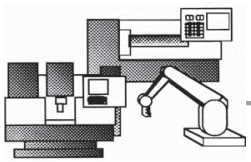
日本機械学会 生産加工・工作機械部門ニュースレター ISSN 1340-6728



ものづくりの技術

February 2024
No.65

七転八倒から七転八起へ

部門功績賞

七転八倒から七転八起へ

大阪大学　高谷裕浩

この度は名誉ある日本機械学会生産加工・工作機械部門の功績賞を賜り誠に光栄に存じます．記念すべき第100期の部門長を拝命してから1年にわたり，部門運営委員をはじめ関係する多くの皆様からのご指導・ご支援ならびに歴代部門長からの貴重なご助言を賜りました．このような賞をいただけることはひとえに皆様方のお力添えの賜であり，ここに深く感謝してお礼申し上げます．

2020年初旬から急速に拡大したCOVID-19（コロナ禍）によって社会活動は一変しました．思い起こせば，社会全体が何とかしてその歩みを停めまいとして「**七転八倒**」していた時期でした．生産加工・工作機械部門の活動も，およそ２年にわたって大きな影響を受けました．国際会議や講習会などの部門の各種行事だけでなく，運営委員会，委員長・幹事会もすべてリモートで開催されました．

部門長を拝命した2022年４月頃の社会情勢は，まさにコロナ禍の夜明け前のような雰囲気でした．前年からのワクチン接種の普及によって徐々に感染拡大に対する危機感が和らいできたとはいえ，まだまだ対面行事に対する警戒感は大きく，３月の学会や会議のほとんどはリモートで行われていました．４月からの部門の年間計画を策定する際は，運営委員会，委員長・幹事会の開催方式に悩みました．いつの間にかリモートが新たな常識となり，そこから起き上がって一歩を踏み出すことの意義を忘れていたことに気がつきました．世の中の対面行事に対する意見も賛否両論の雰囲気の中，対面開催を決断しました．しかし実際には，リモートか対面かという単純な切替ではありませんでした．世の中の新たな常識はますます混迷を極め，ブレンデッド授業やハイブリッド講演会などの言葉に代表される多様化が始まりました．世の中の感染状況によって常にリモートか全面対面かの間を彷徨する，まさに「**七転八起**」の部門運営であったと振り返っております．

全ての部門運営委員会，委員長・幹事会をハイブリッド会議で実施し，会議終了後の技術交流会によってさらに議論が深まりました．2022 年10月７日～8日金沢商工会議所において，第 14 回生産加工・工作機械部門講演会が，久しぶりの全面対面で開催されました．15のオーガナイズドセッションを含む16セッションにて合計130件の講演が行われ，当部門の構成員を中心とした 300 名近い技術者・研究者にご参加頂きました．全ての講演室で生産加工分野に関する最先端の研究や技術開発に関する活発な講演と討論が対面で行われ，リモートとの情報量の圧倒的な違いという新鮮な気づきに驚かされました．転んで起き上がったからこそ気づくことの新鮮さでもありました．

ところで，**七転八起**がどうして同数ではなく七と八なのかというと，人間は生まれた時にまず起き上がるところから始めると考えると，起き上がりの数がひとつ多いこととなり，**七転八起**という説があります．第100期の部門運営は，まさにコロナ禍から起き上がるところから始まりました．コロナ禍における松原部門長や藤嶋部門長による「**七転八倒**」の部門運営によって築かれた盤石な基盤があってこそ成し遂げることのできた，全面対面への邁進という，まさしく「**七転八起**」の部門運営だったと思います．

トピックス

○ 部門功績賞
○ 部門研究業績賞
○ 部門技術業績賞
○ 講演会報告
「日本機械学会 2023年度 年次大会」開催報告
○ 部門講習会・セミナー開催報告
「自由研究に役立つベアリング実験！回転とまさつの秘密に迫る科学講座」
「自動化・効率化のキーワードで読み解く歯車関連技術の新潮流」
「これでわかる！切削加工，工作機械およびツーリングの基礎」
○ 部門からのお知らせ
第15回　生産加工・工作機械部門講演会
○ 技術レポート
「切削加工技術に関する大学との共同研究例の紹介」

さて，日本の技術は，失われた３０年の「**七転八倒**」から起き上がろうとしています．まさしく起き上がることから始まる「**七転八起**」によって，転んで起き上がったからこそ気づく革新的技術の展開が期待されます．生産加工・工作機械の分野では，持続可能な開発目標 SDGs の 2030 年達成を見据えた工作機械業界の３つのトレンド：自動化，デジタル化，省エネ化（カーボンニュートラル）が急務の課題であるといわれています．高度な計測・センシング技術や制御技術および第５世代移動通信システムを活用した IoT/ Operational technology(OT)，AI，サイバーフィジカルシステムを基盤とするデジタルツインが鍵となり，解決への取り組みは工作機械の知能化に集約されます．学の役割としては，知能化工作機械ネットワークの Ubiquity に関する理論構築や独創的で高度な要素技術の基礎研究を推進し，その強固な基盤技術体系に基づいて，産官学の連携による開発研究の中核を担うことが今後ますます重要になると考えられます．そのため，生産加工・工作機械部門は，「ものづくりを科学する」取り組みを産学一体で推進するプラットフォームとしての役割を益々強化し，持続的アップデートによる進化が期待されています．

最後になりましたが，これまで当部門を運営されてきた諸先輩ならびに多大なるご尽力をいただきました皆様のご活躍に敬意を表するとともに，改めて部門功績賞をいただきましたことに心より感謝致します．今後も当部門が生産加工・工作機械分野の技術の進歩と研究者・技術者のネットワーク作りにますます貢献できることを願うとともに，日本機械学会生産加工・工作機械部門の益々の発展を祈念申し上げます．

部門研究業績賞

研究業績賞を受賞して

名古屋大学　社本 英二

日本機械学会生産加工・工作機械部門より名誉ある「研究業績賞」を賜り、大変に光栄に存じます。また、研究を開始した学生時代から現在までの 40 年程度の間にお世話になりました皆様に心より感謝申し上げます。

これまでの研究人生を振り返ると、そのスタートは恩師である名古屋大学名誉教授の山口勝美先生との出会いでした。大学の講義では、材料力学や流体力学などに興味を持ち、特に加工や工作機械に興味がなかったにもかかわらず研究室を選ぶ際には加工分野を選びました。それはその研究内容が単純におもしろいと思ったからです。今になって分かるのは、材料力学や流体力学が確立した学問であってどの教科書を見ても代わり映えしないのに対し、加工学は比較的未確立であって教科書も書き換わっています。学生なりにその可能性の広さを感じた気がします。学士・修士・博士を通してご指導いただいた研究テーマは、ガラス板のような脆性板の冷間プレス加工という普通に考えればあり得ない加工法の研究開発でした。また、山口先生のご指導も独創的でした。例えば、私が研究を始めた頃に自ら図書館で参考文献を探して報告に行った際、「何も知らない学生が参考文献など見るんじゃない。自分で考えなさい。」と言われて驚いたことを覚えています。その際には、未熟な研究者が他の研究を知ればその影響を強く受けて新しい発想は生まれ難くなることを教えていただきました。この例のように、終始、従来の発想の延長ではなく新しい発想を生むためのご指導をいただき、研究が楽しくなって考えてもいなかった大学教員への道に進むことになりました。このような学生時代の経験は、今でも研究者としての考え方のベースになっています。

博士取得後には、神戸大学森脇俊道先生の研究室で助手に採用していただき、大変恵まれた環境で切削加工および工作機械の研究を行うことができました。また、その間にカナダのブリティッシュコロンビア大学 Yusuf Altintas 先生の研究室に在外研究員として 10 か月間留学させていただく機会にも恵まれました。その頃の Altintas 研究室は学生数名の小規模なグループで、毎日のように講義や研究室、あるいはコーヒーブレイク等で Altintas 先生や大学院生達とお話しすることができました。研究の相談や議論だけでなく多くの雑談を通して、教育研究の分野や知識のみならず社会的な視野も広くなったと思います。

その後、山口先生の後任として名古屋大学の教授に採用していただき、その地域性から多くの生産加工・工作機械関係の技術者の方々と産学連携研究に携わる機会をいただきました。それらの企業の方々からは、多くの重要な研究課題や進むべき方向性などを教えていただきました。振り返ると、目先の課題でなく 10 年、20 年先の将来的な基礎研究課題の多くに共同で取り組ませていただけたことが教育研究に対して大きな支援になったと感じます。

以上のように、恩師の先生方からご教授いただいた研究哲学や視点、産業界の方々との連携の中で学ばせていただいた社会ニーズや進むべき方向性、若い学生諸君の熱意などに支えていただき、これまで多くの価値ある研究課題に取り組ませていただくことができました。この度の受賞もそれらの共同の研究成果によるものであり、関係の皆様に深く感謝申し上げます。

部門技術業績賞

技術業績賞を受賞して

日本精工株式会社　新井 覚

この度は栄えある日本機械学会 生産加工･工作機械部門技術業績賞受賞の機会を賜り、心より厚く御礼申し上げます。

これも産学にわたる関係各位の御指導ならびに御支援あってのものと、改めて感謝申し上げている次第です。

私と工作機械の出会いは、幼少期にまで遡ります。工作機械の技術者であった父の本が家にあり、それを絵本代わりに眺めていたことが思い返されます。なかでも私が生まれた頃に国際工機株式会社より刊行された Wayne R. Moore 氏著『 超精密機械の基礎（Foundations of Mechanical Accuracy ）』には、エプロンをした職人の方々の繊細な作業、超精密機械や要素の開発に携わるエンジニアの真剣な眼差しに加えて、機械構成上の工夫などが原理の図解を交えて数多く示され、わからないなりにも卓越したプロの世界を垣間見た気持ちになっていました。

その後も技能と技術が織りなすものづくりへの興味や憧れは強くなり、社会人となるに至って 1998 年に日本精工株式会社へ入社しました。当初は精密機械要素向けに、材料・熱処理・加工・計測制御・設備設計・組立・機能保証・生産システムと多岐にわたる分野で生産技術開発や製造に従事しました。精密工学の原理・原則が実際のものづくりに結びついている製造現場を目の当たりにして、Moore 氏の著書に記述された事柄を思い出し身の引き締まる心持ちになったことを覚えています。自分が開発した加工方法や計測技術が上手く機能しても失敗しても、同書に倣ってなぜそのようなことになったのかを自問自答して書き残し総括する日々が続きました。そのなかで私が感じたのは、『 機械要素は機械のなかで能力を発揮し切れていない 』ということでした。両者が断絶して捉えられているために生じる問題も多く、解決には新たなアプローチが必要ではないかと考えるようになりました。

程なくして、私は自ら志願して英国の Cranfield University へ留学する機会を得ました。同大学および学内の工作機械メーカ Cranfield Precision Engineering Ltd.（CPE）が欧州における超精密加工技術や加工機・要素開発のメッカであったこと、また様々なバックグラウンドを持つ方々との議論を通して私が感じていた『 機械要素と機械の分断 』を解決する糸口を掴めるかもしれないと思ったことがきっかけでした。

英国の研究開発環境は、大変刺激的なものでした。1968 年の CUPE（Cranfield Unit for Precision Engineering / CPE の前身 ）創設以来、同大学では『 機械がちゃんと動かないのは何かおかしなことをしているからだ 』という Prof. John Loxham が提唱した Deterministic Approach に沿って独自の設計思想が構築されてきました。かつて CUPE の設計者であった Prof. John Corbett のもとで私が取り組んだ研究開発は、この思想をベースとしつつ『 機械のなかで迷うエネルギーを構造的に制御すれば、常識を越えた機能がもたらされる 』ことを実践的に示すというものでした。

超精密加工機や機械要素の設計および機能評価、超精密加工と計測アプリケーション向けの技術開発といった経験を積むなかで、『 工作機械の内部でエネルギーにいかに安定して仕事をさせるか 』に答える新たな価値の創出が、その後の私のライフワークとなりました。日本へ帰国してから取り組んだ精密機械や機械要素に関する研究開発では、高精度化や長寿命化に留まらず、技術の深淵に迫りエネルギーのなす仕事に対して説明責任を果たすことが自らの役目だと考えてきました。結果として弊社が開発したボールねじやリニアガイド、さらにその設計・製造・計測・評価技術には、その観点での知見が反映されています。

他方英国で目の当たりにした設計思想を拠り所とする研究開発を振り返るにつけ、私は様々な取り組みを普遍的な考え方の構築に寄与するものにしたいと思考するようになりました。改めて国内外において技術開発を通しかたちにしてきた事柄を整理してみると、一貫したストーリー性を見出せることに気が付きました。その内容に興味を持って下さった方々の御助言にも後押しされ、それらを何編かの書き物にまとめました。近年開発に注力している『 工作機械の状態安定化技術 』は、このような流れから生まれた発想を具現化したものです。

JIMTOF2022 で発表した『 ボールねじ送り系の状態安定化技術 / NSK Feed Drive Adjuster ™ 』も、そのひとつに数えられる実施形態です。人による調整を必要とせず、かつ加工のコールドスタートを可能にするなどこれまでにない価値を提供するアイテムとして、幸いにも工作機械関連業界の皆さまより大きな反響を頂くことができました。このように設計思想と価値の体系化に礎をもつ機能を搭載した工作機械であれば、デジタル技術との親和性と相まって『 壊れない・止まらない・人が介在しないこと 』が絶対条件として志向されるこれからのものづくりに大きく貢献し得ると信じ、微力ながらこれからも創造の歩を進めてまいりたいと考えております。

日本機械学会 生産加工・工作機械部門における様々な活動や議論の場には、ものづくりの課題意識を共有し解決策を探り出す唯一無二の機会を提供して頂いていると実感しております。技術業績賞の受賞に際しまして、同部門のさらなる御発展を心より祈念申し上げます。

講演会報告

日本機械学会　2023 年度年次大会のご報告

東京都立大学　金子　新

日本機械学会 2023 年度年次大会が, 2023 年 9 月 3 日（日）～6 日（水）の日程で東京都立大学・南大沢キャンパスにて開催されました。同年次大会の内容について、当部門に関係の深い事柄を中心に報告いたします。

本大会のキャッチフレーズは､｢機械工学の英知を結集しゼロエミッション社会を拓く」で、同キャッチフレーズと東京都の「未来の東京」戦略施策から「安全安心」､「グリーン＆デジタル」､「共生社会」の三つのキーワードを掲げました。本大会はハイブリッドではなく完全対面で開催致しましたが、残念ながら全体懇親会は実施方法の制約（当時）から開催見送りとなりました。

本大会では、813 件の発表（口頭発表 456 件、ポスター発表 357 件)、そして有料参加者 1599 名と、大変多くの方にご参加頂きました。生産加工・工作機械部門は、他部門との共同企画である「工作機械技術の最前線」､「加工技術の最前線」､「マイクロナノ理工学」の 3 つのオーガナイズドセッション（OS）について、幹事部門として開催および運営いたしました。OS 企画にご尽力頂いたオーガナイザーならびにご参加の皆様のご協力のもと、大過なくセッションを実施できましたこと、この場を借りて深く御礼申し上げます。

本大会特別講演として、公益財団法人地球環境産業技術研究機構 (RITE) 理事長・山地憲治氏による「ゼロエミッション社会におけるエネルギーの姿｣､そして東京都立大学学長・大橋隆哉氏による「宇宙の謎を探る」の 2 つのご講演を賜りました（図 1)。特別講演は一般開放行事ということもあり、当日は多くの聴講者にご来場いただき、時間一杯まで質問が寄せられるなど大変盛況でございました。また､本大会中は合計 21 社による企業展示も開催し、さらに学生向け企業セミナー「若手技術者交流セッション」で同出展企業と学生との交流も行われました。その他にも「リケジョ、女性研究者・エンジニアの意見交換会」など 29 件の一般公開行事も実施し、ものづくり企画（｢モデルロケット教室｣）には多数の家族連れにご参加頂きました。

そして今大会では､4 年ぶりに生産加工･工作機械部門、設計工学・システム部門、そして生産システム部門の合同部門同好会を開催し、合計 26 名の方にご参加頂きました。当部門からは須藤部門長と笹原副部門長をはじめ 11 名が、そして設計工学・システム部門からは機械学会会長の伊藤宏幸氏と北山部門長、そして生産システム部門からは石橋部門長もご参加いただき、大変盛況な会となりました（図 3)。

最後になりましたが、本年次大会にご協力頂きました皆様に、改めて心より御礼申し上げます。来年度の年次大会は 2024 年 9 月 8 日～11 日に愛媛大学で開催予定ですので、また会場で皆様にお会いできることを楽しみにしております。

図 1　特別講演の様子

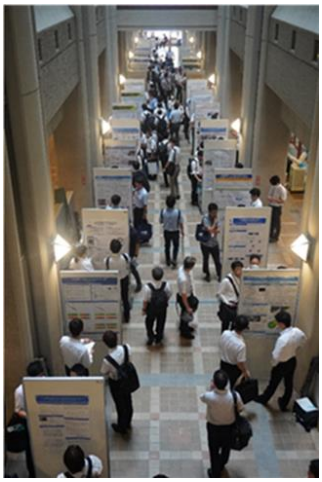


図 2　ポスターセッションの様子

図 3　3 部門合同の部門同好会

部門講習会・セミナー開催報告

No. 23-78 生産加工・工作機械部門　小中学生向けセミナー
『 自由研究に役立つベアリング実験！回転とまさつの秘密に迫る科学講座 』 開催報告

東京大学　吉岡 勇人
日本精工　齊藤 秀徳

8 月 4 日（金）に，「自由研究に役立つベアリング実験！回転とまさつの秘密に迫る科学講座」と題しまして，2023 年度の小中学生向けセミナーが日本精工・グルーバルトレーニングセンターにて開催されました．残念ながら当日の体調不良等による欠席もありましたが，最終的には小学生 7 名，中学生 3 名の計 10 名の方々にご参加頂きました．

当日は，日本精工が以前製作した，軸受の有無によって回転時間が変わる工作キットの組み立てを通じて，回転とまさつの関係を体験できるセミナーを開催いたしました．セミナー冒頭に，講師から導入部分についての講義を行ったのち，日本精工スタッフのサポートのもと，各自が工作キットを製作し，回転動作の確認を行いました（図 1）．また，大人が乗車した木製のトロッコ下にビー玉を用いた軸受を配置し，参加者が手で簡単に動かすことができるデモを通じて，転がり軸受の効果を体験して頂きました．さらに，身の回りにある回転するものを皆で挙げ，その多くに軸受が使用されていることを説明することで，軸受の重要性を実感して頂きました．セミナーの最後に，玉軸受の組立て体験の希望者を募ったところ，参加者全員が体験への参加を希望し，実際に玉軸受の組立を経験して頂くことができました．終了後には参加者全員で記念写真の撮影を行い（図 2），セミナーは大変盛況のうちに終了となりました．

セミナー終了後，参加者の皆様にアンケート形式にてセミナーの感想を伺ったところ，内容のレベル設定，内容の説明ともに「ちょうどよかった」という回答が最も多いという結果になりました．また，「今後，他のテーマのセミナーがあれば参加してみたいですか？」という問いに対しては，参加者全員が「参加したい」あるいは「テーマによっては参加したい」と回答して下さり，参加者の皆様が満足できるセミナーであったと伺い知ることができました．

最後になりますが，本企画の実施にあたりまして，セミナー内容および資料，工作キットおよび会場の提供，当日スタッフの協力など，全面的にご協力いただきました日本精工株式会社様に，深く感謝申し上げます．また本セミナーの開催にあたり，ご尽力いただいた関係者各位に，この場を借りて，改めまして厚く御礼を申し上げます．

図 1 セミナーの様子
（何秒間回転し続けられるかを全員で計測）

図 2 終了後の記念写真

部門講習会・セミナー開催報告

No. 23-94 講習会
『 自動化・効率化のキーワードで読み解く歯車関連技術の新潮流 』 開催報告

富山県立大学　伊東 聡

2023 年 10 月 6 日（金）に，生産加工・工作機械部門として本年度第 2 回目となる講習会『自動化・効率化のキーワードで読み解く歯車関連技術の新潮流』が開催されました．新型コロナは 5 類に移行されましたが，遠方から参加者や学生の利便性に配慮し，前回に引き続き，現地対面講演とオンラインによるハイブリッド形式にて開催しました．オンサイト会場は第 3 企画委員 小池 綾 先生をはじめ，慶応義塾大学のご協力のもと，慶應義塾大学日吉キャンパス来往舎にて実施しました。当日は，現地参加 22 名，オンライン聴講 19 名と盛況となり，製造業を中心とした企業の技術者や研究者，大学関係者，学生・大学院生など様々な業種から多数の皆様にご参加頂けました．

本講習会は毎年ご好評を頂いております歯車関連技術に関する講習会として企画しました．近年，電気自動車(EV)やロボットなどの市場拡大に伴って，歯車や歯車製造技術に関する要求は変わりつつあります．また SDGs への関心や取り組みが一層高まってくる中で，歯車関連技術には加工・製造技術のみならず，製品設計や工程設計，品質管理，診断，延命化などの多岐に渡る技術分野との連携がさらに重要となってきています．今回の講習会では，歯車加工技術のみならず，設計や計測，補修技術にまで視野を拡げ，自動化・効率化をキーワードとして歯車関連技術に関する最新の潮流を読み解く機会として企画しました．

講習会の冒頭では，本講習会の企画と狙いについて第 3 企画委員会委員長の富山県立大学の伊東より説明しました．

1 件目は歯車加工技術研究所の木脇 祐二様より『5 軸加工機と汎用工具での歯車加工』と題し，特殊歯車加工技術ダイレクトギヤミーリング(Direct-Gear-Milling, DGM)を用いた汎用 NC 加工機による歯車加工についてご講演頂きました．DGM を用いてディスクカッターによる歯車成型の実例や歯車加工機の動向や今後の展望について解説頂きました．

2 件目は山形大学の大町 竜哉様より，『操舵装置用ラック&ピニオンの高効率化』と題し，ラック&ピニオンの基礎から効率化に向けた設計指針についてご紹介頂きました．また試作歯車の伝達効率試験の紹介があり，歯車諸元が伝達効率に及ぼす影響について解説頂きました．

3 件目はヤマザキマザック株式会社の山本 雄記様より『歯車部品の加工における更なる工程集約と自動化に向けた取り組み』と題し，複合加工機による歯車加工の自動化についてご講演頂きました．複合機内で旋削から歯切り，バリ取り，計測までを同一の複合加工機内で完結する INTEGREX AGI による加工事例についてご紹介頂き，歯車加工の自動化・効率化の最新事例を解説頂きました．

4 件目は株式会社カシフジの河野 邦俊様より,『EV 化を支える歯車加工技術』と題し，電気自動車(EV)歯車の要求や需要について解説頂きました．また，EV 用歯車に要求される省スペース化・高効率化・静音化に対応する歯車加工技術をご紹介頂き，現在の自動車用歯車の動向についてご講演頂きました．

5 件目は MATE (Metrology and Astronomical Technology Engineering)の三浦 勝弘様より『ポイントオートフォーカス法による歯車と工具の形状及び粗さ測定』と題し，非接触三次元形状測定機による小径歯車の測定についてご紹介頂きました．また，表面性状に関する動向や最新の国際基準や日本産業規格について解説頂き，歯車加工に関係が深い粗さの規格についてご講演頂きました．

6 件目は日立建機株式会社の金澤 智尚様より『浸炭歯車のリマニュファクチャリング技術の開発』と題し，建設機械用歯車のリマニュファクチャリング技術についてご紹介頂きました．ご講演ではレーザ焼き入れによる表面処理によって使用後の部品が機能復元する事例を解説頂き，歯車の再生技術の現状を伺い知ることができました．

講演後には名刺交換の時間を設け，講師と聴講者が意見交換や議論を直接行えるオンサイトならではの光景が再び戻ってきました．

講習会後に実施したアンケート結果からも,「自動化」と「効率化」をキーワードに歯車の設計から加工，計測，再生に至る講演を横断的に企画した本講習会が聴講者にとって非常に有益であったことが確認され，遊泳黄な情報共有が行われたと実感しました．

最後になりますが，オンライン特有のトラブルもありましたが，講師の先生方には多大なる御配慮と御尽力を賜りました．また本講習会の開催にあたり，ご尽力いただいた関係者各位にこの場を借りて，改めまして厚く御礼を申し上げます．

部門講習会・セミナー開催報告

No. 23-125 講習会
『 これでわかる！切削加工、工作機械およびツーリングの基礎 』 開催報告

神戸大学　西田 勇

2024 年 1 月 19 日(金)に、生産加工・工作機械部門として本年度第 3 回目となる講習会 『 これでわかる！切削加工、工作機械およびツーリングの基礎 』 が開催されました。本講習会は対面とオンラインのハイブリッド開催となり、対面は神戸大学にて実施しました。参加申込者数は、対面が 17 名、オンラインが 31 名でした。大学関係者の方々のご聴講とともに、メーカの方々に多数ご参加いただきました。

冒頭では本講習会の企画と狙い、各ご講演の位置付けについて第三企画委員長の富山県立大学の伊東聡先生より、ご説明がありました。本講習会では、切削加工、工作機械およびツーリングの基礎を学ぶことを目的としました。大学関係の方のご講演が 3 件、企業に所属されている方のご講演が 3 件の合計 6 件のご講演がありました。

1 つめのご講演では、神戸大学名誉教授の白瀬敬一様より『切削加工の基礎 その 1　切削メカニズムと切削理論』と題し、金属の加工法の種類と定義について、ご講演いただきました。また、切削加工のモデル化に関して、2 次元切削、傾斜切削、3 次元切削について解説いただき、2 次元切削モデルでの切削力の定義を各ベクトル方向について幾何学的な関係を含めて、ご講演いただきました（図 1)。

2 つめのご講演では、同じく白瀬敬一様より『切削加工の基礎 その 2　工具摩耗と工具寿命方程式』と題し、切削工

具の工具材質について、各材質に含まれる元素の種類、材質に応じた硬さの違い、工具に求められる性質について、ご説明いただきました。また、Taylor の工具寿命方程式における、切削速度と工具寿命の関係式とその意味、導出方法についてご講演いただきました。さらに、難削材と難削性について、代表的な難削材の材質、難削性の判断基準をご説明いただいました。

3 つめのご講演では、広島大学の茨木創一様より『工作機械の静的精度が加工精度に及ぼす影響を評価するためのモデル化理論』と題し、幾何学モデルの用途の一つである空間誤差の補正に関して、ご講演いただきました。工作機械の幾何学モデルについて、ご説明いただき、幾何学モデルを用いて、各軸の誤差運動から計算した空間誤差の例についてご紹介いただきました。また、幾何学モデルの用途の一つである誤差原因診断に関して、ご講演いただきました。この目的は、工具中心点の 3 次元誤差から幾何学モデルを構築することであり、その際に用いられるレーザトラッカ、R-test の測定原理をご講演いただきました。さらに、加工物の形状誤差から、誤差原因を診断する方法についてご講演いただきました（図 2）。

4 つめのご講演では、OSG 株式会社の野田尚太郎様より『切削工具と被削材の基礎および最新の工具開発動向』と題し、切削工具の形態（エンドミル、ドリル、タップ、バイト）について、ご講演いただきました。また、最近広く使われ始めているインデキサブル工具のメリット・デメリットについてご講演いただきました。また、工具素材についてご解説いただき、靭性と硬さがトレードオフの関係にあり、各素材の特性を把握することが重要であることをご講演いただきました。最後に最新の工具開発動向についてご講演いただきました（図 3）。

5 つめのご講演では、大昭和精機株式会社の高見隆文様より『ツーリングの基礎知識および活用』と題し、ツーリングの定義、ツーリングに対する要求について、ご講演いただきました。また、コレットチャック方式、ロールロックチャック方式、油圧チャック方式、焼きばめ方式、ドリルチャック方式において、その構造、仕様の違い、得意とする加工についてご講演いただきました（図 4）。

6 つめのご講演では、株式会社兼松 KGK の井森敏様より『北京精雕による高精度加工等最新技術ご紹介』と題し、機内測定と知能補正技術（IMIM:機内測定と知能補正技術）を用いた高精度加工について、ご説明いただきました。IMIM 技術を用いて、加工原点の自動補正、工具の自動測定、品質管理制御および完成品の品質チェックについてご講演いただきました（図 5）。

本講演会では各講師の先生方から切削加工およびそれを可能とする工作機械、工具、ツーリングについての基礎と理論について、ご講演いただきました。生産加工・工作機械分野の初心者はもちろん、中堅・熟練技術者にとっても学び直しの機会となる非常に有意義な講演会となりました。各講演での質疑では、日ごろの業務で困っている事象に対しての質疑があり、基礎の講習の重要性が再認識されました。

最後になりますが、対面とオンラインでのハイブリッド開催ということで、講師の先生方には多大なる御配慮と御尽力を賜りました。また本講習会の開催にあたり、ご尽力いただいた関係者各位にこの場を借りて、改めまして厚く御礼を申し上げます。

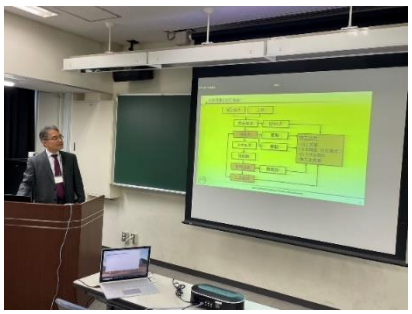


図 1　神戸大学　白瀬敬一様

図 2　広島大学　茨木創一様

図 3　OSG 株式会社　野田尚太郎様

図 4　大昭和精機株式会社　高見隆文様

図 5　株式会社兼松 KGK　井森敏様

部門からのお知らせ

第 15 回生産加工・工作機械部門講演会「生産と加工に関する学術講演会 2024」

（生産加工・工作機械部門 企画）

開催日：2024 年 10 月 4 日(金)，5 日(土)　会場：ホテル華の湯（福島県郡山市熱海町熱海 5 丁目 8-60）

日本機械学会 生産加工・工作機械部門が主催する「生産と加工に関する学術講演会」を福島県の郡山で開催させて頂くことになりました．会場は，郡山の奥座敷と呼ばれる磐梯熱海温泉にあり，磐梯山をはじめとし，猪苗代湖など雄大な自然に囲まれております．また，鶴ヶ城のある会津若松までのアクセスも容易です．今回は温泉コンベンションとして，リラックスした雰囲気の中で，研究者，技術者の活発な交流が行われますことを期待しております．ぜひご参加下さいますようお願いいたします．

磐梯山

達沢不動滝

＜会場＞
ホテル華の湯
福島県郡山市熱海町熱海 5 丁目 8-60
http://www.hotelhananoyu.jp

＜交通アクセス＞
http://www.hotelhananoyu.jp/access.html

募集要項

(1) 発表形式は口頭発表です．
(2) 講演時間 10 分，討論時間 5 分，合計 15 分（予定）
(3) セッションは，「オーガナイズドセッション：OS」と「一般セッション：GS」があります．
(4) 使用機器は原則として PC プロジェクタです．
(5) 研究発表の採否･プログラム構成はオーガナイザおよび部門運営委員にご一任願います．
(6) 優秀な講演論文には「優秀講演論文表彰」を，登壇者が 2025 年 4 月 1 日現在において 26 歳未満の会員による優秀な講演には「若手優秀講演フェロー賞」を贈呈いたしますので，奮ってご応募ください．

講演申込方法

（https://www.jsme.or.jp/mmt/）内にございます第 15 回生産加工・工作機械部門講演会のサイトにアクセス頂き，必要事項をご記入のうえオンラインにてお申込み下さい．
「若手優秀講演フェロー賞」審査のため，登壇者の会員資格を必ず明記し，登壇者が審査対象者の場合は，その旨をご記入下さい．

なお，インターネットを利用できない場合は，本講演会の事務手続きなどを担当致します（株）スクープジャパン（ 電話: 03-5568-7501/FAX: 03-5568-7503/ E-mail:mmtc_15@scoop-japan.com）までご連絡下さい．

- 講演申込締切日：2024 年 6 月 7 日（金）
- 講演原稿締切日：2024 年 7 月 26 日（金）
  *原稿執筆要領は学会 HP でご覧頂けます．また，原稿は部門講演会サイトで電子ファイル（PDF）のアップロードによる提出です．

原稿枚数

(1) 1 頁書式：1 ページ限定，英文アブストラクト無し
*若手優秀講演フェロー賞等の選考対象にならない場合がございます．
(2) 2～5 頁書式：2～5 ページ以内，英文アブストラクト付き
*1 ページ当たり 50 文字×46 行×1 段組で 2300 字とし，2～3 ページを標準としますが，最大 5 ページまで可能です．

いずれか一方の書式を選択し，原稿作成後に PDF ファイルへ変換して下さい（ファイルサイズ：2MB 以内）

参加登録費

部門講演会のサイトにアクセス頂き，必要事項をご記入のうえオンラインにてお申込み下さい.

早期申込締切：2024 年 9 月 14 日（土）

参加登録費

・会員： 11,000 円（～9/14），13,000 円（9/15～）

・会員外：13,000 円（～9/14），16,000 円（9/15～）

・学生員： 6,000 円（学生員）， 8,000 円（会員外学生）

企画案内

〇一般講演

開催日時：10 月 4 日（金） 13：00～18: 00（予定）

10 月 5 日（土） 9：00～18: 00（予定）

セッションとオーガナイザ

OS1：最新工作機械

森本喜隆（金沢工大），松原　厚（京都大），村木俊之（ヤマザキマザック），佐藤隆太（名古屋大）

OS2：最新機械要素技術

吉岡勇人（東京大），廣垣俊樹（同志社大），茨木創一（広島大），柿沼康弘（慶応大）

OS3：工具・ツーリング

加藤秀治（金沢工業大），笹原弘之（東京農工大），岡田将人（福井大），古野真弘（MOLDINO）

OS4：生産システムと CAD・CAM

浅川直紀（金沢大），森重功一（電気通信大），成田浩久（名城大），中本圭一（東京農工大）

OS5：加工計測・評価

佐藤昌彦（鳥取大），高橋　哲（東京大），神谷和秀（富山県立大），金子順一（埼玉大）

OS6：切削加工

坂本重彦（金沢工大），田中隆太郎（広島大），松村　隆（東京電機大），鈴木教和（中央大）

OS7：研削・砥粒加工

大橋一仁（岡山大），山田高三（日本大），吉原信人（岩手大），嶋田慶太（日本大）

OS8：電気加工

岡田　晃（岡山大），谷　貴幸（筑波技術大），早川伸哉（名古屋工業大），石田 徹（徳島大）

OS9：レーザ応用加工

岡本康寛（岡山大），池野順一（埼玉大），比田井洋史（千葉大），山田啓司（広島大）

OS10：研磨技術

佐竹うらら（大阪大），鈴木恵友（九州工業大），鄒　艶華（宇都宮大），山口桂司（京都工芸繊維大学）

OS11：超精密加工

鈴木浩文（中部大），閻　紀旺（慶応大），水谷康弘（大阪大），福田将彦（芝浦機械）

OS12：ナノ加工と表面機能

金子　新（東京都立大学），松坂壮太（千葉大），水谷正義（東北大），高野　登（富山大）

OS13：環境適応形加工

糸魚川文広（名古屋工業大），萩野将広（大同大）

OS14：先端材料・難削材の加工

關谷克彦（広島大），杉田直彦（東京大），酒井克彦（静岡大），高橋　亘（三菱マテリアル）

OS15：付加製造法

楢原弘之（九州工大），舘野寿丈（明治大），古本達明（金沢大），田中智久（東京工大）

GS1：一般セッション

齋藤明徳（日本大），今林　亘（日本大）

〇特別講演

・開催日時：10 月 4 日（金） 13：00～14: 00（予定）

・講師：福島県酒造組合特別顧問
　鈴木 賢二 氏

・講演内容：福島県ハイテクプラザにおける研究成果を基にした技術支援によって，2022 年度まで全国新酒鑑評会における福島県の 9 年連続金賞受賞数日本一を支えてきた講演者に，日本酒の製造工程における科学的なアプローチについて，若手の造り手育成のための活動なども含めて，ご講演頂きます.

〇懇親会

・開催日時：10 月 4 日（金）19:00～21:00（予定）

・場所：ホテル華の湯

技術レポート

「切削加工技術に関する大学との共同研究例の紹介」

株式会社 IHI
技術開発本部 技術基盤センター 生産プロセスグループ
長谷川 雅信

1. 背景

近年の航空機エンジンは高い推進効率を実現しつつ，燃料消費率，排出ガス，騒音レベルの改善を狙い，被削材の難削化や複雑形状化，高精度化が進んでいる．

一方で製品のさらなる高品質化，リードタイム短縮およびコスト削減のニーズも依然として高い中で，当社では，加工シミュレーション技術の開発や耐熱合金の加工技術を開発している．さらに，さまざまな大学と積極的に共同で研究をおこない，切削技術の高度化を進めてきた．そこで本稿では，大学との共同研究事例を紹介する．

2. 同時5軸制御加工精度の向上方法の検討[1)]

NC工作機械で高速な同時5軸制御運動を行った場合における5軸制御工作機械の運動精度悪化の要因として，NC装置における各軸の位置指令生成時の処理や，直進軸と回転軸の動的な同期誤差が挙げられる．本研究では，工具中心点の運動軌跡から軌跡誤差を計算し，軌跡誤差を反転させて補正量に基づいてCL(Cutter Location)データを修正する方法を提案し（図1），同時5軸制御による翼形状の加工運動精度をCLデータの修正によって向上できるかについて，確認した．

その結果，表1に示すように工具中心点軌跡に基づいてCLデータを修正することで，同時5軸制御運動による加工精度を大幅に向上できること，また，CLデータの修正による方法を適用しても，加工時間には影響を及ぼさないことを実験で示した．

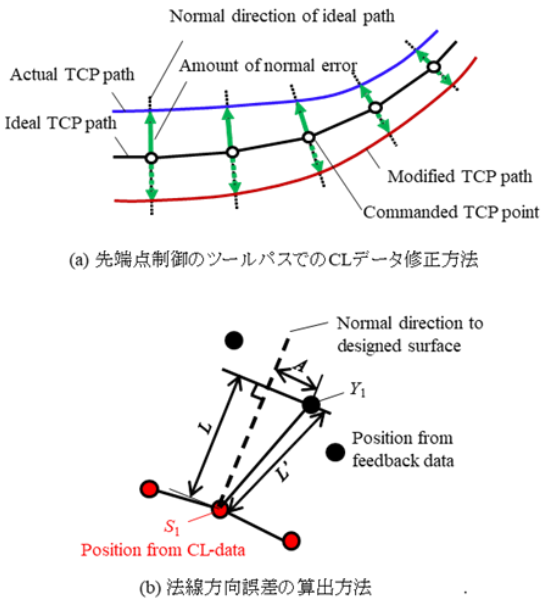


図 1 CL データ修正方法の概要

3. 複雑な溝加工に関する加工技術開発[2)]

狭く深い，かつ，壁面形状が自由曲面となっている深溝形状を有する部品加工では，小径ボールエンドミルによる同時5軸制御加工が用いられる．しかし，溝形状により工具姿勢が大きく変化し，加工中に工作機械の旋回軸と回転軸が大きく不連続に動作して，指令の送り速度に実送り速度が追従できないといった問題が生じる．

そこで，工具と工作物の干渉を回避しつつ多軸加工で加工が可能なツールパスを生成する手法を開発した(図2)．本研究では工具とワークの干渉回避法について，4軸加工を対象とした溝加工の工具干渉回避手法を検討しており，実送り速度を指令の送り速度に近づけるため，工具軸ベクトルの変化が連続的になるような工具姿勢の計画方法を実現している．実験の結果から，加工中の実送り速度を指令の送り速度ほとんど同じ速度で加工できるようになることを確認した(図3)．

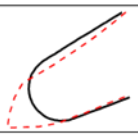
4. 結言

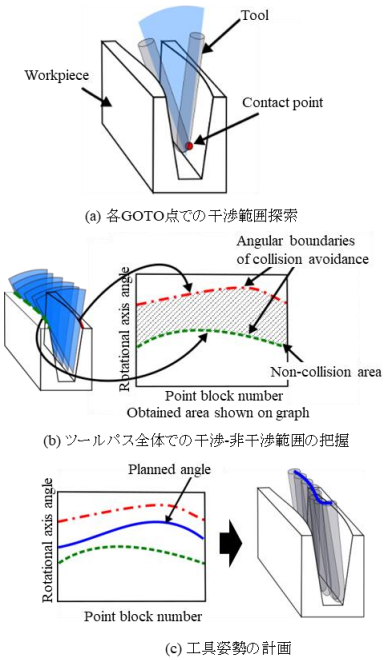
本稿では大学との共同研究を通じて開発した事例を紹介した．今後も大学との連携を通じて切削加工技術の高度化に寄与していければ幸いである．

参考文献

1) 森下 喜一，佐藤 隆太 他， 日本機械学会 2018 年度年次大会 講演論文集, S1310002
2) K.Ichikawa, T. Nakamura, J. Kaneko,etc. , LEMP2020, 8563

表 1 加工精度と加工時間の比較

	Accuracy	Machining time
AI contour control mode:OFF CL-data modification: OFF		4.6 s
AI contour control mode:ON CL-data modification: OFF		5.8 s
AI contour control mode:OFF CL-data modification: ON		4.6 s

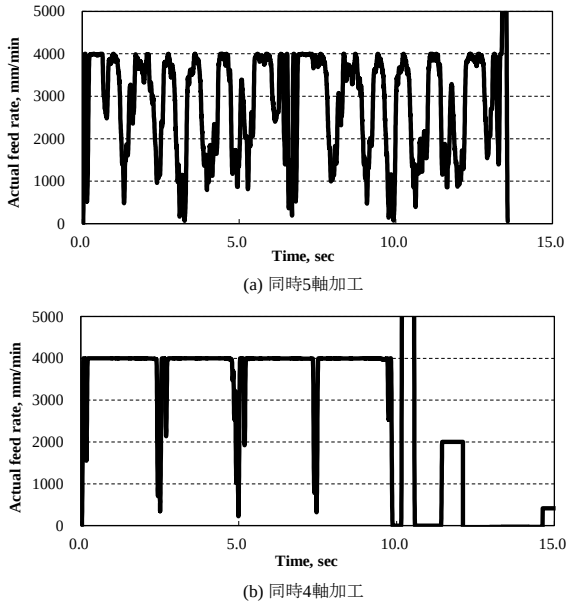


(a) 各GOTO点での干渉範囲探索

(b) ツールパス全体での干渉-非干渉範囲の把握

(c) 工具姿勢の計画

図 2 溝加工の工具干渉回避手法



(a) 同時5軸加工

(b) 同時4軸加工

図 3 実送り速度と加工時間

編集後記

生産加工・工作機械部門ニュースレターNo. 65 をお届けします．執筆者の皆様には，大変お忙しい中，記事を執筆いただき，誠にありがとうございました．今回の技術レポートでは，株式会社 IHI　長谷川様に，「切削加工技術に関する大学との共同研究例の紹介」との題目で，同社の大学との共同研究を通じた研究開発事例について，ご執筆いただきました．

生産加工・工作機械部門では，コロナ禍での経験を活かし，対面イベントとオンラインイベントの双方のメリットを取り入れた，ハイブリッド形式のイベントも活発に開催されるようになっております．これらの活動を通じ，多くの方々の交流が進むことを願っております．

広報・出版委員会 委員長：成田浩久（名城大学），幹事：杉原達哉（大阪大学），委員：古本達明（金沢大学）

Manufacturing & Machine Tool

No.65 春季号 2024 年 2 月 29 日発行

編　　集　生産加工・工作機械部門，広報・出版委員会

発 行 者　一般社団法人 日本機械学会 生産加工・工作機械部門

行事カレンダー

期　日	主　催	名　称	場　所
2024 年 10 月 4 日~5 日	日本機械学会 生産加工･工作機械部門	第 15 回生産加工･工作機械部門講演会「生産と加工に関する学術講演会 2024」	ホテル華の湯

＊日本機械学会　生産加工・工作機械部門が主催する講習会等の詳しい情報は，開催日の約 1 ヵ月前を目途に，部門のホームページ（http://www.jsme.or.jp/mmt）に掲載します．そちらもご参照ください．

技術（ぎじゅつ）と叡智（えいち）。

169年、受け継がれてきたもの。
磨き続けてきたもの。
私たちの中心にあるもの。

アイ エイチ アイ
IHI

問題解決型の
総合重工業グループ

株式会社IHI　〒135-8710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号　www.ihi.co.jp