

理工研 News

No.69

vol.30 2018/3 日本大学理工学部

日に日に新たに —『変化の創出と多様性の確保』—

理工学研究所長
精密機械工学科 教授 内木場 文男

種が生き残るために、多様性を担保する集団であることが大切であり、純粋なままで変化に弱いと言われます。大学の研究を取り巻く状況は変化が激しく、一般論を声高に議論するだけでは、振り回される側に追いやられることが宿命となりました。伍すためには用意周到な準備と、蓄積に裏打ちされた新たな仕組みが急所かと思います。100年の歴史を誇る日本大学理工学部は、基幹体系から発達した研究分野の多様性が十分に確保されています。とりわけ、理工学研究所には6研究開発施設と2支援施設があります。新しい視点では、研究ステージの多様性の確保があります。探索段階から社会実装段階までの様々なステージごとに支援する仕組みかと思います。収穫時期に当たる社会実装段階は力を入れるべきで、企業等との共同インキュベーションはその好例かと思います。十分な準備を経て、選択と集中を道具に、変化を作る側に回ることができます。『日に日に新たに』は日本大学校歌の冒頭の歌詞です。古典『四書五経』・『大学』の一節『苟日新、日々新、又日新』から転じたものと推察されます。『大学』ではやや受動的に変わるさまを表すようですが、日本大学では自ら変化を創り出すことを説いています。本冊子が各位の目にとまり、創造的な研究のきっかけとなれば幸いです。



材料創造研究センター 飛行時間型質量分析装置

CONTENTS

■ 理工学研究所長 挨拶	1
■ 平成29年度 理工学部 学術賞	
● 温室効果ガス削減のための次世代作動流体の熱力学性質の研究 (精密機械工学科 准教授 田中 勝之)	2
■ 平成29年度 理工学部 学術賞	
● 小規模建築物(戸建て住宅)を対象とした基礎に関する一連の研究 (短大 建築・生活デザイン学科 准教授 酒匂 敦明)	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
■ 理工学研究所講演会	
開催報告	20

温室効果ガス削減のための次世代作動流体の
熱力学性質の研究

精密機械工学科 准教授 田中 勝之

電力や動力を得るためにガソリン等の化石燃料を利用することで地球温暖化の原因となる温室効果ガスの二酸化炭素が生成されます。温室効果ガスを削減するためには、エネルギーを有効に利用することが求められます。その手段として、現在は捨てられている熱エネルギーを活用することが挙げられます。例えば、工場や自動車からの廃熱、温泉やお風呂の残り湯、太陽熱などです。これらの熱エネルギーは、温度が低いため、用途がなく、低品位な熱エネルギー源といわれています。この低品位な熱エネルギーを活用するために、オーガニックランキンサイクル発電システムとヒートポンプシステムという技術があります。

オーガニックランキンサイクルとは、火力発電所で用いられている蒸気発電のランキンサイクルの作動流体である水を、水よりも沸点の低い有機物を作動流体に用いているものです。これによって温度の低い熱源（低品位な熱エネルギー源）を利用して高圧の蒸気を生成し、タービンをして発電することができます。一方、ヒートポンプシステムとは、低品位な熱エネルギーで作動流体を蒸発させ、その蒸気を圧縮機で圧縮させることで圧縮熱による高品位な熱エネルギーを生成することができるシステムです。圧縮機のための動力が必要になりますが、その消費電力に対して得られる高品位な熱エネルギーは、従来の電熱線によるジュール熱と比べると5倍程度になり、省エネルギー効果があります。

これらのシステムを開発するには、それらの作動流体について、熱力学性質を把握しておく必要があります。熱力学性質には様々な種類があり、機器を安全に設計するための情報や、システムのエネルギー変換効率を計算するための情報等になります。熱力学性質は、物質によって異なり、システムの作動流体に使用する物質は、システムで利用する熱源の温度によって変わります。作動流体の候補には、様々な物質が挙げられ、それぞれの熱力学性質を調べる必要があります。本研究は、熱力学性質の中でも重要な飽和液体密度、PVT（圧力・体積・温度）性質、臨界点、定圧比熱を広い温度、圧力範囲で測定するために装置を開発し、測定結果をデータベース化することを目的としておこなってきました。

研究例として、図1に本研究で開発した臨界点測定装置の外観を示します。物質は、ある温度と圧力を超えると、液体でも気体でもなくなる超臨界流体になります。その境界点を臨界点といい、その物質の特徴が表れる重要な熱力学性質です。装置のコアとなる圧力容器に耐圧の窓を容器の前後に設置し、後ろの窓の外から光を当て、容器の中の

流体を観察します。気体と液体の境界として液面（メニスカス）を観ながら温度を上げると圧力も上がり、密度（容器に入れた試料の質量により変化）に応じてメニスカスが上下に移動します。密度が大きいとメニスカスが上がり、密度が小さいと下がります。ところが、臨界密度ではメニスカスは中心付近にあり、臨界温度でメニスカスがその場で消滅します。このとき、臨界蛋白光現象により光が遮断され、容器の内部は真っ暗になります。これらの挙動を観察することで臨界点を決定することができます(図2)。

今後は、純物質だけでなく、2種類以上の物質による混合物にした場合の熱力学性質を研究し、最適な物質の組合せとその混合比による日大発の新しい作動流体を探求いたします。

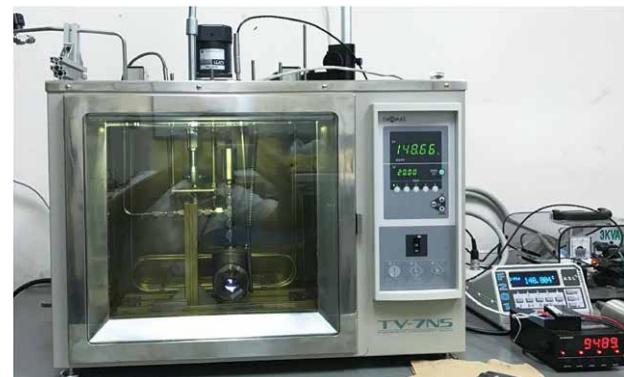


図1 臨界点測定装置

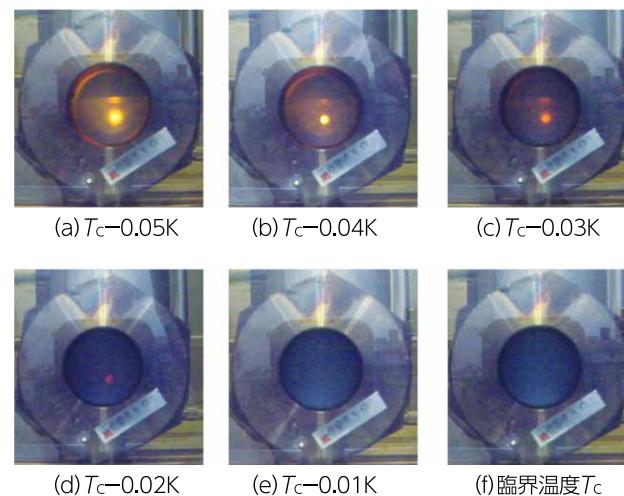


図2 臨界温度近傍の観察結果

平成29年度

理工学部
学術賞

小規模建築物（戸建て住宅）を対象とした基礎に関する一連の研究

短大 建築・生活デザイン学科 准教授 酒匂 教明

本研究は戸建て住宅基礎に関する一連の研究となっていますが、ここでは喫緊の課題であるスウェーデン式サウンディング試験（以降、SWS試験と表記）による土質分類機能について紹介いたします。

近年は人口の都市部集中による土地不足のためか、埋立て地盤などにも戸建て住宅が建つようになりました。戸建て住宅のトラブルは直下の地盤に起因することが多く、そのため平成12年には、「住宅の品質確保の促進等に関する法律」という法律が施行され、それまで任意だった宅地の地盤調査が実質の義務化になりました。鉄筋コンクリートなどの一般建築物の地盤調査には標準貫入試験が用いられる一方、戸建て住宅の場合は費用と敷地広さの制約などからSWS試験による調査が主流となりました。しかしながら、同試験からは将来大きな沈下の可能性を持つ粘性土や地震時に液状化を引き起こす砂質地盤など土質の分類ができず、現在でも地盤に起因する戸建て住宅のトラブルが多く報告されています。

以上のような背景から、本研究ではSWS試験から土質分類を可能にすることを試みました。SWS試験自体は、まず錘を段階的に100kg (1kN)まで増やしていき自沈するかを確認し、次に25cm貫入するときに必要な回転貫入の半回転数を測ります。そして調査深度に応じてロッドを継ぎ足していく、同様に自沈と回転貫入を確認していきます（図1参照）。この回転時に参考として試験者が耳でとらえた音を記録します。音がはっきり聞こえると砂質地盤、聞こえないと粘性土地盤などと判断する場合もありますが、この音は主観的で経験や技量に依存しているため、信用度が低いと言わざるを得ません。本研究ではこの音を客観的に評価することに着目しています。

試験装置は図1の通りです。図1の先端にある金属製のスクリューポイント内部にマイクを設置して、金属と土の摩擦音を録音します。なお、本試験装置は回転貫入時にケーブルが供給しないように一部を無線でデータを転送する工夫をしています。まずは室内でモデル地盤を使って音に与える影響要因を調べました。その中でも特にポイントが高かったのは、水に依存しないことでした。なぜならば、地盤中には地下水が存在し以浅と以深に音の違いが現れると土質の判別が難しくなるためです。次に回転速度など影響があるものを勘案して同条件の下、土質と音の関係を調べました。はじめは音の3要素である大きさ、高低、音色に着目して様々なデータで整理を試みました。その中で判明したことは、試験機の固有周波数が摩擦音に大きく影響を及ぼし、繋ぐロッドの本数が異なると同一の土質の

摩擦音を測定しても得られる周波数特性は一致しません。そこで、音の高低、音色による判別は断念し、音の大きさのみに頼りました。データ整理の段階でいくつか工夫したことにより、ロッド本数に依存することなく音の大きさにより土質分類の評価が可能となりました。



図2の右側はフィールドで測定した摩擦音の一例です。砂質土では音の振幅が大きく、粘性土ではそれほどでもなく、腐植土に至ってはほとんど暗騒音に近い振幅を示しますことが分かります。すなわち、土の平均的な粒径が大きくなるほど得られる摩擦音の大きさは大きくなります。図2の左側は、あらかじめ室内で既知の土質と音の大きさの関係を求めておき、これらを参照データとしてフィールドで得られた音の大きさから土質を評価し分類した結果の一例です。別途実施した標準貫入試験および室内物理試験と比較したところ、層境界に若干の差異がみられたものの、概ね良い対応を示すことが分かります。現在は実務対応のための試験機を開発しています。

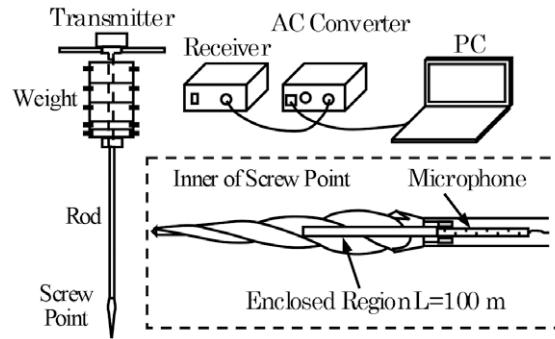


図1 摩擦音を測定できるスウェーデン式サウンディング試験

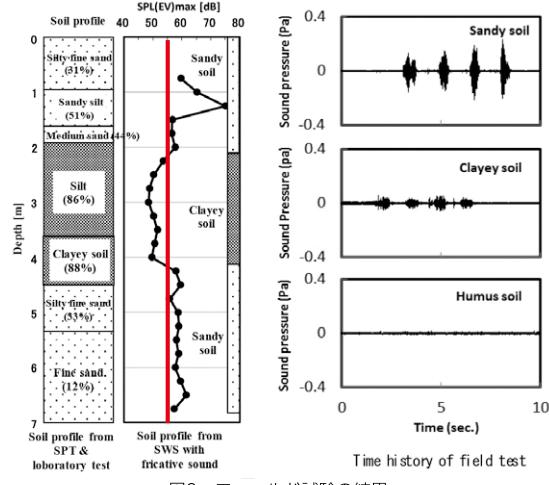


図2 フィールド試験の結果

大型構造物 試験センター

30MN大型構造物試験機を利用した実験 高耐力鋼管杭の短柱圧縮試験

従来、一般に用いられている鋼管杭の材質は、JIS A 5525で規定されているSKK490（引張強度490N/mm²級）などである。しかし、近年では杭先端に根固め部を持つ高支持力杭の開発およびその拡大により杭1本あたりで受け持つ上部工荷重が増加していることから、高耐力化のニーズが高まっている。

今回、590N/mm²級の材料引張強度を有する高耐力鋼管杭に対して、短柱圧縮試験による性能確認を行った。いずれの試験体も軸対称の局部座屈が発生して終局状態に至るとともに、目標耐力を満足することを確認した。

連絡先…担当者／北嶋 圭二

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

海洋建築工学科 北嶋研究室



写真1 実験状況

水平加力装置を利用した実験

レンズダンパーを取り付けたRC造間柱の 構造性能確認実験

海洋建築工学科 北嶋研究室

大地震後の建物の継続利用の観点から、建物の高耐震性能化が求められている。その方策の一つとして、大地震後に建物に入力される振動エネルギーを制震ダンパーで吸収する制震構造が有効である。

本実験は、鉄筋コンクリート（以下、RC）造建物の制震構造化を図るために、レンズダンパーを取り付けたRC造間柱の構造性能を確認することを目的としたものである。レンズダンパーとは、低降伏点鋼のせん断パネルの中央に、凹レンズ状形状を施すことにより、塑性化の一様化を図ることで、変形性能を高めた鋼材パネルダンパーのことである。一般的な鋼材パネルダンパーとは異なりフランジがなく、1枚板の形状であることにより、面外変形の影響を受けづらく、また、取り付けが容易であるという特徴を有している。

実験は、レンズダンパーを取り付けた実大寸法のRC造間柱を、水平加力装置により正負交番繰り返し載荷を行った。実験結果より、試験体の安定した履歴特性が得られ、レンズダンパーの性能が十分に発揮されたことを確認した。



写真1 実験状況

テストフロアを利用した実験

PC鋼材と主筋を断面内に配置した
PC梁のせん断抵抗機構に関する実験

海洋建築工学科 福井研究室

プレストレストコンクリート（以下PC）は大空間を造る梁特に適した構造であるが、近年は建物の主要な耐震要素として用いられることが増えている。鉄筋コンクリート構造の典型的な地震被害事例として、柱や梁に斜めひび割れが発生することに起因するせん断破壊と呼ばれる脆性的な破壊があげられる。これを回避するためには、梁内にあら筋と呼ばれるせん断補強筋を多く配することが有効であるが、梁内に梁長さ方向に配される鉄筋（主筋）の働きもこれに影響を及ぼすことが知られている。PC梁はこれらの鉄筋に加えて、PC鋼材という高強度鋼材が主筋と同じく梁長さ方向に配され、さらにこれに人為的に緊張力を与えることでコンクリートに大きな圧縮力（プレストレス力）を与えるものである。そのため地震によるせん断力に抵抗する梁内部の機構は鉄筋コンクリート構造よりも複雑になる。本研究ではせん断力に対する抵抗機構のひとつとして良く知られているトラス機構に着目し、主筋とあら筋とコンクリート束により構成さ

れるこのトラス機構が、PC鋼材の存在によりどのように変化するかを実験的に調べている。これにより、主筋・PC鋼材・主筋の量のバランスとPC鋼材の付着力の大きさがせん断抵抗機構に及ぼす影響を把握することができた。



写真1 実験状況

テストフロアを利用した実験

集成材を用いたプレース部材の
構造性能確認実験建築学科 岡田・宮里研究室
(短)建築・生活デザイン学科 廣石研究室

建築物において木材の接合には、木材の切り込みに鋼板を挿入しボルトやドリフトピンにより部材同士を拘束する方法が広く利用されている。この接合は、ボルト等の接合具（以下、「接合具」と称す）の径や本数によって構造性能を制御しやすいこと、高い剛性と耐力の確保が容易であること、鉄骨造や鉄筋コンクリート造などの異種構造との接合にも利用可能であることなどの特徴がある。この接合部の耐力等の諸性能については理論式も示されているが、実験またはガタを考慮した数値解析による検証が推奨されている。また、接合部単体の実験は数多く報告されているものの、接合部を含めた部材全体での実験、特にプレース等への利用を想定した引張載荷に関する実験はほとんど行われていない。

以上を踏まえ、本実験は屋根面の水平プレースとしての利用を想定した、集成材を用いたプレース部材の構造性能を実験的に確認することを目的としたものである。接合具の本数、種類を変えた複数のケースについて単調引張実験及び圧縮・引張の繰返し実験を行った。実験により、集成材を用いたプレース部材の耐力及び剛性等の構造性能、繰返し載荷による影響について把握することができた。



写真1 実験状況



写真2 破壊状況

空気力学 研究センター

ダリウス形風車のソリディティに関する性能検討

潮流発電用の水車として実績のあるNACA63-018翼形を基とした円弧翼を用いたダリウス形水車を発電用風車として使用した場合の性能を検討するために、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を行っている。ダリウス形風車（図1）の性能に影響を与える項目としては、翼枚数、回転円周に対して翼の占める割合（ソリディティ）などが挙げられる。これまで翼の長さ（キャンバー線長）を一定として、翼枚数を変化させた場合の性能は明らかにしたが、ソリディティを一定とした場合の性能は検討していない。そこで、ソリディティ $\sigma=0.224$ 一定とした3～5枚翼の風車を使用し、大型風洞で実

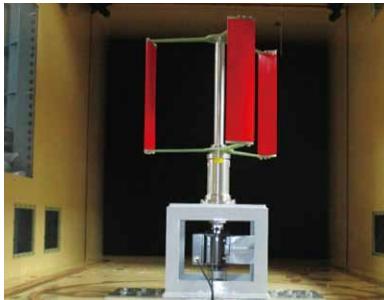


図1 供試風車（3枚翼）

連絡先…担当者／高橋 賢一

電話：047-469-5402

E-mail : takahashi.kennichi@nihon-u.ac.jp

HP : http://www.wtl.list.cst.nihon-u.ac.jp

●施設保有の主な装置・設備リスト

大型低速風洞、3次元煙可視化風洞
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

●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）

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

験を行った。結果の一例として風速9m/sの周速比-パワー係数特性を示す（図2）。図2より、風車の翼枚数を少なくした方がパワー係数は大きく、パワー係数が正となる周速比の範囲が広い。また、ソリディティを一定として翼枚数を変化させた場合、翼枚数に依らず同程度の周速比でパワー係数が最大となることを明らかにした。よって、今回検討した翼枚数の中では、3枚翼の風車特性が優れていることを明らかにした。

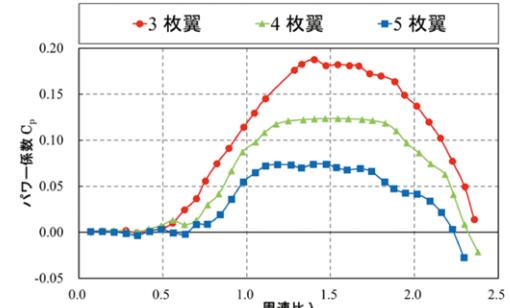


図2 周速比-パワー係数特性（風速9m/s）

人力飛行機の機体設計における キングポスト有無の得失評価

人力飛行機のキングポストは機体中央、主翼上に立つ柱上に構造物であり、その頂点から張線（グラウンドワイヤ）を張り、主翼を吊下することで、駐機時、発進時に翼の垂れ下がりを軽減し初期上反角を確保する。キングポストを設けた設計は、主翼桁の要求強度を抑える事、軽量化に有効ではあるが、定常飛行時には大きな有害抗力となることが指摘されている。軽量化の利点と有害抗力の欠点を定量評価することを目的とし、評価に用いる空力特性を風洞実験により計測した。今まで、グラウンドワイヤの抗力を計測している。実

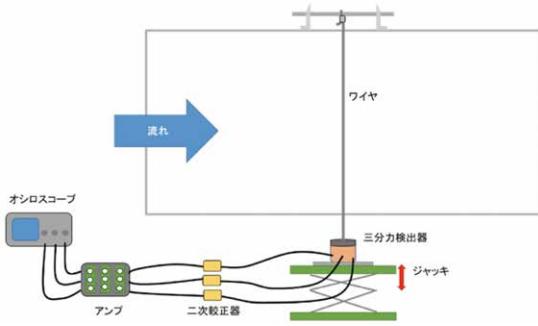


図1 実験概要図

航空宇宙工学科 助教 菊池 崇将

機に用いるワイヤは、ピアノ線等の円柱断面金属線ではなく、細い金属線を撚った撚線が用いられる。撚線の抗力係数は未知であった。実機の飛行速度7.4m/s、ワイヤ直径0.72mmのワイヤに作用する抗力は僅かであるが、2m×2m断面の測定部にワイヤを張り天秤で計測すること（図1）で抗力係数の取得に成功した。計測結果を図2に示す。網掛けの範囲は、実機が飛行するレイノルズ数範囲である。高いレイノルズ数では、円柱と撚線の抗力係数は同一だが、実機が飛行するレイノルズ数範囲では、円柱に比べて撚線の抗力が低くなることが明らかになった。

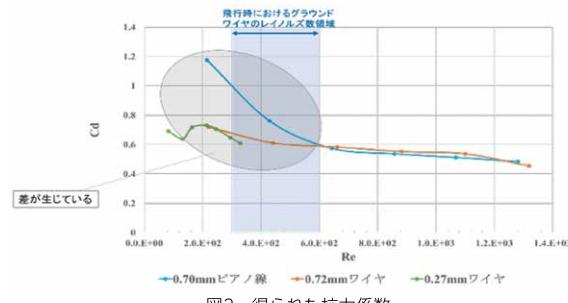


図2 得られた抗力係数

二次元翼の遠方の後流渦の研究

機械工学科 准教授 鈴木 康方

本研究では、洋上ウインドファームの大型風車におけるブレード周りの流れに関する基礎的研究として、それを単純化した二次元翼の遠方での後流渦の特性や構造の解明を行っている。ウインドファームでは多数の風車が並び、上流側の風車周りの流れが1km以上も離れた下流側の風車に干渉し、発電量や疲労強度について影響を及ぼすため、測定部寸法の大きい大型風洞を活用して、翼弦長の14倍程度もの遠方の下流位置での後流の流れ場計測を行った（図1参照）。本風洞試験装置は、乱れが小さく、速い風速条件での試験が可能であるので、セッティングはとても困難をきわめたものの40m/s（144km/h）での風速条件で実験を行うことができた。これにより、二次元翼の近傍および遠方での流速分布特性を明らかにすることができ、この位置でのセンサー2点による相互相関計測により後流渦の大きさを見積もることが

できた。これらは、別途実施しているスーパーコンピュータを用いた大規模数値シミュレーションの解析結果の検証用にも活用可能であり、わが国における洋上風力発電の研究開発に大きく貢献できるものである。



図1 二次元翼模型（表面圧力計測部）と後流渦の計測の様子

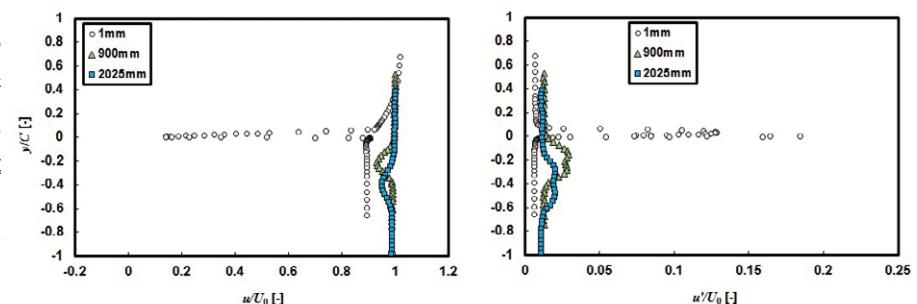


図2 後流の平均流速分布（左）と流速変動分布（右）の特性

粗度を有する円柱の乱流下での空気力測定

土木工学科 准教授 長谷部 寛

橋梁のケーブルや電線、塔状構造物など、円形断面を有する構造物や構造部材は数多く、円柱の空気力特性については多岐に渡る研究が実施してきた。一方で、気流の乱れと表面粗度が円柱の空気力特性に及ぼす影響は鋭敏で、抗力係数などの値は文献によって大きなばらつきが見られる。そこで著者は、実際の屋外の構造物の条件に近い、表面に粗度を有し、気流も乱れた中での円柱の空気力を測定し、その結果のばらつきについて検討した。

円柱の空気力の特徴の一つは、抗力係数等が急変するいわゆるdrag crisis現象であり、それが発現するレイノルズ数は30万前後と言われている。たとえば、直径10cmの円柱模型を用いた場合、風速は45m/s程度の高風速となる。それ以上の高風速も見据え、図1のように、風洞吹き出し口の先端に2次縮流部を接続し、その吹き出し口に鋼材で組んだ格子を取り付けて乱流を生成した、生成した気流は、図2に示すように2次縮流部を接続しない場合の気流に対して



図1 2次縮流部と格子を設置した風洞

15%程度減速したが、30m/sを超える乱流を生成することができた。なお、格子を設置しない一様流では、25%の増速となった。このような気流の中で測定した円柱の抗力係数を図3に示す。一様流中の文献値と傾向が大きく異なる結果となったことから、今後より詳細に検討を行う予定である。

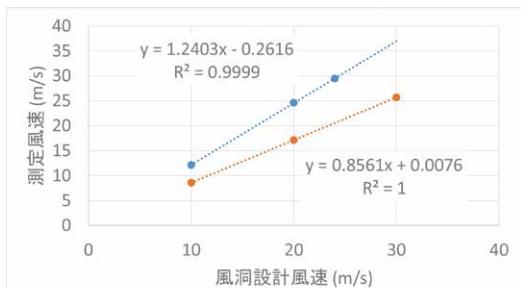


図2 風洞の設計風速と測定風速関係

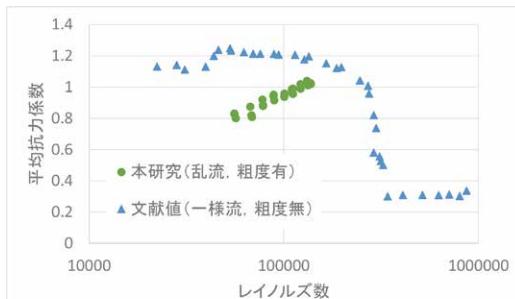


図3 粗度を有する乱流下の円柱の抗力係数

材料創造研究センター

ナノレベルでの材料形状のデザインとその触媒機能

物質応用化学科 准教授 梅垣 哲士

化学物質をエネルギー源として使いやすい物質に変換したり、環境汚染物質を無害化したりするプロセスには触媒が不可欠である。一方、ナノレベルで触媒の形状を制御することで劇的に触媒機能が向上するケースがある。当研究グループでは、微粒子を球状中空状に集積し、集積した微粒子の空隙をナノサイズで制御することで、通常の微粒子にはない特異な性質を示すことを明らかにしてきた。例えば、粘土鉱物の主成分であるアルミニケイ酸塩の表面酸性質が変化し、塩基性ガスのアンモニアの吸着量、および酸で促進されるアンモニアボランの加水分解による水素発生反応の活性が特異的に増大することを確認している。さらに当研究グループでは、この球状中空状に集積したアルミニケイ酸塩微粒子を銅イオン交換した触媒について、温室効果ガスかつオゾン層を破壊する物質である



図1 当センター所蔵のESR装置

亜硝酸窒素を分解する触媒機能と形状の関係について検討している。電子スピン共鳴（ESR）装置（図1）は、触媒活性種である銅の配位状態を解析することが可能である。この装置により、球状中空状に集積したアルミニケイ酸塩微粒子を銅イオン交換した触媒について測定を行ったところ、陽イオンが吸着するサイトに2価の銅イオンが孤立して存在することを示唆する結果が得られた（図2）。現在、この銅種の存在と活性との関係について検討を進めている。

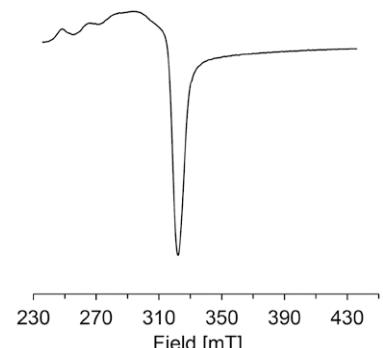


図2 銅をイオン交換した球状中空アルミニケイ酸塩のESRスペクトル

直接メチレン化反応による生分解性高分子の官能基化

物質応用化学専攻 博士後期課程 山下 博

生分解性高分子とは、酸や塩基、微生物などによって分解され、最終的には水と二酸化炭素に分解される環境に優しい材料として注目されている。しかし、力学物性や耐熱性に劣るといった問題点があり、それらの改善方法として高分子の簡便な官能基化が重要である。

当研究グループでは、ポリカプロラクトン（PCL）にジメチルチタノセン (Cp_2TiMe_2) を反応させることで、PCL主鎖中のカルボニル基を部分的にメチレン基に変換する手法を見いだした（図1）。この直接メチレン化反応は、PCLだけでなくカルボニル基を有する様々な高分子を簡便に官能基化する方法として期待される。示差走査熱量測定（DSC）を用いてPCLとメチレン化PCLの結晶融解温度および結晶融解エンタルピーを測定した（図2）。メチレン化PCLのメチレン化率の増加に伴い、結晶融解温度の低下および結晶融解エンタルピーの減少が見られた。このことから、PCLのカルボニル基がメチレ

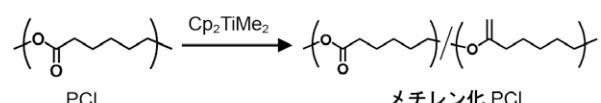


図1 PCLの直接メチレン化

ン基に変換されたことで結晶化の阻害が起こることが判明した。このように、DSCを用いて結晶融解などの熱物性を調査することで、分子構造や結晶性の変化などを解明することができる。

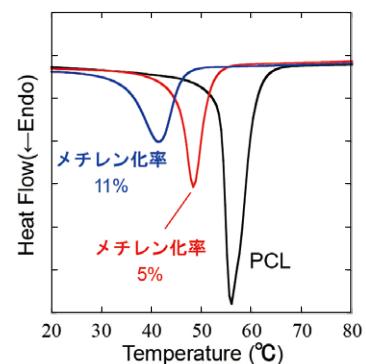


図2 PCLおよびメチレン化PCLのDSC曲線

「局在表面プラズモン」を利用して光触媒の性能を向上させる

物質応用化学科 教授 大月 穣

数100nm(ナノメートル)程度かそれよりも小さい金属粒子に光を当てると、金属粒子中の多くの電子が揃って振動する「局在表面プラズモン」という現象を示します。金属粒子のこの性質を、汚れや有害物質を光で分解する光触媒と組み合わせれば、光触媒の性能を飛躍的に向上させることができます。研究が進んでいるのは金や銀などの貴金属の粒子ですが、私たちの研究室では須川晃資准教授を中心としたチームで、より広く利用される材料として開発するために、より安価な金属ナノ粒子を使って、局在表面プラズモンの作用を利用する課題に取り組んでいます。図1に示したように、大きさをコントロールして作成したシリカの球状粒子をガラス基板上に並べ、その表面に銅の「半球」を作成

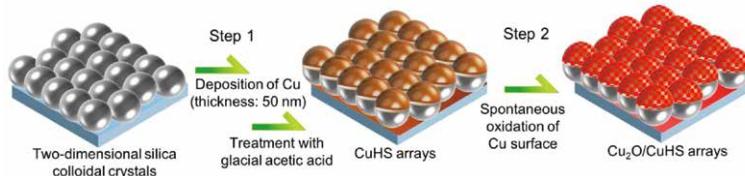


図1 銅の「局在表面プラズモン」を利用する光触媒の作成プロセス

し、その表面を光触媒としてはたらく酸化銅としたデバイスを作成しました。図2は原子間力顕微鏡(AFM)による表面の像で、大きさを揃えて作成した銅の球体が重なり合うことなく密に並んでいる様子が実際に確かめられます(図は、Sugawaら、*Langmuir* 2017, 33, 5685 (Copyright (2017) American Chemical Societyより許可を得て転載))。

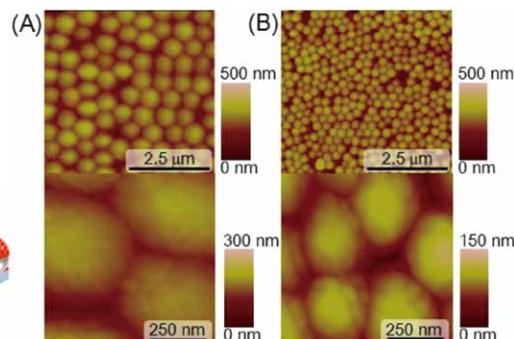


図2 局在表面プラズモンを利用する光触媒のAFM像

カーボンナノチューブの屈曲成長におけるラマン分光分析

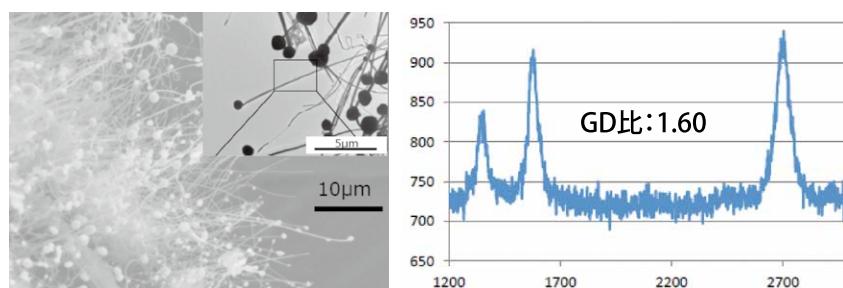
電気工学科 教授 鈴木 薫

シリコン基板をエタノールに浸して直流通電を行うと、ジュール加熱によりエタノールが気化することで沿面アーケ放電が発生する。その陰極に三角錐状に成形したニッケル(Ni)-銅(Cu)合金箔を挟むと、陰極点が先端に観測され、その位置において直線状で直径120~300nm・長さ15

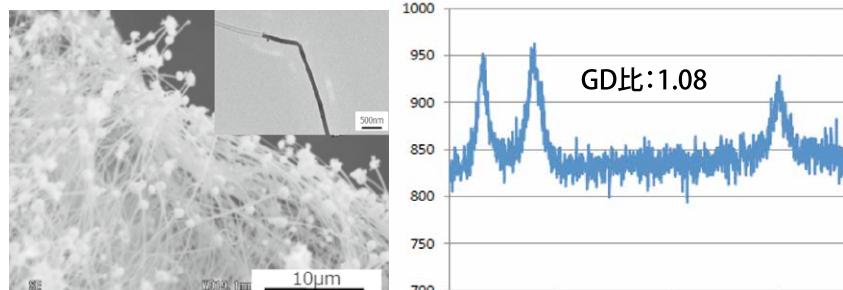
~35μmのNi-Cu内包カーボンナノチューブ(CNT)が生成した。同様な条件でNiのみを内包させたCNTは直径10~80nm・長さ100~800nmで、CuではCNTの生成を確認できず、Ni-Cu内包CNTが非常に長いCNTの成長を促すことが判明した(*Applied Surface Science*, DOI 10.1016/j.apusc.2013.11.056, 2014)。Ni-Cu内包CNTをラマン分光すると、1580cm⁻¹と2710cm⁻¹にグラファイト構造に起因するGピーグとG'ピーグ、1350cm⁻¹に構造の乱れに起因するDピーグが観測され、CNTの結晶性を評価するためのGD比=1.60であった。

Ni-Cu内包CNTを生成する途中で、陰極点に直線偏光のレーザ光を

成長方向と垂直に照射すると、偏光方向に屈曲しながら成長した。このときのラマンスペクトルにおいて、屈曲による構造の乱れに起因するDピーグの増大とGD比の減少が観測された。



(a) 直線状Ni-Cu内包CNTの電子顕微鏡写真とラマンスペクトル



(b) 屈曲Ni-Cu内包CNTの電子顕微鏡写真とラマンスペクトル

先端材料 科学センター

微小金属柱列の光学応答解析

電気工学科 教授 大貫 進一郎

微小金属柱列に表面プラズモンを伝搬させることで、光の回折限界を超えたナノ領域に光エネルギーを集中し、光導波路の小型化が実現できる。本研究では、金属柱の断面形状に対する表面プラズモンの伝搬特性を、金属の非局所性を考慮した電磁界解析により検討した。そして、高効率なエネルギー伝搬を実現する断面形状および金属柱の配置を提案した。図1に微小金属柱列10個からなる解析モデルを示す。円柱間距離は $d=10\text{nm}$ と設定し、C1右横から表面プラズモンを励起させる。(a)は断面形状が真円の場合、(b)は真円から橋

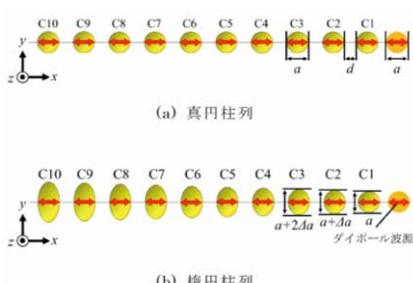


図1 微小金属柱列の解析モデル

円に変化する場合である。図2(a)に $a=10\text{nm}$ 、真円柱C2及びC7内におけるダイポールモーメントの波長特性を示す。表面プラズモンが伝搬するに従いピークとなる波長は32.8nmシフトし、これが伝搬損失の原因となる。図2(b)にC1の直径 $a=10\text{nm}$ 、橋円長軸の変化率 $\Delta a=2\text{nm}$ の結果を示す。この橋円柱列においてピーク波長のシフト量はほぼゼロとなり、エネルギー効率の向上が確認できた。

これらの成果は、先端材料科学センターのクラスタ計算機を用いて得られた。

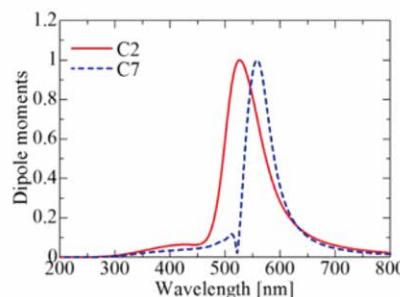
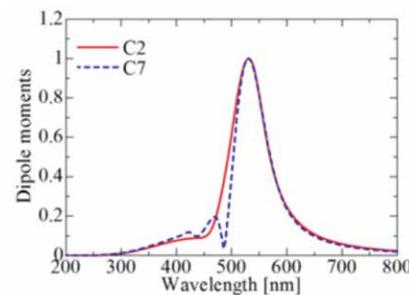


図2 ダイポールモーメントの波長特性



超短時間光-物質間作用と超高速スピン依存現象

電子工学科 教授 塚本 新

固体磁性体、特に磁性多層薄膜における磁化（集団スピン）ダイナミクスの理解及び制御法の確立は、スピンに関わる諸現象の理解、スピンを積極的に利用した応用展開に向け重要な課題である。本研究では、フェムト秒パルスレーザーを用い從来極短時間作用故に顕在化しなかった光-物質間作用やエネルギー散逸過程の理解により過渡応答の積極的利用を図り、本センターを活動中心に試料作製・評価・計測を実施し、国内外共同研究も推進してきた。成果の一つとして、室温環境下における超短単一パルス光照射（ 10^{-13}秒オーダー ）

のみによる金属磁性材料（GdFeCo等希土類遷移金属合金）での光誘起完全磁化反転現象の実証・制御実験を行い、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。さらに国際連携

の下、テラヘルツ光生成や、超高速スピン依存現象の検出等発展研究が進んでいる。

これらの成果の一部は、本センターを中心拠点として実施された文部科学省「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」（平成25年～29年度）「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」や、新学術領域研究(研究領域提案型)計画研究（平成26年～30年度）により実施された。

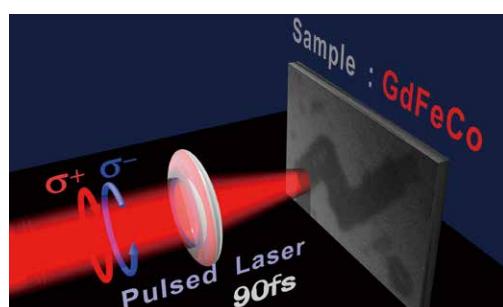
図1 超短パルス光情報記録のデモンストレーション結果。
図中レンズやレーザ・ビーム等はCG画像

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

界面組織制御による高強度異材接合材の形成

精密機械工学科 助教 渡邊 満洋

近年、構造物は多機能化・高機能化を目的とし、材料個々の特性を活かし複数の材料を適材適所に配置して構成する。いわゆるマルチマテリアル化が指向されている。マルチマテリアル化を達成するためには、異なる材料を健全に“ツナグ”ための異材接合技術が欠かせない。例えば、自動車の燃費を向上するためには車体軽量化が必要であり、車体軽量化のためには軽量なアルミニウム合金の利用が有効である。そこで、アルミニウム合金と従来から使用されている鋼で車体を構成するためには、アルミニウム合金と鋼の異材接合が必要となる。

本研究室では、高強度異材接合材を形成するために必要な接合界面組織を調査している。図は、数マイクロ秒の間に被接合材料を高速傾斜衝突させて接合を行

う電磁圧接により形成されたアルミニウム合金／鋼接合材の外観及び接合界面の走査型電子顕微鏡像である。溶融溶接法により生成される脆弱金属間化合物層の形成は認められず、接合界面は特徴的な波状を呈し、その界面に沿って両母材の中間組成を有する微細粒が混在している中間層が生成されていることがわかる。このように、様々な接合手法により形成される界面の形態・組織を詳細に観察・解析し、健全な異材接合技術の発展に貢献したいと考えている。



図1 アルミニウム合金／鋼異材接合材の外観

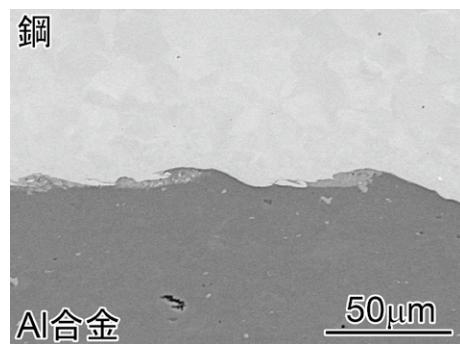


図2 接合界面の走査型電子顕微鏡像

高出力環境発電のための 革新的エレクトレット材料の創成

電子工学科・教授 中川 活二
教授 塚本 新
准教授 芦澤 好人
トレック・ジャパン 上原 利夫、東尾 順平

平成27年度募集のCRESTにて、「微小エネルギーの高効率変換・高度利用に資する革新的なエネルギー変換機能の原理的解明、新物質・新デバイスの創製等の基盤技術の創出」研究領域にて、代表研究者鈴木雄二教授（東京大学）と連携して課題名「高出力環境発電のための革新的エレクトレット材料の創成」の申請を行い採択された。本研究を先端材料科学センターの施設・機器を利用してつつ

研究を進めている。先端材料科学センターには優れた分析機器・微細加工装置等があり、本プロジェクトでは特に集束イオンビーム加工装置

(FIB)を利用して、図1に示す高分解能の表面電位計測システムの電極探針加工を行っている。これは上記研究テーマのエレクトレット表面電位を高い空間分解能で計測するための重要な研究項目となっている。

図1の表面電位計測システムは、トレック・ジャパンとの共同開発で

実現し、これをCRESTのニーズに合うように、高分解能化したシステムである。また、電極探針加工した一例を図2に示す。先端材料科学センター所有のFIBを利用して、電極探針の先端幅を1ミクロン以下に微細化することを実現した。本試作電極探針を利用して、CRESTのプロジェクトである1ミクロンオーダーの表面電位計測を可能にしていく計画である。



図1 CRESTのプロジェクトで試作した表面電位計測システム



図2 先端材料科学センター所有の集束イオンビーム加工装置 (FIB) を用いて微細加工した電極探針例

環境・防災都市共同 研究センター

連絡先…担当者／秦 一平

電話：03-3259-0695
E-mail : hata.ippei@cst.nihon-u.ac.jp
HP : <http://www.edpjrc.cst.nihon-u.ac.jp>

●施設保有の主な装置・設備リスト

【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、大型振動試験装置、地盤・構造物水平振動試験装置、恒温槽付二軸圧縮振動試験装置、せん断土層装置

●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

大振幅地震動に対応した免震フェイルセーフ機構の開発

東電設計・i2S2・建築学科 秦研究室

大地震においても機能を損なうことができない重要免震建物は、長周期地震動を多く含む大地震が発生した際には共振し、擁壁への衝突等の被害が懸念される。

重要免震建物に対して大地震を想定した設計を行うためには、免震層に設置されている免震材料の構成を変更するか、大きな速度入力に対応したオイルダンパーの設置が必要となる。オイルダンパーに関しては、1.5(m/s)以上の入力速度に対する減衰材が存在しないため、既存のオイルダンパーは大地震時に想定される1.5(m/s)を超える入力速度には対応することができない。さらには、オイルダンパーは速度に依存して減衰力を発揮するが、入力地震動が小さい場合には加速度が大きくなり、上部構造への負担が大きくなる可能性がある。

以上より、既存の免震構成を変更せずに大地震に対応できる改修システムが必要となる。そこ

で、本研究では、オイルダンパーに入力される速度を低減させることで、重要免震建物が1.5(m/s)を超える強い揺れに対しても、既存の一般的なダンパーを用いて対応可能とするフェイルセーフ機構の開発を行った。



高温度で加熱処理した杉材の強度性能評価

建築学科 秦研究室 廣石 秀造
(短大 建築生活ものづくり学科)

平成22年に林野庁より、木材利用促進法が制定されてから公共建築などの木質化や国産木材の有効利用を推進する動きが国でも強まっている。木材の利用を推進されるようになつた要因は、戦後、木材が使用されなくなり、荒廃森となってしまったことによるもので、それを解決すべく農林水産省は法律を定め、国の木材を積極的に利用することを勧めた。

その中でもCLT材や木質耐火部材であるクールウッド等の研究が進められているが、詳しい性能の研究がされている途中段階である。国産木材の有効利用を推進する動きの中、本研究では、多くの木材のある杉材を使用し、杉材の有効利用について検討する。杉の特徴は、破壊に強い、また加工が容易であるが、割れ反りが起きやすいなどの特徴があり、建築・建具・家具などの幅広い部分に使用されている。また化粧材や外装材として焼き目を付けた焼杉材が用いられること

がよくある。木材利用促進法により杉材の耐火試験も行われており、その試験で強度性能が向上するという結果が示されている。このことより、これら3つの利点を組み合わせ意匠性と強度性能を兼ね備えた木材ができるのではないかと考えた。耐火試験では強度向上が確認されたが、強度性能評価としての強度性能試験がされた研究がないため、本研究ではその点に着目し、加熱した杉の強度性能評価を行う。



リアルタイムオンライン応答試験システムの導入

建築学科 秦研究室

環境・防災都市共同研究センターにある動的アクチュエータシステムを用いて、リアルタイムオンライン（以降、RTOL）試験システムの構築を行った。

RTOL試験とは図1に示すように演算用コンピュータ内で時刻歴応答解析によって算出した応答変位を油圧アクチュエータに指令し（指令変位）、構造物に動的載荷する。そして指令変位に到達した時の復元力を計測する。計測された復元力を演算用コンピュータ内に取り込み、次のステップの時刻歴応答解析に用いる。再度、構造物の応答変位を算出する。この手順を逐次繰り返し行い、地震波継続時間が終了するまでリアルタイムに行うシステムである。

本試験システムは、試験体を動的加力することにより計測した復元力を用いて時刻歴応答解析を行うことで、繰り返し依存性や速度依存性など実挙動による様々な特性値の変化を考慮した地震応答の評価を行えることが最大の利点である。それにより、復元力特性が複雑な高減衰系積層ゴムなどの応答を数値モデルによる時刻歴応答解析に依存することなく、より現実的な挙動の評価をすることが可能となる。

この試験方法を構築することで、建築・土木に用いる構造部材の終局度評価を動的に検証することが可能となり、今後、さまざまな試験を用いてシステムを発展させていく。

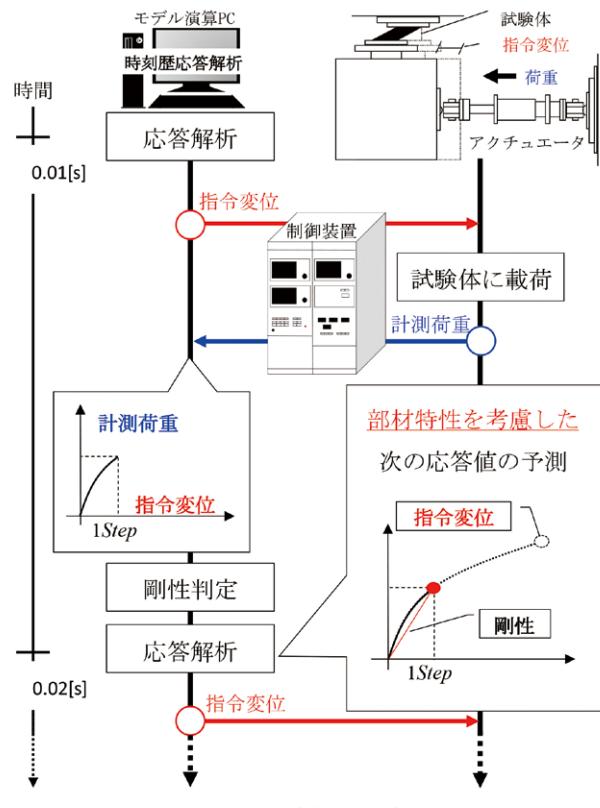


図1 RTOL試験システム概要

積層ゴム（復元ばね）のRTOL試験による応答評価

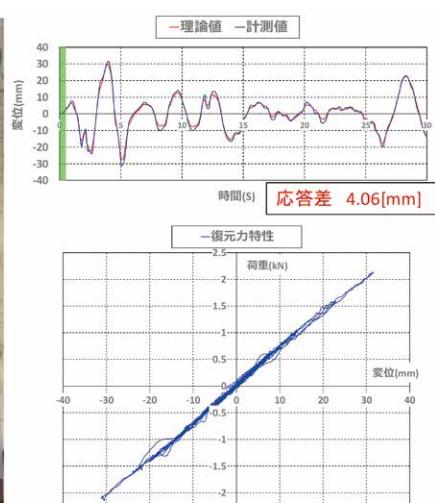
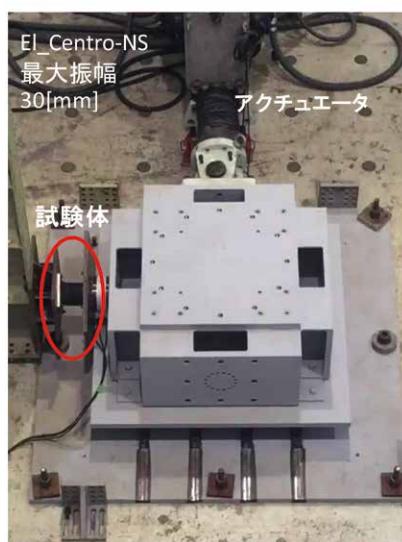
建築学科 秦研究室

平成28年に発生した熊本地震では、県内にあった免震構造建物はいずれも免震効果を発揮したことが分かっている。その中で、阿蘇市にある免震構造の医療施設では最大46cmの変形が記録された。

しかし、記録された免震層変位の軌跡と応答解析結果は大きく異なることが報告されている。この原因のひとつとして、実挙動による免震部材の特性値の変化が影響していることが予想される。免震部材は大振幅や多数回の繰り返し載荷の影響により部材の水平剛性が低下し、復元力特性が変化する場合がある。特に、高減衰系積層ゴムでは複雑な復元力特性を描くため、実挙動を考慮した数値解析モデルの構築は難しい。

本研究では解析による評価が難しい免震部材を有した構造物の動的挙動を再現するため、高速載荷アク

チュエータシステムと汎用プログラム言語である(C#)を用いた時刻歴応答解析により行うリアルタイムオンライン応答試験システムを用いて弾性ばねである積層ゴムの試験を実施した。



マイクロ機能デバイス 研究センター

連絡先…担当者／高橋 芳浩

電話 : 047-469-6193
E-Mail : office@mdc.cst.nihon-u.ac.jp
Web : 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、IPCエッティング装置、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

超小型ロボット用の太陽電池で動く静電モーター 精密機械工学科 准教授 齊藤 健

我々は、昆虫に学んだミリメートルサイズのロボットの開発を行っている。これまでの研究成果として、形状記憶合金の一種である人工筋肉ワイヤを用いて、5ミリメートル程度のロボットの歩行に成功している。人工筋肉ワイヤは発生力や変位量が大きく、小型のロボットの駆動に有利であるが、熱を発生させてワイヤを収縮させるため消費電力が大きい。消費電力の大きさは小型のエネルギー源での供給が困難であることを意味する。そこで、カリフォルニア大学バークレー校のPister教授と共同で、静電力をを利用して動く、低消費電力の静電モーターを開発した（図1）。開発した静電モーターは尺取虫のように交互に軸を押し出すことで、通常では得られない高い発生力を実現した。また、通常静電モー

ターは高い駆動電圧が必要であるが、歯電極の最適化により60Vで1.5mNを発生可能である。そこで、東京大学の三田准教授が開発した3平方ミリメートルにて60Vを発生する太陽電池を利用して実験を行い、ロボットの脚の駆動に成功した。今後はセンサ、太陽電池、制御回路をロボットに実装して、昆虫のように自由に動き回れる超小型ロボットを実現する予定である（図2）。

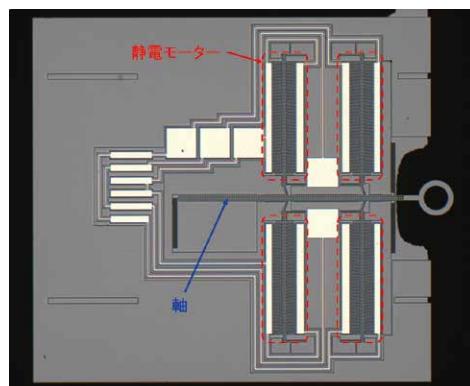


図1 開発した静電モーター

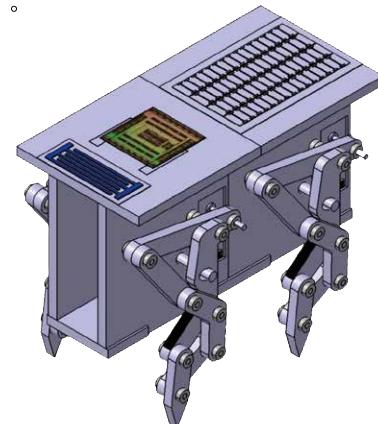


図2 超小型ロボットの構造図

ミリメートルスケールでミリワット発電

精密機械工学科 助手 金子 美泉

マイクロ機能デバイス研究センターはシリコンの微細加工技術を可能とする研究施設であり、本研究はこれにより小さな電磁誘導式発電機の開発を行っている。従来であれば機械加工で形成されるタービン翼や構造部品だが、シリコンを高精度で微細に加工することで外形が10mm以下となる。この加工技術を支える主要装置がICPドライエッティング装置であり、高アスペクト比パターンが得られることから厚みをもつたタービン翼の加工が可能となる。そこで、図1に示すタービン機構を設計した。

また、本研究の特徴は小型な電磁誘導式発電機のためにセラミック技術を導入したことにある。シート状にしたセラ

ミックにコイルパターンを印刷し、積層することにより小型で低抵抗な磁気回路を得る。磁性セラミックを利用することで、磁束を収束させるためのコアを形成し高効率化が可能となる。本技術を用いて、100回巻で磁石周辺に配置可能なセラミック磁気回路を作製した。

我々はシリコン微細加工技術とセラミック技術を組み合わせることで、図2に示す約8mm角の電磁誘導式MEMSエアタービン発電機を開発した。開発した発電機は回転数が290,135rpmであり、負荷抵抗 $8\ \Omega$ を接続することで2.41mVAの出力を得た。

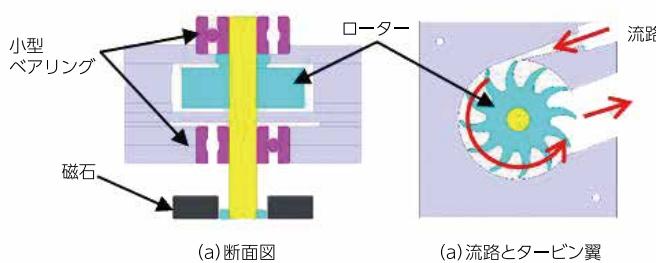


図1 シリコンエアタービンの設計

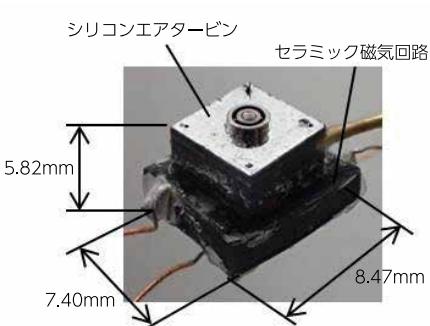


図2 開発した小型電磁誘導式エアタービン発電機

宇宙用半導体集積回路の開発

電子工学科 教授 高橋 芳浩
助手 吳 研

半導体集積回路を宇宙空間で使用すると、宇宙放射線照射によりデバイス内で発生した電荷により出力電圧が変動し、回路誤動作が誘発される。SOI (Silicon On Insulator) デバイスは耐放射線性デバイスとして提案されているものの、微細化により耐性が低下するという問題も確認されている。そこで本研究ではトンネル電界効果トランジスタ (TFET : Tunnel Field Effect Transistor) に着目した。図1にnチャネルTFETの構造を示す。ゲート電圧がしきい値電圧以上となると、ソースからボディに電子がトンネル注入されることによりトランジスタ動作するものである。従来の構造に比べ、ゲート電圧の変化に対しドレイン電流が急峻に変化するとい

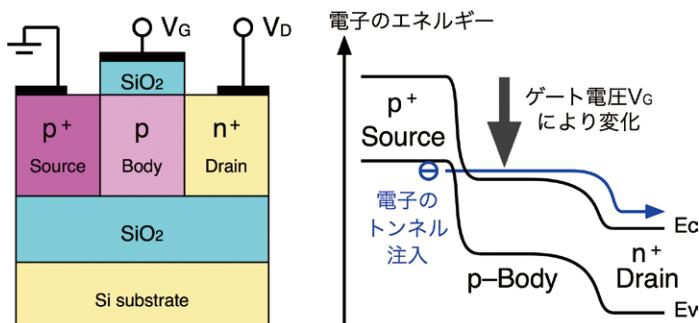


図1 TFET (nチャネル型) の構造およびエネルギー・バンド図

う特長を有すると同時に、ボディ部分に電気的な「谷」が存在しないことから、放射線照射による出力変化も抑制できると考えられる。デバイスシミュレーションにより、CMOSインバータ回路内におけるFET (チャネル長250nm) に重イオンが照射された際の出力変化を評価した結果、図2に示すように従来構造に比べて出力変動が抑制可能であることを確認した。現在、当センターの装置を使用してデバイスの作製を進めており、放射線照射実験により耐放射線性を実証する予定である。

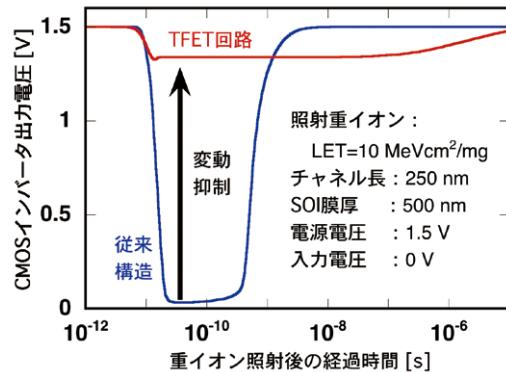


図2 インバータ回路に重イオンが照射した際の出力電圧変動(計算結果)

有機金属分解法により作製した磁性ガーネット薄膜の応用

電子工学科 教授 中川 活二
准教授 芦澤 好人

磁性ガーネット薄膜は、磁性体の磁化の歳差運動が波として伝搬することを積極的に利用するスピノ波デバイス用の低損失材料として、また、表面プラズモンの磁気応答性（磁気表面プラズモン効果）を示す薄膜材料の一つとして、現在注目されている材料である。磁性ガーネットは昔から研究されている材料であるが、スピノ波デバイスや磁気表面プラズモン効果に関する研究は新しく、その特性向上に向けた材料探査は十分でない。

私たちは、材料探査の観点から種々の酸化物薄膜を容易に形成可能な有機金属分解法を用いて、マイクロ機能デバイス研究センターのクリーンルームにおいて磁性ガーネット薄膜

を作製している。有機金属分解法は、材料となる溶液をスピノコート法により基板上に塗布し、熱処理工程によって、溶液の脱水、有機物の分解、非晶質相の結晶化により薄膜成長を行う方法である。図1は、本手法により作製した薄膜のX線回折パターンである。熱処理温度の最適化により非熱平衡相であるBi₃Fe₅O₁₂磁性ガーネット相を形成した。図2は、電子線リソグラフィ技術を用いてY₂Bi₁Fe₅O₁₂磁性ガーネット薄膜上に作製したスピノ波励起及び検出用のコプレーナ導波路の写真である。今後、磁性ガーネット薄膜の磁気物性やスピノ伝搬特性を評価し、スピノ波デバイスの実現を目指す。

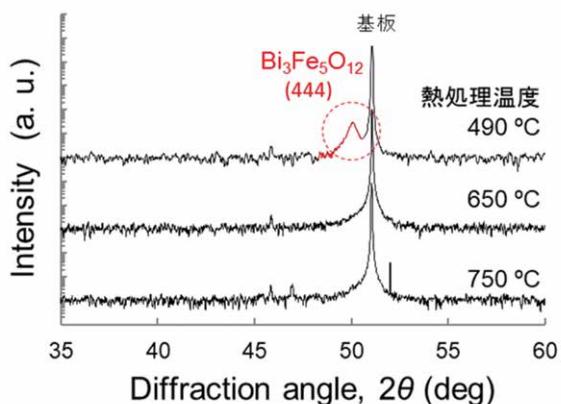


図1 有機金属分解法により作製したBi₃Fe₅O₁₂磁性ガーネット薄膜

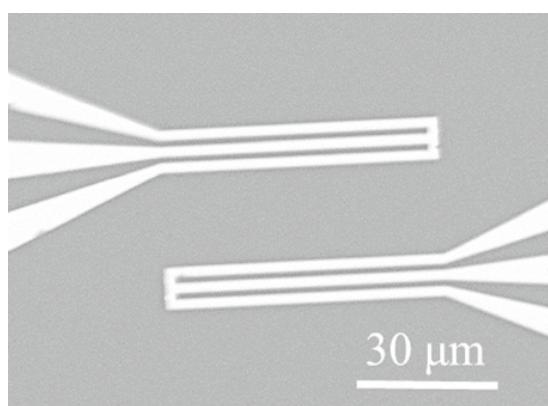


図2 Y₂Bi₁Fe₅O₁₂磁性ガーネット薄膜上に形成したスピノ波励起・検出用コプレーナ導波路

連絡先…担当者／吉田 和範

電話 : 047-469-5511

E-mail : yoshida.kazunori@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

音速に近い速度で自由飛行する物体周りの流れの計測

航空宇宙工学科 菊池 崇将

弾道飛行装置とは物体を高速で射出する実験装置であり、実際に移動する物体周りの流れを観測できる。他の流体実験装置の中に、固定した物体に流れを当てる風洞装置があり、風洞実験では物体の支持具が流れへ干渉する問題を避けられない。弾道飛行装置では、この支持具の干渉が無い流れを観測できるメリットがある。一方で、流れの観測時間は、観測範囲を物体が通過する僅かな時間に限られ、物体の弾道や飛行姿勢を制御できない難しさがある。円筒形物体で物体外径が砲身の内径と等しい場合、物体をそのまま射出できるが、砲身の形と異なる形状の物体を射出する場合、サボと呼ばれる円筒形の保持具の中に試験物体を格納・加速し、射出後の

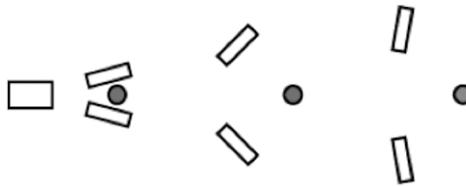


図1 サボ分離模式図、サボと物体に働く空気力の違いにより、サボは物体から自動的に離れる。

自由飛行過程で物体からサボを空力分離する手法が用いられる（図1）。サボ分離の不確かさが射出速度の再現性、物体の弾道と飛行姿勢を大きく乱す原因であり、サボの加工には1/100mm以下の極めて高精度且つ均一な品質が求められる。当研究室は、球周りの流れの研究を推進中であり、サボの製作を工作センターに依頼した。昨年のサボを用いた実験では、射出速度のバラつき、弾道のブレが大幅に低減されたことを確認した。

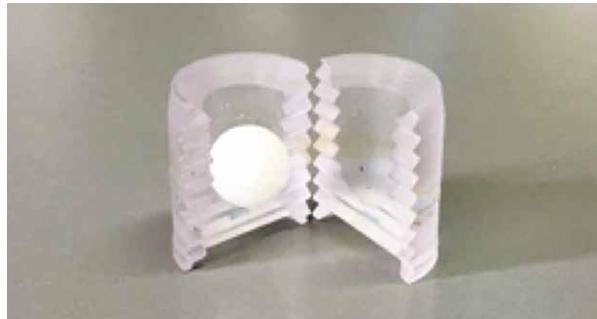


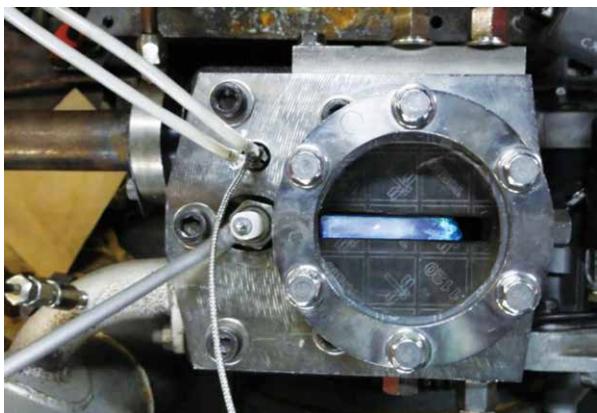
図2 製作依頼したポリカーボネート製サボ

高速・高負荷対応の可視化エンジン開発による
エンジン内極限現象の解明

機械工学科 飯島 晃良

自動車をはじめ、輸送用機械の動力源として広く用いられている内燃機関は、その普及台数が多いことも相まって、地球環境に与える負荷が深刻になっている。裏返せば、それらの高効率クリーン化や高性能化は、地球環境のみならず、社会経済に与えるインパクトも大きい。とりわけガソリンエンジンにおいては、熱効率向上の歴史は、異常燃焼との戦いといつても過言ではない。近年、抜本的な熱効率向上を実現するために、異常燃焼を打破する研究の重要性が高まっている。異常燃焼は、条件によってはエンジンを破壊する現象のため、燃焼室内部で起こる異常燃焼を可視化及び詳細な分析を行うことは困難である。そこで本学科では、伝統的に工作技術センターを利用して独自の実験装置を設計・製作・構築してきた。異常燃焼を発生しながら極限状態で運転されるエンジンの燃焼を超高速で可視化する独自の可視化エンジンを開発し、異常燃焼発生メカニズムの解明、予混合圧縮着火(HCCI)、プラズマアシストHCCI燃焼、高速パルス放電点火燃焼などの新しい燃焼方式の創生などに取り組んでいる。工

作技術センターでの製作と研究の両輪で継続的に装置の完成度と研究の質を向上させることで、強みのある研究が育つ。これらの成果は、内閣府SIP革新的燃焼技術、自動車関係メーカーとの共同研究などを通じ、社会実装に繋がる成果を挙げている。



高速・高温・高圧条件での異常燃焼を可視化する独自開発の可視化エンジン

OWC型波力発電模擬装置におけるタービン特性の検討

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

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、往復気流中で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。我々は現在、垂直軸形タービンを用いたOWC型波力発電模擬装置を用いて、往復気流中におけるタービンの起動性および負荷特性について検討している。これまでの実験結果より、タービンに流入する往復気流

が小さいため、タービンの起動性に課題があることを明らかにした。そこで、我々はタービンに流入する往復気流を大きくし、タービンの回転方向に働くトルクをより多く得るために、タービンの前後に風向板を設置することを提案し、その設計および製作を工作技術センターに依頼した。図2に風向板有りの場合および風向板無しの場合における経過時間に対するタービン回転速度の変化を示す。図2に示すように、風向板有りの場合の回転速度は風向板無しの場合に比べ加速度が高く、タービンの起動性が改善できたと考えられる。



図1 OWC型波力発電模擬装置

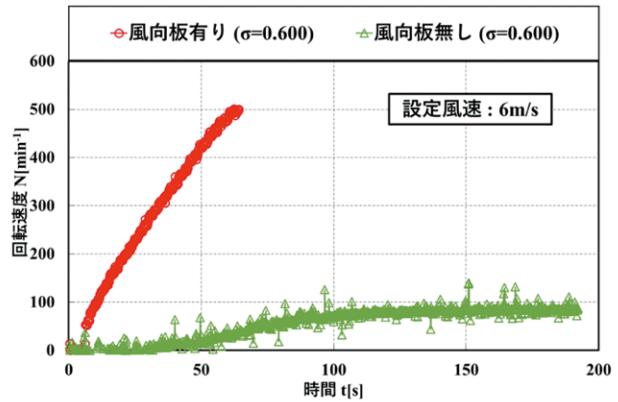


図2 回転速度特性

マスタ・スレーブハンドとヘッドマウントディスプレイ

精密機械工学科 吉田 洋明

本研究室では、遠隔操作システムの一部として、遠隔地のロボットハンドが把持した物体の硬さをオペレータが感じることのできる力帰還型のマスタ・スレーブハンドと遠隔地の自然な立体視が可能な新しいタイプのヘッドマウントディスプレイ（HMD）の試作を行った。実はマスタ・スレーブハンドは昨年度も試作と実験を行い、ロボットハンドが把持した物体の力をオペレータが感じることができることを確認している。しかし、設計に問題があり、駆動部が破損してしまったため、今回はこの点を改良したものである。また、HMDは、現在市販されているものが疲労や酔いなど、オペレータ

に負担をかけるものであるので、これを改良したものである。具体的には、現在市販されているHMDが、輻輳角（左右の視線のなす角度）と映像のピントが固定されているのに対して、今回製作したHMDは、これらが可変となっており、人間が実際に対象物を見たときの眼球の状態が再現されるようになっている。工作技術センターの先生方には、製作だけではなく設計段階から学生の相談にも乗って頂き、ものづくりに対する学生への指導にもご協力頂けた事は、学内施設ならではの利点であり、この場をお借りして皆様に感謝申し上げる次第である。

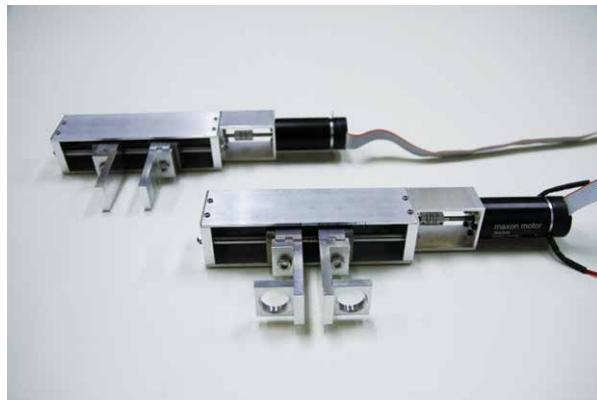


図1 マスタ・スレーブハンド

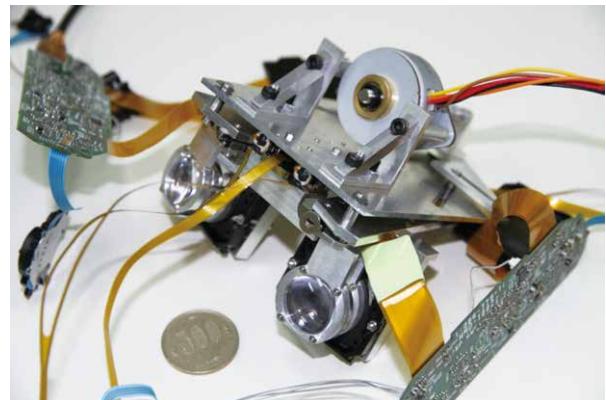


図2 ヘッドマウントディスプレイ

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.rist.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

Bluetoothを用いた交通状態モニタリング

交通システム工学科 准教授 石坂 哲宏

交通に関するビッグデータの情報源の一つとして、車両のカーナビやスマートフォンなどから発信されるBluetooth（以下、BT）を活用して、交通情報を生成する取り組みが多く多くの都市や高速道路で行われるようになってきています。BTの中に含まれる機器固有のMACアドレスを路側に設置したスキャナで読み取り、複数の地点でのMACアドレスの照合から旅行速度や経路情報などの交通情報を生成することができます。日本ではNEXCO中日本の高速道路での区間所要時間の推定に用いられている他、海外ではオーストラリアのブリスベンで都市規模での導入が進められています。

本研究では、路側に設置したスキャナで取得するのではなく、スキャナ自体を移動する車両に設置したとして、交通情報生成の可能性を検証しています。特に、交通総合試験路では、2台の車両にスキャナとBT発信機（ともに、スマホ）を設置して、2台の車両を様々な環境下ですれ違い走行させ、その受信特性を把握しました。すれ違う道路の車線数の違いを含めて、車両間の距離を用いてMACアドレスが逐次取得できるかをモ

デル化しました。スマホを用いた簡易な仕組みですが、車内でも少ない確率ながら取得できることができました。このモデルにより、すれ違い時にMACアドレスが取得できるかをシミュレーションできるようになり、道路ネットワークで本システムを運用した場合にどのような交通状態を推定できるようになるかを把握できるようになるといえます。



写真1 すれ違い実験の様子

学生フォーミュラのテスト走行

機械工学科 教授 星野 倫彦

1952年発足の学術系サークル「円陣会」は、自動車技術者が主催している全日本学生フォーミュラ大会に出場するマシンを毎年製作し、第1回大会から平成29年9月に開催された第15回まで連続出場し、現在は平成30年9月開催の第16回大会を目指してマシンの製作に取り掛かっています。レギュレーションに適合したマシンをより速くするためのセッティングやドライバー訓練のために交通総合試験路での走行実験を行わせて頂いている。第8回大会から製作中のマシンは、ヤマハ発動機(株)のYZF-R6という排気量600ccのV型4気筒エンジンを搭載しているが、レギュレーションで通常の半分ほどの吸気口に絞られた少ない空気でレースをするために特別なチューニングが必要で、工作技術センター熱工学実験部のベンチを使用させて頂いて燃

料マップや点火時期などの調整を行っている。少ない空気量に合わせて400ccの単気筒エンジンで参加する大学が増える中で、地道な努力でエンジンと格闘している。毎年の大会の前後で他大学との交流に本学の交通総合試験路を利用させて頂いており、並走でレースをする訳ではないが、複数のマシンが走行する場合はコース安全監視員として試験路の各所に立っている学生たちにも緊迫感が漂う。

各自動車メーカーに就職した先輩たちだけでなく、応援して頂いている方々にも報いて優秀な成績を収めるべく活動している円陣会に御支援をよろしくお願いいたします。



写真1 第15回全日本学生フォーミュラ大会参加記念写真



写真2 交通総合試験路でのテスト走行

人力飛行機の飛行試験

航空宇宙工学科 准教授 大竹 智久

毎年7月末に琵琶湖で開催される「鳥人間コンテスト」には、理工学部公認サークルである航空研究会に所属する学生たちが自ら設計・制作した人力飛行機で出場している。今年度も4月初頭に機体が完成し、交通総合試験路を利用した飛行試験が開始された。交通総合試験路での飛行試験では、試験路の距離などの制限から実質的に飛行できる距離（時間）は短い。チームメンバーは完成した機体の特性を把握するための作業と、問題点のトラブルシューティングに追われ、パイロットは短い飛行距離ながらも機体に慣れるための飛行に集中する。琵琶湖での長距離飛行を目指した調整としては、交



図1 交通総合試験路での飛行試験

通総合試験路での飛行試験は些か飛行距離が短いが、船橋キャンパス内で複数回の飛行試験を実施できることは彼らの活動において様々な面でメリットが大きい。

万全の体制で臨んだ鳥人間コンテスト大会当日は、早朝の天候不順により大幅に大会スケジュールが変更となるなど予想外の事態が多く、フライト順が最後のMöwe34がプラットホームから無事湖上へと飛び立ったのは太陽が大きく傾き始めた頃であった。日没までの限られた時間の中での飛行ではあったが17,406.86mの飛行距離を記録し、今大会では4位の結果となった。



図2 琵琶湖での飛行

Evエコランカー製作によるエネルギー管理の研究

精密機械工学専攻 大学院生 岡田 直人
精密機械工学科 教授 青木 義男

近年、電気自動車の開発が加速しており、省エネルギー化による長距離走行が求められています。そのための技術向上を促進する「Evエコランカー競技会」が毎年千葉県成田市で開催されています。競技会はバイク用バッテリーを2個用いて高低差4m、最大勾配4%、1周1,110mのコースで2時間の周回数を競うものであり、省エネ走行が求められます。構造力学研究室では、3次元CADや構造解析ソフトを活用して車体製作に取り組み、高効率化を目指しました。走行性能向上の為の車体剛性の強化、モータ出力の制御やキャパシタを用いた回生機構をはじめとする適切なエネルギー管理を行ない、その性能評価の場として定期的に交通総合試験路を利用しています。



写真1 交通総合試験路での性能評価

用しています。交通総合試験路は縦断方向に平滑な舗装がなされており、直線距離も600m近くとれるので適正な消費エネルギー計測が行えます。

交通総合試験路での実験成果を踏まえ平成29年11月18日に開催された競技会に参加しました。当日はあいにくの雨で路面状況が優れない中でのレースでしたが、企業、大学、高校と様々なチームが参加する中、昨年の周回数を大きく上回り6位入賞を果たすことが出来ました。この結果は交通総合試験路での日々の性能評価や試走の賜物であり、理工学部ならでは優れた施設であることを改めて実感いたしました。



写真2 NATS EV 競技会の様子

第15回 理工学研究所講演会

平成29年4月、材料創造研究センターが駿河台2号館地下1階にリニューアルされました。それまで個別の部屋に置かれていた各種測定装置が一堂に集められ、駿河台キャンパス唯一のセンターとして、初めて「かたち」のある施設に生まれかわりました。このリニューアルを広く知つてもらうため、平成29年6月17日、理工学研究所講演会「材料創造研究センターリニューアル記念 都心の材料創造研究のハブをめざして—測定装置紹介：何が測れて何がわかるかー」を開催しました。講演会では、「質量を測る」、

「表面を見る」、「電磁波でみる」、「磁気でみる」、「熱でみる、組成を知る」という分類で、設置されている装置ごとに、原理から得られた成果までを紹介しました。講演後には見学会も開催し、装置の説明と実演を多くの方々が見学し、質疑応答を交わしました。参加者は、理工学部の方93名に学外も含む理工学部以外の方22名を合わせて115名もあり、リニューアルしたセンターの良い

スタートになりました。新生センターを、都心の立地を生かした産学協同の場として発展させたいと考えていますので、利用希望の際はお気軽にお問い合わせください。また、講演会当日配布された冊子は、各測定装置の解説書も兼ねており、センターで入手できますのでご利用ください。



第16回 理工学研究所講演会

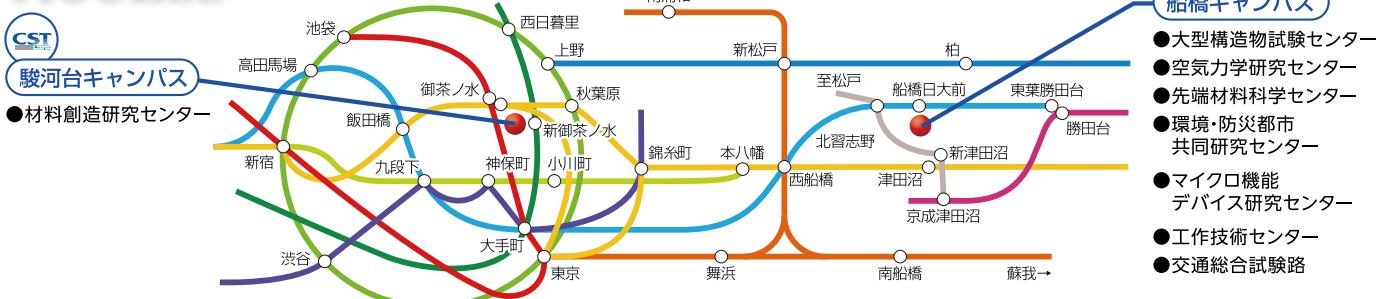
平成29年12月1日(金)に駿河台校舎1号館121会議室において「理工学部における研究の社会実装—これまでとこれからー(その2)」と題した、3部構成の講演会が開催されました。第1部では今年度、理工学部と船橋市とで消防活動に活用できるドローンの開発等を目的とした連携・協力に関する協定が結ばれたことを受け、「産官学連携による防災減災に向けたドローン利活用の研究開発」と題して、連携推進担当者である精密機械工学科の青木義男教授をはじめとする連携チーム、ならびに、学外のドローン研究・開発分野の方々の発表と、船橋市消防局の方も交えてのパネルディスカッションが行われました。第2部では日本

大学産官学連携知財センター(NUBIC)の副センター長である法学部の金澤良弘教授に「研究の社会実装とはなにか」について、特別講演をしていただきました。そして、第3部では電子工学科の塙本新教授を研究代表者とする私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「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」の研究チームの成果報告が行われました。

昨今、研究の社会実装が叫ばれているのを受け、昨年12月にはじめてこのテーマで理工学研究所講演会が開催されました。2年連続同じテーマでの開催ということで、講演会を通じて研究の社会実装が浸透していくことが期待されます。



ACCESS



理工研 News No.69 Vol.30 2018/03

発行日：平成30年3月3日 発行人：内木場 文男
発行：理工研 News 編集委員会 編集長：大月 穂



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