

課題名：究極の耐熱性を有する超高温材料の創製と超高温特性の評価

氏名：吉見享祐

機関名：東北大学

1. 研究の背景

2011年3月11日以降、原子力発電の安全性に大きな疑問が寄せられる一方、石油資源の枯渇や二酸化炭素排出削減等、電力需給、ひいては地球環境問題の解決に向けて、我が国は抜本的な技術改革を迫られている。現在、石油火力発電のタービン型発電機やジェットエンジンの心臓部である高圧タービンブレードには、最も優れた高温材料であるニッケル基超合金が使用されている。しかし、ニッケル基超合金の融点は1450℃程度であり、このことによってエネルギー変換効率は45%程度に停まっている。エネルギー効率をさらに高めるには、1500℃以上の超高温状態で稼働する新しいエネルギー変換システムを開発する必要があり、そのためにはニッケル基超合金の融点や高温特性を凌ぐ、新しい超高温材料の創製とその実用化が不可避である。

2. 研究の目標

高融点化合物で強化されたモリブデン材料を新たに探査・合成し、1500℃以上の超高温下で、その超高温特性および耐熱メカニズムを明らかにする。それによって、ニッケル基超合金の高温特性を凌ぐ、究極の耐熱性を有する新しい超高温材料を創製する。

3. 研究の特色

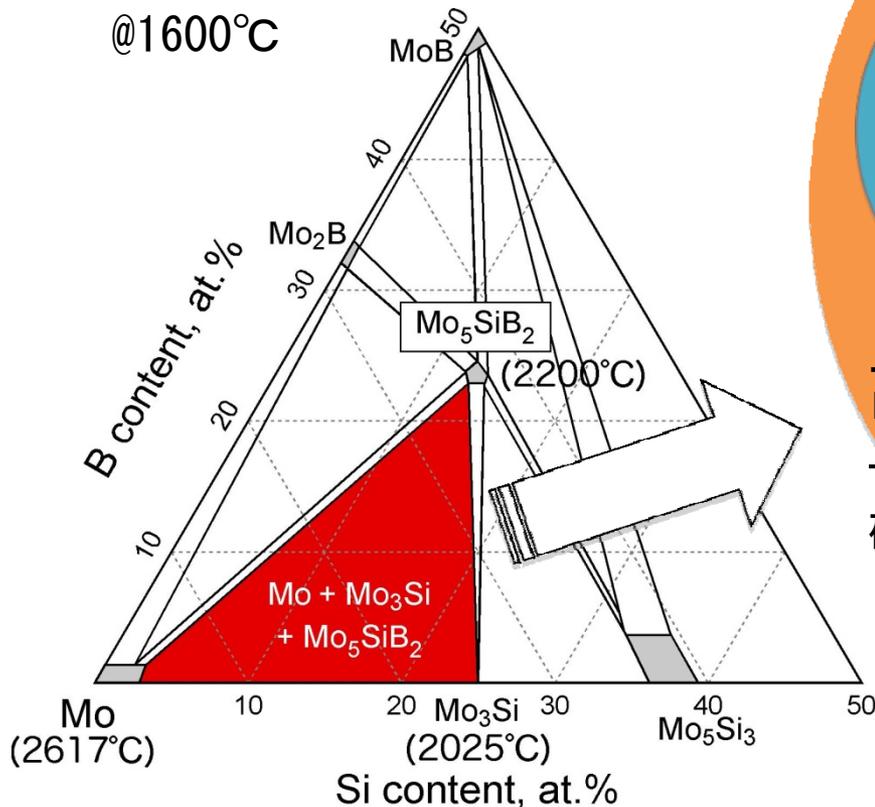
冷却や熱遮蔽コーティングが無くても、1500℃以上の超高温状態で良好な耐熱特性を発揮する超高温材料を、高融点金属モリブデンを使って世界で初めて提案する。大型試料の合成プロセスや超高温材料試験法など、超高温材料の研究推進に障害となる様々な問題点を、先駆的超高温技術の導入により解決する。

4. 将来的に期待される効果や応用分野

航空機のジェットエンジンや火力発電プラントのガスタービンは、高出力化の一方でエネルギー効率が理想的なレベルから乖離し、エネルギー損失は増大する傾向にある。超高温材料の提案は、高性能な次世代型エネルギー変換システムの創成につながり、航空・宇宙産業や発電分野で大きなブレークスルーを生み出す。

新しい超高温材料創製のための材料設計

Mo-Si-B系



軽量
高温強度
耐酸化性

軽量
高温強度

高融点
金属間化合物
(シリサイド)

Mo₃Si 2025°C
Mo₅Si₃ 2180°C
Nb₅Si₃ 2480°C

高融点金属
ボライド
カーバイド

Mo₅SiB₂ 2200°C
NbC 3500°C
TiC 3140°C

高融点金属Mo (2617°C)
+Nb (2470°C), Re (3180°C)
破壊・疲労抵抗