

N I P P O N  
S T E E L  
M O N T H L Y

新日鉄

2008  
NOVEMBER  
VOL.183

11



先進のその先へ

VOL.9

高炉内測定の新たな可能性を拓く  
宇宙線ミュオン

特集

日鉄エレクトックスの技術と  
ニツテツスーパーフレーム<sup>®</sup>工法が  
融合した社員寮が完成

先進のその先へ、新日鉄

A Group News Magazine

# 高炉内測定の新たな可能性を拓く宇宙線ミュオン

## 製鉄プロセスの第一歩を支える EPC 製鉄研究開発部

新日鉄の技術開発本部では、リサーチ・アンド・エンジニアリング(RE)の理念のもと、基礎基盤研究から応用開発、実機化エンジニアリングまでの一貫体制を確立している。そのうち、環境・プロセス研究開発センター(EPC)では、環境・エネルギー・資源リサイクル分野への対応、製鉄・製鋼・圧延の製鉄プロセスの新技術開発と、設備の実機化エンジニアリングを行うとともに、それらを支える多種多様な技術開発を行っている。

このうち、鉄をつくるプロセスの第一歩、海外から調達した鉄鉱石(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>主体)と石炭(還元材)から一定の品質の溶銑を製造する過程である「製銑」に関する技術開発では、生産設備である高炉の操業改善(増生産、還元材比低減など)、それを支える原料の品質改善(つくり込み)、資源の利用拡大、リサイクル技術や新鉄源プロセスの提案など、シーズ発掘から実用化に至る道筋を提供している。

新日鉄では、世界に先駆けて高炉の大型化や劣質原料の多量使用、省エネルギーを推進。その一つの例として、次世代コークス製造技術SCOPE21型低NO<sub>x</sub>炉が今年5月から大分製鉄所で本格稼働している。また、資源リサイクル技術として、社外で発生した廃プラスチックの再資源化を進めている。製鉄研究開発部長の内藤誠章は次のように語る。



EPC 製鉄研究開発部長  
内藤 誠章  
(1982年入社 冶金工学専攻)

「足下の大きな課題である原燃料高騰への対応やCO<sub>2</sub>排出の一層の削減のため、CO<sub>2</sub>の30%削減を目指して、当社が主体となって提案した高反応性炭材使用技術(還元平衡点制御技術)、炭素から水素系へ的高炉還元材の転換(水素製鉄)などが国家プロジェクトとして取り上げられ現在推進中です。私たちは、目の前の緊急課題についても当然対処しますが、一方、夢とロマンを持ち続けながら研究開発を進めたいと思っています。ここでご紹介するミュオンを活用した高炉内部計測技術はそれに相当します。また、CO<sub>2</sub>削減技術など、大学とも連携して世界に誇れる技術を少しでも多く日本から発信していきたいと考えています」

## 見えない高炉内部を経験値と外部からの測定で推測

高炉とは、鉄鉱石に含まれる酸素を1,500℃という高温で除去(還元)して鉄を取り出す装置だ。高さは約40m、直径10数mの炉底面積を持つ巨大な徳利型の高圧炉で、一基当たり1日に自動車1万台分に相当する約1万トンの銑鉄をつくり出す(写真1)。

高炉では、その最上部から鉄鉱石と還元材のコークスを交互に層を成すように装入し、炉内を下降させる。そして炉下部の送風羽口から熱風と微粉炭が吹き込まれ、この熱風でコークスと微粉炭がガス化して炉内を吹き昇り、鉄鉱石(酸化鉄)を昇温させながら酸素を奪っていく(間接還元)。酸化鉄の一部はコークスの炭素と直接反応してさらに還元され(直接還元)、溶銑となって炉底に溜まり、出鉄口から銑鉄として取り出される(図1)。

高炉はその性質上、一度操業を開始すると超高温での24時間連続操業という過酷な環境下で稼働を続けなければな

### 技術開発本部組織図

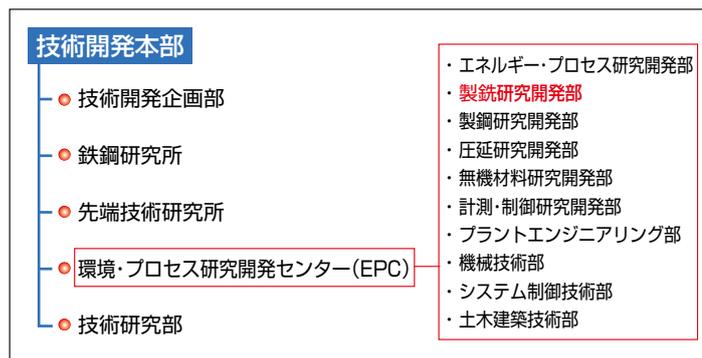
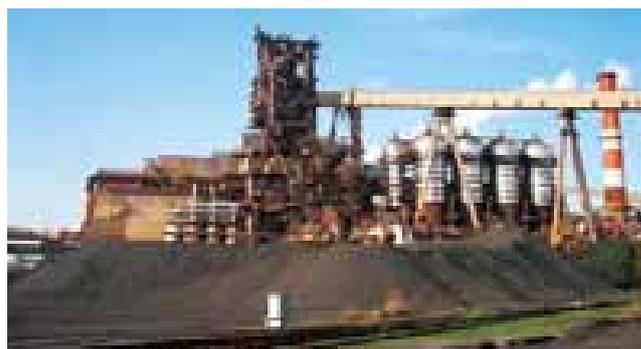


写真 1



大分第2高炉

地球には絶えず宇宙線<sup>(※1)</sup>が降り注ぎ、私たち人間の身体も含め、地球上の構造物を膨大な数の宇宙線が通過していく。新日鉄ではその宇宙線の一つであるミュオンを利用して、超高温下の操業で内部を見ることのできない高炉の状態を測定しようと、長年ミュオンの研究に携わってきた専門家とともに、産学連携による共同研究を進めている。本特集では、新日鉄の環境・プロセス研究開発センター（以下、EPC）製鉄研究開発部で行われている、宇宙線ミュオンによる高炉の炉内観察技術開発について紹介する。

らない。その高炉内部を支えるため、高炉の炉壁・炉底は、内側に水冷パイプを内蔵した耐火レンガで築かれており、特に炉下部の溶銹が溜まる部分の側壁は厚さ約2mのカーボンブロック（耐火レンガ）、側面にはアルミナなどの酸化物系の耐火物を貼ってできている（図2、写真2）。超高温環境下で高炉の炉壁・炉底は徐々に損耗するため、その耐久性は1990年代に火入れした高炉では約15年、2000年代に火入れした高炉では長寿命化技術の進歩により20年以上を目標としている。現在、新日鉄では約15年ごとに耐火レンガを貼り替える改修工事（巻き替え）を実施している。EPC製鉄研究開発部主任研究員の篠竹昭彦は次のように語る。

「レンガは操業中に損耗しますが、均一に減るわけではなく、炉底部を溶銹やスラグが通過することによって、局部的に損耗していきます。この炉底側壁部分の一番薄い箇所が約50cmになると危険だと判断しており、その前に高炉改修を行う計画を立てています。そのため、レンガの外側から5~15cmの位置に熱電対という温度計を入れ、現場のベテラン作業者とエンジニアが、測温結果によってレン

ガの厚みを推定しています（図3）。過去の統計によれば出銹比（炉内容積あたりの生産速度）が高い高炉ほど寿命が短いという知見があります」

新日鉄では、この熱電対の測温結果はもちろん、圧力、ガスの分布状況を1秒単位で計測し、3次元画面に再現する「3D-VENUS」を開発し、操業の安定化と改修時期の推定に役立っている（2008年本誌3月号参照）。

「しかし、高炉改修時に高炉内部を検証すると、昔は推定値と実績の壁厚が比較的合っていました。最近ではカーボンブロックの品質向上などにより、まだ壁厚に余裕が残っていることも増えています。耐火レンガの交換には数百億円かかり、適切な時期まで交換を延期できれば年間十数億円以上の削減効果が見込めます」（篠竹）。



EPC 製鉄研究開発部主任研究員  
篠竹 昭彦  
(1985年入社 反応化学専攻)

図1 高炉側面図

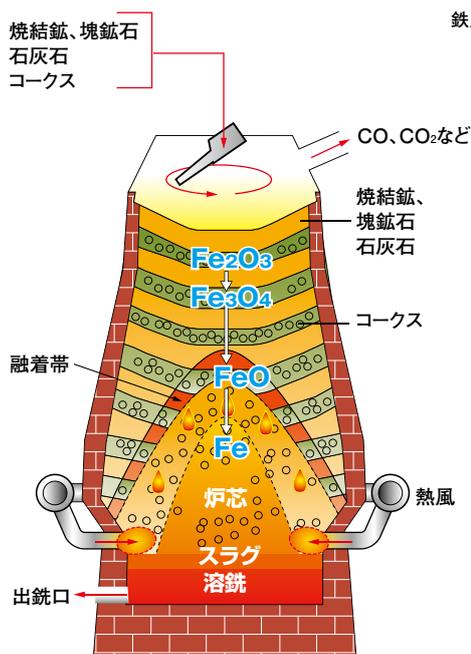


図2 高炉断面図

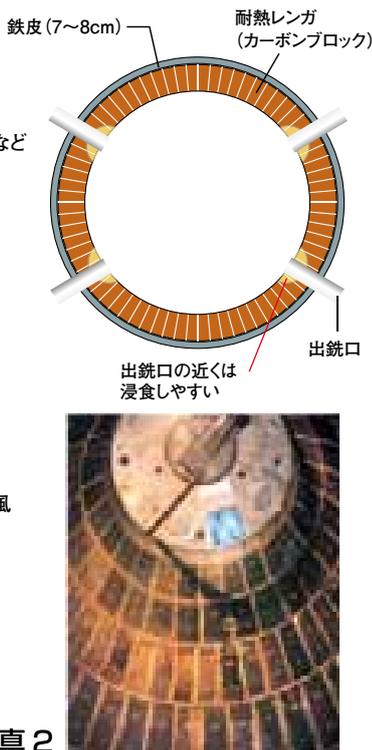
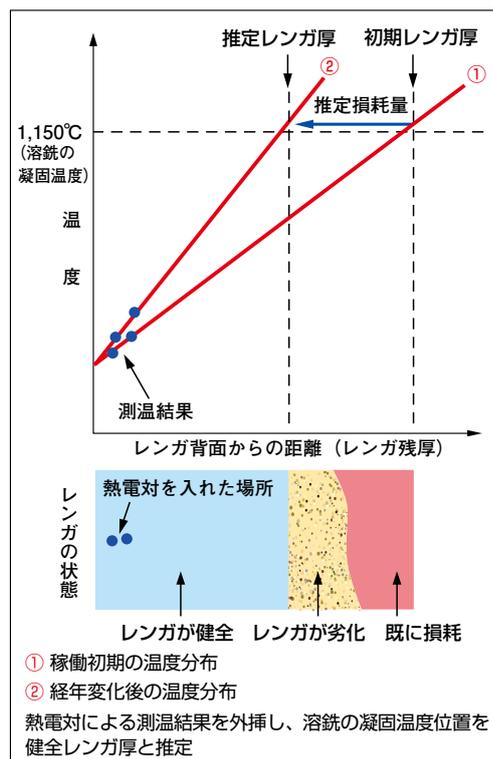


写真2  
炉床から見上げた高炉内部

図3 温度測定によるレンガの損耗推定



※1 宇宙線：宇宙から地球に絶えず高速で降り注いでいる原子核や素粒子。地球大気に飛び込む前の宇宙線を「一次宇宙線」、大気に飛び込んで変化し新たに生まれた宇宙線を「二次宇宙線」と呼ぶ。ミュオンは二次宇宙線。

## 産学連携で始まったミュオンによる 高炉内部観察技術の開発

宇宙線ミュオンとは素粒子の一つで、1937年に発見された。一次宇宙線（陽子・電子）が大気圏に届く際、 $\pi$ 中間子と $k$ 中間子ができ、すぐに崩壊してミュオン、ガンマ線、ニュートリノなどの素粒子となり地球上に降り注ぐ。ミュオンは陽子より軽く電子より重く、電荷を持っているため、検知しやすい。寿命は $2.2\mu\text{s}$ (※2)であるが、光速に近い速度で移動する物体は時間の進みが遅くなるという相対性理論の効果によって地表まで届く(図4)。また、水、炭素、鉄いずれの物体も陽子や電子では数10cm程度しか透過しないが、ミュオンはさらに大きな物体も透過する強い透過力を持つ。密度の高い物質を透過する際にはミュオンの透過量が落ちるが、逆にミュオンの透過量と減衰度合いを測ることで、物質内部の構造を計測することができる。

新日鉄では、2004年から高エネルギー加速器研究機構(KEK)と共同研究を行い、当時KEK教授としてミュオン研究を進めていた永嶺謙忠氏(東京大学名誉教授)、田中宏幸氏(現 東京大学地震研究所特任助教)らと、大分製鉄所第2高炉の吹き止め後に取り出した炉底マンテルを対象に、ミュオンを利用した炉壁と炉内部の計測実験を行った。

実験には、特に透過性が良く実験条件設定が比較的容易な水平方向から飛来するミュオンを利用した。1m×1mのプラスチックシンチレータ(※3)4枚を10cm角の升目に区切った検出器を2台、高炉の炉底部脇に並べて設置して、高炉を透過するミュオンの数を検出し、ミュオンの透過度合いから密度長(平均密度×通過距離)を算出した(図5)。

水平方向のミュオンは飛来頻度が低いため、一定期間(約1カ月)継続的に計測し、分布を求めた。

その測定結果は、実際に炉底マンテル内に残った銑鉄とレンガの密度とほぼ一致し、また銑鉄とレンガの位置についても両者の密度差から明確に判別できることが分かった(図6)。

## 宇宙線ミュオンの可能性

次に2004年に、改修を終えて稼働再開から間もない大分製鉄所の第2高炉において、ミュオンを用いて高炉内部の状態を“見る”ことができるか実験する目的で、炉内の物質密度と炉底レンガ損耗量の計測を実施した。

第2高炉は稼働直後でレンガの損耗度合いはまだ小さいと考えられた。一つの課題は、溶銑の溜まっている高炉炉底部の密度がはっきり分からない点だった。高炉の炉底部は溶銑のプールになっているが、炉上部に詰まっている鉄鉱石やコークスの荷重によって炉下部のコークス(「炉芯」)が溶銑のプール内に押し込まれる。一方、溶銑は密度が大きい(約 $7\times 10^3\text{ kg/m}^3$ )、大きな浮力が働く。高炉により、または操業状態によって荷重と浮力のバランスが変わるので、炉底部の溶銑とコークスの比率は一定ではない(図7)。

「溶銑とコークスの比率を変えて、密度が変化するとミュオンの減衰量がどのくらいになるか、田中先生によってモンテカルロシミュレーション(※4)という理論計算が行われました。例えば密度が大きいと多く減衰し、密度が小さければあまり減衰しません。銑鉄とコークスの混合比率を何パターンか設定し、ミュオンを利用した実測値に当てはめました。そして次に、炉底レンガの損耗レベルを何パターンか設定し、損耗していれば密度の小さいレンガ部が密度

図4 宇宙線ミュオンとは

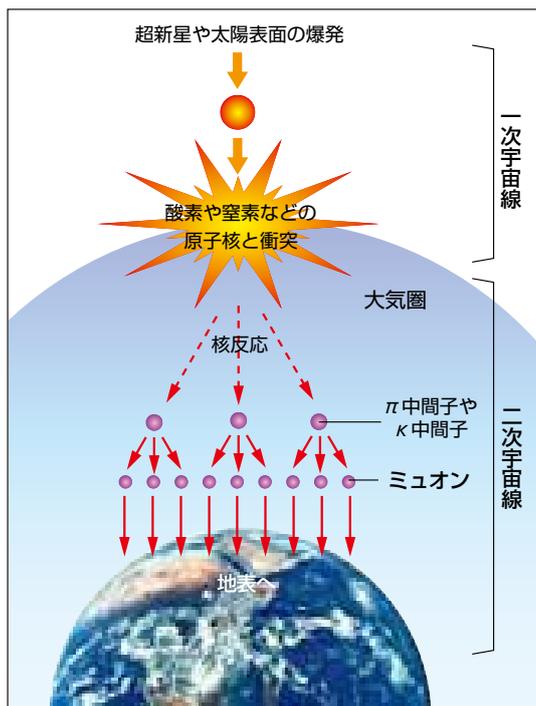
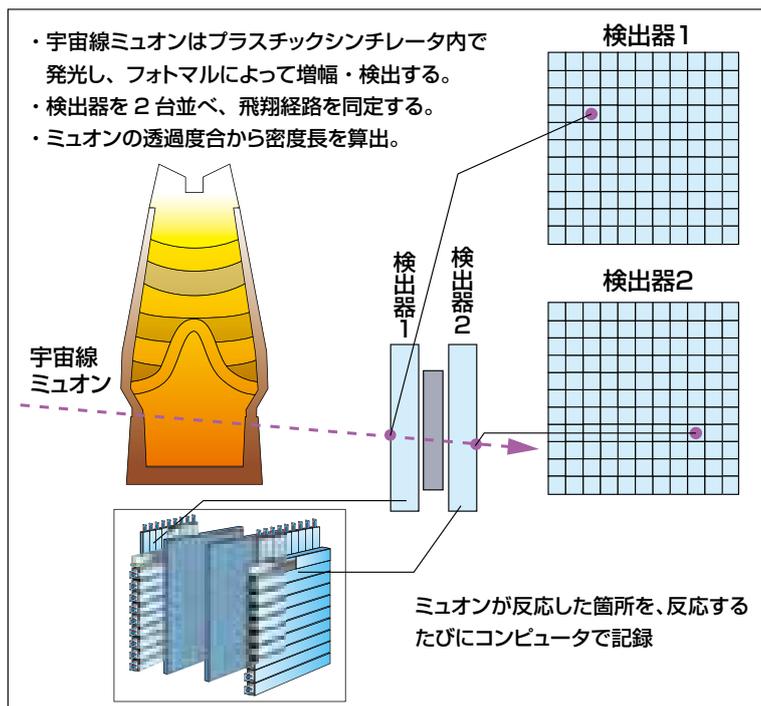


図5 宇宙線ミュオンによる炉内透過画像測定原理



※2  $\mu\text{s}$  (マイクロセカンド): 100万分の1秒。

※3 プラスチックシンチレータ: シンチレータとは放射線によって発光する蛍光物質のこと。プラスチックシンチレータとはプラスチックに発光物質を混ぜて粒子が入射すると発光するようにしたもの。

※4 モンテカルロシミュレーション: 乱数を用いたシミュレーションを何度も行うことにより近似解を求める計算手法。解析的に解くことができない問題も、シミュレーションを多く繰り返すことにより、近似的に解を求めることができる。

の大きい溶銑に置き換わっていることを利用して、計算値と実測値との対比からレンガの損耗量を算出しました」(篠竹)(図8)。

この測定により、炉底湯溜り部分を横断する経路を透過したミュオン強度から、溶銑主体部分の平均密度は $6.35 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ と計算され、溶銑とコークスの比率が求められた。また炉底レンガと炉内を横切る経路のミュオン強度から、測定時点でのレンガの損耗レベルは約15~20cmと推定された。

また、計測期間中に1日半の高炉休風があった。休風とは、羽口からのガス送風を止めることで、出銑はしないが炉の

中には溶銑がある静かな状態だ。このときのミュオンを用いて計測した炉内密度が、高炉稼働時の計測値と比べて変化していることから、休風時には溶銑・コークスの分布状態が操業時と変わっていることが観測できた。

「当社はこの方法で炉底密度を測ってレンガの損耗量を推定するスキームについて特許を出願しています。今後は実用化に向けて、損耗状態をより高い精度で知る工夫をしていかなければいけません。高炉内部の状況がより詳しく把握できるようになれば、操業の安定化にも寄与する可能性を持っており、大きな期待を寄せています」(篠竹)。

## 共同研究や実地調査による技術ノウハウの蓄積で ミュオンラジオグラフィーの実用化を進める

東京大学地震研究所 特任助教 理学博士 田中 宏幸氏



ミュオンを使用したラジオグラフィーは、1966年にノーベル物理学者のルイ・アルヴァレがミュオンの強い透過強度に着目し、ピラミッドの内部構造について非破壊検査を行ったのが始まりです。その後もミュオンの透過強度を利用した巨大物質の非破壊検査は、地下鉄の内部調査、隠された核物質を透視するテロ防止調査など世界中で試みられています。

ピラミッド検査の場合は内部の小部屋に検出器を設置できますが、私たちの研究では火山や高炉、建設されたビルの柱のように内部に検出器を装入できない対象物についても、水平方向のミュオンを使用することで外側からの計測を可能にしました。

新日鉄と行った高炉の内部調査では、細かい精度が要求されるため、より高い分解能が必要であること、高炉周辺は電気などのインフラを使用することができないなど設置条件に制約があることが分かりました。今後は、検出器のコンパクト性を追求し、精度を上げて空間分解能を向上させることが実用化に向けた第一歩となります。

今回の新日鉄との共同研究による検出器の技術向上とノウハウの蓄積を含めて、あらゆる実験・調査は有機的につながり、ミュオンラジオグラフィー分野全体の向上に寄与するものととらえています。

図6 旧大分第2高炉解体炉底での測定

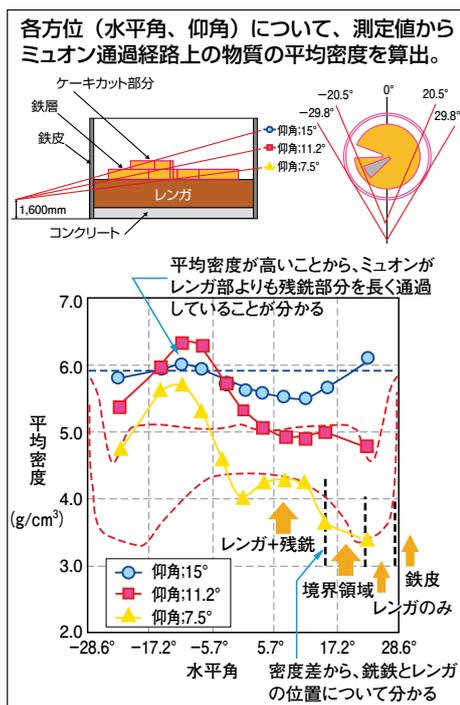


図7 高炉内の溶銑とコークスの様子

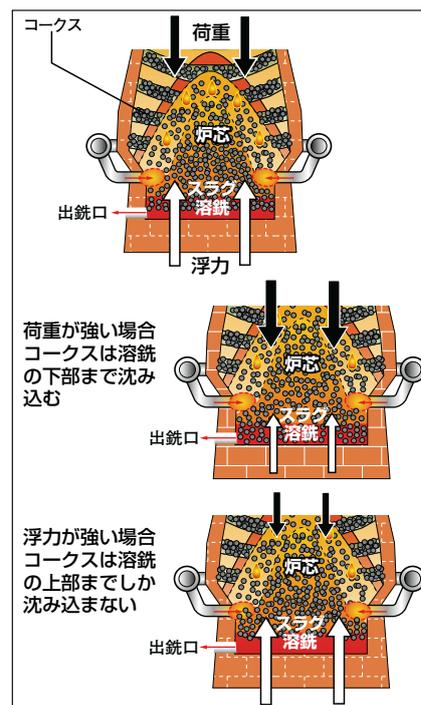
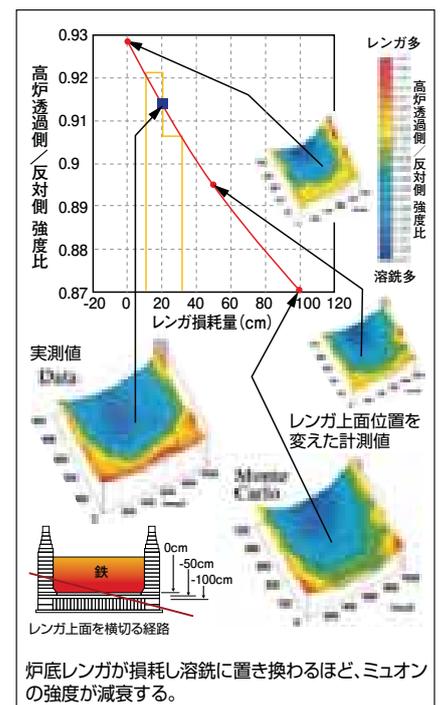


図8 レンガ損耗量の推定



# 日鉄エレクトックスの技術とニッツェツスーパー

新日鉄のグループ会社である(株)日鉄エレクトックスの社員寮が千葉県富津市に完成した。本物件は新日鉄の「ニッツェツスーパーフレーム<sup>®</sup>工法」を採用し、安全安心な防犯・セキュリティーシステムと寮管理システム、



(株)日鉄エレクトックス 富津寮(千葉県富津市) ニッツェツスーパーフレーム<sup>®</sup>工法、3階建 100戸 延床面積 3,486㎡ 設計：(有)イーティ工房、施工：阿比野建設(株) 外観(左)と玄関ホール

## 日鉄エレクトックスの技術ノウハウを導入した協業モデルを実現

日鉄エレクトックスは長年にわたる新日鉄の製鉄所のプラント建設・運営で培った技術のノウハウをベースに、総合エンジニアリング企業として、プラント事業から、情報通信、システムソリューション事業などを展開している。

本年10月、千葉県富津市に、ニッツェツスーパーフレーム<sup>®</sup>工法(以下NSF工法)(※1)の施工技術と、日鉄エレクトックス独自の新しい複合型ソリューションを導入した社員寮を竣工した。今後、集合住宅における最先端の施工技術のモデルルームとして顧客にPRしていく。新日鉄との協業について、同社取締役副本部長の中川清郎氏は語る。

「当社はこれまで培った既存技術を組み合わせ、一つのソリューションとして提供するノウハウを持っています。NSF工法による建物という優れたハードに、安全安心、省エネルギー、快適な住環境を実現する当社のアプリケーションソフトを融合させることで、ほかにはないシステムを提供でき、両社に大きなメリットをもたらすと期待しています」



(株)日鉄エレクトックス 取締役副本部長 中川 清郎氏

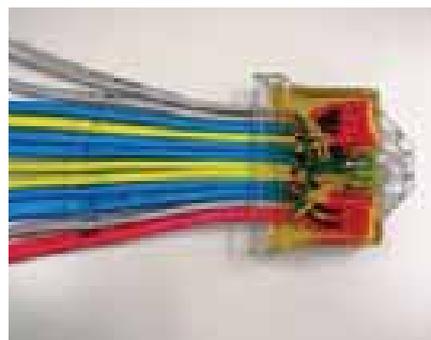
## セキュリティーシステムの充実で、徹底した防犯対策を実現

社員寮では、省コスト技術として新日鉄のNSF工法を採用し短工期化を図るとともに、配線設備には日鉄エレクトックスの「ユニットプレハブケーブル」(写真1)を採用。これは、複雑な配線となりがちなケーブルをプレハブ化することで、設置作業を軽減し工事期間の短縮を可能にする。

駐車場監視と寮入退室管理には、独自の防犯・セキュリティーシステムを導入。「駐車場監視システム」は、駐車場内にIPカメラを設置し、プリセット巡回機能を使い、少ないカメラ台数で広範囲を監視する仕組みになっている。撮影されたデータは無線LANを通して各システム共用のサーバーに常時記録される。また通信障害に備え予備システムをバックアップとして設置している。これらの技術は、敷地が広く電源を確保することが困難だったり、常時稼働しておりシステム障害対策が不可欠な工場などへも適用することができる(図1)。

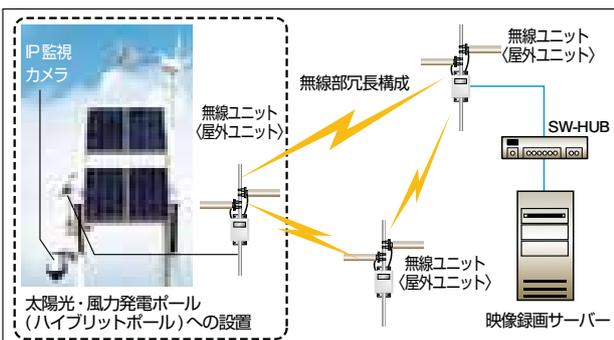
「寮入退室管理システム」では、セキュリティー向上のためFelica(※2)カードを使用するとともに、カード不携帯時のバックアップ機能として誤差率が極めて低い生体認証(指静脈認証)装置を正面玄関に設置した(写真2)。

写真1 ユニットプレハブケーブル



複数のケーブルをユニットにプレハブ化し、ケーブルごとに配線先が明記されている

図1 駐車場監視システムとIPカメラ



データ通信は無線LANにより配線を省力化。映像はサーバーへ常時録画される

写真2 生体認証装置



※1 ニッツェツスーパーフレーム<sup>®</sup>工法について

新日鉄が「薄板軽量形鋼造告示」に則り、独自の開発により防耐火(1時間耐火認定)・遮音・温熱性、耐久性など諸性能を大幅に向上させた枠組壁工法。また、外壁パネルおよび床パネルの構造面材、外壁材に高炉スラグを主原料とした窯業系面材を使用しており、躯体構造用の薄板軽量形鋼とともに、主要構造に循環環境型部材を活用した環境適合型工法でもある。鉄骨構造と外張断熱通気工法の組み合わせにより、耐久性・耐震性・省エネルギー性などの住宅性能において、優れたパフォーマンスを発揮する。

# フレーム®工法が融合した社員寮が完成



新エネルギー設備、省エネルギー設備、省コスト技術などのさまざまな新技術を導入している。今回は、将来に向けて集合住宅の可能性を追求した最先端の複合型ソリューション技術を紹介する。

## 新しい寮管理システムで、効率的な情報管理を実現

「寮管理システム」では、寮入退室管理システムと連動して入居者の在寮状況が管理され、正面玄関に設置された大型電子掲示板に自動表示される(写真3)。電子掲示板は入居者への案内板としても活用され、寮長や同社君津支店から発信されたメッセージを一斉または個別に確認できる。

「喫食管理システム」では、食堂および玄関ホールに設置されたPCで食事の予約確認・変更ができて、利用実績が記録されるため、喫食管理が容易になるほか、必要な食材の量が事前に把握できるためコスト削減にもつながる。

また、通常の寮では、光熱費は建物で一括して管理するケースが多かったが、ここでは「電気料金自動課金システム」により、部屋ごとの電気使用量が自動検針されて個別に課金される。入寮者はPCから、使用量を日・月単位で閲覧することができる。

「このシステムは個別課金の必要な集合住宅に適用できます。また、入寮者には自分の目で電気使用量を確認し、省エネルギーの意識を高めてほしいという思いも込められています」(中川氏)。

## クリーンエネルギーを積極的に利用・検証してモデルケースとする

社員寮では、太陽光発電と風力発電を採用し、駐車場に設置されたIPカメラは完全独立電源としてこれらのクリーンエネルギーで稼働している。駐輪場には、三晃金属工業(株)と積水樹脂(株)が共同開発したアモルファス太陽光発電のサイクルポートを設置する予定。

さらに、省エネルギーのためエネルギー管理システム「BEMS」(※3)(図2)を用いて、消費電力実績を管理・分析できる。このシステム開発の背景を、同社営業本部ソリューション技術グループ統括部長代理の萬羽健氏は語る。

「省エネルギー法の改正(※4)により、大口事業者にエネルギー管理が義務付けられるようになりました。本システムのデータを検証し、モデルケースとしてお客様へご提案していきたいと思います」



(株)日鉄エレックス 営業本部ソリューション技術グループ統括部長代理 萬羽 健氏

## 新日鉄グループでさらなる付加価値の向上を目指す

日鉄エレックスの社員寮では、同社が展開する複合ソリューション技術と、新日鉄の君津製鉄所の高性能な亜鉛めっき薄板を使った先進工法「NSF工法」のコラボレーションが実現した。

NSF工法の優位性は、建設・運用・解体までのライフサイクル全体で経済効果を発揮できる点にある。建設段階では、躯体が軽量なため基礎工事が簡単で、工場生産されたパネルを現地で据付けるため、工期短縮が可能だ。本物件でも、着工から約半年で竣工し、建築工事費の削減につながった。運用段階では、外張り断熱・通気工法により気密・断熱性に優れ、冷暖房コストを低減できることから、社員寮の利用者は、快適な居住性と環境負荷低減の両立を期待している。

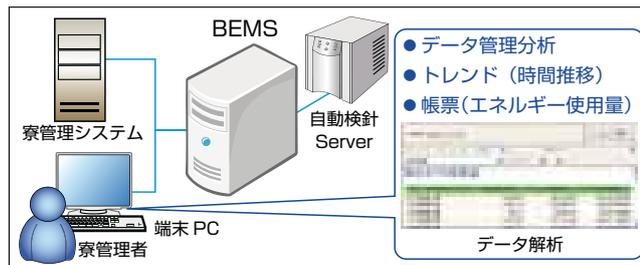
現在、NSF工法の用途として寮、社宅、研修施設など、法人の福利厚生施設向けなどの需要が拡大している。本物件の経験を活かし、日鉄エレックスと新日鉄双方の技術の相乗効果で市場への普及を図っていく。

写真3 電子掲示板



各部屋の在寮状況をカラーで表示。消費電力量なども表示される

図2 BEMS



電力消費の分析データやグラフがPCで確認できる

写真4 室内風景



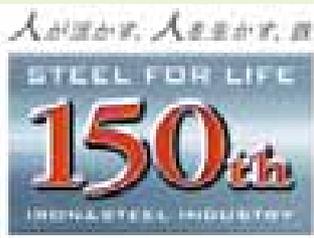
完成した社員寮の室内

お問い合わせ先 薄板営業部住宅建材開発グループ TEL03-3275-5064 juhtaku@nsc.co.jp  
(株)日鉄エレックス 営業本部ソリューション技術グループ TEL03-6688-5867

※2 Felica: ソニー(株)が開発した非接触ICカード技術。不揮発メモリと無線通信チップを内蔵し複数のデータ管理が可能のため、電子マネーや公共交通機関のプリペイドカード、社員証、学生証などのIDカードなどに使用されている。

※3 BEMS (Building and Energy Management System): 室内環境とエネルギー性能の省エネルギー化を図るためのエネルギー管理システム。

※4 改正省エネルギー法: 2006年4月に施行され、特定建築物(2,000㎡以上の住宅以外の建築物)には、省エネルギー措置の届け出が義務付けられた。



# 150周年記念事業 連携イベント

本年、(社)日本鉄鋼連盟が実施している近代製鉄発祥150周年記念事業のイベントが

## ■ 室蘭の“鉄文化”と“ものづくり”を実感する3カ年イベントを開催

9月23～26日、室蘭市において「鉄文化・ものづくりフォーラム」が開催された。これは近代製鉄発祥150周年記念事業の連携イベントであり、2007年に(株)日本製鋼所室蘭製作所が100周年、2009年に新日鉄室蘭製鉄所が100周年を迎えることから、2007年から2009年の3カ年事業として、新日鉄、日本製鋼所、室蘭工業大学で構成する記念事業実行委員会が実施している。

23日には、日本製鋼所室蘭製作所と新日鉄室蘭製鉄所の工場見学会が行われ、大勢の方々々が地域に密着した企業のものづくりの現場を見学した(写真1)。

26日に行われたフォーラムでは、新日鉄室蘭製鉄所長の升光法行の開会の言葉に続いて、室蘭市長の新宮正志氏が「室蘭に日本製鋼所、新日鉄室蘭製鉄所という大企業が操業を開始して100年が経過。工業出荷額で室蘭市は全道第1位になったが、各企業の努力の賜物だ。室蘭のものづくりの土壌をさらに高め、街を進化させていくことができるよう市も支援していく」と挨拶した。

記念講演では、牡蠣の森を慕う会代表で京都大学フィールド科学教育研究センター社会連携教授の島山重篤氏が、「鉄が地球温暖化を防ぐ」との演題で、約150人の聴衆の前に、「海の生物が育つには『鉄分』が重要。川の水が流れ込む海域(=汽水域)では魚が豊富にとれるが、これは森の腐葉土と鉄が反応してできたフルボ酸鉄が河川を經由して海に流れ込むからだ。フルボ酸鉄があると植物プランクトンが増えて、魚も増える。『鉄』は森・川・海をつなぐキーワードだ。鉄が豊富な海では海藻がよく育ち、結果としてCO<sub>2</sub>の固定化にも役立つ。室蘭には海があり、鉄の町でもある。ここ室蘭から世界の環境問題に発信してその名を高めてほしい」と講演した(写真2)。

続いて室蘭工業大学名誉教授の片山博氏が、北海道、



写真1 室蘭製鉄所 工場見学会の様子



写真2 島山重篤氏の講演



写真3 ミュージカルに出演した北海道登別明日中等教育学校の生徒さんたち

特に室蘭における製鉄の歴史について講演。最後に日本製鋼所取締役室蘭製作所副所長の村井悦夫氏が閉会の言葉を述べた。

講演会に続いて当日夕方にミュージカルが上演された。国内外で活躍する劇団ふるさときゃらばんが、鉄づくりを通じた異文化の交流をテーマに「雲たか山の鬼」というオリジナル作品を上演。地元の中学生在ワークショップに参加し、役者と一緒に舞台に出演するなど、楽しい公演となった(写真3)。

## ■ 第16回クローバー賞表彰・君津市民ふれあい祭り

8月9日、近代製鉄150周年記念 第16回クローバー賞(新日鉄君津社会貢献賞)の表彰式が、「君津地方生涯学習推進大会」(千葉県袖ヶ浦市民会館)の席上で行われた。

クローバー賞は、君津製鉄所近隣の君津、木更津、富津、袖ヶ浦の4市を、幸運を呼ぶと言われる四つ葉のクローバーになぞらえて命名し、地道な社会貢献活動を行っている4市の個人および団体を年1回、君津地方生涯学習推進大会の場で表彰しているもの。今回は4市から推薦された中から1個人5団体に対して、君津製鉄所長の黒



写真4 表彰式にて、黒木所長から受賞者へ盾を贈呈

# — 室蘭、君津、北九州で開催

全国各地で行われている。今号では、室蘭、君津、北九州で開催されたイベントを紹介する。

木啓介から記念の盾と活動支援金を贈呈した(写真4)。

受賞者を代表して、「がうらエコネット」の影山隆男さんが「近代製鉄発祥150周年という節目の年に、このような表彰をいただき身に余る光栄です。これからも地域

社会のために尽力していきたいと思います」と述べた。

また、8月2、3日、君津市と君津製鉄所共催の第13回君津市民ふれあい祭りが開催され、君津製鉄所は150周年記念事業の記念品(タオル)を先着3,000名に配布した。

## ■ 迫力ある企画で「鉄」のイノベーションを感じる — 北九州イノベーションギャラリー —

2007年4月、福岡県北九州市の八幡東田地区に「イノベーションをテーマとする国内唯一の施設」として開館した北九州イノベーションギャラリー(以下KIGS)では、現在、企画展「鉄が拓いた技術 時代のニーズを先取りした『鉄』のイノベーション」を開催している(9月27日~12月7日)。展示室に約13分の1スケールで製鉄プロセスを再現し、近代製鉄を進化させてきたさまざまな技術を、図や写真を交えて紹介(写真5)。子ども向けに鉄を身近に感じてもらえるように「鉄のあそび」体験コーナーも設けた。

今後もKIGSでは企画展に合わせて講演などさまざまなイベントを予定している。



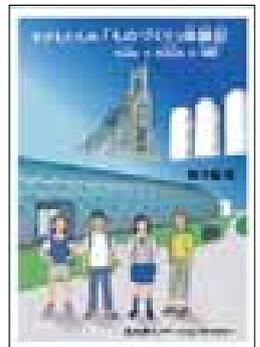
写真5 製鉄プロセスの模型

KIGS お問い合わせ先: TEL 093-663-5411

URL <http://www.kigs.jp>

### 子どもたちの 『ものづくり』体験記 Kids + KIGS = ∞

KIGSでは、より多くの子どもたちに「ものづくりの楽しさ、喜び」を感じ取ってもらうため、近代製鉄発祥150周年記念事業の一環として「子どもたちの『ものづくり』体験記 Kids + KIGS = ∞」を制作・発行した。鉄の性質、身近な鉄製品、製鉄プロセスのほかに、ものづくりを楽しむためにKIGSの工房で体験できることなどを、親しみやすい漫画で紹介している。



● お申し込みは TEL 093-663-5411 (KIGS 担当: 青井)

## 近代製鉄発祥 150周年記念切手を発行

2008年12月1日、大島 高任おおしま たかとうが日本で初めて洋式高炉の初出銑に成功した「鉄の記念日」に、日本郵政(株)より150周年記念切手(1シート80円郵便切手×10枚)が発行されます。

切手デザインは、① 高炉 ② AIRA(アイラ)(150周年記念事業オリジナルキャラクター、広

報大使・石井竜也氏デザイン) ③「鉄」の書(少年書家・高橋卓也君制作)から構成されています。

詳細については下記の日本郵政HPをご確認ください。

日本郵政(株) URL <http://www.japanpost.jp/>



自分で限界を  
つくらない。  
挑戦することから  
すべてが始まる

ゲスト○レーシングドライバー・冒険家

# 片山 右京氏

北九州イノベーションギャラリーに  
展示されたTOYOTA F1 CARの前で

プロフィール●かたやま・うきょう

1963年東京都生まれ。83年FJ1600でレースデビュー。91年全日本F3000選手権チャンピオン。92年FIAフォーミュラ1 (F1) 世界選手権デビュー。97年までF1に6年連続で参戦。日本人最多出場を果たし、クラッシュを恐れない走りぶりから、「カミカゼ右京」と呼ばれる。96年スイス・モンブラン登頂を皮切りに世界の高峰を次々と登頂。98・99年ル・マン24時間レースに参戦、日本チーム歴代最高の総合2位。01年Team UKYOを設立し、冒険家としても活動を始める。02年世界最高峰エベレストに挑戦、パリ・ダカールラリーに参戦。07年には世界で初めててんぷら油のリサイクル燃料でユーロミルホー・ダカールラリーに挑戦し完走。自転車による日本縦断のほか、NPO団体などへの支援、チャリティーイベント主催をはじめとするボランティア活動、全国の病院や児童福祉施設への訪問などを行っている。そのほか、レース解説や番組出演など多方面で活躍中。

## スピードの熱に浮かされた レーサー時代

——片山さんはF1ドライバーとして活躍されましたが、どのような子ども時代を過ごされたのでしょうか。

幼いころ体が弱かったので、鍛えようと、小学校に上がるころから父に連れられて神奈川県の大山や丹沢、東京の高尾山に登っていました。3年生のときには通常大人の仕事である、荷物を山に運ぶ歩荷<sup>ほっか</sup>もやらされました。戦争帰りで厳しく怖い存在だった父は、万事

体験が一番という教育方針で、自転車の乗り方を教えるときは、いきなり補助輪もつけない自転車に僕を乗せて坂の上から「行ってこい」と背中を押したり、泳ぎを教えるときも海に放り投げるといった具合でしたが、すぐに自転車に乗れるようにも泳げるようにもなりました。殴る蹴るはしょっちゅうで、しつけの域を超えているくらいでしたが(笑)、結果的にはそのおかげで鍛えられたので、今では感謝しています。

幼いころに頑張ったことや体を使って覚えたことは財産だと思います。心技体という言葉がありますが、

人は体技心の順に覚えていくのではないのでしょうか。まずは挑戦することが大切。1回やるよりも2回やったほうが経験を積んでうまくいきます。そうして体で覚えた経験は、精神力を養っていく。だからこそ、つらい瞬間も、「まだまだ」と、あと少しだけ頑張ることができるのです。

子どものころは冒険家になりたくて、周りの友達に桜田淳子ちゃんなどのアイドルの写真を下敷きに入れているのに、僕だけは加藤保男さんなど冒険家の写真を入っていました。

最初に手に入れた冒険のツールは自転車で、「この道はどこまで続いているんだろう」という好奇心から、自転車に乗る距離がだんだん長くなり、小学3年生で東京から相模湖や富士五湖へ、5年生になると一人でフェリーに乗って東京から三重県の松阪に渡り、そこから東海道を通過して自宅まで自転車で帰ってきたこともありました。土砂降りの中、自転車で山梨県の大菩薩峠を越えたこともあります。荷物が雨を含んでオートバイくらいの重さになり、耐え切れず何度も自転車を倒して。何時間もかけて泣きながら自転車を押して帰りました(笑)。

よく「昔から体力があったのですか」と聞かれることがあります。小さいころからこうして体を動かしてきた「慣れ」なんです。今でも東京から静岡くらいまでは自転車で行ってしまいますよ。

思春期になって冒険のツールはオートバイになり、今まで知らなかったスピードで移動できることにすっかり魅せられました。そして18歳になると二輪から四輪へと。スピードだけではなく、コーナリングのテクニックがたまらなく楽しかったんです。車を買うため必死になって貯金し、御殿場の富士スピードウェイに通うようになりました。高校3年生になり進路指導の先生に呼ばれて今後の進路について聞かれたとき、とっさに「F1ドライバーになります」と言って大笑いされ



1997年 F1グランプリ 鈴鹿サーキットにて

©折原弘之

ました。当時はまだ日本人のF1ドライバーはいませんでしたから。その10年後、F1ドライバーになってから先生にお会いしたとき「本当になりましたよ」と言って、また大笑いされました(笑)。

——レーサーの道へと進まれ、92年に日本人として3人目のF1ドライバーとなり、鋭い走りぶりから「カミカゼ右京」と呼ばれました。

レーサーを目指したのは、スピードに衝撃を受けたことと、負けん気が強く競争が好きだからです。全身をガソリンが流れていくような、スピードの熱に浮かされた時期でした。

レース専門のエンジンを改造する工場にメカニックとして住み込みで働きながら、筑波サーキットで自分が買ったフォーミュラカーの走行練習を始め、レーサーとなりました。車にすべてを注ぎ込み、1週間に50円くらいしか持っておらず、タイヤやブレーキパッドを拾って修理したものを練習用として再利用していました。気がついたら、いろいろな人のおかげでF1まで行かせてもらったという感じです。

## 本当の強さとは、自身の弱さを知り人にやさしくできること

——世界に20人ほどしかいないというF1ドライバーの生活とは、どのようなものだったのでしょうか。

F1には、自分が求めるものがすべてある夢の世界だと思っていました。実際、税金のかからないモノコに住んでいたころは、スポーツカーを何十台も持ち、エルミタージュホテルで昼食に70万円もかけるような食事会に参加したこともあります。でもそんな経験をすると、月並みですが、子どもや家族、命といったお金で買えない大切なものがあることがわかります。

また、アイルトン・セナやミハエル・シューマッハという天才を見て、世界で1番にはなれないと感じました。すべての人が練習して100mを10秒以内で走れる



自転車旅行によく行った小学校6年生のころ



2008年6月19日、北米大陸最高峰マッキンリー(6,194m)に登頂

©宇佐美栄一

ようにはならないのと同じで、練習や努力ではどうにもならないことがある。世界一の才能はどんなに蓋をしても漏れてくる光のようなもので、自分は天才ではないことを思い知らされたんです。

F1引退後、負けたというコンプレックスから自暴自棄になりかけて、目的を失ってぼっかり空いた穴を埋めるため、そして挑戦する気持ちをもう一度取り戻すため、再び山に登るようになりました。山では、肩書きも過去もお金も車も関係なく、自分自身が勝負するしかありません。山に登りながら、ずっと「本当に強いとはどういうことか」と考えてきましたが、自分の弱さをわかって人にやさしくできることじゃないかと思っています。

——F1引退後は、積極的に社会貢献活動をされています。

散々人に助けられてF1の世界まで行かせてもらったので、これからは人のために生きようと思うようになりました。とはいえ、登山はこれからも好きなように続けたいし、僕は聖人君子ではなくへそ曲がりなので、「いい人だと思わせようプロジェクト」と名づけてやっています(笑)。対価をもらおうと悪代官のように計算してしまいそうですが、一銭ももらわないと、「ね、いい人でしょう」と自信を持って言えますしね(笑)。

まだF1ドライバーだった96年、難病の子どもたちの夢をかなえる活動を行うボランティア団体「メイク・ア・ウィッシュ・オブ・ジャパン」から、F1ドライバーを夢見ていた白血病の子が僕に会いたがっていると連絡を受け、病室を訪ねました。そのとき、「頑張れよ、絶対あきらめるなよ」と言葉をかけたのですが、2カ月後、その子のお母さんが見えて、亡くなった事を告

げられました。「お母さん、僕は今もう死ぬ、でも病気で死ぬんじゃない。痛くてもう頑張れない。あきらめて死ぬから片山さんに謝っておいて」と言って息を引き取ったそうです。それを聞いて、馬鹿なことを言ってしまったと悔やみました。それが「頑張ることの意味」を考えるきっかけとなりました。

その後も、毎年難病と闘っている子どもたちと会い、最期を迎えるときには「頑張ったな」と抱きしめて見送っています。彼らに対して「頑張れ」という言葉は間違っているかもしれませんが、やはりそう言うしかない。だから、その分自分も頑張る努力をします。

環境面では、2006年、パキスタンのガッシャブルムI峰(8,068m)に登ったとき、5,000m地点の雪しか降らないような場所に雨が降る様子を目の当たりにし、このことを地球温暖化の一つの現象として多くの人に伝えるべきだと感じました。そこで、車を生業に



今年8月、北九州イノベーションギャラリーで行われた体験学習。富士スピードウェイと同じ形のサーキットを作り、その上を子どもたちが3回走る。限界と思ったその先に挑戦しようという片山氏の熱い指導により、全員3回目には1回目のタイムを更新した

している僕らしい方法として、使用済みてんぷら油をリサイクルしたBDF (Bio Diesel Fuel) を使ってモータースポーツをやってみようと思い、昨年ユーロミルホー・ダカールラリーに出場し、完走しました。でも、何かをやり遂げると次の問題点・課題が見えてくる。最近はさまざまな活動が点から線へとつながってきたと感じています。

来年からは、子どもたちを対象とした冒険学校(仮称)を計画しているところです。

## 答えは全部自分が持っている。 本に頼らず、まずは 体を使って動いてみる

——そうした活動を通じて、伝えたいことは何でしょうか。

自分のフィロソフィーを若い人たちにバトンタッチしていかなければいけないと思っています。僕のことを精神的に強いと言う人がいますが、僕も毎日落ち込んだり自信をなくしたりしています。結局みんな五十歩百歩で、大差はありません。頭がいい人はかえって難しく考えがちですが、頭で考えるより、ハートで感じるのが大事。映画や音楽に触れて鳥肌が立つほど感動する経験も大切ですし、また、人は好きなことに没頭するとき一番パワーが出るものです。ところが、好きなことに挑戦することに自分でブレーキをかけている人が多いと感じます。自分の中で限界をつくってしまい、お金や年齢などを言い訳にしてあきらめてしまうんですね。

以前、代々木公園でフリーライミングのイベントを行ったとき、途中で止まって動かなくなった子がいました。説得しても、「降ろせ」と言って聞きません。ご両親からも「降ろしてあげてください」と言われました。そこで僕は、ご両親には「大丈夫ですよ」と笑顔で返事した後、マイクをはずして、子どもには「そうやってお前はいつでも甘えてきたのか。今日は覚悟



しろよ。右手上げろ、足上げろ」と脅して(笑)、2人で頂上までたどり着きました。その後、その子は自分一人で登るようになり、後日ご両親からも「あれから何事にも積極的になった」と手紙をいただきました。このように、親や周囲の人たちがブレーキをかけていることもあります。また、努力しない人が頑張っている人の揚げ足をとることもあるかもしれませんが、でも、失敗して笑われるのを気にして挑戦できなくなることが一番いけないことだと思います。

子どもたちに伝えたいのは、物事には順番があって、まずは挑戦してみること。みんな最初から自転車に乗れたわけではありませんよね。そして、失敗というものはなくて、そこから必ず学ぶことがあるということ。本や講演などを聴かなくても、答えは自分が全部持っています。自分が体を使って動いてみたこと、挑戦して一生懸命頑張った経験を財産として、自分を客観的に見つめると答えが見えてくると思います。

自分が正しいと思ったときはしっかり発言し、戦うことも必要です。最近はKYという言葉ができるなど、その場の空気を読んで争いを避ける傾向がありますが、僕はそういうのは嫌いですね。昔は「カミカゼ」と呼ばれていたのが、今では「波風」と言われていますが(笑)、空気を読んでばかりでは、自分が小さくなったり、熱く生きられない。対話して次の時代にフィロソフィーを伝えていくこともできないし、日本全体にとって残念なことだと思います。

——八幡製鉄所を見学いただきましたが、当社の印象についてお聞かせください。

ほかにはない規模のもので、工場自体のスケールの大きさに驚くとともに、日本を支える産業としての大きさも感じました。普段商品の形になったものは目にしていますが、製鉄所の様子は、自然の石炭や鉄鉱石に生き物の命が吹き込まれているようで感動しました。世の中は鉄がなければ成り立たず、人間に必要な不可欠なものとして、子どもたちの社会科見学だけではなく、大人にも見てほしいと思いました。



子どもたちと展示を回ってF1の魅力の説明

# 自動車の安全性を高める“強さ”への挑戦 薄板 (3)

複雑なプレス成形を可能にする「軟らかさ」への挑戦から始まった自動車用鋼板の技術開発（2007年8・9、10月号参照）は、時代変化とともに衝突安全性の向上や燃費向上のための軽量化ニーズが顕在化し、「成形性」と「高強度化」の両立が求められるようになった。新日鉄では、結晶組織制御を核とする材質のつくり込みを通して、相反する要求特性を満足する「高強度鋼板（ハイテン）」を開発し続けている。今号から2回にわたり、その挑戦の姿を紹介する。

## 環境・安全ニーズから加速化したハイテン開発

自動車用薄鋼板の技術進歩は、さまざまな形状に成形しやすい「軟鋼板」の開発が端緒となった。しかし自動車用外板などの場合、軟らかいだけでは小石が当たった際などに凹み、商品価値を損なうため、「BH鋼板」のように最終製品として硬度を高めた鋼材も開発されてきた（2007年8・9月号、10月号参照）。

自動車用鋼板へのニーズはオイルショックを契機に大きく変化した。最初は省エネルギーの視点から、その後、地球環境問題が顕在化するにつれて、アメリカの排ガス規制（CAFE）の実施などの環境規制強化を背景に、CO<sub>2</sub>排出削減と燃費向上ニーズが高まり、車体の軽量化が強く志向されるようになった。

1990年代には自動車の衝突安全性の確保が強く叫ばれるようになり、衝突の際に部材があまり変形しないように板厚を厚くする、または弱い部分に補強材を入れるなどしたため、車体重量は徐々に増加し、個々の部材の一層の軽量化が要求されるようになった。成形性の向上によるフォルムや表面の美しさに加えて、安全性や燃費が自動車の大きな商品価値となり、自動車

### 自動車鋼板に対する要求特性の変遷

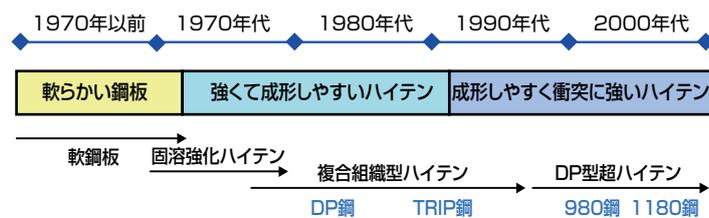
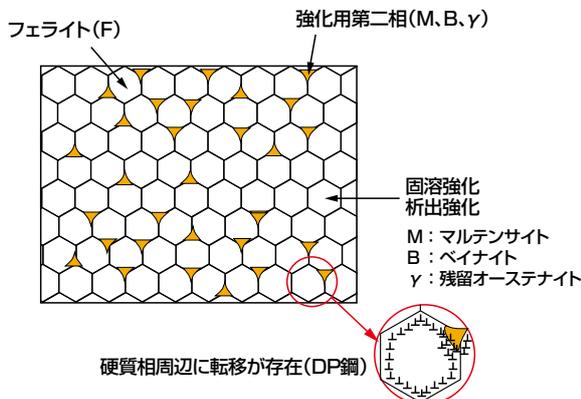


図 1

### フェライト系高強度鋼板の金属組織



鋼板内に硬軟の結晶組織を分散させ、強度と延性を両立させる「複合組織鋼板」は、1980年代以降、自動車用鋼板開発の主流を占めるようになった。

図 2

### 鉄と炭素の状態図

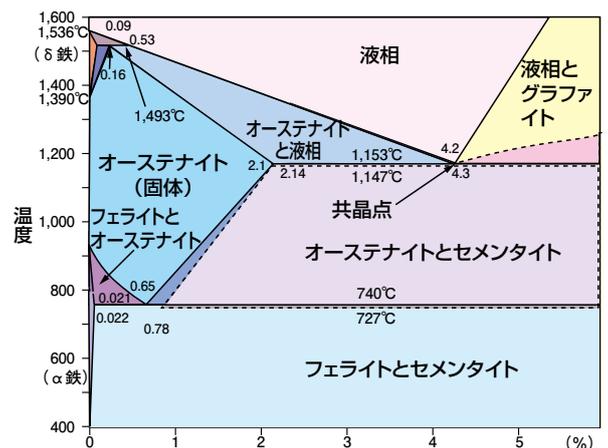


図 3

高温での鉄はオーステナイトと呼ばれ多量の炭素を固溶できる。一方低温ではフェライトと呼ばれる結晶構造になり、ほとんど炭素を固溶できない。したがって低温ではフェライトと鉄炭化物の混合組織となる。

比較的高温では鉄炭化物とフェライトの層状組織であるパーライトが、少し低温では炭化物が微細分散したベイナイトが、そしてさらに低温まで冷やすと、炭素が溶けたまま閉じ込められたマルテンサイトと呼ばれる硬い組織が生成する。

用鋼板には従来からの成形性の良さ（軟らかさ）に加えて「強く、軽い（薄い）」という特性が強く求められるようになった。

強く成形性にも優れる鋼板——。鋼材の高強度化は合金添加や熱処理によって比較的容易に行えるが、複雑な形にするための成形性と両立することに高いハードルがある。新日鉄をはじめとする鉄鋼メーカーでは、自動車メーカーとのパートナーシップのもと、部材設計や利用技術を考慮した材質の最適化を目指し、さまざまな「高強度鋼板（ハイテン）」を開発し続けている（図1）。

## 硬・軟の組織を混在させて相反する特性を両立—DP鋼

鉄の高強度化の歴史は古く、薄板に限らず、厚板、鋼管、棒線などあらゆる鉄鋼材料開発において行われてきた。その挑戦は、エネルギー（力）が加わったときに変形しにくく、割れたり潰れたりしない材質の追求からスタートした。

当初は鉄にマンガン（Mn）やシリコン（Si）などの元素を添加して材質を硬くする「固溶強化」が利用されて

きたが、その方法では多くの合金が必要となりコスト高になるうえ、高強度化も440MPa（※1）程度が限界だった。590MPaなどさらなる高強度化が求められるようになると、圧延時の緻密な温度履歴管理により析出物と呼ばれる組織中の化合物の組成を変える「析出強化」と、焼入れでの「組織強化（転位強化）」を組み合わせた高度な熱処理技術の利用が進み、また一部の鋼材開発では、靱性（粘り強さ）を高めるため、「結晶の細粒化技術」も導入された。これが一般的な高強度鋼材開発の経緯だ。

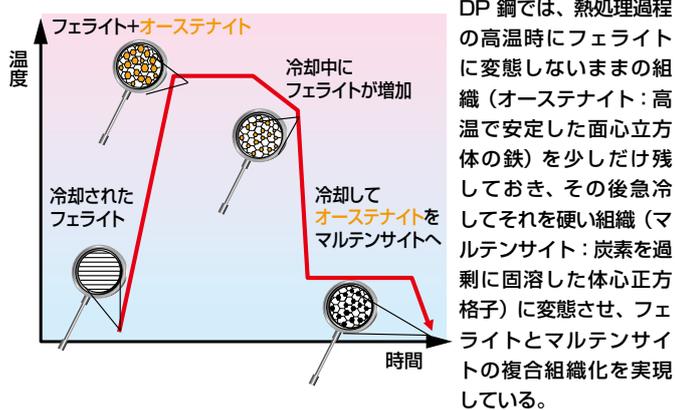
自動車用鋼板も当初はそうした基本的なメタラジーを活用して、590MPaまでの高強度化を達成したが、高強度化のために鋼板の材質を硬くすると延びにくくなる。他の用途の鋼板では、曲げる、切る、溶接するといった成形法が主流だが、デザイン性が重要視される自動車用鋼板では、延ばす、絞るなどの複雑な変形が求められる、延びやすさ（軟らかさ）が重要な特性となる。そこで、「硬さ（高強度化）」と同時に、延性に必要な「軟らかさ」を確保するための、新たな技術革新が求められた。

そこで生まれたのが「軟らかいものと硬いものを混ぜる」という発想。延びる部分と硬い部分を分ける、つまり鋼板内に硬い結晶組織と軟らかい結晶組織を分散させた「複合組織」が提案され、1980年代以降、自動車用鋼板開発における組織制御技術の主流となった。

硬・軟を混在させる結晶組織の分散方法には、要求される鋼材特性に応じて多彩な選択肢がある（図2）。複合組織材料として最初に開発された「DP（Dual Phase）鋼」は、鉄の軟らかい組織（フェライト）と硬い組織（マルテンサイト）の2つを鋼板内にバランス良く分散させた鋼材だ。

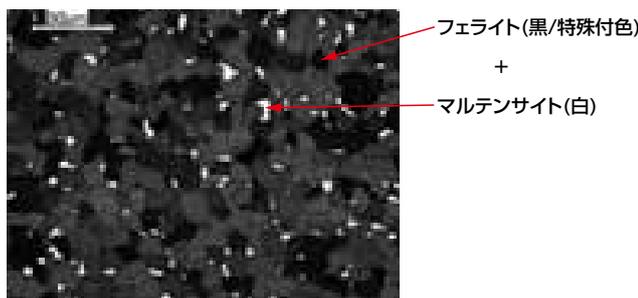
鉄は高温時の組織と低温時の組織が異なり、高温から低温に冷却される過程で組織の状態（実際には結晶の構造）が変化していく（変態）（図3）。フェライトは650℃～850℃程度の比較的高温で生成し、マルテンサイトは300℃程度以下の低温で生まれる。DP鋼では、熱処理過程の高温下でまずフェライトを生成させるが、すべての組織をフェライトにしてしまうと軟らかくなり過ぎたり、延性や靱性を悪化させる大きな鉄炭化物を生成したりしてしまうため、フェライトに変態しないままの組織（オーステナイト）を少しだけ残しておき、その後急激に冷却することで、フェライト以外の部分を硬いマルテンサイトに変態させる（図4）（写真1）。熱処理における緻密な温度制御によって可能になったこのメタラジーは、さまざまな複合組織鋼板のつくり込みの基本となっている。1970年代から研究が行われていたDP鋼は、80年代には自動車用鋼板として実用化され、急速に普及し、その後の「複合組織化による新たな自動車用高強度鋼板開発」を加速化させた。

### DP鋼の熱処理における変態プロセス 図4



### DP鋼のミクロ組織例

写真1



※1 MPa：メガパスカル。単位面積あたりにかかる力。1MPa= 1N/mm<sup>2</sup>

## 変幻自在の組織制御で 多彩な複合組織鋼板を生み出す

硬・軟を共存させる複合組織化は、フェライトとマルテンサイトの組み合わせだけではない。鉄はチタン(Ti)やシリコンなどの微量元素を含有するものの、基本的に鉄原子と炭素原子で構成されている。その2つの原子の振舞いによって鋼のマイクロ組織の状態が決まる。

フェライトは炭素をほとんど含有しない鉄の結晶組織だが、フェライトの外にある鉄の炭化物となった炭素の存在形態で各組織の状態が変わる。例えば、高温からゆっくり冷えると鉄と炭化物がきれいに並んだパーライトになり、また温度変化が比較的早いと、その並びが乱れ炭化物が細かく分散したベイナイトになる。さらに急激に冷やすと、鉄の結晶から炭素が逃げ出す暇もなく結晶内に炭素が溶けたままで閉じ込められる。それがマルテンサイトだ。

温度変化の過程で生まれる鉄の組織は、フェライトが最も軟らかく、次がパーライトやベイナイトで、マルテンサイトは最も硬い。このような特性の相対的な違いを活かして複合組織をつくることができるため、例えば、フェライト(軟)とベイナイト(硬)の組み合わせなども可能になる(図5)。DP鋼も強度より成形性が重視される場合はフェライトの量を増やし、変形しにくい強度が求められる場合にはベイナイトやマルテンサイトを増やすといった多様なマイクロ組織のつくり分けが行われ、従来の「二相(Dual)」の組み合わせを超えた複合組織化が

進んでいる。

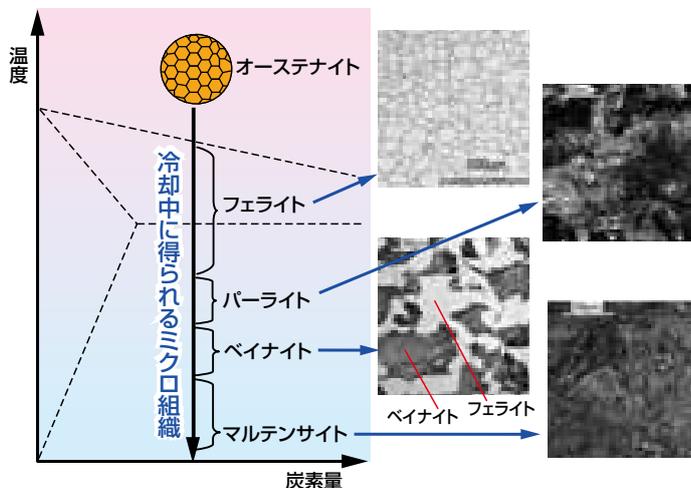
また、フェライトにマンガンやシリコンを添加したり、ニオブ(Nb)を入れて析出強化すると材質が硬くなるように、添加元素の加え方によっても各組織の強度が変化する。例えば、フェライトから排出された炭素が鉄炭化物になるのを特定の添加物によって妨げることで、一般的に高温で存在するオーステナイトの濃度を濃くして、冷却後もそのまま残すことができる。新日鉄では、このように各温度域で生まれる各組織の硬さや、添加物の種類と量、さらには組織自体の大きさなど、膨大な条件の組み合わせの中から要求特性に応じた最適値を導き出し、付加価値の高い高強度鋼板を提供し続けている。

## 高速変形する衝突時の強度を 飛躍的に高める—TRIP鋼

自動車鋼板の世界では、プレス成形など一般的な変形(静的変形)の約100万倍にも及ぶ速度で変形する衝突時の「動的変形」での強度が必要になる。衝突安全性の高い自動車用鋼板の理想は、プレス成形時(静的変形)には軟らかく、衝突(動的変形)の際に一瞬にして飛躍的に硬くなる鋼材だ。

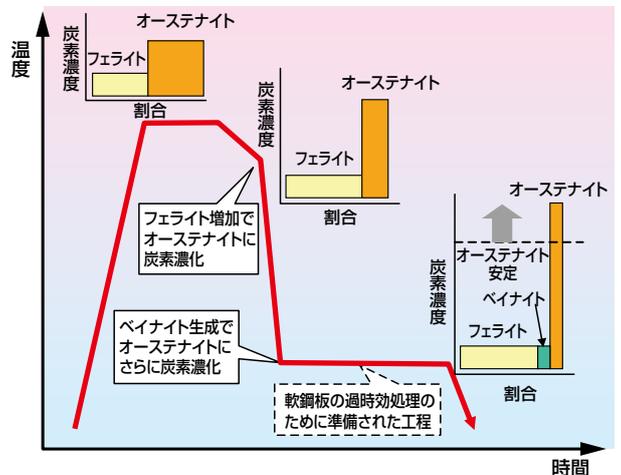
もともと鉄は、高速で変形すると強度が高まる特性を持つ。鉄の変形は床に敷いたカーペットを小さなたまりを動かすことで少しずつ移動させるのと同じように、結晶の中に存在する欠陥(転位)が結晶の中を動いて結晶

温度変化による鉄組織の変化の違い 図5



鉄は高温状態からの冷却温度の変化によって組織の状態が変わる。最初に発現するフェライトが最も軟らかく、その後現れるパーライト、ベイナイト、マルテンサイトの順に硬くなる。

低合金 TRIP 鋼製造のための  
熱処理(焼鈍)の概念図 図6



複合組織鋼板の性質は、内在する組織のバランスによって決まる。成形性が重視される場合にはフェライトを増やし、強度が必要なおときにはマルテンサイトを増やすなど、要求特性に応じた材質のつくり込みが行われている。

全体がすべることで起こる。鋼の中にある色々な障害物がこの転位の移動を邪魔することで鉄は硬くなる。ゆっくりとした変形ではあまり邪魔にならなかった小さな障害物も高速での変形では次々と障害物となって現れ、より一層硬くなるのが鉄の性質である。従って、ゆっくり変形させたときに転位移動の障害物が少なく軟らかなフェライトを利用した複合組織鋼では高速変形時に効率的に強度が上昇する。

新日鉄では、良好な成形性を維持しながら高速変形時の強度をさらに高める高強度鋼板開発に取り組んだ。まず着目したのが、「フェライトとオーステナイトを常温で組み合わせると、変形時にオーステナイトが硬いマルテンサイトに変化するため、破断せずに伸びやすくなる」という既存原理だ。しかし、こうした変態を発現させるためにはマンガンやニッケル (Ni) など多くの合金が必要となり、実用化・大量生産には至っていなかった。1980年代、新日鉄ではDP鋼開発で蓄積した複合組織化技術とこの原理を組み合わせ、高価な合金の代わりに鋼中に存在する炭素をオーステナイト中に集めることでオーステナイトを安定化する、廉価な低合金「TRIP (Transformation Induced Plasticity) 鋼」を開発した。

鋼中の炭素は高温では鉄に溶けているが、冷却されるとオーステナイト中に鉄炭化物 (セメンタイト) が生成されて、鉄に溶けた状態の炭素はほとんどなくなる。この炭素を溶かしたまま残してオーステナイトを安定化するため、シリコンやアルミ (Al) を微量添加することで、セメンタイトの生成を抑制し、冷却後もオーステナイト中

に炭素を固溶させたままに保つことに成功した。このTRIP鋼の開発では、成形性や溶接性を阻害する要因にもなりかねない炭素の量を、シリコン、アルミの添加量とともに精緻に制御して最適な組成と熱処理の条件を導き出している (図6)。TRIP鋼では、常温で残留したオーステナイトがプレス成形時には高い延性を提供し、衝突 (動的変形) の際には硬いマルテンサイトに変態することでDP鋼以上に高い強度向上効果を持つ (図7) (写真2)。

余談ではあるが、軟鋼板の材質劣化を防ぐ目的で、固溶炭素を捕まえる目的で確立されていた、「300~400℃での熱処理」技術 (過時効処理/2007年10月号本企画参照) が、偶然、炭素のオーステナイトへの濃化を促進させ安定化させるために必須の熱処理温度や時間とほぼ同じであったことは、その後のTRIP鋼の円滑な実用化・大量生産を可能にした重要な因子の一つと言える。

現在ではこうした開発技術を基盤に、自動車の使用部位ごとの多様な要求特性を満たす高強度鋼材がつくり分けられている。次回は用途に応じた材料特性の追求、利用技術開発の姿を紹介する。

監修 新日本製鉄(株) 技術開発本部 鉄鋼研究所 鋼材第一研究部長

高橋 学 (たかはし・まなぶ)

プロフィール

1956年生まれ、熊本県出身。物理学専攻。

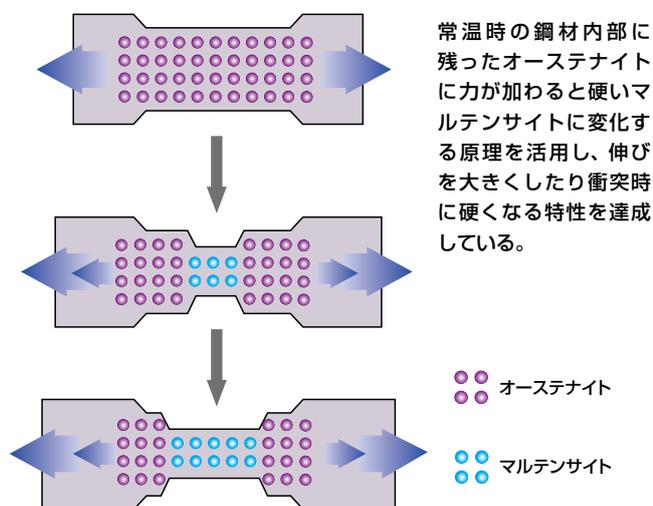
1982年入社。

自動車用薄鋼板、特に高強度鋼板の研究開発に従事。

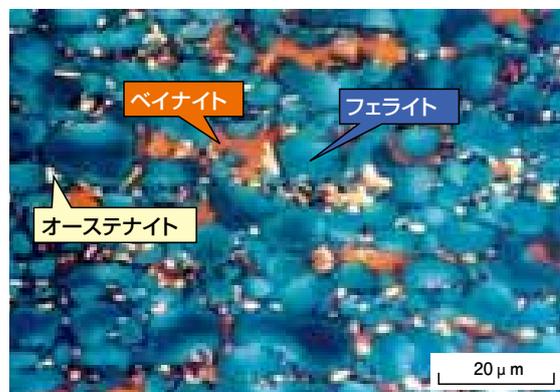
2007年4月より現職。



## TRIP 鋼の延性向上のメカニズム 図7



## 低合金 TRIP 鋼の顕微鏡写真 写真2



## 日韓企業連合がブラジル CSN 社と鉄鉱石権益買収で基本合意

新日鉄と他日本高炉メーカー、伊藤忠商事(株)、韓国・POSCOは共同で、ブラジル鉄鋼大手CSN社の100%子会社の鉄鉱石生産・販売会社であるブラジルNAMISA社に資本参加し、同社株式の40%を取得することをCSN社と基本合意した。日韓共同事業体の投資額は、NAMISA社株式40%の対価、約USドル3,120百万(約3,120億円)となる見通し。

NAMISA社は、ブラジル南東部に自社鉄鉱山、選鉱設備から成る鉄鉱石プロジェクトを保有しており、2009年の予定販売数量は1,800万t/年、2013年には3,800万t/年まで生産規模を拡大する予定。また、山元から積出港までを結ぶMRS鉄道の株式10%をCSN社がNAMISA社に譲渡することも合意されており、今後、プロジェクトによる鉄道インフラの長期

的な使用をより確実なものにしていく。また、本株式買収を前提として、NAMISA社よりの

鉄鉱石・ペレットの長期引取についても合意した。

### <参考資料>

日韓共同事業体構成出資比率 (NAMISA社株式の40%)

伊藤忠商事 40.00%	新日鉄 16.20%	JFEスチール 16.20%
住友金属 6.57%	神戸製鋼所 3.08%	日新製鋼 1.75%
POSCO 16.20%		

お問い合わせ先 広報センター TEL 03-3275-5021 ~ 5023

## 新日鉄とトピー工業(株)の提携について

新日鉄とトピー工業(株)は、両社の競争力強化と企業価値向上のため、相互提携を一層強化していくことに合意した。

当社は、トピー工業の新日鉄グループにおける位置付けを明確化し、本提携をより一層、円滑かつ確実に実行していくために、トピー工業の株式を持分法

適用会社となる議決権比率20%まで取得し、トピー工業も当社の株式を一定規模取得する。

両社はこれまでも、受委託圧延、新日鉄からトピー工業への鋼材・半製品供給などを実施してきたが、今後の鉄鋼需要の変動や国際的な競争激化へ対応していくため、さらなる提携施策を実行していく。

### <提携の内容>

1. トピー工業の鉄源設備の新鋭化(電気炉・連続铸造設備の更新・大型化)による競争力強化と、それに伴う鉄源設備の効率的な共同活用
2. 世界トップクラスの異形形鋼加工技術を持つトピー工業との、形鋼まで一貫での競争力強化策の実行
3. 鉄事業関連の個別連携施策
4. 中部地区での電気炉ダストリサイクルに関する共同検討

お問い合わせ先 広報センター TEL 03-3275-5021 ~ 5023

## 製鉄ダスト系副産物のリサイクルおよび還元鉄生産・利用に関する共同出資会社の設立について

新日鉄と(株)神戸製鋼所は、連携深化・拡大施策の一環として共同で内容検討してきた、製鉄ダスト系副産物(製鉄ダスト)のリサイクルおよび還元鉄の生産・利用に関する共同事業化について、このたび合意したことから、契約を締結し共同出資会社を設立した。

共同出資会社は当社広畑製鉄所構内に設立され、両社などのダストおよび粉鉱石類を原料とし、還元鉄を製造することで、原料中の鉄分の資源化・有効活用と亜鉛の回収を図る。還元鉄は一部を当社のグループ会社である、山陽特殊製鋼(株)にも供給し、各社にて有効活用を図る。本事業における新設設備の原料

処理能力は約40万t/年で、国内最大級の生産処理能力を有する。これにより還元鉄のさらなるコスト競争力の強化を追求するとともに、環境対策についても万全の措置を講じていく。

本事業は、両社の共同事業の形態をとることで、原料の安定的確保とアライアンス会社を含めたリサイクル・ゼロエミッションの推進を図るとともに、新日鉄で確立された製鉄ダストのリサイクル・有効活用についての操業技術と、神戸製鋼所で確立されたRHF(回転炉床式還元炉)の設備技術とを組み合わせることで、両社の連携による効果をさらに高め、併せて新日鉄のアライアンス先も含めて、関西圏

全体の効率的な製鉄ダストリサイクルを実施していく。



当社増田副社長(左)と神戸製鋼所小山副社長

### <事業概要>

- ・会社名: 日鉄神鋼メタルリファイン株式会社 (英文名 Nittetsu Shinko Metal Refine Co.,Ltd.)
- ・出資比率: 新日鉄70%、神戸製鋼所30%
- ・総投資額: 約200億円(回転炉床式還元炉およびその関連設備。共同出資会社の製鉄ダストの再生利用認定取得を条件に設備投資着工)
- ・会社設立: 2008年10月15日
- ・設備稼働予定: 設備投資着工後2年後

お問い合わせ先 広報センター TEL 03-3275-5021 ~ 5023

## 八幡製鉄所関連施設が近代化産業遺産群の世界文化遺産・暫定一覧表に登録

文化庁文化審議会において、九州・山口の6県・11市が共同提案していた、新日鉄八幡製鉄所関連施設を含む「九州・山口の近代化産業遺産群」が世界文化遺産・暫定一覧表に登録されることが決定した。

9月26日、文化庁文化審議会において、今年度審査対象32件

のうち、本提案を含む5件の暫定一覧表への追加登録が決定され、公表された。八幡製鉄所関連施設としては、旧日本事務所、旧鍛冶工場、西田岸壁(ならびに北九州市所有の東田第一高炉跡)が登録された。今後、5~6年程度かけて世界文化遺産への登録が審議される。



日本事務所

お問い合わせ先 広報センター TEL 03-3275-5016

## 釜石市立資料館「鉄の歴史館」に寄付

新日鉄は、岩手県釜石市にある市立資料館「鉄の歴史館」に1,000万円を寄付した。鉄の歴史館は1985年に開館し、釜石に始まった日本の近代製鉄の歴史に関する資料や鉄鋼製品など

を収集展示している。本年、近代製鉄発祥150周年を迎えたことを機に、釜石市が同館の展示の大幅リニューアルを計画しており、当社の寄付はその一部に充てられる。

お問い合わせ先  
釜石製鉄所 総務部  
TEL 0193-24-2332  
鉄の歴史館  
TEL 0193-24-2211



## 名古屋製鉄所が「メッセナゴヤ 2008 ～環境チャレンジの祭典～」に出展

名古屋製鉄所は、9月11～14日に名古屋港金城埠頭ポートメッセなごやにて開催された「メッセナゴヤ2008 ～環境チャレンジの祭典～」に出展した。

同所は、環境・省エネルギー・リサイクルなどに貢献する当社の取り組みを、3つのエコ(エコプロセス、エコプロダクツ、エコソリューション)の категорияで紹介。製鉄所のエネルギー・

資源の循環や環境保全林などのエコプロセスをはじめ、同所で製造する自動車用高強度鋼板(ハイテン)、制振鋼板「パイプレス」、製造時の環境負荷を軽減するTULC缶などのエコプロダクツを実物やパネルで展示した。また、廃プラスチックやスチール缶のリサイクル、鉄鋼スラグを利用した沿岸の磯焼け改善プロジェクトなどのエコソリューシヨ

ンをコンパクトに紹介した。

この祭典は、2005年に行われた「愛・地球博」の理念を継承する事業として「環業(環境を基軸とした産業)」をテーマに2006年から開催しており、変化する社会・経済のニーズを反映したテーマのもと、活力あふれる場を提供し、ビジネスチャンスを創出することを目的としており、342社が出展し、4万5,530人が来場した。



お問い合わせ先  
名古屋製鉄所 総務部  
TEL 052-603-7024

## 君津製鉄所が「君津市消防団協力事業所」に認定

君津製鉄所は、9月23日に君津市消防長から「君津市消防団協力事業所」の認定を受け、表示証を公布された。同所では、所員の地域における消防団活動を奨励しており、現在6人の所員が地元分団の消防団員として活動している。

消防団協力事業所表示制度

は、事業所の消防団活動への協力を社会貢献として広く認めると同時に、事業所の協力を通じて、地域防災体制がより一層充実されることを目的としており、「消防団協力事業所」として認められると、公布された表示証を社屋やホームページなどで広く表示できる。同制度は、総務省

消防庁が本年1月より運用を開始し、君津市でも2008年度より導入され、当所は同制度の初年度において認定事業所となった。

お問い合わせ先  
君津製鉄所総務部 総務グループ  
TEL 0439-50-2013



君津市消防団協力事業所としての認定証と表示マーク

## (株)新日鉄都市開発のハイブリッド環境住宅「TERA<テラ>」がグッドデザイン賞を受賞

(株)新日鉄都市開発が開発した、環境設計に省エネルギー設備を加えたハイブリッド環境住宅「TERA<テラ>」が、(財)日本産業デザイン振興会主催の「2008年度グッドデザイン賞(建築・環境デザイン部門)」を受賞した。

住宅から排出されるCO<sub>2</sub>の削減と居住空間の快適性の両立を目指した先進のモデル「TERA」は、環境建築設計(パッシブ・エコ)と省エネルギー設備設計(アクティブ・エコ)という2方向か

らの手法を採用したハイブリッド環境設計が特長の環境住宅。パッシブ・エコとは「建築的工夫」で自然エネルギーを有効利用することによって化石燃料の使用を抑制。アクティブ・エコは、先進技術が生んだ省エネルギー設備機器を採用することで排出されるCO<sub>2</sub>の削減を図るもの。これらを組み合わせることで、居住時のCO<sub>2</sub>排出量を一般住宅と比べて最大64%削減する。「TERA」は同社が神奈川県川

崎市で開発を進めている「さくらが丘Isaac日吉」(総戸数345戸)で分譲された。同物件は、新日鉄都市開発が「環境との共生」をテーマに街づくりを進め、開発当初の2003年にすでに神奈川県内で初めて、(財)建築環境・省エネルギー機構より「環境共生住宅団地」に認定されている。この「TERA」の開発で、プロジェクトが最終段階を迎えた今年は、



TERA 外観

街だけでなく住まいの1棟1棟が地球環境に配慮された街を追求していく。

お問い合わせ先 (株)新日鉄都市開発 総務部 TEL 03-3276-8800



紀尾井ホール (財)新日鉄文化財団

11月 主催・共催公演から <http://www.kioi-hall.or.jp>

5日 いずみホール・紀尾井ホール作曲共同委嘱  
アール・レスピラン 第23回定期演奏会  
特別出演：高関健(指揮)、アール・レスピラン(Orch)  
曲目：J.S.バッハ(ウェーベルン編曲)「音楽の捧げもの」より  
6声のリチェルカーレ、安良岡章夫 新作(初演)、  
藤倉大 Secret Forest(委嘱作品初演)ほか

16日 グレート・マスターズV  
～日本の音楽界をささえつづけるアーティストたち～  
出演：栗本尊子(Sop)、菅沼準二(Va)、平野忠彦(Bar)、  
青木十良(Vc)、安倍圭子(マリンバ)ほか  
曲目：山田耕筰 ばらの花に心を込めて、モーツァルト もう飛ぶまいぞ、  
この蝶々、シヨパン 序奏と華麗なるポロネーズ ほか

21日 OMC Card Classic Special 紀尾井の室内楽 Vol.11  
マリオ・ブルネロ 魂のパロック(第1日)  
出演：マリオ・ブルネロ(Vc)、  
ブルネロ・パロック・エクスペリエンス(通奏低音)  
曲目：J.S.バッハ 無伴奏チェロ組曲第1番ト長調、第3番ハ長調、  
第5番ハ短調、ヴィヴァルディ チェロ・ソナタ RV43、RV46、RV40

23日 OMC Card Classic Special 紀尾井の室内楽 Vol.11  
マリオ・ブルネロ 魂のパロック(第2日)  
出演：21日と同じ  
曲目：J.S.バッハ 無伴奏チェロ組曲第2番二短調、第4番変ホ長調、  
第6番二長調、ヴィヴァルディ チェロ・ソナタ RV42、RV39、RV44

お問い合わせ・チケットのお申し込み先：紀尾井ホールチケットセンター TEL 03-3237-0061 (受付10時～18時 日・祝休)

CO<sub>2</sub>削減へ、  
製鉄所から  
クリーンエネルギー

CO<sub>2</sub>の排出を減らして、地球温暖化を防ぐ。その一助として、鉄鋼業のインフラやプロセスを活かせないか…。新日鉄はこれまで、製鉄所で発生する排熱の効率的な回収や廃棄物の活用等を行ってきました。さらに現在は、将来へ向けた革新的な環境技術の開発を推進しています。たとえば、製鉄所内では排熱を利用して鉄づくりで発生する高炉ガスからCO<sub>2</sub>を安定的に分離・回収する技術や、コークス炉ガスを原料に水素を高効率で製造し、コークスの代替として鉄鉱石の還元を利用する研究など。石炭を使用しながらCO<sub>2</sub>の排出を効果的に抑制する様々な国家プロジェクトの一翼を担い、進めています。私たちの製鉄所は、進化します。鉄をつくりながら、クリーンなエネルギーを生み出す製鉄所へ。



先進のその先へ、新日鉄

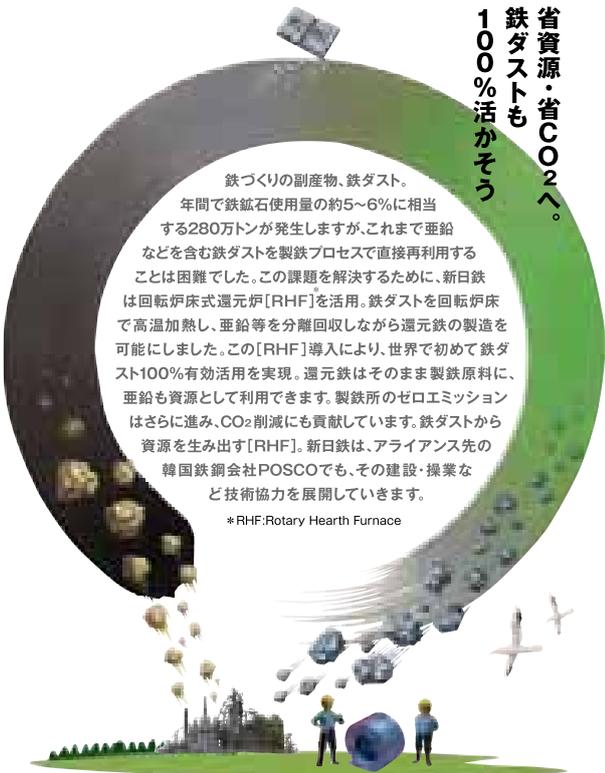
www.nsc.co.jp

文藝春秋 8月号掲載

省資源・省CO<sub>2</sub>へ。  
鉄ダストも  
100%活かそう

鉄づくりの副産物、鉄ダスト。年間で鉄鉱石使用量の約5~6%に相当する280万トンが発生しますが、これまで亜鉛などを含む鉄ダストを製鉄プロセスで直接再利用することは困難でした。この課題を解決するために、新日鉄は回転炉床式還元炉[RHF]を活用。鉄ダストを回転炉床で高温加熱し、亜鉛等を分離回収しながら還元鉄の製造を可能にしました。この[RHF]導入により、世界で初めて鉄ダスト100%有効活用を実現。還元鉄はそのまま製鉄原料に、亜鉛も資源として利用できます。製鉄所のゼロエミッションはさらに進み、CO<sub>2</sub>削減にも貢献しています。鉄ダストから資源を生み出す[RHF]。新日鉄は、アライアンス先の韓国鉄鋼会社POSCOでも、その建設・操業など技術協力を展開していきます。

\*RHF:Rotary Hearth Furnace



先進のその先へ、新日鉄

www.nsc.co.jp

文藝春秋 9月号掲載

① 先進のその先へ VOL.9

## 高炉内測定の新たな可能性を拓く 宇宙線ミュオン

⑤ 特集

## 日鉄エレクトスの技術と ニッテツスーパーフレーム®工法が 融合した社員寮が完成

⑦ シリーズ近代製鉄150周年 その⑥

## 150周年記念事業 連携イベント —室蘭、君津、北九州で開催

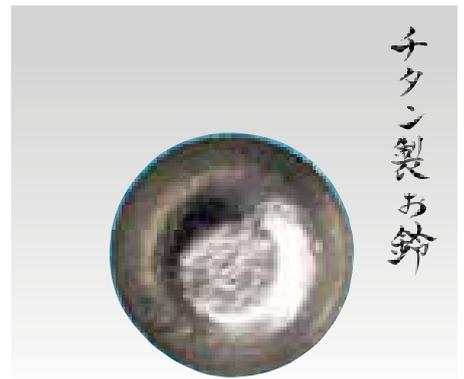
⑨ トークスクエア

## 自分で限界をつくらない。 挑戦することからすべてが始まる レーシングドライバー・冒険家 片山 右京氏

⑬ モノづくりの原点—科学の世界 VOL.43

## 自動車の安全性を高める “強さ”への挑戦 薄板 (3)

⑰ GROUP CLIP



表紙一匠の技 明珍 宗理 (みょうちん・むねみち)

「チタン製お鈴」

— 硬いチタンを鍛造しました。厚さ5mm。大きいもので残響は80秒

作者プロフィール 1942年姫路市生まれ。第五十二代を襲名した1993年に兵庫県技能功労賞を受賞、兵庫県指定伝統工芸に選定され、1997年には日本オーディオ協会が選ぶ「日本の音の匠」に、「日本文化デザイン賞」大賞、特別賞(2003年)、「姫路市芸術文化賞」(2004年)などを受賞。