

しんにつつすみきん

季刊 新日鉄住金

Vol.9

感知し、計算し、動く ロボティクスの世界

特別企画 技術対談

情熱と経験知で
新たなものを生み出し、
感動を呼び起こす

水戸岡 鋭治氏 (ドーンデザイン研究所代表)

ROBOTICS

C o n t e n t s

特集 感知し、計算し、動く ロボティクスの世界



4 ロボットって、すごい!

取材協力 (株)本田技術研究所 基礎技術研究センター

6 人間とロボット 新しい共存の時代

佐藤 知正氏(東京大学名誉教授)

12 新日鉄住金の先進技術開発 クルマの安全・軽量化に 貢献する鋼管をつくる

16 ドローン

鉄づくりから無人飛行ロボットまで
制御技術が息づく

野波 健蔵氏(千葉大学大学院工学研究科・工学部特別教授)

18 イラストルポ 製鉄所へようこそ これも!あれも!! ロボット・テクノロジー

24 特別企画 技術対談 情熱と経験知で 新たなものを生み出し、 感動を呼び起こす

水戸岡 鋭治氏(ドーンデザイン研究所代表)

宮坂 明博(新日鉄住金(株)代表取締役副社長)

32 社会とともに、地域とともに 新日鉄住金グループ 海外での社会貢献活動

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.9 2015年3月4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 高橋 望
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。

感知し、計算し、動く ロボティクスの世界

人が立ち入って作業できない場所で働く。
製造状況の変化を感知し、最適化するための指令を出して、生産能力や品質を高める。

重くて大きな製品を運び、お客様ごとに間違いなく出荷する。
このように製鉄所でもロボティクス(ロボット工学)の技術が活躍しています。

ものづくりの現場から日常生活のさまざまな場面まで、進化を続けるロボティクスが、
人に役立つロボットや新たな社会システムを生み出し、
未来を切り拓いています。

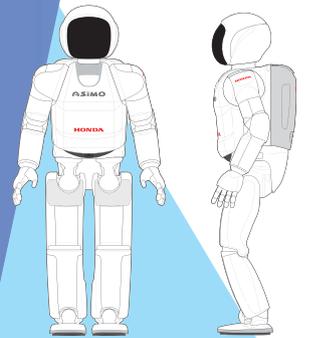
ROBOTIC



ロボットついで

すげー！

●取材協力…(株)本田技術研究所 基礎技術研究センター



ASIMO

ASIMO = Advanced Step in Innovative Mobility



© 本田技術工業(株)

二足歩行ロボットASIMO(アシモ)が2014年4月、日本科学未来館を訪れたオバマ米大統領を出迎えた。“Mr. President, I am ASIMO, a humanoid robot. It is a pleasure to meet you.”(大統領、私は人間型ロボットのアシモです。お会いできて光栄です)と流暢な英語で挨拶したあと、サッカーボールを蹴って見せた。大統領はそのボールを自らトラップして“Good job!”と声をかけた。世界最高水準を誇る日本のロボット技術を象徴する出来事だった。アシモは2000年11月に誕生した。私たちと



© 本田技術工業(株)

同じように2本の足で歩くロボットの登場は世界中を驚かせた。さかのぼること1986年、開発者たちは人だけでなく動物を含めてあらゆる歩き方の観察研究を行い、二足歩行に必要な関節の配置や動きを調べることから開発を始めた。人の骨格を参考に脚部だけのロボットをつくり、歩かせの実験と解析を繰り返した。

その結果、1989年に、脚部だけのロボットで12個のモーターを同時に制御しながら時速1・2キロで歩けるようになった。しかし地面に少しでも

図1 アシモ二足歩行技術

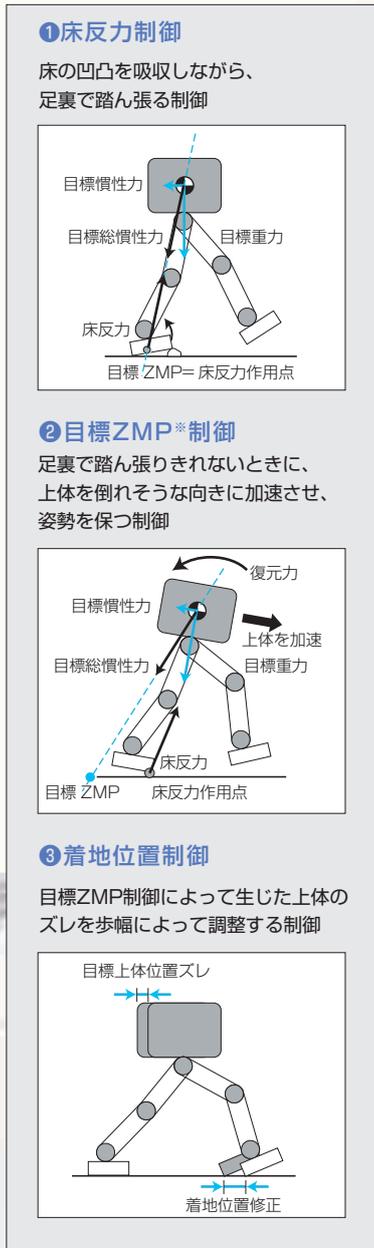


図2 災害発生時に高所作業する人間型ロボットイメージ



凹凸があるとバランスを崩して倒れてしまう。この難関をセンサーと制御技術の開発(図1)で突破し、1993年には階段や斜面でも歩けるようになり、障害物があってもそれをまたぐ能力も身に付けた。その後、脚部と上体を組み合わせた人間型ロボットへ進化したが、最初のプロトタイプは身長191センチ、体重175キロという大型ロボットだった。

電灯のスイッチやドアノブに手が届き、大人がイスに座ったときの目の高さでコミュニケーションが取りやすいような、生活の場に溶け込み、親しみやすいロボットにするために、開発者たちは小型化を図った。そして2000年、身長120センチのかわいいアシモがついに完成した。

今もアシモは進化を続けている。真っ直ぐ歩いてきて急に曲がる場合、次に起こる動きを予測し、事前に体の重心を曲がろうとする方向に少し傾けることで、遠心力に負けずスムーズに曲がることのできるようになった。常に「3歩先を読む」ことが、バランスを保つ1歩につながることを見出したのだ。また近づく人の進行方向と速度をセンサーで割り出して、人の動きを予測しながら、人の進路を妨げない最適な経路を生成して、すれ違いながら歩けるようになった。



オバマ米大統領とアシモ(2014年4月・日本科学未来館(東京・お台場))



周囲の環境や人の動きに合わせて自ら行動する能力を備え、二足歩行する人間型ロボットは、人と共存するコミュニケーションロボットとして人を助けるだけでなく、これからは人の立ち入れない場所でも代わりに活動するなどのワーキングロボットとしての活躍にも期待が寄せられている。

例えば工場では、安全に生産活動を続けるために生産設備の保守点検が欠かせない。生産設備は人の動きに合わせて保守点検しやすいように設計されている。その工場で災害や事故が発生したとき、設備に異常がないかを把握したり被害の拡大を防ぐため、狭い通路をすり抜け、はしごを昇って、高いところに設置されたバルブを点検したり操作する(図2)。二足歩行する人間型ロボットでなければ、こうした動作を効率的に行うことはできない。

さらに人間型ロボット開発で蓄積された技術は、社会のさまざまな場面で活躍の可能性が広がっている。例えば雪道など滑りやすい路面でも自動車を運転しやすくするような先進安全技術の開発にアシモの技術が応用されている。

私たちの役立つパートナーとしてロボットが共に働き、生活する未来はすぐそこに迫っているかもしれない。

(*)ZMP(Zero Moment Point) : ロボットが歩行しているとき、ロボットには「重力」と歩行の加減速によって生じる「慣性力」が働く。これらの合力を「総慣性力」と呼ぶ。一方、ロボットの着地している足には地面からの反作用として「床反力」が働く。「総慣性力」の軸と地面との交点は、「総慣性力」のモーメントが「0」となるので、Zero Moment Point(ZMP)と呼ばれる。「床反力」が作用する点は「床反力作用点」。

人間とロボット 新しい共存の時代

東京大学名誉教授 佐藤 知正氏

ロボット大国として世界をリードしてきた日本。ロボットがさらに社会に普及していくために、いま何が求められているのでしょうか。ロボットの現在と未来への展望について、東京大学名誉教授の佐藤知正先生にお話を伺いました。



ロボットがもたらす 新しい産業革命

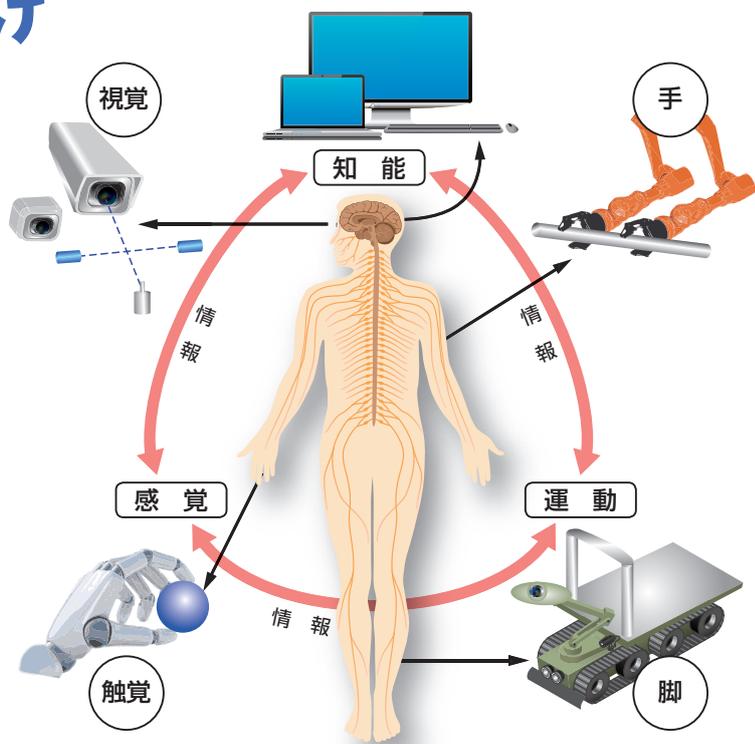
今、ロボットがあらためて注目を集めています。2014年5月、安倍晋三首相はOECD（経済協力開発機構）閣僚理事会で、少子高齢化への対応や、サービス部門の生産性向上のためにロボットを積極的に活用し、新たな産業革命を起すという「ロボット革命宣言」を発表しました。日本の成長戦略の切り札としてロボットがはつきりと位置づけられたわけです。この宣言を受けて発足したロボット革命実現会議は、2020年の産業用ロボット市場を現在の2倍に、サービス用ロボット市場を10倍にする計画を発表しました。まさにロボットの新しい時代が幕を開けようとしています。

ロボットと聞いて思い浮かべるイメージは人それぞれかもしれませんが、なにしろ、いわゆるヒューマノイドから工場の製造ラインのロボットまで、その外見も目的も多種多様です。しかし、いずれにも共通しているのがセンシング（感覚・プランニング（知能）・アクチュエーション（運動）の3要素を持つということです。またロボットとは、「人や生物の持つ機能の一部あるいは全部を持った機械」と定義することができます。

ロボット革命宣言を追い風に、今後新たな技術革新と普及が期待されているのが、ものづくりの現場で人と一緒に働く「産業用ロボット」、福祉・医療などで私たちの暮らしを支援する「サービスロボット」、災害対応やインフラ保守など特殊な環境で活躍する「フィールドロボット」です。こうしたロボットは、いずれも人

間と同じ空間で、人間と協調しながら働く「人間協働型ロボット」です。従来のロボットは、例えば製造ラインのロボットに代表されるように、人間の作業空間から完全に仕切られた場所で、自律的に働いていました。しかし、ものづくりに対して一層の付加価値が求められるようになり、さらに医療・介護を中心としたサービス分野におけるロボットニーズの拡大などを背景に、今後は人間と同じ作業空間で協働するロボットが主流になることが予想されています。

ロボット新時代の幕開け キーワードは「人間協働型」



人間とロボットの 機能構成の比較

人間		ロボット
知能		情報・情報処理
運動	腕	腕（アーム）
	手・工具	エンドエフェクタ（ハンド・ツール）
	筋肉	アクチュエーター
	脚	移動機構
感覚		センサー（外界センサー・内界センサー）

●プロフィール さとう・ともまさ

1948年生まれ。76年東京大学大学院工学系研究科産業機械工学専門課程博士課程修了後、通商産業省工業技術院電子技術総合研究所に入所。91年東京大学先端科学技術研究センター教授、98年同大学大学院工学系研究科教授、2000年同大学大学院情報理工学系研究科教授を経て、13年同大学名誉教授。07～09年日本ロボット学会会長、12年から日本学術会議ロボット学分会委員長を務める。



© 日立建機 (株)



© グローリー (株)

これからのロボット

次世代産業用ロボット

人間と同じ作業環境で働き、作業者は単純な繰り返し組立作業から解放され、工程管理や「カイゼン」活動など、付加価値を生み出す創造力が必要な分野に力を注げるようになる
(写真のロボットは川田工業 (株)「NEXTAGE」)



© アイシン精機 (株)

サービスロボット

3D センサーや安全判定システムを搭載した移動ロボットが、これからの高齢化社会における日常生活の移動を支援していくようになる

掃除ロボットが ヒットした理由

近年のロボットのなかで最も成功したものの一つが掃除ロボットです。その先駆けである米国アイロボット社の「ルンバ」は技術優位性、適切な価格設定、使いやすさの3つがそろって世界的な成功をおさめたと言われています。

しかし、日本での普及には苦勞の歴史がありました。当時、日本のユーザーには掃除機で最も重要な機能は吸引力であるという考え方が根強かつたのですが、ルンバは吸引力ではなく掃除力、つまり隅々まで吸い尽くすことが掃除機の価値だとユーザーに粘り強く説明しました。

また、掃除は家庭の人間が手をかけてするべきで、「ロボットにまかせるとは」と考える日本固有の文化も壁になりました。けれど、100年後にロボットが家を掃除しているかと尋ねると多くの人がイエスと答えるように、そこにニーズは確実にあるとメーカーは判断しセールスを重ねました。

このように、ロボットを実際に実用化していくには、技術ありきでもユーザーありきでもなく、まずは技術者が潜在化しているニーズを顕在化させ、ビジネスモデルを描く必要があるといえます。ルンバはその好例といえるでしょう。

部屋から社会へと飛び出す 人間協働型ロボットの歩み

部屋をまるごと ロボット化する発想

人間協働型がこれからのロボットの主役であり、その普及拡大が日本経済の起爆剤となることが期待されています。しかし、そもそも人とロボットが協調して働くという発想は、最初からあったわけではありません。

私自身、長くロボットの研究開発に携わってきましたが、最初は自律型のロボットを研究しました。1980年代前半、まず手がけたのが操縦型の知的遠隔作業ロボットです。

すぐに直面したのが、ロボットに行動理解機能を持たせることの難しさでした。例えば、ある場所から他の場所へ物体を動かした場合、人間であれば動かしただけに物体があることを当然理解します。け

フィールドロボット

東日本大震災の被災地（宮城県石巻市、南三陸町）で、重機型ロボットが双腕の片方だけれきを持ち、もう片方で切断、積み上げるなど撤去作業をこなした



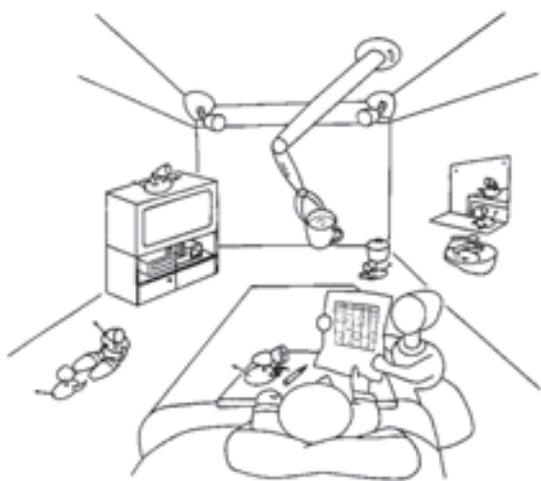
れどロボットの場合は、その物体が動いたという情報を反映する知能（仕掛け）がないと、いつまでも元の場所に物体があると認識し続けます。ロボットに行動を理解させ、自律的な知能を持たせるのは極めて難しいテーマでした。

その後、部屋全体をロボットにする「ロボティックルーム」を発想しました。部屋の天井・壁・床にセンサーやマニピュレータを取り付け、人の行動を見守り、支援してくれる部屋です。これは人間協働型ロボットのひとつといえるでしょう。

実際、ロボティック病室として、ベッドに圧力センサー、天井に呼吸センサーなど、部屋中にセンサーを張り巡らせ、ナースステーションと接続。また、指さした物を運んでくれるロボットアームを設置して、介助支援も行ってくれる部屋を試作しました。

こうしたときに重要になるのが行動蓄

積です。人間には脳という体験蓄積装置があり、適切な判断や行動予測ができます。ロボットにもそれができれば人間の行動に応じた活動ができるはずだと考え、センサーを500個取り付けた部屋に学生を1週間泊めてデータを取ったりもしました。今でいうビッグデータの先駆けかもしれません。実際は行動予測する領域にはとても達することはできませんでしたが、人間と協調し、その行動を支援するロボティックルームは現在も研究が進められています。



ロボティックルームのイメージ図(1992年)

ベッドや床、天井、家具などに多数のセンサーを設置し、人の行動を可能な限り緻密に計測して情報を蓄積。人をさりげなくずっと見守り、過去の履歴情報から必要なときに支援してくれる部屋(病室)の実現を目指した



© アイロボット社



社会と共創し、 ロボット化社会を実現

さらにその後、研究テーマは部屋を飛び出し、地域全体へと向かいました。なぜならロボットは社会とのつながりを考えない限り、その実用と普及には限界があると考えたからです。このとき、重要なキーワードとなったのが社会共創です。

2013年、私は東日本大震災後に計画的避難区域となった福島県飯舘村にWebカメラを設置し、無人になった村の様子を避難先からいつでもインターネット経由で見ることができ「ふるさとモニタリングシステム」を開発しました。これは仮設住宅に暮らす人たちにふるさとの様子を見てもらおうと始めたものですが、実際は市役所の職員が雪の状況をチェックしたり、村民が冬期の自宅の様子を確認するなど、思いがけない使い方をしていることがわかりました。こうし

た経験を通じて、ロボットは技術ベースの発想ではなく、社会との共創によって生まれ、育てていくものであることを再認識しました。

そもそも私の研究は単体のロボットからスタートし、複数ロボットによる部屋のまるごとロボット化へと進み、現在はそれがさらに広がり、地域全体をロボット化するコミュニケーションづくりがテーマとなっています。福祉分野を例にあげれば、目指しているのは高齢者の生活モニタリングから健康管理・薬管理、緊急通報サービスなど、地域として人を見守り、支援するロボットインフラサービスの構築です。人間協働型ロボットの普及拡大によって、近い将来こうした新しいライフスタイルやワークスタイルがもたらされるはずです。今後はロボットをつくるだけではなく、製品やサービスにロボット技術そのものを組み込む「ロボット化」がますます重要になります。その際、社会・サービス・生活全体をどのようにデザインするかまでロボット技術者は考えなくてはなりません。

機械を動かすロボティクスから、人や社会を動かすロボティクスへ。これからのロボットは大きな飛躍のときを迎えたと期待しています。(談)

ふるさとモニタリングシステム



Webカメラと
設置工事の様子



Webカメラ配置

Webカメラを村内5カ所に設置。村がどうなっているかをいつでも見ることができ安心感、避難場所にいてもいつも村とつながっている連帯感の維持に貢献した

人間協働型ロボットの普及で ライフスタイルやワークスタイルが変わる

人間協働型ロボットの普及拡大によって、「人」「街」「仕事」が変わっていきます。

近い将来、ロボットと共に生きる生活(新しいライフスタイル)や、
ロボットと仕事をシェアすることによる生産の革新(新しいワークスタイル)が実現するでしょう。

	活用される ロボット	実現する ロボットサービス	創出される価値
1 人	人支援ロボット	医療・福祉支援 生活支援	<ul style="list-style-type: none"> 高度な医療福祉と費用低減 高齢者元気生活、生活総合産業
	ロボット教材	モノ+サービスの 統合教育	<ul style="list-style-type: none"> 技術で勝って産業で負けることのない日本を可能にする、社会変革できる人材の育成 理科離れの防止、理科回帰
2 街	社会インフラロボット	社会インフラの 維持管理+新機能	<ul style="list-style-type: none"> 急速に老朽化が進む社会インフラの効果的かつ効率的な管理・維持 新しい社会インフラの構築
	コミュニティ 形成支援ロボット	家庭と社会の セーフティネットの 構築維持	<ul style="list-style-type: none"> 安全・安心な家庭とコミュニティ きめ細かなバリューチェーンの輸出
3 仕事	人と協働する 産業用ロボット	人とロボットの ワークシェア	<ul style="list-style-type: none"> 作業の効率化、生産性の向上 工場海外流出防止・国内回帰 労働弱者の就労支援
	フィールド&サービス ロボット	ロボット工法 ロボット化サービス	<ul style="list-style-type: none"> サービス産業の生産性向上 農林水産業、減災や災害対応力強化



人と協働する産業用ロボット

©川田工業(株)

新日鉄住金の先進技術開発 クルマの安全・軽量化に 貢献する鋼管をつくる

自動車のCO₂排出量を減らし、衝突安全性を高めることは、車体の材料をつくる鉄鋼メーカーの使命でもあります。新日鉄住金ではボディ、シャーシなどに使われる鋼板の高強度化、ソリューション技術を積極的に開発・提供していますが、複雑な形状の加工が難しい高強度鋼管の加工性向上と、超高強度・軽量化を両立する加工技術の開発に成功しました。そのキーテクノロジーの一つが「ロボット」。超高強度鋼管の部品採用を目指し、部材加工制御技術(3DQ[※])の開発に取り組んだ研究者たちの挑戦の軌跡を紹介します。

(この技術は2012年10月、経済産業省主催の「第5回ロボット大賞 産業用ロボット部門 優秀賞」を受賞しました)



写真右より

技術開発本部 鉄鋼研究所 利用技術研究部 主幹研究員

鋼管技術部 メカニカル・配管商品技術室長

自動車鋼板営業部 自動車鋼板商品技術室 上席主幹

技術開発本部 鉄鋼研究所 利用技術研究部 主幹研究員

松田 英樹
宮川 隆
福井 清之
植松 一夫

(本開発には、新日鉄住金のほか、グループ会社の
日鉄住金鋼管(株)・日鉄住金トラックスエンジニア(株)、
および(株)安川電機が携わっています。)

※ 3DQ (3-Dimensional Hot Bending and Quench) : 3次元熱間曲げ焼き入れ

多くの困難を乗り越えた 超高強度鋼管部品の実用化

自動車のCO₂排出量削減と衝突安全性の向上を両立する、車体の軽量化と高強度・高剛性化が進んでいる。例えばハイブリッド車や電気自動車などバッテリーを搭載する自動車では、衝突時にバッテリーの保護や安全性のさらなる向上と軽量化が求められるなど、商品ニーズはさらに高度化している。現在、新日鉄住金では主に、ハイテンと呼ばれる高張力鋼板の開発を通して車体軽量化、高強度化に貢献している。ハイテンをプレス成形し、その成形部材同士をスポット溶接で接合することで「閉断面構造」にして、強度と剛性を向上させるのだ。ハイテンの採用が進む一方でもう一つの有効な方法は、曲げやねじれに強く（高剛性）、強度が高い鋼管部材の車体フレームへの適用だ。自動車向けソリューション開発での長年の経験を活かし、品種・業種横断での取りまとめ役を果たす福井清之は、その技術開発の難しさと意義を語る。

「一般に、鋼板をプレス成形した複数の部材を溶接するためには、溶接部のフランジ（のりしろ）が必要とされますが、同じ閉断面構造でも、鋼管ではフランジが不要で強度・剛性を高めることができます。しかし高強度鋼管は一方

の曲げはできるものの、複雑な3次元形状に加工することはかなり困難でした。もし鋼管部品の加工自由度と高強度化を両立できれば、部品の一層の高強度・高剛性化、薄肉化が図れます。フランジが不要になり部品の量も減少することから、周辺部品も省略できるケースでは、最大50%の大幅な軽量化を実現することも可能です。コスト競争力の観点から、現在閉断面部品として一部採用されているアルミ部品の代替提案も可能です」

(図1)

強度・加工性を両立する 一体成形プロセスを目指す

3DQは、ねじりなどの複雑な3次元形状加工をしつつ、超高強度の鋼管を1工程で製造する技術。さまざまな断面形状の鋼管を高周波加熱コイルで局部的に加熱、軟らかくして曲げ加工（熱間加工）し、直後に水で急速冷却して焼き入れ、部材を高強度化する(図2)。

2004年の開発スタート時は、複数のロールを使う設備で曲げなどの形状加工を行うことを検討したが、設備能力が高く大型部品を成形できるなどのメリットがある一方、設備が大きくロール成形装置が特注品で設備コストが高くなるという課題があった。3DQ開発

図1 部材の構造と軽量化

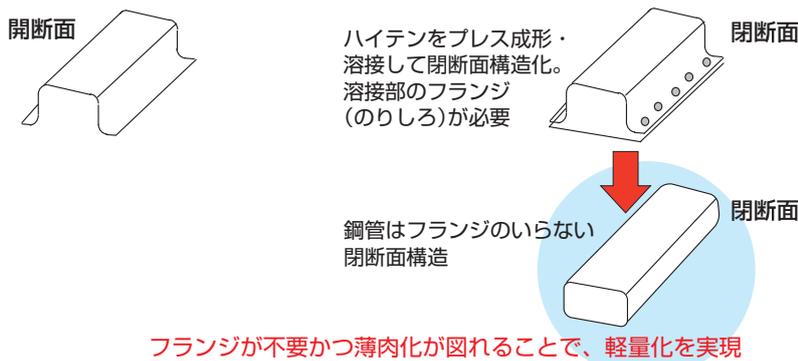
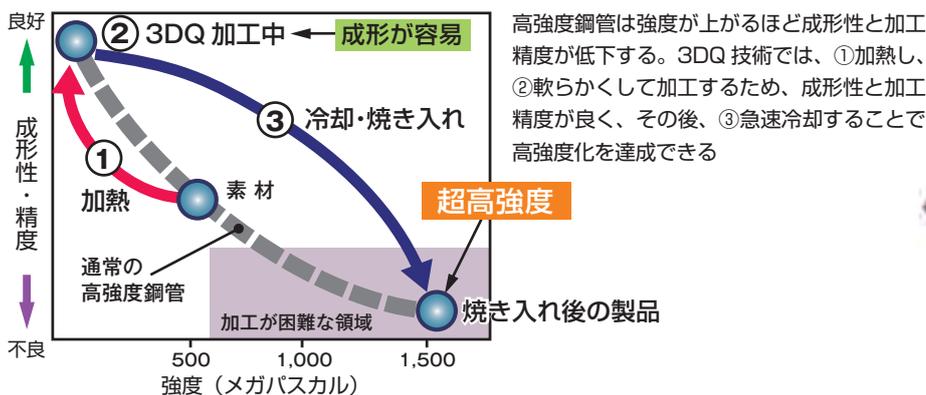


図2 3DQの強度と加工性の関係



写真提供：
(株)安川電機

曲げ加工を行う 3DQ のロボット

を進めるための最適な設備や体制を決めることが重要だったと宮川隆は振り返る。

「設備のコンパクト化とさらなる加工精度の向上を狙い、汎用ロボットを活用することを目指しました。将来のグローバル展開を見据え、優れた汎用ロボットの世
界調達が可能なロボットメーカーである
(株)安川電機とタッグを組み、あわせて鋼
管を製造する日鉄住金鋼管(株)^(※)、設備
製作・販売を行う日鉄住金テックスエン
ジ(株)^(※)とグループ連携するフォーメー
ション(共同開発)を構築して、2006
年に3DQ開発に着手しました」

部品の開発を進める過程で浮上してきた要求性能の一つである、高加工精度を大前提に、設備のコンパクト化と標準設計化(短納期化)、量産による安価化を目標に掲げた。さらに、加工の設計図面を描くCADデータとロボット動作の軌道データの入れ替えだけで部品のつくり分けや、多品種少量生産ができる、世界で初めての技術開発への挑戦が始まった。

より高精度な加工が行える ロボット制御技術の開発に成功

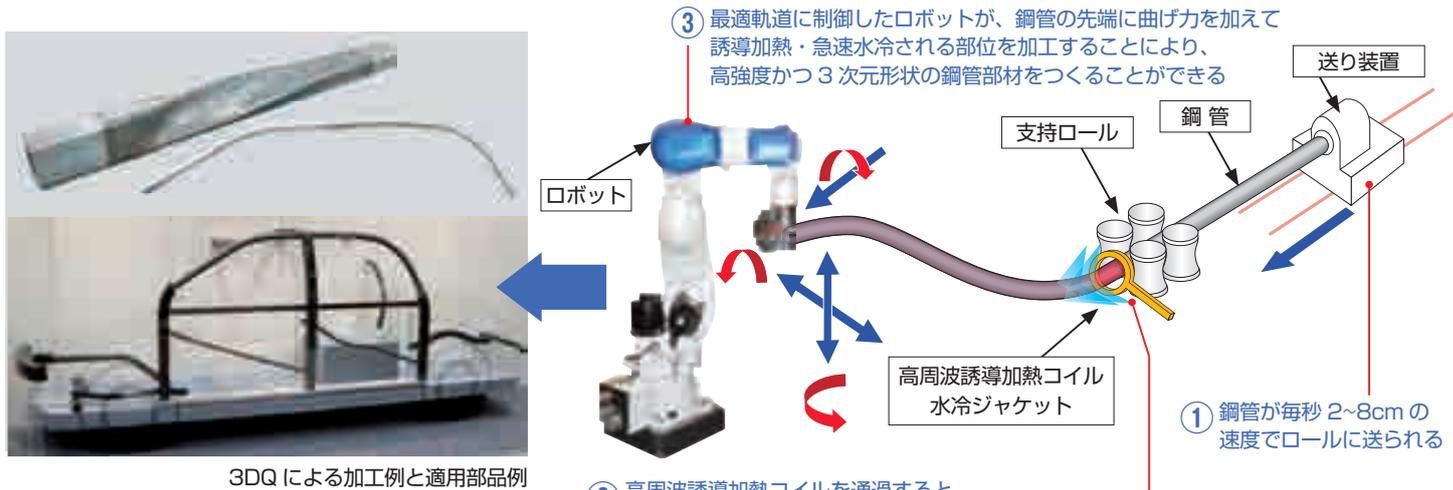
ロボットが鋼管の先端をつかみ、あらかじめ計算・設定した3次元軌道に沿ってアームを動かすことで、金型を使わず、

ねじれ加工など複雑かつ精密な3次元形状の超高強度鋼管部品を製造する技術(図3)。これを開発できれば部品強度は従来の3~5倍になり、軽量化効果も大きい。また、高周波加熱コイルのオン・オフと冷却で必要な部分だけを焼き入れすれば、使用される車体の部位に応じて一部の強度を上げることができ、衝突安全性に優れた部品製造が実現する。

いかに汎用ロボットを鉄鋼メーカーのものづくり(鋼管部品加工)で使いこなすか。開発のポイントは、ロボットが3次元の複雑な動作を安定的に行う、軌道・軌跡を重視した新たな制御技術の開発だった。自動車用鋼板の加工研究の知見を活かし、加工制御技術の開発に取り組んだ植松一夫は新たな挑戦を語る。

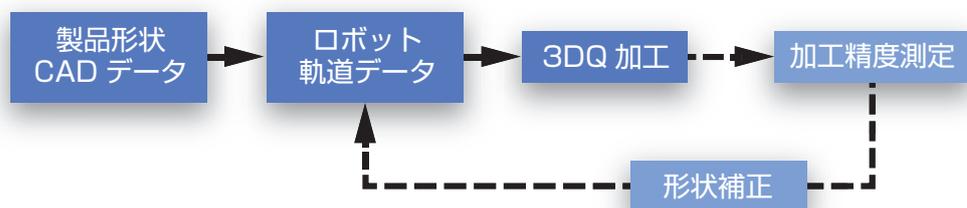
「ものを運ぶ動作をロボットにさせる場合、到達点をえいっさり決めておけば、出発点から到達点への軌道が多少ぶれても問題になりません。しかしロボットが動いたとおりに鋼管部品が形づくられる、つまり時間の連続性のなかで、動きとスピードを精密に制御しなければならぬ今回の開発では、軌道が最も重要なポイントとなります。また動かし方を工夫しないとロボットの振動が加工精度に悪影響を与えます。そこに難しさがあります。FEM^(※)などの解析技術で力が加わったときの鋼管の

図3 3DQ 加工装置



3DQ による加工例と適用部品例

図4 3DQ の制御フロー



※ FEM (Finite Element Method) : 数値解析手法の一つで有限要素法と呼ばれる
 ※ 日鉄住金鋼管(株)は当時、住友鋼管(株)
 ※ 日鉄住金テックスエンジ(株)は当時、住金プラント(株)

変形状態を検証し、曲げ方やスピードなど最適な加工法を見極め、ロボット軌道データを作成する独自の制御ツールの開発に成功しました」(図4)

鋼管を送るスピードや加熱・冷却の温度、ロボットアームの動きなど制御すべき多くのパラメータがあるなかで、加工性の検証を重ね、お客様が求める形状と特性を發揮させる。こうした開発を成功させるには、安川電機とグループ各社だけでなく、お客様との密接な協業も不可欠だった。これまで自動車用製品のソリューション開発に取り組みお客様と密に連携してきた松田英樹は、実用化への道のりを振り返る。

「オンラインワンの技術開発ではすべてが手探りです。開発技術の評価方法も確立されていないため、お客様も、実績に富む従来のプレス成形品を、金型を使用せずロボットでつくった部品に置き換えることに慎重になります。組み立てで要求される部品精度はもちろん、車に組み込んで長期間使い続ける上での耐食性や、数値解析を用いた加熱・冷却技術により得られる均一な焼き入れ品質も含め、オール新日鉄住金グループの知見をベースに、シミュレーションとラボ実験のデータを地道に蓄積して、お客様に提示しました。最終段階では実機試作品による加工試験を繰り返し行

い、品質の信頼性を確認し、2012年、1470メガパスカル級の超高強度鋼管部品が実用化されました」

鉄のメリットを活かし 適材適所で力を發揮

部品としてこれまでに実用化されたのは、シートを保持するシートクロスメンバーフレーム(図5)などで、従来部品に比べこの部品の例では、約50%の軽量化を実現した。現在は適用部品のさらなる拡大を目指し、より効率的に小型で複雑な形状の部品加工ができて、加熱・冷却もより細かく制御できるロボットなど、お客様の部品生産効率の向上に貢献する新たな技術開発にも取り組んでいる。

現段階で、3DQに関する国内外の登録特許は約250件。将来の世界展開を見据えた特許戦略も万全を期す。現在欧州を中心に、ボディ軽量化のためのアルミ・炭素繊維(CFRP)の採用拡大の動きも見えるなかで、コストとリサイクル性において、他素材よりメリットの高い鉄を使い、適材適所で総合力を發揮する、新たな自動車部材開発とソリューション提案に積極的に取り組んでいく。

図5 マツダ(株)が2013年1月に発売した、ミニバン「マツダ プレマシー」の3列目座席下部のクロスメンバーフレームに、角形断面の超高強度鋼管を3DQ加工した部品が、世界で初めて採用された



© マツダ (株)

「多岐にわたる技術分野・業種の間関係者の想いを一つにして、新日鉄住金グループの総合力を發揮します」(福井)

「高強度鋼管を複雑な形状に精度よく加工できる本技術を活かして、お客様ニーズに応える提案をします」(宮川)

「加熱・冷却からロボットによる成形までの一貫制御で、適用部品の拡大を目指します」(植松)

「乗用車の新たな設計思想や、斬新なデザインを創造するお手伝いができればうれしく思います」(松田)





ドローン

鉄づくりから 無人飛行ロボットまで 制御技術が息づく

新日鉄住金 君津製鉄所で行われた試験飛行の様子

千葉大学大学院工学研究科・工学部 特別教授 **野波 健蔵氏**

●プロフィール のなみ・けんぞう

1979年東京都立大学大学院博士課程修了(機械工学専攻)、工学博士。米航空宇宙局(NASA)研究員・シニア研究員を経て88年千葉大学助教授、94年同大学教授、2008年同大学理事・副学長、14年より現職。日本におけるドローン研究の第一人者。大学発ベンチャーの(株)自律制御システム研究所を設立し、自律制御型ロボットシステムの研究開発や販売を行う。

制御装置(慣性計測装置、気圧センサー、GPSなど)

ローター



(株)自律制御システム研究所のドローン

ドローン(drone)はミツバチの雄の意味。転じて、無人飛行ロボット。人が操作せずに、内蔵センサーで方向や傾き、高度などを検知し、自動制御で機体をバランスさせて自在に移動できる

空撮用カメラなどを装着

大きさは直径80~150cm、高さ40~50cm、機体重量はバッテリーを除いて1.7~3.2kg、積載重量1~10kg、飛行時間約10~15分

最近、無人で飛ぶ飛行ロボット(マルチローター式電動ヘリコプター)「ドローン」に注目が集まっています。日本では戦後最悪の噴火災害となった御嶽山の山頂付近調査にドローンが投入され、アメリカではアマゾン・ドット・コム社がドローンを使う宅配サービスを検討中と発表しました。ドローンの進化は目覚ましく、現在さまざまなタイプが開発されています。

私がドローンの研究に携わることとなったきっかけは、1993年のカンボジア訪問でした。内戦終結後も大量に埋設された地雷で被害に遭う住民が絶えない状況を知り、6本の脚を持つ地雷探知ロボットを開発しました。さらに広い地雷原での探知精度を高めたという思いから、地上数十センチメートルの低空を飛びながら地雷を探知するロボットの可能性を検討し、ドローン開発への挑戦が始まりました。

ドローンは内蔵センサーで方向や傾き、高度、風向きなどを検知し、コンピュータの自動制御機能によって、複数のローターの回転をバランスさせ、自在に飛行するロボットです。私はドローン開発にあたり、方程式を用いてモデル化を行う現代制御理論に着目しました。例えば、突然強風が吹いても小さなドローンが安定飛行できるように、風のような物理現象を数式でモデル化して、制御システムを構築するという考え方です。経験則を重視する古典制御理論に比べ、数学的過ぎて役に立たないとの批判もありますが、複雑で多様な制御対象をより精緻に解析・設計することができます。

ものづくりの世界ではこの現代制御理論の実用化が進んでいます。私はある鉄鋼メーカーとの共同研究で、圧延工程に現代制御理論を用いた「予見スライディングモード制御システム」を開発しました。

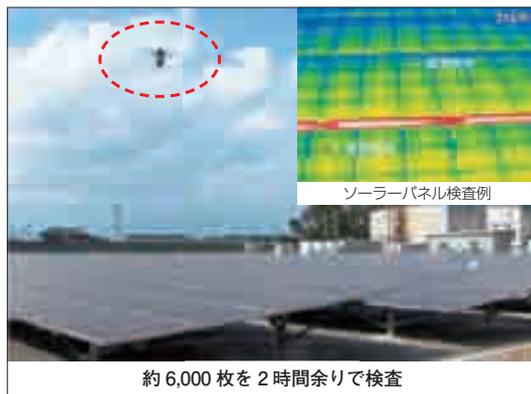
「ム」を開発しました。圧延工程は鋼をローラーにはさみ込み、大きな力を加え、薄く押し延ばしていく工程で、複数のローラーを精密に連携させなければなりません。そこで工程を進めていくなかで100ステップ先に起こることを予測して、現在の操業をどのように改善すれば安定した生産を継続できるかをモデル化し、コンピュータで自動制御することに成功しました。これまで熟練したオペレーターの経験と勘によって、時々刻々と複雑に変化する圧延現象を改善していましたが、その匠の技を数式でモデル化することによって、製品の寸法や表面形状などを誰もが安定的に制御でき、技術の蓄積も可能になりました。

このようなものづくりで培われた制御技術を活用することによって、ドローンは気象条件が悪くても安定して飛べるようになったのです。先日にも新日鉄住金君津製鉄所(東京地区)構内で設備診断の飛行・調査実験を行いました。さらにGPSで正確な位置情報を把握することができない屋内や地下、トンネルの内部や橋脚の下、崖の狭間といった空間での飛行を想定して、3Dスキャナやカメラを使い自分の位置を推定するシステムを開発し、福島第一原発で原子炉建屋内調査を実施しました。

ドローンはプラント施設やインフラの点検、災害対応、農薬散布、宅配サービスなど、さまざまな分野で需要が広がるものと期待されています。新しい空のロボットとして社会に根づいていくためには、安全な制御技術の開発と社会システムの構築を進めなければなりません。ドローンとそれを受け入れる社会システムを複合的に高度化する研究開発に、私も貢献していきたいと思っています。(談)

実用化に向けたドローン飛行実験の様子

ソーラーパネル点検



放射線計測

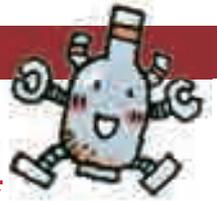


樹林間で自律飛行。狭い空間でも位置などを制御して飛行できる

インフラ点検



新日鉄住金君津製鉄所(東京地区)で、工場建物の屋根の劣化状況調査試験を実施。飛行状況(写真上)と撮影映像



製鉄所へようこそ

これも！あれも！！ ロボット・テクノロジー

イラストターの
時川真一です。
君津製鉄所を
見学してきました



コークス炉

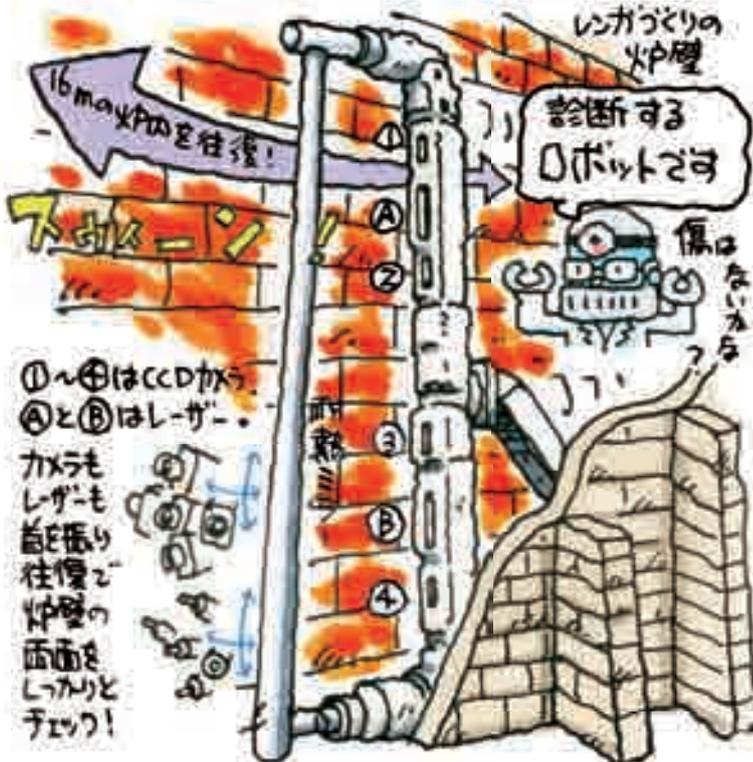
鉄をつくる際の還元剤となるコークスをつくる炉ですが、その補修が活躍するのがロボットたち

 コークスは石炭を蒸し焼きにしたものです



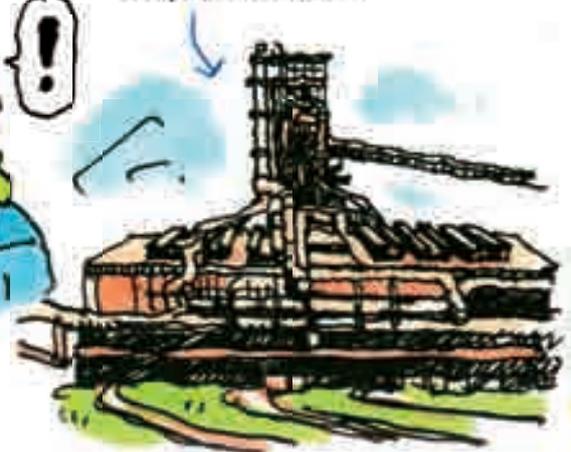
高213m(炉高6m)、奥行き16m、全長600mで格子戸のような構造

過酷な環境下でのメンテナンスをロボットが担当！



1000℃を超え、厚み約45cmという幅狭の炭化室内部に入り、CCDカメラ4台とレーザーのように炉内の損傷を診断します

高2100mを超える
世界最大級の
君津第4高炉です

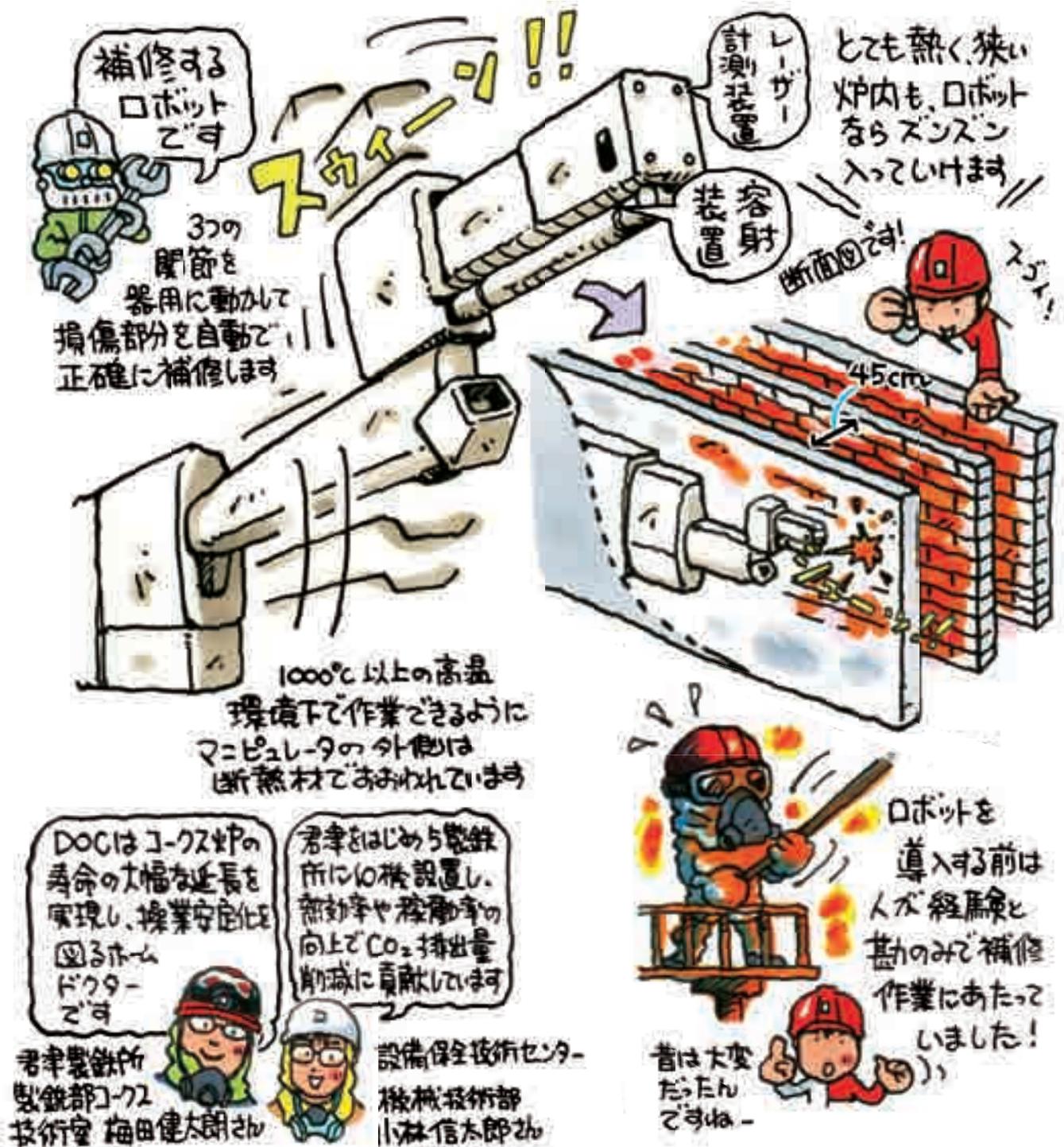


損傷状況は
鮮明な画像で
モニター上に
現れます

損傷を確認したら
次は補修ロボットの活躍



私たちの身の回りにはあるさまざまな鉄は、製鉄所でつくられます。千葉県君津市と木更津市にまたがる君津製鉄所は、なんと東京ドーム220個分の広さを誇り、そのなかで行われる鉄づくりもスケールがデカイ！製鉄所の中でロボットが働いていると聞き、ものづくりの現場で活躍するロボットを見学するため、君津製鉄所を訪ねました。



診断・補修するロボテク——コークス炉診断・補修ロボット「DOC」

鉄づくりは鉄鉱石から鉄分を取り出すことから始まります。その工程を担うのは高炉です。高さ100メートルを超える世界最大級の君津第4高炉では、1日に1万2000トンの鉄を生み出しています。高炉内の温度を約2200℃まで高めることで、鉄鉱石は溶けて液体に姿を変えます。その熱源であり、鉄鉱石から酸素を取り除き、鉄分を取り出す還元剤として、石炭を蒸し焼きにしたコークスが使われています。

コークスは大きな炉で石炭を蒸し焼きにしてつくり出します。その炉は耐熱レンガを積んだ約100個の細長い部屋(炭化室)に区切られており、約1200℃で約20時間、石炭を蒸し焼きにしています。高炉は24時間365日操業しているため、コークスも継続的に供給しなければいけません。そこでコークス炉を効率的にメンテナンスするために自社開発した、高温の炉の中でも作業できる「DOC」というロボットが活躍しています。

DOCは炭化室内の壁の損傷状況を診断するロボットと、補修作業を行うロボットの2つから成ります。診断ロボットには人の目に相当するカメラとレーザーが左右に旋回するように取り付けられていて、両壁の凹凸データを収集し、耐熱レンガの損傷状況を画像化します。損傷した箇所がわかると、続いて補修です。多関節構造の「腕(マニピュレータ)」を持つ補修ロボットは、細長い炉内に入り、精度良く損傷部分を補修します。

かつては人が熱い炉内を乗り越しにのぞき込み、勘と経験を頼りに診断や補修をしていました。DOCの導入で、熟練した製鉄所員が目視して30分かかっていた診断時間は4分に短縮され、10人がかりだった補修はロボット1台だけとなり、過酷な作業から製鉄所員を解放しました。



熱延工場へ!

1000℃以上に加熱された鋼板が流れてきます

すごい力!!



延ばすロボットです

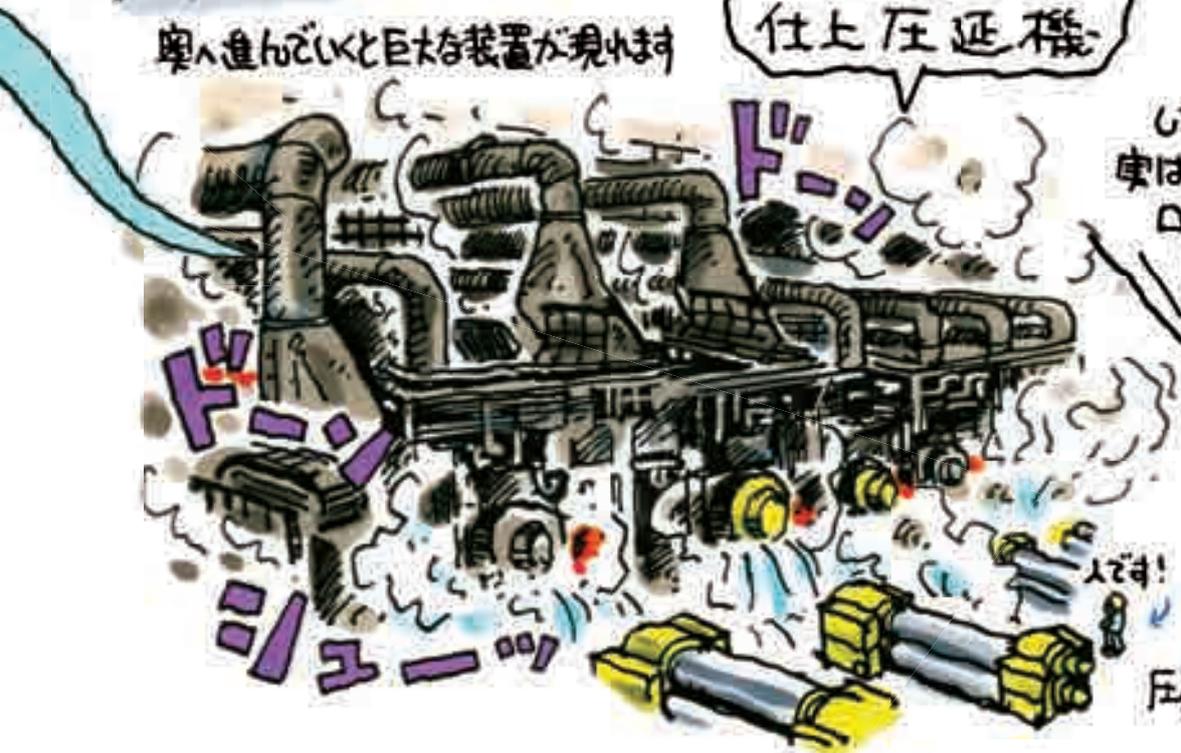
は.....

イメージとしては麺のばしのような作業ですが、鉄は圧倒的に硬く、ものすごい重さをかけなければなりません

奥へ進んでいくと巨大な装置が現れます

これがロボット! 仕上圧延機

ロボットの形はしていませんが、実はロボット以上にロボットらしい働きをしているんですよ //



技術開発本部 圧延研究部 中村洋二さん

ミクロン単位で形をつくり込むロボテク——熱間圧延機

高炉から取り出された溶けた鉄は、転炉で成分を調整して、強靱な鋼へと変わっていきます。鋼はスラブと呼ばれるかまぼこ板状に固められて、圧延工場に運ばれます。この圧延工場で自動車や家電、建材などに使われる鋼板が作られています。1000℃以上に加熱した厚さ250ミリのスラブを、巨大なロールで上下から挟んで最終的に数ミリまで押し延ばしていく工程が熱間圧延です。

熱間圧延の全長は700メートルにも及びます。その間に何段階にもわたって圧延機で板を延ばし、最終的には巨大なトイレットペーパーのような形(コイル)に巻き取っていきます。板は時速100キロ近い速さで走り抜け、その熱気と音に圧倒されます。でも一体どこでロボットが働いているのでしょうか。

「ロボットの形はしていませんが、実はロボット以上にロボットらしい働きをしているんですよ」と中村洋二さんが声をかけてくれました。

仕上圧延では、7台の圧延スタンドが連続して設置されています。ここには人の目や力などの感覚に相当する多くのセンサーが取り付けられ、鋼板の温度や板厚、板幅、形状、ロールの回転速度などを監視しています。ここで収集した情報をコンピュータが計算処理し、それぞれのロールが連携して最適に動くよう瞬時に指示を出し、高速で走り抜ける鋼板をコントロールしています。熱間圧延は人工知能を持ったロボットのようになり、高度な制御技術を駆使して動いているのです。

「それでも人の視覚や知見が優れている部分も多いんですよ」と塩見直樹さんは言い、操作室に案内してくれました。ラインの様子が映し出された何台ものモニターを製鉄所員が見つめ、ロボット技術で感知できない部分をカバーしていました。

鋼板にかかる圧力が
適正かコンピュータで計算
処理し、修正を加えます



ロール 正しい厚み、幅に
なっているから

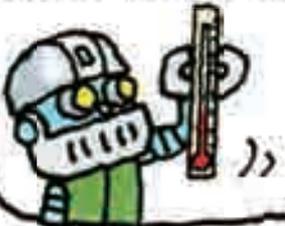
ロール 鋼板

7本のロールがお互いに
連携して動いています



仕上圧延機
内部の働き
ごさ!!

鋼板を延ばす
際の温度が
適正かチェックします



鋼板の
デコボコなど
変形が生じて
いないかチェッ
クします



鋼板が仕上圧延の7台の
圧延機を通る際、センサーが
これらのことを瞬時に
チェック、計算し、正しい厚みや
形状になるよう調整します

ロボット技術と人の
知見の融合によって
安定操業を実現し
高品質な鋼板を
つくっています

素晴らしい
タッグですね!

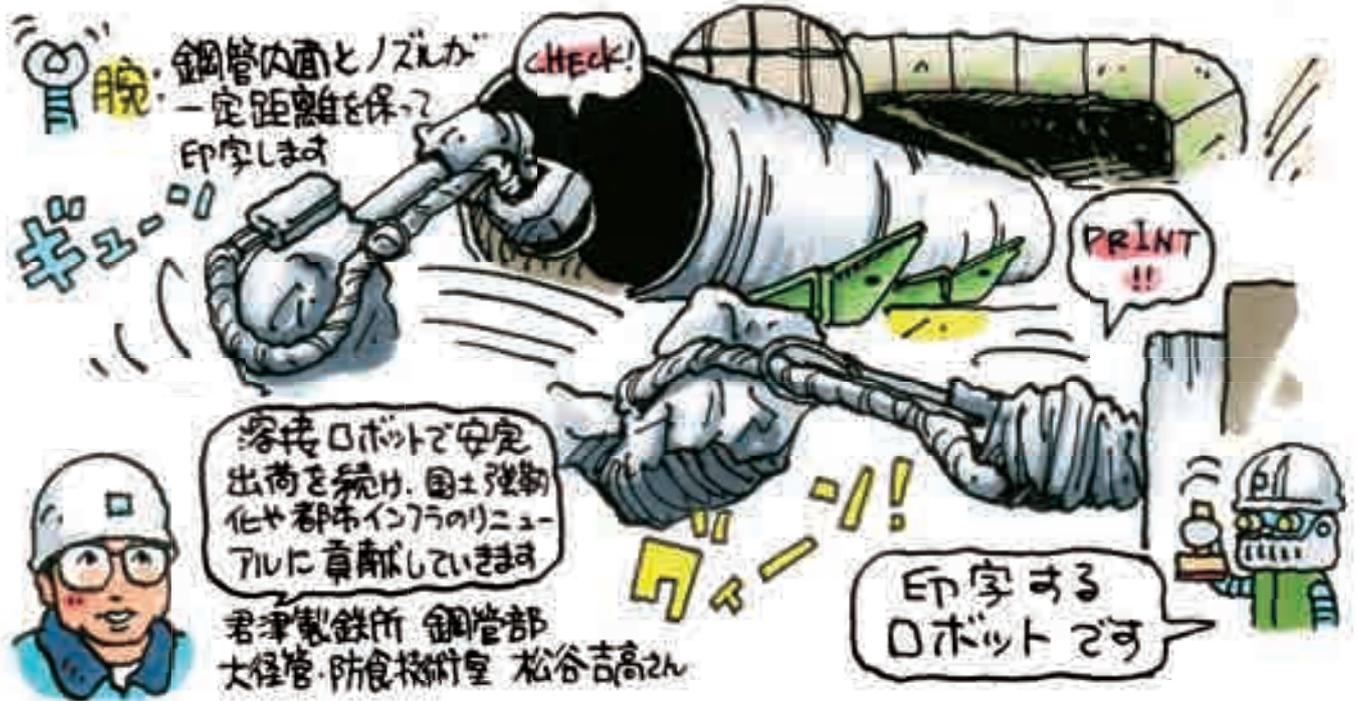


君津製鉄所
熱延技術室
堀見直樹さん



操作室では製鉄所員がモニターを見ながら
ロボットでは感知できない部分をフォロー!!

板厚には数十ミクロンの精度が求められます。圧延工場のダイナミックな鉄づくりの舞台裏では、ロボットと人がそれぞれの能力を発揮し、一丸となってミクロン単位の闘いを繰り広げていました。

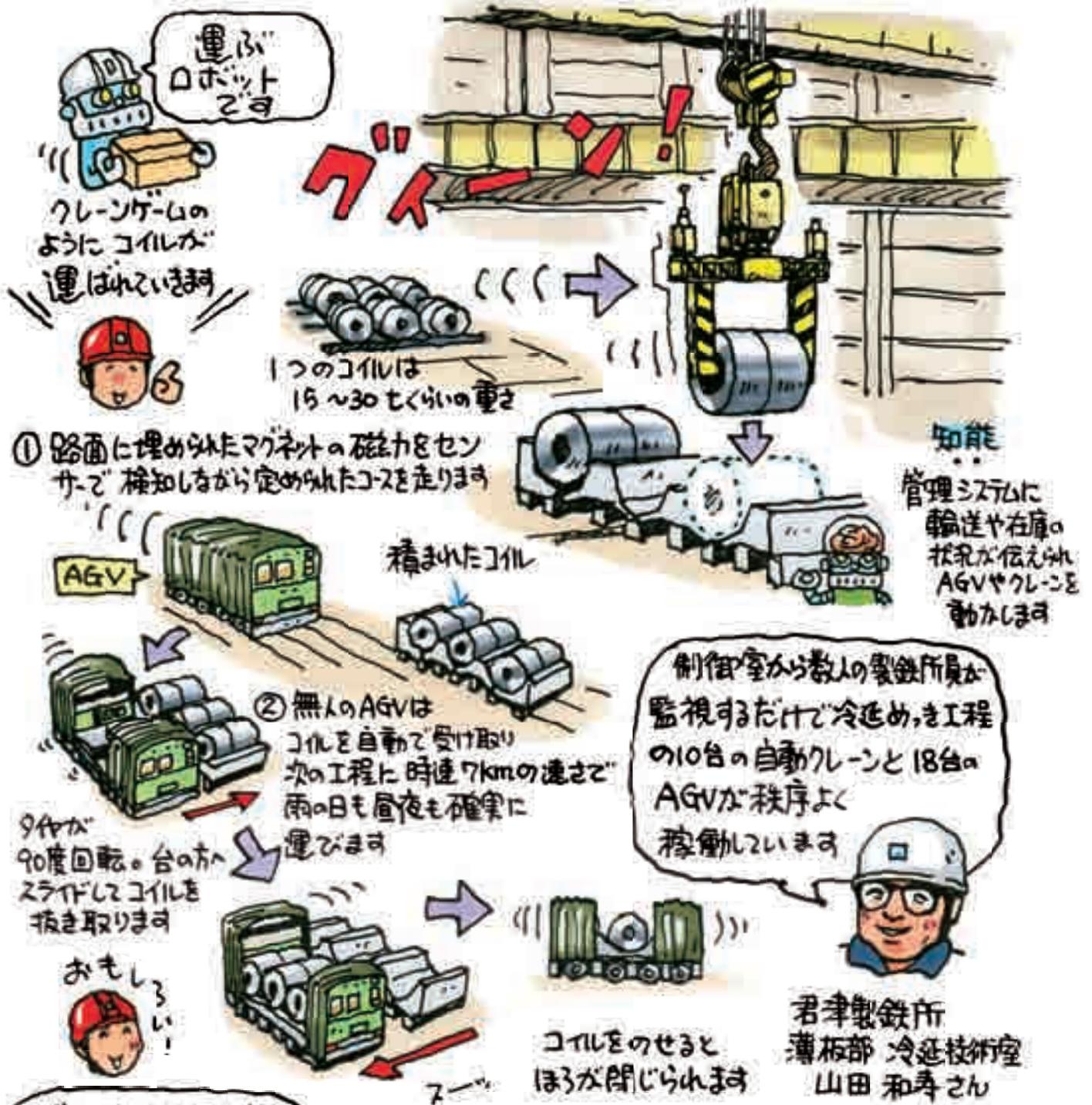


匠の技を継承するロボテク——溶接・マーキングロボット

製鉄所では、多種多様な形状の鉄鋼製品がつくられています。例えば港湾・河川の護岸や橋梁の基礎などには「鋼管矢板」という製品が広く使われています。鋼管に継手と呼ばれる細い筒状の付属品が溶接されたもので、建設現場でその継手をつなぎ、鋼管同士をがっちり固めることで、しっかりと基礎が出来上がるのです。製鉄所のロボットが継手の溶接に活躍しています。

左右それぞれ4台配置された多関節ロボットが、長さ12〜16メートルの仮付けされた継手を鋼管本体に溶接していきます。溶接とは母材を加熱して、母材と溶接材料を溶かして固め、つなぎ合わせる接合方法です。溶接の速度や電流などさまざまな要因によって、外観や溶け込みの深さなどが変化します。熟練したオペレータは溶接状況を見ながら、ノズルの高さや角度、母材との距離などを瞬時に調整しています。この匠の技をセンサーや解析技術を組み合わせることでロボットが継承し、鋼管矢板の大量生産を実現したのです。

さらに鋼管をお客様に間違いなくお届けするため、マーキングロボットで内面に規格や寸法などのトレーサビリティ情報を印字しています。印字ヘッドには各種センサーが組み込まれ、人の腕にあたるマニピュレータが鋼管の中に入り、印字していきます。人の知能にあたるプログラムを変更すれば、形状の異なる鋼管にも難なく印字することができます。手作業のスタンブなどによる人為的なミスを排除し、厳格な製品管理を行っていました。



無人化で安全を確保するロボテク——自動搬送車



圧延工場で作られたコイルは、そのまま製品倉庫に運ばれて出荷されたり、次の工程でめっきが施されたりします。製鉄所内の製品輸送は、トレーラーやトラックで行われていますが、現在はAGV※と呼ばれる自動搬送車が導入され、無人化されている場所が増えています。

AGVは走行路面に埋められたマグネットの磁力をセンサーで検知して、定められたコースを走ります。また障害物センサーを車体に取り付けることで、運転手が乗車していなくても安全運行を実現しています。複数のAGVを走らせることにより、クレーンの待ち時間、荷受けや荷下ろし時間中も効率的にコイルを搬送できるようになりました。

さらに工場や倉庫の中で使われているクレーンの運転も無人化されています。クレーンには多くのセンサーや制御・駆動系システムといったロボテク技術が活かされていて、倉庫内のコイルの位置を検知して吊り上げ、スムーズな加減速や振動制御によって、コイルを傷つけることなく、安全に効率良く運んでいます。

求められている高品質な鉄鋼製品を、必要なとき、必要な量だけジャスト・イン・タイムに出荷するため、製鉄所ではさまざまな制御技術が導入されています。製鉄所はまさに巨大なロボットでした。

水戸岡 鋭治氏

ドーンデザイン研究所代表



●プロフィール みとおか・えいじ

1947年岡山県生まれ。岡山県立岡山工業高等学校卒業。大阪のデザイン事務所勤務、ヨーロッパ遊学を経て、72年ドーンデザイン研究所を設立。イラストレーション、家具や建築などのデザインを手がける。88年、福岡市の「ホテル海の中道」のアートディレクション担当をきっかけに、JR九州の列車デザインにも取り組み、「つばめ」「ソニック」などの特急列車や九州新幹線のデザインで注目を集める。さらにローカル線や路面電車、バス、駅舎を含めた街づくりへのアプローチを通して、全国の地域活性化に貢献している。

最後の1%の仕事で 多くの人を喜ばせる

宮坂 水戸岡さんはこれまで家具や建築物、鉄道、公共施設などさまざまなデザインに携わってこられました。なかでもJR九州をはじめとする列車デザインの第一人者として知られています。ものづくりに取り組む当社として、水戸岡さんのデザインへの思いや物事を成し遂げるポイントなどをお伺いします。昨年は「ななつ星 in 九州」で、1994年の「つばめ」以降、ご自身のデザインで5回目の「プルネル賞」(*)を受賞されました。おめでとうございます。
水戸岡 ありがとうございます。この賞は先端的でモダンな技術の追求が理念の根底にあります。オリアント・エキスプレスを再生させるような、クラシカルなコンセプトでは受賞できないかと思っていたので大変光栄です。

宮坂 その車両の動揺防止制御装置に、当社のアクティブサスペンションをご採用いただいていますので、私たちも大変うれしく思っています。安全性や耐久性はもちろんのこと、揺れを抑え、快適な走行に一役買っていると自負しています。



© JR九州



新日鉄住金(株) 代表取締役副社長
宮坂 明博

建築物や公共施設、鉄道のデザイナーとして人々に夢を与え、感動を生む仕事を続ける水戸岡鋭治氏。2013年10月に運行を開始したJR九州のクルーズトレイン「ななつ星in九州」は、その優美なデザインと、贅の極みを尽くした快適な旅で、半年先まで予約で満席になるほどの話題を呼んでいます。今回の技術対談では、人の心を動かすデザイン哲学や、ものづくりへの情熱、素材への思いを伺うとともに、若い技術者へのメッセージをいただきました。

情熱と経験知で
新たなものを生み出し、
感動を呼び起す



800系新幹線のデザイン画



当社のアクティブサスペンションが採用された「ななつ星in九州」のラウンジカー



「ななつ星in九州」

※ブルネル賞
1985年、欧米を中心とした鉄道関連デザイナー、建築家らによって構成されるワトフォード会議が創設した、鉄道関連の国際デザイン賞(2〜3年ごとにコンペを開催)。

© JR九州

また鉄道関連製品では、当社は直線性に優れ、スムーズに走行できる150メートルレールの出荷体制も整えました。レールの継ぎ目を減らし、現場での線路保守作業の軽減に加え、一層の軌道安定化を図り、これからも、縁の下で支えていきます。

水戸岡 それは知りませんでした。僕は鉄道の足回りの技術には詳しくありませんが、言うまでもなく、鉄道にとって車輪・台車や線路の安全性、快適性は最も重要です。僕が参加するのは、そうした足回りや、踏切、橋、ホーム、駅舎など「99%」が出来上がったあとの、人が入る車両の居住空間、いわば「1%」の部分です。

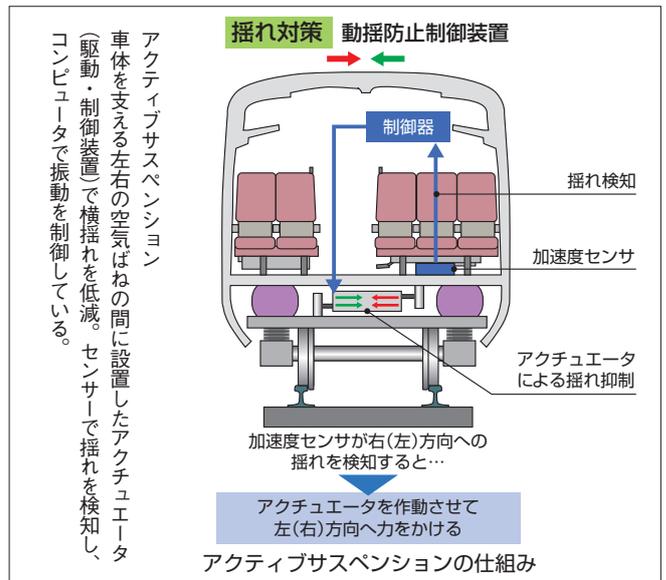
宮坂 それがおお客様の心を惹きつけます。そこにデザインの花がありますね。

水戸岡 私たちがきちんと仕事をして初めて、それまでの99%の仕事が報われる。大きな責任のある仕事です。私たちがヒットを打って1%が光ると、そのプロジェクト全体が脚光を浴び、それぞれの専門性を持つ多くの人たちでつくり上げたことを改めて社会に認知してもらえます。

すべては出会いから。 人に支えられて独立の道を選ぶ

宮坂 デザイナーとしての水戸岡さんの理念や活動を知る上で、まずデザイナーを志望されたきっかけについてお聞かせください。

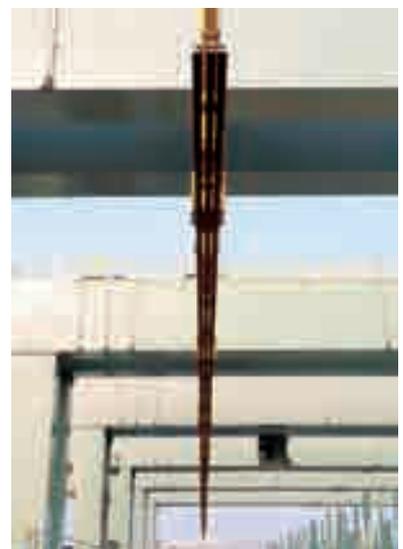
水戸岡 実家が家具製造販売業を営んでいました。子どものころ絵が好きで習っていましたが、小学6年生のとき、父が持っていた契約関連の資料にあった船の内装の完成予想図(パース画※)を見て、自分が好きなのは絵画ではなく、こういう絵なんだと確



信しました。それは将来入社するデザイン事務所が制作したもので、まさにデザインの世界でした。自然な流れで工業高校の工業デザイン科に進学し、実家の家具の運搬からデザインまでも手伝うようになり、卒業後は「丁稚奉公してこい」と父に勧められて、パース画に衝撃を受けたそのデザイン事務所に入社しました。

宮坂 入社後はどのような仕事をされたのですか。

水戸岡 新人としてまず、メーカーから集めた床や壁、天井、家具、風呂などの素材を5センチ角に切って、船などの室内図に合わせて手作業で貼り込むサンプル帳の制作から始めました。インテリアに使う素材をはじめ、色指定や形状デザインなどの基礎を学び、色や形や素材を使って空間を生み出す現在の仕事の礎となっています。



出荷を待つ当社の150メートルレール

※パース画
パースは perspective のことで、遠近法、透視図法の総称。パース画は、建築物などを建造前にイメージとしてとらえるため、三次元で描いた絵。



小学生のときに見た、船の内装の「パース画」(カラースキーム)。のちに入社したデザイン事務所、カラーサンプルづくりの後に水戸岡氏が着彩した

宮坂 その後、イタリアをはじめヨーロッパを2年間巡り、帰国後25歳で独立された。相当思い切った決断だったのではありませんか。

水戸岡 どうしても岡山の家業を継ぐ気になれず、「一生デザインを手伝うから」と言っつて弟に継いでもらいました(笑)。僕は出会いに恵まれているんです。イタリアのミラノでご縁ができた日本人の方々を順番に訪ねるなかで仕事をもらい、一人で事務所を始めることができました。そのときに今の「ドーンデザイン研究所」の名刺をつくりました。この名刺のデザインは一生変えないつもりです。

宮坂 水戸岡さんの著書で拝見しましたが、小学校3年生のとき、先生が何かの拍子に「ドンジ」と呼んだのをきっかけに「ドンちゃん」というあだ名がつき、それが社名の由来となったそうですね。

水戸岡 僕は体操と絵の時間だけ元気で、ふだんは無口で勉強ができませんでしたからね。歳を重ねるうちに、高校まで呼ばれ続けたニックネームを大事にしたいと思いました。ヨーロッパだと「ドーン(Don)」は貴族で偉そうだけど、ドーンは響きがいいし、独立するタイミングだったので「よいいドーン！」でいいこうと。それに英語だと「夜明け(dawn)」で、カッコいいなと(笑)。

いいものをコピーし 取り入れ進化させる。 そこに個性が生まれる

宮坂 その後、大きな飛躍のきっかけとなった「ホテル海の中道」の仕事は、どのような経緯で引き受けられたのですか。

水戸岡 独立後、カットやイラスト、百科事典の挿

絵や、マンシヨン・住宅のパース画を描き、建築の勉強もしました。「パース画で日本一になれ」という仲間の声に押され、手間暇かけて描いたイラストをまとめた本を出版したあとは、仕事も全国規模となり、スタッフもあつという間に8人になりました。そんなあるとき、九州の不動産会社から突然「すぐに現地に来てほしい」と依頼があり、その押し強さに負けて、博多湾を望む雁ノ巣の建設現場に行き、担当者とお会いしました。初対面にもかかわらず、その場でホテルのデザインを引き受けました。それがリゾートホテル「ホテル海の中道」です。経験がなく自信もないけれどやりたいという強い気持ちで、内装から食器などの備品、広告まですべてを見るアートディレクションを担当しました。ちよつと出しやばった行為が自分の領域を広げてくれると感じましたね。

宮坂 そのプロジェクトの縁でJR九州の列車デザインを手がけることになったのですね。

水戸岡 JR九州では、ホテル海の中道に行く香椎線に、リゾート列車を走らせる構想を持っていました。僕が四苦八苦して完成したホテルのオーブニングパーティーで、JR九州初代社長の石井幸孝さんを紹介され、その後、リゾート列車のデザインを提案する機会を得ました。それが「アクアエクスプレス」です。僕は覚えていないのですが、パーティーで「日本の鉄道って不細工ですよ」と言ったのを、生意気なやつと思いながらも覚えていた石井社長は、「失うものは何もない、水戸岡は列車デザインを知らないが故に思いきったことをやれる」という期待もあって、僕の提案を採用した。その提案は、メンテナンスのしにくさから当時タブーだった白で古い車両を再生させたものですが、石井



水戸岡氏の大きな飛躍のきっかけとなった「ホテル海の中道」(87年)で、ご自身が描いたポスター(右)と、ホテルのプロジェクトが縁で、デザインを提案し採用されたJR九州香椎線のリゾート列車「アクアエクスプレス」(88年)

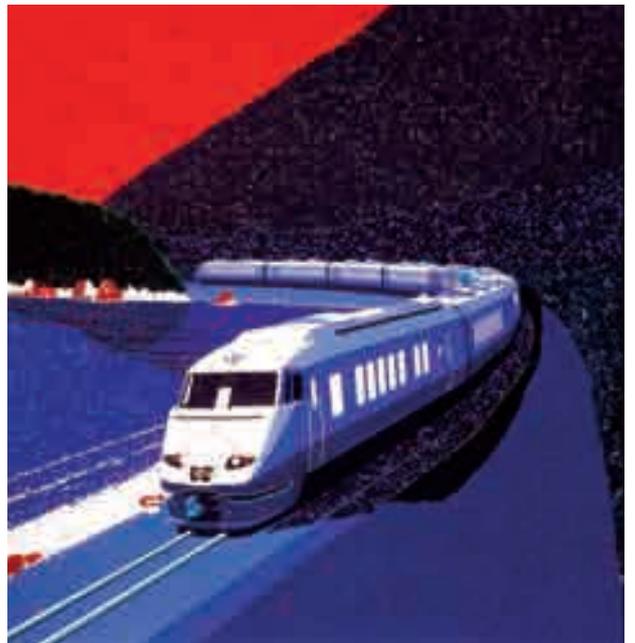


さんに予算・スケジュールを守ることを前提に、「色や形はすべて任せる。社内から異論が出て俺がつぶす」と言ってもらったことが力になりましたね。選んでいただいた恩に報いるためにも、絶対にヒットを打たなければと思いました。

宮坂 一生懸命に努力されてきたからこそ、新たなステージにつながるチャンスをものでできたのでしよう。ピンチヒッターで三振が続くとその後使ってもらえませんが、ヒットを打てばまた次のチャンスが巡ってくる。やる以上は必ずヒットを打つという気概を感じます。その後のエポックメイキングは1992年に運行開始した787系特急「つばめ」です。最初なかなか提案が通らずご苦労されたと伺っています。

水戸岡 どういうデザインが良いのか自信が持てなかったのですが、いったん冷静になって世界の鉄道を見てみると、TGV(フランス)、ICE(ドイツ)など素晴らしい車両がたくさんあった。そこで世界中の鉄道のいいところ取りをしようと考えました。それまではデザインには「自分の個性」があると思込んでいましたが、それは間違いだった。まず世界にあるいいものをコピーし、いかに自分の中に取り込むか。コピーするからには、それを進化させたものを生み出さなければなりません。TGVをベースに自動車のデザインまで取り入れて考え抜いた提案で決まりました。

宮坂 そこでは長旅での食事の重要性も訴求して、ビュッフェの導入を実現されるなど、移動する手段ではなく移動する時間を豊かにするという、利用者の立場に立った水戸岡さんの「デザインは公共のために」という理念が具現化されていると感じています。



「考え抜き、手間暇かけて夢を描く 「ななつ星 in 九州」」

宮坂 「ななつ星 in 九州」は、3年半ほど前にJR九州の唐池恒二社長(現会長)が水戸岡さんに言われた「九州を一周する豪華観光列車をつくりましょう」という言葉がきっかけで、具体的にデザインを考え始めたと同っています。

水戸岡 その言葉が頭に焼き付き、しばらくして自分で絵を描いて唐池さんに見せました。JR九州社内の議論はあったものの、唐池さん自らが採算を検証した結果やることになりました。僕も正直なところ不安でしたが、まだ車両が形にもなっていない、運行開始の1年前の予約販売が7倍の競争率でした。今の時代に夢のような「鉄道のロマン」を買う人がいるということに驚きましたし、日本も捨てたもんじゃ



787系「つばめ」のデザイン画(上)と実物

800系新幹線

ないと思いましたね。

まずはヨーロッパの豪華列車オリエント・エクスプレスを徹底的に研究し、日本流、九州流のオリエント・エクスプレスをつくらうと決めました。99%を占める線路、足回りなどのハード面、システムなどは、世界トップクラスの日本流でいけます。

宮坂 1%である居住空間についても、水戸岡さんはメーカーや職人など多様な人と協業して、そのコンセプトの具現化に取り組みます。どのように進められたのですか。

水戸岡 オリエント・エクスプレスでは有名な作家のガラス製品がちりばめられ、随所にヨーロッパの様式が入っており、それが豪華さを醸し出している。それに匹敵するもの考えた末、九州の誇りである有田焼の採用を決めました。三右衛門(※)を訪問し、協力をお願いするなかで、十四代酒井田柿右衛門さんに「ぜひプロジェクトに参加したい」と言っていたとき、目玉である洗面鉢を焼いていただきました。その後、柿右衛門さんは亡くなり、僕らがいたいたものが遺作となりました。もう一つは、やはり九州の組子職人の障子と欄間。こういう技のある質の高いものを車両のような公共空間に入れて、誰でも見られるようにしたいという僕の思いを伝え、試作の図面を描いたところ、予算を度外視したすごいものをつくってくれた。他にもガラスや金箔、鋳物、家具、織物など、日本全国の光る技が入っています。贅沢さや豪華さのイメージは、象徴的に皆さんの頭に入っています。すべての部材や備品に既製品を使わず、オリジナルで図面を起こして職人につくってもらいました。「ななつ星」では、デザイン力というよりも、手間暇かけることで、乗る人だけではなく、つくる人も含めた多くの人と感動を共有するこ

とできたのだと思います。

宮坂 さまざまな人がかかわるプロジェクトを成功に導くためには、一つの方向に牽引し、まとめ上げていくリーダーシップが重要ですね。

水戸岡 僕はデザイナーとしてものをつくるリーダーではありますが、一番大事なのは、つくるものとサードピス、予算、スケジュール、コストなどすべてを決めるプロジェクトリーダーです。夢やあるべき姿を描く力、つくる人と使う人が感動して幸せになれるテーマを生み出す視点です。例えば「アクアエクスプレス」のときに、「失うものは何もない、かつてなかつ



「ななつ星 in 九州」の初期のイメージスケッチ



「ななつ星 in 九州」で移動空間に配置された組子細工(左)と有田焼(十四代 酒井田柿右衛門)の洗面鉢

※有田の三右衛門

有田焼は佐賀県有田町を中心に焼かれる磁器。三右衛門とは酒井田柿右衛門、今泉今右衛門、源右衛門の3つの窯元を合わせた呼称。

たものをつくれ」と指示されたJR九州の石井さんのように、みんなが挑戦したくなる新たなステータジを提示できるリーダーは素晴らしいと思いますね。

鉄の可能性、良さを引き出し、「1%」の質を高める

宮坂 水戸岡さんはさまざまな車両デザインに、木をはじめとする多様な素材を採用されています。素材に対する考え方や、また鉄についてはどのようなイメージをお持ちですか。

水戸岡 基本的に、すべて樹脂でできている金太郎飴のような量産品ではなく、できるだけ天然素材を取り入れたいと考えています。鉄も天然素材ですよね。「つばめ」が良かったのは、鉄製だったことも大きい。線路の進化も含めて走ったときの安定感というか、乗り心地がまったく違います。「ななつ星」でも鉄職人との協業がありました。現在は御社のような優れたメーカーはあっても、職人が減っています。日本の素晴らしい伝統の技が途絶えないようにしたいですね。鉄という素材はもう一度見直される時代が必ず来ると思います。現に日本が培ってきた刃物などの鍛造技術はいまだに世界一です。

宮坂 企業として利益をあげて社員の生活を守ることが前提ですが、利益を追求するだけではなく、私たちがつくる鉄が快適な移動を実現する自動車や、暮らしに彩を添える家電製品となって生活を豊かにするということが私たちの喜びです。お客様のものづくりや製品の使われ方を理解し、品質のみならずその製造工程の最適化の提案にまで踏み込んだ事業活動に取り組んでいます。

水戸岡 同じ鉄でも、最終的に形になる製品やその加

工方法に合わせて、すべてつくり分けているわけですね。

宮坂 はい。鉄はただ強ければ良いわけではなく、溶けた鉄の段階から、これはどのお客様のどの部品に使われるかということが決まっています。加工性や溶接性などの特性を、緻密につくり分けています。そこに私たちの事業の技術的な面白さと夢があります。成分や温度、圧延の仕方など、鉄の種類は何万とあると思います。あまりにも多いので誰も数えてくれませんが(笑)。例えば、軟らかい鉄と強靱な鉄では何倍、何十倍も強度が違います。実は自動車タイヤの中に入っているスチールコードは強度が非常に高く、直径0.2〜0.3ミリのごく細いスチールコードが3本あれば、人間一人を吊り上げることが出来ます。**水戸岡** そんなに種類と特性の幅があるとは驚きです。木は素材として山にあり、誰でも使えますが、鉄はそうはいかない。もちろん直接買う機会もないので知りませんでした。自動車では昔、3種類あったモデルを1種類に絞ったら利益が急激に伸びたという話を聞いたことがあります。それだけの種類をつくり分け続ける御社の、ものづくりへの気概を感じます。今のお話を聞くとますます「最後の1%」である私の仕事も難しいものだと思います。素材の良さを引き出す、より質の高い1%で、もっともつといいデザインが生まれますし、こうした情報共有は大切ですね。

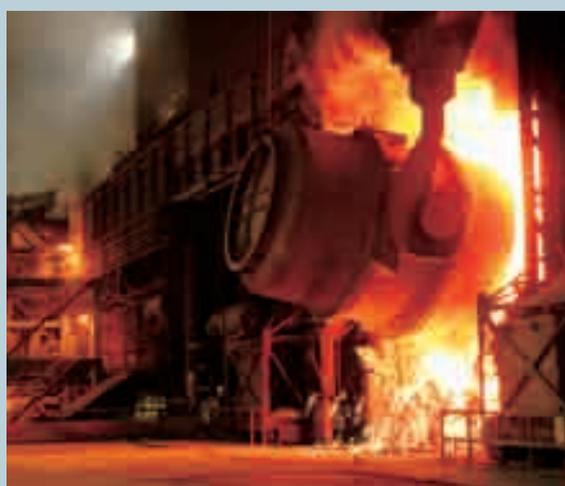
アイデアを生み出す コミュニケーション能力を磨く

宮坂 先ほどの職人の技術伝承のお話もそうですが、次の世代を育てる人材育成についてはどのように考えていらっしゃいますか。

水戸岡 僕はスタッフを褒めたことがない。うまく



タイヤの補強材として使われるスチールコード。直径0.2〜0.3ミリの細線を撚り合わせたコードを、ゴムなどと共に加工してタイヤをつくる



はびな 鋼をつくる製鋼工程。製鉄所では何万種類もの鉄鋼製品をつくり分けている



できたときは褒めなくても本人が一番よくわかるはずです。若者たちにフェアにチャンスを与え、間違ったときに指摘し、叱咤激励してアドバイスすることがプロを育てる最善の方法だと思います。御社ではどうですか。

宮坂 一人ひとりが自分の持ち場で実力を発揮してほしいと思うなかで、私の経験から、若い人には、失敗してもいいので、できるだけいろいろなことに挑戦し経験を積み、多くの「引き出し」を持つように言っています。それが10年、20年後、自分の仕事の

深みとなり、幅を広げてくれます。昔失敗したことでも時代変化のなかで、その経験を活かすべきタイミングが訪れることがありますね。

水戸岡 そのとおりです。それまではつながらなかったさまざまな情報や経験が、あるとき自分の強い思いのなかでつながり、一つの形になるところがあります。だからこそ自分の好きなことだけでなく、嫌いなことも含めて「ポケット」をいかにたくさん持つか。多くの技や色、形を知ると自分が表現する手法や言語も増え、その表現力、言葉で豊かな絵や文章を生み出せます。不都合を受け入れるほど、人間は豊かになっていきます。もちろん最後は情熱がなければ何もつながらないし、生まれませんが。

宮坂 経験知をつなげて新たなものを生み出す情熱が大切ですね。最後に当社社員も含めて、今後の社会を担う若い世代、若き技術者へのメッセージをいただければうれしく思います。

水戸岡 人生では「知・好・楽」の3つが重要です。まず、「可能な限りいろいろなことを勉強して多くのことを知り、そのなかで好きなことを見つける。好きじゃないと全力投球できないし、多くの人を楽しませることが楽しいと思えば豊かな人生を送れると思います。

宮坂 今日のお話を聞いて、そうした考えで生きていけば、人と人の素晴らしい巡り合わせ、出会いも生まれるとつくづく感じます。

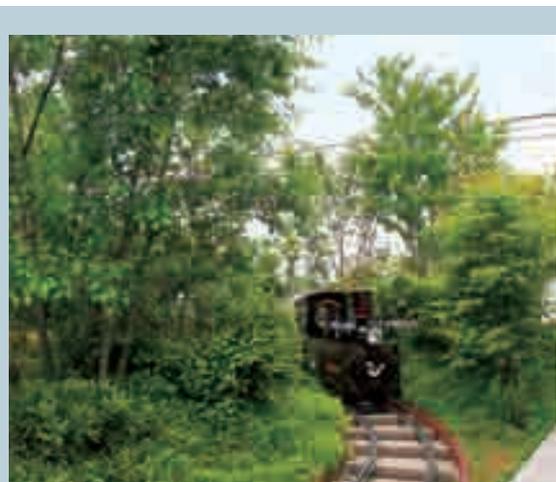
水戸岡 五感や目に見えない勘、経験知といった総合力を鍛えると、人に対しても明快に意思や「気」を伝えるエネルギーを持つことができ、心が通い合います。また、技術は基本的にソフトのかたまりです。化学や物理などの専門分野もすべて人間が生物であるという原理原則に基づいている。若い技術者には、そうした観点から技術の本来の面白さを感じ取る感

性を持つてもらいたいですね。

宮坂 私は長年、研究開発に従事してきましたが、研究者には実験室へ向け、ものづくりの現場の声を聞いてこいと日ごろから言っています。そうした経験や他者との対話を通して感性や勘が磨かれていくのだと思います。

水戸岡 僕の事務所でも「アイデアを出せ」と言うと、自分の引き出しではなく、インターネットを検索し始める(笑)。アイデアとは対話しながら成熟されていくものなので、コミュニケーション能力を高める努力が大切ですね。

宮坂 本日は水戸岡さんの仕事に対する哲学を伺うことができ大変刺激になりました。当社もつくる人、使う人が喜びを感じ、感動を共有できるものづくりを今後目指します。貴重なお話をいただきありがとうございました。



水戸岡氏の仕事は幅広い。駅周辺の空間プロデュースも行う。2011年にリニューアルオープンした「JR博多シティ」では、駅ビルや駅前広場全体をデザインした

(この対談は2014年11月5日、当社南平台公邸で行われました)

サウジアラビア
National Pipe
Company Ltd.
(NPC)

秋祭りの開催・日本人学校支援

サウジアラビアの大径管製造・販売会社のNPCは2014年10月、日本人会メンバー企業11社の協力を得て、秋祭りを開催しました。イスラムの戒律が厳しく制約が多いなかで万全の対策を講じて行った祭りでは、キャラクターお面や射的の屋台、飲食店などが出店され、参加者は楽しいひとときを過ごしました。

また同国東部地域在住の日本人・日系人子弟向け日本人学校(補習校)の支援も行っています。この地域には日本人学校がないため、インターナショナルスクールの休日(金曜日)に開催し、NPCが敷地内のプレハブ建屋を校舎に改造して提供し、若手社員が講師を務めています。



さまざまな露店が並びにぎわった秋祭り



NPCが支援する補習校



選考会で学生と面談する教育担当委員のタイ新日鉄住金社員(左中央)

バンコク日本人商工会議所の奨学金事業

タイ新日鉄住金は、バンコク日本人商工会議所が実施する奨学金事業に教育担当委員として参画しています。2000年にプミボン国王60歳の誕生日を記念して始まった奨学金事業は、タイの地方大学で環境問題・環境教育を専攻する修士・学部学生を対象に、各大学から推薦され、選抜された学生20人に奨学金を授与しています。



奨学金授与式

タイ
新日鉄住金

タイ
The Siam United
Steel (1995) Co.,
Ltd. (SUS)

地域住民への新規事業提案・支援

SUSは2014年に“Wood for Dream”プロジェクトを立ち上げました。SUS、地域住民、工業団地管理者で構成される“ECO SALA TEAM(※2)”が、SUS工場内の使用済み木材やドラム缶を集め、家具などに再生。SUSは廃材や加工場所・道具を提供・指導しています。完成した製品は宣伝・販売し、その利益を学生への奨学金や高齢者などの生活支援に拠出しています。



SUS工場内で集められた廃材を加工する地域住民



完成した家具はソーシャルメディアなどを使ってPRし、注目を集めている

※2 ECO SALA TEAM : ECO SUS Attribute to Life for All TEAM

米国
新日鉄住金
(シカゴ)

若手芸術家支援プログラム

米国新日鉄住金(シカゴ)は、若手絵画アーティストの育成支援を目的とした“米国新日鉄住金 SAIC※1 Art Appreciation Program”を1993年に創設しました。シカゴ美術館付属美術大学生の作品を年1回公募し、作品40点を同大学と共同で審査して選出。オフィス内の常設ギャラリーで一般公開するとともに、作者に奨学金を授与しています。また2002年に“米国新日鉄住金Purchase Award”を創設して、展示作品から年2点ずつ正式に購入し、若手芸術家の育成に貢献しています。



作品選考会

※1 SAIC: The School of the Art Institute of Chicago の略称



米国新日鉄住金(シカゴ)の
オフィス内展示ギャラリー

中国
新日鉄住金
(北京)

中国人大学生 ホームステイ受け入れ

中国新日鉄住金(北京)は、中国日本商会主催の社会貢献事業「走近日企・感受日本(日本企業に触れ、日本を感じよう)」に参画・支援しています。この事業は2007年に開始され、年2回、中国人大学生の日本企業・大学訪問や会員企業の社員宅でのホームステイの受け入れなどを行っています。新日鉄住金では社員がホームステイを受け入れ、中国の若者に日本への理解を深めてもらう機会を提供しています。



中国人大学生と
新日鉄住金社員家族



新日鉄住金グループ 海外での 社会貢献活動

新日鉄住金グループは国内外で、次世代を担う子どもや学生の育成支援、教員の活動支援などを行っています。
今号では、海外での地域社会貢献活動を紹介します。



広州日本人商工会の中国文化セミナーに参画

中国新日鉄住金(広州)は現地日系企業で構成する広州日本人商工会の活動を通じて、地域社会貢献に取り組んでいます。2014年11月、同商工会主催の「次世代に伝えたい中国文化セミナー」に事務局メンバーとして参画し、日本人学校の教員に漢字の魅力、中国茶の歴史、陰陽五行論の意味合いをテーマに各講師がわかりやすくレクチャーをして好評を得ました。

中国
新日鉄住金
(広州)

セミナーの参加者と



ブルネイシエル社と 油井管供給に関する契約締結に向け合意



左から鈴木周一 住友商事(株)鋼管本部長、國司敏彦 新日鉄住金執行役員鋼管事業部副事業部長、ヤスミン プルネイエネルギー大臣、ヤップ・コン・ファーブルネイエール社テクニカルディレクター

新日鉄住金と住友商事(株)は2014年11月、ブルネイシエル社との間で、プルネイエールサラーム国で継手加工した油井管の供給に関する契約の締結に向け合意しました。

今後両社は油井管の現地供給を目的に、ブルネイエで油井管をつなぐ特殊継手(VAM[®]継手)加工の新会社設立の契約を締結する予定です。新日鉄住金は新会社の過半数の株式を保有し、住友商事は新会社に隣接したストックヤードを設け、ジャストインタイムのサプライチェーンマネージメント体制を構築します。



VAM[®]継手の概略図

SUSがタイ総理大臣 産業賞を受賞

新日鉄住金が筆頭株主として出資しているタイの冷延鋼板メーカーのSUSは、タイ王国の2014年総理大臣産業賞(環境保全部門)を受賞し、2014年11月、首相官邸でプラユット首相から表彰を受けました。

これまで受賞可能な安全管理、生産性、品質管理、エネルギー管理、環境保全、物流管理の6部門すべてにおいて同賞を受賞。9回以上受賞しているのは2社のみで、外資系ではSUSが最多受賞の栄誉に輝いています。

チタン合金がスポーツバイクの コンロッドに採用

新日鉄住金のチタン合金「スーパータイエックス51AF」(Super-TiX[®]51AF)が、ヤマハ発動機(株)の新型スポーツバイクのエンジン部品であるコンロッドに採用されました。同製品はチタンにアルミ5%と鉄1%を添加した独自のチタン合金で、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ます。この特性によって加工時のコスト低減と生産性の確保を実現し、チタンでの量産化を可能としました。

エンジンの往復運動と回転運動をつなぐ役割を持つコンロッドの軽量化は、他の原動機全般の軽量化やロス馬力低減に貢献します。また同製品はバナジウムなどの希少金属を使用せず汎用元素の鉄とアルミを活用しており、貴重な資源の節約にも寄与します。



チタン合金が採用されたコンロッド



©ヤマハ発動機(株)

チタン合金コンロッドを採用したヤマハYZF-R1



左から中川智章 新日鉄住金執行役員棒線事業部長、
関口匡一 (株)ブリヂストン常務執行役員

ブリヂストン「グリーンパートナー表彰」を初受賞

新日鉄住金は2014年12月、原材料納入車輻のラウンドユースによる輸送効率向上・CO₂排出量削減で、(株)ブリヂストンより「グリーンパートナー表彰」を鉄鋼業界で初めて受賞しました。

新日鉄住金の線材製品をブリヂストン佐賀工場へ納入後、これまで空車で鶴丸海運(株)に戻っていた車輻に、ブリヂストン佐賀工場の製品を積載し、同社の他工場へ納入したあと、鶴丸海運に戻すという納入車輻のラウンドユースを実現。物流面における静脈系まで含めた既存サプライチェーンの有効活用でCO₂排出量を28%低減したことが高く評価されました。

今治造船(株)は2015年10月に竣工予定のばら積み運搬船に、次世代型居住区「エアロ・シタデル」と、新日鉄住金が開発した高延性造船用鋼板「エヌセーフハル」(NSafe-Hull)をダブル装備することとなりました。エヌセーフハルは、高い衝突安全性が求められる貨物倉庫側部や燃料タンク部などに合計約2000トンが適用され、さらなる安全・安心な航海に貢献します。



NSafe®-Hull を適用する同型のばら積み運搬船(20万6,600 載貨重量トン型)

船舶の安心・安全に貢献する高延性造船用鋼板が採用

釜石シーウェイブス トップリーグ昇格を逃す

新日鉄住金が支援するラグビーチームの釜石シーウェイブス(釜石SW)は、2015年2月、クラブチームとして初めてトップリーグへの入替戦に挑みましたが、敗れて昇格はなりませんでした。

釜石SWは、トップイーストDiv.1(トップリーグの2部リーグに相当)の2014年シーズンで2位の成績を収め、続くトップチャレンジシリーズを経て、クボタスピアーズ(トップリーグ13位)との入替戦に臨みました。会場の埼玉宮熊谷ラグビー場では、応援団が大漁旗を振り後押ししましたが、試合は5対34で敗れました。皆様の応援に感謝申し上げます。



2月14日最終戦(対クボタスピアーズ/熊谷ラグビー場)



大漁旗をはためかせ、シーズンを通じて釜石SWを後押しした応援団

「生を繰り返す」といふこと。。



逆さにすれば繰り返し時間を刻む砂時計のように、鉄は再生を繰り返す素材です。もともと地球に存在し、自然に還る鉄。使い終われば鉄スクラップとして容易に回収でき、製鉄所を通じて新しい鉄製品として何度でも、何にでも生まれ変わります。新日鐵住金は、鉄スクラップを原料に利用。世界最高水準の鉄鋼技術により、鉄の製造時におけるCO₂削減はもちろん、使用、廃棄、リサイクルのすべての段階で環境負荷を低減しています。私たちの鉄は、ライフサイクルを通して優れたエコロジーを実現しながら、社会を支え続けていきます。

鉄の「循環」を考える。私たちはライフサイクルで環境を考えます。