

季刊 ニッポンスチール
Quarterly magazine

デザインングチタン トランティクシー

Vol. **09**

日本製鉄株式会社

Make Our Earth Green



特集 デザイングチタン トランティクシー

- 4 Interview
僕に勇気を与えてくれるカメラ
写真には心に希望を灯す力がある
ハービー・山口氏 (写真家)
- 6 カメラが持つべき品格と美しさ
X-Pro3ができるまで
- 9 チタンは時間を受けとめる
21世紀の素材
田根 剛氏 (建築家)
- 12 時を超える美しさトランティクシー
- 14 User Voice
伝統を守り、後世に伝える
TranTixxiiの新しい価値創造
- 20 Activity Technology
楽しく、おしゃれに
先端素材がアウトドアレジャーを彩る
- 26 進化し続けるチタン
過酷な腐食環境で暮らしや産業を
支える
- 28 News Clip
日本製鉄グループの動き
- 30 日本製鉄グループのSDGs
地域の愛着や多様性を育む
チタン建材の可能性を切り拓く

日本製鉄株式会社 広報誌 季刊 ニッポンスチール
Vol.09 2021年6月17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 <https://www.nipponsteel.com/>

編集発行人 総務部 広報センター所長 有田 進之介
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。
- 本誌で記載されている機械特性はあくまでも参考値であり、これを保証するものではありません。
- ご意見・ご感想をぜひ綴じ込みはがきでお寄せください。



「季刊 新日鉄住金」Vol.14 (2016年6月)
「チタン 夢に満ちた若き金属」
特集も併せてご覧ください。



デザインチタン トランティクシー

チタンは地表近くに存在する実用金属の元素のなかで、鉄、アルミニウム、マグネシウムに次いで4番目に多く、豊富に存在する鉱物資源です。1790年代に発見されたものの、鉱石から金属チタンだけを取り出す技術をなかなか確立できませんでした。鉱石中に封じ込められた元素であったことから、太古の昔オリンポスの神々との戦いに敗れ、地底の奥深く幽閉されたというギリシャ神話の巨神タイタン族にちなんで、チタンと名づけられました。長い時を経て1948年に量産化技術が開発されると、「軽い」「強い」「さびない」夢の金属材料として、航空機はいうまでもなく、化学プラントからスポーツ・民生品、自動車部品、建築、海洋土木に至るまで活躍の場を広げてきました。日本製鉄はパートナー会社とともに培ってきた技術を結集して、人と環境にやさしく独自の優美な外観を付加した意匠性の高いデザインチタン製品群をTranTixxii®(トランティクシー)ブランドとして展開し、チタンの無限の可能性を切り拓いています。



TranTixxii
DESIGNING TITANIUM



ロンドンの地下鉄で偶然に出会ったジョー・ストラマー © Herbie Yamaguchi

与えてくれるカメラ 写真には心に希望を灯す力がある

写真家 ハービー・山口氏

●プロフィール ハービー・山口 Herbie Yamaguchi

1950年東京都生まれ。名前は自身が傾倒していたジャズ・フルート奏者のハービー・マンに由来。ロンドンが最もエキセントリックだった70年代を捉えた写真が高く評価され、帰国後は福山雅治、布袋寅泰など国内外のアーティストとコラボ。モノクロームのスナップ・ポートレートというスタイルで多くの作品を発表している。



外装材にTranTixiiのチタンが使われている富士フィルムX-Pro3を試写するハービー・山口氏



僕に勇気を



僕は幼いころ脊椎カリエスという病気を患っていました。一人ぼっちの孤独な生活が続き、夢も希望もありませんでした。でも中学2年生のとき写真部に入り、カメラを手にしてから変わりました。無意識のうちに人とのつながりを求めているのでしょう。人の笑顔や優しさを被写体にして写真を撮り始めました。

大学4年生になり、カメラマン志望であちこち就職活動をしたのですが、結果は散々なものでした。僕は必要とされていないんだと虚しさを抱えながら、1973年に大学時代の友だちとイギリスへ渡りました。半年で帰るつもりだったのですが、結局10年過ごしました。

ロンドンでは一時期、劇団で役者をやっていました。鍛え上げられた肉体を持つ仲間たちに囲まれて、かつて脊椎カリエスを患っていた貧弱な僕が舞台に立ち、喝采を浴びている。そのとき、僕は必要とされているんだという喜びに満ちあふれ、

虚しさは徐々に消えていきました。

ロンドン暮らしの3年目、テムズ川沿いに並ぶ空き倉庫で、現地の若い写真家たちと共同生活を送っていました。隣の倉庫はリハーサルスタジオとして使われていて、壁越しにパンクロックが鳴り響いていました。「俺たちの写真を撮ってくれよ」とやってくるミュージシャンもいました。

70年代のイギリスは不景気で、将来を見出せない若者たちが多かった。そんな不満や怒りからパンクは生まれましたが、ミュージシャンたちはくすぶっている若者たちを勇気づけるメッセージを伝えようとしていました。

そして、ある日偶然、僕は地下鉄車内でジョー・ストラマーを見かけました。ザ・クラッシュという時代を象徴するパンクロックバンドのボーカル兼ギタリストです。千載一遇のチャンス逃すまい。写真を撮ってもいいですかと思いついて話しかけました。意外にも彼は微笑み、OKしてくれました。

電車が駅に着き、彼がホームに降りようとした瞬間、振り返って僕に向かって言いました。

「撮りたいものはすべて撮るんだ！それがパンクだ」

自分の人生に妥協するな、自分がやりたいことをやるんだ、自分の心に正直になれ。そんなメッセージが込められていると感じました。僕が写真家を続けていくうえで、その一言が心の支えとなりました。

帰国後は国内外のアーティストとコラボする一方、街の人たちのスナップを撮り続けてきました。でも東日本大震災後にボランティア活動で被災地を訪れたとき、被災者の方々にカメラを向けるのは忍びなかった。だから、おじいちゃん、おばあちゃん、の肩や足をもみながらお話しして、写真を撮らせてもらいました。ガレキのなかでも明日を信じて、希望を胸に抱いて生きる東北の人たちの記録を写真集として出版したのですが、震災から10年経った

今年の3月、ある女性からこんなメールをいただきました。

写真集に当時16歳の高校生だった私が写っていることを知りました。あんな状況でも笑顔でニコリしている私の姿を見て、これから何があっても生きていけるといふ勇気をもらいました。ありがとうございます。

いつもカメラは持って歩いていますよ。何せ、僕は人が好きで、撮影のときはその人の一番素敵なところを撮りたいと常に思っていますから。写真には、撮る人と見る人がポジティブな気持ちになれる力が秘められていると信じています。これからも心に希望を灯す写真を撮っていききたい。そのとき僕に撮る勇気を与えてくれるカメラ、体の一部として頼れるカメラ、手に包んで心地良い昂揚感^{こうようかん}が伝わってくるカメラは欠かせない。そんな素晴らしいカメラとのセッションをいつも楽しみにしています。

(談)



Camera × TranTixxii

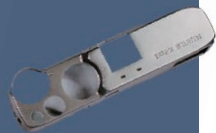
カメラが持つべき品格と美しさ X-Pro3ができるまで

2019年に発売された高級デジタルカメラ「FUJIFILM X-Pro3」は、発売以降、クラシックなデザインと高い描写性能で多くのカメラファンを魅了しています。ボディ外装に日本製鉄のデザインングチタンTranTixxiiを採用することで、高級感あふれるカメラの佇まいを実現しています。X-Pro3をはじめとしたXシリーズの開発に込められた思いについて、富士フイルム(株)に取材しました。



写真提供：富士フイルム(株)

トップカバー部品の 製造工程



1



2



3



4



5

プレス金型でチタン板を加工(1)したあと、表面をロボット(2)や手作業(3)で磨きます。ブラスト処理(4)で表面の粗さを均一化したうえで、特殊コーティングなど加飾処理を施し、最後に部品のゆがみを補正して、ロゴをレーザーで印字(5)すると完成。擦り傷への高い耐性と高品位な外観をつくり込んでいます。

失われることのない エイジレスな輝き

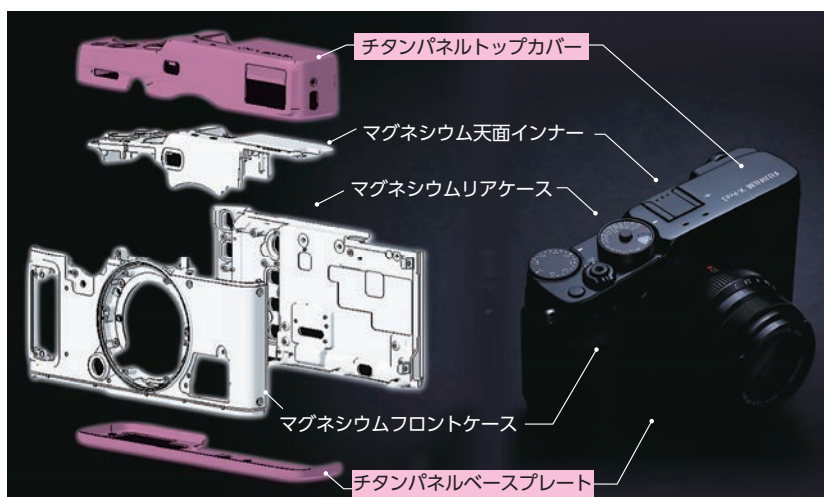
運命の瞬間との出会いを求めて、写真家や写真愛好家たちは、カメラをバッグにしまわず、いつでも撮影できる状態で持ち歩きます。だからこそカメラには、小型軽量でタフであること、天候や気温の急激な変化でもカメラに対する配慮を最小限に抑え、撮影に集中できることが求められます。そこでXシリーズには、デバイスを守るフレームに加工性に富むマグネシウム、手に触れるトップカバーとベースプレートには耐食性に優れたチタンがXシリーズで初採用されました。TranTixii採用の経緯について、Xシリーズの商品企画を担当してきた上野隆統括マネジャー

は次のように語ります。

「まるでヴィンテージ製品のような、手に触れたときの懐かしい冷たさと、それなのに心が温かくなる感覚。失われることのないエイジレスな輝きはチタン外装特有のものです。手と目から所有する喜びを満たし、ただの道具ではないと語りかけてくるような、カメラが備えるべき品格と美しさを追求しました。一般的にデジタルカメラは電子機器である以上、ライフサイクルが短い、なかなか外装にまでコストをかけにくいプロダクトなのですが、Xシリーズなら10年後、20年後も十分良い写真が撮れる高い性能を誇っています。だから、長く使ってほしい。そんなメッセージの1つが、外装に耐食性に優れたチタンを使って堅牢にするところに表れています」



富士フイルム(株)
イメージングソリューション事業部
統括マネジャー
上野隆氏



TranTixiiが使用されている部位

チタンが使用されているのは、ボディ外装のトップカバーとベースプレートで、ダイヤル部やフロントファインダー窓部など、高度な絞りや張り出し加工技術が要求される箇所です。加工メーカーとの密接な連携により、高強度を保ちつつディテールにこだわった複雑なデザインを可能にしました。

プロに認められる色再現性と レンズの技術

写真を撮る人口は増えています。しかし、写真の大部分がスマートフォンで撮られています。スマートフォンに比べて、カメラは大きくて重く、高価であることから持ち歩く人が少なくなったといわれています。

かつて富士フィルムも、レンズ付きフィルムの「写ルンです」や、撮ったその場でプリントが楽しめるインスタントカメラ「チェキ」など、気軽に誰もが写真を撮る楽しめる大ヒット商品を送り出してきました。

しかし、2011年にハイエンドデジタルカメラXシリーズの初代モデルX100を開発・発売する一方、13年には普及価格帯のコンパクトデジタルカメラからの撤退を決意した歴史があります。

「スマートフォン出現で普及価格帯を中心にコンパクトデジタルカメラの売上は急激に減少しました。私たちはカメラ事業の生き残りを図るため、スリム&ストロングの経営戦略の下、プロと熱心な写真愛好家を対象としたハイエンドな高級デジタルカメラ分野への参入を決断したのです。X100は光学ズームもないし、レンズ交換もできないカメラでしたが、プロの写真家が使用する高性能なデジタル一眼レフと比べても、色再現をはじめとする画質においては、フィルムカメラ時代から80年以上画づくりをしてきた富士フィルムのほうが

優れている、と高く評価されました。

続いて滴を持してレンズ交換式で趣味性の高いX-Mountを開発・発売したときは、同じく画質は高評価だったものの、レンズ3本とボディだけ出されても、将来どうなるかわからない機種には投資できないという声も多く、X100ほどの人気は得られませんでした。すでに高級カメラは先行する有名メーカーが多彩な機種を展開していましたが、この市場で戦うためには、独自のポジションを築く必要を痛感しました（上野統括マネジャー）

それから2年後、「小型軽量で徹底的に画質が良いカメラを、愛好家たちに受け入れられる価格でつくる」という理想を掲げて、14年にX-Mountを発売し、それがヒット商品となり、同社デジタルカメラ事業の業績をV字回復させることになりました。

「カメラ本体だけがヒットの理由ではありませんでした。純正交換レンズのラインアップが10本になり、超望遠などのプロ用の特殊なレンズ以外は一通りのレンズがそろったことも大きな要因となりました。カメラ業界には「マウントに投資する（※）」という言葉があります。純正レンズのラインアップをそろえることで富士フィルムが本気でハイエンドデジタルカメラに取り組んでいる姿勢がユーザーに理解されたのだと感じました（上野統括マネジャー）

Xマウントレンズ群は、プロ向けフィルムカメラ用レンズやテレビレンズ、シネマレンズで多くのプロから支持されてきた

「フジノン」の光学技術が駆使されています。フジノンは人工衛星にも搭載されるなど、優れた性能が高く評価されています。そして、Xシリーズはカメラと画像処理を一体開発することで、圧倒的な描写力を実現してきました。

こだわり抜いてつくり上げた 最上位モデル

モデルチェンジごとに進化を遂げてきたXシリーズは、一貫してカメラを持つ喜びや撮る楽しみを第一に考えてつくられてきました。だからこそ、最新の最上位モデルであるX-Pro3は、軽量・高強度でさびないチタンにたどり着いたのでした。

「エンジニアリングプラスチックはつくる側から言えば造形しやすく、軽くて耐久性もあり優れた素材ですが、使っているうちに妙なテカリが出てきたり、趣味性に欠けます。マグネシウムは金属ではありますが、外装材としては、カメラファインにはなぜか人気がありません。真鍮は今となつては重く、またプレスなどの加工ができる工場が国内には少ないことから採用しませんでした。そして何より私には、最上位モデルにはチタンを使いたいという思いが以前からありました。シンプルで機械加工だけでは細かな部分の処理ができないため、研磨など一部の加工は1つ1つ手作業で行っています。そのため仕上げは製品ごとにわずかな違いが生じま



すが、その手づくりによる違いも楽しんでいただきたいと思います。3色のうち2色には特殊なコーティングや硬化処理を施し、通常のチタンと比べて表面の硬度が10倍も高くなり、ふだんの使用では傷つきを心配しないで済むようになりました。とにかく、とことんこだわり抜いてつくり上げました（上野統括マネジャー）

写真好きな人に長く愛用してもらえカメラとして、ライカといえば真鍮、ハッセルブラッドといえばスウェーデン鋼と並び、FUJIFILM X-Pro3といえばチタンとイメージされる時代が訪れるのはそう遠くないのかもしれませんが、TransXの時代を超えて失われることのないエイジレスな美しい輝きが、このカメラと一緒になければ撮れない写真の魅力を広げていきます。

※ マウント投資：レンズ交換式カメラは、それぞれ専用のマウントを介して交換レンズをボディに装着するため、いったんボディを決めたら、他社のレンズを使えなくなることから、同一マウントの純正レンズを使い続けるようになること。



弘前れんが倉庫美術館

© Daici Anō

チタンは時間を受けとめる 21世紀の素材

建築家

田根 剛氏

フランス・パリを拠点に活動する建築家の田根剛氏が建築設計を手がけた、青森県の「弘前れんが倉庫美術館」が2020年7月にオープン、2021年度フランス国外建築賞グランプリ (Grand Prix AFEX) を受賞しました。弘前れんが倉庫美術館は、明治・大正期に建てられた近代産業遺産の倉庫を、新たな芸術文化創造の拠点として改修した弘前市初の公立美術館で、屋根材にはシードル・ゴールドに輝く日本製鉄のTranTixxiiチタン薄板が採用されました。今回、弘前れんが倉庫美術館への思いとチタンの可能性について語っていただきました。



© Daici Anō

屋根材にシードル・ゴールドに輝く日本製鉄のTranTixxiiが採用された。



© Daici Ano

弘前積みレンガ工法

かまぐらのような形は、雨や雪を防ぐ屋根の機能を果たし、来館者を温かく迎え入れる。

グッゲンハイムで見た いぶし銀の輝き

チタンを使った建築といえば、フランク・ゲーリーが設計したビルバオ・グッゲンハイム美術館が有名です。あのいぶし銀のようなチタンの輝きは、他の素材では表せない独特の質感を持っています。他の金属素材は設置されたときが最も美しく、時間とともに劣化していきがちですが、チタンは時間の変化を素材が受け入れることで建築の魅力を高めてくれる。2014年に再び、ビルバオ・グッゲンハイム美術館を見たときにそのことが強く印象に残りました。

それ以来、いつか自分もチタンを使ってみたかと思っていて、実現したのが20年にオープンした弘前れんが倉庫美術館です。弘前れんが倉庫美術館は、もともと100年前の明治・大正期に建てられた煉瓦倉庫です。それを美術館に、しかも地方都市で現代美術を展示しながら、市民に長く愛されるものにするという命題を抱えたプロジェクトでした。

弘前に煉瓦の建物さえまだない時代、1つ1つ自分たちで煉瓦を焼いてつくった倉庫は、日本で初めて大々的にシールド(りんご醸造酒)を製造した場所でもあります。設計には、

そうした場所の記憶を継承し、さらに未来に向けたメッセージも込めた。そう考えて、老朽化した屋根をTranTixiiのシールド・ゴールドチタンで葺き替えることを提案しました。

TranTixiiチタンは光の干渉による色の変化が発生し、多様な色彩が表現できます。屋根材に使ったシールド・ゴールドチタンは、太陽が昇ってから沈んでゆく間に、深い緑から淡い黄色までさまざまな色が発現します。それは、青々としたりんごがだんだん熟し、最後は夕陽が当たって黄金色のシールドが完成するまでの時の移ろいであり、その美しい変化は1日中見ても飽きません。オープン前に、近隣の病院の患者さんから、病室から見える美術館の屋根を眺めるのが楽しいと美術館に連絡があったそうです。

屋根の施工にも工夫を凝らし、菱葺(ひしぶき)という手間のかかる葺き方も取り入れました。降雪地域であることを念頭に、すぐ雪が落ちる屋根形状ではなく雪だまりもきれいに見えるデザインで、これは弘前の街中で見た伝統工法でもあります。大きな屋根根面を細かく分割することで、微妙な傾きや積雪による歪みがさまざまな色彩を表現できるシールド・ゴールドチタンは、年を重ねるごとにさらに豊かな表情を生み出すことでしよう。

大きな表現力を持った 素材

チタンは21世紀の素材だと思っています。鉄、ガラス、コンクリートなど20世紀の建築素材は、不変であることを目指してきました。その一方で、工業製品による建材は地球の環境に耐えられず劣化する素材が多くなっています。

一方、チタンは耐久性があり基本的にさびない特徴がありますが、それは変わらないということではなく、ゆっくりとその変化が現れて未来につながっていくという意味で、時間を柔らかく受けとめながら環境とともに変化している素材です。弘前れんが倉庫美術館はそこにある光を受けとめ、その地域ならではの特色や環境を映し出した建築にすることができました。環境の時代、地域の時代に、大きな表現力を持つているチタンは、建築家にとってますます重要な素材になるのではないのでしょうか。

現在、ルイ15世がパリのコンコルド広場に建てたオテル・ド・ラ・マリニンにおける美術館を手がけています。その歴史的建造物にあるブライベート美術館スペースの展示ショーケースに使用おうと考えているのが、日本製鉄に試作してもらった再結晶化チタンです。



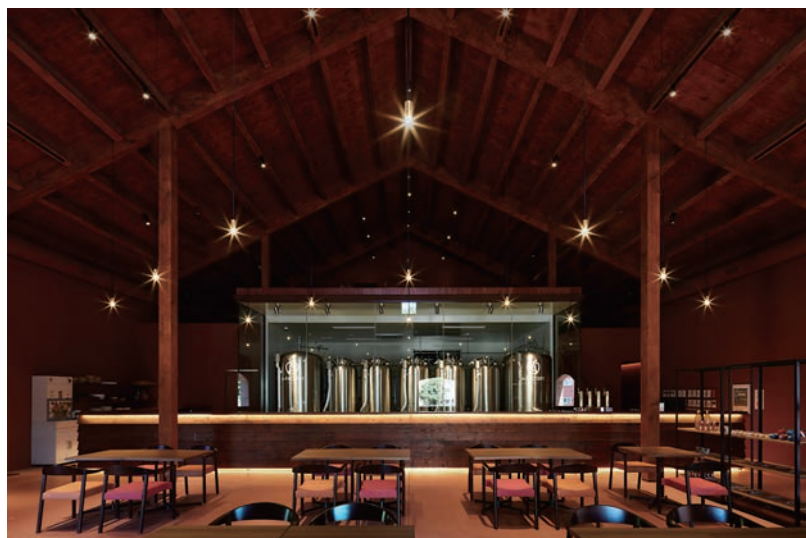
美術棟展示室 明治・大正期の倉庫が美術館として変貌を遂げた。



© Yoshiaki Tsutsui

●プロフィール 田根 剛(たね・つよし)

建築家。1979年東京生まれ。Atelier Tsuyoshi Tane Architectsを設立、フランス・パリを拠点に活動。場所の記憶から建築をつくる「Archaeology of the Future」をコンセプトに、現在ヨーロッパと日本を中心に世界各地で多数のプロジェクトが進行中。主な作品に「エストニア国立博物館」(2016)、「新国立競技場・古墳スタジアム(案)」(2012)、「Todoroki House in Valley」(2018)、「弘前れんが倉庫美術館」(2020)など多数。フランス文化庁新進建築家賞、ミース・ファン・デル・ローエ欧州賞2017ノミネート、第67回芸術選奨文部科学大臣新人賞、2021年度フランス国外建築賞グランプリなどを多数受賞。著書に『田根 剛 アーキオロジーからアーキテクチャーへ』『TSUYOSHI TANE Archaeology of the Future』(いずれもTOTO出版)など。



カフェ・ショップ棟

シードル(りんご醸造酒)のタンクがシードル工場であった場所の記憶とつながる。

© Daici Anō

今まで見たことのない美しい文様が浮かび上がり、チタンの可能性は「物質性」という意味でも表現が広がると思い、使いたいと思っていました。特に再結晶化されたブラックチタンは、単なる黒とも違う深い色合いで、サンプルを見たときに魅了されました。美術館には紀元前の古代文明コレクションが並びますが、チタンはそうした品々ともよく合います。何万年もかけて生み出された鉱物としての物質性が、時を超えた表現力を持っています。

21世紀を生きる私たちが今しかつくれない建築を、チタンなら表現できるのではないのでしょうか。まだまだ可能性を持っている素材です。私も研究を重ね、チタンの魅力をさらに引き出せるような設計を目指していきたいと思っています。

(談)

時を超える美しさ トランティクシー

TranTixxii DESIGNING TITANIUM

日本製鉄はパートナー会社との技術融合により、優れた特性を持つチタン素材を、新たな可能性を広げるデザインングチタンTranTixxii(トランティクシー)へと生まれ変わらせました。

レアメタルから時代を彩る特別なコモンメタルへ

トランティクシーとは「超える、進化する」という意味のTran(トラン)、チタンの元素記号Ti、そしてチタンの原子番号(22)のローマ数字XXIIを組み合わせて、日本製鉄がつくった造語です。時代を超えて続くチタンの普遍的な素材特性と、トランティクシー独自の優美な表面処理により光と色を自在にコントロールし、これまでのレアメタルから、次代の世界を彩るコモンメタル(汎用金属)へと進化させていく思いが込められています。

その原点は1990年代にさかのぼります。当時、それまでに建設された一部のチタン屋根が銀色から茶色へと変色するという問題が生じました。チタンの表面は腐食を抑える酸化皮膜で覆われています。その酸化皮膜が酸性雨と反応して成長し、銀色だった表面の色が光の干渉で茶色に見えていたのです。日本製鉄はこの変色メカニズムを解明し、変色原因となるチタン表層の不純物を取り除く技術を確認して2001年、耐変色チタンの開発に世界で初めて成功しました。この年に大分スポーツ公園スタジアムで使われたことを皮切りに、海外大型物件の嚆矢となった中国国家大劇院(北京)など、現在もチタン屋根の色調変化は極めて小さく、美しい状態を維持しています。鮮やかな色調をいつまでも時を超えて保つのは、トランティクシーの強みとなっています。

さらにトランティクシーのもう一つの強みとして、100種類以上にのぼる豊富な色調バリエーションがあります。チタン表面の酸化皮膜の厚みをコントロールすることで多彩な色調を醸し出す発色仕上げをはじめ、金属光沢を抑えた仕上げ、表面の粗さや明るさを調節することで落ち着いた風合いの仕上げ、表面にさまざまな大きさの結晶模様を出現させた仕上げ、金色の窒化チタン化合物皮膜をチタン板の表面に生成させた仕上げなどを、日本製鉄はパートナー会社と共同で開発してきました。こうした技術革新によって、伝統建築から近代建築、自動車、家電、時計、眼鏡などさまざまな製品や環境に合った美しい色調を実現しています。

日本製鉄はトランティクシーのブランド展開を通して、今までにないチタン素材の持つ美しさを提供し、ものづくりやデザインの可能性を広げ、世界の環境や文化の保全、ライフサイクルコストの低減、製品や建築物の軽量化・安全性の向上に貢献していきます。

輝き続ける普遍的な特性

強い



G-SHOCK新モデル
写真提供：カシオ計算機(株)

質量当たりの強度は鉄の約2倍、アルミニウムの約3倍。衝撃に強く、壊れやすいという腕時計の常識を覆したG-SHOCKの新モデルでは、主要な外装パーツの素材として採用され、堅牢性を維持するとともに、優れた加工性で優美な外観の実現に貢献しています。

軽い



チタンの比重は4.51で銅の約50%、鉄の約60%の軽さ。浅草寺本堂では日本瓦からチタン瓦への変更で屋根重量を約5分の1に低減し耐震性を向上、東日本大震災時でも瓦が落下することなく安全性確保に貢献しています。

浅草寺本堂

人にやさしい



軽くて、加工性が良いうえに金属イオンの溶出が極めて少なく、金属アレルギーを起こしにくいことから、人体にやさしい安全な金属。

マスク用インナーフレーム
写真提供：(株)サクライ

さびない



小田急電鉄片瀬江ノ島駅 写真提供：元旦ビューティ工業(株)

耐海水性は白金(プラチナ)に匹敵。潮風や酸性雨でも腐食しないため、メンテナンスフリーで製品寿命が長く、LCC(ライフサイクルコスト)に優れています。片瀬江ノ島駅の新駅舎屋根瓦に採用され、海岸近くの塩害環境で美しい屋根を長期間維持します。

環境にやさしい



使い捨てではなく繰り返し使えるチタン製ストローは、環境にやさしく耐食性が高いため、洗浄を繰り返してもさびることなく長期間衛生的に使えます。また金属イオンの溶出が極めて少ないため飲み物の風味が変わりません。

ストロー 写真提供：(株)ホリエ

温度変化に強い



気温変化による伸縮が少なく、建築物の長尺施工が可能でデザイン上の制約緩和は言うまでもなく、施工負担や雨漏りリスクを低減。また不燃材料として国土交通省に認定されています。

長尺屋根の施工例
(九州国立博物館)

高い保温・保冷力



熱伝導率が小さく熱が外に伝わりにくいので、チタン製タンブラーに温かい飲み物を注いでも直接持つことができます。また氷が溶けにくいので、ハイボールや水割りなども薄まりにくく、注いだビールもぬるくなりやすい、うれしい特性を持っています。

タンブラー 写真提供：(株)ホリエ

自在に加工できる



曲げや絞りといったプレス成形、溶接など、普通鋼と同等の加工が可能。量産二輪車向け燃料タンクの軽量化に資するチタン成形技術で、2018年素形材産業技術賞を受賞しました。

燃料タンク
写真提供：本田技研工業(株)

伝統を守り、後世に伝える TranTixxiiの新しい価値創造

日本製鉄は伝統建築におけるTranTixxiiの新しい価値創造に向けて、さまざまな人々と協業を続けています。日本の伝統を守り、後世に伝えたいという思いに共感する施主、技術者、加工メーカーの声を紹介します。

User Voice

世界最大規模のチタン瓦葺き替え

——増上寺が一般的に知られるようになったのはいつからでしょうか。

友田 徳川家康公が関東の地を治めるようになると、増上寺は1590(天正18)年に徳川家の菩提寺ぼだいじに選ばれました。江戸幕府の成立後は家康公の手厚い保護もあり、増上寺の寺運は大隆盛へと向かい、その存在が広く知られるようになりました。

——現在、どれくらいの方が参拝されているのでしょうか。

友田 コロナ禍前は年間約100万人くらいです。ただし、浄土宗の教えを受けたり、普段からお念仏を唱えている方ばかりではありません。近くに東京タワーがあるため、多くの方が観光目的でお参りになられています。私どもの立場としては、増上寺に来るときは観光客であっても、帰るときには仏様に手を合わせ祈りを捧げた参拝客になってお帰りいただきたいと願っています。

——屋根瓦の総葺き替えに取り組まれた理由と、工事の概要を教えてください。

友田 現在の大殿は、旧大殿が1945(昭和20)年の東京大空襲で全焼したあと、74(昭和49)年に再建

受け継がれてきた伝統を
次の世代につないでいくことが
私たちに課せられた責務です

大本山 増上寺執事長 友田 達祐 氏



されて以来、間もなく50年を迎えます。昭和、平成を過ごした屋根瓦は長年の風雪に耐え、傷みが激しくなっています。大殿は檀信徒様をはじめ大勢の方々がお参りになられる場所ですから、直下型地震でも起きたら一大事です。そのため、躯体を耐震補強するとともに、屋根瓦を葺き替えようという話を持ち上がりました。浄土宗をお開きになった法然上人が1175(承安5)年に立教開宗されて以来、850年を迎える2024(令和6)年に合わせての慶讃事業の一環として、大殿屋根瓦総葺き替え工事を実施することになりました。

このたびの総葺き替えでは、瓦の素材に軽くて丈夫なチタンを用い、厚さ0・3ミリに加工して瓦を葺くことにより屋根の圧倒的な軽量化を実現し、さらに耐震補強を施すことによって災害に耐え得る安全な本堂を目指します。大殿屋根の施工面積は4235平方メートル、チタン瓦の枚数にして約6万枚にのびります。この数はチタン製屋根瓦の葺き替え例として世界最大規模となります。改修工事は2020年10月に着工し、本年10月末に完工する予定です。

軽量化により耐震性を高め、 瓦の美しさそのままに長寿命化

——粘土瓦ではなく、チタン瓦を採用された理由をお聞かせください。

友田 屋根瓦は落下することが最も懸念されるところで、0・3ミリという薄さのチタン瓦であれば、万一風で吹き飛ばされるようなことがあっても、人に大きな被害が及ぶことはありません。

またチタン瓦に葺き替えることで、従来の粘土瓦から総重量を約10分の1に軽量化できるだけでなく、

屋根を下から見上げたとき、それがチタンだとは誰も気づかないでしょう。銅板に緑青が付いた瓦も趣があつて良いのですが、もともと大殿の屋根は瓦葺きなので、粘土瓦と同じような色と風合いを再現できるチタン瓦を採用しました。

軽量化により耐震性が高まるとともに、耐久性と意匠性の両立によって瓦の美しさをそのままに長寿命化が図られ、格調高い屋根瓦の意匠を、未来に引き継ぐことができます。

——コスト面でのメリットはありましたか。

友田 一般的に文化財の改修などには建物全体を鉄骨で囲う素屋根が必要ですが、それをつくるだけでもビル1棟を建てるくらいの費用がかかります。しかし今回は素屋根の設置が不要な最新技術を用いているため、トータルコストを抑えることができました。

——インターネットによるクラウドファンディングも活用されたそうですね。

友田 新しく葺き替える屋根瓦一枚一枚の裏に、ご支援をいただいた方のお名前と祈りを記した志納シートを付し、末永く大殿に瓦を奉納させていただきます。「あなたの祈りを瓦にのせて」を合言葉に、一人でも多くの皆様に増上寺のファンになっていただき、これから先も皆様の思いとともに歴史を重ねていきたいという願いを込めています。

——未来に寄せる思いをお聞かせください。

友田 受け継がれてきた伝統を次の世代につないでいくことが私どもの務めです。今後宗派を問わず、増上寺が皆様の心の拠り所であってほしいと願っています。

大殿屋根瓦総葺き替え工事の様子

2024(令和6)年に浄土宗開宗850年の節目を迎えるにあたり慶讃事業を推進。改修事業の一環として、約50年ぶりに大殿本堂の屋根瓦をこれまでの粘土瓦からチタン瓦に葺き替える工事が進んでいます。



チタン瓦

粘土瓦をチタン瓦に置き換えることで、従来の約10分の1に軽量化を図ることができ、耐震性の向上に貢献します。



大本山 増上寺 (東京都港区)

室町時代の1393(明德4)年、浄土宗第八祖西譽聖聴上人によって、東国における浄土宗正統根本念仏道場として創建。浄土宗教学の殿堂として宗門の発展に寄与してきました。写真は通常時の大殿本堂。



伝統を守り、
後世に伝える

TranTixxiiの
新しい価値創造



User Voice

職人の第六感を刺激する

——高尾神社の改修にあたって、なぜ六葉ろくようにチタンを
使おうと考えられたのでしょうか。

三村 チタンは木にやさしいからです。金属と木材はもともと相性が良くありません。金属のさびによって、木材も腐食していきます。また金属が結露して、木材が金属のイオンを含んだ水分に触れると、木の細胞壁同士をつなぐ役割を果たしているセルローズが劣化してしまうことがあります。そんなことから、チタンは腐食が進まないという話を初めて聞いたとき、まず面白いと思いました。さらに歯のインプラントや骨折固定プレートがチタンでつくられていると知り、人の体にやさしいのだから、木にもやさしいはずだと感じ、私の職人としての第六感が刺激されました。チタンを、木造建築を守る役割の一部に加えたいと思います。

2018年6月JSCA（日本建築構造技術者協会）中国支部での講演のとき、日本製鉄の方との出合いがあり、その折に、TranTixxiiのイオンプレーティングゴールドのサンプルを見せていただいたのですが、その半年後に装飾金物に使えるのではと提案しました。六葉はこれまで銅や真鍮しんちゅう、鉄などが下地に使われ、金箔や金めっき、漆焼き付けなどの仕上げが施されてきました。チタンは金色が剥がれ落ちることなく、輝きが失われない。これは金に匹敵するとインスピレーションが湧きました。

私たちが新しいものを生み出すことが、
先人から受け継いだ技術の素晴らしさを
後世に伝える一つの方法だと思います

宮大工棟梁 三村 康久 氏



高尾神社（広島県呉市）の六葉金物

六葉とは、主に長押なげしと柱の重なり合う部分に打つ釘ていとうの釘頭を隠すために使われる釘隠しの金物です。社寺建築の格調を高める装飾金物の一つですが、このたび日本製鉄のデザインチタンTranTixxiiでつくられたものを初めて使わせていただきました。銅製下地に金箔や金めっきを施した旧来の物に比べ耐久性があるということですし、質感や形もなかなかの出来栄ですので、うれしく思っています。（三村棟梁談）

— TranTixiiを使って、どのように六葉が出来上がったのでしょうか。

三村 私が六葉の種類を伝えようと、すぐに東洋ステレンス研磨工業さんがサンプルを持ってこられました。見た瞬間、素直に、これじゃちょっと駄目だねと言いました。まず古建築のバランスは細かく先人が培ったデータのもとに決められているからです。多分いろいろ調べられて、六葉らしいサンプルをつくられたのだと思います。でも、それだけでは個々の割り付けのバランスが良くないのです。

社寺に使われる諸々の部材は、全体のなかでのバランスが決められています。新しいものを生み出すことは大きなことです。先人たちが磨き上げてきた感性の蓄積が、より輝くようなものを生んでこそ初めて美しいのです。持ってこられたサンプルに、新たな可能性を生み出すぞという満々の意欲を感じましたのでその熱意を受けて、監修という立場で、私が配置と組み合わせなどを整理させていただきました。一枚の板から立体感をどうデザインしていくか。ツボになる大事なところも変えてもらいました。その結果、宮司さんや氏子さんをはじめ多くの皆さんに良いね、美しいねと評価していただける六葉に仕上がりました。

皆さんのチタンを広めたいという情熱がありましたので、スピード感がありました。私的には、日本製鉄という大きな会社と仕事ができること、いろいろな異業種の人たちの知己を得ることで、私が今まで蓄積したこと、まさに先人たちの技術を現代になぎ合わせることを、地方の私にさせてもらったと思っています。

素材の選択肢が広がる

— 伝統建築におけるチタンの可能性をどのように感じられていますか。

三村 チタンは工業化されて70年余り。まだ若い金

属のようです。社寺の世界では1000年を超える木造建物があります。だから経年の実績を求められます。チタンは良い素材ですが、いざ使うとなったら勇気がいります。100年後、200年後に「あのチタンの六葉が素晴らしい」と言ってもらえたとき、初めて成功事例となります。今の時点では私にもわかりませんが、今は、皆さんが美しいと言ってくださる、それが救いです。

私なりにチタンの使い方を整理しています。木材は100年から150年をめどに細胞壁が固まっていく性質があり、変形しにくくなるのが古建築の材料からもわかっています。ですので、新材で建てた場合は木材の動きが落ち着くまで、粘土瓦の重みで制御するのがよいでしょう。一方で、100年から150年ほど経過してくると、木材の持つ力が緩やかですが弱まると考えられるため、屋根を軽くすることができると考えられるのも良いでしょう。近年は人工乾燥の技術の進歩や、大径の木材が極少なので、初めから軽いチタン瓦を使ったほうが良い場合もあります。屋根にチタンを使うのだから、装飾金物や内装にもチタンを使ってみよう。銅など今まで使われてきた素材に選択肢の一つとしてチタンを加えてもらう。そのように考えています。

— 今後の抱負をお聞かせください。

三村 伊勢神宮の式年遷宮は20年に一度行われてきました。現在も敷地内に生活して仕事をしている大工が、「宮大工」と呼ぶにふさわしいと思います。大工は今では木工大工だけになりましたが、昔はいろいろな職種の名が「大工」と呼ばれていました。大工とは、考えることができる人、判断することができる人でした。古代律令制のころ、木工寮（もくりょう）あるいは、修理職に属して官位を授かっていました。そういう歴史を知るほど、宮大工と名乗ることは、今の私はまだその域に達していないと感じています。でも、若いときはなぜか宮大工と呼んでもらいたいもの

のなのです。それが先人の技術にすがってしまっているとも知らずにです。しかしながら、ただただ先達にすがっているようでは新しいものは生まれません。新しいものを、いわば妄想しないと私たちの業界は廃れてしまう。そうして、新しいものを生み出していくことで初めて、私たちが先人から受け継いだ技術に微力ながら新しい価値を加え、後世の人たちへ伝えることができると思います。

今と昔をかけ渡す梁、まさに棟梁として新しいものを生み出すため、その時代の良い素材を見極めて、良いものを工夫して使っていくべきと考えます。これは私の責任だとも思っています。

最近、神社仏閣巡りをする方が増えています。京都、奈良に行けば、素晴らしい伝統建築がたくさんあります。広島にも尾道や宮島に重要文化財があります。では生まれた街はどうか。地元のお寺やお宮が美しかったら、故郷をもっと大事にしたいという気持ちになるのではないかと。実際、個性的であり良い建物がたくさん身近にあります。だからこそ、これからも日本の伝統を守り、今という時代のなかで、少し新しいことも加えながら後世に伝えていくことに尽力していこうと思います。

高尾神社の拝殿・本殿

鎌倉時代に創建され、室町時代末期の永禄年間(1558~70年)に遷座。2020年10月の御遷座四百五十年奉祝祭に合わせて、拝殿・幣殿・本殿(1933年再建)が改修されました。地域の人から開運厄除の神として親しまれている神社で、毎年節分前後の厄除大祭では巨大なお多福面が飾られ、大きく開いた口をくぐって参拝すると福を招くという「お多福通り抜け」の行事には多くの参拝者が訪れます。



伝統を守り、
後世に伝える

TranTixxiiの
新しい価値創造



User Voice

生産から品質保証までの技術を確立

——イオンプレーティング技術は、どのような経緯で開発されたのでしょうか。

門谷 当社は、ステンレス鋼の需要拡大と用途拡大を、研磨という技術面からサポートし社会に貢献するため、1966年に創業しました。創業者は住友金属工業(株)(現在の日本製鉄)から、日本ステンレス(株)(現在の日鉄ステンレス(株))福岡営業所長を経験しておりステンレス鋼に知見がありました。そのため創業以来、半世紀以上にわたり研磨技術を核として事業展開してきました。こうしたなかイオンプレーティング技術は、ステンレス鋼の研磨で形成する意匠にプラスαを求めて、2002年ごろから研究に取り組んだのが始まりでした。しかし試作開発ばかりで製品化できず、苦戦を強いられていたところ、新日本製鉄(現在の日本製鉄)からチタンへの技術展開ができないだろうかと声をかけていただいたことが大きな転機となりました。06年には共同研究開発により、イオンプレーティング技術で豪華なゴールドチタンの意匠をつくり出すことに成功しました。

——技術開発でご苦労されたポイントを教えてください。

門谷 イオンプレーティングとは、真空中でイオン化した金属を対象物に蒸着させる表面処理技術です。真空中でチタンをイオン化し、雰囲気中の窒素など

世界に誇れる日本の文化を デザインングチタンに乗せて 提案していきたい

東洋ステンレス研磨工業(株) 代表取締役社長 門谷 豊氏



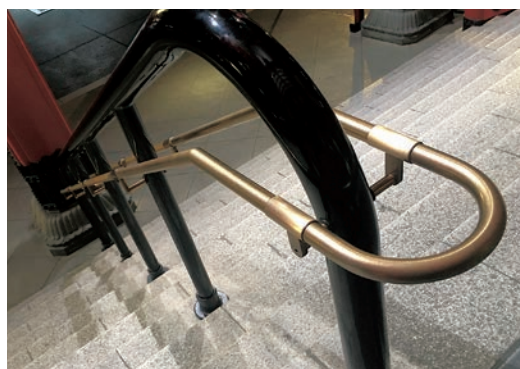
龍王神社(熊本県八代市) 拝殿

荘厳な輝きを放つ龍王神社の拝殿や高尾神社の六葉金物(P16-17参照)。これらは東洋ステンレス研磨工業(株)が日本製鉄と共同開発したイオンプレーティングゴールドチタンによって、従来の金箔や金めっきを超える耐久性と意匠性を実現しています。



ろくはらみつじ 六波羅蜜寺（京都府京都市）内装

護摩による毎日のおつとめが行われるため、ススやロウの汚れをふき取りやすい鏡面加工が施されたイオンプレーティングゴールドチタンが使われています。



浅草寺（東京都台東区）本堂階段手すり

皮膜強度を高め、傷つきにくいイオンプレーティングゴールドチタンを採用。擦過傷や剥離、変色がなく、美麗かつ荘厳な出で立ちで参拝者を迎えています。

時を超えて地域の文化や歴史を守る

— 伝統建築に採用していただくため、どのような工夫をされているのでしょうか。 —

と反応させて、それを強い電気的な引力で金属表面に衝突させることで、ゴールドの輝きを持つ窒化チタン化合物をコーティングします。日本製鉄の鉄鋼研究所での研究によって、そのメカニズムが明らかになり、窒化チタン化合物とチタン素地をしっかり結びつけ、緻密なゴールドの皮膜を形成させる技術を確立することができました。

技術開発は生産だけにとどまりません。製品の品質をどのように担保するかも大切なことです。そこで品質の安定性を短期間で推定する加速試験を、出荷前の製品全ロット・数量に対して行っています。加速試験についても日本製鉄の技術協力の下、試験法を確立しました。このように生産から品質保証までのプロセスをつくり上げること大変苦労しました。

門谷 神社仏閣の伝統建築では、銅の下地に金箔を貼ったり、金めっきを施す技法が昔から使われてきました。しかし金属接合面の劣化などによる経年変化から、メンテナンスや再施工のコストを要してきました。また酸性雨などによる銅イオンの流出による自然環境への影響も課題となっています。イオンプレーティングゴールドチタンは、優れた物性だけでなく、人と環境にやさしい特性を持っているため、このような負担が著しく軽減できます。このようにライフサイクルコストにおいて優れているのですが、どうしても初期コストだけ見ると採用へのハードルが高くなってしまう傾向にあります。

総合的に伝統建築の長寿命化に貢献していくためには、施主など地域の皆さんに思いを共感していただくことが大事だと思います。核家族化や少子高齢化が進み、地域のつながりが希薄になるなか、チタンはどんな過酷な環境下でもその美しさを保ちながら、時を超えて地域の文化や歴史、風習などを守っていくことができる金属だと確信しています。日本

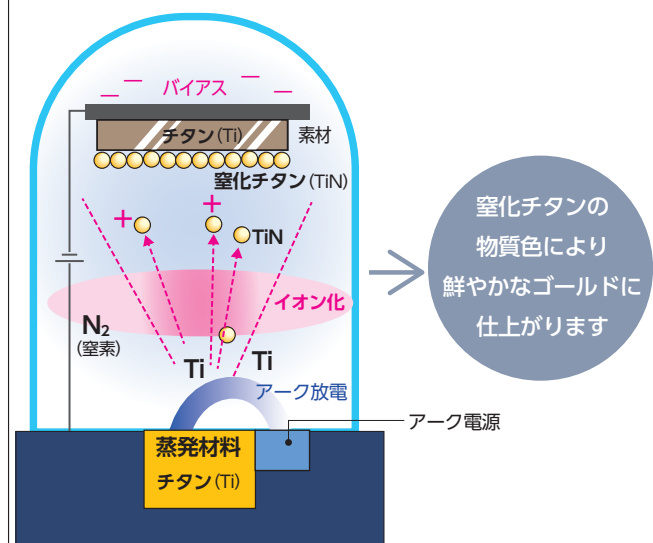
の伝統を守り、後世に伝えたいという思いを広めていきたいと考えています。

— 今後の抱負をお聞かせください。 —

門谷 自分たちの仕事に誇りを持てるようにしなければならぬという思いから、私たちは研磨技術とコーティング技術を融合した技術者であり、アーティスト感覚を持つ「金属化粧師」であるという企業精神を掲げています。金属に化粧を施すことで機能性と意匠性を社会に与え、世界に誇れる日本の文化をデザインングチタンに乗せて提案していきたいというのが抱負です。

チタンはほぼ永続的に使用できるうえ、ほとんどがリサイクル可能な環境にやさしい素材です。今後も「Tranfixii」と世界から評価されるように、日本製鉄でなければできない、日本文化の情報発信につながる技術革新に期待を寄せています。私たちも「Tranfixii」の一翼を担い、一層技術力を磨き、情報発信していきます。

イオンプレーティング法のイメージ



イオンプレーティング法により、真空中で窒化チタン化合物の皮膜をチタン表面に生成させています。

楽しく、おしゃれに 先端素材がアウトドアレジャーを彩る

Activity Technology

私たちの暮らしを豊かにするアウトドアレジャーの領域で、チタン活用がますます広がっています。日本製鉄のチタン製品が使われているウォーターボトル、スポーツバイク、ゴルフクラブの商品開発の世界取材しました。

ウォーターボトル スタイリッシュな 野遊びのテクノロジー

写真提供：(株)スノーピーク



スノーピークのチタン製ウォーターボトル「オーロラボトル 800」

カラーは全部で5色。TranTixii ならではの美しい発色が魅力の1つとなっています。

自らが欲しいと思える 道具をデザインする

2020年の流行語大賞でソロキャンプがノミネートされるほど、ここ数年キャンプブームが続いています。休日のキャンプ場は家族連れや若者たちでにぎわい、屋外で都会の夜景を眺めながらひとときを過ごす都市型グランピング[※]も大人たちのおしゃれな遊びとして人気を集めています。またコロナ禍では、外出を控えて自宅でキャンプ気分を味わう「家キャン」を楽しむ人たちが増えています。こうした社会背景を踏まえ、アウトドア製品の開発・製造・販売を展開する(株)スノーピークの吉野真紀夫本部長は次のように語ります。

「現代社会は文明の高度化により生活の利便性が増す一方、過度なストレスなどにより人々の人間性が疎外されているという側面があります。キャンプで自然に触れることは、人間性の回復に最も有効な手段だとスノーピークは考えています。また都市生活者であっても身近な自然を生活に取り入れることができ、人間らしさを取り戻すことができます。そのことを私たちは『野遊び』と呼んでいます。スノーピークの使命は、自然のなかで生きる力、家族や友人とのコミュニケーションなど、現代社会で失われつつある『自然と人、人と人のつながり』を提案し、実現することにあります。そのため、新しい価値があるオリジナル製品をつくる企画開発力と、ユーザーとつながるリレーション活動を大切にしています」

スノーピークの製品開発は、創業者が自分で使う山登りの道具を求めて新潟県燕三条の職人技術を活かしたオリジナルの登山用品を開発したところから始まり、自らが欲しいと思える道具をデザインするというものづくりの精神が脈々と受け継がれています。例えばチタン製マグカップは、軽くて丈夫で、金属臭がなく、保温・保冷に優れ、さびないというチタンの特性にいち早く着目し、開発されました。無駄のないシンプルなフォルム、収納しやすく握り心地の良い取っ手のデザインは、燕三条の金属

※グランピング：グラマラスとキャンピングを掛け合わせた造語で、テント設営や食事の準備などが不要なキャンプテイストの宿営施設。

チタン製ウォーターボトルが できるまで

1ミリ厚の1枚の円盤チタン(1)から、新潟県燕三条の卓越した金属加工技術(2・3・4)によってボトル形状がつくり出され、陽極酸化処理(5)によって美しい発色が生まれ、厳格な製品検査(6)を経て、製品が店頭に並びます。



ものづくりの絆の循環から チタン製ウォーターボトルが誕生

さらにスノーピークの企画開発力、燕三条の金属加工技術、日本製鉄の「Tanix」が再びコラボして、チタン製ウォーターボトルが開発されました。容量800ミリリットルのボトルは、1枚の純チタン薄板の円盤からつくられています。落としても凹みづらいように底面は1ミリ、軽さを求めて側面は0.4ミリ、口当たりの良さと洗やすさのために口元はフチ巻きをせずに0.8ミリの厚みに加工されています。この複雑な形状を溶接でつなぐことなく、一体成形することで、軽くて強いボトルをつくり出しています。さらにボトル表面の陽極酸化処理によりチタン上に元から

加工技術によって具現化され、チタン素材には日本製鉄の「Tanix」が使われました。キャンプの朝、澄んだ空気の中、お湯を沸かし、マグカップに注がれたコーヒーをゆっくりと飲む。その至福のときに、チタン製マグカップは欠かせない相棒となり、世界中のキャンパーに愛され、スノーピークの代名詞の1つとして人気を誇っています。

存在する薄い酸化皮膜を成長させ、その皮膜の厚さを変え、全5色のカラーバリエーションを生み出し、チタンの下地加工肌を活かした美しい発色のウォーターボトルが完成しました。

「スノーピークは新潟県三条市の山間の小高い丘陵地帯に約15万坪という広大なキャンプ場を運営し、その傍らに本社を構えています。開放感あふれる環境のなか、開発スタッフたちは自らのフィールド体験をもとに議論を重ね、デザインを考え、雨風や太陽光が注ぎ込むキャンプ場にパーツやモックアップを持ち込んでデザイン設計の仮説と検証を繰り返します。そして燕三条をはじめとする職人たちとともにプロトタイプ(試作品)を作成し、素材や材質の選定、製造方法など、あらゆる角度から品質を確認しスペックを固めていきます。こうした厳しい検証をクリアしたもののだけが製品化されています。

製品は使っていたくなくで傷ついたり、壊れたりすることもあります。使い捨てではなく、何度も直して使ってほしい、愛着を持って道具と時を過ごしてほしいという思いから製品の永久保証を行っています。また全国各地で開催しているキャンプイベントに開発者も参加して、ユーザー



(株)スノーピーク
執行役員 未来開発本部長
吉野 真紀夫 氏

の皆様と焚火を囲んでつながり、製品の使い心地などをうかがっては、その声を次の新製品開発に活かしています。こうしたものづくりの絆の循環から、チタン製ウォーターボトルも誕生しました」(吉野本部長)

ウォーターボトルは登山やキャンプ、スポーツなどのアウトドアだけでなく、オフィスや街などでもマイボトルとして活用されています。どこにでも連れていきたい、美しく輝くチタン製ウォーターボトル。スタイリッシュな遊びのテクノロジーを「Tanix」がこれからは支え、私たちの暮らしを心豊かにしていきます。



スポーツバイク

乗りやすさを追求するテクノロジー

写真提供：スズキ(株)



レースで培われた技術を フィードバック

2020年FIM(国際モーターサイクリズム連盟)ロードレース世界選手権MotoGPクラスで頂点に立ったバイクは、スズキGSX-RRでした。MotoGPチャンピオンマシンGSX-RRで培われた技術は市販車に投入され、GSX-R1000Rにも活かされています。このようにスズキ(株)の二輪車を代表するGSX-Rシリーズは、1985年の初代GSX-R750発売以来、レース活動で培われた最新テクノロジーをフィードバックしてモデルチェンジを重ね、高性能スポーツバイクとして幅広いスキルのライダーに人気を博しています。

「我々は通勤や通学、配送などの街乗りから、ツーリングやサーキット走行まで、さまざまな走行シーンやライダーの好み、スキルに対応し、多くのお客様にバイクの楽しさを提供するため、運転のしやすい二輪車の設計・開発を心がけています。そのためには走る、曲がる、止まるの基本性能の向上が欠かせません。GSX-Rシリーズにおいてもマフラーの重量が軽減されると車体の軽量化、マス(重量)の集中につながります。燃費改善は言うまでもなく、加速や減速(ブレーキ)、コーナリングの性能が高まります。そこでマフラーには日本製鉄の耐熱チタン合金(Super-TiX[®]100C)や意匠性チタンを採用しています(スズキ・大西文弘チーフエンジニア)



スズキ(株) 二輪事業本部
二輪営業・商品部 チーフエンジニア

大西 文弘 氏

楽しく、おしゃれに
先端素材が
アウトドアレジャーを彩る



2005年モデル・チタンマフラー

マフラーの軽量化とデザイン性の向上

GSXRシリーズのマフラーのモデルチェンジの変遷を見ると、初期モデルは容量を大きくするために円筒形状で、後部を跳ね上げ精悍さを表現するデザインを採用し、外筒をアルミニウム、内部にチタンを使用していました。それを2005年モデルからコーナーを曲がる際にマフラーが接地しにくい形状に変え、一部の年次モデルを除き、外筒にもチタンを採用しています。

「アルミニウムは鉄系のステンレスに比べて軽いのですが、マフラーの強度を高めようとすると、どうしても高温時の強度が課題として残ります。また、異種金属接合が難しいという課題もありました。そこでマフラーの素材を、アルミニウムの約3倍(重さ当たり)の強度を持つチタンにすべて置き換えることによって、軽量化を実現しました。2005年モデルでは、さらにマフラー全体を研磨したあと、ショットブラスト加工を施し、ロゴを入れました。これはチタンを活かしたデザインでした(スズキ・稲山佳里係長)

使っていくうち熱により変色し、美しい焼色がつくことも、チタンマフラーの魅力の1つ。美しい外観と耐汚性を両立したチタンマフラーは、多くのライダーの憧れの的になっています。

もつぐりのDNA「小少軽短美」

スズキは2020年に創立100周年を迎え、次の100年も社会に貢献し続けるため、「小少軽短美」という創業以来のものづくりの考え方を掲げています。ユーザーへ提供する価値を最大にすると同時に、可能な限り「小少く」、部品などを「少なく」、重さを「軽く」、費やす時間や距離を「短く」、また「美しく」というものづくりへの思いが込められています。

「一輪車に限りませんが、小さく、軽くつくることで資源を節約し、環境負荷も低減できます。価格も下げることができるので、より多くのお客様に製品を届けることができますようになります。高齢化社会を迎えたなか、乗りやすさはますます重要になると考えています。これからもスズキのものづくりのDNAを継承していきます(大西チーフエンジニア)

現在、エンジン設計を担当している稲山係長は、いつか理想のマフラーを設計したいと夢を語ります。

「良い音を演出するためには、完全に音を消す技術が究極のものだと思っています。学生時代からその技術開発の夢を持ち、マフラー設計を希望して入社したので、いつかは実現したい夢です」

スズキのエンジニアたちは情熱を余すところなく注ぎ込み、「小少軽短美」を追求した、より乗りやすい二輪車の開発を目指しています。その情熱と技術をこれからも日本製鉄のチタン製品が支えていきます。



スズキ(株) 二輪事業本部
二輪技術部 エンジン設計グループ 係長

稲山 佳里 氏

GSX1300R ハヤブサ

エンジン吸気バルブに高強度チタン合金を採用

空を飛ぶハヤブサが獲物をとらえるために急降下するとき、そのスピードは時速300キロを超えることから命名されたスズキのHAYABUSA(ハヤブサ)。1999年発売の初代モデルは、市販の二輪車では世界で最初に時速300キロを超えたモデルとして知られています。2度のフルモデルチェンジを経て、2021年3代目の新型モデルが誕生しました。「アルティメットスポーツ」(公道における究極のスポーツバイク)というコンセプトのもと、より一層の乗りやすさを追求。信頼性や耐久性が求められるエンジン吸気バルブには日本製鉄独自の高強度チタン合金(Super-TiX®523AFW)が採用され、パワーあふれる快適な走りを実現しています。



高強度チタン合金のエンジン吸気バルブ



ゴルフクラブ

素材が可能にした、より遠くへ、
まっすぐ飛ばすテクノロジー

スィートエリアを拡大するため、
ドライバーのフェースを
軽く、薄くする

松山英樹選手が2021年4月、日本人選手で初めてマスタートズ制覇の偉業を成し遂げ、日本中が歓喜に沸きました。松山選手の快挙も起爆剤となって、若い世代でゴルフを新たに始める人たちが増えてきていると話題になっています。

初心者から上級者に至るまで、ボールを遠くに飛ばすことは、ゴルフの醍醐味の1つです。1打目のティショットで使用するドライバーは、ゴルフクラブのなかでも長く設計されており、ヘッド(ゴルフクラブ先端のボールを打撃する部分)は大きくて軽いのが特徴です。そのためヘッドには強度が高く比重が軽いチタン材料が活用されています。住友ゴム工業(株)が商品開発しているダンロップのゼクシオドライバーは、2000年初代モデルの発売以来、多くのゴルファーに支持され、20年連続でシリーズ国内売上ナンバーワンを達成しています。商品開発競争の激しいゴルフ業界で、長年トップを快走している理由の1つが、その明確なブランドコンセプトです。

「ゼクシオの基本コンセプトは、飛び・打ちやすさ・爽快感な打球音の3つです。特に飛距離についてはこだわりの持って開発しています」(住友ゴム工業・中村拓尊課長)ゼクシオドライバーはモデルチェンジごとに新たな技術を搭載し、特にアベレージゴルファーから絶大な支持を集めています。扱いやすく(振りやすく)、遠くまで飛び、打ったときの音が気持ち良い。だからまた打ちたくなる。そんな好循環が魅力となっているドライバーのヘッド部分に日本製鉄の独自チタン合金(Super-TiX®51A)が使われています。

「高強度・低比重のチタンは、飛距離と打ちやすさを実現するために欠かせない素材です。高い強度があることでフェース(ヘッドのボールが当たる面)をより薄くすることができ、十分なたわみも確保することができます。それによってボールに当たったときの反発力が向上し、遠くへと飛ばすことができるのです」(中村課長)

楽しく、おしゃれに
先端素材が
アウトドアレジャーを彩る



ゼクシオ イレブン ドライバーのヘッド構造

ヘッドフェースに Super-TiX®51AF が使われています。
フェース中央部の肉厚を従来モデルより薄く大きくすることで、
大幅な飛距離アップを実現しています。

11代目となるゼクシオイレブンのドライバーは、ヘッド部分にフラットカップフェース構造と呼ばれる独自開発のフェースを搭載しています。フェースセンター部分を薄肉化し、フェースの縁を立ち上げてカップのような形状にした構造によって、打球時のたわみが大きくなり、反発力が拡大したことで、飛距離のさらなるアップを実現しました。これも高強度・低比重の独自チタン合金 (Super-TiX®51AF) が可能にした技術です。中村課長はその素材の軽さと強さがクラブの重心設計においても有利に働くと説明します。

アイアンのボディの溝が たわみを生み出す

ゼクシオイレブンではドライバーだけでなく、アイアンにも同じ素材 (Super-TiX®51AF) が使われています。アイアンはセカンドショットからグリーンを狙う場面までに使用することが多いクラブで、狙ったポイントへボールを運ぶのに重要な役割を担います。確実に、まっすぐ、遠くまで飛ばすことが求められます。

アイアンでもフェースにチタンを使用することで重心を低く保ちながらフェースを大きく設計することが出来ます。これにより構えたときの安心感があり、慣性モーメントも大きくボールをまっすぐ飛ばすことができるようになります。ゼクシオイレブンではさらに、ボディ下部のチタンフェースの受け部に深い溝を配置してフェース全体の反発性能を高めています。性能面だけでなく、フェースの素材には加工性の高さや、ヘッドの破損を心配せずに使える剛性や耐久性も求められます。そうした部分も総合的に判断すれば、ドライバーもアイアンもやはりチタンという選択になります。これからも、お客様が安心できる品質と信頼される性能はもちろん、ワクワクするような「ストーリー」性のあるものづくりで、長く愛されるクラブをつくっていきたいです」(中村課長)

ゴルフクラブの性能向上は、今やチタン抜きには語ることはできません。モデルチェンジごとに機能を大きく進化させ、ゴルフアーたちを驚かせてきたゼクシオ。商品開発への熱い思いとその技術を支える日本製鉄の独自チタン合金 (Super-TiX®51AF) が、ゴルフクラブの新時代を今後も切り拓いていくハジメの一歩。

「ゼクシオイレブンの場合、フェースの比重が軽いことに加え薄肉化をすることで、その分の重さ(重心)をヘッドの後方に配置することができます。それによってヘッドの慣性モーメントが高くなり、スイートエリアと呼ばれるフェース中央部の高反発エリアも拡大します。アベレージゴルフアーがボールをより遠くへ、よりまっすぐに飛ばすためのテクノロジーを日本製鉄の独自チタン合金 (Super-TiX®51AF) が支えています」

ゼクシオ イレブン アイアンのヘッド構造

ボディ本体を2分割し、フェース受け部に強度を持たせることで、設計の自由度が高まりました。



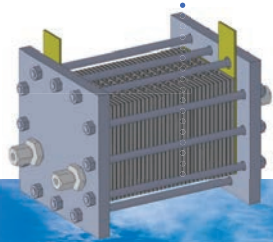
ゼクシオ イレブン アイアンのヘッド断面

ボディ下部の溝がたわみを生み出し反発性能が向上。
打点を下方向に外しても、しっかりボールが上がり、
大きな飛びを実現します。



住友ゴム工業(株) スポーツ事業本部
商品開発部 クラブ技術グループ 課長

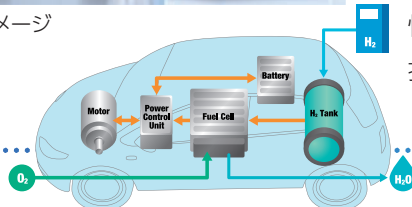
中村 拓尊 氏



燃料電池スタックイメージ



燃料電池自動車イメージ



燃料電池

水素社会の一翼を担う

日本製鉄は腐食環境にある燃料電池内の基幹部品向けに、耐食性をさらに向上させた特殊チタン箔の製造方法を開発しました。このチタン箔は燃料電池自動車の燃料電池部品(強腐食環境である燃料電池スタック内のセルを構成する部品)に使用されています。

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すことでモーターを駆動し、パワフルで高効率な走りを実現しています。排出するのは水だけで、CO₂を排出しないクリーンな動力源です。この分野でも、日本製鉄は軽く、丈夫で、耐食性に非常に優れるチタンの供給で水素社会の一翼を担い、カーボンニュートラルの実現に貢献していきます。

過酷な腐食環境で暮らしや産業を支える

日本製鉄はチタンの優美性だけでなく、優れた耐食性に磨きをかけた製品や素材の開発を続け、過酷な腐食環境で私たちの暮らしや産業を支えています。

ボルト・ナットなどのファスナー

ものをつなぎ、社会をつなぐ



Super-TIX®51AF 製ボルト & ナット 試作品
(M14x110mm、M12x85mm)

チタンは軽くて丈夫、腐食に非常に強い金属ですが、合金成分を添加することにより、その優れた性能をさらに向上させることができます。

日本製鉄の独自合金 Super-TIX® 51AF は、引張強度が約 900MPa という従来の代表的チタン合金 (6Al4V 合金) に匹敵する強度を持ちながら、産地が偏在し高価な希少金属であるバナジウムを必要とせず、豊富で入手性の良いアルミニウムと鉄を添加することで、この性能を実現しています。また従来の代表的なチタン合金と比べて、切削加工性が良いという特長を持ち、素材自体の経済性と加工費の低減で、耐食性と強度、軽量性が求められる、建築・土木、産業用ボルト・ナットのようなファスナー類への適用が期待されます。

化学処理

塩水を電気分解する

苛性ソーダは、アルミニウム原料のボーキサイトの溶解、製紙原料(パルプ)となる木材チップの溶解や漂白、化学繊維や石けん、洗剤の原料、上下水道や各種産業の排水処理に用いられ、産業用・生活用物資を製造するうえで必要な化学的処理に使われています。塩水を電気分解してつくっているため、チタンの耐食性を活かして純チタンが陽極や電解槽に、また特に腐食の厳しい部位(すき間腐食)には耐食チタン合金が採用されています。日本製鉄の耐食チタン合金は、貴金属の使用量を一般的耐食合金の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向上に寄与しています。



ソーダ電解槽 写真提供：旭化成(株)

進化し続けるチタン

PHE

高効率に熱エネルギーを有効利用

プレート式熱交換器(PHE=Plate Heat Exchanger)は張出し成形で多数の溝型を付与したチタンやステンレスなどの薄板を重ね合わせ、交互のすき間に冷媒と被冷却流体を流して熱交換を行っています。ほかの熱交換装置と比べて小型化が可能で、船舶エンジン、化学・食品プラント、ビル冷暖房などに適用されています。なかでも冷媒に海水を使用する船舶用途などではチタン板の適用が必須となっています。日本製鉄のチタンはプレス成形性がお客様から評価されており、より高効率な熱交換のための複雑な溝型のプレス設計を可能としています。



プレート式熱交換器(チタンプレート使用) 写真提供：アルファ・ラバル

「市村産業賞貢献賞」を受賞

日本製鉄は、(公財)市村清新技術財団主催の第53回市村賞において「市村産業賞貢献賞」を3年連続で受賞しました。今回は、鋼材の進化を支える超高強度鋼板加工技術の開発は、鋼材の利用加工技術としては初受賞となります。

本技術は、日本製鉄が自動車全体の付加価値を向上すべく構築している次世代自動車構造コンセプト「NSafe®-AutoConcept」において中核となるものの1つです。当開発技術により、①従来の2倍以上の強度を持つ超高強度鋼板を適用して車体の軽量化と高強度化を実現、②プレス加工後の余肉の削減でお客様の大幅な歩留り改善に貢献。1000万台以上の自動車に適用され、4万2300トン/年のCO₂排出量削減(*)に貢献しています。

※ 日本鉄鋼協会データにより算出

「DX認定事業者」の認定取得

日本製鉄は、経済産業省が定める「DX認定事業者」の認定を取得しました。DX認定制度とは、情報処理の促進に関する法律に基づき、デジタルガバナンス・コードの基本的事項を満たしている企業を国が認定する制度です。

日本製鉄の中期経営計画4つの柱の1つである「デジタルトランスフォーメーション戦略の推進」の取り組みが、経済産業省の認定基準を満たしており、ステークホルダーへの適切な情報開示がなされていることから認定取得に至りました。

「なでしこ銘柄」に初選定

日本製鉄は女性活躍推進に優れた企業として、経済産業省と東京証券取引所が選定する「なでしこ銘柄」に初選定されました。

経済産業省と東京証券取引所は共同で、女性活躍推進に優れた上場企業を「中期の企業価値向上」を重視する投資家にとって魅力ある銘柄として紹介。東京証券取引所の全上場企業を対象として実施された女性活躍度調査をもとに業種別にスコアの高い企業が選定されます。

第53回 市村賞贈呈式

公益財団法人 市村清新技術財団



写真提供：公益財団法人 市村清新技術財団

受賞者

名古屋製鉄所 品質管理部 上席主幹	田中 康治(左から2人目)
名古屋製鉄所 品質管理部 課長	宮城 隆司(中央)
技術開発本部 鉄鋼研究所 課長	西村 隆一(右から2人目)



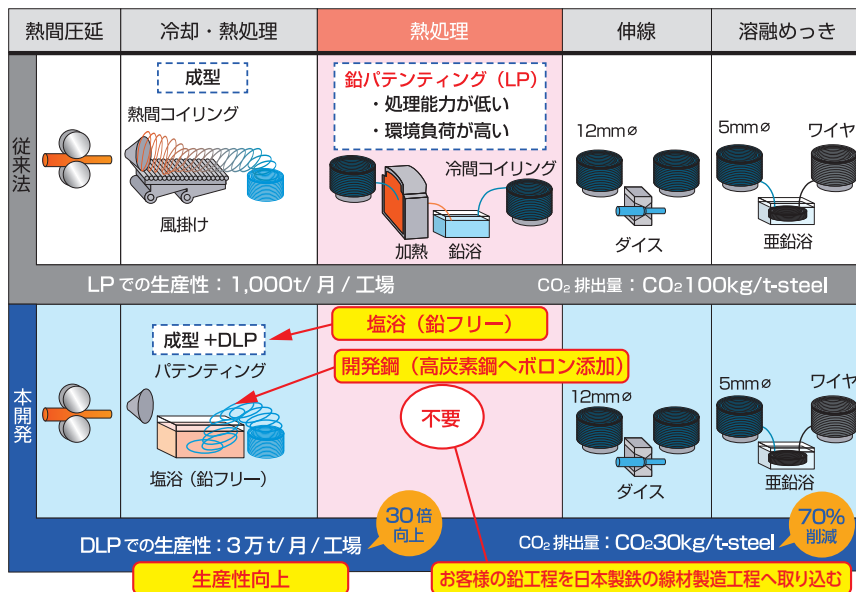
Digital Transformation Certification



線材製造工程（日本製鉄）

ワイヤ製造工程（お客様）

橋梁 1 件当たりワイヤを
3,000～2 万トン程度使用



線材・ワイヤの製造工程

- ※1 LP処理：鉄鋼メーカーから供給された高炭素鋼線材を、ワイヤメーカーで加熱後、溶融鉛浴に浸漬して金属組織と引張強さを整える熱処理
- ※2 DLP(Direct In-Line Patenting)処理：線材圧延ライン中で圧延直後に溶融塩浴に浸漬して金属組織と引張強さを整える処理

日本製鉄が開発した環境負荷低減型超ハイテン橋梁ケーブル用線材の製造技術が「令和3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。

本開発はワイヤの延性を低下させる金属組織の生成を回避するため、ホウ素とチタンを有効に添加しています。また、吊り橋などのメインケーブルに用いられる橋梁ワイヤの製造に欠かすことが出来なかったLP処理※1を省略して伸線できる橋梁ワイヤ用線材を世界で初めて製造可能にしました。生産能力が低く、また一部の国では環境規制の対象となっている鉛を使用するLP処理※2を施すことで省略可能にしました。これによりCO₂排出量削減による環境負荷低減と、従来の30倍もの生産性向上を実現しました。

「文部科学大臣表彰 科学技術賞」を受賞

「Clarivate Top100 グローバル・イノベーター 2021」を受賞

日本製鉄は、クラリベイトが保有する特許データをもとに知財・特許動向を分析し、世界で最も革新的な企業・機関を選出する「Clarivate Top 100 グローバル・イノベーター™ 2021」に9年連続で選出されました。

今回で10回目となる本アワードでは、世界のトップ100社のうち日本企業が29社受賞しました。そのなかでも2013年から9年連続で本アワードを受賞したのは、鉄鋼業では世界でも日本製鉄が唯一であり、長年にわたる研究開発活動および質の高い知的財産創出活動が、世界的にイノベータータイプの企業の一つとして客観的に認められたものと考えています。

Top 100
Global
Innovator
2021

Clarivate™

シェルよりサプライヤーアワード受賞

日本製鉄は、ロイヤルダッチシェルグループ（シェル）が年に1回選出する「エキイブメントサプライヤーオブザイヤー2020」を住友商事（株）と共同で受賞しました。本アワードに選出されるのは世界で1社のみであり、日本製鉄は2015年、18年、19年に続いて3年連続・4度目の受賞となります。

本アワードは、シェルの開発・製造ターゲットに最も重要な貢献をし、50年までに温室効果ガスの排出を実質ゼロにするシェルの目標を進展させたサプライヤーに授与されます。



広報誌バックナンバー

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。

なお、定期送付ご希望の方は下記アドレスよりお申し込みください。

<https://www.nipponsteel.com/company/publications/quarterly-nipponsteel/index.html>



読者アンケートはWEBでも受け付けています。

下記URLもしくはQRコードよりアクセスください。

<https://krs.bz/nssmc/m?f=78>



日本製鉄グループのSDGs



地域の愛着や多様性を育む

チタン建材の可能性を切り拓く

SDGsの目標11「住み続けられるまちづくりを」は、すべての人に快適で安全・安心な暮らしを提供するための重要な目標です。日本製鉄はチタンブランド「TranTixxii」を展開、チタン建材の普及を通じて持続可能な個性あるまちづくりに貢献し、地域の皆さんの愛着や文化・ライフスタイルの多様性を育んでいます。

11 住み続けられる
まちづくりを



© Maison Edouard François



パリ郊外のレジデンシャルビル
「M6B2 Tower of Biodiversity」

光の角度によってさまざまな色に見えるチタン外壁が、パリ郊外のまち並みに溶け込んでいる。

TranTixxii
DESIGNING TITANIUM

まち並みに溶け込み安全・安心で快適な空間をつくる

建材分野において、チタンの「軽さ」は安全性の確保や耐震性につながり、加工・施工時の負荷を軽減できます。また素材の強度、耐食性が高いため、板厚を薄くでき、比重の小ささといままで屋根の大幅な軽量化につながります。そして「さびない」ことでライフサイクルコストを低減でき、メンテナンスも不要。使う場所を選びません。こうしたチタンの基本特性に加え、日本製鉄の「TranTixxii」は、さまざまな発色や表面仕上げの組み合わせで今までにない素材の持つ「時を超える美しさ」を実現し、愛着を持てる持続可能なまちづくりに貢献しています。

同じ16年、日本では愛知県豊田市にある社会福祉法人こじま福祉会こじまこども園の屋根に、日本製鉄のチタンを用いた成型瓦が使われました。建物には経営母体の小島プレス工業(株)が三重県に保有する山林と豊田森林組合から切り出した杉を使うなど、子どもと環境にやさしい木造園舎が設計されました。その屋根には自動車部品メーカーである小島プレス工業のプレス技術が活かされたチタン瓦が葺かれ、地域に根ざした安全・安心で快適な育児空間をつくっています。

2016年竣工のフランス・パリ郊外にあるレジデンシャルビルの外壁に、緑色に発色させた日本製鉄のチタンが採用されています。日本の昔を表現した意匠を使いたいというフランス人建築家のエドワード・フランソワ氏の希望に応え、試行錯誤の結果、独創的な風合いと色味を実現させました。ビルの外周は時間の経過とともに本物の樹木で覆われます。チタンは金属イオンの溶出が極めて少ないことから植物への影響が最小化されています。高さ50メートルのビルから拡散する種子が、都市の生態多様性を再生する役割を持っています。

愛知県豊田市の こじまこども園

深い軒を持つチタン瓦
屋根をいただく木造
園舎が子どもたちの
成長を見守っている。



住み続けられるまちを チタンでつくる

まちの景観材を災害時に活用
まちの景観を守るチタン建材を災害時に役立てる

手すりを
救急搬送担架に

意匠壁を
避難所の
仕切り板へ

ベンチが
煮炊き台に

防災



まちの風景にあるもので
災害対策できる
持続可能なまちづくりに
貢献したい



日本製鉄(株)
チタン事業部 チタン営業部
知見 徹摩 部長代理

チタンは新しい金属です。銅は6000年、鉄は4000年、アルミは160年近くの歴史がある一方、チタンは工業用生産が始まって70年ほど。建築に使われてからまだ48年ほどしか経っていません。こうしたなか、伝統建築から現代建築まで幅広い用途でSDGsにつながる考えが自然と展開されてきました。

日本の伝統建築である神社仏閣では、時を超えて伝統と美しさを幾世代も伝えることができる「タタミ」が、文化保全の観点から注目を集めています。一方、現代建築ではまちの景観保守と安全・安心の両立の観点から、地域のランドマーク的な建築物の多くに用いられてきました。

チタンの基本特性である「軽い」「さびない」といった特徴で、未来のまちづくりに貢献する検討を始めています。地下化する公共サービスインフラを腐食環境から守り、自動搬送などでは効率物流で新しい消費活動を支援します。エネルギーでは洋上風力・潮力・地熱など自然環境が厳しい場面で再生エネ発電を促進、災害対策では日常にあるチタン製品での災害時活用が期待できます。

例えば、チタン製の手すりは軽いので、災害時に取り外して傷病者を運ぶ担架の道具(担架棒)として、年齢や性別を問わず使うことができます。災害時の食事対応では、ベンチを煮炊き台として設営できますので、軽くてさびないチタン部材が最適です。チタン製の壁やテーブル天板は、避難所の仕切り板として使用でき、さらに光触媒チタンを使えば抗菌・抗ウイルス対策も万全です。このように災害時でも、日常的に周りにあるものが使える持続可能なまちづくりにも貢献していきたいと考えています。

鉄とともに、人とともに。 私たちのSDGs



ふとまわりを見れば、社会は鉄でできたものにあふれています。様々なものづくりで暮らしを便利に快適にしたり、災害に備えインフラをより強く安全に変えたり、豊富な資源と高いリサイクル性で環境負荷を軽減したり…鉄はこれからも、人と地球の未来をささえる無くてはならない素材です。だからこそ、日本製鉄は鉄を進化させ続け、皆さまと力を合わせて持続可能な社会づくりに取り組んでいきたい。私たちのSDGsに、終わりはありません。

