

P002007

新規作成ロードマップ3 : 「自己治癒材料」

中尾 航^{*1}

New Road Map: Self-healing Materials

Wataru NAKAO^{*1,2}

^{*1} Faculty of Engineering, Yokohama National University
79-5, Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama, 240-8501, Japan

Self-healing materials are anticipated to be attractive candidates for wide applications. The most important feature of self-healing materials is to activate the chemical reaction in use. Therefore, self-healing materials cannot exhibit large advantage compared to ordinary materials without materials design to select adequate chemical reaction for the service condition. Especially the above “back-cast” type materials design is necessary to develop self-healing ceramics for high temperature use. In the present paper, the “back-cast” type materials design for self-healing ceramics and the application road map of self-healing ceramics are introduced.

Key Words : Structural materials, Jet engine, Turbine blade, Car engine, High temperature

1. はじめに

自己治癒（修復）材料は、次世代の構造材料として近年大いに注目を集めている。自己治癒性により使用寿命を延長することが可能であることも大きな利点であるが、それ以上に部材としての信頼性を根本的に改善することができることの利点は極めて大きい。図1に示すとおり、既存材料は、使用中の少しずつ強度が低下していき、その残存強度と設計応力の差で部材の健全性が受動的に決定する。これに対して自己治癒材料は、損傷を受けても強度が自動的に健全体へ復帰するため、自己治癒性の寿命を迎えるまで部材の健全性が能動的に担保される。このアクティブな健全性発現が、これまで実現しなかったイノベーションを達成することが可能となる。

自己治癒材料の最大の特徴は、化学反応を稼動中に積極的に活用することで機能を発現することである。このため、使用環境に適した化学反応を選択し、自己治癒発現に活用することが重要である。しかしながら、多くの自己治癒材料研究は、自己治癒性を発現する材料の開発に重きを置き、その後その自己治癒性に適した応用を探していた。いわゆる“フォーキャスト型”の材料設計を実施していたために、自己治癒材料の実用化が大きく遅れた原因である。著者らは、化学反応速度に最も影響を与える温度の条件が広い高温構造用セラミックスを対象に自己治癒材料研究を実施していたために、世界的にもいち早く“バックキャスト型”材料設計の確立に成功した。また、この材料設計指針の確立によって、自己治癒セラミックスの適用範囲を大幅に広げること成功している。

2. 自己治癒セラミックスの社会実装ロードマップ

前項でも紹介した通り、著者とその共同研究者は、自己治癒セラミックスの“バックキャスト型”材料設計を確立した。確立した材料設計指針を活用することで、現状では、300 °C-1200 °Cまでの広い温度範囲で適用可能な自己治癒セラミックスのバリエーションを用意することに成功している。同時に、それらに対応する温度範囲に

^{*1} 正員, 横浜国立大学 (〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5)

^{*2} 横浜国立大学 先端科学高等研究院
E-mail:wnakao@ynu.ac.jp

対して、図1のような自己治癒セラミックスの社会実装ロードマップを作成した。

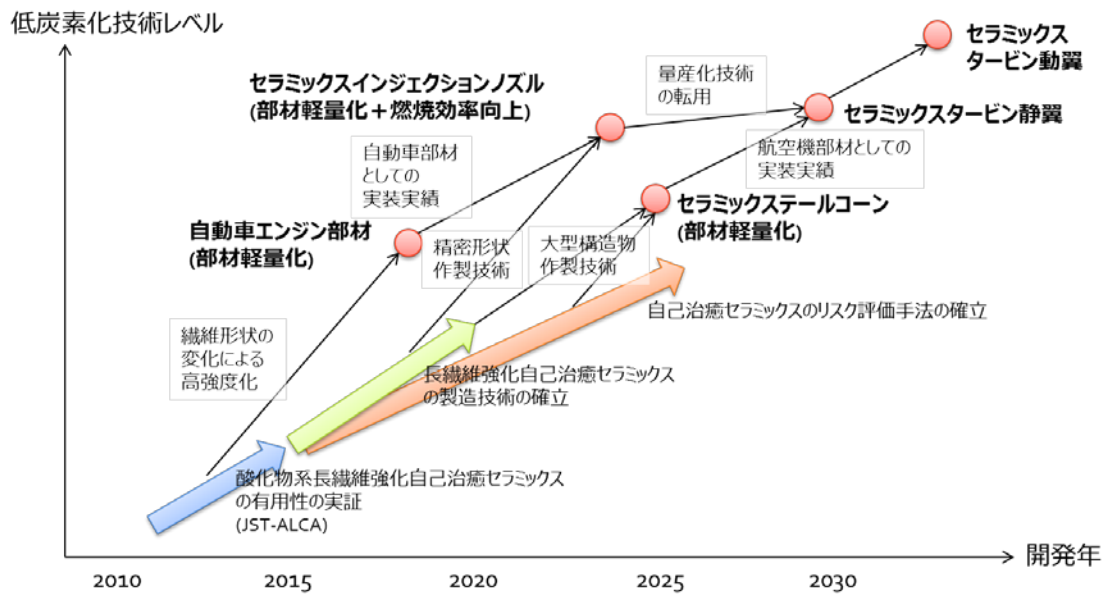


Fig. 1 Application Road Map of Self-healing Ceramics

図からも分かるように、我々の研究グループでは、自己治癒セラミックの最終応用先をジェットエンジンのタービン動翼としている。ジェットエンジン部材の国産化は、政府目標でもある航空産業の我が国のシェア拡大にも大きく貢献する。

また、自己治癒セラミックスの各熱機関への応用は、燃焼技術や内燃機関の設計を大きく変化させることが予想される。このため、周辺技術の革新の無くして、自己治癒材料の実用化は不可能である。現状、想定されている応用事例でのロードマップ作成に留まっているが、周辺技術の技術課題を含めた技術ロードマップを作成することが、自己治癒材料研究を更に発展させるために急務となっている。