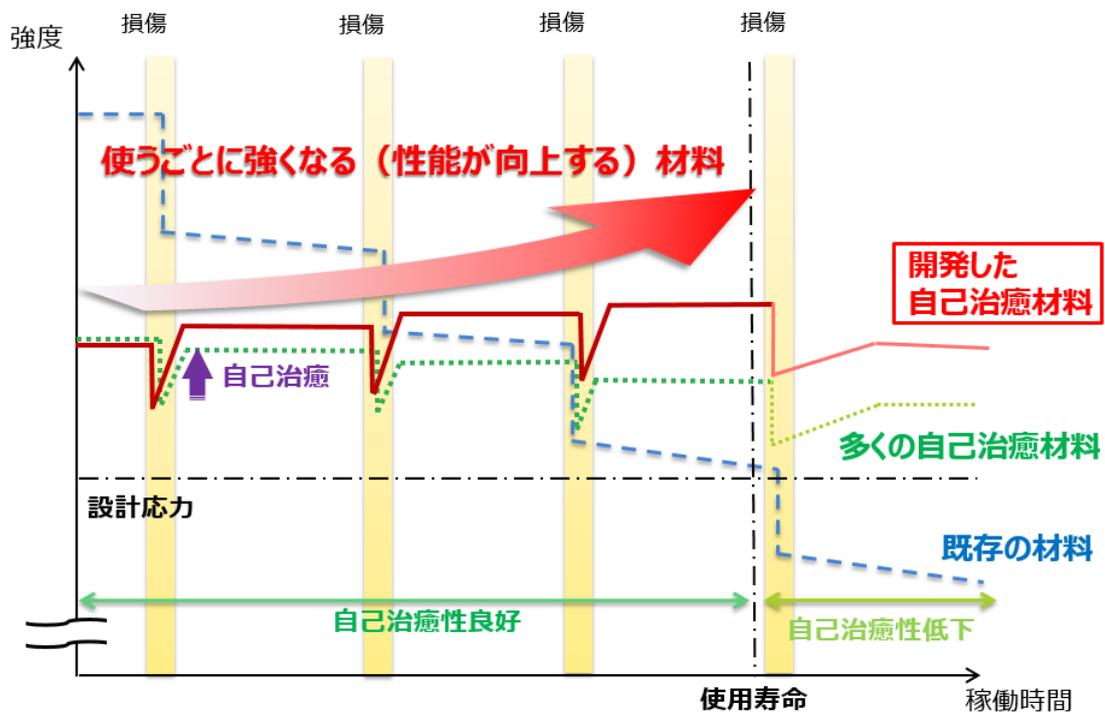


## まるで生きもの？ 損傷部分を自ら治す、より強くなる 「長繊維強化自己治癒セラミックス」の開発

中尾航教授の研究グループでは、化学反応を用いて生物の骨のように“自己治癒機能”を持つ「長繊維強化自己治癒セラミックス」など、生きものの体が置かれた状況に柔軟に対応する能力に似せた機能を持つ、生体の動的機能模倣材料の研究を行っています。

### 使うごとに強度が向上する材料の開発

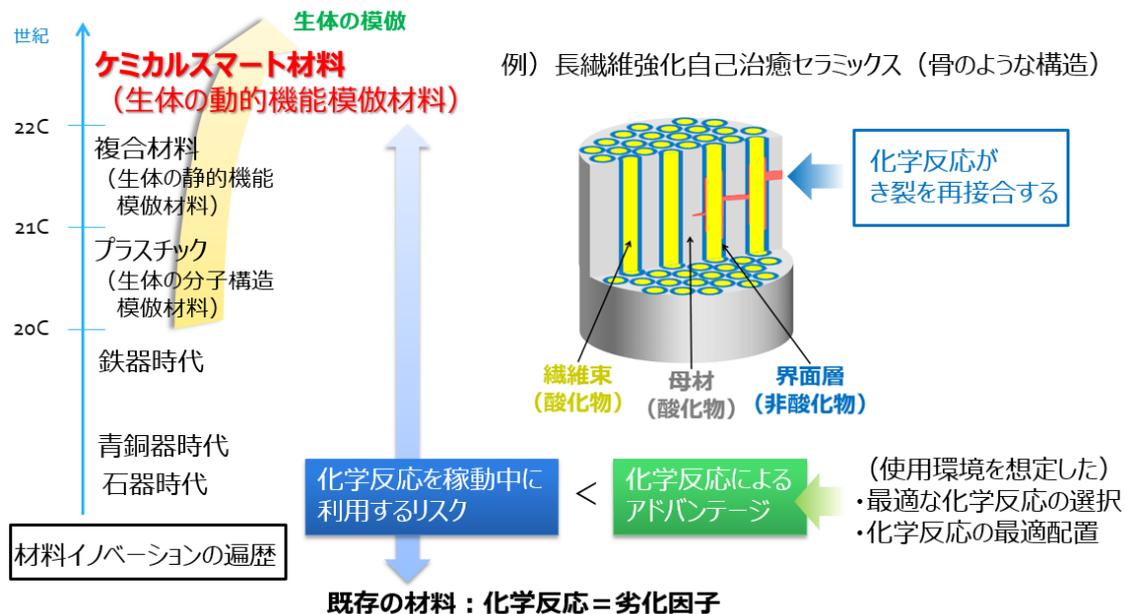
自己治癒材料とは、化学反応を用いることで、外部からの衝撃により生じた損傷部を生物のように自己修復する機能を持つ材料です。これまでの材料は使用中に少しずつ強度が低下していきますが、自己治癒材料は強度が自動的に回復し、使用寿命まで信頼性を保つことが可能になります。また、使用時間から使用寿命を見積もることができることも利点の一つです。さらに、中尾航教授の研究グループが開発した材料は、損傷（き裂）が生じる前よりも自己修復後の強度が高くなるという特性を持っています。



## 材料設計にイノベーションを起こす潜在力

中尾航教授の研究グループが開発した強度が高くなる材料と、これまでの材料や他の自己治癒材料と組み合わせることにより、使用中に用途に応じた強度へと導くことができます。これにより、製造時点で求められる高い精度の製品管理を緩和し、製造コストを削減する可能性もあります。このように生体の動的機能模倣材料は、材料設計に対する概念を革新する可能性を秘めています。

### 化学反応を活用した生体の動的機能模倣材料の創出

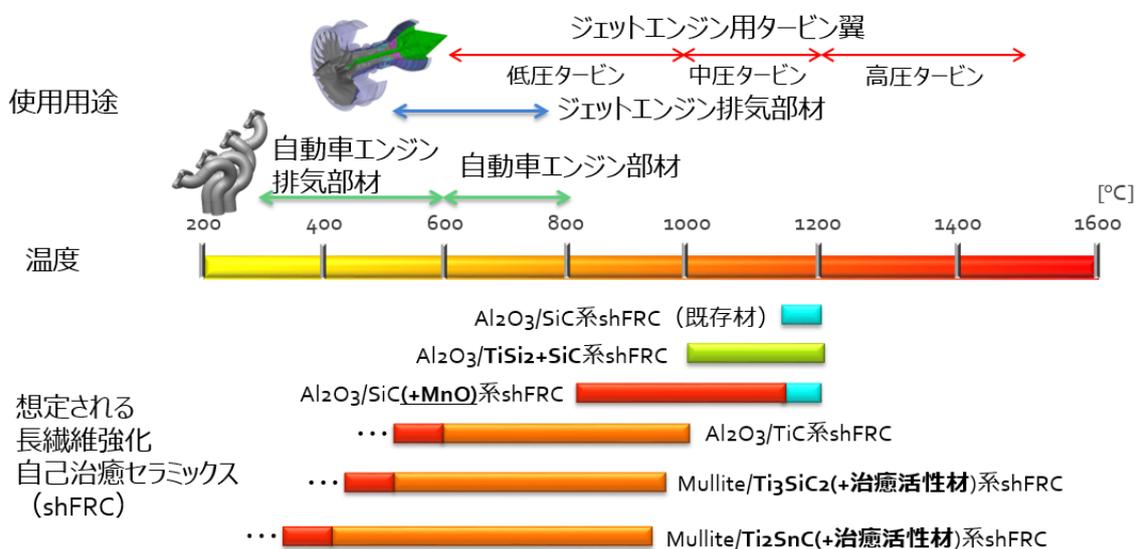


「長繊維強化自己治癒セラミックス」は、母材、繊維束、界面層の3つから構成されます。界面層は、炭化ケイ素 (SiC) などの、強度を弱めた非酸化物で作られています。外から衝撃が入ると、強度が弱い界面層に、繊維束を避け枝分かれに亀裂が発生し、最終破壊まで広がらないよう制御されます。また、亀裂の発生によって、初めて非酸化物は外気に触れ、化学反応により酸化生成物となります。例えば、1200℃付近で酸化反応が始まる炭化ケイ素 (SiC) の場合、二酸化ケイ素 (SiO<sub>2</sub>) に変化し体積が増加します。さらに酸化時に発生する熱により融解し、周辺と溶接されることによって亀裂部が修復し、セラミックス全体の強度が回復・向上します。

## ジェットエンジンのタービン翼として実用化を目指す

中尾航教授の研究グループでは、「長繊維強化自己治癒セラミックス」の実用化の一つとして、ジェットエンジンのタービン翼を考えています。セラミックスの重さは、主にタービン翼に用いられているニッケル合金よりも1/4以下と軽く、また耐熱性にも優れていることから、冷却装置が不要となることで軽量化が可能となり、大幅な燃費向上が見込めます。

材料開発では、将来の実用化に必要な条件からさかのぼって現在の研究開発を行う“バックキャスト”的手法を用いて、ジェットエンジンのタービン翼に求められる材料条件から 600℃～1200℃の広い領域で、完全に強度が回復する様々な材料を開発しました。しかし、実用化までには、精緻な形状製造技術、量産化技術など、まだ必要となる多くの周辺技術があります。そのため、関連する企業・研究者とネットワークを広げ、セラミックス・ジェットエンジンのタービン翼への実用化までに必要となる材料研究を進めています。



### 掲載論文・雑誌記事

1. "High-temperature Bending Strength of Self-healing Ni/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Nanocomposites", H. V. Pham, M. Nanko, W. Nakao, *International Journal of Applied Ceramic Technology*, Vol. 13, Issue 5, 973-983, (July 2016)
2. "Methodology for evaluating self-healing agent of structural ceramics", S. Yoshioka, W. Nakao, *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, Vol.26, No.9, 1395-1403, (July 2015)

### 関連 URL

1. [先端科学高等研究院 超高信頼性自己治癒材料研究ユニット](#)