

## これからのチタン材料の開発を考える

村上陽太郎 (工博)

京都大学名誉教授・(財)大阪科学技術センター付属ニューマテリアルセンター (NMC) 顧問

### My Opinion on Future Development in Titanium Materials

Prof. / Dr. Yotaro Murakami

㈱神戸製鋼所(以下神鋼と略称)がチタン開発 50 周年を迎えられた。心からお慶びを申し上げたい。私は神鋼のチタンとかなりの係わりを持ってきたので感慨は深い。チタン誕生の直後から、京都大学(1981年まで)、および関西大学(1988年まで)において、チタン合金の研究に携わり、NMC(1997年まで所長)においても新素材としてのチタン材料の動向を注視してきた。

その間、神鋼が1966年から1988年までの22年間、産学共同研究を進めた“KT研究会”に参画してチタン合金の金属組織学的研究をおこなった。93回の研究会が開催されて434編の研究報告がなされ、成果報告書も刊行されているが、この研究会は神鋼のチタン材料、とくに合金開発に大きい寄与をしたと思われる。また、その成果の一部は、徳田祥一、大谷四郎、森口康夫、西村孝および伊藤喜昌各工学博士の学位論文になった。私はそれらの論文審査の主査を務めた。

また1982年から1993年まで11年間にわたって、神鋼(関連企業を含む)が、京都大学医学部整形外科の山室隆夫教授(関係の先生方を含む)との間で進めた研究会“BSM研究会”の会長を務めた。整形外科インプラント用チタン合金とその人体への適合性の研究を目的としたもので、合計50回の研究会を開催したが、神鋼のチタンインプラント材の開発に寄与したと思う。

さて、1997年のチタン・ミル製品の出荷量は、全世界合計で約6万トンである。化学・火力などの工業用が28800トン(47%)、新規用途が7200トン(12%)、航空産業向けは24600トン(41%、その内訳は、民間機用33%、軍用機用8%)である。これらの数字は、チタンの用途は、化学工業用の工業用純チタンと航空宇宙産業用などの高強度合金の分野に二大別されていることを示している。

いっぽう、研究動向を知るために、1999年6月7~11日に開催された第9回チタン世界会議(ロシア、Sant-Petersburg)の講演のAbstract Bookletを調べた。発表論文は450編、内訳は、ロシア193、ウクライナ36で、ほぼ半数を占め、中国44、日本32、米国28、ドイツ26、英国23、フランス18、スペイン12の順で中国の多いが目立つ。

論文内容別は、プレナリー5、合金論・相変態42、金属間化合物32、ミクロ組織・物理的機械的性質78、環境・表面被覆37、航空10、海洋9、運輸・医療その他21、原料・スポンジ・溶解・リサイクル50、以上小計284、プロセッシング関係は、鍛造・鋳造・モデリング39、溶接・接合25、粉末成形・溶射・被覆23、MMC

(金属基複合材料)26、以上小計113、締切後の提出論文はロシアがほとんどで53である。

これらの内容を見てみると、ミクロ組織がもっとも多く、合金の改良が指向されている。新しい高性能合金が、金属間化合物、MMC、医療などで研究されている。とくに航空が少ない。プロセッシング関係で新しい研究が多く、この分野が重視されている。

上記のようにチタン市場の動向と世界各国の研究開発の方向を考え合わせると、チタン材料のこれからの開発では、コスト重視と性能優先の二極化が、従来にもまして進むものと思われる。したがって前者に対しては、チタンの持つ軽量性、耐食性、高力性を梃子にして、鉄鋼、アルミニウム、銅およびステンレス鋼などの汎用構造材料に対して性能面で優位性を持つのみならず、コスト面で競合可能な材料を、より効率的・経済的に製造できるプロセッシング技術、たとえば従来のVAR法に対して、大型冷却炉床のエレクトロン・ビームやプラズマ・アーク溶解によるスクラップ処理の効率的な方法、表面品質の良好な大型スラグの造塊法、連続鋳造法などの開発が必要であろう。

他方、性能に対してコストがある程度許容される分野においては大幅な性能向上が要求される。この分野はすぐにはチタン産業の拡大にはつながらないが、21世紀の人類の生活に重要で看過できない。たとえば、基TiAl系やTi<sub>2</sub>AlNb斜方晶系の金属間化合物や、高力合金およびこれらの金属間化合物をマトリックスとしたSiC繊維強化MMCのプロセッシングを含めた経済的な開発が望まれる。またイオン工学などの進歩に支えられた精緻な表面改質技術は高性能材料のいっそうの向上に役立つであろうし、表面硬度、超耐熱性、耐酸化性、耐摩耗性および潤滑性なども改善できるであろう。超塑性恒温鍛造、HIPなどはnetあるいはnear-net形状の製品を低コストで提供可能である。これらの技術をとおして、省エネルギー、環境負荷性の配慮も忘れてはならない。

神鋼がこの50年間にチタン材料に関して、合金の改良、新合金の開発、プロセッシング技術の向上、用途拡大などを進めてきた全貌は本号に掲載されている。日本のみならず世界的にみて、チタン産業に対する貢献は多大であったと思われる。しかし、今後21世紀の金属材料として、他競合材料を代替して、その産業規模を拡大してゆくためには、性能向上は欠くことはできないが、それにもまして、コストのいっそうの適正化、低下が求められる。神鋼がこのことを銘記して研究開発を進められることを期待したい。