Mg市場の現状

不二ライトメタル株式会社
取締役
井上 正士

（代理）同社
研究開発グループ
上田 祐規

マグネシウムについて

日本および世界のマグネシウムの需要と供給

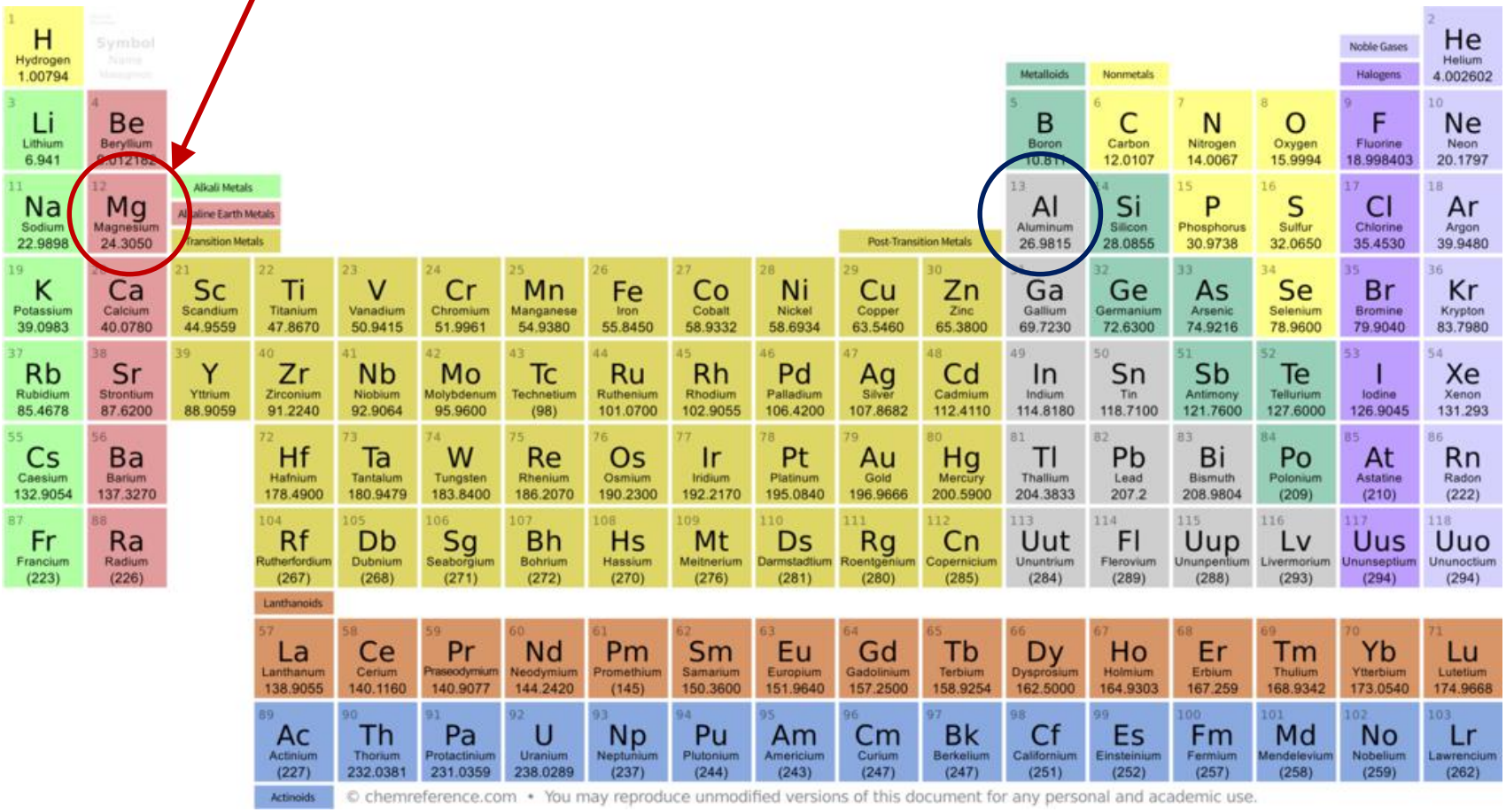
日本におけるマグネシウム製品の事例

日本におけるマグネシウムのリサイクル状況

マグネシウムについて

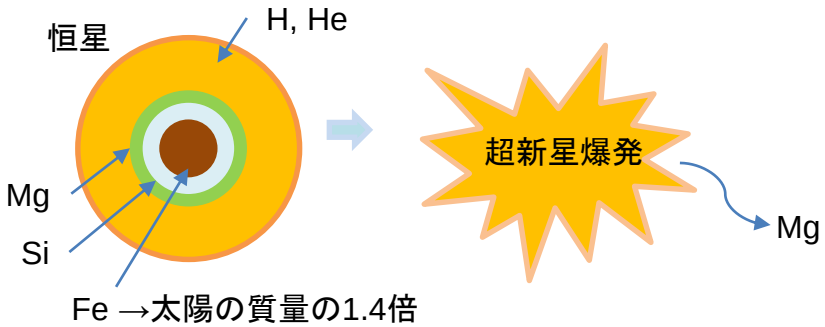
周期表の中のマグネシウム

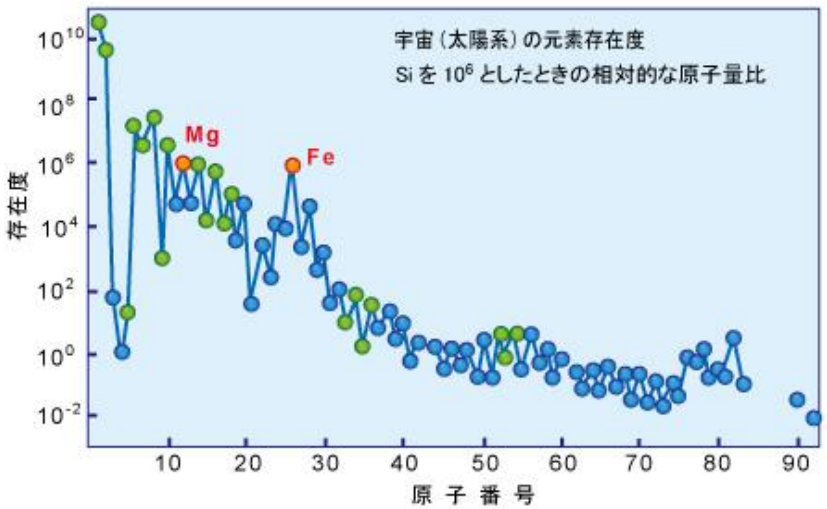
構造材として使える金属の中で最も軽い金属です。



マグネシウムの生い立ちと必要性

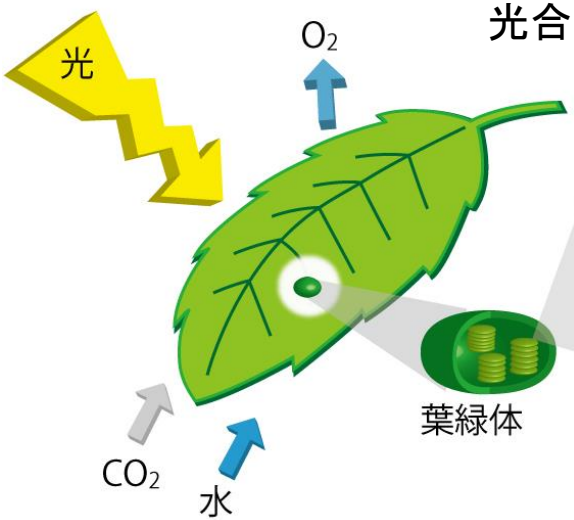
マグネシウムの誕生



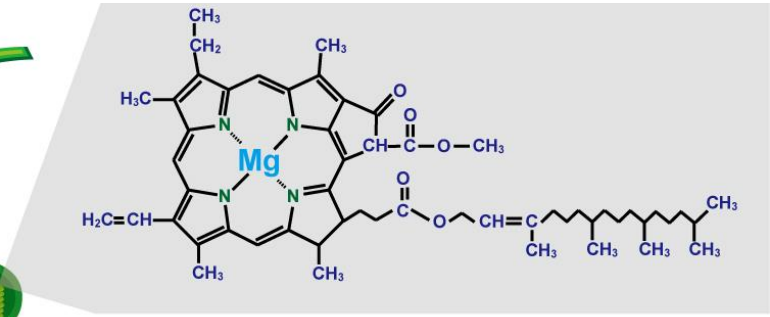


太陽系には鉄とほぼ同じ量のMgが存在します。

生物に必須な元素



光合成を行うクロロフィルの真ん中にはMgがあります。



Mgは地球に酸素を供給するための大切な元素です。
人体においても、タンパク質の合成に必須の元素です。

マグネシウムの地球での存在量

地球での存在比

	元素	重量%
1	Fe	32.1 ~ 34.6
2	O	29.5 ~ 30.1
3	Si	15.1 ~ 15.2
4	Mg	12.7 ~ 13.9
5	Ni	1.8 ~ 2.4
6	S	1.9 ~ 2.9
7	Ca	1.1 ~ 1.5
8	Al	1.1 ~ 1.4

地殻中の存在比

	元素	重量%
1	O	49.5
2	Si	25.8
3	Al	7.56
4	Fe	4.70
5	Ca	3.39
6	Na	2.63
7	K	2.40
8	Mg	1.93
9	H	0.83
10	Ti	0.46
11	Cl	0.19
12	Mn	0.09

（クラーク数）

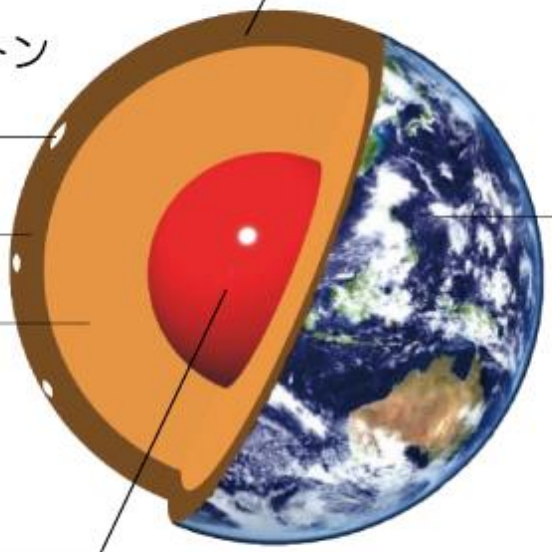
マグネシウムの地球での存在量

Mg の可採埋蔵量 22 億トン
（確認埋蔵量 36 億トン）

地殻

マントル　Mg を多く含む

核（外殻・内核）



地殻中（海水を含む）の Mg の量
50 京トン（500,000 兆トン）
（地殻の 1.93%；クラーク数 8 番目）

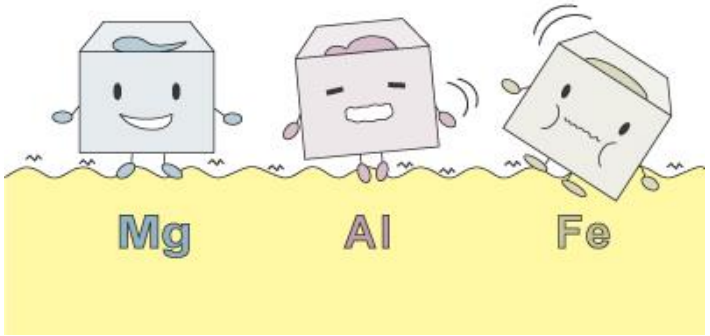
海水中の Mg の量
1,800 兆トン
（1 ℓ 中に約 1.3g 含まれる）

地球全体では、鉄、珪素、酸素
に次いで、4 位
Mg；7.6 垓（7.6×10^{20}）トン　12.7%
（垓［ガイ］は京の上の単位）

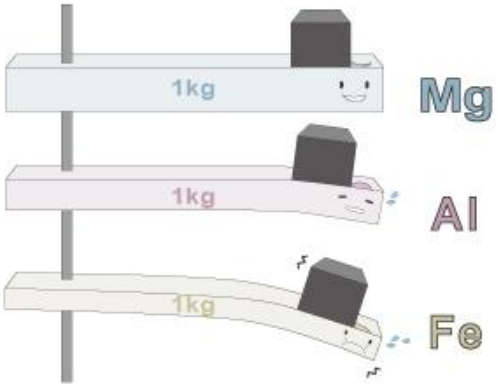
マグネシウムの特徴

実用金属としては、最も軽い材料です

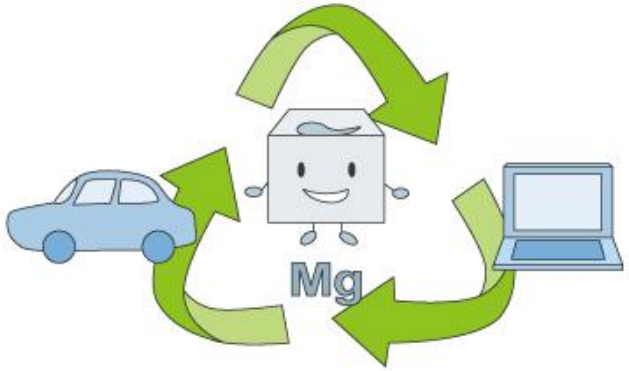
実用金属中最大の振動吸収性を有しています



比強度、比剛性が鋼やアルミニウムより優れています



リサイクルして再生使用することができます

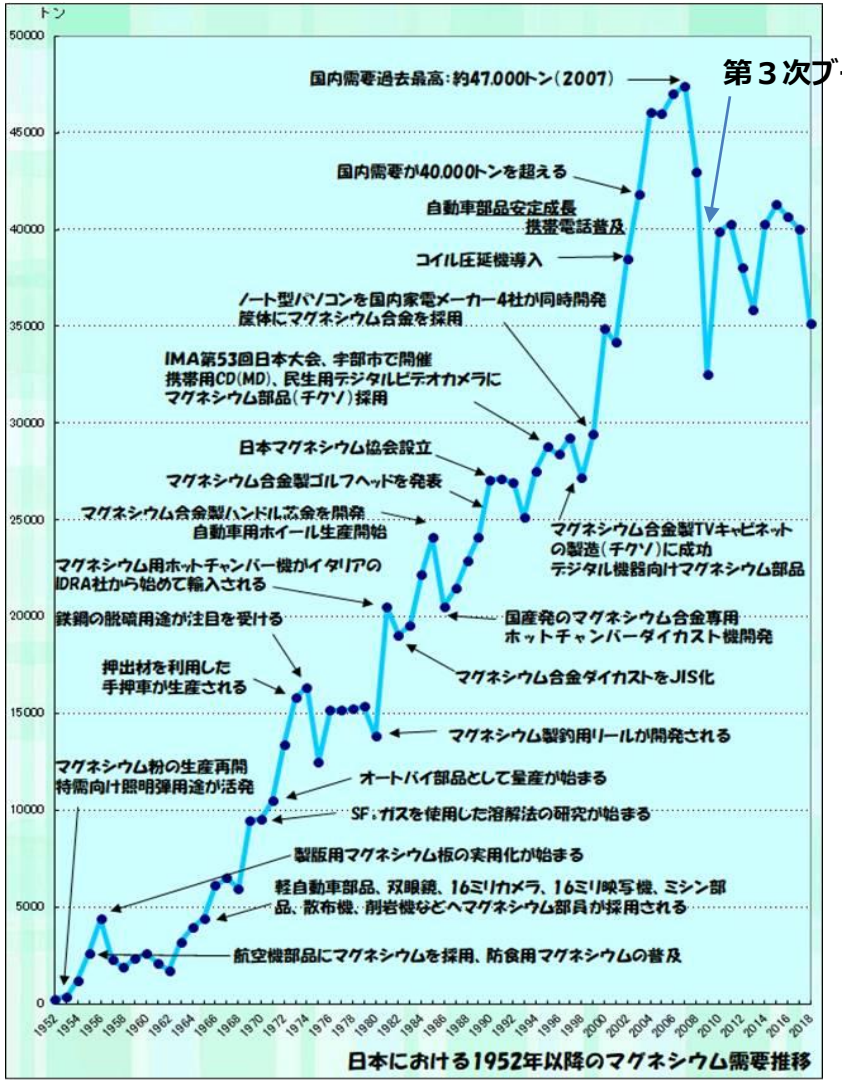


対くぼみ性が優れている、電磁波シールド性が優れている（重量比）など。

日本マグネシウム協会ホームページより

日本および世界のマグネシウムの需要と供給

日本のマグネシウム内需の推移



日本におけるマグネシウム需要のブームは３つ。

第１次：１９７０年前後
　鋳造、バイク　用途

第２次：１９９０年前後
　ダイカスト、自動車

第３次：２００５年前後
　ダイカスト、自動車、携帯電話

マグネシウムの原料

ドロマイト

MgO、$MgCO_3 \cdot CaCO_3$　Mg；13%

マグネサイト

$MgCO_3$、$MgCO_3 \cdot CaCO_3$　Mg;28%

海水（塩湖）

$MgCl_3$

マグネシウムの製錬方法

使用電力

- マグネシウム製造法
  - 電解法
    - イーゲー法　17.5 ~ 20 kWh/kg-Mg
    - ダウ法　13.5 ~ 15 kWh/kg-Mg
    - 新電解法　13.5 ~ 15 kWh/kg-Mg
  - 熱還元法
    - ピジョン法　ドロマイト＋フェロシリコン→還元　石炭 1.1 ~ 1.2kg/kg-Mg
    - マグネテルム法　ドロマイト＋フェロシリコン＋アルミナ→還元

参考：　Al　~ 14 kWh/kg

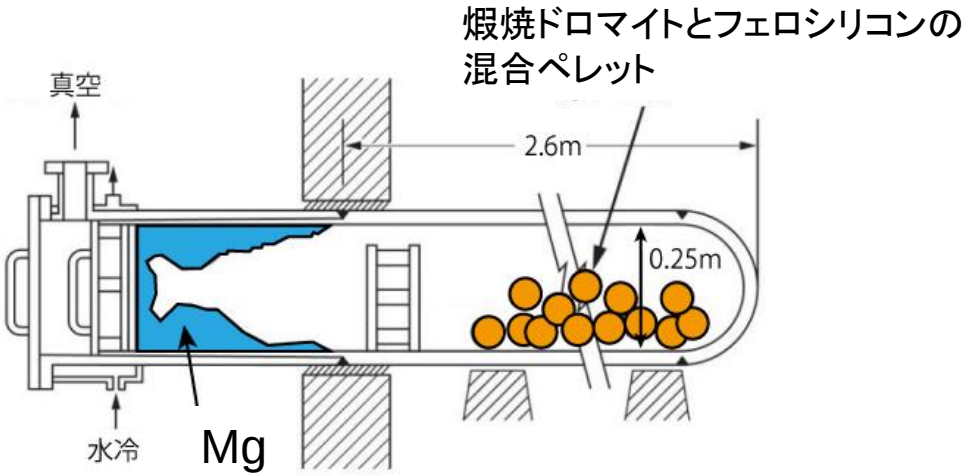
マグネシウムの製錬方法　ーピジョン法ー

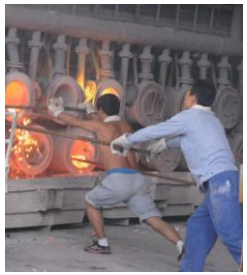
ドロマイト、マグネサイトを1000℃で焼焼（かしょう）

$MgCO_3 \cdot CaCO_3 \rightarrow MgO \cdot CaO + 2CO_2\uparrow$

フェロシリコンと混合し、真空中で1200℃で加熱

$2MgO \cdot CaO + Fe\text{-}Si \rightarrow 2Mg\ (gas)\uparrow + Ca_2SiO_4 + Fe$





マグネシウムの精錬方法　－電解法－

ダウ法

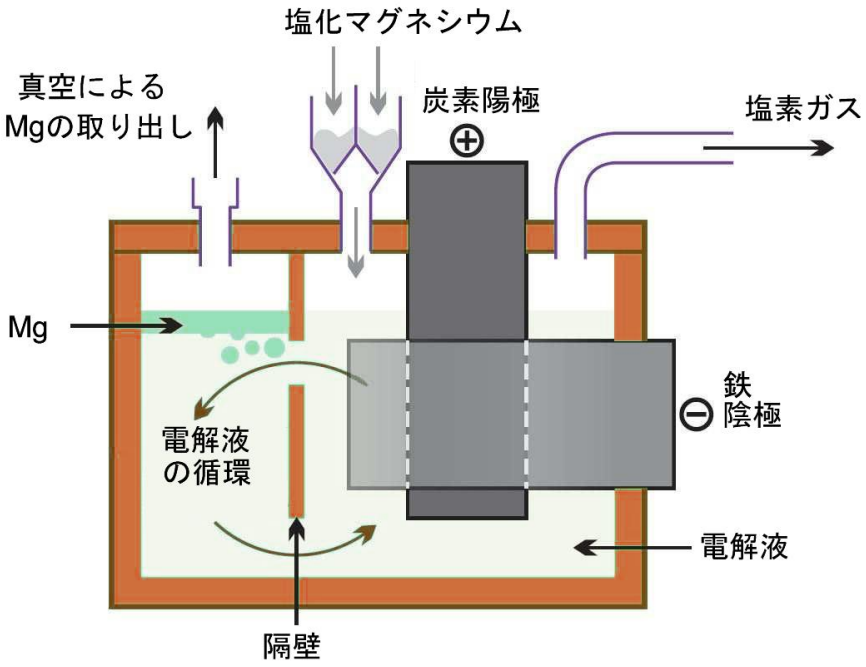
海水＋石灰水→水酸化マグネシウム↓　　$MgCl_2+Ca(OH)_2 \rightarrow Mg(OH)_2+CaCl_2$

↓

塩化水素を加え、脱水処理　　$Mg(OH)_2+2HCl+4H_2O \rightarrow MgCl_2 \cdot 6H_2O$

↓

700℃で溶融塩電解　$MgCl_2 \cdot 6H_2O \rightarrow Mg(OH)Cl+HCl+5H_2O \rightarrow MgCl_2+HCl+6H_2O$



マグネシウムの精錬方法の比較

マグネシウム1ton当たりの原料の使用量

	ドロマイト (t/t Mg)	フェロシリコン (t/t Mg)	石炭 (t/t Mg)	電力(kwh/t Mg)
ピジョン法（中国）	10.5-10.9	1.04-1.07	4.3-4.7	1000~1200
電解法	---	---	---	12,000~15,000

マグネシウム1ton当たりの初期投資額、操業コスト

	初期投資(US$/t Mg)	操業コスト(US$/t Mg)
ピジョン法（中国）	3,000-3,200	1,960-2,160
電解法	10,000-17,000	1,980-2,530

ピジョン法： フェロシリコンの価格に原料価格が依存する。
多量のCO2を発生する。石炭→ ~15kg-CO_2/kg-Mg
初期投資が安価。

➡ 環境負荷が大きいものの、初期投資が少なくて済むので
中国がほぼ独占状態になる。

日本のマグネシウム製錬の歴史（戦後）

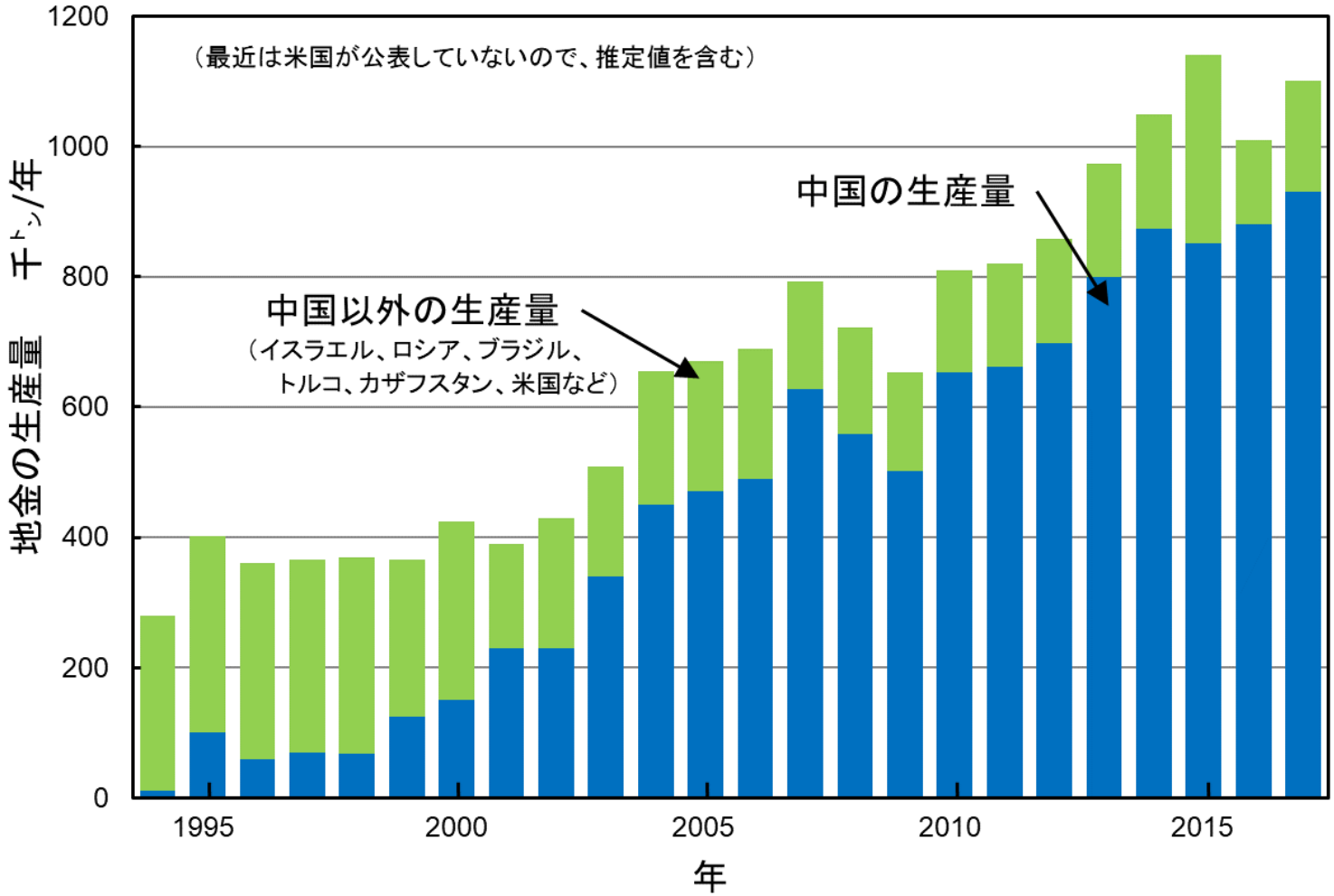
社名	設立 （製錬開始）	年産能力	製法
古河マグネシウム ＝古河電気工業 中心の古河系７社 ＋本荘亜鉛工業所	１９５６年	第１期：１５０トン １９５７年～：２０００トン １９６０年～：３０００トン 最大：９０００トン	熱還元法 （ドロマイト）
宇部興産	１９６６年	１９６６年～：２０００トン １９６７年～：５０００トン	熱還元法 （水酸化マグネシウム） 宇部化学工業が海水からマグネシアクリンカーを製造しており、その中間体である水酸化マグネシウムを利用 セメント工場の大型キルンの余熱を利用する自家発電の余剰電力で電気炉を稼働
日本重化学工業	１９８５年	１９８７年～：５０００トン	熱還元法 （ドロマイト）

リサイクルの活発化：1950年～
　朝鮮戦争勃発により、米軍航空機の修理業務が国内の基地で活発化。マグネシウム屑の払い下げを受けて、マグネシウム二次合金地金を再生し、鋳物、ダイカスト合金用や、防食アノードなどの用途に向けられた。

日本のマグネシウム製錬の歴史（戦後）

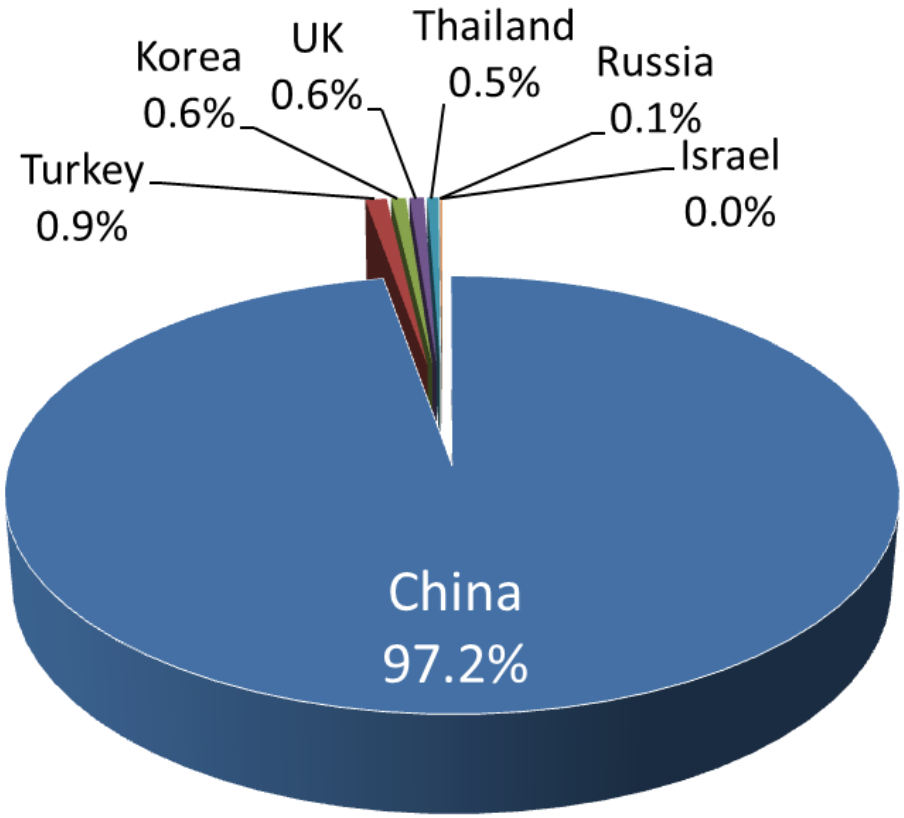
社名	操業停止	撤退理由
古河マグネシウム	１９８８年１２月 （操業期間：1955-1988）	◆設備老朽化 ◆円高 ◆ノルスク・ハイドロ社のカナダ製錬計画決定 ◆ロシア・中国からの輸入圧力
宇部興産	１９９４年９月 （操業期間：1966-1994）	◆１９９２年５月にオーストラリア・マグネシウム・プロジェクト（オーストラリア科学産業研究所、Queensland Metals Corp.,、Mount Isa Miningとのコンソーシアム）へ参画。 低コスト製造法の研究開発→実験プラント建設→年間６０，０００トンの大型プラント建設　という計画だったが、１９９４年に同社、QMCが撤退。理由は、当初は自動車向け部品の需要増が見込まれたが、経済情勢変化により長期的展望が得られないと判断したため。 ◆ロシア・中国からの輸入圧力
日本重化学工業	１９９１年 （操業期間：1985-1991）	◆設備上のアクシデント ◆ロシア・中国からの輸入圧力

世界のマグネシウムの生産量推移



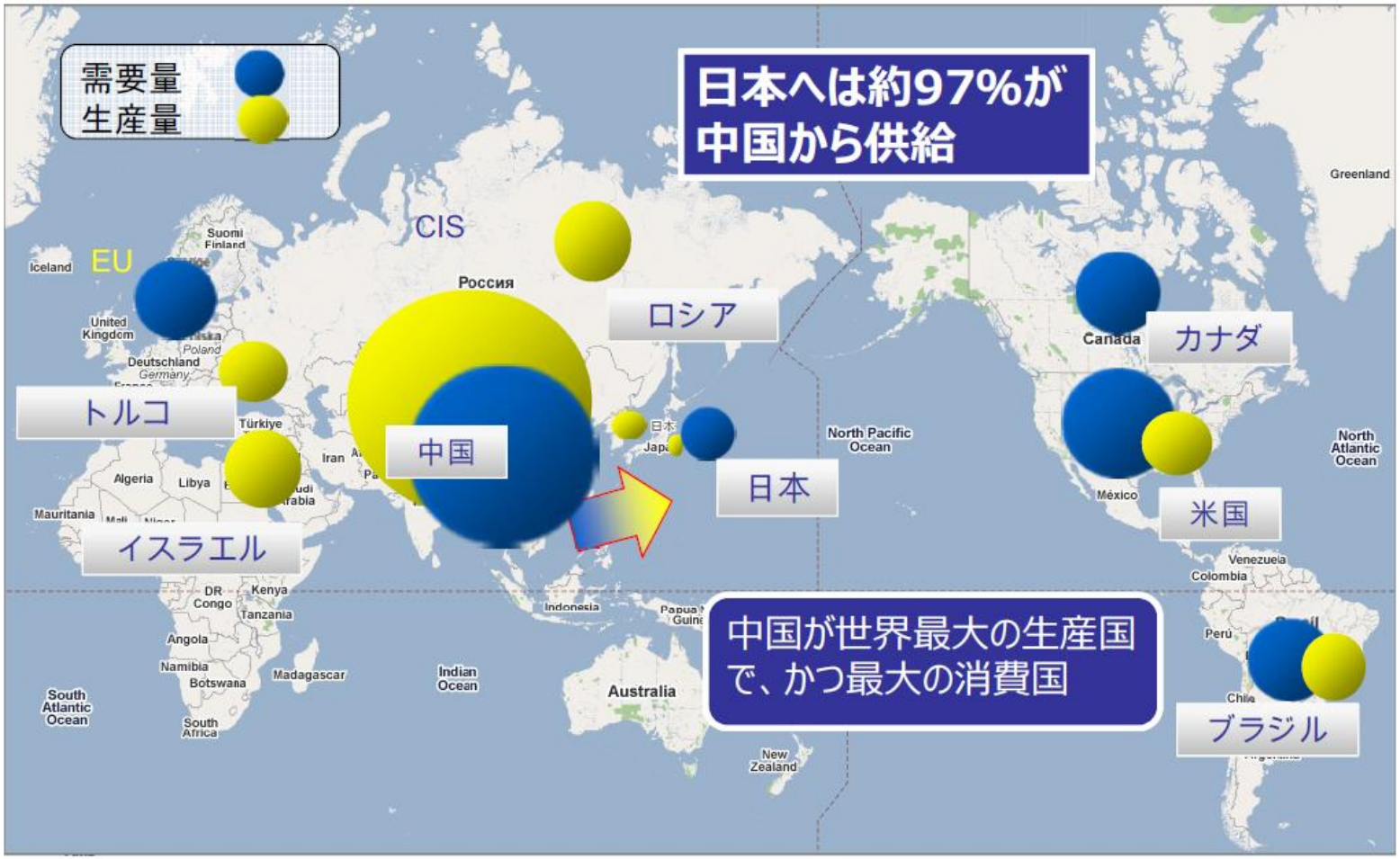
世界のマグネシウムの90%近くを中国が生産。

世界のマグネシウム生産量（米国除く）



中国依存の状況を打破すべく、複数国で新規の製錬プロジェクトが計画されている。
しかし、量産までたどり着いたのは現時点ではトルコ（Esan）のみの模様。

世界のマグネシウムの需要と供給



アドバンスト・マテリアル・ジャパン社資料より

マグネシウムの製錬方法の比較

マグネシウム1ton当たりの原料の使用量

	ドロマイト (t/t Mg)	フェロシリコン (t/t Mg)	石炭 (t/t Mg)	電力(kwh/t Mg)
ピジョン法（中国）	10.5-10.9	1.04-1.07	4.3-4.7	1000~1200
電解法	---	---	---	12,000~15,000

マグネシウム1ton当たりの初期投資額、操業コスト

	初期投資(US$/t Mg)	操業コスト(US$/t Mg)
ピジョン法（中国）	3,000-3,200	1,960-2,160
電解法	10,000-17,000	1,980-2,530

ピジョン法： フェロシリコンの価格に原料価格が依存する。
多量のCO2を発生する。石炭→ ~15kg-CO_2/kg-Mg
初期投資が安価。

➡ 環境負荷が大きいものの、初期投資が少なくて済むので
中国がほぼ独占状態になる。

中国でのマグネシウムの製錬の新しい動き

青海省塩湖マグネシウム業 (電解法)

チャルハン塩湖からの
カリウム採取（1958～）

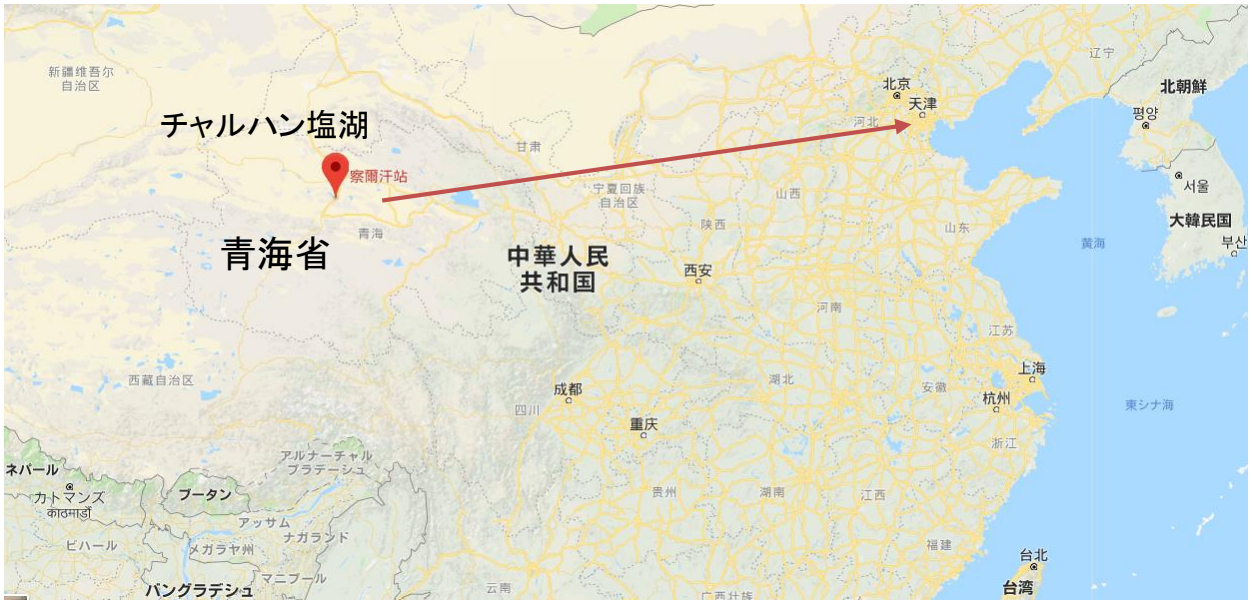
黄河からの電気

副産物としての
マグネシウム

電解法を用いた
マグネシウムの精錬

10万t/年

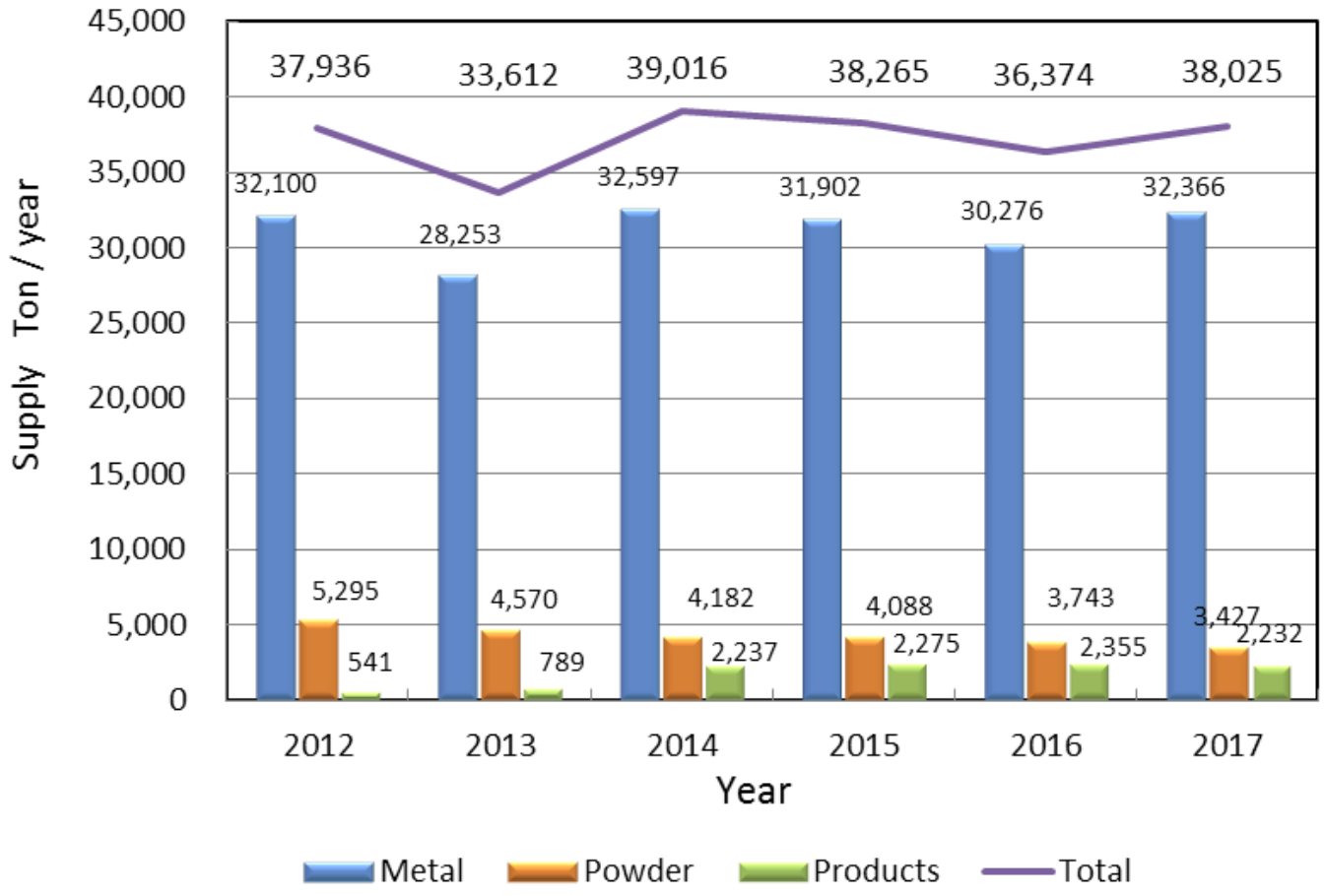
40~60万t/年



チャルハン塩湖
マグネシウム：40.6億t

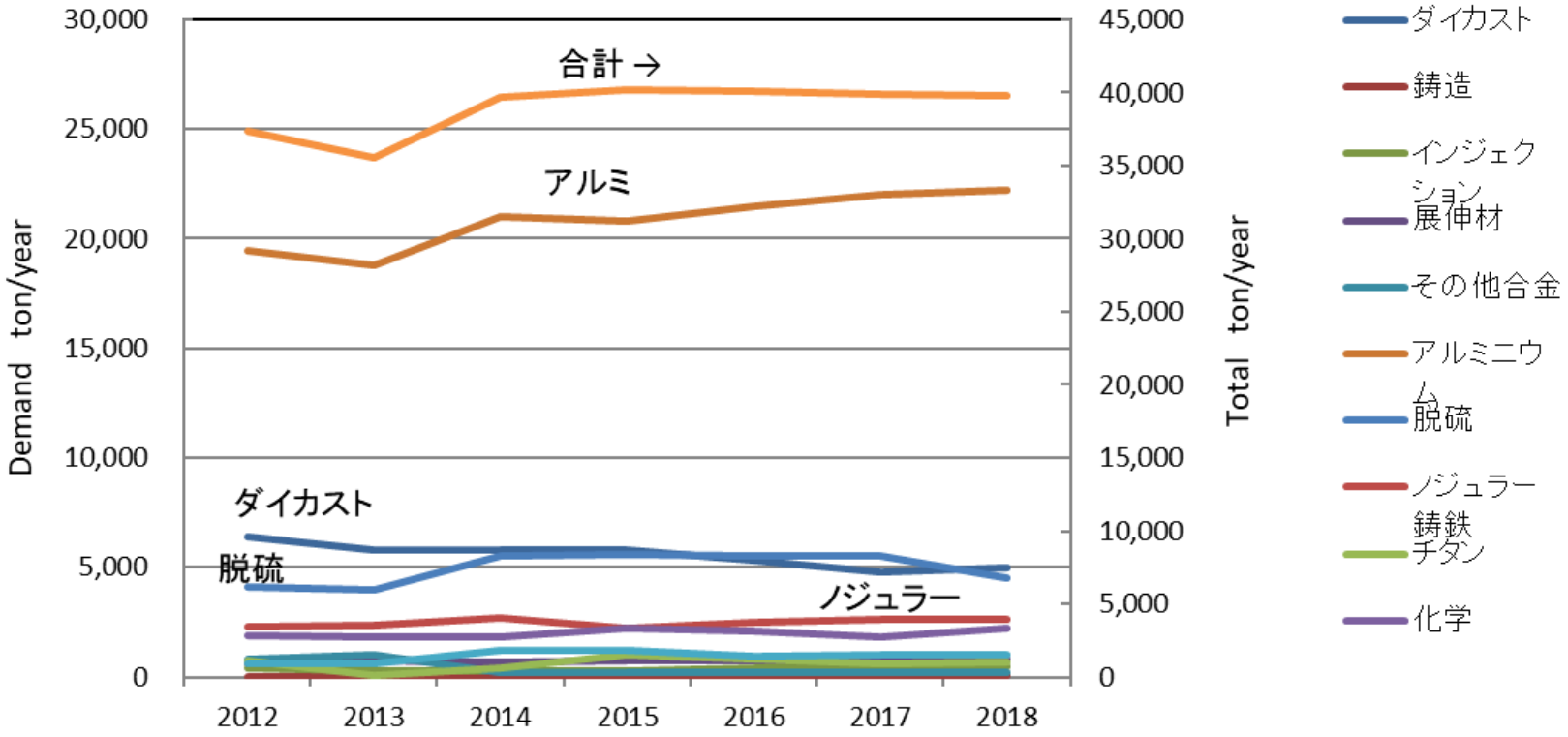
・コークスのコスト
・副産物（PVC、塩素ガス）の生産コスト
・民営企業の整理

日本の供給量


45,000
40,000
35,000
30,000
25,000
20,000
15,000
10,000
5,000
0
Supply Ton / year
37,936
33,612
39,016
38,265
36,374
38,025
32,100
28,253
32,597
31,902
30,276
32,366
5,295
541
4,570
789
4,182
2,237
4,088
2,275
3,743
2,355
3,427
2,232
2012
2013
2014
2015
2016
2017
Year
Metal
Powder
Products
Total

マグネシウム地金の価格推移

日本のマグネシウム需要



マグネシウムの需要と供給のまとめ

・日本国内で操業レベルのマグネシウム製錬が途絶えてから２５年が経過しようとしている。

・マグネシウム地金需要の規模は世界で100万t、日本で4万tである。

・世界的に見ると、供給はコスト優位性から中国に大きく依存している状況（95%以上）。

・この状況を打破すべく、複数国が製錬プロジェクトを計画しているが、進んでいない模様。

・中国では青海省で電解法によるマグネシウム生産計画が進められていて、この計画が実現した場合、現状の世界生産の約40%に達する規模で、中国の寡占化がさらに進むことになる。

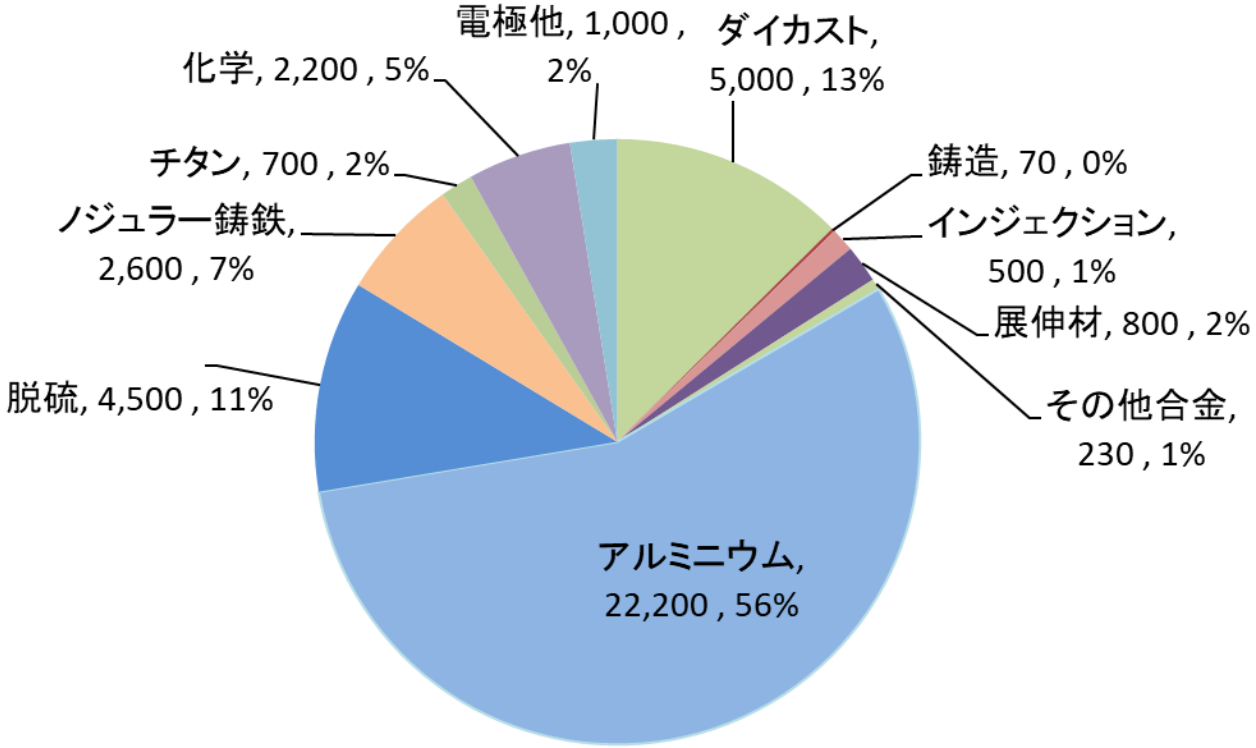
・中国以外では、日本は、トルコ、イスラエル、ロシアからの純マグネシウムを輸入しているが、今のところ中国依存に大きな変化は認められない。

・世界のマグネシウム需要は伸びており、今後も自動車用途がけん引する形での成長が期待されている。

・一方で、国内需要は横ばいである。

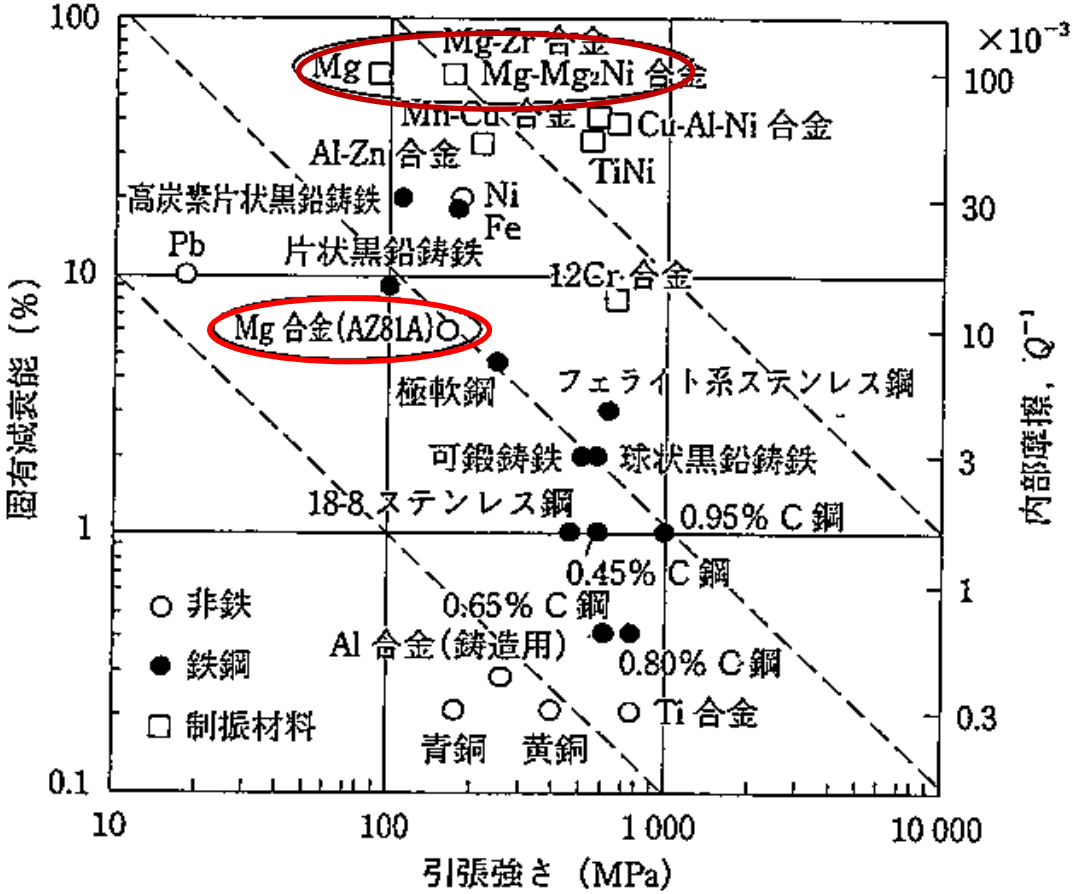
日本におけるマグネシウム製品の事例

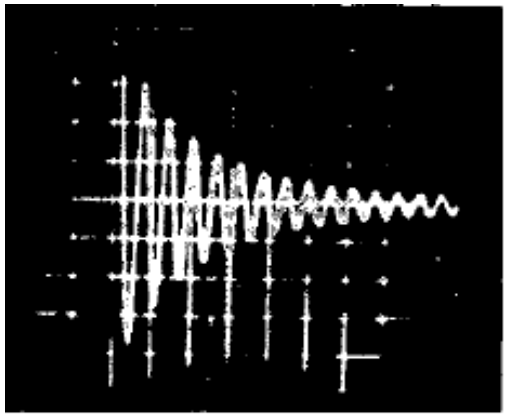
日本のマグネシウムの用途の比率



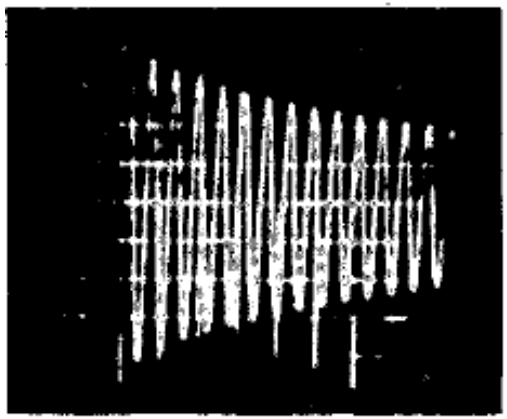
Mg製品は全体の約20%

マグネシウムの振動吸収特性





(a) KIA マグネシウム



(d) 355 アルミニウム

アルミとマグネシウムの振動吸収性比較

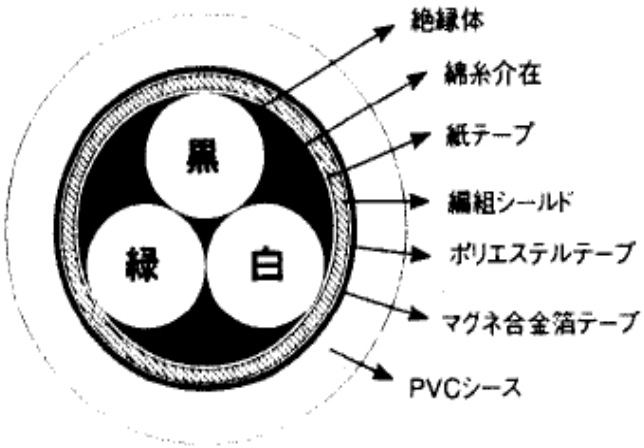
振動吸収性を利用したアプリケーション

9万9750円（1本）

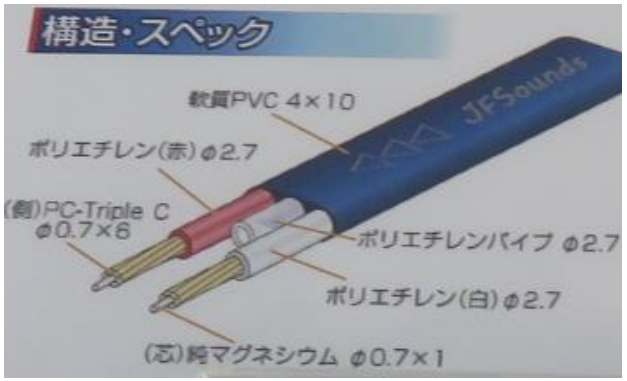
低域用: 14.5 cmコーン型スピーカー
高域用: 1.9 cmドーム型スピーカー

Hi-Fiスピーカーの振動板にマグネシウム合金を採用

振動吸収性を利用したアプリケーション

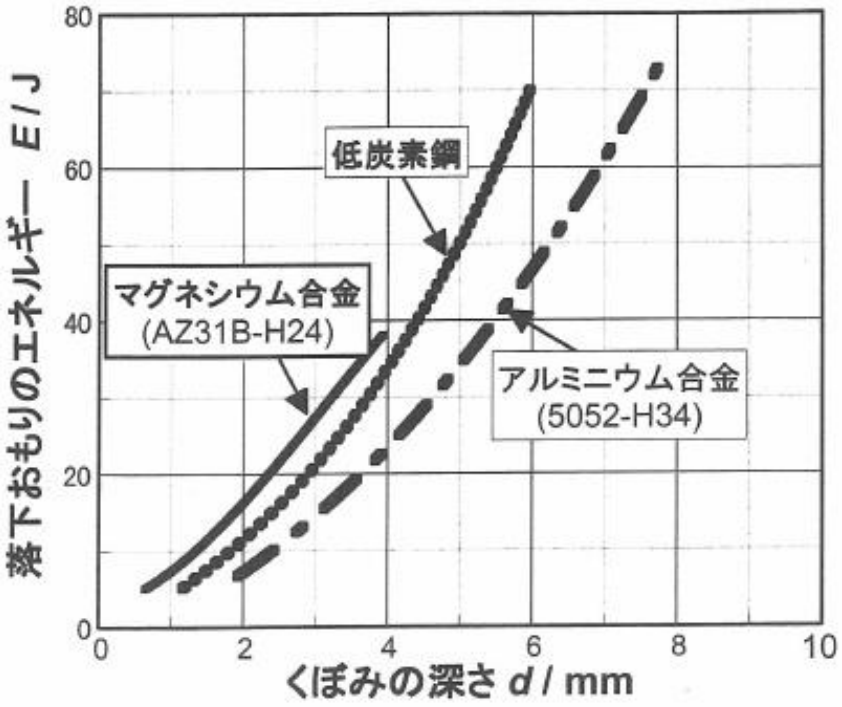


マグネシウム箔を利用した音響ケーブル（TIGLON）

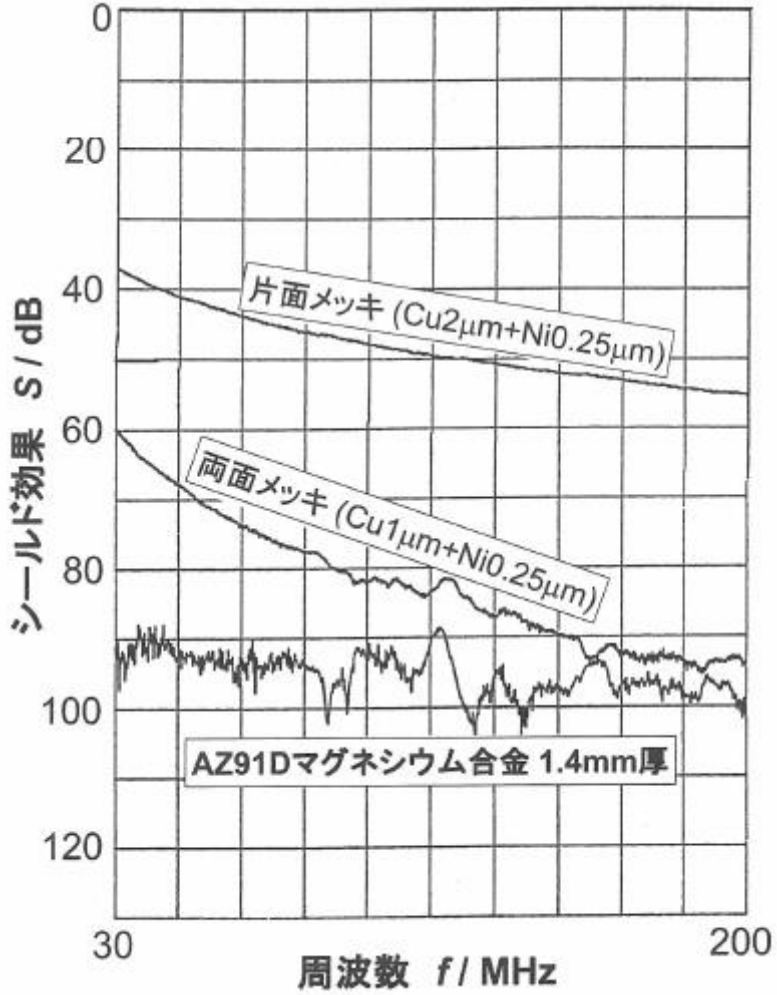


マグネシウムワイヤーを芯に利用した音響ケーブル（JFSsounds）

マグネシウムの凹み特性



マグネシウムの電磁波シールド特性



耐くぼみ、電磁波シールド性を利用したアプリケーション

ノートパソコン
筐体

デジタルカメラ筐体

アタッシュケース

自動車のアプリケーション

パドルシフトレバー

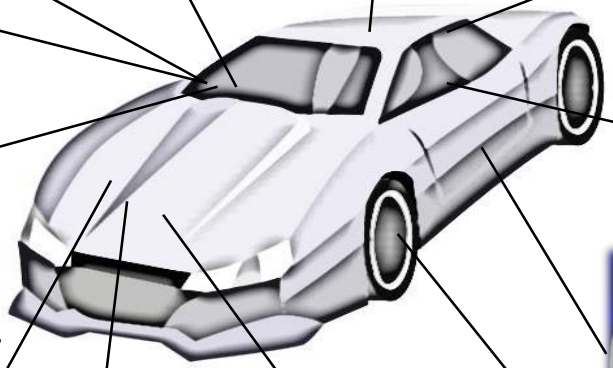
インスツルメントパネル

ルーフフレーム

ダッシュパネル

エアバックプレート

ステアリングホイール



シートフレーム

インナードアフレーム

オイルパン

シリンダーヘッドカバー

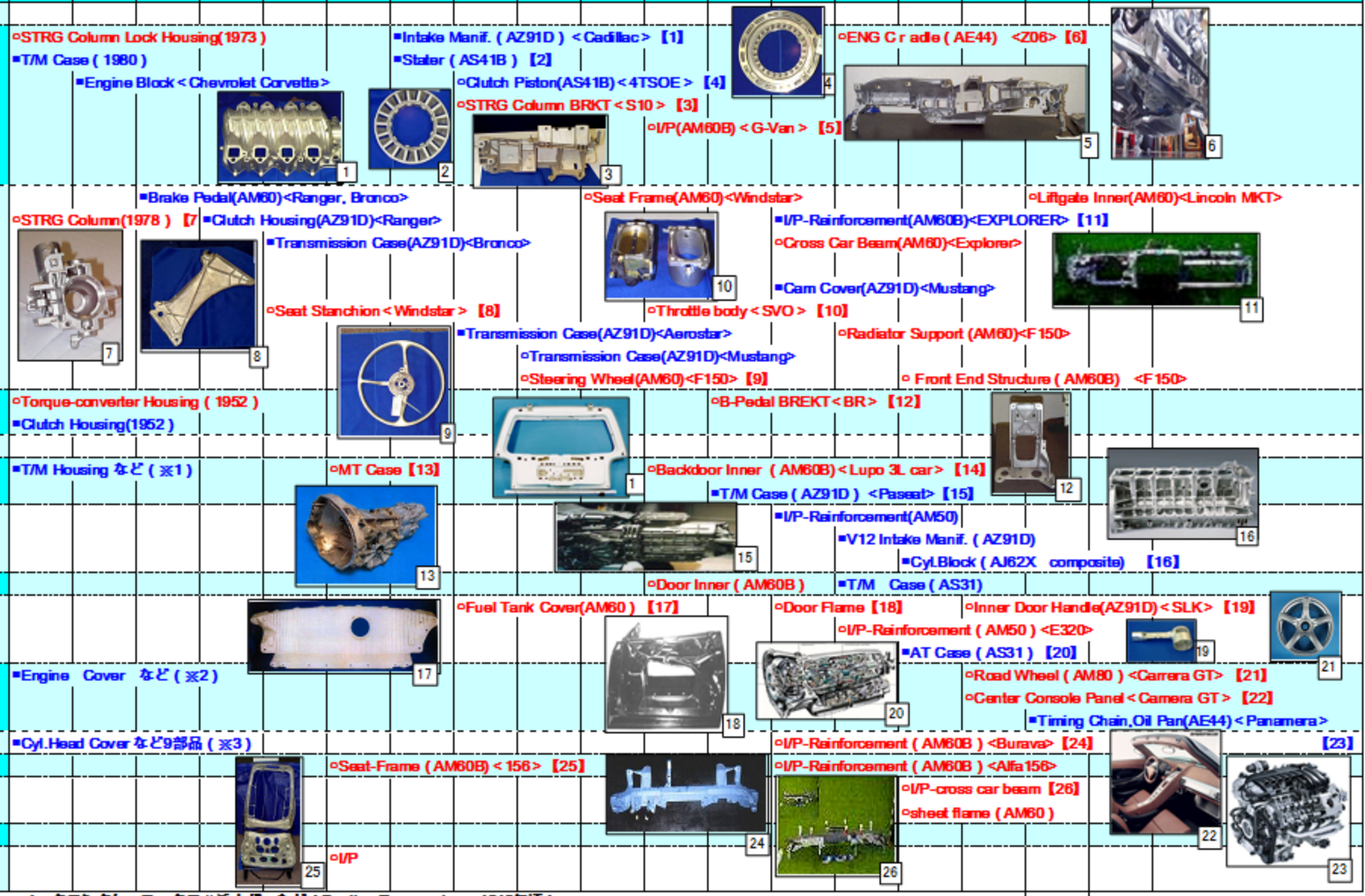
インテークマニホールド

ホイール

自動車へのマグネシウム適用の歴史年表【国外】

・部品名（材料名）<車種名>
■P/T部品：青　○車体部品：赤

	1960	1981	1982	1984	1988	1989	1991	1994	1996	1997	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2009	2010
【北米】																		
GM	○STRG Column Lock Housing(1973) ■T/M Case(1960)	■Engine Block<Chevrolet Corvette>					■Intake Manif.(AZ91D)<Cadillac>【1】 ■Stater(AS41B)【2】	○Clutch Piston(AS41B)<4TSOE>【4】 ○STRG Column BRKT<S10>【3】			○I/P(AM60B)<G-Van>【5】			○ENG Cradle(AE44) <Z06>【6】				
Ford	○STRG Column(1978)【7		■Brake Pedal(AM60)<Ranger, Bronco> ■Clutch Housing(AZ91D)<Ranger> ■Transmission Case(AZ91D)<Bronco>		○Seat Stanchion<Windstar>【8】		■Transmission Case(AZ91D)<Aerostar>		○Transmission Case(AZ91D)<Mustang> ○Steering Wheel(AM60)<F150>【9】	○Seat Frame(AM60)<Windstar>	○Throttle body<SVO>【10】		■I/P-Rainforcement(AM60B)<EXPLORER>【11】 ○Cross Car Beam(AM60)<Explorer> ■Cam Cover(AZ91D)<Mustang>	○Radiator Support(AM60)<F150>	○Front End Structure(AM60B) <F150>		○Liftgate Inner(AM60)<Lincoln MKT>	
Chrysler	○Torque-converter Housing(1952) ■Clutch Housing(1952)											○B-Pedal BREKT 【12】						
【欧州】																		
VW	■T/M Housing など(※1)					○MT Case【13】					○Backdoor Inner(AM60B)<Lupo 3L car>【14】		■T/M Case(AZ91D)<Passat>【15】					
BMW													■I/P-Rainforcement(AM50)	■V12 Intake Manif.(AZ91D) ■Cyl.Block(AJ62X composite)【16】				
Daimler											○Door Inner(AM60B)			■T/M Case(AS31)				
Benz								○Fuel Tank Cover(AM60)【17】					○Door Flame【18】	○I/P-Rainforcement(AM50)<E320> ■AT Case(AS31)【20】		○Inner Door Handle(AZ91D)<SLK>【19】		
Porsche	■Engine Cover など(※2)															○Road Wheel(AM80)<Carrera GT>【21】 ○Center Console Panel<Camera GT>【22】		■Timing Chain,Oil Pan(AE44)<Panamera>
Fiat	■Cyl.Head Cover など9部品(※3)												○I/P-Rainforcement(AM60B)<Burava>【24】					【23】
Alfa Romeo						○Seat-Frame(AM60B)<156>【25】							○I/P-Rainforcement(AM60B)<Alfa156>					
Jaguar														○I/P-cross car beam【26】 ○sheet flame(AM60)				
Cromodia																		
Audi						○I/P												



※1：クランクケース、クラッチカバーなど（Beetle・Transporter，1949年頃）
※2：送風器回転子及びハウジング、フロントエンジンカバー、中間リングなど（1960年代）
※3：シリンダーヘッドカバー・小カバー、分配器保持具、油濾過器保持具、油蒸気吸吐出具本体、油ポンプ本体・フッパ管、油漏洩止め具、ホイール（Fiat Dino,1967）

一般社団法人日本マグネシウム協会提供

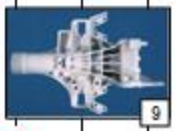
自動車へのマグネシウム適用の歴史年表【国内】

・部品名（材料名）〈車種名〉【写真No.】
■P/T部品：青 ○車体部品：赤

1960 1983 1984 1985 1988 1990 1991 1992 1993 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010

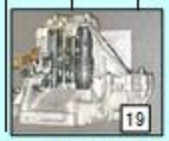
トヨタ

- ○Disc Wheel (AM60B) <2000GT>【1】
- ○STRG Upper BRKT(AZ91D)<CROWN>【2】
- ○STRG Wheel (AM60B) <LEXUS>【3】
- ■Cyl Head Cover(AZ91D) <SOARER>【4】
- ■Oil Filter BREKT(AZ91D) <SUPRA>
- ○Disc Wheel (AM60B) <SUPRA>【5】
- ○B-Pedal BREKT(AZ91D) <SUPRA>【6】
- ○Air Bag Case(AM60B)<CAMRY>【7】
- ○Cluster Panel(AZ91D)<CENTURY>【8】
- ○STRG Column Jacket(AM60B)<AVALON>【9】
- ○Seat - Fram(AM60B) <CELSIOR>【10】
- ○Air Bag Plate(AM60B)<CAMRY>【11】
- ○Seat Lever Base Plate(AM60B)<SIENA>【12】



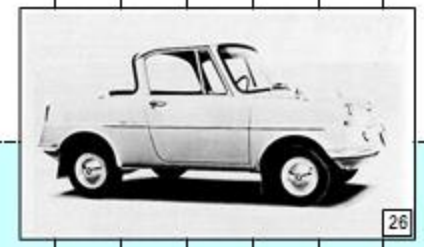
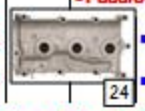
ホンダ

- ■Cyl Head Cover(AZ91B) <CITY TURBOII>【13】
- ○STRG Wheel (AM60A改) <ACCORD>【14】
- ○STRG Lock Body (AM60A改) <ACCORD>
- ○Road Wheel (AM60A改) <PRELUDE>
- ■Intake Manifold Cover/Chamber(AZ91HP改) < NSX >
- ■Oilpan (ACM522) <INSIGHT>【15】
- ■ECU Frame (AM60B) <INSIGHT>【16】
- ■Heat Sink Case (AZ91D) <INSIGHT>【17】
- ○Air Bag Retainer(AM50A) <CIVIC>【18】
- ■T/M Case (AE62+Ca) <ACURA TSX>【19】
- ■Intake Manifold (AZ91D) <US ACCORD V6-IMA>【20】
- ○Seatback Frame(AM60B) <LEGEND>【21】
- ○Under Floor Bucket BRKT(AZ91D) <US ODDESEY>
- ○STRG Hanger Beam(AM60B) <FCX CLARITY>
- ■PCU Case (AZ91D) <INSIGHT>【22】



日産

- ○Key-lock HSG(AZ91D) <CEDRIC>
- ○STRG Wheel (AM50A) <MARCH>
- ○Seat - Pan(AM60B) <CIMA>
- ○STRG/MBR (AM60B) <FUGA>【23】
- ○Paddle-Shift Lever (AZ91D) <SKYLINE>
- ■Cyl Head Cover(AZ91D) <GT-R>【24】
- ■Oilpan (MRI153M) <GT-R>【25】
- ○Road Wheel (AZ70) <RX8>
- ○Column Bracket (AZ91D) <Axela>
- ○Key-lock HSG (AZ91D) <Demio>

マツダ

- ■T/M Case(AZ91)
- ■Oilpan(AZ91)
- ■Timing Case Cover(AZ91)
- ■Clutch Housing(AZ91)
- ■Cyl. Head Cover(AZ91)
- ■Cooling Fan(AZ91)

< R360クーペ >【26】

- ○Road Wheel (AM60) <RX7>
- ○Road Wheel (AZ70) < レース車>
- ○STRG Wheel (AM60) < ATENZA >

三菱

- ■Cyl Head Cover(AZ91D) <EVOVI>【28】
- ○STRG Wheel(AM50A) <LANCER>【27】
- ■Compressor Wheel(-) <EVOIX>【29】
- ○Paddle-Shift Lever(AZ91D) <OUTLANDER>【30】

一般社団法人日本マグネシウム協会提供

各自動車会社：ハンドル芯金

・ハンドル芯金

・寸法：360mm径

・Mg重量：　1.25kg

・加工法：ダイカスト

・合金：AM60B

効果：

①高じん性合金

②エアーバックなどを装着

③軽量化

④優れたハンドリング

⑤リサイクル性

車種：Smart他多数

加工メーカー：Takata-Petri

ルノーサムスン、世界初のマグネシウム自動車板材の開発

ルノーサムスンとポスコは2012年1月から2014年8月まで約1年7ヶ月に渡って20億ウォンの研究費を共同出資した。

開発したマグネシウム板材部品の重量は、3.6kgであった既存の鋼製部品の重量を、61%（2.2kg）減らした1.4kgである。自動車の重量が100kg減少すると、走行距離100km当りの燃料消費量0.5ℓ削減、走行距離1km当りのCO_2排出量も約11.65g減る。

◆パリ・モーターショー◆

・ルノーEOLABコンセプトカー、 ルーフにマグネシウム合金圧延板を採用。
・1Lで100kmを走行。1000CC、3気筒エンジンハイブリッド車。車体重量400kg。

◆トーキョー・モーターショー◆

・自動車用の内装品（スピーカー、アンプ）、ミラーフレームに
マグネシウム合金を採用。アンプには押出形材を使用。

Mirror Frame

Speaker Parts

Power-amp

二輪車の使用例:ヤマハ発動機

41

http://www.yamaha-motor.co.jp/global/news/2007/09/11/magnesium.html

ホイール:AM60B
真空ダイカスト

自転車の使用例

42

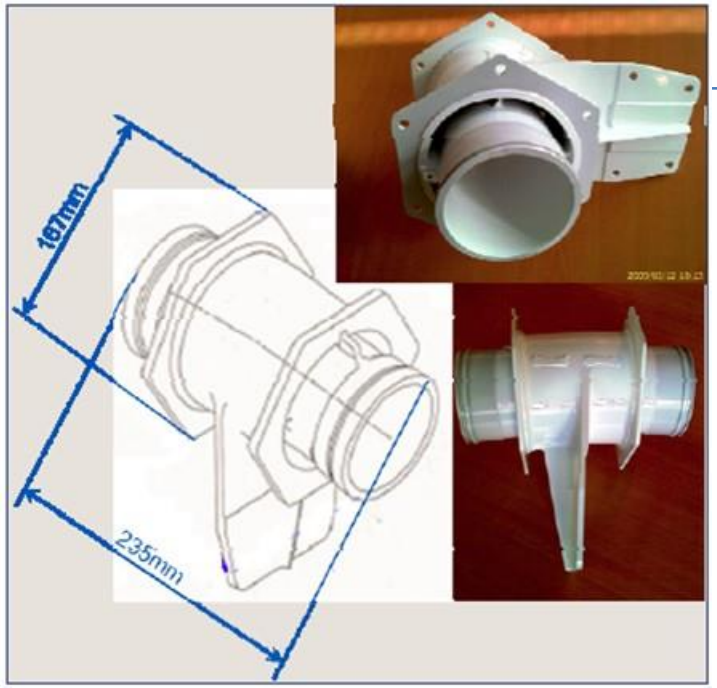
自転車フレーム

クランプ

スタンド

	YS (Mpa)	EL (%)
AZ61	295	12
A2014-T4	427	20
Super Mg	428	29

43



A340-500に使用されるマグネシウム合金EL21の
燃料コネクター鋳造部品

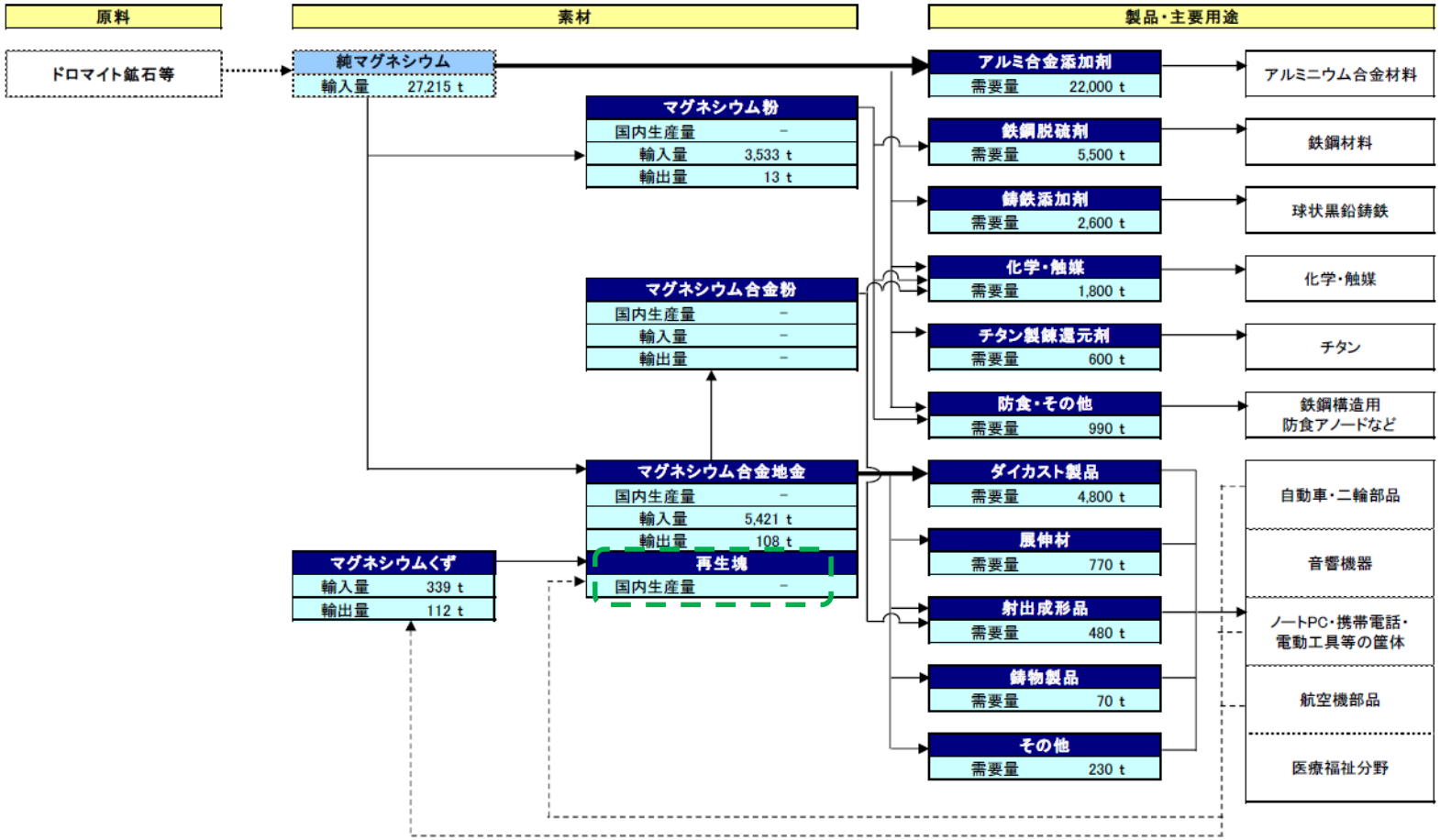
小型旅客機の方向舵ペダル
・マグネシウム合金AZ91Dダイカスト製
・従来のアルミ製に比べ35%軽量化

マグネシウム製品（需要）の今後

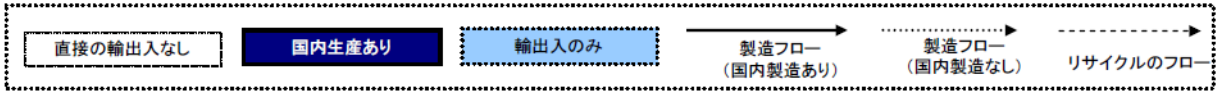
今後の需要の伸びが期待されているものに自動車向けダイカスト製品がある。パワートレイン系部品や、電気自動車（以下EV）化に際して車体の軽量化が重要な課題となっていることで、その他各種部品のマグネシウム化が進むことによりさらなる軽量化が実現できるため、燃費向上に大きく寄与することが期待されている。（近年は、生産拠点の海外移転が進展している関係で減少）

日本におけるマグネシウムのリサイクル状況

マグネシウムのマテリアルフロー（2017 年）



⇒Al合金としてリサイクル



純分換算率：マグネシウム合金90%、その他100%

注）「－」：生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0（ゼロ）」：四捨五入して表の最小単位未満である。

国内回収量（再生塊）に関する統計値が無いため、リサイクル率は０％となる。
実際は、ダイカストや鋳物ではリサイクルされているものと考えられる。

鉱物資源マテリアルフロー 2018より

マグネシウム合金の国内における再生

2011年 日本マグネシウム協会調べ

会社名	溶解炉（t）	台数（基）	実情生産能力（t）	フル生産能力（t）
丸平産業㈱：岩槻	1	4	4,000	6,000
	0.8	1		
日本金属㈱：岩手	2.5	2	1,500	2,400
：二島	2	2	1,500	2,400
中央工産㈱：小山	1	11	1,200	5,000
矢花商店：栃木			現在未稼働	
小野田・森村：土岐	1	3	3,000	6,000
日本マテリアル㈱：土岐	1.6	1	2,000	2,500
			13,200	24,300

上記の調査時から国内需要に大きな変化ないため、
現在も国内の地金再生状況にも大きな変化はないものと考えられる。

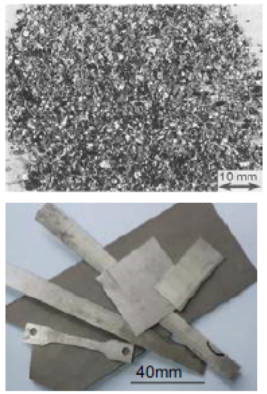
マグネシウムのリサイクルにおける課題

課題	理由
切粉	作業性（付着した切削油が溶解時に煙になる） 安全性（表面積が広い分、酸素と反応しやすい） （溶解）歩留まりが低下する
市中スクラップの回収	システムが未確立 不純物（耐食性を低下させる）元素が混入する 合金種毎に分離できない（合金の成分規格から外れる）
付着物・塗装	煤煙の発生 不純物（耐食性を低下させる）元素が混入する
炉前溶湯清浄度評価方法	方法が未確立（品質の安定化）

マグネシウムのリサイクルにおける課題の解決の例（切粉）

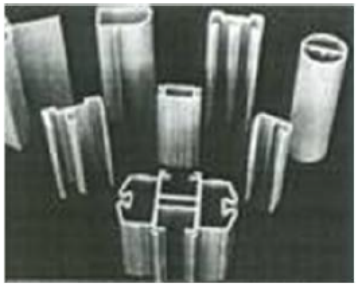
産総研・素形材センターの研究成果

固体リサイクルの概要

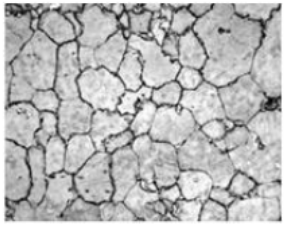


溶解が難しいマグネシウム切削粉および板材等の工場内スクラップ

固体リサイクルによる鍛造素材化



再溶解を行わず、押し出し等によりスクラップを直接固化し、リサイクルする。



結晶粒微細化を伴う組織制御によりリサイクル材の高性能化を図る。
- 高強度
- 高加工性

スクラップ材から高性能Mg鍛造用素材を製造する。

鍛造加工による製品化

「マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト」事後評価分科会　資料７－３　より

JIS H2222 ダイカスト用マグネシウム合金地金

	Al	Zn	Zr	Mn	RE	Y	Ag	Si	Cu	Ni	Fe	その他個々
AZ91B	8.5 -9.5	0.45 -0.9	-	0.15 -0.40	-	-	-	0.20以下	0.25以下	0.01以下	0.03以下	0.05以下
AZ91D	8.5 -9.5	0.45 -0.9	-	0.17 -0.40	-	-	-	0.08以下	0.025以下	0.001以下	0.004以下	0.01以下
AM60B	5.6 -6.4	0.20 以下	-	0.26 -0.50	-	-	-	0.08以下	0.008以下	0.001以下	0.004以下	0.01以下
AS41B	3.7 -4.8	0.10 以下	-	0.35 -0.6	-	-	-	0.60-1.4	0.015以下	0.001以下	0.0035以下	0.01以下
AM50A	4.5 -5.3	0.20 以下	-	0.28 -0.50	-	-	-	0.08以下	0.008以下	0.001以下	0.004以下	0.01以下
AM20A	1.7 -2.5	0.20 以下	-	0.35 -0.60	-	-	-	0.05以下	0.008以下	0.001以下	0.004以下	0.01以下
AS21A	1.9 -2.5	0.20 以下	-	0.2 -0.6	-	-		0.7-1.2	0.008以下	0.001以下	0.004以下	0.01以下

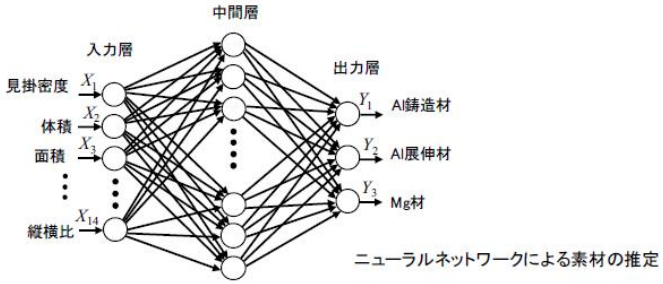
AM ⇒ （成分的には）種々の合金に戻し（入れ）やすい。
AZ ⇒ 亜鉛があるのでAMには戻しにくい。
AS（耐熱合金） ⇒ シリコンが多いので、AS系にしか戻せない。
AZX（展伸材系合金） ⇒ Ca添加型にしか戻せない。
希土類添加型（鋳造・展伸材系合金） ⇒ 希土類添加型にしか戻せない。

マグネシウムのリサイクルにおける課題の解決の例（合金の分離）

産総研・素形材センターの研究成果

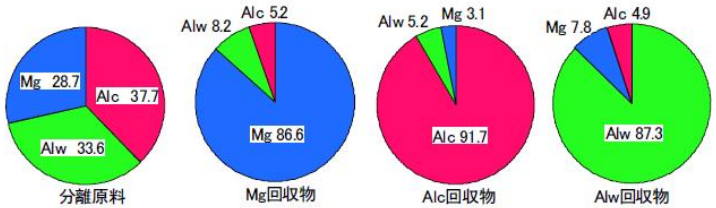
レーザー3次元計測による軽金属スクラップ識別・分離技術

Mg−Al展伸材−Al鋳造材の分離



ニューラルネットワークによる素材の推定

◎簡易、安価、安全
◎破砕片表面の塗装や汚れの影響を受けない
○高速処理が可能
△過去に蓄積した測定データと特長が大きく異なる破砕片に対しては識別精度が低下するため、データベースの更新が必要



重量基準で示した原料と各金属回収物の組成（単位wt%）

廃車の破砕選別施設で発生する3種のスクラップ（Mg、Al展伸材、Al鋳造材）について、概ね90%の選別精度（3成分の選別）で分離可能

環境資源工学会「平成22年度技術賞」受賞 「廃車シュレッダー処理で発生するAl、Mgスクラップの自動選別技術」

Mgスクラップの合金種別分離

国内3箇所の廃車破砕選別施設で回収したMgスクラップ50個の元素組成をXRFにより調査

	全破砕片平均	ハンドル芯平均	AM60
Al	8.07	6.11	5.5-6.5
Zn	0.423	0.023	＜0.2
Mn	0.241	0.329	0.24-0.60
Si	＜0.001	＜0.001	＜0.1
Cu	0.004	0.001	＜0.01
Ni	＜0.001	＜0.001	＜0.001
Fe	0.008	0.005	＜0.005

ハンドル芯と思われる棒状破砕片だけを選別すれば、AM60規格を満たす可能性がある
開発したスクラップ選別システムによって、これらを分離可能であることを確認

「マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト」事後評価分科会　資料７－３　より

マグネシウムのリサイクルにおける課題（炉前溶湯清浄度評価手法）

アルミニウムでは、日本軽金属㈱が開発した。Ｋモールド法と呼ばれる方法が良く知られている。
これは、アルミニウム製の鋳型に溶湯を鋳込み、凝固後に得られた短冊状の試験片をハンマーなどで５，６片に割り、その破面に現れた介在物の数を求める方法である。

K値　＝　介在物数　／　観察試片数

ランク	K値	清浄度の判定	鋳造可否の判定
A	<0.1	清浄な溶湯	鋳造してもよい
B	0.1~0.5	ほぼ清浄な溶湯	鋳造してもよいが、出来れば処理した方が良い
C	0.5~1.0	やや汚れている溶湯	処理の必要あり
D	1.0～10	汚れている溶湯	同上
E	>10	著しく汚れている溶湯	同上

マグネシウムはハンドリングによって、介在物が変化しやすく、安定した評価が難しいことから、
上記のような業界で幅広く使用されている評価手法というものが存在しない。

そのため、マグネシウムでは（品質が安定した）新地金のみを用いる場合も多い。

中国からの新地金が安いことも大きな理由。

まとめ

日本のマグネシウム製品はダイカストが主。
今後、自動車の軽量化要求はますます厳しくなるため、マグネシウムの需要も増えていくことが予想されている。

一方で、自動車では特にLCA（Life Cycle Assessment）、コストが厳しく問われる。

最新の製法では、製造にかかわる環境負荷はアルミニウムと差がないともされるが、一般的にはマグネシウム製造の環境負荷は大きいと思われている。こうしたユーザーの古い知識を更新していく試み※が重要である。

より環境負荷の小さいマグネシウムの製錬法が期待されている。

リサイクルの高度化はマグネシウムのLCA、コストの両方を良化させるため、必須である 。

マグネシウムの国内市場を拡大するためにはリサイクルだけでなく、各種標準化・規格の整備や表面処理・接合技術の開発など、他の材料に比べて遅れている部分を網羅的に推進していく必要がある。こうした試みは個社では難しく、マグネシウム協会を中心とした業界全体で取り組んでいくべきである。

※：例えば、アルミニウム協会のサイトでは、アルミニウムのLCAに関するデータが公開・更新されている。