

# 無機材研ニュース

第95号

昭和60年12月

## 400kV高分解能分析電子顕微鏡

第3研究グループ 主任研究官 板東義雄  
(第11研究グループ 主任研究官 松井良夫、  
技術課 北見喜三)

分析電子顕微鏡は、透過型電顕(TEM)の鏡体にエネルギー分散型X線検出器や電子線エネルギーアナライザーなどの分析アタッチメントを取り付け、電顕観察を行いながら局所部の元素分析、構造解析や結合状態分析を行なう装置である。最近は、セラミックスをはじめとした材料の微細構造解析手段として盛んに利用され始めている。

しかしながら、既存の分析電子顕微鏡は入射電子の加速電圧が100kVか200kVかの低電圧であることから、装置の性能に大きな欠点があった。それらの主な点を列記すると、

1. TEMの分解能が悪い。分析電子顕微鏡では分析アタッチメントを付加した事により、対物レンズの球面収差が高分解能専用型に比べて大きくなり、分解能が著しく低下する。たとえば、200kVの高分解能電顕(JEM-200CX)の点分解能が $2.3\text{\AA}$ であるのに対して、同電圧の分析電顕の分解能は $4.5\text{\AA}$ である。

2. 元素分析時の検出感度、すなわちピークとバックグラウンドの比(P/B)が小さい。この為、微量成分元素の分析が難しい。

3. 分析可能な最小領域幅(これを空間分解能という)が大きく、極微小領域の分析が困難である。

上記の1)から3)の観察機能は一般に加速電圧の増大とともに向上する事が期待される。こうした観点から、加速電圧を400kVに高電圧化した高分解能型の分析電子顕微鏡(JEM-4000EX)を昭和59年3月に当所に設置した。本稿では、当所に設置された400kV分析電子顕微鏡の特徴について、特に上記1)から3)の性能が加速電圧の増大によりどのように改善されたのかを中

心に紹介する。

### 1. 高分解能化

TEMの理論分解能は近似的に次式が与えられる。

$$d = 0.65C_S^{1/4}\lambda^{3/4}$$

ここで $C_S$ は対物レンズの球面収差係数、 $\lambda$ は電子の波長である。分解能を向上させるには $C_S$ の小さい高性能電子レンズを用いることと、入射電子のエネルギーを増大させることである。

400kV分析電顕の分析用対物レンズの球面収差及び色収差係数は400kVにおいて、 $3.3\text{mm}$ 、 $2.6\text{mm}$ である。入射電子ビームの開き角を $1\text{ mrad}$ 、 $\text{LaB}_6$ 電子銃のエネルギー幅を $1.5\text{eV}$ として、最適撮影条件での理論点分解能を計算すると、点分解能 $0.23\text{nm}$ が達成されていることが明らかとなった。

図1は400kV分析電顕で撮影された $\text{SiC}$ (6H型の多形)の結晶構造像である。写真中 $\text{SiC}_4$ 四面体が黒点に、四面体間の空隙が白点に対応する。図中の計算像は実験像と非常に良い一致を見ている。黒点の配列はC軸方向に $1.51\text{nm}$ の周期で、 $\dots\text{CABC'B'A'C}\dots$ の積層から成ることが写真から容易に読み取ることができ、今回観察された電顕像のコントラストは、過去に $1\text{MeV}$ の高分解能電顕を用いて撮影されたものと近似的に等しく、本装置が高分解能観察にも十分適した分解能をもっていることが実験的に証明された。

### 2. 分析機能の拡大

#### 2.1 EDS分析

エネルギー分散型X線分光法(EDS)は、試料か

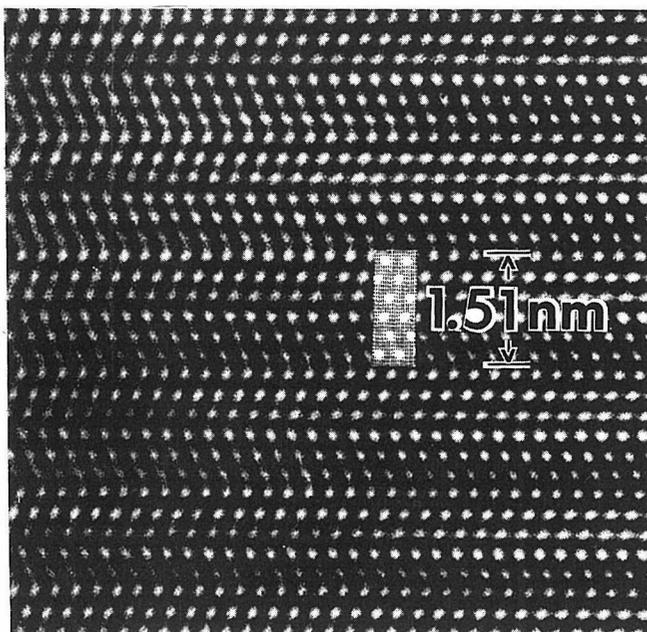


図1 400kV高分解能分析電子顕微鏡(JEM-4000EX)で撮影された6H-SiCの結晶構造像。図中は計算像。

ら発生した特性X線を半導体X線検出器により波高分析し、試料の局所部の化学組成を分析する技法である。特性X線スペクトルピークの強度とバックグラウンド強度の比、すなわちP/B比は定量分析の精度や微量成分の検出を決定する重要な因子であり、できるだけ大きい値が望ましい。P/B比を増大させるには、バックグラウンド強度を減少させることである。バックグラウンドは主に制動輻射(Bremsstrahlung)と鏡体からのX線ノイズに起因する。制動輻射による強度は加速電圧に逆比例するので、高電圧化する程減少する。一方、鏡体からのX線ノイズは高電圧に伴ない増大する傾向にあるので、そのX線シールド対策が技術的に重要である。本装置では、Pbなどの重金属板を数ヶ所にそう入し、ハードX線の発生を極力押えるとともに、対物レンズのポールピースをグラファイトでカバーすることによりX線のシールド対策を行った。その結果、P/B比を増大させることに成功した。

図2はAl, Ge, Agの蒸着膜試料(厚さ100nm)に1nA電流の電子プローブ(約1ミクロン直径)を照射した時に発生した特性K $\alpha$ 線のP/B比を、100kVから400kVの電圧範囲で測定した結果である。P/B比は電圧の増加とともに連続的に増大する。その値は400kVで、460(Al)、178(Ge)、38(Ag)で、100kVの値と比較すると、1.7倍(Al)、2.3倍(Ge)、3.8倍(Ag)だけ大きい。P/B比の絶対値は原子番号の小さい元

素程大きく、また加速電圧による効果は逆に原子番号の大きい元素程顕著である点が特徴的である。

## 2.2 EELS分析

電子線エネルギー損失分光(EELS)は、試料を透

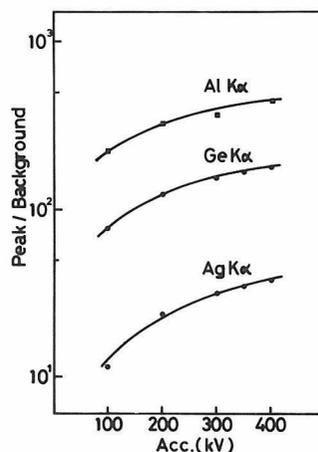


図2 EDSスペクトルでのAl, Ge, AgのK $\alpha$ 線のピークとバックグラウンドの比(P/B)の加速電圧による変化。P/B比は電圧とともに連続的に増大する。

過した非弾性散乱電子のエネルギー損失量をエネルギーアナライザーにより分析し、試料の局所部の化学組成や結合状態を解析する技法である。EELSはEDSに比べて軽い元素に対する検出効率が高いなどの利点をもつが、数百Å以下の薄膜試料でないとな分析が難しいなどの問題がある。一般に電圧が増大すると、非弾性散乱電子の平均自由行路が長くなり、多重散乱の影響が減少する。従って、より厚い試料の分析が可能になると期待される。さらに、電圧が増大すると非弾性散乱電子の散乱角が減少するので、エネルギーアナライザーに入射する電子の強度が増大し、内殻励起吸収端のP/B比が増大すると予想される。

図3は非晶質Siと単結晶BNをEELSで分析した時の各々の吸収端のP/B比の電圧による変化を示したものである。SiのK殻吸収端のP/B比は100kVの2.8から400kVの4.6と約1.6倍増大する。他の吸収端ピークについても同様にP/B比は電圧とともに増大する。

### 2. 3 空間分解能

加速電圧が増大すると試料中の電子プローブの広がりが減少するので、EDSやEELS分析の空間分解能は向上することが期待される。図4はMgTiO<sub>3</sub>母相中に析出したTiO<sub>2</sub>界面の近傍を約4nm直径の電子プローブを照射して、発生した特性X線の強度比(Mg/Ti)を測定したものである。試料の厚さは約80nm。図から、EDS分析の空間分解能が100kVの43nmから、400kVで17nmへと向上することが明らかとなった。

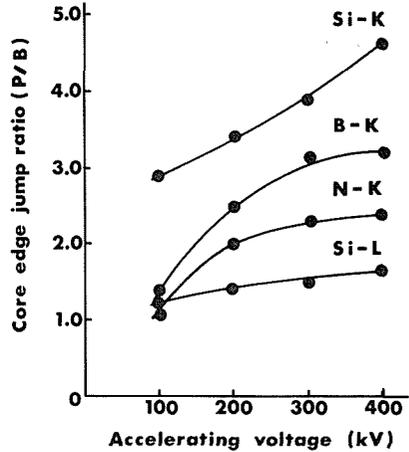


図3 EELSスペクトルでの内殻励起吸収端のP/B比の加速電圧の依存性。P/B比は電圧とともに増大する。

以上、図1から図4に示したように、加速電圧を400kVに高電圧化した事により、TEMの分解能、EDSやEELSの分析機能や空間分解能が著しく向上することが明らかとなった。分析電顕の高分解能化の実現の結果、高分解能観察と局所元素分析の観察が同一の装置で併用実験できるようになった。400kV高分解能分析電顕は、未知物質の組成や構造の決定をはじめセラミックスの微構造の解析に今後大いに利用されていくであろう。

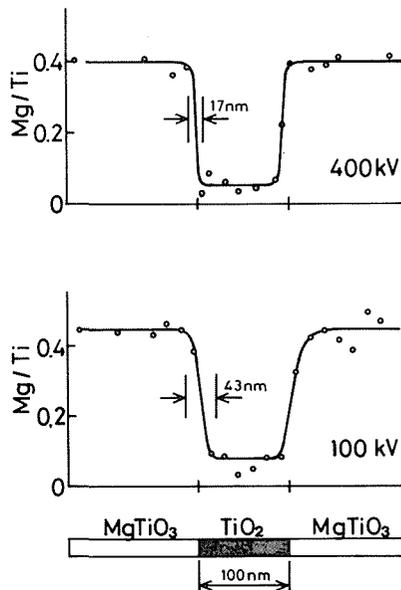


図4 EDS分析での空間分解能の測定。100kVで空間分解能が43nm, 400kVで17nm。試料の厚さ, 80nm。

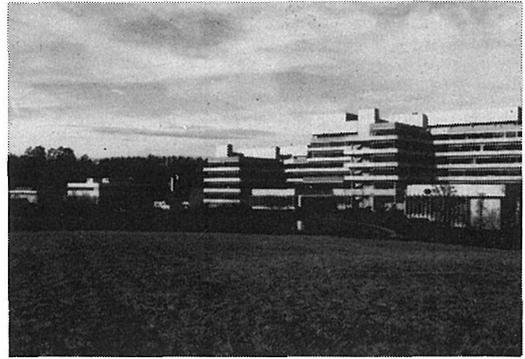
# マックスプランク粉末冶金研究所に滞在して

第3研究グループ 主任研究官 田中英彦

1984年7月から85年6月までの1年間、西ドイツマックスプランク粉末冶金研究所に客員研究員として滞在した。マックスプランク研究所の組織は西ドイツ各地と近隣国に点在する50の研究所から成っている。これらは主に自然科学と医学であるが文化系の研究所もある。私は南ドイツのStuttgart市に滞在したのだが、ここには金属と固体物理の2つの研究施設があり、前者は材料科学研究所と物理研究所に分かれていた。さらに私は材料科学研究所の中の粉末冶金研究所に所属した。その正式の名称は"Max-Planck-Institut für Metallforschung, Institut für Werkstoffwissenschaften, Pulvermetallurgisches Laboratorium(PMLと約す)と言う。所長は金属物理とセラミックスの分野で有名なPetzow教授である。所は20名程の研究員、十数名の博士課程の学生、7~8名の外国からの客員教授、研究員、学生に秘書と技術員、総勢80名ほどから構成されていた。研究員は学生を指導し、2~3名の技術員と共に各自の研究を進めていた。

PMLは本来金属冶金の研究所であるから、設備の大半は金属に関連したものであった。W, Ta, Nbなどの高純度金属の合成やWの焼結が精力的に行なわれていた。W-NiまたはW-Cu系の焼結では新しい液相焼結のモデルが提案され注目された。ここはBe金属の処理設備を持つことで知られるが、Be合金の相関係数などの研究はPMLならのもと言える。私が来所した当初、Be金属用の新設されたFZ 炉がBe単結晶を作り出しており、大きな成果を上げていた。さらに、金属合金の平衡の計算および実験はPMLにおける金属研究のもう一つの特徴である。Fe-Co-Va系やAg-Cu-Cd系の平衡図は中でもよく知られている。電算機による相平衡の計算はセラミックスにも応用され興味が行かれた。例えば、Si-N-C-O系やSi-C-Al-B系等の筆者の感心が深い系について詳細に反応や安定相の計算結果が得られていた。それらはよく実験結果を説明していた。

研究所におけるセラミックスの研究はジルコニア系材料とサイアロン材料に代表される。Claussen博士はジルコニア粒子分散強化材料の発見者として知られるが、酸化物セラミックスグループのチーフをしていた。ここ数年来の彼の精力的な仕事と同僚であるRühle博士による電顕観察の結果は相転移強化メカニ



Stuttgart市の郊外にあるマックスプランク研究所。左側が粉末冶金、右は固体物理研究所。

ズムを明らかにしつつある。博士の下には3人の学生と2~3人の研究生がいてジルコニア粒子分散材料の研究を進めており、粉体プロセスと焼結、組織と強度等の具体的なテーマを検討していた。現在、博士は昇任されHamburg-Harburg工科大学を併任され、居をHamburgに移された。

非酸化物セラミックスグループはGreil博士によって運営され、4人の学生を指導していた。対象は主にサイアロン系材料で、相平衡の実験、粉体および焼結プロセス、新材料の開発とテーマは多岐にわたっていた。しかし、基本的な研究方針は相平衡の解明とそれに基づく材料開発であった。例えば、サイアロン系材料ではその粒界第2相が強度などの性質に影響を与えているが、その組成変化、粒界ガラス相の結晶化などについて相平衡(関係)から定量的な議論が行なわれていた。さらにその結果は焼結助剤の選択、材料の開発への有力な武器となっていた。

筆者はGreil博士と共同し、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ -SiC複合材料の常圧焼結とHIPをテーマに新材料の開発を行なった。この研究の目的は、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ マトリックスにSiC粒子を分散させ高強度化を計ること、複合材料の常圧焼結の可能性とHIPの有効性を調べることであり、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ とSiC接合界面の分析であった。実験は多くの研究者の協力が得られてスムーズに進んだ。

セラミックスの研究開発は西ドイツでもブームで、産業界の寄せる期待は大きいと感じた。そして、国が指導するプロジェクト"自動車用セラミックタービン

エンジンの開発”は第2期が試作エンジンによる通常運転と言う成果をもって終り、研究者は自信を深めていた。今は第3期に入り、産業界に広くセラミックスを応用しようとしている。このような中でPMLではセラミックス専用の研究施設を新設し、今の研究所と同規模の組織を作ろうとしていた。近い将来、

Stuttgartは西ドイツのセラミック研究の中心になるかも知れない。PMLと無機材研の交流が深まることを願う次第である。

最後に筆者を客員研究員として招いていただいたPetzow所長に深く感謝いたします。

## 外部発表

### ※ 投 稿

登録番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
1492	Deuterium Retention in TiC Crystals Prepared by Chemical Vapor Deposition and Floating Zone Methods	佐藤健太郎・山口 貞衛 藤野 豊・平林 真 橋本 洋・小沢 国夫 大谷 茂樹	J. Nucl. Mat. 128 & 129, 698, 1984
1493	Rietveld Refinements for Calcium and Yttrium Containing $\alpha$ -Sialons	泉 富士夫・三友 護 板東 義雄	J. Mat. Sci. 19, 3115, 1984
1494	非酸化物セラミックスの研究	三友 護	FC Report 2, 11, 8, 1984
1495	Thermal Conductivity of $\alpha$ -Sialon Ceramics	三友 護・廣崎 尚登 三橋 武文	J. Mat. Sci. Lett. 3, 915, 1984
1496	Spinodal Decomposition in $TiO_2 \cdot SnO_2$ Studied by 1 MV HRTEM	堀内 繁雄・泉 富士夫 菊地 武・内田 健治	Philosophical Magazine A 50, 6, L29, 1984
1497	Mossbauer Study of Magnetic Ordering in a Triangular Spin System: $RFeMO_4$	田中みどり・白鳥 紀一 君塚 昇	J. Phys. Soc. Japan 53, 12, 4113, 1984
1498	Development of Microstructure during Intermediate- and Final-Stage of Sintering	池上 隆康・守吉 佑介	窯業協会誌 92, 12, 728, 1984
1499	バナジウム複硫化物の陽イオン分布	野崎 浩司	日本結晶学会誌 26, 220, 1984
1500	サイアロンセラミックス	三友 護	化学工業 1月号, 31, 1985
1501	Phase Relations in the System $NH_4Ti_2P_3O_{12}-NH_4Zr_2P_3O_{12}$	小野 晃	Bull. Chem. Soc. Jpn. 58, 381, 1985
1502	Diffusional Creep in Sintered Silicon Carbide	田中 英彦・猪股 吉三	窯業協会誌 93, 1, 45, 1985
1503	(Ba, Pb) $TiO_3$ の合成と組成変動の検討	掛川 一幸・毛利 純一 千葉 俊一・白岩 信一 高橋 紘一郎	日本化学会誌 1, 9, 1985
1504	人工骨・歯とバイオテクノロジー	牧島 亮男	日本の科学と技術 26, 231, 40, 1985
1505	Reply on Direct Observation of Crack Tip Geometry of $SiO_2$ Glass by High Resolution Electron Microscopy	友沢 稔・板東 義雄 伊藤 節郎	J. Amer. Ceram. Soc. 67, 11, C-254, 1984
1506	精密加工技術の高度化を目指して	遠藤 忠	日本の科学と技術 26, 231, 55, 1985
1507	Reaction in the System $N(CH_3)_4-ZrO_2-P_2O_5-H_2O$ . Preparation and Characterization of Framework Zirconium Phosphate $(NH_4)_xH_{1-x}Zr_2(PO_4)_3$ and $HZr_2(PO_4)_3$	木島 剛・矢島 祥行	Bull. Chem. Soc. Jpn. 58, 2, 570, 1985
1508	Comment on "Spectroscopic Evidence for Localized and Extended F-Symmetry States in $CeO_2$ "	藤森 淳	Phys. Rev. Lett. 53, 26, 2518, 1984

登録番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
1509	フラッシュ法によるセラミックスの熱特性の測定	三橋 武文	先端技術ハイライト 17号, 1, 1985
1510	Irradiation of Atomic Hydrogen on TiC Surfaces	大石 健司・熊代 幸伸 藤森 淳・宇佐美誠二	J. Nuclear. Mat. 128 & 129, 934, 1984
1511	TiC単結晶の電界放射電子のフラッシング温度依存性	安達 洋・藤井 清 財満 鎮明・柴田 幸男 大谷 茂樹	真空 27, 8, 658, 1984
1512	Mechanism of Electron Exchange between Low Energy He <sup>+</sup> and Solid Surfaces	左右田龍太郎・青野 正和 大島 忠平・大谷 茂樹 石沢 芳夫	Surf. Sci. Lett. 150, L59, 1985
1513	高輝度電子源としてのLaB <sub>6</sub> , TiC単結晶	石沢 芳夫・田中 高穂 大谷 茂樹	エレクトロニクス用結晶材料 の精密加工技術 第8節, 116, 1985
1514	ICマスクと材料	牧島 亮男	シーエムシー 1月号, 第2章, 80, 1985
1515	ニューセラミックスの研究開発の現状	長谷川安利	ファインセラ
1516	機能性ガラスとは —機械技術者のために—	牧島 亮男	機械の研究 37, 3, 39, 1985
1517	Bioceramics —生体材料 Apatite —	門間 英毅	Proc. the First Korea-Japan Seminar on New Ceramics
1518	価数揺動状態の光電子分光	藤森 淳	フォトン・ファクトリー・ニュース
1519	Preparation and Properties of the New High Pressure Phase $\beta$ -Zr(OH)PO <sub>4</sub>	小野 晃・岡村富士夫	Bull. Chem. Soc. Jpn. 58, 3, 1051, 1985
1520	Dislocations in MgO	守吉 佑介・池上 隆康	Adv. Ceram. 10, 258, 1984
1521	Lifetimes of Bound Excitons in CdSe	南 不二雄・江良 皓	Sol. Sta. Commun. 53, 2, 187, 1985
1522	Thermal Alteration of Succinate-Complexed Octacalcium Phosphate	門間 英毅・後藤 優	J. Mat. Sci. Lett. 4, 147, 1985
1523	Magnetic Properties of Lu <sub>2</sub> Fe <sub>3</sub> O <sub>7</sub>	杉原 忠・白鳥 紀一 君塚 昇・飯田 潤治 広吉 秀俊・中川 康昭	J. Phys. Soc. Japan 54, 3, 1139, 1985
1524	高強度セラミックス —はさみからエンジンまで—	猪股 吉三	化学教育 33, 1, 29, 1985
1525	セラミックスの格子欠陥 焼結 —その1—	池上 隆康・守吉 佑介	日工マテリアル 2, 7, 54, 1984
1526	Plotter-Drawing of Print-Ready Twin Figures	加藤 克夫	N. Jb. Miner. Mh. H, 2, 92, 1984
1527	Differences between {110} and {211} Facets of Rare-Earth Garnets Grown from the Melt and their Formation Mechanisms	北村 健二・木村 茂行 樋口 幹夫・押切 利広 小松 啓	J. Cryst. Growth 69, 537, 1984
1528	無機・有機複合ホスト	木島 剛	Petrotech 8, 4, 18, 1985
1529	Well Defined Superlattice Structures Made by Phase-Locked Epitaxy using RHEED Intensity Oscillations	坂本 続徳・太田 公広 板東 義雄	Superlattices and Micro- structures 1, 4, 347, 1985
1530	Tetracaesium Divanadate Dihydrate, Cs <sub>4</sub> V <sub>2</sub> O <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	加藤 克夫・室町 英治	Acta Cryst. C41, 163, 1985
1531	Optimum Angle of Deflection Electrodes of a Cylindrical Electrostatic Analyzer	大島 忠平・左右田龍太郎 青野 正和・石沢 芳夫	Rev. Sci. Instrum. 56, 2, 227, 1985
1532	The Relative Stabilities of Bi <sub>2</sub> MoO <sub>6</sub> Polymorphs	小玉 博志・渡辺 昭輝	J. Sol. Sta. Chem. 56, 225, 1985

登録番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
1533	$^{57}\text{Fe}$ Mössbauer Study of Synthetic $\text{Fe}^{3+}$ -Mellilites	赤坂 正秀・大橋 晴夫	Phys. Chem. Minerals 12: 13, 1985
1534	セラミックスのキャラクタリゼーション —構造用セラミックスのキャラクタリゼーション—	三友 護・板東 義雄	機能材料 6月, 52, 1985
1535	層状構造をもつ $\text{YbFe}_2\text{O}_4$ 型化合物について	君塚 昇・白鳥 紀一	日本結晶学会誌 26, 334, 1984
1536	High-Resolution Electron-Microscopy Study of Irradiation-Induced Defects in the $\beta''$ Phase of Potassium Ferrite	松井 良夫・板東 義雄 北見 喜三・R.S. Roth	Acta Cryst. B41, 27, 1985
1537	X線および中性子回折図形の Rietveld 解析システム	泉 富士夫	日本結晶学会誌 27, 23, 1985
1538	Field Electron Emission Properties of TiC Single Crystals	藤井 清・財満 鎮明 安達 洋・大谷 茂樹	J. Appl. Phys. 57, 5, 1723, 1985
1539	Bioceramics —生体材料 Apatite—	門間 英毅	Proc. 1st Korea-Japan Seminar on New Ceramics 472, 1984
1540	Phase Diagram of Ti-S System	佐伯 昌宣・小野田みつ子	Proc. 6th Inter. Symp. "High-Purity Mat. in Sci. Tech." 204, 1985
1541	Normal Sintering of Al-doped $\beta$ -SiC	田中 英彦・猪股 吉三 原 和久・長谷川晴久	J. Mat. Sci. Lett. 4, 315, 1985
1542	合成サイアロン粉末の焼結性	三友 護・塩見 達也 吉松 英之・堤 正幸	窯業協会誌 93, 2, 69, 1985
1543	アルコキシドによる $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ の合成と組成変動	掛川 一幸・毛利 純一 今井 賢・白岩 信一 高橋絃一郎	日本化学会誌 4, 692, 1985
1544	チタン酸カリウム繊維の特性と自動車への応用	藤木 良規	自動車研究 7, 6, 227, 1985
1545	X線および中性子回折図形の Rietveld 解析	泉 富士夫	鉱物学雑誌 17, 1, 37, 1985
1546	Oxygen Diffusion in Single Crystal Yttrium Aluminum Garnet	羽田 肇・宮沢 靖人 白岩 信一	J. Cryst. Growth 68, 2, 581, 1984
1547	Oxygen Self-Diffusion in Single Crystal Mn-Zn Ferrite	羽田 肇・山村 博 渡辺 明男・白岩 信一	J. Am. Ceram. Soc. 68, 2, C-53, 1985
1548	Complexation of Copper(II)-Montmorillonite with a Modified Cyclodextrin	木島 剛・小林美智子 松井 佳久	J. Inclusion Phenomena 2, 807, 1984
1549	Preparation of Barium Titanate by Oxalate Method in Ethanol Solution	山村 博・渡辺 明男 白岩 信一・守吉 佑介 棚田 正英	Ceram. Inter. 11, 1, 17, 1985
1550	Complexes of Apatitic Layered Compound $\text{Ca}_8(\text{HPO}_4)_2(\text{PO}_4)_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ with Dicarboxylates	門間 英毅・後藤 優	J. Inclusion Phenomena 2, 127, 1984

★ M E M O ★

研 究 会

10月7日 第7回高融点化合物研究会が「①電界放射顕微鏡による触媒作用 ②炭化チタンフィールドエミッターの電子放射特性」の議題で開催された。

10月21日 第32回結合状態研究会が「低速陽電子を用いた研究」の議題で開催された。

10月29日 第2回金属硫化物研究会が「表面物性及び触媒作用と金属硫化物」の議題で開催された。

10月30日 第8回高融点化合物研究会が「プラズマ

エッチングプロセスにおけるイオン衝撃による表面変化」の議題で開催された。

10月31日 第11回炭化けい素研究会が「結晶表面の原子cloudsの動的観察の議題で開催された。

11月6日 第16回チタン酸塩研究会が「イオンの水和状態について」の議題で開催された。

11月18日 第12回炭化けい素研究会が「ジルコニアシリングについて」の議題で開催された。

11月19日 第8回電気光学結晶研究会が「酸化物の欠陥構造と電気材料特性(ペロブスカイトなど)」の議題で開催された。

11月21日 第5回酸化ビスマス研究会が「①NbCにおける散漫散乱と欠陥構造 ②PSZ(部分安定化ZrO<sub>2</sub>)の電気伝導度」の議題で開催された。

11月27日 第13回炭化けい素研究会が「ベリリアの変形, TEMによるその場観察」の議題で開催された。

## 外国出張

第9研究グループ主任研究官牧島亮男は、「新種ガラス, 非晶体の研究開発に関する調査及び日米研究協力の可能性の調査」のため, アメリカ合衆国へ昭和60年10月13日から昭和60年11月11日まで出張した。

第3研究グループ主任研究官三友護は、「セラミックスの焼結に関する研究討論」のため, 大韓民国へ昭和60年10月15日から昭和60年10月23日まで出張した。

第7研究グループ主任研究官小松優は、「希土類金属イオンの分離に関する研究」のため, アメリカ合衆国へ昭和60年10月21日から昭和61年10月19日までの予定で出張した。

第8研究グループ主任研究官神田久生は、「高温・高圧下での無機材料の合成に関する研究」のため, アメリカ合衆国へ昭和60年10月29日から昭和61年10月28日までの予定で出張した。

第1研究グループ研究員羽田肇は、「耐放射線性原子力産業用材料に関する研究」のため, フランス国へ昭和60年11月3日から昭和61年11月2日までの予定で出張した。

## 外国人の来所

下記の外国人の訪問があった。

9月11日 劉 定千他4名 中国科学院

9月18日 楊 豎瑾他4名 中国有色金属公司

10月3日 王 林他2名 中国機械工業部鄭州磨具磨剤研究所

10月3日 Mr. Geoff Deeham 英国BBCプロデューサー

10月12日 鄭 志明他1名 中国科学院高能物理研究所

10月19日 George S. Hammond 米国アライド社

10月25日 Mr. Jose Ignacio Goenaga Lubier 他10名 スペインバスク地方の調査団

10月25日 周 而复他5名 中国人民対外友好協会代表団

10月25日 Prof. John Hallet 米国 Desert Research Institute Atmospheric Science Center

10月28日 Prof. J. Bovin スウェーデンランド大学

10月30日 Dr. Fridus Valkema 他6名 オランダゾーリンゲン大学

11月7日 Dr. Willem Vedder 米国GE社マネージャー

11月12日~13日 Dr. T. White オーストラリアAAEC

11月13日 J. Castaing 他1名 フランスCNR材料物理研究所

11月18日 Alex Jost スイス シントン社

11月19日 W.D. Kingery 米国マサチューセッツ工科大学

11月19日 D. Michel フランスパリ大学

11月21日 日韓セラミックセミナーメンバー

## 第13回 無機材質研究所研究発表会開催される

第13回無機材質研究所研究発表会は, 11月28日(木) 筑波研究学園都市・研究交流センターで180名を越える参加者を迎えて開催された。

まず, 後藤 優所長のあいさつの後, 「希土類けい酸塩ガラスに関する研究」及び「りん酸ジルコニウムに関する研究」の発表が行われ, 次いで午後には「超高压力技術に関する研究」及び「超高温耐熱セラミックスの研究開発」の発表が行われた。

## 最近の刊行物

無機材質研究所研究報告書

第42号 希土類けい酸塩ガラスに関する研究

第43号 りん酸ジルコニウムに関する研究

第44号 超高压力技術に関する研究

第45号 超高温耐熱セラミックスの研究開発

ご希望の方は, 管理部企画課に文書にてお申込み下さい。

発行日 昭和60年12月1日 第95号  
編集・発行 科学技術庁 無機材質研究所  
NATIONAL INSTITUTE FOR RESEARCH IN INORGANIC MATERIALS  
〒305 茨城県新治郡桜村並木1丁目1番  
電話 0298-51-3351