

■ シリーズ特集 ■ 明日を支える資源 (62)

# チタンの現状と将来

## Present and Future of the World's Titanium Industry

三 戸 善 晴\*  
Yoshiharu Mito

### 1. はじめに<sup>1~2)</sup>

人類が1903年に初めて空を飛んで以来航空機はチタンという金属の利用によって急速に発展した。現在チタンはその魅力的な、軽く、強く、錆ないという特徴を生かし、陸から海へそして宇宙航空の世界へと活用の領域を広げている。

チタンは1790年英国の寺僧, William Gregor が海岸で採取した磁性のある黒色の鉱砂(イルメナイト)中に新しい金属元素(チタン)の存在を発見し, メカナイトと命名した。その4年後, 独国のM. H. Klaproth がハンガリーでルチル鉱から発見し, ギリシャ神話の巨人タイタンにちなんでTitan (独) (英名: Titanium) と命名後にメカナイトと同一物であることが判明した。しかしこれらの発見はチタンの酸化物をイルメナイトやルチル鉱の中から鉄などの酸化物と分離しただけであり, 決して金属チタンをチタンの酸化物から還元・抽出したものではなかった。鉄はFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を原料として炭素を還元材とし加熱することにより酸素を除去し, アルミはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を熔融塩にして電気分解をすることにより酸素を除去することが出来るが, 鉄, アルミの酸化物系の鉱石とは違い, TiO<sub>2</sub>は酸素との結合が強く酸素を切り離すことが非常に難しいと考えられていた。そのため, チタンが発見されてから, 120年もかかりやっと金属の抽出に成功した。その方法は経済的な工業生産性を考慮すると, 冶金学的方法ではなく化学反応を用いたものであった。最初に成功したのは1910年米国のM. A. Hunter で四塩化チタンをナトリウムで還元することにより, 不純分の少ない金属チタンを抽出した。続いて1936年ルクセンブルグ生まれの米国人, W. J. Kroll が四塩化チタンをマグネシウムで還元することを考案し, 1.4kg

のスポンジチタンの製造に成功した。前者をハンター法あるいはナトリウム還元法と言い, 後者をクロール法又はマグネシウム還元法と言う。クロール法の特許が成立したのが1940年で, 米国のデュボン社が1948年からスポンジチタンの工業生産を開始し, 日産45kgを生産した記録が残っている。今日, 世界中で生産されているスポンジチタンは全てこの製造方法によるものである。銅, 鉄は勿論のことアルミが誕生してから100年以上の歴史をもつことから較べると, やっと金属の仲間入りの出来た若い金属と言えよう。

### 2. チタン鉱石<sup>2~4)</sup>

チタンはアルミニウム, 鉄, マグネシウムについて地殻中に4番目に多く存在する金属と言われている。表1に示すように総量としては非常に多いが, 製造工程, 技術水準及び環境保全面からの制約, 経済性等から使用出来る品位のものが産出される鉱床は限られる。その上放射能物質含有量の少ない原料が要求されるため, 増々チタン鉱石の選択幅が狭められ, 総量では豊

表1 チタン鉱石埋蔵量 (TiO<sub>2</sub>換算10万トン)

国 名	イルメナイト	天然ルチル	合 計
南アフリカ	63.3	8.3	71.6
ノルウェー	39.8	—	39.8
オーストラリア	32.9	4.3	37.2
カナダ	31.2	—	31.2
インド	30.2	6.6	36.8
中国	30.0	—	30.0
ブラジル	17.9	—	17.9
スリランカ	12.8	4.8	17.6
アメリカ	8.0	0.5	8.5
C I S	5.9	2.5	8.4
フィンランド	1.4	—	1.4
シエラレオネ	—	3.1	3.1
他	1.0	—	1.0
合 計	274.4	30.1	304.5

\* 東邦チタニウム(株)チタン営業部副部長  
〒108 東京都港区港南2-13-31 品川NSSビル1F

富と考えられているチタン資源も必ずしも充分とは言えない状況となっている。

## 2.1 種類

### (1) 天然ルチル

チタン鉱石の中で最もTiO<sub>2</sub>分が高く、金属チタン、塩素法用酸化チタン及び溶接棒用フラックスの原料として主に使用されている。これらの原料として使用される最適な鉱種であるが埋蔵量も少なく、1995年1月から勃発した西アフリカのシエラレオネの内乱により年産60万トン近くあった生産が41~42万トンに落ち込み、最近の価格の大幅アップにつながっている。天然ルチル及びイルメナイトの分析例を表2に示す。

表2 天然ルチル、イルメナイト分析例

(WT%)

成分	天然ルチル (オーストラリア)	砂粒イルメナイト		岩石 イルメナイト (カナダ)
		塩素法用 (オーストラリア)	硫酸法用 (マレーシア)	
TiO <sub>2</sub>	95.7	59.4	51.7	34.3
FeO	—	5.2	38.5	27.5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.58	31.4	3.8	25.2
SiO <sub>2</sub>	0.65	0.47	1.0	4.3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.60	0.97	1.6	3.5
MnO	0.02	1.08	3.2	0.16

### (2) 合成ルチル

地殻中に多量に存在するイルメナイトを原料とし、TiO<sub>2</sub>以外の酸化鉄分を化学的に処理を行って取り除きTiO<sub>2</sub>純分を90~95%程度に高めたもので、天然ルチルに対し合成ルチル又はUGI (Up Graded Ilmenite) と言われている。現在、表3に示すように、Becher法、Benilite法及び石原法の3つの製造

方式により工業的に生産されている。

### (3) チタンスラグ

合成ルチルと同様にイルメナイトを原料とし、コークスと共に電気炉で加熱溶解しイルメナイト中のTiO<sub>2</sub>とFeO及びFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を分離する方法である。この方法は濃縮された熔滓をチタンスラグとして回収し、他は鉄鋼の原料となるため大量の産廃物が発生することがなく、アップグレードの方法としては合理的である。合成ルチル及びチタンスラグの分析例を表4に示す。

表4 合成ルチル・チタンスラグの分析例

(WT%)

品 種 成 分	合 成 ル チ ル			チタンスラグ (RBM)
	Becher法 (WSL)	Benilite法 (KERR-MCGEE)	石原法 (ISK)	
T.TiO <sub>2</sub>	92.10	92.75	95.5	84.6
T.Fe	2.93	4.30	1.61	7.9
MgO	0.29	0.15	0.07	0.98
CaO	0.02	0.005	0.01	0.19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.57	0.005	0.46	1.06
SiO <sub>2</sub>	1.09	1.20	0.50	2.19
MnO	0.97	0.07	0.03	2.07

## 2.2 鉱石の需給及び価格推移

表5の鉱石の需給バランスから見ても分かる通り全体の需要量の内酸化チタン用原料として使用されるものが90%以上も占めており、金属チタン用としては5%にも満たない。このようなことからチタン鉱石は酸化チタンの市況によって大きく左右されることとなる。

価格を見てみると、需要の大半を占める酸化チタン

表3 合成ルチルの製造法及び生産能力

製造方式	製 造 概 要	会 社 名	生産能力(T/年)	国 名
Becher法	鉄分を金属鉄の状態に還元した後、水中で鉄分を空気酸化して分離除去する。	RGC	317,000	オーストラリア
		WSL	120,000	
		TIWEST	160,000	
Benilite法	鉄分をFeOの状態に還元した後塩酸にて加圧浸出し鉄及びその他チタン以外の成分を溶出除去する。	DCW	20,000	インド
		KMML	12,000	“
		IRE	100,000	“
		CMRL	12,000	“
		MTC	50,000	マレーシア
		KERR	140,000	アメリカ
		-MCGEE		
石原法	鉄分をFeOの状態に還元した後、稀硫酸にて加圧浸出し鉄及びその他チタン以外の成分を溶出除去する。	石産産業	55,000	日本

表5 チタン鉱石の需給バランス (1995年ベース)

供給		生産量 (TiO <sub>2</sub> 換算千トン)
天然ルチル		394
合成ルチル		727
チタンスラグ		1,560
イルメナイト		1,210
計		3,891
需要		使用量 (TiO <sub>2</sub> 換算千トン)
金属チタン用		145 ( 3.7%)
溶接棒用		95 ( 2.4%)
鉄鋼用		105 ( 2.7%)
酸化チタン用		3,596 ( 91.2%)
計		3,941 (100 %)

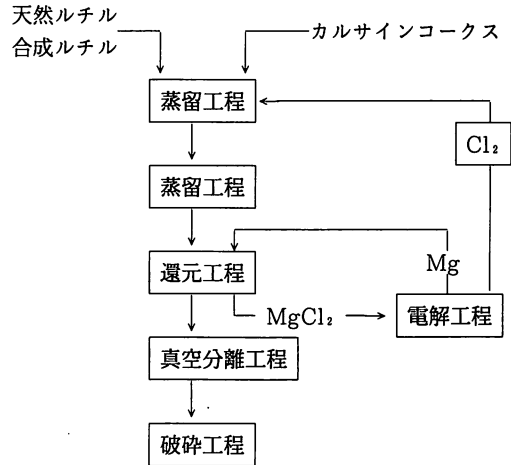


図-2 スポンジチタン製造工程

の伸びが通常年率2～3%であるのに対し、1986～1989年にかけては世界的な好況を受けて年率6%近い伸びを示し、その結果需給バランスが崩れ大幅な価格アップとなった。又最近では、環境問題から酸化チタンメーカーが硫酸法から塩素法へプロセス変更したことにより天然ルチル及び合成ルチルの重要性が増えていること、その上1995年から内乱のためシエラレオネの生産がストップしたことにより鉱石価格の値上りに拍車をかけている。図-1にチタン鉱石の価格推移を示す。

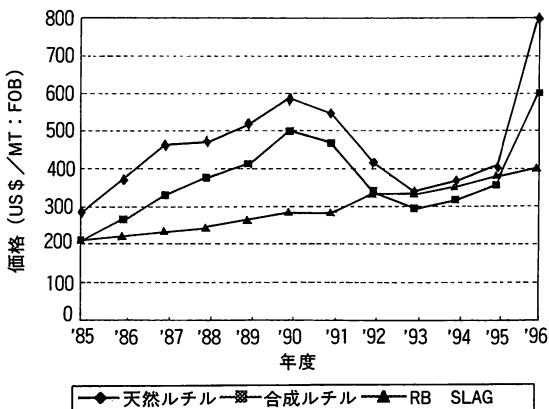


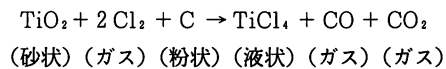
図-1 チタン鉱石価格推移

3. 金属チタン<sup>(1), 5)</sup>

日本で現在スポンジチタンを製造している会社は東邦チタニウム(株)と住友シチックス(株)の2社である。スポンジチタンの工程は図-2に示す6工程から成っている。

(1) 塩化工程

縦型流動塩化炉に天然ルチル又は合成ルチルとカルサインコークスを粉体のまま炉の上部より投入し、炉底より塩素ガスを吹き込み約1000℃で反応させる。生成塩化物はガス状で、そのガスを一次冷却器に送り高沸点塩化物及び未反応混合物を捕集する。次に二次冷却器に入った生成塩化物は約40℃まで冷却され、ここで全体の約90%のTiCl<sub>4</sub>が捕集され、さらに三次冷却で-10℃以下に冷却をし残分のTiCl<sub>4</sub>が捕集される。

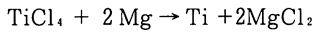


(2) 蒸留工程

塩化工程で得られた粗TiCl<sub>4</sub>はまだ多くの不純分を含んでいるため、沸点差を利用して精製TiCl<sub>4</sub>にする。高沸点不純物は蒸留釜に残留し、低沸点物は精留塔からコンデンサを通してガスとして分離除去されTiCl<sub>4</sub>のみが凝縮液化する。

(3) 還元工程

還元反応は、アルゴン雰囲気のステンレス製容器内で蒸留工程から送られて来た精製TiCl<sub>4</sub>と熔融したMgを約1000℃で反応させ、副生物のMgCl<sub>2</sub>を間欠的に抜き出しチタン塊を生成させる。この段階でのチタン塊は多孔質で、その孔中には除去すべき過剰のMg及び副生MgCl<sub>2</sub>が含まれている。これは一般の金属の精錬と異なり、反応雰囲気中に少量でも空気が存在すると反応精製物のチタンが汚染され純度が低下する。このため反応は気密ステンレス容器に不活性ガスを満たした中で行われ操業はバッチ式となっている。



(気体) (液体) (固体) (液体)

#### (4) 真空分離工程

還元が終了したステンレス容器を密封したまま真空分離工程に移し約1000°Cに容器を加熱，減圧することにより物理的にチタン塊中からMgとMgCl<sub>2</sub>を分離して，より高純度なものにする。真空分離工程を終了したチタン塊は常温まで冷却した後容器内より押し出される。分離後のチタン塊は多孔質なのでこれをスポンジチタンと呼んでいる。この真空分離は工業的に我が国で開発された極めて合理的な技術で高品質なスポンジチタンの製造が可能になった。

#### (5) 破碎工程

容器から押し出されたスポンジチタンは大型のプレス切断機で輪切りに切断，粗砕され部位別に仕別される。粗砕され，仕別された小塊のスポンジチタンはシャーとクラッシャーにより3/4inch～20mesh（約19～1mm）にさらに破碎される。その後，分析され規格や品位の確定したスポンジチタンは混合され，販売単位のロットを構成し，ドラム缶に分配，包装されて製品となる。その際スポンジチタン中に微量残留しているMgCl<sub>2</sub>が吸湿してチタンを変質させることを防止するため，製品スポンジチタン入りのドラム缶は密閉後真空引きされ，アルゴンガスが充填される。表6にスポンジチタンの代表的ロット品質を示す。

表6 スポンジチタン（3/4inch～20mesh）の代表的品位（%）

Ti	Fe	Cl	N	O	Mg	Si	Sn
99.8	0.022	0.080	0.003	0.030	0.025	0.005	0.010
H	Ni	Cr	Al				
0.001	0.015	0.005	0.003				

#### (6) 電解工程

この工程は，還元工程で副生するMgCl<sub>2</sub>を熔融塩電解法により金属マグネシウムと塩素ガスに分解する工程である。図-2のように分解された金属マグネシウムは還元工程へ，塩素ガスは塩化工程へそれぞれリサイクルされる。この工程で消費される電力は，チタン製錬工程全体の電力原単位の60～70%（9,000～11,000 kWh/Ton）となっており，海外のチタン製錬メーカーと競争する上で，日本の製錬メーカーは割高な単価の電力を使用せざるを得ないためハンディキャップを背負っている。世界のチタン精錬メーカー及びその能力を表7に示す。全てクロール法の技術により製錬

表7 世界のチタン精錬メーカー及び能力（1995年）

国名	会社名	能力TON/年	操業開始
日本	東邦チタンニウム(TTC)	10,800	1954年～
	住友シチックス(STX)	15,000	1952年～
米国	TIMET	10,000	1950年～
	OREMET	6,800	1965年～
CIS	AVISMA (Russia)	25,000	1960年～
	UKTMK (Kazakhstan)	40,000	1965年～
中国	遵義	2,000	1965年～
合計		109,600	

を行っている。

### 4. スポンジチタンの需給バランス<sup>8)～9)</sup>

#### 4.1 日本

日本のスポンジチタンの需給バランス及び展伸材出荷実績を表8に示す。（注）展伸材：チタンインゴットを圧延又は鍛造を行い，板あるいは棒・線に加工したものを言う。スポンジチタンの生産は1990年に過去最高の25.6千トン記録し，出荷でも同年が最高となっている。スポンジチタン生産量と能力を比較してみると，過去最高であった1990年で87%の稼働率となったものの，1993年では50%を切り散々たる結果になっている。1952年から日本でスポンジチタンが生産されるようになってから43年がたつが，稼働率が80%を越えた年は数える程度しかなく，多くの年が65%を割りこんでいる。これはチタンが海外の航空機産業に依存するところが多いため航空機産業の動向に伴い現れる現象である。ここにきて民間航空機の需要回復によりスポンジチタンの輸出量が大幅に増えてきており，2～3年は需給が逼迫することが予想される。又展伸材は着実に出荷量を伸ばしてきている。日本の展伸材は純チタンが90%以上を占め合金チタンは少量である。展伸材出荷量の約半分が輸出されている。

#### 4.2 米国

米国は現在TIMET（生産能力10千トン/年）OREMET（生産能力6.8千トン/年）の2社である。生産能力10.9千トン/年を有していたRMIが1992年にチタン需要の低迷からスポンジチタンの生産から撤退し，展伸材のみの生産を行っている。表9に米国スポンジ生産及び展伸材出荷量を示す。1991年ソ連邦崩壊によ

表8 日本のスポンジチタン需給バランス・展伸材出荷実績 (単位千トン)

	1988年	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年	1996年(予)	
スポンジ生産	16.4	21.3	25.6	18.4	14.6	14.4	16.8	16.7	22.0	
能力	29.5	29.5	29.5	30.0	30.0	30.0	25.6	25.6	25.6	
出荷	輸出	4.4	5.5	6.5	3.4	3.9	3.0	4.5	5.2	8.0
	内需	14.1	16.6	18.6	13.9	10.9	12.1	11.3	10.5	12.0
	合計	18.5	22.1	25.1	17.3	14.8	15.1	15.8	15.7	20.0
インゴット生産	12.2	15.5	17.0	12.4	9.7	12.0	12.1	12.1	12.5	
展伸材出荷	6.6	8.5	9.0	7.3	6.2	7.6	8.6	9.1	9.1	

表9 米国スポンジチタン生産・展伸材出荷実績 (単位千トン)

	1988年	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年	1996年(予)
スポンジ生産	22.2	25.2	24.7	13.4	NA	NA	NA	NA	—
能力	29.9	29.9	29.9	31.3	20.4	16.8	16.8	16.8	16.8
展伸材出荷	22.5	25.0	18.8	15.7	16.2	16.6	15.6	19.7	23.0
軍用機	6.7	6.4	4.9	3.6	3.3	2.9	3.3	3.0	2.7
民間機	7.7	8.4	8.6	8.2	8.3	5.9	6.3	7.3	8.3
一般工業他	8.1	10.2	5.3	3.9	4.2	7.8	6.0	9.4	12.0

\*注1992年からスポンジチタン生産会社が2社となったことにより統計には載らなくなった。

表10 日本のCISスポンジチタン輸入量 (単位トン)

	1988年	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年
ロシア	—				407	432	1,018	2,802
カザフスタン	—				79	681	2,034	1,993
ウクライナ	—				129	69	98	28
計	—	514	376	491	681	1,182	3,150	4,823

\*注ウクライナでZaporozhyeがスポンジチタンの生産を行っていたが1993年11月に休止。

り冷戦構造が崩れ大幅な軍縮となり、軍用機向けのチタンの需要は大幅に落ち込んだ。1991年までは軍用・民間航空機用用途が大半を占めていたが、その内の軍需向けが1991年以降激減したことにより民生品用途の開発が進み、中でもゴルフ向けチタンは1996年には4～5千トンに昇ると予想される。又、ボーイング777を代表する民間航空機の新規需要及び更新需要時期にきているため自国のスポンジチタンだけでは足りず、日本・CISから輸入せざるを得ない状況となっている。軍縮に伴い落ち込んできた米国の展伸材出荷量は、1995年以降その需要構造が変化し、軍需に頼らなくても最盛期並の数量に戻しつつあり、更にその報いを伸ばそうとしている。

#### 4.3 CIS

現在CISではAVISMA(ロシア)UKTMK(カザフスタン)の2社がスポンジチタンの生産を行っている。旧ソ連邦崩壊の前は軍需面で米国は空の防衛に力を入れ、一方ソ連はチタン使用量が一隻10千トンとも言われている原子力潜水艦を各海域に配備し国の防衛にあたっていたと言われている。崩壊後時間がたつにつれて今まで皆目わからなかったCISの実態が明確になってきている。表7にAVISMA, UKTMKの生産力を示したが、実際にはプラントの老朽化やチタン鉱石、マグネシウムの入手難から実生産量は2社合わせて20～25千トンとなっている模様である。表10にCISから日本へ輸出されているスポンジチタン量を示す。表10からもわかる通り1993年から輸入が大幅に増

えてきており、1995年には4.8千トンと同年の日本のスポンジチタン生産量の30%となっている。米国も同様に1995年には8～10千トンが輸入されている。今やチタンの需要増を受けて旧西側のスポンジ生産量では間に合わず今後共米国、欧州そして日本へ多量のスポンジチタンが輸出されるものと思われる。

## 5. チタンの用途

この項ではチタンの用途を若干述べる。航空機分野以外は日本の使用例を中心とする。

### 5.1 航空機

日本の航空機向け展伸材は僅かな量しか生産されていないが、欧米ではチタン展伸材の70%前後が航空機分野に向けられている。軍用機は今後の伸びはないと考えられるが、民間航空機は欧米の先進国での旅客の伸び率は低いものの、アジア地域での高度経済成長を受けて需要が急成長している。又、現在就航している航空機の内約3,000機前後が更新期となっていること、エンジンの騒音規制により米国では2000年から、日本、欧州では2002年から旧型エンジンを搭載している航空機はエンジンを交換するか、改修しなければならない。

このようなことからチタン需要は民間航空機に期待するところが数年続くものと思われる。表11に1999年までの民間航空機引き渡し予想機数、表12に代表的機種のTITANIUM Buy WEIGHTSを示す。

表11 民間航空機引き渡し予想機数

1995～1996年	450機
1997年	600機
1998～1999年	700～800機

### 5.2 化学工業

化学工業向けには高級耐食性材料として使用されている。石油化学工業ではポリエステル繊維の原料であるテレフタル酸製造プラント、尿素製造プラントがあげられる。電解工業ではソーダー電解、次亜塩素酸ナトリウム電解、二酸化マンガンの電解あるいは電槽材料として使用されている。又、近年海水を冷媒とするプレート熱交換器に多量のチタンプレートが使われ始めている。

### 5.3 電力・造水

この分野では、銅合金(CuNi)との価格競争となっているが、安全性、メンテナンス等を考えるとチタンが優位に立っている。電力用として原子力及び火力発電所でのチタン製コンデンサーが定着し、日本の展伸材出荷量の3割強を占めるようになってきている。又、欧州、韓国そして東南アジアの発電所向けにチタン管あるいはその材料のフープとしても輸出されている。造水用としては海水淡水化プラント用チタン管として1978～1982年にかけてサウジアラビアのアルジュベールへ2,500トン、1991～1993年にかけてアブダビのアルタウィーラに1,000トンの出荷があり、この二つの実績をベースに今後大いに期待出来る分野である。

### 5.4 建築・土木

建築・土木用としてはチタンの特性である耐食性、低熱膨脹率、優れた意匠性を活かし、建築分野では福岡ダイエードームに代表される屋根材や有明の東京国際展示場の外壁にチタンが使用され着実に量を増やしている。土木分野では1983年に青函トンネルの止水板取付ボルトに使用され、それ以降瀬戸大橋の特殊防音壁、現在建設中の東京湾横断道路の鋼製橋脚防食被覆カバーとしてチタンのクラッド材が使用されている。

このようにチタンの特性を生かし、大型ウォーター

表12 TITANIUM BUY WEIGHTS

AIRCRAFT	ENGIN	NO.PER	LBS/ENGEN	LBS/AIRFRAME	TOTAL
B-737	JT 8 D-100	2	2,290	4,005	8,585
MD-80	JT 8 D-100	2	5,190	3,036	13,416
MD-90	V2500	2	3,300	3,036	9,636
A-320	V2500	2	3,300	9,000	15,600
B-747	PW4000	4	10,700	41,031	83,831
B-767	PW4000	2	10,700	11,887	33,287
B-777	PW4088	2	20,000	150,000	190,000
A-300	PW4000	2	10,700	16,000	37,400
A-330	PW4000	2	10,700	25,000	46,400

フロントの開発, 海浜リゾート開発, 港湾設備・埠頭・永久長大橋・大型海洋建造物の防食を対象に飛躍的に拡大していくものと思われる。

### 5.5 自動車

自動車へのチタンの採用は, チタンの持つ軽量, 高強度等の特性により1960年代からF-1レーシングカーコンロッドに使用され始めた。現在は一般高級車のエンジン廻りに一部使用されているに過ぎない。この分野は価格に弾力性がないと本格参入は難しく, 大幅なコストダウンにより需要は飛躍的に伸びる分野である。

### 5.6 海洋エネルギー

この分野でのチタンの需要はあまりないが, 今後海洋分野では石油掘削用ライザー管, OTEC用熱交換器, 養殖魚網, エネルギー分野ではLNGの長距離輸送パイプラインのフレキシブル継手, 超電導発電ローター等に採用が期待されている。

### 5.7 民生品, スポーツ・レジャー

メガネフレームとしてチタンが使用されるようになってから10年以上がたつ。軽くて負担がかからないこと又, 生体適合性が良いため金属アレルギーを持つ人等に好評を得てメガネ業界ではチタンフレームがなくてはならない存在となった。現在では同じ機能を活かし, 腕時計のケース, バンドにも採用され, 年間200トンを上廻る需要となっている。スポーツ・レジャーではここ近年ゴルフのチタンドライバーがブームとなっている。又, アウトドア用品として登山・キャンプ用品が注目を浴びている。これらの需要として年間500ト

ンを越える量となっている。

## 6. おわりに

チタンは, この世に誕生してからまだ100年の歴史も持たない新しい金属であり, 今日まで航空機の需要に支えられて生きてきた。そのため航空機の需要に左右され, 決して安定した産業とは言えなかった。しかしチタンは数々の優れた特徴を, 航空機分野だけでなく, 日本が主導権を握っている一般工業用及び民生品分野へ発揮することが一層望まれる。新規需要開拓, 又, 既存の競合する金属に負けないうよう, コストダウンは勿論のこと, 加工技術・施工技術面の向上によりチタンの発展に繋がることと確信する。日本チタン協会のTSGワーキンググループが2001年の日本の展伸材出荷量を13,000トンと予想しているが, チタンに携わる人が一人でも多く増え, 予想を少しでも上廻る数量が出荷できるよう期待している。

### 参考文献

- 1) 鈴木敏之・森口康夫: チタンのおはなし
- 2) (社) 日本チタン協会: チタン21世紀へ
- 3) USBM Mineral Commodity Summaries, 1995
- 4) MBK無機原料部資料
- 5) 福山尚志・小泉昌明・花木道夫・小瀬村晋: 資源と素材 東邦チタニウム(株)のスポンジチタンとインゴットの製造
- 6) (社) 日本チタン協会: TSG資料
- 7) 村文秀: NRI証券調査レポート
- 8) MINERAL INDUSTRY SURVEYS

協賛行事ごあんない

## 「圧縮空気エネルギー貯蔵発電セミナー」

—CAES-G/T発電の研究動向と技術開発成果—

- |         |                          |            |                                 |
|---------|--------------------------|------------|---------------------------------|
| 1. 主催   | 財団法人新エネルギー財団             | 7. 申込・問合せ先 |                                 |
| 2. 後援   | 通商産業省 資源エネルギー庁           |            | 東京都千代田区紀尾井町3-6                  |
| 3. 期日   | 平成8年11月27日(水) 9:30~16:30 |            | (秀和紀尾井町パークビル6階)                 |
| 4. 会場   | 石垣記念ホール(三会堂ビル)           |            | (財)新エネルギー財団                     |
|         | (東京都港区赤坂1-9-13)          |            | エネルギー貯蔵技術本部                     |
| 5. 参加費  | 30,000円(テキスト代, 昼食代含む)    |            | 担当: 杉原 聡                        |
| 6. 参加定員 | 130名                     |            | TEL03-5275-9826 FAX03-5275-9831 |