

MATERIALS & STRUCTURES LABORATORY NEWS LETTER

No.17

October 20 2006

C O N T E N T S

応セラ研・ナウ：極限研究雑感	1
研究の展望：鋼材の力学的特性に及ぼす歪時効の影響	2
研究の周辺：生物がつくるセラミックスの不思議	3
21世紀COEプロジェクト研究・ナウ： 「産業化を目指したナノ材料開拓と人材育成」報告	4
「都市地震工学の展開と体系化」の動向	4
連携プロジェクト・ナウ： 「金属ガラス・無機材料接合技術開発拠点」	5
研究所主催の国際会議のお知らせ：STAC, JTMC	5
一覧：受賞 / ワークショップ / 人事異動	6
応セラ研学術公開マップ：公開研究室	7

全国共同利用
応用セラミックス研究所
東京工業大学

応セラ研・ナウ

極限研究雑感

所長 近藤 建一

研究所長を拝命してから1年半、任期も残すところ半年ほどとなりました。さまざまな改革を試みているところではありますが、その完成をみる前から任期満了を心待ちする気分でおります。

そんなところに、うれしいニュースが飛び込んできました。長い間、秒速8.9kmの最高速度記録の更新ができていた当研究所の二段式軽ガス銃(写真:全長25m)が、秒速9.2kmまで記録更新され、さらに高速化も期待しえるというものでした。世界記録はNASAの9.5km/sですが、秒速8km台を超える実験は装置の損耗が激しく、常時ルーティンに実験できる場所は当研究所以外に、NASAにも世界にもなく、自慢の一つです。

二段式軽ガス銃というのは、銃とはいうものの人を殺傷するものではなく、高速で飛翔体等を発射するために1950年代末期に発明された加速装置です。宇宙開発初期において、宇宙船が地球に戻るための技術開発には不可欠の装置でした。地球の周回軌道を回る速度は第一宇宙速度と呼ばれる秒速7.9kmですから、宇宙船が大気圏に再突入する際には大気との摩擦で宇宙船壁は超高温になります。宇宙飛行士を守るために、その形状や材料の開発には地上での実証実験が欠かせないことから活躍してきた装置です。宇宙環境のひとつである超高速飛翔を地上で実現することは、宇宙へ活動舞台を広げる人類にとって不可欠の技術といえ、この状況は現在でも変わることがありません。

1960年代には、飛翔体の衝突による衝撃超高压力の発生装置として応用され、それまでは爆薬の爆発現象を利用する以外に実験手段が無かったことから、通常の実験室で精密な測定や電磁気的・分光学的な物性測定が可能となって、衝撃超高压力実験の標準的装置として現在でも使われているものです。地球の中心部に相当する390万気圧下の物質研究をする手段は、最近まで他にありませんでした。標準装置となったもうひとつの理由は、地球内部のような高圧力の目盛(圧力スケールといいます)の絶対的な数値を与える方法が他にないことにも拠っています。また、秒速9kmを超えると、1000万気圧以上の圧力発生が可能となって、木星中心付近の研究が地球上で可能となります。物質科学としては、ダイヤモンドや水素が金属状態を示す筈などの理論予測を実証するために、重要な研究手段となっています。

装置の基本的な構造や材質が半世紀余も前のままなのに、少しずつ速度記録が更新していくのはなぜでしょうか？これは私が達成しているのではなく、博士課程学生やポスドクたちの実験成果であり、この装置を主に使用する学生が変わるたびに記録が更新されてきました。彼らは先輩たちの実験条件を睨みながら、それぞれが思いついた微妙な改良を施し、より最適な運転条件を探って達成してきました。スポーツにも似た、人間の単純な本源的モチ

ベーションがそこには発揮されています。学術論文として評価されるわけでもないのに、結晶の変化や原子・電子の超高温・超高压下での振る舞いを調べながら、若い研究者が挑戦してみたい「人の営み」を誘引しています。装置だけではありません。名人と呼ぶにふさわしい研究支援員の長谷川光雄氏が常に彼らの手助けをして、微妙な飛翔体を作り、装置の調整をしています。長谷川氏は、本学の定めた雇用年齢限界を超えているのですが、余人をもって代えられない人材として、石井元氏や河島公夫氏とともに学長が特別に許可した当研究所の支援員です。匠の技を誇る町工場も極めて精度の高い発射管を供給してくれます。

25兆円といわれる第3期科学技術計画予算を闇雲にばら撒くのではなく、研究成果が人の営みから生まれることを踏まえ、誇りある人や技術を育てる環境づくりに役立って欲しいものです。



二段式軽ガス銃

鋼材の力学的特性に及ぼす歪時効の影響

研究の展望

材料融合システム部門 山田 哲

一般的な工業製品は図-1に示すように、材料が力を受けた後また元の状態に戻る「弾性」という性質を保つ範囲で使用される。例えば、飛行機が飛んでいる最中に翼が曲がってしまい元に戻らなかったりすると、とんでもないことになってしまう。筆者の研究対象である建築構造においても、もちろん通常の使用においては材料を弾性範囲で使用することを前提としているが、建物の寿命（これが意外と短く環境負荷の大きな発生原因となっている）の中で1回遭遇するかしないかといった大きな地震を受けた場合には、多少弾性範囲を逸脱しても（これを塑性化と言い、力を除いた後に変形が残る。図-1の塑性域における繰り返し変形がこれにあたる）構わないという設計をする。建築構造物の耐震部材として用いられる鋼材は、地震荷重による塑性域でのランダムな繰り返し载荷を受けることを前提としている点で、他の工業製品・構造物に用いられる鋼材と根本的に異なるわけである。

塑性域における鋼材の挙動については、もちろんこれまでも多くの研究が行われているが、1回目の大地震に遭遇した際に建物がどのように挙動し、どのようなダメージを受けるかを予測することを目的としており、一旦ダメージを受けた建物が再び大地震を受けると、どのようなことになるかを予測することはできない。なぜなら、一旦塑性化した鋼材は、図-2に示すように、時間とともに力学的な性質が変化する（具体的には耐力が上昇し変形能力が低下する）からである。これは時効効果と呼ばれ、主として塑性加工などの分野で研究されてきたが、地震のようなランダムな繰り返し外力は想定されていない。もちろん、これまで通り比較的生命の短い（我が国においては平均30年程度）建物を建てては壊し続けているのであれば問題はない（前提が問題であるが）のであるが、環境・資源を考えるとそのようなことがこれからも許されるわけではない。

建築分野において、今後建物や使用部材を長寿命化させ環境負荷を低減させていく方向で進むのは間違いないと考える。高い頻度で都市部に大地震が発生する我が国では、地震で一度ダメージを受けた鋼材が、時効効果によりどのように性質を変化させ、再び地震を受けた際にどのように挙動し、どの程度のエネルギー吸収能力を発揮できるかということ調べることは、耐震工学における次の重要課題の一つである。

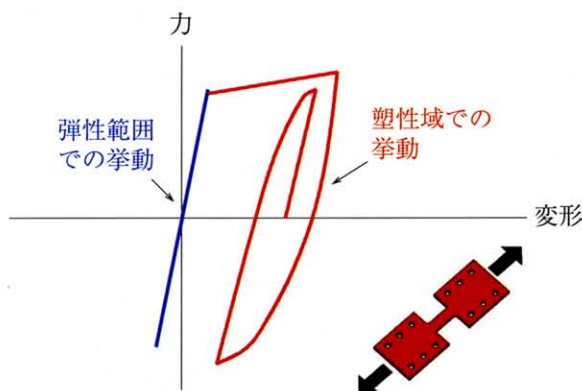


図-1 弾性範囲での挙動と塑性域での挙動

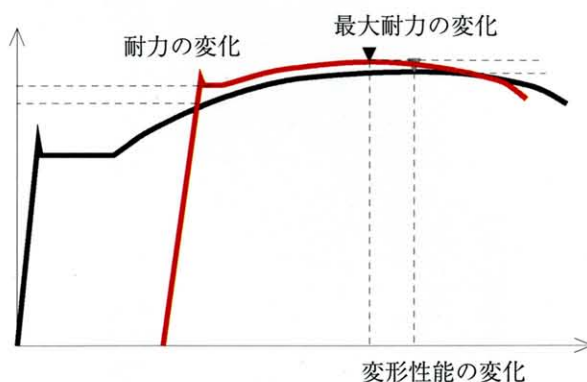


図-2 歪時効による力学的特性の変化

研究の周辺

生物がつくるセラミックスの不思議

セラミックス機能部門 吉村昌弘

生物がつくる(鉱物)セラミックスはバイオミネラルと称され、貝殻やさんごを作る炭酸カルシウム、骨や歯を作る燐酸カルシウム、珪藻や稲の茎・葉やもみがらを作るシリカ、それに体内磁石や歯のコーティング材としてのマグネタイトなどが主に知られている。それらの構造は極めて精緻で、タンパク質などの有機材料と巧みに組合されたナノ構造およびマイクロ/マクロ構造を作り、その性能も抜群である。我々が現在の科学技術を駆使しても炭酸カルシウムから貝殻並の強靱な構造体を作ることはできないし、人工のアパタイトセラミックスは強度も耐久性も天然の骨や歯に及ばない。しかも、生体系はこのような高性能材料を常温・常圧の水溶液系で易々と生産しているのである。このように、生物は成功した材料では人智の及ばないほど優れた製品を創出するのであるが、その他の材料を作ることはできない。金属や合金はほとんど無く、金を作るバクテリアが一種あるのみである。有機材料でも多くの人工プラスチックやポリマー(ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリカーボネート、ポリビニール、ナイロンなど)は、全く生産できない。無機材料では上述のバイオミネラル以外は作られもせず、使われもしない。天然には常温常圧付近で容易に生成しうるゼオライト系や粘土系の鉱物が生体系で作られないのは、恐らく「水溶性のアルミニウム錯体が作りにくい」という原因に依ると思われるが、海水中などに多量にあり常温付近で容易に生成する石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)などのカルシウム硫酸塩が生体にあまり用いられていないのに SrSO_4 を殻にもつプランクトン(Acantalea)が居るのは不思議である。最近、インド洋深海の熱水噴出口付近に硫化鉄の板を身にまとった貝(図)が見つかって話題となった。(Science, 70 [5], 3082, 2003)

硫化鉄はバイオミネラルとして他にほとんど見出されていないからである。生命の起源を熱水噴出口付近とし「硫化鉄がアミノ酸の生成、あるいはタンパク質への重合の触媒となった」という説は1990年代から出されていたのであるが、硫化鉄を身にまとった生物(しかも貝という、かなり進化した生物)が居るとは誰も予想もしていなかったのである。

このように生体系には不思議がいっぱいあるのであるが、それには環境的な条件のみならず、歴史的な要因が作用しているのであろう。筆者は、「生体系は水と空気とミネラルが存在する常温常圧付近という地球環境下で生まれ、数十億年の選択と適合化(進化)を経てきた所産の体系であり、それ以上でもそれ以下でもない」と考える。つまり、「生体ができることまたはその応用(バイオテクノロジー)はそれに任せるとして、生体やバイオテクノロジーができないことも多いのでそちらは人工的にやるしかない。」ただし、「そのような人工的生産は大型、大量、高効率、高性能、新機能を目指す非天然物の非天然プロセスなので、生体系や地球環境系に多大な負荷をかけることが避けられない。」すなわち、人工的生産では高温や高圧、あるいは真空、特殊雰囲気下で高エネルギー状態の蒸気や気体、あるいはプラズマを用いるいわゆるハイテクノロジーが使われることが多いからである。

将来の材料開発と生体や環境との調和を考えると、水溶液系を用い、低エネルギーの反応を組合わせる生体プロセスに学び、それを超える人工プロセス(これをソフトプロセスと称している)を創り出す必要を感じている。



インド洋の熱水噴出口付近で発見された新しい巻貝。身の部分が硫化鉄のうろこで覆われているのが珍しい。

連携プロジェクト・ナウ

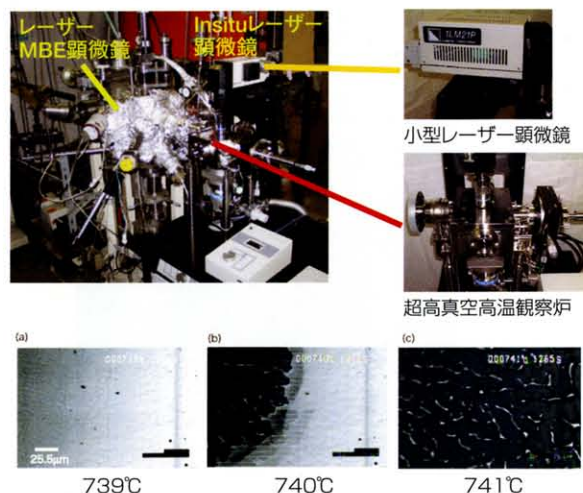
「金属ガラス・無機材料接合技術開発拠点」

セラミックス機能部門 助教授 拠点サブリーダー 神谷利夫

平成17年度から平成22年度までの5年間の計画で、標記プロジェクトが進行しています。組織作りと装置の立ち上げに最初の1年がかかりましたが、春のニュースレターに報告したように、予備実験的な段階ではありますが、興味深い実験結果がでるようになりました。また、年に3回の拠点協議会と、不定期ですが分野ごとのミーティングを繰り返し、情報交換、試料のやりとりや共同研究を進めています。

その一例として、エレクトロニクス分野の松本先生が秦先生との共同研究で進めているプロジェクトの近況を紹介します。このグループでは、右写真のような、パルスレーザー製膜室(PLD室)とレーザー顕微鏡観察室が超高真空中で接続された装置を開発しました。この装置を使うことで、超高真空中でセラミックス上に作製した金属ガラス薄膜を、大気開放することなく、雰囲気制御して高温での挙動を実時間観察できます。その結果、金属ガラスの融点と熔融挙動が、雰囲気によって全く変わることが観察されました。

金属ガラスは濡れ性が悪く、金属同士でさえも接合を作り難いことが本プロジェクトの動機のひとつであるわけですが、雰囲気・表面処理・材料組成などによって濡れ性を制御することにより、金属ガラス-セラミックス接合を可能にするための指針が得られることが期待されます。



In situ レーザー顕微鏡-PLD-複合装置
挿入図：金属ガラス薄膜の液状化過程のその場レーザー顕微鏡観察

研究所主催の国際会議のお知らせ

Joint Conferences of The First International Conference on Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC) and The Second International Conference on Joining Technology for New Metallic Glasses and Inorganic Materials (JTMC)

応用セラミックス研究所はCarbon Alloys, Soft Solution Processing や Oxide Electronicsなど、セラミックス研究の新しいフロンティアを開拓してきました。この度、JTMCとジョイントした国際会議を主催し、最新の研究発表と議論を通して、セラミックス研究のさらなる発展に寄与したいと考えています。主なトピックスはAdvanced Processes and Novel Chemistry, Advanced Materials, Characterization, Analysis and Modeling, Boundary design and Control, Electro-optical Ceramics, Sustainable Materials and Systems, Joining Technologyです。奮って御参加下さいますよう、お願い申し上げます。

日時：2007年5月23日～25日

場所：湘南国際村センター(〒240-0198神奈川県三浦郡葉山町上山口1560-39)

招待講演者(予定、順不同、敬称略)：

J.F.Baumard, R.C.Bradt, P.Delhaes, R.Gadow, L.Gauckler, F.Lange,

J.Livage, L.M.Manocha, 安田榮一, 吉村昌弘



主な日程	
Abstract Submission	2007年2月28日
Acceptance Notice	2007年3月31日まで
Advanced Registration	2007年4月16日
Accommodation Reservation	2007年4月30日
Proceedings Submission	2007年5月25日

受賞

受賞件名	賞の名称	受賞者	日付
Fabrication of Amorphous Bulk and Multi-Phase Ceramics by Melting in the HfO ₂ -Al ₂ O ₃ -Gd ₂ O ₃ -Eu ₂ O ₃ System	Best Poster賞 (IUMRS-ICMAT2005, シンガポール)	杉山 葵 荒木 俊二 坂元 尚紀 渡辺 友亮 吉村 昌弘	2005年7月8日
ナノ構造を制御・活用した 電子活性透明酸化物材料の機能開拓	本多フロンティア賞	細野 秀雄 教授	2006年5月12日
In situ Raman Scattering Study on Successive Crystallization of Bulk BaTi ₂ O ₅ Glass	若手研究奨励賞を受賞 (第8回日露/CIS/バルチック強誘電体シンポジウム)	谷口 博基 助手	2006年5月19日
セラミックスにおけるソフトプロセスの研究開発	東京都技術振興功労表彰	吉村 昌弘 教授	2006年10月2日
酸化物半導体特有の電子構造を利用した光電子デバイスの開発	東工大挑戦的研究賞	神谷 利夫 助教授	2006年10月4日
透明酸化物電子活性材料に関する研究	第76回 報公賞	細野 秀雄 教授	2006年10月6日

ワークショップ

会議名	開催日	場所	主催
ソフト溶液プロセス研究会	2006年2月3日	東京工業大学すずかけ台 キャンパスすずかけホール	ソフト溶液研究会 応用セラミックス研究所
(社)日本ファインセラミックス協会見学会	2006年5月19日	東工大 応用セラミックス研究所 R3棟 1F会議室	(社)日本ファインセラミックス協会
Soft Solution Processing Session, CIMTEC	2006年6月5日	Grand Hotel Acireale, Sicily (Italy)	CIMTEC組織委員会
東京工業大学応用セラミックス研究所 主催オープンセミナー Dynamic Material Behaviour	2006年7月11日~12日	東工大田町キャンパス イノベーションセンター 9F 913号室階段教室	応用セラミックス研究所 共賛: 衝撃波研究会、日本火薬学会、 CRCソリューション
8th International Symposium on Hydrothermal Reactions & 7th International Conference on Solvothermal Reactions (ISHR&ICSTR)	2006年8月5日~9日	仙台国際会議場	国際会議組織委員会 組織委員長 吉村昌弘
STESSA 2006	2006年8月14日~17日	東京工業大学すずかけ台 キャンパスすずかけホール	応用セラミックス研究所 建築物理研究センター
第37回ワグネル記念講演会ソフト溶液プロセス研究会	2006年9月4日	東京工業大学すずかけ台 キャンパスすずかけホール	ワグネル記念講演会実行委員会 吉村 昌弘、安田 榮一
第8回日本・韓国建築材料施工Joint Symposium	2006年9月5日~6日	東京工業大学すずかけ台 キャンパスすずかけホール	建築物理研究センター セキュアマテリアル研究センター
International Conference on Characterization and Control of Interfaces for High Quality Advanced Materials (ICCI 2006)	2006年9月6日~9日	倉敷日航ホテル	ICCI組織委員会 Organizer 近藤 建一、吉村 昌弘
Bio-inspired Materials Workshop (Max-Planck Institut)	2006年10月11日~14日	Ringberg Castle (Germany)	Max-Planck Institut Advisory 吉村昌弘
第23回韓日国際CERAMICS SEMINAR	2006年11月22日~24日	韓国牙山市温陽邑温陽観光Hotel (Onyang Hot Spring Hotel)	第23回韓日国際Ceramics Seminar 組織委員会、実行委員会
STAC&JTMC	2007年5月23日~25日	Shonan Village Center (神奈川)	応用セラミックス研究所

人事異動

2006年8月1日	教授	原 亨和	昇任
-----------	----	------	----

応セラ研 学術公開マップ

応用セラミックス研究所公開研究室

J1棟

山内研究室909室	田中研究室903室	9F
阿竹・川路研究室709室		7F
若井研究室612室		6F
赤津研究室506室		5F
佐々木研究室014室		BF

J2棟

伊藤・谷山研究室703・707室	山田研究室704室	7F
------------------	-----------	----

G5棟

笠井研究室707室		7F
林研究室601室	篠原研究室603室	6F

R3棟

安部研究室613室	坂田研究室605室	6F
安田研究室602室	和田研究室601室	
吉村・松下研究室501・511室		5F
原研究室407室		4F
松本研究室302・306室		3F

R3-D棟 (創造研究棟)

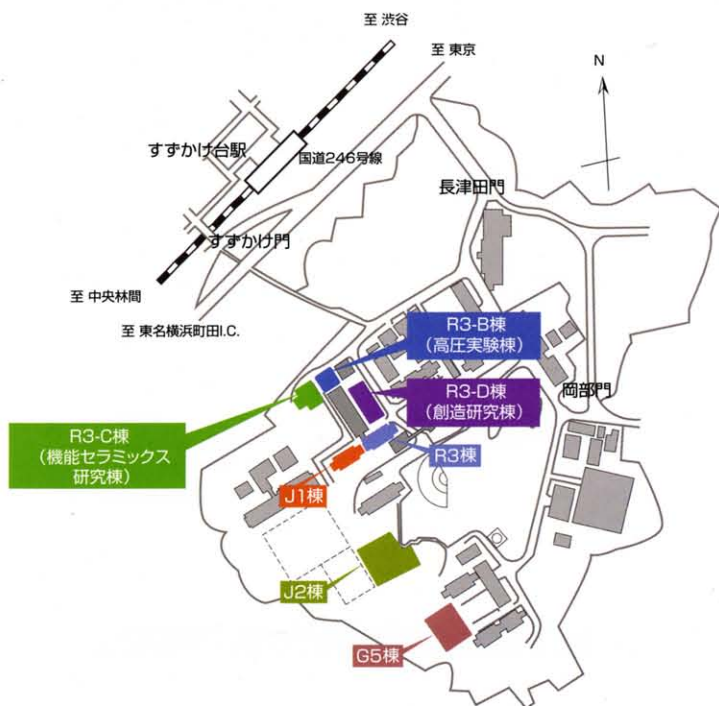
細野・神谷研究室	1F
----------	----

R3-C棟 (機能セラミックス研究棟)

近藤・中村研究室102室	1F
--------------	----

R3-B棟 (高圧実験棟)

セキュアマテリアル研究センター	1F
-----------------	----



応用セラミックス研究所ニュースレター通巻第17号

発行日 平成18年10月20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 R3-28
 TEL.045-924-5967 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>