

# 軽 金 属



マグネシウム二輪車用鍛造部品（栗本鐵工所）



アルミトランスファーケース  
(旭テック)



チタン／東京国際展示場外壁

# 概要

**軽金属**: 比重が4もしくは5以下の金属。工業的にはアルミ(アルミニウム/Al)、マグネシウム(Mg)、チタン(チタニウム/Ti)の3種類を指す。金属としてはリチウム(Li)がもっとも軽い。鉄(Fe)に比べて軽いだけでなく、合金化(軽合金)で強さも備え、製品・設備の軽量化や高機能化に有効で、年々需要増

表43-1 工業材料の分類

工業材料	金属材料	鉄鋼(#14)	鉄、鋳鉄、鋼、合金鋼、特殊鋼
		非鉄金属	銅、アルミニウム(Al)、マグネシウム(Mg)、チタニウム(Ti)、ニッケル、レアメタル、それらの合金
	非金属材料(#26)	無機材料	ガラス、セメント、粘土、陶磁器、耐火物、ファインセラミクス
		有機材料	木材、繊維、皮革、油脂、石油、接着剤、ゴム、潤滑油、プラスチック
その他	新素材	形状記憶合金、水素吸蔵合金、アモルファス合金、傾斜機能材料 (一部#26)	

注: (#14)、(#26)は研修済みのSFIナンバー

表43-2 鉄—軽合金の物性値比較 ③④⑫

	冷間加工	融点 ℃	比重 g/cm <sup>3</sup>	引張強さ MPa *	ヤング率 kgf/mm <sup>2</sup>	熱伝導率 W/mK	線膨張率x 10 <sup>-6</sup> /K	電気抵抗 μΩ.cm	概略価格 円/kg
Fe 比較ベース	○ 容易	1535 ○ 溶け難い	7.9 (ベース)	630 (ベース)	21000	53 伝導性	12	9.7	100
Al合金 A5052P	○	660 ×	2.7 (1/3)	430(2/3)	7050 軟	121 ○	23 大	5.8 小	300
Mg合金 AZ31	×	650 ×	1.7 (1/4.5)	345(1/2)	4570 軟	158 ○	25 大	4.3 小	200
Ti合金 Ti6Al4V	×	1668 ○	4.5(1/1.75)	980(1.5)	10850少し軟	7.5 ×	8.8 小	170 大	1500

**Al**はクラーク数第3位、金属では第1位。可採年数は150年。構造用金属としてはもっとも軽い。強度の高い合金の種類が多く、近年、自動車、構造物、機器・装置の軽量化のために鉄鋼、銅系材料に代わって多く使われる

**Mg**はクラーク数第8位(金属材料では第3位)、可採年数は500年以上。比重がAlの約2/3で実用金属中もっとも軽く、比強度が高い。純Mgは耐食性が悪いのでそのまま構造用材料として使われることはなく、合金として板、管材に用いられる

**Ti**はクラーク数第10位、金属材料ではAl、鉄、Mgに次いで第4位。可採年数は約100年。軽くて、強くて、錆びないという特長で、実用金属中、最高に近い機械的および金属学的特性を有する。非常に酸化しやすく、鉬石でも酸素と強固に結びついていて精錬が非常に困難

# アルミニウム

Al精錬の鉱物原料は**ボーキサイト**で、オーストラリアが世界の40%を産出

Al地金、合金地金、くず、合金くずなど輸入量は300万トン。リサイクル再生地金の国内生産量は約120万トン／年

**軽い**: 軽量化による性能向上のためとくに自動車、航空機、などの輸送分野、各種機械の高速回転部品や摺動部品でAlが使われる

**強い**: Mg、Cu、Si、などを添加したAl合金は比強度(強度／重量)が大で、輸送機器や建築物などの構造物にする  
日本Al協会

アルミ箔は99.3%以上の高純度AlでJIS規格では6～200μmの厚さ。純度により包装用、電線被覆用、電解コンデンサ陽極用などに使い分け

Al合金の代表的なものはジュラルミンで、比重1/3で鉄鋼並みの強さ。さらに成分を添加して超ジュラルミン、超超ジュラルミン(1936年住友金属が開発しゼロ戦の機体に採用)が開発された。YS11機はオール・ジュラルミン製

Al  
合  
金

- 5000系－Al-Mg系合金 (車両、LNGタンク、飲料缶エンド)
- 7000系－Al-Zn-Mg系合金 (鉄道車両、スポーツ用品)
- 6000系－Al-Mg-Si系互合金 (陸上構造物、車両、サッシ)
- 2000系－Al-Cu系に補助的にMgを添加 (航空機、油圧部品)
- 3000系－Al-Mn系に補助的にMgを添加 (Al缶、屋根板)

Alの製錬法: Al 1トン生産に15,200kWhの電力が必要。(銅製錬電力の10倍超)。日本の電力価格が高いため、Al地金の形でオーストラリア、ロシア、ブラジル、南アフリカなどから輸入



図43-1 ボーキサイト (Wikipedia)

表43-3 Al合金の長所と短所 ③④

長 所	短 所
軽い(鉄の1/3)	鋼なみの強度を出すためには合金化が必要
加工性がよい	弾性がない、疵つきやすい(強度部材に不適)
鋳造、ダイキャストが可能	溶接が非常にしにくい
アルマイト処理で錆びない	未処理の地金は湿潤環境、錆びる
電気・熱を伝えやすい	電磁波を反射する(電子レンジには使えない)
低温でも強い	高温に弱い、熱膨張大
装飾性がよい(塗装不要)	塗装しにくい(厳格な下地処理をが必要)
リサイクルが安価	リサイクルにはAl合金の分別回収が必要

表43-4 Al合金－ジュラルミン ⑥

		ジュラルミン	超ジュラルミン	超超ジュラルミン
JIS規格		A2017	A2015	A2075
成分 %	Al	ベース	ベース	ベース
	Cu	4	4	2
	Mg	0.5	1.5	1.5
	他		Si-1	Zn-8、Cr-0.2
特性		粘り、耐食性	→up	→up+up



図43-2 ジュラルミン製ブロック (今井組)

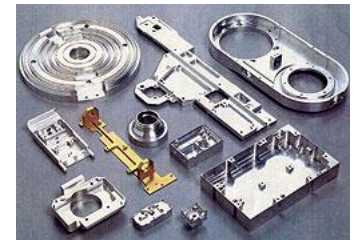


図43-3 Al精密切削加工部品 (中田製作所)

# マグネシウム

**Mg:** 酸素との親和力が強く、酸化物の還元の有効。また健全な生物化学反応に必須の金属。Mg地金生産は中国に寡占化。日本の輸入先も中国に偏重、次いでカナダ、ノルウェー

**Alより軽量:** Alよりさらに比重が軽いので重量軽減の要求の厳しい自動車、ポータブル電子機器への適用が進んでいる

**ダイカスト性:** Mg合金の最大用途はダイカスト部品。その適性: 1. 軽量、2. 鋳造性が良好、3. 美肌、4. 高い寸法精度、5. 高減衰性、6. 耐腐食性(乾燥状態)など

用途は、世界的に、Al合金への添加が約半分。次にダイカスト向けなど。最近は、構造材用が伸びている。国内需要量は過去最大約4.7万トン/2007年、2012年は3.8万トン。このほかに輸出用が1千トン弱 (アンダーライン部分は2013年に修正)

Mgは柔らかい素材。ダイカスト(81%)、砂型鋳物(0.9%)、射出成形品(8.6%)、展伸材(板、押出)・鍛造(9.5%)/2007年など、自動車、情報電子機器産業分野で多用。Mg合金は米ASTMのシステムに倣い添加元素をA(Al)、Z(Zn)、M(Mn)、K(Zr/ジルコニウム)、H(Th/トリウム)の略号を用いAZ合金、HK合金などと称する

Mg合金は環境対策としての自動車部品、携帯用電子・電気機器の筐体へ適用されるが、Al合金に比べて使用量は少ない。原因は; 1. 機械的性能(強度・延性、耐衝撃性、高温強度、疲労強度)、2. 塑性加工性、成形性、3. 耐食性などの特性が十分ではないため

Mgの製錬法は電解法と熱還元法に大別される。 **電解法**では海水などを原料に塩化マグネシウムを得て、これを電解して精製する方法。 **熱還元法**では原料鉱石ドロマイトを酸化物として、減圧下で高温に加熱し還元して製錬する。熱還元法は純度が高く、電解法はコストが安いのが利点。現在、生産量の多くは電解法による (日本Mg協会HP)

NEDOでは2003年以降次世代Mg鋳造合金部材、Mg粉末合金部材の開発研究が進められている ①

表43-5 Mg合金の長所と短所

Wikipediaほか

長 所	短 所
Alよりさらに軽い(鉄の1/4.5)	Alより比強度がやや劣る
切削性がよい	切削切粉が非常に燃えやすい。水で水素爆発する
ダイキャストが可能、薄肉化	プレス、鋳造、鍛造が難しい
熱伝導性、放熱性がよい	
温度・時間で寸法変化が少	延性が十分でない
振動吸収性がよい	高温に弱い(融点は650°C)
資源が豊富	腐食しやすい(水、アルコール、各種酸と反応)
リサイクルのエネルギーが小	

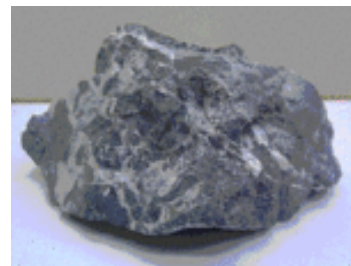


図43-4 ドロマイト



図43-5 Mgダイカスト製品 (日本金属)

# チタン

**Ti**: 空气中500℃以上で酸化が著しくなり使用限界温度は酸化の問題がなく、強度も比較的高い300℃程度

Tiは海水、各種の化学物質に対する耐食性があるため、船舶その他の海洋構造物、化学プラントなどに有効。高耐食性のため生体材料としてに代わって使われる。人工膝関節などのインプラント材料のTi-6Al-4V合金、Nb、Zr、Mo添加のTi合金がある。また、形状記憶合金としてTiNi(50-50)がある。

TiFe、TiCo、TiMnは水素化物を合成しやすく、水素吸蔵合金の一つとして使われる

**比強度大**: 航空機の構造材料として開発されたTi合金は、0~300℃での比強度が鋼、Alより格段に優れており、機体、エンジン部品、主脚など重要な部材に採用されている

**耐食性**: 硝酸、食塩水、亜硫酸ガス、塩素ガス、各種有機酸などに優れた耐食性を持ち、とくに化学プラントの部品、熱交換器などに不可欠な材料

Ti鉱石はルチル、イルメナイトで、世界の金属Ti生産はクロール法が主流で、ステンレス製容器内で純四塩化チタンと900℃に加熱した金属Mgの還元作用によって**スポンジチタン**を得る

日本はオーストラリア、ベトナム、インドなどから**UGI(Up Graded Ilmenite)**の形で9.6万トン/2004年の鉱石を輸入。スポンジチタンの生産量は2.6万トンで、そのうち8千トンは輸出向け、またCISから6千トン弱を輸入。展伸材の生産は1.7万トン、そのうち1.6万トンは純Tiとして出荷。スポンジTiとは別に酸化Ti出荷は16.7万トン

Tiは販売価格が高く、需要の波により価格が変動しやすい

表43-6 Ti合金の長所と短所 ⑫

長 所	短 所
比強度が大。比重は鉄の1/2	たわみやすい
融点は鉄より高い	
ばね性がよい	押出し加工性が劣る
深絞り性に優れる	冷めやすい
熱膨張率は鉄の1/2、Alの1/3	
微量元素添加で耐食性がある	製造段階で消費電力が大
急速加熱・冷却ができる	
電気・熱を伝えやすい	酸素との結合力が強い



図43-7 スポンジチタン (大阪チタニウムテクノロジーズ)

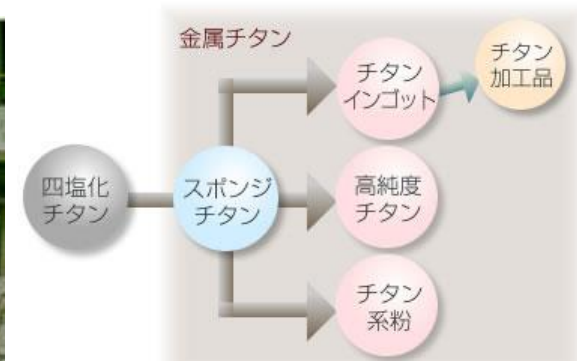


図43-6 金属チタンの製造(東邦チタニウム)

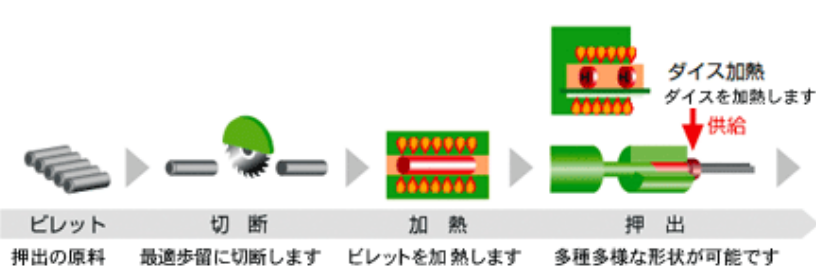


図43-8 医療用インプラント (ナカシマプロペラ)

# 製造方法

⑦⑧⑨⑩

製造方法	Al、Al合金	Mg、Mg合金	Ti、Ti合金
鑄造、ダイカスト	○鑄物、ダイカスト製品、鑄造後に圧延、押出、鍛造にするものがある。Al合金ダイカスト鑄物は軽量、高強度、高靱性のため自動車部品に使われる	○砂型、シェルモールド、金型、石膏、ロストワックスの種類がある。Al合金の鑄造とほぼ同じ。自動車のハンドル心金、パソコン・携帯電話器筐体の量産に適用	○砂型鑄物(バルブ、ポンプ用)、ロストワックスの精密鑄造品(航空、宇宙関連、ゴルフクラブヘッドなど)がある。HIP、溶接補修による品質向上も重要な製造工程
圧延	○スラブ材を面削(偏析、酸化皮膜除去)、均熱処理、熱間圧延(400~600℃)、冷間圧延(強度確保など)、矯正(平坦度など)、表面処理の手順で仕上げる	○溶湯圧延方式で、低コストで急冷凝固により組織の微細化、強度・耐食性に優れたMg合金が得られる。スラブからの圧延では熱処理等の多工程で板材の製造コスト高。生産的冷間圧延は不可能	○熱間分解圧延によるスラブの生産、熱間圧延によるホットコイルを焼鈍、デスクレーティングした後、冷間圧延して板、条状の製品を作る。冷間圧延は加工硬化を生じるので焼鈍処理される
押出	○押出材は従来からのサッシに加え、自動車、機械、航空機などの構造材にも使われる	○押出時の製品(押出形材)の表面われ防止、切断加工の発火対策が重要。自動車のホイールに多用	○冷間引抜法による極細管の製造法がある
鍛造	○軽量、高強度、内部品質安定のため、航空機、自動車、鉄道車両に多用。熱間/冷間、自由/型鍛造がある	○鍛造方式はAl合金に同じ。鑄造品より少ないが、ヘリコプタ、航空機、自転車部品に使われる	○Ti合金恒温鍛造*1することにより、複雑形状の製品をニアネットシェイプに成形できる
粉末	○溶湯から霧吹きで直接粉末を得るアトマイズ法が一般的。メタリック塗料、冶金用に使われる	○光熱技術、化学活性、還元性を利用した用途、軽量・鑄造性、電磁波シールド性を利用した構造材合金に使用	○棒状スポンジTiを高周波加熱溶解し、溶湯滴下流にアルゴンガスを吹付け粉末をつくる。HIPで成形焼結する



\*1 :Ti合金恒温鍛造= 鍛造製品の均一組織を得るために金型と素材を同じ温度に加熱・保温する

図43-9 Mg合金型鍛造品 (権田金属工業)

図43-10 Al材の押出材 (神戸製鋼所)

図43-11 押し出し成形

# 加工技術

⑦⑧⑨⑩

加工技術	Al、Al合金	Mg、Mg合金	Ti、Ti合金
切削	○マシーニング加工、フライス加工、旋盤加工などが可能であり、過給機の圧縮機インペラ加工など実績が多い	○Al合金より被削性がよい。切削抵抗はAlの1/2で、高速切削が可能。発火しやすいので消火設備を備える	○Tiは難加工性で、焼き付き、加工精度が悪い、びびり、切り粉の可燃性などが問題。切削速度を落とし、高送り加工
塑性	○深絞り、張出し、伸びフランジ、曲げなどの塑性加工法がとられるが、軟鋼板に比べ成形性は劣る	○板成形は加熱して行う。絞り加工では金型も加熱する。抜き加工は精度確保のため常温で行う	○深絞り性、穴拡げ性に優れているが、張出し成形性は加工硬化指数(n値)の低いTiは局部変形しやすくやや不利
曲げ	○曲げ応力が高くなると割れが発生し易く、スプリングバックもあって低耐力材の使用が望ましい	○板曲げ加工では150℃以上で加工。管曲げは室温で加工可能	○延性に富むTiでは曲げ加工はとくに問題とならない
接合	○大別して1.機械的接合(ボルト、焼ばめ等)、2.接着、3.溶接(溶接、圧接、ろうづけ)の3つに分類できる	○左記Alの1.~3.のほとんどが適用可能。ただし溶接にはMgg活性な金属のため不活性ガスを用いて行う	○溶接、ろうづけ、圧着などがある。融点が高く大きな熱量が必要。活性な金属で、酸素、窒素、水素と反応し易い
表面処理	○表面処理なしでも実用的耐食性はあるが、陽極酸化、塗装などで屋外耐食性、色彩、光沢、電磁波シールドなどの機能付与が可能	○表面処理は表面の酸化防止、塗装下地が目的。アルカリ、酸洗浄、機械/化学的前処理を行った後、処理溶液に浸漬・塗布の化成処理を行う	○表面陽極酸化すると皮膜の厚さによって虹、黄金、ブルーなどの色調を出すことができる。皮膜自体をFe、Coなどの金属塩電解液で着色することもある
その他	○ロールコートによる塗装(カラーアルミ)、スプレー塗装、粉体塗装などが使われる。磁気ディスクではメッキ処理	○日本Mg協会は表面処理材、塗装材の耐食性を大気曝露試験により評価している	○歩留り改善、合金組成設計の高い自由度の点で粉末冶金法に注目

## 各種金属の切削動力比 ⑩

Mg合金	1.0 (Base)
Al合金	1.8
軟鋼	6.3
Ti合金	7.6

(軟鋼に比べMg合金、Al合金の動力は低い)



図43-12 Alの絞り加工 (北陸アルミニウム)



図43-13 Tiの溶接 (山田金属)

# 用途(構造材)

⑦⑧⑨⑩⑫

\* : 国内シェアは5%、アメリカでは生産量の2/3が軍用機、航空機

対象分野	Al、Al合金	Mg、Mg合金	Ti、Ti合金
自動車の軽量化対策	ボディ(ルーフ、ボンネット、トランク、ドア外板)、エンジン(シリンダブロック、シリンダヘッド、ピストン)、構造部材(バンパー、ドアビーム)、ABSハウジング、ホイール、ホイールキャップ、各種熱交換器	ボディ(シートフレーム、ドアインナー)、エンジン(シリンダーヘッドカバー、エンジンオイルパン、ターボチャージャ)、駆動系(ギアシフトケーシング)、シャーシ(ロードホイール、ブレーキペダルブラケット)	エンジン(コンロッド、バルブ、バルブスプリング)、ホイール、マフラー、サスペンションバネ
二輪車、鉄道車両、船舶	ホイールリム、フロントフォーク、ハンドル、鉄道車両側構・屋根、巡視艇・高速船船体、船外機プロペラ、	二輪車シリンダヘッドカバー、鉄道車両台枠・客室通路ドア(可燃性対策を検討中)	リニアモーターカー(超伝導モータ、ブレーキ)、深海艇耐圧殻、ヨット船体・マスト、水中翼船の翼、シュノーケル
航空機、ロケット	主翼、尾翼、主脚、翼胴結合金具、ロケットボディ・タンク	エンジンギアボックス、ヘリコプタトランスミッション	航空機本体、エンジンファンブレード・ディスク*、主脚、スポイラ、エンジンナセル、ロケット燃料タンク
電子情報通信機器部品	自動車エンジンECU、プリンタ感光ドラム、デジカメボディ、筐体、磁気ディスク用基板	ビデオカメラ、携帯用CDプレーヤ、ノートパソコン筐体、携帯電話器、デジタル一眼レフカメラ	IT機器外装
工業製品	水門、歩道橋、道路床版、自転車フレーム、架空送電線(鋼心Alより線)、Al電線	足場くみ、タラップ、コンベア、コンテナ、圧縮機ハウジング	自転車フレーム・スポーク・ペダル、蒸気タービン長大翼、海洋構造物防食
福祉・医療機器		車椅子、義足、病院用ベッド、松葉杖	人工骨・関節、車椅子、ステッキ、ペースメーカー、血管内挿入ステント



図43-4 Alホイール (旭テック)

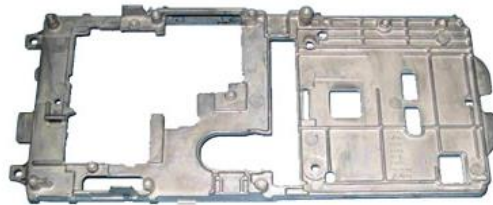


図43-15 Mgダイカスト (岩機ダイカスト)



図43-16 Ti製コンロッド (大同特殊鋼)

## Ti合金の用途別比率

- 化学プラント(30%)
- 海水利用(20%)
- 民生品(30%)
- 航空機(5%)



# 用途(非構造物)

⑦⑧⑨⑫

対象分野	Al、Al合金	Mg、Mg合金	Ti、Ti合金
工業製品	道路防護柵、照明ポール、上下水道用覆蓋、平板印刷の刷版、照明	水素吸蔵合金(Mg-Ni合金)、原子炉ウラン燃料被覆管	発電所復水器熱交換器、海水淡水化用熱交換器、遠心分離機、ポンプ
建材	屋根、サッシ(Mg添加)、玄関ドア、デッキ、雨どい、シャッター雨戸、手摺	セメント型枠	屋根、外壁、飾り金物、飾り柱、表札、手摺
飲料缶、容器	ビール・ジュース缶(Mg添加-密封シール性、強度、耐食性)、LNG船タンク	地下埋設タンク・管の防食用陽極、	魔法瓶、鍋、ナイフ・フォーク・スプーン
化学工業	(海水に対して耐食性のある合金は海洋構造物などに使われるが、化学プラントへの適用例は少ない)	Ti製造の還元剤、Al合金用の添加剤	化学プラント*、薬品耐食機器、めっき電極などの反応容器、熱交換器、配管、継手など
工具・日用品	家庭ポスト、圧力鍋、ケトル、アルミ箔(非通気性、断熱性、衛生性など)、エアコンフィン	チェーンソーハウジング、芝刈り機、アタッシュケース、はしご、時計の針、電気工事軽量ペンチ	メガネフレーム、はさみ、カフス、ひげ剃り、包丁、時計、形状記憶合金
スポーツ・レジャー	釣具スプール、AIプール	キャッチャーマスク、ゴルフヘッド、ボーリングピン	ゴルフクラブシャフト・ヘッド、装身具、モニュメント、登山用具(ハーケン、ピッケル)、スキー用具、
粉末	メタリック塗料、冶金用	照明弾、花火、火薬(粉末)	(特殊用途:顔料、光触媒、色素増感PV)



図43-17 Al照明ポール (照光通商)

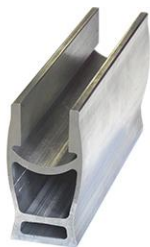


図43-18 Mg押し出し成形品 (アジア技研)



図43-19 Ti熱交換器 (日阪製作所)

注)\*:アセトアルデヒド、テレフタル酸、硝酸回収、尿素、アセトン、ナイロン、パルプ漂白、ビニールアセテート、メラミン、電解工業など

Tiの大部分は酸化Tiの形で顔料として使用、金属Tiの利用は約10%

# リサイクル

スクラップ、製品、中古品など種々の形態で再生および将来の再生資源が輸出に向けられている。とくに自動車リサイクル法施行により中古車形態のままでも輸出が増加

リサイクルのAlは「二次合金地金(再生地金)」といい、その製造に必要な電力は新地金製造の3~5%。日本のAl需要の40%強が再生地金である。一方Al箔の廃棄は約7万トン/年(1260億円)といわれる

Mgのリサイクルエネルギーは生産エネルギーの4~5%で、生産時の省エネ効果が大い。ただし、Al添加用MgはAl屑としてリサイクル

Mg製品のリサイクル率は統計に示すほどの実績データはない

- ・ダイカスト、Mg射出成形型から発生するリターン材と使用済み製品から回収されるものの2種類、
- ・工場リターン材が現状主流で、2001年のリサイクル量は1万トン超(MG協会推定)
- ・PC筐体については、工場リターン材と回収くず(表面塗装あり)のリサイクル実施(富士通)
- ・高純度品については多くの国内再生工場が稼働中。設備能力な2万トン以上

Ti-素材としての歴史も浅く、長持ちする金属であることから、使用済み材料の市場回収システムは成立していない。現在は展伸材生産工場が発生するスクラップの再利用は工場内リサイクルが主体。日本のスポンジTiの生産量は4万トン/年

NEDOは2009年以降新Alリサイクル開発事業の研究を推進中

表43-7 Alの分野別リサイクル状況 (大紀アルミニウム工業所)

需要分野	主要製品	H12年需要 (万トン/年)	ライフサイクル	リサイクル率(%)
輸送	自動車	120	約5年	80~90
土木建築	サッシ	800	18年	90~100
金属製品	印刷板	310	1年以内	30~40
はく	アルミホイル	170	1ヶ月~数年	若干量
食料品	飲料缶	420	約1ヶ月	約80

表43-8 Tiのおもな分野別リサイクル (\*印は推定値)

需要分野	主要製品	ライフサイクル*	リサイクル率(%)*	備考
宇宙・航空	板、ディスク	10~20年	0	鉄鋼添加用として再利用
発電	板、管、鍛造品	30年	0	未だ寿命に達していない
化学工業	板、管、鍛造品	30年	不明	リサイクル率は高い
電極・電解槽	板、管	3~10年	70	ユーザ/メーカー間の再利用
熱交換器	板	5~10年	60	プレート式
建築・土木	板、管	半永久的	0	未だ寿命に達していない



図43-20 Mg合金地金 新(左)と再生(右) (日本金属)

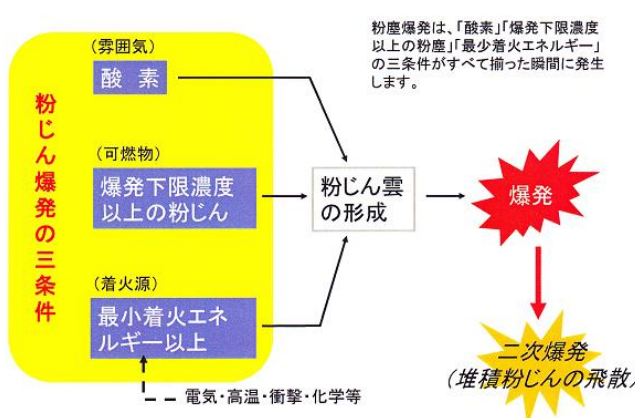
# 安全対策

Al、Mgの微粉は爆発・火災を起こし易く、注意が必要。災害発生は手順、作業規則を守れば十分に防止できる。作業管理マニュアルを作成し、工場内外の関係者に注意を喚起することが必要

Al-圧延品の状態で通常雰囲気中に保管されれば安定であるが、微細なチップの状態では、水、熱、酸、アルカリなどでは激しい反応があり、安全に注意を要する。粉末Alは可燃物であり、**粉塵爆発**を起こす場合がある。Al粉は燃焼熱が大きく、ガスを生じないため、熱が集積して高温となり、強い白色の光を発する

Mg-成形加工、表面加工などの工程で発生する微粉から火災事故発生の危険性がある。火災原因としては**摩擦熱、衝撃火花、溶接飛び火、湿気による発熱、静電気**などがある ③。熱量は低いので水の存在さえなければMg火災は安全に対処できる

化粧品、塗料等に使われる二酸化チタンは粒子径がナノメートルオーダーの微細粒で、生体への影響など未確定の要素が多いが、作業者が直接粉末に触れる可能性のある包装工程では、局所排気装置の設置、作業者のマスク着用などが望ましい (ナノマテリアル製造事業者等における安全対策のあり方研究会-報告書/H21年3月)



三条件を1つでも抑えることができれば、粉塵爆発は防ぐことが可能です。そして爆発防止をより確実にするポイントは、酸素または着火源を極力減らすことにある。

図43-21 粉塵爆発の必要条件 (日本Al協会)

表43-9 Al粉の反応

反応する相手の物質	発生する物質
水	徐々に水素と酸素
熱	温度上昇率に応じて酸化
酸とアルカリ	水素
強力な酸化剤	激しい酸化、熱
ハロゲン化合物	微細Al粉は激しい反応

表43-10 200メッシュ(74μm)粉塵の特性 ⑩

金属名	浮遊粉塵の発火点(°C)	最小点火エネルギー(mJ)	爆発下限界(g/m3)	最大爆発圧力(kg/cm2)
Mg	520	80が	20	5.0
Al	645	20	35	6.2
Ti	460	120	45	3.1

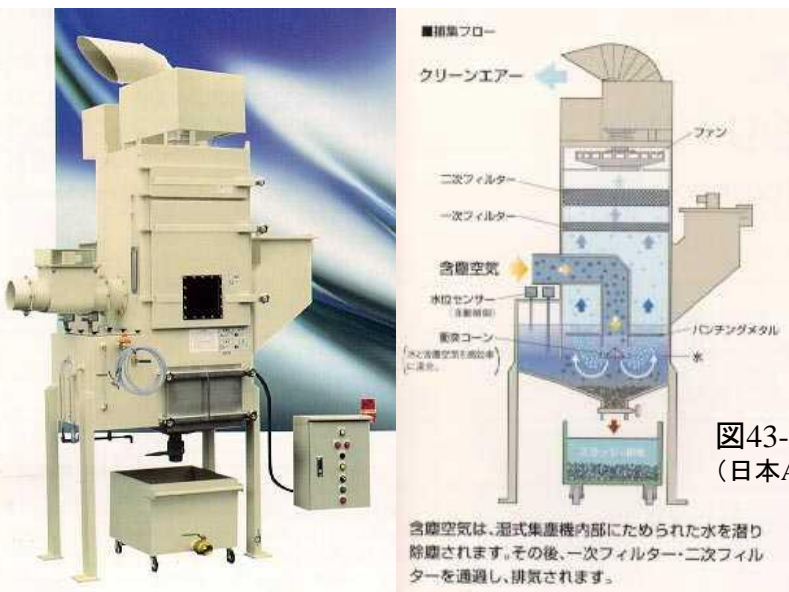


図43-22 Mg用集塵機(湿式) (日本Al協会)

業界団体: (社)日本アルミニウム協会、(社)日本マグネシウム協会、(社)日本チタン協会、茨城Mg工業会、(社)軽金属製品協会、(社)日本ダイカスト協会

# 課題

日本のAl産業	2度のオイルショックで製錬業は壊滅し、地金を輸入しプロセス処理する業態が中心。ユーザのきめ細かい品質要求に応えるため、多品種小ロット生産形態となり原料調達コスト高と合わせて国際競争力の維持が課題。中国の生産量は世界一であるが、需要も大きく電力不足が深刻の中で、Alの原料輸入量は増加し続けている
Mg産業の将来展望	実用金属中最軽量のMgは自動車、電車、航空機などがCO2削減のために軽量化対策を進めるのに不可欠な材料。まだ使用量は少ないが、コスト、加工面などで研究開発が進められている。海水中のMgと太陽光を利用したMg地金製錬方法確立のための研究開発も重要な課題
Al-Mg合金の自動車部品	Mg合金はAl合金と比較され、強度、耐食性でAl合金に劣り、製造技術、リサイクル性、コストなどの課題も多い。とくに電気自動車の普及には、Al、Mg合金を採用した車体の軽量化が走行距離延長のために重要課題
Tiの将来展望	既存用途のほか他の素材からTiへの代替による用途拡大のための施策－1.用途に応じた性能、品質の向上（合金、熱処理、金属間化合物(TiAlなど)、セラミックス繊維強化Ti合金など）、2.コストダウン（バッチ生産から連続生産へ切り換えによるエネルギー効率向上、市中スクラップの活用など） ⑨

# キーワード

①⑨

ボーキサイト	Alの原料鉱石であるボーキサイトの主成分は水酸化アルミニウムで、Al精錬の中間生成物であるアルミナを溶かすために氷晶石を加え、電気炉で熔融・電気分解してAl地金を得る
アルマイト	Al表面に陽極酸化処理したものでサッシ、ビル壁、電子機器外筐などに広く使われる。硫酸皮膜では多孔質で航空機の塗装下地、表面着色に使われ硬質皮膜では表面硬度を高め、耐摩耗性も上がり、ギアなどによく使われる
ダイカスト	精密な金型(ダイス)に溶融合金を圧入して高精度で鑄肌の優れた鑄物を短時間に大量生産する鑄造方式。金属材料、設備機械、プレス、仕上げ、機械加工、防錆、塗装、金型など広範囲の技術・技能が必要
チタンクラッド鋼板	Tiの優れた耐食性をより経済的に生かすために、普通鋼などの表面に薄いTiを接合した材料。Tiと鉄の間に脆い金属間化合物を生成しやすいので、製造には工夫が必要 ⑥
陽極酸化	Tiではりん酸などの水溶液中でTiを陽極にして電流を流すことでTi表面にTi酸化物皮膜を形成する処理。膜厚に応じた鮮やかな干渉色が生じるため、おもにTiの着色法として用いられる。Alではアルマイト処理と呼ばれる