

1989 No. 1

金材技研

ニュース

科学技術庁

金属材料技術研究所

新年のごあいさつ／材料の内部構造変化のメカニズムと速さ／不思議な物質、色彩異方性材料／外国人研究公務員 1 年の印象

新年のごあいさつ

所長 中川 龍一

新しい年を迎えるにあたり、一言ごあいさつ申し上げます。昨年は新年早々、当研究所から新しい高温酸化物超電導物質を発表することができ、私どもにとって大変喜ばしい年のはじめを味わうことができました。4 月には研究組織の全面的改正を行いました。さらに筑波地区への研究所結集を目指しました建設の基本計画を取りまとめるという重要な仕事の中で年の暮れを迎え、大変に動きの大きい、また意義の深い一年であったと感じております。

本年は、国の行政機関等の移転についての閣議決定に従い、いよいよ筑波建設の設計に取りかかることとなります。今まで科学技術庁をはじめとする関係各方面のご協力を得て準備を進めて参りましたが、それがようやく実り、具体的な姿を表す段階に至ったものであります。当研究所はすでに筑波地区に支所を有しており、主として新材料開発の基礎研究を任務とする研究陣が配置されておりました。今回、この地を中心として当研究所のすべての研究機能を集中させることとなります。これによって研究への総合的取り組みの体制を整え、さらに筑波地区の多くの研究機関との研究協力をいっそう強力にしていくことが可能となります。私どものこれからの研究活動の基盤となり、新しい材料科学技術を育むにふさわしい研究所を建設したいと考えております。



組織改正の効果がどのように現れてくるか、本年の課題の一つと思います。当研究所は一昨年長期計画の改訂を行いました。昨年の研究組織の改正はこれに基づいて実施したものであります。たまたまこれらの検討を続けておりました時点が、酸化物系超電導物質に世界の関心が集中した時期と一致したのですが、幸いにも私どもはそれまでの研究の成果を生かし、ただちにこれに対応することができました。当研究所が新しい方向へ踏み出してからほぼ 1 年を経過しましたが、今後の重要分野として設定した各分野で着実に基礎を固め、ご期待に沿うべく努力をして参る所存であります。

関係各位の変わらぬご指導を、お願い申し上げます。

固相変態の原子的機構と速さを追究

—— 材料特性の最大限発揮を目指して ——

合金、金属間化合物、セラミックスなど固体材料のいろいろな特性は、結晶構造や原子の種類、結晶粒の大きさや形などの微視的な組織に大きく左右される。したがって、個々の材料の好ましい特性を最大限に発揮させるためには、温度、圧力、応力などのさまざまな条件下で、材料がどのような結晶構造や内部組織をもつのか、また、それらの条件が変わったときにどのようなメカニズムと速さ（カインेटィクス）で内部の構造変化が起こるかを系統的、理論的に把握する必要がある。

当研究所では、統計熱力学理論、拡散理論、および微細な原子構造や組成を分析する実験技術を使って、いろいろな固相反応や変態現象の解明と、それらの制御技術への応用に取り組んでいる。

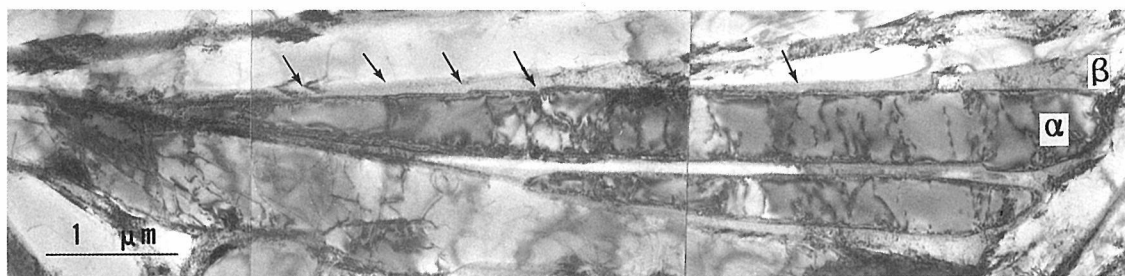
固相変態では、結晶構造の変化と溶質原子の拡散による組成の変化という2つの現象が同時に進行する。**写真**は、チタン—バナジウム合金の β 相（体心立方格子）から初析変態生成物の α 相（六方格子）プレートが成長しつつあるところの、透過電子顕微鏡写真である。結晶格子の組み替えは、現実には界面上の極く狭い領域、ちょうど矢印で示したステップの部分で起こると考えられる。ステップとステップの間の部分はテラスと呼ばれるが、この部分では母相（ β 相）と生成相（ α 相）の間で原子のマッチングがよく、これまで漠然と考えられてきた乱れた界面（不整合面）というの

は、固相反応では存在が比較的少ないことが明らかになってきた。

また、溶質原子の濃度分布を測定すると、生成の極く初期から、 α 相プレートのすべてのところで濃度は均一と見られる。したがって、組成の変化はプレート生成後の原子の拡散によって起こるのではなく、ステップ近傍の溶質原子の取り込みあるいは排除などの原子的なメカニズムに依存していると考えられる。

鉄—炭素—マンガン合金のように、拡散速度が大きく違う侵入型（炭素）と置換型（マンガン）の溶質原子を同時に含む多元合金系では、変態温度によってこれらの原子の分配挙動が大きく変わることが知られている。すなわち、高温で変態させると侵入型、置換型とも原子の組成の変化が起こるが、変態温度を下げると置換型溶質原子の組成の変化が全く起こらなくなる。このとき、侵入型溶質原子は（ $\text{Fe}_{1-x}\text{Mn}_x$ ）を溶媒原子とするような拡散挙動をする。この状態をパラ平衡と呼んでいる。鉄鋼のいろいろな変態のカインेटィクスは、このような非平衡な拡散現象に大きく依存している。

固体材料の組織や内部構造の解明には、このような複雑多岐にわたる諸現象をひとつひとつ明らかにしていかなければならず、今後も膨大な量の研究が必要である。



チタン—バナジウム合金を950°Cに加熱後、600°Cに冷却したときに生成する β/α 異相界面のステップ構造

切る方向で色が違う不思議な物質

—— 今後の研究が楽しみな色彩異方性材料 ——

モリブデンの酸化物である Mo_4O_{11} は、結晶の b 軸と c 軸を含む平面(bc 面)に沿って容易に割れるへき開性をもった、層状構造の物質である。この物質の電気伝導率は、 bc 面内ではどの方向に計っても同じであるが、 bc 面に垂直な a 軸の方向に計るとこれよりも2桁も小さく、異方性が非常に強い。当研究所では、 Mo_4O_{11} を作る際の加熱温度や冷却速度を厳密に制御することにより、大きな単結晶を作することに成功した。この Mo_4O_{11} 単結晶のいろいろな特性を基礎的に調べている間に、色にも異方性があることを見付けた。

振動面がつねに一定の平面に限られている光を偏光というが、この結晶のへき開面に垂直な断面を偏光の反射で見たのが**写真1**である。また、へき開面で割った結晶を両方に開いてガラス板の上に並べ、同じように偏光の反射で見たのが**写真2**である。偏光面の方向(E)は、いずれも写真の短辺に平行にしてある。写真1(a)の太い横線がへき開面の切り口で、これに直角な縦方向がこの結晶の a 軸。この a 軸が偏光面に平行だと、結晶は金色に輝いて見える。これを 90° 回転させて a 軸を偏光面に直角にすると、写真1(b)のように同じ面の色が暗紫色に変わる。自然光ではこの面は金色に

見えるが、これは自然光がいろいろな向きの偏光の集まりであって、その中で金色の反射が非常に強い。

へき開面内では電気伝導率に異方性はないが、写真2からわかるように結晶軸に対する偏光面の方向によって、色がわずかに異なっている。 90° 回転させて結晶軸と偏光面の関係を入れ替えると、色も入れ替わる。へき開面からの反射の強さは偏光面の方向によってあまり変わらないので、自然光でこの面を見れば両者の中間的な青紫色になる。

結晶を切る方向によって面の色が違って見えることと、同じ面でも偏光面の方向によって色が変わることは、結晶軸と偏光面の角度および反射の強さの関係で現われる同じ現象。ではなぜ色に異方性が現れるのであろうか。その理由はあまりにも専門的になり過ぎるので詳しいことは省略するが、固体物質の電子のエネルギーが取り得る領域、すなわちバンドに異方性があるということの説明できることが、偏光反射スペクトルの測定でわかった。このような「色彩異方性材料」が何に利用できるかまだ具体的なアイデアはないが、非常に特異な性質であるので、今後の研究によりいろいろな面白い応用分野が開かれるであろう。

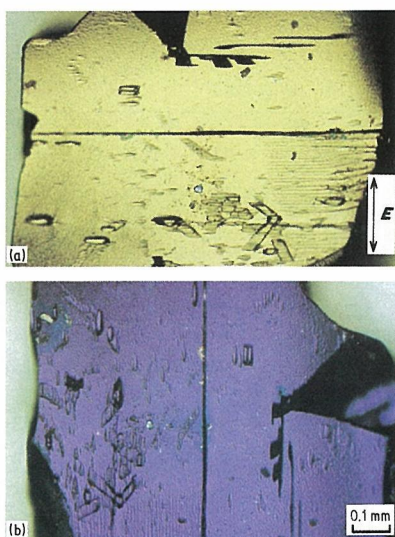


写真1 へき開面に垂直な面（ a 軸に平行な面）の偏光写真

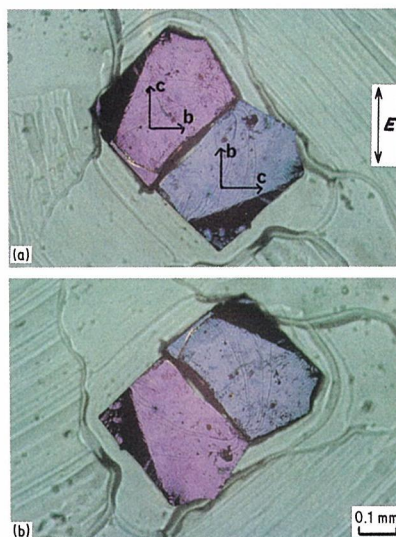


写真2 へき開面（ bc 面）の偏光写真

外国人研究公務員、1年の印象

第1研究グループ ダニエル・ディートリック

初の外国人研究公務員として当研究所に採用されて、1年が経ちました。日本に来る前、日本人は勤勉だと思っていましたが、この考えは今も変わっていません。しかし、1つ気になることは、日本の研究者は自分の研究をじっくり考えてみる十分な時間をもっていないのではないかと思います。このために、努力に見合った十分な成果が得られないこともあるのではないのでしょうか。こうした中で、当研究所でのビスマス系酸化物高温超電導体の発見は、すば

らしい成果だと思います。この研究により、新しい酸化物高温超電導体を開発するための良い指針が得られました。しかしながら、液体窒素温度での高磁界の発生を実現するためには、このほかの超電導体も含めて、臨界磁界や臨界温度をさらに高める研究が必要でしょう。

さて、つくば市での1年間の生活で特に感じたことは、路線バスの利用に苦労することです。アメリカの大都市のように、バス路線に番号を付けてバスの車体に路線番号を明示し、路線番号を書いた地図を用意してもらえれば、日本語が不得手な外国人は非常に助かります。

1～2月の研究発表(国内分)

学・協会名	開催期間	発表題目	研究担当
セラミックス基礎科学討論会 (東京：日本都市センター)	1. 30	1. 活性プラズマ法で作製したNi-TiN系混合および複合超微粒子の性質	第4研究グループ
日本鉄鋼協会西山記念技術講座 (東京：農協ホール)	2. 16	1. 高密度エネルギー利用技術の進歩	組織制御研究部

◆短 信◆

●受 賞

日本分析化学会有功賞

計測解析研究部 鈴木 俊一

「分析化学に関する実務に従事し、我が国科学技術の興隆に寄与」したことにより、昭和63年10月1日、上記の賞を受けた。

日本鉄鋼協会三島賞

機能特性研究部 中谷 功

「金属磁性流体の基礎ならびに開発研究」により、昭和63年11月2日、上記の賞を受けた。

日本金属学会論文賞(工業材料部門)

第1研究グループ 熊倉 浩明, 戸叶 一正

組織制御研究部 塚本 進, 入江 宏定

前筑波支所長 太刀川恭治(現 東海大学教授)

「電子ビーム照射により作製したNb₃AlおよびNb₃(Al, Ge)複合テープの組織と超電導特性」により、昭和63年11月2日、上記の賞を受けた。

ばね技術研究会技術賞

計測解析研究部 増田 千利, 田中 義久

「ばね鋼の疲労強度の破壊力学的検討」により、昭和63年11月24日、上記の賞を受けた。

●海外出張

氏 名	所 属	期 間	行 先	用 務
小玉 俊明	環境性能研究部	10. 3 ~ 10. 22	フィリピン	日・アセアン科学技術協力
田中 千秋	環境性能研究部 } 管理部企画課	10. 17 ~ 10. 22	フィリピン	大気腐食研究計画打合せ
杉山 和幸				
海江田義也	第3研究グループ	10. 22 ~ 10. 29	アメリカ	高温材料の燃焼合成とプラズマ合成の国際シンポジウム
村松 祐治	第4研究グループ } 機能特性研究部	10. 24 ~ 11. 2	西ドイツ	日独微小重力専門家会合
中谷 功				
西島 敏	損傷機構研究部	11. 1 ~ 11. 13	カナダ	研究所の技術調査訪問
砂金 宏明	反応制御研究部	11. 4 ~ 11. 12	中 国	W-Ti-RE-Sb 国際会議
中川 龍一	所 長 管理部企画課 第5研究グループ	11. 21 ~ 11. 26	タ イ	大気腐食研究計画打合せ
中村 誠				
片田 康行				

通巻 第361号

編集兼発行人

漆 原 英 二

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

印 刷 株式会社 三 興 印 刷

〒153 東京都目黒区中目黒2-3-12

東京都新宿区西早稲田2-1-18

TEL (03)719-2271, FAX (03)792-3337

TEL (03)205-5991