

アルミ エージ

No.189

2019 SPRING
JAPAN ALUMINIUM
ASSOCIATION

日本アルミニウム協会
設立20周年特別企画

日本のアルミ産業

20年のあゆみ

スペシャルインタビュー

アルミニウムへの期待

特集

憧れの列車で行く特別な旅

- [TRAIN SUITE 四季島]
- [TWILIGHT EXPRESS 瑞風]



[海外アルミ事情] アルミ電解コンデンサ

[趣味の逸品] ヨーヨー

もっと知りたい

[アルミラボ] アルミハニカムパネル

[アルミコレクション] ドッグタグ

設立 **20** 周年
日本アルミニウム協会

1999年、日本アルミニウム協会が発足しました。それから現在までの間にさまざまなアルミ製品が登場し、暮らしや産業の中で活躍しています。また社会や産業が大きく変化する中で、循環型素材としてのアルミニウムへの期待はますます高まっています。

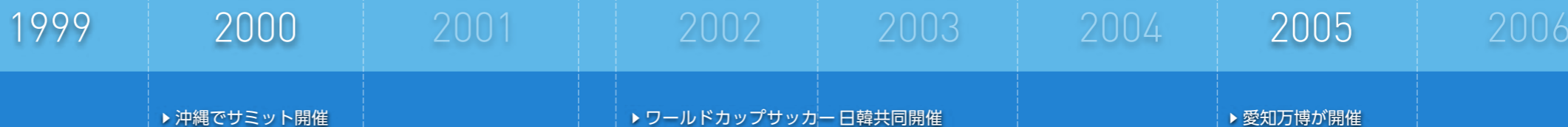
日本アルミニウム協会の発足20周年の機会に、アルミ産業やアルミ製品の流れを振り返ってみましょう。

日本のアルミ産業 **20** 年のあゆみ

アルミ業界

- 1999 日本アルミニウム協会発足
旧日本アルミニウム連盟と旧軽金属協会が統合
- 2000 日本アルミニウム協会とIPAI*共催で「京都フォーラム」開催
- 2001 中国有色金属工業協会が日本アルミニウム協会と初交流
- 2002 国土交通省、アルミ建築構造に関する告示を交付
- 2003 「アルミニウム建築構造デザインコンペ」開催
「飲料容器リサイクル再考シンポジウム」開催
- 2003 「アルミニウム建築構造デザインコンペ」開催
- 2004 「アルミ建築フォーラム」開催
- 2005 「第5回国際アルミ船フォーラム」開催
- 2006 日本アルミニウム協会、「エコプロダクツ2006」に初めて出展

*IPAI: International Primary Aluminium Institute



日本アルミニウム協会のご紹介

- 名称
一般社団法人日本アルミニウム協会
(英文名 Japan Aluminium Association)
- 設立の目的
アルミニウム産業の健全な発展を図り、我が国経済の発展と国民生活の向上に寄与する。
- 沿革
1978 (昭和53) 日本アルミニウム連盟設立
1980 (昭和55) 社団法人の認可。社団法人日本アルミニウム連盟となる。
1999 (平成11) 社団法人日本アルミニウム連盟の定款を変更し、社団法人日本アルミニウム協会に名称を変更するとともに、社団法人軽金属協会(昭和22年設立、平成11年解散)の事業、会員、資産、職員等を継承。統合団体としての社団法人日本アルミニウム協会がスタート。
2011 (平成23) 公益法人制度の改革に伴い、一般社団法人日本アルミニウム協会に移行。

アルミ製品

- 1999 アルミ合金構造エコ素材住宅完成
- 2000 ボトル型アルミ缶開発
- 2001 アルミ合金製防護柵の実車衝突実験を実施
- 2002 プラズマディスプレイ用アルミパネルの需要加速
- 2003 アルミボンベ搭載の燃料電池車が走行
- 2004 乗用車へのアルミニウム使用が拡大
- 2005 金沢駅東口広場に日本最大級のアルミ建築物(もてなしドーム)が竣工
- 2006 アルミ製品総需要、445万トンと史上最高を記録

ボトル型アルミ缶開発

日本独自の製缶技術から誕生したボトル缶は、今までのアルミ缶になかったリシール(再栓)機能が注目され、主にお茶や清涼飲料に採用された。



乗用車へのアルミニウム使用が拡大

自動車の燃費向上や軽量化を図るためにボディパネルのアルミ化が急速に進み、とくに高級車やハイブリッド車でアルミ部品の採用が増加した。

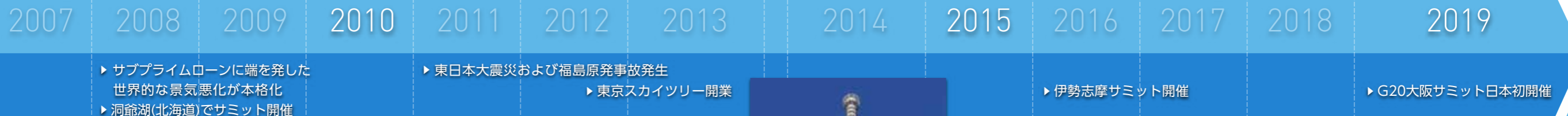


アルミ業界

◆ 2019 日本アルミニウム協会、 設立20周年を迎える

- ◆ 2007 LCA*日本フォーラム主催「第4回LCA日本フォーラム表彰」において日本アルミニウム協会が奨励賞を受賞
- ◆ 2008 「非鉄金属業界ネットワーク協議会」発足
- ◆ 2009 日本アルミニウム協会、「アルミニウム技術戦略ロードマップ」を策定
- ◆ 2011 日本アルミニウム協会、第1回子供向け「絵画コンクール」を実施
- ◆ 2011 日本アルミニウム協会、工業標準化事業で経済産業大臣表彰を受賞
- ◆ 2012 日本アルミニウム協会、日本科学未来館の企画「世界の終わりものがたり」へアルミ製品を展示
- ◆ 2013 アルミ缶 リサイクル率、94.7%と過去最高を記録
- ◆ 2014 日本アルミニウム協会、冊子「アルミで安心——災害・防災・防犯に活躍するアルミ製品」を発行
- ◆ 2014 日本のアルミ製錬事業が80年の幕を閉じる
- ◆ 2015 日本アルミニウム協会、東京メトロとのコラボレーションによりポスター第一弾「東京メトロは、なぜ全部アルミ車両？」を掲示
- ◆ 2018 アルミ業界の品質保証ガイドラインを策定

*LCA: Life Cycle Assessment



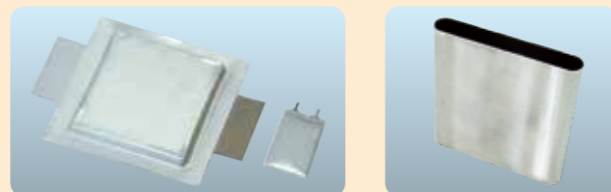
アルミ製品

- ◆ 2007 自動車向けアルミ出荷、好調を継続、史上最高を記録
- ◆ 2007 電解コンデンサー用箔の需要、史上最高を記録
- ◆ 2009 放熱部品にアルミニウムを使用したLED照明器具の開発・発売相次ぐ
- ◆ 2010 車載用リチウムイオン電池の普及が加速
- ◆ 2010 橋梁用防護柵「アスレール」が土木学会デザイン賞・奨励賞を受賞
- ◆ 2011 フレームや架台等にアルミニウムが使用される太陽電池モジュールの生産が大幅に増加
- ◆ 2014 ミルク入り缶コーヒーにアルミ缶が採用される
- ◆ 2014 リチウムイオン電池向けのアルミ箔の出荷、史上最高を更新中
- ◆ 2017 日本初のアルミ合金製橋梁「金慶橋」が土木学会の推奨土木遺産に認定
- ◆ 2018 アルミ製鉄道車両の年間生産実績が初めて1000両を超え、最高記録を更新中



車載用リチウムイオン電池の普及が加速

電気自動車などのエコカーに使われる高性能なリチウムイオン電池には、高品質なアルミ箔やアルミケースが使われ、生産能力の増強が進んだ。



アルミ製鉄道車両の生産が史上最高を記録

軽量で経済性に優れたアルミ製鉄道車両は、新幹線や地下鉄車両を中心に生産量が増加し、輸出も大きく伸ばした。



ナノテクノロジーの活用で広がる アルミニウムの新たな可能性

優れた研究成果を通して、国際的に存在感を示してきた日本のアルミ研究。将来に向けて、今どのような取り組みが行われているのでしょうか。長年アルミニウムの組織制御、製造プロセスおよび材料評価など幅広い研究に取り組んでこられた里 達雄先生にこれからのアルミニウムへの期待をうかがいました。

アルミニウムの謎を解明する面白さ

— アルミニウムの魅力とは何でしょうか。

長い歴史を持つ鉄や銅に比べ、アルミニウムは工業化から130年ほどの若い金属で、それだけでも魅力的だと思います。アルミニウムには長所がたくさんあります。軽い加工性がよい。リサイクル性がよい。身近なところでもたくさん使われています。たとえばアルミホイルはわずか10 μ m程度の薄さですが、おにぎりを包みやすく、熱をよく伝えるので料理にも使えます。また、自動車に使うと燃費効率が飛躍的に向上します。

— 現在までのアルミニウムの研究を振り返ってみて、どんな感想をお持ちですか。

私は大学で非鉄金属材料学講座の研究室に所属し、卒業研



里 達雄 氏 東京工業大学 名誉教授
放送大学 客員教授
(日本アルミニウム協会 顧問)

究は「アルミ合金の時効析出」でした。それ以後、アルミニウムの組織を制御していろいろな特性を引き出す研究に取り組んできました。純アルミはそれほど強度が高くありませんが、ほんの数パーセントだけ元素を添加したり、熱処理をしたりすると、がぜん強くなります。このときアルミニウムの組織中で何が起きているのか、今でもわからないことがいくつもあります。最近分析技術が大きく進歩して、個々の原子の配置や構造などが目で見えるようになったことは大きな進歩です。でも、一つ謎が解けると、また次の謎が出てくる。これを解明していくことが研究の面白さでもあります。

今後期待される「マルチ調和組織」研究

— アルミニウムの研究で、最近注目されているテーマにはどんなものがありますか。

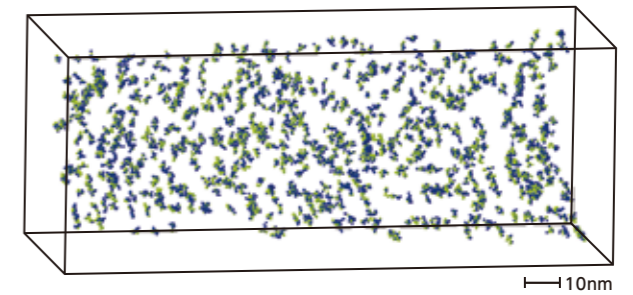
日本ではICAA(アルミ合金国際会議)や軽金属学会講演大会などで多くの研究発表が行われてきました。研究テーマには、アルミニウムの用途である自動車や鉄道車両、建築、飲料缶などに関するものが多いですね。基礎研究の分野では、アルミニウムの強度や靱性(粘り強さ)、成形しやすさなどが多く研究されています。

最近増えているのは、ナノスケールで組織を観察したり制御したりする研究や、計算科学によるシミュレーションの研究などです。たとえば、電子顕微鏡や3次元アトムプローブなど最先端の分析機器を活用して、ナノスケールで原子を制御して強度を高める研究。アルミニウムの中に侵入する水素原子の挙動をSPring-8*で解析する研究など、最先端技術を使ってさまざまな研究が行われています。

*SPring-8(スプリングエイト):兵庫県にある世界最高性能の放射光を生み出すことができる大型放射光施設で、先端材料の原子・電子の構造の解明などに利用されている。

3次元アトムプローブによる アルミ合金中の微細な溶質クラスター

Al-Mg-Si合金の自然時効材に形成されるMg原子(緑色)とSi原子(青色)の微細なクラスター。最新の分析技術では合金中の個々の原子をナノスケールで観測し、多くの謎の解明と新たな組織制御が可能となっている。(有賀、里:軽金属、67(2017)、144-150)



— 今後、研究すべきテーマを具体的に教えてください。

とくに興味を持っているのは「アルミニウムの強度はどこまで高められるか」ということです。アルミニウムの理想強度は約4000メガパスカルとされています。しかし実際には、最も高強度の実用アルミ合金でも600~700メガパスカルで、理想強度の15%程度しかありません。せめて25~30%まで高めるようなチャレンジに期待しています。

実は、アルミニウムの組織は均一ではなく、大小いろいろなスケールの組織が組み合わさっていることがわかっています。自然界でも植物の竹は、ある部分に節があり、別の部分は繊維だったり空洞だったりする。いろいろな組織があるが、全体としてはしなやかで強い材料です。アルミニウムも、部分的に高強度だったとしても、全体が高強度とは限らない。場合によっては、部分的に強度を抑える方がよいこともあります。このように、全体をバランスよく調和させた組織を「マルチ調和組織」と呼んでいますが、今後はこのように材料の組織をいろいろなスケールで調和させることが大切だと思います。

それから、リサイクルの研究も重要です。使用済みのアルミニウムをリサイクルする時、鉄が混じるとアルミニウムの品質が落ちてしまいます。しかし不純物の鉄を除去するにはコストがかかる。そこで考え方を換え、不純物をすべて除去しなくても再利用できるような組織や、それに適した加工法が開発されるとよいと思います。このような工夫によってもっとリサイクルが進むのではないのでしょうか。

日本の知恵を結集して活性化を図る

— 今後のアルミ産業に期待することは何ですか。

日本はこれまで科学技術立国として成長してきましたが、最近諸外国に比べ元気がありません。日本の科学技術力を復活

させるためには、産業界も協力して、基礎研究力を強化し、活性化のための対策を講じる必要があります。

これまで日本の企業や大学はいろいろな経験を重ねてきており、成功したデータ、失敗したデータなど、膨大なノウハウが数多く眠っているはず。これらをデータベース化すれば大いに役立つと思います。最近AI(人工知能)の利用が注目されていますが、AIを材料研究に活用するためにはデータベースの充実が不可欠です。これにより、新しいモノづくりの道筋が開け、日本の優位性を発揮できると期待しています。

また、個々の企業や大学の枠を超えた日本の知恵を結集するような組織、たとえば「アルミ研究センター」のような組織があるとよいですね。技術者同士や教員と学生の人材交流や、研究情報の収集・解析・発信などを行う拠点の役割を果し、現役の研究者だけでなくリタイアした研究者・技術者、学生などの人的ネットワークを構築するのにも役立ちます。

アルミ産業の国際競争力を強めるために大切なのは、標準化戦略です。諸外国は標準化戦略に積極的に取り組んでいて、自国で開発した材料を自前の規格に組み込んでいます。日本発の規格がグローバルスタンダードとなり、強い競争力を発揮するように、今から積極的な戦略を展開するべきです。

— 今から20年後、30年後にアルミニウムはどのような分野で活躍していると思いますか。

将来のアルミニウムの用途は、現在とは異なるかもしれませんが、今後の日本社会の変化を推測すると、高齢化社会に適した建築材料や、自動車のEV化への対応、水素エネルギー利用などが考えられます。これまでなかったようなアルミニウムの用途が広がるとよいですね。

— どうもありがとうございました。

日本の優れた材料技術を武器に 新たな市場開拓を期待

日本にとどまらず、世界においてアルミニウムを取り巻く状況はたえず変化しています。これまで日本のアルミ産業はどのように変わり、そして今後、どう発展していくのか。日本のアルミ産業研究に取り組んでこられた岐阜協立大学経済学部・三和 元先生にお話をうかがいました。

日本のアルミ産業研究の空白を埋めるために

— アルミ産業の研究をはじめたきっかけを教えてください。

私は大学院で日本の自動車産業をテーマに研究した後、海外の大学で日本の経営について講義していました。そこで現地に進出した日本企業の奮闘を知って、自動車部品関連企業の海外進出をさらに深く勉強したいと思いました。ところが、部品の材料として重要性が高まっているアルミニウムに関する社会科学分野での研究が乏しいことに気づいたのです。日本のアルミ製錬業は高度成長期に拡大した後、1970年代からの円高と原油高によってつぎつぎと操業を停止し、最後に残った工場も停止しました。近代産業の盛衰史としてドラマ



三和 元 氏 岐阜協立大学
経済学部 准教授

ティックな事例ですが、本格的な研究は行われていなかったため、これに注目しました。

世界ではアルミニウムを対象とした研究が盛んですが、日本からの情報発信は立ち遅れています。世界のアルミ研究における日本に関する空白を埋める役割を果たしたいと、国内のみならず、海外に向けても積極的に情報を発信しています。

優れた材料技術を武器に、新しい展開へ

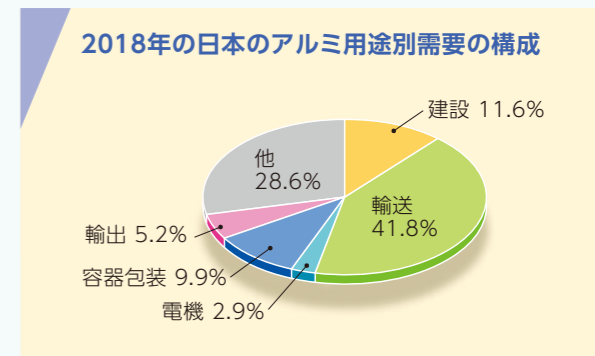
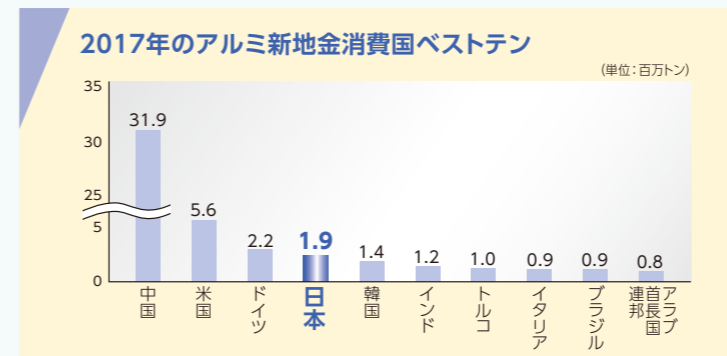
— 20年を振り返ってみて、日本のアルミ産業はどう変化したと思いますか。

2014年3月、国内唯一のアルミ製錬工場が停止し、80年におよぶ日本のアルミ製錬の歴史が終焉を迎えました。日本は電力価格が高価なため、製錬が不採算になるのはやむを得ないことでしょう。現在、アルミ地金の消費量で、中国、アメリカ、ドイツにつぐ世界第4位となっている日本。多くの地金を必要としながら、そのすべてを輸入している国は国際的に見ると、めずらしい存在です。

地金供給を安定させる方法として、世界各地の製錬事業に資本参加して地金を輸入する開発輸入が、1960年代末から進められてきました。なかでもナショナル・プロジェクトとして進められたインドネシアのアサハン(INALUM)とブラジルのアルブラス(ALBRAS)の2事業は注目されました。このうち、アサハン事業は2013年に基本協定の有効期限を迎え終了しました。アルブラスについてはブラジル側のパートナー会社が変わりました。日本のアルミ産業は今後も世界の資源メジャーの動向を注目していく必要があると思います。

— これから取り組むべき課題は何でしょうか。

安定した新地金供給体制を維持するために、資源ナショナルリズムの動向に注意を払いながら、政府に適切な資源外交を求め



(一社)日本アルミニウム協会HPより

ながら、メーカーと商社が協力し努力を続けることが必要だと思います。

また人口減少時代を迎え、海外に活動の舞台を広げていくことが必要になってくるでしょう。すでに多くのアルミ企業が海外で事業展開を進めています。私がまとめた『アルミニウム関連産業を中心とした日本企業の海外展開』*によると、2016年時点で海外進出したアルミ加工企業は135社、その海外生産子会社・関連会社は502社に達しています。

日本のアルミ産業は長年培ってきた優れた技術力を持っています。たとえばかつて、ドイツの飛行機の破片をサンプルにジュラルミンを国産化し、さらに超ジュラルミン、超々ジュラルミンと高強度化を図り、国産航空機に採用されました。高い技術があるからこそ、優れた製品を生み出すことができます。海外進出にはさまざまな困難が伴うでしょうが、日本の材料技術を武器として、積極的な海外展開を期待したいと思います。

新しい道を開発し、市場を開拓していく

— 今後どんな用途について期待しますか。

アルミ需要拡大に大きく貢献した輸送機器産業についてみますと、高張力鋼(ハイテン)や炭素繊維強化プラスチック(CFRP)などの新材料との競争のなかで、アルミニウムの優位性を発揮することが重要となってきています。自動車はガソリン車から電気自動車への移行期を迎えており、内燃機関から電気モーターへの転換に伴い、アルミニウムの用途にも大きな変化が予想されます。

輸送に次ぐ需要先である建築土木分野では、普及したサッシ

*地域経済 第36集 2017.3 アルミニウム関連産業を中心とした日本企業の海外展開

やドアについて、断熱樹脂との併用や遮熱効果の高い塗料の使用が進められています。

橋梁などの大型公共建造物については鉄鋼製品が主力になっていますが、軽量で耐久性に優れたアルミニウムは、強度を確保する技術が伴えば、大型建造物への使用の道が開けると思われます。

電線や電気製品についても、高コストな銅線に代わってアルミ線の使用が拡大していく可能性があります。

— リサイクルも重要なテーマとなっていますが、アルミニウムが果たすべき役割は何でしょうか。

地球上でアルミニウムは鉄よりも多く存在し、ボーキサイトの可採年数は108年と鉄の2倍近く(USGS推計、2014年)あり、資源枯渇の恐れは低いといえます。しかし、製錬で多くの電力を消費することから、リサイクルを推進していくことが重要です。アルミスクラップから再生地金(二次地金)を生産する際の必要エネルギーは、ボーキサイトから地金を生産する必要エネルギーの約3%で済みます。アルミ缶のリサイクル率は2017年度で92.5%と高い水準に達しています。2018年の地金供給量のうち新地金輸入は47.3%で、国産再生地金が31.8%、輸入再生地金が20.8%の割合になっています。今後、再生資源の確保についての政策的配慮も必要となるでしょう。

循環型社会のなかでリサイクル特性の優れたアルミニウムの果たす役割は大きいため、いっそうのリサイクルの進展が期待されます。

— どうもありがとうございました。



特集

憧れの列車で 特別な旅

海外ではオリエント急行などで有名なクルーズトレイン。

最近、日本でもこのクルーズトレインに人気が集まっています。列車移動は「目的地へ行く手段にすぎない」という旅と違い、クルーズトレインでの旅は車内で極めて贅沢な時間を過ごすことができます。

そして、アルミニウムもまたこうした列車の快適な空間づくりに貢献しています。2017年に華々しくデビューした2つのクルーズトレイン「TRAIN SUITE 四季島 (JR東日本)」と「TWILIGHT EXPRESS 瑞風 (JR西日本)」。

時代の先端をゆくそれぞれの列車の魅力と、それをサポートするアルミニウムについてご紹介しましょう。

SHIKISHIMA



MIZUKAZE





車両出入口にある「TRAIN SUITE 四季島」のロゴ。「ひと・もの・こと」を象徴する三本のラインが、四季を意味する「4つの節目」を巡り戻ってくるデザインで、美しい四季と伝統を感じる旅を表現しています。

美しい日本を楽しむ 「TRAIN SUITE 四季島」

2017年5月から運行がスタートしたJR東日本の「TRAIN SUITE 四季島(トランススイートしきしま)」。東日本を代表するこのクルーズ列車は、1回の旅で乗車できる客は34名のみ。希望者が多い場合は抽選となりますが、初回はなんと最高76倍の人気だったのだとか。
鉄道ならではの旅を通して、非日常的な感動体験ができる「TRAIN SUITE 四季島」の魅力をご紹介します。

上野を起点に 東北、北海道を巡る

「TRAIN SUITE 四季島」の旅は、豊かな自然が四季折々にみせる風景や、自然と共にある暮らしや文化にふれる旅。その時期にしか味わうことのできない味覚にも出会えます。



函館朝市(北海道)



日光東照宮(栃木県)



鳴子温泉(宮城県)

コンセプトは「深遊探訪」 列車ならではの優雅な旅

「TRAIN SUITE 四季島」は、東日本大震災の甚大な被害により失われた東北の活気を取り戻すためにどうしたらよいかという課題のもと、各地の魅力の掘り起こしや磨き上げを行いながら地域の架け橋的存在になることを目指して企画が始まりました。そして、東日本各地の豊かで美しい自然と地域に根差した産業や日々の暮らしに息づく文化を、列車ならではの「豊かな時間と空間の移ろい」の中で乗客がさまざまに楽しめる旅を実現させる夢の列車が

物語を紡ぐ快適な旅に、 アルミニウムは役立っています

「TRAIN SUITE 四季島」は10両編成のうち7両にアルミ製ダブルスキン構体を採用しているほか、客室の壁面にもアルミ合金に突板を貼り付けた耐燃焼性のある突板パネルを採用するなど、いたるところにアルミ素材が使われています。アルミニウムは軽量で剛性と加工性に優れているうえ、溶接の歪が小さいので仕上がりが美しく、気密性が高い構造であるなどのメリットがあり、快適な旅に役立っています。

「TRAIN SUITE 四季島」は、これまでご乗車されたお客さまからは素晴らしい旅だったと好評です。また、訪れた地域の皆さまからは、四季島が来てくれたおかげで活気が戻ったとのうれしい声も届いております。「TRAIN SUITE 四季島」は物語を紡ぐ列車。これまでの旅も、すべてストーリーを持たせてメニューを組み立てました。まだまだ訪れていないところは多数あるので、今後はそういう場所も検討していく考えです。



東日本旅客鉄道(株) 鉄道事業本部 運輸車両部 車両技術センター 業務変革グループ
高木 光輝 さん

誕生したのです。

1度見たら忘れられない個性的な車両のエクステリアは、この列車で乗客が経験する「景色を愛で、人と語り、文化にふれ、ゆったりと寛ぐ」をイメージしてデザインされました。中でも特徴的なのは5号車(ラウンジカー)の窓ガラスの形状で、一般的な四角形だけではなく五角形や三角形を組み合わせ、車体が樹木の幹と枝を表現するように配置されています。また、光輝く車体の色はシャンパンゴールドをベースに特別調査して作られたオリジナルカラーで「四季島ゴールド」と名付けられています。なお車両は毎日、手作業で洗浄しているため、通常の機械洗浄でついでしまうような疵もありません。手間をかけたメンテナンスにより、常に美しい姿が保たれています。

7両がアルミニウムの車体 日本初の動力方式も採用

「TRAIN SUITE 四季島」は上り(上野方)を1号車、下り(青森方)を10号車とした全10両編成。1、10号車は展望車、5号車はラウンジ、6号車はダイニングとなっており、7号車にデラックス

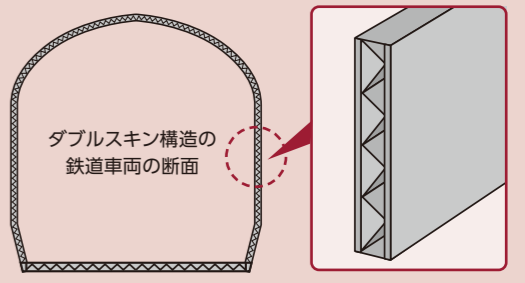
スイート室と最上級の四季島スイート室、その他の車両には1両あたり3室のスイート室が設けられています。5、6、7号車は、前後の台車の間が低い床となっているバスタブ構造のステンレス鋼構体、その他の車両にはアルミ合金製中空押出型材(6005C(6N01)合金、7204(7N01)合金)および5083合金のダブルスキン構造体を採用。ダブルスキンとは剛性が高い二層パネル形状で、板と心材を一体化することで簡素化しているため、構体の組み立てやその後の車両製造にかかる工数を削減できコストダウンと軽量化に貢献するといった特長があります。なお1、10号車の展望車は窓が大きく複雑なデザインですが、この部分はアルミニウムの削り出しで構成され

ています。
また、動力方式は日本国内で初めてEDC(Electric-Diesel Combined system)方式を採用しました。これは、電化区間では架線から供給される電力によって走行する電車モード、非電化区間では1・10号車に搭載された大出力のエンジン発電機からの自給電力によって自力走行するエンジンモードに使い分けができる動力方式で、電化、非電化区間を問わずに安定した走行性能と高い冗長性*を併せ持っています。これにより四季島は東日本のあらゆる線区での走行を可能にしたのです。

*冗長性:予備の方式を備えているため、機能の安定化が図られていること

●ダブルスキン構造とは

2枚の板の間に心材があり、板と心材が一体化している構造。材料にアルミニウムの大型中空押出型材を使用することにより、軽量で剛性にすぐれた鉄道車両ができる。



展望車



春をイメージした明るい展望車

展望車はアルミ製車両。大きな窓で開放感と高揚感が得られる場所です。ソファに座ってゆっくりと車窓風景を楽しめます。また、乗務員室との仕切りはガラスで構成され、運転中の様子を眺めることが可能。通常の列車では見ることができないトンネル内の風景なども見ることができ、魅力的なポイントとなっています。

車内と思えないほど広々とした空間

ホテルのラウンジをイメージした5号車のラウンジカーは乗客の出入口でもあります。車内に1歩入ると、レプリカの暖炉や樹木のオブジェが。この車両は通常2階建車両に用いられているパスタブ構造です。床が一段下がっているため天井までが高く、非常に広々とした空間に感じられます。

流れゆく風景が美しい絵画に
客室車両の廊下に並び四角形の窓は、額縁をイメージしたもの。流れゆく景色がまるで美術館の絵画のように見えるような演出です。



ラウンジ



ダイニング

有機ELシャンデリアを要チェック
6号車のダイニングカーには、大きな窓が配置。流れゆく風景を眺めながら、ゆったりと食事を楽しめます。天井には、有機ELシャンデリアがあるのも見どころです。

エンジンを垣間見る
粋な演出

先頭車両に向かう廊下は朱色。その先のエンジンルームでは、他にはない大きなエンジンを見ることができます。



大きな
エンジンに
感動

まさに至福の時間が過ぎせるスイート

スイートは居間、洗面・トイレ、シャワールームで構成されています。安らぎと開放感のある居間にはソファベッド2台が配置されており、大きな窓からは雄大な景色が楽しめます。インテリアの一部にもアルミ板が使用されています。



スイート

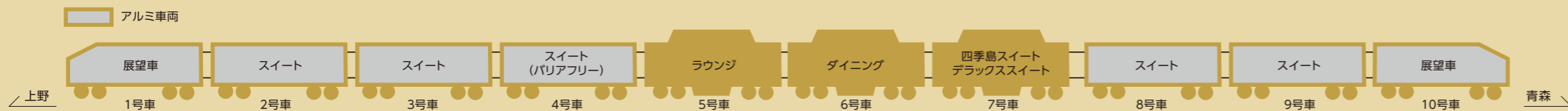
充実したバスタイムも過ごせる

客室にはシャワールームも完備。四季島スイート、デラックススイートでは木曾ヒノキを使ったお風呂から車窓風景が楽しめます。1回の走行で水は、編成で合計約16トン積まれており、アルミ車両は屋根の上に水タンクを積んでいます。



各地の伝統工芸などが
散りばめられている

客室のソファは、夜になるとベッドにセットされます。ソファ後ろの木は杉を採用。赤と黒の色は漆。和紙のパネルや化粧パネルなどもモダンに仕上げられた部屋は独特の温もりが感じられます。



個性あふれる窓の形状に目が引かれる

展望車や中間の客室の一部は、アルミ車両です。展望車は窓が大きいので車体の剛性を保つのが難しいですが、補強を入れるなどの工夫により従来車両と同じレベルの剛性を保っています。客室の窓はリズム感のある配置となっており、開放感がありながらプライバシーが守られています。



各地の伝統工芸や地場産業
を生かしたインテリア

車内は、「四季島」の名の通りそれぞれの空間には春夏秋冬のテーマが設けられ、展望室は春、ラウンジは夏、ダイニングは秋、客室は冬となっています。例えば、ラウンジは森林をイメージさせるデザインで、樹木のようにも思える曲面が談笑する人々を優しく包み込むような空間となっており、ほかにいくつか樹木をイメージしたディスプレイも配置されています。

またインテリアには、東日本各地の文化や地場産業が取り入れられています。しかも、そのままの形で採用するのではなく、それぞれを近代の象徴として昇華させ、素材にこだわった内装材、特徴的な車内設備品、さらに斬新な窓や室内構造などこれまでにない構成で和をモダンに表現しています。中でも客室には和紙や漆の壁材、鋳物の家具や扉、組子文様の柱など各地の伝統工芸品が散りばめられているので、それらを見つけ、あらためて東日本の文化や工芸の素晴らしさを感じていくの

も四季島の旅ならではの魅力のひとつといえるでしょう。

初運行以来、人気が続くことのない「TRAIN SUITE 四季島」。高価な値段設定にもかかわらず、多数の申し込みにより毎回抽選となっています。国内のみならず海外からも注目されているこのクルーズ列車は、これからも東日本の魅力を伝えながらエレガントに走り続け、多くの人々を感動させていくでしょう。

(取材・写真協力：東日本旅客鉄道(株))



瑞風の頭文字Mを山並みに見立て、吹き抜ける風をトワイライトエクスプレスの象徴である天使で表現したロゴマークです。

豪華列車の安全テクノロジー 「TWILIGHT EXPRESS 瑞風」

JR西日本が2017年6月17日から運行している「TWILIGHT EXPRESS 瑞風(トワイライトエクスプレスみずかぜ)」。

豪華ホテルのように洗練された車両で、くつろぎながら移ろいゆく時や四季折々に表情を変える車窓を楽しみながら、沿線の歴史・文化や美しい景色に触れることができ、人気を集めています。

瑞風の上質な鉄道の旅を支えているアルミ車両の安全テクノロジーを紹介します。

下関、大阪、京都を起点に山陽、山陰を巡る

宮島や出雲、松江などの豊かな歴史・文化に触れる「TWILIGHT EXPRESS 瑞風」の旅。瀬戸内海や日本海の絶景ポイントなども必見です。



穴道湖(島根県)



東浜(鳥取県)



尾道水道(広島県)

美しい日本を再発見する 鉄道の旅

瑞風の利用客の応募平均倍率は7倍、なかでも山陽・山陰コース周遊2泊3日の最高級客室ザ・スイート(1人あたりの旅行代金は最大125万円)の倍率は68倍に達したこともあり、定員を大幅に超える申し込み状況が続いています。

列車名の瑞風とは「みずみずしい風」のことで、「吉兆をあらわすめでたい風」という意味を併せ持っています。京都や松江、出雲、宮島などの豊かな歴史・文化や、日本海や大山、瀬戸内海の自然美など日本の原風景とも呼べる場所が西日本にはたくさんあります。その美しい西日本を風のように駆け抜け、吉兆をあらわすめでたい風が幸せを運んでくるような情景をイメージして、瑞風の車両はつくられました。

走行性能と快適さを 演出する数々の工夫

瑞風の車両は、非電化区間がおおよそ3分の2を占める山陰本線などの路線でも運行できるようにディーゼルエンジンを搭載し、加速性能の向上や減速時の回生ブレーキによる省エネ化(回生電力をバッテリーに充電し、加速時にその電力を再利用すること)を目的に、モーターとバッテリーを使ったハイブリッド方式が採用されています。このハイブリッド方式の動力車4両と付随車6両の計10両で、瑞風は編成されています。

10両編成のうち5両はロイヤルシングルとロイヤルツインと呼ばれ、1両あたり3室の客室を設けています。またザ・スイートと呼ばれる1両1室の車両には専用エントランス、プライベートバルコニー、リビング・ダイニング、寝室、トイレ、バスタブ付きバスルームが設置され、世界的にも珍しいぜいたくな客室空間が広がっています。



惣郷川橋梁(山口県)

惣郷川河口の波打ち際をまたぐようにして架けられた鉄筋コンクリートの美しい鉄道橋。格好のシャッターポイントとなっている。

さらに各個室には大きな窓を設置し、一部の窓は開閉可能で景色や空気を五感で楽しむことができます。またロイヤルツインとロイヤルシングルは、個室と廊下の間仕切りを大きく開放することも可能で、両側の景色を楽しめる室内構造となっています。

10両編成ながら定員は最大でわずか34人。瑞風は美しい車窓の眺め、一流シェフによる料理、洗練された車両、そして沿線の魅力を再発見する鉄道の旅を堪能できる工夫が随所に施されています。

アルミニウムで快適な乗り心地、 製造効率化を実現

このように上質なホテルが走り出すような快適な空間を維持するため、瑞風の車両床下にはディーゼルエンジン、主発電機、冷却ファン、燃料や給水の

タンク、ブレーキ制御装置、自動列車停止装置、空気圧縮機、屋根上には空調や主変換装置が搭載されています。特に走行だけでなく、空調・給湯システムや厨房機器といったサービス分野での電力や水の供給が必要となり、通常よりも車両重量が重くなります。そこで装置類の小型化を進める一方、走行安定性を維持するため車両重量の軽量化が求められました。

1930年代に一世を風靡した流線形の車両で上質さを演出するため、展望車や食堂車、ラウンジカー、最高級客室ザ・スイートには重厚感のある鋼製車両を採用したものの、そのほかにはアルミ車両を採用して車両重量の最適化を図っています。アルミ車両はダブルスキン構体という構造で、側面の厚みを薄くできるため軽量化だけでなく、室内寸法を極力大きく効果的に確保できました。アルミニウム

●押出型材の特長を活かした床下^{ぎそ}筐装

車両に使われているアルミ押出型材は、断面形状が大型・中空で寸法精度が高い特長がある。断面がハモニカ形状の押出型材を使用することにより、床下に部品を取り付けられるようなカーテンレール構造の形状とすることができ、装置類の効率的な配置が可能になる。



装置取り付け部



展望車
空まで望むことができる展望車
開放的で大きな車窓からは、大きな空まで望めます。展望デッキでは車外に出ることができ、沿線の風を感じることもできます。



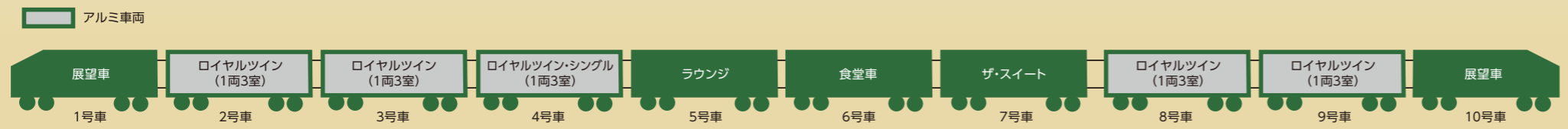
食堂車
フォーマルながら心地よい食堂車
車窓を眺めながら食事を楽しめる食堂車。車内での調理の様子や香りなど、ライブ感が伝わるオープンキッチンも併設されています。



ザ・スイート
最上級のおもてなし「ザ・スイート」
1両1室のみという最上級個室。リビング、寝室に加えプライベートバルコニーやバスstub付きバスルームもあり、贅沢な時が流れます。



ロイヤルツイン
開放感あふれる「ロイヤルツイン」
広々とした客室では、ドアと可動壁を開ければ通路側の眺望も楽しむことができます。このほかユニバーサル対応の客室やシングルルームもあります。



は6005C (6N01) 合金や5083合金が使われており、走行中の曲げやねじりなどの力に対して歪まない特性(高剛性)を持っているため、側面の厚みが薄くても快適な乗り心地も

確保できます。さらに大型中空アルミ押出型材を組み合わせ、窓割りのデザイン統一化や車体に取り付ける装置類の機装設計と製造の効率化も実現しています。

車両の安全性を高める設計技術とアルミニウム

瑞風は山陽新幹線のように踏切のない専用線进行のわけではなく、約

1,500kmに及ぶ在来線を走ります。鉄道事故はJR発足以降、減少傾向にありますが、万一の事故に備えて、被害を最小限に抑えるオフセット衝突対策技術がアルミ車両に採用されています。

オフセット衝突とは、車体中心から離れた車端部が対向車両と斜めに衝突する事故のことを言います。オフセット衝突対策として、瑞風ではガイド板を車端部の外側に配置し、万一衝突した場合にも車両を外側に誘導するような工夫がされています。さらに車両のコーナー部に荷重伝達板を配置し、端からの衝撃を、荷重伝達板が吸収するような構造としています。これらの対策により、双方の車両の損傷を最小限に防ぐことができ、安全性の向上を図れます。

西日本の風景に美しく溶け込む車両には、アルミニウムを活用した最新の安全テクノロジーが駆使され、瑞風の快適な鉄道旅行を支えています。

(取材・写真協力：西日本旅客鉄道(株))

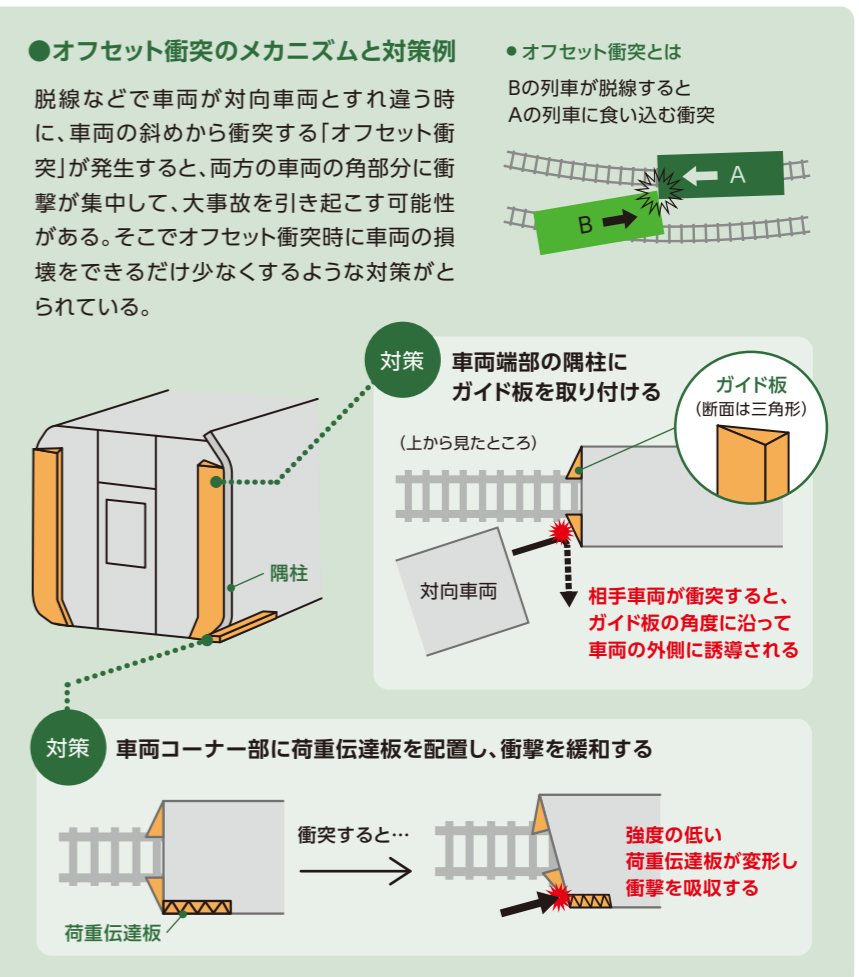
安全で快適な鉄道のために期待されるアルミニウムの可能性

アルミニウムには一般的に軽く強い、精度の高い押出加工ができる、耐久性に優れているという大きな特性があります。だからこそ広範な分野で活用されており、鉄道車両にも採用しています。

鉄道車両の設計では、安全性のさらなる向上を目指しています。その際、使用する材料には高強度化による剛性の向上とともに、軽量化による重量の最適化が必要となります。また快適性の面では、振動や騒音をいっそう低減することが必要です。これらを実現するため、つねに最適な材料を求めています。

アルミニウムには、鉄道車両の材料として可能性を感じています。現在は、アルミニウムの特性を生かしてダブルスキン構体などに使用されていますが、今後も新たな技術の開発、適用を進め、安全で快適な鉄道運行を支えていきたいと思っています。

今後は瑞風で磨いた技術やノウハウを、これからの新製車両などにも応用していきたいと考えています。



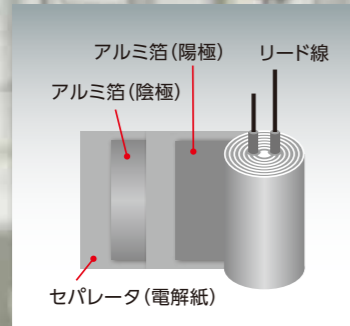
新興国のメガソーラーに不可欠なアルミ電解コンデンサ

Demand for Aluminum Electrolytic Capacitors is Growing in Emerging Markets.

It is expected to increase especially in the fields of environment and energy.



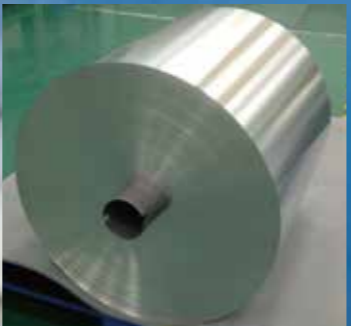
インドネシア南スマトラ州パレンバン市「ジャカバリン・スポーツシティ」のメガソーラー (写真提供: シャープ (株))



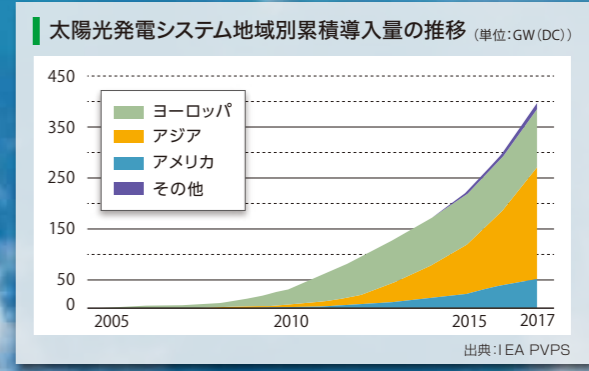
アルミ電解コンデンサの構造



アルミ電解コンデンサ



高純度アルミ箔 (写真提供: 昭和電工 (株))



インドネシアでは、2018年8月、4年に一度開催されるアジア競技大会が行われた。2020年東京五輪のプレ大会とも呼ばれる本大会では、日本選手が競泳や柔道や陸上を中心に75個の金メダルを獲得し、注目を集めた。そして大会の会場の一つとなった南スマトラ州パレンバン市「ジャカバリン・スポーツシティ」(Jakabaring Sport City)にはもう一つ注目された日本製があった。同競技施設の敷地2万4,000m²には約5,000枚の日本製ソーラーパネルが敷き詰められた。出力規模は1,600kW、発電量は年

間192万kW時を見込む。年間917トンの温室効果ガス削減に繋がるという。このメガソーラーの建設は日本の環境省が実施する2国間クレジット制度に基づく整備補助事業の採択を受けている。竣工式には南スマトラ州知事や日本国大使館も出席した。

建設ラッシュが続くアジアのメガソーラー

温暖化対策の国際ルールである「パリ協定」が2016年に発効し、再生可能エネルギーの

導入はアジア等の新興国でも活発になっている。国際エネルギー機関(IEA)のデータによると、世界の太陽光発電市場は大幅に成長し、2017年の年間導入量は96GWに達した。かつては欧州が市場の中心であったが、近年はアジアが急速な成長を続け、いまや世界の太陽光発電市場をけん引する存在となっている。中国やインド、韓国、台湾、タイ、マレーシア、フィリピン、ベトナム、インドネシア等が急成長を遂げており、東南アジアのメガソーラーでは日本メーカー製のソーラーパネルシステムも採用されている。

ソーラーに不可欠なアルミ電解コンデンサ

ソーラーパネルシステムには、ソーラーパネルで発電された電気エネルギーを有効に取り出すコンバータや、電気を直流から交流に変換するパワーコンディショナーが必要となるが、これには多数の「コンデンサ」が使用される。コンデンサとは電気を蓄えたり放出したりする機能をもつ部品で、家電製品やIT機器など幅広く使用されている。一般的なコンデンサは誘電体を金属板ではさ

んで電極にした構造をしており、誘電体の材料や構造の違いによって、アルミ電解コンデンサ、タンタル電解コンデンサ、積層セラミックコンデンサ、フィルムコンデンサなど、さまざまな種類がある。なかでもアルミ電解コンデンサは電極がアルミ箔、誘電体がアルミ箔表面の酸化皮膜となっており、他のコンデンサに比べて電気を蓄える量が多いという特長から、多用されている。アルミ電解コンデンサの性能を決めるのは誘電体の表面積であり、そのため表面に細かい穴を付けるエッチングが施される。

この細かい穴を隙間なく作るためには純度99.98%以上の高純度アルミ箔が必要となる。使用されるアルミ箔は純度に加えて、微量成分の調整等が重要なノウハウとなっており、日本の材料メーカーにとっては技術的な強みがある。最近、アジアでは太陽光発電など、環境・エネルギー分野を中心にコンデンサの需要のさらなる伸びが予測されている。そこでコンデンサメーカー各社は相次いでアジアに生産拠点を設けており、これに伴って、日本の材料メーカーも高純度アルミ箔の生産能力を増強している。

YOYO ヨーヨー



2009年世界チャンピオン
城田慎也選手により
監修されたモデル
「KROWN St. 7068」

高度なトリックが実現 進化するヨーヨー

ヨーヨーは、誰もが一度は手にとって遊んだことがあるのではないだろうか。見た目はとてもシンプルな玩具だが、そのヨーヨーが今、大きく進化している。

上下だけではなく、前後に一周させたり、高速で回転させたり、伸びきった紐の先でボディが空回りし続ける“スリープ”と呼ばれる状態のまま紐をあやりのように操るなどのトリック(技)が次々と生まれている。1990年代後半からトリックを競い合う競技ヨーヨーがブームとなり、競技人口が増えるにつれ、優れた性能を持つヨーヨーが登場してきた。競技で使われるものは紐に寄せやすい形状、回転力や操作性を伴う重量などが求められるようになり、それに伴いボディは、以前は玩具メーカーによるプラスチック射出成形品がメインだったが、現在はヨーヨー専門メーカーによる金属削り出しが主流になっている。素材にはチタンやマグネシウム、アルミニウムなどが使用されるが、加工性に優れ、比較的安価なアルミ製モデルは人気が高い。また、1分間1万回転にも達するヨーヨーは、2つのボディピースをねじ切りとアクセル(軸)で繋ぎながら回転の芯を位置決めしなければならないうえ、外周に重量を寄せた回転性能重視のものが多く、かなり高い精度が求められる。そのため、最終チェッ



ボディのアルミ合金は発色が良い6061合金が主流。ランクが上のものになると、より硬く剛性のある7075合金や7068合金が採用されることもある。アクセルやベアリングはステンレス鋼製。また遠心力を生むために、アルミ合金のボディとステンレス鋼のリムを組み合わせたバイメタル構造のものもある。

クの際に、回転ブレなどにより過半数が合格品にならないことがあるという。

ヨーヨーの競技大会は国内大会のほか、アジア太平洋大会、世界大会が開催されており、日本からは最多数の世界チャンピオンが誕生している。競技は音楽に合わせて演技を行うフリースタイルがメイン。選手は10~30代が最も多いが、世代を超えた人々がスポーツとして参加している。華麗なるトリックの数々は見ているだけでも楽しいが、気軽に始められるのもヨーヨーの魅力であり、今後もこの面白さにはまる人たちが増えていきそうだ。

(取材協力:Yo-Yo Company Inc.)

もっと知りたい アルミラボ

アルミ製品ができるまでには、いろいろな技術が生かされています。知っておきたいアルミニウムの技術をわかりやすくご説明します。

アルミハニカムパネル

天才数学者!?がつくるハニカム構造

ハニカム(honeycomb)とは、ハチの巣を意味します。ハチができるだけ少ない材料で、たくさんの蜜が保存できる巣をつくらうとして、できたのが六角形の巣を隙間なく敷き詰めた形でした。この六角形の集合体は力学的にも理想的な構造で、強度が高く、外から力がかかっても壊れにくいのが特長です。さらに音や衝撃を吸収したり、断熱効果もあります。ハチは天才数学者!?と表現されるほど、ハニカム構造は非常に優れた利点をたくさん持っているのです。

軽くて強い。理想的な構造材料

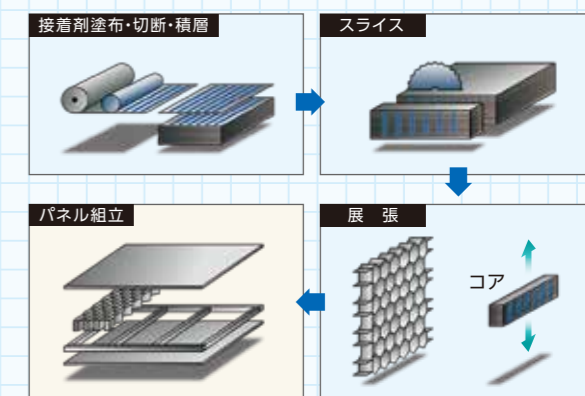
この優れたハニカム構造を取り入れたのが、アルミハニカムパネルです。アルミ箔をハニカム状に成形した「ハニカムコア」を両側から「面板」でサンドイッチし、接着剤やろう付けで接合したものです。

アルミハニカムパネルは、体積の約9割が空気であるため非常に軽く、しかも高強度です。面板はフラットで歪みがなく、一般的な金属材料と同じように切ったり、表面をコーティングできます。また用途にあわせて面板の材質を変えられたりもします。

1940年頃にイギリスで航空機の軽量化を目的に開発されたアルミハニカムパネルは、現在では航空機はもちろんのこと、ロケットや鉄道車両、建築物、インテリア、景観製品、断熱材など、さまざまな分野で使用されています。最近では東京スカイツリーに採用されるなど、身近なところでも活躍しています。



■ハニカムパネル製造工程



(資料提供: (株)ナルコ郡山)



東京スカイツリーのエレベーターシャフトの外装材、展望台の上部外壁にはアルミハニカムパネルが使用されている。

アルミクイズ

アルミハニカムパネルのハニカムとはどんな意味?

- ① ハチの巣 ② クモの巣 ③ 鳥の巣



アルミリラクゼーションツール

冷たい質感とやわらかいカーブが、心地よく刺激します。



3名様に
プレゼント

クイズの回答はハガキで、2019年7月末までに日本アルミニウム協会までお送りください。正解者の中から3名様にアルミリラクゼーションツールをお送りします。当選者の発表は、商品の発送をもってかえさせていただきます。

表紙のことは 憧れの列車で行く特別な旅



広がる青い海、緑あふれる森、空を真っ赤に染める夕日。夢のように快適な旅を、アルミニウムの列車が演出します。

表紙イラスト: あずみ虫(イラストレーター)
アルミ板でフォルムを描き、ペイントしていく独自の作風で注目を集める。素材の質感を活かした洗練された色づかいが特長。おもに書籍や広告などで活躍中。



あしよろ
●北海道足寄町



かましし
●岩手県釜石市



じょうえつ
●新潟県上越市



まさき
●愛媛県松前町



からつ
●佐賀県唐津市



かつの
●秋田県鹿角市

アルミコレクション ALUMINIUM COLLECTION

アルミ製

ドッグタグ

DOG TAG



犬の首輪に付ける「ドッグタグ」。これは飼い犬に必ず付けるもので、住んでいる市町村に登録をした際は「鑑札」、狂犬病予防接種を受けた際は「注射済票」が交付されます。アルミニウムなど、耐久性のある材料が使用され、従来は全国统一のデザインでしたが、最近では所定の条件を満たした場合、各市区町村が自由な様式を採用することができ、多彩なデザインが展開されています。



ちくこ
●福岡県筑後市



つらつ
●島根県江津市



しもすわ
●長野県下諏訪町



はむら
●東京都羽村市



えちぜん
●福岡県越前町



ざま
●神奈川県座間市



ごじょう
●奈良県五條市



ひこね
●滋賀県彦根市



さかい
●大阪府堺市



ならしの
●千葉県習志野市



さの
●栃木県佐野市



うべ
●富山県魚津市

(資料提供：北海道足寄町、岩手県釜石市、新潟県上越市、福岡県筑後市、島根県江津市、愛媛県松前町、佐賀県唐津市、秋田県鹿角市、長野県下諏訪町、東京都羽村市、神奈川県座間市、滋賀県彦根市、福岡県越前町、奈良県五條市、大阪府堺市、千葉県習志野市、栃木県佐野市、富山県魚津市)