



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.39 2016.1.5発行



連携支援による廃電線の 金属リサイクル技術の開発

三立機械工業株式会社 会長 中 根 昭
一般社団法人千葉県発明協会 太 田 浩

■はじめに

資源の少ない我が国は、資源のリサイクルが工業製品を下支えしています。リサイクルされる原料に要求される技術課題は、コンタミネーション（不純物）を抑えることにあります。これは、リサイクルする際に不純物を取り除く工程にコストがかかり、リサイクルの優位性が欠如する可能性があるからです。また、近年はリサイクル可能な資源が分離できずに産業廃棄物として海外に流失してしまう問題点もあります。

そこで資源を海外に流出させず、国内で再利用することに着目して廃電線の銅のリサイクル技術を長年研究しリサイクル機器を製造販売している三立機械工業株式会社を紹介します。同社では当初、銅のリサイクル技術を確立しリサイクル機器を販売してきましたが、その完成度の高さから電線に含まれるアルミニウム端子も含めてリサイクルする需要が高まり、この要求にこたえるべく新製品の開発を自社技術に加え、産学官＋金融機関の連携により達成すべく鋭意努力しています。連携支援機関の活用についてもご紹介します。

■廃電線からの金属回収技術

千葉市にある三立機械工業株式会社は、創業者の代からリサイクル事業を営んできました。当時は鉄関係のリサイクルが主流でしたが、当社は差別化のため別路線として銅のリサイクルに着目しました。当初は電力供給用の太い電線の焼却処理が主流でしたが被覆が



図1 特許製品の剥線機（左）と仕上がり銅（右）

塩化ビニルで焼却の際に有害ガスを発生する問題があり、焼却処理のため銅の5%程度が溶け落ち回収効率も下がってしまいました。そこで当社では、被覆の剥せんき線機を発明し特許を取得して自社技術を守りました。図1は特許製品の剥線機で、1.5mほどの長さに切断した電線を挿入すると、ローラーに組み込んだスリッター（丸刃）で被覆と芯線を連続的に剥離して、芯線の銅を回収することができます。

ところがその後マーケットニーズの変化により、PC電線、自動車用電線等の極細電線が急速に増え、当該電線のリサイクルニーズに応えるべく新しいリサイクル機器や周辺機器の開発を進め、新たに特許を取得して競合他社との差別化を図りました。図2は、当社で開発した新しいリサイクル機器で、直径1mm前後の極細電線を粉碎し、比重の違いを利用して銅と被覆



図2 新しいリサイクル機器（左）と
仕上がり銅（右上）・被覆残渣（右下）

ざんさ
残渣に分離することができます。さらに近年のマーケットニーズを反映するため、固液二相流の分離技術に着目した試作機を完成させ、被覆残渣と比重の近いアルミニウムの分離まで成功しています。

■技術開発の特徴

当社では、従来技術を利用して当社の技術^{ちょうじょう}を重畳しながらこれまで困難とされてきた比重差の少ないアルミニウムと被覆残渣の分離に対し、従来の乾式振動選別機の機構に、加振方向に対して対向流となる独自の水流制御を付加することで、微細な銅の回収を可能とする新しい分離技術を確立しました。さらに当社技術に満足することなく、同業他社の動向調査、先行技術の検索は常に行っており、開放特許や休眠特許の有効活用を積極的行っています。今後は千葉大学との共同研究により固液二相流の理論を導入し、さらに進化したリサイクル機器の市場投入を目指していきます。

■連携支援機関の活用

このような新しいリサイクル機器の開発には、連携支援機関の役割も重要でした。

1. 千葉銀行 当社の現在の本社屋の移転に際し、候補地の選定から購入資金の融資までの支援を受け、平成26年は「ちばざん知財活用融資」の適用第一号に選定されました。また、平成27年8月には千葉大学との共同研究に関する研究費の一部助成対象企業に選定されました。知財活用融資とは、当社の保有する知的財産を評価して融資を実施していただくものです。

2. 公益財団法人千葉市産業振興財団 平成24年に財団主催の「オープンイノベーションセミナー」への参加を機に大企業が保有する未利用特許の活用による製品開発を意識し、オープンイノベーション手法により開発を進めてきました。

3. 一般社団法人千葉県発明協会（知財総合支援窓口）

平成26年から前述の千葉市産業振興財団と連携するとともに、特許庁施策により派遣された弁理士と協働して当社を一貫して連携支援していただいています。さらに平成27年は産学官連携の一環として千葉大学との共同研究の支援を受け、平成28年3月には特許庁の知財活用支援事例集に掲載予定です。

4. 千葉大学 武居昌宏教授

当社の技術に関する理論的解明のため、固液二相流の理論の導入により次世代リサイクル機器の開発について共同研究を開始し、理論と実践の融合を目指してご指導を受けています。

■各種メディア発表

メディア発表は、ブランド力アップという点で重要な意味をもちます。当社も、これまで積極的に発表を行ってきました（表1）。

表1 三立機械工業株式会社の受賞歴・メディア発表

平成24年4月18日	千葉県知事 科学技術賞
平成26年3月3日	経済産業大臣ががんばる中小企業300社
平成26年4月15日	文部科学大臣 科学技術賞
平成26年11月25日	特許庁 広報誌“とっきょ”千葉銀行様と共に掲載
平成26年11月28日	日本弁理士会 知的財産活用賞
平成27年3月2日	NHKクローズアップ現代“埋没技術”を活用せよ～市場創出への挑戦～ 千葉銀行様と共に放映
平成27年8月4日	千葉日報 千葉大学との共同研究 千葉銀行の助成金採択

■特許庁施策の紹介とあとながき

知的財産は難しいと言われる方もおられますが、少しでも視野を広げてみてください。知的財産は他人の権利を侵害しない、自分の権利を主張する等日々の業務を守るためにも必要です。特許庁施策により全国57カ所に設置された知財総合支援窓口（千葉県の設置機関：千葉県発明協会）にて、中小企業等が経営の中で抱えるアイデア段階から事業展開までの知的財産に関する悩みや相談を、ワンストップで受け付けています。学生の方でも相談可能です。今回の話題を参考にいただき、是非、知財総合支援窓口をご活用ください（<http://chizai-portal.jp/>）。資源の少ない国だからこそ知恵を使って世界と競い合うべきだと思います。

茨城
ブロック

研究開発を下支えする加工技術

有限会社 清和製作所 根本 貴寸志

研究学園都市である茨城県つくば市はご存知のとおり様々な研究機関があり、日々高度な研究を行う中で「ものづくり」は欠かせないことであります。弊社の行っている金属加工とは金属の塊を丸や四角に削ったり、溶接により金属と金属を着けたりと幾つもの工程を行い完成品になります。単純に丸や四角に加工するのは簡単ですが、その中でも丸いものは限りなく真円に近く、四角いものはあくまで平面でその面が直角でなくてはなりません。その技術はすべての機械加工の原点であり一番重要な部分であり、一番難しいところであります。現在では加工機械の性能がどんどん上がり加工精度も良くなり、3次元CAD（Computer Aided Design）などで絵が描ければ大抵のものは形になるような時代になってきました。しかし研究開発などに関わる部品や装置の場合、1点1点の加工精度が実験結果の良し悪しを決める様なことが多々出てきますので、基本となる丸いものは丸く、四角いものは四角く加工することが大事になってきます。皆様は機械の性能が上がってきているので丸や四角の加工は簡単だと思いませんか。しかし機械にも個性があり遊び（バックラッシュ）がありますので、その癖を把握して補正をかけたり修正をかけたりしながら加工することが大事になってきます。そこに職人の経験やノウハウがあり、会社としての強みになって行きます。

機械加工の図面では必ず品物の寸法があり寸法の誤差を許容する範囲が設定されていて、それを「公差」と呼びます。そして公差には寸法公差と形状を規定する幾何公差があります。幾何公差には真円度や平行度、真直度、平面度、円筒度など多数の種類があり、研究に関わる高精度の部品などでは1000分の1ミリ単位で加工が要求されることもあります。そこには目で見て耳で聞いて、時には触れてみて感触で確認するというような作業も必要になってくる場合があります。やはりいくら機械が自動化されてきても職人のチェックが無くなることは絶対に無いのです。また、もうひとつの弊社の強みで溶接技術があります。真空チャンバー（図1）と呼ばれる真空を維持するための容器を設計、製造をしています。溶接もまた職人による手作業が基本です。なぜなら実験用に使われるチャンバーは多種多様で、ロボットや自動溶接機などでは出来な

い複雑な形をしているからです。また、気温や湿度によって溶接条件を微妙に調整し、漏れ（リーク）の無いように溶接をしていきます。弊社で作る真空チャンバーは主に加速器と呼ばれる装置の周辺に使われるものが多く超高真空と呼ばれる領域で使用されることが多いためリークがあっては製品になりません。そこで真空を保つためのシール面の加工に平面度や面精度などが重要になり弊社の機械加工技術がそこに生かされているのです。「ものづくり」はひとつの工程で完結するものは少なく幾つもの工程を経て完成品へと近づいていきます。もともとは金属の塊だったものがキラキラとした部品（図2）の様な競技用バイクの特殊パーツや装置に変わっていく様を見られるのは「ものづくり」に携わる者の特権であり心から面白いなと思っています。

日本の「ものづくり」は無くなることはありません。世界に誇る研究のお手伝いをしていることがわれわれの励みになるのです。

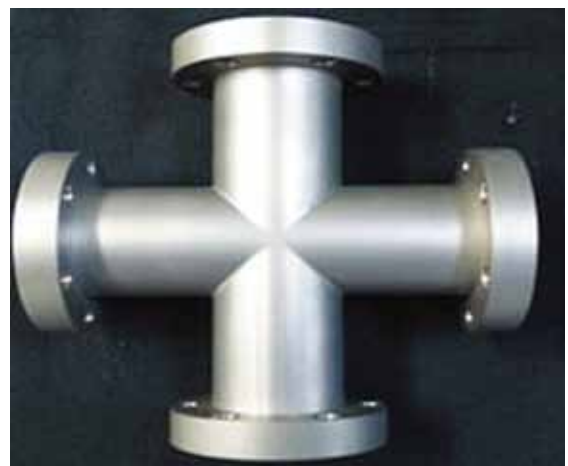


図1 チタン製真空チャンバー

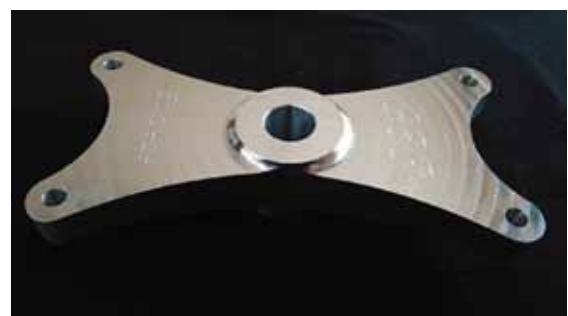


図2 アルミ製部品

栃木 ブロック

ガラスを削ること

帝京大学 大野 威 徳

普段、窓や食器、眼鏡などのガラスを使った製品を目にすることが多いと思います。これらの製品の多くは切断したり表面を削ったりといった加工を経て作られます。また、ガラスは「割れやすい材料」であることも良く知られております。実際ガラスを切断もしくは削る際に図1の上側のようにその切り口に無数の割れ（黒く写っている箇所です）が生じますが、適切な条件設定により同図の下側のように割れを押えた加工が可能です。ここでは、そのお話をします。

我々が知っている無色透明なガラスは、主にシリカ（酸化ケイ素）という物質から出来ています（この結晶物が俗に言う水晶です）。しかし、元来ガラスという言葉は一つの材料を表すのではなく物の状態を表し、専門的には「相転移」を示しながら「非晶質」（アモルファス）となった状態を指します。例えばシリカ以外の、金属で出来たガラスも存在します。しかし、ここでは一般的なシリカを主成分としたガラスに注目し、これを削り取ることを考えます。ガラスを削る場合、材料の表面をすくい取り除去するいわゆる切削と呼ぶ加工をします。砥石を使った切断や表面を磨く研磨も大まかに見てこれをしていると考えてください。切削は、図2のように削り取られる側の材料よりも硬い刃（切断の場合は砥石上の砥粒が、研磨の場合は研磨剤がその代わりとなります）が材料の表面に接触、刃物の先端が材料表面よりも深く「切り込み」平行に移動することで表面を变形させ母材から分離する。これが進行する刃物の前面（すくい面と呼びます）を流れ「切屑」として排出される。以上が金属を削る場合の切削過程ですが、ガラスの場合刃物が切り込む深さ（切込量と呼びます）により切屑の発生の有無が変わります。切込量が一定以上となる場合は切れ刃の先端から割れが生じこれが材料表面に達して剥がすように除去してゆきますが、浅い場合に金属と同様の切屑が発生しながら加工が進展し、加工後には割れが残らない平滑な表面が生成されます。一般に、前者を脆性モード、後者を延性モードの切削と呼び区別しています。このうち、延性モードを表面仕上げの際に実現できれば、そのまま平滑な表面が得られ研磨などが不要となるため時間や費用を節約できます。実は、両者はガラス以外の脆い材料（例えば、ICで用いられるシリコンやセラ

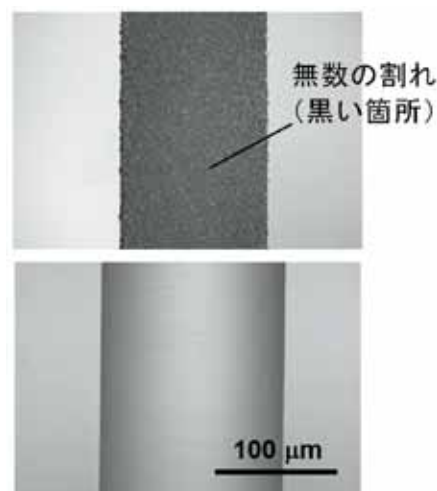


図1 脆性（上図）／延性モード（下図）の各切削事例

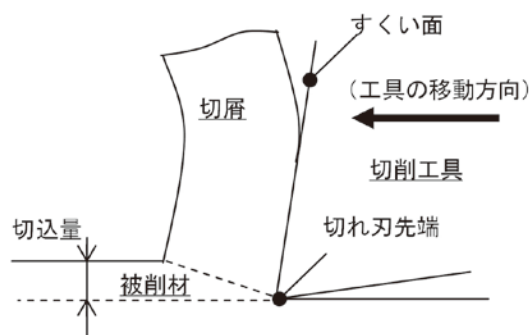


図2 切屑の生成機構

ミックスなど）でも同様に発生しますから、この手の材料（専門的に脆性材料と称します）を切削する際は、特に仕上げ加工の際に延性モード切削を如何に効率的に実現させるかが課題となります。

両者の発生メカニズムは、現在でもはっきり理解されておりません。しかし、実験的な事実として加工中に切れ刃の先端近くの材料に過大な圧縮応力が加わると割れが抑制され延性モードの切削となりやすいことが確認されています。これに着目し、切れ刃の先端形状を変化させて割れ（専門的には脆性破壊と呼びます）を抑制する研究を現在行っています。最近、面白いことに切れ刃の稜線に凹凸をつけた状態でも延性モードの切削が可能であり、一つの山の大きさではなく山が成す角度が割れの発生に影響する可能性が明らかになりました。今後、このメカニズムを解明し、その成果をより効率的に延性モード切削を実現しうる工具の開発、さらに稜線に山をつけることによる延性モード切削とは別の応用につなげられればと考えております。



鉄鋼材料表面の高機能化 “より硬く・さびにくい表面を目指して”

群馬大学大学院理工学府 小山 真 司

現在、鉄鋼材料は様々な用途で用いられており、自動車のギヤや各種装置の送りダイヤルなど、常に接触を前提とした部品、発電用の蒸気タービンや航空機のジェットエンジンなど、微粒子を含む高速流体に曝される部品、さらには様々な設備の配管部品などの耐摩耗性・耐食性が求められる部品もあります。しかしながら、これらの構成部品に鉄鋼材料を用いる際には、機械的・化学的安定性を高める必要があります。そこで当研究グループでは、表面改質処理を施すことで耐摩耗性・耐食性を向上させる検討を行って参りました。

その中で私たちが注目した方法が、ほう化処理と窒化処理のハイブリッド処理です。まず、ほう化処理により得られるほう化物は、例えば鉄との化合物の場合、1600HV以上の高硬度かつ耐摩耗性を有した表面層形成に寄与します(HVは硬さの単位)。一方、窒化処理により得られる窒素の拡散層は、耐食性に優れる表面層形成に寄与します。これらの金属材料の改善作用を積極的に利用したのがハイブリッド処理の特徴です。

安価な処理浴（特許第5561638号）を用いたハイブリッド処理を施した場合の表面硬度を測定した結果、図1に示すように、ステンレス鋼の代表ともいえるSUS304鋼(約200HV)に対して、ほう化処理を施した後に高温で窒化処理を施した場合を除き、2000HVと高硬度を有した表面層の形成が確認されました。

得られた硬化層の耐摩耗性を調べるため、摩耗試験機により摩耗試験を実施した結果、図2に示すように、処理を施すことで摩耗深さの減少が確認されましたが、高温で窒化処理を施した場合のみ、大きな減少は確認されませんでした(1 μ m=1/1000mm)。一方で、ほう化処理後にプラズマ窒化を施した場合およびほう化処理後に適温で窒化処理を施すことで、耐摩耗性が飛躍的に向上することが確認されました。

各種処理を施した処理表面の耐食性を調べるため、環境試験を実施した結果、図3に示すように、ほう化処理のみ及びほう化処理後にプラズマ窒化処理を施した場合は赤さびの進行が確認されましたが、主としてほう化処理後に適温で窒化処理を施すことで、さびが認められず金属光沢を保っていました。

このように、ハイブリッド処理条件を最適化することで、耐摩耗性と耐食性を兼ね備えた表面層を形成できることが明らかとなりました。現在、本技術をより

汎用化するため、鉄鋼材料の他に医療分野での応用が見込まれるチタン合金に対しても適用を試みています。

(特願2014-161140)

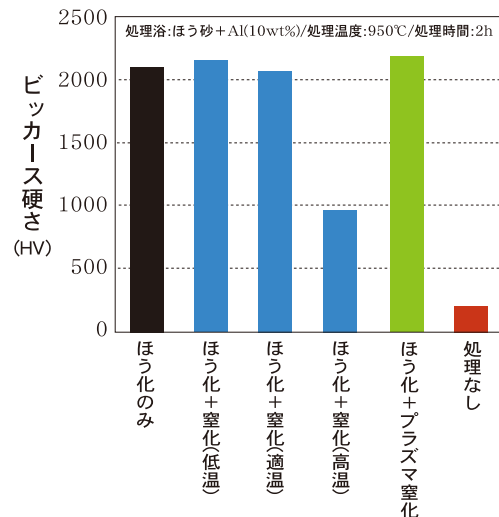


図1 表面硬さに及ぼす改質処理の影響

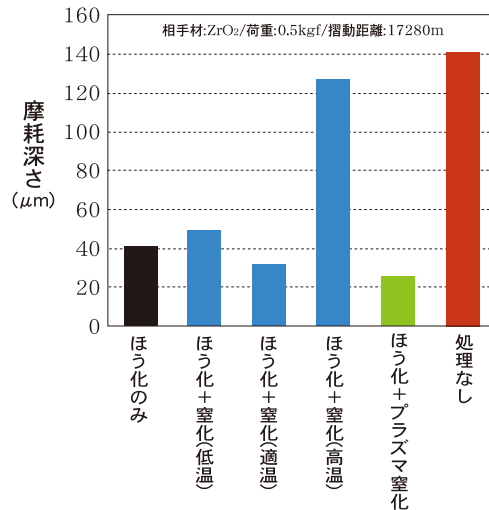


図2 耐摩耗性に及ぼす改質処理の効果

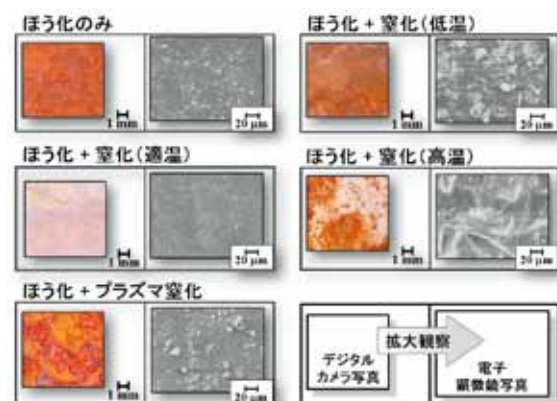


図3 耐食性に及ぼす改質処理の効果



マグネシウム合金圧延板の短時間成型 ならびに表面処理方法の開発

山梨県工業技術センター 高度技術開発部 鈴木 大 介

マグネシウムは、実用金属の中で最も比重が低い
ため、携帯用工業製品の筐体などに合金として多用され
ています。近年では自動車などの輸送機器産業におい
て、さらなる軽量化を目的に注目が高まりつつある金
属です。

マグネシウム合金の結晶構造は六方稠密構造のため、
常温ではすべり面が限定されてしまい、塑性加工が困
難です。塑性加工はすべり面が活動を始める温度域ま
で加工物を加熱することで可能ですが、加熱による成
型時間が増加してしまいます。このため、工業的な生
産手法としてダイカストやチクソモールドイングとい
った熔融加工が現在の主流ですが、溶湯の酸化防止や
発火に対する安全管理などが必要になります。

また、マグネシウム合金は化学的活性が高い上、電
位も低いことから容易に腐食が生じてしまいます。そ
のため、塗装や化成処理、陽極酸化などにより耐食性
を向上させていますが、塗装の密着性確保や処理溶液
の管理、廃液処理などの問題があります。

これらの問題を解決し、マグネシウム合金の工業的
な利用拡大につながるよう、当センターではAZ61マ
グネシウム合金の高効率で安易な塑性加工方法、なら
びに簡便な表面処理方法の開発を行っています。

■誘導加熱を用いた短時間成型手法

温間での成型時間の短縮を図るために、高周波誘導
加熱に着目しました。使用した高周波誘導加熱は被加
熱物を450℃まで5秒以内で加熱することができます。
この加熱装置を用いて、2段階で行う180°曲げ加工
(ヘミング曲げ)の1段目を模した120°曲げ成型装
置を作成し、曲げ成型を行ったところ、10秒以内で
成型できるようになりました。

成型後の試験片の曲げ外側を評価したところ、成型
温度は400℃以上にすることが望ましいことが判りま
した。この結果に基づき、180°曲げを行ったところ、
曲げ部外側で割れが発生することなく、180°曲げ成
型が可能となりました(図1)。

■水熱処理による表面処理方法

マグネシウム合金の表面処理方法として、水熱処理
に着目しました。水熱処理とは、水蒸気を用いて表面
を水に難溶性の水酸化マグネシウム(Mg(OH)₂)皮膜
で覆う処理です。



処理方法は簡単で、非処理物と水を加圧容器内に入
れ(図2左)、100~160℃程度に加熱した飽和水蒸
気で満たし保持するのみです。この処理で発生する水
素はごく微量ですので、基礎研究では問題ありません。
しかし、量産を行う場合については対策を検討した方
が良いと思われます。水熱処理後の表面は濃灰色とな
り、処理温度が高温なほど黒色に近づきます。

耐食性を塩水浸漬試験で評価したところ、水熱処理
を130℃以上で実施すれば、120時間経過後も表面腐
食が起きないことが判りました(図2右)。また、水熱
処理前に機械加工(例えばサンドブラスト、鏡面加工
など)を行うことで処理温度が低下、また耐食性が向上
するといった興味深い実験結果も得られてきています。

今後の課題としては、(1)大型の成型品への展開、
ならびに誘導加熱の利点を生かした連続的な成型方法
の確立、(2)表面加工が水熱処理に及ぼす影響の調査
を行っていきたいと考えています。

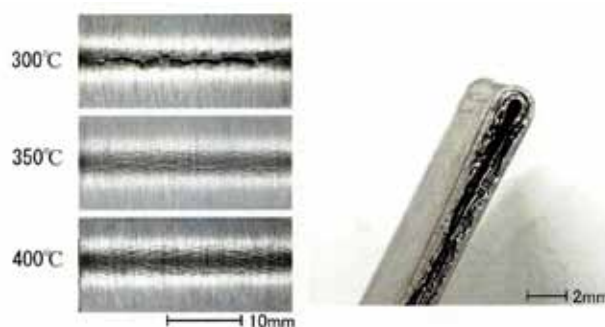


図1 (左) 各加熱温度における120°曲げ部外側
(右) 180°曲げ成型結果

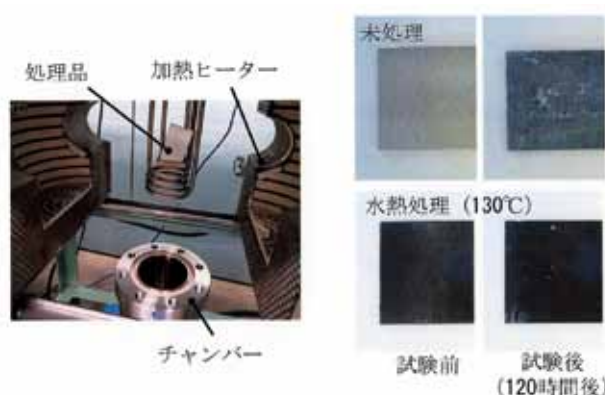


図2 水熱処理装置の例(左)と
塩水浸漬試験前後の試験片(右)

東京
ブロック

極限環境下での高い移動能力を持つ4肢ロボット

早稲田大学高等研究所・早稲田大学ヒューマノイド研究所 橋 本 健 二
早稲田大学理工学術院・早稲田大学ヒューマノイド研究所 高 西 淳 夫

東日本大震災(2011年3月11日)や御嶽山噴火(2014年9月27日)などの大きな災害が相次いで発生しており、災害が発生した極限環境下で人間の代わりに作業が可能なロボットへの期待が高まっています。そこで、極限環境での高い移動能力を持つ災害対応ロボットの開発を目指し、研究を遂行しています。

このような災害対応ロボットとして、4肢を共通構成とする4肢ロボットをこれまでに提案しています。4肢を共通構成とすることで、4足歩行や2足歩行の切り替えが可能です。また、1～2肢が故障しても2足モードで移動可能であり、耐故障性が向上します。平地・不整地などの多くの環境は匍匐(ほふく)（4肢と胴体を接地）で移動し、胴体部を積極的に路面に接触させることで、高い安定性を保つことができます。狭隘空間(きょうあい)へのアクセスも可能で、幅が狭い環境では2足歩行(カニ歩き、平均台歩行)で移動し、高さ方向に狭い空間では、匍匐移動(ほふく)します。2足歩行時は小さい旋回半径を持つため、螺旋階段(らせん)も踏破可能(とうは)です。何か作業しなければならない場合は、3肢で体を支持することで、2肢で支持するよりも安定性が向上し、大きな操作力が発揮可能になります。

このようなコンセプトのもと、これまでに4肢ロボットのプロトタイプ機を開発しています(図1)。プロトタイプ機では、車輪型やクローラ型ロボットでは踏破(とうは)が困難な垂直はしごに特に注目しました。肢には冗長性(じょうちやうせい)を持たせるため7自由度、体幹には1自由度を配置し、肢のすべての関節において約180～360°の大きな可動角を持たせています。機体のスケールは、人間環境での作業性やJIS規格のはしごの支柱間距離(400～600mm)を考慮し、2肢立脚時の全長を1300mm程度、横幅を400mm程度としました。また、手先・足先の形状をフック形状にし、はしご昇降に必要な自由度を削減しました。

開発した機体を用いて垂直はしご昇降実験を行い、棧の間隔がJIS規格範囲内(225mm～300mm)の垂直はしご昇降が可能であることを確認しました。さらに、各肢の冗長自由度を活用することで、垂直はしごから歩行路への乗り移りも実現しました(図2)。その他にプロトタイプ機では、2肢での120kg重量挙げや2足歩行を実現してきています。

プロトタイプ機の開発は三菱重工業株式会社の支援のもと、早稲田大学ヒューマノイド研究所と三菱重工業株式会社の共同研究として実施されました。また本研究は、革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)「タフ・ロボティクス・チャレンジ」の技術的準備として、ImPACT事業に入る前の段階で実施されました。

早稲田大学ヒューマノイド研究所は、三菱重工業株式会社と共同でImPACT事業に参画しており、現在はプロトタイプ機よりも高速な動作が可能で、よりスリムな4肢ロボットの開発を進めています。

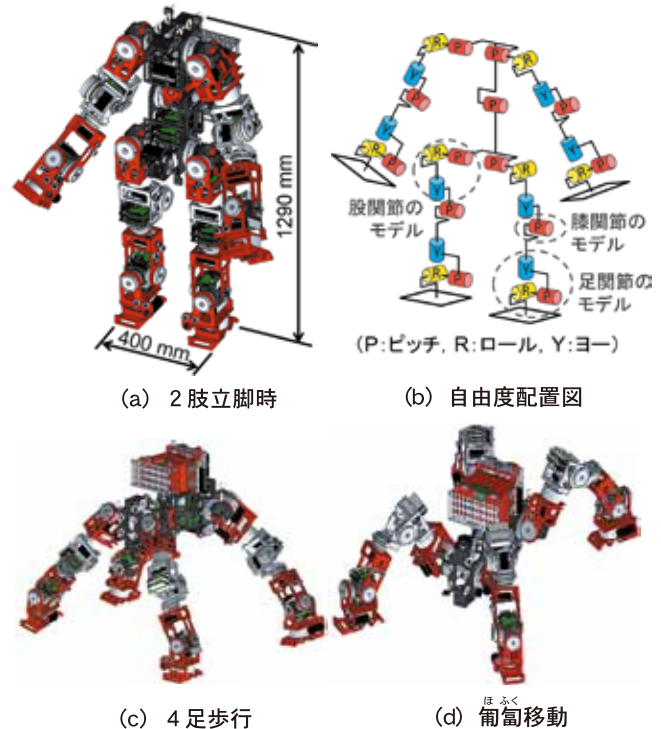


図1 4肢ロボットのプロトタイプ機



図2 垂直はしご昇降実験

神奈川
ブロック

心臓カテーテルトレーニングシステム

株式会社 JMC 稲田 誠・渡邊大知
フヨー株式会社 佐藤宗邦
大阪大学 岡山慶太・坂田泰史

はじめに

食の欧米化にともない日本でも動脈硬化^{どうみやくこうか}を患う人が急増しています。動脈硬化では血管の内壁にコレステロールや中性脂肪などが沈着し、血管が硬くなったり、詰まったりしてしまいます。脳や心臓に至る血流が滞ることによって酸素や栄養の供給不足が起こり、脳梗塞^{のうこうそく}や狭心症^{きょうしんしょう}、心筋梗塞^{しんきんこうそく}を引き起こします。心臓では虚血性心疾患^{けつせいしんしつかん}と呼ばれ、患者は国内に100万人以上いると推計されています。治療法としては薬物による内科的治療、バイパス術による外科的治療、そしてカテーテル治療が挙げられます。カテーテル治療とは、手や足の血管からカテーテルと呼ばれる細い樹脂製のチューブを挿入し、心臓や脳を始めとするさまざまな血管を風船で膨らませたり、ステントと呼ばれるメッシュ状の金属の筒を留置したりする治療法です。体を大きく切り開く外科手術と比較し、患者負担を減らすということで低侵襲手術のカテゴリーに入ります。従来の外科手術には耐えられない高齢者であっても、カテーテル治療なら受けられるというケースもあります。

心臓カテーテルトレーニングシステム

このようなカテーテル治療の需要に対して、大阪大学、株式会社JMC、フヨー株式会社は共同で心臓カテーテルに初めて取り組む医師や、さらなる技術の向上を目指す医師に向けたトレーニングシステム「HEARTROID」を開発しました（図1）。これは心臓を模した「心臓モデル」を用いて、実際のカテーテル手術と同じような感覚で、X線透視下でのトレーニング



図1 心臓カテーテルトレーニングシステム

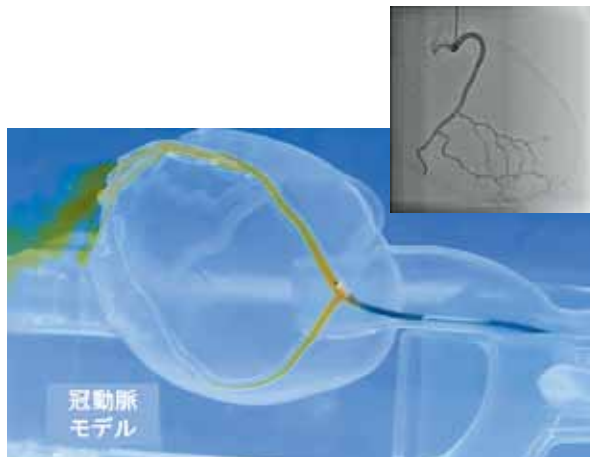


図2 シミュレーターでの冠動脈造影

ングができるシステムです。軟質シリコン素材で作られた心臓モデルを専用タンクの中に置き、拍動ポンプで水を心臓モデルの中に送り込むことで、まるで心臓が拍動しているかのような動きを再現しています。透明な素材を用いているため、本来は見ることでできない心臓の内部でのカテーテルの動きを学習することもできます。実際に冠動脈造影^{かんどうみやくぞうえい}（造影剤を病変部に送り込んで血管のどの部分が詰まっているのかを検査する手法^{けいひてきかんどうみやくけいせいじゆつ}）、経皮的冠動脈形成術（詰まった血管にカテーテルを挿入して押し広げることで血流を回復する手術）、そして昨今増えつつあるカテーテルアブレーション治療（不整脈の発生源をカテーテルで焼く治療）における3Dマッピングなどの実践的なカテーテル操作のトレーニングが行われています（図2）。

このような心臓モデルは、形状、サイズ、拍動流が実際の心臓に対応するものでなければならず、近年目覚ましい進歩を遂げつつある3Dプリンターの技術を用いております。心臓モデルは3Dプリンターで造形した樹脂製の型に軟質の素材を注入して製作します。実際の心臓をCTで撮像したデータを元に設計することで、より再現性の高い型を作ることができます。

本研究開発は、大阪大学が国の委託を受けて進める研究開発プロジェクトであり、平成26年度より厚生労働省、平成27年度より国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）による「医療機器開発推進研究事業」の支援によって行われています。

埼玉 ブロック

直感的なモビリティのインタフェースを目指して

東洋大学 理工学部 機械工学科 横田 祥

1. はじめに

近年、パーソナルモビリティと総称される1人乗りの近距離移動システム（以降モビリティと称す）が多く提案・実用化されています。モビリティの大目的は、個人の移動支援であり、鉄道や航空機に代表される大量高速輸送の移動システムとの違いは、個人が個別かつ直接システムを操縦し移動する点にあります。したがって、移動支援を実現するモビリティの設計においては、人間工学に基づく機構設計はもちろんのこと、直感的で簡単な操作を提供するインタフェースの考慮が必須になります。本稿では、このインタフェースの例として、人の運動特性を取り入れたモビリティのためのサドル型身体動作インタフェースを紹介します。

2. 人の運動特性を積極的に利用する

多くのモビリティのインタフェースは、ユーザの前後左右(併進の2自由度)の重心変動を操作に取り入れています。一方、人が歩行し進行方向を変更する場面で身体各部位の動きを観察すると、頭部から脚部にかけて、捻りの動作(回転運動)が順に伝搬していくという運動特性が見られます。これらのことから、従来のモビリティ操作の情報源である前後左右(併進運動)の重心変動に加え、身体の捻り動作(回転運動)を操作に取り入れれば、さらに使いやすいインタフェースとなると考えられます。そこで、身体の前後左右と捻り動作をインタフェースに取り入れるために、我々は、腰の前後左右の2自由度(図1の x 、 y 方向)と、姿勢角(図1の θ 方向)をユニバーサルジョイントを介したサドルを用いてモビリティの操作に取り入れた、サドル型身体動作インタフェース(図2)を提案しました。

3. システム構成

サドルは、3軸のユニバーサルジョイントを介しモビリティに設置されており、腰の動きに応じてジョイントの3軸の角度が変化し、それらの角度をポテンシオメータにより計測し、モビリティの操作に反映させます。このインタフェースは、操作のための事前準備が不要で、簡単かつ確実にユーザの身体動作を計測できます。よって、ユーザはサドルに跨るだけでよく、簡単にモビリティを操作できます。なお、このサドル型身体動作インタフェースは、ユーザの全体重を支えるものではなく、あくまでユーザは自身の両脚で立ち、

サドルは、ユーザの両脚に挟まれる形でユーザの腰の動きに追従するものです。

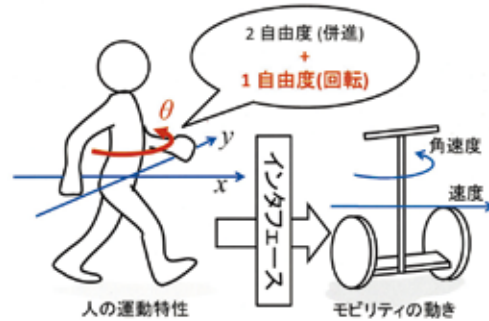


図1 インタフェースのコンセプト



図2 サドル型身体動作インタフェース

4. インタフェースの評価

サドル型身体動作インタフェースを評価するために、本インタフェースと腰の捻りを取り入れないインタフェースの2つのインタフェースによる8の字型のコースの走行実験(被験者数12人)を行い、国際標準規格(ISO5495:2点嗜好法)に基づくアンケートによる主観評価と、走行時間による定量評価の2つの方法で評価しました。実験の結果、腰の捻りを取り入れたインタフェースが走行時間を短縮でき、操作が簡単であることが分かりました。

5. おわりに

本稿では、モビリティの直観的な操作を実現するために、腰の捻りという人の運動特性を積極的に取り入れたサドル型身体動作インタフェースを紹介しました。人の運動特性を利用することで、従来型のインタフェースと比較し、使いやすいインタフェースとなることが分かりました。このように、人の特性を積極的に取り入れるというインタフェースの設計思想は、情報機器や福祉用具等の、人に触れ、人が使う機械システムにも応用可能であると考えています。

千葉
ブロック

水理実験における津波の再現に向けて

(一財) 電力中央研究所 木 原 直 人

東北地方太平洋沖地震津波による広域での被災は、背後地域を津波から守る津波防潮堤などの海岸保全施設の役割・機能を再確認する機会となり、背後地域への津波の到達を遅らせる役割や、浸水高を低下させる役割を有することが示された。震災後、津波などから人命・財産を守るため、防災・減災のための、粘り強い海岸保全施設の整備が進められている。

海岸保全施設や津波避難ビルは、設計の基準とする津波が到達したとしても、十分に耐えうる強度を有する必要がある。そのため、設計に当たっては、施設に対する津波の波圧などの作用の大きさと施設の変形量を推定することが必要となる。

津波作用を把握する手段の一つとして、津波の流れを水路内で模擬する水理実験がある。ただし、陸に遡上してきた津波は数m規模の水位上昇と、数十分規模の流れの継続時間を有するため、津波の規模も、評価対象施設の規模も小さくした縮尺模型実験にならざるを得ない。津波の作用による構造物の変形や壊れ方といった流体と構造の連成問題を対象とする場合には、実験の相似則の設定が課題となる。津波が重力波であることから、津波実験においては流れの相似則にフルード則が一般に用いられる。一方、構造物の相似則には、着目する構造物の応答や損傷に応じて種々の相似則が用いられ、フルード則とは長さスケールと時間スケールの関係が一致しない場合もある。そのような場合には、水理模型実験の縮尺度が大きくなるにつれて、実験で再現される現象と、実際の現象との乖離が大きくなる。そのため可能な限り大規模な実験が望ましい。

大規模に、かつ、津波の流れの特徴を忠実に水路内

で再現することは容易ではない。陸に遡上した津波の流れは周辺の地形や建物の影響により、時間的にも空間的にも局所性が強く、水深に比して流速が速い射流の状態での流れの時/場所もあれば、水深に比して流速が遅い常流の状態での流れの時/場所もある。また、そのような流れが長時間継続する。

津波実験の多くには、前後に移動する造波板が取り付けられた水路が活用されてきた。水路の端に取り付けられた造波板を押し出すことにより津波を模擬した孤立波が生成され、水路内を伝播、遡上する過程が再現される。高い孤立波を生成する場合には造波板を速く押し出し、一方、長い孤立波を生成する場合には造波板を長時間押し出す必要がある。しかしながら、造波板のストローク長さには限界があるため、長くて高い孤立波を生成することは困難であった。

2014年に千葉県我孫子市にある電力中央研究所の地球工学研究所に導入された「津波・氾濫水路」は、陸上遡上した津波の流れを最大で3分の1の縮尺で大規模に再現する水理実験設備である。評価対象施設周辺の局所的な津波の流れが水路内で再現される。この設備は、容量650m³のヘッドタンクと、閉水路、幅4m、長さ24mの試験水路、そして、貯水槽で構成される(図1)。ヘッドタンクの貯水の位置エネルギーが流れの駆動力となる。そして、バルブや上下開閉するゲート、板状で上下に動く堰を連動で調整することにより、水路内において射流・常流、両方の流れが制御される。電力中央研究所では、防災計画の策定・計画に活用可能な津波評価手法の高度化を目指して、この実験設備を用いた水理模型実験を実施している。



図1 津波・氾濫水路

関東支部第22期総会・講演会および 関東学生会第55回学生員卒業研究発表講演会のお知らせ

支部運営会・実行委員会

関東支部および関東学生会では、恒例の総会および講演会を下記の通り開催します。特別講演、オーガナイズドセッション、一般セッション、機器・カタログ展示を企画し、機械工学に関係する研究者と技術者が一堂に会して議論する場を提供します。

支部講演会では、若手会員の中から優れた講演者に対して、日本機械学会から若手優秀講演フェロー賞を、関東支部から若手優秀講演賞を贈ります。また、卒業

研究発表講演会では、優れた発表者に対してBPA (Best Presentation Award) を贈ります。

今回は新たな試みとして、支部講演会の参加登録者は卒業研究発表講演会を、卒業研究発表講演会の登壇者は支部講演会を、それぞれ無料で聴講できるようにします。また、両講演会のプログラム冊子と講演論文集CD-ROMをそれぞれ一つにまとめます。これを機に、皆様の一層積極的なご参加を期待しています。

- 開催日 2016年3月10日(木)～11日(金)
- 会場 東京工業大学 大岡山キャンパス (目黒区大岡山2-12-1)
- 企画 支部総会、支部講演会、関東学生会総会、学生員卒業研究発表講演会、機器・カタログ展示
特別講演「新時代をひらく鉄鋼技術」 曾谷 保博 (JFEスチール株式会社 専務執行役員)
- WEBサイト 支部総会・講演会 <http://www.jsme.or.jp/conference/ktconf16/>
学生員卒業研究発表講演会 <http://www.jsme.or.jp/kt/sotsuken/55thGakusei.html>
- 問合せ 日本機械学会 関東支部事務局 (12ページ参照)

開催会場（東京工業大学）の紹介

実行委員長 井上 裕嗣（東京工業大学）

東京工業大学は、1881年に東京職工学校として創設され、1890年に東京工業学校、1901年に東京高等工業学校と改称した後、1929年に大学に昇格しました。当時は、旅順工業大学（1945年に廃校）、大阪工業大学（1933年に大阪帝国大学に工学部として統合）とともに官立の三工大の一つでした。その後1949年に新制大学に移行して、現在に至っています。機械工学関連分野は、1881年の創設時に機械工芸科が設置されて以来、本学の中でも最も古い歴史を有しています。

当初のキャンパスは蔵前にありましたので、当時はもちろん現在でも本学のことを“蔵前”と呼ぶことがあり、同窓会も蔵前工業会と称します。蔵前のキャンパスが関東大震災で壊滅的被害を受けたため、1924年に現在の大岡山に移転しました。現在は、今回の会場の大岡山キャンパスに加えて、すずかけ台キャンパス（横浜市緑区）と田町キャンパス（港区）があります。

学生は、学部が約4800名、修士が約3600名、博士が約1500名で、うち留学生は1000名を超えます。一方、常勤教員は約1100名、非常勤教員は約500名です。規模は大きくありませんが、大学院学生や留学生の割合が比較的高いことが特徴です。

さて、今回の総会・講演会の開催時期は、本学にとって大きな変革である教育改革のタイミングと一致していますので、そのごく一端をご紹介します。

教育組織は、今回の総会・講演会の開催時点では3学部（23学科）と6研究科（45専攻）の体制ですが、直後の2016年4月からは6学院（19系と1専門職学位課程）に統合・再編し、新たなスタートを切る予定です。“学院”とは、学部と大学院が一体となって教育を行う組織で、学士課程から博士後期課程まで可能な限り継ぎ目なく学修できるように教育体系が設計されています。特徴的な事項には、①1年間を4つの期に分けたクォータ制にする、②ただ単位を取得するのではなく、「何を学んだか、身につけているか」を意識できる達成度評価を行う、③大学院の専門科目は英語で実施するなどがあります。この教育改革の詳細については、本学のWEBサイトをご覧ください。

今回の改革によって、機械工学関連分野の組織は大幅に変わります。個々の教員の所属名称なども変わりますので、機械学会関係の皆様も暫くの間は戸惑われることと思いますが、ご理解とご協力を宜しく願います。

関東学生会 2015年度学生交流ツアー

「ファナック(株)・(株)ニッセー・山梨大学ワイン科学研究センター」見学・講演会

関東学生会担当幹事 荻原 慎二（東京理科大学）
 関東学生会運営委員 荒川 翔太（宇都宮大学）

関東学生会では、2015年11月9日から10日に、学生交流ツアー（ファナック(株)・(株)ニッセー・山梨大学ワイン科学研究センター見学・講演会）を行いました。この交流ツアーは、学生会員のニーズに応えたイベントを実施すべく、学生会委員長・幹事校運営委員による学生主導の新しい企画行事の一つとして2014年度より行っているものです。最先端の開発・生産現場での見学・講演会を行うとともに、合宿を通じて機械工学にかかわる学生間の盛んな交流を目的にしています。2年目の今年度は、山梨県内の企業、研究所を見学し、技術講演をお聴きするとともに、移動中のバス内、宿泊施設などで楽しく交流することができました。

また、今回は、見学先の選定や依頼から宿泊先・移動手段の選定や手配、交流イベントの企画・準備に至るまで、かなりの部分に学生会幹事が実際にに関わり、文字通り「学生のための学生による」企画として有意義なものとなりました。以下に、当日の様子をご紹介します。

○見学・講演会

1日目は新宿に集合し、貸し切りバスにて移動、最初の目的地であるファナック(株)を訪問しました。ここでは、CNC、サーボモータ、ロボットマシンの稼働デモ及び生産ラインを見学することができました。また、加藤哲朗ロボット研究所副所長に「ファナックロボットの最新技術」と題してご講演をいただき、同社のロボット開発の歴史から最新技術に至るまで興味深いお話を伺うことができました。

2日目は午前中、ニッセー(株)に伺いました。同社がリードする技術である転造の実演を行っていただき、またCNC転造機の生産ラインを見学することができました。また、講演会では「環境にやさしい最新の転造加工の紹介」の題目で天野秀一常務取締役技術部長にご講演をいただき、独自の技術を追究する重要性を学ぶことができました。

午後には日本で唯一の果実酒専門の研究機関である山梨大学ワイン科学研究センターに移動し、見学させていただきました。ワイン製造に関して、機械工学が重要な役割を果たしていることを知りました。また、奥田徹センター長

からワインに関するさまざまな興味深いお話がありました。

○交流会（パスタブリッジコンテスト）

1日目の宿泊所では学生間の交流を目的として交流会「パスタブリッジを作ろう」を行いました。参加者を3名ずつの5グループに分け、グループ内で意見を出し合いながら、与えられた40本のパスタと1時間30分という制限時間の中でホットボンドを使って作る、というものです。

どのグループも最初のうちはホットボンドの扱い方に四苦八苦して思い通りに形作れていませんでしたが、40分も過ぎると少しずつ慣れてきてだんだんと橋の形が出来上がっていききました。作られた構造としてトラス型とアーチ型に分かれており、荷重に耐えられるようにどれも工夫を凝らした造りになっていました。

パスタブリッジの作製後、1グループごとにパスタブリッジの中央に荷重をかけて橋の強度を計ります。最初は500gの錘から初めて1個ずつ錘を増やしていき、耐荷重が一番大きいグループが優勝となります。今回の優勝グループの耐荷重は5.5kgfでした。本企画はレギュレーション作成から資材の用意まで運営委員が中心となっており、参加者に楽しんでもらえるか不安でしたが、大変盛り上がり安心しました。

最後になりましたが、本交流ツアーにご協力くださいました関係各位に心より感謝いたします。



パスタブリッジコンテストの様子

編集委員

國枝 正典（委員長、東京大学）	豊田 航（東京ブロック、成蹊大学）	松本 聡（茨城ブロック、宇宙航空研究開発機構）
佐藤 恭一（支部運営委員、横浜国立大学）	寺島 岳史（神奈川ブロック、神奈川大学）	池俣 吉人（栃木ブロック、帝京大学）
荻原 慎二（支部運営委員、東京理科大学）	横田 祥（埼玉ブロック、東洋大学）	船津 賢人（群馬ブロック、群馬大学）
市川 和芳（支部選出委員、電力中央研究所）	三神 史彦（千葉ブロック、千葉大学）	孕石 泰丈（山梨ブロック、山梨大学）

日本機械学会関東支部ニューズレター『メカトップ関東 No.39』

Mecha-Top KANTO No.39

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

発行年月日： 2016年1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/>