

Title	高分子微粒子の構造化による次世代微粒子マテリアルの創製
Sub Title	Development of next-generation technologies by supra-structured materials built from functional particles
Author	藤本, 啓二(Fujimoto, Keiji)
Publisher	福澤基金運営委員会
Publication year	2021
Jtitle	福澤諭吉記念慶應義塾学事振興基金事業報告集 (2020.)
JaLC DOI	
Abstract	<p>生物は高分子、脂質など天然素材を用いて微小空間を創り出し、そこで天然のものづくりを行っている。無機物(バイオミネラル)の生成と成長においても、このような微小空間において精密な制御のもとに、階層構造を有する有機無機ハイブリッド構造体が生み出されている。われわれは、このような「微小空間におけるものづくり」に触発され、W/O型ミニエマルションにおけるナノサイズの水滴(ナノ水滴)に着目し、それらを微小反応場と捉えて、ナノスケールでユニークな構造と機能を有するマテリアルの創製を行った。</p> <p>まず、遠心分離によってナノ水滴を集積させた後、静置することでナノ水滴間における物質移動と融合を試みた。その結果、ナノ水滴の集積化度が高いほどミネラル形成が促進された。また、反応時間、水滴の混合比などによって、ミネラルの生成が変化することがわかった。透過型電子顕微鏡(TEM)による形状観察から、最初に球状の結晶が生成し、時間とともにコーン状へと成長することがわかった。続いて、ナノ水滴内で重合を行ったところ、ミネラルを内封したハイブリッド粒子が得られた。次に、このハイブリッド粒子を基板上に塗布して乾燥させたところ、粒子同士が「密に充填されることで、ミネラルがナノ分散したハイブリッド粒子膜を得ることができた。</p> <p>つぎに、モノマーを油相としてナノ水滴を集積させ、モノマーを重合することでナノサイズの独立孔を有するポーラス構造体を得られた。これらのポーラス構造体をトルエンに浸漬したところ、独立孔は白濁していたが、連通孔は光の散乱が抑えられて透明になった。続いて、連通孔のポーラス構造体中でのものづくりとして、塩化金酸溶液を用いて金ナノ粒子 (AuNPs) の生成を行った。構造体は生成したAuNPsの局在表面プラズモン共鳴に由来する薄紫色を呈することを見出した。</p> <p>We developed a miniemulsion templating method to prepare porous polymeric membranes. First, water nanodroplets were suspended in an oil phase by using a nonionic and polymeric surfactant to form a water-in-oil (W/O) miniemulsion. After the nanodroplets accumulated by centrifugation, a small amount of monomer was added as an oil phase to resuspend the water nanodroplets in a monomer phase. Then, photopolymerization of the monomer phase was conducted to generate pores in the polymeric matrix. The size of the nanodroplets was tuned by the surfactant concentration to control the pore size of the membranes. We could produce pore morphologies such as closed-cellular, open-cellular, and bicontinuous structures by tuning the volume fraction of the nanodroplets. Alternatively, nanodroplets were accumulated by centrifugation, and then further surfactants were added to the monomer to suppress the coalescence of nanodroplets. This enabled us to generate a highly porous open-cellular structure while maintaining the size and spherical shape. Next, HAuCl₄ was reduced by using the surfactant displayed at the inner surface of the pore wall as the reducing agent. Gold nanoparticles were produced in the inner pores of the polymeric membrane, showing coloration derived from local surface plasmon resonance.</p>
Notes	申請種類：福澤基金研究補助
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO12003001-00002020-0006

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

研究代表者	所属	理工学部	職名	教授	補助額	1,500 千円
	氏名	藤本 啓二	氏名 (英語)	Keiji Fujimoto		
研究課題 (日本語)						
高分子微粒子の構造化による次世代微粒子マテリアルの創製						
研究課題 (英訳)						
Development of next-generation technologies by supra-structured materials built from functional particles						
研究組織						
氏 名 Name		所属・学科・職名 Affiliation, department, and position				
藤本啓二 (Keiji Fujimoto)		理工学部・応用化学科・教授				
福井有香 (Yuuka Fukui)		理工学部・応用化学科・専任講師				
1. 研究成果実績の概要						
<p>生物は高分子、脂質など天然素材を用いて微小空間を創り出し、そこで天然のものづくりを行っている。無機物(バイオミネラル)の生成と成長においても、このような微小空間において精密な制御のもとに、階層構造を有する有機無機ハイブリッド構造体が生み出されている。われわれは、このような「微小空間におけるものづくり」に触発され、W/O 型ミニエマルションにおけるナノサイズの水滴(ナノ水滴)に着目し、それらを微小反応場と捉えて、ナノスケールでユニークな構造と機能を有するマテリアルの創製を行った。</p> <p>まず、遠心分離によってナノ水滴を集積させた後、静置することでナノ水滴間における物質移動と融合を試みた。その結果、ナノ水滴の集積化度が高いほどミネラル形成が促進された。また、反応時間、水滴の混合比などによって、ミネラルの生成が変化することがわかった。透過型電子顕微鏡(TEM)による形状観察から、最初に球状の結晶が生成し、時間とともにコーン状へと成長することがわかった。続いて、ナノ水滴内で重合を行ったところ、ミネラルを内封したハイブリッド粒子が得られた。次に、このハイブリッド粒子を基板上に塗布して乾燥させたところ、粒子同士が密に充填されることで、ミネラルがナノ分散したハイブリッド粒子膜を得ることができた。</p> <p>つぎに、モノマーを油相としてナノ水滴を集積させ、モノマーを重合することでナノサイズの独立孔を有するポーラス構造体が得られた。これらのポーラス構造体をトルエンに浸漬したところ、独立孔は白濁していたが、連通孔は光の散乱が抑えられて透明になった。続いて、連通孔のポーラス構造体中でのものづくりとして、塩化金酸溶液を用いて金ナノ粒子(AuNPs)の生成を行った。構造体は生成したAuNPsの局在表面プラズモン共鳴に由来する薄紫色を呈することを見出した。</p>						
2. 研究成果実績の概要 (英訳)						
<p>We developed a miniemulsion templating method to prepare porous polymeric membranes. First, water nanodroplets were suspended in an oil phase by using a nonionic and polymeric surfactant to form a water-in-oil (W/O) miniemulsion. After the nanodroplets accumulated by centrifugation, a small amount of monomer was added as an oil phase to resuspend the water nanodroplets in a monomer phase. Then, photopolymerization of the monomer phase was conducted to generate pores in the polymeric matrix. The size of the nanodroplets was tuned by the surfactant concentration to control the pore size of the membranes. We could produce pore morphologies such as closed-cellular, open-cellular, and bicontinuous structures by tuning the volume fraction of the nanodroplets. Alternatively, nanodroplets were accumulated by centrifugation, and then further surfactants were added to the monomer to suppress the coalescence of nanodroplets. This enabled us to generate a highly porous open-cellular structure while maintaining the size and spherical shape. Next, HAuCl₄ was reduced by using the surfactant displayed at the inner surface of the pore wall as the reducing agent. Gold nanoparticles were produced in the inner pores of the polymeric membrane, showing coloration derived from local surface plasmon resonance.</p>						
3. 本研究課題に関する発表						
発表者氏名 (著者・講演者)	発表課題名 (著書名・演題)	発表学術誌名 (著書発行所・講演学会)	学術誌発行年月 (著書発行年月・講演年月)			
Fukui Y., Fujino R., Sugaya Y., Fujimoto K.	Creation of porous polymeric membranes by accumulation of water nanodroplets in a miniemulsion system	Polymer Journal	2020 年 5 月			
Fukui Y., Inamura R., Fujimoto, K	Preparation of agarose xerogel nanoparticles by solvent evaporation from water nanodroplets	Polymer Journal	2021 年 3 月			