

金材技研

科学技術庁

金属材料技術研究所

1991 No. 6

ニュース

表面化学分析共通データ処理システム／鉄基
超弾性・形状記憶合金／Ni₃Alの室温延性を
改善／注目発明／筑波支所で起工式／組織表

表面化学分析共通化のソフトを完成

—— スペクトルデータの相互利用が可能に ——

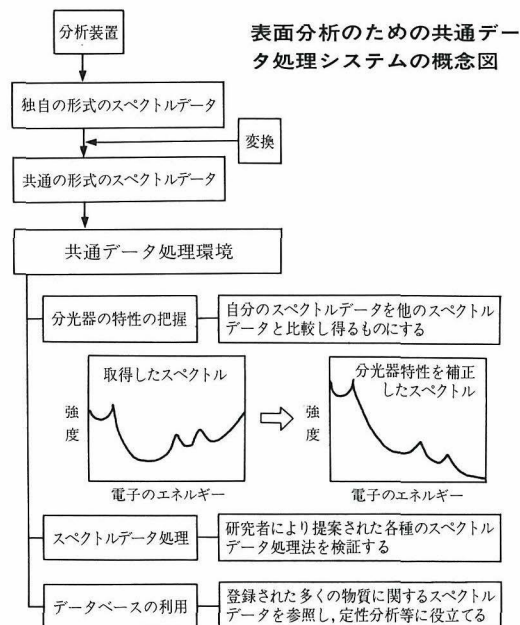
新材料の標準的評価法に関する国際プロジェクト(VAMAS)のテーマの1つに表面化学分析試験評価技術があり、当研究所も参加している。このテーマに関するラウンドロビンテストなどによれば、オージェ電子分光法やX線光電子分光法などの表面分析法の定量精度を向上させるためには、スペクトルのピーク位置、強度、形状を装置間で比較し得るものとしなければならないことが明らかになった。しかし、スペクトルデータは装置により異なるため、それらを共通で処理し、比較し得るようにするシステムを確立する必要がある。

当研究所は、昭和61年度から実施している科学技術振興調整費による「新材料の試験評価技術に関する国際共同研究（現在は第Ⅱ期で本年度終了予定）」の中で、表面分析スペクトルを統一したデータ構造で記録し、それらを互いに転送することができる共通データ処理システムを構築した。このシステムでは、各自の分析装置で得られたスペクトルデータを転送用の共通フォーマットに書換えて、フロッピーディスクに記録する。主要メーカーの分析装置については、独自フォーマットのスペクトルデータを共通フォーマットに変換するソフトウェアを、既に完成している。

内外の多くの研究者によりこのシステムで取得された共通構造のスペクトルデータや処理法が、当研究所においてデータベースとして登録されて

いる。これらのデータは、必要に応じてフロッピーディスクの形で、研究者に提供される。これにより、各自の測定データと登録されているデータとをコンピュータ上で比較したり、登録されている処理法で定量値を求めたりすることができる。

この共通データ処理システムは、表面化学分析の関係者の協力で作り上げていくものである。表面分析機器を使用する研究者や技術者の間に広く普及されていくことを期待している。



変形前の形状を室温で回復

—— 安価な鉄基合金で実現 ——

形状記憶効果は、材料をある温度以下で変形させても、この材料を加熱すると変形前の形状に戻る現象である。形状記憶効果が起こる理由は、オーステナイト（母相）が変形に伴ってマルテンサイトに変態し、ある温度以上ではマルテンサイト→オーステナイトの逆変態が起こって、最初の母相に戻るからである。一方、ある温度で変形させると変態し、この温度で荷重を除くだけで逆変態して元の形状に戻る現象が、超弾性である。

形状記憶効果あるいは超弾性現象は、パイプ継手、眼鏡フレーム、ブラジャー、歯列矯正用ワイヤなどに実用されている。しかし、この目的に使用されている材料は、高価で加工性が悪いチタンとニッケルの合金（Ti-Ni）がほとんどである。当研究所は、Ti-Ni合金に代わる安価で加工性、切削性、耐食性、強度等が優れた合金として、ほぼ完全な形状記憶効果を示す鉄-ニッケル-炭素合金

（Fe-Ni-C）を開発（金材技研ニュース、1990、No.9 参照）した。その後、上記合金にコバルトとアルミニウムを加えたFe-Ni-Co-Al-C合金に適切な熱処理を施すことにより、室温あるいはそれ以下の温度において完全な超弾性あるいは形状記憶効果を得ることに成功した。

写真1は、Fe-30Ni-12Co-4Al-0.4C合金を、溶体化後770Kで40分間時効（オースエージング）した試料である。(a)は77Kの液体窒素中無荷重時の状態で全面オーステナイトであるが、荷重を加えて変形させると(b)のように薄い板状のマルテンサイト（矢印）が生成する。この温度で荷重を除くと逆変態によってマルテンサイトが消滅し、(a)と同じオーステナイトに戻る。これに伴って形状も元に戻り、完全な超弾性を示す。

写真2は、Fe-26Ni-12Co-4Al-0.8C合金を、上と同じ条件でオースエージングした試料である。

この試料は、77Kで変形させると(a)のようにマルテンサイト（矢印）が生成するのは同じであるが、荷重を除いてもこの温度ではオーステナイトに戻らない。室温に加熱して初めて(b)のようにマルテンサイトが消滅して形状も元に戻り、完全な形状記憶効果を示す。

以上のように、Fe-Ni-Co-Al-C合金は組成や熱処理条件の選定により変態温度や変態ヒステリシスの調整が可能である。特筆すべきは炭素を含んでもこのような効果を示すことで、これにより合金探索の枠が広がり、安価な鉄基形状記憶合金実用化への道が開けた。

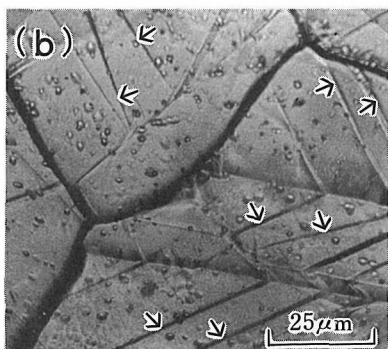
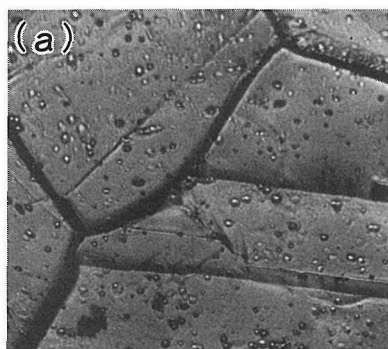


写真1 低温で超弾性現象を示す鉄基合金

(a)77K, 無荷重; (b)77K, 荷重下

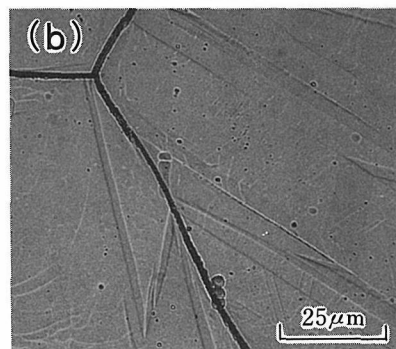
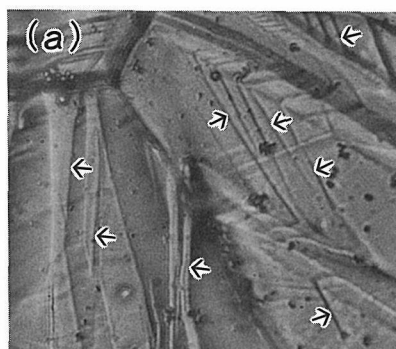


写真2 室温で形状記憶効果を示す鉄基合金

(a)77K, 荷重下; (b)室温, 除荷後

金属間化合物の新しい延性改善法

—— 浮遊帯溶融法と一方向凝固法の組合せ ——

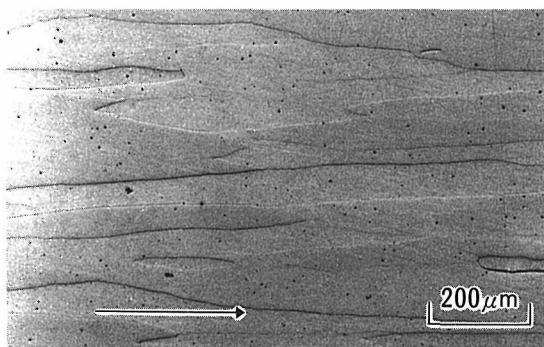
ニッケルとアルミニウムの金属間化合物 Ni_3Al は、高温になるほど強度が増大するので、耐熱性構造材料として非常に好都合である。この材料は室温で著しく脆いため、そのままでは実用には向かないので、ほう素（元素記号B）の添加により室温延性を大幅に改善する方法が考案された。しかし、この方法は化学量論組成の Ni_3Al （75原子% Ni-25原子% Al）よりもアルミニウム不足側のみにしか、有効ではなかった。

当研究所はほう素添加をすることなく、しかも化学量論組成ないしアルミニウム過剰側の Ni_3Al にも有効な、室温延性改善法を開発した。この方法は、浮遊帯溶融(FZ)法と一方向凝固(UDS)法を組合わせたものであることから、FZ-UDS法

と名付けた。FZ-UDS法を用いて毎時13mm以上の凝固速度で作った化学量論組成 Ni_3Al の組織は、写真に示したような一方向に成長した結晶粒（柱状晶組織）からなっている。

この材料を室温で引張り試験した結果の例が図1で、試験片の採取位置によって異なるが、結晶の成長方向と平行に60%から120%もの非常に大きな引張り伸び（通常の等軸晶組織のものは1%ほどの伸びで破断する）を示した。更に、柱状晶組織の成長方向に直角の方向に引張った場合でも20%以上の伸びがあるので、冷間圧延も可能である。図2に示したように、ほう素添加法は高温強度や耐酸化性などの耐熱性が優れているアルミニウム過剰側には効果がないが、FZ-UDS法によればアルミニウム濃度が26.5原子%のものでも、20%以上の引張り伸びが観測されている。

FZ-UDS法で作った Ni_3Al の破面を走査電子顕微鏡で調べるとすべて粒内破壊で、通常の等軸晶 Ni_3Al の場合のような粒界破壊は認められなかった。この方法によって延性に富む結晶粒界が作られる理由などの詳細は明らかではなく、今後の研究課題として残っているが、脆い金属間化合物の新しい延性改善法として注目される。



FZ-UDS法による化学量論組成 Ni_3Al の凝固組織(矢印は成長方向)

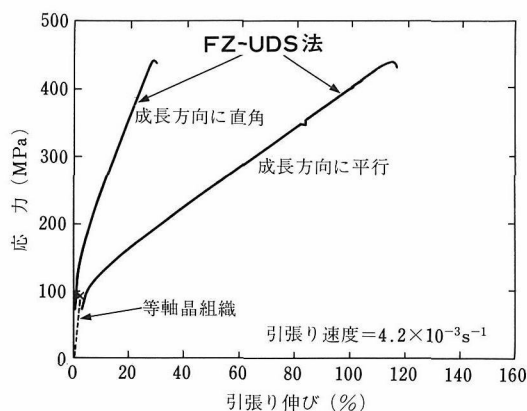


図1 FZ-UDS法による化学量論組成 Ni_3Al の引張り特性

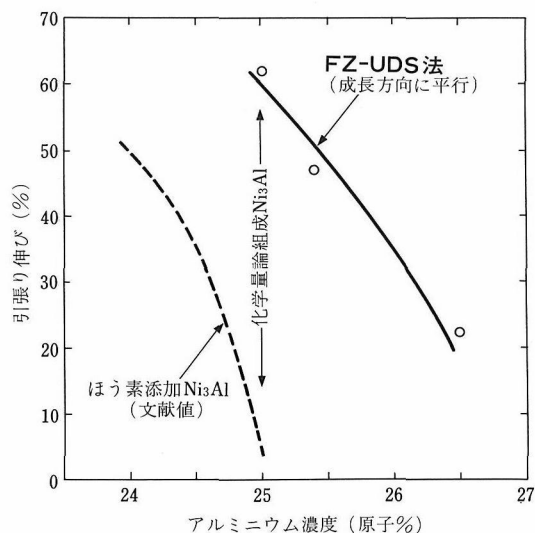


図2 Ni_3Al の組成と延性の関係

海外での研究発表（1991年1月—6月）

米国TMS会議（2月18日～22日，アメリカ・ニューオーリンズ）

1) Processing Microstructures, and Critical Currents of Bi-Sr-Ca-Cu-O Superconducting Tapes.

戸叶一正，熊倉浩明，D. R. ディートリック，前田 弘

米国物理学会（3月18日～22日，アメリカ・オハイオ）

1) Progress in High Tc Wires Development and Their Uses: Present Future.

前田 弘

2) Discovery of Superconductivity in Bismuth Strontium Calcium Copper Oxide.

前田 弘

低誘導材料に関するワークショップ（4月8日～11日，イギリス・カラム）

1) Development of Reduced-Activation Iron Based Alloys and Low-Activation Advanced Composites.

阿部富士雄，野田哲二，荒木 弘

日仏材料科学セミナー（4月22日～25日，フランス・パリ）

1) Fatigue and Fracture Properties of Polycrystalline Aluminum Oxide.

堀部 進，高倉英樹

鉄鋼業における分析化学の進歩に関する国際会議（5月14日～16日，ルクセンブルク・ルクセンブルク）

1) Determination of Trace Elements in High Concentration of Matrix Solutions of Fe, Zr and Mo by Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry.

大河内春乃，小林 剛，井出邦和，長谷川信一

第2回プラズマテックシンポジウム（6月5日～7日，スイス・ルセルン）

1) The Origin and Quantification of the Quenching Stress Associated with Splat Cooling During Spray Deposition.

黒田聖治，ほか1名

国際理論・応用力学連合シンポジウム（6月10日～6月14日，スウェーデン・ルレオ）

1) Creep Behavior of 304 Stainless Steel Welded Joints Composed of Two Different 308 Weld Metals.

衣川純一，門馬義雄，山崎政義，本郷宏通，渡部 隆

1991年国際低温材料会議（6月11日～14日，アメリカ・ハンツビル）

1) Deformation Structure in High Cycle Fatigue of 0.1N-32Mn-7Cr Steel at Cryogenic Temperatures.

梅澤 修，石川圭介

2) High Cycle Fatigue Properties of Titanium Alloys at Cryogenic Temperatures.

梅澤 修，長井 寿，由利哲美，緒形俊夫，石川圭介

3) VAMAS Second Round Robin Test of Structural Materials at Liquid Helium Temperature.

緒形俊夫，長井 寿，石川圭介，ほか2名

多結晶材料の粒成長に関する国際会議（6月18日～21日，イタリア・ローマ）

1) Relationship between the Primary and Secondary Recrystallized Textures in Multi-Layer Molybdenum Crystals.

藤井忠行

米国炭素会議（6月23日～28日，アメリカ・サンジェゴ）

1) Prediction of Weight Loss by Oxidation of a C/C Composite in Air and O₂/N₂ Gas Mixtures.

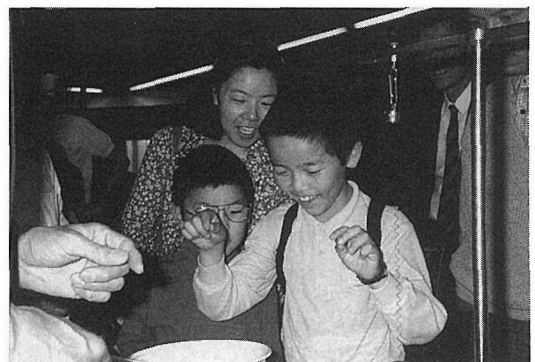
富塚 功，宮崎昭光，中沢静夫，小泉 裕

7月の研究発表（国内分）

学・協会名	開催期間	発 表 題 目	発表者(所属)
第3回超電導国際会議 (金沢：金沢市観光会館)	7.22～7.26	1.HREM Study of Iodine Intercalated IBi ₂ Sr ₂ CaCu ₂ O ₈ . 2.Pressure Effect on the Transport Proper- ties of Ln _{2-x} Ce _x CuO ₄ (Ln=Pr,Nd,Sm,Gd) Single Crystals. 3.Pressure Effects on Tc of Superconducting La _{2-x} Ca _{1+x} Cu ₂ O ₆ . 4.Local Density Band Structure of Y-Ba-Cu Oxide. 5.Mössbauer Studies on Superconducting La _{1.82} Ca _{1.18} (Cu _{0.99} Fe _{0.01}) ₂ O ₆ . 6.Critical Current Density and Flux Pinning in Textured Bi ₂ Sr ₂ Ca ₁ Cu ₂ O _x Tapes.	池田省三(表面)ほか 松下明行(物性)ほか 山田 裕(物性)ほか 小口多美夫(物性)ほか 古林孝夫(機能)ほか 熊倉浩明(第1)ほか
無機リン材料に関する 国際シンポジウム'91 (東京：都立大学国際 交流会館)	7.24～7.26	1.Characterization of the Hydroxyapatite Precursors Synthesized by Wet Process.	青木愛子(第4)ほか
化学的手法による高温 超伝導体の作成に関す る国際ワークショップ	7.27～7.29	1.Preparation of Bi-Sr-Ca-Cu-O Superconduct- ing Tape by Pyrolysis of Organic Acid Salts.	熊倉浩明(第1)ほか
材料の力学挙動に関す る国際会議 (京都：京都国際会館)	7.29～8. 2	1.Effect of Grain Size on Rupture Life under Creep-Fatigue Loading for 321 Stainless Steel. 2.Damage Accumulation Caused by Cyclic Indentation in Ceramic Materials. 3.Subsurface Crack Initiation in High Cycle Fatigue of 0.1N-32Mn-7Cr Steel at Cryoge- nic Temperatures. 4.Creep Crack Growth Behaviour in High Temperature Structural Steel and Alloys. 5.Round-Robin Comparison of Data Evalua- tion Methods for Fatigue Properties of Metallic Materials.	八木晃一(環境)ほか 高倉英樹(力学)ほか 梅澤 修(第1)ほか 田淵正明(環境)ほか 金澤健二(環境)ほか

「ぼくとわたしの金属教室」大成功

当研究所は，数年前まで実施していた「中学生のための金属教室」に代わる新企画として，本年度は「ぼくとわたしの金属教室——金属と友だちになろう！」を，筑波支所（4月20日）と科学技術館（4月21日）で開催した。簡単なクイズや実験に参加し，眼を輝かせる大勢の少年少女の姿が印象的であった。



注目発明の選定、当研究所からは 3 件

当研究所の下記 3 件の発明が、科学技術庁第50回(平成 2 年度)の注目発明に選定された。

酸化物高温超電導体

発 明 者 前田 弘, 田中吉秋, 福富勝夫,
浅野稔久

公開番号 特開平01-188456号

公 開 日 平成元年 7 月27日

この発明は、ビスマス系酸化物超電導体 (Bi-Sr-Ca-Cu-O) に関するものである。従来、酸化物超電導体でTc (超電導遷移温度) が最も高いものは、90 K 級のイットリウム系酸化物超電導体 (Y-Ba-Cu-O) であった。しかし、イットリウ

ム系酸化物超電導体は微妙な熱処理を必要とし、また水に対して不安定で、しかも、資源が偏在しているイットリウムを含むなどの欠点があった。

これに対して、ビスマス系酸化物超電導体はTc が約110 K とさらに高く、複雑な結晶変態がないので熱処理が容易であり、水に対しても極めて安定で、資源供給面に問題がある元素を含まないなど、数々の利点をもっている。

このように、ビスマス系酸化物超電導体は液体窒素中で安定性・信頼性に優れた超電導線材やエレクトロニクス素子を実現するものとして、産業経済に与えるインパクトが極めて大きい。

飛行粒子の速度と温度の同時測定装置

発 明 者 黒田聖治, 北原 繁, ほか 1 名

公開番号 特開平01-237459号

公 開 日 平成元年 9 月21日

高温高速飛行微粒子の温度と速度を、同時にその場測定することは極めて困難である。このため、溶射被覆などにおける飛行粒子の溶融状況や飛行挙動を把握するのは、ほとんど不可能であった。

この発明の装置は、高速度で飛行する高温粒子

から放射された光の強度を周期的に変化させるための平行格子と、放射された光を分割させるためのミラーとを併せ持った空間フィルタを採用している。分割された一方の光の強度変化の周期から粒子の飛行速度が測定され、同時に他方の光のスペクトルから粒子の温度が測定される。

この装置により高温高速飛行微粒子の速度と温度のその場同時測定が可能になるので、これを溶射被覆に使用すれば、被覆層の形成状態を制御することができる。その結果、被覆層の密度、ヤング率、熱膨張率等の諸特性の厳密な制御など、形成被覆層の品質向上を期待することができる。

金属ほう化物繊維の製造法

発 明 者 中谷 功, 小澤 清

公開番号 特開平02-059419

公 開 日 平成 2 年 2 月28日

チタン、ジルコニウム、ハフニウムなどのほう化物に代表される金属ほう化物は、いずれも高い融点と高い硬度、さらに高い電気伝導度を持ち、化学的にも安定な化合物であるが、繊維またはウィスカの形のものは得られていなかった。

この発明の金属ほう化物製造法は、気化可能な金属化合物およびほう素化合物を原料として、金属粒子から繊維あるいはウィスカを成長させる化学気相法である。例えばTiB₂ウィスカの製造においては、Ni-Ti合金微粒子を付着させた黒鉛基板を反応管内で加熱し、この反応管内にTiCl₄およびBBr₃を導入する。こうすると、基板上の合金粒子からTiB₂ウィスカが選択的に成長する。

こうして作られた金属ほう化物は、前述の優れた特性から、分散強化合金、分散強化セラミックス、導電性高分子材料、高速スイッチング素子などへの応用が期待されている。

筑波支所で起工式

当研究所の全面的筑波移転に向けて、新設棟（前々号参照）の建築工事がいよいよ始まり、去る4月25日に、当研究所筑波支所において起工式が行われた。



◆短 信◆

●受賞

西山記念賞

計測解析研究部 斎藤 鉄哉

「材料の信頼性評価に関する研究」により、平成3年4月2日、上記の賞を受けた。

日本金属学会研究技術功労賞

管理部技術課 井口 真

「長年にわたる金属研究の功績」により、平成3年4月2日、上記の賞を受けた。

溶接論文奨励賞

組織制御研究部 黒田 聖治

「熱放射を利用した溶射粒子の温度と速度の測定」により、平成3年4月11日、上記の賞を受けた。

科学技術研究功績者表彰

機能特性研究部 中谷 功

「金属磁性流体の研究」により、平成3年4月16日、上記の賞を受けた。

創意工夫功労者表彰

反応制御研究部 廻 俊夫

「径ひずみ測定軸ひずみ制御疲労試験システムの考案」

損傷機構研究部 京野 純郎

「耐熱鋼の性能改善のための表層部微細結晶粒化処理法の改良」

環境性能研究部 蛭川 寿

「コンピューター利用疲労き裂伝ば試験についての考案」

第3研究グループ 小黒 信高

「燃焼合成装置及びその点火装置についての考案」により、平成3年4月18日、上記の賞を受けた。

●人事異動

平成3年5月1日

併任解除 管理部庶務課長 山田 昌夫（管理部長）

併任解除 管理部技術課長 山田 昌夫（管理部長）

配置換 管理部庶務課長 秋山 武久（管理部会計課長）

配置換 管理部会計課長 中野 照明（防災科学技術研究所管理部会計課長）

配置換 管理部技術課長 魚谷 賢治（管理

部材料試験業務課長）

配置換 管理部材料試験業務課長 小山 一男（放射線医学総合研究所那珂湊支所管理課長）

平成3年5月9日

辞 職 山田 昌夫（管理部長）

平成3年5月10日

採 用 管理部長 中野昭二郎（海洋科学技術センター総務部長）

●外国人研究員の受入れ

氏 名 J. B. F. Sandell

所 属 スウェーデン 王立工科大学

テーマ 磁気浮上溶解法による溶融金属・酸化物固相反応に関する基礎的研究

期 間 平成3年3月10日～平成3年3月29日

氏 名 A. G. M. Jansen

所 属 フランス グルノーブル強磁界センター
テーマ 強磁場による強い電子相関を有する物質

の物性と電子構造に関する研究

期 間 平成3年3月16日～平成3年3月31日

氏 名 趙 陽九

所 属 大韓民国 韓国標準研究所

テーマ 高温における耐熱材料のクリープき裂成長挙動の評価に関する研究

期 間 平成3年3月25日～平成3年3月30日

●海外出張

氏 名	所 属	期 間	行 先	用 務
西島 敏	損傷機構研究部	3.4.20～3.4.28	イギリス	国際会議出席
大河内春乃	特別研究官	3.5.12～3.5.18	ルクセンブルグ	国際会議出席
小口 醇	科学研究官	3.5.20～3.5.26	カナダ	VAMAS委員会出席・研究調査

組 織 表 (平成3年5月10日現在)

所 長 新 居 和 嘉

— 科学研究官 小 口 醇				— 支所長 岡 田 雅 年			
— 管 理 部 中 野 昭 二 郎				— 管 理 課 石 橋 倫 幸			
庶 務 課	秋 中	山 野	武 照	— 力 学 特 性 研 究 部 河 部 義 邦			
会 計 課	中 真	鍋 谷	賢 一	第 1 研 究 室	貝 沼	紀 夫	
企 画 課	魚 小	山 一		第 2 研 究 室	鈴 木	部 正	
技 術 課				第 3 研 究 室	堀 部	田 進	
材料試験業務課				第 4 研 究 室	角 田	方 衛	
— 基礎物性研究部 吉 川 明 静				— 表面界面制御研究部 戸 叶 一 正			
第 1 研 究 室	青 木	晴 善		第 1 研 究 室 (併)	戸 叶	一 正	
第 2 研 究 室	松 本	武 彦		第 2 研 究 室	中 小	村 口	
第 3 研 究 室	大 河	内 正		第 3 研 究 室	齋 藤	信 一	
第 4 研 究 室	榎 本	正 人		第 4 研 究 室	小 齋	行 男	
— 機能特性研究部 天 野 宗 幸				— 第 1 研 究 グ ル ー プ 前 田 弘			
第 1 研 究 室	梶 野	節 夫		第 1 サブグループ	田 中	吉 秋	
第 2 研 究 室	笹 原	久 弘		第 2 サブグループ (併)	前 田	弘 弘	
第 3 研 究 室	中 谷	宗 功		第 3 サブグループ	井 上	廉 仁	
第 4 研 究 室 (併)	天 野	幸 路		第 4 サブグループ	和 田	充 典	
第 5 研 究 室	塩 田	一 路		第 5 サブグループ	佐 藤	圭 介	
— 材料設計研究部 山 崎 道 夫				第 6 サブグループ	石 川	充 圭	
第 1 研 究 室	山 本	健 敏		— 第 2 研 究 グ ル ー プ 白 石 春 樹			
第 2 研 究 室	山 縣	一 博		第 1 サブグループ	北 島	正 弘	
第 3 研 究 室	富 塚	功 夫		第 2 サブグループ	永 野	哲 正	
第 4 研 究 室 (併)	山 崎	道 夫		第 3 サブグループ	野 田	二 彦	
— 反応制御研究部 古 林 英 一				第 4 サブグループ	田 辺	龍 彦	
第 1 研 究 室	福 沢	章 行		— 環 境 性 能 研 究 部 田 中 千 秋			
第 2 研 究 室	藤 井	忠 敏		第 1 研 究 室	松 金	三 郎	
第 3 研 究 室	平 野	幸 一		第 2 研 究 室	岡 澤	健 二	
第 4 研 究 室 (併)	古 林	英 一		第 3 研 究 室	八 木	晃 一	
— 組織制御研究部 中 村 治 方				第 4 研 究 室	小 玉	俊 明	
第 1 研 究 室	佐 藤	彰 扶		第 5 研 究 室	太 田	昭 彦	
第 2 研 究 室	田 頭	明 扶		— 第 3 研 究 グ ル ー プ 辻 本 得 蔵			
第 3 研 究 室	岡 田	繁 定		第 1 サブグループ	村 本	森 彦	
第 4 研 究 室	北 原	宏 達		第 2 サブグループ	武 井	厚 也	
第 5 研 究 室	入 江	達 郎		第 3 サブグループ	海 江	義 也	
第 6 研 究 室	三 井	達 郎		第 4 サブグループ (併)	辻 本	得 蔵	
— 計測解析研究部 斎 藤 鉄 哉				— 第 4 研 究 グ ル ー プ 吉 原 一 紘			
第 1 研 究 室	古 屋	夫 樹		第 1 サブグループ	武 田	徹 紘	
第 2 研 究 室	岸 本	直 良		第 2 サブグループ (併)	吉 原	一 紘	
第 3 研 究 室	田 村	良 雄		第 3 サブグループ	村 松	祐 治	
第 4 研 究 室	長 谷	川 良		— 第 5 研 究 グ ル ー プ 永 田 徳 雄			
— 損傷機構研究部 西 島 敏				第 1 サブグループ	門 馬	義 雄	
第 1 研 究 室	山 口	弘 二		第 2 サブグループ	石 原	只 雄	
第 2 研 究 室	新 池	紀 雄		第 3 サブグループ	二 瓶	正 俊	
第 3 研 究 室	田 田	千 利		— 特 別 研 究 官 大 河 内 春 乃			
第 4 研 究 室	増 田	千 利					

発 行 所 科 学 技 術 庁 金 属 材 料 技 術 研 究 所
 (本 所) 〒153 東京都目黒区中目黒2-3-12
 T E L (03)3719-2271, F A X (03)3792-3337
 (筑波支所) 〒305 茨城県つくば市千現1-2-1
 T E L (0298)51-6311, F A X (0298)51-4556

通 巻 第 390 号 平成3年6月発行
 編 集 兼 発 行 人 真 鍋 烈
 印 刷 所 株 式 会 社 三 興 印 刷
 東京 都 新 宿 区 西 早 稲 田 2-1-18