


MACHINE DESIGN & TRIBOLOGY

機素潤滑設計部門ニュースレター



No.40 August 2021

 JSME Machine Design and Tribology Division

ISSN-1340-6701

第 99 期機素潤滑設計部門長 就任あいさつ

部門長 野口昭治 (東京理科大学)



この度、京都工芸繊維大学森脇先生の後を受けまして、第99期部門長を拝命致しました東京理科大の野口昭治でございます（個人的には切りがよい第100期の方が良かったのですが・・・）。これはさて置き、昨年度は新型コロナウイルス（COVID-19）の感染拡大によりまして、世界全体が大変な事態となりました。日本も例外ではなく、緊急事態宣言が出され、不要不急の外出禁止となり、会社ではテレワーク、大学の講義も対面式ではなく遠隔を余儀なくされました。学会活動においても対面式の学術講演会、講習会は行われず、年度当初は例年通りに予定されていた行事は中止・延期となりました。後半においても遠隔での開催となり、学会としては学術活動の停滞とともに財政的に大変な打撃を受けました（学会本部の事務局も信濃町から移転します）。

本部門におきましても4月に予定されていた北海道登別温泉での部門講演会が予稿集の準備までできていながら直前に中止となりました。各技術企画委員会の講習会も遠隔で行うなどの被害(?)を被りました。学会本部の活動方針として、昨年度の方針を2022年3月31日まで延長する方針が既に出されましたので、今年度も昨年と同じような活動を余儀なくされることとなります。運営会議、委員長会議、各種委員会の会議もすべて遠隔で行うこととなりますが、どこにおいても参加できるなどのメリットもありますので、活動の停滞はないものと考えております。

今年度の部門行事ですが、隔年で開催されてきました国際会議ICMDT2021は来年度に延期することが決まっています。毎回4月に開催されており、今年度は韓国での開催予定でしたが、韓国側が遠隔ではなく対面式での開催を希望しており、来年に延期されました（ただし、新型コロナウイルスの状況によって

は更なる延期も含んでいます）。海外渡航になりますので、大学によっては学生の渡航を許可しない、などの状況も考えられますので、従来の規模で行われるかなどの懸念もあり、準備に当たられている先生方には多大な努力をお掛けしますが、韓国側との情報共有をお願いいたします。

ICMDTは部門講演会を兼ねていましたので、今年度が延期となりますと部門としての講演会がなくなってしまいます。これを憂いまして、2020年度に中止になりました部門講演会担当のMEの先生方が年次大会の後に遠隔での部門講演会を企画されています。年末に近い時期になるかもしれませんが、部門最大の行事となりますので、ご参加をよろしくお願いたします。また、9月の年次大会では、部門からも複数のOSが立ち上がっております。ニュースレターが発刊される頃には、講演申し込みは締め切られていますが、大会参加の方もよろしくお願いたします（部門長兼2021年度年次大会部門担当委員としてのお願いです）。

また、昨年度に幾つかの技術企画委員会の名称が変更となり、本年度からその名称が本格的にスタートします。名前が変わっただけですが、何か明るい話題のように感じています。実際の活動内容に即した名称に変更されていますが、以下のように変更になりました。略称も変わっていますので、文書記述の際には間違えないようにご留意願います。

機械要素1 (ME1) → 機械要素技術企画委員会 (ME)

機械要素2・トライボロジー (ME2・TR) → トライボロジー (TR)

以上、取り留めのない話の挨拶となってしまいましたが、副部門長の京都大学小森先生、部門幹事の関東学院大学堀田先生、各委員長の先生方と協力して部門活動を円滑に進めたいと考えておりますので、皆様のご協力をお願いいたします。

基礎研究をいかに実用製品に結び付けたか (Part 35)

題目「産学連携による持ち上げ動作補助スーツ e.z.UP® (イージーアップ) の製品化」

旭蝶繊維株式会社 代表取締役 児玉賢士

1. はじめに

弊社は、広島県府中市にある1937年創業の作業服メーカーである。かつて備後国の国府が置かれた府中市は、江戸時代に福山城主水野勝成が奨励した綿花栽培を起源とする「備後絨」に代表される、歴史ある繊維の街である。現在でも府中市には、備後絨に始まりユニフォーム、作業服、カジュアルウェアのデザイン開発等を行う業界トップレベルの企業が集まっている。弊社でも各種作業現場に適した機能素材を開発・選定し、毎年新しいデザインの作業服を発表しており、その一環として、持ち上げ作業の負担軽減可能な補助スーツ e.z.UP® (イージーアップ) を発表し販売している。本稿では、産学連携により開発した e.z.UP® を製品化した経緯とその取り組みに対する工夫点について紹介する。

2. 産学連携による開発

各種作業服を取り扱う弊社では、様々な現場、例えば建設現場、ライン作業、流通、農業等様々な作業現場を長年目の当たりにし、その過酷さから特に職業疾病の6割となる腰痛を、着るだけで防ぐことが可能な作業服の必要性を認識していた。2015年、上記状況により弊社は補助機能のヒントを得るべく軽労化研究会に入会し、研究会の開催する講演会に参加して現状の様々な研究開発状況を学び始めた。同年10月に軽労化研究会にて聴講した際、早稲田大学田中英一郎教授の持ち上げ動作補助スーツ (図1左) の紹介があり、腕力のない女性介助者のために、自転車のゴムチューブを腕から足へ結ぶだけで腰と腕を補助できるという内容

の講演であった。本構造を作業服に組み込むことを考え、早速意見交換し、本スーツを基に共同研究を開始することとした。

まず、すでに市販している作業服内にゴムベルトを通すトンネルを縫い付け、前腕から上腕、肩越しにベルトを背中で交差させ腹部で固定させた構造を上着に、またサスペンダーのように交差した背中から膝裏を通り、前脛で交差させて足裏まで行くベルトをズボンに装着した (図1中, Ver.1, Ver.2)。腕用補助機能を上着に、背中用をズボンに分離することで、服を着るよう容易に装着できること、上着とズボンそれぞれを別個に使用できることを考えた。しかし作業服は布に余裕があり、ベルトの位置が定まらず、十分な効果が得られなかった。そこで今度は作業用シャツの袖を用いてそれにトンネルを設け、腹帯上で足部のベルトと連結するものとした (図1右, Ver.3)。ベルト位置が固定され、作業服よりは効果が得られたが、上下を分離すると足と腕が連動した動作による効果が得られなかった。また、作業用シャツの生地では、その中に服を着込むと窮屈で動きにくいなどの欠点があり、開発は難航した。

2. 製品化への取り組み

我々は、原点に立ち戻り、前述の田中教授の提案した構造、すなわち腕と足を連結することにより、持ち上げ動作時に膝の屈曲が腕を引っ張り上げる、連動した補助を行う構造とすることとした (Ver.4)。さらに、本スーツ開発するに当たり、以下のような取り組みを実施した。

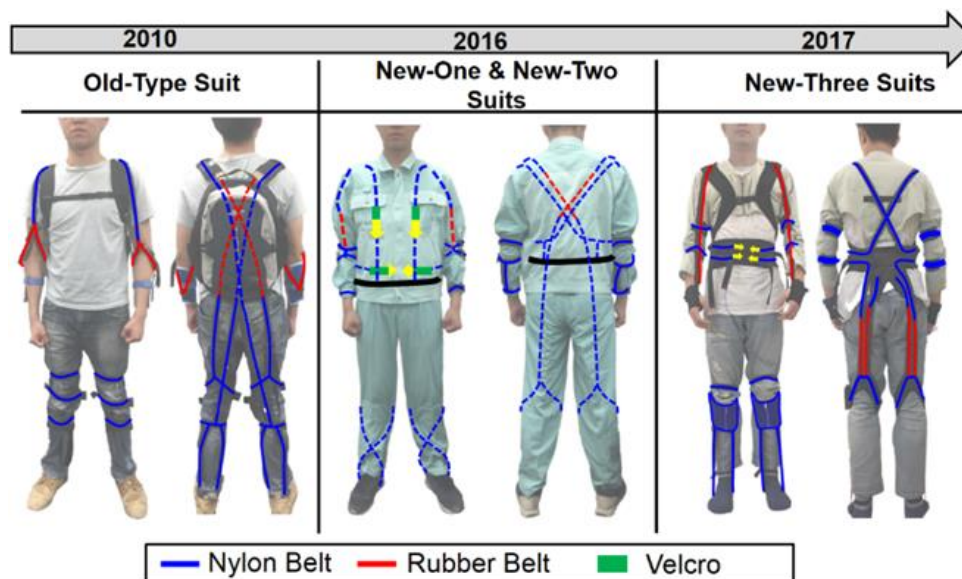


図1 製品化までの各種試作スーツ

- ・ 繊維会社・作業服製造会社ならではの視点により、最適な生地（異方性を有する伸縮生地）や織ゴムなどといった機能素材の選定，作業服設計技術を生かし各種作業に応じた形状設計
- ・ 産学連携により，様々なファブリックメカニズム（生地の特性を生かした機構，長さの異なる層状伸縮布で非線形の反力を得る，一方の対角線方向が伸びると他方が縮む布でひねり動作によるベルトの左右差を許容する等）の提案
- ・ 企業側担当者と教員，学生が集まり，工場内での合宿形式による集中ミーティングを度々行い，提案，試作，評価（着脱，着心地，筋活動等）を一気通貫でその場で繰り返し実施し，開発期間を大幅短縮

これらにより，筋活動評価では10kg程度の箱を持ち上げる際の上腕二頭筋および脊柱起立筋の筋活動の最大値が3-5割程度軽減することを確認した（詳細は論文[1]参照）．さらに日野自動車株式会社の多大なるご協力により，実際の製造現場での評価を行い，現場に即した改良を重ね，2018年

製品化を発表，2019年より販売を開始した（図2）．また同年，特許6527629号，意匠権1626457号，さらに軽労化研究会より軽労化技術認定第19002号を取得した．翌2020年には，日本設計工学会より武藤栄次賞優秀設計賞を受賞した．

3. おわりに

現在本スーツは，100社以上の様々な企業および個人，特に自動車業界にて使用されている．2020年現在も開発を継続し，Ver.6まで進んでいる．少子高齢化の進むこれからの社会で，一人でも多くの方の負担を軽減するため，更なる改良改善を行い，より着心地の良い補助効果の高いスーツを普及させていきたい．

[1] Yun-Ting Liao, Toshifumi Ishioka, Kazuko Mishima, Chiaki Kanda, Kenji Kodama, and Eiichiro Tanaka, Development and Evaluation of a Close-Fitting Assistive Suit for Back and Arm Muscle -e.z.UP(R)-, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol. 32 No. 1, (2020).

旭蝶繊維株式会社
ASAHIHO CORPORATION

e.z. UP
イージーアップ

作業時の腕や腰の負担を軽減するアシストスーツ
「e.z.UP・イージーアップ」新登場!

物流・建設現場・工場ライン・農作業・介護等のシーンで利用できます!

物流 建設現場 工場ライン 農作業 介護

e.z. UP
イージーアップ

商品特徴

本スーツは、主に持ち上げ動作時に効果を発揮します。また1分程度で着脱可能です。

- 1 腕の補助
上腕二頭筋をゴムベルトにより補助します。
- 2 背中の補助
長さの異なる2層の伸縮布により、深く腰を曲げると段階的に背骨起立筋を補助します。
- 3 臀部、脚の補助
大腿筋、ハムストリングをゴムベルトにより補助します。
- 4 様々な動作に対応
腰をひねるなどの非対称な動作にも、柔軟に対応します。ベルト張力の差を吸収・分散します。

サイズ	使用上の注意・着せ入れ方法
S, L, XL ※身長別	● 本製品は表裏に両面入込式に縫製し、下部は両面縫製が採用されています。着用は本製品の平置き状態にて着用し、着用後は必ず洗濯機で洗濯してください。
カラー	● 表裏は、上腕二頭筋や背骨起立筋の補助動作の補助効果を高めることを目的としており、着用者が持っている以上の力を発揮させるため、履き心地を向上させるものではありません。
ブタック	● 本製品は裏側に、通気性に優れた生地を採用しております。
価格	● 価格・品質の両方を高めることが目的であり、価格を抑えるものではありません。
その他の特長（補綴）	● 本製品は、着用を容易にするための工夫を凝らしております。また、着用・脱着時の補助効果に配慮しております。
裏面に「イージーアップ」ハンガー	● 本製品は、着用を容易にするための工夫を凝らしております。また、着用・脱着時の補助効果に配慮しております。

イージーアップは、早稲田大学理工学大学院 大学院情報生産システム研究科 田中英一郎 教授との共同研究産品を応用して開発されました。

旭蝶繊維株式会社
ASAHIHO CORPORATION

広島県府中市府川町110
TEL:0847-45-4354
URL: http://asahicho.co.jp

図2 2018年発表，2019年販売開始したスーツ

基礎研究をいかに実用製品に結び付けたか (Part 36)

題目「フェースギヤを用いた小形直交軸ギヤードモータの開発」

オリエンタルモーター株式会社 松本 洋一

1. はじめに

ステッピングモータは、入力したパルスに従って高い角度精度で回転するので、おもに位置決めを目的に使用されている。一般的な減速機を付けると、そのバックラッシと角度伝達誤差により位置決め精度が低下する。しかし歯車部品の高精度化などにより、この減速機の精度が向上したため、コンパクトなギヤードモータとして使用されることが多くなってきた。

モータに減速機を付けると縦に長くなるので、省スペースのためにモータと平行軸の減速機を、直角にしたのが直交軸ギヤードモータであり、インダクションモータ用で多く使われている。ステッピングモータ用の減速機でも省スペースにできる直交軸の要望が多くなり、製品開発を開始した。

ターゲットは、42mm角のステッピングモータ用とし、おもな目標仕様は、モータと同じ取付角 42mm、50W 相当のモータトルクの伝達、出力軸のバックラッシ 15arcmin とした。

軸を直角にする歯車はベベルギヤがよく使われるが、設備と工具の関係でギヤの外径40mm以下の加工技術は確立されていない。そのため先行して要素開発を行っていたフェースギヤを採用した。フェースギヤは、ピニオンに生産性の高いインポリュート歯車を使用できることと、ベベルギヤと異なりピニオンの軸方向の位置調整を必要としない利点がある。

2. フェースギヤの設計

フェースギヤの歯車対は、円筒歯車であるピニオンと、その共役な歯面形状を有するギヤで構成される。ギヤの理論的

な歯面形状は、ピニオンとギヤを減速比と同じ速比で回転させ、ピニオンによって削り取られた部分となる。

ギヤードモータにするとフェースギヤは、加工誤差や組立誤差に対して敏感で、これらによって歯当たりの位置が変化する。またバックラッシの目標仕様を達成するため、歯車間の円周方向バックラッシ 0.01mm を中心値とする必要があり、組立誤差により歯面間のかみ込みが発生することもあった。

ギヤの歯面形状は、これらの誤差に対して鈍感にするため、歯形方向と歯すじ方向の修整を行った。修整は、圧力角、歯すじテーパ、クラウニングなどで、組立誤差を考慮したシミュレーションで安定して歯当たりの得られる領域を調べ、最終的には実機で確認した。これによって、量産工程で生じる誤差を許容できる歯面形状を得ることができた。

耐久性の評価は、おもに実機試験をおこなっている。最初の評価では、目標時間の 1/10 程度で歯面間の潤滑不足が発生した。滑りの大きいフェースギヤでは、潤滑状態が重要であり、歯面形状、歯面の面粗さ、潤滑剤がこれに大きく影響する。このなかで潤滑グリースについては、ちょう度、増ちょう剤、添加剤を変化させて、その効果を確認した。最終的には、フェースギヤの滑りに対して、固体ベースの極圧剤が有効であることが分かり、目標を達成できた。

3. これから

新しい要素技術が確立されると、設計の幅が広がる。このフェースギヤをアクチュエータに適用した開発を進めており、一例としてフェースギヤによりモータ軸を直角にしたインデックステーブルを製品化した。

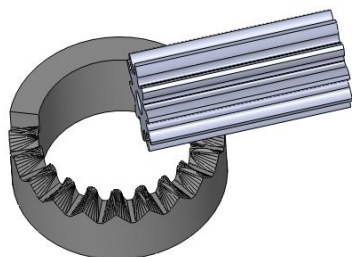


図1. フェースギヤ

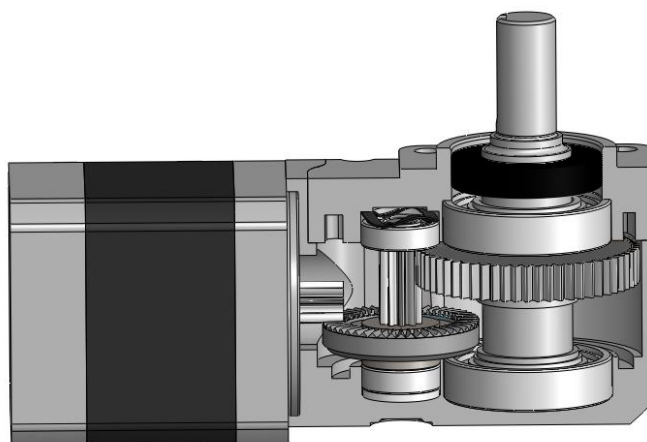


図2. 直交軸ギヤードモータ, FC ギヤードタイプ

超音波技術による細胞培養への貢献

～ 機械工学が得意とする大量生産、品質管理が活きる新たな分野 ～

慶應義塾大学 竹村 研治郎

近年、培養細胞への期待が高まっている。培養した細胞の移植によって生体組織の機能回復を目指す再生医療だけではなく、創薬研究では実験動物の代替としての培養細胞や生成された生体組織の利用が期待されている。また、新規医薬品開発においてバイオ医薬品が占める割合は50%を超えている。このように、世界は多くの細胞を必要としている。言い換えれば、高品質な細胞や組織の大量生産技術への期待が高まっている。大量生産、品質管理はまさに機械工学の得意分野である。

細胞培養は一般的に培養ディッシュや培養フラスコを用いて行われ、(i) 細胞の播種、(ii) インキュベータ内での静置、(iii) 細胞の剥離、(iv) 細胞懸濁液の回収、の過程を繰り返すことによって多くの細胞を獲得する。その後、(v) 多くの細胞から成る組織を生成、することによって再生医療や創薬研究に利用される。こうした過程は、一部自動化されているものの、(iii) 剥離、(v) 組織化といった過程は培養技術者の手技に依るところが大きくロボットによる手技の再現を目指してきた従来の研究では完全な自動化には至っていない。これに対して我々の研究グループでは細胞培養および組織形成の過程に超音波アクチュエーション技術を導入し、医療・バイオ産業に新たな基盤技術を提案している。

図1は、超音波振動を用いることによって培養基材の表面に接着した細胞を酵素フリーで剥離できる細胞剥離装置である[1]。一般的に、培養基材からの細胞の剥離には接着

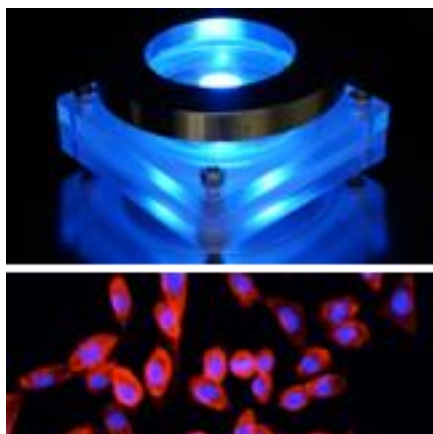


図1 超音波によって酵素フリーでの細胞剥離を達成した装置。表面のタンパク質が残存した活性の高い細胞の回収を実現した。

MDT FRONTIER

タンパク質を分解する酵素と技術者によるピペッティングが用いられる。一方、我々の方法ではタンパク質分解酵素も剥離作業も必要ないため、活性の高い細胞を効率よく回収できる。このため、回収した細胞のその後の接着性や増殖性は有意に高い。

図2は一般的な細胞培養ディッシュへの超音波照射によって細胞をシート状に回収した様子である[2]。再生医療における培養細胞の移植など、細胞シートへの期待は高い。現在は、温度低下によって表面が疎水性へと変化する温度応答性ポリマーをコーティングした培養ディッシュの利用が、細胞シート生成の唯一の選択肢である。これに対して、適切な超音波照射によって一般的な培養ディッシュから細胞シートを生成できる我々の方法は、新たな基盤技術としての普及が期待できる。

培養細胞の品質管理には、図3のような局所的細胞剥離技術も有効である。たとえば、人工多能性幹細胞(iPS細胞)を目的の細胞に分化誘導した際、未分化のiPS細胞が残存することがある。そのまま体内に移植すれば腫瘍形成の原因となり得ることから不要な細胞を除去して培養細胞の純

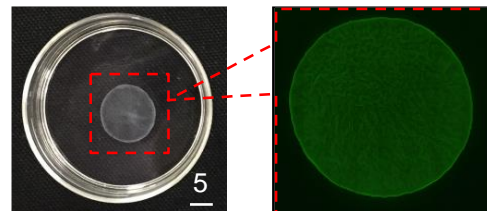


図2 超音波照射によって培養ディッシュから剥離した細胞シート。一般的な培養ディッシュからの剥離が可能となった。

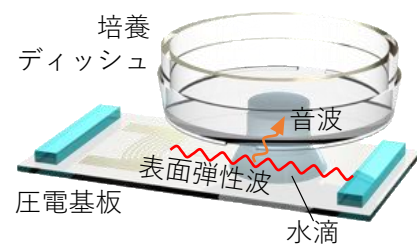


図3 表面弾性波からの音波が局所的に細胞を剥離。培養細胞の純度向上に寄与する。

度を高める必要がある。こうした要求に対して、我々は圧電基板上で表面弾性波を集中させて除去ターゲットとなる細胞に照射することによって局所的に細胞を除去する技術を開発した[3].

本稿では、超音波アクチュエーション技術が細胞培養や組織形成の自動化、高品質化に貢献する例を紹介した。このほかにも、超音波と生体/細胞の親和性を示す近年の研究成果は枚挙にいとまがなく、血管新生、癌治療、傷創治癒、成長制御、長寿命化、毛髪再生など、興味深いキーワードが並んでいる。今後も機械工学と医学生物学が融合する超音波細胞学 (Sonocytology) の形成を目指して、研究を

推進していきたい。

- [1] Yuta Kurashina et.al., Enzyme-free release of adhered cells from standard culture dishes using intermittent ultrasonic traveling waves, *Commun. Biol.*, 2, 393, 2019.
- [2] Chikahiro Imashiro et.al., Detachment of cell sheets from clinically ubiquitous cell culture vessels by ultrasonic vibration, *Sci. Rep.*, 10, 9468, 2020.
- [3] Takumi Inui et.al., Focused surface acoustic wave locally removes cells from culture surface, *Lab. Chip*. [in press]

DLC 膜を用いた高耐久性 摩擦発電システムの開発

東京大学大学院工学系研究科 崔 俊豪



IoT (Internet of Things) 時代を迎え、今後、毎年 1 兆個とも言われる IoT センサーが必要とされ、それぞれのセンサーを駆動するための電源が求められている。そのすべての電源をバッテリーに依存することはバッテリーのサイズ、容量、発火の危険性、環境汚染などの観点から困難である。この問題の解決に期待されているのが、自然界で捨てられる機械エネルギーを電気エネルギーに変換することで自己発電する摩擦発電機(Triboelectric Nanogenerator, TENG)である。摩擦発電機は摩擦帯電と静電誘導の 2つの現象を利用するエネルギーハーベスティング技術である。摩擦帯電とは、異なる 2種類の物体(帯電材)間に接触や摩擦が起きた際にそれらの表面において電荷のやり取りが発生する現象のことである。摩擦発電機の帯電材ペアは、高誘電率のポリマー (Kapton, PTFE, FEP など) と金属電極の組み合わせが一般的に用いられ、現状は、図 1(a)に示す接触/分離

型摩擦発電機(接触と分離の周波数は数 Hz)が主流である。図 1(b)に示す接触/摩擦(すべり)型は極めて高い発電効率を得られる可能性はあるが帯電材の耐久性が大きな問題である。そこで本研究では優れたトライボロジー特性を有する DLC (Diamond-Like Carbon) 膜を帯電材として用いることで、高耐久性・高発電効率の摩擦発電システムの開発を行った。図 2 は回転摩擦試験機を用いて試作したすべり型摩擦発電システムを示す。帯電ペアとして水素含有 DLC 膜と PTFE を、電極としては Al 板を用いた。摩擦発電試験から得られた電流出力を図 3 に示す(回転速度:600rpm, 印加荷重:9.8N)。Al/PTFE 間では不安定な出力挙動を示し、約 5000 秒付近では PTFE の摩耗による急激な出力の減少が見て取れる。一方、DLC/PTFE 間では、3 時間の発電試験でも安定した出力が得られた。

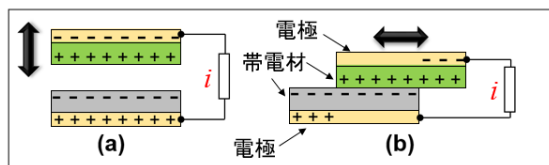


図 1 主な摩擦発電モード：(a) 接触/分離型、(b) 接触/摩擦型

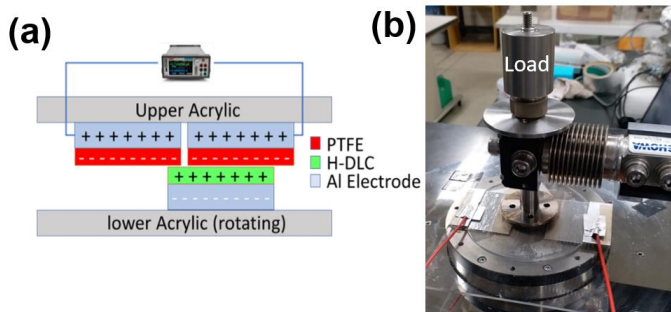


図 2 (a) すべり型摩擦発電システムの模式図と (b)回転摩擦試験機を用いた発電試験装置

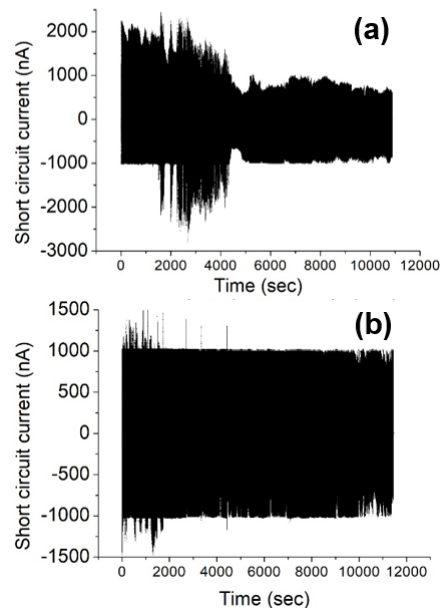


図 3 摩擦発電により得られた発電電流：(a) Al/PTFE 間、(b) DLC/PTFE

部門賞贈賞のご報告

機素潤滑設計部門では部門活動に多大な貢献をされた方々を対象に部門賞（功績賞と業績賞）をお贈りしております。功績賞は学会・産業界への貢献に対して、業績賞は学術研究の発展と先駆的業績に対してお贈りするものです。

第98期の推薦・応募案件については、部門賞・学会賞推薦委員会による推薦を経たのち、第98期委員長会議において検討を重ね、第98期部門運営委員会において厳正なる審議を行いました。その結果、功績賞に2名、業績賞に1名の方を選ばせていただきました。受賞者の方々には、心よりお祝い申し上げます。

部門賞受賞者のご紹介



功績賞 古賀 英隆
(元いすゞ自動車)

贈賞理由

古賀英隆氏は、1979年に東京工業大学を卒業後、いすゞ自動車に入社され、乗用車やトラックの変速機の開発に41年間勤務され、変速機の開発と同時に歯車の性能解析や加工法の基礎研究に従事されました。多くの研究成果を挙げられるとともに、その結果は自動車産業へ具体的に適用されています。またその学術的成果は国内会議や国際会議での講演での発表、さらには本会論文集をはじめ、自動車技術会などの学術雑誌に論文として掲載されています。その一例として、「クラッチペダルレス新マニュアル変速システムの開発」で2003年自動車技術会技術開発賞を受賞されています。

本会の委員会活動では、機素潤滑設計部門機械要素技術企画委員会委員長（96期97期）をはじめ、同部門の運営委員、歯車研究分科会（RC）委員、論文校閲委員、英文ジャーナル編集委員、MPT国際会議実行委員を長年勤められ、本会の発展に大きく寄与されています。また自動車技術会や歯車工業会でも活発に活動され、東京工業大学、岡山大学などで非常勤講師として教育にも取り組まれ、産業界と教育・研究機関との橋渡しに取り組んでられています。その

功績は、日本の伝動装置の発展に寄与し、部門の活性化に大きく寄与しています。

以上の理由により、古賀英隆氏は日本機械学会 機素潤滑設計部門 功績賞に値する人物であり、ここに推薦致します。

受賞にあたって

このたびは、機素潤滑設計部門・功績賞をいただき、身に余る光栄です。入社以来、自動車の変速機の開発に41年間携わってきました。私が学会に関わるようになったのは、歯車のかみあい振動の解析や歯形修整の加工法の研究をするために、故梅澤清彦先生、北條春夫先生にご指導頂いたことが始まりです。幸運にも研究が評価され、社会人博士コースへの入学が認められ、学会での発表や論文投稿をするようになりました。学位を頂いてからは、部門の運営委員やMPT国際会議の運営委員を務めさせていただき、論文の校閲委員はそれから30年間続けました。当初は自分よりはるかに優秀な研究者の方の論文を校閲することの緊張感と内容を理解する困難さで大変苦しい思いをしました。関連論文を絶えず読み、学会発表にはできるだけ出席して直接話しを聞く努力をすることで、自分自身を成長させることができ校閲の仕事に大変感謝しています。最近では自分で論文を書くことはなくなりましたが、学会の運営側として機素潤滑設計部門運営委員会、ME技術企画委員会、歯車研究のRC分科会などで研究者の皆様の活動の後押しをさせて頂いています。

今世の中では百年に一度の変革期と叫ばれ、従来のやり方や考え方を否定する風潮が出ていますが、変革とは日々の小さな改善の積み重ねからしか生まれません。我が部門では機械の素を取り扱っており、これからも機素と基礎を大切にすることを学会や社会に訴えていくことが我々の仕事だと思っています。今後も当部門・当該学術分野の発展のために微力ながら貢献したいと存じますので、よろしくお願いいたします。



業績賞 安藤 泰久
(東京農工大学)

贈賞理由

安藤泰久氏は、2007年、2009年、2013年に日本機械学会賞（論文）を3回受賞しています。2007年受賞の論文ではトンネル電流を計測に応用し、2009年受賞の論文では報告されている中で最も小型な3次元マイクロステージを実現

しています。何れも半導体プロセスを利用したマイクロマシン (MEMS) 技術を利用して作製されており、国際的に見ても、新規性、独自性の高い論文です。2013 年受賞の論文では、微小電気接点の特性を明らかにしており、学術的な新規性に加え、産業的にも有用な結果を報告しています。同氏が単独で執筆した「マイクロトライボロジー入門」は、マイクロトライボロジー分野の初の専門書であり、トライボロジーの専門家からだけではなく、トライボロジーを学ぶ大学生や大学院生からも高い評価を得ています。本部門に関する貢献としては、広報委員会幹事、学会賞推薦委員会委員長、機械要素 2・トライボロジー技術企画委員会委員長などを務められ、本会の事業に関しては、出版センター委員、学会誌 (JAMDSM や新学会誌 3 誌) の編修委員やエディタ、国際会議 ICMDT2019 実行委員長を努めるなど、本会の発展にも大きく貢献しています。

以上より、安藤泰久氏を部門賞 (業績) 候補として推薦致します。

受賞にあたって

このたび、日本機械学会機素潤滑設計部門・業績賞を賜り、大変喜ばしく存じます。これまで小生をご指導頂きました恩師の故笹田直先生を始め、機械技術研究所及び産業技術総合研究所の諸先輩、共同研究者、研究活動を共にした当時の研究生各位、また現職に異動後にお世話になりました諸先輩、研究室のスタッフ、学生諸氏に心より感謝申し上げます。

小生の主要な研究テーマはマイクロトライボロジーです。学位は東京工業大学の中原綱光先生のお世話により「微小荷重下の摩擦に及ぼす凝着力の影響に関する研究」で取得しました。その際「学位を取ったら新しいテーマをやりなさい」という言葉を頂戴したことで、新しい分野への展開を意識しながら研究を進め、MEMS (micro electromechanical systems) の研究を行うようになりました。当時所属していた産業技術総合研究所で、他グループが管理していた MEMS の加工設備を自由に使用させて頂いたことが、3 次元マイクロステージやマイクロ水力センサの開発につながりました。これらのデバイス使った研究が機械学会論文集に掲載され、それらも手伝って今回の業績賞につながったものと拝察しています。MEMS を作製出来るようになったことは、現在のトライボロジーの研究にも大いに役立っています。

当部門においては、広報委員会、学会賞推薦委員会、機械要素 2・トライボロジー技術企画委員会などで委員長や幹事を経験しました。ICMDT2019 では、実行委員長の大役を仰せつかりましたが、General Secretary を務められた野老山先生をはじめ、日韓の実行委員及び会議参加者のご協力のおかげで、無事に会議を終えることができました。今後も、当部門の発展に微力ながら務めて参りたいと存じます。



業績賞 田中 英一郎
(早稲田大学)

贈賞理由

田中英一郎氏は、長年、機械設計、福祉工学などの分野の研究に取り組み、その成果は日本機械学会論文集をはじめとした数多くの学術雑誌などにおいて、論文等として掲載されています。また、研究レベルにとどまらず、数多く (39 件) の特許出願もされております。特に、ライフサポート機器の開発研究に関して、多くの研究成果を挙げられており、その成果は学術的にも産業的にも極めて価値の高い成果として評価されています。例えば、田中氏のこれまでの研究成果を用いて開発された「歩行補助装置リグイト」や「持ち上げ動作補助スーツ: イージーアップ」は、現在販売されており、テレビや新聞等の数多くのメディアでも紹介され、高い評価を得ております。

これらの研究成果に対して、2003 年の日本機械学会奨励賞 (技術) をはじめとしてこれまでに 17 件の賞を受賞されております。また一方で、機素潤滑設計部門の幹事をはじめ、同部門の機械設計技術企画委員会委員長、同部門の総務委員会委員長、同部門の表彰・推薦委員会幹事、同部門の機械要素 1 技術企画委員会幹事、同部門の運営委員等を務められるなど、学会運営面においても多大な貢献を頂いています。さらに、日本機械学会年次大会の同部門に関連する OS のオーガナイザや同部門の機械設計技術企画委員会主催の講習会講師なども務められており、当部門の発展と活性化にも大きく寄与されております。

以上の理由により、田中英一郎氏は日本機械学会 機素潤滑設計部門 業績賞に十分値する人物であり、ここにご推薦致します。

受賞にあたって

このたび、日本機械学会機素潤滑設計部門・業績賞をいただき、大変光栄に存じます。今回の受賞にあたり、多くの先生方、諸先輩方、そして卒業生をはじめとする研究室関係者に御礼申し上げます。

私が初めて当部門のイベントに参加したのは、2001 年に福岡で開催された MPT2001 になります。その後私は 2008 年より機械設計技術企画委員会 (MD)、2010 年より機械要素 I 技術企画委員会 (ME1, 現 ME) に参加させて頂き、現在に至っておりますが、いずれの委員会でも多くの先生方諸先輩方にご指導を賜り、当部門の分野・技術・知識が日本の産業を支えており、正に「神は細部に宿る」の言葉通り如何

に重要であるかを強く認識いたしました。しかしその一方、学生達の話を知ると、自分より世代が若くなるにつれ、自らものを作る経験が希薄になっている現実も知り、さらには昨今のコロナ禍では、学生に対し積極的に大学に来てもらうこともできず、ものづくりを経験してもらうことも難しく、先生方諸先輩方から受けた機械要素・機械設計の重要性を伝えることが困難なことに、もどかしく感じておりました。そんな中、昨年 MD では、2 日間にわたり機械設計と機構の基礎を学ぶ講習会を開催し、オンラインであったから

か多くの参加者があり、また非常に反響があったため、心から嬉しく、また日本の将来に対し明るい未来を勝手に感じておりました。

我々の使命は、学会を通じて互いに交流し切磋琢磨し、研究レベルの向上にあると思っております。技術伝承も重要な使命の 1 つと思っております。当部門での学会活動を通じて、わが国の産業の発展に貢献していきたいと存じます。今後皆様のご指導ご鞭撻を賜りますよう、よろしく申し上げます。

部門一般表彰・若手優秀講演フェロー賞のご報告

当部門では、部門講演会と年次大会における当部門企画のセッション(他部門とのジョイントセッションを含む)において、優れた講演発表を部門一般表彰(優秀講演・奨励講演)ならびに若手優秀講演フェロー賞として表彰しております。

優秀講演は、全ての講演を対象とし、プレゼンテーション内容のみならず、研究レベルなども併せて審査し、優秀な講演を選出して表彰状と副賞を贈呈するものです。奨励講演は、若手(満 36 歳未満)の優秀なプレゼンテーションに対し、今後の研究開発を奨励する意味を込めて表彰状と副賞を贈呈するものです。若手優秀講演フェロー賞は、学会がフェロー寄付金に基づき、原則として翌年度の 4 月 1 日現在において 26 歳未満の会員で優れた講演を行った者を若手優秀講演として顕彰し、賞状と盾を授与するものです。

第 98 期の優秀・奨励講演ならびに若手優秀講演フェロー賞は、各セッションの座長、部門運営委員および部門賞・学会賞推薦委員会委員が推薦した候補について部門賞・学会賞推薦委員会において審査・審議し、第 98 期委員長会議において検討を重ね、第 98 期部門運営委員会において決定されました。受賞者の方々には、心よりお祝い申し上げます。

■2020 年度年次大会(2020.9 名古屋大学(オンライン開催))

【優秀講演】

- ① 山本 健(東海大学) 高回転トラクション/歯車試験機の製作
- ② 吉田 和弘(東京工業大学) 交流電気浸透マイクロポンプの高出力化に関する研究
- ③ 河野 邦俊(カシフジ) ホブ盤診断システムのための歯車精度表現手法

【奨励講演】

- ① 今井 幸輝(埼玉工業大学) AEセンシングを用いた研削加工におけるトライボロジー現象の認識 ―ガスの研削時に計測される AE 信号の特徴―

【若手優秀講演フェロー賞】

- ① 村井 絢香(芝浦工業大学) ボルト・ナット締結体の

せん断剛性に関する研究

- ② 勝川 了一(兵庫県立大学) 鎖状分子系におけるトラクション発現の分子動力学解析

講習会開催報告

No. 20-49 講習会「歯車技術基礎講座」

近畿大学 東崎 康嘉（機械要素技術企画委員会）

2020年11月19日（木）にオンラインにて、標記講習会を開催した。本講習会は、伝動装置の機械要素として広く用いられている歯車の基礎知識を学べる集中講座で、東京地区とそれ以外の地区とで毎年交互に開催しており、毎回好評をいただいている。しかし、コロナ禍の影響で残念ながら、オンラインの開催となった。今回も募集人員50名を上回る申し込みがあり、オンラインではじめての実施になるので、参加者の質問等へ対応しやすいように51名までに登録数を絞って対応した。若手技術者を中心に8名の学生の参加もあった。オンラインの開催ではあったが、接続やコミュニケーションの不足といった問題もなく、快適な1日間の講義を過ごすことができた。

講座は、7名の講師陣が平行軸歯車を題材にして、幾何学・強度・振動などの設計に関わる内容から、材料・加工法・熱処理・検査など製造に関わる内容まで、幅広く分かり易く講義としている。演習は実施できなかった。また、例年一日目最後には「ディスカッションタイム」を設け、講師と参加者および参加者間で活発な技術討論や情報交換が行われるが、残念ながら今回は開催できなかった。歯車技術基礎講座のプログラム概要は以下の通りである。

11月19日（木）

- 【1】 9:00～ 9:50 動力伝達システムと歯車装置
京都大学 名誉教授
久保愛三
- 【2】 9:50～10:40 歯車の幾何学的理解
(1) 基礎
近畿大学 教授
東ざき 康嘉

(休憩 20分)

- 【3】 11:00～11:50 歯車の幾何学的理解
(2) 実際
鳥取大学 特任教授
小出隆夫

(昼食休憩 70分)

- 【4】 13:00～13:50 歯車の力学的理解
(1) 強度/損傷
京都工芸繊維大学 教授
森脇一郎

- 【5】 13:50～14:40 歯車の力学的理解
(2) 振動基礎
東京工業大学 名誉教授
北條春夫

(休憩 20分)

- 【6】 15:00～15:50 歯車材料と熱処理法, 高強度化法
岡山大学 教授
藤井正浩

- 【7】 15:30～16:40 歯車の加工法と検査
九州大学 教授
黒河周平

2021年度はコロナ禍により、オンラインでの開催となる予定である。若手技術者の教育の場や中堅技術者の理解度確認・交流の場として、ご活用頂けたら幸いである。最後に、本講習会の聴講者の皆様ならびに講師の先生方に厚く御礼申し上げる。また、講習会の案内および参加者募集にご協力頂いた日本機械学会事務局の方々をはじめとする関係各位に感謝の意を表す。

No. 20-94 講習会 「じっくり聴く潤滑の基礎 —潤滑現象を上手く利用し実用化するための実践的アプローチ—」

九州大学 八木和行（機械要素2・トライボロジー技術企画委員会）

令和3年2月1日（月）に講習会を開催した。当技術企画委員会では、講習会の内容に関して「一つのテーマを一日かけてじっくり聴く」ことを理念として第90期から每期継続して実施している。これまでに数多くの方々に様々な内容でご担当頂いた。講習会では本来講師と聴講者ができる限り近い距離で議論を交わす場をご提供することをこれまで心がけていた。しかし、第98期はコロナ渦のために止

む無く Zoom および YouTube を利用してオンラインで開催した。当日の聴講者数は28名であった。第98期の講師は東京工業大学 加納眞氏にご担当頂いた。内容は表題のとおり、潤滑現象を深く理解して実用化への展開させるためのアプローチをご自身のご経験を交えてご紹介頂いた。本講習会は下記の構成で行った。

- 第1部 エンジン摩耗対策事例～LuDeMaの実践的活用
- 第2部 DLC エンジン部品適用～油潤滑下の摩擦低減
- 第3部 DLC 潤滑下の超低摩擦特性～摺動表面トライボケミカル反応
- 第4部 今後の研究動向～DLC・環境調和型潤滑剤超低摩擦特性：SDG
- 第5部 総合討論（まとめと質疑応答）

第1部ではご自身の自動車会社在籍時のご経験を交え、エンジン内で起こる摩耗の調査およびその対策事例をご紹介頂いた。その際、潤滑面の設計のためにはLu (Lubricant: 潤滑油) De (Design: 設計) Ma (Material: 材料)の三大要素が鍵となるとご説明頂いた。第2部からは本題のダイヤモンドライクカーボン (Diamond Like Carbon: DLC) の話題になり、エンジン部品への適用事例の紹介、DLCと潤滑油

中の添加剤の化学反応がもたらす超潤滑作用のメカニズムの紹介、そしてDLCに関する最新の研究事例およびDLCを用いた持続可能な開発目標への展開についてご紹介頂いた。

本講習会は初めてのオンライン開催であったため、不安を感じながら講習会の進行を進めていたが、最後の総合討論や各部でも聴講者の方からの質問が多く、大変有意義な講習会であったと感じている。また、講習会終了後に行ったアンケートでも、オンライン開催に参加の容易さやスライドの視認性の点から好意的に捉える方が多く、今後の講習会の開催方法を考える上でも大変参考になった。最後に、講師を終日ご担当頂いた加納様、ご参加頂いた受講者の皆様および本講習会の準備運営に携わって頂いた関係各位に深くお礼申し上げる。

No. 20-87 講習会 「機械設計の基礎講座 - 機構学の基礎から機械要素の選定・電子制御の基礎まで -」

東海大学 甲斐 義弘 (機械設計技術企画委員会委員長)

2020年12月11日(金)、12日(土)の2日間にわたり、Zoomを用いて表記の講習会を開催しました。本講習会は、機械設計の経験が比較的少ない若手技術者や学生を対象とし、ロボット等を設計する際に必要な基礎知識を習得する機会として企画致しました。まず、1日目に、機械設計の基本的流れをご説明いただいた上で、様々な機構の具体例をご紹介いただき、瞬間中心を用いた速度解析、リンク機構の運動学・力学解析のポイントについてわかりやすく解説していただきました。2日目は、モータ・歯車・軸・キー・軸受といった機械要素の選定のポイントおよび電子制御を行うために必要なセンサやインターフェースの基礎についてわかりやすく解説していただいた後、Zoomを介した実演により電子制御される機器の具体例のご紹介をしていただきました。

(1日目)

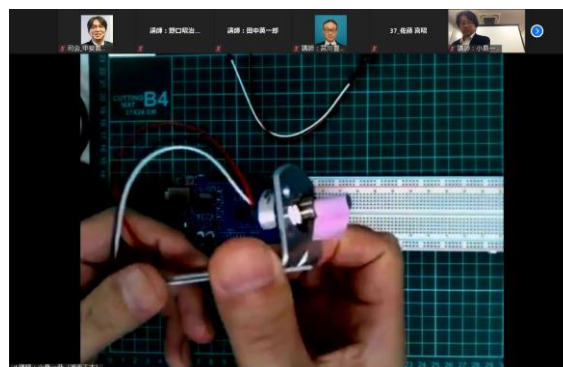
- (1) 機械設計の基本 (機械設計の基本的流れ)
宮川 豊美 (日本工業大学)
- (2) 様々な機構の具体例
南後 淳 (山形大学)
- (3) 瞬間中心を用いた速度解析
武居 直行 (東京都立大学)
- (4) リンク機構の運動学
菅原 雄介 (東京工業大学)
- (5) リンク機構の力学解析
武田 行生 (東京工業大学)

(2日目)

- (1) モータの選定
宮川 豊美 (日本工業大学)
- (2) 歯車の選定
小森 雅晴 (京都大学)
- (3) 軸・キーの選定
田中英一郎 (早稲田大学)
- (4) 転がり軸受の選定
野口 昭治 (東京理科大学)
- (5) ロボット等によく使われるセンサ・インターフェース
小島 一恭 (湘南工科大学)
- (6) 制御される機器の事例紹介
小島 一恭 (湘南工科大学)

今回の講習会は、コロナ禍のため、はじめてのZoom開催となり、参加者の減少が危惧されましたが、最終的に84名の参加があり、大盛況となりました。本講習会の聴講者の皆様並びに講師の先生方に厚く御礼申し上げます。また、開催にご尽力いただきました一般社団法人日本機械学会事務局並びに関係各位に感謝いたします。

次年度も、内容を精査し、より魅力のある講習会を企画・検討しておりますので、ご期待ください。



講習会の様子 (Zoom を介した実演)

第26回卒業研究コンテスト報告

京都大学 小森 雅晴 (広報委員会)

第26回卒業研究コンテストが2020年度年次大会のオーガナイズドセッションとして、9月16日(水)に名古屋大学(オンライン開催)で開催されました。発表者は33名で、真剣な発表と熱心な質疑応答が行われました。発表内容、プレゼンテーションの工夫、質疑応答等について、審査員団による厳正な審査の結果、下表のように最優秀表彰および優秀表彰が選出されました。

対象者には、森脇部門長から表彰状と副賞が贈られました。これを励みにして、大学院、企業において大きく飛躍することを期待いたします。

次期年次大会(2021年9月5日(日)~8日(水))でも卒業研究コンテストを9月7日~8日に実施する予定ですので宜しくお願いいたします。

◇最優秀表彰(8名)(敬称略)

氏名(所属)	講演論文題目
岡本 宙 (大阪工大)	SMA アクチュエータを用いた後頭部褥瘡予防装置の開発
橋詰 直弥 (名大)	反射分光摩擦面その場観察装置による MoDTC 含有潤滑下におけるトライボフィルムの分析と摩擦に及ぼす影響の解明
村瀬 良 (名大)	ta-CN _x 膜のベース油中摩擦における潤滑油温度の摩擦係数、油膜厚さ及び構造変化層の分極率に及ぼす影響
宇高 正人 (岡山大)	高柔軟シリコーンラバーを用いた大腸内視鏡挿入支援アクチュエータの試作
末松 孝太 (岐阜大)	一個流し成膜のための基材包囲円筒ターゲットを用いた HiPIMS 成膜技術の開発
浅野 紘央 (名工大)	しゅう動案内面潤滑における酸性リン酸エステルと摩擦調整剤の相互作用に関する研究
佐藤 勇希 (東海大)	非接触メカニカルシールにおける潤滑膜内の流れが温度分布に及ぼす影響
菊池 飛鳥 (東海大)	尿素 SCR への適用を目指したディンプルが及ぼす微粒化効果の評価

イベントスケジュール

(講習会につきましては予定も含まれておりますが、下記以外にも開催されますので、HPでの確認をお願いします。)

日 程		部門関連行事・国際学会等
2021	9/5~8	JSME 年次大会 (オンライン開催)
	11/18	講習会「歯車技術基礎講座」(オンライン開催)
	12/6~7	第20回機素潤滑設計部門講演会 (オンライン開催)
	12/13	講習会「じっくり聴く研磨、超低摩擦及び付着抑制の基礎 - トライボロジーのための機能性表面の創成と評価 - (磁性流体研磨から CNx 膜成膜そして反射分光摩擦面その場観察)」(オンライン開催)
	1/21~22	講習会「機械設計の基礎講座 - 機構学の基礎から機械要素の選定・電子制御の基礎まで -」
2022	9/11~9/14	JSME 年次大会 (富山大学)

発行 〒162-0814 東京都新宿区新小川町4番1号 KDX 飯田橋スクエア 2階 TEL:03-4335-7610 発行日 2021年8月24日
 (一社) 日本機械学会 機素潤滑設計部門 広報委員会
 委員長: 扇谷 保彦 (長崎大学) 副委員長: 宮島 敏郎 (富山県立大学)
 委員: 大町 竜哉 (山形大学), 大津 健史 (大分大学), 成田 正敬 (東海大学), 吉田一朗 (法政大学), 本田 知己 (福井大学)

<編集後記>

本年度のニューズレターNo.40につきましては、私の不手際から発行が大変遅れ、誠に申し訳ございません。ここに深くお詫び申し上げます。

発行は遅れましたが、皆様のご尽力により無事に発行することができました。ご執筆頂いたご関係の皆様および広報委員の方々に心より感謝いたします。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

(広報委員長 扇谷 保彦)