

インタビュー

構造セラミックス材料研究室（九州大学）



教授・張 炳國

九州大学大学院総合理工学府 張研究室

プロフィール

所在地：福岡県春日市春日公園 6-1

電話：092-583-7633, FAX：092-583-7640

Web：https://hyoka.ofc.kyushu-u.ac.jp/search/details/K006871/index.html

E-mail：jang.byungkoog@kyudai.jp

Q1. 研究室の概要についてお聞かせ下さい。

本研究室では、エネルギー・環境材料として、セラミックス材料を中心に、微細組織およびプロセス制御による高温構造用セラミックス材料及び高特性・新機能を持つ複合材料の創製や物性評価に関する研究に取り組んでいます。

具体的には、構造セラミックス、耐熱セラミックス、EB-PVD やプラズマ溶射法による航空機及び発電プラント向けガスタービン用耐熱・耐食セラミックスコーティング、透光性セラミックス、熱電材料、複合材料の創製とその材料の熱特性、耐食性、導電性、光学特性、熱電特性、機械的物性の評価に関する研究を行っています。

Q2. 研究テーマについてお聞かせ下さい。

構造セラミックスについて多様な研究テーマに取り組んでいます（図1）、大きく五つに分けられます。ガスタービン用耐熱・耐食セラミックスコーティングの開発、透光性酸化セラミックス、熱電材料、セラミックス複合材料、放電プラズマ焼結に関する研究です。

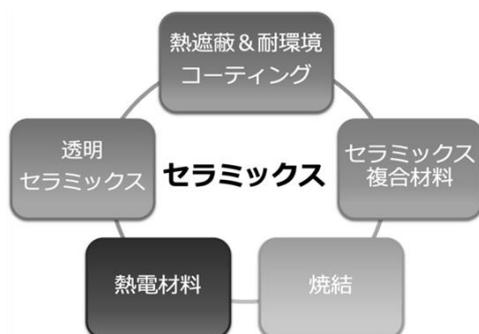
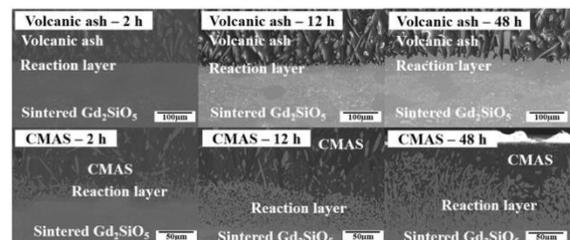


図1 研究テーマのキーワード

Q3. 1つ目の研究テーマについてお聞かせください。

ガスタービン用耐熱部材として SiC セラミックスもしくは SiC/SiC 複合材料を適用する場合、燃焼環境下における腐食に対する脆弱性、およびシリカ (SiO₂) の揮発による性能低下等が問題となっています。この課題を解決するため、耐環境性コーティング (EBCs: Environmental Barrier Coatings) により、SiC または SiC/SiC 複合材料を保護する必要があります。特に、耐熱性や耐酸化性の高いレアアースシリケート (RE-Silicate) が EBCs の候補材料として注目を集めています。本研究では、火山灰やカルシウム-マグネシウム-アルミノシリケート (CMAS: CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂) によるレアアースシリケートの高温腐食挙動と、ナノインデンテーション法を用いた機械的特性の評価に取り組んでいます。図2は、1400℃で曝露時間による火山灰及び CMAS における Gd₂SiO₅ の反応層の変化を示します。

図2 火山灰及び CMAS による Gd₂SiO₅ との反応層

Q4. 2つ目の研究テーマについてお聞かせ下さい。

Y₂O₃ 及び Ln₃Al₅O₁₂ (Lanthanide Aluminate Garnet, LnAG) のような透光性を示すセラミックスはレーザー及びシンチレーターへの応用に有望な候補材料です。透光性セラミッ

クスのレーザー発振を容易にするためには、単結晶と同等の光透過率を有する必要がありますが、わずか0.1%の細孔が残存しても光透過率が減少し、レーザー発振が困難となります。機能性を有する透光性セラミックスを製作する手法として、電場と圧力を同時に印加することにより焼結性を飛躍的に向上した放電プラズマ焼結法が有望です。本研究の目的は、レーザーおよびシンチレーターとして応用できる透光性に優れた機能性セラミックスを開発することです。透光性 Y_2O_3 セラミックスの外観を図3に示します。



図3 1500°Cで焼結した透光性 Y_2O_3 の外観

Q5. 3つ目の研究テーマについてお聞かせ下さい。

化石燃料の枯渇により、代替エネルギー源の開発が不可欠です。再生可能な未使用エネルギー源からの発電の潜在的な候補として、熱電エネルギー変換が大きな注目を集めています。高い無次元性能指数 (ZT) の固体デバイス (熱電材料) を用いて材料両端の温度差を大きくすることにより、高効率の熱電変換を実現することができます。熱電材料の変換効率は、 $ZT = S^2 \sigma T \kappa^{-1}$ (S : ゼーベック係数, σ : 電気導電率, T : 絶対温度, κ : 熱伝導率) で表されます。

ZnO は熱的安定性が高く、高温で $ZT = 0.65$ (1247 K) を示すため有望な n 型熱電材料として注目を集めてきました。本研究では、 In と Ga をコドープした試料を合成することにより、ドーピング効果による熱電特性の改善に取り組んでいます。コドープした ZnO の ZT を図4に示します。

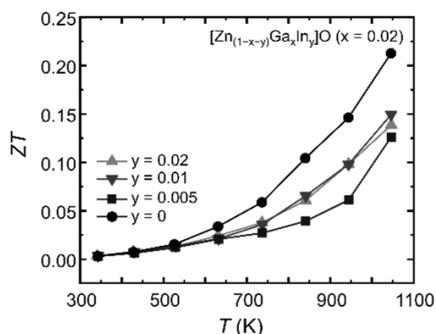


図4 コドープした ZnO の ZT

Q6. 4つ目の研究テーマについてお聞かせ下さい。

本研究では、軽量、かつ引張強度、導電性、熱伝導性、

ヤング率について優れた特性を有するカーボンナノチューブ (CNTs) やグラフェン (Graphene) を用いた高特性・新機能付与複合材料の創製を推進しています。特に、優れた耐磨耗性を有する新規複合材料を開発するため、図5に示すようにアルミナを CNTs で強化した複合材料、あるいは生体材料の Hydroxyapatite に CNTs 及び Graphene を複合することにより、優れた耐磨耗性を持つ複合材料を作製しました。特に、部分安定化ジルコニアの破壊靱性と高靱化に及ぼす CNTs 添加の影響に注目した研究を進めています。

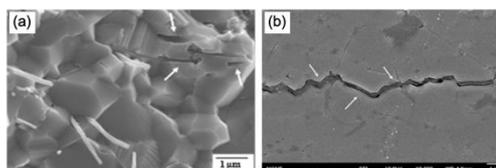


図5 (a) $Al_2O_3/2vol\%CNTs$ 複合材料 (b) CNTで亀裂のディフレクション

Q7. 研究の環境や設備についてお聞かせ下さい。

韓国のセラミックス技術院との国際研究を始め、学生の研究の質や視野を向上させるため、学生を物質・材料研究機構 (NIMS) へ短期間派遣させ、共同研究を行っています。共研先にて、放電プラズマ焼結、高温 X 線回折装置、走査電子顕微鏡、ピッカース硬さ試験機、ナノインデンテーション、UV-Vis-NIR 分光光度計、フーリエ変換赤外分光光度計、熱伝導率装置などの設備を活用しています。

Q8. 教育方針についてお聞かせ下さい。

学生の大学生活は、将来、専門分野において活躍できる社会人になる準備期間ですので、研究室で学んだ研究内容を土台にし、学生それぞれが、将来各自の専門分野の道で実力を発揮出来る研究者・技術者になれるように育成出来ればと思います。また、十分な教養や語学力、自己管理能力を修得できるような教育を目指しています。

日頃、研究室の生活において最も大切なことは健康、その次が研究であることを徹底しています。そして、週1回のゼミを開催し、その場で各学生が最近の文献紹介と毎週の研究計画や実験結果の報告を行っています。

また、実験データの整理や国内・海外学会での発表、論文作成・投稿を通じて、学生自ら、自分の研究成果を論理的な思考にて説明できるよう指導しています。

お忙しい中インタビューに応じて頂きました。期して感謝の意を表します。

(日本材料科学会 編集委員長 渡邊充広)