

24 チタン (Ti)

24. チタン (Ti)

24.1 マテリアルフロー分析

原料から主要応用製品に至るチタンのマテリアルフローを末尾掲載図に示す。

(1) チタン鉱石

チタンの原料鉱石は、チタン酸化物を主体とする天然ルチル、チタンと鉄の複合酸化物であるイルメナイト、さらにイルメナイトを高純度化処理した UGI(Up Graded Ilmenite) であるが、いずれも全量輸入されている。

(2) 酸化チタン

酸化チタンは、イルメナイト鉱を化学還元法あるいは熱還元法によって純度を上げた UGI をさらに精製して作られる。日本における酸化チタンの生産量は 2003 年実績で 16.7 万 t である。出荷された酸化チタンの 3 分の 2 は国内で消費され、3 分の 1 が輸出される。国内における酸化チタンの用途の約 3 分の 2 は塗料と顔料である。

(3) 金属チタン

金属チタンの原料としては、主に UGI が使用される。

① スポンジチタンおよびインゴット

製錬されて出来た金属チタンの形状が海綿状であることから、スポンジチタン(純チタン)と呼ばれるが、「クロール法」と呼ばれる製錬プロセスで生産される。大部分のスポンジチタンあるいはチタンスクラップは真空アーク溶解法(VAR)、電子ビーム溶解法(EBR)プラズマビーム溶解法(PBR)に溶解されインゴットとなる。

日本のスポンジチタンの出荷量は、景気の変動を受けながらも長期トレンドとしては増加傾向にあり、世界のシェアは約 40% である。2003 年のスポンジチタン出荷量は 1.8 万 t を記録した。同時に CIS から 5.7 千 t 輸入している。

② 展伸剤

金属チタンの製品形態は、板、条、棒、管の展伸剤とその加工品が大部分を占め、鋳造品や粉末冶金製品などの素形剤は少量である。展伸剤の主要形態である板は、インゴットを分塊して得られたスラブを熱間圧延、冷間圧延によって製造され、その製造方法はステンレス鋼に類似しているため、その製造設備を兼用しているメーカーが多い。

③ 主要応用製品(用途)

金属チタンの主な用途は、国内においては石油および化学工業用の配管、塔槽類、熱交換器などの設備材や火力および原子力発電の復水器用チューブ、タービン、さらに海水淡水化プラント、航空機用など多岐にわたる。最近では建材、医

療用材料、自動車部品、眼鏡フレーム、腕時計、ゴルフヘッド、IT 部品、装飾品など民生品に新しい用途が広がりつつあり、販売業者向けも増加して流通に乗り始めている。

2.4.2 リサイクルの現状と評価

リサイクルの対象となるチタンは金属チタンであり、塗料や顔料などで消費される酸化チタンについては、チタン純分量は金属チタンの約 10 倍であるが、リサイクルの対象とはなりにくい。金属チタンはアルミニウムなどと同様にエネルギー多消費型金属の一つで、そのリサイクルは重要な課題であるが、その特性からライフサイクルが長いことおよび市場規模が小さいことから、スクラップ市場はまだ未成熟である。

(1) 素材メーカーの製造過程で生じるスクラップ

金属チタンの製造過程で生じる加工歩留まりは、近年の生産技術の向上などにより飛躍的に向上している。20 年前はインゴットから展伸材に至る製造歩留まりが 50%前後と低かったが、現在はスポンジチタンからインゴットを経て展伸材に至る総合歩留まりでも、純チタンの場合 80%前後まで高くなっている。製造過程で発生する自家発生スクラップ(推定約 4 千 t)の多くは、インゴット再生用と鉄鋼添加用に再利用される。ただし合金のスクラップは、国内ではインゴット原料としての再利用はほとんどされず、米国などへ輸出されるか、鉄鋼添加用として再利用される。

(2) 市場で発生するスクラップ

二次加工や最終製品加工メーカーで発生するスクラップについては、正確なデータはないが、原則的には素材メーカーへ直接、あるいは流通業者経由で素材メーカーへ返却されるので、再利用率は高い。設備部品などの応用製品として使用された後に発生するスクラップのリサイクル率は必ずしも高くない。

(3) 使用済み品の存在形態と量

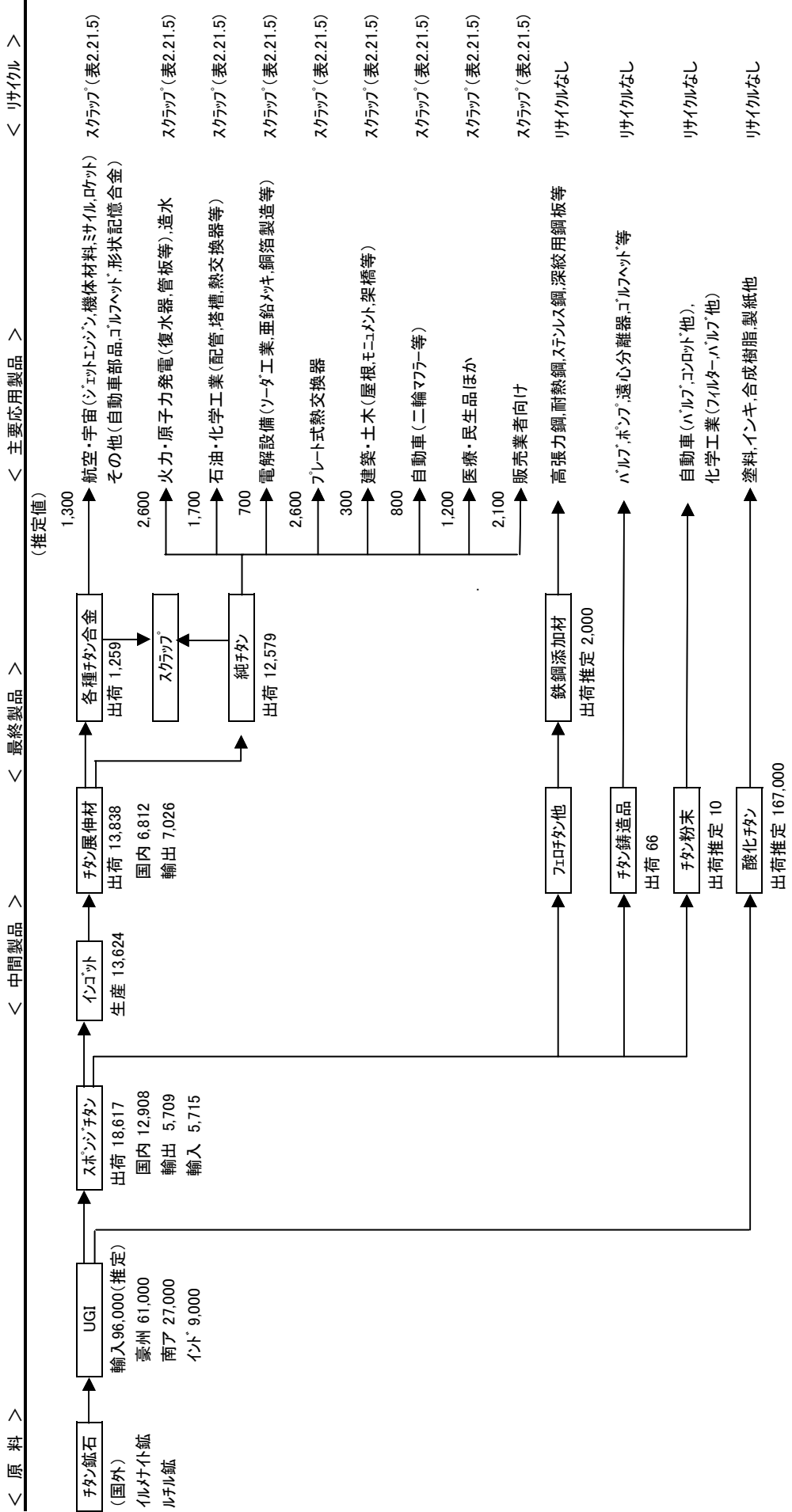
航空機については、民間航空機の使用済みエンジンおよび機材材料の形で発生するが、日本などの先進国では、経済性および輸送力の点から新機種に切り替える際、中古機として発展途上国へ売却することが多く、国内では航空機がスクラップとなることは稀である。化学プラントや発電所などでの使用済み品は、廃管、廃バルブ、廃槽などの形で発生するが、素材メーカーが引き取ることが多いため量的把握は出来ていない。一方ゴルフクラブのヘッド、眼鏡のツル、時計などの民生品については様々な形態に加工されているが、チタンが使用されて日が浅いことや、一品の重量が小さいため、リサイクル市場を形成するまでに至っていない。

(4) リサイクル形態と現状評価等

素材メーカーの自家発生スクラップについては再利用の内容が明確であるが、市場で発生する使用済み品については、一部鉄鋼添加用のフェロチタン原料として再利用されているものの、ライフサイクルが長いこと、スクラップ市場に出回る量がまだ少ないことなどのため、分別リサイクルの流通システムが市場として確立されていない。なかでも合金については、品質保証上の問題も加わり、使用済み品のリサイクルは極めて小規模である。

チタン(Ti)

(2003年ベース、単位:トン、全てマテリアル量で表示)



原料埋蔵量(2001年, 千トン)

イルメナイト鉱	463,000
ルチル鉱	532,000

純分換算比率

TiO ₂	Ti
イルメナイト鉱	33%
ルチル鉱	58%
UGI	58%

出典:
財務省 通関統計
(社) 日本チタン協会資料
日本酸化チタン工業会資料

リサイクルの現状

主な応用製品	利用形態	使用済み品の形態・量		リサイクル形態		リサイクル現状評価 (A～G)4)	備考5)
		形態	量1)	リサイクルの実態	サイクル2)		
航空機,ロケット (エンジン,機体)	各種チタン合金 (Ti-6Al-4V等)	廃エンジン 廃航空機	(300トン)	国内:再利用 輸出:リサイクル	(10年) (20年)	B,C 0%	・スクラップの一部は再利用(鉄鋼添加)。 ・輸出先(主に米国)で再溶解。 ・合金の国内リサイクルは,リサイクル市場が未成熟,品質保証問題から皆無。
火力・原子力発電 (コンデンサーチューブ,タービン)	純チタン管,板,鍛造品	廃パイプ,廃装置	(600トン)	インゴット再生	(30年)	C,G 0%	・リサイクルのサイクルが長いいため,まだ殆ど使用済み品として市場に出ない。
石油等化学工業用 (配管,塔槽類,熱交換器)	純チタン管,板	廃パイプ,廃装置	(1,000トン)	インゴット再生	20年以上	C,G 不明	・ユースター/メーカー間の直接取引のため市場に出ないが,リサイクル率は高いと推定。
電極,電解槽	純チタン(Pd,Ru,Ta入り) 板,管	廃パイプ,廃装置	(500トン)	リサイクル	3～10年	A,G 70%	・一部,電解液に溶出,消耗。 ・ユースター/メーカー間で再利用システム確立。
プレート式熱交換器	純チタン板	板	(500トン)	インゴット再生	5～10年	A 60%	・一部,鉄鋼添加用として再利用。
建築・土木 (屋根,外装,管)	純チタン板	板	(80トン)	インゴット再生	(50年以上)	C,G 0%	・リサイクルのサイクルが長いいため,まだ殆ど使用済み品として市場に出ない。
その他 (民生品,流通向け等)	各種チタン合金,純チタン	各種形状	(3,500トン)	一部リサイクル	数年～半永久	F,G 不明	・用途市場が多角で未成熟が多くリサイクルの実態未掌握。
鉄鋼添加材 (高張力鋼,ステンレス鋼等)	フェロチタン,純チタン	廃鋼管,廃鋼板	(4,000トン)	鉄鋼に準じる	鉄鋼に準じる	A,B 0%	・鉄鋼の再溶解過程でチタン分は大半がスラグへ。

(注)

- 1) ()内はチタン使用量
- 2) ()内は推定リサイクル年数
- 3) ()内は推定リサイクル率

- 4) A:応用製品が消耗品
B:添加剤として使用
C:リサイクルの流通システムなし

- D:効果的なリサイクル技術なし
- E:経済性なし
- F:需要開発が不十分
- G:その他

- 5) リサイクルの実態,ポトルネット等