

アルミエージ

2015
SPRING
No.181
JAPAN
ALUMINIUM
ASSOCIATION

ALUMI-AGE

[特集]

自動車とアルミ

Interview

職人

菅野敬一さん

アルミのある風景

医薬・医療用ロボット
VS-050S2

No.181

アルミの話

岡本太郎を夢中にさせた
アルミニウムという
新しい素材。

Aluminium for Automobile

特集 自動車とアルミ

自動車業界はCO₂排出量削減に向け、エンジン効率の改善、空気抵抗の少ないデザイン、ハイブリッド化などの低燃費技術の開発に取り組んできました。その中で最も効果的・現実的な手段と言われているのが軽量化です。軽量化に不可欠なアルミニウムと自動車の関係をレポートします。

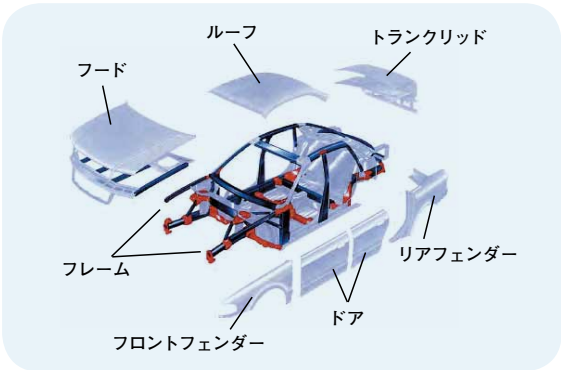
Text by ALUMI AGE Cover Photograph by Yoshitugu Furumori, ©Tesla Motors, Inc

参考：一般財団法人環境優待普及機構、一般財団法人日本アルミニウム協会・自動車アルミニウム委員会
協力：テスラ・モーターズジャパン、ダイムラー、日産自動車、フォード、アウディ、ボルシェ、本田技研工業、トヨタ自動車、レクサス、マツダ

メルセデス・ベンツCクラスのアルミボディシェル。
写真提供：Daimler AG

メーカー	アルミ使用車種	採用部分
国内での主なアルミパネル採用状況	トヨタ自動車	プリウス SAI、86（ハチロク） フォード
	レクサス	レクサスLS、GS、IS、HS、NX レクサスCT フォード、バックドア
	日産自動車	フーガ、シーマ、リーフ フェアレディZ フォード、ドア、バックドア GT-R フォード、ドア、トランク スカイライン、スカイラインクーペ フォード
	本田技研工業	レジェンド アコード（HEV、PHV） フォード、トランクリッド ルーフ
	三菱自動車	ランサーエボリューションX フォード、フェンダー、ルーフ
	富士重工	BRZ、フォレスタ、レヴォーグ フォード
	マツダ	ロードスター フォード、トランク
	フォード	F-150 オールアルミ
		Lincoln LS フォード、フェンダー、 トランクリッド
	クライスラー	300 フォード、トランクリッド
北米での主なアルミパネル採用状況	テスラ	Model S オールアルミ
	GM	Chevrolet tehoe フォード、バックドア
欧州での主なアルミパネル採用状況	アウディ	R8、A8 オールアルミ
	ランボルギーニ	ガヤルド オールアルミ
	フォルクスワーゲン	フェートンExecutive フェンダー、ドア、トランク
	ルノー	クリオ（ルーテシア） フォード
	プジョー	3008 フォード、フェンダー
		307、508 フォード
	シトロエン	DS4、DS5 フォード
	ボルボ	S80、S60、V50、C30 フォード
		C70（カプリオレ） フォード、トランク、ルーフ
		S70、V70 フォード、バックドア
	ジャガー	XJ、XK、F オールアルミ
	ボルシェ	911、ケイマン、ボクスター、 カイエン フォード、フェンダー、ドア、 エンジンフード
		パナメーラ フォード、フェンダー、ドア、 バックドア
	ダイムラー	ベンツSLS（AMG） ベンツSL オールアルミ
	BMW	7 フォード、フェンダー、ドア、 ルーフ
		6、5、4 フォード、フェンダー、ドア
		3 フォード

自動車アルミ化委員会「平成26年度 自動車のアルミ化技術講習会」より引用



取り組んできました。最近ではEV（電気自動車）、FCV（燃料電池自動車）が登場しています。その中でも、低燃費化に向けた最も現実的な手段の一つが車体の軽量化です。車体重量11・5トンのガソリン車が100kg軽くなると、燃費は1ℓ当たり約1km改善するといわれています。各社は車体の軽量化に向けてしのぎを削っています。自動車の軽量化にはパーツの小型化、ハイテン材（高張力鋼板）の使用、軽量化素材の

採用など、様々な取り組みが行われています。その課題を解決するための素材として期待されるのが、軽くて丈夫なアルミニウムです。アルミニウムの自動車への利用は古く、第一次世界大戦後にはそれまでエンジンに使われていた铸铁にかわって、アルミニウムが利用されるようになります。米国や欧州の鉄道では世界恐慌による急激な売り上げ減少に直面して、燃費向上を考えたアルミ製の流線形車両が広がります。一部の自動車

デザインにもアルミニウムが取り入れられますが、当時のアルミニウムはコストが高く、デザイン性を追求した高級車や特別なスポーツカー以外には普及しませんでした。日本国内でアルミ製のパネルが使用されたのは、マツダのスポーツカーRX-7のエンジンフードです（1984年）。RX-7での実績が認められたことで、日産スカイラインのGT-RやフェアレディZに採用され、自動車へのアルミ使用が広まってきました。1990年になると世界初のオールアルミボディ（モノコック構造）のホンダNSXが登場します。現在ではアルミニウムは自動車のホイール、エンジンはもちろんのこと、トランク、ドア、フェンダー、ルーフ、バンパー、サブフレーム（自動車前部の一番下にある骨組み）、ドアビーム（自動車のドアに内蔵した補強材）など広く使われています。足廻りの部品ではアッパーアーム（ダブルウィッシュボーン式サスペンションの上部のアーム）、ロアアーム（下部のアーム）、ルフクロスメン



フード、ドアパネル、フロントバンパー、トランクリッドなどにアルミニウムを使用したR35 GT-R。写真提供：NISSAN

自動車とアルミ

Aluminium for Automobile

環境に優しいアルミ製自動車

自動車は私たちの生活に欠かせない乗り物です。一般社団法人日本自動車販売協会連合会（自販連）と一般社団法人全国軽自動車協会連合会（全軽自協）が発表した2014年暦年の新車販売台数は、前年比3・5%増の556万2887台。自動車は日本の主力輸出品目の一つで、日本経済・技術を象徴する産業です。現在、自動車産業の発展にアルミニウムが大きく貢献しています。その大きな要因の一つは環境対策です。

自動車の燃料であるガソリンや軽油は、炭化水素（HC）を主体とする化石燃料です。HCは燃焼過程で酸素（O₂）と結びつき、水（H₂O）と二酸化炭素（CO₂）を生成します。高度経済成長以降、交通量の増加に伴って自動車のCO₂排出量は急激に増えました。CO₂は気候変動の大きな要因の一つと考えられています。現在、地球温暖化への対策として、CO₂排出量削減に向けた取り組みが世界レベルで行われています。

自動車業界はCO₂排出量削減に向け、エンジン効率の改善、空気抵抗の少ないデザイン、ハイブリッド化などの低燃費技術の開発に



時代を先取りしたアルミボディ。1938年製The Mercedes-Benz EL540K STREAMLINER
写真提供：Daimler AG

図2 3Dロックシーム

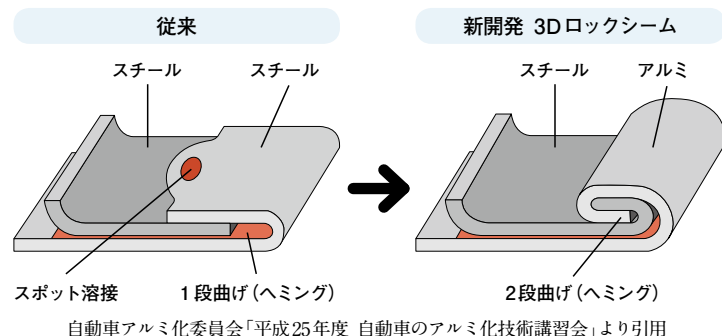
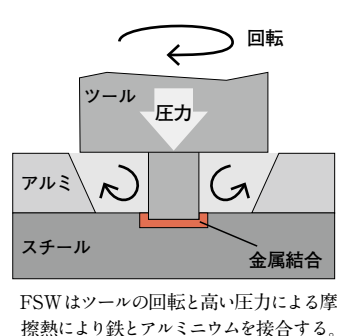


図1 FSW



ASF（アウディスペースフレーム）。
写真提供：Audi



ASFを採用したAudi A8。
写真提供：Audi

広がりを見せる アルミの世界

バー（ルーフを補強する部材）、ナックル（ステアリングアクスルの部品）やブレーキキャリパー（ディスクブレーキを構成する部品の1つ）などのアルミ化が進みつつあります。

ホンダNSXが登場した後、ドイツのアウディがオールアルミボディのAudi A8を発売しました（1994年）。A8では何本もの柱でボディの骨格を形成する「ASF（アウディスペースフレーム）」が採用されました。さらに1999年には軽量化と剛性を

備え、生産性やコストを考慮したコンパクトカーのAudi A2を世に送り出します。A2のライバルとして挙げられるメルセデス・ベンツAクラスと比較し、200kg以上の軽量化を実現しました。比較的価格帯の低い自動車へのアルミボディ採用は、自動車業界に衝撃を与えました。

各社の先進的な取り組みが実り、現在、欧州ではアルミボディの自動車が増えています。2014年に発表したメルセデス・ベンツCクラスでは、ボディシエルのうちアルミニウムの採用率を約50%としました。ハイテン材を組み合わせたハイブリッドボディで従来モデルに比べてサイズが大きくなったにもかかわらず、70kgの軽量化を実現しました。この結果、重心を下げ、自動車の快適性や動力性能を犠牲にせずに燃費を最大30%向上することを可能としました。

自動車業界ではアルミニウムのライバルの一つは、飛行機などで使用実績のある炭素繊維強化プラスチック（CFRP）と考えられています。F1や一部の高級スポーツカーなどでは軽量化のために

化への様々な取り組みを進めています。

さらに、「3Dロックシーム成形」（図2）という新技術の確立により、接着剤を添付したスチールとアルミニウムを巻き込むように折り曲げ、溶接不要で異種材料結合を可能とするなど、アルミニウムを接合する様々な技術を開発しています。

次々と登場する アルミ新技術

融点が約660℃のアルミニウムと約1500℃のスチールを接合することは困難で、これまではボルトやリベットなどを使用しなければなりません。ホンダはこの接合問題を摩擦攪拌接合（FSW:Friction Stir Welding）という新技術で解決しました（図1）。FSWはツールの回転と高い圧力による摩擦熱により、鉄とアルミニウムを接合する接合方法です。

FSWはアルミ製の鉄道車両を製作する際にすでに使われていました。FSWでは巨大な専用設備が必要でしたが、ホンダは接合に必要な力をうまく分散できる「高剛性Cガンアーム」を発明しました。機械の小型化により、緻密な作業が求められる自動車の生産ラインでFSWが可能になりました。ホンダは北米仕様の新型アコードで、スチールとアルミニウムとのハイブリッド構造のフロントサブフレームの量産化を開始しており、アルミニウムを使用した車両軽量

これからの時代の 自動車とアルミ

米国で販売される乗用車とライトトラック（SUV／ミニバン／ピックアップトラック）には、「CAFE（Corporate Average Fuel Economy：企業平均燃費）」と呼ばれる燃費基準が適用されます。個別車種ではなく、実際に企業全体で販売した自動車の平均燃費を算出し、それに規制をかけています。基準を達成できなければ自動車メーカーには罰金が科されます。2016年までに2011年比で約25%、2025年までに約2倍（約23・2km／ℓ）の燃費向上が義務付けられています。基準を達成するために、各自動車メ

カーボンボディを採用するものがあります。しかし、アルミニウム以上に高いコスト、さらにはリサイクルが難しいという様々なデメリットがあります。自動車メーカーには金属を長年扱ってきた歴史、技術、経験があります。軽量化・強度・コスト・環境面など総合的なバランスを考え、素材を適材適所に組み合わせ、よりよい自動車を製造する研究開発が進められています。



メルセデス・ベンツSLクラスのライン。アルミボディシエルの製造は誤差1mm未満という非常に高い寸法精度が要求される。
写真提供：Daimler AG

Audi
【アウディ】A8



ラグジュアリー感とスポーティさを併せ持つ美しく力強いフォルム。オールアルミ車。
写真提供：Audi

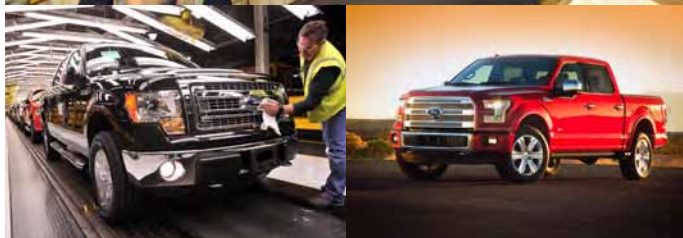
LEXUS
【レクサス】CT200h



レクサスブランドの小型ハイブリッド車。フード、バックドアにアルミニウムを使用。
写真提供：LEXUS

アルミニウムを使った 名車カタログ





北米で大人気のピックアップトラックの新型F-150は『F-シリーズ』の中核車種。売れ行きは好調で、ミシガン州の工場は人員を増員し大幅な増産に乗り出す。
写真提供：Ford Motor Company

るだけに、ボディのアルミ化は、自動車業界や一般消費者に大きなインパクトを与えました。

もちろん、日本の自動車メーカーも軽量化に向けて、次々とアルミニウムを採用しています。レクサスは2017年から車体へのアルミニウムの採用を増やすと発表しています。モデルチェンジに合わせて上位モデルのLSやGSのフードやバンパー、ドア、フェン

ダーをアルミニウムに切り替える予定です。その結果、車体重量は最大で100kg減の見込みです。

これまでアルミニウムはスポーツカーや高級自動車に使用されることが多かったのですが、徐々にトヨタのプリウスや日産リーフなどエコカー（環境対応型自動車）にまで使用されるようになってきました。今後、普通自動車や軽自動車などのボディや部品に広く使

用されると、アルミニウムの裾野がさらに広がるでしょう。

2014年度に販売された新車556万台のうち、軽自動車は約41%にあたる227万台。軽自動車の販売数は2年連続で過去最高を更新しています。軽自動車は運転がしやすく、価格が安いなどの利点から、交通インフラが十分でない地方の居住者を中心に、高齢者や女性の日常移動やセカンドカーとしての需要が高まることが期待されます。高級車で培われた技術を用い、軽自動車にもアルミニウムが使用されるようになれば、さらに需要が高まっていくでしょう。これからの、自動車の軽量化に向けてアルミニウムがどのように関わっていくのか、目が離せません。



NISSAN
【日産】リーフ

電気自動車。ドアやフード、トランクリッドなどのカバーにアルミニウムを使用。
写真提供：NISSAN



NISSAN
【日産】フェアレディZ

GT-RからDNAを受け継いだボディ。フード、ドア、バックドアなどにアルミニウムを使用。
写真提供：NISSAN



TOYOTA
【トヨタ】86

「1gでも軽い車を！」がスローガン。エンジンアンダーカバーなどにアルミニウムを使用。
写真提供：TOYOTA



テスラ青山のショールームではモデルSのアルミ製プラットフォームが迎えてくれる。
photo by Yoshitsugu Fuminari



電気自動車の概念を超えたテスラModel S。写真提供：Tesla Motors
大人7人乗りのSUVのModel X。写真提供：Tesla Motors

米国の自動車会社を代表するフォードも積極的にアルミニウムの採用を進めています。ピックアップトラックの新型F-150はボディにアルミニウムを、フレームにハイテン材などを採用して320kgの軽量化を図り、大幅な燃費の向上を達成しています。

F-150は「2015北米トラック&SUVオブザイヤー」を受賞するなど北米一の人気車種であ

りながら、環境に配慮した自動車が求められています。テスラはスポーツタイプだけではなく、アルミニウムを使用したSUVを発表するなど、新しい挑戦を続けています。

米国の自動車会社を代表するフォードも積極的にアルミニウムの採用を進めています。ピックアップトラックの新型F-150はボディにアルミニウムを、フレームにハイテン材などを採用して320kgの軽量化を図り、大幅な燃費の向上を達成しています。

われない新しいもののづくりが魅力の自動車メーカーです。テスラがモデルS用に設計したプラットフォームは、シャーシの基本骨格から外装材まで、すべてアルミ製です。EVは部品数が少ないため、これまでの自動車よりも自由な発想の設計が可能です。自然環境の厳しい米国の地方都市ではタフなSUV（多目的スポーツ車）などの大型車が人気です。現在の米国のトレンドは、パワフルな外見でありながら、環境に配慮した自動車が求められています。テスラはスポーツタイプだけではなく、アルミニウムを使用したSUVを発表するなど、新しい挑戦を続けています。



HONDA
【アキュラ】RDX AWD

ホンダがアキュラ・ブランドで販売するSUV。フードなどにアルミニウムを使用。
写真提供：HONDA



Porsche
【ポルシェ】911カレラ

ドアフロントからフードの外装など広範囲にアルミニウムを使用し、60kgの軽量化を実現。
写真提供：Porsche AG.



Mercedes
【メルセデス・ベンツ】Cクラス

ボディシェルにアルミニウムを使用し従来モデルに比べて70kgの軽量化と高剛性を実現。
写真提供：Daimler AG

アルミニウムを使った
名車カタログ



大好きな工場内で撮影。
「休みの日でも来ちゃうんだよね」

職人
すが
Craftsman

菅野敬一

さん

自分の欲しいものを作る。
このシンプルな考えで
ものづくりの世界に生きる
職人 菅野敬一さんは
アルミニウムや皮を使い
実に味わい深い「箱」を作る。
その「箱」に対する
職人の想いを訊ねました。

text by ALUMI AGE
photographs by Yoshitsugu Fuminari

スクラッチ加工した鈍く光り輝くアルミニウムに、最高品質の皮をあしらった「エアロコンセプト」のバッグは一度見ると忘れられない印象を残します。

職人 菅野敬一さんの持つ精密板金加工の技術と遊び心が、そのバッグには詰まっています。今、町工場から生まれた製品は世界のVIPを虜にするほどのブランドに成長しています。菅野敬一さんにお話を伺いました。

自分の好きを突き詰めて

うちは「精密板金加工屋」。祖父の代から板金屋です。祖父は大

阪城の改修時、銅瓦棟梁として活躍したそう。腕のいい渡り職人だったんですよ。父の代から麻布で工場を構えていたけれど、戦争で辺り一面焼け野原。バラックを建ててまた一からやり直したそうです。子どもの頃から工場を手伝っているうちに、仕事を覚えました。

大学卒業後、会社に入った頃から、うちではアルミニウムを扱っていましたね。我々の仕事の種類は得意先によって決まってくる。難しい仕事を「できない」なんていうのが悔しいもんだからさ、なんでも引き受けてきた。そうやって銀行ATMや新幹線、飛行機の



アルミニウムを使用しているので見た目よりも軽く、手にした人の多くが驚きの声を上げる。「取引先にこんなものを作って欲しいと言われても、納得しなければ僕は作らない」

すがの・けいいち 職人。
板金加工のほかに多種少量生産製品製造、試作品手造り鋳金、精密機械加工、旋盤、フライス加工などを行うほか、自社完全オリジナルの「エアロコンセプト」を展開している。
<http://www.aeroconcept.co.jp/>

機内装備品など精密板金加工を手がけるようになりました。僕が社長になってすぐ、取引先の一つが製造拠点を中国に移すと言い出して……。倒産してしまいました。だけど、ほかの取引先が「お前がいなくなると困る。よそに出せない仕事なんだよ」って言うてくれて。迷惑をかけた先に助けられたんです。

再建後は、前よりも仕事が増えました。だけど、客先の言うことだけを聞いていると、いつどうなるかわからない。下請けには主導権がないでしょう。それで死ぬまでに自分が本当に欲しいものを作った残したいと考えた。僕はデザインの勉強をしたこともないし、

ものを売ったこともない。ものを売るっていうのは大変だということとわかっていた。だから、自分で使う図面入れのカバンや名刺入れをアルミで作ってみた。そうすると、年配の職人がすごく心配してね。社長が変な事を手がけているから止めようと（笑）。

そうやってできたのが、「エアロコンセプト」というブランドです。この名前にしたのは、僕たちが軽くて強度のある飛行機部品を作ってきたから。飛行機って軽量化のためにジュラルミンに穴を空けて強度を保つ。その軽くて強い構造体の中に僕の好みを詰め込んだ。たとえばカバンが閉まる音は、古いライカのシャッター音に似せ

たり、表面のスクラッチはなんとも手で研磨して鈍く光らせたり……。いいカメラや靴やカバンって、使い込んでいくと、使い古したよさが出てくる。だから、ジュラルミンでカバンを作っても、使い込む良さが出てくるものを作りたいと考えた。便利とか効率性だけを考えたものではない。クライアントは僕だからさ（笑）。

アルミにはアルミなりの経年変化がある。鉄、ステンレス、真鍮と同じ金属ではあるんだけど、その中でもアルミは温かみのある金属だと思う。アルミに傷が付くでしょう。その傷の付いたところなんともいい。一般に工業製品としてのアルミ素材の価値は、軽

さ、強度、コスト、加工の容易さなどでしょう。だけど、昔の飛行機のダグラス DC-3とかさ、ジュラルミンがむき出しでボディーはリベット打ち……。僕はあいうものが好きだから、体中に染み込んでいる。アルミは傷やへこみまで味わいがある。人間には数字で表せない価値観があるんです。そんな価値観を大切にしたいですね。



1



2



3



4

1/初期の頃に作ったバッグ
2/存在感のあるハンドルのツマミ
3/遊び心満載のギターケース
4/「この赤い皮はアルミに合うでしょう。日本ではこの赤を出せない。イタリアから取り寄せた物なんです」

アルミのある風景

医薬・医療用ロボット VS-050S2



正確で細かな動きが得意なVS-050S2。シャープペンシルの芯を抜き、その芯を細い穴に戻すことが可能。

しなやかな アルミ

少 子高齢化が進む日本では、労働力を補完する産業用ロボットへの期待は大きい。中でも小型産業用ロボットを牽引するのが株式会社デンソーウェーブだ。クリーンルームなど滅菌環境下での作業を想定した医薬・医療用ロボットVS-050S2のボディに使用されているのは鋳造したアルミニウム。「主に再生医療の現場や抗がん剤の調製などでの使用を想定して開発しました。ここではロボットにバクテリアがつかないよう、過酸化水素ガスで清掃する必要があります。そこで、滅菌洗浄に耐性のあるアルミニウムを採用しました。本体表面の塗装を廃し、清潔性を維持するため表面に磨きあげ処理を施しました。これまで生産段階で人の手で研磨していた工程を機械に代替することが可能となり、製造コストの削減にも貢献した」と開発に携わった八谷徳孝さんは言う。

VS-050S2は徹底的に小さな凹凸をなくした流線型。近未来を感じさせる先進的なデザインは2014年度のグッドデザイン大賞を受賞した。「医薬品を作る生産ラインの中にこのロボットは設置されます。正確に動きませんが、動きがとても速いものですから、ロボットの動きに怖さを感じる人もいます。ユーザーに恐怖を抱かせてはいけませんので、アスリートの伸びやかな筋肉をモチーフにして形作りました。速さ、力強さ、そして人間に近い存在をアピールしたのです」。最新型のロボットだが、その設計の背後にはユーザーを想う人がいる。だから、これほどしなやかに優しい動きをする。今後、調剤や実験が行われる医療の現場では正確な動きをするVS-050S2が活躍するはずだ。アルミニウムをまとったこのロボットの登場は、今後の世界の医療分野を大きく変えることだろう。

アルミエージ No. 181

平成27年3月27日

発行…一般社団法人

日本アルミニウム協会

<http://www.aluminum.or.jp>

〒104-0061 東京都中央区銀座4-2-15

(塚本素山ビル) tel 03-3538-0221

大阪支部

〒541-0055 大阪市中央区船場中央

2-1-4-301 (船場センタービル)

tel 06-6268-0558

企画・制作…株式会社放送映画製作所
本誌の掲載記事・写真などの無断複写、複製、
転載を禁じます。

©Japan Aluminium Association

The story of aluminium

アルミの話

岡本太郎を夢中にさせた アルミニウムという新しい素材。

日本を代表する芸術家である岡本太郎は情熱の人であった。太郎の絵や彫刻からは、人間の根源にある原始の記憶や感情が揺さぶられる。死後20年が経つが、時を経るごとに国内外の評価は上がっている。実はその太郎の彫刻作品にはアルミニウムが多く使用されていることは意外に知られていない。

岡本太郎は1969年(昭和44年)の『アルミエージ 27号』にアルミニウムに対する思いを寄せている。「われわれのまわりには素材として、木、石、紙、布、そして金属などがある。すべてがなじみ深いものである。人間はそれらを思うように動かし、飾り、生かし、使い分けてきた。その中で金属などはまことに不如意な材料だ。堅くて、重くて。この冷たい素材を紙や布のように、誰れでもが手にとって曲げたり切ったり、自由に形作れるのだったら、どんなに楽しいか(中略)。子どもの頃、白くて軽い、アルミニウムという新鮮な金属が生活の中に入ってきた。何かシャレた、名前からして明るく軽い響き。それはよろこびだった。戦後はまた建築の窓枠やエキステリアに使われはじめ、鈍重だった都市

の顔をすっきりと軽々ひらいてくれている」。

戦前、岡本太郎は世界中から集まってきた芸術家や思想家たちとパリで過ごした。前衛や自由主義を愛した青年が兵役のために日本に戻り、軍隊生活で大変な思いをしたことは想像に難くない。事実、生意気だということだけでいぶん殴られたという。戦後、自由に絵画や彫刻を作れるようになると、太郎の創作意欲は爆発する。新しい時代にふさわしい素材を探していた太郎の目にとまったのは、子ども時代その存在を「よろこび」とまで称したアルミニウムだった。1966年(昭和41年)、数寄屋橋ライオンズクラブの記念事業として依頼された時計台にはアルミニウムを用いることにした。原寸大の像を石膏で作り、そこにアルミニウムを流し込んだ。この像は「若い時計台」と名付けられた。「やっているうちに、この現代的な素材にはもっといろいろな可能的なものがある。それと取り組んでみたいという情熱がふくらんできた」と語っている。岡本太郎は情熱の人だった。その情熱の根源のひとつにアルミニウムという素材の存在があったことは確かなようだ。

