

# L I A I S O N

DOSHISHA UNIVERSITY LIAISON OFFICE NEWS LETTER



Vol.10

同志社大学リエゾンオフィスニュースレター

特集

インタビュー 1

## 京都府地域結集型共同研究事業 「機能性微粒子材料創製のための基盤技術開発」について..1

日高 重助 同志社大学工学部物質化学工学科 教授

インタビュー 2

## 研究リーダーに聞く! 機能性微粒子が拓く可能性..3

廣田 健 同志社大学工学部機能分子工学科 教授  
森 康維 同志社大学工学部物質化学工学科 教授  
増田 弘昭 氏 京都大学大学院工学研究科 教授  
竹内 達夫 氏 キヤノン株式会社 化成品事業本部電子写真技術開発センター 部長

教員研究紹介

## 物理学者の視点から、世界に通用する ベンチャー・マインドを育成..5

山口 栄一 同志社大学大学院ビジネス研究科 教授 / ITEC副センター長

## 材料力学の立場から、新産業創出につながる 新素材を研究開発..7

大窪 和也 同志社大学工学部 / エネルギー機械工学科 助教授

夢の材料開発に高まる期待

わが国の粉体・固体微粒子の集合体（研究の歴史は古く、一九四〇年代から始まったといわれています。固体を微粒子にすることで、固体そのものが流動性を持ちたり、わずかなエネルギーで他物質と反応しやすくなります。私たちはこれまでこうした粉体特性を総合的に利用して、多くの社会に有用な材料の大量生産プロセスシステムを作り上げてきました。

しかし、二十一世紀を迎えより安全で人間的で、しかも環境に配慮した社会・技術・サービスが求められるようになってきます。例えば、そこで求められる安全性は、間違った薬を服用しても、その

参画研究機関 27機関

- 同志社大学
- 京都大学
- 大阪大学
- 茨城大学
- 京都府中小企業総合センター
- (株)タムラ製作所
- (株)タムラ製作所
- 関西電力(株)
- キンセイモリス(株)
- 白石工業(株)
- コア(株)
- シヤン(株)
- (株)リコー
- 京セラミタ(株)
- キヤン(株)
- 富士ゼロックス(株)
- 日本ペイント(株)
- (株)日電鉄工所
- 星和電機(株)
- 〒エフイー・エービーエス(株)
- 大塚電機(株)
- (株)島津製作所
- (株)ホソカワ粉体技術研究所
- 理学電機工業(株)
- 中西技術事務所
- (有)エクスセルキョート
- (株)リガク
- (株)ラムタム(株)

【研究テーマ1】

高機能微粒子材料生成過程の研究開発 (研究リーダー/廣田 健)

同志社大学工学部 教授  
新しい光学的・電磁的性質を有する微粒子の合成と微粒子の大きさ、形、結晶状態や表面特性などの微粒子特性を精緻に制御する技術の開発を行っています。例えば、新しい電磁気特性が期待されるヘロフスカイト型酸化物微粒子の合成、有機溶媒中に分散したナノオーダーの水滴(逆ミセル)内で微粒子特性を精密に制御する微粒子合成技術。また、微粒子の形状を任意に制御する技術の開発を大型並列コンピュータPCCクラスターを使った計算化学シミュレーションを駆使して進めています。

【研究テーマ2】

微粒子材料分散輸送制御技術の研究開発 (研究リーダー/森 康維)

同志社大学工学部 教授

【研究テーマ3】

微粒子計測・観測技術の研究開発 (研究リーダー/増田 弘昭)

京都大学大学院工学研究科 教授

京都府地域結集型共同研究事業 参加研究者 (同志社大学工学部)	
廣田 健(機能分子工学科 教授)	高機能性微粒子粉体の液相中での調製など
稲葉 稔(機能分子工学科 助教授)	液相利用による微粒子生成過程の基礎研究など
白川善幸(物質化学工学科 助教授)	微粒子集積化技術の基盤研究、不均一電場下での粒子集積実験など
森 康維(物質化学工学科 教授)	微粒子集積化技術を利用したナノコンボジットの作製など
土屋活美(物質化学工学科 教授)	マイクロチャンネル内微粒子輸送・分級特性の評価など
藤井 透(機械システム工学科 教授)	環境調和型回路用複合樹脂基板の開発、竹繊維強化型生分解性高分子複合材料の開発など
吉門進三(電子工学科 教授)	微粒子表面のコーティング技術の開発、微粒子の電気・磁気的性質の計測など
下坂厚子(物質化学工学科 実験講師)	粉体ジェット塗装システムの開発、高機能性セラミックス材料の微構造設計法の提案など



日高 重助

同志社大学工学部物質化学工学科 教授 / 京都府地域結集型共同研究事業研究統括

特集 インタビュー 1 京都府地域結集型共同研究事業「機能性微粒子材料創製のための基盤技術開発」について

薬は効かないという程度の高い安全性です。そんな社会の形成には自己浄化機能、自己診断機能、自己分解機能などの大変高度な機能を持つ材料が必要です。こうした材料に、そんな高度な機能を持たせることができるでしょうか。その答えの一つをナノ微粒子の科学的研究が与えてくれます。一ナノメートルとはおよそ一〇〇万分の一ミリサイズの微粒子のこと。これまで「科学の空白」と呼

ばれていた領域です。物質をナノサイズまで細かくすると、カーボンナノチューブのように平凡な炭素からは想像もできない新しい性質が現れますし、他の物質の微粒子でもその大きさや形状にちよて反射光色)が変化するなど、従来にはなかった新しい特性を発現することが知られています。また、ナノ微粒子の表面に高密度回路を集積させれば、現在の平面デバイス何十倍もの機能を持った

新しい高機能材料では微粒子一個一個が同一の特性を持っていることが大切です。そこで、単一微粒子の結晶状態や表面状態、あるいは帯電量などの測定法の開発を行っています。とくに、微粒子表面の原子や分子は非常に活性で、微粒子が集合した材料の特性に大変敏感に影響を与えます。小さな表面の局所的状態の評価法、そのためのX線源の開発や計測システムの開発が進んでいます。また、微粒子の表面を利用する計測法として、表面増強ラマン散乱法による微量物質の計測法の開発を行っています。

中小企業の活性化と地域社会の発展を目指して

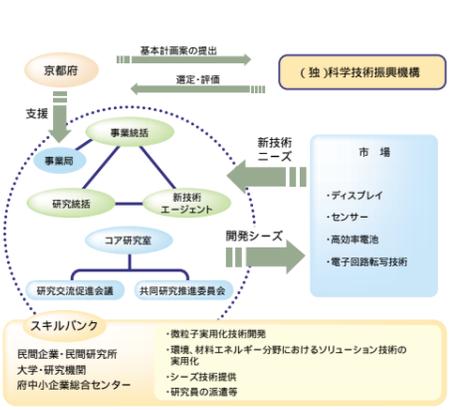
日高 重助(ひだか じゅうすけ)  
同志社大学工学部物質化学工学科 教授  
京都府地域結集型共同研究事業 研究統括  
専門分野は反応・分離工学、材料設計工学など。粉体系のシミュレーション法の提案や、粉体力学に関する独自理論の展開など、日本を代表する微粒子研究の第一人者として知られる。趣味は、数年前から始めた硬式テニス。インストラクターは教え子だそうで、週末に1時間ほど汗を流すのが健康の秘訣。多忙な研究の合間を縫って、自宅の庭で季節の草花を育てるロマンチストでもある。



ICチップが生まれるかもしれませんが、一つひとつの微粒子に高度な機能を持たせることで、これまで考えられなかった夢の材料が誕生する可能性があるのです。

産官学連携で微粒子の実用化技術を研究

京都府は微粒子研究発祥の地であり、焼物や染織、金箔など伝統的な粉体技術を活用して、最先端の技術開発を行っている企業も数多く存在します。こうした地域性を生かし、同志社大学が中核となして立ち上げられたのが、京都府地域結集型共同研究事業「機能性微粒子材料創製のための基盤技術開発」です。京都府地域だけでなく、わが国の微粒子研究のトップレベルにある国公立大学・研究機関・企業の「高度な知見」が集結した産官学連携事業で、事業実施の五年間で、先端微粒子材料の環境・エネルギー一面での飛躍的な利用価値の増大、そして地域活性化と新産業の創出を目指しています。



ナノ微粒子を使った新材料の開発は、多くの企業が注目している、いわば旬のテーマです。新しい技術 発想 付加価値が求められる厳しい世界ですが、さまざまな大学研究機関や企業が互いに連携し、技術を磨くことによって、高品質な「スキルバンク」としての役割を果たしていきたいと思っています。また、シンポジウムやセミナー、講習会などを定期的に開催して、私たちの研究成果を社会に還元するつもりです。

京都府地域結集型共同研究事業の基本理念は、中小企業を活性化して地域社会の発展に寄与することです。微粒子を利用したナノ材料・技術の開発に熱意を持っている企業であれば、規模の大小、業種などは問いません。「何か面白いことに挑戦したい」「新しい市場を開拓したい」と考える 意欲ある企業との共同研究を望んでいます。興味のある方はぜひ、同志社大学、またはコア研究室のあるけいはんなプラザラボ棟を訪ねてください。

特集 インタビュー 2

# 研究リーダーに聞く! 機能性微粒子が拓く可能性

京都府地域結集型共同研究事業の魅力は、同志社大学を中心としたさまざまな大学、企業、研究機関が、それぞれの強みを生かして最先端の研究を行っていることにある。機能性微粒子材料の創製のための基盤技術開発が、私たちの社会をどのように変革していくのか。各プロジェクトで活躍する研究リーダーに最新の研究動向や将来展望などを伺った。

## 高機能微粒子材料生成過程の研究開発



廣田 健  
(ひろた けん)  
同志社大学工学部  
機能分子工学科 教授

無機化合物の微粒子粉体は、電氣的・磁氣的特性や光学的特性とともに、例えば触媒作用、抗菌作用など多種多様な機能を示すものがあり、それらは粉体の化学組成や形態、形状、粒子の径分布、比表面積など、さまざまなパラメータ要因によって決定されます。これらのパラメータは生成過程に大きく依存するため、私たちはこの生成過程と粉体特性の関係を調べようと考えています。いくつかの研究成果も実を結びつつあ

ります。磁性酸化物のマグネシウムとフェライト(MgFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)のFeの一部をMnで置き換えた組成の微粒子粉体を、液相法による粉体合成法の一つである錯体重合法で合成し、その粉体を焼結したところ、電気抵抗と磁気特性が向上することを見出しました。また、チタン(ルチウム窒化物)系金属間化合物について、それぞれに適した粉体合成を行い、より効果的な生成工程を研究しています。将来的には、次世代型の磁性材料や電子部品などを開発して、高密度高速情報機器(移動体通信やコンピュータ等)の発展に寄与したいと考えています。

自動車が進化する輸送機関から、人間の自由意志で移動する快適空間へと変貌しつつあるように、電子光学機器が住宅や仕事場をより生活しやすい温かな空間へと変える手助けをする時代が到来しています。本研究プロジェクトは、ヒューマンインターフェイスを動かす材料開発の基礎固めを行うことが目的で

## 微粒子材料分散輸送制御技術の研究開発



森 康維  
(もり やすしげ)  
同志社大学工学部  
物質化学工学科 教授

す。企業の皆様にとつては、最先端の出発点に立ってポテンシャルを得ることにつながるのではないのでしょうか。今後、企業が継続して成長していくためには、他社(他国)任せにせず、自社による基礎的な研究開発が必要だと思います。私たちは微粒子粉体という視点から、市場が求めるニーズ先行型の研究開発に取り組みたいと思います。

私たちは、微粒子をいかに所定の位置まで運び、目的にかなった配置や集積ができるかという技術開発に取り組んでいます。たとえ個々の粒子の機能が優れていても、粒子一つで役割を果たすことは少なく、それらを集めて集合体として性能を引き出すことが重要です。例えば、粒子を輸送する技術の一つに、マイクロチャンネルによる粒子輸送があります。従来の工業生産現場では、大きさが数百ミクロンから数ミリまでの粒子を空気輸送やスラリー輸送で目的地まで運んで

私たちは、微粒子をいかに所定の位置まで運び、目的にかなった配置や集積ができるかという技術開発に取り組んでいます。たとえ個々の粒子の機能が優れていても、粒子一つで役割を果たすことは少なく、それらを集めて集合体として性能を引き出すことが重要です。例えば、粒子を輸送する技術の一つに、マイクロチャンネルによる粒子輸送があります。従来の工業生産現場では、大きさが数百ミクロンから数ミリまでの粒子を空気輸送やスラリー輸送で目的地まで運んで

## 微粒子計測・観測技術の研究開発



増田 弘昭 氏  
(ますだ ひろあき)  
京都大学大学院  
工学研究科 教授

私たちの研究グループでは、微粒子のその場観測、精密状態分析、また微粒子表面状態の計測を可能にするための研究を行っています。世の中で実用される材料の多くは粒子からできています。し

かしく、これまでこれらの材料を「物質」と見ることばかりも、「粒子」として考えることがほとんどありませんでした。こうした粒子に改めて注目することでさまざまな組み合わせ、配列や複合化が可能となり、IT産業など多方面への応用が期待できます。その一方で、粒子には、物質が持っている特有の現象が見られ、ハンドリングが難しいという問題があります。私たちは、帯電量分布の正確な測定、粒子表面の局所的性質の評価、表面近くでの電子波と光の相互作用などを明らかにしたいと考えています。既に小型X線源の開発に成功しているほか、微粒子からの微弱な散乱光を効率よく検出できる光学系機器の開発、液中の微粒子の表面間相互作用力の測定などに着

手しており、微粒子の正しい評価と新しい応用が可能になると確信しています。微粒子の測定・計測は、粉体や粒子を製造、利用する企業にとつては非常に基礎的な技術分野だと思います。例えば、少量の微粒子の大きな表面を利用した環境微量成分の計測や、電池をはじめとするエネルギー利用法の開発、身近なものでは有機溶媒や環境ホルモンの除去、乱物質を使わない食品や化粧品、塗料剤など、持続可能な社会、生活の創造に向けたさまざまな技術開発に貢献できると思っています。

わが国の粉体工学・粒子系工学は、世界のトップクラスにあり、基礎的・学問的にも多くの情報が蓄積されています。これから粉体・粒子に関わると考える企



ナノ複合粒子製造装置

## 京都地域結集型共同研究事業に期待する

粉体は日常生活のさまざまな場面で使用する製品の原材料素材として、また小麦粉のように、それ自体が深く生活の中に入り込んでいるものとしてよく知られている素材である。その大きさは数100ミクロンの粗粉体のものから、新機能材料として注目される超微粉体にいたってはナノオーダーのものと用途に合わせた粒径のものが製造されている。

この粉体は個別に見ると固体として取り扱われるが、集合体としてみる時にはわずかに空気を含むことで流体として取り扱うことが可能でもある。また、固体としてみた時にもその体積に比べて表面積は非常に大きく、微細な粉体であればあるほど固体としての機能に加えて表面の活性が増し、新たな機能を発生するという可能性を秘めている。

私もキヤノンの所属する業界である複写機、プリンタにおいては画像形成用インクとしてトナーという数ミクロンの粉体を用いている。例えば、最新のカラー機種で週刊誌のカラーページのような画像1ページを形成する為にはこのようなトナーの粒を10億個以上使用しなければならない。そして、よりデータに忠実に画像を形成するためにはこの膨大な数のトナーの動きを精密に制御し、必要な場所に必要だけの数のトナーを搬送していかなければならない。すなわち、この制御をより科学的に進めるには常に多体問題と取り組む必要があり、かつトナーを制御するために使用している静電気という、古くて新しい物理現象にも取り組んでいかなければならない。

さらに、近年、複写機に用いられているトナーの粒径は高画質への要請により益々微小となって来ている。そのため表面の物理特性を厳密に捉えることがより困難な状況になり、機器の安定性を得るためには、微細粉体への更なる研究を推進していかなければならない。

今回、京都府地域結集型共同研究事業において取り上げられたテーマである「機能性微粒子材料創成のための基盤技術開発」は、まさにこのミクロンからナノへの微粒子を如何に作り、その性質を解明し、制御するかという点に着目したということで画期的な試みである。この事業には大学研究機関、公的研究機関、企業をあわせて27の機関が参画し、われわれキヤノンを含む複写機プリンタ関連業界でも6社が製品の性能、今後の発展がこのトナーという微粒子制御に拠るところ大と考え、積極的に参加されているものと推察している。

キヤノンはこの事業において、トナー物性の解明を積極的に進め、この特性を取り入れた大規模計算によるシミュレーションによって多数のトナーの動きをより正確に制御するための方法を探索しようと計画している。

けいはんなラボ棟コア研究室に設置された大規模計算システムはわれわれにとってこの目的を達成するための非常に有効な施設であり、より高速に処理するソフトウェアの開発と相まって多体問題の解明に向かって技術開発の進展がはかれるものと大いに期待している。また、京都大学、同志社大学などに設置された粒子表面の解析測定装置を用いることで、微粒子化にすむトナーの表面物理特性の先行的解明がスピードアップされ、より世界をリードすることが可能な機器の開発に結びつくものと期待している。

平成15年度の準備から始まり平成20年まで続くこの事業の進展により、京都を中心とする粉体を取り扱う大学及び企業等、研究機関の基盤技術力のアップのみならず、全国的な規模でIT産業を支える参画機関の基盤技術の発展が成るものと考えられる。



竹内 達夫 氏  
(たけうち たつお)  
キヤノン株式会社 化成事業本部  
電子写真技術開発センター 部長

業の皆様はその技術的な難しさを理解するとともに、将来の可能性を切り拓く第一歩として本共同研究に参加されることを期待します。高度な測定機器を共同利用できるのも魅力の一つで、新しい粒子や装置開発のヒントが得られると思えます。

いました。同様の技術をミクロン以下の粒子で実現させようというつもりですが、大きさが小さくなる分、精密な制御が必要となり、実験的検証のほか、計算機シミュレーションによる機能計算なども大切な研究課題となります。

微粒子の輸送技術の開発は端緒に付いたばかりで、どちらかといえば基礎的で学理的な研究要素が含まれています。例えばプリンタ・コピー機の画質性能を飛躍的に向上させる、粉体シミュレーションによる超精細電子写真技術の開発など、実用化に直結した研究も行っていきます。OA機器のリーディング企業が多数参画されていることから、カラーで画素数の多い、かなり先進的な製品が生まれることが期待できます。また、携帯電話基板にターゲットを絞った研究も行われているので、環境調和型樹脂基板のような工技術が実用化できると考えています。粒子を規則的に配列した材料がどのような用途に利用できるのか、これからますます夢が広がる分野ではないでしょうか。

工業生産現場で粉体を取り扱うプロセスは約80%にのぼるといわれ、企業は粉体プロセスに関する多くの研究課題を抱えているのが現状です。大学には粉体工学についての豊富な知見、情報ネットワークがあります。ぜひ、多くの皆様に本共同研究に参加していただき、産官学連携によってさまざまな可能性を追求していきたいと思っています。



リスクに果敢に挑戦する人材を育成

物理学者としての視点から、日本社会が抱える諸課題を浮き彫りにし、ベンチャー・マインドを持った起業家を育成しようとする取り組みが、同志社大学大学院ビジネス研究科の山口栄一教授。もともと、NTT基礎研究所で半導体の理論物理学を研究し、一九九一年代には南フランスのIMRAという先端研究機関に招へいされて固体内の異常核効果の研究をしていた山口教授が、日本に帰国したのは一九九八年のこと。ちょうどその頃、これまでイノベーションにつながる研究開発を推し進めてきた日本企業の多くが、シェア・ホルダー・バリュー経営を旗印に、研究所の規模を縮小、廃止しようとしていた。その結果、優秀な研究者が営業部門や生産部門

## 物理学者の視点から、世界に通用するベンチャー・マインドを育成

山口 栄一（やまぐち えいいち）

同志社大学大学院ビジネス研究科  
(同志社ビジネススクール)教授  
ITEC副センター長

専門分野は、半導体・デバイス物理学など。ビジネススクールでは、イノベーションと技術経営、ハードウェア技術・ナノテクノロジーなどを担当する。窒化ガリウムの結晶成長をビジネスにするベンチャー企業「(株)パウデック」(本社・神奈川県横浜市)をソニーの主幹研究員とともに2001年に創業し、現在当社取締役。創業から3年で、企業価値を2.6倍にした。5年間のフランス生活では、子供たちとともに馬で駆けめぐりながら、カンヌ郊外の古い遺跡や自然を散策するのが週末の楽しみだったとか。日本に帰国してからの趣味は、路地裏探訪。思わぬ発見があって、知的好奇心を満足させるのだそう。



UCLA(ロサンゼルス郊外)のキャンパス風景。  
アンダーソン・スクール・オブ・マネジメントは、この左奥にある。



UCLAアンダーソン・スクール・オブ・マネジメントでの、George Abe教授(前列右から3人目)による授業風景。

に転属させられるなど、専門性を無視した人材配置が行われ、独創性を発揮するチャンスが奪われてしまった。「日本は資源のない国。いま研究をやめてしまえば、高度な技術力を失うことになるだろう...」。日本の将来に強い危機を感じたことが、世直し研究に取り組む

最初のきっかけだった。

では、現代社会が抱える課題とは、どのようなものだろうか。戦後の日本は、いかにリスクのない安全な社会をつくるか」という精神のもとで、終身雇用や年功序列など世界には類のない安定的なシステムを構築してきた。しかし、急激な情報化や国際化、少子高齢化の進展によって、社会のあり方そのものが大きく変革しようとしているいま、「リスクに果敢に挑戦する人材を育てなければならぬ」と山口教授。幸い、スピニアウト(スピニアウト)・ベンチャーを支援する資本的なインフラは整いつつある。「あとは、彼らの背中を押してあげる仕組みづくりが大切」。山口教授が、同志社大学のビジネススクールの教壇に立つことを決意したのは、こうしたグランドビジョンを実現できると確信したからだ。

### 技術経営の期待に応える魅力的なプログラム

日本企業が培ってきた部品材料系のイノベーション力は世界でもトップレベルといわれている。しかし、こうした

技術力を市場に結びつけ、デファクト・スタンダードにまで育て上げる経営力に欠けているのが現状だ。数年前から、経済産業省を中心に「MOT(技術経営)」の重要性が謳われているが、「経営センスのある技術者を育てるだけでなく、文系経営者に技術とは何か、その根本にある科学を教えたい」と山口教授。昨年十一月十日から十二月十八日までの約一カ月間、同志社ビジネススクール主催(経済産業省補助事業)の「第一回技術起業家養成プログラム」を、八代英美講師(ITECオムロンフェロー)とともにゼロから企画し、同志社大学とアメリカ三大大学のそれぞれで実行した。同志社大学で行ったプログラムでは、

「自分たちで開発した技術を社会のために活用したい」と考えるエンジニアや研究者、証券マンや女流税理士など六十五名の生徒が参加したという。

このプログラムの特徴の一つは、同志社大学法科大学院(ロースクール)や商学部との教育連携。技術者に欠けているといわれる商法や会計学・ビジネスプランニング、またいかに企業の価値を高めていくかという企業価値評価について、質の高い教育プログラムを用意した。二つ目は、スピニアウトを成し遂げた成功事例の紹介。京都モデル(自立型、ハイテク研究開発型)に該当するベンチャー企業の社長やCTOを招へいし、どのような思いで会社を創業し経営しているのか、その「魂」について語ってもらった。ただ単に講演

を聞くだけでなく、

エディトリアル法(講演内容をもとに参加者が互いにディベートして問題点を分析する手法)を採用するなど、参加者が自ら考え、行動する機会を提供したという。



USCマーシャルスクール・オブ・ビジネスのKathy Allen教授(前列右から3人目)による授業風景(場所は、ロサンゼルス中心部のJapanese American National Museum)

養成プログラムに参画。アメリカにおけるベンチャービジネスの成功事例やハイテクマーケティング、IT世界戦略などについて、日本人起業家や世界的な研究者の指導を受けた。来年度は、最先端の産業クラスター地域として注目されているフランスのニースや、イギリスのケンブリッジ大学での研修プログラムも予定しているという。



すでに、技術起業家養成プログラムを卒業した参加者の中から、起業に向けて動き出したグループもある。次世代半導体といわれる窒化ガリウムを応用して、紫外線の波長を選別しながらセンシングする技術を核とするハードウェア企業、また最近、社会問題となっているスパムメールをプロバイダ機能で排除しようというIT企業、バイオフィーマティックスに注目した企業など、いずれも市場ニーズが高く、将来的な成長が期待されるものばかりだ。「同志社ビジネススクールで身につけてほしい力」は三つある」と山口教授。一つは、経済的価値につながるあらゆるイノベーション力。二つ目は、技術革新を有機的にマーケットへと結びつけていく力。そして三つ目は、自立・自尊にあふれた起業家精神。今後、同志社ビジネススクールのユニークなプログラムの中から、オンリーワンの発想、技術を持った世界企業が飛び出していくことが期待されている。

注 UCLA(カリフォルニア大学ロサンゼルス校)、CSQ(南カリフォルニア大学)、UC Irvine(カリフォルニア大学アーバイン校)



技術起業家養成プログラムでは、世界市場を視野に入れたグローバルな人材育成を一つの目標に掲げている。事前に提出された「ビジネスプラン」をもとに二十四名の生徒を選抜し、アメリカ西海岸の名門大学UCLA、USC、UC Irvine(注)に特別に作ってもらった起業家



材料の変形エネルギーに注目して、コンベアの効率化に貢献

空港建設など大掛かりな工事を行うときには、採掘した大量の土砂（鉱石）を、現場までベルトコンベアを使って運ぶというのが一般的である。しかし、大型のコンベアを連続で長時間稼動するためには莫大な消費エネルギーが必要で、そのための電気代も非常に大きなものになってしまう。そこで、「大型コンベアを効率的に動かすために、材料力学の立場から研究している」と話すのは同志社大学工学部の大窪和也助教授。ベルトコンベアは、ゴムでできたベルトが、数多くの金属ローラーに支えられるように動いている。例えば、特定の力をゴム材料に加えると、弾力性があるために押し戻されるように感じるが、加圧工

## 材料力学の立場から、新産業創出につながる新素材を研究開発

大窪 和也（おおくぼ かずや）

同志社大学工学部 / エネルギー機械工学科 助教授  
専門分野は、機械材料・材料力学など。複合材料及び接着剤の破壊、損傷などについての研究を行う。同志社大学「竹の高度利用研究センター」の研究メンバーの一人としても活躍。研究や学会の仕事に追われる毎日だが、学生たちの成長を見るのが楽しみなのだとか。企業に在籍していた経験を活かし、「より柔軟な視点で、産学連携を進めたい」と意欲を見せる。

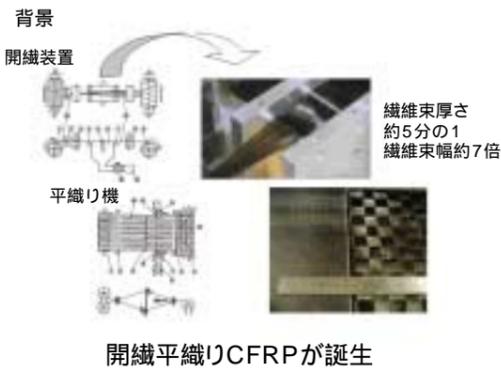
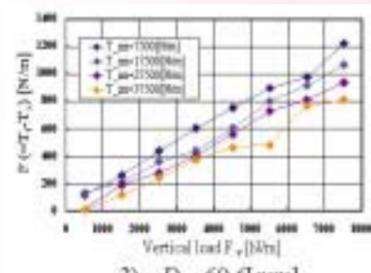
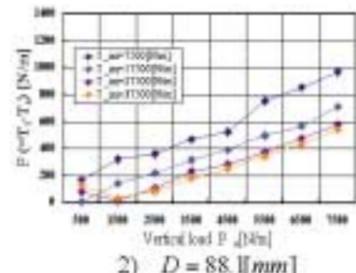
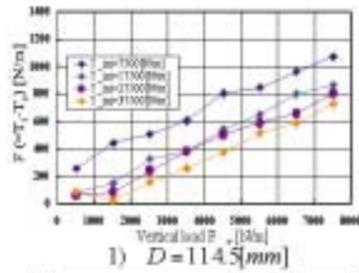
大窪助教授は、ローラー部分のマイクロな回転スピード差が微妙なベルトの滑り（スリップ）を引き起こし、その結果、大きなエネルギー損失を生み出している（非線形変形）ことを突き止めた。一本のローラーが及ぼす損失はごくわずかだが、積み重なれば一般家庭が消費する何千倍もの電力に匹敵するエネルギーが無駄になる。「ベルトコンベアのエネルギー損失の原因がわかったので、今後はシミュレーション結果を踏まえた実用的な提案をしていきたい」と大窪助教授は意欲を示す。従来品に比べて約20%のエネルギー低減を目指しているといい、実用化に向けて大きな期待が寄せられている。

### 開繊繊維束を活用した夢の新素材の研究

もう一つ、大窪助教授が力を注いでいるのは、開繊繊維束を用いた新たな強化プラスチック素材の開発である。「開繊繊維」というのは、繊維の束を開いて平らなテープ状にしたもので、数年前に福井県工業技術センターが開発した。衣服などの素材として普及している一般の「平織り布」は、経糸と緯糸が交互に織り重なった厚みのある形状をしているため、布を左右に引っ張ったときに、厚み方向に応力（物体の内部に付加される抵抗力）がかかり、材料そのものの強度が低下してしまう。しかし、開繊繊維は繊維束の「うねり角」が小さいために、応力に対する許容度が高いのだという。

大窪助教授はこうした開繊繊維束をプラスチックとうまく混合させることで、これまでになかった（強じん）な新素材を実用化したいと考えている。一般的な強化プラスチックは、強度が高いといわれているが、前触れなしに突然壊れるなど信頼性が低い。「無理な使用で多少のクラック（ひび、亀裂）が生じても、損傷が進まないような素材が開発できれば...」。例えば、航空機の主要パーツは現状ではアルミ合金で構成されているが、新しい強化プラスチックが実用化できれば、体積も重量も従来のおよそ三分の一程度、かつ強度が高くてタフな次世代型航空

結果：ローラ作用する垂直抗力と抵抗力との関係



エネルギーの一部は熱として放出されるため、100%のエネルギーは返ってこない。これを「ヒステリシス損失」と呼んでいる。つまり、「材料が変形することによってエネルギーが消費されている」というわけだ。

大窪助教授はこうした材料特質に注目し、エネルギー消費の少ない（ゴムの「へこみ」が最小限な）コンベアとはどのようなものかということをし、約一年ほど前から横浜ゴムと共同で実験を進めている。これまでベルトコンベアの効率化の研究では、コンベアを動かすモーターの性能の向上や、ローラーの回転率を高めることに主眼が置かれていた。しかし、「飛躍的な改善が望めず、費用対効果の面でも問題があった」という。材料の変形エネルギー損失という観点での研究は、大窪助教授ならではのオリジナルの発想で、各方面から注目が集まっているという。

### 理想的な材料を検知するシミュレーション手法を確立

では、エネルギー消費が少ないベルトコンベアとはどのようなものだろうか。まず一つ目は、ゴムそのものの材質の問題。「変形率を極小にするためには、鉄のような固いゴムを使用するのが理想的だが、割れやすいなど弊害も多い」と大窪助教授。エネルギーを消費しない材質は、耐用性が極端に低いのだという。一定の柔軟性を持ちながらも、へこみが少ないゴムはどのようなものなのか、さまざまな条件（ゴムの幅や長さ、運搬する鉱物の量や種類など）を鑑みながら、その最適値をシミュレーションで検知しようと考えている。

もう一つは、コンベアを動かすベアリング（ローラー）のレイアウトの検討である。ベアリングの配置間隔を短くすると、ベルト（ゴム）のたわみやへこみは小さくなるが、コンベアの抵抗力が増えてエネルギー消費が大きくなってしまふ。「ゴムの材質や運搬する土砂の転がり方、積み重ね方によって、最適なベアリングの配置を検討している」という。

「はく離」という切り口で、接着剤の可能性を追求

そのほか、大窪助教授は接着剤メーカーと共同で、感温性接着剤の開発にも取り組んでいる。ICチップのシリコンウエハ（基板）に集積回路をプリントするためには、薄いフィルムを基板上に張り付け、その上から機械的に吸引して動かさないように固定する必要があるという。最近、その基板が極めて薄くなってきており、温度によって接着力が変化する特殊な接着剤が使われはじめている（温度が高くなると接着し、温度が下がるとはく離する）。このとき、基板そのものが非常に薄いので、フィルムをはがすときに回路にダメージを与えてしまうことも多い。「はがすときの最適な角度や負荷、また亀裂の進展現象などを解明して、感温性接着剤の信頼性を高めたい」と展望を話す。一定の研究成果も上がっているそうなので、製品化に向けて視界も開けているようだ。



「企業的な視点を持って、できるだけ産業に近い研究を続けていきたい」。材料力学の研究は、まだまだ発展の可能性の多い分野である。将来、大窪助教授らが開発した素材が、新産業の創出や地域経済の活性化に結びついていくかもしれない。

## 平成16年度ものづくりクラスター協議会産学官連携促進事業

先端技術セミナー「同志社大学先端材料セミナー」

2月23日(水)



次世代の科学技術を切り拓く新素材として期待が高まっている機能性材料。

本セミナーでは、バイオナノから無機セラミックス分野に至るまで、同志社大学が培ってきた最先端の技術シーズが発表されました。いま、最も注目されている研究テーマだけに、企業や産業支援機関、行政などから多数の参加者があり、会場は熱気に包まれていました。

基調講演では、日高重助工学部物質化学工学科教授が「微粒子が拓く新機能性材料の夢」をテーマに、これまでの研究成果を発表。日高教授は、京都府地域結集型共同研究(機能性微粒子材料創製のための基盤技術開発)の事業研究統括に就任されるなど、多方面で活躍されています。パワーポイントなどを使いながら、微粒子の生成技術や材料プロセス技術などについて、幅広い観点から説明が行われました。

引き続き行われた技術シーズ発表会では、同志社大学の14名の研究者が、それぞれの研究成果を発表しました。塚越一彦物質化学工学科教授は、微粒子検出技術として脚光を浴びつつある「キャピラリー電気泳動と化学発光検出を組み合わせた微量生体成分分離・検出技術の開発」について、また電子材料分野を代表して吉門進三電子工学科教授が「微粒子複合電磁波吸収体材料の開発」、大鉢忠電気工学科教授が「MBE法によるSi基板への立方晶GaNエピタキシャル成長」について解説。いずれも、次世代電子デバイスの基礎開発技術として不可欠なものだけに、時間を延長して熱心な講演が行われました。そのほか、伊藤靖彦環境システム学科教授や廣田健機能分子工学科教授による技術シーズが発表されました。

技術シーズ発表の後、和田元リエゾンオフィス・知的財産センター所長による「同志社大学における産学連携事業・システム」の紹介が行われ、「大学の知的資産と企業の技術ニーズを結びつけることによって、地域社会の活性化とベンチャー企業の育成に取り組んでいく」と本学の産学連携に対する取り組みの説明がありました。その後、研究施設見学会(創考館、研究室)ならびに交流会などが開催され、同志社大学の研究者と参加者による親睦が深められました。参加者からは、「最先端の研究成果を知る絶好の機会」「大学が身近な存在になった」などの声が聞かれ、本セミナーは成功裡に終了することができました。



## 「第10回 関西文化学術研究都市・東大阪市・同志社大学産官学交流会」

リエゾンオフィス開設前からの交流行事である「関西文化学術研究都市・東大阪市・同志社大学産官学交流会」。毎回、産官学の各方面より多数のご参加をいただいております。去る2005年1月26日、東大阪市内にて10回目の会を開催いたしました。

同志社大学教員を乗せたバスが京田辺キャンパスを出発し、約70分ほどで東大阪市横大路町のチトセ工業株式会社 (<http://www.chitose-kk.co.jp/>) に到着。そこで、世界中から注文が飛び込むという、特殊技術であるブレージング(ろう付け)やプレス技術の現場を見学し、中西啓文代表取締役社長と本学教員との熱心な意見交換がみられました。技術的な話題はもちろんのこと、産業界と大学とのあり方についての率直なやり取りからは、産学連携意識の浸透が感じられました。

場所を移し、本学リエゾンオフィスも入居している「クリエイション・コア東大阪」にて、本学期待の若手教員二人による「電力貯蔵装置における電動機の駆動・再生方法(本学工学部 井上馨専任講師)」、「電気システムのEMCシミュレーション技術(同 馬場吉弘専任講師)」と題した2本の技術講演を行いました。研究室紹介を交えた講演に、地元企業をはじめとするたくさんの参加者は熱心に聞き入っていました。その後

の交流懇親会では、打ち解けた和やかな雰囲気の中で、企業の方から二人の若手講師に対して具体的な多くの質問が寄せられました。

現在、当オフィスではクリエイション・コア東大阪のリエゾン室に産学連携コーディネータが出向き、これまで以上に東大阪の企業様との連携を図っています。また、このような交流会を通じて東大阪市の企業様と同志社大学との関係を深めていきたいと願っています。これまでの時間をかけて築いてきた交流を継続していき、今後も産官学の垣根を越えた連携を目指したいと考えております。



## Topics

## ▶▶▶ 低圧駆動型空気圧アクチュエーターを開発



同志社大学が中心となって進められている「知的クラスター創成事業」の研究成果の一つとして、これまでにない低圧駆動型の空気圧アクチュエーターが開発され、3月4日、国立京都国際会館で開催されたベンチャーサポートフェアで発表されました。辻内伸好工学部機械システム工学科教授(リエゾンオフィス副所長)と、産業用ロボット機器の開発連携ベンチャー「スキューズ(株)」(京都市下京区)との産学連携により開発されたもので、装置の大きさは直径わずか5mm全長30mm。世界最小といわれるイギリス製アクチュエーターの1/3程度の大きさです。

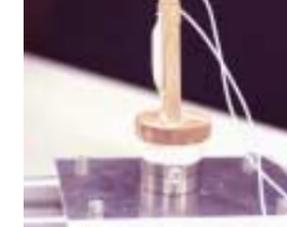
空気圧アクチュエーターは安全で柔軟性が高いといわれ、人との接触が多い介護や福祉分野への応用が期待される一方、出力効率や応答性が悪く、アクチュエーターに圧縮空気を送り込む供給機も大型で使いにくいという課題がありました。辻内教授らの研究グループは、アクチュエーター素材を天然ゴムやポリエステル系繊維で形成することで低圧駆動を実現。また、人間の筋肉と同じように「骨」となる添部材をアク

チュエーターに採用することにより、注射器程度の空気圧で非常に高い出力を発揮することに成功しました。

今回のデモンストレーションでは、低圧駆動型空気圧アクチュエーターを取り付けたロボットハンド

が、わずか3本の指で500gのペットボトルをしっかりとつかむ様子が披露され、訪れた人々を驚かせました。今後は、小型センサをロボットハンドに付加することによって、モノの握り方や力の加え具合を自動制御する「インテリ

ジェント(知的)義手」の開発を目指しており、介護・福祉分野から期待が高まっています。「2年後には実用化したい。産業的にも利用価値が高い研究」と辻内教授は自信をのぞかせていました。



左: スキューズ(株)統括事業部長 市川裕則氏  
右: 辻内伸好教授



## コーディネータ奮闘記 その⑥

先日「第10回関西文化学術研究都市・東大阪市・同志社大学産官学交流会」のプログラムの一つとして、東大阪市のお世話により、本学工学部教員9名をはじめ、関西文化学術研究都市推進機構の人たち、私どもリエゾンオフィスのスタッフなど総勢20名が、東大阪市の企業を訪問させていただきました。

なるべく多くの教員に参加してもらいたかったのですが、予想よりも少なかつた。学期末を迎え、期末試験の監督、卒論審査関係、学会の準備や参加などが重なり、時期的によくなかつたようである。書面での案内以外に、研究室を直接回り参加の依頼も行ったが、大多数の教員が残念ながら参加できないとのことであった。それでも9名の参加には感謝、大いに感謝である。

訪問したのは、精密金属プレス加工、金属接合技術「ブレージング」、組立加工などを事業とする、オンリーワンのものづくり技術を持つチトセ工業株式会社である。製造現場を約1時間にわたって見学させていただきました。これまでに培われた独自の技術・ノウハウに基づいた製品作り、生産管理、品質管理体制の整備(ISO9000)、環境への配慮(ISO14001)など、「ものづくり」への真摯な取り組み姿勢を見ることができた。教員はものづくりの技に興味を示し、質問しながら熱心に見学していた。そし

て見学後の意見交換の場でも活発なやり取りが行われた。その中で、ある課題に対して、入手できるあらゆる材料を利用し、経験と実績にもとづいた技術力を駆使して、種々試みることで解決することができたとの話があった。その結果については、その分野におけるベテランの教員でさえ感心していたのは印象的であった。大学での研究の進め方においては予想もできないような結果が現れることもあり、その結果に教員は興味を持つ。そしてその興味を産学連携のテーマとして、教員の方から提案する形になればと思っている。

今後も、多くの教員が企業の製造現場を見学できる機会をつくっていき、もっと製造現場を知ってもらい、企業の目線に立った産学連携テーマを教員側から提案、設定してもらえようにしたい。見学を受け入れていただく企業は大変だと思うが、このような形で産学連携に取り組むことができるならばうまくいくものと確信している。ぜひ、成功例の一つでも多くつくっていきたいと思う。



産学連携コーディネータ 永田和彦



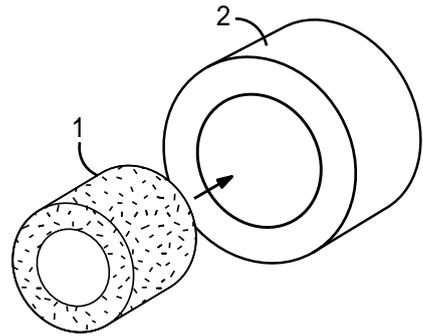
# 同志社大学「知」の軌跡

公開特許情報(二部ご紹介)

同志社大学には、研究技術開発によって生まれたさまざまな知的財産があります。こうした知の情報を広く公開し、新産業創出や地域活性化につなげていきたいと考えています。

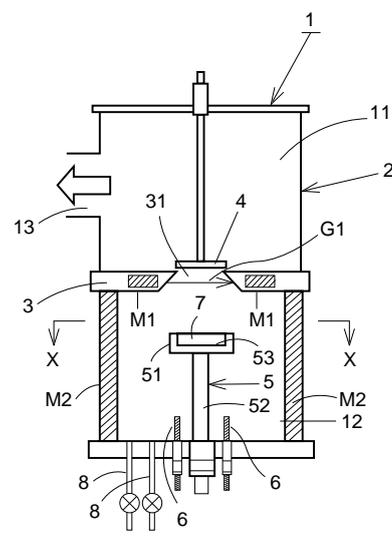
発明番号 知発 1066  
 発明の名称 樹脂組成物  
 公開番号 特開2004-224812  
 出願日 平成15年1月20日  
 発明者 藤井 透(工学部機械システム工学科教授)  
 松岡 敬(工学部機械システム工学科教授)

発明の概要  
**【課題】** 低摩擦性、耐摩耗性、コスト、機械的強度、環境負荷等の面で優れた特性を有する摺動部材を提供する。  
**【解決手段】** 流動状態の熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂に、炭化および賦活化させた多孔質の竹繊維を、樹脂に対して重量比で1%以上50%以下の割合で配合し、所定形状に成形して硬化させる。この樹脂組成物1を円筒状に成形し、これを金属等からなるスリーブ2の内周に固定して滑り軸受を構成する。



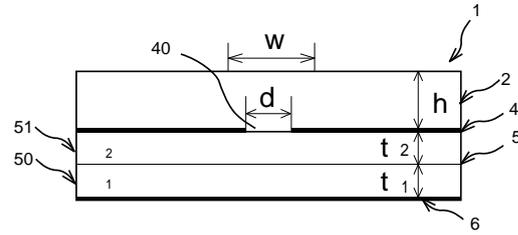
発明番号 知発 1002  
 発明の名称 薄膜材料の形成方法および形成装置  
 公開番号 特開2004-327905  
 出願日 平成15年4月28日  
 発明者 和田 元(工学部電子工学科教授)

発明の概要  
**【課題】** 低温で有毒ガスを発生させることなく基板上に薄膜材料を形成することができる薄膜材料の形成方法および形成装置を提供することを目的としている。  
**【解決手段】** 液体もしくは固体の材料をプラズマ中に挿入し、この材料表面に直流電圧もしくは交流電圧を印加することによってプラズマ中のイオンを照射し、スパッタリング現象により生じた材料粒子および/または材料粒子とプラズマ中のガス原子との反応生成物粒子を基板表面に堆積させる薄膜材料の形成方法において、基板をプラズマの高電子温度部分近傍に配置するとともに、基板近傍に、少なくともプラズマ中の高電子温度の流れが基板に接触しないように、基板の前を横切る磁界をかけることを特徴としている。



発明番号 知発 1043  
 発明の名称 マイクロストリップ線路  
 公開番号 特開2004-336221  
 出願日 平成15年5月2日  
 発明者 辻 幹男(工学部電子工学科教授)  
 繁澤 宏(工学部電子工学科教授)

発明の概要  
**【課題】** マイクロストリップ線路の構造自体にフィルタのような周波数を選択する機能を持たせるようにする。  
**【解決手段】** 誘電基板2と、この誘電基板2の上面に設けられたストリップ導体3と、この誘電基板2の下面に設けられた平面上の平面導体板4とを設けてなるマイクロストリップ線路1において、この平面導体板4に当接するように、下面に平面状の下層導体板6を設けた第一の誘電層50および第二の誘電層51からなる多層誘電基板5を設け、誘電基板2と多層誘電基板5とによって挟まれる平面導体板4に、伝送波を誘電基板2側から多層誘電基板5側に漏洩させるためのスロット40を設けるように構成する。そして、誘電基板2、第一の誘電層50、第二の誘電層51の誘電定数を、それぞれ  $\epsilon$ 、 $\epsilon_1$ 、 $\epsilon_2$  とした場合、 $\epsilon_2 < \epsilon < \epsilon_1$  となる関係に設定する。



公開特許一覧ホームページアドレス  
<http://liaison.doshisha.ac.jp/chizai/kokai.html>

**京田辺**  
 リエゾンオフィス 〒610-0394 京都府京田辺市多々羅都谷1-3 同志社大学京田辺キャンパス ラウンジ棟1階  
 Tel: 0774-65-6223 Fax: 0774-65-6773  
 E-mail: jt-liais@mail.doshisha.ac.jp URL: http://liaison.doshisha.ac.jp/

**今出川**  
 リエゾンオフィス 〒602-0023 京都市上京区烏丸通上立売下ル御所八幡町103 同志社大学今出川校地 寒梅館2F  
 Tel: 075-251-3147 Fax: 075-251-3046

**東京**  
 リエゾンオフィス 〒108-0023 東京都港区芝浦3-3-6 キャンパスイノベーションセンターサテライトキャンパス606  
 Tel: 03-5440-9100 Fax: 03-5440-9124

LIAISONバックナンバーは、HPでご覧いただけます。