

# 理工研 News

No.67

vol.28 2016/3 日本大学理学部

## 産学協同研究の受け入れ増進に向けて

理学研究所長  
物理学科 教授 高野 良紀

昨年末に文部科学省より「平成26年度 大学等における産学連携等実施状況について」という報告がなされました。それによると、共同研究実績総額などは残念ながら国公立大学にはおよんでいませんが、私立大学に限ってみると、日本大学は独立行政法人などを含めた共同研究全体の件数は13位、受入額では7位でした。一方で、民間企業との受託研究を見てみると、国公立大学を含めても、件数は5位、受入額は9位でした。これらの結果は日本大学全体についてのものですが、日本大学は民間企業との受託研究に関してはかなり強みを発揮していることは間違いないでしょう。理学部でも多くの先生方の努力により、平成26年度は2億数千万円の受託研究費を受けることができました。理学研究所としましては、今後も、これまで協力をしていた企業はもとより、これまでに受託研究をしていただけなかった企業の方々に理学部教員の研究内容や共同研究の実績などを知っていただくために、学部の広報と協力して積極的にアピールしていくことを考えております。また、多くの方々に理学研究所の附置研究施設を利用していただけるように、施設や設備の充実を少しずつではありますが進めています。



環境・防災都市共同研究センター 実験室

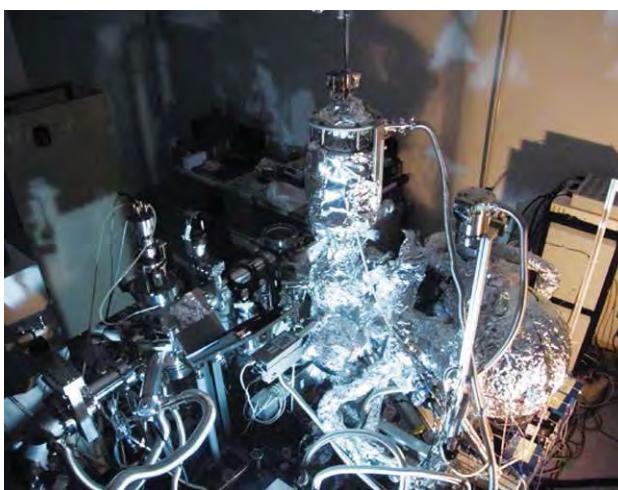
## CONTENTS

■ 理学研究所長 挨拶	1
■ 平成27年度 理学部 学術賞	2
●原子レベル成長制御によるナノデバイスおよび多機能デバイスの創成 (電子工学科 准教授 岩田 展幸)	2
■ 平成27年度 理学部 先導研究推進助成金	3
●プラズマ応用による内燃機関の革新的効率化 (機械工学科 助教 飯島 昭良)	3
■ 研究施設紹介	
1.大型構造物試験センター	4
2.空気力学研究センター	6
3.材料創造研究センター	8
4.先端材料科学センター	10
5.環境・防災都市共同研究センター	12
6.マイクロ機能デバイス研究センター	14
7.工作技術センター	16
8.交通総合試験路	18
■ 第12回「理学部先導研究推進助成金キックオフシンポジウム」 開催報告	20

原子レベル成長制御によるナノデバイスおよび  
多機能デバイスの創成

電子工学科 准教授 岩田 展幸

近年の最新電子デバイス機器には、超高速・超低消費電力・超微細化技術・簡易な作製手法・環境負荷低減が強く要求されています。これら要求を満たしながら所望の有用な機能を発現させるためには、今や原子や分子1つ1つを制御しデバイス化する革新的技術が必要不可欠となっています。さらに、電子1つをデジタルの“1”と“0”に対応するような演算素子やメモリ作製技術も急速に発展しています。このような社会の要請を満たすよう、クラスター計算機を用いた第一原理計算によって、特殊なナノスケール結晶構造をデザインし、機能性の発現を予測すると共に、先端技術を集約した特殊な作製手法を用いることによって、原子レベルで制御されたナノスケールの多機能素子(酸化物人工超格子)をデザイン通りに作製する研究を行っています。また、波長可変(0.3~6 μm)で超短パルス(パルス幅:約150フェムト秒)の特徴を持つ自由電子レーザー(FEL)を用いて、炭素の結合方向(カイラリティ)を制御した単層カーボンナノチューブ(SWNT)を作製しています。FELをSWNT成長中に照射することによって、エネルギーギャップの異なる半導体性SWNTを作り分ける研究を行っています。このSWNTは極微細なトランジスタ、ダイオード、LED(七色発光素子やコンタクトレンズ型超高精細TV)となり、我々の身近な生活を劇的に変えてくれる電子機器の基幹素子となります。これら研究は人々の役に立つ電子機器開発ですが、さらに次の世代の電子デバイスにつなげて行くために、その特異な物性・機能性が何に起因して発現するのかを調べ、本質である物理がなんであるのかも同時に追求しています。

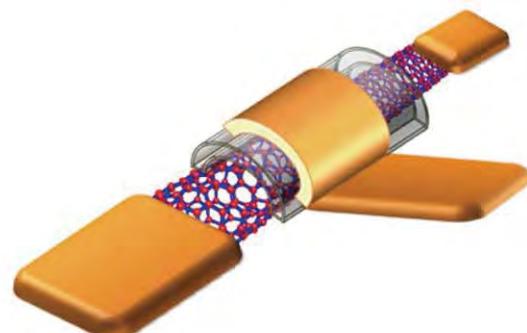


原子レベル成長制御可能なパルスレーザー堆積法および人工超格子の表面・界面の電子/スピン状態を観測できる角度分解型光電子分光装置およびスピン偏極型光電子分光装置

酸化物人工超格子には、強誘電性・強磁性の両者の長距離秩序を併せ持ち(マルチフェロイック特性)、同時に巨大電気磁気効果を室温で示すことを期待しています。多値化および電界誘起

型の強磁性発現による超低消費電力不揮発性メモリ、ナノスケール磁場発生装置等に応用可能です。本研究はUniv.of Twente (UT) @ Netherlands、高瀬教授@理工・物理、橋本教授・石田教授@文理学部との共同研究として進めています。 $ABO_3$  ( $A=Ca, La$ ,  $B=Fe, Mn$ ) と  $REFe_{1-x}Mn_xO_3$  ( $RE=La, Bi$ ) ( $x=0, 0.1, 0.2$ ) の人工超格子をパルスレーザー堆積 (PLD) 法により作製しました。本来これらを組み合わせた人工超格子作製は非常に難しいことがわかっています。そこで、ペチ一二法なる特殊な手法で粉末を精製し、膜質に大きな影響を与える超高密度ターゲット (95%以上) を作製しました。超高密度ターゲット、さらに超格子作製手法を丁寧に解析・発展させることによって原子レベルでシャープな界面を持つ酸化物人工超格子を作製する精度が飛躍的に向上しました。作製した超格子は結晶性が良好で超格子由来のサテライトピークやラウエ振動をX線回折にて明瞭に観測しています。作製した全ての人工超格子は弱強磁性を示し強磁性キュリー温度が390K~620Kの室温以上であることがわかっています。

FEL照射効果はC<sub>60</sub>を用いて確認しました。従来の紫外線照射によるポリマー反応時間に対し1/100の時間で同等な効果が得られることを実証しました。この得意性をSWNTナノデバイスに応用しました。FEL照射により、分子構造を破壊すること無く、波長に依存して選択的に所望の結合を励起状態とし選択的成長を促進する効果があると考えています。現在では約1.5eVのギャップを持つ半導体性SWNTのみの成長に成功しています。本研究は東京理科大と共同研究しています。成長中にカイラリティを制御する技術は「世界初」の成果であり今後、その本質・物理を明らかにし、電子機器応用に革命をもたらしたいと考えています。



超高密度をイメージした単層カーボンナノチューブ・トランジスタの模式図

# プラズマ応用による内燃機関の革新的効率化

機械工学科 助教 飯島 晃良

平成27年度より、理工学部で新たに『理工学部先導研究推進助成金』が設置されました。本研究助成金は、社会的なインパクトのある特徴的な研究を支援し、時代を先導する研究拠点を形成することを目的としています。この研究助成に、『プラズマ応用による内燃機関の革新的効率化に関する研究』が採択されました。ここでは、本研究課題の概要を紹介します。

本研究課題は、プラズマ技術を応用することで、内燃機関の革新的な高効率化を実現することを狙いとしています。

自動車用の動力源には、ガソリンエンジンやディーゼルエンジン等の内燃機関が用いられています。温室効果ガスの排出量削減などの観点から、電動化や水素エネルギーの導入などが図られていますが、当面は内燃機関を搭載した車両が主になると考えられます。加えて、世界的に見れば今後も自動車の普及台数の増加が見込まれるため、むしろ、今後も内燃機関搭載車両が増加していくことになります。そのため、それらの徹底した高効率化が急務かつ社会に強いインパクトを与える重要な課題と言えます。

内燃機関の革新的な高効率化を図るために新しい燃焼方式として、予混合圧縮着火（HCCI）燃焼が有望視されています。この燃焼方式のメリットは、高熱効率かつクリーンに、気体の膨張仕事を取り出せることです。この膨張仕事をピストンに伝え、最終的にクランクシャフトの回転仕事を変換するのが内燃機関のエネルギー変換プロセスです。つまり、高効率化のためには、『①高効率燃焼で熱エネルギーの多くをガスの膨張仕事を変換する』ことと、『②得られた膨張仕事をロスなく機械的仕事（動力）に変換する』ことが大原則です。

## 高効率燃焼とプラズマ成膜のシナジーが必要



図1 高効率エンジン実現コンセプト

そのため、HCCI燃焼などで得た質の高い気体仕事を最大限にエンジン出力軸から取り出ための低機械ロス技術がセットで必要になります。課題は、『高効率なHCCI燃焼』と『低摩擦ロスなエンジン』の双方を実現することです。本研究では、高効率

燃焼と低機械ロスの具現化のために、以下のようにプラズマ技術を応用します。

(1) プラズマアシストによる高効率・超希薄HCCI燃焼の実現

(2) プラズマ DLC (Diamond-Like Carbon) 成膜による摩擦損失低減



これらの課題を突破するために、次に示す通り、理工学部の複数の学科の研究者が手を組んで、この研究に取り組んでいます。



図2 研究チームと役割

航空宇宙工学科：田辺光昭教授（プラズマ超希薄HCCI燃焼）、物理学科：浅井朋彦准教授（燃焼アシストプラズマ形成、プラズマDLC成膜）、電子工学科：芦澤好人助教（プラズマDLC膜物性評価）、物理学科：関口純一助手（プラズマ形成パルス電源開発）

現在、プラズマアシスト超希薄HCCI燃焼エンジンが回り始め、未知の燃焼に対する研究を鋭意進めています（図3にプラズマアシスト燃焼火炎写真の一例を示します）。

また、実用的金属材料等にプラズマDLC膜を形成し、その物性評価を進めております。理工学部のそれぞれ分野の異なる研究者と優れた研究施設を徹底活用して推進される本研究の成果にご期待ください。

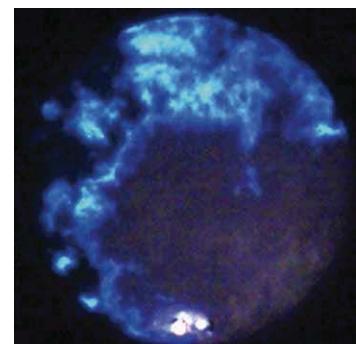


図3 プラズマアシスト燃焼火炎

# 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

## 30MN 大型構造物試験機を利用した実験

海洋建築工学科 北嶋研究室

### ●あと施工せん断補強筋を用いたRC造梁のせん断補強効果に関する実験的研究

既存RC造地中壁やボックスカルバートなどの構造物でせん断耐力が不足した場合、そのせん断補強を実現させるためには片側側面からの工事が余儀なくされる。本研究で対象としたせん断補強方法は、ドリルで削孔した孔内に、定着材としてのカプセルタイプの無機系モルタルを挿入し、その後せん断補強筋を打込むことで補強筋と既存の構造体を一体化する補強方法であり、定着材としてモルタル注入する従来の補強作業が軽減し簡素化できる。また、実際の施工では、既存鉄筋があるため、削孔が補強筋の必要長さまでできない場合がある。そこで実験では、補強筋が引張主筋まで到達しない場合のせん断耐力に及ぼす影響を確認した。実験は、30MN大型構造物試験機のヘッドに単純支持した実大規模のRC造梁試験体 (B×D×L : 900×1,000×5,400mm) を対象に2点集中荷重により単調載荷した。

実験結果より、補強筋が引張主筋まで到達しない場合でもせん断補強効果の影響は引張主筋まで到達しているもの（既往の研究）とほぼ同等の効果を持つことを確認した。



写真1 実験風景

## 多入力振動試験装置を利用した実験

海洋建築工学科 北嶋研究室

### ●壁面取り付け金具の耐震実験

大地震が発生すると建物が倒壊・崩壊しなくとも、家具や什器の転倒・脱落により、建物内部の人が負傷する危険性がある。家具や什器の転倒・脱落を防止するために、それらを壁面や天井にしっかりと固定することが有効である。

本実験は、大画面TVを壁面に固定する際に用いられる壁面取り付け金具の耐震性能を確認するために実施した多入力振動試験装置を利用した実験である。建物内部の壁面を模擬し

たボードに壁面取り付け金具を用いて大画面TVを取り付け、阪神淡路大震災と東日本大震災で記録された地震動にて振動台を加振した。また、つっぱりポールタイプの取り付け金具による実験も行った。実験の結果、いずれの取り付け金具を用いても大画面TVは脱落することなく、十分な耐震安全性が確保されていることが確認された。



写真1 壁面取り付け金具の耐震実験



写真2 つっぱりポールタイプの耐震実験

## 水平加力装置を利用した実験-1

海洋建築工学科 浜原・福井研究室

### ●多数回繰り返し地震力を受けるPC柱の圧着継目滑り破壊耐力に関する実験的研究

プレキャストPC圧着工法は、建設現場において、あらかじめ工場製作された柱部材と梁部材の間に目地モルタルを打設し、これを貫通するPC鋼材を緊張することにより部材相互を圧着接合する工法である。この圧着接合部の構造安全性は摩擦理論により検証されており、これに用いる摩擦係数 $\mu$ は直接せん断実験の結果に基づいている。しかし、一般的なプレキャストPC建物の圧着接合部は部材端部に設けられるため曲げせん断応力状態である点が異なる。さらに地震による荷重の繰り返しが圧着接合部に与える劣化の影響についても実験的な裏付けが十分ではない。

本研究では実建物と同様な、正負繰り返し曲げせん断応力状態を再現した圧着接合部を有する試験体を用いて、荷重の多数回繰り返しの有無を実験要因とした圧着接合部の滑り破壊実験を行った。試験体は想定通り、圧着接合部に発生した正負の曲げひび割れの伸展によってコンクリートと目地モルタル間の離間を経験し、その後に耐力低下を伴う滑り破壊を感じた。実験により得られた滑り破壊時の摩擦係数は、多数回繰り返しの有無によらず同等で（多数回繰り返し有り0.93、無し0.92）有意な差は見られなかった。



写真1 セッティング状況

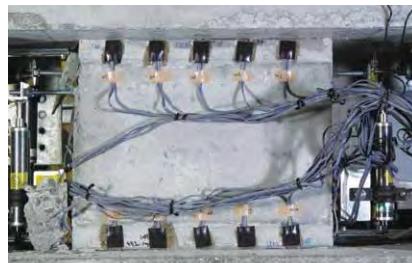


写真2 試験体

## 水平加力装置を利用した実験-2

建築学科 中島・石鍋研究室

### ●低降伏点鋼パネル制振間柱の性能確認実験

阪神・淡路大震災や東日本大震災を経験し、建築物の対地震の要求性能が高まっている。具体的には、我が国で考えうる最大級の地震に見舞われても損傷を残さず、機能維持、資産価値の維持を実現するということが求められている。

そのような背景から、柱や梁に代わって地震エネルギーを吸収し、建築物の主体構造に損傷を与えないようにするデバイスの採用が一般的になりつつある。

今回の実験は、エネルギー吸収要素としての低降伏点鋼パネルを鉄骨に取り付けた制振間柱の性能確認実



写真1 セッティング状況

験である。間柱型のデバイスは、ブレース型のもののように、室内の間取りに制約を与えないため、集合住宅や事務所ビルにおいて好まれる。パネルタイプの制振デバイスについては、設計のための知見が蓄積されてきているが、比較的高軸力における性能把握が課題となっている。

軸力レベル、載荷振幅をパラメータとして4体の実験を行い、エネルギー吸収能力に与える影響を確認した。

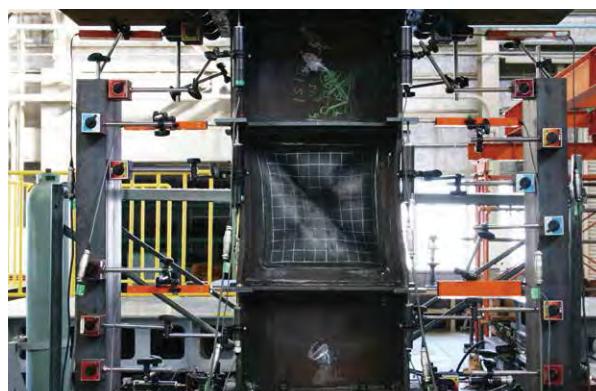


写真2 実験終了状況の一例

# 空気力学 研究センター

連絡先…担当者／高橋 賢一

E-mail:takahashi@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、3分力天秤、3次元微動装置、熱線風速計、  
多点圧力計測器、3次元煙風洞

## ●イベント情報

オープンキャンパス(8月)、キャンパスウォッチング(11月)、  
施設見学(随時)

## 迎角を有する矩形柱に作用する空気力の精密測定

土木工学科 専任講師 長谷部 寛

構造基本断面である正方形や長方形の断面形状を有する矩形柱の三分力（抗力、揚力、空力モーメント）は、様々な研究者によって測定してきた。しかし、それらの文献値には多少のばらつきが見られる。著者は昨年度、正方形角柱を対象に迎角±15度の範囲で三分力を精密に測定し、実験環境等が測定結果に及ぼす要因を検討した。本年度は辺長比2の長方形断面を有する角柱の三分力測定を実施した。

図1のように、風洞内に導流壁を設置し、気流の一様性を確保するとともに、導流壁中央に両端に三分力計を接続した辺長比2角柱模型を据え付けた。角柱は迎角±15°の範囲を1度ピッチで変化させ、三分力を測定した。昨年度測定した正方形角柱の三分力係数と、本年度測定した辺長比2角柱の三分力係数の分布を図2に示す。迎角0度の場合、臨界断面である辺長比0.6角柱よりも大きい辺長比の角柱では抗力係数が低下することが知られているが、本研究でもそのような結果が確認された。さらに、正方形角柱よりも揚力が大きく失速が小さい迎角で起こることも確認された。

今後は、これらの結果を数値流体解析の検証に用いるとと

もに、断面形状を橋梁桁断面とした空気力測定実験を実施する予定である。



図1 辺長比2角柱模型と架台

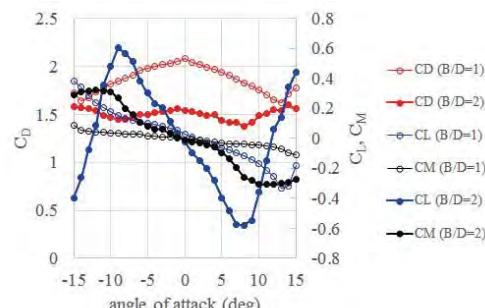


図2 正方形角柱と辺長比2角柱の三分力係数の比較

## 自動車模型に作用する空気力特性と 後流渦に関する研究

機械工学科 准教授 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に作用する空気力の特性と車体後流に形成される渦との関係の解明を目的として、大型風洞による実験を行っている。できるだけ実車の状態に近い流れ場を実現するため、1/4スケール相当の模型と最大40 m/sでの高い風速条件で実施している。本研究では、図1に示す専用の地面板と自動車模型は非接触で模型に作用する6分力空気力を計測し、空間中の静圧変動が計測可能な特殊な静圧プローブを用いて後流中に形成されている



図1 風洞測定部内に設置した自動車模型と専用の地面板

と予想された渦を捉えることができた。図2は主流方向に垂直な断面で計測した静圧分布の一例を示しているが、平均静圧値の低い領域は渦中心を示し、静圧変動分布より、その領域で渦の変動が大きいことが示唆されている。これにより、その渦のおおよその大きさや発生状況が推定できる。今後は、計測結果を精査してこの渦の発生メカニズムを解明することで車体の空気抵抗低減の糸口をつかむことを目指す。

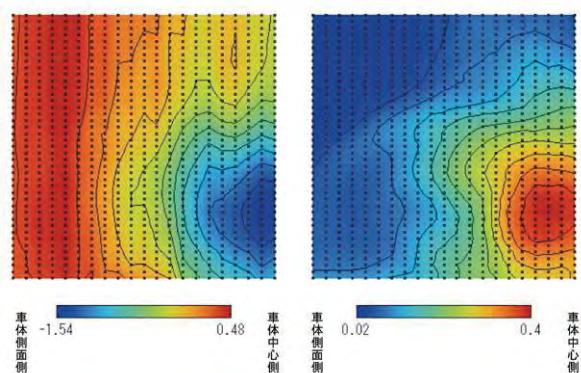


図2 車体後流中の静圧分布【左：平均静圧、右：静圧変動】

## トンボの翅の空力特性の研究

航空宇宙工学科 教授 安田 邦男

羽ばたき飛行をしているトンボの飛行のメカニズムを解明するために実物の翅を用いて風洞実験を行っています。トンボは、レイノルズ数が約 $10^3$ のオーダで飛行しており、独立して羽ばたく左右の前翅と後翅の4枚の翅の空気力と腹部の変形による重心位置の移動を利用して前進、後退、空中停止、急旋回など多彩な飛行を行います。ギンヤンマを例にすると図1に示すように翅は極めて薄く複雑な構造をしています。翼幅方向に網目状の黒色の支脈が走り、その間を透明な薄膜がおおっています。翅は、翼幅は100mm程度で、翼弦長は10mm程度です。支脈の直径は太いもので100μm、細いもので10μmあり、薄膜の厚さは2μm程度で、細かく見るとそれだけでも凸凹があり、さらに前縁付近において高さ1~2mm程度の凸凹があります。翅の断面は、流線形の形状ではなくギザギザの形状をしています。このギザギザの形状が翅の強度ならびに空力特性に大きく影響しています。このギザギザした形状が空気力にどのように影響しているかについて解説しています。図2は、3次元煙風洞を用いてギンヤンマの翅の上面の流れの可視化を行ったものです。

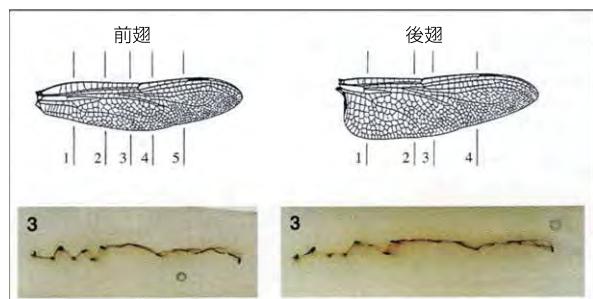


図1 ギンヤンマの翅の断面図



図2 ギンヤンマの翅の可視化実験

## 翼形状の異なるダリウス形風車の性能検討

電気工学科 教授 塩野 光弘  
専任講師 直井 和久  
助手 辻 健太郎

プロペラ形風車は大型化が可能なため、商用発電用風車として広く普及している。しかし、プロペラ形風車は水平軸形風車の一種であり、風向きに対して風車を常に正対させる必要がある。そこで、我々の研究室では、どの方向からの風に對しても一方向に回転する特徴を持つ垂直軸形風車に着目し、垂直軸形風車の一種であるダリウス形風車（写真1）の性能に関する検討を行っている。ダリウス形風車は翼の形状が風車性能に影響を与えるため、現在はNACA63-018に基づく直線翼および円弧翼を使用した場合の性能について、空気力学研究センターの所有する大型風洞を利用して実験的に検討を行っている。この一例として、図1に4枚翼風車を使用した場合の特性（パワー係数）

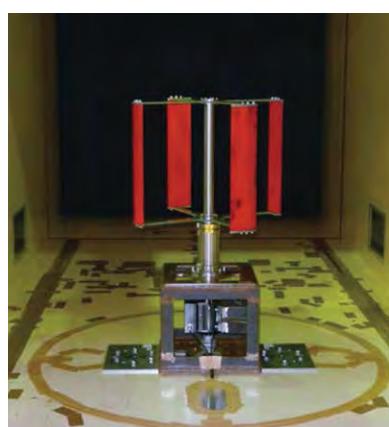


写真1 4枚翼ダリウス形風車

を示す。図1より、パワー係数は直線翼よりも円弧翼の方が上回り、風の持つエネルギーを機械的な回転力に変換する性能は円弧翼を採用するほうが優れていることを明らかにした。特にパワー係数の最大値に着目すると、直線翼0.08、円弧翼0.14であり、円弧翼の最大パワー係数は直線翼の約1.8倍である。今後は、翼枚数やソリディティを変化させた場合の性能を風洞施設により明らかにする予定である。

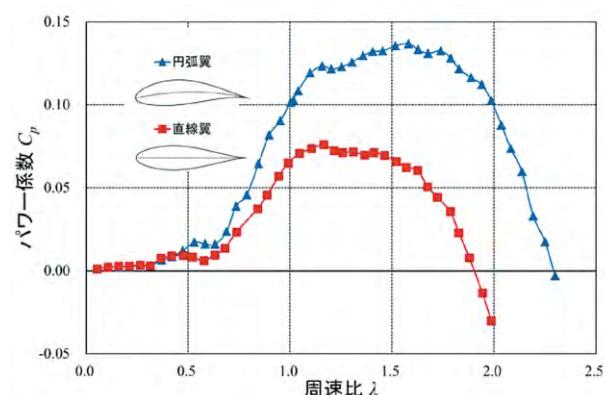


図1 円弧翼と直線翼のパワー係数特性

# 材料創造 研究センター

連絡先…担当者／大月 穂

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)、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、レニシヨー顕微ラマン装置、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

## 二次元NMR法(HMBC)によるミャンマー伝統医薬中の生理活性物質の解析

物質応用化学科 教授 仁科 淳良

当研究室では、2013年から新規な創薬リード化合物の検出を目的として、ミャンマー伝統医薬のうち、主に過去に研究対象となっていない生薬の成分探索を行っている。方法としては、生薬サンプルの溶剤抽出物をクロマトグラフィーを用いて精製し、得られた単離化合物の核磁気共鳴 (NMR) スペクトル、MSスペクトルを測定して、最終的に、化学構造を特定している。NMRスペクトルに関しては、まず<sup>1</sup>Hと<sup>13</sup>Cの1次元スペクトルを測定してサンプルの純度と、化合物の構造を特定する。1次元スペクトルで物質の構造が特定できない場合には、に<sup>1</sup>H-<sup>1</sup>H COSY、<sup>1</sup>H-<sup>13</sup>C HSQCなどの2次元スペクトルを測定してH-Cの相関を明らかにする。場合によっては、<sup>1</sup>H-<sup>13</sup>C HMBC (ロングレンジのH-C相関の測定法) の結果から、H-Cの結合を2次元的に解析して単離化合物の化学構造を特定している。

以下の測定例では、ミャンマー伝統医薬の1アイテムである*Gentiana kurroo* Royleから

単離した (1S,5S,6R,8aR)-methyl 5-(2-(furan-3-yl)-2-oxoethyl)-8a-hydroxy-1,5,6-trimethyl-3-oxo-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydronaphthalene-1-carboxylateの構造をHMBCにより特定した。NMRスペクトル測定によって得られる情報は、測定サンプルの化学構造のいわば指紋のようなもので、化学構造の厳密な特定が必要な本研究には欠くことのできない測定項目となっている。

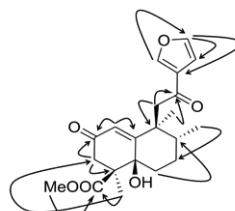


図1 (1S,5S,6R,8aR)-methyl 5-(2-(furan-3-yl)-2-oxoethyl)-8a-hydroxy-1,5,6-trimethyl-3-oxo-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydronaphthalene-1-carboxylateのHMBC相関

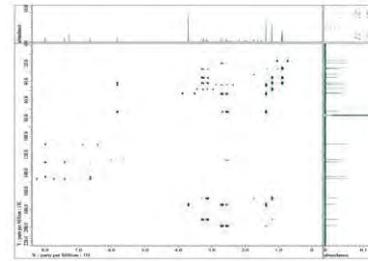


図2 (1S,5S,6R,8aR)-methyl 5-(2-(furan-3-yl)-2-oxoethyl)-8a-hydroxy-1,5,6-trimethyl-3-oxo-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydronaphthalene-1-carboxylateのHMBC測定結果

## MSイメージングによる脂質の網羅的解析

物質応用化学科 助教 鈴木 佑典

細胞膜上の脂質は膜の流動性を制御しており、各種受容体の局在や細胞内情報伝達を制御していることが明らかになりつつあるが、多様な脂質の機能を解明するためには、膜を構成する脂質の詳細な構造解析が重要である。当研究室では、マトリックス支援レーザー脱離イオン化法 (matrix-assisted laser desorption/ionization, MALDI) と

2台の飛行時間型質量分析装置 (time-of-flight mass spectrometry, TOF-MS) を直列に接続したシステムを組み合わせたMALDI-TOF-TOF質量分析装置 (図1) を用いた脂質のMSイメージング解析を行っている。

細胞または組織由来の糖脂質を薄層クロマトグラフィー (TLC) で展開・分離後、熱転写したPVDF膜のTLC-blot MSイメージング解析を行うことにより、網羅的な脂質解析が可能であることを確認している (図2)。また、他大学との共同研究で行つ

ている組織切片のMSイメージング解析結果から、高解像度な脂質の分布画像を得ている。今後、様々な疾患や生命現象に関連する他の物質の網羅的な解析にも応用していく予定である。



図1 MALDI-TOF-TOF質量分析装置

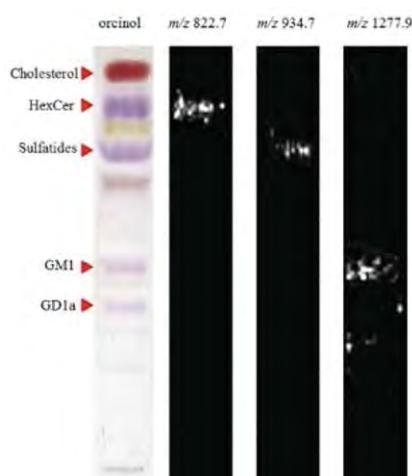


図2 ブタ脳由来総糖脂質のTLC-blot MSイメージング画像

## ナノレベルで構造を制御した球状中空材料の合成

硫酸は石油製品の製造など工業的に用いられている必要不可欠な触媒である。一方で分離・回収が困難であり、多量の廃酸や装置の腐食といった問題がある。上記の問題に対して、分離・回収できる固体酸が注目されている。しかしながら、反応性は硫酸と比較すると低いため、固体酸の高性能化が必要であり、固体酸の構造と活性との関係を明確にすることが重要である。そこで当研究グループでは、規則性構造体の一つである球状中空材料に着目している。本構造体は、配向性がなく均質であることから構造が活性に与える影響を明確にしやすい特徴を有する。その中でも、私たちは主にシリカ-アルミナ系の球状中空体を合成し、ナノレベルでの構造制御を行い、これらの構造が水素貯蔵材料からの脱水素反応に与える影響について検討

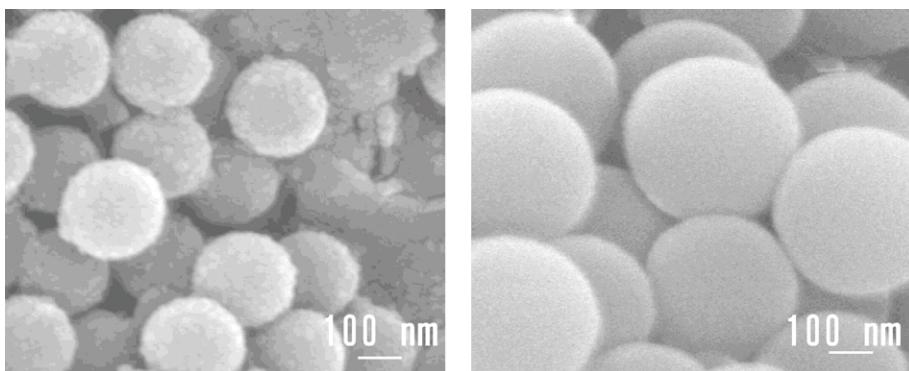


図1 各粒径に制御した球状中空シリカ-アルミナの走査型電子顕微鏡

## X線広角回折測定による高分子結晶の配向評価

物質応用化学専攻 博士後期課程2年 中山 麗

化石資源枯渇問題や地球環境問題を解決できる新規材料としてバイオマスプラスチックが期待されています。バイオマスプラスチックは、石油に代わり、植物など再生可能な資源から生産されるプラスチックで、このために循環型社会に適合した材料として実用化が進められています。しかし、バイオマスプラスチックは石油由来の高分子と比べて、力学強度が低いことが問題となっています。

高分子材料の力学強度を改善する方法のひとつに高分子の結晶を一方向に並べる、すなわち、配向化があります。私の研究室では結晶の配向化に強磁場を用いた高分子材料の開発を行っています。材料性能の指標である結晶化度や配向度を調べるために、材料創造研究センターのX線広角回折(WAXD: PANalytical製X' Pert PRO MPD)測定が威力を発揮します。

バイオマスプラスチックであるポリ-L-乳酸(PLLA)にポリ-DL-乳酸をブレンドしたフィルムの強磁場照射実験について紹介します。WAXD測定結果からFig.1に示すように、PLLA結晶(110)面および(200)面の反射に相当する $2\theta = 16.7^\circ$ のピーグ強度変化に回転角度依存性があることがわか

している。それらの形態を確認する際に、材料創造研究センターの走査型電子顕微鏡を利用している。研究例の一つとして図1に粒径制御を行った球状中空シリカ-アルミナを示す。この他にも、中空壁厚や中空壁の細孔をナノレベルで制御し、活性との関係を検討している。これらを、系統的に整理することで高性能固体酸の開発を行っている。

ります。(a)は磁場照射をしていないフィルム、(b)は配向フィルムの回転角依存性です。(a)では回転角と強度の関係に規則性が見られないことから、PLLA結晶はランダムに配向していることがわかります。一方、(b)は、(a)に比べて方位角強度が、0、180、360°と約180°周期で回折強度が変化していることから、PLLA結晶は一軸方向に配向していることがわかりました。力学強度の評価は今後の課題ですが、強磁場が高分子材料成形においても有効なツールとなり得ることが明らかとなりました。

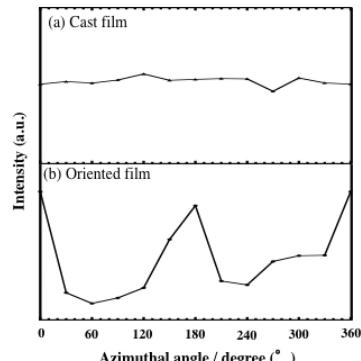


Fig.1 WAXD (110)/(200) intensity along the azimuthal angle for (a) cast film, (b) oriented film.

# 先端材料 科学センター

## シリコン系発光デバイスの研究

LEDなどの発光デバイスは化合物半導体が多用されている。これらは高い発光効率を有する反面、一般に希少金属や有害物質が使用される。そこで本研究では安価で豊富かつ無害であるシリコン系材料による発光を目指している。これまでに、シリコン系絶縁膜であるSiO<sub>2</sub>膜にSnを拡散することにより、可視フォトoluminescence (PL) 発光を確認した。また、Snの拡散量と共に発光強度が向上することも確認した。

そこで本研究では、光エネルギーを利用した低温成膜法である光CVD法により作製したシリコン酸窒化膜 (SiON膜) に着目した。低温成長膜の密度は高温に比べて低く、Snの更なる拡散量増大が期待される。そこでSn/SiON積層膜に対し熱処理を施した結果、SiO<sub>2</sub>に比べて高強度のPL発光が観測された。ただし、熱処理時のSn凝集により、発光分布が面内で不均一になることも確認した。そこで、発光分布の均一化を目的に、気相状のSnをSiON膜上に導入し拡散する方法を提案した。その結果、膜面上でほぼ均一な発光分布が得られ、更に発光強度の増大、発光スペクトルの狭小化も確認された。

連絡先…担当者／塚本 新

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

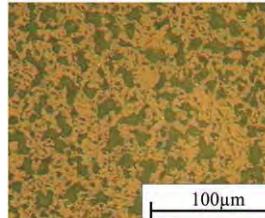
電界放射形透過電子顕微鏡、電界放射走査形電子顕微鏡、X線光電子分光装置、収束イオンビーム加工装置、原子間力顕微鏡、磁気力顕微鏡、SQUID-VSM、電子線描画装置、エリプソメータ、薄膜スパッタリング装置

## ●イベント情報

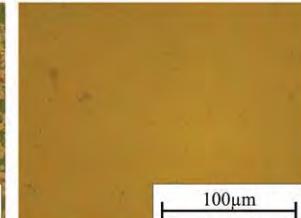
オープンキャンパス、キャンパスウォッチング等で見学「材料科学に関する若手フォーラム」の定期開催

電子工学科 教授 高橋 芳浩  
助手 吳 研

今後、電圧印加による発光について検討を行い、シリコン系発光デバイスの実現を目指す。

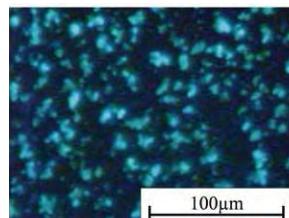


Sn薄膜による拡散

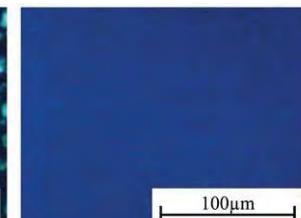


気相Snによる拡散

図1 Sn拡散SiON膜の表面顕微鏡写真



Sn薄膜による拡散



気相Snによる拡散

図2 Sn拡散SiON膜のPL発光状態（青い部分が発光領域）

## 表面プラズモン磁気センサのための材料研究

電子工学科 助教 芦澤 好人  
教授 中川 活二

金属と誘電体との界面における電子の粗密波である表面プラズモンポラリトンは、励起条件が界面材料の誘電率に強く依存することを利用して、これまでバイオテクノロジー分野におけるセンサとして用いられてきた。我々は、電子工学においても磁界印加などの場の変化における物質内の誘電率変化を検出する新たなセンサに応用することが期待できると考え、表面プラズモン磁気センサの創製を目指して研究を進めている。特に表面プラズモンが光と同程度の高い周波数で応答可能であり、また光の回折限界を超えて集束することが可能であることから、磁気の分野に応用することでこれまで計測できなかった超短時間におけるナノ空間の磁気センシングの可能性を秘めている。

表面プラズモンを磁気センシングに応用するに当たり、表面プラズモン生成及び磁気応答特性の両観点から新たなプラズモニック結合磁性材料の創出を行っており、これまでに非固溶系材料薄膜、金属/非金属強磁性二層薄膜などを実現してきた。振動試料型磁力計を用いた磁気特性評価、X線回折装置、電子顕微鏡を用いて結晶構造解析により、さらに大きなセンシング信号を得られる材料探査を行っている。



図1 表面プラズモンの励起用光学系

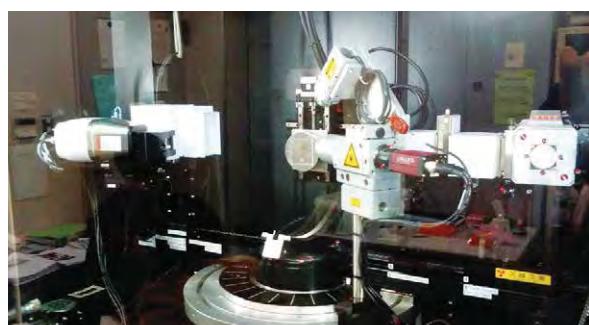


図2 構造解析用X線回折装置

## コランダム構造を有する反強磁性絶縁体Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の疑似立方晶単結晶基板上での成長

電子工学科 準教授 岩田 展幸

本研究の目的は、強磁性体/r面 (1-102) 配向Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>積層膜を作製し、電界印加により磁化反転する超低消費電力の電界印加型磁化反転不揮発性メモリの作製である。本報告では、擬似立方晶構造を持つYAlO<sub>3</sub> (YAO) (001) 基板上でコランダム(六方晶)構造を持つCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>薄膜のエピタキシャル成長について記載する。YAO上に配向膜が成長すれば、電界印加のための下部電極探索が極めて容易になる。Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の格子定数を下記の様に表現し直せば擬似立方結晶上でもエピタキシャル成長可能と予想できる：a [-4-21]<sub>h</sub> = b

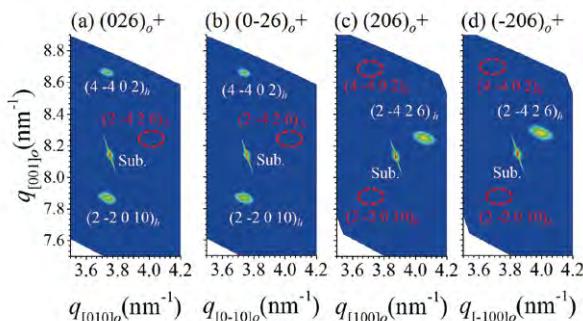


図1：(a) YAO(026)<sub>o</sub>、(b) YAO(0-26)<sub>o</sub>、(c) YAO(206)<sub>o</sub>、(d) YAO(-206)<sub>o</sub>。面周辺の逆格子マップを示す。Sub.は基板ピークを示す。面内でCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>[110]h//YAO[100]o、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>±[111]h//YAO[010]o、面直では、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(1-102)h//YAO(001)oの関係でエピタキシャル成長した。

[241]<sub>h</sub> = c [2-21]<sub>h</sub> = 0.3648 nm、 $\alpha = \beta = 94.46^\circ$ 、 $\gamma = 85.54^\circ$ 。（下付のhは六方晶系で各軸を表現した場合）。図1に逆格子マップを示す。(a, b)においては、(2-2 0 10)<sub>h</sub>、(4 -4 0 2)<sub>h</sub>両者のピークが観測された。(c, d)では、(2 -4 2 6)<sub>h</sub>のピークが観測された。破線内は現れなかったピークを示す。これらの結果から、YAO[010]o//Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>±[111]hの関係で二種類のグレインがエピタキシャル成長していることが分かった（下付のOは斜方晶系で各軸を表現した場合）。薄膜表面（図2）は一つのグレインに注目するとユニットセル程度の段差で平坦であった。膜最表面は2次元的にCrスピンが強磁性配列した構造となっていると考えている。

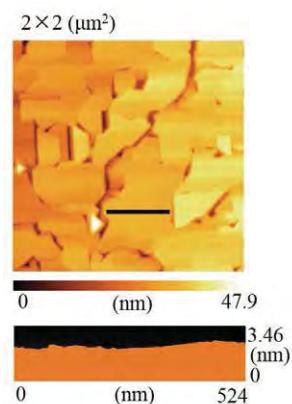


図2：Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>薄膜の表面像とラインプロファイル（図中黒線）。グレインはコアレッセンスしており、そうでない箇所では溝が発生した。一方、一つのグレインに注目すると、原子レベルで平坦であることがわかった。

## 超短時間光-物質間作用の探索と制御

電子工学科 教授 塚本 新

今日、高度情報化社会の中核をなす高速情報蓄積/処理基盤技術において、物性を良く理解しその技術的利用を達成している時間領域はナノ秒（10<sup>-9</sup>秒）オーダーであり、フェムト秒（10<sup>-15</sup>秒）という遙かに短い未踏領域の理解・制御を図ることは、近年要請が高まる超高速情報処理、新規光機能材料や超微細低エネルギー消費デバイス創生の指導原理の一つとして不可欠な知見となり得る。

本研究では、超短パルスレーザーを用いる事で、超高速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。その一つとして、超短单一パルス光照射のみによる光誘起完全磁化反転現象の実証実験に成功し、将来の超高速磁気メモリに活用できるものとして注目を集めている。このような超短時間領域（フェムト秒：10<sup>-15</sup>秒）での光-物質間作用に関する実験的知見、原理、ともに未踏領域であり、超高速分光計測手法開発、理論モデルおよび計算コードの開発等、相補的研究検討の推進が不可欠である。現在、文部科学省「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」（平成25年～29年度予定）「超短時間光・物質相互作用の理解・制御が切り開く新材料・物性・デバイスの探索と創生」の主要テーマの一つとして先端材料科学材料センターを中心拠点とし連携研究を進めている。

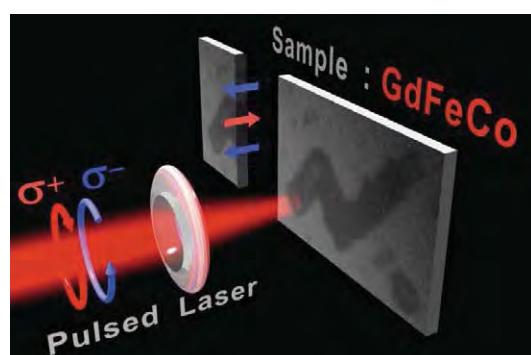


図1 超短パルス光情報記録のデモンストレーション結果。  
図中レンズやレーザー・ビーム等はCG画像。

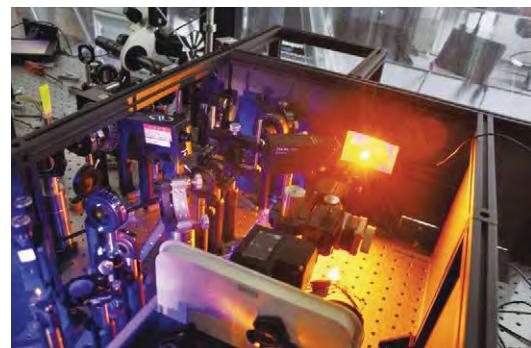


図2 フェムト秒パルスレーザー利用全光型超高速磁化現象計測システム

# 環境・防災都市共同 研究センター

## ケーブルを用いたスクワットホイール型大観覧車の 地震時挙動に関する基礎的研究

建築学科 空間構造デザイン

岡田・宮里研究室(岡田 章／宮里 直也／廣石 秀造)

2007年の建築基準法改正に伴い、高さ60mを超える遊戯施設に対しても他の建築と同様に大臣認定が必要となり、時刻歴応答解析を用いた地震動に対する検討や長周期地震動に対する検討が必須となった。この法改正に対して、対応できる設計手法・データが蓄積されていなかったこともあり、2007年以降、大規模な観覧車は建設されていない。この現状を踏まえ、スクワットホイール型大観覧車を対象として、地震時挙動について検討を行った。国内では鋼管を用いたトラス



図1 スクワットホイール型の試験体

型が主流となっている。一方、スクワットホイール型は、自転車の車輪に代表され、引張力のみに抵抗するケーブルと外周のコンプレッションリングの特性を組合せた形式である。トラス型と比べて、風を受ける見付面積が小さくなることにより、風荷重が減少し、ケーブルの長尺性や軽量性を活かせるという利点が期待されている。しかし風荷重の減少と共に地震荷重が支配的となることが想定されるが、スクワットホイール型大観覧車に関して、地震時挙動に関する知見は未だ報告されていない。

のことから、スクワットホイール型大観覧車の地震時挙動の検証を目的として、振動実験を行い、検討結果より数値解析結果の妥当性が把握され、有用なデータを蓄積した。



図2 実験風景

## 人間の振動特性が建物応答に与える影響について

建築学科 秦研究室(秦 一平)

本研究は、地震時に建物内部にいる人が建物応答にどの程度の影響を与えるかを検証することを目的としている。検証として、図1に示す、1質点系の振動模型により検証実験を行い、人間の振動特性を把握した。振動実験では、質量比の関係、地震波の主要動長さ、周期依存性及び人間の姿勢により、応答がどのように増減するかを把握した。評価方法として、粘性減衰定数 $h$ により評価している。実験結果より、質量比が大きいほど、 $h$ 増減倍率が高くなる傾向がある。主要動の継続時間が長い場合の方が人間にによる影響が顕著に表れる。短周期側では、増減倍率が増加しやすく、逆に長周期側では $h$ 増減倍率が低下、若しくは維持する傾向

にある。各試験体固有周期に対して姿勢ごとに人間の周期が変化し同調する傾向がある。特に、足をひらいた状態で、建物固有周期が短く、質量比が大きく、地震の主要動長さが長い場合には、制震させる効果があることが、実験により把握することができた。



図1 人間の振動特性が建物応答に与える影響についての試験様子

# 木造面格子壁の動的性状に関する基礎的研究 —載荷速度が剛性・耐力・エネルギー吸収性能に及ぼす影響の把握—

建築学科 空間構造デザイン 岡田・宮里研究室(岡田 章／宮里 直也／廣石 秀造)

相欠き加工した木材を格子状に組み上げた面格子壁は、木造住宅の耐力壁や寺社・文化財等の耐震補強として使用されている。面格子壁の特徴として、剛性・耐力が相欠き仕口の数により変化すること、格子交点部のめり込みによる高い変形性能と粘り強い性状を有することが挙げられる。しかし、主に軸組工法における現在の木質構造は、壁倍率による「強く硬くすること」を基本としており、面格子壁は特徴を生かせず、低評価となっている。面格子壁の高い変形性能を正しく評価するためには、各限界変位が検討の対象となる限界耐力計算による評価が必要と考えられるが、限界耐力計算に用いるエネルギー吸収性能等のデータの蓄積は行われていない。

本研究では、面格子壁のエネルギー吸収性能等の動的性状に関する基礎的なデータの蓄積を行った。

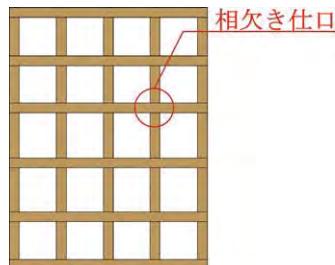


図1 面格子壁

積を目的として、複数の仕口を有する試験体を対象とした動的載荷実験を行った。載荷速度と仕口数・仕口間隔をパラメータとして、正弦波加振を行った結果、載荷速度の増加に伴い剛性が大きくなる傾向を示した。また、仕口数の増加に伴い剛性・耐力・履歴エネルギーともに大きくなる傾向を示した。今後は実大規模の面格子壁の動的載荷実験等を行い、より詳細なデータの蓄積を予定している。

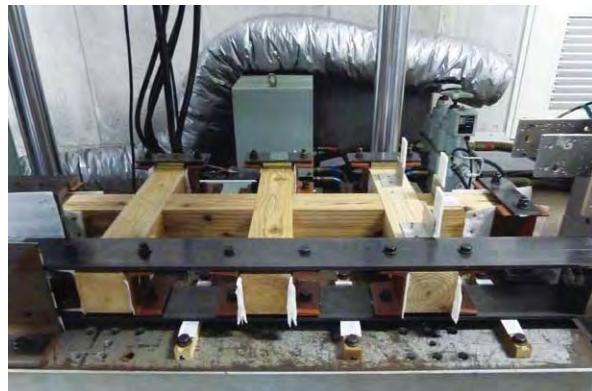


図2 実験風景

## D.M.付制震アウトフレーム連結システムを用いた制震改修方法の開発

建築学科 秦研究室(秦 一平)

既存建物の耐震改修方法として、外側耐震改修がある。外側耐震改修は、枠付き鉄骨ブレース骨組みを用いて既存鉄筋コンクリート造建築物を外側から補強する場合と、鉄骨枠フレーム内に制震装置を用いた制震改修方法の事例がある。

この外側耐震改修方法を応用して、本研究では既存架構とダンパー及び回転慣性質量を付加できるダイナミックマス(以降D.M.)を付加した制震アウトフレームを柔なばね材で連結させた新しい改修システムを提案している。この提案方法は最上層のみで連結させる事が出来る工法となっており、その提案システムのイメージを図1に示す。制震アウトフレームは、地震応答を制御する為に、既存架構の外側に取り付けられる、アウトフレーム内にD.M.ダンパーを用いる事でアウトフレームの質量を調整することが可能となり、大きな質量効果が期待できる。要するに、D.M.と粘性ダンパーを用いた

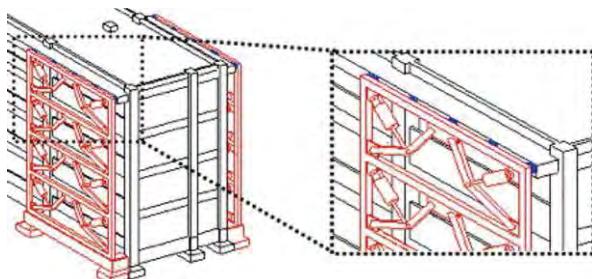


図1 D.M.付制震アウトフレーム連結システム イメージ図

制震アウトフレームと既存架構を連結させ、互いの位相差により既存架構を制御するシステムである。このシステムの制震効果を検証するために、振動実験により応答性能を確認した。試験体写真を図2に示す。



図2 D.M.付制震アウトフレーム連結システム試験体

# マイクロ機能デバイス 研究センター

連絡先…担当者／佐伯 勝敏

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エッチャリング装置、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

## グラフェンで修飾した炭素ファイバー布を 電力としたグルコース燃料電池

精密機械工学科 教授 西岡 泰城  
精密機械工学専攻M1 星 和樹

人体内的心臓ペースメーカー等のマイクロデバイスの電源として、血液中のグルコース（ブドウ糖）を燃料として動作するバイオ燃料電池の研究が注目を集めている。この燃料電池の電極材料としては、フレキシブル性、生体適合性、および発電電力密度が大きいことが要求される。本研究においては、電極材料として非常に表面積が大きいグラフェン修飾炭素ファイバー布を電極として有するバイオ燃料電池を試作した。その結果、人体中の濃度と同じ5 mMのグルコースを含む生理食塩水中で、 $19 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ の発電量を確認した。この、発電量は世界最高レベルとなった。現時点での埋め込み

型心臓ペースメーカーの消費電力は、 $10 \mu\text{W}$ であるために、面積が $1 \text{cm}^2$ の程度の大きさの燃料電池で心臓ペースメーカーを十分に駆動できそうである。本研究は、(株)インキュベーションアライアンスと共同で実用化研究を進めているところである。

参考文献 : Kazuki Hoshi, Kazuo Muramatsu, Hisato Sumi, and Yasuhiro Nishioka, "Graphene-coated carbon fiber cloth for flexible electrodes of glucose fuel cells," Japanese Journal of Applied Physics, 55, 02BE05, (2016). DOI:10.7567/JJAP.55.02BE05

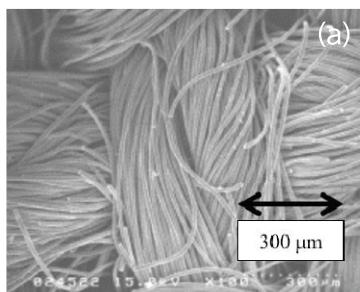


図1 (a)炭素ファイバー布の電子顕微鏡写真、(b)炭素ファイバー一本一本に堆積されたグラフェン構造

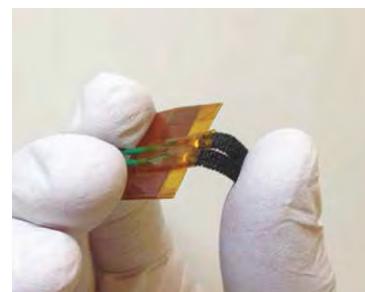
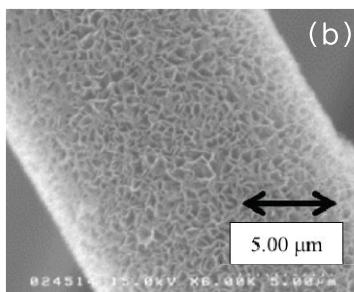


図2 試作したフレキシブルなグルコース燃料電池

## MEMSと積層セラミックを組み合わせることで 得られる小型電磁デバイス

精密機械工学科 助手 高藤 美泉

MEMS分野で用いられるような微細で高精度な加工が可能になった今、センサやアクチュエータのようなデバイスの小型化は著しく進んでいる。マイクロ機能デバイス研究センターでも従来の機械加工では形成が困難な微細な構造部品を単結晶シリコンで実現可能である。また、当センターではシリコン材料だけでなく小型電子素子の一つであるセラミック部品を作製する積層セラミック技術も有している。そのため、我々は微細加工を用いてシリコンの小型構造部品を作製し、積層セラミック技術を用いて作製した小型磁気回路を組み合わせた5mm程度の小型な発電機やモータといった電磁デバイスの開発を行っている。これまでの小型電磁デバイスでは立体のコイル構造が望ましい磁気回路の形成がMEMSに向かうことから小型化が困難であった。しかし、積層セラミック技術ではシート状のセラミックに導体パターンを印刷し、それを重ねあわせることで三次元配線を可能とする。ま

た、セラミック材料に磁性材料を用いることも可能である。これまでの研究でMEMSと積層セラミック磁気回路を組み合わせた発電機とモータの開発を行い、発電結果と回転動作を確認した。今後はより小型化・高効率化を図る。

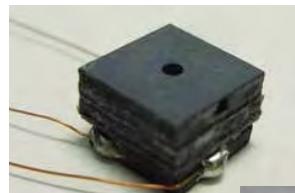


図1 電磁誘導式発電機



図2 電磁誘導式MEMSモータ

## 半導体集積回路のソフトエラー耐性強化

電子工学科 教授 高橋 芳浩  
助手 吳 研

宇宙空間など劣悪な放射線環境で半導体集積回路を使用すると、放射線によりデバイス内で発生した電荷に起因して、回路誤動作（ソフトエラー）が発生する。我々は、ソフトエラー耐性に優れた構造として提案されているSOI (Silicon On Insulator) —MOSFET（トランジスタ）を本センターで作製し、特性評価を行っている。その結果、エラーの直接原因となる放射線照射誘起電流がデバイスの微細化に伴い増大することが明らかとなった。これは、Body領域に蓄積された電荷による電流増幅が原因である。そこで本研究では、更なる耐性強化を目的にトンネルFET (TFET) に着目した。TFETのBody領域は、従来構造と異なり電気的な「谷」が存在しないという特徴があ

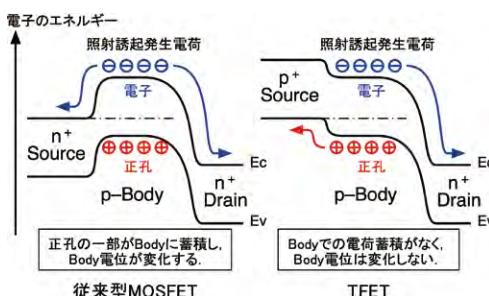


図1 MOSFET, TFET (nチャネル型) のエネルギー・バンド構造 (OFF状態)

り、上記の電荷蓄積および電流増幅の抑圧が期待できる。デバイスシミュレーションにより、重イオン照射時の現象を評価した結果、微細構造でも照射誘起電流の振幅・継続時間が抑制可能であることを確認し、ソフトエラー耐性向上に有効であることがわかった。今後、各種回路での照射効果の検討、およびデバイス作製による実証を行い、宇宙空間でも高い信頼性を有する半導体集積回路の開発を目指す。

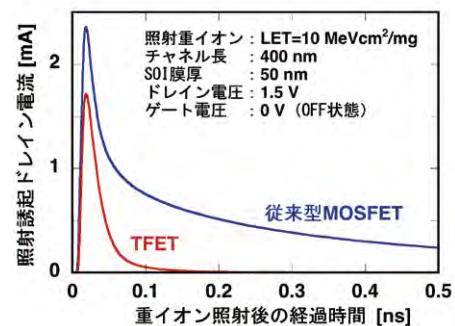


図2 重イオン照射時の各デバイスの照射誘起過渡電流 (計算結果)

## 酸化チタンAnatase-rutile薄膜ナノ構造の探求と新規光学素子への応用

量子科学研究所 助教 羽柴 秀臣

酸化チタン ( $TiO_2$ ) は可視光領域での触媒効果やテラヘルツ領域での高い屈折率を持つことから、色素増感型太陽電池やテラヘルツ帯光学素子などへの応用が期待されている。また、 $TiO_2$ は通過電流によって抵抗が変わる抵抗スイッチ現象が知られており、次世代の抵抗変化メモリーとしても有望視されており、その応用範囲は広い。酸化チタンは製膜中の酸素供給の違いから、 $TiO$ 、 $Ti_2O_3$ 、 $Ti_3O_5$ 、 $TiO_2$ などがあり、また $TiO_2$ はAnatase、rutile、brookiteなどの結晶構造をもつ。

我々は波長630nmの可視光に対応する $TiO_2$ 二次元フォトニック結晶をFTO基盤に作成することを目的に、電子線描画により数nmからのパターニングを施した電子線レジスト微細マスクへの $TiO_2$ 微細構造直接製膜技術を提案する。製膜にはRFスパッタ法をもちいる。窒素ガスとアルゴンガスの導入比率により酸化チタンの組成をコントロールでき、 $TiO$ から $TiO_2$ までの薄膜の作成が可能である。この技術では、製膜中に電子線レジストマスクの微細構造が熱によって変質を起こさない低温であることが重要である。

作成した $TiO_2$ 微細構造(Fig.1a)は、その表面粗さが7nmであったが、500°C/1時間の焼成により11nmまで成長した。焼成前後の $TiO_2$ 結晶はXRDを用いて結晶性を評価した。焼

成前の薄膜はほぼアモルファスであるが、Rutile結晶特有のピークを示した (Fig.1d)。焼成後ではAnataseの結晶化があるが少なく、焼成条件の更なる最適化が必要と考える。

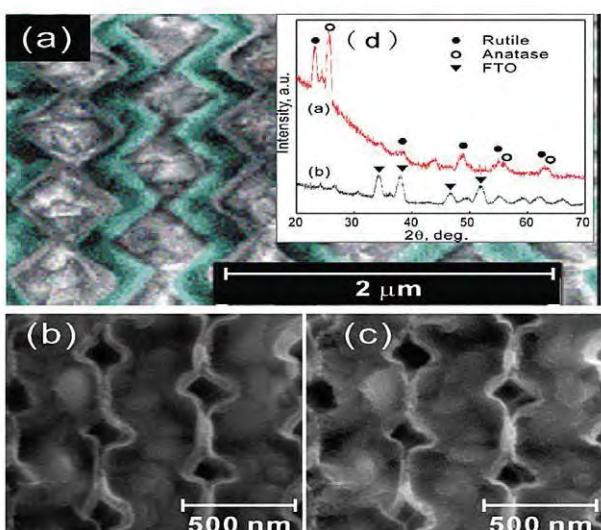


Fig. 1. (a)ジグザグスラブ $TiO_2$ 微細構造のSEM画像。  
 (b) 焼成前のスラブ構造、(c) 焼成後のスラブ構造。  
 (d) 焼成前(黒)後(赤)のXRD測定。

# 工作技術センター

連絡先…担当者／戸倉 幸治

電話 : 047-469-5511

E-mail:tokura.koji@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

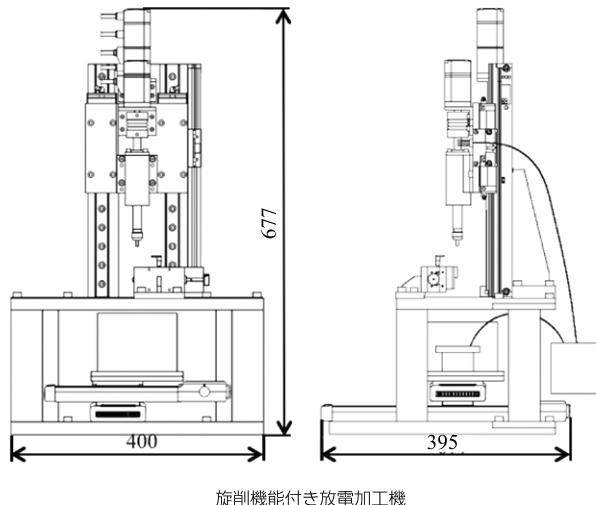
## 旋削機能付き放電加工機の試作

機械工学科 教授 李 和樹

李・山田・三浦研究室では工作技術センターと共同で小さな穴あけを目的とした加工機を開発した。これは図1に示すように小さなもので、次のような特徴を持っている。

- 1) 直径1mm以下の形状精度の高い電極を数秒単位の短時間で容易に製作できる。
- 2) 加工用の電極を自らが作製するため、この取り付け取り外しに起因する電極の振れ回りがなく、極めて形状精度の高い放電穴あけが簡単に行える。
- 3) 穴あけの単価が安くなり、フィルタ等の大量な穴あけや医療機器の製作等に利用できる。

現在はこの機械の加工性能を実験的に評価しており、それとともに微細な切削加工への応用も検討している。



旋削機能付き放電加工機

## 逆流により乱れをフィードバックした噴流

航空宇宙工学科 教授 村松 且典

噴流は穴から空間に噴出して形成される単純な流れであるが、混合、燃焼や伝熱など様々な工業用途で広く利用されている。一般的な噴流は擾乱が空間発展する対流不安定な流れであるが、空間発展した擾乱を逆流によりフィードバックさせることで、擾乱が時間及び空間発展する絶対不安定な流れに変えることができると考え、平成27年度の卒業研究として実施することにした。この研究は学部4年生1名が担当し、実験装置の設計・製作から開始した。学生は工作技術センターから工作法などの指導を受けながら、3D-CADソフトを利用して図面（図1）を描いている。図2と3は、その図面をもと

に工作技術センターが製作した部品である。毎年のことではあるが、学生は自分が設計し図面にしたもののが実際の製品になり、それを見たときには感激している。実験結果として噴流の流れ方向の断面の可視化例を図4と5に示す。内側のノズルから静止空気中に空気を低速で噴出した層流噴流（図4）について、周囲の外側の環状ノズルから吸込みを行った場合の噴流（図5）は擾乱が生じ噴流の形態は大きく変わる。この研究成果は平成27年度の理工学部学術講演会で学生が発表した。

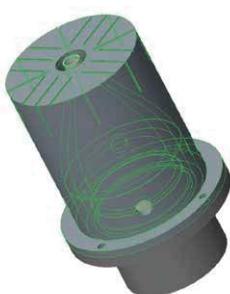


図1 同軸円形ノズルの図面



図2 内側の円形ノズル



図3 外側の円形ノズル

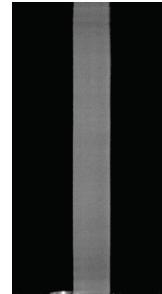


図4 内側ノズルより噴出した噴流



図5 外側ノズルから吸い込みを加えた噴流

## 垂直軸形タービンを用いたOWC型波力発電模擬装置の製作

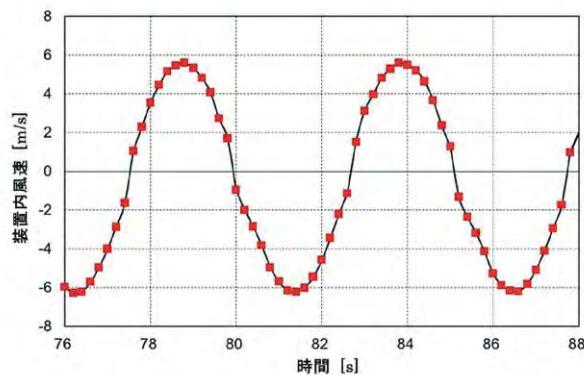
海洋エネルギー発電の一つに波力発電がある。波力発電の中でも、振動水柱（OWC）型波力発電は構造がシンプル、耐久性に優れているなどの利点があり、世界中で採用実績が多い。OWC型波力発電は、波の上下運動を往復気流に変換し、往復気流中にタービンを回転させ、その回転力を発電機に伝達して発電する方式である。現在、OWC型波力発電に用いられるタービンの主流はウェルズタービンであるが、水平軸形タービンの特徴から発電機が海水の塩分を含む空気に晒され腐食するおそれがある。そこで、我々は発電機の設置環境を改善する目的で垂直軸形タービンを用いることを提案した。往復気流中ににおける垂直軸形タービンの挙動を調べる



OWC型波力発電模擬装置

電気工学科 教授 塩野 光弘  
専任講師 直井 和久  
助手 辻 健太郎

ためには、OWC型波力発電模擬装置を製作する必要があり、その設計および製作を工作技術センターに依頼した。往復気流の発生には装置内のピストンの往復運動を利用するが、その構造と駆動制御方法を確立していく段階では、工作技術センターのスタッフと何度も協議しながら進め、装置の完成に至っている。研究面における実験装置の設計および製作に関して、工作技術センターは無くてはならない重要な研究施設である。



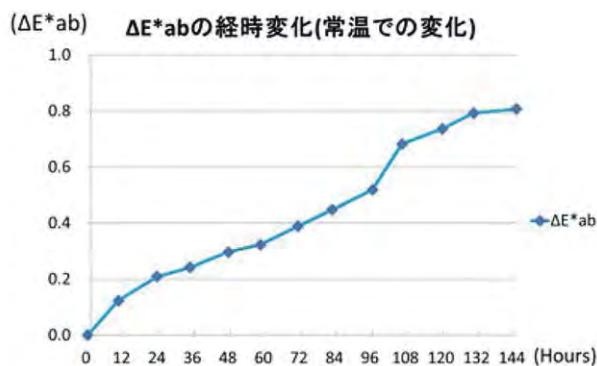
装置内における風速の一例

## 色差計によるメイラード反応系の測定と展望

薬学部 薬学教育研究室 教授 高畠 亨

人は色を認識しています。しかし、赤と言ってもいろんな赤があります。同じ赤と思って比べてみると、少し淡い赤ったり、濃い赤であったりします。また、周りの環境にも左右されて認識されますし、時間とともに劣化し変化もしています。人間の目には同じように見えても実は違う色が数多くあります。その色変化を色差計という電子の目で測定し、医薬品の変質が原因の薬害に対し、色差変化による早期アラウスの可能性を検討しました。前に散剤（いわゆる粉薬）の色変化を報告した後、液剤の検討をしました。液剤として中心静脈点滴用輸液バッグを選んだ際に、大きさの問題や一定の層長での測定が困難でしたが、輸液バッグが入るセル長

3 cm の色差測定用ホルダーを作成していただき、混合後の経時変化測定を行いました。中心静脈点滴用輸液は混合後、黄色透明の液となり肉眼での変色認識が困難です。JISには、訓練された人が再現性をもって識別できる限界は  $\Delta E^*ab$  が 0.2~0.4 とされている事例があります。混和後の輸液バックは 24 時間で 0.21 の変化が見られ、訓練を積んでいない薬剤師が識別限界に近い変色を色差計によって、1 日で認識できることが示唆されたという結果が得られ、第 135 回日本薬学会等で発表しました。



色差計、色差測定用ホルダー及び輸液バッグ

Multipurpose Test Track  
for Automotive Vehicles

# 交通総合試験路

連絡先・担当者／石坂 哲宏

電話：03-3259-0929

E-mail:skenkyu@adm.cst.nihon-u.ac.jp

ishizaka.tetsuhiro@nihon-u.ac.jp

HP:<http://www.ist.cst.nihon-u.ac.jp/shikenro/>

●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618m密粒アスファルト・コンクリート舗装・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13個
- 4) 運搬用組み立て式リフター2台
- 5) カッセットガス発電機HONDA EU9iGB 900W1台
- 6) パイロン(カラーコーン)
- 7) スライドバー

## 効果的な交通安全教育・対策の提案に向けた 子どもの道路横断判断特性の把握

交通システム工学科 助教 稲垣 具志

皆様ご存知の通り、子どもの事故の典型は「飛び出し事故」です。歩行者事故のうち歩行者に違反のある割合は子どもの場合に顕著に高くなっています。その多くが不適切な横断行動であることが指摘されています。子どもの飛び出しと聞くと、ボールを追いかけて車道へ出てくるといった、クルマの接近を確認せずに飛び出してしまう状況を想像されることと思います。ところが、接近車両を確実に認知できていっても、「いつまで渡れるのか」という判断を誤ってしまい、結果として飛び出しに至るケースも考えられます。

交通システム工学科交通計画研究室では、船橋キャンパス周辺の地域の子どもも会にご協力を頂き、交通総合試験路において小学生の道路横断判断の特性を把握するための実験を実施しています。試験路上に住宅街の生活道路を想定したコースを設定し、子どもが接近車両に対して「いつまで渡れるか」を押しボタンで知らせてもらうことで、正しい判断ができるかを測定します。これまで約50人の小学生の判断状況を分析したところ、小学生は大人よりも接近車両の速度の違いを考慮しないことや、誤った判断が生じやすいことが判明しています。今後も、学年や性別等といった様々な要因に

よる影響を検討しながら、適切な判断能力を習得するための効果的な教育手法や、より安全な道路の整備手法の提案を目指して実験を継続していく予定です。



写真1

横断判断の測定。押しボタンに連動したランプから判断の正誤状況を記録する。



写真2

測定終了後には結果に基づいて参加者に正しい横断判断のタイミングを教える。

## 自動車の接近報知音デザインと 乗り心地に関する研究

精密機械工学科 教授 町田 信夫  
准教授 松田 礼

精密機械工学科人間工学研究室では、「人間・機械・環境」に関する諸問題を科学的に解明することを目的として研究を行っている。当研究室で実施している交通環境と人間特性に関する2つの研究を紹介する。

### ①自動車接近報知音のデザイン

自動車接近報知音とは、走行音が小さいハイブリッド自動車や電気自動車の車両接近通報装置から発音され、歩行者に車の接近を知らせる音である。音量を大きくすれば良く聞こえるが騒音にもなり、小さいと歩行者が車を認知するまで時間がかかり危険になる。この研究では、不快に感じず、かつ適切な回避行動が得られる認知性を両立させた自動車接近報知音の設計手法の提案を目指している。

### ②自動車の乗り心地に関する研究

自動車の乗り心地は、走行時の振動、騒音、視界変化等が複雑に絡み合っており、その評価はテストドライバーの感性判断に任されている。この研究では、人間の振動感覚と生体情報（心電図や皮膚温度）を考慮した乗り心地計測システム

を提案する。自動車の運転操作（発進、制動、危険回避）における運転者の生体負担を定量的に計測・評価することで、運転者の心身状態をリアルタイムで計測できるシステムの開発を目指す。



写真1

自動車接近報知音の聴取・認知距離測定実験



写真2

自動車運転操作時の生体負担の測定実験

## 人力飛行機の飛行試験

航空宇宙工学科 助教 大竹 智久

毎年7月末に人力飛行機の大会である「鳥人間コンテスト」が琵琶湖で開催される。このコンテストには理工学部サークルの航空研究会が第2回大会から出場し、これまでに優勝7回の成績を残している。大会に出場する人力飛行機は、およそ半年ほどの期間をかけてサークルに所属する学生たちが手作りで製作する。大会で良い結果を得るためにには様々な要素が関わってくるが、最も重要なことは飛行試験を行うことで機体が抱え持つ問題点を洗い出し、設計条件に近い状態となるよう大会までに機体を仕上げることである。例年3月末から4月初頭にかけて機体が完成し、交通総合試験路を利用した飛



写真1 交通総合試験路での飛行試験 (Möwe 32)

行試験が開始される。交通総合試験路では機体が飛行できる距離が限られてしまうが、「繰り返し飛行試験を行える」ということが調整において重要な要素となる。その甲斐もあり、平成27年度大会ではMöwe 32号が22,892.36 mの飛行距離で準優勝を得ることができた。今年7月の大会に向けた機体も3月末の完成を目指して現在製作中であり、完成後には大会に向けた飛行試験が交通総合試験路で再び開始される。飛行試験の結果がより良い飛行距離に繋がることを期待したい。



写真2 鳥人間コンテスト (琵琶湖) での飛行

## 自動車の走行抵抗係数推計のための走行実験

交通システム工学科 准教授 石坂 哲宏

自動車から排出される二酸化炭素を推計する場合、一般的には、区間速度や瞬間速度に基づく方法が用いられているが、近年の燃費向上や多様な車種に対応させるため詳細な加減速を考慮してエネルギー消費量を的確に推計する手法の提案が求められている。

そこで、米国で用いられているVehicle Specific Power (VSP) と呼ばれる指標を用いて推計を行うことで、自動車が走行する際の4つの抵抗を考慮してエネルギー消費量を推計することが可能であり、車種毎に異なる燃費構造に対応して推計可能となるため、既存の推計方法よりも精緻に推計できる可能性がある。しかし、VSPを推定するためには、走行抵抗に関するパラメータの推計を行う必要がある。そこで、交通総合試験路においてコーストダウン試験を行い、パラメータの推計を行った。

コーストダウン試験は、暖機運転後、60[mph]まで加速し、20[mph]まで速度低下させたときの惰性走行時間を計測するものである。試験により取得したデータから走行抵抗に関するパラメータの推計を行った。得られたパラメータを用いてエネルギー消費量と燃料消費量を関連付けることで、精緻な燃料消費量推計に寄与することができるといえる。



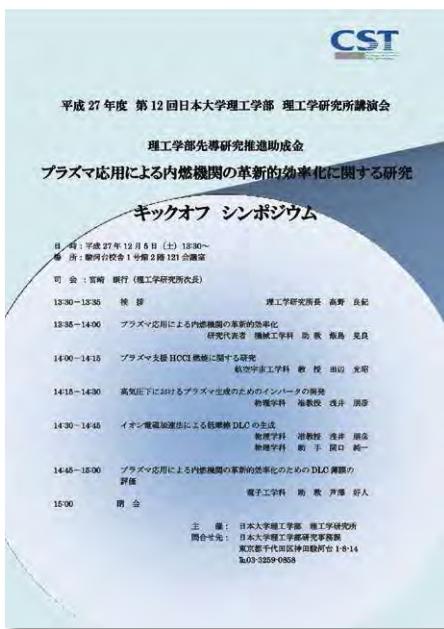
写真1 コーストダウン試験の様子



写真2 コーストダウン試験の様子

第12回 「理工学部先導研究推進助成金キックオフシンポジウム」開催報告

平成27年12月5日(土)に、駿河台校舎121会議室において、第12回理工学研究所講演会が開催されました。今回は、平成27年度より開始された「理工学部先導研究推進助成金」の採択課題『プラズマ応用による内燃機関の革新的効率化に関する研究』のキックオフシンポジウムとして開催されました。採択課題の対象は、「プラズマによるエンジンの効率化」です。自動車を始め、人間生活で必要な動力源の多くは燃焼を利用しています。これらの研究分野は、温室効果ガス低減、エネルギーセキュリティ、産業経済等に大きく関係し、社会に与えるインパクトが極めて

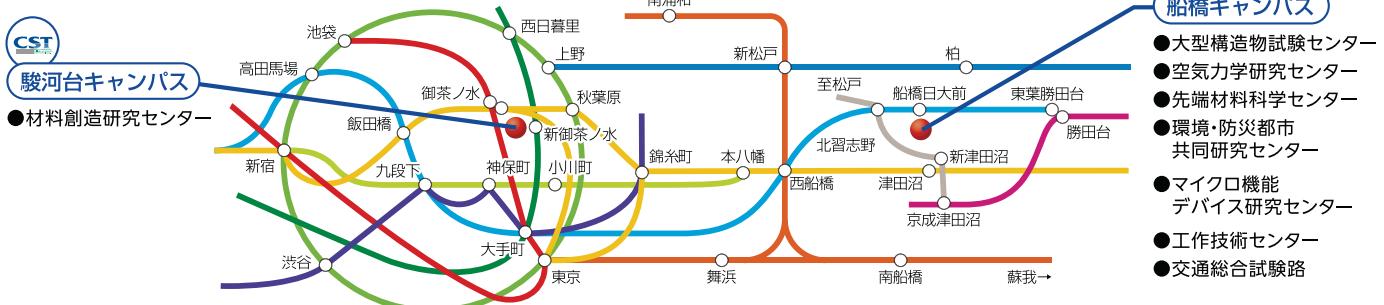


大きい分野と言えます。本研究課題では、プラズマ技術との融合により、内燃機関の革新的効率化コンセプトを提案することを狙いとしています。

はじめに、飯島助教より、研究の構想や狙いなどが説明されました。その後、田辺教授より、プラズマを利用した革新的燃焼法について、浅井准教授より、プラズマ燃焼を実現するためのプラズマ形成デバイス開発について、浅井准教授及び関口助手より、エンジンの低摩擦化を実現するためのプラズマDLC(ダイアモンドライクカーボン)コーティング技術について、最後に、芦澤助教によりプラズマDLCによる摩擦低減の実現とその機構解明のための表面計測・解析技術についての説明がなされました。

本講演会には、学内外から多くの参加者が集まり、活発な議論がなされました。

## ACCESS



理工研 News No.67 Vol.28 2016/03

発行日：平成28年3月10日 発行人：高野 良紀  
発行：理工研News編集委員会 編集長：宮崎 康行



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.kenjim.cst.nihon-u.ac.jp/>  
E-mail : skenkyu@adm.cst.nihon-u.ac.jp