

## 〈5〉ロシアのチタン産業と安易な制裁の危険性 他のロシア産金属とは異なるロシア産チタンの性格

一般社団法人 ROTOBO ロシア NIS 経済研究所 研究員 渡邊 光太郎

### はじめに

ロシアが競争力を持つ金属として、チタンがある。今年の秋からチタンが対ロ制裁の対象として名前が挙がるようになった。このような状況だから、制裁そのものに反対するものではない。しかし、制裁とは相手に対する嫌がらせであるべきで、決して、自らが自爆してはならない。

チタンは他の金属にないややこしさがあ、ロシア産チタンの性格を正確に理解することは容易でない。西側の制裁関連当局がチタン業界の詳細を理解しているかは、不安を感じざるを得ない。ロシア側だって同じである。ロシアが輸出禁止を検討し、米国が輸入禁止を提案している変な状態に見えるが、下手すれば西側とロシア側双方のチタン業界の共倒れになりかねないと危惧する。この共倒れは航空産業も巻き込まれる。

また、日本はスポンジチタンの生産が盛んであり、間接的にロシアと競合している。競合相手が排除されれば、ビジネス拡大のチャンスであるように見える。しかし、状況はそう単純ではない。制裁の行方によっては、日本のチタン業界も大いに悪影響を受けかねない。

本稿では絡み合ったチタンの状況を説明するとともに、慎重な対応を求めたい理由について説明する。なお、慎重な対応といっても、この業界の決定権は欧米にしかない。日本としては、世界のチタン産業

に打撃を与えることのないよう、欧米に働きかけをするくらいしかできない。

### I. チタンについて

チタンは軽くて高強度なハイテク金属として知られる。チタンはすでに広く普及し、眼鏡のフレーム等で身近に接する機会も少なくない。チタンがどのようなものかイメージできる方は少なくないと思う。しかし、このイメージが半分ウソなのが、チタンを分かり難くしている。

チタンが錆びないのは確かだが、必ずしも軽量で高強度ではない。チタンの比重はだいたい4.5であり、2.7のアルミニウムよりは遥かに重い。また、強度はチタンの品種によってまったく異なる。

それでも、鉄より軽く錆びないチタンは極めて便利な存在である。単なる利便性だけで評価すれば、より錆びにくく、軽量なので、ステンレスより優秀な場合が多い。しかし、チタンは高価である。金や銀と比べれば圧倒的に安いにしても、チタンはキログラムあたり4桁円になり加工も面倒である。構造材料に使う金属では最も高コストな部類に含まれる。

人間の利用するチタンは、酸化チタン、CPチタン、チタン合金の3種類に分かれる。CPチタンとチタン合金も外見は似ているが、性質が異なる。この3種類は相互に絡み合うが、別モノである。航空機

用の軽量高強度のチタンはチタン合金である。ロシアが強いのはチタン合金の一部のみである。ロシア産チタンと聞いて、多くの人はアルミやニッケルの地金のチタンバージョンを想像すると思う。極めて不適切な誤解なのだが、そう誤解するなというのには業界と無関係の方には難しい。だから、誤解に基づいて制裁が進んでしまうのではないかと心配する。

以下、3種類のチタンについて説明する。大雑把なチタンのバリューチェーンは図表 1-1 を参照願いたい。

## 1. 酸化チタン

酸化チタンは名前のおりチタンの酸化物である。マニアックな例外はあるかもしれないが、普通は二酸化チタン (TiO<sub>2</sub>) を指す (二酸化チタンも結晶構造の違いで3種類あるが、こちらは本格的なマニアの世界である。機能性材料として使う場合は要区別な場合もある)。

酸化チタンの用途は、とてもハイテクとは思えない用途から、機能性素材まで幅広い。用途の最大勢力はハイテクから縁が遠い白色顔料である。白ペンキや白いプラスチックに含まれている。身近な用途では葉の増積材として使用されているので、読者の皆様方も何度もお飲みになったことがあると思う。

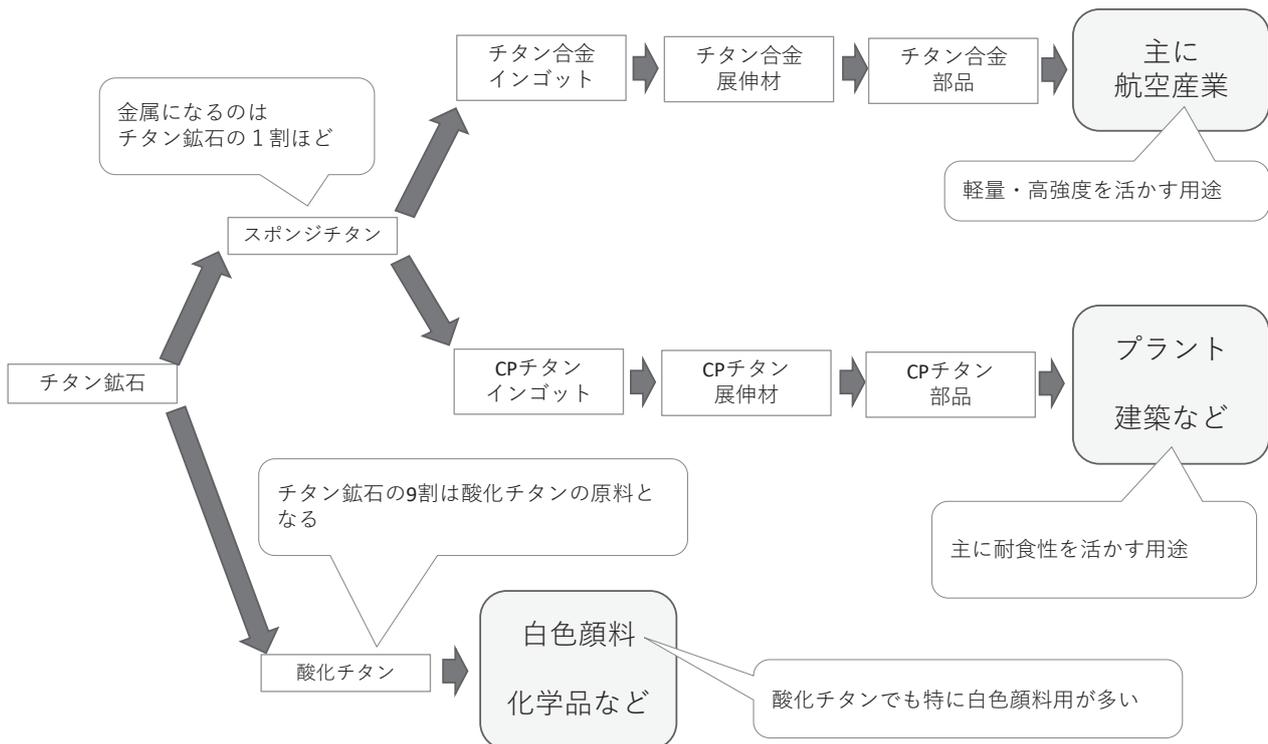
チタンは金属としてのイメージが強いが、元素としてのチタンの利用の9割以上は酸化チタンとしての利用である。採掘されたチタン鉱石のほとんどは、金属にならない (図表 1-2)。

この事実を理解していないと、判断を誤る。例えば、ウクライナはチタン鉱石の大産地なので、戦争による混乱で航空産業・軍事産業に対する影響を論ずる人もいた。正常に生産できている時期、ウクライナは世界の5~7%のチタン鉱石を供給していた。決して無視できる量ではないが、金属になるチタン鉱石は1割以下でしかない。チタン鉱石の供給が多少減ったところで、もともと少ない流れに対する圧迫は弱い。金属チタン原料の供給への物量的なインパクトはほぼない。チタン鉱石の価格は確かに上がっているが、開戦前からロシアやウクライナ情勢に関係なく、中国の需給等の要因で上がっていた。

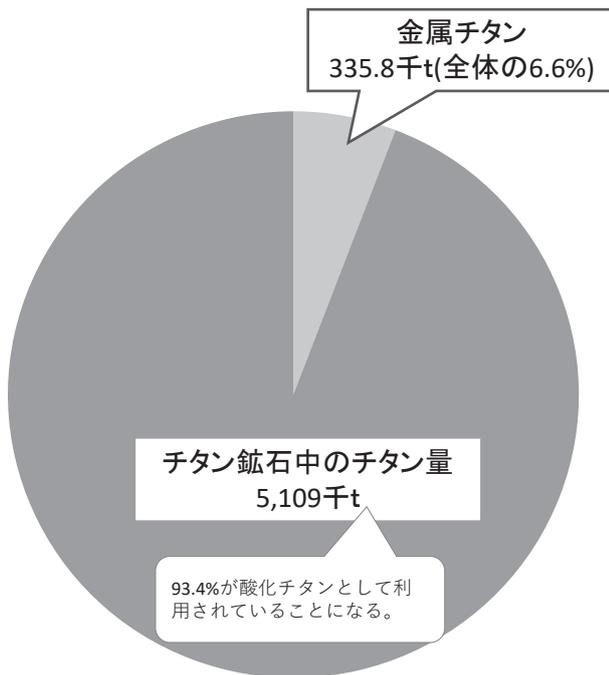
## 2. CPチタン

CPチタンは合金成分が少ない金属チタンのことで、CPとはCommercially Pureの略である。成分により品種分けがされているし、合金成分を比較的多く加えるものもあるので、断じて純粋なチタンではないが、“純チタン”とも呼称されることもある。民生品の金属チタンの大半はCPチタンである。

図表 1-1 チタンの流れ



図表 1-2 2023 年の世界のチタン鉱石利用



\*チタン鉱石の重量はチタン純分に換算した  
 出所：USGS の数値から作成したが、2023 年のロシア分を報道された CIS チタン会議でのロシアの発表の数値（VSMPO-Avisma42 千 t、SMZ1.5 千 t）に置き換えた。

CP チタンの最大の売りは耐蝕性である。CP チタンの量的な最大用途はプラント用機器製造であり、復水器、熱交換器、反応器等に使用される。

日本では鉄鋼メーカー各社が CP チタンを製造している。後述するように、日本の CP チタン展伸材は一定の競争力がある。

CP チタンは耐蝕性の高い優れた素材であるが、実は一般のイメージに反し、強度はさほど高くない。強度の値そのものでは特殊鋼にまったく敵わないし、強度を比重で割った比強度ではアルミ合金にも負ける。強度を要求される場合、CP チタンは使用されない。もちろん、航空機の構造材料としては絶対に使わない（配管類などでは使用されることもある）。

### 3. チタン合金

合金成分を多く（最大数十%）混ぜた金属チタンをチタン合金と呼ぶ。様々な目的で、様々な物性の、様々なチタン合金が存在する。チタン合金という用語も誤解を招きやすい。しかし、チタン合金は CP チタンの対義語的に使用される用語としてすでに確立されている。チタン合金にもいろいろあるが、合

金成分で強度を高めた金属チタンということで、チタン合金というワードが多用されている。

高強度が要求される場合のチタンとは、すべてがチタン合金である。“軽くて高強度”というチタンのイメージはチタン合金のものである。チタン合金の量的な最大用途は航空機の構造用材料である。実際、ネジ用材料や医療用などでもチタン合金が使用されるが、量が限られる。ロシアが関わるのは主に航空機用であり、本稿においてはチタン合金とはほぼすべて航空機用のチタンである。

航空機に使用されるチタン合金も種類は多い。しかし、現在でも圧倒的な最大勢力はチタンにアルミニウム 6%、バナジウム 4% を混ぜた Ti-6Al-4V である。本当は Ti10-2-3 合金、Ti-5553、Ti-6242、Ti-811 合金等もあるが、マニアな世界に足を踏み入れる気のない方には、“64 合金など” くらいに理解していただければよいのではと思う。

一般論として、強度の大きい材料の加工は難しい。強度が大きいとは、曲げにくいことであり、削りにくいことであり、壊れにくいことである。加工は曲げたり、削ったり、切り取ったりといったことをする。高強度であるだけで面倒なのに、チタン合金特有の難しさが加わる。金属は温度によって組織が変化するが、チタン合金の最終的な加工は使用する温度と同じ組織を維持して行う必要がある。金属は熱して軟化させて加工するケースが多いが、チタン合金は十分に軟化しない温度での加工が要求される。よって、ハイパワーな大型設備が必要となる。チタン合金と CP チタンでは、加工の難易度がまったく異なる。それでも、加工対象が小さければ相応の設備でなんとかできるが、大型部材になった場合は、世界でも数が限られる大型設備が必要になる。大型設備を要求することは、チタン合金材、特に大型材の特殊性である。なお、大型部材とは数メートルサイズの部材である。

大型材では特に巨大な設備が必要となることで、ロシアの登場となる。ロシアの VSMPO-Avisma 社は巨大な設備を多く備える。ロシアは決してチタン全体において競争力があるわけではない。ロシアが競争力を持つのは、チタンの中でもハイパワーな設備を要するチタン合金の大型品に限定される。しかし、そこが航空機用チタンの本丸であり、航空業界はロシアのチタン合金から逃れにくい。また、バリュー