

# アルミニウム

2022 AUTUMN 196

特集 美しさをみらいへ

みらいへのキーワード / SDGs

みらいを拓く注目の技術 / 光輝アルミ合金板

ジャパネスク / 弓道の矢

みらいをつくるアルミニウム

廃材に新たな命を吹き込む立体造形

SCRAP ART



# SDGs って何？



## エコマテリアル、アルミニウムができること

SDGsの17の目標のうち、アルミニウムが関わるのはどんなことでしょうか。

例えば、目標7「エネルギーをみんなに、そしてクリーンに」、目標9「産業と技術革新の基盤をつくろう」、さらに目標12「つくる責任、つかう責任」などが挙げられます。なかでも、ものづくり産業が深く関わるのが目標12です。生産者も消費者も、地球の環境と人々の健康を守るよう、責任ある行動をとることを目標に掲げています。

ものづくりにはたくさんの資源やエネルギーを使用しますが、地球のエネルギーや資源には限りがあります。私たちが使っている資源・エネルギーは、地球が作り出せる量の1.5倍に達しているとも言われ、このまま進むと、最終的には資源が枯渇してしまうかもしれません。

この状況を改善するための具体的な方法としては天然資源を効率よく使う、無駄を減らす、廃棄物を減らす、

持続可能な取り組みを促進する、等を行う必要があります。このような努力は、アルミ製品の製造工程で、さまざまなアプローチによって長年続けられてきましたが、特にこれから、アルミニウムが大きく期待されていることが持続可能な取り組みです。アルミニウムはリサイクルによって何度も生まれ変わり、再利用できます。欧米では循環型資源としてアルミニウムに注目が集まり、ペットボトルの代替にアルミ缶を利用する取り組みが積極的に推進されています。軽くて強いアルミニウムは、燃費向上や軽量化の目的で自動車や鉄道などの輸送機器など、幅広い分野で使用されています。これらの分野でアルミ部材のリサイクルが活発に行われており、今後の展開が期待されています。ひとつしかない地球でこれからも暮らしていくために。アルミニウムを利用した持続可能な取り組みが着実に広がっています。

いま地球は貧困や紛争、気候変動や感染症など、これまでになかったような多くの問題に直面しています。このままでは、人々が安心してこの世界で暮らし続けることができなくなると心配されています。そこで、世界中のさまざまな立場の人々が話し合っ、2030年までに取り組むべき17の目標を立てました。

それが「持続可能な開発目標 (Sustainable Development Goals: SDGs)」です。

リサイクル性に優れたアルミニウムは、軽量で、省エネ効果が大きく、持続可能な社会の実現に貢献することができます。そしていま、その可能性を活かした取り組みを始めています。

みらいのために、  
世界みんなが話し合っ、  
17の目標を立てたんだよ。



### SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

### ★ アルミニウムが関わるおもな目標



# みらいのためにアルミニウムができること

## アルミ水平リサイクルをめざして

アルミニウムはリサイクル性にすぐれた金属です。スクラップからリサイクルで再生地金をつくる際のエネルギーは、原料から新地金をつくる際のわずか3%。この特性を活かし、90%以上のリサイクル率を誇る飲料缶は、使用済みの飲料缶が再び飲料缶として生まれ変わる「水平リサイクル」を実現しています。この製品から製品への使用「水平リサイクル」を他分野でも実現していこうと、取り組みが始まっています。なかでも新幹線では、このほど、車体材料の水平リサイクルが実現したことが話題となっています。



東海道新幹線の新型車両「N700S」(写真提供: JR東海)

### 新幹線から新幹線へ 実現した新幹線の水平リサイクル

2020年7月より営業運転を開始した東海道新幹線の新型車両「N700S」は、N700系以来、13年ぶりとなるフルモデルチェンジ車で、「S」は「最高の」、「究極の」などを意味する「Supreme」からきています。この車両はたくさんの最新技術を取り入れたことで注目されていますが、なかでも話題となっているのが、廃車となる新幹線車体に使用されていたアルミ部材をリサイクルし、世界で初めて車体材料に再使用したことです。

新幹線車体はオールアルミ製ですが、これまで、車体部位によって使用されるアルミ合金の種類が異なるために選別が難しく、スクラップはアルミ屑として売却され、鋳物やダイカストなどへリサイクルされてきました。

そこで経済産業省実証事業及びNEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)の実証事業において、アルミ水平リサイクルをめざした研究が行われてきました。「LIBSソーティング」と呼ばれる、レーザーによるアルミ合金系統別に選別する装置の開発によって、アルミ合金系別に固体選別が可能となり、スクラップをリサイクルによって新幹線の荷棚等の内装部品に再利用することが可能になりました。

内装部品へのリサイクルが実現したため、次にめ

ざしたのが車体材料から車体材料への水平リサイクルです。今回は解体選別工程で新幹線の屋根材(6000系合金)のみを選別収集。アルミ選別工程を確立することによって、強度が求められる新型車両の車体材料として使用するための信頼性・品質を確保しました。これによって、新幹線で初めて屋根材の一部に再生アルミ部材を使用することが可能となりました。

このような再生部材の使用によって、車体に使用するアルミニウムを製造する際のCO<sub>2</sub>排出量を約2%、1編成あたり50トン削減することができます。アルミニウムのリサイクルによって、より環境にやさしく生まれ変わったN700S。これから2026年度まで19編成追加投入されるそうで、その雄姿を見かけたら、屋根にも注目してみてもよいかもしれません。



東海旅客鉄道(株)  
新幹線鉄道事業本部  
車両部 車両課 担当課長

横山 晃治 氏

### 新幹線をつくることから環境にやさしく アルミ車体材料の水平リサイクルに挑む

新幹線は他の輸送機関に比べ走行時のCO<sub>2</sub>排出量が低く、環境にやさしい乗り物です。これに乗るときだけでなく、つくるときから環境にやさしくしようと、従来からリサイクルを意識した設計が行われてきました。オールアルミ製の新幹線は今後、1年間で7編成程度廃車となり、大量のアルミスクラップが発生します。これをどうにか水平リサイクルできないかと、4年前くらいから本格的に取り組みが始まりました。多くの企業が集まってプロジェクトが進行し、アルミ再生材料から試作された部材の特性が評価され合格となり、晴れて新幹線の車体材料として再利用されることになりました。現在は、屋根材の一部にとどまっていますが、今後は適用範囲をさらに広げていく予定です。

#### 新幹線の水平リサイクル



廃車解体



アルミ選別

(写真提供: ジェイアール東海商事(株))



溶解炉

(写真提供: 日本軽金属(株))



ビレット

(写真提供: 日本軽金属(株))



押出加工

(写真提供: 日本軽金属(株))

内装部品の一部  
(荷物棚)に使用



車体の一部  
(屋根部)に使用



施主：東京地下鉄(株)  
設計：(株)日建設計  
グラフィック作成：ピーディーシー(株)、(株)イマーシブ  
パネル施工：(株)阿曾工務店

ホーム側壁に描かれた壁画。電車の進行方向に向かって、1920年代から現在、そして2030年の未来へと続く銀座の姿が描かれている。

## MISSION 01 | 銀座駅で出会う「銀座の90年」

2017年に開業90周年を迎えた東京メトロ・銀座線。銀座駅ホームに、歴史を振り返るアルミ板の壁画が先ごろ完成し、人々の間で話題となっています。

### 歴史を描いた絵巻物はアルミ製

1927年、東洋初の地下鉄として開業した銀座線では、2011年から各駅のリニューアル工事を開始しています。銀座駅は「移ろいゆく銀座」をデザインコンセプトに、90年にわたる銀座線の歴史を振り返る、新たな側壁を制作しました。

銀座線の上りと下りのホーム横の長さ約100mの側壁には、各時代を表す約30枚の壁画が描かれています。壁画は、黒地に銀色の線画で、歴史を感じさせるクラシカルなデザイン。90年間の銀座の街並みや人々の生活が、一つながりの絵巻物のように並んでいます。これは、1920年から現在までを10年ずつ区切り、その時期の代表的な写真を組み合わせたものです。

壁画は、黒色のアルミ板の表面に、銀色の線の

スキャンライン(走査線)を切削加工して描かれています。原画から作成したCADデータを元に、アルミ板の表面に約2.4mm間隔の細かい溝を平行に切削加工します。平行線の深さを変化させることによって、銀色の線に濃淡が生まれ、絵柄を再現することができました。

これまでにない大型の壁画であり、原画デザインからアルミパネル製作まで、何度も及ぶパネル試作が行われました。黒色と銀色のコントラストが最も美しく見えるように、照明の位置や角度も検討され、さらには長期間にわたる耐久性や安全性なども確認されました。

「昔、ここに行ったことがあるよ」と、見覚えのある銀座の風景を懐かしむ声も聞かれます。まるでシアターのような美しい壁画は、銀座駅の新しい顔として人気を呼んでいます。



厚さ3mmのアルミ板の基本サイズは縦1,600mm×横1,200mm。黒色アルマイトの後、表面に銀色の線を切削加工し、透明なアルマイトを施す。切削後にバリが残らず、仕上がりの光沢が美しい1100アルミ合金が使われている。



ミニチュアのモックアップを並べ壁画のデザインをチェック。



ホームでパネルに照明を当てて見え方を確認。アルミパネルは軽量なため施工もしやすい。



アルミパネルの制作を担当した

川並 宏造 社長  
川並鉄工(株)



もし野球場のバックネットに大きな動物がぶつかったら、ネットは動物の形にへこむだろう。子どものころの想像が、スキャンラインのアイデアのきっかけかもしれません。

黒色のアルミ板に平行線を切削することによって、銀色の光の反射による絵柄が浮かび上がります。しかし黒すぎると絵が見えないし、銀色が多すぎると黒が映えない。原画の雰囲気を生かしつつ、どうしたら一番美しく見えるか。これほどの大型の壁画ですし、何度も試作して、一番美しく見えるようにしました。

おもしろいと思ったのは、人が見る位置によって、絵の見え方が変化することです。人がホームを歩いていくと、過ぎた場所の絵はフェードアウトして、次の絵柄が起き上がって見える。つまり、見る人の主体性に任されて絵柄が変わっていくのです。これからも切削加工の技術を応用して、今までにない見え方、感動のある物を作っていけたらいいと思います。



切削加工のサンプル例(拡大写真)。先端が回転する切削工具を使い、アルミ板の表面に等間隔(ピッチ)のV型の溝を削っていく。切削の深さを調整することにより溝の幅が変化し、銀色に反射する線の調子を変えることができる。線の粗密によって、画像には濃淡のコントラストが生まれ、立体的な仕上がりとなる。

MISSION 02

# 環境と調和するアルミ外装建材 国立競技場の「風の大庇」おおびさし

2019年、明治神宮外苑の自然と調和する「杜のスタジアム」をコンセプトに生まれ変わった国立競技場。このスタジアムには木材がふんだんに使われ、全体的に木の温もりを感じるのが特徴的ですが、実はアルミニウムも大いに活躍しています。



## 耐久性と軽さで、最上階の庇に採用

新しくなった国立競技場は、緑の多い周辺環境との調和と環境への優しさを大切に設計となっています。そして印象的なのは、スタジアムの外側にぐるりと設けられた木製の庇です。この庇は、47都道府県から取り寄せられた木材が使用されていますが、木材だけではなく、実はアルミ外装建材も使用されています。

アルミ外装建材が使われているのは最上階の「風の大庇」と呼ばれる部分です。ここは風を受けるのと同時に雨も吹き込んでくるため腐食しやすく、すぐれた耐久性が求められます。また、地上から30m以上の高い場所のため、メンテナンスのしやすさや軽さなどが考慮された結果、アルミ外装建材が採用されました。

## 自然の風を利用して快適な空間に

国立競技場は自然の力を利用することで環境負荷の低減を図る設計になっており、「風の大庇」は場内に入ってくる風の量を調整して、客席を快適な環境にする役割を担っています。そのため、場所により庇と庇の隙間の開口率を変えています。例えば、夏に風が吹く南東側の隙間は狭く庇が密になっていますが、これにより庇に当たって場内に入った風が下の方に落ちて客席に涼しさをもたらします。逆に、冬の冷たい風が吹く北西側は隙間が広く、風が客席に吹き降ろされることなく上空を抜けていくようになっています。それらと同時に競技への影響にも配慮し、トラックフィールドに追い風になるようにコントロールもされています。

このように自然の風を利用した設計のスタジアムは、世界でも類がありません。さまざまな英知と技術が結集して完成した国立競技場は、まさしく未来へ伝えていくべき優れた建築のひとつに数えられるでしょう。

### 南東側

夏に風が吹く南東側の隙間は狭く、庇に当たって場内に入った風が下の方に流れて客席に涼しさをもたらします。

### 北西側

冬の冷たい風が吹く北西側は隙間が広く、風が客席に吹き降ろされることなく上空を抜けていくようになっています。



### 国立競技場

構造：鉄骨造 一部鉄骨鉄筋コンクリート造、鉄筋コンクリート造  
地上5階、地下2階、高さ約47m  
施主：独立行政法人日本スポーツ振興センター  
設計：大成建設・梓設計・隈研吾建築都市設計事務所共同企業体  
施工：大成建設(株)



「風の大庇」には、最新技術で木の模様をプリントしたアルミ押出型材を使用。全てが同じ模様ではなく、3種類の色と2種類の木の模様を組み合わせず、3種類の模様を何種類も作り、よりリアリティあふれる木材風アルミ庇を実現した。他の階の庇とも違和感がなく、「風の大庇」が本物の木材ではないことに驚く人も多い。庇の断面は20cm×6cmの箱型で空洞。長さ15mを3分割して繋げ、ジョイント部分で日差しによる熱膨張を調節している。



薬師寺食堂  
 構造：鉄骨造、地上1階、高さ約14m  
 施主：薬師寺  
 設計：文化財保存計画協会(復元基本設計/実施設計監修)、伊東豊雄建築設計事務所  
 (内部基本設計/実施設計監修)、竹中工務店(構造・設備設計/実施設計)  
 施工：(株)竹中工務店

### 柔らかな光を放つ、アルミ化粧天井

薬師寺食堂はかつて僧侶たちが食事をしてたという建物で、730年頃の奈良時代に建てられたと伝えられています。その後幾度かの焼失と再建を経て、2017年、三度目となる再建により現在の食堂が完成しました。室内には田淵俊夫画伯による「阿弥陀三尊浄土図」と14面の壁画が祀られており、その上に広がる雲海をイメージしたという化粧天井は見どころの一つです。この天井は建築家の伊東豊雄氏のデザインによるもので、素材には染色アルマイトを施した光輝アルミ合金(5110アルミ合金)が採用されました。天井に照明の光を反射させることで、柔らかな光が広がり、荘厳な雰囲気を作りだされています。

### 緻密な計算と試行錯誤を重ねて完成

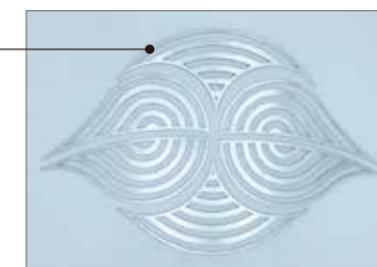
アルミ化粧天井は1枚の大きなパネルのように見えますが、実は334枚の円弧形状パネルをパズルのように組み合わせて構成されています。パネルは1,500mm幅のアルミ板からレーザーで切り出され、形状もそれぞれ異なっています。それぞれピタリとはめ合わせられるよう緻密に計算され、繋ぎ目が開かないようにパネル同士を締め付けてシームレスに見えるような状態を実現しました。これらは上から吊るす形で設置されていますが、下から見上げてパネル模様の隙間から吊るすための棒やワイヤーなどがほとんど見えないようにも工夫されています。設計、製造、施工が一体となり、さまざまな試行錯誤を重ねて完成したというアルミ天井はこれからも美しく輝き続け、時代を超えて多くの人を魅了していくでしょう。

## MISSION 03 アルミニウムが作り出す荘厳な世界 薬師寺食堂のアルミ化粧天井

世界遺産としても知られている、奈良の薬師寺。その境内に立つ<sup>じきどう</sup>食堂では、たなびく雲海の広がりを表現した美しいアルミ化粧天井を見ることができます。



建物の屋根裏から吊るして設置するパネルの素材には軽さとレーザー加工のしやすさが求められ、アルミニウムが選ばれた。また、染色アルマイトゴールドの深みある金色と輝きが、まさしく雲海のイメージにぴったりだったということも大きな理由となった。



異なる形状のパーツをパズルのように組み合わせている。

# 街や人をやわらかく映す光輝アルミ合金板 他の素材にはない高級感あふれる輝きが注目 されています

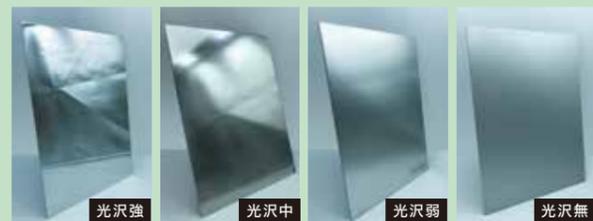
## 独特の美しさは 高度な表面処理とすぐれた材料から

最近、アルミニウムの光沢を生かした建築が増えてい  
ます。アルミニウムの光沢は、ステンレスなどに比べて見た目  
にやわらかく、やさしい輝きが特徴的です。

アルミニウムの光沢を高める方法の一つは、表面処理技  
術を適用することです。アルミニウムは本来、美しい銀色  
の光沢をもつ金属ですが、この美しさをさらに高めるため  
に、電解研磨や化学研磨などの光輝処理や、アルマイト処  
理などの表面処理が施されています。

材料となるアルミ合金でも、光沢の美しい材料が使われ  
ています。一般に、金属は不純物が少ないほど光沢が良好  
であり、純アルミニウム(1000系、純度99.0%以上)は、  
装飾品や照明器具、容器などに使われています。純アルミ  
ニウムをベースに、機械的な特性などを高めたのが光輝ア  
ルミ合金です。純アルミニウムと同等の光沢を持ちなが  
ら、強度や成形加工性、耐食性などに優れ、より広い用途  
に適用されます。代表的な光輝アルミ合金である5110ア  
ルミ合金は、アルミニウムにマグネシウムを添加した合金  
で、板材として建築の内外装に使われます。

すぐれた表面品質を得るには、アルミ合金の成分調整  
や金属組織、平滑度などを最適にコントロールすることも  
重要なポイントです。アルミニウム独特のやわらかくやさ  
しい光沢は、こうした高度な材料技術があって初めて実現す  
るのです。



光輝アルミ合金の電解研磨サンプルの比較。光沢度への要望はしだいに  
高まっており、表面処理条件の微妙な調整により、最適な光沢度が見い  
だされる。

## 最近の建築例

### すみだ北斎美術館 (東京都墨田区)

アルミ合金板の表面を電解研磨で平  
滑にして光沢を高め、シルバーアル  
マイトを施している。外壁を覆うアル  
ミ合金の淡くやさしい輝きが圧倒的  
な存在感を見せている。



### 大阪芸術大学 アートサイエンス学科棟 (大阪府南河内郡河南町)

壁のパネルに光輝アルミ合金を使用  
し、室内で淡い光沢を発揮している。  
室内では、光沢のやや異なるアルミ板  
と組み合わせて変化を設けている。



### 目黒セントラルスクエア (東京都品川区)

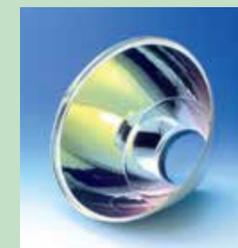
アルミ軒天井には、光輝アルミ合金に電解研磨処理後、ステンカ  
ラー色の二次電解着色を施した材料を採用している。



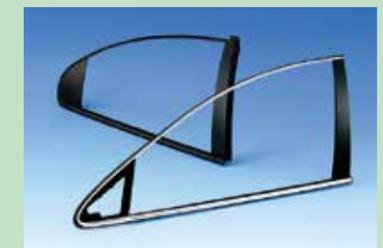
## いろいろな 製品に使われる 光輝アルミ合金



化粧品容器



照明用反射板



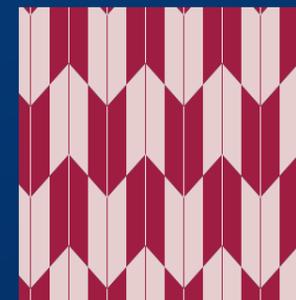
トリムモール (自動車ドア装飾品)



# 弓道の矢



やぶさめ  
武士の鍛錬の一つとして知られる流鏑馬。疾走する馬に乗りながら、的を射抜く。



女学生の袴姿でも知られる「矢羽根模様」。的を射る、ということから縁起物や魔除けの意味がある。

## ■各部の名称



古来の竹矢に代わり、最近ではアルミ矢が普及している。自分の矢とわかるように、シャフトはアルマイト処理で黒、茶、灰、銀、赤、青、藤、紫などに着色される。太さと厚さは4桁の数字で表され、例えば「2015」では、「20」は64分の20インチ(約8mm)、「15」は1000分の15インチ(約0.38mm)のこと。



## いまでも人気を誇る弓道の魅力

弓矢は、洋の東西を問わず人類が古くから使いこなしてきた武器でした。日本では、平安時代末期に武士が台頭すると弓矢は重要な武器となり、武士たちは弓矢の技術習得に励むようになりました。

明治以降、武道としての弓道が行われるようになり、現在では精神修養や競技スポーツとして、

また伝統ある日本文化の理解を深めるため、多くの人が弓道に親しんでいます。現在日本の競技人口は約14万人(全日本弓道連盟、2021年調べ)です。この約半数は高校生であり、高校の武道系の部活動として、人気の高い種目の一つです。

最近では、弓道を題材としたアニメも人気を呼び、凛としたたたずまい、美しい装束など、いろいろな要素が他の競技にはない大きな魅力だといえるでしょう。

## 相性の良いシャフトを手に入れる

矢は、シャフトの先端に金属製の矢尻がつけられ、後ろに羽根がついています。羽根は、1本に3枚付いており、ワシやタカなどの羽根が使われます。

シャフトは、太さ、重量、スパイン(硬さ)などが異なるさまざまな種類があり、競技者は自分に合った矢を選びます。元々、矢のシャフトは竹で作られていますが、主流はアルミ矢であり、ジュラルミン

などのアルミ合金が使われています。太さや重量が均一であり、初級者から上級者まで人気があります。アルミニウム以外の素材では、カーボン矢があり、カーボンの表面に竹の皮をコーティングしたシャフトなども開発されています。

それでは、射られた矢はどのくらいの速さで飛ぶのでしょうか。ある調査では、近的(28m)競技での平均速度は時速160~200kmであり、これは自動車を超えるほどの高速ということ。まさに「光陰矢の如し」です。

取材協力:(株)小山弓具  
参考資料:「はじめよう弓道」ベースボールマガジン社、2021年11月

スクラップ・アート

## ハシビロコウ「幸之進」

使われなくなってしまった廃材に新たな命を吹き込む現代美術家・富田菜摘さんの作品。ハシビロコウのくちばしはアルミ製蒸し器のフタ、首から胴にかけてはアルミニウムのお椀、照明の反射部品などを使用。金属廃材が温かい生き物に生まれ変わっている。



SCRAP ART

アルミエージ 196号 2022年(令和4年)9月30日発行

発行／一般社団法人 日本アルミニウム協会 〒104-0061 東京都中央区銀座4-2-15(塚本素山ビル) ☎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) ☎06-6268-0558

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

企画・制作：株式会社ピー・アール・オー