

先進のその先へ

鉄鋼メーカー初の快挙 市村産業賞本賞を受賞

## 金から銅へ 日本発の素材革命 銅ボンディングワイヤ EX1

●ものづくりの原点 特別企画

原理原則から新たなブレイクスルーを目指す

●トークスクエア

工場は流されても、やる気は流されていない

株式会社高橋工業 代表取締役 **高橋 和志氏**



鉄鋼メーカー初の快挙  
市村産業賞本賞を受賞

# 金から銅へ 日本発の素材革命 銅ボンディングワイヤ EX1

新日鉄と株)日鉄マイクロメタルは、「LSI(大規模集積回路)用高機能銅ボンディングワイヤEX1の開発」で、第44回市村産業賞本賞を受賞した。優れた国産技術の開発で産業界の発展に貢献した技術開発者を表彰してきた市村産業賞の歴史の中で、鉄鋼メーカーが最上位賞である本賞を受賞したのは、初の快挙。金が主流のボンディングワイヤ市場で、これまで困難とされてきた金から銅への素材の大転換を成し遂げた技術開発の概要と研究者の姿を紹介する。

## 50年来の市場ニーズ 脱金化と高機能の両立

ボンディングワイヤとは、半導体の内部接続に使われる基幹部材で、半導体素子の電気信号を半導体パッケージ外部に伝える重要な役割を果たしている(図1)。ボンディングワイヤを使った半導体は携帯電話、パソコン、デジタル家電、自動車など、私たちの暮らしの中に広く普及している。さらにスマートフォンやハイブリッド車、電気自動車といった新たな市場の拡大が続いており、さらなる低コスト化、高機能化、高信頼化が強く求められている。

EX1

図 1 半導体パッケージ構造

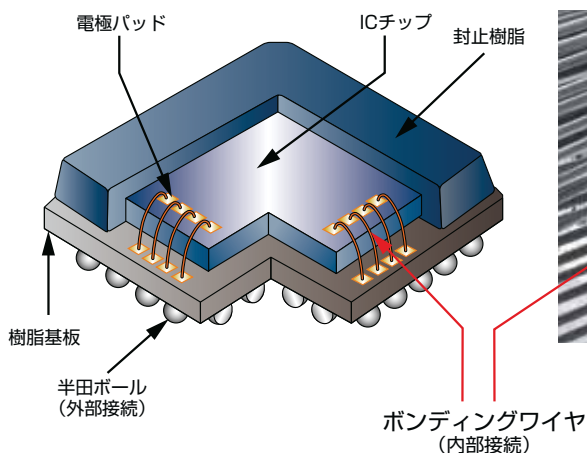


写真 1 EX1 実装例



新日鉄グループは、半導体業界で50年間解決できなかった難課題に取り組み、既存のボンディングワイヤ開発手法の延長ではなく、技術難度が高く商品化が困難とされた被覆ワイヤの開発に挑戦。独自の被覆構造設計を確立し、長年の課題である接合性や信頼性をすべて解決した新型高機能銅ボンディングワイヤ「EX1」の開発に成功した。

## IT化を支える世界標準商品

ボンディングワイヤの素材には、1950年代のトランジスタ発明以来、過去50年間一貫して金が使われてきた。線径が髪の毛の5分の1ほどの太さ(15〜30ミクロン)ではあるものの、やはり金は高価な貴金属。金よりも低コストで、導電性に優れた省エネルギー性能が高い、銅を素材とするボンディングワイヤの開発が、世界の多くの企業で幾度となく繰り返されてきた。しかし接合不良や酸化による耐久性の課題を解決することができず、これまでLSI用途では実用化されていなかった。変化の激しい半導体業界にあって、50年間という長期にわたり一つの素材が使われることは大変珍しく、脱金化と高機能を両立するLSI用銅ボンディングワイヤの開発が切望されていた。

EX1は従来の金ワイヤに比べ、7分の1程度の価格で最先端LSIの厳しい要求性能を満たすとともに、20%以上の高導電性で電力損失を抑えることができ、環境負荷低減に貢献する画期的な商品だ。2009年の量産開始以降、欧米や台湾をはじめとする世界中のお客様に金からの置き換えとして採用され、貴金属の使用量を99%(年間約1000億円相当)削減する効果をあげ、急速にボンディングワイヤ市場に浸透していった。さらにIT化(情報技術)の世界の普及を支える中核部品である、最先端LSIに使用できる唯一の銅ボンディングワイヤとして新たな市場を開拓。使用実績は販売開始からわずか3年弱で地球80周分に相当する累計320万キロメートルに達し、銅ボンディングワイヤ世界市場でトップシェアを誇る世界標準商品としての地位を確立した。

**ニーズ**  
非貴金属  
コスト  
実装技術

**Cu**

**Au**



## EX1 開発秘話

50年の歴史を塗り替え  
金から銅への転換を実現

半導体部材のボンディングワイヤ市場で、困難とされてきた金から銅への素材の大転換を成し遂げ、世界的に高い評価を集めているEX1。その開発を成功に導いた研究者たちの情熱を紹介する。

図2 ボンディングワイヤ構造の材質別比較

|       | EX1                                                                               | ベア銅                                                                               | 金                                                                                 |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| ワイヤ構造 |  |  |  |
| 構成    | パラジウム単層+拡散層/銅                                                                     | 銅芯のみ                                                                              | 金芯のみ                                                                              |

図3 お客様の使用時における  
ボンディングワイヤ材質別比較

|     | 生産性 | 信頼性 | 適用範囲 | 価格 |
|-----|-----|-----|------|----|
| EX1 | ○～◎ | ○～◎ | ○    | ○  |
| ベア銅 | △   | △～○ | △    | ◎  |
| 金   | ◎   | ◎   | ◎    | △  |

◎優 ○良 △可

常識を覆す挑戦で  
技術の種が芽生える

2008年のリーマンショックを契機に金価格は4倍に高騰し、ボンディングワイヤの金から銅への素材転換を求める市場ニーズの高まりはピークに達していた。これまでも導電性の高い銅が注目され、一部ではベア銅ワイヤが使われているものの、金ワイヤと同等の高い性能を実現するためには、接合性や信頼性で越えなければならぬ大きな壁があった。新日鉄グループは金ボンディングワイヤの開発でボンディングワイヤ世界シェア第3位の実績を誇り、その素材開発力を活かし2004年から新日鉄先端技術研究所で、銅を被覆する新型銅ワイヤの基礎開発に取り組んでいた。ブレイクスルーのポイントについて、宇野智裕は次のように語る。

新日鉄 技術開発本部 先端技術研究所  
主幹研究員 宇野 智裕

「貴金属で銅ワイヤを被覆するというアイデアは昔からありましたが、技術難度が高く実用化に至っていませんでした。そこで被覆素材の選定では、金や銀などそれまでの延長線上にある技術常識にとらわれず、むしろワイヤ本体には使えないパラジウムに着目することで、一つの解を見出すことに成功しました。さらに被覆によって生じる特有の課題に対しては、知見のある溶接メカニズムなどをベースに、被覆構造の最適化や被覆層の組織制御を図り、妥協しない被覆層の構造設計によって完成度を高めました」

新日鉄先端技術研究所はこうして被覆素材にパラジウムを採用した特殊な2層被覆構造(図2)を開発し、その被覆構造をナノレベルで制御することで、新型銅ワイヤを発明。鉄づくりで培った技術力が、金から銅への素材革命をもたらす新技術を萌芽させた。

量産化と知財戦略で  
技術の果実を育てる

今までにない優れた(EXCELLENT)、ワクワクどきどきする(EXCITING)商品を世に送り出したい。そんな思いを込めて新型銅ワイヤは「EX1」と名付けられ、2007年から(株)日鉄マイクロメタルで、量産実用化に向けた技術開発が始まった。同社は新日鉄グループの新素材事業を担う新日鉄マテリアルズ(株)の子会社で、半導体実装材料メーカー。EX1の実用化では最初から生産の海外展開と商品の国際標準化を目標に掲げ、商品設計と製造プロセスの開発に取り組んだ。EX1量産開発について山田隆は次のように振り返る。

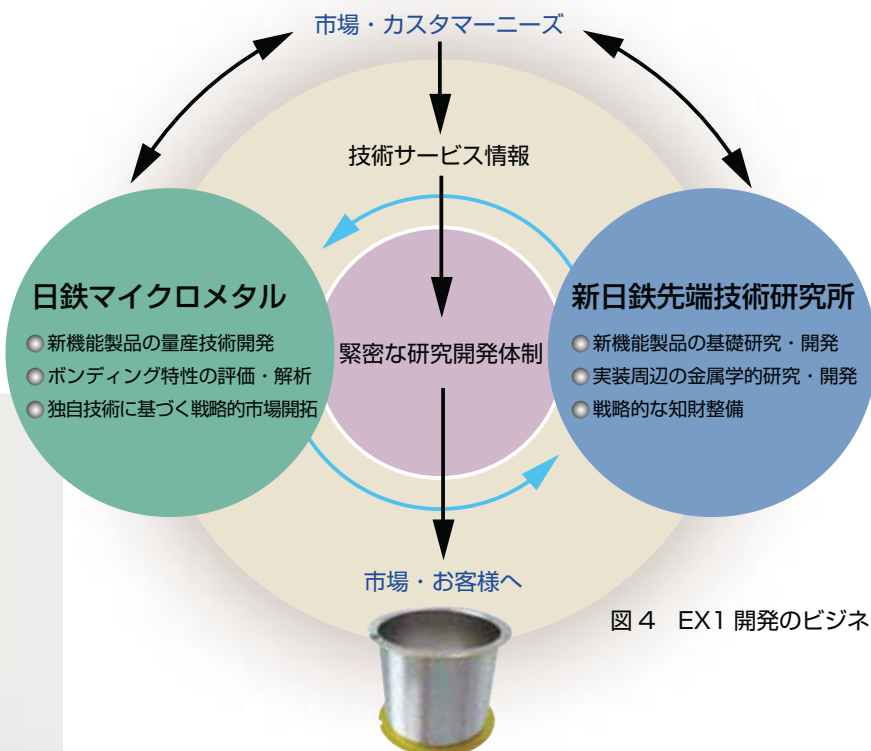


図4 EX1 開発のビジネスモデル

「髪の毛の5分の1ほどの太さのワイヤを覆うパラジウムの膜厚は、ワイヤ径のさらに数百分の1の薄さであり、しかも全長数百キロメートルにわたって均一にコーティングしなければなりません。技術的な行き詰まりから開発と商品化の間に横たわる、いわゆる『死の谷』(※)に阻まれ、断念しかけるところまで追い詰められました。しかし商品化にかける関係者の情熱と実行力によって、表面処理の安定化やナノレベルでの組織制御プロセスなどの量産技術開発に成功し、『死の谷』を飛び越えることができました」

日鉄マイクロメタルはこうして量産技術を確立し2009年にEX1の販売を本格的に開始。日本とフィリピン、中国で、地球と月との距離に迫る月産30万キロメートルのEX1製造拠点を構築した。一方、新日鉄グループはEX1の主要技術に関する特許を国内外延べ100件以上出願し、知的財産化を推進。2011年7月にはボンディングワイヤの老舗メーカーである田中電子工業(株)、2012年3月には世界第2位のシェアを誇るドイツのヘレウス社に対してライセンス供与する契

約を締結し、グローバル市場への浸透を図り、新型銅ボンディングワイヤEX1という革新技術の果実を大きく育てている。

## 新たな市場を切り拓く 新日鉄グループのものづくり

材料に関するあらゆる知識や構造体の設計・解析・評価技術は、新日鉄グループの最も強みとする分野で、その強みをEX1開発においても遺憾なく発揮した。EX1はパソコンや携帯電話、デジタル家電、自動車など、あらゆる製品に欠かせないエコデバイス部材というグローバル市場で高いシェアを占め、旺盛かつ品質要求の厳しい半導体関連のお客様ニーズに応えている。今後の抱負を宇野と山田は力強く語る。

「二つの要素技術は素晴らしくても、それらを合わせて構築したとき不具合が起こることが往々にしてあります。当社は総合技術力を持つ材料メーカーとしてEX1の信頼性を説明し、お客様に自信を持って提案しています(図3)。革新技術の開発手法、技術力に裏付けられたお客様との信頼関係の構築、グローバルな知財戦略というEX1で培ったビジネスモデル(図4)を活かして、日本のものづくりを今後も高めていきたいと思っています」(宇野)。

「今回、先端研のシーズ技術をもとに貴重な成功体験を得ることができました。海外市場がますます拡大し重要になる中、今後とも当社は日本で新素材の商品開発を行うマザー工場としての役割を果たし、新日鉄グループが新素材事業においてもグローバルなものづくりを展開していくための基盤を支えていきます」(山田)。

(株)日鉄マイクロメタル  
取締役 技術開発部長 山田 隆

※ 死の谷：開発された新技術や発明を商品化するときに立ちはだかる難関・障壁

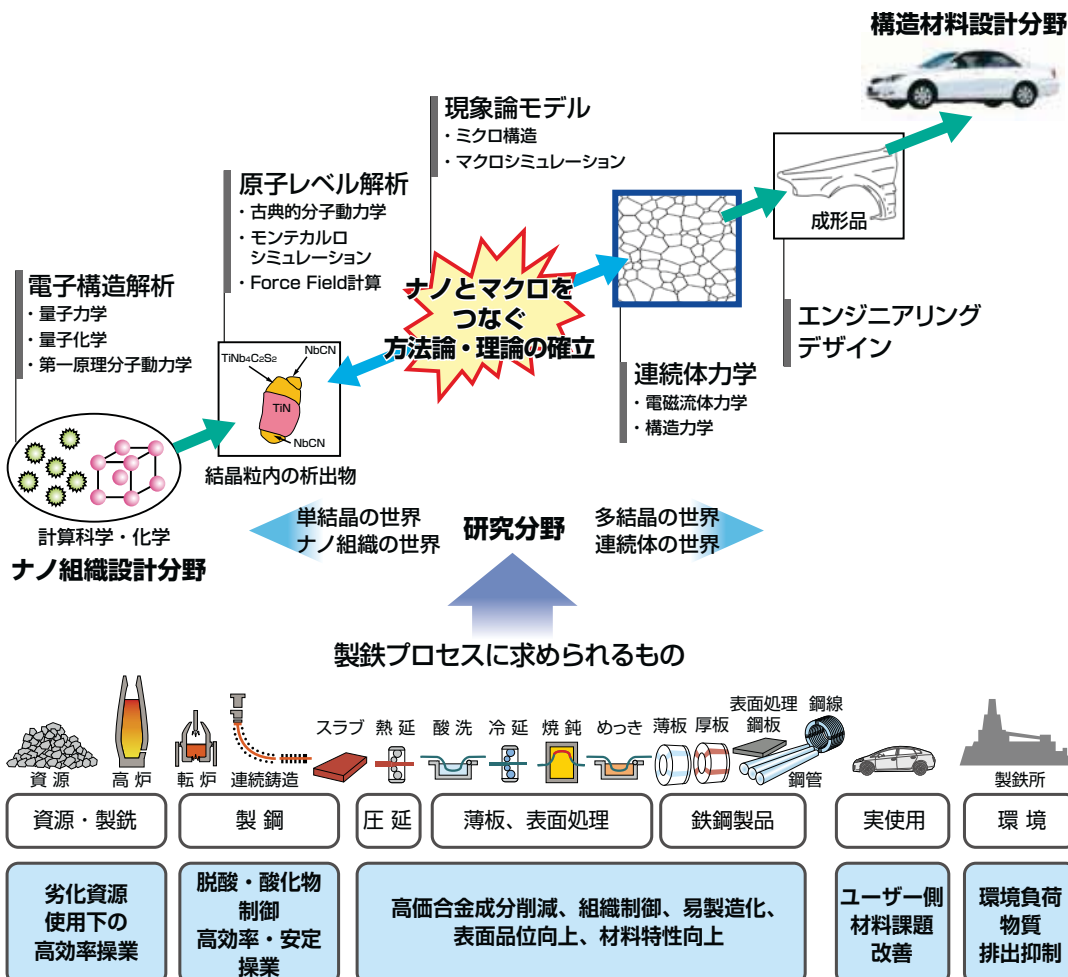
# 多彩な技術開発で「鉄」を極める(3) 原理原則から 新たなブレイクスルーを目指す

2つのアプローチを深化・  
連携させ、現象を本質的に理解

近年、鋼材の複合機能化や抜本的なコスト低減ニーズが高まる中で、より緻密で複雑な鋼材組織のつくり込みやプロセス制御が求められるようになっていく。先端技術研究所では現在、物質・現象そのものの高度解析を行う物質解析科学(解析科学研究部)と、現象に潜む数理を抽出して定量予測する数理科学(数理科学研究部)の両輪で製品・プロセス開発の高度化とスピードアップを目指している。前者は複雑に絡み合う現象の一面を基礎現象として観察・定量化するのに対して、後者は複雑な現象を全体的・連続的に捉えるもの。鉄鋼業界の解析研究において、この2つの科学分野がそれぞれ専門性を持ちながら、組織的・有機的に連携しているケースは他にはない。

解析科学と数理科学が深化しつつ連携することで、例えば、ナノ・ミクロの解

図1 解析科学と数理科学の連携によるナノからマクロレベルの解析技術



新日鉄では新商品開発やプロセス開発に対して、メタラジー、分析・解析技術、数値解析・数学応用(数理科学)、現象解析技術など、複合的な観点から取り組んでいる。グローバル競争が激化し、鋼材の差別化やコスト低減ニーズがさらに高まる中、すべての研究開発の共通基盤となる解析技術の果たす役割は大きい。今回は、多彩な解析技術を駆使して原料から最終製品までの製鉄プロセスの「原理原則」を極め、現象の本質に迫る解析研究者たちの姿を追う。





先端技術研究所 解析科学研究部  
主任研究員  
**金橋 康二** (かねはし・こうじ)  
(化学専攻、1998 年入社)

析で得られたパラメータ(素因数)を組み合わせるシミュレーション(数理・計算予測)を行い、原理原則を解き明かして、実際に得たい鋼材特性を導き出すことができる。それにより一つ一つのデータを積み上げる従来型の研究開発の延長線上にない技術イノベーションが生まれ、ジャンプ感・スピード感のある製品・プロセス開発が可能になる(図1)。

ここではそうした理念のもと、コストダウンに直結する原料品質評価(製鉄分野)や鋼材特性のつくり込み(製鋼・圧延分野)、数学応用による鋼材品質・プロセスの最適化に挑む若手研究者の開発事例を紹介する。

## 独自開発の解析手法で 多様な原料品質を精査

鉄鋼製品の源である銑鉄を生み出す高炉では、石炭を蒸し焼きにしたコークスで鉄鉱石を還元しているが、最近ではコストダウンのため、コークスの投入量を低減し比較的安価な微粉炭を吹き込むこと(PCI)が盛んに行われている。石炭を直接高炉に入れるため石炭自体の構造や性状が高炉の還元効率に影響する上、近年石炭の品質が多様化する中で、さまざまな山元の石炭を使用する操業リスクを最小化する必要がある。新たに使用する石炭を事前評価する解析技術を確認した解析科学研究部の金橋康二は語る。

「私は石炭中の有機質の構造と無機質(灰分)の構造に着目し、石炭を評価する方法を開発しました。有機質の構造を明らかにすることによって、石炭の燃えやすさを定量化できます。一方、溶けてスラグ化した灰分は閉塞などの原因になり得ることから、詰まりやすさを構造から判断するための指標化を行いました。これらの新たな評価技術を用いて、世界中から調達する石炭サンプルを解析し品質を確認しています」

金橋は入社後、化学・製薬分野で活用されていたNMR※1(写真1)を、複雑な成分で構成される石炭やスラグの高度解析に適用するため、新たな測定手法の開発に着手し、実用材料解析に展開してきた。特に、固体材料中のアルミニウムやマグネシウムなど、これまで構造解析が困難だった元素に対し、磁場強度やラジオ波の当て方などを精査して解析精度を飛躍的に高め、同一元素のわずかな構造差を精緻に観察する独自技術を確認した。

「当社の無機材料固体NMR解析技術力は国内トップレベルですが、アメリカへの留学経験を活かし、最近では約1500℃の溶融スラグをその場で観察できる高温高断熱検出器を導入するなど(図2)、常に先を見たと解析シーズの開発・提供に取り組んでいます。今後は原料・スラグ品質の課題解決に加え、複雑な成分解析ができるNMRの機能をさらに高度に利用し、資源分野全般での貢献を目指していきます」(金橋)。

図2 高温高断熱検出器およびそれを用いたスラグの測定例

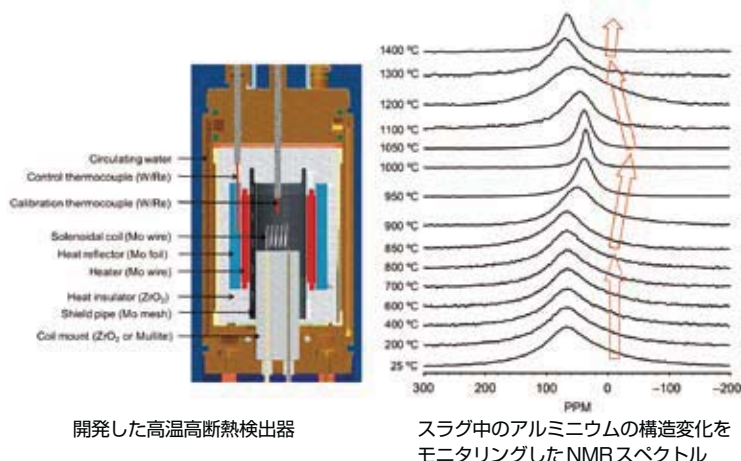


写真1 NMR 装置



※1 NMR：核磁気共鳴。超伝導磁石の中に入れた試料にラジオ波を照射してその共鳴現象を見る。共鳴の周波数により狙った元素だけの構造を識別できる。



先端技術研究所 解析科学研究部  
主任研究員

小林 由起子 (こばやし・ゆきこ)

(材料物理科学専攻、2005 年入社)



先端技術研究所 解析科学研究部  
主任研究員

田中 智仁 (たなか・ともひと)

(材料科学専攻、2004 年入社)

写真 2 FIB-SIMS によるボロンの  
粒界偏析マッピング

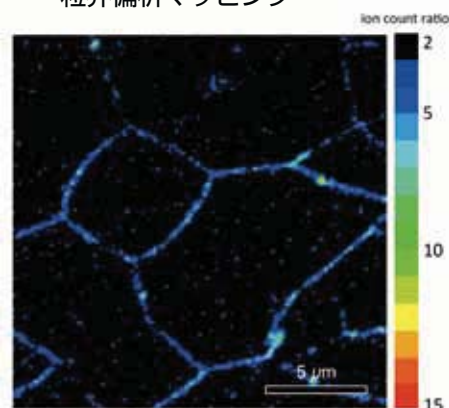
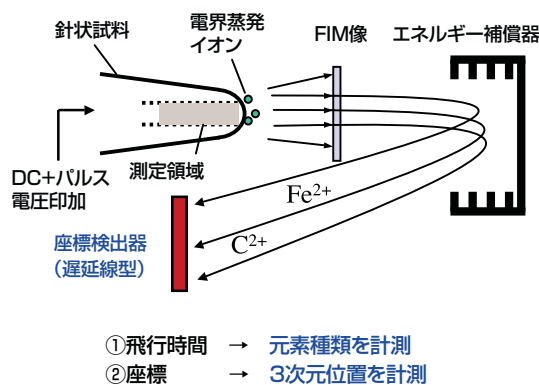


図 3 3DAP の測定原理



## 原子からマクロ組織まで 幅広い視野で本質に迫る

ミクロ組織で決まる鋼材特性は、粒界偏析などの現象解析まで遡ったところに原理原則がある。例えば結晶組織の粒界に何の元素がいかに関与しているのかといった析出物(化合物)が存在するのかといったミクロ・ナノオーダーでの原理原則を突き詰めなければ技術イノベーションは生まれない。FIB-SIMS※2で結晶組織粒界の解析に取り組み解析科学研究部の田中智仁は、鋼材強度を大きく左右するボロンの偏析挙動を明らかにした。

「ボロンを使うと高価な合金元素に頼らず、比較的少量で強度などの鋼材特性を向上させることができますが、少しでも量がばらつく狙った特性値が出ません。従来は偏析のメカニズムや制御条件がわからず具体的な材料設計の指針を持てませんでした。その現象把握によりピンポイントで狙った特性を発現させることが可能になると期待できます」(写真2)

また、粒界にはボロンなどの元素が濃縮するだけでなく炭化物や窒化物などの析出物が生成するが、その種類によりボロン自体の偏析量が変わり鋼材特性も変化するため、さらに微細な原子レベルでの解析が不可欠になる。原子1個ずつの種類と配列を観察できる3次元アトムプローブ(3DAP)※3(図3)を活用し、ナノレベルの微細析出物や固溶原子の配置などの観察から強化機構の研究に取り

組み解析科学研究部の小林由起子は、「これまで観察が難しかったクラスタや微細析出物による強化機構を、実験を通して明らかにしつつあります。これがわかれば、新しい鋼材設計などに役立てられると思います。一方で、3DAPのように汎用でない技術を使う場合は特に、正しい測定、つまりその材料の本当の姿の観察ができているか注意が必要です。基礎データを積み重ね、この分野の世界第一線の技術者とも議論し、鉄鋼材料への適用について正しい解釈ができるように努めています」と語る。

## 数学を共通言語に、 技術イノベーションに挑む

一方、「計算機シミュレーション」と「数学応用技術」に大別される数理科学研究では、近年、従来から積極的に活用されてきた前者に加え、複雑な現象が絡み合う製造現場の課題に対して、限られた計測データをもとに、数学で現象の本質を抽出して解決を図る数学応用技術の研究を強化している。従来はベテランオペレータの手で判断していた自動車用鋼板の加工部品のわずかな表面歪みに対する定量評価技術の開発に携わった数理科学研究部の小杉聡史は、その意義について語る。

「数学応用には、一見無関係と思える数学的知見の適用が課題の本質的解決に繋がる可能性を持つという魅力的なメ

※2 FIB-SIMS：集束イオンビーム-二次イオン質量分析法。イオンビームを当てて試料表面から生成した二次イオンの飛行時間(重量)計測と試料表面の連続的なスキャン(走査)で、試料表面に存在する元素の種類と位置を特定することができる。

※3 3次元アトムプローブ：針状試料に高い電圧をかけることによって、試料表面の原子を1個ずつイオン化して検出し、その原子の種類と空間的配列を調べる分析装置。



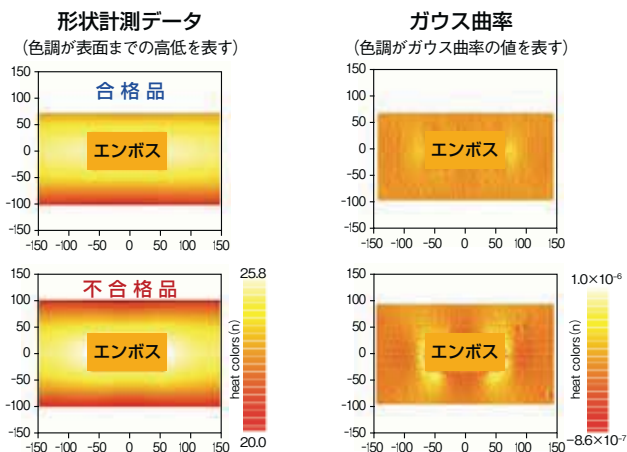


先端技術研究所 数理科学研究部  
主任研究員

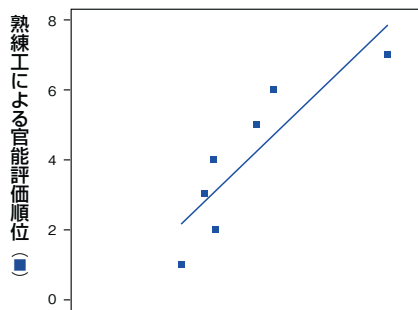
小杉 聡史 (こすぎ・さとし)

(数学専攻、2008 年入社)

図 4 自動車用鋼板の加工部品の表面歪み定量評価



形状を計測した画面データだけでは、微妙な色調の違い(歪み)が判別困難だが、ガウス曲率で示すと、曲率の不均一さから、歪み部分が強調される。



ガウス曲率を用いた定量評価値(ガウス曲率の面積和) (実線)

ガウス曲率での評価値は熟練工による官能評価順位と良好な相関がある。

リットがあります。この事例では、基準面からの距離を計測した鋼板表面形状の離散データを統計的に補間し、さらに数学者には馴染みのある「ガウス曲率」(※4)で歪みの特徴を代表する特性値を表現できるのではないかと思ひ提案したところ、鋼板加工部品における歪みの定量評価技術の一つとして実用化されました。このような取り組みは鉄鋼業界では初めての試みです(図4)。小杉は入社した2008年以後、全製鉄所に赴き、現場技術者・研究者のニーズをつかみ、逆問題(※5)などの数学応用による課題解決に挑んでいる。現在は、鉄鋼製造プロセスの品質・操業安定化と最適化に寄与する逆問題適用技術の確立に取り組む。

## 「目利き」として、研究開発の新たな可能性を切り拓く

「各分野で実績を持つ当社の研究者や、さまざまな現象を経験知で理解している現場技術者との議論を通して異分野知識の融合を図り、技術イノベーションを生み出したいと思っています。今後も数学者として常に実際の現象・課題をイメージしながら、多様な学問の共通言語である数学の新たな可能性に挑戦し続けていきます」(小杉)。

鉄鋼材料分野の解析では、マクロ特性を支配している要因は何か、つまり物性を決める領域を見ることが大切だ。現在、

解析技術開発はさらに微細な電子レベルに向かうのではなく、組織の全体像をきちんと見るために必要なミリレベルの領域も重視するようになっていく。また一方で、3DAPによる原子の位置情報(原子レベル)、FIB-EDSによる析出物の分布情報や電子顕微鏡によるそれらの集合組織情報(ナノ・ミクロンレベル)、それぞれのスケールで断片的に得られたこれらの物質解析情報をつなぎ、ナノ・ミクロ現象からマクロ特性まで連続的かつ定量的に表現する手法(マルチスケールシミュレーション)の確立が求められている。そこでは数理科学を駆使して、原子挙動を解きつつマクロ特性を決めるファクターをモデル化する知恵や、時間軸を入れた4Dでの解析など、見えない現象を観察する技術を磨くことも重要だ。

解析科学研究部の田中智仁は原子からマクロ組織までの広い視野で本質を見抜く力を高めたいと抱負を語る。

「多様な技術を組み合わせて現象を定量化する解析科学と、数理科学の計算シミュレーション(理論)を組み合わせてモデル化し、早期に開発成果を生み出していきたいと思っています」

今後も先端技術研究所は「目利き」として、製鉄分野における課題・ニーズを解析シースに置き換えて、さまざまなアプローチから商品・プロセス開発の新たなフィールドを切り拓いていく。

※4 ガウス曲率：曲線で考えられる曲率を曲面の場合に拡張したもので、曲面の曲がり具合を表す量の一つ。ドイツの数学者C.F.ガウス(1777～1855年)が考案。  
※5 逆問題：起こった現象(結果)からその原因となる条件を求める問題、および、そのような問題を取り扱う応用数学の一分野。



ゲスト◎ 株式会社高橋工業 代表取締役

# 高橋和志氏

## 工場は流されても、やる気は流されていない

プロはケンカしない

東日本大震災では本社社屋と工場が全壊し、大きな被害を受けました。

震災直後はとにかく生きることです。道路は寸断され、水も食料も来ない。自宅も半壊して、1カ月半は屋外のかまどで料理をしてました。やっと5月ごろから工場の瓦礫の片付けに手をつけて、そこから少しずつ再建の足場を固めてきたところです。去年の12月には工場跡地に仮工場を建て、稼働を始めました。

確かに津波は不幸な出来事です。でも、こうして命はある。自然災害というのは一過性のものです。今になって振り返れば、「なんだ津波か」とも思える。もう前を向いてます。確かに工場も財産も全部流されたけど、やる気は流されてませんから。

被災後、弊社のコルテン鋼を使用した「IRON HOUSE」で、日本建築学会作品賞、大谷美術館賞、ものづくり日本大賞優秀賞をトリプル受賞されました。

ありがたかったですね。コルテン鋼は10年以上前から使っていますが、これは今の時代にすごくマッチした素材だと思

プロフィール◎たかはし・かずし

1957年（昭和32年）宮城県気沼市生まれ。長崎造船大学大学院修了。気沼で江戸時代より続く船大工の七代目。85年、高橋工業を設立。造船技術を活かして陸上建築を手がけ、建築業界に新風を巻き起こす。代表作は日本建築学会賞を受賞した「リアス・アーク美術館」「せんだいメディアテーク」のほか、「LANVIN 銀座店」「IRONHOUSE」など。東日本大震災で被災し、工場・社屋が津波で流される被害を受けた。





IRONHOUSE

う。塗装でサビを抑えるのではなく、表面に保護性の高いサビを被覆させることでサビを抑える。つまり、コルテン鋼は有機溶剤や化学薬品を使わない「エコ」な商品なんです。公共の建築物などで支持される理由の一つでしょう。

また、意匠性も今の時代に合っている。サビというと、これまでは戦後のバラックのようなマイナスイメージだったけど、ヨーロッパを訪れて古い建物を見る日本人が増えて、サビに年代を経た美しさを感じるようになった。これも大きいですよ。

あと、コルテン鋼への注目は、鉄そのものが建築の表舞台に立ったという点でも意味があるんじゃないですか。建築における鉄は軸組みや鉄筋など、普通は裏方で目に触れることはない。けれど、「IRONHOUSE」などの建物は、その素材感、色彩、色調がデザインそのものだから。

——建築家や構造設計の専門家と一緒に、これまで数々の名建築を手がけられています。こだわりの建物が多いだけに、厳しい要求も多いと思いますが。

いや、それは厳しいという感覚とは違うな。自分はそもそも気に入らない人とは仕事をしないから(笑)。

建築というのは分業制で、建築デザイン、構造設計、素材、施工。関わる人間が多いから時間もかかるし、コミュニケーションも濃くしないといけない。だからこそ、嫌いな人間と無理に仕事をしたってためなんです。イヤイヤやつても絶対にいい物なんかできない。

感性が合う人同士が組めば、お互いに難しい要求はしても、それは、どうやったらいい作品ができるかを思っているところだから、ちゃんと受け入れられる。同じ方向を向いていれば、嫌な気持ちになんかならないし、どうやったらできるかを必死になって考える。信頼してる上司から期待してるって言われたら、徹夜しても頑張るでしょ？それと同じ。

気の合う人とやって、自分の持ち味を出し切れれば必ずいい物ができるはず。それがプロ。だからプロはケンカなんかしないんです。私にとっては何を作るかより、誰と作るかのほうが大事だな。

## 造船の技を建築に活かす

——もともとは江戸時代から続く船大工の7代目。時代の変化を、海から陸に上がることで乗り越えてこられました。

長崎の造船大学を出て、すぐに父が経営する造船所に入りました。でも、200海里規制による操業海域の縮小や、オイルショックによる燃料高騰が重なって漁業が不振となつて、家業であつた造船所は廃業となりました。それが入社して3年目。

でも、「経済では負けたけど腕じゃ負けていない」と思つたし、代々受け継いできた船造りの技術を私の代で途絶えさせるわけにはいかない。そう思つて弟と2人で溶接機をトラックに積んで、全国の港を回って漁船の修繕や艀装を

請け負つて食いつないできました。

陸に上がるきっかけになつたのは、94年に地元・気仙沼のリアス・アーク美術館の建設に関わつたこと。この建物に造船技術の一つ、「ぎょう鉄」を使つたわけです。「ぎょう鉄」は船の曲面を仕上げるときに使う技術で、加熱・冷却による膨張・収縮を利用して、鋼板を熱したり、冷やしたりしながらたわめていくもの。この建物が日本建築学会賞を受賞したことで注目されて、その後、造船から建築へと活路を見出して今日に至っています。

——海の技術を陸に活かすという視点は非常に斬新でした。

そもそも船大工は技術が高い。家大工は船を造れないけど、船大工は家を作れる。ただ、もっと重要なのはその技術を応用する力なんです。

例えば船の技を陸に使うのだからって応用でしょ。技術の一つ一つを見たつてそうですよ。「ぎょう鉄」や、熱の膨張・収縮を利用した「はめ合い」といった造船技術はあくまで基本。全部教科書に載つてる。でも、それを実際に現場で使うには、それぞれの現場で求められる難しい条件に見合った応用力が必要なんです。

「はめ合い」は、別の素材同士を接着剤も使わずにぴったりとはめ込む技術ですが、より強力にはめ込もうとすれば、熱による膨張・収縮だけでなく、お互いの表面摩擦を利用する。すると素材表面の粗さをどうするか、最適な嚙



船大工としての腕を磨いた青春時代





北九州市の公園に建設中の公衆トイレ

み合わせの表面粗さを見つけないといけない。だから応用力がなければ結局は使えない技術なんです。もちろん教科書になんか載ってません。

——そうした技術向上のため、日々どんなことを意識されているのでしょうか。

そもそもモノを作るには、全体を把握することが大事。料理人は、下ごしらえも焼き場も全部知って一人前になれる。前後の仕事もきっちり理解して、その中で「ぎょう鉄」や「はめ合い」といった技術がどんな意味を持つのかを考える。大量生産の時代だと、ラインで同じ仕事をずっとやるでしょ？そこではいちいちモノを考えて、余計な動きをするのは無駄なんです。でも、余計な動きをするってことが、実は学ぶことなんですよ。

いいモノを作るために何ができるか、それを常に考えること。昔は「習うより慣れろ」と言われました。でも、それだと親方以上にはなれないし、全体的な視点も持てない。「慣れ」は楽だから妥協もする。日々同じことの繰り返しじゃ工夫も生まれえないし、100年やっても腕は上がらない。現状に満足しないで、常に向学心を持つことが大切じゃないですか。

——工場を止めて技術研究に専念する時期があるとお聞きしました。

普通であれば工場を稼働させたいから、一つの仕事が終わると、すぐに次の仕事をとりまします。でもそれだと目の前の仕事に追いかけて、それこそ「習うより慣れろ」に

なる。すると永久に同じ仕事しかできない。

そうではなく、やっぱり自分たちにしかできない仕事をしたいわけです。だから私の会社では、すぐに次の仕事に飛びつくのではなく、技術的な裏付けをとるための時間を設けます。

例えばコルテン鋼だつて奥が深いですよ。津波で流されましたけど、屋外に置いて、経年変化を見るための曝露試験もずっとやってました。コルテン鋼は水に濡らし、乾燥を繰り返して保護膜を作るわけですが、凍ってしまうとうまくいかな。だから冬場なんか、やっぱり苦労するわけです。何時に水をかけて、何時までに乾燥させればいいのか。失敗を重ねながらノウハウをためていく。これが次の仕事に生きるわけです。だいたい1年のうち、3カ月近くはそうした実証研究にあてているのでしょうか。

## いかに仕事の面白さを理解させるか

——若手への技能伝承についてはどうお考えですか。

例えばコルテン鋼と普通鋼でサビの発生がどう違うか。それをいきなり化学式で教えたつてダメなんです。まずは目で見て概念的に理解できるようにしてあげる。私たちが社員用にテキストを作って教えていますが、数式は一切ないし、毎年手を入れて平易な言葉にしています。あとは、仕事の面白さをいかに理解してもらうか。もちろん会社は寄席じゃないんだから、毎日仕事面白いなんて言ってる人間はおかしいんだけど(笑)、仕事って最後によかったと思えれば嫌なことは全部忘れられるでしょ？それを与えられるかどうかのポイントでしょうね。

——最後にこれからの抱負をお聞かせください。

今度、大学を卒業してほかで修行する予定だった長男が戻ってくるようになりました。「おい、オレのためだったら戻ってくるな」と言ったら「お袋のためだ」と言うので、ああそうかと(笑)。で、そうなったときに、ただ会社を復旧させて以前の状



津波で被害を受けた地域の人たちが、自由に集まってこれからのことを話せる場所にと、高橋氏が音頭を取って、竹を素材とした会所を建築した



態に戻せばいいのかと考えたら、それは違うと思った。息子もそうだし、ほかの社員も、みんな次の目標がないと前に進めない。だから今は3年後に被災前の売り上げを達成、5年後に海外支店を3つ、そして10年後には世界に名だたる高橋工業にする。そうビジョンを掲げました。

これは夢ですよ。でもホラじゃないんです。だって夢は必ず近づける。どうすれば近づくかと言えば、一步一步進めばいいわけです。何もしなければ近づくかない。

ただ、今までのやり方では実現できません。実は被災前は自分たちだけで仕事をしようと考えてました。でも、被災後はいろんな人ともつとつながろうと考えるようになった。建築家やアーティストなど、高橋工業のものづくりに共感してくれる人たちとコラボレーションして夢に向かいたい。

それと、やっぱり船もやりたい。環境に優しいエネルギーが主流になっていく中で、例えばバッテリーで駆動するクルーザーなど、有望な市場もあると思う。実は三男が大学で電子工学を専攻しているんですよ。だからこの間、「お前、卒業証書は持ってこなくていいから、今より10倍持つバッテリーを開発して持ってこい」って言ったんですよ(笑)。いつか実現させたいですね。

## 技 術

### 自動車燃料タンク用鋼板「エココート®S」で 文部科学大臣表彰を受賞

新日鉄は高環境適合性自動車燃料タンク用鋼板「エココート®S」で、平成24年度文部科学大臣表彰科学技術賞（開発部門）を受賞した。錫のパリア耐食と亜鉛の犠牲防食の両機能を發揮して高い耐食性が得られる理想的なめつき組織を開発し、製造プロセスを確立したことが高く評価された。本賞は科学技術に関する開発などで顕著な成果を収めた功績を讃えるもので、新日鉄は昨年度に続き連続受賞を果たした。



「エココート®S」を使用した燃料タンク（ユニプレス社提供）

総務部広報センター  
▲03-6867-2135

## 技 術

### 基礎構造向け鋼矢板が 支持力性状評価を取得

新日鉄が開発した基礎構造向け鋼矢板（先端加工鋼矢板）が、（公財）鉄道総合技術研究所での支持力性状評価を取得した。先端加工鋼矢板は、従来の鋼矢板では不可能だった大きな支持力を發揮。優れた施工性で工期短縮・建設コスト縮減を可能にする。支持力性状評価の取得を契機に、鉄道橋をはじめ道路・建築構造物の基礎への適用を進め、効果的な社会基盤整備に貢献していく。



先端加工鋼矢板



鋼矢板の打設

総務部広報センター  
▲03-6867-2146

## 経 営

### 八幡製鉄所第4高炉の 改修を決定

新日鉄は八幡製鉄所第4高炉の改修を決定した。改修には約340億円を投じ、投資規模の効率化とコストミニマム運営を追求した設備仕様とし、国際競争に耐え得る鉄源競争力の確保を目指す。炉容積は現状の4250m³から5000m³に拡大。改修開始時期は2013年度第4四半期で改修工期は85日を予定。新日鉄エンジニアリング（株）などが施工する。



総務部広報センター  
▲03-6867-2135  
21352146・2147

## 社会貢献

### 東大スクール・ モバイルミュージアム 「鉄展」を開催

本年4月より、東京都文京区立湯島小学校において、東京大学総合研究博物館主催、新日鉄協賛、スクール・モバイルミュージアム「鉄展」が開催されている。スクール・モバイルミュージアムは、これまで同博物館で展示されたコンテンツを移動可能な小規模パッケージにまとめ、全国の小学校を移動展示する試み。このたび、2009年同博物館で開催された「鉄137億年の宇宙誌」のモバイル展が、湯島小でスタートした。夏以降、千葉県君津市の小学校に移動し展示される予定。



4月21日、湯島小で東大・宮本准教授より「鉄」に関する授業が行われ、同校6年生約50名が参加した。

お問い合わせ先  
東京都文京区立湯島小学校  
▲03-3813-6061





村治 奏一 © ARIGA TERASAWA 鈴木 大介

ギターの村治奏一が紀尾井ホールでセルフプロデュース公演を行う。本年没後20年を迎えるピアソラを一つの柱に、民族音楽や伝統音楽とクラシック音楽のつながり、古典曲から現代曲、そしていわゆる名曲まで聴かせる。ピアソラとその師であるヒナステラの作品では、それぞれがどのようにアルゼンチン伝統音楽に西欧音楽の技法を取り入れたか対比を聴かせる。同じ「師弟関係」ということでは、恩師である鈴木大介との共演も楽しみ。プログラム内容だけでも相当充実しているが、これらの曲目を13年間の米国生活を経て、自分が日本人であることを改めて強く意識した「今」の村治奏一が奏でるからこそ、またおもしろい。

## スケジュール

5月17日(木) 18:30

邦楽 華麗なる技 第三回 箏曲  
「間奏」の喜び

【出演】野川美穂子(聞き手)、  
萩岡松韻、萩岡未貴(歌・箏)、  
鳥居名美野(歌・三絃)、米川敏子(歌・箏)、  
米川文子(歌・三絃)  
【曲目】「桜狩」「八重衣」

6月22日(金) 19:00

6月23日(土) 14:00

紀尾井シンフォニエッタ東京

第85回定期演奏会

音楽の国々 その魂と名曲 イタリア

【出演】マリオ・ブルネロ(指揮&チェロ)  
紀尾井シンフォニエッタ東京(管弦楽)  
【曲目】レスピーギ:  
リュートのための古風な舞曲とアリア第3組曲p.172  
ボッケリーニ:  
チェロ協奏曲第5番変ホ長調 G474  
ストラヴィンスキー: プルチネルラ組曲 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 (日・祝休)

TEL 03-3237-0061

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

## グループ

(株)新日鉄都市開発と  
興和不動産(株)が統合へ

(株)新日鉄都市開発と興和不動産(株)は3月26日、両社の経営統合を決め、統合基本契約を締結した。統合予定日は10月1日、新社名は新日鉄興和不動産(株)。

都市再生分野のマンション開発・分譲に強みのある新日鉄都市開発と、東京都心部のプライムエリアでのオフィス開発・賃貸を得意領域とする興和不動産の統合は、バランスの取れた事業ポートフォリオの実現と、複合開発プロジェクトなどにおけるシナジーの発揮が期待される。

▲03-6867-2147  
総務部広報センター

## グループ

日鉄住金建材(株)  
防災まちづくり大賞総務大臣賞を受賞

日鉄住金建材(株)仙台製造所が、第16回防災まちづくり大賞(主催・(財)消防科学総合センター、住宅防火対策推進協議会)で最高賞の総務大臣賞(一般部門)を受賞した。防災マニュアルの周知徹底と日ごろからの避難訓練によって、東日本大震災時に同社従業員と地元住民130人余りが同製造所の築山に避難し、その後襲ってきた大津波から命を守ったことが評価された。

▲03-3630-3200  
日鉄住金建材 人事総務グループ



総務省消防庁・久保信保長官(左)より表彰状を授与される仙台製造所・平山憲司所長



震災直後の築山



2011年8月の状況

## グループ

新日鉄エンジニアリング(株)  
タイTNS設立25周年式典を開催

新日鉄エンジニアリング(株)のタイにおける主要拠点TNSが設立25周年式典を開催した。TNSはタイでの石油・ガス開発海洋鋼構物の設計・調達・加工を行う目的で1987年に設立。これまで100基あまりのプラントフォームを製作し、約15万トンの加工実績をあげてきた。近年では、タイ・マレーシア共同鉱区、ミャンマー、豪州へも市場・顧客を拡大している。

▲03-6665-2366  
新日鉄エンジニアリング(株)  
総務部広報室



同社西村執行役員海洋事業部長(左)、高橋社長(左から5人目)、石俣TNS社長(左から6人目)



技術開発本部 鉄鋼研究所 表面処理研究部 主任研究員

金藤 泰平 (2004 年入社、物質エネルギー化学専攻)

## 社会のニーズをとらえ 高いビジョンを持って 研究開発を進めたい

大学では有機合成や触媒を用いた化学反応などをテーマに研究し、オランダへの留学も経験した。

「学生時代からグローバルに活躍する企業での研究を志望していました。就職活動は企業の真の姿を見られるチャンスだと思い、さまざまな企業を訪問しました。その中で新日鉄は互いに切磋琢磨できる人材が集まってくることに魅力を感じました」

最初に配属された君津技術研究部製鉄所内に立地する研究開発部門では、表面処理鋼板の化成処理にかかわる研究に携わり、各種 A V・O A 機器に求められる導電性や耐食性に優れたクロメートフリー電気亜鉛めっき鋼板「ジンコート® 21」などの開発を行った。

「上司の指導を受けながら試行錯誤の繰り返しではありましたが、入社 2 年目で商品を世に送り出すことができました。このとき、お客様と製造現場を行き来しタイムリーな情報入手することの大切さを実感するとともに、確かな技術に裏打ちされた情熱が人を動かすことを学びました。この体験で研究者としてやっていく自信が深まり、また実践的な知識や技術は私の財産となっています」

鉄鋼研究所へ異動後は、同じ表面処理鋼板でも塗装鋼板(ビューコート®)の塗膜にかかわる研究に取り組んでいる。

「高反射タイプビューコート®」の開発では、照明器具などの反射板向けに用いる反射率を最大で 98% まで高めた塗膜をさらに改良し、加工しやすさを高めることで適用用途の拡大を進めている。

「新日鉄は多様な領域の基礎研究に取り組んでおり、その道を極める研究者と社内で議論し、互いの技術レベルを高め合えることが刺激になっています。またグローバルな情報収集・発信にも力を入れていて、国際学会での発表や欧州での現地技術調査も経験しました。今後さらに研究領域を広げ、社会ニーズを踏まえたビジョンを持って研究開発を進め、お客様へ新商品・ソリューションの提案をしていきたいですね」



高反射タイプ ビューコート®(左)と一般照明用鋼板を用いた室内モデル。同じ明るさの蛍光灯でも室内の明るさに大きな違いがある。



# 新会社「新日鐵住金株式会社」の 社章・ロゴマークを発表



## 新日鐵住金

新日本製鐵株式会社と住友金属工業株式会社が、2012年10月に統合して発足する予定の新会社「新日鐵住金株式会社」の社章・ロゴマークが完成しました。

中央の三角形は、鉄鋼メーカーのシンボルである「高炉」と、その鉄を生み出す「人」を表現しています。文明の発展に欠かせない「鉄」が四方八方に光を放って世界を照らしています。また、中の点を頂上とみれば、世界ナンバーワンの鉄鋼メーカーを目指す強い意志を、奥行きと見れば鉄の素材としての未来への大きな可能性を意味しています。カラーは、先進性と信頼性を表すコバルトブルーとスカイブルーを基調としています。

経営統合により、世界最高の技術力とものづくりの力で、鉄事業を通じて社会に貢献する「総合力世界ナンバーワンの鉄鋼メーカー」を目指します。

### CONTENTS

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| 先進のその先へ VOL.24                          |    |
| 鉄鋼メーカー初の快挙 市村産業賞本賞を受賞                   |    |
| 金から銅へ 日本発の素材革命                          |    |
| 銅ボンディングワイヤ EX1                          | 2  |
| ものづくりの原点 科学の世界 特別企画 多彩な技術開発で「鉄」を極める (3) |    |
| 原理原則から新たなブレイクスルーを目指す                    | 6  |
| トークスクエア                                 |    |
| 工場は流されても、やる気は流されていない                    |    |
| 株式会社高橋工業 代表取締役 高橋 和志氏                   | 10 |
| GROUP CLIP                              | 13 |
| 研究開発の現場から Series19 挑戦しています。夢のものづくり      | 15 |

### 表紙のこぼれ 『無題』 ダイス鋼

色に溢れ  
新緑萌える  
だが  
ものは唯あるだけ

多和 圭三 (たわ・けいぞう)

作者プロフィール／1952年愛媛県大三島生まれ。日本大学芸術学部美術学科卒業。81年に真木画廊で初個展を開催。以来、鉄を叩くことを通じて制作を続ける。全国の画廊や美術館で個展を開催するほか、米国、韓国、バングラデシュでも作品が紹介されている。94年には新日鉄本社にて開催された「第3回 STEEL ART展」に出品。95年タカシマヤ文化基金新鋭作家奨励賞受賞。2003年第33回中原二郎賞優秀賞受賞。07年文化庁買上優秀美術作品。09年より多摩美術大学教授、現在に至る。