

# 季刊 新日鉄住金

Vol.14

# チタン

夢に満ちた若き金属

# Ti



## 特集 **チタン** 夢に満ちた若き金属

- 4 Interview  
**素材と場所に根ざした建築の  
新しい出会いが始まります**  
隈 研吾氏(建築家)
- 6 航空機ができるまで  
**世界の空へ  
軽くて強いチタン**
- 12 豆知識 Q & A  
**もっと知りたい! チタンの科学**
- 16 Interview  
**チタンに宿るものづくりの心**  
チタンコンロッド  
三浦 徹氏、中島 彰利氏(ヤマハ発動機(株))  
プレート式熱交換器  
前田 雄一氏((株)日阪製作所 代表取締役社長)  
チタンマグカップ  
山井 太氏((株)スノーピーク 代表取締役社長)
- 22 新日鉄住金のものづくり  
**チタンの技術図鑑**
- 30 ダイナミックに繊細に  
チタンづくりの現場探訪  
**直江津製造所**
- 34 News Clip  
**新日鉄住金グループの動き**

新日鉄住金株式会社 広報誌 季刊 **新日鉄住金**

Vol.14 2016年6月8日発行

〒100-8071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号  
TEL.03-6867-4111 <http://www.nssmc.com/>

編集発行人 総務部広報センター所長 大西 史哲  
企画・編集・デザイン・印刷 株式会社 日活アド・エイジェンシー

- 本誌掲載の写真および図版・記事の無断転載を禁じます。
- ご意見・ご感想をぜひ綴じ込みはがきでお寄せください。

# チタン

## 夢に満ちた若き金属

強い、軽い、さびない、美しい、地球と人にやさしいなど、チタンはさまざまな優れた特性を持っています。工業用金属材料として実用化されて、まだ70年。限りない可能性と夢に満ちた、伸び盛りの若い金属です。アクセサリやメガネフレームといった身の回りのものから、自動車、建築、土木、プラント、航空機まで、チタンの活躍する場が広がっています。



# 素材と場所に根ざした建築の 新しい出会いが始まります

建築家  
隈研吾氏



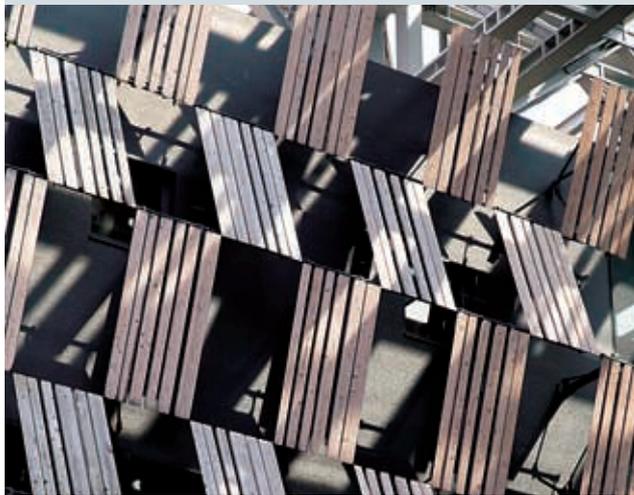
© The Courier

## 素材の力が絆をつくる

鉄やチタンといった金属素材は、工業製品で人工的と思われがちです。しかし金属素材を形成する元素は、地球をつくっている材料です。だから、ぼくは金属素材を大地から手に入れた大切な贈り物だと思っています。この大地から手に入れた感覚を、建築のなかにも感じられるような使い方をしたい、単なる工業製品という使い方はしたくないと考えています。

20世紀の公共建築は、都市の成長や規模の拡大に応じて、町の中心から郊外へ移動し、駐車場のなかの孤立したコンクリートの箱となる傾向がありました。この時代の流れを反転させるため、21世紀の建築に一番大切なことは何か、自問自答を繰り返しました。その場所に残るような絆を構築できる建築について、ぼくはずっと考え続けました。

例えば、新潟にあるアオーレ長岡では、立地を街の中心部に戻して、市庁舎という大きな建物のなかに、市民のコミュニケーションの中心となるナカドマと名づけた土間を設けました。壁には木をたくさん使い、建築をあたたくかくして、人の絆を喚起しました。鉄も大事な主役としてデザインしています。



シティホールプラザ アオーレ長岡 (2012年新潟県長岡市)

「素材と場所に根ざした建築の出会い」



竹屋 Great (Bamboo) Wall (2002年北京北部)

© Satoshi Asakawa

ガラス張りの鉄骨トラス造の大屋根から、柔らかな自然光がナカドマに降り注ぎます。仰々しい建物の外観が消え去り、土と木の質感だけが残ります。

アオーレ長岡には、毎日のように集まる常連ができたそうです。大変うれしいことです。素材の力が大きかったと思います。

### チタンはワクワクする素材

ほくは素材の力を建築に取り込むため、早い段階で素材をイメージして設計することを心がけています。一般的には素材を最後に決定するやり方が多いのですが、そうすると時間切れになってしまつて、ありきたりなディテールや使い方ができないことがあります。

しかし最初に「ここは何の素材でできたらいいかな」と考え始めると、その素材を活かしたデザイン・ディベロップメントにじっくり時間をかけられます。素材の使い方としては、どこか違う所から運んできたとしても、建築ができ上がってみると、いかにもその素材が大地から生えてきたという感じがするのが理想的です。

今、興味を持っている素材の1つにチタンがあります。外装や屋根に使ってみたいと思っています。チタンはある種の土っぽさを持っています。土だけど、強度がある。ワクワクするような素材です。さらに触ったとき冷たかないのが、すごく不思議です。実は座ったときお尻が冷たくない椅子をつくりたいと思いつき、チタンを使った椅子のデザインにチャレンジしているところです。



チタンの発色例

金属素材は脱工業化社会の流れのなかで、もう一度主役の座を取り戻せると思つています。そういった社会では、コミュニケーションの基本となる場所が主役になります。そのとき物としての建築ではなく、場所としての建築が求められます。場所としての建築は、単なる性能やコストだけではなく、素材と場所との相性が問題になってきます。場所に根ざした建築と素材の新しい出会いが、これから始まります。そういう出会いを、ほく自身いろいろ演出したいし、新日鉄住金にもぜひ手伝ってほしいと願っています。(談)

隈研吾(くま けんこ)

1954年神奈川県生まれ。79年東京大学大学院建築学科修了。コロンビア大学客員研究員、慶應義塾大学教授を経て、2009年から東京大学教授。建築作品は「森舞台」/「登米町伝統芸能伝承館」/「根津美術館」など国内外に多数ある。

# 航空機ができるまで 世界の天空へ 軽くて強いチタン



航空機の低燃費化ニーズに伴い、機体やエンジンの材料として、軽くて強いチタンが使われている。では航空機は一体どのようにつくられているのだろうか。そしてチタンがどこに使われているのか。航空機ができるまでを追ってみよう。

(掲載写真：一部を除き写真はすべて © AIRBUS)

## 国境を越えた連携

航空機メーカーは、航空機のすべてを自社で製造しているわけではない。必要な部品の大部分を外部企業に製造発注している。エアバス社では世界20カ国以上約2000社にのぼるサプライヤー(部品・部材製造者)ネットワークを構築している。1機の航空機をつくるため、国境を越えて数多くの企業が連携しているのだ。例えば、これまで100億人の乗客を運んでいるベストセラー機のA320や、総2階建てで従来に比べ約50%も広い床面積を持つ最新鋭超大型機のA380といった旅客機の製造には、新日鉄住金をはじめとする日本企業20社が参画している。イギリス、ドイツ、フランス、スペイン、日本などでつくられた部品が、フランスのトゥールーズ工場に集められ、旅客機に組み立てられている。「設計したとおりの性能を発揮するため、当社は部品や部材に高い技術力や精密さを求め、その分野で優秀な企業に発注しています。新日鉄住金は20年間にわたり当社にチタンを供給しています。品質と納期管理に優れ、大変信頼できるパートナーであると評価しています。航空機の製品ライフサイクルは短く、絶え間ない技術革新が求められています。未来に向けて環境にやさしい航空機づくりが大きなテーマになっています。CO<sub>2</sub>排出量を低減するため、機体の軽量化は欠かせ





エアバス社トゥールーズ工場(フランス)

## エアバス社

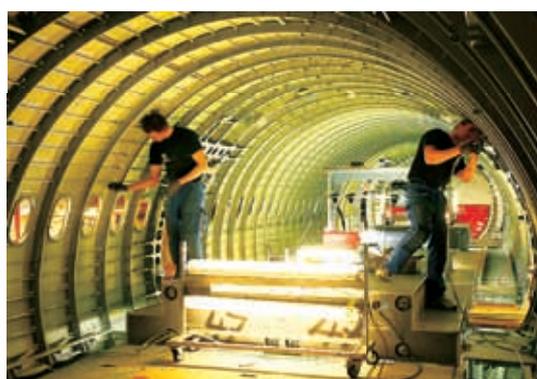
航空機を設計・製造する欧州の航空機メーカー。本社はフランスのトゥールーズ。従業員数は約5万9,000人。最終組立工場はトゥールーズのほか、ドイツのハンブルク、中国の天津、アメリカのアラバマがある。



エアバス・グループ社  
オリヴィエ・コーキール 材料部門会長

新日鉄住金(株)チタン・特殊ステンレス事業部  
松木 教彰 事業部長

ません。そこでCFRP(炭素繊維強化プラスチック)が使われるようになりました。CFRPはチタンと大変相性がいい材料です。航空機のCFRP適用が増えるほど、さらに多くのチタンが必要になります。これからも新日鉄住金とのビジネスを広げ、研究活動を促進していきたいと考えています(エアバス・グループ社オリヴィエ・コーキール材料部門会長)





## 400万点超の部品を組み立てる

1. 世界各地から部品を輸送し、
2. 最終組立工場で大翼と中央胴体、
3. 尾翼と後部胴体、
4. そして胴体各部を接合する。
5. ほぼ機体ができ上がるとエンジンを取り付ける。
6. 完成機は各種試験で性能確認した上で、航空機の顔となる塗装が行われ、航空会社に納品される。



### 軽量化を極限まで追求

1機の航空機は400万点以上の部品が組み合わされてできている。エアバス社トゥールーズ工場では、世界各地でつくられた胴体や翼、エンジンなどが、ミクロン単位まで正確に誤差のないよう取り付けられている。結合部にすき間ができると、雨水が入ったり、燃料が漏れるなど重大事故の原因となる。したがって航空機製造には高い寸法精度が要求される。また燃費向上による環境性能を高めるため、最先端の航空機は部材の適材適所・最適な形状を徹底し、極限までの軽量化が追求されている。たとえ部品1点数グラムの軽量化であっても、400万点を超える部品が組み立てられると、最終的に大幅な重量削減が可能になるからだ。

航空機に使われる材料は布や木材から始まり、鉄、アルミニウム合金、そして現在ではCFRPへと変遷してきた。機体の軽量化を図るため、さまざまな材料が使われるようになった。そのとき課題となるのが接合部の設計だ。異なる種類の材料が雨水や結露などで濡れると、材料同士がお互いに影響し合って、どちらか一方の金属が急速に腐食することがある。この現象は電位差腐食と呼ばれており、CFRPと組み合わせる金属の種類によって、電位差腐食の進行が大きく異なる。したがって材料の選定が重要になる。高い強度が求められる骨材や接合部には、これまで鋼系材料が使われてきたが、さら

なる軽量化を図るため、チタンに置き換わっている。例えばCFRPを多く使用しているエアバス社A350XWB機のチタン使用量は、従来機に比べて2倍以上に増えた。なぜチタンが選ばれたのか。

「チタンはもともと耐食性が高いためにCFRPと締結しても電位差腐食が生じにくいからです。さらに飛行中は地上との温度差が最大で100℃近くに達するため、これを繰り返すと熱膨張(※)率の差が大きいアルミニウム合金とCFRPではズレや緩みなどが生じやすくなります。しかしチタンはCFRPと物理的性質が近いので、温度変化による歪みも抑えることができます」(新日鉄住金・相馬研一主幹)



新日鉄住金(株)  
チタン・特殊ステンレス事業部  
チタン商品技術室 黒田 篤彦 上席主幹



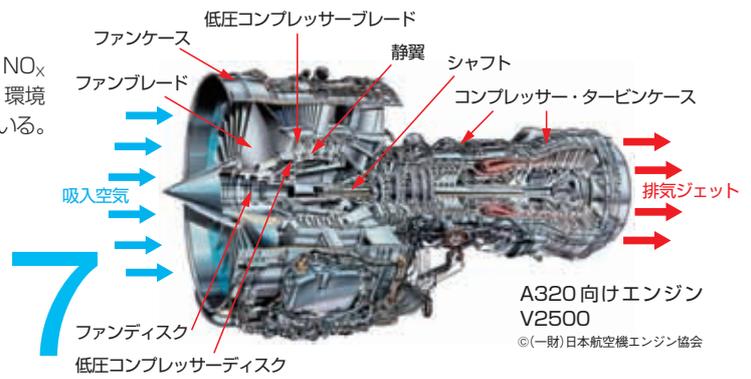
新日鉄住金(株)  
チタン・特殊ステンレス事業部  
チタン第二室 相馬 研一 主幹

※1 熱膨張：温度の上昇によって物体の長さが変化すること



7. エンジンではCO<sub>2</sub>やNO<sub>x</sub>の排出量を抑えるなど、環境に配慮した設計になっている。

### ■ ジェットエンジンに使われているチタン



A320向けエンジン V2500  
©(一財)日本航空機エンジン協会

## 新素材で燃費性能を向上

# 8

### ■ 機体に使われているチタン

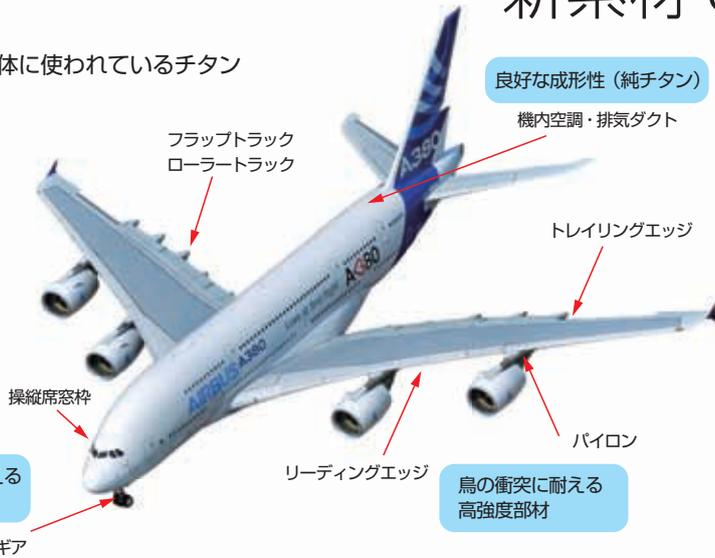
ファスナー

CFRPを締結  
・異種金属電位差  
・熱膨張の相性

鳥の衝突に耐える高強度  
海上の塩分からの耐食性

着陸時の安全を支える  
高強度部材

ランディングギア



良好な成形性(純チタン)

機内空調・排気ダクト

トレリングエッジ

バイロン

鳥の衝突に耐える  
高強度部材

リーディングエッジ

8. A350XWBのような最新機ではCFRP(炭素繊維強化プラスチック)、チタン、アルミ・リチウム合金などの新素材が機体の70%を占め、軽量化が図られ、燃費向上に貢献している。チタンは軽くて強く、優れた耐食性や成形性、CFRPとの相性が良いという特長を持つことから、さまざまな部品に使われている。

## 70%削減 エンジンの燃費と騒音を

胴体と主翼、尾翼など機体の主要部分が組み立てられると、主翼に巨大なジェットエンジンが取り付けられる。エンジンは航空機の心臓部にあたる重要な部品だ。高度1万メートル、十数時間で数千回もの連続飛行に耐える性能、そして低燃費化による環境性能の向上が求められている。

航空機のエンジンにはターボファンエンジンが多く採用されている。空気をジェットエンジン前面に取り付けたファンで取り込み、コンプレッサーで圧縮して燃焼させ、タービンを回転させたあと、排気口から勢いよく噴射させるとともに、一部はファンだけを通過させ、コンプレッサーをバイパスすることで推進力として利用している。従来のエンジンより燃費が良く、騒音を抑えることができるため、エアバス社製の航空機は過去40年で燃費と騒音の70%削減を実現した。

ターボファンエンジンの各部位に使われている材料は、ファンとコンプレッサーにチタン合金、燃焼器やタービンにニッケル基合金<sup>※2</sup>や鉄基合金<sup>※3</sup>が用いられている。またコンプレッサーでは入口から燃焼器に向けて使用温度が高まるが、500〜600℃程度までの低温側はチタン合金、高温側はニッケル基合金が使われている。エアバスA320などに使われているV2500エンジンは、日本・イギリス・アメリカ・ドイツ・イタリアの5カ国

による共同開発であるが、新日鉄住金は1985年以来チタン合金を供給している。

新日鉄住金は航空宇宙品質マネジメントシステム認証や、エアバス社、ロールス・ロイス社および国内重工メーカーから認定を取得し、安定した品質管理で納期厳守に努めている。さらに2016年1月、世界有数の航空機ジェットエンジンメーカーであるフランスのスネクマ社を傘下に持つサフラングループとの間で、チタン合金ピレット<sup>※4</sup>の新たな長期供給について合意した。スネクマ社がゼネラルエレクトリック社との合弁で開発した新型エンジンは、エアバス320NEOなどに搭載されることが決まっているが、新日鉄住金はチタン合金ピレットの供給に関するスネクマ社の認定を取得し、すでに供給を開始している。エンジン用材料としても、チタンの需要は高まっている。

「当社の強みは溶解から鍛造、圧延、最終製品まで、鉄鋼技術の知見や設備を活かして、高品質で競争力のあるチタンを供給できることです。チタン合金は温度などを精密に制御した鍛造が求められますが、そこに当社が持つ鉄道車輪や輪軸などの鍛造技術が応用されています。また多くの専門研究者が研究開発に取り組んでいることも強みで、製造現場と緊密に連携を取りつつ徹底した品質管理に努めています。これからもお客様と一体となったソリューションを提案していきたいと考えています」(新日鉄住金・黒田篤彦 主席主幹)

※2 ニッケル基合金：ニッケル量が50%以上の合金

※3 鉄基合金：鉄を主体とした合金

※4 ピレット：加工用に最適な寸法につくられた金属塊



## 気圧や寒暖から機内を守る

- 9. 機体胴体は筒状をした外板の内側に格子状の骨組みを組み合わせた構造になっている。
- 10. 安全で快適な飛行に欠かせない電気系統や与圧・空調系統などを機内に設置したあと、
- 11. 内装を整えていく。



# 10

# 9



### 快適な機内空間づくり

航空機が飛ぶ上空1万メートルの気温は、マイナス50℃の極寒の世界。気圧も地上の5分の1にまで下がる。しかし客室内は24℃くらい、約0・8気圧に保たれ、地上と変わらない快適な環境で過ごせるように設定されている。

急激な寒暖や気圧の変化から機内を守るため、与圧・空調系統が設置されている。例えば機内の冷暖房は、エンジンで発生する熱い空気と機外の冷たい空気を混ぜて、適度な温度の空気をつくっている。また新鮮な空気は客室天井のダクトを通して客室内に送り込まれ、循環して床下から圧力調整弁を通して機外に排出されている。こうした与圧・空調系統のダクトや配管などには、耐食性や加工性が求められ、チタンが使われている。また客室内では座席固定用レールなどにも使われており、チタンは快適な機内空間づくりに欠かせない。





## より快適で安全な空の旅のために

エアバス社は100座席から500座席以上まで幅広い航空機群を供給し、より快適で安全な空の旅を支えている。



内装、機体の塗装を終え完成すると、設計どおりの性能や安全性を発揮できるかどうか、強度を判断する荷重試験や金属疲労試験が行われる。そして数千回数長時間に及ぶ飛行試験では、機体の性能や機能を検査するだけでなく、実際のフライトと同じように機内食を持ち込み、機内清掃、給油作業、乗客の避難試験など、さまざまなデータが採られる。こうした試験を経て航空法規の定める性能が認められた航空機だけが、航空会社に納品されている。

### 伸びゆく需要に応える

航空機のサイズは1980年代に比べると46%も大きくなっている。大型化による大量輸送の実現は、乗客1人当たりの輸送コストを引き下げた。さらに近年、世界各地で格安航空会社(LCC)が誕生し、空の旅がますます身近になった。

「航空機輸送量は今後20年間で年間平均4・6%ずつ増加し、約3万1800機の旅客機(100座席以上)と800機の貨物機(10トン以上)が新たに必要になります。現在1万9000機の航空機が世界中を飛んでいます。2034年までには2倍の3万8500機に増え、既存の約1万3100機がより燃費のいい航空機に入れ替えられるものと予測しています」(エアバス・グループ社オリヴィエ・コーキール材料部門会長)

航空機需要が伸びていくなか、エアバス社と新日鉄住金は2015年8月、チタンと鉄鋼製品における協力関係拡大に向けた覚書を締結した。

「新日鉄住金は1997年以来、鉄鋼メーカーとして蓄積した技術や知見を活かし、常に高品質な製品を供給し続け、信頼性のあるサプライヤーとして当社は長年高く評価しています」(エアバス・グループ社オリヴィエ・コーキール材料部門会長)。覚書締結は両社のチタンと鉄鋼製品の開発と供給に関係する長期的なビジネスの展開をさらに深めていく狙いがある。

「チタンはものづくり立国・日本の心臓部とも言える、技術先進性を後押しする素材として、航空機分野を中心とする用途の広がりが期待されています。それを実現するためには当社の製造技術・製造プロセスの革新や新商品開発はもとより、素材から最終製品に至るサプライチェーンの一貫最適化を図る必要があります。こうした部分にも我々の手腕が求められています。チタン供給を通じて、航空機産業のさらなる成長をサポートできる努力を重ねていく所存です」(新日鉄住金・松本教彰事業部長)

より安全で快適な空の旅を実現するため、これからはチタンは優れた特性を活かして、航空機材料として活躍の場を広げていく。

**Q1.** なぜチタンっていうの？

**A1.** ギリシャ神話にちなんで名付けられました。

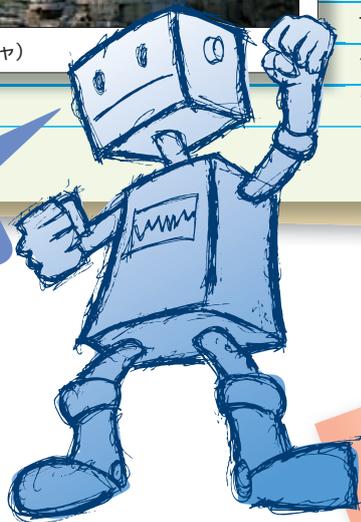


パルテノン神殿(ギリシャ)

チタンは18世紀、イギリス・コーンウォール地方の海岸で、牧師のウィリアム・グレゴールによって初めて発見されました。その後、ドイツ人化学者のマーチン・ハインリヒ・クラプロートによって、それまで知られていない金属酸化物からできていることがわかり、チタンと命名されました。その名はギリシャ神話に登場するタイタンに由来しています。タイタンは巨大な体を持つ勇者の神で、まさにチタンの優れた強靭さと耐久性を象徴しています。

なお日本で最も一般的な呼び方のチタンはドイツ語風の読み方で、チタン(Titan)を英語読みにするるとタイタンとなります。またラテン語風の読み方でチタニウム(titanium)とも呼ばれることから、英語では元素のチタンをタイタニウムと言います。

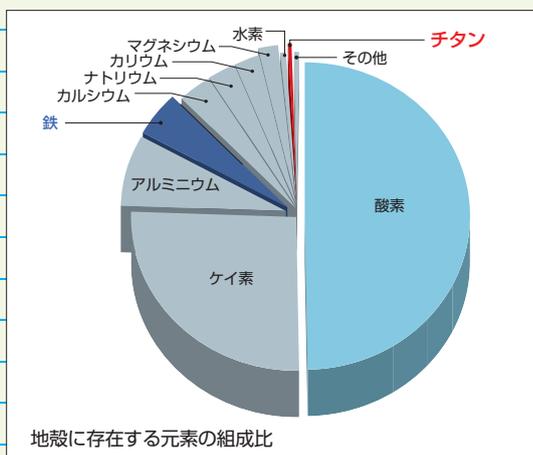
チタンって、たくましい“金属の勇者”なんだね！



**チタンの横顔**  
プロフィールを紹介します

**Q2.** チタンって、レアメタルなの!?

**A2.** チタンは地球上に豊富に存在する希少金属です。



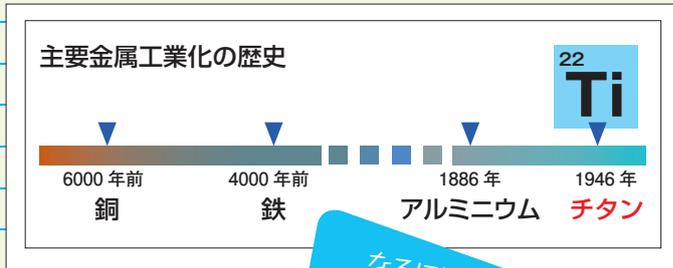
生産量が多く、社会の中で大量に使用されている鉄がコモンメタル(汎用金属)と呼ばれているのに対して、チタンはレアメタル(希少金属)と呼ばれています。しかしチタンのクラーク数<sup>\*</sup>は元素の中で10番目、うち金属の中ではアルミニウム、鉄、マグネシウムに次いで4番目で、実は豊富に存在する資源なのです。

それでは、なぜレアメタルと呼ばれるのでしょうか。自然界で金属は酸素と結びついて酸化物として存在しているため、鉱石の状態から純度を高めなければ利用できません。チタンは酸素と結びつく力が非常に強いので、純度を高める(還元する)ことが難しく、現状では他の量産金属に比べて生産量が少ないため、レアメタルに分類されています。しかし、さらなる技術革新によって、将来レアメタルからコモンメタルになる日がやってくることでしょう。

<sup>\*</sup> クラーク数: 地球の地殻上部を構成する元素の比率

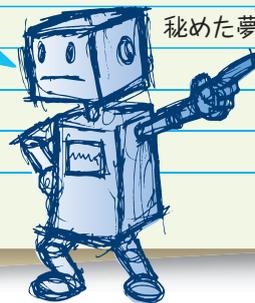
**Q3.** いつ実用化されたの？

**A3.** 1946年に工業生産が始まりました。



純粋な金属チタンが誕生したのは1910年で、アメリカの化学者マシュー・A・ハンターが初めて高純度なチタンの抽出に成功しました。そしてルクセンブルクの冶金学者ウィリアム・J・クロールが、マグネシウムで還元する方法を開発し、1946年に工業生産が可能になりました。チタンは銅や鉄、アルミニウムと比べて新しく、さまざまな分野での活躍が期待されている可能性を秘めた夢のある金属材料です。

なるほど！  
若くて夢あふれる  
金属材料なんだ



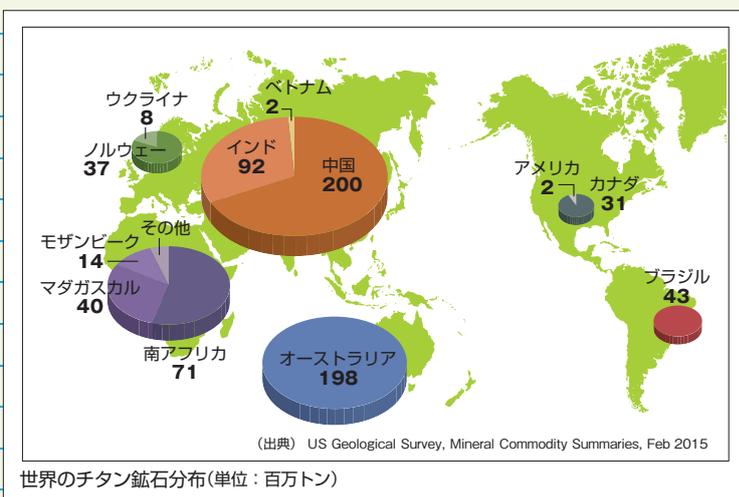
豆知識 Q&A

## もっと知りたい！チタンの科学

「鉄鋼会社がチタン製品をつくっているから、チタンって鉄なんですよ！」とっていませんか？チタンは鉄とは違う金属です。そして、チタンは鉄とはまた一味違った優れた特性を持っています。では、チタンとは一体どんな金属なのでしょう。チタンの生い立ちと特性を解説します。

**Q4.** どこで採れるの？

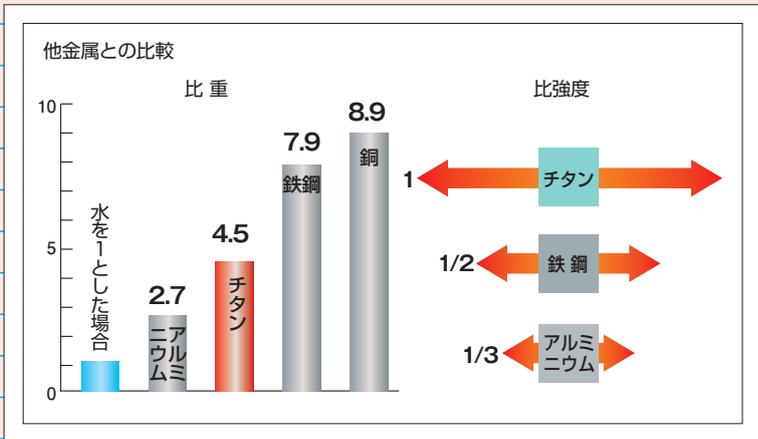
**A4.** アジア、豪州、南アフリカなどで採掘されています。



可採埋蔵量は全世界で7億トンとされています。現在、最も多いのは中国で、続いてオーストラリア、インドの順となっています。日本はチタン鉱石の大部分をオーストラリアと南アフリカから輸入しています。また製品としての役目を終えたスクラップをリサイクルし、省資源化やCO<sub>2</sub>排出量削減への取り組みも行われています。

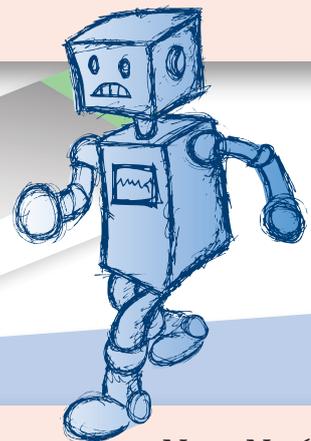
**Q5.** 「軽くて強い」って、ホント？

**A5.** チタンは鉄の60%と軽く、アルミより3倍強い金属です。



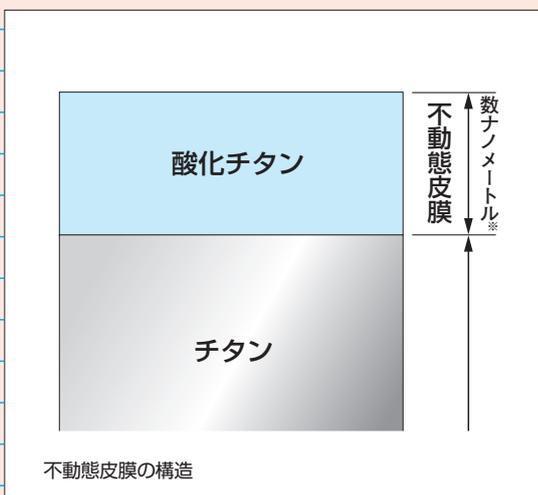
部材に用いる素材を検討するとき、重量と強度が大ききポイントになります。チタンの比重は4.5で、鉄の7.9に対し約60%と軽いため、軽量化を図ることができます。さらにチタンは比重が小さいだけではありません。重さ当たりの強度(比強度)はアルミニウムの約3倍、鉄の約2倍で、実用化されている金属の中で最も優れた比強度を誇っています。軽さと強さを兼ね備えたチタンを使えば、より小さく薄く、同じ大きさならより強く、製品をつくることができます。

**チタンの特性**  
メカニズムに迫ります



**Q6.** どうして「さびない」の？

**A6.** 不動態皮膜によって、優れた耐食性を発揮しています。



金属は時間がたつと表面から光沢が失われ、腐食してさびていきます。これは大気中の酸素や水分などと結びついて酸化還元反応を起こすためです。チタンも酸素に触れて酸化しますが、酸素と一旦結びついてしまうと、酸素を引き離すことは非常に難しく、強力な極薄い不動態皮膜(酸化皮膜)が表面に形成されるという鉄などとは異なった性質があります。万一表面に傷ができて、不動態皮膜が瞬時に自己補修するため、チタンは海水などの厳しい腐食環境でも優れた耐食性を発揮します。

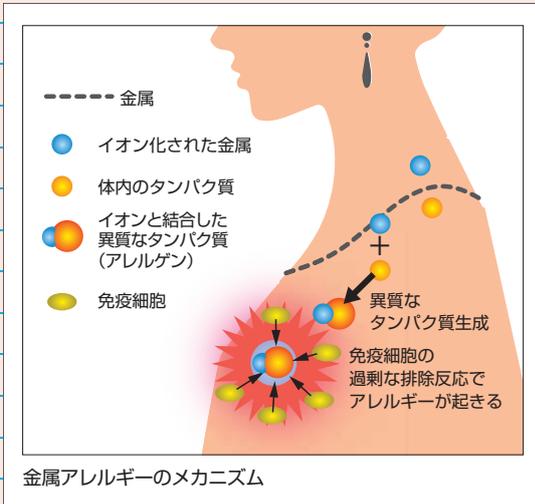
耐食性の比較

白金 ≧ チタン > ステンレス鋼 > 普通鋼

※ ナノメートル(nm) : 1ナノメートルは10億分の1メートルに相当する

**Q7.** なぜ「体にやさしい」の？

**A7.** 金属イオンが溶け出さないから、体に悪影響を及ぼしません。



金属は汗などの体液に触れるとイオン化して溶け出す性質があります。その金属イオンが体のタンパク質と結びつくとアレルギー源となり、体内の免疫システムがアレルゲンを排除しようとするため、皮膚のかゆみやかぶれなどの症状が起こります。しかしチタンの表面は強固な不動態皮膜で覆われているため、金属イオンが溶け出すことはありません。したがって、金属アレルギーといった悪影響を人体に及ぼすことはほぼありません。

肌に触れる金属の例

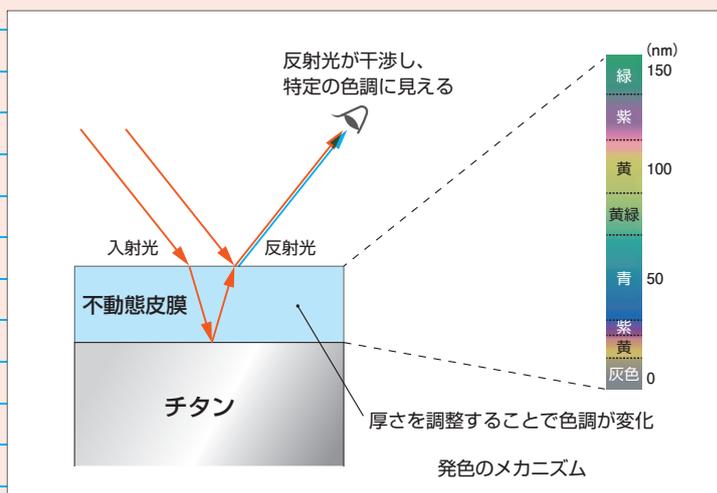
ピアス、イヤリング、ネックレス、指輪、時計、腕輪、メガネなど

このほかにも「膨張しない」「熱を伝えにくい」「しなりやすい」「光触媒の浄化効果がある」「リサイクルできる」という特性をチタンは持っています

チタンはいろんな魅力を持っていて、人に、地球にやさしい金属なんだね！

**Q8.** 「美しさ」のヒミツを教えて！

**A8.** 不動態皮膜の厚さをコントロールして、100種類以上の色をつくり分けています。



発色の原理は、シャボン玉の薄い透明皮膜や水面に薄く浮いた油脂による虹色と同じです。さまざまな波長の光が、無色透明な不動態皮膜に反射するとき、反射光が干渉作用を起こし、強められた波長の光が色となって見えます。強められる波長は不動態皮膜の厚さによって決まるため、その厚さを電圧などでコントロールする技術を駆使して、100種類以上もの色をつくることができます。

# チタンに宿るものづくりの心

スポーツバイクのコンロッド、大型船舶やプラントに欠かせない熱交換器、アウトドアで使われるマグカップに、新日鉄住金のチタンが使われています。それらの製品に込められた“ものづくりの心”を語っていただきました。

いかに速く走るかへのこだわり



チタンコンロッド

サーキット仕様の  
フラッグシップモデル

——「YZF-R1」が2015年に大胆に  
リニューアルされました。このモデルの  
特徴をお聞かせください。

中島 YZF-R1はスーパースポーツの  
フラッグシップとして、1998年の登場  
以来、モデルチェンジを重ねてきました。  
2015年モデルは「サーキットでの競争  
に勝つ」をコンセプトに据え、200馬力  
の高出力エンジン、徹底的な軽量化とコン  
パクトな設計にこだわった1台です。車  
両重量は199キロで、前のモデルに比  
べ7キロ軽くなっています。チタン製コン  
ロッドもそうしたコンセプトから実現させ  
ました。

——そもそもコンロッドとは、どのよう  
な部品なのでしょうか。

中島 エンジン内部ではガソリンが燃焼  
することでピストンが上下運動していま  
すが、その動きをクランクシャフトの回転



チタンコンロッドが採用された ヤマハYZF-R1



チタンコンロッド(左)と鉄製コンロッド  
新日鉄住金独自のチタン合金は、従来型汎用チタン合金と同等の強度を持ちながら、熱間加工性と切削加工性に優れている。コンロッドの軽量化でエンジン全般の軽量化と馬力ロス低減に貢献した。



ヤマハ発動機株式会社 エンジンユニット エンジン開発統括部  
ユニット技術部 クランクグループ クランク設計主事 三浦 徹氏  
第2エンジン開発部 設計グループ グループリーダー 中島 彰利氏

運動に変える役割を担うのがコンロッドです。ピストンとクランクをつなぐ、コネクティングするという意味でコンロッドと呼ばれます。エンジンにおいて非常に重要な部品で、常に大きな力がかかるため、高い強度が求められます。2015年モデルはこれまで以上の馬力を出すために、高回転化エンジンを搭載しています。コンロッドが重いと高回転にしたとき、ほかの部品が受ける力が大きくなり、パワーをロスしたり、エンジンの振動が大きくなります。ほかの部品の強度も必要となります。YZF-R1は従来、鉄製コンロッドを使用していました。より軽くして強度のある素材ということで、チタンの採用を決めました。

## 世界初の破断分割式チタンコンロッド

——チタン製コンロッドの開発で苦労された点をお聞かせください。

三浦 チタンは高価な素材です。コストは量産化するにあたって越えなければならぬハードルでした。また鉄に比べて変形しやすく、加工の難しさもありました。そこで2015年モデルのコンロッドでは、破断分割式と呼ばれる特殊な製法をチタン材として世界で初めて成功させています。通常コンロッドはクランクを通す大

中島 そもそも破断分割式は難しい技術ですし、一般的にチタンも加工しにくい素材です。そのためクサビの重さ、落下点の高さ、割りやすくするための材料の温度など細かな分析を重ねました。ただしヤマハでは、すでに鉄製コンロッドを破断分割式で製造していました。特に熱処理を加えて表面と内部の硬さが違うといった加工の難しい鋼材での知見を持っていました。そうした技術の蓄積が大きかったと思います。

## 最後は部品一つ一つの勝負

——今後の抱負をお聞かせください。

三浦 チタンは軽さや強度でブランド力を持つ素材です。その良さを引き出させるような技術開発をしていきたいです。コンロッドはエンジン内部の見えない部品ですが、最適な形状となるようミクロン単位で微調整しながらつくり込んでいます。技術者の熱意と徹底したこだわりが最高の製品を生み出します。結局、最後は部品一つ一つの勝負です。これからもそういう気持ちで、ものづくりをしていきます。

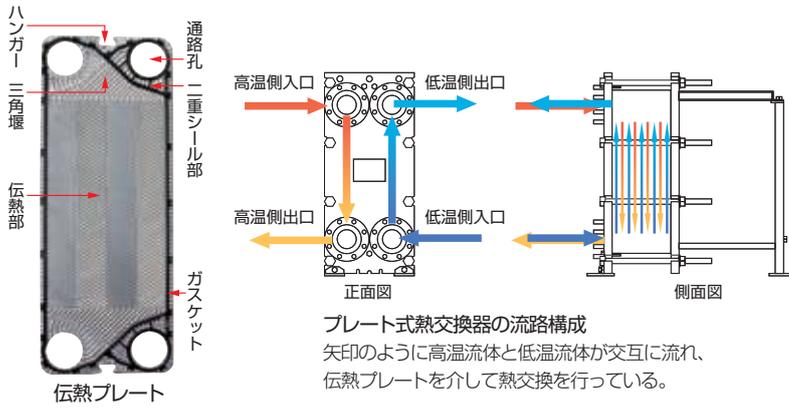
一方、チタンは鉄に比べると、変形や焼き付きをしやすい素材です。コンロッドの大端部はピストンからの引っ張り力で変形すると、クランクと滑らかに回転することができなくなります。破断分割式の場合、最初から一体で成型できるため、大端部分を完全な真円にすることが可能で変形を防ぎ、耐久性の向上につながっています。また加工時の焼き付き対策としては、研磨でなく切削仕上げにするなど、熱を逃がしながら加工する工夫をしました。

——破断分割式にチタン材を使う難しさについてはいかがでしたか？

中島 チタンコンロッドにしても、実際に製品化するにはさまざまな技術的課題がありました。ただ、難しい状況でも決してあきらめず、メーカーとしての最大限の力を注ぎ、最高の技術を投入しているのが、このスポーツバイクです。だからそこに妥協は一切ありません。その妥協のなさユーザーの皆様にご覧と信じていただきます。そうした部分をぜひ感じていただけたらと思います。

# 流体を温める、冷やすを 自在にコントロール

## プレート式熱交換器



大型船舶から一般家庭まで

— 熱交換器は産業用なので一般にはあまりなじみがありませんが、こういった装置なのでしょうか。

前田 もともと熱交換器は牛乳の殺菌をするために考え出されたもので、現在も食品の殺菌・減菌などに使われています。応用の幅はとて広いですね。ビルの冷暖房、船舶エンジンの冷却、それに化学、電力、鉄鋼など大型プラントの熱交換、身近なところでは家庭の給湯器やスポーツクラブの温水プールなどに設置されています。熱交換器にはいくつかタイプがありますが、当社ではプレート式を主力商品としています。

— プレート式の特徴を教えてください。

前田 プレート式熱交換器はプレス成形したチタンやステンレスなどの薄い金属の伝熱プレートを重ね合わせた構造で、それぞれのプレートのすき間を交互に流



超大型プレート式熱交換器 SUPER JUMBO



©日阪製作所



©日阪製作所

プレート式熱交換器は船舶エンジンやプラントなどの熱交換に使われている



株式会社日阪製作所  
代表取締役社長 前田 雄一 氏

## 海水にも半永久的に使える

——プレートにチタンを使用している理由を教えてください。

前田 例えば熱交換器は苛性<sup>かせい</sup>ソーダをつくる化学プラントでも使用されています

体が流れる仕組みになっています。ほかのタイプに比べると非常にコンパクトで、軽くて、伝熱性能も高く、効率的な熱交換ができます。またプレートをボルトで締め付けるだけのシンプルな構造で簡単に分解して洗浄でき、メンテナンス性にも優れています。プレート式熱交換器は100年ほど前に海外で誕生した技術です。日本は海外製品に頼っていたのですが、1955年に当社が国産第1号を完成させた歴史があります。

が、塩水を電気分解するため、金属プレートが腐食しやすくなります。このときチタンのような耐食性の優れた材料が必要となりました。そこで1950年代半ばにはチタンプレートの熱交換器の開発に着手し、プレス化を成功していました。日本企業が海外に進出して化学プラントを数多く建設するようになると、その需要が一気に増えたという背景があります。

——熱交換器においては耐食性がチタンの最大の強みと言えるのでしょうか。

前田 そう言っていると思います。現在、当社で熱交換器の納入として最も多いのが大型船舶です。タンカーなどのエンジンを冷却するジャケット水は海水を使って冷やされています。そのため他の金属プレートでは、すぐに腐食してしまいます。一方チタンは耐食性が高く、海水温が50℃以下であれば基本的にさびることがないので、ほぼ半永久的に使うことができます。

このほかにも、例えば中東のLNGプラントなどで、チタンプレートの熱交換器が稼働しています。プラントが大型になれば冷却用の海水もそれだけ大量になります。カタールのあるプラントでは毎時30万立方メートルの冷却水が必要とされています。これはドナウ川の流量量と同じだそうです。したがって熱交換器もケタ違いの処理能力が求められます。当社では大型熱交換器の開発にも力を入れており、現在、プレートを約1000枚を使う、人の背丈の2倍ほどもある「SUPER JUMBO」という世界最大級のプレート式熱交換器を開発し、巨大プラントに納入しています。

## より薄い板厚で競争力を高める

——チタンプレートの製造ではどんな工夫をされていますか。

前田 一つはより薄いプレート板厚にすることです。当初の板厚は1ミリ程度でしたが、プレート表面の波形パターンを設計を工夫し、さらには高精度なプレス成形ができる4万トンという超大型プレス機を導入しました。波形パターンは伝熱性能や耐圧性能に大きくかわります。浅瀬の川底に小石がたくさんあれば白波が立ちますが、実はあの乱流が熱交換器では伝熱係数を高め、熱交換の効率を上げるのです。ですからプレートの波形の形状、角度、ピッチ、深さなどは常に検討を重ね、設計の最適化を図りました。こうして現在、最も薄いチタンプレートで0.4ミリのプレスを実現しています。

——素材メーカーへの要望、さらにはこれからの抱負をお聞かせください。

前田 ぜひ期待したいのはプレス性です。現在もチタン素材の改良については新日鉄住金とも情報交換しながら進めています。プレス加工性を改善し、成形工程を軽減できるチタンを開発することで、コスト競争力をさらに高めていきたいと考えています。

また最近、日本各地の有名な酒蔵がチタンプレートの熱交換器を導入し始めています。殺菌する際、チタンのほうがお酒の味がまるやかになるというのが理由です。これはほんの一例ですが、チタンの用途拡大についても一緒に取り組んでいきたいと思っています。

# 人と自然をつなぐアイテム



## チタンマグカップ



©スノーピーク

本当に欲しいものを  
自分でつくる

—— 御社のものづくりの原点を教えてください。

山井 創業者である私の父は、谷川岳をこよなく愛した登山家でした。当時の道具に満足できず、オリジナルの登山用品を開発しました。本当に欲しいものを自分でつくるという志は、当社のものでづくりに息づいています。

私は今でも年に45泊から60泊くらいキャン

プをしています。キャンプのコアバリューは人間性の回復にあります。アウトドア市場は先進国にしかありません。行き過ぎた文明社会に生きる私たちは、癒やされなければならぬストレスを抱えています。

そこで1986年、車でキャンプに出かけるオートキャンプというアウトドアスタイルを提案しました。それまでキャンプはバックパッカーやヒッチハイカーのような、安く済ませる若者たちの旅行手段というイメージがありました。しかしドームテントとタープという幕体の下にシステムデザイン化されたキッチンでキャンプを

する。アウトドアをライフスタイルと捉え直し、キャンプシーンを家族の絆を深め、自然の中で楽しい時間を過ごして癒やされるための豊かな時間へと変えました。

ハイエンドな  
どんがったイメージ

—— チタンのマグカップがライフシーンに欠かせないアイテムの一つとなったのは、なぜでしょうか。

山井 当社がチタンのマグカップをつくった理由は2つあります。一つはチタンとい



株式会社 スノーピーク とおる  
代表取締役社長 山井 太 氏



©スノーピーク



チタンマグカップは燕三条で培われた金属加工の技術力で深絞りを実現している



チタンの酒筒とお猪口 きかつつ ちよこ

©スノーピーク

う素材が軽くて、さびない。プロダクトとして非常に優れているからです。もう1つは当社が世界進出した時期と重なります。ブランドとしてハイエンドなところがたつイメージをつくりたかったからです。当社は地元の燕三条に培われたものづくりの技術を、自分たちがプラットフォームとなつてライフスタイルに変換し、グローバルに情報発信する看板商品の一つとして、チタンのマグカップを展開した経緯がありました。

—— チタンという素材に対する思いをお聞かせください。

山井 当社マグカップには「titanium JAPAN」と刻印しています。それは世界で最も厳しい品質を求めるアウトドアメーカーである当社に選ばれる素材を、新日鉄住金が供給していることへの尊敬の念と、日

本のものづくりへの誇りを表わしています。昨年、チタンの酒筒とお猪口を新たに開発しました。地元新潟の端麗辛口の日本酒を冷やで楽しんでほしいという思いを込めました。ニューヨークの当社直営店に、酒筒と日本酒をディスプレイしています。チタンはハイエンドなところがたつイメージを発信する役割を今も担っています。

人間らしさを取り戻す新提案

—— 新製品開発に重要なものは何でしょうか。

山井 お客様とのコミュニケーションを通じて、お客様のライフスタイルと潜在的なニーズがどこにあるのかを感じ取ることを大切にしています。そして自分たちもユー

ザーとして本当に欲しいものをつくることによつて、お客様の想像を越える製品が生まれると考えています。ほかにはないものづくりから生まれた製品を使う人たちが、自然に深く包まれることで人間らしさを取り戻すこと、その喜びを知る人を一人でも多く増やすことを使命に、新製品開発に取り組んでいます。当社はチタンなどを使って製品をつくり、新たな価値を創造する製造業ですから、新しい素材ができることはうれしいことです。新日鉄住金の材料開発に期待を寄せています。

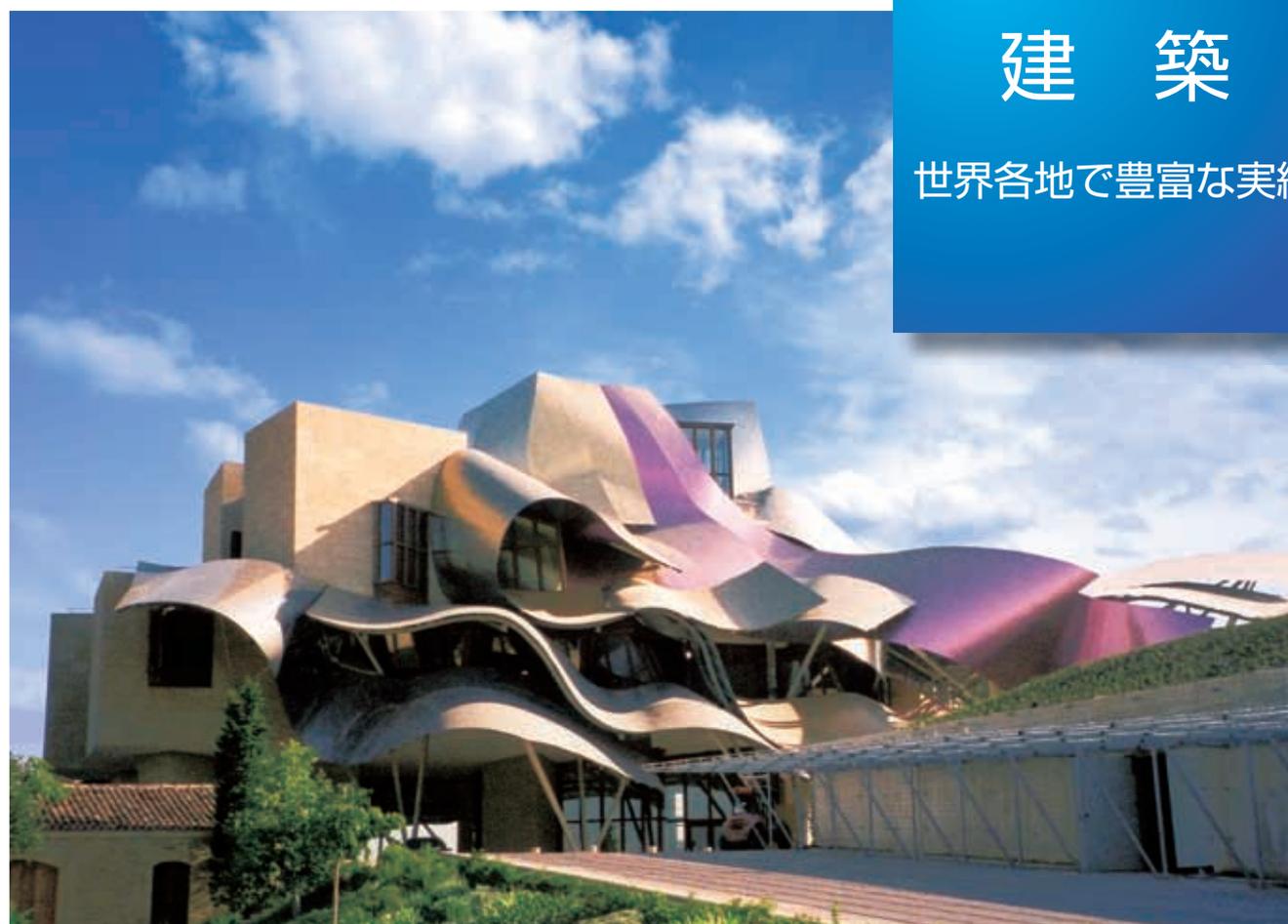
—— 今後の抱負をお聞かせください。

山井 日本のオートキャンプ人口は約800万人と言われています。日々のストレスから解放され、人間性を回復できている人たちは全体の6%に過ぎません。そこで「半ソト空間」というプランをマンションデベロッパーと共同開発しました。半ソト空間とは、住まいという日常の「ウチ」に、アウトドアライフという非日常の「ソト」を取り込むというアーバンアウトドアの提案です。マンション1階住戸のテラスから専用庭にかけて当社がデザインした専用幕体を設置し、そこで食べたり、くつろいだり、寝たりできる当社アウトドア製品を組み合わせることで、心地良い自然指向な暮らしが日常で楽しめる空間をつくりました。当社が介入することでマンション1階住戸の不動産価値も高めました。企業には社会的な存在理由が求められます。アウトドアのフィールドを越え、いろいろな業界とバリエーションアップできるコラボをして、多くの人たちの人間性の回復に貢献していきたいと考えています。

# チタンの技術図鑑

「軽い」「強い」「さびない」「美しい」「体にやさしい」など、チタンの優れた特性を活かして、新日鉄住金は独自のチタン製品を開発してきた。その供給分野は建築から自動車、航空機、土木、エネルギー・産業、民生品まで幅広く、私たちの豊かな暮らしと社会の発展に貢献している。

## 建築家の創造力を刺激する



### 建築

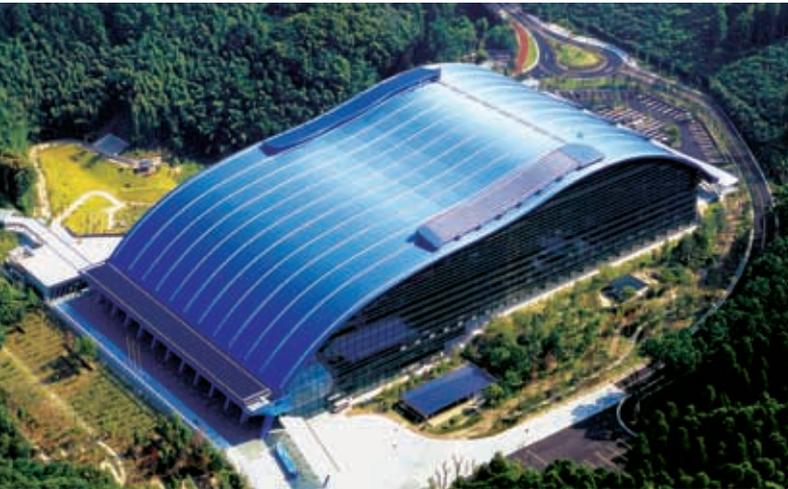
世界各地で豊富な実績

### 彫刻のようなワイナリーホテル

ホテル・マルケス・デ・リスカル(2006年スペイン)

スペイン王室ご用達の高級ワイン産地として知られるスペイン北部のぶどう畑のなかに、ワイナリーを併設するホテル・マルケス・デ・リスカルがつくられた。アメリカの建築家フランク・ゲーリーの代名詞といえる彫刻のような建築で、強烈な存在感を放っている。赤ワインを思い起こさせるピンク色、白ワインを象徴する黄金色の外装材に、新日鉄住金のチタンが採用されている。

# 恒久建築を彩る



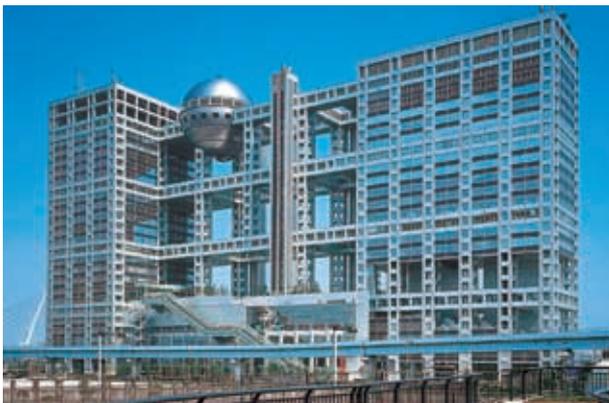
九州国立博物館(2004年福岡)

## 長尺施工も歪みのない仕上がり

九州国立博物館((株)菊竹清訓建築設計事務所と(株)久米設計の共同設計)の屋根材に新日鉄住金のチタンが採用されている。周囲の森と対比して色鮮やかな青い大屋根は、サッカー場が一面入るほどの広さ。熱膨張が小さいチタンだからこそ、気温変化による伸縮が少なく、長さ120メートルに及ぶ長尺施工を実現。恒久的使用が前提となる博物館で、チタン大屋根が貴重な収蔵物を守っている。



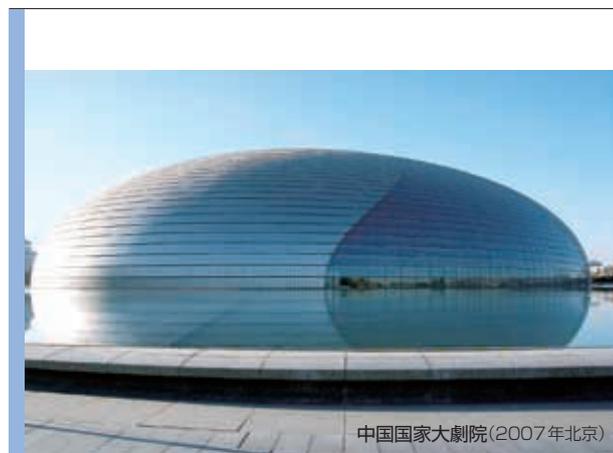
東京ビッグサイト(1995年東京)



フジテレビ本社ビル球体展望室(1996年東京)

## 腐食環境に強くLCCMを追求

海浜地区の建物は、潮風が吹く厳しい腐食環境にさらされる。さらに東京ビッグサイトは逆三角形の壁面、フジテレビ本社ビル展望室は球体にデザインされ、メンテナンスが難しい。そのため耐食性に優れ、半永久的な耐久性を持つ新日鉄住金のチタンが採用されている。チタンはメンテナンスフリーで、他の金属材料に比べて経済的でライフサイクルコストミニマム(LCCM)に優れている。



中国国家大劇院(2007年北京)

## 輝かしい未来を象徴

フランスの建築家ポール・アンドリュウが、中国国家大劇院の屋根材に、新日鉄住金のチタンを使用したチタン・ステンレス複合パネルTCM<sup>\*</sup>(三菱樹脂(株)製)を採用した。宇宙船が湖面に降り立ったようなデザインのある屋根に、1枚ずつパネルを貼り付けることで、幾千もの星がまたたいているかのような表情を醸し出し、世界の輝かしい未来を象徴している。

<sup>\*</sup>TCM: Titanium Composite Material

## 内装材にもチタン複合パネル



JR北海道新幹線木古内駅(2016年北海道)

JR北海道新幹線が青函トンネルを抜けて北海道最初の停車駅となる木古内駅に、TCMが内装材としても採用された。TCMはチタン単板より低コスト化を図ることができ、不燃認定も取得している。



浅草寺本堂(2010年東京)



## 日本瓦の風合い

浅草寺宝蔵門の鬼瓦にも新日鉄住金の超深絞り加工用純チタン材が採用された。屋根瓦と共にアルミナ粒をチタン表面に投射して微細な凹凸をつける処理によって、日本瓦の伝統的な風合いを実現した。



## 災害に強いチタン瓦

浅草寺本堂の改修工事に伴い、「多くの人を訪れる場所であり、災害に強いものを」との施主の意向で、屋根瓦に新日鉄住金のチタンが採用された。日本瓦からチタン瓦に葺き替えることで、屋根重量は約930トンから約180トンへと5分の1に大幅低減。耐震性能を向上させ、東日本大震災時も瓦1枚落下することなく、安全性確保に大きく貢献した。



浅草寺宝蔵門(2007年東京)

# 日本の伝統美を守る



金閣寺茶室(2003年京都)

## 自然にやさしい屋根

銅葺き屋根は本来80年以上の耐久性があった。しかし近年、酸性雨の影響で緑青が生成せず、寿命が十数年まで低下。さらに銅屋根を伝って落ちた雨水が地苔を枯らし、庭の景観を損ねるようになった。文化的建築を後世に残すため、銅に代わり、金閣寺茶室や光悦寺、北野天満宮などで新日鉄住金のチタンが採用され、高い評価を得ている。



みやじまけ 宮地嶽神社(2011年福岡)

## 由緒ある神社のたたずまい

宮地嶽神社は、境内に6世紀末ごろの巨石古墳があり、黄金に輝く大太刀や鏡などが出土し、北部九州王朝と深いかわりがある気高く崇高な地だ。由緒ある神社のたたずまいに彩りを添えるため、本殿御遷座80年の記念すべき節目に、屋根が厳かな黄金色で葺き替えられ、新日鉄住金のチタンが採用された。

## 水素社会の未来へ走り出す



燃料電池自動車MIRAI 燃料電池スタック  
©トヨタ自動車(株)



### 燃料電池内の腐食環境に対して優れた耐食性

新日鉄住金は燃料電池内の基幹部品における腐食環境に対して、優れた耐食性を持つ特殊圧延チタン箔の製造方法を開発。トヨタ自動車(株)の燃料電池自動車MIRAIの燃料電池部品(燃料電池スタック内のセルを構成する部品)に採用された。燃料電池は水素と空気中の酸素を取り込み、化学反応により電気をつくり出してモーターを駆動し、パワフルで高効率な走りを実現する。排出するのは水だけで、CO<sub>2</sub>を排出しないクリーンな動力源だ。新日鉄住金は軽く、強く、耐食性に非常に優れたチタンを供給し、将来期待される水素社会の一翼を担っていく。



チタン箔

## 自動車 ・ 二輪車

エコドライブを  
実現するために

## 燃費向上に貢献する



マフラー ©日産自動車(株)

### 耐熱チタン合金でマフラーを軽量化

新日鉄住金のチタンは、自動車や二輪車のマフラーに採用されている。マフラーはテールエンドでも300℃以上の高温にさらされることから、鋼に比べて強度が高くアルミニウムよりも耐熱性に優れたチタンは軽量化効果を発揮し、燃費やエンジン出力、走行性の向上に寄与している。またチタン製マフラーは独特の排気音と表面質感、さらに光の干渉作用で表面の色調が変化することが魅力となっている。



自動車・二輪車用吸排気エンジンバルブ ©愛三工業(株)

### エンジンのレスポンスを高める

新日鉄住金のチタンはエンジンバルブ、コンロッドなどに採用されている。これらエンジン部品の軽量化によって、周辺部品の軽量化を可能にし、燃費改善や静粛性、高出力化、レスポンス向上などの効果を発揮している。

# 土木

安心・安全な  
社会基盤の構築



## 100年耐用の長期防食

羽田空港D滑走路の棧橋部にチタンカバープレートが採用されている。チタンカバープレートは新日鉄住金エンジニアリング(株)が開発した防食・足場機能のある橋梁外装材製品で、海上という厳しい腐食環境で耐用年数100年を標榜する滑走路棧橋部の長期防食を実現し、メンテナンス費用の大幅な削減を可能にした。



## 橋梁再生ソリューション

橋梁塗膜の部材端部は塗料が付着しにくいいため、平面部に比べて塗膜が劣化して、部材が腐食しやすい。日鉄住金防蝕(株)は(独)土木研究所、中国塗料(株)と共同で、厳しい腐食環境でも優れた耐食性を持つ新日鉄住金のチタン箔を用いた橋梁塗膜の補強工法を開発した。国道に架かる橋梁の塗膜補強工事で採用され、LCCMの実現に貢献している。

## 公共工事のLCCMを実現

沖縄県の名護漁港、池間漁港、阿嘉漁港の護岸の保全・改良工事で、既設鋼矢板・鋼管矢板向けチタンカバー・ペトロラタム被覆工法(TP工法)が大規模採用された。日鉄住金防蝕(株)のTP工法は1985年の販売開始以来、海上の海水飛沫帯から海中中部までの被覆防食工法として評価を得てきた。これからも公共工事のLCCMを実現し、安心・安全な社会基盤の構築に貢献する製品を提供していく。

# エネルギー 産業

高濃度の塩化物環境でも  
性能を発揮



海水淡水化プラント ©DHIC



火力発電所復水器

## 海水から生活・産業用水をつくる

地球上の水のほとんどが海水で、人が利用できる淡水は0.01%に過ぎないと言われている。水資源問題を解決するため、海水から塩分などを取り除いて生活・産業用水をつくり出す海水淡水化プラントが世界各地で建設されている。サウジアラビアのラス・アズールにある蒸発法海水淡水化プラントでは、海水に対する高い耐食性を評価され、新日鉄住金のチタン溶接管が大量に採用された。

## 海水で蒸気を冷やす

火力発電所ではボイラーで高温高圧の蒸気をつくり、この蒸気でタービンを回して電気をつくっている。タービンを回した蒸気は復水器で冷却されたのち、ボイラーに戻して再利用される。蒸気の冷却には主に海水を利用するため、耐食性の観点から復水器の管や管板に新日鉄住金のチタンが採用されている。



ソーダ電解槽全景



ニッケル製錬プラント

## 塩水のすき間腐食に耐える

苛性ソーダは、アルミニウムや化学繊維、石けん・洗剤の原料であり、パルプの溶解や漂白、上下水道や各種産業の排水処理、還元剤など、産業用・生活用物質を製造する上で必要な化学的処理に使われている。塩水を電気分解してつくっているため、腐食の厳しいすき間部位に新日鉄住金の耐食チタン合金が採用されている。貴金属の使用量を一般的な耐食合金の3分の1に抑えながら耐食性はほぼ同等で、お客様のコスト競争力強化に寄与している。

## 高濃度の硫酸に耐える

調理器具、医療機器、輸送機器、建築物などの用途にステンレス鋼は大量に使用されており、私たちの暮らしを豊かにしている。最も主要なステンレス鋼はニッケルを多く含有しており、そのニッケルをつくる製錬プラントの反応槽には、高濃度の硫酸に耐えられる高耐食性を持つ材料が求められ、新日鉄住金の耐食チタン合金が採用されている。



## コンパクトボディを可能に デジタルカメラ

チタンの持つ肌合い、質感、色彩や軽くて強い、腐食しない、金属アレルギーがないという優れた特性から、IT 機器筐体に適していると考えられていたが、加工性や指紋が付きやすいことが課題だった。新日鉄住金は超深絞り用チタン薄板の開発に加え、プレスシミュレーション技術を駆使し、さらには指紋の付きにくい表面処理技術を開発することで、キヤノン(株)のデジタルカメラなどIT 機器ボディに採用されている。



## 快適な装用感 メガネフレーム

メガネフレームには、レンズを正確にしっかり固定できる耐久性や快適な装用感、ファッション性、そして金属アレルギーを発症させないことが求められる。こうしたニーズに新日鉄住金のチタンは応えている。



チタンネックレス



チタンブレスレット



# 民生品

軽くて強く、  
体にやさしい



ゼクシオ ©ダンロップスポーツ(株)

## 楽しいゴルフライフをサポート

2008年に導入された反発規制ルールにより、それまで主流であった高反発のゴルフクラブは使用できなくなった。新日鉄住金は反発規制ルールを遵守した軽量・高強度な独自チタン合金を開発し、ダンロップスポーツのゴルフクラブに採用されている。新日鉄住金のチタンが楽しいゴルフライフをサポートしている。

## 清楚な上品さと高級感あふれる輝き

美しい光沢とツヤで、上品さと高級感にあふれる輝きを放つアクセサリーに、新日鉄住金のチタンが使われている。金属素材は冷たいという常識を覆し、アクセサリーが肌に触れた瞬間から素早く体温と同じ温度になり、フィット感も抜群。またチタンの不動態被膜が金属アレルギーを防ぐとともに、太陽や蛍光灯の光を浴びることで汚れを洗浄する光触媒作用を発揮し、常に清潔な状態でアクセサリーを身につけることができる。

## 体にやさしく、優れた生体親和性

高齢化社会の進展に伴って人工関節や人工骨、歯などインプラントの需要がますます高まっている。チタンは表面を覆っている不動態被膜によって、アレルギー反応の原因となる金属イオンの溶出がないため、生体親和性に優れている上、しなやかさが骨に近く、磁性がないという特徴からも、インプラント用として適した材料である。



茅ヶ崎サザンC (2002年神奈川) ©茅ヶ崎市観光協会

### 湘南の人気観光スポット

Cの切れ目の部分にカップルで立つと一つの円となることから、縁(円)結びの輪として親しまれている。また円の中央に、えぼし岩が写り、絶好の撮影スポットになっている。心地よい潮風が吹く湘南の茅ヶ崎サザンCに新日鉄住金のチタンが使われている。

# オブジェ

永遠の輝きを放つ

### 五輪の精神を伝える

かがり火をモチーフにし、日本らしさを表現するとともに、オリンピックカラーを前面に出した聖火台が、長野冬季オリンピックで制作された。デザインした彫刻家の菊竹清文氏は「太陽に照り輝く聖火台が必要だ」と考え、聖火台内側に鏡面仕上げを施した新日鉄住金のチタンが使用された。

長野冬季オリンピック聖火台 (1998年長野)



# ダイナミックに繊細に チタンづくりの現場探訪 直江津製造所



北海道から九州まで全国に12カ所ある新日鉄住金の製造拠点では、今日もさまざまな製品がつくられています。今回はチタンのものづくりの現場「直江津製造所」(新潟県上越市)を紹介します。



## お客様と一体となって 高機能製品を生み出す

直江津製造所は1934(昭和9)年、ステンレスの製造拠点として操業を開始しました。上越市内を流れる関川の水力発電所からの豊富な電力、直江津の恵まれた港湾施設と労働力に支えられ、順調な稼働を続け、常に日本のステンレス産業をリードしてきました。さらに1968(昭和43)年には、未来の金属と呼ばれるチタンの製造を開始し、近代的な設備と高度な技術力で製品の高付加価値化と新規事業の開拓に注力してきました。そして現在、「新分野へ新素材」をキーワードに、国内外のお客様と一体となって、航空機や自動車、電子機器向けの部品、化学プラントの部材など、高品質で高機能なステンレスとチタンの製品を供給しています。

こうしたなか、直江津製造所では地域との共生を大切に、クリーンな生産活動に努めています。環境問題で配慮しなければならぬのが、まず大気と水です。大気をきれいに保つため、加熱炉の燃料を天然ガスに切り替え、有害ガスの発生を防いでいます。また水質をきれいに保つため、廃酸・排水処理装置を設置し、積極的な環境対策に取り組んでいます。

## 豊かな自然と文化に彩られた 地域と共に、社会と共に

実は福島城の本丸跡地に、直江津製造所は立地しています。福島城は、戦国時代



福島城の地図(赤い部分が直江津製造所)



直江津祇園祭への参加



海岸清掃ボランティアの実施



少年野球大会の開催



武将として名高い上杉謙信の居城であった春日山城に代わるものとして、1607(慶長12)年に築かれましたが、1614(慶長19)年には城主の松平忠輝が高田城に移り廃城となりました。神社仏閣が高田城下に移転するなか、八坂神社(祇園社)だけは直江津に残ることを許され、今も毎年7月下旬に直江津祇園祭が行われています。直江津製造所では、毎年約150人の社員が参加し、地域住民と共に祭りを盛り上げていきます。

また上越市とタイアップして1992年から海岸清掃ボランティア活動、青少年の健全育成を願い20年以上にわたり開催してきた少年野球大会、地域の小・中学校の工場見学を受け入れを行っています。親しまれる企業を目指して、直江津製造所は地域社会とのふれあいを大切にしています。

# 国際競争力のある 高品質なチタンづくり

それでは直江津製造所で、どのようにチタン製品  
がつくられているのかを追ってみましょう。

## スラブ

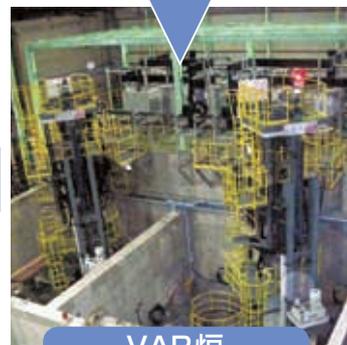


VARインゴット

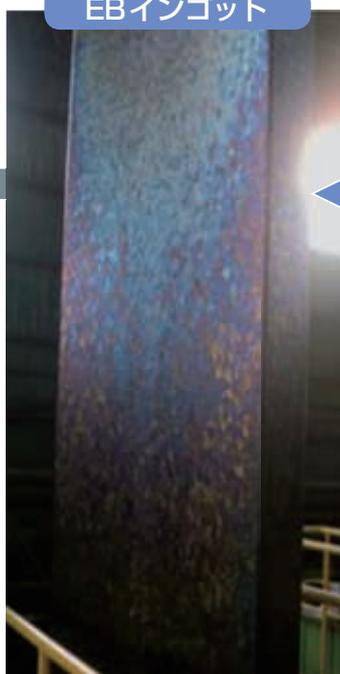


スポンジチタン

原料



VAR炉



EBインゴット



EB炉



原料

チタンスクラップ

### 【VAR炉】

真空中で高電流直流アークを発生させ、原料の消耗  
電極を溶解してインゴットにする設備。  
巨大な溶接棒のイメージ。

### 【EB炉】

真空中で電子を高電圧で加速し、原料に衝突させて  
溶解する設備。  
巨大なブラウン管のイメージ。

## スクラップを活用する 設備と仕組み

原料にはスポンジチタン製造メーカーでチタン鉱石を精錬した高純度なスポンジチタンが使われています。小さい気孔が無数にあって、そのためスポンジと呼ばれています。柔らかいわけではありません。このスポンジチタンをベースに鉄や酸素などを成分調整した原料を溶解炉で溶かして、チタンインゴットをつくります。

直江津製造所では2012年に新型のEB炉1基を新設しました。この新たな設備を導入することにより、スクラップをリサイクルして競争力を高める仕組みをつくったのです。ここには新日鉄住金が鉄づくりで培ってきた溶解、精錬、凝固に関する技術と経験が存分に活かされています。鉄鋼メーカーとしての知見があるからこそ、チタンの製造体制を強化することができたのです。また、2014年にはVAR炉も導入しました。VAR炉は成分の均質性をさらに高めることができるという強みがあります。

直江津製造所は現在、EB炉1基、VAR炉2基の両方の強みを組み合わせて活用することにより、多様なニーズに応えられる素材製造基盤を構築しています。このチタンインゴット製造工程では、異物が混入すると、特に航空機エンジン用素材は運航中の疲労破壊の起点となり得る内部欠陥が生じる恐れがあるため、清掃方法から設備管理方法に至るまで製造所員が徹底した品質管理を実施しています。



連続光輝焼鈍後のキズ検査

鏡のように輝く表面にキズがないかを検査する

## 焼 鈍



連続光輝焼鈍装置

表面が光り輝くように処理する装置

## 圧 延



6段精密冷間圧延機

80ミクロンまで薄く加工可能な圧延装置

# チタン製品



精密冷間圧延

20ミクロン程度の極薄箔の製造装置



コイルの確認検査

徹底した品質管理を行っている

## 職人技が光る現場力

続いてチタンインゴットを鍛造してスラブをつくります。鍛造工程では加工シミュレーションを活用しながら、現場での長年の経験に基づいて効率的な鍛造スケジュールを決め、品質の安定化と高い歩留<sup>※</sup>を実現しています。

スラブができる厚板や薄板など、製品ごとの幅や厚さに圧延していきます。直江津製造所では板厚20ミクロンという薄いチタン箔まで製造できます。このような圧延工程では、些細な表面不具合も許されません。製品ごとに必要な硬さと厚みを出すため、圧力や張力などさまざまな要素のバランスを取ります。通常では問題にならないような変化やズレでも、シワやヨレを生むため、細心の注意を払って、製造所員が圧延操業を行っています。さらに圧延後に酸化被膜が表面にできないようにする焼鈍工程では、キズ検査も行っています。発生源を特定し、検証結果を上工程にフィードバックすることで、さらなる品質の安定化と歩留向上を図っています。

直江津製造所の品質管理は、各工程で職人技ともいえる製造所員の現場力だけにとどまりません。材料試験や鍛造のデータ、生産実績をデータベース化して品質トレンドの見える化を推進し、独自の品質モニタリングシステムという仕組みを構築しています。

このように直江津製造所のチタンづくりの現場は、優れた設備、仕組み、人に支えられ、国際競争力のある高品質なチタン製品を生み出しています。

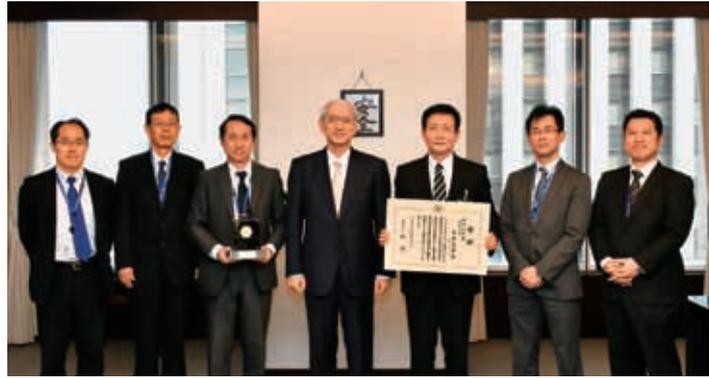
※歩留：生産されたすべての製品に対する不良品でない製品の割合



写真左から2人目より増田信昭ICI社長、McCurley ICI副社長、William Haugh会長(ジョージタウン市・スコット郡商工会議所)

## 米国ICIが市商工会議所より表彰

新日鉄住金の米国における鍛造クランクシャフトの製造・販売事業会社インターナショナル・クランクシャフト社(以下、ICI)は4月15日、ケンタッキー州ジョージタウン市のスコット郡商工会議所より「2016年ビジネス・オブ・ザ・イヤー」を授与されました。ICIが1992年の操業開始以来24年間、地域へ貢献してきたことが高く評価されました。



受賞者と進藤孝生社長(中央)

## 文部科学大臣表彰を受賞

新日鉄住金はエコプロダクツ® 製品が量産可能な多機能統合型の転炉法で、平成28年度文部科学大臣表彰科学技術賞(開発部門)を受賞しました。本賞は科学技術に関する開発、理解増進などにおいて顕著な成果を収めたものの功績を讃える賞で、新日鉄住金は平成19年度から10年連続での受賞になります。

この転炉法により鋼材の高生産対応力を確保しつつ、省エネルギー・低コスト化が図られ、低燃鋼種の大量製造が実現し、高品質な自動車用鋼板や鋼管、厚板などの鋼材の安定提供が可能となりました。これらの鋼材は、省エネルギーに大きく寄与するエコプロダクツ製品となっており、環境負荷低減に貢献しています。

## 大河内賞

### 「大河内記念生産特賞」を受賞



受賞者と勝山憲夫新日鉄住金化学(株)社長(前列中央)

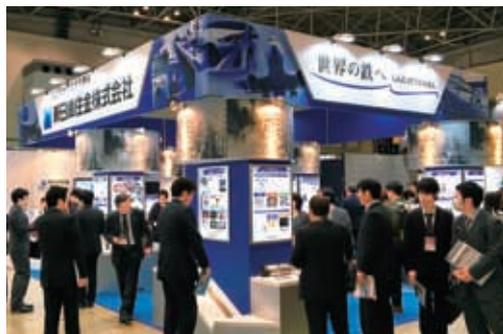
新日鉄住金化学(株)はキャスト方式による無接着剤型銅張積層板(2層CCL)および高生産プロセスの開発で、第62回大河内賞の「大河内記念生産特賞」を受賞しました。フレキシブル配線板用の2層CCLを世界に先駆けて開発・上市したことで、1990年代におけるノートパソコン、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、98年以降の高機能カラー携帯電話の普及に大きく貢献しました。近年はハイエンドなスマートフォン、自動車やウェアラブル機器など、進化し続ける先端デバイスの将来ニーズにも対応し、今後のさらなる発展と貢献が期待されることが評価されました。



無接着剤型銅張積層板「エスバネックス®」

## 高機能金属展に 出展

新日鉄住金は4月6〜8日、東京都江東区の東京ビッグサイトで開催された「第3回高機能金属展」に出展しました。強度、耐久性、意匠性、複合材(異素材の組み合わせ)などを切り口に、新日鉄住金の高機能製品の強みを総合的に紹介しました。



多くの来場者が訪れた展示ブース

## 鋼管杭・鋼管矢板の機械式継手を販売開始

新日鐵住金は鋼管杭・鋼管矢板の機械式継手がカムジョイント<sup>TM</sup>を開発し、今年2月に(財)土木研究センターの建設技術審査証明を取得して販売を開始しました。

橋梁や港湾などのリニューアル、補強・更新工事を中心に提案し、鋼管杭・鋼管矢板の現場施工時間の短縮、省力化、施工品質の確保に貢献していきます。



施工試験状況

## 天皇、皇后両陛下が紀尾井ホールにご来臨



天皇、皇后両陛下をご案内した新日鐵住金の宗岡正二会長

天皇、皇后両陛下は4月27日、東京都千代田区の紀尾井ホールを訪れ、「難民を助ける会3・11被災者のためのチャリティコンサート」をご鑑賞されました。ギタリストの村治佳織さんと弟の奏一さんの息の合った演奏に大きな拍手を送られました。



村治佳織さんと奏一さん

## 水素ステーションに継手不要の溶接施工法が初採用

新日鐵住金と日鐵住金ステンレス鋼管(株)が製造・販売する高圧水素用ステンレス鋼HRX19<sup>®</sup>が、東京ガス(株)の浦和と千住の両水素ステーションで採用され、一部で世界初の機械式継手に代わる溶接施工が行われました。溶接施工の初採用で漏えいリスク低減を実現しました。今後も水素社会の実現に貢献していきます。



現地配管採用部位



東京ガス(株)の千住水素ステーション(東京ガス(株)HPより)

## 熊本地震に対する支援について

4月14日以降に発生した熊本県・大分県を震源とする地震により、亡くなられた方々に哀悼の意を表しますとともに、被災された皆様にも心よりお見舞い申し上げます。

新日鐵住金は被災された皆様への支援および被災地の復興に役立てていただくため、1500万円の義援金を拠出することといたしました。

被災地の日も早い復旧・復興を心よりお祈り申し上げます。

## 『季刊 新日鐵住金』バックナンバー

これまで鉄道、船、橋、缶、車などをテーマに特集を組んできました。QRコードを読み取ることで、バックナンバーをご覧いただけます。

<http://www.nssmc.com/company/publications/quarterly-nssmc/index.html>



鉄は生き続ける。  
地球があるかぎり。



鉄はフェニックス。というのは、使い終わっても製鉄所で、不死鳥のように何度でも新しい製品によみがえるから。鉄は宇宙に存在し、地球のコアとなり、強大な磁場をつくって有害な宇宙放射線から地球上の生命を守っています。また、私たちの体の中でも、全身に酸素を運ぶ大切な役割を果たしています。地球と生命を守り、文明を築いてきた鉄。新日鉄住金は鉄鋼技術を進化させ、世界中の暮らしを支え続けていきたい。それが、変わることはない使命です。

私たちは鉄が好きです。限りない「命」があるから。

世界の鉄へ しんにつつすみきん

 新日鉄住金