

Academic Program [Oral B] | 19. Colloid and Interface Chemistry : Oral B

📅 Fri. Mar 28, 2025 1:30 PM - 3:20 PM JST | Fri. Mar 28, 2025 4:30 AM - 6:20 AM UTC 🏢 [C]C507(C507, Bldg. 2, Area 2 [5F])

[[C]C507-3pm] 19. Colloid and Interface Chemistry

Chair: Kensuke Akamatsu, Masaki Itatani

🇯🇵 Japanese

1:30 PM - 1:50 PM JST | 4:30 AM - 4:50 AM UTC

[[C]C507-3pm-01]

Intrinsic graphene oxide

○Hayato Otsuka¹, Katsumi Kaneko^{1,2} (1. RISM, Shinshu Univ., 2. ARG, Shinshu Univ.)

🇯🇵 Japanese

1:50 PM - 2:10 PM JST | 4:50 AM - 5:10 AM UTC

[[C]C507-3pm-02]

Structural color soft materials consisting of graphene oxide nanosheets

○Daisuke Ogawa¹, Yuta Nishina², Koki Sano¹ (1. Shinshu Univ., 2. Okayama Univ.)

🇯🇵 Japanese

2:10 PM - 2:30 PM JST | 5:10 AM - 5:30 AM UTC

[[C]C507-3pm-03]

Structural Color through Self-Assembly of Rod-Shaped Particles

○Riki Kato¹, Takahiro Mikami¹, Takashi Kato¹ (1. The University of Tokyo)

2:30 PM - 2:40 PM JST | 5:30 AM - 5:40 AM UTC

Break

🇯🇵 Japanese

2:40 PM - 3:00 PM JST | 5:40 AM - 6:00 AM UTC

[[C]C507-3pm-04]

Research on the production of heterogeneous material micro gel spheres

○Koichi Kawaguchi¹, Shohei Ueta¹, Takato Marufuji¹, Xing Yan¹ (1. Japan Atomic Energy Agency)

🇯🇵 Japanese

3:00 PM - 3:20 PM JST | 6:00 AM - 6:20 AM UTC

[[C]C507-3pm-05]

Hydration Structure Evaluation of Electrolyte Aqueous Solutions under Vibrational Strong Coupling

○Masaki Itatani¹, Tomohiro Fukushima^{1,2}, Kei Murakoshi¹ (1. Hokkaido Univ., 2. JST-PRESTO)

Intrinsic 酸化グラフェン

(信州大 RISM¹・信州大 ARG 機構²) ○大塚 隼人¹・金子 克美^{1,2}

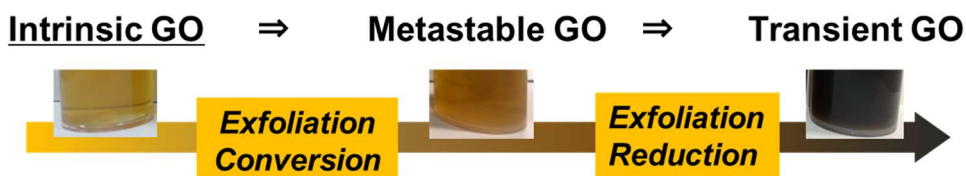
Intrinsic graphene oxide colloid (¹*Research Initiative for Supra-Materials: RISM, Shinshu University*, ²*Institute for Aqua Regeneration, Shinshu University*) ○Hayato Otsuka,¹ Katsumi Kaneko²

Graphene oxide (GO) dispersions are unstable and those colors associated with structural changes vary with time. Despite their importance, the structural changes that occur in colloidal dispersions of GO have not been well understood. We characterize GO dispersions by means of the optical properties as a function of time and temperature to quantitatively describe the spontaneous structural changes, evidencing the presence of three states of GO, intrinsic, metastable and transient GOs.

Keywords : Graphene oxide; Ripening; Structural changes; Physical properties

酸化グラフェン (GO) はグラファイトから硫酸酸性中の過マンガン酸カリウムなどの強い酸化剤による酸化・剥離の工程を経てコロイド分散液として得られる。GO は豊富な酸素官能基を有し、高い水分散性や電気絶縁性を示す。強い酸化条件下で生成される GO コロイド分散液は不安定で、色の変化を伴う構造変化を示す。そのため GO の応用研究において様々な状態の GO が使われており、統一的な理解が得られていない。よって GO を利用した応用研究を推進するためには GO の状態の特定が必要不可欠である。本研究ではマダガスカル産グラファイトから修正ハマーズ法によって得た GO コロイド分散液の熟成加速実験を行い、GO の紫外可視吸収 (UV-vis) スペクトルから電子状態や sp^2/sp^3 比について詳細に解析し、GO の 3 状態を規定した。

GO の UV-Vis スペクトルにおける 230 nm 付近の芳香族性炭素の $\pi-\pi^*$ 遷移のピーク位置が GO の熟成に伴って鋭敏な変化を示した。ピーク位置は熟成開始から一定の値を示し、その後短波長シフト、次いで還元に伴う長波長シフトを示し、それぞれの段階の GO を intrinsic GO, metastable GO, transient GO と命名した^[1]。合成直後の intrinsic GO は室温で約 5 日間安定であり、冷凍保存や酸化剤の添加により intrinsic 状態を維持できることが分かった。本発表では GO の 3 状態の構造や物性の違いについて議論し、intrinsic GO の優位性を示す。



[1] H. Otsuka, K. Urita, N. Honnma, T. Kimuro, Y. Amako, R. Kukobat, T.J. Bandosz, J. Ukai, I. Moriguchi, K. Kaneko, Nat. Commun. 15, 1708 (2024).

酸化グラフェンナノシートからなる構造色ソフトマテリアル

(信州大繊維¹・岡山大 RIIS²)

○小川 大輔¹・仁科 勇太²・佐野 航季¹

Structural color soft materials consisting of graphene oxide nanosheets

(¹Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University, ²RIIS, Okayama University)

○Daisuke Ogawa,¹ Yuta Nishina,² Koki Sano¹

Graphene oxide (GO) nanosheets are important nanocarbon materials with excellent properties and two-dimensionality, having attracted much attention as next-generation building blocks for developing functional soft materials. Recently, we established a facile method to generate a structural color of an aqueous dispersion of GO nanosheets by increasing the electrostatic repulsion between the nanosheets. Furthermore, we succeeded in controlling the structural color by applying a strong magnetic field. Here, we report that a new type of GO nanosheets gel with a vivid structural color can be synthesized by fixing the photonic structure of GO nanosheets through radical polymerization.

Keywords : *Graphene Oxide Nanosheet; Structural Color; Magnetic Orientation; Functional Soft Material*

酸化グラフェン (Graphene Oxide; GO) ナノシートは、優れた物性を有する二次元状のナノ炭素材料であり、機能性ソフトマテリアルのビルディングブロックとして注目されている^[1]。近年我々は、水に分散した GO ナノシートの間に働く静電斥力を増大させることでナノシート間距離を拡大し、鮮やかな構造色を示すナノ周期構造 (フォトニック構造) を構築することに成功した^[2-4]。さらに、強磁場印加によって GO ナノシートの配向を操作することで構造色の自在制御も達成している。ここでもし、水中における流動的な GO ナノシートのフォトニック構造を固定化できれば、新しいタイプの構造色ソフトマテリアルの実現に繋がり、応用範囲の拡大が期待される^[5]。

今回我々は、水中の GO ナノシートのフォトニック構造を強磁場印加によって制御するとともに、その構造をポリマーネットワークによって固定化することで、鮮やかな構造色を示す GO ナノシートのハイドロゲルの作製に成功した。種々の顕微鏡観察および反射スペクトル測定によって、得られたハイドロゲルは鮮明な構造色を示し、力学的刺激を加えることで構造色を可逆的に制御できることが明らかとなった。本発表では、GO ナノシートからなる構造色ゲルの作製手法と構造解析、構造色の制御可能性に関しても議論を行う予定である。

[1] N. Morimoto, Y. Nishina *et. al. Chem. Mater.* **2017**, 29, 2150–2156.

[2] S. Kondo, T. Nishimura, Y. Nishina, K. Sano, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2023**, 15, 37837–37844.

[3] D. Ogawa, T. Nishimura, Y. Nishina, K. Sano, *Nanoscale* **2024**, 16, 7908–7915.

[4] D. Ogawa, Y. Nishina, K. Sano, *ChemPlusChem* **2024**, 89, e202400449.

[5] K. Sano *et al. Angew. Chem. Int. Ed.* **2018**, 57, 12508–12513.

棒状粒子の自己組織化による構造色の発現

(東大院工) ○加藤 利喜・三上 喬弘・加藤 隆史

Structural Color through Self-Assembly of Rod-Shaped Particles

(The University of Tokyo) ○Riki Kato, Takahiro Mikami, Takashi Kato

Structural colors have attracted attention for sustainable optical materials. These colors are originated from selective light reflection and diffraction of periodic several hundred nm structures. Self-assembly of liquid crystals to form periodic structures is effective process for developing structural color materials. Molecular-based cholesteric liquid crystals with helical pitch are typical examples of structural materials. Some liquid-crystalline colloidal nanoparticles dispersed in solvents also exhibit structural colors such as cellulose nanocrystals and inorganic nanosheets. We have synthesized various inorganic/polymer hybrid colloidal liquid crystals as functional materials. Here, we report new photonic colloidal liquid crystals composed of inorganic/polymer hybrid nanorods and water. The colloidal liquid crystals exhibited high reflectance and strong angular dependency. The coloration was tuned by control of particle concentration and particle size. The colloidal liquid crystals were immobilized in organic polymer network, which exhibited mechanochromic properties.

Keywords : *Colloid; Liquid Crystals; Structural Colors; Gels; Self-Assembly*

構造色材料は持続的な光学材料として注目を集めている。その発色は数百 nm の周期構造による反射や回折によって引き起こる。液晶の自己組織化による自発的な周期構造形成を活用することは構造色材料開発のための有効な手段である。螺旋構造を形成する液晶分子は、自己組織化を活用した典型的な構造色材料の例である。分子ではなく、セルロースナノクリスタルや無機ナノシートなどの異方的な形状の粒子は溶液中で自己組織化することで液晶相を形成し、それらのいくつかは構造色を発現する。しかし、ナノロッドが形成した液晶構造に基づく構造色材料は未だ報告されていない。

我々は機能性材料のために様々な無機/有機ハイブリッドコロイド液晶を開発してきた¹⁾。本研究では、無機/有機ハイブリッドナノロッドを合成し、新たな構造色を示すコロイド液晶を開発する²⁾。合成したナノロッドはサイズ分布が狭いため、高秩序液晶構造を形成し、その結果 50 %を超える高い反射率と強い角度依存性を実現することができた。また、色調はナノロッドのサイズと濃度によって制御することが可能であった。さらに、ナノロッドが形成する液晶構造を高分子ゲルで固定化することに成功し、圧縮や伸長によって色変化を示すメカノクロミック特性を示した。

1) Biomineral-Inspired Colloidal Liquid Crystals: From Assembly of Hybrids Comprising Inorganic Nanocrystals and Organic Polymer Components to Their Functionalization. M. Nakayama, T. Kato, *Acc. Chem. Res.* **2022**, 55, 1796.

2) 2D Photonic Colloidal Liquid Crystals Composed of Self-Assembled Rod-Shaped Particles. R. Kato, T. Mikami, T. Kato, *Adv. Mater.* **2024**, 36, 2404396.

異性材料マイクロ球状ゲルの製造に関する研究

(原子力機構) ○川口 浩一・植田 祥平・丸藤 崇人・ヤン ジングロン

Research on the Production of Heterogeneous Material Micro Gel Spheres (*Japan Atomic Energy Agency*) ○Koichi Kawaguchi, Shohei Ueta, Takato Marufuji, Xing L. Yan

Functional microcapsules, which have more economical and efficient R & D needs than before, have been being developed in a variety of fields in a novel manufacturing method to miniaturize from micro- to nano- scales. To apply the conventional sol-gel method for microencapsulation by a nanogel film made of a different material, the simultaneous control of two different sol-gel reactions is an issue. On the other hand, liposomes, which are emulsion, may act as a very thin field for hydrolysis reaction at its interface by liping lipid double layer and hydrophobic hydration associated with heating (Fig. 1). Authors tried to manufacture a double gel sphere consisting of neodymium hydrate and zirconium hydrate by dripping hexamethylenetetramine (HMTA) and neodymium nitrate aqueous solution into heated two phases of dioleoyl phosphatidylcholine (DoPC) pentadecane solution and the zirconium nitrate aqueous solution. This work was supported by JSPS KAKENHI Grant Number JP23K04562.

Keywords : Internal Gelation; External Gelation; Bilayer; Gel Sphere; Coated Particle

従来よりも経済的かつ効率的な研究開発ニーズを有する機能性マイクロカプセルは、新たな製法でマイクロレベルからナノレベルへ微細化し多様な分野へ展開されている。従来のゾルゲル法を異種材料ナノ成膜によるマイクロカプセル化へ適用するには、2つの異なるゾルゲル反応プロセスの同時制御が課題である。一方、エマルションであるリポソームは、加熱等に伴う脂質二重層の水潤滑化と疎水性水和によって、界面に極薄肉の加水分解反応場を形成できる可能性がある (Fig. 1)。ジオレイルホスファチジルコリン(DoPC)ペンタデカン溶液と硝酸ジルコニウム水溶液の二相を加温し、ヘキサメチレンテトラミン(HMTA)・硝酸ネオジム水溶液を滴下して水酸化ネオジムと水酸化ジルコニウムからなる二重ゲル球の製造を試みた。なお、本研究は JSPS 科研費 JP23K04562 の助成を受けたものである

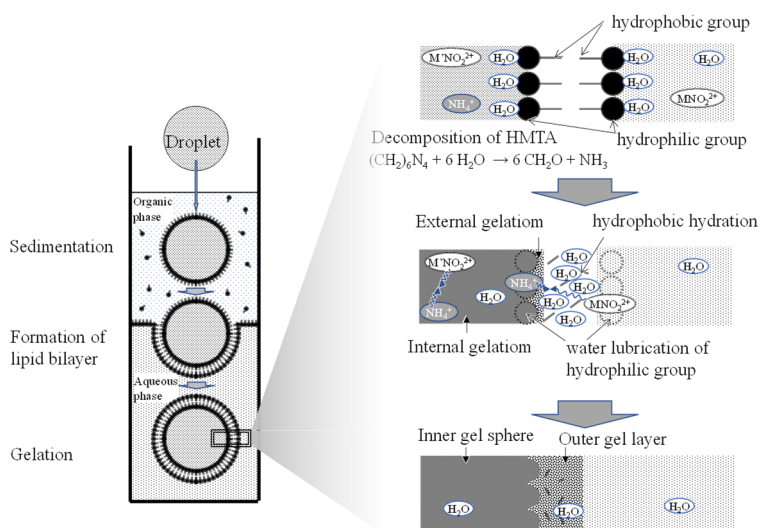


Figure 1 Schematic figure of double gel sphere formation

振動強結合下における電解質水溶液の水和構造評価

(北大院理¹・JST-さがけ²) ○板谷 昌輝¹・福島 知宏^{1,2}・村越 敬¹

Hydration Structure Evaluation of Electrolyte Aqueous Solutions under Vibrational Strong Coupling (¹*Faculty of Science, Hokkaido University*, ²*JST-PRSTO*) ○Masaki Itatani,¹ Tomohiro Fkushima,^{1,2} Kei Murakoshi¹

Molecular vibrational strong coupling (VSC) state is formed by quantum interaction between the vacuum field cavity mode and the molecular vibrational mode in a Fabry–Perot (FP) cavity under dark conditions. In this study, we focused on the VSC of H₂O in order to obtain fundamental insights into effects of presence of hydrogen bonding network on VSC by FT-IR spectroscopy measurements with different temperatures and electrolytes. We have obtained temperature-dependent spectra in the range of 20 – 40 °C in the FP cavity, where temperature possibly influence not only coupling strength but also IR spectrum shape of VSC-H₂O.

Keywords : *Vibrational strong coupling; H₂O; Cavity; FT-IR*

【序論】真空場共振器モードが特定の分子振動モードと強結合すると、振動強結合状態が形成される。共振器内の水分子が振動強結合状態を形成することによる水和構造の変調が示唆されているが、平衡状態の水が有する水素結合ネットワークの秩序性を、振動強結合に考慮した例はない。本研究では、温度変化を伴う *in-situ* FT-IR 分光計測を用いて、種々の電解質溶液で構成された FP 共振器内で形成される水分子の振動強結合状態における水和構造の影響を検証した。

【実験】CaF₂ 基板上に Ti 2 nm、Au 8 nm、SiO₂ 20 nm を蒸着し、鏡面を対向させることにより Fabry-Perot (FP) 型共振器を作製した (Figure (a))。鏡間に超純水または電解質溶液を入れ、恒温水循環による温度制御を行いながら *in-situ* FT-IR 分光計測を行った。

【結果と考察】温度に対するセルの安定性を確認すべく、金属蒸着なしの CaF₂ 基板を用いて FT-IR 分光計測を行った (Figure (b), (c))。温度増加に伴い、OH 伸縮振動ピークに含まれる水分子の局所クラスター構造の違いに帰属される 3 種類の水素結合ネットワーク種のうち、高自由度の水分子 (MW, IW) の割合が増加し、その組成変化は温度に対して可逆的であった。一方で金属蒸着鏡を用いた FP 共振器内では、H₂O の振動強結合に由来する上肢及び下肢ポラリトンが観測され、それらの周波数が温度増加に伴い最大 100 cm⁻¹ 程度移動し、その差が構造水と自由水の周波数差と同等であった。以上より、水分子の水和構造変調に伴う OH 伸縮振動モードの変化に伴い、特定の水和構造を有する水分子が選択的に振動強結合する可能性を見出した。

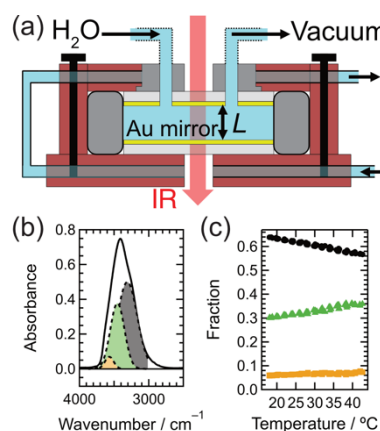


Figure. (a) Illustration of fabricated FP cavity consisting of copper. (b) IR spectrum of H₂O including decomposition into network water (NW, gray), intermediate water (IW, green), and multimer water (MW, yellow). (c) Variation of composition fraction of NW, IW, and MW against temperature.