

「フロン対策の現状と展望」 ～ モントリオール議定書20周年を契機として～

# マグネシウム鑄造分野 における対策事例

平成20年3月11日

日本マグネシウム協会

はじめに

なぜマグネシウム？

構造用金属材料中で最も軽量

忘れられた金属

- ・エネルギー問題
- ・環境問題

- ・燃費改善のための輸送機器の軽量化
- ・各種スクラップのリサイクル技術の

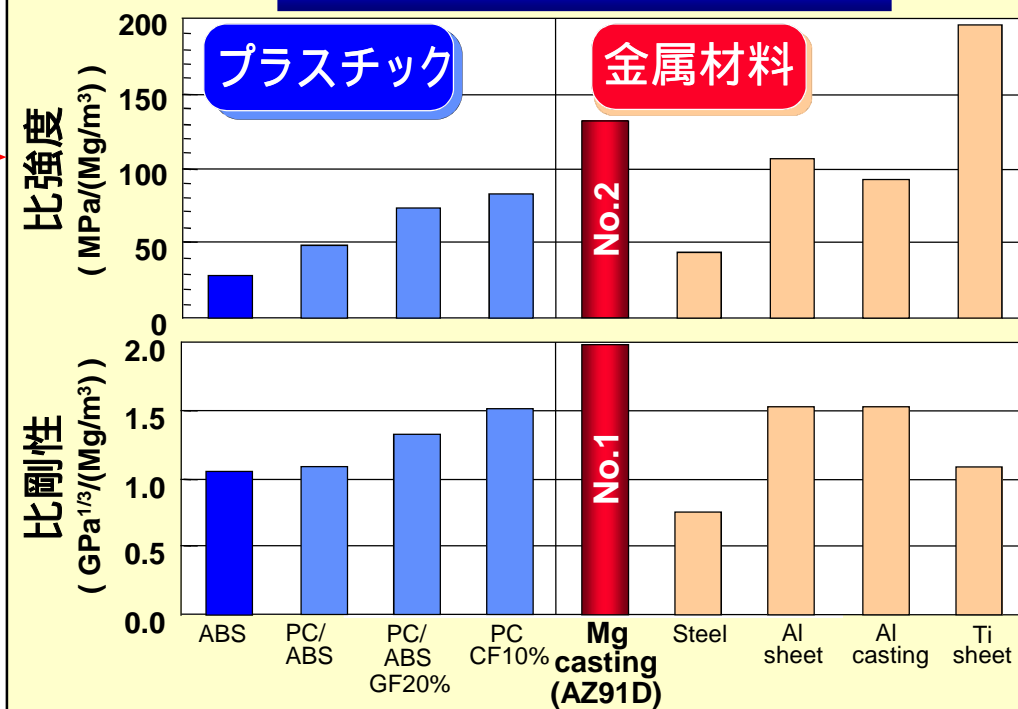
注目

### マグネシウム合金

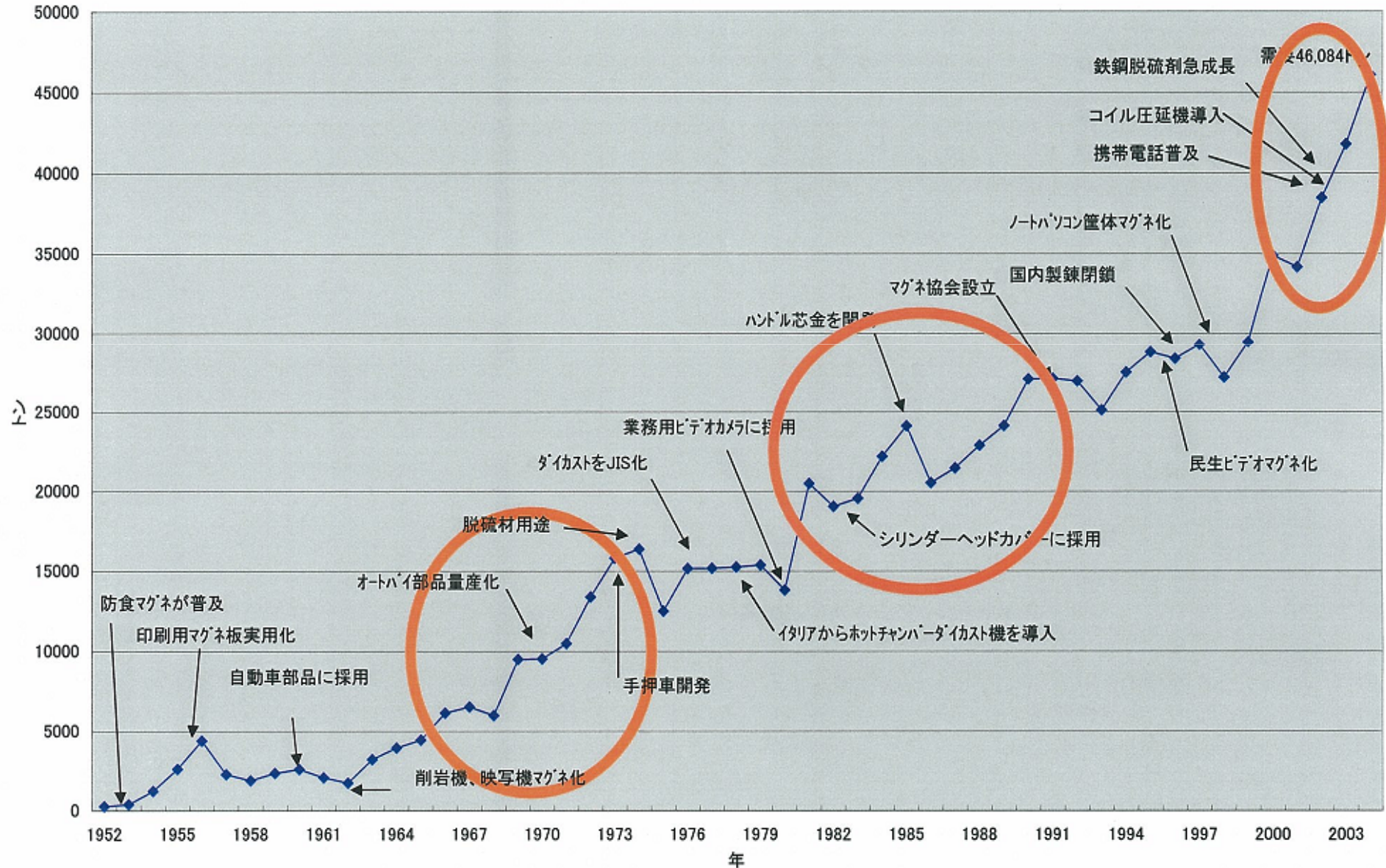
特徴:

- 密度 :  $1.74\text{Mg/m}^3$   
2/3 of Al, 1/4 of Fe
- 高比強度 & 高比剛性
- 高減衰能
- 高熱伝導率
- 良好な寸法安定性
- 高い電磁波シールド性
- 良好な機械加工性
- 豊富な資源  
地殻中 :  $1.93\text{mass}\%$   
海水 :  $0.13\text{mass}\%$   
(1,820兆トン)

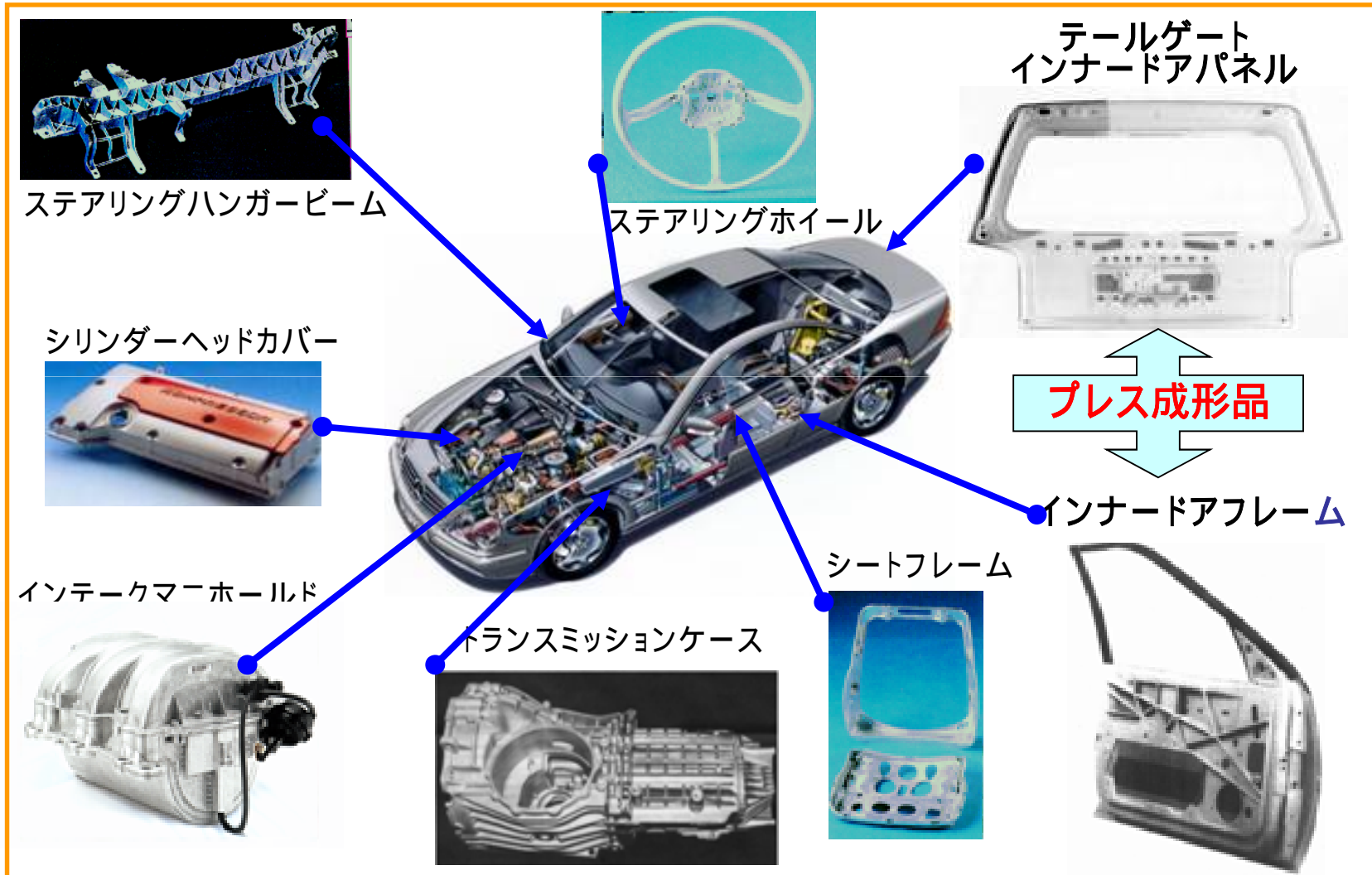
### 比強度 & 比剛性の比較



# 日本のマグネシウム需要推移

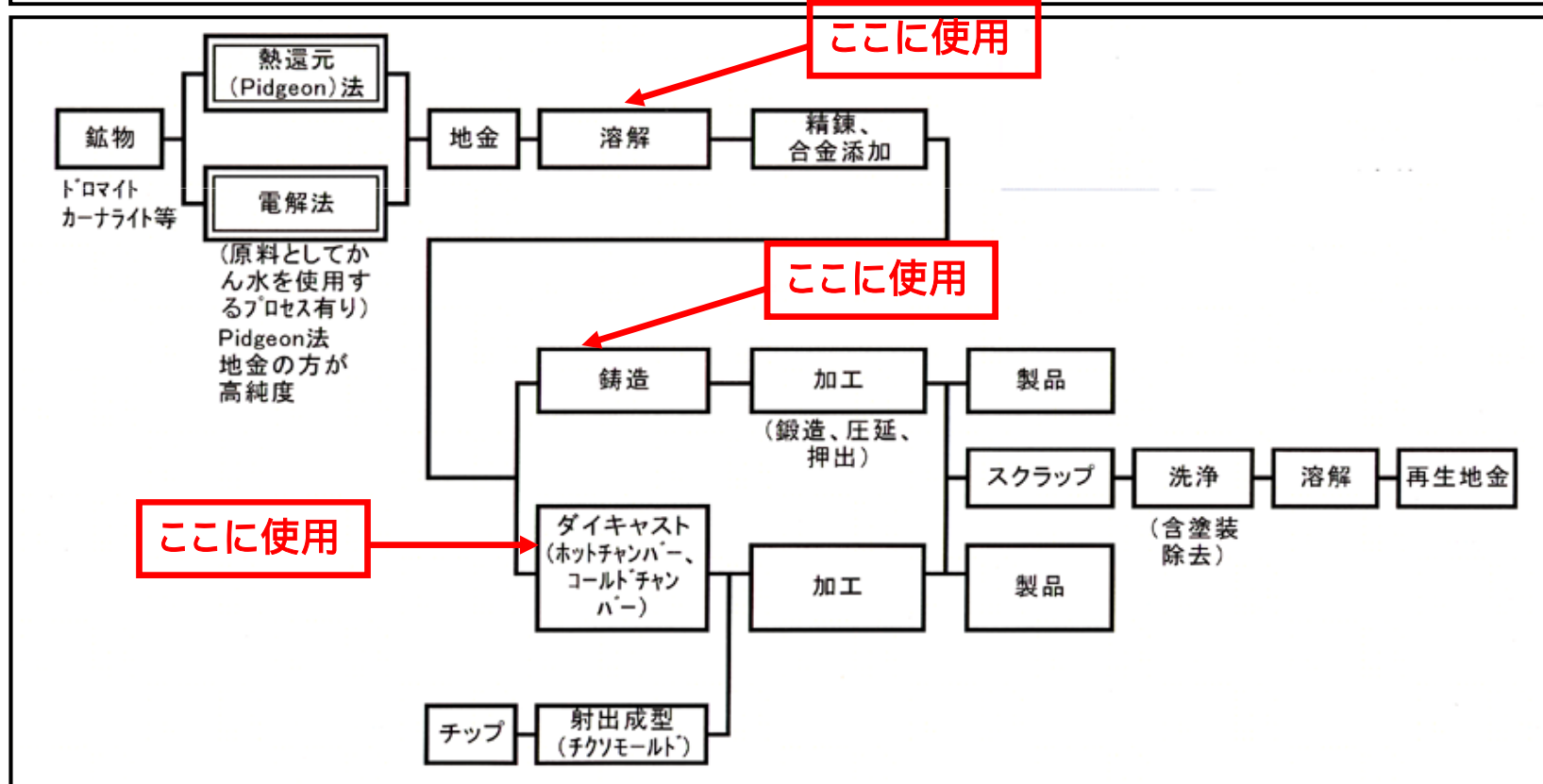


# 自動車用マグネシウム部品の例



# SF<sub>6</sub>ガスがマグネシウム溶解に何故必要か

溶融マグネシウム(溶湯)は、空気に触れると酸化する、すなわち、発火、燃焼する。したがって、溶解工程で溶湯表面と空気とを遮断するための保護ガスが必要である。古くは硫黄などのフラックスで表面を覆い、空気との直接接触を防いでいた。今日では、塩類のフラックスや濃厚な亜硫酸ガス(SO<sub>2</sub>)を用いていた。1970年頃より操業現場や作業者に害を及ぼす六フッ化イオウ(SF<sub>6</sub>)ガスを低濃度に空気で希釈したものや、AF<sub>6</sub>ガスと空気と二酸化炭素を混合させたガスを使用しているSF<sub>6</sub>ガスはマグネシウム溶湯表面のMgSO<sub>4</sub>のフィルムを形成し、過度の酸化を防ぐ。このためにSF<sub>6</sub>ガスはマグネシウム溶解時に必要である。



# SF<sub>6</sub>ガスによって保護された溶湯表面の例



溶湯保護されている溶融マグネシウム  
溶湯表面近傍では燃焼が認められない

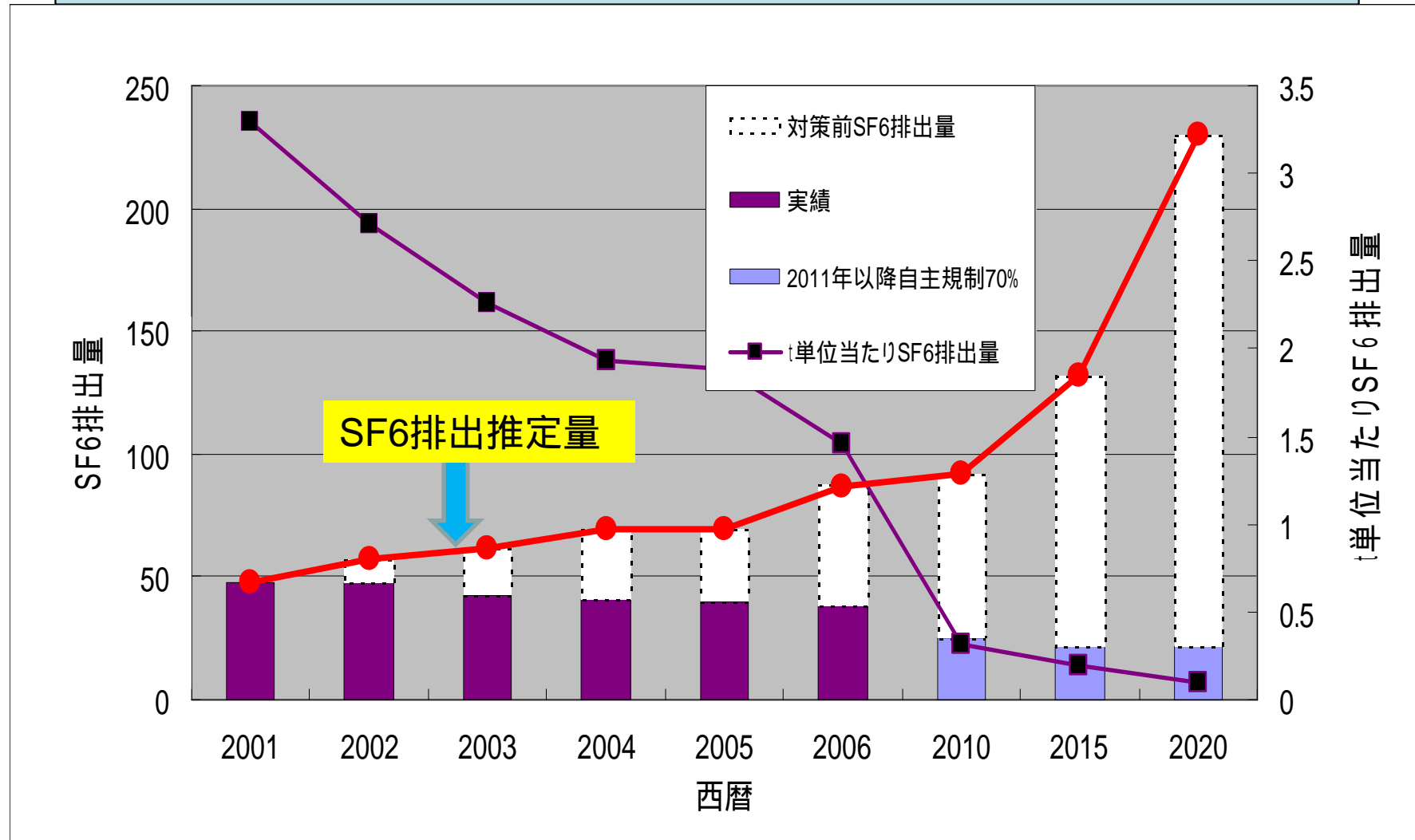


溶湯保護されていない溶融マグネシウム  
溶湯表面近傍で著しく燃焼している

出典：U.S, EPA他, マグネシウム溶湯保護用SF<sub>6</sub>代替ガス, P1, 2006.

# マグネシウム溶解量とCO2換算排出量

代替ガスの導入促進により2020年で200万トン程度削減が可能



## SF6ガス排出規制の動向

### ・EC圏内でのSF<sub>6</sub>ガス使用の監督

|                 |   |                                       |
|-----------------|---|---------------------------------------|
| SF <sub>6</sub> | マグネダイカスト  | 効力: 公報発刊(06.june/14)<br>一年後           |
| SF <sub>6</sub> | SF <sub>6</sub> ガス使用量850 kg超のマグネダイカスト工場<br>(見直し: 4年後) | SF <sub>6</sub> 使用禁止:<br>- 2008年1月1日- |

### ・米国EPAとのパートナーシップ



- ・ 米国環境局 (EPA) と米国マグネシウム産業界との自発的約束
- ・ 2001年Mg事業16社が締結(Mgダイカスターの参加企業は米国内の80%以上に相当)
- ・ 「2010年12月31日までにSF<sub>6</sub>排ガスを排除するという協力目標を達成する」という声明にサイン - 国際マグネシウム協会 (IMA) サポート保証

### ・日本の状況

- ・ マグネシウム業界の自主行動計画目標の強化見直しを実施:  
「2010年末までに1事業所当たり年500kg以上のSF<sub>6</sub>ガスの排出を中止する」
- ・ 自主行動計画に伴う新規設備投資に対する支援事業等の施策の継続、支援措置の要望



# SF6代替ガス

## マグネシウム用保護ガスの種類と特性

| Protection Gas                           | Chemical Formula | Life time (year) | GWP (100)       | M.P. (°C) | B.P. (°C) | Protect. Performance | Memo<br>短期間暴露限界値(STEL)<br>許容濃度、時間加重平均値(TWA-TLV) |
|--|------------------|------------------|-----------------|-----------|-----------|----------------------|---|
| CO2                                      | CO2              | 100~150年         | 1               |           |           |                      |   |
| * SO2                                    | SO2(Health)      | 2~3日             | --              |           |           |                      | * STEL (<5 ppm)<br>* TWA-TLV (<2 ppm)           |
| * SF6                                    | SF6              | 3,200年           | 23,900          | - 51      | - 64      | Best                 | * STEL (<1250 ppm)<br>* TWA-TLV (<1000 ppm)     |
| * HFC-134a<br>(AM cover)                 | CH2FCF3          | 14年              | 1,300           | - 26.8    | - 10.1    |                      | * TWA-TLV (<1000 ppm)<br>License                |
| * FK (3M)<br>(Novec™ 612)                | C3F7COC2F5       | 0.014<br>(5.1 B) | ~ 1             |           |           |                      |   |
| * FK+CO2 (TNSC)<br>(MG Shield™)          | ↑                | ↑                | ↑               | ↑         | ↑         |                      |   |
| * OHFC-1234ze<br>(Central glass)         | CF3CH=CHF        | -                | < 10<br>(10~20) | -         | - 16      |                      | By-product(*)                                   |
| HFC-254pc                                | CHF2CF2OCH3      | 14年              | 330             | -         | 37.2      |                      |   |
| HFC-245fa (*)                            | CF3CH2CHF2       | -                | 950             | -         | 15.3      |                      | Forming agent                                   |
| * Tri-Fluor Iodide methane (Toso F tech) | CF3I             | 0.005<br>(1.8 B) | 1.2             | -         | - 22.5    |                      |   |

ペンチマー  
クガス

新しい代替ガス候補例

## 代替ガス導入における考慮・判断基準例

### 技術上または物理的/化学的特性に関して:

1. 地球温暖化係数の小さいこと(GWP)
2. メタルの保護性能 (SF6ガスに比較して)
  - \* 満足できるレベル
  - \* 高温合金でも適用可能レベル
3. 安全性: ガス本体/発生ガス/分解ガスの健康上への害毒
  - \* 鋳造温度における化学的安定性
4. 腐食: ルツボ、ガス移送管、配管、設備等

### 経済性やガスの入手性:

5. ガス加熱/蒸発特性制御のための追加設備が必要か
  - \* 凝縮トラブル(代替ガスの温度コントロールが必要)
  - \* 安定性した蒸発量維持 (ガス温度のコントロールが必要)
6. ガス価格:カバーガスならびにキャリアーガス
  - \* 操業コストのアップは?ならびにトータルコストの低減法は?
7. 世界中到る所でガスは入手可能か?
  - \* 海外工場への技術移転

## SF6ガス使用量(排出量)の削減のための具体的に実施している対策内容

複数回答

| SF6ガスの排出率削減対策の内容   | 回答数 |
|--|-----|
| パッキングの工夫によりガスリークを少なくした   | 12  |
| インゴット投入やドロス・スラッジ除去時のガスリークを制御できるようにした   | 2   |
| 保護ガス濃度を従来より低く管理出来るようになった   | 8   |
| 全体の混合ガスの湿度管理を強化した  | 6   |
| 希釈用空気の湿度管理を強化した。   | 1   |
| 保護ガスの炉内分配を適切に出来るように管理  | 3   |
| 保護ガスが溶湯表面に到達出来るように管理した   | 4   |
| メタル温度ガスを均一化, 低く管理した  | 2   |
| 溶湯の対流を抑えた  | 1   |
| 溶鋳炉(鑄造炉)の構造を変更   | 2   |
| 三交代操業により溶湯の冷媒, 加熱時間中の保護ガス消費が大幅に低下した  | 4   |
| その他: 1) 休日中は溶湯温度を650 に保持, 2) 保護ガスの流量管理を徹底し, ロスの削減に努める, 3) 配管中からのリークの抑制, 4) 代替えガスへの移行検討, 5) 配管からの漏れ確認検査を定期的に行う。 | 5   |

# SF6削減のための対策と課題

## < 削減対策 >

SF6代替ガスの導入(候補ガス:FKガス、HFC134a、希釈SO<sub>2</sub>)  
(開発中ガス:OHFC-1234ze、CF<sub>3</sub>I)  
不燃マグネシウム合金の実用化(マグネシウム中へCa添加)  
使用設備からの漏洩防止対策(密閉性の強化、設備の改善)  
SF6ガス使用の最適化(低濃度化、流量管理、湿度管理等)

## < 課題 >

代替ガスの早期開発と実用化  
SF6代替ガスの導入に伴うコストの増加(初期投資、ランニング)  
代替ガスの安全性の十分な確認