

季刊 ニッポンスチール
Quarterly magazine

熱延



Vol. **17**
日本製鉄株式会社

Make Our Earth Green

0 NIPPON STEEL
Green Transformation
initiative
NET ZERO

熱延

日本製鉄は熱延(熱間圧延)工場で、1,200℃に熱した厚さ20～30センチの真っ赤な鋼の塊(スラブ)を、全長400～700メートルの熱延ラインで1.2～数ミリまで圧延し、時速100キロのスピードでコイル状に巻き取り、熱延鋼板を次々とつくっています。1,200℃にも熱せられた真っ赤な鋼の塊を、圧延機で薄く延ばしていくダイナミックな光景とは裏腹に、コンピュータ制御によって材質や形状をミクロン単位で緻密に仕上げています。

自動車、建材、建機、容器、鋼管、電気製品などに使われている熱延鋼板を、さらにグレードアップして安定供給するため、日本製鉄は名古屋製鉄所に次世代熱延ラインを新設します。カーボンニュートラル社会の実現に向けて、自動車のライフサイクル全体で温室効果ガス排出量削減にも効果を発揮できる超ハイテンなどの生産体制を強化し、これからも私たちの暮らしと産業の発展に貢献していきます。

特集 熱延

- 4 万能人の実像に迫る
レオナルド・ダ・ヴィンチとテクノロジー
池上 英洋氏(東京造形大学 造形学部 教授)
- 8 技術図鑑
熱延の基礎知識
薄く延ばし、材質をつくり込む
- 10 Project Story
名古屋製鉄所で始動
次世代熱延ラインの新設
自動車の未来に欠かせない
超ハイテンの供給体制を強化
- 16 Technological Invention
ハイテンの高精度製造技術
瞬間的に形状を測り、平坦度を制御する
- 20 1180MPa級熱延ハイテン
後部突入事故を防ぎ、人命を守る

- 24 第33回 日本製鉄音楽賞受賞者インタビュー
フレッシュアーティスト賞 務川 慧悟氏(ピアニスト)
特別賞 高木 裕 氏(ピアノプロデューサー、ピアノ技術者)

- 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
ビルの熱負荷を約65%低減し、
温暖化ガス排出量の削減に貢献
高耐食めっき鋼板ZAM®

日本製鉄株式会社 広報誌 季刊 ニッポンスチール
Vol.17 2023年9月15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など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・ご感想は、Webもしくは綴じ込みはがきで
お寄せください。

万能人の実像に迫る

レオナルド・ダ・ヴィンチとテクノロジー

東京造形大学 造形学部 教授

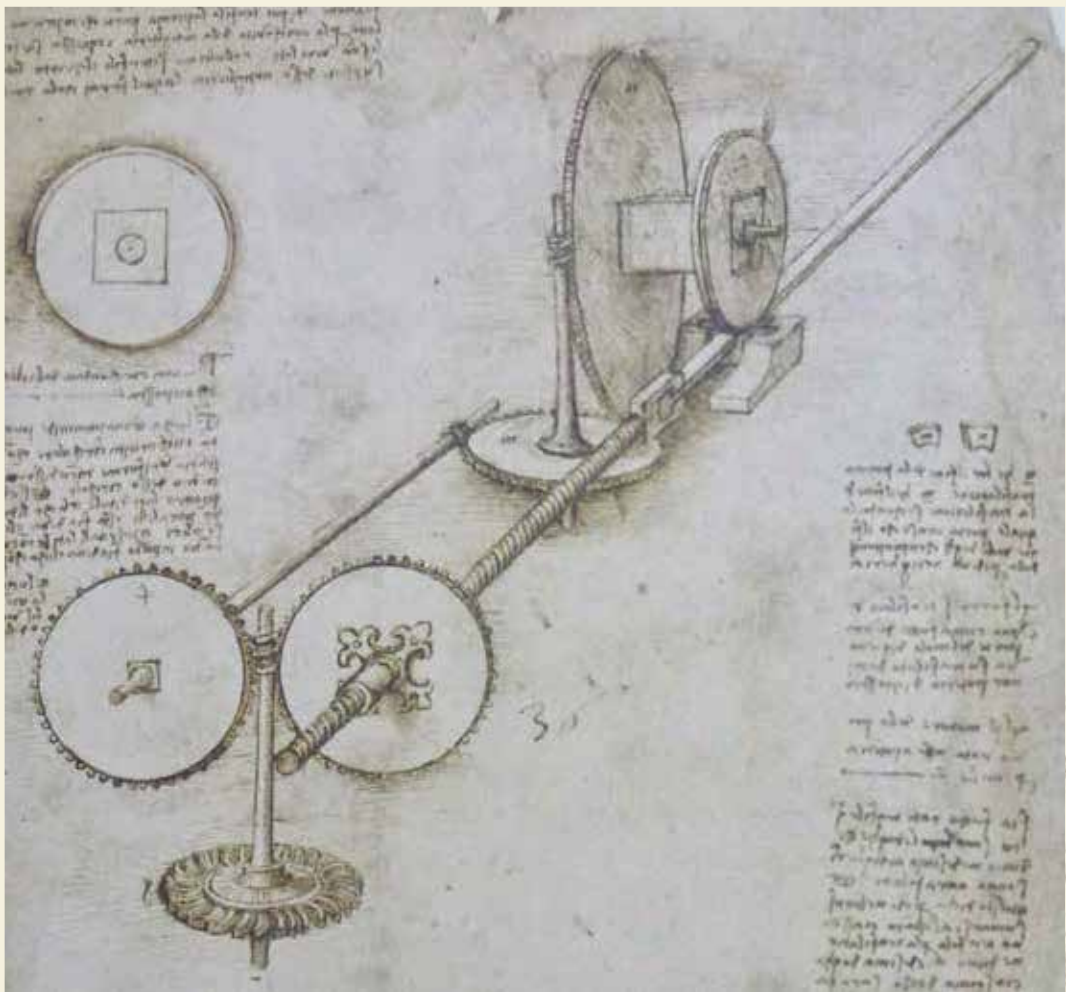
池上 英洋氏

Leonardo da Vinci



レオナルド・ダ・ヴィンチ(1452~1519年)の肖像

15〜16世紀にイタリアで活躍した天才芸術家レオナルド・ダ・ヴィンチ。彼は芸術だけでなく、機械工学など技術分野にも関心を寄せ、圧延機など多くのスケッチを残しています。なぜ圧延機のスケッチを描いたのでしょうか。レオナルドの足跡をたどりながら、その秘密を東京造形大学の池上英洋教授に解説していただきました。



圧延機のスケッチ

優れた観察力と 旺盛な好奇心

レオナルドが活躍した当時、芸術と技術の領域は、はっきり分かれていませんでした。当たり前のように絵を描き、機械をつくり、数学や医学を研究する、そうしたさまざまな分野をまたいで活躍する人を「万能人」と呼んでいます。そのなかでもレオナルドは特別な存在で、さまざまなアイデアをスケッチした手稿が現在も5000ページ以上残されています。レオナルドが他の芸術家と違ったのは、優れた観察力、そして旺盛な好奇心があったからだと言えるでしょう。彼の画家としての実質的なデビュー作といえるのが有名な「受胎告知」です。

この絵では、天使の翼が非常にリアルに描かれています。そうした描き方は当時の天使像としては異例でした。通常ならば神々しく見えるように極彩色や金色で描かれますが、レオナルドが描いたのは鳥のような生々しい翼です。これは、天使は空を飛ぶのだから、翼とはこうあるべきだと彼が考えたからにほかなりません。

また、背景にある山々は、水蒸気の乱反射で、少し青みがかったぼやけているように描かれています。これを空気遠近法と呼び、のちに彼自身が最初に理論化します。これもそれまで

例がなく、レオナルドは自分の目に写った景色をそのまま描きました。

「受胎告知」は彼が20歳前後で描いた作品ですが、最初から当時のセオリーを破って描けるのは、常に広い好奇心を持ち、観察眼を養っていたからといえるでしょう。私は2007年にレオナルド・ダ・ヴィンチ展が日本で開催されたときの日本側監修を務め、この作品を間近で見ました。そのとき初めてマリアの足元に敷かれたテラコッタ（素焼き）のタイルに無数の微小な孔があることに気づきました。それはタイルを焼くときにできる気泡なのですが、こんなディテールまで描くのかと驚かされたことを覚えています。これほど緻密に写實的に描き込んでいたのです。

万能性の開花

若きレオナルドはイタリア随一と呼ばれたフィレンツェのヴェロッキオ工房で修業しています。師匠のアンドレア・デル・ヴェロッキオは優れた芸術家でしたが、工房では芸術作品のほか、工芸品から家具、楽器、舞台衣装、果ては武器や馬具まで制作していました。また2トン以上もある青銅球をつくり、クレীনを使って高さ約100メートルの大聖堂の頭頂部に取り付ける工事など、さまざまな仕事を請け負っていました。この工事に

よってレオナルドは工学的な素養も身につけていきます。

才能にあふれたレオナルドでしたが、こだわりが強いために作品をつくるのに非常に時間がかかり、寡作で、なかなか評価が高まりませんでした。そこで彼は30歳のときに一旗揚げようとフィレンツェからミラノに移ります。当時のイタリアはまさに戦国時代で、ミラノ公国は傭兵隊長から成り上がったスフォルツァ家が統治していました。

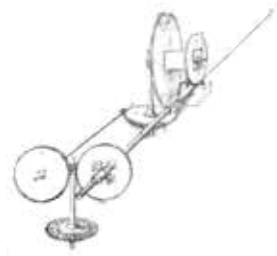
レオナルドは君主であるルドヴィコ・スフォルツァに宛てた自薦状をしたため、軍事技師として仕官を願い出ました。見事仕えることになるのですが、実は彼にはそれまで軍事の経験はありません。そのため、最初に考案した兵器はほとんどが使い物になりませんでした。

それでもレオナルドは持ち前の観察力と勉強熱心さで、万能性を開花させていきます。さまざまな軍事的発明をしましたが、その1つが砲弾です。当時の砲弾は球形でしたが、レオナルドは現代と同じ紡錘形の弾を考案します。しかも中に火薬を詰め、回転しながら飛ぶようにして、直進性と距離を飛躍的に向上させました。また行軍中に川を渡るとき、切り倒した丸太を組み合わせるだけの仮設橋を考案するなど、実用性を徐々に獲得していきます。



受胎告知(1473年頃制作)

聖母マリアの処女懐胎を大天使ガブリエルが告げる場面。伝統的な構図に則りながらも、遠近法の導入を試み、奥行きのある風景を置いたりするなど、レオナルドの挑戦心を示した野心的な作品です。



Leonardo da Vinci

未完の巨大騎馬像

レオナルドの工学的な仕事で面白いものはたくさんあります。例えば永久機関です。これは一度エネルギーを与えると、その後は永久に動き続けるというもので、レオナルドも熱心に研究します。しかし、当然ながらうまくいきません。当時、永久機関を発明したと吹聴する錬金術師たちを嘘つきだと非難しています。しかし、ここで終わらず、だったらなぜできないのかを突きつめるのが、彼のすごいところです。観察の結果、それはエネルギーが摩擦で失われるからだとわかります。そして彼は次に摩擦の研究に移るのです。

材料の材質、形状、重さなどをさまざまに組み合わせて、どうすれば摩擦が最小化するかを丹念に調べた結果、球形にして接触面を減らせば良いのだと気づきます。そうやって生まれたのがボールベアリングです。現在の工作機械にも使われているベアリングの原型は、実はレオナルドの発明です。当時は何かをつくろうとしても、今のように部品が規格化されていません。必要なサイズの歯車やクギなどをその都度つくっていました。しかし、それでは効率が悪いいため、レオナルドは部品の規格化も世界で初めて手がけています。



計画当初のラフ・スケッチ

当初は敵兵を踏みつぶして後ろ脚だけでいなき立つ大胆な二脚接地ポーズでしたが、大きさが4倍に変更されたため自立不可能と考え、伝統的な三脚接地ポーズとなりました。

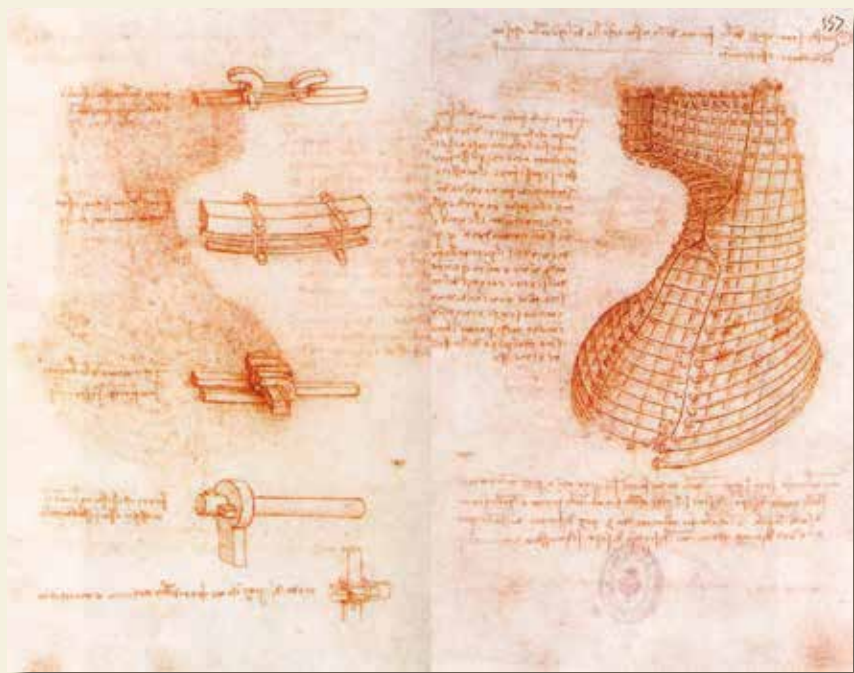


東京造形大学制作の復元例（池上英洋監修）



幻のスフォルツァ騎馬像（田中英道監修、名古屋国際会議場）

1989年に名古屋市政100周年を記念して開催された世界デザイン博覧会に出展された作品で、手稿や残された数々のスケッチを参考に制作されました。レオナルドが意図した魅力が伝わってきます。



騎馬像のための金属枠組みスケッチ

また、彼は鉄板を薄く延ばす圧延機を考案し、そのスケッチを残しています。ミラノ時代、レオナルドはルドヴィコ・スフォルツァから、その父フランチェスコのブロンズ騎馬像の制作を1489年に命じられました。史上空前の70トンもの青銅を使用した。使用する巨大騎馬像だったので、レオナルドは複数の炉を鑄造する一大プラントをつくる必要がありました。そして何十トンもの重量物を運ぶ重機も開発しました。騎馬像が自重で壊れないように金属枠組みをつくるため、圧延機で薄く延ばした鉄板を馬の複雑なカーブに合わせて曲げ、

はフランス軍に攻め込まれ、集めた青銅は大砲へと変わり、ブロンズ騎馬像を完成させることはできませんでした。もしそのまま鑄造されていたら、私たちはきっとレオナルドのことを、画家としてよりも前に、まず彫刻家として認識していたはず。画家レオナルド・ダ・ヴィンチの作品は非常に少なく、現存作例は15点前後。これは寡作で知られるフェルメールの半分以下です。そして3分の1ほどは未完成に終わっています。あの「モナ・リザ」でさえ未完成作なのです。さらにブロンズ騎馬像のように実現しなかった作品や、計画倒

れに終わったものとなると、その数は膨大になります。実は不運と失敗だらけで、何の苦勞もなく万能の天才になった人ではありませんでした。レオナルドは67年の波乱に富んだ人生を送るなか、数え切れないほどの発明をしました。永久機関の研究が摩擦へとつながり、やがてベアリングという画期的な発明を生み出した展開力は、まさに観察力と好奇心の賜物でした。こうしたアイデアを書き記した5000ページにも及ぶ手稿が、私たちの科学の進歩に大きな影響を与えたのです。（談）

鑄型の補強材として使おうと考えました。おそらくレオナルドは、こうした部品・部材開発のために、本体の塑像制作よりもはるかに多くの時間を費やしていました。



●プロフィール
池上 英洋（いけがみ・ひでひろ）

1967年広島生まれ。91年東京藝術大学卒業、93年同大学院修士課程修了。専門はイタリアを中心とする西洋美術史・文化史。2007年東京国立博物館の特別展「レオナルド・ダ・ヴィンチー天才の実像」で日本側監修者を務めた。16年東京造形大学造形学部教授。著書に『レオナルド・ダ・ヴィンチ 生涯と芸術のすべて』（第4回フォスコ・マラーニ賞）、『西洋美術史入門』（いづれも筑摩書房）、『「失われた名画」の展覧会』（大和書房）など。

熱延の基礎知識 薄く延ばし、材質をつくり込む

熱延(熱間圧延)ラインとは、どのような設備で、どのように鉄づくりが行われているのか、ご存じの皆さんは少ないと思います。熱延のことがわかる基礎知識を解説します。

設備プロフィール

全長400～700メートルの熱延ラインは、5つの工程で構成されています。

Q3
冷却水はどのくらい使うの？

A3
1カ所の熱延ラインで年間約1億トンの水を使っています。熱で蒸発した分の水は補給しますが、約97%は再利用し、大切な水資源をリサイクルしています。

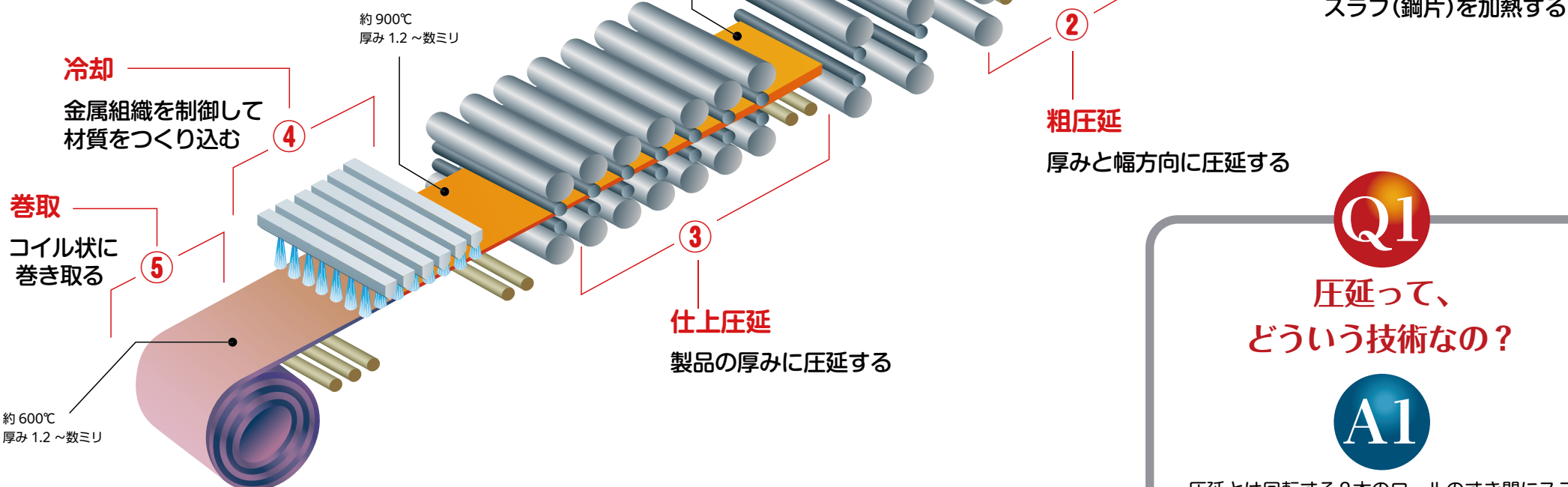
Q5
熱延鋼板って、何に使われているの？

A5
自動車、建材、建機、容器、鋼管、電気製品(冷延・めっき母材を含む)などに使われています。日本製鉄では東日本製鉄所鹿島地区、同君津地区、名古屋製鉄所、瀬戸内製鉄所広畑地区、九州製鉄所八幡地区、同大分地区の6拠点で年間2,400万トン(熱延コイル120万本相当)の熱延鋼板を生産。私たちの豊かな暮らしと産業の発展に貢献しています。



日本製鉄(株)
薄板事業部 薄板技術室 熱延技術課
近藤 道範 部長代理

鉄の幅広い特性を引き出しています



Q4
熱延コイル1個の大きさは？

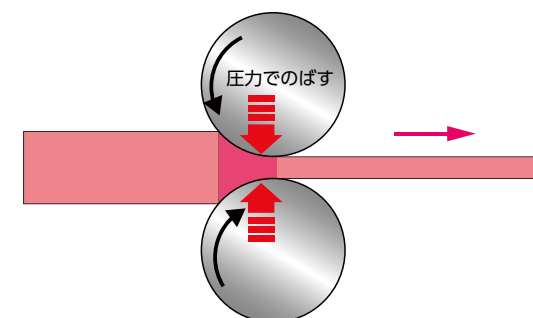
A4
コイルの重さは条件によって異なりますが、最大で45トン、コイルの最大直径は2.6メートルになります。熱延では、たとえば厚さ250ミリのスラブを一番薄いケースで厚さ1ミリ程度まで薄く延ばすことができ、最高速度100キロのスピードでコイル状に巻き取っています。

Q2
ロールは溶けないの？

A2
圧延機13基26本のロールは圧延中、常に水で冷却されています。材料である鉄の融点は1,400～1,500℃で、高温のスラブと接触しても表面温度は約700℃であるため、ロールが溶けてしまうことはありません。

Q1
圧延って、どういう技術なの？

A1
圧延とは回転する2本のロールのすき間にスラブを通し、薄く延ばしていく加工技術です。熱間圧延はスラブを約1,200℃まで加熱し軟らかくすることによって、より小さな圧力で加工できるものの、その荷重は最大で約4,000トンに達します。



熱延ラインは、スラブを圧延工程で薄く延ばして精度良く寸法・形状をつくることと、加熱・圧延・冷却工程で要求される材質をつくり込むことの2つの役割を果たしています。同じ厚みにつくり続ける圧延は、高精度な計算モデルや制御技術によって実現しています。また、強度や加工しやすさなどの材質をつくり込むときは、仕上圧延後の冷却をどのくらいの速さで何℃まで行うかが重要になります。熱間加工中に鉄の金属組織は再結晶などを繰り返し、圧延終了後の冷却中に変態を起こします。この金属組織の変化の仕方(組織の割合や粒径など)によって、鉄の幅広い特性を引き出しています。

超ハイテンなど、さらなる高性能な鋼板を安定的に供給するためには、熱延ラインの圧延と冷却の技術を磨き、どこまで精度良く緻密に具現化できるにかかっています。日本製鉄は丸となって次世代熱延プロジェクトに取り組み、その理想を追求しています。

研究・操業・設備・品質管理・営業が
一体となって推進



日本製鉄(株)
薄板事業部 薄板技術部
島貫 洋 参与

自動車業界では、世界的な環境規制の強化と衝突安全基準の厳格化に加え、カーボンニュートラルに対する社会的ニーズが高まり、車体の軽量化・高強度化を実現する高機能素材が求められています。また、今後さらに普及が見込まれる電気自動車などの電動車においても、走行距離やバッテリー重量の問題により、車体の軽量化・高強度化ニーズが一層高まるものと考えられます。このようなニーズに応える超ハイテンなどの高級薄板の生産体制を強化するため、日本製鉄は、自動車鋼板製造の中核拠点である名古屋製鉄所に次世代技術を導入した新熱延ラインを建設する次世代熱延プロジェクトを始動しました。プロジェクトの概要について、島貫洋参与は次のように説明します。

「カーボンニュートラル社会の実現に向け、自動車の電動化が加速しています。電動車では更に高い次元での軽量化と安全性の両立が求められるため、より高度な超ハイテンが必要になってきます。そのため、超ハイテンを安定的に量産できる新しい熱延ラインをつくらなければならないと考え、2022年5月に次世代熱延ラインを名古屋製鉄所に新設することを決定しました。



名古屋製鉄所の次世代熱延ラインは、世界最大の耐荷重の圧延機を備え、圧延制御性と温度制御性を飛躍的に向上させます。周辺技術においてもDX技術の導入や既存設備の課題に対する抜本的対策などを随所に織り込んでいます。生産能力は年間600万トンで、2026年度第1四半期(4～6月)に稼働する予定です。このラインは数多くの新技術を導入し、従来の熱延ラインとは一線を画すものとなっています。超ハイテンなどの高級薄板を、世界最高水準の技術を活かして安定的に量産できるように、この次世代熱延プロジェクトは全社から人材を結集して、研究・操業・設備・品質管理・営業が一体となって推進しています」

Project Story

名古屋製鉄所で始動 次世代熱延ラインの新設

自動車の未来に欠かせない 超ハイテンの供給体制を強化

日本製鉄は、素材および自動車の製造過程から、走行までを含めた自動車のライフサイクルにおいて、温室効果ガス排出量削減に効果を発揮できる超ハイテンなどの高級薄板の生産体制を抜本的に強化するため、名古屋製鉄所で次世代熱延ラインを建設しています。熱延ライン新設は約40年ぶり、単一設備としては過去最高の2,700億円を投じるビッグプロジェクトです。この次世代熱延プロジェクトにかかる日本製鉄社員たちの情熱を紹介します。

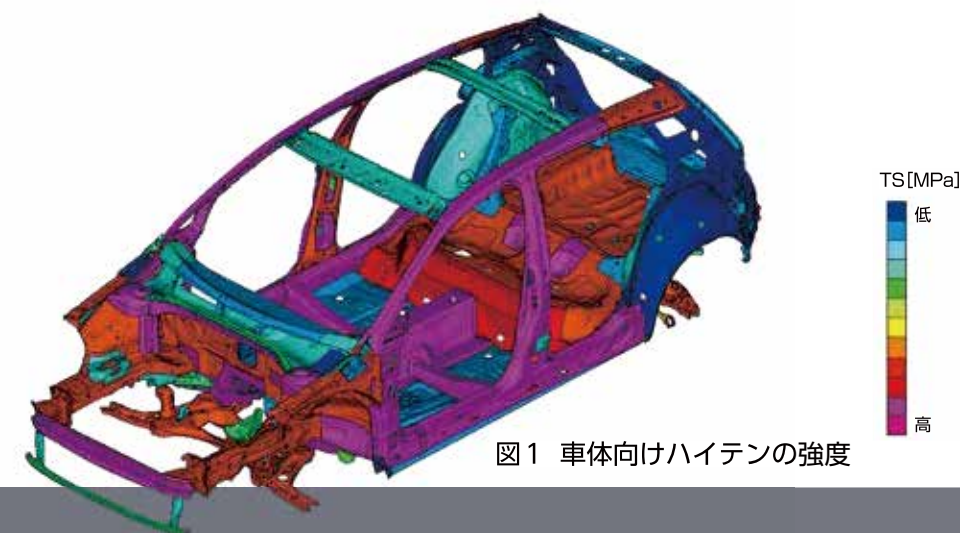


図1 車体向けハイテンの強度

超ハイテン 軽く、強く、サステナブル

ハイテンとは高張力鋼板(High Tensile Strength Steel Sheets)の略称です。引張強さ(金属などが一定方向に引っ張られたとき、断裂せずに耐える限界の強度)が、340～780 MPa(メガパスカル)をハイテン、980MPa以上を超ハイテンと呼んでいます。日本製鉄は、鋼材の一層の高強度化と超ハイテン適用比率アップにより、アルミ車体以上の強度を確保しつつ、同等の軽量化を提案しています(図1)。

鋼板の厚みを薄くしても強く、加工しやすいハイテンは、自動車の車体軽量化と衝突安全性向上、そして温室効果ガス削減を高度に両立する、他素材を凌駕する優れた高機能素材です。日本製鉄は車体軽量化を中心とするソリューション提案時、温室効果ガス排出量削減にどの程度効果があるかを評価算定しています。鉄は製造時に排出する温室効果ガス排出原単位が低く、実質的に全量リサイクルされるサステナブルな素材です。自動車のライフサイクル全体で、温室効果ガス排出量削減に大きく寄与できるポテンシャルを持っています。

日本製鉄は自動車産業と共に、ゼロカーボン社会の実現に向け、超ハイテンなどの開発・製造をより一層進めています。

ナノレベルで金属組織を制御し、 トン単位で製造する

日本製鉄(株) 技術開発本部
プロセス研究所 圧延研究部 板圧延研究室 研究第一課
新國 大介 課長(主幹研究員)

日本製鉄(株) 名古屋製鉄所
品質管理部 薄板管理室
虻川 玄紀 主幹

一方、ナノレベルで金属組織を制御しつつも、トン単位で製造し、確実に同じ品質で、安定して365日つくり続けなければなりません。品質を担保していく製造の難しさと品質管理の重要性を実感しているところです。次世代熱延ラインでは、高度なハイトン製造と品質担保の両立という難しいテーマを達成し、お客様や社会の価値につなげていきたいと思っています」

「鉄は合金成分や熱処理などを工夫することで、さまざまなパフォーマンスの超ハイトンをつくり込むことができます。熱延ラインは刀鍛冶の日本刀づくりによく似ています。刀鍛冶は高温に熱した鉄を叩いて形を整え、水に入れて急激に冷やす焼入れによって、強くて硬い鉄を生み出し、日本刀をつくっています。熱延ラインもまた、高温のスラブをロールで形を整え薄く延ばしたあと、冷却速度を変えることで金属組織をさまざまに制御し、求められる特性の超ハイトンをつくり込んでいます。次世代熱延の生み出す超ハイトンで、世界に誇る日本刀のような不朽の価値を実現したいと思っています。」

超ハイトンの引張強さは通常の鉄の3倍以上に達し、比強度(同じ質量で発揮できる強度)はアルミニウム合金を超えます。こうした超ハイトンの性能を、次世代熱延ラインでどのようにつくり込もうと考えているのでしょうか。品質設計について、名古屋製鉄所品質管理部の虻川玄紀主幹は次のように語っています。

「鉄は合金成分や熱処理などを工夫することで、さまざまなパフォーマンスの超ハイトンをつくり込むことができます。熱延ラインは刀鍛冶の日本刀づくりによく似ています。刀鍛冶は高温に熱した鉄を叩いて形を整え、水に入れて急激に冷やす焼入れによって、強くて硬い鉄を生み出し、日本刀をつくっています。熱延ラインもまた、高温のスラブをロールで形を整え薄く延ばしたあと、冷却速度を変えることで金属組織をさまざまに制御し、求められる特性の超ハイトンをつくり込んでいます。次世代熱延の生み出す超ハイトンで、世界に誇る日本刀のような不朽の価値を実現したいと思っています。」

「鉄は合金成分や熱処理などを工夫することで、さまざまなパフォーマンスの超ハイトンをつくり込むことができます。熱延ラインは刀鍛冶の日本刀づくりによく似ています。刀鍛冶は高温に熱した鉄を叩いて形を整え、水に入れて急激に冷やす焼入れによって、強くて硬い鉄を生み出し、日本刀をつくっています。熱延ラインもまた、高温のスラブをロールで形を整え薄く延ばしたあと、冷却速度を変えることで金属組織をさまざまに制御し、求められる特性の超ハイトンをつくり込んでいます。次世代熱延の生み出す超ハイトンで、世界に誇る日本刀のような不朽の価値を実現したいと思っています。」

思いを具現化していくことが 技術の進化につながる

日本製鉄(株)
次世代熱延プロジェクト建設企画部 操業企画室
名古屋製鉄所 薄板部
立石 康博 室長(部長)

名古屋製鉄所での次世代熱延ライン建設は現在、建設用地に基礎杭を打ち込み、鉄とコンクリートで基礎をつくる工事が行われているところです。新熱延工場の建屋が出来上がったあと、加熱炉や圧延機、冷却装置などの機械設備や、モータなどの電気設備などを据え付けていきます。このプロジェクトには設計から操業、設備保全、品質管理、営業に至るまで、専門スキルを持つ人材を各部門から横断的に招集し、100人(兼務者を含めると300人)でプロジェクトチームを編成しています。次世代熱延プロジェクト建設企画部の立石康博室長は、名古屋製鉄所で次のようにプロジェクトを統括しています。

「日本製鉄の熱延ライン新設は40年ぶりとなるため、誰も経験したことがありません。それだけに皆一生懸命です。世界最先端の熱延製造技術を見現化するため、世代間や組織間・分野間の垣根を越えて皆が設計アイデアを出し合い、活発に議論し、設計を進めています。」

今回はグリーンフィールドに新ラインをつくり出すので、ゼロからラインを設計定義しなければなりません。その時に大切なことは『設計は設計根拠がないとできない』ということです。なぜ、そういう設備の構成にするのか。超ハイトンの性能はどのようにつくり込んでいくのか。その超ハイトンの性能をつくり込むためには、この設備のスペックでいいのか。1つ1つ必ず設計根拠と因果関係を100%吟味しながら設計しています。

設計議論では、ベテランや専門家の過去の経験値が大切である一方、若手や別部門の目線でも見た新しいアイデアも大切です。若手のアイデアは3割近く採用されているのではないのでしょうか。若手にとって、自分のアイデアが採用され実際に巨大設備が出来上がることは、大きな自信につながります。そして、過去の経験と新しい技術

の双方を、いろいろな目で見て、根拠に基づいたトータルベストな方案を見出して抜けていく実装することが、次世代熱延として技術の深化につながっていきます。引き続き、目標の工期で狙った性能を達成するため、組織間・分野間・世代間で相互認識を合せて進めていきます」

Project Story

2026年度第1四半期(4~6月)の稼働に向け建設が進む

夢を持ち、やりがいを感じながら、 社会に貢献する



日本製鉄(株) 名古屋支店
自動車鋼板第一課 自動車鋼板第一室
村田 浩平 課長

次世代熱延プロジェクトは技術部門だけでなく、営業部門もメンバーに加わっている点も大きな特長です。名古屋支店自動車鋼板第一課の村田浩平課長は、その役割を次のように語ります。

「名古屋製鉄所は中部地区唯一の一貫製鉄所であり、自動車用鋼板の中核拠点として、お客様から開発・品質・デリバリーなどにおいて高い評価をいただいています。お客様との対話のなかでも、次世代熱延ラインへの期待の声が多く寄せられています。現在、旧ラインから新ラインへの切り替えに伴う材料の評価・承認などの事前協議を始めています。歴史上類を見ない熱延ラインのリプレースに際し、お客様にご迷惑をかけずに円滑な切り替えを進めるべく、最適な解が出せるように社内外の対話を密に行っています。

自動車業界は「100年に1度の大変革期」と呼ばれる構造変化の局面にあります。電動車二スの高まりに対する、より競争力のある電動車の開発・投入、ソフトウェア中心への付加価値の移行などといったお客様の二スも、かつてないスピード・規模で変容を遂げています。日本製鉄としても、こうした二スの変化を的確に捉え、WinWinとなる提案を迅速に行っていく必要があります。高品質な超ハイテンなどの安定供給を通じて、これからも日系自動車メーカーをはじめとした全てのお客様の発展に貢献していきたいと考えています」

自動車の車体軽量化と衝突安全性向上、そして温室効果ガス削減を高度に両立する超ハイテンは、自動車の未来に欠かせない高機能素材です。その超ハイテンなどの高級鋼の生産体制を抜本的に強化する次世代熱延プロジェクトの完遂に向けて、島貫参与は次のように抱負を語ります。

「このプロジェクトは熱延に従事する者にとって、長年の夢の実現であり、その意味合いは極めて大きい。既存ラインで現場が経験してきた諸課題への対応も織り込み、次の世代へ技術をつなぐ架け橋であると考えています。また、過去例をみない多部門をまたぐ大規模な協業を通じて、日本製鉄の技術力向上を図るとともに、新しいものを生み出す仕事の仕方、人材育成や技能伝承のあり方は新しいスタンダードになるはず。夢を描き、それに向けて準備し、タイミングを逃さずアイデアを提案していくことで、極めて大きなやりがいを得られる会社であることも社内外に伝えていきたい。自分たちの手で、鉄の新たな可能性を引き出す夢、やりがいを全員で共有し、鉄を通して大きく社会に貢献するため、不退転の覚悟でプロジェクトを成功に導く所存です」

夢の実現に向け、日本製鉄社員たちの奮闘は続きます。

熱延ラインの理想像を 追求



日本製鉄(株)
次世代熱延プロジェクト建設企画部 操業企画室
野村 俊貴 主査

理想の次世代熱延ライン実現に向け、プロジェクトメンバーはWeb会議も活用して、部門間の連携を進め、議論を深めています。次世代熱延プロジェクト建設企画部

「設備コストを無限にかけることはできません。強度解析などを実施しながら最適な設備をつくります。また、複雑な設備においても、優れた保全性を実現するという困難な課題に挑んでいます。次世代熱延ラインの建設という大型プロジェクトに携われることは、望外の喜びです。建設記録として現行熱延の資料を技術検討の参考として見ることがあっても、実際に関わることができるとは思ってもみませんでした。技術者としての夢をかなえさせてもらっています。単に最新鋭の設備を導入するだけではなく、長年にわたり品質、生産性、保全性の改善に取り組んできた日本製鉄ならではのノウハウを織り込み、世界一の熱延工場にしたいと考えています」



日本製鉄(株) 設備・保全技術センター
プラントエンジニアリング部 圧延設備技術室
御船 聡 主査

次世代熱延ラインには、鉄鋼材料の可能性を徹底的に追求した技術開発部門の長年の研究成果を大成し、世界最大の荷重に耐えられる頑強な構造の圧延機をはじめ、高機能な超ハイテンを製造する多くの設備が導入されます。設備・保全技術センターの御船聡主査は、それらの設備の機械設計とエンジニアリング部門の工程・予算管理を担っています。

の野村俊貴主査は、ライン・設備の必要仕様や営業運転開始後を見据えた操業方案の企画を行い、技術部門全体を取りまとめています。

「超ハイテンを高品質・高効率に製造することを可能にするためには、メタラジ・プロセスの基礎研究、商品開発、設備設計、操業方案設計の融合が欠かせません。そのため、研究部門、品質管理部門、設備部門と濃密に連携しながら検討しています。さらに鋼材製造の全体工程において、熱延ラインは一貫製鉄所の真ん中に位置するため、名古屋製鉄所内の連携も欠かせません。下工程部門、設備部門、工程業務部門、品質管理部門、エネルギー部門、システム部門なども連携しています。一貫最適化のために所一丸となってプロジェクトを進めています。これまで私はこれほどの多くの部署や関係者と関わる経験はありませんでした。一丸となってプロジェクトを推進していくなかで、総合力世界ナンバーワンを目指す日本製鉄の技術力の層の厚さを実感しています。

最終的なゴールは、自動車産業を中心とした、求められる高品質な製品を安定的に製造することです。現在はラインの建設、立ち上げに向けた業務が中心ですが、稼働後もお客様や社会の期待に迅速にお応えできるように引き続き努力していきます」



次世代熱延ラインの基礎



建設中の名古屋製鉄所 新熱延工場

ハイテンの高精度製造技術

瞬間的に形状を測り、平坦度を制御する

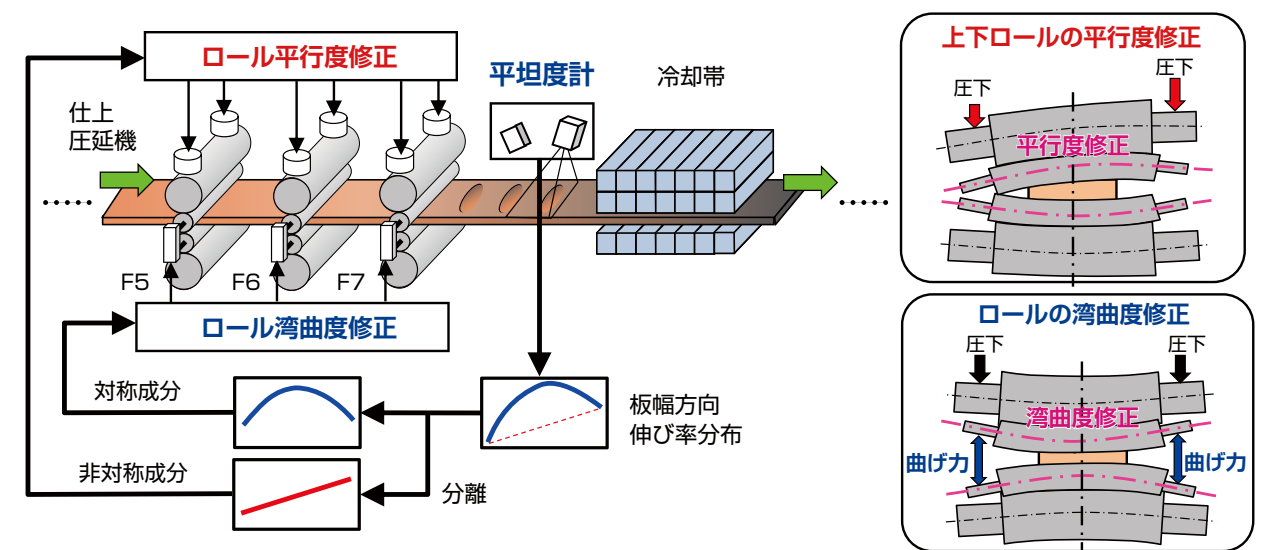


写真1 日本製鉄東日本製鉄所鹿島地区の熱延ライン

約1,200℃に加熱したスラブを、圧延機によって必要な厚さの鋼板に引き延ばしています。その速さは時速約100キロメートルにも達します。

自動車の環境対策として燃費向上が求められ、構造部材を薄くすることで軽量化が可能なハイテンの適用が急速に進んでいます。しかし、材料が硬いハイテンの製造では、熱間圧延時のロールにかかる荷重が高いため、品質低下の原因となる圧延時の平坦度の悪化が課題となっていました。

日本製鉄は「LEDドットパターン投影による圧延中鋼板の高精度形状測定技術の発明」によって、ハイテンの平坦度を大幅に改善し、品質と生産性の向上を図るとともに、鋼板をつくるときのCO₂排出と自動車の軽量化による使うときのCO₂排出の削減に寄与しています。



(一社) 日本鉄鋼協会の「ふえらむ」Vol.026 (2021) No.5からの転用

図1 自動平坦度制御システム

仕上圧延機の下流側に設置した平坦度計の測定結果から、伸び率の板幅方向の分布を解析。解析結果を仕上圧延機にフィードバックし、最適な上下ロールの平行度制御、ロールの湾曲度制御を行うことで、不良発生を大幅に低減しました。

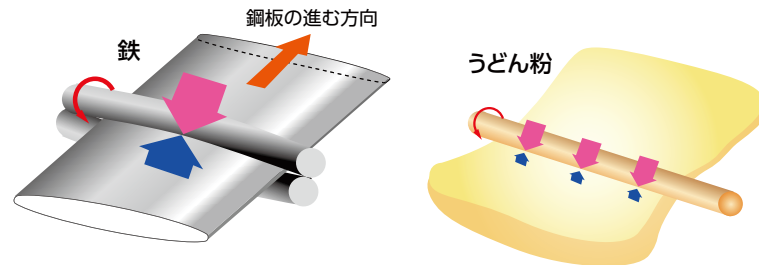


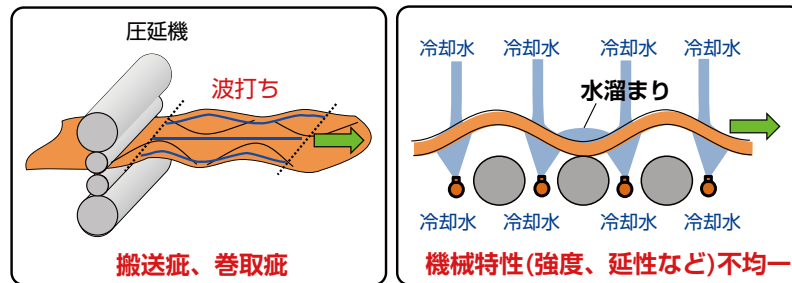
図2 圧延の原理

鉄の圧延(左図)は、うどん粉を麺棒で薄く延ばす(右図)原理と似ていますが、決定的な違いは硬さです。板幅1メートルの鉄の場合、圧延ロールに2,000トンという想像を絶する荷重が生じ、ロールは湾曲します。

平坦度不良時の鋼板



平坦度不良は鋼板の品質を悪化させる



(一社) 日本鉄鋼協会の「鉄と鋼」Vol.105 (2019) No.1からの転用

図3 平坦度の不良と鋼板の品質への影響

伸び率が板幅内で均一であることが理想ですが、板の中央部と端部で伸び率が異なると、鋼板が波打つような形状(左、中央)になる「平坦度不良」が発生します。平坦度不良は鋼板表面疵や不均一冷却(右)を引き起こし、品質低下の原因となります。

不均一が生じやすいハイテン

ハイテンとは、従来の鋼板より薄くても、同じ強度の構造部材を実現できる鉄鋼材料です。ハイテンを自動車で使用することで、燃費向上(CO₂排出削減)を実現したり、衝突安全性を高めることができます。ハイテンは、加熱したスラブに大きな圧力をかけて、必要な厚さまで引き延ばすことによって製造されています。

「原理はうどん粉を麺棒で平らに延ばす場合と同じです(図2)が、圧延ロールの幅1ミリあたり2トン近い荷重をかけています。通常の鋼板よりも強度が高いハイテンは材料が硬いため、より大きな力で圧延する必要があります。そのため、高速で圧延されるハイテンでは、平坦度を保つために熟練したベテランの操作作業による経験と圧延機が必要でした(伊勢居良仁課長)。

ハイテンが設計通りの性能(強度や成形性)を発揮するためには、圧延後の冷却が重要です。圧延された鋼板は水をかけて300〜400℃冷やします。そのとき平坦度が均一でないと、鋼板上に水たまりが発生するなどして、均一に冷却できません。不均一な冷却は不良品発生の原因になります(図3)。

「従来はベテランの操作作業者が、目視で平坦さを確認して、圧延機を微調整していました。平坦さのほかにも、温度や板幅、板厚など、さまざまな条件を考慮

して、時速約100キロメートルで流れていく鋼板の平坦さをミリ単位で制御するには「匠の技が必要でした」(大杉正洋課長)。

従来は目視で行われていた鋼板の平坦さの確認を、定量的に計測できるようにしたのが、LEDドットパターン投影平坦度計です。

「平坦度の測定は40年以上からの課題でしたが、高温・高速の鋼板の平坦度の測定に適した方法がありませんでした。ハイテンの需要が増加する一方で、ベテラン操作作業者が減少し、圧延工程の自動化ニーズが高まっていました。そのため、平坦度計の開発が不可欠でした(伊勢居課長)。

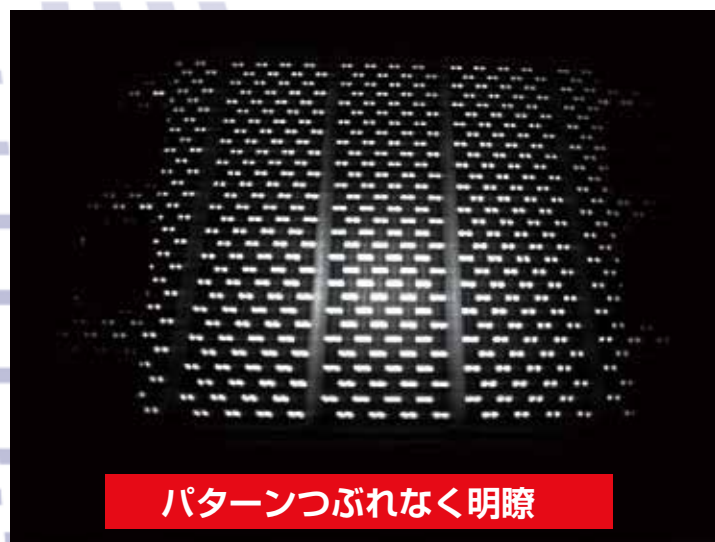


日本製鉄(株) 東日本製鉄所
工程業務部 鹿島工程計画室
大杉 正洋 課長



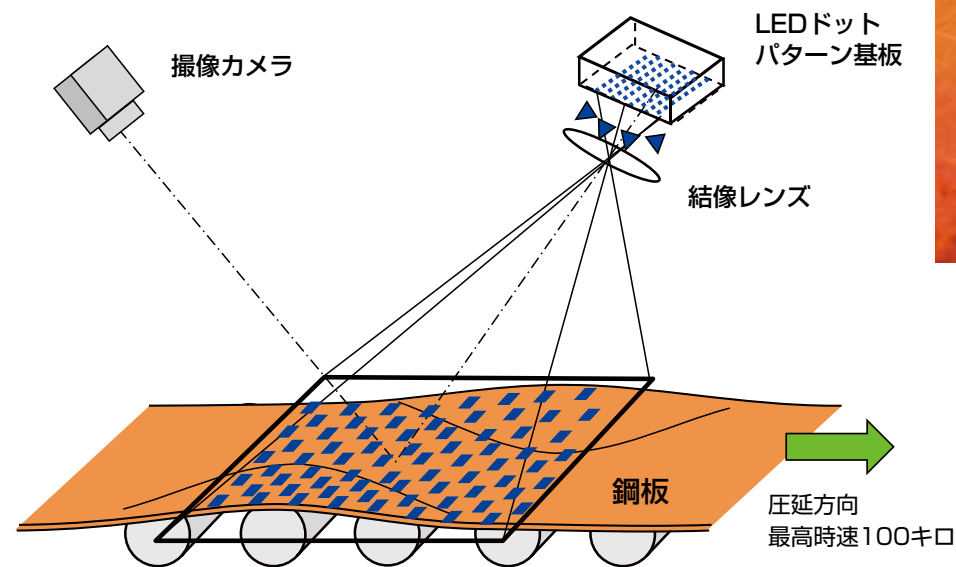
日本製鉄(株) 技術開発本部
プロセス研究所 計測・制御研究部
伊勢居 良仁 課長

千鳥状パターンの撮影画像



パターンつぶれなく明瞭

(一社) 日本鉄鋼協会の「鉄と鋼」Vol.105 (2019) No.1からの転用



(一社) 日本鉄鋼協会の「いえらむ」Vol.026 (2021) No.5からの転用

図4 LEDドットパターン投影方式の平坦度計

高温・高速で流れる鋼板の表面に、千鳥状のパターンを投影することで、鋼板の平坦度を高精度に測定し、品質と生産性の向上を図っています。

LED光源による 高精度な平坦度測定を実現

平坦度測定を難しくしているのは、鋼板が高温で高速移動しているからだけではありません。圧延時の鋼板は蛇行したり、波打つように上下にバタついたりするなど、複雑な動きを見せます。さらに、薄いためにその形状は時々刻々と変化しています。これまでにレーザー光を使用して平坦度を測定する方法などが検討・開発されていましたが、本格的に使用されるまでには至りませんでした。

「鋼板表面に周期的なパターンを投影して、瞬間的な鋼板の形状を測定する方法に着目しました。投影されたパターンをカメラで撮影し、画像解析することで、伸び率の板幅方向の分布、すなわち、平坦度を算出することができます」(伊勢居課長)

従来、パターン投影方式を鋼板の形状測定に適用する際には、強力な光源によりパターンを投影する方法がありました。この方法では、パターンを鋼板の端まではっきり投影するために輝度を上げると、鋼板の中央部分ではハレーションを起してパターンが読み取れなくなるなど、解決すべき課題がありました。

「さまざまな課題を一気に解決したのが、高輝度のLED光源の採用でした。最終的に、スライドを使ってパターンを投影

つくるときから「H」 つくるものが「H」

今回開発したLEDドットパターン投影による高精度の形状測定技術によって、ハイテンの熱間圧延工程の自動化が推進されました。従来はベテラン操作作業者の熟練した技が必要でしたが、若手操作業者でもベテランと同様の品質で熱間圧延工程での平坦度のつくり込みが行えるようになりました。これによって、ベテラン操作作業者の減少に対応することができました。日本製造業の課題である団塊の世代の引退、労働者人口減少への対応にもつながるといえます。

また、高品質のハイテンを必要な量だけ、自動車メーカーをはじめとしたお客様へ提供できる生産体制の構築を加速。より軽い車体の自動車は、燃費向上によるCO₂排出量の抑制に貢献しています。

さらに、熱間圧延工程の自動化を進めたことで、歩留まりが向上(不良品が減少)し生産性が向上し、鋼板製造時のCO₂排出抑制にも貢献しています。

「低コスト・高精度で平坦度を測定できるこの技術は、より高性能な鋼材やより高精度な鋼材の生産にも役立つ技術です。ハイテンの生産以外にも、さまざまな鋼板製造の現場で活躍していく技術だと期待しています」(伊勢居課長)

するのではなく、パターンを構成するドットの一つ一つをそれぞれLEDで投影する方法にたどり着きました」(伊勢居課長)

開発したLEDドットパターン投影法では、高輝度のLED光源を千鳥配置にして、鋼板の表面に投影しています(図4)。パターンを千鳥状にすることで、高輝度にしても撮影画像のハレーションを抑えることができます。また、それぞれのLED光源の輝度を調整できるので、鋼板の中央部分や端部でそれぞれ最適な輝度で測定できるようになります。

「LEDドットパターンを投影するための、専用のLED光源を開発しました。1200個の素子を搭載した光源を製作してくれるパートナーが見つかったことも幸運でした」(伊勢居課長)

「専用のLEDドットパターンプロジェクトでは発熱を抑える工夫も施したので、小型化だけでなく、寿命も大幅に伸ばすことができました。さらに低コスト化も実現しています」(加藤朋也班長)



日本製鉄(株) 技術開発本部
尼崎研究支援室
加藤 朋也 班長

LEDドットパターン投影による圧延中鋼板の高精度形状測定技術は、令和5年度全国発明表彰発明賞、2021年度第68回大河内記念生産賞、2020年度文部科学大臣表彰科学技術賞(開発部門)、2019年度第8回ものづくり日本大賞優秀賞など数々の賞を受賞し、高く評価されています。日本製鉄は今後も熱間圧延の精度向上を図る革新的な技術を開発し、鋼板製造時と自動車走行時のCO₂排出を削減して、カーボンニュートラル社会の実現に貢献していきます。

国土交通省は2021年9月、乗用車のトラックへの突入事故の防止と被害軽減のため、「突入防止装置に関する協定期則」を改正しました。これに伴って強度に関する基準も改定され、後部突入防止装置に使用される材料には、さらなる高強度化が求められるようになりました。

「従来、いすゞ自動車(株)殿には後部突入防止装置の材料として、日本製鉄の780MPa級熱延ハイテンが採用されてきましたが、法改正によって、より高強度化しなければならなくなりました。これに対し、日本製鉄では、1180MPa級熱延ハイテンの材料開発に取り組みとともに、プレス工業(株)殿と連携し、1180MPa級熱延ハイテンを適用した後部突入防止装置の量産化に取り組みました」(本田和彦主幹)

1180MPa級熱延ハイテンの開発と量産化に向け、日本製鉄では、本社、名古屋製鉄所の研究開発、品質管理および操業技術の関係者で開発チームを編成し、まずお客様の開発ニーズと問題発生リスクにかかわる情報を収集・整理したうえで、要求特性を見極めていきました。

「1180MPa級熱延ハイテンは微量のシリコンを含有しているため、シリコンスケールに起因した模様が残る場合があります。どの程度であれば外観基準を満たせるかを事前にプレス工業(株)殿と協議を重ね、そのフィードバックを開発チームに共有しました。また、加工時に生産障害とならず部品としての特性を満足するためにはどのような材料を提供すれば良いのかを含め、技術連携を図りました。こうして強度だけでなく、外観や形状、加工性の要求特性を満たす材料の開発と量産化を、名古屋製鉄所で実現していきました」(圓山勝俊部長代理)



日本製鉄(株) 東日本製鉄所君津地区
品質管理部 君津薄板管理室
君津薄板商品企画課
本田 和彦 主幹
(当時：技術サービス担当)



日本製鉄(株) 薄板事業部
自動車鋼板商品技術室
自動車鋼板商品技術課
圓山 勝俊 部長代理
(当時：技術サービス担当)

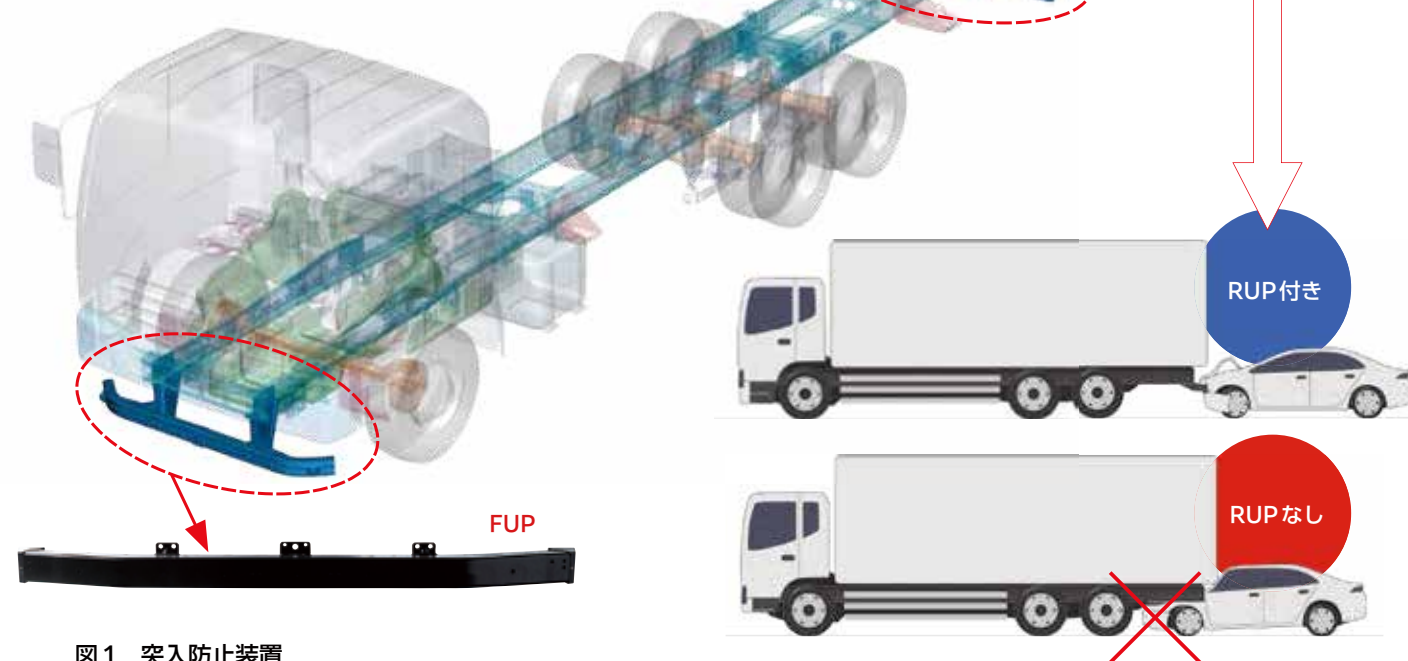


図1 突入防止装置

トラックへの乗用車の潜り込み事故の発生抑制と被害を軽減するため、トラックの前部にはFUP(Front Under-run Protection)、後部にはRUP(Rear Under-run Protection)と呼ばれる突入防止装置が取り付けられています。

画像提供：プレス工業(株)

1180MPa 級熱延ハイテン 後部突入事故を防ぎ、人命を守る

道路面と車台とのすき間の大きいトラックに乗用車が追突したとき、トラック下部に乗用車が潜り込むのを防止するため、トラックには突入防止装置の取り付けが義務づけられています。いすゞ自動車(株)の大型トラック「ギガ」と中型トラック「フォワード」の後部突入防止装置には、硬くて強い日本製鉄の1180MPa(メガパスカル)級熱延ハイテンが2021年より採用(写真1・2)され、潜り込み事故を防ぎ、乗員の命を守っています。1180MPa級熱延ハイテンが採用に至るまでの経緯を当時の担当者にお聞きしました。



写真1 トラック後部突入防止装置
画像提供：いすゞ自動車(株)



写真2 1180MPa級熱延ハイテン製の後部突入防止装置

画像提供：プレス工業(株)

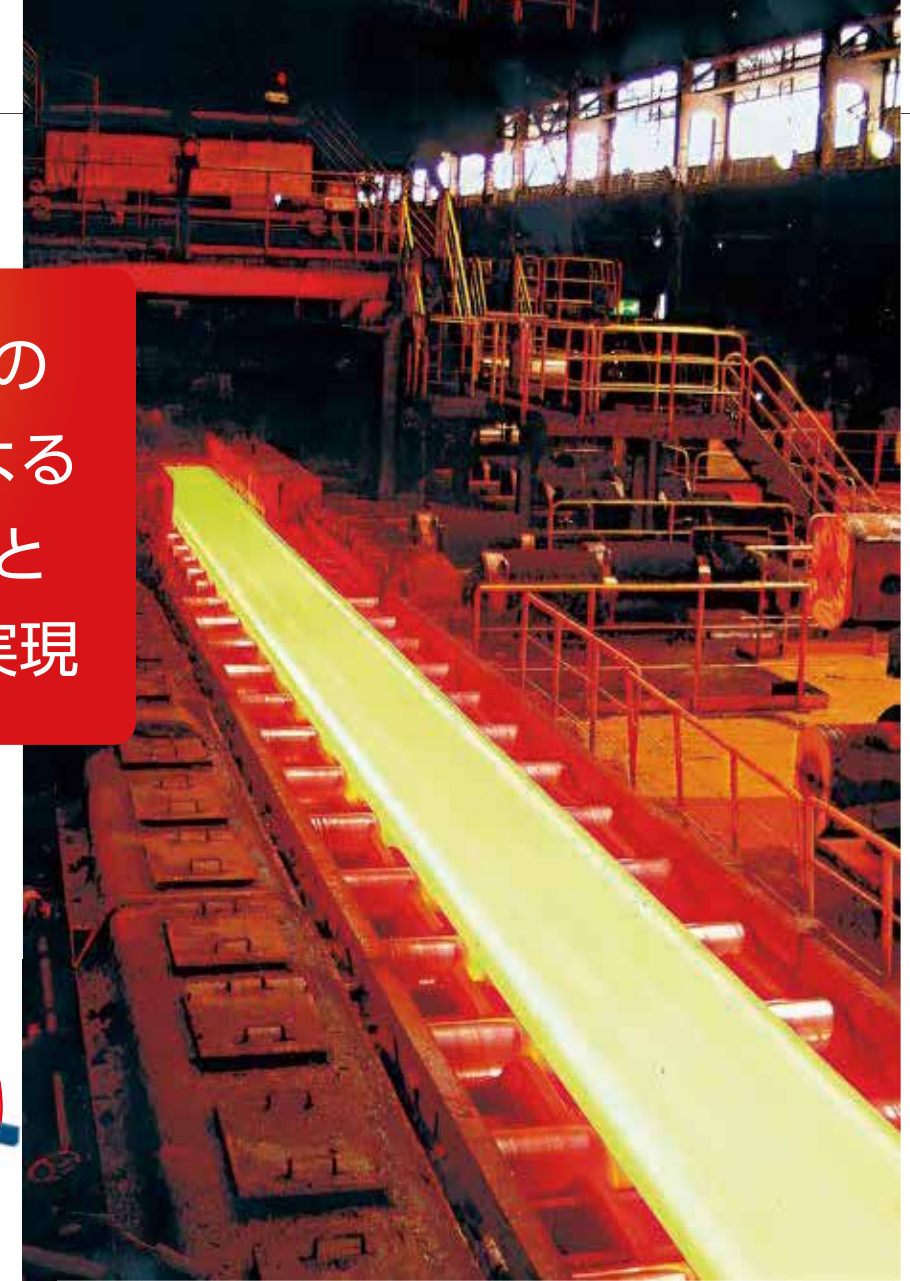
熱延条件の 最適化による 材料開発と 量産化の実現

金属組織のつくり込みによる 高強度と加工性の両立

1180MPa級熱延ハイテンを適用した後部突入防止装置の開発に向け、材料の要求特性を満たすために課題となったのが、高強度、曲げ性、外観の並立でした。強度を高めようとすると加工性が低下する関係の中で、さらに外観を改善する必要がありました。

「高強度を担保しながら曲げ性を改善するために、材料の集合組織と金属組織に着目しました。具体的には、熱延ラインで仕上げ圧延中の集合組織と、冷却中の相変態を緻密に制御し、要求特性を満たす製造条件を見出しました。この際、シリコンスケールに起因した模様に対しても、熱延ラインの加熱炉でのスラブ抽出からコイルで巻き取られるまで、総合的な温度制御を実施し、お客様の外観基準を満たす条件を検討しました（木村仁巳主幹）」

量産化に向けては、要求特性を安定して満たすためのコントロールプランの策定と、初期流動管理を実施しました。このコントロールプランの策定においては、研究部門と連携し、熱延温度を中心に管理項目を決め、条件の指示方法や管理範囲、さらにその設定根拠を明確にしました。量産においては、仕上圧延時の圧延荷重が高くなるなど、既存ハイテン以上に製造条件の難易度が高まります。良品条件が絵にかいた餅にならないように、熱延工場の製造技術部門と協力しコントロールプランをブラッシュアップし、初期流動管理を行いました。こうして名古屋製鉄所では、良品条件を明確に示す品質管理側と、その条件を狙って操業する製造技術側の連携により、1180MPa級熱延ハイテンの量産化を成し遂げました。



名古屋製鉄所熱延工場



画像提供：プレス工業(株)

「開発検討から2年余りと比較的短い期間で開発できた背景は、初期段階から仕様書で決められたスペック保証だけでなく、お客様での加工・使用のされ方を考慮し、部品としてのパフォーマンスを達成するための要求事項も、あわせて明確にできたからです。これは、本社の営業や技術サービス、研究部門との連携の成果であると実感しています」（中野和昭課長）

今回適用された1180MPa級熱延ハイテンは、緻密な成分設計と製造条件の確立により、高強度でありながら良好な成形性を有し、軽量化と安全性向上を両立し、トラックのライフサイクル全体での温室効果ガス排出量の削減を通じたカーボンニュートラル社会の実現にも貢献しています。

「今回、1180MPa級熱延ハイテンは、お客様に価値を認めていただいたとともに、要求特性の見極め、コントロールプランの策定、初期流動管理の徹底により量産化を実現することができました。今後は、高強度化のほかにもさまざまな特性が必要になると想定されます。今後も、お客様の多様なニーズに応じて、開発と安定的な量産化により、総合力世界ナンバーワンを実現していきたいと考えています」（木村主幹）

「要求特性の見極め、コントロールプランの策定、初期流動管理の3つの柱を関係部門と連携してやり切れたことが成功につながりました。名古屋製鉄所は現在建設中の次世代熱延ラインが稼働すると、さらに高い要求特性が求められる超ハイテンを生産できるようになります。課題は高度化・複雑化すると思いますが、3つの柱でしっかりやっていければクリアできると確信しています。ハードルは上がっていますが、チャレンジしていきます」（中野課長）



タイG/GJスチール
木村 仁巳 主幹
(Department Manager,
Planning & Design)
(当時：名古屋製鉄所・品質管理担当)



日本製鉄(株) 名古屋製鉄所
品質管理部 薄板管理室 熱薄管理課
中野 和昭 課長
(当時：品質管理担当)



人とくるまのテクノロジー展2023 YOKOHAMA

日本製鉄が提供する社会全体のCO₂排出量削減に貢献する製品・ソリューション技術として、1180MPa級熱延ハイテンをはじめとする高機能製品群を展示しました。



会社設立の頃

フランス・モア氏とともに

師匠であるウィリアム・ガーリック氏と 紀尾井ホールにて

カーネギー
ホールにて

ピアニストと調律師は対等。
一緒に素晴らしい音楽をつくり上げたい。



特別賞／ピアノ・レコーディング／ピアニスト
高木 裕氏

(プロフィール) **高木 裕** (たかぎ・ゆう) 1952年三重県生まれ、東京育ち。ニューヨークにてスタインウェイ&サンズ本社の研究開発コンサルタント兼調律技術統括マネージャーであったウィリアム・ガーリック氏とフランス・モア氏(ホロヴィッツ、ルービンシュタイン等の調律担当)に師事。コンサート・チューナーとして、著名アーティストのコンサートやレコーディングを数多く手がけている。92年にニューヨークのスタインウェイ本社コンサート部の形態を日本に導入。自社(タカギクラヴィア社)所有コンサートグランドピアノの中からアーティストが希望するピアノを選び、好みの調整を施してステージに持ち込むアーティスト・サービスを開始。これにより、現場にあるピアノで最大限の努力をしようとするそれまでの形式から、技術者とピアニストが理想とするコンサートやレコーディングが可能となり、これまで全国で8,000回を越えるステージを展開。日本唯一かつ最大のコンサート&アーティストのサポート役となっている。著書に「スタインウェイ戦争」「調律師、至高の音をつくる」「今のピアノでショパンは弾けない」「ホロヴィッツ・ピアノの秘密」。



フレッシユアーティスト賞／ピアニスト

務川 慧悟氏

激しい情熱を内に秘めたラヴェル。
自分もそんなアーティストに。



6歳の頃



ホストファミリーと



古楽器の演奏

エリザベートコンクール
ファイナル演奏時

ラヴェルレコーディング時

(プロフィール) **務川 慧悟** (むかわ・けいご) 1993年愛知県生まれ。東京藝術大学を経て、2014年パリ国立高等音楽院に首席合格し渡仏。パリ国立高等音楽院、第3課程ピアノ科、室内楽科を修了し、現在第2課程フォルテピアノ科に在籍。21年、世界三大コンクールの1つである、ベルギーのエリザベート王妃国際音楽コンクールにて第3位受賞。19年にはフランスで最も権威のあるロン＝ティボー＝クレスパン国際コンクールにて第2位受賞。長い歴史と伝統のある2つの国際コンクールの上位入賞で大きな注目を集め、現在、日本とヨーロッパを拠点にソロ、室内楽と幅広く演奏活動を行っている。バロックから現代曲までレパートリーは幅広く、各時代、作曲家それぞれの様式美が追究された演奏、多彩な音色には定評がある。また現代ピアノのみならず、古楽器であるフォルテピアノでの奏法の研究にも取り組んでいる。フランス留学後、研究を深めている作曲家の1人であるモーリス・ラヴェルの作品を取り上げた「ラヴェルのピアノ作品全曲演奏」をテーマにした全6回のリサイタルを17年チャンネル・ピグマリオン・デイズにおいて開催。

名古屋製鉄所の景色を見ながら育った少年時代

―― 務川さんのお父様は旧新日本製鉄にお勤めだったと伺いました。

務川 そうなんです。僕も愛知県東海市にある新日鉄の社宅で生まれて、ずっとその近隣で育ったので、名古屋製鉄所が身近な存在でした。父は研究職だったのですが、いつも忙しそうにっていて、休日も自宅で論文を書いたりしていました。

―― 務川さんがピアノを始めたきっかけは何ですか。

務川 母の影響です。母はピアノの先生で、自宅でピアノ教室を開いていたので、気がついたら自然にピアノに触れていました。最初は鍵盤を叩くと音が出るのが楽しくて、ゲーム感覚で遊んでいた記憶があります。

―― 本格的に音楽の道に進もうと決めたのはいつ頃でしょうか。

務川 中学3年生のときです。この年の全日本学生音楽コンクールでピアノ部門1位となり、自分の実力が実感でき、将来演奏家としてやっていけるのかもしれないと思うようになりました。

―― 東京藝術大学を経てパリの国立音楽院に留学されていますが、パリを選んだ理由を教えてください。

務川 これは直感なんです。もともとドイツ音楽が好きだったので留学するならドイツかなと思っていたのですが、大学1年生のとき、初めての海外旅行でパリを訪れ、街の魅力に衝撃を受けました。街並みの美しさだけでなく、もちろん治安の悪い部分もありますが、そうしたすべてが刺激的で、それで留学先もパリに決めた感じですね。

ケガでギタリストの夢をあきらめ調律師の道へ

―― 高木さんが音楽と出会われたのはいつ頃でしょうか。

高木 僕は東京の自由が丘で育ち、高校時代はライブハウスでボサノバギターを弾くアルバイトをしていました。毎晩のように演奏があつて高校には寝に行くような状態で(笑)。高校はアルバイト禁止だったので

が、母子家庭だったので先生たちも大目に見てくれましたね。

将来はギターで食べていくつもりだったのですが、高校3年生のときに大ケガをして中指が動かなくなってしまったんです。すごくショックで、しばらく北海道を一人旅して、母親からは搜索願ひも出された(笑)。その後、いろいろ考えて調律師になることを決意しました。ボサノバって不協和音のかたまりで、調律がぴったり合っていないと音が濁るんです。だからライブハウスにはしよっちゅうピアノの調律師が来ていました。その影響です。

―― そこから調律の勉強を始めたのですか。

高木 はい。ただ、その頃は、ピアノの本場はヨーロッパだと思って、渡欧して現地の楽器店を回って修行をさせてもらいました。お金がなくなると日本に帰ってきてタクシー運転手をして、また渡欧する。それを繰り返して、24歳のときにタカギクラヴィアという会社を立ち上げました。でもぜんぜんお客さんがいなくて開店休業状態でしたね。そのとき、たまたま大手楽器店の嘱託として調律の仕事をさせてもらう機会があり、だんだん仕事が軌道に乗るようになりました。

―― 高木さんご自身のキャリアの転機となったのはいつ頃ですか。

高木 やはりニューヨークのスタインウェイを訪れたことですね。1987年に初めてマンハッタン57丁目にある本社を訪ね、地下に置かれたビンテージピアノを見せてもらいました。ホロヴィッツやルービンシュタインといった巨匠たちが弾いたピアノは、鍵盤を叩いたらすごく乾いた音がする。驚きました。今のピアノは皆、量産品で甘くまろやかな音ばかりですが、本来、甘い音だけで音楽は表現できない。これが本物のスタインウェイなのかと感動しました。

その後、スタインウェイ社コンサート部のチーフであるフランス・モアや研究開発の中心にいたウィリアム・ガーリックを紹介され、彼らから本当にたくさんのことを学ばせてもらいました。

奥深くに激しい情熱を宿しているラヴェル

―― 務川さんはラヴェルをテーマにしたリサイタルを開くなど、ラヴェ

第33回 日本製鉄音楽賞 受賞記念コンサート 7月21日に紀尾井ホールにて開催

7月21日、紀尾井ホール(東京・千代田区)で第33回日本製鉄音楽賞の受賞記念コンサートが開催されました。

「日本製鉄音楽賞」は、日本の音楽文化の発展と、将来を期待される音楽家のさらなる活躍の支援を目的として創設したものであり、1990年の創設以降、毎年、受賞者への贈呈式と受賞記念コンサートを開催しています。本年は、将来を期待される優れた演奏家に贈られる「フレッシュアーティスト賞」は、ピアニストの務川慧悟氏、音楽文化の発展に大きな貢献を果たした個人に贈られる「特別賞」は、ピアノプロデューサー・ピアノ技術者である高木裕氏が受賞。贈呈式は2月22日に日本製鉄本社で行われ、橋本社長から記念の盾と賞金が贈られました。



© ヨコオスタジオ / 日本製鉄



© ヨコオスタジオ / 日本製鉄

第1部では、高木氏による受賞記念トークが行われた。「究極の裏方」である調律師に光を当ててくださったと感謝を述べられたのち、フランツ・モア氏から教わった「音楽よりピアノが目立っちゃダメだよ」の言葉を刻みながら従事してきたことを写真とともに語った。また、高木氏は「ホールも楽器で音色がある」と明かし、紀尾井ホールはピカイチだと絶賛された。



© ヨコオスタジオ / 日本製鉄

第2部では、務川氏による演奏が行われた。古楽器(フォルテピアノ)とモダンピアノを使用した弾き比べというサプライズ演出に観客がどよめく。「古楽器を弾けるのは幸運なこと。大好きなクラシックをこういう形で皆さんと共有できるのが嬉しい」。務川氏の手により3台のピアノそれぞれが違う音の表情をもって躍動しているのを体感した観客は、その感動を万雷の拍手で表現した。

時代を越えた3台の名器が集う

今回の記念コンサートでは3台のピアノが登場。左から、ブレイエル(1843年製フォルテピアノ)、スタインウェイ(ニューヨーク 1887年製・通称ホロヴィッツ・ピアノ)、スタインウェイ(ハンブルク 2018年製)と、名器が舞台に華を添えた。フォルテピアノとホロヴィッツピアノは高木氏が務川氏のために調律し、務川氏がピアノと曲のマリアージュを観客に届ける、2人の受賞者ならではの特別なコンサートとなった。



© ヨコオスタジオ / 日本製鉄

フォルテピアノとホロヴィッツピアノは、タカギクラヴィア所有。

本演奏の様子は、日本製鉄ホームページでオンライン配信しています。 <https://www.nipponsteel.com/csr/social/music/prize.html>

ル作品にこだわって演奏活動をされています。

務川 フランスの作曲家なのでパリに留学してから本格的に弾くようになったのですが、直感的に自分に合っていると感じました。ラヴェル作品は最初は冷たい印象があるのですが、実は奥深くにもものすごく情熱的な部分が隠されている。たくさん弾くうちにそのことに気がついたんです。そうした2面性に惹かれますし、自分自身もラヴェルのように情熱を秘めたアーティストでありたいなと思います。

——アルバム『ラヴェル…ピアノ作品集』は、高木さんの会社が所有するスタインウェイのビンテージピアノで弾いているとお聞きました。

務川 はい。レコーディングで使わせてもらいました。手づくりの良さというか、ビンテージならではの個性的な音がにじみ出てくる、そんなピアノでした。

——現代ピアノ以外に、古楽器のフォルテピアノの奏法研究にも取り組まれているそうですが、きっかけは何でしょうか。

務川 僕はバリ音楽院でフォルテピアノを教えているパトリック・コーエン先生に師事しているのですが、彼はとにかく個性的で、電子機器を1つも持っていない。携帯電話はもちろん家に固定電話もない。だから連絡をとるときは手紙です(笑)。自分の芸術性の追求のためにそうしているのですが、人間的にも本当に素晴らしい方で、そのコーエン先生の影響でフォルテピアノに興味を持つようになりました。古楽器に挑戦することで自分自身の音楽性の幅も広がったと感じます。

——2021年のエリザベート王妃国際コンクールで3位とられました。コンクールでのエピソードをお聞かせください。

務川 エリザベート王妃国際コンクールの前に、19年のフランスのロン・ティボー・クレスパン国際コンクールで2位になり、もうコンクールは卒業してもいいかなという気持ちもありました。ただ、やっぱりエリザベート王妃国際コンクールは世界三大コンクールの1つだし、その大舞台に挑戦しないと一生後悔するかもしれないと思って出場を決めました。

エリザベート王妃国際コンクールはすごくユニークなコンクールで、ファイナリストは1週間、携帯電話を取り上げられて、全員でシャベルと呼ばれるお城のような施設で共同生活をします。いろんな国籍や個性を持つピアニストが集まって、一緒にごはんを食べて、自由時間も過ごして、もちろんピアノも弾いて交流を深める。とても刺激的な1週間でした。世界は広いし、才能のある人がたくさんいることを実感しました。

「昔は音を聴けば誰の演奏かがわかりました」

——高木さんはホールにピアノを持ち込んでコンサートを開催するスタイルを確立しました。

高木 ピアノコンサートはもともとがそういう形式だったんです。ニューヨークのスタインウェイ社の地下には、数十台のコンサートピアノがあり、巨匠たちは、好みのピアノを選び、調整して、ホールに持ちこんでいました。それが本来の形で、僕はそれをもとに戻したただなんです。

昔はそれぞれのピアニストに独特の音色があった、ちよつと聴けばこれはホロヴィッツだなとす

ぐにわかった。それは毎回、調律師がそのピアニストが選んだピアノを調整して持ち込んでいたからなんです。

——調律師とピアニストの関係は今より密接だったわけですね。

高木 そうです。そして、僕は調律師とピアニストの関係は対等ではなくてはならないとも思っています。もし調律師がピアニストよりピアノのことを知らなかったら調律師を辞めたほうがいい。そのくらい僕たちは技術を磨かないといけないし、だからこそ一緒に良い音楽がつくれるんです。

ホールに置かれたピアノでは、調律師ができることは限られてきます。でも、こちらから持ち込むのであれば、ピアニストにとって理想的な音を追求できる。そのためにピアノを持ち込むスタイルをつくり、これからもこだわっていきたいと思っています。

——務川さんは7月に紀尾井ホールで受賞記念コンサートを開かれます。最後に紀尾井ホールの印象についてお聞かせください。

務川 これまで何度かコンサートを開かせてもらっていますが、とにかく音の広がりや素晴らしいです。響きが良くて、1つの音を出したときに、それがホール全体に広がっていくのがすごくよくわかります。小さなコンサートでしか伝えるのが難しい繊細なメッセージも、紀尾井ホールなら伝えられる。受賞コンサートでまた弾かせてもらうのが楽しみです。

(このインタビューは、今年の春に行われました)

Super COURSE50の試験炉、CO₂排出量削減効果22%を確認

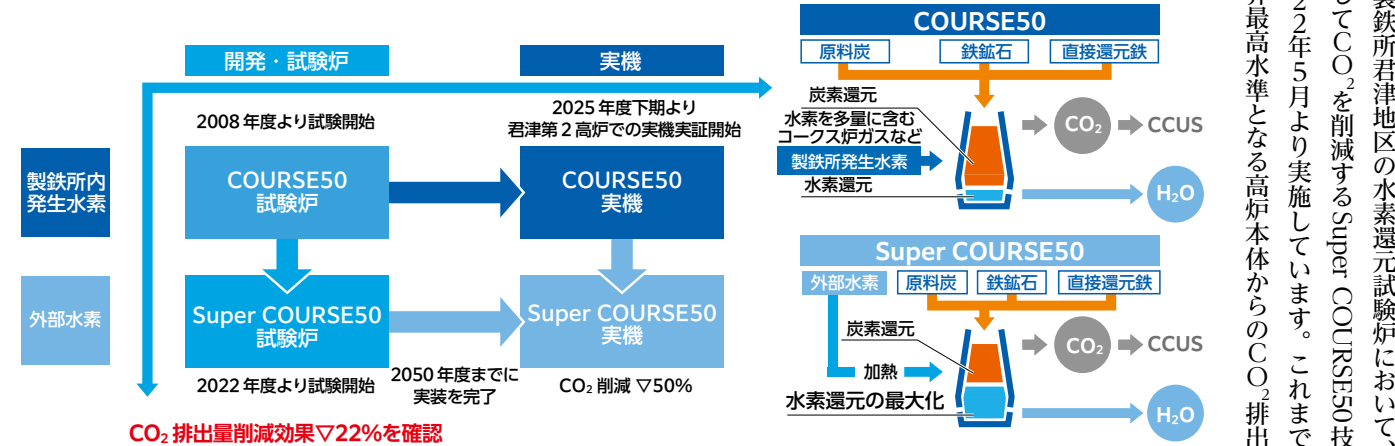
高炉プロセスから電炉プロセスへの転換に向けた本格検討を開始

日本製鉄は、2050年のカーボンニュートラルに向けて超革新技術の開発および実機化を進めています。まずは日本製鉄の2030年の脱炭素目標を確実に達成し、政府の温室効果ガス46%削減の目標に貢献するために、一部製鉄所について、高炉プロセスから電炉プロセスへの早期の転換が必要と考え、日本製鉄を代表する高級鋼の量産拠点である九州製鉄所八幡地区および瀬戸内製鉄所

ハイグレード無方向性電磁鋼板能力の追加投資を決定

日本製鉄はすでに公表している電磁鋼板能力・品質向上対策に加え、新たに瀬戸内製鉄所阪神地区（堺）・九州製鉄所八幡地区においてさらなる無方向性電磁鋼板（NO）の能力増強対策の実施を決定しました。既公表の対策を含めた投資額は、累計で約2130億円となります。今回新たに公表する能力増強対策は2027年度上期にフル効果を発揮し、エコカー向けNOの生産能力は現行の約5倍（既存公表対策

高炉水素還元の実機化に向けたプロセス



NSCarbolex® Solutionのラインナップを100件超に拡充 専用ウェブサイトも刷新



NSCarbolex® Solutionのウェブサイト
<https://www.nipponsteel.com/product/nscarbolex/solution/>

日本製鉄は、社会における温室効果ガス（CO₂）排出量削減に寄与する高機能製品・ソリューション技術を総称するブランド「NSCarbolex® Solution」を立ち上げています。①お客様のものづくりの過程でのCO₂排出量削減、②お客様の製品が社会で使われる際のCO₂排出量削減、③カーボンニュートラル社会の実現に向けた社会のエネルギー転換への貢献、の視点で価値提供に取り組みできました。製品・技術開発等によりNSCarbolex Solutionのラインナップ拡充も推進し、このたび、NSCarbolex Solution対象の高機能製品・ソリューション技術110件を、専用ウェブサイト公開しました。

自社の製鉄プロセスでCO₂排出量を削減した製品（NSCarbolex Neutral）のみならず、社会におけるCO₂排出量削減に寄与する高機能製品・ソリューション技術まで体系化してブランド化したのは鉄鋼業界で日本製鉄が初めてであり、世界で唯一の試みです。NSCarbolex Solutionは技術先進性のある豊富な製品群や高いソリューション技術有する日本製鉄だからこそ提供できる価値であると考えています。

今後、NSCarbolex Solutionの各製品によるCO₂排出量削減効果を定量化し、ウェブサイトで公開することをお客様にNSCarbolex Solutionによる効果を分かりやすくお伝えしていきます。

JOGMEC令和5年度先進CCS事業の実施に係る調査の受託について

日本製鉄は、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構（JOGMEC）の令和5年度の公募事業である「先進的CCS（※1）事業の実施に係る調査」に対し、他社と共同で応募していた国内外における3つのCCS案件について正式に採択され、JOGMECと委託契約を締結しました。本調査の受託を通じて、貯留場所の確保、貯留インフラの整備、法整備などの外部条件の整備について各社と共同で推進していきます。

今回正式に採択された、日本製鉄が関わる先進的 CCS 事業の実施に係る調査

- 1. 日本海側東北地方 CCS 事業**
(伊藤忠商事株式会社、日本製鉄株式会社、太平洋セメント株式会社、三菱重工業株式会社、伊藤忠石油開発株式会社、株式会社 INPEX、大成建設株式会社)
- 2. 首都圏 CCS 事業**
(株式会社 INPEX、日本製鉄株式会社、関東天然瓦斯開発株式会社)
- 3. 大洋州 CCS 事業**
(日本製鉄株式会社、三菱商事株式会社、ExxonMobil Asia Pacific Pte. Ltd.)

※1 CCS とは、Carbon dioxide Capture and Storage の略で二酸化炭素の回収・貯留技術のこと。

日本製鉄「紀尾井ホール」をリニューアル

日本製鉄は、音楽文化支援の拠点「紀尾井ホール」の大規模リニューアルに向け、本格検討を開始しました。「紀尾井ホール」は、旧新日鉄創立20周年を記念し、音楽文化支援の拠点として建設、1995年に開館しました。クラシック音楽で特に室内楽に最適な洋楽専用ホールと、日本伝統音楽の演奏に適した邦楽専用ホールを有しています。開館以降、395万人のお客様にご来場いただいており、こまやかな配慮がなされた質の高いコンサートホールとして、国内外の音楽家や多くのファンから高い評価を得ています。

日本製鉄は開館30年を機に大規模リニューアルし、「地域・社会との共生」の核である音楽文化支援を今後も積極的に推進していきます。



紀尾井ホール

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。右記二次元コードよりバックナンバーをご覧ください。



広報誌 無料で定期送付します

ご希望の方は右記二次元コードよりお申し込みください。



読者アンケートはWebでも受け付けています。

右記二次元コードよりアクセスしてください。



つくるときも使うときもエコ ZAM[®]の適用範囲が広がっています

ZAMは高耐食性能で長時間の使用に耐え、また素材製造時のCO₂排出量が他素材に比べて低いことからエンビロープに採用されました。建物を使用するお客様が運用時におけるCO₂排出量の低減(Scope1・2)に取り組んでいるにもかかわらず、素材製造時でのCO₂排出量(Scope3)が高くなるのは本末転倒です。このような観点から今回、脱炭素型外装システムの素材には、アルミニウム等よりも鉄(ZAM)のほうが適していると評価していただきました。

日本国内のCO₂排出量の14%は鉄鋼業が占めていますが、たとえ日本製鉄がゼロカーボン達成しても、カーボンニュートラル社会は実現しません。例えば、素材を加工するお客様が焼付塗装を行っている、その熱源として都市ガスや重油を焚くことになり、CO₂が排出されてしまいます。ZAMは耐食性に優れているため、焼付塗装が不要。つくるときのエコ、使うときのエコで、CO₂削減に貢献できる素材なのです。

今回の実績によって、ZAMの適用範囲がさらに広がりました。今後もお客様の多様なニーズにお応えできるよう、新たな分野での適用開拓に力を入れていきます。

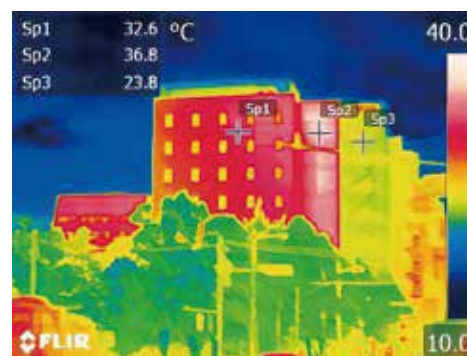


日本製鉄(株) 薄板事業部
薄板営業部 薄板第一室
松田 修二 上席主幹



神保町SF Iビル(東京都千代田区)

画像提供: (株)日建設計



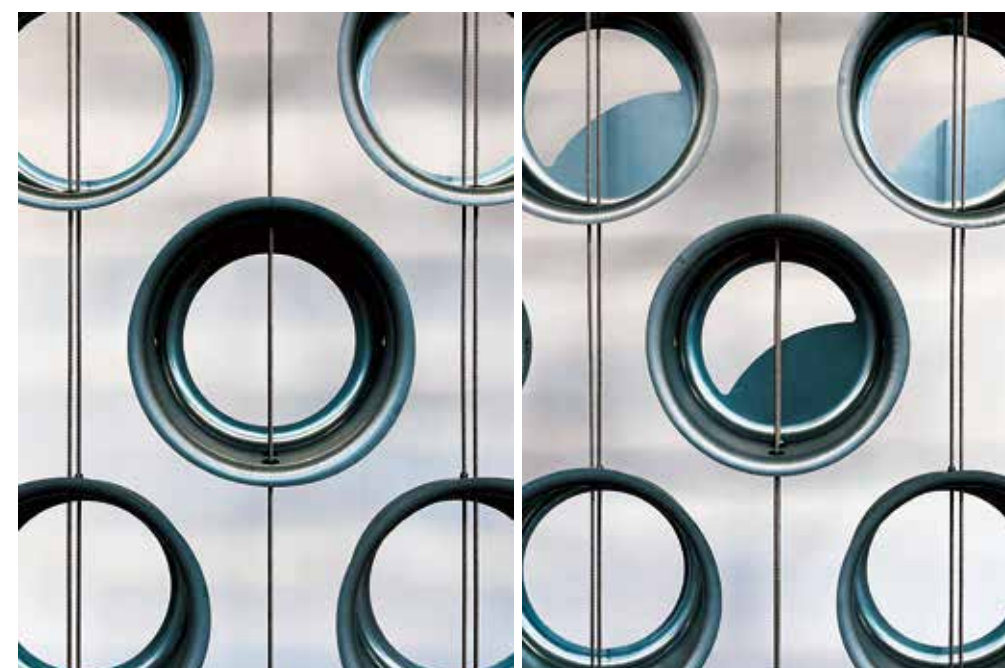
サーモグラフィ画像(南からの全景) 画像提供: (株)日建設計

東向きのビル全面を銅形パーツの外皮で包み、日射を遮ることで、東側の表面温度が10℃ほど低いことを示しています。

日本製鉄グループのSDGs

ビルの熱負荷を約65%低減し、 温暖化ガス排出量の削減に貢献 高耐食めっき鋼板ZAM[®]

日本製鉄の高耐食めっき鋼板ZAM[®](ザム)が脱炭素型外装システムの素材に採用され、ビルの熱負荷を約65%低減し、空調利用などに伴う温暖化ガス排出量の削減に貢献しています。今号ではSDGs(持続可能な開発目標)目標7「エネルギーをみんなに、そしてクリーンに」と、同11「住み続けられるまちづくりを」をテーマに、ZAMを紹介します。



ZAM[®]製の銅形パーツ

画像提供: (株)日建設計

底面をすべて開いた「満月タイプ」(左)と、7割近くを抜いた「三日月タイプ」(右)を適材適所に使い分けることで、木陰を連想させる均質ではない光の空間をつくり出します。

7 エネルギーをみんなに
そしてクリーンに



11 住み続けられる
まちづくりを



ビルの運用時のCO₂排出量を
低減

日本製鉄の高耐食めっき鋼板ZAMが、(株)日建設計と瀬尾製作所(株)が共同で開発した脱炭素型外装システム「Enviro 01(エンビロープ)」に採用され、その第1号物件として東京都千代田区のオフィスビルに適用されました。

エンビロープは中小ビルを想定し、ZAM製銅型パーツをすだれ状に編んだ外皮として設置したもので、建物に差す日射の屋内への熱負荷を約65%低減しています。また、外皮に組み合わせたZAM製銅型パーツが、太陽光の約20%を空に向けて再帰反射させています。さらに開口率は約70%あり、室内からの視界を阻害するものではありません。

その結果、空調利用などに伴う温暖化ガス排出量の削減を図ることができ、ビルの運用時におけるCO₂排出量の低減(Scope 1・2)を実現しています。

高い耐食性と優れた加工性

ZAMはめっき層に含有されるアルミニウムとマグネシウムの効果により、時間の経過とともに緻密で付着性の高い亜鉛系保護被膜をめっき表面に形成します。そのため、めっき腐食因子の透過を抑制し、長時間にわたって高い耐食性を保持します。また、溶融亜鉛めっき鋼板に比べてめっき層が硬く、平滑なため、プレス加工性に優れています。エンビロープに採用された銅型パーツは、1枚の鋼板に圧力(絞り)を加えて凹ませ、

継ぎ目のない容器状の製品を成形する深絞り加工によって製造されました。この加工には、製品の形状に応じた成形機(パンチとダイス)を必要とし、底面の面積に対する高さの割合にも限度があります。ある限界を超えてしまうと鉄がちぎれて割れてしまうため、試作の段階で日本製鉄瀬戸内製鉄所のメンバーが多くのサンプルをつくりました。そして、瀬尾製作所が有する高度なプレス加工技術をベースに、日建設計の意図した意匠性と機能性を両立しました。

木漏れ日のような光景を
醸し出す

2022年9月に竣工した地上9階建てのオフィスビル「神保町SF I」は、車の往来が絶えない大通りに面した東向きに立地しています。このビルの外皮に採用されたZAMは、厚さ0.8ミリ、直径200ミリ、高さ(奥行き)90ミリ、重さ約300グラムの穴の開いた鍋型です。満月タイプと三日月タイプの2種類があり、日差しの多い上階ほど三日月タイプを増やすなど、位置によって組み合わせを変えることによって建物内に差し込む光量をコントロールしています。季節や朝夕で変化のある太陽光がビルの内側にもたらす光景は、木立に差し込む木漏れ日のような印象です。

日本製鉄はエンビロープにZAMが採用されたことで、ビルの空調利用などに伴う温暖化ガス排出量の削減に貢献することができました。今後も常に世界水準の技術とものづくりの力を追求し、国連で採択されたSDGsにも合致した活動を通じて社会の発展に寄与していきます。

持続可能な未来のために
CO₂排出量削減に貢献するソリューション



NSCarbolex[®]
Innovative action for sustainability

社会全体のCO₂排出量削減へ。
日本製鉄からカーボンニュートラルブランド新登場。

そのブランドは、エヌエス カーボレックス NSCarbolex。

製鉄プロセスにおけるCO₂排出量を削減したと認定された鉄鋼製品^{※1}と、
お客様の製造過程と製品使用時のCO₂排出量削減および
社会のエネルギー転換に貢献する高機能製品・ソリューション技術^{※2}を
提供するために誕生しました。

2050年カーボンニュートラル社会の実現を支える鉄へ。

日本製鉄はNSCarbolexシリーズの
さらなる進化と拡充を進めていきます。

※1: NSCarbolex[®] Neutral
※2: NSCarbolex[®] Solution

Make Our Earth Green



NIPPON STEEL
Green Transformation
Initiative



NIPPON STEEL