

平成 21 年 5 月 11 日現在

研究種目：若手研究 B
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19750117
 研究課題名（和文）有機液体薄膜中に形成する金ナノロッド 2 次元集積構造と集積構造間の相転移
 研究課題名（英文） Two Dimensional Assemblies of Gold Nano-Rods in Wetting Film on Water

研究代表者
 松原 弘樹 (MATSUBARA HIROKI)
 九州大学・大学院理学研究院・助教
 研究者番号：00372748

研究成果の概要：

本研究では、液体表面に拡がった濡れ膜の中で働く横毛間力を使って微粒子集積構造を作成することに成功した。固体を支持基板とする従来の塗布・乾燥法と集積密度としては同程度、集積面積についてははるかに大きな集積構造を実現することができた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,800,000	0	1,800,000
2008 年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	450,000	3,750,000

研究分野：化学

科研費の分科・細目：複合化学・機能物質化学

キーワード：液体薄膜、濡れ-非濡れ転移、微粒子集積、表面間力、金ナノロッド

1. 研究開始当初の背景

微粒子分散液を基盤に塗布して乾燥させると、溶媒乾燥時に粒子間に横毛管力が働いて自己組織的に 2 次元集積構造ができる。横毛管力は粒子周辺に形成されるメニスカスによって表面積が増加することに起因し、粒子が液面に浮いている場合（浮体力）と基盤に支えられている場合（液浸力）で粒径依存性が大きく異なる。適当な粒子径を選べば液浸力は他の粒子間相互作用に比べて支配的になるので、塗布・乾燥法は粒子の種類に依らない理想的な微粒子集積法である。

2. 研究の目的

今回の研究では、筆者がこれまで独自に確立

してきた濡れ-非濡れの研究をベースに、水溶液表面の有機液体薄膜（濡れ膜）を新しい微粒子集積場とした微粒子集積法を提案した。アルカンに代表される水に不溶な油は、温度、水相の電解質濃度などの外部条件により、1nm～100nm の範囲で連続的に膜厚をコントロールできるナノ薄膜を形成する。微粒子は親水性、疎水性に関わらず界面に吸着する傾向が著しく強く、液体薄膜中では微粒子は 2 つの界面に跨って配向し、液浸力に匹敵する横毛管力が働いて密な凝集構造を作ることが微粒子安定化エマルションの研究から既に明らかにされている。二つの界面に同時にメニスカスをつくるのが液体界面で強い横毛間力を発現するポイントである。

微粒子集積場として濡れ膜を使うと、溶媒の蒸発速度をコントロールする必要がなく、粒子・基板間に強い相互作用が存在しないことなどから、塗布・乾燥法よりも大きな集積構造を作成できる可能性が高いと考えられる。また、この方法を金ナノロッドのような異方性粒子に適用すれば、長軸、短軸それぞれの長さに対応した濡れ膜を用いて全く異なる集積構造の作り分けや集積構造間の転移が可能になると考えられる。

3. 研究の方法

(1) 初めに微粒子として表面修飾が容易で、均一な粒子が手に入りやすいシリカ粒子を採用 (Sigma-Aldrich: $1.0\ \mu\text{m}$)、ジメチルシランで疎水化処理して 1.0wt% のヘキサン (Sigma-Aldrich: >98%) 分散液を調整した。横毛管力が効率よく働く、粒径と同程度の膜厚をもったヘキサン膜を形成するため、水溶液は 2.5 M の NaCl 溶液とした。NaCl 水溶液 5ml を直径 3cm のプラスチック容器に注ぎ、0.05ml のシリカ粒子分散液を加えて密閉して、1つは室温で、もう1つは 50°C の恒温槽に浸して 1 時間放置し、できあがった集積構造を偏光フィルターを取り付けた光学顕微鏡 (OLYMPUS BL50) で観察した。平衡状態でのヘキサン膜の厚さは、予め、微粒子を加えずに位相変調型エリプソメトリ (Beaglehole Instruments, Picoellipsometer) で測定した。

(2) (1) の実験で得られた情報をもとに、疎水化した金ナノロッドのヘキサン分散液 (大日本印刷提供: 長軸 70 nm、短軸 40 nm) を NaCl 水溶液上に展開し、35°C、ならびに 50°C で集積を行った。

4. 研究成果

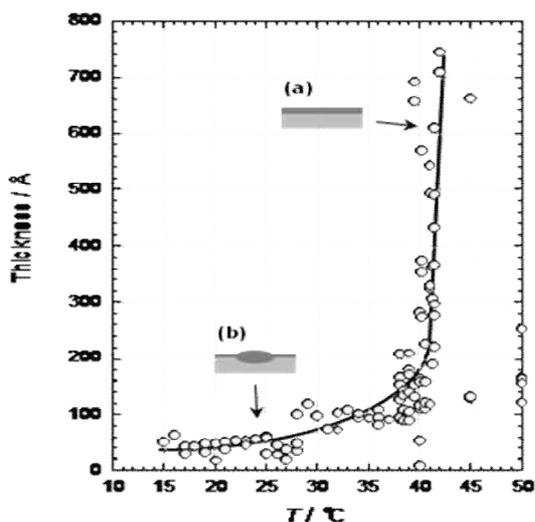


図 1. NaCl 水溶液表面でのヘキサンレンズの臨界濡れ。図中(a)と(b)は目視で観察したレンズの模式

図。

微粒子を加えずに測定したヘキサン膜厚の温度変化を図 1 に示した。室温ではヘキサンは 5 nm 程度の薄膜を形成し、過剰なヘキサンはレンズを作って薄膜と共存している。薄膜形成は界面張力でヘキサンが空気/水溶液界面に拡がろうとする力と、空気/ヘキサン、ヘキサン/水溶液界面に働く表面間力 (引力) が拮抗することで生じる。温度が上昇するとヘキサン相と水溶液相の屈折率が接近し、表面間力が減少することで連続的にヘキサン膜が厚くなり、最終的に表面間力が引力から斥力になるところで膜厚が発散する (臨界濡れ)。この実験では水相に NaCl を添加することで水相の屈折率を調整して実験が容易な温度領域まで臨界濡れ温度を下げている。

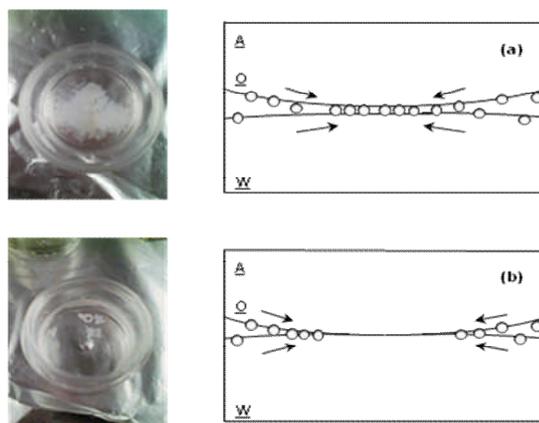


図 2. 臨界濡れ温度付近(a)と室温付近(b)で作成したシリカ粒子集積構造 (左)、ならびにそれぞれの条件で働くヘキサン膜中での横毛間力 (右)。

室温付近と臨界濡れ温度付近で作成したシリカ粒子集積構造の写真を図 2 に示した。室温付近のサンプルでは殆どの粒子がセルの淵に集まっていることがわかる。これはヘキサンレンズが疎水性のプラスチックセルの壁に沿ってレンズを形成し、徐々にヘキサンが蒸発していく過程で空気/ヘキサン/水溶液の三相接触線領域で局所的に働く横毛間力によってシリカ粒子が集積されたためであると考えられる。一方、臨界濡れ温度付近で集積を行うとほぼセルの全体にわたって均一な集積構造が作成できる。肉眼でも集積構造から光彩が確認できることから、今回のような簡単な方法でもかなり粒子間隔のそろった二次元集積構造が実現できることが明らかになった。膜厚の調整を蒸発に頼っている従来の塗布・乾燥法では集積面積は最大でも 1cm^2 程度であるので、今回提案する集積手法はセル全域 (直径 3cm) に容易に集積を行えたことから集積面積の大幅な増大とい

当初の目的は十分達成できていると考えられる。

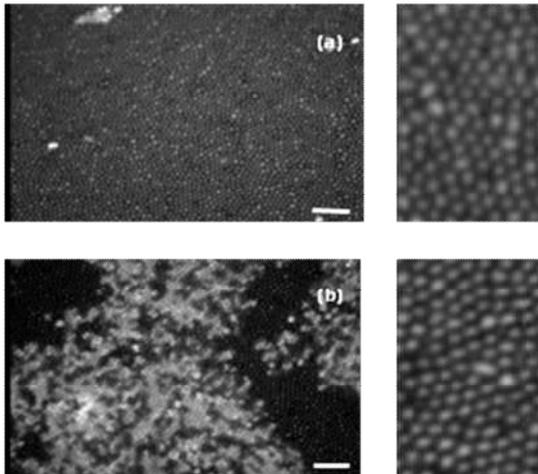


図3. 二次元集積構造の拡大写真。(a)、(b)は図1、2の実験条件に対応。barは10 μ m。

シリカ粒子集積構造の顕微鏡写真を図3に示した。通常、液体界面に吸着した疎水性微粒子は、誘電率が低い相で双極子間の斥力相互作用が遮蔽されないので、DLVO理論の二次極小に相当する粒子間隔の大きな構造しか作れない。拡大図(右)からわかるように、今回作成した集積構造は非常に密で、ファンデルワールス力に横毛間力が加わることによって、双極子斥力が克服できている様子が分かる。微視的には室温付近でも、臨界濡れ温度付近でもほぼ同じ集積構造が形成されているものの、室温では微粒子の集積がセルの壁に沿った狭い範囲だけで起こるので、2層目、3層目が重なってしまっている(図右で白くなっている部分)。均一で面積の大きな集積構造を作成するためには臨界濡れを利用した方が有効である。

本研究では、液体表面に拡がった濡れ膜の中で働く横毛間力を使って微粒子集積構造を作成することに成功した。厳密な比較は難しいが、固体を支持基板とする塗布・乾燥法と集積密度としては同程度、集積面積については従来のものよりも大きな集積構造を実現できているように思われる。

同様の手法を金ナノロッドの二次元に応用した例を図4に示す。薄膜の厚さが短軸と長軸それぞれの長さに対応するように35 $^{\circ}$ C、と50 $^{\circ}$ Cで集積を行ったが、形成された集積構造はいずれも長軸が水溶液の表面に水平なSide-on型構造で、シリカ粒子を集積した場合と比較すると集積密度も低かった。これらの点に関しては、金ナノロッドの表面修飾の改良によって将来的に解決できると考えられる。



図4. 金ナノロッドの二次元集積構造

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計17件)

- ① H. Matsubara, H. Obata, T. Matsuda, T. Takiue, M. Aratono, Surface adsorption and aggregate formation of aqueous binary mixture of cationic surfactant and sugar surfactant, *Colloid and Surfaces A*, 315, 183-188, 2008 : 査読有
- ② T. Fukuda, D. Murakami, H. Inomata, H. Sakamoto, H. Matsubara, M. Aratono, T. Takiue, Molecular orientation and multilayer formation in the adsorbed film of 1H,1H,10H,10H-perfluorodecane-1,10-diol at the hexane/water interface; Temperature effect on the adsorption of fluoroalkane-diol, *J. Phys. Chem. B*, 112, 5078-5084, 2008 : 査読有
- ③ D. Murakami, T. Fukuda, H. Matsubara, M. Aratono, T. Takiue, Effect of the Partial Hydration of Hydrogenation of Hydrophobic Chains on the Mixing of Fluoroalkanols in an Adsorbed Films at the Hexane/Water Interface, *J. Phys. Chem. B*, 112, 4564-4568, 2008 : 査読有
- ④ Y. Takata, H. Matsubara, T. Matsuda, Y. Kikuchi, T. Takiue, B.M. Law, M. Aratono, Interfacial tension and wetting behavior of air/oil/ionic liquid systems, *Colloid Polym. Sci.*, 286, 647-654, 2008 : 査読有
- ⑤ H. Matsubara, E. Ohtomi, T. Takiue, C.D. Bain, M. Aratono, Wetting and Freezing of Hexadecane on an Aqueous Surfactant Solution: Triple Point in a 2-D film, *J. Phys. Chem. B*, 112, 11664-11668, 2008 : 査読有
- ⑥ M. Aratono, A. Mori, I. Koga, M. Shigehisa, N. Onimaru, K. Tsuchiya, T. Takiue, H. Matsubara, Spontaneous Vesicle Formation of Mixtures of Double-Chain Cationic Surfactants with a Different Counterion, *J.*

- Phys. Chem. B, 112, 12304-12311, 2008 : 査読有
- ⑦ K. Kashimoto, K. Shibata, T. Matsuda, M. Hoshide, Y. Jimura, I. Watanabe, H. Tanida, H. Matsubara, T. Takiue, M. Aratono, Langmuir, 24, 6693-6697, 2008 : 査読有
 - ⑧ M. Aratono, K. Shimamoto, A. Onohara, D. Murakami, H. Tanida, I. Watanabe, T. Ozeki, H. Matsubara, T. Takiue, Analytical Sciences, Adsorption of 1-decyl-3-methylimidazolium bromide and solvation structure of bromide at the air-water interface, 24, 1279-1283, 2008 : 査読有
 - ⑨ 松原弘樹、高田陽一、荒殿 誠、吸着膜相転移から濡れ・非濡れ転移、表面間力、線張力への研究展開、表面、35、300-306、2008 : 査読無 (原稿依頼)
 - ⑩ 松原弘樹、瀧上隆智、荒殿 誠、表面張力測定による陽イオン界面活性剤混合系の協同効果と吸着膜ならびにミセルでの対イオン混合に関する熱力学的研究、熱測定、35、192-199、2008 : 査読有 (原稿依頼)
 - ⑪ T. Matsuda, Y. Mishima, S. Azizian, H. Matsubara, T. Takiue, M. Aratono, Interfacial tension and wetting behavior of air/oil/ionic liquid systems, Colloid Polym. Sci., 285, 1600-1605, 2007 : 査読有
 - ⑫ S. Azizian, K. Kashimoto, T. Matsuda, H. Matsubara, T. Takiue, M. Aratono, Interfacial tension studies of crown ethers at air/water interface and hexane/water interfaces, J. Colloid Interface Sci., 316, 25-30, 2007 : 査読有
 - ⑬ S. Azizian, H. Motani, K. Shibata, T. Matsuda, T. Takiue, H. Matsubara, M. Aratono, Analysis of dynamic surface tension of tetraethyleneglycol monoethyl ether at air/water interface, Colloid Polym. Sci., 285, 1699-1705, 2007 : 査読有
 - ⑭ Y. Hayami, A. Wataya, T. Takiue, N. Ikeda, H. Matsubara, M. Aratono, Adsorption and micelle formation of alkylammonium chloride-alkyltrimethylammonium chloride mixtures, J. Colloid Interface, Sci., 310, 240-245, 2007 : 査読有
 - ⑮ H. Matsubara, T. Shigeta, Y. Takata, N. Ikeda, H. Sakamoto, T. Takiue, M. Aratono, Effect of molecular structure of oil on wetting transition on surfactant solutions, Colloid and Surfs. A, 301, 141-146, 2007 : 査読有
 - ⑯ K. Shibata, T. Matsuda, R. Fujimoto, T. Takiue, H. Matsubara, M. Aratono, Counter ion effect on phase behavior in adsorbed film of fluoroalkanol and cationic surfactant mixture, Colloid and Surfs. A, 292, 36-41, 2007 : 査読有
 - ⑰ M. Aratono, Y. Yoshikai, N. Onimaru, M. Shigehisa, I. Koga, K. Wongwailikhit, A. Ohta, T. Takiue, R. Strey, B.Lhoussaine, Y. Takata, M. Villeneuve, H. Matsubara, Spontaneous vesicle formation of single chain and double chain cationic surfactant mixtures, J. Phys. Chem. B, 111, 107-115, 2007 : 査読有
- [学会発表] (計 42 件)
- ① 松原弘樹、界面活性剤水溶液表面でのアルカンレンズの薄膜形成と表面凝固、豊田理化学研究所特定課題研究「ぬれ・接着・破壊の物理」第三回研究会 (招待講演)、2008 年 12 月 20 日、広島大学
 - ② 村上大樹、福田 翼、松原弘樹、荒殿 誠、瀧上隆智、Effect of molecular orientation on the miscibility of fluorinated 1-alkanol and α, ω -alkanediol in the adsorbed film at the hexane/water interface、第 61 回コロイドおよび界面化学討論会、2008 年 9 月 7 日、九州大学
 - ③ 瀧上隆智、樫本 薫、村上大樹、M.L. Schlosmann、松原弘樹、荒殿 誠、Study on State of Adsorbed Film of Hydrocarbon Alcohol at Perfluorohexane/Water Interface by Interfacial Tension and X-ray Reflectivity Measurements、第 61 回コロイドおよび界面化学討論会、2008 年 9 月 7 日、九州大学
 - ④ 松原弘樹、牛島康孝、高田陽一、瀧上隆智、荒殿 誠、線張力測定と測定結果への理論的アプローチ、第 61 回コロイドおよび界面化学討論会 (依頼講演)、2008 年 9 月 7 日、九州大学
 - ⑤ 松原弘樹、北原裕一、高田陽一、村上 良、瀧上隆智、荒殿 誠、アルカン薄膜の臨界濡れを利用した水溶液表面での微粒子集積、第 61 回コロイドおよび界面化学討論会、2008 年 9 月 7 日、九州大学
 - ⑥ 島本 圭、松原弘樹、小野原明日香、谷田 肇、渡辺 巖、瀧上隆智、荒殿 誠、表面張力測定および全反射 XAFS 測定による空気-水界面におけるイオン液体混合吸着膜の研究、第 61 回コロイドおよび界面化学討論会、2008 年 9 月 7 日、九州大学
 - ⑦ 福田 翼、猪俣英章、村上大樹、松原弘樹、荒殿 誠、瀧上隆智、1H,1H,10H,10H-perfluorodecane-1,10-diol のヘキサノール/水界面吸着膜における分子配向と多重膜形成、第 61 回コロイドおよび界面化学討論会、2008 年 9 月 7 日、九州大学
 - ⑧ 大富英輔、牛島康孝、C.D. Bain、松原弘樹、瀧上隆智、荒殿 誠、臭化アルキルトリメチルアンモニウム水溶液表面に形成されたアルカン薄膜の凝固現象、第 61 回コロイドおよび界面化学討論会、2008 年 9 月 7 日、九州大学

- ⑨ 中村文弥、村上大樹、福田 翼、首藤 礼、松原弘樹、荒殿 誠、瀧上隆智、1H,1H,8H,8H-ペルフルオロオクタン-1,8-ジオールの表面吸着に及ぼす温度の効果、第 61 回コロイドおよび界面化学討論会、2008 年 9 月 7 日、九州大学
- ⑩ 牛島康孝、大富英輔、松原弘樹、瀧上隆智、荒殿 誠、陽イオン性界面活性剤水溶液表面でのヘキサデカンレンズの非濡れ-薄膜転移と線張力、第 61 回コロイドおよび界面化学討論会 (ポスター賞受賞)、2008 年 9 月 7 日、九州大学
- ⑪ 小野原明日香、島本 圭、松原弘樹、瀧上隆智、荒殿 誠、イミダゾリウム型イオン液体の表面吸着に及ぼす対イオンの効果と水溶液中での会合体形成、第 61 回コロイドおよび界面化学討論会、2008 年 9 月 7 日、九州大学
- ⑫ 松原弘樹、微粒子集積に展開するアルカンレンズのナノ薄膜形成と線張力、第 26 回九州コロイドコロキウム (招待講演)、2008 年 8 月 29 日、かんぼの宿 柳川
- ⑬ 大富英輔、牛島康孝、C.D. Bain、松原弘樹、瀧上隆智、荒殿 誠、臭化アルキルトリメチルアンモニウム水溶液表面に形成されたアルカン薄膜の凝固現象、第 26 回九州コロイドコロキウム、2008 年 8 月 29 日、かんぼの宿 柳川
- ⑭ 牛島康孝、大富英輔、松原弘樹、瀧上隆智、荒殿 誠、陽イオン性界面活性剤水溶液表面でのヘキサデカンレンズの非濡れ-薄膜転移と線張力、第 26 回九州コロイドコロキウム、2008 年 8 月 29 日、かんぼの宿 柳川
- ⑮ 島本 圭、小野原明日香、谷田 肇、渡辺 巖、松原弘樹、瀧上隆智、荒殿 誠、全反射および透過型 XAFS 法によるイオン液体の吸着膜と会合体の構造の研究、第 10 回 XAFS 討論会、2008 年 8 月 6 日、イーグレ姫路
- ⑯ 小野原明日香、島本 圭、松原弘樹、瀧上隆智、荒殿 誠、イミダゾリウム型イオン液体の表面吸着に及ぼす対イオンの効果と会合体形成、第 10 回 XAFS 討論会、2008 年 8 月 6 日、イーグレ姫路
- ⑰ 牛島康孝、大富英輔、松原弘樹、瀧上隆智、荒殿 誠、陽イオン性界面活性剤水溶液表面でのヘキサデカンレンズの非濡れ-薄膜転移と線張力、第 45 回 化学関連支部合同九州大会 (ポスター賞受賞)、2008 年 7 月 5 日、北九州国際会議場
- ⑱ 小野原明日香、島本 圭、松原弘樹、瀧上隆智、荒殿 誠、イミダゾリウム型イオン液体の表面吸着に及ぼす対イオンの効果と会合体形成、第 45 回 化学関連支部合同九州大会 (ポスター賞受賞)、2008 年 7 月 5 日、北九州国際会議場
- ⑲ 中村文弥、村上大樹、福田 翼、首藤 礼、松原弘樹、荒殿 誠、瀧上隆智、1H,1H,8H,8H-ペルフルオロオクタン-1,8-ジオールの表面吸着に及ぼす温度の効果、第 45 回 化学関連支部合同九州大会、2008 年 7 月 5 日、北九州国際会議場
- ⑳ 高松悌二郎、江口哲也、小旗晴子、瀧上隆智、松原弘樹、荒殿 誠、糖系界面活性剤とポリオキシエチレン系非イオン界面活性剤の混合吸着膜と混合ミセル、第 45 回 化学関連支部合同九州大会、2008 年 7 月 5 日、北九州国際会議場
- 21 T. Eguchi, H. Matsubara, T. Takiue, M. Aratono, Surface adsorption and aggregate formation of ethandiy1- α - ω -bis (decyldimethylammonium bromide) and 1-octanol mixed system, 18th joint seminar of Kyushu branch of the chemical society of Japan and the Busan branch of the Korean chemical society, 2008/5/31, Fukuoka
- 22 K. Shibata, S. Azizian, T. Matsuda, T. Takiue, H. Matsubara, M. Aratono, 18th joint seminar of Kyushu branch of the chemical society of Japan and the Busan branch of the Korean chemical society (ポスター賞受賞), 2008/5/31, Fukuoka
- 23 K. Shimamoto, K. Kashimoto, H. Matsubara, T. Takiue, M. Aratono, Study on surface adsorbed films of cationic surfactant systems by total-reflection XAFS measurement, 18th joint seminar of Kyushu branch of the chemical society of Japan and the Busan branch of the Korean chemical society, 2008/5/31, Fukuoka
- 24 A. Shuto, D. Murakami, H. Matsubara, M. Aratono, T. Takiue, Surface freezing in the systems of hydrocarbon and fluorocarbon substances, 18th joint seminar of Kyushu branch of the chemical society of Japan and the Busan branch of the Korean chemical society (ポスター賞受賞), 2008/5/31, Fukuoka
- 25 T. Fukuda, H. Inomata, D. Murakami, H. Matsubara, M. Aratono, T. Takiue, Molecular orientation and multilayer formation in the adsorbed film of 1H,1H,10H,10H-perfluorodecane-1,10-diol at hexane-water interface, 18th joint seminar of Kyushu branch of the chemical society of Japan and the Busan branch of the Korean chemical society, 2008/5/31, Fukuoka
- 26 瀧上隆智、村上大樹、福田 翼、樫本 薫、松原弘樹、荒殿 誠、界面張力および X 線反射率測定による油/水界面吸着膜状態の研究、第 60 回コロイドおよび界面化学討論会、2008/9/20、信州大学
- 27 松原弘樹、瀧上隆智、荒殿 誠、C.D. Bain、界面活性剤水溶液表面でのアルカン薄膜の表面凝固、第 60 回コロイドおよび界面化学討

- 論会、2008/9/20、信州大学
- 28 柴田絹枝、S.K. Mehta、S. Azizian、松田隆志、松原弘樹、瀧上隆智、荒殿 誠、空気/水界面におけるエチレングリコールモノ n-ドデシルエーテルの温度変化が誘起する凝縮膜形成および状態転移に関する研究、第60回コロイドおよび界面化学討論会、2008/9/20、信州大学
- 29 村上大樹、樫本 薫、A. Tiknohov、M. Schlossman、松原弘樹、荒殿 誠、瀧上隆智、界面張力およびX線反射率測定によるヘキサン/水界面におけるフルオロアルコール-陽イオン界面活性剤の混和性の研究、第60回コロイドおよび界面化学討論会、2008/9/20、信州大学
- 30 江口哲也、蒲原一男、松原弘樹、瀧上隆智、荒殿 誠、エタンジイル-1-2-ビス(臭化デシルジメチルアンモニウム)-オクタノール混合系の気/液界面吸着と会合体形成、第60回コロイドおよび界面化学討論会、2008/9/20、信州大学
- 31 蒲原一男、江口哲也、田中博充、松原弘樹、瀧上隆智、荒殿 誠、アルカンジイル- α 、 ω -ビス(臭化デシルジメチルアンモニウム)の吸着および会合体形成、第60回コロイドおよび界面化学討論会、2008/9/20、信州大学
- 32 大富英輔、松原弘樹、松田隆志、瀧上隆智、荒殿 誠、水-ヘキサデカン-テトラエチレングリコールモノデシルエーテル3成分混合系の濡れ-非濡れ転移、第60回コロイドおよび界面化学討論会、2008/9/20、信州大学
- 33 福田 翼、猪俣英章、村上大樹、松原弘樹、荒殿 誠、瀧上隆智、1H, 1H, 10H, 10H-Perfluorodecane-1, 10-diol のヘキサン/水界面吸着膜における分子配向と多重膜形成、第60回コロイドおよび界面化学討論会(ポスター賞受賞)、2008/9/20、信州大学
- 34 島本 圭、樫本 薫、松原弘樹、瀧上隆智、谷田 肇、渡辺 巖、荒殿 誠、全反射 XAFS 法による陽イオン界面活性剤対イオンの水和状態と吸着膜状態に関する研究、第60回コロイドおよび界面化学討論会(ポスター賞受賞)、2008/9/20、信州大学
- 35 首藤 礼、村上大樹、松原弘樹、荒殿 誠、瀧上隆智、 hidrocarbon 系およびフルオロcarbon 系液体の表面凝固、第60回コロイドおよび界面化学討論会、2008/9/20、信州大学
- 36 村上大樹、樫本 薫、A. Tiknohov、M. Schlossman、松原弘樹、荒殿 誠、瀧上隆智、界面張力およびX線反射率測定によるヘキサン/水界面におけるフルオロアルコール-陽イオン界面活性剤の混和性の研究、第25回九州コロイドコロキウム、2008/8/25、霧島ハイイツ
- 37 島本 圭、樫本 薫、松原弘樹、瀧上隆智、谷田 肇、渡辺 巖、荒殿 誠、全反射 XAFS

- 法による陽イオン界面活性剤対イオンの水和状態と吸着膜状態に関する研究、第25回九州コロイドコロキウム(ポスター賞受賞)、2008/8/25、霧島ハイイツ
- 38 松原弘樹、界面活性剤水溶液表面でのアルカンレンズの薄膜形成、第44回 化学関連支部合同九州大会(依頼講演)、2008/7/7、北九州国際会議場
- 39 大富英輔、松原弘樹、松田隆志、瀧上隆智、荒殿 誠、水-アルカン-非イオン性界面活性剤3成分混合系の濡れ-非濡れ転移、第44回化学関連支部合同九州大会、2008/7/7、北九州国際会議場
- 40 島本 圭、樫本 薫、松原弘樹、瀧上隆智、谷田 肇、渡辺 巖、荒殿 誠、全反射 XAFS 法による陽イオン界面活性剤の界面吸着膜の研究、第44回 化学関連支部合同九州大会、2008/7/7、北九州国際会議場
- 41 首藤 礼、村上大樹、松原弘樹、荒殿 誠、瀧上隆智、 hidrocarbon およびフルオロcarbon 液体の表面凝固、第44回 化学関連支部合同九州大会、2008/7/7、北九州国際会議場
- 42 福田 翼、猪俣英章、村上大樹、松原弘樹、荒殿 誠、瀧上隆智、1H, 1H, 10H, 10H-Perfluorodecane-1, 10-diol のヘキサン/水界面吸着膜における分子配向と多重膜形成、第44回 化学関連支部合同九州大会、2008/7/7、北九州国際会議場

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

○取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松原 弘樹 (MATSUBARA HIROKI)
九州大学・大学院理学研究院・助教
研究者番号：00372748

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし