

# 無機材研ニュース

第150号

平成7年3月

## 新しい長周期構造ホモロガス化合物の合成

未知物質探索センター  
研究員 中村真佐樹



### 1. はじめに

未知物質探索には、いろいろな方法が考えられる。われわれは、未知物質探索の手がかりとして、物質を構成する元素がその物質の結晶構造においてどのような配位数を取るのかに注目した。構成元素を換えて相平衡図を作成しその元素の配位の特性について調べた。

具体的な例として、 $\text{In}_2\text{O}_3$ - $\text{M}_2\text{O}_3$ - $\text{ZnO}$ 系 ( $\text{M}=\text{Fe}, \text{Ga}$ , または  $\text{Al}$ ) を取り上げ、その  $1350^\circ\text{C}$  に於ける相平衡図を作成した。その結果この系には、ホモロガス化合物  $\text{InMO}_3(\text{ZnO})_m$  ( $m$ : 自然数) およびその固溶体が存在することが判明した。さらに、この長周期構造をとる三成分ホモロガス化合物を調べたところ、よく知られた二成分系  $\text{ZnO}$ - $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$ 、 $\text{ZnO}$ - $\text{ZnGa}_2\text{O}_4$  系にも、新しい長周期構造ホモロガス化合物  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$  および  $\text{Ga}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$  が発見された。

### 脚注\*)

ホモロガス化合物：マグネリ相  $\text{TiO}_{2n-1}$  ( $n=4, 5, \dots, 9$ ) のように組成式における  $\text{TiO}_2$  の数だけ異なる一群の化合物をホモロガス (同族列) 化合物という。

### 2. ホモロガス化合物の合成

出発原料として、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{M}_2\text{O}_3$  ( $\text{M}=\text{Fe}, \text{Ga}$ , または  $\text{Al}$ )、 $\text{ZnO}$  を用いた。 $\text{InMO}_3(\text{ZnO})_m$  を合成する場合には、それぞれの試薬を  $\text{In}_2\text{O}_3 : \text{M}_2\text{O}_3 : \text{ZnO} = 1 : 1 : 2m$  (モル比) で秤量し、めのう乳鉢内で混合した。混合物を白金管 ( $5\text{mm}\Phi \times 25\text{mm}$ ) に封入し、3日ないし7日間  $1350^\circ\text{C}$  で加熱したのち、急冷した。得られた試料は粉末 X線回折、単結晶構造解析、電子線回折、電子顕微鏡、EPMA等で調べた。

### 3. ホモロガス化合物の出現する系の相平衡図

ホモロガス化合物が生成する  $1350^\circ\text{C}$  に於ける  $\text{In}_2\text{O}_3$ - $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$ - $\text{ZnO}$  系の相平衡図<sup>1)</sup> を図1 (AおよびB) (図Bは、図Aの拡大図:  $\text{ZnO}$  濃度  $80\text{mole}\%$  以上の領域) に示す。

図中の太線で示された  $\text{ZnO}$  の組成が一定の線上に、ホモロガス化合物  $\text{InFeO}_3(\text{ZnO})_m$  とその固溶体  $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})$ - $\text{InFeO}_3(\text{ZnO})_m$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$  が存在する。固溶体  $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$ - $\text{InFeO}_3(\text{ZnO})_m$  の領域では、結晶構造の項で述べるように、5配位の位置の  $\text{In}$  が  $\text{Fe}$  に置換し、固溶体  $\text{InFeO}_3(\text{ZnO})_m$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$  の領域では、6配位の位置の  $\text{In}$  が  $\text{Fe}$  に置換している。このことは、固溶体  $\text{In}_{2-x}\text{Fe}_x\text{O}_3(\text{ZnO})_m$  の格子定数  $a$ 、 $c$  の組成  $x$  依存性 (図2) および  $\text{In}$  と  $\text{Fe}$  のサイト選択性から結論された<sup>1)</sup>。

$\text{Fe}$  を  $\text{Ga}$ 、または  $\text{Al}$  置き換えた  $\text{In}_2\text{O}_3$ - $\text{ZnGa}_2\text{O}_4$ - $\text{ZnO}$  系<sup>2)</sup>、 $\text{In}_2\text{O}_3$ - $\text{ZnAl}_2\text{O}_4$ - $\text{ZnO}$  系<sup>3)</sup> の  $1350^\circ\text{C}$  に於ける相平衡図を図1 (CおよびD) にしめす。これら両方の系に同型のホモロガス化合物が出現する。

これらの相平衡図で注目すべき点は、よく知られた  $\text{ZnO}$ - $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$  系で  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$  ( $m \geq 12$ ) と記述できるホモロガス化合物 (図1(B))<sup>4)</sup> が、また  $\text{ZnO}$ - $\text{ZnGa}_2\text{O}_4$  系で  $\text{Ga}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$  ( $m \geq 9$ ) (図1(C))<sup>5)</sup> と記述できるホモロガス化合物が存在することである。

### 4. ホモロガス化合物の結晶構造

ホモロガス化合物  $\text{InMO}_3(\text{ZnO})_m$  ( $m$ =自然数) は、層状構造をしている。

この構造は、Isobe等<sup>6)</sup> により同型構造の  $\text{LuFeO}_3(\text{ZnO})_m$  ( $m=1, 4, 5$  および  $6$ ) について X線単結晶

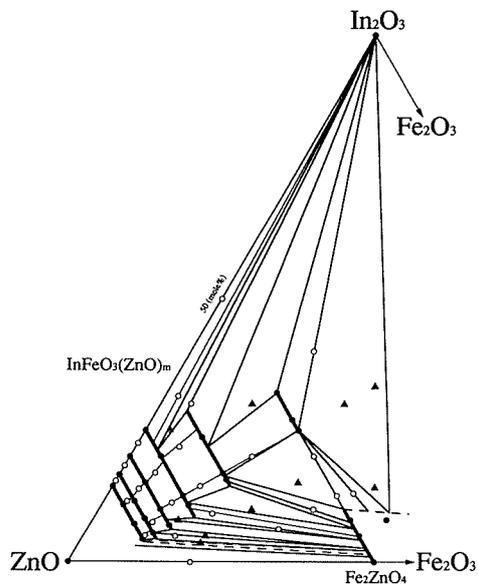


図 1 (A) : 1350°CにおけるIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnO系相平衡状態図。ZnOの濃度85mole%以下のみ。●は単一相、○は2相共存点、▲は3相共存点、太線は固溶体を表わす。

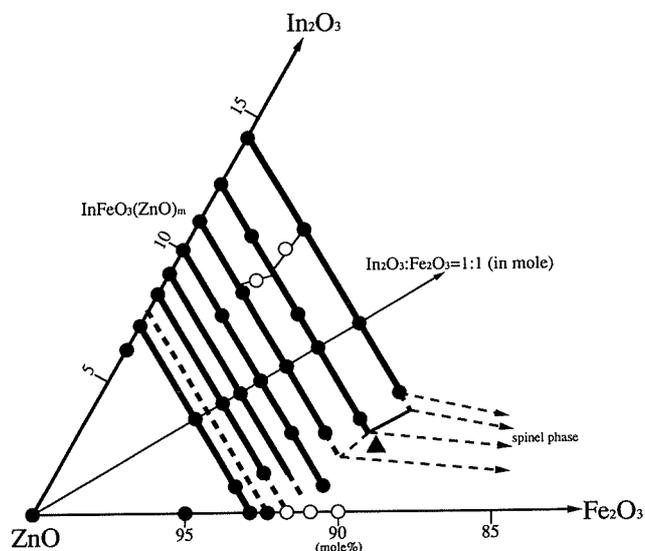


図 1 (B) : 1350°CにおけるIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnO系相平衡状態図。図 1 (A)のZnO濃度85mole%以上を拡大した。

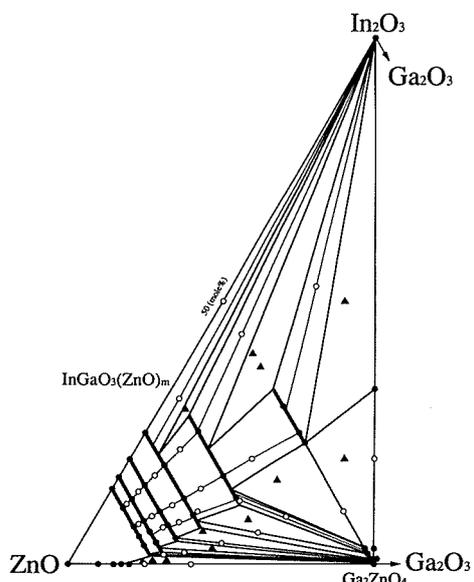


図 1 (C) : 1350°CにおけるIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnO系相平衡状態図。ZnO濃度85mole%以上を一部省略。

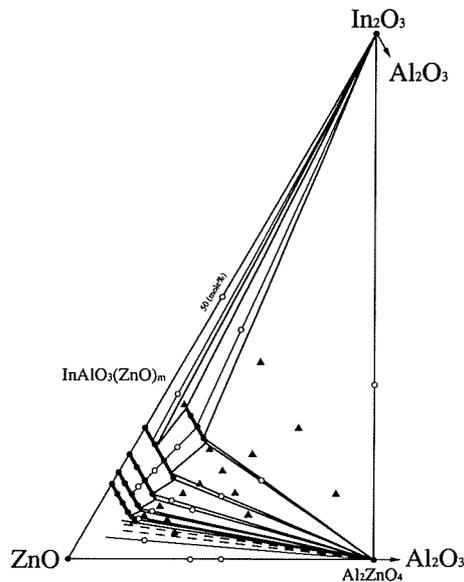


図 1 (D) : 1350°CにおけるIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnO系相平衡状態図。ZnO濃度85mole%以上を一部省略。

構造解析法にもとづき決定された。それによると、各構成原子は正三角形の頂点に位置し、その正三角形を平面にならべた形の、二次元の三角格子を構成している。構造の骨格は、酸素の最密充填格子からなる。つまり、上で述べた二次元の酸素の三角格子をその格子面に垂直に六方最密充填させる。ただし (m + 4) 枚 (mはInMO<sub>3</sub>(ZnO)<sub>m</sub>の添え字のm) 毎に立方最密充填させる。そして酸素格子の5配位の隙間に亜鉛Znまたは金属原子Mを配置し、6配位の隙間にインジウムInを配置させた構造である。

見方を変えると、配位子の酸素が、インジウムInに6配位している層と、亜鉛Znまたは金属原子Mに5配位して

いる層との二種類の層をc軸方向に積層させた構造とも見なせる。

InMO<sub>3</sub>(ZnO)<sub>1</sub>の結晶構造を図3(A)、(B)に示した。図3(A)には、ZnまたはMに酸素が5配位している層を配位多面体(三方両錐体)で表わした。この配位多面体は、互いに稜共有してc軸方向につながっている。配位多面体頂点の酸素の間にある原子は、インジウムInであって配位多面体の頂点酸素六個に配位している。図3(B)には、インジウムに酸素が6配位している層を配位多面体(正八面体)で表わした。配位多面体で表わされた層間には、5配位している層を形成する酸素(大きな○)、ZnまたはM(小さな○)が存在する。

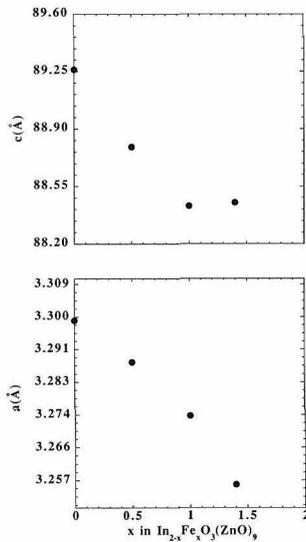


図 2 :  $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$ - $\text{InO}_3(\text{ZnO})_m$ -“ $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$ ”系に於ける $\text{In}_{2-x}\text{Fe}_x\text{O}_3(\text{ZnO})_m$ 固溶体の格子定数 a 及び c の組成依存性。

ホモロガス化合物 $\text{InMO}_3(\text{ZnO})_m$ の m が奇数の場合には、空間群  $R\bar{3}m$  (No. 166)、単位格子内の化学式の数  $Z = 3$ 、偶数の場合には、 $P6_3/mmc$  (No. 194)、 $Z = 2$  である。

#### 5. 電子顕微鏡によるホモロガス相の変調構造の観察

図 4 に Uchida 等<sup>7)</sup>によって撮影された $\text{InFeO}_3(\text{ZnO})_{13}$ の電子顕微鏡写真をしめす。黒く写っている部分は 6 配位のインジウム In を含む層である。この In を含む層に挟まれた部分は、5 配位の Zn または Fe を含む層である。この挟まれた層の大部分は亜鉛と酸素の層 (wurzite 構造の酸化亜鉛) であるが、この層の白く三角波状に見える部分に Fe が集まって変調構造が出現していることが高分解能分析電子顕微鏡によって明らかになった。

#### 6. まとめ

$\text{In}_2\text{O}_3$ - $\text{ZnM}_2\text{O}_4$ - $\text{ZnO}$  ( $M = \text{Fe}, \text{Ga}$  or  $\text{Al}$ ) 系の  $1350^\circ\text{C}$  に於ける相平衡図を作成した。その結果、数多くのホモロガス化合物 $\text{InMO}_3(\text{ZnO})_m$ とそれらの固溶体が存在することが明らかになった。さらにこれまで単純固溶体とされていた二成分系にもホモロガス化合物が存在することが明らかになった。

高分解能分析電子顕微鏡を用いての解析により、 $\text{InFeO}_3(\text{ZnO})_{13}$  は Zn または Fe に酸素が 5 配位している層内で変調構造をとることが明らかになった。その変調構造は、構成原子 Fe が 5 配位層で三角波状に分布するという興味深いもので、このような特異な原子分布を利用することにより新たな機能素子が作成されると期待される。

ここで述べた結果は、当研究所の君塚昇 (現 JICA)、磯部光正、板東義雄、毛利尚彦、および TDK の内田信也の各氏との共同研究の成果である。

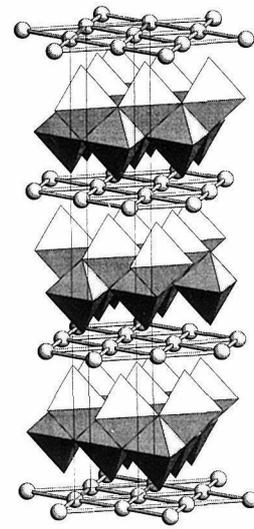


図 3(A) :  $\text{InMO}_3(\text{ZnO})$  の結晶構造。5 配位サイトにある Zn または M を配位多面体 (三方両錐体、 $(\text{Zn}, \text{M})\text{O}_5$ ) で示した。

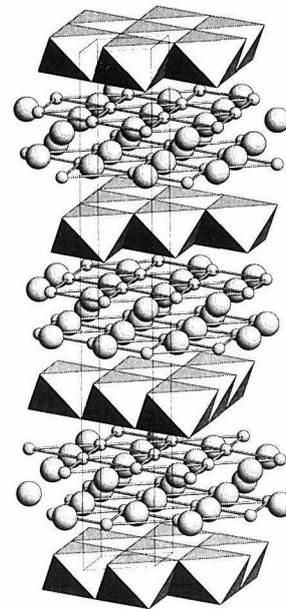


図 3(B) :  $\text{InMO}_3(\text{ZnO})$  の結晶構造。6 配位サイトにある In を配位多面体 (正八面体、 $\text{InO}_6$ ) で示した。

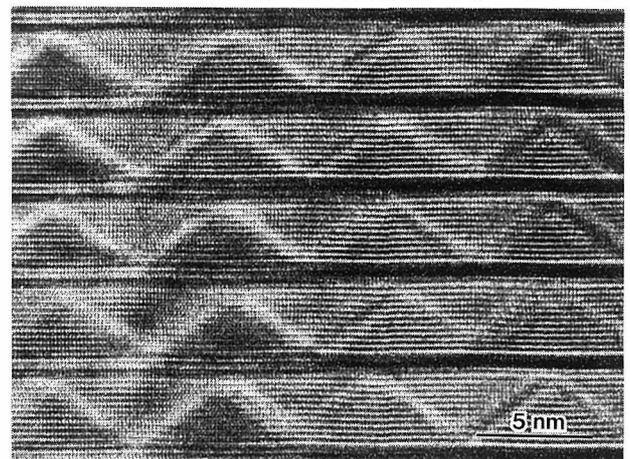


図 4 :  $\text{InFeO}_3(\text{ZnO})_{13}$  の 300kV 電界放射型分析電子顕微鏡像

参考文献

1). M. Nakamura, N. Kimizuka, and T. Mohri, J. Solid State Chem. 86, 16 (1990).  
 2). M. Nakamura, N. Kimizuka, and T. Mohri, J. Solid State Chem. 93, 298-315 (1991).  
 3). M. Nakamura, N. Kimizuka, and T. Mohri, J. Solid State Chem. 105, 538-549 (1993).  
 4). N. Kimizuka, M. Isobe, M. Nakamura, and T.

Mohri, J. Solid State Chem. 103, 394 (1993).  
 5). N. Kimizuka, M. Isobe, and M. Nakamura, J. Solid State Chem. 印刷中(1995).  
 6). M. Isobe, N. Kimizuka, M. Nakamura, and T. Mohri, Acta Cryst. C 50, 332 (1994).  
 7). N. Uchida, Y. Bando, M. Nakamura, and N. Kimizuka, J. Electron Microscopy 43, 146-150 (1994).

直衝突イオン散乱分光法による表面構造解析



第12研究グループ  
 研究員 速水 渉

1. はじめに

単結晶表面の構造解析手法には様々な方法があるが、有効な方法の一つに直衝突イオン散乱分光法、(ICISS, impact-collision ion scattering spectroscopy)がある。ICISSはISS (ion scattering spectroscopy) の特別な方法で、15年程前から行われてきた方法である<sup>1,2)</sup>。測定原理を簡単に解説すると、まず、入射イオンが標的原子に散乱されるとき、そのポテンシャルによりシャドウコーン (shadowcone) と呼ばれる領域が形成される (図1)。この形は2体間のポテンシャルが与えられれば決定される。実験的にはトーマス-フェルミー-モリエール (Tomas-Fermi-Molière) ポテンシャルを用いるのが適当であることがわかっている。イオンが表面に入射される際、その入射角が十分大きいときイオンはシャドウコーンの先端付近に衝突し後方に散乱される (図2(a))。入射角が小さくなるとシャドウコーンが隣の原子のシャドウコーンに隠されてしまい、イオンは後方に散乱されなくなる (図2(b))。したがって、測定系の散乱角を180度近くに設定し散乱イオン強度の入射角依存性を測れば、

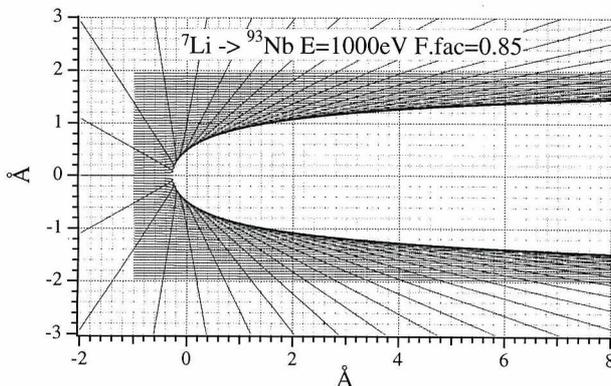


図1 シャドウコーンの例。入射イオンは<sup>7</sup>Li、標的原子は<sup>93</sup>Nb。

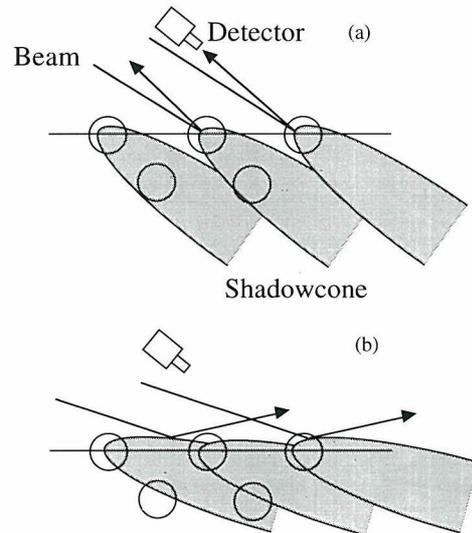


図2 ICISSの原理図。(a)(b)とも表面を横から見た図である。

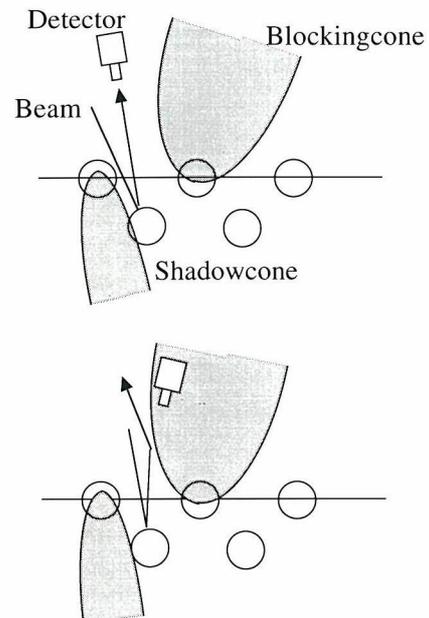


図3 ブロッキング効果の原理図。表面を横から見た図である。

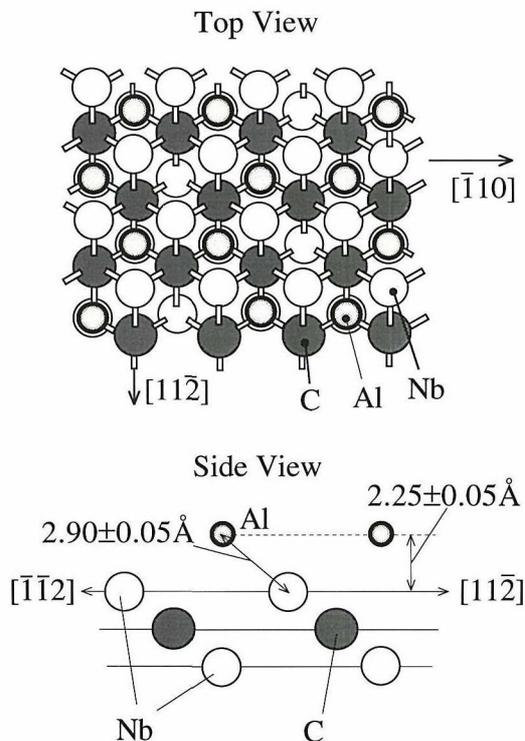


図6 NbC(111)-Al表面の構造。

図6のようになる。

### 3. 計算機シミュレーションについて

今まで述べてきたようにICISSは有力な構造解析手法である。しかし、他の手法でも同様であるが、実験データから構造を定量的に理解しようとする、計算機によるシミュレーションとの比較が不可欠である。これまでに様々なシミュレーション法が開発されてきたがそれらはいずれもかなり時間がかかるものであった。1990年に

Williams, Kato, Daley, Aonoにより発表されたアルゴリズムは<sup>5)</sup>、半解析的な手法を用い短時間でICISSスペクトルの計算ができるものである。しかし、この方法は2次元内に置かれた2原子による散乱しか扱えないので、ICISSスペクトルにしばしば現われる3次元散乱によるシャドーイングやブロッキングを計算できない。我々はWKDAのアルゴリズムにヒントを得て、3原子による3次元散乱を扱える計算法を開発した<sup>6)</sup>。一般的に2次元での問題を3次元に拡張しようとする、計算時間が膨大に増えて実用にならない場合が多いが、我々のアルゴリズムは計算時間をあまり増やさないのが利点である。

### 4. おわりに

このようにICISSは他の構造解析手法にない特徴を備えている。今後も単原子層程度の薄膜の作成と構造解析を行っていきたい。

### 参考文献

- 1) M. Aono, C. Oshima, S. Zaima, S. Otani and Y. Ishizawa: Jpn. J. Appl. Phys. 20, L829 (1981).
- 2) M. Aono, Y. Hou, R. Souda, C. Oshima, Y. Ishizawa, K. Matsuda and R. Shimizu: Jpn. J. Appl. Phys. 21, L670 (1982).
- 3) W. Hayami, R. Souda, T. Aizawa, S. Otani and Y. Ishizawa: Phys. Rev. B 47, 13752 (1993).
- 4) S. Otani, T. Tanaka and Y. Ishizawa: J. Cryst. Growth 62, 211 (1983).
- 5) R.S. Williams, M. Kato, R.S. Daley and M. Aono: Surf. Sci. 225, 355 (1990).
- 6) W. Hayami, R. Souda, T. Aizawa and Y. Ishizawa: Surf. Sci. 303, 247 (1994).

## タイの研究機関とファインセラミックス

松田 伸一

### 1. タイ王国の生活

タイ王国の面積は約51万km<sup>2</sup>で、日本の約1.4倍の広さである。位置は北緯5~21°、東経97~106°にあり日本との時差は2時間ある。首都のバンコク市は海拔が0~10mと低く、そのため運河が多く東洋のベニスと言われている。タイの人口は約7千万人であり、そのうちの10%がバンコク市に住んでいる。日本と同じで、人口は首都に集中している。

タイは年間を通じて常に夏のような気候である。1年は3季からなり、2月~5月が暑季、6月~10月が雨季、11月~2月が寒季となっている。暑季の平均気温は34°C、湿度は74%で、特に4月は暑い。しかし、常時微風が吹いており、日陰や天井の高い寺院に入ると比較的涼しく凌ぎ易い。その4月中旬にタイの正月があり、小学校は



夏休みとなる。雨期はモンスーンの来る季節で、各地に大洪水をもたらす。この雨期はまた多種多様の果物が豊

原子がシャドウコーンに隠される角度がわかる。これより隣り合う原子の距離が求められる。同様の原理でブロッキングコーン (blockingcone) を利用することもできる。図3に示すように、固体内部で散乱されたイオンが表面原子により散乱されることによってブロッキングコーンが形成される。散乱角を一定にして入射角を変化させていくと、ある角度でディテクターがブロッキングコーン内に入り、散乱イオン強度が減少する。ブロッキング効果の起こる角度から原子の位置関係を知ることができる。例として、NbC(111)面上に吸着したAlの構造解析について紹介する<sup>3)</sup>。

## 2. NbC(111)-Al表面の構造

NbCはNaCl型の構造で、その(111)面は極性表面である。フローティングゾーン法により作成されたサンプル<sup>4)</sup>を $10^{-10}$  torr台の真空中で約2200°Cに加熱すると、明瞭な $1 \times 1$ 構造を示すRHEEDパターンが得られる。再構成やファセットは生じない。He<sup>+</sup>イオンを用いたISSにより清浄表面はNb面であることがわかっている。図4に $[\bar{1}\bar{1}2]$ 方位のICISSスペクトルを示す。縦軸はNb原子により散乱されたLi<sup>+</sup>イオンの強度である。下の図は表面を横から見たもので、スペクトル中に現れるシャドーイングの幾何学的配置を説明している。74.5°のシャドーイングは1層目から3層目のNbへのもので、計算機シミュレーションとの比較によると内側に $0.20 \pm 0.05 \text{ \AA}$ 緩和し

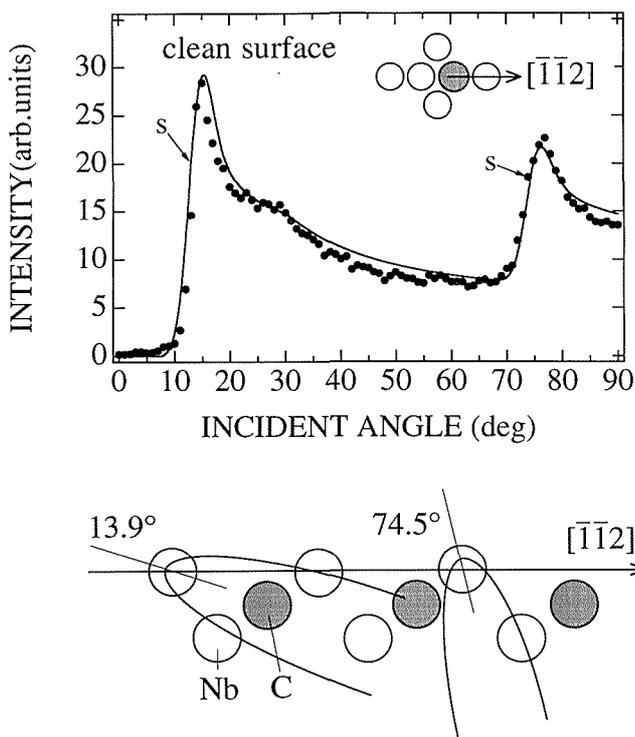


図4 NbC(111)清浄表面のICISSスペクトル。Liイオンの入射エネルギーは1 keV。散乱角は $160^\circ$ 。黒丸が実験データ、実線が計算結果である。sはシャドーイングを意味する。グラフ中の図は表面のユニットセルを上から見たものとイオンビームの入射方向を表す。

ていることがわかる。この値はバルクの層間距離の15.5%に相当する。同様に、 $[\bar{1}\bar{1}2]$ 方位のICISSスペクトルにより2層目のCは内側にわずかに $0.05 \pm 0.05 \text{ \AA}$ 緩和していることがわかっている。

清浄表面上に室温でAlを蒸着していきながらRHEEDパターンを観察すると、NbCのスポットの脇にAl膜のインコメンシュレートなスポットが現れる。十分蒸着させたあとサンプルを900°Cに加熱すると、 $(\sqrt{3} \times \sqrt{3}) - R30^\circ$ 構造を示すシャープなパターンに変化する。この構造をLi<sup>+</sup>イオンを用いたICISSで調べた。 $[\bar{1}\bar{1}2]$ 方位のICISSスペクトルを見てみると(図5)、45.4°に新たなシャドーイングが生じている(図4参照)。また、87°にブロッキング効果による強度の減少がみられる。これらは吸着したAl原子によるもので、下図に示されているようにAl原子が3層目のNb上のthreefoldサイトに位置していると推定される。14°付近のシャドーイングはAl原子に隠されない1層目のNbから2層目のNbへのもので、清浄表面のものと同じである。このピーク強度の減少からAlの被覆率が求められ、その結果は約0.66ML (monolayer) である。Alの吸着位置を正確に求めるために $[\bar{1}\bar{1}2]$ 方位で測定したICISSスペクトルと合わせるとAl原子の表面からの高さは $2.25 \pm 0.05 \text{ \AA}$ とわかる。Al原子を $\sqrt{3} \times \sqrt{3} - R30^\circ$ 構造で被覆率0.66MLとしてthreefoldサイト上に配置すると、構造は一意的に決まり

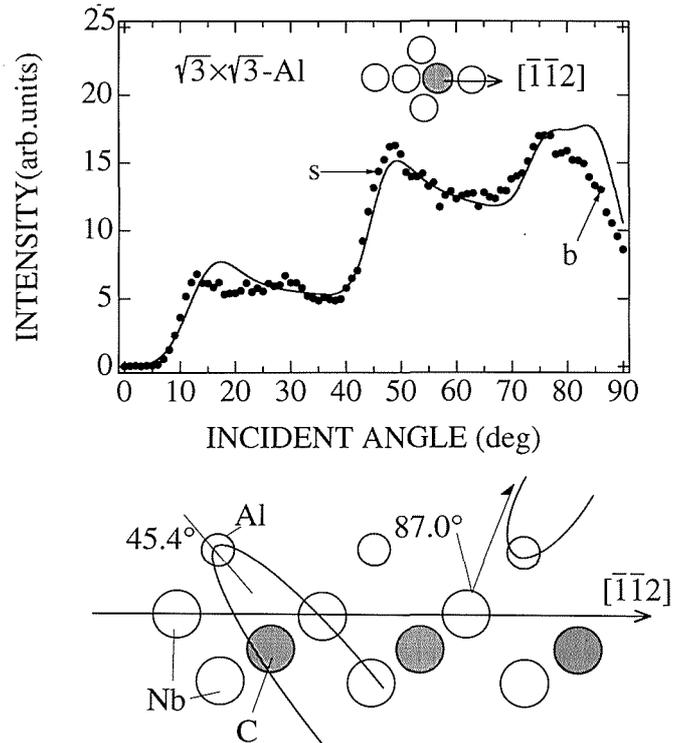


図5 NbC(111)-Al表面のICISSスペクトル。入射エネルギー、散乱角、記号は図4と同じ。bはブロッキングを表す。

富に出回る季節でもある。寒季は年間を通じて最も過ごし易い時期で、バンコクの平均気温も20～32°Cとなる。

## 2. タイの研究機関

タイの科学技術、エネルギーおよび環境に関する政策の立案、推進を行う行政機関として科学技術環境省(MOSTE)がある。このMOSTEの役割は極めて大きく、日本で言えば科学技術庁の他、通産省工業技術院、環境庁、さらには文部省の1部の機能を有している。

現在私のいるタイ科学技術研究所(TISTR)はMOSTEに直属する唯一の研究機関である。TISTRは、つくば研究学園都市にある大部分の研究所を総括した総合研究所に相当する。TISTRの組織は、事務部門3局、第1～第4研究グループの研究部門、さらに研究支援グループから構成されている。4つの研究グループはさらに各々4つの研究部に分けられ、ファインセラミックスの研究は、その第2研究グループの「金属および材料工学部(MMTD)」で行われている。

TISTRは大変恵まれた研究環境にあり、研究設備や研究機器も相当よく整備されている。研究機器は先進諸国から供与されたものが多いが、その中でもJICAによる機器供与は群を抜いている。

タイの教育は日本と同じく6-3-3-4制である。大学は全部で45校ある。国立大学には、セラミックスの講座があり、ファインセラミックスの研究は国立大学4校を中心に行われている。つまり、バンコク市にあるChulalongkorn大学とMahidol大学、北部チェンマイ市にあるChiang Mai大学、南部Songkla市にあるPrince of Songkla大学の4校である。Chulalongkorn大学はタイ国の名門校であり、研究施設や研究機器は最も充実し、研究者のレベルもタイ国随一と言われている。

## 3. ファインセラミックスの研究と産業

タイでも、セラミックス学会が活動を続けている。学会の委員会は月1回開催され、学術雑誌は年3回発行される。年会は毎年1回開催され、研究発表など年々学会活動は活発になっている。

TISTRでは、Dr. Ladawal Chotimongkol部長のもとに、ファインセラミックスの研究が行われている。最近、終了した研究には、「SiC焼結、PZT、フェライト」などの開発がある。また、ここ暫く継承中の研究テーマとして、「大気腐食研究と有機被覆材料(ASEAN-JICA Prproject)」から、「エンジニアリングセラミックスSiC、高品質カオリン、拡声器用フェライト、超音波洗浄用変換用PZT」の開発など多彩である。

大学でもさまざまな研究が行われている。Chulalongkorn大学では、部分安定化ジルコニアを中心に構造材料の機械的強度や破壊靱性、アルミナの焼結など幅広い材料の研究が行われている。特に、この大学ではバイオセラミックスの研究が強い。Chain Mai大学で

はフラックス法によるYAG結晶の育成、チタン酸系コンデンサー、PLZT、ZnOバリスターなどの研究がされている。このChain Mai大学は、近くに工業団地(Lamphun市)があり、そこのファインセラミックス会社との交流がニーズ研究の強みとなっている。その他、Prince of Songkla大学では高温超電導の薄膜研究がなされているし、Mahidol大学では、テレコム用NiZn-フェライト、超音波デバイス用YIGなど、主として電子材料の応用研究が盛んに行われている。

現在、タイに住んでいる邦人は約2万人である。タイの対日関係は大変よく、企業および個人に対する信用も厚い。大部分の企業はバンコク市およびその近郊にあるが、ファインセラミックス関係の工場は、Lamphun市の工業団地にある。豊富で質のよい工業用水が得られること、政府から税制上の優遇措置が得られること等、幾つかの条件が揃ったためである。日系企業は約30社で、従業員約1000人が働いている。

タイの経済成長率は素晴らしく、現在増設に次ぐ増設である。ファインセラミックス製品は、アルミナ基板など絶縁体セラミックスを始め、コンデンサーなどの誘電体セラミックス、フィルターなどの圧電体セラミックスなどが製造されている。

## 4. タイから見た無機材質研究所

長い間同じ所に居ると、その長所や欠点が見えなくなるものである。立場を変えたり視点を変えることによってそのことがより客観的に認識できる。発展途上国の研究所は、もしかしたら私達が過去に通った路である。

第1に感じたことは、もう当たり前になってしまった「物品倉庫」の良さである。私達がつくば研究都市へ移転して、最も役に立ったのは物品倉庫であった。今、タイの国立研究所に居て最も必要なものはあの物品倉庫である。

第2に改めて感じたことは、NIRIMが実施している「合成⇒評価⇒物性」の研究手法の重要性である。特に、構造感性の著しいセラミックスを研究する場合、適切な評価が必須である。長い間、NIRIMが追い求めている「合成⇒評価⇒物性」のバランスの取れた研究手法が、現在タイで必要とされているように思える。

第3には、NIRIMの研究者は生涯現役であることである。限られた実験装置や研究費しかなく、また部品の入手が困難な時においては、手作りと工夫が大切であり、常に現役である必要性が強く実感させられる。

最後に気付いたことは、タイの研究者に漲る情熱と使命感である。この情熱と使命感は、自分達で新しい研究所を作るといふ、つくば移転時代にNIRIMの研究者同士が語り明かしたあの素晴らしい「夢」に似ている。タイ社会には私達が忘れかけている「夢」を持った若い研究者が大勢いる。何時も未来に向けて夢が語れる無機材質

研究所であって欲しい。

筆者は現在、新技術事業団 (JRCD) に出向し、海外派遣研究員としてBangkok市にあるタイ科学技術研究所 (TISTR) にて滞在、研究中。(元、無機材質研究所第 1 研究グループ主任研究官)

## 外部発表

投稿

登録番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
3368	The dependence of polymorphism on the ionic radius of $\text{Ln}^{3+}$ ( $\text{Ln}=\text{La}-\text{Er}$ , $\text{Y}$ ) in the oxide ion conductors $\text{Bi}_{1-0.775}\text{Ln}_{0.225}\text{O}_{1.5}$	渡辺 昭輝・M. Drache J.P. Wignacourt P. Conflant J.C. Boivin	Solid State Ionics 67, 25-28, 1993.
3369	Rietveld analysis of an incommensurate composite crystal with a nominal composition $\text{Sr}_{1.19}\text{TiS}_3$	小野田みつ子・佐伯 昌宣	Japanese Journal of Applied Physics 32, Suppl. 32-3, 752-753, 1993.
3370	Diffuse scattering from the channel-type composite crystals $\text{Pb}_{1-p}\text{Cr}_2\text{S}_{4-p}$ , $\text{Sr}_{1-p}\text{Cr}_2\text{S}_{4-p}$ and $\text{Ba}_{1-p}\text{Cr}_2\text{S}_{4-p}$ ( $p\sim 0.3$ )	小野田みつ子・福岡 宏 齋藤 太郎	Japanese Journal of Applied Physics 32, Suppl. 32-3, 423-424, 1993.
3371	In $(\text{Ti}_{1/2}\text{M}_{1/2}\text{O}_3(\text{MO})_m$ compounds ( $\text{M}=\text{Zn}$ or $\text{Mg}$ , $m$ : national number): synthesis and crystal structures	中村真佐樹・君塚 昇	Japanese Journal of Applied Physics 32, Suppl. 32-3, 184-186, 1993.
3372	Structure refinements of orthorhombic $(\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x)_2\text{CuO}_4$ ( $x=0.05$ )	鬼頭 聖・秋光 純 泉 富士夫・神山 崇 浅野 肇	Journal of the Physical Society of Japan 63, 2, 695-699, 1994.
3373	Crystal structure of the high-pressure phase of solid $\text{CO}_2$	青木 勝敏・山脇 浩 坂下 真実・後藤 義人 竹村 謙一	Science 263, 356-358, 1994.
3374	Atomistic model for the evaluation of the stability of diamond under uniaxial tensile force	上村揚一郎	Physical Review B 49, 10, 6528-6538, 1994.
3375	A new yttrium higher boride: $\text{YB}_{50}$	田中 高穂・岡田 繁 石沢 芳夫	Journal of Alloys and Compounds 205, 281-283, 1994.
3376	含水メルトからの粘土鉱物の生成	山田 裕久	鉱物学会誌 22, 4, 187~193, 1993.
3377	Raman and infrared spectra of $\text{Ag}_{7-x}\text{TaSe}_{6-x}\text{I}_x$ ( $0\leq x\leq 1$ ) in the 200 to 300 $\text{cm}^{-1}$ region	石井 紀彦・和田 弘昭	Physical Status Solide 181, 2, K81-K84, 1994.
3378	ノルアダマンタンとビスノルアダマンタン構造を有するケイ素及びゲルマニウムカルコゲン化物の合成と反応	安藤 亘・門脇 徹治 渡辺 篤史・雀 奈美 加部 義夫・恵良田知樹 石井 紀彦	日本化学会誌3, 214~223, 1994.
3379	Structure analysis of oxygen-deficient $\text{TiSr}_2\text{CuO}_y$ by neutron diffraction	大嶋江利子・菊地 昌枝 泉 富士夫・平賀 賢二 奥 健夫・中島 理 大西 直之・森井 幸生 船橋 達・庄野 安彦 金 容日・泉 富士夫	Physica C 221, 261-268, 1994.
3380	Structure refinements with a new version of the rietveld-refinement program RIETAN		Journal of the Ceramic Society of Japan 102, 4, 401-404, 1994.
3381	亀裂診断型インテリジェント材料	三友 護	セラミックス29, 4, 341-343, 1994.
3382	Soft chemistry of layered titanates	佐々木高義・藤木 良規	Trends in Inorganic Chemistry 3, 193-208, 1993.
3383	自己複合化材料創製の為の科学	三友 護	ニューセラミックス5, 33-36, 1994.
3384	Interaction of alkali metals with solid surfaces studied by low-energy $\text{D}^+$ scattering	左右田龍太郎	International Journal of Modern Physics B 8, 6, 679-706, 1994.
3385	Time-resolved luminescence study of self-trapped exciton relaxation in ordered and disordered one-dimensional MX-chain systems	和田 芳樹・U. Lemmer E.O. Gobel・山下 正廣	Journal of Luminescence 58, 146-148, 1994.
3386	High-pressure synthesis and electron microscopic study of 1212 lead cuprates ( $\text{Pb}$ , $\text{Cu}$ ) $\text{Sr}_2(\text{Y}$ , $\text{Ca})\text{Cu}_2\text{O}_2$	小野 晃・堀内 繁雄	Japanese Journal of Applied Physics 33, 1, 4A, 1994.
3387	A structural study of facet and off-facet parts of rare-earth garnets, $\text{Gd}_3\text{Sc}_2\text{Al}_3\text{O}_{12}$ , $\text{Gd}_3\text{Sc}_2\text{Ga}_3\text{O}_{12}$ and $\text{La}_3\text{Lu}_2\text{Ga}_3\text{O}_{12}$	山崎 悟・丸茂 文幸 田中 清明・森川日出貴 小玉 展宏・北村 健二 宮沢 靖人	Journal of Solid State Chemistry 108, 94-98, 1994.

3388	Glass-like properties of stoichiometric crystals	P.A. Medwick R.O. Pohl・田中 高穂	Springer Series in Solid-State Physics 112, 313-314, 1993.
3389	Growth of diamond in a pulsed microwave discharge	J. Laimer・下川 正樹 松本精一郎	Diamond and Related Materials 3, 231-238, 1994.
3390	The layered composite crystal structure of the ternary sulfide, (SnS) <sub>1.15</sub> TaS <sub>2</sub> "SnTaS <sub>3</sub> "	後藤 義人・小野田みつ子 秋本 順二・後藤みどり	Japanese Journal of Applied Physics 32, Suppl. 32-3, 760-762, 1993.
3391	Preparation, characterization and intercalation of ternary selenides with layered composite crystal structures formed in the Pb-Nb-Se system	大沢 吉直・後藤 義人 秋本 順二・相馬 貢博 角田 達郎・早川 博 小野田みつ子	Solid State Ionics 67, 287-294, 1994.
3392	Isothermal treatments of regularly interstratified montmorillonite at hydrothermal conditions	山田 裕久・中沢 弘基	Clays and Clay Minerals 41, 6, 726-730, 1993.
3393	A coexistence of boron nitride and boric oxide	M. Hubacek 佐藤 忠夫・石井 敏彦	Journal of Solid State Chemistry 109, 2, 384-390, 1994.
3394	New oxycarbonate superconductors (Cu <sub>0.5</sub> C <sub>0.5</sub> )Ba <sub>2</sub> Ca <sub>n-1</sub> Cu <sub>n</sub> O <sub>2n+3</sub> (n=3, 4) prepared at high pressure	川島 哲也・松井 良夫 室町 英治	Physics C 224, 69-74, 1994.
3395	High-pressure synthesis of Y <sub>1-x</sub> Ca <sub>x</sub> Sr <sub>2</sub> GaCu <sub>2</sub> O <sub>7 ± δ</sub> (0 ≤ x ≤ 1.0)	磯部 雅朗・松井 良夫 室町 英治	Physics C 222, 310-316, 1994.
3396	High-resolution electron microscopy on the structure of triple-layer defects observed in Ca-doped YBa <sub>2</sub> Cu <sub>4</sub> O <sub>y</sub>	柳澤佳寿美・松井 良夫	Condensed Matter and Materials Communications 1, 1, 41-48, 1993.
3397	SiC・金属ほう化物焼結体	田中 英彦	先端技術ハイライト 129, 1-6, 1994.
3398	地球表層物質の材料化；粘土・繊維複合多孔体	中沢 弘基	日本金属学会報 あたりあ 33, 5, 572-573, 1994.
3399	Structurers of LuFeO <sub>3</sub> (ZnO) <sub>m</sub> (m=1, 4, 5 and 6)	磯部 光正・君塚 昇 中村真佐樹	Acta Crystallographica C 332-336, 1994.
3400	電子線誘起電流法	田中 順三	表面分析図鑑 68-69, 1994.
3401	セラミックス粒界のマイクロ研究の動向	田中 順三	新規材料と先端加工技術 (III) 材料開発分科会報告書 90-103, 1994.
3402	Crystal structure of the magnetoplumbite-type oxide NaFe <sub>3</sub> V <sub>9</sub> O <sub>19</sub>	菅家 康・泉 富士夫 森井 幸生・船橋 達 加藤 克夫	JAERI NSL REPORT 30, 1993.
3403	Structural phase transitions in the ferromagnetic vanadium oxide NaV <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	菅家 康・泉 富士夫 秋葉 悦男・森井 幸生 船橋 達・加藤 克夫 磯部 光正・室町 英治 内田 吉茂 佐藤 忠夫	JAERI NSL REPORT 70-71, 1993.
3404	An effective anion series for the cocrystallization of the formation of rhombohedral boron nitride (rBN)		Japanese Journal of Applied Physics Series 10, 158-159, 1994.
3405	LiGa <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	佐藤 忠夫・大沢 俊一 大橋 晴夫	Acta Crystallographica C 50, 487-488, 1994.
3406	Chemical states of implanted ions in an oxide crystal	菱田 俊一・羽田 肇 末原 茂	Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 91, 571-574, 1994.
3407	High-pressure synthesis of bismuth oxycarbonate Bi <sub>2</sub> (Bi, Sr, Ca) <sub>6</sub> Ca(Cu, C) <sub>4</sub> C <sub>2</sub> O <sub>z</sub>	小野 晃・堀内 繁雄 堤 正幸	Physica C 226, 360-364, 1994.

メ モ

外国人の来所

- 来訪日 平成7年1月20日  
来訪者名 Prof. Jean Philibert  
フランス パリ大学
- 来訪日 平成7年1月31日  
来訪者名 Mr. MD. Monirul  
(バングラデシュ ダッカ大学) 他7名  
国際協力事業団 海外研修員

人事異動

- 大吉 啓司  
第1研究グループ主任研究官に採用  
藤井 和子  
第10研究グループ研究員に採用  
新井 正男 (東京大学工学部助手)  
未知物質探索センター研究員に転任  
(以上平成7年1月1日付)

小林 敬道

(岡崎国立共同研究機構分子科学研究所助手)

超高压カステーション研究員に転任

室町 英治 (第11研究グループ主任研究員)

管理部企画課に併任

赤石 實 (超高压カステーション主任研究官)

管理部企画課の併任を解除

(以上平成7年2月1日付)

### 研究所の一般公開について

平成7年度の科学技術週間は、4月17日(月)から4月23日(日)までの7日間で開催されます。

当研究所では、4月18日(火)(10:00~16:00)に所内一般公開を行います。

また、4月22日(土)(13:00~16:00)に特別公開(青少年対象行事)を行います。

### 研究会

年 月 日	研 究 会 名	題 目
6.12.15	第1回チタノルテニウム酸塩研究会	光学的熱測定による材料のキャラクタリゼーション
6.12.15	第65回結晶成長研究会	酸化物薄膜結晶の合成 (注目すべき酸化物薄膜結晶の研究動向)
7.1.13	第3回微細構造研究会	先端材料解析のため電子顕微鏡技術
7.1.26	第10回耐熱材料研究会	化学センサ用インテリジェント材料の設計

### 海外出張

氏 名	所 属	期 間	行 先	用 務
井伊 伸夫	第13研究グループ	6.12.7~7.2.13	ドイツ連邦共和国	ヒボナイト・カーネギアイト系イオン伝導体の研究
左右田龍太郎	第12研究グループ	6.12.14~7.2.11	オーストラリア	イオンビーム表面相互作用に関する実験及び同問題に関する最近の情報交換
井上 悟	第9研究グループ	7.1.8~7.1.21	アメリカ合衆国	宇宙環境下でのセラミックス材料創製についての研究動向調査
末次 寧	第10研究グループ	7.1.10~7.1.18	アメリカ合衆国	結晶育成技術及び欠陥制御に関する調査・意見交換
泉 富士夫	第4研究グループ	7.1.16~7.1.26	インドネシア共和国	リートベルト法に関する技術指導
石垣 隆正	先端機能性材料研究センター	7.1.23~6.2.3	アメリカ合衆国 カナダ国	フロンティアセラミックスの研究開発状況調査
松井 良夫	第4研究グループ	7.1.28~7.2.5	連合王国	酸化物超伝導体に関する研究についての講演及び討論
竹川 俊二	第13研究グループ	7.1.30~7.2.9	ドイツ連邦共和国	ヒボナイト・カーネギアイト系イオン伝導体の単結晶育成及び今後の研究協力に関する討議

発 行 日 平成7年3月1日第150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 茨城県つくば市並木1丁目1番

電 話 0298-51-3351

FAX 0298-52-7449