

提案者：大川 采久 (東北大学)

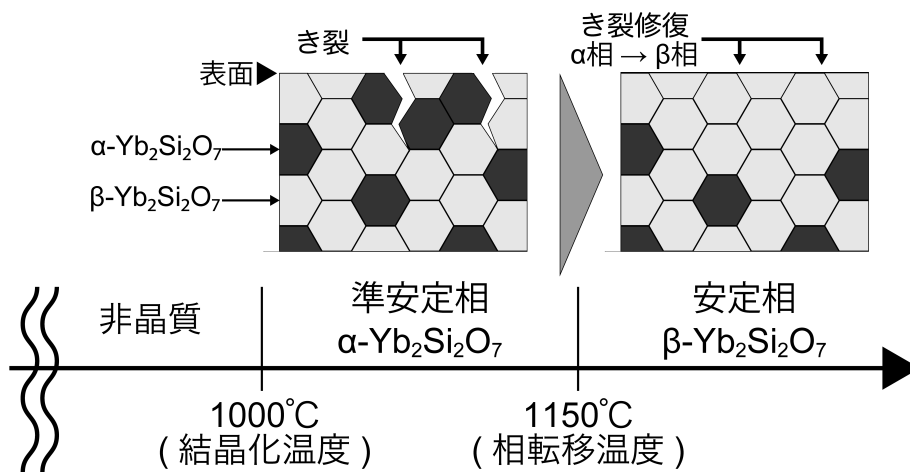
テーマ名：耐環境コーティングの溶射および熱処理の最適化に向けた希土類珪酸塩の熱物性測定と相転移挙動の解明

○研究の背景

次世代航空機のタービンプレードとして、 $\text{SiC}_f/\text{SiC}_m$ が注目されている。しかし、 SiC は高温水蒸気雰囲気での蒸発が生じるため、水蒸気遮蔽層として耐環境コーティング (Environmental Barrier Coatings: EBC) を設けた構造が検討されている。EBCとして、 SiC との熱膨張係数 (CTE) 整合性や高温水蒸気耐性などが求められ、ハイエントロピー希土類珪酸塩 ($\text{X}_2\text{-RE}_2\text{SiO}_5$ および $\beta\text{-RE}_2\text{Si}_2\text{O}_7$) が有望視されている。上記の構造は一般的に大気プラズマ溶射で製造され、比較的高い蒸気圧の SiO が蒸発し、非晶質からの結晶化の際に CTE の異なる第二相 ($\text{X}_1\text{-RE}_2\text{SiO}_5$ 、 $\alpha\text{-RE}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ や RE_2O_3 など) が析出する。 RE_2SiO_5 や $\text{RE}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ の融体の熱物性や相転移挙動を解明することは、緻密な EBC を得るための溶射や熱処理の最適化に必須である。しかしながら、溶射で得られた試料は上述の通り複数相が存在し、部分的に結晶化しているために精緻な解析が困難である。また、希土類珪酸塩の融点は $1700^\circ\text{C}\sim 2200^\circ\text{C}$ 程度であり、容器からの不純物により、高純度かつ非晶質の試料が得られず、融体の熱物性評価が困難な状況である。

○研究の目的

希土類珪酸塩の熱物性を測定すると同時に、純度の高い非晶質の希土類珪酸塩を得ることで、構造と熱物性の相関や精緻な相転移挙動の解明を目的とする。希土類珪酸塩は化学量論比に従い混合し、高純度の RE_2SiO_5 および $\text{RE}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ を合成する。RE の元素選択は最も代表的な Yb を始めとし、合計 5 種類の希土類元素を置換する。得られた試料を宇宙の ELF にて溶融し、熱物性を測定すると同時に急冷することで、非晶質の希土類珪酸塩を得る。得られた化学量論比の非晶質体に対して、微細構造観察や結晶構造解析を行い、ハイエントロピー化が非晶質に及ぼす影響や相転移挙動を評価する。



ハイレントロピー希土類珪酸塩はどのような相転移挙動を示すのか？

図 1. 本研究の提案概要

○研究の意義

融体の熱物性を明らかにすることで、従来の経験に基づく条件探索ではなく、溶射シミュレーションによる最適化が初めて可能となる。また、相転移の体積膨張による亀裂修復を加味した熱処理の設計指針構築に寄与する。さらに、非晶質酸化物のハイレントロピー化による物性や構造の制御に関する知見を得ることができ、非晶質酸化物の学理構築の観点においても学術的にも十分な価値を有する。