

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29日(土) 10:00 ~ 11:20 🏢 [C]C506(第2学舎 2号館 [5階] C506)

[[C]C506-4am] 19. コロイド・界面化学

座長：松原 弘樹、松尾 宗征

📌 日本語

10:00 ~ 10:10

[[C]C506-4am-01]

不溶性・全フッ素化結晶性高分子による固体錠剤から展開した水面上単分子膜の調製

○藤井 一輝¹、横川 尚登¹、藤森 厚裕² (1. 埼玉大工、2. 埼玉大院理工)

📌 日本語

10:10 ~ 10:20

[[C]C506-4am-02]

有機修飾酸化チタン単粒子膜の積層による構造色発現-粒子径と修飾鎖の影響-

○坂本 将真¹、山崎 彩音¹、渡邊 有咲²、佐々木 勝行²、小林 央典²、平井 公徳²、藤森 厚裕³ (1. 埼玉大工、2. (株)アルビオン 研究部 メイク製品研究G、3. 埼玉大院理工)

📌 日本語

10:20 ~ 10:30

[[C]C506-4am-03]

表面処理前後のセルロースナノファイバーを含んだフッ素系高分子複合材料フィルムの物性変化

○奈良 知叡¹、松尾 悠矢¹、Rumon Rokibul Hasan²、藤森 厚裕² (1. 埼玉大工、2. 埼玉大院理工)

📌 日本語

10:30 ~ 10:40

[[C]C506-4am-04]

層状アルミノシリケートを用いたガス透過膜の開発と青果物の呼吸量制御

○川井 真緒¹、平出 有吾²、長瀧 篤子²、江口 美陽^{1,2} (1. 早稲田大学先進理工学部、2. 早稲田大学 スマート社会技術融合研究機構)

10:40 ~ 10:50

休憩

📌 日本語

10:50 ~ 11:00

[[C]C506-4am-05]

リンカー部位の異なるアザカリックスアレーン環含有高分子の混合単分子膜挙動

○照井 綾真¹、吉野 慎翔²、芝崎 祐二³、藤森 厚裕¹ (1. 埼玉大院理工、2. 埼玉大工、3. 岩手大理工)

📌 日本語

11:00 ~ 11:10

[[C]C506-4am-06]

二次元膜中に於ける有機修飾ナノクレイ微細化挙動の検討と異種無機ナノ粒子との混合単分子膜挙動

○中田 遼真¹、滝口 翼²、藤森 厚裕¹ (1. 埼玉大院理工、2. 埼玉大工)

📌 日本語

11:10 ~ 11:20

[[C]C506-4am-07]

金属酸化物の局所ジュール加熱におけるアジド分解型表面熱履歴システムの実証

○山口 悟暉¹、岩井 智弘¹、細見 拓郎²、柳田 剛²、正井 宏¹、寺尾 潤¹ (1. 東大院総合、2. 東大院工)

不溶性・全フッ素化結晶性高分子による

固体錠剤から展開した水面上単分子膜の調製

(埼玉大工¹・埼玉大院理工²) ○藤井 一輝¹・横川 尚登¹・藤森 厚裕²

Preparation of monolayer on the water surface from solid tablets of insoluble perfluorinated crystalline polymers

(¹Fac. Eng., and ²Grad. Sch. Sci. Eng., Saitama Univ.)○Itsuki Fujii,¹ Naoto Yokokawa,¹ Atsuhiko Fujimori²

Abstract: To prepare a Langmuir monolayer from perfluorinated polymers/copolymers that is insoluble in any solvent, solid tablets of the perfluorinated polymers were floated on the water surface and left to stand overnight. As a result, a gradual increase in surface pressure was monitored on the surface pressure-time isotherm curve, and an increase in surface pressure due to two-dimensional compression was confirmed. Evaluation of the organized film transferred to a solid substrate confirmed the preparation of the Teflon monolayer on a water surface.

Keywords: Teflon-based polymers, Solid tablet, Langmuir monolayer, Langmuir-Blodgett Films, PTFE

【序論】Langmuir-Blodgett(LB)膜に対する精密な分子構造解析によって、近年では環境問題解決に資するフッ化炭素系分子¹⁾の特性解明に新たな一歩が踏み出されている。一方でプロセス上、有機溶媒に不溶性の分子はLangmuir単分子膜を調製不可能とされ、該当するフッ素系高分子団への検討は進んでいない。本研究では、あらゆる有機溶媒に不溶なテフロン系全フッ素化高分子を固体錠剤とし、水面上に浮かべた tablet からの展開²⁾を試みた。

【実験】polytetrafluoroethylene(PTFE)を溶融成形し、得られた直径 6 mm の固体錠剤を超純水上に浮かべた。そのご表面圧-時間(π -t)等温曲線を 24 時間測定し(Fig. 1 上図)、その後表面圧-面積(π -A)等温曲線(25 °C)を測定した。ここで得られた Langmuir 単分子膜を基板上に 1 層転写し、X 線光電子分光(XPS)を行い、更に原子間力顕微鏡(AFM)による形態観察を行った。また、20 層 LB 膜に対して、IR 測定を行った。

【結果と考察】超純水上に PTFE 錠剤を浮かべ、 π -t 曲線をモニターしつつ、24 時間経過させると、表面圧値は 10 mN・m⁻¹ 付近までゆっくりと上昇した。ここで二次元的な圧縮を行うと、崩壊圧約 50 mN・m⁻¹ の凝縮膜挙動を示す π -A カーブが得られた。当該の LB 膜に対する XPS には、F 原子存在を示すシグナルが見られた。低圧域で転写した単層膜には、多数の円形ドメインの存在が確認された(Fig. 1 下図)。20 層多層膜に対する IR 測定では、1100-1200 cm⁻¹ 付近の領域に C-F 伸縮振動バンドが明瞭に確認された(Fig. 2)。以上より、PTFE の固体錠剤から、初めての PTFE Langmuir 単分子膜が調製され、更に当該の LB 多層膜の獲得に至ったことが証明された。

References: 1) Y. Shioda, I. Fujii, A. Fujimori, *J. Fluorine Chem.*, **2024**, 279, 110351.

2) J. Yamaguchi, S. Sugita, Y. Otsuki, T. Tsukamoto, Y. Shibasaki, A. Fujimori, *Colloids Surf. A*, **2023**, 663, 131120.

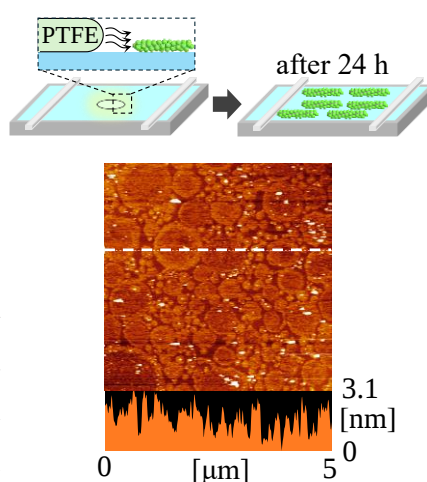


Fig. 1 AFM image of monolayer on solid of PTFE (transferred at 7 mN・m⁻¹).

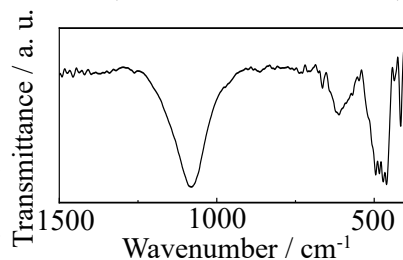


Fig. 2 IR spectra of LB multilayers of PTFE (25 °C, 30 mN・m⁻¹, 20 layers).

有機修飾酸化チタン単粒子膜の積層による構造色発現

－ 粒子径と修飾鎖の影響 －

(埼玉大工¹・(株)アルビオン 研究部 メイク製品研究G²・埼玉大院理工³)
 ○坂本 将真¹・山崎 彩音¹・渡邊 有咲²・佐々木 勝行²・小林 央典²
 ・平井 公德²・藤森 厚裕³

Occurrence of structural color by layering organo-modified titanium oxide

single particle layers -Effects of particle size and modification chain-

(¹Fac. Eng., Saitama Univ., ²Product Res. and Devel. Dr., ALBION Co., Ltd., ³Grad. Sch. Sci. Eng., Saitama Univ.) ○Shoma Sakamoto,¹ Ayane Yamazaki,¹ Arisa Watanabe,² Katsuyuki Sasaki,² Hisayoshi Kobayashi,² Kiminori Hirai,² Atsuhiro Fujimori³

Abstract: The surface of inorganic nanoparticles was modified with organic molecular chains to prepare a monolayer on the water surface. The monolayer was layered to various thicknesses to achieve a gradation of structural color. The particle diameter varied from 5 to 15 nm, and polymerizable or hydrogen-bonding functional groups were introduced into the modified chains to examine the dependence.

Keywords: Structural colors, Single particle layers, Titanium oxide, Organo-modification, Layering

【序論】 サンスクリーン中に於ける紫外線散乱剤と紫外線吸収の関係は、ファンデーション中の無機顔料と有機顔料の関係に似ている。前者は紫外/可視光の散乱(時に干渉)を主に、後者はその吸収を利用している。本研究では、表面改質(有機修飾・親油化)を施した^{1,2)}紫外線散乱性ナノ粒子による構造色発現に加え、修飾鎖中の π 共役系による発色を両立する分子性色材膜の創出に取り組んだ。

【実験】 粒径 15 nm の酸化チタン(TiO_2)ナノ粒子の表面に、10, 12-ペンタコサジン酸による表面修飾を施した。有機修飾 TiO_2 を水面上の単粒子膜とし、その後 Langmuir-Blodgett(LB)法により厚みを系統的に変えた階段状累積膜として、構造色のグラデーション膜を得た。その後 UV 照射と熱処理で、修飾鎖間の重合と色相転移を行った。

【結果と考察】 Figure 1(a)には、基板を横方向に 3 mm ずつずらして積層し、系統的に厚みを変えた、階段状 LB 膜の写真を示した。ここでは明瞭な構造色を示すグラデーション膜が得られた。この累積膜に UV を照射し、更に加温処理を行うと、段階的な色調変化はそのままに、色相転移が見られた。この際の紫外可視吸収(Uv-vis)スペクトルでは、UV 照射後に青色に相当する、650 nm 弱に極大吸収値を持つ波形が得られ、熱処理後には赤色に相当する 550 nm 付近に極大値を持つ波形が得られた(Fig. 1(b))。散乱と吸収による発色が両立したと考えられる。

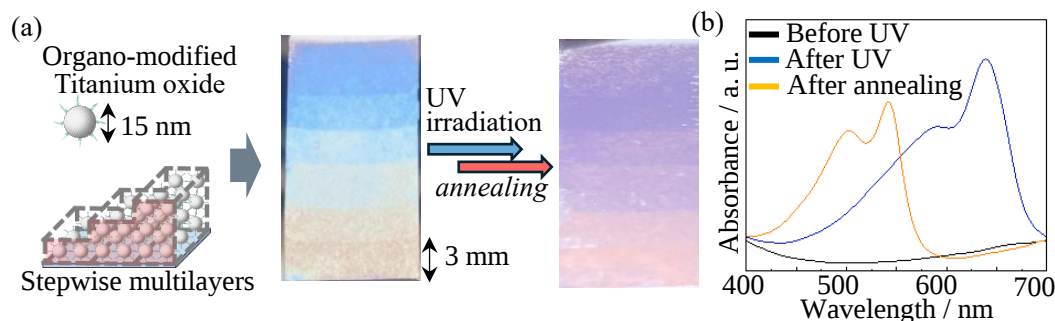


Figure 1. (a) Schematic illustration of stepwise multilayers fabricated in this study and photographs of corresponding films of organo-modified TiO_2 before and after UV irradiation/annealing. (b) UV-vis spectra of LB multilayers of organo-modified TiO_2

References:

- 1) Y. Yamagishi, S. Sakamoto, Y. Hasunuma, A. Fujimori, *ChemistrySelect*, **2024**, 9, e202403262.
- 2) Y. Hasunuma, S. Sakamoto, Y. Yamagishi, A. Fujimori, *J. Oleo Sci.*, **2025**, 74, 107-121

表面処理前後のセルロースナノファイバーを含んだ フッ素系高分子複合材料フィルムの物性変化

(埼玉大工¹・埼玉大院理工²)

○奈良 知叡¹・松尾 悠矢¹・Rokibul Hasan Rumon²・藤森 厚裕²

Changes in mechanical properties of fluorinated polymer-based composite films containing cellulose nanofibers before and after surface modification

(¹Fac. Eng., and ²Grad. Sch. Sci. Eng., Saitama Univ.)

○Chisato Nara,¹ Yuya Matsuo,¹ Rokibul Hasan Rumon,² Atsuhiko Fujimori²

Abstract: Compression-molded films were prepared using polyvinylidene fluoride-based composites containing cellulose nanofibers before and after TEMPO-catalyzed oxidation. Changes in the mechanical properties of the composite films before and after uniaxial orientation were measured by tensile tests, and the changes in elongation properties and Young's modulus were examined.

Keywords: Cellulose nanofibers, Surface modification, Composite films, Mechanical properties, Polyvinylidene fluoride

【序論】 高分子基材中に微量の有機フィラーを導入し、その諸物性が増強させる高分子系ナノ複合材の技術が存在する。天然ナノ繊維であるセルロースナノファイバー(CNF)は、有望な機能性有機フィラー候補物であり、本研究では TEMPO(2,2,6,6-tetramethyl piperidine-1-oxyl radical)触媒酸化による CNF 表面改質(Fig. 1)前後の高分子複合材料フィルムの力学物性変化を検討した^{1,2)}。

【実験】 高分子基材としてポリフッ化ビニリデン(PVDF)を用い、CNF、および TEMPO 酸化 CNF をフィラーとして用いた。ナノ複合化は溶融混練によって行い、得られた複合体をホットプレスによって圧縮成形フィルムとした。ナノ複合体の力学物性は、引張試験(A & D テンシロン RTG1310)によって行い、応力-歪み(S-S)曲線を得た。

【結果と考察】 Neat PVDF フィルムの S-S 曲線は、最大応力値 31 MPa、初期勾配から算出される Young 率 750 MPa の力学的性質を示した(Fig. 2)。TEMPO 酸化 CNF 含有の複合材フィルムでは、最大応力 43 MPa、Young 率 886 MPa に増強され、更に CNF 含有複合材フィルムは最大応力 44 MPa、Young 率 1026 MPa を示した。複合材フィルムに延伸配向を施すと、TEMPO 酸化前後で延び特性に関わる差異が顕著に見られた。TEMPO 酸化前は、CNF と PVDF との相互作用から基材の結晶領域を発達させ、酸化後は分散性の向上した有機フィラー配向体が、非晶領域を発達させたと予測された。

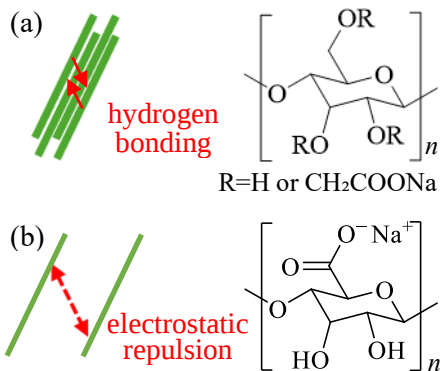


Fig. 1 Schematic illustrations of organic fillers used in this study. (a) CNF (b) TEMPO-oxidized CNF.

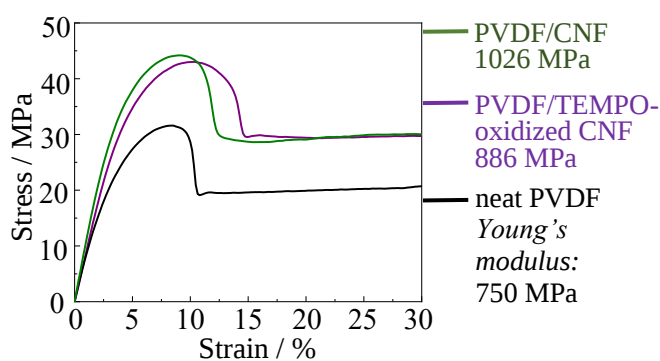


Fig. 2 S-S curves of compression-molded films of neat PVDF, PVDF / CNF, and PVDF / TEMPO-oxidized CNF composites.

- References:** 1) P. Chu, C. Nara, R.H. Rumon, K. Xu, A. Fujimori, *Polym. Compos.*, **2025**, 46, in press (DOI: 10.1002/pc.29445).
2) P. Chu, K. Harada, K. Xu, A. Fujimori, *Polym. Eng. Sci.*, **2024**, 64, 142.

層状アルミノシリケートを用いたガス透過膜の開発と青果物の呼吸量制御

(早稲田大学先進理工学部¹・早稲田大学 スマート社会技術融合研究機構²) ○川井 真緒¹・平出 有吾²・長瀧 篤子²・江口 美陽^{1,2}

Preparation of gas permeable films using layered aluminosilicates and control of respiration in fruits and vegetables (¹ School of Advanced Science and Engineering, Waseda University, Collaborative Research Organization for Smart Society (ACROSS), Waseda University) ○Mao Kawai,¹ Yugo Hirade,² Atsuko Nagataki,² Miharuru Eguchi^{1,2}

In the development of gas barrier films, layered aluminosilicates are often incorporated into organic polymers to enhance mechanical strength and gas barrier properties. However, layered aluminosilicates themselves possess film-forming capabilities and can independently produce high-performance films. Previous our research¹⁾ has demonstrated that films composed solely of layered aluminosilicates exhibit moderate gas permeability, with larger particle sizes correlating to reduced gas permeability. In this study, we investigated the nanostructural changes in aluminosilicate particles when processed using a homogenizer and examined the effects on gas permeability. Furthermore, we evaluated the impact of these films on the respiration of fruits when applied to their surfaces.

Keywords : Gas Separation Membrane, Layered Aluminosilicate, Clay

ガスバリア膜の開発においては、膜の機械的強度やガスバリア性を向上させるために、有機高分子に層状アルミノシリケートを添加することがある。

一方で、層状アルミノシリケート自体が成膜性を有しており、単体でも優れた膜を形成することができる。当研究室では層状アルミノシリケートのみから成る膜が中程度のガス透過度を有することや、アルミノシリケートの粒径が大きいほどガス透過度が低くなることなどを明らかにしてきた¹⁾。

本研究では、層状アルミノシリケートをホモジナイザーで解砕することによる粒子のナノ構造変化と、これが及ぼす膜状試料のガス透過度への影響(Fig. 1)を観察した。また、中程度のガス透過度を有する層状アルミノシリケート膜の応用例として、これを青果物表面に適用した際の青果物の反応を観察した。

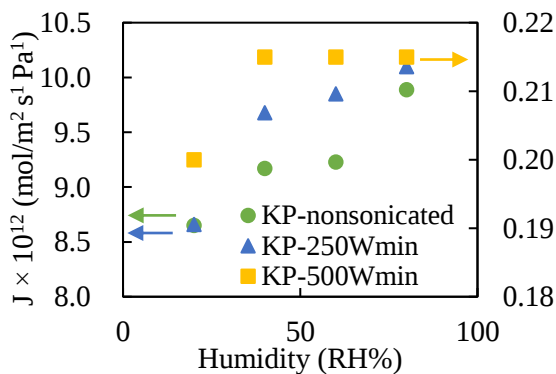


Figure 1. Oxygen permeance of three types films with changing relative humidity RH% (from 20-80%) with retaining temperature at 30 °C.

- 1) M. Eguchi, M. Konarova, N. Torad, T. Chang, D. Kang, J. Shapter and Y. Yamauchi, "Highly adhesive and disposable inorganic barrier films: made from 2D silicate nanosheets and water", Journal of Materials Chemistry A, 2022, 10, 1956-1964.

リンカー部位の異なるアザカリックスアレーン環含有高分子の 混合単分子膜挙動

(埼玉大院理工¹・埼玉大工²・岩手大理工³)

○照井 綾真¹・吉野 慎翔²・芝崎 祐二³・藤森 厚裕¹

Mixed monolayer behavior on the water surface of azacalixarene ring containing polymers with different linker parts

(¹Grad. Sch. Sci. Eng., and ²Fac. Eng., Saitama Univ., ³Fac. Sci. Eng., Iwate Univ.)

○Ryoma Terui,¹ Manato Yoshino,² Yuji Shibusaki,³ Atsuhiko Fujimori¹

Abstract: Mixed monolayers were prepared using copolymers containing azacalixarene rings with different linker parts, and their behavior was investigated.

Keywords: Mixed monolayers, Azacalixarene ring, Linker parts, Copolymers, Monolayer behavior on the water surface

【序論】 気/水界面に形成された水面上単分子膜が、下相水中に存在する特定の物質と選択的に相互作用を示す『界面の分子認識』の概念が提唱されて久しい。アザカリックスアレーン環を有する高分子の Langmuir 膜は、下相水中に溶解する金属カチオンを捕集する機能が報告されており¹⁾、リンカー部の化学構造によっては選択性を示し、価数やイオン半径に依存した捕集挙動をとることが明らかになった。本研究では金属カチオンに対し、異なる捕集選択性を示す誘導体同士を用いた混合単分子膜の挙動について検討を行った。

【実験】 試料は、二価・三価の金属カチオンの捕集能を示すパラフェニレンジアミンリンカーを有するアザカリックスアレーン誘導体¹⁾ [abbrev. P-(aCX-Ph)] と、一価の金属カチオンも捕集可能なポリエチレングリコール鎖をリンカー部に有する誘導体²⁾ [abbrev. P-(aCX-PEG)] という、2 種の高分子を使用した (Fig. 1)。水面上に於ける混合単分子膜挙動は、表面圧-面積(π -A)等温曲線 (15 °C) によって検討を行った。

【結果と考察】 Figure 2 は P-(aCX-Ph)、P-(aCX-PEG) の水面上単分子膜、並びに P-(aCX-Ph) : P-(aCX-PEG) = 1:1 混合単分子膜の π -A カーブを示している。各単独単分子膜は水面上に於ける凝縮挙動が極端に異なり、低分子量リンカーを含む P-(aCX-Ph) は高い凝縮性を示すのに対し、リンカー部に繰り返し単位ユニットを持つ P-(aCX-PEG) は膨張膜の挙動を示した。P-(aCX-Ph) : P-(aCX-PEG) = 1:1 混合単分子膜は、膨張傾向が高いものの、その占有面積値は P-(aCX-PEG) よりも狭く、第一凝縮相の立ち上がりも明瞭化していた。発表当日は、両成分の混和性の検討、膜形態、分子配列についても報告し、混合膜としての金属カチオン捕集特性についても考察する。

References: 1) K. Fukushi, H. Maruyama, Y. Shibusaki, A. Fujimori, *Langmuir*, **2020**, 36, 3770.

2) R. Terui, Y. Otsuki, Y. Shibusaki, A. Fujimori, *Bull. Chem. Soc. Jpn*, **2024**, 97, uoae050.

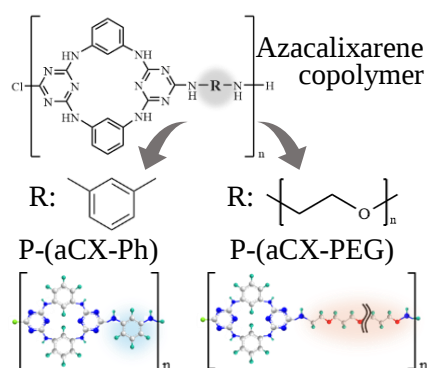


Fig. 1 Chemical structures of the azacalixarene-containing copolymers used in this study.

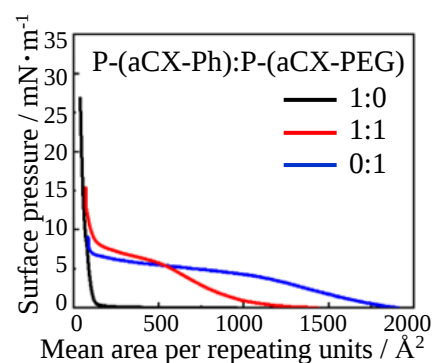


Fig. 2 π -A isotherms of mixed monolayers of azacalixarene-containing copolymers on ultrapure water (15 °C).

二次元膜中に於ける有機修飾ナノクレイ微細化挙動の検討と 異種無機ナノ粒子との混合単分子膜挙動

(埼玉大院理工¹・埼玉大工²) ○中田 遼真¹・滝口 翼²・藤森 厚裕¹

Investigation of the fine particulation behavior of organo-modified nanoclay in two-dimensional films and the mixed monolayer behavior with different inorganic nanoparticles (¹Grad. Sch. Sci. Eng., and ²Fac. Eng., Saitama Univ.)

○Ryoma Nakada,¹ Tsubasa Takiguchi,² Atsuhiko Fujimori¹

Abstract: Spreading solvent dependence of miniaturization behavior of organo-modified montmorillonite was examined. In addition, the behavior of mixed monolayers with different types of organo-modified inorganic nanoparticles was examined before and after clay miniaturization.

Keywords: Nanoclay, Fine particulation, Organo-modification, Mixed monolayers, Inorganic nanoparticles

親水性の無機ナノ粒子の最外層表面を疎水性の有機分子鎖で修飾すると、両親媒性物質を産み出すことができる。これを気/水界面に展開すると、Langmuir 単層膜を調製可能であり、有機/無機二次元ハイブリッド組織体を容易に創出できる。

これまでナノクレイ¹⁾、ジルコニア²⁾、酸化亜鉛ナノディスク³⁾、磁性ナノ粒子⁴⁾、ナノダイヤモンド⁵⁾、カーボンナノチューブ⁶⁾に対し、有機修飾を介した組織化膜研究が行われてきた。この中で近年では多層積層による構造色発現の検討⁷⁾も行われており、また有機修飾ナノクレイの系では、展開溶媒に依存した無機ナノ粒子部分の微細化挙動が確認されている⁸⁾。

更に、無機ナノ粒子成分が同一でも、有機修飾鎖同士が非混和な「混合単粒子膜」の系では、二次元相分離が確認された⁹⁾。混合膜中では、有機分子同士でも鎖長や官能基同士の組み合わせにより、成分分子間の相互作用に依存した相分離、もしくは理想混合の挙動が確認される。但し、有機修飾無機ナノ粒子同士の混合膜の系に於いて、有機分子鎖が同系統の化学種でありながら、ナノ粒子成分の違いによる混和・非混和の挙動が検討された過去の研究例を、我々は見つけることが出来なかった。

本研究では、有機修飾モンモリロナイト Langmuir 膜に於いて展開溶媒に依存した粒子形状の変化を検討した(Fig. 1(a))。加えて、有機修飾モンモリロナイトと有機修飾ナノダイヤモンドの混合単分子膜挙動についても検討を行った(Fig. 1(b))。

References: 1) A. Fujimori, J. Kusaka, R. Nomura, *Polym. Eng. Sci.*, **2011**, 51, 1099. 2) A. Fujimori, N. Honda, H. Iwashita, Y. Kaneko, S. Arai, M. Sumita, S. Akasaka, *Colloids Surf. A*, **2014**, 446, 109. 3) Q. Meng, N. Honda, S. Uchida, K. Hashimoto, H. Shibata, A. Fujimori, *J. Colloid Interf. Sci.*, **2015**, 453, 90. 4) A. Fujimori, K. Ohmura, N. Honda, K. Kakizaki, *Langmuir*, **2015**, 31, 3254. 5) A. Fujimori, Y. Kasahara, N. Honda, S. Akasaka, *Langmuir*, **2015**, 31, 2895. 6) S. Hirayama, Y. Abiko, H. Machida, A. Fujimori, *Thin Solid Films*, **2019**, 685, 168. 7) Y. Yamagishi, N. Kikuchi, A. Fujimori, *Colloids Surf. A*, **2023**, 677, 132309. 8) R. Nakada, S. Sugita, R. H. Rumon, A. Fujimori, *ChemistrySelect*, **2024**, 9, e202400376. 9) K. Ohmura, T. Yunoki, Y. Shidara, M. Iizuka, A. Fujimori, *Colloids Surf. A*, **2017**, 529, 462.

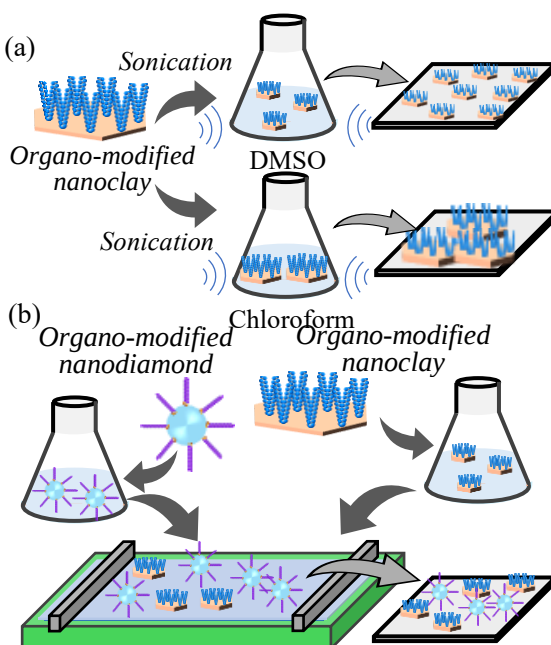


Fig. 1 Schematic illustration of experimental strategy of this study.

金属酸化物の局所ジュール加熱におけるアジド分解型表面熱履歴システムの実証

(東大院総合文化¹・東大院工²) ○山口 悟暉¹・細見 拓郎²・正井 宏¹・岩井 智弘¹・柳田 剛²・寺尾 潤¹

Demonstration of Thermal History System in Local Joule Heating via Azide-Pyrolysis on Metal Oxides Surface (¹Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo, ²Graduate School of Engineering, The University of Tokyo) ○Satoki Yamaguchi,¹ Takuro Hosomi,² Hiroshi Masai,¹ Tomohiro Iwai,¹ Takeshi Yanagida,² Jun Terao¹

We have previously developed a new method for the local thermal history utilizing azide-containing SAM immobilized on ZnO NWs.¹ The pyrolysis of the surface azide groups followed by the introduction of EDS-active probes to the remaining azide groups through the Huisgen cycloaddition allowed the heat experienced to be measured using SEM-EDS analysis (Fig. 1A). In this study, we applied this method to a device with local Joule heating system (Fig. 1B), and successfully obtained microscale temperature differences (Fig. 1C).

Keywords : Azide Pyrolysis; Thermal History System; Huisgen Cycloaddition; Local Joule Heating; Energy Dispersive X-ray Spectroscopy

我々は以前に、酸化亜鉛ナノワイヤ (ZnO NWs) 表面に導入したアジド末端自己組織化単分子膜 (SAM) を利用した新しい熱履歴の評価手法を開発した¹。この手法では表面アジド基の熱分解により熱を記録し、続く残存アジド基への Huisgen 環化付加反応により走査電子顕微鏡-エネルギー分散 X 線分光 (SEM-EDS) 活性分子プローブを導入してアジド基熱分解を観測する。今回、SEM-EDS 測定の高空間分解能を活用して、本手法を熱源を搭載した金属酸化物デバイスに適用し、その有効性を実証した (図 1A)。図 1B のようにシリコン酸化膜基板上に白金製マイクロヒーター・ZnO NWs・アジド末端 SAM からなるデバイスを作成した。ジュール加熱による表面アジド基の熱分解と続く分子プローブ導入後に得られたデバイスの SEM-EDS 分析では、ヒーターから近いほど EDS 強度が低下した。別途取得した加熱温度と EDS 強度の関係式を用いて、熱源からの温度分布を数百 μm スケールで算出することに成功した (図 1C)。

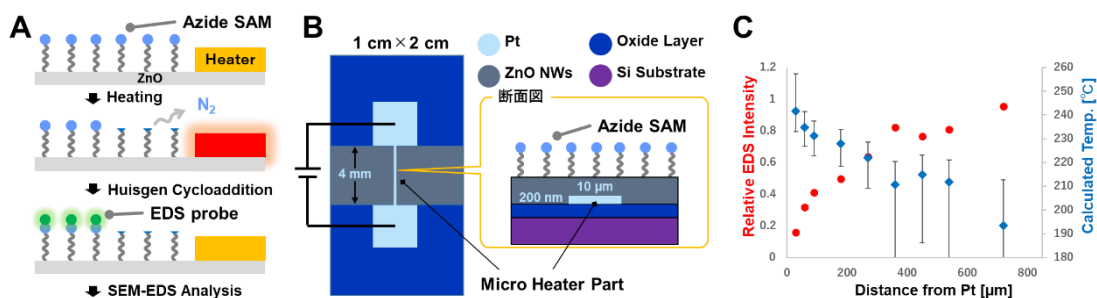


図 1. (A)アジド分解型表面熱履歴システムの概要. (B) 本研究で用いた熱源搭載デバイスの概要. (C) 熱源からの距離と EDS 相対強度値(左軸)または温度計算値(右軸)の関係.

[1]○山口悟暉・寺尾潤 他 第 103 回日本化学会春季年会, 発表番号:B444-4am-02