



# メカトップ関東

日本機械学会関東支部ニュースレター No.30 2011.7.5発行

## 陽はまた昇ることを信じて

第18期関東支部・支部長 埼玉大学 水野 毅



この度の東日本大震災で被災された方々に心よりお悔やみとお見舞いを申し上げるとともに、一日も早い復旧・復興をお祈り申し上げます。

通例ですと、3月に開催される支部総会から正式に支部長に就任という

ことなるのですが、その支部総会は中止となり、最終的には書面審議となりました。また、同時開催の予定であった総会講演会や卒業研究発表講演会も取り止めとなりました。震災に端を発する原子力発電所の問題も、依然深刻な状況にあり、関東支部の活動にも陰を落としています。申し上げるまでもなく、被災に遭われた地域の復旧と復興には計り知れない努力と時間が必要です。

このような状況で、関東支部という大きな集合の舵取りをしていくことに対して、大いに困惑しているというのが正直なところですが。しかしながら、このようなときだからこそ、「学会の原点に立ち戻って考える」という姿勢を大切にしていきたいと考えています。

震災直後の計画停電のときには、我々の日常の様々な活動が大きな影響を受けました。また、先に述べましたように、いろいろな集会行事が中止となりました。振り返るには未だ早過ぎるかもしれませんが、日常的な活動を普通に行えることの有り難さを本当に実感し

ました。この体験を踏まえて、今期の基本方針として「できることを粛々と進めていく」ことを挙げたいと思います。とは言え、様々な事業を実施していくときにも、夏期の電力不足など、前例のない様々な事態に遭遇することが予測されます。被害の大きかったブロックの方々には無理なく実行可能なことをお願いすることとして、困難なときこそ、智恵を出し合って、お互いに協力しながら、これを克服していきたいと思っています。

今回ほど、自然と科学技術との関係について考えさせられたことはありません。この点については、それぞれの方がそれぞれの立場からいろいろな見解をお持ちであると思います。私自身は、未だ考えを纏めるまでには至っていません。しかしながら、忘れてならないのは、復旧・復興の段階において、機械工学に携わる技術者・研究者に期待されることも多く、また貢献して行かなければならないことです。それには、想定外という言葉に甘んじることなく、謙虚に反省し、耳の痛いことにも真摯に耳を傾ける姿勢と、同時に、前に進む情熱を持ち続けることが重要です。また、不測の事態に遭遇したときには、勇気を持って発想を転換することも大切です。

最後になりますが、どんなに厳しい暗い夜が来ようとも、陽はまた昇ります。被災に遭われた地域の復旧と復興を信じて、今期の活動に邁進したいと考えています。関東支部会員の皆様の一層のご協力をお願いする次第です。

## 第17期総会講演会の報告

関東支部・事業幹事 慶應義塾大学 堀田 篤

2010年度の日本機械学会関東支部第17期総会講演会は、2011年3月18日（金）および19日（土）に慶應義塾大学の日吉キャンパス（神奈川県横浜市）で開催される予定でしたが、その1週間前の3月11日（金）に発生した東日本大震災により中止となりました。これにより例年行われてきました若手優秀講演フェロー賞および若手優秀講演賞の表彰も中止となりました。本震災で中止とはなりましたが、講演件数はオーガナイズドセッション（17セッション）および一般講演をあわせて286件となり前年度を上回りました。

特別講演には谷下一夫氏（慶應義塾大学理工学部教授）による「先端医療に必要とされる機械工学デザイン」のご講演が予定されておりました。また、機器展示9件、カタログ展示2件、会社案内展示1件と、こちらも例年より多くの企業の参加が予定されておりました。震災により中止となりましたが、それまでにご協力いただきました皆様には心より御礼を申し上げます。

本年度の総会講演会は、2012年3月に日本大学生産工学部の津田沼キャンパスにて開催される予定です。多数の方々のご講演、ご参加をお待ちしております。

## 第50回学生員卒業研究発表講演会と 学生奨励賞受賞者の報告

関東支部・学生会担当幹事 東京農工大学 笹原 弘之

2011年3月18日（金）に慶應義塾大学日吉キャンパスで開催を予定しておりました関東学生会第50回学生員卒業研究発表講演会は、東日本大震災の影響により中止となりました。学生員による309件の研究が、1セッション4～5件で16室に分かれて発表予定でした。

卒業研究発表会は、例年、学生が司会を務めて講演会を進行するスタイルで運営されます。また、全ての発表について各室3名の審査員により、与えられた時間内で研究を論理的に明瞭にわかりやすく発表を行えたか、さらに質疑に対して的確に回答できたかに重点が置かれた審査が行われ、すばらしい口頭発表を行った学生員に対してBPA (Best Presentation Award) が贈られる予定でした。この報告ではBPAの授賞者を

お知らせする予定でしたが、結果としてそのご報告もできません。一年間の卒業研究の成果を対外的に発表する講演会が中止となったことは残念ですが、卒業研究発表会の講演論文集は発行されていますので、ぜひご覧ください。

また、関東支部第17期関東学生会委員長を務め、本会の活動に多大な貢献をした奥田徳幸君（慶應義塾大学）に、学生奨励賞が授与されました。

さらに、今回の講演論文集から、佐藤弘季君、榎谷和義先生（東海大学）の研究「正五角形状断面を有するマイクロ無痛針の創成と探索」が（財）工作機械技術振興財団より「工作機械技術振興賞（奨励賞）」を授賞することになりました。

### 講演論文集・前刷集購入方法

金額：「No.110-1 関東支部第17期総会講演会講演論文集」3,000円/冊

「第50回学生員卒業研究発表講演会前刷集」2,000円/冊

送料：450円/冊、2冊の場合590円、それ以上はお問い合わせください。

申込み方法：「No.110-1 関東支部第17期総会講演会講演論文集申込み」または「第50回学生員卒業研究発表講演会前刷集申込み」と題記し、

- (1) 購入冊数、(2) 送金額（郵送の場合には送料も含む）、(3) 氏名、(4) 送付先（郵便番号明記のこと）、(5) 支払い方法

を明記して関東支部事務局までメールまたは現金書留でお申し込みください。なお、在庫がなくなり次第終了いたします。

お支払い方法：振込または現金書留

申込先：〒160-0016 東京都新宿区信濃町35番地 信濃町煉瓦館5階 日本機械学会 関東支部事務局

E-mail: kt-staff@jsme.or.jp, TEL:(03)5360-3510 FAX:(03)5360-3508

振込先：三菱UFJ信託銀行 新宿支店 普通預金

口座番号 1979632

口座名 一般社団法人 日本機械学会 関東支部

## 2010年度関東支部技術賞受賞

## 廃ガラスリサイクル装置の開発・実用化

ガラスリソーシング株式会社 伊藤 憲一

1991年に「リサイクル法」の制定、1997年に「容器包装リサイクル法」が施行され、循環型社会形成の気運が高まる中、1998年弊社は廃ガラスびんを原料にガラス造粒砂（サンドウエーブG）製造で創業しました。鋭いエッジをなくした破碎法で形状と粒度を整えた自然砂の代替材です。製品の主流は0～5mm（平均粒径2mm）で、透水係数が自然砂の約2.5倍を有するため、先の震災で露呈した液状化防止の埋め戻し材や地盤改良材として注目されています。現在、国内4企業に製法を技術移転し、廃棄物を再資源化しています。

また、弊社は2003年に、自動車フロントガラスのリサイクル技術開発に着手しました。樹脂膜により耐貫通性、耐衝撃性を強化し、割れた際の飛散防止機能を施したガラスを機械的にガラスと樹脂膜とに分離回収する装置です。要点は、円柱の外周面に凸状突起を同ピッチに配したロール1対をその凸状突起が互いに数mm程度噛み合うよう回転させ、合わせガラスをこのロール間に通すことによりガラスのぜい性と樹脂の塑性を利用して分離させる装置です。開発した装置は2対のロールを有し、処理速度4m/minで約1.5ton/h、ガラスの90～95%を剥離できます。

技術賞受賞の榮譽をバネに更なる「努力」「挑戦」を続け21世紀の環境社会に貢献してまいります。



図1 ガラス造粒砂（サンドウエーブG）製造プラント



図2 合わせガラス破碎分離機  
（右上はロールに噛みこむガラス）

## 2010年茨城講演会優秀講演発表賞

## 茨城ブロック

茨城ブロックでは、本ブロック主催の茨城講演会において優れた講演発表を行った学生員・准員・修士課程修了後1年目の正員に優秀講演発表賞を贈呈しています。2010年度の受賞者は以下の22人です。

谷口 真（筑波大院）  
川澄 拓矢（茨城大院）  
鈴木 敏裕（茨城大院）  
石川慎太郎（芝浦工大院）  
徳田 龍人（茨城大院）  
柴崎 有宏（茨城大院）  
築山 訓明（茨城大院）  
渡邊 雅貴（茨城大院）

大鹿 望（芝浦工大院）  
浮田 啓悟（茨城大院）  
モハマト アフェンディ（筑波大院）  
山下 達也（茨城大）  
中嶋 守（茨城大院）  
志賀 昇平（茨城大院）  
山下 尚樹（筑波大院）  
大貫 武志（筑波大院）

加藤 拓馬（筑波大院）  
北澤 元気（茨城大院）  
進士 倫之（茨城大院）  
伊藤 拓真（茨城大院）  
田村 磨聖（筑波大院）  
富澤 康深（茨城大院）

千葉  
ブロック

小さな流れを利用して

東京理科大学 早瀬 仁 則

はじめに

水道の蛇口を開けると、管の中を流れる水が暴れて、ブルブル震えることがあります。このように、身近に存在する流れでは、大抵乱れが生じています。しかし、寸法が小さくなって顕微鏡でのぞくような世界になると、だんだん粘りが支配的になり、乱れが生じにくくなってきます。この流れの性質を利用して、我々の研究室では、次のような研究を進めています。

血中のがん細胞を捕える

がんの病巣から、血管内にがん細胞が漏れ出す場合があることが知られています。こうしたがん細胞を捕らえることが出来れば、治療に役立ち、また多くの新しい知見が得られることが期待できます。しかし、血中には数多くの赤血球や白血球が存在するため、わずかながん細胞を捕らえることはとても困難です。

最近、血中のがん細胞は、他の血球細胞よりも大きい傾向があることが分かって来ました。そこで、我々は、マイクロ流路を利用して、血中から大きめの細胞を捕らえるマイクロ流路の開発に取り組んでいます。決定論的横置換法と呼ばれる、図1左に示すような規則的に障害物（マイクロポスト）をずらしながら配置した流路を用いる方法を検討しています。この方法では、小さい粒子は流れに乗って直進する一方、大きな粒子は障害物にぶつかりながら、障害物のずれに沿って斜めに進みます。図1右は、血液の代わりに黒インクを流した時の様子です。綺麗に直進している様子が分かります。図2は、血液にわざと大きながん細胞を混ぜてみた場合です。流路出口で、大きな細胞が上のほうから流れ出ている様子が見えます。このような仕組みで、目詰りなく、血中のがんかもしれない大きい細胞を捕えようとしています。

流れの中の腐食

溶液の中では、金属は腐食し（錆び）易くなります。しかし、錆び自体が保護膜となって腐食を抑制することもあります。流れがある場合には、この保護膜が流されて、予想以上に腐食が進行するなど、複雑な挙動を示し、事故を起こすことがあります。多くの研究がなされてきましたが、流れの乱れが現象を複雑にするので、なかなか基本的な挙動が分かっていません。そこで、図3に示すように細い流路の中に金属膜を形成

して、溶液を流した際の腐食を観察することにしました。図4は銅の膜が腐食して溶けていく様子です。流れに乱れがないため、きれいに溶けていく様子が分かります。同じ溶液でも、空気の溶け込み具合で腐食挙動に変化が出てきます。こうした基本的な腐食挙動を把握して、実際の乱れのある流れにおける腐食の予測に役立てたいと考えています。

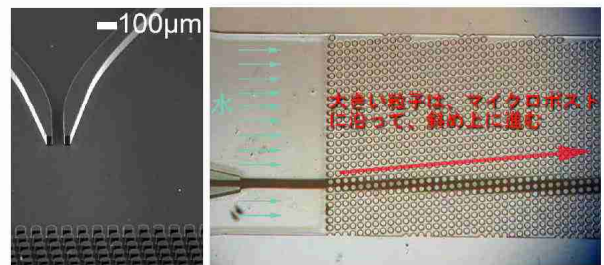


図1 大きさ選別チップの様子と乱れの無い流れ



図2 流路出口の様子（大きながん細胞が分離された）

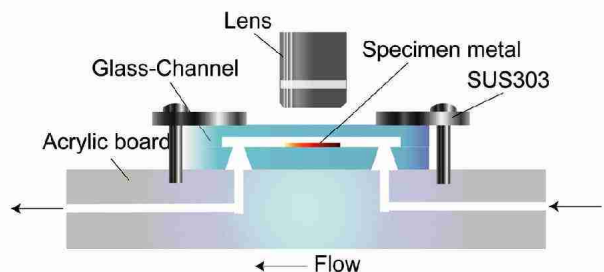


図3 腐食観察の概要

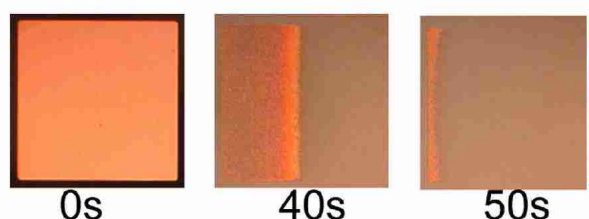


図4 銅膜が一様に溶けていく様子

茨城  
ブロック

## サイバネティックヒューマンHRP-4Cと「初音ミク」

産業技術総合研究所 ヒューマノイドロボット研究グループ 梶田 秀 司

ヒューマノイドロボット研究を事業化へ結びつける突破口として、我々がサイバネティックヒューマンHRP-4Cを開発、発表したのは2009年3月のことであった。HRP-4C、愛称「未夢（ミーム）」は、日本人青年女性の平均的なプロポーションと、人間的な表情を表出できるシリコンゴム製の顔を持ち、2足歩行やダンスをすることが可能なヒューマノイドロボットである（図1）。HRP-4Cは発表直後より、国内・海外メディアをはじめ、多くの人々に注目していただいたが、その一方で、このロボットに何をやらせるべきかについて、我々は発表後も模索を続けていた。

転機となったのは、2009年10月、日本最大のIT・エレクトロニクスの展示会であるCEATECにおいて、ヤマハ株式会社と共同で行ったHRP-4Cに歌を歌わせるステージであった。ここで用いたのが、ヤマハが開発したVOCALOID、パソコン上で歌詞と音程を入力することで、歌声を合成することができるソフトウェアである（図2）。パソコンを用いた音楽制作をDesktop Music (DTM)と呼ぶが、従来も適切なソフトウェアを用いれば、素人耳には生演奏と区別の付かないあらゆるジャンルの楽曲（ポピュラーからクラシックまで！）を制作することが可能であった。ここに人間の歌声合成が新たに加わったことで、DTMブームは新しい段階に入った。特に2007年8月末にクリプトン・フューチャー・メディア株式会社から発売されたソフトウェア「初音ミク」（ヤマハのVOCALOID2を使用）は、アイドル歌手風の歌声を比較的簡単に合成できたことから、動画サイト、とりわけニコニコ動画で人気が高まった。連日のようにオリジナル曲が発表され、優れた曲にはファンの熱狂的な支持が集まるとともに、それを題材にした高品質なプロモーションビデオが次々と投稿されるという状況が現在も続いている。これまでにネット上で発表されたVOCALOIDによるオリジナル曲はすでに一万曲を超える。アニメ的な「初音ミク」の絵柄に眉をひそめ、単なるオタクの遊びと揶揄する方が今でもいるかもしれない。しかし、私はVOCALOIDを使ったネット上のDTMは、人類史上もっともクリエイティブな音楽活動だと考えている。かつて、モーツァルトやビートルズがその時代の最先端テクノロジーを用いて、次々と名曲を生み出したように。今日のクリエイター達は、コンピュータとネットを駆使し、世代や国境を軽々と越えて協力

し合いながら多様な作品を作り出すのである。

2010年のCEATECにて、我々は再びVOCALOIDを用いてHRP-4Cに歌を歌わせるデモンストレーションを発表した。ここでは、歌唱の表現力をさらに人間に近づけるため、産総研の中野と後藤が開発したVocaListenerを用いるとともに、HRP-4Cの表情やしぐさを人間の歌い手そっくりに真似させる技術VocaWatcherを新たに開発した。HRP-4Cの歌唱の様子は下記の参考ホームページでご覧頂くことができる。VOCALOIDとロボットが融合した新しい画期的な音楽芸術が生まれる日は意外に近い将来やって来るのかもしれない。



図1 HRP-4C「未夢」

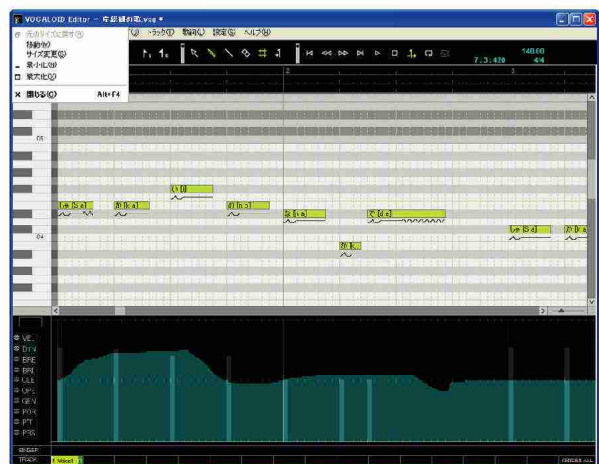


図2 VOCALOID2「初音ミク」の入力画面

〈参考〉HP：VocaListener（ボーカリスナー）で歌うサイバネティックヒューマン HRP-4C 未夢（ミーム）  
<http://staff.aist.go.jp/t.nakano/VocaWatcher/index-j.html>



## 互いに接触しあうバランスが生み出すダイナミクス

宇都宮大学 吉田 勝 俊

ロボットや人間のような、自律的にバランスを保つ主体どうしが、互いに接触したら、どのような運動が引き起こされるのでしょうか？

互いに接触した状況では、運動の結果は相互依存的になります。ようするに、自分は悪くないのに相手のせいで転倒するような状況が起こります。このような相互依存的な状況を、古くから研究してきた分野に、生態学があります。そこで当研究室では、生物の種間競争のようなダイナミクス（動き方）を、機械装置として実現できないかと考え始めました。そこで試作してみたのが図1の装置です。各振り子は磁気カム機構により上死点と下死点で釣り合います。これらを直動ベアリング上に設置し、振り子の先端をリンク結合しました。このカラクリは、初期角度に応じて、立位-立位、立位-転倒、転倒-立位、転倒-転倒の4状態に収束します。こうして、生態系の共存、絶滅、共倒れによく似た状況を、機械的に表現できました。機械力学による理論解析にも成功しました。

こうした相互依存的な状況で問題となるのが、利害の調停です。なにかと頼りになる機械力学ですが、利害の調停問題には何も答えてくれません。そこで、この調停問題を、ヒトに解いてもらったのが図2の実験です。被験者2名に棒立て遊びをしてもらい、各棒の先端をリンク結合します。その運動を統計解析したところ、意外な結果を得ました。追従性能が同等の被験者をリンク結合すると、片方の被験者は追従性を向上し、他方は低下させました。被験者達は、このように利害調停を解いたのです。

同様の問題意識は、群ロボット工学の分野に見出すことができます。例えば、図2の実験結果は、協調搬送問題におけるマスター・スレーブ型の解法を、ヒトが創発したものと解釈できます。当研究室では、こうした従来の力学や制御理論に基づくアプローチを超えて、心理学や社会科学の手法を取り入れた、文理融合型のスタイルを追求していく計画です。その延長線上には、人間と機械が接触し協働する社会を俯瞰できるような、新たな見通しが隠されているはずですが。

そう思って最近、相互依存的な状況におかれた被験者の心理状態を調べ始めました。図3がその一例です。自他それぞれに対する官能量（○と□）が、固有のクラスタを形成し、それぞれ別の物理量（◇と△）に対

応しています。力学と心理学をつなぐ面白い方法だと思ひ、特許出願してみました（脳科学検査システム、特願2010-227598）。

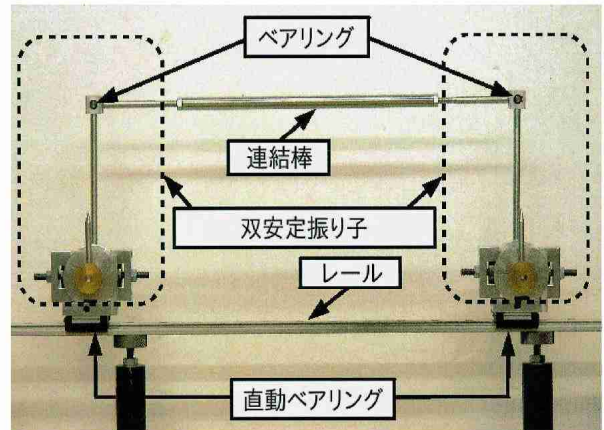


図1 結合双安定リンク機構



図2 協調バランスの実験

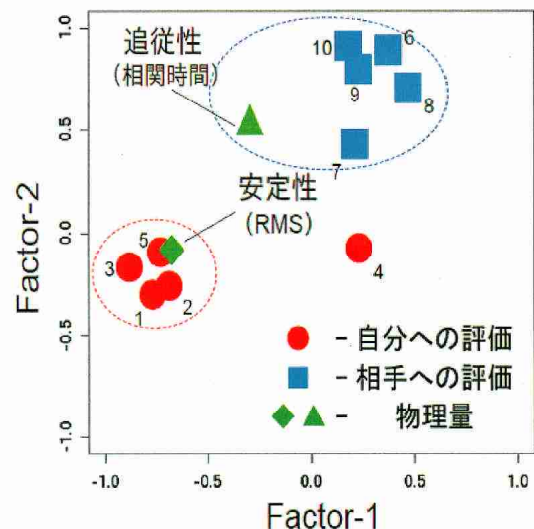


図3 協調バランスに対する因子分析の一例



## 産官学民の協働による脱温暖化プロジェクト

群馬大学 宝田恭之・天谷賢児

北関東産官学研究会 根津紀久雄

群馬大学次世代EV研究会 松村修二・宗村正弘

地球温暖化の防止のために、大幅なCO<sub>2</sub>排出量の削減が求められている。このような中で、CO<sub>2</sub>削減と地域の活性化を同時に達成できるような仕組みづくりが今後ますます重要になる。現在、群馬大学とNPO法人北関東産官学研究会では日本科学技術振興機構の社会技術研究開発センターがすすめるCO<sub>2</sub>削減に関する社会実験プロジェクト「地域力による脱温暖化と未来の街－桐生の構築」に取り組んでいる。また、桐生市と協力して群馬大学の次世代EV研究会が開発したマイクロEVを活用した様々な実証試験も進めている。本稿では、これらの低炭素街づくりに関するいくつかの取り組みを紹介する。

この社会実験の大きな目標は、群馬県桐生市を舞台に、地域の風土や伝統、様々な自然・観光資源を活用して、地域の活性化を進めながら、同時に大幅なCO<sub>2</sub>削減が可能となるシナリオをできるだけ具体的に示すことにあり、2008年から実施されている。特に、2050年を目標に徒歩や自転車を含む公共交通システムが発達したコンパクトな街を実現することを目指している(図1)。このために、大学だけでなく、市民や行政、企業等を巻き込んだ取り組みが必要になることから、「産・官・学・民」の協力組織が作られている。

桐生市は他の地方都市と同様にマイカーの保有台数が1世帯当たり約2台と高く、使用頻度も高いことからマイカーからのCO<sub>2</sub>発生量が高い。群馬大学次世代EV研究会では図2のようなタウンユース専用のマイクロEVを開発してきた。このマイクロEVを日々の買い物や通勤などに使い、遠距離移動には従来の乗用車を用いるといったライフスタイルの転換を行うことができれば、大幅なCO<sub>2</sub>削減が期待できる。これまでに市民1万人に対してアンケート調査を実施し、買い物や通勤でのマイカー使用状況を調査した。これをもとに、マイクロEVへの乗換えによってどの程度のCO<sub>2</sub>削減効果があるかを現在解析中である。さらに、マイクロEVの技術を用いて、環境負荷の少ない低速電動コミュニティバスの製作も進めており、その走行試験も予定している。

また、桐生市内には絹織物に関連した近代化産業遺産が多数あることから、多くの観光客が訪れている。

しかしながら、多くがマイカーを利用した来訪となっており、それによるCO<sub>2</sub>排出量も無視できない。そこで、マイカー観光から公共交通観光への転換を促進するための仕組みづくりとして、市内各駅におけるレンタサイクルの充実、路線バスへの乗り換え抵抗の低減、街歩きやレンタサイクルのための市内観光資源の調査などもプロジェクトの一環として進めている。

さらに、桐生市では、現在低炭素な街づくりをめざして環境省や国土交通省の様々な実証試験を進めており、群馬大学もこれに協力している。例えば、小水力発電による電力をマイクロEVや電動アシスト自転車に充電する実験を行っているほか、マイクロEVを実際に市内で走行させる実証試験なども実施している。これらのプロジェクトの成果をもとに、未来の低炭素型地方都市のモデルを提案してゆきたいと考えている。

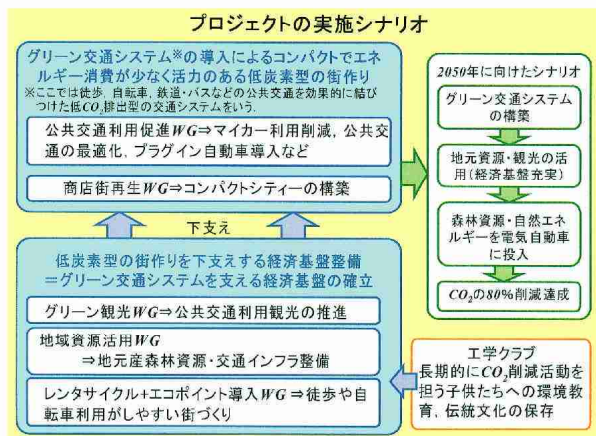


図1 脱温暖化プロジェクト



図2 マイクロEV



## バーチャルリアリティ技術を用いた 三次元術前計画支援システム

山梨大学大学院医学工学総合研究部 鍵山善之

近年、グラフィックコンピュータやロボット技術の発達に伴い、整形外科領域におきましても、コンピュータ支援システムの開発が盛んに行われています。整形外科手術の中でも特に股関節や膝関節などの関節部分をインプラント（人工関節部品）に置き換える手術（図1）では、診断から術前計画、手術、術後評価に至るまでコンピュータ化が進められています。現在では、手術ナビゲーションシステムや手術ロボットにより術前計画に対して誤差2mm、2度程度の高精度な手術が可能になっていますので、これまで以上にインプラントの三次元位置姿勢を決定する術前計画の重要性が高まっています。通常コンピュータ上で立案される術前計画は、CT画像から構築された三次元骨モデルとインプラントのCADモデルの位置関係を整形外科医が画面上で確認しながら、マウスなどの一般的な入力デバイスを用いて複雑な三次元位置姿勢の操作を行って立案されます。しかしながら、二次元の表示デバイスと操作デバイスでは扱える情報に限界があるため、三次元の骨形状との適合性を確実に把握しながら操作することが難しいという問題点があります。山梨大学大学院医学工学総合研究部では、骨モデルとインプラントモデルの適合性解析を行い、インプラントの最適な設置状態評価を行っておりますので、これを術前計画に活用することはできないかと考え、新しい術前計画支援システムの開発を行っています。

現在、私のグループでは適合性解析の結果にもとづき、整形外科医がインプラントの三次元位置姿勢操作を行っている際に危険な設置領域に進入した場合、跳ね返すような力を操作デバイスに与えて安全な領域に誘導するシステムを開発しています（図2・3）。私たちが三次元位置姿勢操作デバイスかつ力覚フィードバックデバイスとして採用しているのが、バーチャルリアリティ研究で用いられるハプティックデバイスです。これは、ペン型のポインタを操作することで仮想空間内の対象物を三次元的に操作でき、ポインタを支持するアームの駆動機構により多自由度の力を返す（力覚を提示する）入出力デバイスです。試作システムでは、図1のように股関節をインプラントに置き換える人工股関節手術の骨盤側術前計画を対象としています。股関節は、大腿骨のボールと骨盤のソケットからなる球関節で、骨盤側の手術では変形したソケット部分を削り、代わりとなる半球形のインプラントを設置します。このソケットには大きな荷重がかかるため、緩みなどが発生しないよう設置される骨盤との適合性が重要となります。適合性解析では、インプラント周囲の骨の厚みが充分かどうか、荷重が集中するイン

プラント上部の固定性が確保されているか、分析を行います。適合性解析は、インプラントが設置可能と思われる領域で広く行い、十分な適合度が得られる領域を安全領域、そうでない領域を危険領域として区分します。図4は、解析の結果得られた危険領域の三次元分布になります。正面中央やや上寄りの凹みの透明な部分が、骨盤ソケット内の安全領域です。解析には時間がかかるため、このシステムでは予め安全領域と危険領域を作成し、整形外科医の操作する三次元カーソルが危険領域に進入しようとする時、図3のように、安全領域に戻るようペン先を弾き返すような誘導用反力をハプティックデバイスが提示します。このように、三次元位置姿勢操作中にどちらの方向に位置修正すればいいかについての情報を直観的に得ることができることから、コンピュータ操作に不慣れな整形外科医であっても容易に術前計画の修正が可能になります。今後は、解析手法の改良だけでなく、他のインプラント手術の術前計画にもハプティックデバイスを使用する誘導型術前計画支援システムを導入できないか検討していく予定です。

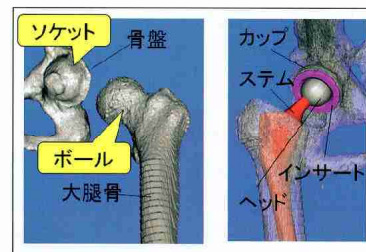


図1 股関節と股関節用インプラント

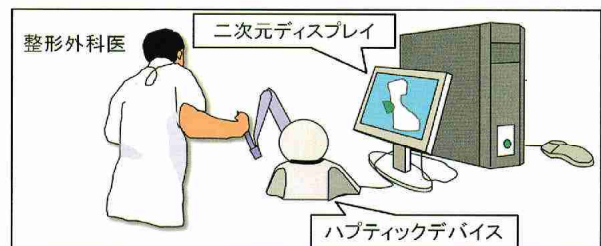


図2 人工股関節手術・術前計画支援システム



図3 誘導用力覚提示

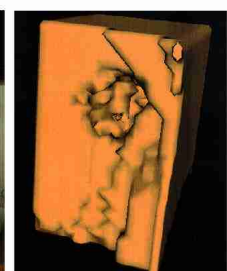


図4 危険領域



東京  
ブロック

## 触覚・近接覚・すべり覚の開発と ロボットハンドへの応用

電気通信大学 下条 誠

電気通信大学は、東京都内の多くの大学が所在する多摩地区にあり、緑豊かな環境です。新宿へ電車でわずか15分、最寄りの調布駅へは徒歩5分と非常に便利で、数多い大学のうちでも恵まれた立地となっています。当研究室は、知能機械工学専攻 先端ロボティクスコースに属し、触覚の研究と触覚を用いたロボットの制御ならびにヒューマンインターフェースへの応用を行っています。図1には触覚センサをロボットハンドに取り付けたものを示します。センサは、接触位置と力、そしてすべりを検出します。その構造は3層のフィルム状で1mm以下と薄く、応答速度も1ms以内と高速です。またセンサからの配線は4本のみで実装しやすくなっています。センサを用いた動作では、0.4秒で一回転する高速ペン回し動作等の高速ハンドリングを実現しています。またすべり覚センサとして、すべり変位が生ずる前の初期すべりを検知するセンサを開発しています。センサは感圧ゴムと電極から構成される単純な構造で小型軽量（5mm角、厚さ1mm）です。その検出原理は、すべりが発生する直前に発生する特殊な抵抗値変化を利用しています。図2には、センサを実装したハンドでコップを最小限の力で優しく握り、水を注いでいる様子を示します。荷重が増加しすべり始めようとする、初期すべりを検出して一寸ずつ把持力を増加させることでコップをすべらさず、適切な力で把持することができます。

次に図3には近接覚センサを示します。近接覚とは、皮膚感覚を空間的に拡張したもので、皮膚の上方数cmまで触覚が広がったように感じられる人間には無い感覚です。これまでのロボット用外界認識センサでは視覚センサと触覚センサがありました。しかし、視覚には死角や隠蔽等の問題があり、また触覚には接触するまで検出できないため衝突して初めて検出できるといった問題があります。このため接触前数cmでの近接距離を検出するネット状近接覚センサを開発しました。この近接覚を用いると接近したことを確実に検出できるため、衝突を恐れぬ高速な動作、よりソフトな接触が可能となります。我々が開発した近接覚センサは、単純なアナログ回路網ですので、検出素子の個数、配置面積に依存せず、応答速度はほぼ一定で（1ms以内）、拡張性も高い特徴があります。図3には障害物回避用のセンサとして自律移動車に実装した

ものを示します。ロボット全周囲の監視が可能で、高速なため物体の急な飛び出し等も対応できるようにしています。また近接覚を利用した新たなヒューマンインターフェースの研究も行っています。

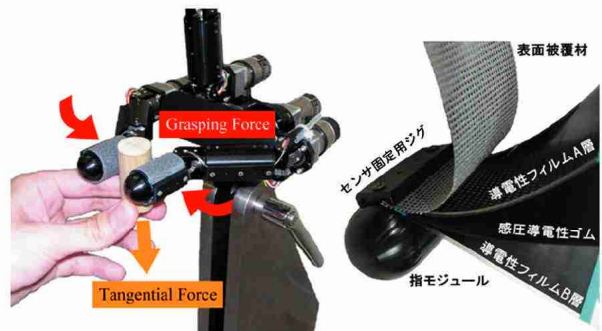


図1 接触位置と力を検出する触覚センサ



図2 すべり覚センサによる適切な把持力制御



図3 近接覚センサを全周に取付けた自律移動車

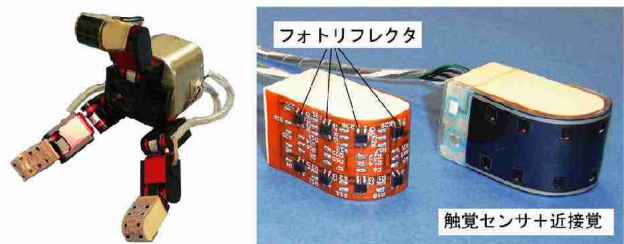


図4 近接・触・すべり覚を統合したハンド

最後に図4には、各指に近接覚と触覚を、また掌に近接覚アレイを実装したハンドを示します。ハンドをマニピュレータに取り付け、ベルトコンベア上を流れてくる物体を掌の近接覚で捉え追跡し、物体を指先の近接覚で捉え、表面にキチンと指先を合わせてつかむことができます。これらの動作のビデオは、研究室のホームページにありますので興味のある方はご覧ください。

(研究室HP：<http://www.rm.mce.uec.ac.jp/sj/>)


**神奈川  
ブロック**

# 大学入学前の準備と初年次教育の現状

関東学院大学工学部機械工学科 辻 森 淳

## 1. 入学生の現状

入学生を取り巻く環境に目を向けてみると、以前とは様変わりしたところが沢山ある。1つ目は、「もの」のブラックボックス化である。それぞれの要素が見事にパッケージングされ、仕組みを見る・知ることができない。実際、手に触れることで興味を持ち、大学で機械工学を学ぶ動機づけになっていた最も重要な芽が育つ環境が減少している現状を憂慮すべきだ。

2つ目は、学習歴の多様化である。少子化および大学の入試制度の多様化による影響で大学入学時に必要な基礎学力が下がりつつあり、従来の大学教育の出発点を根本的に見直さなければならない。拍車をかけるように推薦入試やAO入試など早期大学合格決定者が増加し、一般入試を経た合格者が減少する現状では、入学前準備教育や大学導入教育が不可欠である。

## 2. 入学前教育の取り組み

関東学院大学工学部では、これまで通信添削主体の入学前準備教育（英語、数学）を2007年度入学生よりe-Learningへと切り替えた。これにより、進捗状況の把握、各種分析が容易になり、入学後の基礎教育のカリキュラム編成に役立っている。また、質問しやすい環境の構築に成功し、導入当時は教材の設問に関する問い合わせが中心であったものが、大学入学後の教務上、学生生活上の内容も多くなってきた。これに対応して、現在では、新たにSNS（ソーシャルネットワークサービス）の機能を付加したシステムを構築し、早期入学決定者の疑問や不安を解消する一助としている。このシステムは学生－大学間だけでなく学生相互の情報共有ができることが特徴である。現在では、学生の要望に答え、入学後の1ヶ月程度まで利用期間を延長している。

## 3. 初年次・上級年次教育

本学部では、入学生全員を対象としたクラス分けテスト（プレースメントテスト）を、英語、数学、物理の3教科において実施し、英語や数学の基礎クラス、英語や物理の習熟度別クラス分けに利用している。また、2004年度入学生より、大学教育への移行を円滑におこなうべく、学部共通として10人程度の学生を1教員が受け持ち、導入教育をおこなうフレッシュャーズセミナーやフレッシュャーズプロジェクトを開講している。

フレッシュャーズセミナーでは、大学の歴史、社会人のマナーから始まり、人生と職業を考えるキャリア教育、理系レポートの書き方まで幅広く対応している。フレッシュャーズプロジェクトでは、数人の班単位で工学に関わる調査研究をおこない、結果をまとめてポスターを作成し、プレゼンテーションをおこなっている。これらの科目は、単なる少人数でおこなう導入教育的要素の他に、教員が10人程度の学生の担任的な存在となることにより、入学後の学生をサポートする役目も果たしている。

その他の取り組みとして、初年次～上級年次にかけて、アンケートやクラス分けテストを実施し、標準クラスの他に、基礎クラスや習熟度別クラス、再履修クラスを設置し、多様な学習歴に対応する授業形態を構築している。1例として、図1は、私の担当する「熱力学」の授業の習熟度別クラスの振り分けアンケートの結果である。回答番号は表1と対応している。これらのアンケート結果をもとに、標準クラスの他に基礎クラスを開講し、高校物理や簡単な微積分の内容も取り入れた授業をおこなっている。

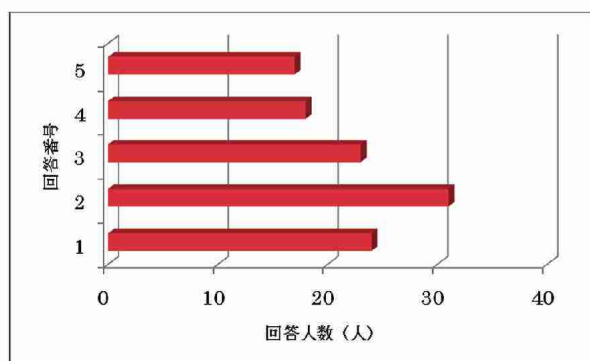


図1 学習歴アンケート調査結果

表1 学習歴アンケート調査票

|   |  |
|---|--|
| 1 | 物理をほとんど習ったことがない                                |
| 2 | 数学 I + A ; 理科総合                                |
| 3 | 数学 I + A, 数学 II + B ; 理科総合                     |
| 4 | 数学 I + A, 数学 II + B ; 物理 I + 物理 II             |
| 5 | 数学 I + A, 数学 II + B, 数学 III + C ; 物理 I + 物理 II |



## 精密加工技術を活かした 人工関節しゅう動面の耐摩耗性の向上

埼玉大学大学院理工学研究科 森田 真史

インプラントと言えば皆さんは人工の歯を思い浮かべるのではないのでしょうか。しかし、実際はそれ以外にも多くの医療分野でインプラントは使われています。人工臓器とか生体材料などと呼ばれています。

人工物を体内に埋め込むので、高い安全性が必要です。厚生労働省で安全性が審査され、合格したものだけが市場に出回ることになります。整形外科で使用される人工関節もその一つです。何等かの原因で関節機能が失われたか著しく損なわれた場合に、やむをえず人工物に置き換えます。人間を機械に喩えるならば、関節は軸受に相当します。元の壊れた関節に代わって体重を支えたり、運動支持の役割を担います。人工関節は、金属やセラミックスの骨頭球と超高密度ポリエチレンとよばれる高分子の白蓋がよく使われます。

人工関節の歴史はすでに半世紀が過ぎますが、しゅう動面の摩耗の問題は未だに未解決です。ポリエチレン製の白蓋は年間0.1mmずつ摩耗すると言われていています。その摩耗粉は体外に排出されずに周辺組織に蓄積され、そのために強い炎症性骨吸収を誘発させることが知られています。従って、人工股関節置換の平均寿命は20年ほどとされ、よほどの理由がなければ若年者には施行できません。このポリエチレンの摩耗の問題が解消できれば、もっと若い層まで適用可能になり、重篤な関節症疾患に悩む患者を救うことができます。

ポリエチレンの摩耗を減らす試みは、安全な人工関節の開発の歴史そのものでもあります。耐摩耗性に優れた材料の開発やバイオメカニクスの機械力学的アプローチなどによって、日々改良がなされています。

私たちは、摩擦・潤滑科学の立場から、骨頭球と白蓋の間に常に液体の膜が存在して両者の直接接触を防ぐ技術を開発しています。そのためには骨頭球と白蓋の間の隙間を現在市販されているものよりは大幅に狭くする必要があります。狭くするには、骨頭球と白蓋の加工精度を今以上に向上させる必要があります。わずかな形状の歪みで膜が維持できなくなるからです。どのようにして加工精度を上げるかが問題です。通常、旋盤加工では限界があります。私たちは、図1の軸が回転する特殊な型彫り放電加工機を利用しています。残念ながら、まだ、満足できる精度には達していませんが、それでも既存のものに比べればずいぶん精度の高いものが製作できるようになりました。どれだけ流体膜維持能があるかを簡単な実験で比較してみました。骨頭球と白蓋の半径隙間をいくつか設定して液体を満たし、一定荷重でしばらく押し続けると骨頭球と白蓋は接触します。その後、10Nの引っ張り力を加えて引き抜きます。隙間が少ないほど引き抜きに時間がかかります。逆に、隙間が大きいほど液体は隙間に流れ込みやすくなるのですぐに引き離されます。この実験から、骨頭球と白蓋の潤滑膜維持能がおおよそ見当がつきます。図2は、それを実測したものです。

試作した直径28mmの骨頭球で測定してみました。半径隙間が10 $\mu$ m以下になると引き抜き時間が急に高まるのが分かります。ここまで精度を高くしないと膜は維持できません。しかし、この方法は実際の人工関節の使い方とはずいぶん異なります。そこで、図3に示す人工股関節シミュレータを作って、膜が想定通り維持できるかの確認を行っています。近い将来、摩耗ゼロの人工関節が実現することを夢見て。

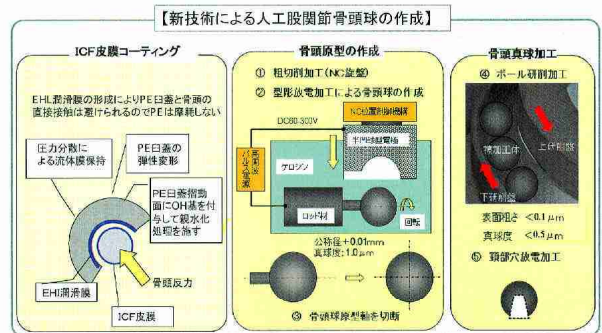


図1 放電加工による骨頭球の作成

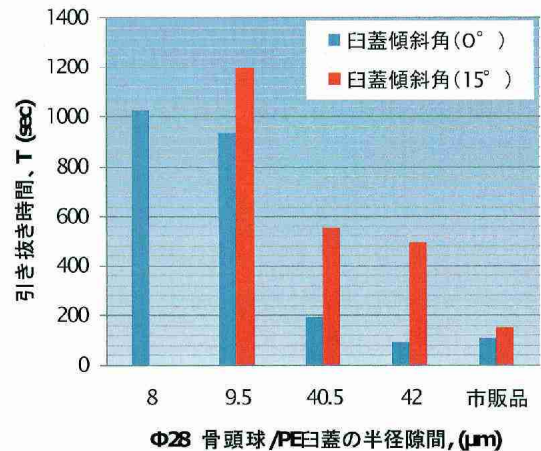


図2 骨頭球と白蓋の引き抜き試験の結果



図3 人工股関節シミュレータ試験

## 2011年度「機械の日」 イベント紹介

今年度関東支部では8月7日の「機械の日」を中心にイベントを企画しております。各イベントの詳細は、支部ホームページをご参照ください。皆様のご参加をお待ちしております。

| 開催日       | 行事名                                      | 企画  |
|-----------|--|-----|
| 5/14      | ロボットと遊ぼう in 太田市                          | 群馬  |
| 7/23      | ロボットと遊ぼう in みどり市                         | 群馬  |
| 7/29      | 小中学生工作教室                                 | 神奈川 |
| 未定        | ロボットと遊ぼう in 伊勢崎市                         | 群馬  |
| 7/29~8/11 | おもしろメカニカルワールド                            | 支部  |
| 7/30・10/1 | 木更津高専オープンキャンパス                           | 千葉  |
| 7/30      | 工学・科学技術と親しむ会                             | 埼玉  |
| 7/31      | 木更津高専機械工学科一日体験入学                         | 千葉  |
| 8/6~8     | オープンラボ 明日の機械技術は大学から                      | 千葉  |
| 8/2       | 小中学生工作教室                                 | 神奈川 |
| 8/12・13   | 群馬ちびっこ大学                                 | 群馬  |
| 8/18      | 小中高生のための見学会「みなとみらいで科学体験」                 | 神奈川 |
| 8/20      | 川越まつり山車ロボットコンテスト講習会                      | 埼玉  |
| 8/10      | 科学者の卵コンテスト                               | 埼玉  |
| 8/6       | 夏休み工作教室「風に向かって走る車を作ろう!」「障害物を越える自動車を作ろう!」 | 栃木  |
| 8/6・7     | おもしろ科学セミナー2011                           | 茨城  |
| 8/8・9     | 「ロボットを作って動く仕組みを考えよう!」                    | 東京  |
| 8/28      | アイデアカー・フェスタ2011                          | 栃木  |
| 未定        | 小学生のための工作教室「色素増感太陽電池を作ろう」                | 栃木  |
| 8/22      | 中高生のための空気の流れ体験講座                         | 千葉  |
| 8月        | ものづくり体験・理科教室                             | 茨城  |
| 10/2      | ロボットを組み立てパソコンで操縦しよう                      | 山梨  |
| 10/7      | 神奈川フォーラム                                 | 神奈川 |
| 10/16     | 川越まつり山車ロボットコンテスト                         | 埼玉  |
| 10/22・23  | マンガカーレース大会 事前工作教室                        | 埼玉  |
| 10/29・30  | マンガカーレース大会                               | 埼玉  |

### 編集委員

天谷 賢児 (委員長、群馬大学) 井上 全人 (東京ブロック、電気通信大学) 鈴木 健 (茨城ブロック、(独)産業技術総合研究所)  
 堀田 篤 (支部運営委員、慶應義塾大学) 川島 豪 (神奈川ブロック、神奈川工科大学) 根本 泰行 (栃木ブロック、足利工業大学)  
 笹原 弘之 (支部運営委員、東京農工大学) 蔭山 健介 (埼玉ブロック、埼玉大学) 相原 智康 (群馬ブロック、群馬大学)  
 豊田 真 (支部選出委員、(株)IHI) 荻原 慎二 (千葉ブロック、東京理科大学) 石井 孝明 (山梨ブロック、山梨大学)

## 関東支部第18期(2011年度)役員

支部長 水野 毅 埼玉大学 教授  
 副支部長 小林 正生 (株)IHI 技監

### 【幹事】

庶務 渡辺 亨 日本大学 教授  
 吉村 卓也 首都大学東京 教授  
 広報担当 辻森 淳 関東学院大学 教授  
 天谷 賢児 群馬大学 教授  
 事業 堀田 篤 慶應義塾大学 准教授  
 青木 義男 日本大学 教授  
 学生会担当 笹原 弘之 東京農工大学 教授  
 白石 俊彦 横浜国立大学 准教授  
 会員担当 竹村 隆 (株)荏原製作所 副参事  
 伊藤 伸英 茨城大学 准教授  
 表彰担当 荒居 善雄 埼玉大学 教授  
 塚本 達郎 東京海洋大学 教授  
 会計 飯島 唯司 日立GEニュークリア・エナジー(株) 主任技師  
 安藤 康高 足利工業大学 教授

### 【監事】

永井 健一 群馬大学 教授  
 近藤 英一 山梨大学 教授

### 【ブロック長】

東京 飯田 一嘉 プリヂストンケーピージー(株) 専務取締役  
 神奈川 下田 博一 明治大学 教授  
 埼玉 平岡 尚文 ものつくり大学 教授  
 千葉 加藤 数良 日本大学 教授  
 茨城 見坊 行雄 日立建機(株) 技術主幹  
 栃木 杉山 均 宇都宮大学 教授  
 群馬 志賀 聖一 群馬大学 教授  
 山梨 大内 英俊 山梨大学 教授

### 各ブロックホームページ

- ・東京 <http://www.jsme.or.jp/kt/tokyo/>
- ・神奈川 <http://www.jsme.or.jp/kt/kanagawa/>
- ・埼玉 <http://www.jsme.or.jp/kt/saitama/>
- ・千葉 <http://www.jsme.or.jp/kt/chiba/>
- ・茨城 <http://www.jsme.or.jp/kt/ibaraki/>
- ・栃木 <http://www.jsme.or.jp/kt/tochigi/>
- ・群馬 <http://www.jsme.or.jp/kt/gunma/>
- ・山梨 <http://www.jsme.or.jp/kt/yamanashi/>

## 日本機械学会関東支部ニュースレター『メカトップ関東 No.30』

Mecha-Top KANTO No.30

News Letter of the Kanto-Branch, The Japan Society of Mechanical Engineers

発行年月日：2011年7月5日 印刷製本：株式会社 大間々印刷

発行者：〒160-0016 東京都新宿区信濃町35 信濃町煉瓦館5階

一般社団法人日本機械学会・事務局内 日本機械学会関東支部

TEL 03-5360-3510 FAX 03-5360-3508 ホームページ <http://www.jsme.or.jp/kt/>