

# 高熱伝導・高強度・高延性 マグネシウム新規合金

熊本大学 先進マグネシウム国際研究センター

助教 井上 晋一

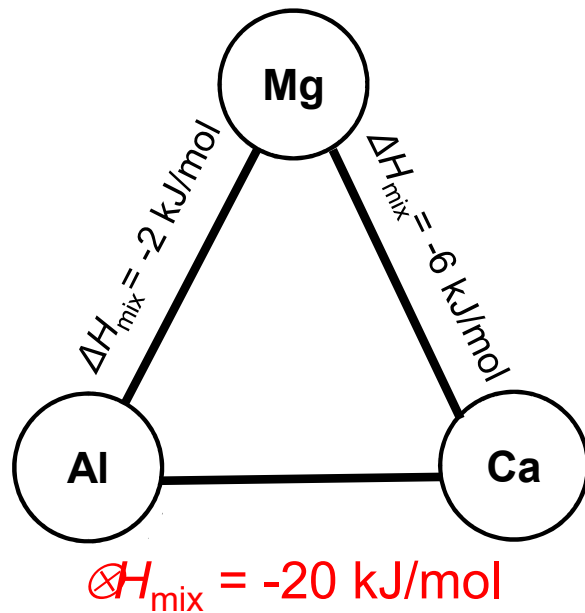
2023年7月20日

## 従来技術とその問題点

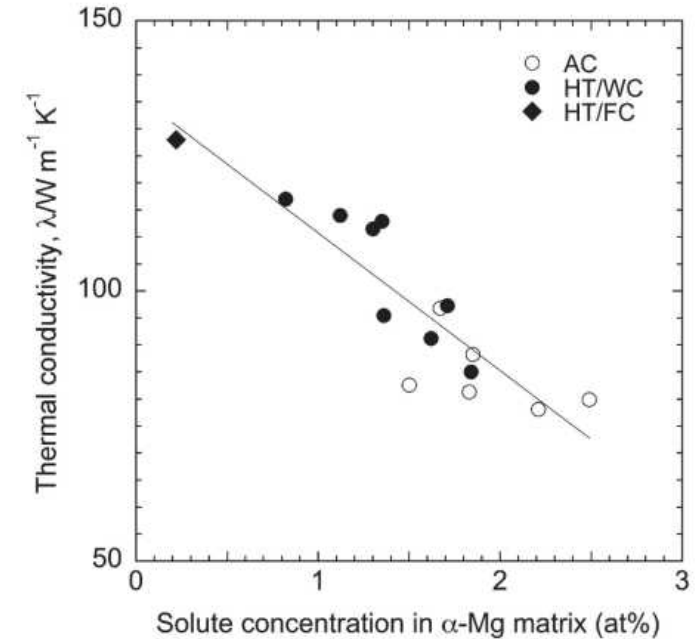
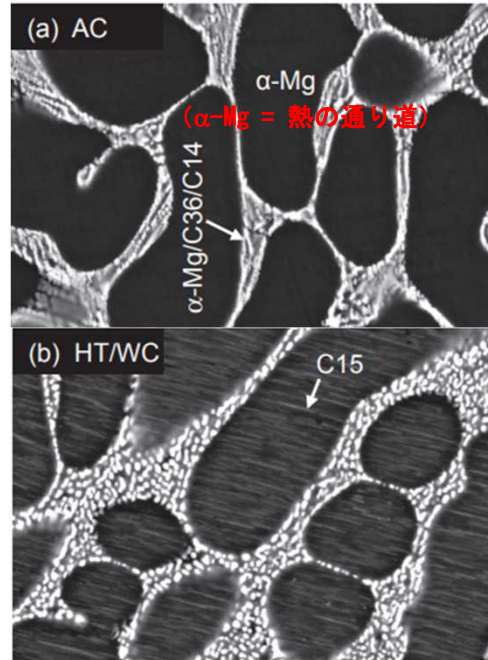
従来、一般的なマグネシウム合金である AZ91D（ASTM記号）の熱伝導率は、**60 W/m・K**程度であるため、使用環境が高温であったり使用中に発熱する部品に用いられると、放熱が良好に行われず、部品に熱変形が生じ、部品の強度が不足するという課題があった。

# 従来技術

## 背景技術① Mixing enthalpyに基づくMg-Al-Ca系合金の高熱伝導化



合金元素CaとAlのMixing enthalpyが負に大きい。  
そのためAlとCaの化合物（C15）を形成しやすい。



C15の形成によって、熱の通り道である $\alpha\text{-Mg}$ 相の溶質元素濃度低下し、熱伝導率が向上

## Mg-4.5Al-2.5Ca-0.02Mn(at.%)合金押出材の特性

熱伝導率 ( $\text{W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )	発火温度 (K)	引張降伏強さ (MPa)	引張伸び (%)	腐食速度 (3.5%塩水浸漬試験) (mm/year)
130	1,344	361	8.4	0.5

# 従来技術

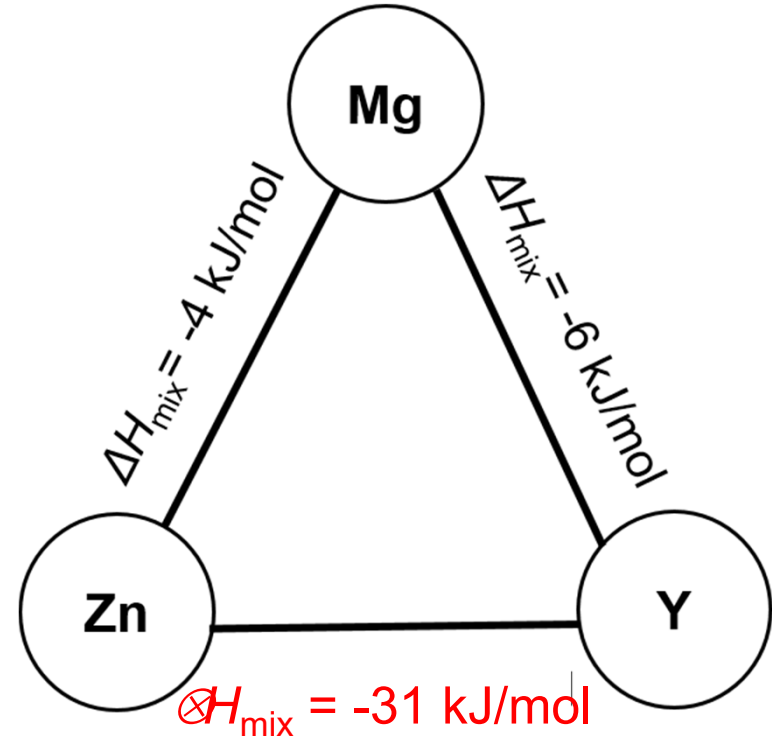
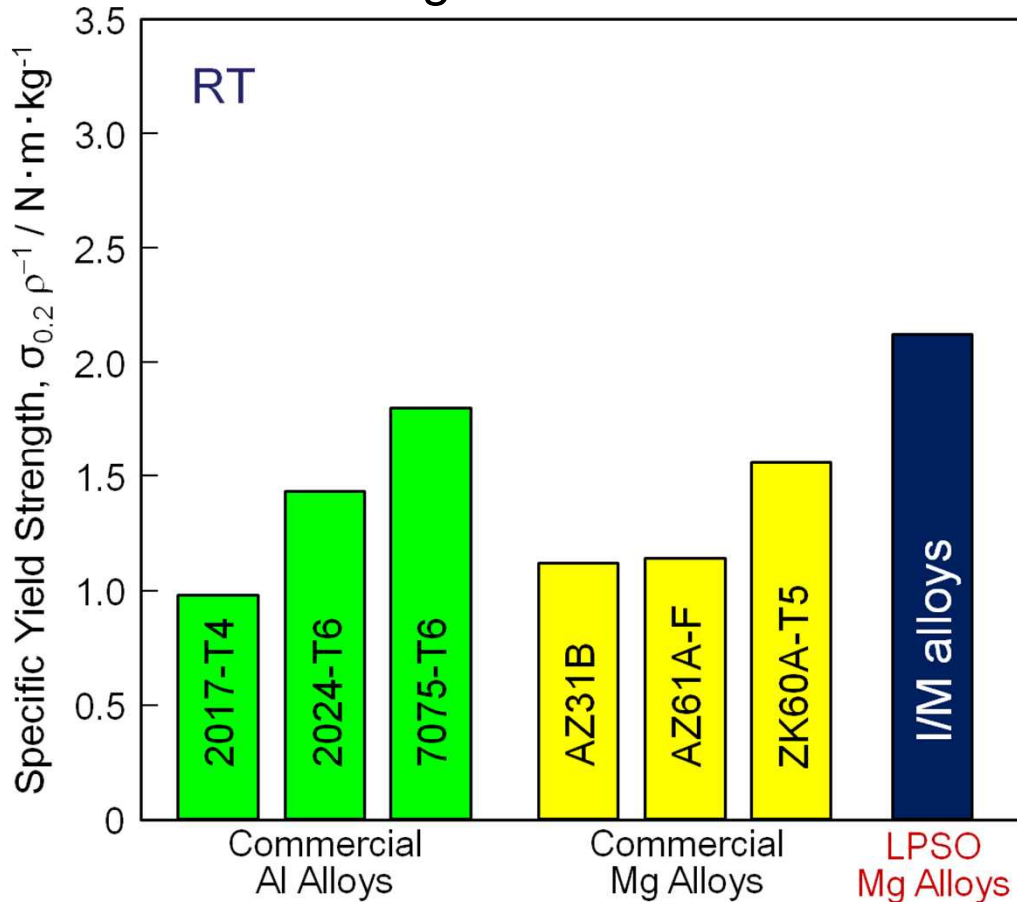
## 背景技術② Mg-Zn-Y合金の高熱伝導化の可能性

### Mg-Zn-Y系合金の高熱伝導化

#### Mg-Zn-Y系合金の特徴

高強度材が存在する合金系

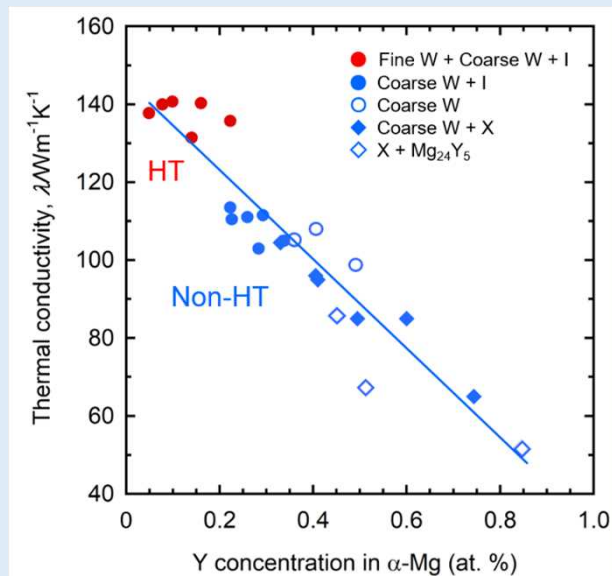
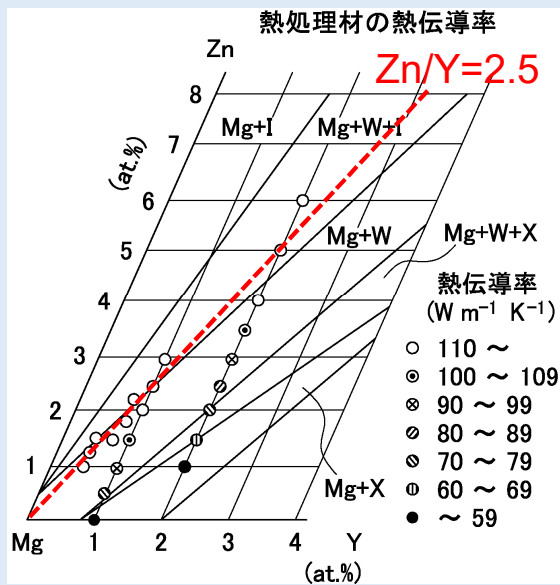
LPSO型Mg-Zn-Y合金など



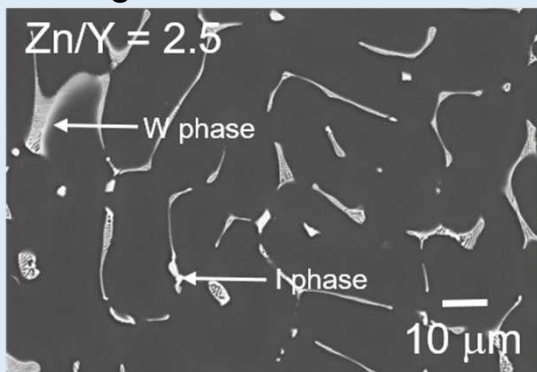
Mg-Zn-Y系合金は、Mg-Al-Ca系合金と同様に高熱伝導・高強度を示す合金となる可能性が大きい。

# 新技術の特徴

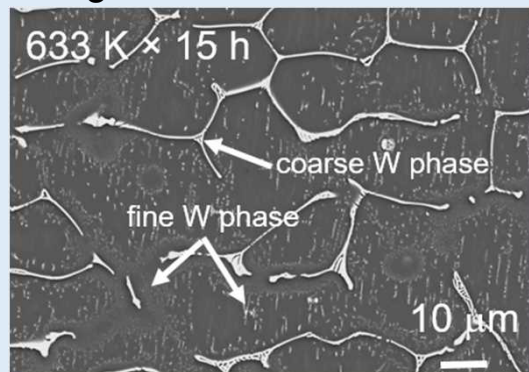
## 合金組成と熱処理の最適化による高熱伝導化



### Mg-Zn-Y系合金鋳造材

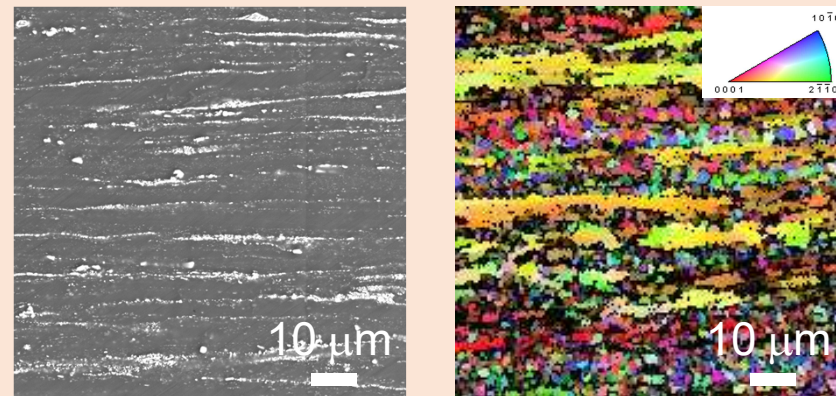


### Mg-Zn-Y系合金熱処理材

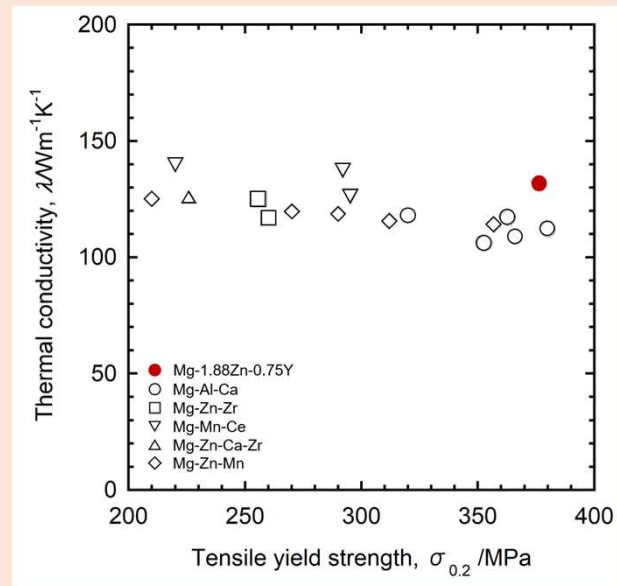


X相を無くし、W相(+I相)の形成によってY濃度の低下を実現し、高熱伝導化した

## 押出加工による高強度・高延性化



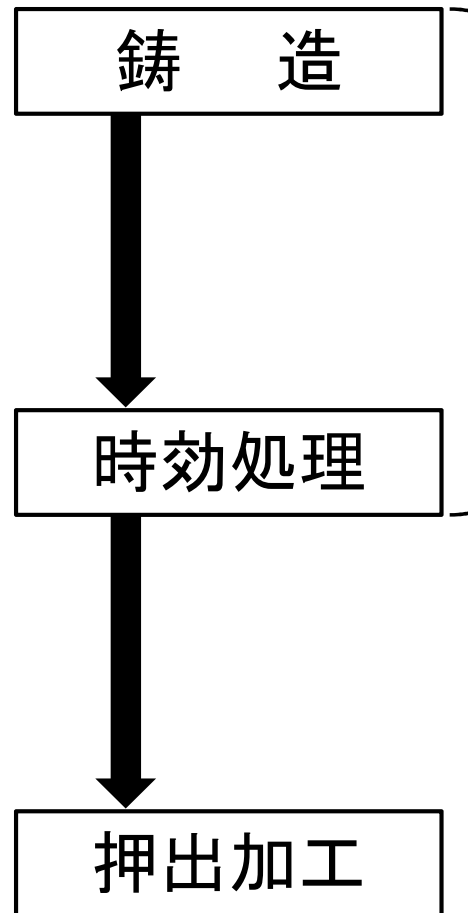
$Mg_3Zn_3Y_2$ 相などの分散  $\alpha$ -Mg相のバイモーダル化



高強度・高延性・高熱伝導化を達成

# 新技術の特徴(製造方法)

## 【製造法と製造条件】



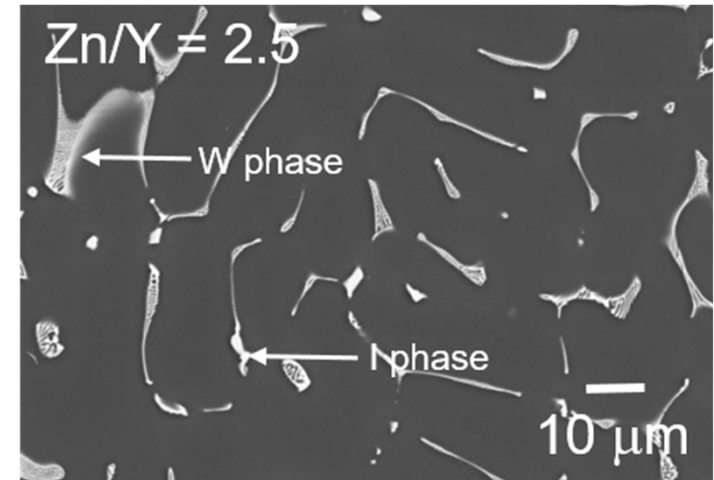
・ $Mg_3Zn_3Y_2$ 相(W相)および  
 $Mg_3Zn_6Y$ 相(I相)の形成  
によるY濃度の低下  
(高熱伝導化)

・ $Mg_3Zn_3Y_2$ 相の微細分散  
・ $\alpha$ -Mg相のバイモーダル化  
(高強度・高延性化)

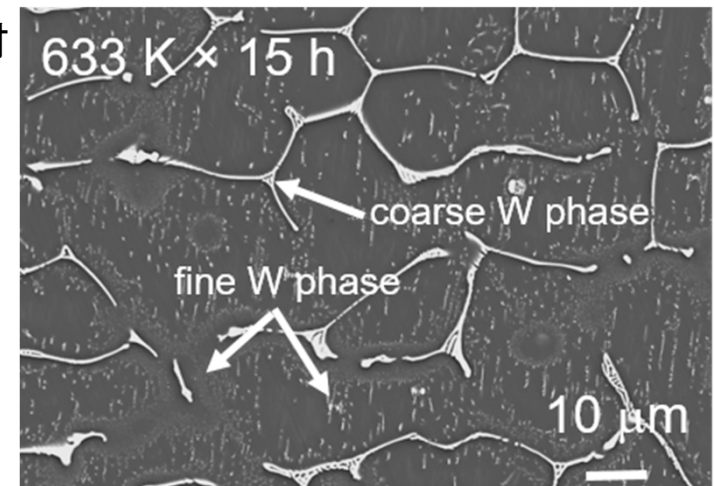
一般的な鋳造・押出加工で  
作製することができ、汎用性が高い

## 【高熱伝導Mg-Zn-Y系合金の組織】

鋳造材



熱処理材



W相(+I相)を有する組織において  
熱伝導特性が高くなった。

# 新技術の特徴まとめ

## 熱処理材の応力ひずみ曲線

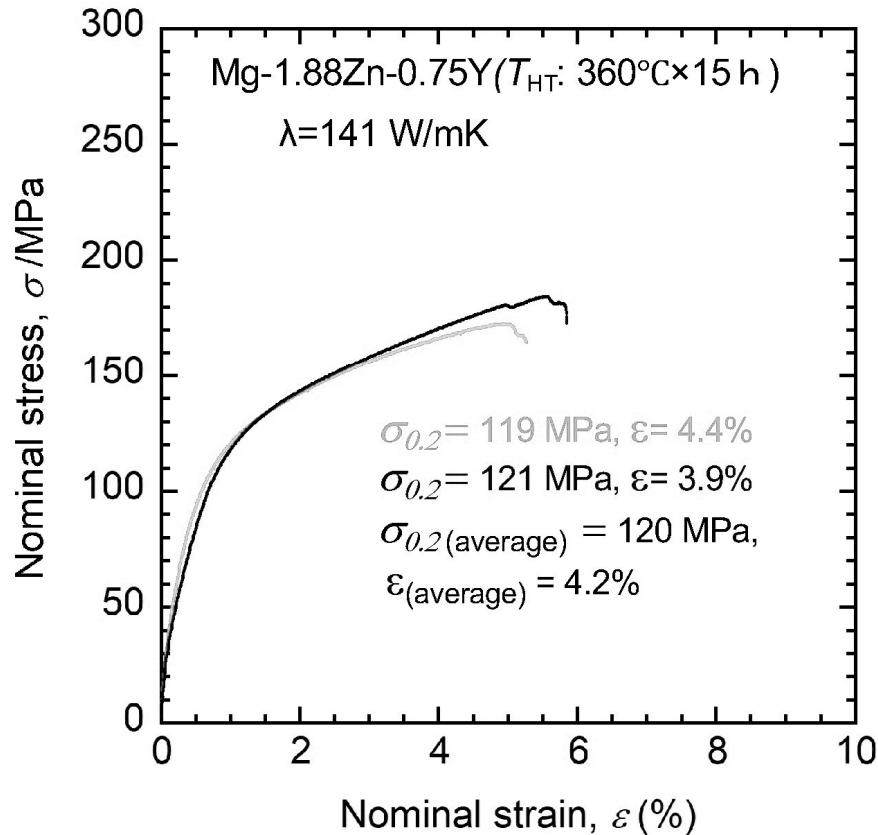


図3. 鋳造熱処理材の応力ひずみ曲線

## 押出材の応力ひずみ曲線

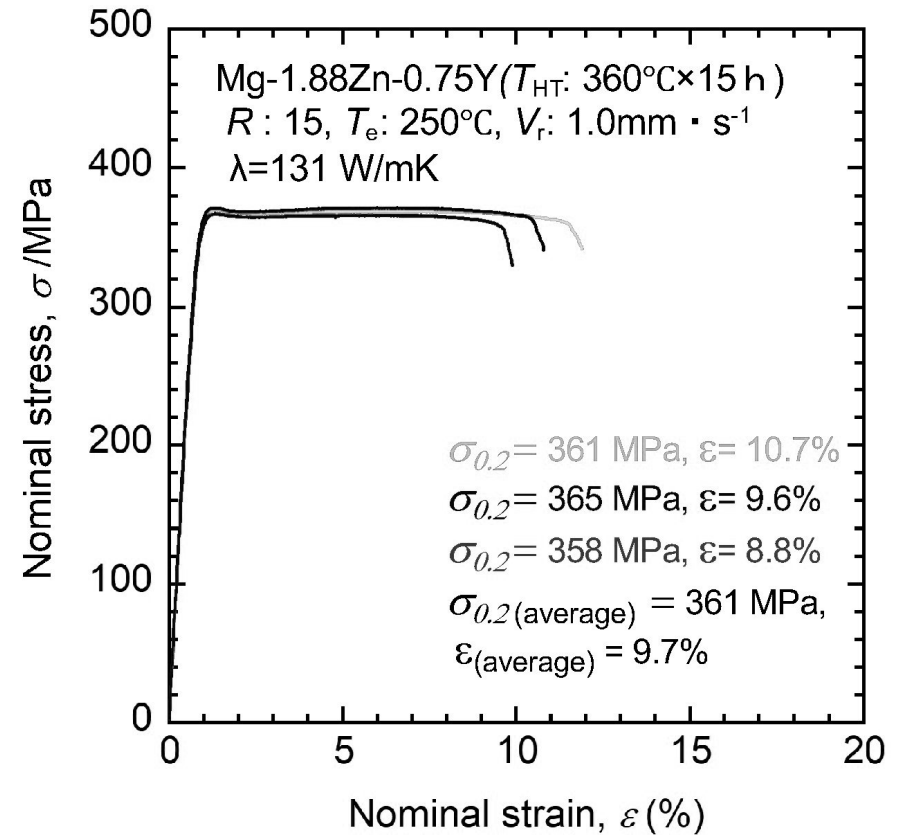


図4. 押出材の応力ひずみ曲線

押出材において、高い熱伝導性を維持したままで優れた降伏応力と延性を実現

## 新技術の特徴まとめ

従来型と異なる、LPSO層を含まない、新合金の開発に成功した。

- 合金組成と熱処理の最適化により高熱伝導化  
熱伝導度 140 W/m · K
- 押出加工による高強度・高延性化  
0.2%耐力 350MPa 以上  
延性 9% 以上



## 想定される用途

本材料を軽量化と強度が求められる **E V航空機**（空飛ぶ車、産業ドローン等）に適用することで、走行距離が長くなるなどのメリットが考えられる。

その他、**放熱性が必要**なモバイル筐体、自動車部品（電池ケース）などに適用可能。



航空・宇宙  
産業用ドローン  
空飛ぶ車

# 実用化に向けた課題

- ・現在、耐食性の点について検討しているところである。
- ・今後、低コスト化について具体的な検討を進める。
- ・実用化に向けて、大型部品の製造技術が必要となる。

# 企業への期待

- 大型試作品の製造技術を持つ、企業との共同研究を希望しています。
- 表面加工技術を持つ、企業との共同研究を希望しています。

ドローン等を開発中の企業、宇宙航空分野への展開を考えている企業には、本材料をご検討いただきたい。

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : マグネシウム合金及びその製造方法
- 出願番号 : 特願2022-162301
- 出願人 : 国立大学法人熊本大学
- 発明者 : 河村 能人、井上 晋一

# お問い合わせ先

国立大学法人熊本大学  
熊本創生推進機構 イノベーション推進部門  
研究コーディネーター  
高見 宏美

T E L 096-342-3142

F A X 096-342-3239

e-mail [liaison@jimu.kumamoto-u.ac.jp](mailto:liaison@jimu.kumamoto-u.ac.jp)