

無機材研ニュース

第138号

平成5年3月

超高压力の魅力

超高压力ステーション 主任研究官 竹村 謙一

Thanks to the DAC

高压をやっている者にとって、物質の超高压力下での究極の姿を調べることは果てしない知的好奇心をかきたてる。圧力に上限はない。「超」高压力の定義は人と時代によってまちまちだが、現時点での目安としてここでは10GPa (=10万気圧) 以上の圧力を超高压力と呼ぼう。ダイヤモンドをはじめ物質の高压合成に通常使われている圧力はせいぜい6 GPaであり、10GPa以上の圧力は物質合成には応用されていない。しかし高压物理学では、すでにダイヤモンドアンビルセル (DAC) を用いて100GPa (=100万気圧) 程度の圧力を利用している。こうした超高压力発生技術が高压合成に応用されていない理由は、そこまで加圧できる試料体積が、約 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^3$ ($\sim 50 \times 50 \times 30 \mu\text{m}^3$) と微量で、実用にむかないためにすぎない。一方、微量試料に対する物性測定技術は年々革新的な勢いで進んでおり、レーザー、放射光等の強力なプローブを用いてDAC中の超高压力下の試料の物性を *in situ* に測ることが可能となっている。

DACの魅力は、何と言っても超高压力下におかれた試料がダイヤモンドを通して直接見えることだろう。これは大型プレスにはない特性で、DACを扱う人が誰しも感じる喜びである。高压下の試料をこの目で見る時、人は超高压力の世界を肌身に感じる。さて、DACのこのような特性を用いて私達は何を知ったのだろうか？ 最近、私が研究しているセシウムの高压相転移の話からはじめてみよう。

セシウムの高压相転移

表1は室温でセシウムを加圧した時の結晶構造の変化である。92GPaまでの圧力範囲でセシウムには6つの相がある。この構造変化を一言でいうならば、

表1 セシウムの高压下での構造変化

相	転移圧力 (GPa)	結晶構造	配位数
I		bcc	8
II	2.3	fcc	12
III	4.1	fcc	12
IV	4.2	tet., Z=4	8
V	10	tet., Z=8	6
VI	72	hcp (dhcp)	12



IV (tet)



V (tet)

図1 セシウム第IV相、V相の結晶構造

対称性の高い構造 (I、II、III) から低対称で配位数の少ない構造 (IV、V) へ、そして再び高対称な構造 (VI) への変化である。なぜこのようなことが起こるのだろうか？ セシウムはアルカリ金属であり、最外殻電子 (注) の6sが自由電子として固体中を動く自由電子金属である。この表現は1気圧では正しい。しかし高压下では変わってくる。それはセシウムの5dレベルが、高压下では6sよりもエネルギー的に低くなるため、最外殻電子が6sから5dへと移りかわるためである。周知のように、最外殻電

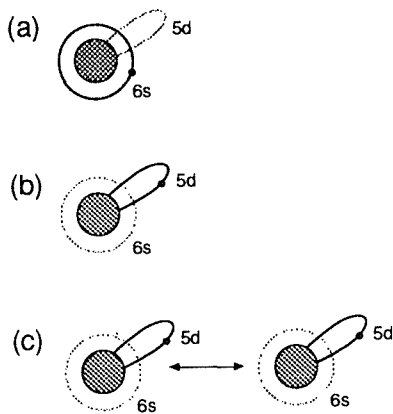


図2 セシウムの圧力誘起電子転移の概念図

子配置は物質の化学的、固体物理的性質のほとんどを決定する。高圧下であられるセシウムIV相、V相の結晶構造(図1)は最外殻電子配置が6sから5dへと移りかわったことによると考えられている。これは、IV相、V相の配位数がそれぞれ8、6と少ないことから推察される。5d電子による結合は、6s電子よりも方向性が強い。ちなみに1気圧の世界では最外殻電子配置がd電子のみになることはない。その意味でセシウム第IV、V相は高圧特有の固体状態といえる。高圧下では常圧にはない新しい物質状態が出現する!

では、そのさらに先に再び高対称な構造があらわれることはどう考えればよいのだろうか。ここでもまた最外殻電子配置(電子構造)の変化が起こっているのだろうか? 私達はそうであろうと考える。なぜならば、最密充填構造は原子間反発力が優勢となった時に最も好まれる構造だからである。もう一

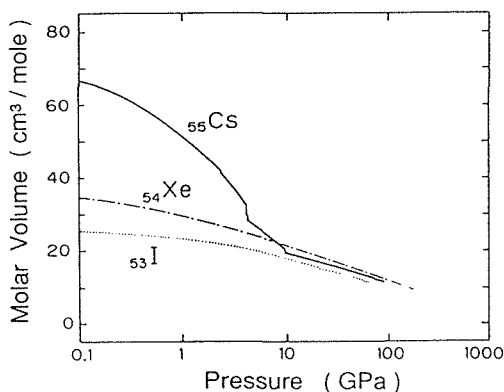


図3 ヨウ素、キセノン、セシウムのモル体積の圧力変化

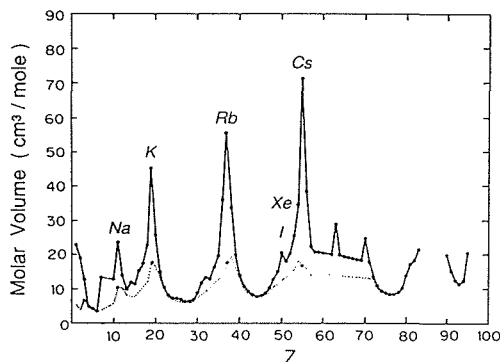


図4 元素のモル体積
(実線: 1気圧; 点線: 20GPa)

度アルカリ金属の電子構造を思い返してみよう。アルカリ金属では+1価のイオン殻のまわりに自由電子が1個存在する。セシウムを圧縮していくと、この自由電子の軌道が6sから5dへ移りかわることは先ほど述べた。セシウムをさらにどこまでも圧縮していくと、やがてイオン殻同士が強い反発相互作用を及ぼすまでに接近する。この時、最密充填構造が安定化される。

図2にセシウムの最外殻電子配置の高圧下での変化を模式的に示す。常圧で6sにいた最外殻電子は、高圧下で5dに移り[(a)→(b)],さらに高圧ではイオン殻同士の反発力が強まる(c)。超高圧力下での一連の電子構造の変化は圧力誘起電子転移という名前で呼ばれている。

高圧下の元素

さて、セシウムから離れて、広く元素一般に超高圧力を加えた場合、どのような普遍的現象が観測されるだろう。実はショッキングなことに元素の個性の喪失がおこるのである。図3をみてほしい。これは周期律表で隣合うヨウ素、キセノン、セシウムのモル体積(原子体積)の圧力変化を示したものである。常圧で著しく異なる体積をもっていた3種の元素が、10GPa以上ではほとんど同じ体積をもつことがわかる。すなわち超高圧力下ではこれらの元素は、その体積(密度)を見る限り区別がつかなくなってしまう。このことは、これら3つに限らず、すべての元素についてあてはまる。図4に示すように元素のモル体積の周期性—これこそ周期律表を編み出すもとになったものだが—が超高圧力下では消失してしまう! また体積だけでなく、その他の物性でも元素間の差異は著しく減少する。ヨウ素、キセノン、セシウムは100GPa以上ですべて金属であり、また結晶構造も最密充填である。

こうした現象の背景には、セシウムに典型的にみられたように最外殻電子（電子構造）の再配列、ならびにイオン殻の接近に伴う反発力の増大といった事柄が存在している。これらの研究は、やっと実験的に検証されはじめたばかりだが、いずれも常圧の世界ではおよそ考えられない電子配置があらわれる点で超高压力の醍醐味を感じさせる。

新物質合成という観点からみても超高压力は大きな可能性を秘めている。「新物質」という言葉は「新しい化合物」または「新しい物質状態（相）」として位置づけられる。超高压力下であられる特異な電子配置は、新しい物質状態のひとつであり、「新物質状態」にいる相を組み合わせた「新化合物」を超高压力下で作ることも可能であろう。たとえば金属ヨウ素、金属キセノンなどは超高压力下でのみ得られる新しい素材である。超高压力合成には、もちろん、その物質（状態）が常圧にクエンチできるか、十分な試料体積がとれるかといった問題があるが、それらの解決法自体も含めて今後チャレンジされるべき

魅力ある研究分野である。

以上、超高压力物理学が解明しようとしている問題に読者が少しでも興味をもっていただけたならば、この小文の目的は達せられたといえるだろう。

（注）固体の電子準位はエネルギーバンドとして表現するべきだが、ここではより直感的な理解を促すために電子配置という言葉を用いる。最外殻電子は伝導電子とおきかえてもらいたい。

＜参考文献＞

1. K. Takemura, O. Shimomura, and H. Fujihisa, Phys. Rev. Lett. 66, 2014 (1991).
2. D.A. Young, "Phase Diagrams of the Elements" (Univ. California Press, Berkeley, 1991); L.G. Liu and W.A. Bassett, "Elements, Oxides, Silicates: High-Pressure Phases with Implications for the Earth's Interior" (Oxford Univ. Press, New York, 1986); J. Donohue, "The Structures of the Elements" (Krieger, Malabar, Florida, 1982).

熱プラズマ・プロセッシングでつくるセラミックス材料

超高温ステーション主任研究官 石 垣 隆 正

図1の3枚の写真に注目して下さい。これらは、高周波熱プラズマを通過して融解、急冷されたアルミナ粒子のSEM写真です。本稿では、これらの特徴的な表面形態を例として説明しながら熱プラズマ・プロセッシングの特徴を概括し、このプロセッシングの可能性に言及していきたいと思います。

インフライト（In-flight）・熱プラズマ・プロセッシング

大気圧付近で発生する熱プラズマは、1万～1万5千度の超高温を有しています。熱プラズマ発生法の一つである高周波プラズマの発生トーチの概略を図2に示しました。アルゴンを主体としたプラズマ発生ガスを流して、高周波コイルに数MHz、数十kWの電力を供給すると、内径40mmの水冷構造石英管内にプラズマが発生します。プラズマの超高温領域は直径20～30mm、流速は10～20m/sといったところです。また、超高温領域から離れるときには $10^6 \sim 10^7$ K/sという超急冷が起こります。

この熱プラズマはいろいろな目的に使用することができます。ここでは、熱プラズマ中にアルミナのような固体粉末を供給して瞬時に粉末の性状を改質する熱プラズマ・インフライト・プロセッシングに利用することにします。熱プラズマ中に固体粒子を供給すると、プラズマから固体粒子に大きな熱量が

与えられ（熱的相互作用）、粒子は融解・蒸発します。また、超高温のプラズマ中には化学的に活性な化学種が存在するので、粒子とプラズマの間には化学反応も起こります（化学的相互作用）。この熱的、化学的相互作用と超急冷過程を利用すると通常の方法では得られない物質を作ることができます。

図1のアルミナ粒子はこうした熱プラズマ・パウダープロセッシングによるものです。原料として用いたのは平均粒径約 $25\mu\text{m}$ の α -アルミナです。原料アルミナ粉は角ばって不規則な形をしたものです。熱プラズマ中に供給されたアルミナ粒子は瞬時に加熱されます。超高温領域の滞留時間はわずか10ミリのオーダーですが、粒子は、融解し部分的には蒸発します。表面に付いている小さな粒子は蒸発したアルミナが凝縮したもので粒径100nm以下の超微粒子からなっています。

融解したアルミナは急冷される過程でいろいろな形態を表面にあらわします。図1に示したのは最も代表的で、このパウダープロセッシングの特徴を表したものです。

表面形態の特徴

セラミックスの中でもよく知られたアルミナは、広い用途に使われています。また、アルミナはたくさんの準安定相を持っています。この実験でも安定

相の α -アルミナを供給しましたが、得られた粉末は全体として準安定相 γ 、 δ 、 θ と安定相 α が入り混じったものとなりました。これらの結晶相では（温度上昇に伴って） $\gamma \rightarrow \delta \rightarrow \theta \rightarrow \alpha$ という相転移系列が知られています。粒子がどの結晶相から構成されているかは、アルミナ粒子のプロセス全体での熱履歴を推定する手がかりになります。

図1(a)の粒子はその表面形態から α -アルミナ（コ

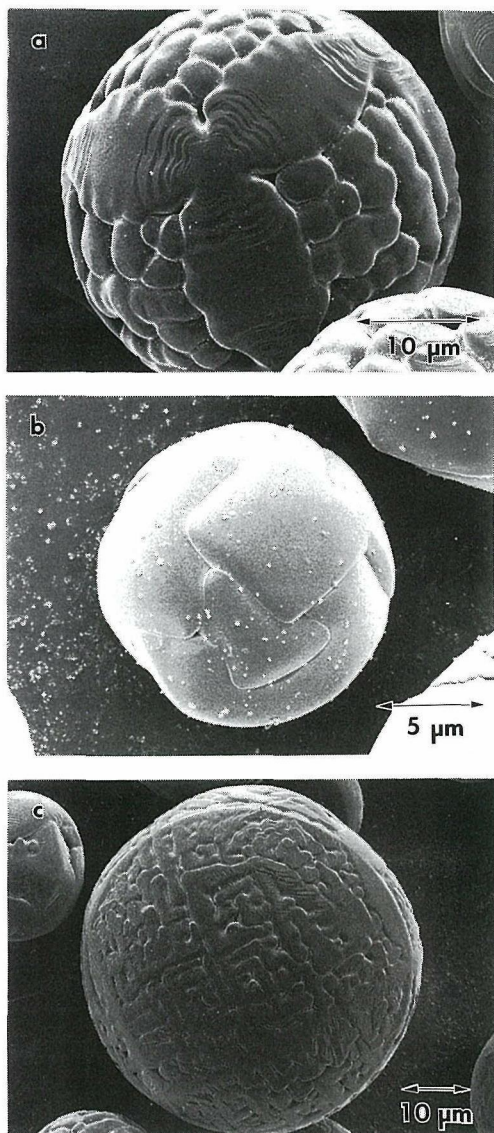


図1．高周波熱プラズマを通過して溶融・固化したアルミナ粒子のSEM写真。粒子表面には、(a)コランダム のC面、(b)R面を見せた成長が認められる。(c)では約90°の角度で分岐あるいは折れ曲がった樹枝状の形態が特徴的である。

ランダム) のC面 (0001) をみせて固化が進行したことがわかります。また(b)はR面 (01 $\bar{1}$ 2) の晶癖をみせています。

コランダム型の結晶構造を持つ α -アルミナでは、固化形態、結晶面による成長速度の違い等多くの研究が報告されています。結晶が成長するときには通常、成長速度の小さい結晶面が表面に現れますが、コランダムではC面の成長速度が最も遅いことが知られています。しかしながら、図1のようにR面を見せた粒子も多く認められました。

結晶が成長するとき表面に現れる結晶面（成長が遅い面）はエネルギー的に安定な面であるともいえます。報告されている計算機シミュレーション¹⁾による表面エネルギーの解析結果を見ると、C面の表面エネルギーは確かに最も低い値となっています。それではなぜ本実験のようなプロセスでは、C面より高いエネルギーを持つR面も多く見られるのでしょうか。

表面エネルギーの数値解析では、いわゆる安定表面のほかに、結晶構造の通り理想的な原子配列を持ったときの状態での表面エネルギーも計算されています。(安定表面では、理想配列から少しずつ原子がシフトしてエネルギーが緩和されています。)この理想配列表面、いわば成長過程の遷移状態ではR面が最も低い表面エネルギー値を持っています。遷移状態のエネルギーが低いことからすぐに、速度論的な理由によってR面の成長が進行したことが推察できるわけです。

図1(c)の粒子では、急冷効果がさらに顕著に表れ

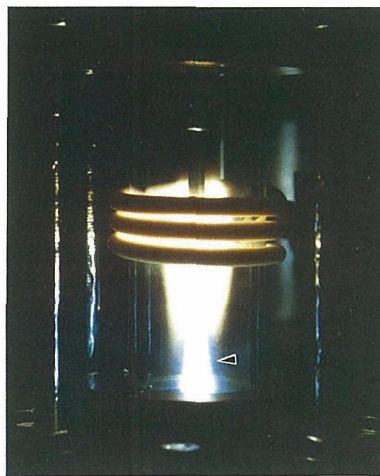


図2．高周波熱プラズマによる粉末処理の様子。プラズマ下流部に粒子表面からの放射による明るい部分が見られる（矢印）。

ています。この特徴は樹枝状に発達した表面形態です。また、枝が分かれたり、曲ったりする場所では大体90°の角度をなしています。樹枝状の形態は、その析出速度が大きいときに現れることが知られています。プラズマ下流部でアルミナ粒子が急冷されるときには融体は過冷却状態にあるので、均一核を生成するときのエネルギー障壁が小さい γ 相 (cubic) あるいは δ 相 (orthorhombic [ここで生成した δ 相は、通常いわれているtetragonalではなかった]) が成長したと思われます。TEMによる粒子断面の観察でも互いに成長方向が90°をなす δ 相 (γ 相も少量混在) の小さなgrainが接している様子が見られました²⁾。

熱プラズマ・インフライト・パウダープロセッシングの可能性

順番が逆になりましたが、このパウダープロセッシングの制御パラメーターとしてはプラズマ発生条件(高周波入力、プラズマ組成、発生圧力)、粉体供給条件(供給速度、粉体の粒径)があげられます。これらパラメーターの変化に対応して、プラズマの大きさ・流速・熱伝導率、プラズマから粒子への熱移動量、反応雰囲気、粒子の冷却速度、急冷中の気相の過飽和度などが変化します。粉末のプラズマ処理による変化としては、粒子の融解・蒸発量および準安定相生成量のプラズマ発生・粉体供給条件に対応した変化³⁾、プラズマとの化学反応によりできた粒子表面の非平衡的な化学組成分布⁴⁾、気相の過飽

和度による粒子表面に析出する形態の変化(ウィスカあるいは超微粒子)⁵⁾などを実際に得ています。本稿で挙げた表面形態もそうだったように、必ずしもエネルギー的に安定なものが生成するとは限らないことは全ての例にあてはまる特徴です。最初に述べたように、本プロセスは瞬時に大量の粉末を処理できるという特徴も有しています。ここまで挙げてきた特徴を組み合わせれば、このパウダー・プロセッシングは熱プラズマの新しい利用法として大いに有望であると思われます。

鮮明なSEM写真を撮影していただいた当研究所技術課・堤正幸氏に感謝致します。

＜参考文献＞

1. W.C. Mackrodt, Phys. Chem. Minerals, 15, 228 (1988).
2. 石垣、守吉、松井、M.I. Boulos, 第31回セラミックス基礎科学討論会講演要旨集, p. 112 (1993).
3. T. Ishigaki and M.I. Boulos, Ceram. Trans., 22, 139 (1991).
4. T. Ishigaki, J. Tanaka, T. Sato, Y. Moriyoshi and M.I. Boulos, Proc. Japanese Symposium on Plasma Chemistry, 5, 251 (1992).
5. T. Ishigaki, Y. Bando, Y. Moriyoshi and M.I. Boulos, J. Mater. Sci., in press.

外部発表

投稿

登録番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
2986	Preparation of cubic boron nitride films by radio frequency bias sputtering	三重野正寛・吉田 豊信	Surface and Coatings Technology 52, 87~92, 1992
2987	In-Flight Ceramic Powder Treatment in An R.F. Induction Plasma	石垣隆正・M.I. Boulos	Ceramic Powder Science -IV Ceramic Transactions 22, 139~145, 1991
2988	角度分解型光電子分光法によるTiC (111) 面上単原子層グラファイトの研究	長島 礼人・奴賀 謙治 井藤 浩志・市ノ川竹男 大谷 茂樹・石沢 芳夫 笠村 秀明・工藤 正博 大島 忠平 田中 順三・池上 隆康	表面科学 13, 3, 163~168, 1992
2989	無機系インテリジェント構造材料の研究動向	石垣隆正・M.I. Boulos	金属 62, 4, 61~67, 1992
2990	In-Flight Treatment of Alumina Powders in R.F. Induction Plasmas	山本 昭二	Proceedings of Japanese Symposium on plasma Chemistry 4, 181~186, 1991
2991	Ideal Structure of icosahedral Al-Cu-Li quasicrystals		Physical Review B 45, 10, 5217~5227, 1992

2992	HIP of ZnO	渡辺 明男・羽田 肇 池上 隆康・田中 順三 守吉 佑介・白崎 信一 山本 泰生	HOT ISOSTATIC PRESSING (Elsevier Applied Science) 105~110, 1992
2993	Evaluation of the surface structure of diamond films prepared in a combustion flame by surface-enhanced Raman scattering	岡田 勝行・小松正二郎 石垣 隆生・松本精一郎 守吉 佑介	Applied Physics Letters 60, 8, 959~961, 1992
2994	Stoichiometric LiNbO ₃ single crystal growth by double crucible Czochralski method using automatic powder supply system	北村健二・山本ジョイス 井伊 伸夫・木村 茂行 林 武志	Journal of Crystal Growth 116, 327~332, 1992
2995	Diamond Synthesized by the Microwave plasma CVD Method	加茂 睦和・佐藤洋一郎	Proceedings of the Second International Symposium on Diamond Materials Proceedings Volume 91-8, 20~30
2996	Thermal Behavior of Octacalcium Phosphate Intercalated with β -Dihydromuconate	門間 英毅・西川 治光	日本セラミックス協会学術論文誌 100, 4, 373~376, 1992
2997	Oxygen Deficiency and Structural Phase Transition in (La _{1-x} Ba _x) ₂ CuO ₄	室町 英治	Physica C 185-189, 833~834, 1991
2998	Grain Boundary Analysis of Functional Ceramics by SIMS	羽田 肇・伊藤 健二 田中 順三・三橋 武文 白崎 信一	The proceedings of the International Symposium on Material Chemistry in Nuclear Environment 287~294, 1992
2999	Sodium Ion Diffusion in Some Ceramics Under Molten Sodium Condition	羽田 肇・大谷 茂樹 三橋 武文・白崎 信一 吉田 英一・S. Kano	The proceedings of the International Symposium on Material Chemistry in Nuclear Environment 295~304, 1992
3000	Metal-Semiconductor Transition in Oxygen-Deficient Layered Perovskite Compounds of Sr ₄ V ₃ O _{10-δ}	大橋 直樹・寺本 吉伸 井川 博行・福永 脩 田中 順三	J. Solid State, chem. 97, 2, 434~442, 1992
3001	Solvent Extraction Separation of Alkaline Earth Metal Ions in Sodium Perchlorate Media at Various Temperatures	小松 優	Proceedings of ISEC'90 521~526, 1992
3002	Behavior of Ceramic Powders in R.F. Induction Plasmas	石垣 隆正・守吉 佑介 M.I. Boulos	The proceedings of the International Symposium on Material Chemistry in Nuclear Environment 369~379, 1992
3003	Structural properties of the nonsuperconductor (Ho, Ce) ₂ (Sr, Ba, La) ₂ Cu ₃ O _{8+z}	一瀬 中・和田 隆博 八重樫裕司・泉 富士夫 山内 尚雄・浅野 肇 田中 昭二	Physica C 191, 205~210, 1992
3004	Research on Creation of New Materials for Innovative Improvement of FBR Performance (I) Sodium Compatibility of New Ceramics	吉田 肇・加納 平河 作花 羽田 肇・三橋 武文 和田 肇・Y. Himeno	The proceedings of the International Symposium on Material Chemistry in Nuclear Environment 305-316, 1992
3005	Research on Creation of New Materials for Innovative Improvement of FBR Performance	加納 肇・吉田 井上 野村 平岡 木村 原田 作花 羽田 肇・三橋 武文	The proceedings of the International Symposium on Material Chemistry in Nuclear Environment 195-206, 1992
3006	Effects of Fe and Ni substitutions on the 1-2-4 structure of YBCO superconductors studied by high-resolution transmission electron microscopy	柳澤佳寿美・松井 良夫 児玉 泰治・山田 裕 松本 武彦	Physica C 191, 32~42, 1992
3007	リートベルト法	泉 富士夫	日本結晶学会誌 34, 2, 76~85, 1992

3008	窒化ケイ素の焼結と粒成長	三友 護	炭化ケイ素と窒化ケイ素及びセラミックス繊維強化 (株)ティー・アイ・シー) 229~236, 1992 セラミックス誌 27, 4, 305-310, 1992 The Physics of Non-Crystalline Solids The Society Glass Technology 281~285, 1992 MAC・SCIENCE技報 5, 1, 19~35, 1991 J. Biomedical Materials 26, 255~267, 1992
3009	原子レベルまで鋭いセラミックスの亀裂先端	田中 英彦・板東 義雄	
3010	Thermal Phase Transformation of the Binary Alkalitellurite Glasses	井上 悟・貫井 昭彦	
3011	ビスマス酸化物ハロゲン化物の熱的安定性、相転移および合成について	小玉 博志	
3012	Differences in Ceramic-bone interface between surface-active ceramics and resorbable ceramics: A study by scanning and transmission microscopy	根尾 富志・小谷 晴弥 藤田 義次・中村 武央 山室 隆夫・板東 義雄 大槻 主税・小久保 正 大槻 主税・小久保 正	
3013	Bone-bonding Mechanism of Sintered β -3CaO \cdot P $_2$ O $_5$	根尾 富志・小谷 晴弥 山室 隆夫・中村 武央 板東 義雄	Phosphorus Research Bulletin 1, 191~196, 1991
3014	Mechanochemical Polishing of Silicon Carbide Single Crystal with Chromium (III) Oxid Abrasive	菊地 正夫・高橋 裕 須賀 惟知・鈴木 茂信 板東 義雄	J. Am. Ceram. Soc. 75, 1, 189~194, 1992
3015	セラミックスの破壊理論の問題点	猪股 吉三	セラミックス誌 27, 4, 327-330, 1992 Physica C 191, 441~449, 1992
3016	Structural changes and redistribution of holes by Sr-doping in YBa $_2$ Cu $_4$ O $_8$	石垣 徹・泉 富士夫 和田 隆博・鈴木 信雄 八重樫 裕司・浅野 肇 山内 尚雄・田中 昭二 木下 恭一・泉 富士夫 山田 智秋・浅野 肇	Physical Review B 45, 10, 5558~5562, 1992
3017	Structure refinements of superconducting and nonsuperconducting La $_{1.82}$ Ca $_{1.18}$ Cu $_2$ O $_{8\pm\delta}$ from neutron-diffraction data		
3018	Te薄膜の酸化過程	末原 茂・畑野 東一 貫井 昭彦	真空 35, 3, 131~133, 1992 溶接学会誌 61, 3, 200~206, 1992 日本結晶学会誌 34, 2, 118~127, 1992 Materials Research-society Symposium proceedings 235, 635~646, 1992 Clay Science 8, 169-176, 1991 日本金属学会誌 56, 5, 541~547, 1992 Journal of Crystal Growth Proc. of 5th Intl. cont. on II, VI compounele 117, 738~741, 1992 Diamond and Related Materials 1, 104~108, 1992 Journal of Crystal Growth Proc. of 5th Intl. cont. on II, VI compounele 117, 565~568, 1992 Physica C 193, 73~80, 1992
3019	気相合成ダイヤモンド	加茂 睦和	
3020	粉末回析法における積分強度について	宇野 良清・小沢 春雄 雪野 健	
3021	High-Resolution Transmission Electron Microscope Study of Electron-Beam Induced Damage in Some Oxide Superconductors	松井 良夫・柳澤佳寿美	
3022	Increased "Crystallinity" of Na-Fluor-teanilite by hydrothermal Annealing	藤田 武敏・杉森健一郎 中沢 弘基	
3023	サファイア基板の還元窒化に関する組織学的検討	平井 伸治・片山 博 小澤 正義・上村揚一郎 井上 久遠・南 不二雄 加藤 幸雄・吉田 幸司 江良 皓	
3024	Exciton resonance of hyper-Raman and hyper-Rayleigh scatterings in II-VI compounds		
3025	Effects of UV irradiation on the growth of diamond at lower temperatures	加茂 睦和・安藤 寿浩 佐藤洋一郎・板東 完治 石川 淳	
3026	Estimation of misfit strain in epitaxially grown ZnSe/GaAs with two-photon absorption spectroscopy	南 不二雄・加藤 幸雄 吉田 幸司・井上 久遠 江良 皓	
3027	Structural properties of (Pb, Cu)(Sr, Nd) $_2$ (Ho, Ce) $_2$ Cu $_2$ O $_{9-\delta}$	前田 敏彦・坂井 直道 泉 富士夫・和田 隆博 山内 尚雄・浅野 肇 田中 昭二	
3028	層状チタン酸塩のトポクティックな組成・構造変換によるトンネル構造八チタン酸塩及びその類縁物質の合成	佐々木高義・藤木 良規	セラミックス誌 27, 5, 432~437, 1992
3029	地球環境親和型素材のひとつの試み——粒土・繊維複合多孔体——	中沢 弘基	機能材料 12, 6, 22~28, 1992

3030	Hydraulic Properties of Apatitic Cement Mixed with calcium sulfate Dihydrate	門間 英毅	Apatite vol. I (Proceedings of the First International symposium on Apatite) 1, 179~184 1992 燃焼合成の化学 (株ティール・アイ・シー) 120~128
3031	フローティングゾーン法による高融点単結晶育成への応用	大谷 茂樹	Journal of the Ceramic Society of Japan 100, 4, 373~376, 1992
3032	Thermal Behavior of Octacalcium Phosphate Intercalated with β -Dihydroxymuconate	門間 英毅・西川 治光	J. Materials chemistry 2, 4, 455~458, 1992
3033	Secondary-ion Mass Spectrometric Analysis of Anisotropic Oxygen Self-diffusion in Barium Hexaaluminate Single Crystals	町田正人・T. Shiomitsu 江口 浩一・羽田 肇 荒井 弘通	The proceedings of the International Symposium on Material Chemistry in Nuclear Environment 109~116, 1992
3034	Ion Diffusion and Degradation in Ceramics	三橋 武文・羽田 肇 大谷 茂樹・加納 茂樹 吉田 英一	Physica status Solidi (b) 169, K53~58, 1992
3035	Raman and Infrared Spectroscopic Studies of Ba_3TiS_5 and Ba_2TiS_4	石井 紀彦・佐伯 昌宣	Physica status Solidi (b) 170, K49~54, 1992
3036	Raman and Infrared Spectra of Ba_3TiS_5 and BaNbS_3	石井 紀彦・佐伯 昌宣	Angew. chem. Int. Ed. Engl. 31, 1, 59~61, 1992
3037	A Germanium Sesquisulfide, $(\text{tBuGe})_4\text{S}_6$, without Adamantane Structure	安藤 亘・門脇 徹治 加部 義夫・石井 紀彦	日本セラミックス協会 学術論文誌 100, 6, 826-829, 1992
3038	Y_2O_3 と Nd_2O_3 を添加した β 窒化ケイ素のガス圧焼結	広崎 尚登・安藤 元英 秋宗 淑雄・三友 護	

メ モ

運営会議

2月15日、第124回運営会議が、

- 1) 平成5年度予算(案)について
 - 2) 平成5年度業務計画(案)について
- の議題で開催された。

研究会

2月1日、第10回無機・有機複合体研究会が「粘土と有機分子の世界」の演題で開催された。

2月9日、第61回結晶成長研究会が「Si単結晶：融液からの成長と導入された欠陥」の議題で開催された。

海外出張

所長藤木良規は、「第9回日韓ニューセラミックスセミナー」に出席・講演のため平成4年12月1日から平成4年12月5日まで大韓民国へ出張した。

第12研究グループ総合研究官石沢芳夫は、「ブラジ

ル材料技術開発プロジェクトの実施協議」のため平成4年12月10日から平成4年12月20日までブラジル連邦共和国へ出張した。

第4研究グループ主任研究官泉富士夫は、「韓国新素材特性評価センタープロジェクトにおける技術指導打合わせ」のため平成5年1月10日から平成5年1月19日まで大韓民国へ出張した。

超高温ステーション総合研究官守吉佑介は、「セラミックスの粒界に関する国際学会」に出席・講演のため平成5年1月30日から平成5年2月8日までオーストラリアへ出張した。

研究所の一般公開について

平成5年度の科学技術週間は、4月12日(月)から4月18日(日)までの7日間で開催されます。

当研究所では、4月16日(金)に所内一般公開を行います。

発行日 平成5年3月1日 第138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