

# MACHINE DESIGN & TRIBOLOGY

機素潤滑設計部門ニュースレター



No.41 August 2022

JSME Machine Design and Tribology Division

ISSN-1340-6701

## 第100期機素潤滑設計部門長 就任あいさつ

部門長 小森雅晴 (京都大学)



京都大学の小森雅晴です。第99期の東京理科大学の野口先生の後を受け、第100期の部門長を拝命しました。100期というタイミングで部門長をさせていただくこととなり、大変に光栄です。部門長就任のあいさつを執筆するという機会をいただきましたので、ここでは今期に重要と考えていることについてお話をさせていただきます。

まずはコロナ禍からの回復です。様々な会合で多くの人が同じことを言っていて、聞き飽きている人も多いとは思いますが、やはりまずは回復です。コロナ禍で学会の様々なイベントがオンライン化されました。コロナ禍前は、オンライン会議というのは技術的には可能であることは知っていましたが、実際にはあまり使っていませんでした。しかし、今では多くの人が簡単にオンライン会議を使っています。そのような状況を約3年間経験してきて、学会活動においてオンラインのメリットとデメリット、オンラインに適しているイベントと適さないイベントがわかってきたように思います。講義形式の講習会については、オンラインにすると交通費、宿泊費、移動時間がかからないため参加者が参加しやすくなりました。参加者と講師の直接の対話ができないというデメリットはありますが、オンラインにするメリットは大きいように思えます。一方、講演会についてはオンラインのデメリットの方が大きいように見えます。発表をする、聞くだけであればオンラインでもよいかもしれませんが、質疑となるとオンラインでは盛り上がりには欠けます。また、講演会の重要な役割に人と人のつながりを作ることがありますが、初めて会う人とオンラインで人間関係を構築するのは容易ではありません。

ん。特に将来まで続くような人間関係をオンラインでできるかというとなかなか難しいです。対面で開催される講演会であれば現地で数日間を一緒に過ごします。昼は講演室や会議室で議論をし、夜は懇親会でざっくばらんに話ができ、これにより関係作りが可能となります。この点で講演会はできるだけ対面開催とするのが良いと言えます。

本部門のコロナ禍からの回復のスタートとなるイベントとしてICMDT2023を2023年3月に韓国の済州島で開催します。ICMDTは2021年に韓国で開催する予定でしたがコロナ禍のために延期をしてきました。ICMDTのような国際会議では人間関係の構築がさらに重要となりますので、オンライン開催にはせぬに感染状況が改善されるのを待って来ました。是非ともICMDT2023にて発表や参加をしていただければ幸いです。

もう一つの重要なこととして部門の将来検討があります。部門の活動は現状維持を継続するだけでは徐々に力を失うこととなりますので、良い点は現状を維持し、そうでない面は改善をして、部門の活動を活発化する必要があります。そのためには長期的に部門の活動を計画することが必要となりますが、部門長や幹事など執行する立場となりますとその年度の用務に追われてしまい、数年後までを考えて部門がどうあるべきかを検討することは難しいという面があります。そこで、今期は本部門の将来検討委員会を設置しました。今期の副部門長である藤井先生や各委員会の副委員長らから構成されており、そのメンバーが執行する立場となる数年後に開催するイベントや、より長期的な計画などを検討する役目を担っていただいています。この委員会はまだ動き始めていたところですが、これにより今後の本部門の発展につながると考えております。

皆様には本部門のイベントへ参加をしていただき、本部門の活動が活発となるようにご協力いただければ幸いです。

# 基礎研究をいかに実用製品に結び付けたか (Part 37)

## 題目「8 条列直動ボールガイドの開発」

THK 株式会社 高橋 徹

### 1. はじめに

直動ボールガイドは転動体直径の約 2 倍周期で走行精度が  $0.1 \mu\text{m}$  台で変動するという特性がある。キャリッジ長や玉径は設計により決まった値であるため、キャリッジの移動とともに転動体のキャリッジに対する相対位置、有効玉数が増え、キャリッジ内部の負荷バランスが変化することで周期的な変動が発生する。高精度が要求される分野ではこの変動が問題となるため静圧案内が使用されることが主流である。そこで、この問題の発生原因を解明し、使用条件下で変動が最小となる直動ボールガイドの設計値を見出し、変動を  $0.01 \mu\text{m}$  台にまで低減させることに成功した [1]。しかし、高精度の要求はさらに高く、 $0.001 \mu\text{m}$  台を直動ボールガイドで実現したいという市場要求はある。

### 2. 8 条列直動ボールガイドの考案

変動の発生要因は掴んでいるので、キャリッジを長くすればよいことはすぐわかる。しかし、現実的に寸法限界がある。そこで、図 1 のように同一キャリッジ長に対して玉径を小さくしていけばキャリッジを長くしていくのと同様の効果が得られるのではないかと考えた。この関係を解析すると、キャリッジを長くするよりも変動低下に大きな効果があり、変動は  $0.001 \mu\text{m}$  台となる結果となった。ただ同時に基本動定格荷重も低下してしまう結果となった。この対策として、玉径を小さくしたことで玉列を複列化し、

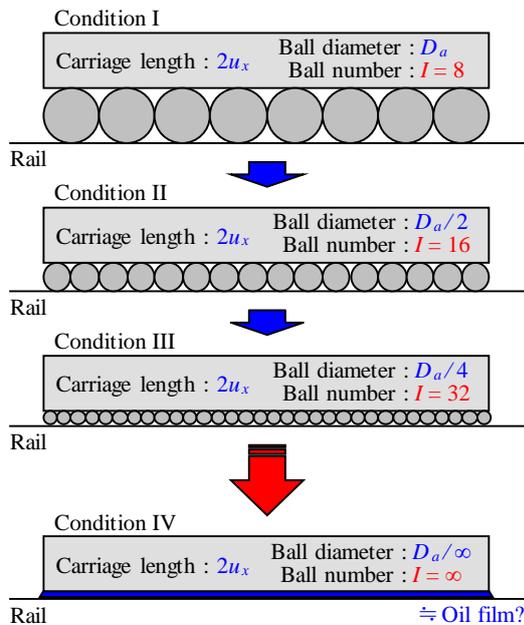


図 1 同一キャリッジ長における玉径と玉数の関係

玉数を増やせないか検討した。元々直動ボールガイドは図 2 に示すようにアンギュラーベアリングの DF 組み合わせから考案されている。であれば DFF 組み合わせから考案すれば 8 条列化が可能であるし、基本動定格荷重も大きくできる。予想通り解析結果は十分な基本動定格荷重を示した。

### 3. 8 条列直動ボールガイドの開発

この考案を元に図 3 に示す 8 条列直動ボールガイドを開発した。キャリッジとレールの製作では、8 条列の玉を有効に接触させるために 3 次元測定機により軌道面位置を測定して研削するという方法を導入した。これにより、使用条件にもよるが変動  $0.001 \mu\text{m}$  台を達成することができた。

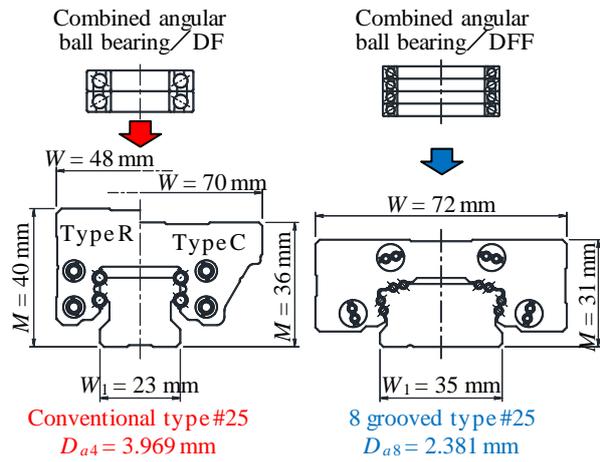


図 2 既存タイプと 8 条列タイプの開発過程

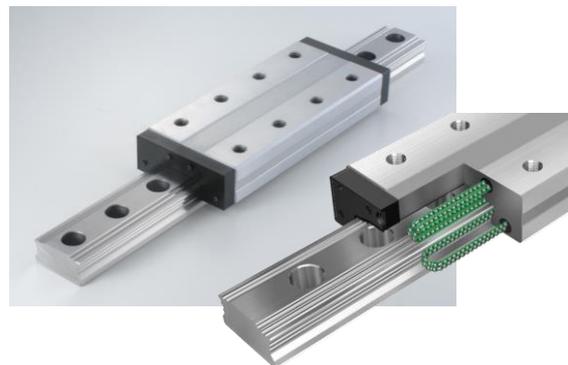


図 3 8 条列直動ボールガイドの全景とカットモデル

[1] 高橋 徹, 野口昭治: 直動ボールガイドシステムの高精度化に関する研究—クラウニングとウェービングの関係—, 精密工学会誌, 86, 3 (2020) 225.

## 基礎研究をいかに実用製品に結び付けたか (Part 38)

### 題目「細径マッキベン型人工筋肉」

岡山大学 脇元修一

#### 1. はじめに

機械システムが「よりヒトに身近なフィールド」で利用されることが求められてきている中で、柔軟性に起因する形状適用性や安全性をもつソフトアクチュエータの活用への期待が大きくなっている。筆者らは、代表的な空気圧ソフトアクチュエータであるマッキベン型人工筋肉の応用性を高めるため、その細径化に取り組んできた。2016年にベンチャー企業（株式会社 s-muscle）を設立し、直径1.8mm～5.0mmの細径マッキベン型人工筋肉の販売を行っている。本報では、細径マッキベン型人工筋肉の開発概要を紹介させていただく。

#### 2. 細径マッキベン型人工筋肉

マッキベン型人工筋肉は図1に示すように空気圧を受圧する内部のゴムチューブを編み込んだ繊維から構成されるスリーブで覆うことで構成されている。ゴムチューブに空気圧を印加すると、繊維の編角が変化し、径方向に膨張するとともに、軸方向に収縮することでアクチュエータとして利用できる。

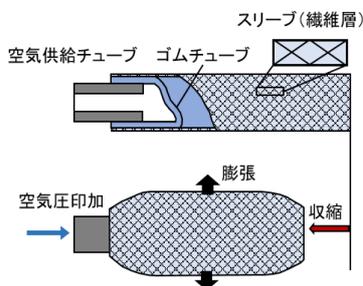


図1 マッキベン型人工筋肉の構造

細径マッキベン型人工筋肉の製作には、製紐機（せいぢゅうき）と呼ばれる組紐（くみひも）製造装置を用いている。図2に示すように製紐機は繊維が巻かれた複数のボビン（bobbin）を有しており、これらが互いに交差しながら回転していくことで、装置の中央部で繊維が編み込まれながら引き上げられていく。この際に、編み込まれる繊維の中央にゴムチューブを配置し、同時に引き上げることで、マッキベン型人工筋肉が実現できる。また、繊維の初期編角は装置内のギヤ（gear）を交換することで変更が可能である。このような単純な製造プロセスではあるものの、細径化を達成して販売に至るまでには多くの課題に直面した[1]。例えば、空気圧印加時に局所的な膨張が生じ、不均一な変形となる、繊維との擦れによりゴムチューブが傷つく、端部の繊維の編角が不均一になり駆動特性が変化する、などである。これら

は直径がセンチメートルオーダーのマッキベン型人工筋肉を製作して使用する中では経験したことがなかった現象である。繊維材料・ゴム材料の選定、繊維の編角の微調整などを試行錯誤しながら、これらの問題を解決することで販売可能なレベルまで辿り着いた。

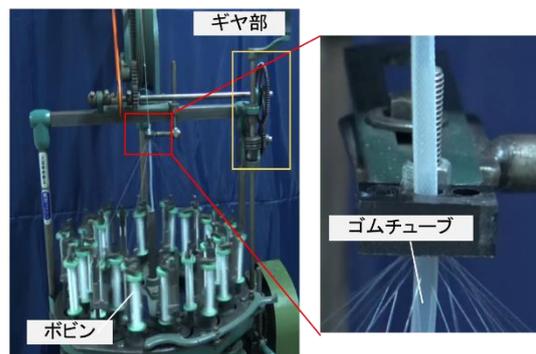


図2 製紐機によるマッキベン型人工筋肉の製造

図3に開発した細径マッキベン型人工筋肉とその応用例を示す。本人工筋は柔軟でしなやかであるため、容易に集積が可能で、アシストウェアやソフトロボットアームなどへの適用が試みられている [2][3]。



(a) 細径マッキベン型人工筋肉

(b) アシストウェアへの応用[2]



(c) ソフトロボットアームへの応用[3]

図3 細径マッキベン型人工筋肉と応用メカニズム

### 3. おわりに

株式会社 s-muscle はソフトアクチュエータの研究を共に実施させていただいてきた鈴木康一教授(東京工業大学, s-muscle 代表取締役), 組紐メーカーの株式会社池田製紐所, 空気圧機器メーカーの株式会社コガネイ, および筆者の4者で設立している。大学と企業が互いの長所を持ちよることで, 細径マッキベン型人工筋肉の設計・製造・販売の実現に至った。

本人工筋肉は, その細さと柔軟性を活かした多様な応用可能性があるものと考えており, 今後も, 多くの方に興味をもってもらえれば幸いである。

### 参考文献

- [1] 鈴木康一, 細径人工筋肉の研究と実用化, 日本フルードパワーシステム学会誌, Vol.48, No.3, pp.48-51, 2017.
- [2] T. Abe, S. Koizumi, H. Nabae, G. Endo and K. Suzumori, "Muscle textile to implement soft suit to shift balancing posture of the body," IEEE International Conference on Soft Robotics, pp.572-578, 2018.
- [3] S. Yamane and S. Wakimoto, "Development of a flexible manipulator with changing stiffness by granular jamming," International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice, pp. 1-5, 2017.

# 人工知能を用いたホブ盤診断システムに関する研究

株式会社カシフジ 河野 邦俊

歯車を創成運動にて加工するホブ切りは、その加工効率や加工精度の良さから広く使用されている。しかし加工された歯車の歯形や歯すじに大きな偏差が発生すると、その原因を特定するのは困難である。そこで近年話題の画像分析用の人工知能を使用した、歯車歯面の偏差（結果）からホブ切り時の問題点（原因）を判別するシステム「ホブ盤診断システム」の開発を目指し、研究を進めている。

## ホブ切りシミュレーション

このシステムを開発するために、まずは人工知能に教えるための原因と結果がセットになったデータ（教師データ）が必要である。本研究ではホブ切りを模したコンピュータシミュレーション（ホブ切りシミュレーション）を開発し、それを用いて教師データを作成した。

ホブ切りシミュレーションで使用した基本座標軸を図1に示す。図1ではホブは実体で描かれているが、シミュレーション上では切れ刃上の点群として表現される。この点群をホブ軸上から歯車軸上まで、中間軸を経由しつつ、実際のホブ切りと同じ軸の運動で座標変換を行うことでホブ切り加工を再現する。理想とは異なる加工時の動きについても、その動きの通りに座標を動かして座標変換を行うことでホブ切り加工された歯車の歯形偏差および歯すじ偏差を計算することが可能である。

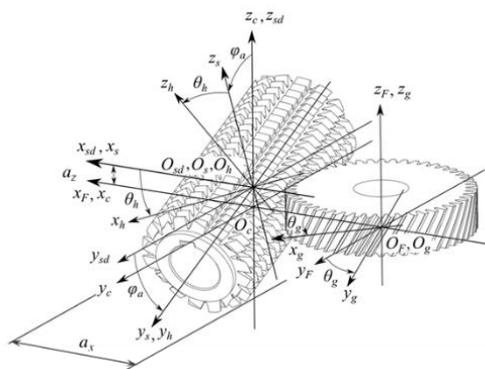


図1 ホブ切りシミュレーションにおける座標軸。ホブ切れ刃の点群をホブ軸  $(x_h, y_h, z_h)$  から歯車軸  $(x_g, y_g, z_g)$  まで座標変換を行う。

## 教師及び判別用画像

前述のようにホブ盤診断システムでは画像分析用の人工知能を用いるため、ホブ切りシミュレーションにより得られた歯面の偏差を画像化する必要がある。そこで歯面の偏



差を本システムに適した画像とするため、ある歯の偏差と別の歯の偏差との間で内積を用いて類似具合を示す係数を計算した。その係数をマトリクスの中に規則的に並べ、係数の値に応じて塗り分けることで画像化した。ホブ切りシミュレーションで得られた歯面の偏差を画像化した例を図2に示す。ホブの取付振れがある場合とワーク外周振れがある場合で全く異なる特徴を持った画像が生成される。このようにホブ切り時の問題点毎にそれぞれ特徴を有する画像を作成して、人工知能への教師データおよび判別データとして使用する。

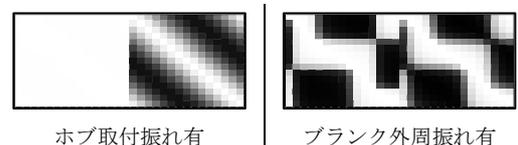


図2 歯車歯面の偏差から導かれた画像の例

## 実加工との比較

シミュレーションと同一条件で実際にホブ切りを行い、得られた歯車の歯面の偏差から画像を作成した。その画像の例を図3に示す。実加工では様々なノイズの影響が含まれるため、画像の細かな部分はシミュレーションから得られた画像と異なるが、画像の特徴としては同様である。これらの結果から、開発したシミュレーション及び提案した画像化手法は、目的としているシステムに使用することができると考えている。

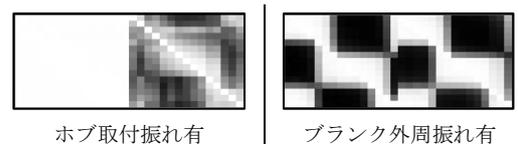


図3 実加工された歯車から導かれた画像の例

## 今後の展望

今後は実際に人工知能の学習を行い、判別テストを行っていく。一部判別テストを行った結果から、教師データの作り方により判別精度が変化することがわかってきている。より良い判別精度を有するホブ盤診断システムとすべく、研究を進めていく所存である。

# 直交リニアガイドを用いた 受動型上肢リハビリテーション 支援システムの開発

大阪工業大学 原口 真

厚生労働省の令和2年患者調査によると、脳血管疾患(脳卒中)の推計入院患者数は123.3万人、推計外来患者数は74.2万人と、多くの人々が脳卒中による後遺障害に悩まされている。医療従事者や介護者の負担軽減を目的として、本研究室では脳卒中で運動障害を負った人々を対象とした上肢リハビリテーション装置(以下、開発装置と呼ぶ)を研究開発している。

開発装置は力覚発生部にモータでなく、ブレーキを使用している。ブレーキを用いた受動型システムは、モータを用いた能動型に比べて実現できる訓練の種類は少ないが、本質的に安全なシステムを構成することが出来る。しかしながら、受動型システムは、どの運動方向に対しても逆向きの手先抵抗力が発生可能という訳ではない。例えば2つのリニアブレーキを有する平面システムにおいて、図1に

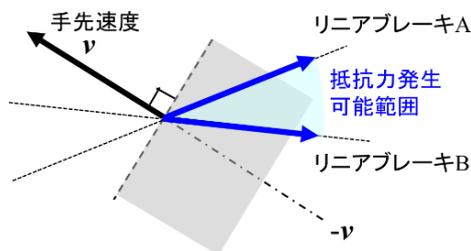


図1 逆向き抵抗力が発生できない場合

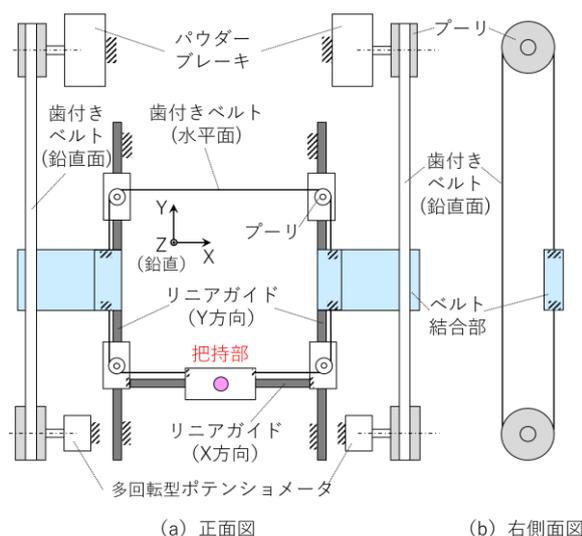


図2 開発装置の機構図



示す方向に手先を動かした場合、運動方向に対して逆向きの手先抵抗力を発生できず、不完全な力覚提示システムになってしまう。

そこで、図2に示すようなリニアガイド(X方向、Y方向)を直交させた新規機構を考案した。把持部は2方向のリニアガイド上で滑らせることで平面内を自由に動かすことが出来る。歯付きベルトを介して、2つのパウダーブレーキ(小倉クラッチ社製)で力覚提示を行うことが出来る。片方のブレーキはX方向から45°傾いた方向に手先ブレーキ力を発生させることが出来、もう片方はX軸から135°傾いた方向にブレーキ力を発生できる。2つのリニアブレーキが直交した形となり、常に逆向き抵抗力が発生可能となる。

下記の3点から、開発装置は優れたバックドライブ性を有していると言える。

- 1) パウダーブレーキ本体やY方向のリニアガイド本体が固定されているため、操作時の慣性が小さい。
- 2) パウダーブレーキの基底抵抗は小さく、スティック&スリップも起こしにくい。
- 3) 伝達機構として、短尺の歯付きベルトのみ採用しており、伝達効率が良い。

装置本体の寸法は550W×1030D×180H mm、重量は13.2kgとなった。操作域は410 W×410D mmである。開発装置を操作している風景を図3に示す。モグラ叩きゲームを行っている様子であり、画面上のモグラの位置に把持部が来たときに(図2中に示すポテンシオメータで判断)、パウダーブレーキにてブレーキをかけることで、モグラを叩いた感覚を作り出すことが出来る。その他、粘性抵抗や摩擦抵抗

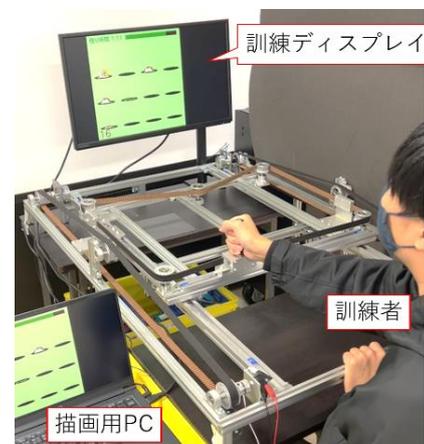


図3 開発装置の操作風景

といった力覚を訓練中に提示することができ、ゲーム性のあるリハビリ訓練ソフトの導入や、訓練自由度の向上が可能である。

本稿では受動型上肢リハビリテーション支援システムを紹介した。受動型システムは本質安全性を有し、医療機器としてはクラスIである。リハビリテーション病院での臨床評価を進めていく。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP19K04303（研究代表者：ファジィシステム研究所 古荘 純次）の助成を受けて実施しました。ここに感謝の意を表明致します。

## 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 99 期委員長会議において検討を重ね、第 99 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 黒河 周平  
(九州大学)

### 贈賞理由

黒河周平氏は、これまで、歯車工学、計測工学、超精密加工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多くの学術雑誌において、学術論文、国際会議 proceedings、総説・学術資料などとして掲載されています。また、一方で、黒河氏は、長年にわたり日本機械学会における役員や委員として貢献してきました。機素潤滑設計部門では、部門幹事（平成 23 年度）をはじめ、機械要素 1（ME1）技術企画委員会委員長（平成 26 年度～27 年度）、部門賞・学会賞推薦委員会委員長（令和元年度～2 年度）を務められ、さらに、同部門の ME1 技術企画委員会幹事、同部門の論文編集委員会校閲委員/アソシエイトエディタ、同部門の運営委員、本会フェロー、本会代議員/代表委員、本会九州支部庶務幹事・商議員等を務められるなど、学会運営面において多大な貢献を頂いています。また、同部門所属の P-SCD 分科会では、平成 16 年度～現在まで分科会幹事（P-SCD348,359,369,380,398,409）、さらに、日本機械学会産学連携センター/イノベーションセンター研究事業協力委員会 RC 分科会では、延べ 10 年にわたり分科会幹事（RC218,230,241,261,275）、現在は RC283 分科会主査を務められ、同部門および機械要素分野の産学連携活動にも大き

く寄与されております。国際会議・国内会議においては、動力・運動伝達系国際会議 MPT2001-Fukuoka での実行委員会幹事をはじめ、MPT2004、MPT2007-Tottori、MPT2009-Sendai、MPT2013-Miyazaki、MPT2017-Kyoto 各実行委員会委員、ICMDT2015 Steering Committee & Program Committee Member、ICMDT2019 Executive Committee Member、複数の部門講演会実行委員会委員、日本機械学会年次大会の同部門に関連する OS のオーガナイザとして、国際会議・講演会開催に尽力されました。その他にも、同部門の ME1 技術企画委員会主催の講習会「歯車技術基礎講座」講師なども多数務められており、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、黒河周平氏は日本機械学会、機素潤滑設計部門功績賞に十分値する人物であり、ここに推薦します。

### 受賞にあたって

このたびは、機素潤滑設計部門・功績賞を頂き、身に余る光栄に存じます。今回の受賞にあたっては、多くの先生方、諸先輩方、そして研究室関係者に、厚く御礼申し上げます。

当部門と私の関わりは、学生自体に講演発表をしたときから始まりました。以来変わらず現在まで、講演会、講習会、分科会等で関わらせて頂いています。研究室では恩師の有浦泰常教授のもとで学ばせて頂きました。歯車研究が盛んであったこともあり、機械要素技術企画委員会 ME（旧 ME1）に参画させて頂きました。ME1 では年次大会や部門講演会をはじめ、定期的にシンポジウムや国際会議を開催してきていましたので、そこで多くの先生方に顔を覚えてもらうとともに、企画や運営にも携わらせて頂きました。特に印象深かったのは 2001 年に福岡市で開催された動力・運動伝達系国際会議 MPT2001-Fukuoka です。私はこの国際会議で実行委員会の事務局幹事として参加しましたが、ちょうど海外留学をしている間に幹事となることが決まっており、帰国後はこの国際会議の準備にずいぶん時間を使ったことを今でも思い出します。当時はネットワークや電子的な受付環境等もそれほど容易に利用できるものではなかったため、Linux で web サーバやメールサーバを自前で立ち上げるところから手探りで行っていきました。その他、ロゴ案の作成、web 管理、Call for papers から毎回の実行委員会、飲み会のセッティング、当日会場の準備、事後の開催報告まで多岐にわたりましたし、大詰めになると爪が伸びないという不思議な体験もしましたが、おかげさまで、皆様に喜んで頂けた国際会議になったのではと思っています。

歯車研究について言えば、大学院生のときに、インボリュートヘリコイドから成るはずは歯車作用歯面を平面に展開すると、一体どういう形になるのか？という課題に取り組み、解が得られたときにはなんとも言えない達成感が得られたのを覚えています。今思うと、研究がやみつきになる始まりだった気がします。

産業界における歯車技術の重要性が再認識されている昨今ですが、当該分野は目立たない縁の下の力持ち的存在の

ために、若手には魅力的に映っていないようにおもいます。機械要素は機械システムの中の一つの部品でしかありませんが、機械工学のほぼすべての分野の技術課題を取り扱うことができる分野でもあります。要素はそれだけを取り出してはシステムとしては成り立たないので、理解した要素に基づき、他の要素と協調し統合技術として機械工学を俯瞰できる目を養うことができる良い教材でもあります。その先には、普遍的なことがらと、常に新しい技術を取り込み、変革を求められ続けている統合技術の象徴のような奥深い世界があります。これからも、積極的に若手の方々とディスカッションを行いながら、機械要素技術に関して、微力ながら貢献できるよう、努めて参りたいと思う次第です。



**功績賞** 尾形 秀樹  
(株式会社 IHI)

#### 贈賞理由

尾形秀樹氏は、1994年に石川島播磨重工業株式会社（現在の株式会社 IHI）に入社以来、機械要素、特にすべり軸受に関する技術開発に従事してきました。その中で、ターボ圧縮機用ティルティングパッド軸受、ターボチャージャ用浮動プッシュ軸受、レシプロエンジン用軸受の開発を通じ、学術的のみならず日本の産業界の発展に多大なる貢献をされました。また機素潤滑設計部門においては、機械要素 2・トライボロジー技術企画委員として 5 期（うち第 91・92 期は副委員長、第 93・94 期は委員長として）を務め、部門の活性化に貢献されました。さらに第 16 回機素潤滑設計部門講演会（2016、あらわ）の副実行委員長、日韓機素潤滑設計部門国際会議（ICMDT）においては第 6 回（2015、沖縄）の運営委員、第 7 回（2017、済州）の実行委員、そして第 8 回（2019 鹿児島）ではプログラム委員長として、すべての会議を成功裏に導いて頂きました。以上のとおり、尾形氏は産業の発展と部門の活性化への貢献が顕著であることから、機素潤滑部門功績賞に推薦します。

#### 受賞にあたって

このたびは部門功績賞という、身にあまる賞を頂戴することになり、望外の喜びを感じております。これまでにご指導いただいた多くの先生方、先輩方、関係諸氏に心より感謝を申し上げます。

私は会社に就職した時点ではトライボロジーという用語すら知らずにトライボロジー関係の技術開発部門に配属さ

れ、まずは航空エンジン用の耐熱合金の摩擦・摩耗特性の評価技術を担当しました。慣れない材料関係の知識で四苦八苦していたところ、たった 3 か月後には流体潤滑に鞍替えることになりました。これは当時、社内ですべり軸受の温度予測技術がないことで、圧縮機などの回転機械で重大な故障が多く発生したからです。もともと学生時代は流体工学系の研究室に所属していたこともあり、私は水を得た魚のように流体潤滑を学び始め、その後はずっとすべり軸受を中心とする流体潤滑を専門としてきました。

機械システムメーカーとしての弊社にとって、トライボロジーは製品の品質に大きく影響する分野でありながら、しかし体系的かつ論理的なソリューションを提供するにはまだまだ未熟な分野であります。職場でトライボロジーの壁にぶつかったときは、MDT 部門の方々から多くの学びをいただきました。また機素潤滑設計部門講演会や日韓機素潤滑設計部門国際会議の企画・運営に参画して多くの皆様と協働できたことは、私自身にとっても大きな成長の機会でもあったと思います。そのような貴重な場である MDT 部門での活動を通じて、今後も微力ながら、我が国の発展に貢献してまいりたいと存じます。引き続き皆様のご指導とご鞭撻を賜りますよう、お願い申し上げます。



**業績賞** 竹村 研治郎  
(慶應義塾大学)

#### 贈賞理由

竹村研治郎氏は、アクチュエータ分野において、超音波や機能性流体を用いたアクチュエータ・センサおよびその応用に関する研究を行い、顕著な研究業績をあげています。超音波モータや電界共役流体アクチュエータを基盤として、ソフトロボット、触覚レンダリングシステム、細胞培養システムなどに関する研究を国内外の論文誌に論文発表するとともに、年次大会および機素潤滑設計部門主催の国内・国際会議においても多くの講演を行っています。これらの成果はアクチュエータ・センサ技術を基盤とした新たな応用分野を開拓するものであり、我が国の機械工学・工業の発展に大きく寄与しているといえます。また、機素潤滑設計部門アクチュエータシステム技術委員会委員長、同広報委員会委員長、同総務委員会委員長などを務めており、学会運営面での貢献も顕著です。以上のことから、竹村研治郎氏を日本機械学会機素潤滑設計部門業績賞にふさわしいものとして推薦します。

### 受賞にあたって

このたびは、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。受賞にあたり、これまでにご指導、ご鞭撻いただきました多くの先生方に心より感謝申し上げます。また、業績の多くは共に研究活動を行ってきた研究室の卒業生や現役の学生諸君の努力の賜物です。私が代表してこの賞をいただきますが、共に研究してきた皆さんに心から感謝いたします。

私は1997年に卒業研究として多自由度超音波モータの研究に取り組んで以来、圧電・超音波、機能性流体といったアクチュエータ・センサ技術を基盤としてヒトや生物と関わる研究に取り組んできました。広く一般に利用されている電磁モータやエンコーダなどとは異なる特徴を持ったアクチュエータ・センサを基盤とするからこそ実現できる新たな価値の創造を目指しています。最近、機能性流体や光導波路を利用したソフトロボティクス、圧電センサ・アクチュエータや機械学習を利用した触覚レンダリング、圧電・超音波アクチュエーションを用いた細胞工学／組織工学などに取り組み、機能要素からシステムを革新する研究を行っています。こうした成果に対して業績賞を賜りましたことは

大きな喜びです。

機素潤滑設計部門では、アクチュエータシステム技術企画委員会に参加し、多くの先生方と活動させていただいております。2014年には幹事、2018年には委員長を務めさせていただきました。また、2015年から2年間は本部門広報委員長を拝命し、部門ニュースレターの発行や年次大会での卒研コンテストの運営にも参加いたしました。現在は本部門総務委員長を務めさせていただいております。こうした部門での活動を通して先生方から多くの刺激をいただいております。研究面にも大変参考になっております。今後もこうした交流を通して、当部門の活性化、研究の発展に貢献できるよう微力ながら務めてまいります。今後も皆様のご指導、ご鞭撻を賜れますよう心よりお願い申し上げます。この度は誠にありがとうございました。

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。今後も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99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99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。

### ■2021年度年次大会(2021.9 千葉大学(オンライン開催))

#### 【優秀講演】

- ① 瀬山 夏彦(東京都立産業技術高等専門学校) 平歯車

#### ポンプの騒音・振動解析

- ② 風戸 昭人(鉄道総合技術研究所) 鉄道車両の車体傾斜制御用アクティブトーションバー  
③ 大友 泰輝(東京工業大学) ECFマイクロポンプ駆動により肺胞の動的環境を再現するマイクロデバイスの提案

#### 【奨励講演】

- ① 中嶋 昇吾(東京理科大学) マクロとナノスケールにおけるキューティクル表面の摩擦特性

#### 【若手優秀講演フェロー賞】

- ① 藤井 一輝(岡山大学) 浸炭硬化鋼ローラの面圧疲労強度に及ぼすピーニングで付与した圧縮残留応力の影響  
② 浅野 紘央(名古屋工業大学) 低面圧すべり案内面において酸性リン酸エステル由来の境界膜が示す力学応答  
③ 出田 颯人(長野工業高等専門学校) 斜面を等速で滑る水滴の界面抵抗

### ■第20回機素潤滑設計部門講演会(MDT2021)

#### 【優秀講演】

- ① 前川 覚(名古屋工業大学) Bi-Gaussian粗さ分布モデルに基づく摩擦面なじみ過程の数値シミュレーション

[奨励講演]

- ① 田中 靖人(横浜国立大学) 直動・回転2自由度アクチュエータで制御される非対称可変重合スプール型油圧制御弁の開発

[若手優秀講演フェロー賞]

- ① 熱海 七都(東京工業大学)フィン状連鎖を有する水撃音響式壁面検査のための平面平行ワイヤ駆動機構

## 講習会開催報告

### No. 21-94 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）

2021年11月18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、今年も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定員で対応した。若手技術者を中心に学生員(1名)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18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

この講習会を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す。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ます。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. 21-114 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 —」

近畿大学 原田 孝 (機械設計技術企画委員会委員長)

2022年1月21日(金)、22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に、ロボット等を設計する際に必要な基礎知識の習得を目的として、機構学、機械設計、機械要素、電子制御分野の第一線でご活躍される先生方を講師に迎えてオムニバス形式で講習会を進めました。

1日目には、機械設計の基本的流れをご説明いただいた上で、さまざま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についてわかりやすく解説していただきました。また、講習会を通して学習した機構とマイコン制御を関連させた実演をライブ配信にて臨場感あふれる講習が行われました。

(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) マイコンによる電子制御の基礎  
小島 一恭 (湘南工科大学)
- (6) 基本的な機構の電子制御の実演  
小島 一恭 (湘南工科大学)

昨年度に続いての zoom での講習会となりましたが、61名の参加者があり、特に企業から多数のご参加をいただき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。今後も、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。

## 第27回卒業研究コンテスト報告

長崎大学 扇谷 保彦 (広報委員会)

第27回卒業研究コンテストが2021年度年次大会のオーガナイズドセッションとして、9月7日(火)、8日(水)に千葉大学(オンライン開催)で開催されました。発表者は31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(2022年9月11日(日)~14日(水))でも卒業研究コンテストを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(7名)(敬称略)

氏名(所属)	講演論文題目
田中 賢人 (名古屋大学)	基板へのパルスバイアス電圧印加によるガラス絶縁体への ta-CN <sub>x</sub> 膜成膜法の開発
中島 綾花 (東京理科大学)	FM-AFM を用いたコンタクトレンズ摩擦表面の水和層の可視化
松本 香南 (東海大学)	ロールナノインプリント法を用いたナノシートへの連続微細孔加工
三上 駿志 (東海大学)	リード・ラグ運動による姿勢制御を導入したトンボ型 MAV の開発
安田 大毅 (名古屋大学)	高真空中の ta-CN <sub>x</sub> の摩擦特性に及ぼす温度の影響
山本 拓正 (名城大学)	金属微粉末分散油剤による転がり疲労寿命改善
湯原 裕司 (東京理科大学)	油膜厚さその場観察法による表面テクスチャが摩擦係数に及ぼす影響メカニズムの解明

## 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	
2022	9/11~14	JSME 年次大会(富山大学)
	11/17	講習会「歯車技術基礎講座」(オンライン開催)
	11/25~26	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-」(オンライン開催)
	12/5~6	第21回機素潤滑設計部門講演会(MDT2022)(オンライン開催)
	1/19	講習会「じっくり聴く潤滑の基礎-潤滑現象をトライボケミストリーで理解する-」(オンライン開催)
	1/26	講習会「ソフトロボット学入門-基本構成と柔軟物体の数理-」(オンライン開催)
3/8~3/11	第9回日韓機素潤滑設計生産国際会議(ICMDT2023)	
2023	9/3~9/6	JSME 年次大会(東京都立大学)

発行 〒160-0016 東京都新宿区信濃町35信濃煉瓦館5階 TEL: 03-5360-3500 発行日 2022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 FAX: 03-5360-3508  
 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), 難波江 裕之(東工大), 原口 真(大阪工業大学), 本田 知己(福井大学)

〈編集後記〉

本年度のニューズレターNo.41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)