

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 25 日現在

機関番号：37303

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2011～2013

課題番号：23810030

研究課題名（和文）植物脂質ラフト形成機構の解明及びそのモデル構築と応用

研究課題名（英文）Study on the formation mechanism of plant lipid rafts and construction of the model and their application.

研究代表者

坂元 政一 (SEIICHI SAKAMOTO)

長崎国際大学・薬学部・助教

研究者番号：50610177

研究成果の概要（和文）：近年、人々の健康及び疾病に対する関心が多岐に亘り、殊に医薬品等に対する安心・安全の志向が高まっている。それに伴い漢方処方 of 適用拡大が進み、薬用植物の需要が急激に増えている。近年、植物細胞において脂質ラフトの存在が示唆されているものの、植物脂質ラフト構成成分の生体膜における影響等詳しい知見に乏しい。そこで当該研究では、Langmuir の単分子膜を用いて生体膜に及ぼす植物脂質ラフトの影響を解明することを目的とする。

研究成果の概要（英文）：Today, the concern about health and diseases increases variously, especially about the medicines for ease and safe. Accordingly, the application of Kampo medicines increases and the demand of medicinal plants also increases dramatically. Recently, the presence of lipid raft has been proposed in plant cell. However, little is currently known about the effects of the components of plant lipid rafts on biomembrane. Therefore, the objective of this study is to elucidate the effects of plant lipid rafts on biomembrane by using Langmuir monolayer technique.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2011 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2012 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：ナノ・マイクロ科学、ナノ材料・ナノバイオサイエンス

キーワード：植物脂質ラフト、植物ステロール、単分子膜

1. 研究開始当初の背景

我が国では、薬用植物の 90% 以上を輸入(主に中国)に依存しており、その約 70% は、野生種の採取により供給されている。また、近年、食品や生薬等の植物原料の需要は、健康志向や補完代替医療への関心の高まりとともに増加傾向にあるが、一方で乱獲による資源の払底や環境への悪影響が危惧されている。特に、

甘草(カンゾウ)は、漢方処方の約 70% に配合されているが、砂漠化問題により採取、輸出が規制されている。そのため、近年、付加価値(品種改良、生育速度等)の高い有用植物の作出と自給率の向上が強く望まれている。

現在、主にトランスジェニック法とエリシター(誘導因子)法により有用植物の作出研究が行われている。前者は、遺伝子組換え技術を

用いているため、安全性、組換え遺伝子の拡散及び市場意識が問題となっている。一方で後者は、エリシターを培地に添加することにより生理活性成分の含有量等を制御する手法で、安全であり、精力的に研究されている[Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 92 (1995) 4150]。しかしながら、細胞を介したシグナル伝達機構やその制御に関しては、未だ解明が進んでいない。植物のシグナル伝達に深く関わる細胞膜には、トランスポーターやイオンチャネルを含む多くの受容体が存在しており、生育速度、環境対応、免疫応答等の様々な生理機能が制御されている。[Science, 284 (1999) 2148; Nature, 410 (2001) 380; Nature, 413 (2001) 383]。

これまで生体膜は、流動モザイクモデルをベースとし構成分子が自由に拡散できる二次元流体であると考えられてきた[Science, 175 (1972) 720]。しかし、1990年代後半になると、細胞膜上に特定のタンパク質や脂質、コレステロールが集積したマイクロドメイン(脂質ラフト)の存在が示唆された[Nature, 387 (1997) 569]。現在、脂質ラフトは、安定な構造体ではなく、シグナルや刺激に応じてドメイン形態状態を変化させると考えられている。近年、動物脂質ラフトに関する研究は、精力的に行われており、その形成には構成脂質の分子構造的特性が深く関与している[J. Lipid Res., 47 (2006) 1597]。また、植物細胞においても脂質ラフトの存在が示唆され、それらの構成脂質間は大きく異なっている[Eur. J. Biochem., 267 (2000) 6989; Plant Physiol., 143 (2007) 461]。動物脂質ラフトにおいてコレステロールは、スフィンゴ脂質間に存在し、膜構造を強固に保持し、その上流動性をも制御している。しかしながら、植物脂質ラフトには、植物固有の糖脂質(SGs, ASGs)や多様なステロール類が存在し、各成分の機能や役割は全く解明されていない[Plant Physiol., 137 (2005) 104; J. Biol. Chem., 279 (2004) 36277]。これらの分子レベルでの研究は、脂質ラフトの形成機構の解明やシグナル伝達の制御にブレークスルーをもたらす可能性を秘めているにも拘らず端緒に付いたばかりである。

2. 研究の目的

植物ステロールはアテローム性動脈硬化や循環器系疾患のリスクファクターである LDL コレステロールの血漿中濃度を低下させる。そのため、近年、機能性食品や食品添加物としての需要が世界中で増加の一途を辿っている。また、植物細胞において脂質ラフトの存在が示唆されているものの、植物脂質ラフト構成成分の生体膜における影響等詳しい知見に乏しい。そこで、本研究では、脂質ラフト

の構成成分であるパルミトイルスフィンゴミエリン(PSM)と植物ステロール及びその誘導体より成る2成分 Langmuir 単分子膜挙動を明らかにする。そこで、植物ステロールの代表として β シトステロール(SITO)、その誘導体の配糖体、 β シトステリルグルコシド(SG)及び SG のパルミトイルエステル化体、 β シトステリルグルコシドパルミテート(SGP)を用いた。

3. 研究の方法

(1) 試薬

パルミトイルスフィンゴミエリン (PSM; > 99%)と SITO (purity; 99%)は Avanti Polar Lipids, Inc. (Alabaster, AL, USA)より、SG (purity; > 98%)と SGP (purity; 98%)は Matreya, LLC (Pleasant Gap, PA, USA)より購入した。また、展開溶媒として用いたクロロホルム(CHCl_3 ; 99.7%)及びメタノール(MeOH; 99.8%)は、それぞれ Kanto Chemical Co., Inc. (Tokyo, Japan) 及び nacalai tesque (Kyoto, Japan)から購入した。加えて、下相液の調製に用いた Tris(hydroxymethyl)aminomethane (Tris)、塩化ナトリウム (NaCl)、酢酸は、nacalai tesque (Kyoto, Japan)より得た。塩化ナトリウムは、1023 K で 24 時間焙焼し、有機化合物を取り除いた。本実験に用いた水は、全て三次蒸留水(72.0 mN m^{-1} (298.2 K)、 $18.2 \text{ M}\Omega \text{ cm}$)を用いた。

(2) 表面圧(π)-分子占有面積(A)曲線

単分子膜の表面圧は、自作自動化 Wilhelmy 膜天秤システム(AG-245, Mettler Toledo)を使用して測定した。この膜天秤の分解能は 0.01 mN m^{-1} である。表面圧測定プレートとして濾紙(Whatman 541、周囲長 4 cm)を使用した。トラフ(面積 750 cm^2)とバリアはテフロンテープで被覆したものを使用した。PSM(1 mM)、SITO (1 mM)、SG (1 mM)及び SGP (1 mM)の試料溶液は、 $\text{CHCl}_3/\text{MeOH}$ (=2/1, v/v)混合溶液で調製した。試料溶液を下相液表面に展開後、15分放置した。単分子膜の圧縮速度は、約 $0.1 \text{ nm}^2/\text{molecule} \cdot \text{min}$ に固定した。下相液は、 $0.02 \text{ M Tris} + 0.13 \text{ M NaCl}$ 水溶液を酢酸で pH 7.4 に調整したものをを用いた。本実験における表面圧と分子占有面積の標準偏差(SD)はそれぞれ、約 0.10 mN m^{-1} 、 0.01 nm^2 であった。

(3) 表面電位(ΔV)-A 曲線

単分子膜の表面電位は、電圧計(Keithley 614)で測定した。また、 ΔV -A 曲線は単分子膜の圧縮過程において、 π -A 曲線と同時に測定した。²⁴¹Am 電極は、下相液表面から 1-2 mm の位置に固定し、参照電極は下相液中に固定した。本実験における ΔV の SD は、約 5 mV であった。

(4) ブリュースター角顕微鏡(Brewster Angle Microscopy (BAM))観察

単分子膜は、膜天秤システム(KSV ミニトラフ、KSV Instruments Ltd., Finland)と連動した BAM(KSV Optrel BAM 300, KSV Instruments Ltd.)を用いて直接可視化した。20 mW He-Ne レーザーを使用し、膜表面に対して波長 634.8 nm の偏光を照射した。使用した対物レンズの倍率は、10 倍であり、その分解能は約 2 μm である。気/水界面への入射角は、ブリュースター角(53.1°, 298.2 K)に固定した。反射光は、高性能電荷結合素子(CCD)カメラ(EHDkamPro02, EHD Imaging GmbH, Germany)により検出し、BAM 画像を静止画で保存した。

(5) 蛍光顕微鏡(Fluorescence Microscopy (FM))観察

膜天秤システム(KSV ミニトラフ)を顕微鏡(BX51WI, Olympus, Tokyo)のステージにマウントし、FM 画像を測定した。光源は、100 W の水銀ランプ(USH-1030L)、対物レンズは 50 倍(SLMPlan50 \times 、焦点距離 15 mm)を使用した。試料溶液には、1mol%の蛍光色素(NBD-PC)を加えた。励起波長(460 nm)と蛍光極大波長(534 nm)は、ミラーユニット(U-MWIBA3)で制御した。FM 画像の解析は、Adobe Photoshop Element ver. 7.0 (Adobe Systems Incorporated, USA)で行った。画像に占める液体凝縮(LC)膜(暗コントラスト)の割合を算出した。

4. 研究成果

植物脂質ラフトは、種々の植物ステロールとスフィンゴ脂質に富んでいる。その植物ステロールには、ステロール骨格を有するステロール誘導体とそれらの配糖体及びアシルエステル化体の存在が認められている。植物ステロールは、コレステロールと構造が極めて

類似するため、腸管吸収における競合阻害により血中 LDL コレステロール値の低下をもたらすことが示唆されている。そこで、植物脂質ラフトの構成成分であるコレステロール誘導体(図 1) [シトステロール(SITO)、シトステリルグルコシド(SG)、パルミトイルシトステリルグルコシド(SGP)]と動物脂質ラフト生体膜成分であるパルミトイルスフィンゴミエリン(PSM)との相互作用を Langmuir 単分子膜手法により用いて解析した。

PSM 及び SITO、SG、SGP の各成分は、下

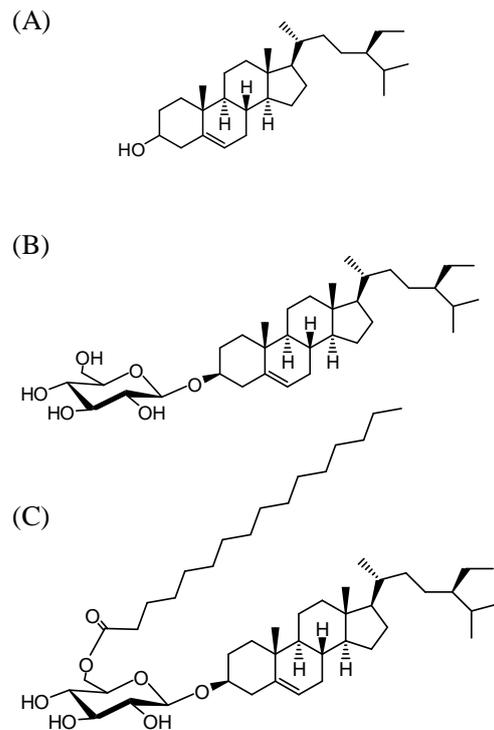


図 1 Structure of SITO (A), SG (B), and SGP (C)

相液 [0.13 M NaCl + 0.02 M Tris 緩衝液(pH 7.4)]上で安定な単分子膜を形成した。

純系における π -A 曲線より、PSM は液体膨張(LE)/液体凝縮(LC)膜の共存状態を持つ膜であり、SITO、SG、SGP は、LC 膜であることが判明した。また、 ΔV -A 曲線より、Demchak and Fort の three layer モデルを適用し、4 種の双極子モーメント[SITO ($\mu_3^{\text{SITO}} = 0.8 \text{ D}$)、SG ($\mu_2^{\text{D-GI}} = 2.5 \text{ D}$)、SGP ($\mu_2^{\text{SGP}} = 4.2 \text{ D}$ and $\mu_3^{\text{SGP}} = 0.49 \text{ D}$)及び PSM($\mu_2^{\text{SPC}} = 1.3 \text{ D}$)]を算出した。その結果、親水基の構造の相違が、双極子モーメントに反映することが明確となった。次に、

π -A 曲線より 2 成分(PSM/SITO, PSM/SG, PSM/SGP)系の過剰ギブス自由エネルギー (ΔG^{exc})を算出した。その結果、PSM 膜は他成分膜と、SITO>SGP>SG の順に引力的相互作用が働くことが判明した。コレステロール (CHOL)と PSM との相互作用(CHOL-PSM)を検討した結果、CHOL-PSM は、SITO-PSM と同じ強度であることが判明した。このことは、CHOL が競合阻害され SITO が腸管吸収されても生体膜に及ぼす影響がほとんどないことを意味する。更に、2 成分系二次元相図を作成し、全系の転移圧と崩壊圧は PSM のモル分率の関数として変化し、両成分の混和挙動が示唆された。また、画像解析の結果からいずれの場合も双方の混和性の傍証を得た。

今回は、Langmuir 単分子膜手法を駆使して PSM を生体膜モデルとしたステロール誘導体の界面科学的挙動の解明を試みた。植物ステロール及びその誘導体は、構造類似性の高い CHOL と競合阻害により CHOL の腸管吸収を抑制すると言われており、そのため、本研究は薬物動態の視点からも興味深い知見を与えた。

本成果は、2103 年 Journal of Oleo Science 誌に掲載が受理された。

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 3 件)

1. Seiichi Sakamoto, Hiromichi Nakahara, Osamu Shibata, Miscibility behavior of sphingomyelin with phytosterol derivatives by a Langmuir monolayer approach, *Journal of Oleo Science*, in press, 2013.

2. Seiichi Sakamoto, Hiromichi Nakahara, Takuhiro Uto, Yukihiro Shoyama, Osamu Shibata, Investigation of interfacial behavior of glycyrrhizin with lipid raft model via a Langmuir monolayer study, *Biochim. Biophys. Acta*, 査読有り, 1828 (4), 1271-1283, 2013.
doi: 10.1016/j.bbamem.2013.01.006.

3. Hiromichi Nakahara, Shohei Nakamura, Yoshinori Okahashi, Daisuke Kitaguchi, Noritake Kawabata, Seiichi Sakamoto, Osamu Shibata, Examination of fluorination effect on physical properties of saturated long-chain alcohols by DSC and Langmuir monolayer, *Colloids Surf. B*

Biointerfaces, 査読有り, 102 (2), 472-478, 2013.

doi: 10.1016/j.colsurfb.2012.08.031.

[学会発表] (計 31 件)

[国内学会]

1. 坂元 政一、中原 広道、柴田 攻、脂質ラフト生体膜モデルにおけるグリチルレチン酸の界面科学的挙動—Langmuir 単分子膜—

日本薬学会 第 133 年会、パシフィコ横浜(神奈川)、2013 年 3 月 27-30 日、(口頭) 29S-pm03

2. 臼井 千尋、坂元 政一、中原 広道、柴田 攻、

脂質ラフト構成分子とステアリルグリチルレチン酸の Langmuir 単分子膜法による混和挙動解析

日本薬学会 第 133 年会、パシフィコ横浜(神奈川)、2013 年 3 月 27-30 日、(ポスター) 29amB-143S

3. 上原 聖奈、中原 広道、藤田 一郎、坂元 政一、中村 承平、柴田 攻

Perfluoroalkyl 基を有した長鎖アルコールの Langmuir 単分子膜挙動

日本薬学会 第 133 年会、パシフィコ横浜(神奈川)、2013 年 3 月 27-30 日、(ポスター) 29amB-142

4. 小島 由意、長谷川 温子、中原 広道、坂元 政一、秋貞 英雄、柴田 攻

ジェミニ型界面活性剤(14-12-14,2Br-)の溶液物性：難溶性物質の可溶化について

日本薬学会 第 133 年会、パシフィコ横浜(神奈川)、2013 年 3 月 27-30 日、(ポスター) 29amB-141

5. 坂元 政一、中原 広道、柴田 攻
脂質ラフト生体膜モデルにおけるグリチルレチン酸の単分子膜挙動解析

平成 24 年度、第 29 回日本薬学会九州支部大会、熊本大学(熊本)、2012 年 12 月 8-9 日、(口頭)、1D-21, p125

6. 小島 由意、長谷川 温子、中原 広道、坂元 政一、柴田 攻

ジェミニ型界面活性剤ミセルへの n-アルキルベンゼンの可溶化挙動

平成 24 年度、第 29 回日本薬学会九州支部大会、熊本大学(熊本)、2012 年 12 月 8-9 日、(口頭)、1D-20, p93

7. 臼井 千尋、平野 千佳代、中原 広道、坂元 政一、柴田 攻

新規部分フッ素化両親媒性物質(FnHmOH)と

DPPC の二成分単分子膜挙動
平成 24 年度、第 29 回日本薬学会九州支部大会、熊本大学(熊本)、2012 年 12 月 8-9 日、(口頭)、1D-19, p92

8. 上原 聖奈、中原 広道、藤田 一郎、坂元 政一、中村 承平、柴田 攻
新規部分フッ素化アルコール(*FnHmOH*)に関する各種物性の熱力学的解析
平成 24 年度、第 29 回日本薬学会九州支部大会、熊本大学(熊本)、2012 年 12 月 8-9 日、(口頭)、1D-18, p91

9. 白井 千尋、平野 千佳代、中原 広道、坂元 政一、柴田 攻
部分フッ素化両親媒性物質(*FnHmOH*)と DPPC の二成分混和性の解析
平成 24 年度物理化学インターカレッジセミナー兼油化学界面科学部会九州地区講演会、福岡大学セミナーハウス(福岡)、2012 年 11 月 24-25 日、(ポスター)、P4, p29

10. 上原 聖奈、中原 広道、藤田 一郎、坂元 政一、中村 承平、柴田 攻
新規部分フッ素化アルコール(*FnHmOH*)の単分子膜挙動
平成 24 年度物理化学インターカレッジセミナー兼油化学界面科学部会九州地区講演会、福岡大学セミナーハウス(福岡)、2012 年 11 月 24-25 日、(ポスター)、P3, p28

11. 坂元 政一、中原 広道、柴田 攻
脂質ラフトモデルにおけるグリチルレチン酸の界面科学的挙動の解析~Langmuir 単分子膜~
平成 24 年度物理化学インターカレッジセミナー兼油化学界面科学部会九州地区講演会、福岡大学セミナーハウス(福岡)、2012 年 11 月 24-25 日、(ポスター)、P2, p27

12. Benyakan Pongkitwitoon、坂元 政一、田畑 香織、田中 宏幸、森元 聡
ケシ由来 O-methyltransferase の遺伝子クローニングと発現
日本薬学会 第 132 年会、北海道大学(北海道)、2012 年 3 月 28-31 日、(ポスター)、30P1-am072

13. 今村 聡、今村 麻美、坂元 政一、田畑 香織、田中 宏幸、森元 聡
コガネバナ β -グルクロニダーゼの反応メカニズムに関する研究
日本薬学会 第 132 年会、北海道大学(北海道)、2012 年 3 月 28-31 日、(口頭)、31E17-pm07S

14. 田中 宏幸、坂元 政一、首藤 美奈、梶山 えみ香、森元 聡、正山 征洋
組換え抗フォルスコリン Fab の構築とその機能

能評価
日本薬学会 第 132 年会、北海道大学(北海道)、2012 年 3 月 28-31 日、(口頭)、29E10-am03

15. 坂元 政一、中原 広道、柴田 攻
Langmuir 単分子膜手法を用いた脂質ラフト生体膜モデルにおけるグリチルリチンの界面科学的挙動
日本薬学会 第 132 年会、北海道大学(北海道)、2012 年 3 月 28-31 日、(口頭)、30E09-pm03

16. 平野 千佳代、大嶺 彩、甲斐 翔子、中原 広道、坂元 政一、柴田 攻
新規部分フッ素化アルコール(*F4H11OH*)の単分子膜挙動と DPPC との混和性の検討
平成 23 年度、第 28 回日本薬学会九州支部大会、福岡大学(福岡)、2011 年 12 月 10-11 日、(口頭)、1D-14, p81

17. 藤田 一郎、岡橋 慶紀、川畑 紀健、北口 大介、中原 広道、坂元 政一、柴田 攻
新規部分フッ素化両親媒性物質の合成とそのフッ素化度の検討
平成 23 年度、第 28 回日本薬学会九州支部大会、福岡大学(福岡)、2011 年 12 月 10-11 日、(口頭)、1D-13, p80

18. 坂元 政一、中原 広道、柴田 攻
脂質ラフトモデルにおけるグリチルリチンの界面科学的挙動
平成 23 年度、第 28 回日本薬学会九州支部大会、福岡大学(福岡)、2011 年 12 月 10-11 日、(口頭)、1D-15, p82

19. 藤田 一郎、岡橋 慶紀、川畑 紀健、北口 大介、中原 広道、坂元 政一、柴田 攻
フッ素化度の異なる長鎖アルコールの合成とその基本物性
平成 23 年度物理化学インターカレッジセミナー兼油化学界面科学部会九州地区講演会、福岡大学セミナーハウス(福岡)、2011 年 11 月 19-20 日、(ポスター)、P12, p39

20. 平野 千佳代、大嶺 彩、甲斐 翔子、中原 広道、坂元 政一、柴田 攻
(Perfluorobutyl)pentadecanol (*F4H11OH*) と DPPC との 2 成分 Langmuir 単分子膜挙動
平成 23 年度物理化学インターカレッジセミナー兼油化学界面科学部会九州地区講演会、福岡大学セミナーハウス(福岡)、2011 年 11 月 19-20 日、(ポスター)、P9, p36

[国際学会]

21. C. Hirano, H. Nakahara, S. Sakamoto, M.P. Krafft, O. Shibata.

Surface property of a partially fluorinated amphiphile (*F8HmOH*): Binary miscibility with dipalmitoylphosphatidylcholine
World Congress on Oleo Science & 29th ISF Congress –JOCS/AOCS/KOCS/ISF Joint Meeting–, Sasebo, Nagasaki, Japan, September 30-October 4, 2012 (poster) P-20

22. **S. Sakamoto**, H. Nakahara, O. Shibata.
Interaction of Glycyrrhizin with Lipid Rafts Model at the Air/Water Interface
World Congress on Oleo Science & 29th ISF Congress –JOCS/AOCS/KOCS/ISF Joint Meeting–, Sasebo, Nagasaki, Japan, September 30-October 4, 2012 (oral) O-4

23. H. Nakahara, C. Hirano, **S. Sakamoto**, M.P. Krafft, O. Shibata.
Langmuir monolayer behavior of partially fluorinated alcohols (*F8HmOH*) and dipalmitoylphosphatidylcholine (DPPC)
26th Conference of the European Colloid and Interface Society (26th ECIS), Malmo and Lund, Sweden, September 2-7, 2012 (poster) P1:113

24. H. Nakahara, **S. Sakamoto**, I. Fujita, S. Nakamura, M. Nakaya, K. Kanie, A. Muramatsu, O. Shibata.
Langmuir monolayer properties of a series of partially fluorinated alcohols
26th Conference of the European Colloid and Interface Society (26th ECIS), Malmo and Lund, Sweden, September 2-7, 2012 (poster) P1:97

25. **S. Sakamoto**, H. Nakahara, O. Shibata.
Interaction of glycyrrhizin with lipid rafts model by Langmuir monolayer study
26th Conference of the European Colloid and Interface Society (26th ECIS), Malmo and Lund, Sweden, September 2-7, 2012 (poster) P3:74

26. B. Pongkitwitoon, **S. Sakamoto**, K. Sasaki, H. Tanaka, S Morimoto.
Molecular cloning and expression of O-methyltransferases from *opium poppy*
THE XVI INTERNATIONAL CONGRESS “PHYTOPHARM 2012”, St-Petersburg, Russia, July 9-11, 2012 (poster)

27. **S. Sakamoto**, H. Nakahara, O. Shibata.
Interfacial behavior of glycyrrhizin interacted with lipid rafts model by Langmuir monolayer study
14th International Conference on Organized Molecular Films (ICOMF14) – LB14, Paris Descartes University, Paris, France, July 10-13, 2012 (poster) PB-013

28. H. Nakahara, C. Hirano, **S. Sakamoto**, M. P. Krafft, O. Shibata.

Binary miscibility of partially fluorinated long-chain alcohols (*F8HnOH*) with dipalmitoylphosphatidylcholine (DPPC) at the air/water interface

14th International Conference on Organized Molecular Films (ICOMF14) – LB14, Paris Descartes University, Paris, France, July 10-13, 2012 (poster) PB-018

29. H. Nakahara, **S. Sakamoto**, I. Fujita, S. Nakamura, M. Nakaya, K. Kanie, A. Muramatsu, O. Shibata.

Synthesis, characterization, and surface property of partially fluorinated long-chain alcohols (*FnHmOH*)

14th International Conference on Organized Molecular Films (ICOMF14) – LB14, Paris Descartes University, Paris, France, July 10-13, 2012 (poster) PB-005

30. **S. Sakamoto**, H. Nakahara, O. Shibata.

Interfacial behavior of glycyrrhizin interacted with lipid rafts model by Langmuir monolayer study

14th International Association of Colloid and Interface Scientists (IACIS) Conference, Sendai International Center, Sendai, Japan, May 13-18, 2012 (oral) S3B13

31. **S. Sakamoto**, H. Nakahara, O. Shibata.

Interaction of glycyrrhizin with the ternary mixture of sphingomyelin/DOPC/cholesterol by Langmuir monolayer study

The 4th Asian Conference on Colloid and Interface Science, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan, November 23-26, 2011 (poster) PC02, P130

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年月日 :

国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等
<http://www.niu.ac.jp/~pharm1/lab/physchem/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者
()

研究者番号：

(2) 研究分担者
()

研究者番号：

(3) 連携研究者
()

研究者番号：