

## 資料 6 – 5

# 「革新的新構造材料等研究開発」(終了時評価)

2014年度～2022年度 9年間

## プロジェクトの詳細 (公開版)

### 6.5 革新アルミニウム合金を用いたフロントサイドメンバー およびサイドシルインナー

「高強度アルミニウム合金を用いた自動車部品の開発」(テーマ番号13)

実施者：(株)UACJ R&Dセンター 第一研究部長 箕田 正

2023年 4月21日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

材料・ナノテクノロジー部

# テーマ毎の目標と根拠

研究開発テーマ	最終目標	根拠
自動車向け革新アルミニウム合金の開発	自動車部品用Al-X-Sc合金の開発	Sc(スカンジウム)添加により、高強度化した5000系および6000系合金を開発する。
超軽量フロントサイドメンバーの設計・試作	革新アルミニウム合金を用いた実証試作	ベンチマークのハイテンから、革新アルミニウム合金を用いた設計への変更により、34%以上の軽量化率を達成する。
軽量サイドシルインナーの設計・試作	革新アルミニウム合金を用いた実証試作	ベンチマークのアルミニウム合金従来材(6000系)から、革新アルミニウム合金6000系に置換することにより、現行材よりも軽量化する。

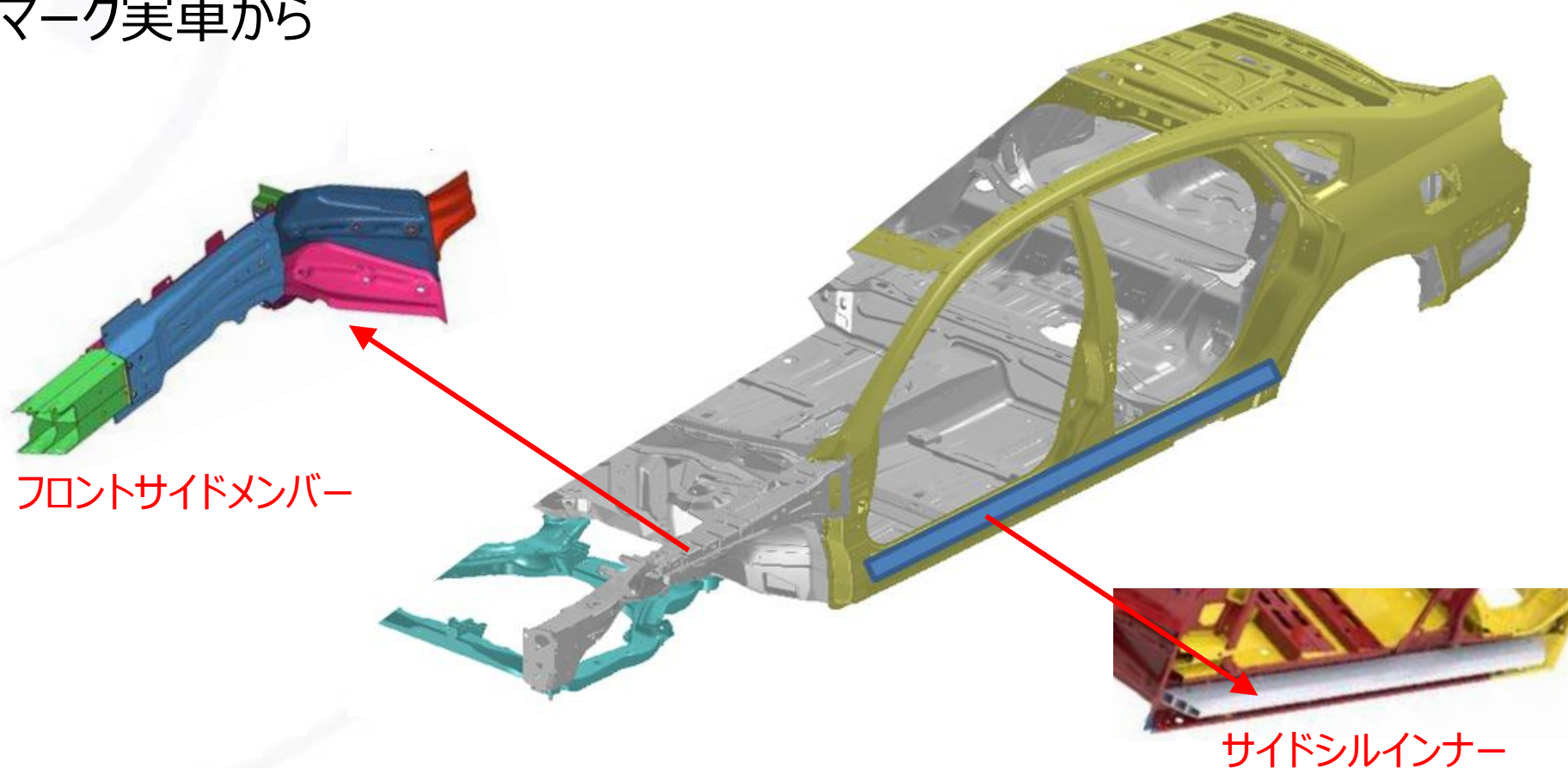
# テーマ毎の目標達成状況

研究開発テーマ	目標 (2023年2月)	成果 (2023年2月)	計画との差異	今後の課題と解決方針
自動車向け革新アルミニウム合金の開発	自動車部品用Al-X-Sc合金の開発	革新5000合金 革新6000合金 を開発	○ 計画どおり目標達成	
超軽量フロントサイドメンバーの設計・試作	革新アルミニウム合金を用いた実証試作	実証試作により、 45%軽量化	○ 計画どおり目標達成	
軽量サイドシルインナーの設計・試作	革新アルミニウム合金を用いた実証試作	実証試作により 9%軽量化	○ 計画どおり目標達成	

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）／一部達成（事後）、×未達

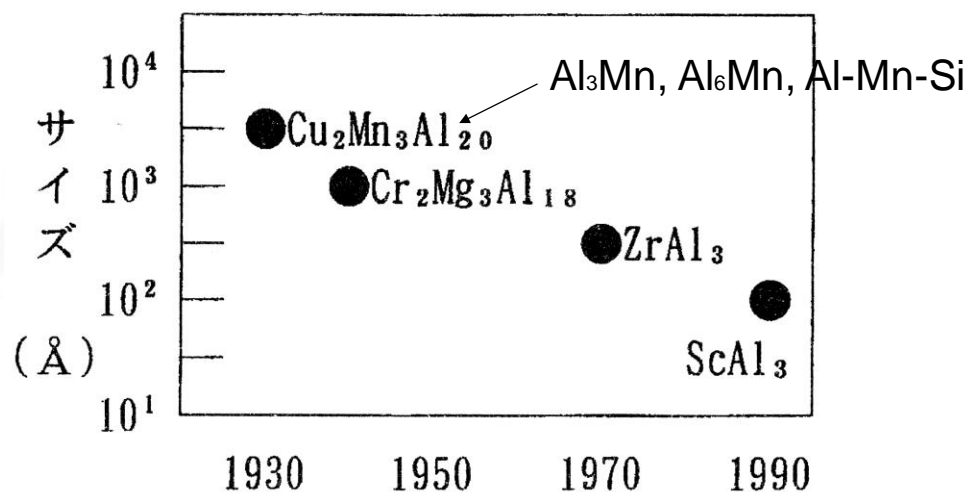
# 個別テーマの成果と意義

〈実証試作部品〉  
ベンチマーク実車から

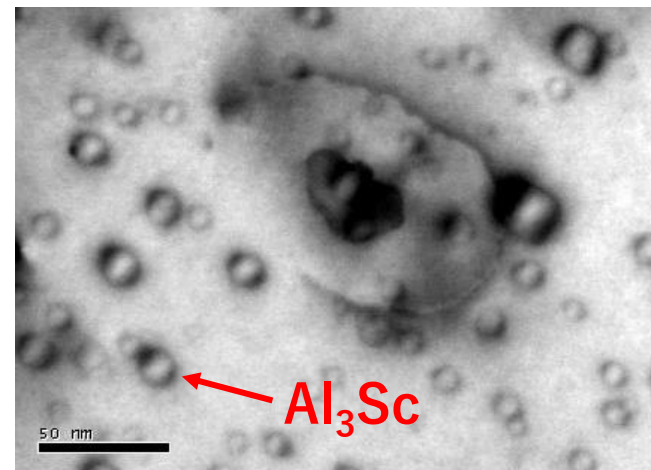


# 革新アルミニウム合金開発の成果と意義

## ● Scについて



アルミニウム合金の組織制御元素



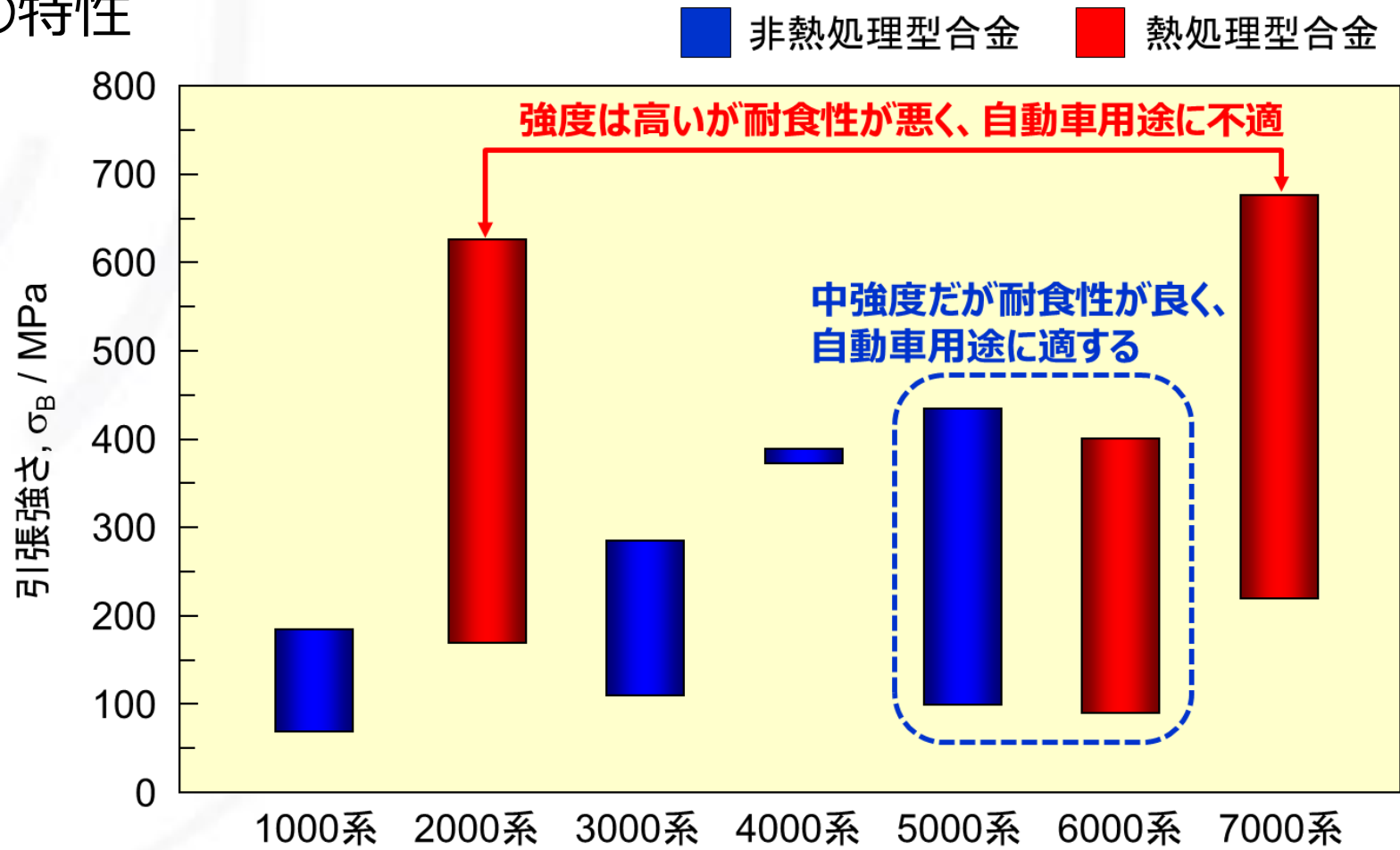
$\text{Al}_3\text{Sc}$ 分散粒子の例

再結晶抑制効果： $\text{Mn} < \text{Cr} < \text{Zr} < \text{Sc}$

Scは再結晶抑制効果に加え、析出強化（強度向上）にも働く  
 ⇒自動車用革新アルミニウム合金として、5000系、6000系ベースのAl-X-Sc合金を開発し、超軽量自動車部品への適用を進める。

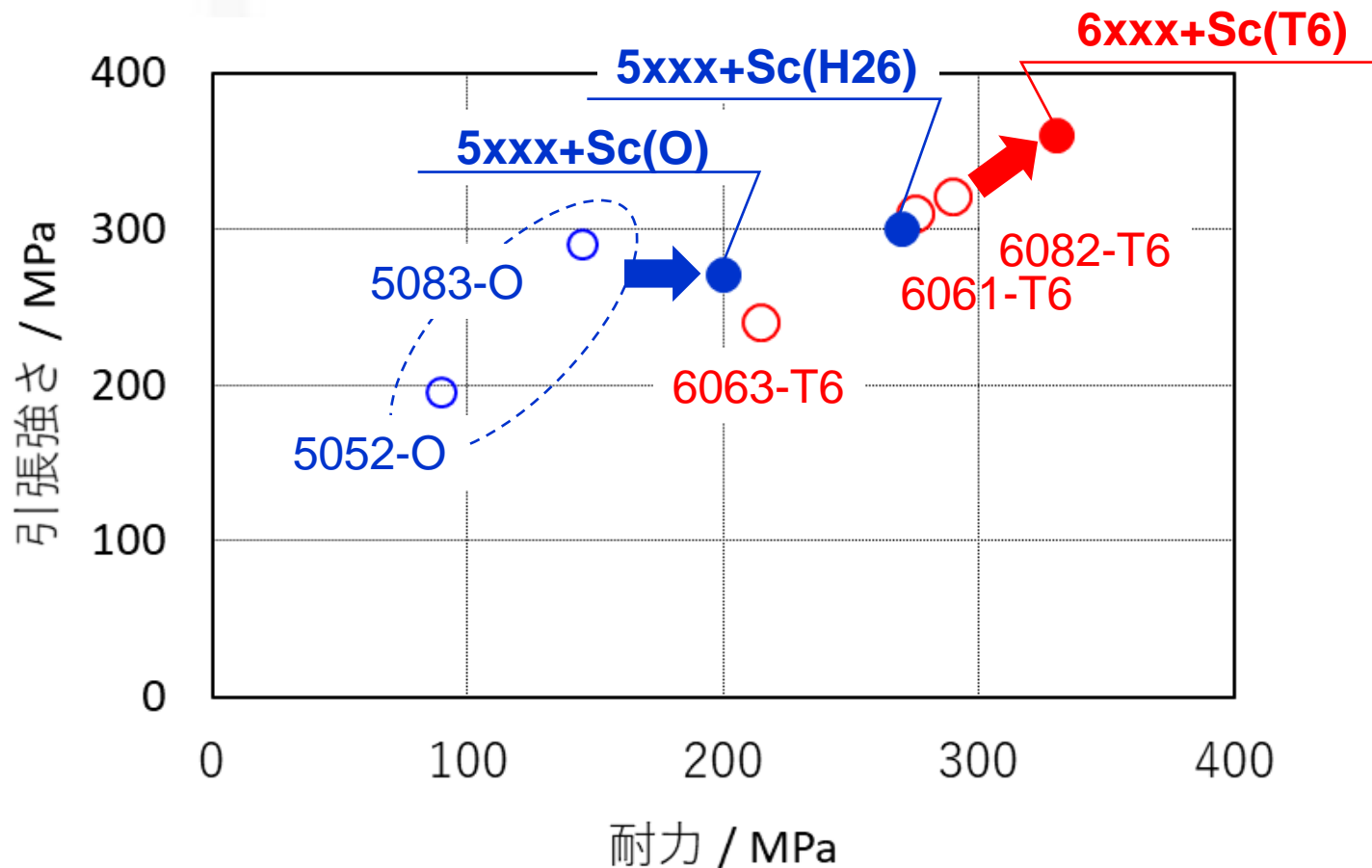
# 革新アルミニウム合金開発の成果と意義

## ● ターゲット合金の特性



アルミニウムハンドブックに記載の強度 (O, H, T調質を含む)

# 革新アルミニウム合金開発の成果と意義

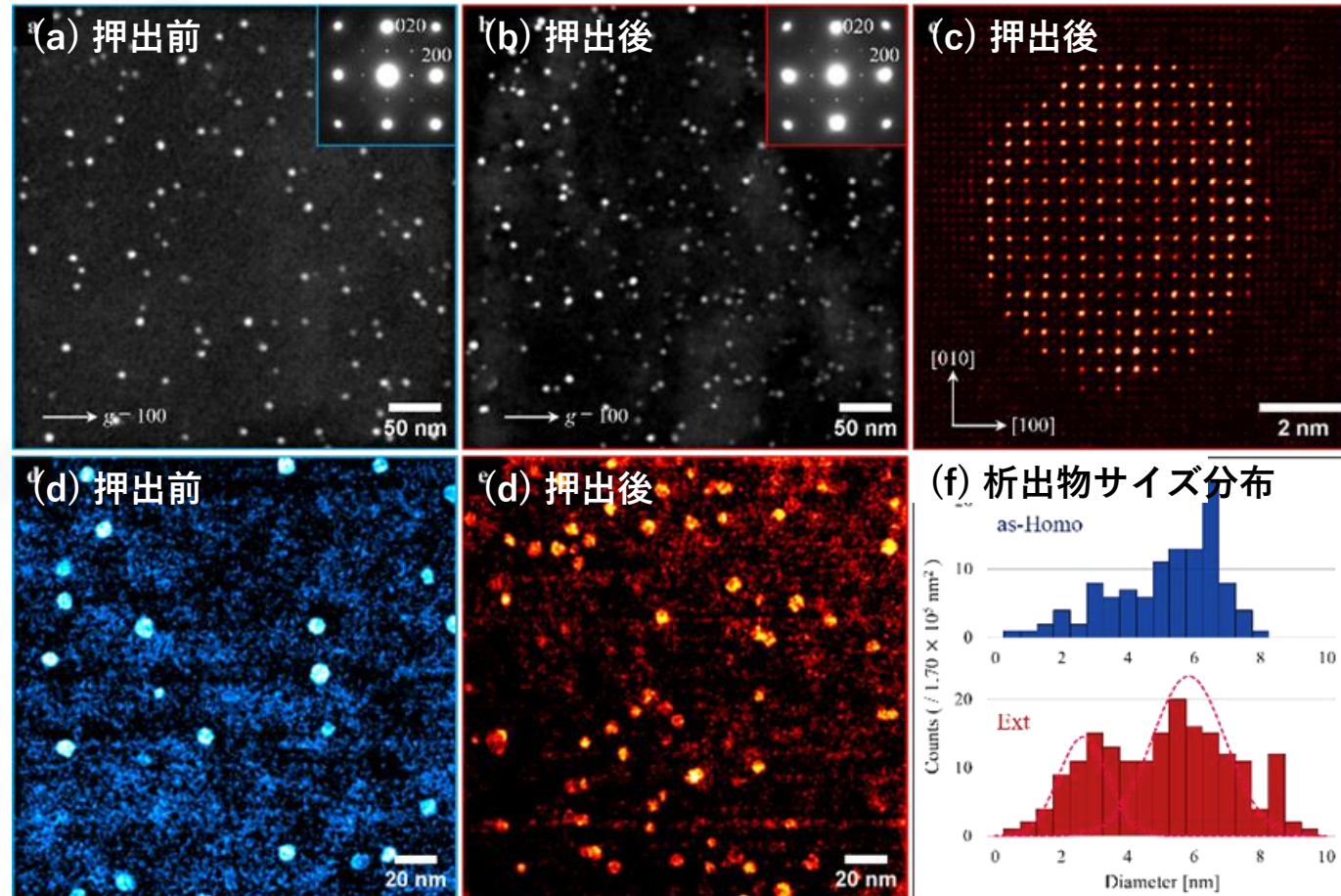


代表合金の引張強さと耐力の関係

- ・スカンジウム(Sc)を添加した革新アルミニウム合金を開発
- ・5000系、6000系合金とも、従来合金よりも高強度化を達成



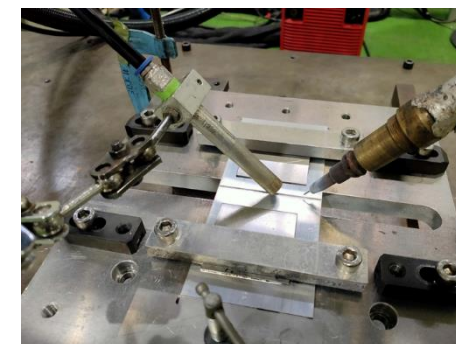
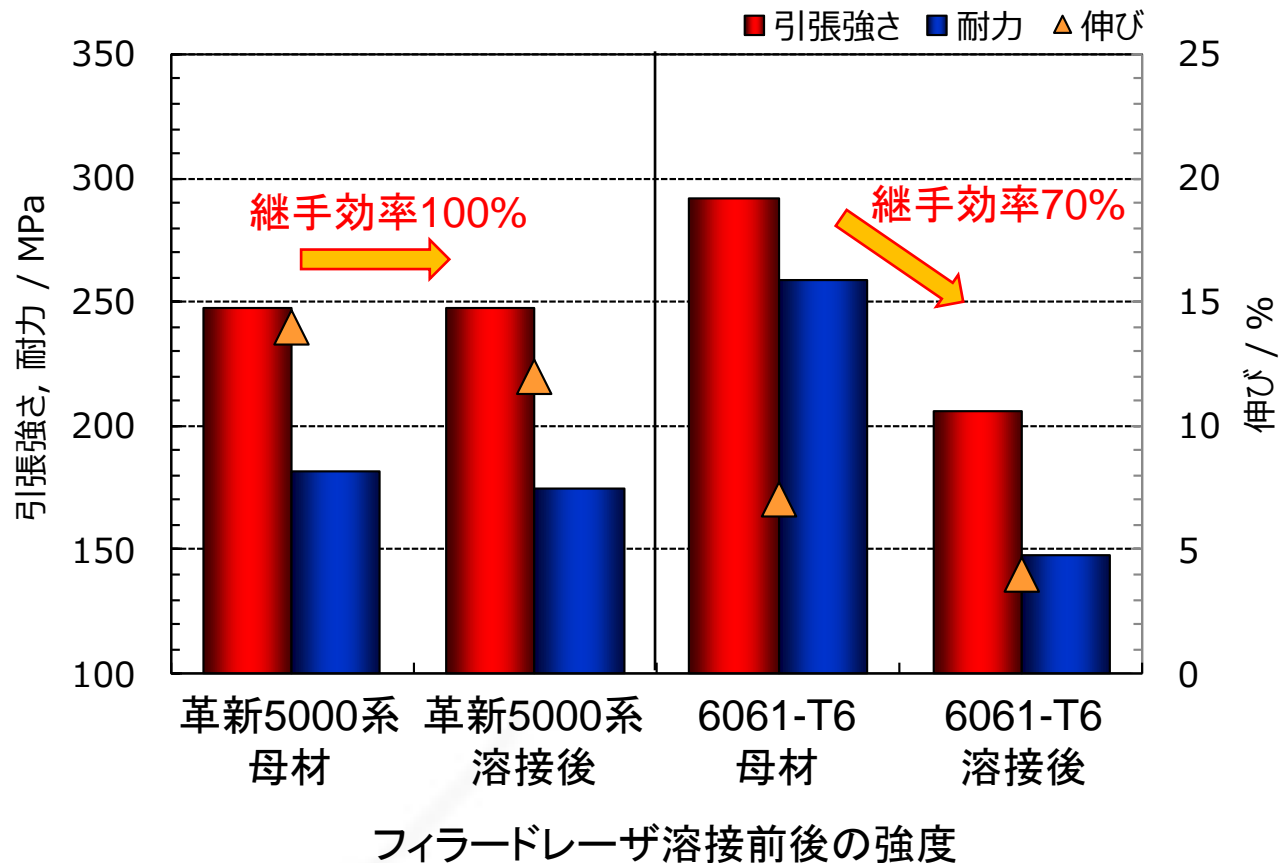
# 革新アルミニウム合金開発の成果と意義



革新5000系合金押出材の微細組織観察により、押出前の直径6nm程度の微細析出物に加え、押出後の直径3nm程度の微細析出物相による高強度化を確認



# 革新アルミニウム合金開発の成果と意義



・革新5000系合金(O材)は優れた溶接性(溶接継手効率)を有する

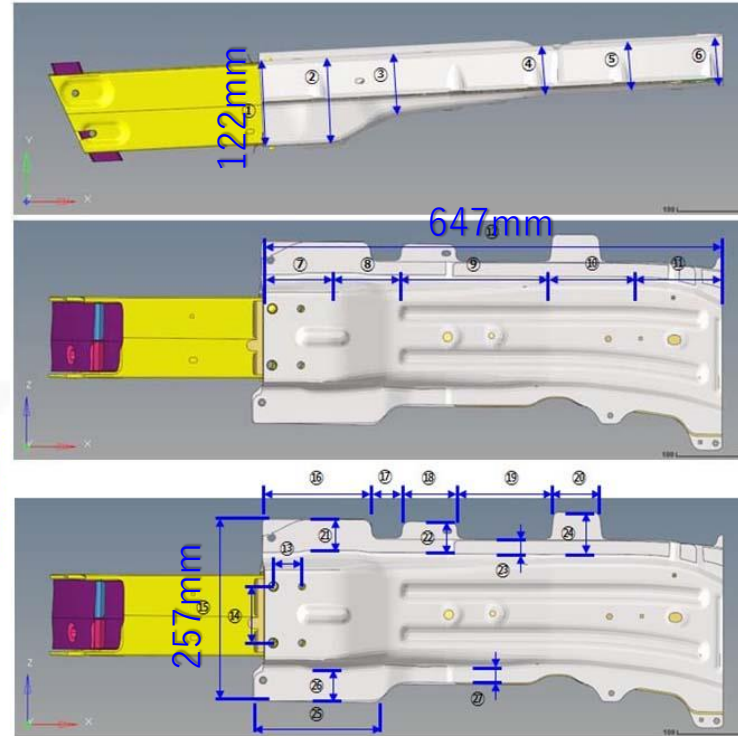
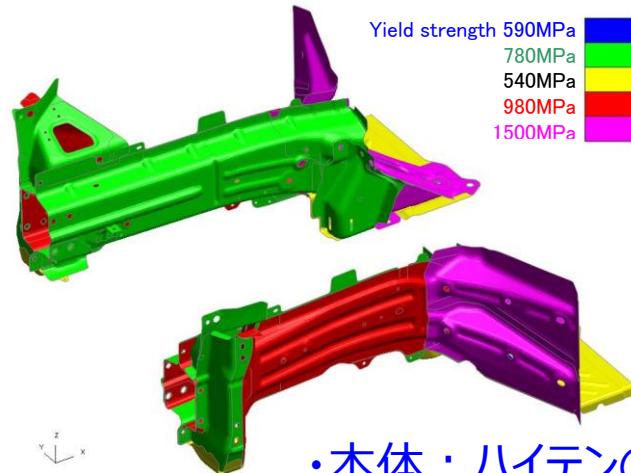
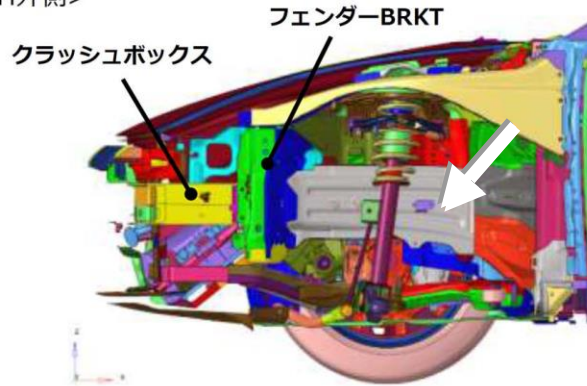
# 革新アルミニウム合金開発の成果と意義

	革新5000系合金 O材	革新5000系合金 H26材	革新6000系合金 T6材
引張強さ	270MPa	300MPa	360MPa
耐力	200MPa	270MPa	330MPa
伸び	16%	9%	14%
中空材押出	○	×	○
耐食性（一般）	○	○	○
耐SCC性	○	○	○
溶接性（継手効率）	90-100%	70-80%	67-70%
最適用途	中空構造体 （溶接あり）	板プレス品	中空構造体 （溶接なし）

# 超軽量フロントサイドメンバー設計・試作の成果と意義

## ●ベンチマーク実車部品（オリジナル）の情報

<LH外側>

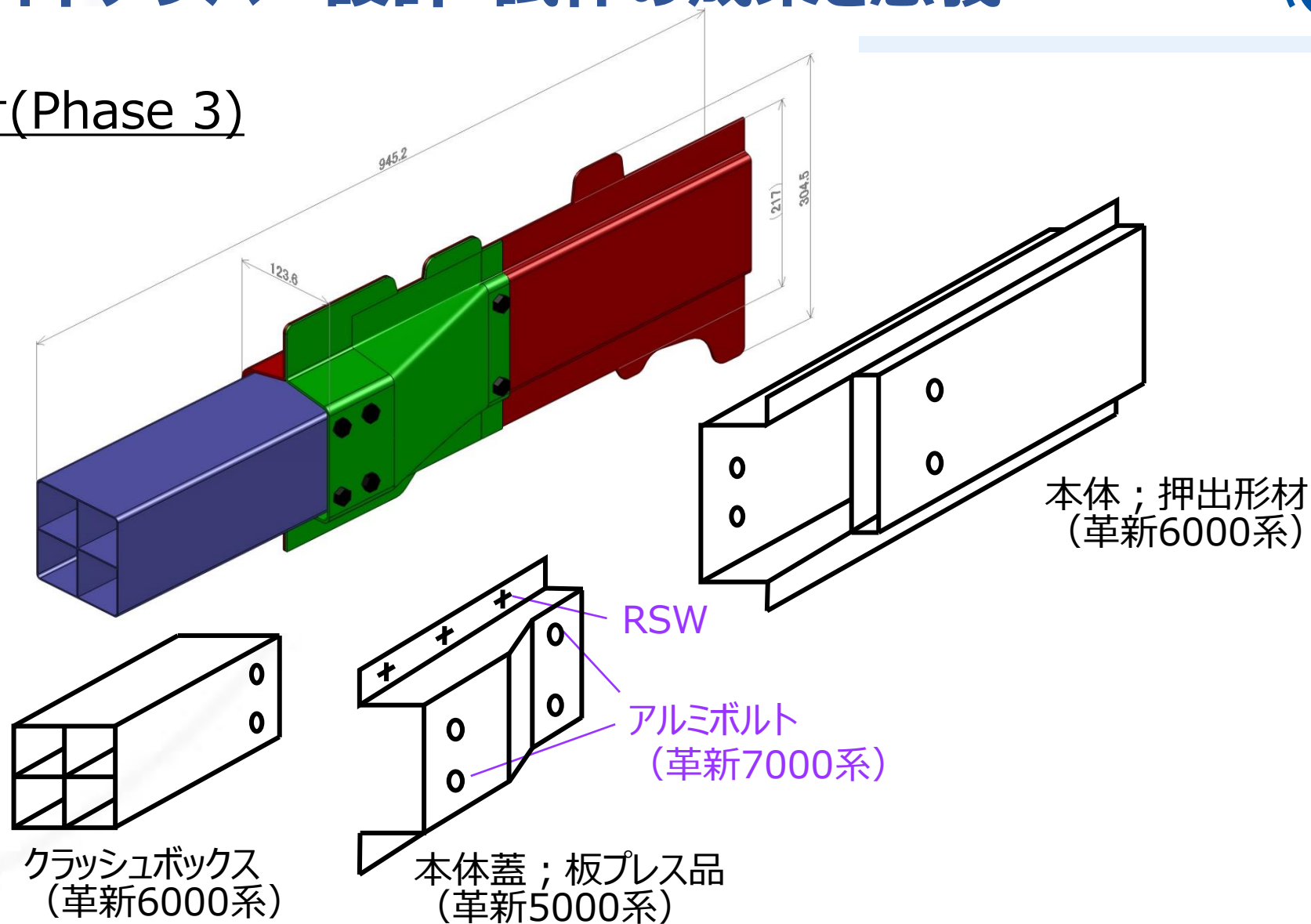


位置	寸法 [mm]	位置	寸法 [mm]
①	122	⑬	40
②	122	⑭	80
③	88	⑮	257
④	69	⑯	154
⑤	69	⑰	42
⑥	71	⑱	78
⑦	87	⑲	134
⑧	102	⑳	70
⑨	218	㉑	44
⑩	110	㉒	44
⑪	128	㉓	20
⑫	647	㉔	59
		㉕	180
		㉖	40
		㉗	18

- ・本体；ハイトンの板プレス品で構成
- ・クラッシュボックス；6000系一般材(引張強さ240MPa(推定値))

# 超軽量フロントサイドメンバー設計・試作の成果と意義

## ●革新アルミ化設計(Phase 3)



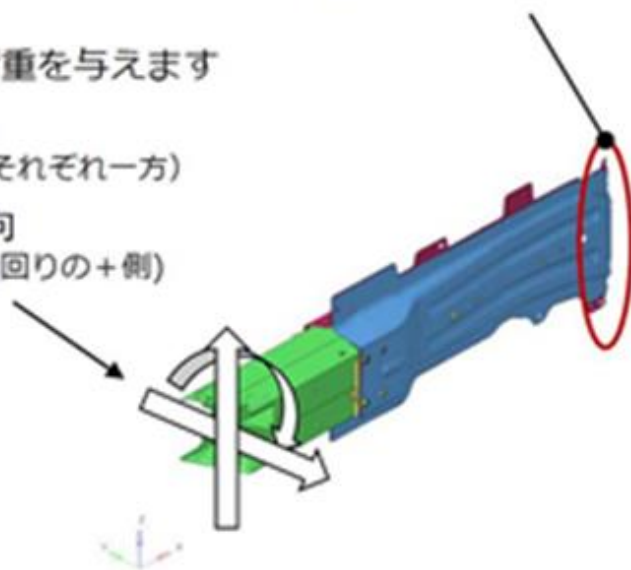
# 超軽量フロントサイドメンバー設計・試作の成果と意義

## ● 剛性解析

### 静解析

先端部に単位荷重を与えます

- ・ 曲げ×2方向  
(左右・上下のそれぞれ一方)
- ・ 捩じり×1方向  
(車両進行方向軸回りの+側)



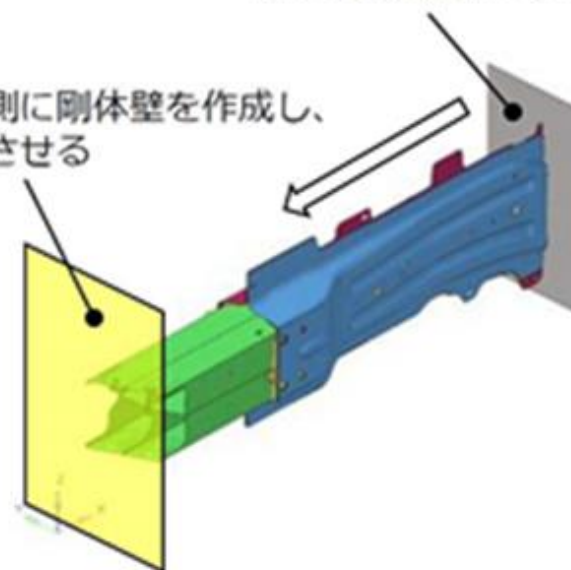
後端部の節点を完全拘束する

材料データは弾性とします。  
剛性を変位で、強度を応力で評価します。

### 衝突解析

後端側に剛体壁を作成し、  
初速55km/hを与える

先端側に剛体壁を作成し、  
衝突させる

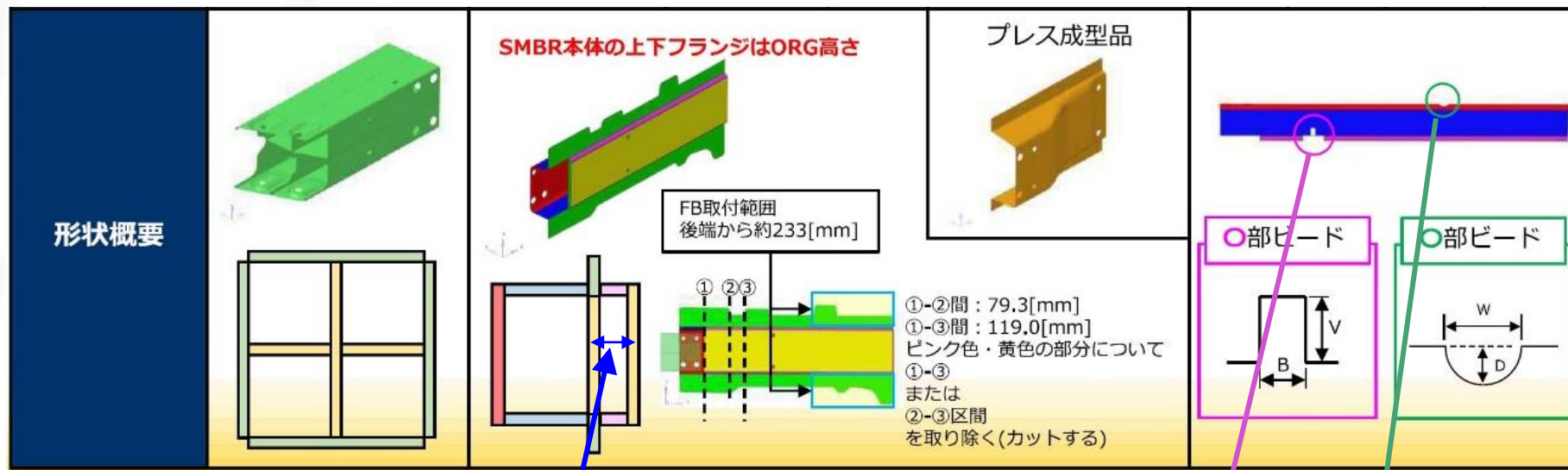


材料データはひずみ速度依存無しの  
弾塑性とします。  
変形のモード、最大荷重、荷重-変位履歴を  
指標として評価します。

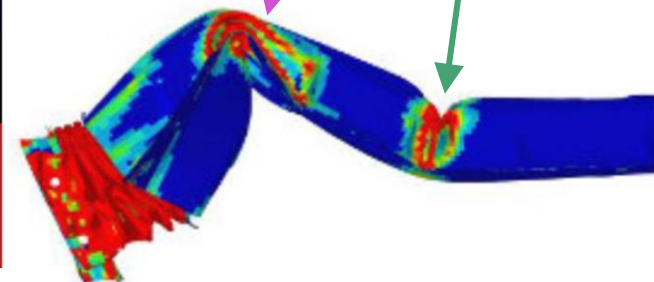


# 超軽量フロントサイドメンバー設計・試作の成果と意義

## ● 衝突解析



モデル名	CBOX	SMBR本体			SMBR蓋	前ビード		後ろ	
	板厚	板厚	カット範囲	小空間幅		横(B)	縦(V)	幅(W)	深さ(D)
ORG	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-
6000B_M10	1.6	2.7	②-③	7.0	2.9	10.0	15.0	20.0	6.0
6000B_M11 (φ220)	1.6	2.7	②-③	7.0	2.9	10.0	15.0	20.0	6.2
6000B_M11_OA (φ220)	1.6	2.7	②-③	15.0	2.9	10.0	15.0	20.0	6.2
6000B_M11_OB (φ220)	1.6	2.7	②-③	20.0	2.9	10.0	15.0	20.0	6.2



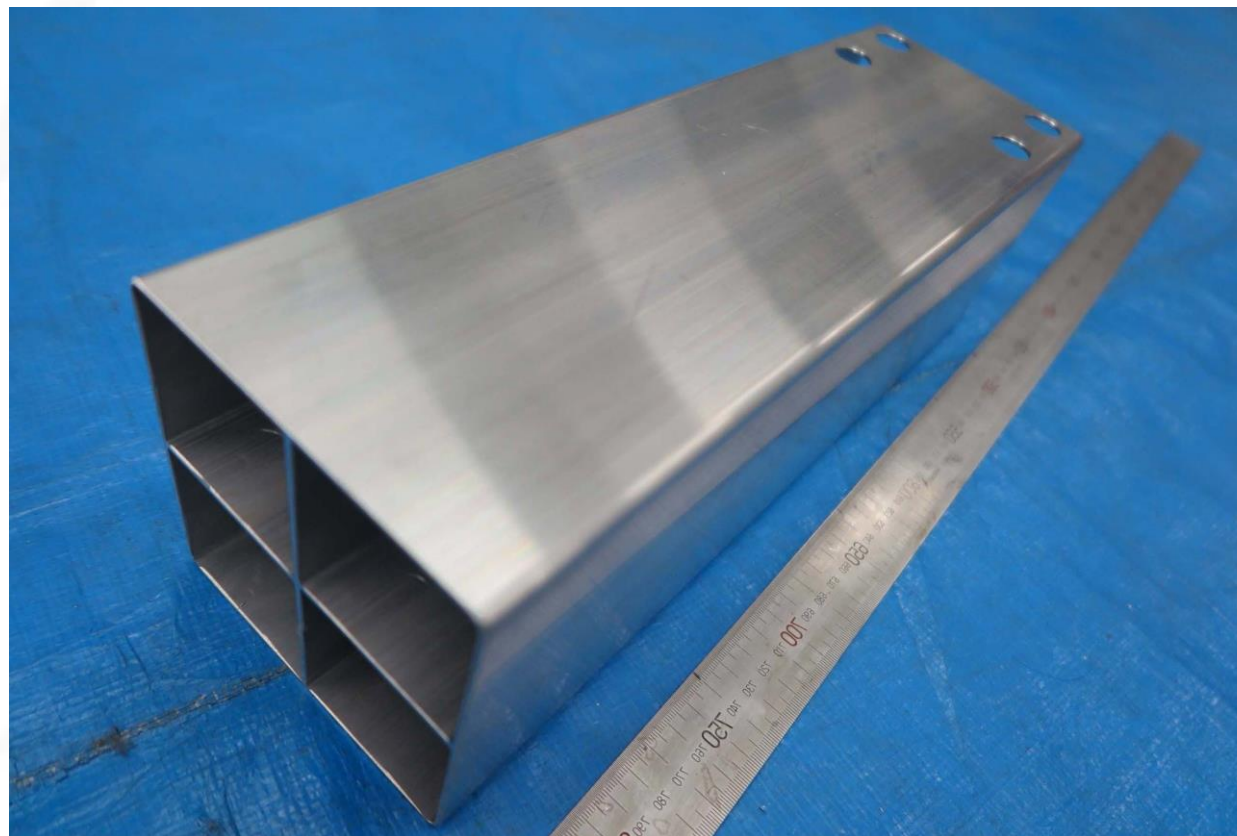
厚さ分布の調整により、曲げ剛性と衝突エネルギー吸収特性を調整し、さらにビード形状により、折れモードを調整



# 超軽量フロントサイドメンバー設計・試作の成果と意義

## ● 試作部品(クラッシュボックス)

合金	引張強さ(MPa)	耐力(MPa)	破断伸び(%)
革新6000系合金	360	320	13



# 超軽量フロントサイドメンバー設計・試作の成果と意義

## ● 試作部品(蓋)

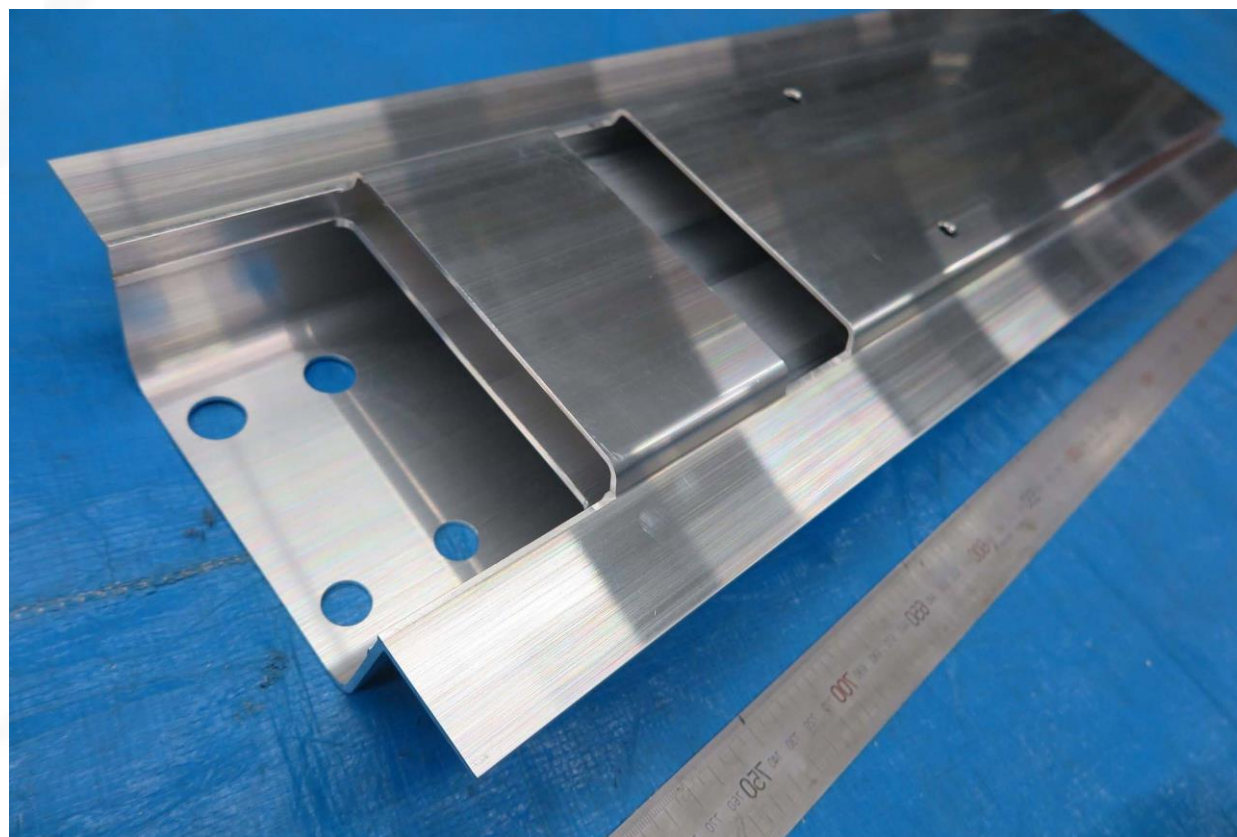
合金	引張強さ(MPa)	耐力(MPa)	破断伸び(%)
革新5000系合金	310	290	6



# 超軽量フロントサイドメンバー設計・試作の成果と意義

## ● 試作部品(本体)

合金	引張強さ(MPa)	耐力(MPa)	破断伸び(%)
革新6000系合金	360	320	13





# 超軽量フロントサイドメンバー設計・試作の成果と意義

## ● 試作部品(ボルト・ナット)

合金	引張強さ(MPa)	耐力(MPa)	破断伸び(%)
革新7000系合金	760	730	10

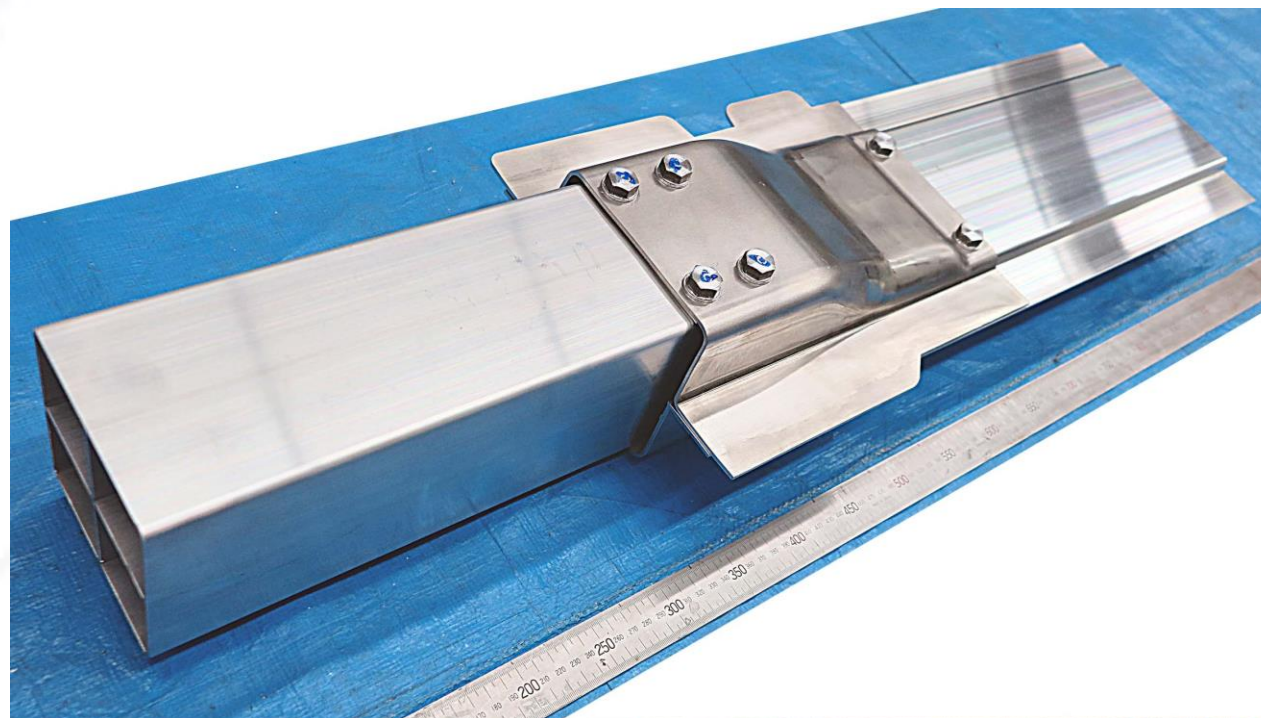


# 超軽量フロントサイドメンバー設計・試作の成果と意義

## ● 試作結果

ベンチマーク実車部品（オリジナル）に対して45%の軽量化を達成

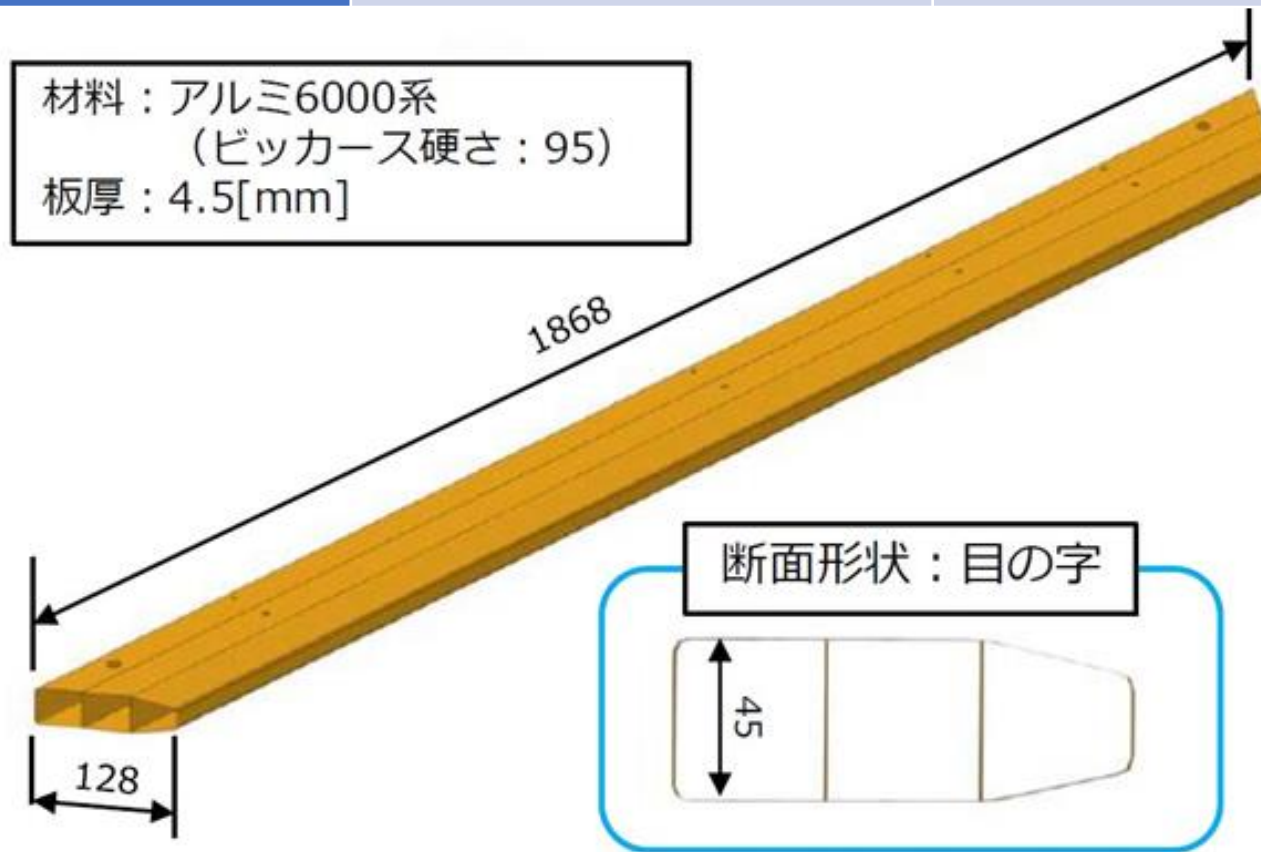
部品	オリジナル重量	革新設計重量	オリジナル比
①クラッシュボックス	1.08kg	0.86kg	80.2%
②サイドメンバー本体	6.77kg	3.48kg	51.4%
①+②	7.85kg	4.34kg	55.4%



# 軽量サイドシルインナー設計・試作の成果と意義

● ベンチマーク実車部品（オリジナル）の情報

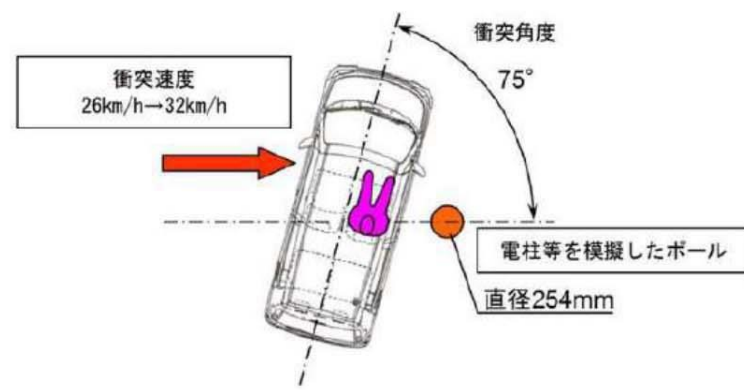
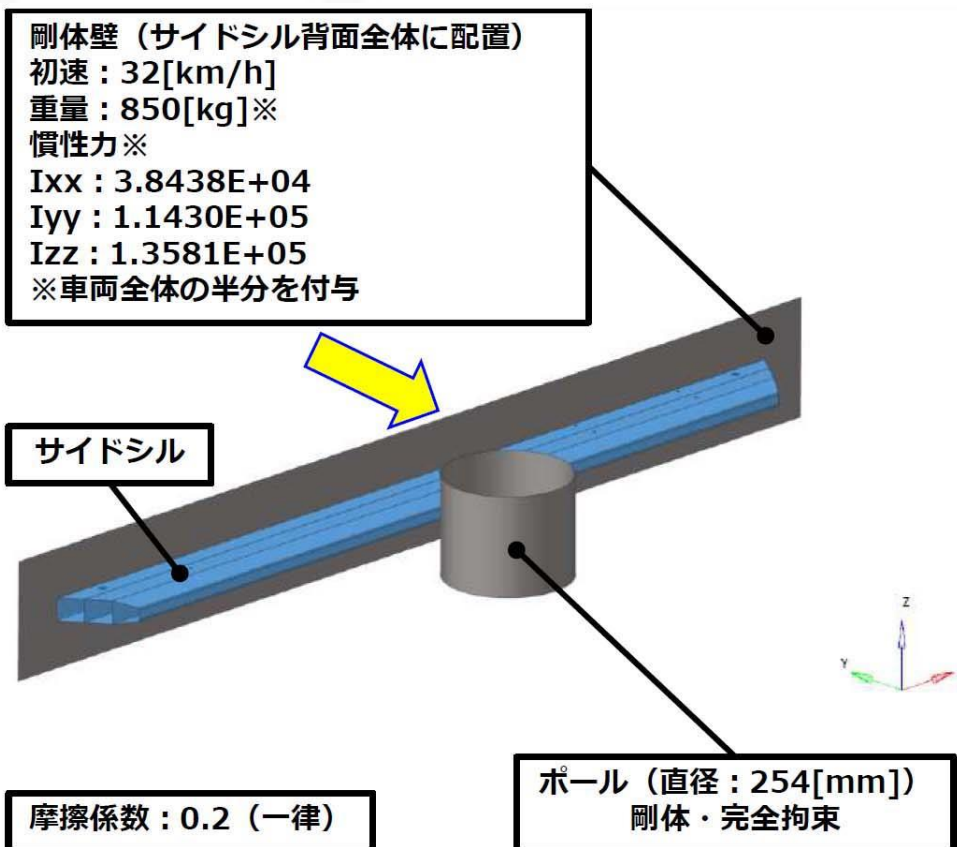
硬さ（測定値）	引張強さ（推定値）	耐力（推定値）
HV95	285MPa	255MPa





# 軽量サイドシルインナー設計・試作の成果と意義

## ● 解析条件



上記ボール側突試験条件を参考に  
 ・押し子 (ボール模擬) の直径  
 ・押し子の初速  
 に関する、解析条件を決定した。

参考：  
<http://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.milt.go.jp%2Fcommon%2F001110821.pdf&cLen=181371&chunk=true>

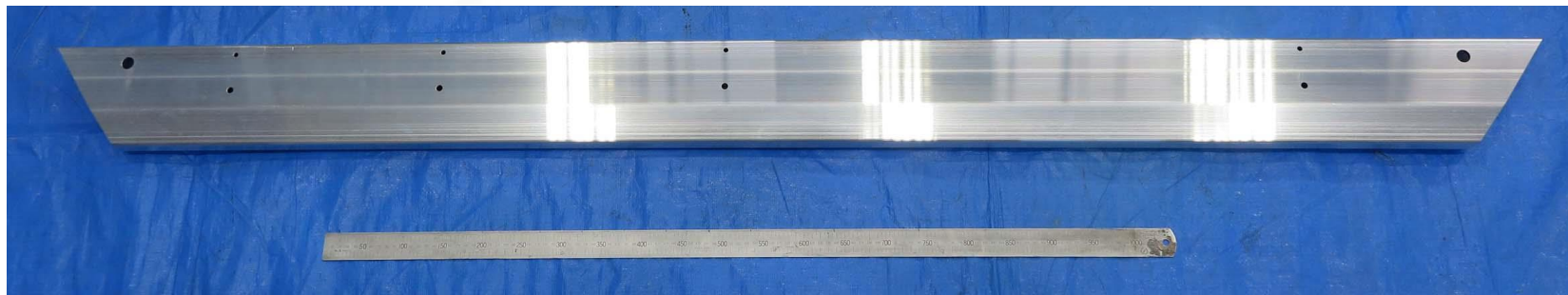
各材質に対してボール側突の荷重履歴がオリジナルと同等になる板厚分布を調査

# 軽量サイドシルインナー設計・試作の成果と意義

## ● 試作結果

ベンチマーク実車部品（オリジナル）に対して9%の軽量化を達成

	材質	重量	オリジナル比
オリジナル	6000系-T6	8.95kg	100%
革新設計	革新6000系-T6	8.15kg	91%



# 個別テーマの成果と意義

本研究の革新アルミニウム合金に用いたスカンジウムは、現時点では高価であるが、オーストラリアのNi,Co鉱山での副産物としての採掘が始まっており、今後の低価格化によって革新アルミニウム合金の実用化を進める予定である。また革新5000系合金(O材)は優れた溶接継手効率を有することから、自動車以外にも鉄道車両などの溶接構造材への実用化が期待できる。

さらに本試作における革新アルミニウム合金を用いた部品設計では、中空押出材を用いた設計指針を確立できたことから、今後のアルミニウム合金製自動車部品設計に活かすことができ、アルミニウム合金部品の拡大によってCO<sub>2</sub>の削減効果が期待できる。