



下嶋 敦 Atsushi SHIMOJIMA

TEL : 03-5286-3281 FAX : 03-5286-3281

e-mail : shimojima@waseda.jp

URL : <https://shimojima-lab.com>

1995年早稲田大学理工学部応用化学専攻卒業、1997年早稲田大学大学院理工学研究科応用化学専攻修士課程修了、1997～1999年昭和電工（株）、2002年早稲田大学大学院理工学研究科応用化学専攻博士後期課程修了（博士（工学））、2002～2005年日本学術振興会特別研究員PD（2004～2005年、米国カリフォルニア大学サンタバーバラ校訪問研究員）、2006年東京大学大学院工学系研究科化学システム工学専攻助手、2007年同助教、2008年同准教授、2013年早稲田大学理工学術院准教授、2017年同教授。2006年日本セラミックス協会進歩賞、2017年早稲田大学リサーチアワード（国際研究発信力）。

無機骨格の精密な構造制御に基づく機能性無機ナノ材料、無機-有機ナノ複合材料の合成研究を展開している。特に、自己修復や刺激応答性などの動的機能を有するシロキサン系ナノ材料の設計に注力している。

1) 自己修復機能材料

ひび割れなどの損傷を自発的に修復する能力を有する自己修復機能材料の開発は、信頼性や安全性向上などの観点から重要である。ガラスやセラミックスなどの無機材料の修復には一般に高温を必要とするが、シロキサン骨格をナノレベルで構造制御することで、温和な条件下でクラックなどの損傷を迅速に、かつ分子レベルで修復可能となる（Fig. 1）。現在、保護コーティングなどへの応用を目指した材料設計を進めている。

2) 光機能性（フォトメカニカル）材料

光応答性有機分子で修飾されたケイ素アルコキシドやシロキサンオリゴマーを分子設計し、それらを自己組織化によって配列制御することで、光照射によって形や構造を変化させる新しい無機-有機ナノ複合材料の合成に取り組んでいる（Fig. 2）。このような光エネルギーを動きに変換するフォトメカニカル材料はセンサーや光駆動アクチュエータなどへの応用が期待される。

3) 機能性ナノポーラス材料

環境、エネルギー、医療などさまざまな分野への応用を目指して、シロキサン系ナノ空間材料の精密合成も行っている。外部刺激によって細孔表面の構造や性質を可逆的に変化させる吸着・分離材料や、高空隙率の有機シロキサン系透明断熱材料などが現在の主要なターゲットである。

■代表論文および著書 / Representative publications

1. T. Hikino, Y. Kawakubo, T. Matsuno, S. Yamazoe, K. Kuroda, A. Shimojima, "Simple Molecular Synthetic Approach to Dinuclear Titanium Sites in Ti-Containing Silica-Based Catalysts", *Chem. Mater.*, 36, 10886-10894 (2024).
2. K. Takaoka, T. Matsuno, M. Koike, N. Muramoto, H. Wada, K. Kuroda, A. Shimojima, "Zeolite Crystallization Inside Chemically Recyclable Ordered Nanoporous Co_3O_4 Scaffold: Precise Replication and Accelerated Crystallization", *Small*, 2405280 (2024).
3. M. Kikuchi, T. Hayashi, T. Matsuno, K. Kuroda, A. Shimojima, "Direct Cross-Linking of Silyl-Functionalized Cage Siloxanes via Nonhydrolytic Siloxane Bond Formation for Preparing Nanoporous Materials", *Dalton Trans.*, 53, 6256-6263 (2024).
4. M. Suzuki, T. Hayashi, T. Hikino, M. Kishi, T. Matsuno, H. Wada, K. Kuroda, A. Shimojima, "Integrated Extrinsic and Intrinsic Self-Healing of Polysiloxane Materials by Cleavable Molecular Cages Encapsulating Fluoride Ions", *Adv. Sci.*, 10, 2303655 (2023).
5. S. Sakamoto, T. Houya, T. Matsuno, A. Shimojima, "Scalable and Stable Manufacture of Molecular-Sized Silica Nanoparticles by Evaporation-Induced Self-Assembly", *Chem. Mater.*, 35, 5838-5844 (2023).
6. S. Kodama, Y. Miyamoto, S. Itoh, T. Miyata, H. Wada, K. Kuroda, A. Shimojima, "Self-Healing Lamellar Silsesquioxane Thin Films", *ACS Appl. Polym. Mater.*, 3, 4118-4126 (2021).
7. N. Muramoto, T. Sugiyama, T. Matsuno, H. Wada, K. Kuroda, A. Shimojima, "Preparation of Periodic Mesoporous Organosilica with Large Mesopores Using Silica Colloidal Crystals as Templates", *Nanoscale*, 12, 21155-21164 (2020).
8. R. Kajiyama, S. Sakakibara, H. Ikawa, K. Higashiguchi, K. Matsuda, H. Wada, K. Kuroda, A. Shimojima, "Inorganic-Organic Hybrid Photomechanical Crystals Consisting of Diarylethenes and Cage Siloxanes", *Chem. Mater.*, 31, 9372-9378 (2019).
9. S. Saito, H. Wada, A. Shimojima, K. Kuroda, "Synthesis of Zeolitic Macrocycles Using Site-Selective Condensation of Regioselectively Difunctionalized Cubic Siloxanes", *Inorg. Chem.*, 57, 14686-14691 (2018).

B. S. (1995, Waseda University); M. S. (1997, Waseda University); Researcher (1997-1999, Showa Denko K. K.); Dr. Engineering (2002, Waseda University); JSPS Research Fellow PD (2002-2005), Visiting Researcher (2004-2005, University of California, Santa Barbara); Post-doctoral Fellow (2005-2006, Waseda University); Research Associate (2006, The University of Tokyo); Assistant Professor (2007, The University of Tokyo); Associate Professor (2008, The University of Tokyo); Associate Professor (2013, Waseda University); Professor (2017-present, Waseda University). CerSJ Awards for advancements in ceramic science and technology, the Ceramic Society of Japan (2006).

Our research is focused on the synthesis of functional inorganic and inorganic-organic composite nanomaterials based on precise structural control of inorganic frameworks. We are particularly interested in the design of siloxane-based nanomaterials with dynamic functions such as self-healing and stimuli-responsive properties.

1) Self-healing materials

Development of self-healing materials that can repair damage under mild conditions is important from the viewpoints of reliability and safety. Although crack healing of inorganic materials such as glass and ceramics generally requires high temperature, nanostructural control of siloxane networks allows the crack healing at the molecular level under mild conditions. These materials will be practically useful as protective coatings.

2) Photoresponsive (Photomechanical) materials

Novel photoresponsive organosiloxane-based materials that can change their shape and structure upon light irradiations have been prepared based on the molecular design and self-assembly of silicon alkoxides and siloxane oligomers modified with organic chromophores. Such photomechanical materials that can convert light energy into motion are expected to be applied to sensors and photoactuators.

3) Functional nanoporous materials

We have also focused our efforts on the precise synthesis of siloxane-based nanoporous materials that are applicable to various fields including environment, energy, and medicine. Highly functional adsorption and separation materials that reversibly change the structure and properties of the pore surface by external stimuli and organosiloxane-based transparent thermal insulation materials with high porosity are currently the main targets.

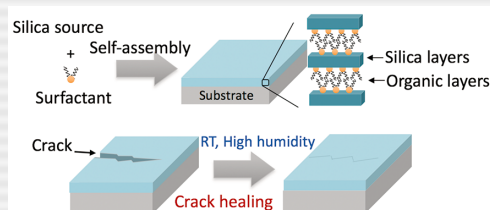


Fig.1 Crack healing of nanostructured silica-based thin films.

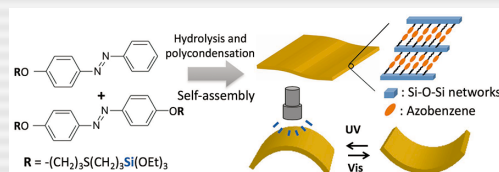


Fig.2 Photoinduced bending of lamellar organosiloxane films.