



## 研究課題名 次世代型耐熱材料としての複相金属間化合物の用途展開のための基盤学問体系構築

大阪府立大学・大学院工学研究科・教授 たかすぎ たかゆき  
高杉 隆幸

研究分野：材料工学

キーワード：高温材料

### 【研究の背景・目的】

地球温暖化を引き起こしている CO<sub>2</sub>削減のためには熱変換システム装置や高温製造装置のエネルギー効率の向上が必要であり、新規な耐熱材料の開発が求められている。研究者等は、最密充填結晶構造(GCP)に属する Ni<sub>3</sub>X 型金属間化合物相同土を複相化することで高温強度と延性を兼備する新規耐熱合金開発のコンセプトを生み出し、高温材料として優れた特性を発現する基本成分と組織を創製した。

本研究では、優れた結晶整合性と微細組織を有する L1<sub>2</sub>相(Ni<sub>3</sub>Al)-D0<sub>22</sub>相(Ni<sub>3</sub>V)擬2元系合金(図1)に重点を置いて研究を行う。まず、合金設計、微細組織形成機構、相・組織安定性、高温力学特性とその変形機構解明等の基礎研究、続いて、酸化特性さらには腐食特性等の耐環境特性について、加えて、数種の次世代型耐熱部材・部品の製造を企業との連携により試行し、用途展開のための道を拓くことを目的とする。

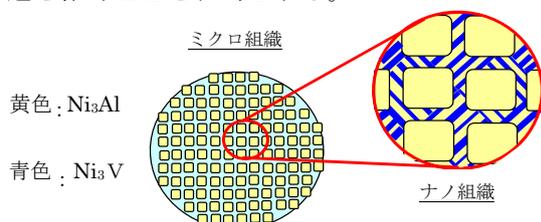


図1 超微細2重複相組織の概念図

### 【研究の方法】

- 合金設計と組織創製および組織安定性の解明  
各種合金成分における相関係の把握、構成相の同定、固溶限の決定に基づき、状態図の構築を行い、組織形成の概要を把握し、構成相間の結晶整合性と微細組織を有する合金設計と組織制御を行う。並行して、計算状態図の構築を推し進める。
- 高温力学および耐環境特性の解明  
各種の高温力学試験を行う。これらの試験を通じて、高温度域で高強度、高延性、高クリープ寿命を兼備する合金を抽出する。続いて、高温大気中での酸化特性ならびに各種溶液中での腐食特性評価とその機構解明を行い、力学特性と耐環境特性とのバランスに富む合金の開発を行う。
- 製造・加工技術、用途展開  
企業との連携研究により、素材製造法、2次加工法の確立を行う。汎用製造・加工法により、ジェット・エンジンタービン・ブレード、硬質・高

融点金属用摩擦攪拌接合用ツール、高温特殊環境用締結部材、超耐熱特殊環境用軸受部材開発を行い、次世代型耐熱材料としての道筋をつける。

### 【期待される成果と意義】

- 学問的成果  
金属・合金あるいはセラミックスに加えて第3の新素材と呼ばれている金属間化合物に耐熱材料としての市民権を与えることになる。既存合金系を包含する新規な合金設計と組織制御法を構築することができる。ヒエラルキー組織からなる合金の力学的・結晶学的・組織学的研究に関する新しい学問領域を先導することができる。
- 社会的意義  
諸産業装置において高温操業・長時間運転が可能となり、エネルギー変換効率の向上と省エネルギーがもたらされ、それにより、地球温暖化ガス排出量を削減することができる。既存金属産業技術体系の踏襲と既存製造・加工装置の利用により、安価にして大量に供給することが可能となる。部材の長寿命化やメンテナンスの不要化により、製造装置の信頼性の確保がなされ、安心・安全な装置産業社会を作ることができる。さらには、新規な耐熱材料関連産業の創出および既存産業の構造改革・技術革新をもたらすことができる。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ S. Shibuya, Y. Kaneno, M. Yoshida and T. Takasugi, Dual multi-phase intermetallic alloys composed of geometrically close-packed Ni<sub>3</sub>X (X:Al, Ti and V) type structures – II. Mechanical properties, Acta Materialia, 54, 861-870 (2006).
- ・ S. Shibuya, Y. Kaneno, M. Yoshida, T. Shishido and T. Takasugi, Mechanical Properties of dual multi-phase single-crystal intermetallic alloy composed of geometrically close packed Ni<sub>3</sub>X (X: Al and V) type structures, Intermetallics, 15, 119-127 (2007).

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－24年度

79,500千円

ホームページ等

[http://www.eng.osakafu-u.ac.jp/Japanese/02senko/materi\\_group/group05.htm](http://www.eng.osakafu-u.ac.jp/Japanese/02senko/materi_group/group05.htm)