

Materials & Structures Laboratory

NEWS LETTER

No. 21

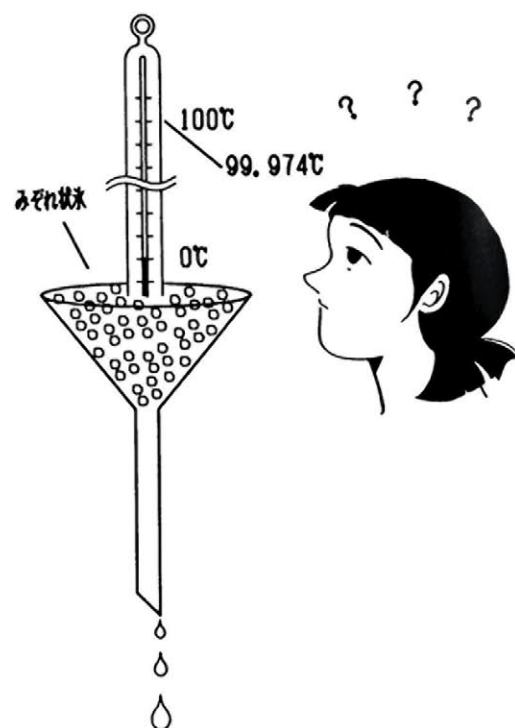
15 October 2008

CONTENTS

応セラ研・ナウ：研究のモチベーション	1
研究の展望：鉄筋コンクリート造建築の耐震構造	2
研究の周辺：セラミックスの「用の楽」	3
グループによる共同研究・ナウ： 熱電変換素子開発と廃熱利用のプロジェクト	4
さきがけ研究「スピン偏極の外的制御と チューナブルスピン源の創製」	4
相次ぐ鉄系高温超電導物質国際会議	5
The 2nd International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC2) 報告	5
受賞・ワークショップ・人事異動	6

教授 阿竹 徹

小さい頃から温度計の目盛はどのようにして刻むのか悩み続けた。氷の融点を 0°C とし、水の沸点を 100°C と決めてもその間を 100 等分する方法が判らなかったのである。棒状温度計の中の水銀の熱膨張率が一定でないことは小学生でも判る。だから 1 m を 100 等分して 1 cm を得るようにして温度目盛を刻むことはできない。水銀の熱膨張率を測定する温度計が別に必要であると思ったのである。メートル原器のように温度原器があるのだろうか、あったとしても目盛の刻み方はどうするのだろうか悩んだ。この悩みは実に大阪大学理学部で熱力学の研究を始めたときまで続いた。体積や電気抵抗など、あらゆる物性変化は温度計として使えるが、その温度依存性は決して一定ではない。ランダウ・リフシッツの「統計物理学」(岩波書店)で、そのような物性変化から温度目盛を刻む方策があることを熱力学が示していたことを知ったときの驚きが忘れられない。この感動がその後の研究の大きなモチベーションになったと思う。精密測定を目指したが、室温で $30\ \Omega$ の抵抗を持つ標準白金抵抗温度計は、いかに精密に測定しても 100 万分の 1°C は熱雑音のレベルであった。メートル条約にもとづいて国際度量衡総会(CGPM)により制定された IPTS-68 (International Practical Temperature Scale of 1968) では、真の熱力学温度目盛の実現をあきらめ、“実用(practical)”温度目盛を制定したこと、その低温領域における温度目盛は比熱の測定値が滑らかになるようにして定められたことなど、驚きの連続であった。人類はまだ 1000 分の 1°C の信頼度で熱力学温度を決められないから、温度による微分係数が最も敏感に現れる比熱のカーブが温度目盛の拠り所になったのである(逆に温度目盛の変更は、単にデータ温度の平行移動では済まず、熱膨張率や比熱など温度目盛の微分係数に依存する全ての物性値を変える)。世界最高の精度をもって比熱測定を行っていたから、温度目盛の不備が比熱異常として現れ、データ解析に重大な影響を受けたが、その体験は熱力学研究の妨げにはならず、さらに意欲を高めた記憶として残っている。この後の ITS-90 では、“実用”温度目盛から再び真の“熱力学温度”に近づけることとなった。この温度目盛では 1990 年 1 月 1 日から水の沸点が定義定点ではなくなり、それまで強制的に定められてきた 100°C から単なる 1 実験値として“約” 99.974°C となった。過去 4 度にわたって制定されてきた国際(実用)温度目盛、ITS-27, IPTS-48, IPTS-68, ITS-90 の歴史において、その大きな変革期に熱力学研究を進めることができたことをむしろ喜びと思う。そして約 20 年毎に制定されてきた国際温度目盛の歴史が、ITS-90 の次はもはや制定そのものがなくなるであろうと予想されることに感慨を禁じ得ない。21 世紀における熱力学の新たな歴史の展開に期待したい。いま大学が大きな変革期にきている。このことは地球上の人類社会の活動が転換期を迎えていることと無縁ではないと思う。研究する者の拠り所が重要である。



研究の展望： 鉄筋コンクリート造建築の耐震構造

教授 林 静雄

濃尾地震を契機として1892年に設置された震災予防調査会は、1923年関東大震災について、東京およびその近郊に建つ全710棟の鉄筋コンクリート造建物のうち、大破以上の被害を受けたものは84棟（全壊15棟）で、「鉄筋コンクリート造家屋の耐震耐火価値が遺憾なく証明された」と賞賛したが、これが万能という意味では決してないとして、「不規則な平面、少ない壁量、不完全な柱梁接合部、鉄筋継手と定着の不足、不適当な配筋、不完全な基礎、コンクリート強度の不足」を鉄筋コンクリート造家屋の被害原因として挙げて注意を喚起した。これらの指摘は1995年の阪神・淡路大震災の被害の大部分が当てはまるほど適切な指摘であり、鉄筋コンクリート造建物の耐震設計に関する研究は、これら定性的な指摘を、定量的な工学量で表現することであるといっても過言ではない。しかし実際に、鉄筋コンクリート構造の構造計画上の問題点について、積極的かつ系統的な研究が推進されたのは1968年十勝沖地震によって大災害をこうむった後のことである。定量的な成果も次々に展開され、日本建築学会では、1971年に柱のせん断強度について、1999年に柱梁接合部と定着について定量的な計算法を示した。

「不規則な平面と立面」についてどのように答えるかは、構造設計者の関心が高まる問題である。1981年に建築基準法には、偏心率という工学としての「ものさし」とそれに応じた対応法も示されたが、写真1に示すように、1995年兵庫県南部地震において耐震壁が偏在した建物に被害が多く発生したことによって、必ずしも十分ではないことが明らかとなった。写真2は、3層の鉄筋コンクリート造骨組実験によって、偏心荷重が耐震性能に及ぼす影響を調べた例である。地震時の耐震壁の剛性は時々刻々と変化しているため、偏心率も常に変化している。剛性が偏心している場合には、耐震壁にひび割れが発生して剛性低下が生じると、剛心は図心位置に近づき偏心率は小さくなる。一方、重量が偏心している場合には、耐震壁にひび割れが発生しても剛心位置は変化せず、最も変形の大きくなる最外構面に降伏が生じ始めると剛心が重心から遠ざかり偏心率はより大きくなっていく。層の耐力を一律に上げただけでは、偏心の影響は変わらない。この実験では、ねじれによる変形の大きい構面の降伏耐力を高め、各構面の降伏を同時に起こさせれば、偏心の影響を少なくできることを示している。偏心の評価のために壁の剛性低下を都合のいいように評価する設計手法が問題視されているが、そもそも偏心率は損傷に応じて常に変化しているため、損傷経過に応じた偏心評価を正確に把握しなければならない。ピロティなど高さ方向の不規則性も含めて、構造計画の不規則性に関する定義と対応への模索は今後の課題である。



写真1 ねじれ層崩壊した鉄筋コンクリート造建物

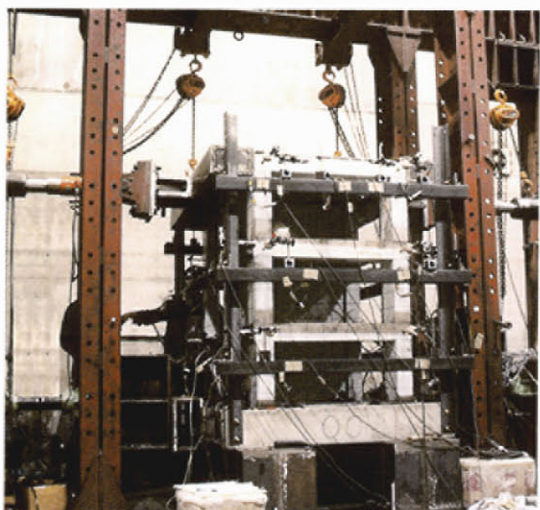


写真2 3層骨組の偏心加力実験

教授 山内 尚雄

「セラミックス」に関する勉強を始めたのは、カナダの片田舎にあるウィンザー大学に職を得て工業材料学科で教えることになってからである。1980年の8月のことである。ノースウェスタン大学で恩師 J.E. ヒリアード先生から材料の熱統計力学を学んだ私は、「キンガリー」の教科書はなんとか理解できたが、セラミックスの全体像やその捉え方になると、とんと無調法であった。一方、人生で初めての腰を据えた生活を始めたのだが、そのカナダ式イギリス風の生活では、ナイアガラ土産の一客のカップ & ソーサがきっかけとなり、家族とともにボーンチャイナ食器に魅せられていった。食器がセラミックスであるという認識が薄いまま、ボーンチャイナ食器のささやかな収集がカナダでの生活の「楽しみ」の一つとなった。また、当時しばしば夏期に滞在したオランダのデルフト工科大学に隣接する窯元のデルフトブルーの魅力にも惹かれていった。＜デルフトブルーは古伊万里をお手本としているのだが、それとはまた異なる雰囲気をもっている。磁器でなく陶器であるためか、あるいはフェルメールの描いたままの風景がそうさせたのか。＞

その後、ひょんなことから 1988 年 8 月に帰国して、(財)国際超電導産業技術研究センターで銅酸化物高温超伝導体の研究に従事することになった。その時もまだ、セラミックスの研究をしているという認識はあまりなかった。＜超伝導転移温度、 T_c の値に注意を払い過ぎていたからかもしれない。＞

1995 年 1 月に本学の工業材料研究所にお世話になることになり、ウィンザー大学での学科名と共通の研究所名に親しみを感じていた。だが、その約 1 年半後に「応用セラミックス研究所」に変わり、自身の研究がセラミックスという分野にかかわっているのだと真に認識し始めたのはこのころであった。＜本学におけるセラミック工学の伝統と水準の高さを認識するにつれ、研究所であれ、私のような「にわかセラミスト」が居て良いのかと自問するようになって久しい。＞ やがて、「民芸」として益子焼を中興した濱田庄司氏やその後継者である島岡達三氏が本学のご出身であることを思い起こしてからは、セラミックスと芸術の関係を意識するようになった。濱田庄司氏の B. リーチ氏や柳宗悦氏らとの共同作業としての民芸が、言い尽くせないほどのインパクトを本邦のそして世界の文化に与えたという事実には畏怖の念すら覚える。

本邦のセラミックスと言えば、2001 年 4 月から 5 年間本研究所で教鞭をとられた M. カルピネン氏が、柴岡紘一氏という備前焼の陶匠に伊部まで会いにいかれたことがある。昔、カルピネン氏の叔母様にあたるキリ・シメス氏が数年間師事された師匠とのこと。そのキリさんはいま、スウェーデンのイエテボリ郊外の山中に窯を築き、ドイツの土で備前風日用品を作陶されている。写真は十数年前に訪ねた時にわけていただき、爾来私が日用しているものである。実際、美しく、使っていて実に楽しい。濱田庄司氏らのいう民芸の「用の美」を具現しているだけでなく、「用の楽しみ」も味わえる日用品である。まさに「用の楽」である。セラミックスと芸術の絶妙な融合が凡人の生活にも用の楽を与え得る — 実体験である。

翻って、にわかセラミストの「機能性セラミックス」などは機能そのものの以外に何を人々の生活に付加できるのか？ まったく非現実的かもしれないが、やはり「用の楽」が望ましい。

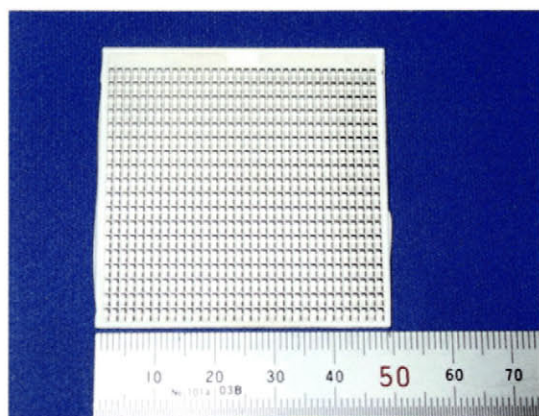


グループによる共同研究： 熱電変換素子開発と廃熱利用のプロジェクト

教授 佐々木 聡

熱電変換には、ペルチェ効果を利用し電気を流して冷却する熱電冷却と、ゼーベック効果を利用する熱電発電があります。前者は1960年代に実用化が進み、今では精密な温度制御やワインクーラーの冷却など一般に普及しています。一方の熱電発電では、発電効率10%を超える素子の開発が進んでいますが、なかなか実用化の域にまで達していません。地球温暖化や化石燃料の枯渇化が叫ばれる中、熱電発電はスケール効果が無視でき低密度廃熱のエネルギー変換として期待できる技術です。

本プロジェクトは、「高集積熱電変換モジュールによる低密度廃熱回収システムの開発」というテーマで熱電発電の実用化を目指すものです。石川県工業試験場を中心に産学官の連携で、平成19年度には経済産業省の地域新生コンソーシアム研究開発事業（代表：佐々木）として、続く平成20年度には同一テーマの地域イノベーション創出研究開発事業（代表：水越）として研究開発が進められています。実用化には熱電性能や耐久性の向上と低コスト化が必須で、材料開発とともに、熱電モジュール作成にインプリント技術を新たに導入して素子のパッケージ化を展開しています。プロジェクト全体では、高温熱電発電用の酸化物材料の開発、低熱伝導率・高電気伝導率の製膜型熱電変換素子の開発、セラミック基板にインプリントする高集積熱電モジュールの製作、廃熱回収システムの開発、低密度廃熱利用の熱リサイクルの構築、という一連の研究開発が目標です。現在までに、5 cm 角に最大612対の π 型 p-n 素子デバイスをスクリーン印刷し、素子の高集積化に成功しています（写真）。このデバイスは、熱応力による破壊に強く、膜厚 10 μm から 50 μm で膜厚方向に温度勾配を持っています。現在、このような素子開発と並行して、低密度廃熱回収システムの製作が進められています。



写真：インプリント熱電モジュール（612 対）

さきがけ研究 「スピン偏極の外的制御とチューナブルスピン源の創製」

准教授 谷山 智康

科学技術振興機構による戦略的創造研究推進事業の一環として、平成19年度よりさきがけ研究領域「革新的次世代デバイスを目指す材料とプロセス」が発足し、研究課題「スピン偏極の外的制御とチューナブルスピン源の創製」が採択されました。目下、その1期生として佐藤勝昭研究総括のもと、研究に取り組んでおります。本研究領域は、CMOSに代表される既存のシリコンデバイスを超える革新的な次世代デバイスを創成することを目指しており、平成19年度は特にスピントロニクス関連の課題が多く採択されました。ご存知の通り、スピントロニクスとは電子のスピンを制御することで新しい機能性を創成することを目指したエレクトロニクス分野です。特に、電子のスピンを半導体などの非磁性体に注入する技術は、スピントロニクスの根幹をなすものとしてその開発が急務と考えられています。従来、スピンの注入は強磁性薄膜電極から電流を流入させることで実現してきましたが、この手法ではデバイスを構築した後に外的に電子のスピンを制御することが困難でした。そのため、今後、広範に利用可能な真に新しいスピントロニクスデバイスを実現するためには、スピン偏極度を外的に制御できるようなスピン注入源の開発が本質的に重要であると考えられます。本研究課題では、そのような外的制御可能なチューナブルスピン注入源の開発を目指して、その基本原理の検証と物理的メカニズムの解明、さらには革新的スピントロニクスデバイスの提案までを狙っています。

相次ぐ鉄系高温超電導物質国際会議

教授 細野 秀雄

我々の研究グループ (JST ERATO-SORST プロジェクト) は、鉄ニクタイト系高温超電導体 LaFeAsO:F を、2月23日付けの Journal of American Chemical Society (JACS) の速報 (on-line 公開) で発表した。これは 06 年 6 月に同誌に報告した鉄系超電導体 LaFePO の続報であったが、これまで超電導と最も相性が悪いと考えられてきた磁性元素の鉄の化合物が、臨界温度 (T_c) が 32K と比較的高かったことから、発表と同時に内外から大きな反響を呼び、 T_c は 4 月には 56K まで上昇した。

このような急激な進展は、1986 年の銅系酸化物超伝導体の発見以来であるというので、世界各国で相次いで会議が急遽開催されている。まず、6 月 8 日 (日) に国内シンポジウム (参加者 220) を、28 (土)、29 (日) には「鉄オキシニクタイト高温超電導体国際シンポジウム」(240) を JST が主催した。この論文集は、J.Phys.Soc.Jpn. から世界初の本物質に関する特集として 11 月に発行予定。次いで、8 月 6-13 日に第 25 回低温物理国際会議 (参加者約 1400 人) がオランダで開催されたが、その中で「鉄ニクタイト高温超電導体緊急シンポジウム」が、翌週の 20 日にはシカゴで超電導応用国際会議 (約 1800 人) でも緊急のランブ session が、いずれも 19-23 時まで開催された。筆者は、これらの会議で基調講演をおこなったが、いずれの会議も凄い熱気で、国際的潮流になるというとはこういうことかなと感じた。

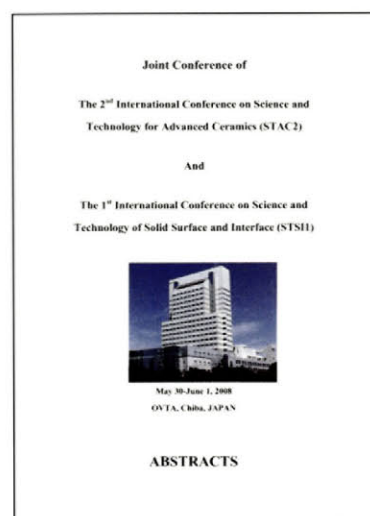
今回の超電導物質のエッセンスは鉄の平面正方格子である (と私は思っている)。この構造を有する化合物は、数千種存在することが知られており、文字どおり超電導物質の新大陸が忽然と我々の目の前に出現したことになる。その中に銅系を超える T_c を有するものが存在するかわからないが、既に超電導が消失する最高磁場はこれまでの超電導物質のそれを上回っており、これからの展開が期待できる。9 月以降も世界各地でシンポジウムが予定されており、しばらくデッドヒートが続くそうである。こういう集中的な熱い研究が次のブレークスルーに繋がるものと考えられる。「鉄は熱いうちに打て」はここでも真理であろう。

The 2nd International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC2) 報告

准教授 赤津 隆

平成 20 年 5 月 30 日 (木) から 6 月 1 日 (土) に千葉県幕張の OVTA において第 2 回 STAC 国際会議が The 1st International Conference on Science and Technology of Solid Surface and Interface (STSII) と合同開催されました。STAC は先端のセラミックス科学技術研究に特化した国際会議であり、応用セラミックス研究所が主体となって前年にスタートしました。今回はその 2 回目の会議であり、大学院理工学研究科材料工学専攻の無機分野によって運営され、当研究所はそれに協力する形で参画しました。

会議は、Advanced Surface and Interface Engineering of Solids, Advanced Electro-Optics and Photonics Materials, Advanced Processing and Novel Chemistry, Advanced and Green (Eco) Construction Materials の 4 トピックスについて各セッションが構成されました。それぞれのトピックスには、触媒、濡れ性制御、半導体、誘電体、ソフトプロセス、先進複合材料、セメント・コンクリート、リサイクルなどのキーワードが設定されました。会議全体の発表件数は 216 件 (内訳: 招待講演 37 件、一般講演 36 件、ポスター 143 件) でした。



STAC2 の ABSTRACT 集

受賞

受賞者	受賞名	受賞年月	受賞内容
鯉沼 秀臣 (名誉教授 現・東京大学 大学院新領域創成科学研究科 教授) 松本 祐司	文部科学大臣表彰科学技術賞 (研究部門)	2008年 4月	コンビナトリアル固体化学の 創成とナノ材料機能探索の研究
林 克郎	平成20年度 科学技術分野 文部科学大臣表彰 若手科学者賞	2008年 4月	活性陰イオンを起源とする C12A7結晶の機能性開拓の研究
若井 史博	2008 Fellows of The American Ceramic Society	2008年 5月	
細野 秀雄	2008年度 応用物理学会フェロー	2008年 9月	透明酸化物の電子活性機能の 探索と創製
鯉沼 秀臣 (名誉教授 現・東京大学 大学院新領域創成科学研究科 教授)	2008年度 応用物理学会フェロー	2008年 9月	酸化物エレクトロニクスと コンビナトリアル材料科学の開拓

ワークショップ、シンポジウム等

開催名	開催日	開催場所	主催・共催等
Joint Conferences of The 2nd International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC) and The 1st International Conference on Science and Technology of Solid Surface and Interface (STSI)	2008年5月30日～6月1日	OVTA (海外職業訓練協会研修施設)	主催：東京工業大学大学院理工学研究科 材料工学専攻(無機分野) 東京工業大学応用セラミックス研究所

人事異動

平成20年 8月1日～平成21年 3月31日	岡田 清	着任(兼務)	材料融合システム 教授
平成20年 6月1日～平成20年 8月31日	金 武漢		外国人客員教授
平成20年 9月1日～平成20年12月23日	LUSHNIKOV SERGEY		外国人客員教授
平成20年10月1日～平成21年 3月31日	植田 和茂		客員准教授
平成20年10月1日～平成21年 2月28日	宮内 博之	転出 (兼務)	忠南大学 助教授 応用セラミックス研究所 三研連携プロジェクト体 特任准教授

応セラ研 教員室

J1棟

田中 教授 903室	山内 教授 904室	9F
中村 准教授 906室	近藤 教授 913室	
川路 准教授 701室	阿竹 教授 707室	7F
細野 教授 606室	若井 教授 612室	6F
神谷 准教授 615室		
笹川 准教授 503室	佐々木 教授 508室	5F

J2棟

伊藤 教授 703室	山田 准教授 708室	7F
谷山 准教授 707室		

G5棟

笠井 教授 707室		7F
林(静) 教授 601室	福原 准教授 604室	6F

R3棟

坂田 准教授 608室	和田 教授 609室	6F
岡田 教授 501室	松下 准教授 511室	5F
原 教授 407室		4F
林(克) 准教授 303室	須崎 准教授 305室	3F
阿藤 准教授 310室	赤津 准教授 311室	3F
松本 准教授 205室	安部 准教授 206室	2F



応用セラミックス研究所 ニュースレター通巻 第21号

発行日 平成20年10月15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>