チタン産業の現状と課題

非鉄金属課

目次

1．チタン産業の現状
(1)業界構造･発展の経緯　①チタンの概要･特性
　1)ﾏﾃﾘｱﾙﾌﾛｰ　2)ｽﾎﾟﾝｼﾞﾁﾀﾝの製造
(2)主要国の業況
①スポンジチタン生産量　②インゴット生産量
③チタン展伸材生産量
(3)我が国の需要動向
①形態別需要　②用途別需要
③新規チタン製品の需要
(4)価格
①スポンジチタンの市況価格推移　②展伸材の価格
(5)我が国の貿易動向
①スポンジチタンの輸出　②スポンジチタンの輸入
③スポンジチタンのCISからの輸入
④展伸材の主要相手国別輸出入
⑤輸入関税の不公平
(6)企業構造　世界の企業ランキング
①スポンジチタン、インゴットの国別生産能力
②世界の企業別生産能力(2004)
(7)事業再編の動向
①世界の事業再編･合従連衡の動向
②我が国の事業再編･合従連衡の動向
(8)財務状況
･国外チタンメーカーの売上規模
(9)技術動向
①チタンの精錬法検討の歴史
②これまでの技術革新　③これからの技術革新
④新精錬法実現による効果-1　⑤効果-2
⑥我が国の最近の技術動向
⑦我が国技術力の強み･弱み
⑧我が国技術力の強み･弱み(我が国の位置付け)
(10)設備状況
①主要国の設備能力、生産実績、稼働率
②世界主要企業のスポンジチタン生産実績
③主要企業のスポンジ･インゴット生産設備増強計画
(11)海外展開の動向
①VSMPO-AVISMAの動向
②中国の需要動向(2004)
(12)リサイクルの動向
①工場内スクラップの発生予想量
②スクラップの発生状況
③リサイクルの現状
2．将来見通し　(1)チタン産業の見通し
①需要見通し　②航空機需要見通し

目次

3．海外戦略　(1)貿易
①輸入関税　②アンチダンピング

4．技術･標準化戦略　(1)我が国の標準化戦略と課題

5．環境戦略　我が国の環境規制の見通しと課題
･放射線自主管理規制による制約

6．その他の戦略　－用途拡大－
①コスト合理化
②用途例
③医療分野
(1)ﾒﾃﾞｨｶﾙﾏﾃﾘﾙ市場の現状と将来
(2)医療用材料の許認可の状況
(3)医療機器の輸出入
(4)許認可の状況
④橋梁への適用

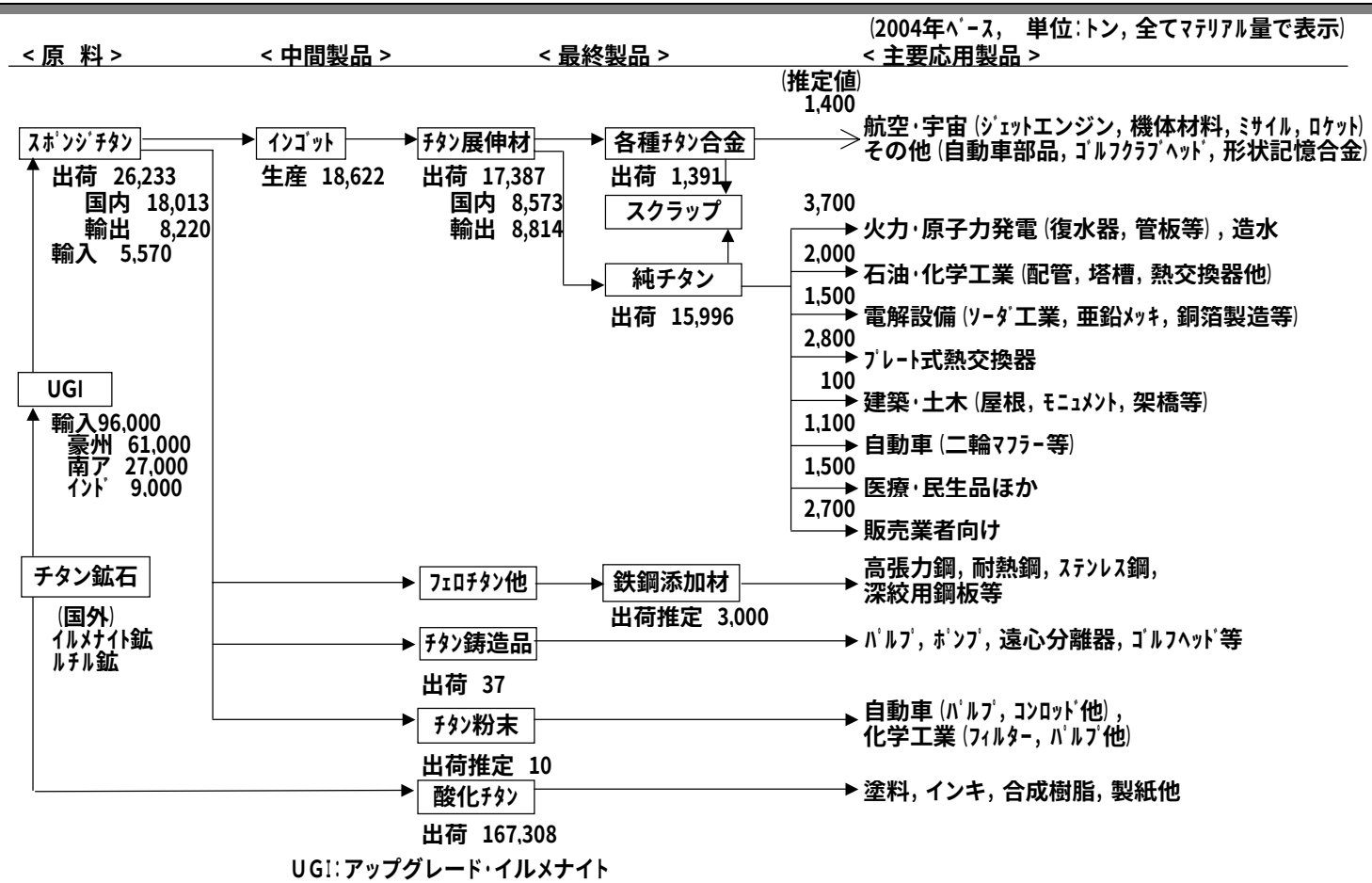
○我が国チタン産業の現状まとめ
○我が国チタン産業の課題

付-1　チタンの特性
付-2　チタンのJIS
付-3　国外チタンメーカーの雇用者数

1. チタン産業の現状　　(1)業界構造・発展の経緯

①チタンの概要･特性　1)マテリアルフロー　(出典:日本チタン協会)

- 原料は全量輸入し、スポンジチタン製造以降を我が国で実施。
- スポンジチタンメーカー専業２社はスポンジ、インゴットを国内外展伸材メーカーに供給。
- 展伸材メーカー１１社は鉄鋼製造設備等を利用して圧延、加工し、国内外に出荷。



UGI:アップグレード･イルメナイト

①チタンの概要･特性　2)スポンジチタンの製造

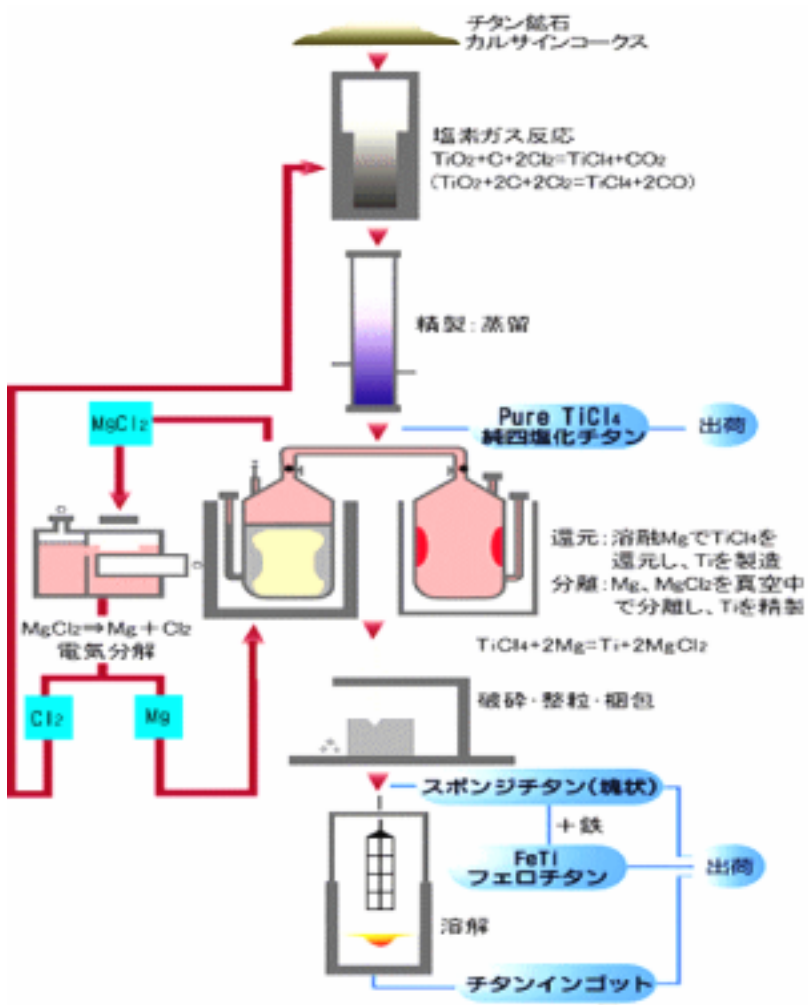
・我が国のスポンジチタンの製造は、クロール法（原料に炭素と塩素を反応させ四塩化チタンとし、Mgで塩素を回収する）。

・中間製品の四塩化チタンは触媒やチタン酸バリウムの原料にもなる。

・原料に放射性元素等を含むことがあり、適正濃度以下となるよう原料調整。

・現在のスポンジチタン生産能力は2004年で31000ﾄﾝ／年であったが、2006年に39000ﾄﾝ／年まで増強予定。

・現工程はバッチ生産方式で、生産性向上の余地がある。

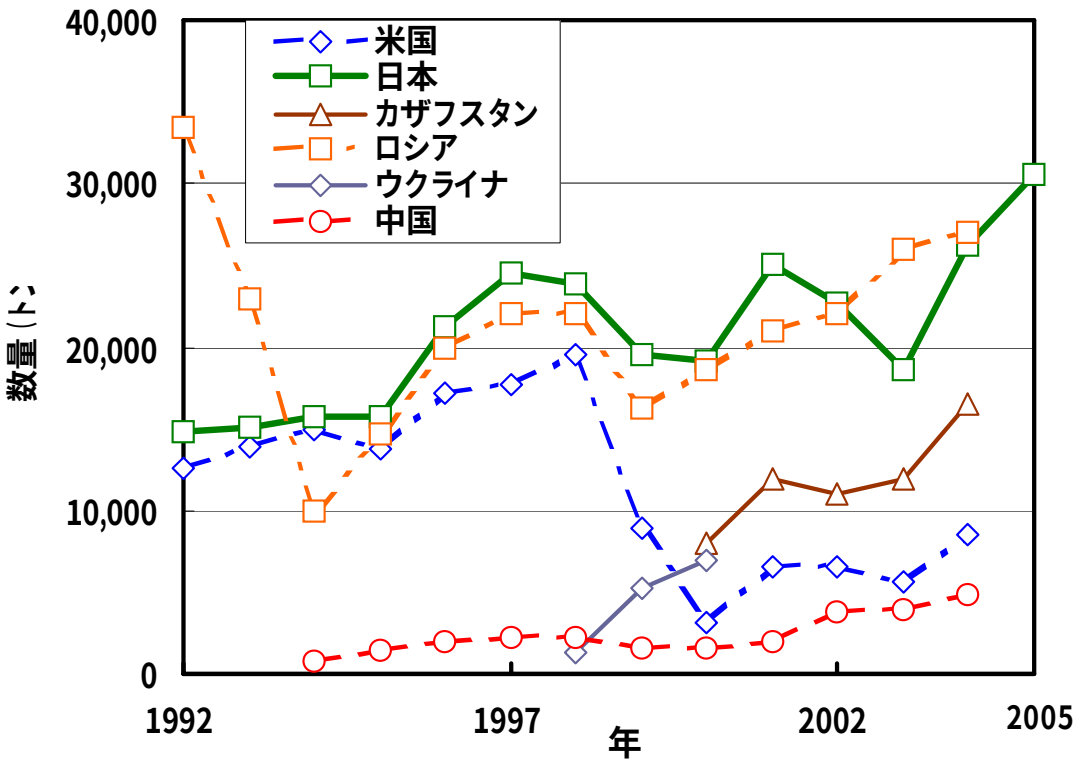


(出典：ﾒｰｶｰﾎｰﾑﾍﾟｰｼﾞ)

1．チタン産業の現状　　(2)主要国の業況

①スポンジチタン生産量

・米国、日本、CISが主要生産国。いずれの国も変動大。
・最近の世界ピーク生産量は2004年7．3万トン（ロシア27千トン、カザフ17千トン、米国6千トン、日本26千トン。最近米国の生産量は縮小。わが国は2005年3万トンと過去最高を記録）。
・国外のピーク生産量は航空機生産ブームに同調、日本は必ずしも同調していない。

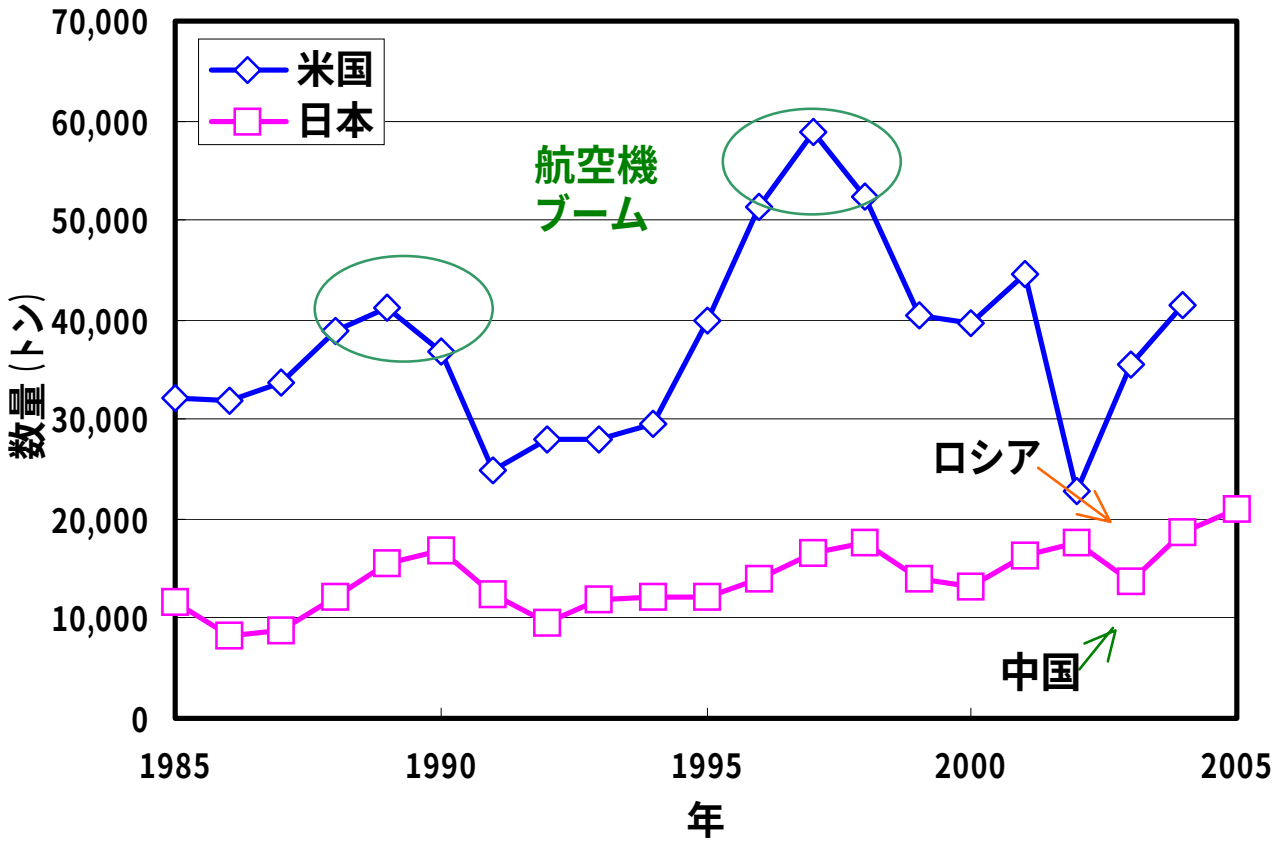


世界のスポンジチタン生産推移

（出典：日本チタン協会）

②インゴット生産量

・米国の生産量は航空機ブームと連動し、変動。
・わが国生産量の変化は小さく、現在、最高記録更新中。
・2002年のロシアの生産量は2万トン、中国の生産量は8千トン。

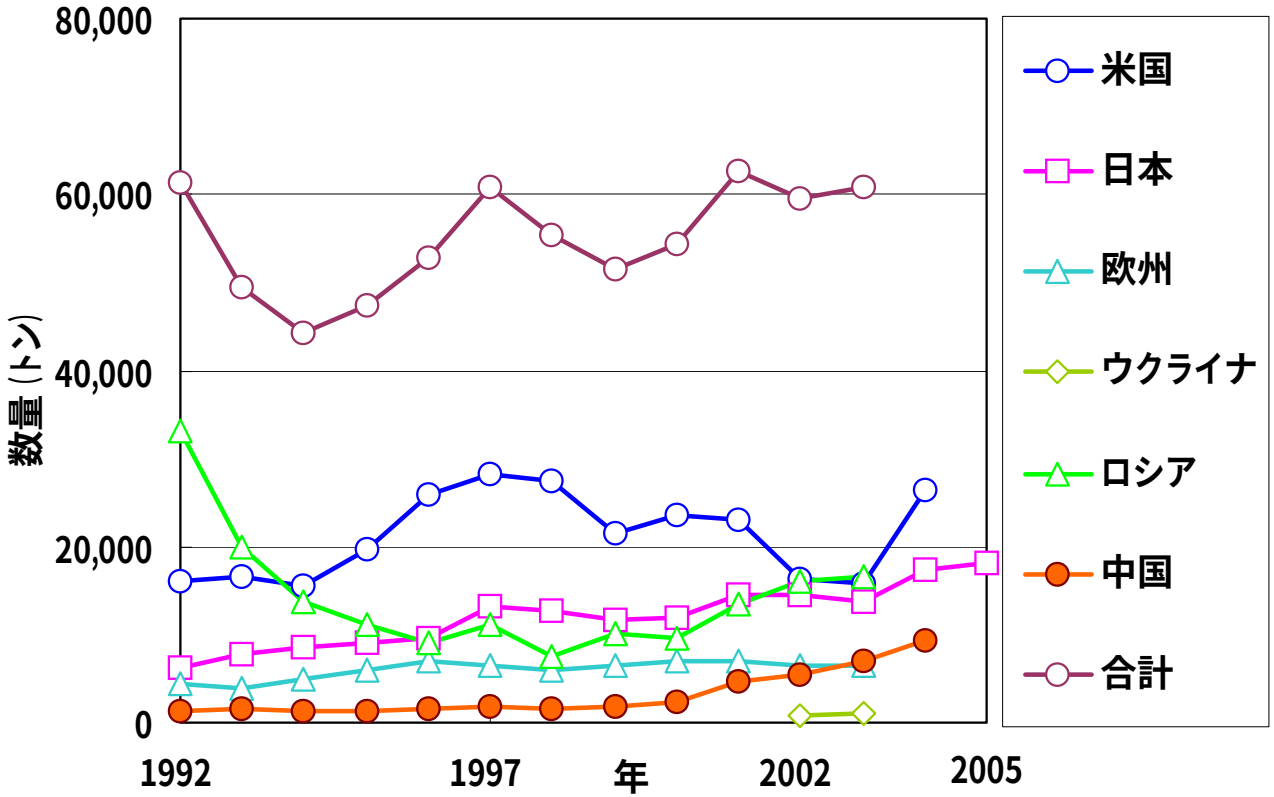


世界のインゴット生産推移

（出典：日本チタン協会、USGS）

③チタン展伸材生産量

・最近10年の世界の生産量のピークは約6万トン。
・最近5年の我が国生産量は、ロシアとほぼ同等。中国の成長急激（我が国の1／2）。
・米国生産量は航空機需要で増加。

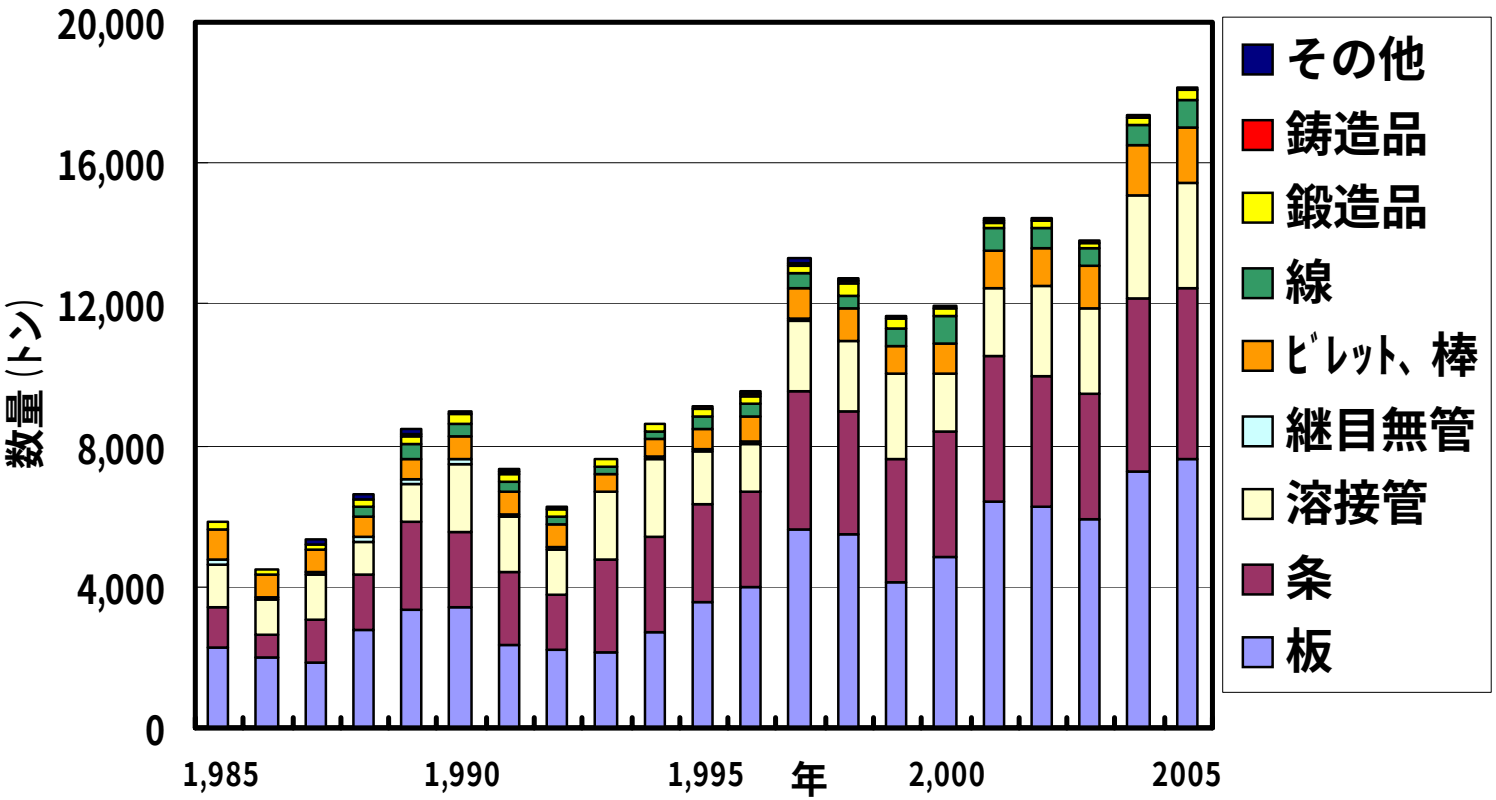


世界のチタン展伸材生産量推移

（出典：日本チタン協会）

①形態別需要

・展伸材出荷量は、断続的に上下変動あるものの順調な増加傾向（2005/1985は3.1倍、2005/2000は1.5倍に増加）。
・全出荷量の７０％が板および条。

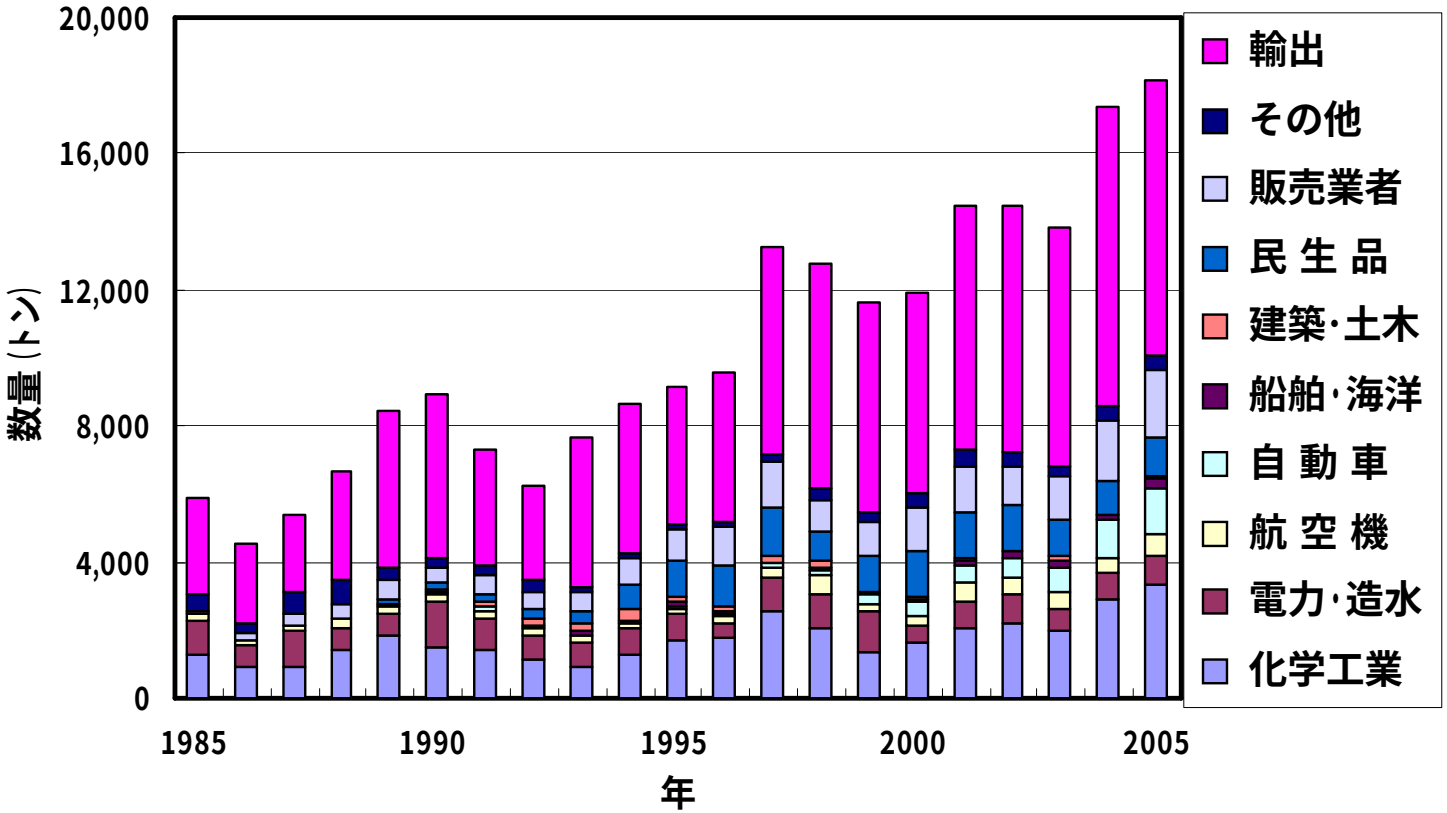


我が国の展伸材形態別出荷量推移

（出典：日本チタン協会）

②用途別需要

・1985年以降、出荷量は順調に増加し、2005年18000トンを記録。
・2005年時点で出荷量の44%輸出（実質70%）。輸出以外の最大用途は化学工業用。次に民生用＞自動車＞電力･造水用＞と続く。販売業者用は民生用とほぼ同量。

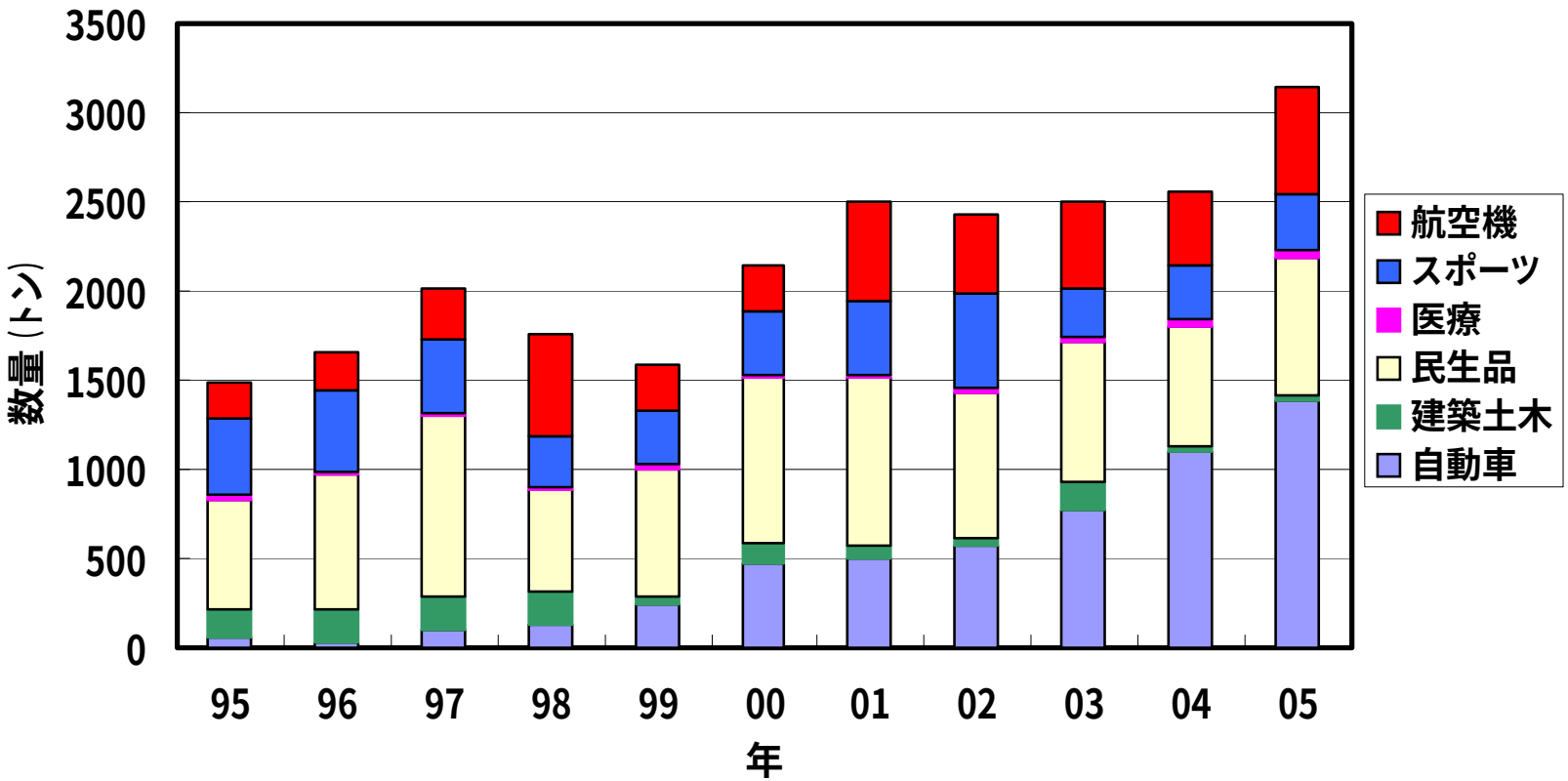


日本のチタン展伸材の用途別出荷実績推移

（出典：日本チタン協会）

③新規チタン製品の需要

・最近10年の新規チタン製品の出荷量は増加（対展伸材比率：１４～１８％）。
・自動車用途は、チタン展伸材合計の８％に成長。
・航空機用は２００５年６０３トンまで増加（展伸材の３％）。



新規分野チタンの需要推移

（出典：日本チタン協会）

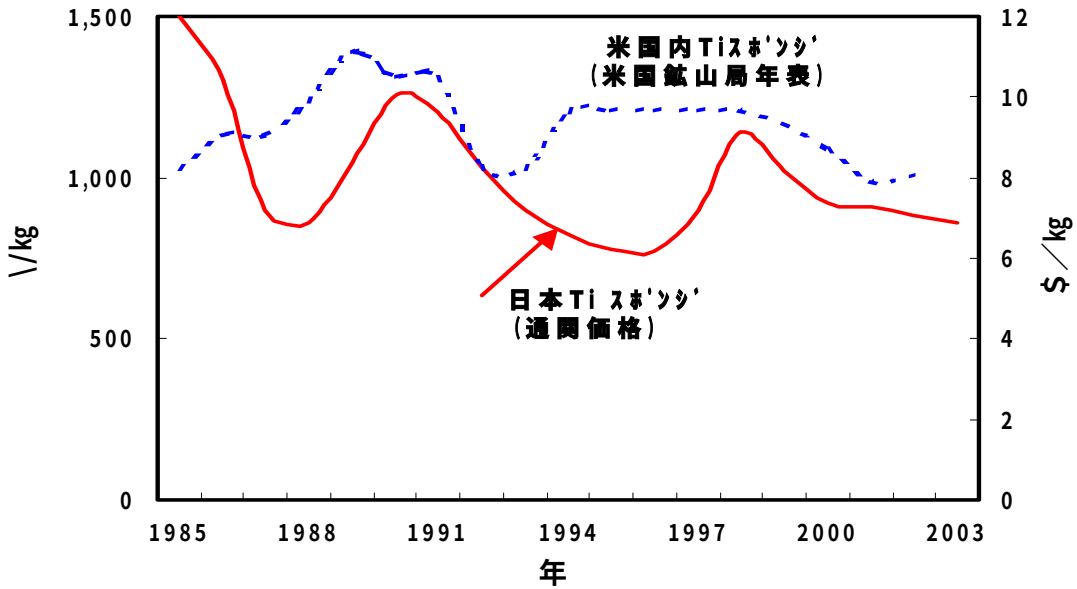
1. チタン産業の現状　　(4)価格

①スポンジチタン市況価格推移

・通関最低価格は770(1996年)、最高価格は1500円/kg(1985年)。2000～2003年は920～860円/kgと6%下降。

・米国内最低価格は7.89(2001年)、最高価格は11.1＄/kg(1989年)。2000～2002年は8.71～8.02＄/kgと8%下降。

・価格変動が大きい。



チタンの値段推移

②展伸材の価格

・スポンジチタンをビレットに加工すると、１９５５年では2倍に２００５年では1.3倍に、薄板に加工すると１９５５年では3.3倍に、２００５年では2倍に価格上昇。

・２００５年の展伸材（薄板）コストは１９５５年の約６０％に低下。

・現在の展伸材市場規模は約７００億円。

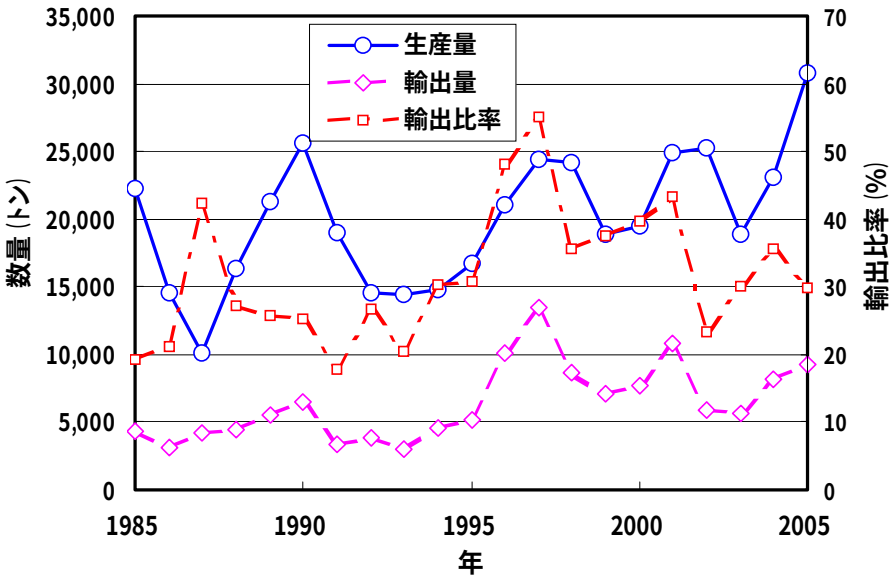
チタンのコスト (対スポンジ価格比)

	1955年	2005年
スポンジ	1.0	1.0
インゴット	ー	1.2
ビレット	2.0	1.3
厚板	2.7	1.5
薄板	3.3	2.0
溶接管	ー	2.6

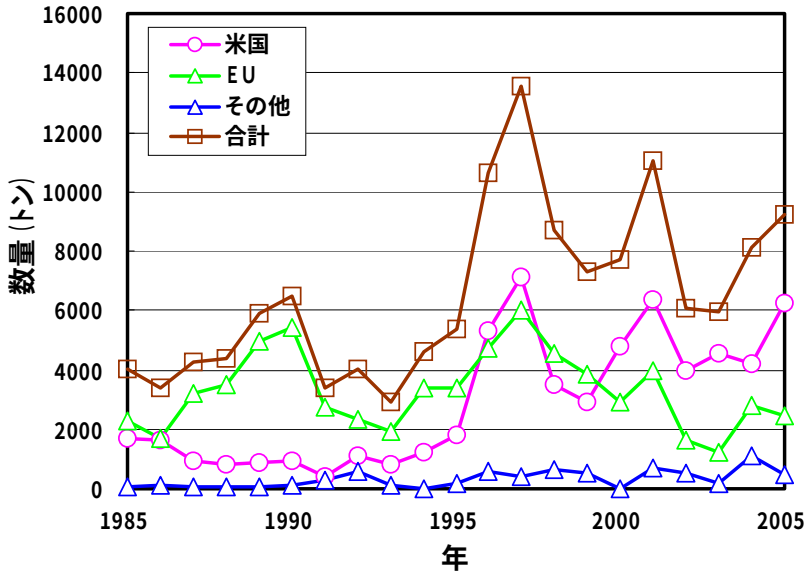
1. チタン産業の現状　　(5)我が国の貿易動向

①スポンジチタンの輸出

- スポンジチタンの最大輸出量は1997年の13600ﾄﾝ、最小は1993年の2900ﾄﾝと変動大（輸出比率は20-55%で推移）。
- 主要輸出先は米国、ＥＵ。



我が国スポンジチタン輸出量の推移



我が国のスポンジチタン主要輸出先

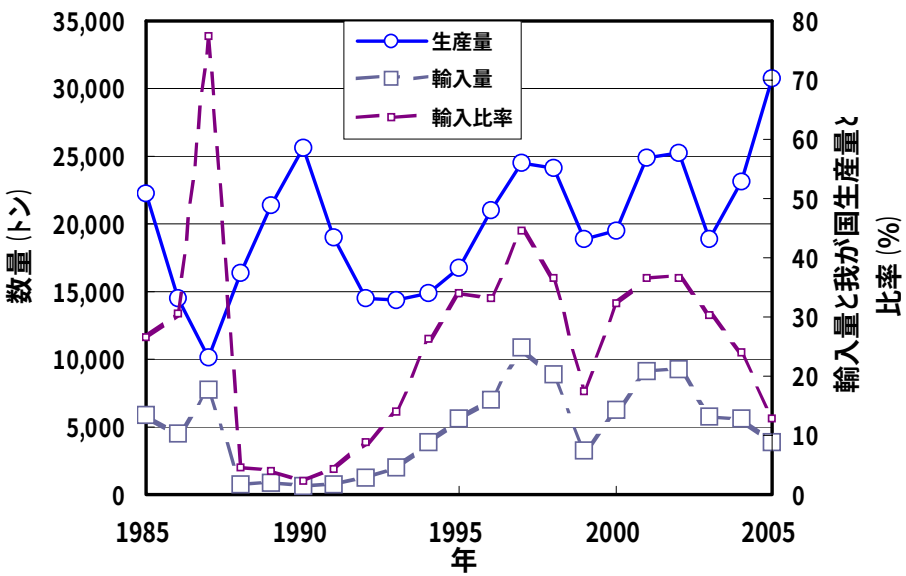
出典：日本チタン協会

②スポンジチタンの輸入

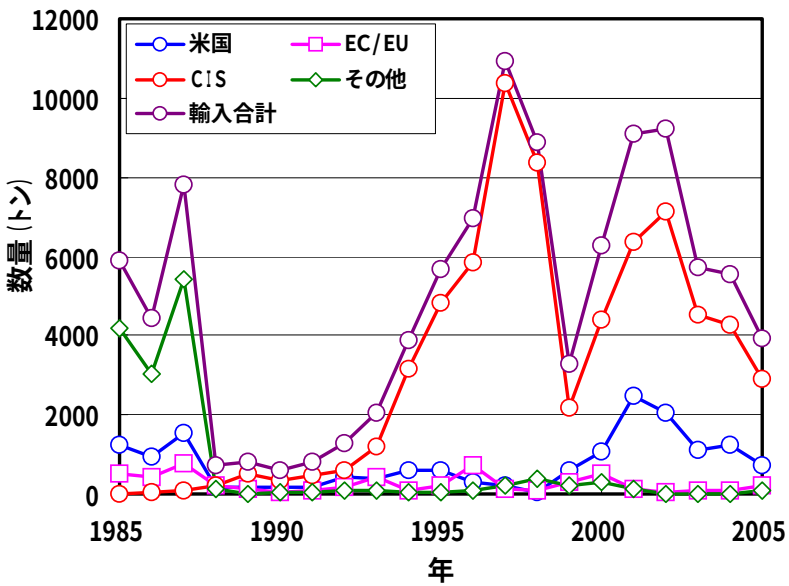
・スポンジチタンの最大輸入量は1997年の1.1万ﾄﾝ、最小は1990年の580ﾄﾝ（生産量に対する比率は3-87%で推移 ）。

。1990年よりCISスポンジの輸入が急増。CISに次いで米国からの輸入量が多い。

・輸入、輸出量を比較すると輸出量の方が多い。



我が国スポンジチタンの輸入推移

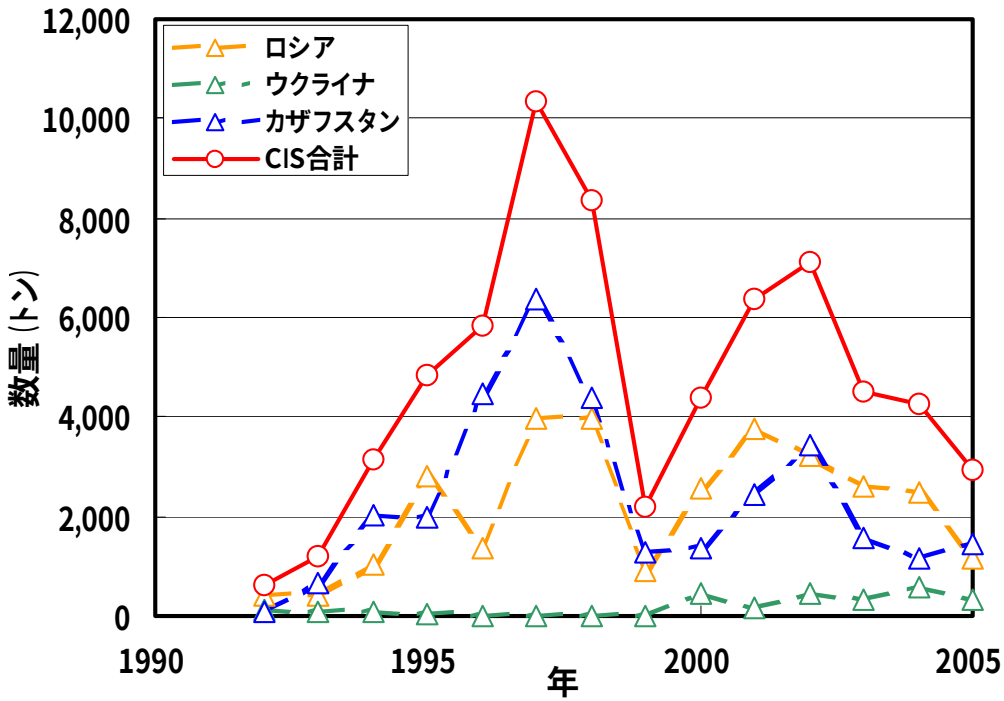


我が国スポンジチタンの主要輸入先

（出典：日本チタン協会）

③スポンジチタンのCISからの輸入

- 主要輸入先であるCISの国別輸入では、カザフスタン、ロシアが主要輸入国（1985-1991年CIS国別統計ﾃﾞｰﾀ無し）。
- 最近4年間のCISからの輸入量は減少傾向。

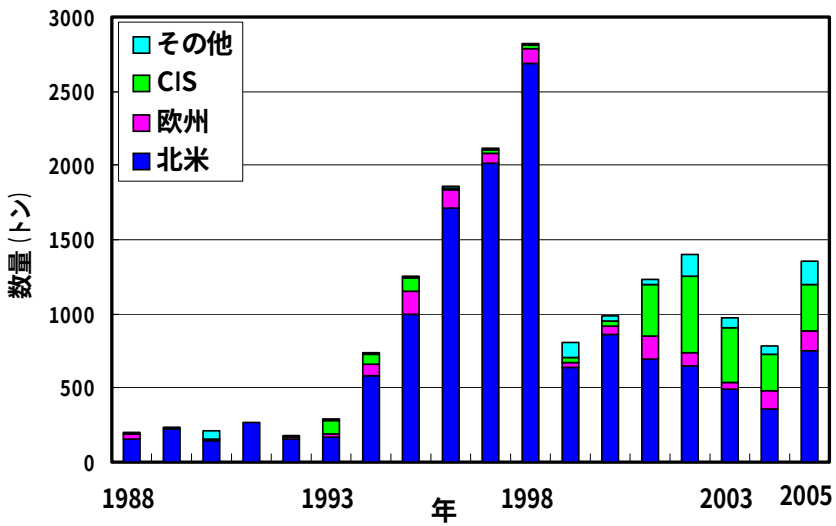


我が国スポンジチタン輸入先であるCIS国別量

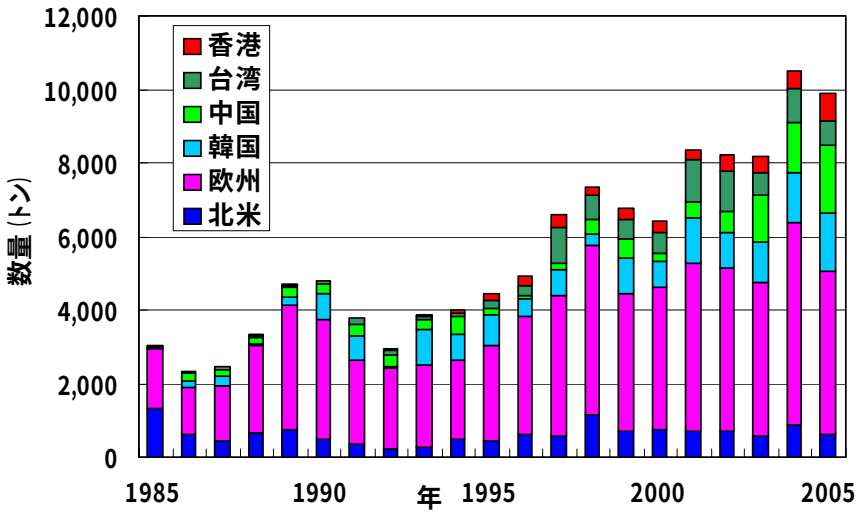
出典：日本チタン協会

④展伸材の主要相手国別輸出入

- 展伸材の主要輸入先は米国。1998年に急増したが1999年からは前年の1/2以下に減少。
- 一方、主要輸出先は欧州。輸出量は1985年以降ほぼ右肩上がりで増加（2005年の輸出量は1985年の３倍以上まで増加。2000年の1.5倍）。
- 2005年の輸出量は輸入量の6倍以上と、輸出が圧倒。



チタン展伸材の輸入推移



チタン展伸材の輸出推移

出典：日本チタン協会

⑤輸入関税の不公平

- 輸入関税率は、国により高低差が存在。
- 特にアメリカの輸入関税率は１５％と我が国の５倍。
- ＥＵにおいても展伸材の輸入関税率は、我が国の２．３倍。
- 海外メーカーと競合する場合、極めて不利益となる。税率均等化への政策必要。

ウルグァイラウンド以降の輸入関税率 (%)

スポンジチタン	日本	3
	アメリカ	15
	EU	5
展伸材	日本	3
	アメリカ	15
	EU	7

出典：日本チタン協会

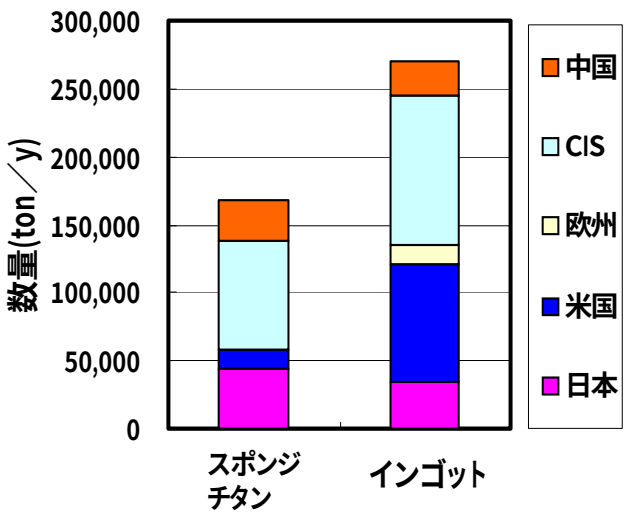
①スポンジチタン、インゴットの国別生産能力

- スポンジ生産能力はCIS＞日本＞中国と第二位。
- インゴット生産能力はCIS>米国＞日本と第三位。
- 鋳造量はミル製品に比べ、約1／60と少量。
- 世界主要国合計のインゴット生産能力に対し、スポンジ生産能力は約1／2。

国別金属チタンの生産能力と実生産量 (2004年)

(ton/y)

地域、国		製品			
		スポンジ	インゴット	ミル製品	鋳造
日本	能力	31,000	28,300	不明	
	生産量	23,110	18,662	17,350	37
米国	能力	8,940	87,000	不明	
	生産量	7,000	41,400	19,300	400
欧州	能力	ー	14,000	不明	
	生産量	ー	10,000	7,000	
CIS	能力	80,000	110,000	不明	
	生産量	49,500	25,000	22,765	150
中国	能力	6,000	15,000	不明	
	生産量	4,809	13,000	8,696	752
合計	能力	125,940	254,300	不明	0
	生産量	84,419	108,062	75,111	1,339



国別生産能力(2004)

出典：日本チタン協会　ﾒｰｶｰﾎｰﾑﾍﾟｰｼﾞ

②世界の企業別生産能力(2004)

- スポンジチタンの生産能力は、CIS／VSMPOが第一位、次いでCIS/TMK、我が国／住友チタニウム、東邦チタニウム、米国／TIMETと続く。
- インゴットではCIS／VSMPOの製造能力が第一位、次いで米国／TIMET、米国／RMIと続く。

世界のスポンジインゴットメーカーの設備能力

	会社名	スポンジ	インゴット
日本	住友チタニウム㈱	18,000	6,700
	東邦チタニウム㈱	15,000	9,000
	神戸製鋼所	-	10,000
	大同特殊鋼㈱	-	1,200
	合　計	33,000	26,900
米国	ATI - Allvac/Ludlem/Rodney/Wah Chang (Allegheny Technologies Inc..)	-	30,000
	Alta Group (Honeywell International Inc.)	340	-
	Howmet Corp.(Alcoa Inc.)	-	4,500
	Lawrence Aviation Industries Inc.	-	1,500
	RMI Titanium Co. (RTI International Metals, Inc.)	-	20,000
	TIMET North American Operations (Titanium Metals Corp.)	8,600	31,000
	合　計	8,940	87,000
欧州	Timet UK	-	6,000
	Deutsche Titan GmbH, Germany	-	3,600
	Titania S.p.A., Italy	-	1,600
	Timet Savoie, France	-	2,200
	Sandvik, Sweden	-	600
	合　計	―	14,000

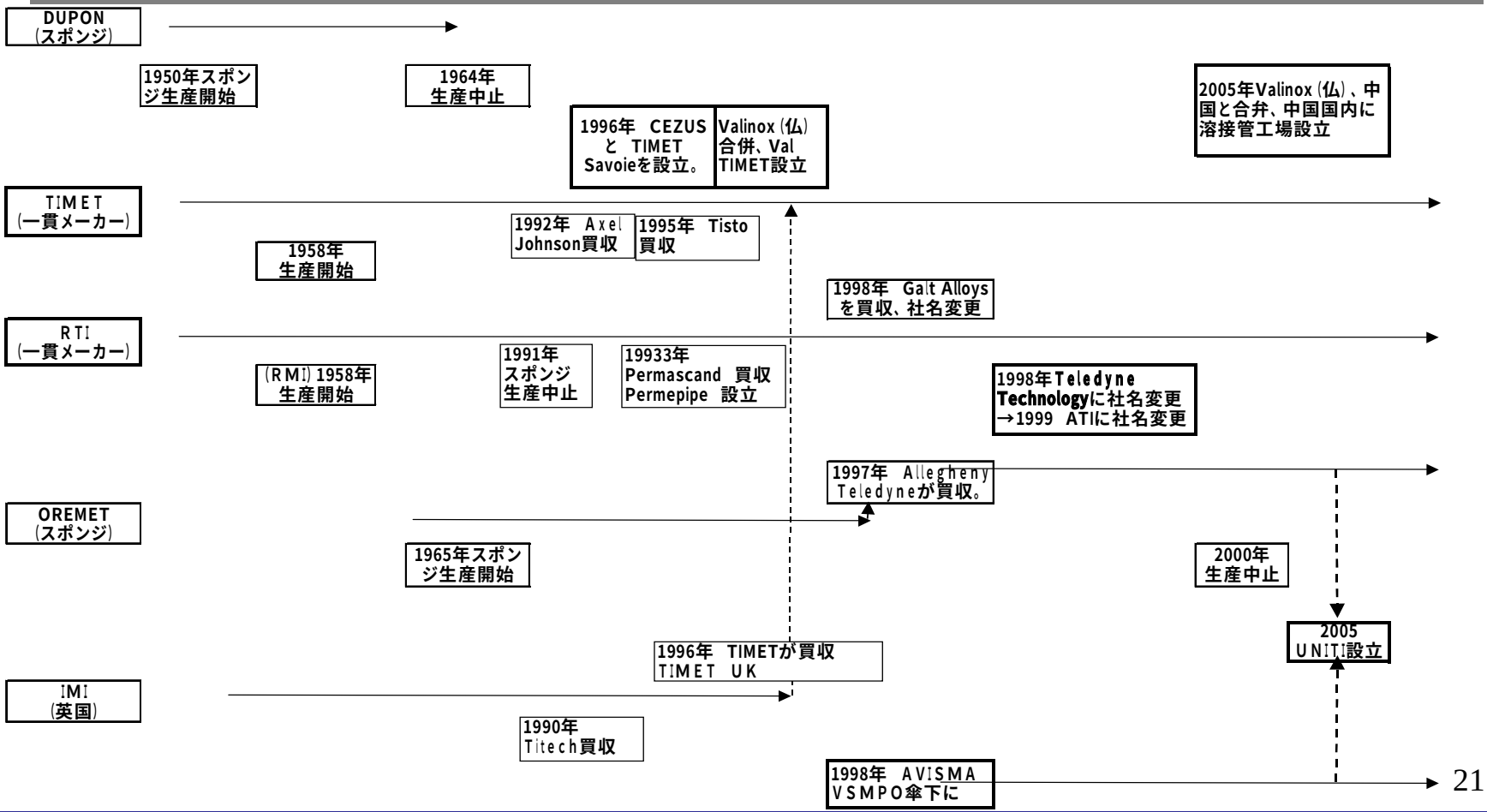
	会社名	スポンジ	インゴット
CIS	JSC Corporation VSMPO-AVISMA, Russia	40,000	100,000
	JSC VILS, Russia	-	5,000
	JSC TMK (Ti & Mg.Plant), Kazakhstan	30,000	
	ZAPOROZHYE (Ti &Mg.Plant), Ukraine	10,000	
	JSC STC, Stupino, Russia	-	5,000
	合　計	80,000	110,000
中国	FUSHUN Titanium Plant	2,000	-
	Zunyi Titanium Co., Ltd.	4,000	-
	BAOJI Non-ferrous Metals Works		6,000
	Shenyang Non-ferrous Metals Processing Plant		600
	Shanghai No.5 Steel Co., Ltd.		5,000
	その他		3,400
	合　計	6,000	15,000

出典：日本チタン協会資料

1. チタン産業の現状　　(7)事業再編の動向

①世界の事業再編・合従連衡の動向

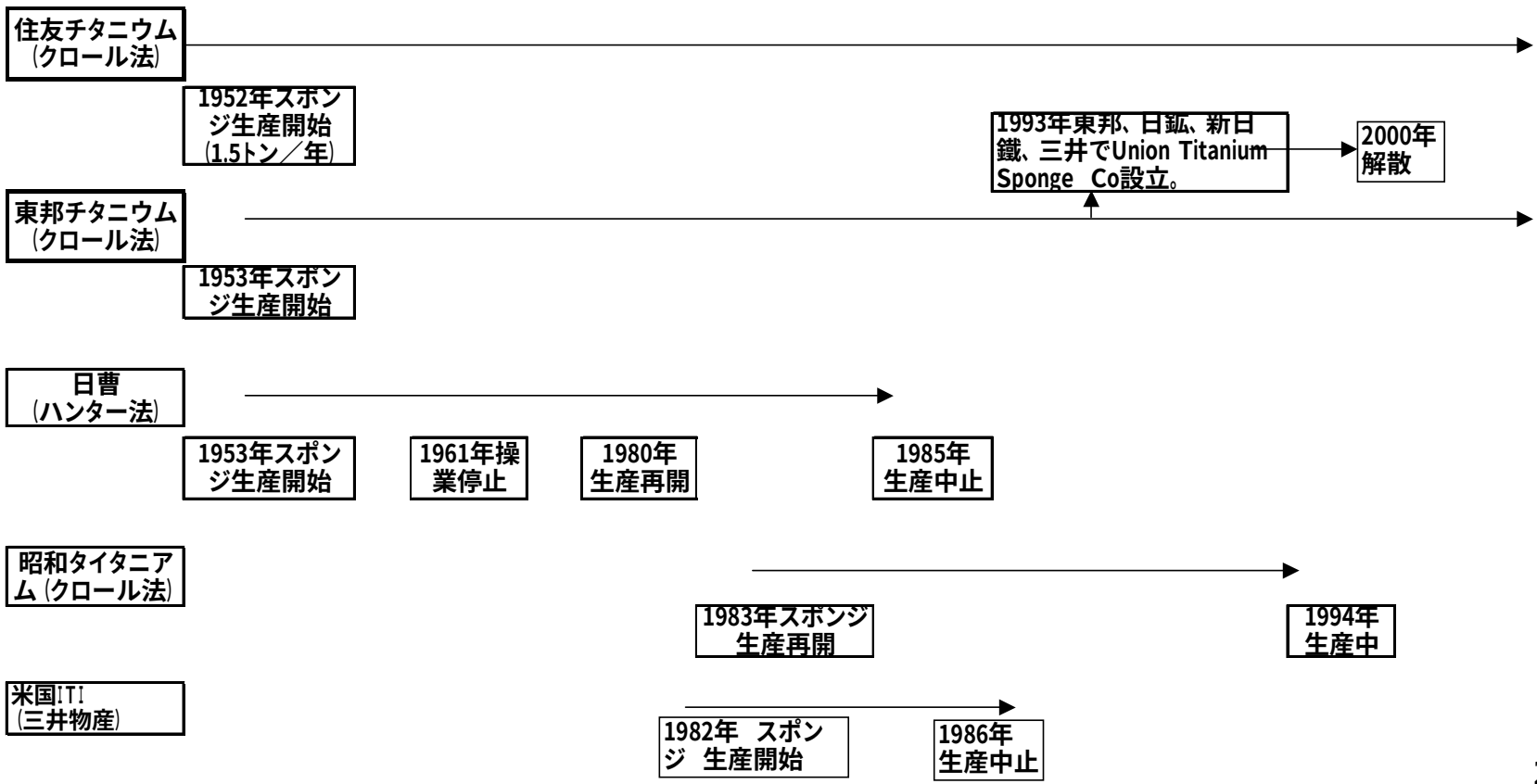
- 米国ＴＩＭＥＴを中心とした再編が活発、中国にも進出。
- ロシアのＶＳＭＰＯ－ＡＶＩＳＭＡ企業規模最大（Ni基、Al、Mgも製造）。
- わが国チタンメーカーとの競合が激化？



出典：日本チタン協会

②我が国の事業再編・合従連衡の動向

- 我が国はスポンジチタン専業メーカー２社。
- 一時、再編の動きが見られたが進展していない模様。
- 現在はスポンジチタンメーカーと展伸材、加工メーカーと連携で事業拡大に向かっている。

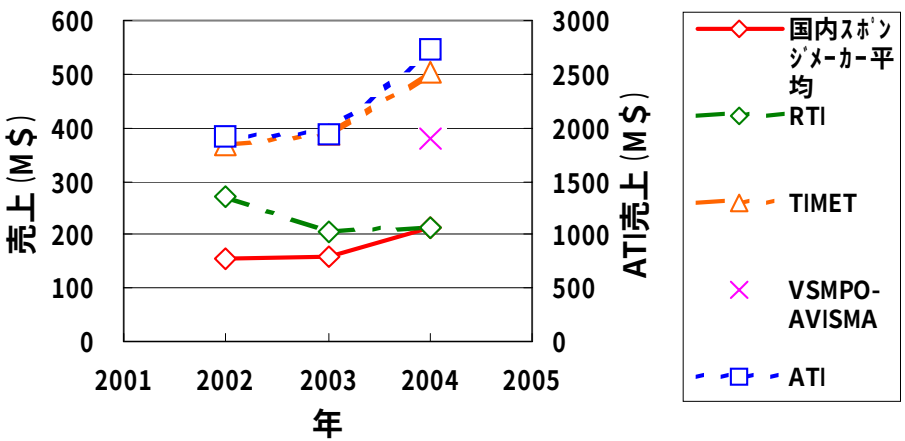


出典：日本チタン協会

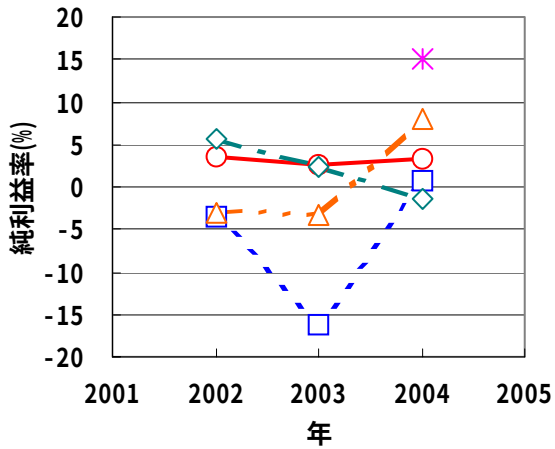
1. チタン産業の現状　　(8)財務状況

・国外チタンメーカーの売上規模

・最近３年の売上は、ＲＴＩを除き年毎に増加（ＡＴＩは複合製品製造で別格）。
・2004年の売上規模はＲＴＩで２００Ｍ$（我が国スポンジＴｉメーカー平均並み）。
・ほぼ専業メーカーであるＴＩＭＥＴの2004年売上は５０２Ｍ$と最大。ＶＳＭＰＯは同３８１Ｍ$。
・ＴＩＭＥＴ、ＡＴＩは2002、2003年は赤字、2004年で黒字化。反対にＲＴＩは2004年で赤字化。
・ＶＳＭＰＯの利益率15%。ＴＩＭＥＴ８%、ＡＴＩは0.7%、ＲＴＩは－1.4%。



国外チタン関連メーカーの売上



国外チタン関連メーカーの純利益率

出典：日本策投資銀行調査報告書、Webサイト

1. チタン産業の現状　　(9)技術動向

①チタンの精錬法検討の歴史

・生産開始初期は種々の製法が存在したが、クロール法が主流となり現在に至る。
・その後も様々な溶融塩電解法等が検討されたが、実生産設備に定着せず。
・我が国ではミネルバ法（余剰エネルギの利用）を過去に検討。最近ではJTS（連続精錬）法の実現を目指したプロジェクトがスタート。

各種チタン製錬方法

年	名称	国名	人・団体	方法
1910年	Hunter法	アメリカ	Hunter	$TiCl_4$をNaで還元
1925年	Van Arkel法	ポーランド	Arkel	$TiCl_4$をIで還元後、加熱フィラメント上へ析出
1946年	Kroll法	ルクセンブルグ	Kroll	$TiCl_4$をMgで還元
1950年		アメリカ	National Lead	バスケット陰極方式による$TiCl_4$の溶融塩電解
1956年		アメリカ	Bureau of Mines	$TiCl_4$で$TiCl_2$化、$TiCl_2$の溶融塩電解
1959年		日本	竹内(東北大)	$TiCl_4$をMgで気相還元
1963年		アメリカ	New Jersey zinc	ニッケル金網陰極による$TiCl_4$の溶融塩電解
1969年		アメリカ	Dow Howmet	$TiCl_4$の溶融塩電解
1974年		アメリカ	Halomet	$TiCl_4$とMgの高温反応、液体Tiの連続回収
1982年		フランス	PUK	槽外$TiCl_3$還元と溶融塩電解
1983年		アメリカ	Albany Titanium	Na_2TiF_6をAl-Znで還元、Znを揮発分解
1989年		アメリカ	Bureau of Mines	Ilmenite→TiF_4→$CaTiF_6$(Ca)→Ti
1990年	ミネルバ法	日本	日本チタン協会	$TiCl_4$とMgの連続反応、直接インゴット回収
1991年		日本	池田、前田(東大)	TiO_2のAl還元とEB溶解によるAl揮発分解
2000年	FFC法	イギリス	Fray,Farthing & Chen	TiO_2電極、$CaCl_2$浴による溶融塩電解
2001年	OS法(Mark I～IV)	日本	小野、鈴木(京大)	TiO_2粉の$CaCl_2$浴による溶融塩電解
2001年		イタリア	Ginatta	CaF_2浴に$TiCl_4$を吹き込み、電解
2002年	**JTS法**	**日本**	**日本チタン協会**	**$CaCl_2$電解によるCaの析出、$TiCl_4$の還元**
2002年	EMR/MSE法	日本	岡部(東大)	$CaCl_2$浴による溶融塩電解、析出したCaを液体合金として保持し、別途還元
2004年	Armstrong法	アメリカ	International Titanium Powder	$TiCl_4$ガスを気体Naで還元、Ti粉末を析出
2004年		アメリカ	Josep & Whellock	$TiCl_4$ガスをH_2ガスなどで還元、Tiを水冷銅で回収

出典：JRCM成果報告書

1. チタン産業の現状　　(9)技術動向

②これまでの技術革新

1) スポンジチタン（クロール法プロセス、設備の改善）
・バッチの大型化（3ﾄﾝ → 11ﾄﾝ）
・還元・分離一体化
・ マグネ電解の多極化（40,000A → 110,000A）
・設備能力の増強（15,000ﾄﾝ → 31,000ﾄﾝ）
2) 展伸材
・鉄鋼産業の技術・設備を利用した連続圧延の実施
・民生品への展開に注力し、用途開発に専念。
・専用連続焼鈍酸洗ラインの導入

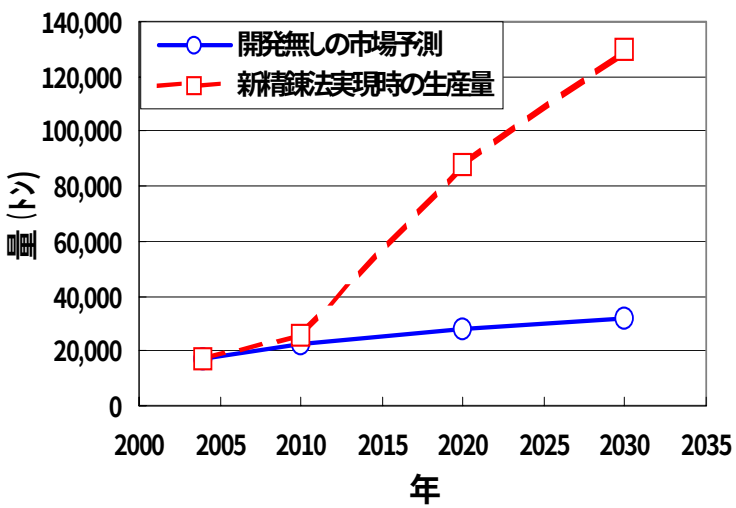
③これからの技術革新

1) 新精錬法
・現在のバッチ式精錬法に加え、連続精錬法(JTS法：Ca還元による連続製造プロセス）による新精錬法を開発するべく、国の支援のもと、2005年より検討（2008年ｻﾝﾌﾟﾙ試作と試作品評価を目標）。
⇨　製造コスト30%削減を期待。

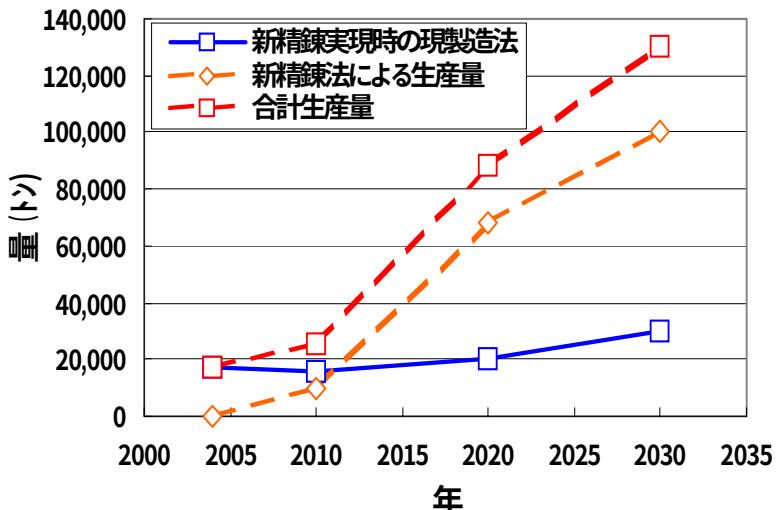
出典：日本チタン協会資料

④新精錬法実現による効果-1

市場規模の拡大
・実現時には実現しない場合に比べ、2030年時点で4倍弱の13万トンに拡大。
・2010年より新精錬法による生産が増加し、以後生産量の大半を新精錬法により確保。



新精錬法実現時の予想市場規模

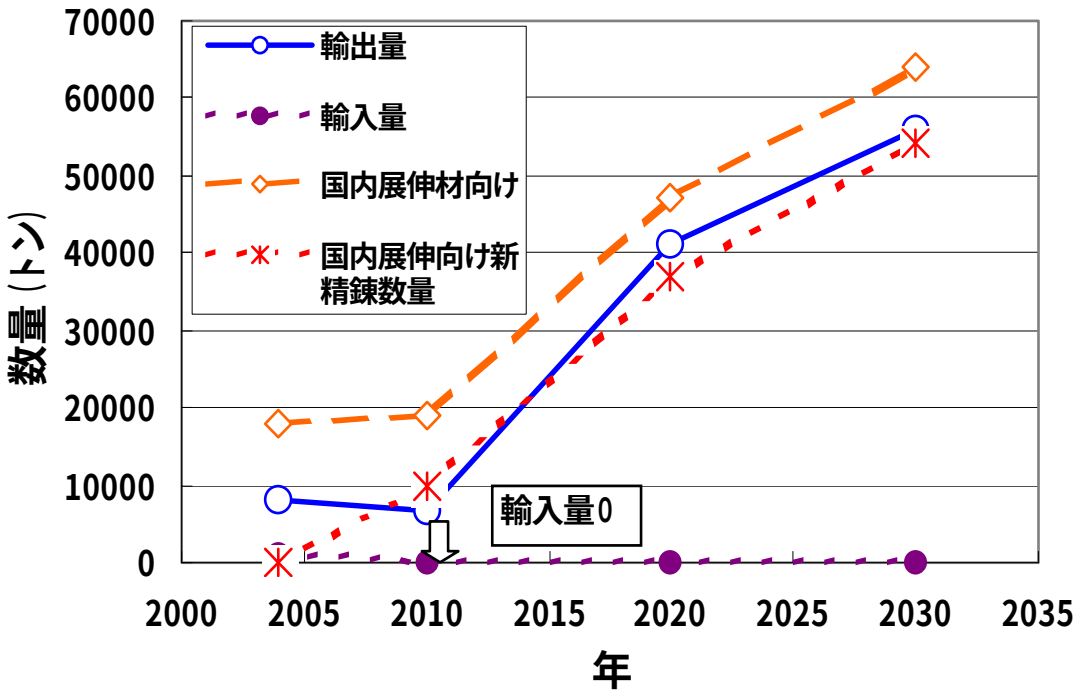


新精錬法実現時の予想スポンジ生産量

出典：日本チタン協会資料

⑤新精錬法実現による効果-2

我が国市場規模の拡大にも対応
- 2030年には我が国展伸材向けに6.4万トンの供給力を確保。
- 2010年には輸入はなくなり、輸出向け用として5.6万トン確保。



新精錬法実現時のスポンジの輸出入と国内展伸材用数量

新製錬実現時の量拡大の推定根拠
- スポンジチタン
  ２９００トン／年
  （クロール法のみの場合５００トン／年）
- 展伸材
  １６００トン／年
  （クロール法のみの場合５００トン／年）　の増加を見込む

出典：日本チタン協会

1. チタン産業の現状　　(9)技術動向

⑥我が国の最近の技術動向

合金の新用途、新技術の動向
- 溶接、部品製造、機械部品技術に関する出願が多く、チタン用途拡大が期待される。
- 生体用材料出願件数が多く、用途拡大が期待される。
- チタンのヒット商品であるゴルフ関連特許出願数が多く、拡販効果が期待される。

最近出願されたチタン合金公開特許広報の課題と件数ならびにシーズ技術（2002～2004）

NO	技術課題	件数	シーズ技術
1	溶接性(建材、屋根、パネル)	9	・MIG溶接条件・Al表面被覆ﾜｲﾔｰ+溶接条件・Al入りﾜｲﾔｰ　・ﾚｰｻﾞｰ溶接
2	生体用材料(生体用超弾性チタン)（ｲﾝﾌﾟﾗﾝﾄ、歯根）	8	・MgO分散FRM・Ge、Ga、Nb他添加・βTi　・Al+Ga+Mo系βTi等
3	Ti使用軸受	8	・TiB分散Ti・Ti系FRM　・適正成分
4	部品製造技術	7	・流体機械　調理器　ﾌﾟﾚｽﾚｯﾄ　・真空容器(表面処理)・直動装置
5	高強度チタン(α+β)(機械部品、ファスナー)	6	・ファスナー製造・α+β成分適正化・短時間熱処理　・Al+Ga　・VA族+O+N
6	ゴルフクラブ用チタン合金	5	・Mo、Al添加　適正成分・適正製造条件
7	低ヤング率合金(バネ、眼鏡材など)	5	・低ヤング率(Mo系)βTi・ﾄｰｼｮﾝﾊﾞｰ用　・VA族(V,Nb,Ta)+熱処理
8	高強度高延性β合金(ゴルフフェース、バネ)	4	・成分適正化　・低コスト成分・結晶粒微細化
9	ＦＲＭ	3	・Fe+Si+硬質物質　焼結FRM・加工条件
10	超塑性加工用合金	2	・Ｂ添加・成分適正化
11	熱膨張制御チタン	2	・Mo+Zr+Sn+Al系βTi・Sn+Zr+Cr系
12	熱間加工性改善	2	・加工条件適正化・適正成分
他	超塑性・低コスト化・電解箔カソード電極・耐摩耗性改善・耐食性改善・ファスナー製造・水素吸収防止・アモルファス・切削技術・粉末		
合計公開特許件数		71	

出典：NEDO成果報告

⑦我が国技術力の強み･弱み

1) スポンジチタン

・我が国は世界生産量に対する構成比率高く(30～40%) 、重要な地位を築いている。

・高品質と高級ブランドで航空機の重要部材に適用される。

⇨ 航空機製造過渡期には、輸出量増大で我が国展伸材用への供給が不足。

・設備改善の積み重ねで、生産性が高い。

⇨ これ以上の大きな改善は望めず、生産量増加のためには新たな建設が必要。

2) 展伸材

・最近２年はアメリカ、ＣＩＳに続く生産量（2004年の構成比率23%）。

・展伸材は鉄鋼圧延および鉄鋼関連加工設備を用いた量産性、高品質に裏付けされた技術転用の効果で、競争力は大。

・国内需要では中国、アメリカ、ロシアに続き４位の、構成比率12.4%。

⇨ 海外市場の動向に影響され易い。

・純チタン等加工性良好な材質については板、管、棒等、生産性、品質共にトップレベル。

⇨ 加工性が悪く、新鋭鉄鋼設備では対応しがたい合金は、我が国マーケットが少ないこともあり、欧米合金メーカーより生産量、適用先の認定取得が遅れており、競争力は低い。

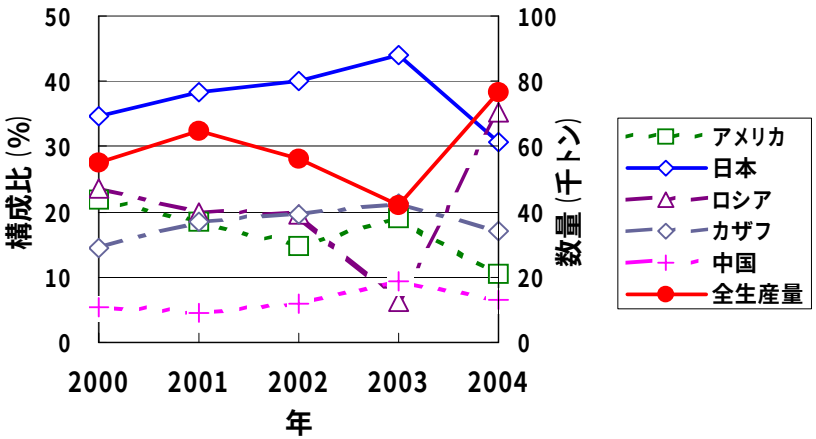
・新製品、新用途へのチャレンジを重ね、純チタンの需要を拡大している。

反面 ⇨ 国外も含めチタンのマーケットは小さく、需要拡大に向けた努力が必要。

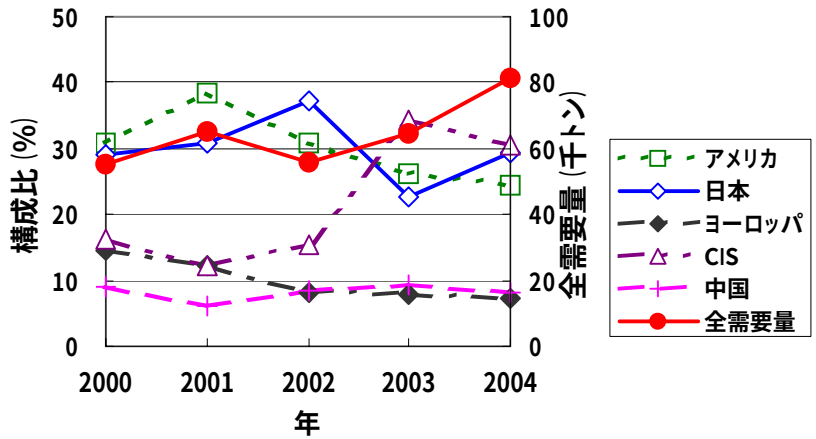
1. チタン産業の現状　　(9)技術動向

⑧我が国技術力の強み･弱み (我が国の位置付け)

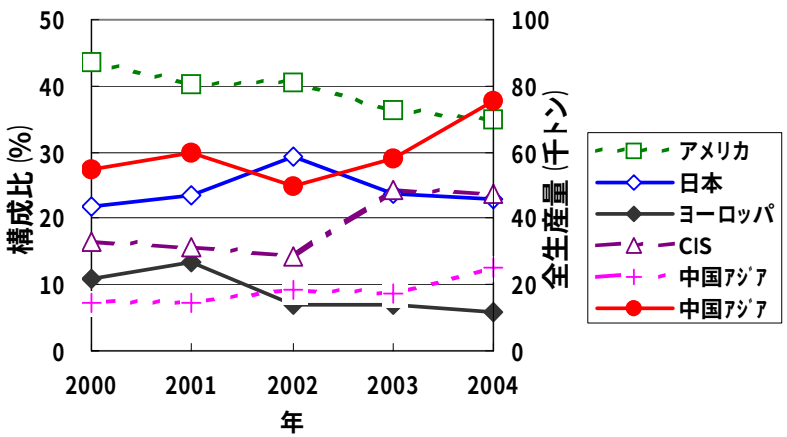
出典:工業レアメタル



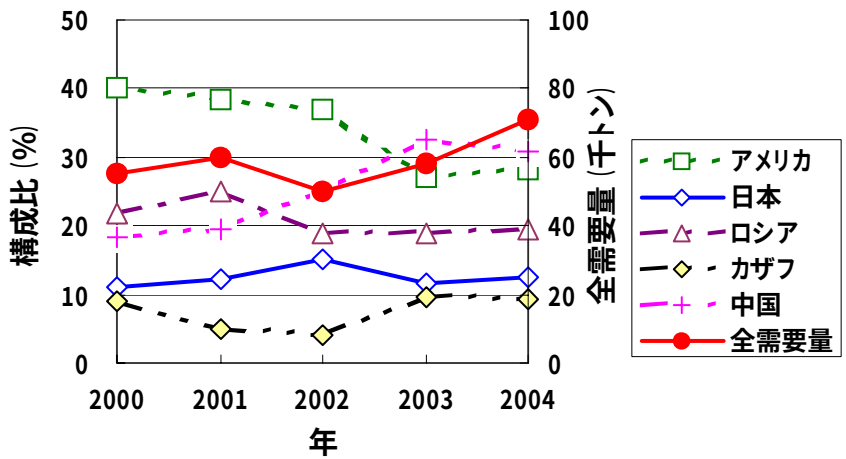
スポンジチタンの生産量



スポンジチタンの需要



チタン展伸材の生産量



チタン展伸材の需要

1. チタン産業の現状　　(10)設備状況

①主要国の生産能力、生産実績、稼働率

・2004年の我が国スポンジチタンの生産稼働率は70%。世界総生産の27%とCISに続き、第２位。
・2004年の我が国インゴット生産稼働率は69%。世界総生産の17%と米国、CISに続き、第３位。

国別金属チタンの生産能力と実生産量 (2004年)

(ton/y)

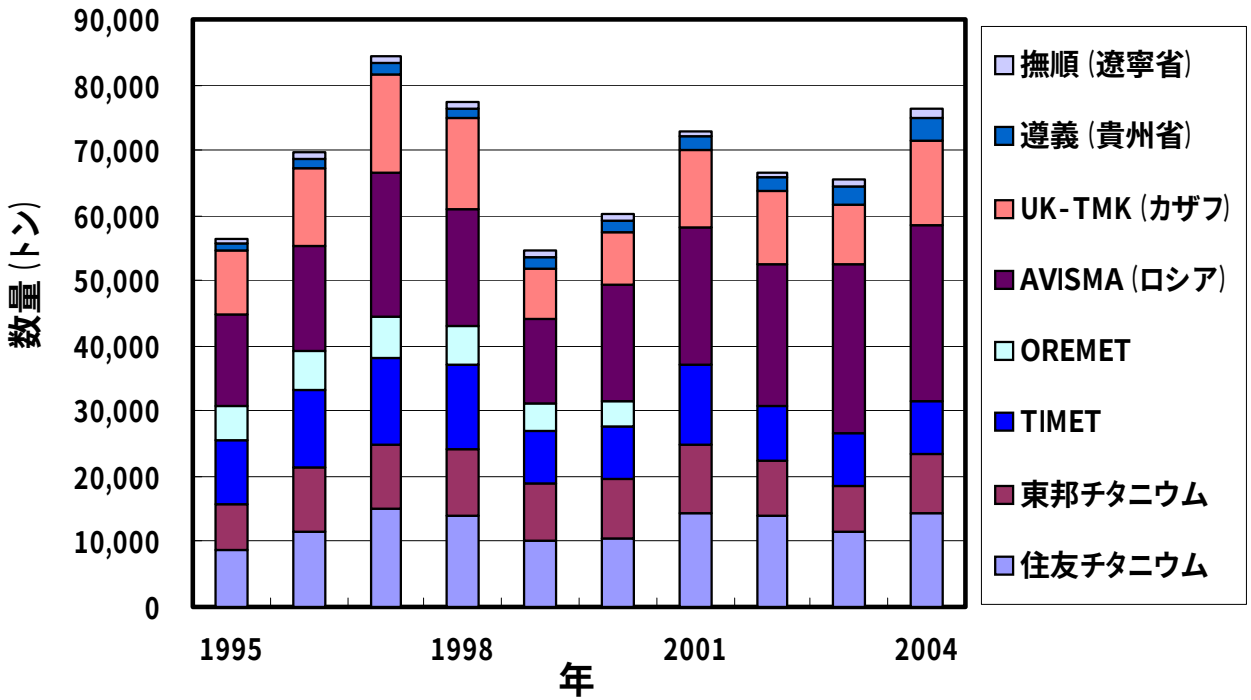
地域、国		製品			
		スポンジ	インゴット	ミル製品	鋳造
日本	能力	33,000	26,900	不明	
	生産量	23,110	18,662	17,350	37
	稼働率(%)	70	69	ー	ー
	生産比率(%)＊	**27**	**17**	**23**	**3**
米国	能力	8,940	87,000	不明	
	生産量	7,000	41,400	19,300	400
	稼働率(%)	78	48	ー	ー
	生産比率(%)	**8**	**38**	**26**	**30**
欧州	能力	ー	14,000	不明	
	生産量	ー	10,000	7,000	
	稼働率(%)	ー	71	ー	ー
	生産比率(%)	**ー**	**9**	**9**	**0**
CIS	能力	80,000	110,000	不明	
	生産量	49,500	25,000	22,765	150
	稼働率(%)	62	23	ー	ー
	生産比率(%)	**59**	**23**	**30**	**11**
中国	能力	6,000	15,000	不明	
	生産量	4,809	13,000	8,696	752
	稼働率(%)	80	87	ー	
	生産比率(%)	**6**	**12**	**12**	ー
合計	能力	127,940	252,900	>75000	0
	生産量	84,419	108,062	75,111	1,339
	稼働率(%)	66	43	ー	ー

＊：生産比率 (世界生産量に対する比率)

出典：日本チタン協会資料

②世界主要企業のスポンジチタン生産実績

・我が国スポンジメーカーの生産量は合計で2万～2．5万トン/年で推移。
・世界を見ると、最近5年ではロシア/AVISMA (VSMPO)の生産量が最大。次いで我が国が続く。
・米国/TIMETは東邦チタニウムとほぼ同量の生産量。
・世界の生産量は1997年をピークに減少傾向であったが、2004年はこのピーク値に近づき、今後2～3年はさらに増加の予想。



スポンジチタンメーカー各社の生産量推移　　出典：工業レアメタル

1. チタン産業の現状　　(10)設備状況

③主要企業のスポンジ･インゴット生産設備増強計画

・我が国は２社の設備増強により、2011年時点でスポンジチタン生産量は42%増強。
・インゴット生産についても2007年時点で、生産量は26%増強。
・増強しても、生産能力順位はスポンジ第２位、インゴット第３位と変わらず。
・米国、中国もスポンジチタン生産能力の増強を計画。

世界のスポンジ･インゴット生産増強計画（トン）

	会社名	スポンジ	インゴット
日　本	住友チタニウム㈱	18,000 *→24,000	6,700
	東邦チタニウム㈱	15,000 **→22,000	9,000 ***→19,000
	計	33,000 →46,000	☆26900 →36,900
米国	TIMET	8,600 ****→12,600	31,000
	計	8,940 →12,940	87,000
欧　州	計	―	14,000
ＣＩＳ	計	80,000	110,000
中　国	計	6,000 →30,000	15,000
世界	合　計 増強後の設備能力 (増加率、%)	125,940 →140,940 (12)	252,900 →263,900 (4)

☆（神戸製鋼、大同を含む）
*　：’06に増強。
**　：'11に増強
***　：'07に増強
****：'07に増強

出典：日本チタン協会他

1. チタン産業の現状　　(11)海外展開の動向

①VSMPO-AVISMAの動向

・CIS（ほぼVSMPOが全体を占める）の国内向け製品の1/2以上は合金。
・生産能力最大のVSMPO-AVISMAは米国ATIとUNITI社を発足させ、純チタン市場をターゲットに活動。
・合金分野で米国と、純チタン市場で日本と競合。

CIS出荷量(ton)

	2002	2003
ロシア	16,149	16,663
(VSMPO-AVISMA内数)	14,826	15,415
Ukraine	663	820
合計	16,812	17,483

出典：日本チタン協会資料

CISの国内向けチタン製品出荷量

	1997		2002		2003	
	Ton	%	Ton	%	Ton	%
航空機	900	61.5	3,416	71.6	2,338	54.0
船舶	145	7.0	425	8.9	1,125	26.0
非鉄冶金	330	16.0	257	5.4	163	3.8
化学工業	225	11.0	210	4.4	147	3.4
電力	160	8.0	306	6.4	471	10.9
その他	290	14.0	159	3.3	82	1.9
合計	2,050	100.0	4,773	100.0	4,326	100.0

②中国の需要動向(2004)

・2004年の展伸材生産量の合計は１万ﾄﾝ弱であり、我が国のほぼ1/2。
・用途別では化学工業用が最大（比率41%）で、スポーツ（19%）、航空(10%)と続く。
・輸出量は全体の約1/10。
・我が国の2004年生産量は1,7387トン、国内消費を30%と仮定した需要は5,200ﾄﾝ。中国の国内消費は8,500ﾄﾝで、日本の消費量を越える。
・航空機用は我が国409ﾄﾝに対し、908ﾄﾝとすでに中国の方が多い。
（TIMET、Valinox、中国企業合弁で2006年4Qに溶接管工場稼働の予定。(TIMETﾎｰﾑﾍﾟｰｼﾞ)）。

中国国内の展伸材需要(2004)

項目	数量(ton)	比率（%）
化学工業	572	41
航空	908	10
船舶	187	2
冶金	195	2
電力	424	5
医療	92	1
塩化物	230	2
海洋	26	0
スポーツ	1,745	19
その他	923	10
輸出	822	9
合計	9,448	100

＊スポーツ：日本からのＯＥＭを含む

出典：日本チタン協会資料

①工場内スクラップの発生予想量

・1987年のスクラップ発生率は25～35%

・工場内発生スクラップは可能な限り、リターンしている模様。

・最近の展伸材の歩留まりを85%、発生くずの転用先の割合を不変と仮定すると、展伸材20,000トンの製造時に予想されるリターン用スクラップ発生量は2,907トン。

チタンインゴットから製品の歩留まりと発生くず量（トン）

		数　量	発生くず量（A～E*/B）
展伸材出荷量（A）		5371	75～65%
（A）に必要なインゴット消費量（B）		7,110～8,245	(100)
発生くず	リサイクル用（C）	915～1,480	13～18
	鉄鋼添加用（D）	540～814	8～10
	回収もれ、廃却等（E）	284～580	4～7

（出典：工業レアメタル。1987年当時）

チタン展伸材2万トン製造時の発生くず量（トン）　（推定）

		数　量	発生くず量
展伸材出荷量（A）		20,000	85%
（A）に必要なインゴット消費量（B）		23,529	(100)
発生くず	リサイクル用（C）	2,907	12
	鉄鋼添加用（D）	1,744	7
	回収もれ、廃却等（E）	1,260	5

②スクラップの発生状況

(1)現行のスクラップリサイクルは工場内リサイクルが大半を占めていると予想される。

(2)展伸材では民生品、流通向けの使用量が多いが、単一では化学工業用。リサイクルの可能性の高い用途は火力、原子力発電のコンデンサーチューブ、プレート式熱交、建材。

(3)これらをリサイクルするため、制度化しておくべきである。

金属チタンのリサイクルの現状(2000年)

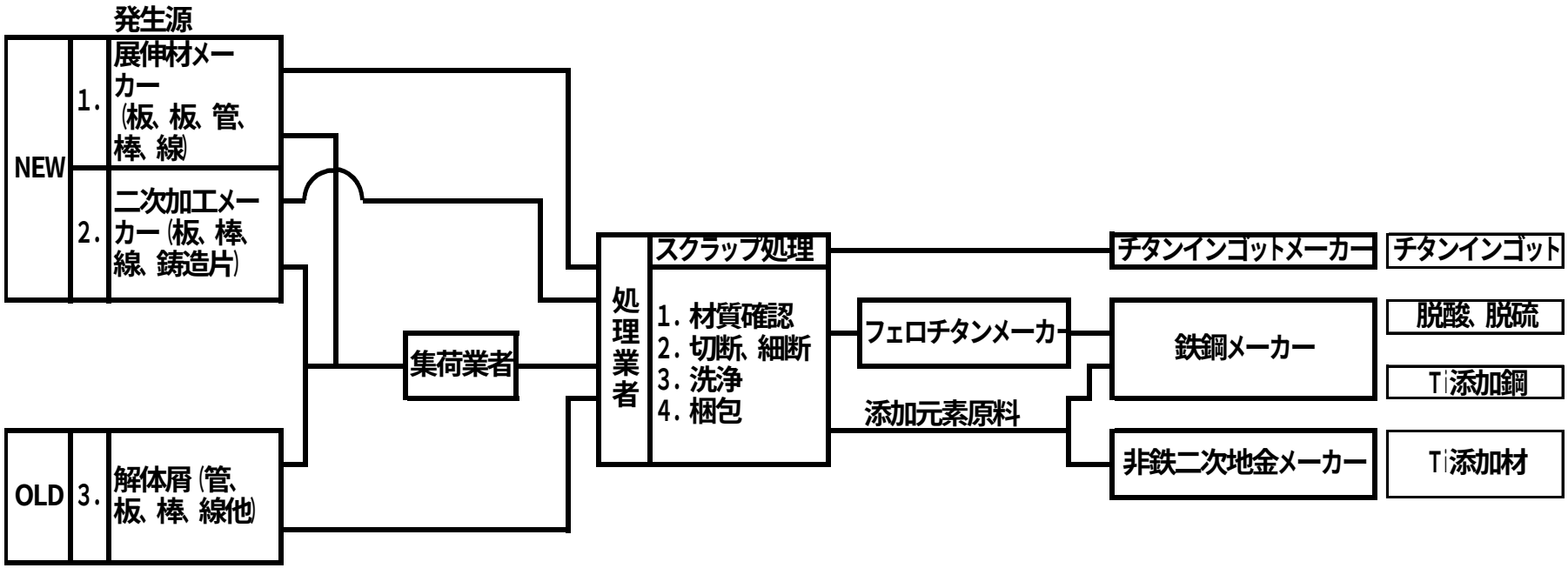
主な製品と使用量 (量は推定)	材質と形態	ﾗｲﾌｻｲｸﾙ (推定)	ﾘｻｲｸﾙ率 (推定)	備考
航空機、ﾛｹｯﾄ (ｴﾝｼﾞﾝ、機体) (300 ﾄﾝ)	Ti-6Al-4V等合金板、ﾃﾞｨｽｸ、円筒	(10～20 年)	(0%)	・ｽｸﾗｯﾌﾟの一部は再利用 (鉄鋼添加) ・輸出先 (主に米国) で再溶解
火力、原子力発電 (ｺﾝﾃﾞﾝｻｰﾁｭｰﾌﾞ、ﾀｰﾋﾞﾝ) (600 ﾄﾝ)	純ﾁﾀﾝ管、板、鍛造品	(30 年)	(0%)	・ﾗｲﾌｻｲｸﾙ長く、まだ使用済み品として市場に出ない。
石油等化学工業用 (配管、塔槽類、熱交換器) (1,000 ﾄﾝ)	純ﾁﾀﾝ管、板	20 年以上	不明	・ﾕｰｻﾞｰ/ﾒｰｶｰ間直接取引きのため 市場に出ないが、ﾘｻｲｸﾙ率は高いと推定。
電極、電解槽 (500 ﾄﾝ)	純ﾁﾀﾝ(Pd，Ru，Ta入り) 板、管	3～10 年	70%	・大型電極は成型加工、再利用。 ・ﾒｰｶｰ/ﾕｰｻﾞｰ間で再生利用ｼｽﾃﾑ確立
ﾌﾟﾚｰﾄ式熱交換器 (500 ﾄﾝ)	純ﾁﾀﾝ板	5～10 年	60%	・一部鉄鋼添加剤として再利用
建築、土木 (屋根、外装、管) (80 ﾄﾝ)	純ﾁﾀﾝ板	(50 年以上)	(0%)	・まだ殆ど使用済み品は無い。
その他 (民生品、流通向等) (3,500 ﾄﾝ)	各種ﾁﾀﾝ合金、純ﾁﾀﾝ	用途により 数年～半永久	不明	・ﾘｻｲｸﾙの実態未掌握。

出典：日本チタン協会

③リサイクルの現状

(1)工場内リサイクル以外のスクラップをチタンインゴットにリサイクルできる国内の会社数は、国外に比べて少ない。

(2)本格的リサイクルを充実させるにはシステムの構築、ハース溶解設備の充実等が必要。



チタンのスクラップリサイクル

①需要見通し

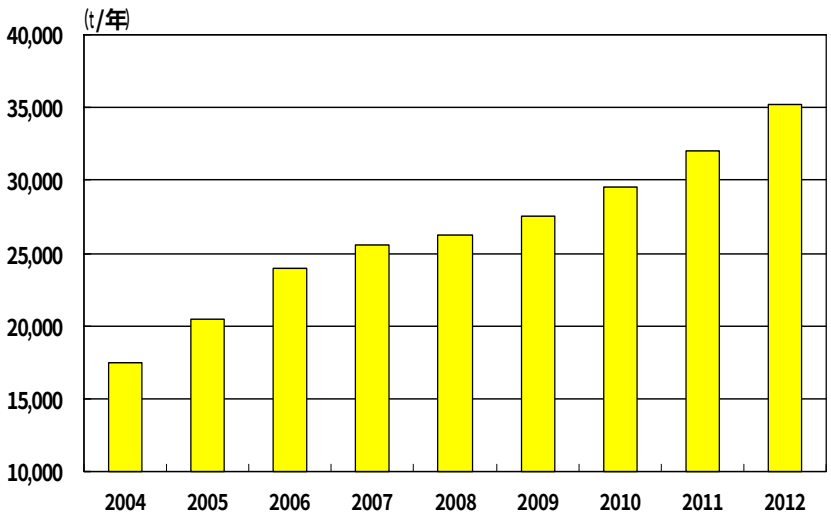
(1)2012年の我が国インゴットの需要見通し

・3.6万トン（2004年の2倍）と予測。

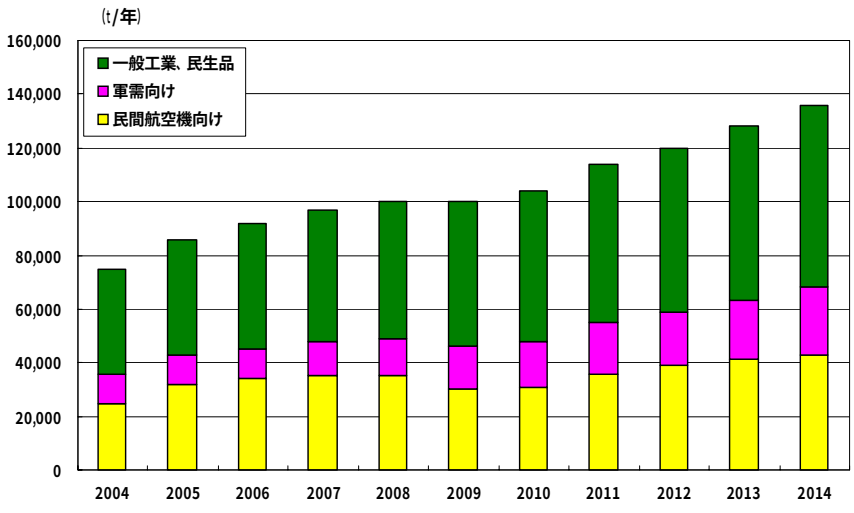
(2)2014年の世界のチタン展伸材需要見通し

・一般工業、民生品は6.8万トン（2004年の1.7倍）、軍需向けは2.5万トン（2004年の2.3倍）、民間航空機向けは4.3万トン（2004年の1.7倍）と予測。

・合計で13.6万トン(2004年の1.8倍）の需要と予測。



国内インゴット需要予測



世界の展伸材用チタンの需要予測

出典：メーカーホームページ

②航空機需要見通し

・エアバス、ボーイングの新機種投入を控え、航空機用チタンの需要が拡大。
・我が国スポンジチタンメーカーは、航空機用に輸出を継続。展伸材メーカーも製造を分担。
・加えて、米国で戦闘機の生産を3千機製作予定（必要チタン量3万トン）。
・航空機需要の反動で我が国展伸材メーカーの供給不足から、チタン離れが起きない努力が必要。

機　種		チタン必要量(トン/機)	就航年	構成材料の使用比率(%)					機体重量(トン)	受注機数(2005初時点)	合計チタン必要量(トン)
				アルミ	鋼材	チタン	複合材	その他			
エアバス	A370										
	A380	**65**	2006	61	11	**7**	20	1	361	139	**9,035**
ボーイング	**B787-8**	**100**	2008	20	10	**15**	50	5	154	186	**18,600**
	B787-3		2010						150		
	B787-9		2010						171		
	B747	29-38		81	13	**4**	1	1			
	B757	13-15		78	12	**6**	3	1			
	B767	11-16		76	14	**6**	3	1			
	B777	61-86		70	11	**7**	11	1			

機体重量：最大設計燃料無し（航空メーカーホームページ）
チタン必要量：東邦チタンおよび日本チタン協会提供資料

①輸入関税

- 貿易自由化のもと、我が国は輸入関税率を下げてきた。
- 一方、国外のチタン輸入関税率は我が国より高い。
- 米国はスポンジ、展伸材ともに我が国の5倍。ECにおいても我が国より高い。
- 輸出国である我が国にとって、この税率は不公平かつ、不利益。

輸入関税率の推移

		ケネディラウンド	東京ラウンド			ウルグァイラウンド	
		68-'79	80-'81	82-'86	'87～	95-'99	現在
日本	スポンジ	8.0	7.3	6.2→5.1	4.1	4.1→3.0	3.0
	展伸材	12.0	10.6	8.6→6.5	5.2	5.2→3.0	3.0
米国	スポンジ	18.0	18.0	17.5→15.5	15.0	15.0	15.0
	展伸材	18.0	18.0	17.5→15.5	15.0	15.0	15.0
EC	スポンジ	6.0	6.0	5.8→5.2	5.0	5.0	5.0
	展伸材	8.0	8.0	7.8→7.2	7.0	7.0	7.0

出典：工業ﾚｱﾒﾀﾙ

・過去のダンピング認定

・過去に米国からスポンジが、ＥＣから展伸材がダンピング認定された。

・ダンピング認定されると、5年間は輸出がほぼ絶望となる。

・ダンピング認定を受けない対策は？

ダンピング認定問題

年	提訴国	対象国	対象	内　　容
1968	米国	旧ソ連	スポンジ	ダンピング認定
1984		日本	スポンジ	ダンピング認定
1993		ー	ウルグァイラウンドで反ダンピング協定（ダンピング認定後、5年以上経過した案件の見直しをする）成立	
1998		CIS、日本	スポンジ	ダンピング「シロ」判定（TIMET, OREMETは反対、RMIは歓迎）
1977	ＥＣ(英、独、仏)	日本（神鋼、日鉱、日ス）	展伸材	ダンピング認定。1979年解決。
1984	ＥＣ(英、独、仏)	日本（神鋼、日鉱、日ス、住金）、米国	展伸材	ダンピング認定。1985年日本は解決。

出典：工業ﾚｱﾒﾀﾙ、チタン誌

(1)我が国の標準化戦略と課題

・我が国ではチタン合金規格化が米国に比べ遅れており、JIS化を推進中。

・一方、欧州ではチタン材料規格化がさらに遅れている。現在、日本が幹事国となって世界の共通規格化を推進している。

・世界のチタン関連協会では、日本チタン協会の歴史が最も長く、共通規格化を通じて情報がグローバル化している。

①JIS化

・国の支援のもと、JIS化を推進。

②ISO規格へのチタン材料（チタンおよびチタン合金）の規格化

・NEDO委託「新規産業支援型国際標準化開発事業」のもと、将来ISOへ提案する。

・2001年、ISO/TC79（軽金属材料）に、「非航空宇宙用途」のチタン材料関係のISO規格の制定が承認された。

・2002年SC11(チタン）の設置が決定。幹事国は日本。

（参加国は日本、米国、フランス、中国）

出典：チタンVol.51　No.4　　チタンVol.53　No.3

(1)我が国環境規制の見通しと課題

・放射線自主管理規制による制約

・調達先の限定は、リスク回避に対し不利。

・自主管理規制値を緩和できると選択できる山元が増え、リスクが小さくなる。

スポンジチタン原料の主な輸入先と量（２００４）

	インド	オーストラリア	カナダ	南アフリカ	計
ルチル	27,562	51,011	4,600	6,640	89,813
スラグ	0	0	43,502	88,404	131,906
合計	27,562	51,011	48,102	95,044	221,719

＊金属チタン用以外も含む量

出典：レアメタル・ニュース

６．その他の戦略

(1)用途拡大　①コスト合理化

・コスト合理化技術

・用途拡大の大きな要因はコスト削減。

・精錬では現在のバッチ式製法を連続式への変更。

・溶解では円筒状鋳塊製造法であるＶＡＲを各種熱源を利用したハース溶解炉への変更。

従来プロセス技術のコスト上の課題と新技術

分野	従来プロセス	コスト上の課題	新技術	新技術の特徴
製錬	クロール法	・バッチプロセスで生産性が悪い　・$MgCl_2$からMgの回収にエネルギーを多量に消費する ・設備が複雑	Ca還元によるTiの製錬技術 (JTS法、OS法、FFC法など)	・連続生産、半連続生産による生産性向上 ・エネルギー消費が少ない ・設備が簡単
溶解・鋳造	VAR法(消耗電極式真空アーク溶解法)	2回溶解・鋳造によるエネルギーの消費が大きく、コスト高 ・消耗型電極(ﾌﾟﾘｹｯﾄ、ｺﾝﾊﾟｸﾄ)の製造	EBM法(エレクトロンビーム溶解法) Pam法(プラズマアーク溶解法) CCIM法(Cold Crucible Induction溶解法) JTS法(日本チタン協会法)	・2回溶解・鍛造→1回溶解・鋳造の可能性 ・消耗型電極(ﾌﾟﾘｹｯﾄ、ｺﾝﾊﾟｸﾄ)の製造が不要 ・るつぼ底部で出湯、溶湯攪拌性大、溶解所時間
圧延	熱間圧延 冷間圧延など	・生産量増加によるｺｽﾄﾀﾞｳﾝ		
鍛造	自由鍛造 型鍛造 リング圧延など	・薄肉鍛造品の製造が困難 ・歩留りが低い ・多大な機械加工 ・金型の製作	・加工性の良い合金の開発 ・冷間鍛造法の拡大 ・ﾚｰｻﾞｰﾌｫｰﾐﾝｸﾞ(ﾚｰｻﾞｰとCADを用いた成形加工方法)	・薄肉製品の製造が可 ・歩留まりの向上 ・機械加工の削減 ・金型が不要(ﾚｰｻﾞｰﾌｫｰﾐﾝｸﾞ)
鋳造	消耗電極式真空アーク溶解など	・原料形状に制約 ・溶解速度が遅い	・インダクションスカル溶解法 ・レビキャスト法(電磁力による浮揚溶解と減圧鋳造の組合せ)	・原料形状に制約が少なく、安価原料を使用可能 ・溶解速度が速い ・誘導の攪拌力が強く、合金化、成分、温度の均一化が容易　・生産性が高い

出典：ＪＲＣＭ成果報告

・チタンが大量に使用される用途例

・純チタンの主な用途は化学工業用熱交換器、塔槽類。

・新規開拓した用途は建材用。

・合金では航空機用途が主力。

・新規開拓した合金の用途は、自動車用、ゴルフヘッド用。

・マーケットの拡大には、さらなる新用途の開拓が必要。

大量にチタンが使用され例

	対　　象	使　用　量
1	F-15戦闘機	約３０トン（最終製品で約5トン／機）
2	カセイソーダ電解プラント	約300～500トン（年産100万トン規模のプラント）
3	原子力発電所	約200～250トン（1000MW級PWRプラント）
4	テレフタル酸プラント	約30～50トン（年産10万トン規模のプラント）
5	パルプ漂白装置	約30～50トン（KAMYR式標準プラント）
6	MSF型海水淡水化プラント	約1500トン（日産13万トン規模のプラント）
7	大型建築物の屋根	約90～120トン（世界真光文明教団神殿、福岡ドーム）
8	原子力潜水艦	約3500トン（級ソ連邦アルファー級）

出典：新金属データブック

(1)メディカルマテリアル市場の現状と将来

- 2002年に外科インプラント用チタン材料がJIS化。
- 2009年の市場規模は約1兆円。
- チタンの主な市場は整形外科材料と歯科材料。

外科インプラント用チタン材料

JIS T7401-1	チタン
JIS T7401-2	Ti－6Al－4V合金展伸材
JIS T7401-3	Ti－6Al－2Nb－1Ta合金展伸材
JIS T7401-4	Ti－15Zr－4Nb－4Ta合金展伸材
JIS T7401-5	Ti－6Al－7Nb合金展伸材
JIS T7401-6	Ti－15Mo－5Zr－3Al合金展伸材

市場規模　(億円)

分野別	2005年	2009年予測	対05年比(%)
ディスポーザル医療機器／包装材	3399	3273	96
眼科用材料	1673	2711	162
人工臓器類	1469	1641	112
整形外科材料	865	947	109
MEMS/ナノマテリアル	520	800	154
治療用材料	365	379	104
歯科材料	169	215	127
合　計	8460	9966	118

出典：㈱富士キメラ総研

(2)医療用材料の許認可の状況

・国外では実用化までのプロセスが簡略。

・欧米に比べ、我が国は許認可に時間と費用がかかり、短期の実用化は困難。

・施策の転換が必要。

インプラントへのチタンの適用

	関係省庁
規格化	経済産業省
許認可	厚生労働省

国内インプラント材の許認可手順

	項　目		期間	費用
1.	動物実験		2－3年	
2.	治験	症例（80－100例）	5年	4億円
3.	許認可			
4.	保険適用	社会保険庁に申請登録すれば適用		

注：材料特性評価は別

国外インプラント材の許認可

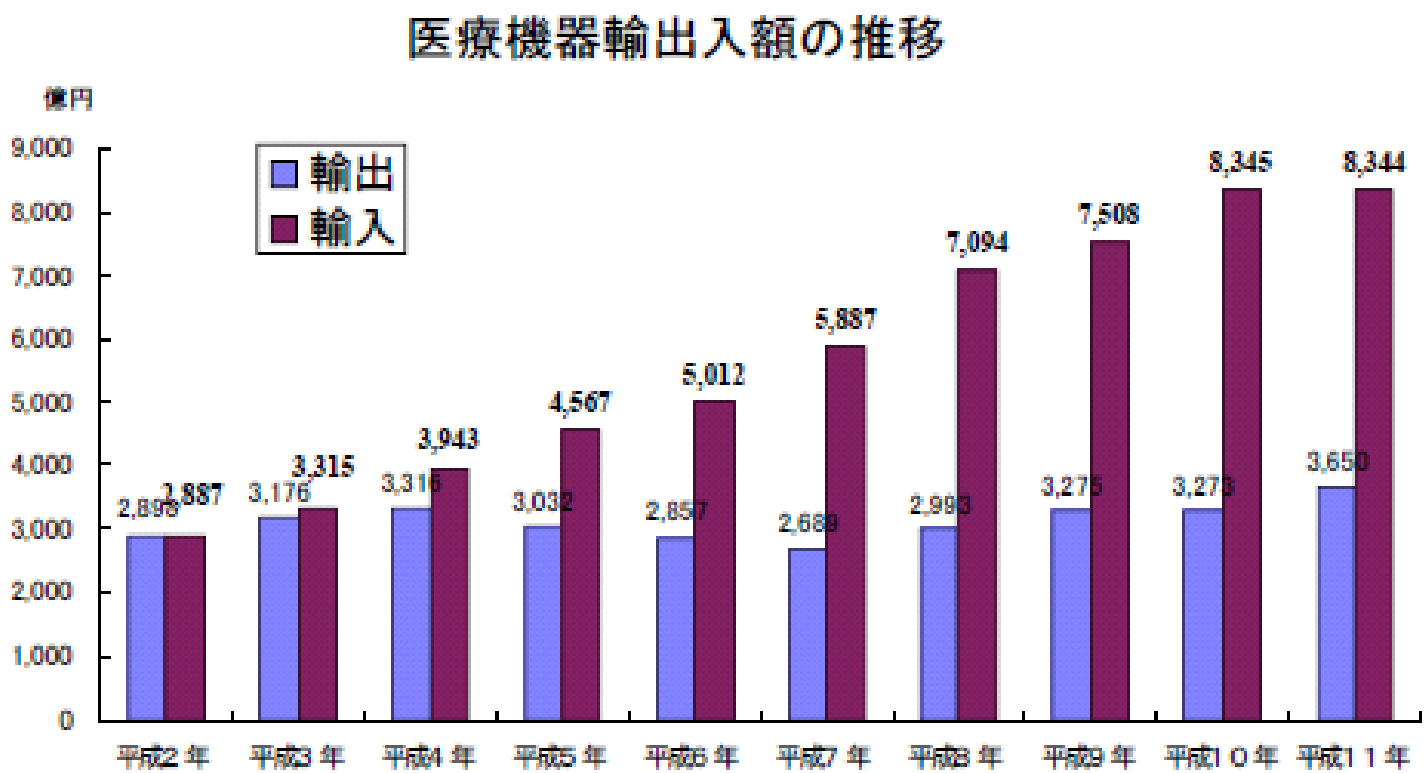
EC	CEマーキング法
アメリカ	米国医療機器規制 FDA 510(k)

我が国と欧米との許認可制度の相違

我が国	厚生労働省認可（第三者認定制度発足）	ビジネスとしてやりにくい
欧米	基本的要件満たせば、個人の意志。自己責任	

(3) 医療機器の輸出入

・我が国市場では輸入品の流通が大



出典：㈱富士キメラ総研

(4) 許認可の現状

・国外では実用化までのプロセスが簡略。

・我が国は許認可に時間と費用がかかるが、簡略化できないか。

インプラントへのチタンの適用

	関係省庁
規格化	経済産業省
許認可	厚生労働省

国外インプラント材の許認可

EC	CEマーキング法
アメリカ	米国医療機器規制 FDA 510(k)

国内インプラント材の許認可手順

	項　目		期間	費用
1.	動物実験		2－3年	
2.	治験	症例（80－100例）	5年	4億円
3.	許認可			
4.	保険適用	社会保険庁に申請登録すれば適用		

注：材料特性評価は別

我が国と欧米との許認可制度の相違

我が国	厚生労働省認可（第三者認定制度発足）	ビジネスとしてやりにくい
欧米	基本的要件満たせば、個人の意志。自己責任	

６．その他の戦略

(1)用途拡大　④橋梁への適用

・概要

・構造用部材への適用には、新規利用技術、特性データの取得が必要。

・これらの積み重ねで、材料開発および需要開拓が推進される。

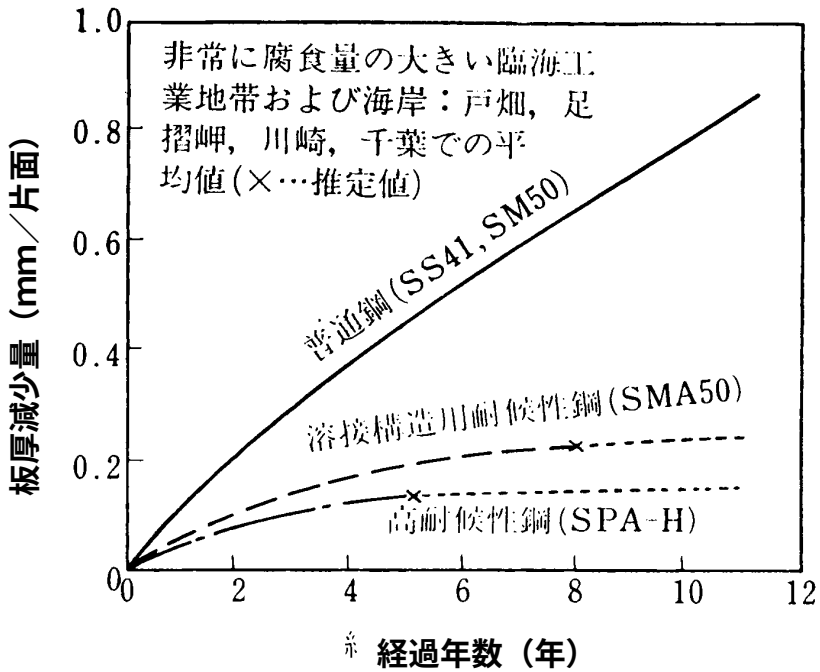
・チタン合金の軽量、高強度、高耐食性の特性を発揮できる分野を開拓。

橋梁の必要性能

耐久性	１００年（過去は５０年）
メンテナンス性	溶接等の施工性
	代替部品の調達性
保守	塗装費用　2万円／m2
	通常箇所　1回／２０年
	海浜地区　場所、部位に依存

チタンへの転換

長所	塗装費用不要
	軽量（支柱強度低減化）
改善、開発点	量産化手段
	施工技術確立
	チタン専用の設計技術確立 ・振動（共振回避） ・振動（騒音対策？） ・保守技術（検査基準）



出典：紡織技術便覧

○我が国チタン産業の現状のまとめ

1．生産、需要動向

(1)スポンジチタン

・原料は国外に依存するが、精錬以降製品まで我が国で生産。

・2005年のスポンジチタン生産量は30,500トン。9,200トン(30%)を輸出。生産量、生産能力ともに世界第2位（推定）。2011年には現有能力の56%upの増強計画。

・2004年の主要国ｽﾎﾟﾝｼﾞﾁﾀﾝ生産量は８４千トン（31%を我が国が生産）。年度により生産量は大きく変動。

(2)チタン製品

・用途は、大半が工業用ならびに民生用。

・2004年の生産量は18千トンで、うち板、条が70%を占める。

・展伸材の約1/2は輸出であり、国内消費は少ない（実質30%と推測)。

・航空機用チタンは全製品の3%と、西欧世界の40-60%に比べ、極めて低い。

2．需要動向

・スポンジチタンは世界航空機需要の増加で、輸出が増加傾向（９．１１テロの影響の沈静化）。

・一方、アジア、中近東向け工業用チタン製品（主として純チタン）も増加。このため、スポンジチタンの生産がタイトとなっている。

・アジア、中近東向け増加に伴い、板の需要が増加（板熱交主体）。

3．リサイクル、環境

・チタンのライフサイクルが長く、マーケットが小さいことから、我が国のリサイクルは少量。工場内リサイクルは従来より継続実施。

・チタン鉱石中の放射能に関して自主管理規定を設けて実施しているが、原産地が限定されており、コスト、長期的安定供給の点が懸念される。

○我国チタン産業の課題

1．需要拡大

・スポンジチタンならびにチタン製品の中長期的な需要は、増加傾向にあるものの、過去の実績から需要が大きく変化しながらの増加。定常的な増加とするための需要拡大を何に求めるか。コスト削減や、航空機分野への参入あるいは新たな用途開発等で需要を拡大することが必要。

2．原材料の環境問題

・長期的安定確保のためには、原料調達先を多くから選択できる体制が必要。放射線管理基準をどこまで緩和できるか、科学的データに基づいた設定が必要。

3．競合メーカーへの対応

・VSMPO－AVISMA、TIMETは世界戦略を考慮した海外進出を始めている。一方、開発途上にある中国も生産能力の大きな拡大を指向している。その中で我が国はどうするのか。このままでは、中長期的にシェアの低下が懸念される。

付-１.チタンの特性

1) 軽い (比重4.5。鉄の60%)

2)高耐食性 (特に塩化物に耐える。→海浜地区の橋梁表面保護、壁、屋根等の建築部材)

3)合金添加で高強度化 (引張強さ＞1200MPa。航空機、自動車部材)

4)冷間加工可能な高強度材 (→ゴルフヘッド、航空機部材、自動車のリテーナ等) 。

5)特異な金属間化合物を形成 (TiAl：耐熱性。NiTi：形状記憶) 。

チタンと他金属との物性比較

	比重	融点 (℃)	線膨張係数 (10^{-6}/℃)	比熱 (cal/gr/℃)	熱伝導率 (cal/cm^2/sec/℃/cm)	電気比抵抗 (μΩ-cm)	ﾔﾝｸﾞ率 (kgf/mm^2)	ﾎﾟｱｿﾝ比
チタン	**4.5**	**1668**	**8.4**	**0.124**	**0.041**	**55**	**10850**	**0.34**
鉄	7.9	1530	12	0.110	0.150	9.7	21000	0.31
SUS304	7.9	～1410	17	0.120	0.039	72	20400	0.30
アルミニウム	2.7	660	23	0.210	0.490	2.7	7050	0.33
マグネシウム	1.7	650	25	0.240	0.380	4.3	4570	0.35
銅	8.9	1083	17	0.092	0.920	1.724	11000	0.34

(出典：ﾒｰｶｰｶﾀﾛｸﾞ)

付-2. チタンのJIS

・JIS規定の材質は22種。うち構造部材用等の合金は5種とわずか。
(用途の大半が純チタンベース)
・製品形態は鉄鋼材料とほぼ同等であるが、純チタンベースのため、規格は比較的単純。

JISのチタン体系								
	板条	継目無管	熱交換器管	溶接管	合金管棒	鍛造品	線	特　性
JIS	(JIS H 4600)	(JIS H 4630)	(JIS H 4631)	(JIS H 4635)	(JIS H 4650)	(JIS H 4657)	(JIS H 4670)	用　途
1種	○	○	○	○	○	○	○	純チタン。化学装置、建築用等一般用途
2種	○	○	○	○	○	○	○	
3種	○	○	○	○	○	○	○	
4種	○	○		○	○	○		
11種	○	○	○	○	○	○	○	耐すきま腐食用に開発された微量添加材。高温塩化物環境等の化学装置用。(16種のみ耐硝酸用途)
12種	○	○	○	○	○	○	○	
13種	○	○	○	○	○	○	○	
14種	○	○	○	○	○	○	○	
15種	○	○	○	○	○	○	○	
16種	○	○	○	○	○	○	○	
17種	○	○	○	○	○	○	○	
18種	○	○	○	○	○	○	○	
19種	○	○	○	○	○	○	○	
20種	○	○	○	○	○	○	○	
21種	○	○	○	○	○	○	○	
22種	○	○	○	○	○	○	○	
23種	○	○	○	○	○	○	○	
60種	○				○	○		Ti-6Al-4V。航空機等構造部材用の代表合金
60E種	○				○	○		
61種	○				○	○	○	Ti-3Al-2.5V。航空機油圧配管用の代表合金
61F種	○				○	○	○	
80種	○				○	○	○	冷間鍛造用合金

付-3. 国外チタン関連チタンメーカーの雇用者数

・米国チタン専業メーカーに近いＴＩＭＥＴは2500人、ＲＴＩは１１８５人（うちＲＭＩは500人）。
・ＡＴＩは我が国鉄鋼メーカーと同様の業種であり9000人と神戸製鋼と同規模。
・VSMPO-AVISMAは15,280人と新日本製鉄と同規模。

Ｔｉ関連メーカー	従業員数（人）	備　　考
国内スポンジＴｉメーカー	384	平均
ＡＴＩ	9,000	ステンレス、鉄鋼、Ｎｉ基、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｎｂ、W、板、棒、線
ＲＴＩ	1,185	うちRMIは500人
ＴＩＭＥＴ	2,500	
ＶＳＭＰＯ	15,280	Ａｌ、Ｍｇ、フェロチタン
新日本製鉄	15,353	
神戸製鋼	8,584	

注）国内メーカーは現在、国外は2004年ベース。

出典：Ｗｅｂ　サイト