

# 金研技研

## 1987

科学技術庁

# NO. 1

# ニュース

金属材料技術研究所

## 新年のごあいさつ

所長 中川 龍一

新年おめでとうございます。

昨年、当研究所は創立30周年を迎えることができました。これを記念いたしまして研究講演会、式典、出版といった各種の記念事業を行い、いずれに対しても大変高い評価をいただくことができました。これもひとえに関係各位のご指導のお蔭と心から御礼申し上げます。30年間にわたって当研究所にお寄せいただきましたご厚情に背くことなく、所員一同気持ちを新たにして次の一步を踏み出すつもりであります。今後共変らぬご指導を賜われますようお願い申し上げます。

さて、当研究所は現在長期計画の改訂作業を続けております。この中で、我が国が今後推進すべき材料科学技術研究において、当研究所が果たすべき役割を検討して参りました。最近の各種先端科学技術の発展にとって、材料がその成否の鍵を握っていることはいうまでもありません。そして材料研究開発をより一層合理的に、効率的に進めていくことは、各界から強く求められております。

このような材料科学技術研究の動向の中で、当研究所は研究開発の中核的研究機関となることを目指しております。すなわち、我が国の科学技術行政を司る科学技術庁に属する研究所として、国が推進するプロジェクトはもちろん、民間や大学における研究開発も含め、金属材料にかかわる研究効率を国全体として最大限に高められるようにす



るための中核的存在として、研究体制を整備しようとするものであります。

昨年閣議決定された科学技術政策大綱の中で最重点分野の一つとして挙げられ、又これを受けて科学技術会議諮問第14号が出されるという事情にも示されておりますように、材料科学技術研究開発は国家的な急務であり、これの強力な推進に大きな期待が寄せられております。当研究所は、上に述べましたような立場を通じて各界からの期待に応えるべく、所員一同全力を尽す所存でございます。重ねて、皆様の御指導・御鞭撻を賜われますようお願い申し上げます。

# VAMAS運営委員会当研究所で開催

—— 国際研究協力発展の SPRING BOARD ——



新材料に係わる画期的な多国間国際共同研究プロジェクトが軌道に乗り、今、大きく展開されようとしている。その名は「VAMAS」(Versailles Project on Advanced Materials and Standards: 新材料及び標準に関するベルサイユプロジェクト)。そして、その第6回運営委員会が昭和61年11月10日から3日間、当研究所で開催された。

このプロジェクトは昭和57年にベルサイユで開かれた先進国首脳経済サミットで設けられた科学技術、成長及び雇用に関する諸提案を作成するための作業部会(TGE部会)によりとり上げられ、次の年のウィリアムズバーグサミットで承認された科学技術協力プロジェクトの一つである。このプロジェクトは新材料に係わる使用基準および材料仕様の設定に必要な技術的ベースを確立し、かつ国際的に調整されたものとするための研究開発協力を行い、新材料の実用化を国際的に促進することを目的としている。参加国は、日、英、米、仏、西独、加、およびEC委員会である。このたび、VAMASの今後の協力を約して各国の科学技術大臣(級)の政府代表者が覚書に署名し、かつ運営委員会においてVAMASの運営規定が合意され、本格的な活動期に入った。

わが国においては当研究所がいち早くその重要性を認識し、計画の準備を行った専門家会合および、発足してからの運営委員会に委員(津谷和男、内山郁、現在、金尾正雄)を送り、運営に深く参画して来た。最近では科学技術庁研究開発局材料開発推進室長(現在、服部幹雄)と工業技術院標準部材料規格課長(現在、笹谷勇)が運営委員に加わった。

そして、国内の関係機関の協力のもとに組織的にVAMASの研究活動を行うため、科学技術振興調整費研究課題として、「新材料の試験評価技術に関する国際共同研究」が設定され、国内の体制が整った。

VAMASは各国3名以内の代表による運営委員会により運営されている。年1回以上開催され、技術作業部会の選定、進捗状況の検討などを行う。



左:Lyle Schwarz議長, 右:当研究所金尾科学研究所官

現在の議長は米国国立標準局材料研究所長のLyle Schwarz博士である。共同研究を行う技術作業部会(TWG)として、磨耗試験評価技術(リード国、西独)、表面化学分析試験評価技術(米)、高分子混合材料(加)、エンジニアリングセラミックス(仏)、高分子複合材料(仏)、生体材料(伊)、超電導・極低温構造材料(日)、溶接特性(米)、溶融塩腐食(英)、材料データバンク(米、CEC)、高分子材料の効率の試験法(英)、高温での機械的性質の試験評価技術(英)の12部会がおかれている。

当研究所は太刀川筑波支所長を超電導・極低温構造材料のTWG議長として送っているほか、溶接特性、溶融塩腐食、材料データバンクの日本側代表をつとめ、表面化学分析、高温の機械的性質のTWGにも参加している。

今回、当研究所で開催された運営委員会はわが国では初めての会合であったが、すべてが完全に運営されたとの称賛をえた。また、各TWGの日本側関係者がオブザーバーとして参加し、討議をやり多いものとしたこと、当研究所主催のレセプションにおける懇談、当研究所の視察、筑波学園都市へのツアーなどを通じて、我が国の研究能力の高さ、組織力、VAMASに対する体制の充実ぶりなど、各国委員に強い印象を与え得た。

当研究所はこれまでも研究の国際協力に対して積極的な対応を行っている。今回の会議などを通じ、かつてない規模の国際共同材料プロジェクトであるVAMASにおいて大きな役割りを担ったことは、今後の国際協力の場における当研究所の活動の飛躍的發展の先駆けとして意義深い。

# 計算金属学の現状と展望

## — 金属材料開発の新しいアプローチ —

金属は多数の原子核と電子とから構成されているが、電子の一部は金属中を動き回っていて、その運動の様子が金属のもついろいろな性質を決めている。最近の理論の発達とスーパーコンピュータをはじめとする電子計算機の飛躍的進歩によって、これら電子の運動状態を直接計算することにより、金属の性質を高い精度で予測したり、またその性質が発現する機構をミクロな視点から理解することが可能となってきた。これらの手法の金属材料研究への応用がすでに始められており、計算金属学と呼ばれる新しい分野が急速に発達しつつある。

当研究所では、合金や金属間化合物の結晶構造と相の安定性の問題にこの手法を応用しており、さらに非平衡相や準安定相の予測への拡張を試みている。その一例として、金属間化合物Ni<sub>3</sub>Alの相の安定性の問題に対する全エネルギー計算の結果を示す。全エネルギーとは、系の原子核間、電子間および原子核-電子間に働くすべての相互作用エネルギーと電子の運動エネルギーを加えたもので、全エネルギーが最小となる原子核・電子配置が系の安定状態（絶対零度での平衡相）となる。

図はNi<sub>3</sub>Alの4つの異なる原子配置(結晶構造)に対して体積を変化させて計算した全エネルギーである。この計算での入力情報は、他の実験データは全く必要とせず構成元素の原子番号だけである。計算された全エネルギーは、仮定した4つの原子配置の中でL1<sub>2</sub>構造と呼ばれる現実に存在する相が最も低く安定であり、その最小値に対応した平衡体積も実験値とよく一致する。また、この全エネルギー計算からわかる重要なことは、現実に観測不可能な安定でない相が安定な相に比べて、どの程度エネルギー的に高い位置にあるのかを知ることができることである。図において、体心立方格子(bcc)を基とするDO<sub>3</sub>構造が面心立方格子(fcc)を基とする安定なL1<sub>2</sub>構造のすぐ近くにあることは、Ni-Al合金の状態図にNi<sub>3</sub>Al(γ')よりAlの高濃度側でbccを基としたβ相が現われるこ

とを反映している。

以上の結果からわかるように、純理論的な(つまり実験データをまったく使わないで)計算によって平衡状態図を理解し、さらに予測したりすることが可能になってきた。

しかしながら、上で述べた計算金属学の手法をより複雑な相を含む合金系に应用することは、たいへん難しく、実際の状態図を予測するためには上の例に含められていなかった温度の効果も正しく考慮する必要がある。

現在当研究所では、複雑な系への応用の道を探るとともに、原子核の運動についても計算の中に組み入れ、拡散のように金属中を原子が運動する現象や物質の合成過程を、コンピュータ・シミュレーションする試みを行っている。

近い将来、この方面の研究が金属材料開発において、欠くことのできない手法となることが期待される。

単位格子の  
全エネルギー(リドベルグ)

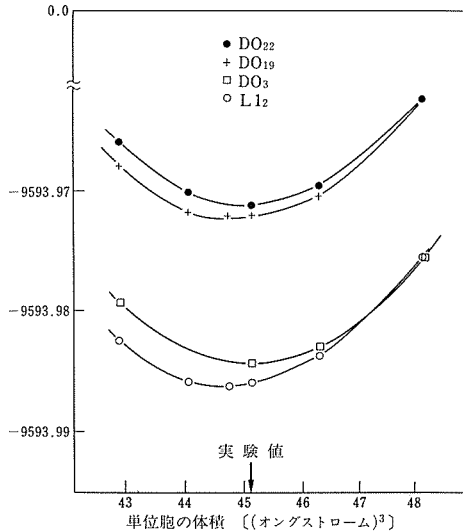


図 Ni<sub>3</sub>Alの4つの異なる結晶構造に対する全エネルギーの体積依存性  
(1リドベルグ=2.18×10<sup>-18</sup>ジュール)

L1<sub>2</sub>, DO<sub>3</sub>, DO<sub>22</sub>, DO<sub>19</sub>などの記号は、結晶構造の表示法でその結晶の対称性を基として示したものである。



# 高温高压水中の疲れき裂の直接観察

## —— 高压容器の中の疲れ試験を眼で見る ——

軽水型原子炉の主要構造物である压力容器は、高温、高压に曝され、しかも起動、停止による熱応力を受ける。そこで安全性確保のため材料の健全性の評価は最も重要な課題となっている。

当研究所では、軽水炉冷却材環境を模擬した高温高压水中で、構造材料の微小な欠陥から割れが進展する現象についての研究を現在精力的に行っている。高温高压水中で疲れき裂伝ば試験を行う場合、最も重要な問題は試験片のき裂の長さの測定である。

試験はオートクレーブと呼ばれる高压容器の中に試験片を封入して行うため、大気中の試験で普通行われる顕微鏡による直接観察は不可能である。そこで試験片のき裂の開き具合から間接的にき裂長さを推定する方法が広く用いられているほか、電気抵抗の変化や試験後の破面の模様から判断す

る方法などが用いられている。しかし、これらの方法は平均的なき裂伝ばの様子を与えるものであり、高温水中の直接観察との対比が注目されている。

当研究所ではさきに、高温高压水中の疲れ試験片を光学的に直接観察できる装置を開発した（金材技研ニュース、No.10、1984）。本装置は長焦点顕微鏡、撮影系および制御系からなり、長時間の自動無人観察が可能である。またオートクレーブの観察用窓の耐圧ガラスおよび試験片までの光の通路に、耐食・耐熱性にすぐれかつ均質な大型の単結晶サファイアを用いているのが特徴である。

写真は沸騰水型炉（BWR）の冷却材環境を模擬した288°C、80気圧の水中で压力容器用鋼の疲れき裂を撮影したもので、くり返し数の増加とともにき裂が伝ばしていく様子が認められる。図は室温から288°Cまでの温度範囲で得られた実験結果をもとにき裂長さとくり返し数の関係を求めたものである。また図中の実線は比較のため間接的な方法で求めた結果である。図より両方法による測定結果の傾向が比較的良好に一致していることがわかる。現在、これらの結果について破面解析などの結果も含めた総合的な検討を進めている。

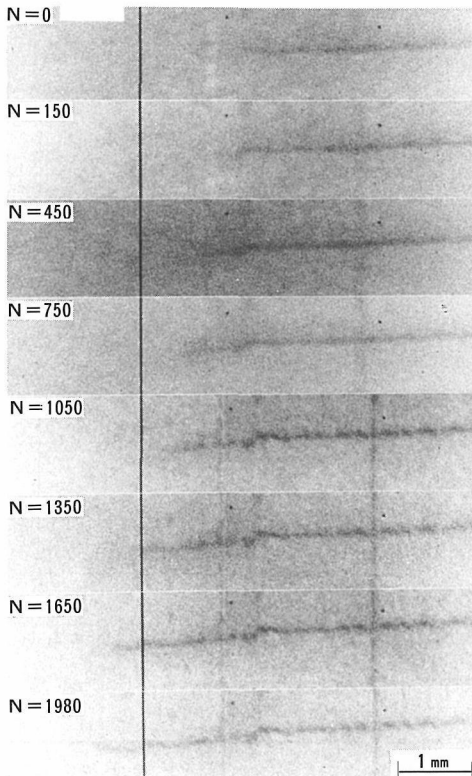


写真 高温高压水中（288°C）での疲れき裂の直接観察

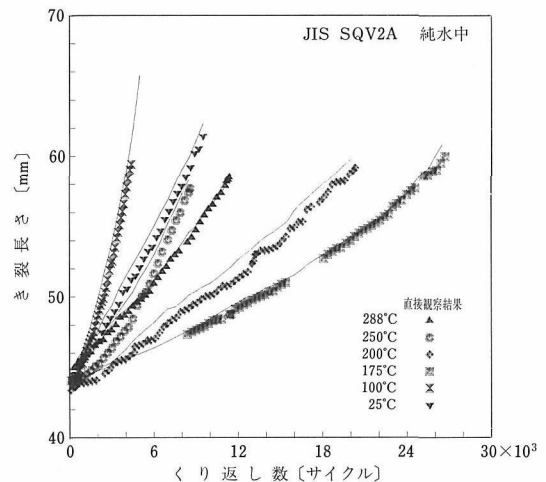


図 BWR 模擬環境下の压力容器用鋼の疲れき裂伝ば曲線に及ぼす温度の影響

### コンピュータ画像処理を 応用した疲れ破面の解析

疲れ破壊では、破損の進行過程が、規則的な間隔をもつ細かい凹凸のしま模様（ストライエーション）として破断面に残る。ストライエーションの方向やくり返しの周期性などは、航空機などの事故解析に有力な手掛かりを与える。破断面を観察した電子顕微鏡写真に2次元フーリエ解析を応用したコンピュータ画像処理を行う方法を開発した。破断面の電子顕微鏡像(上図)をコンピュータで処理し、ストライエーションの方向とそのくり返しの周期性を計測して、周

期性の強い成分の順に赤、緑、青で色表示するようになっている(下図)。

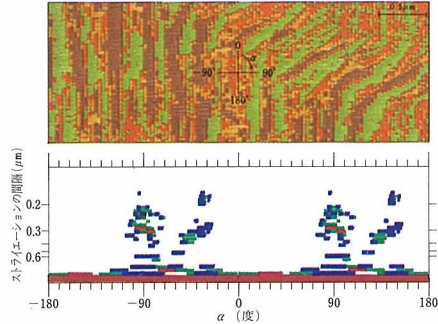


図 マルエージ鋼の疲労破面のコンピュータ画像解析

### 溶射中に皮膜積層過程を観測 できる光学式変位計を開発

溶射は、金属、セラミックス、サーメットなど広い範囲の材料の比較的厚いコーティングを大面積に形成できる特長を持っており、耐摩耗、断熱、防食など様々な用途に応用が急速に広がっている。

当研究所では、溶射中の試料表面の変位を連続的に測定できる高精度の光学式変位計を開発し、皮膜積層過程のその場計測に成功した。測定の実理は、試料表面の一点にレーザー光を照射して輝点を発生させ、皮膜積層による輝点の位置

の移動状態を望遠鏡で拡大し、イメージセンサで検出するものである。この方法によって溶射中の膜厚測定が可能となった。ただし、溶射時の試料表面は皮膜厚さの増加以外に、皮膜の内部応力や熱膨張などによっても若干変位するので、精度の高い膜厚測定を行うためには、溶射面の変位から溶射されない面の変位を差し引く差動方式を必要とする場合もあることがわかった。こうした計測技術の開発は、従来適切な方法がなかった溶射皮膜の膜厚制御を可能にするものであり、皮膜特性の信頼性向上、工程の自動化などの点で有用と考えられる。

### 触媒設計のための微粒子 データベース

金属系の微粒子が期待されている分野として触媒がある。これまでに公表されている内外の文献から、微粒子触媒関係としては最もデータが豊富な粒径効果を中心とした微粒子のデータベース(Hydd-Parc)を作成した。一般に微粒子は粒径が小さくなるほど、その特異性が発現されると考えられている。表はこのデータベースの利用例で、触媒としての単位表面積あたりの活性の大きさ(比活性)に及ぼす各種金属微粒子の効果をみたものである。ここで正のサイ

ズ効果とは粒径が小さくなるほど、比活性が増大する傾向を意味している。

この微粒子データベースは、新しいシーズ探索を目指して、当研究所が推進しているハイブリッド化構造材料技術研究の一環である。

表 微粒子金属の比活性度  
に及ぼす粒径の効果

報告データ D/N		正のサイズ効果 P/D	
Pt	33%	Co	100%
Pd	15	Ni	42
Rh	10	Ir	40
Ru	7	Pt	36
Ni	7	Ru	25
Ir	5	Rh	24
Fe	4	Pd	8
Co	2	Fe	0

N: 収集されたデータ数  
D: 各元素比活性に関するデータ数  
P: 正のサイズ効果をもったデータ数

## 日韓研究協力「連続製鋼プロセスの開発」に調印



日韓研究協力実施取決め調印式(於：科学技術庁)

日本と韓国との間の科学技術の分野における協力(昭和60年12月20日締結)に基づき、金属材料技術研究所と韓国科学技術院は、去る12月6日、科学技術庁において、「連続製鋼プロセスの開発」に関する実施取決めに調印した。

これは、昭和59年7月にソウルで開催された第6回日韓科学技術大臣会議において韓国側から提案されたものである。

本研究協力は、当研究所が開発した連続製鋼法に関し、向こう5年間で日韓双方がそれぞれ分担して研究を進め、研究者交流及び情報交換を行うものである。

## 金属材料技術研究所初代所長 橋本宇一儀 逝去

当研究所初代所長・橋本宇一先生は、昭和61年11月29日午後9時58分、呼吸不全のため逝去され、12月19日青山葬儀所にて追悼告別式が行われました。

ここに謹んで哀悼の意を表します。

橋本先生は明治30年7月4日東京都渋谷にお生まれになり、東京高等工業学校(現東京工業大学)をご卒業。マックス・プランク研究所留学の後、特に懇望され、終戦直後の昭和20年8月旧制多賀工業専門学校(現茨城大学)校長に38歳の若さで就任され、さらに、昭和24年12月東京都工業奨励館(現都立工業技術センター)館長に就任され、戦後の混乱期にあった両者を立て直すなど、希有の才能と溢れるような情熱を併せ持った方でした。

昭和31年7月1日発足した、当研究所の初代所長に就任されてからは、ようやく停滞期を脱し、成長・発展期にさしかかった当時の我が国金属材料界を牽引すべく、「材料の生れから成品まで」一貫した研究体制作りを精力的な活躍をなされました。その間、当研究所職員一同を厳しく御指導下さいましたが、心底には慈父のごとき温かさを常にやどしておられました。

「充分な基礎研究を行わない応用研究は砂上の楼閣に等しい」。先生がよく口にしていたお言葉は30年後の現



在も生き続けております。

退官後も客員として後進の指導に当られるかたわら、工学院大学理事長、各種学会会長を歴任され、勲二等旭日重光章、ドイツ国功労勲章大功労十字章、フランス国レジオン・ドヌール勲章を受けられ、また各種学会賞を受けられるなど、国内外で超人的な御活躍をなしとげられました。

89歳の天寿を全うされたとはいえ、先生のご他界は、当研究所のみならず、広く学会、産業界にとってもまことに痛恨の極みであります。心から哀悼の意を表し、ご冥福をお祈りいたします。

### ◆短 信◆

### ●海外出張

竹内 孝夫 極低温機器材料研究グループ  
第4研究グループ研究員

「超流動ヘリウム中における高磁界超電導線材の特性研究」のため、昭和61年12月1日から昭和62年7月31日までフランスへ出張した。

通巻 第337号

編集兼発行人 加藤 公輝  
印刷 株式会社 三興印刷  
東京都新宿区信濃町1-2  
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