

課題名：タービン燃焼効率改善のための高温用温度感知型変位制御材料の設計

氏名：御手洗容子

機関名：独立行政法人物質・材料研究機構

1. 研究の背景

国内のCO₂排出量のうち約34%をエネルギー部門が、20%を運輸部門が占めている。化石燃料の消費量を抑え、CO₂の排出量を削減するため、これまで火力発電や航空機のジェットエンジンなど燃焼機関の燃焼効率を上げる耐熱材料の耐熱温度の上昇が行われてきたが、これには限界があり、さらに燃焼効率を上げる新たな取組が必要である。

2. 研究の目標

新たな取組の一つに燃焼機関のガス流量制御や機器の隙間からのガス漏れ抑制などがある。そのために温度で隙間を制御するクリアランス制御が必要であり、この制御には温度感知して形状変化する形状記憶合金が有効だが、現時点ではタービン内の高温下で使用可能な形状記憶合金がない。本研究では、燃焼効率向上のための高温形状記憶合金開発を行う。

3. 研究の特色

本研究は、燃焼効率向上の新規手法としてクリアランス制御に着目し、それに必要な高温形状記憶合金の開発を行う点が斬新である。従来の形状記憶合金は最高100°Cくらいまでしか使えないが、高温形状記憶合金として新たな化合物に着目し、400-600°Cの高温での使用を目指した材料開発が特色である。

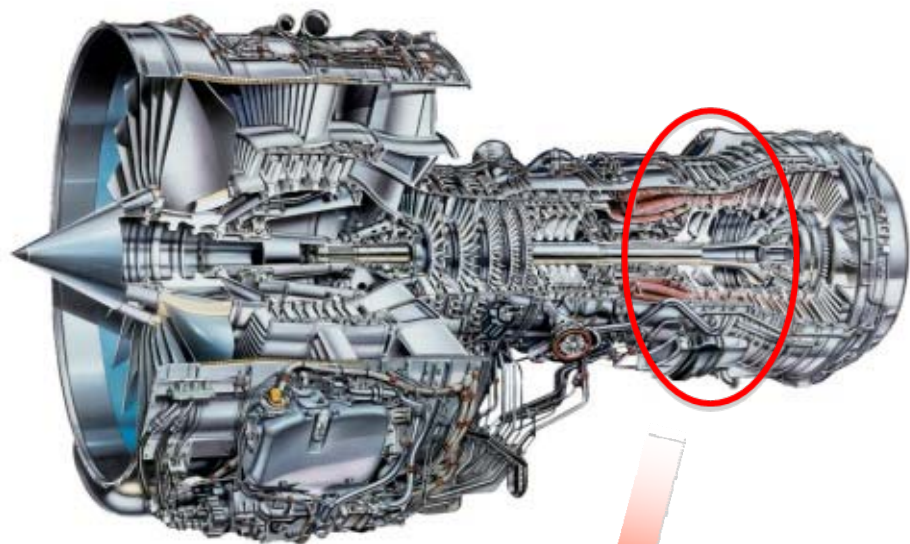
4. 将来的に期待される効果や応用分野

高温形状記憶合金の開発によりクリアランス制御が可能となり、従来の耐熱材料の耐熱温度上昇による燃焼効率向上とあわせることで数%の燃焼効率上昇が見込まれ、CO₂削減に大きな効果がある。また、高温形状記憶合金はモーター等の動力なしに温度感知して形状変化するため、燃焼機関以外の様々な高温機器で使用できる。

背景

排出CO₂削減・化石燃料節減→燃焼機関の高効率化

そのために材料の耐熱温度向上が必要！



これまでの耐熱材料研究

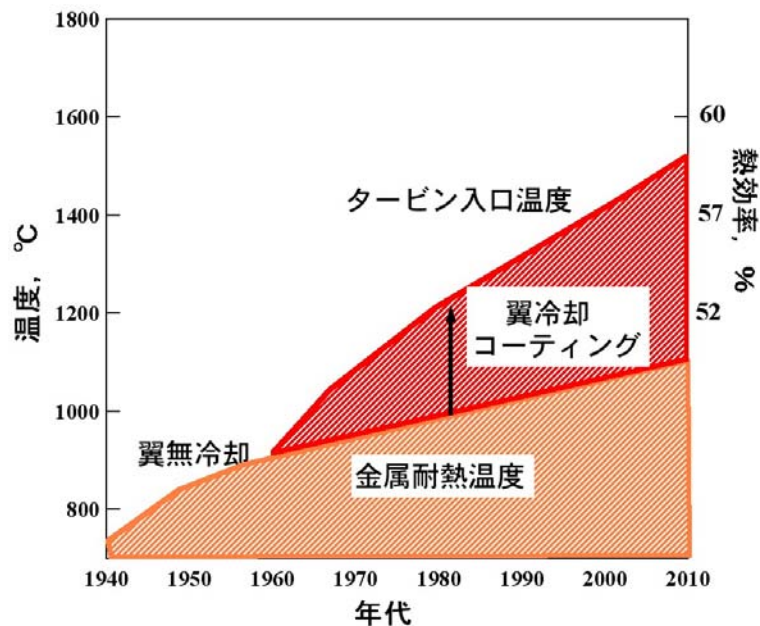
材料の耐熱温度向上・軽量化
Ni基超合金(融点1300°C)→限界
他の金属Nb(2470°C), Ir(2443°C):
重量、強度、耐酸化性、プロセス性
に問題

耐熱温度向上・軽量化には限界

燃焼機関の高効率化への新しい取り組み
タービン内の隙間(クリアランス)から
高温ガスが漏れ出ることによる効率低下

クリアランス制御

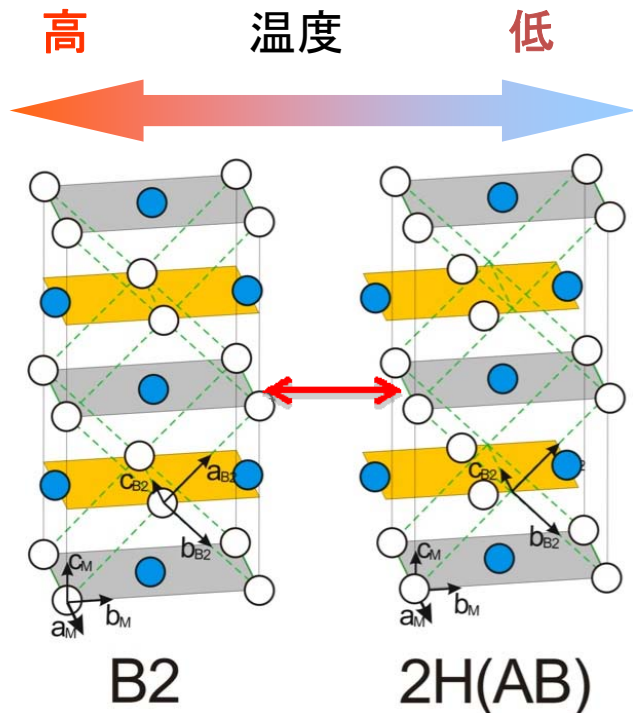
© International Aero Engines



温度感知型変位制御ばね

同素変態を利用

- ・無拡散
- ・原子のわずかな動きで変態

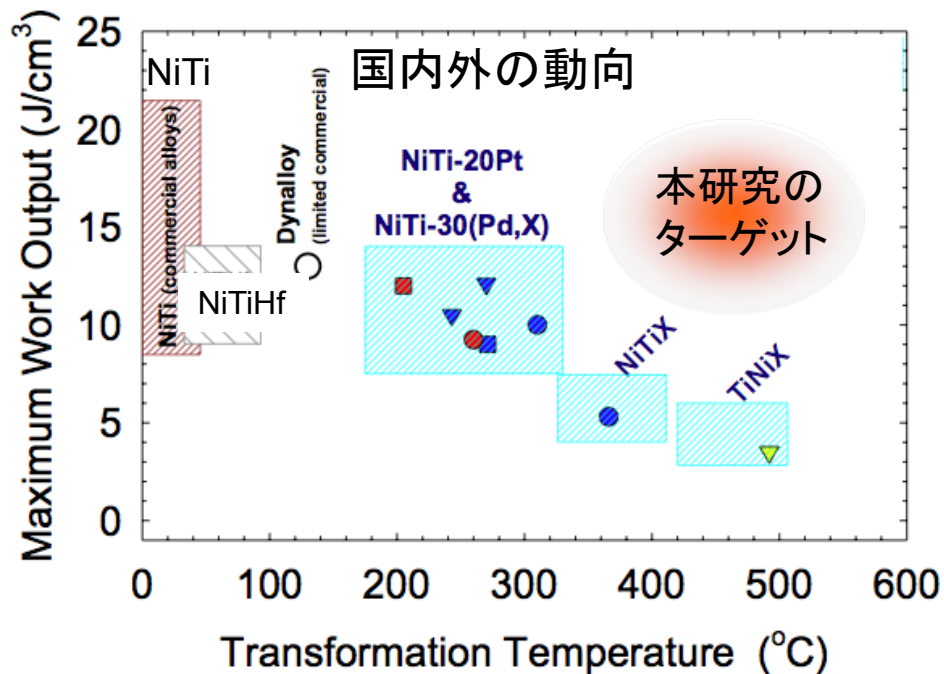


モーターなどの動力がなくても回りの環境(温度)に応じて変態することにより形態が変わり物を動かすことができる。

動作温度は変態温度で決まる

これまで: TiNi+X

TiNi:変態温度 100°C以下



変態温度の高い化合物を基に

- ・第三元素添加による変態温度制御
- ・熱処理による組織制御
- ・形状回復効果評価および高温機械的特性評価

を行い、高温温度感知型変位制御ばねの材料設計指針を確立する。