

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
FS ステージ シーズ顕在化タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: ZrO ₂ -Al ₂ O ₃ 系固溶体粉体を用いた高強度強靱性セラミックスの量産化検討
プロジェクトリーダー	: 第一稀元素化学工業(株)
所属機関	: 第一稀元素化学工業(株)
研究責任者	: 廣田健(同志社大学)

1. 研究開発の目的

産業界で使用されている ZrO₂-Al₂O₃ 系セラミックスは、強度 σ_b は 1,000 MPa と優れているが、靱性値 KIC が約 6~7 MPa \cdot m^{1/2} と不足しているため、産業上での利用が制限される。本申請者らは水溶性塩からこの固溶体粉体を調製し、緻密に焼結すると KIC が ≥ 15 MPa \cdot m^{1/2}、 σ_b が $\geq 1,000$ MPa の高強度強靱性セラミックスが得られることを見出した。

本支援プログラムでは、ZrO₂-Al₂O₃ 系固溶体粉体の量産方法を検討し、当該セラミックスの量産性の高い製造法を確立することを目的とした。具体的には申請社内での現行プロセスでの粉体調製法を用いた量産化を検討し、焼結体は常圧焼結、熱間等方圧加圧(HIP)焼結、パルス通電加圧焼結(PECPS; SPS)等の方法について焼結体特性と量産性について調べ、最適な方法を提案した。

2. 研究開発の概要

① 成果

本研究課題の目的は、ZrO₂-Al₂O₃ 系固溶体粉体とその焼結体を安価に量産化可能な状態で実現することである。すなわち ZrO₂-Al₂O₃ 系固溶体粉体を第一稀元素化学工業株式会社の量産工程で製造し、かつ多様な分野で利用可能となるように種々の焼結方法で焼結体を作製して、シーズ候補が示す物性の 15 MPa \cdot m^{1/2} 以上の KIC と約 1,000 MPa 以上の曲げ強度(σ_b)を同時に実現する高強度・強靱性セラミックスを得ることが目標である。

研究開発目標	達成度
① ZrO ₂ -Al ₂ O ₃ 系固溶体粉体について数 kg~数 100 kg の量産化工程を検討する。第一稀元素化学工業株式会社が有する製造設備に基づいた中和共沈~仮焼工程を実施して、量産に適した粉末を得る。	① 20kg の製品化を 2 回実施した。また仮焼前中間体については別途 1 回の反応を実施し、量産工程設定および量産性を確認した。コストは数万円~10 万円/kg で製造が可能であると算定した。目標のゾル-ゲル法に対して 1/100 以下程度の価格目標を達成した。 <達成度: 100%>
② 量産 ZrO ₂ -Al ₂ O ₃ 系固溶体粉体について、粒度分布調節(目標: 0.5~1 μ m) や比表面積(目標: 5~15m ² /g)、結晶相や成形密度(2.4~2.5g/cm ³) についての粉体調製工程の最適化を行う。	② 粉碎工程の最適化を行い、粒度 1.1 μ m、比表面積 62m ² /g、成形密度 2.3g/cm ³ の粉体を得た。比表面積は目標の 5~15m ² /g には到達しなかったが、粒度、成形密度は概ね目標通りであった。焼結体は同志社大学の評価結果から、シーズ候補との同等性を確認できた。

<p>③ 量産工程により得られた $ZrO_2-Al_2O_3$ 系固溶体粉体を大気焼結、HIP 焼結、パルス通電加圧焼結</p>	<p><達成度:90%></p> <p>③ 常圧焼結、HIP 焼結では目標の物性が得られないことを明らかにした。焼結は PECPS (SPS) 焼結が適しており、同焼結法で大型焼結体の調製方法を検討し、得られた焼結体の強度特性は KIC 約 $15 MPa \cdot m^{1/2}$、σ_b は 1,000 MPa 以上であり、シーズ候補と同等の特性を実現した。</p> <p><達成度:100%></p>
--	--

②今後の展開

イノベーションジャパン 2014～大学見本市・ビジネスマッチング～等で研究成果の展示を実施して、多くの企業へのアプローチを図り、企業のニーズに合った用法、特性を備えたセラミックスの作製を検討する。また、応用分野を拡大するために種々の成形方法と本研究成果による製法を組み合わせた焼結体製造方法の研究を実施する。これらの成果から複雑立体の焼結体を提案し、当該技術により得た材料の産業分野への提案を促進する。

3. 総合所見

目標通りの成果が得られ、イノベーション創出が期待される。今後は、高性能原料粉末を大量に合成する製造技術の確立により、顕在化している用途のみならず、潜在需要への波及も期待したい。