

## 宮崎修一教授の第 56 回本多記念賞受賞内容

数理物質系の宮崎修一教授は、材料の組織制御と機能特性の開発が専門分野であり、特にマルテンサイト変態とそれを用いた形状記憶合金の世界的研究者である。形状記憶合金に関する研究を多面的に行い、マルテンサイト変態に伴う結晶学的な側面と形状記憶効果及び超弾性に関する力学挙動と材料組織学的な側面について、数多くの先駆的な成果を挙げてきた。研究対象としてきた主な材料は、Cu 系及び Ti-Ni 系形状記憶・超弾性合金、高温域で利用可能な Ti-Ni 系と Ti-Ta 系の高形状記憶合金、マイクロな領域に応用展開できるスパッタ薄膜形状記憶合金、Ni を含まない生体に安全な Ti 基超弾性合金、高強度・低ヤング率・軽量 Ti 基合金である。宮崎教授により、Ti-Ni で超弾性が世界で初めて開発され、その技術を用いて極めて安定した形状記憶効果も実現し、工業と医療のほとんどの産業分野で実用化が大きく進展した。主な業績は次の通りである。

### (1) Ti-Ni 超弾性合金の発明

従来の熱処理法とは異なり、組織制御の可能な中間温度で熱処理を行っても Ti-Ni 合金の形状記憶効果が損なわれず、むしろ安定度が格段に増すことを見出し、超弾性を実現した。この成果を起点にして、Ti-Ni 合金の形状記憶特性を飛躍的に改善するための組織制御の方法を確立した。この研究成果は、現在世界中で供給されている Ti-Ni 系形状記憶合金製造法の基本技術である。年間数千億円の世界中の形状記憶合金市場のほぼ全てを創出している。

### (2) Ti-Ni 合金単結晶作製と基礎研究

Ti-Ni 合金の単結晶を初めて作製することに成功し、マルテンサイト相の結晶構造を決定すると共に、それを用いて変態に伴う結晶学的知見を実験的に明らかにした。その成果に基づき、Ti-Ni 合金の形状記憶効果の機構を解明した。さらに、マルテンサイト相変態よりも変態歪みと温度ヒステリシスが 1/10 と小さい菱面体相 (R 相) 変態についても、同様に基本特性を解明した。これらの成果は、いずれも Ti-Ni 合金の基礎を先駆的に確立したものである。

### (3) 形状記憶合金スパッタ薄膜

スパッタ薄膜に微細な内部組織を作るための熱処理方法を発見し、それに伴う特性改善の結果、Ti-Ni 系形状記憶合金薄膜の駆動力を実用レベルに到達させた。この成果により、強力大変位マイクロアクチュエータの実用化に道を開いた。

### (4) 高温形状記憶合金の開発

100℃以上の温度での形状記憶合金利用の必要性は、家電製品、自動車、発電関連、航空宇宙関連等で多くある。貴金属を含まない Ti-Ta 系合金や Ti-Ni-Zr-Nb 合金で加工性の良好な合金開発が可能であることを実証し、高温領域での実用化の可能性を示した。

### (5) Ni フリー Ti 基生体用超弾性合金の開発

生体に安全な元素のみで構成された Ni フリーの Ti 基超弾性合金の開発を最近 10 年間で集中的に進め、Ti-Nb 系、Ti-Mo 系、Ti-Zr 系を基本とする、三元系、四元系、五元系の多くの Ti 基合金を開発し、医療分野での応用が期待される。一方、酸素を含む Ti 基合金で、高強度・低ヤング率・軽量の特徴を持つゴムメタルがあるが、そのユニークな変形機構の解明に成功した。

これらの一連の研究は、いずれも世界に先駆けて行われた研究であり、その後の形状記憶合金の研究開発に大きな影響を与えている。