

✧ ジュラルミンを凌ぐ奇跡の金属 ✧

地殻内で9番目に多い元素であり、質量比では銅Cuの100倍の金属「チタンTi」が有効利用できるようになったのは僅か100年前のことである。

1791年、イギリスの牧師「ウィリアム・グレゴール」(図1)が発見し“メナカナイト”と名付けたが、1795年、ドイツの化学者「マルティン・クラプロート」(図2)がルチルという鉱物からチタンを抽出、ギリシャ神話の“タイタン”に因んで「チタン」と命名した。



図1. グレゴール



図2. クラプロート

酸素と結合しやすいチタンは、発見後100年間、純粋な状態で抽出することが難しく貴重だったが1910年、アメリカの化学者「マッシュュー・ハンター」(図3)が塩化チタン $TiCl_4$ をナトリウムNaで還元する精錬に成功したが、商業的に生産可能な製造法の開発には至らなかった。1930年、ルクセンブルクの冶金学者「ウィリアム・クロール」(図4)が塩化チタン $TiCl_4$ をマグネシウムMgで還元する方法に成功。1938年、渡米して製法を売り込んだが失敗。チタン研究が加速したのは第二次世界大戦終結後、1947年、化学メーカーのデュポン社が“クロール法”を採用し、チタンの工業生産を開始、軽量かつ耐食性が注目され、高温下に曝されることの多い航空宇宙産業への期待が高まることになった。



図3. ハンター

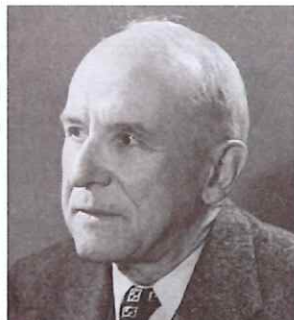


図4. クロール

1948年、チタンは1日に50kg商業生産できるようになり戦闘機F-84やF-86(図5)に使用され、マスコミから“奇跡の金属”と注目され、1950年以降、



図5. F-86 戦闘機

世間の関心は高まったが、1951年の出荷量は僅か75トンとチタン産業は苦戦を強いられることになった。

そこで、チタンの製造支援のためアメリカ政府が介入し、チタン工場建設に資金を提供、余剰備蓄をフォロー、国防総省によるチタン開発計画も功を奏し、1958年までに年間数千トンのチタン製品を生産できるようになった。

航空宇宙用にチタンが急ピッチで製造される一方、スウェーデンの医学者「ペル・I・ブローネマルク」(図6)はウサギの脚に埋め込んだチタン製のカメラが骨と結合していることを発見、音を伝えるチタンの性質を利用した骨伝導中耳インプラント(図7)など医療用インプラントの研究に多大な影響を与えた。



図6. ブローネマルク

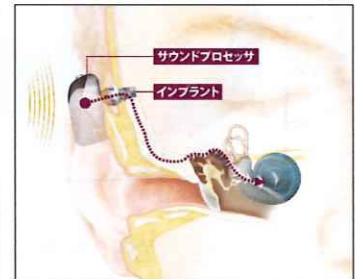


図7. 骨伝導インプラント

チタンの研究は飛躍的に進み、1971年には生産されたチタンの46%が民間航空機に、37%が航空宇宙計画に使用され、生産量が2倍になれば製造コストは20%低下するが、アルミニウムに比べ10倍のコスト高なため、アルミニウムやステンレス鋼を駆逐するには至らず、高コストに見合う場所に限定されている。

チタンは、現代の科学技術を支える重要な物質であると同時に、科学的発見や技術の進歩における偶然の重要性について教授してくれる物質でもある。

特にチタンの生体適合性や医療用インプラントへの有用性は、全くの偶然によって発見された。

チタンの利用には、その化学的特性を理解すると共に、その歴史を知るチャンスでもある。

チタンの特徴は比強度が高いという利点である。「比強度」とは“強度重量比”呼ばれ、重量に比べて高強度のこと(図8)。そのため、自動車のエンジンバルブやロケットにも使われている。



図8. 材料の比強度

チタンは、たわみやすい特性がある。他の素材に比べ柔軟性があり、鉄に比べて2倍曲がりやすく、多少の変形なら元に戻る性質もある。

熱にも強く、チタンの融点は1660°Cで、鉄や銅、アルミニウムより高く、耐熱性もある優れた金属である(図9)。

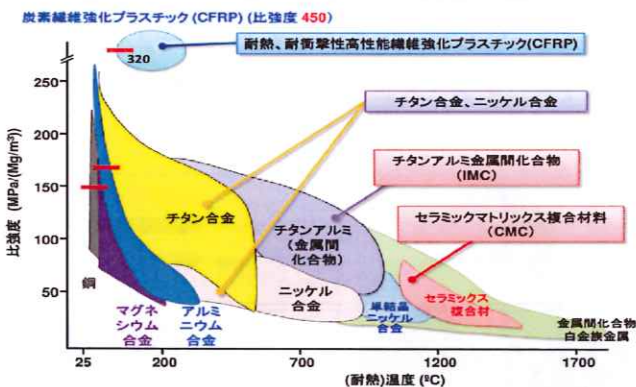


図9. チタンの耐熱性

また、本体を覆う酸化皮膜によって高耐食性で他の素材に比べて錆にくい。鉄や銅、耐食性のあるアルミニウムよりも錆びにくく、チタンは錆びない金属と言われ、海水中でも高い耐食性があるため、船の装甲板にも使用されている。

チタンは軽量なため、普通鋼やステンレス鋼に比べ約60%、銅の50%でアルミニウムより重たいが、耐久性が高く、軽量性に優れているため、部品の軽量化のためにチタンが使用されるケースも少なくない。

無害で生体適合性が高いため、金属アレルギーを起こしにくい。金属アレルギーは金属イオンが汗などに溶け出すことが原因であるが、チタンは空気中の酸素と反応すると酸化皮膜を形成し、金属イオンが汗で溶け出すことがないため、金属アレルギーを

引き起こしにくい。この性質を利用して、チタン素材のピアスを販売し、多くの人がオシャレを楽しめるように工夫されている(図10)。



図10. チタン製ピアス

チタンは熱伝導率が小さいことも生体適合性が高いと言われる理由の1つである。他の素材に比べ熱の移動が起こりづらく不快なく利用できる。

例えば、チタン製のコップは飲むときにコップからの熱を感じる事が少ない(図11)。



図11. チタン製マグカップ

チタンのデメリットといえばステンレス製の商品に比べ約2倍高価なこと。製造する難易度もあり、流通量も少なく、希少性も高いため高額となる。

チタンはあらゆる分野の需要に伴い、その期待は大きい。アルミニウムと銅の合金“ジュラルミン”同様、チタンの可能性は無限大なのである(図12)。



図12. 3Dプリントされたチタン部品