

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

2005  
APRIL  
VOL.147

4



特集

## 新日鉄の新素材

製鉄事業で培った基盤技術が  
最先端分野を切り拓く

新日本製鉄

# 新日鉄の新素材

## 製鉄事業で培った基盤技術が 最先端分野を切り拓く

昨年、発足20周年を迎えた新日鉄の新素材事業。その強みは、新日鉄が培ってきた解析・シミュレーション・組織制御・接合などの基盤技術をフルに活用し、先進素材、部材、装置製品の提供から加工サービスまで多岐にわたるマテリアル・ソリューションを展開していることだ。今回の特集は「小さくてもキラリと光る新素材」の一端を紹介する。

### “幅出し”“深掘り”で、事業領域を開拓

#### 「選択と集中」で存在感ある事業を育成

新素材事業部は、昨年、前身である新素材事業開発本部の発足（1984年）から20周年の節目を迎えた。その特色は、半導体関連を中心にニッチな専門分野で高いシェアを占め、事業規模は大きくないが存在感のある事業が多いことだ。

例えば、パソコン等のハードディスクドライブに使われるサスペンション用の「圧延金属箔」は世界市場の約90%、半導体チップや配線等を保護・絶縁する封止材用「球状フィラー」(株マイクロン)は世界市場の40%、そして半導体チップとプリント基板を接続する「ボンディングワイヤ」と「半田微細ボール」(株日鉄マイクロメタル)は世界市場の約10%近くのシェアを占めている。

しかし、現在の地位を獲得するまでは、試行錯誤の連続だったと新素材事業部長の石山照明は言う。

「総合素材メーカーを目指していた発足当初は、新素材と言われたものにはほとんど手を染め、軸足が定めにくい状

況でした。その後の『選択と集中』で移管・撤退した事業もありましたが、先輩たちが挑戦の中で多くのことを学び、それを確実に蓄積してきたことで、今日の特色ある事業部をつくりあげることができました」

その指針となったのが、ニッチマーケットでも突出した技術力を持ち、存在感を持つ戦略だ。現在、新素材事業部が展開する事業は、“生き残るべくして生き残った”事業ばかりだ。

「新日鉄の最大の武器は、構造設計および分析・解析・評価技術です。鉄の技術の延長線上に新素材があるわけではないのですが、製鉄業で培った共通基礎基盤技術は重要です」と、石山は強調する。

新日鉄では技術開発本部 総合技術センター(RE)を中心に素材を分析・解析し、評価する技術を蓄積しており、設備も充実している。

「新たなマーケットを開拓するときも、そのような技術や設備を活かせる分野で強みを発揮できます」(石山)。

#### 新素材事業部 事業マップ

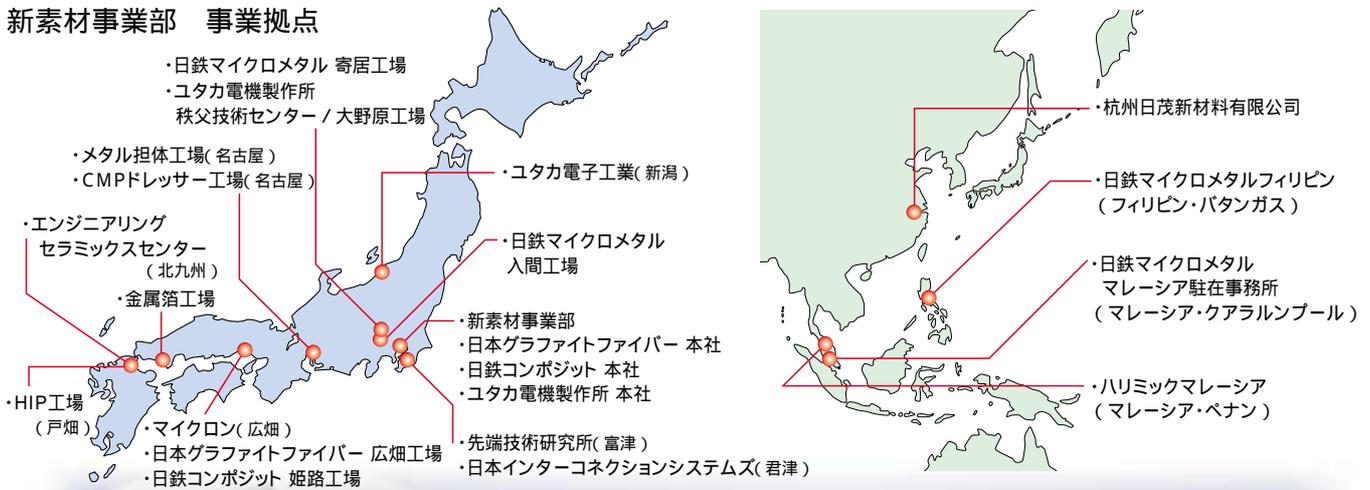
| 製品区分<br>産業分野  | 売上<br>構成 | 商品                   | 部品・部材          | 素材                                  | サービス                     |
|---------------|----------|----------------------|----------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 建築土木・<br>一般産業 | 10%      |                      | 複合材料(日鉄コンポジット) | 炭素繊維<br>(日本グラファイトファイバー)             |                          |
| 自動車関連         |          |                      | メタル担体          |                                     |                          |
| 電子機器関連        | 30%      | 各種電源装置<br>(ユタカ電機製作所) | P8~9           | 圧延金属箔<br>P10                        |                          |
| 半導体関連         | 60%      |                      | HIP( )         |                                     |                          |
|               |          |                      | CMP<br>ドレッサー   | ファインセラミックス                          | P10                      |
|               |          |                      | 球状フィラー(マイクロン)  | 金ボンディングワイヤ・<br>半田ボール<br>(日鉄マイクロメタル) | マイクロボール<br>パンピング<br>P3~7 |

( )HIP(Hot Isostatic Pressing): 熱間等方圧プレス



新素材事業部長  
石山 照明

## 新素材事業部 事業拠点



## “小さくてもキラリと光る新素材”を育てる

新素材事業部の強みは、素材に近い分野を開拓している点にあると石山は指摘する。

「例えば、新素材事業部の売上の6割を占める半導体分野は、製品サイクルが非常に短い。しかし製品寿命が1年でも、そこで用いられる“素材”は一度採用されれば10年ぐらいは使われ続けます。素材は最終消費財のように流行に左右されにくいからです。目指すべきは、“小さくてもキラリと光る新素材”を生み出すことです」(石山)

デジタル家電や携帯電話等への適用が期待されている「マイクロボールバンピング」は、その典型的な例だ。これは、直径100 $\mu$ mの微細かつ高精度な60万個以上ものマイクロボールを、8インチウェーハへ均一に一括搭載する世界初の方法で、新日鉄の独自技術だ。

ボール精度が高いため接続の信頼性も高まり、狭ピッチにも対応できる。さらに金や鉛フリー半田などの多彩な材料ニーズに対応できるため、200 $\mu$ m以下の世界では、競合他社の追随を許さないビジネスの展開が期待でき、マイクロボールの拡販にもつなげられる。

しかし、どんなに優れた技術や新素材を開発しても、いきなり大きな売上を期待してはいけないと石山は語る。

「事業を始める段階での売上は、5億円、10億円という規模で構わないと思います。5億円の売上で1億円が利益となれば十分です。小さな規模から初めて、それを大きく育てていくという発想が大切です」

例えば(株)日鉄マイクロメタルでは、当初、海外生産拠点(フィリピン)に最終工程だけを整備し、半製品を日本から

輸出して設備投資を抑えていたが、ビジネスの伸長に合わせて前工程も現地に移転し、海外生産拠点の規模と生産能力を拡大していった。このような考え方は、研究開発でも貫かれている。

「現在注目されているクリーンエネルギー向けの素材開発は山場を迎えています。いまだコスト面などの課題はありますが、このマーケットは急激に伸びており、新素材事業として大きな可能性を秘めています。しかもこの分野で大きな設備投資をしようとしている競合他社はありません。この事業も“小さく生んで大きく育てる”方針で、挑戦していきたいと考えています」(石山)

## 高付加価値化して新たな事業領域を育てる

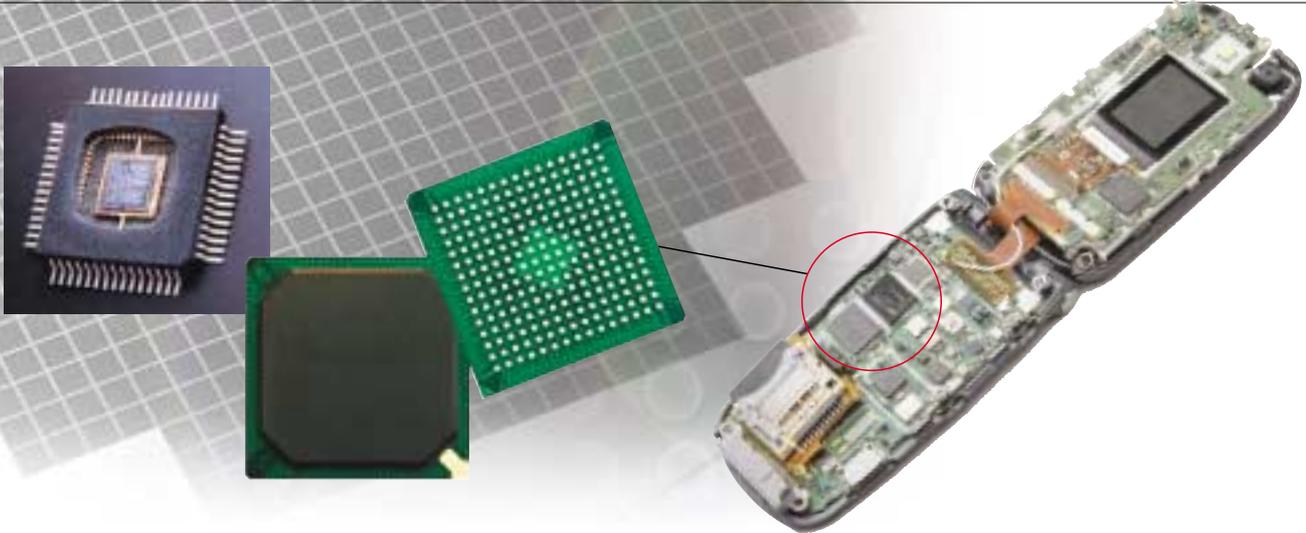
半導体関連を中核事業分野とする新素材事業部において、“幅出し”“深掘り”こそが、今後の重要な戦略となる。

「新しい事業の芽を見つけ、マーケットを開拓していくことは非常に重要です。しかし、現在持っている優位な技術の活用領域を追求し、また現在の技術を高付加価値化して、“深掘り”さらに周辺の事業分野へ“幅出し”して、新たな事業領域を育てていくべきだと考えています」(石山)

以前はパソコンがメインの用途であった半導体マーケットは、デジカメ、携帯電話、モバイル機器やデジタル家電の登場で、需要が大きく広がっており、「シリコンサイクル」の変動も平準化する流れにある。さらに、売上の3割を占める電子機器関連分野も今後とも確実な成長が見込まれる。

新素材事業部ではこの2つの領域を基軸とした“幅出し”“深掘り”により、特色ある事業展開を積極的に推進していく。

# 材料技術とプロセス技術でソリューションを提供 新日鉄の半導体実装材料・技術



## 半導体のニーズを先取りした 独自の技術・サービスを展開

半導体用途の拡大に応じ、「小型化」「高性能化」「耐落下衝撃性」など、ICに求められる機能も高度化している。特にリード端子とプリント配線基板との接続部（外部接続）、半導体チップ電極とリード端子の接続部（内部接続）は、製品寿命と信頼性に直結するため、技術的要求は非常に厳しい。

外部接続には、当初、チップの両側2辺からリードを出していたが、高集積化に伴い入出力ピン数が増加すると、4辺からリードを出すタイプへ移行。そして、さらに多くの信号をより効率的に出すために、ピンの代わりに、面上に半田ボールを配列したBGA（Ball Grid Array）タイプの実装技術が登場した。

同様に、内部接続も進化しており、従来主流であった「ワイヤボンディング法」に加え、「バンプ接続法」が登場。なかでも、電極上に作ったバンプ（接続用の金属突起）を介して、裏返したチップと実装基板を直接面接続する「フリップチップ（直接装着）方式」が、次世代を担う実装技術のキーとして脚光を浴びている。

新日鉄の先端技術研究所では、高密度半導体実装に対応した、金ボンディングワイヤ、BGAおよびバンプ用半田微

細ボールを開発してきた。(株)日鉄マイクロメタルは、新日鉄先端技術研究所での開発成果を基に商品化を行い、その製造・販売を行っている。

「半導体のキーテクノロジーは“接続技術”です。新日鉄が鉄鋼材料の研究開発で培った金属材料に関する知識やノウハウは、半導体の接続部に使われる金属材料の開発においても十分適用が可能です」と、技術開発本部先端技術研究所新材料研究部長の巽宏平は語る。

一方先端技術研究所では、フリップチップ接続用に直径200 $\mu\text{m}$ 以下の半田ボール（以下マイクロボール）をウェーハ上に均一に一括搭載する世界初の技術である「マイクロボールバンピング」の開発も進め、2005年3月、カシオマイクロニクス(株)との協力により、同社青梅事業所（東京・青梅市）にボールバンピングの製造ライン（月産5,000枚）を立ち上げ、量産を開始した。

「金ボンディングワイヤや半田微細ボールと同様、先端技術研究所が全体の技術的支援を行います。次世代半導体のバンピング方式として、デファクトスタンダードを狙える技術です」(巽)

技術開発本部先端技術研究所  
新材料研究部長 巽 宏平



## 狭ピッチに対応した材料設計と ソリューションを提供 金ボンディングワイヤ

身の回りのパソコン、電化製品では多くの半導体を使用

され、その半導体の約90%では、内部接続に金ボンディングワイヤが実用化されている。

1987年、新日鉄と松田産業(株)が設立した(株)日鉄マイクロメタルでは、金ボンディングワイヤの製造・拡販を行い、現在、国内シェアで約30%、世界市場でも10%以上のシェアを獲得している。

「後発組にもかかわらず、お客様の信頼を得ることが

できたのは、材料だけではなく基板やお客様の製造環境に起因するトラブルの相談に対して、新日鉄の先端技術研究所の解析・分析技術に基づく最適なソリューションを迅速に提供してきたからです」と、(株)日鉄マイクロメタル営業推進部部長の川上洋司はその強みを語る。

(株)日鉄マイクロメタルが5年前に設置したフィリピンでの製造工場は順調に稼働。2004年には中国へ進出し、杭州日茂新材料有限公司を設立した。

ボンディングワイヤは、球状に溶かしたワイヤの先端を超音波振動により接合部に圧着し、ループを形成することで、チップ電極とリード端子を接続する。昨今の小型化、入出力ピン数の増大、狭い電極ピッチでの接続、3次元実装などへの対応として、ボンディングワイヤの高強度・高弾性化が求められている。

ワイヤボンディングの工程では1秒間に8~10本のワイヤが高速接続される。半導体の集積度が増し、電極ピッチが狭くなるにつれてワイヤが細くなるため、ループ形成のための加工性と高い強度が必要だ。さらに接合部材、装置、封止樹脂などがワイヤの信頼性に密接に関連することから、総合的な検討、評価が必要となっている。

現在、狭いピッチに対応する最先端技術では、最も狭いもので35 $\mu$ mを実現している。これは、シャープペンの芯1本の太さ0.5mm(500 $\mu$ m)にワイヤが15本も配線されていることに相当する。また、半導体メーカーが用途によって異なる特性を持ったワイヤを使用するケースがあるため、商品ラインナップとして、汎用性の高い

「Tシリーズ」、最先端の狭ピッチ接続で用いられる高強度・高弾性の「NTシリーズ」のほか、エンジン周辺で使われる車載IC用として、高温環境に対応する「Gシリーズ」を揃えている。

「車載ICの場合、150 $^{\circ}$ Cで2,000時間耐え得る性能評価が実施されます。厳しい高温環境下では、特に接合部の封止樹脂との反応で腐食が進行し、接合強度が低下するなど不具合の原因となるため、腐食を抑える材料開発に取り組み、『Gシリーズ』を商品化しました」(技術開発本部先端技術研究所新材料研究部主任研究員 宇野智裕)。

現在、(株)日鉄マイクロメタルでは、新たな材料によるボンディングワイヤの開発にも注力している。

「“金”をワイヤの材料としているのは、伸線性や性能の安定性など優れた特性を持っているからです。今後は新日鉄との連携の中で、金に近い特性を持った安価な材料も生み出していきたいと思っています」(川上)。



(株)日鉄マイクロメタル  
営業推進部 部長  
川上 洋司



技術開発本部先端技術研究所  
新材料研究部主任研究員  
宇野 智裕

### 半導体用金ボンディングワイヤの開発

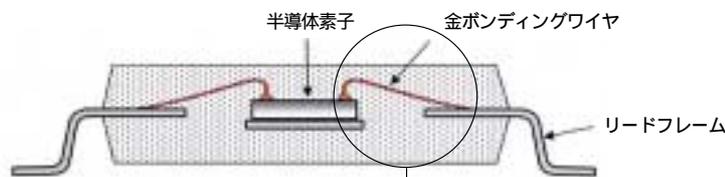
金ボンディングワイヤ：  
半導体素子の電気信号を半導体パッケージ外部に与えるための接続材料。

35 $\mu$ mピッチ (高強度金ワイヤ、線径：15 $\mu$ m)

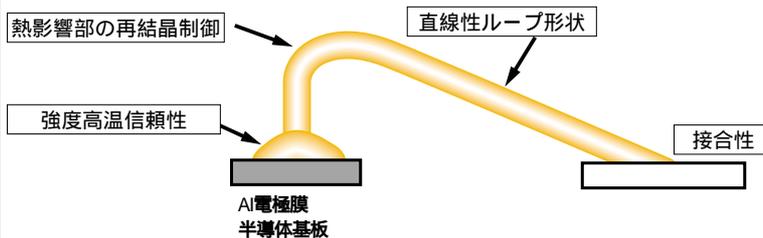


最も狭いピッチに対応するボンディングワイヤ

### 半導体用パッケージ断面図



### ボンディングワイヤに求められるさまざまな特性



## 材料開発とプロセス開発を並行

# 半田微細ボール

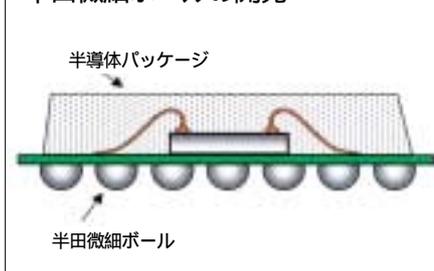
1992年当時、先端技術研究所では金線をカットして微細ボールを製造する技術を研究しノウハウを蓄積していた。これを応用した半田微細ボール製造に本格的に着手したのが1997年のことだ。

「私ども研究開発部隊は、(株)日鉄マイクロメタルの事業を全力で支援していくのが使命であり、1997年以降、半田製造プロセス開発（ワイヤカット法、SLIM法、UDS法）と半田材料開発（耐疲労、耐落下衝撃）を行ってきました。」と、技術開発本部先端技術研究所新材料研究部主幹研究員の田中将元は当時を振り返る。

新日鉄にはもともと線材を微細なワイヤに伸線する技術が蓄積されていた。半田微細ボールは、100 $\mu$ mの細さに伸線した半田ワイヤを一定寸に切断し、それを融点温度まで加熱することで、表面張力により形成される。

(株)日鉄マイクロメタルは1998年から半田微細ボールの販

### 半田微細ボールの開発



半田微細ボール：半導体パッケージと回路基板とを接続する材料。(株)日鉄マイクロメタルでは、各種パッケージに適用できる耐疲労性・搭載性に優れた半田ボールを提供している。

売を開始した。

「当社では特色ある技術商品としてモバイル品に対応する“小径”“鉛フリー”“耐落下衝撃に強い”ボールの商品開発に注力しました」(田中)。ボールサイズ760 $\mu$ mから100 $\mu$ mのうち、300 $\mu$ m前後のサイズが新日鉄グループでの主力だ。

「300 $\mu$ m前後のボールは、小型で大量の情報を処理する携帯電話やデジカメの需要が最も多く、とりわけ、耐落下衝撃性などの付加価値が強みとなるため、そこに焦点をあてました」(川上)。

(株)日鉄マイクロメタルの取引先である半導体メーカーから、鉛フリーで対落下衝撃に強いボールが求められ先端技術研究所で開発されたのが、通常の鉛フリーより銀の含有量が低い「LF35」だ。

「使用環境から見て、“耐落下衝撃性”はますます求められますから、『LF35』の営業を強化します。ハードディスク向け微細ボールの需要も伸びていくと予測しています」(川上)。

現在、半田微細ボール製造プロセスは、第1世代のワイヤカット法と第2世代のSLIM法を主力としているが、マイクロボールバンピングで使用する「マイクロボール」の製造技術として、新たな方式による第3世代の『UDS法』の開発を完了している。今後はさらに第4世代へと進化させていく。

このように生産性の向上を目指したプロセスの開発と新機能半田材料開発が平行して進められている。



技術開発本部先端技術研究所  
新材料研究部主幹研究員  
田中 将元

## 世界初の技術で量産

# マイクロボール・バンピングサービス

ボンディングワイヤを使わず、裏返したチップと実装基板を直接接続（フリップチップ方式）する「バンパ接続法」は、小さなスペースで大容量・高速の情報処理を可能にする。

従来からのバンパ形成方法には「蒸着法」「めっき法」「スクリーン印刷法」の3つがある。

約40年前に開発された「蒸着法」は、真空チャンパー内でバンパ材料を蒸発させ、穴の空いたメタルマスクを通してウェーハの電極位置に被着させる。しかし設備投資や材料にロスが多くコストが高いため、汎用品には適さない。また蒸着のため金属が限定される。

現在最も多用されている「めっき法」は、電極部分にめっきによってバンパ材料を堆積させる。しかし成分調整が難しいため、鉛フリー材料の選択性に制限がある。また、安価な

「スクリーン印刷法」は、バンパ高さのばらつきがあり、狭い電極ピッチへの対応が困難である。

こうした従来法とは全く異なる発想で、数々の課題をクリアしたのが、新日鉄の「マイクロボールバンピング法」だ。

2005年3月、新日鉄は金めっきでは世界最大手のバンピングハウスであるカシオマイクロニクス(株)の青梅事業所内に先端技術研究所からマイクロボールバンピングの製造設備を移設（青梅バンピングサービスセンター）し、量産体制を整備した。

ウェーハ一括搭載マイクロボールバンピングの量産は世界初であり、新素材事業部や総合技術センター(RE)にとって、他社の工場内における生産設備の稼働も、初めての試みとなる（P6工程フロー参照）。

「マイクロボール製造からバンパ形成まで、新日鉄の材料技術、プロセス技術が最大限に活かされました。サイズばらつきの少ないボール製造から高精度のボール搭載技術まで、ユーザーニーズにマッチした一貫したトータルソリューションを提供できることが強みです」と、新素材事業部企画管理部BUMPグループリーダーの金子高之は自信を覗かせる。

マイクロボールバンピング法はバンプ高さのバラつきが少なく、接続の信頼性が高い。微細なため狭い電極ピッチにも対応できる。ボール材料の選択肢も幅広いため、錫、銀、銅の3元素を添加した鉛フリー半田や、高融点半田など、使用環境に合わせた多様な材料によるバンプを提供することができる。

「これまでは一括搭載装置のレベルアップに注力してきました。今後は、いかに歩留よく安定したバンプ形成を保証するかが重要です。量産化をきっかけに、高性能で経済合理性のある新技術開発に挑戦していきます」と、技術開発本部先端技術研究所新材料研究部主任研究員の橋野英児は語る。

ここではパートナーであるカシオマイクロニクス(株)との緊密な連携が成功の鍵を握る。



新素材事業部企画管理部  
BUMPグループリーダー  
金子 高之



技術開発本部  
先端技術研究所新材料研究部  
主任研究員 橋野 英児  
(「青梅バンピングサービスセンター」駐在)

### 《マイクロボール・バンピングサービス 工程フロー図》

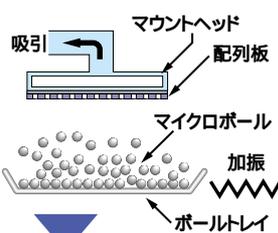
#### UBM (Under Bump Metal) 形成

- 電極のアルミと半田の密着性を高める金属 (UBM) を形成する。  
新日鉄は3層構造を採用。金属膜の形成、電極形状への微細加工なども新日鉄技術者の発想から生まれた。腐食や疲労の解析については日鉄テクニロジーの技術が活用されている。  
この工程をカシオマイクロニクス(株)に業務委託し、一貫した協力生産体制を構築。の前処理済みのウェーハについては、ボールバンピングのみも受託。

#### フラックス塗布

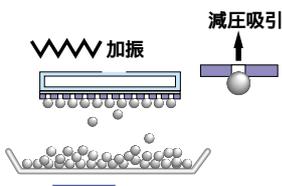
- ボールを仮止めするのりの役割とボール表面の酸化膜除去のため、フラックスを電極上に塗布する。  
新日鉄では、お客様のウェーハの保護膜を傷つけないフラックスを開発している。

#### ボール吸着



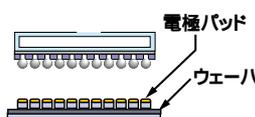
- ボールトレイを振動させて、マイクロボールを均一に分散させる。
- 電極と同じ位置に穴が空いている配列板を用意し、吸引によってボールを吸着する。

#### 余剰ボールの除去



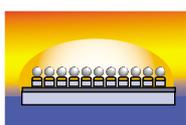
- 余剰に付着したボールは、超音波振動を与えて除去し、1つの穴に1個のボールが吸着するように制御。
- 画像処理によりボールの配列状態を検査。

#### 位置合わせ・ボール搭載



- マウントヘッドをフラックス塗布したウェーハ上に移動し、ボール搭載位置を認識させる。マウントヘッドを下降させ、電極位置にボールを搭載する。

#### 熱処理



- ボールを搭載したウェーハをリフロー炉で熱処理し、ボールを溶融させて電極に接合する。バンプが形成される。

#### 洗浄

- フラックス残渣をクリーニングする。

#### 出荷検査

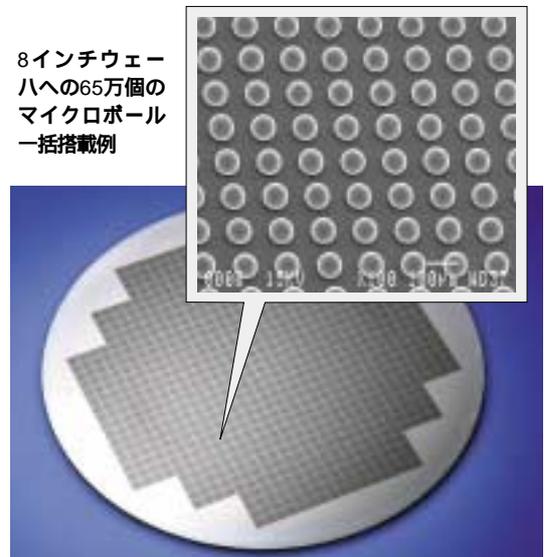
#### 納品



「フラックス印刷機」( 工程 )  
フラックスを電極上に塗布する。



「ボールマOUNTER」( ~ 工程 )  
フラックスを印刷した上にマイクロボールを搭載する。量産に向けてキーとなる装置。



8インチウェーハへの65万個のマイクロボール一括搭載例



新素材事業部  
企画管理部BUMPグループマネジャー  
河野 太郎  
(「青梅バンピングサービスセンター」駐在)

「事業化の先輩であるカシオマイクロニクス(株)から教えていただく量産化のノウハウは大きなメリットを生み出します。お客様からの期待が大変大きく、日々の努力を通じて、「マイクロボールバンピング=新日鉄」と呼ばれるような事業へと成長させたいと思っています」(新素材事業部企画管理部BUMPグループマネジャー 河野太郎)

金子は、「バンパ形成は材料がキーです。材料技術がなければきめ細かいソリューションは提供できません。また新たな材料の開発により、世界制覇もできます」と言い切る。いかにユーザーの条件に合ったソリューションを提供し、信頼を得るかにかかっている。今後の半導体マーケットにおいて、マイクロボールバンピング技術がフリップチップ実装のキーを握っていることは明白だ。

「量産体制は整いました。今後実績を積み、将来的には他社へのライセンス供与も視野に入れていきたいと考えています。お客様にとって確実にメリットがある新日鉄のバンピング技術でフリップチップの世界をリードしていきます」(金子)

## 世界一のバンピングハウス カシオマイクロニクス(株) モノづくりのビジネスモデルに

カシオマイクロニクス(株)は、「日本国内でのモノづくり」にこだわり技術を蓄積し、世界ナンバーワンのバンピングハウスとなったリーディングカンパニーだ。

「かつて半導体業界は10位以内に入らなければ市場から淘汰されると言われていましたが、生き残るためには常にナンバーワンであり続けなければなりません。そのためには他社に先駆けた技術革新が必須条件です」と、カシオマイクロニクス(株)常務取締役BUMP事業部長の佐藤俊一氏は語る。

商品サイクルが短い半田バンパ市場において、新日鉄のマイクロボールバンピング技術は大きな可能性を秘めていると、同社BUMP事業部BUMP生産技術部部長の金井孝一氏は言う。

「ニーズが高度化する中で、さまざまな材料でより微細なボールを製造し、バンパに適用できることは大きな強みです。また、プリント配線基板側の電極に3元系の半田を用いる場合もあり、我々が提供するバンパ側にも同じ3元系の材料が欲しいという要望がLSIメーカーから出ています。今後メモリーでも半田ボールを使用したいという話も聞きますので、微細なボールほど強みを発揮するでしょう」

半導体メーカーの半田バンパに対する関心の高まりは、カシオマイクロニクス(株)と新日鉄が共同出展した「半導体パッケージング技術展(2005年1月19~21日)」でも如実に現れた。

「ブースの資料を持ち帰った人数は去年の倍で、アンケー



トでは5%が現在使用中、さらに5%は採用予定との回答がありました。新日鉄は、半田バンパが実装の主流になりつつある良い時期に参入されたのではないのでしょうか(佐藤氏)。マーケットでは、環境保護の観点から鉛フリー化が必須条件になりつつある。

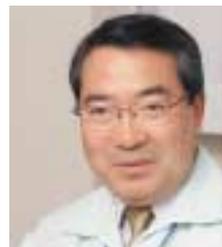
「現在はまだ高価な基板での対応が中心になっていますが、廉価な汎用基板で鉛フリーに対応できればさらに市場は広がると思います」(金井氏)

最後に、ボールバンピングのパートナーとしての新日鉄に対する期待を聞いた。

「例えば、金バンパに比べて半田バンパは電気抵抗が10倍あり、無駄が発生します。新日鉄は世界一の材料分析力、解析力を持っていると思いますので、電気抵抗の低い半田材料の開発など、本質的な部分での技術革新を期待しています。バンパの世界でお互いに最強のものを作り、日本のモノづくりの新しいビジネスモデルを構築していきたいと思います」(佐藤氏)



マイクロボール・バンピングサービスの量産化に携わるスタッフ一同



カシオマイクロニクス(株)  
常務取締役BUMP事業部長  
佐藤 俊一氏



カシオマイクロニクス(株)  
BUMP事業部BUMP生産技術部 部長  
金井 孝一氏

# 新日鉄グループの総合力で環境保全の一翼を担う 排ガス浄化触媒用メタル担体

## 世界に誇る高耐久性

「メタル担体」は、自動車の排気ガスを浄化するための金属製ハニカム体だ。これに排ガス浄化用の触媒が塗布される。エンジンから出される排気ガスを通させ、表面に塗られた触媒反応で炭化水素（HC）一酸化炭素（CO）や窒素酸化物（NOx）などの有害物質を水（H<sub>2</sub>O）と炭酸ガス（CO<sub>2</sub>）と窒素（N<sub>2</sub>）に変換する。

近年、世界的な排ガス規制強化の流れから、こうした排ガス浄化用触媒は、四輪車や二輪車の必須部品となっている。新日鉄では、30μmという極薄ステンレス箔をハニカム状に加工し、独特の口ウ付け構造を有する高性能・高強度のメタル担体を量産し、市場で高い評価を得ている。

「排ガス規制への対応は、国やメーカーによって異なります。私たちは自動車会社の開発者の思いを受け止め、車種毎に異なるニーズに最適な品質を提供しています」と、新素材事業部金属箔応用商品部加工商品営業グループマネジャーの鹿澤知は語る。

メタル担体の浄化性能を向上させるには、金属箔を薄くし、排気ガスの熱で担体を素早く暖めると同時に、エンジン直下の過酷な条件での耐久性（耐熱・耐食性）が求められる。そうした中、「激しい振動や高い熱負荷に耐え得るといって“メタルならでは”の性能が高く評価されています」と鹿澤は続ける。

新日鉄のメタル担体は、現在主流のセラミック製の担体（押出成形品）に比べ、高強度で薄壁化（軽量化）でき、開口率が大きく圧力損失（通気抵抗）も少ない。また、成形が容易で形状の自由度が高い。そして最大の特長は、接合箇所を減らし、担体内部に生じる熱応力を低減して耐久性を高めた「独自の接合構造」にある。

全てを接合すると構造全体に大きな歪み（熱応力）が加わる。「15年前、接合構造によって変化する歪みを解析して、構造の柔軟性により熱応力を逃がす、独自の非対称接合構造

（門型構造）を開発しました。この革新的技術をベースに、さらに改良を重ね、耐久性を高めています」と、技術開発本部先端技術研究所新材料研究部主任研究員の紺谷省吾は語る。

## 排ガス高温化に対応

最近では、燃費向上（燃焼効率の向上）により排ガスは高温化する傾向にあるため、担体にはより高い耐熱性が要求されている。特に、高出力の“走り”を追求したガソリン車種でそのニーズは大きい。新日鉄では、独自の門型構造に加え、メタル担体の高温耐久性を飛躍的に高めた箔の材料開発にも成功した。

開発のポイントは、高温耐酸化性のカギを握るアルミニウムの含有量だ。

「通常、表面保護膜（酸化アルミニウム＝アルミナ）の生成のために少量（約5%）のアルミニウムを添加していますが、箔を極薄化すると、早期に異常酸化が生じやすくなります。アルミナを生成させるため、アルミニウムの含有比率を高める（7.5%以上）と硬化して脆くなってしまうため、製造プロセス開発に苦労しました」と、技術開発本部先端技術研究所新材料研究部主任研究員の稲熊徹は語る。

そして苦労の末確立したのが「高アルミ化技術」。製造プロセスに新技術を導入し、「耐酸化性」と「強度」を両立した画期的な技術だ。

薄くて浄化性能が高く、かつ高温



新素材事業部  
金属箔応用商品部  
加工商品営業グループ  
マネジャー 鹿澤 知



技術開発本部  
先端技術研究所  
新材料研究部主任研究員  
紺谷 省吾

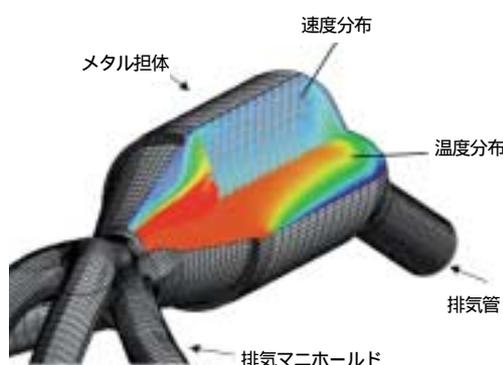


技術開発本部  
先端技術研究所  
新材料研究部主任研究員  
稲熊 徹

新日鉄のメタル担体



新日鉄の優れた解析技術の事例



## 本田技研工業(株)二輪車へのメタル担体適用事例



インド向け機種  
「ユニコーン」



㈱本田技術研究所朝霞研究所  
第3研究ブロックテクニカル  
マネージャー 石田 正雄氏



㈱本田技術研究所朝霞研究所  
第3研究ブロック研究員  
大久保 克紀氏

耐久性に優れたメタル担体を作り込むには、構造と材料の両面からアプローチする必要があったと言う。

「製鉄プロセス技術の中で培われた熱流体解析、構造解析を組み合わせ、厳しい酸化環境下で触媒効率を向上させながら高温耐久性を高める最適なバランスを導き出しています」と、紺谷は商品開発における解析技術の重要性を語る。

今後、高性能なメタル担体のニーズが高まる市場は、ディーゼル車と二輪車だ。特に二輪車は、アジア市場、特に中国、インドで排ガス規制が厳格化することが予想され、二輪車メーカーは先行して対応している。二輪車のエンジンは、熱負荷が高く振動も激しいため、高強度のメタル担体しか使用できない。

「高温耐久性以外にも、熱伝導性が良く、形状に自由度があるなど、“メタル”の魅力は尽きません。今後は、新日鉄住金ステンレス㈱も含めた“新日鉄グループの総合力”を活かし、さらに新たな市場を切り拓いていきます」(鹿澤)

「今後も、市場変化を先取りした材料開発に取り組み、得意分野を伸ばしながらニッチな市場分野に挑戦していきます」(稲熊)

「解析技術は最適な構造・材料を導き出すキーテクノロジーです。今後も営業・製造と一体となり情報を収集し、さまざまな使用環境に対応したデータ解析による提案を迅速に行っていきます」(紺谷)

## 高度化するニーズに応える

世界シェアの約30% (約1,000万台超/年) を占め、燃費技術のトップランナーである本田技研工業㈱の二輪車事業。新日鉄は昨年、同社の二輪車向けにメタル担体の量産・供給を開始した。二輪車は、中国 (約1,000万台/年) やインド (約500万台/年) での需要が拡大している。

同社の二輪車開発を担う㈱本田技術研究所朝霞研究所第3研究ブロックテクニカルマネージャー (主任研究員) の石田正雄氏は、新日鉄のメタル担体採用の経緯を次のように語る。

「私はもともと冶金が専門で、以前から新日鉄の材料技術力を高く評価していました。新日鉄はすでに四輪車での実績

があり、二輪車用に提案されたメタル担体は、廉価で基本的構造の信頼性は高いものでした。当初、試作製品の品質にバラツキがありましたが、新日鉄はそこを地道に改善し、温度や振動など過酷な環境にある二輪車に適したメタル担体として、2004年、採用に至りました」

新日鉄は、何度も性能試験や構造解析を行い、信頼向上に努めてきた。

メタル担体を材料から開発・製造しているメーカーは、世界的に見ても新日鉄だけだ。材料開発、製品製造、品質保証の一貫体制や、総合技術センター (RE) が保有する高度な解析技術に対する評価は高い。

㈱本田技術研究所朝霞研究所第3研究ブロック研究員の大久保克紀氏は、新日鉄への今後の期待を次のように語る。

「モノづくりの本質は“現場・現物・現実”にあります。この三現主義は、ホンダが必死に実践してきた製品開発の理念です。これを軸に、新日鉄の優れた理論や技術を用いてメタル担体一つひとつの接合部の信頼性や形状精度など、製造品質のさらなる向上を共に目指したいと思います」

二輪車におけるメタル担体の市場は、排ガス規制強化の流れにある中国、インドに追随する形で急速に拡大すると予測されている。同社が今後製造・販売するほとんどの製品にメタル担体が搭載される予定だ。

「理想的な担体とは、軽量で圧力損失も少なくできる限り自らの存在を消せる“空気のような”担体です。メタル担体は、新日鉄の素材メーカーとしての強みと実力を思う存分発揮できる部品だと思っておりますので、期待しています」と石田氏は語る。

最後に、今後の抱負について伺った。

「社会に役立つものを発明・発見したいと思います。燃費向上技術は小さな技術の積み重ねで、排ガス浄化触媒も改良技術が主流です。今後、こうした社会や人に役立つ製品を、自ら発見・開発していきたいと思っております」(大久保氏)

「環境や社会への貢献を通して、後世に残るような技術の一つでも開発していきたい。それが技術屋としての夢であり、存在価値です。中長期的には人材育成が一番大切ですから、“志のある人間”を育てていきたいと思っております」(石田氏)

# コアコンピタンスを活かしたニッチ製品

絶縁性と密着性で用途開拓

## 機能膜付きステンレス箔

ステンレス箔は、高純度なステンレス素材を高精度圧延して板厚を100μm以下まで薄くしたものだ。主にメタル担体やハードディスクドライブのサスペンション、携帯電話のボタンの皿パネ等に用いられている。

「さらなる用途拡大のため、鋼材のコーティング技術を活かし、ステンレス箔に新機能を付与する被膜形成技術を開発しています」と、技術開発本部先端技術研究所界面制御研究部主幹研究員の久保祐治は語る。

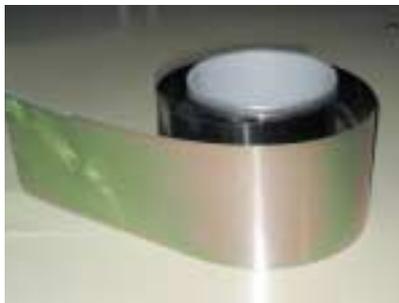
先端技術研究所が開発した独自のポリマーアロイ技術を利用した有機フィルム「O-PET」は、建材用途向けのラミネート鋼板として既に商品化されている。この「O-PET」や、「ゾルゲル膜」(無機材料と有機材料を原子・分子レベルでつなげハイブリッド化したもの)を含め種々の材料をステンレス箔にコーティングする技術を開発している。

例えば、ゾルゲル膜をコーティングしたステンレス箔。絶縁性と密着性を持ち、防錆性と加工性、剛性、耐熱性を兼ね備えた基板製造が可能になることから、電気製品など

で従来用いられているガラスや他の金属の代替材料として期待されている。

各種電池や高機能電子部品の基材分野の市場参入を目指す中で、注目されるものの一つは太陽電池だと言う。現在太陽電池は、電卓などに使われる薄膜系シリコンの開発が進み、光電変換効率の向上によって屋根材などに使われる可能性が高まっている。

「この薄膜系シリコンの基材として機能膜付きステンレス箔を用いれば、硬く加工しにくいガラス基板とは異なり、曲げ加工などによるデザインの自由度が広がります。現在商品化に向けて、新素材事業部と連携して開発・営業を展開しています」(久保)



ゾルゲル膜付ステンレス箔



技術開発本部先端技術研究所  
界面制御研究部主幹研究員  
久保 祐治

耐熱衝撃、耐酸化性に優れた

## 高温プロセス用 ファインセラミックス

高温、腐食など過酷な環境にさらされる設備、例えば、高速の熱風ガスを送る制御用部材は、激しい熱衝撃と酸化雰囲気さらされる。そのため、短時間で交換が必要なものもあるが、そこに新日鉄のファインセラミックスが適用され、実績をあげている。

新日鉄は、半導体製造装置向けセラミックスの製造・販売を中心とするファインセラミックス事業を1992年に開始した。耐熱性が高く、熱膨張が少なく熱変動にも強いセラミックスは、軽くて硬く、耐薬品性、電気絶縁性を備えており、素材として大きな可能性を秘めていたからだ。その代表例がサイアロン、NEXCERAなどの低熱膨張材料だ。

「地道に技術とノウハウを蓄積し、工場も整備され大型部材への対応も可能になったため、各種設備の長寿命化に向けて実機適用検討を開始しました」と、技術開発本部先端技術研究所新材料研究部主任研究員の松林重治はその経緯を振り返る。

そして新日鉄が長年蓄積した鉄の組織制御技術を活かし、環境・プロセス研究開発センター(EPC)と連携し、優れた耐熱衝撃性、耐酸化性、高温曲げ強さを併せ持つニーズ対応型ファインセラミックス材料の開発に成功した。

「技術開発のポイントは、焼結に必要な助剤の高融点化とマトリックス結晶粒を微細化する組織制御です。助剤を高温酸化雰囲気中で最も安定な化合物相に完全結晶化させ、同時に特定の元素を添加することで、高温下で進むマトリックス結晶粒の成長を抑制し(ピン止め効果)、必要な高温特性を全て高めることに成功しました」(松林)

ファインセラミックスは、既に各種の高温ガス制御用部材や耐摩耗ロール部材で採用され、市場で高い評価を得つつある。

「今後も実績を重ねていくことで、ごみ熔融炉の炉材など、社会に役立つ材料としての広がりが期待できます」(松林)



技術開発本部先端技術研究所  
新材料研究部主任研究員  
松林 重治

鉄は地球上で3つしかない  
「磁石につく物質元素」の1つ

電磁鋼板は鉄鋼材料であると同時に、磁氣的性質を持つ「磁性材料」だ。では磁性材料とは何か。材料が磁性を持つためには「磁石につく性質（強磁性）」が不可欠だが、地球上に存在する物質の中で、常温での強磁性体元素は「鉄」「ニッケル」「コバルト」の3つしかない。工業的に使用される磁性材料は、合金や酸化物の形態でこの3元素のいずれかを含んでいる場合がほとんどである。

電気があるところには磁力が発生する。例えば、鉄の周りに銅線を巻きそこに電気を流すと、磁力が及ぶ空間（磁界）が生まれる。強磁性体元素は、そのときに自らが磁石になる（磁化する）性質を持つ。鉄は、構造材料でありながら強い磁性を併せ持つ貴重な素材だ。

磁性材料には、電流の向きを反転すると容易に磁化も反転する「軟質磁性材料」と、電流の向きを反転しても磁化を維持し続け永久磁石になる「硬質磁性材料」の2種類がある。電磁鋼板は軟質磁性材料にあたる（図1）。

2種類の磁性材料が  
ペアで使われる工業製品

では、軟質磁性材料と硬質磁性材料の性質および用途はどのように違うのか。

磁石になる程度を表す「磁化」は、外部から「磁界」を加えていくと強まる。この磁化と磁界の関係を表したものが

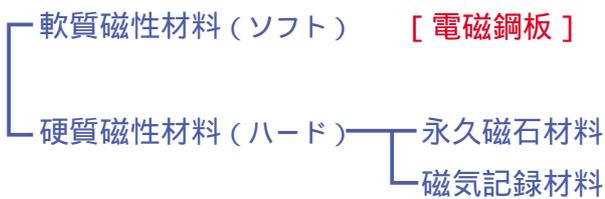
# 電磁鋼板

## 磁性材料としての“鉄”の 特性を最大限に引き出す(上)

電磁鋼板とは、磁石につく鉄の特性（磁性）を活かした“機能材料”だ。発電所の発電機、電気を各家庭に送るための変圧器、電気機器のモーターの鉄心として欠かせない。“良い電磁鋼板”とは、電流が流れることで生まれた磁気をスッと通す、エネルギーロス（鉄損）が少ないものだ。八幡製鉄所では、同鋼板の生産を開始した1924年以降この鉄損の低減に挑み続け、現在では、著しい省エネルギーを実現している。本シリーズでは2回にわたり、磁性材料としての電磁鋼板の特性、結晶方位のコントロールを中心とする技術的挑戦、今後の展望を紹介する。

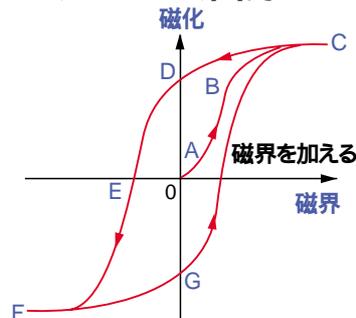
### 磁性材料

図1



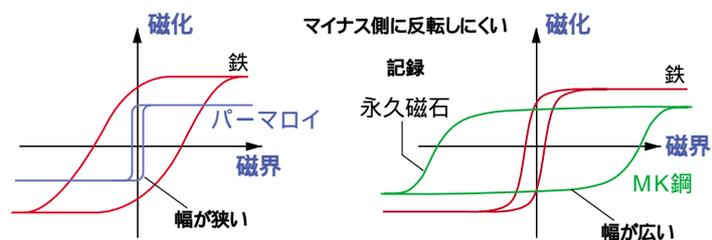
### ヒステリシス曲線

図2



磁石になる程度を表す「磁化」は、外部から「磁界」を加えていくと強まる。この磁化と磁界の関係を表したものがヒステリシス曲線。

### 鉄とパーマロイ 鉄と永久磁石(MK鋼) 図3



軟質磁性材料「パーマロイ(鉄21.5%・ニッケル78.5%)」のループの幅は非常に狭い。ヒステリシス曲線の立ち上がり早く磁気を通過させやすい(高透磁率)特性を持つ。

硬質磁性材料「永久磁石」のループ幅は広い。磁化しにくい、一度磁化させてしまうと強い磁力を持続させる。



が「ヒステリシス曲線」だ(図2)。

磁性材料に磁界をかけていくと、図2のようにA、Bを辿った後はC、D、E、F、Gの軌道を繰り返し磁化ループを描く。例えば、50Hzの関東圏の商用周波数は、磁界の強さが変化し電流の向きが1秒間に50回変化する交流だが、このループが1秒間に50回描かれる。

代表的な軟質磁性材料「パーマロイ(鉄21.5%とニッケル78.5%の合金)」のヒステリシス曲線は、ループの幅が非常に狭い(図3左)。外部からの磁界に反応しやすく、その向きが反転するとすぐに自身の磁化も反転する。つまり、ヒステリシス曲線の立ち上がりが高く磁気を通過させやすい(高透磁率)特性を持つ。

一方、硬質磁性材料である「永久磁石」のヒステリシス曲線のループ幅は広い(図3右)。磁化しにくいですが、一度磁化させてしまうと強い磁力を持ち続けるため、外部からの磁界がゼロになった後、マイナス側に相当量の電気を流さない限り反転しない。

電気製品など一般の工業製品では、この2種類がペアで使われるケースが多い。例えばAV機器などの磁気記録では、記録する磁気テープが硬質磁性材料で、その信号を検知する磁気ヘッドは軟質磁性材料だ。磁気テープは記録後、信号が変化しないよう保護するために硬質(磁性粉など)で、それをスキャンする磁気ヘッド(パーマロイなど)は、信号を敏感に高速で読み取る必要があるため軟質が使われる(図4)。

また、回転するローターと静止しているステーターで構成されるモーターでは、軟質磁性材料である電磁鋼板がステーターに使用され、ローターには硬質磁性材料である永

久磁石が使われる場合も多い(図5)。このように“変わりにくい性質”と“変わりやすい性質”がペアとなり機能を生み出している。

## 物質の中で最も磁化が大きい鉄

次に、鉄をはじめとする強磁性体が自ら磁石になっていく原理を、ミクロの世界で見てみよう。

物質は原子(原子核と電子)の集合体で、原子核一つ一つの周りをいくつかの電子が回っている。その回転に対して、右ネジが進む方向に磁石としての力の源である「磁気モーメント(磁化の担い手=磁束密度に通じる)」が発生する(右ネジの法則)(図6)。

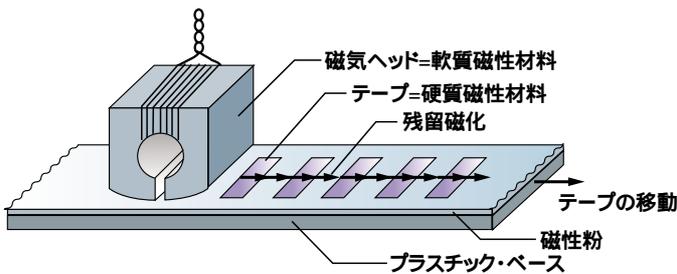
電子は交互に逆向きに回転する性質を持つが、その結果、磁気モーメントの方向も右ネジの法則通り上下に反転し電子対となる。電子がすべて電子対となっている場合は、上下の磁気モーメントが同じ数になり磁気が相殺され、むしろ磁化しようとするのを妨げるように逆向きの磁気モーメントが生じ、磁石につかない(反磁性体)。また不対電子がある場合は、磁気モーメントによる磁気が残り、自らが磁石になるほど強くはないが弱いながら磁石につく性質を持つ(常磁性体)(図7)。

一方、強磁性体は磁気モーメントの間に交換作用が働き、磁気モーメントの向きが揃う。そして物質全体として巨大な磁気モーメントを発生させる(図7)。そのため、磁界を加えていくと、その方向に巨大な磁気モーメントが揃い強力な磁石の性能を発揮し、もちろん磁石につく。

鉄は、強磁性体3元素の中で最も強い優れた磁気モーメ

### 磁気記録のメカニズム

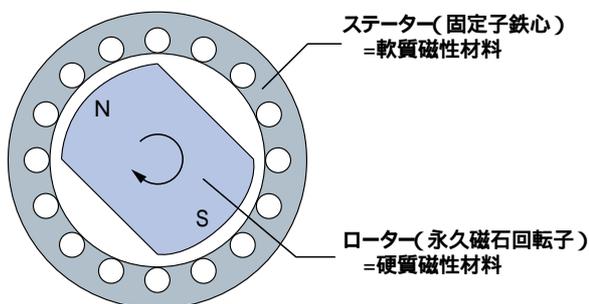
図4



磁気ヘッド(パーマロイなど)は、信号を敏感に高速で読み取る必要があるため軟質磁性材料が使われる。

### モーターのメカニズム

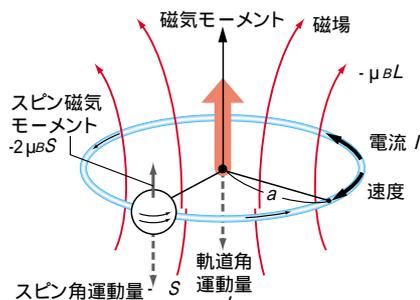
図5



モーターでは、軟質磁性材料である電磁鋼板がステーターに使用され、ローターには硬質磁性材料である永久磁石が使われる場合が多い。

### 磁化発生のおくみ

図6

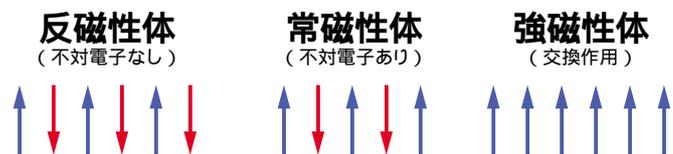


電子の軌道、スピンの角運動量、磁気モーメントの模式図

右ネジの法則：  
物質は原子の集合体。原子核一つ一つの周りの電子の回転に対し、右ネジが進む方向に「磁気モーメント(磁化の担い手=磁束密度に通じる)」が発生する。

### 磁気モーメントの違い

図7

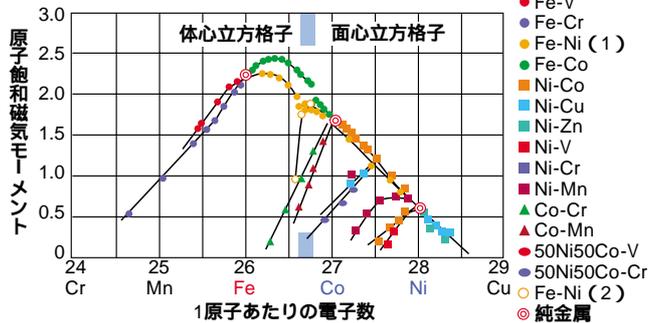


上下の磁気モーメントが同じ数になり磁気が相殺され、磁化しようとするのを妨げるように逆向きの磁気モーメントが生じ、磁石につかない。

自らが磁石になるほど強くはないが弱いながら磁石につく性質を持つ。

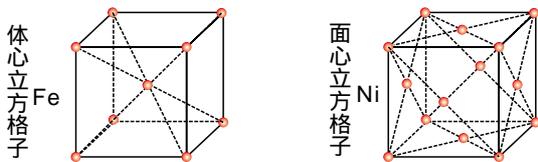
磁界を加えていくと、その方向に巨大な磁気モーメントが揃い強力な磁石の性能を発揮、磁石につく。

## スレーター・ポーリング曲線 図8



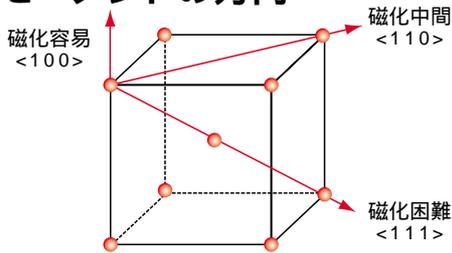
鉄は、強磁性体3元素の中で最も強い優れた磁気モーメントを持つ。

## 体心立方格子と面心立方格子の違い 図9

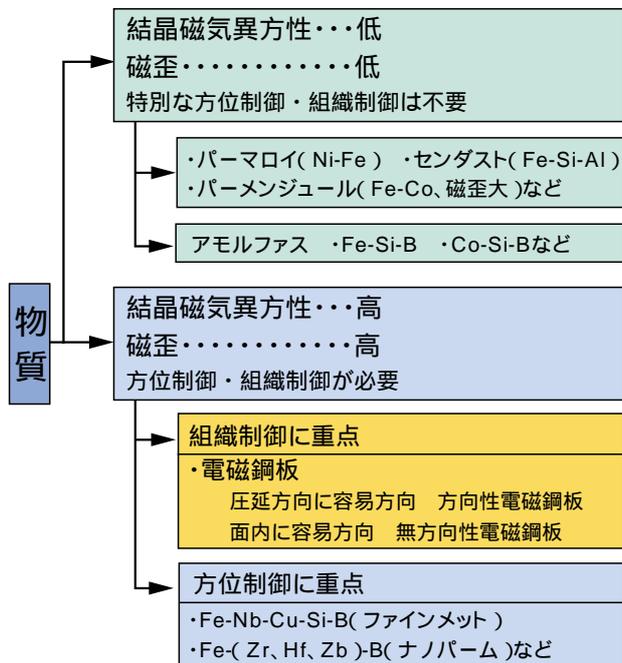


鉄の結晶はサイコロのような立方体で、それぞれの角8カ所と、立方体の真中に1つ原子がある。  
ニッケルは、角以外に面の中心部6カ所に原子がある。

## 鉄の結晶内で生まれる磁気モーメントの方向 図10



## 軟質磁性材料の分類 図11



ントを持つ(図8)。磁化の強さを表す原子飽和磁気モーメントは、鉄が2.2M<sub>B</sub>(ボーア磁子)、コバルト1.7、ニッケル0.6だ。また、鉄にコバルトを添加する(鉄:50%、コバルト:50%)とさらに磁気モーメントが強まる。この合金は「パーメンジュール」と呼ばれ、現在工業製品に使用できる材料の中で最も磁気モーメントが強いが、非常に高価で、現実的に量産して使用できるものではない。

## 磁性材料の磁気特性を左右する「磁気異方性」

磁気モーメントの動きは、鉄やニッケルの結晶構造の違いが影響している。鉄の結晶はサイコロのような立方体で、それぞれの角8カ所と、立方体の真中に1つ原子がある「体心立方格子」だ。一方ニッケルは、角以外に面の中心部6カ所に原子がある(面心立方格子)(図9)。

結晶中で磁気モーメントは何もなければある特定の方向を向いている。鉄の場合だと立方体の稜線の方向 100 方向だ。鉄では 100 方向に磁気モーメントが向くときに最もエネルギーが低い。外部から加えた磁界が 100 方向であれば磁気モーメントの向きを変えずに簡単に磁気を通す。しかし、111 方向に磁化させようとするとき 100 方向を向いている磁気モーメントを回転させなければならないため、エネルギーが必要となる。一方、面心立方格子のニッケルは 111 方向に磁気モーメントが向くときに最もエネルギーが低いため、111 方向に磁気を通しやすく、100 方向が最もロスが大きい(図10)。

理想的な軟質磁性材料とは、「磁気異方性(方向によって磁化のしやすさが異なる性質)」がゼロの材料だ。その材料はどの方向から磁界をかけてもすぐにその方向に反応し自らが磁石となる。その代表格が「パーマロイ」「パーメンジュール」だ(図11)。パーマロイは鉄-ニッケル合金で、磁気異方性エネルギーがなくなり 100 方向、111 方向等によらず磁化しやすくなる。

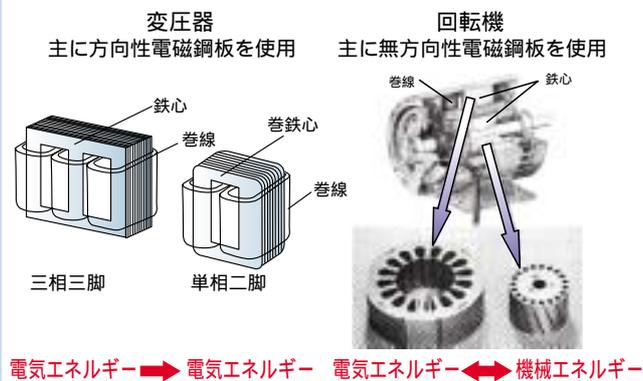
例えば磁気ヘッドでは、どちら向きに磁気テープの磁気モーメントが向いていても、瞬時に感知して信号を拾うことができる。これが本来の軟質磁性材料だ。近年磁性材料として活用分野を広げている「アモルファス」は、結晶構造を持たない非晶質で磁気異方性がゼロのため、軟質磁性材料として優れた特性を持つ。

## 鉄の磁気特性を活かした高機能材料 電磁鋼板

電磁鋼板はトランス(変圧器)やモーターなどの電気機器の鉄心として不可欠な材料だ。トランスでは電気エネルギーを電気エネルギーに、モーターでは電気エネルギーを機械エネルギー(回転力)に変換する役割を担う(図12)。電磁鋼板は磁界の向きによって磁気の通りやすさが異なる磁気異方性の特徴を逆に活用した高機能材料で、例えば、鉄心として電磁鋼板をフープ状に巻いたトランスでは、フ

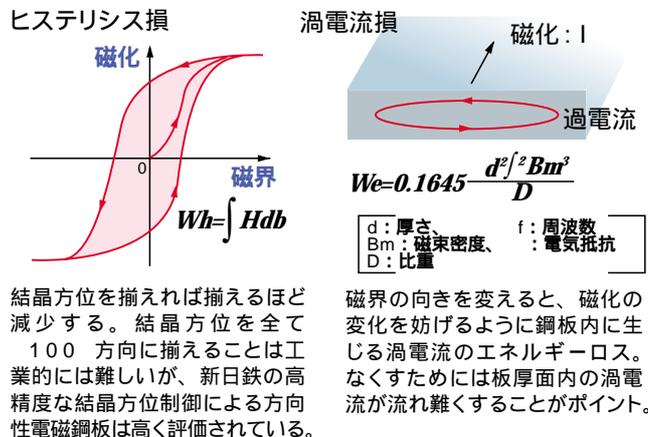
## トランスとモーターのエネルギー変換原理

図12



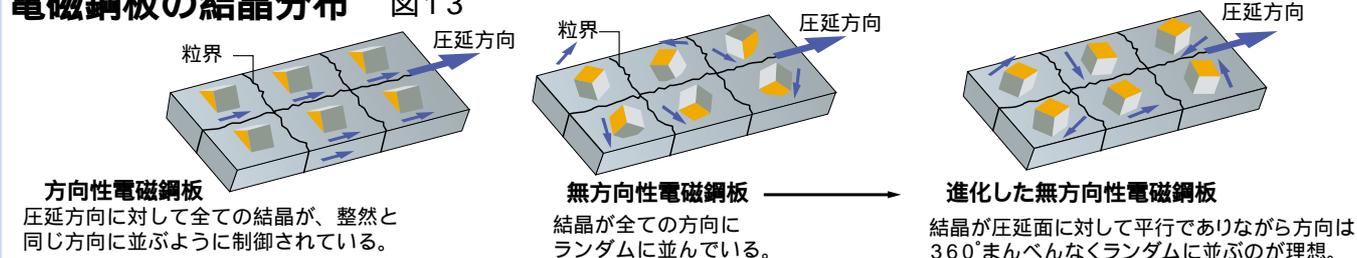
## ヒステリシス損と渦電流鉄損

図14



## 電磁鋼板の結晶分布

図13



ープの長手方向だけに磁気を通しやすい性質を持たせれば良い。それが圧延方向に100方向の磁気モーメントを揃えた「方向性電磁鋼板」だ。

また、回転により磁界の向きが常に変化するモーターの鉄心には、100方向を鋼板面にできるだけ平均的に配し、さまざまな方向に磁化しやすくさせることが望ましい。「無方向性電磁鋼板」はこの視点から100方向に着目して結晶方位をコントロールする(図13)。

もともと磁気異性がないパーマロイやパーメンジュールに比べ、コスト面やハンドリング性等をも含めたさまざまな観点から、鉄は、この分野で最も機能性、実用性の高い工業材料だ。

電磁鋼板開発の第1の技術的ポイントは「結晶方位制御」にある。磁化させようとする方向に結晶の向きを制御する技術だ。方向性電磁鋼板は、立方体の稜線100方向をできるだけ一直線に揃えれば、磁化したときに生じる電気エネルギーのロス(鉄損)が少なくなり、エネルギーの変換効率が良くなる。この鉄損には、先述のヒステリシス曲線のループに見られる「ヒステリシス損」と、交流電流における磁化反転の際にそれを抗するように生じる「渦電流損」の2種類がある(図14)。

ヒステリシス損は、結晶方位を揃えれば揃えるほど減少する。極端に言うと、全て磁気モーメントが100方向を向いている状態で100方向に磁界をかければ、鋼中に不純物や歪みがない状態であれば、ヒステリシス曲線のループは1本の線となりロスがゼロになる。それは結晶方位を全て100方向に揃えることを意味するが工業的には難しい。しかし新日鉄の方向性電磁鋼板は、20tコイルという工業生

産規模で結晶方位誤差が3度程度と、高精度の結晶方位制御を可能にしている。

また、磁界の向きを変えると磁化の変化を妨げるように鋼板内に渦電流が生じる性質を持つ。そのエネルギーロスが、「渦電流損」だ。それをなくすためには板厚面内の渦電流が流れ難くする、つまり製品の板厚を薄くする(薄手化)ことがポイントだ。例えば、板厚を半分にすると渦電流損は4分の1になり、薄くすればするほど高い効果が得られる。

さらに、シリコンやアルミを入れて電気抵抗を高め、渦電流損を流れ難くする方法もある。しかし、シリコンを添加し過ぎると、本来の磁気モーメントが小さくなる等の悪影響を及ぼすため、結晶方位制御を緻密に行い実質的性能を補完するなど、求められる特性に応じてそのバランスを高度にコントロールしている。

電磁鋼板の技術開発では、このように結晶方位を緻密に制御することをはじめ、鋼の高純度化、板厚、電気抵抗、磁区構造(次号)等々を通じ、エネルギー変換装置素子として使用するときのエネルギー損失すなわち鉄損を極限まで低減することが求められる。

監修 技術開発本部鉄鋼研究所  
鋼材第一研究部 主幹研究員  
久保田 猛 (くぼた・たけし)

プロフィール  
1952年生まれ。大阪府出身。  
1977年入社。  
基礎研究所(現先端技術研究所)で厚板関連研究を経て、  
1981年より電磁鋼関連研究に従事し、現職。  
1983年~1984年に慶應義塾大学物理学科(近角教授)に国内留学。





おかげさまで紀尾井ホールは10周年を迎えました。新日鉄創立20周年記念事業として1995年春にオープンした紀尾井ホール。新日鉄およびグループ各社によって設立された(財)新日鉄文化財団によって運営され、社会の良きパートナーとして新日鉄の音楽活動を推進しています。今回は最近の公演から2つご紹介します。



## 東京室内歌劇場 パイジエツロ 「美しい水車小屋の娘」

バロック時代から古典派までの埋もれた名作を発掘し、紀尾井ホールの繊細な響きで聴かせるホール・オペラシリーズの第6回目。今回は1789年にナポリで初演された、ジョヴァンニ・パイジエツロの「美しい水車小屋の娘」。

このオペラは初演当時最大級の賛辞を受け、瞬く間に各地の歌劇場で再演を重ねたもので、特にその中で歌われる「うつろな心」は、ハイドン、モーツァルト、ベートーヴェン、パガニーニまでが自作に取り入れたほど広く知れわたった名曲である。

劇の進行とともに特権階級と庶民の人間模様が浮かび上がり、時代の雰囲気そのまま伝わる好舞台となった。

### 公演の概要

2005年2月10・11日

曲 目：美しい水車小屋の娘

作 曲：ジョヴァンニ・パイジエツロ

指 揮：若杉弘 演出：鈴木敬介

キャスト：ラケリーナ(水車小屋の娘) 田島茂代、宮部小牧

(ダブル) ビストフォロ(公証人) 久岡昇、畠山茂

カロアンドロ(婚約者) 小貫岩夫、中嶋克彦

ロスポーネ(領地監督長) 堀野浩史、大塚博章 ほか

## 新日鉄文化財団10周年のご挨拶

新日鉄文化財団は1995年4月に発足し、今年でちょうど10周年を迎えました。この間、新日鉄およびグループ各社からの継続したご支援と社員の皆様の温かいご支持を頂きまして、紀尾井ホールは短期間ながらわが国を代表するホールとして演奏家、聴衆の方々から高い評価を頂くに至りました。3月には来館者が累計で150万人を突破し、5月にはホールのオーケストラである「紀尾井シンフォニエッタ東京」がドイツ・ドレスデンで行われる音楽祭に招聘され、そのメインオーケストラとして4公演を行うなど着実に成果を上げております。今後はこれらを励みに、より高いレベルへ飛躍していきたいと思っておりますので、引き続き皆様からのさらなるご支援、ご支持をお願い申し上げます。



(財)新日鉄文化財団  
事務局長

町田 龍一

# 新境地を開いた名演 トレヴァー・ピノック

## 紀尾井シンフォニエッタ東京 第46回定期演奏会より

今回の指揮は当代一流のチェンバロの名手であり、古楽界で名高い演奏団体「イングリッシュ・コンサート」の主催者であるトレヴァー・ピノック。毎年恒例のオール・モーツァルトプログラムに初登場となった。

音楽は颯爽と美しく流れ、さすがに数多くのオーケストラを指揮し、古楽界の巨匠とうたわれるにふさわしい見事な演奏で、音楽雑誌に「紀尾井シンフォニエッタ東京の新境地を開いた名演」として取り上げられた。

### 公演の概要

2004年10月22・23日

指揮：トレヴァー・ピノック

曲目：モーツァルト歌劇「フィガロの結婚」序曲  
モーツァルト交響曲第29番  
モーツァルト交響曲第41番「ジュピター」



### 今後の

## 紀尾井シンフォニエッタ東京 演奏会情報

10周年記念として、紀尾井ホールおよび紀尾井シンフォニエッタ東京では、特別公演を行っています。

### 定期公演

- 4月1・2日 第49回 定期演奏会  
指揮：ハルトムート・ヘンヒエン  
曲目：ハルトマン「クラリネット、弦楽四重奏、弦楽オーケストラのための室内協奏曲」  
モーツァルト『『エジプト王タモス』より幕間の音楽』  
「交響曲第35番二長調『ハフナー』」
- 7月8・9日 第50回 定期演奏会  
指揮：原田幸一郎  
ギター：村治佳織  
曲目：マルタン「7つの管楽器、ティンパニ、打楽器と弦楽のための協奏曲」  
ジュリアーニ「ギター協奏曲 第1番 イ長調 op.30」  
シューベルト「弦楽四重奏曲 第14番 二短調 D.810『死と乙女』(弦楽合奏版)」

### 「ドレスデン音楽祭2005」にレジデントオーケストラとして参加

- 5月14日 ザクセン州立歌劇場 (ゼンパー・オパー)  
指揮：ハルトムート・ヘンヒエン  
ピアノ：ペーター・レーゼル  
曲目：ベートーヴェン「ピアノ協奏曲第2番、第1番、第4番」
- 15日 ザクセン州立歌劇場 (ゼンパー・オパー)  
指揮：若杉弘  
ピアノ：ペーター・レーゼル  
曲目：ベートーヴェン「ピアノと管弦楽のためのロンド」  
「ピアノ協奏曲 第3番、第5番『皇帝』」
- 20日 マイセン大聖堂  
指揮：若杉弘  
ヴァイオリン：パイバ・スクリッド  
曲目：武満徹「弦楽のためのレクイエム」  
モーツァルト「ヴァイオリン協奏曲 第5番『トルコ風』」  
メンデルスゾーン「交響曲 第4番『イタリア』(改訂版)」
- 21日 日本宮殿 (ドレスデン) 第49回定期演奏会と同プログラム



ゼンパー・オパー



### (財)新日鉄文化財団からのお知らせ

新日鉄文化財団では、下記募集を行っています。ぜひご加入ください。

#### 紀尾井友の会

チケットの優先予約・料金割引等の特典があります。  
年会費3,000円。

申し込み・問い合わせ先：電話03-5276-4540 (10~17時、土日祝休み)

#### 紀尾井ホールサポートシステム

法人・個人の皆様に、紀尾井ホールの活動を支援していただくサポートシステムで、主催公演のチケット割引・招待、ご芳名の掲載掲示等の特典があります。

会費は個人会員1口1万円、法人会員1口20万円から。

申し込み・問い合わせ先：

電話03-5276-4543、FAX03-5276-4527 (10~17時、土日祝休み)

#### 紀尾井シンフォニエッタ東京

2005/2006シーズン定期演奏会

新規定期会員 (5月25日受付開始)

年間5回の定期演奏会で同じお席をご用意いたします。

S席：23,000円 A席：19,000円 B席：12,000円

このほか、オーケストラメンバーとの交換会や、リハーサル見学等のイベントご招待などの特典があります。

申し込み・問い合わせ先：

電話03-3237-0061 (10~19時、日祝休み)

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

## IR説明会開催 - 平成16年度決算見通し・原料概況について -

3月4日、本社2階ホールにおいて、約180名のアナリスト・機関投資家を対象に、当社の今年度決算見通しおよび配当方針に関する説明会を開催。旺盛な鋼材需要による鋼材価格上昇やグループ会社の業績改善等によ

り、年度経常損益は連結・単独とも過去最高水準を達成する見通しであることを説明した。期末配当は、当期から適用した配当方針に基づき、一株あたり5.0円(前期比3.5円増配)とする。続いて北川三雄常務より「原料概

況」と題して説明と質疑応答があり、参加者からは「足下の原料需給や国際的な資源価格の高騰などについて理解を深めると同時に、新日鉄の長期安定的原料調達への取り組みが良く理解できた」と好評を得た。



プレゼンテーションする北川常務

## 三菱製鋼(株)の休止電気炉設備購入による特殊鋼一貫能力の拡大

新日鉄は、特殊鋼製造拠点の室蘭製鉄所で2001年12月に休止した三菱製鋼(株)の電気炉設備を購入・再稼働すると共に、三菱製鋼室蘭特殊鋼(株)の圧延余力を活用することで、三菱製鋼(株)と

基本合意した。2005年度上期目処の稼働に向けた準備に入る。これにより、急増する需要に対応し、鉄源から圧延までの一貫能力の向上が図られる。

今回の対策は既存インフラを活

用し、早期かつ効率的に一貫能力向上を図るもの。(株)中山製鋼所との棒線製造新会社設立の対策と合わせ、当社特殊鋼・棒線の生産体制を拡充・整備し、需要家のニーズに適切に応えていく。

- ・電気炉仕様  
100トン直流電気炉
- ・電気炉再稼働時期(目処)  
平成17年度二/四期
- ・一貫能力向上効果  
月間約2万トン

## 「スーパーダイヤ」の海外販売(建材分野)で、豪州ブルースコープスチール社と提携

新日鉄とブルースコープスチール社(本社:豪州メルボルン以下「ブルースコープ(\*)」)は、アジアの9カ国および豪州・ニュージーランドの建材分野を対象に、新日鉄の薄板戦略商品「スーパーダイヤ」を、ブルースコープの建材加工拠点を通じて加工・販売する提携を行うことで合意した。

当社は、建材分野において日本国内では「スーパーダイヤ倶楽部」(建材薄板加工業者のネットワーク)を構築し、中部国際空港をはじめとする物件で着実に実績を上げている。ブルースコープとの提携は、同社の建材加工拠点・販売ネットワークの活用により、海外の建材分野におけるスーパーダイヤのさらなる

浸透を図るもの。ブルースコープは、スーパーダイヤを、同社の主力商品Zn-55%Al鋼板(ブ

ランド名: Zinalume R)を補充するものと位置づけ、自社商品と併せて市場開拓を図る。

\*ブルースコープ: アジア各国に5カ所のメッキ・塗装工場と19カ所の建材加工拠点(BlueScope Lysaght社)および100カ所以上の販売・施工拠点網を保有し、薄板の加工から建屋の設計・据付までを一貫で実施。2004年4月には、米国の鋼建材メーカーだったバトラー社を買収し、当該社の持つ中国拠点(加工2カ所、販売・施工21カ所)を保有。

スーパーダイヤ URL <http://www.hq.nsc.co.jp/usuita/superdyma/>

## リオドセ社とイタピラ粉鉱・カラジャス粉鉱価格について合意

新日鉄は、リオドセ社(本社:リオ・デ・ジャネイロ)との間で、イタピラ粉鉱およびカラジャス粉鉱の2005年度価格(FOB)について、対前年度+

71.5%の値上げで合意した。今後、豪州/ハマスレー、BHPとの交渉を予定しており、合意をふまえ、塊鉱を含め、妥結に向けて鋭意交渉を進めていく。

| イタピラ粉鉱 | 鉄分当り    | トン当り     | カラジャス粉鉱 | 鉄分当り    | トン当り     |
|--------|---------|----------|---------|---------|----------|
| 2004年度 | ¢ 32.27 | \$ 21.46 | 2004年度  | ¢ 32.76 | \$ 21.79 |
| 2005年度 | ¢ 55.34 | \$ 36.80 | 2005年度  | ¢ 56.18 | \$ 37.36 |

鉄分当り価格: US¢ /DMTU (鉄分1%当り)  
トン当り価格: US\$ /DMT (含有鉄分66.5%ベース)

## 名古屋製鉄所 薄板工場 1CGLで月間生産量日本新記録達成

2005年1月、名古屋製鉄所1号溶融亜鉛メッキラインでは、合金化溶融亜鉛メッキ鋼板(GA)の月間生産日本新記録となる51,559トン/月を達成した。

高効率の新鋭ライン1号溶融亜鉛メッキラインの設備能力をフル発揮するために、予防保全の徹底、通板速度ネックの解消等の諸施策を着実に推進してき

た成果があらわれたもの。名古屋製鉄所では、自動車用鋼板をはじめとして鉄鋼製品需給が極

めて旺盛な中、今後とも能力向上対策を推進し、効率的・安定的な製造体制を構築していく。

お問い合わせ先 名古屋製鉄所 総務部 TEL 052-603-7024

## 紀尾井ホール 4月主催・共催公演情報から

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



- 1・2日 **紀尾井ホール10周年記念特別公演**  
紀尾井シンフォニエッタ東京 第49回定期演奏会  
指揮: ハルトムート・ベンヒェン  
曲目: ハルトマン「クラリネット、弦楽四重奏、弦楽オーケストラのための室内協奏曲」  
モーツァルト「『エジプト王タモス』より幕間の音楽」  
「交響曲第35番二長調『ハフナー』」
- 20日 **紀尾井ホール10周年記念特別公演** 【邦楽】  
日本の伝統音楽シリーズ 長唄  
出演: 杵屋直吉、今藤尚之、東音宮田哲男(唄)  
杵屋勝国、芳村伊十七、今藤政太郎(三味線)ほか  
曲目: 「勸進帳」「喜三の庭」「京鹿子娘道成寺」

- 22日 若手演奏家のための公開マスタークラス  
講師: フェルメール・カルテット
- 23日 **紀尾井ホール10周年記念特別公演**  
フェルメール・カルテット  
曲目: シューベルト「弦楽四重奏曲第8番変ロ長調」  
ヤナーチェク「弦楽四重奏曲第2番『内緒の手紙』」  
ベートーヴェン「弦楽四重奏曲第7番『ラズモフスキー第1番』」

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~19時 日・祝休

## POSCO E&C社と「韓国内溶融炉包括ライセンス供与契約」を調印

新日鉄は2月23日、韓国POSCOのエンジニアリング子会社であるPOSCO E&C社と、韓国内ごみ直接溶融炉包括ライセンス供与契約について、調印式を行った。

当社のシャフト炉式ガス化溶融炉はガス化溶融炉では世界最多の稼働実績を誇ることに加

え、POSCO E&C社が韓国内では初めてガス化溶融炉を採用した梁山市案件を、当社方式で受注に成功したことが大きく評価され、今回の韓国内包括契約に至った。

韓国では、ガス化溶融炉案件の商談が増加しており、当社技術を包括的に供与することで、

同社の韓国内での事業展開を積極的にバックアップしていく。今回の包括契約を足掛かりとして、欧州、アジアなどへの環境ビジネス展開をさらに進展させていく。

POSCO E&C社 韓社長(右)  
当社八木副社長(左)



## JHFC愛・地球博 水素ステーション開所式を開催

新日鉄と東邦ガス(株)および大陽日酸(株)は、3月7日、2005年日本国際博覧会(愛・地球博)の瀬戸会場(愛知県瀬戸市)で建設を進めてきた2基の水素ステーションの開所式を開催した。

これは、経済産業省の補助事業「水素・燃料電池実証プロジェクト(JHFC)(\*)」の一環として、平成16年9月から3社が建設を進めてきたもの(財)エンジニアリング振興協会からの委

託) 長久手会場と瀬戸会場の間を来場者輸送用に走行する燃料電池バスに対し、燃料水素を供給する。実運転、燃料電池バスへの実充填を通じ運転技術を養うとともに、環境特性・エネルギー効率・安全性・経済性などに関するデータを取得していく。また、国内外のお客様の設備見学を受け入れ、水素社会の普及啓蒙に取り組んでいく。



「JHFC愛・地球博水素ステーション/瀬戸北」(新日鉄・大陽日酸) 愛・地球博の瀬戸会場パスターミナル内に隣接して建設。写真は開所式で挨拶に立つ当社八木副社長。

\* JHFC : Japan Hydrogen & Fuel Cell Demonstration Project

## JR新幹線に、日鉄コンポジット(株)のCFRP製品が採用

日鉄コンポジット(株)は、平成19年の運転開始を目指す東海道・山陽新幹線の次世代車両「N700系」の試作車両(本年3月から2年間試運転を予定)向けに、軽量高強度・高剛性、不燃性、材料のリサイクル性等を有している3種類のCFRP製品(炭素繊維強化複合材の略)を納入した。

本製品の開発は、当社新素材事業部と日本車輛製造(株)が、平

成14年12月から共同して進めてきたもので、その成果を受けて、日鉄コンポジット(株)が商品化したもの。CFRPの特長を活かすために当社グループの日本グラフィートファイバー(株)製のピッチ系炭素繊維がフルに活用されている。

3種類の製品は、車輪台車枠カバー(最高時速270kmの高速走行時の防音対策として新たに導入)、ガイシカバー、側窓押

工パネル(共にアルミの代替で軽量化)で、台車枠カバーは新幹線16両1編成で60セット、ガイシカバーは1セット、側窓押工パネルは550個。

新幹線へのCFRP製品の本格採用は初めてで、これを契機に当社として、さらなる技術開発と適用拡大を進め、需要家ニーズに応えるとともに環境負荷の低い社会の構築に貢献していく。



写真提供: JR西日本

お問い合わせ先  
日鉄コンポジット(株)  
TEL 03-5623-5556 (代表)  
<http://www.nick.co.jp/>

## 平成18年度の採用について

平成18年度の社員採用について右記の通り決定した。

|        |                  |            |
|--------|------------------|------------|
| 大学・高専卒 | (事務)約40~50名 (53) | ( )内は昨年実績。 |
| "      | (技術)約70~80名 (80) |            |
| 高卒     | 約300名 (250)      |            |
| 合計     | 約420名 (383)      |            |

## SPACE WORLD® 通信

### ALIEN PANIC EVOLUTION エイリアンパニック・エボリューション



©2005 SUSUMU MATSUSHITA

この春、待望の新アトラクションが登場します。1998年、スペースワールド初のホラーアトラクションとして「エイリアンパニック」が生まれてから早7年。「エイリアンパニック・エボリューション」は、これまでのホラーアトラクションのイメージを超えた「予想外の恐怖」に加え、言葉には言い表せない「不思議」が体験できる「マジカルスペースホラー」。新たに進化した恐怖があなたを襲います。ぜひ体験してみてください!

お問い合わせ先  
スペースワールド・インフォメーションセンター  
TEL 093-672-3600  
URL <http://www.spaceworld.co.jp/>

|       |             |            |
|-------|-------------|------------|
|       | 大人(中学生~64歳) | 小人(4歳~小学生) |
| フリーパス | 3,800円      | 2,800円     |

0~3歳・65歳以上の方は無料

日本のモノづくりの可能性をひろげる、たのもし研究開発力でありたい。

お客様にお届けする、私たち新日鉄の製品。その高品質の秘密は、新日鉄が誇る研究開発力にあります。お客様のニーズに最高の技術でお応えするために、新日鉄では約350人の研究者と150人のエンジニアを擁する総合技術センターを核に、全国の製鉄所に技術研究部を配置。すべての研究部門が製鉄所と強力で連携し、お客様の要望にお応えしています。研究者自らが、お客様のパートナーとして力を発揮するとともに、次々と新しい技術開発に取り組み、実用化、商品化するまでやりぬくのも、新日鉄の研究開発らしさです。一つ一つのニーズにしっかりと応える。新たなシーズを育て、世界標準となる技術を生み出してゆく。鉄に関わるあらゆる技術からソリューション技術まで、夢をはばたかせる力が、お客様の味方になります。

お問い合わせは広報センター Tel.03-3275-5016



鉄に、翼を。新日鉄。

<http://www.nsc.co.jp>

文藝春秋 4月号掲載

## C O N T E N T S

APRIL 2005 Vol. 147

### 特集

#### 新日鉄の新素材

製鉄事業で培った基盤技術が  
最先端分野を切り拓く

“幅出し”“深掘り”で、  
事業領域を開拓

#### 新日鉄の 半導体実装材料・技術

金ボンディングワイヤ  
半田微細ボール  
マイクロボール・パンピングサービス

#### 排ガス浄化触媒用メタル担体

#### コアコンピタンスを活かした ニッチ製品

機能膜付きステンレス箔  
高温プロセス用ファインセラミックス

モノづくりの原点  
科学の世界 VOL.16

#### 電磁鋼板 磁性材料としての“鉄”の 特性を最大限に引き出す(上)

紀尾井ホールで  
会いましょう VOL.4

### Clipboard

表紙：  
フィールド・ワーク、  
インストール  
ドキュメント 一大地に捧ぐー

© photo by Kei Tsuji  
Installation in Queen Charlotte Island  
( British Columbia, Canada ) 1991

## 新日本製鐵株式會社

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  
新日鉄に関する情報は、インターネットでもご覧いただけます。 <http://www.nsc.co.jp>

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

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 白須 達朗

APRIL  
2005年3月31日発行

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。

  
GPN Green Purchasing Network  
新日鉄は国際サービスのグリーン購入に  
取り組んでいます