

特集

防災

アルミニウムでまもる、ふせぐ

みらいへのキーワード / カーボンニュートラル

ジャパネスク / 扇子

# アルミニウム エージ

2023 SPRING 197



みらいをつくるアルミニウム

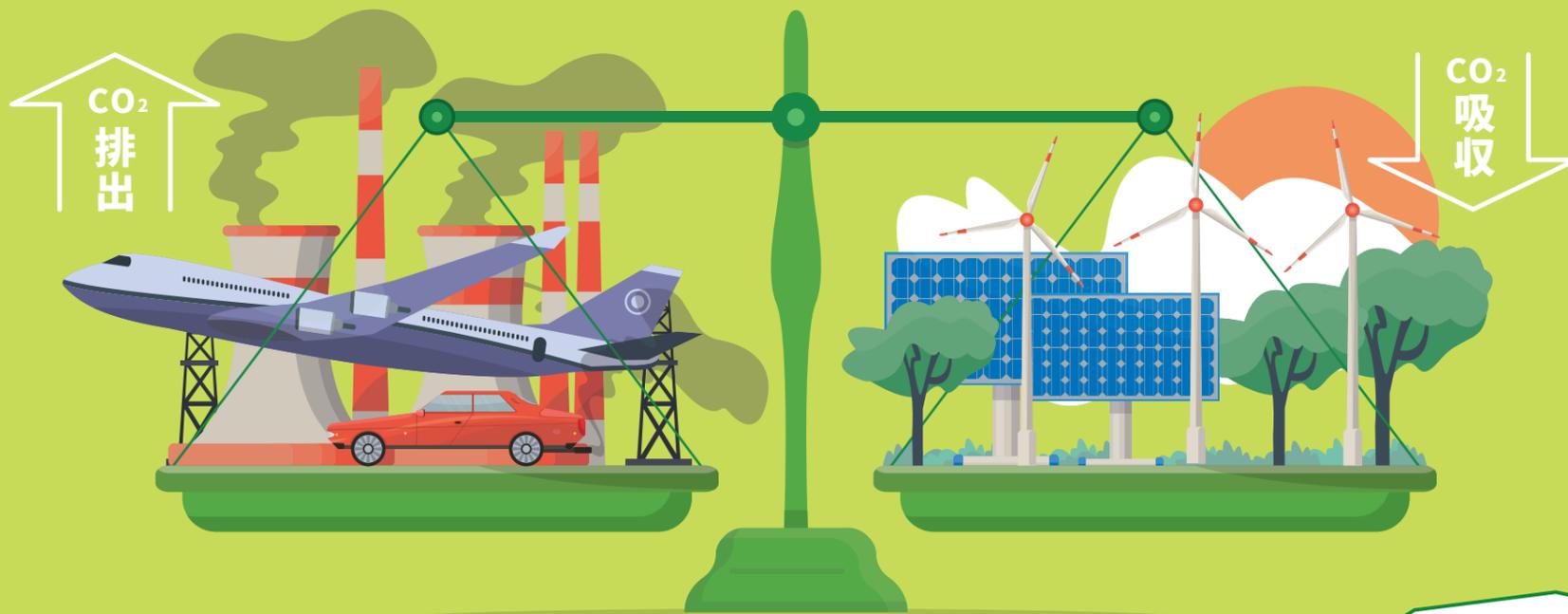
廃材に新たな命を吹き込む立体造形

SCRAP ART

年組



# カーボンニュートラルって何？



## カーボンニュートラルの実現へ、世界は大きく舵をきった。

最近、よく耳にする「カーボンニュートラル」とはそもそもどのような意味なのでしょう。

2020年10月、菅総理は所信表明演説でこう宣言しました。「我が国は2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを、ここに

宣言いたします」

ここでいう「全体としてゼロにする」とは、温室効果ガスの排出を完全にゼロにすることは難しいため、排出せざるを得なかった分については同じ量を「吸収」や「除去」しましょう、ということ。「吸収」「除去」とは、たとえば植林を進めて光合成に使われる大気中のCO<sub>2</sub>の吸収量を増やす

こと等が挙げられます。これによって差し引きゼロの状態をめざす、これが「カーボンニュートラル」の「ニュートラル(中立)」を意味するところとなっています。

カーボンニュートラルが脚光を浴びるようになった背景には、深刻さを増す地球温暖化の問題があります。世界の平均気温は工業化以前(1850～

STOP地球温暖化をめざし、世界で取り組みが始まっているんだよ



1900年)と比べ約1.1°C上昇(2020年時点)し、また日本の平均気温は100年あたりおよそ1.3°Cの割合で上昇していると言います。

パリ協定(2015年採択、2016年発効)では、地球温暖化対策として各国に2050年までにCO<sub>2</sub>排出量の大幅削減やカーボンニュートラルの実現を求めています。加えて、国連気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の「IPCC1.5°C特別報告書」によると、産業革命以降の温度上昇を1.5°C以内におさえるという努力目標を実現するには、2050年頃までのカーボンニュートラルが必要という報告がされています。

これに応えるかたちで、日本を含む124か国と1地域が2050年までのカーボンニュートラルの実現を表明しました(2021年1月20日時点)。

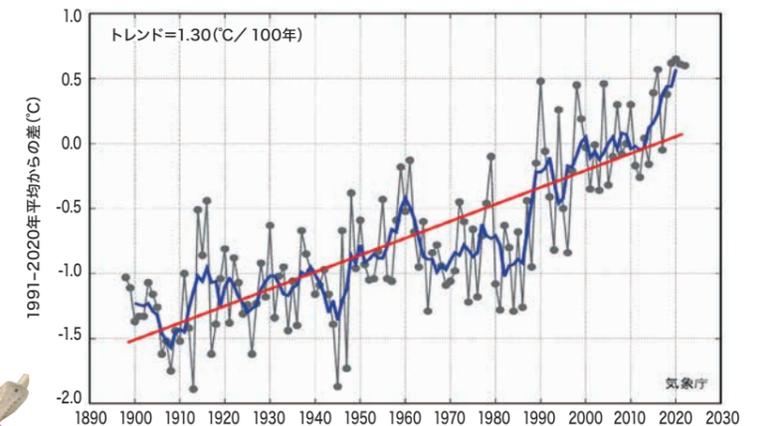
日本国内では地球温暖化対策の見直しと施策が進められている他、産業界においてもカーボンニュート

ラル実現に向けたさまざまな取り組みが始まっています。

アルミニウムは軽くて強いため、輸送機器の軽量化に貢献し、それにより燃費が向上し、CO<sub>2</sub>の排出削減に寄与します。それだけでなくアルミニウムは、リサイクル性に優れ、新地金から製品を作る場合に比べ、リサイクルの場合は、CO<sub>2</sub>排出量を97%削減できます。カーボンニュートラルの実現には、製品の原料調達から廃棄・リサイクルに至るまでのライフサイクル全体を通しての環境負荷を算定する手法「ライフサイクルアセスメント(LCA)」が重要となっています。LCAを用いた環境負荷の軽減が求められるなか、リサイクル性に優れたアルミニウムを製品に採用することで、CO<sub>2</sub>排出量の削減に繋がります。2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、アルミニウムへの期待が高まっています。

## 日本の年平均気温偏差

日本の平均気温は100年あたりおよそ1.3°Cの割合で上昇し、熱帯夜や猛暑日が増え、冬日(1日の最低気温が0°C未満の日)が少なくなっている。



出典:気象庁HP

いま、自動車業界では、車両の軽量化にかかせないアルミニウムのリサイクルが積極的に行われています。リサイクルアルミ材を使うことでCO<sub>2</sub>排出を削減できるとともに、限りある資源を効率的に使うことができます。



日産「ローグ」(左)は北米で販売されているSUV。その兄弟モデルとなる「キャシュカイ」(右)は欧州で展開されている。アルミ材は生産工場がある各国の拠点で調達し、リサイクルも行われる。

## 日産「クローズドループリサイクル」で 質の高いアルミ板を再生

### 1時間に7トン以上の アルミスクラップを処理

日産のSUV「ローグ」(日本名はエクストレイル)と「キャシュカイ」は、このほど『クローズドループリサイクル』を適用することでCO<sub>2</sub>排出削減を図り、話題となっています。この車種はボンネット、サイドドア、フロントフェンダーにアルミニウムを使用していますが、クローズドループリサイクルによって、製造工程中、アルミ板材から部品の型抜きをする際に発生するスクラップ(端材)を5000系と6000系の材種ごとに分けて処理し、再びアルミ板材へと加工しています。

工場にはリサイクルのためにエア搬送設備が導入されています。スクラップをシュレッダーで細かくしてから高速エアで飛ばして箱に収めていく仕組みで、1時間に7トン以上もの大量処理が可能です。こうして処理されたスクラップは、アルミ材料メーカーへと移り、新たなアルミ板材へと生まれ変わります。

### グリーンアルミニウムの適用で さらにCO<sub>2</sub>排出の削減へ

このように製造工程で発生するスクラップのリサイクルは進みつつありますが、一方でその他の部

分でのリサイクルはまだ課題がのこっています。たとえば、廃車から出るアルミ資源などは不純物が多く混ざるため、ほとんどが鑄造材として利用されています。今後はそれらも質の高いアルミ板材へ戻し再利用する事が理想となっています。また、2023年より、日産車には一部の車種では「グリーン

アルミニウム」原料を用いた板材の適用を開始していきます。

グリーンアルミニウムとは太陽光等の再生可能エネルギー由来の電力で電解精錬したアルミニウムで、化石燃料由来の電力を用いた地金製造に比べCO<sub>2</sub>排出量が大幅に削減されます。

## CO<sub>2</sub>排出削減のために、できることから一つひとつ

CO<sub>2</sub>排出削減については、まだまだできることがたくさんあります。これからも新たなリサイクルを含めさまざまな開発に取り組んでいかなければなりません。リサイクルは技術面とコストのバランスが良い状態で行われるのが理想的ですが、我々自動車メーカーだけでは実現できないことも多く、これからも素材業界と共通意識を持ちながら協力しあっていければと思います。



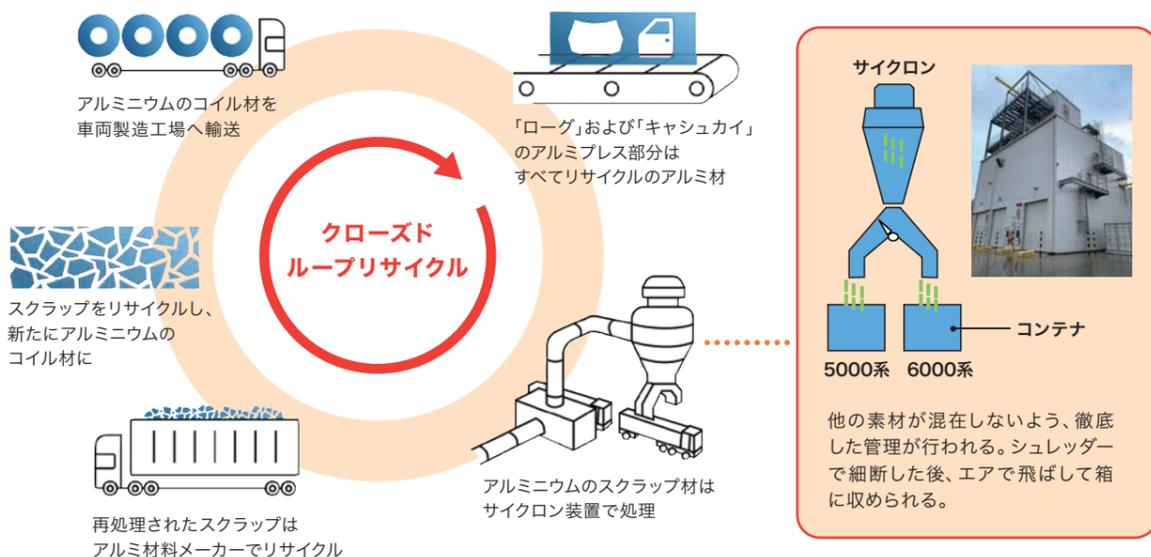
源島 文彦さん  
日産自動車(株)  
企画・先行技術開発本部  
材料技術部 主管



山崎 寛規さん  
日産自動車(株)  
車両生産技術開発本部  
プレス技術課 主管



伊丹 和秀さん  
日産自動車(株)  
車両生産技術開発本部  
プレス技術部



# アルミ材料メーカーとの技術の融合で、 環境車「MIRAI」にリサイクル材を採用

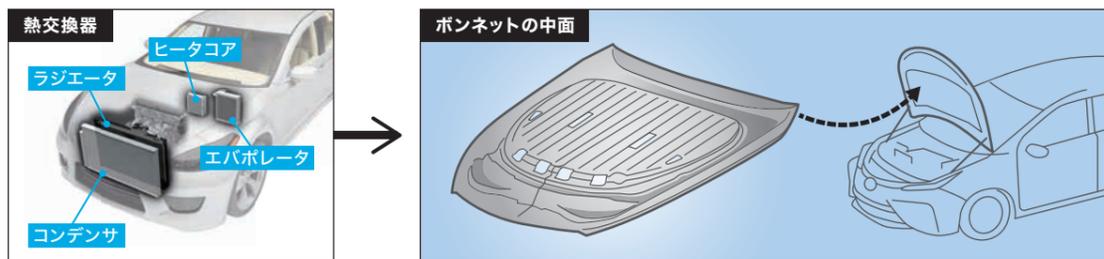


FCEV(燃料電池自動車)「MIRAI」。リサイクル材はボンネットの中面に採用されている。走行時にCO<sub>2</sub>は排出しない。軽量化することで少ないエネルギーで走行距離を伸ばすことが期待される。

## 熱交換器のスクラップから、 新たなリサイクル材を開発

トヨタの燃料電池車「MIRAI」は2020年からボンネットの中面にリサイクルアルミ材を採用し、話題となっています。このアルミ材に使われているのはおもに熱交換器向けアルミ板の製造時に出る

スクラップ(端材)で、アルミ材料メーカーである(株)UACJと共同開発によりリサイクルを実現しました。熱交換器向けアルミ板をリサイクルに活用するには、多重構造となっており分別をすることができません。不純物が多く混在している状態では本来のアルミ板の特性が低下するため、その改善が開発の課題となりました。



## リサイクル材の適用範囲の拡大も検討

今回、MIRAIへリサイクル材の採用を検討するにあたり材料メーカーの方々も含め議論を重ねました。そこで、素性(組成)がわかっているのにカスケードリサイクルされている熱交換器のスクラップに着目し、開発が進められました。ボンネットの中面という大きな部分に使用することで、よりCO<sub>2</sub>排出量削減効果があり燃料電池車の特徴である走行時のCO<sub>2</sub>排出ゼロの効果と合わせてライフサイクルCO<sub>2</sub>の削減につながっています。今後も使用するリサイクル材料の増加や適用範囲の拡大なども視野に入れ、さらなるCO<sub>2</sub>排出量削減を目指します。

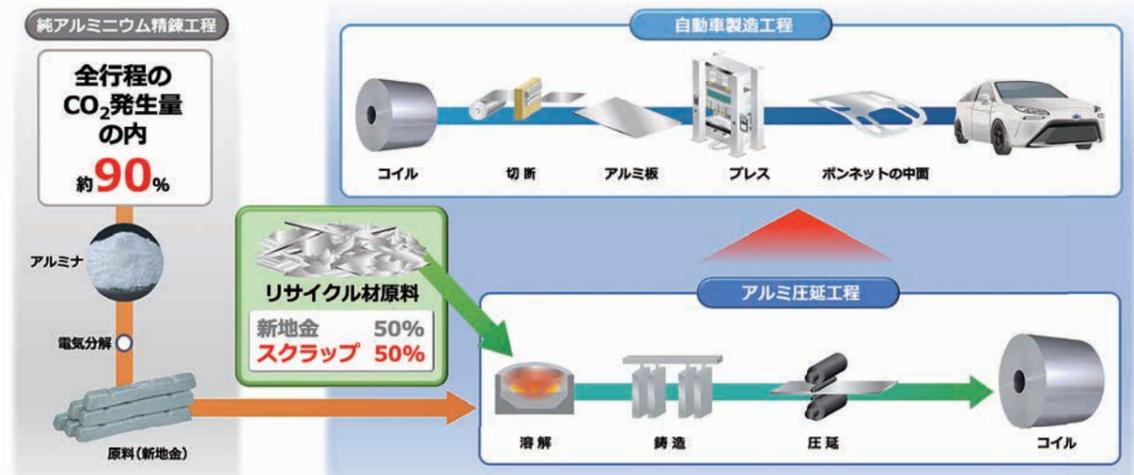


トヨタ自動車(株)  
モビリティ材料技術部  
プロジェクト材料創生室  
倉本 剛さん

トヨタ自動車(株)  
モビリティ材料技術部  
車両材料開発室  
浅井 千尋さん

## アルミ板製造と自動車製造工程のイメージ

「MIRAI」に採用しているリサイクル材は、スクラップ材と新地金を半々で使うことにより、従来のアルミ材と比較して製造時のCO<sub>2</sub>排出量を約50%削減することを実現している。



## リサイクル材の成形性に合わせて 車体の形状を工夫

アルミ材料メーカーとの共同開発では、たとえば、強度に対してはマグネシウムなどを添加することで、ボンネットの中面に適した強度にまで高めました。成形性に影響する伸び特性に関しては、従来材とリサイクル材を比較すると85%程度とやや低くなっています。そのため、曲げ部分はカーブを緩くするなど車体の設計で形状を工夫しながら

対応しています。このように、このリサイクルアルミ材はまさしく自動車メーカーとアルミ材料メーカー両方の合わせ技により実用化に至りました。一方、トヨタのSUV「ランドクルーザー」はボディパネルにアルミニウムを採用していますが、その製造時に発生するスクラップをクローズドループ・リサイクルしています。今後、新たな材料の開発を含めて、さらにリサイクル材の活躍の場が広げられ、同時にCO<sub>2</sub>排出量削減が進んでいくことが期待されます。

# アルミ缶備蓄水から繋がる防災ネットワーク 「水の架け橋」プロジェクト



アルミニウムでまもる、ふせぐ

2011年3月に発生した東日本  
大震災から12年。自然災害への備え  
が重要となるなか、新たな防災・減  
災への取り組みが生まれています。

人が生きていくために不可欠な飲料水。万が一の災害に備えて、日ごろから飲料水の備蓄は最も大切な事の一つです。いま話題となっている「水の架け橋」プロジェクトは、アルミボトル缶備蓄水を中心にした相互支援ネットワーク。防災・減災分野の新しい取り組みをご紹介します。

## 賞味期限は、なんと12年！ アルミニウムの特徴を生かした備蓄水

数々の災害に見舞われてきた日本では、飲料水の備蓄は常識となっています。飲料水の容器といえばPETボトルというイメージがありますが、今、アルミボトル缶が注目を集めています。アルミボトル缶は、光やガスを通過させないというアルミニウムの特徴を活かしています。蒸発や紫外線などによる中身の劣化を抑え、長い期間、中身を安全・新鮮においしく保つことができます。備蓄水「水の架け橋」の賞味期限は製造後12年。一般的なPETボトル備蓄水の賞味期限が5~7年程度ですから、手間と時間のかかる交換作業や廃棄の回数も半分に、備蓄の買値もおしコストも削減できます。

## 水を備蓄するだけでなく、 その先の安心感も考えたシステムを構築

「水の架け橋」プロジェクトでは、自然災害に備える独自の「助け合い」ネットワークシステムを提供します。「水の架け橋」をご購入いただいた事業者は保管場所や数量、賞味期限などを「水の架け橋」ネットワークシステムに登録できます。このシステム上では周辺企業の備蓄のたまかな情報(企業名は開示されません)をgoogleマップ上で確認でき、さらに災害で飲料水が必要となった場合、周辺企業に支援を要請することができます。支援要請者と支援者をスピーディーに繋ぎ、普段は知らない企業同士が支援し合う「共助」機会を提供します。2者で直接コンタクトを取り合い、速やかな備蓄品の受け渡しや情報のやり取りが可能になります。これまでの「備えたから安心」ではなく、さらにその先で起こる事態を見据えた対策はさらなる安心感をもたらすといえるでしょう。アルミボトル缶備蓄水と支援ネットワークシステムは、これからの時代の防災・減災についての在り方に影響を与えていきそうです。



アルミ缶は重いと思われがちだが、PETボトル備蓄水と比較してもほぼ同等。リサイクル性にも優れ、海洋プラスチック問題などSDGsへの貢献度も高い。

## これからの備蓄水の 主流はアルミ缶に

2019年に広島で発生した大きな水害を体験された方々から「国に水支援要請をしたが、スムーズに伝達できなかったり、道路寸断があったりでなかなか届かず、避難者に配ることができなかった」という話を聞いたのが、このシステムを作るきっかけとなりました。おそらく周辺の企業などには備蓄水があったはずですが、連絡先を知らなければ助けを求めることもできません。そこで備蓄水の情報がすぐに交換できる共同クラウドシステムがあればと思い、このシステムを発売しました。また、アルミ缶は非常に備蓄水に向けた容器であることを、この取り組みを通して多くの方々に知ってもらえれば嬉しいです。そして「備蓄水ならアルミ缶」という新たな常識を作っていきたいですね。



(株)UACJ 経営戦略本部  
経営戦略部 新規事業開拓グループ  
「水の架け橋」プロジェクト代表  
黒田 英敬さん



問い合わせ先: <https://mizuno-kehashi.com/>

まだある!?

## アルミニウムが活躍する防災対策



### アルミホイル

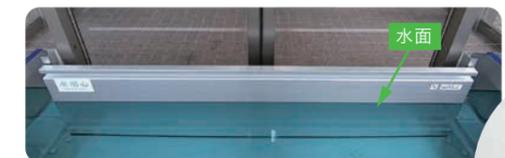
ノベルティとしても  
活用されているアルミホイル。

料理などに使うアルミホイルも、災害時に大いに役に立つ日用品のひとつです。このアルミホイルはパッケージに災害時での活用法をイラストでわかりやすく紹介しているすぐれもの。たとえば懐中電灯と合わせてデスクライトを作るアイデアは、アウトドアでも応用できそうです。防災セットの中に入れておくと安心ですね。

問い合わせ先: UACJ製箱 加工箔営業部 音島行裕

### アルミ製止水板

ゲリラ豪雨の時など、自動ドアやシャッターの前に取り付けて建物内への水の侵入を防ぐのが止水板です。止水用によく使われている土嚢に比べると、アルミ製止水板は軽いのが特徴で、一人で容易に運べます。耐久性が高く、泥で汚れても水で洗い流せばすぐにきれいになるので手入れも簡単。豪雨などの災害は年々増加傾向にあり、止水板への注目が高まっています。



止水板は中が空洞構造になっており、そこに水が入り溜まることで浮かずに水圧でドアに密着。

ドアに固定する際には、支柱を設置しておけば大型のダブルクリップで固定できる。



問い合わせ先: <https://nb.uacj-group.com/mizuyojin>

取材協力: (株)UACJ

特集  
防災

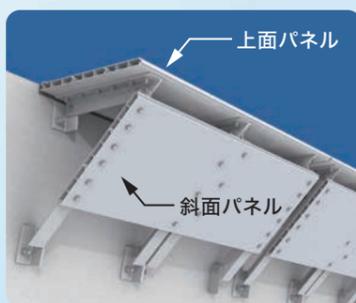
まもる、ふせぐ  
アルミニウムで

# 高波から沿岸道路を守る アルミ製波返し

天候が荒れているとき、沿岸地域で暮らす人々にとって気になるのが波による被害です。開発された波返しは、護岸を越えてくるほどの大きな波を海に返して被害を防ぐことができ、注目されています。

## 護岸を越えてくる波の被害を抑えるために

台風で起こる高潮、あるいは地震で発生する津波といった護岸を越えるほどの大きな波は越波と呼ばれ、甚大な被害をもたらします。道路が海水に浸るだけでなく、波により石や岩、流木など漂流物がたくさん運ばれてきます。海水が引いた後はそれらを撤去しなければならず、その間は通行止めにしなければなりません。このような越波を防ぐのに活躍しているのがアルミ製波返し



上面パネルと斜面パネルを三角形に組み合わせた構造。アルミ製押出パネルなので強い波にも耐えられ、耐食性にすぐれる。

「サーフィナル<sup>®</sup>」です。以前は越波対策としてコンクリート製防波堤を築いたり、消波ブロックを投下したり、工事により海岸整備をするなどが行われてきました。しかし、気候変動により大型台風が増え、予想外の高波が起きるようになったため、この波返しが開発されました。護岸の海側の壁面に取り付けるだけで、越波を最大で約80~90%も低減することができます。

アルミ製波返し設置後の景観



アルミ製波返し設置区間

従来のようにフェンスを立てる必要がなく、周囲の美しい景観を損ねることもない。

従来の越波対策の景観



アルミ製波返し

アルミ製波返しを設置すると、海側に鋭角に波を返すことができる。越波による通行止の規制期間を短縮することができ、近隣住民の大切なインフラである「道路」を守ることができる。

## シミュレーションにより波の挙動を分析

アルミ製波返しはシンプルな構造で、アルミ製押出パネルを三角形に組み合わせてできています。場所によって岸の形状はさまざまで、波が押し寄せてくる際の条件もそれぞれ異なっています。そこで、設置場所ごとにコンピュータで数値解析を行い、台風などの時にどのような波が起こるかをシミュレーションし、各場所に合わせて最大限の越波抑制効果を得られるように改良を加えています。また、設置が容易で施工期間を短縮でき、トータルのコストパフォーマンスにすぐれています。さらに、波返しは護岸から海に向かって庇のように出っ張っているため、従来の岸の上にフェンスを立てて波を防ぐのとは違い、周囲の美しい景観を損ねることもありません。

近年、気候変動による激しい自然災害が増えています。日本各地の沿岸でアルミ製波返しが防災に力を発揮していくことが期待されます。

## シミュレーションによる波の挙動解析

鋭角方向に波を返すため、風で飛沫が飛散しにくい。



取材協力：日軽エンジニアリング(株)

## コンピュータ数値解析で定量的に性能を評価

アルミ製波返しは、シミュレーションによる波の挙動解析を活かして開発しており、それが確かな裏付けとなっています。高波に対し、どのような動きをしているのが数字として見えれば越波を抑制する性能をより理解してもらえるので、これからも力を入れていきたいですね。



日軽エンジニアリング(株) 設計技術部 構造物チーム  
御手洗 恭平さん

## まさしくアルミニウムの特性が活かされた製品

アルミ製波返しは6000系合金の押出材でできています。耐食性にすぐれ、塩害に強く、軽量なのでコンクリートの護岸に負担を与えないうえに施工も簡単スピーディーにできるなど、まさしくアルミニウムの特性を最大限に活かした製品だと思います。リサイクル性にも優れSDGsにも貢献するため、地球温暖化防止にも繋がっていくことを期待したいですね。



日軽エンジニアリング(株) 市場開発部 大阪チーム長  
薫 重徳さん

# 大きな災害に備えて家を見直す 暮らしを守るアルミニウム

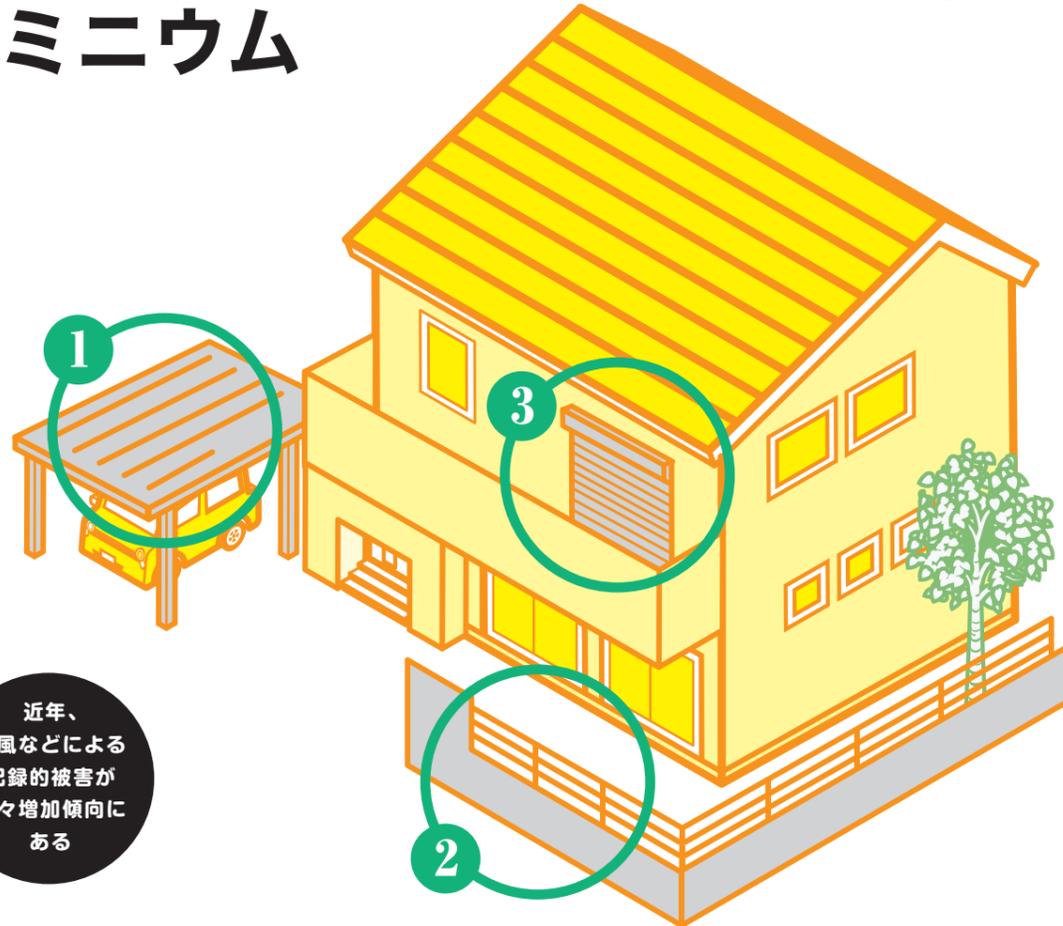
気候変動により、以前よりも激しい台風や大雪に見舞われることが増え、全国的に備えが必要になっています。最近では広い地域で台風対策への意識が高まっており、災害から我が家を守る製品として、より優れた性能の耐風シャッターや耐積雪カーポートなどが登場しています。

●台風(発生・上陸数)



※気象庁「台風の統計資料」より

近年、  
台風などによる  
記録的被害が  
年々増加傾向に  
ある



## 1 壁のない車庫でクルマを守る カーポート

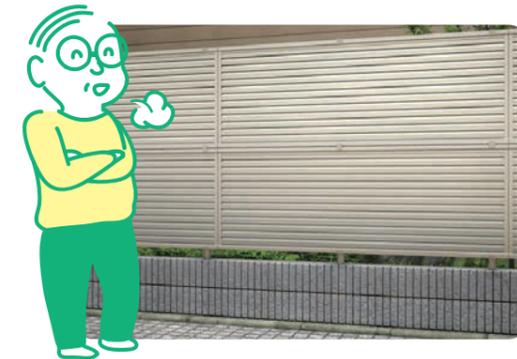
車庫の代わりに雨や雪からクルマを守るカーポートは、大型の自然災害が増えるなかで、進化しています。耐積雪性能に関しては、新雪で20cmのものから今では最大300cmまで耐えられる製品が登場しました。また、台風にも備えて風速62m/秒に耐えられるタイプもあります。カーポートは柱部分にアルミ押出型材を使っていますが、施工や輸送を工夫して軽量化を追求。また、耐積雪や耐風のニーズは地域によっても異なるため、柱を肉厚にしたり、使用本数を増やすなどしながら細かく対応しています。以前は雪国で多く設置されていたスチール折板屋根のカーポートも、現在では日本全国で設置されるようになっています。

耐風性能があるカーポートは強風が吹き込んでも屋根や柱が飛ばされない。



## 2 軽さで二次被害を防ぐ アルミ型材フェンス

古いブロック塀は、台風などの強い風や地震の強い揺れなどによって崩れてしまう危険性があります。そのため、古いブロック塀をアルミ型材フェンスと組み合わせて改修する家が増えています。アルミ型材フェンスは軽く、万が一、倒壊しても人を巻き込んで怪我させるなどの二次被害を抑えることができます。高さも選べるため、外からの視線を遮り、防犯効果もあります。また、自立建てフェンスにすればブロック塀よりも薄いので、庭を広く使えるメリットもあります。

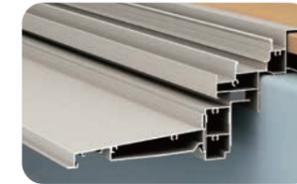


## 3 強風から窓を守る 耐風シャッター

強風や風に飛ばされてくるモノから窓を守る、雨戸のような役割を果たすシャッター。大型の台風が増えたことで、後付けで窓に設置する家も多くなりました。耐風シャッターは、大きな風圧にも耐えられるように開発されたもの。以前は風速換算51m/秒を基準に設計されていましたが、耐風シャッターは風速換算62m/秒まで想定されています。飛来物に対しては、瓦のような物が飛んできてガラスが割れないという試験に合格したものもあります。



耐風シャッターのココがアルミニウム!



### 下地部分

2階バルコニーのある窓にシャッターを取り付けるための下地部分に、軽くて耐久性に優れたアルミニウムを採用。FRP防水部®に直接ビスを打つ必要がありません。



### シャッターボックスカバー

シャッター部分を巻き込むボックスのカバーは、強風が吹き込むと風圧で板が曲がってしまうため、軽くて強度のあるアルミニウムが使われています。



### スリットシャッター

シャッターのスリットを閉めると耐風効果を発揮。スリットを開けると外からの視線を遮り、プライバシーを守りながら風を取り込んで換気ができるメリットがあります。

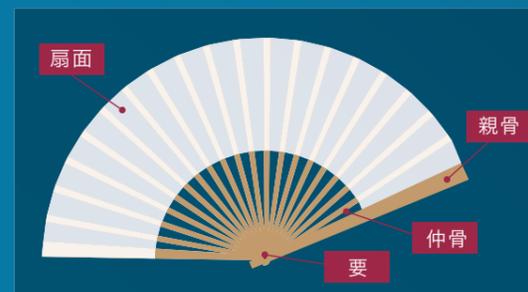
※繊維強化プラスチックを使った塗装防水で、多くのバルコニーやベランダに施工されている



扇塚(京都市)  
平安時代末期、源平合戦で若くして命を落とした笛の名手、平敦盛を偲んで、その妻がこの地で扇を作ったという話が伝えられている。

### ■ 扇子の各部の名称

扇子は、左右の親骨の間に何本もの細長い竹や木でできた仲骨を束ね、「要」と呼ばれる一点で固定している。



### 親アルミ60間扇子

強度のあるアルミ製の親骨と、柔らかな風を生む58本の薄い仲骨を組合せた、クールな印象の扇子。生地部分の幅が短い「短地型」のスタイリッシュなデザインで人気がある。アルミ親骨には、生地や和紙を貼り付けるため、表面が平らになるように仕上げ加工を施している。



### 刺し子アルミ扇子

和風の刺し子柄を取り入れた扇子。仲骨は18本でやや厚く、支えるアルミ親骨も丈夫に作られている。アルミ製親骨の刺し子柄は繊細なレーザー加工で描かれたもの。



### 個性が光るアルミ製扇子

最近でも、能狂言や日本舞踊、茶道、落語などのいろいろな場面で、扇子は広く使われています。また身近な暮らしの中では、クールビズの普及もあり、シンプルな和モダンテイストの扇子を求める人々も増えているようです。

ここでご紹介するのは、扇子の左右端を支える親骨にアルミニウムを使用した扇子です。扇子を支え

る親骨は竹を使うことが多いのですが、竹に替わり、丈夫なアルミ親骨を使っています。金属ならではの光沢とどっしりした感じ。竹にはない、ひんやりとしたアルミニウムの涼感。若い男性を中心に、静かなブームとなっています。

取材協力：(株)山岡白竹堂 <https://www.hakuchikudo.co.jp>  
参考資料：王岩「扇の発展に見る東アジアにおける文化の伝播と創造」、相愛大学人文科学研究所研究年報第4巻、相愛大学人文科学研究所、2010年

# 扇子



日本の伝承の技が生きる扇子。老舗の扇子店には、伝統に新しい風を取り込んだデザインの扇子が並び、訪れる人を魅了する。  
(山岡白竹堂本店(京都市中京区))



### その進化は日本文化とともに

初夏の候、おもむろに懐から扇子を取り出す。趣ある日本の風景です。

扇子の歴史は古く、日本では奈良時代の遺跡から、薄い檜の板を重ねて作った檜扇ひおうぎが発見されており、これが最古の扇とされています。平安時代になると、細い骨に紙を貼った蝙蝠扇かわほりおうぎが生まれ、夏に涼を得るための扇として使われ始めました。

扇の役割はそれだけにとどまらず、和歌を書いて贈ったり、儀礼の道具として使われたりするようになりました。

京都市の五条大橋西詰に「扇塚」という石碑があります。平安時代末期、源平合戦で命を落とした平敦盛の妻が、この地で扇を作り始めた、という話が伝えられています。現在も、日本の扇子のおよそ9割は京都とその周辺で作られています。

スクラップ・アート  
ヤギ「大樹」

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。ツノに飲料缶のキャップ、上あごに小さい薬缶の蓋、首に照明の反射部品、おなかに給食の牛乳を運ぶ配膳容器、お尻に鍋など、アルミニウムを使用。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 197号 2023年(令和5年)3月31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・オール・オー