

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H02005

研究課題名(和文) 脂質分子の個性を見分ける『脂質ナノ膜場電気泳動法』の創成

研究課題名(英文) Development of the electrophoretic method in lipid nanomembrane for distinguishment of lipid molecules' characters

研究代表者

岡本 行広 (Okamoto, Yukihiro)

大阪大学・基礎工学研究科・准教授

研究者番号：50503918

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：脂質膜は厚さ5nm程度であるが、その特性は多岐にわたる。そこで、各種脂質膜(球状：リポソーム、平板上：バイセル、平面膜)の膜特性を分光法(蛍光、紫外可視、ラマン)、各種顕微鏡(原子間力顕微鏡、蛍光顕微鏡)、動的散乱法などを用いて明らかとした。そして、この特性解析に基づき、脂質平面膜での電気泳動法の原理を解明するための検討を実施し、脂質膜を用いた電気泳動法が分離法として有用であることを実証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

細胞膜は優れた機能を発揮していることが明らかになりつつある。しかし、多くが機能に注目した研究に終始している。しかし、この優れた機能を人為的に再現する際には、分子自体の情報に加えて、その機能を発揮するために必要な脂質膜の特性の理解も必須である。今回の研究では、分光(紫外可視、蛍光、ラマン)解析、粒子径解析などの種々の分析方法を使用し、脂質膜(リポソーム、バイセル、平面状二分子膜)の特性を明らかにし、脂質膜との相互作用力に関して二次微分法を駆使して明らかとした。そして、これらの脂質膜の特性に基づき、脂質膜中での電気泳動の原理を解明したことで、優れた分離法の開発につながると考えている。

研究成果の概要(英文)：The thickness of lipid bilayer is about 5 nm, while its membrane properties largely vary depending on its surrounding environment, membrane composition, size etc. Thus, for novel separation method with lipid membrane, at first lipid membrane properties were analyzed by various methods such as spectrometry (UV-VIS, fluorescence, Raman), microscopic method (scanning probe microscope, fluorescence microscope), dynamic scattering, etc. In addition, the molecular interaction and distribution coefficient in liposomes was estimated by second derivative UV vis spectrometry. The separation field was prepared with lipid membrane by vesicle fusion method and bicelle fusion method on planar and sphere substrate. Based on the membrane properties results and with lipid membrane substrate, electrophoretic behavior in lipid membrane was studied. It can be concluded that the electrophoresis in lipid membrane will be superior methods.

研究分野：分析科学

キーワード：脂質ナノ膜場 脂質ナノ膜場特性解析 機能創発 外部場 電気泳動 脂質ナノ膜場構築

1. 研究開始当初の背景

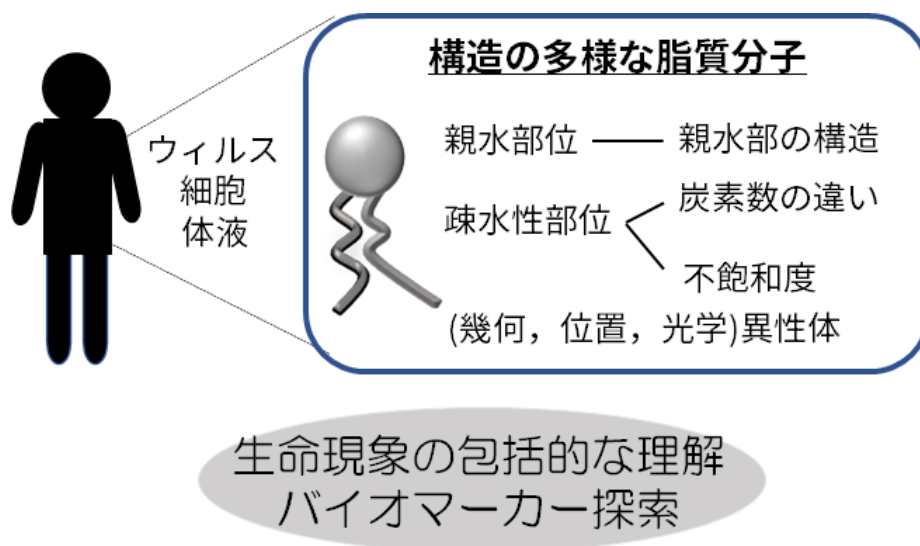


図1 研究の背景

脂質は細胞膜やエキソソームを構成する分子として重要であるばかりでなく、生理活性物質やその前駆体として働く多彩な役割を担う生体分子である。このため、脂質機能の解明は、生命現象の解明や疾患診断において重要である。この機能解明のために脂質分子の分離・分析は必須の技術であり(Curr. Opin in Chem. Biol. 2013, 17:847)、現状では、細胞膜からの脂質の抽出、その後、クロマトグラフィーによる分離・質量分析による分子構造解析の組み合わせが有力な手法となっている。しかし、生体内には、疎水性部位や親水性部位の組み合わせにより脂質分子が数千~十万種存在するといわれ、しかも、その中には、例えば、二重結合の位置のみだけが異なる脂質なども存在している。このため、現状の手法では、分離不可能な脂質が多数存在する。また、雑多な脂質混合物から特定の脂質分子を特異的相互作用で単離することも困難である。このため、現状の分離手法では、脂質機能解明の大きな発展を期待できないのが現状(オレオサイエンス, 2014, 14, 321)である。

2. 研究の目的

生命活動における脂質の機能解明が切望されている。この脂質の機能解明のためには、脂質分子の分離は必須操作である。しかし、生体内には多様な脂質分子が存在するため、現状の分離方法では、分離が不完全な脂質分子種が存在する。また、現状では、特異的な相互作用を活用し、特定の脂質分子を分離することは不可能である。この様に分離の未熟さのため、脂質機能の解明が停滞している。つまり、脂質機能の解明には新たな原理・発想に基づく分離法の確立が必要とされている。そこで、本提案では、脂質ナノ膜場構築・ナノ膜場特性解析、ナノ膜場内での電気泳動挙動解析により、『脂質ナノ膜場電気泳動法による脂質分子の分離法』を確立することを目指す。

3. 研究の方法

脂質ナノ膜場構築法として、形状は平面および球状を選択した。球状の場合は、リポソーム自体、bicelle 自体に加えて、ナノ粒子上に脂質膜を固定化した材料を作製した。このナノ粒子上への脂質膜の固定化は、ナノ粒子の表層を疎水化処理した後、単分子膜を作製した。平面状の場合、ガラス基板に対して、リポソームを用いて vesicle fusion(VF)法にて基板上脂質二分子膜

を作製した。また、VF 法では作製の困難な脂質膜の場合、bicelle fusion 法を用いて基板上脂質二分子膜を作製した。これらの脂質ナノ膜場の膜特性を以下の手法により解析した。脂質膜の分子認識は、膜流動性や膜極性(親水性度)が大きく関与することを明らかとしている。そこで、脂質膜の表層部位ならびに疎水性部位の情報を間接的に評価できる蛍光分光法や、非標識で脂質分子の配向性ならびにパッキング密度を評価可能な Raman 分光を用いて、各種脂質膜の膜流動性や膜極性、脂質分子の配向性/パッキング密度を評価した。また、相分離状態やナノドメイン自体の解析に関しては、原子間力顕微鏡やソルバトクロミズムを示す蛍光分子の蛍光顕微鏡観察により実施した。脂質膜と薬物の相互作用(分配係数)の評価に関しては、紫外可視分光スペクトルの二次微分スペクトルおよび非線形プロットにより評価した。脂質ナノ膜場電気泳動に関しては、VF 法により作製された脂質膜に対して、自作の電気泳動および顕微蛍光検出システムを用いて実施した。

4. 研究成果

分離された分子の高感度検出のために、表面増強ラマン検出を検討した。その結果、脂質膜の高感度検出を達成した。その際、ナノ粒子の表層の親水性度合いを調節すると、脂質膜の親水部位および疎水性部位のラマンシグナルを特に増強可能であることを見出した。次に、ナノ膜場特性解析として、各種脂質膜(ベシクル、バイセル、平面膜)に関して、流動性を DPH、極性(疎水性度)を Laurdan や Prodan LipiORDER といった蛍光プローブを用いて評価した(図2) また、脂質膜の秩序配向性を Raman 分光法により評価した。これらの解析方法から、各種形状の異なるバイセル(平板状)やリポソーム、膜組成の異なるリポソームの膜特性を明らかとした。その一例を記載する。ポリフェノール的一种であるケルセチンを含むリポソームに関して、膜特性の解析を実施し、ケルセチン含有後の膜特性を明らかとした。また、ケルセチンの脂質膜中での配向位置を解析した。この際、各種脂質膜とケルセチンとの相互作用(分配係数)を紫外可視分光スペクトルの二次微分スペクトルと非線形プロット解析により求め、ケルセチンが各種脂質膜に対する高い親和性を有することを明らかとした(図3)。また、得られた数値は、既報の数値とよく一致することから、紫外可視分光スペクトルの二次微分スペク

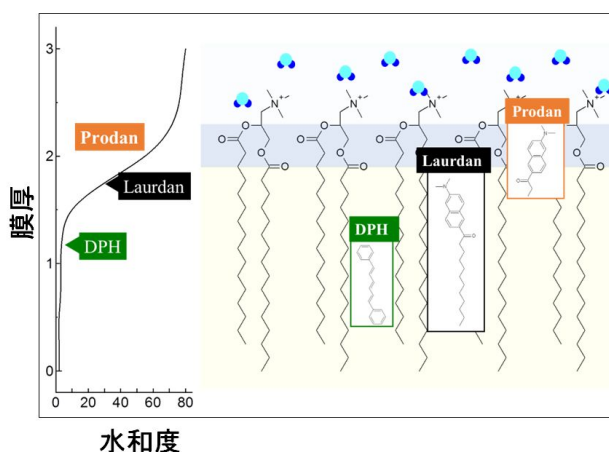


図2 蛍光プローブによる膜特性解析

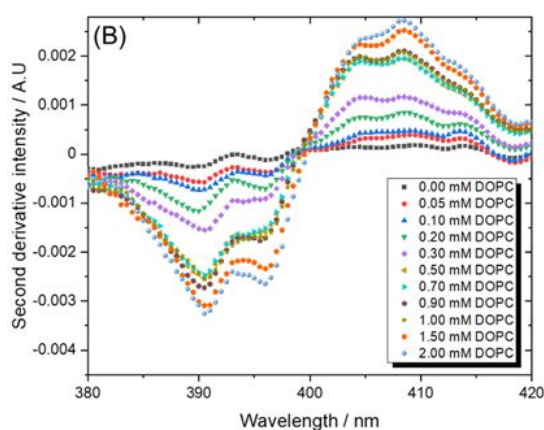


図3 脂質膜への分配係数の評価法：紫外可視分光スペクトルの二次微分スペクトル

トルの二次微分スペクトルと非線形プロット解析により求め、ケルセチンが各種脂質膜に対する高い親和性を有することを明らかとした(図3)。また、得られた数値は、既報の数値とよく一致することから、紫外可視分光スペクトルの二次微分スペク

トルと非線形プロット解析は、脂質ナノ膜場と分離対象物質との相互作用を評価する有用な手法の一つであることを実証した。

これらの知見を基に、平面状の脂質膜、特に相分離を呈する脂質膜に対して、膜特性解析を実施した。平面状の脂質膜は VF 法により作製した。各種組成の異なる平面脂質膜に対して scanning probe microscope を用いて解析した結果、topography 像から相分離を確認でき、ナノドメインの形状、ナノドメインの高さ、転相を

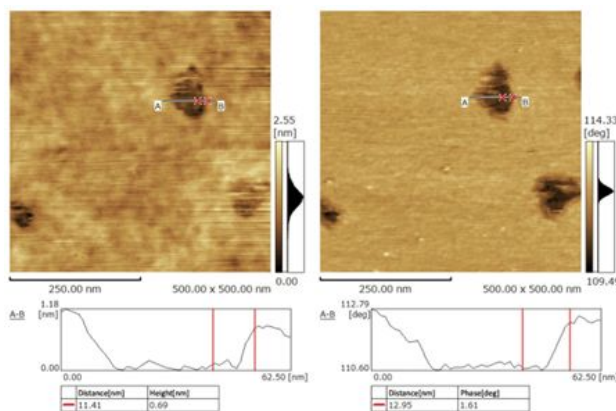


図 4 電気泳動用の基板上脂質膜の SPM 画像
(左)topography 像(右)位相差像

評価可能であった。また、SPM の位相差像観察を行うと、ナノドメインを明瞭に観察可能であることを実証し、これは、ナノドメインの粘弾性をはじめとする物性が異なるためと考えられる。以上より、相分離脂質膜の解析において SPM の topography 像ならびに位相差像は有用であることを明らかとした(図 4)。また、これまでは Laurdan を用いて平面膜の親水性度(相状態)を観察する際には二光子顕微鏡などの特殊な装置が必要であった。しかし、可視域に蛍光を有する LipiORDER を用いて、同時二波長検出による ratio 測定を行うと、マクロスケールの脂質膜の相状態を解析可能であることを実証した。これらの結果より、ミクロスケールでの SPM 解析、マクロスケールでの蛍光解析のハイブリッド解析が、平面状の脂質ナノ膜場の解析において有用であることを実証した。ところで、VF では、脂質膜の相転移温度以上で操作を行う必要がある。そこで、温和な条件での基板上脂質膜を作製する手法として bicelle fusion 法を検討した。その結果、ゲル相を示す脂質膜に対して、bicelle fusion 法では温和な温度で基板上脂質膜を作製可能であることを実証した。

これらの膜解析結果を基に、脂質膜での電気泳動法の原理確立を実施した。各種平面状の脂質膜を VF 法により作製し、この脂質膜中での電気泳動挙動を解析した。その結果、脂質膜や用いる蛍光試薬により電気泳動挙動が変化することを明らかとし、これが脂質膜の特性と蛍光分子との相互作用によるものであることを立式化することに成功した。

以上から、脂質ナノ膜場構築法に関する技術の確立、ナノ膜場特性解析法に関する研究ならびに各種脂質膜の特性解析に関する報告、そして、ナノ膜場内での電気泳動挙動解析および分離後の高感度検出のための技術開発に成功した。分離場を緻密に設計し、分離場を理解する(特性を明らかにする)、分離原理の実証という点で、十分な成果を得られた。今後は、わずかな構造の差異の脂質分子の分離や、夾雑な成分の試料を用いた分離の実施、さらには分離の操作性の改善などの検討により、より洗練された分離法へと発展する可能性がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計24件（うち査読付論文 20件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ni'matul Izza, Keishi Suga, Yukihiro Okamoto, Nozomi Watanabe, Tham Thi Bui, Yusuf Wibisono, Cut Rifda Fadila, Hiroshi Umakoshi	4. 巻 37(14)
2. 論文標題 Systematic Characterization of Nanostructured Lipid Carriers from Cetyl Palmitate/Caprylic Triglyceride /Tween 80 Mixtures in Aqueous Environment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 4284-4293
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Keishi Suga, Daiki Matsui, Nozomi Watanabe, Yukihiro Okamoto, Hiroshi Umakoshi	4. 巻 37(38)
2. 論文標題 Insight into Exosomal Membrane: from Viewpoints of Membrane Fluidity and Polarity	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 11195-11202
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 田口翔悟, 岡本行広, 菅恵嗣, Ho-Sup Jung, 馬越大	4. 巻 -
2. 論文標題 バイセルを用いた基板上脂質二分子膜の調製および膜特性の評価	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 化学工学会誌	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Miftah Faried, Keishi Suga, Yukihiro Okamoto, Hiroshi Umakoshi:	4. 巻 45(4)
2. 論文標題 Silver Nanoparticle-Phospholipid Self-Assembly Systems for Membrane Surface-Enhanced Raman Spectroscopy Analysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Membrane (Maku)	6. 最初と最後の頁 187-192
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Miftah Faried, Seiya Ando, Keishi Suga, Yukihiro Okamoto, Hiroshi Umakoshi	4. 巻 49(9)
2. 論文標題 Site Specific Analysis of Anionic Lipid by Membrane Surface-Enhanced Raman Spectroscopy with Different Sized Gold Nanoparticles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1107-1110
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shogo Taguchi, Bong-Su Kang, Keishi Suga, Yukihiro Okamoto, Ho-Sup Jung, Hiroshi Umakoshi	4. 巻 162(15)
2. 論文標題 A Novel Method of Vesicle Preparation by Simple Dilution of Bicine Solution	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochemical Engineering Journal	6. 最初と最後の頁 107725
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 岡本 行広	4. 巻 in press
2. 論文標題 抽出および高感度検出剤としてのナノ液滴in マイクロ液滴の可能性	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ぶんせき	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Jin Han, Keita Hayashi, Yukihiro Okamoto, Keishi Suga, Hiroshi Umakoshi	4. 巻 164(15)
2. 論文標題 Characterization of pH-Responsive Self-Assembly Behaviors of Fatty Acid-Functionalized Prodrug	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochemical Engineering Journal	6. 最初と最後の頁 107794
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Jin Han, Yosuke Imure, Yukihiro Okamoto, Keishi Suga, Hiroshi Umakoshi	4. 巻 50
2. 論文標題 Structure and Properties Characterization of Amphiphilic Dendrons Modified Lipid Membrane,	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 187-190
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Jin Han, Misaki Amau, Yukihiro Okamoto, Keishi Suga, Hiroshi Umakoshi;	4. 巻 in press
2. 論文標題 Investigation of Quercetin interaction behaviors with lipid bilayers: toward understanding its antioxidative effect within biomembrane	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J. Biosci. Bioeng.	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yukihiro OKAMOTO	4. 巻 36
2. 論文標題 Analytical Chemistry by Electrophoresis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 岡本 行広	4. 巻 -
2. 論文標題 薬物輸送システム材料としてのナノバブルとリボソームの複合体	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ぶんせき	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Miftah Faried, Keishi Suga, Yukihiro Okamoto, Kamyar Shamel, Mikio Miyake and Hiroshi Umakoshi	4. 巻 4 (9)
2. 論文標題 Membrane surface-enhanced Raman spectroscopy for cholesterol-modified lipid systems: effect of gold nanoparticle size	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 13687-13695
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Keishi Suga, Kazuki Kitagawa, Shogo Taguchi, Yukihiro Okamoto and Hiroshi Umakoshi	4. 巻 -
2. 論文標題 Evaluation of molecular ordering in bicelle bilayer membranes based on induced circular dichroism spectra	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shogo Taguchi, Keishi Suga, Keita Hayashi, Yukihiro Okamoto, Ho-Sup Jung, Hidemi Nakamura, Hiroshi Umakoshi	4. 巻 2
2. 論文標題 Systematic Characterization of DMPC/DHPC Self-Assemblies and Their Phase Behaviors in Aqueous Solution	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Colloids and Interfaces	6. 最初と最後の頁 73-88
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Keita Hayashi, Yuma Mitsuyoshi, Toshiyuki Kamei, Toshinori Shimanouchi, Keishi Suga, Yukihiro Okamoto, Hidemi Nakamura, Hiroshi Umakoshi	4. 巻 3
2. 論文標題 Design of Pyrene-Fatty Acid Conjugates for Real-Time Monitoring of Drug Delivery and Controllability of Drug Release	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACS Omega,	6. 最初と最後の頁 3572-3580
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shogo Taguchi, Keishi Suga, Keita Hayashi, Makoto Yoshimoto, Yukihiro Okamoto, Hidemi Nakamura, Hiroshi Umakoshi	4. 巻 175
2. 論文標題 Aggregation of Chlorophyll a Induced in Self-Assembled Membranes Composed of DMPC and DHPC.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Colloids and Surfaces B	6. 最初と最後の頁 403-408
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 岡本行広	4. 巻 1
2. 論文標題 アキラルからキラルへの転換による分離分析用材料の創成	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ぶんせきがく	6. 最初と最後の頁 26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 岡本行広, 西野遼, 生島直樹	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 脂質自己組織化構造の特性を活用した分離法	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 分析化学	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計20件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 岡本行広 曾我部俊介 渡邊望美 馬越大
2. 発表標題 ナノエマルションの特性解析と分離への応用
3. 学会等名 化学工学会 第86年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 尾澤知紘 岡本行広 渡邊望美 馬越大
2. 発表標題 脂質ナノ膜場への磁場効果の評価
3. 学会等名 膜シンポジウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡本行広・西野遼・新岡宏彦・菅恵嗣・馬越大
2. 発表標題 脂質ナノ膜場における電気泳動法の有用性
3. 学会等名 第79回分析化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡本 行広, 西野 遼, 新岡 宏彦, 菅 恵嗣, 馬越 大
2. 発表標題 脂質ナノ膜場電気泳動法の確立
3. 学会等名 化学とマイクロ・ナノシステム学会第39回研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡本 行広・西野 遼・新岡 宏彦・菅 恵嗣・馬越 大
2. 発表標題 脂質ナノ膜場電気泳動分析法の創成
3. 学会等名 第26回 クロマトグラフィーシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡本行広
2. 発表標題 脂質ナノ膜場の特性を活用する分離法の創成
3. 学会等名 分離技術会年会2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡本行広
2. 発表標題 脂質分子の個性を見分ける脂質ナノ膜場電気泳動法の創成
3. 学会等名 第70回 日本電気泳動学会総会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yukihiro Okamoto, Ryo Nishino, Hirohiko Niioka, Keishi Suga, Hiroshi Umakoshi
2. 発表標題 Development of Affinity Electrophoretic Method for Analysis of Molecular Interactions in Lipid Nano-Membrane
3. 学会等名 26th International Symposium on Electroseparation and Liquid Phase-Separation Techniques(ITP2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡本行広
2. 発表標題 リピドナノテクノロジーに関する研究-脂質ナノ膜場電気泳動法-
3. 学会等名 第39回キャピラリー電気泳動シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yukihiro Okamoto, Ryo Nishino, Hirohiko Niioka, Keishi Suga, Hiroshi Umakoshi
2. 発表標題 Analysis of Molecular Interactions in Lipid Nano-Membrane by Electrophoresis
3. 学会等名 49th International Symposium on High Performance Liquid Phase Separations and Related Techniques (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡本行広・西野遼・濱口海都・菅恵嗣・馬越大
2. 発表標題 脂質ナノ膜場内での電気泳動現象の解析
3. 学会等名 化学工学会第85年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡本行広・川上亮・尾澤知紘・諏訪雅頼・菅恵嗣・馬越大
2. 発表標題 脂質ナノ膜場の分子認識に対する磁効果解明
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡本行広, 川上 亮, 諏訪雅頼, 田内敦士, 菅 恵嗣, 馬越 大
2. 発表標題 マグネトリピドナノテクノロジーによる分子間相互作用の制御
3. 学会等名 第25回クロマトグラフィーシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡本行広, 和多大樹, 田内敦士, 菅 恵嗣, 馬越 大
2. 発表標題 脂質ナノ膜場の特性を活用した金属イオンの前処理法の開発
3. 学会等名 第25回クロマトグラフィーシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yukihiro OKAMOTO, Ryo KAWAKAMI, Masayori SUWA, Keishi SUGA, Hiroshi UMAKOSHI
2. 発表標題 Control of Molecular Interactions between Lipid Stationary Phase by Magnetic Force
3. 学会等名 25th International Symposium on Electro- and Liquid Phase-Separation Techniques (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yukihiro Okamoto, Ryo Kawakami, Masayori Suwa, Keishi Suga, Hiroshi Umakoshi
2. 発表標題 Control of Molecular Interactions between Liposomal Stationary Phase by Magnetic Force for High Performance Separation
3. 学会等名 32nd International Symposium on Chromatography (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西野遼, 岡本行広
2. 発表標題 リピドナノテクノロジーを活用した分離法の創成
3. 学会等名 日本分析化学会近畿支部創設65周年記念講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡本行広, 西野遼, 新岡宏彦, 菅恵嗣, 馬越大
2. 発表標題 脂質ナノ膜場電気泳動分離法の開発
3. 学会等名 第38回キャピラリー電気泳動シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡本行広, 西野遼, 新岡宏彦, 菅恵嗣, 馬越大
2. 発表標題 脂質膜内での電気泳動法に関する研究
3. 学会等名 化学工学会 第84年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡本行広, 西野遼, 新岡宏彦, 菅恵嗣, 馬越大
2. 発表標題 脂質ナノ膜場電気泳動法の創成
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 岡本行広ほか	4. 発行年 2018年
2. 出版社 日本分析化学会電気泳動分析研究懇談会	5. 総ページ数 19
3. 書名 キャピラリー電気泳動入門編 これから CE を始める人へー	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	馬越 大 (Umakoshi Hiroshi) (20311772)	大阪大学・基礎工学研究科・教授 (14401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関