日本大学
理工学部

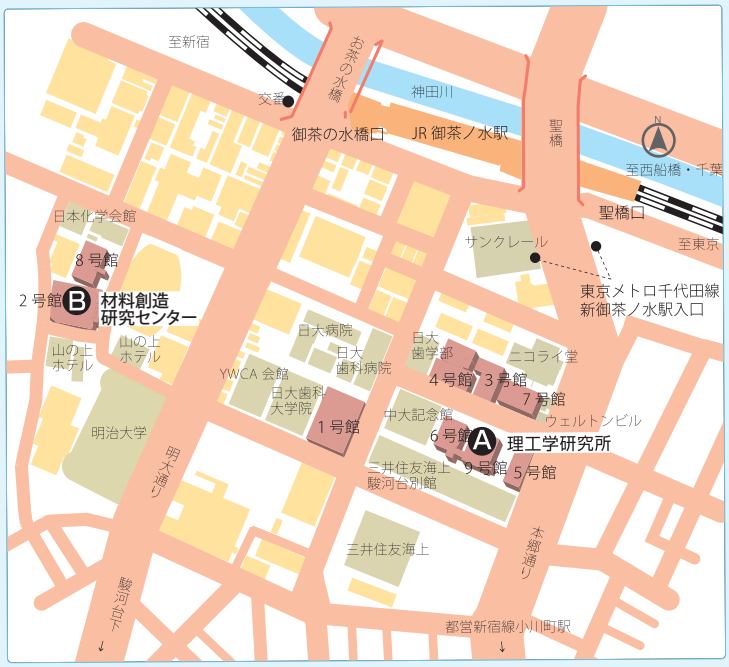
理工研 News

No.61 Vol.22 2010/03

CAMPUS MAP

駿河台キャンパス

〒101-8308　東京都千代田区神田駿河台1-8-14



A 理工学研究所（研究事務課）
tel: 03-3259-0929
E-mail: skenkyu@adm.cst.nihon-u.ac.jp
http://www.rist.cst.nihon-u.ac.jp/

B 材料創造研究センター
tel: 03-3259-0432
E-mail: bunseki@chem.cst.nihon-u.ac.jp
http://www.cac.rist.cst.nihon-u.ac.jp

船橋キャンパス

〒274-8501　千葉県船橋市習志野台7-24-1

C 大型構造物試験センター
tel: 047-469-5362
E-mail: office@str.cst.nihon-u.ac.jp
http://www.str.cst.nihon-u.ac.jp

D 空気力学研究センター
tel: 047-469-5361
E-mail: abe@aero.cst.nihon-u.ac.jp
http://www.wtl.rist.cst.nihon-u.ac.jp

E 先端材料科学センター
tel: 047-469-5600
E-mail: office@amsc.cst.nihon-u.ac.jp
http://www.amsc.cst.nihon-u.ac.jp

F 環境・防災都市共同研究センター
tel: 047-469-5656
E-mail: yanagisaki.naoki@nihon-u.ac.jp
http://www.edpjrc.cst.nihon-u.ac.jp

G マイクロ機能デバイス研究センター
tel: 047-469-6193
E-mail: office@mdc.cst.nihon-u.ac.jp
http://www.mdc.cst.nihon-u.ac.jp

H 工作技術センター
tel: 047-469-5511
E-mail: yanagi@tech.cst.nihon-u.ac.jp
http://www.tech.cst.nihon-u.ac.jp

I 交通総合試験路
tel: 047-469-5361（研究事務課）
E-mail: shikenro@adm.cst.nihon-u.ac.jp
nakayama@trpt.cst.nihon-u.ac.jp
http://www.wtl.cst.nihon-u.ac.jp

表紙写真：大型構造物試験センターのテストフロアを利用した
ハニカムチューブ構造の水平加力実験

平成21年度　**理工学部学術賞**

宇宙用半導体デバイス開発に関する基礎研究

電子情報工学科　准教授
高橋 芳浩

受賞研究紹介

半導体デバイスは、小型・軽量・低消費電力などの特徴を有し、現在では地上のみならず、人工衛星など宇宙飛翔体搭載部品としても必要不可欠な存在である。ただし、宇宙空間は劣悪な放射線環境であり、放射線による特性劣化や誤動作が大きな問題となっており、高い耐放射線性が要求される。半導体デバイスの放射線照射効果は、照射量増加に伴う電気的特性の恒久的変化（トータルドーズ効果）と、照射による一時的特性変化（シングルイベント効果）に大別される。本研究では、各効果に対するメカニズム解明と耐性向上を目的としている。

トータルドーズ効果は、照射により構造中で発生した電荷の絶縁膜中での蓄積が原因である。集積回路の基本構造であるトランジスタには、シリコン酸化膜（絶縁膜）が用いられているが、照射により正電荷が蓄積され電気的特性が変化する。一方、シリコン酸化膜とシリコン窒化膜の多層絶縁膜構造は、正・負の電荷蓄積が可能であり、これまでに不揮発性メモリとして応用されている。本構造を有したデバイスの放射線照射効果を評価した結果、照射による特性変化が極めて小さくなる条件が存在し、これは、絶縁膜中に蓄積した各極性電荷による影響の相殺によることを明らかにした。さらに、特性変化量を予測可能なシミュレーションの開発も行った。

シングルイベント効果は、高エネルギー粒子線照射により高密度に発生した電荷が電極に収集され生じる過渡電流が原因である。SOI（Silicon On Insulator）デバイスは、Top Si層と支持基板が酸化膜で絶縁された構造であり、薄いTop Si層内で発生した電荷のみが電流生成に寄与すると考えられ、高い耐放射線性が期待される。しかし実験の結果、予想を超えた電荷収集を確認した。この原因について検討した結果、支持基板内で発生した電荷の一部が酸化膜を介して収集されること、また、支持基板の電気抵抗率変化などにより照射誘起電流を抑圧でき、SOIデバイスのシングルイベント耐性の更なる向上が可能であることを明らかにした。

今後、放射線耐性強化技術に関する研究を進め、半導体デバイスの更なる信頼性向上を目指す所存である。

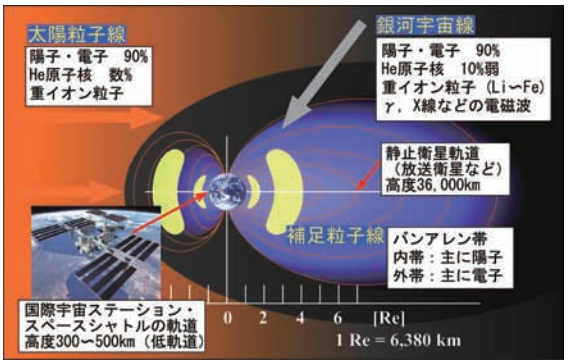


図1　宇宙放射線環境

電子線や電磁波はトータルドーズ効果を、陽子線や重イオン粒子線はシングルイベント効果を発生させる主要因となる。

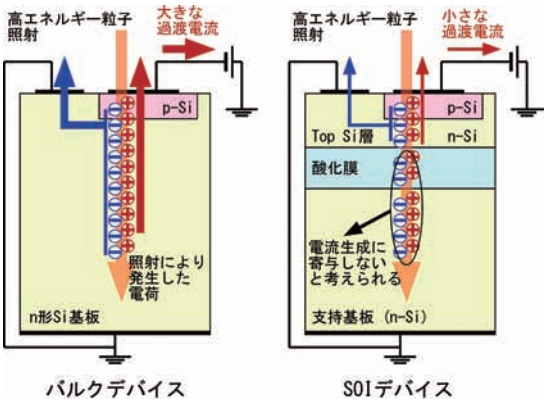


図2　バルクデバイス（従来構造）とSOIデバイスにおける照射誘起過渡電流発生機構概念図（pnダイオード）。
SOIデバイスでは、照射誘起過渡電流の抑制が期待される。

大型構造物試験センター

研究施設紹介

30MN大型構造物試験機を利用した実験

― 高強度CFTの構造性能に関する研究 ―

海洋建築工学科　安達・中西研究室

コンクリート充填鋼管造（以下、CFT）とは、鋼管内にコンクリートを充填した構造形式で、主に柱部材の性能を向上させる目的で開発され、低層から超高層の建物に広く利用されてきた。鋼管とコンクリートの拘束効果が期待でき、軸圧縮耐力と変形性能が向上する。また、最近では鋼管とコンクリートに高強度の材料を用いることで震度7クラスの大地震に対しても損傷のない構造物の実現を目指した研究も数多く行われるようになった。本実験では、鋼管に 780N/mm^2 級および 590N/mm^2 鋼等の高張力鋼材および充填するコンクリートに 100N/mm^2 級の高強度コンクリートを用いた CFT 短柱の耐荷性能を確認することを目的に、30MN 大型構造物試験機を用いた圧縮載荷実験を実施した。試験体は CFT4 体と、対応したプレーンコンクリート 3 体である。CFT の実験では、最大荷重約 23MN を記録した。

写真1　プレーンコンクリートの破壊状況

写真2　CFTの破壊状況

テストフロアを利用した実験

― 梁上にPCaブロックを設置したプレテンション梁・柱接合部の力学的挙動に関する実験 ―

海洋建築工学科　浜原研究室

本研究は梁上の PCa ブロックがプレテンション梁・柱梁接合部の力学的挙動に及ぼす影響を実験的に明らかにしようとしたものである。試験体は接合部せん断破壊を想定したト型（J-1）、T 型（J-2）、L 型（J-3）試験体、および梁曲げ破壊を想定したト型（B-1）試験体の計 4 体である。実験より、梁曲げ破壊を想定した B-1 試験体は、梁端部の曲げによるひび割れの開口と圧壊が進行し、接合部の劣化は殆ど見られなかった。この試験体は、接合部の終局強度が曲げ終局強度を上回り、最大層せん断力は曲げ終局強度式で精度よく評価できた。接合部せん断破壊を想定した J-1、J-2、J-3 試験体は接合部の劣化のみが進行した。これら試験体の最大荷重、ひび割れ荷重、初期剛性は既存の設計式で評価でき、梁上の PCa ブロックが柱梁接合部の力学的挙動に及ぼす影響は見られないことを明らかにした。

写真1　試験装置

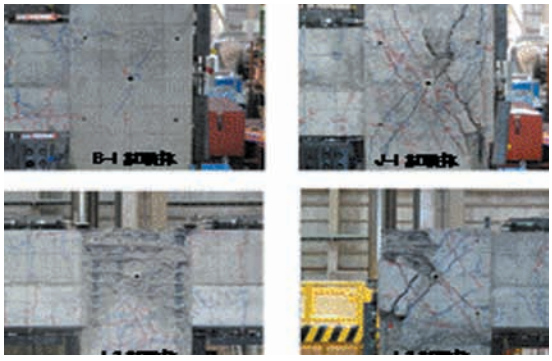


写真2　最終破壊状況

連絡先　担当者 菊池 靖彦　　電　話： 047-469-5362
E-mail ： office@str.cst.nihon-u.ac.jp　　HP：http://www.str.cst.nihon-u.ac.jp

水平加力装置を利用した実験

― 制震フラクタルハニカムの性能確認 ―

海洋建築工学科　安達・中西研究室

ハニカムチューブ構造のより効率的かつ機能的な性能を付加することを目的に、六角形のハニカムユニット内に組み込まれた内枠ユニットまたは最内枠ユニットの一部に低降伏点鋼（LY100）を使用した制震フラクタルハニカムユニットの正負交番繰返し載荷実験を行った。図1に、前年度に行った一般用鋼材を使用した実験シリーズ（SS シリーズ）と本実験シリーズ（LY シリーズ）で得られた荷重－変形曲線の包絡線を比較して示した。本実験シリーズで得られた結果は、最大耐力、変形性能とも向上し、エネルギー吸収能力に富む履歴性状を示した。内枠ユニットの一部に低降伏点鋼を用いることで制震フラクタルハニカムシステムの耐震要素としての有効性を確認した。

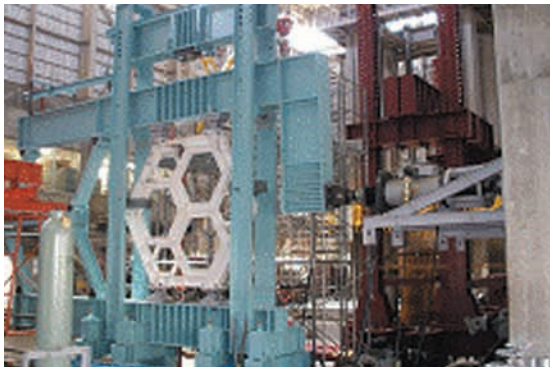


写真1　試験装置

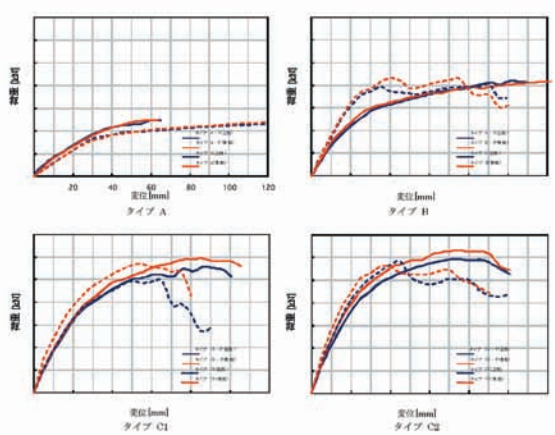


図1　SSシリーズ(破線)とLYシリーズ(実線)の荷重－変形曲線の包絡線

多入力振動台を利用した実験

― ケーブルネットの振動実験 ―

建築学科　岡田・宮里研究室

実験対象のケーブルネット構造は、茨城県立笠松運動公園体育館やミュンヘンオリンピックスタジアムの屋根などに実際に採用されており、大きな空間を覆うことが可能な構造システムの一種である。この構造システムは、一般的に軽量な屋根構造を実現することができ、地震荷重の影響が小さいと考えて設計が行われている。しかし、地震時にこのような構造がどのような動きをするのか、これまで詳細に検討されておらず、屋根面が上下方向に揺れる性状も定量的に捉えられていない。このことから 1.2m 角の縮尺模型を作成し、実際に振動台に載せて実験を行った。振動台を揺らす波形には、振動実験用に作成した人工波形と、実際に過去の地震で観測された阪神・淡路大震災の波形を用いた。振動実験を行うことで、水平方向の波により屋根面が上下方向に振動する様子が確認され、今後の設計に反映できる貴重なデータが得られた。

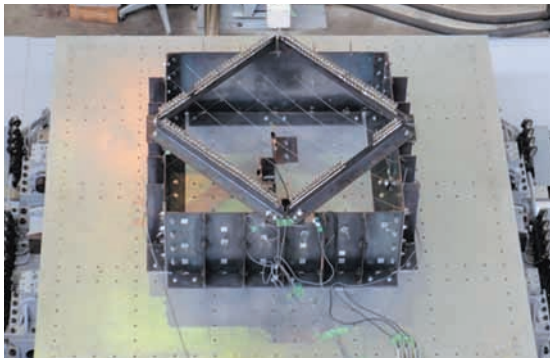


写真1　2軸振動台上のケーブルネット試験体

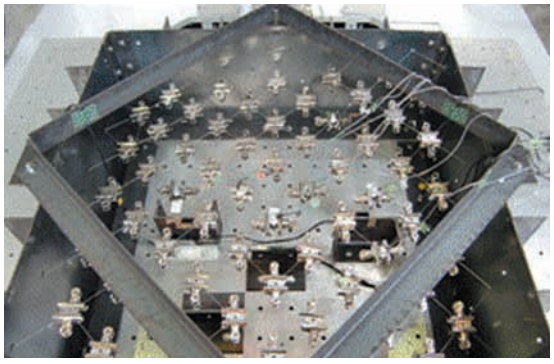


写真2　ケーブルネット試験体の詳細写真

研究施設紹介

空気力学研究センター

研究施設紹介

ホルン型張力膜構造の風圧力測定実験

建築学科　空間構造デザイン研究室

建築の分野においても風洞との関係性は深く、特に膜構造等のような軽量構造の分野では風荷重が支配荷重となる。

特に本研究課題であるホルン型張力膜構造は、二方向の曲率を持つ複雑な形状のため、指針等に風圧力が規定されておらず、従来は複雑な形状であるがゆえに模型での制作も困難であり、研究が実施されていない状況であった。そのため、本研究室では模型制作のノウハウを活かし、様々な形状パターンで実験を行い、データの蓄積を行っている。

実験は、ここ3年ほど大型風洞を用いて続けている。前年までは、ホルン型ユニットの連結数や形状が風圧力に及ぼす影響を確認し、また、煙風洞実験によりホルン型曲面周りの気流の確認を行った。本年度は、相似則に着目し、ホルン型が有する形状とスケール・風速との関係性を明らかにする実験、また乱流格子を用いて、より実現象に近い状態での計測も行った。

ここで得られた成果は、実際の設計に利用されている他、学会等での発表も行っている。

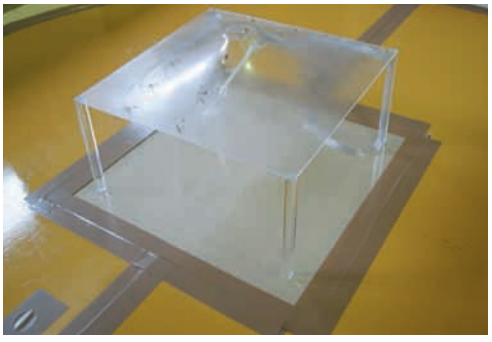


写真1　独立したホルン型張力膜の風洞実験模型

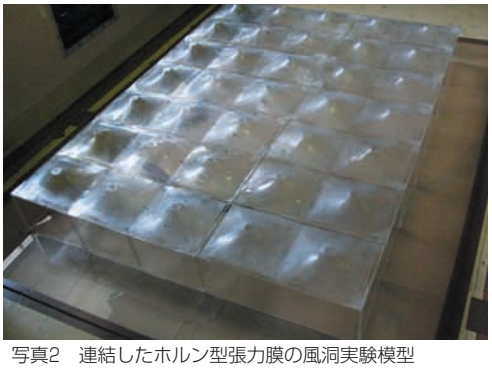


写真2　連結したホルン型張力膜の風洞実験模型

自動車模型の非定常な空力特性と車体周り流れ特性の解明

機械工学科　専任講師　鈴木 康方

本研究では自動車の車体走行時に周囲の流れが車体に与える影響の改善を目的として、自動車車両模型に作用する空気力の計測を行っている（図1参照）。実験は常時7～8名のスタッフが分担して作業にあたる大掛かりなものだが、本施設のような大型の風洞試験設備と比較的大きな模型を用いることで、はじめて実車に近い環境での試験が可能になる。また模型の大きさを活かし、内部に圧力センサやデータ収録機器を内蔵（図2参照）し、車体壁面の局所的な圧力（時間平均静圧50点、圧力変動16点）を詳細に計測することができた。これと同時に車体全体に作用する空気抵抗や揚力等も6分力天秤により計測し、熱線流速計による車体周りの流速分布計測を補完的に実施することで、車体形状を改良した際に周囲の渦構造がどのように変化したか、それらが空気抵抗や路面への接地性にどのように影響するかといったことを明らかにすることができた。

図1　自動車模型風洞試験の概観

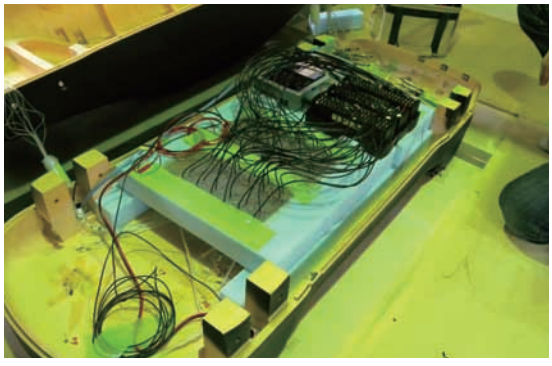


図2　各種機器の模型内部への搭載状況

連絡先　担当者 安部 建一　　電　話：047-469-5361
E-mail：abe@aero.cst.nihon-u.ac.jp　HP：http://www.wtl.rist.cst.nihon-u.ac.jp

人力飛行機に関する基礎研究

航空宇宙工学科　専任講師　安部 建一

1963年に木村先生が「物つくり教育」として、卒業研究で人力飛行機の製作を始められ、1977年には「ストークB」が未公認ながら当時の世界記録を塗り替える2093.9 [m]を記録した。1977年から琵琶湖の鳥人間コンテスト選手権大会が開催され、多くの大学が人力を製作し、飛距離も増加した。そこで、夏に長距離、長時間を飛行するためには操縦席周りの風の流れを解析せねばならないと考え、2001年、当研究室の卒業研究で給排気口周りの基礎研究を開始した。まず、実機の気流糸試験を試みた。操縦席周りはプロペラの回転による偏流が予想されたが、プロペラの回転数が遅く、その影響はほとんど皆無であることが判明した。

そこで、風洞実験では実機の実大模型（操縦席部分のみ）を作り、給排気口の大きさと位置を変えた実験を繰り返した。その解析から、実機でもその効果が確認された。2005年にはMöwe21が49km、2時間に亘る飛行にも空気の流れは絶えずあり、快適であった旨、報告があった。

写真1　実機気流糸試験

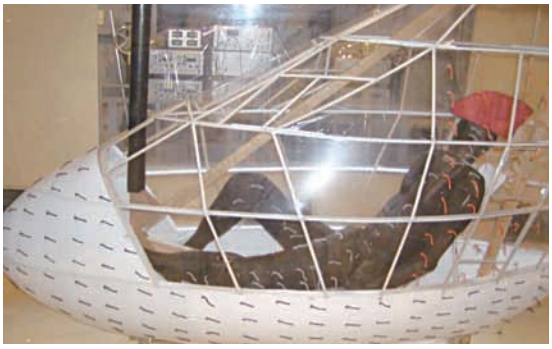


写真2　風洞実験

再生可能エネルギー発電に用いる垂直軸形タービンの特性解析

電気工学科　教授 鈴木 勝行　准教授 塩野 光弘　助手 直井 和久

再生可能エネルギーである風力や潮流による発電は地球温暖化の原因であるCO_2を排出しない点が評価されている。現在、発電用タービンとして主流となっているプロペラ形は、大形化が可能で広く普及しているが、常に流向に正対させる必要がある。一方、流向に対して無指向な特性をもつ垂直軸形タービンは、流向が不規則に変化する再生可能エネルギーによる発電装置に適していると考えられる。我々の研究グループでは、風力発電や潮流発電へ垂直軸形タービンを利用する場合の適用性について検討するため、風洞施設によりタービンの特性を実験的に解析している。タービンの種類には大きく分けて揚力形と抗力形があるが、抗力形は効率が低いため出力が小さいという欠点があった。抗力形に分類される多翼タービンの研究では、出力を増大させるために風向板を利用している。風洞実験では風向板を利用した場合のタービン出力は、風向板が無い場合と比較して約2倍になるとの結果が得られた。

写真1　多翼タービンの実験

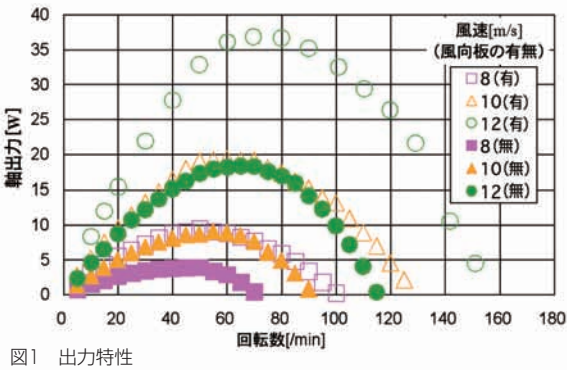


図1　出力特性

研究施設紹介

材料創造研究センター

研究施設紹介

ラマン分光による機能性材料の分析

電気工学科　教授　鈴木 薫

ラマン分光は単一波長のレーザ光を物質に照射し、分子振動による散乱光へのピークシフトを分析する方法である。図1はエタノール中のシリコン上へ通電時に、生成した直径30nmのカーボンナノファイバ・針状炭素対（CNF-NSC）とパルスレーザ堆積で作成したダイヤモンド状炭素（DLC）透明太陽電池のラマンスペクトルで、高結晶性のCNF-NSCがDLCよりも鋭いピークを示している。[Appl.Sur.Sci. 255（2009）9655-9658]

養殖真珠へ挿入する核の原材料にドブ貝が使用されているが、ワシントン条約で禁止されているシャコ貝を原料とした安価な核が世界の養殖場に販売され問題となっている。そこでラマン分光により図2に示すドブ貝のピーク1084.3cm^{-1}とシャコ貝の1082.8cm^{-1}へのシフトなどから、特許第4359719号「核の材質検査方法及び装置」を取得し、製品化した。核表面にバイオポリマーを300μm^2／字でマーキングする方法も開発した。

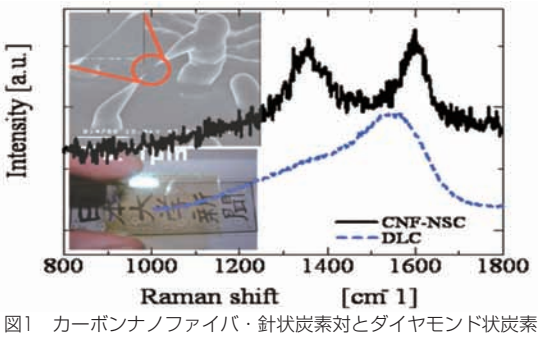


図1　カーボンナノファイバ・針状炭素対とダイヤモンド状炭素透明太陽電池のラマン分光分

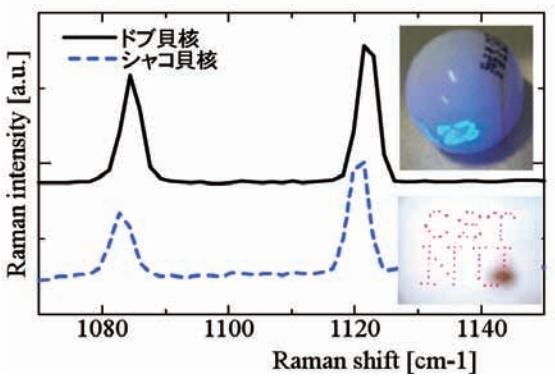


図2　ドブ貝とシャコ貝真珠核のラマン分光分析とバイオポリマーのドットマーキング

走査プローブ顕微鏡による分子配列の解明

物質応用化学科　教授　大月 穣

走査プローブ顕微鏡は、針でサンプル上を走査して画像化する装置の総称で（図1）、1982年にBinnig（ビーニッヒ）とRohrer（ローラー）によって開発された。中でも最も分解能高く測定できる方式が走査トンネル顕微鏡（STM）で、針と試料の間に一定の電圧をかけ、その際流れる微小な電流を計測することにより表面の形状や電子状態を、原子、分子レベルで明らかにすることができる。図2に示したのはポルフィリンという分子が基板表面に2列に並んだ様子を観察したもので、四角の1つずつが、それぞれ1つずつの分子を表している。この研究は分子を適切に設計して合成することによって、分子間に働く相互作用を制御し、分子の配列を分子レベルでコントロールすることができることを示したものである。これ以外にも、分子構造によって、1列の配列やジグザグの配列などさまざまなパターンを形成させることができる。

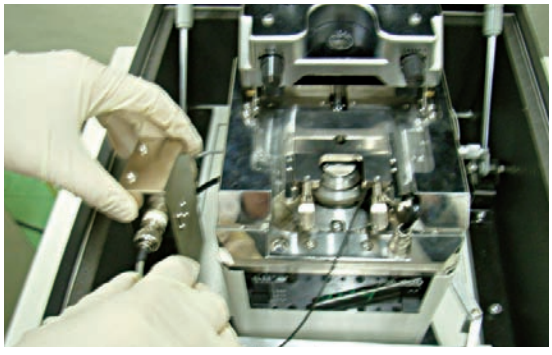


図1　走査プローブ顕微鏡

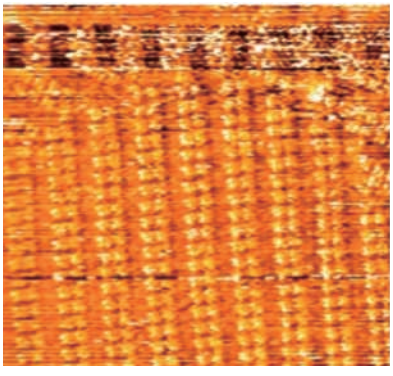


図2　ポルフィリン配列のSTM像（50nm × 50nm）
Otsuki et al. JACS 2005, 127, 10400より転載許諾。
Copyright 2005 American Chemical Society.

連絡先　担当者 清水 繁　　電　話：03-3259-0432
E-mail：bunseki@chem.cst.nihon-u.ac.jp　HP：http://www.cac.rist.cst.nihon-u.ac.jp

食品廃棄物からバイオエタノール原料の創製

物質応用化学科　准教授　菅野 元行

国内の食品廃棄物の7割は焼却または埋立されている。しかし、食品廃棄物の6割はデンプン、セルロースなどの多糖類から構成されている。そこで、水とともに200℃程度に加熱する水熱反応により食品廃棄物から単糖類等の高価値物質を製造する研究を行なっている。さらに、発酵により単糖類からエタノールが生成する。このプロセスにより食品廃棄物からバイオエタノールの製造方法が確立できれば、食品廃棄物の処理、およびガソリン消費量の減少にともなう温室効果ガス発生量の削減が可能となる。デンプンの8割を占めるアミロペクチンの水熱反応を200℃で行ない、その水可溶分を高速液体クロマトグラフ質量分析装置（LC/MS）により測定した。その結果を下図に示す。200℃の水熱反応により低重合度の糖類のピークが検出され、単糖であるグルコースの収率は50%となった。今後も試料の種類、反応条件を変えて、LC/MSにより生成物の測定を行なう予定である。

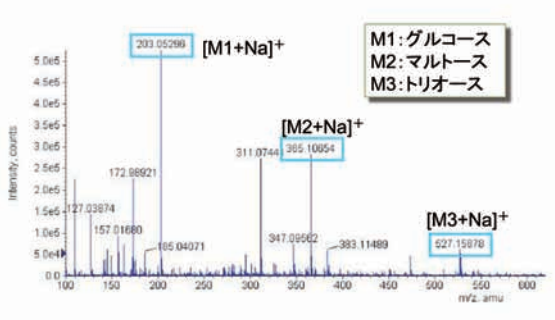


図1　アミロペクチンの水熱処理物のLC/MSによる測定結果

写真1　アミロペクチンの水熱処理物のLC/MS測定

ナタデココを用いたセルロース／無機ナノ複合体の創製

物質応用化学科　助手　星 徹

セルロースは、植物中などに含まれる有機天然高分子であり、地球上で最も多量に産し有史前から利用されてきた材料である。木材などからセルロースを取り出すと、セルロースの低分子化や結晶のⅠ型からⅡ型への変化による力学物性の低下が起こる。我々は、酢酸菌によって生産される純粋なⅠ型セルロースであるナタデココに注目し、その材料化を試みた。超臨界乾燥によって得たナタデココエアロゲルの走査型電子顕微鏡（SEM）像を示す（Fig.1）。直径20～60nmのセルロースフィブリルが高度に分岐し、空隙が多い構造を形成している。SiO_2の前駆体をこの空隙に満たすことで、30～80nmの球状SiO_2が析出したセルロース/無機ナノ複合体を得ることが可能である（Fig.2）。また、このセルロースフィブリル間の空隙にポリマー溶液を浸透させることで、セルロース繊維強化プラスチックの作製など、様々な材料創製に応用が期待される。

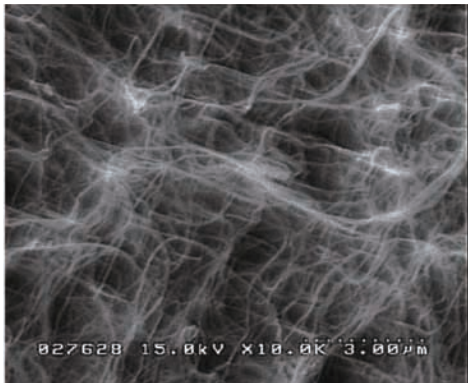


Fig.1　SEM images of nata de coco aerogel.

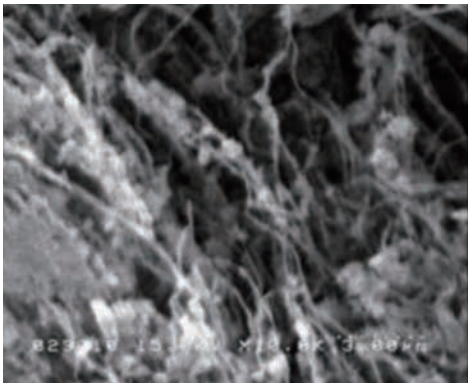


Fig.2　SEM images of nata de coco aerogel/SiO_2 rogel.
（SiO_2 content 73wt%）

研究施設紹介

先端材料科学センター

研究施設紹介

鉛を含まない圧電材料の開発

精密機械工学科　教授　内木場 文男

圧電材料は電圧の印加によって材料自身が伸縮する誘電体材料の一種である。電気的エネルギーを機械的な運動に直接変換することができる。そのため、複雑な機構を用いないで、アクチュエーターなどを作ることができる。圧電材料のほとんどはセラミックチタン酸ジルコン酸鉛（PZT）を用い、鉛を主成分とする。ところが、鉛には毒性があり、半田などの材料では管理物質としてすでに使用が制限されている。圧電材料においても鉛を除く必要があるが、現在のところPZTに取って代わる材料の開発がされていない。本研究においてはPZTに匹敵する特性を示し、鉛を一切含まない圧電材料の開発を目的としている。圧電効果は電圧を印加したときに結晶が特定の方向に伸縮することによって生じる。一般のセラミック材料においてはそれぞれの結晶がほぼランダムに配置しているために、効果を打ち消しあう傾向がある。本研究においては、チタン酸ビスマスカリウムという圧電材料を結晶方向のそろった針状に合成し、これをシート工法と呼ばれる方法で一列に並べることによって、大きな圧電効果を得ることを行っている。

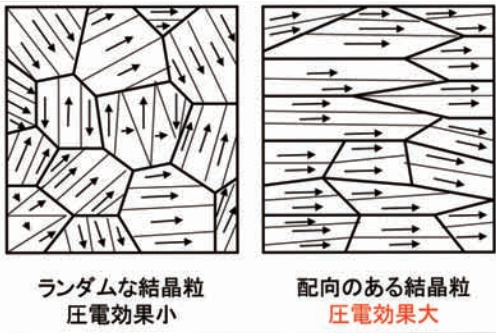


図1　結晶粒の配向と圧電効果

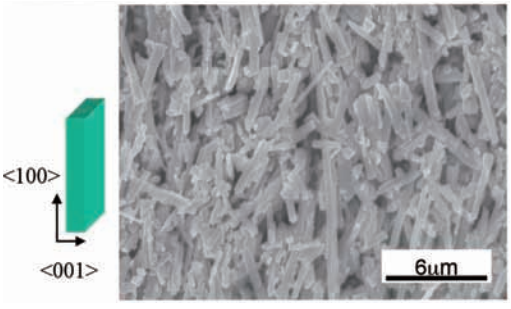


図2　合成した針状粒子と結晶方位

水サイクル推進システム用 RPEFC の開発

航空宇宙工学科　准教授　田辺 光昭

運用を終えた人工衛星などの宇宙ごみが問題視されている。ごみを増やさないために、将来の人工衛星は運用終了時に軌道離脱し、大気圏突入させて燃やす機能が必要である。小型の衛星は、離脱用の推進装置を追加する余裕はなく、運用で使う装置を流用して離脱することが望まれる。現用の電池に替えて、小型で充電のできる型の燃料電池（RPEFC）を搭載すれば、普段は２次電池として機能し、運用終了時には充電で生成する高圧ガスを噴射して離脱できる見込みがある。蓄電にも推進にも電池内の水をつかうので、水サイクル推進システムと呼ばれている。高圧で充放電両方に使えるRPEFC用触媒層の新規開発が必要であるが、キーとなるのは触媒層構造で、その評価にSEMを使用している。放電用の粒子状触媒と充電用の薄膜状触媒とを固体高分子膜上に適切に配置することで、出力密度の耐久性が向上することが分かってきている。

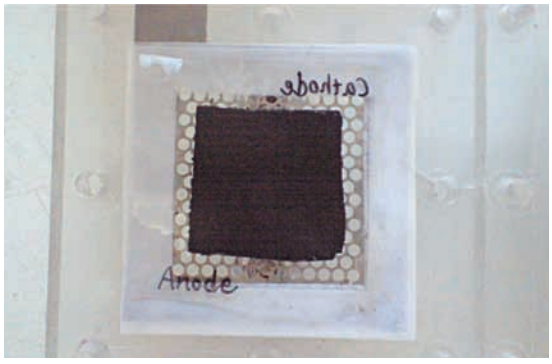


写真1　固体高分子膜上に作成した触媒層（黒く見える部分）

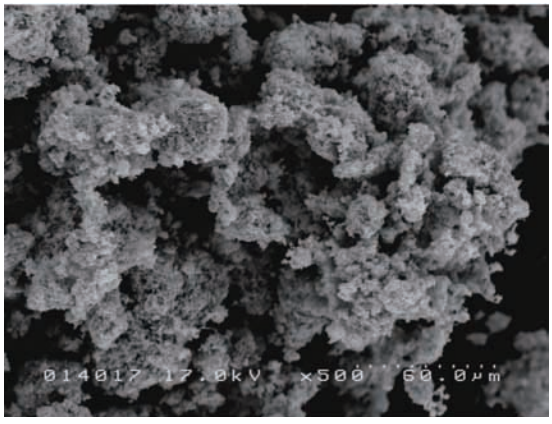


写真2　SEMによる触媒層の表面構造の観察

連絡先　担当者　中川 活二　　電　話：047-469-5600
E-mail：office@amsc.cst.nihon-u.ac.jp　HP：http://www.amsc.cst.nihon-u.ac.jp

超高速高密度情報記録

電子情報工学科　教授　伊藤 彰義　専任講師 塚本 新

情報化社会の急激な発展による情報記録の超高密度・超高速化への要請に対し、物理的、技術的にかつて無い多くの困難に直面している。これに対し本研究は、超高密度ナノスケール配列構造を特徴とする新規磁性媒体の提案、未踏領域であるフェムト秒(10^{-15}秒)時間スケールでの磁性体動特性の理解、制御により答えるものである。各種構造／物理分析、試料作成／加工施設が集約された本センターを研究拠点とする事で、経済産業省NEDOプロジェクト（リーダー：伊藤彰義)、科学技術振興機構(JST)の「さきがけ」研究(研究担当：塚本新)、科学研究費補助金等多大な外部助成も得ることができ、多くの研究成果と供に設備拡充を果たしてきた。最近の主な成果として、14 nm周期稠密ナノ構造基板（自己組織/集積化現象利用）による磁性ナノ微粒子の超高粒子密度形成や、金属磁性体における超短単一パルス光照射のみによる光誘起完全磁化反転現象の世界初の実証実験が挙げられる。

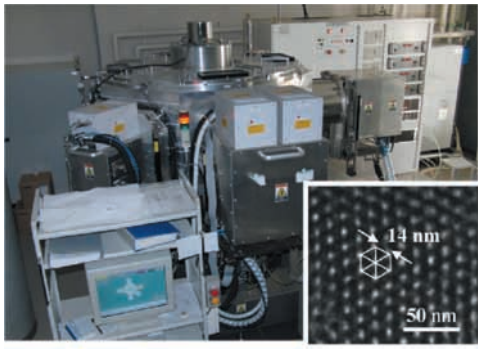


図1　超高密度記録媒体作成用多元超薄膜作成装置(3室10元スパッタ)
右下：自己組織化現象を利用し形成したナノ多孔質シリカ薄膜(エネルギー分散型X線分光器付透過型電子顕微鏡(TEM-EDX)により観察)

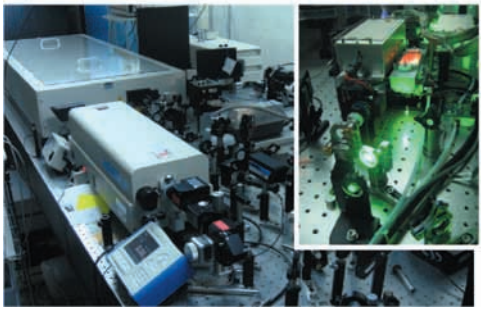


図2　フェムト秒パルスレーザ利用全光型超高速磁化現象計測システム
右上：光源ユニット内再生増幅器

超高密度磁気記録方式のための記録ヘッドの作製

電子情報工学科　教授　中川 活二　助手　芦澤 好人

コンピュータや音楽プレーヤ、薄型テレビなどに搭載されているハードディスクという磁気記録装置の大容量化に関する研究を行っている。特に近接場光という特殊な光で加熱した後、磁化の方向を反転させる新たな記録方式“熱アシスト磁気記録方式”の研究を進めており、近接場光の発生に必要なナノメートルサイズのアンテナの試作及び記録実験を行っている。

近接場光発生用のプラズモンアンテナは、集束イオンビーム(FIB)加工装置を用いて作製し、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて形状の評価・確認を行う。図1にプラズモンアンテナのSEM写真を示す。現在ではアンテナ長200nm、先端の曲率半径27nm程度の極微小なプラズモンアンテナの作製が可能である。アンテナを用いた近接場発生実験では、発生した熱により、光の波長よりも十分に小さい100nm程度の記録マークを、色素薄膜に形成することに成功している。

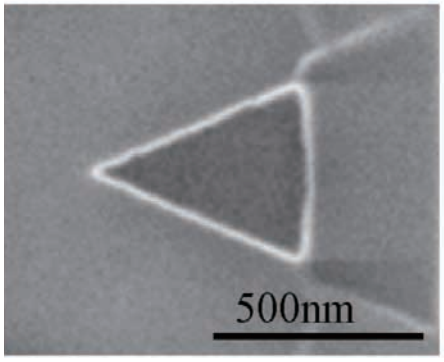


図1　集束イオンビーム(FIB)により作製したプラズモンアンテナの例

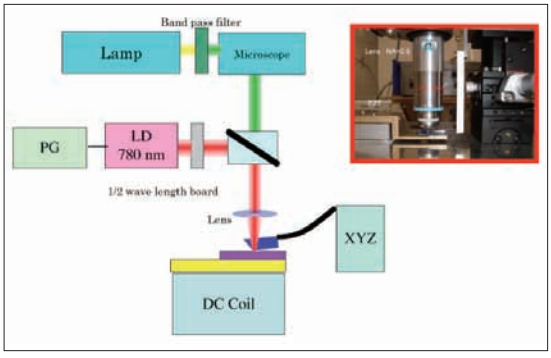


図2　実験装置構成図

研究施設紹介

環境・防災都市共同研究センター

研究施設紹介

D.M.付制震構造に関する基礎的研究

建築学科　准教授　古橋 剛　助教　秦 一平

近年、加速度差に応じて慣性抵抗力を発揮する「ダイナミック・マス（D.M.）」という、性質の異なるダンパーが開発された。これにより、従来は振動方程式の粘性項（C項）・剛性項（K項）のみで行っていたパラメータ調整に加え、質量項（M項）の調整が可能となった。これにより、振動制御の幅が大きく広がり、粘性減衰定数20%～30%という高い減衰性能を持った構造物を実現することが可能となった。

そこで本研究では、そのD.M.を採用し、制震設計を行う際のデバイスの複雑な組み合わせによる幅広い動的な設計を簡易的にし、制震性能の高い設計の指針となるものの基礎を作成することを目標としている。

振動実験では、非制震構造物、粘性ダンパーを付加したC型構造物、さらにD.M.を付加したMC型構造物にて比較し、各構造物の振動特性の把握、設計手法の有用性の確認を行った。

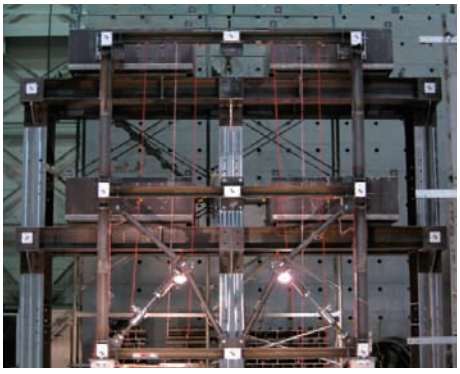


写真1　D.M.付制震システム試験体

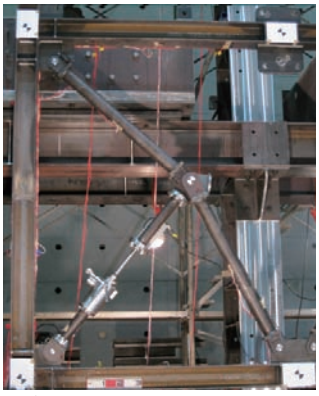


写真2　トグル制震装置

D.M.要素を利用したBMDシステムに関する基礎的研究

建築学科　准教授　古橋 剛　助教　秦 一平

振動モードを制御する手法のひとつに、多質点系の構造物を擬似的に1質点系として扱うことが可能となる方法がある。このひとつの手法として、固有周期の長い高層構造物を上下2つに分割し、ダイナミック・マス（D.M.）によってモード制御された上部構造をTuned Mass Damper（TMD）として利用することで、Building Mass Damper（BMD）と呼ばれる建物質量同調制振が可能となるシステムを構築することができる。このBMDに関する既往の研究では、全層にD.M.を設置し上部下部をそれぞれ擬似的な1質点系とした後に、2質点系のBMD最適同調設計法を提案している。しかし、全層にD.M.を設置することは予算的に多くの資金を必要とし、現実性がない。

そこで本研究では、上部のみにD.M.を設置し、下部にはいっさい手を加えないBMDシステムを実現できる設計手法の提案を目標としている。

振動実験では、非制震構造･制震構造の比較により、提案した設計手法の有用性を確認した。

写真1　BMDシステム試験体

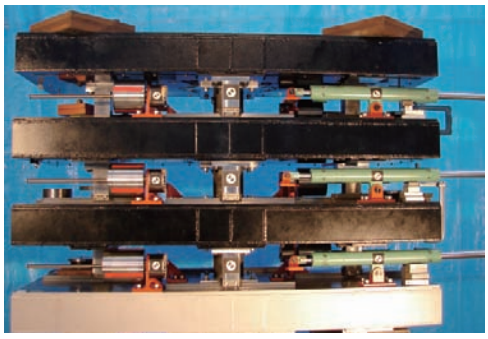


写真2　BMD制震装置

連絡先　担当者 柳崎 尚輝　　電　話：047-469-5656
E-mail：yanagisaki.naoki@nihon-u.ac.jp　HP：http://www.edpjrc.cst.nihon-u.ac.jp

Webサイトを利用した地震防災情報配信システムに関する研究

建築学科　准教授　古橋 剛　助教　秦 一平

現在、日本をはじめ、世界各地で地震速報の技術が著しい発展を遂げていて、地震発生直後に各地の地震情報が各種メディアを通じて配信されるシステムが稼動している。その災害情報は都道府県から市区町村レベルにて配信されているが、同地域に同規模の地震が発生しても、構造物の固有の性能によって建物毎に大きな被害差が生じるケースが少なくないことが分かっている。特に、学校などの大空間を有する施設は災害時の避難場所となる場合が多くある。したがって、安全な避難場所として利用できるのかを災害後ただちに把握する必要がある。

そこで本研究では、Webサイトを利用した地震防災情報配信システムを提案している。本システムは、各建物において振動特性を把握し、独自の被害判定方法を作成することで、地震被害推定を行っている。そして、Webサイトを利用した本システムにより、一般家庭レベルにまで地震情報の配信を行うことを目標としている。

写真1　地震観測装置

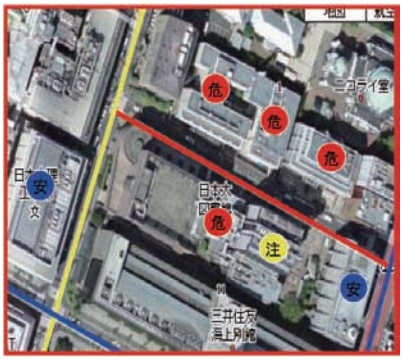


図1　地震情報配信例

ゴム球免震装置を用いた戸建て免震システムの開発

建築学科　准教授　古橋 剛　助教　秦 一平

既存の免震装置の多くが、荷重支持能力が高く、戸建住宅に適用する場合は免震装置の設置個数を少なくし免震架台を大きくする方法が採用されている。その結果、免震架台にかかるコストが高くなるため、あまり普及していないのが現状である。

そこで本研究では、ゴム球免震装置を提案している。このゴム球免震装置は既往の研究で既存の免震支承に比べコストが安く、免震性能としても戸建て住宅に適していることが分かっている。そこから、従来の免震装置に比べゴム球免震装置は荷重支持性能が低いため、免震装置を分散配置が可能な点に着目した。分散配置によって、免震架台に剛性の大きな鋼材を用いる必要が無いため、木材の集成材を用いてコストを抑えることができる。これらを利用し、コストを抑えたゴム球戸建免震住宅の普及を図ることを目標としている。

振動実験では、ゴム球免震装置と集成材架台を併用した際の免震性能の検討を行った。

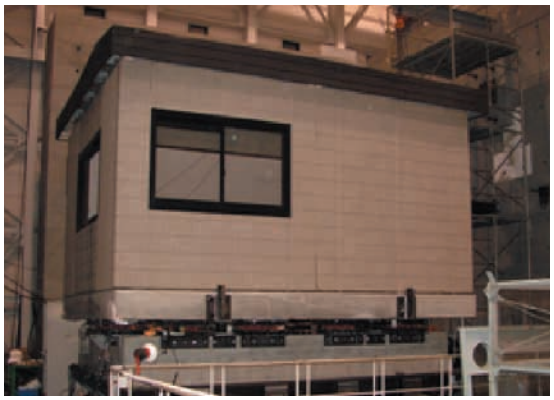


写真1　ゴム球免震システム試験体

写真2　ゴム球免震装置

研究施設紹介

マイクロ機能デバイス研究センター

研究施設紹介

MEMS技術を用いたマイクロロボットの開発

精密機械工学科　教授　内木場 文男

人間に体内に入り込み、検査・手術を行って病変部を治療するような夢のロボットの実現を目指している。今までの外科手術は患者に大きな負担を強いるのに対して、非浸襲医療がこのロボットの実現によってもたらされる。生体の中に入って大丈夫？壊れたりしない？など難題は山積みだ。そのなかでももっとも困難なものがロボットの小型化になる。本研究では究極的に全長0.6mmの大きさのロボットを目指している。ロボットには人工知能、センサー、アクチュエータ、エネルギー源を搭載して自律機能を持たせる。そのような小型化のキイテクノロジーがマイクロ機能デバイス研究センターの持っているMEMS技術になる。この技術の特徴はLSIを作るのと同じ微細加工技術を適用してシリコンの機構部品を高精度に作ることができることである。現在は幅4mm長さ5mm高さ3mmの6本足の昆虫ロボットの骨格が出来上がり、脚部の歩行動作ができるようになった。動力源は形状記憶合金の一種の人工筋肉ワイヤーを用いる。制御機能、センサー機能を組み込んで自律歩行を目指す段階に来た。

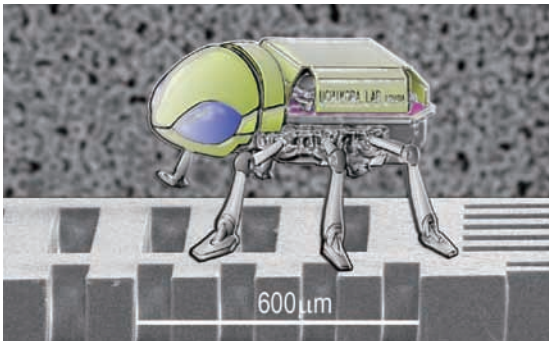


図1　体内で活躍するマイクロロボットのイメージ

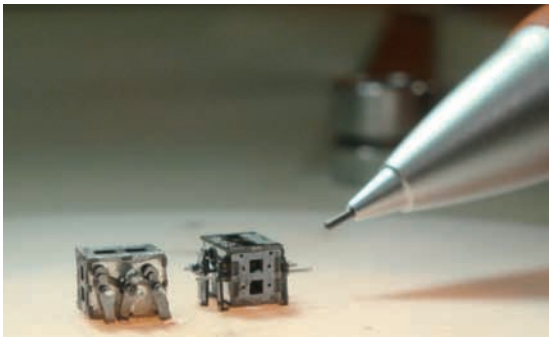


図2　MEMS技術で作った3×4×5mm　ロボット

MEMS技術を用いた熱線濃度計の研究

機械工学科　教授　木村 元昭

平成21年度よりMEMS技術を用いた熱線濃度計を製作している。この濃度計はノズルから噴出された噴流に代表される自由せん断層内のガスが拡散により外部流体と混合する際の急激な濃度変化の濃度を高応答で計測することを目的としている。本濃度計ではホイートストーンブリッジに接続された熱線からのジュール熱が被測定ガスに伝熱する熱伝達量から濃度を割り出す。ガスを吸引するプローブ形状、微細ノズル、熱線部の形状と構成が感度と応答性の改善要因になっている。今回提案したプロセスでは基板にSiを用い、熱線にTi・Ptをリフトオフにより配置し、電気的絶縁と微細ノズル形成を兼ねてSiO_2と感光性ポリイミドを用いている。形成されたTi・Pt製の熱線は厚さ0.1μm、幅20μm、長さ260μmから1.16mmの範囲で製作が可能であり、その電気抵抗は10～60Ωと濃度計製作に適した性能を満たすことが確認されている。

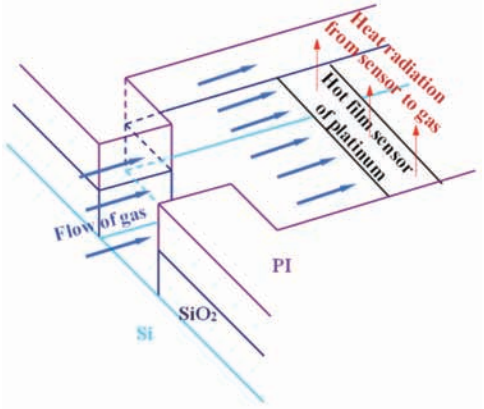


図1　MEMSを用いた濃度計の外略図

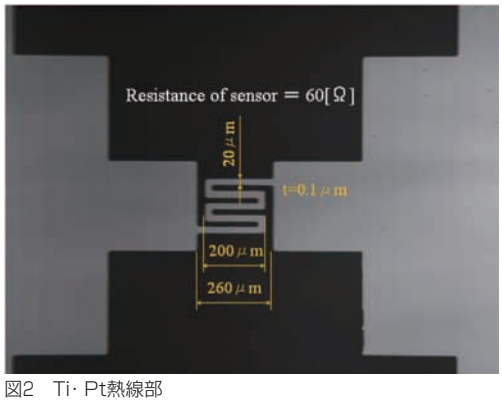


図2　Ti・Pt熱線部

連絡先　担当者 内木場 文男　電　話：047-469-6193
E-mail：office@mdc.cst.nihon-u.ac.jp　HP：http://www.mdc.cst.nihon-u.ac.jp

匂いセンシングシステムの開発

電子情報工学科　准教授　佐伯 勝敏

人間の五感の中で、味覚・嗅覚は非常に多くの種類の化学物質を同時に受容しており、その受容機構・認識機構はあまり解明されておらず、客観的な計測手段の開発が望まれている。特に、嗅覚の機能を模倣した匂いセンサが実現できれば、医療・健康分野、犯罪捜査･危険物検知の分野での応用も期待できる。現在、匂いセンサの感応膜として、人工的な有機材料であるトリエチルエタノールアミンを用い、火薬から発生する匂い分子や窒素酸化物（NOx）に反応する匂いセンサの開発を進めている。感応膜はマイクロ機能デバイス研究センター内にて、水晶振動子やSAW（Surface Acoustic Wave）デバイス上に成膜し、匂い分子が吸着した際に生じる感応膜の電気特性変化や重量変化を測定している。また、その出力をニューラルネットワークで処理し、爆発物検知装置への応用を目指す。さらに、将来的には口臭、体臭からガンなどの病気診断にも応用させたいと考えている。

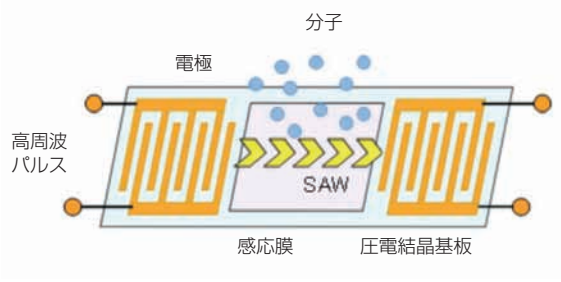


図1　匂いセンサの原理図

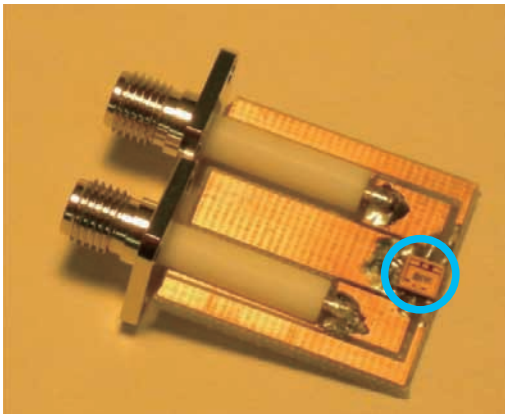


図2　匂いセンサのセンサ部（○印：SAWデバイス）

ICPエッチング装置を用いた薄膜ポリイミドダイヤフラムの加工法と特性

精密機械工学科　教授　今井 郷充

MEMSが広く利用されるようになってきており、それにともなって大きな変位や力を出すことへの要求が生じている。私たちはエンジニアリングプラスチックとして機械的特性に優れるポリイミドを用い、薄膜ダイヤフラムとしてこれに応える方法を検討している。

ポリイミド薄膜をいかに薄く製作するかが大変位の実現に関わっており、私たちはスピンコートによって前駆体であるポリアミドをシリコン基板上に塗布し、ホットプレートにより緩やかに加熱硬化させてイミド化し、基板（シリコン）をポリイミドの背面側からICPエッチング装置により除去する方法を採っている。この方法で約1.5ミクロンの厚さのダイヤフラムを製作できた（直径5mm）。

このポリイミド膜を加圧駆動した実験では約500μmのたわみが得られた。私たちはこのような大変位を現在マイクロポンプとして利用する研究を行っているが、今後いろいろなアクチュエータやセンサへ応用したいと考えている。

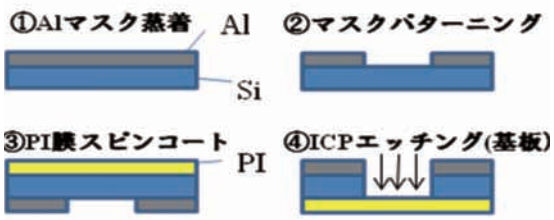


図1　ポリイミドダイアフラムの加工方法
スピンコータで塗布後ベーキングしてポリイミド化し、基板背面からICPエッチング装置でシリコンを除去。本方法による最小加工膜厚は約1.5μmである

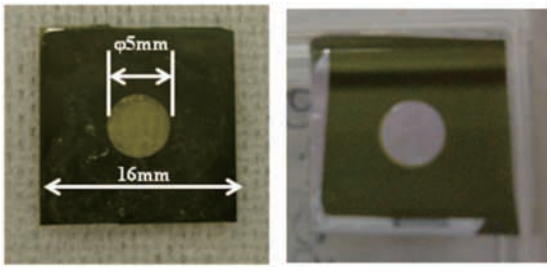


図2　ポリイミドダイアフラム（左）およびアルミニウム膜も蒸着したもの（右）
左のダイアフラムはマイクロポンプとして利用。また右のアルミニウム膜付きをセンサとして活用することを検討中。

研究施設紹介

工作技術センター

研究施設紹介

予混合圧縮着火(HCCI)燃焼による次世代エンジンの研究

機械工学科　助教　飯島 晃良

本研究は、次世代エンジンの燃焼方式である予混合圧縮着火(HCCI : Homogeneous Charge Compression Ignition) に関するものである。HCCIとは、ガソリン機関とディーゼル機関の利点をハイブリッドさせた方式で、高効率かつクリーンなエンジンとして世界的に注目されている。しかし、その燃焼機構については不明な点が多く、実用化のためにはHCCI燃焼機構を解明する必要がある。本研究は、工作技術センター内燃機関実験棟を利用し実験を行っている。安定した連続HCCI運転を実現するため、工作技術センターで設計・製作した「回生式電気動力計」を用い、燃焼火炎の分光測定と高速度撮影により当該燃焼メカニズムの理解に有用な多くの成果を得ている。それらが評価され、自動車技術会賞 (2008年)、日本機械学会奨励賞 (2009年)、小型エンジン技術国際会議優秀論文賞(2006年、2009年)等を受賞している。

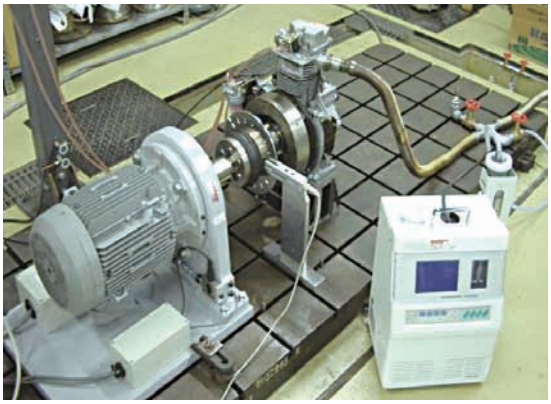


写真1　HCCI燃焼実験エンジンと回生式電気動力計

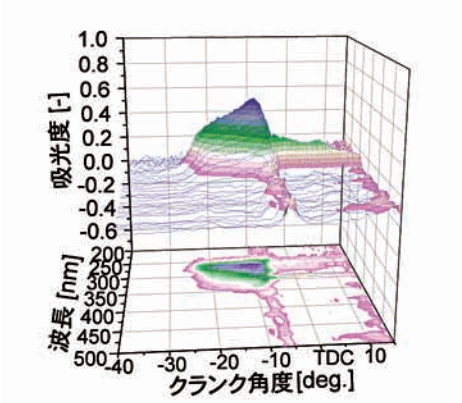


図1　HCCI燃焼の高速度分光計測(時系列吸収スペクトル)

灯浮標用潮流発電装置の開発

電気工学科　准教授　塩野 光弘

これまで電気工学科では工作技術センターと協力して潮流発電の実用化に向けた研究を行ってきた。このような実績から、海上保安庁の灯浮標用電源として潮流発電を利用したいとの依頼があり、日本光機工業株式会社とともに産官学連携した委託研究にて潮流発電装置を開発した。本学では主に水車の設計および発電装置の技術支援を行った。潮流発電は、潮流により水車を回転させ、その回転力を発電機に伝えて発電する方法である。海水の水平方向の運動を、発電に必要な回転エネルギーへ効率よく変換する水車が必要である。ダリウス形水車は、航空機の翼と同じ翼断面を持つ水車翼を、水車円周上に等間隔に配置した水車である。この水車を利用し、潮流発電装置を実際に明石海峡において2002年12月から実証試験を実施した。その結果、灯浮標の運転に必要な電力量を上回る1日当たり110Wh程度が得られた。その後、発電機内部への漏水対策として改良を重ね、2007年から再び設置し発電データを収集している。

写真1　実証実験に用いた潮流発電装置(○印：ダリウス形水車)

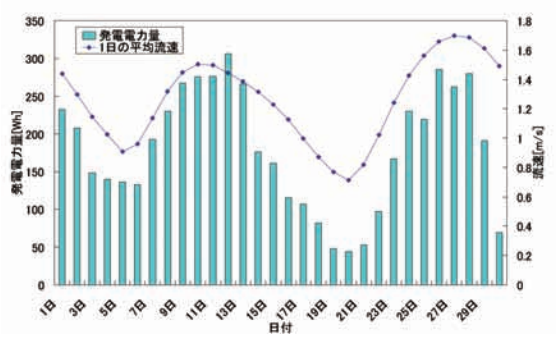


図1　1ヶ月間の発電電力量と平均流速の推移(2003.9)

連絡先　担当者　柳平 和寛　　電　話：047-469-5511
E-mail：yanagi@tech.cst.nihon-u.ac.jp　HP：http://www.tech.cst.nihon-u.ac.jp

風力発電用垂直軸風車の高性能化

電気工学科　教授　鈴木 勝行

風力発電は、地球にやさしいクリーンな電源として評価され、世界的に導入が進んでいる。現在、発電目的の風車としてはプロペラ形の水平軸風車が主流である。しかし、常に風向に正対させる必要がある。一方、風向に対して無指向性である垂直軸風車は、その多くが小形機であり、大規模電源用として本格的な導入が進まないのが現状である。垂直軸風車の一層の導入を図るため、工作技術センターと電気工学科では高性能な風力発電用垂直軸風車を研究している。ダリウス形のように、揚力形の垂直軸風車は低風速で回転しにくいという課題がある。この課題(自起動性)の改善を目的とした開閉式補助翼を開発し、補助翼を風車の主翼に取り付け、起動トルクが増加する位置角では補助翼が開き、その他の位置角では補助翼が閉じるような理想的な開閉動作をする開閉式補助翼について実験を行っている。その結果、起動時のトルクが上昇し、補助翼なしに比べて約4倍の値が得られている。

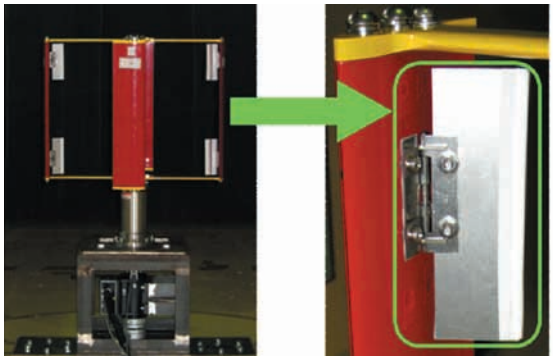


写真1　開閉式補助翼付風車

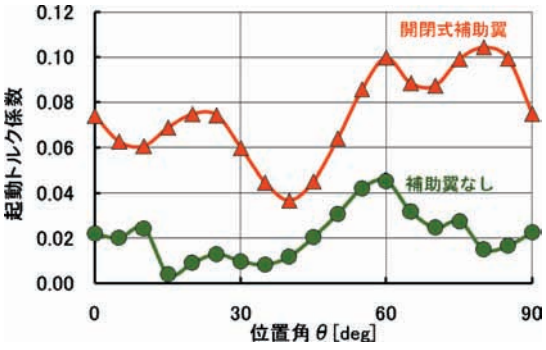


図1　開閉式補助翼と補助翼なしとの起動トルク係数の比較

小型交軸型向流クロマトグラフ装置による酵素の分離法

薬学部薬学科薬品分析学ユニット　准教授　四宮 一総

向流クロマトグラフィー（countercurrent chromatography：CCC）は、互いに混ざり合わない二液相間で物質を分配させながら混合物中の物質どうしを連続的に分離する方法である。酵素は分離・精製操作中に生理活性が失われてしまう場合も多く、CCCの効果的な利用が期待されている。

CCCには有機溶媒－水系二相溶媒と水性二相溶媒が使用されるが、酵素の分離に有効な水性二相溶媒が使用可能な交軸型CCC装置は市販されていない。そこで、工作技術センターとの共同研究により新たに小型交軸型CCC装置を製作した。

この装置では物質の分離場であるカラムが縦に自転しながら更に横に公転(惑星運動)するが、公転軸の周囲に均等配置された4つのカラム間を繋ぐ送液チューブはねじれを生じずに安定した高速回転が可能であった。同装置をカエル卵由来リボヌクレアーゼの分離に応用した結果、生理活性を失うことなく高純度な精製が達成された。

写真1　装置全様

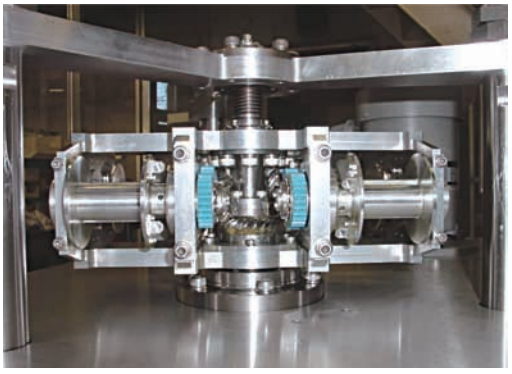


写真2　駆動機構と分離ユニット

研究施設紹介

交通総合試験路

研究施設紹介

Evエコランカー技術開発とその競技会

精密機械工学科　教授　青木 義男

近年、車両にも省エネルギー技術の向上が求められ、ハイブリッド車や電気自動車のニーズが高まっている。また、車両構造もCFRP（炭素繊維強化プラスチック）などを用いた軽量化や衝突安全性向上が求められている。本研究室では、極限の空力性能、最適なエネルギーマネジメント、省エネルギー技術を要求される小型電気自動車のエコラン競技に出場する車体について、3次元CADを活用し、CFRPを用いた車体製作に取り組んできた。

その性能評価を行うEvエコランカー技術競技会が、交通総合試験路を利用して平成21年11月1日(日)に開催された。これは、1周900m弱(A･B区域)で、スタートから2時間の走行距離を競うものである。参加者は、大学、企業、高校の8チームで、50ccバイクに搭載する鉛バッテリー4個を用いて半数以上のチームが2時間を完走し、精密機械工学科4年チームは3位でゴールした。

Evエコランカーの競技会は、国内や海外でも定期的に開催されているが、大学施設を利用した大学主催による競技会はこれが初めてのケースである。参加した企業チームからは、『このような交通総合試験路を試走や性能評価に利用できる環境はすばらしい、是非、次年度以降も続けていただきたい』との要望があった。

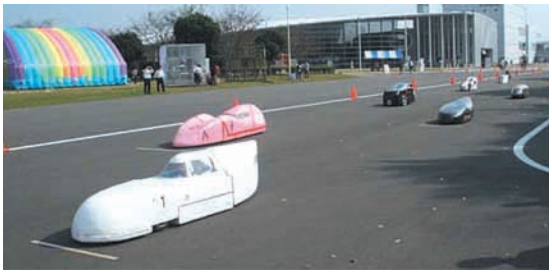


写真1　Evエコランカー技術競技会と参加者の皆さん

セグウェイからはじまる交通まちづくり

大学院理工学研究科社会交通工学専攻 交通研究センター　教授　轟 朝幸

個人の移動手段として、パーソナルトランスポーター（以下、PTと呼ぶ）が最近注目されている。たとえば、米国製のセグウェイ、トヨタのウイングレットやホンダのパーソナルモビリティなどがPTとして発表されており、セグウェイは既に日本でも市販されている。このような状況から、近い将来PTが歩行者の身近な交通手段となり、公道を走行することを想定して、交通ルールや、道路構造設計方法などを検討しておく必要があると考えている。

交通研究センターでは、PTを公道で利用することを想定し、様々な交通条件下での走行を設定して実験を進めている。PTと歩行者、自転車が混在する場合の走行軌跡や歩行者の反応、自転車との相互関係など、安全を確保できる走行空間のあり方や運用方法について、交通総合試験路に歩行者空間を設定して具体的な実験を繰り返し、将来に向けた検討を進めている。

写真1　歩行者とセグウェイが混在する場合の実験風景

連絡先　担当者 中山 晴幸　　電　話：03-3259-0929
E-mail：shikenro@adm.cst.nihon-u.ac.jp　nakayama@trpt.cst.nihon-u.ac.jp
HP：http://www.wtl.cst.nihon-u.ac.jp

交通総合試験路でのモバイルマッピングシステムの実験

社会交通工学科　教授　佐田 達典

社会交通工学科空間情報研究室では交通総合試験路を使用してモバイルマッピングシステムの実験を行っている。モバイルマッピングとは車両で道路を走行しながら、道路面や標識などの道路付帯物、沿道の建物などの形状を計測して地図や3次元CGなどを作成する技術をいう。

車両にはGPS（全地球測位システム）、IMU（慣性航法装置）を装着して位置と方向を正確に測定すると同時に、デジタルビデオカメラやレーザースキャナーを搭載して道路面と周辺の形状を計測している。交通総合試験路では走行速度やGPS衛星観測条件を変えながら道路面や道路付帯物の形状を計測する実験を行い、計測精度と最適な計測条件を求めている。

写真1　計測車両

写真2　駐車車両や道路付帯物を想定した計測の様子

ドライバーの長時間運転疲労に関する研究

社会交通工学科　専任講師　中山 晴幸

運転中のドライバーの疲労は、交通安全に関わる重大な問題である。本研究では、交通総合試験路を利用して長時間（24時間）運転タスクをドライバーに課し、その疲労発現の傾向を詳細に検討している。この研究を実施するためには、十分な安全を確保する必要があるが、交通総合試験路の利用で長時間運転調査が可能となった。

この24時間運転調査により、個人差があるものの、以下のような運転疲労の発現傾向が明らかになった。第一に、運転疲労の発現は、運転時間が長いほど顕著になる。第二に、疲労の発現には、波があり、約2時間から4時間程度の周期がある。第三に、運転疲労に伴って、無意識の動きがあり、それを座席に設置した座圧センサで捉えることが出来たことである。この成果を元に疲労発現を検知するシステムを構築し、その成果を特許申請している。現在は、実用化に向けて実際の長距離トラックドライバーを対象に実証実験を続けている。

写真1　24時間連続運転調査中の車内

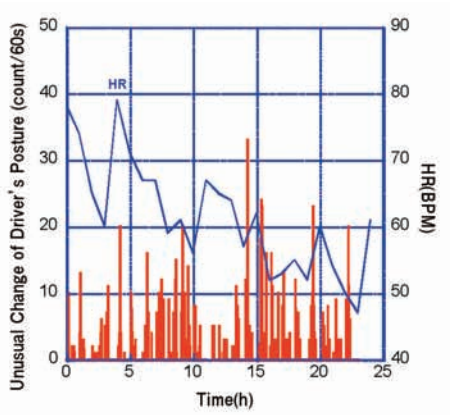


図1　24時間の姿勢変化と心拍数の推移
一般に心拍数の低下は、眠気が高まることを示す。

研究施設紹介

平成21年度 第1回 理工学部 理工学研究所講演会

理工学研究所 所長 澤口 孝志

理工学研究所は理工学分野の技術革新をイノベートするために、産官学民が利用しやすい連携体制を強化している。本講演会は、最近とくに注目されている先端科学技術に焦点を絞って研究者が討論を行う形式とし、特定テーマは学部研究者と理工学部校友の研究者が企画した。

オーガナイズドセッションⅠ

極限材料の最前線

航空宇宙工学科 教授 宮崎 康行
(独)宇宙航空研究開発機構 横田 力男
(日本大学理工学部工業化学科 昭和38年度卒)

本セッションは、独立行政法人宇宙航空研究開発機構の石澤淳一郎氏、石田雄一氏の招待講演を含む6つの講演で構成され、低温から高温まで広い温度範囲で紫外線、放射線、原子状酸素に対して高い耐性を要求される宇宙環境用として最近注目を浴びているポリイミド材料の開発状況や、それをソーラーセイル（光圧推進による探査機）用膜材として用いた、2010年打上げ予定の技術実証機IKAROSの紹介があった。特に、石澤氏には宇宙機用材料の耐環境性の研究状況を、石田氏には高い成形性・耐熱性を有する熱硬化性ポリイミド樹脂を用いた炭素繊維複合材料の開発状況を、それぞれご紹介いただいた。宇宙材料に関する最新の情報が発信され、聴講者にも満足いただけたと思う。

オーガナイズドセッションⅡ

自然エネルギーの高度利用

電気工学科 教授 西川 省吾
(社)新エネルギー導入促進協議会 新国 貞幸
(日本大学理工学部工業化学科 昭和51年度卒)

本セッションでは、「自然エネルギー」をテーマに、招待講演3件、研究発表3件、計6件の講演が行われた。招待講演では、生産工学部の長井先生により「風力発電の現況」、太陽光発電協会の杉本氏により「太陽光発電の現況と展望」、ミサワホーム総合研究所の栗原氏により「住宅での自然エネルギー利用」などが紹介された。風力発電は我が国での導入が低迷しているが、これは周波数変動抑制のため系統連系容量が制限されているためで、抜本的な系統対策が期待される。太陽光発電は、新技術により太陽電池の効率向上が課題として挙げられる一方で、従来の2倍の電気料金で電力会社が購入する制度が開始され飛躍的な導入が期待されている。住宅では太陽光発電に加え、太陽熱利用も積極的に行われているとのことである。

NEWS &TOPICS

第３回理工学研究所講演会

理工学部創設90周年事業の一環として、2008年度ノーベル物理学賞受賞者の益川敏英先生をお招きし、講演会を開催いたします。益川先生は、名古屋大学の坂田昌一博士の門下で理工学部物理学科・量子科学研究所を創られた原治先生の同門後輩に当たり、本学の研究者とも交流があります。益川先生は社会的問題にも関心が深く、多くの方に理解の得られる講演となることと思いますので、奮ってご参加下さい。

日　　時 平成22年4月24日(土) 14:00～15:30 (予定)
場　　所 日本大学理工学部駿河台校舎1号館6階 CSTホール
講 演 者 ノーベル物理学賞受賞者　京都産業大学教授 益川 敏英　博士
講演題目 「現代社会と科学」
主　　催 日本大学理工学部理工学研究所
共　　催 日本大学理工学部校友会

定員制のため日本大学理工学部教職員・学生以外の方は、「お名前」「所属先」「電話番号」「住所」を記載して研究事務課までメールでお申し込み下さい。
E-mail: skenkyu@adm.cst.nihon-u.ac.jp

理工研News　No.61　Vol.22　2010/03
発 行 日：平成22年3月8日　発行人：澤口 孝志
発　　行：理工研News編集委員会　編集長：安田 邦男
編集委員：入江 寿弘、大貫 進一郎、佐藤 信治、高橋　聖
幹　　事：土屋 玲子、若槇 智也

日本大学理工学部研究事務課
〒101-8308　東京都千代田区神田駿河台1-8-14
TEL.03-3259-0929　FAX.03-3293-5829
http://www.kenjm.cst.nihon-u.ac.jp/
E-mail：skenkyu@adm.cst.nihon-u.ac.jp