日本大学　理工学部

理工研News

No. 64

| Vol.25 | 2013/03 |

CONTENTS

●理工学部学術賞／■空気混入水流特性に基づく階段状水路の水理設計法の開発　■超対称模型と暗黒物質
●技術・支援賞／■キャリアアップのための3次元CAD専門資格取得支援
●第8回理工学研究所講演会「東日本大震災復興支援研究プロジェクト」成果発表会の開催報告

平成24年度　理工学部学術賞

空気混入水流特性に基づく階段状水路の水理設計法の開発

土木工学科　専任講師　高橋 正行

急勾配水路の傾斜面を階段状にすることで、高速流を水路上で減勢できるということは直感的には認識され、古くはローマ時代から階段状水路が用いられている。しかしながら、現在に至っても階段状水路の合理的水理設計法は確立されていない状況であった。

階段状水路に流入した流れは、ある程度流下すると水面から空気が混入し始め、その下流側では空気混入水流となる（図１）。階段状水路における空気混入流は、流下方向に水面形状が変化する不等流区間（non-uniform aerated flow region）と変化しない擬似等流区間（quasi-uniform aerated flow region）に分類される（図２）。

階段状水路の水理設計のためには、例えば導流壁の高さを決めるためには空気混入水流の水深を知る必要があり、下流側河川に流れを安全に接続させるためには空気混入流の流速およびエネルギー水頭の大きさを知ることが重要である。しかしながら階段状水路流れは、空気泡の混入と水滴の飛散を伴う流れであるため（図-1）、水面を目視によって決めることは不可能であり、水深と流速の測定ができず、さらには空気混入したエネルギー水頭の評価法が確立されていなかった。

本研究では2004年に空気混入流のエネルギー水頭を求めるための理論的手法を開発したが、流速と空気混入率の測定法が国内では得られず、エネルギー水頭の定量的評価ができなかった。そこで2005年に空気混入流の測定に実績のあるChanson博士（クイーンズランド大学）との国際共同研究を通じて、空気混入流の流速と空気混入率の測定法を修得した。これが階段状水路の空気混入水流の系統的実験を実施するための原動力となり、空気混入水流のエネルギーを評価できるようになった。この評価法を用いて擬似等流区間について、これまで全く未解明であった階段状水路の空気混入流のエネルギー水頭を広範囲な水路傾斜角度とステップ高さに対して解明することに成功し、同時に空気混入流の水深・流速特性、抵抗係数についても解明した[J. Hydraulic Research Vol.50 No.4 pp.427-434]。

不等流区間については、水深の変化は解析的に求められないと従来考えられていた。しかしながら、開発に成功した空気混入流のエネルギー水頭評価法を拡張することで、空気混入不等流の水面形方程式の導出に成功した[J. Hydraulic Research Vol.49 No.3 404-407]。この空気混入流の水面形方程式と気相の連続式とを連立させることによって、空気混入流の水深、流速、エネルギー水頭を解析的に求めることを可能とした。以上より、擬似等流が生じる高落差の階段状水路から不等流区間のみの低落差の階段状水路まで空気混入流の特性量（水深、流速、全水頭）を解析的に求めることが可能となった。これらの成果を統合し、空気混入水流の特性を考慮して階段状水路の水理設計法を開発することに成功した。以上の成果は国際論文誌に15編登載され、国際的に高い評価を得ることができた。

図１　階段状水路の一例

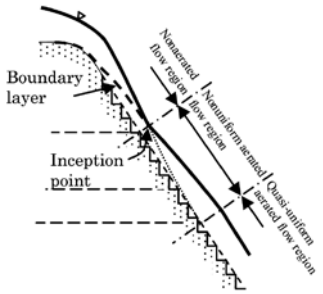


図２　階段状水路における流れの領域区分

平成24年度　理工学部技術・支援賞

キャリアアップのための３次元 CAD 専門資格取得支援

電子情報工学科　助手　金　炯秀

本学では、社会的に認知度が高く、就職にも有利な専門資格の試験対策講座を開講し、在学中に資格取得を目指す学生を支援しています。この講座の一つである３次元CAD専門資格（CATIA認定技術者）講座の講師を平成21年度より筆者が務め、８割以上の合格率で多数の資格取得者を輩出しました。このような課外活動と合格率を上げるためのｅラーニング教材開発や実践形式の模擬試験システム構築、そして、これらの専門知識を活かし、聞こえの

平成24年度　理工学部学術賞

超対称模型と暗黒物質

物理学科　准教授　二瓶 武史

素粒子物理学の「標準模型」と呼ばれる理論は、膨大な実験データを精度良く説明できる優れた理論であり、2012年7月にヒッグス粒子と思われる粒子が発見されたことで、この模型が予言する全ての素粒子の存在が実証された。

しかし、標準模型では説明がつかない現象もある。近年の宇宙観測により光を発しない暗黒物質の存在が明らかになってきたが、標準模型には暗黒物質になりうる粒子は含まれていない。暗黒物質を説明するためには、新たな未発見の素粒子を含む理論が必要なのである。

標準模型を越える理論として現在最も有力視されているのが「超対称模型」である。あらゆる素粒子は電子などのようにパウリの排他律に従うフェルミ粒子と、その制約を受けないボーズ粒子のどちらかに分類されるが、超対称模型ではフェルミ粒子とボーズ粒子の間のある種の入れ換えの下で物理が不変であること（超対称性）を要請する。この対称性を実現するために、標準模型に含まれる全ての粒子に対して、対になるパートナー粒子（超対称粒子）が導入される。

超対称模型の理論の中に登場する「ニュートラリーノ」と呼ばれる未発見粒子が、暗黒物質の候補としてふさわしい性質を持つ。当研究室では、ニュートラリーノが暗黒物質であるシナリオに基づき、超対称模型が暗黒物質に関する観測結果をうまく説明しうるかどうかについて研究してきた。

図1に示したのは、超対称模型の予言の一例である。図の縦軸と横軸は超対称粒子の質量パラメータで、赤で塗られた領域が、観測された暗黒物質の量（全宇宙のエネルギーの23%）を再現する部分である。このように、確かに超対称模型で暗黒物質の観測値を説明することが可能である。

暗黒物質は我々の身のまわりにも存在しているはずで、1秒間に1cm²を1万～10万個もの暗黒物質が通過していると見積もることができる。このため、実験室での暗黒物質の直接的な検出を試みる実験も行われている。現在までの直接検出実験と理論計算の結果を図2に示す。縦軸は暗黒物質と核子との散乱断面積で、横軸は暗黒物質の質量である。実線はこれまでの実験から得られている断面積の上限値で、点線は近い将来の実験で探索できる範囲を表している。一方、水色の領域が我々の予言であり、断面積に下限値（10^{-48}cm²）があることが示された。この結果は、暗黒物質探索実験が目指すべき検出感度の指標を与えることとなった。我々の研究が、標準模型を越える新しい素粒子理論を構築する上で何らかの示唆を与えることが出来ればと期待している。

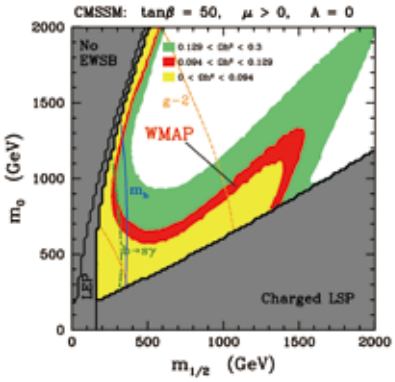


図1　暗黒物質の残存量と質量パラメータ

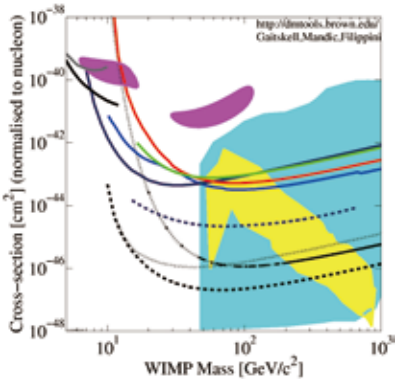


図2　暗黒物質の質量と直接検出の散乱断面積

不自由な方への支援を目指したことが平成24年度理工学部技術・支援賞に選ばれました。

本資格は、現在3次元CADで最も注目されているCATIAの知識とスキルを有することを証明する資格で、CATIAの開発元であるダッソー・システムズ社が主催する全世界共通の公式資格であります。CATIAは大手航空機・国内外の自動車メーカーなどの幅広い分野で採用されているので、本資格を取得することにより就職活動で優位に立てると言えます。

今年度は、7月23日からパート・デザインスペシャリストの講習が始まり、9月19日の補講までの間、28日間（約200時間）の講習を行い、180名が資格を取得しました（合格率は9割以上）。

今後は、昨年度採択の科学研究費助成事業（2011～2013年、「一般大学における聴覚障害学生教育支援と専門資格取得支援用eラーニング教材開発」）の研究課題を遂行し、聞こえの不自由な方への3次元CAD専門資格取得支援を行い、研究成果の社会還元・普及を目指します。

写真1　平成24年度「CATIA認定技術者」資格認定証授与式後の記念写真

Testing Center
for Large Structures

大型構造物試験センター

▶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

施設保有の主な装置・設備リスト
30MN大型構造物試験機、テストフロア、多入力振動試験装置、水平加力装置（建研式加力装置）、構造物疲労試験機、棟外試験場

イベント情報
オープンキャンパス、キャンパスウォッチング

高強度CFTの構造性能に関する研究

海洋建築工学科　中西・北嶋研究室

30MN大型構造物試験機を利用した実験

コンクリート充填鋼管（以下CFT）構造は、鋼管内にコンクリートを充填することで、鋼管とコンクリートの相互拘束効果により軸圧縮耐力と変形性能の向上が期待できる構造形式である。近年では高強度材料が普及され、高強度材料を用いたCFT柱を超高層建物の高軸力を負担する柱部材として使用することで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が数多く行われるようになった。しかし、試験機の性能の限界から縮小試験体の使用を強いられ、試験体が寸法に及ぼす影響、すなわち寸法効果の検証はあまり行われていない。そのためにも30MN大型構造物試験機は非常に有効な装置である。本研究では、高強度材料を用いたCFT柱の構造性能を明らかにすることを目的として、鋼管の強度・形状・径厚比・寸法をパラメータとして作製した高強度CFT柱の一軸圧縮実験とともにプレーンコンクリート柱実験、中空鋼管実験を行った。

写真1　30MN大型構造物試験機

写真3　CFTの破壊状況

写真2　プレーンコンクリートの破壊状況

写真4　CFT内部のコンクリートの破壊状況

木質集積壁の構造性能に関する基礎的研究

建築学科　岡田・宮里研究室

テストフロアを利用した実験－1

震災時に倒壊の危険性が高い木造住宅に対する耐震補強率の向上、並びに国内の木材自給率を向上させるため、杉の間伐材を利用した新しい耐力壁を提案する。使用する木材は、建築用製材として必要な寸法が取れない間伐材を加工した小断面材を用いる。この材を縦に多数並べて、ケーブルなどの引張材を用いて束ねることにより一体化させ、耐力壁としての性能を期待する。地震力などの外力に対しては、引張材により束ねられた際に、木材間に生じる摩擦力により抵抗するメカニズムである。また木材の断面形状を台形へと変化させることで、曲面壁の形成も可能となり、デザイン自由

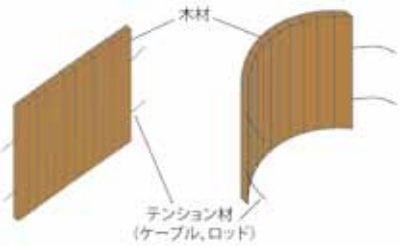


図1　木質集積壁の構成図

写真1　水平載荷実験（変形角1/10）

度の向上が期待できる。本研究では、この木質集積壁の有用性を把握することを目的としている。そこで基礎的な構造性能を把握するために、平面壁の小規模モデルを用いた水平載荷実験を実施した。実験は、試験体の変形角及び引張材の締め込み強さをパラメータとし、載荷は、試験体を取り囲んだ治具を強制的に平行四辺形に変形させることにより行った。実験結果より、木材間に生じる摩擦力の大きさにより、抵抗性能が向上する傾向などが把握できた。今後は、実規模及び曲面壁を用いた検討などを予定している。

衝撃荷重を受けるコンクリートの材料性能に関する研究

海洋建築工学科　中西・北嶋研究室

テストフロアを利用した実験－2

材料や部材に動的な外力が作用した場合、それらの挙動や破壊性状は、静的な外力を受けた時と異なることは既往の研究からよく知られている。特に衝撃レベルのひずみ速度の範囲（10^1～10^2 [1/s] 程度）では、材料強度の上昇傾向は、地震レベルと異なり著しく大きくなることが報告されており、載荷速度やひずみ速度が材料強度や破壊性状に影響を及ぼすことが明らかになりつつある。しかし、建築材料の高強度化と合理的設計手法による建物の高層化、耐久性の向上が進む一方で、この分野における研究データ及び資料（特に衝撃レベルでのひずみ速度と材料の強度上昇比の関係をまとめた研究）は乏しく、未だ衝撃等の動的外力に対する建物の評価指針は確立されていない。本研究は衝撃載荷を受けるコンクリートのひずみ速度依存性を調べることを目的として行ったホプキンソン棒法による衝撃載荷実験であり、材料強度に及ぼす衝撃的なひずみ速度の及ぼす影響（図1）を調べた。

写真1　ホプキンソン棒法載荷装置

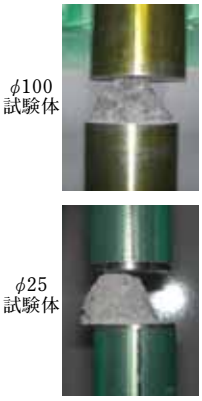


写真２　破壊性状

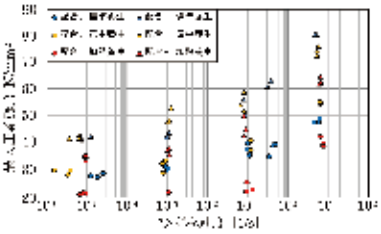


図1　最大圧縮応力―ひずみ速度関係

長周期地震動を受ける超高層RC造建物の最下層中柱を対象とした多数回繰り返し載荷実験

海洋建築工学科　中西・北嶋研究室

テストフロアを利用した実験－3

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、首都圏においても長周期成分が卓越した地震動により、超高層RC造建物が継続時間の長い大きなゆれを経験した。本研究は、長周期地震動を受けた高層RC造建物を対象として、その最下層の中柱と外柱を想定した柱試験体に定軸力を負荷した状態で、最大耐力を経験した後、塑性率が2以下のそれほど大きな変形レベルではない範囲で多数回の繰返し載荷を受けた時の部材耐力と軸力支持能力の劣化の状況を静的および動的載荷により確認した。加力は、水平加力装置（写真1：通称建研式加力装置）を用い、反力壁に取り付けたアクチュエータ（動的300kN、静的450kN）により多数回の繰返し載荷を行った。

写真1　加力装置

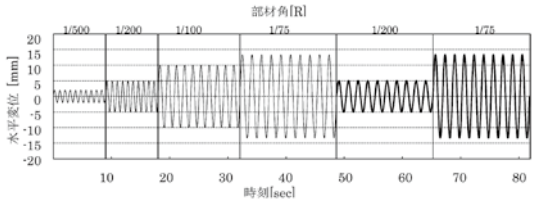


図1　繰返し載荷履歴

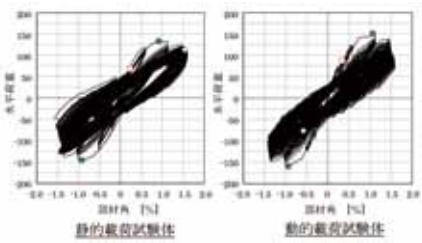


図2　荷重―変形曲線

写真2　最終破壊状況

Research Center for Aerodynamics

空気力学研究センター

▶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

施設保有の主な装置・設備リスト
6分力天秤（貸出不可）、煙風洞装置（貸出不可）、3分力吊線式天秤（貸出不可）、熱線風速計、スキャニバルブ、ストロボスコープ、X-Yプロッター

イベント情報
オープンキャンパス、キャンパスウォッチング

膜構造の風荷重下における応答性能の把握実験

建築学科　教授　岡田　章
建築学科　助教　宮里 直也

建築の分野において耐風安全性を確保するために、風洞実験は重要な位置付けにある。特に本研究室の研究課題の1つである軽量構造、特に膜構造の分野においては、風荷重が設計上の支配荷重となる事例が多い。このため本研究室では毎年幾つかの異なるモデルに対して風洞実験を継続的に実施しており、本年も2つの形状を対象とした風洞実験を実施した。

一つはHP曲面（双曲放物面）形状をした張力膜構造に対する風応答を把握するために行った風圧力実験である。HP曲面形状は複雑な曲面形状をしており、設計用の風荷重指針等に風圧力が明記されていないため、基礎的な風圧力データの蓄積を目的として模型サイズ・風向・風速をパラメータとした実験を行った。

二つ目はレンズ型形状の空気膜構造の風圧力実験、および柔模型を使用した内部圧力測定実験である。空気膜構造はその特徴から内圧の設定が大きな課題となっており、風圧力実験ではレンズ型形状の風圧力分布性状を、柔模型を用いた実験では初期内圧をパラメータとした、膜面の変位および内圧変動を把握することを目的としている。

ここで得られた成果は、学会等でも発表を行っており、膜構造の耐風設計へ反映させることを目標としている。

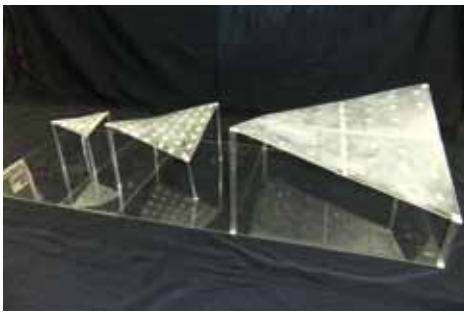


写真1　HP曲面型張力膜構造の実験用剛模型

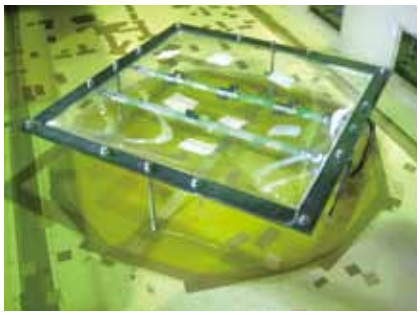


写真2　レンズ型空気膜構造の実験用柔模型

垂直軸型風車をモデルとした回転体の後流速度分布特性

機械工学科　教授　松本　彰
機械工学科　助教　関谷 直樹

回転体としての垂直軸型風車が周りの風環境におよぼす影響を明らかにすることが本研究の最終目的である。垂直軸型風車は、風の指向性がないため、小型であれば街中での立地も十分可能である。このため、より一層風車周りの風に及ぼす影響に気を配る必要があると考えられる。

当研究室では、昨年度より風車効率と風車まわりの流れに関する実験的研究をスタートした。効率に関係するパラメータには周速比（風車の周速度と一様流速度の比）、ソリディティ（風車の受風面積に対する風車ブレード

図1　大型低速風洞に設置した垂直型風車模型

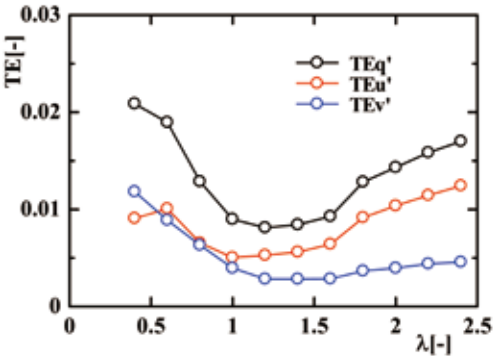


図2　風車後流の無次元変動エネルギー TEの周速比λに対する変化
TEu'：流れ方向の変動エネルギー、TEv'：流れに垂直方向の変動エネルギー、TEq'=TEu'+TEv'：合成変動エネルギー

の全投影面積の比)、ブレード取り付け角などがある。現在は第一段階として、図1の模型(ブレード枚数3、翼型NACA0018)を使用し、風車効率に最も影響すると思われる周速比λを変化させ、風車の後流の平均速度分布特性を調べている。昨年の研究で、軸出力が最大となる周速比λ=1.4付近において、後流の運動量欠損が最小になることを明らかにした。さらに今年度は、図2に示すように、後流の変動エネルギー(風の変動の激しさを示す尺度)も最小を示していることが分かった。この結果は、最大効率での運転が風車後流の変動が小さく、周りの風環境への影響が小さいこと示している。

自動車模型の空力特性と車体周り非定常流れの計測

機械工学科　専任講師　鈴木 康方

本研究では自動車の燃費や乗り心地に影響する車体周り流れの特性とそれが空気力特性に与える影響の解明を目的として、大型風洞による実験を行っている。特徴は実車の1/4スケール相当の模型の使用と最大40m/sでの高い風速条件により、実車に流れの条件で模型試験を実施していることである。計測内容は模型に作用する空気力6分力(主に3分力)、模型壁面平均静圧、模型壁面静圧変動、模型周り近傍流れ、後流の流速分布である。本試験のうち、模型の上部形状を一部変更した際の模型周り流速分布計測の様子とその結果の一例を、それぞれ図1および図2に示す。計測結果はI型プローブを用いた熱線流速計によるものであり、Case1に比べて形状変更を行ったCase2では、受動的に流れの制御を行ったことになり、境界層が薄くなるとともに流れのはく離が抑制されることがわかった。この結果および計測・分析された空気力、壁面静圧などの特性をもとに、自動車の空力特性のさらなる改善に対して有効な流れ場の制御について明らかにすることを目指している。

図1　自動車模型設置状態の概観

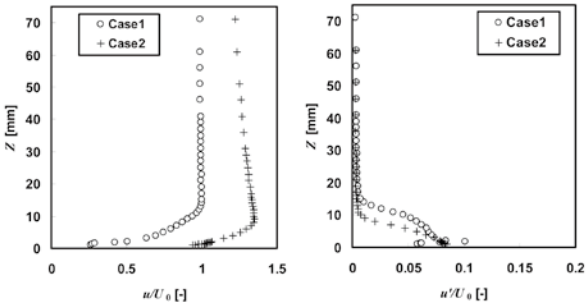


図2　模型周りの流れ方向流速の平均流速分布(左)と流速変動分布(右)

ダクト内における垂直軸形風車の特性

電気工学科　教授　鈴木 勝行
電気工学科　教授　塩野 光弘
助手　直井 和久

現在、商業用風力発電の主流は水平軸形風車の一種であるプロペラ風車が用いられている。その一方で垂直軸形風車は独立電源の確保が可能な小形の用途に適する風車として注目されている。揚力型の垂直軸形風車は、風向に対して無指向性であり、高効率という利点がある。風の持つエネルギーは風速の3乗に比例するため、風車の受風面における風速を増速できれば発電出力の増加をもたらすと考えられる。本研究では風車への増速効果を狙ったダクトを提案し、ダクトが風車出力に及ぼす影響を検討している。今回は写真1に示すように風洞内にダクトを設置し、増速効果を調べるためにダクト内の風速分布を計測すると共に、ダクト内に風車を設置した場合の風車特性を測定し、受風面積に対する最適なダクトの断面積を実験によって明らかにすることを目的としている。

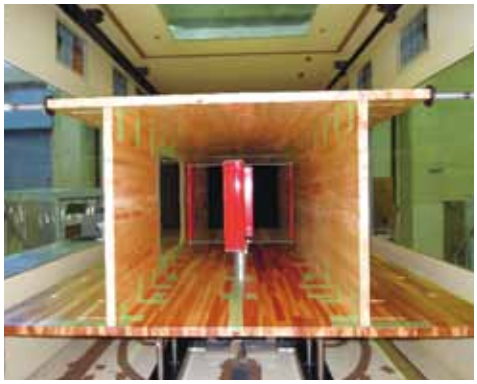


写真1　風洞内に設置したダクトと風車

写真2　風洞施設と実験の様子

Center for
Creative Materials Research

材料創造研究センター

▶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

施設保有の主な装置・設備リスト

ガスクロマトグラフ質量分析装置（GCMS）、高速液体クロマトグラフ質量分析装置（LCMS）、フーリエ変換核磁気共鳴装置（FT-NMR）、X線小角散乱／広角回折装置（SAXS/WAXS）、元素分析装置（EA）、飛行時間型質量分析装置（MALDI-TOF-MS）、電子スピン共鳴測定装置（ESR）、高分解能フーリエ変換型核磁気共鳴装置（500MHz）、熱分析装置（TG-DTA, DSC, TMA）、走査型プローブ顕微鏡、レニショー顕微ラマン装置、エネルギー分散型X線分析装置付走査型電子顕微鏡、動的光散乱測定装置

レーザ誘起分光分析によるミミズ土壌汚染評価と圧電素子ノズルによるナノ・マイクロバブル生成

電気工学科　教授　鈴木　薫

ミミズは土中の重金属や放射性物質などに強い耐性を示し、これらを捕食した後、体内で生物濃縮することが報告されている。我々はミミズの捕食物質を分析しミミズ土壌汚染センサーの応用を目指している。分析方法はレーザ誘起分光分析法である。これは数十ミクロンまで集光したレーザ光をミミズに照射しアブレーションプルムと呼ばれる微小プラズマ発光を発生させ、この発光を分光分析することでミミズの捕食物質の同定をする。同時にレーザ照射時にミミズから摘出される分泌物を顕微ラマン分光測定によって解析を行っている。

ナノ・マイクロバブル（Nano Micro Bubble: NMB）は数十マイクロメートル以下の気泡である。通常のバブルは水面で破裂消滅するが、NMBは浮力が弱くかつ互いを反発し合うため水中に滞留・圧縮消滅する。我々はNMBを安定的に発生させ水質改善やメタンハイドレード製造への応用を目指している。NMB発生のため圧電素子ノズルを作製した。これは穴系20umのノズルをレーザと集束イオンビームで加工し、圧電素子に取付けたものである。圧電素子の振動によってバブルの発生効率向上が確認されている。発生したバブル粒径を動的光散乱装置によって分析をしている。

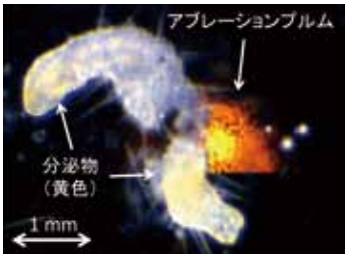


図1　自由電子レーザを照射されたアブラミミズのアブレーションプルムの発光と分泌物

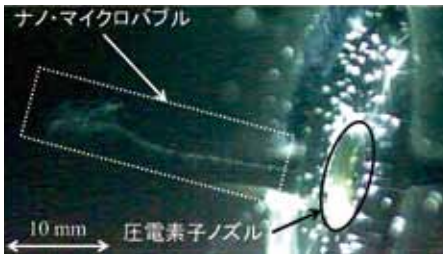


図2　レーザと集束イオンビームで加工した圧電素子ノズルによるナノ・マイクロバブルの発生

複合糖質の新規構造解析法確立

物質応用化学科　助教　鈴木 佑典

糖タンパク質や糖脂質などの複合糖質は、発生、分化、成長、細胞増殖、癌化、老化、細胞間認識、ウイルスの感染などの様々な生理機能に関与している。このような多岐にわたる複合糖質の生理機能を解明するためには、多彩な構造を詳細に解析する必要性がある。しかし、これら複合糖質の分離精製に使用されることがある各種界面活性剤、生体由来の塩、およびその他夾雑物は、複合糖質の各種分析を妨害することから、精製には専門的な知識と多大な時間と労力が必要である。この問題を解決する

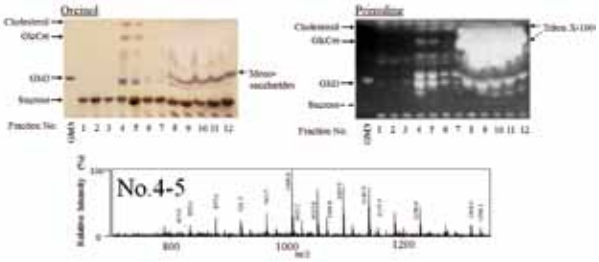


図1　界面活性剤除去前の糖脂質の高速薄層クロマトグラフィー（HPTLC）及びMALDI-QIT（四重極イオントラップ）-TOF MSスペクトル。検出されているのは全て界面活性剤由来ピーク。

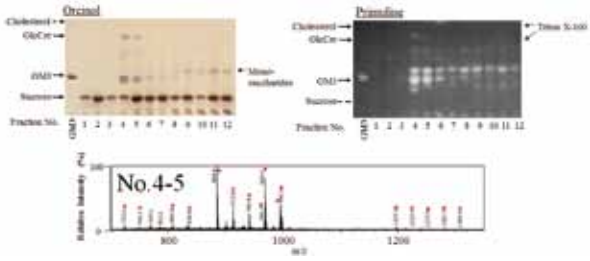


図2　ジクロロエタン抽出後の糖脂質のHPTLC及びMALDI-QIT-TOF MSスペクトル。▼: 糖脂質由来ピーク。

ために、我々は様々な有機溶媒抽出による複合糖質の精製法を検討し、その結果、ジクロロエタン抽出により簡便かつ迅速に糖脂質から界面活性剤（Triton X-100を含む）を除去可能であることを明らかにしている（図1、2）。現在は、他の質量分析装置と比較して、多少の塩や夾雑物が含まれているサンプルにおいても高感度に測定可能なマトリックス支援レーザー脱離イオン化飛行時間型質量分析計（MALDI-TOF MS、材料創造センター設置）を使用して、様々な条件を評価しながら、他の複合糖質の精製に応用可能な方法の開発を進めている。そして、現在、上記の方法等を用いて、神経幹細胞上の糖脂質の機能解明研究に関しても並行して進めている。

木質系バイオマスの直接液化による石油代替燃料の製造

物質応用化学科　助教　角田 雄亮

バイオマスはカーボンニュートラルであるため地球温暖化防止に有効なエネルギー資源である。ただし、固体であるためハンドリング性が悪いこと、酸素を含むためエネルギー密度が低いことからそのままでは効率的にエネルギー利用できない。また、国内賦存量が多い木質系バイオマスは収集コストが嵩むことから未利用なものが多い。そこで、木質系バイオマスと溶媒を混合して温和な反応条件で熱分解し、軽油相当の液化油を製造する方法（図1）について検討を行っている。この際、溶媒は木質系バイオマスから得られた液化油の一部を循環させて使用するため系外から副原料を投入する必要がなく、環境負荷の低い液体燃料を効率的に製造できる。熱分解によって液化油を効率的に製造するためには木質バイオマスの熱分解機構を明らかにする必要があり、材料創造研究センターのガスクロマトグラフ質量分析装置（GCMS）を用いて液化油中の化合物の同定を行い、反応機構の解明に関する検討を行っている。本プロセスにより得られた液化油は軽油と混合して（図2）既存のディーゼルエンジンで使用することを想定した研究を進めている。

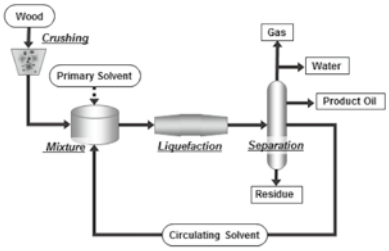


図1　循環溶媒を用いた木質系バイオマスの液化プロセス概念図

図2　循環溶媒を用いた際に得られた液化油と軽油の混合燃料

ナノ細孔を利用した抵抗変化メモリの開発

物理学科　教授　高瀬 浩一

我々の研究室では、数ナノ秒で読み書き可能な抵抗変化メモリの研究を行っている。このメモリは、絶縁体を2つの金属で挟んだ構造をしており、電圧を印加すると、はじめは、電流は流れないが、ある電圧で絶縁破壊が起こり、金属状態に移行する。その後、電圧をゼロに戻し、再び電圧を印加していくと、また元の絶縁状態にもどる。すなわち、このメモリは、デバイスの抵抗状態を記憶するメモリである。実用化に向けて克服すべき問題の一つは、抵抗状態が変化する電圧の各スイッチング毎のばらつきを抑制することである。ばらつきの原因は、絶縁破壊時に、電極下部に作成された導電性の異なる無数のフィラメントの中から、スイッチング毎に無作為にフィラメントが選択されるためだと考えられている。そこで、我々の研究室では、フィラメントが形成される空間を多孔質材料の細孔で制限し、フィラメントの数や種類を抑制することで、スイッチング電圧のばらつき低減を試みている。図1は、用いた多孔質材料断面の電子顕微鏡写真で、直径40nmの細孔が形成されていることがわかる。図2は、この多孔質材料を用いて作成したデバイスの電流—電圧特性で、スイッチング電圧の比較的良好な再現性が得られている。

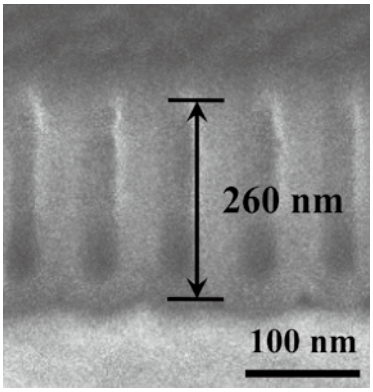


図1　多孔質物質の断面SEM写真

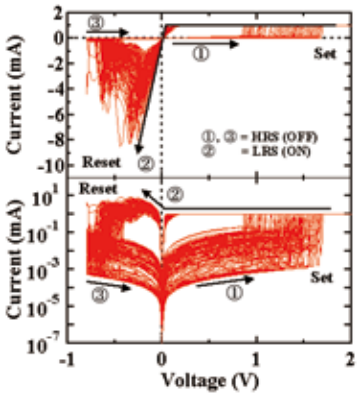


図2　デバイスの電流—電圧特性

Advanced Materials Science Center

先端材料科学センター

▶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

施設保有の主な装置・設備リスト
電界放射形透過電子顕微鏡、電界放射走査形電子顕微鏡、X線光電子分光装置、収束イオンビーム加工装置、振動材料型磁力計、SPM、X線マイクロアナライザー、エリプソメータ、薄膜スパッタリング装置

イベント情報
オープンキャンパス、キャンパスウォッチング等で見学、「材料科学に関する若手フォーラム」の定期開催

MEMS技術と積層セラミック技術による mmサイズ超小型発電機

精密機械工学科　教授　内木場 文男

ボタン電池よりも小さい発電機を開発した。約3mm角の容積にMEMS技術にるエアタービンに積層セラミックによる磁気回路を組み合わせて1.5mVAクラスの発電量と0.5Ωという従来にはない低内部抵抗を実現した。従来のMEMS発電機においては磁性材料を用いることはなく、また、平面を基本とするスパイラル巻線が用いられてきた。この場合、ロータ部から発する磁力線を取り込むために大きな面積が必要となり、コイルが長くなり、巻数も制限されていた。そのため、出力電圧が小さくなり、内部抵抗によって大きな電流を取り出すことができなかった。

この研究においては、磁性体セラミック材料の内部に銀導体を配し、ヘリカル巻線構造にすることによって、これらの問題を克服した。磁力線は磁性体内部に誘導されるため、短い導体長でコイルを形成でき、内部抵抗を低減することができた。また、ヘリカル構造のために、巻回数を多くすることができた。MEMSエアタービン部はシリコン7層で形成し、この中に磁石を配置したロータを配した。磁気回路は18ターンとした。図にその構造を示す。出力は回転にスピンドルを用いて38万RPMで評価したもので1.5mVAの出力を得た。

図1　MEMSマイクロエアタービンの発電概念と構造

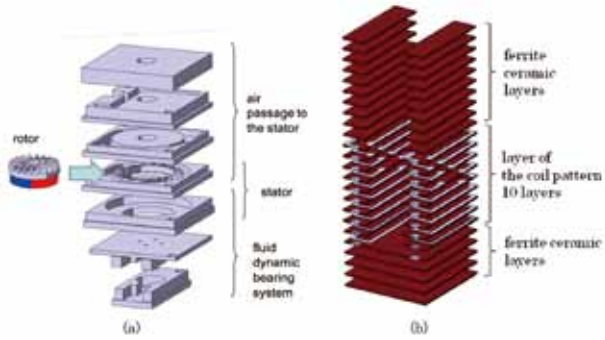


図2　MEMSマイクロエアタービン発電機のタービン部（a）と磁気回路部（b）の詳細

陽極酸化法による絶縁膜の低温成長

電子情報工学科　教授　高橋 芳浩

半導体集積回路において必要不可欠な絶縁材料であるシリコン酸化膜は、一般に熱酸化法（1000℃程度）により成膜される。一方、集積回路の微細化、構造の複雑化に伴いプロセス温度の低温化が望まれている。そこで本研究では陽極酸化法に着目した。陽極酸化とは、電解液中で対向させた基板間に電圧を印加することにより、陽極で酸化反応が起きる現象を利用した酸化法である。超純水中でシリコン基板に対して陽極酸化を行った結果、室温で成膜可能であることを確認した。ただし、

図1　ESCA（X線光電子分析装置）

図2　高圧水蒸気中での陽極酸化装置

絶縁特性や界面特性は高温熱酸化膜に比べ劣ることもわかった。ESCA（X線光電子分析装置）などにより組成を評価した結果、SiO_2であることを確認した一方、水分の混入も確認された。そこで膜質改善を目的に、高圧水蒸気中での陽極酸化装置を試作し、数気圧の水蒸気中での陽極酸化を試みた。その結果、200℃程度の低温において酸化膜成長が可能であり、純水中での成長膜に比べ膜質が大幅に改善できることを見出した。また、陽極酸化後に負電圧を印加すると絶縁特性が改善可能であることも確認した。現在、低温成長可能で、かつ良質な絶縁膜の実現を目指して更なる検討を続けている。

フェムト秒パルスレーザーを用いた超高速スピン計測と制御

電子情報工学科　准教授　塚本　新

スピンの超高速制御、超高速磁化（集団スピン）反転は、情報記録、スピントロニクスにおいて重要な課題として挙げられる。本研究では、超短パルスレーザーを用いる事で、物理的に重要な超高速の磁化応答の分析を可能とし、物理的に興味深い現象を明らかにしてきた。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、科学技術振興機構（JST）の「さきがけ」研究、科学研究費補助金等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。近年の成果として、本センターにおける、磁性超薄膜作成検討、超短時間磁化応答計測、さらに国際共同研究を経て、種々の新奇なスピンダイナミクスを発見、報告している。フェリ磁性GdFeCoへ適切な光照射条件下において、単一超短パルス光照射による歳差磁化反転誘起が可能[1]、また反転過程で過渡的強磁性状態の出現[2]と外部磁場無で磁化反転可能[3]なプロセスが存在する事を実証した。これらはフェムト秒（10^{-15}秒）時間スケールでのスピン制御が可能であることを示し、飛躍的超高速情報記録・処理や新たな光物質間相互作用理解への道を切り開くものと期待される。

1）J. Appl. Phys. 109（2011）07D302、2）Nature, 472（2011）205、3）Nature Communications 3（2012）666

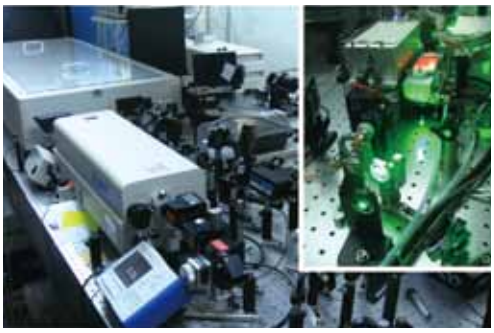


図1　フェムト秒パルスレーザ利用全光型超高速磁化現象計測システム（挿入図：光源ユニット中再生増幅器）

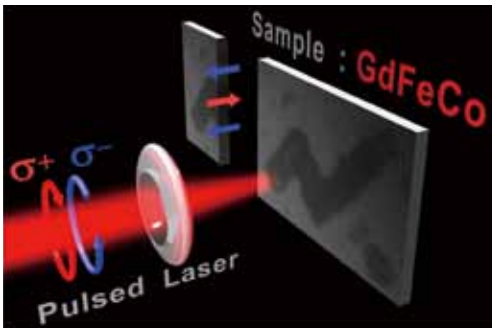


図2　超短パルス光情報記録のデモンストレーション結果。図中レンズやレーザ・ビーム等はCG画像。

量子ドットのプラズマ励起を用いたTHz単一光子検出

量子科学研究所　助教　羽柴 秀臣

THz光は、生体分子から放出されることからバイオや医療分野、宇宙観測、GHz帯の次の通信技術と、多くの分野への応用が考えられる。しかしながらTHz光のエネルギーは数meVと小さく、実用的なTHz光検出デバイスはBolometerやSelf-assembled量子ドット格子の様な100万以上の光子の入力に対する検出が一般的である。我々は直径1μm程度の量子ドットのTHz帯Plasma励起を用いた、任意波長の単一光子の検出が可能な検出器を追及している。

検出器はGaAs2次元電子系（2DEG）上の量子ドット（QD）と、その近傍に配置したアルミ製の超伝導単一電子トランジスタ（SET）からなる。QDに入射したTHz光子はドットをPlasma励起し、それがために1電子がQD外へ逃げる。この電荷の変化をSETで読み取り、単一光子検出を行う。この構造は、QDのサイズや電子濃度を変えることにより受光波長の変調を可能とし、また閉じ込めポテンシャルを変化させ光子励起状態時間を数μsから数sに変える事ができる。動作には磁場が不要で、高温動作が期待できる。

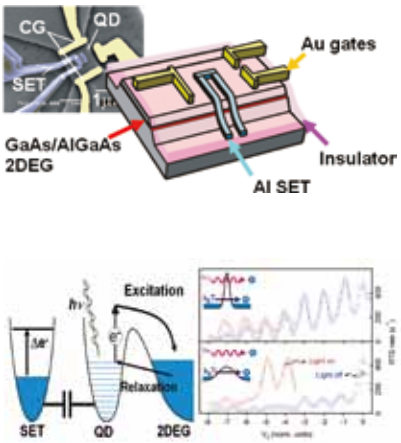


図　THz帯単一光子検出器概要（上）と、その動作原理（左下）。光子の入射はSETコンダクタンスの変化として現れる（右下）。

Research Center for Environment-Preservation and Disaster-Resistant City

環境・防災都市共同研究センター

▶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

施設保有の主な装置・設備
[設備] 実験室、大会議室、会議室、計測制御室
[装置] 高速載荷アクチュエータ装置（3台）、反力壁装置、電磁式振動試験装置、地盤免震装置、地盤・構造物水平試験装置、恒温層付二軸圧縮試験装置

イベント情報
特になし

制震装置を集中配置した制震構造物の応答性能に関する基礎的研究

建築学科　対震構造研究室

近年、高層・超高層建物では、建物の多様性・多機能性が必要とされ、制震装置を集中的に配置した構造物が求められている。

本研究では、制震装置の設置層を柔層化することで、大きな減衰性能を可能とする弾塑性ダンパーとD.M.モード制御システムを組合せた制震システムを提案する。以上から、層剛性を低減した場合の剛性負担として、層剛性と弾塑性ダンパーを合わせた初期剛性に対し、D.M.モード制御システムを同調させた場合と、層剛性と弾塑性ダンパーの塑性化後の2次剛性を足した剛性に同調させた場合の2ケースについて比較検討した。さらに、振動実験を行い、本研究で提案するシステムの効果を確認した。

図1　弾塑性ダンパー

図2　振動実験試験体

東北地方太平洋沖地震による吊り天井の耐震性と改修方法に関する研究

建築学科　対震構造研究室

吊り天井の破損・脱落等の被害は、平成13年芸予地震や平成15年十勝沖地震、平成17年宮城沖地震などの過去の地震でも発生しているが、平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震でも多くの吊り天井の被害が発生した。震源から遠く離れた、茨城空港や東京都庁、日本科学未来館、九段会館、日本大学理工学部駿河台校舎1号館校舎（以下、1号館）などの建築物では、構造に被害が無いにもかかわらず吊り天井の破損や落下等の被害が発生した事例も報告されている。

本研究では、東北地方太平洋沖地震による1号館の吊り天井の被害状況調査を行った。その中で被害の大きかった吊り天井を再現した試験体を作成し、1号館で観測された地震波を用いた地震波加振実験を行った。そこから地震時の吊り天井の挙動を確認し、被害の原因や損傷過程を把握する。その結果を踏まえ、制震改修方法を提案し、振動実験によりその制震効果を確認した。

図1　1号館被害状況

図2　振動実験試験体

ケーブルクランプ金物部の滑動を考慮したテンセグリック・タワーの地震時応答性状に関する基礎的研究

建築学科　空間構造デザイン研究室

テンション構造の設計は、数百年に一度生じる巨大地震などを想定した二次設計レベルの設計荷重に対しても部材が損傷しない範囲（弾性範囲内）で設計されることが一般的である。このため設計時に想定した荷重レベル以上の荷重が加わった際の架構の性状や、動的荷重下における構造体の安全性については論じられることは少ない。

この中でも、テンション材（ケーブルなど）に導入される初期張力（PS）の消失や、ケーブル間で他部材と接合するためにケーブルを掴むように取り付けられる中間クランプ金物部におけるケーブルと金物の滑動は、現状の設計法では許容されていない。

本実験では、これらの現象を意図的に発生させ、BCJ-L2等の地震波や正弦波による強制加振を行い、地震時及び共振時の振動性状の把握を行った。

本実験の結果より、従来の設計法では許容されていない滑動現象が発生した場合の架構の挙動が把握できた。本モデルにおいては、滑動が生じても構造体の安全性が保たれており、これらの現象を許容した設計の可能性が示唆された。今後、さらに検討を進め、適正な把握力に対するガイドラインを提示する予定である。

図1　中間クランプ金物

図2　テンセグリック・タワー振動実験風景

大断面集成材を用いた木造建築物の床衝撃音に関する研究

建築学科　建築音響研究室
一般社団法人　木を活かす建築推進協議会

平成22年、法律第36号「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」の施行により、今後益々低層の大スパンによる木造建築が普及していくと考えられる。木造建築物の場合は、低剛性・低質量のため、遮音性能が低くなる傾向にあり、特に上下階の床衝撃音遮断性能を向上させることは非常に難しいとされている。

そこで本研究では、大断面集成材を用いた木造建築物の床衝撃音について、実大モデルを用いて検討を行った。実大木造モデルには図に示すスパン6m×6mの2方向ラーメン構造を用いた。床構造は、実用性を考慮し、木質系床構造の中で基本となる合板重ね貼り床構造（根太床構造）、穴あきPC版を併用したハイブリッド構造（以下、重量床構造）、LVLボックスパネル床構造（高剛性床構造）の3種を採用した。実験項目は、床衝撃音，天井裏音圧，床面のインピーダンス，床面から下室の壁，天井への伝達振動とした。

実験対象とした床断面仕様は、全て実現性を考慮し、大スパンを想定した仕様であり、目的とした重量床衝撃音遮断性能は$L_{r,H}$-60及び$L_{r,H}$-65程度は得られることがわかった。今後は、特に床上部断面仕様に着目し、$L_{r,H}$-50～$L_{r,H}$-55程度の性能を実現できる仕様の提案を行って行きたいと考えている。

図　実大木造モデル

Research Center for
Micro-Functional Devices

マイクロ機能デバイス研究センター

▶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

施設保有の主な装置・設備リスト
クリーンルーム、ICPエッチング装置、プラズマCVD装置、両面コンタクトアライナー

イベント情報
オープンキャンパス、キャンパスウォッチング

有機半導体を用いて作成するフレキシブル太陽電池の研究

精密機械工学科　教授　西岡 泰城

有機半導体を利用した太陽電池は、液体状の原料をプラスチック基板上に塗布することによって作成できる。このために、低価格、大面積、かつフレキシブルな太陽電池が実現できると期待されている。当研究室では、新しい有機半導体を合成したり、有機半導体の製造技術などを改善することにならにより太陽電池の特性改善を試みている。図1には、太陽電池としての動作を確認したデバイスの写真である。使用した有機半導体は、MDMO-PPVおよびPCBMと略称される有機材料である。これらを有機溶媒中で撹拌して作成した溶液をペット基板上に塗布して素子を作成した。本研究では、これらの素子の熱処理条件を最適化して、太陽光中での変換効率を1.35%まで改善した。図2は太陽電池の起電力と発生電流の関連を示したものである。発電効率は、この特性曲線とx軸、y軸に囲まれる面積に比例しており、熱処理温度が150℃のものが最大の変換効率を示している。最近は、これらの研究に加えて、新しい有機半導体材料を用いた太陽電池などを試作し、世界レベルの発電効率6%を示す素子を試作することにも成功した。

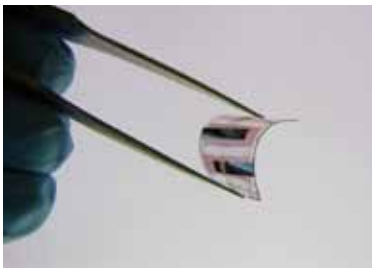


図1　フレキシブル有機太陽電池の写真

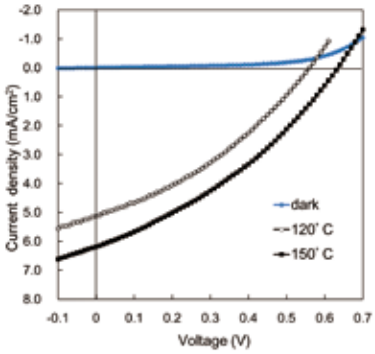


図2　熱処理による発電特性の向上

人工頭脳で動く世界最小の6足歩行ロボットの開発

精密機械工学科　助教　齊藤　健

蟻や蜂などに代表される小型の昆虫は、常に外界からの情報を感覚器（センサ）でキャッチし状況に応じて最適な判断を下すなど、小さな体で驚くほど高機能である。しかし、現在のロボット技術では昆虫の捕食活動などに代表される、高度で複雑な機能を持つロボットの実現が難しい。そこで我々は小型の昆虫を手本に、人工頭脳で自らが判断して動く数mmサイズの超小型ロボットの開発をおこなっている。超小型ロボットの実現には、ボディの微細加工、制御する人工頭脳、小型の駆動機構、電源やセンサなどの開発が必要である。ロボットのボディは、マイクロ機能デバイス研究センターの得意分野であるMEMS技術を用いて微細加工を行い、昆虫と同じ6足歩行が可能な五円玉の穴にすっぽりと収まるサイズのロボットが完成した（図1）。ロボットの歩行を制御する人工頭脳については、6足の脚を動かす2.5mm角サイズの回路の設計が終了し（図2）、その測定とロ

図1　開発した五円玉の穴にすっぽりと収まるサイズの6足歩行ロボット

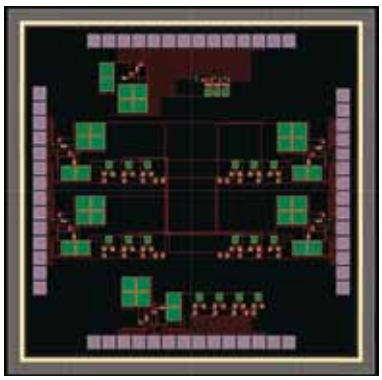


図2　6足の脚を動かす2.5mm角サイズの回路

ボットへの搭載を進める予定である。ロボットの電源やセンサなどは新たに開発中であるが、匂いセンサを搭載し、餌によっていく人工生物の開発を今年中に実現したいと考えている。

地雷探査用四足歩行ロボットのためのニューラルネットワークモデルの構築

電子情報工学科　教授　佐伯 勝敏

現在、世界120カ国に1億個の地雷が埋没していると言われており、地雷が原因で20分に一人の割合で亡くなっている。私は、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（「理工研News」No.61参照）を進めると同時に地雷探査用四足歩行ロボットを制御するCPG（Central Pattern Generator）の開発を行っている。

生体においてCPGは脊椎中の介在細胞集団で構成され、上位中枢からの刺激、末梢からの感覚フィードバック、ニューラルネットワーク構造により運動パターンを生成している。脊椎動物の歩行運動の特徴は定型的な四肢の運動パターンであり、要求された速度に対するエネルギー消費が最小になる歩行パターンが適用される。

私は、アナログ回路で構成したニューロンモデルを用い、四足歩行ロボットを制御する低周波数リズムの生成が可能な介在細胞集団モデルでCPGの構築を行った。その結果、0.18μmデザインルール 2.5mm角のCMOS ICチップにおいて全体の約1/4の占有面積で1チップ集積が可能で、ロボットの歩行に適した低周波数歩行パターンの生成・移行が可能であることをシミュレーションにて確認した。

今後、集積回路化したモデルの動作確認を、マイクロ機能デバイス研究センター内の半導体パラメータ装置を用いて検証する予定である。

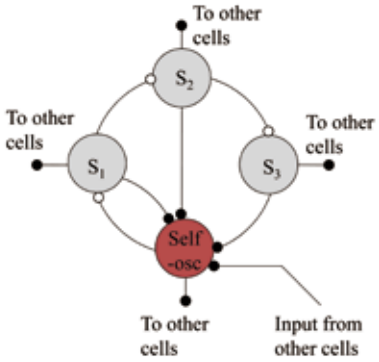


図1　介在細胞集団モデル

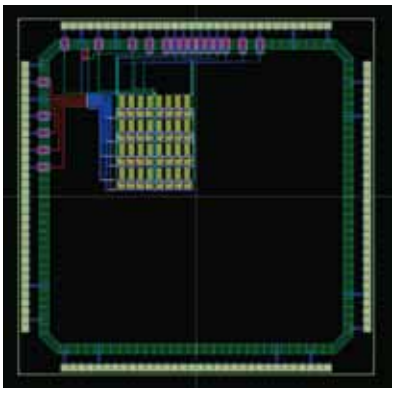


図2　2.5mm角ICチップのレイアウトパターン

電子ビームリソグラフィを利用した近接場光利用熱アシスト磁気記録

電子情報工学科　教授　中川 活二

将来の高密度磁気記録を実現する一手法として「熱アシスト磁気記録」と呼ばれる手法を研究している。この手法では、10nm程度のサイズに光を集光する必要があり、普通のレンズでは集光できない。そこで、ナノメートルサイズの金属アンテナを形成し、局在表面プラズモンと呼ばれる局在した光を生成して熱アシスト磁気記録を実現する。その基礎的実験のために、マイクロ機能デバイスセンターのクリーンルームにて、電子ビーム露光と現像プロセスを実施し、写真1に示すAuパターンを形成し、フェムト秒レーザ記録を試みた。Auアンテナの端部および数字マーカーの上下に、局所加熱した熱により記録された磁区が形成される。この手法で、記録感度のアンテナ形状依存や、アンテナによる加熱部分とアンテナとの相対的位置関係を実験的に調べ、必要なアンテナ形状・構造の研究を進めることが可能である。現在は、このような近接場光を生成する局在表面プラズモン用アンテナを磁気ヘッドに組み込んだ未来の超高密度磁気記録システム実現に向け、関連企業と協力しつつ研究を進めている。

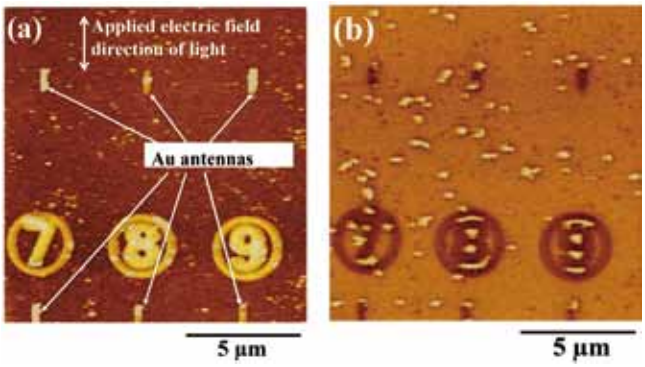


図1　磁気力顕微鏡によるAuアンテナを配置した磁気記録薄膜上観察像。(a)：表面凹凸増。(b)：磁区観察像。

Center for
Manufacturing Technology

工作技術センター

▶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

施設保有の主な装置・設備リスト
汎用およびNC旋盤・フライス盤、交流アーク溶接機、可傾式ルツボ炉、木材加工機、エンジン特性実験装置

イベント情報
オープンキャンパス、キャンパスウォッチング

エネルギー回生機構付きエアモータの開発

機械工学科 教授 吉田 幸司

自動車等から排出する二酸化炭素を削減し、地球温暖化を防止することは急務である。そこで本研究では、圧縮空気をエネルギー源として作動するエアモータを移動体の動力源とすることを提案している。エアモータとは、空気圧縮機サイクルを逆作動して動力を発生するものであり、またエアモータを空気圧縮機として作動することで制動時に車両運動エネルギーを圧縮空気として回生することができる。写真1は、自転車駆動用に設計、製作したエアモータである。本エアモータは、財団法人JKAの研究補助事業の資金援助を得て茨城鋳工株式会社にて作製したものであるが、部品の改修、改造に関しては工作技術センターに依頼した。

エアモータの出力特性及び回生性能を測定するために、工作技術センターにて作製した動力計を写真2に示す。この動力計は三相電動誘導モータを発電機として作動することでエアモータの動力を吸収し、三相電動誘導モータによってエアモータを圧縮機として駆動することで回生性能も測定することができる。エアモータの駆動は実証することができたものの性能を更に改善するため、写真2に示した吸気バルブ機構実験装置によってバルブ機構の摩擦低減を目指す。

写真1　エネルギー回生機構付きエアモータ

写真2　三相誘導モータ式電気動力計と吸気バルブ機構実験装置

超小型人工衛星を用いた先端研究の宇宙実証

航空宇宙工学科 教授 宮崎 康行

ここ2、3年、数kg級の超小型人工衛星を大学や研究所の先端研究の宇宙実証ツールとして利用する提案が海外では多くなり、国際会議でも超小型衛星に特化したセッションが組まれるようになってきた。例としては、各種デバイスの他、フォーメーションフライトや展開構造の実証などが挙げられる。

さて、膜面構造は大型宇宙構造物の構造様式としての利用が見込まれており、ここ2年ほど、惑星間航行実験や宇宙ステーションでの展開実験など日本が世界に先駆けて宇宙実証に成功している。ただし、打ち上げリソースの制限により、展開中の

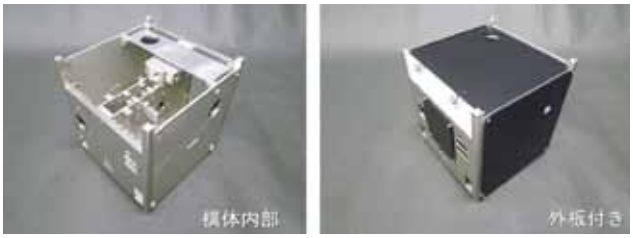


図1　衛星構体

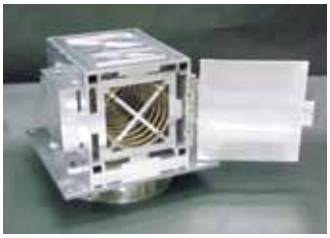


図2　衛星分離機構

三次元形状の詳細な時系列データの取得には至っていない。

そこで、筆者らは20cm立方で7kg弱の超小型人工衛星で1.5m級膜面の展開実験を行い、詳細な運動解析・形状推定を行うことを提案し、JAXAのH-IIAロケットの平成25年度相乗り副衛星に選定された。衛星構体および衛星をロケットから分離・放出する機構（バネで衛星を押し出すびっくり箱方式を採用）は打ち上げ時の荷重条件を満たし、軽量で機器搭載性、組み立て・分解性に優れたものにする必要がある。また、製作精度・組立のアライメント・表面処理等にも細心の注意を払う必要があり、左下の写真のようなものを開発している。

ガスパフZピンチによる高温プラズマ発生

量子科学研究所　教授　高杉 恵一

Zピンチはプラズマ中に大電流を流し、自己磁場によるピンチ効果で高エネルギー密度を発生させるしくみである。200kAの電流で200Tの磁場と16万気圧の磁気圧を発生し、プラズマを1千万度に加熱することができる。高温のプラズマは強力な軟X線光源となる。このような特殊な装置は一般に市販されておらず、個別に設計し工作する必要がある。高速大電流を扱う技術はノウハウの塊であり、工作技術センターはそれを適切にサポートしてくれる。研究の要となっている2つの工作を紹介する。

図1は放電ギャップスイッチである。直径28cmの大型のもので、200kA程度の電流を制御することができる。将来的には4台並列に接続して、800kAの放電を行うことを計画している。

図2は中空円環状のラバルノズルで、ノズル径は3cmである。マッハ3程度の超音速ガスジェットを真空中に噴射し、電極間に孤立したガス分布を形成する。放電はガス柱の外側から発生し、ガスを電離して中心軸上にピンチする。中空にすることによって、より強いピンチが達成できる。

図1　200kA放電ギャップスイッチ

図2　中空円環状ラバルノズル

振盪式高速向流クロマトグラフ装置の製作と分離効率の検討

薬学部薬学科薬品分析学研究室　教授　四宮 一総

J型高速向流クロマトグラフ（HSCCC）は、テフロンチューブをコイル状に巻き付けて作製したカラムが横に自転しながら更に同じ方向に公転する装置である。二相溶媒の一方の相を固定相、他方の相を移動相とし、カラム内で二液相の攪拌と分相、移動相の移動が繰り返される間に物質は分配係数の大きさで分離される。J型HSCCCではカラムは水平方向に惑星運動するため、カラム内の二液相に対して力学的な物理量は水平方向にしか作用していない。そこで、より一層の分離効率の向上を目的として、水平方向の惑星運動に垂直方向の振盪運動を付加した新たな力野でカラムの回転を行う振盪式HSCCCを工作技術センターとの共同研究により製作した。本装置はカラム下部に端面カムを設置している点が特徴的で、カラムはメリーゴーランドの木馬のように垂直方向に振盪しながら水平方向に回転する。振盪の距離や回数は異なる形状のカムを設置することで自在に変更することが可能である。二種類の糖誘導体を試料に用いて分離を検討した結果、振盪式HSCCCでは振盪運動により通常のJ型HSCCCと比較してカラム内での二液相の攪拌が促進され、低い自公転速度で分離効率が改善されることがわかった。

図1　振盪式高速向流クロマトグラフ装置

図2　カム

Multipurpose Test Track for Automotive Vehicles

交通総合試験路

▶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

施設保有の主な装置・設備リスト

1）交通総合試験路 幅30m、全長610m 密粒アスファルト・コンクリート 縦断勾配なし　2）注意喚起電光掲示板3箇所（予約データにより自動点灯）　3）安全対策掲示板2個　4）運搬用組み立て式リアカー 2台　5）カセットガス発電機 HONDA EU9iGB 900W 1台　6）パイロン（カラーコーン）　7）スライドバー

パーソナル・モビリティー・ヴィークルの走行性能と活用に関する研究

社会交通工学科　助教　石坂　哲宏

セグウェイをはじめとしたパーソナル・モビリティー・ヴィークル（PMV、一人乗りで手軽に利用できる交通手段）が、近い将来、日本の街の中で短距離の移動を担う社会が到来することが見込まれている。社会交通工学科では多数の教員が、交通総合試験路においてPMVの走行の安全性を検証する実験から、まちの中での活用方策の提案に至るまで様々な研究を行ってきている。

私どもの研究室では、PMVが歩行者を追い抜く際の走行挙動を明らかにして安全性の検証を交通総合試験路に歩行空間を模して設置して、実験・検証を実施した（写真1）。また、写真2では現在、JAXA（宇宙航空研究開発機構）で開発が進められている高精度単独測位（LEX－PPP）の低速交通手段への応用の可能性を明らかにすることを目的として、JAXAと協働して交通総合試験路で実験を実施した。

障害物のない環境下で、走行挙動に影響を与える特定の要因を容易に設定できる交通総合試験路は走行性能を把握するうえで非常に便利であり、今後も様々な実験を通して、PMVの将来性を検証していく予定である。

写真１　走行挙動に関する実験

写真２　LEX-PPPに関する研究

交通総合試験路におけるセグウェイの走行実験

社会交通工学科　助教　西内 裕晶

社会交通工学科では6台のセグウェイを保有しており、研究、教育、地域貢献のために利用されている。セグウェイとは、体重移動することにより移動をする新しいノリモノであるが、わが国の公道では未だ走行が許可されていない。そこで、当学科の研究グループでは交通総合試験路を活用し、セグウェイの走行特性を明らかにするための研究を行っている。近年では、学外の研究グループとの共同研究も盛んに行っており、最近では、筆者と立命館大学の塩見康博講師との共同研究で、セグウェイの加速、減速、蛇行、急停止の動作について走行試験を実施した。ビデオ画像から抽出したセグウェイの走行軌跡を解析することにより、セグウェイの交通工学的な位置付けを明確にするための解析を行った。この成果は、土木学会論文集D3（土木計画学）、Vol.68, No.5（土木計画学研究・論文集29巻）に掲載された。今後も、セグウェイに代表されるパーソナルトランスポーターの走行空間のあり方に関する研究を継続していく予定である。

写真１　実験に使用したセグウェイi2（基本モデル）

写真２　走行実験のビデオ画像

自動車運転時の生体負担の計測と電気自動車等に付加する報知音の研究

精密機械工学科　教授　町田 信夫

運転者の挙動と整体負担の両面から検討

精密機械工学科人間工学研究室では、「機械・人間・環境」に係わる人間工学的諸問題の研究をしている。特に人間特性を考慮した広義の交通環境と人間の問題として、「自動車運転時における人間の疲労の計測と評価」を取りあげた。また、近年問題となっている走行音の静かな電気自動車やハイブリットカーに付加する報知音の研究を始めた。交通総合試験路では、自動車の運転操作（発進、制動、危険回避等）における運転者の挙動と生体負担、報知音については、歩行者を想定した道路環境の面から検討している。その成果は、日本人間工学会、日本音響学会、日本交通科学協議会等や本学理工学部学術講演会で報告した。特に車は、走行に伴う音と振動刺激が存在する複合的な環境でありその両面から検討する上で、交通総合試験路を有効活用している。近々では、平成24年度理工学部学術講演会で、「自動車運転時における疲労感の計測と評価」、「自動車報知音に関する研究」と題して成果を報告した。

写真1　各種運転操作時の生体負担の測定実験

写真2　自動車報知音の聴取実験

防災教育および消防・防災訓練

社会交通工学科　助手　斉藤 淳平

12月21日午後1時～4時にかけて、13号館と交通総合試験路にて船橋校舎防災教育および消防・防災訓練が行われた。主催は、日本大学理工学部、船橋市消防局、参加機関は千葉市消防局警防部航空課、千葉県警船橋東警察署、船橋市立医療センター、船橋市消防団の計6機関 消防車救急23台、ヘリコプター1機、人員141名である。

訓練は、船橋市に震度5強の地震が発生、建物倒壊等により多数の負傷者が発生し、甚大な被害が出たとの想定で実施された。訓練項目は、(1) 情報収集連絡訓練、(2) 救助・救護活動訓練、(3) 各機関調整訓練、(4) トリアージ訓練、(5) ヘリ誘導・連携訓練、(6) 上空指揮訓練、(7) 機体説明である。

特に、千葉市消防局警防部航空課の消防防災ヘリコプター「おおとり」による、救助活動訓練や滑走路に離着陸し上空指揮訓練が行われた大掛かりな訓練は、交通総合試験路だからこそ実現した訓練だった。なお、船橋校舎の教職員約40名も負傷者役として参加した。

写真1　救急車とヘリコプターとの共同訓練風景
［写真提供　船橋庶務課］

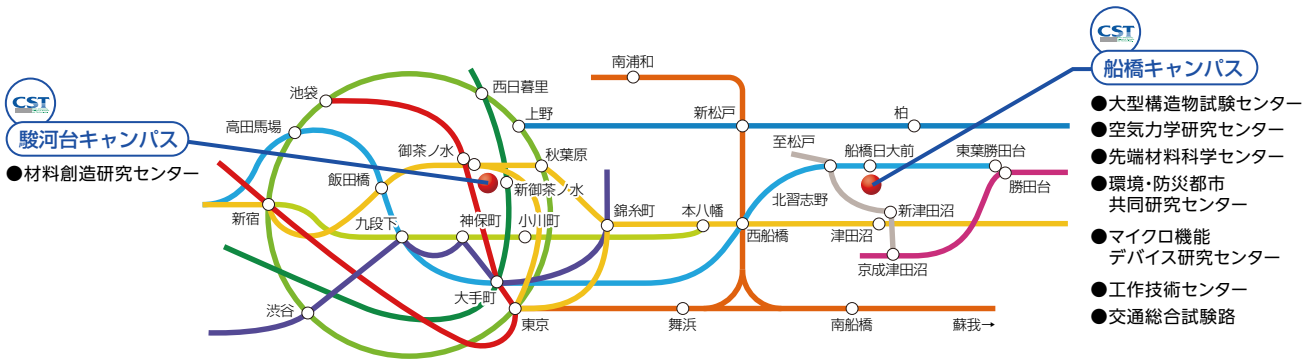
写真2　13号館からのヘリコプターによる救出訓練
［写真提供　社会交通工学科　西内・吉川（M1）］

第８回理工学研究所講演会
「東日本大震災復興支援研究プロジェクト」
成果発表会の開催報告

平成24年11月28日（水）13：30から、駿河台校舎１号館121会議室において「東日本大震災復興支援研究プロジェクト」の成果発表会が開催されました。支援研究プロジェクトは６つのテーマで構成されており、講演会は各プロジェクト代表者の活動報告と２ないし３件の主要な成果報告を組み合わせた形式で実施されました。

プロジェクト①（代表：岸井隆幸（土木））では宮城県石巻市における復興まちづくり支援と半島部における地域コミュニティ再生への地域・大学連携による復興計画の実践について、プロジェクト②（代表：古橋剛（建築））では「構造物被害と地盤災害」に関連する課題のうち仮設建物の室内外の環境問題と近年対地震対策として数多く採用されるようになった制震補強建物の被災状況について、プロジェクト③（代表：増田光一（海建））では「津波対策」として津波避難ビルの実態調査に基づく問題点と建築物に作用する津波外力について、プロジェクト④（代表：下川澄雄（社交））では「災害に強い交通管理・運用システムに関する研究」として救援物質の供給方法、震災時におけるバス運行の実態、水上空港ネットワークによる復興支援構想について、プロジェクト⑤（代表：泉隆（子情））では「災害時情報提供」における情報センシングと情報システムについて、プロジェクト⑥（代表：仲滋文（物理））では原子力被害に関する、マスメディアで配信された情報のアーカイブ、関係者へのインタビュー調査、住宅等の除染法（物理：浅井朋彦）について活動報告が行われました。

当日は、学術講演会も同時に開催されたこともあり、多くの聴講者が熱心に討論にも参加し活発な意見交換が行われました。



理工研News　No.64　Vol.25　2013/03

発 行 日：平成25年３月11日　　発行人：安田 邦男
発　　行：理工研News編集委員会　　編集長：櫻川 昭雄
編集委員：古橋 剛、坪井 塑太郎、篠田 之孝、塚本 新
幹　　事：若槇 智也、土屋 玲子

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