

Materials & Structures Laboratory

News Letter

October 01 2013

No.31

CONTENTS

応セラ研・ナウ： 東日本大震災における学校体育館の被害と今後の課題	1
研究の展望：温めると縮むセラミックス	2
研究の周辺：2年間の内閣府出向を振り返って	3
グループによる共同研究・ナウ：鉄系超伝導体の薄膜研究	4
トピックス： アジア土木技術国際会議とインドネシア STAC-7 開催報告	5 5
受賞・ワークショップ・人事異動	6

東日本大震災における学校体育館の被害と今後の課題

准教授 山田 哲

東日本大震災では、津波による被害だけでなく地震そのものによる建物の被害も多く発生したが、被災した建物の数が余りにも多く、また東日本全域にわたる広範囲な地域に分散していることから、震災後2年以上経った今でも被害の全体像については知られていないことが多い。筆者は文部科学省の依頼を受け、後輩・卒業生諸氏とともに震災直後に被災した鉄骨造文教施設の現地調査を行った。また2012年度には、学校体育館が受けた震動被害の全体像を把握するため、文部科学省に提出された学校施設の災害復旧資料の調査を行った。これらの調査を通じて、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、栃木県の公立小学校、公立中学校および公立高等学校の体育館1611棟について、個々の建物を受けた震動被害の状況や、構造的な特徴、建築年などの整理・分析を行った。

まず学校体育館の震動被害がどのように分布していたかを把握するために地図上に各施設の被災度をプロットしたものを、図1に示す。この図から、大破・中破に区分される大きな被害を受けた学校体育館が広く分布しており、今回の震災で広範囲な地域で大きな震動被害が発生していたことがわかる。また、新耐震（1981年以降）の建物か、新耐震以前で耐震補強済みの建物かといったグループごとに、大破・中破に区分される大きな被害を受けた建物の割合を比較して図2に示す。耐震診断・補強が未対応の体育館では13%程度で大破・中破に区分される大きな被害を受けているが、新耐震の体育館においても6%程度が大きな被害を受けていることがわかる。

現在の耐震基準である新耐震以降の建物においても発生した特徴的な大きな被害としては、社会問題にもなった天井の落下（写真1）、鉄骨屋根を鉄筋コンクリート構造の架構に留める定着部でのコンクリートの破壊（写真2）などがある。前者は、文部科学省に設置された委員会での検討を経て、学校体育館については基本的に既存の天井を取り外すという対策を出したが、校舎内における音楽室の天井についてはどのような対策を採るべきかといったことについて、現在検討を進めている。一方後者については、重量の大きなコンクリート片が落下する非常に危険な被害であることから、被害原因の究明と設計法・改修法に関する共同研究を、(独)建築研究所や学内外の研究グループとともにスタートさせた。この他にも解決すべき課題はあり、逐次研究を進めている。

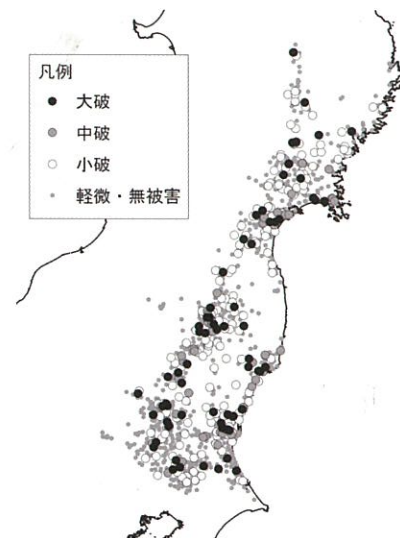


図1 学校体育館の被災度分布

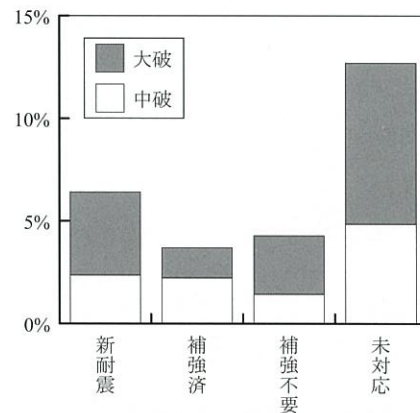


図2 大破・中破に区分される被害を受けた学校体育館の割合



写真1 天井の落下



写真2 定着部でのコンクリートの破壊

研究の展望： 温めると縮むセラミックス

教授 東 正樹

最近のガスレンジやIHヒーターは、トッププレートがガラス製であることにお気づきでしょうか。大きな温度変化にさらされるこうした場所には、 $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ を主成分とするガラスマトリックス中に β -ユークリプタイト固溶体の微結晶を析出させた、低膨張ガラスが使われます。ガラスの熱膨張係数は小さいので、線熱膨張係数が $2 \times 10^{-6}/\text{K}$ 程度の β -ユークリプタイト結晶質を析出させることで、 $0.01 \times 10^{-6}/\text{K}$ 以下の非常に小さな熱膨張を実現できるのです。しかしながら、非常に複雑な熱処理を経て合成されるため、ガラスとは言っても溶かして成形する事ができず、加工性に難があります。より大きな負の熱膨張を示す物質があれば、熱膨張係数が $10 \times 10^{-6}/\text{K}$ 程度の金属や、 $100 \times 10^{-6}/\text{K}$ 程度の樹脂をホスト剤にした、加工が容易で機械的特性に優れたゼロ熱膨張材料を実現できると期待されます。半導体製造や光通信など、精密な位置決めが要求される場面では、熱膨張による位置決め狂いを防ぐための高度な温度管理に多量のエネルギー使われますが、ゼロ熱膨張材料用いることでそうしたエネルギーの浪費を防ぐことができます。

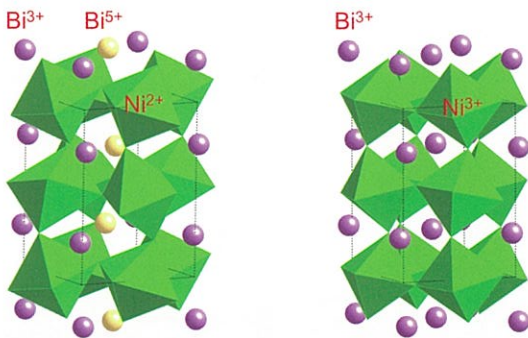


図1：低温相 $\text{Bi}^{3+}_{0.5}\text{Bi}^{5+}_{0.5}\text{Ni}^{2+}\text{O}_3$ と高温相 $\text{Bi}^{3+}\text{Ni}^{3+}\text{O}_3$ の結晶構造。

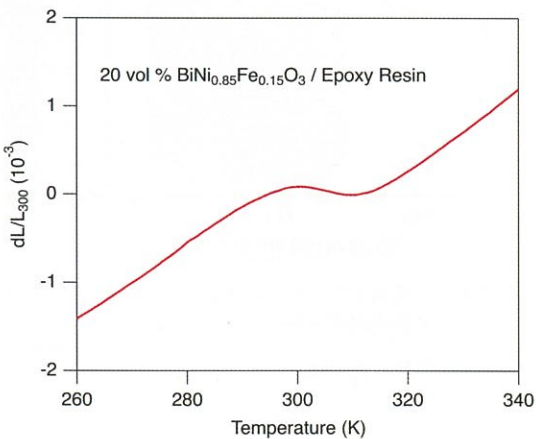


図2：エポキシ樹脂中に $\text{BiNi}_{0.85}\text{Fe}_{0.15}\text{O}_3$ を20体積%分散したコンジット材の熱膨張。室温近傍でエポキシの熱膨張が抑制されているのがわかる。

BiNiO_3 は、 $\text{Bi}^{3+}_{0.5}\text{Bi}^{5+}_{0.5}\text{Ni}^{2+}\text{O}_3$ という特徴的な酸化状態を持つペロブスカイト化合物です。ピスマスを一部3価のランタノイド (Ln) で、またはニッケルを鉄等の3価が安定な金属元素 (M) で置換すると、昇温によって Bi^{3+} と Ni^{2+} の間で電荷移動を起こし、 $(\text{Bi,Ln})^{3+}(\text{Ni,M})^{3+}\text{O}_3$ の状態へと転移するようになります。この際、 Ni^{2+} から Ni^{3+} への酸化に伴いNi-O結合が収縮するため、昇温すると体積が約3%収縮する、負の熱膨張が発現します。ランタノイドや鉄の置換量で負の熱膨張を示す温度域を自在にコントロールできる他、転移温度幅を変えれば熱膨張係数も変化させることができます。 $-100 \times 10^{-6}/\text{K}$ もの負の線熱膨張係数を持つ $\text{BiNi}_{0.85}\text{Fe}_{0.15}\text{O}_3$ をエポキシ樹脂中に分散させることで、室温近傍で熱膨張係数をほぼゼロにすることができます。また、珍しい金属間電荷移動現象であることに加え、無拡散相変態なので、マルテンサイトのなドメイン構造を持つ、という基礎研究上の面白みもあります。合成に6万気圧もの高圧が必要であること、昇温と降温時で温度履歴を持つことなど難点もありますが、夢のゼロ熱膨張構造材料を目指して研究を続けたいと思います。

研究の周辺：

2年間の内閣府出向を振り返って

准教授 赤津 隆

2011年3月上旬のある日、研究所所長(当時)の岡田清先生から、内閣府・総合科学技術会議の事務局(以下、CSTP)への出向(2年間)のお話を頂いた。大学以外の職場で働くことは視野を広げる良い経験になると思い、お受けすることにした。それは、東日本大震災が日本を震撼させる直前のことであった。

2011年4月、科学技術関連施策重点化、いわゆるアクションプラン策定作業が、震災の影響で予定より約1カ月も遅れてしまう、といったドタバタな状況にあるCSTPでの勤務が始まった。当初予定になかった「震災からの復興・再生」が重点化項目に加えられ、その中の津波関連科学技術施策への対応が、所属するグループの仕事になった。現在、復興予算の流用が盛んに報道されているが、当時、震災被害に直接的な関連性が乏しい施策を重点化対象として認めた例が数多くあり(そうできるように文書が改訂されてしまった)、故郷が被災地(福島県いわき市)であることから、個人的に大変悔しい、もどかしい思いをしたことを覚えている。

ナノテクノロジー・材料を担当するグループに配属されたため、赴任当初は、上記の津波関連以外に、グリーンイノベーションの省エネ関連施策の重点化対応など、言わば他グループのお手伝い、が主な仕事となっていた。なぜなら、ナノテクノロジー・材料は第3期科学技術基本計画の中では重点領域の1つであったが、第4期科学技術基本計画では課題解決を名目に重点領域が大括り化され、「ナノテクノロジー・材料」は前面から消えてしまったからである。しかし、「ナノテクノロジー・材料」と「ICT」は日本の強みであり、イノベーション創出に貢献できる分野としてCSTPでは認知されており、赴任2年目にさしかかるところ、この2分野のワーキング・グループが立ち上がった。その事務局として活動をバックアップしたわけであるが、各省の関連施策を眺みながら「ナノテクノロジー・材料」分野を俯瞰・整理した技術ポテンシャルマップ原案作成に、かなりの労力を費やした。

2012年末に民主党から自民党への政権交代があり、CSTPでも確かに風向きが大きく変わった。自民党政権下では、科学技術は産業競争力強化のツールの1つとして捉えられ、産業競争力会議との連携のもと、「健康長寿社会」、「クリーンエネルギー」、「次世代社会インフラ」、「地域資源」が新たな重点化項目として浮上した。今までの3大重点化項目(グリーン、ライフ、復興・再生)はこれからどうするの…とCSTPがドタバタしているタイミングで任期終了を迎えることとなった。

科学技術に寄せる国の期待が大変大きいことをCSTPで実感できたと同時に、ボトルネックになっている共通的な技術課題が何で、それに対する適切なアプローチは何か、という視点が大事であること(当たり前ですが…)が、特に各省との折衝と通じて勉強できた。最後に、出向中は所内の皆様には色々とお世話いただきましたことを、紙面をお借りしてお礼申し上げます。

グループによる共同研究・ナウ： 鉄系超伝導体の薄膜研究

准教授 平松 秀典

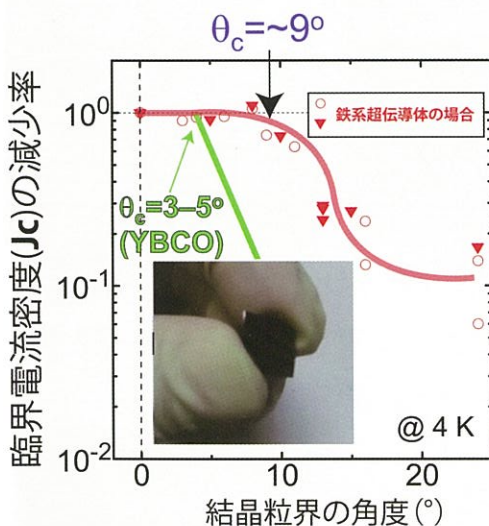
2008年2月に鉄とヒ素からなる層状化合物「鉄系超伝導体」のバルク超伝導が報告され、銅酸化物超伝導体以来の第二の高温超伝導フィーバーが起こった。そのフィーバーから5年が経過した現在、6000報を越える論文が既に出版されており、発見当初の世界的な大フィーバーはやや沈静化したように感じるものの、まだまだ新しい現象が数多く眠っている分野だと思っている。

2008年の8月に我々のグループが世界に先駆けて鉄系超伝導体のエピタキシャル薄膜成長に成功してすぐに、アメリカのロスアラモス国立研究所 (LANL) の Dr. Maiorov と Dr. Civale のグループと共同で、そのエピタキシャル薄膜を使ってこの物質に特異な臨界磁場の異方性を明らかにした。それ以来、超伝導薄膜の磁束ピンング特性に関する共同研究を現在も継続して行っている。

2009年には、その超伝導薄膜の高品質化および高性能化に成功した。そこで、国際超伝導産業技術センター (ISTEC) の田辺副所長のグループと共同で、超伝導デバイスの代表例である、ジョセフソン接合と超伝導量子干渉素子 (SQUID) の開発を開始した。そして、バイクリスタル基板上に成長させた高品質薄膜を使うことで、鉄系超伝導体を使ったそれらの超伝導デバイスを世界で初めて動作させることに2010年には成功した。

そして、2011年にはISTECグループと共同で、結晶粒界が臨界電流密度 (超伝導状態を維持できる最大の電流密度) に与える影響を徹底的に調べた。そして、臨界電流密度が落ち始める粒界の角度が、銅酸化物YBCOよりも倍程度大きいことを明らかにすることができた。この結果は、鉄系超伝導体は超伝導線材に応用する際に、結晶の配向をさほど気にせずに製作することが可能であることを示しており、鉄系超伝導体の将来応用に向けて明るい兆しとなった。その後、LANLのDr. Matiasのグループから、あえて配向度の悪い低品質の超伝導線材用金属テープ基板を提供してもらい、超伝導薄膜線材の試作品を作ってみたところ、その優れた粒界特性を反映して、高価な単結晶基板上の試料と同等の臨界電流特性を達成した。

以上のように、世界中のさまざまな研究グループと綿密に議論を重ねながら共同研究を行っていくことが重要だと実感しており、これからも積極的に共同研究を行い、よい研究成果につなげていきたい。



鉄系超伝導体内の結晶粒界が形成する角度に対する臨界電流密度の変化の割合。挿入写真は試作した超伝導薄膜線材

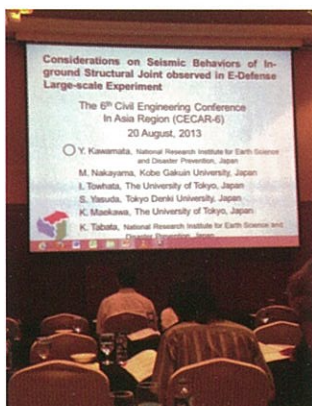
トピックス:

アジア土木技術国際会議とインドネシア

准教授 篠原保二

8月20日から23日、ジャカルタで開催された「CIVIL ENGINEERING CONFERENCE IN THE ASIAN REGION (CECAR-6)」のテーマは「Embracing the Future through Sustainability」である。Keynote Lecturesでは、持続可能な社会基盤を形成するために、Civil Engineersの役割、使命および責任に関するものが主であったが、技術力の普及と向上や品質管理の発表・質疑も多かった。国際会議の外にジャカルタの開発工事視察と鉄筋コンクリート構造物の劣化調査も行ったので、併せて雑感を述べる。ジャカルタでは公共交通機関がほとんどなく、車とバイクが道路に氾濫している（車を一列に並べると道路の総延長距離よりも長くなると言われている）。したがって交通渋滞は日常茶飯事で、信号の設置も少なく、交差点では先に入り込んだほうが優先という状態である。歩道は違法駐車の前で歩けず、道路を横断するときは手で合図しながら渡らなければならない（車の間をバイクがすり抜けて走るのでかなり危険）。地下鉄の計画があるようだが、一刻も早い交通機関の整備を痛感した。

特定の仕様を満たす建設材料を入手するのが難しいという話も聞いた。例えば間仕切壁は自国で生産できるレンガ（日本で使用される耐火ボードより重く、地震に対して不利）の使用が義務付けられているが、一定の品質を満たすレンガを揃えるのは難しいとのことである。さらに、高架道路の多くは築20年程度で劣化はそれほど進んでいないが、道路下の違法建築物による火災によって損傷を受ける問題が多く、コンプライアンス向上に取り組む必要性を感じた（国際会議においても発表者・質問者がともにインドネシア人である場合、母国語でやり取りし、あとで司会者がフォローすることも多々あった）。築30年を超えるRC橋ではせん断補強筋が腐食劣化により破断している現役の橋もあったが、経済的に補修補強するより崩落するまで使い続けるようである。途上国の開発課題の解決を促進するためには、経済協力を通じた国際関係の強化や経済外交が重要と考えている。



国際会議 CECAR-6の様子



レンガ造による間仕切壁



横補強筋が腐食破断した RC 橋

STAC-7 開催報告

准教授 林 克郎

2013年6月19日~21日の3日間、第7回先進セラミックス国際会議(The 7th International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC-7))が、横浜山下公園・マリントワー横のメルパルク横浜で開催されました。本会議は、セラミックスを中心とした横断的な分野を対象として、第1回会議が2007年に応用セラミックス研究所主催により開催され、その後、応セラ研、東工大無機材料工学科、物質材料機構(NIMS)の協力により年一回の開催を続けてられてきました。第6回となった今回は、無機材料工学科の主催により開催され、220件の論文発表と240名の昨年よりも多数の参加者を得て、有意義な研究交歓の場となりました。今回も第3回から引き続き、元素戦略(Ubiquitous Element Strategy for Innovative Materials)のセッションが設けられました。今回は二日間の間に5件の招待講演と10件の口頭発表、10余件のポスター発表が行われ、実験研究と計算科学と高度解析技術との協同による今後の研究の方向性が示されました。来年は、応セラ研の主催で同会場、6月25日~27日の期間に開催いたします。参加をお待ちしております。



受賞

受賞者	受賞名	受賞年月日	認定団体	受賞内容
松田 和浩	2013年日本建築学会奨励賞	平成25年4月	日本建築学会	フレームモデルによる木質制振架構の地震応答解析
北条 元	Young Researcher Award	平成25年4月	第11回 国際フェライト 国際会議	Crystal Structure and Electrical Properties of (1-x) BiFeO ₃ -xBiCoO ₃ Thin Films Prepared by Pulsed Laser Deposition
平松 秀典	平成25年度文部科学大臣表彰 若手科学賞	平成25年4月	文部科学省	多元系層状化合物の機能開拓とデバイス化の研究
松下 伸広	優秀ポスター賞	平成25年5月	第79回 レーザ加工 学会講演会	フェムト秒レーザを用いた酸化チタン膜上への周期的微細構造形成による細胞伸展方向変化
細野 秀雄	2013年度 NIMS賞	平成25年5月	NIMSコンファレンス	酸化物を主体とする固体中の電子を活かした新機能の開拓
笠井 和彦	2012年度日本地震工学会功労賞	平成25年5月	日本地震工学会	16WCEE誘致委員会副委員長としての指導的役割
中島 清隆	平成24年度石油学会奨励賞 出光興産賞	平成25年5月	石油学会	水中で機能する酸化ニオブおよびスルホン化カーボン固体酸触媒の開発とバイオマス変換反応への応用
細野 秀雄	第35回応用物理学会解説論文賞	平成25年8月	応用物理学会	セラミックス素材の電子機能を探る：透明酸化物の特徴と可能性
細野 秀雄	工学教育賞	平成25年8月	日本工学教育協会	最先端研究に裏打ちされた新材料研究の啓蒙教育

平成25年度応用セラミックス研究所長賞

受賞者	受賞部門	受賞内容
応用セラミックス研究所 セラミックス解析部門 岡 研吾	研究奨励部門	巨大応答を示すセラミックス材料の開発
京都大学化学研究所 寺西 利治	研究業績部門	金クラスターを単電子島とする単電子デバイスの開発
理化学研究所 花栗 哲郎	研究業績部門	トンネル分光イメージングによるトポロジカル表面電子状態の解明
応用セラミックス研究所 材料融合システム部門 坂田 弘安	社会貢献部門	損傷制御型建築構造物の開発と普及

ワークショップ・国際会議等

会議名	開催日	開催場所	主催・共催等
The 7th International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC-7)	平成25年6月19日～ 6月21日	メルパルク横浜	(独) 物質・材料研究機構 東京工業大学 工学部無機材料工学科 応用セラミックス研究所
卓越した機能発現を目指したセラミックプロセッシングに関するワークショップ (共同利用研究)	平成25年7月27日	東京工業大学 大岡山キャンパス	応用セラミックス研究所
セキュアマテリアル概念に基づく次世代ファインセラミックスに関するワークショップ (共同利用研究)	平成25年8月27日	箱根太陽荘	応用セラミックス研究所

人事異動 (平成25年4月～平成25年10月)

平成25年6月1日	飯村 壮史	採用	助教	セラミックス機能部門
平成25年8月1日～9月5日	李 效民		外国人客員教授	本務先：Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences
平成25年9月17日～10月18日	李 国荣		外国人客員教授	本務先：Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences
平成25年10月1日	渡邊 秀和	採用	助教	セキュアマテリアル研究センター

応セラ研 教員室

J 1 棟

東 教授 904室	中村 准教授 913室	9F
川路 教授 701室	伊藤(節) 教授 707室	7F
細野 教授 606室	若井 教授 612室	6F
神谷 教授 615室		
笹川 准教授 503室	佐々木 教授 508室	5F

J 2 棟

伊藤(満) 教授 703室	7F
---------------	----

J 3 棟

山田 准教授 709室	谷山 准教授 717室	7F
-------------	-------------	----

G 5 棟

笠井 教授 707室	7F	
河野 教授 301室	篠原 准教授 302室	6F

R 3 棟

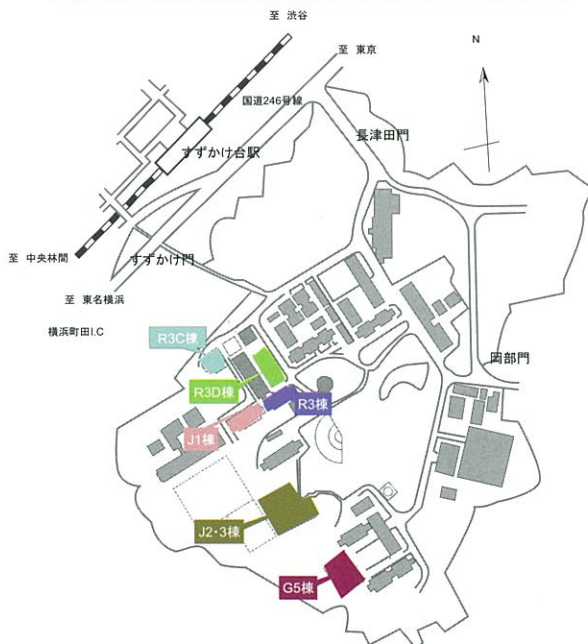
坂田 教授 606室	6F	
岡田 教授 501室	松下 准教授 511室	5F
原 教授 407室	真島 教授 410室	4F
須崎 准教授 305室	阿藤 准教授 310室	3F
赤津 准教授 311室		

R3C棟

林(克) 准教授 205室	2F
---------------	----

R3D棟

平松 准教授 102室	1F
-------------	----



応用セラミックス研究所 ニュースレター通巻 第31号

発行日 平成25年10月1日
 編集・発行 東京工業大学応用セラミックス研究所
 共同利用・研究支援室
 問い合わせ 東京工業大学応用セラミックス研究所
 〒226-8503 横浜市緑区長津田町4259 R3-27
 TEL.045-924-5968 FAX.045-924-5978
 電子メール kenkyushien@msl.titech.ac.jp
 ホームページ <http://www.msl.titech.ac.jp>