



Nonami Toru  
野浪 亨

工学部 機械システム工学科 教授

## 学歴・学位・職歴

学 歴：名古屋工業大学大学院 工学研究科博士 前期課程  
学 位：博士(工学)  
職 歴：TDK(株)基礎材料研究所 研究主任  
通産省工業技術院 名古屋工業技術研究所 融合材料部室長  
産業技術総合研究所 セラミックス研究部門 グループリーダー  
名古屋工業大学 助教授

## 研究シーズ

環境調和材料

## 研究キーワード

生体模倣製造プロセス、自己組織化、セラミックス

## 産官学連携実績

【連携実績】  
株式会社アイエンス  
株式会社日本バリアフリー  
株式会社コンドー・マシナリー  
その他 化学系メーカー



研究室HP



研究者業績DB



Researchmap

SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT  
GOALS



私たちは持続可能な開発目標 (SDGs) を支援しています。

## バイオメテック製造プロセスによる複合セラミックスの合成

バイオメテック製造プロセスは、生体内でのミネラル化、すなわち骨や歯のアパタイトができるプロセスを模倣することで、生体内とよく似た環境、常温~40℃程度、常圧でアパタイトを合成しようとする生体をお手本にした合成プロセスです。擬似体液中では、アパタイトやOCP等のリン酸カルシウムの基本単位であるクラスターが存在し、これが集合することで、アパタイト等のリン酸カルシウムが生成します。この「自己組織化」によれば、人工的に作ろうとしても難しいマイクロサイズの複雑な構造ができることがあります。

アパタイト被覆酸化チタンは、この自己組織化を利用して、酸化チタンの表面にマイクロサイズのアパタイト結晶を析出させたものです。酸化チタン光触媒とアパタイトの位置関係を精密に制御し、光触媒反応で生成する電子をアパタイトがチャージすることで正孔の再結合を防ぎ、微弱な光でも活性化し、光照射をやめても活性が持続する、など従来の光触媒より使いやすく様々な場面で応用されています。さらに光触媒は接する有機物を分解してしまうため通常は有機系の塗料などにできない。しかし、この材料は、酸化チタンの表面をアパタイトが覆っているため、有機系の塗料としての応用も可能です。

### ① アパタイト被覆酸化チタン概念図

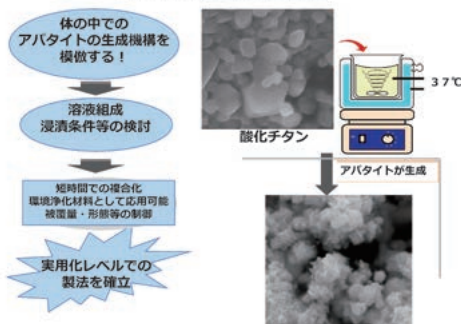


アパタイトを被覆した酸化チタンには、1) 室内光程度の光を照射することで光触媒反応が生じる、2) 光照射を止めても反応が持続、3) アパタイトの菌・ウイルスの吸着能を有する、などの特徴があります。

### ④ 光触媒効果

## 擬似体液中での自己組織化を利用してアパタイトを合成

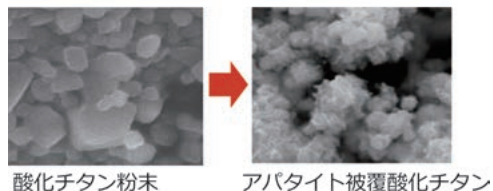
バイオメテック製造プロセス



今までに開発した、「アパタイト被覆光触媒」、「調湿材料」の技術を取り入れた消臭、抗菌、抗ウイルス用商品です。学生実験や科学館との連携講座ではこの卵を粘土から作っています。

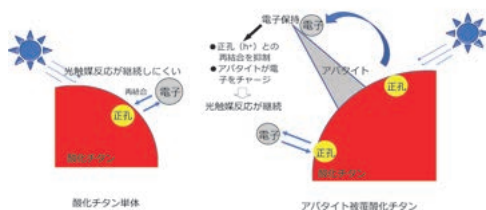
### ② アパタイト被覆酸化チタン

酸化チタンへのアパタイトの被覆



### ③ 擬似体液中での自己組織化

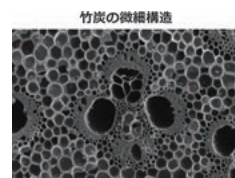
アパタイトの被覆が電子と正孔の再結合を抑制



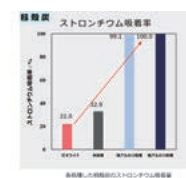
## 自然由来炭素化合物

竹炭等の生物由来炭素化合物は、植物の自己最適モデリングの結果得られた精妙な組織構造を有しています。このような構造を人工的に再現・合成することは非常に難しいのですが、われわれはその構造を利用することができます。竹炭が金属イオンを吸着するのは、主に、細孔への物理吸着、酸性官能基への化学吸着、竹炭が含有する金属イオンとのイオン交換等によります。今までの研究で金属イオンの種類によっては炭の表面に残存する酸性官能基への化学吸着の役割が大きいことが分かりました。たとえば、セシウムイオンは、低温で炭素化合物を完全に燃焼させずあえて酸性官能基を残した、「未熟炭素化竹炭」への吸着効果が高いことが分かっています。複雑で高度な自己組織化構造を有する生物由来炭素化合物を安心・安全な生活の確保に役立てるとともに、新しい人工知能材料の設計のための知見にしたいと考えています。

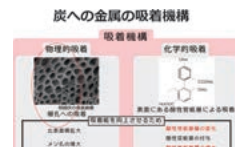
### ⑤ 炭の微細構造



### ⑦ 吸着メカニズム



### ⑥ 金属イオン吸着能



## 期待される効果・応用分野

環境にやさしい生産技術、材料として医療、環境保全などに利用できSDGsに寄与する技術として利用することができます。また、今後は自己修復材料として医療や建築材料としての応用の可能性もあります。

### ■ 代表的な論文・知財

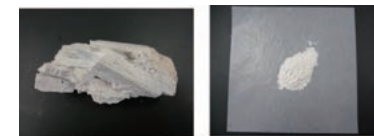
- 1) M. Takada, A. Furuta and T. Nonami, Reduction in Weight of Rice Hull Charcoal with Adsorbed Cesium and Strontium, Transaction of the Materials Research Society of Japan, vol.45, No.6,187-189 (2020).
- 2) S. Saeki, T. Nonami, Synthesis of hydroxyapatite containing iron ions by soft solution method and evaluation of photo-Fenton reaction, Materials Technology (2020).
- 3) Yamamoto Sho, Kawamura Norihisa, Nonami Toru, Diopside synthesized by Sol-gel method as phosphorus adsorption material; Evaluation of apatite deposition in pseudo body solution, Transactions of the Materials Research Society of Japan 44(1), pp.17 - 23(2019)
- 4) Kodaira Ayu, Nonami I Toru, Crystal structure and formation mechanism of spherical porous hydroxyapatite synthesized in simulated body fluid, Materials Technology, pp.1-7 (2018)
- 5) 小林慎也, 野田祐, 柴田浩史, 松原総一郎, 河村典久, 野浪亨, 初製炭の水溶液中のセシウム及びストロンチウムの吸着特性, 材料, 67(10), pp.898-903(2018) (日本語)

## リン吸着材料

ディオプサイド(Diopside; CaO-MgO-2SiO<sub>2</sub>)は生体内や擬似体液中でヒドロキシアパタイトを析出する材料です。溶液に含まれるリンやカルシウムを消費し、ディオプサイドの結晶面にヒドロキシアパタイトを析出するため、リン吸着能を有しています。さらに、ディオプサイドは体液中でするとアパタイトを析出するため、初期う蝕治療の修復材として用いることで、歯と修復材を直接結合する新たな方法を開発できると考えられます。

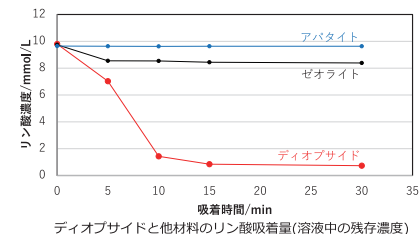
### ⑧ ディオプサイド

ディオプサイドが生体内でアパタイトを生成する機構を利用して水溶液中のリン酸を回収します。天然のディオプサイドもありますが、リン酸吸着能に優れたディオプサイドを合成することもできます。



### ⑨ 初期う蝕修復材概念図

ディオプサイドは今までに利用されている他の材料と比較して高いリン酸吸着能を示します。



## 産業界へのPR

安心安全な生活を確保するための環境調和材料の開発として、生物模倣材料や生物模倣プロセスを利用した自己組織化材料、自然由来材料を利用したマテリアルデザインによる新しい知的材料の開発を目指しています。