

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

2007  
DECEMBER  
VOL.174

12

特集1

長年の信頼関係を軸に  
パートナーシップを深める

—新日鉄—宝鋼友好協力30周年

特集2

鉄鋼スラグで“海の森”再生に取り組む



先進のその先へ、新日鉄

A Group News Magazine



# 長年の信頼関係を軸に ——新日鉄—宝鋼友好協力

11月1～2日、新日鉄と中国の宝鋼集団の友好協力30周年の記念行事が両社の幹部、OBなど関係者約250名が参加する中で、君津製鉄所および近隣のホテルで盛大に執り行われた。本特集では先月号に引き続き、両社の30年間の歩みを振り返るとともに、記念行事の様相を紹介する。

## 試練を乗り越え完成した 中国最大の一貫製鉄所

新日鉄の宝鋼集団に対する技術協力プロジェクトは、1977年11月、新日鉄稲山会長が日中長期貿易委員会の代表として訪中した際、李先念副主席より大型一貫製鉄所建設の協力要請を受けたことからスタートした。1978年10月には、鄧小平副総理が来日し、君津製鉄所を視察したことが計画推進の大きな後押しとなり、1978年12月、第一期工事が着工した。

中国最大の工業地および消費地である上海地区にグリーンフィールドから初の臨海製鉄所として立ち上げられることとなった「上海宝山製鉄所」は、新日鉄の君津、大分、八幡製鉄所をモデルに最新鋭の設備が導入されると同時に、中国で初めて近代的な工場管理システムを導入。操業指導にはこの3製鉄所が協力してあつた。

工事は、第1高炉、転炉3基、分塊工場などを建設する第一期工事、第2高炉、コークス工場などの設備を手がける第二期工事に分けて契約された。

契約の実行にあたっては、中国政府内の経済調整による契約未発効問題や支払い条件変更、第二期工事中止と一部既締結契約のキャンセルなど相次いで試練が訪れた。その都度、日中関係者が何度も折衝にあたり、一期工事は日本側のファイナンス供与により継続、二期工事はキャンセルされた。そうして8年の歳月をかけ、1985年9月、

第1高炉の火入れが行われた。

宝山製鉄所は稼働開始以降、順調な立ち上がりを見せ、1986年に248万トン、1990年には380万トンの粗鋼生産量を達成した。一度キャンセルされた二期工事では中国側が国産設備で対応可能なものは国内生産するという方針をとり、当社はいくつかのプロジェクトを中国との合作設計製造という形で受注し順調に契約を履行した。宝鋼は2000年6月までに三期工事を完了。その後両社の一大プロジェクトとして2004年7月に合弁会社「宝鋼新日鉄自動車鋼板有限公司(BNA)」が設立された。

## 日中の相互理解と信頼構築に寄与

上海宝山製鉄所の建設は中国「改革・開放」政策後の経済発展計画の中核プロジェクトであり、1978年2月に日中間で調印された「日中長期貿易取決め」の第1号プロジェクトでもあつた。

北京事務所部部長の井出長則はその意義を次のように語る。

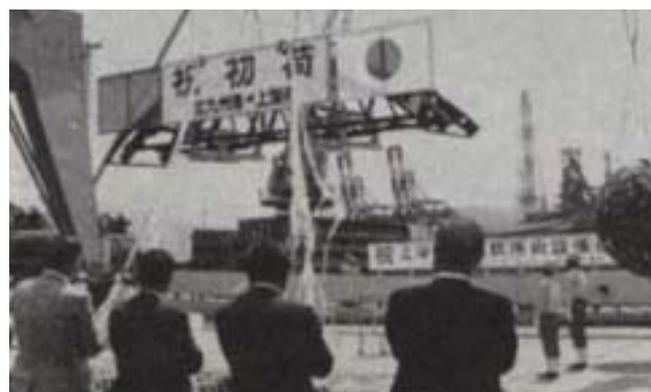
「中国建国以来最大の重工業建設プロジェクトを日中合作で遂行したことは、日中両国間の経済協力の大きな実績となりました。最新鋭設備による高度な技術や管理手法の導入は、製鉄業はもちろん他産業にも大き



北京事務所部部長  
井出 長則



火入れ式当時の  
新聞記事  
(鉄鋼新聞 1985年  
9月14日)



新日鉄からの設備初出荷

# パートナーシップを深める 30周年

な影響を与え、中国の近代工場のモデルを築き上げたと言えます。日本側は自分の製鉄所と同じように全身全霊で取り組み、一方宝鋼は近代化とは何かということを肌身で感じ取ったのではないのでしょうか。こうした当社の一期工事での指導が宝鋼の血となり肉となって、今宝鋼がリーディングカンパニーへの道を走り続けるその姿を支えているといっても過言ではないと思います」

本プロジェクトでは、ピーク時には日本から上海に700人が滞在し、建設工事と操業指導にあたった。人的交流では、日本側の訪中は延べ1万人、中国側の訪日は延べ3,000人に及び、操業指導だけでも研修受け入れ1,000人、現地派遣320人に達するなど、膨大な人数が相互交流した。この取り組みは日中の相互理解と信頼関係の醸成に大きく寄与している。

## 旺盛な中国自動車市場に応える BNA

新日鉄と宝鋼、アルセロールミタルの合弁会社である宝鋼新日鉄自動車鋼板有限公司(BNA)は、中国初の自動車用高級薄鋼板供給基地として着実に地歩を固めつつある。BNAは2005年3月の稼働からわずか2年半の2007年9月には累損を解消するなど順調に生産実績を上げている。現在、中国自動車市場は急速に拡大・発展しており、2008年には自動車生産量は1,000万台に達する見込みだ。こうした状況を受け、新日鉄と宝鋼では2010年の稼働をめどに第3めっきライン増設の検討に入っているが、この設備建設が実現すると年間45万トンの自動車用鋼板製造が可能となる。

好調の要因は中国自動車市場の伸長だけでなく、異文化の壁を乗り越えた出資会社3社の努力の賜物だとBNA 董事副総経理の横山雄治氏は語る。

「言葉や文化の壁を越えて、誠心誠意粘り強くコミュニケーションをとることにより、お互いの慣習や仕事の進め方などを尊重し理解を深めてきました。今後も、QCDDS(※)をさらに充実させ、各自動車メーカーの期

待に応えるよう努めていきます」

BNA 董事総経理の姚林龍氏は今後の抱負を次のように語る。

「中国には『求大同存小異』という言葉があります。異なる文化背景を持つ社員も相互理解を図り、『世界一流の自動車鋼板専門の会社になる』という一つの目標に向かって進んでいます。お客様、親会社、社員すべてが満足する価値創造を追求し、さらなる発展を目指していきます」



BNA 董事副総経理  
横山 雄治氏



BNA 董事総経理  
姚 林龍氏



操業指導の様子



君津製鉄所で研修を受ける宝鋼の操業技術者

※ QCDDS : Quality (品質)、Cost (コスト)、Development (開発)、Delivery (輸送)、Service (サービス) の略。顧客満足度向上に向けた総合的な施策。

# 30年の友好協力を未来につなげる

## 「新しい鉄の時代」に、緊密・成熟した関係構築を

新日本製鉄(株)代表取締役社長 三村 明夫



現在、世界の鉄鋼業には新しい時代が到来しています。第1に世界の鉄鋼需要が5～8%と急速に拡大し、今後も持続的な伸長が期待できること、第2に中国が世界の鉄鋼生産全体の約3分の1を占める巨大製鉄国へと大きく躍進し、中国鉄鋼業の動向が世界全体の鉄鋼需給に大きな影響を与えるようになったこと、第3に世界鉄鋼業の急速な成長に伴う環境問題の深刻化や資源・エネルギー需給の逼迫による原材料価格の高騰など、影の部分も顕在化してきており、これらの解決が喫緊の課題となっています。そして、新日鉄の3倍もの規模を持つアルセロールミタルの誕生により、これに対する安定対抗軸の構築の動きが世界各地で活発化するなど、今後も世界鉄鋼業ではダ

イナミックな業界再編がさらに進捗するものと考えています。こうした環境下で、各企業は自らの将来に明確なビジョンを持ち、成長を目指すことが必要です。新日鉄は高級鋼市場を自らのコアマーケットとし、技術をベースとして総合力世界ナンバーワンの鉄鋼メーカーになることを経営の基盤に置いています。また、信頼できる鉄鋼メーカー間で、経営の独立性を保ちながら、ソフトアライアンスを形成することを、もう一つの経営の軸にしたいと考えています。

新日鉄と宝鋼は30年来の信頼関係とBNAをベースとして、今まで以上にステップアップした「緊密かつ成熟した関係」を構築していかなければなりません。そのためには、相互の信頼と尊重、その結果としてのWIN-WINの積み重ねが重要です。今後、文化や価値観などの違いを認めながらも、それを乗り越えることによってこそ両社が真の友好関係を実現できると確信しています。

新日鉄と宝鋼は30年来の信頼関係とBNAをベースとして、今まで以上にステップアップした「緊密かつ成熟した関係」を構築していかなければなりません。そのためには、相互の信頼と尊重、その結果としてのWIN-WINの積み重ねが重要です。今後、文化や価値観などの違いを認めながらも、それを乗り越えることによってこそ両社が真の友好関係を実現できると確信しています。

新日鉄と宝鋼は30年来の信頼関係とBNAをベースとして、今まで以上にステップアップした「緊密かつ成熟した関係」を構築していかなければなりません。そのためには、相互の信頼と尊重、その結果としてのWIN-WINの積み重ねが重要です。今後、文化や価値観などの違いを認めながらも、それを乗り越えることによってこそ両社が真の友好関係を実現できると確信しています。



記念品を交換する三村社長と謝企華前董事長



崔天凱 駐日中国大使を迎える



祝辞を述べる経済産業省製造産業局長 細野哲弘氏



両社幹部による歓談の様子



11月2日、来日した宝鋼集団幹部と新日鉄幹部は君津製鉄所にて、記念植樹と記念碑建立を行った。また、新日鉄・三村明夫社長、宝鋼集団・徐樂江董事長は共同で記者会見を行い、BNAの自動車用高級めっき鋼板の設備増設の方針を発表した。その後行われた30周年記念祝賀パーティーでは三村社長、徐董事長の挨拶のほか、来賓の崔天凱駐日中国大使、細野哲弘経済産業省製造産業局長による祝辞や、今井名誉会長、黎明元董事長など関係者が交流の歴史におけるエピソードを披露した。

## 未来を切り拓く理念を共有

宝鋼集団董事長 徐樂江氏



宝鋼と新日鉄の30年の友好関係は、両社のみならず日中両国においても大きな意義を持っています。宝鋼は自社での製造体制の充実とともに、買収・統合を通じて年産8,000万トン体制の構築を目指しています。

また、鉄鋼業の急速な発展は経済成長に必要不可欠であると同時に、資源の消耗、省エネルギー、環境保全の面でも大きな影響を及ぼしており、中国鉄鋼業のトップメーカーとして、美しい未来を創造するための使命を強く認識しています。

今般来日し、君津製鉄所において、かつて鄧小平先生が見学された同じコースを案内していただきましたが、ここ

には中国からの研修生約1,000名が残した楽しい思い出と、日中の深い友情が凝縮されています。鄧小平先生は、「中日友好合作の道は、進めば進むほど、ますます広がる」と励まされましたが、私たちはその期待を裏切らず30年間の信頼関係を蓄積しました。今後両社は、より高いレベルの出発点に立ち、未来を切り拓く理念を共有していきます。

今回、雨の中で美しい桜の木を植樹しました。1本は新日鉄、もう1本が宝鋼です。この2本の木は、両社の30年の歩みを象徴し、小さな苗木ではありません。必ず来春には花を咲かせるでしょう。そして30年後、再び私たちが桜の木の下に集うときにはたくましく成長しているに違いありません。

新日鉄と宝鋼の関係が継続・発展し、事業が順調に進み、友好協力の道が進めば進むほどさらに広がることを祈念いたします。



君津製鉄所を見学する徐樂江董事長



記念植樹の様子



記念碑



研修の師弟が歌「幸せなら手をたたこう」を披露



研修時の思い出の場所を訪れる宝鋼関係者

# 両社のパートナーシップが日中の架け橋に

駐日中国大使 崔天凱氏



中国大使館を代表し、宝鋼と新日鉄の30周年の友好協力をお祝い申し上げます。30年前、宝山製鉄所建設が着工した当時は、中国の歴史で重要な意義を持つ「第11期三中全会」が発表された時期です。第11期三中全会では、中国の今後の政策の中心を経済発展に移し、開放政策を実施する

ことを決定しました。宝鋼は中国開放の皮切りであり、シンボルでもあります。そして現在は中国を代表する企業となりましたが、今日までの発展は、新日鉄との友好関係の賜物であると思っています。宝鋼と新日鉄が緊密なパートナーであるのと同様に、日本は中国にとって重要なパート

ナーです。宝鋼と新日鉄は世界の橋に多くの鋼材を供給していますが、両社のパートナーシップは日中関係にも多くの架け橋を作ったといえます。

鄧小平氏が宝鋼について語った言葉があります。「宝山製鉄所建設の決断が正しいことはこれからの歴史が証明してくれるでしょう」。現在すでに30年が経ち、この言葉が正しかったことが証明され、中国の改革開放政策も正しかったことが実証されました。日本でも良く知られる文豪の魯迅先生は「世間に元々道は無い。歩く人が多くなれば自然に道ができてくる」と言いました。宝鋼と新日鉄は成功の道を作り出し、今後、環境分野などでも協力を深めさらに世界の流れをリードしていくでしょう。宝鋼と新日鉄および中日両国の道がさらに広がることを固く信じています。

## 30年前の研修、設備立ち上げの師弟が交流

11月2日には、宝鋼建設当時、君津、大分、八幡製鉄所における研修の受け入れ指導にあたり、中国で操業指導を行った新日鉄社員と、指導を受けた宝鋼社員が30年の

時を経て交流し、熱く語り合った。互いに懐かしい写真や贈り物などを持ち寄り、旧交を温めた。



### 石炭パッケージ

「日本語は多少理解できる程度でしたが、一生懸命準備してくれたのが伝わりました。構内を歩くときは先生2人が私の両脇に立って歩くなど安全面にも十分配慮してくれました。自宅に招かれるなど家族的な雰囲気の中で研修を受けました」(胡さん)

「受け入れ教育の計画立案やJKに携わりました。家に招待したとき餃子を皮から作ってくれましたが、手品を見ているように見事な手つきでした」(亀井さん)



胡江さん、君津 OB 亀井敬治さん、姜華さん

## 八幡製鉄所・コークス工場

「コークス工場は八幡がモデルになっていることから、八幡で約30人の研修生を受け入れました。当時私は中堅の33歳でした。若い中国の研修生が、中国の期待を背負って研修に臨む姿から私も学ぶことができました」(生土さん)

「陳さんは当時21歳で、研修生の中で一番若かったと思います。工場では通常通りガスではなく油を燃焼させるのに苦労しましたが、彼らがまじめに頑張って上手くいったんですよ」(長岡さん)

「それは先生が良かったからです。私は当時旧式の設備しか見たことがなかったので、新日鉄に来てその先進設備に驚きました。新日鉄の管理方式を学び、中国で自分が得たことを発揮しようと決意したのを思い出します」(陳さん)

「23年前に研修に来たことを昨日のように思い出します。当時の仲間に日本に行くことを伝えたとこ、研修のことは皆鮮明に覚えていました。研修が上手くいくのか責任を感じていたので、研修では一挙一動、技術を熱心に学びました。先生が強い責任感のもと、熱心に準備し教えてくれたこと大変感動しました。新日鉄の行き届いた労働環境は宝鋼の労働管理教育につながっています」(曹さん)



曹民さん、八幡OB生土義秀さん、八幡OB長岡政博さん、陳永順さん

## 製鋼パッケージ

「手取り足取り教えていただき、仕事だけでなく自宅に招待してくれるなど温かく受け入れてもらいました」(王さん)

「当時中国にはなかった新しい製鋼の概念の研修について、先生は理論だけではなく実践面でも支援してくれました」(白さん)

「家に招待してご馳走をと刺身を出すと、生の魚は苦手だったらしく誰も手をつけませんでした。肉と野菜を出したらあつという間になりました(笑)。私が中国に行ったときは水餃子をつくってくれて、レシピも教わりました」(安田さん)



王増亜さん、君津OB安田昭一さん、白松涛さん

## 環境エンジニアリング(給排水)

「研修に来て印象的だったのは、ビールは必ずスチール缶を使用したこと。自社の製品への誇りを感じました。当時は新宿によく遊びにいきましたが、現在の上海は日本の新宿や銀座のように発展しています」(朱さん)

「新日鉄はスケジュールに厳格なところが印象的でした。決めたことは残業してでもしっかりと終わらせる。先生たちのまじめな態度をモデルに私たちも今まで仕事に取り組んできました」(胡さん)



朱恵中さん、君津OB中直三郎さん、君津OB長野信人さん、胡利光さん

# 将来に向けた発展を確認

新日本製鉄(株)代表取締役副社長  
宝鋼新日鉄自動車鋼板有限公司(BNA)董事長 宗岡 正二

今回の行事には宝鋼から徐樂江董事長をはじめ約120人の方々にお越しいただき、崔天凱駐日中国大使ご臨席のもと、当社の三村社長、今井名誉会長をはじめ多数の幹部との間で、先人のご苦勞に改めて思いをさせ、感謝の気持ちを新たにすることができ、誠に意義深い式典となりました。

宝鋼への技術協力プロジェクトは、日中国交回復からわずか5年後にスタートし、文化や社会制度の大きな違いを乗り越えての大事業であり、現在の私たちには想像を超えたご苦勞があったと思います。

また今回は、過去を振り返るだけでなく、両社トップ間でBNAの第3めっきラインの新設、環境技術交流や

RHFの事業検討など、将来に向けた発展と両社間の強いパートナーシップを改めて確認した意義は大変大きいと思います。

現在、BNAは素晴らしい成果を挙げています。新日鉄をはじめとする派遣者の昼夜を違わぬ努力、親会社3社の支援の賜物であり、董事長としても深く敬意の念を表します。

今般、合意されたBNAの新ラインを1日も早く立ち上げ、中国マーケットにおけるBNAブランドをさらに確固たるものに仕上げたいと思います。



# 鉄鋼スラグで“海の森”再生

## 鉄鋼副産物のリサイクル

鉄の製造時には、鉄鉱石に含まれる鉄以外の成分、石灰の灰分などが溶解し、鉄と分離された後、鉄鋼スラグと呼ばれる副産物が回収される。スラグは石灰(CaO)とシリカ(SiO<sub>2</sub>)が主成分で、省資源・省エネルギーの観点から、セメント原料用、地盤改良用、路盤材用など、ほぼ全量が活用されている(図1)。

例えば、高炉で回収されるスラグを微粉砕し普通ポルトランドセメント(※1)と混合した「高炉セメント」は、セメント製造時のCO<sub>2</sub>排出量を約40%削減できる。また長期強度に優れ、水和熱(※2)が小さいため、温度ひび割れ対策に有効で、塩害やアルカリ骨材反応(※3)に優れた耐久力がある。この「高炉セメント」はエコマーク商品類型として登録され、また、グリーン購入法の「特定調達品目」にも指定されている。

## スラグを利用して豊かな海域を創造

鉄鋼スラグは従来の利用用途に加えて、最近では海域環境改善への適用が期待されている。

近年、日本各地の沿岸では「磯焼け」という現象が発生し、沿岸漁業に打撃を与えている。「磯焼け」とは、コンブやワカメ、その他多種の海藻群落が減少して不毛状態となり、代わりに炭酸カルシウムを主成分とする白色小型藻類に覆われる状態をいう。

磯焼けの原因には海水温の上昇、水質汚濁といった環境変化や、有用な藻類をウニが食い荒らすなどのさまざまな複合要因があるといわれているが、海に流れ込む河川の上流に

おける木々の伐採により、それまでは落ち葉が堆積してできていた腐植土中の「腐植酸鉄」ができにくくなり、有用な藻類の生育に必要な鉄分(二価鉄)の海への供給が減少したことも原因の一つと考えられている(図2)。

鉄鋼スラグには二価鉄が多く含まれている。そこで、私たちはスラグと廃木材チップを発酵させた腐植土との混合物を袋詰めしたユニットを海に入れば、人工的に腐植酸鉄を海に供給できるのではと考えた。

## 全国で藻場造成プロジェクトを実施

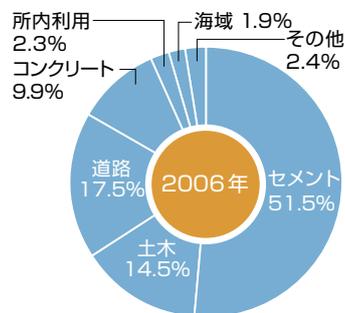
新日鉄は、海の緑化に向け産学研究を進めている「海の緑化研究会」の一員として、東京大学、(株)エコグリーン、西松建設(株)とともに、腐植酸鉄溶出ユニットの施肥効果を確認するため、北海道増毛町の増毛漁業協同組合の協力を得て、2004年10月に磯焼けが深刻な舎熊海岸の汀線(波打ち部の陸側)約15mにユニットを埋設した(写真1)。

埋設半年後、石灰藻に覆われて海底一面が真っ白な状態だった同海岸において、ユニット埋設部から沖合い30mほどの海域にコンブが豊かに成育し、2年目、3年目もその効果が継続することが確認できた(写真2)。

さらに、藻類学の専門家である北海道大学教授の本村泰三氏らとともに、鉄分が藻類の生育に及ぼす効果のメカニズム研究や、海域での微量鉄の分析技術開発にも取り組み、腐植酸鉄溶出ユニットの藻場造成効果を明らかにしつつある。

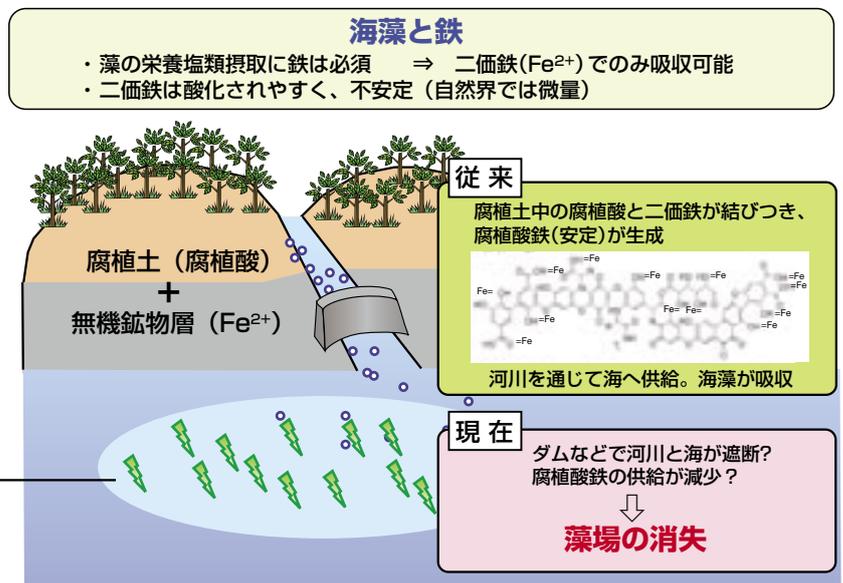
新日鉄では、本年10月に北海道寿都町にもユニットを設置するなど(写真3)、全国10カ所の海域で、各地域の関係者と連携を取りながら実証実験を行っており、さまざまな海域での適用性確認への取り組みを続けていく。

図1 新日鉄のスラグ利用用途



磯焼けの例

図2 鉄濃度の減少



※1 ポルトランドセメント:水硬性セメント。石灰、シリカ、アルミナ、酸化鉄を含む原料を焼成したものに石膏を加え、粉末にしたもの

※2 水和熱:セメントと水が反応する水和作用に伴って生じる反応熱。水和熱が大きいと温度ひび割れが発生しやすくなる

※3 アルカリ骨材反応:コンクリートに含まれるアルカリ分が砂利や砂などの骨材の成分と反応し、異常膨張やひび割れなどを引き起こすこと

# に取り組む

新日鉄は鉄の製造時に発生するスラグを回収しリサイクルしている。最近ではスラグに含まれる鉄分を活かして、海域環境改善への適用の実証研究も進めている。本特集では豊かな海の森再生への取り組みを紹介する。

## 鉄と生命体との関係を科学的に解明していきたい

北海道大学 北方生物圏フィールド科学センター 教授 本村 泰三氏



鉄は生命体にとって重要な物質です。プランクトンが少ない海洋に鉄を供給すると植物プランクトンが大量に発生することや、水槽実験では鉄が藻類の生育に有効であることが確認できています。しかし、鉄が実環境でどのような形で藻類などの生命体の体内に取り込まれるのか、そのメカニズムはまだはっきりと解明できていません。一方で、磯焼けという環境問題は目前に迫っています。

課題解決には机上での議論だけではだめで、環境に配慮しながら現場で確認していくのが一番有効です。そういう意味で新日鉄の実海域での取り組みには注目しており、今後も協力して鉄と生命体とのメカニズムを科学的に解明していきたいと考えています。

## 鉄鋼スラグで漁師町の地域再生に貢献したい

スラグ・セメント事業推進部部长 中川 雅夫



鉄鋼スラグは、天然の石材にはない特性を持つ、魅力ある材料です。私たちは、この材料の特徴を最大限に活かし、多くの人に鉄鋼スラグ製品を活用していただくための技術開発と市場開拓を進めています。当社の開発した腐植酸鉄溶出ユニットは、その一環として、海の森の再生を図る機能商品を目指しています。富山重篤氏の主催する、漁師が山に木を植える「森は

海の恋人」運動の長期的な自然再生に向けた活動を補完して、沿岸漁業の低迷に苦しむ漁師町の地域再生に役立てる、即効性のある技術にまで高められないか……。そのような夢の実現に向けて、当社の開発チームは日々の業務に地道に取り組んでいます。

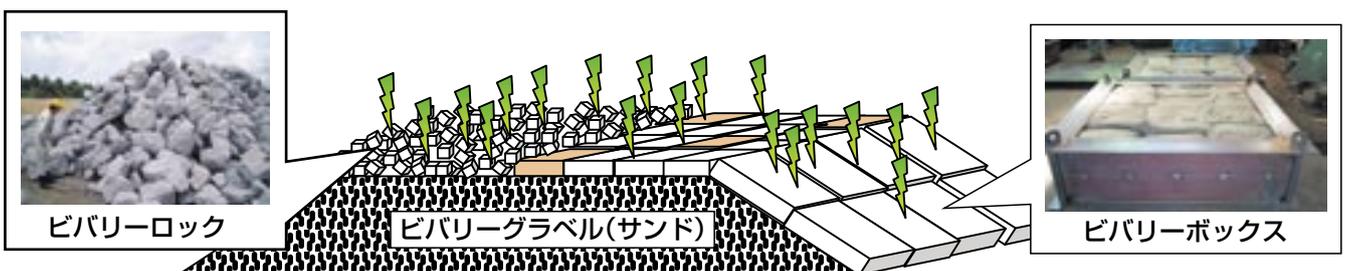


写真1 増毛町 舎熊海岸でのユニット設置工事と、その後のコンブ成育状況

写真3 海の環境問題に詳しい牡蠣・帆立養殖業者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富山重篤氏(左)と寿都町 片岡町長

### 図3 鉄鋼スラグを利用した藻場造成礁のイメージ

新日鉄では、鉄鋼スラグを利用した、藻場を造成するためのさまざまな商品を「ビバリーシリーズ」として提供している。



お問い合わせは ————— スラグ・セメント事業推進部 TEL03-3275-7682

# 鉄の可能性を拓く 解析技術 (2)

鉄鋼材料における解析の第一の役割は、鋼材の機能や状態を支配する理屈（法則性、事象を支配するルール）を導き出し、鋼材機能や製造プロセスを改善・開発することにある。シリーズ2回目は、「鉄を視る」をテーマに、鉄鋼材料解析の最前線で活躍する顕微鏡の世界にスポットを当て、代表的技術の概要と、鋼材開発における具体的な活用事例を紹介する。

## 「光学」から「電子」へと進化した顕微鏡技術

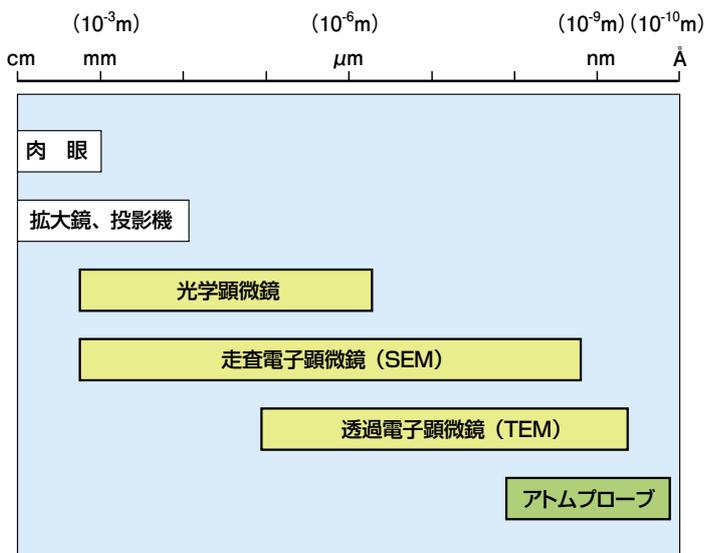
鉄鋼業界で使われる代表的な顕微鏡は、倍率の低い順に「光学顕微鏡」「走査電子顕微鏡」「透過電子顕微鏡」の3つがある(図1)。

現在の光学顕微鏡の原型となる顕微鏡は16世紀に発明され、19世紀になって急速に発達した。光学顕微鏡には、小中学校の授業でも使われる「透過型顕微鏡(※1)」と「反射型顕微鏡」があるが、可視光を通さない鉄鋼材料の解析には後者が使われている。通常、鋼材試料の表面をエッチング(腐食処理)して材料組織を反映する微細な凹凸をつけた試料表面に可視光を当て、浮かび上がった像(反射像)を2枚のレンズ越しに拡大して観察する(図2)。その倍率は500~1,000倍で、分解能の理論的境界は約0.2ミクロンだ。

光学顕微鏡の登場後、長い歳月を経て、さらに微細な構造を観察する目的で1930年代に発明された技術が「電子顕微鏡」だ。可視光に頼らないこの技術は「走査電子顕微鏡(以下SEM)」と「透過電子顕微鏡(以下TEM)」に大別される。

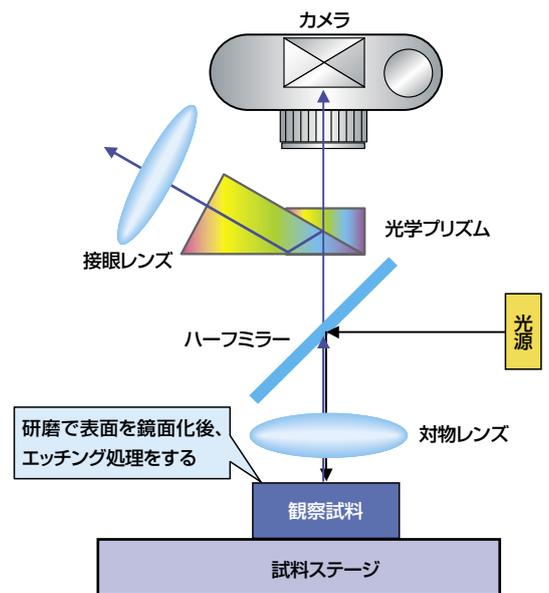
SEMは、試料表面を観察する技術で、電子線ビームにより試料表面を連続的に走査(照射位置をずらす)したと

### 顕微鏡の適用範囲



複数の顕微鏡を併用することで、ミリメートルのレベルから原子レベルまで観察することができる。

図1 反射型光学顕微鏡の基本的な仕組み



可視光を透過しない鉄鋼材料の観察には反射型の光学顕微鏡が利用される。

※1 透過型顕微鏡：ガラス片の上に試料を載せて、鏡に反射させた可視光を下から照射して透過光を観察する顕微鏡

きに生まれる2次電子や反射電子を検出し、画像化することで観察対象の情報を得る(図3)。鋼材では表面の凹凸や結晶の種類・密度、それらを構成する原子の違いなどにより電子の検出強度が異なり、画像にコントラストがつくため、表面形状や材料組織の状態を観察できる。また、特性エックス線(※2)を検出する元素分析機能を使って、試料表層のどの位置にどのような元素がどの程度存在するのかも分析できる。最新装置の分解能は0.002マイクロメートル(2ナノメートル)以下だ。

## 分解能はナノレベル、 原子の世界に到達

TEMの原理は、透過型の光学顕微鏡とよく似ている。反射鏡(可視光源)の代わりに電子銃を、可視光線の代わりに電子線を、光学レンズの代わりに電磁石で電子線を曲げる磁界レンズを利用し、観察試料を透過した電子線を拡大して観察する(写真1)(前号本企画参照)。

物質の密度や原子の種類によって異なる電子透過量(透過率)の違いから拡大画像には2次元的なコントラスト(濃淡)がつく。例えば、鋼材試料の中に電子線を透過しやすい酸化物などの微小な粒子があるとそこが明るく見え、鉄ではない他の物質がその場所にあることがわかる。また、「電子エネルギー損失分光器(EELS)」(前号本企画参照)

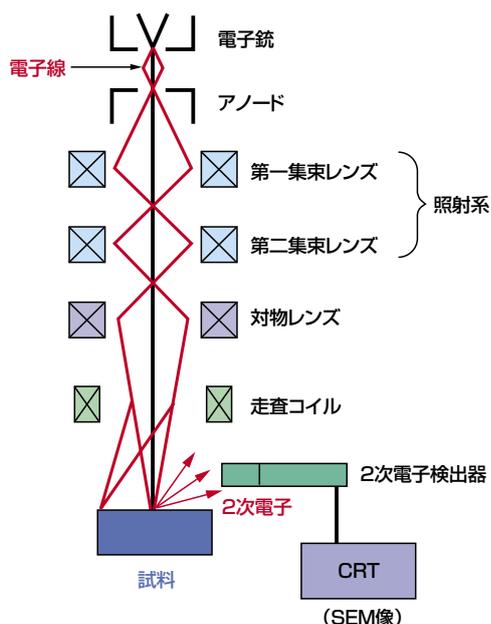
などの元素分析機能により、元素の種類と量(組成)を知ることができ、さらに、電子線の散乱・干渉現象を利用した「電子線回折」で得られる情報から、原子配列や結晶構造を解明することができる。最近では、0.1ナノメートル(1オングストローム)の空間分解能を持つTEMが開発されている。SEMとの機能的な比較では、分解能でTEMが優れるが、SEMは塊状試料の観察ができ、観察領域が広く、汎用性が高い。

吟味された観察箇所に対して、このような各種のTEM要素技術を適用し、複数の分析情報をうまく組み合わせることによって、例えば、結晶粒の中、あるいは粒界(結晶同士の境界)にどんな析出物粒子があり、鉄がどのような状態(温度変化など)にあるときにその析出物が生まれるのかなど、鋼材中で起こる現象の全体像を初めて正しく解釈することができる。

また、最近ではごく微小の析出物が鋼材特性に影響を与えるケースがあるため、新日鉄では新しい観察技術として「3次元アトムプローブ」(前号本企画参照)を活用している。同技術は針状試料に電圧をかけて、電界蒸発したイオンの放出位置と質量を測定して試料先端部の空間的原子配列を分析する技術だ(分解能0.2ナノメートル以下)。最大の特徴は、文字通り、原子1個ずつを分析できることにあり、組成分析の精度がきわめて高い。鉄鋼業界での3次元アトムプローブの活用で新日鉄は群を抜いて先行している。

### 走査電子顕微鏡(SEM)の仕組み

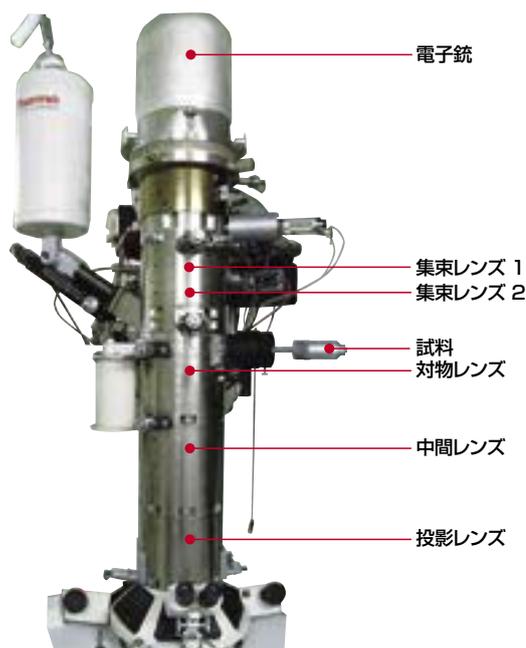
図3



SEMは、試料表面の一定領域を電子線でくまなく走査することで画像を得る。

### 透過電子顕微鏡(TEM)外観

写真1



TEMは、試料を透過した電子線を拡大・結像させて画像を得る。

※2 特性エックス線：原子が電子線などを吸収したときに発生する、その原子(元素)特有の波長を持つエックス線

## 最先端の解析手法を支える 高度な試料作製技術

これまで紹介した顕微鏡技術の機能を最大限に発揮させるためには、観察対象となる試料の作製技術が重要だ。鋼材解析では、通常、適当なサイズに切断した試料をまず光学顕微鏡で観察してどの部分を深く観察すればよいのかを見極め、次にSEM、さらにはTEMを使って詳細なミクロ解析を行う。

TEMでは、電子線が透過するよう、試料の厚さを0.2マイクロメートル以下にする必要がある。従来からのオーソドックスなTEM用試料作製技術としては、研磨加工などによってある程度薄くした試料にイオンビームを照射(イオンミリング)して試料中央部に孔ができる程度まで全体的にさらに薄くし、孔の縁近くの非常に薄い部分を観察する手法が用いられている。しかし、それでは本当に観察したい部分を的確にサンプリングすることが難しい場合があるため、新日鉄では「集束イオンビーム(FIB)加工技術」と「マイクロマニピュレーション技術」に着目し導入した。

前者は半導体デバイス分野の故障解析手法として急速に進歩した技術で、直径10ナノメートル程度のイオンビームで、見たい部分を狙った形状に切り出し、電子が透過しやすい均一な薄膜(厚み100ナノメートル以下のレベル)にして、TEMで丁寧に観察している。一方後者は、ピンセットでもつかむことのできない極小の試験片を操り、TEMなど

の解析装置に装入する技術だ。新日鉄はこれらの試料作製技術を、業界で初めて鋼材解析に導入した(写真2)。

3次元アトムプローブも、FIB加工技術で針状の試料を作製してその先端部分を分析している(写真3)。アトムプローブは分解能が高い反面、先端直径50~100ナノメートル程度の針状試料の1個所しか見ることができない。一方、TEMは試料が薄膜状で比較的広い領域から選んで観察することができるため、解析目的に応じて両装置を使い分け、それに適した試料を作り分けることが望ましい。

試料作製技術などの周辺技術の開発はきわめて重要だ。解析装置がいくら進歩しても、その能力を最大限に引き出すための周辺技術が追従しなければ宝の持ち腐れとなる。

## 現象を理解し、新たな発想で 鋼材特性を操る

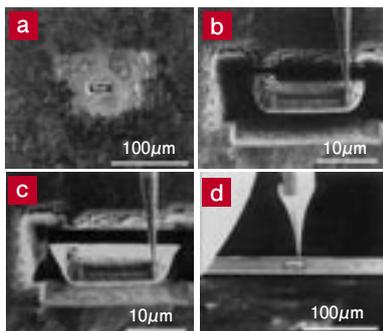
最後に、「高炭素鋼線材」を例に顕微鏡を用いた解析技術の具体的な活用手法を紹介する。

橋梁ケーブルなどに使われる高炭素鋼線材の最大の特徴は、強度が高いことにある。そのメカニズムを金属組織の観点から見ると、硬いセメンタイト(炭化鉄)と軟らかいフェライト( $\alpha$ 鉄)が交互に層状に連なる「パーライト組織」がその特性を担っている(写真4)。そして今日まで、「フェライト層を薄くすれば強度が上がる」という事実・理屈に基づき鋼材開発が進められている。

明石海峡大橋のメインケーブルに使われる高強度の高炭

### マニピュレータを用いた 微小試料の抽出手順

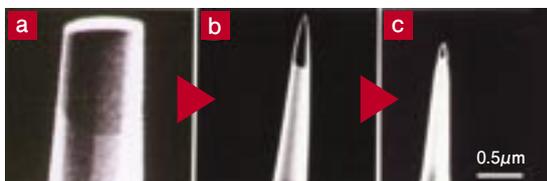
写真2



- 目的部位の周囲の掘削加工
- マニピュレータの試料部への接着と母材との結合部の切断
- 抽出試料のピックアップ
- 抽出試料の電顕用専用シートへの装着。装着後、マニピュレータ先端は切断

### 集束イオンビーム(FIB)加工技術 による針状試料の作製

写真3



### パーライト組織写真

写真4  
SEMでの観察例

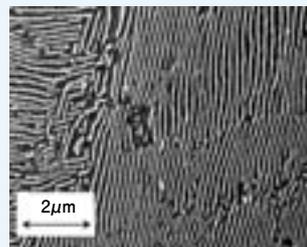
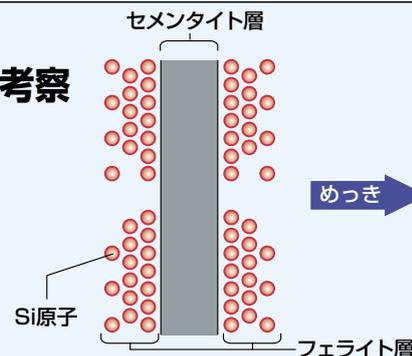


写真5  
TEMで見た組織の崩壊



### 図4 界面移動に関わる考察

- : 伸線後のSi原子
- : 亜鉛めっき後のSi原子



素鋼線材の開発では、耐食性を出すために亜鉛めっきを施すが、めっき時の熱履歴（450℃）によって線材の強度が低下する現象が起きた。当初、光学顕微鏡やSEMの観察ではその原因が解明できなかったため、TEMで拡大して観察すると、めっきした線材でセメンタイト層の分断（球状化）が起き、フェライト層が部分的に厚くなってパーライト組織が崩壊していることが分かった（写真5）。高強度線材の組成は鉄と炭素が主役だが、マンガン（Mn）、珪素（Si）、クロム（Cr）なども添加する。それらの濃度分布を解析した結果、セメンタイト層が分断された線材の中で分断が起きている個所では、マンガンがセメンタイト層の中にあり、珪素はフェライト層のセメンタイト層とフェライト層界面近くにあることが分かった（図4）。

「見る・測る」ことによって現象が理解されると「考える」領域に移る。「珪素が何らかの役割を果たしているのではないか」という疑問と、従来からの金属学の知見に基づき、「拡散速度（熱による原子移動の速度）が遅い珪素原子がセメンタイト層の近くに濃化していると、両層のすべての原子移動が抑制され、セメンタイト層の分断（球状化）が起きにくくなる」という仮説に到達した。そして、製鋼段階で珪素の添加量を増やした線材に亜鉛めっきを施して、引張り強度の確認試験を繰り返した結果、亜鉛めっき後も強度が低下しない特性を確保することができ、実際にその試験片をTEMで観察して、セメンタイト層の分断が起きていないことを確認した（写真6）。こうしてフェライト層の厚さが50ナノメートル以下の橋梁ケーブル用高強度線材（線径約5ミリメートル

ル、強度約2,000MPa）が誕生した。この事例は、材料を「見る」ことが「診る」ことにつながり、的確な「処方せん」を導き出すことができた典型例だ。

タイヤ用のスチールコード（線径約0.2ミリメートル）では、その技術的ハードルはさらに高く、高い引張り強度と、過酷な伸線加工に耐える延性を両立する線材開発が求められた。基本的に、線材は細く絞るほど強度は増すが、同時に延性が低下する。このレベルになると、TEMで観察してもセメンタイト層とフェライト層の境界が不明瞭で、詳細な分析が困難だ。そこで新日鉄では、3次元アトムプローブを活用して炭素原子の濃度分布とその変化を詳細に解析し、その解析結果に基づいて強度・延性を高いレベルで両立させるスチールコード（フェライト層厚さ3～4ナノメートル）向けの高炭素鋼線材を開発した（図5）（図6）。

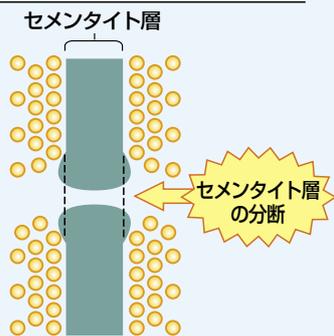
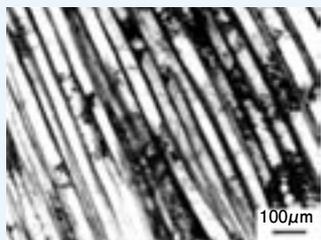
最終回となる次号では、「物の状態を探る」をテーマに、外からの「刺激」に应答する原子の様子をとらえることで、物質のさまざまな情報を得る解析技術を紹介するとともに、「鋼材組織の不均一性」に挑戦する解析手法の今後を展望する。

監修 新日本製鉄(株) 技術開発本部  
先端技術研究所 解析科学研部部長  
佐近 正（さこん・ただし）

プロフィール  
1956年生まれ、北海道出身。  
1982年入社。表面・界面の研究開発に従事。  
2006年より現職。



写真6  
TEMで見た開発鋼の組織



スチールコード内の炭素原子濃度分布の例

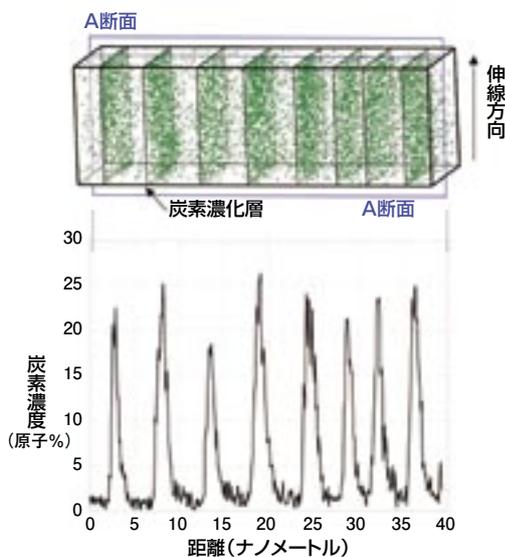
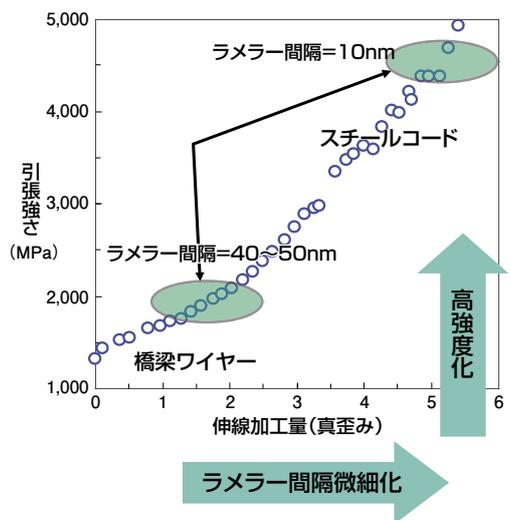


図5 パーライト鋼の伸線加工量と引張強さの関係



パーライト鋼（高炭素鋼線材）を伸線加工すると、ラメラ間隔（※3）が微細化すると同時に高強度化する。

※3 ラメラ間隔：パーライト中にあるセメンタイト層同士の幅

## 新日鉄・住友金属工業(株)・(株)神戸製鋼所間のさらなる連携深化・拡大の検討について

新日鉄、住友金属工業(株)、(株)神戸製鋼所の3社は、さらなる連携深化・拡大施策について検討することとした。

- 3社での高級鋼対応としての住友金属工業・和歌山の鉄源設備共同活用拡大の検討
- 新日鉄・住友金属工業間での高級鋼薄板供給能力確保、および(株)

住友金属直江津に関する共同対応施策の検討

- 新日鉄・神戸製鋼所間でのダストのリサイクルおよび還元鉄の生産・利用、品質改善ベレットの高炉への使用技術および焼結

生産技術などに関する検討

- 住友金属工業・神戸製鋼所間での連携施策の検討



神戸製鋼所小山副社長(左)、当社増田副社長(中)、住友金属工業本部副社長(右)

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

## 新日鉄と POSCO の還元鉄の供給と乾式ダストリサイクルに関する合併会社設立について

新日鉄と(株)POSCOは、2000年8月に株式の相互保有を含めた戦略的提携契約を締結して以降、各部門にて積極的に戦略的提携を推進してきたが、今般、還元鉄の供給と乾式ダストリサイクルに関する合併会社を設立することとした。

【合併会社概要】

会社名：POSCO-NIPPON STEEL RHF Joint Venture, Co., Ltd. (PNR)  
資本金：約50億円  
出資比率：POSCO 70%、新日鉄 30%  
総投資額：約160億円  
会社設立時期：2008年1月  
設備稼働予定時期：2009年9月浦項製鉄所、12月光陽製鉄所



POSCO 李副社長と当社増田副社長

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

## NS Sales が累計販売量 500 万 t 達成

Nippon Steel U.S.A., Inc.の子会社のNS Salesは1987年の設立以来、I/N Tek材を中心にArcelorMittalの冷延鋼板を、おもに日系自動車部品、工具箱、鋼製家具向けに販売してきたが、本年7月に累計販売量500万tを達成した。

11月9日にシカゴ市内のホテルで開催された祝賀パーティー

にて、I/N Tekの合併親会社であるArcelorMittal副社長ダン・モール氏は「この偉業は、異文化を背景に持つ双方が真摯に協力してきた結果である」と祝辞を述べた。

NS Sales社長の美濃部氏は「500万t達成はこれまで

NS Salesに関わってきた人々すべての努力の成果。今後ともArcelorMittal、商社と協力し、販売数量拡大に向けて努力していく」と今後の抱負を語った。



記念盾を交換するNS Sales 伊倉会長(右)とArcelorMittal マーチン副社長

お問い合わせ先 総務部 広報センター TEL 03-3275-5016

## 君津製鉄所第3高炉が累計出鉄量 1 億 t 達成

君津製鉄所第3高炉は、本年11月1日、累計出鉄量1億tを達成した。これは1971年9月13日の1次火入れの後、2回の改修工事を挟んで、稼働32年3カ月で達成した記録。1基の高炉での累計出鉄量1億t達成の快挙を製鉄関係者全員で喜び

合うとともに、今後の安定生産継続への誓いを新たにす。



## サイアム・ティン・プレートの能力増強について

新日鉄、住友商事(株)、(株)メタルワンは、タイに拠点を置くサイアム・ティン・プレート の能力増強を行うことで合意した。

タイでは食缶の一大輸出拠点としての産業集積が進行し、こ

れに伴いブリキ需要はASEAN最大の60万t/年規模まで拡大している。今回の能力増強により、今後ますます高度化するタイ製缶メーカーの要求品質や、きめ細かなデリバリー要請への対応が一層充実するのみなら

ず、タイ食品産業の発展に大きく貢献していくものとしている。



サイアム・ティン・プレート外観

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

## 富士ゼロックス(株)が新日鉄の低炭鉛フリー快削鋼を全面採用

新日鉄が環境対応型商品として開発した低炭鉛フリー快削鋼線材「SUM24EZ」が、富士ゼロックス(株)が今後発売する複写機・プリンターの新製品のの中核部品

(シャフト)の素材に全面的に採用されることとなった。

当社は環境負荷物質の軽減・撲滅を経営の最重点課題の一つと位置付け、これまでもさまざま

な活動を展開してきた。当社は、従来の低炭鉛快削鋼の製造を2008年3月末で中止するとともに、低炭鉛フリー快削鋼線材を幅広い分野で数多くのお客様

に使用していただき、環境負荷物質軽減をさらに推進していく。

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

## 『エコプロダクツ 2007』 出展のお知らせ

12月13～16日に東京ビッグサイトにおいて、日本最大級の環境展示会『エコプロダクツ 2007』が開催される。

新日鉄グループは、身の回りで活躍する『エコプロダクツ：鉄鋼製品』、それを産み出す『エコプロセス：製鉄所』、そしてエ

コプロダクツとエコプロセスを活用した『エコソリューション』を活かした環境問題に対する取り組みや、1971年から全国の製鉄所で行っている“郷土の森づくり”、鉄鋼スラグを利用した磯焼け改善プロジェクト“海の森作り”など、グループ全体での

さまざまな取り組みについて、昨年の3倍に展示スペースを拡充して紹介する。

お問い合わせ先  
環境部 TEL03-3275-5145  
『エコプロダクツ 2007』  
URL:<http://www.eco-pro.com/>



当社グループのブース完成予想図

## 「新・モノ語り友の会」によるたたらイベントのご案内

12月1～2日、東京北の丸公園の科学技術館において、新日鉄「新・モノ語り友の会」によるたたら講演会・たたら製鉄実験が行われる。1日は、POSCO人材開発院教授の李寧熙氏と東京工業大学教授の永田和宏氏によ

る講演会が行われ、2日は永田教授指導のもと、たたら製鉄の原理を応用した製鉄を体験、日本古来の鉄づくりに触れる。

両日とも一般の方の見学も可能なので、興味をお持ちの方は是非お立ち寄りください。

「たたら講演会」 日時：12月1日(土) 13:30～15:30  
会場：科学技術館  
「たたら製鉄実験」 日時：12月2日(日) 8:30～15:30  
会場：科学技術館前 ※雨天決行

お問い合わせ先 総務部 広報センター TEL 03-3275-5016  
科学技術館 URL:<http://www.jsf.or.jp/>

## 近代製鉄 150 周年記念式典を釜石で開催

12月1日の鉄の記念日に、近代製鉄発祥150周年を記念して釜石市民文化会館大ホールにて鉄のフォーラム、記念式典、記念講演(井上ひさし氏)が、また釜石駅前広場にて鉄のモニュメ

ント除幕式が開かれる。式典には当社三村社長や岩手県達増知事らが出席を予定している。

釜石製鉄所では、150年にわたる釜石の鉄づくりにかけた人々の思いや歴史を地域の皆様と一緒

に学ぶとともに、次世代を担う子どもたちに鉄や製鉄所に対する親しみを深め郷土愛を育んでも

らえるよう、本年6月以降、さまざまなイベントを実施している。

お問い合わせ先  
釜石製鉄所総務部 TEL 0193-24-2332 FAX 0193-22-0158

## 『新日鉄技報』最新号発行のお知らせ

このたび『新日鉄技報』最新号(第387号)が発行された。テーマは「建材技術」。新日鉄HPトップページ「技術開発」よ

り「新日鉄技報」をクリックするとダウンロードできる。

お問い合わせ先  
技術開発企画部  
E-mail: [gihou@nsc.co.jp](mailto:gihou@nsc.co.jp)



## 紀尾井ホール (財) 新日鉄文化財団

## 12月主催公演から

<http://www.kioi-hall.or.jp>

7・8日 紀尾井シンフォニエッタ東京 第62回定期演奏会  
出演：広上淳一(指揮)、伊藤 恵 (Pf)、  
紀尾井シンフォニエッタ東京 (Orch)  
曲目：ハイドン 交響曲 第60番 八長調 Hob.I-60「うかつ者」、  
モーツァルト ピアノ協奏曲 第20番 二短調 K.466、  
バルトーク 弦楽器、打楽器とチェレスタのための音楽  
14日 新日鉄プレゼンツ 紀尾井ニュー・アーティスト・シリーズ  
第9回 南 紫音 (ヴァイオリン)  
出演：南 紫音 (Vn)、江口 玲 (Pf)  
曲目：モーツァルト ヴァイオリン・ソナタ イ長調 K.526、  
イザイ 無伴奏ヴァイオリン・ソナタ 第4番  
ホ短調 op.27-4 ほか

25日 紀尾井クリスマス・コンサート 2007 北欧 オーロラのクリスマス  
～シベリウス & グリーグメモリアル・プログラム～  
出演：新田ユリ(指揮・構成)、田部京子 (Pf)、駒ヶ嶺ゆかり (M-Sop)、  
大久保光哉 (Bar)、紀尾井シンフォニエッタ東京 (ストリングス)、  
川上麻衣子 (ナビゲーター) ほか  
曲目：シベリウス クリスマスの歌 op.1、交響詩「フィンランディア」より  
“フィンランド讃歌”、  
グリーグ 組曲「ホルベアの時代」、劇音楽「ペール・ギュント」より  
“ソルヴェイグの歌” ほか

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)

## 拡がる、深まる。新日鉄のグローバルサプライネットワーク。

優れた安全性能、環境性能を世界へ。日本の自動車メーカーが、製造拠点をますます海外に拡げています。そして、現地で高品質の日本車をつくるためには、世界最先端の製品も含めた自動車用高級鋼板が欠かせません。そこで新日鉄は、海外での現地生産による安定供給体制の確立に向け、合併事業を展開。中国では、かつて新日鉄の技術協力で製鉄所を建設し、今年友好協力30周年を迎える宝鋼との合併でBNA社を立ち上げ、北米ではI/N Tek社、I/N Kote社を通じて、日系自動車メーカーのニーズをカバー。南米ではブラジルUSIMINAS社との合併事業であるUNIGAL社や、USIMINAS社の能力拡張により、増大する需要に 대응していきます。人も、技術も、資本も、積極的に世界へ進出していく。それが、これからの新日鉄です。お問い合わせは広報センターTel.03-3275-5016

その鉄の品質は、  
世界標準へと加速する。



### 先進のその先へ、新日鉄

[www.nsc.co.jp](http://www.nsc.co.jp)

文藝春秋 12月号掲載

## CONTENTS

DECEMBER 2007 Vol.174

### ① 特集 1

## 長年の信頼関係を軸に パートナーシップを 深める

### —新日鉄—宝鋼友好協力 30周年

### ⑦ 特集 2

## 鉄鋼スラグで “海の森”再生に取り組む

### ⑨ モノづくりの原点—科学の世界VOL.38

## 鉄の可能性を拓く 解析技術 (2)

### ⑬ GROUP CLIP

#### 伊藤 誠：場と空間シリーズ

彫刻は居場所を見つけることができるだろうか。  
さまざまな場所の中で。何も無い空間から。

表紙のことは

「TWISTER」

交差点は人が動く。人が動くと彫刻も動く

〈鉄、ウレタン塗装 / 600×730×500/LAXA OSAKA/ 撮影 © 古川泰造〉

伊藤 誠 いう・まこと

1955年愛知県生まれ。1983年武蔵野美術大学大学院造形研究科修了。1993年A.C.C (アジア・カルチュラル・カウンシル)の助成金によりトライアングル・アーティスト・ワークショップ(ニューヨーク)に参加。1996～97年文化庁派遣芸術家在外研修(アイルランド)。1998年、1999年大阪都市環境アメニティ表彰。1999年武蔵野美術大学造形学部彫刻学科教授就任、現在に至る。2005年タシマヤ美術賞受賞。

NIPPON  
STEEL  
MONTHLY

#### 新日本製鐵株式会社

〒100-8071 東京都千代田区大手町 2-6-3 TEL03-3242-4111

編集発行人 総務部広報センター所長 丸川 裕之

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

●皆様からのご意見、ご感想をお待ちしております。FAX:03-3275-5611

●本誌掲載の写真および図版・記事の無断転載を禁じます。

GPN Green Purchasing Network  
印刷サービス  
新日鉄は印刷サービスのグリーン購入に取り組みしています

DECEMBER  
2007年11月29日発行