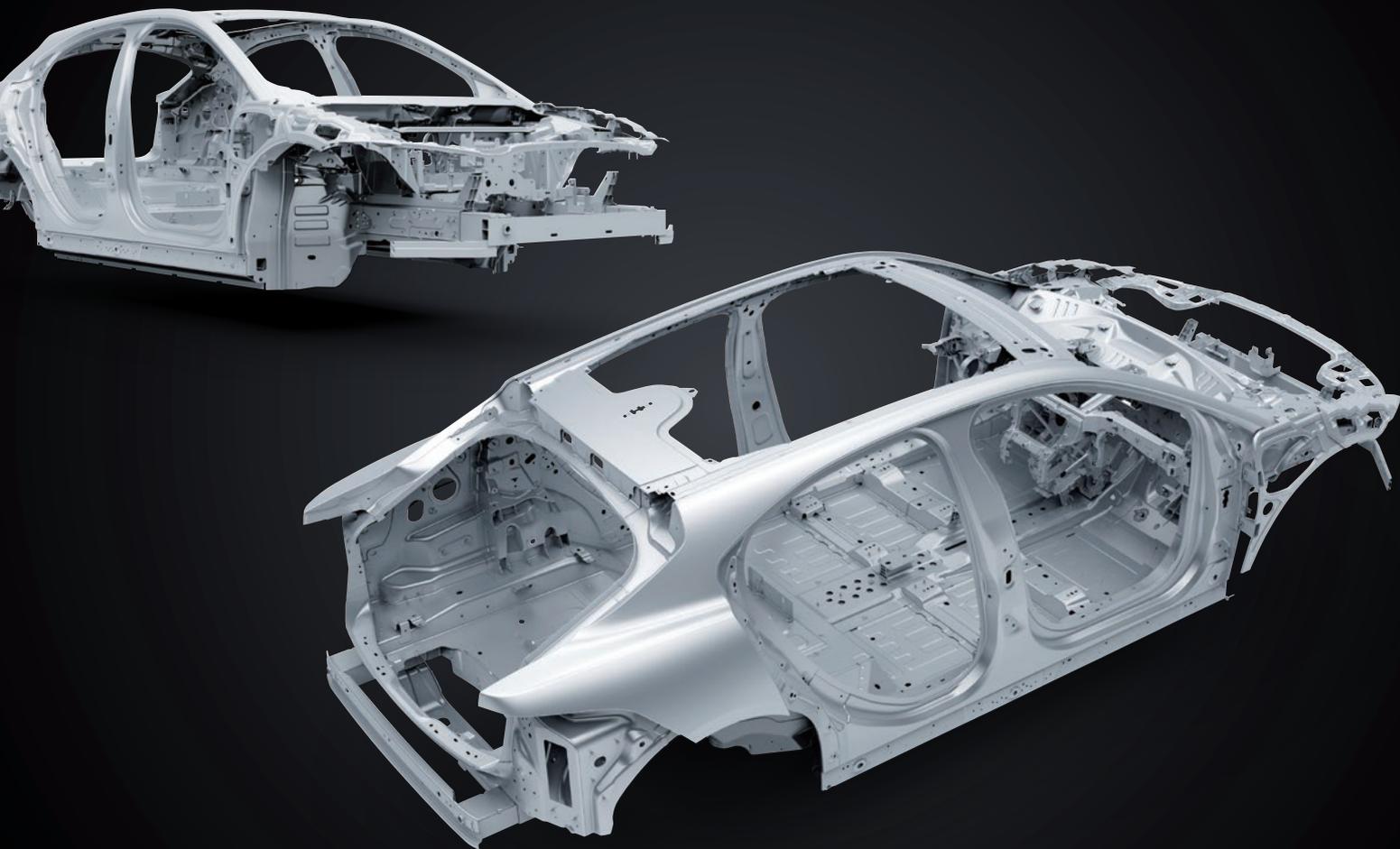


UACJ

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.140] 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4

ALUMINUM

Smart Developments

最量販ピックアップのアルミ化がもたらした影響

FORD F-150

自動車に使われる素材はさまざま。とは言っても、主となる材料は、いまも昔も「鉄」である。材料置換は、鉄を別の素材に置き換えることを意味することが多い。その代表選手が、アルミである。自動車の最新アルミ事情について、株式会社UACJのR&Dセンターの新倉昭男氏に訊いた。

アルミは合金化され、自動車のさまざまなパーツに使われている。電気自動車のバッテリーケース、熱交換器などがその代表例だが、ここではボディやシャシーなどで使われるアルミについて取り上げる。アルミを使う最大のメリットは「軽量化」だ。

厳しくなる燃費規制に対応するためには軽量化が欠かせない。とくにPHEVやEVでは、車重が航続距離に大きく影響する。アルミは、他の軽量化材料と比較して、強度・延性バランスに優れ塑性加工用の材料として適しているが、鋼材と比べると伸び、形状凍結性（アルミではスプリングバックが課題となる）が悪く、成形のしやすさでは鉄に敵わない。また、熱・電気伝導率、線膨張率が高いので、溶接は鉄よりも難しいという特性もある。

自動車用材料では、「オールアルミ化」「超高張力鋼板まで使って鉄をフルに使い切る」「鉄と

アルミ合金のハイブリッドボディ」「鉄とアルミ、そしてCFRPまで使ったマルチマテリアル」という4つの流れがある。初代のホンダNSXやアウディが手掛けた「オールアルミ化」はやや後退し、適材適所でアルミやカーボン（高級車、スポーツカーに限定される）を使うというのがトレンドだ。いまもっともアルミ需要が大きいのは北米だ。その先鞭を付けたのがフォードのF-150である。最量販ピックアップトラックのアルミ化が自動車業界に与えた影響は凄まじかった。大型の車両をアルミ化すると軽量化効果も大きく、F-150では320kgにもな

る。これが小型車になると、もともと軽く小さい分、アルミ化による軽量化効果は薄い。アルミ化によるコスト上昇分を吸収できる大型・高価格車からアルミ化が進んでいるが、これがどこまで下位セグメントまで降りてくるか。F-150のアルミ化が、一般消費者に与えたインパクトは小さくない。北米を代表する最量販モデルがアルミ化したことで、「アルミってカッコいい」「アルミの方が先進的」というイメージが生まれている。軽量化、燃費改善だけでなくイメージアップも、自動車のアルミ化の推進力になっているという。北米では、乗用車1台に使

用されるアルミボディシートの量が、2012年の6.3kgから25年には61kgと約10倍に急増すると予測されている。

高級乗用車のボンネットをアルミ化することから始まったボディパネルのアルミ化の流れは、トランクリッドやリアゲートまで拡大し、今やドアパネルに及んでいる。その先は？と新倉さんに訊くと「ルーフです。ルーフをアルミ化するには、サイドパネルアウターのアルミ化が必須です。つまり、ルーフとサイドパネルアウターはセットです。大型部品のサイドパネルアウターをアルミ化するには、成形性に

優れたアルミ合金を開発しなくてはなりません。その意味でも、我々UACJだけでなく、世界のアルミメーカーにとって、ルーフのアルミ化は念願なんです」とのことだった。



株式会社UACJ R&Dセンター
第二開発部 部長
新倉 昭男 Akio NIKURA

FORD F-150



フォードF-150の衝撃

2015年にデビューしたフォードF-150が与えた影響は、まさに「衝撃」だった。北米の燃費規制（CAFE）への対応で、フォードが最量販モデルである、ピックアップトラックのF-150のアップパーボディをアルミ化したのだ。アルミ化による軽量化効果は約320kgにも及ぶ。2016年に85万台のピックアップトラックで使われたアルミ板材は約35万トンと推計される。F-150に影響されて、GMも2018年に主力ピックアップトラックのシルバラードをアルミ化した。こちらの軽量化効果は204kgだ。

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。フォードF-150は、スモールオーバーラップ含め全ての衝突試験で最高のGOOD評価を受けている。

アルミのリサイクル特性を考える

2015年のフォードF-150でアルミが使われるのは、エンジン、ホイール、ボディだ。F-150のフレームは依然としてスチール製だがボディパネルはほぼすべてアルミ合金製だ。リサイクル性に優れるのがアルミ合金の最大の長特だが、現状では最終的にエンジンのシリンダーブロックに使われることが多い。アルミの採用は今後も増加してゆくが、電動化が進み、エンジンからモーターへの転換が拡大したとき、リサイクル・アルミをどう使うか、というのも研究テーマだという。



地域	取り組み
欧州	2021年目標で既に世界で最も厳しい水準（CO ₂ 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 ₂ ）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 ₂ 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。

LEXUS LSに込められたアルミ 化のテクノロジー

LEXUS LS



新型レクサスLSは、超高張力鋼板とアルミ合金を多用した最新のボディを持つ。ボディ骨格には超高張力鋼板とホットスタンプ材を使い、ふたモノにはアルミを多用する。ボンネットフードやトランクリッド、フェンダーのアルミ化は、いわば定番だが、LSはドアのアルミ化にも取り組んだ。もちろん、軽量化が主目的で、アルミ化することでスチール製と比較して25%程度の軽量にできたという。ドアは4枚あるから軽量化効果も大きい。

新型LSのドアは、インナー／アウトーパーネルともに6000系のアルミ合金を使う。複雑な形状に成形する必要があるインナーパネルは、ス

チール製の場合は軟鋼を、アルミ化する場合でも成形性の高い5000系を使うことが多い。対してアウトーパーネルは耐デント性を考慮して6000系を使う。今回トヨタが選んだのは両方に6000系を使うことだった。とくに難しいのは、インナーパネルの一体成形だ。他社だと3分割するところをLSでは一体成形している。トヨタの生産技術によるところが大だが、その後方支援を行なったのが、アルミメーカーのUACJだった。

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る。全体の寸法精度を高く保つのは、成形性と形状性で非常に高いハード

ルがある。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工程で行なうことが多い。これに対して、鋼材メーカーが成形性の高い材料を供給できる国内メーカーの場合は、4工程でプレスする。鉄からアルミへの材料置換といっても、もちろん材料を変えるだけですぐにはできるわけではない。鉄よりも成形が難しいアルミを4工程で成形するには、金型技術から開発しないと不可能だ。鉄だと1回で絞るところをアルミ合金だと2回の絞り工程が必要だ。そうすると鉄が3回で行なう工程を2回でこなす必要がある。この難しさを克服したのはまさにトヨタの生産技術だ。



トヨタ自動車株式会社
MS車両品質生技部
静的品質計画室 主任
橋屋 博章
Hiroaki HASHIYA

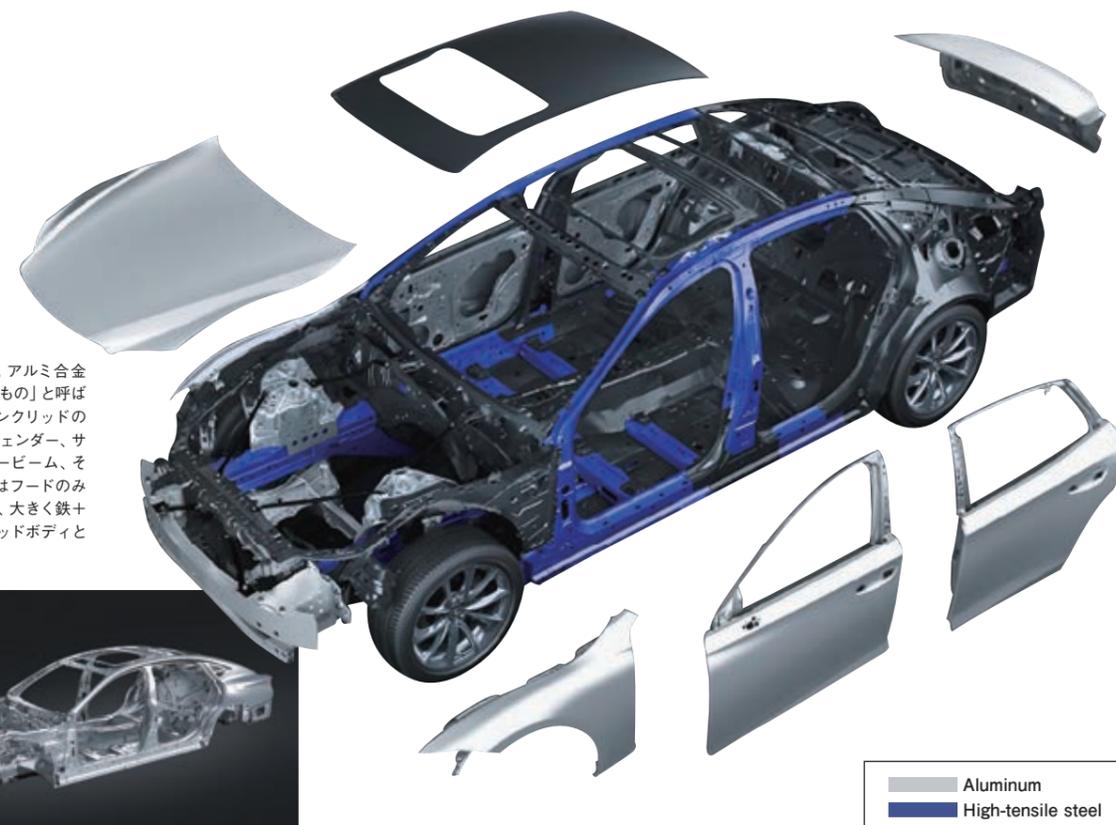


レクサス統括部
生産技術室
樋口辰哉
Tatsuya HIGUCHI



トヨタ自動車株式会社
MSボデー生技部
技術統括室 主任
日置 亨
Tohru HIOCKI

(Motorfan Illustrated Vol.138)



■LS500

新型LSのボディ。アルミ合金を使うのは、「ふたもの」と呼ばれるフード、トランクリッドのほかに、フロントフェンダー、サスタワー、バンパービーム、そしてドアだ。先代はフードのみアルミだったので、大きく鉄+アルミのハイブリッドボディとなったわけだ。

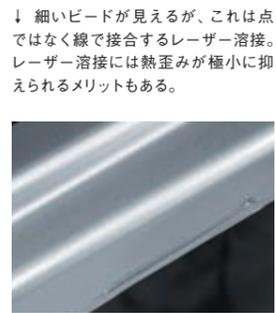
■ Aluminum
■ High-tensile steel

進化を遂げたアルミ部材の接合技術

LEXUS LS



← トヨタの独自技術であるLSW（レーザースクリーウェルディング）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。今回は、ふたつ1セットで使っている。

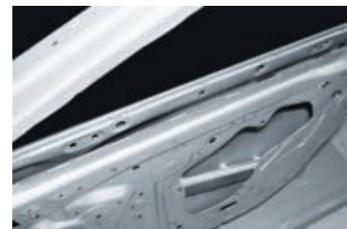


↓ 細いビードが見えるが、これは点ではなく線で接合するレーザー溶接。レーザー溶接には熱歪みが極小に抑えられるメリットもある。



←↑ 横から見ると、インナーパネルの紋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。

→ SPR（セルフピアシングリベット）も多用している。アルミ/アルミの接合でSPRが使われるのは、アルミは熱伝導率が鋼材より高く、スポット抵抗溶接が難しいからだ。



↑ サッシュの部分は通常は別部品だが、LSでは一体で成形している。ドアのアウターリフォースには、板厚の異なる板材をTB（テラードブランク）した6000系アルミ合金を使っている。ドア内部のビームはアルミの押出材だ。

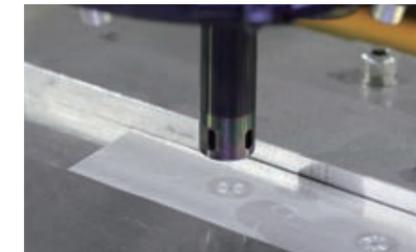


←↑ 帯状に見えるところが、TB（テラードブランク）材のFSW（摩擦攪拌接合）接合の位置。テラードブランクは、板厚の異なるアルミ板材を接合し一体化した後、プレスして成形する製法。必要な強度を確保したまま、部品点数を削減し大幅に軽量化できる。

レクサスLSのアルミ合金製ドアは、接合技術のショーケースでもある。アウターとインナーパネルの通常のヘミングだけでなく、LSW（レーザースクリーウェルディング）、SPR（セルフピアシングリベット）、FSW（摩擦攪拌接合）、FSSW（FSWの点接合）、レーザー溶接などを

適材適所で使う。ドアインナーのヒンジの部分など、高い剛性が要求される部分の板厚を厚く、それ以外は薄くするために、FSWで板厚の違う材料を接合したあとプレスして成形するテラードブランク（差厚接合アルミ板）も採用されている。ひと言でアルミ化と言っても、実際

に市販車に採用されるためには数多くのハードルと、それを乗り越える時間が必要だ。LSのアルミ合金製ドア製造で確立された、材料技術・成形技術・接合技術は、次期に開発されるモデルへの展開も可能になる。それが楽しみだと、UACJの八野氏は語った。



■FSW・FSSW

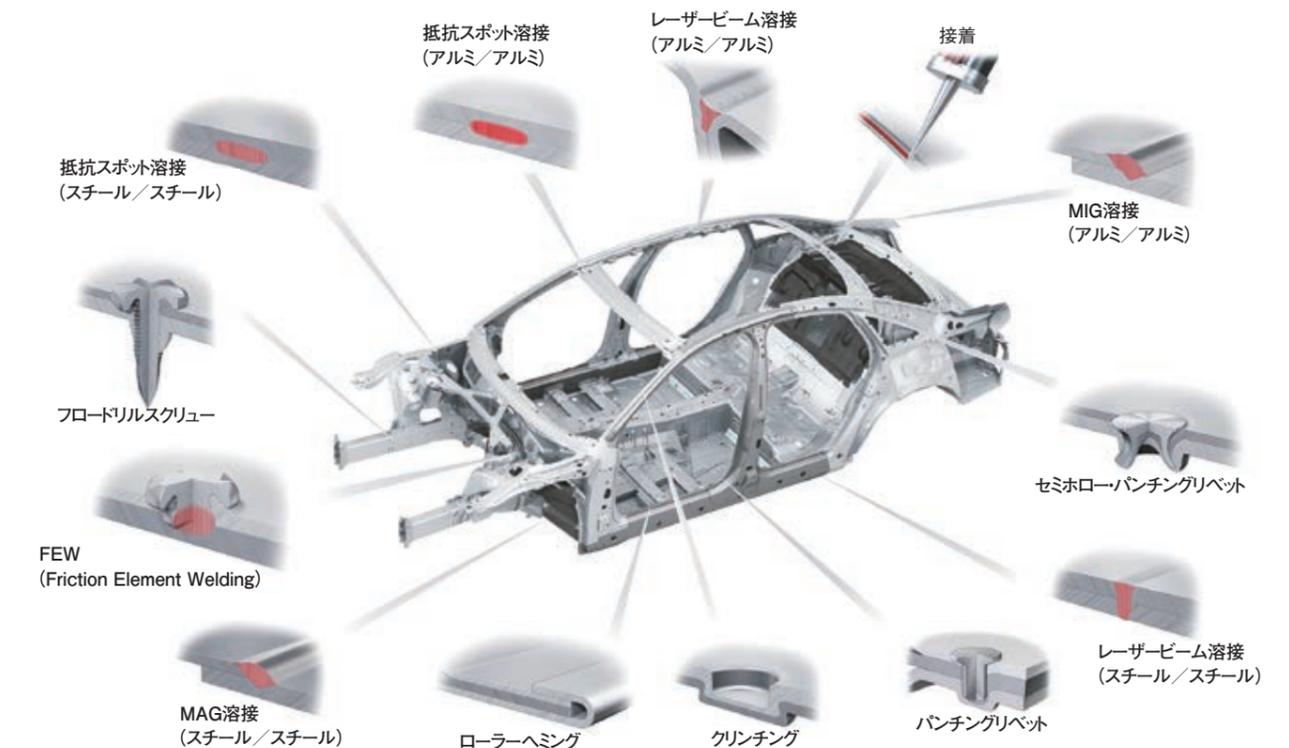
摩擦攪拌接合は、先端に突起のある円筒状工具を回転させながら部材に貫入し摩擦熱により母材を軟化させ、接合部周辺の塑性流動により練り混ぜる接合法。異種素材の接合にも有用。FSW：Friction Stir Welding（摩擦攪拌接合）、FSSW：Friction Stir Spot Welding（摩擦攪拌点接合）



株式会社UACJ R&Dセンター
第二開発部 自動車材料開発室 主査
八野 元信 Motonobu HACHINO

マルチマテリアル化で進化するアルミの接合

マルチマテリアルを使いこなすには、素材にあった接合方法が重要だ。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が問題となる。A8でもセルフピアシング・リベット接合など、アルミ/超高張力鋼板の接合があるはずだが、それは図には書いていない。アウディは、Q7でアルミ/超高張力鋼板のFEW（Friction Element Welding）という接合を世界で初めて採用、A8でも使っている。

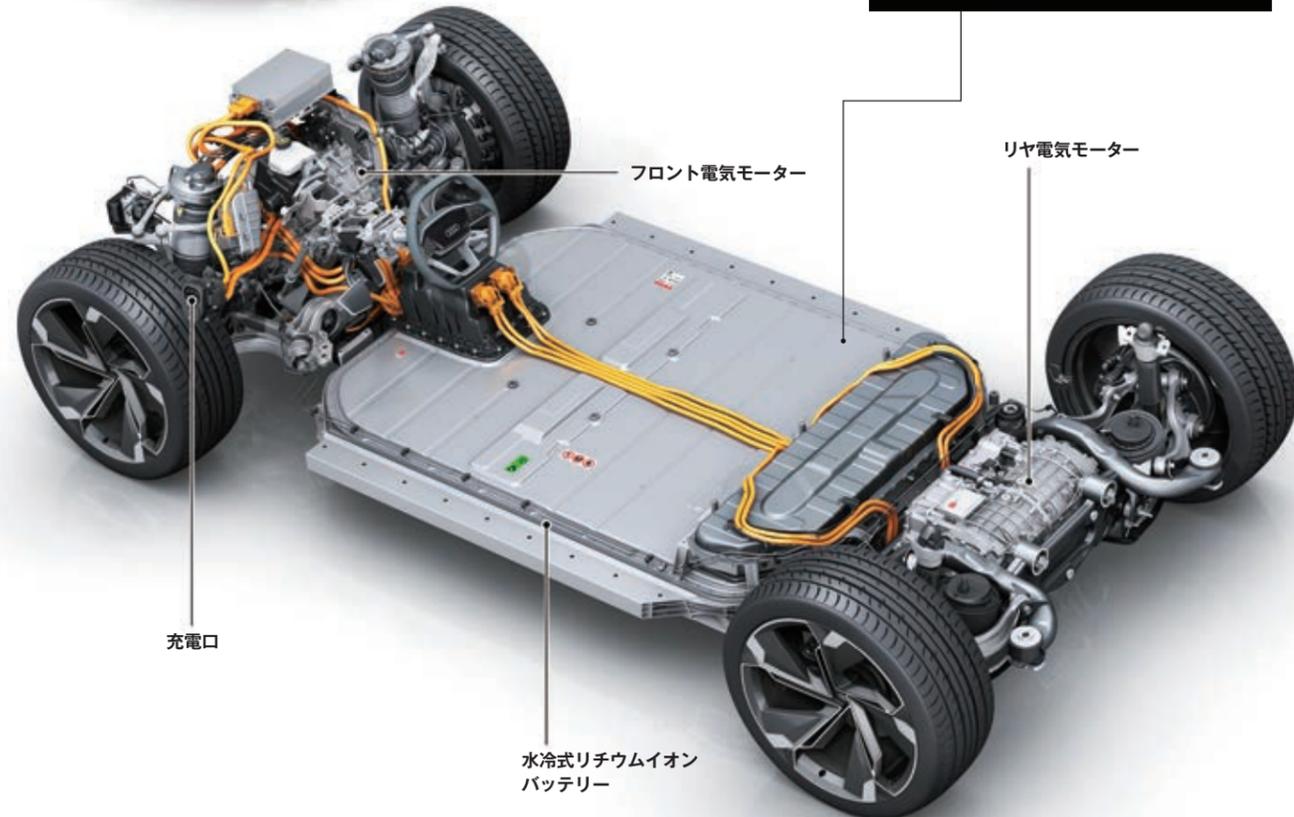


EVプラットフォームはアルミ製がスタンダードに

EV Platform

Audi e-tron Sport concept

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トースキンで包まれたバッテリーセルが12個入っている。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るのだ。



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、

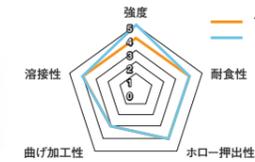
47%がアルミ押出型材、36%がアルミ板材、17%がアルミ鋳造品である。それでも、システム全体の重量は700kgにも及ぶ。スチール使ったらどれほど重くなってしまふか。しかし、単にアルミを使えばいいというわけでは無論ない。側面衝突時に衝撃を分散してバッテリーを破壊しない工夫や、熱マネジメントなどのノウハウが必要だ。衝撃吸収性や熱伝導性にも優れたアルミを使う理由でもある。

アルミが支える
ライトウェイトスポーツの軽量性

Mazda Roadster

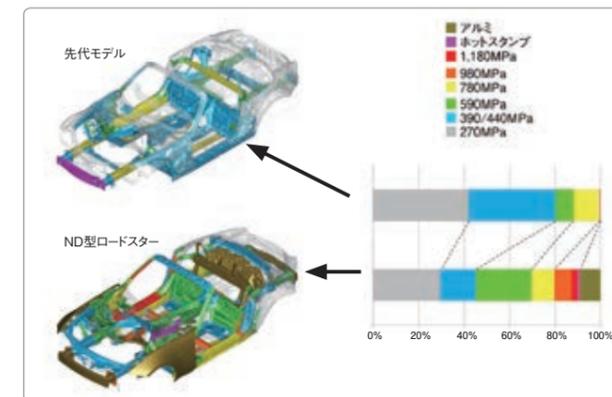
■ND型ロードスター用フロントバンパー アルミ製：4.2kg

マツダとUACJが共同開発した7000系高強度押出材のバンパーレイフォースメントは、超軽量で衝突エネルギー吸収性にも優れるが、加工が難しい。



■アルミ合金製パワープラントフレーム

ロードスターに代々採用され、駆動部の剛性を高めているPPF（パワープラントフレーム）はアルミの厚板材をプレス成形したあと三角形を抜いてトラス構造にしている。



ND型は、高張力鋼板、超高張力鋼板、ホットスタンプ材、アルミ合金を積極的に使って軽くて高剛性なボディを作り上げた。アルミ合金は先代がわずか0.1%だったのに対して9%まで比率を高めている。ホワイトボディ全体では23kgの軽量化に成功した。

ND型ロードスターは多くの部品をアルミ合金化した。そのなかでも注目されたのが、フロントバンパーレイフォースメントだ。このバンパーはマツダとUACJが共同開発した。厳しくなる衝突安全基準をクリアするために、フロントバンパーに要求される性能は高くなる一方で、ND型ロードスターでは、最高レベルの安全性能を確保しながら、軽量化もしなくてはならなかった。車体重心からもっとも速くにあるフロントバンパーの軽量化は、燃費改善だけでなく運動性能のアップにも効いてくる。しかし、ロードスター以外のSKYACTIVボディで採用しているホットスタンプ材を単純にアルミ合金に材料置換しても、材料強度は鋼材の30%程度で大幅な軽量化は難しい。そこでマツダが採った手段が7000系高強度アルミ合金の採用だ。高強度アルミ化の流れは、EV化も絡んで今後ますます進んでいく傾向だ。



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。



JAGUAR I-PACE

I-PACEはジャガー初の完全なる電気自動車（EV）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発揮する。シャシーからボディパネルまでオールアルミ構造だ。



Range Rover Sport

大型で重量も嵩みちなSUVは、アルミボディ化するメリットも大きいと同時に、その設計について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に初めて適用したのがROVER。高剛性と軽量化を両立させている。

Case Study

06

アルミボディの見本であり続ける アウディの最新作

AUDI A8



マルチマテリアル・アウディ・スペースフレーム

- アルミ合金板材
- アルミ合金押出材
- アルミ合金鋳造品
- 超高張力鋼板(熱間成形)
- 鋼材
- CFRP
- マグネシウム



1990年代前半にアウディ・スペースフレームで、オールアルミボディを開発したアウディだが、最新のA8では、「マルチマテリアル・アウディ・スペースフレーム」(複合素材のASF)を謳い、アルミを主体としながら、超高張力鋼板、軟鋼、CFRP、マグネシウムなどを使ったマルチマテリアル志向に変わってきた。「正しい素材を正しい場

所に正しい量だけ」という考えだ。とはいえ、軽量・高剛性なスペースフレーム構造では、アルミ合金を採用することには「信頼性」という格段の優位性がある。2017年のA8ではアルミ板材、押出材、鋳物と部位毎に素材を使い分けしている。この図版は骨格部分を表しているが、パネルはオールアルミと言っていい。特にドアは、イン

ナー/アウターパネルともに6000系のアルミを使う。側突に対応するために、サイドシルとBピラー、ルーフサイドレールに熱間成形の超高張力鋼板を使う。2015年のR8ではアルミ合金の板材を使っていたAピラーの根元にスチールを使っているのが複合素材化の象徴だ。

自動車部品の要求特性に応じたアルミ合金選択

ひと口にアルミ合金と言っても、1000系から7000系までさまざまな種類が存在する。純アルミの1000系は耐食性と加工性に優れているので、ヒートインシュレーターやナンバープレートに使われ、3000系は配管に使われる。ここには載せていないが、ターボチャージャーのコンプレッサーホイールは4000系アルミ合金が使われることが多い。アルミ板材としては、非熱処理型の5000系合金と熱処理型の6000系合金が、強度、成形性、耐食性から使われることが多いが、成形性は6000系より5000系が優れる。アルミ鋳造のホイールの素材は6000系である。([代表的な自動車用アルミ合金の種類と機械的性質]をP14-P15に掲載。)



アルミ合金には要求特性や用途に応じたさまざまな種類があるが自動車に用いるためにはノウハウが必要です。UACJは自動車メーカーとの協働作業を行いアルミ化を実現しています。

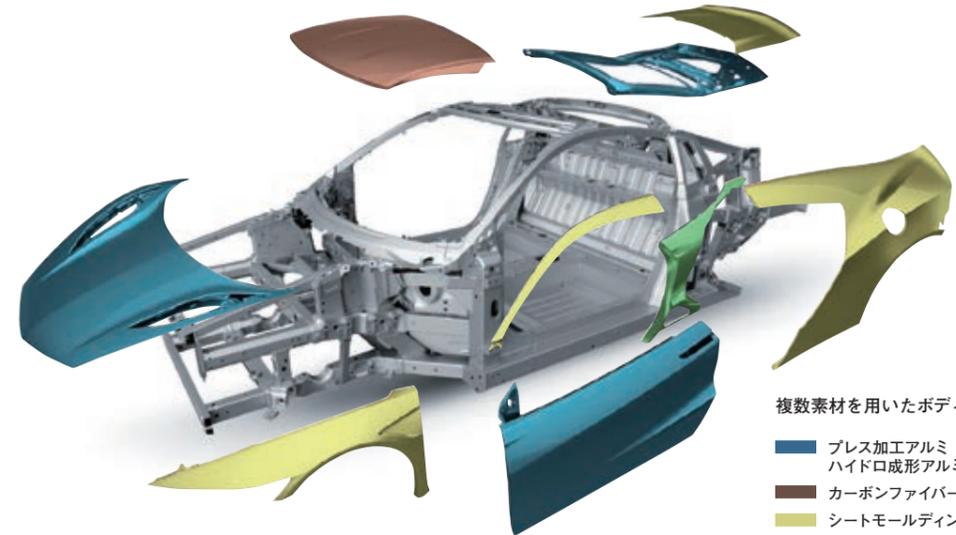
株式会社UACJ 名古屋製造所
生産技術部 第一製品技術室 室長
浅野 峰生 Mineo ASANO

Case Study

07

アルミを多用する マルチマテリアルボディのNSX

HONDA NSX

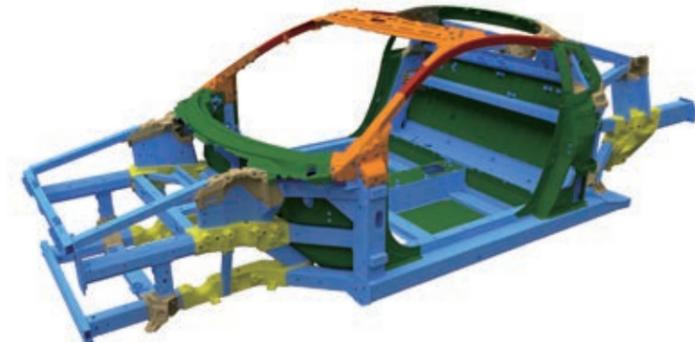


複数素材を用いたボディパネル

- プレス加工アルミ
- ハイドロ成形アルミ板パネル
- カーボンファイバー
- シートモールドコンパウンド
- 耐高温性プラスチック

複数素材を用いたスペースフレーム

- プレス加工アルミ
- 押出成形アルミ
- 3DQ超高張力鋼管
- 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



21世紀のNSXは、オールアルミボディではなく、アルミ、超高張力鋼板、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。アブレーション鋳造とは、砂型にアルミ溶湯を鋳込んだのち、ウォータージェットで急速に冷却しながら砂型を除去する手法で、

従来の重力鋳造の部材に対して延性と強度の高い特性を実現できる。接合方法も、SPR(セルフピアシングリベット)、FDS(フロードリルスクリュウ)、ローラーヘミングなど機械的接合を多用している。

合金評価

- ◎ 非常に良い
- 良好
-
- A 良好
- B 標準
- C 劣る

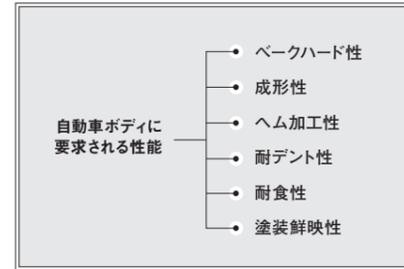
形状と用途	アルミ合金への要求特性							主な合金選択	
	強度	成形加工性	耐食性	アーク溶接性	スポット溶接性	押出性・鋳造性			
板材	パネル(外板)	◎	◎	◎	○	○	○	5000/6000	
	構造部品	◎	◎	◎	○	○	○	5000/6000	
	非構造部品	◎	◎	◎	○	○	○	1000/3000/5000/6000	
	押出材	◎	◎	◎	◎	○	◎	6000/7000	
鋳造品	構造部品	◎	◎	◎	○	○	○	6000	
	非熱処理型	1000系	純アルミ	C	A	A	A	A	
	3000系	Al-Mn	C	A	A	A	A	A	
	5000系	Al-Mg	B	A	A	A	A	C	
熱処理型	2000系	Al-Cu	A	C	C	C	C	B	
	6000系	Al-Mg-Si	B	B	A	B	B	A	
	7000系	Al-Zn-Mg	A	C	C	B	C	B	

たくさんの自動車部品を創り出す アルミ合金

Aluminum Materials

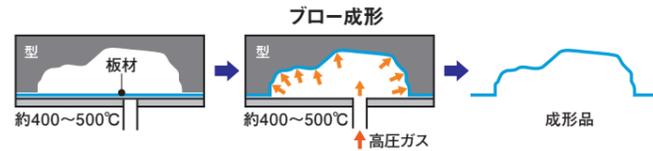
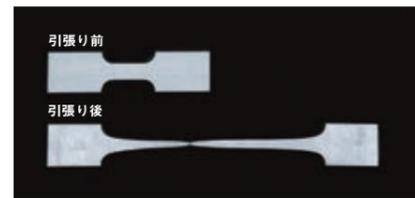
ボディパネル用アルミ合金板

ボンネットフードやトランクリッド、ドア、ルーフなどのボディパネルには、5000系、6000系のアルミ合金板材が用いられる。6000系はAlにMg(マグネシウム)、Si(ケイ素)を添加したアルミ合金で、中強度で成形性が良好な熱処理型の三元合金だ。塗装焼付け時の加熱により強度が上がる「ベークハード性」という特性がある。成形加工の際は強度が低いため成形性に優れ、塗装後には高強度になる材料で、ボディパネル用合金の主流になっている。



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。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中で金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。従来、複数のプレス部品を溶接して作っていた部品を、超塑性アルミ合金をブロー成形すれば一体成形ができるのがメリット。Al-Mg系合金がベースのため耐食性も高く溶接性も良い。



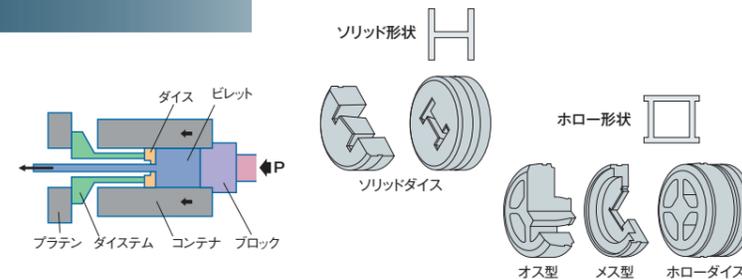
意匠用アルミ合金板

アルミ合金パネルは装飾用に広く用いられる。アルマイト処理(陽極酸化皮膜処理)はアルミニウムを陽極にして電解液中の金属イオンを還元析出させ、酸化アルミニウムの強固な皮膜を形成する処理。ブラック、レッド、ブルー、シルバーなど彩色もできる。高級車の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る。その美しい輝きが樹脂ではなくアルミを選ばせる大きな要因だろう。



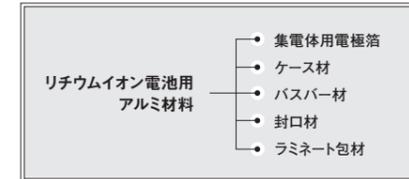
アルミ合金押出材

アルミ合金の押出加工は、他の加工法では難しい複雑な形状の製品を高精度で造ることができる。押出加工は、400-500℃に熱したアルミ合金のピレットを押し機に入れて強い圧力を加えて、さまざまな形状をもつダイス穴から押し出して必要とする形状をつくる。中空や複雑な断面形状の部品も一回の押出工程でつくれる。各種のフレーム、パンパービーム、スペースフレームなどに広く用いられる。



リチウムイオン電池用アルミ合金

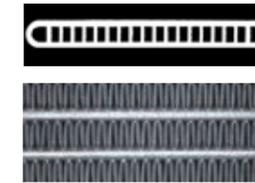
バッテリーの主流は、リチウムイオン電池へと移り変わっており、次世代の電池の開発も進行している。そのリチウムイオン電池材料でアルミ合金の役割は大きい。バッテリーのケースはもちろん、バスバー、端子タブリード材などの周辺部材、集電体用電極箔など、リチウムイオン電池でアルミ合金は不可欠な存在だ。集電体用電極箔に求められるのは、高強度、高誘電率、表面粗面化で、ここで使われるアルミ合金の性能が電池の特性に影響する。



リチウムイオン電池セル・モジュール

自動車の熱交換器用アルミ材料

ラジエーター、ヒーターコア、コンデンサー、エバポレーターといった自動車用の熱交換器は1960年代にアルミ合金製が登場してから、軽量化・小型化が推進され、現在でもアルミ製が主流だ。熱交換器は、アルミ押出材の多孔チューブとコルゲート状のブレイジングシートを組み立て、ろう付けで一体化して製造される。これらの熱交製品の軽量化や性能向上には材料の薄肉化が寄与するため、防食技術が重要なキーとなっている。



ターボチャージャー用アルミ合金

ターボチャージャー用のコンプレッサーホイール(C/W)は、 casting時の内部欠陥を抑制する低圧鋳造法と呼ばれる精密な鋳造方法により製造されている。毎分何10万回転という高速で回転するコンプレッサーホイールには強度・耐久性、寸法精度のほか、高い信頼性と動的なバランス特性が求められている。現在低圧鋳造法の製品が主流だが、アルミ押出棒を切削加工した製品も増加している。鋳物と切削加工品双方を製造できる企業はUACJ鋳鍛と世界に数社だけだ。



サスペンション用アルミ合金

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。二輪車のショックアブソーバーでは高強度アルミ合金製が既に用いられているが、スポーツカーやモータースポーツ用に、減衰力や車高の調整を行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。高強度鍛造用合金製のサスペンション・アームなどの他、ハブキャリアなどのアクスル部品へもアルミ化が拡大している。



サスペンション・アーム

ショックアブソーバー

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様々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 ¹⁾ 相当合金	UACJ呼称・質別	引張強さ(N/mm ²)	耐力(N/mm ²)	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-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-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
			TF068-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
			TF128-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	205	105	28	○		ボディパネル用合金 n値 ²⁾ =0.26, r値=0.70
	5182	5182	GM145-O	270	120	28	○		ボディパネル用合金 n値 ²⁾ =0.33, r値=0.55
		5022	GC45-O	280	140	32	○		ボディパネル用合金 n値 ²⁾ =0.31, r値=0.70
	5052	5052	52S-O	205	105	28	○		高強度構造用合金 せん断強さ120N/mm ²
		5454	D54S-O	225	100	27	○		高強度構造用合金 耐力力腐食割れ性最良
	5154	5154	A254S-O	240	115	27	○		高強度構造用合金 耐力力腐食割れ性良好
	5083	5083	183S-O	290	145	24	○		高強度構造用合金 せん断強さ170N/mm ²
	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: 予びずみ2%付与後、170℃×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 ¹⁾ 相当合金	UACJ呼称・質別	引張強さ(N/mm ²)	耐力(N/mm ²)	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 ²	
		6116	SG712-T4	245	135	30	○		ボディパネル合金 高成型型 ベーク後耐力 170N/mm ²	
		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 ²	
		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 ²	
		6061	6061	561S-O	120	45	34	○	高強度構造用合金 耐力力腐食割れ性良好	
		6061	6061	561S-T6	315	275	17	○	高強度構造用合金 せん断強さ205N/mm ²	
			6111	SG09-T6	260	315	16	○	高強度構造用合金 耐力力腐食割れ性良好	
		6005C	6005C	6N01-T5	260	220	12		○	押出用高強度合金 ホロ-押出性良好
		6061	6061	6061-T6	315	275	19		○	押出用高強度合金 ホロ-押出性良好
		6061	6061	661S/CM61-T6	340	300	18		○	押出用高強度合金 ホロ-押出性良好
				SG109-T6	310	270	14		○	押出用高強度合金 ホロ-押出性良好
				GS310-T6	390	365	19		○	押出用高強度合金 ホロ-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
7000系		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
		7003	7003	ZK141-T7	360	280	16	○		高強度構造用合金 せん断強さ190N/mm ²
		7075	7075	75S-T6	570	510	11	○		高強度構造用合金 せん断強さ330N/mm ²
		7003	7003	7003-T5	310	260	16		○	押出用高強度合金 ホロ-押出性良好
		7204	7204	7N01-T5	360	320	14		○	押出用高強度合金 ホロ-押出性良好
		7204	7204	K70Y-T5	415	360	16		○	押出用高強度合金 ホロ-押出性良好
				ZK55-T6	420	380	14		○	押出用高強度合金 ホロ-押出性良好
			7046	ZK170-T6	450	420	14		○	押出用高強度合金 ホロ-押出性良好
				ZK80-T6	500	470	14		○	押出用高強度合金 ホロ-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	

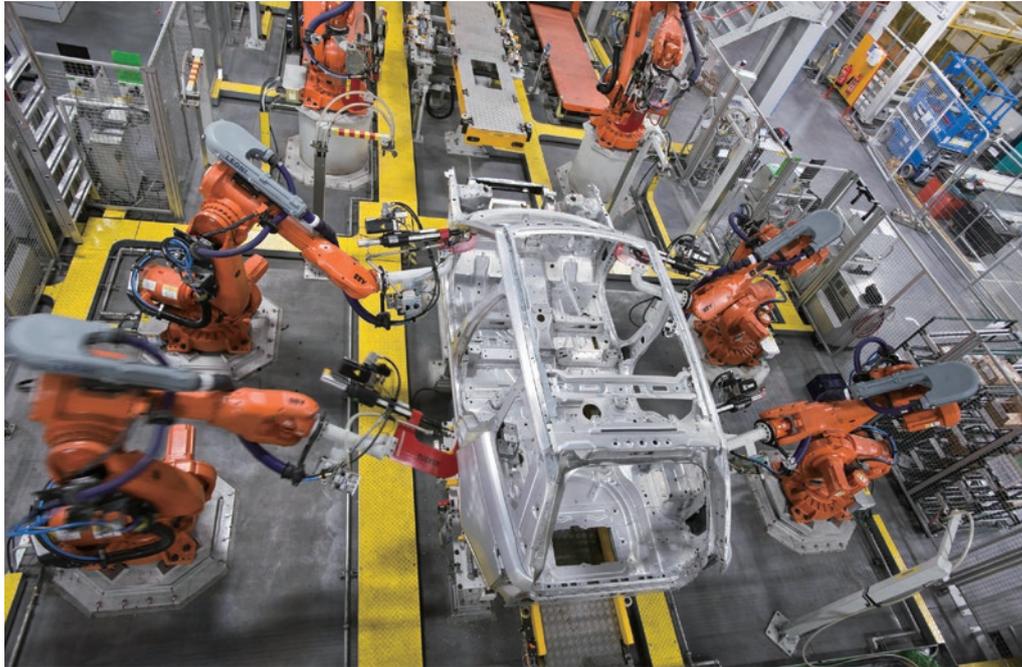
クルマ創りを支えるUACJの次世代アルミニウム技術

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、さまざまな自動車材料の研究開発が全方位で行なわれていた。異材接合、差厚接合などの接合技術、材料開発・利用技術開発、UACJ独自のCAEを用いたアルミ合金材料、表面処理、加工の最適化を追求していた。

■UACJ R&Dセンター 所在地: 愛知県名古屋港区千手3-1-12

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	52,277百万円





epilogue

Aluminum Smart Developments

クルマ創りを支える次世代アルミニウム技術

クルマは100年以上にわたって、ガソリンやディーゼルエンジンを中心とした
 パワートレインの開発競争を繰り返して来た。しかし、地球温暖化対策の流れを受け
 電動モーターでクルマを駆動する電気自動車や電動モーターとエンジンを
 組み合わせたハイブリッド車が登場し主役に躍り出ようとしている。また自動運転によって
 自動車のみならず物流・公共交通などのインフラまでもが変革期に直面している。
 小型になった動力源の電動モーターとリチウムイオン電池の組み合わせは、エンジン車と異なる
 フラットで低重心の画期的なプラットフォームの形を生み出した。
 その構造材料として選ばれたのはアルミだ。アルミ板、押出材、鋳鍛製品を組み合わせた構造は
 軽量で衝撃吸収性、熱伝導性にすぐれたプラットフォームを誕生させた。
 これからのボディパネルやシャーシ構造材料は、CFRPなどの新素材、超高張力鋼板により
 マルチマテリアル化が一層進展する。アルミ合金はマルチマテリアルボディでも
 高度な材料技術・成形技術・接合技術、適用ノウハウに基づきその存在感を示している。
 アルミは、これからのクルマ創りでも欠かせない素材だ。

PHOTO : LAND ROVER