

# 高次機能を集約したマルチタスク型 先端セラミックス基複合材料の創製

Development of Multitask-type Advanced Ceramic-based Composites with Integrated Functions

**研究分野**  
Department

先端ハード材料  
Advanced Hard Materials

**研究者**  
Researcher

関野 徹  
T. Sekino

**キーワード**  
Keyword

セラミックス、複合材料、マイクロ/ナノ構造、異方性、機能統合、力学/電気/磁気/光化学機能、室温損傷修復能  
ceramics, composite, micro/nanostructure, anisotropy, function integration, mechanical/physical/electrical/photochemical functions, room-temperature crack-healing function

**応用分野**  
Application

機能性構造用材料、易加工セラミックス、損傷修復材料、能動的センサデバイス、デバイス製造装置、人工歯骨  
functional structural materials, machinable ceramics, crack-repair/healing materials, active sensor, device manufacturing, artificial teeth/born

**研究開発段階**

基礎

実用化準備

応用化

## 背景

構造用セラミックス材料が持つ力学的・熱的機能を更に向上させると共に、電気的性質や光化学的性質、磁氣的性質などの機能性を同時に共生させることで、ひとつの材料で多様な機能性を獲得し、様々な応用が可能な「マルチタスク型」材料の創製が期待されます。

## 概要・特徴

構造的機能（力学特性、耐摩耗性、耐熱性）に限定されていた従来の構造用セラミックス材料に、多様な複数機能を共生できます。これにより放電加工性や室温き裂損傷修復機能（世界初の成果）、光触媒機能を同時に備えたマルチタスクに対応可能な新規なセラミックスとして、生体親材料、機能性電極、光電変換材料、セルフセンシング構造材料など、そのものがデバイス型機能を持つパーツ・構造体・デバイスなどへの展開が期待されます。

## 技術内容

セラミックスを中心としたバルク材料に、ナノ/マイクロサイズ金属や機能性物質を分散複合化し、構造ユニット毎にその異方構造や配列構造（パーコレーション）、界面を設計・制御すると共に、各機能評価と機構解明を通じて先端ハード材料への高次の機能集約を行っています。

例えば、アルミナ ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) セラミックスに金属チタン (Ti) をプロセス制御して分散複合化した  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ti}$  複合材料は、破壊靱性向上に加え、Ti粒子のパーコレーションによる電気伝導性を共生でき、通常のセラミックスでは不可能な放電加工が可能です。さらに、導電性と化学反応性を制御し、室温での処理（世界初）で材料に生じたき裂損傷を修復し、強度を初期値まで回復させることを実証（世界初）しました。加えて、化学的または熱的処理により表面ナノ構造酸化物を形成し、光触媒機能を同時に付与することが可能です。

## 社会への影響・期待される効果

- 力学的機能と多様な物理化学的機能が融合したセラミックスの創製
- デバイス型機能材料の創製およびシステム小型・軽量・低コスト化
- 室温プロセスによる損傷・き裂修復可能なセラミックス基材料

## 【論文 Paper】

- [1] J. Alloys Comp., 851 (2021) 156895. [4] J. Am. Ceram. Soc., 102 (2019) 4236.  
[2] J. Am. Ceram. Soc., 103 (2020) 4573. [5] J. Ceram. Soc. Japan, 126[11] (2018) 877.  
[3] Mater. Sci. & Eng. A, 777 (2020) 139066. [6] J. Am. Ceram. Soc., 101 (2018) 3181.

## 【特許 Patent】

- [1] 特許第5189786号  
[2] 特許第3955901号

