

2023 年度年次報告書

持続可能な材料設計に向けた確実な結合とやさしい分解

2023 年度採択研究代表者

山口 祐貴

産業技術総合研究所 材料・化学領域  
主任研究員

反応機構シフトによるセラミックスの接合と分解

## 研究成果の概要

本研究では、新しい積層セラミック界面のデザインを可能としながらも、低 CO<sub>2</sub> 排出でセラミックスの接着や剥離回収ができる、革新的な室温近傍セラミックスプロセスを創生するための研究を行う。研究期間内の目標は、セラミックスと金属等の部材を 200℃以下で接合および剥離可能な低温焼結反応を設計し、溶液温度の変化による反応機構制御を活用することで、各部材を劣化させずに分離回収できる新たなプロセスを創成することとする。

本研究では原料に非晶質含水酸化物ゲルを用い、アルカリ等のカチオンがゲル中に拡散することで、複合酸化物として室温近傍で合成および結晶化する。本年度は原料ゲルである  $\text{ZrO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  のゲル中結晶化過程の理解のため、カチオンの拡散係数と構造の相関、同様のゲル原料の溶液への溶解性について検討を進めた。

原料ゲルと等モルの水酸化バリウムの混合粉末について、in-situ XRD 測定をおこなった結果、混合物は 80℃、16 分という非常に短時間で、 $\text{BaZrO}_3$  の生成と結晶化が完了した。次にゲル原料をペレット成形し、ゲル中のカチオン拡散係数を SEM-EDS 分析によって見積もった。その結果、拡散係数は  $5.6 \times 10^{-13} \text{ m}^2 \text{ sec}^{-1}$  となり、本研究の接着プロセスは結晶化反応よりも拡散が律速になることを示した。今後は拡散係数の向上に向けたゲル原料の内部構造制御を進める。

接着後の剥離プロセスに用いるため、接着層の溶解試験を、複数の複合酸化物について検討した。ある組成では剥離用溶液に高い耐性を持ち、一度結晶を形成した後は溶液に浸しても安定に構造を保っていた。一方で、類似構造を持つ他の複合酸化物を対象に同様の試験を試みたところ、剥離溶液中で容易に崩壊し、接着層が分解することを確認した。このように接着するために用いるゲル原料の構成元素を変えることで、その分解性をコントロールできることを見出した。