

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 20 日現在

機関番号：11101

研究種目：若手研究 (A)

研究期間：2011～2012

課題番号：23685034

研究課題名（和文）フッ素フリー水／超臨界二酸化炭素分散システムの構築

研究課題名（英文）Formation of A Water/Carbon Dioxide Microemulsion with Fluorine-free Surfactant

研究代表者

鷺坂 将伸 (SAGISAKA MASANOBU)

弘前大学・大学院理工学研究科・助教

研究者番号：60374815

研究成果の概要（和文）：揮発性有機溶媒 (VOC) の代替として、超臨界 CO_2 が注目されているが、超臨界 CO_2 は極性物質に対する溶解性が低い。より広範に超臨界 CO_2 を利用するには、水をナノ粒子として分散させた“水/ CO_2 マイクロエマルジョン”が必要である。本研究では、安定化剤として、高価で環境負荷のあるフッ素系材料を使わずに、汎用性のある炭化水素系界面活性剤でこの $\text{W}/\text{CO}_2 \mu\text{E}$ の調製を試み、これに成功した。

研究成果の概要（英文）：Supercritical CO_2 (scCO_2) have been attracted much attention as a substitute solvent of VOC, however it is usually poor solvent for polar materials. To use scCO_2 in various industrial fields, scCO_2 should have dispersed water droplets, that is, a water/ scCO_2 microemulsion ($\text{W}/\text{CO}_2 \mu\text{E}$). This study successfully developed an inexpensive and environmentally-acceptable non-fluorinated surfactant as a stabilizer for $\text{W}/\text{CO}_2 \mu\text{E}$.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2011年度	7,000,000	2,100,000	9,100,000
2012年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
年度			
総計	8,400,000	2,520,000	10,920,000

研究分野：化学

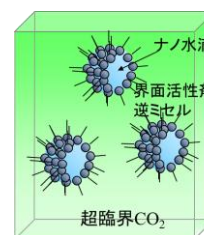
科研費の分科・細目：複合化学・環境関連化学

キーワード：界面活性剤, 超臨界二酸化炭素, マイクロエマルジョン, 逆ミセル, フッ素フリー

1. 研究開始当初の背景

環境汚染や地球温暖化に影響する揮発性有機溶媒 (VOC) の代替として、超臨界状態の CO_2 (scCO_2) が注目されている。しかし、超臨界状態の CO_2 は極性物質に対して貧溶媒であるため、応用が限られており、その性質の改善が望まれている。これに対して、 scCO_2 中に水をナノ粒子化し、複合した“水/ CO_2 マイクロエマルジョン ($\text{W}/\text{CO}_2 \mu\text{E}$ (図 1))”の調

製が期待されている。この scCO_2 の物質態は、 scCO_2 連続相が無極性物質を溶解させかつ、分散した水粒子が極性物質を溶解する、水と CO_2 からなる“環境調和型の万能溶剤”であり、 scCO_2 のみの性質では利用できなかった様々

図 1 $\text{W}/\text{CO}_2 \mu\text{E}$

な工業プロセスに向けて応用が期待できる。例えば、有害物質の除去や有用物質の抽出の場合、さらには新規材料の創製の場合や水と CO₂ を反応させる人工的光合成の場合にも利用が期待できる。また一方では、CO₂ を固定化(地球温暖化抑制)手段、脱有機溶媒の手段にもなりうる。特筆すべきは、これを利用することで、解乳行程、溶媒除去行程が減圧操作により達成され、工業プロセスが大幅に簡略化、省エネルギー化できる点である。これらの利点を踏まえ、特に米国を中心に、ドライクリーニングや、半導体基盤や精密機器部品の精密洗浄、石油の増進回収への利用に向けた研究開発が加速している。

W/CO₂μE の構築に向け、1990 年から 200 種近い界面活性剤が試験されてきたが、W/CO₂μE を構築したものはほんの一握りであった。高価で環境負荷のあるフッ素系界面活性剤の利用においては高い水可溶化量を実現することもできたが、低環境負荷で汎用性の高い炭化水素系界面活性剤での成功例は、ほとんどの場合、水可溶化限界量 ($W_0^{\max} = [\text{可溶化された水}]/[\text{界面活性剤}]$) が 10 以下であり、最高のものでも 30 程度であった。例えば、Eastoe らは、メチル分岐の多い二鎖型界面活性剤 AOT4 が $W_0^{\max}=15$ 程度までの W/CO₂μE を [J. Am. Chem. Soc., **123**, 988 (2001)], Johnston らは多分岐アルキル鎖をもつ PEG 系界面活性剤 TMN-6 が $W_0^{\max}=38$ 程度までの W/CO₂μE を形成したことを報告している [Ind. Eng. Chem. Res., **42**, 6348 (2003)]。また、工業において、高い水可溶化限界量だけでなく、汎用性や低環境負荷、そして、より低圧力から W/CO₂μE を安定化させる能力が求められている。

2. 研究の目的

本研究では、超臨界 CO₂ に対して最も親和性の高い炭化水素の分子構造を探索し、界面活性剤単独または混合系により、熱および化学的安定性に優れ、さらには温和な条件下でかつ、可溶化限界量 $W_0^{\max}=60$ 以上をもつフッ素フリーの W/CO₂μE の構築を試みた。

3. 研究の方法

近年、多分岐炭化水素が scCO₂ によく溶け、高い親和性(親 CO₂ 性)をもつことが明らかになった。本研究では、多分岐型炭化水素を親 CO₂ 基(疎水基)として採用し、様々な分岐型炭化水素をもつ界面活性剤を合成した。図 2 に合成した界面活性剤の疎水基と骨格を示す。合成した界面活性剤は、まず scCO₂ 中への溶解性について検討し、その後、水を加えた系(水/界面活性剤/scCO₂ 混合系)において、相挙動の目視観察、UV-vis スペクトルによる可溶化量の評価、小角中性子散乱測定により評価した。それらの評価を総合的にまとめ、

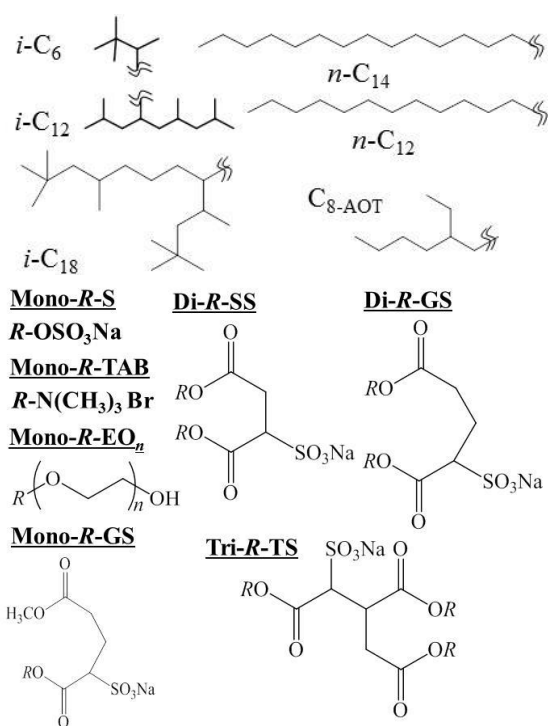


図 2 多分岐型炭化水素基 ($R=i-C_n$) とその比較対象の炭化水素基 ($R=n-C_n$ と $C_8\text{-AOT}$)、一鎖一親水基型 (Mono-)、二鎖一親水基型 (Di-)、三鎖一親水基型 (Tri-) の界面活性剤の構造。

表 1 多分岐型界面活性剤と比較物質の水可溶化限界量 (W_0^{\max}) と、 $W_0=15$ でかつ 35, 55, 75°C における W/CO₂μE 形成の最低圧力

	W_0^{\max}	Lowest μE-forming P / bar		
		@35 °C	@55 °C	@75 °C
Mono- <i>i</i> -C ₁₈ -S	50	—	240	260
Mono- <i>i</i> -C ₁₈ -TAB	0	—	—	—
Mono- <i>i</i> -C ₁₈ -GS	0	—	—	—
Mono- <i>i</i> -C ₁₂ -EO ₈	38	280	330	360
Mono- <i>n</i> -C ₁₂ -S	0	—	—	—
Di- <i>i</i> -C _{8-AOT} -SS	0	—	—	—
Di- <i>i</i> -C ₁₈ -SS	21	280	290	300
Di- <i>i</i> -C ₁₈ -GS	18	—	200	240
Di- <i>i</i> -C ₁₂ -SS	21	—	—	335
Di- <i>i</i> -C ₆ -SS	0	—	—	—
Tri- <i>i</i> -C ₆ -TS	21	215	200	220

各界面活性剤の水可溶化限界量を求めた。また、得られた最大の可溶化限界量をもつ界面活性剤をホストし、それに対して正の相乗効果を与えると考えられる異種親水基の界面活性剤をゲストとし、それら混合系の可溶化限界量の評価を行った。さらには、同様に優秀な性能を持つ界面活性剤に対して、少量の助溶媒 (3wt% 以下の有機溶剤) を添加した系の W/CO₂μE の形成についても検討を行った。

また、フッ素フリーではないが、社会に許容される範囲内の少量のフッ化炭素 (C6 以下) を持ち、実用可能なレベルの W/CO₂ マイクロエマルジョンを形成できる界面活性剤の開発も重要であり、可溶化能力に及ぼすフ

ッ化炭素鎖長の影響を検討した。

評価には、[i]相挙動観察および[ii]水相マーカーを用いた吸光度測定による $W/CO_2\mu E$ の証明と可溶化限界量の推定、[iii] 高压小角中性子散乱測定装置による $W/CO_2\mu E$ のナノ構造の評価および可溶化限界量の証明があり、得られた結果を分子設計に反映させ、より有望な系を探索し、目的達成の確度を高めた。なお、SANS 測定は、英国ブリストル大学の Eastoe 教授の協力のもと、英国 Rutherford Appleton Laboratory, ISIS にて行った。

4. 研究成果

図2の界面活性剤を合成し、各界面活性剤の $scCO_2$ 中での水分散能力を確認した。実験は、 CO_2 に対して 0.08mol% (約 17mM) の界面活性剤を加え、温度 35~75°C、圧力 100~400bar の範囲で透明な均一相である $W/CO_2\mu E$ と白濁相である W/CO_2 マクロエマルション相の領域を目視観察した。

表1に合成した多分岐型界面活性剤とその比較物質(図2)の水可溶化限界量(W_0^{max})と、界面活性剤と水のモル比 $W_0=15$ でかつ 35, 55, 75°C における $W/CO_2\mu E$ 形成の最低圧力を示す。表1に示される W_0^{max} が0の界面活性剤は、超臨界 CO_2 にまったく溶解せず、水の可溶化に機能しなかった。イソステアリル基(*i*-C₁₈)、イソヘキシル(*i*-C₆)やイソラウリル(*i*-C₁₂)を親 CO_2 基とした界面活性剤の超臨界 CO_2 中での水の可溶化能力を検討したところ、イソヘキシル基をもつ3鎖型界面活性剤が非常によく CO_2 中に溶解し、55°C以上かつ 190bar 以上で、 $W_0^{max}=21$ まで水を可溶化させることが分かった。また、最も効率的に水を可溶化させたのは一鎖一親水基型のイソステアリル硫酸ナトリウム塩で W_0^{max} が50となり、Johnstonらが報告した界面活性剤 TMN-6 (表1では Mono-*i*-C₁₂-EO₈) よりも明らかに優れた水可溶化能力を持つことが分かった。さらに $W/CO_2\mu E$ を形成する圧力を見比べてみると、TMN-6 に比べ 100bar も低い圧力から $W/CO_2\mu E$ を形成できることが分かり、Mono-*i*-C₁₈-S は、水可溶化限界量だけではなく、圧力に対する $W/CO_2\mu E$ の安定化効果も非常に高いことがわかった。

次に Mono-*i*-C₁₈-S が水を可溶化し、 $W/CO_2\mu E$ を形成していることを、より確かにするため、分散する水相に光吸収物質 *p*-トルエンスルホン酸ナトリウム(pTNa)を加え、水/Mono-*i*-C₁₈-S/ CO_2 の UV-vis 吸収スペクトルを測定した。図3にその結果を示す。図3のように 300 から 340nm において pTNa の吸収が表れ、その吸光度は W_0 が 57.6 になるまで増大し続けた。一方で、 W_0 が 57.6 以上ではほぼ吸光度は少しずつ減少していった。

図3のデータから、波長 318 nm における吸光度と W_0 の関係を図4に示した。 W_0 の増

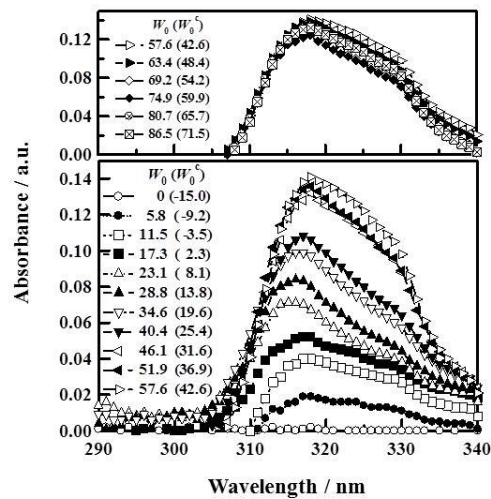


図3 0.1 wt% *p*-トルエンスルホン酸ナトリウム(pTNa)水溶液を分散相とした Mono-*i*-C₁₈-S/ CO_2 逆ミセル溶液の UV-vis 吸収スペクトル(45°C、350bar)。

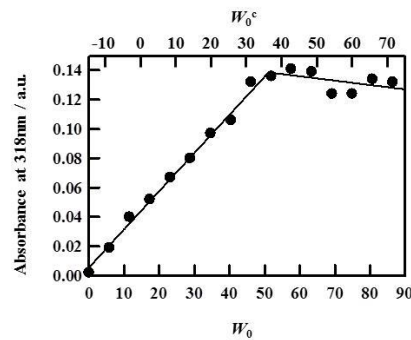


図4 図4のスペクトルの 318nm の吸光度と W_0 の関係。 W_0^c は純粋な CO_2 中に溶解する水の量を引いた場合の W_0 値である。

加に比例して吸光度は増加しているため、加えた pTNa 水溶液は、すべてマイクロエマルションとして CO_2 中に分散していることがわかった。一方で、 W_0 が 57.6 以上では吸光度が緩やかに減少している。これは、Winsor-II 型 $W/CO_2\mu E$ 相 ($W/CO_2\mu E$ に可溶化されない過剰の水が分離している相) へと変化していることを意味する。以上の結果から $W_0=50$ の水までは確実に $W/CO_2\mu E$ として、Mono-*i*-C₁₈-S により分散されていることが明らかとなった。

最も高い水可溶化能力が確認された Mono-*i*-C₁₈-S に対し、より水可溶化能力の向上や圧力に対する安定性を高めるため、少量(1~10vol%程度)の助溶媒(アセトン、酢酸エチル、*t*-ブタノール、*i*-プロパノール)を Mono-*i*-C₁₈-S/ CO_2 系へ添加し、 $W/CO_2\mu E$ を形成する水添加量、圧力、温度条件を探った。また、界面活性剤の混合による可溶化能力に対する相乗効果の発現を目指し、Mono-*i*-C₁₈-S をホスト界面活性剤とし、Mono-*i*-C₁₈-TAB、Mono-*i*-C₁₈-EO₅ および Mono-*i*-C₁₈-EO₁₀ をゲスト界面活性剤(助界面

活性剤) として界面活性剤混合系の相挙動観察を行った。しかし、いずれのケースも助溶媒や助界面活性剤の添加は、析出相を形成するだけで、均一相(W/CO₂μE)は観察できず、性能を向上させることはできなかった。

次に、フッ素フリーではないが、環境や社会に許容される範囲内(C6以下)でかつ、できる限り少量のフッ化炭素をもつ W/CO₂μE 用界面活性剤の開発を行った。評価した界面活性剤の構造と可溶化限界量 W_0^{\max} を表 2 に示す。フッ化炭素鎖長が 2 以上で、有意な W/CO₂μE の形成が可能となり、フッ化炭素鎖長が 4 以上で、実用量レベルである W_0^{\max} が 60 以上のマイクロエマルジョンが達成された。フッ化炭素鎖長が 4 以上では、形成の圧力、温度条件も穏和であり、可溶化の速度が極めて速く、数分内で可溶化が達成できていた。このことから、二鎖型フッ素系界面活性剤であれば、フッ化炭素鎖長 4 のものが、低環境負荷でありながら、実用レベルの W/CO₂μE を効率的、効果的に調製するのに最適である判断できる。

W/CO₂μE の形成のより確かな証拠を得るために高圧小角中性子散乱(HP-SANS)測定を行った。4FG(EO)₂ の W/CO₂μE の HP-SANS データを図 5 に示す。得られたデータは多分散球状粒子の理論曲線により、誤差が少なくフィッティングされるため、球状の W/CO₂μE 粒子の存在がはっきりと確認された。図 6 にフィッティング解析により得られた W/CO₂μE 粒子の水コア半径と逆ミセル半径を W_0 に対してプロットした。図 6 から明らかなようにそれぞれの界面活性剤の W_0^{\max} よりも低い W_0 の領域では半径との比例関係が得られており、水の添加により逆ミセルが水を取り込み膨潤していく様子が確認された。

次に、二鎖型フッ素系界面活性剤 n FG(EO)₂ や n FS(EO)₂ よりも、少ないフッ化炭素量で効率的に水を分散させる界面活性剤の開発を目的として、フッ化炭素を 1 本有し、炭化水素鎖も同時に持つハイブリッド界面活性剤についても検討を行った。ハイブリッド界面活性剤 FC n -HC m の構造を図 7 に示す。FC n -HC m による W/CO₂μE の形成を確認するため相挙動観察を行うと、種々のフッ化炭素鎖長、炭化水素鎖長の中で FC6-HC6、FC6-HC8 においてのみ有意な W_0 条件下で W/CO₂μE の形成が確認され、特に、FC6-HC6 では、最大で $W_0^{\max}=60$ 程度となった。このことは、HP-SANS 測定結果(図 8)からも明らかになっており、FC6-HC6 の場合は、 W_0 の増加とともに散乱強度が増大し、いずれの測定値も多分散球状モデルのフィッティングカーブとよく一致した(ただし、 $W_0=20$ の場合では、 Q^{-1} の傾きの部位も見られるため、楕円体状となっている)。なお、球状理論曲線によ

表 2 フッ素系界面活性剤 n FS(EO)₂ ($m=1$ の場合)と n FG(EO)₂ ($m=2$ の場合)の構造と scCO₂ 中での水可溶化限界量 W_0^{\max} 。

Surfactant structure	n/m	W_0^{\max}	
		45 °C	75 °C
$\text{F}(\text{CF}_2)_n\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_m$	2/2	20	-
$\text{F}(\text{CF}_2)_n\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_m$	4/1	45	50
$\text{F}(\text{CF}_2)_n\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CHSO}_3\text{Na}$	4/2	45	80
	8/1	42	48
	8/2	62	60

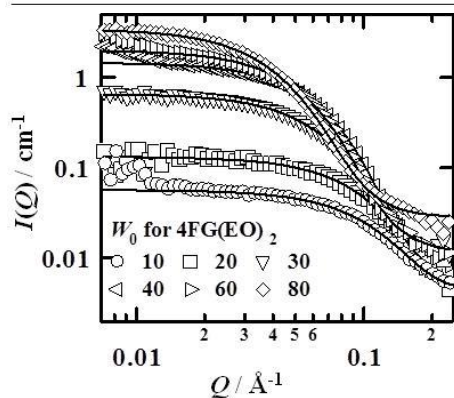


図 5 45°C, 350bar における 4FG(EO)₂ の W/CO₂μE の SANS データ。プロットは実験値、実線は球状粒子の理論曲線。

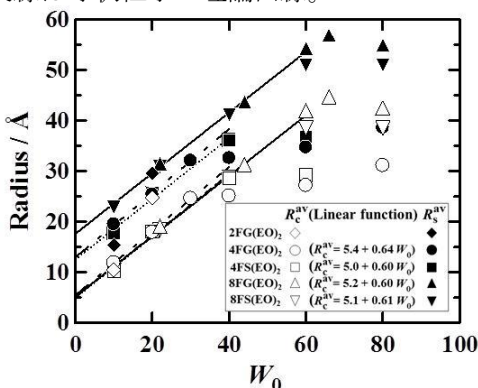


図 6 n FG(EO)₂/W/CO₂μE の SANS データのフィッティングにより得られたコアとシェル半径と W_0 の関係(45°C, 350bar)。

るフィッティングから得られたコアとシェルの半径(R_{core} と R_{shell})は、 $W_0=40$ のとき $R_{\text{core}}=28\text{\AA}$ と $R_{\text{shell}}=39\text{\AA}$ 、 $W_0=60$ のとき $R_{\text{core}}=39\text{\AA}$ と $R_{\text{shell}}=50\text{\AA}$ であった。二鎖型フッ素系界面活性剤に比べ、ハイブリッド界面活性剤では、 W_0^{\max} が、フッ化炭素鎖長と炭化水素鎖長、もしくはそれらのバランスに強く影響し、分子設計の観点から非常に興味深い結果であった。分子内に含まれるフッ素原子当たりの水可溶化限界量を求めてみると、FC6-HC6 は F 原子 1 つに対し水 4.7 分子を可溶化させることがわかった。これは、過去に検討されたフッ化炭素を持つ界面活性剤の中で、F 原子当たりで最も効率的に水を可溶化する界面活性剤であることを示している。

以上の成果は、過去に報告される炭化水素系界面活性剤に対し、最も高い水可溶化能力

をもつ界面活性剤, Mono-*i*-C₁₈-S ($W_0^{\max}=50$)の開発に成功したものであり, 圧力, 温度を穏和にする点についてはまだ課題が残るものの, 次世代型グリーン溶剤である W/CO₂ マイクロエマルジョンを実用に大きく近づける成果となった。

また, 一方でフッ素フリーではないが, フッ素量を社会・環境に許容される量まで低減した高い可溶性効率のフッ素系界面活性剤の開発にも成功した。このフッ素系界面活性剤は, フッ素量を低減させてはいるが高価であることには変わらない。しかし, 炭化水素系界面活性剤に比べ低圧力や, 多種物質の影響を受けにくく, 瞬時かつ安定に W/CO₂μE を形成する利点を持つため, 高付加価値材料に向けて, 合成や洗浄, 抽出等の応用に利用できると思われる。

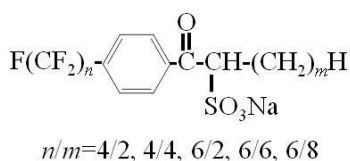


図7 ハイブリッド界面活性剤 FC_n-HC_m の構造

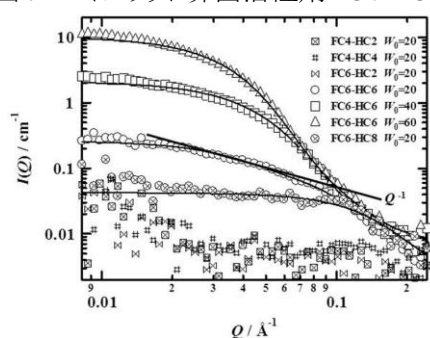


図8 45°C, 350bar における FC_n-HC_m の W/CO₂μE の SANS データ。プロットは実験値、実線は球状粒子の理論曲線。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計7件)

- ① **Masanobu Sagisaka**, Kotaro Kudo, Shota Nagoya, Atsushi Yoshizawa, “Highly Methyl-Branched Hydrocarbon Surfactant as a CO₂-philic Solubilizer for Water/Supercritical CO₂ Microemulsion”, *J. Oleo Sci.*, 査読有, accepted.
- ② **Masanobu Sagisaka**, Shuho Iwama, Junya Tamada, Atsushi Yoshizawa, “Efficient Nanoparticle Synthesis using W/CO₂ Microemulsions having a high solubilizing power fluorinated surfactant”, *Mater. Technol.*, 査読有, 31, 2, 44-55 (2013).
- ③ **Masanobu Sagisaka**, Shuho Iwama, Atsushi Yoshizawa, Azmi Mohamed, Stephen Cummings, Julian Eastoe, “An Effective and Efficient Surfactant for CO₂ Having Only Short Fluorocarbon Chains”, *Langmuir*, 査

読有, 28, 30, 10988–10996 (2012).

- ④ Azmi Mohamed, **Masanobu Sagisaka**, Martin Hollamby, Sarah E. Rogers, Richard K Heenan, Robert Dyer and Julian Eastoe, “Hybrid CO₂-philic Surfactants with Low Fluorine Content”, *Langmuir*, 査読有, 28, 15, 6299–6306 (2012).
- ⑤ Julian Eastoe, Azmi Mohamed, **Masanobu Sagisaka**, Fredric Guittard, Stephen Cummings, Alison Paul, Sarah Rogers, Richard Heenan, Robert Dyer, “Low Fluorine Content CO₂-philic surfactants”, *Langmuir*, 査読有, 27, 17, 10562-10569 (2011).
- ⑥ **Masanobu Sagisaka**, Shuho Iwama, Satoshi Hasegawa, Atsushi Yoshizawa, Azmi Mohamed, Stephen Cummings, Sarah E. Rogers, Richard K. Heenan, Julian Eastoe, “Super-Efficient Surfactant for Stabilizing Water-in-Carbon Dioxide Microemulsions”, *Langmuir*, 査読有, 27, 10, 5772–5780 (2011).
- ⑦ Yoshihiro Takebayashi, **Masanobu Sagisaka**, Kiwamu Sue, Satoshi Yoda, Yukiya Hakuta, Takeshi Furuya, “Near-Infrared Spectroscopic Study of a Water-in-Supercritical CO₂ Microemulsion as a Function of the Water Content”, *J. Phys. Chem. B*, 査読有, 115, 19, 6111–6118 (2011).

[学会発表] (計19件)

- ① **Masanobu Sagisaka**, Self-assemblies of Highly Methyl-Branched Hydrocarbon Surfactants in Supercritical Carbon Dioxide, 87th ACS Colloid & Surface Science Symposium, 2013年06月25日, University of California, Riverside, USA
- ② **鷲坂将伸**, フッ素系多鎖型界面活性剤の超臨界 CO₂ 中での水可溶性能力, 2012年材料技術研究協会討論会, 2012年12月08日, 東京理科大学(野田)
- ③ **鷲坂将伸**, W/CO₂ 系分子集合体の曲率に及ぼすフッ素系二鎖型界面活性剤の混合の効果, 2012年材料技術研究協会討論会, 2012年12月08日, 東京理科大学(野田)
- ④ **鷲坂将伸**, ラメラ液晶の動的形成—崩壊挙動—マイクロ相分離と分子不均一性の共同作用—, 日本液晶学会ソフトマターフォーラム第2回勉強会, 2012年10月19日, 弘前大学(弘前)
- ⑤ **鷲坂将伸**, 水と CO₂ を溶媒とした機能性分子集合体の形成と高効率ナノ材料製造等将来技術への応用, 日本化学会秋季事業 第2回 CSJ 化学フェスタ, 2012年10月15日, 東京工業大学(東京)
- ⑥ **Masanobu Sagisaka**, Formation of Highly

- Functional Molecular Assemblies in Supercritical Carbon Dioxide, World Congress on Oleo Science (WCOS 2012) & 29th ISF Congress-JOCS/AOCS/KOCS/ISF Joint Meeting, 2012年10月03日, アルカス佐世保 (佐世保)
- ⑦ **鷺坂将伸**, 超臨界二酸化炭素中での分子集合体の形成制御と将来技術, 化学工学会第44回秋季大会, 2012年09月19日, 北大学 (仙台)
- ⑧ **鷺坂将伸**, 鎖長の異なる二鎖型フッ素系界面活性剤の混合によるW/CO₂系逆ミセルの曲率制御, 第10回超臨界流体ミニワークショップ, 2012年09月09日, 新潟会館(新潟)
- ⑨ **鷺坂将伸**, 多分岐型 C12 炭化水素を疎水鎖とした界面活性剤の W/CO₂ マイクロエマルジョンの形成能力, 第10回超臨界流体ミニワークショップ, 2012年09月09日, 新潟会館(新潟)
- ⑩ **鷺坂将伸**, 圧力や温度に応答する分子集合体の構築と応用～分子集合体の新たな可能性の創出を目指して～, 2012年度日本油化学会若手の会サマースクール, 2012年08月02日, 愛知健康プラザ (知多郡)
- ⑪ **鷺坂将伸**, 超臨界 CO₂ 中での自己組織化と水の分散, 化学工学会東北支部第20回若手の会セミナー, 2012年06月16日, 八戸工業高等専門学校 (八戸)
- ⑫ **Masanobu Sagisaka**, Fluorinated Double-tail CO₂-philic Surfactants with Sulfoglutarate Head Groups, International Association of Colloid and Interface Scientists' Conference (IACIS2012), 2012年5月17日, Sendai, Japan
- ⑬ **鷺坂将伸**, 水と二酸化炭素からなる省エネルギー型グリーンソルベント, イノベーション・ジャパン 2011-大学見本市, 2011年9月12日, 東京国際フォーラム (東京).
- ⑭ **鷺坂将伸**, 岩間修穂, 工藤 厚太郎, 長谷川 聡, 吉澤 篤, 超臨界 CO₂ 中に形成した二鎖型フッ素系界面活性剤逆ミセルの形態と挙動, 化学工学会 第43回秋季大会, 2011年09月15日, 名古屋工業大学 (名古屋).
- ⑮ 工藤厚太郎, **鷺坂将伸**, 吉澤篤, 多分岐型炭化水素系界面活性剤によるW/CO₂ マイクロエマルジョンの構築, 第63回コロイドおよび界面化学討論会, 2011年9月8日, 京都大学吉田キャンパス (京都).
- ⑯ 岩間修穂, 吉澤篤, **鷺坂将伸**, 水/CO₂ マイクロエマルジョンの形成に及ぼす二鎖型フッ素系界面活性剤のフッ化炭素鎖長およびスペーサー長の影響, 第63回コロイドおよび界面化学討論会, 2011年9月8

- 日, 京都大学吉田キャンパス (京都).
- ⑰ 岩間修穂, 吉澤篤, **鷺坂将伸**, 鎖長に依存しないフッ素系グルタレート型界面活性剤の CO₂ 中への水の可溶化能, 第9回超臨界流体ミニワークショップ, 2011年08月21日, 東京理科大学 大子研修センター (茨城).
- ⑱ 工藤厚太郎, 吉澤篤, **鷺坂将伸**, イソステアリル基を有する界面活性剤の CO₂ 中への水の可溶化, 第9回超臨界流体ミニワークショップ, 2011年8月21日, 東京理科大学 大子研修センター (茨城).
- ⑲ **鷺坂将伸**, 水/二酸化炭素複合系分子集合体の構築と高効率/低環境負荷技術への応用, 社団法人新化学技術推進協会新素材技術部会講演会, 2011年4月15日, 新化学発展協会(東京).

[産業財産権]

○出願状況 (計1件)

名称 : Surfactant for Stabilizing Water/Supercritical Carbon Dioxide Microemulsion

発明者 : Masanobu Sagisaka, Kudo Kotaro, Hida Masahiro, Yasufumi Shikauchi

権利者 : 同上

種類 : 特許

番号 : 13/582,580

出願年月日 : 2012年10月02日

国内外の別 : 外

[その他]

ホームページ

<http://www.st.hirosaki-u.ac.jp/~lclab/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

鷺坂 将伸 (SAGISAKA MASANOBU)
弘前大学・大学院理工学研究科・助教
研究者番号 : 60374815

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし