

環境や生命に調和する材料デザインを求めて

Design of materials harmonizing with environment and life



教授 上高原 理暢
Professor
Masanobu Kamitakahara

現在、我々は様々な材料を利用して生活を営んでいる。持続可能な社会を構築するためには、環境科学の観点からの材料のデザインが必要である。本分野では、材料と自然・生命現象の相互作用についての基礎学術に立脚し、環境科学の観点から、生命や環境と調和し、さらには積極的に生命や自然に働きかけて新しい調和を生み出す材料のデザインの探求を行っている。具体的には、生体を修復するための材料、微生物を利用したバイオリクターのための担体材料、環境を浄化するための材料、などの開発を行っている。

Currently, people use many materials for daily life. From the viewpoint of environmental science, materials design is required to build a sustainable society. In this laboratory, based on the fundamental science of the relationship between materials and the phenomena of nature and life, the design of materials that produce harmony with the environment and life is studied from the viewpoint of environmental science. We are developing biomaterials to repair our bodies and are studying materials for bioreactors and materials to clean the environment.

骨再生を目指した骨修復材料の作製

代謝に組み込まれ骨再生を促す骨修復材料の創製を行っている。骨再生を促す注入可能なセメント状の人工骨の開発が求められている。これまでに、生体内で吸収され骨の代謝に組み込まれるリン酸カルシウム球状多孔質顆粒の作製に成功している。これらの球状多孔質顆粒をリン酸カルシウム骨セメントに組み込むことにより、骨再生に貢献するマクロ気孔とミクロ気孔の両方を有する新規な多孔質リン酸カルシウム骨セメントの開発を進めている。球状多孔質顆粒の種類や硬化に寄与する反応の工夫により、骨再生能力の高いリン酸八カルシウム(OCP)を主結晶相とするセメントの作製に成功している。

また、骨修復時においては感染症のリスクがある。感染症の予防を目指し、抗菌性を有する骨修復材料の作製にも取り組んでいる。銀イオンを担持したOCP球状多孔質顆粒の作製にも取り組み、担持方法が銀イオンの放出挙動に与える影響を調べている。

バイオリクターの構築を目指した微生物の固定化方法の検討

微生物を利用したバイオリクターによる金属回収や環境浄化などが注目されている。バイオリクターの構築のためには、微生物を

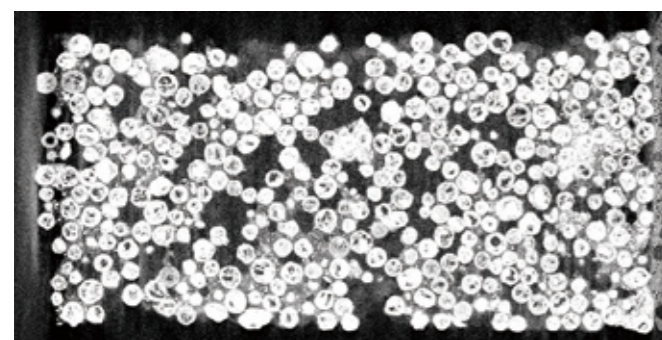


Fig. 1 X-ray CT image of the calcium phosphate cement composed of spherical porous calcium phosphate granules.

Preparation of bone-repairing material for bone regeneration

We are preparing bone-repairing material that metabolically incorporates and promotes bone regeneration. Developing injectable artificial bones that promote bone regeneration is desired. We have prepared spherical porous calcium phosphate granules that are incorporated into bone metabolism. By incorporating these granules into calcium phosphate cement, we are developing a novel porous calcium phosphate cement with both macro and micro pores that contribute to bone regeneration. By devising the type of granules and the reactions that contribute to hardening, we succeeded in creating cement with octacalcium phosphate (OCP) as the main crystalline phase with high bone regeneration capacity. Nevertheless, there is a risk of infection during bone repair. To prevent infections, we are preparing bone repair material with antimicrobial properties. Silver ion-loaded OCP spherical porous granules are prepared, and the influence of the loading method on silver ions' release behavior is examined.

Study of immobilization method of microorganisms for bioreactor construction

Attention is being paid to metal recovery and environmental purification by bioreactors using microorganisms. To construct a bioreactor, technology to stably immobilize microorganisms is required. As one approach, we are working on the development of carrier materials that can control the attachment and detachment of microorganisms. We are

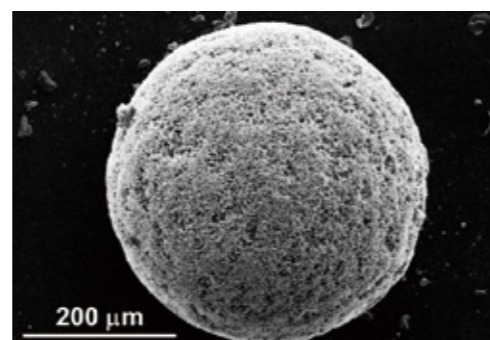


Fig. 2 Octacalcium phosphate granules loaded with silver ions.



助教 梅津 将喜
Assistant Professor
Masaki Umetsu

安定に固定化する技術が求められる。1つのアプローチとして、微生物の付着や脱着を制御できる担体材料の開発に取り組んでいる。さらに、電気泳動堆積法を用いることで、電極上に微生物を固定化する方法についても研究している。電気泳動堆積を用いることで、微生物を電極上に固定化できることを明らかにしている。

微生物を利用した鉄化合物の合成と環境浄化への適用

2価の鉄イオンを3価の鉄イオンに酸化できる鉄酸化細菌を利用すると、鉄イオンを含む溶液から鉄化合物を合成することができる。鉄化合物は、セレン酸イオンなど有害なイオンを除去できる。鉄化合物の合成条件を検討することで、有害イオンを効率的に除去できる材料の開発に取り組んでいる。

受賞

- ・Upasana Jhariya (D2) : International Conference on New Horizons in Biotechnology (NHBT-2023)、Best Poster Award 受賞、第5回環境科学討論会、優秀賞および環境科学研究科長賞 (DOWA賞) 受賞
- ・鈴木 深太 (M1) 令和5年電気学会 基礎・材料・共通部門大会、若手ポスター優秀賞受賞
- ・樋山 颯 (B4) : 2023年度資源・素材学会東北支部若手の会、優秀ポスター発表賞
- ・加藤 大夢 (修了生)、松原 秀彰、寺坂 宗太、高田 真之、上高原 理暢 : 粉体粉末冶金協会 2022年度協会賞 (第61回協会賞) 論文賞受賞

学会等での活動

- ・上高原理暢 : 日本バイオマテリアル学会評議員、日本セラミックス協会生体関連材料部会幹事、無機マテリアル学会評議員等

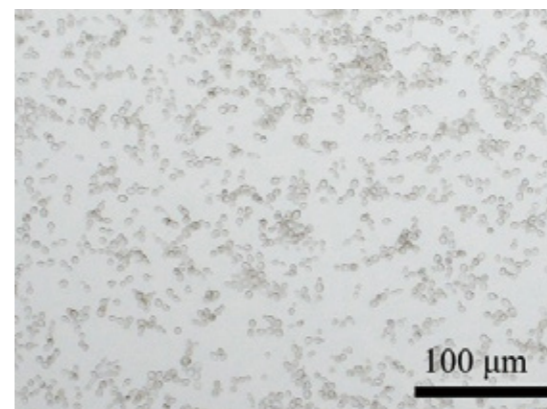
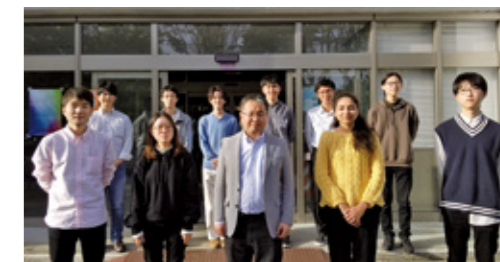


Fig. 3 Microorganisms attached on electrode by electrophoretic deposition.



Group Photo

also studying the immobilization of microorganisms on electrodes using electrophoretic deposition. We have shown that microorganisms can be immobilized on electrodes.

Synthesis of iron compounds using microorganisms and their application to environmental remediation

Iron-oxidizing bacteria that can oxidize Fe²⁺ to Fe³⁺ can be used to synthesize iron compounds from solutions containing iron ions. Iron compounds can remove toxic ions such as selenate ions. By studying the conditions for synthesizing iron compounds, we are working to develop materials that efficiently remove toxic ions.

Awards

- ・Upasana Jhariya (D2): Best Poster Award, International Conference on New Horizons in Biotechnology (NHBT-2023), Award of Excellence and Dean's Award of Graduate School of Environmental Studies (DOWA Award), 5th Academic Forum on Environmental Studies
- ・Keita Suzuki (M1): Young Researcher Poster Presentation Award, 2023 IEEJ Basic, Materials and Common Division Meeting
- ・Hayate Hiyama (B4): Best Poster Presentation Award, Young Scientists' Meeting, The Mining and Materials Processing Institute of Japan - Tohoku Branch, 2023
- ・Hiromu Kato (Graduate), Hideaki Matsubara, Sota Terasaka, Masayuki Takada, Masanobu Kamitakahara: JSPM Distinguished Paper Award (JSPM Awards 2022), Japan Society of Powder and Powder Metallurgy

Activities in academic societies

M. Kamitakahara: Committee Member of the Japanese Society for Biomaterials, Committee Member of Division of Ceramics in Medicine, Biology and Biomimetics of the Ceramic Society of Japan, The Society of Inorganic Materials, Japan, etc.

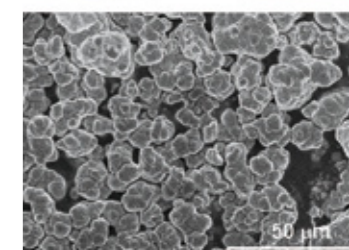
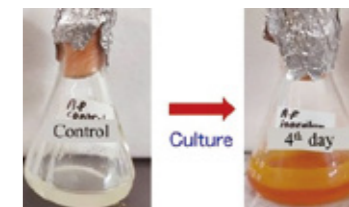


Fig. 4 Precipitation of iron compound by iron oxidizing bacteria.