

難燃性マグネシウム合金

難燃性マグネシウム合金の特徴

最軽量

**振動
吸収性**

難燃性

**比強度
比剛性**

切削性

● 最軽量

実用合金中最軽量であり、比重1.8でアルミニウム合金の約2/3、鋼の約1/4です。

● 振動吸収性(減衰能)

実用金属中最大の振動吸収性(減衰能)を有しており、振動・騒音を抑えることができます。
減衰能: Alの267倍(純Mgの場合)

● 比強度・比剛性

アルミニウム合金や鋼より比強度・比剛性に優れ、同じ要求仕様に対してより軽量の製品が製作可能です。

● 切削性

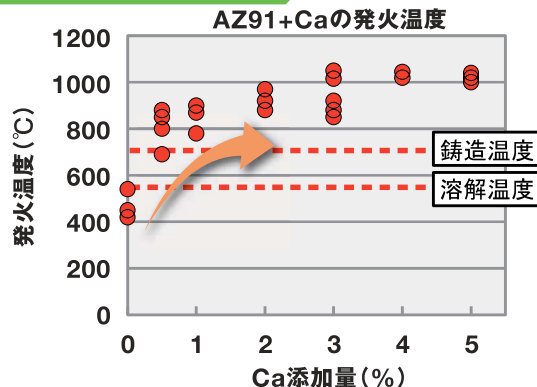
切削抵抗はアルミニウム合金の約1/2、軟鋼の1/5と小さく、加工時間の短縮、工具の長寿命化が可能です。

発火温度が低く、燃えやすいという従来のマグネシウム合金のイメージを払拭する合金です。

● 難燃性

【難燃性マグネシウム合金の発火温度**900℃以上**】
汎用合金の発火温度は融点近傍(約600℃)

Ca添加による発火温度の上昇



溶解・铸造時の取扱いが容易

- ・フラックスや温暖化係数の高い不活性ガス(SF₆) (温暖化係数: 二酸化炭素の23900倍) 不要⇒環境にやさしい
- ・特殊な設備が不要
- ・アルミニウム溶解設備が既存のまま利用可能

切削加工が容易

- ・乾式加工が可能
- ・切粉の取扱い容易
- ・切粉のリサイクルが可能

(独)産業技術総合研究所 開発シーズ(取得特許)

- ・特許-3318606「Ca含有Mg合金铸造品の製造方法」
- ・特許-3030338「高強度難燃性Mg合金の製造方法」

技術移転

(株)戸畑製作所

◆難燃性マグネシウム合金製品

- ・インゴット
- ・押出し加工用ビレット
- ・砂型铸造製品
- ・金型铸造製品
- ・ダイカスト



◆難燃性マグネシウム合金適用例

構造材料として

高速鉄道車両用内装部材



荷棚受け



鉄道車両に使用できる
世界初のマグネシウム合金

実用金属において最も軽く、
比強度・比剛性に優れている
ことを生かして、荷棚受けと
して実用化しています。

機能性材料として

マグネシウム空気電池(負極材)

マグネシウム空気電池は自己放電(電池反応に寄与しない反応)による短寿命、発火リスク、高コスト等の問題で実現しておらず、本開発で高効率・発火抑制特性に優れた合金開発、薄板化・低コストを実現する製造技術開発を行っています。

H25-27年度経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業(サポイン事業)

研究開発体制:公益財団法人北九州産業学術推進機構(管理法人)、

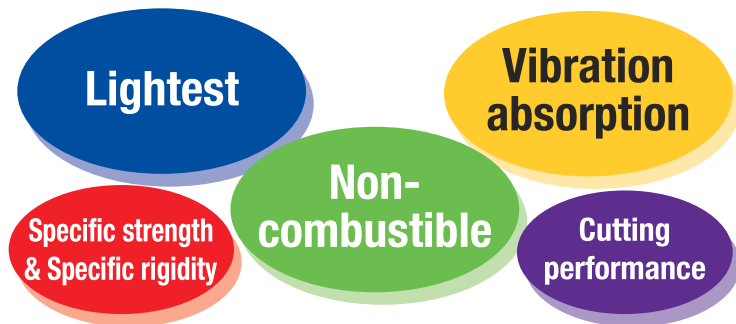
(株)戸畑製作所、古河電池(株)、不二ライトメタル(株)、(独)産業技術総合研究所

少量生産、テスト品など柔軟に対応しております。

Non-combustible Magnesium Alloy

Features of non-combustible magnesium alloy

Traditional images of magnesium alloy, easy to flammable at low ignition temperature, is now overturned.



Lightest

Lightest among practical alloys with a specific gravity of 1.8, about 2/3 of aluminum alloy and 1/4 of steel.

Vibration absorption (attenuation capacity)

Having the largest vibration absorption (attenuation capacity) among practical metals, vibration and noise can be successfully reduced.

Attenuation capacity: 267 times of Al (in case of pure Mg)

Specific strength & Specific rigidity

Possible to produce lighter-weight products for the same specification due to its higher specific strength/rigidity compared with aluminum alloy and steel.

Cutting performance

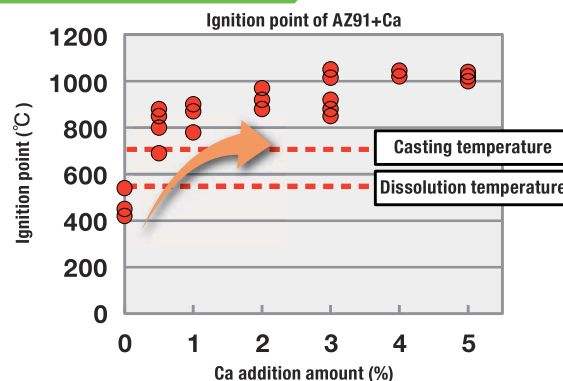
As its cutting resistance is about 1/2 of aluminum alloy and 1/5 of mild steel, reduction of process time and extension of tools lifetime are possible.

Non-combustible

[Ignition point of non-combustible magnesium alloy is **higher than 900°C**]

Ignition point of general alloy is near melting point (about 600°C).

Rise of ignition point after Ca added



Easy to handle in melting and casting processes

- No need for flux and inactive gas(SF₆) that has a high global warming potential (Global warming potential: 23,900 times of CO₂) ⇒ Environmentally friendly
- No need for a special facility.
- Existing aluminum melting facility can be used.

Easy cutting and processing

- Dry processing is possible.
- Easy to handle chips after cutting.
- It is possible to recycle chips.

Seeds development by National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (Patented)

- Patent-3318606 "Production of calcium-containing magnesium alloy casting"
- Patent-3030338 "Production of high strength Non-combustible magnesium alloy"

Technical transfer

Tobata Seisakusho Co., Ltd.

Non-combustible magnesium alloy products

- Ingot
- Billets for extrusion processing
- Sand casting
- Metal mold casting
- Die-casting



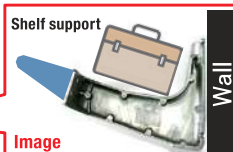
Applications of non-combustible magnesium alloy

As a structural material

Interior member of high-speed trains



The N700 Shinkansen
Photo: website of Central/West JR



The world's first magnesium alloy usable in railroad vehicle.

Taking advantage of its light-weight and high specific strength/rigidity, it is in practical use as a shelf support.

As a functional material

Magnesium air battery (negative-electrode material)

Magnesium air battery has not been realized because of problems including the short lifetime due to self-discharge (a reaction not by battery reaction), ignition risks and high costs. In this project, we are working for the production technique of alloy with high-efficiency and ignition-inhibition features realizing thinner plate thickness and lower costs.

2013-2015 METI Strategic Foundational Technology Improvement Support Operation (Supporting Industry Project)

R&D organizations: Kitakyushu Foundation for the Advancement of Industry, Science and Technology (management body), Tobata Seisakusho Co., Ltd., Furukawa Battery Co., Ltd., Fuji Light Metal Co., Ltd., National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

We respond to various needs such as small-lot, test products, etc.

(株)戸畑製作所 会社紹介 ～難燃性マグネシウム合金の開発について～

(株)戸畑製作所 営業部・技術センター

内容

1. 会社紹介

2. 難燃性マグネシウム合金について

3. 「鋳造」を軸とした研究開発事例の紹介

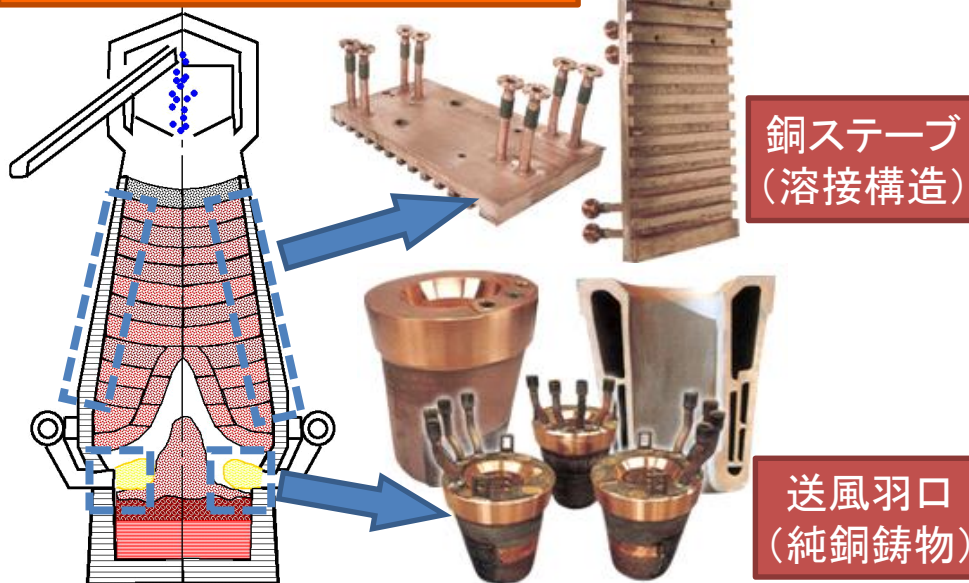
4. まとめ・今後の方針

会社概要

銅・銅合金鑄造・接合・加工メーカー
(日本国内シェアNo.1高炉用純銅部材メーカー)

高炉部材・・・銅の高い熱伝導性を生かした水冷構造

雰囲気 $>2000^{\circ}\text{C}$ において使用



主な取引先

海外高炉メーカー

- ・中国鋼鉄
- ・BlueScope Steel
- ・AHMSA

国内高炉メーカー

- ・新日鐵住金
- ・JFEスチール
- ・神戸製鋼所
- ・日新製鋼

商号	株式会社戸畑製作所
代表者	取締役社長 松本和朗
創立	1948年2月1日
資本金	3,500万円
従業員	130人
主力製品	非鉄金属鑄造・溶接・加工

〒800-0211 北九州市小倉南区新曽根8-21

Tel: 093-471-7789 Fax: 093-472-0124

E-mail: tosei@tobata-s.com

URL: <http://www.tobata-s.com>



加工



鑄造



溶接

鑄造



銅合金鑄物

耐食性・摺動性を生かし、
船舶・機械部品等で使用



プロペラキャップ
(船舶)

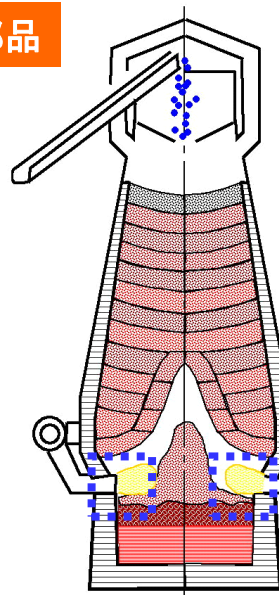


カップリングスリッパ
(圧延機)

純銅鑄物

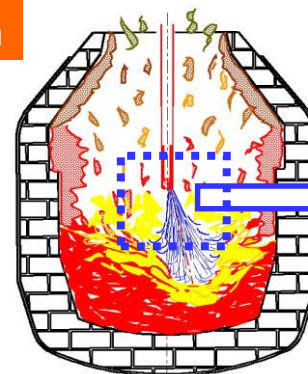
高い熱伝導性を生かし、高熱負荷部位
($>2000^{\circ}\text{C}$)で使用

高炉部品



送風羽口

転炉部品



ランスノズル

加工・溶接

溶接



非鉄溶接・製缶・加工の組合わせ
→ 多種多様な素材・形状

加工

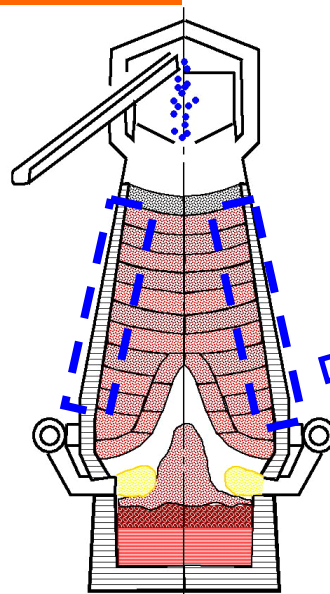


加工寸法: 2000W × 4000L

製品の大型化に合わせ、
加工機械を大型化

高い熱伝導性を生かすため
⇒ 機械加工 × 高純度銅溶接による構造

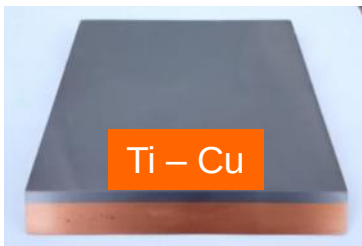
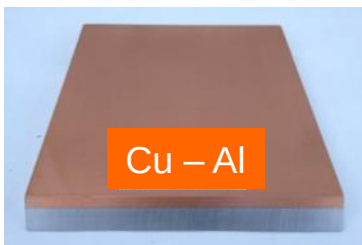
高炉部品



銅ステーブ

拡散接合・製缶

拡散接合



	Steel	SUS	Cu	Ni	Ti	Co	Al
Steel	●	●	●	●	●		●
SUS	●	●	●	●	●		●
Cu	●	●	●	●	●	●	●
Ni	●	●	●	●	●	●	●
Ti	●	●	●	●	●	●	●
Co			●	●	●	●	
Al	●	●	●	●	●		●

拡散接合

「接合面の清浄化」「高真空あるいは不活性雰囲気」「再結晶温度以上に加熱」することにより、比較的低い圧力で原子間の相互拡散を促進させることで接合する、接合方法

製缶



チタン溶解用
モールド

チタン製
プレハブ配管



チタン製タンク

非鉄溶接・製缶・加工の組合わせ

多種多様な素材・形状

内容

1. 会社紹介
2. 難燃性マグネシウム合金について
3. 「鋳造」を軸とした研究開発事例の紹介
4. まとめ・今後の方針

マグネシウムとは① 長所

- ① **実用構造金属材料中で最軽量** ⇒ 比重は1.74、Al(2.7)の2/3、Fe(7.8)の1/4程度
- ② **良好な放熱性** ⇒ 熱伝導性は150W/m・Kと優良で機器内部の熱を効率的に発散
- ③ **安定した電磁シールド性** ⇒ 30～200MHz域で90～100dBのシールド効果
- ④ **優れた振動吸収性** ⇒ 振動吸収により製品ロングライフ化、騒音低減に寄与
- ⑤ **豊富な埋蔵資源** ⇒ クラーク数8番。地殻にも海水にも豊富に含まれる

<http://www.nc-net.or.jp/knowledge/kouza/Course/370/> より抜粋

機能材料として

- ⑥ **電池特性** ⇒ 空気電池(1次電池)として、輸送機器分野、非常用電源等で期待
- ⑦ **生体吸収性** ⇒ Ca同様に体内必須元素かつ体内吸収性良好で、ステント等で期待

マグネシウムとは② 短所

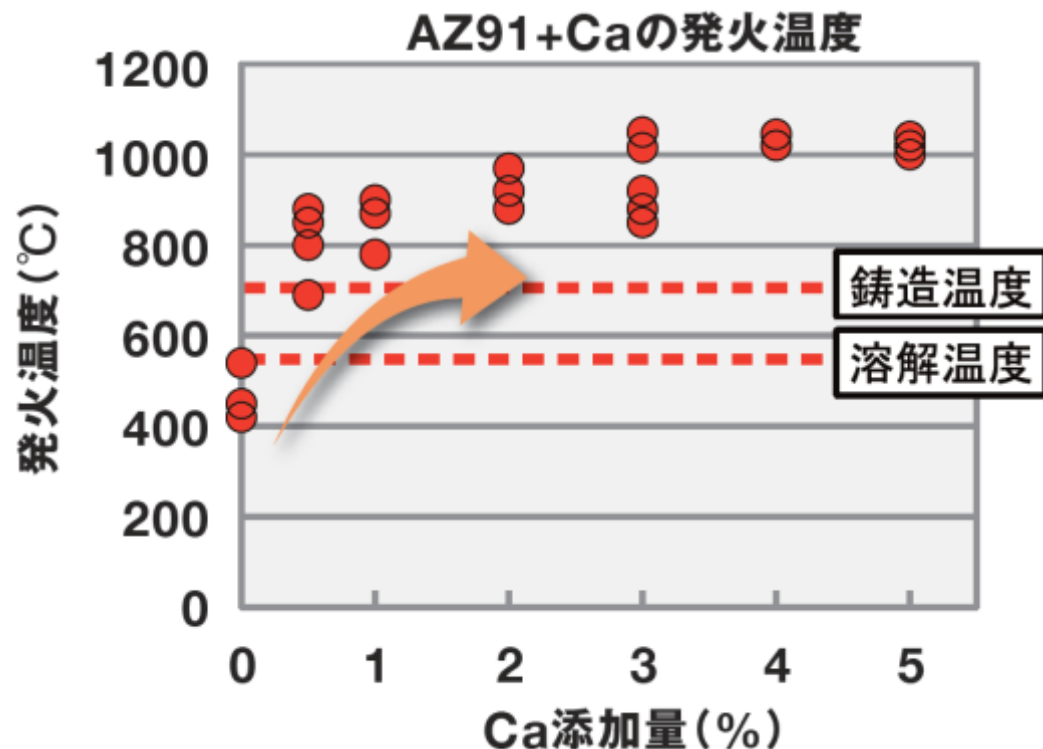
- ① 塑性加工性が悪い ⇒ 室温域では一般的なプレス加工や絞り加工がほぼ不可能
- ② 耐食性が悪い ⇒ 水、アルコール、酸と反応（セメント等、アルカリとの反応性は低い）
- ③ 燃えやすい ⇒ 特に粉体（危険物＜2mm）、発火時に水を加えると水素爆発。



実用化が阻害されている

優れた材料特性が生かされていない・・・

難燃性マグネシウム合金とは①



Caを添加

- ・表面層においてCaが優先的に酸化
- ・MgO(多孔質)→CaO(緻密な酸化膜)

緻密な酸化膜により

- ・大気からの酸素供給
- ・Mgの蒸発を防ぐ(難燃性)

発火温度の上昇(200°C~300°C)

- 製造(铸造・加工)時にフラックス(産廃発生)・不活性ガス(高温暖化係数)が不要
- 製品・構造物としての発火温度が上昇するため、用途拡大が見込まれる

難燃性マグネシウム合金とは②

ノコマロイ®

難燃性マグネシウム合金
Non-Combustible Magnesium Alloy

(独)産業技術総合研究所九州センターの開発シーズ・知財
「カルシウム含有マグネシウム合金鑄造品の製造方法」特許-3318606
他2件(特許-3030338・特願2005-075473)

共同研究・技術移転

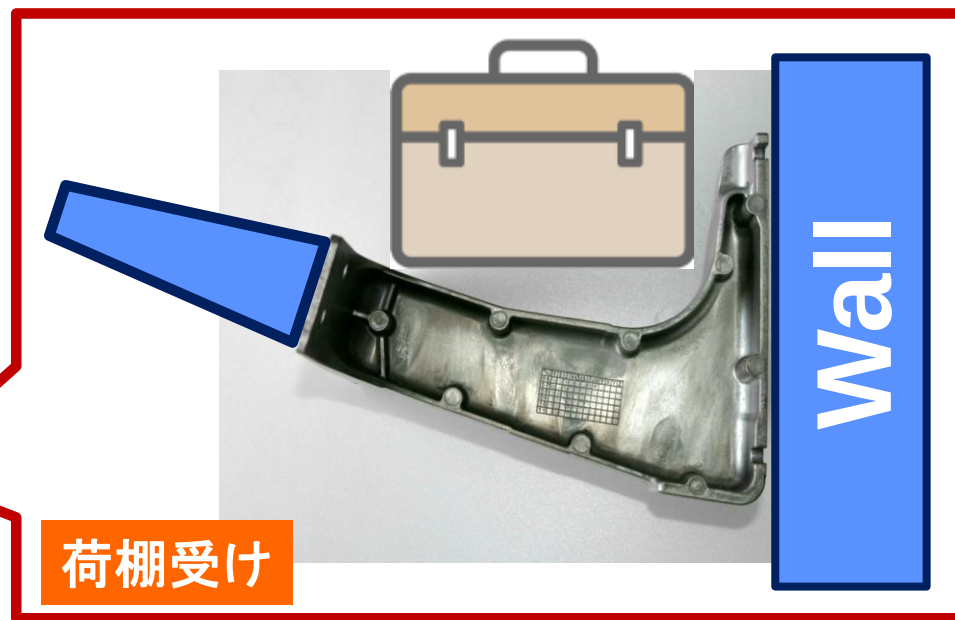
唯一の事業化企業(※)として研究開発・実用化を推進

- 公的事業含む研究開発(合金開発・製造プロセス)を多数実施
- 現状は月産数トンレベルでの製造・販売

※技術移転先は計4社、事業継続企業は当社のみ

事例①鉄道車両 : 内装部材

世界初 ▶ 高速鉄道車両での適用例

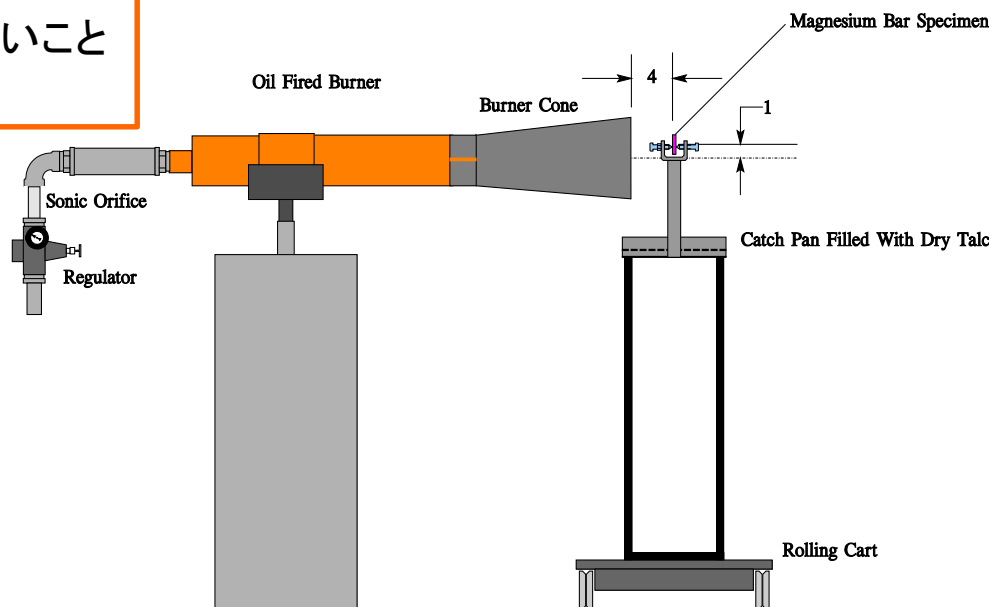
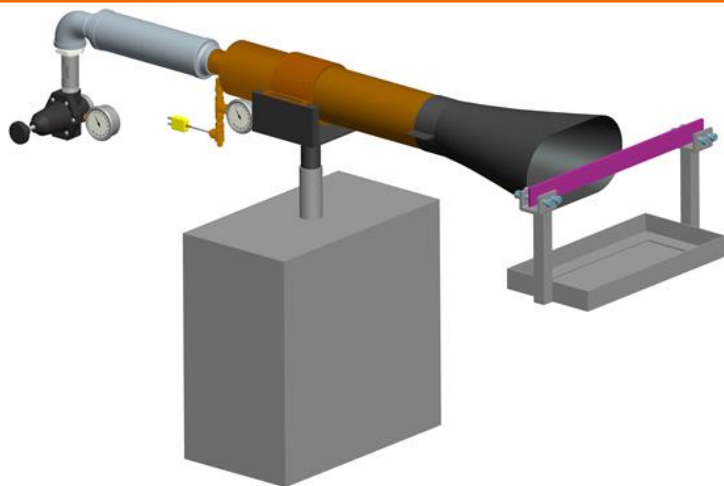


N700系新幹線 外観・内装
(写真: JR東海・西日本ホームページより)

事例②航空機 : FAA燃焼試験

試験条件

- 試験片形状: $6.35 \times 38.10 \times 508.0$ 【mm3】
- バーナー温度: $930-940^{\circ}\text{C}$
- 試験方法:
 - ・バーナー予熱(2分間)
 - ・試験片加熱(4分間)・・・最低2分間は燃えないこと
 →燃焼時は3分以内の自然鎮火であればOK



Oil Burner Flammability Test for Magnesium Alloy Seat Structure

アメリカ連邦航空局 (FAA: Federal Aviation Administration) 策定の
マグネシウム部材用燃焼試験の合格基準をクリア(※)

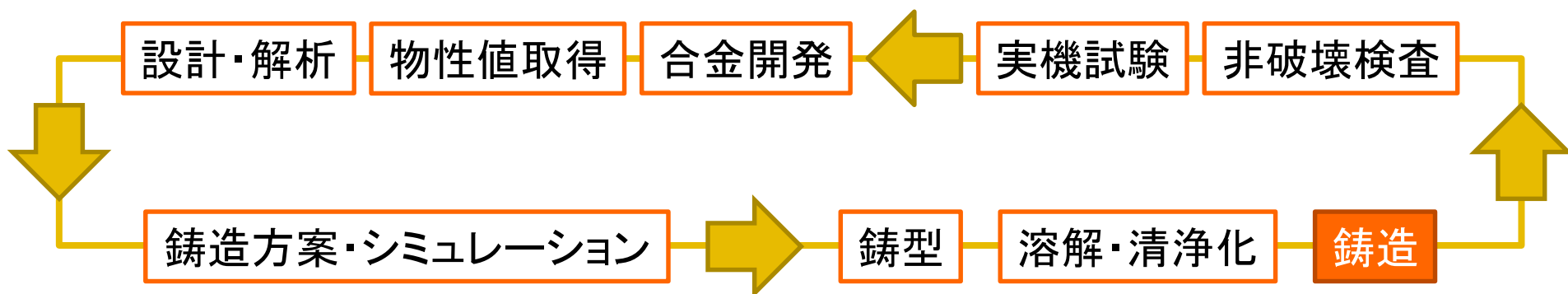
※「経済産業省委託 平成26年度経済産業省 高機能JIS等整備事業 高機能JIS開発 難燃性、不燃性マグネシウム合金の特性評価方法に関するJIS開発」事業成果

内容

1. 会社紹介
2. 難燃性マグネシウム合金について
3. 「**鋳造**」を軸とした研究開発事例の
紹介
4. まとめ・今後の方針

鑄造を軸とした研究開発の方針

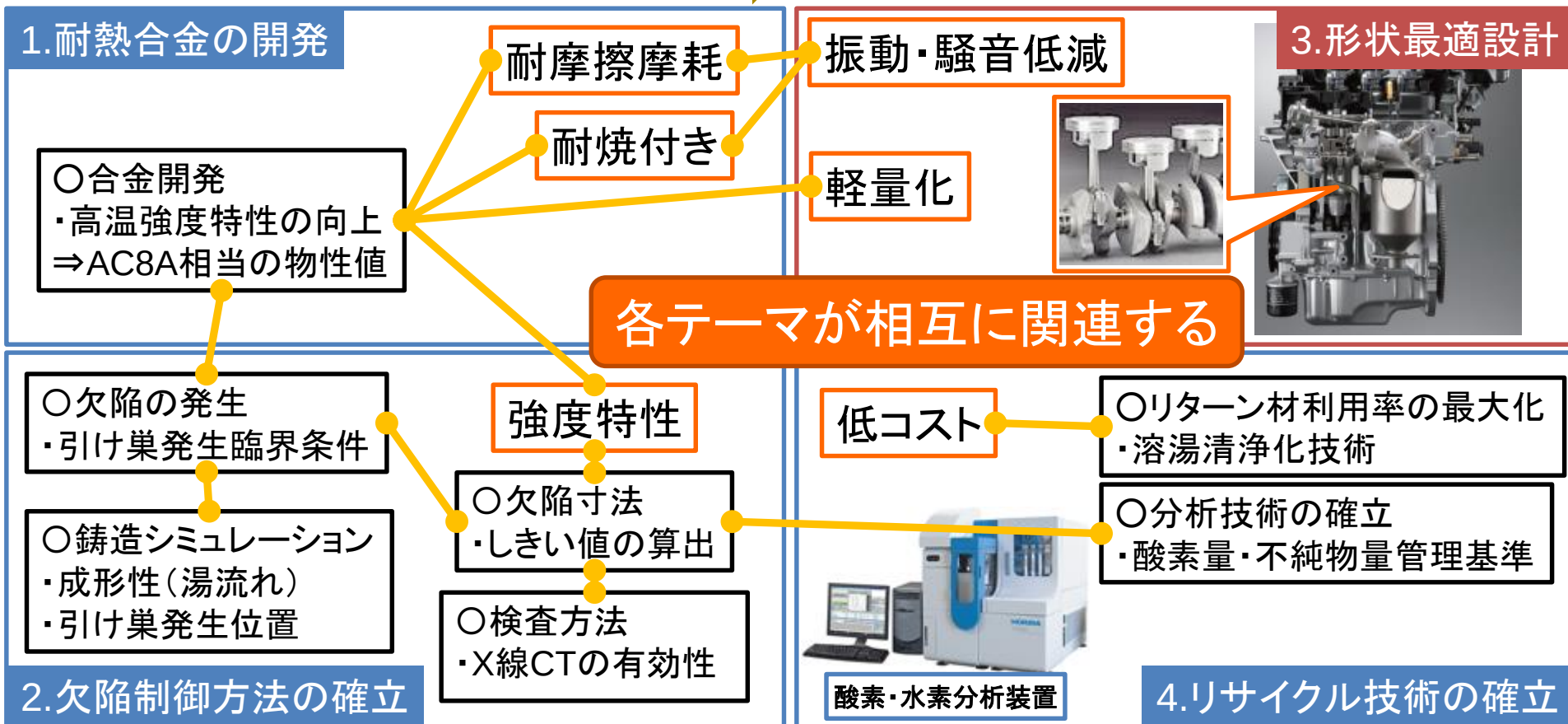
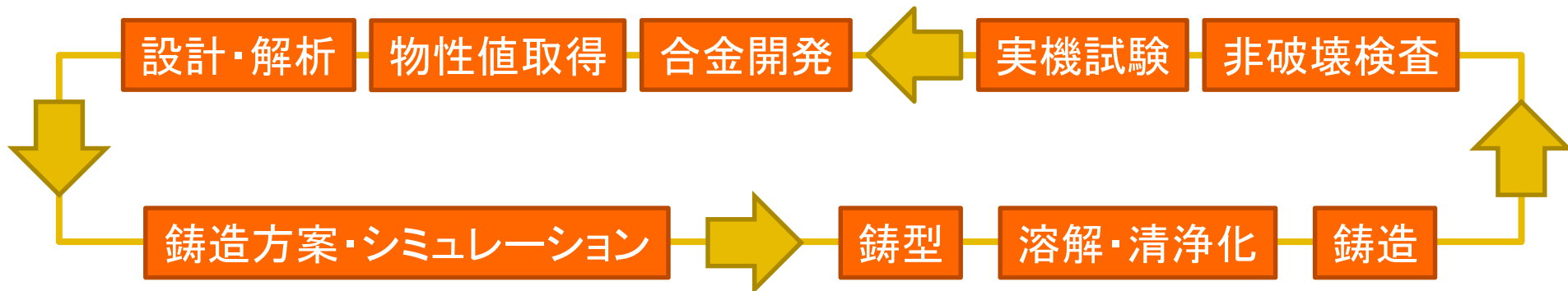
戸畑製作所はマグネシウムの分野・業界において
「鑄造素材メーカー」であり、「鑄物メーカー」でもある



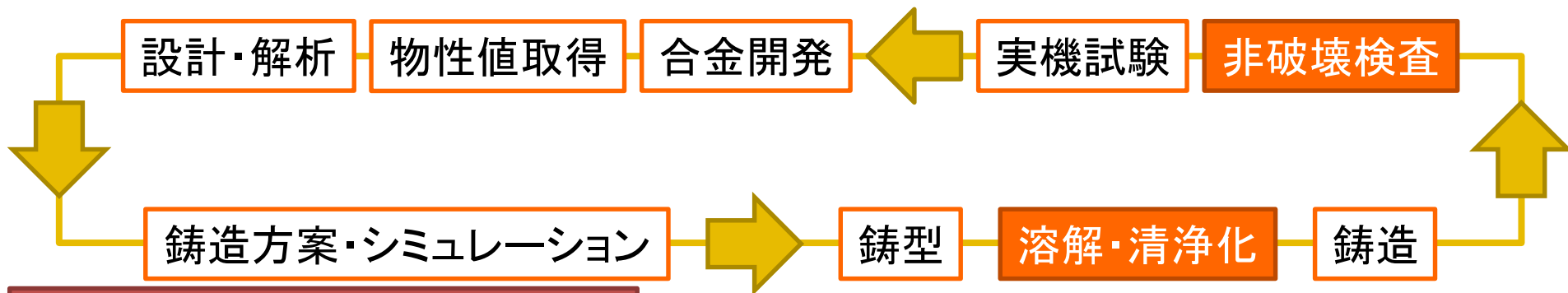
産学官連携・公的資金による開発事例

年度	事業名・テーマ
H21.10	九州経済産業局 戦略的基盤技術高度化支援事業（～H24.03） 「耐熱・難燃性マグネシウム合金鑄造による パワートレイン耐熱部材 の開発」 (株)戸畑製作所、(株)ダイハツメタル、九州大学、(独)産業技術総合研究所、福岡県工業技術センター
H23.07	北九州市中小企業技術開発振興助成金事業（～H24.03） 「難燃性マグネシウム合金の金型鑄造による 高速鉄道車両用部材 の開発」 (株)戸畑製作所
H25.04	NEDO イノベーション実用化ベンチャー支援事業（～H26.03） 「耐熱・難燃性マグネシウム合金の 製造プロセス・品質評価技術開発 」 (株)戸畑製作所、九州大学、(独)産業技術総合研究所、福岡県工業技術センター
H25.09	九州経済産業局 戦略的基盤技術高度化支援事業（～H28.03） 「非常用電源としての マグネシウム空気電池 を実現する難燃性マグネシウム合金 鑄造薄板による革新的電極素材 の開発」 (株)戸畑製作所、古河電池(株)、不二ライメタル(株)、(独)産業技術総合研究所
H25.11	経済産業省（H26年度よりNEDO） 革新的新構造材料等技術開発 「高強度マグネシウム材（押出材）の開発」（再委託） 「高強度難燃性マグネシウム合金 ビレット製造技術開発 」 不二ライトメタル(株)、(独)産業技術総合研究所、(株)戸畑製作所
H26.04	中小企業庁 中小企業・小規模事業者ものづくり・商業・サービス革新事業（～H27.03） 「 セミソリッド鑄造 による易加工性・難燃性マグネシウム合金素材の開発」 (株)戸畑製作所、九州大学、(独)産業技術総合研究所
H26.06	(公財)北九州産業学術推進機構 中小企業産学官連携研究開発事業（～H28.03） 「 3Dプリンタを用いた革新的砂型造型 工程による難燃性マグネシウム合金鑄造製品の開発」 (株)戸畑製作所、九州大学、福岡県工業技術センター

H21-23サポイン事業「自動車エンジン部材」



H25NEDO「製造プロセス・品質評価技術」



サポイン事業3年間の成果(開発合金鋳造材)

事業化に向けた課題: 量産体制の構築・・・NEDO事業で実施

- **製造プロセス技術**の確立(実用化レベル、500kg溶解・鋳造炉での実証)
- **品質評価技術**の確立(非破壊検査による欠陥評価)



新マグネシウム工場



金型鋳造機



500kg溶解炉・保持炉



非破壊検査棟

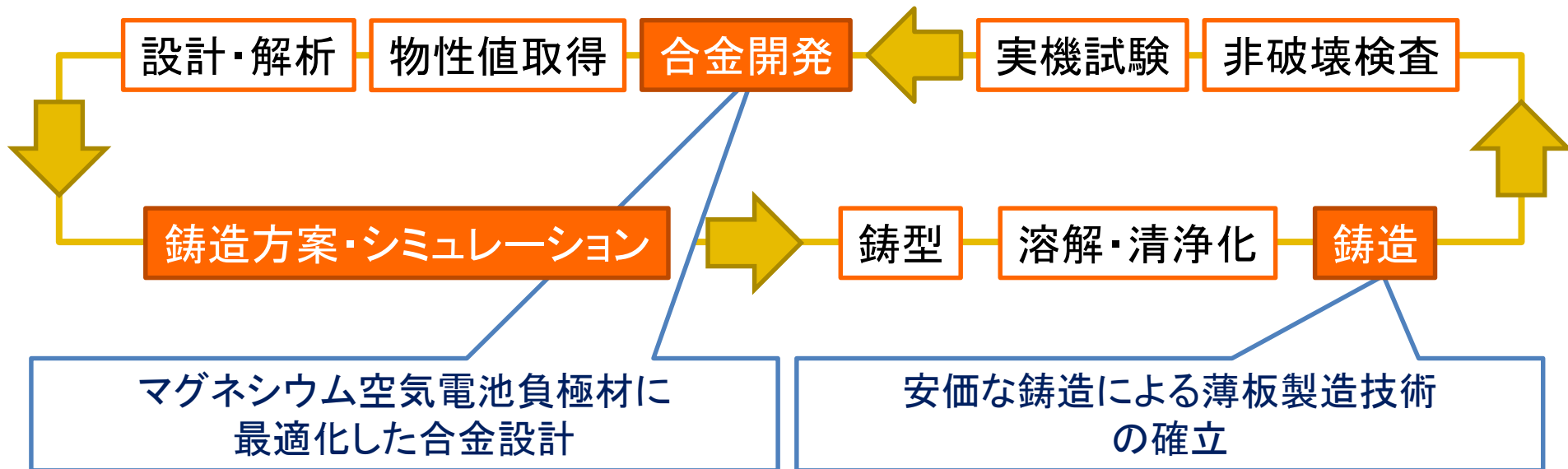


X線CT装置(450kv)

フィルムスキャナ

フェイズドアレイ探傷機(超音波)

H25-27サポイン事業「マグネシウム空気電池」



先行して実用化 <http://www.furukawadenchi.co.jp/mgbox/index.htm>

世界初 紙製容器でできた
**大容量 非常用
マグネシウム空気電池**

長期間 保存可能 大容量

非常用
マグネシウム空気電池
マグボックス
(Mg) BOX

新発売

内容

1. 会社紹介
2. 難燃性マグネシウム合金について
3. 「鋳造」を軸とした研究開発事例の紹介
4. まとめ・今後の方針

まとめ 弊社が提供出来る「モノ」「コト」

① 難燃性マグネシウム合金

- ・ 鑄造素材（押出、鍛造、ダイカスト、射出成型、等）
- ・ 鑄造製品（金型・砂型鑄造）

② 試作品・デジタルエンジニアリング

- ・ 解析（構造、熱、流体、力学、鑄造、等）
- ・ 試作（鑄造、溶接・接合、加工、等）
- ・ 非破壊検査（X線CT、UT、3次元測定機、等）
- ・ その他