



## 平成 11 年度重点的課題

- 更なる飛躍に向けて -

研究企画官 亀山 哲也

平成 11(1999)年度の研究活動は、世紀の変わり目を実感できる年にあり、大いに活躍が期待されているところであるが、このような時にあって、景気は一層深刻さを増して、地球規模での環境汚染やエネルギー・資源の枯渇問題も依然として根本的に解決できない状況にある。

このような問題に直面し、その解決に有効となり得る新たな産業技術政策が通商産業省において作成されつつある。21世紀の情報化社会並びに高齢化社会における国民の生活の質の向上を図るために、我が国の産業技術の革新並びに新産業の創出によって国際的競争力を高めるとともに、エネルギー・環境問題をも同時に解決する。そのような産業社会の形成を可能にする政策が主旨となっている。

21世紀の産業社会の形成に貢献すべき国の試験研究機関のあり方も近年問われており、その一環として独立行政法人化が打ち出された。当所は、無機系材料の創製・プロセス技術の研究開発を通して産業技術の革新、エネルギー・環境問題の解決に貢献する中核的研究機関として位置付け、当該分野の研究開発を産学官連携体制等によって効率的・効果的に促進し、新産業の創出・産業技術の革新に貢献するものと考えている。

当所の役割は極めて大きく、その遂行に向けて平成 11 年度は(1)先端材料等の戦略研究(2)根元的なプロセス技術の研究等を行う技術シーズ探索研究、並びに(3)知的基盤研究の3つの分野に分類し右欄に示すような課題を重点的に推進する。関係各位のご協力により、平成 13 年度より名古屋市東部の志段味ヒューマンサイエンスパークの新研究所においてより一層ミッション性の高い研究展開を図ることが可能になっている。今後、産学官連携体制の強化ならびに適切な評価を行って研究の促進と成果の速やかな普及に努めたい。

関係各位のご指導、ご鞭撻をお願い申し上げる次第である。

### (1) 戦略研究

#### 1) 先端材料

シナジーセラミックス(産技第 期,平成 11~15 年度)

- 信頼性の高いしなやかなセラミックスの部材への適用 -

(産学官連携研究開発施設(志段味)で実施)

(シナジーセラミックス特別研究室の設置)

スーパーメタル(産技,平成 9~13 年度)

- マグネシウム合金の耐食性の向上 -

電子セラミックスデバイス

次世代強誘電体のメモリ(産技,大学連携,平成 11~15 年度(予定))

アクチュエータ・素子の開発(大学連携平成 10~14 年)

- 分子構造制御,界面制御などによる,高性能電磁気セラミックスの創

製・デバイス化 高度情報化社会及び電子機器の省エネルギー化 -

#### 2) 新プロセス技術

高速超塑性・加工技術(産技,先導(予定))

- 高速・低温超塑性を示す無機系材料の開発ならびに低エネルギー・ニ

アネットシェイプ成形プロセスを確立し,部材の製造プロセスの省エ

ネルギー化ならびに高機能化 -

マイクロエクスプローションによる金属材料の組織超微細化技術

(競争特研,平成 9~13 年度)

#### 3) エネルギー・環境対応

環境浄化材料

酸性ガス高温回収システムの研究(経常,平成 10~12 年度)

- ダイオキシンの抑制のための材料開発 -

環境適応材料

生体硬組織代替無機系融合材料創製(競争特研,平成 9~13 年度)

((大学との連携による) in vivo セラミックス/金属融合材料の開発)

循環型材料

低環境負荷に資するバリアフリープロセッシング

(科振費,平成 11~15 年度)

- 軽金属材料の組織制御により,高機能化,リサイクル性向上,ならび

に低環境負荷 -

### (2) 技術シーズ探索研究

#### 1) 計算機材料科学に基づく無機系材料設計

ハイブリッド・シミュレーションによる多結晶材料の設計手法に関する

研究(鉱工業特研,平成 10 年度~)

- 多結晶体の大規模シミュレーション法の開発による,多結晶材料の物

理的機械的特性評価システムの確立 -

#### 2) 空間制御のプロセス研究

無機メソ空間材料の合成と化学反応場としての利用研究

(鉱工業特研,平成 9~11 年度)

#### 3) 反応場応答プロセス研究

ソノケミカル反応場を利用した構造制御

(科振費総合,平成 10~12 年度)

バイオミネラルゼーション材料化プロセスの研究開発

(バイオメテック材料工学研究会)

(科学技術交流財団,平成 10~11 年度)

- 生体内セラミックス合成プロセス(バイオミネラルゼーション)を応

用した省エネルギー的,高選択的プロセス技術の開発 -

### (3) 知的基盤研究

#### 1) セラミックカラーデータベース

(データベース整備計画(第 期平成 8~10 年度,第 期平成 11~13 年度))

- 20 数万点に及ぶセラミックテストピースのカラーデータベース化 -

#### 2) セラミックス焼結体の特性データベース

(科振費,知的基盤,平成 9~13 年度)

# ケミカルプロセスによる 導電性チタニアの特性向上

Pat.Pend.

セラミックス基礎部セラミックス素材研究室 淡野正信

近年、エネルギー・環境問題への対応等で、機能性セラミックスの特性向上に対する期待は高まる一方である。機能性セラミックスの多種多様な特性の中で、電気伝導性一つを取ってみても、導電体、半導体、絶縁体各々に対するニーズは高度化し続けており、その研究の中から、高温超電導セラミックスのような新しい産業シーズとなる材料も創出されている。

機能性セラミックスの一つであるチタニアは、特に最近、エネルギー変換機能を有する半導体として、光エネルギーを利用した環境浄化材料等の応用が急速に図られている。化学的安定性等の優れた特性を兼ね備えていることや、原料・製造コスト的に安価であることも大きな魅力である。しかし、その有する可能性としてはまだ未発掘の部分も多い。そのため、セラミックス基礎部セラミックス素材研究室では、これまで複合超微粒子化によるエネルギー変換機能の飛躍的向上や多機能化の可能性を検討している。例えば、導電性の大幅な向上が可能となれば、新しい熱電変換材料としての期待さえも持たれる。しかし、これまでは焼結体の原料粉体製造プロセスの検討が不十分で、セラミックスの導電性を制御するために必要な、ドーピングによる電荷キャリアの増大や、結晶粒界に形成される障壁をなくして電流を流れ易くする等の技術が未成熟なため、用途拡大

に至っていないのが実状である。

当研究室では、安価な無機塩を原料として用いたケミカルプロセスによってこの問題を解決することに成功した。導電性向上のためにチタニア中に導入されるべき添加物としては、NbやTa等が挙げられるが、微量を均質にドーピングすることが困難であり、かつ熱的に不安定なため加熱すると直ぐ析出してしまおうという問題点があった。そこで、チタニア及び添加物を無機塩溶液中で反応させる際のpH制御等を行うことで、ごく微量でも均一なドーピングを可能とすることに成功した(図1)。それによって図2に示すように、微量添加で最適な導電特性を得ることができた。さらに、ドーピングした物質が高温で焼結体の結晶粒子から析出して、粒界に高抵抗相の電流障壁を形成してしまう問題への対策として、ケミカルな粒子コーティング技術を開発した。そして、析出抑制物質として $ZrO_2$ を添加したところ、高温での繰返し測定(1000 - 5回)においても高導電率を維持することに成功した。

このように高温安定な微量ドーピング技術が開発されたことで、従来は困難であった、単一材料での広い温度領域における導電性や半導体特性等の制御が可能となり、導電体としてのみならず、特性の優れたサーミスタやバリスタ、及び新しいエネルギー変換材料としての応用が期待される。

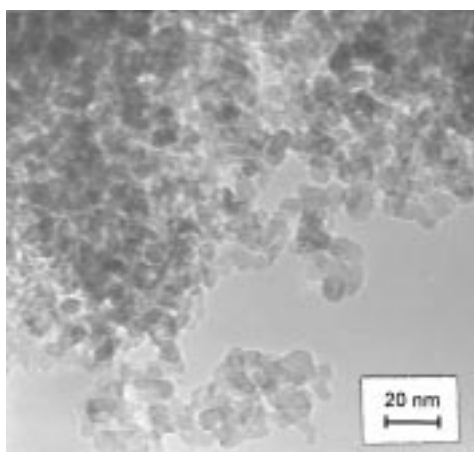


図1 ケミカルプロセスによりNbドーピングを行ったチタニア超微粒子

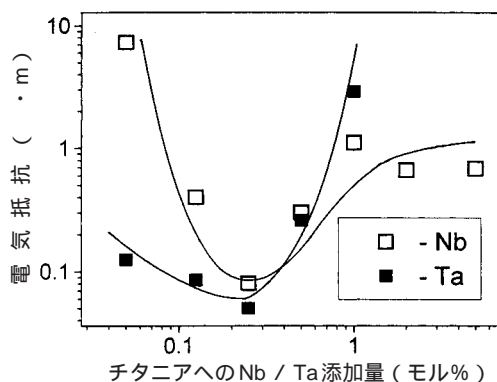


図2 室温での抵抗率とドーピング量の関係

# NERD法 - 低損傷非破壊水素分析法 -

融合材料部ビーム工学研究室 齋藤和雄

固体表面層の水素などの軽元素の挙動は、各種薄膜材料の開発において重要な事項の一つであり、その分析法の重要性が高まってきている。水素などの軽元素の非破壊表面分析法として、イオンビームを用いた弾性反跳検出分析法（ERDA）や共鳴核反応分析法（RNRA）が用いられている。これらの方法は、固体表面から数 $\mu\text{m}$ の層の水素の非破壊分析法として優れた手法であるが、 $10\mu\text{m}$ 以上の深さには適用できない。また、このような荷電粒子を固体表面に入射した場合には入射粒子による表面層の損傷が無視できないことが多い。

中性子弾性反跳検出（NERD）法は、核反応によって発生した単色の高速中性子を材料に照射し、弾性反跳により、固体表面から放出された粒子のエネルギースペクトルを測ることにより、固体表面近傍の元素濃度の深さ分布を測定するものであり、水素やヘリウムなどの軽元素の定量分析に優れている。単色の高速中性子はイオン加速器からの高速イオンを薄膜物質に照射する事により得る。この分析法は、プローブとして高速中性子を用いるため、イオン入射の場合に比して、分析による試料の損傷が極めて少ない。また、測定可能な最大深さが数 $10\mu\text{m}$ から数 $100\mu\text{m}$ に達すると予想される（入射中性子のエネルギーに依存する）。さらに、同位体を含む水素やヘリウムの数種類の核種を同時に測定することが出来、大気中分析も可能である等の特長を有して

いる。高速中性子場での弾性反跳粒子の検出に関しては、原子核物理実験等で蓄積されてきた様々な粒子検出手法が容易に適用できる。

融合材料部ビーム工学研究室では、現在、核融合炉第一壁材料や電子材料などの薄膜材料の表面に含まれる水素などの軽元素の定量分析法として、このNERD法を適用する研究に取り組んでいる。

先行しているNERD法の研究では、重水素-3重水素反応による、約 $14\text{MeV}$ の高速中性子が主に用いられている。これに対して、我々は、より低いエネルギーの中性子を用いる方が感度の向上やノイズの軽減、また、安全性の面から考えて有利であるとの理由から、重水素-重水素反応による約 $5\text{MeV}$ の中性子、あるいは、水素-リチウム反応による約 $0.5\text{MeV}$ の中性子を用いて研究を行っている。当所では高速中性子を使用する施設がないために、日本原子力研究所高崎研究所や東北大学工学部等の協力を得て測定試験を行っている。

現在のところ、ポリエチレンと金属箔の多層膜を用いて、NERD測定を行い、 $200\mu\text{m}$ 近くまでの深さの水素原子濃度を、数 $\mu\text{m}$ の深さ分解能で測定出来ること、また、水素と重水素の深さ分布を同時に測定できること等を明らかにした。

今後、より効率的な測定方法を確立し、その有効性と限界を見極めるとともに、この分析法に適した分析対象の拡大を図っていく予定である。

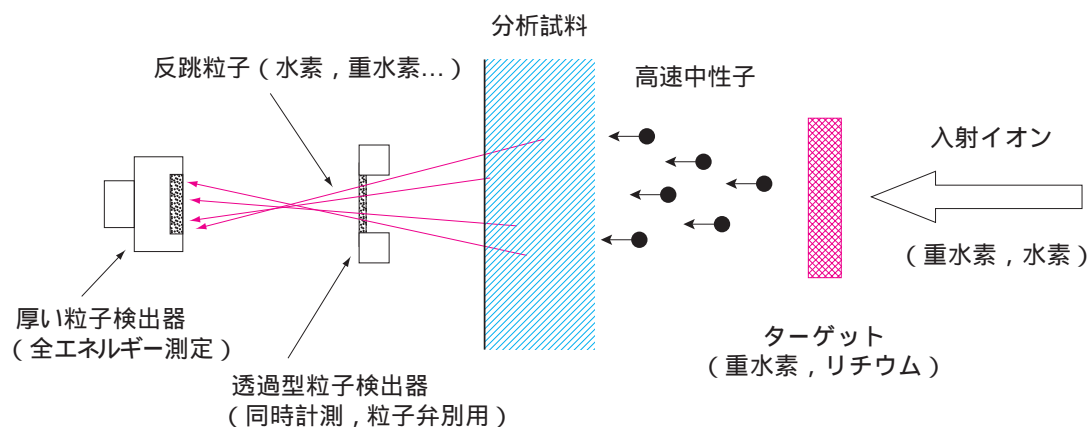


図 中性子弾性反跳検出（NERD）法の概略

# 燃料と空気の混合ガス中で発電する 固体電解質型燃料電池の開発

構造プロセス部構造誘導プロセス研究室 日比野高士

固体電解質型燃料電池 (SOFC: Solid Oxide Fuel Cell) は、電解質を介して一方の電極室にメタンや水素のような燃料ガス、もう一方の電極室に空気をそれぞれ供給し、燃料と酸素の化学反応エネルギーを電力に直接変換している。このため、発電効率が50%程度に達し、しかも作動温度が1000℃であるため、その排熱を冷暖房や給湯等に利用すれば、効率を最高65%まで伸ばすことができる。しかし、SOFCの実用化を困難にしている課題として、燃料と空気が混ざらないようにするガスシール技術が未だに完成していないこと、及びSOFC自身が持つオーム抵抗を小さくするために必要な電解質の薄膜化技術が高コストであることなどがあげられる。

一方、図1(a)と(b)が示すようにメタンと空気を分けることなく、これらの混合ガスの中で発電できる、新規なSOFCが著者らによって提案されている。これは、従来型SOFCと異なりガスシールする必要がなく、しかも二つの電極を電解質の同一面上におけば(図1(b))、単にそれらの距離を狭めるだけで電解質のオーム抵抗を低減できる。これまで得られた最高出力は $0.16\text{Wcm}^{-2}$ であり、従来型SOFCで

得られる値の半分以上に及ぶ。ただし、この出力を得るためには、高価な白金負極と金正極、しかも機械的強度がなく、化学的安定性も乏しい酸化バリウムセリウム系電解質を使用しなければならなかった。

そこで、著者と王樹強(NEDO派遣研究員)は、従来型SOFCで使用しているニッケル系負極、酸化ランタンマンガン系正極、そして安定化ジルコニア電解質からなる電池でもメタンと空気の混合ガス中で発電できるようにするため、アイデアの再考や電極材の改良等の努力を積み重ねてきた。その結果、図2が示すように、従来材料を用いた電池でも最高出力 $0.16\text{Wcm}^{-2}$ を得るまでに至った。さらに、従来型SOFCにおいて、もう一つの実用電解質として検討されている酸化ランタンガドリニウム系セラミックスを使用すると、最高出力が $0.2\text{Wcm}^{-2}$ まで達することも確認した。今後、電極材の焼き付け条件の最適化や電極材への微細な修飾等によりさらなる出力の向上に努めるとともに、実用化時に要求される単電池の積層化技術を確立していく予定である。

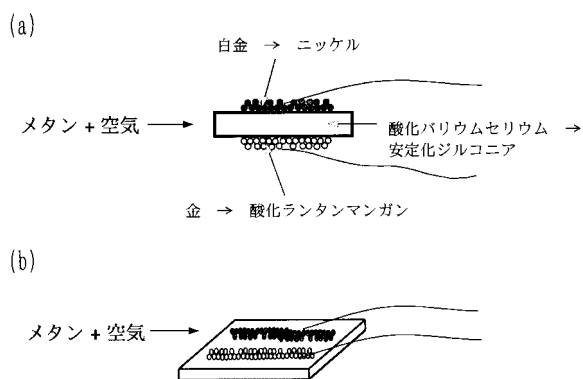


図1 (a)と(b)、二つのタイプの新規燃料電池

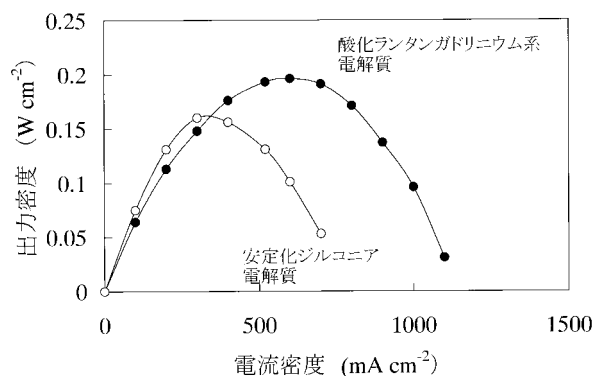


図2 タイプ(a)の発電特性：作動温度950℃；メタン+空気（メタン：酸素=1：1）、 $300\text{ml min}^{-1}$ ；電解質厚さ0.5mm

# 広報

## 誌上 発表

題名	Stereoselective Synthesis of Enantiomerically Pure $\alpha$ -Fluoroalkyl $\gamma$ -Butyrolactones by Sulfoxide-Directed Lactonization
掲載誌名	European Journal Organic Chemistry p.111 ~ p.115 1999
キーワード	フッ素, ラクトン, 環化反応, ケテン, スルホキシド
発表者	P.F.Bravo <sup>1</sup> , A.Arnone <sup>1</sup> , P.Bandiera <sup>1</sup> , L.Bruche <sup>1</sup> , 大橋裕二 <sup>2</sup> , 小野泰蔵, 関根あき子 <sup>2</sup> , M.Zanda <sup>1</sup> ( <sup>1</sup> 国立ミラノ工業研究所)( <sup>2</sup> 東京工業大学)
題名	Nucleation Control for Hot-Working of Silicon Oxynitride Based Ceramics
掲載誌名	Journal of Materials Research Vol.14 No.1 p.170 ~ p.177 1999
キーワード	窒化ケイ素, 熱間加工, 塑性変形, 核生成
発表者	大橋優喜, 飯田康夫, S.Hampshire <sup>1</sup> ( <sup>1</sup> リムリック大学)
題名	ab initio Molecular Orbital Study of Reaction of Pentafluoroethyl Radical with Hydroxyl and Hydrogen Radicals
掲載誌名	Bulletin of The Chemical Society of Japan Vol.72 No.2 p.207 ~ p.211 1999
キーワード	ab initio計算, ペンタオロエチルラジカル, ヒドロキシルラジカル, 水素ラジカル, 代替ハロン, 消火機構
発表者	深谷治彦, 小野泰蔵, 阿部 隆

## 口頭 発表

題目	TiO <sub>2</sub> 薄膜光触媒によるメチレンブルーの脱色に対する照射光波長依存性
発表者	深谷光春, 埜田博史, 野浪 亨, 渡辺栄次, 鈴木光彰( <sup>1</sup> 静岡工業技術センター)
発表会名	環境技術研究総合推進会議 地球環境問題研究会・地域環境問題研究会 第3回合同研究発表会
題目	Regulation of Apoptotic Cell Death of Cultured Human Hepatoma Cell
発表者	斎藤隆雄, 朝倉孝広 <sup>1</sup> , 稲垣英利, 前田純夫( <sup>1</sup> 愛知工業大学)
発表会名	International Symposium on Advanced Biomaterial and Tissue Engineering
題目	分析結果の信頼性向上について
発表者	山田 守
発表会名	表面分析懇話会
題目	- 窒化ケイ素結晶のモフォロジー制御とそのメカニズム - 2.ランタノイド助剤の効果
発表者	北山幹人 <sup>1</sup> , 平尾喜代司, 鳥山素弘, 神崎修三( <sup>1</sup> ファイナミック技術研究組合)
発表会名	日本セラミックス協会 1999年会
題目	Aluminium Nitride with High Thermal Conductivity from Aluminium Metal Compacts
発表者	岡田拓也 <sup>1</sup> , 鳥山素弘, 神崎修三( <sup>1</sup> ファインセラミックス技術研究組合)
発表会名	1999 TMS Annual Meeting
題目	Effects of Plastic Deformation on Magnetic and Mechanical Properties of 3Y-ZrO <sub>2</sub> /BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub> Composites
発表者	鈴木義和, 淡野正信, 近藤直樹, 大司達樹
発表会名	1999 TMS Annual Meeting
題目	Large Superplastic Elongation of b-SiAlON Ceramics
発表者	近藤直樹, 大司達樹, 鈴木義和
発表会名	1999 TMS Annual Meeting
題目	Low Temperature Synthesis of Ferroelectric Sr <sub>2</sub> Nb <sub>2</sub> O <sub>7</sub> Thin Films by Rapid Thermal Annealing
発表者	庄山昌志 <sup>1</sup> , 都築明博, 加藤一実, 村山宣光( <sup>1</sup> 三重県窯業試験場)
発表会名	11th International Symposium on Integrated Ferroelectrics
題目	3つの超音波の音軸が交差する微粒子操作のための定在波音場の生成
発表者	小塚晃透, 辻内 亨, 三留秀人, 新井史人 <sup>1</sup> , 福田敏男 <sup>1</sup> ( <sup>1</sup> 名古屋大学)
発表会名	日本音響学会1999年春季研究発表会
題目	マルチバブルソノルミネッセンスの発光閾値
発表者	畑中信一 <sup>1</sup> , 辻内 亨, 小塚晃透, 三留秀人( <sup>1</sup> 中小企業事業団)
発表会名	日本音響学会1999年春季研究発表会
題目	Generation of a Standing Wave Field Using Crossing Sound Beams for Acoustic Micro-Manipulation
発表者	小塚晃透, 辻内 亨, 三留秀人, 福田敏男 <sup>1</sup> , 新井史人 <sup>1</sup> ( <sup>1</sup> 名古屋大学)
発表会名	第137回米国音響学会および第2回ヨーロッパ音響学会連合総会ジョイントミーティング
題目	Ultrasonic Micromanipulation of Particles and Effects of Acoustic Streaming
発表者	三留秀人, 小塚晃透, 辻内 亨
発表会名	第137回米国音響学会および第2回ヨーロッパ音響学会連合総会ジョイントミーティング

## 公開特許情報

### 国内登録

登録番号 登録日 出願番号	名称 / 発明者
特 2866917 H 10.12.25 特願平 6-268389	溶湯攪拌法によるセラミックス粒子強化マグネシウム基複合材料に対する超塑性発現法 / 林 原 外 2 名
特 2869528 H 11.1.8 特願平 8-303577	コーラーゲン繊維 - リン酸カルシウム化合物複合材料及びその製造法 / 横川善之 外 2 名

## お知らせ

### 研修会報告

野幌窯業振興協会主催による技術研修の一環として、セラミックスに関する研究概要説明・施設見学の依頼があり、平成 11 年 2 月 22 日（月）シナジーセラミックスに関する講演会、並びに 3 研究室の施設見学会が行われた。



施設見学

### 展示会出展報告

平成 11 年 3 月 3 日（水）、4 日（木）に、名古屋市科学館において（財）ファインセラミックスセンター等主催による「新世紀への飛躍 - トラディショナルからアドバンストまで -」をテーマとしたプレ・



展示会場

ファインセラミックスフェア '99 が開催された。当所からは、高温酸性ガス回収材の開発 計算機支援による材料設計 高温廃熱利用酸化物質熱電変換材料の研究の 3 点を出品した。

## 研究成果発表会報告

### 富山キャラバン隊



当所と（財）北陸産業活性化センター主催による「名古屋工業技術研究所における環境に優しい無機材料の研究開発」と題した当所キャラバン隊による研究成果発表会が平成 11 年 3 月 3 日（水）富山市内で開催された。

当所は、中部通商産業局管内に属する地域唯一の国立研究機関として、セラミックスを主体とした無機系融合材料の研究を柱に環境技術等の研究を行っている。これらの成果が、地域における企業の技術開発への支援となればと企画された。

今後とも、このような技術交流の場を設けることで、地域産業における支援並びに技術開発の活性化につながるよう従来にも増して積極的に取り組んでいく予定である。



特別講演



成果発表

### 訂正とお詫び

本誌 No.564(3月号)におきまして、表題などに間違いがありました。ここに訂正しお詫びいたします。

訂正箇所	正	誤
1 ページ目 著者所属	セラミックス応用部 環境セラミックス研究室長	セラミックス応用部 環境技術研究室長
2 ページ目 表題	六方晶 Y 型フェライト 電波吸収体の開発	六方晶 Y 型フィラメント 電波吸収体の開発
6 ページ目 公開特許情報 7 項目 (特 2860394)	被覆ダイヤモンド含有 高密度高硬度複合体及び その製造法 / 桑 正市 外 2 名	被覆ダイヤモンド含有 高密度高硬度複合体及び その製造法 / 吉田晴男 外 2 名

発行所  工業技術院 名古屋工業技術研究所

本 所：〒462-8510 名古屋市北区平手町 1-1 TEL(052)911-2111

瀬戸分室：〒489-0884 瀬戸市西茨町 110 番地 TEL(0561)82-2141-2

U R L <http://www.nirin.go.jp/>

編集発行 総務部業務課

印刷 マツモト印刷株式会社