¹

The aggregation behavior of double-chained glycolipid, mannosylerythritol lipid (MEL), consisting of mannose, erythritol and two alkyl chains in water/ethanol mixed solution was investigated using small-angle X-ray and neutron scattering, and dynamic light scattering by changing ratio of water and ethanol, and the temperature in solution. The shape and size of aggregates and location of ethanol in the solution were studied. The surface properties of MEL were also investigated by measuring surface tension and surface pressure.

Keywords : Glycolipid; Dynamic Light Scattering; Small-Angle X-ray Scattering; Small-Angle Neutron Scattering; Surface Pressure

糖脂質は、生体内では細胞膜上で細胞の機能を仲介・調節する役割を担う。分子内に親水性の糖と疎水性の脂質を併せもつため、界面活性を示し、環境や人体に優しい界面活性剤として注目されている。なかでもマンノースにエリスリトールと2つの脂肪酸が結合したマンノシルエリスリトールリピッド (MEL、Fig. 1) は、セラミドに類似した構造をもち、皮膚との親和性や保湿効果に優れることから、化粧品への応用が期待されている。しかし、MEL は水に対する溶解性が低く、溶解可能な油剤の種類も限られているため、MEL を化粧品処方に配合する際には工夫が必要である。

我々はこれまでに、MEL がエタノールに可溶であることに着目し、水/エタノール混合溶液に MEL を溶解させて表面処理を行い、化粧品への配合について検討してきた。しかし、水/エタノール混合溶液中での MEL の会合挙動は明らかにされていない。そこで本研究では、水/エタノール混合溶液における MEL の会合挙動を検討した。水とエタノールの混合割合および温度を変えて、X 線小角散乱、中性子小角散乱、動的光散乱などの測定により、会合体の形状とサイズ、さらに溶液内でのエタノールの位置について検討した。

MEL は水/エタノール混合溶液中 (25℃) でベシクルを形成し、エタノールの割合が増加するとベシクルのサイズは大きくなった。エタノールが 50%を超えると、MEL は単分散状態で溶液に溶解することが示唆された。溶液の温度を 60℃ に上昇させると、ベシクルのサイズは減少した。また、表面張力および表面圧を用いた MEL の表面特性についても検討した。

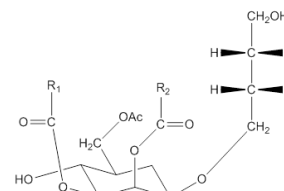


Fig. 1 MEL の構造

アミノ酸-糖ハイブリッド界面活性剤がつくる泡沫の構造および安定性に及ぼすアミノ酸構造の影響

(奈良女大院¹・東理大²・高輝度光科学研究センター³) ○高見 風夏¹・河合 里紗¹・矢田 詩歩²・伊藤 華苗³・桑本 滋生³・吉村 倫一¹

Effect of Amino Acid on Structure and Stability of Foam Formed by Amino Acid-Sugar Hybrid Surfactants (¹*Grad. Sch. Human. Sci., Nara Women's Univ.*, ²*Tokyo Univ. of Science*) ○Fuka Takami¹, Risa Kawai¹, Shiho Yada², Kanae Ito³, Shigeo Kuwamoto³, Tomokazu Yoshimura¹

The structure and stability of foams formed by amino acid-sugar hybrid surfactants with glycine, valine and phenylalanine in amino acid and maltose in sugar were investigated using small-angle X-ray and neutron scattering (SAXS, SANS) and dynamic foam analyzer, etc. The effects of amino acid structure and surfactant concentration on the foam properties were investigated. The film thickness of the foam was evaluated from SAXS and SANS profiles. The amino acid-sugar hybrid surfactant with glycine showed the highest foam stability.

Keywords : *Amino Acid-Sugar Hybrid Surfactant, Small-Angle X-ray Scattering, Small-Angle Neutron Scattering, Foam, Film Thickness*

界面活性剤がつくる泡沫の構造および安定性は、さまざまな手法を用いて調べられている。近年我々は、研究例の少ない中性子小角散乱 (SANS) を用いることで、泡の膜厚などのミクロな構造と安定性に関する情報を一度に得ることに成功した。一方、X線小角散乱 (SAXS) を用いた泡沫に関する研究はほとんど報告がなく、我々は SAXS を用いた泡沫に関する研究に世界に先駆けて取り組んでいる。SAXS と SANS を相補利用することで、泡沫の構造および安定性に関する詳細なメカニズムの解明が期待される。本研究では、アミノ酸にグリシン、バリン、フェニルアラニン、糖にマルトースを有するアミノ酸-糖ハイブリッド界面活性剤 ($C_{12}GlyMal$, $C_{12}ValMal$, $C_{12}PheMal$) がつくる泡沫の構造と安定性を SAXS, SANS, 動的フォームアナライザなどの測定により調べ、泡沫特性に及ぼすアミノ酸構造と界面活性剤の濃度の影響について検討した。

$C_{12}GlyMal$, $C_{12}ValMal$, $C_{12}PheMal$ の水溶液 (1.0 mmol dm^{-3}) の起泡直後から 60 分後までの 3 分毎の泡沫の SAXS プロファイルを図 1 に示す。 $C_{12}GlyMal$ では時間が経過しても散乱強度はほぼ維持されるのに対し、 $C_{12}ValMal$ と $C_{12}PheMal$ では減少した。すなわち、アミノ酸の構造によって泡沫安定性に違いが見られた。フリンジの振動周期より、起泡直後、15, 30, 60 分後における $C_{12}GlyMal$ の泡沫の膜厚は、それぞれ 31, 29, 25, 21 nm と求まり、時間とともに小さくなった。 $C_{12}ValMal$ のプロファイルには明瞭なフリンジが見られず、これは他と比べて泡沫が不均一であることを示している。

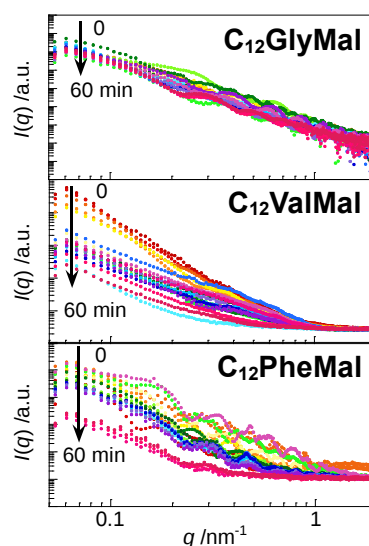


Fig. 1 SAXS profile of forms for hybrid surfactants at 1.0 mmol dm^{-3} .

ジェミニ型カチオン界面活性剤の泡沫の構造と安定性評価

(東理大院工) ○岡田 結夏・近藤 行成・矢田 詩歩

Evaluation of Structure and Stability of Foams Formed by Cationic Gemini Surfactants
(Graduate School of Engineering, Tokyo University of Science) ○Yuna Okada, Yukishige Kondo, Shiho Yada

Gemini surfactants can adsorb more efficiently at the air/water interface than single-chain surfactants. Therefore, these surfactants are expected to improve foam stability. In this study, we investigated the foam properties of cationic gemini surfactants. These gemini surfactants displayed excellent foam stability even in low concentrations, compared to single-chain surfactants. Moreover, the foam stability improved even further as the alkyl chain length of these surfactants increased. The suppresses the charge repulsion between molecules by introducing spacers, and the increase in interfacial elasticity by increasing the alkyl chain length contributes to foam stability.

Keywords : Cationic Gemini Surfactants; Small-Angle Neutron Scattering; Foam; Film Thickness; Foam Stability

ジェミニ型界面活性剤は、界面活性剤同士を連結基によって繋いだ2疎水鎖2親水基の構造で、対応する単鎖型界面活性剤に比べて、高い表面張力低下能などの優れた機能をもつ。単鎖型四級アンモニウム塩系カチオン界面活性剤 (C_n TAB, n はアルキル鎖長で $n = 10, 12$) は、起泡力や泡沫安定性が低いことが問題として挙げられるが、これらをジェミニ型構造にすることで性能の向上が期待される。そこで本研究では、ジェミニ型カチオン界面活性剤 ($2C_n-2$, $n = 10, 12$) の泡沫安定性を調べ、泡沫内部の構造評価を試みた。比較として単鎖型 C_{12} TAB についても同様に調べ、泡沫特性に及ぼすスペーサーの有無やアルキル鎖長の影響を検討した。

フォームアナライザ測定で得られた $2C_n-2$ および C_{12} TAB 2.5 mmol dm^{-3} における泡沫の高さと時間の関係 (Fig. 1) から、ジェミニ型 $2C_n-2$ の泡沫安定性は $n = 12$ において高く、アルキル鎖長の短い $n = 10$ において低下することがわかった。一方、単鎖型 C_{12} TAB の泡沫安定性は、対応するジェミニ型に比べて急激に低下した。泡沫の詳細な内部構造は、J-PARC に設置された中性子小角散乱装置 TAIKAN を用いて調べ、起泡直後から 30 分後までの泡膜の平均厚みを求めた。30 分経過後の $2C_{12}-2$ の泡膜の厚みは、 $2C_{10}-2$ と比較して約 2.5 倍となった。動的フォームアナライザより求めた $2C_{12}-2$ の泡沫中の含水率は、 $2C_{10}-2$ に比べて高い値を示し、泡膜の平均厚みと同様の傾向を示した。また、気/液界面における粘弾性は $2C_{12}-2$ の方が高い値を示した。

以上より、泡沫安定化にはアルキル鎖長の増加に伴う疎水性相互作用の増大と、スペーサーの導入による親水基間の電荷反発の抑制が寄与し、アルキル鎖長の長いジェミニ型構造にすることで気泡表面に界面活性剤分子がより密に配向できたと考えられる。

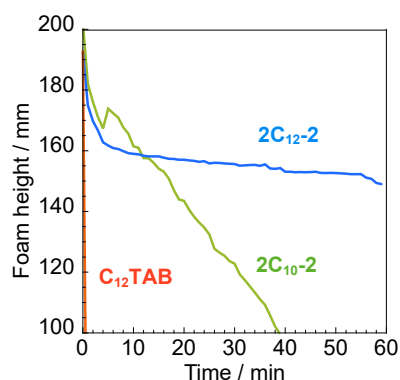


Fig. 1 Change of foam height with time for cationic surfactants at 2.5 mmol dm^{-3} .

ポリグリセリン系非イオン界面活性剤の泡沫特性

(東理大工¹・(株)ダイセル²) ○高橋 健¹・福田 瞳²・中村 亮太²・佐藤 智彦²・近藤 行成¹・矢田 詩歩¹

Foam Characteristics of Polyglycerol-Type Nonionic Surfactants (¹*Faculty of Engineering, Tokyo University of Science*, ²*Daicel Corporation*) ○Ken Takahashi,¹ Hitomi Fukuda,² Ryota Nakamura,² Tomohiko Sato,² Yukishige Kondo,¹ Shiho Yada¹

Foam properties of polyglycerol (PG)-type nonionic surfactants were investigated. We also discussed the effect of the degree of PG polymerization on foam properties. From the dynamic foam analyzer results, despite being nonionic surfactants, all PG-type surfactants showed high foam stability in the short-time domain. In the long-time domain, foam stability improved as the PG polymerization degree increased. Therefore, we considered that foam stability was affected by hydrogen bonding between molecules or between molecules and water at the air/water interface and PG's high steric repulsive effect between bubbles.

Keywords : *Polyglycerol-Type Nonionic Surfactants; Polyglycerol Fatty Acid Ester; Polyglycerol Alkyl Ether; Surface Tension; Foam Characteristics*

非イオン界面活性剤は、乳化、洗浄、浸透性に優れ、表面張力低下能が高いなどの特徴を有する。なかでも親水基にポリグリセリン (PG) 構造を有する PG 系非イオン界面活性剤は、非イオン型でありながら親水性が高く、重合度により親水性の制御が可能であることから、幅広い用途での応用が期待されている。しかし、製品を開発するにあたり、泡立ちや泡もちなどの評価は行われているものの、詳細な泡沫特性については未だ不明な点が多い。そこで本研究では、PG ラウリン酸エステル ($C_{11}COOPG_{10}$ 、 PG_{10} は PG 重合度 10) および PG ラウリルエーテル ($C_{12}OPG_4$ 、 $C_{12}OPG_{20}$) が形成する泡沫の構造および安定性を調べ、物性に及ぼす PG の重合度の影響を調べた。

動的フォームアナライザより、PG 系界面活性剤水溶液 0.1 (w/v) %における泡沫の高さの時間変化を求めた。起泡直後に対する泡沫の高さの割合 H_t と時間 t の関係を Fig. 1 に示す。PG 系界面活性剤は、非イオン型であるにもかかわらず、起泡直後から約 40 分後までの短時間領域において、いずれも高い泡沫安定性を示した。これは、PG が多数の水酸基を有しているため、気/液界面において分子間および水との水素結合が働き、泡沫が安定化されたためと考えられる。起泡 40 分後以降の長時間領域において、泡沫安定性は PG の重合度の増加に伴い向上した。これより、泡沫安定性には上述した水素結合の数や、気泡間の PG による高い立体反発効果が影響していると考えられる。当日は、静的および動的表面張力や粘度の結果についても議論する。

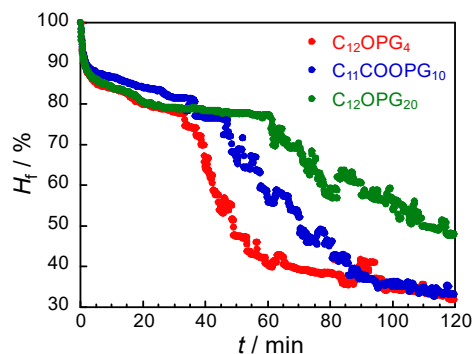


Fig. 1 Change of foam height with time for polyglycerol-type nonionic surfactants at 0.1 (w/v) %.

(*R, S* - TTF-4UM)(F₄TCNQ)錯体からなる分子性ナノコイルの構造、電磁特性評価

(農工大院工¹, 山口大学², 東大生研³, 広島大院先進理工⁴, JST さきがけ⁵, 東北大多元研⁶, 北大電子研⁷) ○(M1)秋山 雄貴¹, 久保本 莉湖¹, 綱島 亮², 南 豪³, 西原 禎文^{4,5}, 芥川 智行⁶, 中村 貴義⁷, 帯刀 陽子¹

Structures and Electromagnetic Properties of Molecular Nanocoils Composed of (*R, S* - TTF-4UM)(F₄TCNQ) Complexes

(Tokyo Univ. of Agri. and Tech.¹, Yamaguchi Univ.², Univ. of Tokyo³, Hiroshima Univ.⁴, JST PRESTO⁵, Tohoku Univ.⁶, Hokkaido Univ.⁷) ○Yuki Akiyama¹, Riko Kubomoto¹, Ryo Tsunashima², Tsuyoshi Minami³, Sadafumi Nishihara^{4,5}, Tomoyuki Akutagawa⁶, Takayoshi Nakamura⁷, Yoko Tatewaki¹

E-mail: s242583s@st.go.tuat.ac.jp

Charge-transfer complexes, possessing unique inherent physical properties such as high conductivity and superconductivity, are promising materials for various device applications. In relation to these properties, many previous studies on optical characteristics of the complexes with helical structures have been vigorously investigated, while there are few studies on electromagnetic properties.

In this study, TTF derivatives *R, S* - TTF-4UM with chiral moieties at terminal were mixed with F₄TCNQ to prepare the charge-transfer complex. The complexes, (*R, S* - TTF-4UM)(F₄TCNQ) dissolved in a mixture of chloroform and acetonitrile were cast onto various substrates including mica, glass, and PET film substrates. As a result, we the formation of nanocoil structures with 20 nm height, 100 nm width and 90 nm pitch on all substrates, implying no significant effect of the characteristics of employed substrates on their formation (Figure 1).

Keywords : *Molecular Assembly; Charge Transfer Complexes; Molecular Nanocoils; Electromagnetic Properties*

高導伝性、超電導など特異な物性を示す電荷移動錯体は、有力なデバイス構築材料として期待されている。また、螺旋構造を有する分子集合体は構造・光物性に関する研究が多く報告されているが、電磁物性に関する研究は殆ど無い。

本研究では、末端にキラル部位を有する TTF 誘導体 *R, S* - TTF-4UM を F₄TCNQ と混合することで得られた電荷移動錯体を用いて分子性ナノコイル構造を作製した。具体的には、この錯体をクロロホルム-アセトニトリル混合溶媒に溶解させ、基板上にキャストすることナノコイルを作成した。次に、(*R, S* - TTF-4UM)(F₄TCNQ)錯体溶液をキャストする基板をマイカからガラス、PET フィルムに変えたところ、全ての基板上において、高さ 20 nm、幅 100 nm、ピッチ 90 nm の同サイズを有するコイル構造が得られたことから、分子性ナノコイルは基板に依存せず形成することが明らかとなった(Figure 1)。また、(*R, S* - TTF-4UM)(F₄TCNQ)錯体を溶解させる溶媒をアセトンや DMSO 等に変化させた場合には、ナノコイルの長さや直径サイズをコントロールすることが可能であった。得られたナノコイルの起電力特性については当日詳細を報告する。

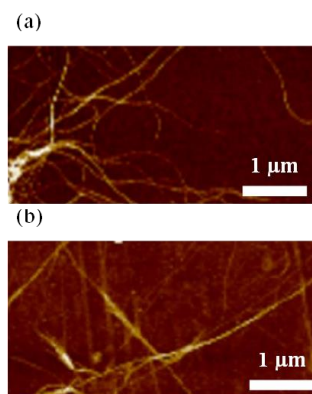


Figure 1 AFM images of nanocoil structures composed of (*R* - TTF-4UM)(F₄TCNQ) on Glass(a), PET film(b) substrates.

ピラードレイヤー型 MOF に包接された液晶の 配向方向の温度応答性

(豊田工大院工¹, 豊田工大工²) ○市古 祐二郎¹・小門 憲太²・阿南 静佳²

Thermoresponsive orientation of liquid crystals encapsulated in pillared layer MOFs
(¹Graduate School of Engineering, Toyota Technological Institute, ²School of Engineering, Toyota Technological Institute) ○Yujiro Ichiko¹, Kenta Kokado², Shizuka Anan²

Recently, we reported the combination of metal-organic frameworks (MOFs) and liquid crystals (LCs) (LC@MOFs), which exhibited homogeneous birefringence derived LCs oriented in the pores of MOFs. The orientation and birefringence changed in response to temperature. In this study, we combined pillared-layer MOFs (PLMOFs) with an anisotropic crystal structure and nematic LCs (LC@PLMOF). The LC@PLMOF exhibited homogeneous birefringence in a crystal induced by unidirectionally orientation of the LC in the pores. The birefringence and the orientational direction of LC in the pores changed discontinuously along with temperature change.

Keywords: Metal-organic framework, Nematic liquid crystal, Thermoresponsivity, Birefringence, Pillared-layer MOF

温度や圧力などの外場に応じてその性質を変化させる外場応答性金属-有機構造体 (MOF) が注目されている。当研究室では、新しい外場応答性 MOF として、MOF と液晶 (LC) を複合化した LC@MOF の合成を初めて報告している¹。LC@MOF では MOF の細孔中で LC が配向したことに加え、温度変化すると細孔中の LC の配向状態と複屈折が変化した。本研究では異方的な結晶構造を有する MOF に LC を導入することで細孔中の LC の配向度を向上させ、外場応答性の向上を目的とした。二種類の配位子が異方的に配列したピラードレイヤー型 MOF (PLX(Y), 1-6) と、液晶分子である 5CB の複合体を合成した (5CB@PLX(Y), Fig. 1a)。

5CB@PLX(Y) に対してクロスニコル下での偏光顕微鏡観察を行ったところ、すべての 5CB@PLX(Y) は結晶中で一様な複屈折を示した。温度変化すると、5CB@1, 2, 3, 5 において、70~120°C の温度範囲で複屈折が急激に変化した (Fig. 1b, c)。一方、5CB@4, 6 において、複屈折は温度によらず一定であった。偏光顕微 IR 測定より、すべての 5CB@PLX(Y) の細孔中で 5CB が一方方向に配向していることが確認されたが、複屈折に温度応答性を示した 5CB@1, 2, 3, 5 では細孔中の 5CB の配向方向が回転しており、複屈折の温度応答性は 5CB の回転に起因すると考えられる。

1) Anan, S.; Kurihara, T.; Yamaguchi, M.; Kikuchi, H.; Kokado, K. *Chem. Eur. J.* **2024**, *30*, e202303277.

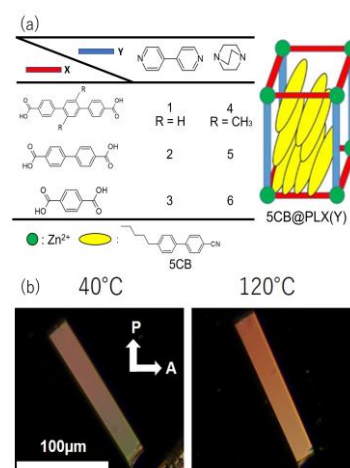


Fig.1. (a) A series of PLX(Y) (1-6).

(b) POM images of 5CB@1.