

モーターファン別冊 [モーターファン・イラストレーテッド Vol.152] 特別付録

# Motor Fan *Special Edition*

## illustrated

テクノロジーがわかると、  
クルマはもっと面白い



特別  
編集

アルミニウムのテクノロジー-5

# ALUMINUM

Smart Developments

# BODY Panels

## [ ボディ・シャシー編 ]

世界の燃費基準はますます厳しくなる。自動車の燃費規制は、エネルギー消費とCO<sub>2</sub>排出の削減を目的とし、日米欧だけでなく新興国でも強化の動きが広がっている。欧州では、2021年目標で既にCO<sub>2</sub>排出量95g/kmと世界で最も厳しい水準に達している。さらに、2030年の自動車の環境規制では、欧州域内で販売する自動車についてCO<sub>2</sub>排出量を、2021年目標に比べて3割削減することを求めている。北米では、2025年までの新燃費基準は、走行燃費が乗用車・小型トラックで54.5m/g、CO<sub>2</sub>排出量が乗用車で143g/miとなったが、さらなる燃費規制見直しの動きもある。

CO<sub>2</sub>排出量規制の鍵を握っているのは「車体の軽量化」だ。これらの燃費規制への取り組みを背景に、自動車用の軽量素材として多くの実績を重ね、加工性、リサイクル性、経済性に優れたアルミ展伸材の自動車への本格的な採用が進みつつある。

- アルミ合金板材
- アルミ合金押出材
- アルミ合金鋳造品

### ルーフパネル

近年車高の高いSUVが増加している。ルーフパネルをアルミ合金化することで軽量化が実現できると同時に、車体の低重心化も図れる。このため車体がロールしにくくなり走行性能が向上するため注目されている。

### サスペンションタワー

サスペンションアームのアップーリンクやストラット式サスペンションの上端支持をする重要な構造部材。アルミ合金ダイキャストの利用が進んでいる。左右のタワーをブレースと呼ばれる押出材でつなぐことにより、車体のねじれを抑制する車体構造も増加している。

### バックドア、トランクリッド

ボンネットフード、フロントフェンダー、ドアパネルと同様にアルミ合金の採用が進んでいる。複雑な形状でも一体成形可能な超塑性アルミ合金のプロー成形品の採用車種がある。

### ドアパネル

インナー部とアウター部から構成され、インナーはドアの形状を保持し、開閉の衝撃に耐える強度が必要。振動や騒音の侵入を防ぎ、室内環境を良好に保つための工夫が求められる。インナー、アウター共に6000系を使う車種が登場している。

### フロントフェンダー

ボンネットフードのアルミ化に次いで材料置換が進んだ外板部材。面積は小さめだが大きく湾曲するなどボンネットフードと比べて複雑なデザインが多い。このためアルミ合金のプロー成形を採用している車種もある。

### ボンネットフード

鉄主体の自動車づくりからの材料置換として、最も早い時期からアルミ化が始められた部材がボンネットだ。ボディパネルとしてはもっとも面積が大きい部材のため、軽量化の恩恵は大きい。高級車を中心にボンネット、ドア、フェンダー、トランクリッドなどの外板部材へのアルミ合金の採用例は多い。

日欧米の環境規制に対する方向性

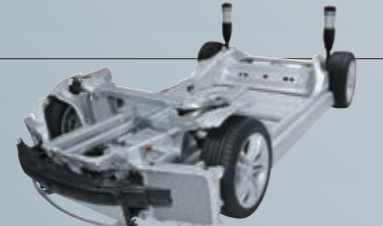
地域	取り組み
欧州	2021年目標で既に世界でもっとも厳しい水準(CO <sub>2</sub> 排出量95g/km)に達している。2030年の自動車の環境規制では、欧州域内で販売する自動車について二酸化炭素(CO <sub>2</sub> )排出量を、2021年目標に比べて3割削減することを求めている。
北米	2012年8月に新燃費基準と温室効果ガス排出基準を決定。2025年までの新燃費基準は、走行燃費が乗用車・小型トラックで54.5m/g(約23.2km/ℓ)、CO <sub>2</sub> 排出量が乗用車で143g/mi(グラム/マイル=約89g/km)となっているが、燃費規制見直しの動きもある。
日本	ガソリン乗用自動車について、2020年度を目標年度として、燃費20.3Km/ℓ(JC08モード)とすることを検討。現行燃費基準17.0km/ℓ(2015年度目標)と比較して20%程度改善する見通し。



オールアルミ合金モノコック

### > FORD F-150

フォードの主力大型ピックアップトラックの中核モデルがF-150。オールアルミボディ化された大きな話題となった。アルミ合金を使用することで、キャビンおよび荷室部分合計で約230kgの軽量化に成功。全体では約320kgを軽量化した。これによる燃費改善効果は最大20%にもなる。



オールアルミ合金フレーム

### > TESLA MODEL-S

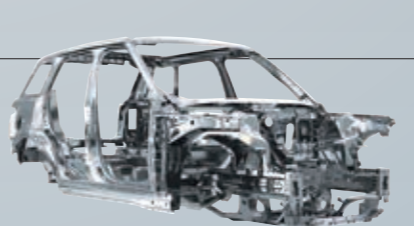
EV専用のプラットフォームとして設計されたテスラモデルSのシャシーは、アルミ材料を多用したオールアルミフレーム構造だ。フラットなフロアの下には、バッテリーセルを数千個並べて配置して低重心化を図り、優れた走行性能を実現している。ボディパネルもアルミパネルを採用している。



アルミ合金プラットフォーム

### > JAGUAR XE

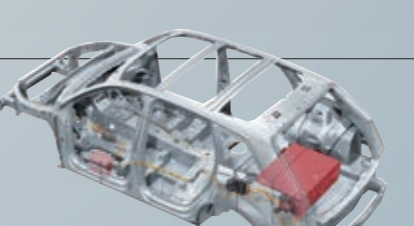
ジャガーはフォード傘下時代の2003年にXJをオールアルミボディにシフトして以来、アルミボディ製作の造詣が深い。最新のXEはジャガー&ランドローバーの共通プラットフォーム第一弾で、フロアの桁構造をメインとしたオールアルミ合金モノコックを採用している。



オールアルミ合金モノコック

### > Range Rover Sport

大型で重量も嵩みちなSUVは、軽量化とともに走行性能を向上させるため、アルミボディにするメリットは大きい。その設計は鋼板モノコックとは全く異なるメソッドが要求される。ジャガーXJで培ったノウハウを基に、アルミ専用ボディ設計をSUVに初めて適用。高剛性と軽量化を両立させている。



オールアルミ合金スペースフレーム

### > Audi Q7

オールアルミボディの先駆者と言えば、アウディ。アウディ・スペースフレーム(ASF)と呼ばれるオールアルミ合金による独特のボディ構造を採る。最上級SUVのQ7は、得意のアルミ合金を活かしたボディ構造で、フロントサイドメンバー、フロントバンパーにはアルミ合金押出材を多用している。



オールアルミ合金モノコック

### > RENAULT ALPINE A110

アルピーヌ新型A110は、2017年復活した伝説のアルピーヌブランドのライトウェイトスポーツスポーツカー。ル・マン24時間耐久レースなどで大成功をおさめ一躍世界に名前を轟かせた。オールアルミ合金製のプラットフォームと上部ボディ構造により、車両重量は1,103kgと超軽量。

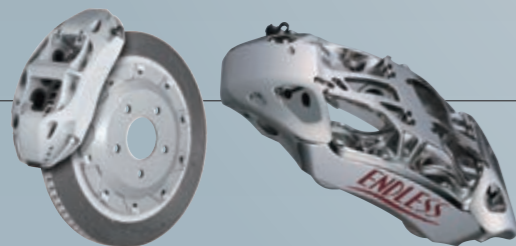
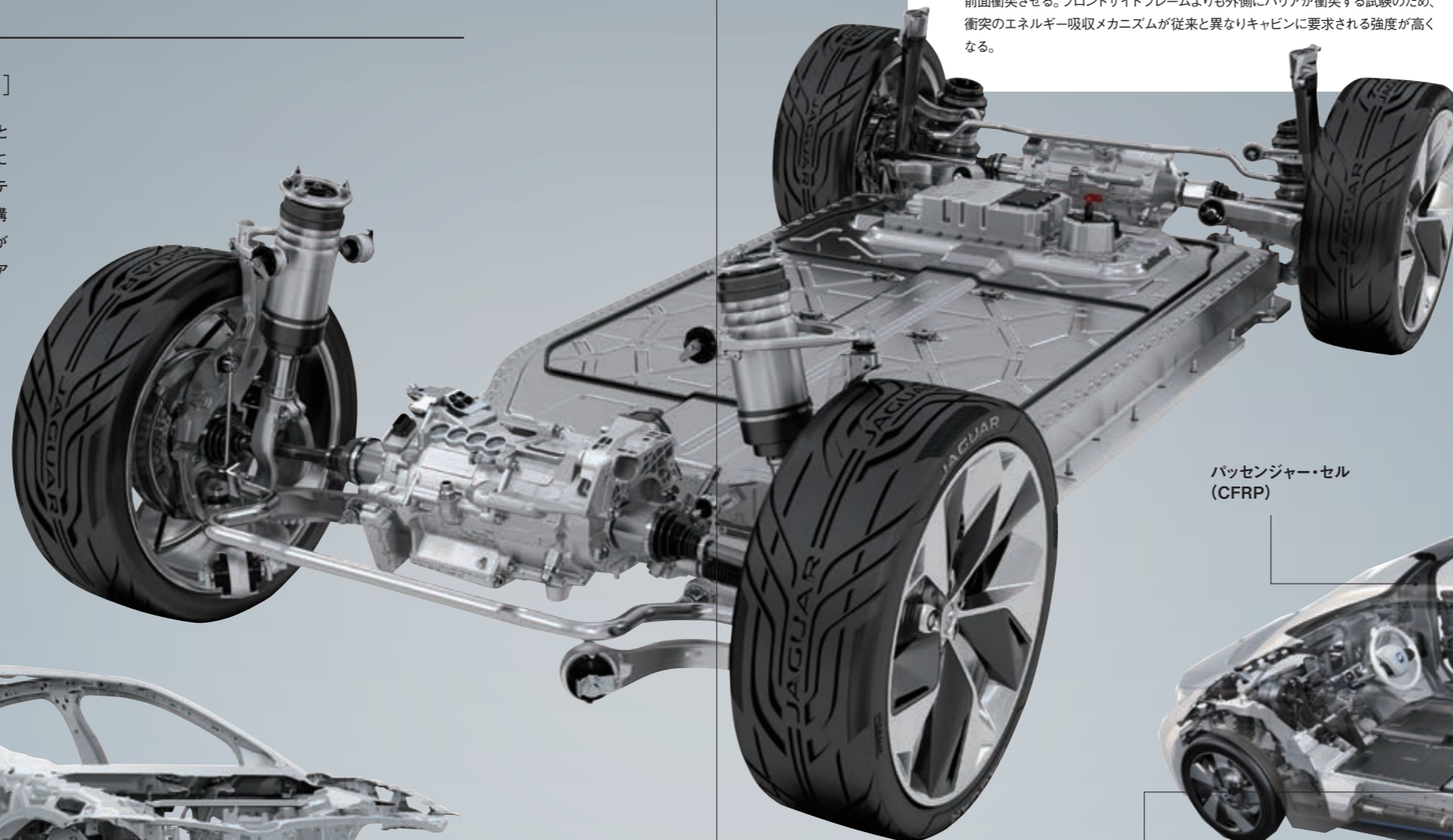
# CHASSIS & POWERTRAIN & DRIVETRAIN

## [ シャシー／パワートレイン／ドライブトレイン編 ]

ドライブトレイン・パワートレインを支えるフレームには、軽量であることと同時に高い剛性が求められる。このため、骨格構造のサブフレームにパワートレインなどを搭載する構造が増えている。高剛性化によりステアリング応答性を高め、乗り心地も向上できる。これらには、高強度構造用アルミ合金の板・押出材が用いられる。アルミ合金化の流れは広がり、サスペンションをはじめ、ブレーキキャリア、ハブキャリア、ステアリングナックルなどの鍛造品も増えている。

## JAGUAR i-Pace

i-PACEはジャガー初の完全なる電気自動車(BEV)のSUVモデルだ。アルミ合金のプラットフォームには、90kWhの大容量リチウムイオン電池を搭載し、フォーミュラEのI-TYPEレーシングカーの技術を投入した電動モーターで400PSを発揮する。ジャガーの「モジュール式の軽量アルミニウムアーキテクチャ」と呼ばれるアルミニウムをベースにシャシーからボディパネルまでオールアルミ構造だ。軽量・高剛性で特にねじり剛性が高いボディ構造に仕上がっている。ジャガー・ブランドとしては初の受賞となる「ヨーロッパ・カー・オブ・ザ・イヤー 2019」にも選出された。



ブレーキキャリア

ブレーキキャリアはディスクブレーキでディスクを両側から挟み込み、パッドを押しつけるためのブレーキ部品。高級車やSUVなどを中心に、アルミ鋳鍛製のブレーキキャリアの採用が広がっている。



バンパーレインフォースメント

バンパーレインフォースメントはシャシーの前後に固定し、衝突時の衝撃を吸収する機能部品。7000系高強度アルミ押出材の利用により超軽量化、優れた衝突エネルギー吸収性を実現することができる。

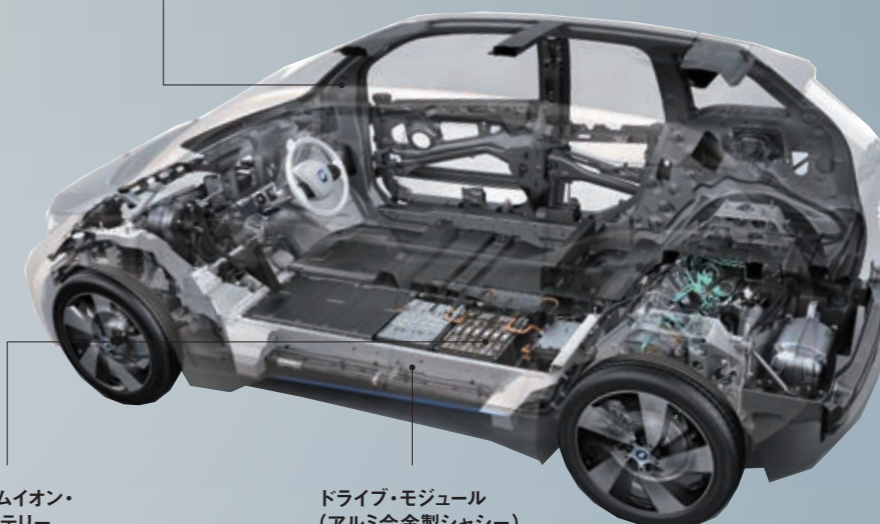
## スモールオーバーラップ衝突試験の評価

スモールオーバーラップ衝突試験(Small overlap test)は、IIHS(米国道路安全保険協会)で行なわれる前面衝突試験。従来のオーバーラップ率40%のオフセット衝突よりもさらに浅いオーバーラップ率25%で、時速40マイル(約64km/h)にてバリアに前面衝突させる。フロントサイドフレームよりも外側にバリアが衝突する試験のため、衝突のエネルギー吸収メカニズムが従来と異なりキャビンに要求される強度が高くなる。



## BMW i3

BMWの電気自動車。車体をふたつの独立したユニットで、上部のユニット(パッセンジャー・セル)にはカーボン・ファイバー強化樹脂(CFRP)製のモノコックボディを採用し、下部のユニット(ドライブ・モジュール)にはアルミ合金押出材を用いたラダー型スペースフレーム構造としている。下部のユニットには、バッテリー、駆動システムの全パーツが搭載される。また、CFRP製のドアパネルにはアルミ押出材のフレームを内蔵して車体強度を確保している。



パッセンジャー・セル (CFRP)

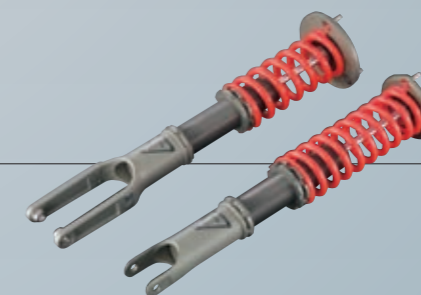
リチウムイオン・バッテリー

ドライブ・モジュール (アルミ合金製シャシー)



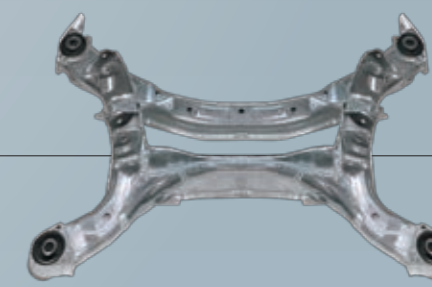
サスペンションアーム

乗り心地および操縦安定性の向上を計るため、サスペンション全体をアクティブ制御するシステムが開発されている。軽量化を目指し、高強度のアルミ鍛造品の採用が増加している。



ショックアブソーバー

二輪車のショックアブソーバーはアルミ合金製が主流だが、スポーツカーやモータースポーツ向けに減衰力や車高の調整を行なえる高強度アルミ合金製のショックアブソーバーが開発されている。



サブフレーム

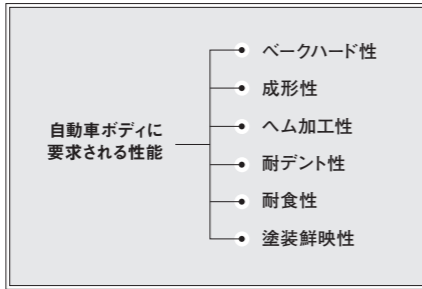
エンジンやサスペンションなどを搭載し、ボディに組み付けるための骨格構造。高剛性・高耐食性、衝撃吸収性が求められる高強度構造用アルミ合金板プレス品、押出管などが用いられる。

# アルミ合金板

≫ 成形性と強度にすぐれるアルミ合金板材が、車両価値の向上に貢献する。

## ボディパネル用アルミ合金

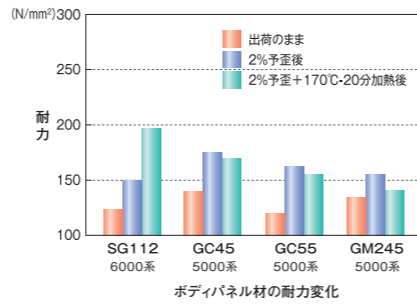
ボンネットフードやバックドア、ドア、ルーフなどのボディパネルをアルミ合金にすると、軽量化・燃費向上に大きな効果がある。ここで登場したのが6000系アルミ合金と称する、アルミにMg、Siを添加した中強度で成形性が良好な熱処理型の三元合金で、塗装焼付け時の加熱により強度が上がる塗装焼付硬化性（ベークハード性）という特性がある材料だ。成形加工の際は強度が低いため成形性にすぐれ、塗装後には高強度になる材料で、ボディパネル用アルミ合金の主流になっている。



自動車用ボディ材に要求される性能は多様だ。成形性と耐食性はもちろん、塗装焼付硬化性(BH性)のほか、外観で使われるため塗装鮮映性も重要だ。同じ6000系でも合金によって特性はさまざまだ。耐デント性とは凹みにくさのこと。

### アルミ合金板の耐力の変化

下のグラフは、成形加工時と、塗装後の強度変化のグラフ。5000系に比べ6000系は強度が明らかに向上している。

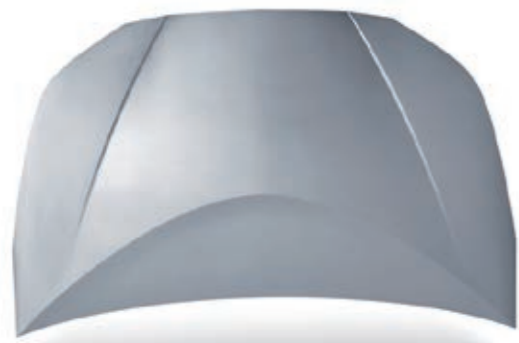


### ● Lexus LS500 ドアパネル（インナー／アウター）



←↑ 横から見ると、インナーパネルの絞りの深さがよくわかる。通常インナーパネルをアルミ化する際は、成形性に優れた5000系を使うが、LSはインナー／アウターともに6000系だ。部品点数の削減、一体成形で精度を高くできる。

### ● トヨタ・プリウスのボンネットフード



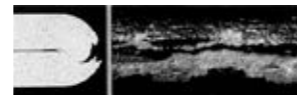
トヨタ・プリウスのボンネットフードは、アウターパネル、インナーパネルともに6000系アルミ合金板で作られている。



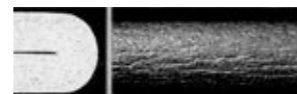
### ヘム加工

ボンネットフードのインナーとアウターの接合は、上の写真のように曲げ加工して接合している。アウターパネルとインナーパネルを接合するために行なわれる曲げ加工は、ヘム加工（ヘミング）と呼ばれる。アルミ合金の伸びは鋼鉄に比べると低いため、ヘム加工をすると割れやすく180度曲げるフラットヘム加工は難しいとされてきた。UACJではフラットヘムより厳しい密着曲げが可能な6000系ボディパネル用アルミ合金を実用化している。（断面写真は密着曲げ加工の比較）

### 一般材

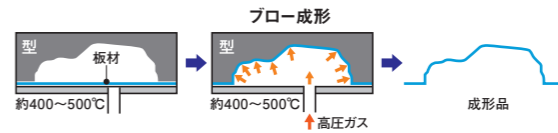


### 高ヘム材



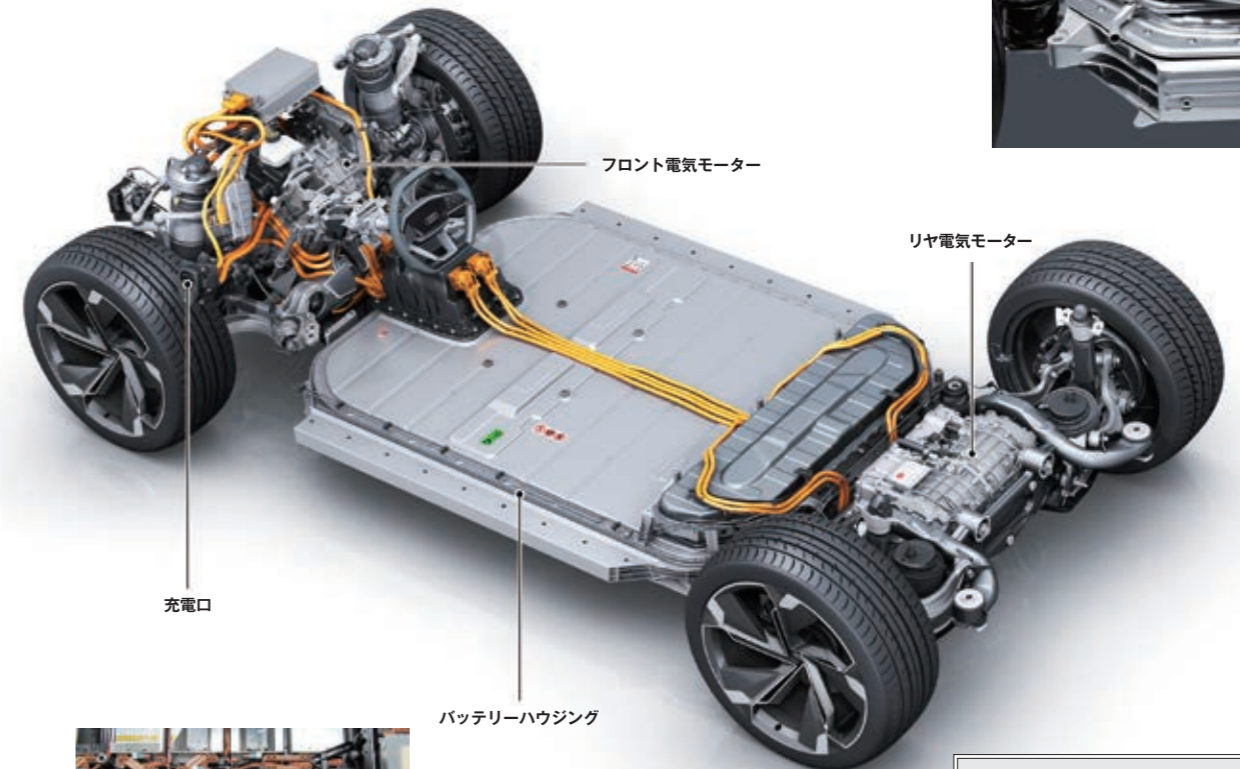
## 超塑性アルミ合金板

超塑性アルミ合金とは、400-500℃の高温で数百%以上の高い伸びが得られる合金のことである。この性質を生かして、ブロー成形（加熱したアルミ合金板を高圧空気で型に押しつける方法）でプラスチック成形のように自由なデザインを実現できるのが特長だ。Al-Mg系合金がベースだから耐食性も高く、溶接性も良く、小ロット生産にも向いている。



テスラModelSでは、複雑な曲面デザインのトランクリッドのパネルを高温ブロー成形により一体成形している。

## リチウムイオン電池材料



### バッテリーハウジング



アウディe-tronが搭載する大容量リチウムイオン電池は、アルミ合金製のモジュールの中に、アルミニウムコーティングされたポリマー製アウタースキンで包まれたバッテリーセルが12個入る。このモジュールがアルミ合金製のハウジングに収まってバッテリーパックとなっている。

- リチウムイオン電池用アルミ材料
- 集電体用電極箔
  - ケース材
  - バスバー材
  - 封口材
  - ラミネート包材

急速に電動化が進む自動車。とくにBEV（バッテリーEV）のクルマの構造は、アルミ製フレームにリチウムイオン・バッテリーを敷き詰め、それをフロア下に置き、車体構造の一部に使う、というのがスタンダードになりつつある。先鞭をつけたのは、テスラであり、BMWのi3だった。アウディもe-tronで同様の構造を採り、ジャガーのI-PACEも同じ考え方だ。EVプラットフォームの標準形と言ってもいいだろう。ここ

でもアルミ合金が多用される。EVの航続距離は搭載するバッテリー容量に依るが、大容量バッテリーを搭載すればするだけ、車重が重くなってしまふ。つまり、バッテリーを積み重ねれば航続距離は伸びるはずだが、バッテリーのせいでどんどん重くなってしまふのは航続距離も運動性能もスポイルされてしまうわけだ。そこで、軽量のアルミ合金を使うことになる。例えば、アウディe-tronのバッテリーハウジングは、

47%がアルミ押出型材、36%がアルミ板材、17%がアルミ鋳造品である。それでも、システム全体の重量は700kgにも及ぶ。スチールを使ったらどれほど重くなってしまふか。しかし、単にアルミを使えばいいというわけでは無論ない。側面衝突時に衝撃を分散してバッテリーを破壊しない工夫や、熱マネジメントなどのノウハウが必要だ。衝撃吸収性や熱伝導性にも優れたアルミを使う理由でもある。

# アルミ合押出材

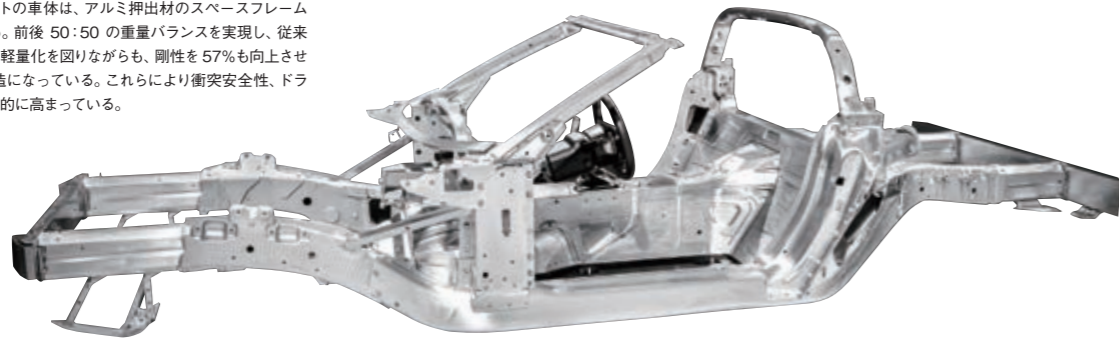
≫ フレキシブルなアルミ押出材が軽量車体構造を支える。

## ▶ アルミ合金押出材

アルミ押出加工は、複雑な断面形状の長尺な製品など他の方法では成形が難しい製品を高精度で製造することができる加工方法だ。押出加工は400~500℃に熱した円柱状のアルミ合金の材料(ピレット)を押出機により強い圧力を加えてさまざまな形状を持つダイスに押しつけ・押し出して、必要とする断面形状の製品を連続的に製造していく。中空断面や、複雑な形状の断面の製品でも一度の押出工程で造り出すことができる。アルミ押出材はスペースフレーム構造にはうってつけの材料だ。

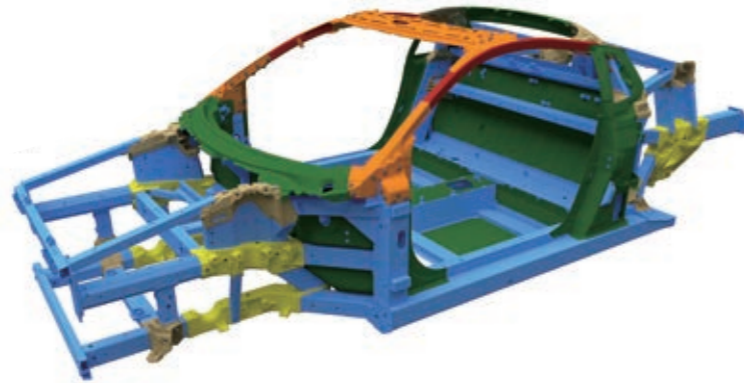


シボレー・コルベットの車体は、アルミ押出材のスペースフレーム構造を採用している。前後 50:50 の重量バランスを実現し、従来モデルから 45kg の軽量化を図りながらも、剛性を 57% も向上させた強靱なボディ構造になっている。これらにより衝突安全性、ドライバビリティが飛躍的に高まっている。



### ● 複数素材を用いたスペースフレーム

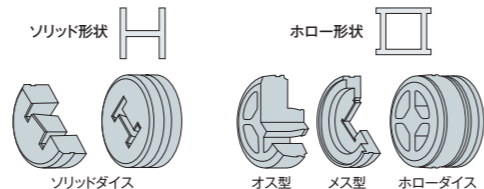
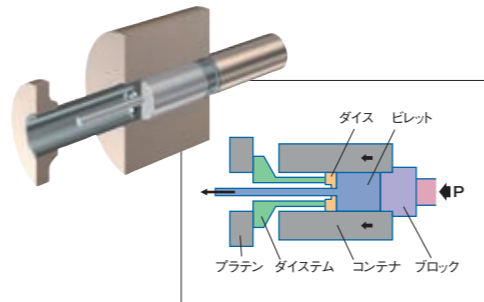
NSX は、オールアルミボディではなく、アルミ、超高強度鋼板、樹脂など複数素材によるスペースフレーム構造を採る。メインで使うのは高強度アルミ押出材である。全体に占めるアルミ合金比率は約 79%。そのほかはスチールが 13.5%、樹脂が 7.4% という比率だ。イラストで黄色く塗られている部分はアブレーション鋳造技術を使ったアルミ合金の鋳物。ここに前後のサブフレーム用の押出成形アルミ部材を結合させる構造だ。



- 押出成形アルミ
- プレス加工アルミ
- 3DQ 超高強度鋼管
- アブレーション鋳造アルミ
- 重力鋳造アルミ
- プレス加工鋼板

### ● ND型ロードスター用フロントバンパー

自動車用バンパーレインフォースメントでは高強度の 6000 系合金が使われることが多かった。マツダ・ロードスターではマツダと UACJ が共同開発した高強度 7000 系合金のホロー形状アルミ押出材を使ってさらなる軽量化が図られている。バンパーレインフォースメントで 4.2kg と超軽量。



# アルミ合金の表面処理

≫ 表面処理で表情を変えるアルミは美しい!

## ▶ 意匠用光輝アルミ合金

アルミニウムの大きな特長にデザイン性にすぐれることが挙げられる。モール、装飾部材、照明用反射板などは、電解研磨、化学研磨によってすぐれた光沢性が得られる光輝アルミ合金が用いられる。アルミニウムの表面は、酸化皮膜で保護されていて無処理でも耐食性に優れるが、さまざまな使用環境に適合するように表面処理により各種特性を高めて利用される。アルミの美しさを際立たせる表面処理の技術がある。

アルミ合金の  
表面処理

- アルマイト
- エッチング
- 塗装(プレコート)
- 印刷
- めっき
- 電解発色法
- 電解着色法
- 染色
- 機能性付与
- デザイン性

### ▶ デザインアルミ合金板インテリアの例

ヘアラインなどの表面研磨処理したアルミ合金パネルはインテリアでよく使われるが、高級車のインテリアは、さらにアルミの美しさを前面に押し出したパーツが用いられている。コンソールパネルやドアトリムなどには、繊細で美しい表面加工・表面処理を施したアルミ合金パネルが使われている。



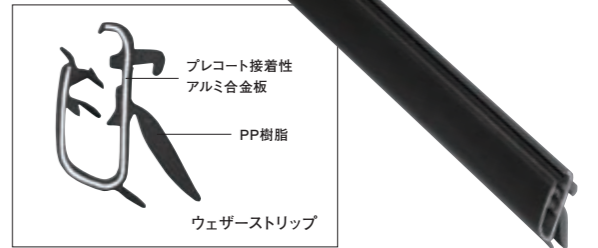
### ▶ アルマイト処理(陽極酸化皮膜処理)

電気めっきはめっきする対象物を陰極にして電解液中の金属イオンを還元析出させるが、アルマイトはアルミニウムを陽極にして電解し、酸化アルミニウムの強固な皮膜を形成する処理。UACJでは化学研磨、電解研磨によってすぐれた意匠性が得られる上に、アルマイト性を確保できる世界でも僅少な光輝アルミ板材料を製造している。

## ▶ プレコート機能性アルミ合金板

下地処理を施したアルミ合金板に、ロールコーター塗装ラインにより各種の機能性のある樹脂をコーティングしたアルミ板。成形加工後の塗装(ポストコート)や表面処理を省くことができると共に、高い保護力やさまざまな機能性が得られる。

機能	付与される機能特性
潤滑性	揮発性プレス油での成形が可能で脱脂工程を省略できる
接着性	樹脂との接着性にすぐれるため接着剤の塗布を省略できる
放熱性	放熱性に優れた塗膜により内部の熱を効率的に放散させる
導電性	塗膜の上から導通がとれる優れた導電性をもつ

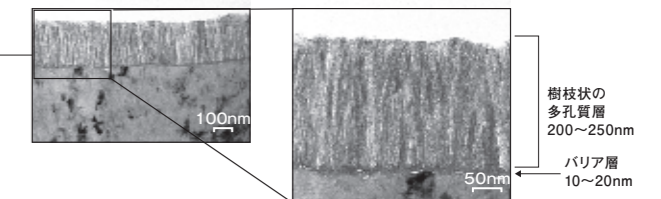


プレコート接着性  
アルミ合金板

ウェザーストリップの強度を支えるのは、塗膜密着性のための下地処理を行ない、樹脂との接着性の高い塗装を施したアルミ合金板。

## ▶ 高接着性表面処理アルミ板「KO処理」

KO処理は、アルミ板をアルカリ性の電解液中で交流電解処理することで、多孔質で樹枝状の複雑な形状の酸化皮膜を形成する処理。通常の陽極酸化皮膜の厚みは2~10µm。KO処理の厚みは200~250nm(KO処理は陽極酸化処理の1/10~1/40と非常に薄い)。KO処理したアルミ板は、異種材料との接着性に優れる。



# アルミ合金の接合技術

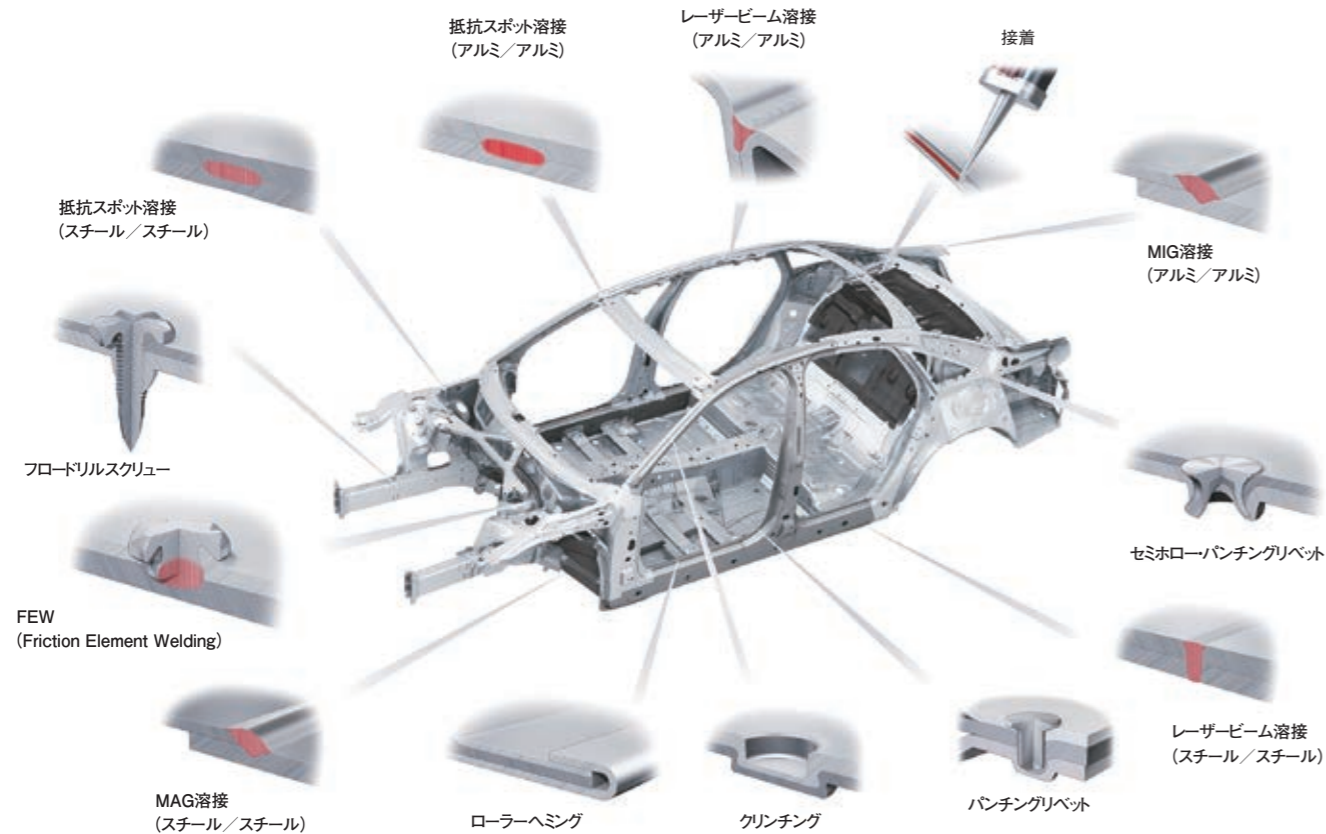
≫ マルチマテリアル化の流れのなかでも存在感を高めるアルミニウム。

軽量化のためにアルミ合金が使われるようになり、自動車製造でのアルミ接合技術は飛躍的に進化した。レーザー溶接をはじめ、部材を溶融させずに接合するFSW(Friction Stir Welding=摩擦攪拌接合)も広く使われるようになった。メカニカル接合と呼ばれる部材どうしをリベットやボルト、ねじ類を用いて締結する技術では、

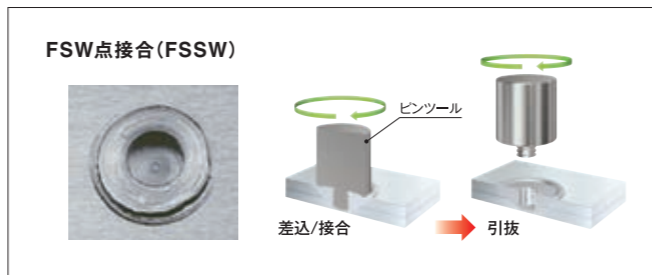
セルフピアシング・リベットなどが進化を遂げている。メカニカル・クリンチングと呼ばれるリベット類を用いずにかしめる技術もある。マルチマテリアルのボディ構造が増加する背景には、構造用接着剤の広がりや、アルミと鋼材、アルミと樹脂のような異種材料の接合技術の深化がある。接合技術はアルミ合金の利用拡大だ

けでなく、軽量ボディやシャシー構造そのものを変えてしまえるトレンドな技術と言えるだろう。アウディA8では、接着剤も含めて11種類もの接合方法が使われている。アルミ/アルミやスチール/スチールの接合は問題ないが、アルミ/スチールなど異材質の接合では電位差による腐食対策が重要になる。

## マルチマテリアル化で進化するアルミの接合

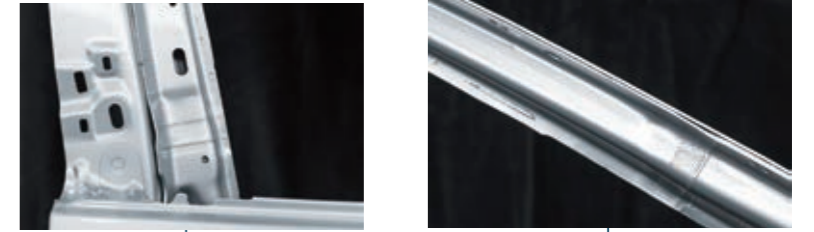


● FSW・FSSW  
摩擦攪拌接合は、先端に突起のある円筒状工具を回転させながら部材に貫入し摩擦熱により母材を軟化させ、接合部周辺の塑性流動により練り混ぜる接合法。異種素材の接合にも有用。FSW: Friction Stir Welding (摩擦攪拌接合)、FSSW: Friction Stir Spot Welding (摩擦攪拌点接合)

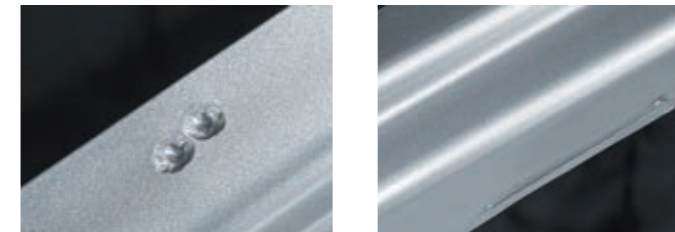


## テラードブランク

テラードブランクとは、板厚や材質の異なる複数の素材を接合してからプレス成形する技術である。必要に応じて板厚を最適配置できるため軽量化に効果がある。また部品形状に近い材料取りが行なえるため歩留まりも向上し、部品点数を減らし、金型の数も削減できる。テラードブランクで重要なのは接合部だ。熱影響部が少なく継手形状が滑らかでプレス成形に影響が少ない接合方法が適していると言える。写真は、LEXUS LS500 のドアパネル。帯状に見えるところが、TB (テラードブランク) 材のFSW (摩擦攪拌接合) 接合の位置。テラードブランクは、板厚の異なるアルミ板材を接合し一体化した後、プレスして成形している。

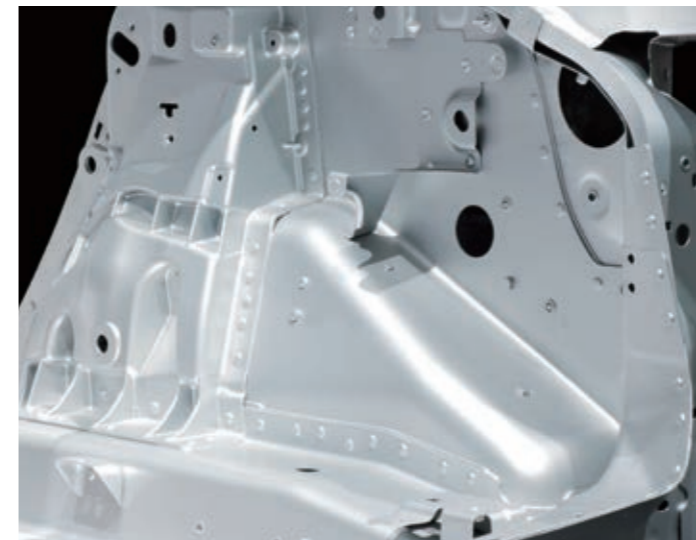


## 各種の接合技術



↑トヨタの独自技術であるLSW(レーザースクリュウウェルディング)は、スポット溶接と比べて溶接打点のピッチを短くできる。LSは、ふたつ1セットで使っている。

↑細いビードが見えるが、これは点ではなく線で接合するレーザー溶接。レーザー溶接には熱歪みが極小に抑えられるメリットもある。



## 接着

ボディ各部の接合剛性を高めることは、車両応答性の向上と乗り心地の質に直結する。車体接合部をスポット溶接の様な点接合だけではなく、接着剤を併用して面接合とすることにより、ボディ剛性が增大する。接着部の強度を向上することで、板厚を薄くすることも可能となり軽量化も図れる。これらに用いるのは構造用接着剤と呼ばれる、強度や耐久性を要する部材に使う接着剤だ。異種材料の接合でも接着が取り入れられている。



軽量化のためにアルミ合金と樹脂の異種素材を組み合わせたステアリング・ハンガービーム。

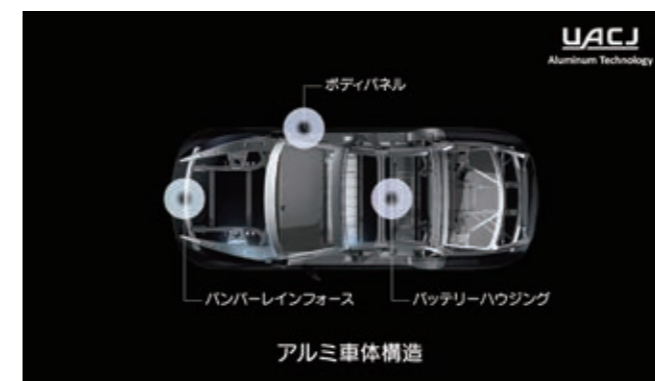
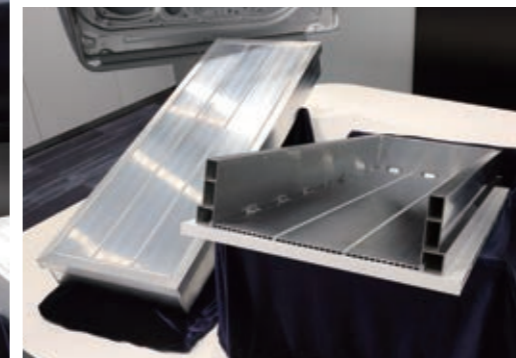
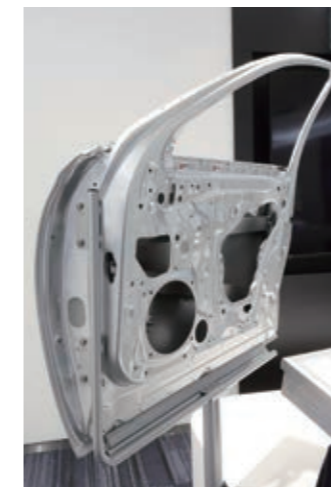
## アルミ素材メーカーとしての技術を活かし、 電動化に対応した新たな力多チを生み出す



UACJ R&Dセンター1階に設けられたイノベーションエリア「U-AI Lab.」。読みは「ユーアイ」だが、アルミニウムの「AI」とも掛けている。さまざまな部材から成形、接合、表面処理まで、アルミに関するあらゆる製品や技術を展示。意外な機能や使い道のものも並ぶ、アイデアの宝庫だ。



オープンイノベーションを志向し広いスペースが用意されていた自動車技術コーナー。ボンネットフード、バンパーレインフォース、フロントドアなどが並ぶ。中央にはパワートレインの電動化に向けたバッテリーハウジング(試作品)を展示。



アルミ車体構造



リニューアルされたR&Dセンター。外観はアルミハニカムパネル製だ。

どの部材を、CAE解析技術を駆使して最適な断面形状で設計し、材料メーカーの視点から開発に関与して完成品に繋げている。

アルミは伝熱性・放熱性の高さ、耐食性の良さを活かして、エアコンやラジエーターなどほとんどの熱交換器に利用されている。UACJには、それら熱交換材料の開発や、フラックスフリーろう付、プレコートなどの表面処理技術の豊富なノウハウが蓄積されている。「今後のクルマ創りにおいては、マルチマテリアル化による電食の問題をコーティング技術で解決するなど、材料メーカーとしてアプローチして、表面処理、接合、加工のソリューションを提供していきたい」(R&Dセンター副所長 細見 和弘氏)

イノベーションエリアには、冷却用クーラントの流路を設けた中空の押出型材をFSW(摩擦攪拌接合)で接合したというバッテリーハウジングも展示されていた。「多くの展示サンプルはいわば叩き台です。お客様のクルマ創りにマッチするご覧いただきご要望をお聞きしたい」(R&Dセンター所長 渋谷和久氏)

アルミは、リチウムイオン電池材料として、集電体用電極箔、ケース材、バスバー材、端子タブリード材などの周辺材料に広く用いられその役割は大きい。バッテリーは、充放電で熱が絶えず発生するため、温度を一定に保つための熱マネジメントシステムも重要になる。「サーマルマネジメントへの対応は欠かせません。長年に亘り蓄積した様々な技術の引き出しから複合化を図り、お客様が使いやすい形でご提供したい」(R&Dセンター副所長 細見 和弘氏)

CO<sub>2</sub>排出量削減のための自動車軽量化のニーズの高まりから、アルミの利用技術の開発が進められている。イノベーションエリアでの技術展示を通じて、アルミ材料の多種多様な可能性を体感したが、その技術開発において中心的な役割を果たし、クルマ創りの原動力となっているのが、UACJ R&Dセンターのエンジニアマインドであった。



株式会社UACJ  
取締役兼専務執行役員  
R&Dセンター 所長

渋谷 和久氏  
Kazuo SHIBUYA



株式会社UACJ  
執行役員  
R&Dセンター  
副所長  
北米 R&D センター  
センター長

細見 和弘氏  
Yasuhiro HOSOMI

## アルミの機能性を引き出すクルマ創りのヒントが所狭しと並ぶ

これほどまでに豊かな世界が広がっていると想像しなかった。2019年2月全面リニューアルされたUACJ R&Dセンターのイノベーションエリア「U-AI Lab. (ユーアイラボ)」を訪れた。

UACJは世界でも有数の規模を持つアルミニウム圧延メーカーだ。

R&Dセンターの前身は、古河電工と住友金属工業の軽金属研究陣に遡る。1936年には、航空機用アルミ材料として世界最高強度のアルミ合金である超々ジュラルミン「ESD」(Extra Super Duralumin)を五十嵐勇博士が発明し、世界を驚かせたことは有名だ。1978年には国内で初めて自動車ボディパネル用アルミ合金を開発している。経営統合によるUACJの発足は2013年だが、各々が長い歴史のなかで培ってきた技術が着実に受け継がれている。

現在、日本、北米、タイと世界3カ国に拠点を持つ、UACJのR&Dセンターには、アルミ圧延業界では世界トップクラスとなる約300名の研究員を擁するアルミの専門集団が所属する。

自動車へのアルミ板の利用は、鉄からの材料置換により、ボンネットからはじまり、フェンダー、トラックリッド、ドアなどのボディパネル全般に拡大した。大型パーツをアルミ化する場合、スプリングバックが課題となり成形性と形状保持性の面でハードルがある。さらに、アルミ化を積極的に進める欧州メーカーの場合プレス工程は5~6工程で行なう場合が多いのに対し、国内メーカーの場合は4工程でプレスするため、金型技術の開発も必要となる。

「アルミ圧延品の専業メーカーとしての強みを活かして、スチール並みに使いやすいアル

ミ合金の開発を目指し、技術開発を総合的に進めてお客様のクルマ創りを支援します。」(R&Dセンター所長 渋谷和久氏)

いっぽう、アルミ押出材は、軽量・高剛性であることに加え、衝撃吸収力にも着目され、バンパーやシャシー部材に拡大している。その代表例が、バンパーレインフォースASSYだ。バンパービームやクラッシュボックスな



# 代表的な自動車用アルミ合金の種類と機械的性質

自動車用部品には、使用部位に必要とされる強度・加工性・耐食性などの諸特性に基づいてさまざまなアルミ合金が用いられる。アルミ合金は元素の添加と、熱処理や加工により特性を変化させる調質（質別）との組み合わせにより、優れた特性の材料が開発・製造されている。

合金系	JIS呼称	AA <sup>*</sup> 相当合金	UACJ呼称・質別	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	板	押出	自動車への適用
1000系	1085	1085	A85-H26	120		15	○		光輝意匠用合金板 表面程度 LF, HB
			A370-O	85		40	○		光輝意匠用合金板 表面程度 BF, MF
			A370-H24	120		23	○		光輝意匠用合金板 表面程度 BF, MF
2000系	2013	2013	113S-T6	400	375	12		○	押出用高強度合金 ホロー押出性良好
	2014	2014	2014-T4	420	285	20		○	押出用高強度合金
	2014	2014	2014-T6	480	410	13		○	押出用高強度合金
	2017	2017	2017-T4	440	275	22		○	押出用高強度合金
	2024	2024	2024-T4	470	325	19		○	押出用高強度合金
	2014	2014	2014-T6	480	410	13		○	高強度鍛造用合金 鍛造性・切削性最良
			2618-T6	440	370	10		○	高温強度鍛造用合金 鍛造性・切削性最良
			CG29-T6	520	400	14		○	高温強度鍛造用合金 鍛造性・切削性最良
3000系	3003		3003-O	115	40	40		○	配管用合金 ホロー押出性良好
4000系	4032	4032	4032-T6	380	315	9		○	耐摩耗性鍛造用合金 鍛造性・切削性・耐食性良好
			TF06B-T6	380	245	10		○	耐摩耗性鍛造用合金 鍛造性・切削性・耐食性良好
			SC100-T6	440	390	8		○	耐摩耗性鍛造用合金 鍛造性・切削性・耐食性良好
			TF12B-T6	430	380	8		○	耐摩耗性鍛造用合金 鍛造性・切削性・耐食性良好
5000系	5052	5052	52S-O	195	90	25		○	ボディパネル用合金 n値 <sup>*2</sup> =0.26, r値=0.70
	5182	5182	GM145-O	275	135	27		○	ボディパネル用合金 n値 <sup>*2</sup> =0.33, r値=0.55
		5022	GC45-O	280	130	28		○	ボディパネル用合金 n値 <sup>*2</sup> =0.31, r値=0.70
	5052	5052	52S-O	195	90	25		○	高強度構造用合金 せん断強さ120N/mm <sup>2</sup>
		5454	D54S-O	225	100	27		○	高強度構造用合金 耐応力腐食割れ性最良
	5154	5154	A254S-O	240	115	27		○	高強度構造用合金 耐応力腐食割れ性良好
	5083	5083	183S-O	290	145	24		○	高強度構造用合金 せん断強さ170N/mm <sup>2</sup>
	5110	5110A	257S-O	110		30		○	光輝意匠用合金板 表面程度 HB, BF, MF
	5110	5110A	257S-H24	150		15		○	光輝意匠用合金板 表面程度 HB, BF, MF
	5657	5657	F57S-H26	170		12		○	光輝意匠用合金板 表面程度 LF, HB, BF
	5252	5252	B152S-H24	220		10		○	光輝意匠用合金板 表面程度 BF
	5154	5154	254S/5154-O	240	117	27		○	押出用高強度合金
	5083	5083	5083-O	290	145	25		○	押出用高強度合金

\*1 AA: The Aluminum Association (米国アルミニウム協会)

\*2 2%から最大荷重までの平均値

※BH型ボディパネル合金のベーク条件: 予ひずみ2%付与後、170°C×20min後の試験値

注記: 一覧表は合金系毎に、自動車へ適用部位を優先して整理してあります。従って材質の表示が一部重複して表示されます。数値の表示は代表値で、保証値ではありません。

合金系	JIS呼称	AA <sup>*</sup> 相当合金	UACJ呼称・質別	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	板	押出	自動車への適用
6000系		6116	SG712-T4	240	130	28		○	ボディパネル合金 高BH型 ベーク後耐力 205N/mm <sup>2</sup>
		6116	SG712-T4	245	135	30		○	ボディパネル合金 高成形型 ベーク後耐力 170N/mm <sup>2</sup>
		6005	TM30-T4	210	110	27		○	ボディパネル合金 高BH型 ベーク後耐力 190N/mm <sup>2</sup>
		6111	TM66-T4	240	115	29		○	ボディパネル合金 高BH型 ベーク後耐力 210N/mm <sup>2</sup>
	6061	6061	561S-O	120	45	34		○	高強度構造用合金 耐応力腐食割れ性良好
	6061	6061	561S-T6	315	275	17		○	高強度構造用合金 せん断強さ205N/mm <sup>2</sup>
		6111	SG09-T6	315	260	16		○	高強度構造用合金 耐応力腐食割れ性良好
	6005C	6005C	6005C-T5	260	220	12		○	押出用高強度合金 ホロー押出性良好
	6061	6061	6061-T6	315	275	19		○	押出用高強度合金 ホロー押出性良好
	6061	6061	661S/CM61-T6	340	300	18		○	押出用高強度合金 ホロー押出性良好
			SG109-T6	310	270	14		○	押出用高強度合金 ホロー押出性良好
			SG310-T6	400	365	18		○	押出用高強度合金 ホロー押出性良好
	6061	6061	6061-T6	315	275	19		○	高強度鍛造用合金 鍛造性・耐食性最良、切削性良好
6082	6082	6082-T6	325	300	18		○	高強度鍛造用合金 鍛造性・耐食性最良、切削性良好	
		SG210-T6	400	360	18		○	高強度鍛造用合金 鍛造性・耐食性最良、切削性良好	
7000系	7003	7003	ZK141-T7	360	280	16		○	高強度構造用合金 せん断強さ190N/mm <sup>2</sup>
	7075	7075	75S-T6	570	510	11		○	高強度構造用合金 せん断強さ330N/mm <sup>2</sup>
	7003	7003	7003-T5	310	260	16		○	押出用高強度合金 ホロー押出性良好
	7204	7204	7204-T5	360	320	14		○	押出用高強度合金 ホロー押出性良好
	7204	7204	K70Y-T5	415	360	16		○	押出用高強度合金 ホロー押出性良好
			ZK55-T6	420	380	14		○	押出用高強度合金 ホロー押出性良好
		7046	ZK170-T6	450	420	14		○	押出用高強度合金 ホロー押出性良好
			ZK80-T6	500	470	14		○	押出用高強度合金 ホロー押出性良好
	7075	7075	7075-T6	590	540	14		○	押出用高強度合金
	7050	7050	7050/ZG62-T6	620	570	13		○	押出用高強度合金
			ZC80-T6	630	580	13		○	押出用高強度合金
			ZC88-T6	650	600	13		○	押出用高強度合金

## クルマ創りを支えるUACJの次世代アルミニウム技術

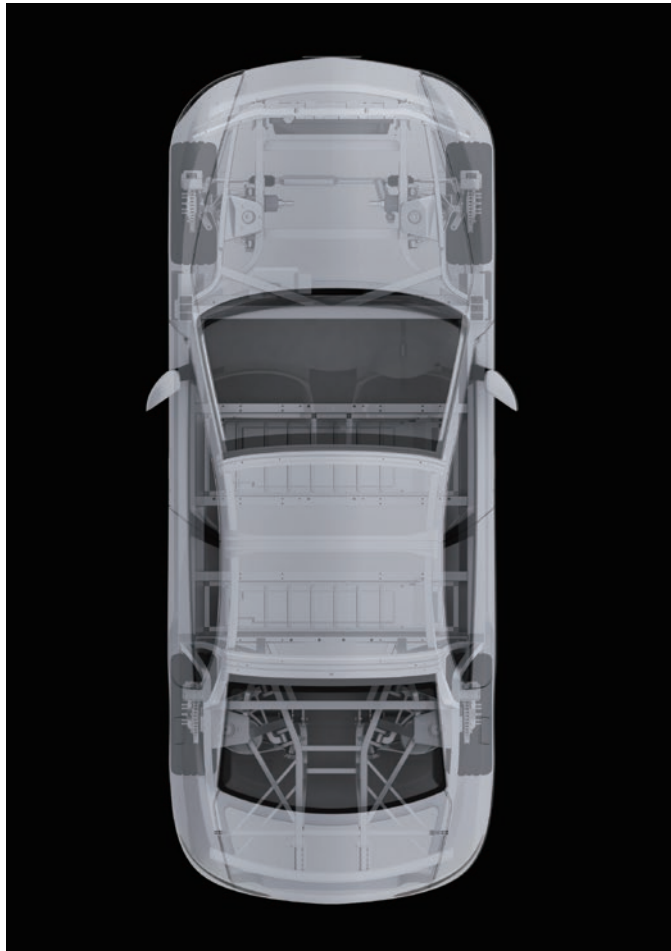
UACJのR&Dセンターでは、クルマの軽量化・電動化に貢献するため、さまざまな自動車部材の研究開発を全方位で行っている。マルチマテリアル化を支えるアルミ合金の材料開発から、加工・接合・表面処理などの利用技術の開発、UACJ独自のCAEを用いた製造の最適化を追求している。

■UACJ R&Dセンター 所在地: 愛知県名古屋市中区、北米R&D Center, R&D Center (Thailand)

社名	株式会社UACJ (英文名: UACJ Corporation)
本社	東京都千代田区大手町1丁目7番2号
事業内容	アルミニウム・銅等の非鉄金属及びその合金の圧延製品・鋳物製品・鍛造製品並びに加工品の製造・販売等
資本金	522億77百万円







## UACJ Aluminum Material for Automobiles

The environment-friendly metal underpinning  
next-generation automobile development

### くるまの未来は、アルミニウムの活躍にかかっている

環境規制の厳格化に向かって世界中が舵を切るなか、  
自動車における省エネルギー化に注目が集まっている。  
内燃エンジンを搭載する車もEVも共に抱えるテーマは軽量化であり、  
比強度の高い環境金属アルミニウムは最適ソリューションといえる。  
アルミニウム部材を圧延から一貫して手がけるUACJでは、  
表面処理や加工・接合方法など、アルミ材料の利用を促進する技術や  
多岐にわたる永年のノウハウが蓄積されていて  
現在も研究開発が精力的に進められている。  
目指すは、誰もがまだ見ぬ新しいアルミニウムの姿だが、  
それは同時にくるまの未来でもある。