

タテからヨコへ

For the Interdisciplinary Materials Research

日本MRS ニュース

Vol. 7 No.2 May 1995

発行 ④日本MRS事務局

〒213 川崎市高津区坂戸3-2-1 西304 % (株)ケイエスピ一

Tel.044-819-2001 Fax.044-819-2009

やあこんにちは

タテからヨコへ

西東京科学大学理工学部物質工学科 山田 恵彦

日本MRSからのご依頼で禿筆をとりあげることになった以上、まずはこの学会のレゾン・デートルである「タテからヨコへ」を素直にテーマとするのが無難と考えた。

この言葉で思い出すのは、2年ほど前、著名な心理学者である河合隼雄教授が書かれた、「たてとよこ」と題する話である。われわれ材料界からは遠い社会のことではあるが、それだけにかえって示唆されるところもあるうかと思って行(ぎょう)を追ってみた。結論からいうと、タテは神でありヨコは人であるというのである。天に向かってまっすぐタテに延びたゴシック建築を、バロック音楽で大事にされるひとつひとつの音の和音のタテ並びになぞらえるというユニークな論法である。次の時代になると、このタテ方向の和音よりもヨコ方向のメロディーが大切になり、和音はバロック音楽のように変化しない。ヨーロッパでは天に向かっていた人々の目がヨコに向かいはじめ、神よりも人がだんだんと重要になり、人と人とのヨコの関係に人々の関心が向かいはじめた。これが、人ととのなかでも異性関係を特に大切にし、それを知らず知らず神聖視するようになってきてロマンティズムが関心の中心になっていき、ロマン派音楽が栄える。そこには、神ならぬ人間の強い自我の存在が感じられる……という話である。

一方、最近になって、これとは全く別の経済界でのタテヨコの論説に接した。上智大学・岩田規久男教授によると、この急激な円高は、垂直(タテ)的な産業貿易から水平(ヨコ)的な国際分業の利益を得るようなメリットをもたらすものであるという。つまり、円高とアジア製品の品質向上によって、これまでの原料や燃料を輸入して加工した製品を輸出するという「タテ型」の産業貿易から、日本は低付加価値製品をアジアから輸入し、高付加価値製品を輸出する「ヨコ型」分業で利益を得ているのが現状である。いままで多くの資源を投入して生産せざるを得なかった製品をアジアからの輸入で代替できるようになり、製造業部門から資本や労働者を引き揚げ、より高度な部門を発展させることができとなった。これは、国内産業の空洞化ではなく、高度化と情報化、高福祉化であり、さらに労働の短縮と余暇の増大で、これこそ円高のメリットだと。恐怖の円高を逆手にとった、たいへん興味深く本質をえぐったような卓見と感じられた。

上に述べた二つの例は、まるで異質の世界ではあるが、共通した点は、人の意表をつくような発想の転換であり、盲点の発見であるように思われ、われわれ材料屋にも示唆に富むものであろう。

セラミックス材料の一分野であるカーボンについて見ても、この材料が工業用途を見いだしてからおよそ100年の経過のなかで、1960年代はじめに、いわば「タテからヨコへ」の転換があり、そ



の3分の1の30年余が既に過ぎ去っている。それまでの粉粒を液状のバインダーで練って成形するという伝統的なタンドン型、窯業型の業態をタテ型とすれば、その後大きく発展した第3世代カーボンは、かなり異質な製造プロセスで性能も根本的に異なり、原料前駆体についてのタテからヨコへの発想の転換によって成功がみられたものといえよう。多くの先進材料で世界をリードしているわが国で、カーボンがその尖兵だったといわれているが、これはその転換が国際的に早期に行われた事実にもとづくものであろう。

一般工業材料業界でも、異業種の交流というヨコのつながりが新鮮な効果をもたらしつつある。また、国際的にも既成の各材料関連学会(金属、セラミックス、高分子などの各学会)とは別にこれらを横断するIUMRS(材料学会国際連合)の目立った発展が続けられている。2年前に東京で開催された隔年の第3回IUMRS大会に、2000人以上の各材料学者が世界各国から参集し横断的な討論がなされ、目論見通りの大きな成功がみられた。しかも、IUMRSの現会長は日本MRS・副会長の堂山教授がこれを兼ねておられる。最近になって参加したロシアのMRSを含め、IUMRSを構成する世界の十のMRSの中で日本MRSのなすべき使命は大きいので、会員各位のご理解とご援助を乞う次第である。

なお、上記の引用は、いずれも朝日新聞からのものであることを附記し、ここに謝意を表する。

■材料研究トピックス解説

ナノスピニクスの科学

九州工業大学情報工学部 対馬 国郎

1. 序 言

わが国における磁性研究は、理論、実験、応用とともに伝統的に非常に高い水準を保ってきた。この研究水準の高さは、この分野の伝統と多くの研究者のたゆまぬ努力に依るところであることは内外ともに認められている。「技術革新は常に新しい材料から」と言われるように、いつの時代にも新材料の出現は実用的なデバイス開発への大きなインパクトを与え、それが4兆円ともいわれるわが国の磁性関連産業を支えてきた。最近の例で見ても、アモルファス材料、高性能磁石、垂直磁気記録、光磁気記録、窒化物材料、巨大磁気抵抗人工格子のいずれの研究分野においてもわが国は多くの世界に誇りうる成果を達成してきた。また、わが国には、永年にわたって培われてきた磁性の理論と実験との研究の豊かな地下水脈が脈々と流れている。特に、金属磁性の基礎に対して日本の最近の磁性理論家が果してきた役割には計り知れないものがある。

いま、この磁性の世界に大きな変革が訪れようとしている。マイクロエレクトロニクスを支えるナノテクノロジーの波は、ついに磁性にもおよび、かつて人類が手にすることがなかったナノスペース（ナノメータ領域）における新しい磁性の世界が切り拓かれつつある。ここで新たに展開しつつあるのは、従来の「技術磁化をマニピュレートする技術」としてのマイクロマグネットิกスではなく、それを超えた「スピニクスをマニピュレートする技術」である。さらにつけるならば、技術磁化さえも、磁区に含まれるスピニクスの数と磁壁に含まれるスピニクスの数が同程度となった時には、もはや従来のままの姿ではあり得ないのである。私たちは、この新しい磁性学の展開を「ナノスピニクス」という言葉でくくりたいと思う。ナノスピニクスはナノテクノロジーによって創生されたメゾスコピック系のスピニクスエレクトロニクスという意味をこめた新しい言葉である。以下には、ナノスピニクスという概念が、どのような背景のもとに着想されるにいたったのか、そして、この新しい概念がなにをめざそうとしているかについて述べる。

2. ナノスピニクス研究の必要性

80年代の半ば磁性体／非磁性体金属人工格子の作製技術が確立した。そして、80年代末になり、人工格子において巨大磁気抵抗効果(GMR)が発見されるや、これがきっかけとなって人工的な超構造によってもたらされる新たな電子物性が注目を集めることになった。さらに、人工格子のGMRが非磁性スペーサの厚さに対して振動構造をもつことが明らかにされ、これがRKKY相互作用に関連づけられるに至って、にわかに磁性の人工的な制御の可能性が現実味をもつようになってきた。原子レベルで制御された超構造の作製技術の最近の飛躍的な発展によって、金属磁性物質においても量子井戸効果が発現することや、非磁性体内にもスピニクス偏極した量子状態が現れ磁気光学効果に寄与することなどの新しい現象が次々に明らかにされてきた。さらに、スピニクスの関与する諸現象の量子効果による理解の研究が緒につきはじめ活発な研究が開始されている。これらの中で、界面・表面の異方性などの低次元性に起因するもの、巨大磁気抵抗効果に関する伝導電子の輸

送・散乱過程、低次元スピニクス効果、など原子中心からサブナノメートルの距離の範囲での内部磁界とスピニクスの相互作用に起因する素過程に関連する現象に焦点があげられている。

さらに、最近急速に注目されてきたのが、スピニクスの注入と輸送という概念である。強磁性体と常磁性体の界面を通してスピニクスが注入されるという概念は、80年代の中頃以来の注意深い実験によって今では多くの研究者が認めるところとなってきた。90年代になると、この概念に立って、バイポーラ・スピニクスイッチやスピントランジスタなど次世代の新しいデバイスの提案がされている。この概念は今後さらに理論的にも、技術的にも深めていかねばならないものである。

もうひとつ、付け加えなければならないのが、ベースとなる理論的な研究の進展であろう。特に、超高速コンピュータの発達により、第一原理からの電子構造計算が可能となり、物質がどのような構造を安定にするか計算できるようになったばかりでなく、磁気モーメント、磁気異方性、磁気光学効果などの物理量までが予測可能となってきたことである。

磁性の応用技術である磁気記録に目を転じるとそこには驚異的な高密度化の進展を目の当たりにする。面記録密度が10年に10倍の割合で増加し、ここ数年では10年100倍の勢いでいる。今や1ビットを記録するに要する面積は $1.3\mu\text{m}^2$ まで微小化できるようになり、近い将来 $0.6\mu\text{m}^2$ まで微小化できると発表されている。これを可能にしたのは、記録時のスピニクスダイナミクスをはじめミクロスケールでの第一原理からのシミュレーション等の成果の賜物である。

一方、時代はいわゆるマルチメディア時代に対応しうる「超高密度・超大容量ストレージ」を強く要求している。これに応えるにはスピニクスメモリと呼ぶべきナノあるいはサブナノスケールのメモリを実現しなければならない。それには、もはや従来型のマイクロマグネットิกスは無力であり、上記の素過程によるスピニクスの振る舞いの深い理解と共に、ナノオーダーのスピニクス構造の評価とその制御に関する基礎的研究、さらには、システムまで包含した広い範囲の研究が不可欠である。

われわれが意図することは、ナノテクノロジーによって原子レベルで成長させたり、分子クラスターの析出を制御したりすることによって、よく制御されたナノ構造を作製し、得られたナノ構造をナノプローブ技術を用いて観察評価し、さらに電子構造という切り口からナノ領域のスピニクスの持つ属性を微視的に解明し、基礎と応用、または理学と工学にまたがる学際的な研究を積極的に進めることにある。

すなわち、図1の外周に示されるようなマクロな観点からの研究、中心に示されるようなミクロな視点からの基礎的な研究を踏まえ、内外周の中間領域に示されるようなナノスケール以下のスピニクスの諸現象の解明を行なうだけでなく、さらにスピニクスメモリへ向けた広範囲な「スピニクス」の理解と制御であり、それによって現在実現されている大容量記憶を何千倍にも高密度化した超高密度・超大容量ストレージを実現するための要素技術を確立することを具体的な目標としてめざす。



図1 従来の研究分野とナノスピニクスの科学

中心部分：電子構造計算による理論的基礎研究分野

外 周：従来のマイクロマグネティクス的研究

中間領域：従来の理論、物性、工学的研究を結集し本研究が対象とする分野

この大きな目標に向かってわれわれがなすべきこととして、まず(A)スピニマニピュレーションの概念を基礎的に裏付け確立すること、(B)ナノスピニクス構造を創製するための作製技術、観測技術を確立すること、(C)ナノ領域でのフォトスピニクス技術を確立すること、(D)ナノスピニクス実現のための要素技術およびシステム技術を確立することの4つの柱が必須である。

図2には、われわれがめざす研究の流れと、それぞれの課題におけるキーワードを掲げている。

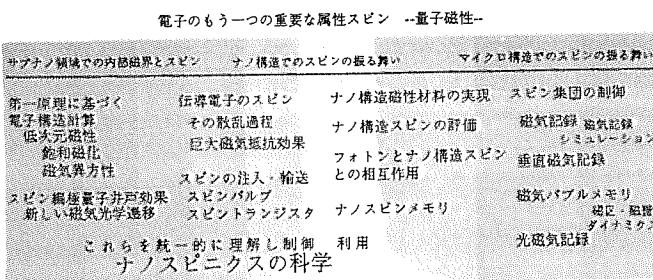


図2 スピニの制御の面からとらえた従来の研究と「ナノスピニクスの科学」との関連

われわれの研究に先立って、平成元年度まで実施された文部省科学研究費による特定研究「光磁気記録材料の基礎研究」および平成4年度まで実施された重点領域研究「金属人工格子の研究」が行われ、それぞれ貴重な成果を上げた。その成果の上に立って、さらに、最近のナノ作製技術・ナノ加工技術、スピニSTMに代表されるようなナノ観察評価技術、さらには、計算物理学の進展を取り込んだ形で、広範な研究者を組織しこれまでの研究がほとんど踏み込むことのなかったナノスペースでの磁性の研究へ向かって邁進したいと思う。このような、周辺の科学技術が整いつつある現時点で、世界に先駆けて「ナノスピニクス」の大海原に漕ぎ出すことはまことに時宜にかなったものであり、磁性先進国としてのわが国の研究者の責務であるとさえいえよう。

3. 国内・外の研究状況

前節で述べた(A)スピニマニピュレーションの基礎の確立、(B)ナノスピニクス構造創製のための作製技術の確立、(C)ナノ領域

でのフォトスピニクス技術の確立、(D)ナノスピニクス実現のための要素技術の確立の4つの柱について、国内外の研究状況を述べる。

まず、スピニマニピュレーションの基礎の確立に関して述べる。

強磁性金属および合金における電子輸送現象は長い研究の歴史をもつ。強磁性体中の伝導はスピニに依存する散乱によって説明された。しかし、スピニ依存の伝導を利用できるような構造を人工的に作り、電気伝導を制御するデバイスをつくる試みはそれほど古いものではない。その最初の成功は1975年の強磁性トンネル接合であろう。この効果は、絶縁体を挟んだ強磁性層間のトンネル現象が両磁性層内の磁化方向の相対的な角度に依存するもので、強磁性体での電気伝導を担っているのがフェルミ順位のある少数スピニバンドの電子であるという磁性体特有のバンド構造を考慮することによって説明された。

強磁性金属を用いた磁性と伝導の研究は、1988年の強磁性体／非磁性体人工格子膜における巨大磁気抵抗効果の発見により新たな段階に入った。これは、巨大磁気抵抗効果が高密度磁気記録の要素技術として応用上重要であることによる。さらに、人工的な多層構造の作製技術、および、微細加工技術の進歩が磁性と伝導の関係についての定量的な研究を可能にしたことによる。理論的には、金属人工格子の周期的ポテンシャル構造におけるスピニに依存した電子輸送や界面によるスピニ散乱、また電子状態の第一原理計算に基づく金属人工格子の垂直磁気異方性の解釈などいくつかの成果がみられるが、スピニを考慮した電子輸送・散乱の理論、電子状態に関するスピニを考慮した第一原理計算は、まだその端緒についたばかりであり、それら理論の発展と「ナノスピニクス」への寄与が期待される。

金属人工格子または多層膜における磁性層に隣接した貴金属非磁性層が磁気偏極を受ける問題は、さまざまな実験により明らかにされるとともに、バンド計算によてもかなりの程度明らかにされてきた。さらに、1990年代に入って、磁性体と非磁性体の人工格子、多層膜における巨大磁気抵抗効果、磁気光学効果のスペーサ厚依存性（特に振動構造）について多くの実験的成果が得られた。この理論的説明は、欧米、日本独立にあるいは密接な協力の下に伝導電子のスピニ偏極によるRKKY相互作用とよばれる振動型交換力、あるいは、量子サイズ効果という2つの側面から検討が進められている。

一方、スピニの注入と輸送という概念についての基礎的裏付けは必ずしも十分確立しているとはいえない。この問題は、スタティックなバンド計算の範囲を超えたダイナミックな電子状態の問題である。強磁性体／常磁性体の接合界面を通じて常磁性体にもたらされたスピニ分布の熱平衡からのずれについての取り扱いは1985年にM.Johnsonによって出された現象論があるのみで、微視的な理論の確立は今後の課題である。また、米国のRashbaによって提案された半導体ヘテロ界面の2次元電子ガスに注入されたスピニに対しヘテロ接合にかかる強電界を通じて働く効果は、今後の実験により検証されるべきものである。

2番目に、ナノスピニクス構造創製のための作製技術の確立についてであるが、金属人工格子に関しては、すでに、文部省科研費による重点領域研究「金属人工格子（代表者 藤森啓安）」により精力的な研究が行われ、1993年に「金属人工格子国際会議」が開催され、巨大磁気抵抗効果、垂直磁気異方性、交換相互作用の発現をはじめとする種々の成果がえられた。わが国はこの分野で指導的役割をはたしている。今後この研究が「ナノスピニクスの科学」に活かされるためには、ナノスケールで制御されたエピタキシヤ

ル人工格子の作成が不可欠となる。特に、界面の制御が今後一層の重要性を持つ。諸外国の研究は薄膜の成長状態、界面構造、表面構造、原子間距離、ナノ領域の組成などを精密に検討しており薄膜構造に関する研究、特に、その場観察では、わが国の研究より一步先んじている。しかし、磁性体のナノ構造の特徴は必ずしもエピタキシャル膜のみ現れるわけではない。ナノグラニュラー系、ナノコンポジット系、ナノ分子クラスター系などにおいては、金属や有機分子の析出によって、特徴ある低次元の磁性が現れることができている。

第3番目に、フォトスピニクスなわち光・磁気相互作用の研究に関しては、1970年代中ごろから1980年代後半にかけ、さまざまな基礎研究がなされ、その一部が実用化にまで進められた。アモルファス磁性体における磁気光学効果、熱磁気効果は光磁気ディスクとして結実した。磁性ガーネットのファラデー効果の研究は光アイソレータとして使用されるまでに進展した。同時に、光誘起スピニクス再配列、逆ファラデー効果、光誘起初透磁率変化など、次世代のシーズも見いだされている。

人工格子や多層構造において、金属のプラズマ共鳴によるエンハンス効果がわが国で発見され(片山、電総研)、その振る舞いの大部分が、仮想屈折率など直観的な波动光学の立場で解析できることがわが国の研究で明らかにされ、広い光子エネルギーにわたる磁気光学効果の測定により検証された。また、ドイツを中心とする研究によって放射光を用いた内殻遷移の磁気光学効果が、人工格子における原子層を特定したミクロな磁性の検出に有効なことが明らかにされている。とくに、磁性層に隣接した貴金属に誘起されるスピニクス偏極に検証された。最近、通常の磁気光学効果を用いた精密な解析によても、非磁性体に誘起されスピニクス偏極の効果を推定でき、非磁性層をはさんだ磁性層間の相互作用の検出に、磁気光学効果が大きな役割を果たすことも明らかになってきた。さらには、半導体で見いだされたと同様の量子閉じこめ効果が超薄膜における磁気光学スペクトルとして現れることがわが国で発見された。

一方、光磁気記録においてはわが国を中心に交換結合多層膜を利用した技術がさまざまの形で利用されている。交換結合した記録層と読み出し層の役割分担による高感度化、多層膜を利用した直接重ね書き技術、磁気誘起超解像技術の確立などである。さらに高密度の光磁気記録を行うためには、短波長の記録媒体の確立が課題となる。新しい光記録技術として、SNOMと呼ばれる近視野顕微鏡技術を使った記録、再生方法が研究されている。この方法は、米国で開発されたもので、わが国はこの面でかなり遅れている。SNOM技術は、ナノスピニクス構造の観測手段としても有望であり、今後発展させて行くべきものであろう。

最後に、磁気記録の高密度化の研究は、垂直磁気記録の概念をいち早く提唱するなど日本が大きくリードしてきたが、近年現行の長手記録における高密度化の実用的製品においては米国がここ数年の中の努力によりわが国を抜き去りつつあり、わが国の優位性が必ずしも發揮されていない部分もある。このような現状に対し、わが国では超高密度記録の延長上には必然的に、単磁区のナノ構造粒子を実現利用することが必要であることをふまえ、その磁気記録・再生特性をシミュレーションにより明らかにするなど超高密度・超大容量ストレージに向けての研究を精力的に行っていている。さらに、これを支える要素技術としては、巨大磁気抵抗効果を読み出しヘッドに利用する研究が内外ともに盛んである。

このようなアプローチとは別に、原子のスピンをメモリ単位とするようなスピニクスメモリへのアプローチを武笠(北大)がSP-STM(Spin Polarized Scanning Tunneling Microscope)の研究の発展としてとらえ行っている。また、日立基礎研究所の井村らは走査型トンネル顕微鏡を用いた熱磁気記録により、サブマイクロの大きさの記録に世界で初めて成功している。このような研究を通じ、本研究により近未来のナノスケールにおけるスピニクスメモリに関する要素技術ならびにそれを支える基礎研究を確立することこそ将来の超高密度・超大容量ストレージにおいてわが国の優位性を保つために不可欠である。

最近、スイスでスピニクス偏極走査型トンネル顕微鏡(SP-STM)の開発が行われた。本重点領域研究のグループも精力的な研究を行っている。また強磁性金属／常磁性金属／強磁性金属構造に磁気バルブ効果を応用したバイポーラ・スピントランジスタの提唱もある(米国)。実際にスピニクスに依存したトンネル電流を観測しSP-STMが実現できるとの証明はハンブルグ大学のR.Wisendangerが試みたのみであり、その追試と実現に世界の研究者の努力が傾注されている。一方、武笠らは、GaAsへ円偏光を照射したときのspin polarized電子の放出を確認しこれをSP-STMの探針に利用する研究を開始している。

われわれの研究の究極的を目指すところは、「超高密度・超大容量ストレージ」の実現とそのための要素技術の確立、それを支える確固としたナノスケールにおけるスピニクスの物理的理解である。これを図示したのが図3である。



図3 ナノスピニクスの科学の研究内容外観

おわりに

前節までに新しい材料研究の一つとして、ナノスピニクス研究を取り上げて現在までの状況について概説した。この解説は本学会主催のシンポジウム「ナノスピニクスの科学」1994年12月開催分の骨子ともなるものであり、本学会関係者からの率直な御指摘をいただくことにより、より有望な内容に発展することを期待しつつ筆をおく。原稿内容について多くの方々の協力を得ているが、とくに文草や図面については佐藤勝昭(東京農工大)、伊藤彰義(日大理工)、大越正敏(九工大・情報工)の諸氏に負うところが大きい。付記して感謝申し上げる。

■研究所紹介

東京工業大学・工業材料研究所

工業材料研究所 鯉沼秀臣・吉本謙

工業材料研究所（所長、澤岡昭教授）は創立以来すでに60年におよぶ歴史と伝統をもち、東京工業大学の付置研究所としてセラミックスと建築材料の分野における研究をリードしてきた。長い歴史を有する無機材料研究の伝統を継承するだけでなく、新しい物質やプロセスの開発を通して、人類の福祉に貢献する機能材料と応用システムを生み出していくことを使命とし、そのために必要な基礎研究を不斷に遂行している。研究所は材料基礎、材料プロセス、防災材料開発の三大部門と付属セラミックス研究センターより成っており、柔軟で調和のとれた運用が行われている。

特にセラミックス研究センター（センター長、鯉沼秀臣教授）は学内および国内外の研究機関との共同研究を推進する拠点としての役割を果たしている。

[沿革]

旧建築材料研究所と旧窯業研究所とが昭和33年に統合して発足した。前身の旧建築材料研究所は、関東大震災を機に耐火・耐震建築のための材料の総合的な研究を目的として、昭和9年に設置されたもので、わが国単科大学における付属研究所の始めである。また窯業研究所は当時の大学では国内唯一の本学窯業学科の伝統を踏まえ、陶磁器ばかりでなく、セメント、ガラス、耐火物などの窯業技術の進歩発展のため昭和18年に無機材料及び建築用の工業材料の基礎と応用の研究を行うことを目的に設置された。

発足当時の5部門から、次第に部門が増設され、また昭和51年度には時限の付属水熱合成材料実験施設が新設され、さらに昭和55、56年度には大部門制を採用した。昭和59年度には付属新素材セラミックス実験施設が設置された。本実験施設は精力的に研究を進めて来たが、社会的要請が高い機能性セラミックスの研究を推進するため、時限を待たずに発展的に解消させ、昭和63年度には10年間の時限セラミックス研究センターが設置され現在に至っている。



工材研前の芝生広場における、高温超伝導酸化物の発見者Bednorz博士(1987年ノーベル物理学賞受賞)を開むバーベキューパーティー

[研究所の組織]

研究所の組織は3～5研究分野からなる3つの大部門（材料基礎、材料プロセス、防災材料）とセラミックス研究センターからなり、他に、実験工場と事務室がある（表1参照）。

表1 工業材料研究所の構成と主要研究テーマ

部門	研究室	主な研究テーマ
材料基礎 部 門	阿竹研	精密熱測定技術の開発と相転移現象の解明
	石澤研	SOR光を利用した無機化合物の電子密度分布の測定
	川副・細野研	無機化合物における電子構造の設計・制御
	橋爪研	エビタキシャル薄膜の結晶表面界面構造の解析
	佐々木研	SOR光による結晶および電子構造の解析
材 料 プロセス 部 門	吉村・垣花研	ソフト溶液プロセスによるセラミックス合成
	澤岡研	衝撃圧縮プロセスによる超高压力材料合成法の開発
	中川研	超音波を利用したセラミックスの微構造制御
	近藤研	動的高圧力下におけるダイヤモンド、フラーレン等の物性及び状態変化の解析
	安田・田辺研	新しい炭素及びセラミックス基複合材料の開発
防災材料 開発部門	鯉沼・吉本研	高効率太陽電池及び高温超伝導素子の開発と酸化物薄膜の原子層制御
	古村・安部研	建築材料の力学的特性評価
	林研	構造物の耐震設計法の確立
	田中研	建築物外表面の材料特性評価
	和田研	建築構造物の外力条件下における挙動の解明
セラミックス 研究センター	山内研	特異な電気伝導性を有するセラミックス材料の合成と特性評価
	外国人研究員	工業材料に関する共同研究（1年毎にテーマ変更）

[教育と研究]

本研究所の教官（教授12名、助教授12名）は助手（15名）技官（5名）と協力し、工業材料に関する先端研究を推進することを第一の仕事としている。教育面では、本学無機材料工学科、建築学科の学部教育に協力する一方、大学院では、総合理工学研究科および環境物理工学専攻の協力講座を担当している。さらに客員教授、客員助教授、客員研究員、研究生、受託研究員、ユネスコ大学院などの制度により、国内外から多くの研究者を受け入れている。平成6年度では大学院生109名、学部学生7名、研究生33名、（うち外国人27名）となっている。研究室運営は教授、助教授が研究グループを作つて行うものと、それぞれ独自に運営するものとに分かれる。平成6年度の研究グループとその代表的な研究テーマを表1に列挙する。

特にセラミックス研究分野では、質・量ともに日本はもとより世界的な研究の一大中心地として、自他ともに認めるCOE (Center of excellence)化を目指している。セラミックスは高温超伝導を始めとする新しい物性の発見とそのエレクトロニクス、オプトロニクス等への革新的応用の可能性から、今後の一層の発展が期待される。セラミックス科学と技術開発のリーダーとして、研究の新たな方向づけを探る種々のシンポジウム（例えば第1回酸化物エレクトロニクス国際シンポジウム(H.7.3.20、東工大長津田キャンパス)）も主催している。

[今後の展開：世界のCOEを目指す]

現在、当研究所はセラミックスと耐震工学に関する世界のCOEになることを目指して、改組を推進中である。表2に計画案の例を示す。

[交通機関案内]

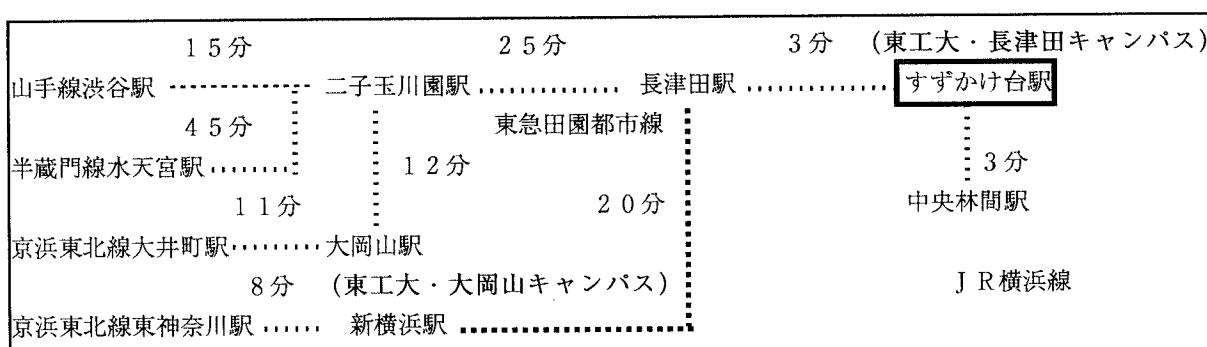
工業材料研究所は東急田園都市線沿いの東工大・長津田キャンパスにあり、恵まれた自然環境の中で、充実した最新研究設備を使って世界をリードする数々の先端研究が行われている。

下図に交通機関案内を示します。見学等のご連絡は下記事務掛までお願い致します。

〒226 横浜市緑区長津田町4259 東京工業大学・工業材料研究所
事務掛 TEL.045-924-5973 FAX.045-924-5360

表2 COE 計画表

セラミックス基礎部門	セラミックスの表面構造、電子密度分布、熱的、電気的、光学的性質の研究を連携して行う。
セラミックス工学部門	セラミックスの可能性の限界を大幅に拡張するためのプロセス工学の研究を連携して行う。
セラミックス新機能研究センター	セラミックスの新機能を引き出し、全く新しいセラミックスを創造するための全国および国際共同研究を推進する。
防災構造材料部門	複合建築構造体について、耐震、耐火等の防災の観点から構造材料についての研究を行なう。
耐震工学研究センター	機能と人口の集中した都市構造物の耐震構造材料について、全国の研究拠点として、共同研究を推進する。



[東工大・長津田キャンパス：すずかけ台駅下車徒歩5分]

中国MRSに出席して

西東京科学大学教授 堂山昌男

平成6年11月12日から15日まで北京で中国MRSが行なわれた。日本からは東京大学生産技術研究所の山本良一教授と筆者が招かれた。韓国からも韓国MRSの会長のChon博士が招かれた。筆者は昨年9月に開催された第1回のAsian MRSで「揚子江を武漢から重慶まで船を借りて三峡を見ながら国際会議をしたらどうか」と提案したくせに欠席した埋め合せの意味もあった。今回は予想を上回る1200名もの参加者があった。最初予定していた労働大廈には入りきらず初日の開会式は世紀劇院(劇場)を使うという盛況であった。まことに羨ましい限りである。

550元という参加費も教授の月給が1000元であることを思うと決して安くない。これにホテル代、交通費を考えると2000元、給料の2ヶ月分である。とても自分の給料からは出せる額ではない。研究費から出しているという人もいた。

人にも会えるし、情報も得られ、他分野の知識も得られ、研究発表もできるというのがこの盛況の理由である。発表論文も多すぎるので、落しているとのことである。23(二、三ではない二十三)のセッションが平行して走っていて、たしかに質も高い。日本MRSもあやかりたいものである。

ご案内

■日本MRS創立6周年記念シンポジウム

日 時：1995年5月25日(木)9:00～17:30～20:00
 場 所：かながわサイエンスパーク(川崎市高津区坂戸3-2-1)
 テーマ：持続可能発展と生活のための新材料と新素材
 Materials for Sustainable Development and Living
 プログラム：
 9:00 開会挨拶 高木俊宜(日本MRS会長)
 報告 「日本MRSの創立と発展」 宗宮重行(西東京科学大)
 9:50～ 特別講演「阪神大震災と材料の安全性」 魚本健人(東大生研)
 13:00 ～ リー「世界の鉱物資源の現状」 佐藤壯郎(地質調査所)
 13:00～ パネル討論：持続可能発展と生活のための新材料と新素材
 17:30 司会 高木俊宜(会長、イオン工研)
 パネラー 浅井彰二郎(日立基礎研)
 猪俣吉三(無機材研)
 内田盛也(学術会議、帝人)
 大橋照枝(麗澤大國際經濟)
 小野修一郎(物質工学工技研)
 軽部征夫(東大先端研)
 鳥井弘之(日経)
 新居和嘉(金材研)
 松田美夜子(評論家)
 17:30～ 懇親会
 シンポジウム参加費 会員2,000円、非会員5,000円
 懇親会費 5,000円
 申込先：日本MRS事務局(FAX044-819-2009)

■日本MRS夏季学術シンポジウム

日 時：1995年7月14日(金)10:00～17:30～20:00
 場 所：かながわサイエンスパーク(川崎市高津区坂戸3-2-1)
 テーマ：機能性材料－半導体から生医学材料まで－
 責任者：鶴田禎二
 参加費 会員2,000円、非会員10,000円、学生1,000円
 重点領域研究「機能性材料」班員・共同研究者3,000円
 懇親会費 5,000円
 昨年の夏季学術シンポジウム：機能性材料の設計・作製・物性
 制御につづくものです。「ポスター」発表募集中(申込期限6月19
 日)です。

■日本MRS第7回次総会・学術シンポジウム

日 時：1995年12月7日(木)、8日(金)
 場 所：かながわサイエンスパーク(川崎市高津区坂戸3-2-1)
 シンポジウムI：インテリジェントマテリアル
 II：分子集合体 チェア 梶山千里(九大)ほか
 III：先進材料 チェア 田中一宣(産業技術融合研)
 鯉沼秀臣(東工大)
 論文／ポスター(例年どおり若手研究者を対象としたAwards
 を予定)募集等詳細につきましては、あらためてご案内いたします。

■日本MRS学術シンポジウム

日 時：1996年5月22日(水)～24日(金)
 場 所：千葉・幕張メッセ(国際会議場ほか)
 日本経済新聞社／材料連合フォーラム主催の「新素材展」と同
 時開催するものです。シンポジウムのテーマ、論文／ポスター募
 集等詳細につきましては、あらためてご案内いたします。

■日本MRS協賛の研究会等

- ◇1995年国際超電導ワークショップ 国際超電導産業技術研究セ
 ンター(IISTEC)・MRS主催：1995年6月18日～21日、ハワイ
 マウイ島 マウイインターナショナルホテル、テーマ 高
 温超電導体薄膜およびバルクのプロセス制御：基礎および応用、
 問合わせ先 IISTEC(TEL03-3431-4002・FAX03-3431-4044)
- ◇エコマテリアル国際会議 International Ecomaterials
 Conference エコマテリアル研究会・中国MRS主催：1995年
 9月10～15日、中国西安、登録料250米ドル(アブストラクト、
 懇親会費を含む)。学生150ドル、同伴者100ドル)、アブストラク
 ト提出期限6月15日、問合わせ先 Dr. Yafang HAN C-MRS
 (TEL86-10-2521667・FAX86-10-8428640) (未踏科学技術協
 会TEL03-3503-4681・FAX03-3597-0535)
- ◇第4回ポリマー材料フォーラム＝新時代を切り開く高分子材料
 と技術 高分子学会主催：1995年11月29日～30日、東京アルカ
 ディア市ヶ谷、参加費 会社18,000円、大学・官公庁6,000円、
 学生2,000円、ミキサー参加費4,000円、研究発表申込期限6月
 30日(金)、申込／問合わせ先 高分子学会(TEL03-3543-7857・
 FAX03-3545-8560)

■IUMRSメンバーMRSのMEETING

- ◇E-MRS 1995 Spring Meeting
 1995年5月22～26日、ストラスブル、連絡先 E-MRS(TEL
 33-88-10-65-43・FAX33-88-10-62-93)
- ◇3rd International Conference on Laser Ablation (COLA'95)
 上記E-MRS Spring Meeting期間中、ストラスブル、連絡先
 M. Stuke Max Planck Inst. (TEL49-551-201-338・FAX
 49-551-201-330)
- ◇IV International Conference on Advanced Materials (IUMRS
 -ICAM-4、Mexican MRS、MRS)
 1995年8月27日～9月1日、メキシコ、カンクン、連絡先Secret
 ariat ICAM-4 (TEL525-622-50-30・FAX525-616-15-35)
- ◇IUMRS 3rd International Conference in Asia (ICA-95)
 1995年10月17～20日、ソウル、テーマ④Functional Materials、
 ⑤Structural Materials、⑥Polymer Materials、⑦Materials
 Characterization、⑧Advanced Materials for Semiconductor
 Processing、登録料270米ドル(9月1日まで、以降300米ドル
 資料・昼食・懇親会費を含む、学生50米ドル)連絡先
 Secretariat of IUMRS-ICA-95 (Dept. of Inorganic Materials
 Engineering、Seoul Univ. Seoul 151-742、Korea)
- ◇MRS Fall Meeting
 1995年11月27日～12月1日、ボストン、連絡先 MRS (TEL
 412-367-3003・FAX412-367-4373)

To the Overseas Members of MRS-J

From Vertical to Horizontal

.....p.1

Prof. Shigehiko Yamada, The Nishi-Tokyo University

This title is a direct translation of the subtitle of this Newsletter having been regarded as the "araison d'etre" of MRS-J. Two sorts of the same title concerning music world, as well as economical one, is introduced, so as to make the meaning of the title clearer. Such conversions taking us by surprise, have brought us some blind points. About 1/3 of 100 year history of industrial carbons was originated in a conversion.

Science of Nano-Spinics

.....p.2-4

Prof. K. Tsushima, Kyushu Institute of Technology

Nano-technology being developed recently and supporting microelectronics has motivated to create a new research area in magnetism. It does not merely mean micromagnetics which manipulates various kinds of domain magnetization or so-called technical magnetization, but it means, instead, a new magnetics which manipulates "spin". We call the new research area named as nano-spinics. The new word contains a new field of spin-electronics in a mesoscopic scale created by nanotechnology.

In the middle of 1980's an artificial lattice consisting of a magnetic metal layer / non-magnetic metal layer has been grown. In the ends of 1980's as soon as giant magnetoresistance effect has been discovered, attention was drawn to a new electronic property brought about by the new artificial super-structure, which includes RKKY type of oscillatory magnetic exchange interaction. Quantum mechanical phenomena, such as quantum well effect in metallic magnetic materials and spin-polarized quantum states in non-magnetic metals contributing to a large magneto-optical effect have been found. Review is given for these encouraging research areas divided into four main sub-areas: 1) spin manipulation, 2) nano-spin structure, 3) photo-spinics in nano scale, and 4) nano-spinic memory.

The Research Laboratory of Engineering Materials Tokyo Institute of Technology

.....p.5-6

Prof. H. Koinuma and Prof. N. Yoshimoto, Tokyo Institute of

Technology

The Research Laboratory of Engineering Materials has the history over 60 years. In the Laboratory, consisting of three research divisions (Basic Researches on Materials, Materials Processings, and Materials Development for Disaster Prevention) and the Center for Ceramics Research, about 40 faculty members including 12 professors and 12 associate professors, 10 technical and administrative staffs, 110 graduate students, and 10 undergraduate students are actively working on researches of ceramics and building materials for various demands in today, tomorrow, and future. Current focuses are placed on such materials as high-Tc superconductors, electronically and optically functional ceramics and carbons (diamond, fullerene, graphites and composites) as well as on such processing technologies as high pressure synthesis, plasma and laser assisted deposition of films, and wet ceramics processes. At present, the Laboratory is planning to restructure for being the center of excellence of ceramics and building materials in the world.

MRS-J 6th Anniversary Symposiump.7

date : May 25, 1995 9:00~17:30~20:00

site : Kanagawa Science Park (Kawasaki City)

theme : Materials for Sustainable Development and Living
(Plenary Lectures and Panel Discussion)

MRS-J Summer Meeting

date : July 14, 1995 10:00~18:00~20:00

site : Kanagawa Science Park (Kawasaki City)

theme: Functional Materials—Semiconductors, Bio-medical
materials and materials science

call for papers: Dead line June 19, 1995

MRS-J 7th Annual Meeting and Symposia

date : December 7-8, 1995

site : Kanagawa Science Park (Kawasaki City)

Plenary Lectures, Symposia (① Intelligent Materials, ② Molecules and Molecular Systems, ③ Advanced Materials) and Poster Session

MRS-J 7th Anniversary Symposia

date : May 22~24, 1996

site : Makuhari Messe (Chiba City)