

優れた力学特性を有する 超軽量マグネシウム合金

弘前大学 大学院理工学研究科
機械科学科・機械科学コース
准教授 峯田 才寛

2023年3月14日

アウトライン

- 研究室：金属材料の組織制御と力学特性改善
- 超軽量構造用金属材料の開発
- ラボレベルでの特性評価の段階
- 期待される用途：自動車、航空機、生体材料等
- 実用化を考えたい企業、知財を押さえておきたい企業との共同研究を募集

代表的な軽金属材料の特性

	Mg合金	Al合金	Ti合金
軽量性	○ (~1.8 g・cm ⁻³)	△ (~2.8 g・cm ⁻³)	× (~4.4 g・cm ⁻³)
強度	○ (~300 MPa)	○ (~300 MPa)	◎ (~800 MPa)
加工性	×	○	△

最軽量構造用金属材料：Mg合金

Mg合金の期待される用途と課題

Mg合金：最軽量構造金属材料

- 期待される産業応用分野
...輸送機器、航空宇宙、生体材料
- 解決すべき課題
...力学特性(強度・加工性)の改善
...希土類元素(レアアース)の削減

従来のMg合金とMg-Li基合金

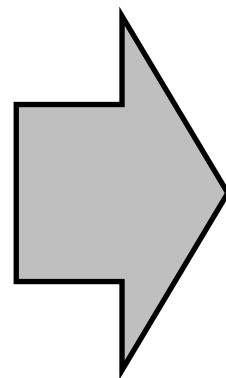
	従来のMg合金	Mg-Li基合金
軽量性	○ ($\sim 1.8 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	◎ ($\sim 1.4 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$)
強度	○ ($\sim 300 \text{ MPa}$)	× ($\sim 100 \text{ MPa}$)
加工性	× (冷間圧延不可能)	○ (冷間圧延可能)

軽量性：合金種に強く依存

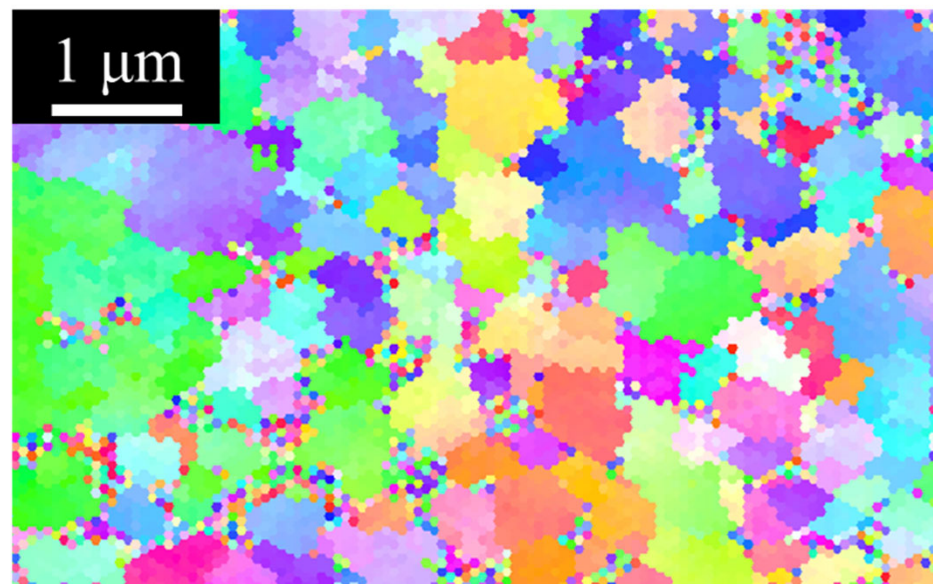
強度：組織制御により改善可能

新規開発Mg-Li基合金

加工+熱処理



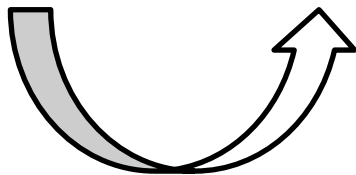
組織制御、特性改善



ナノ～マイクロレベルの微細組織制御により
高い強度-加工性バランスを実現

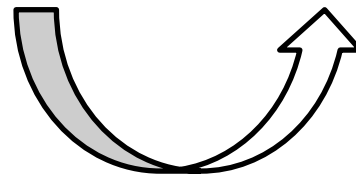
合金作製プロセス

鋳造
(Mg-Li-Al合金)



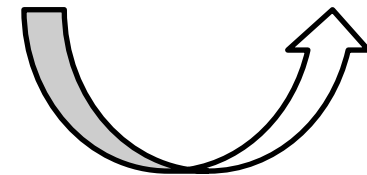
成形

圧延



強化
(相制御)

熱処理



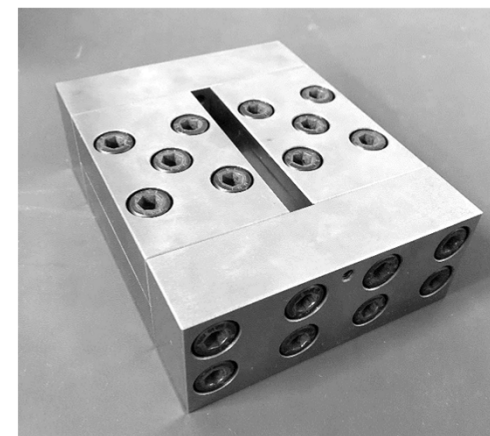
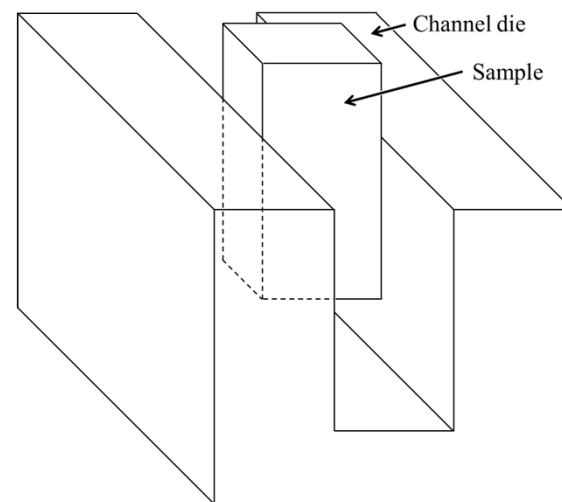
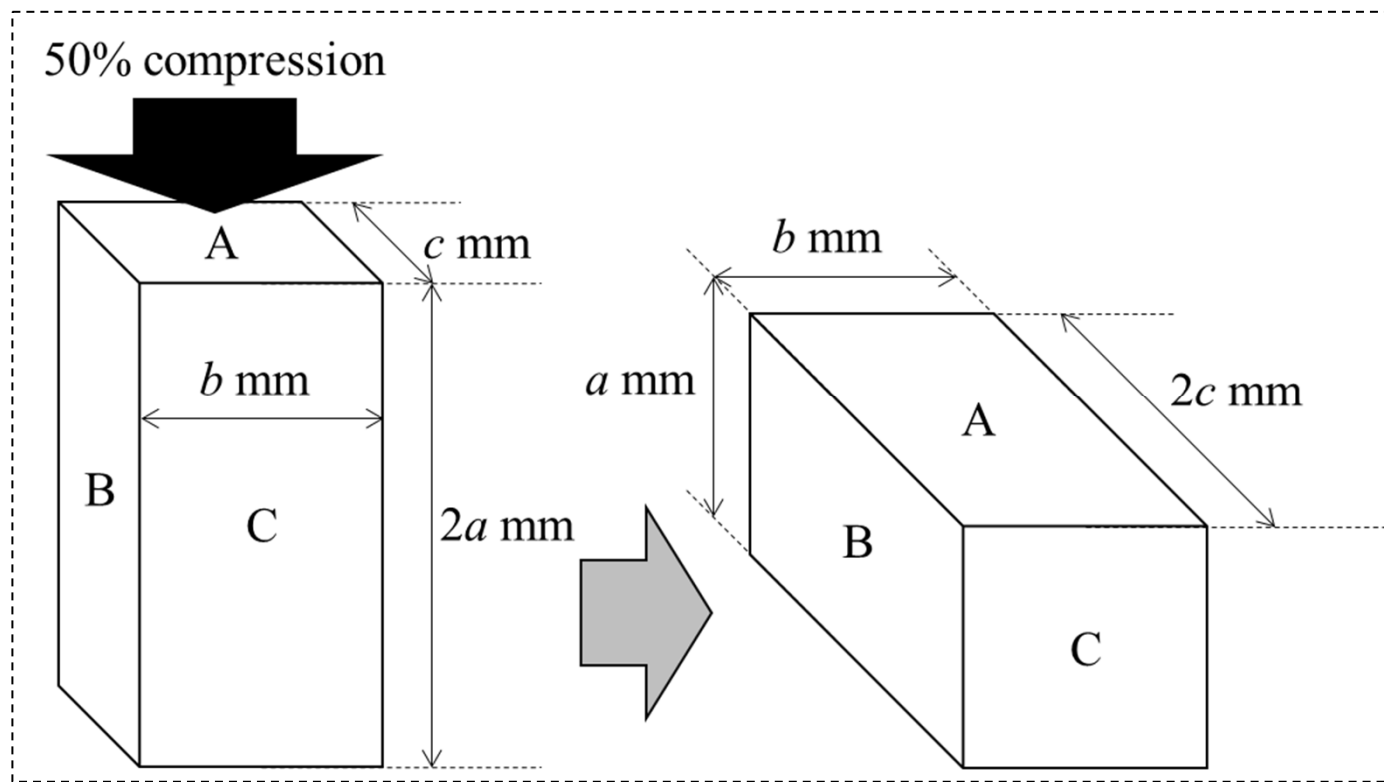
強化
(粒径制御)

巨大ひずみ加工
(鍛造)



巨大ひずみ加工プロセス

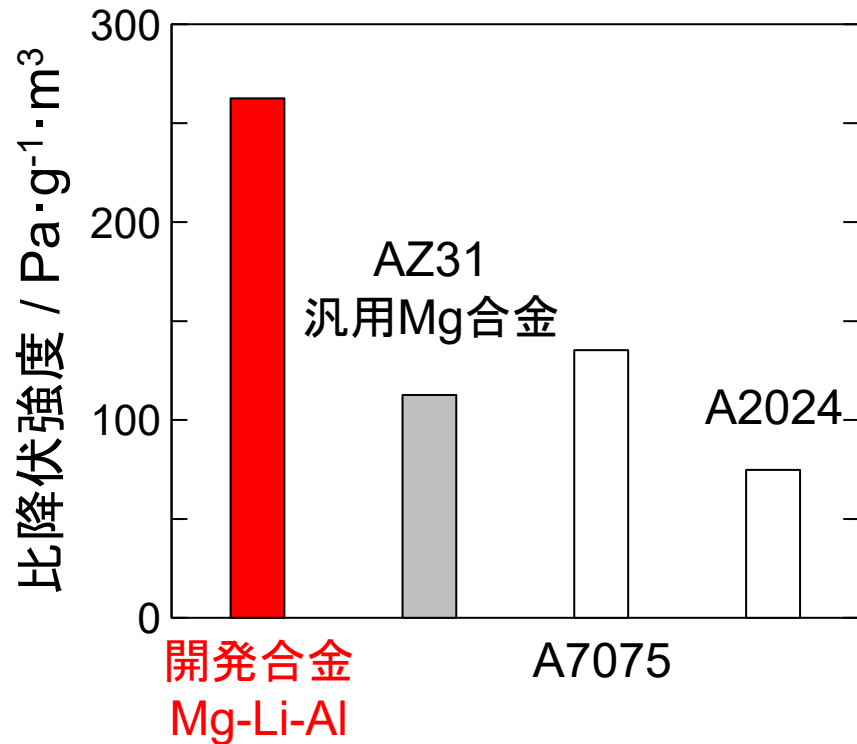
チャンネルダイ内冷間多軸鍛造法 (MDFC法)



理論上、破壊に至るまで無限の加工が可能

新規合金の特性

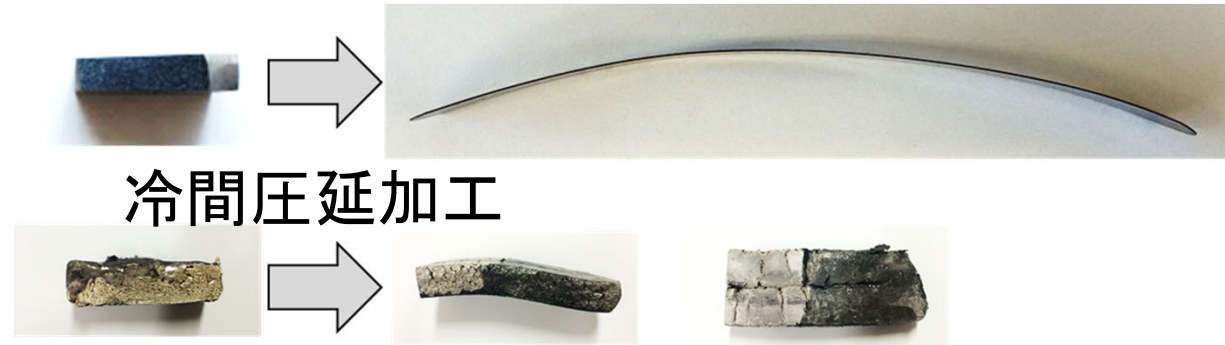
1. 優れた強度特性



比降伏強度：単位密度当たりの降伏強度

2. 優れた冷間加工性

上：開発合金 (99%圧延の達成)

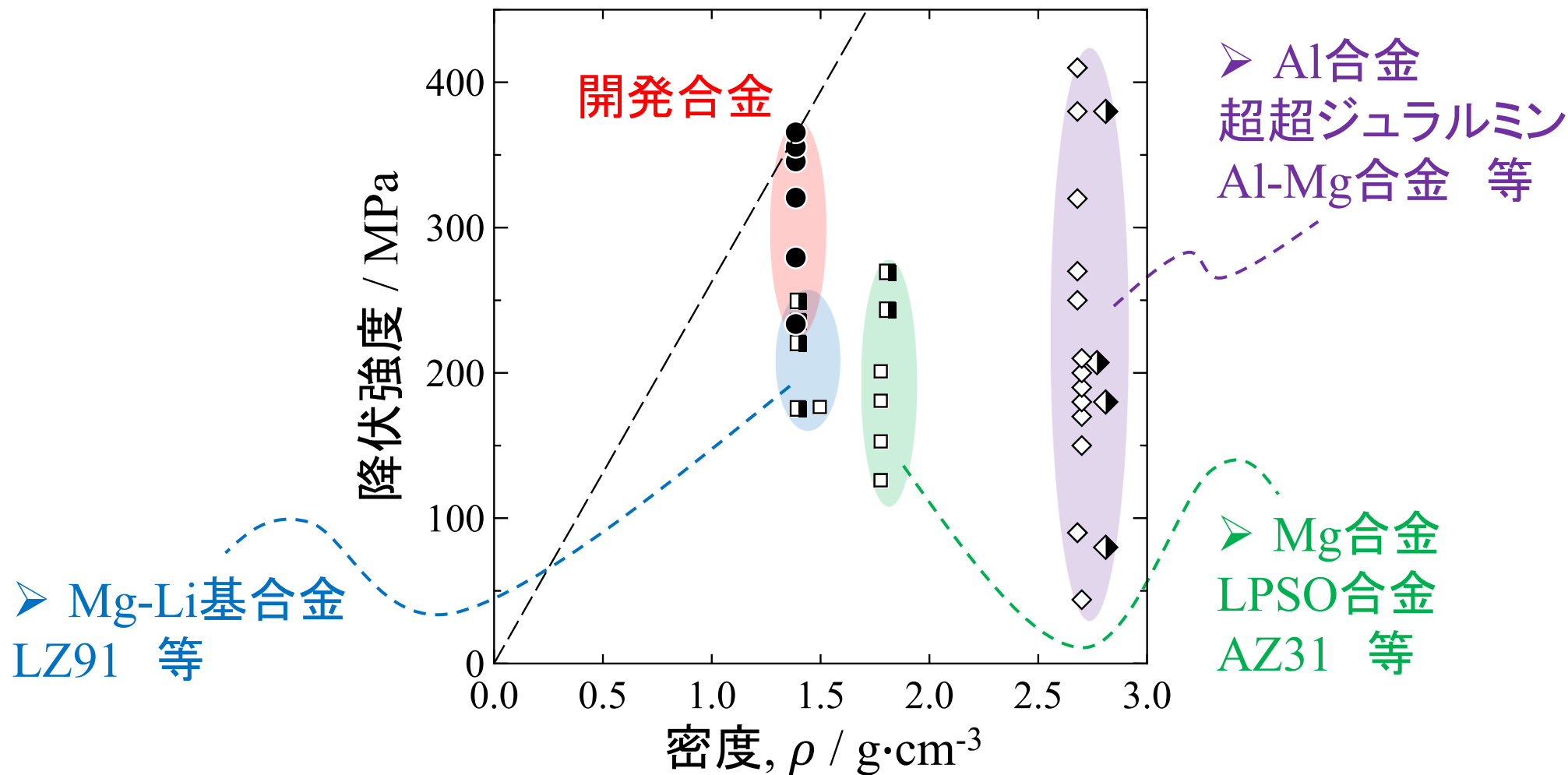


冷間圧延加工

下：AZ31 (10%程度の圧延で破壊)

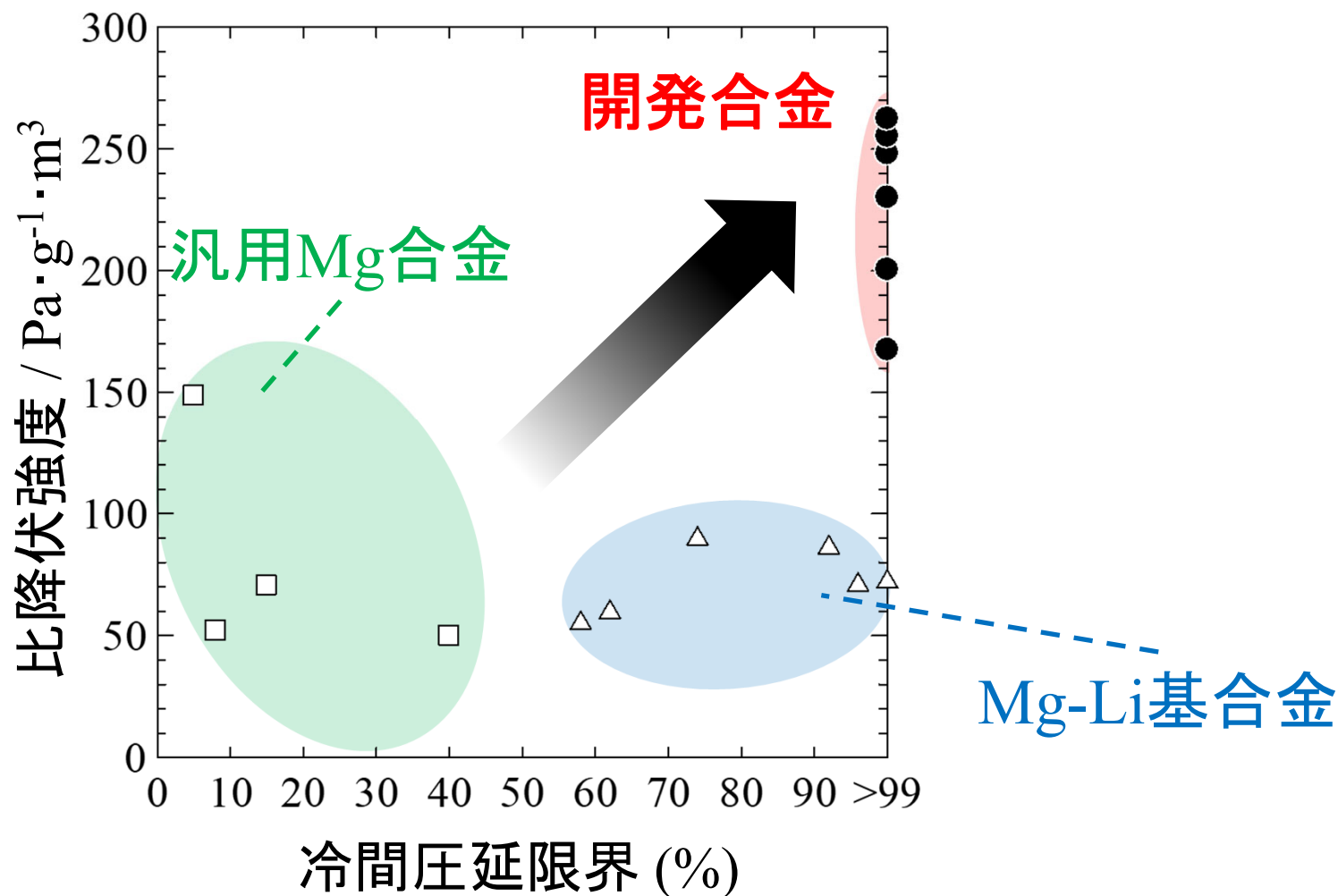
(T. Mineta, et al., Mater. Sci. Eng., A, 773 (2020) 138867
特開2020-002405)

新規合金の特性(強度-軽量性バランス)



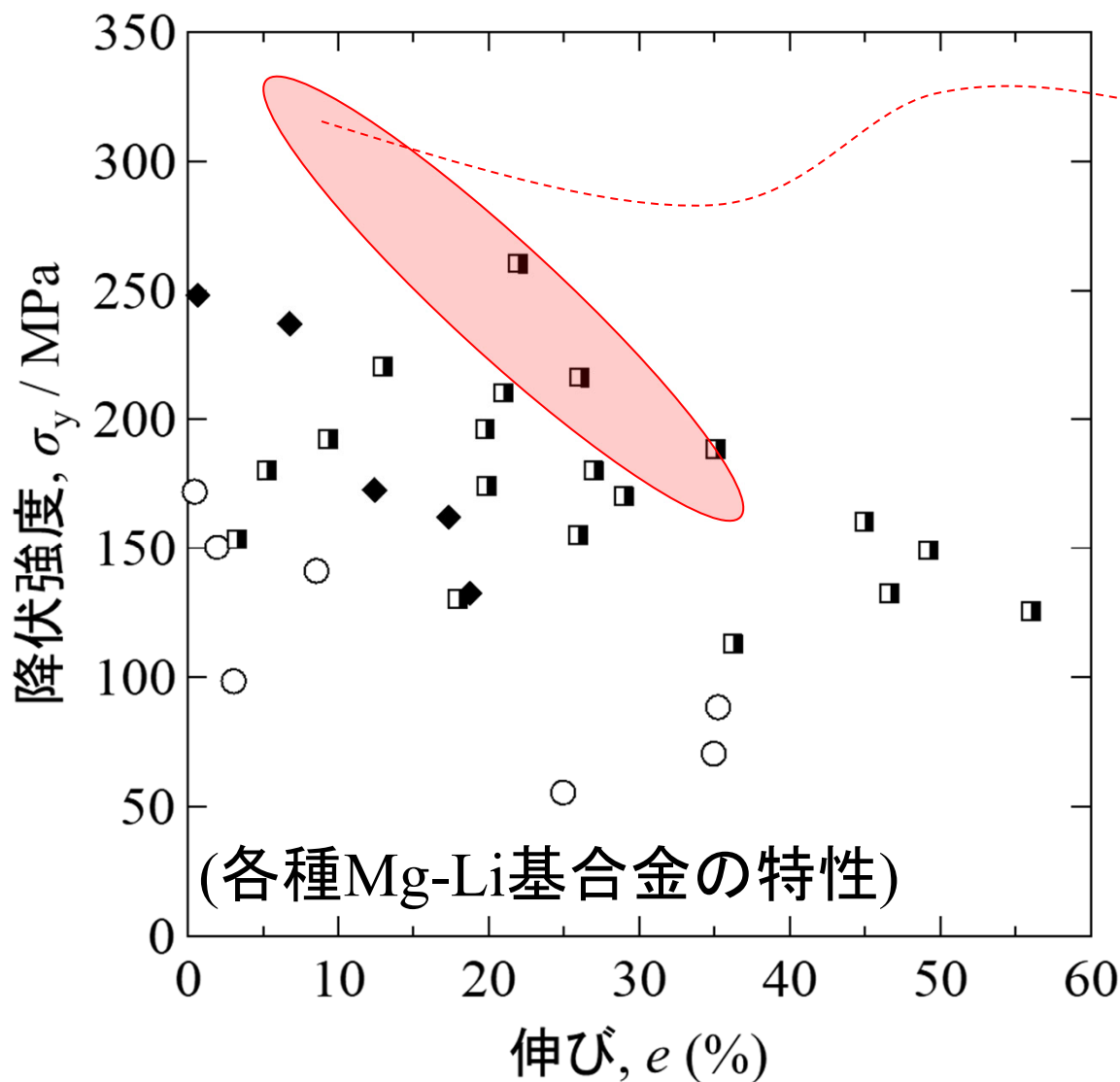
優れた強度-軽量性バランスの達成

新規合金の特性(強度-加工性バランス)



高い強度有しつつ、99%の冷間圧延に耐える加工性

新規合金の特性 (強度-延性バランス)

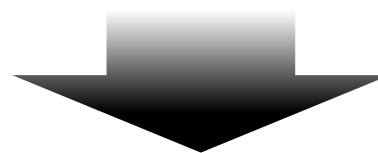


開発合金

他Mg-Li基合金と比べて高強度型



更なる組織制御により、
力学特性バランスを調整可能



適材適所の材料設計への期待

新技術の特徴・従来技術との比較

	従来のMg合金	Mg-Li基合金	開発合金
軽量性	○ ($\sim 1.8 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	◎ ($\sim 1.4 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	◎ ($\sim 1.4 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$)
強度	○ ($\sim 300 \text{ MPa}$)	× ($\sim 100 \text{ MPa}$)	○ ($\sim 300 \text{ MPa}$)
加工性	× (冷間圧延不可能)	○ (冷間圧延可能)	○ (冷間圧延可能)

高い力学特性バランスを有する軽金属材料

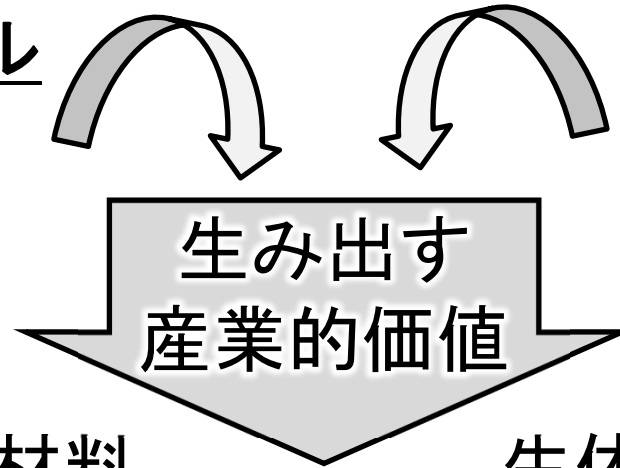
想定される用途

Mg合金のポテンシャル

- 優れた軽量性
- 優れた生体親和性

開発合金の特長

- 優れた強度特性
- 優れた加工性



自動車・航空宇宙材料

燃費向上による
グリーンイノベーション



生体インプラント材料

軽量性を生かした
身体的負荷の低減



実用化に向けた課題

① 更なる強度-延性バランスの改善



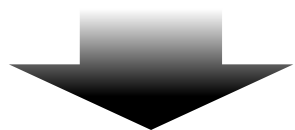
1. 合金化や組織制御による強化
2. 複合合金化による高強度化

実用化に向けた課題

②耐食性

(例) 輸送機器: 雨水、海水

生体材料: 体液

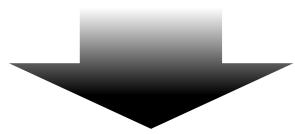


1. 合金化や組織制御による耐食性改善
2. コーティングによる耐食性改善

実用化に向けた課題

③耐熱性

(例) 輸送機器の内燃機関周辺部位



1. 合金化や組織制御による耐熱性改善
2. 複合金化による高強度化

企業への期待

- 特性改善には多くの知見に基づく試行錯誤が必要
- 共同研究の希望
- ...以下の材料開発に興味がある企業
 - ✓自動車・航空機用材料
 - ✓自己融解性軽量生体インプラント材料
 - ✓その他、超軽量構造材料

企業への期待

- 知財の取り扱い、共同研究の形態
→弘前大学研究・イノベーション推進機構を通して相談をさせてください。
- 現在本合金について共同研究を行っている企業はありません。
- 本合金を製造している国内企業も知る限りはありません。

本技術に関する知的財産権①

- 発明の名称 : マグネシウム-リチウム合金
及びその製造方法
- 出願番号 : 特願2018-121265
特開2020-2405
- 出願人 : 弘前大学、カミテック株式会社
- 発明者 : 峯田 才寛, 佐藤 裕之,
上手 康弘

本技術に関する知的財産権②

- 発明の名称 : 耐熱性マグネシウム合金の製造方法及び耐熱性マグネシウム合金
- 出願番号 : 特願2021-186406
- 出願人 : 弘前大学
- 発明者 : 峯田 才寛

お問い合わせ先

国立大学法人弘前大学 研究・イノベーション推進機構

リサーチアドミニストレーター (URA) :
工藤 重光、山科 則之、渡部 雄太 (東京事務所在籍)

産学官連携コーディネーター : 三上 夫美加

TEL 0172-39-3176

FAX 0172-39-3921

e-mail ura@hirosaki-u.ac.jp