

## 電子顕微鏡像のコンピュータ画像処理 —— 微細組織研究用の高性能システムを開発 ——

コンピュータによる画像処理は、資源探査のためのリモート・センシング、医療診断のためのCTスキャンなどに使用され、我々の身近なものになってきたが、材料研究や製品検査などの分野においても大いに活躍している。この方法はテレビ画像や写真の画像を数値の集合体に変換してコンピュータに入力し処理することにより、整理された鮮明な画像が得られるもので、微細構造に関する多くの情報を自動的に知ることができる。

画像処理を行う目的には、そのほか省力化、高速化などがあげられている。これまでに各種画像処理装置が開発されており、電子顕微鏡の付属装置として製作されたものもあるが、十分に満足できるものはまだない。

当研究所では、科学技術振興調整費による「電

子顕微鏡のデジタル画像処理に関する研究」を基に、電子顕微鏡像を対象としたコンピュータ画像処理技術の開発を進めてきた。その結果、電子顕微鏡像の鮮明化、画像特徴の抽出、電子線回折像の自動解析などに充分適用できる高性能な画像処理システムを開発した。このシステムは材料組織の研究に充分に応用でき、しかもパーソナル・コンピュータを用いているために、安い費用で効率よく、優れた画像が得られる特長をもっている。また写真に記録された電子顕微鏡像の画像処理ができるほか、走査方式の電子顕微鏡像（SEM、STEM）の場合は、画像を写真に記録せず電子顕微鏡の画像電気信号を直接に画像処理装置で処理することもできる。

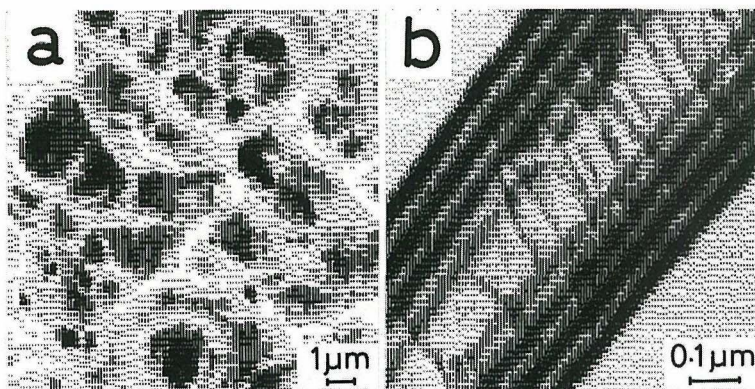


写真 画像処理した電子顕微鏡像

(a) 破面の凹凸を観察した走査電子顕微鏡（SEM）像。黒い部分はディンプル。

(b) 内部の結晶粒界とそこに分布する転位を観察した走査透過電子顕微鏡（STEM）像。平行に走る太い黒線は粒界により発生した等厚干渉縞。それにほぼ直角の細い線は転位。

# より鮮明な電子顕微鏡像を求めて

## —— 非晶質合金の微細構造解明にてがかり ——

熔融状態から合金を急冷すると非晶質合金が得られる。鉄をベースにした非晶質合金では、製造したままの状態では靱性があり180°折り曲げても破損しないが、100~300℃で加熱すると脆化し、曲げると簡単に折れてしまう。このような材質の変化を材料組織から追求するため電子顕微鏡はもとより、X線回折、中性子線回折、X線吸収端微細構造解析などを用いて研究されているが、その解明は容易でない。

電子顕微鏡像をコンピュータ画像処理することにより、最新の高分解能電子顕微鏡よりも鮮明な画像が得られる。そして極微細な材料組織が観察できるようになり、非晶質合金の脆化に伴う材料組織変化も容易に検出できるようになった。

写真は、Fe-19.5%Ni-10%Si-12%B 非晶質合金の電子顕微鏡組織で、製造したままの状態での靱性があるもの(a, b)と225℃で100時間加熱により脆化したもの(c, d)である。(a)と(c)をコンピュータに入力し、鮮明化処理を行うと、それぞれ(b)と(d)になる。画像処理前の像は非晶質合金の電子顕微鏡像に特有な画像ノイズが多

く、組織が明瞭でない。それにフーリエ変換・逆変換をベースにした画像鮮明化処理をほどこすことにより、(b, d)のように非晶質合金を構成する超微細な結晶粒が観察できるようになる。また(b)と(d)の比較から、加熱前の球状の結晶粒が加熱することにより結合し、細長く成長しはじめることがわかる。

このように、その電子顕微鏡の性能以上に拡大した場合に生ずる画像ノイズを除去してあたかもまだ開発されていない超高性能電子顕微鏡を使用しているかのような鮮明な画像が得られ、極微細な材料組織が観察できるようになる。

この画像処理システムではパーソナル・コンピュータを使用しているが、装置に組込まれるコンピュータの性能を向上させることにより、ここに示したものよりも高品位のデジタル画像を高速度で処理することが可能になる。その結果、結晶粒を構成する原子の配列を観察できるようになり、脆化に伴ってこれら超微細結晶粒がどのように結合していくかについて、より詳細な観察が期待できる。

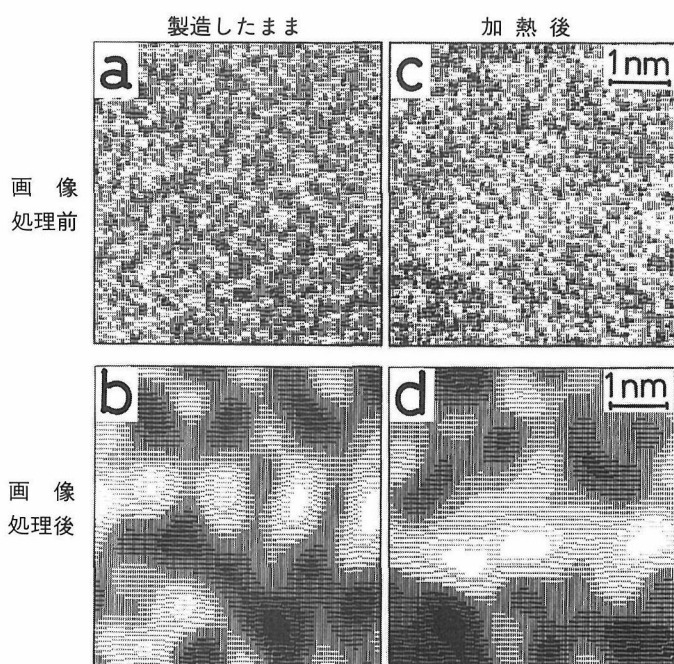


写真 非晶質合金の電子顕微鏡像に対するコンピュータ画像処理。

入力画像(a, c)が画像処理をうけると、鮮明な画像となり(b, d)非晶質合金を構成する超微細な結晶粒を観察できるようになる。

## 成形性が優れ、高温度で強いチタニウム合金を開発

Ti合金は、軽くてねばり強く、航空宇宙機器用材料として優れているが、加工の際歩留りが悪く、製造コストが高いことが大きな問題となっている。加工歩留りの向上には超塑性現象を利用した加工が有効で、超塑性特性が優れ、さらに比強度（引張強さ／比重）の高いTi合金の開発が望まれている。

当研究所では、コンピュータを用いた合金設計法により、超塑性が優れ（900℃において、破断伸び300%以上、最大変形応力2kgf/mm<sup>2</sup>）、さらに300℃において、鋼の約4倍にあたる28kgf/mm<sup>2</sup>/g/cm<sup>3</sup>の比強度（破断伸び9%）を有するGT-9合金（Ti-5.6Al-0.5V-1.2Sn-3.6Zr-0.9Mo-1.2Cr-0.9Fe）を開発した。

この研究は、工業技術院の「次世代産業基盤技術開発制度」の一環として行われており、GT-9合金の特性はその開発目標をほぼ満足するものである。

（エネルギー機器材料研究グループ）

## 噴霧法による粒子分散鑄造合金の製造法を開発

合金中に酸化物、炭化物、黒鉛などの微粒子を均一に分散させると、耐熱性、耐摩耗性、耐食性、防振性などの点で優れた性質の材料を得ることができる。しかし、このような材料は、従来の合金法などでは製造が困難である。

当研究所では、種々の溶融合金をアルゴンあるいは窒素ガスなどにより噴霧し、同時にこの噴霧状態合金中に適当な種類と粒径の固体微粒子を搬送、混合させ、直ちに鑄型中に鑄造する方法の開発研究を行っている。

具体的には、まずAl系合金に粒径25μm以上の黒鉛、SiC、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>微粒子を、ついでCu系合金に粒

径25μm以上のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiC、黒鉛微粒子を分散させることに成功し、同様の研究をFe系合金について進めている。この方法によれば、従来の手法では得られない機能と特性を持った小物から大物までの粒子分散鑄造材の製造が可能になり、耐摩耗材としての用途が期待できる。

（金属加工研究部）

## 注目発明に選ばれた経済的な金属粒子の製造法

不活性ガス雰囲気アーク溶解炉を利用して金属粒子を作る、特許「金属粒子の製造法」（特開昭58-524081）が科学技術庁の注目発明に選ばれた。

本発明は溶融金属を遠心力により飛散させ、不活性ガス雰囲気中で凝固させるもので、雰囲気ガスを選ぶことにより溶融金属の凝固速度を制御し、良好な球状の金属粒子を得ることができる。

この方法によれば、不活性雰囲気アーク溶解炉で溶かすことができる限り、反応性や溶融点にかかわらず、広い範囲の金属の粒子が得られる。

本発明は、新技術開発事業団にあっせん課題として取り上げられた。現在実施企業は、金、銀、白金など貴金属材料の粒子製造法の実用化試験を実施中である。

（工業化研究部）

## き裂先端の腐食溶解を引っかき電極法でシミュレート

腐食環境下で金属の疲れき裂が進展する際、き裂先端において新生面が生成され、金属の溶解が起こる。この溶解を定量的に知るとは、環境中の疲れき裂成長速度を予測する上で重要である。しかし、き裂先端のような微小領域で、ごく短時間に起こる溶解現象を精度よく測定することは、技術的に

非常に困難であった。

そこで、環境中で試料表面にダイヤモンドのような不活性物質で、引っかききずをつけ、その電気化学的特性を調べる引っかき電極法に着目し、これをき裂先端の新生面の挙動解明に適用することを検討した。その結果、1/1,000秒のオーダーで起こる電気信号の微妙な変化を高精度で測定する技術を確立するとともに、パソコンによる自動計測システムの開発に成功した。

これにより、腐食環境下における疲れき裂成長の機構をより明らかにすることが可能となると思われる。さらに腐食環境下における材料評価法としても期待される。

（疲れ試験部）

## 原子炉圧力容器の超音波探傷に新たな進展

原子炉圧力容器には、厚肉の低合金鋼の内側に耐食性改善のため、消耗型電極を用い、オーステナイト系ステンレス鋼を、肉盛りしてある。

当研究所では、このステンレス層に発生するひび割れの位置、形状法を超音波を用い、非破壊的に正確に求めるための研究を進めている。その過程で、コンピュータによる信号処理技術を用い、ステンレス鋼の凝固組織層から発生する雑音信号中に埋もれた欠陥による信号を抽出し、さらに処理を加え、欠陥寸法の正確化をはかった。そしてステンレス層中の割れの深さは、実寸法より数10%短かく観測されることがわかり、この現象を実験と理論の両面から検討した。

その結果、圧力容器鋼からステンレス層へ入射する超音波は、ステンレス層の組織異方性により、極めて複雑な伝ば、反射挙動を示すことを明らかにした。これをもとにした補正を加え、実際の欠陥寸法を、極めて高い精度で推定することが可能になった。

（材料強さ研究部）

## 共同研究の現況

当研究所は、科学技術庁附属研究所等共同研究規程（科学技術庁訓令第143号）に基づき、外部機関と技術情報を交換し、試験研究を分担することにより、効率的に研究を行っている。現在行われている共同研究は次のとおりである。

番号	研 究 題 目	共 同 研 究 者
1	核融合炉第一壁材料に関する試験研究	日本原子力研究所
2	高温原子炉用耐熱合金のヘリウム雰囲気におけるクリープ及び疲労挙動の研究	日本原子力研究所
3	中性子照射下におけるクリープ特性のサイクロトロン照射によるシミュレーション試験研究	理化学研究所
4	再結晶法による Mo などの単結晶の製造と機械的性質に関する研究	東京タングステン(株)
5	ナトリウム中の腐食及び質量移行試験による高速増殖炉の炉心用新合金の開発研究	動力炉・核燃料開発事業団
6	高性能発電材料に関する研究	T D K 株式会社
7	溶射による高剛性振動材料の実用化に関する研究	日本コロムビア株式会社
8	Al-Pb 合金の表面機能性向上に関する研究	日本軽金属株式会社
9	モリブデン合金の溶接及び溶接継手の強度に関する研究 (II)	日本原子力研究所
10	溶接熱伝導シミュレータの実用性に関する研究	新日本製鉄株式会社
11	炭酸ガスレーザの金属加工への適用に関する研究	株式会社東芝
12	加速器用高磁場超電導線材及び超電導マグネットの研究開発 (II)	高エネルギー物理学研究所
13	ランダム荷重疲れ試験技術の開発に関する研究	(株)明石製作所
14	核融合炉第一壁候補セラミックコーティング材の機械的特性の評価研究	東芝タンカロイ(株)

### ◆出願公開発明の紹介◆

**酸素を含む水素貯蔵合金の粉粒状または薄片状化法** 特公開 昭58-217609  
昭和58年12月17日

本発明によれば、酸素を含む水素貯蔵合金の溶湯を、融点近傍に予熱されたターンディッシュから高速回転している冷却用回転体上に滴下させることによって、均一な組成を示す水素貯蔵合金を

粉粒状または薄片状として製造できる。

一般に水素貯蔵合金は粉末で使用される。従来粉末状水素貯蔵合金は、インゴットを機械的に粉碎することによって作られてきた。またインゴットを作る溶湯から凝固の際に成分偏析を生じて、合金の化学成分の不均一性、ひいては水素貯蔵特性の優れた均一なものを得ることが困難であった。

本発明によって成分や特性が均一で、粉碎などの加工処理が不要な水素貯蔵合金の多量製造ができる。

### ◆短 信◆

#### ●人事異動

昭和59年6月21日付

昇任 科学研究官 **金尾 正雄**  
(材料強さ研究部長)

配置換 材料強さ研究部長 **横井 信**  
(クリープ試験部長)

昇任 クリープ試験部長 **田中 千秋**  
(クリープ試験部第2試験室長)

#### ●海外出張

**黒田 恒生** 極低温機器材料研究グループ  
超電導線材の電磁氣的安定性の研究のため、昭和59年7月15日から昭和60年7月14日まで、アメリカ合衆国へ出張した。

通巻 第308号

編集兼発行人 **越川 隆光**  
印刷 株式会社 **三興印刷**  
東京都新宿区信濃町12  
電話 東京(03)359-3841(代表)

発行所 **科学技術庁金属材料技術研究所**

東京都目黒区中目黒2丁目3番12号  
電話 東京(03)719-2271(代表)  
郵便番号 153