CST Nihon University, College of Science and Technology.

理工研 News

No.68 vol.29 2017/2 日本大学理工学部

基礎研究から社会実装へ

理工学研究所長
物理学科　教授　高野　良紀

我が国における磁気記録の基礎研究からその実用化に至るまで多大な業績を上げられた東北大学名誉教授である岩崎俊一先生は、著書「垂直記録とビッグデータ」の中で、多くの研究は、その研究が生まれてから実用化までは約20年の歳月が必要であると述べられています。またその間には社会からの評価が全く得られない時期があるが、その間にも研究を地道に続けていくことが重要であるとも述べられています。ノーベル賞を受賞した研究の中にも発見から実用化までは多くの歳月を経ているものがたくさんあります。理工学部の先生方の研究の中には、研究の芽が出始めたもの、なかなか思うような評価が得られず耐えていられるもの、いま正に研究の成果が花開こうとしているものなど様々な段階のものがあると思います。一方で、大学の研究の社会還元は以前から求められており、日本大学でも平成29年度から日本大学学術研究助成金の中に社会実装研究部門が設置されました。これは日本大学の全学的な方針の1つであり、教育力だけでなく研究力でも日本大学の実力を外部に発信し、魅力ある大学として勝ち抜いていく必要があるためです。理工学研究所としては日本大学の方針に沿って先生方の研究の社会実装研究をサポートしていくと同時に、基礎研究にも着実に目を向けていきたいと考えています。

空気力学研究センター　人力飛行機翼胴干渉実験

CONTENTS

■理工学研究所長　挨拶 …… 1
■平成28年度 理工学部 学術賞
●強相関電子系におけるエキゾチック超伝導およびフラストレート磁性の研究（物理学科　准教授　渡辺 忠孝） …… 2
■平成28年度　理工学部 学術賞
●風が社会基盤の安全性・健全性に及ぼす影響の評価に関する研究（土木工学科　専任講師　長谷部 寛） …… 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

自主創造
日本大学

平成28年度
理工学部
学術賞

強相関電子系におけるエキゾチック超伝導およびフラストレート磁性の研究

物理学科　准教授　渡辺　忠孝

固体物質の中には、物性を支配する電子の間に強いクーロン反発力（電子相関）が作用する物質群が存在し、強相関電子系と呼ばれています。強相関電子系は、その複雑な電子状態を反映して、高温超伝導や超巨大磁気抵抗などの多彩かつ新奇な物性が発現することが知られており、現代の物性物理学において最も精力的に研究が進められている物質群となっています。当研究室では、強相関電子系の一種であるフラストレート磁性体について、非BCS型超伝導（エキゾチック超伝導）の探索などの基礎物性研究を行っています。

フラストレート磁性体とは、磁性を担う電子間に強い磁気相互作用が働いているにもかかわらず、結晶格子の幾何学的な制約により磁気相転移を起こすことができない状況（幾何学的フラストレーション）が生じている磁性体です。このような磁性体では、非常に強い磁気揺らぎが生じることが知られています。実は強相関電子系である銅酸化物や鉄化合物で発現する高温超伝導は、スピン液体状態と呼ばれる磁気揺らぎの強い状態から発現することが、これまでの研究から明らかになってきています。このことを考慮すると、「究極的に強い磁気揺らぎ状態」が実現しているフラストレート磁性体では、高温超伝導をはじめとする新奇物性が発現することが期待されます。

これまで当研究室では、フラストレート磁性体について基礎物性研究と新奇物性探索を行ってきました。その結果、代表的なフラストレート磁性体として知られるスピネル酸化物（図１）について行った超音波音速測定と中性子散乱実験から、スピン分子状態（図２）という、現存する高温超伝導体で提唱されているスピン液体状態とは全く異なる、フラストレート系特有の新しいスピン液体状態が実現していることを明らかにしました。さらにこのスピネル酸化物における研究では、スピン分子状態が格子や軌道といった電子のもつスピン以外の複合自由度と強く結合する性質をもつことも明らかになっています。これらの研究成果は、スピン分子状態が複合自由度との結合を活かして多彩な新奇物性を生み出すことを大いに期待させるものです。

現在は、国内は東北大学と早稲田大学、国外はプリンストン大学（米）とヘルムホルツ研究所（独）との共同研究という形で、様々なフラストレート磁性体についてスピン分子状態が生み出す新奇物性の探索を進めています。

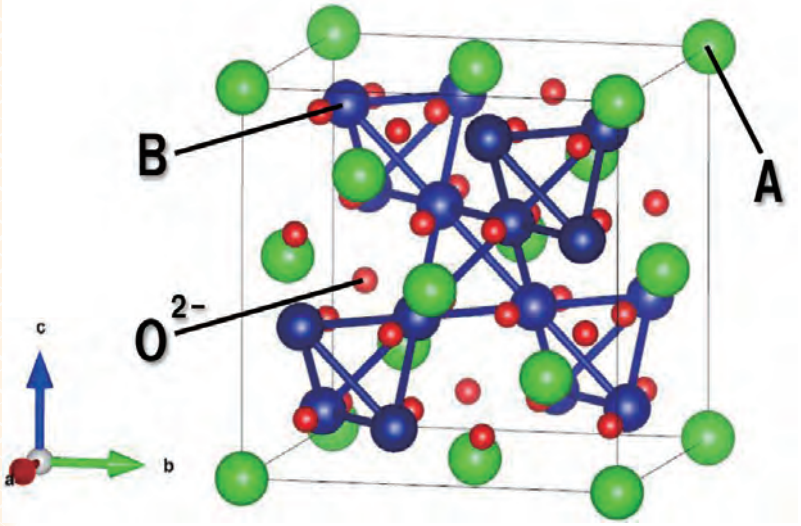


図1　スピネル酸化物AB_2O_4の結晶構造

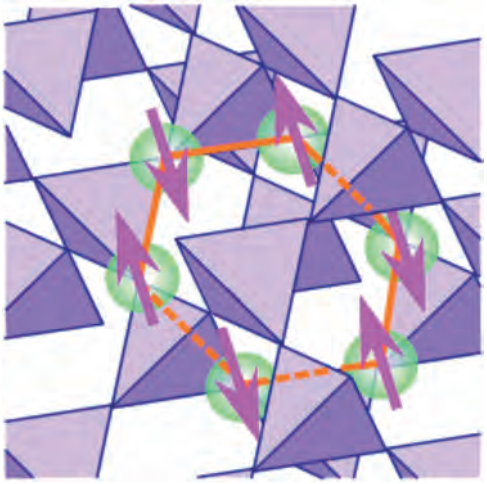


図2　スピネル酸化物の結晶格子上で形成されるスピン分子（反強磁性六量体）の概念図

平成28年度
理工学部
学術賞

風が社会基盤の安全性・健全性に及ぼす影響の評価に関する研究

土木工学科　専任講師　長谷部　寛

風は社会基盤と様々な側面で密接に関わっています。たとえば長大橋梁の設計では風による荷重や振動を第一に考える必要があります。竜巻や台風による強風は、市街地に甚大な被害を及ぼすことがあります。本研究はその中でも社会基盤の安全性・健全性に関わる二つの問題に着目して、その影響を評価する方法を数値流体解析および風洞実験を駆使して構築したものです。

一つ目は、沿岸域の橋梁の塩害問題に関わる付着塩分量推定法です。沿岸域に建設される橋梁の問題の一つは、海から飛来する塩分による塩害です。これまでも飛来塩分量やその付着量の測定が行われてきましたが、橋梁建設前に各部位の付着塩分量を予測することは困難でした。そこで本研究では、事前に橋梁の部位ごとの飛来塩分付着量を定量的に評価する方法を開発しました。この方法のポイントは、風洞実験で行われる流れの可視化法をベースに、飛来塩分を模擬するため塩化ナトリウム水溶液から生成した塩分ミストを可視化媒体として用い、供試体に土木の水処理分野で用いられる“ろ紙”を貼付して実際に塩分粒子が付着する工夫を施した点です。実験後の塩分粒子が付着したろ紙を精製水に溶かし、溶け出た塩化物イオンを測定することで付着塩分量を定量的に評価することが可能になります。図1は塩分ミストを用いて可視化した橋梁模型まわりの流れの画像です。このような手法で、橋梁に付着する飛来塩分量を事前にかつ定量的に評価することを可能にしました。

二つ目は、林野火災の延焼予測のための新たな数値解析法です。現在、日本の林野火災の延焼予測に数値解析が活用されていますが、その中で行われている風の予測精度や延焼モデルに改善の余地があると指摘されていました。そこで本研究では、有限要素法に基づく数値流体解析と木材燃焼解析を組み合わせた新たな連成解析法を構築しました。木材燃焼解析に採用したモデルは他の研究者が開発したものですが、木材燃焼プロセスを3段階に仮定し、化学反応の過程を解くモデルであることから、山間部の木材だけでなく、住家に用いられるような木材の燃焼解析にも適用が可能であり、本解析法は市街地火災への応用も見込まれます。図2は開放空間の底部中央に配置された木材が燃焼した際の周辺気流を解析した結果です。気流の温度分布を表わしていますが、煙が立ち上るような気流の変動を再現することに成功しました。

今回対象とした問題は一見すると全く異なるものに見られますが、どちらも風を大きな影響因子とします。これは風が関わる問題の多様性の表れとも言えます。今後も対象を限定せず、風に関わる諸問題の解決に取り組みたいと考えています。

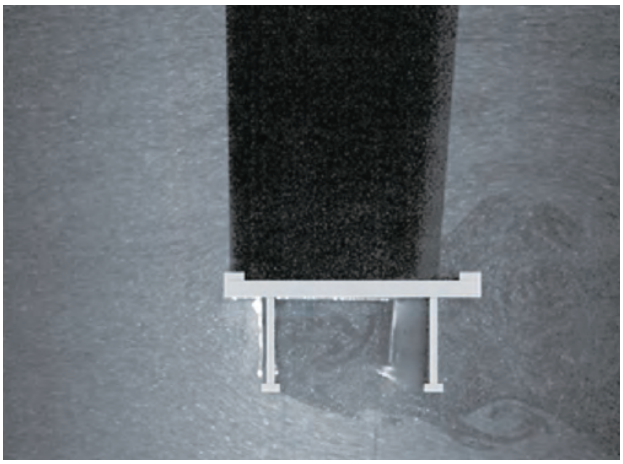


図1　塩分ミストを用いて可視化した橋梁模型まわりの流れ

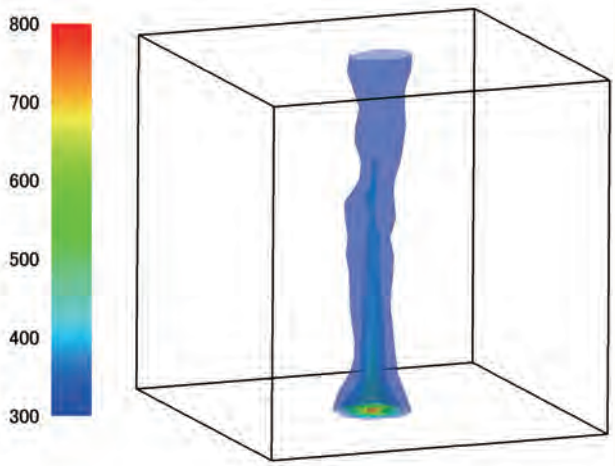


図2　木材燃焼時の周辺気流の温度分布

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

テストフロアーを利用した実験

長期荷重を受けるPC梁の地震終了時における性状に関する実験

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、コンクリート系構造で大スパン架構による大空間を構築する際の梁に多用される構造形式である。一般的な架構と比べると大スパン架構は、振動やたわみなどの長期荷重時における設計で考慮すべき項目が多く、これに対する検証を行うことは一般的である。これらの影響は、地震により梁が損傷を受けると大きくなることは明らかであるが、実験的な知見がほとんど無いこともあり、その評価手法は定められていない。地震後の建物の継続使用性が求められるようになった現在では、これらを明らかにすることは必要不可欠であると言える。

本研究は大スパンのPC梁が地震被害を受けた後にどのような挙動を示すかを実験的に調べたものである。実験では全長7.2mの試験体中央部に40kNのおもりを2カ所につり下げて長期荷重を再現し、さらに試験体両端に設置した2本の200kN串形ジャッキにより地震による繰返し荷重を再現し作用させた。当初の計画通り、梁中央部とスタブ境界の梁端部に降伏ヒンジが発生し、地震時におけるPC梁の挙動および地震後における損傷とこれに起因するたわみの増大傾向を確認することができた。

写真1　実験状況

30MN大型構造物試験機を利用した実験

免震支承交換時の仮受け工法の開発実験

海洋建築工学科　北嶋研究室

免震構造は、地盤と建物基礎との間に金属とゴムを交互に重ねた積層ゴムとダンパーを組み合わせた免震装置を装着することによって、建物の重さを支えつつ地盤から伝わる地震時の揺れを抑制し、地震被害を防止する効果がある。免震構造は近年の大地震に際しても有効にその機能を発揮している。しかし、この構法が実際の建築物に応用されてからすでに30年が経過した。免震の要となる積層ゴムの経年的な劣化に伴って免震支承の取り換えが余儀なくされることが想定される。本研究は、免震支承交換時の仮受け工法を開発することを目的として実施した実験である。建物の規模で異なるが、免震支承が支持する一本の柱の軸力は数千トンになる。この軸力を仮受けするためには既設の基礎を補強して建物の重さを油圧ジャッキにより支持した上で、既設の積層ゴムを取り外し、新しい装置を組み込む作業が必要となる。実験では、実際の構造物の約1/1.5の試験体を用いて、基礎の補強方法の妥当性と建物の自重を油圧ジャッキにより仮受けし積層ゴムを交換する手順を検証した。

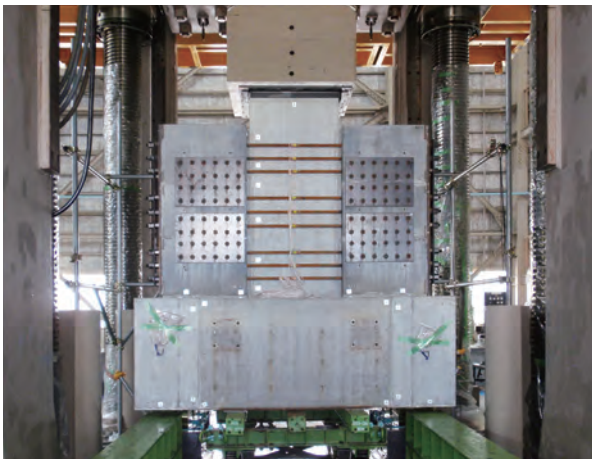


写真１　実験状況

水平加力装置を利用した実験−1

多数回繰返し載荷を受ける柱梁曲げ強度比が小さいRC造十字形接合部の実験

海洋建築工学科　北嶋研究室

長周期地震動を想定した多数回繰返しによる静的載荷と動的載荷実験である。実験対象とする柱梁接合部は試設計した30階建ての超高層RCの中間階の接合部である。一般的に耐震設計では、梁降伏先行型の全体層崩壊機構は望ましい崩壊機構とされている。しかし、柱梁曲げ強度比が小さい接合部は、現行の設計指針における接合部のせん断強度を確保し、梁曲げ降伏が先行する破壊を期待する接合部であっても、接合部内にヒンジが形成され、接合部曲げ破壊となる可能性が指摘されている。

本実験は、柱梁曲げ強度比が小さな十字形接合部を対象にした多数回繰り返しの静的および動的載荷実験である。試験体は柱頭、柱脚をピン支持、左右の梁端部をローラー支持とし、地震時に生じる接合部の応力状態を再現した。また、柱部材が支持する軸力を試験体上部に取り付けた油圧ジャッキにより負荷し、ジャッキ上面にスライド支承を設け、試験体の水平変位に追随して定軸力が作用するように荷重制御した。

実験結果より、最大耐力後も接合部入力せん断力が維持され接合部内曲げ破壊が確認された。

写真１　実験状況

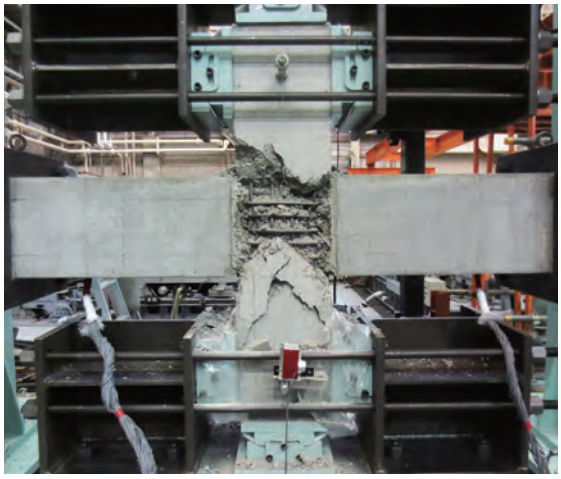


写真２　破壊状況

水平加力装置を利用した実験−2

間柱型レンズダンパー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、大地震時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。

本研究は、鉄骨造建物の制震構造化を図るために、間柱型レンズダンパー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。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異なりフランジがなく、1枚板の形状であることより、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、実大寸法の鋼製間柱にレンズダンパーを取り付け、水平加力装置により正負交番繰り返し載荷を行った。実験の結果、設計で想定した通りの性能が発揮されることが確認され、実施設計に向けて貴重な設計資料を得ることができた。

写真１　実験状況

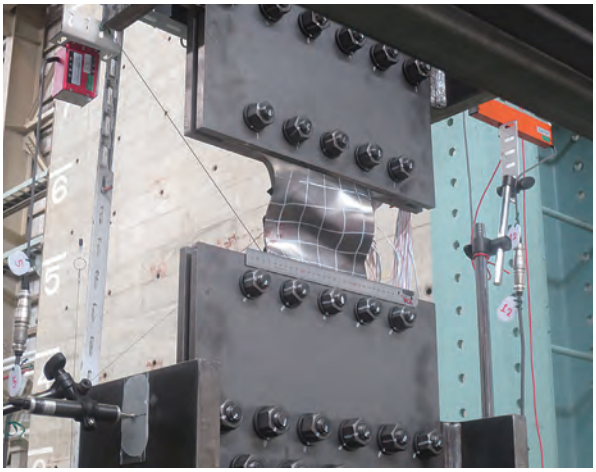


写真２　レンズダンパー

Research Center for Aerodynamics

空気力学研究センター

連絡先…担当者／髙橋　賢一
E-mail:takahasi@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
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）

2Box自動車模型に作用する空気力と車体周り流れに関する研究

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。実車の1/4スケール相当の模型と最大40m/sでの高い風速条件で3分力空気力計測の計測と毛糸を用いたタフト法による車体周りの流れの可視化実験を行った。一定間隔で丁寧にタフトを車体表面に貼り付けて通風すると、タフトが流れに追従して目に見えない流れを可視化することができる（図１参照）。この実験により、車体周りの変動の激しい流れの位置を特定することができた。また、空気力の計測結果では、車体形状では風速が速くなるにつれて抗力がわずかに減少し、揚力がわずかに高くなる傾向がみられ、高速になるにつれて燃費がよくなるものの乗り心地は悪化する可能性があることがわかった。今後は、車体周りの流速分布の計測を行い、車体に作用する空気力と流れ場の相関関係を解明することを目指す。

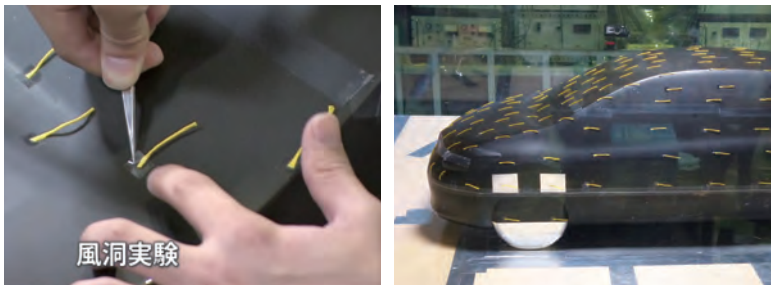


図1　タフト（黄色の毛糸）を用いた車体周りの流れの可視化実験の様子

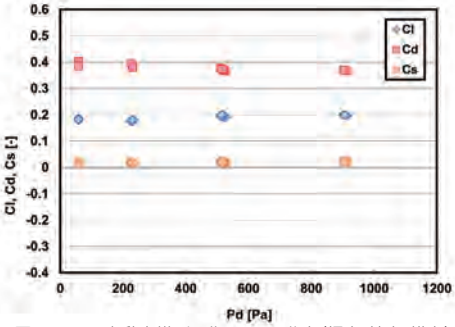


図2　2Box自動車模型に作用する3分力（揚力・抗力・横力）の風速に対する特性

垂直軸風車の性能解析に関する研究

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

空気力学研究センターの所有する3次元煙可視化風洞では3分力天秤を利用した翼の揚抗特性試験（写真１）が可能であり、垂直軸風車の一種であるダリウス風車（写真２）の性能を予測することを目的として翼の揚抗特性を測定しました。飛行機に使用される翼の場合、用途上の理由から迎角の測定範囲は限られますが、ダリウス風車では迎角0～360°の全方向についての特性を知ることが必要であり、3次元煙可視化風洞ではこの要求に応じた測定を行うことができました。また、ダリウス風車の性能に影響を与える項目としては、翼形状による揚抗特性の違い以外に、翼枚数、回転円周に対して翼の占める割合（ソリディティ）などが挙げられます。現在、我々の研究グループでは翼形状の検討において良好な成績を収めたNACA63$_3$-018翼型に基づく円弧キャンバー翼を採用して、空気力学研究センターの所有する大型低速風洞において各種の特性試験を行っています。これまでに大型低速風洞施設における実験結果より、風車の翼枚数は少ない方がパワー係数は大きく、周速比の広い範囲で高いパワー係数となることを明らかにしました。今後はソリディティが風車の性能に与える影響について風洞実験により明らかにする予定です。

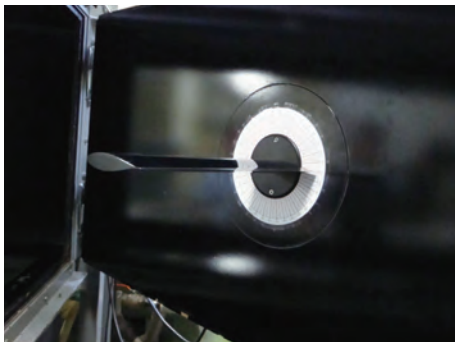


写真１　3分力天秤による翼の揚抗特性試験

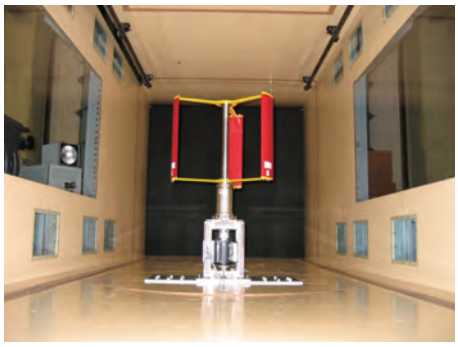


写真２　供試風車（3枚翼の場合）

単一ブレード風車モデルを用いた垂直軸型風車の軸出力に対するレイノルズ数依存性

機械工学科　助教　関谷　直樹

風車は、流れが持つエネルギーをブレードにより回転運動エネルギーへと変換する装置である。ブレード面積が大きいほど、より多くのエネルギーを変換することができると考えがちであるが、揚力型風車では大き過ぎるブレードは却って変換効率を低下させる原因となる。このため、風車に対する相対的なブレードの大きさを表すパラメータとしてソリディティが用いられてきた。当研究室では、小型のモデル（図1）を用いて風車周りの流れ場とエネルギー変換効率の関係を実験的に調べている。風車後流の速度場の計測から、風車のエネルギー変換効率の低下がブレード伴流の干渉と密接に関連していることが明らかとなってきた。現在は、ブレードを1枚のみ有するモデルを用いて、ブレード伴流のスケールに与えるレイノルズ数の効果を調べている。図2は1回転中に放出されたブレード伴流を測定した結果の一例で、レイノルズ数の増加による伴流の大きさの変化はわずかであることを示している。この結果は、相対的にブレードの大きな風車は、ブレード間隔と比較して伴流スケールが相対的に大きく、干渉し易いことを示している。今後はレイノルズ数の範囲を拡大し、最適な形状を提案するモデルの作成を目指す。

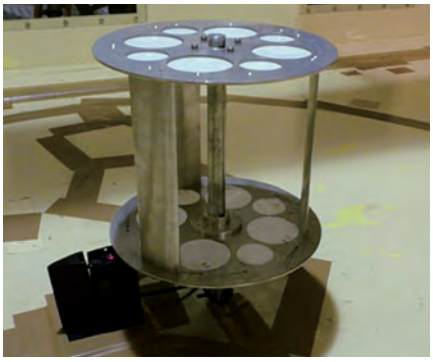


図1　大型低速風洞に設置した垂直型風車モデル

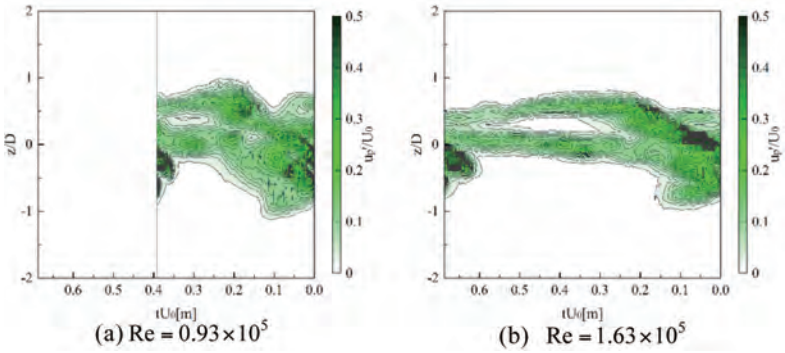


図2　1回転中に放出されたブレード伴流の速度分布（Re=DU₀/ν）

風洞実験によるラジコン模型の空力特性に関する研究

航空宇宙工学科　専任講師　髙橋　賢一

空気力学研究センターでは、これまでに様々な航空機の風洞実験を行ってきた。その多くは実機の縮尺模型であり、動力は省力され、補助翼などは固定されていた。これらの風洞実験では機体の静的な空力特性を取得するのが主な目的であるためである。

そこで本研究では、ラジコン模型を使用し、実機の飛行状態を風洞実験で模擬し、動的な空力特性を取得することを目的とする。ラジコン模型を使用することで、各々の機構は実機と同じ動作が可能となる。近年のラジコン模型は精度が良く、ラジコン模型を使用した風洞実験により取得できた知見は、実機にも十分に応用できると考えられる。また、最近の無人機などの小型の航空機に関する知見も取得が可能である。

図1は本研究で使用したラジコン模型であり、固定翼機（零戦）を用意した。ラジコン模型は軽量化のために構造強度が弱く、風洞実験を行うために補強を兼ねた治具を新たに設計し、ラジコン模型の下面に固定し、ストラット式天秤に取り付けた。図2は固定翼機の風洞実験の計測結果（ストラットの影響を含む）であり、失速後に不安定な挙動が起こることがわかった。また、比較的に小型、軽量な模型であっても3分力測定が可能であることも示された。

本研究の風洞実験は航空宇宙工学工房演習の学生たちによって行われた。

図1　固定翼機（零戦）

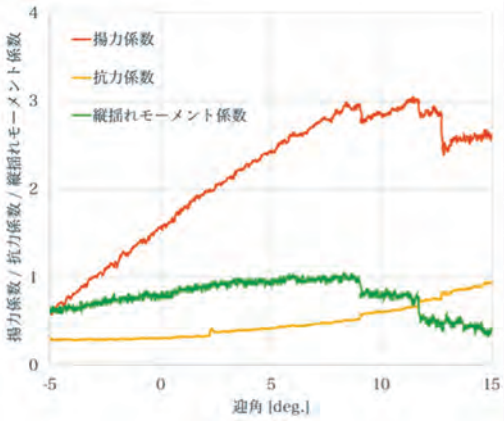


図2　風洞実験　零戦の縦3分力係数

Center for
Creative Materials Research

材料創造研究センター

連絡先…担当者／大月　穣
電話：03-3259-0432
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）、熱分析装置（TG-DTA、DSC、TMA）、走査型プローブ顕微鏡、顕微ラマン装置、走査型電子顕微鏡、動的光散乱測定装置

●イベント情報

施設見学（随時）

X線回折法による金属3Dプリンタ造形品の残留応力測定

機械工学科　助手　名波　則路

金属3Dプリンタにより従来の加工法では困難な複雑形状物、多孔質材、難削材部品等の製作が可能で、少量多品種生産に適している。しかし、局所的なレーザー照射移動による粉末材料の溶融凝固過程において材料の熱収縮が起こり、残留応力が発生し、製品不良（亀裂や反り）に至る場合もある。そのため、高精度な製品を実現するためにその残留応力の３Dマップを作成することが重要である。

当研究グループでは、材料創造研究センターの広角X線回折（WAXS）装置を使用して、金属3Dプリンタ造形品の残留応力を測定している。X線応力測定法（2θ-$\sin^2\psi$法）は、X線回折法により結晶材料の原子間距離を測定し、それを元に格子面間に生じる歪を求めることで、測定部表層のマクロ的な応力を推定する手法である。被測定試料の回折角（2θ）と回折格子面を把握するために、粉末試料（無歪）を用いて定性分析を行う（図1）。X線入射角度（ψ）を変化させた時の2θ変化より測定部位の残留応力が求められる（図2）。現在、WAXS装置内にCCDカメラと微小部測定用光学系が設置されており、点照射による測定位置の設定が可能である。今後、残留応力と硬度の関係性や熱処理の残留応力への影響を調査する予定である。

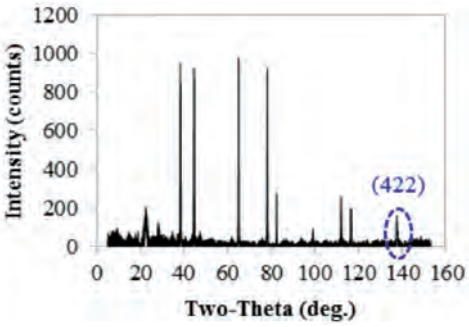


図１　An X-ray diffraction pattern of the aluminum AlSi10Mg sample processed through additive manufacturing

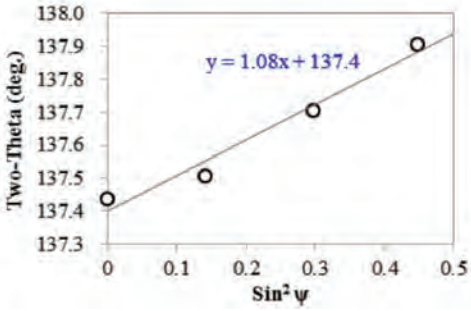


図２　2θ versus $\sin^2\psi$ plot for the aluminum AlSi10Mg sample having a stress of -201 MPa on the (411) plane

空間制御型抵抗変化メモリの作製

物理学科　教授　高瀬　浩一

現在、広く使われている不揮発性メモリであるFLASHメモリ（商品としてはSDカードやSSD）の記録速度は数10マイクロ秒であり、大容量メモリを扱うには不向きであると言われています。そこで、現行の1,000倍の速さをもつ次世代メモリが精力的に研究されています。そのうちの一つである抵抗変化メモリは、絶縁体を２つの金属で挟んだ簡単な構造をしており、２枚の電極に電圧を印加したときに生じる絶縁破壊を可逆的に制御することで、物質の抵抗状態を記憶する新しい不揮発性メモリです。これまでのところ、絶縁破壊が起きる電圧は、毎回異なり、これが実用化を阻んでいます。我々の研究室では、絶縁破壊が起きるときに生成される導電性フィラメントの数を抑制することで絶縁破壊電圧を制御できると考え、絶縁体の大きさを究極的に小さくするために絶縁体ナノワイヤーを作成して、この問題に取り組んでいます。図1は、作成したニッケルナノワイヤーの電子顕微鏡写真です。直径40nm程度のナノワイヤーができていることがわかります。現在、このナノワイヤーを酸化させて絶縁体とし、その絶縁破壊電圧とナノワイヤーの直径の関係を調べています。

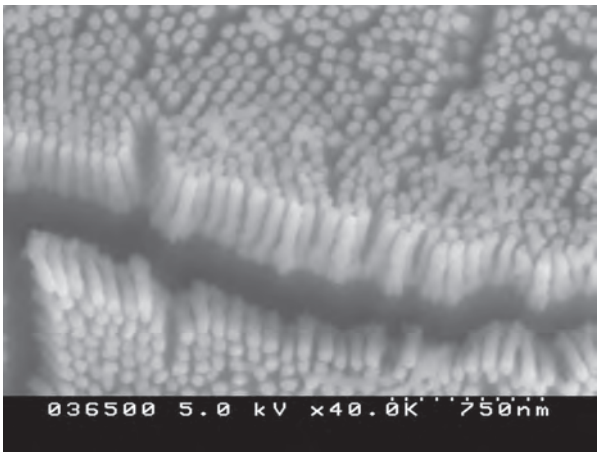


図1　ニッケルナノワイヤーの電子顕微鏡像

“光閉じ込め”銅ナノ構造電極による革新的光電変換反応

物質応用化学科　助教　須川　晃資

21世紀は光の世紀です。人類が光エネルギーを自在に操る技術を獲得出来れば、革新的な医療技術やより完成された環境調和社会の実現が可能になるでしょう。金属や半導体などの無機材料の一部は、そのサイズをナノレベルまで微小化すると、通常の無機材料や分子のいずれとも異なった光特性“光エネルギー閉じ込め現象”(表面プラズモン共鳴)を発現します。当研究室では、この未知なる現象の性質を解き明かし、高性能太陽電池や副作用のないがん治療技術に応用しています。

このような微細構造は、電界放射型走査型電子顕微鏡(FE-SEM)を使って形態を評価します。例えば図1のSEM像は、当研究室で開発された、300nm程度の微小な銅／シリカ複合ナノ粒子の周期構造です。思惑通りの構造であることがナノレベルで評価できます。更に、この構造では、入射光の約30,000倍もの光エネルギーが“閉じ込められる”ことが計算により分かりました。実際にこの構造を電極とし、色素分子としてポルフィリン分子を修飾したところ、実に約60倍ものポルフィリンの光／電気エネルギー変換効率の向上が起きることを見出しました(図2)。銅ナノ構造により光エネルギーを制御できた結果であり、高性能な太陽電池の開発に繋がるものです。

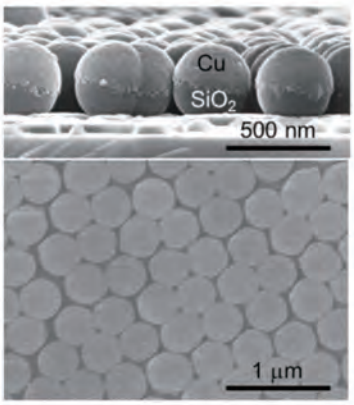


図1　銅ナノ構造の走査型電子顕微鏡像

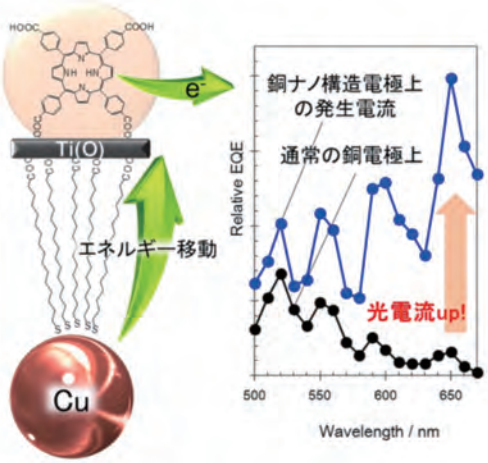


図2　ポルフィリンの光電変換反応の機構と光電流の測定結果

直接液化反応による植物性バイオマスからの軽油代替液化燃料の製造

物質応用化学科　助教　角田　雄亮

バイオマスは光合成により短期間で再生可能であり、さらにカーボンニュートラルであることから化石代替資源として期待されている。ただし、不均質な固体であるためハンドリング性が悪く、薄く広く存在しているため集約コストが嵩むことが課題となっている。当研究室では、木質バイオマスが排出される地域に小規模で簡便な液化装置を設置し、木質バイオマスと自製溶媒(木質バイオマス由来の液化生成物の一部を循環利用)を混合して低圧、低温度の温和な反応条件で直接液化することにより、高効率で軽油代替液化燃料を製造する技術の開発に取り組んでいる(図1)。得られた液化生成物は軽油と混合して既存のディーゼルエンジンで使用できることは明らかになっており、最適な反応条件を策定することが課題となっている。これを解決するためには反応機構の解明が重要であり、液化生成物中に含まれる化合物を同定・定量することが必要となる。そのため、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)を利用し、各反応条件において製造された液化生成物の解析を行っている。

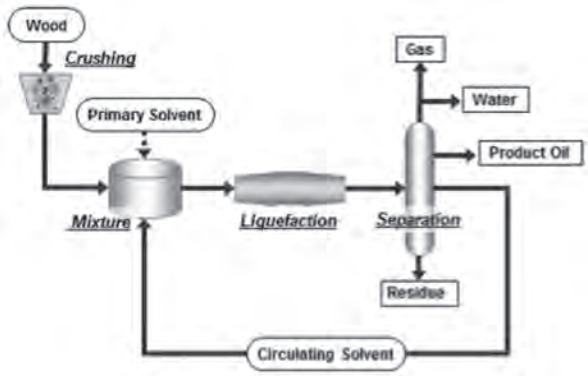


図１　自製溶媒を用いた木質系バイオマスの液化プロセス概念図

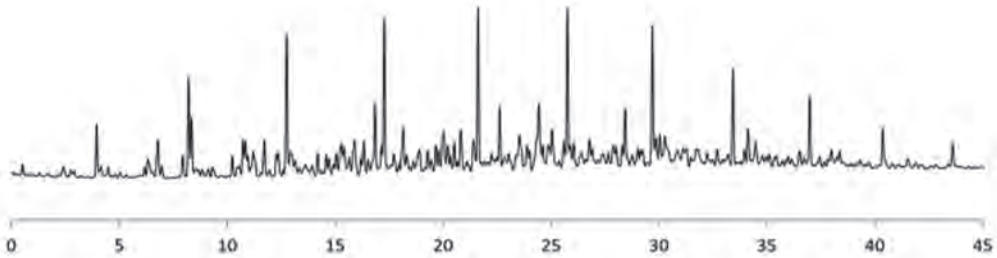


図２　液化生成物のトータルイオンクロマトグラムの一例

Advanced Materials Science Center

先端材料科学センター

連絡先…担当者／芦澤　好人
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、電界放射形走査電子顕微鏡、X線光電子分光装置、収束イオンビーム加工装置、電子線描画装置、原子間力顕微鏡、磁気力顕微鏡、SQUID-VSM、エリプソメータ、スパッタリング薄膜作製装置

●イベント情報等
オープンキャンパス、キャンパスウォッチング等での一般公開、「材料科学に関する若手フォーラム」の定期開催、機器講習会の実施

イオン電磁加速法による水素フリーDLC成膜法の開発

物理学科　准教授　浅井　朋彦

DLC（Diamond-Like　Carbon）は、一般に炭素のアモルファス構造の膜のうち比較的硬度の高いものの総称であり、耐摩耗性、低摩擦係数、生体親和性など多様な特性を持つことから、表面コーティングとしての応用が拡大している。

DLC膜は、イオン化した炭素を成膜面に入射することで成膜され、主としてプラズマCVD（Chemical Vapor Deposition）法により生成される。プラズマCVDでは、メタンやベンゼンなどの炭化水素ガスをプラズマ化し成膜するため、必然的に水素を含有するDLCが生成される。この水素含有量はDLCの特性に大きな影響を与え、一般に水素の含有量が低いほど硬度が高くなる。炭化水素を用いない手法としては、グラファイトなどの固体炭素ターゲットを用いたPVD（Physical Vapor Deposition)があり、希ガスによる放電やレーザーなどを用い材料をスパッタリングすることで成膜を行うことから、水素を含有しないDLCの生成が可能である。本研究では、このPVDの新たな手法として、同軸円筒状電極間での希ガスの放電により中心電極を兼ねるグラファイトロッドをスパッタし、放電電流とそれがつくる磁場により電磁加速し成膜面に入射する新たな手法を提案した。電場加速を用いずにイオンを熱速度の数倍まで加速できるなどの利点から、水素非含有DLCの応用範囲が広がることが期待され、学内プロジェクトにおいても、自動車部品の低摩擦係数化などを目指して研究が進められている。

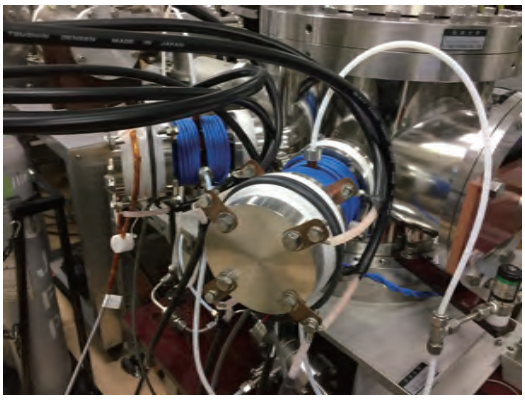


図１　イオン電磁加速法による成膜装置のプロトタイプ

固体推進薬の金属粒子の燃焼時の形状

航空宇宙工学科　教授　桒原　卓雄

固体推進薬は大きく均質系と不均質系に分けられる。この中で金属を混合する推進薬は不均質系のコンポジット推進薬と称し宇宙開発用の大型ロケット等に多く用いられている。金属を混合するのは少しでも性能を上げて宇宙に運搬するペイロードを増やすためである。金属には酸素と反応した時の燃焼熱の大きなアルミニウム（Al）、マグネシウム（Mg）が用いられる。粒子径の小さなMgは発火しやすく取り扱いが困難なことから、マグナリウム（Mg-Al）が用いられている。Mg-Alはダクテッドロケット、ガスハイブリッドロケットのガス発生剤として用いられている。これら金属は液化して蒸発して気相で燃焼することから、金属粒子径の2乗と蒸発時間の関係を求め、燃焼室内で金属の燃焼割合を推定することが可能である。このことからAlとMg-Alの固体推進薬燃焼面から100mm離れた位置で回収した金属粒子の形状を電子顕微鏡を用いて観察した。Al粒子を図1にMg-Al粒子を図2に示す。回収した金属は液滴となり球形をしている。金属の粒子径の分布及び蒸発係数を求めて2016年6月にドイツで行われた国際火工品学会で発表をした。

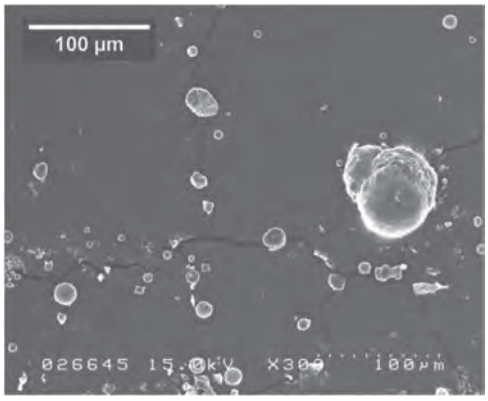


図1　Al粒子

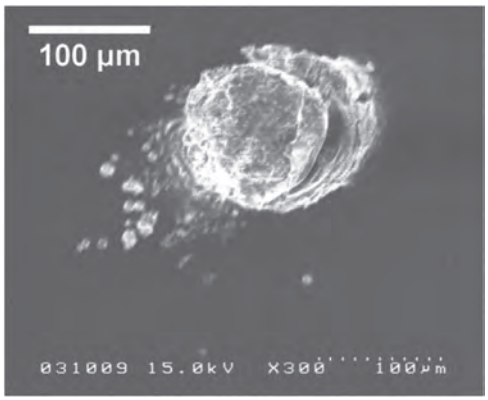


図2　Mg-Al粒子

セラミックとシリコンを組み合わせた小型MEMS電磁デバイスの研究

精密機械工学科　助手　高藤　美泉

粉体を基本とした積層セラミック技術とシリコン微細加工技術であるMEMS工程は従来では組み合わせることの少ない技術である。しかし、どちらも小型化技術であることからそれぞれの特徴を生かすことで小型なデバイスの作製が可能となる。そこで、本研究室では小型MEMS電磁デバイスの研究を行っている。電磁デバイスは磁気回路が必要であるため、平面方向の微細化を得意とするMEMS工程のみでは小型で高効率な磁気回路の形成は困難である。一方、積層セラミック技術は、シート状のセラミックに回路パターンを印刷し、積層す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であるフェライトを用いることで、磁性コアを有した巻線コイルのような磁気回路が得られる。我々は積層セラミック技術により、幅約3mm、高さ2.5mmの50回巻の小型磁気回路や、シリコン構造部品と組み合わせ可能な異型積層セラミック磁気回路を作製した。また、作製した磁気回路はそれぞれモータや発電機としてMEMS部品と組み合わせ、回転動作や発電を確認している。先端材料科学センターでは作製した磁気回路の内部構造や、シリコン部品の観察を行っている。

図１　積層セラミック磁気回路断面図

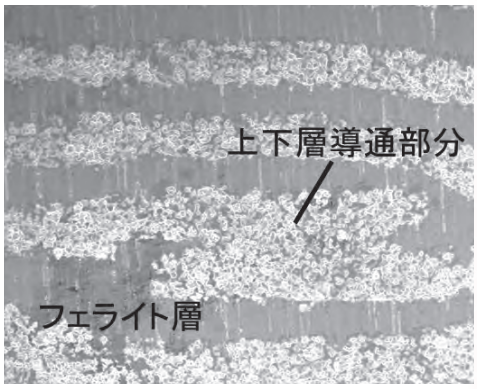


図２　MEMSエアタービンロータ

微細な形状を制御した無機材料の触媒機能に関する研究

物質応用化学科　准教授　梅垣　哲士

触媒とは、化学反応の速度を増大させ、選択的に目的の物質を得るのに不可欠な機能性材料である。その応用範囲は、一般的な化学物質の製造をはじめ、エネルギーの創製や環境浄化など様々である。触媒機能を示す物質の代表例に固体触媒がある。固体触媒は金属や酸化物などを主成分とし、触媒表面近傍の原子や分子と反応物である原子や分子の相互作用により結合の組み換えが起こり、様々な物質が生成する。このため、触媒材料の形状を原子や分子レベルで制御することは触媒機能の向上とともにその機能を科学的に理解する上で重要となる。当研究グループでは原子、分子サイズに近いレベルで触媒材料の形状を制御し、その形状が触媒機能に与える影響を研究している。例えば粘土鉱物の主成分であるシリカとアルミナの複合体を球状中空材料として合成することで、同じようなサイズの球状粒子やナノサイズの微粒子と比較して活性を示す原子（活性点）と結合している原子の数や状態があまり変わらないにもかかわらず、球状中空材料が特異的に触媒機能を示すことを明らかにした（図1参照）。これらの試料について様々な解析を進めることで、球状中空材料では活性点がナノサイズの領域に集積したことによって強酸性点が増大することを示唆する結果を得ている（図2参照）。

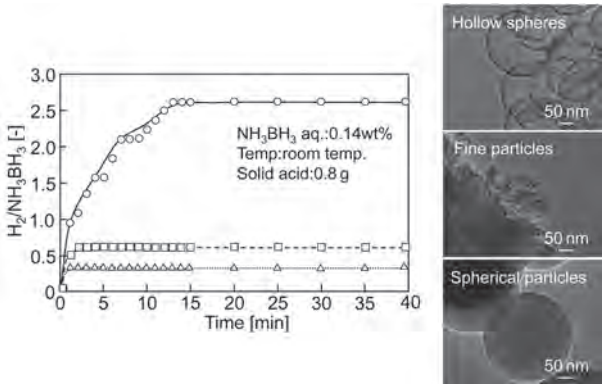


図1　各形状のシリカアルミナ複合酸化物存在下におけるアンモニアボラン加水分解活性

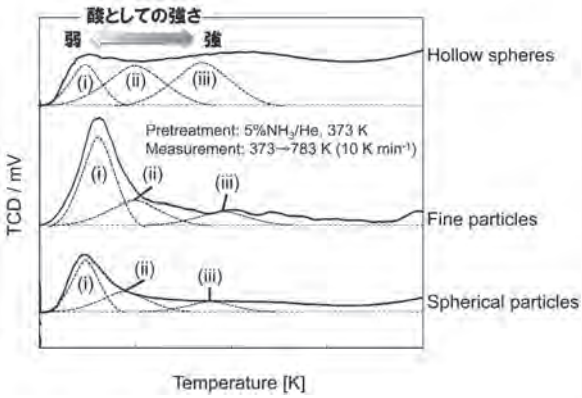


図2　各形状のシリカアルミナ複合酸化物からのアンモニアの昇温脱離挙動

研究紹介

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／秦　一平
電話：03-3259-0695
E-mail:hata@arch.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

シリコーンゴム球免震支承の開発

建築学科　免・制震構造研究室

現在の戸建免震システムは、免震装置の支持性能を大きく、設置個数を少なくしていることにより、鉄骨等の剛性が大きな免震架台が適用されている事例が多い。そのため、住宅の総建設費用にかかる免震システムの割合が高く、普及の障害となっている。

以上のことから、免・制震構造研究室ではシリコーンゴム球（以降ゴム球と呼ぶ）を用いたゴム球免震支承を開発している。この免震支承は既存の免震支承に比べコストが安く、免震性能としても戸建住宅に適していることを報告している。また、分散配置を目的としているため、免震架台に対して大きな剛性を要求せずにすむ。これを利用して免震架台に集成材を用いることによってコストを抑えることができ、ゴム球免震支承による戸建免震住宅の普及を図ることができると考えている。

本研究では、図1に示すような集成材を用いた免震架台を構成し免震支承を接合するための金物の性能を検討している。すなわち、ゴム球免震支承が水平方向に変形したときでも、建物支持、鉛直方向、水平方向の性能に差が生じないかを検討した。

水平方向加振試験の結果から、ゴム球免支承が変形しても接合金物で接続した免震架台を用いたゴム球免震支承の復元力特性が基準状態と変わらない履歴を描いていることを確認した。

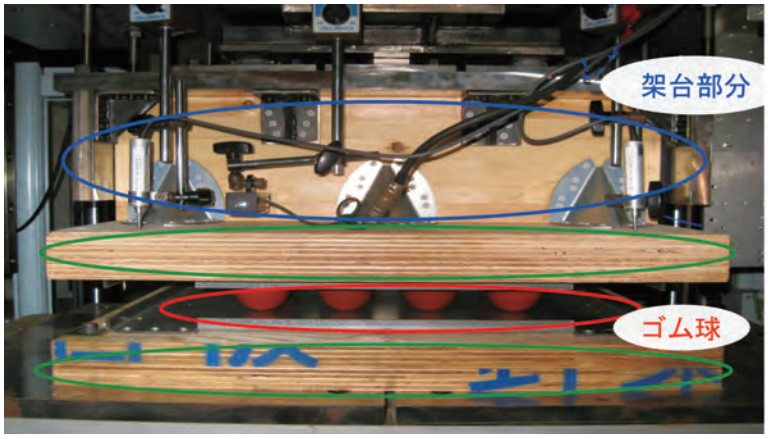


図１　ゴム球免震支承と集成材部材の動的加力試験

免震部材とCLT部材の接合検証試験

スターツCAM株式会社
建築学科　免・制震構造研究室

一般的に免震架台は鉄骨造やRC造とすることが多く、その主な理由として面内剛性の確保のしやすさ、袋ナットやスタッドボルトによる確実な接合のしやすさが挙げられる。しかし、より一層の木質化と木材利用促進のためには免震架台を木質材料でつくることも考えなければならない。そこでCLT部材と免震部材との接合方法や部材のめり込みによる免震性能の低下について検討する必要がある。

本試験では、免震架台をCLT部材とした木造架台と免震装置の接合部に着目し、復元ゴムの単体性能とCLT部材に接合した場合における免震部材の性能への影響、接合部材の剛性の違いによる接合部でのめり込みについて検証した。

図１に示す加力試験により、免震部材の履歴減衰、その他等価剛性等の性能に影響がないことを確認した。また、免震架台の曲げ剛性を確保するためにCLT部材を重ねた場合についても、同様に免震部材の性能に影響がないことを示した。

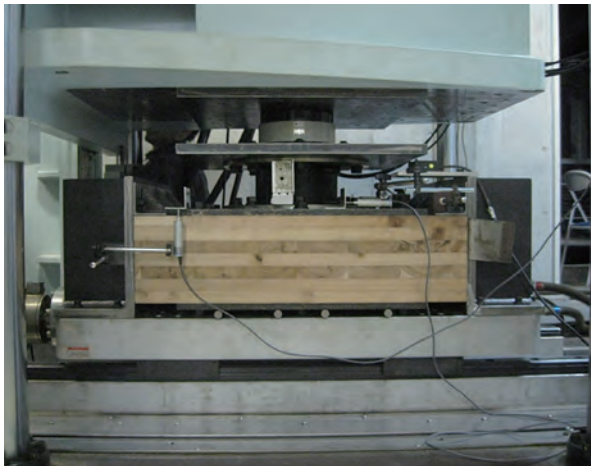


図１　免震部材とCLT部材の接合検証試験の様子

建築学科建築基礎実験（振動）

建築学科　免・制震構造研究室

本学の建築学科では1年生を対象とした授業で、TMD（Tined Mass Damper）システムを製作し制震の基礎を学びます。

授業の目的は、「共振」を知り、どのように「共振」を抑えるかを知ることです。模型は、重さが200g以内という条件で揺れをおさえるTMDを製作します。例えば図１に示すように、TMDの原理を知らないまま、どうしたら揺れを抑えるかとデザインを考えながら製作しています。授業では、学生の製作した模型に加速度計を設置します。図２のように電磁式振動台装置の上で、加振実験を行い共振を体験します。

図１　学生が製作したTMD模型

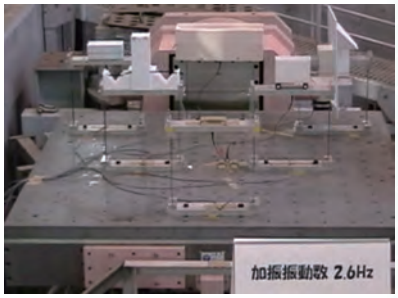


図２　建築基礎実験の様子

CLT材を利用した免震架台の性能試験

スターツCAM株式会社
建築学科　免・制震構造研究室

本研究では、今後CLT建築物を免震化するために、実大のCLT免震架台を組み検討する。また、より実際の条件に応じた場合のCLT免震架台の検証を行うため、CLT建物を想定した壁位置・免震部材位置とした加振試験を行い、免震架台としての性能を検証することを目的とする。CLT建物は壁式構造になると想定されるため、鉛直荷重条件を端部偏心荷重とした。CLT建物の免震化の可能性について、偏芯荷重による免震部材の傾斜角や水平性能より検討する。

試験方法は、図１に示すようにCLT免震架台を構成し、その下に積層ゴムを設置して、アクチュエータにより2方向加振試験を行った。

本研究の結果より免震架台の断面設計は偏心荷重と偏心距離が支配的であり、層を増すことで荷重の大きい中高層建物にもCLT免震架台の適用が可能である。しかし、架台断面が3階建てで840mm、5階建てで1,680mmと大きくなってしまう。更なる高層化を目指すために、荷重に対する架台断面を小さくすることを検討する必要がある。

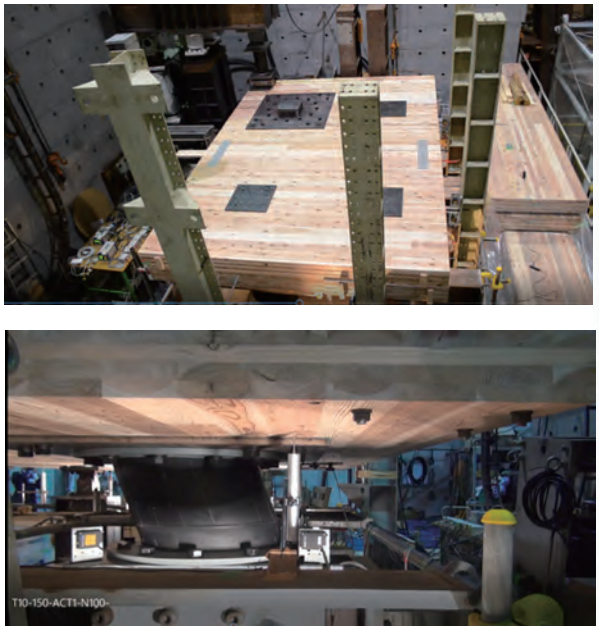


図1　CLT材を利用した免震架台の性能試験の様子

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／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

トリリオンセンサ時代に向けたMEMSによるシリコン微細構造の製作

精密機械工学科　内木場　文男

あらゆるモノにセンサを搭載してインターネットにつなげようとする試みがある。年間一兆個のセンサの需要が見込め莫大な市場を形成することになる。一兆個といえば全世界の人々が百個以上を消費することになる。この需要に対して、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems)が大活躍をする。MEMSは従来ICに使われていたフォトリソグラフィ技術を可動部品にも適用して、機械系と電子系部品をシリコンチップ上で統合する技術を指す。従来の機械部品は著しく小型になり、電子部品並みの大量生産ができる。とくに加速度センサ、ジャイロスコープなどの慣性センサに適用した場合その特徴が顕著に現れる。我々の研究室ではマイクロ機能デバイス研究センターに設置されたMEMS工程を利用し、シリコンの微細構造を製作している。微細化においては、写真１に示すような幅、10μmのシリコンの壁を整列させることができる。写真２は、静電気による振動を利用したジャイロスコープの可動部分を示す。従来の機械加工技術では到底できないような複雑かつ微細な構造を得ることができる。

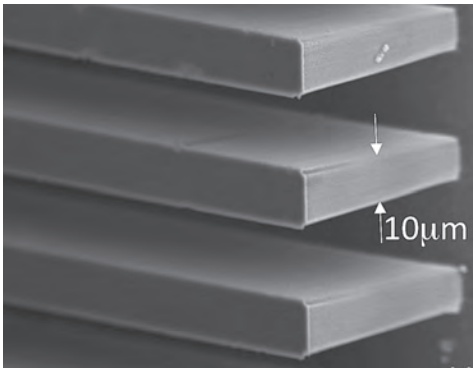


写真１　幅、10μmのシリコンの壁

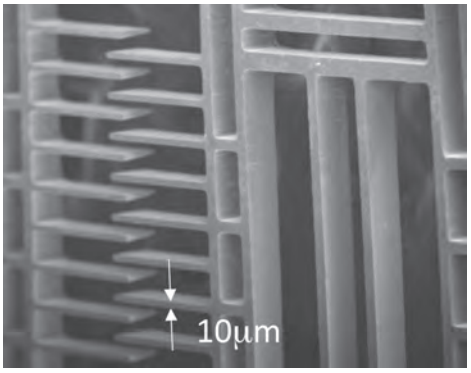


写真２　静電気振動を利用したジャイロスコープ

昆虫から学んだ超小型ロボットの開発

精密機械工学科　齊藤　健

精密機械工学科、内木場・齊藤研究室では、生物のしくみから学んだロボットについて研究開発をしている。生物の中でも、蟻や蜂などに代表される小型の昆虫は、現在の科学技術では実現が不可能なほど小型で高性能である。そこで我々は、昆虫の優れた特徴を学び、ロボットを進化する研究をおこなっている。現在までに、昆虫の脳と同様に神経細胞の電気的活動をもとに、足を動かすプロトタイプのロボットが完成した(図1)。開発したロボットは、一般的な蟻と同じサイズの5㎜の胴体に、足を動かす電気的・機械的な機構を備えている。また、足を動かすタイミングは昆虫の脳を模倣した集積回路で生成し(図2)、ロボットの上部に搭載した。従って、このロボットは一般的なロボットと異なり、コンピュータプログラムなしでの動作を実現している。今後はセンサや電気を供給する電源機構を搭載し、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。

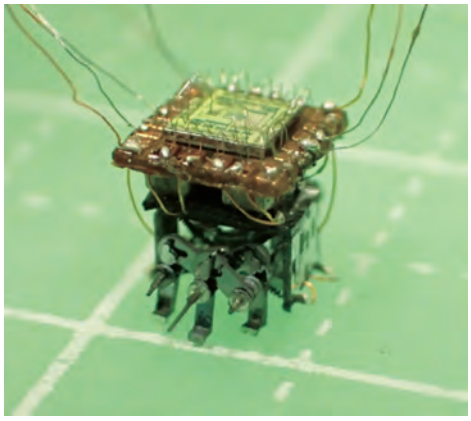


図1　開発した超小型ロボット

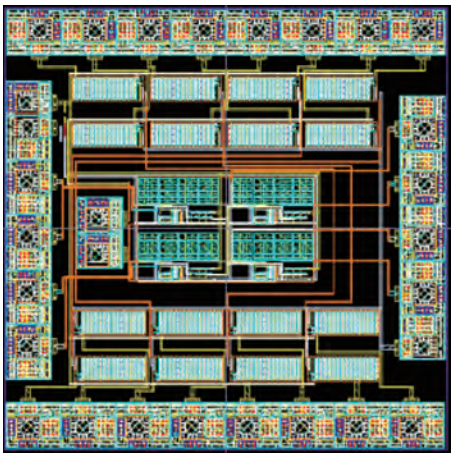


図2　昆虫の脳を模倣した集積回路

低濃度酸化性ガスセンサの開発

電子工学科　佐伯　勝敏

最近、ディーゼルエンジンの開発が盛んに行われているが、燃焼時に生じる窒素酸化物や軽油に含まれる硫黄成分の排出が増加しており、モニタリングする必要がある。

私は、エンジン内に組み込める小型ガスセンサの開発を行っており、シリコン基板を用い知能センサの構築を目指している。知能である信号処理部は学習機能を有するニューラルネットワークを集積回路で構築し、0.18μmCMOSデザインルールを用い設計を行っている。センサ部（図1（a））は、電極に金を使用しクロムを界面活性剤とし、電極の幅と間隔はともに50μm、リフトオフ法にて櫛型電極を形成した（図1（b））．電極は片側30本、櫛型電極上には真空蒸着装置を用いて感応膜である銅フタロシアニン（CuPc）を膜厚200nmで蒸着した。センサの作製は、マイクロ機能デバイス研究センターのクリーンルームで行った。今回、酸化性ガスとして二酸化窒素（NO_2）の濃度測定を作製したセンサで行った。複素インピーダンスを測定することで、レジスタンスの変化分ΔRとリアクタンスの変化分ΔXを求め、0.1～0.5ppmの低濃度において測定可能であった（図2）。同様に二酸化硫黄でも測定可能であった。現在は、これら酸化性ガスの混合気体の選択性について検討を行っている。

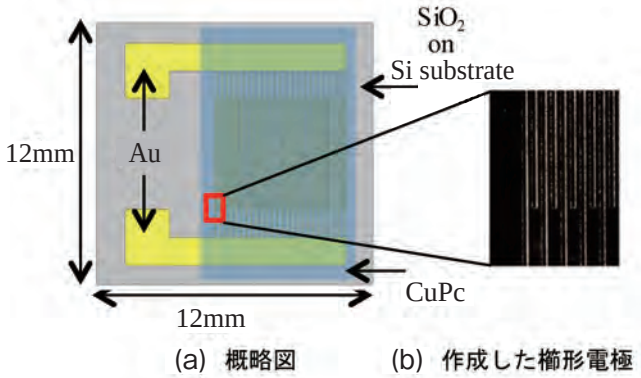


図1　提案した低濃度酸化性ガスセンサ

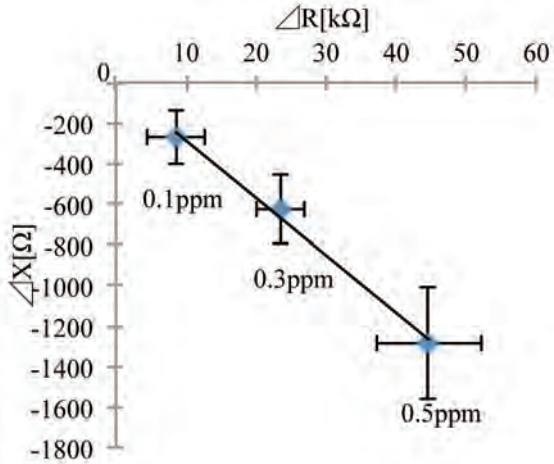


図2　NO_2の測定結果

パリレンHTとD-RIEを用いた3次元形状を持つ薄膜ダイアフラムの製作

精密機械工学科　今井　郷充

パリレン（ポリパラキシリレン）は機械的特性や化学的安定性にすぐれた高分子材料で、化学的堆積法（CVD）で3次元の膜が製作できる。そこで反応性イオンエッチング（D-RIE、センター所有）と組合せて任意の輪郭をもつ3次元形状のダイアフラムを製作する方法を研究した*。加工はシリコン（Si）基板にD-RIEにより製作したい形状を成形したのち、表面にパリレン膜を成膜し、Si基板をD-RIEで除去する。D-RIEの発熱（約150℃）のため高耐熱性のパリレンHT（350℃）の使用が必要である。製作したダイアフラムを図1に示す。可撓性向上のため同心円の溝（深さ50μm）を設けている。本方法の課題はD-RIEにおける熱応力で、深さが約50μmになると溝コーナー部で応力集中のためクラック等が生ずるようになる。対策として、Si基板上に形成された直角コーナーに等方性ウエットエッチングにより微小なR（円弧半径約1.5μm）を付ける方法やパリレン膜上に熱膨張緩和用のアルミニウム蒸着膜（厚さ約0.1μm）を付けることが有効であった、図2は別の製作例で、微量な液体を搬送するためのマイクロピラーをもつパリレン膜である。(*DOI 10.1016/j.sna.2016.11.021)

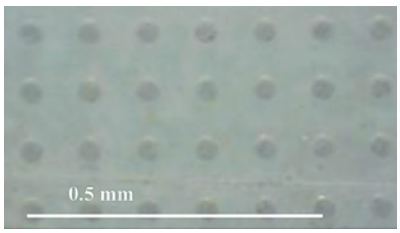


図2　表面にマイクロピラーを持つパリレン膜。(膜厚10 μm、円柱径50 μm、円柱高さ40 μm、ピッチ100 μm)

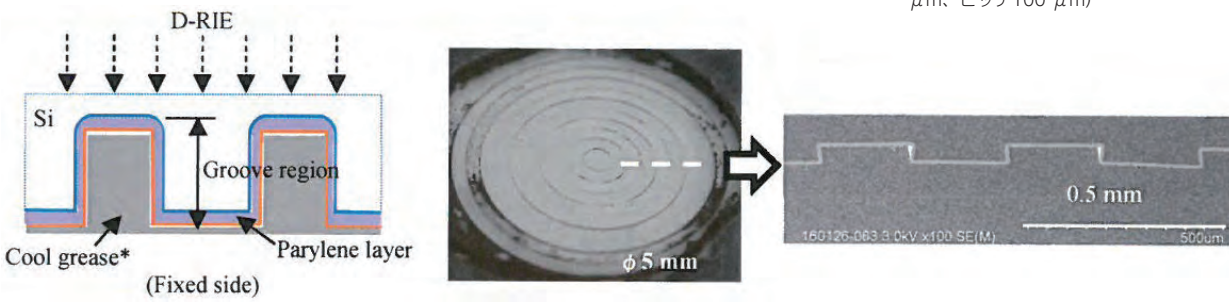


図1　同心円状の溝をもつパリレンダイアフラムの製作法とダイアフラムの形状およびSEMによる断面。(ダイアフラム径5 mm、膜厚10 μm、溝幅250 μm、溝深さ50 μm)

Center for
Manufacturing Technology

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

磁気軸受による弾性ロータの浮上・制振制御

機械工学科　渡辺　亨

回転する軸（ロータ）を支える手段として、電磁石とフィードバック制御を用いて磁気浮上により支持する軸受が既に実用化されており「磁気軸受」と呼ばれている。一方、軸が回転する時、軸の固有振動数と回転数が一致すると共振が生じ極めて危険となり、これを「危険速度」と称する。このような問題を回避するため、回転軸はなるべく短く太く高剛性に製作するのが一般的だが、筆者らのグループでは敢えて細長く低剛性な回転軸（弾性ロータ）を製作し、これを磁気軸受により浮上支持すると共に、その軸受の（浮上）制御システムに軸の振動を制御する制振制御機能を付加し、これによって危険速度の問題をクリアするという研究を行っている。この軸は従って、非常に細長く柔軟でありながら高精度に作られなければならないが、本学工作技術センターの高い技術力によりこの難題をクリアしている。図１は同センターにより製作された弾性ロータの外観、図２はそれを組み込んだ実験装置の外観である（この装置もセンターの製作）。本研究は現在も進行中であるが、未回転状態での浮上・制振制御にはある程度目処がつきつつあり、近い将来に具体的な成果を報告できる見込みである。

図１　弾性ロータの写真

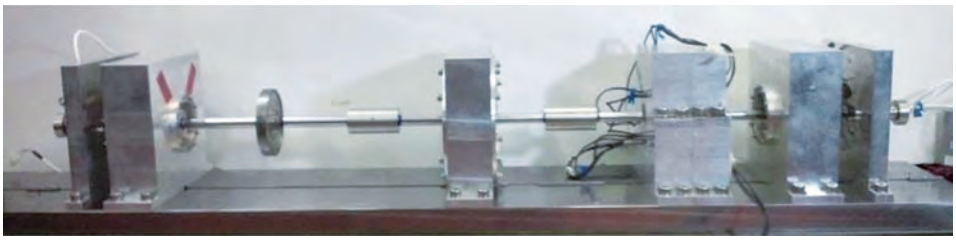


図２　磁気軸受実験装置の写真

人力飛行機用プロペラ駆動部品の製作

航空宇宙工学科　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」に本学から出場する人力飛行機は、理工学部公認サークルの航空研究会に所属する学生たちが自ら設計・製作を行っている。機体の構造は、主にCFRP製パイプ（1次構造部材）と断熱材のスタイロフォーム（2次構造部材）で構成されている。プロペラ駆動時の動力伝達に必要となるギアボックスやプロペラハブなどの金属部品は、工作技術センターに機械加工を依頼し製作を行っている。人力飛行機は機体重量をできるだけ軽量に仕上げることが重要である。そのため、金属部品の製作には強度を保ちつつ無駄を削ぎ落すための複雑な加工が必要とされる。平成28年度大会に出場したMöwe33には、飛行中にプロペラのピッチ角を変更できる「可変ピッチ機構」も数年ぶりに取り付けられた。複雑な機構を持つため、加工された部品を実際に組み上げ、動作を確認するまでは不安であったが設計通りの動作を確認することができた。このような加工部品が組み付けられたMöwe33は、平成28年7月31日に行われた鳥人間コンテストにおいて21,415.53mの飛行距離を記録し、11年ぶり8回目の優勝を飾ることができた。

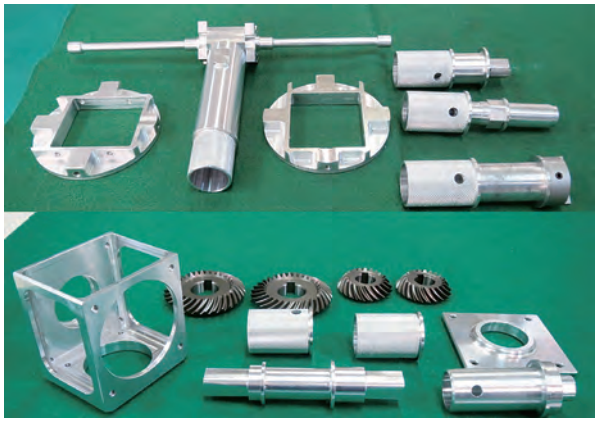


図1　製作依頼した金属部品の一部

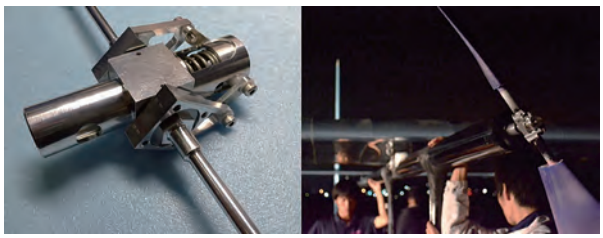


図2　プロペラの可変ピッチ機構

超音波複合振動を用いた金属接合

電気工学科　教授　三浦　光
助手　浅見　拓哉

金属の接合方法の一つに超音波振動を用いた接合がある。この方法は、対象金属を重ね合わせ、金属同士を擦り合わせるように超音波振動を加えることで接合するものである。接合に必要な超音波振動は1秒間に20,000回程度の振動で、その変位が数十μm程度である。この方法は振動のみで接合するため、融点が異なる金属同士の接合が容易に行える利点がある。しかし、従来用いられてきた超音波振動は、単純な一方向の振動であった。そのため、接合の強度にも方向性が生じ、全体として強度が低下していた。その問題を解決するため、私共は振動の方向性が少ない複合振動による超音波接合の検討を行っている。超音波複合振動を発生させるための振動体は本研究の要であり、最も重要なものである。当研究室ではこれまで振動体を構成する多くの部品の製作を工作技術センターにお願いしている。そのため、新たな超音波振動体の開発に際しても、実績がある本センターに依頼した（写真１）。その結果、質の良い複合振動が得られ、多くの研究成果を上げることができている。一例を上げると、接合の強度が従来の一方向の振動と比較して約2倍得られた（写真２）。なお、本検討の成果を論文誌へ投稿している。

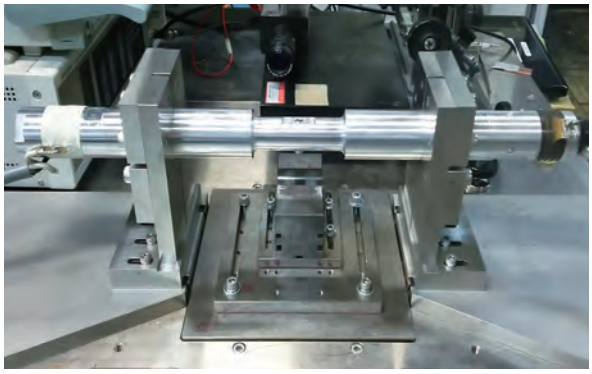


写真1　超音波複合振動する振動体

写真2　接合した銅板とアルミニウム板

パルスレーザー堆積法を用いたペロブスカイト系酸化物薄膜の原子層成長

電子工学科　岩田　展幸

酸化物は様々な物性を表す機能性の高い材料である。磁性体、誘電体、半導体、絶縁体、導電体、超伝導体、発光体などの材料である。さらにそれら物性は温度や外場によって変化し、制御可能な電子素子となる。ペロブスカイト系酸化物はABO_3と表記し、主にAには、アルカリ金属、アルカリ土類金属、La系元素、Bには、遷移金属が入る。現在世界的に注目されているのは、これら酸化物を原子レベルで重ねることによってできる界面近傍で、元の材料とは異なった特異な現象が発現することである。それらは外場によって制御可能であるため、新しい多機能・高機能タイプの電子素子を作製することが可能となる。図1にパルスレーザー堆積(PLD)法による成膜装置と光電子分光(PES)装置が接続された大型の成膜・評価装置を示す。図2に反射型高速電子線回折(RHEED)の反射電子強度の時間変化を示す。電子線を$SrTiO_3$(001)基板に約0.5°の入射角度で入射しその反射光強度を測定している。この強度は表面荒さに敏感に反応し、強度が減少し、増加する1周期で約0.4nmの単位格子が成長することを観測でき原子レベルでの成長制御を可能にしている。図から7層-2.8nmの薄膜が形成されていることがわかる。原子レベルの制御下での薄膜成長は清浄な界面を作製するために非常に重要な技術である。工作技術センターで作製した部品は、本装置の様々な場所に利用されており、上記した高度な成膜を可能にしている。

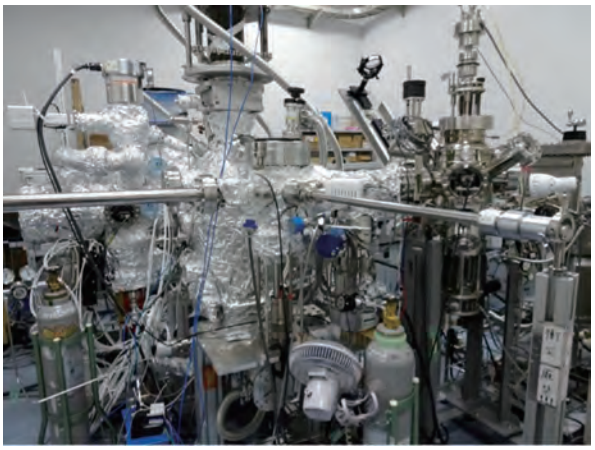


図1　PLD装置とPES装置が結合した装置の全体図。原子レベルで制御した薄膜の表面、界面の電子状態を、真空を破ること無く測定可能である。

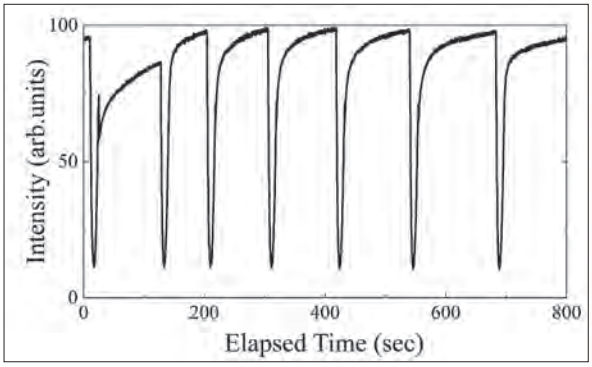


図2　$SrTiO_3$(001)基板上にホモエピタキシャル成長した結果。RHEEDの反射電子線の強度を成膜しながら観測したグラフである。1周期ごとに約0.4nmの単位格子が成長していることがわかる。

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アカー2台　5)カッセットガス発電機HONDA EU9iGB 900W1台　6)バイロン(カラーコーン)　7)スライドバー

V2Xを利用した路面性状のダイナミックマップへの反映

機械工学科　教授　関根　太郎

車両に搭載された各種センサー情報をDSRC（Dedicated Short Range Communications）、Wi-Fiや4Gなどの通信機能を用いて、他の車両、交通参加者、インフラなどに伝達し相互利用するV2X（Vehicle to X）の利用が本格化しつつある。ここでは、従来、災害時の道路被災状況の初動把握を目的に構築した二輪車のV2Xシステムを平常時にも活用することを目的として、主として路面性状の検出精度の向上を目指している。特に本研究で用いている二輪車は、構造上前後一列の二輪配置となっているため、基本的に路面の凹凸を前後の両輪で乗り越える。その路面から各車輪への入力について自己相関を利用することで、路面検出精度の向上を検討している。この検出結果を通信機能によりダイナミックマップへ反映させることで、道路管理における路面整備や運転支援システムの安全性向上、将来的には自動運転時の車両運動制御への活用などが期待される。交通総合試験路での走行実験では、検出波形の速度依存性や車両搭載状態の差異に対する検証や搭載アンテナの性能検証を実施している。

写真　V2Xによるすれ違い時のデータ送受信性能の検証風景

研究題目:自動車搭乗中のNIRS脳計測に対する基礎検討

応用情報工学科　教授　高橋　聖

近赤外線分光法（NIRS）による脳活動計測は，計測が簡便なため、様々な分野への応用が期待される。しかし、被測定者の姿勢変動や、外部環境の変化が脳活動計測へ影響を与えることが問題となる。より広い分野へのNIRS脳計測の応用を考えた場合、これらの影響の把握および除去に対する検討は重要である。

私達は、自動車搭乗中のNIRSによる脳活動計測に関して研究を進めている。自動車搭乗中は、車両の加減速や旋回に伴い、搭乗者にもG（重力加速度）がかかるとともに、姿勢変動も生じるため、NIRS脳計測に影響を与えることが予想される。そこで、様々な車両走行パターンにおいて、自動車搭乗者のNIRS脳計測と、加速度および角速度の同時計測を行い、車両走行が自動車搭乗中のNIRS脳計測に与える影響を検討している。

図1に示すようなNIRS脳計測装置を用い、搭乗者の前額部に4つのプローブを配置し、リアルタイムで脳計測を行う。また、3軸の加速度計および角速度計を搭乗者の頭部に設置する。これらの同時計測から、車両走行パターンに応じた搭乗者にかかるGや姿勢変動が、NIRS脳計測結果に影響を与えることがわかった。この影響を分析するとともに、影響除去方法について研究を進めている.

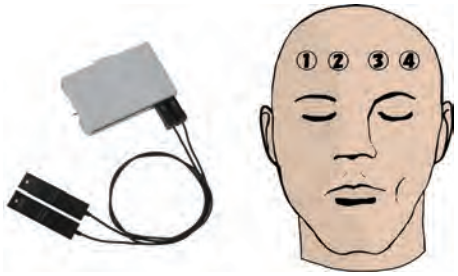


図1　NIRS脳計測装置（アステム社製、Hb-13）とプローブ配置

図2　車両走行実験の様子

走行線形とモバイルマッピングシステムの計測精度に関する検証実験

交通システム工学科　教授　佐田　達典

近年、自動運転システムの開発に向けて道路地図データをこれまでの2次元から3次元へ拡張整備する取り組みがなされており、道路空間の3次元位置データを効率的に取得するシステムとして、モバイルマッピングシステム（Mobile Mapping System：MMS）の導入が進んでいる。MMSは車両に3次元点群データを計測するレーザスキャナとカメラ、GNSSアンテナ・受信機、慣性航法装置IMU等を搭載したシステムであり、走行しながら道路空間の3次元位置情報を取得することができる。位置精度はGNSS衛星からの電波の受信状況に依存し、短時間の受信中断ではIMUにより補正できるが、長時間の中断となるトンネルや高層ビル群では位置精度が低下してしまうという課題がある。その場合は計測範囲に設定した標定点を用いた座標補正が必要となる。

標定点による補正効果に関しては、点の設置間隔との関係が既存研究で検討されているが、走行線形の影響については検討されていない。そこで、走行線形として曲線半径の違いによる補正効果の差を検証するため、交通総合試験路にて検証実験を行った。直線コースと旋回条件が連続して起こるスラロームコースを設定し、スラロームコースは曲線半径R=17.5mとR=35mの2つのコースとした。走行速度を20km/hとして実験した結果、水平方向の補正効果は直線（R=∞）が最も大きく、次にR=35m、最小がR=17.5mとなり、標定点による補正に走行線形（曲線半径）が影響することがわかった。

写真1　直線コースでの走行実験

写真2　スラロームコースでの走行実験

グライダの曳航実験

航空宇宙工学科　教授　村松　旦典

グライダの曳航実験は、航空宇宙工学科の2年次に設置されている航空宇宙工学実験Ⅰの1テーマとして、夏季集中授業期間中に交通総合試験路を使用して実施している。この授業は航空宇宙工学を学ぶ上での基礎的な実験・実習を幅広く行っており、工作技術センタでの機械加工実習、学科内の設備を利用した材料試験、流れの可視化実験、フライトシミュレータによる実験などを実施している。夏季集中授業期間には、本実験の他に空気力学研究センタの大型低速風洞を使用しての航空機全備模型の実験、情報教育センタでのＣＡＤ実習が行われている。

実験に使用するグライダは、フィールド実験実習設備運営委員会で管理している複座の練習機ASK-13である。後部座席に学生を乗せ計測機器の操作を行うために複座機が使われる。受講学生は様々な取得データから実験機の空力特性（揚力係数、抗力係数、および揚抗比）を推定し、報告書として提出する。約120名の学生を6グループに分け、教員7名、TAの大学院生14名、グライダ部部員19名で担当している。実験の前の週に実験に関する講義を行い、実験の前日には準備作業（グライダの組み立てと計測装置の取り付け）と実験のリハーサルを行っている。実験のリハーサルは計測装置の動作確認とともに、教員、TAとグライダ部部員による交通総合試験路の通行規制などの安全管理業務の練習も兼ねている。屋外での実際の航空機を使った実験であるので、風向・風速などの気象条件、搭乗者の体重などを考慮しながら特に安全面には配慮して実験を行っている。

写真1　交通総合試験路上を飛行するASK-13

写真2　曳航策を離脱したASK-13

第13回 理工学研究所講演会

平成28年11月11日(土)、12日(日)に駿河台校舎1号館CSTホールにて「International workshop on novel photo induced phenomena and applications」が開催されました。このワークショップは、塚本新教授(電子)を代表とする文部科学省私立大学戦略的基盤形成支援事業「超短時間光・物性相互作用の理解・制御が切り開く新材料・物性・デバイスの探索と創生」の一環として理工学部内で形成されたユニットALMIRU(Advanced Light Matter Interaction Research Unit)の発案によるものです。当日は、オランダ・ラドバウド大学のTheo Rasing教授によるキーノート・レクチャをはじめ、学外5名の方々による招待講演、ALMIRUメンバーの塚本教授、大月譲教授(電気)、中川活二教授(電子)、大貫進一郎教授(電気)による講演が行われました。また、ポスターセッションでは若手研究者による4件の発表が表彰されました。本ワークショップは、光・物性相互作用に関する学際的な研究課題についての議論を深める場として、また、この分野の教育の場として、大変有意義なものとなりました。

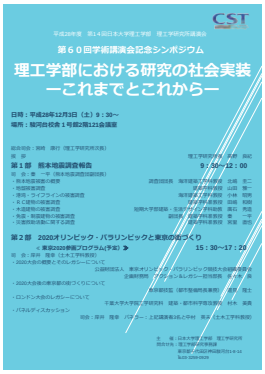
第14回 理工学研究所講演会

平成28年12月3日(土)に駿河台校舎1号館121会議室において「理工学部の研究の社会実装―これまでとこれから―」と題した、2部構成の講演会が開催されました。第1部では、平成28年4月に発生した熊本地震の際に理工学部で結成した、海洋建築工学科の北嶋圭二教授を団長,建築学科の秦一平准教授を副団長とする調査団による、熊本地震の被害や災害救助活動に関する7件の調査報告が行われました。第2部では「2020オリンピック・パラリンピックと東京の街づくり」をテーマに、東京オリンピック・パラリンピック(以下、オリ・パラ)の関係者の方々をお招きし、土木工学科の岸井隆幸教授をコーディネータとして、オリ・パラ開催を機とする東京の街づくりやそのレガシーについて、招待講演とパネルディスカッションが行われました。

昨今、研究者には、研究を極めるだけでなく、その成果を社会に実装するところまでを見通した研究開発への挑戦が求められています。上記の2つのテーマは、理工学部の中でも特に社会の関わりの深い研究活動であり、内容の興味深さだけでなく、社会実装という面でも、講演会に参加した方々を刺激するものになりました。

▲第2部

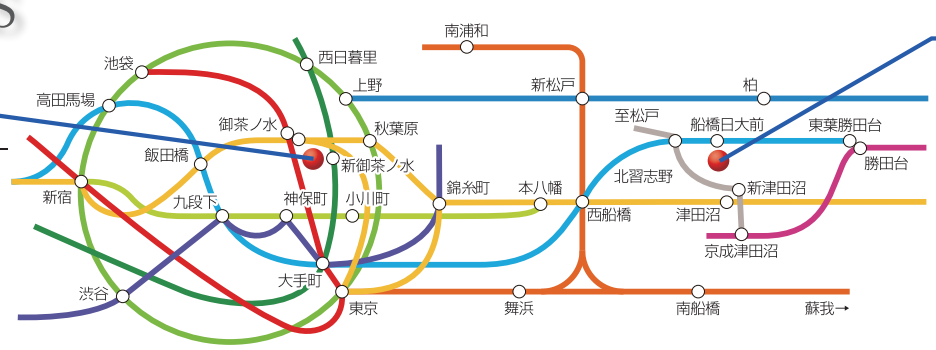
第1部▶



ACCESS

駿河台キャンパス

●材料創造研究センター



船橋キャンパス

●大型構造物試験センター
●空気力学研究センター
●先端材料科学センター
●環境・防災都市共同研究センター
●マイクロ機能デバイス研究センター
●工作技術センター
●交通総合試験路

理工研 News　No.68　Vol.29 2017/03

発 行 日：平成 29 年 3 月 3 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