

## 今月の主なNEWS

- ▶ 講演「気相合成による非平衡相の作成」(隈山兼治 東北大学助教授)…………… P 2
- ▶ ㈱レオテックが世界最大規模の高融点用半凝固金属製造実験装置を設置…………… P 4
- ▶ 先進高比強度材料技術委員会発足…………… P 8



## TODAY

### 革命と素材

産業基盤整備基金

理事長 兎玉清隆

昨今、ベルリンの壁の崩壊を契機として展開されている東ヨーロッパの激変を見るにつけ、「情報」は、驚異的な組織力と破壊力をもつものだということを痛感せざるを得ない。

そして、われわれは、今、後世の史家が、おそらく「1989年の世界革命」と呼ぶような大革命の時代を生きているような気がする。

現在、東ヨーロッパやソ連そのもので起こっている革命現象に比べれば、1917年のロシア革命等は、レーニンに率いられた1つのクーデターに過ぎないとさえ言われる。また革命の様相も、従来の歴史的既成概念とは異なり、政治社会体制や産業経済体制の面での各国民の取捨選択が、自由で柔軟になされるようになっている点で特色がある。

科学技術産業の面でも、これからの90年代とそれに続く21世紀は、宇宙の時代と見られるように、まさに人類の新しい歴史の1ページを開くことになりそうである。

最近の金属系素材の質の変化もまた革命的でさえある。

質の変化は、当然製品の多様化、素材の多機能化をもたらす。その結果、用途も飛躍的に広がり、次第にボーダーレス化し始める。

新しい宇宙時代には、まさしくそのような大変革が必要なのである。

西ヨーロッパの鉄器時代は紀元前1000年のことである。およそ3000年の歴史をもつことになる。その後長い間金属系の素材は、国家と文明を支え、変容させてきたが、今またJRCMが、新しい人類の宇宙時代の創造の担い手として評価されようとしていることは、同じ「産業基盤」の整備政策の一端につながる者として誠に御同慶の至りである。

常に、メーカー・シーズとユーザー・ニーズのマッチングを実現しながら、平等の出会いの場を提供することは、今後も変わらぬJRCMの着実な時代発展の中心的役割として位置づけられることとなろう。

The Japan Research and Development Center for Metals

JRCM NEWS/第41号(Vol.4 No.12)

本書の内容を無断で複写複製転載することを禁じます

発行 1990年3月1日  
 編集人 財団法人 金属系材料研究開発センター広報委員会  
 発行人 鍵本 潔  
 発行所 財団法人 金属系材料研究開発センター  
 〒105 東京都港区西新橋1-7-2 虎ノ門高木ビル2F  
 TEL (03)592-1282(代) / FAX (03)592-1285

# 気相合成による非平衡相の作成

東北大学金属材料研究所助教授 <sup>すみ</sup>隅 <sup>やま</sup>山 兼 治



本稿は、2月6日(火)に開催された、調査委員会・第5回「非平衡材料」部会における講演を要約、再執筆していただいたものです。

## 1. はじめに

蒸着、スパッタリング等の気相合成法は電子工学の発展を支える固体素子・磁性薄膜の作成法として多用され、金属工学においても固体表面改質法として普及している。また、固体物質の生成エネルギーの大きな絶対値に比べ潜在的な固相間のエネルギー差が非常に小さく、固体、液体状態よりエネルギーの高い気体状態から凝縮すると非平衡相形成の可能性が高まるので、この方法は非平衡新材料作成法として注目される。気相合成法は原子状蒸気を凝縮する物理的方法(PVD)と、化学的に活性な揮発性化合物蒸気を用いる化学的方法(CVD)に大別されるが、ここではPVDで作成される非平衡物質について紹介する。

## 2. 物理的気相合成法(PVD)と低次元性物質の作成

PVDは原材料を加熱蒸発する方法と、原材料にイオン照射し原子を叩き出す方法に分類される。何れも固体形成前の状態が原子あるいはクラスターであり、表1に示すようにさまざまな低次元性

物質が作成できる。まず金属原子・分子・クラスターは、蒸発直後の飛行中あるいは稀ガス固体や有機物中に分散させた状態で分光学的手法を用いて、サイズ、構造、物性の研究が行われている。約1nmのサイズのマイクロクラスターにおいては、特定の原子数Nのクラスターの存在確率が高くなる。Nは魔法数と呼ばれ原子核が閉殻構造をとる粒子数と一致し、その安定性や電子構造が考察されている。さらに10nmの粒子においては、局在電子の運動エネルギー準位の離散性が顕著になり、準位間隔が温度、磁場より大きいときさまざまな異常が生じ、小系に由来する熱力学的揺らぎも大きく相転移が不明瞭になる。微粒子は表面原子の占有率が高いことによる異常が生じるが、活性な表面の触媒作用や単磁区粒子の磁気記録特性等が実用的に有望である。なお、微粒子を集め圧縮成形すると特定の配位数を持たない界面原子が多数を占め、結晶、非晶質と異なる第3の固体状態になるとの指摘がある。

次に薄膜を作成する場合、膜厚を薄くしていくと原子配列が2次元的になり、電気伝導性に対する電子の局在性や強磁性の不安定性の効果が生じる。また蒸着膜と基板の格子面間隔の不一致が小さいとき、基板結晶に対して薄膜結晶は特定の方位にエピタキシャル成長し、さらに基板結晶と同一の結晶構造の非平衡相が得られる。異なる性質の2次元性の薄膜を重ねると近接効果で各々の膜の電氣的・磁氣的性質が影響を受け、例えば強磁性薄膜と超伝導性薄膜の場合、強磁性、超伝導の遷移温度が低下する。半導体の2層、3層膜はダイオード、トランジスタとして重要であるが、積層周期が電子の波長(約10nm)のオーダーの多層膜になると、異種構成層の伝導帯と価電子帯の相対位置により一方の層が障壁として働き、電子あるいは正孔が他方の層内に閉じ込められ量子効果

が顕著になる。また障壁層を薄くすると積層構造を反映した長周期構造の効果でブリルアンゾーンが細分化される。そのため半導体レーザー、高速電子デバイスへの応用研究が盛んに行われている。共有結合やイオン結合が異方的であるのに対して金属結合は等方的であり、金属系多層膜においては、界面拡散が生じて明瞭な境界面を有する人工格子の作成は難しく、長周期性に基づく画期的性質を示す例も少ない。むしろ多層化による磁気光学効果の増幅、結晶粒や磁区の微細化による軟磁性膜の作成等が注目されている。

### 3. 気相急冷非平衡合金

表2は気相合成法の気相急冷法としての側面に注目し、筆者らが作成した非平衡合金を平衡状態図並びに混合のエンタルピー $\Delta H_M$ を基準に分類している。気相急冷合金においては、(1)広い組成域で非平衡単相が形成される、(2)金属間化合物形成型や規則相形成型合金の場合非晶質相や不規則相(ランダム相)が形成される、(3)平衡状態図にない金属間化合物が得られる、等の特徴が見られる。気相合成プロセスにおいて、基板温度が低く拡散が抑制されると、平衡相が核生成成長せず最初に

表1 物理的気相合成法(PVD)

蒸発方式	用途	
	薄膜、厚膜	クラスター、微粒子
加熱	真空蒸着 イオンプレーティング クラスターイオンビーム 分子線エビタキシー	ガス中蒸発 レーザースパッタ
イオン照射	スパッタリング	アーク放電蒸発

表2 気相急冷合金の非平衡相

タイプ	平衡状態図	生成エンタルピー	気相急冷合金	合金系
1	2相分離	$\Delta H_M > 0$	高濃度固溶体	Fe-Ag, Fe-Cu, Fe-Bi, Fe-La, Co-Ag, Cr-Ag, Mn-Ag
2	狭域1次固溶体	$\Delta H_M < 0$	広域1次固溶体	Fe-Mn, Fe-Ni, Fe-Zn (Fe-Pd, Fe-Al, Ni-Al)
3	金属間化合物	$\Delta H_M \ll 0$	非晶質相	Fe-Ti, Fe-Zr, Fe-Hf, Fe-Mo, Fe-V, Fe-W (Fe-Al, Ni-Al)
4	規則相	$\Delta H_M \ll 0$	不規則相	Fe-Al, Fe-Co, Fe-Pd, (Ni-Al)
5	金属間化合物	$\Delta H_M < 0$	金属間化合物	Fe-Cr

形成された高温の均一固溶体相が凍結されることを考えると、表2は膨大な平衡状態図のデータから気相急冷合金の非平衡相形成の予測ができることを示唆している。さらに拡散が不十分な低温で熱処理すると、エネルギーの高い過飽和固溶体から直接平衡相が出現せず、中間のエネルギー序列の準安定相が出現すると考えられる(Ostwald's step rule)。

合金の形成能を議論するには、原子サイズ、電気陰性度、価電子濃度等を考えるのが簡便である。「成分元素の原子サイズの差が $\Delta R/R > 0.1$ の蒸着合金膜において非晶質相が形成され易く、連続弾性体モデルの範囲でも $\Delta R/R > 0.1$ になると弾性歪エネルギーが増加し、1次固溶体が不安定になり非晶質相が形成されること」が指摘されている。電気陰性度については、「各元素の仕事関数を結合に寄与する電気陰性度因子、Wigner-Seitzセル境界の電子密度差を反結合因子として、合金生成エンタルピーを見積もる経験式」が提案されている。計算値は平衡相の実測値とよく一致し、非晶質相等の形成能も半定量的に議論されている。価電子濃度と関連して、「遷移金属同士の急冷合金の場合、外殻電子数の差が大きく金属間化合物の生成エンタルピーが負で絶対値が大きいとき、非晶質相が形成され易いこと」が知られている。

上記の合金形成因子は相互に依存しつつ固体の安定性を決めているので各々を分離できず、厳密には合金の凝集エネルギーを議論する必要がある。この点で、バンド計算により第1原理から基底状態の凝集エネルギーが求められるようになってきたことは注目される。このとき構成元素の原

子番号だけが入力パラメーターであるが、金属・合金・化合物の凝集エネルギーの計算値は実測値に近く、クラスター変分法と組み合わせ配置エントロピーを考慮して有限温度の自由エネルギーが見積もられている。スーパーコンピュータを利用した複雑な構造、ランダム構造の合金の形成能も議論できるようになるであろう。

#### 4. おわりに

原子分子を1個ずつ積み重ねて物質を設計製作すれば、所定の特性をもった物質が作成できると想像される。気相合成法で1次元、2次元、3次元性物質を作成することは、この流れに沿った力学的材料作成法である。一方、構成原子全体とし

ての平衡相、準安定相あるいは非平衡相の形成能を探る方法は熱力学的な材料設計である。平衡状態図を基礎とした伝統的な金属材料学や上述の気相急冷法がこの流れに属する。数学、物理学の分野でも、化学反応、生物の起源とともに不連続膜から連続膜への薄膜成長過程やマクロな金属組織の特徴について、開放系における秩序形成の問題としての議論がなされている。物質の気相合成過程についてもこのような理論的考察が適応されると同時に、「物質の潜在的な相間の凝集エネルギー差が極めて小さい」ことを念頭に、実験技術とセンスの向上がなされ、非平衡材料の研究が一層進展することを期待したい。

## （株）レオテックが世界最大規模の 高融点用半凝固金属製造実験装置を設置

株式会社レオテック（社長 江見俊彦氏）は2月に鉄や銅等の高融点金属を対象とした機械攪拌式の半凝固金属製造実験装置を完成し、3月より本格実験に入る。

（株）レオテックは昭和63年3月より基盤技術研究促進センターの出資を受け「金属の半凝固加工プロセス」の研究開発を実施しており、今回の実験装置

は昨年2月に完成したアルミ合金等の低融点材料用機械攪拌式半凝固金属製造実験装置に続くもので、これでアルミ合金から鉄鋼まで、低融点金属から高融点金属までの一連の金属の半凝固金属が製造できることになる。

従来の設備は容量が0.2L程度のバッチ式が主流であるが、この実験装置は連続的に毎分10~20Lの半凝固金属

の製造ができ、本分野の装置としては世界的（おそらく世界一）なものである。

また、本装置には50Lの金属を1回で溶解できる高周波溶解炉を付設している。

これにより、次世代金属材料の製造法として期待されている半凝固加工プロセスの本格研究に拍車がかかる。

さらに、レオテック社では、平成2年度に高融点材料を対象とした電磁攪拌方式による半凝固金属製造装置、半凝固金属を加工する多機能複動プレス、平成3年度には、同じく加工設備で薄板製品が造れる双ロールキャスト、50L規模の半凝固金属が製造可能な大型の高融点半凝固金属製造装置を設置する予定にしている。

本テーマはJRCMの調査活動より誕生したものであるため、JRCM内にも技術委員会を設置し、この（株）レオテックの活動を積極的に支援している。



## わが社の新製品・新技術③⑩ スカイアルミニウム株式会社

### アルミアタッチケース MAXEGGY(マクセギー)

当社では自社で開発したアルミ新合金 (FORMEX) を使用したアルミアタッチケースMAXEGGY(マクセギー) を製品化し昨年より販売を開始した。

「強靱で軽量、ハイセンス」をプロダクトコンセプトとしたMAXEGGYはその名前のおおきな卵形をしており、すべての面に僅かなRがついていて直線部の全くないことが大きな特徴となっている。特に肩口のコーナー部は幾何学的な楕円で構成しており、掌に自然にフィットする丸みとなっている。また、この肩口の丸さを強調するために錠前をコーナーのR部に設置、

しかも錠前がコーナーの面より突出しないよう埋め込み形とした。ボディ表面はこの流面形を生かすため硬質染色アルマイトを採用し疵のつきにくいボディとなっている。

MAXEGGYは高強度アルミ合金を使用していることから強靱さはもとより各部品重量を綿密に計算し、素材、形状を選択した結果、金属アタッチケースとしては抜群の軽量化に成功した。

さらにもう1つの大きな特徴としては、オプションとしてセキュリティ機能をつけたことである。これはアタッチケースを置き忘れたり、盗難を防

止するための装置で携行するペン型の発信器とケースの内部に装着した受信器との間で、ハンドルの内部に組み込んだアンテナを通し微弱電波を交信させ、この電波が到達しない距離 (2~3m) に離れると自動的にアラーム警報を発するものである。ペン型センサーにはICコードを識別、記憶するカスタムICを、ケース本体にはマイコンICを搭載し超軽量のコンパクト設計 (136g) となっている。

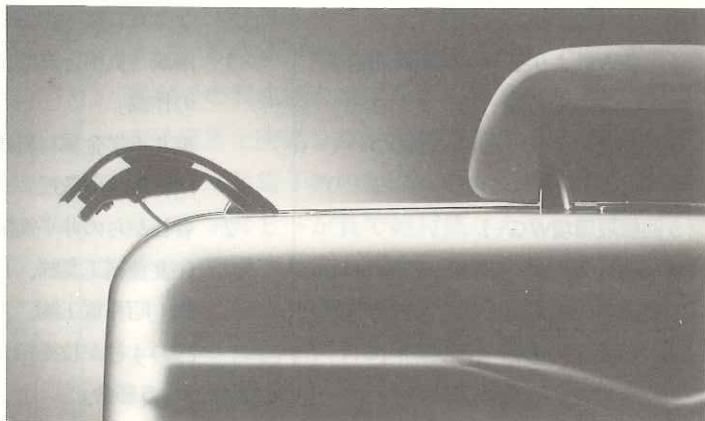
現在日航商事によりJALの機内販売と通信販売を、また店頭では渋谷西武ロフトにおいて販売を行っている。

●サイズ3種(S・M・L)

●カラー3種(シルバー・グレー・ブラウン)

●46,000円から

(開発営業部 TEL 03-246-9556,9616)



## 新素材関連団体連絡会だより

第30回新素材団体連絡会は、1月25日(木)、当センターで開催された。

出席者は、構成団体メンバーに加え、通商産業省から、服部基礎新素材対策室長、石川同室班長、下出ファインセラミックス室班長、製鉄課佐藤課員が同席された。

通商産業省からは、平成2年度新素材関連予算案の概要につき説明があった(JRCM NEWS第40号に概要掲載)。

構成団体に共通するテーマを設定した、シンポジウム等のイベント共催の可能性を討議し、まず皮切りに'90新素材展(千葉市幕張で4月24日(火)~27日(金)に開催予定)における共同出展を検討することとした。

また、新素材の需要拡大のための「ニーズ・シーズのマッチング」について意見交換を行い、企業間の人的交流の場づくり、さらにユーザー・ニーズ

を聴取するスキームづくり等が課題として指摘された。

さらに当センターから平成2年度事業として、5周年記念行事の実施を検討している旨述べ協力を依頼した。他センターから最近行ったイベントの概略紹介があった。

今回は、2月20日(火)高分子センターで開催予定。

## 広報委員会

### 第46回広報委員会

日時 2月9日(金) 16:00~17:30

- 1 平成2年度事業計画について
- 2 JRCM賞の設置について
- 3 '90新素材展出展について

(JRCM NEWS編集部会)

第40号刊行結果、第41号原稿内容、  
第42号編集内容等を検討。

## 調査委員会

### 「第13回調査委員会」

日時 2月2日(金) 10:00~12:00

- 1 平成2年度調査委員会事業計画案
- 2 調査研究実施上の問題点について討議

### 「極限環境部会」

#### 第12回極限環境部会

日時 1月19日(金) 11:00~13:30

- 1 各WGより第2次調査研究結果について発表
- 2 部会の今後の方向付けについて討議

#### 第5回極限環境WG-I

日時 2月7日(水) 13:30~17:00

- 1 講演「磁場発生装置と磁場利用の研究開発テーマの紹介」  
東北大学金属材料研究所  
木戸義勇助教授

- 2 予察実験計画について検討

#### 第2回極限環境WG-II

日時 2月15日(水) 13:30~15:00

- 1 予察実験計画について検討

#### 第5回極限環境WG-III

日時 2月15日(水) 13:30~15:00

場所 第14森ビル

- 1 予察実験計画について検討

### 「新材料電算機委員会」

#### 第4回幹事会

日時 1月18日(水) 10:00~17:00

- 1 提言の整理

- 2 提言の取りまとめ方について討議

#### 第4回材料プロセスWG

日時 1月22日(月) 14:00~17:00

- 1 報告書のまとめ方について調整
- 2 提言まとめ方について分担

#### 第4回要素技術WG

日時 1月23日(火) 13:30~17:00

- 1 報告書のまとめ方について調整
- 2 提言まとめ方について分担

#### 「アルミニウム系新材料の高機能化に関する調査部会」

#### 第9回アルミニウム表面ミリオオーダー硬化技術調査WG

日時 1月30日(火) 17:00~18:00

場所 富山県工業技術センター会議室

- 1 WGの今後の方向について検討
- 2 ナショナルプロジェクトの今後の成り行きについて

#### 「第5回非平衡新材料部会」

日時 2月6日(火) 13:30~17:30

- 1 講演「気相合成による非平衡相の作成」  
東北大学金属材料研究所  
隅山兼治助教授
- 2 各社からの非平衡関連技術紹介  
住友金属工業(株)、日本冶金工業(株)、昭和電工(株)、古河電気工業(株)の4社が技術紹介。

#### 「第12回NS部会」

日時 2月15日(水) 14:00~17:00

- 1 講演「クリーン・ジャパン・センターにおける金属系廃棄物リサイクル事業の例」  
財団法人クリーン・ジャパン・センター参与・相談室長  
元田欽也氏
- 2 <地球環境保全からみた金属材料の将来動向>につき、報告及び討論

## 国際委員会

#### 第21回国際委員会

日時 1月24日(水) 14:00~17:00

- 1 BNFへの会員参加について
- 2 平成2年度、国際交流事業予算について
- 3 UNIDOのTRUST FUNDについて
- 4 その他

## 石油生産用部材技術委員会

#### 平成元年度第5回専門部会

日時 2月8日(水) 13:30~16:30

- 1 各社試験研究進捗状況報告
- 2 長尺管コーティング設備製作に関する諸課題の検討結果及び今後の進め方について
- 3 平成2年度研究実施計画の審議

## 燃料電池材料技術委員会

#### 第7回燃料電池材料技術委員会

日時 1月17日(水) 13:30~16:30

- 1 平成元年度進捗状況報告
- 2 JRCM平成2年度事業計画(案)審議
- 3 JRCM平成2年度賦課金計画(案)審議
- 4 「燃料電池材料技術委員会」平成2年度活動計画審議
- 5 材料研究の長期展望に関する自由討議

## JRCMサロン

#### 第8回超微粒子シリーズ

日時 1月17日(水) 14:30~19:00

場所 アクアルネサンス技術研究組合会議室

- 1 講演1「 $\text{Si}_3\text{N}_4$ -SiC混合超微粒子の熱プラズマによる合成」  
東京大学工学部金属工学科  
吉田豊信教授
- 2 講演2「高周波プラズマ法による炭化物触媒超微粒子の合成」  
工業技術院化学技術研究所材料

化学部無機機能物質課長  
亀山哲也氏

#### 第4回ASシリーズ

日時 1月25日(休) 13:30~19:00

場所 石川島播磨重工業(株)瑞穂工場  
会議室

- 講演「エンジン技術動向」  
石川島播磨重工業(株)航空宇宙事業本部副本部長 村島完治氏

- 瑞穂工場見学  
ジェットエンジン組み立て・試運転、オーバーホールと修理、補機の製作、研究開発等を見学させていただきました。

#### ミネルバ計画関連

#### 第13回ミネルバ総合企画WG

日時 2月1日(休) 14:00~16:00

- 講演「地球温暖化対策技術—炭酸ガスの固定化技術の現状」  
工業技術院化学技術研究所機能表面化学部機能表面設計課長 荒川裕則氏
- 第6回ミネルバ推進懇談会報告
- 非鉄系金属素材の定量化について今後のスケジュールを討議

## アルミニウム表面ミリオオーダー硬化技術に関する JRCM講演会を開催 — 東京・高岡 —

かねて本JRCM NEWSでお知らせいたしておりましたが、当センターでは、軽金属学会、(社)軽金属協会及び(社)日本溶接協会との共催、富山県工業技術センター、(財)中部科学技術センターの協賛をいただき「アルミニウム表面ミリオオーダー硬化技術の現状と可能性」

について講演会を、去る1月16日(火)東京会場、及び1月30日(火)高岡会場の両日開催しました。

東京会場—神田学士会館では130名を超える方々、また高岡会場—富山県工業技術センター技術開発館ホールでは100名を超える方々に参集いただきました。

東京会場では、細木繁郎理事長、高岡会場では村上陽太郎京都大学名誉教授による挨拶のあと、松田福久大阪大学溶接工学研究所教授の司会により、講演報告会に入り活発な質疑応答がありました。

講演報告は、一般的な硬化技術の現状調査報告のあと、PVD法、CVD法による表面改質技術、プラズマ溶射、レーザ、プラズマ粉体肉盛り、アーク等による改質技術等の現状に関する報告が行われました。今後ユーザー・ニーズの特定化とも相まって進展が期待される講演会でした。



◀東京会場



高岡会場▶

### 石油公団 新技術講座開催

石油公団主催で「石油開発に係わる腐食とその材料対策及び防止法」をテーマとする技術講座がもたれる。

月日：3月5日(月)~8日(木)

場所：石油公団石油開発技術センター

講師：住友金属工業(株)、新日本製鐵

(株)、NKK、帝国石油(株)、(財)

金属系材料研究開発センター

主催：石油公団

## 先進高比強度材料 技術委員会発足

当センター内に設置されることになっていた「先進高比強度材料技術委員会」は、第1回会合が、平成2年1月25日(木)、下記テーマによる講演会として開催され発足した。委員会の構成は右記軽圧7社及び当センターの会員並びに学識経験者とし、今後金属系高比強度材料を中心に、その競合材料を含め幅広く調査研究を行う。将来技術の展望、実用化への貢献等、大いに期待される。

- 平成2年度の新施策について  
通商産業省機械情報産業局  
航空武器課課長補佐 後藤芳一氏

- 複合材料の最近の動向について  
先端材料技術協会 (SAMPE JAPAN) 会長 中田栄一氏

### 委員長

村上陽太郎 京都大学名誉教授

### 主要構成会社

住友軽金属工業株式会社

株式会社神戸製鋼所

古河アルミニウム工業株式会社

昭和アルミニウム株式会社

日本軽金属株式会社

スカイアルミニウム株式会社

三菱アルミニウム株式会社

## 新書紹介

### 『金属材料の事典』

朝倉書店刊 定価14,420円(本体14,000円)

#### 〔編集〕

田中 良平 横浜国立大学教授

一ノ瀬幸雄 長岡技術科学大学教授

木村 啓造 木村技術士事務所所長

根岸 朗 古河電気工業(株)研究開発  
本部技師長

渡辺 治 前金属材料技術研究所室長



金属材料の進歩とその利用が活発ですが、これらの日進月歩を生かすうえに適切な事典が要請されてきました。本書は、金属材料関係用語約2,000項目を50音配列に収録したもので、まさに、材料の

需要者、設計者にとって最適な事典です。

ユーザー・ニーズとメーカー・シーズのマッチングを図るうえの共通のターミノロジーもこれで飛躍的に前進することが期待されます。

## 事務局の人事異動

このたび事務局の人事異動がありましたのでお知らせします。

### 〔人事異動〕

平成2年1月31日付

(新) (旧)

坂元祥郎	川崎製鉄(株)	研究開発部
	新事業本部	主任研究員
	新素材事業	
	推進部課長	

### ❖お知らせ❖

## 軽金属学会 第36回シンポジウム

アルミニウム加工の高速化・高精度化

月日：3月6日(火)

場所：日本大学会館801会議室(東京)

主催：軽金属学会(03-273-3041)

## ファインセラミックス 国際フォーラム'90名古屋

月日：3月12日(月)~14日(水)

場所：名古屋市中小企業振興会館

主催：ファインセラミックス国際フォーラム'90名古屋開催協議会

(052-871-3500)

## ファインセラミックスフェア'90

月日：3月14日(水)~18日(日)

場所：名古屋国際展示場

主催：(財)ファインセラミックスセンター(052-871-3500)

## Technology Japan '90

①新材料と加工技術展

②超電導技術展

③宇宙産業展

月日：4月9日(月)~12日(木)

場所：東京国際見本市会場

主催：日本工業新聞社(03-292-3561)