

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

📅 Sat. Mar 29, 2025 9:30 AM - 11:10 AM JST | Sat. Mar 29, 2025 12:30 AM - 2:10 AM UTC 🏛️
[[C]C507(C507, Bldg. 2, Area 2 [5F])

[[C]C507-4am] 19. Colloid and Interface Chemistry

Chair: Masaki Saruyama, Toshio Sakai

🇯🇵 Japanese

9:30 AM - 9:40 AM JST | 12:30 AM - 12:40 AM UTC

[[C]C507-4am-01]

Dehydrogenation of Ammonia Borane Catalyzed by Photo-switchable Au₁₃ cluster

○Shaojing Yan¹, Yukatsu Shichibu^{1,2}, Ryota Osuka³, Kiyotaka Nakajima³, Katsuaki Konishi^{1,2} (1. Grad. Sch. of Env. Sci., Hokkaido Univ., 2. Fac. of Env. Earth Sci., Hokkaido Univ., 3. Ins. for Cat., Hokkaido Univ.)

🇯🇵 Japanese

9:40 AM - 9:50 AM JST | 12:40 AM - 12:50 AM UTC

[[C]C507-4am-02]

Preparation of Cu₃N Quantum Dots with an Ionic Liquid/Metal Sputtering Technique and Their Optical Properties

○Nako Furuhashi¹, Kazutaka Akiyoshi¹, Tatsuya Kameyama¹, Tsukasa Torimoto¹ (1. Nagoya Univ.)

🇯🇵 Japanese

9:50 AM - 10:00 AM JST | 12:50 AM - 1:00 AM UTC

[[C]C507-4am-03]

Synthesis of Bipyramid-shaped ZnS-AgInS₂ Nanoparticles and Their Photocatalytic Activity

○YUMA SAITO¹, Shogo Kondo¹, Kazutaka Akiyoshi¹, Tatsuya Kameyama¹, Taro Uematsu², Tsukasa Torimoto¹ (1. Nagoya University, 2. Osaka University)

🇯🇵 Japanese

10:00 AM - 10:10 AM JST | 1:00 AM - 1:10 AM UTC

[[C]C507-4am-04]

One-step synthesis of lead halide perovskite quantum dot 3D superlattices

○Mitsuki Muto¹, Masaki Saruyama^{1,2}, Toshiharu Teranishi^{1,2} (1. Grad. School of Sci. Kyoto Univ., 2. Inst. for Chem. Res., Kyoto Univ.)

🇯🇵 Japanese

10:10 AM - 10:20 AM JST | 1:10 AM - 1:20 AM UTC

[[C]C507-4am-05]

Synthesis of Highly Efficient Far-Red Emitting Silicon Quantum Dots: Quantum Size Effect vs. Surface Effect

○Yuito Oba¹, Ken-ichi Saitow^{1,2} (1. Hiroshima University, 2. Natural Science Center for Basic Research and Development)

10:20 AM - 10:30 AM JST | 1:20 AM - 1:30 AM UTC

Break

🇯🇵 Japanese

10:30 AM - 10:40 AM JST | 1:30 AM - 1:40 AM UTC

[[C]C507-4am-06]

Microbubble cleaning of three-dimensional specimens with complex structures

-When used in combination with ultrasonic vibration-

○Hiroshi Ikeda¹, Ryuki Koike¹, Katsumi Kurita¹ (1. Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology)

◆ Japanese

10:40 AM - 10:50 AM JST | 1:40 AM - 1:50 AM UTC

[[C]C507-4am-07]

Separation of dispersed oil stains from water by bubbles

○Daichi Oya¹, Takanori Kotera^{2,3}, Toshio Sakai^{1,3} (1. Graduate School of Science and Technology, Shinshu University, 2. Kao Corporation, 3. Faculty of Engineering, Shinshu University)

◆ Japanese

10:50 AM - 11:00 AM JST | 1:50 AM - 2:00 AM UTC

[[C]C507-4am-08]

Cleaning of oil stains stuck on textile with bubble water: Effect of gas and textile type

○Momoka Tachi¹, Takanori Kotera^{1,2}, Toshio Sakai¹ (1. Shinshu University, 2. Kao Corporation)

◆ Japanese

11:00 AM - 11:10 AM JST | 2:00 AM - 2:10 AM UTC

[[C]C507-4am-09]

Preparation and Evaluation of Near-Infrared Light Absorbing Film Based on Hollow Silver Nanoshell

○Takumi Abe¹, Simpei KADO¹, Setsuko YAJIMA¹ (1. Wakayama University Faculty of Systems Engineering)

ホスフィン配位 Au₁₃ を用いた光スイッチ型 NH₃BH₃ 脱水素反応

(北大院環境¹、北大院地球環境²、北大触媒研³) ○ 巖 韶環¹、七分 勇勝^{1,2}、大須賀 遼太³、中島 清隆³、小西 克明^{1,2}

Dehydrogenation of Ammonia Borane Catalyzed by Photo-switchable Au₁₃ cluster (¹Grad. Sch. of Env. Sci., Hokkaido Univ., ²Fac. of Env. Earth Sci., Hokkaido Univ., ³Ins. for Cat., Hokkaido Univ.) ○ Shaojing Yan¹, Yukatsu Shichibu^{1,2}, Ryota Osuka³, Kiyotaka Nakajima³, Katsuaki Konishi^{1,2}

Recent studies have demonstrated that the dehydrogenation reaction of NH₃BH₃ can be catalyzed by metal nanoparticles.¹ On the other hand, gold clusters have been reported to exhibit unique optical properties.² In this study, we explored the use of phosphine-protected gold clusters (including alloyed clusters) as catalysts for the dehydrogenation of NH₃BH₃.

Our results showed the alloyed clusters exhibited high catalytic activity under visible light irradiation (Fig.1), but they lacked stability. Next, we focused on the Au₁₃ cluster, which showed high catalytic activity and stability. Time-dependent catalytic studies revealed that visible light significantly accelerated the dehydrogenation reaction of NH₃BH₃ (Fig.2). Furthermore, mass spectrometry analysis suggested a reaction pathway of this hydrogen generation upon light irradiation.

Keywords : gold cluster, ammonia borane, Photo-switchable catalyst

【緒言】近年、高い水素保有率を持つ貯蔵材料—NH₃BH₃ の脱水素反応が金属ナノ粒子を触媒として進行することが知られている¹。一方、金クラスターは特異的な光特性を有することが報告されている²。今回、ナノ粒子の代わりにホスフィン配位サブナノ金クラスター（合金を含む）を用いて、NH₃BH₃ の脱水素反応を検討した。

【結果と考察】NH₃BH₃ 溶液に金クラスターを添加し、NMR を用いて脱水素反応の進行を追跡することから触媒特性を評価した。その結果、合金クラスターは可視光下において高い触媒活性を示したが（Fig.1）、安定性が低いことが分かった。そこで、NH₃BH₃ の脱水素反応メカニズムを解明するため、触媒活性と安定性のバランスが優れている Au₁₃ クラスターに着目し、まず光の影響を経時で追跡した。その結果、可視光の照射が NH₃BH₃ の脱水素反応を著しく加速させることが明らかとなった（Fig.2）。さらに質量分析から、Au₁₃ と NH₃BH₃ が結合し光の照射で水素を生成する反応ルートが分かった。

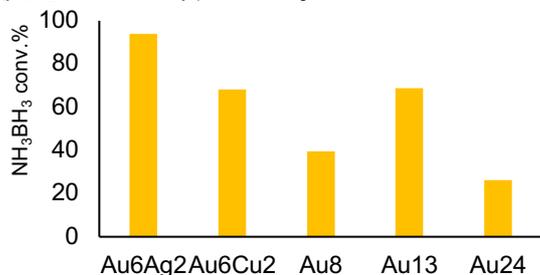


Figure 1. NH₃BH₃ conversion rate of several kinds of Au clusters after 3h light irradiation.

1) Qiang Xu *ACS Catal.* **2016**, 6, 10, 6892

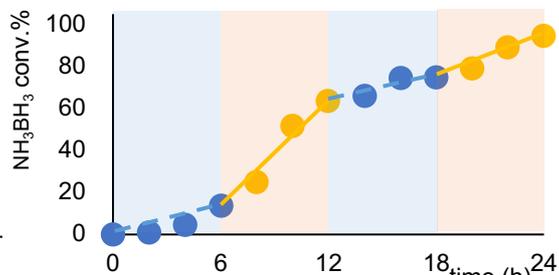


Figure 2. NH₃BH₃ conv.% time graph of Au₁₃ cluster in dark (blue) and light (orange).

2) K. Konishi *Acc. Chem. Res.* **2018**, 51, 12, 3125

イオン液体／金属スパッタリングによる Cu₃N 量子ドットの液相合成と光学特性

(名大院工) ○古橋奈子, 秋吉一孝, 亀山達矢, 鳥本 司

Preparation of Cu₃N Quantum Dots with an Ionic Liquid/Metal Sputtering Technique and Their Optical Properties (*Nagoya Univ.*) ○Nako Furuhashi, Kazutaka Akiyoshi, Tatsuya Kameyama, Tsukasa Torimoto

Copper nitride (Cu₃N) has attracted much attention for the application to solar energy conversion systems because it does not contain rare elements and has a band gap in the near-infrared region. In this study, we developed a new method for the synthesis of Cu₃N quantum dots (QDs) in room temperature ionic liquids (RTILs) by combining reactive sputtering of Cu with N₂ gas and an ionic liquid/metal sputtering technique for metal nanoparticle synthesis. The XRD measurements revealed that the QDs obtained by sputtering Cu on a RTIL had a crystal structure of Cu₃N. The size of deposited Cu₃N QDs was ca. 5.1 nm. Their absorption onset wavelength was ca. 500-650 nm, being blue-shifted from that of bulk materials.

Keywords : *Quantum dot; Copper nitride; Reactive sputtering; Room temperature ionic liquid*

窒化銅 (Cu₃N) は希少元素を含まず、バルク半導体のバンドギャップが 1.0 eV にあり可視光から近赤外光領域に強い吸収をもつことから、太陽光変換材料として注目されている。これまでに、私たちの研究グループでは、イオン液体中に金属・合金ナノ粒子を簡便に合成する方法として、イオン液体／金属スパッタリング法を報告した⁽¹⁾。本研究では、この方法と N₂ ガスによる反応性スパッタリングを組み合わせ、Cu をイオン液体にスパッタすることで Cu₃N 量子ドットの新たな合成法を開発した。

イオン液体 (N,N-Diethyl-N-methyl-N-(2-methoxyethyl)ammonium tetrafluoroborate, DEME-BF₄) をシャーレに入れて真空チャンバーに導入し、3.0 Pa の Ar-N₂ 混合ガス中でイオン液体に対して Cu をスパッタリングし、Cu₃N 量子ドットを含むイオン液体を得た。放電電流値 200 mA で 4 時間スパッタして得た粒子の TEM 観察から平均粒径 5.1 nm のナノ粒子が生成していることがわかった。また、その XRD パターンは Cu₃N のものと良く一致した (図 1a,b)。放電電流量を 100 mA から 400 mA に増加させると、Cu₃N 量子ドットの吸収短波長が 500 nm から 650 nm に長波長シフトした (図 1c)。これらの値は、バルク Cu₃N の吸収短波長(ca. 1200 nm)よりも大きく短波長シフトしており、得られた Cu₃N 量子ドットが量子サイズ効果を示すことが示唆される。

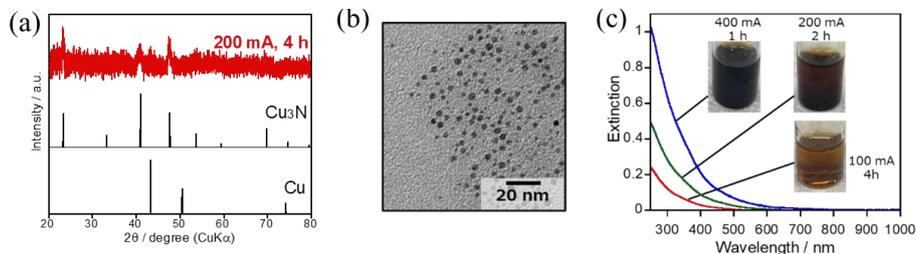


Fig.1 A XRD pattern (a) and TEM image (b) of the QDs sputter-deposited with a discharge current of 200 mA for 4 h. (c) Absorption spectra of Cu₃N QDs prepared with various discharge currents.

(1) T. Torimoto, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **2006**, *89*, 243117.

バイピラミッド型 ZnS-AgInS₂ 量子ドットの合成と光触媒への利用

(名大院工¹・阪大院工²) ○齋藤 祐摩¹・近藤 省吾¹・秋吉 一孝¹・亀山 達矢¹・上松 太郎²・鳥本 司¹

Synthesis of Bipyramid-shaped ZnS-AgInS₂ Nanoparticles and Their Photocatalytic Activity (¹Nagoya Univ., ²Osaka Univ.) ○Yuma Saito,¹ Shogo Kondo,¹ Kazutaka Akiyoshi,¹ Tatsuya Kameyama,¹ Taro Uematsu,² and Tsukasa Torimoto¹

Semiconductor quantum dots (QDs) are small particles of approximately 1-10 nm in size, the energy structure of which can be controlled by varying their size and composition. In particular, QDs with shape anisotropy are expected to expose specific crystal facets, inducing crystal facet-selective photocatalytic reactions. In this study, we prepared ZnS-AgInS₂ solid solution (ZAIS) QDs with a bipyramidal shape, which exposed (112) facets. We also evaluated their photocatalytic activity for hydrogen evolution.

Keywords: Multinary semiconductor; Nanocrystals; Shape anisotropy; Photocatalyst; H₂ evolution

量子ドット (QD) は、大きさが約 1~10 nm の半導体結晶であり、サイズや組成を変化させることでエネルギー構造を自在に制御できるため、光エネルギー変換材料として注目されている。我々はこれまでに、低毒性な元素で構成される ZnS-AgInS₂ 固溶体 ((AgIn)_xZn_{2(1-x)}S₂:ZAIS) QDs において、固溶体組成と粒子の形状異方性を制御することにより、水素発生光触媒活性を向上させることに成功した¹。本研究ではこれまでに報告されていない、(112)面のみが露出したバイピラミッド形状の ZAIS (BP-ZAIS) QDs を液相合成し、その水素生成光触媒活性を評価した。

ジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム水溶液に、対応する金属硝酸塩水溶液を滴下して前駆錯体を得た。この錯体をオレイルアミン (OLA) と 1-ドデカンチオール (DDT) の混合溶媒中、180 °C で 3 分間加熱することにより BP-ZAIS QDs を作製した。

ZAIS QDs のサイズや形状は、合成時に用いる溶媒の組成に依存して変化し、OLA のみ (DDT 濃度: 0%) を反応溶媒とすると、平均粒径 17 nm の球状 ZAIS QDs が得られた。溶媒中の DDT の容量濃度を 25%以上とした場合、粒径が約 8~10 nm の BP-ZAIS QDs が得られ、濃度 50%のときに BP-ZAIS QDs の合成収率が 95% と最も高くなった (Fig. 1 inset)。

BP-ZAIS QDs の表面配位子を 2-メルカプトプロピオン酸 (MPA) に変更することで粒子を水に分散させた (MPA/BP-ZAIS QDs)。これを正孔捕捉剤として Na₂S を含む水溶液に分散させて Xe ランプ光を照射し、水素発生反応に対する光触媒活性を評価した (Fig. 1)。水素発生量は光照射時間とともに直線的に増大し、BP-ZAIS QDs が光触媒として効果的に働くことがわかった。また、DDT から MPA に表面配位子を交換することで、その活性は約 100 倍に増大した。

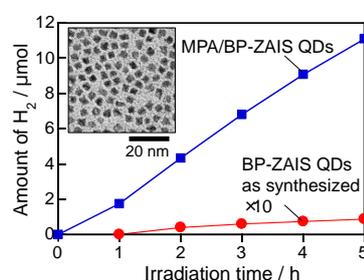


Fig. 1 Time courses of H₂ evolution by the irradiation to BP-ZAIS QDs in an aqueous solution containing 50 mmol dm⁻³ Na₂S. (Inset) A typical TEM image of the QDs.

1) T. Torimoto, *et al.*, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, **2016**, *8*, 27151.

鉛ハライドペロブスカイト量子ドット三次元超格子の液相一段合成

(京大院理¹・京大化研²) ○武藤 光希¹、猿山 雅亮^{1,2}、寺西 利治^{1,2}

One-step synthesis of lead halide perovskite quantum dot 3D superlattices (¹Grad. School of Sci. Kyoto Univ., ²Inst. for Chem. Res., Kyoto Univ.) ○Mitsuki Muto¹, Masaki Saruyama^{1,2}, Toshiharu Teranishi^{1,2}

Superlattices of lead halide perovskite (LHP) quantum dots attract wide attention due to their cooperative optical properties. However, traditional preparation methods of superlattices involve many steps, limiting the thorough exploration of their properties. In this study, we developed a one-step liquid-phase synthesis method of LHP quantum dot superlattices, driven by interparticle van der Waals forces. The growth rate and particle size of CsPbBr₃ nanocrystals were controlled by the precursor concentration and the amount of trioctylphosphine oxide. The formation of superlattices with a simple cubic structure was confirmed by small-angle X-ray scattering measurement. Additionally, the nucleation, growth, and self-assembly process of CsPbBr₃ nanocrystals was monitored by *in-situ* SAXS experiments.

Keywords: Lead halide perovskite; Superlattice; Quantum dot

鉛ハライドペロブスカイト (LHP) 量子ドットが規則的に配列した超格子は、近接する量子ドット間のカップリングにより、量子協奏的な物性を発現できることから注目を集めている。しかし、従来の LHP 超格子合成法は工程負荷が高く、効率的な物性探索を妨げている。本研究では、CsPbBr₃ ナノ粒子を LHP 量子ドットとして用い、溶液中での成長速度および粒径を制御することで、粒子間のファンデルワールス引力を駆動力として自己集合を促進し、ナノ粒子生成から超格子形成までを一段階で進行させる LHP 量子ドット超格子の液相一段階合成法の開発を目指した。

CsPbBr₃ ナノ粒子合成において、前駆体である PbBr₂ を Trioctylphosphine oxide (TOPO) で安定化することで、粒子成長が制御され単分散なナノ粒子が生成することが知られている^[1]。我々は、適当量の TOPO を用いたとき、CsPbBr₃ ナノ粒子が自己集合するのに十分な粒子間引力が得られる粒径まで成長し、単純立方構造の超格子が形成することを小角 X 線散乱測定から確認した(図 1a)。また、過剰量の TOPO 添加は粒径分散を増大させ、粒子配列の秩序を低下させることも分かった。さらに、超格子が形成する条件において *in-situ* SAXS 測定によって粒子の成長と自己集合の過程をリアルタイムで観察することにも成功した。(図 1b)。

1) Akkerman *et al. Science* **2022**, 377, 1406.

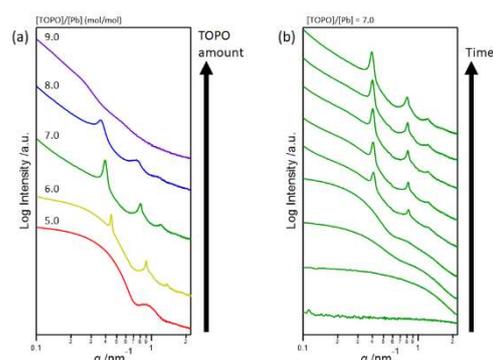


図 1. (a) 各[TOPO]/[Pb]での生成物の SAXS パターン (b) [TOPO]/[Pb]=7.0 での合成溶液の *in-situ* SAXS パターン

高効率で遠赤色発光する Si 量子ドットの合成：量子サイズ効果 vs. 表面効果

(広大院先¹・広大自然セ²) ○大場 唯斗¹・齋藤 健一^{1,2}

Synthesis of Highly Efficient Far-Red Emitting Silicon Quantum Dots: Quantum Size Effect vs. Surface Effect (¹Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University, ²N-BARD, Hiroshima University) ○Yuito Oba,¹ Ken-ichi Saitow^{1,2}

Quantum Dots (QDs) are luminescent nanocrystals of a semiconductor material. Recently, cadmium-based and perovskite QDs with high optical performances have attracted much attention. However, heavy-metal-free QDs such as silicon quantum dots (SiQDs) have been significantly desired by considering environmental concerns.

In this study, SiQDs with varying sizes and structures were synthesized by altering chemical etching times. The structure and optical properties of their SiQDs were characterized by 7 different methods. The obtained comprehensive analysis elucidated the effects of quantum confinement and surface effects on the optical properties of SiQDs.

Keywords : Colloidal Quantum Dots; Heavy-Metal-Free; Nanomaterials; Photoluminescence

量子ドット(Quantum Dots, QDs)とは発光する半導体ナノ結晶であり、その高い光物性(高い発光効率, 狭い発光スペクトル幅)が注目されている。しかし、従来の QDs は重金属使用による環境負荷が問題となっている。そこで、重金属フリーのシリコン量子ドット(SiQDs)が注目されている。

SiQDs のフォトルミネッセンス(PL)特性は、量子閉じ込め効果と表面効果の 2 つの異なるメカニズムに分解される。前者は、ナノ結晶のサイズによってバンドギャップが決まり、それが PL 波長を変化させる。一方、後者は SiQDs の表面構造に起因し、ナノ結晶を構成している表面原子の割合、配位子の電気陰性度、応力等が SiQDs の電子状態ならびに光物性を変化させる。しかし、サイズと PL 波長, PL 量子収率(PLQY)の関係の研究¹⁾は多いが、それ以外のことは十分に理解されていない。

本研究では、サイズと構造が異なる SiQDs を 15 種類合成し、それらの透過型電子顕微鏡, 粉末 X 線回折, Raman 分光, PL, PLQY, FT-IR, 発光寿命測定を行った。その結果、ナノ結晶のサイズ vs. PL スペクトル, PLQY, 結晶度, アモルファス度, 配位子, 応力などの関係を定量し、表面構造と内部構造が PL 特性にどのような影響を与えるのか、詳細に考察した。

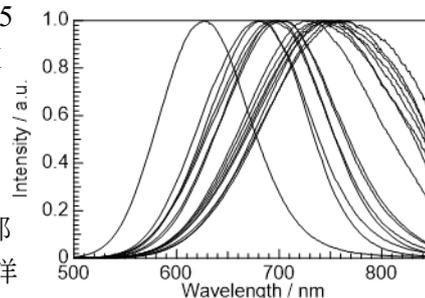


Fig. 1 15 種類の SiQD の PL スペクトル

1) Size-Dependent Photoluminescence Efficiency of Silicon Nanocrystal Quantum Dots, Brian A, Korgel et al. *J. Phys. Chem. C*, **2017**, 121, 23240-23248

複雑な構造を有する立体試料のマイクロバブル洗浄—超音波振動を併用した場合—

(東京都立産業技術高等専門学校¹⁾ ○池田 宏¹・小池 隆貴¹・栗田 勝実¹

Microbubble cleaning of three-dimensional specimens with complex structures-When used in combination with ultrasonic vibration- (¹Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology)○Hiroshi Ikeda¹, Ryuki Koike¹, Katsumi Kurita¹

In recent years, precision machines and mechanical parts have become increasingly complicated; therefore, it is necessary to develop an environmentally friendly cleaning technology dedicated for a narrow area. In this study, the effect of presence or absence of a narrow space in three-dimensional specimens on the cleaning efficiency was comparatively analyzed for ultrasonic cleaning, microbubble-filled cleaning, and a combination of them. Ultrasonic oscillation frequencies of 37.4, 47.4, and 59.5 kHz were used in the experiments. It was observed that microbubble cleaning in combination with ultrasonic cleaning was superior to ultrasonic cleaning in terms of the change in the amount of residual oil due to cleaning. However, observation of the sample surface after cleaning showed that the entire sample surface could be cleaned without bias.

Keywords : Cleaning; Narrow Part; Microbubble; Ultrasonic Vibration; Residual Amount of Oil

近年、精密機械は複雑化しており環境に配慮した洗浄技術の開発が求められている。当研究室では、超音波を併用したマイクロバブル充満時の洗浄による機械部品の脱脂洗浄を行い、その洗浄効果を検討してきた¹⁾。また超音波と界面活性剤を併用したマイクロバブル充満時の洗浄効果を洗浄力と表面観察の視点からも検討した²⁾。最近、Li³⁾らも洗浄メカニズムについて提案しているが、金属平板の実験に限られている³⁾。

そこで本研究では、金属平板ではなく、より複雑な構造を有する立体試料を用いて、超音波振動を併用したマイクロバブル洗浄を行い、狭隘部の有無が洗浄効果に及ぼす影響を明らかにすることにした。実験では、超音波を併用したマイクロバブル充満の条件において、立体試料に塗布した不水溶性切削油に対する油分除去速度を測定した。また洗浄力を比較するために、超音波のみの洗浄とマイクロバブル充満時の洗浄の油分除去速度も測定した。超音波発振周波数には 37.4, 47.4, 59.5 kHz を用いた。

その結果、洗浄による残留油分量の変化については、特定の周波数については超音波洗浄よりもマイクロバブル洗浄の併用が優れていることが確認された。さらに、表面観察からは残存した不水溶性切削油の様子が異なっており洗浄の過程に明確な違いが見られた。以上より、高周波数の超音波と併用したマイクロバブル充満時の洗浄法が付着力の強固な油分に対しても有効であることが明らかとなった。

1) 池田宏, 勝木周, 池田郁巳, 栗田勝実, 青木繁, 平井聖児, 日本化学会第 95 春季年会講演予稿集, **2015**, 3PA-143.

2) 池田宏, 青木繁, 栗田勝実, 日本化学会第 98 春季年会講演予稿集, **2018**, 2B5-48.

3) P. Li, JH. Wang, Z. Liao, Y. Ueda, K. Yoshikawa, and GX. Zhang, *Langmuir*, **2022**, 38, 769.

バブルによる水中分散油汚れの分離

(信大院工¹・花王²・信大工³) ○大屋 大地¹・小寺 孝範^{2,3}・酒井 俊郎^{1,3}

Separation of dispersed oil stains from water by bubbles (¹Graduate School of Science and Technology, Shinshu University, ²Kao Corporation, ³Faculty of Engineering, Shinshu University) ○Daichi Oya¹, Takanori Kotera^{2,3}, Toshio Sakai^{1,3}

We examined the separation of oil stains dispersed in water using bubbles. The oil stain was separated from water as the bubbles floated to the surface. At the same time, the amount of oil stain dispersed in water decreased. Furthermore, the ability to separate oil stain from water was attributed to the type of gas used in the bubbles.

Keywords : Bubble; Separation; Oil stain; Carbon dioxide; Gas

【緒言】 繊維や食器に付着した油汚れの洗浄によって生じる排水は水中に油汚れが分散した水中油滴型エマルジョン (O/W-Em) 状態となっている。O/W-Em 排水中の油汚れを分離する方法には、凝集法、酸化処理、微生物処理、膜分離、気泡フローテーションなどがある。この中で気泡フローテーションはシンプルなシステムかつ高効率、低コスト、二次汚染を起こさないなどの優位性がある。そこで、本研究では、バブルを用いた O/W-Em 排水からの油汚れの分離について検討した。

【実験】 バブルを用いた O/W-Em 排水中の油汚れの分離は、二酸化炭素 (CO₂) を注入した超純水 (CO₂ バブル水) に O/W-Em モデル排水を添加して、O/W-Em モデル排水の濁度の変化から評価された。O/W-Em モデル排水の濁度の変化は、目視による経時観察および紫外可視分光光度計による透過率 (波長 700 nm) の経時測定により評価された。CO₂ バブル水として、炭酸水メーカー (Multi Sparkle II) を用いて作製された炭酸水、マイクロバブル発生装置 (OM4-MDG-045) を用いて作製された CO₂ マイクロバブル水 (CO₂ μB 水) が使用された。O/W-Em モデル排水は、6,000 ppm 界面活性剤溶液に油汚れのモデル油脂 (トリオレイン) を添加して、バス型超音波照射機 (28 kHz, 300 W) を用いて分散させることにより作製された。

【結果・考察】 炭酸水、CO₂ μB 水に O/W-Em モデル排水を添加すると、いずれの場合も O/W-Em モデル排水の濁度は時間と共に低下した。比較として、バブルを含まない超純水に O/W-Em モデル排水を添加したところ、炭酸水、CO₂ μB 水の場合と同程度に O/W-Em モデル排水の濁度が低下した。つまり、CO₂ バブルは O/W-Em モデル排水から油汚れを分離することができないことが明らかとなった。これは、油汚れが界面活性剤により被覆されると、CO₂ バブルが油汚れに接触できなくなるためであると考えられる。そこで、界面活性剤を含まない界面活性剤フリー O/W-Em 排水を用いて同様の実験を行った。その結果、炭酸水、CO₂ μB 水はバブルを含まない超純水よりも界面活性剤フリー O/W-Em 排水から油汚れを分離する効果が高いことが分かった。また、CO₂ バブルサイズの大きい炭酸水が CO₂ μB 水よりも界面活性剤フリー O/W-Em 排水から油汚れを分離する効果が高いことが明らかとなった。

バブル水による繊維に付着した油汚れの洗浄：ガスおよび繊維の種類の影響

(信州大工¹・花王(株)²) ○舘 萌々香¹・小寺 孝範^{1,2}・酒井 俊郎¹

Cleaning of oil stains stuck on textile with bubble water : Effect of gas and textile type (¹Shinshu University, ²Kao Corporation) ○Momoka Tachi,¹ Takanori Kotera,^{1,2} Toshio Sakai¹

The cleaning of oil stains on textiles using bubble water has been investigated to develop a surfactant-free cleaning technology. In this study, we examined the effects of gas type (air, nitrogen, oxygen, argon, carbon dioxide, etc.) and textile type (polynosic, or polyester) on the cleaning of oil stains. We found that the detergency of oil stains on textiles was influenced by both the type of gas and the type of textile.

Keywords : Cleaning; Textile; Oil stain; Gas; Bubble

【緒言】 繊維などに付着した油汚れの洗浄に用いられる洗浄剤の主成分は界面活性剤である。界面活性剤の原料となるパーム油は有限天然資源であるため、将来、界面活性剤を洗浄剤として使用できなくなることが懸念されている。そこで、我々は、資源の有効活用や環境保全の観点から、界面活性剤に代わる洗浄剤としてバブル水を用いた洗浄技術の開発に取り組んできた。本研究では、バブル水による繊維に付着した油汚れの洗浄に及ぼすガスおよび繊維の種類の影響について検討した。

【実験】 油汚れのモデル油脂としてトリグリセリドの一種であるトリオレイン (TO) が使用された。繊維として平織のセルロース再生繊維 (ポリノジック) およびポリエステルが使用された。洗浄液として、超純水、マイクロバブル水が使用された。マイクロバブル水は超純水とガス (空気、窒素、酸素、アルゴン、二酸化炭素など) をマイクロバブル発生装置 (OM4-MDG-045 ; オーラテック社製) に流通させることにより作製された。TO が付着した繊維 (汚染布) の洗浄は、洗浄液に 25°C で 30 min 浸漬することにより行われた。繊維に付着した TO の洗浄率は、浸漬洗浄前後の汚染布の FT-IR スペクトルを測定し、ポリノジックでは TO の C=O 伸縮振動 (1745 cm⁻¹)、ポリエステルでは TO の C-H 伸縮振動 (2922 cm⁻¹) に由来する吸収帯のピーク高の変化から算出された。

【結果・考察】 TO が付着したポリノジックを浸漬洗浄した場合、いずれのガスにおいてもマイクロバブル水よりも超純水での洗浄率が高くなった。一方、TO が付着したポリステルを浸漬洗浄した場合、いずれのガスにおいても超純水よりもマイクロバブル水での洗浄率が高くなった。マイクロバブル水を用いたポリノジックとポリエステルに付着した油汚れの洗浄作用の違いは、繊維の親水性/疎水性に起因しているものと考えられる。セルロースの再生繊維であるポリノジックは親水性であるため、水にヌレやすく、水の拡張ぬれによる油汚れのローリングアップが起りやすいものと考えられる。一方で、ポリエステルは疎水性であるため、バブルが吸着しやすく、ガスの拡張ぬれによる油汚れのローリングアップが起りやすいものと推察される。

中空銀ナノシェルによる近赤外光吸収膜の作製と評価

(和歌山大システム工) ○安部 拓海・門 晋平・矢嶋 摂子

Preparation and Evaluation of Near-Infrared Light Absorbing Film Based on Hollow Silver Nanoshell (*Faculty of Systems Engineering, Wakayama University*) ○Takumi Abe, Shinpei Kado, Setsuko Yajima

It is well-known that noble metal nanoparticles exhibit localized surface plasmon resonance (LSPR). Their application to functional optical materials has attracted attention because of their ability to absorb and scatter light at specific wavelengths. In recent years, energy-saving materials has attracted increasing interest, and materials that block near-infrared light based on metal nanoparticles have been proposed. Hollow silver nanoshell is easy to synthesize, and its LSPR wavelength can be easily tuned by changing synthesis conditions. In the present study, we synthesized hollow silver nanoshells that absorb near-infrared and fixed them in a gelatin film. We investigated the application possibility of hollow silver nanoshell to near-infrared light absorbing material. The hollow silver nanoshell that was prepared by a modified protocol of our previous work showed LSPR peak wavelength in near-infrared region. It was indicated that stability of the hollow silver nanoshell was significantly improved by its immobilization in a gelatin film.

Keywords : *Hollow Silver Nanoshell, Near-Infrared Light, Absorption, Gelatin Film*

貴金属ナノ粒子は、局在表面プラズモン共鳴(LSPR)を示すことが知られており、特定波長の光を吸収・散乱することから機能性光学材料への応用が注目されている。近年、省エネルギー材料への関心が高まっており、金属ナノ粒子を用いた近赤外光を遮断する材料が提案されている[1]。一方、中空銀ナノシェルは、チオシアン酸銀ナノ粒子に水素化ホウ素ナトリウムで還元することで合成することができ、合成条件を変更することによって容易にLSPR波長を調節することができる[2]。本研究では、近赤外光を吸収する中空銀ナノシェルの合成を試み、それをゼラチン膜に固定することで、可視光に対する高い透過性と近赤外光の遮断を可能にする材料としての可能性を検討した。

既報の合成方法[2]の条件を改良することにより、従来のもものと比べてLSPR波長をよりレッドシフトさせることができ、1000 nm付近にLSPRピーク波長を示す中空銀ナノシェルを合成することができた。さらに、得られた粒子を分散したゼラチン水溶液をガラス基板上にキャストし、乾燥させることにより、中空銀ナノシェルを含むゼラチン膜を作製した。得られた膜の消光スペクトルの経時変化を調べたところ、典型的な中空銀ナノシェルの消光スペクトルが観測され、その時間変化がわずかであった。このことから、膜に分散された中空銀ナノシェルの高い経時安定性が確認された。また、膜の透明性を確認することもできた。以上により、中空銀ナノシェルによる近赤外光吸収膜の可能性が示された。

[1] L. V. Besteiro, X.-T. Kong, Z. Wang, F. Rosei, A. O. Govorov, *Nano Lett.*, **18**, 3147 (2018).

[2] S. Kado, S. Yokomine, K. Kimura, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **90**, 537 (2017).