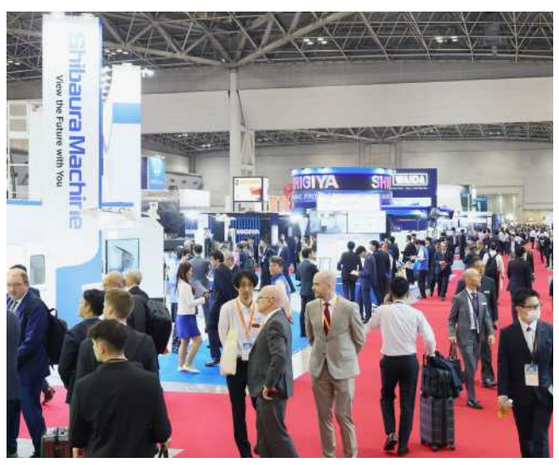
日刊工業新聞
THE NIKKAN KOGYO SHIMBUN
第2部
10月23日金曜日
2026年（令和8年）

果てなき高度へ　羽ばたく技術

JIMTOF2026











出展規模が過去最大規模となったＪＩＭＴＯＦ2024では、自動化やＡＩ（人工知能）、デジタル変革（ＤＸ）、脱炭素化など今後の製造業において成長の源泉となる先端技術が展示された。学生向けのコンテンツも充実。ＪＩＭＴＯＦ2026でも豊富な併催事業が用意されている

10月26日から31日までの６日間、東京・有明の東京ビッグサイトで「第33回日本国際工作機械見本市（ＪＩＭＴＯＦ2026）」が開かれる。「果てなき高度へ　羽ばたく技術」のテーマのもと、世界22カ国・地域から歴代２位となる1134社、4422小間が出展する。

周辺機器・関連機器を含む工作機械のすべてが一堂に会する。原材料の高騰や、人材不足、サプライチェーン（供給網）の混乱といった製造業の課題に対し、ＡＩ（人工知能）ロボティクスやデジタル技術などを取り入れたソリューションを提案。ＡＩによる加工支援や設備保全、デジタルツインを活用した生産最適化、自動化・自律化を目指したロボットシステムの導入など、モノづくりの高度化に向けた展示が見どころとなる。

モノづくりの次世代を担う学生を中心とした若年層に向けて充実したプログラムを実施するほか、製造業のイメージアップ、認知度向上を図るＹｏｕＴｕｂｅチャンネル「ＪＩＭＴＯＦ　ＩＮＳＩＧＨＴＳ（ジムトフ・インサイツ）」を開設している。

開場は９―17時（最終日は16時まで）。入場料は当日3000円、前売り1000円、学生無料で、いずれも完全登録制となっている。東４―６ホールは改修工事中。

OKUMA
OPEN POSSIBILITIES

公式ガイドマップ発行／オンラインサイトも公開中

JIMTOF2026 Guide & Map

ＪＩＭＴＯＦの見どころ、併催イベントなどを会場マップとともに紹介する。10月26日（ビジネス向け）と30日（学生向け）の２回発行。今回から新たに、ＪＩＭＴＯＦへの理解を深めることができるコンテンツと最新情報を発信するオンラインサイトも公開している。オンラインサイトの会場マップでは、気になるブースにピンを立てて自分だけのオリジナルマップが作れる。

発行：日本工作機械工業会、東京ビッグサイト
編集・制作：日刊工業新聞社



Contents

第２面　ＪＩＭＴＯＦ主催者インタビュー
第３面　経済産業省メッセージ、会場の見どころ
第４、５面　ＪＩＭＴＯＦ協賛団体からのメッセージ
第６、７面　工作機械産業の市場動向
第８面　工作機械関連業界のキーパーソンに聞く
第10、11面　工作機械とロボットの連携
第12―17面　マシニングセンター
第18面　製造ＡＸ拠点
第19―23面　切削加工・工具
第24、25面　旋削加工
第26―29面　研削・研磨加工
第30、31面　精密位置決め
第32面　ＣＡＤ・ＣＡＭ
第33面　ＡＭと機械加工
第34面　放電加工
日本機械学会創立130周年へ
第35面　レーザー加工

JIMTOF2026 東3ホール E3028

お客様の生産性向上を実現する3つのソリューション

1. 工程集約
工程集約による1チャッキング加工での段取り時間を削減
長時間安定加工により生産性向上

2. 自動化
数時間運転から長時間の連続稼働まで、
多品種少量生産を効率的に実現できる自動化を提案

3. AI・知能化
機械の加工能力や性能を最大限に引き出し、
安定稼働と継続的な生産性向上

NEW 5軸制御立形マシニングセンタ
導入しやすい
多品種少量生産の自動化
COMING SOON 初公開

NEW 5軸制御横形マシニングセンタ
高精度小物部品加工を
最小スペースで実現
生産性を最大化する
高速ローダAWCを搭載
COMING SOON 初公開

NEW 複合加工機 MULTUS U2000
抜群の精度安定性により
複雑形状部品の工程集約を実現

NEW 立形マシニングセンタ MB-100V
優れた切粉処理性能による
長時間安定稼働

ともに羽ばたく、
未来へのステージ

OPEN POSSIBILITIES
オークマ株式会社 www.okuma.co.jp
OKUMA

モノづくり産業 〝果てなき高度へ〟

「第33回日本国際工作機械見本市（ＪＩＭＴＯＦ2026）」が26日に東京ビッグサイト（東京都江東区）で開幕する。大規模改修工事で東展示棟の約半分が使えない中でも、歴代２位の1134社が出展。自動化・工程集約などにより、顧客の人手不足といった課題解決に貢献する製品・技術・サービスが披露される。主催者の日本工作機械工業会（日工会）が2026年の受注総額を過去最高の２兆円と見通す活況下での開催に当たり、日工会の坂元繁友会長（芝浦機械社長）と、東京ビッグサイトの岩瀬和春常務に見どころを聞いた。

日本工作機械工業会会長　坂元 繁友氏

AI・DC向け精密加工伸長



―9月の受注実績（速報値）が単月過去最高の２２３２億円になるなど受注は好調です。

「ＡＩ（人工知能）データセンター（ＤＣ）向けは光ファイバーのコネクターなど精密加工がかなり伸びています。自国でデータを持ちたいという理由から、ＤＣ向けはいろいろな国で引き合いが来ています。国内の自動車向けが持ち直し中ですが、ほぼ全業種がいい状態です」

―各社の展示内容の注目点は。

「ＪＩＭＴＯＦのいいところは技術展示主体であること。今回は（東京ビッグサイトの大規模改修工事に伴い）全体的にブースを小さくしており、コンパクトな機械を出しつつ技術を提案する場になると思います。先進国は人口減少傾向で、特に日本は熟練工が高齢化しています。加工条件をＡＩで決めることが今後進むでしょう。旋削と切削の複合加工機は高度化していますので、理想の生産現場を提案する展示が多いのではないでしょうか」

学生とのつながり 非常に重要

―日工会としてブースツアーなど学生向け企画を実施します。

「学生に興味を持ってもらうのは非常に重要です。ブースでは工作機械が世界でどう使われて役に立っているか実感できます。学生をたくさん呼び、ブースを見て技術や技能に興味を持ってもらいたいと思います」

―ヒューマノイド（ヒト型）ロボットと工作機械、きさげをそれぞれテーマとする企画展示を行う狙いは。

「ヒューマノイドロボットが工作機械によってどのように作られるか、というところから入れば面白いのではないかと思います。きさげは渋いですが、工作機械がバリバリ削る際に精度を出すためには人が関わっていないとうまくいきません。学生が興味を持つ導入部になればいいと思います。何から何まで教えられるわけではありませんが、（工作機械が）産業界を支えているというやりがいを知ってもらいたいです」

―全体的に来場者に見てほしいことや伝えたいことは。

「最先端の工作機械がどういうもので、どう役に立つのかを見てほしいです。各社はいろいろ工夫しており、違いも面白いと思います。業界が活況なので、各社は航空宇宙、ＤＣなど強い分野をアピールするでしょう。加工サンプルもかなり違ってきます。周辺機器も多数出展するので、周辺機器とデジタル・ＩｏＴ（モノのインターネット）でつながって生産性向上や省エネルギーを図るなど工場全体として最適化することを相談してもらいたいです。日本メーカーはサービスを含むシステムエンジニアリングが他国より進んでいます」

東京ビッグサイト 代表取締役常務取締役

岩瀬 和春氏

独の積層造形展示とコラボ



―ＪＩＭＴＯＦ2026の手応えは。

「今年は東京ビッグサイトの開業から30年という節目のタイミング。会期中は東展示棟の４・５・６ホールの大規模改修工事と重なり、総展示面積の約2割を使用できない制約があるものの、出展者数については影響を最小限に抑えられるように努めてきました。来場者数は約13万人を見込んでおり、前回展と同等の目標を掲げています」

―今回の見どころや注目点を教えてください。

「ＪＩＭＴＯＦの歴史は60年を超え、２年に1回、秋口に開催することが認知されています。開催時期を見据えて、多くの出展者が時間をかけて取り組んで開発した製品や技術、最新の情報を発信する絶好の機会であり、たくさんの方々に期待感を持って来場してもらいたいと考えています。主催者としても、幅広い来場者にお楽しみいただける企画を用意しました」

「技術的なことに関しては、ドイツで開催されている世界最大級の積層造形分野の専門展示会『Ｆｏｒｍ ｎｅｘｔ』とのコラボレーションを今回、初めて開催します。また専門的な展示内容だけではなく、経営戦略やチームビルディングに関する講演など多彩な企画を開催予定です」

―会場の内外で、さまざまな併設プログラムを用意しています。

「若手人材の確保が業界全体の課題であることを踏まえ、大学生だけでなく、中高生が機械に関心を持つきっかけとなるようなプログラムを用意しました。また機械技術に対する興味の喚起や、製造業界を将来の就職先として意識してもらうことを狙いに、ＹｏｕＴｕｂｅチャンネルを活用した取り組みにも力を入れています」

―運営面で留意していることは何ですか。

「改修工事に伴う動線の制約がある中でも、人の流れが滞らないよう工夫しています。オンラインでも見てもらえるオフィシャルメディアの発行やデジタルサイネージによる会場情報の発信などで、来場者の利便性向上を図りました。また、西屋上展示場で開催する『ワールドライスフェア』をはじめとした多彩なグルメを楽しめる飲食サービスを充実させるなど、ＪＩＭＴＯＦへの来場そのものを楽しんでもらえる環境づくりにも注力しています」

―イベント施設としての今後の目標は。

「展示会の存在意義は、オンラインで代替できない五感で感じ取れるリアルな体験にあります。東京駅や羽田空港への将来的なアクセス改善を見据え、国際的な展示場としての競争力強化やサービス向上に取り組み、出展者と来場者の双方にとって価値ある場であり続けたいですね」

幅広い来場者 楽しませる企画



JIMTOF2026 見どころ

幅広い領域でAI活用が進展

10月26―31日の6日間、東京・有明の東京ビッグサイトで工作機械の祭典「第33回日本国際工作機械見本市（JIMTOF2026）」が開催される。主催は日本工作機械工業会（日工会）と東京ビッグサイト。工作機械関連の12団体が協賛する。今回は「果てなき高度へ　羽ばたく技術」をテーマに、1134社・4422小間が出展。海外からは中国、韓国、台湾、ドイツ、米国など21の国と地域が参加する。講演会・セミナーなど、併催事業も充実し、モノづくり産業の基盤を支える工作機械の最新動向と今後の方向性を探る絶好の機会となる。

製造現場の高度化に向けた提案に注目


JIMTOF2024には約12万9000人が訪れた

日本の工作機械産業の2025年受注実績は内需2728億円（前年同期比122・8%）、外需7822億円（同140・9%）、外需1兆1634億円（同111・5%）、受注総額1兆6043億円（同108・0%）だった。今年上半期（1―6月）の受注実績は内需4408億円（24年比99・8%）、外需1兆1634億円（同111・5%）、受注総額1兆6043億円（同108・0%）だった。今年上半期（1―6月）の受注実績は内需4408億円（24年比99・8%）、外需7822億円（同140・9%）、受注総額1兆551億円（135・7%）を記録。日工会では今年の年間受注総額について、過去最高だった18年の1兆8157億円を上回る2兆円に達すると見ている。

これまでにない好調な受注環境の中で開かれる今回のJIMTOFの出展は1134社・4422小間。過去最大規模での開催となった24年の前回（1262社・5743小間）から見ると縮小しているが、これは現在、東京ビッグサイトで施設の大規模改修工事が進められており、東4―6ホールが休館していることによる。

今回の展示は東展示棟の東1―3ホール、東新展示棟の東7・8ホール、西展示棟の西1―4ホールと1階アトリウム、南展示棟の南1―4ホールと、現在利用可能な全館を使用して盛大に開かれる。来場者数は前回を上回る13万人以上を目標にざまな提案の紹介が期待される。

会場別の主な出展物は東1―3ホールが工作機械、鍛圧機械。東7・8ホールが工作機械、精密測定・光学測定機器、試験機器。西1・2ホールが機械工具、工作機器。西3・4ホールが工作機器、機械工具、油空圧機器、研削砥石（といし）、ダイヤモンド工具。南1・2ホールが工作機械、制御装置・ソフトウエア。南3・4ホールが工作機器、制御装置・ソフトウエア、精密測定機器、出版。

近年のモノづくり現場のニーズを受けた出展動向をまとめると、まず、モノづくりへのAI（人工知能）活用の本格化が挙げられる。生成AIの登場を契機に、設計・生産技術・保全・品質管理など幅広い領域でAI活用が急速に進展している。工作機械や周辺設備から収集されるデータを活用し、人の判断を支援するだけでなく、工程間や設備同士が連携しながら生産を最適化する取り組みが広がりつつある。AIが技能伝承や生産性向上を支える重要な技術として位置付けられ、AIを活用した加工支援や生産管理ソリューションなど、製造現場の高度化に向けたさまざまな提案の紹介が期待される。

デジタルツインによる生産最適化とGX（グリーン・トランスフォーメーション）対応も大きなトレンドだ。製造業では、現場の設備や生産ラインを仮想空間上で再現するデジタルツインの活用が大いに注目されている。機械単体のシミュレーションにとどまらず、工場全体の生産状況やエネルギー消費状況をリアルタイムで可視化し、生産条件や設備稼働を最適化する取り組みへと発展している。生産性と環境負荷低減の両立を図るGXの取り組みも加速しており、デジタル技術を活用した生産最適化や省エネルギー提案は大きな見どころとなっている。

ロボットによる自動化から「自律化」への進化も重要なテーマ。労働力不足への対応や安定生産の実現に向けて、自動化・省人化ニーズは引き続き高い。協働ロボットや自律搬送ロボット（AMR）の導入が拡大し、中小規模の生産現場においても柔軟な自動化システムの構築が可能となっている。さらに、AIや画像認識技術の進歩により、ロボットによる部品認識、位置補正、品質確認などの高度な作業も可能になってきた。工作機械とロボット、周辺システムを一体化した生産セルの提案や、AIを活用した高度な自動化ソリューションへの期待が高まっている。

アディティブ・マニュファクチャリング（積層造形、AM）の量産適用も拡大している。AMは試作や特殊部品製造の領域から、航空宇宙、エネルギー、医療、金型分野などにおける実製品製造へと活用範囲を広げている。特に金属AM技術については、高付加価値部品の軽量化や部品点数削減、複雑形状の一体造形などのメリットを生かし、量産適用事例が着実に増加している。設計支援ソフトウエア、品質保証技術、後加工設備を含めた総合的なソリューションとしての提案に注目だ。AMに関してはドイツで開催される世界最大級のAM専門展示会「フォームネクスト」と連携し、専門セミナーなどで構成する「フォームネクストステージ」を南4ホールで実施する。

豊富な併催事業

JIMTOFでは各社の展示はもちろん、ビジネス戦略に関する講演など毎回豊富な併催事業が実施される。今回もたくさんの講演会・セミナー、IMEC2026（第21回国際工作機械技術者会議）、出展者セミナー、学生支援プログラムなどが予定されている。開催初日（26日）には基調講演として、「変化する世界自動車産業の構図―日本OEMと関連産業へのインプリケーション」と題し、中西自動車産業リサーチ代表アナリストの中西孝樹氏が講演する。そのほか、最先端技術や、ビジネス戦略に関する講演などを予定している。

南4ホールINSIGHTステージでは、「フォームネクストステージ」や、JAXAなどの航空宇宙分野で活躍する技術者によるセッション、人気ユーチューバーのヨビノリたくみ氏による講演など、多彩なセミナーが用意されている。

最新の研究開発成果が解説されるIMEC2026オーラルセッションは28、29の両日、会議棟レセプションホールで開催。参加有料、定員250人で事前予約制。

メッセージ

経済産業省 製造産業局長　三浦 章豪氏



ハイテク分野で一層重要に

このたびは「第33回日本国際工作機械見本市（JIMTOF2026）」の開催を心からお祝い申し上げます。

1962年の初開催以来、JIMTOFはわが国の優れたものづくり技術を国内外に発信し、新たなビジネスや技術交流を生み出す場として発展してきました。工作機械の世界三大見本市の一つに数えられる本見本市には、今回、世界22カ国・地域から1134社が出展されると伺っています。開催に向けてご尽力された関係者の皆さまに、改めて敬意を表します。

わが国の工作機械産業は高精度・高能率な加工技術を通じて、幅広い産業の競争力を支えてきました。あらゆる機械や部品を生み出す「マザーマシン」である工作機械は、半導体・データセンター、航空宇宙など先端・成長分野を支える不可欠な産業基盤です。近年では、AI（人工知能）の普及・高度化を背景に、これらのハイテク分野における工作機械の重要性が一層高まっています。

一方で、わが国製造業は、人手不足や技能継承、原材料・エネルギー価格の高騰など、多くの課題に直面しています。こうした課題に対応に当たってはエネルギー性能に優れた設備への更新や複数工程の集約を通じて、生産性向上とエネルギー消費の削減を両立する生産基盤を構築していくことが重要です。

JIMTOF2026では、AI・ロボティクスやデジタル技術などを活用し、製造プロセス全体の最適化に寄与する多様な製品・技術が披露されると伺っています。近年、AIとロボットの融合による新たなものづくりの可能性を示す大変意義深い企画であり、来場される皆さまにとってもボットの社会実装に向けた取り組みが進展しています。

本見本市では、こうしたロボットの普及を支える工作機械技術や、熟練技能である「きさげ」とロボットの協業を取り上げた企画展示も予定されています。工作機械がロボティクスの進化を支える基盤技術であることを示すとともに、人の技能と先端技術の融合による新たなものづくりの可能性を示す大変意義深い企画であり、来場される皆さまにとりましても、示唆に富むものとなることを期待しております。

また、加工体験や学生向け企業ブースツアー、業界研究セミナーなど、若い世代に工作機械産業の魅力を伝える取り組みも充実しています。本見本市が次代のものづくりを担う人材の確保・育成につながる場となることを願っております。

経済産業省としても、引き続き、現場の声を丁寧に伺いながら、予算や税制をはじめとする各種支援策を通じて、AI・ロボットの活用、GX（グリーン・トランスフォーメーション）、人材育成、サプライチェーンの強靱（きょうじん）化などを後押しし、工作機械産業とわが国製造業の競争力強化に取り組んでまいります。

今回のキャッチコピー「果てなき高度へ　羽ばたく技術」のとおり、JIMTOF2026が、わが国の優れた技術を世界に発信するとともに、新たな出会いと連携を生み出し、ものづくりの未来を切り拓（ひら）く実り多き場となることを心より期待しております。結びに、本見本市の成功と、工作機械業界のさらなるご発展を祈念いたします。



私たちも参加します ＪＩＭＴＯＦ2026

国・世代を超え交流促進



日本工作機械輸入協会
会　長
金子　一彦

ＪＩＭＴＯＦ2026の開催を、日本工作機械輸入協会を代表し、心よりお祝い申し上げます。

当協会は1955年の設立以来、70年以上にわたり世界の先端技術と日本の製造業を結ぶ架け橋として、モノづくりの発展に貢献してきました。現在、当協会には輸入商社や海外メーカーの日本法人など68社が加盟しています。世界22カ国・地域から1134社が集う今回のＪＩＭＴＯＦには、当協会会員48社が380小間を出展します。

自動化・省人化、高精度・高効率加工、デジタル化、先端加工、環境対応など、世界の技術が日本の製造現場に新たな可能性をもたらします。当協会は製品紹介にとどまらず、「ＭＥＸ金沢2026」への初の共同出展や「テクニカルショウヨコハマ」への継続出展を通じ、会員の販路開拓を支援。欧州・台湾など海外工業会との交流、セミナーや工場見学会にも力を注いでいます。

ＪＩＭＴＯＦでは27日に「スイスデー」、29日に「輸入協会デー」を開催し、国境や世代を超えた交流を促進します。世界の技術を、日本の競争力に。ぜひ各社のブースで、その可能性を実感してください。

成長産業の投資、チャンス



日本鍛圧機械工業会
代表理事会長
磯部　任

ＪＩＭＴＯＦ2026の開催に際しまして、心よりお祝いを申し上げます。6月5日の日本工作機械工業会総会後懇親会で坂元繁友会長から、工作機械の26年受注額見通しを2兆円に上方修正するとの発表があり、その後の月次受注額も好調に推移していることから、今回のＪＩＭＴＯＦは出展者の皆さまをはじめ関係各位の期待も大いに膨らんでいるものと推察いたします。

中東情勢をはじめとする地政学リスクなどのマイナス要因はあるものの、目をみはるＡＩの伸展に伴うデータセンター建設やロボット、航空・宇宙分野などの成長産業に向けた活発な投資は、工作機械・鍛圧機械など加工きなチャンスであると確信しております。

今回、日本鍛圧機械工業会からは16社の会員企業が出展いたします。各社とも時代の情勢に沿った新技術や製品を出展することと思います。ご来場の際にはぜひお立ち寄りいただきますようお願い申し上げます。

また、当工業会は27年に鍛圧機械専門展示会のＭＦ－ＴＯＫＹＯを開催いたしますので、ご出展並びにご来場をお待ちしております。本年のＪＩＭＴＯＦが工作機械関係者の皆さまにとって実り多い展示会になりますことを祈念いたします。

高精度加工育て次世代に



日本精密機械工業会
会　長
北井　正之

ＪＩＭＴＯＦ2026の開催を心よりお祝い申し上げます。今回のＪＩＭＴＯＦには、日本精密機械工業会から28社が出展いたします。当工業会は時代の変化に柔軟に対応し、「超精密へのあくなき挑戦」を続けるとともに、会員相互の親睦を大切にし、企業の垣根を越えた技術交流にも力を入れております。

日本の工作機械は世界でもトップクラスの技術力を誇る、日本の大切な財産です。当工業会では「ＪＡＰＡＮ　ＭＡＤＥ」認証制度を設け、国内で製造された機械に銘板を掲げ、日本のモノづくりへの誇りと、安心して長く使ってもらえる機械を届けています。

近年、世界ではドローンやロボットなど、新しい技術がさまざまな分野で活用されるようになり、それらを支える高精度な部品加工技術の重要性も、ますます高まっています。だからこそ、日本が長年培ってきた高精度加工と工作機械の技術を、国内で大切に育み、次の世代へ引き継いでいくことが重要だと考えております。

ＪＩＭＴＯＦ2026を通じて、会員各社の技術力と「超精密への挑戦」をぜひ感じていただければ幸いです。また、東3ガレリア付近では「モノづくりコンテスト」の優秀作品も展示しておりますので、ぜひお立ち寄りください。

調達難でリサイクル強化



日本機械工具工業会
会　長
佐橋　稔之

ＪＩＭＴＯＦ2026の開催に際しまして、日本機械工具工業会を代表し、心よりお祝い申し上げます。

当工業会は工具の2団体が統合し設立され、昨年に10周年を迎えることができました。今後も先進の機械工具の提供を通じ、日本のモノづくりの発展に貢献してまいります。

さて、今年は日本の工作機械受注も大きく伸長し、機械工具の国内生産や販売も順調です。一方で、昨年からタングステン原料の調達難、価格高騰という大きな波にさらされています。価格の指標となるＡＰＴは、前回ＪＩＭＴＯＦ開催の24年に比べ、10倍近い水準となっており、製品価格にも大きく影響しています。

こうしたなか、当工業会はお客さまとのリサイクルの取り組みを強化するため、「超硬工具スクラップのリサイクル促進に向けた選別・保管・処分に関するガイドライン」を改訂し、6月に発表いたしました。

ＪＩＭＴＯＦには当工業会会員67社が出展します。長寿命、高能率といった顧客ニーズを実現するための新製品に加え、タングステン原料の効率的な使用に向けた省タングステン工具などの製品を展示しております。皆さまの当工業会会員ブースへのご来場を心よりお待ち申し上げております。

変化を真摯に受けとめ進化



日本工作機器工業会
会　長
北川　祐治

ＪＩＭＴＯＦ2026の開催に際し、日本工作機器工業会を代表して、心よりお祝い申し上げます。

日本経済をけん引してきた製造業は今、大きな変化の中にあります。ＡＩの驚異的な進展、環境問題の深刻化、先進国の人口減少など、これまでとは異なる変化に直面していることは、まぎれもない事実であります。しかし、製造業が社会にとって必要不可欠な存在であることは、時代がどれほど変わろうとも変わるものではありません。むしろ、こうした変化を真摯（しんし）に受けとめ、それに呼応しながら、製造業をさらに進化させていくことこそ、我々に求められていることではないでしょうか。

その進化のきっかけは、必ずしも大きな変革から生まれるとは限りません。日々の生産現場にある身近な課題や、お客さまのふとした言葉など、まさに「お客さまのささやき」の中に、新たな技術や商品につながるヒントが潜んでいるのだと思います。

ぜひ工作機器メーカーのブースにお立ち寄りいただき、皆さまが感じていること、求めていることをお聞かせください。一人ひとりの声が、これからのモノづくりをさらに進化させることにつながるものと確信しております。皆さまのご来場を、心よりお待ちしております。

生産性向上など役割拡大



日本精密測定機器工業会
会　長
吉田　均

ＪＩＭＴＯＦ2026の開催、誠におめでとうございます。日本精密測定機器工業会を代表し、心よりお祝い申し上げます。当工業会は前回同様、東7ホールで会員28社による142小間の展示を予定しております。

モノづくりをけん引する自動車産業では、内燃機関向けの生産設備投資が徐々に回復しています。一時、大きくＥＶ化へシフトした投資計画が見直され、ハイブリッド車を含む内燃機関関連への投資が再開されています。また、昨年後半からは、半導体業界向けの製造装置やデータセンター関連の需要も非常に好調で、その動きがモノづくり業界全体へと広がっています。

測定業界では引き続き「生産現場での測定」と「自動化」への要求が高まっています。測定においても単に「測る」だけではなく、生産工程に組み込まれた測定や、測定結果を生産設備と連携させる仕組みなど、より高度かつ効率的な対応が求められています。測定技術は品質を保証するための手段にとどまらず、生産性の向上や製造工程の最適化を支える重要な技術へと役割を広げています。

ものづくりの未来は、これまでの常識の外側にある。
加工の精度を磨くだけでなく、工程をつなぎ、価値をつなぎ、新たな可能性を創り出す。
それを実現するのがシチズンマシナリーの独創技術、
LFV、ATC、レーザー、摩擦接合、そしてFAフレンドリーだ。
お客さまの理想を確かな生産力へと昇華し、さらなる高付加価値の世界へ導いていく。

理想を現実に、新たな加工領域へ。
Vision to Breakthrough – Beyond Machining

CITIZEN



南ホールで、その可能性を。

JIMTOF2026
小間番号：S2002



研削砥石工業会
会　長
山内　憲司

持てる技術の粋を結集

ＪＩＭＴＯＦ２０２６の開催に際し、研削砥石工業会を代表し、心よりお祝い申し上げます。

当工業会は１９５０年に発足し、工作機械をはじめ鉄鋼、造船、自動車、電機などの製造業に対して「切る・削る・磨く」という欠くことのできない加工技術を支えています。１９６２年の第１回からＪＩＭＴＯＦに出展・協賛しております。日本のモノづくりはさまざまな課題に直面してきましたが、乗り越える中で培った環境・エネルギー問題へのノウハウは、グローバルな製造産業においても強い競争力と確固たる存在感を発揮しています。

今回、当工業会の会員企業は持てる技術の粋を結集し、最新のソリューションを網羅して出展いたします。工作機械産業の発展を担う最先端のモノづくり技術を体感していただくため、各社が鋭意研究開発した高能率・高精度・高品質・長寿命などの付加価値が魅力の製品ラインアップを紹介します。また難削材・微細・精密加工に対応する新技術、進展する自動化・見える化・カーボンニュートラルをはじめとした持続可能性への対応など、さまざまな課題を抱えるユーザーへあらゆるソリューションを提供いたします。各社ブースでは製品の実演も行いますので、ぜひお立ち寄りください。



ダイヤモンド工業協会
会　長
片岡　和喜

高度な加工精度に応える

ＪＩＭＴＯＦ２０２６の開催にあたり、ダイヤモンド工業協会を代表して心よりお祝いを申し上げるとともに、本展が国内外の産業機械・工作機械とその周辺機器の発展に寄与することを祈念いたします。

当協会は１９４８年に設立し、材料および用途の変遷を経つつ、あらゆる産業分野での高硬度素材や難削材の「切る・削る・磨く」を支えて、２０２８年には設立80周年を迎えます。ダイヤモンド・立方晶窒化ホウ素（ｃＢＮ）工具は、地球上で最も硬い鉱物であるダイヤモンドとそれに次ぐ硬度を持つｃＢＮを刃先などに用いた工具で、建築・土木分野における切断・穿孔（せんこう）などの加工から、精密機器・電子部材・半導体・自動車・航空機・医療などの先端産業分野における超精密加工まで、あらゆる産業分野での加工を支えています。我々は被削材の多様化やより高度な加工精度のニーズに応えるべく、砥粒（とりゅう）、結合材含めて日々研究開発に努めております。

ＪＩＭＴＯＦでは会員企業10社が最新技術に基づき、さまざまな用途に対応した高性能なダイヤモンド・ｃＢＮ砥粒および工具を多数展示します。今回のテーマである「果てなき高度へ　羽ばたく技術」を体感していただくため、ご来場を心よりお待ちしております。



日本光学測定機工業会
会　長
濱谷　正人

現場の変革支える基盤に

ＪＩＭＴＯＦ２０２６の開幕に際し、日本光学測定機工業会を代表し、心よりお喜び申し上げます。今回も会員各社が最新の測定・検査ソリューションを出展いたしますので、ぜひご覧いただければ幸いです。

現在、生成ＡＩの急速な普及は、データセンター向け半導体・電子部品市場をかつてない規模でけん引し、関連産業全体に大きな活況をもたらしています。また、ＡＩの稼働を支える膨大な電力需要の高まりは、発電設備などエネルギーインフラ向け加工金属製品市場の拡大にもつながっており、複雑化が進む金属部品の検査・計測ニーズを一層高めています。半導体分野における微細化・高密度化と、エネルギー関連分野における金属部品の複雑形状化という両面から、光学式測定機にはより高い精度と速度が求められています。

一方、製造現場では人手不足を背景に、ＡＩによる外観検査や自律搬送ロボットの活用、デジタルツインによる工程最適化など、生産プロセス全体の自動化・効率化が加速しています。光学式測定機は、こうした現場の変革を支える基盤技術として、その役割を一層広げています。当工業会はこうした時代の変化に対応すべく、会員企業とともに新たな技術開発に挑み続けてまいります。

協賛団体からのメッセージ



日本フルードパワー工業会
会　長
安西　弘道

精密制御・省エネなど貢献

日本フルードパワー工業会を代表し、ＪＩＭＴＯＦ２０２６の開催を心よりお祝い申し上げます。世界のモノづくりが注目する本展示会に参画できますことは大きな喜びであり、開催に向けご尽力された関係各位に深く敬意を表します。

当工業会は、油圧・空気圧・水圧機器および関連機器の製造・販売に携わる企業、ならびに本産業の発展に賛同する企業、計１２０社で構成され、標準化、人材育成、研究開発支援などを通じて業界の健全な振興と技術力向上に努めております。

近年、製造業ではデジタル化・自動化需要が拡大し、半導体製造装置市場の成長も顕著になっています。こうした動きに対応すべく、当工業会では精密制御技術の高度化、省エネルギー化、環境負荷低減などを実現できる、付加価値の高い製品開発を積極的に推進しております。

今回は当工業会から13社が出展し、生産性向上や品質安定化、環境負荷低減など持続可能な生産活動の実現に貢献する技術・製品を紹介いたします。ぜひ多くの皆さまに、西４ホールの当工業会ブースへお立ち寄りいただき、最新の取り組みをご覧いただければ幸いです。



日本試験機工業会
会　長
小嶋　淳平

安心支える試験・評価技術

ＪＩＭＴＯＦ２０２６の開催に際し、日本試験機工業会を代表して心よりお祝い申し上げます。

当工業会は「材料試験機」および「環境試験機」をはじめとする製造・販売・校正・受託事業者などによって構成され、信頼性の高い評価技術を通じて日本の産業発展と技術革新に貢献してまいりました。

近年の製造業においては、省人化・自動化への対応やカーボンニュートラルの達成、新素材の採用など、多様かつ高度な課題への対応が求められています。当工業会では、デジタル技術の活用や高品質な標準化の推進に日々努めております。

今回のＪＩＭＴＯＦにおきましても、会員企業各社が最新の試験・測定ソリューションを出展・実演いたします。日本産業規格（ＪＩＳ）や国際標準化機構（ＩＳＯ）規格などに対応した高精度な各種試験機器や評価システムは、新時代の安全で安心なモノづくりを根底から支えるものと確信しております。

本展における多様な交流と技術の結集を通じ、国内外のモノづくり産業がさらなる未来へ向けて飛躍・発展していくことを切に祈念いたします。



日本歯車工業会
会　長
菊地　義典

視座高め、国際競争力向上

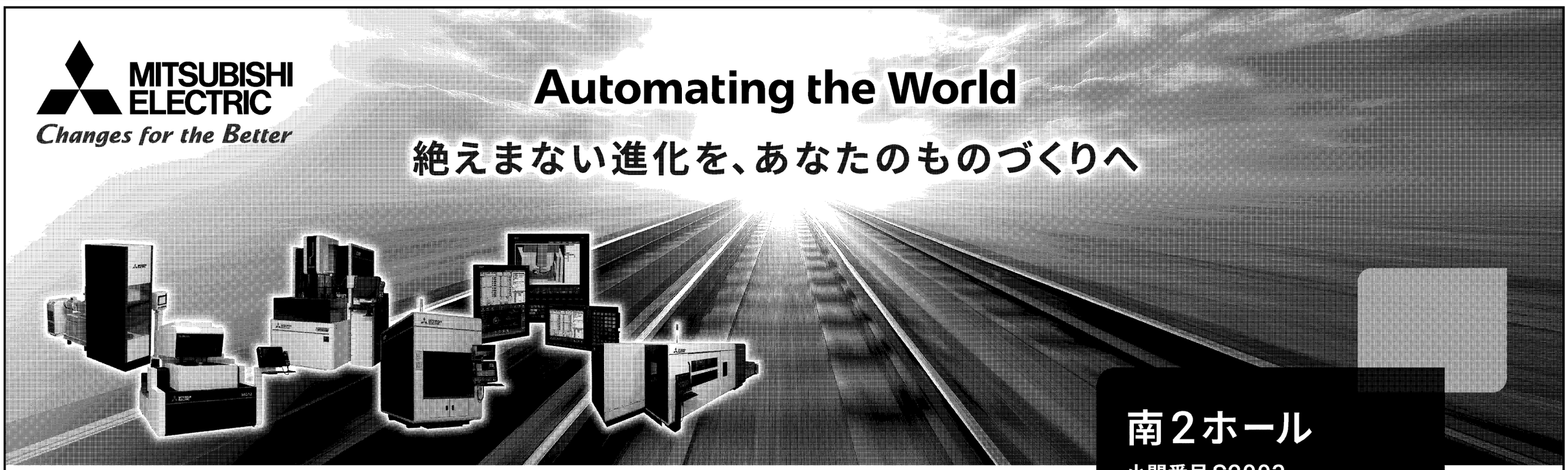
ＪＩＭＴＯＦ２０２６開催おめでとうございます。日本歯車工業会が引き続き、協賛団体として参加させていただくことを大変光栄に思います。

当工業会は１９３８年の設立以来、歯車産業の発展と技術革新を推進してまいりました。現在、地政学リスクや原材料・エネルギー価格の高騰、人手不足、電動化に伴う需要構造の変化など、業界を取り巻く環境は厳しさを増しています。

こうした中、当工業会では海外の歯車業界との国際交流を一層強化し、業界としての視座を高めてまいります。併せて、大学や研究機関、行政との産学官連携を深め、人材育成と技術力の底上げを図ることで、日本の歯車産業の国際競争力向上を目指しております。

世界中の最新技術と製品が一堂に会するＪＩＭＴＯＦは、こうした取り組みを加速させる絶好の機会です。国内外の皆さまとの交流を通じて新たな知見を得て、業界全体の飛躍につながるものと期待しております。

今回も多くの会員企業が出展いたします。ご来場の際には、ぜひ当工業会ブースにもお立ち寄りいただきますようお願い申し上げます。



TAIWAN
SMART MANUFACTURING

世界の製造業を動かす
台湾のものづくり

イベント連日開催！ 台湾のおもてなしをあなたに

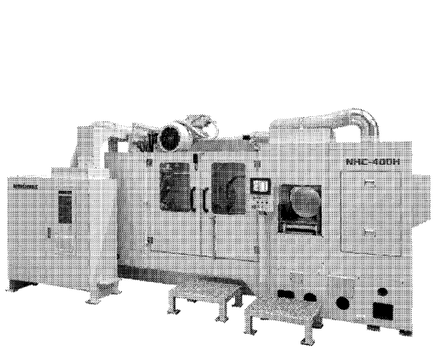
東1ホール E1009-9　西4ホール W4010-17

◀ イベント詳細は
こちらよりご覧ください。

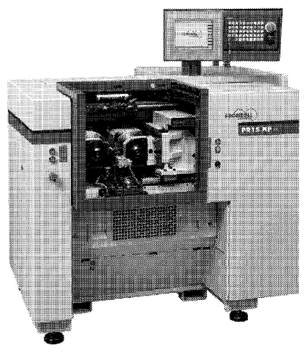
TITA TAITRA PMC Ad by TITA

NISHIJIMAX
Always Together
世界のモノづくりを担う
“あなた”に寄り添う企業へ

西島株式会社
小間番号 南1ホール S1055



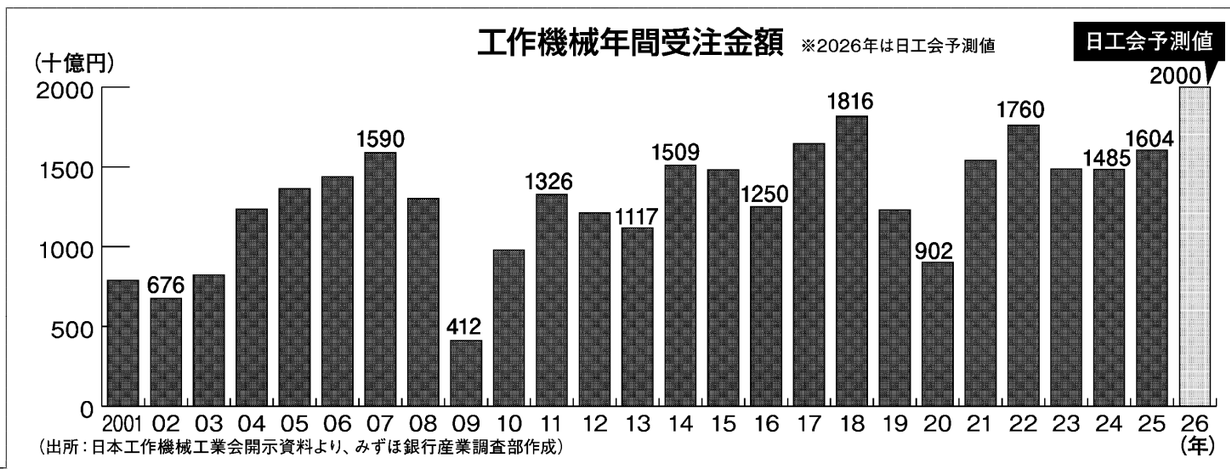
■NHC-400H


■NTR-15HP

NHC-400H（超硬丸鋸切断機）
大径材・一般鋼から難削材まで対応する大型超硬丸鋸切断機。材料ごとの曲がりや真直度のばらつきを考慮したクランプ・支持治具設計から、搬送・供給を含む自動化まで柔軟に対応

NTR-15HP（高精度NC転造盤）
次世代ロボティクスを支える小径・高精度ボールねじ加工に最適、環境に配慮した油圧レスモデル
自動化にも柔軟に対応し、効率的な量産ライン構築を実現するコンパクトモデル

【問い合わせ先】
〒441-1102 愛知県豊橋市石巻西川町字大原12番地 TEL:(0532)88-5511㈹ Email:sales@nishijima.co.jp URL:https://www.nishijima.co.jp/



（出所：日本工作機械工業会開示資料より、みずほ銀行産業調査部作成）

工作機械の展望を探る

日本工作機械工業会（日工会）の最新発表では、2026年1―9月の受注額が前年同期比43・3％増と大幅に伸び、業界は想定以上の活況を示している。けん引役はデータセンター（DC）投資の拡大だが、防衛、医療、航空宇宙、自動車向けなど、複数分野で需要が底上げされている点も見逃せない。ここでは、地域別の動向と中長期の成長要因を整理し、AI（人工知能）・ロボット時代における工作機械の展望を探る。

工作機械産業の市場動向

日工会の10月の速報によると、26年1―9月累計の受注額は前年同期比43・3％増の1兆6693億円と大幅に増加した。日工会は6月に26年の受注総額見通しを当初より3000億円多い2兆円（前年比24・7％増）に上方修正しており、工作機械市場は想定以上に活況となっている。

まずDC関連分野では、主に半導体製造装置向け、冷房・空調システム向け、発電・電力インフラ向けがあり、工作機械の需要は通常、波があるが、DC関連も例外ではないようだ。多岐にわたるうえに建設期間が長く、受注が拡大している地域も日本を含む先進諸国からインドなどの新興国まで広範囲に広がっているため、27年にかけ需要増が継続する可能性がある。

国内外で受注増の兆し

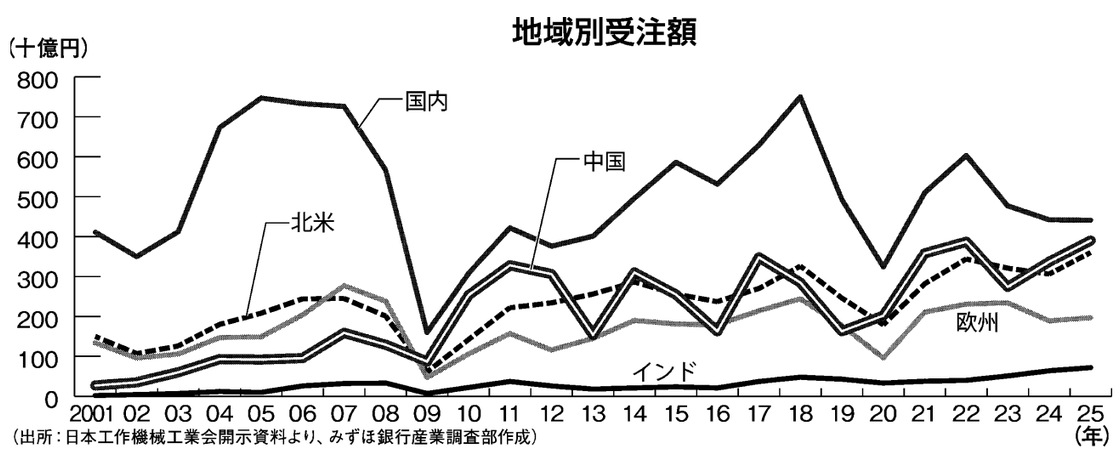
地域別でみると、国内は需要の中心となっている自動車業界において、19年以降電動化をめぐる不透明感から投資が抑制され、受注が低迷してきた。今後も18年以前のように4年ごとにモデルチェンジをして生産ラインごと新設するような受注レベルに戻るとは考えにくいが、一方で使用機械の老朽化が進んでいることから、更新需要は一定程度伸びると見る。このほか、DC関連や防衛関連で需要が増えている。

中国では15年に「中国製造2025」で工作機械を対象業種としてから国を挙げて技術的キャッチアップを進めてきた。近年は工作機械製造技術が上がり、輸出も増やしているものの、高精度を何年も安定して維持できるマシンを作ることは難しく、ハイエンドなモノづくりでは日本の工作機械を輸入する状況が続く。

先端領域での製造能力強化を企図した政府の補助金が幅広く提供されており、自動車（電動車）向けやDC関連、ロボット向けなど幅広い先端分野で受注は今年初めから活況となっている。一方で、補助金政策が実需を先食いしている面があること、また景気回復には時間を要するとみられることから、補助金終了とともに、受注は落ち着く見込みである。

米国では製造業の国内回帰を目指しており、関税政策などを進めているものの、人件費が高いため幅広い製造業の回帰は難しい。現在米国からの受注が拡大する状況となっている。

欧州には、日本と同様にハイエンド工作機械を製造する老舗メーカーがドイツ、スイス、イタリアを中心に存在するため、ドイツメーカーと統合したDMG森精機を除き、日本メーカーはそれほどのシェアを伸ばしていない地域である。また、需要の中心となるドイツにおいて長引くエネルギー問題や自動車産業不振の影響で需要全体の低迷が続いていたが、足元で回復の兆しがある。中心となるのは防衛関連であり、安全保障環境の変化や米国からの圧力を背景に、各国がそれぞれ予算をつけ始めて受注が拡大する状況となっている。



（出所：日本工作機械工業会開示資料より、みずほ銀行産業調査部作成）

みずほ銀行
産業調査部 自動車・機械チーム
アナリスト
秋山 紀子

THK
The Mark of Linear Motion

最先端の自働化
── 期待を超える 革新への"動き" ──

JIMTOF2026
に出展いたします
会 場 東京ビッグサイト
小間番号 西2ホール W2018

新製品
低摩擦・高精度ボールねじ
BPFP シリーズ

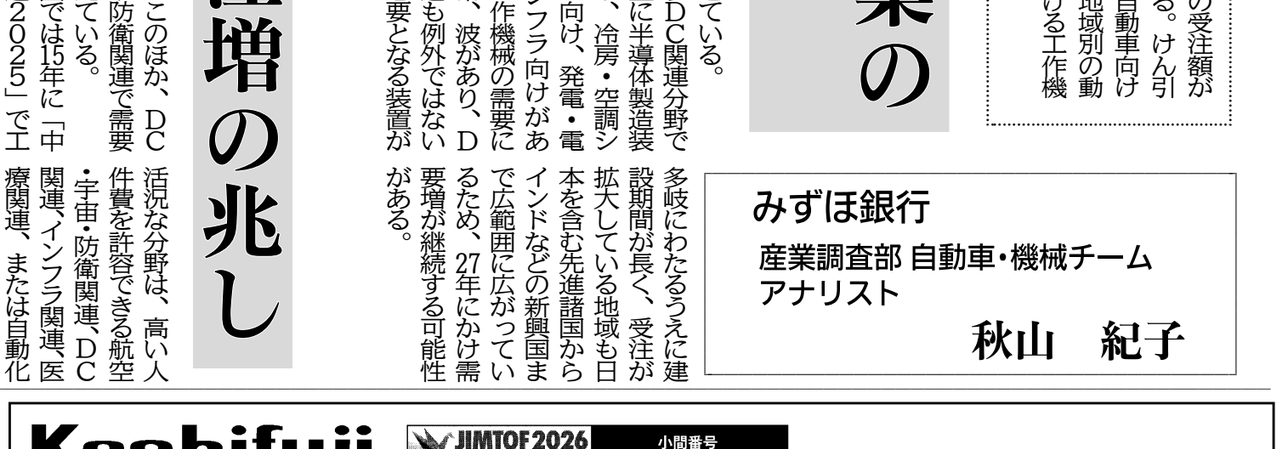
THK の独自技術により
変動の少ない安定した動きと、これまでにない低トルクを実現。
加工精度の向上と省エネ化に貢献します。

THK株式会社 マーケティング PR 統括部 TEL 03-5730-3845 www.thk.com
技術者の書いた記事が読める！
THK ジャーナル

Kashifuji
JIMTOF 2026 2026年 10月26日(月)－31日(土)
小間番号 東1ホール E1070

静を極め、未来を創る

JIMTOF2026では2台のマシンを出展します

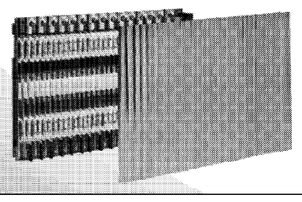


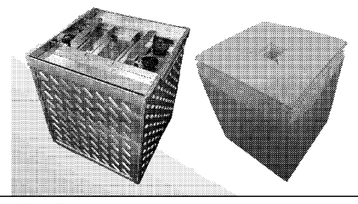
KE180F型 CNCホブ盤
KPS10型 ギヤスカイビング盤
ポリッシュホーニング加工
ギヤスカイビング加工

環境と人への優しさ
株式会社カシフジ
本社・工場：〒601-8131 京都市南区上鳥羽鴨田町６番地 TEL:075-691-9171
営 業 部：TEL:075-661-5271 FAX:075-661-5270
東京営業所：〒105-0011東京都港区芝公園１丁目３番５号 バルコ御成門３階
TEL:03-3436-6670(代) FAX:03-3436-0285
カシフジ HP
URL：https://www.kashifuji.co.jp E-mail：salesdiv@kashifuji.co.jp

NABELLは、「持続可能性」
SDGs対応の最新技術と製品を通じて
資源の効率的活用と環境負荷の軽減を目指しています。

第33回日本国際工作機械見本市
JIMTOF2026
10月26日(月)～10月31日(土)
小間番号 W2041

NEW DIAMONDFLEX

工作機械カバーの新提案
- コンパクトな設計
- 従来品より重量20%減 ※自社調べ
- 高速動作に対応
- 耐久性・防水性に優れる

NEW Eco Cubic Filter®

放電加工機用フィルター
放電加工機用
フィルターを長寿命化
交換頻度を削減し、SDGsに貢献

株式会社 ナベル
本社 三重工場 〒518-0131 三重県伊賀市ゆめが丘7-2-3 TEL:0595-21-5060
山口工場 〒759-3622 山口県阿武郡阿武町大字奈古3485-8 TEL:08388-2-2027
≪お問い合わせ≫ nabell@bellows.co.jp 【関連会社】株式会社ナベルホールディングス
≪ホームページ≫ https://www.bellows.co.jp/

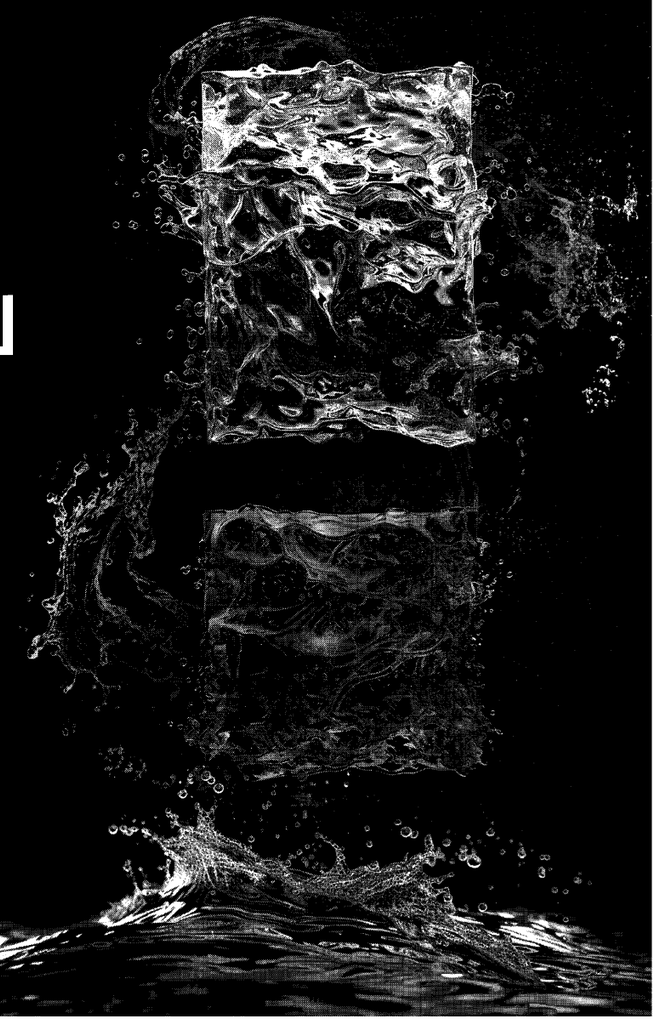
加工初心者でも
歪み取りがラクに！
高精度加工を
もっとスムーズに！

マグネットチャックに引っ張られた
歪みがもとに戻る・・・
熟練の感覚的な
操作が必要
手間もかかる・・・

高精度切削用電磁チャック
アクシム®
特許取得済
KEZF-WS

ワンタッチ
オートボタンを1回押す
だけの簡単操作でOK！
初めて使用する方も
スムーズに作業できます。
スティックが歪みを
支えて吸着保持！
工程削減
熟練技を要する複数回の
反転工程が、たったの
2回に激減！
製品の動画は
こちらの
QRコードから

マグネット応用機器総合メーカー
KANETEC
カネテック株式会社
■本社・工場 長野県上田市上田原1111番地 TEL(0268)24-1111(代)
■営業本部 東京都千代田区岩本町3-2-9 TEL(03)5823-7011(代)
URL https://www.kanetec.co.jp Email info@kanetec.co.jp
営業所 東京 名古屋 大阪 仙台 群馬 上田 広島 福岡 環境機器営業課 海外営業部

世の中にない
「すごい！」
をつくる
SUGINO
SUPER! TECHNOLOGY

スギノマシン
JIMTOF 特設サイト

AI・ロボット時代における 循環的需要と底上げ要因

メーカーのAI活用

大手工作機械メーカーのAIへの取り組み

DMG 森精機	ヤマザキマザック	オークマ
✔産業技術総合研究所と連携し、データエコシステムの構築と製造フィジカルAIに資する基盤モデルの研究開発推進 ✔Noetraへ出資して国産AI基盤開発を後押し	✔新研究拠点「Mazak Innovation Hub」にて外部機関等と次世代技術の共同開発を推進予定（2027年8月より） ✔Noetraへ出資して国産AI基盤開発を後押し	✔新拠点「Dream Site Engineered Solutions」等でAI、ロボット、工作機械を組み合わせたソリューション開発、実証の推進を開始（2026年4月より）

（出所：各種公開資料より、みずほ銀行産業調査部作成）

なお、前述のフィジカルAIについて、現在はロボットの行動生成に関する活用の議論が中心となっているが、もともとの定義は「物理世界において認知・判断・行動を自律的に実行するAI」であり、行動を実行するのはロボットのみならず、工作機械などの産業機械も含まれる。そこで以下では、工作機械でのAI活用について触れてみたい。

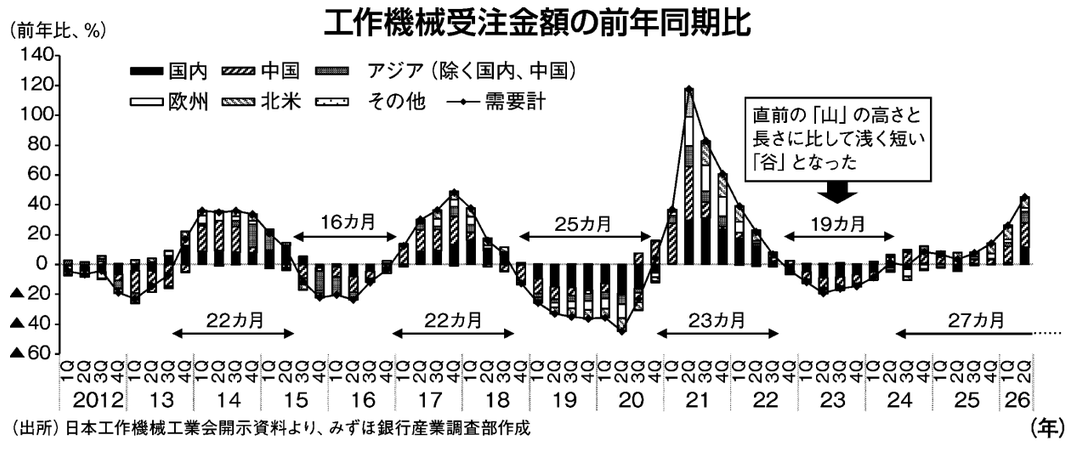
日本の工作機械メーカーは1970年代以降の数値制御（NC）化の波に乗り、高精度な制御技術などを強みに世界をけん引してきた歴史がある。それ故に大手メーカーを中心に載するセンサーやエッジAI開発に注力し、さらなる高機能化・自動化を目指す動きとなっている。

工作機械そのもののデジタル化へのアンテナは高く、ユーザーの競争力を高めるためのフィジカルAIの活用を進めている。

工作機械による製造工程において、異常の検知、細かな加工条件の調整は熟練技術者の勘や経験に頼ってきた部分であり、製造現場の自律化に向けて、AIの活用意義が大きい。工具が壊れる予兆を検知して自動停止する機能や、熱による加工環境の変化の影響を抑制、あるいは、びびりの発生を抑制して加工精度の低下や工具の破損を回避する機能などを各社で開発している。工作機械内部に搭載するセンサーやエッジAI開発に注力し、さらなる高機能化・自動化を目指す動きとなっている。

工作機械そのもののフィジカルAI活用のほか、加工物の交換や搬送を担うロボットとの組み合わせ対応にも力を入れる。工作機械のNC装置メーカーであるファナックは、同社のロボット事業において他社との連携を強めている。25年12月に米エヌビディアとの連携強化、26年5月に米グーグルとの協業強化、26年7月には富士通とフィジカルAI分野における広範な共同事業検討を開始した。ロボット機能の充実、工作機械との連携が進み、製造現場のさらなる自律化が実現することを期待したい。

工作機械受注金額の前年同期比



（出所）日本工作機械工業会開示資料より、みずほ銀行産業調査部作成

従前、日本の工作機械業界の受注金額は、景気の変動の影響を受けシクリカル（循環的な需要の増減）に変化してきた。現在もその傾向は変わらないものの、22年後半から始まったダウンサイクル期にやや様子に変化がみられ、直前の「山」の高さと長さに比して浅く短い「谷」となった。

循環的に変化するタイプの需要をベースとしつつも、景気にかかわらず、やるべき設備投資が発生したのである。22年頃でいえば、戦争発生や地政学リスクの高まりに対応した防衛関連やサプライチェーン（供給網）再構築関連などであり、現在のDC関連もこれにあたる。

一部の工作機械メーカーでは、今回の高需要期を前に、「（需要の）山が高ければ、谷も深くなるのではないか」といった不安が聞かれる。メーカーとしての不安は理解できるが、最近の需要増は景気に伴うアップダウンに、景気と関係のない需要のベースアップが加わったためであり、このベースアップ部分については当面は続く可能性が高いと考える。

現在の需要活況の主因となっているDC建設の増加はAI技術の進展による基盤強化ニーズに基づいている。また、生成AIに続き、フィジカルAIブームが起きており、多くの投資家を引き付けている。人の何げない行動は膨大な量の先見知識に基づいており、ロボットでの行動生成は難しいとされるが、中期的に人の行動の一部について実用に足るレベルのロボットが開発される可能性はある。ロボットの量産化の実現にはマザーマシンたる工作機械が大量に必要になり、将来的に大きな受注増が期待される。

今後ロボット技術や、AI技術の進展により、労働供給制約の問題も相まって、現在の製造・調達方法は中長期的に自動化していくだろう。具体的には、食料（農林水産業、食品加工）、物流（船舶、航空機、鉄道、自動車）、エネルギー、医療、防衛、防災、宇宙開発などの各領域において技術革新が起これば、それを実現するために日本のハイエンド工作機械が求められることも期待されよう。

当面はデータセンター関連、防衛関連の受注がベースを押し上げ、中期的にはロボットや各業種分野での自動化・省人化アプリケーションの拡大、将来的には他の先端技術の実用化などで工作機械の需要が発生することが期待される。

失敗しない自動化
スタンダード機を使い慣れた上で 自動化 / 同時5軸制御機へトランスフォーマー


MYCENTER® HX250iG
トランスフォーマーは当社横形マシニングセンタ全機種に対応可能
KITAMURA®
Machining Challenges-Simplified®
スマートフォン感覚で超精密複雑切削加工
JIMTOF2026
東2ホール E2030
キタムラ機械株式会社 サービス専用ダイヤル フリーコール 0800-080-3774（無料） https://kitamura-machinery.co.jp
●本社・工場 〒939-1192 富山県高岡市戸出町1870番地 TEL(0766)63-1100(代) FAX(0766)63-1128 ●営業所／東京、名古屋、大阪、九州他、世界85の国と地域150社の現地代理店

IH POSSIBILITY
高周波誘導加熱の可能性
JIMTOF 2026
2026年
10月26日(月)
10月31日(土)
コイル段替えを自動化する「コイルオートチェンジャー」
機能を更に改良し、AMRを利用した装置を展示！

展示機の
デモを
見に来てぽん
マスコット
キャラクター
FUJIぽん
小間番号：東1ホール E1003
ライン化できる高周波誘導加熱だからこそ、
手作業やバッチ処理を全自動化させる可能性を追求する
富士電子工業株式會社
FUJI-DENSHI
〒581-0092 大阪府八尾市老原6-71
TEL: (072)991-1361/FAX:(072)991-1309

JIMTOF2026 製造業の技術革新を支える工作機械に期待

キーパーソンに聞く

工作機械産業は全てのモノづくりの基盤であり、製造業発展のカギを握る。工作機械メーカーがより良い機械を生み出すことで、製造業は技術革新を続け、競争力を強化することができる。自動化・省人化、ＤＸ・ＧＸ化といった課題に対し、ロボットや搬送装置、計測、センシング、ＡＩなどで連携し、生産システム全体として高い生産性や品質を実現する方向へ進むいま、工作機械に何が求められるのか。工作機械のユーザー関係者からＪＩＭＴＯＦや工作機械産業への期待、日本のモノづくりが進むべき方向性などを聞いた。

情報収集・連携進め提案

東陽社長（愛知県刈谷市） 羽賀 威一郎氏



―東陽のサービスの特徴を教えてください。

「工作機械や工具を単体で販売するだけではなく、生産ライン全体を見据えた一気通貫の提案ができることが強みです。材料の投入から加工、組み付け、検査、出荷までに加え、自動化、省エネルギー、物流なども含め、さまざまなメーカーの商品を組み合わせながら顧客の課題解決を支援しています。日本を含む9カ国70拠点のネットワークを活用し、各地域の顧客や仕入先から得た知見を共有できることも特徴です。タイで成果を上げた事例を米国に展開するなど、国をまたいで提案することができます。幅広い調達力とネットワークを基盤に、工場全体の最適化に貢献しています」

―最近のユーザーニーズはいかがですか。

「自動化、省人化は待ったなし。人件費やエネルギーコストの上昇を背景に、限られた人員で安定した生産を続けるための相談が増えています。設備導入も初期費用だけでなく、生産性向上や、運用コスト低減を含めた総合的な効果が重視されるようになりました。デジタル変革（ＤＸ）やＡＩ（人工知能）の活用も、有効な選択肢の一つになっています。また脱炭素への対応も重要な経営課題で、省エネや二酸化炭素（ＣＯ２）排出削減に向けた投資を検討する企業も増えています」

―今回のＪＩＭＴＯＦで注目している点は。

「フィジカルＡＩをはじめ、自動化、省人化に関わる技術と、工作機械の能力がどこまで進化しているかに注目しています。日本では長年使い続けているレガシー設備も多いです。ＡＩの活用などで従来設備では難しかった効率化が可能になれば、更新を検討するきっかけになるでしょう。メーカーにとっても商機になります。当社としても多くの社員が会場で新たなメーカーや商材を含めた情報収集・連携を行い、提案の幅を広げるとともに、顧客への提案につなげたいです」

―貴社は出展もします。

「深穴加工の品質向上、防錆、液管理、環境改善といった加工関連を中心に八つの商品を展開します。穴曲がりを抑えて仕上げ工程を削減する深穴加工工具や、スラッジの堆積を抑えるクーラントタンク、液漏れを検知機器、洗浄・防錆を同時に行う薬剤や廃液処理装置、工具管理自販機、３Ｄプリンター、米国バルシールエンジニアリング社の高性能シール製品を出品します。商社は自ら機械を作るわけではないですが、特色ある商品を選び、組み合わせて提案できます。生産性向上や作業負担の軽減につながる解決策を見てほしいです」

―工作機械・工具メーカーへ期待することは。

「優れた製品の開発・供給に加え、海外でのメンテナンス体制の充実に期待しています。製造現場では設備の停止が生産活動に大きな影響を及ぼします。現地で設備が故障した際、復旧まで時間がかかれば顧客の生産が止まってしまいます。工作機械は単体で動くのではなく、生産ラインの一部として使われるため、前後の工程を含めた対応が重要です。品質や加工性能とともに、安心して使い続けられる体制が選ばれる条件になります。当社としてもメーカー各社と連携し、稼働した後も安心して生産できる環境を提供し顧客を支えていきたいです」

半導体・航空機向け好調

ウラノ社長（埼玉県上里町） 小林 正樹氏



―足元の受注・需要動向と、顧客ニーズの変化は。

「当社は半導体製造装置と航空機機体・エンジンの部品加工を主力としています。足元では、近年まれに見る好況を迎えており、２０２６年７月期の売上高は85億円と過去最高を更新しました。半導体分野ではＡＩ（人工知能）の普及やデータセンター（ＤＣ）建設ニーズの拡大などを背景にデバイスメーカーの開発が加速しており、これまで以上に短納期化と高い品質安定性が求められています。また航空機分野でも旅客需要の回復を受け、生産レート引き上げが進んでいます。双方の分野で旺盛な増産要請が続いており、27年7月期は売上高95億円を目指しています」

―需要増に対する生産体制の拡充や環境対応の取り組みはありますか。

「需要拡大に対応するため、群馬・長崎県の両工場で、マシニングセンター9台と3次元測定機3台を導入します。設備投資によって生産能力と品質保証体制の向上を図る考えです。また今期も積極的な採用を進め、設備と人材の双方に投資していきます」

「環境対応では40年までに全社用車を電気自動車（ＥＶ）へ切り替える目標を掲げています。素材メーカーと連携し、切削スクラップを直接再製品化する循環型リサイクルにも取り組んでいます」

―現状の機械加工や生産設備における課題を教えてください。

「既存設備の更新と増産対応を両立することが課題です。また工作機械の高度化に伴い、故障やトラブル発生時に原因特定や修理に時間を要するケースも増えています。人手不足や熟練技能者の高齢化が進む中、経験や勘だけに頼るのではなく、若手技術者や多様な人材でも一定の品質と生産量を安定して確保できる仕組みづくりを進めています」

―工作機械メーカーに対する要望は何ですか。

「発注から納入までのリードタイム短縮を強く望んでいます。納入までに1年近くかかると、その間の需要変化に対応できず、機会損失につながる可能性があります。また、トラブル発生時の迅速な修理対応やサポート体制の強化も不可欠です。さらに、ＡＩによる加工条件の最適化や異常の予兆検知など、現場の作業者を支援する機能の充実にも期待しています」

―今回のＪＩＭＴＯＦに期待することは。

「人手不足を補う自動化・省人化技術や、中小企業でも現実的に導入できる協働ロボット、ＡＩ・ＩｏＴ（モノのインターネット）活用の最新動向に注目しています。また若い世代にモノづくりの進化や楽しさを伝え、製造業の魅力を発信する機会になることも期待しています」

―主な顧客である装置・機体メーカーへ一言。

「短納期化など厳しい要望に対しても、設備と人材への投資を継続し、サプライチェーン全体で安定した生産体制を構築することでお応えしていきます。お客さまの需要の波に寄り添いながら、高品質な部品供給を続けてまいります」

1人で複数台管理に注目

阪村エンジニアリング社長（京都市伏見区） 松井 大介氏



―自動車向けのほかボルトやナット、家電部品向けなど幅広い業界へ冷間鍛造金型の設計・製造・販売を手がけています。足元の動向は。

「金型に使う超硬合金の材料である、タングステンやコバルトなどが中国の輸出規制の対象となり、高騰しています。材料代は昨年の秋に比べて約5倍になっており、製品への価格転嫁をしています。値上げの影響から売上高は過去最高となる見通しです。ただ、同業の中では、材料価格の高騰から会社をたたもうとするところもあると聞いています。

「国内の需要動向については、短期的に見ると変化は少ないと感じていますが、長期的な目線では人口減少の影響などで自動車生産も減るとしています。一方で直近ではＡＩ（人工知能）データセンター向けなどにも市場があるとみており、期待しています」

―工作機械メーカーやＪＩＭＴＯＦへ期待することは。

「人口減少の中でモノづくりに携わる人材も減り、熟練者もいなくなります。当社ではすでに1人で3―4台の機械を動かしていますが、もっと多くの機械を1人で管理し、生産性を高めるためにはどうすれば良いかなどは見たいポイント。また、熟練者がいなくなるため、すぐに習得できるような機械もあればと考えています。属人化をなくせるような提案を期待したいです」

―ＡＩやデジタル変革（ＤＸ）、ロボットなども人手不足対策に必要です。

「中小企業こそＡＩを導入するべきだと考えています。すでにＡＩを用いてトータルで省人化するソフトウエアなどはありますが、中小企業からすると価格が高く、手を出しづらいことが課題です。属人化しているところなどをピンポイントで抽出した、比較的安価でばら売りが可能なＡＩソフトウエアなどがあればありがたいです。また、ロボットを使った生産も重要。中小金型メーカーは大量生産ではなく、少量多品種生産の企業がほとんど。それに対応できるようなシステムがあれば喜んで使いたいという中小企業は多いでしょう」

―金型メーカーの動向は。

「約30年ほど前は金型メーカー全体で約1万6000社ほどありましたが、直近では約5000―6000社ほどになっているといい、今後も減っていくと思われます。需要が減る中でも生き残るために各社模索しています。日本金型工業会でも複数社で組むアライアンスやＭ＆Ａ（合併・買収）の取り組みなどを進めています」

―顧客へのメッセージは。

「お客さまともっと密に話して需要を取り込みたいと考えています。図面だけのやりとりではなく、製品の図面から見たい。部品が必要なメーカーや部品加工メーカーなど3社で話し合うことができれば、もっと作りやすく良い金型製品ができるのではないでしょうか。全力で対応するため、どのようなニーズがあるのかを教えて欲しいです」

社員派遣し最先端を体感

丸大機工社長（秋田県にかほ市） 菊地 兼治氏



―半導体業界向けに設備投資を積極化しています。

「２０２５年に大型５軸加工機を備えた新工場を稼働させました。メーカー違いで２台導入し、主に半導体製造装置・検査装置の大物部品を削っています。５軸機は別の専用棟もあり、早い段階から積極的に活用してきました。新たな設備投資も計画しています」

―機械加工から下流工程へ事業領域を広げています。

「高効率・高精度な部品加工だけでなく、電装や組み立てまで一気通貫で対応できるのが当社の強みです。中でも半導体製造装置や検査装置は、加工から組み立てまでを行い、完成品を納入しています。できるだけお客さまと同じ設備を持ち、お客さまだけでは対応しきれない工程を当社が丸ごと引き受けています」

―丸大機工の従業員数は約３００人。４年前のＪＩＭＴＯＦには78人を派遣しました。

「ＪＩＭＴＯＦは当社にとって重要な展示会です。本社のある秋田県にかほ市は日本海に面しており、東京ビッグサイトを訪れるだけでも飛行機や宿泊を伴う出張になります。首都圏の企業のように気軽に足を運べる距離ではありません。費用面はもちろん、現場の人材を送り出すことになるため、経営判断としても決して小さなものではありません。それでも参加する価値があると考えています。今回は約20人を派遣します」

―どのような価値がありますか。

「特に現場の従業員は社内以外で最先端の設備を見る機会はほぼありません。従業員が最先端技術や周辺機器に触れ、自ら改善のヒントを発見しています。主体的に仕事に取り組むための動機付けになっていると思っています。結果、現場力の向上や設備投資の精度向上につながっています。実際に会場で見つけた機器を導入したことも多々あります。ＪＩＭＴＯＦは単なる展示会ではなく、人づくりの場です」

―今回のＪＩＭＴＯＦでは何に注目していますか。

「秋田県は人口減少率が全国最大です。人手不足への対応が喫緊の課題であり、自動化や省人化に取り組まざるを得ません。その上で関心のある分野を例に挙げると、加工前の段取り時間の削減です。当社ではボトルネックになっています。ＡＩ（人工知能）による加工条件の自動最適化などの技術が、２年間でどれほど進化したのかを確認したいです」

―物価高に対応するソリューションはいかがでしょうか。

「電気料金が高騰していますので、省エネルギー技術にも注目しています。より小さなモーターで従来通り、もしくはより強力に重切削できるような技術が欲しいです」

―工作機械メーカーや機械商社への期待をお聞かせください。

「ユーザーの立場から各社の最新機を見ると、真に中小企業のことを理解した開発になっているのか疑問を感じることがあります。展示会でも『それが現場で使える自動化なのか』と思うことがあります。また、商社の担当者についてですが、以前は現場をよく知り、課題解決まで提案できる方が多かった印象です。最近は機械の説明にとどまるケースも少なくありません。『この設備なら現場がどう変わるのか』まで提案できる担当を育ててほしいです。我々は設備投資で失敗はできないのですから」

Sodick

新たな時代の中でさらなる成長へ

50th
Grow Forward
in the Next Era



Grow Forward in the Next Era

2026 JIMTOF

さらに簡単に、使いやすく
安定した高精度加工を実現



リニアモータ駆動
高速・高性能 精密 形彫り放電加工機

A40G

高速・高性能加工に
省人化・省力化をプラス



リニアモータ駆動
高速・高性能　ワイヤ放電加工機 ＋ 電極・ワーク搬送装置

ALN600G igroove + Edition + **SZ50**

ナノを切り拓く、AZ
高加速度と精密加工を両立



リニアモータ駆動　ナノマシニングセンタ

AZ275nS

レーザーで広がる加工の新領域



リニアモータ駆動
フェムト秒レーザー加工機

LSP4040

要望に柔軟に応える
高コストパフォーマンス機



金属3Dプリンタ

Print Sharp 200

東京ビッグサイト
10/26月～31土
東2ホール E2017

超高精度レーザー溶接機
WELD PRO SW-L220
UDモード搭載 最小溶接線径φ0.05㎜が可能に!
■0.05㎜の溶接
Φ0.05㎜
微細金型補修溶接から精密部品加工まで幅広く対応!
■精密肉盛溶接による形状修復
入熱を抑えて最小限の
熱量だけで溶接できる
超高精度肉盛溶接機
WELD PRO SW-V02
母材温度を150℃以下に抑える低温・低歪み・精密肉盛溶接
SANWA 金型補修・プラントメンテナンス
全方位対応
HP URL
www.sanwashoko.co.jp
■展示会情報
デモ用装置を揃えてお待ちしております。気になる装置ありますか？実機を試せるチャンスです。
JIMTOF2026
部品補修の効率アップ
低蓄熱・精密溶接と寸法修正!
第33回日本国際工作機械見本市 2026年10月26日(月)-10月31日(土)
東京ビッグサイト ブース番号 西4ホール W4032
三和商工株式会社 〒151-0072 東京都渋谷区幡ヶ谷2-21-4 TEL：03-3376-3464 FAX：03-3374-0346
E-mail：contact@sanwashoko.co.jp

その手があったか!
ハンド
標準ラインナップ 1,200 種
オーダーメイド実績 20,000 件 以上
JIMTOF2026
東 7 ホールにて展示中
WEB サイト
KONSEI ロボットハンド / 自動化装置
株式会社 近藤製作所
https://www.konsei.co.jp/
〒444-0124 愛知県額田郡幸田町深溝一本樹 11-1

CKD レーザー溶接・溶着のシールドガスを手軽に
既設の圧縮エアから窒素ガスを精製
中小企業省力化投資補助金
「カタログ注文型」
対象商品
低コスト ボンベの交換なく90%以上
ランニングコスト削減
※窒素濃度99%で、窒素ガスボンベのガス単価を100とした場合の比較
人手不足解消 タンクの交換や運搬不要で
CO_2排出も削減
省工数 省スペース 高圧ガス保安法対象外でメンテナンスも容易
コンパクトだから装置の近くに設置可能
圧縮空気
窒素ガス
窒素ガス精製ユニット
NSシリーズ
JIMTOF2026 西ホール W4064
CKD株式会社 https://www.ckd.co.jp
本社・工場 〒485-8551 愛知県小牧市応時2−250
TEL (0568)77-1111 FAX (0568)77-1123

つくる・あやつる・はこぶのシステム化

オフラインティーチングによる産業用ロボットでの機械加工

同志社大学
理工学部 機械システム工学科 教授
廣垣 俊樹

モノづくり技術における工作機械の発展に伴い、産業用ロボットや自律搬送ロボットに求められる機能も変化し、その連携が生産システムにおいて一層重要になりつつある。ここでは、その機能の変化に対応した産業用ロボットや自律搬送ロボット（AMR）の研究開発の試みの例を紹介する。

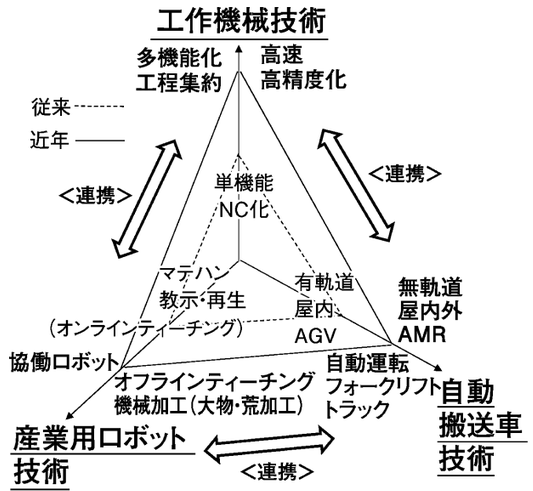


図1 つくる・あやつる・はこぶの連携の現状

モノづくり技術は三現主義（現場・現物・現実）、さらに近年は五ゲン主義（現場・現物・現実＋原理・原則）に基づく現場の知恵の結集で進展してきている。そこでの自動化は、つくる・あやつる・はこぶの三要素のシステム化を考えることであり、つまり工作機械・産業用ロボット・無人搬送車のAGVが有軌道から無軌道のAMR化で、工場内外の〝はこぶ〟技術（AGV）がその機能を分担するものであった。

一方で、モノづくりの大切さは普遍的であるが、そのつくり方は変化するものと考えられる。すなわち三要素の技術が五ゲン主義（現場・現物・現実）、さらに近年は進展して、それぞれの分担する役割や範囲・境界が次第に変化するものと考えられる。

工作機械は高精度化と工程集約のための多機能化が進む。産業ロボットは要求精度の低い部品・荒加工や、工作機械では対応が難しい大物部品をつくる技術を担う。そしてAGVは有軌道から無軌道（さらに工場建屋間だけでなく自動フォークリフトや自動運転トラックなども含め）を担う。そしてAMRは、工場内外でのはこぶ技術の新たな生産システムを構築すると期待されることで、工作機械の高度化を支え連携するため、産業用ロボットでの機械加工や自動搬送ロボットによる工場内外でのはこぶ技術の新たな試みと可能性について紹介する。

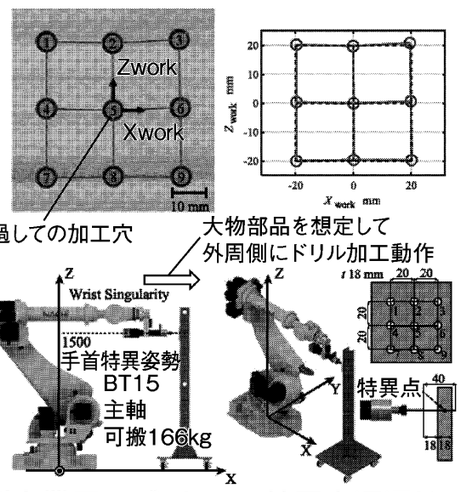


図2 大型産業用ロボットでの特異点通過ドリル加工例

年代から多くある。大きな課題の一つがパソコン上でのロボットの特異点回避や通過なども含めての動作プログラミング作成、すなわちサイバー空間での逆運動学に基づくオフラインティーチングでの運用の難しさにあった。ソフト面での課題である。

さらにロボットの関節モーター減速機のバックラッシュによる運動誤差、位置姿勢により剛性が大きく変化するといったハード面での課題も多かった。しかしながらデジタルツインでサイバー・フィジカル空間の情報処理はオフラインティーチングとの相性も良く、さらにフィジカルAIやセンシング技術の発展で、これらの課題も徐々に解決されつつある。したがって、産業用ロボットを用いたさまざまなワーク加工も十分に可能になりつつあるので、それらの例を紹介する。

図2は166㌔㌘可搬の大型産業用ロボットにBT15主軸を搭載し、ロボットのJ1軸から外周側にオフラインティーチングでドリル加工を遂行した例となっている。ロボットの各関節を90度近くに曲げての姿勢は可操作度が高く、どの方向にでも運動が容易だ。

AUDEBU
現場の声が、ものづくりを進化させる。
お客様の課題に向き合い、効率と品質を追求したAUDEBUシリーズを出展!
Instagram
BARITORIKI_AUTHENTEC_JP
フォロワー限定特別企画を開催!
フォローして会場でチャレンジ!
☑省人化
☑安定品質
☑高生産性
BlackLine FORTYS
IQNOIA
Racoon と Mini も出展!
JIMTOF2026
10月26日(月)~31日(土)
東京ビッグサイト (小間番号 E1030)
Authentec
オーセンテック株式会社
〒252-0303 神奈川県相模原市南区相模大野三丁目３番 2-225 号
TEL：042-701-0285（平日午前９時～午後６時）
E-mail info@authentec.jp
導入事例はこちら▶▶▶
https://authentec.jp

超硬工具、PCD/CBN工具を安定供給！京二の中国工具

リーズナブルな中国製品で加工コストを大幅削減！

中国最大の超硬工具メーカー「株洲工具」

省タングステンの最新製品をご紹介！



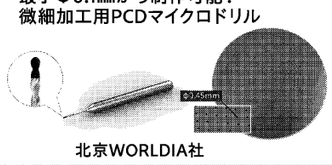
先端交換式ドリル ZTE



刃先交換式エンドミルEMP11

需要が急増する半導体部品向け工具

最小Φ0.1㎜から制作可能！
微細加工用PCDマイクロドリル



北京WORLDIA社

高精度な薄化研削を実現！
ウエハー研削用ダイヤモンド砥石



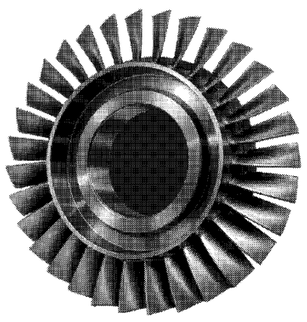
SAIY社

JIMTOF2026　西ホール W1099 にてご紹介！

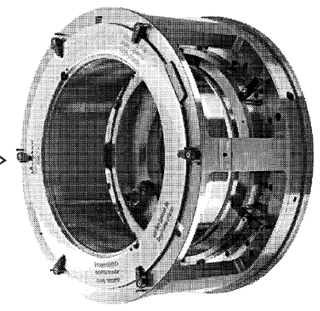
中国調達のプロフェッショナル　株式会社京二　www.kyoni.co.jp　kyoni

油圧システムとメカニカルシステムによる超精密チャックをご提供します

加工対象ワーク：精密ギア研磨、精密シャフト研磨、航空機エンジン部品など



加工対象ワーク例



専用ハイドロチャック

WILHELM KÖNIG MTM
creating. tailormade. solutions.
ウィルヘルム ケーニッヒ MTM GmbH

ウィルヘルムケーニッヒの超精密マンドレル/チャック

- ● ワークの外径振れ、繰り返し精度は共に0.003mm以下！
- ○ スキルレスで短時間に、クランプ作業完了、非加工時間の圧縮に貢献！
- ● 欧米の航空機エンジンメーカーのサプライヤーに広く浸透！
- ○ 長年の経験と実績に基づいた優れた製品を日本市場に広く提案します。

製造元
WILHELM KOENIG MTM GmbH
Home - WILHELM KÖNIG MTM

輸入総代理店
ユニマグテック株式会社
〒465-0091
名古屋市名東区よもぎ台3丁目603番地
TEL：052-777-8247
FAX：052-755-1618
info@unimagtech.jp

JIMTOF2026 ブース W3034
テクニカルワークショップを開催します。
10月29日(木) 15:00−16:00　会議棟D3ルーム

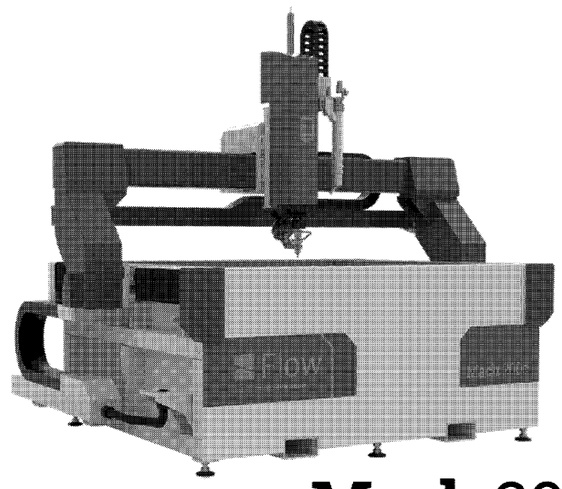


そのお悩み ウォータージェットなら

一台で解決

- ☑ 熱で材料を変質させたくない
- ☑ ５０㍉以上の厚物を加工したい
- ☑ 試作や多品種に柔軟に対応したい
- ☑ 異なる素材を一台で加工したい

現場の“もう少し”に応える加工へ
品質も、柔軟性も、対応力も。
ウォータージェットがその選択肢を広げます。



Mach 200c

JIMTOF2026 出展
2026年10月26日(月) - 10月31日(土)
東京ビッグサイト 南1ホール No. S1022

株式会社フロージャパン
You-tube
〒460-0008　愛知県名古屋市中区栄 4-5-3KDX 名古屋栄ビル 9 階
052-265-8069 | https://www.flowwaterjet.jp/ | FJP@flowcorp.com

工作機械とロボットの連携

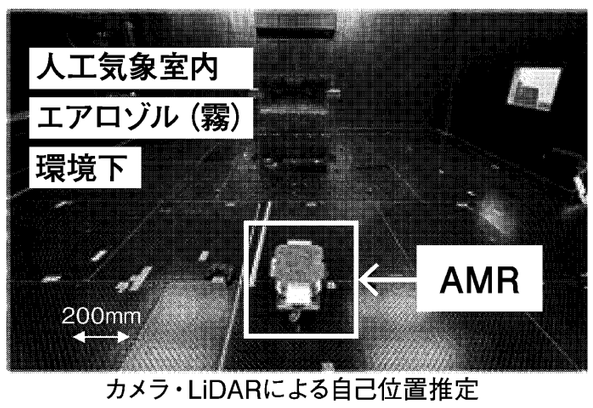
AMRにおけるフィジカルAI搬送技術

AMRの起源は1970年に米スタンフォード大学で開発された無軌道自律走行のShakeyにあると考えられるが、実用的には主に有軌道ガイドで走行するAGV（ここでは有軌道をAGV、無軌道をAMR と定義）がモノづくりの現場で多用されてきた。興味深いのは安全に対する思想が産業用ロボットとは異なり、その当初からヒトとの協働が想定されて、安全性のためヒトが歩く速度で退避できる分速60㍍以下での運用がなされてきた。

そのため、現場での導入がその時期から徐々に進んできたが、フィジカルAI技術の発展により近年は無軌道でのAMRが注目されている。工場建屋内だけでなく、建屋間や工場敷地内の屋外での走行のニーズも増えている。

また、工場敷地内外での自動運転フォークリフト、さらには工場間や物流のための自動運転トラックなど、無軌道での自律走行が進展してきているが、AMRの延長線上の技術とも考えられる。自律走行には自己位置推定（SLAM）が不可欠だが、そのためにカメラや高性能センサー「LiDAR（ライダー）」などによるセンシング技術が必須になる。そこでは高度な推定理論が不可欠で、五ゲン主義における原理・原則の重要性が増す技術でもある。

3K（きつい・汚い・危険）職場の粉じんや冷凍倉庫内の白煙状の水蒸気中などの過酷な環境下、さらに屋外の走行では多様な周辺条件と環境変化への対応も求められる。そこで近年は、図4に示すように人工気象室で多様な環境を設定して、その中でのAMRの自律走行のための技術開発も遂行している。すなわち、複数かつ方式の異なる冗長系のセンサーの情報に基づく、センサーフュージョンやフィジカルAIでの目的機能の達成を目指す次世代のモノづくり技術の一例である。



カメラ・LiDARによる自己位置推定

図4　人工気象室内でのAMRのセンサーフュージョン

おわりに

モノづくりの基本は五ゲン主義に基づく現場の知恵の集積で、モノづくりの大切さは普遍的である一方、つくり方は変化している。工作機械とロボットとの連携は、つくる・あやつる・はこぶの基本となる三要素でそれぞれ相互に進化している。工作機械は高精度化と工程集約のための多機能化が進み、産業ロボットは従来のマテハンだけでなく、要求精度の低い部品・荒加工や工作機械では対応が難しい大物部品のつくる技術を補完する。さらにAGVは有軌道から無軌道の自律搬送ロボット・AMR化で工場内外のはこぶ技術を担い、これらのシナジー効果で次世代の生産システムを発展させると期待できる。

しかしながら、それはJ1軸に近い狭い範囲での加工動作になる。大型部品の機械加工に対応するためには、可操作度が低く特異点にも近くなるが、J1軸から外側に向けての加工動作が必要になる。

そこで特異点通過が必要になる場合が生じるが、近年はソフト面の課題の解決方法の一つとして強化学習を用いることで逆運動学における適切な解（＝関節角度の組み合わせ）の選択を具現化して、特異点の通過時の関節の急旋回を抑制したり、特異点近傍を判定して解の変更が必要な時にもスムーズな関節速度にしたりすることで、ドリル加工が可能になりつつある。ヒトは脳内で学習に基づき逆運動学を解いているとも考えられており、フィジカルAIの嚆矢（こうし）にもなる可能性があると考えられる。

図3はセカンダリ（ダブル）エンコーダー付きの270㌔㌘可搬の大型産業用ロボットにBT30主軸を搭載して、摩擦撹拌接合（FSW）を遂行した例である。ハード面の課題の解決方法の一つとしてサーボモーターのエンコーダーに加え、各関節の減速機の出力軸にエンコーダーを搭載してバックラッシュなどに起因する運動誤差を抑制している。

この場合は、ロボットのサーボ情報および無線工具ホルダーからの工具温度や接合力なども同時にモニターして、より高度なオフラインティーチングを遂行した例でもある。

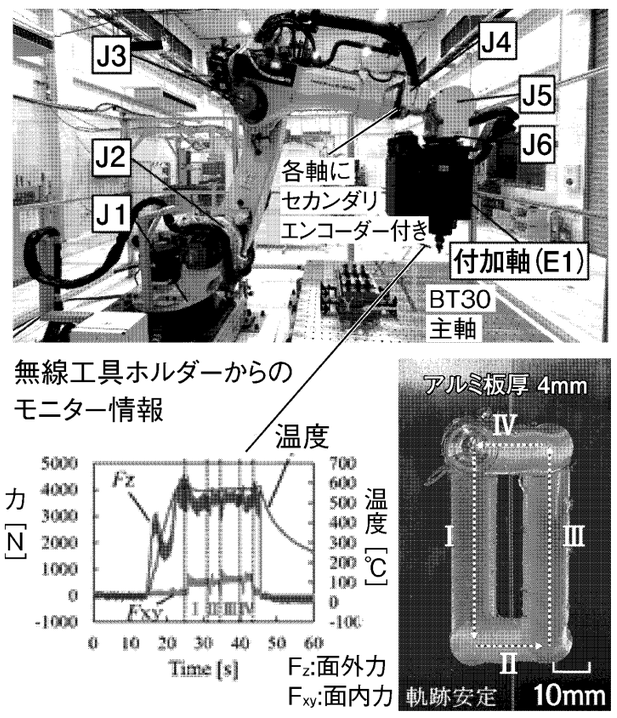


図3　セカンダリエンコーダー付きロボットでのFSWの遂行例



株式会社 アルプスツール
〒389-0601 長野県埴科郡坂城町坂城 10070
☎(0268)82-2511 ㈹ FAX(0268)82-7368

JIMTOF2026 併催事業　工作機械トップセミナー

～ようこそ夢のある工作機械の世界へ～

学生限定
参加費無料

JIMTOF2026の開催にあわせ、11月1日（日）に東京ビッグサイトで開催します。工作機械メーカーの経営者や広く製造業分野からの話題提供のほか、工作機械メーカーの若手技術者・シニア技術者によるラウンドテーブルを予定しています。セミナー前日の10月31日（土）にはJIMTOF2026（東京ビッグサイト）会場内「会議棟1階レセプションホール」において、工作機械メーカーと学生との交流会を開催。パーティー会場内外には日本工作機械工業会会員企業、その他工作機械関連企業がPRコーナーを設けます。

◆参加資格：大学院、大学、高等専門学校、工業高等学校などの学生
◆主　　催：日本工作機械工業会、東京ビッグサイト

10月31日（土）	会場見学	10：00～16：00	東京ビッグサイト展示棟
	工作機械メーカーと学生の交流会	16：00～18：00	会議棟1階レセプションホール
11月1日（日）	工作機械トップセミナー	9：00～12：40	会議棟7階　国際会議場

講演内容	
9：00～9：10	開会挨拶　　日本工作機械工業会　会長　坂元 繁友 氏
9：10～9：50	【基調講演】未来は、まだ加工途中　ー将来を考える学生の皆様に向けてー 中村留精密工業　代表取締役社長　中村 匠吾 氏
9：50～10：30	【講演1】モノづくりを支え続ける人と工作機械 講師：ジェイテクト　イノベーション本部研究開発センター長　小野崎 徹 氏
10：30～10：45	休憩（15分）
10：45～11：25	【講演2】工作機械の活用とその魅力～機械好きのやりすぎ DIY～ 講師：ヤマハ発動機　シニアチーフ　佐藤 泰士 氏
11：25～12：40	【ラウンドテーブルトーク】工作機械エンジニアとしての現在と未来 ファシリテータ：東京電機大学　教授　松村 隆 氏 スピーカ：日本工作機械工業会会員企業　若手研究者・シニア技術者
12：40～	終了（解散）

参加企業
アマダ、エンシュウ、オーエム製作所、オークマ、カシフジ、唐津プレシジョン、キタムラ機械、コマツNTC、ジェイテクト、ジェイテクトマシンシステム、シチズンマシナリー、芝浦機械、新日本工機、スター精密、高松機械工業、DMG森精機、トーヨーエイテック、中村留精密工業、ニデックマシンツール、白山機工、FUJI、ブラザー工業、ホーコス、牧野フライス製作所、松浦機械製作所、三井精機工業、安田工業、ヤマザキマザック、レニショー、碌々スマートテクノロジー

問い合わせ：日本工作機械工業会　E-mail：topseminar@jmtba.or.jp　TEL：03-3434-3961

株式会社 桜井 製作所
東2ホール E2005
JIMTOF 2026
2026年10月26日(月)－31日(土)
ロボット加工機 SAKU270F
門型マシニングセンターに代わる大型加工機
省スペースで大物製品の加工が可能！
工程集約・省電力に効果絶大！
安定的な品質の維持と抜群の生産性！
多軸ヘッドチェンジングマシン CUBIC6
お問い合わせ
〒431-3124 静岡県浜松市中央区半田町720
sales@sakurai-net.co.jp
053-434-3511
営業時間 08:00-16:50
https://www.sakurai-net.co.jp

工場の無人化に!!
特許取得 クーラント液濃度調整装置 クーラントコントローラ
クーラントコントローラなら
工作機械１台ごとの濃度管理が可能に。
●クーラント液の濃度管理 ●工作機械の pH 監視
●クーラントタンクの液量管理
クーラント液自動希釈供給装置
マシニングセンター、NC旋盤 1～20台をこの装置1台で
クーラント液を一定濃度で自動管理
●人件費削減 ●原液使用量削減
●工具寿命延長
代理店・取扱店募集
中部クリーン株式会社
岐阜県可児市広見在原518番地
TEL：0574（63）1221 FAX：0574（62）3703
Mail:kankyokikai@chubu-cl.co.jp
第33回日本国際工作機械見本市 JIMTOF2026 10月26日(月)－10月31日(土) 会場：東京ビッグサイト 小間番号：南4ホール S4041

長尺加工に
新たな
生産性と
精度を
JIMTOF2026
2026年
10月26日(月)－31日(土)
東京ビッグサイト 東３ホール E3023
長尺マシニングセンタ
大容量ATCモデル
NEW
ILD series
株式会社 イワシタ
〒910-2175 福井県福井市円成寺町 1-6
TEL 0776-41-0666 FAX 0776-41-3715
イワシタ 検索

進化する5軸制御マシニングセンター
「測る」から「予測する」時代へ

金沢工業大学
工学部
先進機械システム工学科 教授
坂本 重彦

航空機部品や金型などの複雑形状加工を支える5軸制御マシニングセンター（MC）では、高速・高精度化に伴い、その性能をいかに評価するかがますます重要になっている。本稿では、工具と工作物の相対運動を数学的に表現する形状創成理論を基盤として、各軸の幾何誤差が工具位置や加工精度に及ぼす影響を解析するとともに、運動中や主軸回転時に生じる動的な誤差へと評価対象を広げる。さらに、これらの計測結果を実加工で生じる誤差と結び付け、加工前に仕上がりを予測する技術について展望する。工作機械の精度評価が、「幾何精度」から「空間精度」、そして「加工精度予測」へと発展する流れを紹介する。

精度評価は「幾何精度」から「空間精度」へ

航空機部品や金型、医療機器などの複雑形状を高能率かつ高精度に加工するため、5軸MCの利用が広がっている。5軸MCは、X、Y、Zの直進3軸に二つの回転軸を加え、工具と工作物の相対的な位置と姿勢を自在に変えられることが大きな特徴である。一方、制御する軸が増えれば、加工精度に影響する要因も増える。

従来の工作機械では、各軸の位置決め精度や真直度、軸間の直角度などを個別に測定し、機械の幾何精度を評価する方法が基本であった。しかし5軸MCでは、これらに加えて、回転軸の中心位置や軸の傾きなどのわずかなずれも工具位置に影響する。さらに、それぞれの誤差が重なり合うため、各軸を個別に評価するだけでは、実際の加工位置で生じる誤差を十分に説明できない。

そこで重視されているのが、図1に示す形状創成関数を基礎として工具と工作物の相対的な位置・姿勢を数学的に表現し、各軸の幾何誤差が工具中心点（Tool Center Point、TCP）にどのように伝わるかを解析することで、加工領域全体の三次元的な位置・姿勢の偏差を「空間誤差」として捉える考え方である。近年は、レーザー計測や機上計測から得られるデータと数学モデルを組み合わせ、誤差の推定や数値補正につなげる研究も進んでいる。5軸MCの精度評価は、「一つひとつの軸が正確か」を調べる段階から、「実際に加工する位置と姿勢で、工具と工作物の関係をどこまで正確に保てるか」を評価する段階へと広がっている。

複雑な動きを捉える

5軸MCの複雑な運動をどのように測れば良いのか。その代表的な手段が「Double Ball Bar（DBB）」と「R-test」である。

DBBは、機械上に設けた2点間の距離変化を高精度に測定する装置である。従来は図2に示すような円弧補間運動による精度評価に広く利用されてきた。しかし5軸MCでは、これらに加えて、回転軸の中心位置や軸の傾きなどのわずかなずれも工具位置に影響する。さらに、それぞれの誤差が重なり合うため、各軸を個別に評価するだけでは、実際の加工位置で生じる誤差を十分に説明できない。

そこで重視されているのが、図1に示す形状創成関数を基礎として工具と工作物の相対的な位置・姿勢を数学的に表現し、各軸の幾何誤差が工具中心点（Tool Center Point、TCP）にどのように伝わるかを解析することで、加工領域全体の三次元的な位置・姿勢の偏差を「空間誤差」として捉える考え方である。近年は、レーザー計測や機上計測から得られるデータと数学モデルを組み合わせ、誤差の推定や数値補正につなげる研究も進んでいる。5軸MCの精度評価は、「一つひとつの軸が正確か」を調べる段階から、「実際に加工する位置と姿勢で、工具と工作物の関係をどこまで正確に保てるか」を評価する段階へと広がっている。

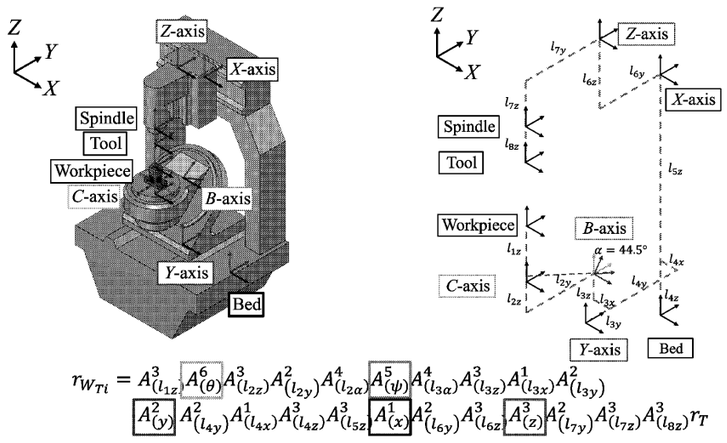
5軸MCの「動的精度」とは何か

静止時や低速運動時に高い精度を示す工作機械なら、高速加工中にも同じ精度を保つことができるのだろうか。必ずしもそうとは限らない。

実際の加工では、5軸MCの直進軸と回転軸は一定速度で動き続けるわけではなく、工具経路に応じて速度や加速度を絶えず変化させながら協調して運動する。その過程では、サーボ系の追従遅れ、運動方向が切り替わる際の反転挙動、加減速に伴う振動などが発生する。その結果、実際のTCP軌跡は、数値制御（NC）装置から指令された軌跡からわずかにずれる。

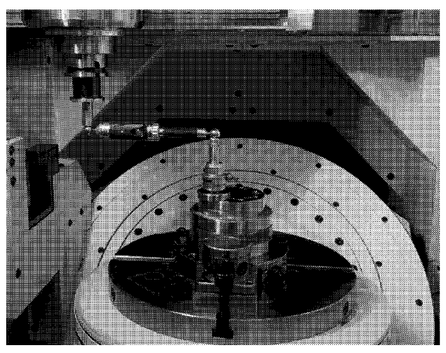
このように、機械の運動状態に応じて時間的に変化する誤差を含めた精度を、ここでは「動的精度」と呼ぶ。特に5軸MCでは工具姿勢が変わると、同じ加工送り速度でも各直進軸、回転軸に要求される速度や加速度は異なる。このため、「どの位置にいるか」だけではなく、「どの姿勢で、どの程度の速度・加速度で動いているか」まで考慮して性能を評価する必要がある。

評価する方法や、送り速度を変えることで速度に依存して現れる誤差を捉える方法も報告されている。DBBやR-testは、工作機械の精度を確認する「健康診断」から、誤差の原因まで探る「精密検査」へと、その役割を広げつつある。

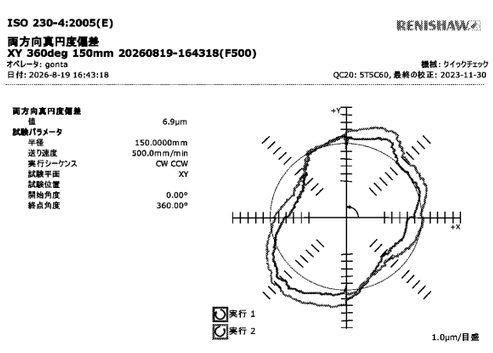


$$r_{WTt} = A^3_{(l_{1z})} A^6_{(\theta)} A^3_{(l_{2z})} A^2_{(l_{2y})} A^4_{(l_{2\alpha})} A^5_{(\psi)} A^4_{(l_{3\alpha})} A^3_{(l_{3z})} A^1_{(l_{3x})} A^2_{(l_{3y})} A^2_{(y)} A^2_{(l_{4y})} A^1_{(l_{4x})} A^3_{(l_{4z})} A^3_{(l_{5z})} A^1_{(x)} A^2_{(l_{6y})} A^3_{(l_{6z})} A^3_{(z)} A^2_{(l_{7y})} A^3_{(l_{7z})} A^3_{(l_{8z})} r_T$$

図1 傾斜テーブル型5軸MCの形状創成関数



(a)5軸MCにおけるDBB測定



(b)XY平面の測定結果例

図2 DBBによるXY平面の運動精度評価

Nidec
革新的なソリューションでモノづくりに貢献
ニデックマシンツール
ニデックオーケーケー
PAMA
TAKISAWA
JIMTOF 2026
東ホール E3011～3013
ニデック工作機械 JIMTOF2026 特設サイトはこちら
ニデック株式会社 機械事業本部 〒617-0007 京都府向日市ニデックパーク 33 番地 C 棟

TSUDAKOMA
ツダコマは、
円テーブルだけじゃない
加工の＃1サポーターだ！
三次元測定機用NC円テーブル
薄型軽量設計
φ800
ブロックビルド方式の
NC傾斜円テーブル
AWCスカラー仕様
自動ワーク交換装置
コンパクトな設置面積で30パレットを搭載
TSUDAKOMA i-CUBE
100V駆動の小型加工機
必要な機能が必要な形で
当社の3つの駆動要素（ウォームドライブ・ボールドライブ・
ダイレクトドライブ）を 組み合わせ、お客様へ最適構成を提案
JIMTOF 2026
2026/10/26(月)～31(土)
東京ビッグサイト
西2ホール W2035
津田駒工業株式会社
www.tsudakoma.co.jp

JIMTOF2026 出展
切り屑・クーラント処理 東2ホール E2007
高精度ろ過フィルター
● さまざまな種類のスラッジへ対応
● 高精度な加工設備にも対応
● 油性クーラントにも対応可能
新製品 フリップトレー
● チップバケットの有無を検知し、自動でコンベヤ排出口を開閉
● チップバケットをAMR等で搬送することで切り屑集積作業を自動化
サークルコンベヤ
● サイドアーム式スクレーパーコンベヤ横型タイプ
● 切り屑やプレススクラップを搬送
● 自由なレイアウト設計が可能
OPEN
株式会社白山機工
〒924-0004 石川県白山市旭丘4丁目10番地
TEL（076）275-6631㈹ FAX（076）276-8371
ホームページ https://www.hakusankiko.co.jp/
E-mail eigyou@hakusankiko.co.jp
FM56524 EMS56529

J.A.M.
New Standard
JIMTOF 2026
2026年10月26日(月)-31日(土)
東京ビッグサイト
西2ホール：W2009
PRESS
《取扱い商品》
◇サーボプレス
◇油圧プレス
◇各種オプション
新製品
当社C型プレス
最速400min⁻¹
高速クランク
サーボプレス
RSC50ND
VISE
《取扱い商品》
◇精密バイス
◇両締めバイス
◇精密NC・MC用バイス
◇ワイヤー加工ツーリング
新製品
シリーズ最大
口金開き210mmモデル
調整機能付き精密ワイヤーカットバイス
JWS948
精密多連バイス
PF390（5連）
日本オートマチックマシン株式会社
https://www.jam-net.co.jp/
本 社 〒146-0092 東京都大田区下丸子 3-28-4 TEL(03)3756-1433
名古屋 ST：〒465-0035 愛知県名古屋市名東区豊が丘 3009 TEL 052-774-8873
大阪 ST：〒550-0014 大阪府大阪市西区北堀江 2-12-21 TEL 06-6533-2651
原町 ST：〒975-0037 福島県南相馬市原町区北原字木戸脇 18 TEL 0244-23-6161
福岡 ST：〒811-1213 福岡県那珂川市中原 3-7 みなもとビル 302 号 TEL 092-292-8201

「測る」から「予測する」へ

主軸を回すと精度はどう変わるのか

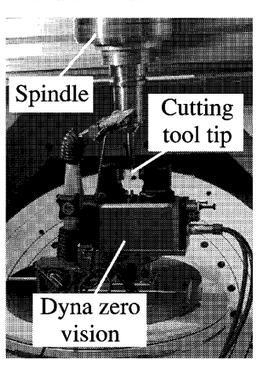
工作機械の精度評価は長年、「誤差を測り、その原因を調べ、必要に応じて補正する」という考え方を基本としてきた。しかし、その先に見えてきたのが、加工する前に仕上がりを予測する技術である。

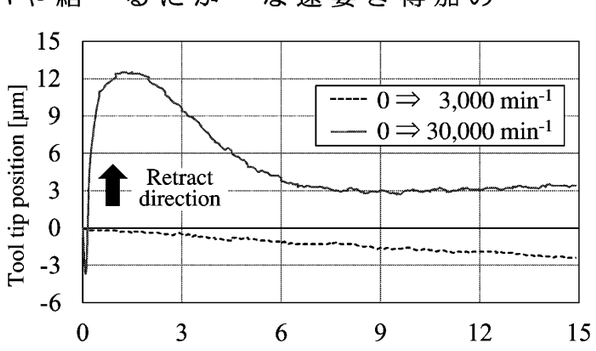
5軸MCの加工精度には、機械の幾何誤差だけでなく、送り軸の追従誤差、主軸の回転振れや振動、熱変位、さらには工具や工作物の変形など、さまざまな要因が関係する。図5に示す測定例では、主軸回転に伴って工具先端位置にミクロンオーダーの変化が確認されている。こうした実加工状態に近い条件で得られる動的な計測情報を、加工条件や工具姿勢と関連付けてモデル化することができれば、工作物に生じる加工誤差を事前に予測できる可能性がある。

そこで注目されているのが、実際の工作機械の状態を仮想空間上に再現するデジタルツインである。機械の幾何モデルや運動モデルに実機から得られた計測データを反映させ、実際の加工に対応した誤差をコンピューター上で予測する。さらに、機械学習を利用して送り軸の追従誤差を予測するなど、物理モデルとデータを組み合わせた研究も進んでいる。

将来、DBBやR－testによる運動精度測定、主軸回転中の動的計測、キューブ加工精度試験などから得られる情報を統合できれば、「この工具姿勢、この主軸回転速度、この送り速度なら、工作物のどこに、どの程度の加工誤差が生じるか」を加工前に予測できるようになるかもしれない。

さらに、その予測結果をNCプログラムや加工条件へフィードバックすれば、誤差が生じてから補正するのではなく、誤差の発生をあらかじめ見越して加工することも可能になる。工作機械の精度技術は、「測る」から「原因を知る」へ、そして「予測し、加工精度を保証する」時代へ。5軸加工を支えるさまざまな段階を迎えつつあり、精度評価は、いま新たな局面を迎えている。





(a)工具先端位置の計測　(b)工具先端位置の変化

図5 主軸回転に伴う工具先端位置の変化

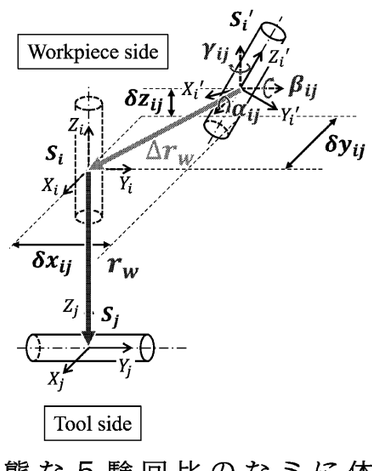


図3 組み立て誤差を考慮した形状創成誤差関数

■ 組み立て誤差を表す行列

$$[\varepsilon_{ij}] = \begin{bmatrix} 0 & -\gamma_{ij} & \beta_{ij} & \delta x_{ij} \\ \gamma_{ij} & 0 & -\alpha_{ij} & \delta y_{ij} \\ -\beta_{ij} & \alpha_{ij} & 0 & \delta z_{ij} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

（Rotational error / Linear error）

■ 組み立て誤差を考慮した形状創成関数

$$r_w + \Delta r_w = A_{(i)} A_{(l_{ij})} A_{(j)} r_T + A_{(i)} \varepsilon_{ij} A_{(l_{ij})} A_{(j)} r_T$$

さらに実加工では、送り軸の運動だけでなく、工具を取り付けた主軸も高速で回転する。図3に示す形状創成誤差関数を用いれば、図1の形状創成モデルに組み立て誤差などを組み込み、それらが加工位置に及ぼす影響を数学的に表現できる。

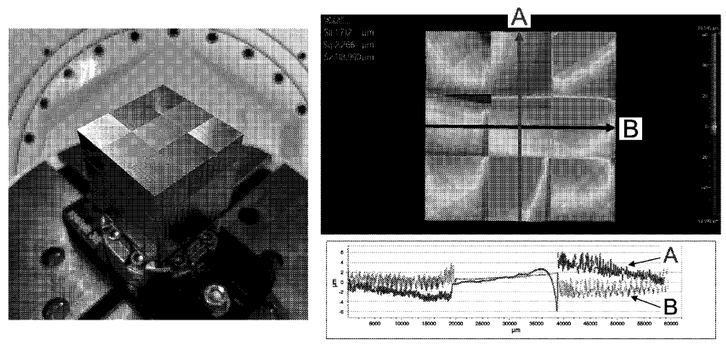
今後は、こうした幾何誤差モデルを基礎として、運動中に生じる動的誤差や主軸回転の影響まで含めたモデルへ発展させる必要がある。5軸MCの性能評価では、時間とともに変化する誤差をどのように測り、加工結果と結び付けるかが新たな課題となっている。

DBBやR－testによる運動精度試験では、一般に主軸を回転させない状態で工具側と工作物側の相対運動を測定する。しかし実際の加工では、工具は高速で回転している。そこでは工具の回転振れや主軸の振動が生じ、運転時間が長くなると軸受や主軸の発熱に伴う熱変位も加わる。したがって、無負荷状態で高い運動精度を示した機械が、必ずしも同じ精度で工作物を加工できるとは限らない。

こうした違いを実際の加工結果から評価する方法の一つが、図4に示すキューブ加工精度試験法である。立方体の各面を複数の領域に分け、ボールエンドミルの工具姿勢を変えながら加工し、加工後の各面の高さや傾きを比較する。さまざまな回転軸角度を一つの試験に組み込めるため、5軸MCが持つ総合的な加工性能を実加工状態で確認できる点が大きな特徴である。

ただし、加工面に現れる誤差がすべて回転軸の幾何誤差によるものとは限らない。工具形状や工具長、送り軸の反転挙動、加工条件などの結果に影響する。そのため、これらの要因をできるだけ分離し、加工面に現れた誤差が何に起因するのかを明らかにすることが重要になる。

今後、キューブ加工で得られる加工面の誤差と、主軸回転中に工具先端で生じる回転振れ、振動、熱変位などを対応付けることができれば、機械の動的特性が最終的な加工精度にどの程度影響するかを定量的に説明できるようになる。無負荷での「機械精度」と、材料を実際に削ったときの「加工精度」を結び付けることが、次の重要な課題である。



(a)キューブ加工　(b)加工面粗さによる評価

図4 キューブ加工精度試験による加工誤差の評価

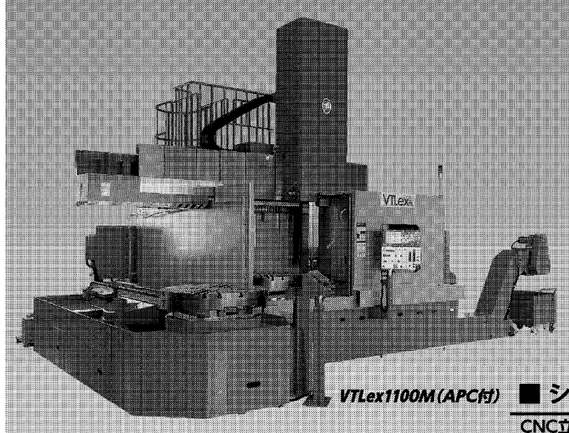
JIMTOF2026
小間番号 東3ホール E3022
豊和工業HP 公式YouTube
省人化を、技術で極める
AUTOMATION × TECHNOLOGY
早く・簡単に・安価に導入！
自動化パッケージ
新型楔形3爪中空チャック
「H3KBAシリーズ」
クイックチェンジパワーチャック
「H3SJシリーズ」
Howa 豊和工業株式會社
https://www.howa.co.jp/

シン・5軸
5軸加工のその先へ。
— 自動化・無人運転が新たな生産性をつくる —
5 5軸で始める 工程集約。
高剛性5軸 5軸マシニング 多数個取り
大型ワークの工程集約
5軸加工と旋削加工を1台に集約
Ø850mm Ø760mm H385mm H185mm 400kg 最大ワークサイズ
世界初披露
出展機 5軸複合マシニングセンタ New MX-850T PC4
1 ワンチャッキングで 複合加工。
5軸マシニング＋旋削 ヘール加工 スロット加工
0 無人で 生産性向上へ。
MiOS 4 120本工具マガジン
マルチパレットシステム PC7
5軸加工と旋削加工を1台に集約
Ø520mm H330mm 175kg 最大ワークサイズ
出展機 5軸複合マシニングセンタ MX-520T PC7
Matsuura JIMTOF2026 特設サイト
展示会情報を随時更新中!!
第33回日本国際工作機械見本市 JIMTOF2026 10月26日(月)-31日(土)
東京ビッグサイト 東3ホール マツウラブース 小間番号 E3030
Matsuura
株式会社 松浦機械製作所
本社・工場 〒910-8530 福井県福井市東森田4-201 TEL.0776-56-8100
https://www.matsuura.co.jp/
E-mail:webmaster@matsuura.co.jp
松浦機械製作所 検索

立旋盤の国際ブランド O-M Ltd. JAPAN

“匠の技で” 新たな創造

抜群の耐久性と信頼性で、幅広くニーズに対応



VTLex1100M（APC付）

CNC立旋盤 VTLex Series

ベストセラー機がさらに進化

高圧クーラント対応（最大20MPa）、研削機能
HSKクランプ、テーブルタンデム駆動の他
多彩なオプションで最適な加工環境をご提案致します

■ シリーズラインナップ

CNC立旋盤	CNCターニングセンタ	テーブルサイズ
VTLex915	VTLex915M	915mm
VTLex1100	VTLex1100M	1100mm
VTLex1250	VTLex1250M	1250mm
VTLex1600	VTLex1600M	1600mm
VTLex2000	VTLex2000M	2000mm
VTLex2500	VTLex2500M	2500mm
VTLex3000	VTLex3000M	3000mm

■ 標準仕様

単動4ツ爪テーブル／クーラント装置
ATC装置／刃先自動計測補正装置 他

■ オプション

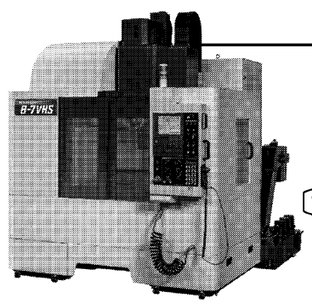
油圧チャックテーブル／ATC装置収納本数拡大
高圧クーラント対応機能／APC装置
HSKクランプ（ターニングセンタのみ）／
テーブルタンデム駆動／研削機能

オーエム製作所

2026

第33回日本国際工作機械見本市
JIMTOF 2026
2026年 10月 26日(月)▶31日(土)
東京ビッグサイト（東京国際展示場）
東2ホール：E2019

https://www.omltd.co.jp

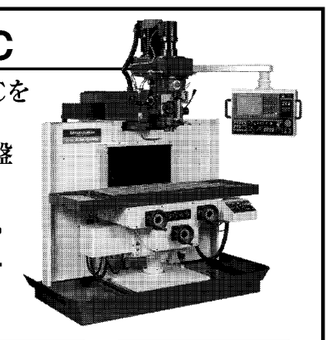


B-7VHS

全軸角ガイド摺動面により
高剛性と高精度を実現した
立形マシニングセンタ

AN-SRN6ATC

AN−SRNに6本ATCを
搭載し、精度と作業性を
両立したCNCフライス盤



株式会社 静岡鐵工所
SHIZUOKA MACHINE TOOL CO., LTD.
本社・工場 〒421-1222 静岡県静岡市葵区産女1022
TEL 054(278)3451 FAX 054(278)3452

東北営業所 | 関東営業所 | 名古屋営業所 | 大阪営業所 | 福岡営業所 | 東ホール E1046

https://www.shizuokatekko.co.jp

切削加工における びびり振動現象と抑制技術

各種びびり振動現象の理解

名古屋大学大学院
工学研究科 航空宇宙工学専攻
教授 社本 英二
准教授 早坂 健宏

自動車や航空機など産業製品の部品の多くは、工作機械による切削プロセスによって直接的に、あるいは金型形状を転写することで間接的に形状創製される。これらの部品が組み立てられ、価値のある製品としてユーザーに購入されるが、その価値は工作機械によって生み出される部分が大きい。工作機械は、能率や精度・仕上げ面粗さ等の観点で、今なお進歩し続けている。重要な課題の一つであるびびり振動についても例外ではない。一般に、切り込みを増大して生産性を向上しようとすると、ある閾値（安定限界）以上ではびびり振動が発生し、仕上げ面性状の著しい劣化や工具欠損等の問題を生じる。従って、びびり振動を理解し抑制することができれば、高品質で安定な生産の実現、生産性の向上、ひいては製品競争力の向上につながる重要な技術となる。なお、強制振動をびびり振動に含める場合があるが、本稿では大きな問題となることが多い自励振動に焦点を当て、その最近の研究・技術的進歩を概説する。

ここでは、近年現象解明が進んでいる各種のびびり振動現象について解説する。従来からよく知られている「再生」を含めると、切削プロセスで自励振動を引き起こす現象は、現在までに下記の五つが判明しており、実際のびびり振動はそれらが混合して生じる複雑な現象である。

① 再生

旋削やミリングなど多くの切削プロセスでは、図1に示すように、一回転／一刃前の過去の振動と現在の振動の間に位相差があることによって切り取り厚さ変動を生じ、切削力変動すなわち加振力を生じる。この力が機械構造を加振し再び振動を生じて悪循環を繰り返す時、再生びびり振動が成長する。この再生びびり振動に対しては半世紀以上にわたって多くの研究が行われ、理論的に現象が解明されるとともに、安定ポケット、不等ピッチ／不等リード工具、の成分は切削方向に大回転速度変動（SSV）などのさまざまな抑制技術が開発されてきた。近年、それらの理論や技術が普及することにより、再生びびり振動理論では説明ができない現象や、再生びびり振動を抑制して切り込み量を増大することで、異なる加振メカニズムによるびびり振動が問題と成り得ることが、筆者らの研究等で下記のように解明され始めている。

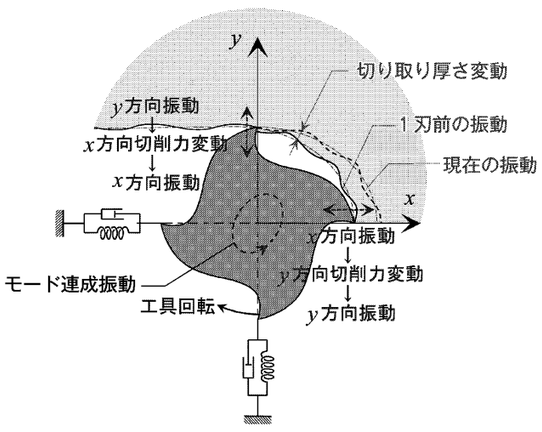


図1 エンドミル加工時に生じやすい加振のメカニズム

② モードカップリング

ロングシャンクエンドミルのように、二つの直交する半径方向振動モードが近い共振周波数を持つ時、「モードカップリング」と呼ぶ加振現象を生じやすい。図1に破線の両矢印で示すように、例えばx方向振動が生じると、主にスプラインドy方向に切削する領域（図1ではアップカット終了付近）で切り取り厚さ変動を生じる。一般に切削力を変付でにるえ矢す呼ｌ周振つン グ

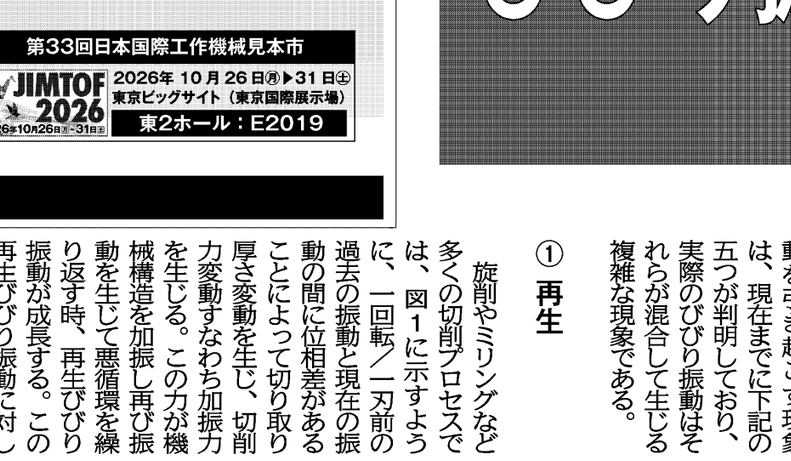


図2 旋削時に生じるさまざまな加振／減衰のメカニズム

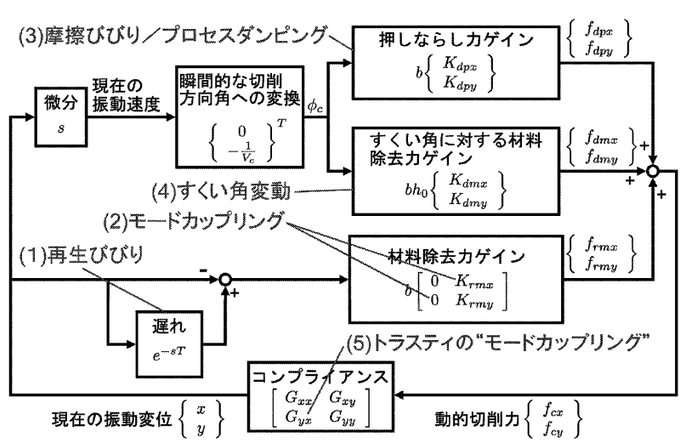


図3 びびり振動を伴う旋削プロセスの統合モデル

③ 押しならし領域変動

旋削バイトにしばしば見られるように、刃先で切削方向に対して若干傾く振動モードを持つ時、刃先丸みの領域（逃げ面摩耗を含む）の押しならし力（主に摩擦方向成分）が加振力になる場合がある。図2の場合、振動によって切削速度が低くなる時に押しならし領域が大きくなって摩擦力が増大し、高くなる時に押しならし領域が小さくなって摩擦力が減少することで、振動モードが加振される。この場合に成長する自励振動は、「摩擦びびり」あるいは摩擦型びびり振動と呼ばれる。

一方、多くの振動モード方向の場合には、押しならし力が振動を減衰する位相関係となるため、同じ現象が「プロセスダンピング」と呼ばれている。

④ すくい角変動

図2のように振動成分が切れ込み方向成分を持つと、瞬間的なすくい角も変動する。上図のように瞬間的な切削方向角が上向きになると、刃先が鋭利になる効果を生じて切削力が減少し、逆に下図の場合には切削力が増大する。この力変動が加振側になるか減衰側になるかは、この場合にも位相関係に依存する。

⑤ トラスティの“モードカップリング”

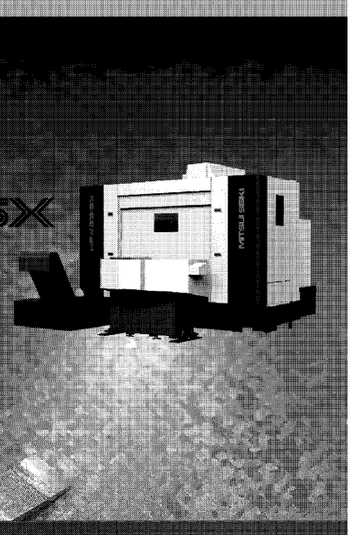
最後に、ジリ・トラスティ教授が指摘した“モードカップリング”は、振動モードが複数方向の変位成分を持つこと（図3内のGyx）によって生じ得るびびり振動である。

MITSUI SEIKI
https://www.mitsuiseiki.co.jp
本社工場：〒350-0193 埼玉県比企郡川島町八幡6-13 TEL：049-297-5555（代表）
営業所：東日本営業所、名古屋営業所、西日本営業所



高精度ジグ研削盤
J370G
真円度・円筒度を追及したJ370G、自動化をより効率よく行うために U軸ストロークを最適化。

5軸制御横形マシニングセンタ
HPX63-5X
各軸早送り速度を高め、A軸剛性と動的精度を高めた新開発の5軸制御横形マシニングセンタ。





オイルフリースクロールコンプレッサ
DS-085A-R
低騒音・低振動・高効率な圧縮機を実現したコンパクトマシン。運転状態、異常表示、メンテナンス表示など自己診断機能を標準装備。

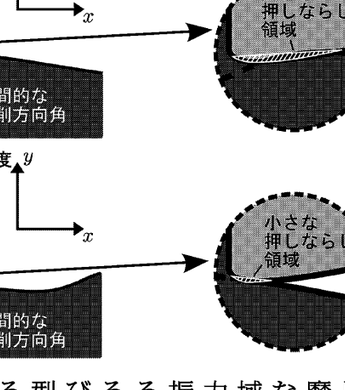
オイル式インバータコンプレッサ
ZV15AX4-R
独自の圧縮機構「Zスクリュー」の最高性能を追及し、クラス最大の特殊空気量を実現



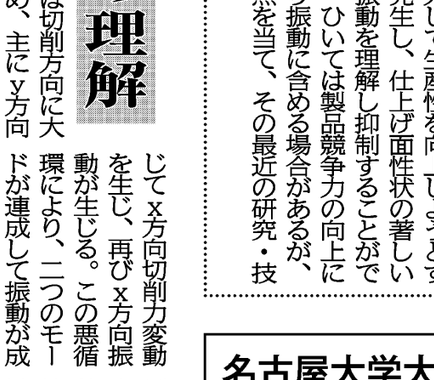
東京ビッグサイト 東３ホール
小間番号：E3029

JIMTOF2026
2026年
10月26日(月)－31日(土)

生産性が変わる ——
多品種少量加工は山崎技研のフライス盤
～操作性の良さと加工ガイダンス機能で段取り時間を短縮します～

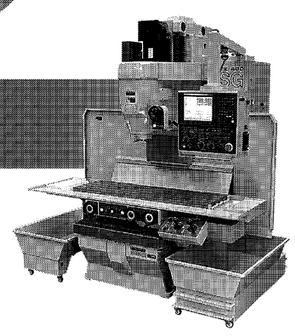


立形NCフライス盤
（汎用タイプ）
YZ-8WR

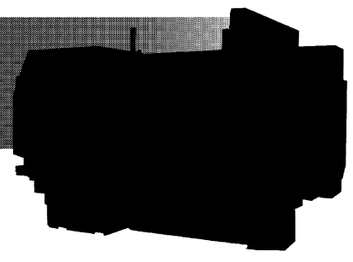


横形NC
フライス盤
YZB-130
ATC

YZ-400SG
立形NC
フライス盤

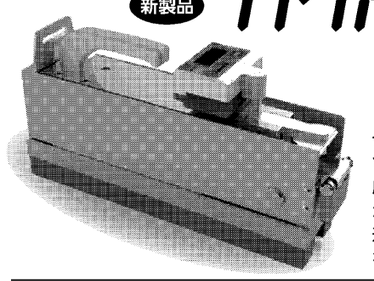


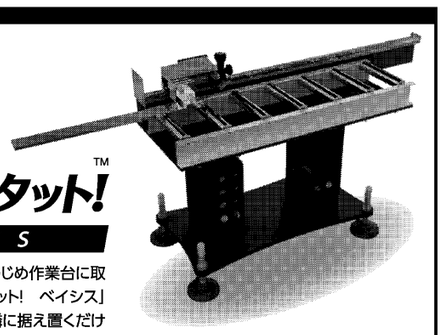
NC-旋盤
（参考出展）
詳細は
会場にて!



株式会社 山崎技研
YAMASAKI GIKEN CO., LTD.
URL https://www.yamasakigiken.co.jp
本社・工場／〒782-0010 高知県香美市土佐山田町テクノパーク2
TEL:0887-57-6222 FAX:0887-57-6223
東京営業所／〒335-0031 埼玉県戸田市美女木7-2-5
TEL:048-422-4823 FAX:048-422-4630

JIMTOF 2026
2026年10月26日(月)－31日(土)
ブースNo.E1047（東1ホール）

デジタル角度ガイド
新製品 カクドピタット!™

切断刃の角度をリアルタイムでデジタル表示。
度数を確認しながら角度調整が行えるため、目盛の読み間違えや勘違いによる作業ミスを未然に防ぎます。

作業台一体型
デジタル定寸ガイド
デジピタット!™
BASYS

デジタル定寸ガイドをあらかじめ作業台に取り付けた一体型が「デジピタット! ベイシス」です。今お持ちの切断機の隣に据え置くだけでご使用いただけます。

kankikai 菅機械産業株式会社
〒791-8042 愛媛県松山市南吉田町2278-1　TEL(089)965-0665　FAX(089)965-0651
ホームページ：https://www.kankikai.co.jp　メールアドレス：info@kankikai.co.jp
JIMTOF2026 2026年10月26日(月)-31日(土)
小間番号 南4ホール S4025

JIMTOF 2026 | 東3ホール E3027

エンシュウは、モノづくりインテグレーション
という答えをJIMTOFで提案します。

エンシュウ株式会社

第33回 日本国際工作機械見本市
JIMTOF2026
2026年10月26日(月)▶10月31日(土) 東京ビッグサイト

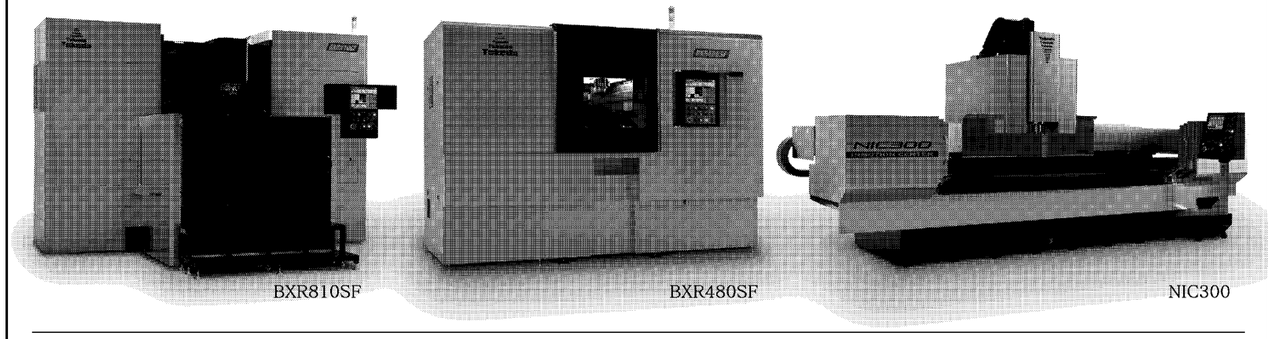
株式会社 武田機械
JIMTOF2026 出展のご案内
東３ホール E3018 に出展致します。
皆様のお越しを心よりお待ち申し上げております。

出展機：両頭フライス盤 BXR480SF New & BXR810SF　インモーションセンタ NIC300 New

両頭フライス盤 BXR810SF
従来機ではワークの脱着作業時に必要だった門形クランプの手動開閉作業を不要とする「クランプコラム待避機能」、非鉄金属の加工現場で要望の多い「フルカバー仕様」や「湿式仕様」、オペレータの作業負担を軽減する「下バリ取り機能」などの新機能が追加されました。
加工寸法:
L70～810×W70～810×H230mm
フェイスミルカッター径：φ250mm

両頭フライス盤 BXR480SF New
ベストセラーモデルBXR460SFを進化させたBXR480SF。
新クランプ機構の採用により機械サイズが縮小したにもかかわらず、最大加工範囲は拡大しスペースパフォーマンスを向上させました。
「フルカバー仕様」が標準となり、「湿式仕様」もオプションで選択可能。
加工寸法:
L20～480×W20～480×H150㎜ (190㎜[Op.])
フェイスミルカッター径：φ160㎜ (φ200㎜[Op.])

インモーションセンタ NIC300 New
NIC300は長尺ワーク向けテーブル固定・コラムトラベリング構造の省スペース立形マシニングセンタです。
剛性・加工能力・スピード、全ての要素で従来機MVシリーズを超越した本体はよりパワフルでハイスピード切削を可能にしています。
主軸端: JIS No.40
主軸移動量:X3000/Y400/Z350mm
主軸モータ: 7.5/5.5kW
主軸回転数: 4000min⁻¹
工具収納本数: 34本


BXR810SF　BXR480SF　NIC300

Takeda Machine Tools 株式会社 武田機械
本社・工場　〒918-8188 福井県福井市三尾野町 1-1-1　TEL(0776)33-0043(代)　FAX(0776)33-3343
東京営業所　TEL(03)3635-8021　FAX(03)3635-8024　名古屋営業所　TEL(052)704-1631　FAX(052)704-1633
大阪営業所　TEL(06)6192-7945　FAX(06)6192-7935　広島事務所　TEL(082)871-6311　FAX(082)871-6310
https://www.takeda-kikai.co.jp

速度変動による抑制機構の理解と応用

総合的判断できる力量が重要

びびり振動現象の解明が進むに伴い、その抑制技術も進歩し続けている。ここでは、最近、筆者らが取り組んだ研究開発の一つとして、再生びびり振動を抑制する速度変動（SSV）の原理解明と変動条件・波形最適化の成果について紹介する。

従来、速度変動による再生びびり振動抑制機構の理解と応用

びびり振動現象の解明が進むに伴い、その抑制技術も進歩し続けている。ここでは、最近、筆者らが取り組んだ研究開発の一つとして、再生びびり振動を抑制する速度変動（SSV）の原理解明と変動条件・波形最適化の成果について紹介する。

従来、速度変動によって再生を生じる過去の振動の位相が変動することが、抑制原理であると説明されてきた。しかし実際には、SSVの適用時に成長する再生びびり振動の周波数は、図4に示されるように変動する速度に比例し、位相は変動しない。すなわち、実際にびびり振動周波数が変動することで、機械構造の振動モードから遠ざかることが正しい抑制原理であることが明らかとなった。解明された原理に基づき、振動周波数の変化率に対応する「加速率」と呼ぶ評価指標を定義して抑制効果を定量化し、SSV条件の最適化を実現した。

さらに、図4に示されるように、SSVを適用した際にびびり振動が成長するのは加速率の絶対値が低下した期間であることから、最適な速度変動は加速率一定となる波形であることを見出し、「CAR−SSV」と呼ぶ新しい再生びびり振動抑制技術を開発した（図5参照）。本技術により、従来のSSVで最も抑制効果が高い条件に対してさらに2倍程度の安定性向上を実現している。

本ブロック線図は切削方向が変化しない旋削プロセスを対象として描いたものであるため、材料除去力の左側成分（切削方向成分）がゼロとなっている。

以上を統合すると、びびり振動を伴う切削システム全体は、図3に示すブロック線図とメカニズムでびびり振動に起因する除去力が発生することは考えにくいため、これらのメカニズムを同時に考えることが、特に今後各種抑制技術が発展する状況において重要になると予想される。

②のように複数の振動モードは連成しないが、歴史的に⑤の方が先行してモードカップリングと名付けられたため、筆者らは「トラスティの〝モードカップリング〟」と呼んでいる。

本稿では、近年になって現象解明が進んだ各種びびり振動現象とそれらを統合した切削システムの全体像について概説し、抑制技術の一例として速度変動（SSV）による再生びびり振動抑制原理と変動条件・波形最適化の研究成果について紹介した。切削は、加工条件以外に、工具形状・姿勢・軌跡、治具、ツーリングなども考えると非常に選択すべきパラメーターの多いプロセスであり、それらがびびり振動安定性にも影響を与える。

一方で、評価すべき項目も、振動安定性だけでなく加工能率・動力、仕上げ面精度・粗さ、工具寿命、切りくずの処理性など多岐にわたり、振動問題を解決するためにあるパラメーターを変化させれば、他の評価項目にも影響が及ぶ。

従って、さまざまな切削形態において、異なる制約や製品要求の下、複雑に混合する各種びびり振動を適切に抑制するには、切削プロセス、各種びびり振動現象、各種抑制手法の原理を広くかつ深く理解して総合的に判断できる力量が求められる。そのような技術力向上のために本稿が少しでも役立てば幸いである。

なお、本稿で紹介した研究は、オークマ、村田機械、ブラザー工業、デンソーダイシン、三菱重工業をはじめとする産業界の皆様、研究室の学生・スタッフ、ならびに知の拠点あいち重点研究プロジェクト（I−V期）等のご支援・ご協力によって実現したものであり、関係各位に深謝する。

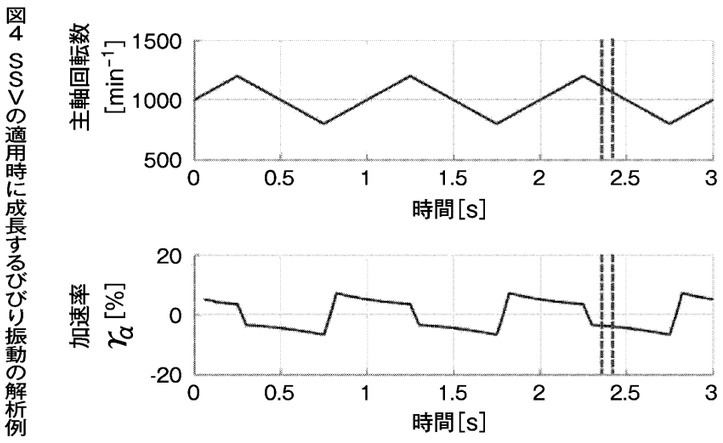


図4 SSVの適用時に成長するびびり振動の解析例

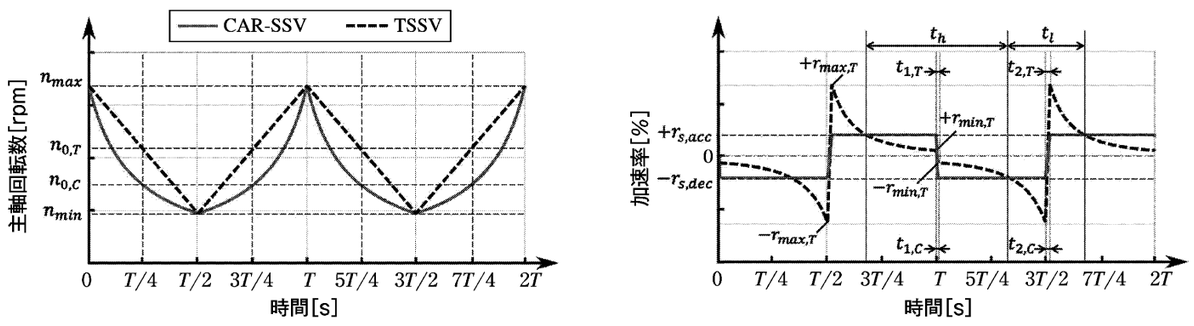


図5 従来比約2倍の再生びびり振動安定性を実現する加速率一定回転数変動（CAR−SSV）技術

Komatsu NTC Ltd.
E1058 東1ホール
Integrated technologies
機械技術　制御技術　レーザー技術　画像処理技術　ロボット技術　デジタル技術
CX500
横形5軸マシニングセンタ
多段パレット＆計測システム搭載

実機展示
NW300M
FSW・切削複合加工機
摩擦攪拌接合スピード革命!

実機展示・加工実演
画像処理関連装置
計測自動化システム構築
半導体製造関連装置
ワイヤソー・超精密平研
加工状態監視
KOMTAS
パネル・サンプル・動画でご紹介
コマツNTC株式会社
【共同出展者】KELK　クオリカ　コマツ産機　コマツカスタマーサポート

ONE STOP TOTAL SOLUTION
新しい周辺装置の価値
JIMTOF2026
東7ホール E7093

ミストチェンジャー
自動棒材供給機
チップコンベヤ
オイルクーラー
高圧クーラント装置
NEW
リフター付バースタンド　リフター機能付材料運搬装置
パーツセーフティキャッチャー　パーツ回収装置
パーツセーフティレシーバー　パーツ回収装置
パーツブロークリーナー　エアブロー装置
スラッジバキュームクリーナー　スラッジ回収装置
パーツウォッシュクリーナー　パーツ洗浄装置
BARTOP®
育良精機株式会社
ホームページはこちらから

省エネ・高効率・高精度を実現する SANYO

PRG-1NC FOUR
CNC歯車R面取盤

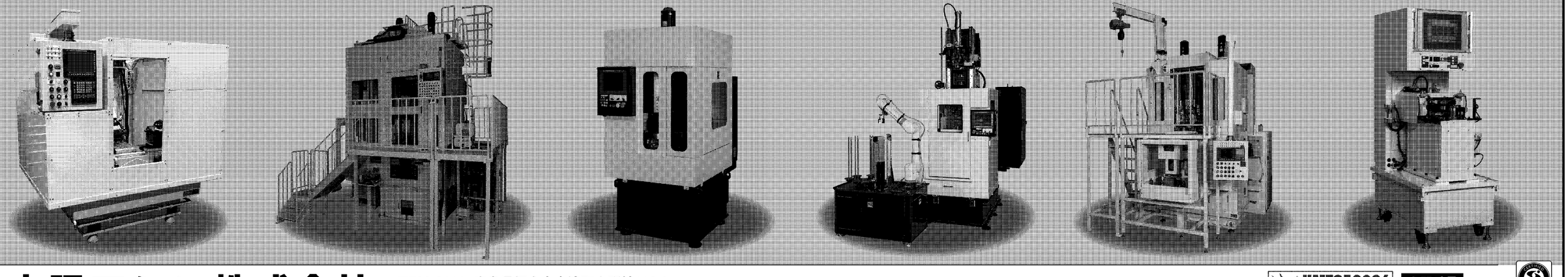
25TON 1800ST
CNCヘリカルブローチ盤

KSM-3NC
3軸CNCスロッター加工機

5TON800ST
TOOL移動式 CNCブローチ盤

VRF-1000
縦型 ラック転造盤

GTI-1
ギヤーチェッカー



山陽マシン株式会社
〒729-0111 広島県福山市今津町大明神112-2
☎(084)934-9305 FAX(084)934-9308
http://www.sanyomachine.co.jp E-mail:info@sanyomachine.co.jp
JIMTOF2026 2026年 10月26日(月)-31日(土)
小間番号 S1072
JQA-QMA11318

―VAEで捉えるFSWの「見えない異常」とデジタルツインへの展望―

デジタル技術やAI（人工知能）の進展により、モノづくりの自動化・自律化が加速する一方、製造プロセスの時系列センシングデータを軸とする異常検知や変化検知は品質保証を左右する重要課題であり続けている。製造現場では、環境変動に伴う正常域のドリフトや、閾値設定の曖昧さから生じる「外れ値に見えない異常」の検出が難問となる。人の目が届きにくい自動化ラインでは、潜在的な不具合の予兆をインプロセスで捉える技術が不可欠である。本稿では摩擦攪拌接合（FSW）を対象に、筆者が取り組む確率生成モデル（変分自己符号化器：VAE）を用いたインプロセス異常検知技術と、デジタルツインへの展望を紹介する。

FSW

固相接合の一種であるFSWは、航空宇宙や電気自動車（EV）をはじめとする輸送機器分野で適用が拡大している。FSWは、回転する接合ツールを被接合材に挿入し、摩擦熱と塑性流動を利用して接合する方法で、アルミニウム合金などの低融点金属を中心に用いられる。溶融溶接に比べてエネルギー消費量が少なく、固相接合ゆえに高強度な継ぎ手が得られる利点を持つ。その反面、接合品質は、ツール回転数や送り速度、接合荷重、材料の拘束状態などのプロセスパラメーターに大きく依存する。

内部ボイドやトンネル状欠陥、未接合（キッシングボンド）といったFSW特有の内部欠陥は、外観・寸法測定では検知できない。従来の破壊検査やX線・超音波による非破壊検査といった相応の時間と費用を要するオフライン検査に頼らざるを得ず、インプロセスでの全数保証は困難である。そこで、接合中に取得される温度や負荷の時系列センシングデータを活用し、プロセス状態をリアルタイムに監視・異常検知する技術の確立が求められている。これにより、検査工数の大幅な削減と品質保証を両立するだけでなく、微小な兆候を捉えたプロセスの変化検知（予知保全）への展開も期待される。

常翔学園 理事
摂南大学
理工学部機械工学科 教授
諏訪 晴彦

センシング

加工現象データの高精度な取得には、加工点近傍の情報をリアルタイムに捉える産業IoT（モノのインターネット）デバイスが不可欠である。筆者は、無線式多機能センシングデバイス（山本金属製作所製MULTI INTELLIGENCE）をFSWツールホルダーとして採用した。本システムは、回転するツール先端近傍温度の時系列データを対象とし、データクレンジングから特徴量抽出、確率生成モデルの構築に至るデータ駆動型の異常検知技術の開発を進めている。

筆者の研究室では現在、技術開発の端緒として、接合ツールのプローブ先端近傍温度の分岐論理）に頼らざるを得ないケースが少なくない。しかし、検知精度を上げようと条件を重ねるほどルールは複雑化・アドホック化し、環境変動に対する汎化性能を著しく損なう。

図1に、FSWプロセスにおけるプローブ先端近傍温度の時系列データを示す。FSW挙動を学習し、「異常度」として無次元化・定量化するアプローチが不可欠となる。

閾値問題

異常検知技術は、モデル駆動であれデータ駆動であれ、現場実装に直面する。多くの場合、正常と異常の境界には明確に線引きできないグレーゾーンが存在する（砂山のパラドックス）。ROC曲線等を用いて誤検出率を抑えつつ感度を高める設計が試みられるものの、実装の最終局面では熱不足）した異常状態を示している。このような動的な波形に対して、固定閾値や複数のif-thenルールで全フェーズの正常・異常を峻別することは困難である。

したがって、温度や荷重といった物理量そのものに直接閾値を設けるのではなく、データからプロセスの正常挙動を学習し、「異常度」として無次元化・定量化するアプローチが不可欠となる。

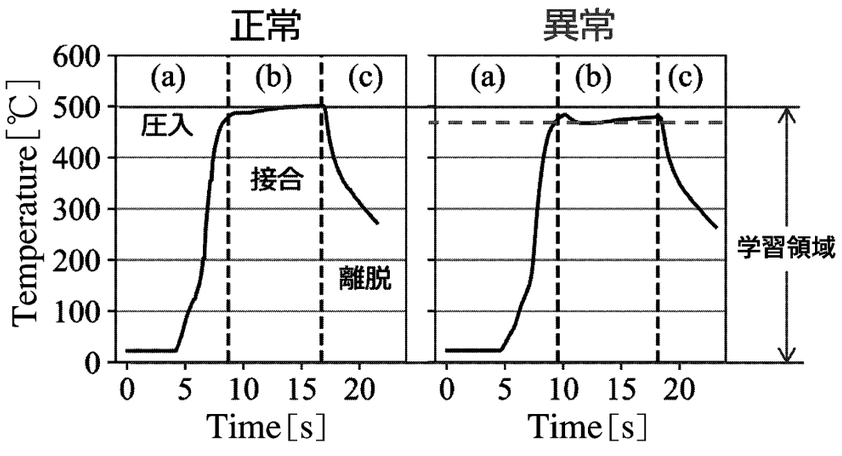


図1

確率生成モデルの導入

確率生成モデルは、データの背後にある確率分布をモデル化し、データが生成されるメカニズムを確率論的に捉える機械学習モデルである。筆者の研究室では、正常な接合状態を示すデータ（正常データ）のみで学習可能な「教師なし学習」の枠組みで、データのゆらぎ（不確実性）を明示的に扱える変分自己符号化器（VAE）をコア技術に据えた異常検知技術を開発している。

VAEは、入力データが従う潜在的な確率分布（ガウス分布を仮定）のパラメーター（平均と分散）を出力する。入出力層200次元、潜在層2次元（2次元標準ガウス分布）で構成されるVAEモデルを図2に示す。

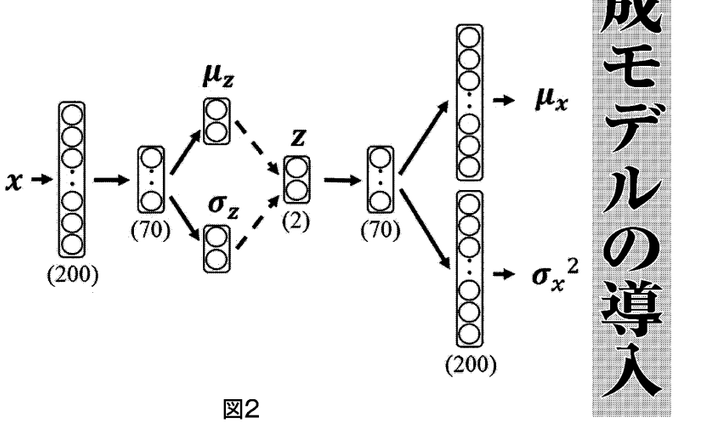


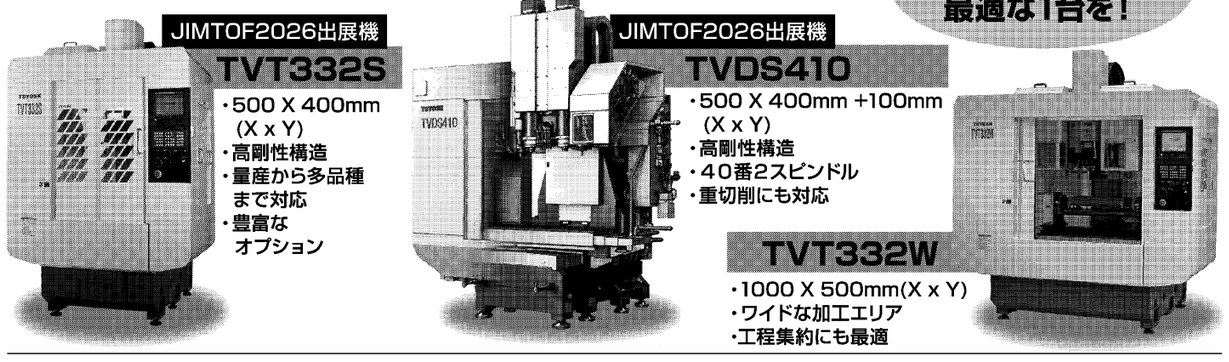
図2

高精度・高生産性で ものづくりの未来を支える
TOYOSK
TOYOSKの立形マシニングセンタ
あらゆる現場に最適な1台を！

JIMTOF2026出展機
TVT332S
・500 X 400mm (X x Y)
・高剛性構造
・量産から多品種まで対応
・豊富なオプション

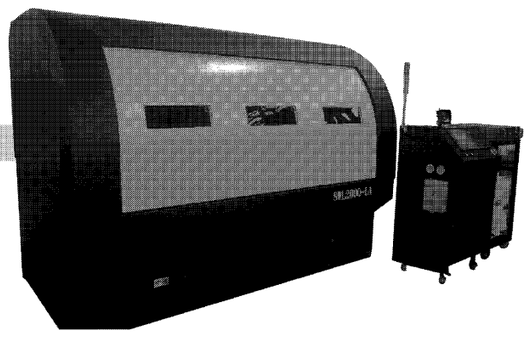
JIMTOF2026出展機
TVDS410
・500 X 400mm +100mm (X x Y)
・高剛性構造
・40番2スピンドル
・重切削にも対応

TVT332W
・1000 X 500mm(X x Y)
・ワイドな加工エリア
・工程集約にも最適



JIMTOF2026
小間番号：E3019
東洋精機工業株式会社 TOYO SEIKI KOGYO CO.,LTD.
本社工場・R&Dセンタ https://www.toyosk.com
〒391-8585 長野県茅野市宮川2715 TEL(0266)72-4135 FAX(0266)73-2872
関東営業所 TEL (048) 665-1006
大阪営業所 TEL (06) 6762-9131
海外営業所 TEL (0266) 72-4741
TOYO SEIKI USA,INC.
仙台出張所 TEL (022) 299-6515
広島営業所 TEL (082) 241-1779
PT.TOYO SEIKI INDONESIA
名古屋営業所 TEL (0566) 76-7577
諏訪営業所 TEL (0266) 72-4226
TOYO SEIKI(THAILAND)CO.,LTD

株式会社サワイリエンジニアリング JIMTOF2026 E-1068
ファイバーレーザー加工機
アルミ押し出し材などの建材加工
静穏性と加工時間の短縮を実現
SWL2000-LA

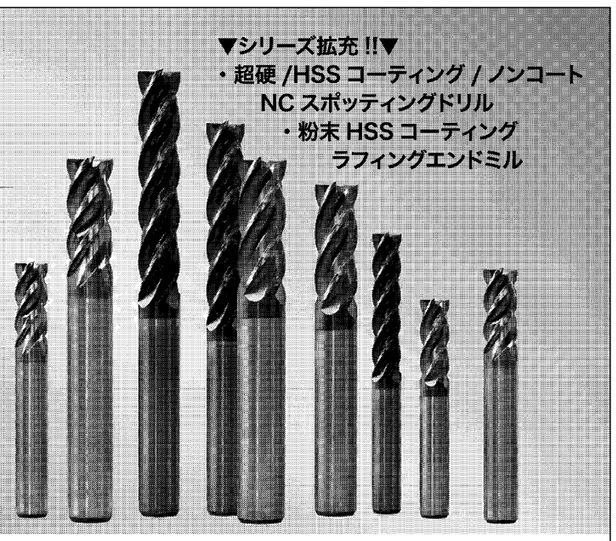


特徴
・出力2kWのファイバーレーザー採用
・100㎜角×2mのワークに対応
・360度加工、ワーク両端部も段取り替え無しで加工可能
・板厚5㎜までレーザー貫通可能
・加工時間はエンドミルや鋸刃と比較して約1/3以下を実現
・曲面の開閉扉を採用で省スペースを実現
当社ではお客様のご希望に合わせた「オーダーメイド仕様」を承ります。ワーク旋回や５軸を筆頭に幅広いオプションで対応いたします。
静岡本社工場 / 本社営業部 静岡県菊川市富田786 TEL:0537-29-7591 FAX:0537-29-7592
Website http://www.sawairi-eng.co.jp/ E-mail info@sawairi-eng.co.jp



タングステン、コバルトの使用量を9割削減した新合金
省資源×軽量×耐摩耗
サステロイSTN30
鋼と同等の軽さで約4倍の耐摩耗性を実現！
JIMTOF2026
新材料、初公開。 東京ビッグサイト 西1ホール W1030
ワークショップ情報 2026.10.30(金) 15:00▶16:00
［内容］超硬合金代替材料や省資源に向けた開発製品の紹介
お申し込みフォーム ※先着100名様まで
その感動のウラに、冨士ダイス。
FUJILLOY 冨士ダイス株式会社
［お問い合わせ先］営業本部 営業推進部 TEL:03-3759-7124
本社:〒146-0092 東京都大田区下丸子2-17-10 MAIL:sales.div@fujidie.co.jp

最高の一本、すぐあります。
豊富な在庫で、加工現場を止めない。
Cominix のオリジナル・エンドミルブランド
NEW CENTURY
JIMTOF 2026 2026年10月26日(月)-31日(土)
小間番号 W1094



▼シリーズ拡充 !!▼
・超硬 /HSS コーティング / ノンコート NC スポッティングドリル
・粉末 HSS コーティング ラフィングエンドミル
8th Anniversary
Cominix 株式会社 Cominix
“生産性向上”で未来を創る。
Cominix ソリューションズ!
https://www.cominix.jp

大型チャックのブランド
NOBEL CHUCK
TM SERIES
TMシリーズ
薄型スクロールチャック
機械ストロークを最大限に
FLC SERIES
FLCシリーズ
フローティングチャック
リング加工に最適
kawatatec
株式会社カワタテック
https://www.kawatatec.co.jp
JIMTOF 2026
2026年10月26日(月)～31日(土)
小間番号：W2066

PERFECTION IN EVERY DETAIL
段付き工具等、様々なドリル向け
オイルホール付き丸棒製品
スパイラル穴付
2穴、3穴
8度、10度、15度
20度、30度、40度
特殊 10～70度
ストレート穴付
1穴、2穴
高性能な切削工具は、高品質な超硬合金丸棒から
AFC HARTMETALL
A HYPERION MATERIALS & TECHNOLOGIES COMPANY
AFCジャパン株式会社
03 5692 6600
afcarbide.jp service@afcarbide.jp
JIMTOF 2026
W1013

ロボット用バリ取りホルダ SME-DBR7-P 型
お客様でお困りのバリ取りのテストカット承ります。
特長1 加工軸が縮み（又は伸び）、傾動して3次元曲面にも対応
特長2 表面だけでなく裏面の加工も可能（伸びタイプを使用）
特長3 加工材質により傾動負荷力も変更可能
使用用途としては、鋳物・アルミダイキャストの軽度の鋳バリ除去。
ロボットや専用機を使用せず、他の加工工程と同一のマシニングセンタで可能
JIMTOF 2026
小間番号 W2038
西2ホール
工具先端軸が360°方向へ5°傾動
カトウ工機株式会社 http://kato-koki.com/
本社 〒254-0076 神奈川県平塚市新町2-65 TEL0463-36-1511 FAX0463-36-1121
東京営業所 〒108-0074東京都港区高輪3-7-16 TEL03-6408-6511 FAX03-6408-6510
中部営業所 〒463-0811愛知県名古屋市守山区深沢1-706 エイカセントラルビル2D TEL052-736-1211 FAX052-736-1529
関西営業所 〒650-0015神戸市中央区多聞通4-4-13 歩11番館503 TEL078-371-1351 FAX078-351-2009

摩擦攪拌接合のインプロセス異常検知

異常検知性能の検証

VAEモデルの実効性を検証するため、実機FSWにおいて異常接合実験を実施した。材料の配置・固定に起因する要因として「テーパー状の継ぎ手間隙（ギャップ）」を設けたケースと（図3参照）、接合条件側の要因として接合ツールの「押し込み量不足」を施したケースをそれぞれ個別に設定し、欠陥を意図的に誘発させた。図4に、発生した欠陥（表面の溝状）および（スプラッシュ）の一例を示す。なお、テーパー間隙の始点付近（微小間隙部）では材料表面に欠陥が表出せず、外観検査による検出は不可能である。

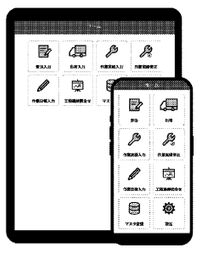
図5に、正常接合（OK1）、間隙欠陥（NG1）、押し込み量不足（NG4）に対する検知結果を示す。上段はプローブ先端温度の実測値と、VAEモデルが推定した正常状態の確率分布（平均 μ_x および $\mu_x \pm \sigma_x$ の信頼区間）である。下段は、VAEモデルが正常なプロセスの動特性を的確に学習できていることを示している。

一方、異常接合（NG1・NG4）では、検査では欠陥を確認できない初期段階においても、既に異常度の上昇が捉えられている点である。

工程管理システム
スマホ・タブレット・ブラウザ対応

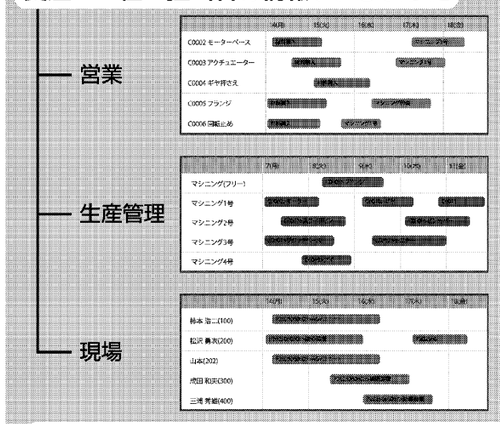
進捗を部署超えて共有

営業も、生産管理も、現場も
同じ工程計画を、それぞれの視点で見られます



作業実績は
スマホ・タブレットから
その場で入力

受注・工程・担当者の情報を、ひとつに



3つの画面の切り替えを、JIMTOF 会場で実際にお試しください

サクスマ 38万円～
株式会社インプローブ
〒142-0053
東京都品川区中延５丁目4-13
TEL：03-6873-7235
FAX：03-5413-7410
https://www.improbe.jp

JIMTOF2026
小間番号:南3ホール S3008

ダブルハンドで
ロボットの作業を効率化。



pneumagiQ ［ニューマジック］



ダブルハンドでワークの搬送や交換をより効率的に

ロボットに取り付けるだけで簡単にダブルハンドを構築できる
プラグアンドプレイユニット。
部品設計・組み立ての手間なく、短期間で構築できます。

プラグアンドプレイ
少ない配管・配線
高い汎用性

pneumagiQ

Value Creator
IMAO
株式会社イマオ コーポレーション
www.imao.co.jp

JIMTOF2026
西2ホール W2001

製造ＡＸ拠点始動 ―産総研と国内製造業の新たな取り組み―

わが国の製造業は人手不足や技能継承の課題に直面する一方、AI（人工知能）やデジタル技術の急速な進展による大きな変革期を迎えている。こうした中、製造現場で生み出される多様なデータを活用したデジタル変革（DX）・AX（AIトランスフォーメーション）の重要性が高まっているが、人材やノウハウの制約から個社単独での取り組みには限界がある。産業技術総合研究所（産総研）はこの課題の解決に向けて、国内の製造現場データを共有・活用し、新たなAIサービスや製造プラットフォームの創出を支援する「製造AX拠点」の構築に取り組んでいる。ここでは、その背景と取り組みの概要、今後の展望について紹介する。

産業技術総合研究所
研究戦略本部企画部
ものづくり基盤加工技術
検討室
北中 佑樹
髙本 仁志
奈良崎 愛子

企業と共同プロ

日本の製造業は高精度加工や高信頼品質、現場改善力を背景に国際競争力を維持してきた。一方で、人材不足や技能継承は深刻な課題となっている。労働政策研究・研修機構（JILPT）の調査によると、モノづくり人材の不足を感じる企業は7割を超え、技能継承に不安を抱く企業は8割を超える。

こうした課題への対応策として、データやAIを活用した製造現場の高度化への期待が高まっている。しかし、製造工程でデジタル技術を活用した業務改善を実施している企業の割合は、従業員301人以上の企業では67・9%に達する一方、50人以下の企業では31・5%にとどまる。デジタル技術に精通した若手人材を確保しにくいなどの理由から、特に製造業の大部分を占める中小企業のDXの実現は容易ではない。製造業のDXを広く浸透させるためには、個社の自助努力のみに依存しない新たな仕組みが求められている。

このような背景の下、経済産業省は2026年ものづくり白書において「製造AX拠点」構想を打ち出した。製造AX拠点は、製造現場で生成される加工データや設備データ、品質データなどを企業横断で収集・活用し、AI開発や製造プラットフォーム構築を支援する基盤である。従来は個々の企業や工場に閉じていた製造データを産業全体の資産として活用すること で、中小企業を含む幅広い企業のDX・AXを加速することを目指している。

産総研はこの製造AX拠点の構築と運営を担う。製造AX拠点の具体的取り組みの一つとして、経済産業省と新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が主導するGENIAC（ジーニアック）プロジェクト「データエコシステムの構築等に関する研究開発」において採択された産総研と民間企業との2件の共同提案プロジェクトがある（26年8月開始）。

1件目のDMG森精機およびWALC（東京都渋谷区）との共同提案プロジェクトでは、製造業向けプラットフォーム「CELOS Xchange」を基盤に、協力企業の約1000台の生産設備から実運用データを収集する。これらのデータを匿名化・構造化・権利処理した上で異常検知や予兆保全、加工条件最適化などを目指し、工作機械や生産セル全体の高度化につなげる計画である。

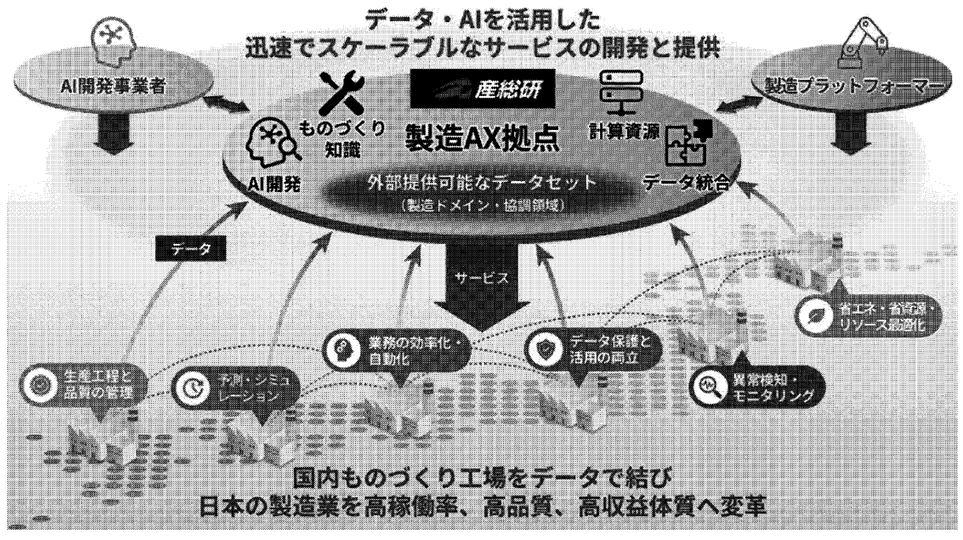
2件目のコマツとの共同提案プロジェクトでは、工場の生産性改善システム「KOMMICS」を活用して工場の計画と管理に関わるデータを10以上の生産現場から収集し、同様のデータ処理をした上で、生産計画と実績管理の自律化を加速するAI開発のためのデータセットを構築する。また、工程モデル生成・計画生成・乖離（かいり）検知などの業務をAIエージェントが連携して行うAI生産スケジューラをこのデータセットを活用して開発し、製造現場の計画業務の省力化と自律化に適用する。

どちらも、実際の製造現場のデータを大規模に収集して製造業向けAIの開発と製造現場への実装を推進する取り組みである。また、国内モノづくり企業とAI開発事業者、製造プラットフォーマーとの間で製造データを循環させる「製造データのエコシステム」の構築・実証を目指すものとなっている。

日本の製造業の強みは、個々の企業が培ってきた技能やノウハウ、現場改善力の蓄積にある。しかし、人材不足や技能継承の課題が深刻化する中、こうした知見を従来の方法だけで維持・発展させることは難しくなりつつある。

製造AX拠点は、製造現場で生み出されるデータを産業共通の資産として活用し、開発したAIやサービスを製造現場に還元することによる業務自動化や生産性向上、新たな付加価値の創出につなげることを目指す取り組みである。産総研はここで紹介した2件のプロジェクトをはじめとする取り組みを通して、今後も産業界との連携による日本の製造業全体の競争力強化に貢献していきたい。

製造AX拠点の構想



産総研・DMG森精機・WALCの連携によるGENIAC事業概要

DMG森精機のCELOS Xchangeを基盤に、工作機械・加工・品質・周辺設備の実運用データを企業横断で集約。
産総研が中立ハブとして匿名化・構造化・権利処理を担い、AI-readyなデータ基盤を構築。
異常検知・品質予測AIから、AMR・ロボット含む次世代生産セルなど
フィジカルAIの実装を加速。



産総研・コマツの連携によるGENIAC事業概要

実製造現場のデータを「AIが学習できる工場システムデータ」に変換し、マルチエージェント型フィジカルAIの社会実装を加速。

10社以上
多様な製造現場から収集

600台以上
生産設備の実績データ

1. データエコシステムを構築

本事業では、工場システム全体の計画・実績・制約・調整判断を統合したデータを収集・構造化し、工場の計画と実績管理の自律化を加速するAI開発の基盤となる、工場システムレベルのデータエコシステムを構築する。

1. KOM-MICS ※1を活用し、工場システムレベルのデータエコシステムを構築
2. 設備単体の時系列データではなく、工程・設備・作業者・ワーク・資源制約・計画と実績の因果関係を統合
3. 産総研が匿名化・構造化・意味ネットワーク化し、AI開発者が利用可能なデータセットとして整備

※1：KOM-MICS（工場稼働状況可視化システム）：コマツが開発した、生産現場の改善につなげるためのデジタルプラットフォーム

2. 実証ユースケース：AI生産スケジューラ

工程モデル生成・計画生成・乖離（かいり）検知を分担するAIエージェントが連携し、現場の計画業務の省力化と自律化を検証



RYOCO

Automatic Drill Honing System
自動ドリルホーニング専用機
ORION+
オリオン プラス

JIMTOF 2026
2026年10月26日(月)-31日(土)
小間番号
W1014
（西１ホール）

菱高精機株式会社 RYOCO SEIKI CO.,LTD.
http://www.ryoco.co.jp

東京営業所	〒130-0021 東京都墨田区緑 4-24-17	☎ 03-5600-8881（代）	FAX 03-5600-8883
名古屋営業所	〒466-0058 愛知県名古屋市昭和区白金 1-14-8	☎ 052-872-1351（代）	FAX 052-872-1350
大阪営業所	〒550-0013 大阪府大阪市西区新町 4-10-31	☎ 06-6538-7001（代）	FAX 06-6533-0897
機販部 米子ラボ	〒683-0003 鳥取県米子市皆生4-10-14	☎ 0859-46-0980（代）	FAX 0859-46-0981

その他営業所
北陸・小山・東大阪・姫路・九州

AUTODESK
AUTODESK Fusion

CAM × AI × データ

Autodesk Fusion がつなぐ
次世代ものづくり

https://autode.sk/jimtof2026

南３ホール S3019
ステージプレゼンや実機デモを開催中！

超みじかっセンター
新製品

突き出し量を最小にする事により、
ワーク（加工物）最大加工長を延長することが可能。
展開サイズ：MT3、MT4、MT5（先端部 超硬φ10−60°）

らくらくセンタ
研磨用センター
新製品
主な対応ワーク材種
超硬合金、セラミック等
先端60°部にダイヤモンド電着を実施。
円筒研磨機や旋盤を利用して
ワークを回転させる事で、
両センタ穴を簡単に
研磨できます。

展開サイズ：MT2、MT3、MT4（先端部 60°ダイヤモンド電着）

TAKURA TOOLING SYSTEM
特殊品、短納期で一本より製作いたします
株式会社 田倉工具製作所
TEL 06-6541-3023
FAX 06-6541-3020
JIMTOF 2026 2026年10月26日(月)−31日(土)
小間番号 WA011

JIMTOF2026
西１ホール W1069
究極のアクリル加工
DrillMill×SPEEDIO×ACRYLIC
高速 × 薄壁
壁厚 0.08㎜
荒・仕上げ 43秒/1穴
鏡面 × 透明
Ra 0.022 - 0.037 μm
アルミの高能率加工
ROBODRILL×ROBOTMACHINING×DrillMill
超高速
加工時間 03:00
ロボット加工と組み合わせた
超高速ノンストップ加工を実現

常識を疑え
イワタツール
〒463-0808
名古屋市守山区花咲台二丁目 901 番 1
テクノヒル名古屋 E-3
TEL (052)739-1080 / FAX (052)739-1084
HP：http://www.iwatatool.co.jp

微小径切削工具の高精度・高能率加工

ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）樹脂は、優れた機械的特性や耐熱性から半導体・医療分野の精密部品に広く利用されている。機器の小型化に伴い樹脂部品に対する小径深穴あけ加工の高精度・高能率化が求められている。しかし、加工中に発生する切削熱によって樹脂が軟化・溶融することで、バリの発生、穴内壁の粗化、切りくず詰まりなどの問題が生じる。本研究では、微小径ドリルを用いたPEEK樹脂の穴あけ加工を対象とし、冷風冷却による加工特性への影響を検証した。さらに、加工深さの増加に伴って切りくず詰まりの課題に対して、冷風冷却およびノンステップ加工とステップ加工を組み合わせることで、高精度かつ高能率で高アスペクト比の小径深穴あけ加工技術の確立を図った。

秋田県立大学
システム科学技術学部
准教授
野村　光由

熱損傷抑制 加工プロセス構築

PEEK樹脂は、高い耐熱性に加え、優れた機械的強度、耐薬品性などを有するスーパーエンジニアリングプラスチックの一つである。これらの優れた特性から自動車、医療用や半導体など高い信頼性が要求される精密部品の素材として広く利用されている。

近年、これらの分野における機器の小型化・高集積化に伴い同樹脂に対する直径1㍉㍍未満の小径深穴あけ加工の需要が増加している。しかし、同樹脂は切削中に発生する熱が加工部位に蓄積すると、ガラス転移温度を超えると軟化や溶融が生じる。結果、穴出入り口におけるバリの発生、穴内壁面の粗化や切りくず詰まりなどの加工不良につながる。一般的な樹脂切削で用いられる乾式加工や常温エアブロー冷却では、十分な冷却効果を得ることが困難である。

そこで本研究では、冷風スプレーを用いた冷却加工をPEEK樹脂の小径深穴あけ加工に適用し、冷却が加工特性に及ぼす影響を明らかにするとともに、高精度かつ高能率な深穴あけ加工を実現する加工プロセスの構築を目的とした。

実験には、微細加工用マシニングセンター（MC）を使用した。切削工具には、工具径0・28㍉、刃長7㍉㍍の小径ドリルを使用して止まり穴あけ加工を実施した。主軸回転速度は一定に設定し、送り速度と加工深さを変化させて実験を行った。冷却条件としては、冷却スプレーを用いて加工開始前から終了時まで被削材に連続的に噴射した。加工中は、高帯域動力計を用いて工具軸方向に作用するスラスト力の測定と赤外線サーモグラフィーを用いて工具先端近傍の最高温度を測定した。加工後の評価では、カラー3Dレーザ顕微鏡を用いて穴内壁面の観察および表面粗さRaの測定をした。

図1に切削温度の測定結果の一例を示す。切削温度の測定には、発熱が大きいドリル先端付近の温度を記録した。この結果から、切削温度は加工深さの増加に伴い上昇する。一方、冷風冷却では切削温度の上昇が抑制される。次に、図に示す切削温度の最大値を最大切削温度として評価する。

図2に各送り速度における最大切削温度の測定結果を示す。この結果から、冷風冷却により最大切削温度を低くすることができ、送り速度が小さい場合に冷風冷却の効果が大きくなった。これは、送り速度が小さくなると加工時間の増加に伴い被削材と工具の接触時間が増加することで切削温度が上昇するが、加工時間の増加に伴い冷却時間も増加するため冷却効果が大きくなった。

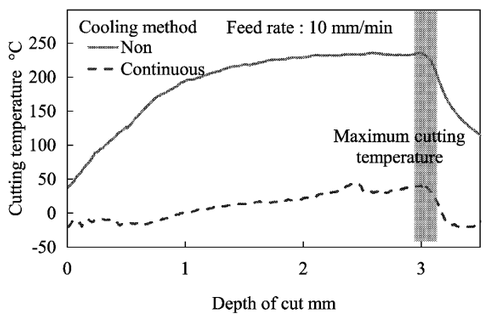


図1 切削温度の測定結果一例

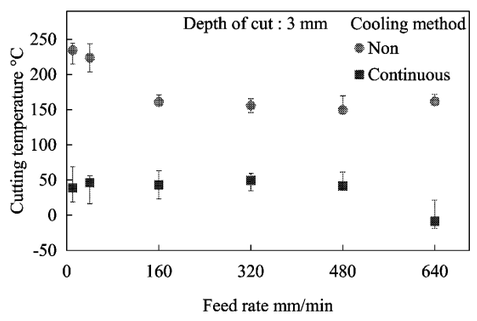


図2 送り速度における最大切削温度の測定結果

冷風冷却による切りくずへの影響

図3は加工穴内部の観察結果である。図中の数字は穴壁面の表面粗さRaの測定値である。この結果から、冷風冷却の場合は加工深さの増大に伴う表面粗さの低下は発生しない。

この傾向は切削温度の測定結果と同様である。この原因として、切削熱は樹脂の切削部を軟化・融解させることで穴壁面性状を悪化させるが、冷却によって切削熱が抑制されることで、良好な切削を維持することができ穴壁面性状が改善された。

次に得られた結果を基に小径深穴あけを試みる。図4に加工深さ2・5㍉㍍から5㍉㍍まで変更して実験を行ったときの加工穴内部の観察結果を示す。切削条件は、冷風冷却ありにより、送り速度は毎分10㍉㍍である。実験結果から、加工深さ3・5㍉㍍までは良好な加工が行われたが、それ以上の加工深さになると拡大図に示すような穴壁面に損傷が発生した。これは切削熱による損傷とは異なり、穴入り口付近でのみ突発的に発生した。しかし、冷却なしでは、この損傷が発生しなかった。

この原因を調査するために、穴あけ後のドリルを観察した。観察結果から、ドリルの溝には細かい切りくずが密集して堆積していた。ドリルによる穴あけにおいて、切りくずは細分化された状態でドリルの溝に沿って穴から排出される。また、本実験条件では加工中のドリル先端部は高温に達するが、穴入り口付近およびドリル根本部は冷風冷却により低温になる。そのため、切りくずが穴から排出される途中で冷風冷却により急冷されることで、低温状態になる穴入り口付近で切りくず同士もしくは工具と固着して溝に詰まり、それが穴壁面を引っかくことで穴内壁の損傷が発生した。

この問題を解決するために、ノンステップ加工とステップ加工を組み合わせる加工方法を検討した。実験結果を基に、加工深さ3㍉㍍までをノンステップ加工、加工深さ3㍉㍍から5㍉㍍までをステップ加工に切り替える。

加工プロセスすべてをステップ加工にすると加工能率が低下するが、本方法では加工プロセスの一部をノンステップ加工にすることで加工時間を短縮できる。また、1ステップごとにドリル先端部を穴入り口まで戻す方法によってドリルの溝に堆積する切りくずを強制的に除去する。

図5に各加工プロセスによる穴壁面の観察結果を示す。観察結果より、加工深さ5㍉㍍においてノンステップ加工とステップ加工を組み合わせることで良好な加工面を得られる。図6に各加工プロセスによる穴壁面の表面粗さの測定結果を示す。冷却なしのノンステップ加工は熱損傷で、冷却ありのノンステップ加工は切りくず詰まりで穴壁面性状が低下する。本方法では、切削熱の抑制と切りくず排出性の向上が可能となり、アスペクト比18の高精度小径深穴あけを達成できた。

以上の結果から、冷風冷却はPEEK樹脂の小径深穴あけ加工における切削熱の蓄積を抑制し、加工精度の向上に有効であることが確認された。本研究では、切削熱の抑制と切りくず排出性の向上が得られた知見は、同樹脂をはじめとする熱的影響を受けやすい樹脂材料の微細加工技術の高度化に寄与するものであり、精密医療機器や半導体関連部品などへの応用が期待される。

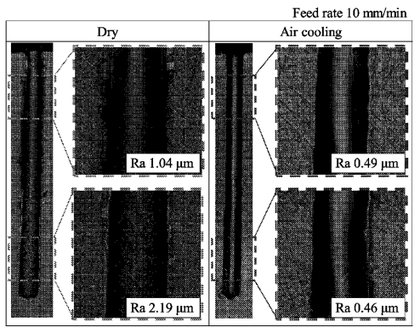


図3 穴壁面観察結果（穴深さ3㍉㍍）

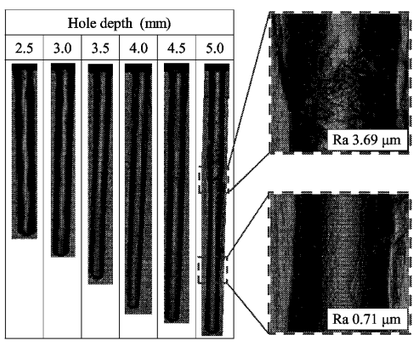


図4 加工深さと穴壁面性状の関係

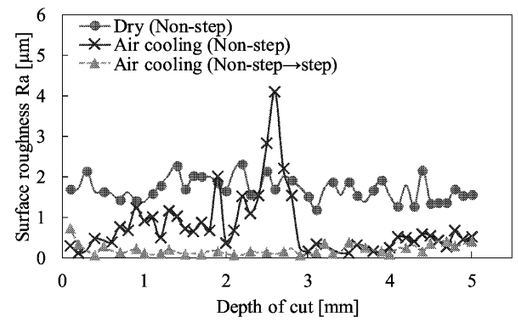


図6 加工穴壁面の表面粗さ Ra

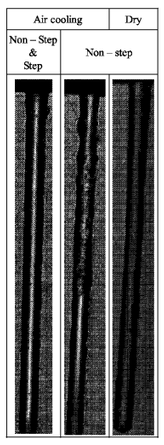
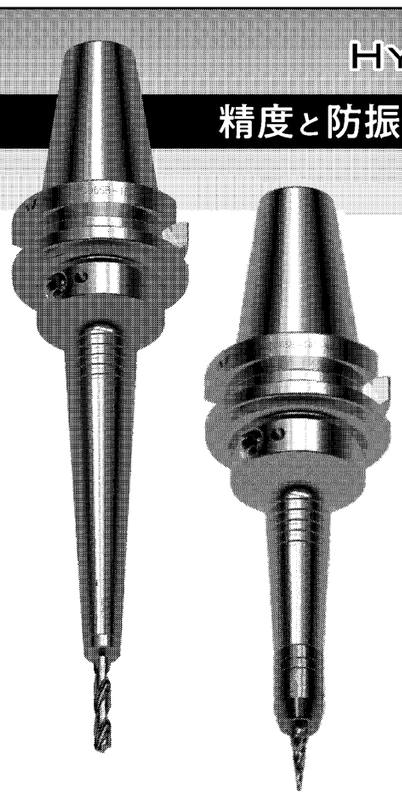
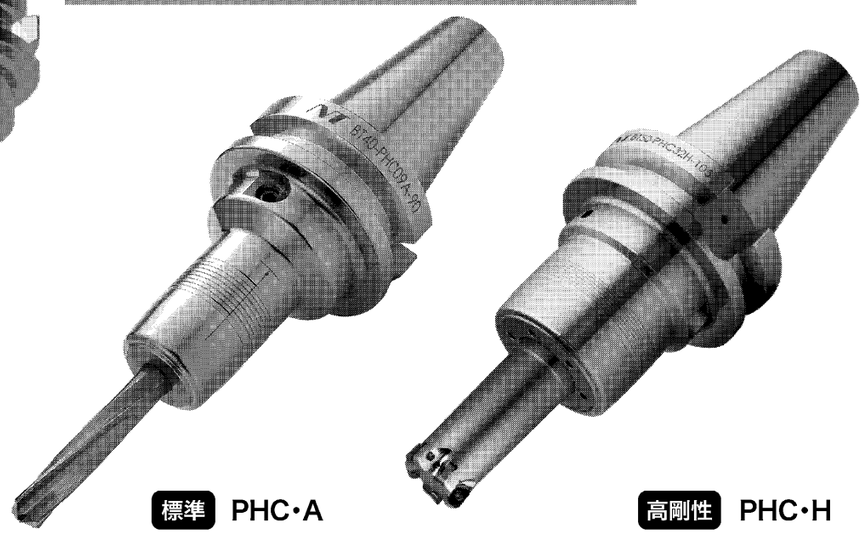


図5 加工穴壁面の観察結果

住友電工
Connect with Innovation
SUMITOMO
CARBIDE - CBN - DIAMOND
Global Support, Global Solutions.
Technology for a better tomorrow
— JIMTOF2026 出展製品 —
小型・自動旋盤用コーテッド超硬材種
AC1135U
インサート交換式ドリル
SumiDrill GDX型
鋼旋削用コーテッドサーメット材種
T2100Z
ヘッド交換式ドリル
SEC-マルチドリル SMD型 高能率加工用ヘッド MHL型
高精度多機能カッタ
SEC-ウェーブミル WEZM型
JIMTOF2026
2026年10月26日(月)▶10月31日(土)
会場:東京ビッグサイト（東京国際展示場）
西1ホール（1階） W1027
西1ホール(1F) 西2ホール(1F) アトリウム
最新情報はこちら
https://www.sumitool.com
フリーダイヤル 0120-159110 いい工具 110番
技術相談サービス 9:00～12:00、13:00～17:00（土・日・祝日を除く）
SUMITOMO ELECTRIC GROUP

HYDRO CHUCK SERIES
精度と防振性を兼ね備えた油圧式ツールホルダー
解説動画
ハイドロチャック シリーズ
用途に合わせて選べる！ 豊富なラインアップ


スリム PHC・SB-C（左） PHC・SB-NC（右）
スリムハイドロチャックブラスター
標準 PHC・A
パワーハイドロチャック
高剛性 PHC・H
ハイドロチャックオメガ
JIMTOF2026
2026年10月26日（月）-31日（土）
西2ホール 小間番号 W2019
サビないホルダ 検索 www.nttool.com
エヌティーツール株式会社



総合カタログNO.14
ついに完成！
ツールを探しやすく、消耗品を選びやすく。
新商品情報も多数掲載！
カタログ請求
①QRコードから友だち追加
②トーク画面で「カタログ」と送信
JIMTOF会場にて配布！
JIMTOF2026 ブース番号 W4041
柳瀬株式会社
YANASE TEL: 0795-77-2151 Mail: info@yanase-saving.com

切削加工技術の最新動向

工具コストアップに伴う新たな視点の取り組み

松岡技術研究所
代表取締役
技術士（機械）・博士（工学）
松岡 甫篁

生産現場は世界規模で自動化と情報化が進み、新たな段階を迎えつつある。とりわけ、AI（人工知能）に関心が高まり、人とコンピューターの役割分担が問われている。数値制御（NC）工作機械は、ソフトの重要性が認識され、NC制御システムの今後の動向が注目される。一方で、切削工具は主原料のタングステンが近い将来枯渇のリスクが高まっている。このような状況下で開催される日本国際工作機械見本市（JIMTOF2026）は現実的、かつ即効性の高い提案が期待される。

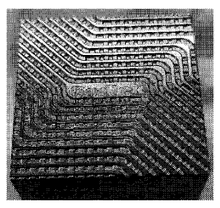
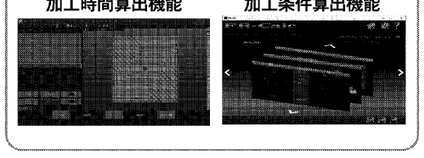
切削工具はタングステンの確保が厳しくなるという難しい課題に直面している。既に、工具単価の値上げが実施され、ユーザーにおける工具費の削減は急務だろう。ここでは、広い視野で工具と切削技術を見直し、新たな対策を提言する。

切削技術を見直すことで、切削加工するマシニングセンター（MC）の運動特性を理解することが重要になる。とりわけ、工具の送り駆動系は、工具摩耗速度も、工具摩耗と切削精度に直接的な影響を及ぼす。最近は、微細形状の連続加工形状が増えている。このような切削は、工具摩耗が激しく、工具費用が増大するため、対策に苦慮している。

一般に、工具摩耗は切削速度が大きな影響を及ぼすことは知られている。同様に、送り速度を制御する送りを算出する機能で構成されている。このソフトは切削時間を正確に算出する機能と、NCプログラムを解析して機械に最適な切削条件を決定するソフトが開発された。このソフトの有効性を検証した事例を図1に紹介した。

1000㎥切削した時点の比較で、現状のNCプログラムによる切削は工具摩耗量が49㎛（マイクロは100万分の1）、このソフトを用いた切削では18㎛と工具摩耗量を約63%削減できた。送り速度を自動決定するソフトの登場をきっかけに、AIを活用して切削条件の自動決定システムが実現する可能性は高まっている。

JIMTOFでも多くの最新工具の紹介が期待されるが、固有かつ具体的な情報提供が求められるだろう。

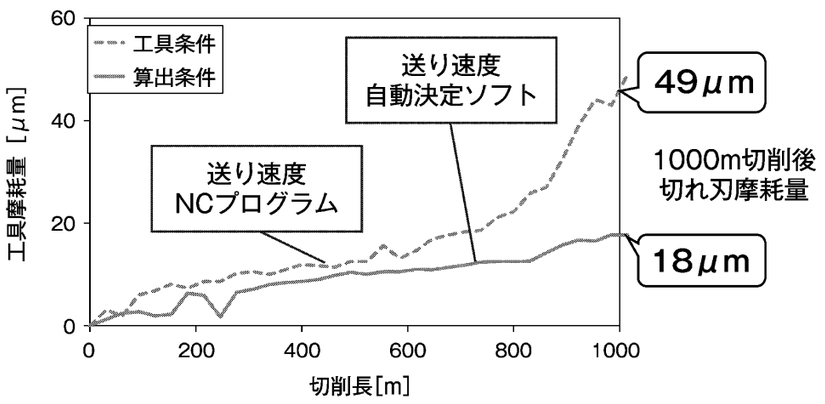


図1 送り速度自動決定ソフトとNCプログラムの切削による工具摩耗比較例（ソディック）

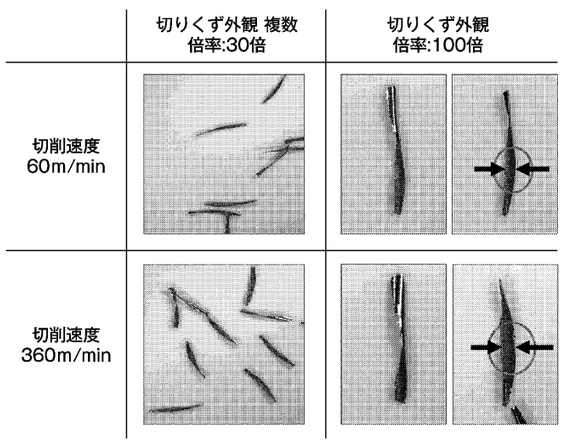


図2 ステンレス鋼のエンドミル切削における切削速度と切りくず断面形状例（日進工具）

NS TOOL

交換する時間を、加工する時間へ。
長寿命CBNで工具交換を減らし、自動化を加速
CBNエンドミルシリーズ
JIMTOF2026 小間番号 W1093（西1ホール）
出展者ワークショップのご案内
10月29日（木）11時から 会議棟6F 608会議室
精密・微細加工の生産性を変える！
小径化×CBN化で実現する次世代切削戦略
日進工具株式会社 営業部 営業支援グループ
営業技術課 技師 盛 将人
※事前登録制 同業他社様からのお申し込みはお断りいたします
お申し込みはこちらから
「つくる」の先をつくる
日進工具株式会社
www.ns-tool.com
本社・東京営業所
〒140-0014 東京都品川区大井1-28-1
住友不動産大井町駅前ビル6F
TEL.03-3774-2459 FAX.03-3774-2460
仙台営業所 TEL.022-341-7028 FAX.022-341-7038
長野営業所 TEL.0263-88-2451 FAX.0263-88-2452
名古屋営業所 TEL.052-414-6110 FAX.052-414-6120
大阪営業所 TEL.06-6534-4621 FAX.06-6534-4530
福岡営業所 TEL.092-260-8550 FAX.092-481-3378



JIMTOF2026
NEW
新製品
アングルヘッド
センタスルータイプ(OMC32S/OSL32)
機械スピンドルからのクーラントを刃先から吐出
フルカットドリル
ディープスター
高能率加工と高い面品位を両立した
深穴加工用ドリル
KAISER BORING SYSTEM
CKNコネクションシステム
大径・ロングツールの軽量化
高い連結剛性の新コネクションシステム
・内・外径旋削用ツール
・各種面取りツール
・加工物基準位置測定器 ・周辺機器・・・
数多くの新製品をご用意して
皆様方のご来場をお待ちいたします。
カッタ径φ40
2枚刃、4枚刃タイプが登場
フルカットミル アーバタイプ
大昭和精機株式会社
販売元
BIG DAISHOWA Japan 株式会社
JIMTOF2026
西2ホール W2055

高能率加工・イージーセッティング！ 特許取得済

Nova E'z Disc

KANEFUSA

アルミ加工用ヘッド交換式多刃ダイヤフェースミル　ノバ・イージー・ディスク

特長
1. PCD多刃仕様によるアルミ部材の高品位、高能率加工
2. ディスクのみの交換でボディを再利用するヘッド交換式
3. 刃先高さ調整不要で段取時間を削減
4. 軽量設計で取り扱いが簡単

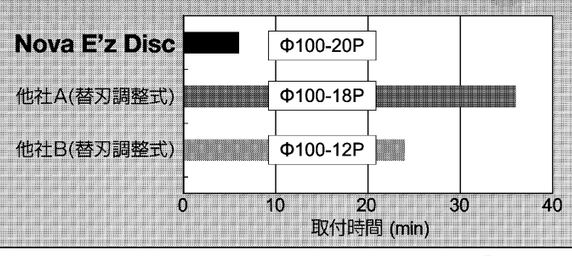
■替刃のフレ調整を不要にするヘッド交換式



●ボディを再利用して
ディスクのみ交換可能

超高速フライス加工
FANUC
新型ロボドリルによる
切削実演を行います。

■取付時間の比較



KANEFUSA

兼房株式会社
本社・工場　愛知県丹羽郡大口町中小口一丁目1　〒480-0192
TEL (0587) 95-2821　FAX (0587) 95-7225
支社・営業所　中部・関東・関西・札幌・仙台・広島・高松・福岡
URL https://www.kanefusa.co.jp　E-mail sales-do@kanefusa.co.jp

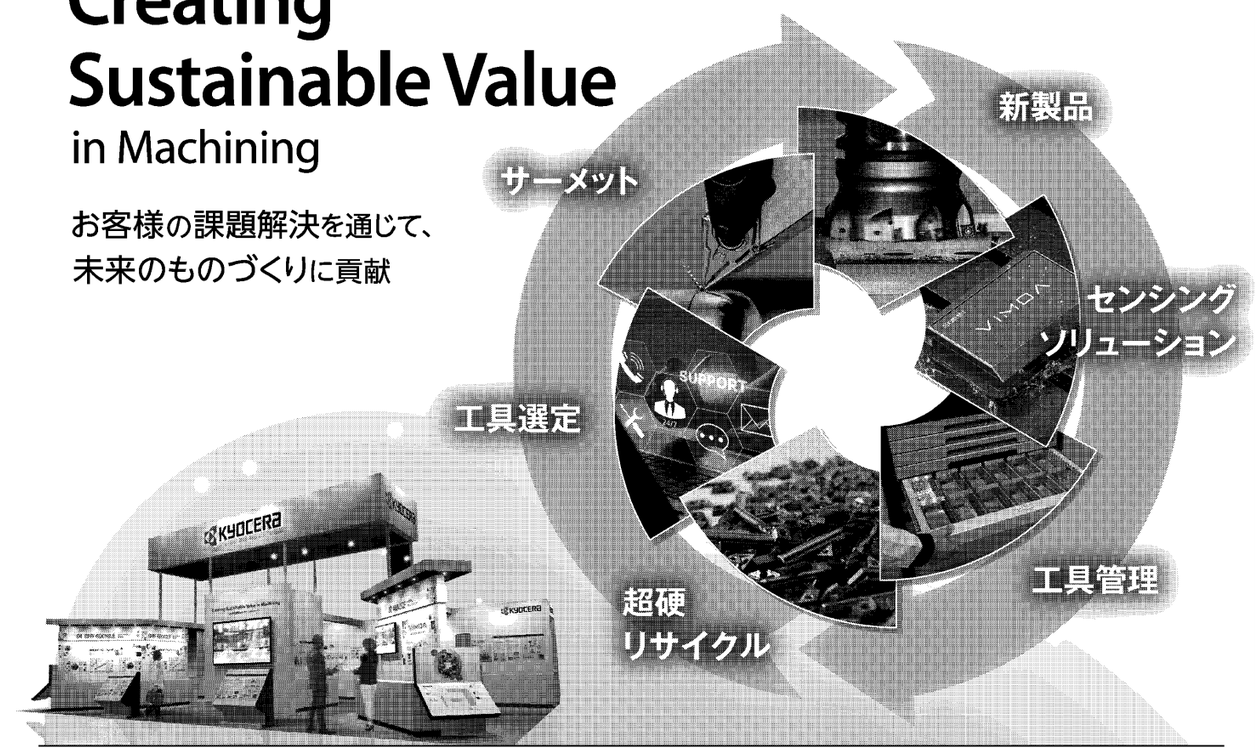
JIMTOF 2026
西1ホール
W1037

KYOCERA

JIMTOF2026
小間番号 W1046

Creating
Sustainable Value
in Machining

お客様の課題解決を通じて、
未来のものづくりに貢献



切削工具の
技術的な
ご相談は

京セラ カスタマーサポートセンター
（携帯電話からもご利用いただけます）
0120-39-6369
受付時間 9:00~12:00 / 13:00~17:00
土曜・日曜・祝日・会社休日は受けしておりません
FAX：075-602-0335 MAIL：tool.support@kyocera.jp
※個人情報の利用…お問合せの回答やサービス向上、情報提供に使用いたします。
※お問合せの際は、番号をお間違えないようにお願い申し上げます。

京セラ株式会社 機械工具事業本部
〒612-8501 京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
TEL:075-604-3651 FAX:075-604-3472
https://www.kyocera.co.jp/prdct/tool/index.html

切削工具の変化と

自動化は5軸MCの有効活用がポイント

生産現場の自動化では、工程集約が可能な5軸MCの導入が進む。以前から5軸MCの導入は見られるが、機能を最大限に生かした切削事例は少ない。この理由として、3軸MCと5軸MCの工具と切削技術の違いの理解不足、専用工具の不足などが挙げられる。

例えば、5軸MCは実切削速度の高い切削速度面で大きな差異が生じることが分かる。図4には精密微細5軸MC向けのエンドミル例を紹介した。首下を短く、かつテーパー形状で剛性を高め、多刃である。その半面、3軸MC向けエンドミルは、首下の長い形状が多く、動的剛性、振れ精度は低い。今回のJIMTOFでは、5軸MC向けに開発したエンドミルの紹介や、個々に切削情報を有する工具など、次世代の提案が期待されている。

工具固有の切削特性を知ることで、安定、かつ高レベルな切削が実現可能になる。例えば、次のような情報提供が有効と考える。

① **低切削速度域**　工具摩耗が少ない切削速度域である。現場における速度域の簡便な把握は、切りくず形状の観察になる。これは図2（右ページ）に示した、幅広で薄い形状が発生する切削速度域である。この形状は表面積が最大、切削熱の多くが伝導し易く工具摩耗の抑制が期待できる。

② **最適切削速度域**　エンドミルなどで複数切れ刃の位置精度、コーテッド超硬合金における刃先処理を考慮した切り込み量、および送り量の設定。安定した仕上げ切削に必要不可欠な情報だろう。

③ **仕上げ切削における切り込み量と最少送り量の素**

④ **適用する切削液**　切削液の選択は工具摩耗、切削面の品質などに大きな影響を及ぼす。

工具交換レス仕上げ切削の提案

生産現場の自動化、省力化に加え、情報化は製造業にとって、生き残る手段である。工具メーカからの自動化に向けた現実的な提案に期待したい。例として、切削途中の工具交換が挙げられ、とりわけ仕上げ切削時の工具交換は人の介入が必然で、厄介な作業である。立方晶窒化ホウ素（CBN）焼結体の超工具寿命特性を生かし、工具交換レス仕上げ切削が有効と考え現場の自動化を実行する有効な提案と考える。

JIMTOFでも、生産現場の自動化にむけて、現実的な多くの提案が期待されるところである。熱筆するにあたり、貴重な多くの資料、情報をご提供いただいた関係各社の皆さまに厚く御礼申し上げる。

図3 3軸MC、および5軸MCによる切削時間と仕上げ精度比較例（日進工具）

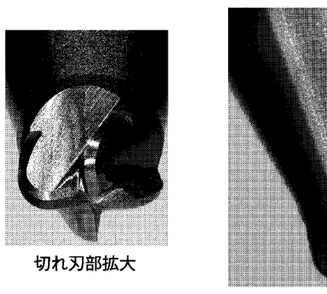
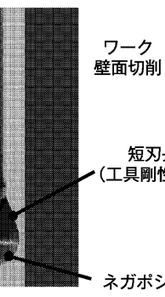
素材	3軸MC切削	5軸MC切削
HAP40（64HRc）		
荒切削時間	ラジアスエンドミル 3種類：4時間46分	ボールエンドミル 1種類：26分
仕上げ切削精度	① 0.017mm ② 0.030mm	① 0.008mm ② 0.009mm

図4 5軸向けに開発したラジアスエンドミル（日進工具）

高能率荒加工用カッタ
DIJET
マックスマスター



小径多刃仕様で
加工能率をさらにアップ!
小型インサート採用小径多刃仕様
NEW!
マックスマスターミニ
新登場!

DIJET ダイジェット工業株式会社
〒547-0002 大阪府大阪市平野区加美東 2 丁目 1 番 18 号
Tel. (06)-6791-6781　Fax. (06)-6793-1221　https://www.dijet-tool.com/

JIMTOF2026
西1ホール W1047

次世代の新常識を、切り拓く
部品設計と加工の、新たな可能性が集結

西1ホール　W1070
10.26公開

オーエスジー株式会社

JIMTOF2026
WE HAVE THE SOLUTION
～わたしたちに提案させてください～
西2ホール 小間番号 W2039



日研工作所は３つのテーマで、お客様にあわせた多様なソリューションを提案させていただきます。

1 依然として人手不足の製造現場、自動化・省人化を加速しよう!

2 需要拡大の中で、もっと賢く削ろう！もっと早く!もっと沢山!

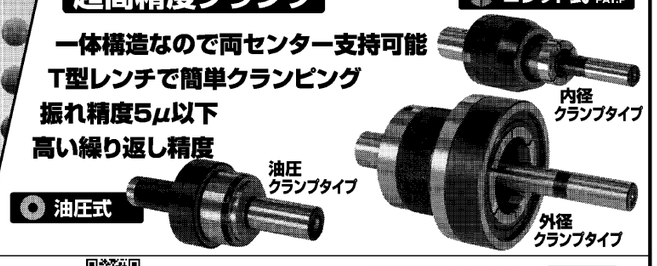
3 半導体・航空宇宙産業など、新しいユーザ様への新技術の提案

NIKKEN 株式会社日研工作所
〒574-0023 大阪府大東市南新田1丁目5番1号
TEL(072)869-5810 FAX(072)869-6210
https://www.nikken-kosakusho.co.jp

エアースルーホルダ PAT.P
AIR THROUGH HOLDER
セラミック生材 カーボン 熱硬化性樹脂
高効率 穴あけ用ホルダ
(穴付きドリル用エアー供給用ホルダ)
●エアー専用 最大供給圧力 0.6MPa
●最高回転数 10000min-1
●DIN6499-B規格コレット使用
●エアーパージ効果により高い防塵性能



マンドレル チャック
Mandrel Chuck
超高精度クランプ
コレット式 PAT.P
一体構造なので両センター支持可能
T型レンチで簡単クランピング
振れ精度5μ以下
高い繰り返し精度
油圧式



株式会社戸田精機
〒630-0142 奈良県生駒市北田原1566番2
TEL.0743-79-0927 FAX.0743-79-0991
https://www.todaseiki.co.jp
JIMTOF2026 2026年10月26日(月)～31日(土)
小間番号 WA010

ボーリング加工用 焼ばめホルダ
ミルボア
ボーリングヘッドを使わない中ぐり加工
JIMTOF2026
西2ホール W2011
特設サイトはこちら！
株式会社MSTコーポレーション
www.mst-corp.co.jp

加工表面向上へのアプローチ

鏡面創成を阻む「隠れた要因」

超精密鏡面切削においてダイヤモンド工具の刃先形状が加工精度に与える影響は極めて大きい。同一公称仕様の市販ダイヤモンドインサートを用い、アルミニウム合金および無酸素銅の端面切削試験を実施した。その結果、同一規格であっても実際のコーナー半径には大きな個体差があり、これが表面粗さや切削抵抗に顕著な差をもたらすことが判明した。さらに送り20μm/rev（マイクロメートル）（マイクロは100万分の1）毎回転以下の微小送り領域では、刃先のバニシング作用による「周期的なうねり」が表面粗さを支配することを突き止めた。この対策として工具を傾斜させる「傾斜セッティング法」を提案し、鏡面品質の大幅な向上を実現した。

単結晶ダイヤモンド工具を用いた超精密鏡面切削は、光学部品や精密機械要素の製造に不可欠な基盤技術である。表面創成の原則は「切れ刃プロファイルをワーク表面へ忠実に転写（コピー）すること」だが、実際の現場で理想的な理論表面粗さを達成することは困難である。加工後の表面精度は、工作機械の運動精度や環境の温度変化といった外部要因に加え、被削材の結晶構造、内部の介在物および工具自体の幾何学的形状に強く依存することが求められていた。

これまで機械側や環境側の要因については対策が進められてきたが、現場では、同一加工条件でもインサートを変更しただけで表面粗さが変動する現象がいたためである。

本研究は、幾何形状の仕様が同一である市販のダイヤモンドインサートを複数用意し、アルミニウム合金および無酸素銅を対象とした端面切削実験を行った。切れ刃プロファイルの転写挙動を観察するとともに、表面粗さおよび切削抵抗を詳細に評価した。その結果、仕様書には現れない工具の「個体差」が及ぼす影響と微小送り領域において表面精度を悪化させる「周期的うねり」の発生メカニズムを解明した。さらに、工具の設置角度を制御することで表面精度を飛躍的に向上させる新たな手法を提案する。

徳島大学大学院
社会産業理工学研究部
理工学域 准教授
溝渕 啓

仕様に現れない工具の「個体差」

本実験では、コーナーサートにおける刃先プロファイルの初期のバラつきを加工表面へ明郭を形状測定器によって測定・評価した。

実験の結果、同一仕様であるはずのインサート間で、実際のコーナー半径に著しい差異が存在することが明らかとなった（図1）。図1に示す転写プロファイルを比較すると、プロファイルの深さはほぼ同じであるものの、それぞれのインサートは異なる形状をしていた。仕様からは予期できない刃先幾何形状の個体差が、実際の削り残し挙動に決定的な影響を及ぼしている。

このコーナー半径の個体差は、加工後の表面粗さだけでなく、切削抵抗にも顕著な差をもたらす。図2において、送り20μm/rev毎回転を超える送り領域においては、実際のコーナー半径が大きいインサートBの方が、インサートAに比べて幾何学的な理論値の傾向通りに表面粗さの値が低くなり、優れた鏡面状態が得られた。

一方で、切削抵抗の測定結果（図3）をみると、インサートBはインサートAよりコーナー半径が大きいため、切削時の接触状態がなだらかになり、切削抵抗はいずれも小さくなった。しかし、コーナー半径の小さいインサートAのデータに注目すると、微小送り領域において特異な挙動が認められた。インサートAでは送りを15μm/rev毎回転以下に微小化していくにつれ、本来下がるべき背分力が逆に急激に増大したのである。送りの微小化に伴って切りくず厚さが極限まで薄くなると、刃先が材料を正常に切削できなくなり、材料を押しつぶすようなバニシング作用やプローイング作用による摩擦抵抗が急激に強まるためと考えられる。

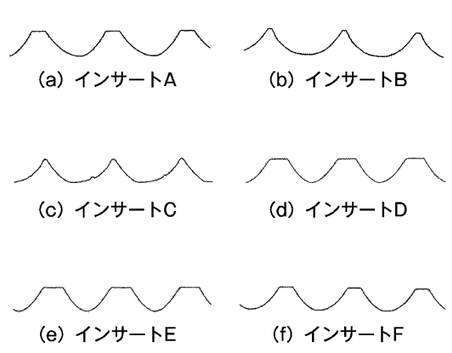


図1 加工表面に転写された切れ刃のプロファイル(刃先形状)

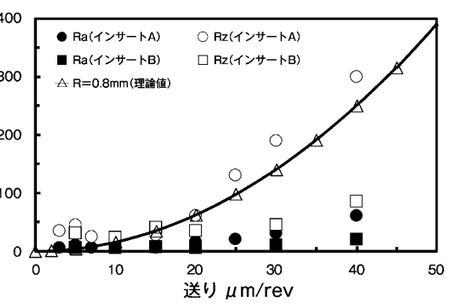


図2 アルミニウム合金の端面切削における送りと表面粗さの関係

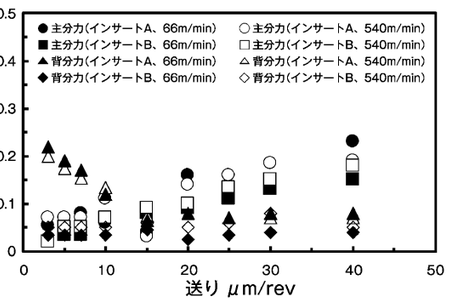
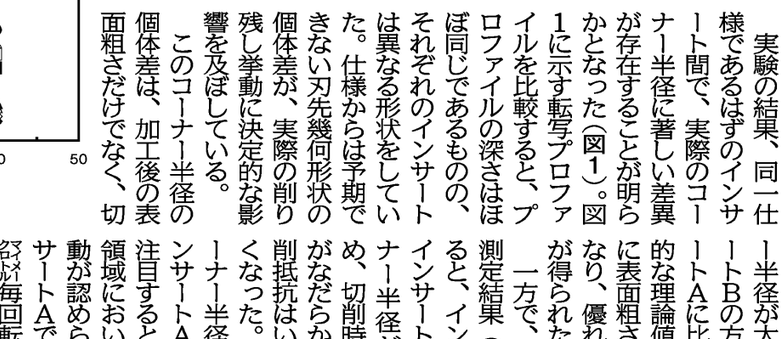


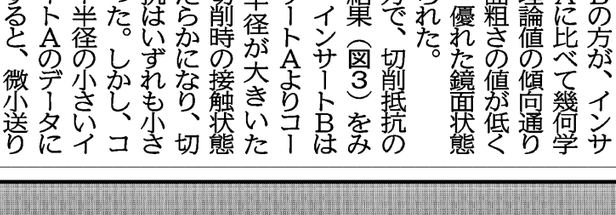
図3 インサートAおよびBにおける送りと切削抵抗の関係

ハイデュアルチャック
(φ16～φ32)
マイクロンチャック機構に
ハイドロチャック機構を融合。
世界最高峰の振れ精度(3D先 2μm以内) で
高速・高精度加工を実現するマイクロンチャックに
メカニカルとハイドロリックの 2つの力で
刃物を把握する複合チャックを開発。



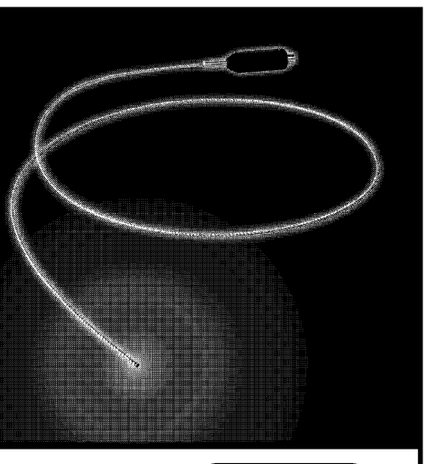
【ハイデュアルチャックがもたらす新効果】
高い振れ精度でビビリを抑制。
ワーク品質向上と工具費低減。
粗加工から難削材加工も可能。
一般的なミーリングチャックと比べ
加工時の機械動力を 10%以上抑える事を実現。
※消費電力の削減に繋がります。

構 造



SHOWA TOOL 聖和精機株式会社
■本社・鳥取工場 〒689-1112 鳥取市若葉台南7丁目4番26号 TEL:0857(52)4651 FAX:0857(52)1273
■関東支店 〒333-0811 埼玉県川口市戸塚2丁目21番31号 TEL:048(290)2676 FAX:048(290)2678
■名古屋支店 〒460-0022 名古屋市中区金山1丁目2番6号 TEL:052(323)2575 FAX:052(323)2578
■大阪支店・国際部 〒561-0831 大阪府豊中市庄内東町1丁目7番10号 TEL:06(6865)1017 FAX:06(6865)1040
URL : https://www.showatool.com e-mail : sales@showatool.com
JIMTOF 2026
2026年10月26日(月)－31日(土)
西展示場 西 2ホール W2058

新製品
HNL-2.3CAM120K
直径 2.3mm
屈曲部に挿入しやすいスネークカメラタイプ
先端に極小カメラを内蔵



HNL-2.3CAM120K(ほぼ原寸大)

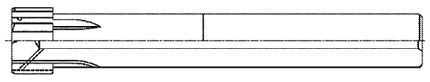
おかげさまで20周年 20th Anniversary
工業用内視鏡なら・・・
株式会社SPIエンジニアリング
ブース番号: S3079 南3ホール



信州から世界へ
～私達の挑戦は続きます～
SPI ENGINEERING
Simple, Precision and Innovation
〒380-0917
長野市 稲葉南俣 2592-5
TEL:026-274-5731
FAX:026-274-5732
E-mail:sales@spieng.com
www.spieng.com



ロー付け 高速/高能率リーマの誕生!



切削事例 刃具寸法：Φ２５ 切込み：0.05mm/半径

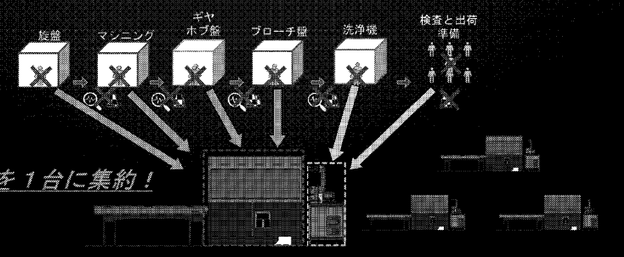
FC250相当／S50C	SUS304
切削速度Ｖｃ＝100m/min 送りｆｒ＝0.8mm/rev	独自技術で切粉の巻付きを抑制 切削速度Vc＝25m/min 送りｆｒ＝0.5mm/rev

今回は高速リーマを新たに「ロー付け」として出展致します。
加工時間の短縮によるランニングコスト低減だけでなく、工具のコストも削減しませんか？
是非ブースに足をお運び下さい。

株式会社 アサヒ工具製作所
asahi
本社・工場 〒639-0242 奈良県香芝市北今市２丁目２６１－２
TEL 0745-77-6120㈹ Fax 0745-77-6112
関東営業所TEL 03-3845-3181㈹ ◆名古屋営業所TEL 052-890-8903㈹

JIMTOF 2026
西1ホール
ブース
W1089

SMAP工法 - Single Machine All Processing + FA -



1. 工程移動による不良ゼロ → 中間検査不要 → 最終工程検査項目も削減
2. 仕掛在庫ゼロ
3. 工程能力の劇的改善 CPK＝2.0超えの事例も多数あり
4. 資産／投資設備の無駄のない柔軟な運用が可能（減産時は１台単位で他のJOBに転用可能）

YAMADA MACHINE TOOL CO., LTD.
山田マシンツール株式会社
住所：〒110-8575
東京都台東区台東1-23-6
電話：03-3834-5041 (代表)
https://yamada-mt.co.jp

東京ビッグサイト西ホール
ブース番号：W2071

超硬ホルダーの最高峰
MAXVPOINT
新レパートリー
続々登場！





■ 工具の払い出しを無人化24時間対応
■ 在庫管理警告 E-MAILアラート、異常使用警告
■ 顔認証でいつ、だれが、どれだけを自動化
■ クラウドで離れた場所から管理可能

JIMTOF2026 小間番号：W1050

DXスマートキャビネット 工具管理SYSTEM

有限会社 曽根田工業 〒438-0233 静岡県磐田市駒場1-12
TEL:0538-66-8605 FAX:0538-66-8645 https://www.soneda.jp/

価値あるものづくりに貢献するアライドマテリアル



住友電工グループ
株式会社 アライドマテリアル
本社 〒104-0061 東京都中央区銀座8-21-1 住友不動産汐留浜離宮ビル19F
JIMTOF2026 2026年10月26日㈪～31日㈯
小間No. W4011

超精密鏡面切削における

鏡面化を阻む「周期的うねり」

傾斜セッティング法による うねり抑制と展望

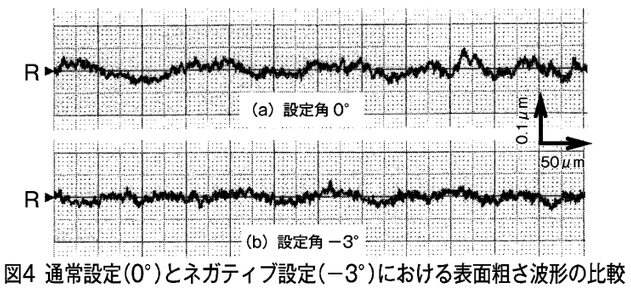


図4 通常設定(0°)とネガティブ設定(−3°)における表面粗さ波形の比較

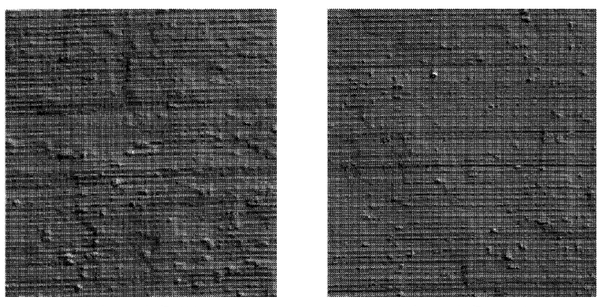


図5 通常設定(0°)とネガティブ設定(−3°)における加工面外観の比較

送りを約20ナノメートル毎回転以下まで微小化していくと、表面粗さ（図2）は送りの減少に伴って低下することをやめ、約40ナノ―60ナノメートル（ナノは10億分の1）の一定値で高止まりする現象が観察された。この微小送り領域においては、コーナー半径の大小に関わらず表面粗さの値にほとんど差が見られなくなり、工具の幾何学的形状が表面粗さを制御するための支配因子ではなくなっている。

この原因を追究するため、送り10ナノメートル毎回転で加工した無酸素銅の表面を走査型プローブ顕微鏡で観察した。その結果、加工表面には送りマークとは異なる「大きな周期的なうねり」が発生していることが確認された。断面プロファイルから、このうねりの振幅は約40ナノメートルに達しており、そのうねりの1波長の中に、さらに小さな送りマークによる波（振幅約12ナノメートル）が11―12個重畳していることが判明した。この小さな波の発生周期は、設定した送り（10ナノメートル毎回転）とほぼ一致した。

本来の送りマークによる凹凸（12ナノメートル）の上位に、その数倍の高さを持つ謎のうねり（40ナノメートル）が被さることで、全体の表面粗さが悪化していたのである。

実験ではインサートの個体差によってうねりの現れ方や切削抵抗が大きく変化したため、周期的なうねりの主因を工具刃先と被削材の接触界面における物理的現象であると結論づけた。超精密切削において送りが極端に小さくなると、刃先の切り込み厚さが刃先丸み半径と同等以下になり、工具は正常に切削できず、材料を押しつぶすプローイング作用や表面をこするバニシング作用が支配的となる。

このバニシング作用に伴う局所的な弾塑性変形と材料の周期的な逃げが加工面に微小な周期性うねりを形成し、鏡面化への大きな障壁になっているのである。

微小送り領域における表面粗さの悪化が、刃先丸みに起因する接触面積の増大とうねり現象によるものであるならば、工具の逃げ面と加工表面の接触状態をコントロールすることで、この問題を回避できる可能性がある。そこで本研究では、工具シャンクの軸を意図的に約3度傾斜させて取り付ける「傾斜セッティング法」という新たなアプローチを考案し、その有効性を検証した。

この傾斜セッティング法を適用すると、工具幾何学的にはすくい角が負（ネガティブ）になるものの、実質的な逃げ角が拡大され工表面の目視観察（図5）においても、ネガティブ設定を施した加工面は表面の荒れや不均一な光沢が消え、極めて均一で緻密な送りマークが並ぶ高品質な鏡面が得られていることが確認された。

さらに、この時の切削抵抗の変化を検証すると、表面粗さの改善と完全に同期する形で、切削抵抗の背分力が大幅に低下していることが実証された。通常設定では送りを小さくするほど背分力が急激に増大していくバニシング作用特有の現象が見られるが、ネガティブ設定を導入した工具では、低送り領域における背分力の突上げが著しく緩和された。主分力の大きさには両者間でほとんど有意な差が見られなかったことから、ネガティブ設定が本来の切削機構を阻害することなく、うねりの元凶であった逃げ面と加工面間の不要な摩擦抵抗のみをピンポイントで削減していることが決定づけられた。

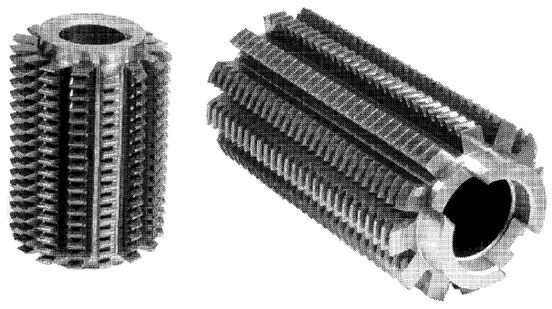
ただし、送りが25ナノ―30ナノメートル毎回転以上の通常領域に移行すると、ネガティブ設定はかえって表面粗さを悪化させるという逆転現象も確認された。これは、ネガティブ設定工具がもたらす高い局所的塑性変形（材料の横方向への盛り上がり）が、送りマークの山を高くしてしまうためである。

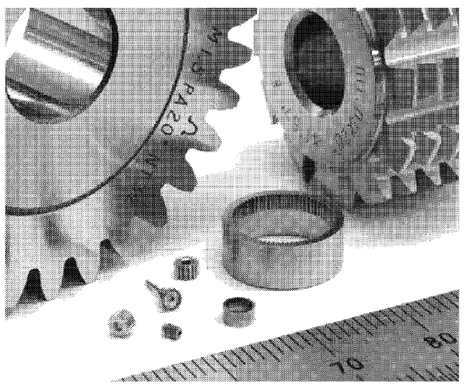
したがって、実際の産業応用においては、要求される表面粗さと選択する送りに応じて、通常設定とネガティブ設定を最適に使い分けることが、次世代の超精密鏡面加工技術の高度化に向けた極めて現実的かつ効果的なアプローチとなる。

本手法は、特別な付加装置を用いることなく工具の設置角度を調整するだけで適用できるため、加工現場への即時導入が可能である。高価な特注工具に頼らずに市販品の個体差を克服できるため、歩留まり向上と製造コストの大幅な削減を両立させる画期的なイノベーションである。



卓越した技術と製品を以って皆様のご要望にお応えします







特別な仕様についてもお応えいたします お問合せください

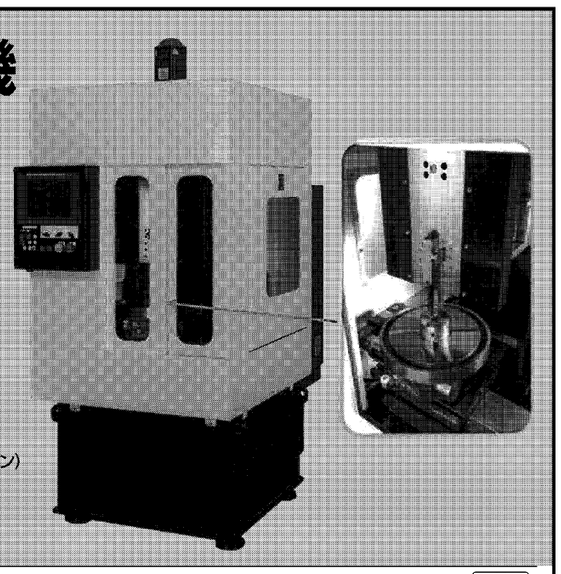
JIMTOF2026 10月26日㈪～10月31日㈯ 東京ビッグサイト(東京国際展示場) 西１ホール W1073

JIMTOF2026の会場でお待ちしております！

株式会社 小笠原プレシジョン ラボラトリー
本 社：Tel：0465（75）1510㈹ Fax：0465（76）3461 E-mail（代表）info@ogswr-pl.co.jp
技術営業：Tel：0465（75）1682㈹ Fax：0465（76）3410 E-mail（代表）sales@ogswr-pl.co.jp
〒258-0111 神奈川県足柄上郡山北町向原123 URL：http://www.ogswr-pl.co.jp

3軸CNCスロッター加工機

KSM-3NC　加工精度・再現性・生産効率の向上を実現



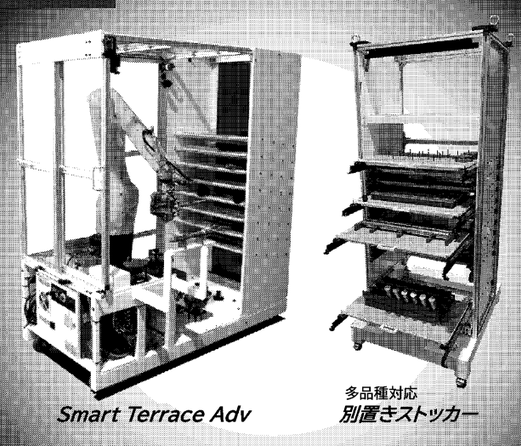
3軸CNCスロッター加工機　概要

CNC制御化したスロッター加工機の最大のメリットは、加工精度・再現性・生産効率の飛躍的向上です。従来の手動スロッターでは熟練技術者の感覚に依存していた切削位置・深さ・送り量を、CNCでは数値制御により完全に自動化できるため、均一品質の溝加工を安定して量産できます。

■ 機械仕様
1. 設備サイズ：幅1000㎜×奥行1800㎜×高さ2250㎜
2. 各軸移動量：X軸：100㎜　Y軸：200㎜　Z軸：300㎜（C軸：360°旋回 ※オプション）
3. 操作パネル：タッチパネルディスプレイ(FANUC)
4. クーラント装置：80Lタンク
5. 機械重量：1.8TON

山陽マシン株式会社
http://www.sanyomachine.co.jp　E-mail info@sanyomachine.co.jp
〒729-0111 広島県福山市今津町大明神112-2
☎(084)934-9305(代)　FAX(084)934-9308
JIMTOF 2026 2026年10月26日(月)-31日(土)　小間番号 S1072
JQA-QMA11318

Smart Terrace



Smart Terrace Adv　多品種対応 別置きストッカー

課題解決のため
自動化をお考えの
経営者、生産技術の方必見です

多品種少量生産の自動化をもっと身近に

新製品「Smart Terrace Adv」は、既存の工作機械に後付けできる省スペースな自動化システムです
チャックの爪交換やケレ交換などさまざまな自動段取替により夜間の長時間無人運転を実現
高機能でありながら導入しやすい価格を実現しました

人手不足対策、段取替時間の削減、設備稼働率向上をお考えのお客様はぜひ当社ブースへお立ち寄りください
自動化に関するご相談を承っておりますので、
お気軽にお声がけください

チャック・NC円テーブル・自動段取替＋ロボットSI&デザイン
松本機械工業株式会社
〒920-0059 石川県金沢市示野町二80番地 tel.076-267-3211
東京 / 名古屋 / 東北 / オレゴン, アメリカ

JIMTOF 2026 2026年 10月26日(月)-31日(土)
▼実演展示を行います
西2ホール W2070

デジタルツインに向けた 高速高精度切削シミュレーター

福井大学
学術研究院 工学系部門
機械工学講座 助教
鬼頭　亮太

切削シミュレーターは、加工形状や工具干渉など実加工で生じるさまざまな状況をコンピューター上で事前に確認できるソフトウエアとして、従来から利用されてきた。近年では、実加工と仮想空間を連携させるデジタルツインの研究・活用が進み、切削シミュレーターにはさらなる高速化・高精度化が求められている。加工中の状態を仮想空間上で精度よく再現できれば、実加工と連携した高度な加工支援にもつながる。また、シミュレーション結果を工程設計や加工条件の判断に活用するためには、実用的な時間で計算を完了できることが重要である。当研究室では、新しい工作物データ構造を開発し、高速かつ高精度な切削シミュレーションを実現した。ここでは、その一部を紹介する。

加工現場と仮想空間をつなぐ切削シミュレーター

近年、製造業では、ルツインの活用が進んなどを仮想空間上で再実際の加工現場とコンでいる。切削加工にお現し、加工結果の予ピューター上の仮想空いても、工作機械、工測、加工条件の最適間を連携させるデジタ具、工作物、加工条件化、加工中の状態把握に活用することが期待されている。

そのため、切削シミュレーターには、加工状態や加工後の工作物形状を高精度に再現する能力だけでなく、実加工に近い時間、あるいはそれより短い時間で計算できる高速性が求められる。

工作物を立方体で表すボクセル表現

幾何シミュレーションで用いられている代表的な手法であるボクセル表現は、工作物を微小な立方体要素の集合として表す。工作物全体を規則的な三次元格子として管理できるため、工具との干渉判定や材料除去領域の更新を比較的単純に扱えるる。また、アルゴリズムが明快であるため、並列計算や画像処理半導体（GPU）を利用した高速化にも適しており、複雑な加工形状を扱う上で有効な表現方法である。

一方で、ボクセル表現は、形状を表現する空間精度が立方体のボクセルサイズに依存する。図1に示すように、ボクセルサイズを大きくすれば、必要なボクセル数が少なくなり、各種幾何計算に要する時間も短くなる。反対に、ボクセルサイズを小さくすれば、より細かな形状を表現できるが、ボクセル数の増加に伴い、メモリ使用量や計算時間も増加する。そのため、高速性と高精度性を両立するには、細かな形状を効率よく表現できる別の方法を検討する必要があると考えた。



図1 ボクセル表現におけるボクセルサイズ、空間精度、計算時間の関係

細かな形状を表すポリゴン表現

その一つとして、本研究はポリゴン表現に着目した。図2に本手法の概念図を示す。

ポリゴン表現は、形状の境界を頂点と辺で記述する方法であり、同図上部に示すように、曲線部では多くの頂点を必要とするが、直線部では少ない頂点は、同図下部に示すように、二次元のポリゴンで形状を表現できる。ボクセル表現のように空間全体を一様に細分化するのではなく、形状を表すために必要な箇所にのみ頂点を配置できるため、細かな形状を効率的に表現できる。

そして、本研究では、工具が通過した領域を工作物形状から順次取り除き、加工後の形状を更新する必要がある。

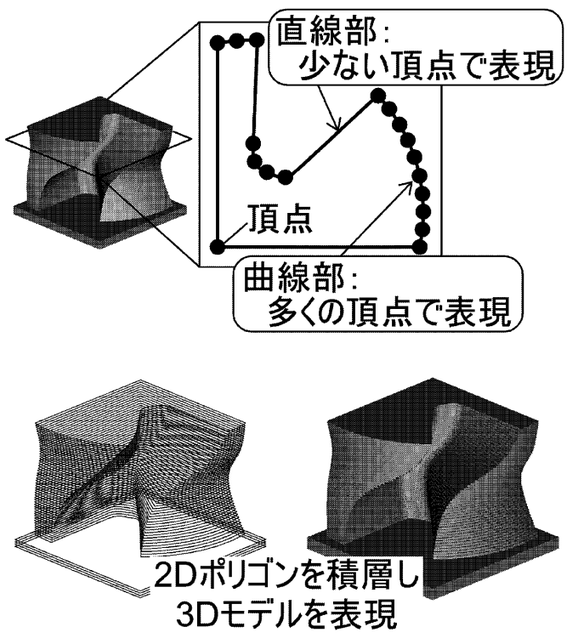
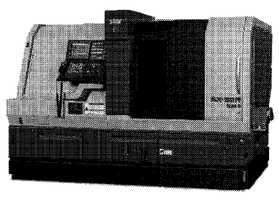


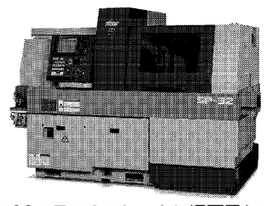
図2 ポリゴン表現の特徴と二次元ポリゴンの積層による三次元形状表現

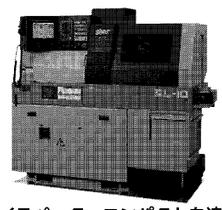


注目の産業分野に「今」解像度の高い部品加工ソリューションを

RESOLUTION【解像力】
いま注目の産業分野にフォーカスした加工実演をご覧ください
SOLUTION DEMO 加工実演テーマ

02

新たなデザイン思想で大径複雑形状の
加工ニーズを満たす最強の複合加工マシン
スターモーションコントロールシステム搭載 スイス型自動旋盤 SX-38R
加工実演 ドローン関連部品

03

φ32クラスのフレームに過不足ない
複合加工性能を備えた大径加工の「最適解」
スイス型自動旋盤 SP-32
加工実演 自動車関連部品

04

ハイスペック・コンパクトを追求
これが新世代の「小径スペシャルマシン」
スイス型自動旋盤 SL-10
加工実演 医療関連部品

01 NEW MODEL World premiere

スイス型自動旋盤
SB-12RII
加工実演 ヒューマノイドロボット部品
○ カートリッジ式クロスドリルユニット５軸型による多彩なツーリング
○ 小径加工の対応幅を広げる新開発の工具ユニット
○ より高精度な小径加工を実現するための各種オプション仕様

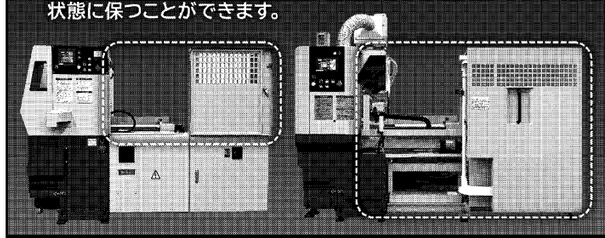
高剛性構造をベースに小径加工の
最先端を追求した最新のSB-R

スター精密株式会社
機械事業部 営業部
〒439-0023 静岡県菊川市三沢字北ノ谷1500-34 ●TEL.0537-36-5586 ●FAX.0537-36-5607 https://star-m.jp
JIMTOF2026 BOOTH NO. S1003
□ 東京営業所 TEL.03-5987-2855 FAX.03-5987-2857 □ 諏訪営業所 TEL.0266-75-5755 FAX.0266-75-5615 □ 名古屋営業所 TEL.052-777-1505 FAX.052-777-2325 □ 大阪営業所 TEL.06-6395-1559 FAX.06-6395-7650

超硬丸鋸切断機
TK-80GLⅡ
新製品！
①生産性　②メンテナンス性
③切断品質　④操作性　を
まとめて向上！

① 新開発の鋸刃や鋸周辺の改造などで切断速度が上がり生産性が向上。

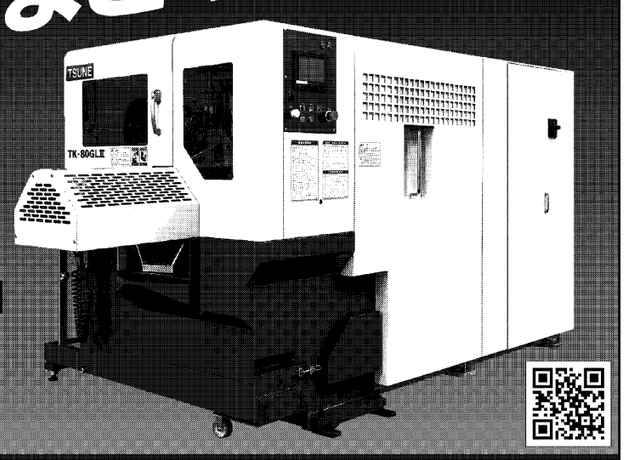
② メンテナンス性を高めるため、整備用のドアを片開き戸から大型の旋回式スライドドアへ変更。開放部を広げることで手の届かなかった箇所へアプローチ可能に。整備が容易になり、内部をよりクリーンな状態に保つことができます。



Before（従来機）　After（新製品）

③ 切粉の堆積防止や圧痕による不良発生を防ぐ構造を採用。加えて鋸刃振れ止めの見直しで、切断品の直角度が向上。

④ 7型ワイドタッチパネルを搭載。さらにメニュー画面の見直しやJOB登録のキーボード配列の採用で操作性を向上。



現場の困りごとを、切断機の基本性能から改善します。　東1ホール E1051

●製造元
津根精機株式会社
〒939-2613　富山県富山市婦中町高日附852
TEL:076-469-3330　FAX:076-469-5244
【工場】婦中・八尾　【海外法人】アメリカ・タイ・ドイツ

●切断と搬送のトータルアドバイザー TSUNE
津根マシンツール株式会社
〒939-2613　富山県富山市婦中町高日附852
TEL:076-469-3330　FAX:076-469-3906
【営業所】関東・関西・名古屋・高崎・静岡・富山・広島・九州

●高性能丸鋸刃の開発からサポート
TSM株式会社
〒939-0643　富山県下新川郡入善町青木1230
入善機械工業センター内
TEL:0765-72-0397　FAX:0765-72-4552

https://www.tsune.co.jp　e-mail:head@tsune21.com

JIMTOF2026
Booth: 南1ホール S1004

CNC精密自動旋盤
BW389ZJ

ø38クラスの独立対向くし刃機
高剛性構造による高精度加工と
高生産性を実現



生産性を高める。
現場を変える。

本社　〒103-0006 東京都中央区日本橋富沢町12番20号
TEL：03-3808-1711　FAX：03-3808-1511
https://www.tsugami.co.jp/

株式会社ツガミ

ボクセルで探し、ポリゴンで削る ハイブリッド手法

そこで本研究では、ポリゴンのブール演算を工作物全体に対して行うのではなく、工具近傍領域に限定することを考えた。切削加工では、工具は工作物全体に比べて小さく、実際に形状が変化する領域は工具周辺に限られる。したがって、工具周辺の領域を高速に抽出できれば、ポリゴン表現の高い形状表現能力を生かしながら、計算時間を抑えることができる。一方、ボクセル表現では、ボクセルサイズを大きくすると工作物を構成するボクセル数が少なくなるため、工具と工作物の干渉領域を高速に検出できるという特徴がある。

そこで本研究では、ボクセル表現とポリゴン表現の特徴を組み合わせたハイブリッド型の工作物データ構造を開発した。図3に示すように、工作物全体を比較的大きなボクセルで分割し、各ボクセル内部の工作物がすべて「空」、工作物で完全に占められる「完全」、工作物の一部を含む「部分」に分類する。そして、工作物を含むボクセルには、内部の詳細形状を表すために、高さ方向に積層された二次元ポリゴン群が保存されている。これにより、工作物全体を少ないボクセル数で管理しつつ、形状変化を含む部分はポリゴンによって高精度に表現することができる。すなわち、ボクセルで計算対象となる領域を絞り込み、必要な部分だけをポリゴンで詳細に計算する構成である。

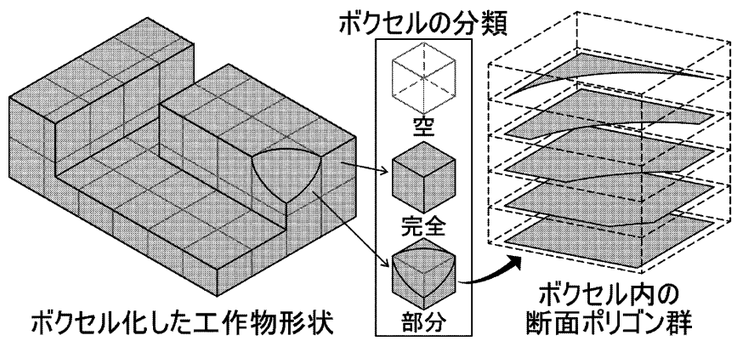


図3 ボクセル表現とポリゴン表現を組み合わせた工作物データ構造

シミュレーションでは、工具をボールエンドミルの回転掃引形状であるカプセル形状として表現し、1回転当たりの送り量ごとに工具を移動させながらシミュレーションを実行した。今回のシミュレーションでは、xy平面内の形状表現精度を0・1㍉㍍（マイクロは100万分の1）、z方向の積層間隔を0・1㍉㍍とした。その結果、主軸回転数は毎分2万回転で加工した場合に要する時間と同程度の時間で、加工後の形状と切削体積を算出できることを確認した。

また、別のシミュレーションでは、ボクセル表現とポリゴン表現を組み合わせたハイブリッド構造による、高速・高精度な切削シミュレーターを紹介した。ボクセルには高速な領域管理を、ポリゴンには高精度な形状表現を担わせることで、両者の特徴を生かしたシミュレーションを実現した。

複雑な5軸加工でも、実加工に要する時間と同程度の時間で計算でき、微細な幾何形状まで表現できた。デジタルツインを活用した加工支援が進む中、本手法が、実加工と仮想空間を結びつけるための一助となれば幸いである。

実加工に迫る時間で微細形状まで再現

複雑な5軸加工への適用例として、曲面をもつインペラの加工シミュレーションを行った。シミュレーションでは、工具経路に沿って工具を移動させ、各工具位置において工具と干渉するボクセルを検出する。このとき、工具がボクセル全体と干渉する場合、ボクセル内部の工作物がすべて除去されたものとして扱い、詳細なポリゴン演算を行わずに切削体積を加算し、そのボクセルを「空」に更新する。一方、工具がボクセルの一部と干渉する場合、内部に保存された断面ポリゴン群を抽出し、各高さにおける工具断面ポリゴンとのブール演算を行う。具体的には、AND演算により工作物ポリゴンと工具ポリゴンの重なりを求め、除去された断面積を算出する。この断面積に積層間隔を掛けることで切削体積を求める。また、NOT演算により工作物ポリゴンから工具ポリゴンを差し引き、加工後の断面形状を更新する。この処理を工具経路に沿って繰り返し、加工に伴う三次元形状の変化と切削体積を順次計算する。

本研究では、ある高さにおける工具断面ポリゴンを用いて、二次元ポリゴンのブール演算を行うことで、高さにおける工作物断面ポリゴンを算出し、その二次元ポリゴンのブール演算を全ての断面に対して行うことで、三次元における加工後の断面形状を求めた。そして、この処理を方向に積層された断面ポリゴン群を抽出することで、三次元における加工後の形状と切削体積を求める。一方で、加工の進行に伴って形状が複雑になると、ポリゴンの頂点数が増加し、ブール演算に要する計算時間が長くなる問題点が残る。

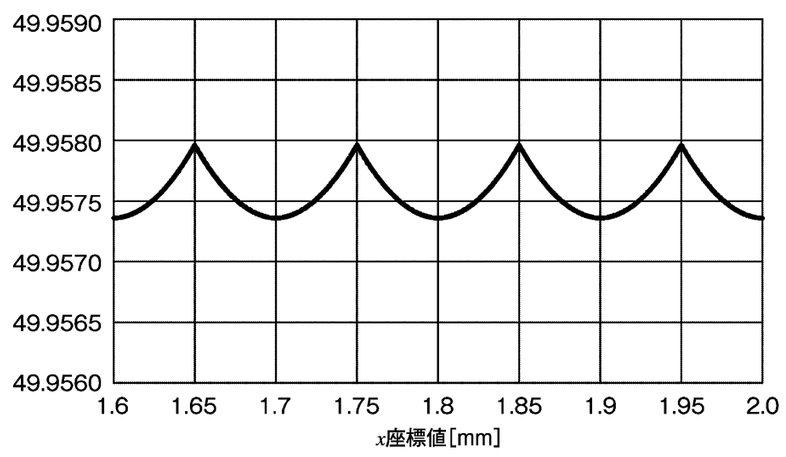


図4 シミュレーションにより得られた加工後の微細形状プロファイル

JIMTOF2026　講演・セミナー（一部抜粋）

（10月16日現在）

基調講演

10月26日（月）13：00～　会議棟7階　国際会議場

変化する世界自動車産業の構図―日本OEM と関連産業へのインプリケーション

中国市場の最強EVメーカー群と彼らを支える強力な電動化・知能化のエコシステムの台頭が著しい。それは、中国のデジタル国家戦略と有機的に結合している。SDV化、AI進化など、グローバルにおける自動車産業の競争構図が変化する中で、日本メーカーは勝ち筋を描くことができるのか。今後の日本車の勝ち筋、関連産業への影響を論じる。

ナカニシ自動車産業リサーチ　代表アナリスト　中西 孝樹 氏

特別講演

10月27日（火）13：00～　会議棟1階　レセプションホール

自動車業界における3DA モデルを通したデジタル活用 ―開発と製造におけるスピードアップと日本品質の両立―

日本の製造現場における３ＤＡモデルの連携あり方、活用について論じる。
①「日本自動車工業会」での議論と可能性の報告
②ものづくり標準データ推進協議会での切削加工分野における工程検討の現状と方向性報告
③3DCADと工程検討とCAMへと繋ぐコア技術

ファシリテーター：ミツトヨ　顧問　山本 隆邦 氏
日本自動車工業会　後工程データ活用タスク　タスクリーダー　小林 久紀 氏
トヨタ自動車　ユニット生技部　DX技術・戦略室　MBP　グループ長　袴田 章義 氏
本田技研工業　四輪生産本部　生産技術統括部　デジタル生産技術部　デジタル技術開発課　チーフエンジニア　増﨑 正彦 氏
エリジオン　代表取締役社長　COO/CTO　相馬 淳人 氏

特別講演

10月27日（火）15：00～　会議棟1階　レセプションホール

ホンダジェットの開発と事業化への道

独自の先進技術を開発し、型式認定取得そして事業化に成功したホンダジェット。その開発者であり経営者としても世界で高い評価を受けている藤野道格氏が、“日本の会社組織の中で革新的な技術を生み出し”、“それを世界市場の中で事業として成功させる”、その哲学とビジネス戦略について語る。

前Honda Aircraft Company　社長　兼　CEO　藤野 道格 氏

南4ホール INSIGHTSステージ

＊事前聴講申込みは終了
（当日空きがあった場合は聴講可能）

10月30日（金）11：30～　南展示棟4階　南4ホール

強い組織はこうして生まれる－日本代表監督に学ぶチームビルディングとマネジメント

本年7月、野球日本代表監督に就任した井口資仁氏によるトークショー。日本野球界やメジャーでの選手としての活躍や監督としての経験をもとに、チームビルディングやリーダーシップの重要性について語る。

野球日本代表監督　井口 資仁 氏

南4ホール INSIGHTSステージ

10月30日（金）13：00～　南展示棟4階　南4ホール

未来をつくるWomen in STEM　－Women in STEM が語る　ものづくりの魅力と可能性－

航空宇宙業界で活躍する女性研究者・エンジニアが、失敗や悩み、そして仕事の醍醐味を感じる瞬間を率直に語る。企業紹介では伝わらない、ものづくりの本音に触れながら、これからのキャリアと自分らしい未来を考えてみて欲しい。

宇宙航空研究開発機構　主幹研究開発員　大塚 聡子 氏
宇宙航空研究開発機構　主幹研究開発員　上嶋 博子 氏
宇宙航空研究開発機構　主幹研究開発員　矢野 幸子 氏
NTT　グループリーダー　主幹研究員　髙橋 円 氏
Kanatta　代表取締役社長　井口 恵 氏
川崎重工業　主事補　松下 悠里 氏
三菱電機　研究員　小西 麻緒 氏

南4ホール INSIGHTSステージ

＊事前聴講申込みは終了
（当日空きがあった場合は聴講可能）

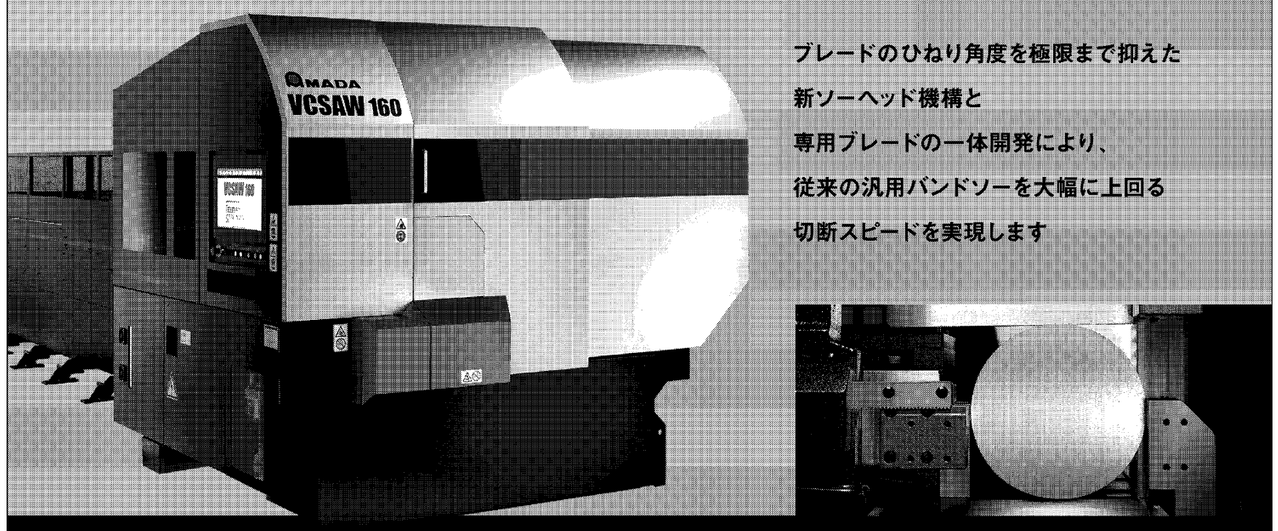
10月30日（金）15：00～　南展示棟4階　南4ホール

あなたの話が伝わらない10の理由

人気YouTuberのヨビノリたくみ氏がJIMTOFのステージに登場！

「教えるのが下手だと言われる」「研究を理解してくれない」「飲み会で滑る」…そんな悩みの改善策を考える。後半には理系フリップネタも披露予定！

予備校のノリで学ぶ「大学の数学・物理」　YouTuber　ヨビノリたくみ 氏

新機構×新ブレードで切り開く
切断スピードの新境地


ブレードのひねり角度を極限まで抑えた
新ソーヘッド機構と
専用ブレードの一体開発により、
従来の汎用バンドソーを大幅に上回る
切断スピードを実現します

JIMTOF2026
東京ビッグサイト　東2ホール E2012
NEW
縦型超速バンドソー
VCSAW 160
AMADA 80TH
株式会社アマダマシナリー

超精密立型ロータリー研削盤
SUPER PRECISION VERTICAL GRINDER
SGR-SERIES
HRS-750Bm
SGR-700R
SGR-1300B

軽・重研削から
超高精度研削まで
思いのままに！
JIMTOF2026
小間番号 E-7067
超精密立型ロータリー研削盤　SGR-700Rを出展致します。
SHINKO 株式会社 進興製作所
〒136-0072 東京都江東区大島1-34-10
Tel 03-3683-7331　http://www.shinko-mfg-co.jp/

KURODA
操作性・環境性を両立
高精度加工を実現する一台
環境対応モデル 精密ロータリー研削盤
GSR-600


黒田精工株式会社
https://kurodaprecision.com/jp/
JIMTOF2026 E7091（東7ホール）

研削加工とその周辺技術の動向

ハイブリッド加工プロセスと精密研削加工の動向

群馬大学大学院
理工学府　教授
林　偉民

近年、IoT（モノのインターネット）技術の進歩やデジタル変革（DX）の推進に伴い、製造業における加工方法の多様化・複合化が一層進んでいる。従来は精密仕上げ加工として捉えられていた研削加工も、現在では多様な工程で適用されている。また、AI（人工知能）やシミュレーション技術の発展により、研削軸抵抗のモニタリングや砥石表面状態のインプロセス評価に基づく最適研削条件の制御が可能となった。専用機の高精度・多機能化および知能化が進む一方、マシニングセンター（MC）や金属積層造形（AM）加工機に搭載する研削ユニットの開発事例も増加している。本稿では、当研究室においてこれまで取り組んできたハイブリッド加工プロセスの概念をはじめ、精密研削加工およびその周辺技術の最新動向について紹介する。

研削加工で用いられる砥石は微細な切れ刃の集合体であり、自生作用（自生発刃）によって連続的な加工が可能となる。しかし、研削過程における砥石の摩耗・変形や目詰まり、目つぶれ、砥粒脱落（目こぼれ）などの研削障害の発生により、適切な砥石選定や研削条件の設定は容易ではない。

一方、研削加工の適用範囲は広く、自動車部品をはじめ、航空・宇宙分野における難削材部品から光学素子・金型に至るまで、多様な産業分野の最終加工技術として不可欠な役割を果たしている。

筆者はこれまで、超精密光学素子および、その金型の加工技術として、超精密鏡面切削・研削および超精密研磨加工等の異種加工プロセスを融合させ、その相乗効果によりプロセス全体の最適化を図る「ハイブリッド加工プロセス」を提案してきた。図1に示すように、被削材特性に応じた高能率な形状創成より、ツルーイング・ドレッシング条件の違いが研削特性に及ぼす影響評価や、被削材に適した砥石選定手法に関する先導的な研究が行われている。また、研削液の供給技術に関しては、日本工業大学の二ノ宮進一教授らが長年にわたり供給方式やノズル形状・配置の最適化を推進し、環境負荷低減と加工性能向上の両立を達成してきた。さらに近年では、マイクロ・ナノバブル技術の適用に関する検討も進められている。

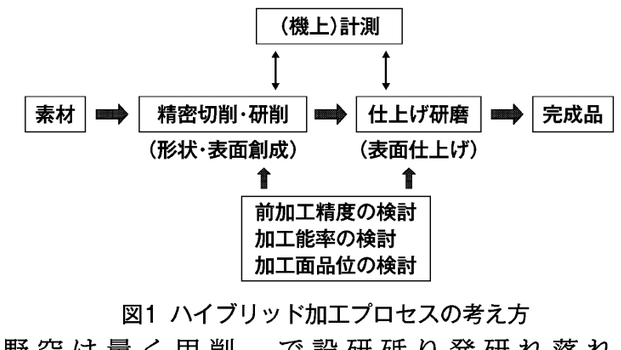


図1 ハイブリッド加工プロセスの考え方

このような背景のもと、筆者らは微細3次元構造面の安定研削（研磨）の達成を目指し、低周波振動テーブル（写真1）を開発した。本装置は、基盤平面状に配置された4基のアクチュエーター内部に圧電素子を備え、独自の変位拡大機構により素子の微小変位を増幅することで、加工に必要な振動幅を確保している。

研削加工周辺技術の動向

近年、研削盤メーカーおよび砥石メーカーを主導のもと、研削加工における周辺技術の開発が加速している。研削布やホイール構造に着目し、それらが研削特性や創成精度に与える影響の解明と開発が進められている。

学術的取り組みとして、砥石のドレッシングおよび加工精度向上を目指し、超砥粒ホイールにおける砥粒分布および内田元助教らによる、ツルーイング・ドレッシング条件の違いが研削特性に及ぼす影響評価や、被削材に適した砥石選定手法に関する先導的な研究が行われている。また、研削液の供給技術に関しては、日本工業大学の二ノ宮進一教授らが長年にわたり供給方式やノズル形状・配置の最適化を推進し、環境負荷低減と加工性能向上の両立を達成してきた。さらに近年では、マイクロ・ナノバブル技術の適用に関する検討も進められている。

このような背景のもと、筆者らは微細3次元構造面の安定研削（研磨）の達成を目指し、低周波振動テーブル（写真1）を開発した。本装置は、基盤平面状に配置された4基のアクチュエーター内部に圧電素子を備え、独自の変位拡大機構により素子の微小変位を増幅することで、加工に必要な振動幅を確保している。

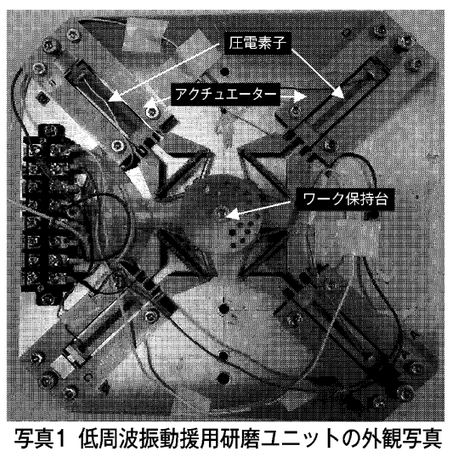
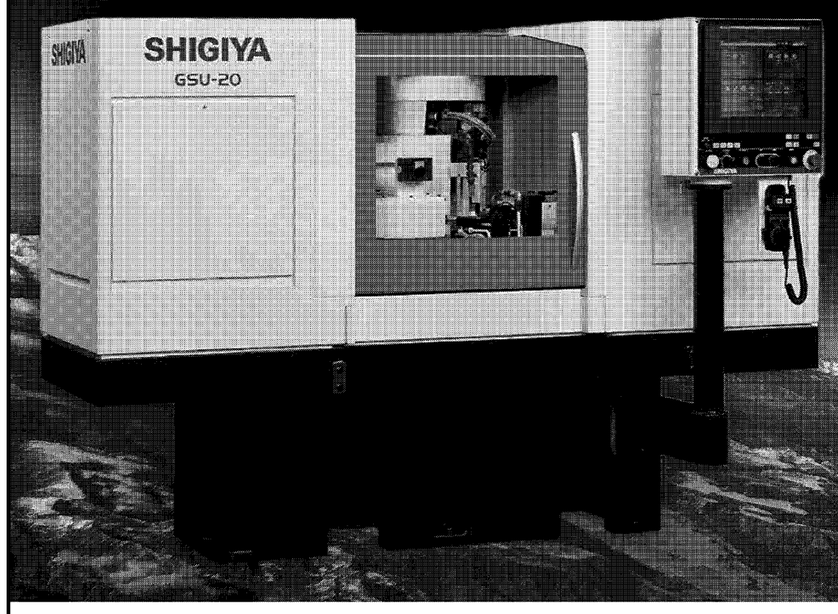


写真1 低周波振動援用研磨ユニットの外観写真

状を創成するとともに、次工程の仕上げに適した表面粗さを確保するプロセス設計を行い、最終仕上げとして超精密研磨を適用することで、高能率・高精度・高品位加工を達成している。このプロセスにおいては超砥粒ホイールによる精密研削技術が重要な役割を担う。

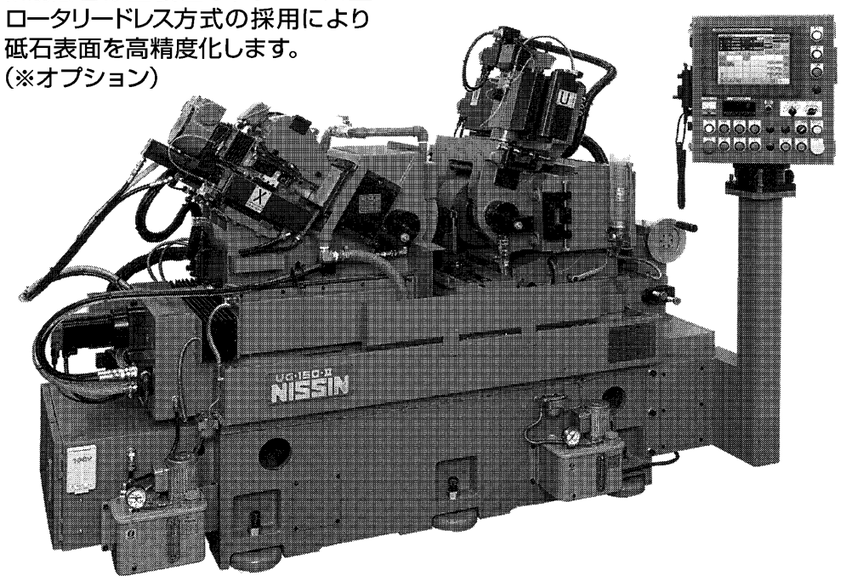
2000年代前後には、スティックスリップを極小化した案内駆動機構、1ナノメートル（ナノは10億分の1）分解能を有するナノプレシジョン位置決め技術、および機上計測システムを備えた超精密工作機械が実用化され、本プロセスの構築が可能となった。さらに近年では、AM技術の普及に伴い、造形体の高精度仕上げ加工手法としても精密研削技術の重要性が再認識されている。

ベストセラーのDNAを凝縮
発売以来、多くの現場に選ばれてきた万能研削盤 GSUシリーズ。
そして今。そのGSUに、コンパクトという新しい選択肢。
従来モデル GSU-30Bと比べ、設置面積を40%以上削減。
限られたスペースでも導入しやすく、省スペース化が求められる現場に最適な一台です。
CNC万能研削盤 GSU-20


●主な仕様

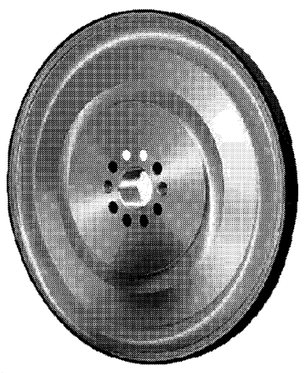
といし台	2ヘッド旋回式
といしの大きさ	外径Φ305×幅25mm
テーブル上の振り	Φ200mm
センタ間距離	300mm
センタ間負荷質量	20kg
最大研削外径	Φ100mm

動画公開中
JIMTOF 2026 E7094
株式会社シギヤ精機製作所
本社・工場　広島県福山市箕島町5378
https://www.shigiya.co.jp

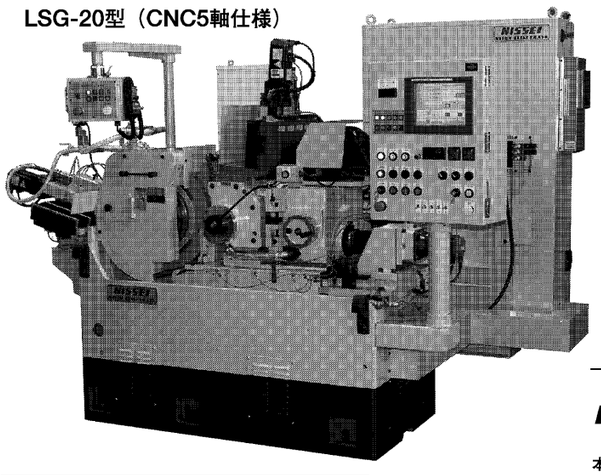
■ 独創的な技術要素を採用することにより工作物形状精度、寸法補正精度、面精度などで0.1μmの世界を実現しました。
■ ワークレスト固定、両砥石ヘッド可動式のため段取り替え、供給装置・排出装置の簡略化が可能になります。
■ 研削砥石修正装置のトラバース型ロータリードレス方式の採用により砥石表面を高精度化します。（※オプション）
JIMTOF 2026
2026年10月26日（月）-31日（土）
小間番号：E7082


小径用超精密
センタレスグラインダ
UG-150-II
NISSIN 株式会社 日進機械製作所
本社工場　〒431-3195 浜松市東区有玉西町300　TEL053-471-9151　FAX053-471-1289　URL https://nissin-cg.co.jp

JIMTOF2026 に出展します
そのニーズに、ピッタリのソリューションを。
The MATCH
西展示館 4F【W4022】
超砥粒ホイール＆ドレッサの製造メーカー
株式会社ジェイテクトグラインディングツール
JTEKT
研削技術サイトはこちら▼



静圧軸受型 CNCセンターレスグラインダー
LSG-20型（CNC5軸仕様）



● CNC3軸・5軸制御
● オートローダー
● 自動ドレス・切込み
砥石寸法 MSG-18型……φ455×150
LSG-20型……φ510×205
-20W型…φ510×250
※各種自動化対応致します。
NISSEI 日本精機株式会社
本社工場 浜松市中央区恩地町1555番地 TEL(053)425-3008㈹ FAX(053)426-0439 〒430-0814
都田技術センター 浜松市浜名区新都田四丁目３−２ TEL・FAX(053)428-5228 〒431-2103
https://www.nihon-seiki.co.jp
JIMTOF2026 小間番号: E7092

JTEKT
ジェイテクトマシンシステム
JTEKT MACHINE SYSTEMS CORPORATION
JIMTOF2026
東京ビッグサイト（東京国際展示場）
10月26日(月)～10月31日(土)
東8ホール E8004
西2ホール W2027
www.machine.jtekt.co.jp
そのニーズに、ピッタリのソリューションを。
The MATCH
センタレス研削盤
C6040F
段替え自動化で、もっとスマートに
立形複合研削盤
VGF300
多段形状といしが、工程を束ねる
静圧エアテーブル
非同期振れ(NRRO)50nm



平面研削加工における砥石周りの熱・流体現象の究明

一方、高精度・超精密研削とは異なり、自動車やロボット等の量産部品を対象とした汎用研削加工では、大量生産下における高寸法精度・高形状精度と、加工コスト・加工安定性の両立が強く要求される。また、航空・宇宙およびエネルギー分野で用いられるチタン合金やインコネル、ニッケル基超合金等の難削材は熱伝導率が極めて低く、研削難度は著しく高い。これら難削材の研削時には著しい研削熱および研削抵抗が発生するため、使用する研削盤には高度な熱安定性と高い機械剛性が不可欠となる。

発生した研削熱は、工作物表層における局所的な熱変形や熱変態、さらには研削焼けやクラック等の損傷を引き起こす要因となる。そのため、砥石・被削材間の接触境界域で発生する局所熱の定量評価は、効果的な除熱技術（冷却手法）を置に熱電対を埋設して研削時の内部温度過渡応答を計測した。実験条件は、切り込み量を1μm（マイクロは1/100万分の1）および2μm、砥石周速を毎秒10―35m、テーブル送り速度を毎秒0・05―0・25mとした。

図3に平面研削実験における工作物内部の温度変化特性を示す。被削材の熱伝導率の相違により、内部における温度勾配および熱拡散挙動が顕著に異なることが明らかとなった。さらに、Ti―6Al―4Vを対象として各種研削条件の影響を評価したところ、砥石周速の変化が温度場に与える影響は小さく、周速増加に伴い表層温度がわずかに上昇するものの、内部温度への影響は極めて軽微であった。これに対し、切り込み量は研削温度の上昇に直接寄与し、送り速度の増加に伴い内部温度も顕著に上昇した。特に、高送り速度条件では表層近傍の温度勾配が急峻となり、発生熱量は切り込み量の増大に伴って拡大することが確認された。

次に、砥石周辺における誘導空気流の可視化解析を行い、その熱・流体の流動状態を評価した。図4に示す検証装置において、砥石の回転および模擬工作物平板の往復運動下でスモークトレーサーを供給し、レーザシート光を照射して流動断面を高速度カメラにより捉えた。獲得した画像データに対してPIV（Particle Image Velocimetry、粒子画像流速測定法）を適用し、流速場を算出した。図5に得られた砥石周辺の流速分布を示す。砥石回転に伴う明確な連れ回り流が確認され、砥石表面近傍の流速を比較した結果、砥粒番手が大きくなる（微細化する）ほど、最大流速が減少する傾向を示した。今後は、この連れ回り流が被削材表面へ衝突・追従する動態を詳細に解明し、研削熱に対する流動の寄与を明らかにするとともに、研削液供給による冷却・除熱メカニズムの定量評価を進める計画である。

同写真中央のワークを固定し、小径工具を走査させることで、複雑形状を有する金型の高能率・高精度加工を実現している。

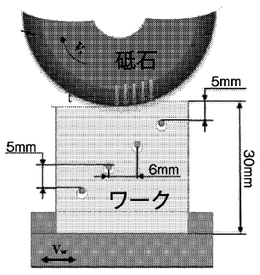
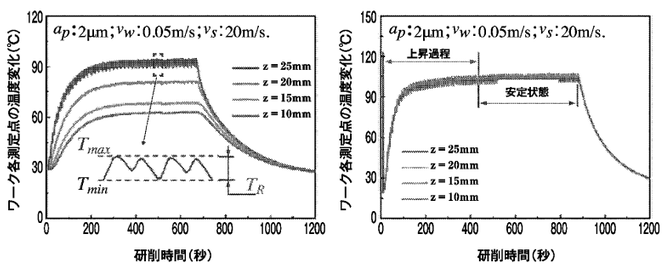


図2 ワークに熱電対の埋め込み位置



(a) Ti-6Al-4V鋼　(b) 無酸素銅

図3 チタン合金及び無酸素銅の研削温度変化曲線例

AI技術を応用した研削加工技術の展望

近年、AI（人工知能）技術の進展に伴い、研削加工分野におけるAI応用の可能性が急速に拡大している。従来、熟練者のノウハウや直感に依存していた研削条件の設定も、AIの活用により自動かつ迅速に導出される時代の到来はそう遠くない。一方で、研削加工特有の現象に対応し、AIの推論精度をいかに向上させるかが大きな課題として残されている。

研削加工は未解明な現象を多く含み、研削過程における個々の砥粒の創成挙動には高い不確定性が伴う。

したがって、統計的アプローチを適用するにあたっても、高精度な予測モデルの構築や大量の高品質なデータ（学習データ）の確保が不可欠である。これを実現するためには、企業・大学・公設研究機関が一体となった産学官連携による基礎研究の推進が強く望まれる。研削メカニズムのさらなる解明を進めるとともに、実験データを標準化された学習データとして共通のAIモデルに学習させ、産業界全体で高度に活用できる「汎用型研削AIプラットフォーム」の構築が極めて重要である。

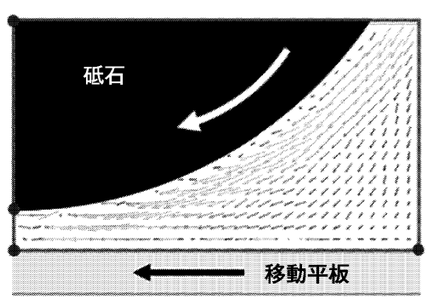


図5 往復移動する平板近傍に設置した円砥石周りの速度計測の一例

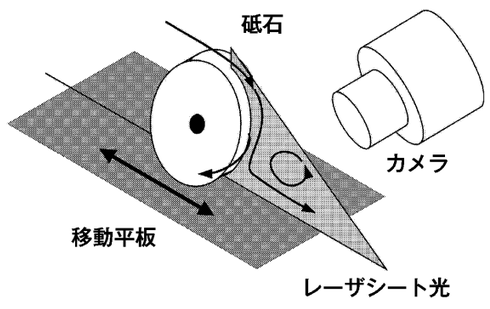


図4 往復移動する平板近傍での砥石周りの流れ計測概略図

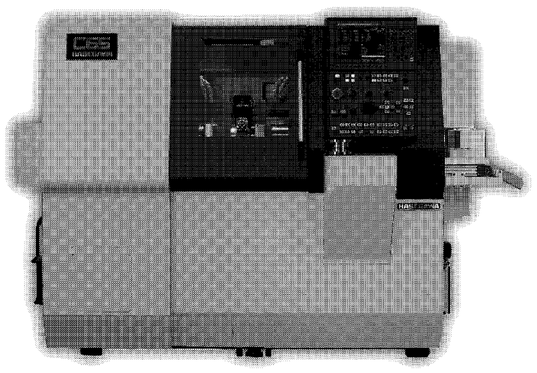
JIMTOF2026
第33回 日本国際工作機械見本市
小間番号 E7097
異次元・異空間・異形態の具現化
品質と生産性を爆上げする
超越精密
超精密ロータリマルチ研削盤 RGi-1200
超精密門型成形平面研削盤 SGX-126α
超精密連続創成歯車研削盤 NGC-550
超精密微細形状加工機 NIC-74
超精密非球面加工機 NSL-280
OPTIMUM VALUE CREATOR NAGASE i
株式会社ナガセインテグレックス
nagase-i.jp



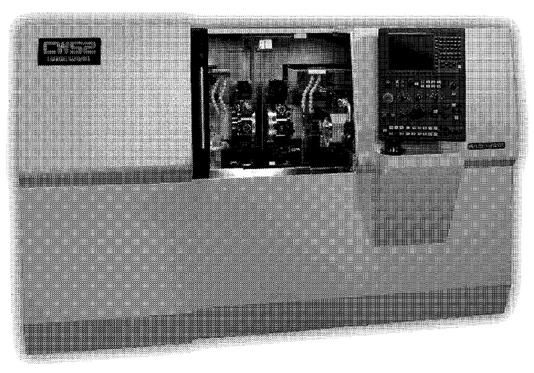
WAIDA
JIMTOF2026
Booth No. E7098
精密加工の革新
― 未来を拓く最先端ソリューション ―
全自動インサート外周研削盤
APX-40W
ワーク傾き計測装置によりダイレクトクランプでのプリズムレス加工を実現。固定部取付の天井カメラでレンズ汚れを防ぎ安定した位相検出を可能とし、ステージカメラで表裏・刻印を識別します。
デジタルプロファイル研削盤
SPG-XV
デジタルプロジェクター搭載でチャート作成を不要とし、段取り時間を短縮。
AR砥石表示とリアルタイムギャップ表示で加工状態を見える化し、スキルレスで高精度・高再現性の加工を実現します。
WAIDA 株式会社 和井田製作所
WAIDAブース紹介サイト
https://www.waida.co.jp/jimtof2026/



HASEGAWA 高精度な複合加工と自動化
The Leading Edge in Small Machines



C65MYS【NEW】 φ65㎜棒材能力

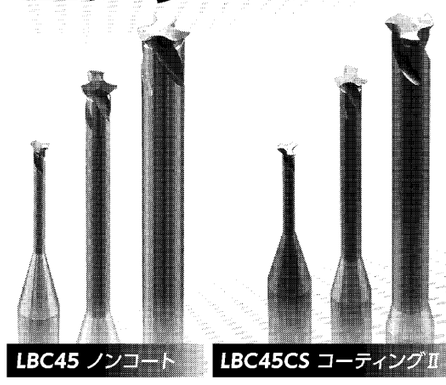


CW52MY Plus【NEW】 16ステーション2タレット

株式会社 長谷川機械製作所
JIMTOF2026 出展
東7ホール E7051

新たな選択肢として登場！—— ToYo TooL®
JIMTOF2026 小間番号 W1029

新製品 New product
45°超硬 ロング ウラ面取りカッター



LBC45 ノンコート　LBC45CS コーティングⅡ

スーパースフィア カッター JIMTOF2026 初披露
280°、310° 超硬バリ取り ロリポップ カッター
HIGH PERFORMANCE CHAMBER MILL
ウラ面取りツール—— 高効率



千鳥刃　4枚刃　6枚刃

株式会社 東陽 〒399-0704 長野県塩尻市広丘郷原1000-5 TEL.0263-52-2451／FAX.0263-54-1834 https://www.toyo.vc

内面研削スピンドルの振動設計

中部大学
工学部 機械工学科 教授
安達 和彦

加工内面の内径と研削深さに応じてさまざまな内面研削スピンドルのニーズがある。中でも本稿では、小径深穴加工における、砥石周速度を確保する「高速回転化」と、危険速度を回避する「回転速度を低く抑える制約」との二律背反を打破すべく、あえて危険速度を超えた回転速度領域で使用する「自動調心作用」に着目。自動調心作用を利用する際に最重要となるスピンドルの重心ズレの極小化を実現するための、軸幾何公差の管理やバランシングの考え方を解説する。また、超長尺スピンドルを用いた高精度な内面研削加工事例も紹介する。

砥石軸長尺化のジレンマ

普通砥石を用いた内面研削加工では、砥石周速度は概ね毎秒30㍍程度に設定される。砥石周速度が砥石半径rとスピンドル回転速度（角速度）ωの積rωとなるため、加工内面の内径d＝2rが小さくなるほど、砥石周速度を確保するために同ωは高くなる。なお、同ωと毎分あたりの回転数Nとの関係はε＝πN÷30である。

一方、内面研削の深さが増すほど、砥石軸は長くなる。砥石軸の長さが加工内面の研削深さより短い場合でも、貫通穴の内面研削加工であれば加工対象物（ワーク）を反転して加工することは可能だ。しかし、ワーク反転は段取り替えが必要となる。この手間を省き生産性を高めるため、加工内面の研削深さに応じて砥石軸を長くした、長尺の内面研削スピンドルが使用される。

内面研削スピンドルでは砥石軸が突出した切り込みによって生じる研削抵抗を、片持ち梁の先端に作用する集中荷重Wとし、砥石軸の軸径が全長にわたり同Dと等しい一様な円形断面であると仮定する。このとき、同Wによる砥石軸先端のたわみxは、同Lの3乗に比例し、同Dの4乗に反比例する（図1）。

$$x = \frac{L^3}{3EI}W = \frac{L^3}{3E}\left(\frac{64}{\pi D^4}\right)W$$

$$k = \frac{W}{x} = \frac{3EI}{L^3}$$

D：砥石軸の軸径
E：ヤング率
I：断面二次モーメント
k：静剛性
L：砥石軸の突出長さ
x：砥石軸先端のたわみ（変位）
W：集中荷重

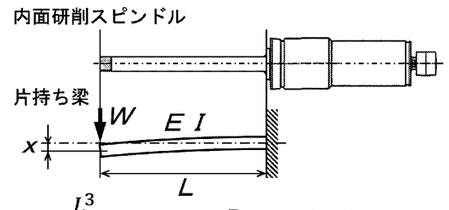


図1 片持ち梁のたわみ

となる砥石軸は「長尺」と称される。長尺の砥石軸は長尺でないものと比べて、同じ切り込みに対して軸のたわみが大きくなることが知られている。

オーバーハング構造は材料力学の分野では「片持ち梁」と呼ばれる。砥石軸先端の砥石切り込みによって生じる研削抵抗を、片持ち梁の先端に作用する集中荷重Wとし、砥石軸の軸径が全長にわたり同Dと等しい一様な円形断面であると仮定する。このとき、同Wによる砥石軸先端のたわみxは、同Lの3乗に比例し、同Dの4乗に反比例する（図1）。

$$x = \frac{L^3}{3EI}W = \frac{L^3}{3E}\left(\frac{64}{\pi D^4}\right)W$$

$$k = \frac{W}{x} = \frac{3EI}{L^3}$$

D：砥石軸の軸径
E：ヤング率
I：断面二次モーメント
k：静剛性
L：砥石軸の突出長さ
x：砥石軸先端のたわみ（変位）
W：集中荷重

回転軸の危険速度

内面研削スピンドルを振動工学の観点で考察すると、スピンドルは回転軸で、危険速度における軸の不釣り合い振動の極大化が問題となる。現実の回転軸では、軸形状を得るための機械加工の幾何公差が原因で回転中心と重心が一致せず、わずかなズレが生じる。これにより、回転中心から重心のズレεと、回転軸の質量m、および同ωの2乗の積である遠心力Fが回転軸に生じる。遠心力Fは回転軸と同じ回転速度で回転する力ベクトルだが、回転軸を支持するスピンドルのケーシング側から見れば、回転軸に直交する二軸方向に対して、それぞれ角振動数ωで周期的に変動する調和外力F・cos（ωt）およびF・sin（ωt）となって作用する。ここで、回転しながら遠心力を発生させている同mは、周囲の固定座標系から観察すると、軸のたわみに伴ってそのまま一軸方向へと往復運動（併進変位x）する振動質量そのものとなる。内面研削スピンドルの突出した砥石軸は同kを有する片持ち梁とみなせるため、調和外力F・cos（ωt）が作用する同kと同mの1自由度振動系としてモデル化できる。実際には減衰作用が存在するので、内面研削スピンドルが回転している時の1自由度振動系の運動方程式を示したものが図2（a）の数式モデルである。

この運動方程式を解いた定常解（強制振動応答）を示したものが図2（b）である。砥石軸先端の変位xが調和外力の同ωと同じ振動数で振動することを示し、砥石軸の不釣り合い振動振幅Xが回転速度ωと減衰比ζとの関数となり、同ωが1自由度振動系の固有角振動数ωnに近くなる条件で振幅Xが極大化することを示している。このように同Xが極大化する回転速度は、産業用回転機械の分野で「危険速度」と呼ばれる。工作機械スピンドルは通常、不釣り合い振動振幅が極大化すると、砥石周速度rωを確保するために逆に回転速度ωを高くする必要がある。すなわち、砥石軸の静的なたわみに留まらず、小径深穴の内面研削では「回転速度を上げたい（砥石周速度確保）」という加工上の要求と、「回転速度を下げたい（危険速度回避）」という振動工学上の要求が交錯し、長尺化の「真のジレンマ」に陥る。

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = m\varepsilon\omega^2\cos(\omega t)$$

m：質量
c：減衰係数
F：遠心力＝mε ω²
k：静剛性
x：砥石軸先端の変位
t：時間
ε：重心のズレ
ω：回転速度
ωn：固有角振動数（危険速度）＝$\sqrt{\frac{k}{m}}$

図2（a）1自由度振動系の数式モデル

定常解（強制振動応答）

$$x = X\cos(\omega t - \phi)$$

不釣り合い振動振幅

$$X = \frac{\varepsilon\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}{\sqrt{\left[1-\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right]^2 + \left(2\zeta\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}}$$

ζ：減衰比 ＝$\frac{c}{2\sqrt{mk}}$

図2（b）強制振動応答

振れない長尺——自動調心作用とは

しかし、図2（b）の定常解は回転速度が危険速度を超えた領域（ε＜εn）で生じる「自動調心作用」をも示している。自動調心作用とは、回転速度が危険速度に比べて十分に高くなった際、砥石軸の同Xが重心の同εに漸近する現象である（図2（c）、図3）。この現象の物理的な意味は、回転速度が危険速度より低い領域（0＜ε＜εn）では砥石軸が「幾何学的な回転中心」の周りに回転するのに対し、危険速度より高い領域（ε＞εn）では砥石軸が「重心」の周りに回転するようになることである。

これを利用すること2つの課題で、前述の2つの課題が解決できる。

①加工内径の小径化への対応

砥石周速度を確保するために回転速度が上昇した場合、回転速度を危険速度より高く設定することで、砥石軸の不釣り合い振動振幅Xを低減できる。

$$X\Big|_{\omega\gg\omega_n} \approx \frac{\varepsilon\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}{\sqrt{\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^4}} = \varepsilon$$

図2（c）危険速度を超えた高速回転速度領域での不釣り合い振動振幅



日東工器 ホームページ
JIMTOF 2026 日東工器ブース W4049

技術で、人を想う。
日東工器株式会社
— 主な事業内容 — 迅速流体継手「カプラ」／省力化機械工具／リニア駆動ポンプとその応用製品／建築機器（ドアクローザ）
www.nitto-kohki.co.jp
本社・研究所／東日本支社 〒146-8555 東京都大田区仲池上2-9-4 Tel:03-3755-1111（大代表）
西日本支社 〒537-0001 大阪府大阪市東成区深江北2-10-10 Tel:06-6973-5501（代表）
中日本支社 〒465-0092 愛知県名古屋市名東区社台3-173-2 Tel:052-726-9041（代表）
支店 札幌／仙台／新潟／松本／北関東／東京第一／東京第二／静岡／浜松／三河／名古屋／北陸／京都／大阪第一／大阪第二／高松／岡山／広島／福岡
海外拠点 アメリカ／ドイツ／イギリス／タイ／インド／シンガポール／インドネシア／オーストラリア／中国

もっと速く！ もっと楽に！
人も設備もスマートに働けるものづくりを提案!!



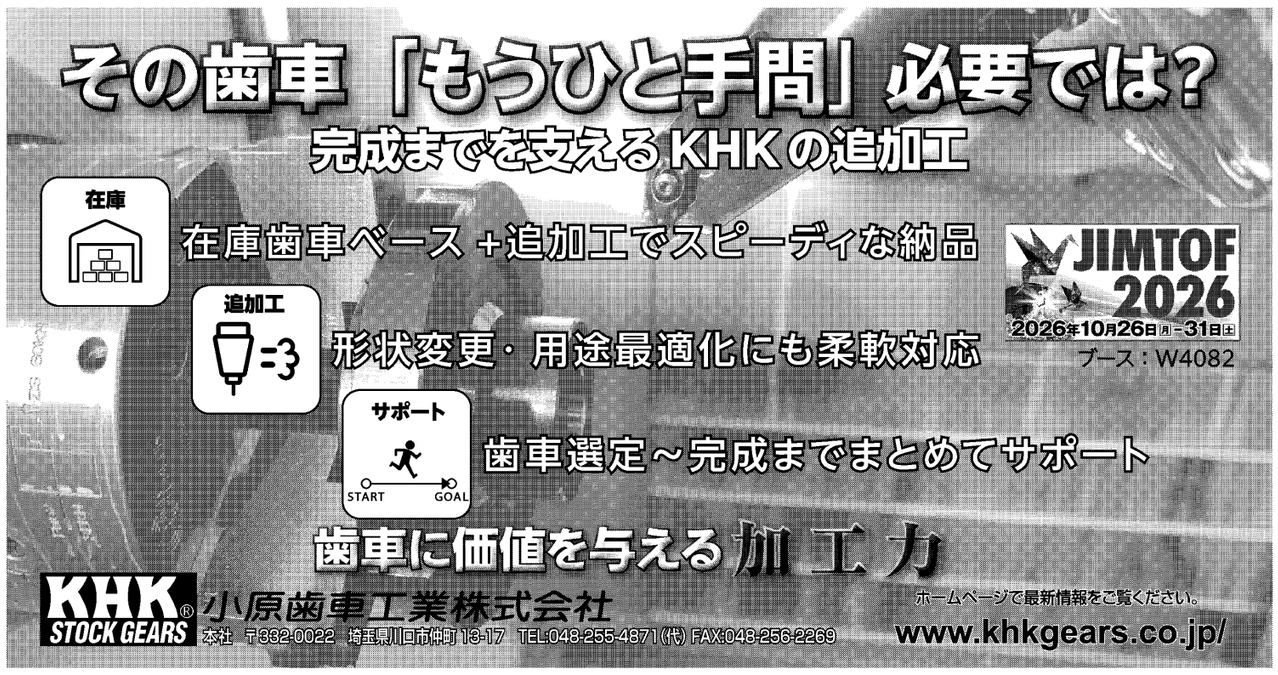
横形内面研削盤
従来比2倍の生産性を実現!
THG-10Cd
ワーク交換時間 40% 従来比
生産性 2倍 従来比

立形複合研削盤
段替えの負担を大幅に軽減!
TVG-40Sd
生産性向上（ノンストップ生産）

安定生産 TOYOスマートドクター
状態監視システム
「探す・悩む・焦る」から「見える・わかる・慌てない」へ!
TOYOスマートドクター

テクノロジーの未来を見つめる
TOYO トーヨーエイテック株式会社
〒734-8501 広島市南区宇品東5丁目3番38号
TEL（082）252-5230 FAX（082）505-1163
www.toyo-at.co.jp
東日本営業所 TEL（03）5687-0231
中部日本営業所 TEL（0568）88-5313
西日本営業所 TEL（06）6337-6222
JIMTOF2026 2026年10月26日(月)▶31日(土) 東京ビッグサイト 東7ホール E7045







振動設計への利用

次に自動調心作用を積極的に利用した振動設計について概説する。

実機の内面研削スピンドルの砥石軸は連続体であり、無数の質量とばねで構成される振動系のため、固有振動数は無数に存在する。実用回転速度の数倍程度までの速度領域の中にも複数の危険速度が存在し、これらに近い回転速度では砥石軸が曲げ変形する。そのため、最も低い危険速度から順に「曲げ1次危険速度」「曲げ2次危険速度」と呼ぶ。

実際の振動設計では、あえて曲げ1次危険速度より高い回転速度で使用する内面研削スピンドルを設計する（図４）。これは起動・停止時に必ず曲げ1次危険速度を通過するため、砥石軸の製造工程で軸形状の幾何公差を厳しく管理し、製造・組み立て工程におけるバランシングで重心のズレを極小化できる設計でなければならない。特に、製造工程中の熱処理で軸形状の幾何公差が低下する場合があるため、砥石軸の研削仕上げは必須である。砥石径35㍉、砥石回転速度は毎分9000回転で実際の内面研削加工を行い、加工中の振動特性をハンマリング試験（図５（a））で測定した（参考文献３、４）。ワークはSCM415材で、寸法は外径100㍉、内径70㍉、研削深さ200㍉㍉である。粗研削時（砥石切り込み量0・02㍉㍉）およびスパークアウト研削時の砥石切り込み方向の砥石軸の振動変位を測定し、周波数分析器を用いてコンプライアンス伝達関数を算出した。図５（b）に示す通り、砥石軸の曲げ1次危険速度はおおよそ毎分7400回転であり、実際の加工回転速度である毎分9000回転は、この1次危険速度を完全に超えた自動調心領域にあることが分かる。この結果、加工内面の真円度は18か所の測定で平均1・53㍍㍍、内径表面粗さは3か所の測定でRa値の平均が0・22㍍㍍未満という、極めて良好な加工精度が得られた。

本稿では、自動調心作用を利用した内面研削スピンドルの振動設計と加工事例を紹介した。内面研削スピンドルの振動設計に関心を持つ方々の一助になれば幸いである。

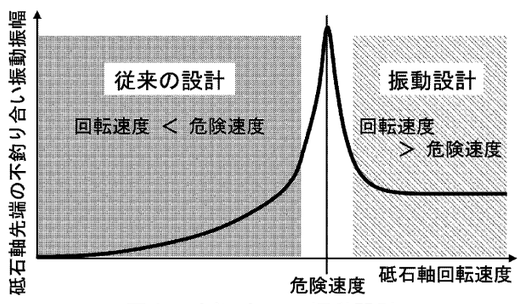


図4 スピンドルの振動設計

②砥石軸の長尺化への対応

長尺化で危険速度が低下した場合、同様に回転速度を危険速度より高く設定することで、砥石軸の同Xを低減できる。すなわち、深穴内面研削加工で問題となる「真のジレンマ」が自動調心作用の積極的な利用で解決できる（参考文献１）。

内面研削スピンドルの回転速度を危険速度より高く設定した場合、砥石軸の同Xは、砥石軸の同εに比例する。したがって、この比例関係は、危険速度を超えた高速回転速度領域での不釣り合い振動をさらに抑えるためには、重心のズレ自体を低減する必要があり、次の二つのアプローチが有効である。「砥石軸の製造工程における軸形状の幾何公差を低減させる方法」と「砥石軸の製造工程および組み立て工程における釣り合い振動振幅の極大値（図２（d））を抑制する方法」である。

同ズレεをあらかじめ低減しておくことも重要である（図３）。

$$X\Big|_{\omega=\omega_n} = \frac{\varepsilon}{\sqrt{(2\zeta)^2}} = \frac{\varepsilon}{2\zeta}$$

図2（d）危険速度近傍における不釣り合い振動振幅の極大値

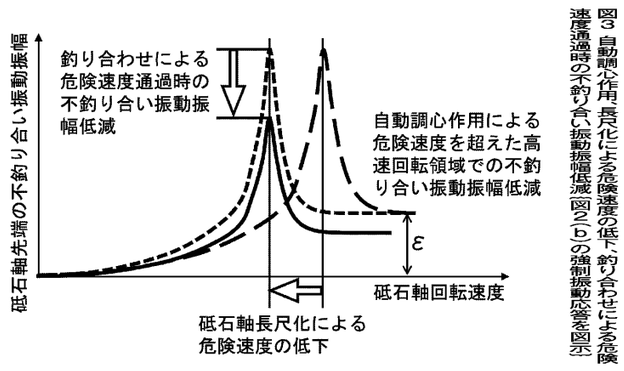
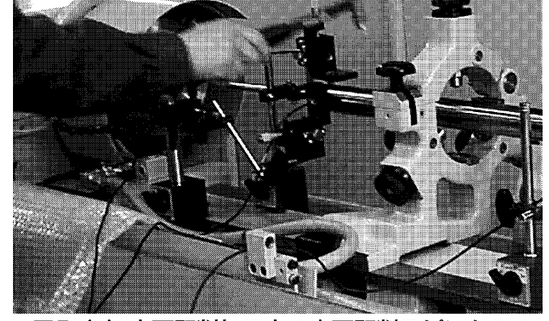


図3 自動調心作用・長尺化による危険速度の低下、釣り合わせによる危険速度通過時の不釣り合い振動振幅低減（図2（b）の強制振動応答を図示）


図5（a）内面研削加工中の内面研削スピンドルのハンマリング試験

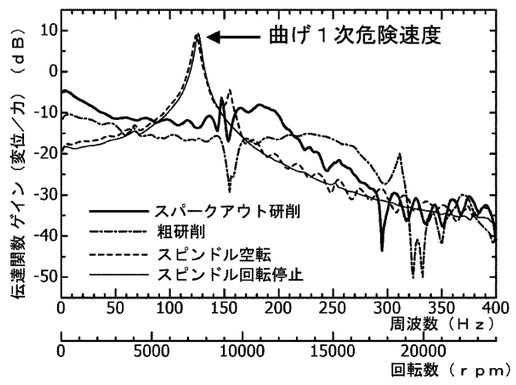


図5（b）コンプライアンス伝達関数のゲイン曲線

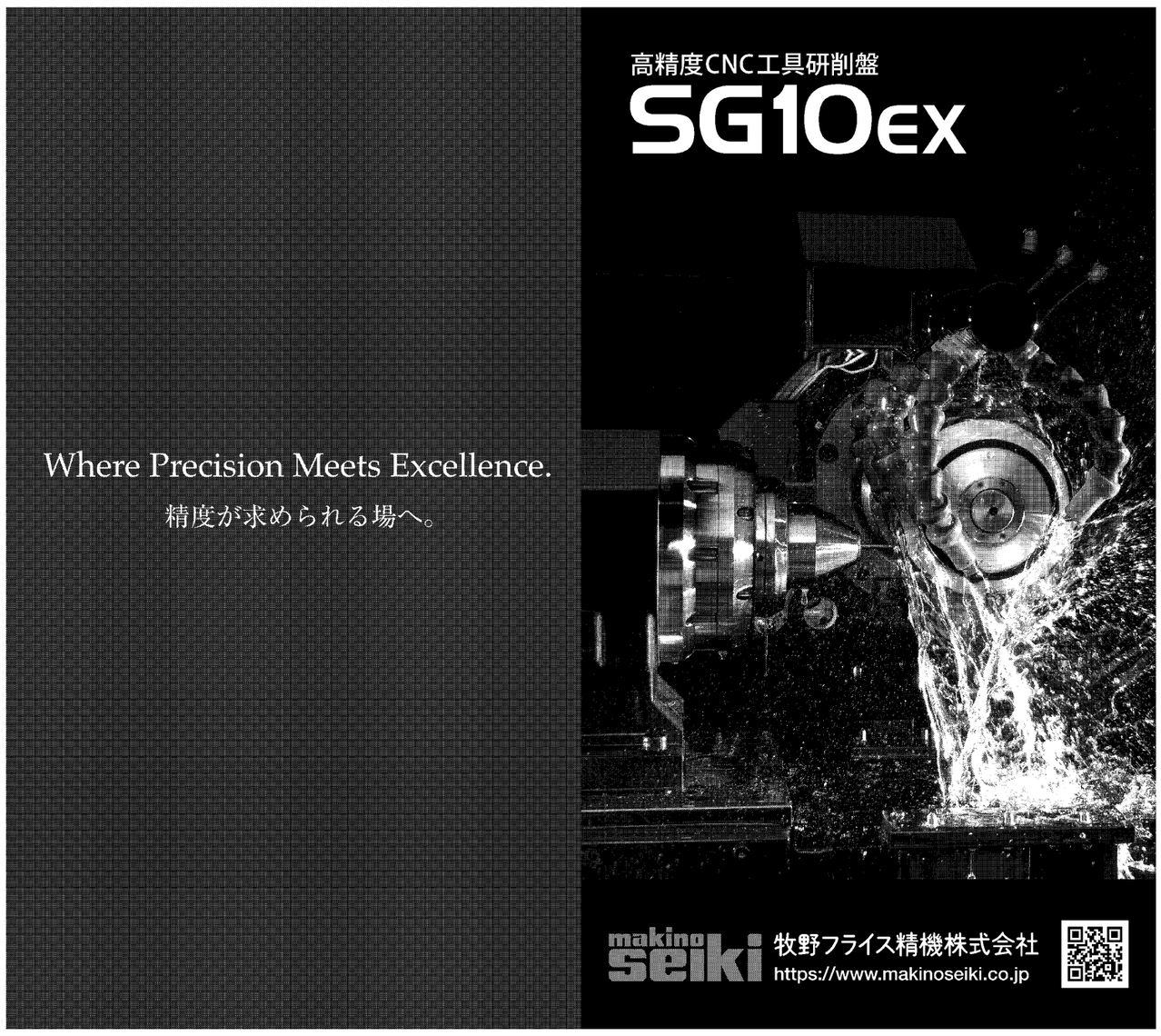
参考文献

1 今に花咲き実を結ぶ（前編）、長尺でもぶれない、月刊生産財マーケティング2025年8月号、（2025）、A−110

2 安達和彦、他2名：長尺内面研削スピンドルの開発に関する研究（第1報：スピンドル軸形状設計と振動特性）、2010年度砥粒加工学会学術講演会講演論文集、（2010）、A42、73−78

3 安達和彦、他4名：長尺内面研削スピンドルの開発に関する研究（第6報：小径深穴加工物の試研削時の振動解析）、2016年度砥粒加工学会学術講演会講演論文集、（2016）、A05、13−16

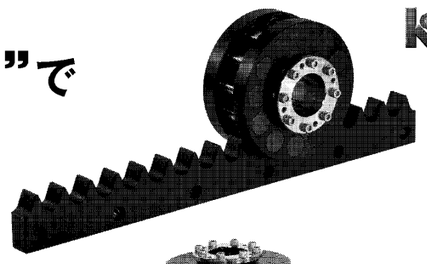
4 安達和彦、他4名：長尺内面研削スピンドルの開発に関する研究（第7報：加工時の振動挙動と加工内面の幾何特性の評価）、2017年度砥粒加工学会学術講演会講演論文集、（2017）、D34、313−317





IKO
リニアローラウェイ スーパーX
LRXD8…SL
高剛性・高精度のローラタイプ直動
案内機器に最小サイズが新登場！


構造・特性
IKO リニアローラウェイスーパーX　LRXD8…SLは同シリーズ最小の直動案内機器です。ローラタイプの特長である高い剛性と精度を維持しつつ、幅16mm、高さ11mmの低断面を達成しました。本製品の採用により、設備の小形化・設計自由度の向上が期待できます。
日本トムソン株式会社
JIMTOF 2026
ご来場お待ちしております
小間番号:W2056

「加茂精工は“3つのポイント”で
環境問題の解消に貢献します」
kamo

グリース使用量低減
低摩耗低発塵
高効率省エネルギー化
TCG潤滑供給システムTLS
簡単取付で TCG シリーズのメンテナンスフリーを実現！
※一般環境用
TCGランナー ステンレス仕様
標準表面処理ではお困りの用途や環境向けに最適！
ノンバックラッシマシンエレメント
TCGランナー & TCGリング
加茂精工株式会社
〒470-0424
愛知県豊田市御作町亀割1166
Tel：0565-76-0029
URL：https://kamo.co.jp
JIMTOF 2026
2026年10月26日(月)-31日(土)
電動3爪チャック
- サンプルデモ機 -
W3109にて参考出品

超音波振動印加による リニアボールガイドの精密位置決め

大同大学
工学部 機械システム工学科
教授
田中　淑晴

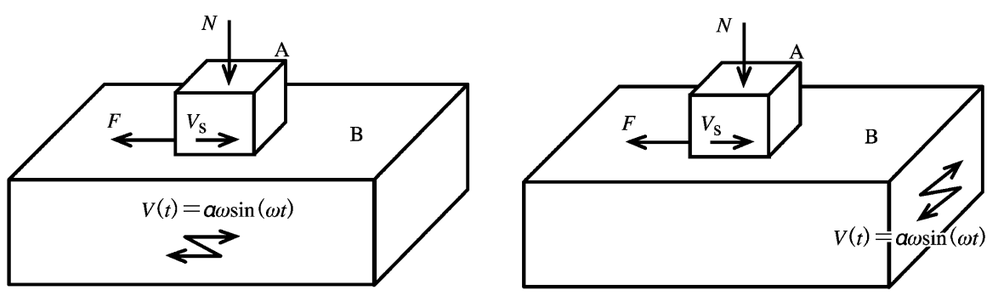
工作機械などの直線運動を支持する機械要素として、転動体が球形や円柱形の直動転がり案内（リニアガイド）が広く使用されている。直動転がり案内の転動体と転動面の間には、機械的接触による転がり摩擦が生じる。転がり摩擦の摩擦係数は、すべり摩擦のそれと比較して一般的に小さくなるため、優位な点が多くなる。しかし、精密な位置決めを達成するためには、転がり摩擦に対して何らかの対策を必要とする。多くの対策は各種制御法の工夫などであるが、機械的に振動を与え摩擦力を変化させる取り組みがある。本稿では、転動体が球であるリニアボールガイドに対して、超音波振動を印加することによって、転がり摩擦力の大きさを制御し精密な位置決めを目指す取り組みについて紹介する。

超音波振動の印加による摩擦力低減

金属面と金属面が接触する際に生じるすべり摩擦（摺動摩擦）に対して、超音波振動の印加は二方向考えられる（図1）。一つは、物体Aのすべり方向に対して平行方向に振動を印加する方法である。もう一つは、物体Aのすべり方向に対して直交方向に振動を印加する方法である。

物体Aが物体B上を定速度Vsですべるとき、物体Bを振幅a、角振動数ω（周波数f、ω＝2πf）にて振動させ、材質がアルミニウム、真鍮、銅、ステンレス鋼の場合について実験が行われている。超音波振動を平行および直交方向に印加すると、ともにすべりが、直交方向に印加するより摩擦力が低減することが示されている。

さらに、すべり摩擦力の低減幅は、振動を速度V（t）が物体Aのすべり方向に対して平行方向に印加した方が、直交方向に印加するより大きくなる。振動を平行方向に印加した場合、物体Bの瞬時と、材質の硬さの違いによって単純な比で表すことが難しくなる。



(a)すべり方向と同じ方向へ振動を印加　(b)すべり方向に対して直交方向へ振動を印加

図1 物体B上を物体Aがすべるときの超音波振動の印加方向

リニアボールガイドへの振動印加法

リニアボールガイドは、その締結部はボルト締結によってベースに固定されてあるので、その締結部は振動し難くなる。そのため、印加する振動の節がボルト締結部と一致するように決定すると、振動の腹（振幅）が大きくなることによって、振動が効果的に働くことになる。

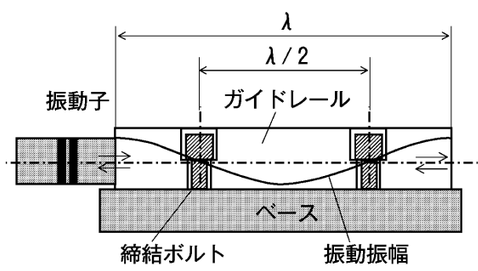
同様に、キャリッジは上面部にボルト穴がある場合が多いので、その部分を考慮する必要がある。さらに、転動体のボールがあるところに対して振動の腹となれば効率的に働くこととなる。これらのことから、ガイドレールとキャリッジのサイズより印加振動の波長が決まる。

波長λは、材質の音速cと印加する振動の周波数fよりλ＝c／fなると、摩擦力Fは向きを反転させて速度Vsと同じ方向に作用し、摩擦力Fが大幅に低下するためである。振動の有無による摩擦力の比は、振動の速度振幅の大きさとすべり速度との比で表すことができる。ただし、接触の面圧を大きくすると、材質の硬さの違いによって単純な比で表すことが難しくなる。

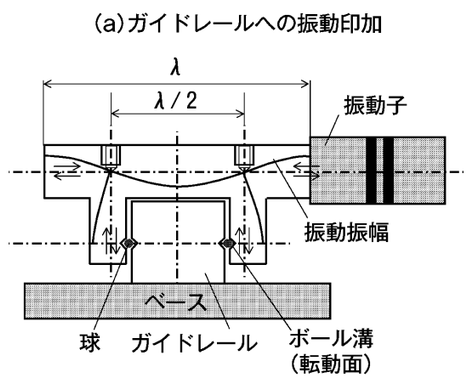
リニアボールガイドではボールによる転がり摩擦力を生じるが、経験的にキャリッジに振動を印加するより、ガイドレールに振動を印加した方が、転がり摩擦力の低減効果が大きくなる。これは、キャリッジの動作方向、すなわち転動体の転がり方向に対して同じ方向に振動が印加されるためである。一方、キャリッジに振動を印加する場合は、キャリッジの動作方向に対して直交方向に振動が印加されるため、相対的に摩擦力低減効果が小さくなる。

二つ目は、キャリッジに印加する場合であり、キャリッジの進行方向に対して直交するように振動させる。このとき、ガイドレールおよびキャリッジに印加する振動の周波数が重要となる。ガイドレールはボルト締結によってベースに固定されてあるので、その締結部は振動し難くなる。そのため、印加する振動の節がボルト締結部と一致するように決定すると、振動の腹（振幅）が大きくなることによって、振動が効果的に働くことになる。

同様に、キャリッジは上面部にボルト穴がある場合が多いので、



(a)ガイドレールへの振動印加



(b)キャリッジへの振動印加

図2 リニアボールガイドへの超音波振動の印加方法

静止摩擦力と動摩擦力への効果

摩擦力の低減効果の具体例として、市販されているリニアボールガイドのガイドレールおよびキャリッジに対して超音波振動を印加する。ガイドレールの長さ160ミリメートル（ボルト穴ピッチ45ミリメートル）のリニアボールガイドに対して、ボルト締結部ピッチが80ミリメートル）、キャリッジの幅90ミリメートル（ボルト穴ピッチ90ミリメートル）のリニアボールガイドに対して、印加する超音波振動の周波数を決定する。

Magnescale
SPEED X PRECISION
JIMTOF 2026
[東7ホール]
E7003


読み取りミスの防止
作業工数の削減
測定データのデジタル化
データの蓄積・分析
USB デジタルゲージ DSシリーズ
μMATE+ デジタル インジケータ LU20
アナログ表示で直感的に操作、デジタルデータで簡単に保存。
測定値をBluetooth経由でPC・スマートフォン・タブレットに送信。
ミューメイトプラス専用アプリを用意。取得した測定値の保存や本体の設定変更などがPCやモバイル端末から簡単にできます。
キーボードアプリ for iOS μMATE Link
計測アプリ for iOS / Android μMATE Mobile
計測ソフトウェア for Windows μMATE Viewer
Excel・PowerApps・各種電子帳票への自動入力 for PC
株式会社マグネスケール

HIWIN®
JIMTOF 2026
西2ホール
W2072
PASSION FOR GREEN


S&P Global社の
サステナビリティ評価で
業界最高評価を受賞！
グローバル本社
HIWIN Technologies Corp.
Sustainability Yearbook 2026
Top 1%
based on CSA Score 2025
Machinery and Electrical Equipment
≪ 工作機械ソリューション / 機械要素部品ワンストップソリューション ≫
最高回転速度1,000min-1 トルクモーターロータリーテーブル
超高剛性ローラー型 リニアガイドウェイ
高速・長尺・高可搬 単軸ロボット
ちょうどイイ自動化に 直交ロボット
ハイウィン株式会社
www.hiwin.co.jp
神戸本社 兵庫県神戸市西区井吹台東町 7-4-4
TEL:078-997-8827　E-mail:info@hiwin.co.jp
グローバル本社 HIWIN TECHNOLOGIES CORP.
台湾408208台中市精密機械園区精科路7号

第33回日本国際工作機械見本市
JIMTOF2026
西4ホール W4071
会場で、見て納得！触って実感！
アクアシステム JIMTOF2026 特設ページ▶

レーザー式液面＋外部機器制御器
レーザーで液面を正確に感知
容器の残量を瞬時にチェック！
現場
事務所
NEW! GDE-CLW24
表示灯（別売）と連動
詳細はこちら
最大15台の残量を
まとめて一目で確認！

センサオートストップガンノズル
こぼさず給油、ムダなく節油
燃料の小分け作業に！
センサで自動停止
ポンプ不要で手軽に給油！
詳細はこちら
NEW! ATNB1-20D

循環式ろ過クリーナー
切削液を長持ちさせて
高騰対策に貢献！
用途に合わせて選べる
鉄・非鉄対応フィルタ！
詳細はこちら
J-FB

アクアシステム株式会社 〒522-0081 滋賀県彦根市京町1丁目3番1号 K1ビル2階 | TEL：0749-23-9123 | FAX：0749-23-9122 | Email：aqua@aqsys.co.jp

初動時の摩擦力低減効果

ブレーキ力としての摩擦力の利用

材質を炭素鋼（秒速5000ミリ）とすると、ガイドレールに対しては約31キロヘルツ、キャリッジに対しては約56キロヘルツと周波数を見積もることができる。実際には、構造が複雑であること、複数の材質が使用されていることや音速の違いなど多くの要因によって、振動を最も効果的に印加できる周波数は異なることが多い。そのため、非接触変位計を用いて振動印加中のガイドレールとキャリッジの振動振幅の大きさを測定し、振幅が最も大きくなる周波数を探索する必要がある。今回示す測定例では、ガイドレールには29・97キロヘルツ、キャリッジには49・6キロヘルツの超音波振動を印加する。超音波振動印加の有無による静止摩擦力および動摩擦力の測定結果を示す（図3）。静止摩擦力測定のため、アクチュエーターの推力を徐々に大きくし、キャリッジが動き始め10ミリメートルに到達した時点で推力を0とする。どこの点を静止摩擦力（動作開始点）と定義するかの議論は置いておくとして、結果を見ると超音波振動を印加した方が、印加をしなかったときより小さな推力で動作していることが明らかである。超音波振動印加により静止摩擦力が低減したためである。

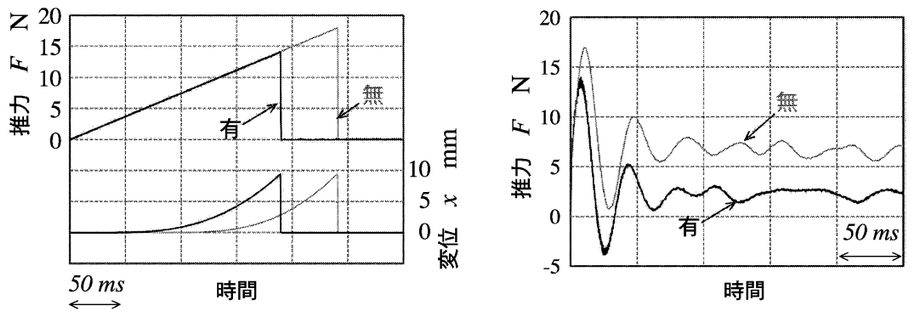


図3 超音波振動の印加がリニアガイドの静止摩擦力および動摩擦力へ及ぼす影響

リニアボールガイドの位置決めには、位置決め精度および整定時間が重要である。そのため、変位ステップ応答の停止時における位置決め精度と整定時間に対して超音波振動の印加効果を示す（図5）。

ステップ応答動作の開始後、一旦振動の印加を停止し、175ミリ秒で再度振動を印加する。その後、任意の時間で振動の印加を停止させることによって、転動体と転動面の固着がブレーキ力として働き、整定時間の短縮および目標位置での停止が期待できる。175ミリ秒で振動を再印加し5ミリ秒後に再度停止させると目標位置に達せず大きな偏差を生じている。振動の印加停止時間を調整し、振動再印加後10ミリ秒で停止させることによって目標位置で停止させている。整定時間については、連続で加振を続けている状態では摩擦力、すなわちブレーキ力が小さくなるため、整定時間は長くなる。一方で、超音波振動の再印加および停止をさせることによって、通常状態（振動を印加しない状態）と同程度の整定時間となる。

転動体が球であるリニアボールガイドの転がり摩擦に対して、超音波振動を印加することによって、摩擦力を低減させ、動作開始時の遅れ時間および立ち上がり時間を短縮させることが可能となる。さらに、超音波振動印加を停止させたときに生じる固着現象をブレーキ力として利用することによって、目標位置で停止させることが可能となる。

本稿では、超音波振動によって「摩擦力を制御」し精密位置決めを達成しようとする研究を紹介した。疲労や寿命に与える影響などと調査すべき課題もある。位置決め技術に関して一助となれば幸いである。

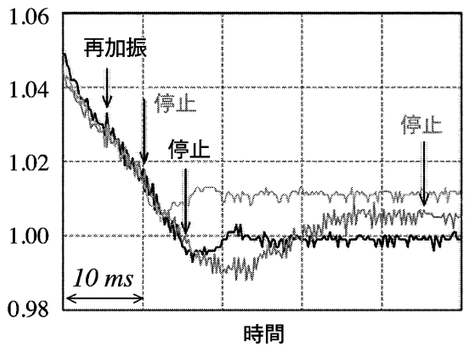


図5 超音波振動の印加がリニアガイドの整定時挙動に及ぼす影響

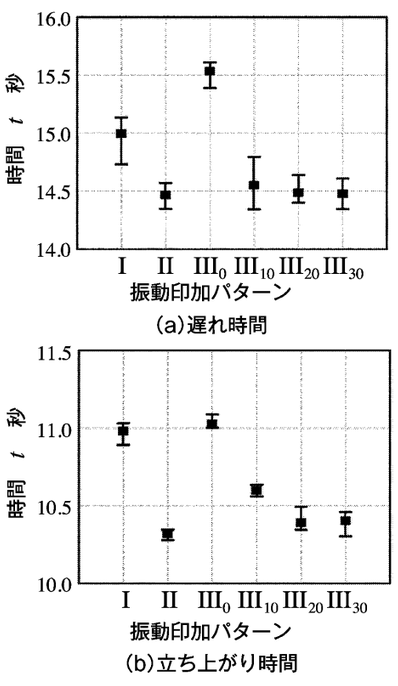


図4 超音波振動の印加がリニアガイドの変位ステップ応答時の始動挙動へ及ぼす影響

加振パターンⅠは加振無し（通常状態）、加振パターンⅡは連続で加振を続けている状態、加振パターンⅢは加振を途中で中止（添え字の数字が動作開始後の停止時間をミリ秒で示す）したものである。遅れ時間および立ち上がり時間ともに、超音波振動を印加することによってキャリッジの動作開始時の静止摩擦力が小さくなることがわかる。加振パターンⅢも同様であるが、加振パターンⅢ0では、動作開始時に振動の印加を停止したことによって転動体と転動面との間に固着現象を生じたためである。加振パターンⅢ以外の加振パターンは、加振パターンⅡと同程度となり、常に加振状態である必要は無いことが分かる。このことは、超音波振動の効率的な印加とともに油膜切れによる焼き付き防止などの対策となる。

リニアボールガイドの静止摩擦力や動摩擦力に対して、超音波振動を印加すると摩擦力が小さくなることを利用して、キャリッジ変位のステップ応答時の影響についての結果を示す（図4）。（a）の遅れ時間は、停止状態から目標変位の50％の位置に到達するまでの時間、（b）の立ち上がり時間は、目標変位の10％の位置から90％の位置へ到達するのに要する時間である。

加振パターンⅠは加振無し（通常状態）、加振パターンⅡは連続で加振を続けている状態、加振パターンⅢは加振を途中で中止（添え字の数字が動作開始後の停止時間をミリ秒で示す）したものである。遅れ時間および立ち上がり時間ともに、超音波振動を印加することによってキャリッジの動作開始時の静止摩擦力が小さくなることがわかる。加振パターンⅢも同様であるが、加振パターンⅢ0では、動作開始時に振動の印加を停止したことによって転動体と転動面との間に固着現象を生じたためである。加振パターンⅢ以外の加振パターンは、加振パターンⅡと同程度となり、常に加振状態である必要は無いことが分かる。このことは、超音波振動の効率的な印加とともに油膜切れによる焼き付き防止などの対策となる。

日刊工の記事を、社内外に共有するのが圧倒的に楽！
新・大口法人プラン リリース
2か月無料キャンペーン実施中
詳細はこちら
日刊工業新聞電子版では、企業内外の情報共有を支援する「新・大口法人プラン」をリリースしました。記事シェア機能やグループニュース機能を使い、新聞記事を「ひとりで読む」だけでなく、「チームで共有・活用」いただけるプランです。「自社関係の記事を社内外に共有したいが会員でないと読めない」というあるあるも解決できます。まずは2か月間、無料でお試しいただけるキャンペーンを実施中です。
これまで読めなかった会員限定記事が一定期間読めるようになって、チーム内での情報共有がしやすくなった！
シェアURLを発行しました。
下記のURLから5日間・300アクセスまでどなたでもこの記事を閲覧いただけます。
一緒に仕事をされるチームや取引先への情報共有にご活用ください。
https://www.nikkan.co.jp/share/lM8ginMh5xz
URLをコピーする
工作機械関連の記事を読んで、共有するなら、日刊工業新聞 電子版
日刊工業新聞社 販売局 情報サービス部 https://www.nikkan.co.jp/

高度自動化システムを実現するCAD／CAMと工作機械連携の最新動向

近年、製造現場では深刻な人手不足や熟練技術者の高齢化、製品サイクルの短縮化に伴い、さらなる設計・製造工程全体の効率化と高精度化が急務となっている。これを達成するには、設計から加工までの工程をデジタルデータでシームレスにつなぐCAD／CAM（コンピューター利用設計・製造）と、高度に制御された工作機械との連携が必要不可欠である。この連携は、CADデータの標準フォーマットにおけるデータ化と、CAMでの工具の選択や加工経路の計算による数値制御（NC）プログラム生成、およびマシニングセンターなどの工作機械による金属や樹脂の切削の自動化が連動することで成り立つ。

AI・ロボットの活用

高度な自動化を実現する最新技術としては、次の3点が挙げられる。

①AI（人工知能）によるCAMの支援

従来、ツールパス作成や加工条件の設定には熟練の加工技術者の経験が必要であった。しかし近年では、AIが加工形状を識別し、最適な工具選定や効率的なパスを自動算出する機能が進化しており、段取り時間の大幅な短縮と人的ミスの削減が実現している。

②デジタルツインによる無人稼働

ダッソー・システムズ「DELMIA（デルミア）」などの加工検証やシミュレーション技術により、実機を動かす前にコンピューター上の仮想空間で加工プロセスを正確に再現できる。また、工具とワーク（加工対象物）の干渉や削り残しを事前に検出できるため、夜間や休日における信頼性の高い「完全無人稼働」が可能となっている。

岡山理科大学
工学部 機械システム工学科 教授
田中 雅次

③5軸加工機およびロボットセルとの連携

複合5軸加工機を活用することで、複雑形状の一発加工（工程集約）が可能になる。さらに、ワークの着脱を行う産業用ロボットや無人搬送車（AGV）とCAD／CAMデータを連携させることで、素材の供給から完成品の搬出までを一貫して自動化する「ロボットセル生産」が現実化している。

加えて、材料を削り落とす従来の除去加工や、型を用いた成形加工に対し、デジタルデータから材料を層状に積み重ねて形状を創出する「アディティブ・マニュファクチャリング（積層造形、AM）」コア技術」へと成長した。今後は、AIによるDfAMの自動生成、異種材料を自由に組み合わせるマルチマテリアル造形、そしてCAD／CAM・工作機械・ロボットがデジタルツインでつながる高度自動化生産セルとその統合が進むことで、製造業の競争力を決めるブス曲面やソリッドモデルへの変換には多くの手作業と熟練技術が必要であったが、最近では、AI技術を活用したPointNetやDGCNNなどにより、点群から直接CADの構成要素（幾何プリミティブやスケッチ押出履歴）を自動推定・抽出する技術が急速に進化している。

このほか比較的定型的な機械部品の3Dモデリングにおいては、所望する部品のスケッチの入力により、類似のモデルをネット上で検索する技術も研究され、さらなる設計の自動化が期待される。

製品のアイデアから設計・生産までの多様なシームレス化は、今後も重要な課題となると考えられるが、人の作業の完全自動化は容易でないことは自明であり、特にAIの活用にはさまざまな課題があると思われる。例えば、前述のCAMにおける加工の熟練技術者の経験や勘のデータ化とそのコンピューターによる学習には、さまざまな制約条件が存在すると考えられ、加工の自動化が完全に行われることは困難と思われる。また、より高度なCAD／CAM／コンピューターグラフィックス（CG）／仮想現実（VR）や、これらに関連するソフトウエアの開発においてもさまざまな課題が残されている。

ソフト開発における課題

ここからは、このソフトウエア開発の課題について具体例を示して説明する。近年、AIによる自動プログラミング技術の発達により、プログラマーの需要が大きく減ることが社会問題として取り上げられている。その発達の結果として、定型的で繰り返し作業のようなプログラミング作業は大幅に削られるだろうが、開発中の新しい機械やデバイスを制御する、これまでにないプログラミングをAIができるほど、現在のAIは進化したとも思えない。学習されていないプログラミングは、結局は人が創造的に作ることになると考えられる。

ここで重要なのは、AIにできることと、できないことの境界線を明確にすることであり、また、その境界線はAIの今後の発達により変化することに留意し、AIをより効果的に活用することである。

当研究室では、機械製品・部品のスケッチ真を見て3Dに解釈する能力を、ロボットが持つような未来志向にも適用可能である。

対話型AIの「ChatGPT」では、イメージしたい対象物の特徴をテキスト入力し、連携する3D化エンジン（Meshy、Tripo3D、Luma AIなど）を介して3Dのポリゴンデータを自動生成できる。この3D化エンジンの一つである、Tripoは、一般公開されていることから、当研究室の手法との比較をよく行っている。その概要を次に紹介する。

図1は機械部品のスケッチの例題1を、図2は歯車装置である例題2を示す。本手法では、あらかじめ基本的な形状のスケッチをスケッチフィーチャー（SF）として定義し、与えられたスケッチから線分が無くなるまでSFの自動検出と抽出を繰り返し、抽出された全てのSFを3D化して元のスケッチに合致するように組み立てることで、解を得る。

図3に代表的な4個のSFを示す。例題1において、図4（a）では、円柱と穴のSFを、DXF形式のCADデータから検出し（例えば、円柱なら2個の円とそれに接する平行な2直線として認識可）、図4（b）では、これらSFを抽出している。図4（c）では、補助線を加えて2個の直方体のSFを検出している。

SFの3D化は、人の感覚と同じで、例えば直方体のスケッチであれば、正確な3Dの直方体に変換できる。その寸法は、図4（d）に示すように、人はスケッチをなるべく原寸大に描き、円柱は板に対して垂直に立つような感覚をルールとして適用すれば、実物に近い解が、図4（e）のように得られる。

例題2では、図5（a）で2個の円柱のSFを検出し、図5（b）で2個の歯車のSFを検出している。この歯車の検出には、学習型の自動物体検出システムであるYOLOを用いている。図5（c）は、YOLOに学習させた歯車のスケッチのサンプルである。図5（d）では、歯車SFの抽出後を表し、この図もYOLOによって直方体SFの解を示す。Tripoによる例題1の2通りの解を示す。図6（a）の解では、さらに土台である板の厚みもやや大きい。このような解が得られた背景には、歯車装置自体は良く学習されていても、寸法は学習だけでは正確に再現できないことが推察できる。

これらの比較から結論付けられることは、本手法はSFに分解できないスケッチには適用できないが、解の寸法精度は高い。また、YOLOの活用により歯車や部分的な直方体のような、複雑で多少曖昧な対象物もSFにできた。ところが、学習だけのシステムでは、寸法のような具体的な精度には対応できないことである。

本手法は幾何学や人の知覚といった正確で妥当な論理と学習システムをハイブリッド化させているが、このようなやり方が、さらなる高度な自動化システムの実現の一助となれば幸いである。

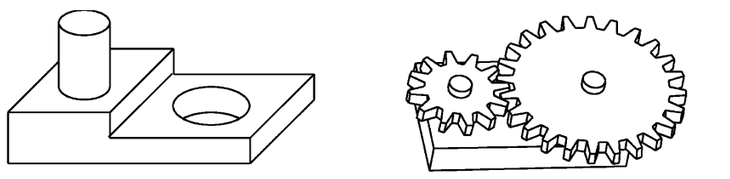
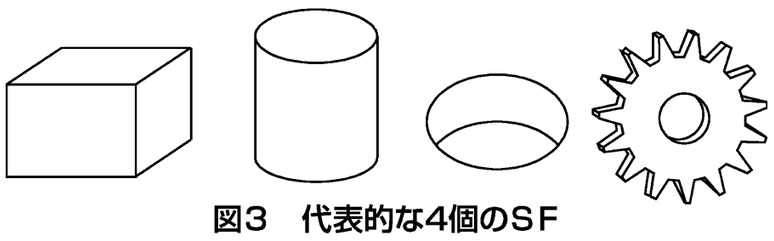

図1 例題1

図2 例題2


図3 代表的な4個のSF

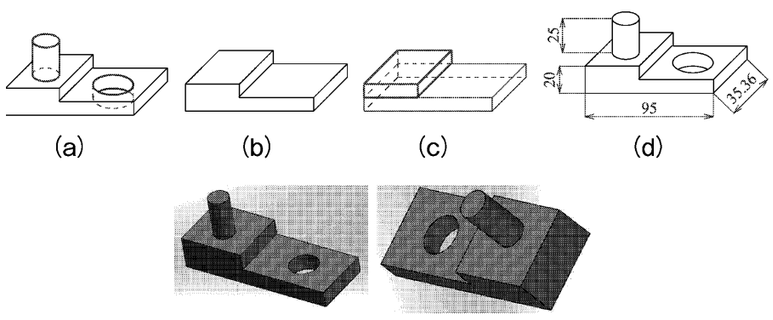


図4 例題1の変換プロセス

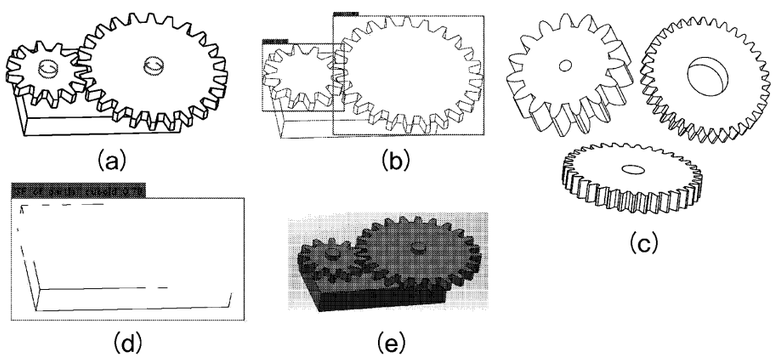


図5 例題2の変換プロセス

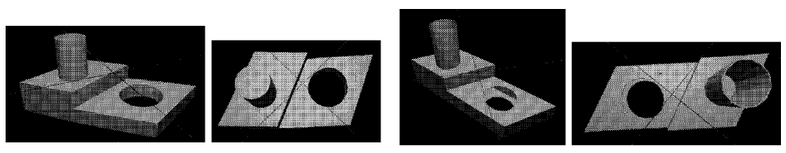


図6 Tripoによる例題1の2通りの解

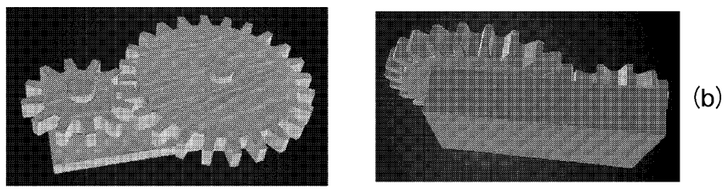


図7 Tripoによる例題2の2通りの解

MASTERCAM™
保守乗り換えキャンペーン!!
2027年3月31日
までのお申し込みで
最大35%OFF!!
ゼネテックは東京ビッグサイトで開催される
JIMTOF2026 に出展!!
是非お越しください。
10月26日～31日
東2ホール E2022
JIMTOF2026
第33回 日本国際工作機械見本市
株式会社ゼネテック
〒163-1325 東京都新宿区西新宿 6-5-1 新宿アイランドタワー 25F
https://www.mastercam.co.jp/ 03-6258-5640

穴あけ、2軸、3軸から
同時4・5軸、旋盤、複合加工まで
1システムで対応
3次元ソリッドCAD/CAMシステム
TopSolid Cam
「CAD/CAMは経営のツール」の実践セミナー
CAD/CAMを単なる現場の作業効率化ツールではなく
「経営のツール」としてどう活用すべきか。
生産性の向上、人材育成の早期化、技術継承といった課題に対し、
自社試作工場での実践事例を交えながら、その取り組みと成果をご紹介します。
日時 10月29日（木） 13：30～14：30
会場 南展示棟 4F 南4ホール内 ステージ
事前申込はこちら▶
＼当日参加も可能です！／
講師：代表取締役 小玉博幸
コダマコーポレーション株式会社
〒224-0032 横浜市都筑区茅ヶ崎中央 3-1 センター南 SKY ビル 4F
TEL 045-949-1331 FAX 045-949-1515
JIMTOF2026
小間番号 S3066

サーキュラーエコノミーを実現する基盤技術への展望

AM技術の基礎と最新動向

AM技術の全体像

アディティブ・マニュファクチャリング（積層造形、AM）は、材料を付加しながら部品製造する技術である。AMの実現形態（造形原理）は種々存在しているが、共通する大きな特徴は、他の加工法と比較して、情報技術との親和性が高く、複雑形状の部品製造が容易となる点である（写真1）。最近の計算機処理能力の向上とAI（人工知能）技術により最適形状設計が容易となってきており、AM技術は実際の物理形状への有力な変換手段とみなされている。

九州工業大学大学院
情報工学研究院
知的システム工学研究系 教授
楢原　弘之



写真1　PBFによる電気・空圧要素を一体化したロボット部品（DMG森精機提供）

AM技術の用途として、VPPはアクリロニトリル・ブタジエン・スチレン（ABS）、ポリプロピレン（PP）、ゴムライクな物性材料が利用可能であり、滑らかで高精細な仕上がりの試作用途が主となる。MEXは射出成形と同等の熱可塑性樹脂が使えることから、ABSやポリ乳酸（PLA）などの汎用樹脂からポリアミド（PA）やポリカーボネート（PC）などのエンジニアリング樹脂の幅広い材料の実績がある。

MJは複数ノズルから材料を噴射可能なため、硬質樹脂と柔質樹脂を領域ごとに混合して、硬さも領域ごとにゴム状から硬質まで変化させる一体造形や、1000万色以上のフルカラー造形を実現した医療模型などがある。

PBFはPPの汎用樹脂、PAなどのエンジニアリング樹脂から、テトラフルオロエチレン・パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（PFA）やポリフェニレンサルファイド（PPS）などのスーパーエンジニアリング樹脂が使えるため、強度、耐熱性、耐薬品性が必要な用途や高精細な仕上がり用途に向いている（写真2）。

そのほかの造形分類には、シート状材料（紙など）を切断積層して積層させるバインダー噴射（BJ）は、砂型中子の製造、石こうとして利用されていう模型などの応用例がある。砂や石こうの入った容器の表面に、選択的にバインダーを噴射

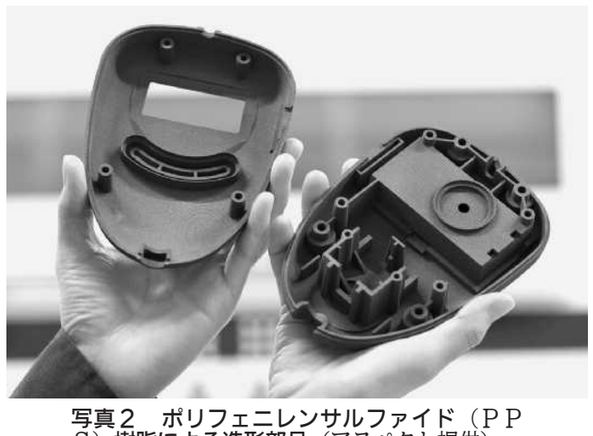


写真2　ポリフェニレンサルファイド（PPS）樹脂による造形部品（アスペクト提供）

国内外の業界動向

世界におけるAM技術は、航空宇宙産業や医療産業での存在感が増してきており、「試作の手段」から「多品種少量・高付加価値生産の手段」への移行期に入っている。このため、量産への対応、品質保証、品質を維持できる人材育成が主要な課題として取り組まれてきている。それらの産業は日本国内では市場規模が小さいため、世界の流れに乗れていない。

海外の航空宇宙産業・医療産業ではAM部品精度が許容範囲内でも、国内主力の自動車産業では要求精度がAM単体では不足するためである。

日本ではDEDと切削との複合AM機械により、造形後に切削加工して部品精度を高める装置開発が進められている。

金属AMの最近のトレンド

金属AM応用例には寿命改善で実用化が進んでいる（写真3）。異材接合などが可能となるため、高価な耐摩耗材料を安価な母材に肉盛溶接（クラッディング）した後に加工仕上げして、部品表面の耐摩耗性を維持しつつ、コストと加工時間を大幅に削減する実用例が進んでいる（写真4・5）。

また、破損した機械部品の補修を行うメンテナンスの自動化があるが、金型などの補修メンテナンスの実施で時間・コストの削減につなげている。

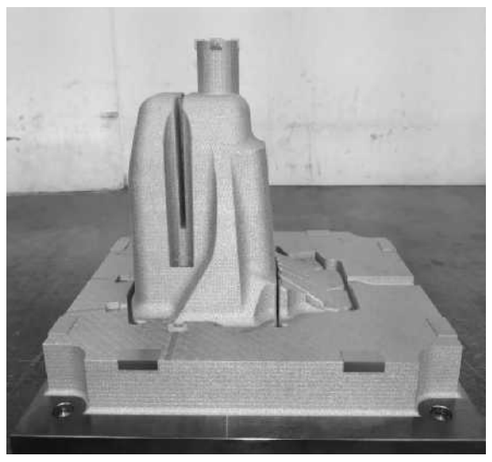


写真3　PBFによる3D冷却管配置されたダイカスト用金型（WDH＝201㍉×226㍉×188㍉）（ソディック提供）



写真4　DEDで刃付けをしたロールダイカッター（ヤマザキマザック提供）



写真5　DEDでのAMコーティングによる工作機械主軸ドローバー（DMG森精機提供）

AM関連技術の動向

AM関連技術として、サロゲートモデルはCAE（コンピューター利用解析）の計算が数秒程度に短縮化するため、最適化計算を必要とするトポロジー最適化や、ラティス構造の最適化などの結果をニューラルネットに学習させ高速に予測可能とする技術である。

デジタルツインは次世代AMの中核と位置づけられている。物理法則を組み込んだ機械学習サロゲートモデルでCAE結果とインプロセス計測・実験結果とを学習させて、サイバーフィールドでの欠陥予測や造形物プロパティー予測可能なデジタルツイン開発が進んでいる。

インプロセスモニタリング、デジタルツイン、AIなど、品質保証や資格認定の仕組みづくりが、今後のAM生産手段化のカギとなる。

今後の技術開発課題

2026年、欧州では物理的な製品を対象にデジタル製品パスポート（DPP）義務化の動きがある。AMが生産手段を目指す場合もこの例外ではない。世界で進むサーキュラーエコノミーの動きにAMが取り残されるのか、先端を走る生産手段となるのか、製品トレーサビリティーへの対応強化は、AM成長への試金石となることだろう。

JIMTOF2026 併催事業　工作機械関連のソフトウェア / 計測ワークショップ

統一テーマ：自動化のその先へ、製造を自律化する最先端ソフトウェア/計測技術

開催日　10月29日（木）、30日（金）
会　場　東京ビッグサイト　会議棟7階「703会議室」

10月29日（木）

オープニング		
10：30～10：35	開会挨拶　直井 貴史 氏　日本工作機械工業会　監事　ソフィックス・社長	
プレゼン		
10：40～11：25	ソフトウエアによる「止まらない」自律化工場の実現	ソフィックス
11：30～12：15	製造業のAX化を支援する現場の情報改革	テクトレージ
12：15～13：00	昼食休憩（事前申込者に昼食を提供）	
13：00～13：45	加工機内での切削工具＆砥石測定、自動化提案	ブルーム―ノボテスト
13：50～14：35	自動化を実現するためのプロセスコントロール ―機械の真の性能を可視化する空間精度の考え方―	レニショー
14：40～15：25	AIを「優秀なアシスタント」に。 人手不足時代を生き抜くツールパス自動生成	ジェービーエムエンジニアリング

10月30日（金）

プレゼン		
10：30～11：15	研削加工に於ける品質向上・省力化事例 SB―6500システムとソフトウェアのご紹介	東京精密
11：20～12：05	品質は「測る」から「活かす」時代へ ソフトウェアとU―WAVEで実現する測定データ活用と品質管理DX	ミツトヨ
12：05～13：00	昼食休憩（事前申込者に昼食を提供）	
13：00～13：45	止まらない工場をつくる IoTデータ×AIで守り、攻めるものづくり	シーイーシー
13：50～14：35	工作機械のデータサイエンス ～切削加工中の精緻な計測と高度なデータ活用事例～	ベッコフオートメーション
14：40～15：25	デジタル情報で自動化を推進	シーメンス
15：30～16：15	工作機械・搬送・ロボットをつなぐ3D シミュレーション活用	ゼネテック

問い合わせ：日本工作機械工業会　総務部　E-mail：softws2026@jmtba.or.jp　TEL：03-3434-3961

日本機械学会130周年に向けて―産学連携の未来―

日本機械学会が2027年に創立130周年を迎える。日本機械学会は生産システムや交通・物流、情報・知能・精密機器、材料力学など22部門を抱える総合学会。産業界と学術界の会員が半数ずつ（学生会員を除く）を占め、産学連携や学際連携の場を提供している。業界・学会の現状や課題、工作機械への期待について高木周会長（東京大学教授）に聞いた。



日本機械学会会長（東京大学教授）
高木 周氏

人・技術をつなぐハブ機能を強化

―機械工学や学会の現状は。

「生成AIをはじめとするデジタル技術が進化し、第四次産業革命ともいえる変革期になっています。機械工学を基盤として、情報、材料、エネルギー、制御、ロボティクスなど多様な技術や知見を組み合わせ、新しい価値や社会実装につなげていくことが、これまで以上に重要です。カーボンニュートラル（温室効果ガス排出量実質ゼロ）や循環経済、人と機械の協調といった社会課題に取り組みながら、人材育成と産学官をつなぐハブ機能をさらに強化していきたいです」

―昨年DE&I宣言を発表されました。

「DEIは多様性、公平性、包摂性を意味する。年齢や性別、国籍、所属、ライフステージなどにかかわらず、誰もが公平に学会活動へ参画し、力を発揮できる環境づくりを目指しています。異なる価値観や専門性が出会うことで新しい発想が生まれ、イノベーションの源泉になると考えます」

―会員満足度調査も行いました。

「約800件の回答と、一般的な共同研究は企業の技術課題に対して専門性を持つ研究者が協力します。一方、社会連携講座と呼ばれる仕組みでは、大学と企業が長期的な視点で複数の課題を共有する。例えば、私が関わってきたコマツとの講座は20年ほど続いており、企業の若手技術者と学生、研究者が一緒に議論しながら課題解決を進めるため、人材育成にも効果があります。また、エンダウメント講座という新しいタイプの講座も作っています。今年はDMG森精機による寄付で工作機械に関する講座が創設されました。通常の研究室と同様の機能を持ち、専任教授も配置可能で、関連研究を推進するのに貢献しやすい。学会もこうしたタイプの産学連携を進めていく橋渡し役になれるとよいと思います」

―工作機械産業やJIMTOFに期待することは。

「工作機械は世界のモノづくりを支える重要な基盤技術と言えます。工作機械そのものの進化はもちろん、フィジカルAIやロボティクス、センシングなどが実際の加工技術とどのように融合し、現場で実装されるのかに注目しています。AIはいかに質の良いデータを大量に持っているかが重要です。計測データの正確さ・精度こそ、まさに日本が世界に誇れる部分であり、AI時代にはその価値が高まるでしょう」

―130周年に向けての抱負をお願いします。

「機械工学は社会課題の解決や産業競争力の向上に欠かせません。多様な人材が力を発揮し、人と人、技術と技術、学術と産業をつなぐハブとして学会の機能を強化したいです。AIと機械工学を融合し、新しい価値を創造することが私たちの使命だと思います。加工液として加工油とイオン交換水を用いて比較したところ、イオン交換水では加工油に比べて溶融残留層がやや薄くなり、除去効率も高くなった。また、形成される放電痕の形状にも違いが見られた。

このことから、放電によって発生するガスなど、加工環境の違いが材料除去に影響している可能性が考えられる。放電波形だけでなく、加工液を含めた加工環境を制御することが、材料除去の効率化につながる可能性がある。

放電痕の断面観察結果と実測したプラズマ形状から、単発放電によって放電痕が形成される過程についても考察した（図2）。放電開始後、プラズマは急速に膨張するが、放電痕はプラズマよりも小さな範囲に形成される。放電初期には溶融物が薄く放電痕を覆っているが、その後、溶融した材料を十分に除去できず、加工面に残留する状態となる。溶融材料が放電痕の周囲へ移動する駆動力としては、金属蒸気、突沸、蒸発反跳力などが考えられる。しかし、放電持続時間が長くなると、これらの作用だけでは溶融材料を十分に除去できなくなるとも推測される。

今回、単発放電で形成される溶融残留層を3Dで可視化したことで、これまで把握が難しかった放電痕内部の溶融材料の状態を定量的に評価できるようになった。この知見は、放電波形や加工環境の効果を検証するだけでなく、放電痕形成シミュレーションの精度向上にもつながると考えている。

放電加工技術の応用例として、CFRPを対象とした「研削援用放電加工」も紹介する。CFRPは炭素繊維と樹脂からなる複合材料で、加工時には層間剥離や、けば立ちなどが発生しやすく、難加工材料の一つに位置付けられている。

研削援用放電加工では、導電性を持つ炭素繊維を放電によって除去し、導電性を持たない樹脂を研削によって除去する（図3）。放電エネルギーを極力小さく抑え、露出した樹脂を研削する手法であり、工具を黄銅パイプとすることによっても対応できる。

加工面では、放電によって炭素繊維が除去されるとともに、表面に残った繊維が膨張する。その結果、繊維同士が互いに押し合うことで六角形状に変化し、その境界から樹脂がにじみ出る（図4（a））。この作用によって、けば立ちや層間剥離を抑えた加工が実現している。CFRP疑似等積層板（厚さ2ミリメートル）に対して連続的に穴加工を行った場合でも、狭いピッチで良好な加工が可能で、加工欠陥も生じていない（図4（b））。さらに、加工によって発生するくずはほぼ球状となって排出されるため、処理が容易になるという特徴もある。

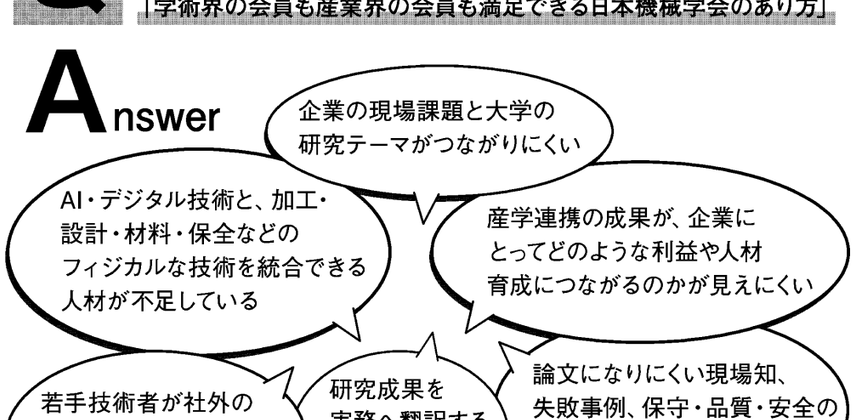
放電加工は、単に材料を「溶かして除去する」技術ではない。放電によって生じる溶融、飛散、再凝固といった一連の現象を理解し、それらを制御することが、さらなる加工性能の向上につながる。単発放電の現象解明と新たな加工法の開発を通じて、放電加工技術のさらなる高精度化・高効率化が期待される。

多様性がイノベーションの源泉に

会員満足度調査の回答例（自由記述）

Q
「産業界の20代～30代のエンジニアの顧客満足度のギャップの原因」
「産業界との相互交流や相互理解」
「学術界の会員も産業界の会員も満足できる日本機械学会のあり方」

Answer



日本機械学会、2026年6月実施

放電加工の溶融残留層を３Ｄ可視化

単発放電の現象解明からCFRP加工への応用

高硬度材や微細形状の加工に用いられる放電加工では、放電によって材料を溶融させるだけでなく、溶融した材料をいかに効率よく加工面から除去するかが重要となる。特に、溶融した材料の多くが加工面に残留することが、加工効率や加工面品質に影響する。ここでは、単発放電によって形成される溶融残留層を3次元（3D）で計測する手法と、そこから明らかになった材料除去の現象について紹介する。さらに、放電加工技術の新たな応用として、CFRP（炭素繊維強化プラスチック）を対象とした研削援用放電加工についても紹介する。

筑波技術大学
産業技術学部 産業情報学科 教授
谷 貴幸

溶融残留層の可視化による放電加工基礎現象の解明

放電現象を切れ刃として利用する放電加工は、加工反力が極めて小さく、加工方向の制約も少ない。この特徴から、高硬度材料の形状加工や微細加工などに利用されている。一方、放電加工は放電によって材料を溶融させるだけでは加工は完了しない。溶融した材料を加工面から効率よく離脱させることが重要である。

しかし、比較的大きなエネルギーを投入した放電では、溶融した材料の除去効率が低く、その多くが加工面に残留することが知られている。特に、長いパルス幅を用いる形彫放電加工では、溶融材料の除去効率を十分に高めることが難しく、研磨にも多くの時間を要する。

この課題を解決するため、丸棒の側面を利用した「スライス研磨法」を考案した。まず、丸棒全体を導電性樹脂に埋め込み、側面から研磨して平面を露出させる。この平面上に単発放電痕を形成し、3D形状測定機によって放電痕の外形を計測する。その後、放電痕の上部から約2ミクロンずつ研磨し、腐食、撮影を繰り返す。得られたデータを重ね合わせることで、溶融残留層の3D形状を取得する。

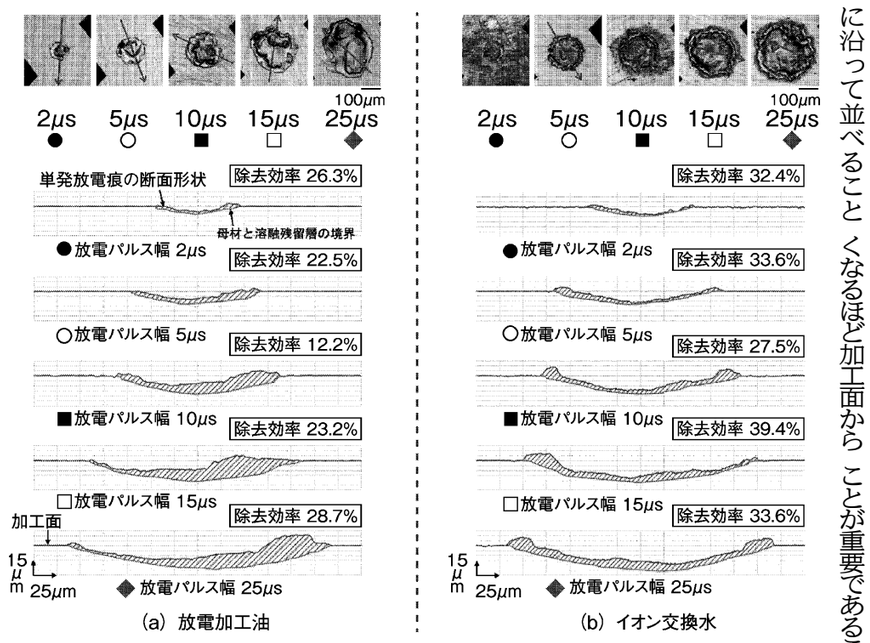
研磨量は丸棒側面に露出した平面の幅から測定した。さらに、最初に測定した放電痕の外形と、スライス研磨によって得られたデータから、放電によって溶融した材料の体積と、そのうち加工面から除去された材料の体積を求め、その割合から除去効率を算出した。

放電パルス幅を2、5、10、15、25ミクロン秒として実験を行った。これらの結果を時間経過に沿って並べることで、放電持続時間の増加に伴って溶融域が広がる様子と、溶融した材料が放電痕上に残留する様子を捉えた（図1）。

投入エネルギーの増加に伴って溶融域は広がり、放電の継続によって加工物の溶融が進行することが確認できた。一方、溶融した材料は放電痕の周囲に偏って残留する傾向を示し、放電持続時間が長くなるほど加工面から離脱しにくくなることが分かった。スライス研磨法によって求めた溶融体積から算出した除去効率は、おおむね20―30%だった。つまり、放電によって溶融した材料の7―8割が加工面に残留していることになる。

この結果は、放電加工の効率を高めるためには、材料を溶融させるだけでなく、その後の除去過程を制御することが重要であることを示している。また、同じ実験条件でパルス幅を100ミクロン秒まで長くした場合、除去効率は10%程度まで低下した。これは、これまでの研究において、放電加工における除去効率は数%程度であるとの報告とも一致する。

すなわち、パルス幅が長くなるほど、放電によって溶融した材料の多くが加工面に残留し、除去されにくくなることが示された。ただし、実際の放電加工では、同一加工面に放電が繰り返し発生するため、単発放電で得られた除去効率が、そのまま実加工の除去効率を示すものではない。



(a) 放電加工油　(b) イオン交換水

図1　放電痕の形成過程（加工油およびイオン交換水）

加工液として加工油とイオン交換水を用いて比較したところ、イオン交換水では加工油に比べて溶融残留層がやや薄くなり、除去効率も高くなった。また、形成される放電痕の形状にも違いが見られた。

このことから、放電によって発生するガスなど、加工環境の違いが材料除去に影響している可能性が考えられる。放電波形だけでなく、加工液を含めた加工環境を制御することが、材料除去の効率化につながる可能性がある。

放電痕の断面観察結果と実測したプラズマ形状から、単発放電によって放電痕が形成される過程についても考察した（図2）。放電開始後、プラズマは急速に膨張するが、放電痕はプラズマよりも小さな範囲に形成される。放電初期には溶融物が薄く放電痕を覆っているが、その後、溶融した材料を十分に除去できず、加工面に残留する状態となる。溶融材料が放電痕の周囲へ移動する駆動力としては、金属蒸気、突沸、蒸発反跳力などが考えられる。しかし、放電持続時間が長くなると、これらの作用だけでは溶融材料を十分に除去できなくなるとも推測される。

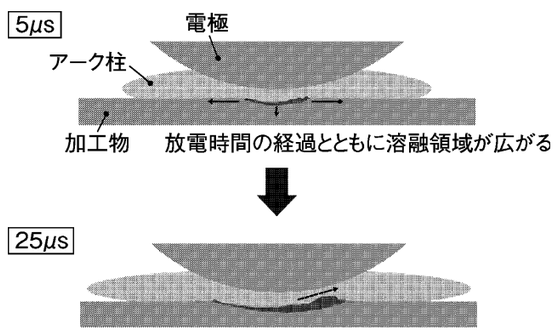


図2　放電痕の形成過程のモデル図

今回、単発放電で形成される溶融残留層を3Dで可視化したことで、これまで把握が難しかった放電痕内部の溶融材料の状態を定量的に評価できるようになった。この知見は、放電波形や加工環境の効果を検証するだけでなく、放電痕形成シミュレーションの精度向上にもつながると考えている。

放電加工技術の応用例として、CFRPを対象とした「研削援用放電加工」も紹介する。CFRPは炭素繊維と樹脂からなる複合材料で、加工時には層間剥離や、けば立ちなどが発生しやすく、難加工材料の一つに位置付けられている。

研削援用放電加工では、導電性を持つ炭素繊維を放電によって除去し、導電性を持たない樹脂を研削によって除去する（図3）。放電エネルギーを極力小さく抑え、露出した樹脂を研削する手法であり、工具を黄銅パイプとすることによっても対応できる。

加工面では、放電によって炭素繊維が除去されるとともに、表面に残った繊維が膨張する。その結果、繊維同士が互いに押し合うことで六角形状に変化し、その境界から樹脂がにじみ出る（図4（a））。この作用によって、けば立ちや層間剥離を抑えた加工が実現している。CFRP疑似等積層板（厚さ2ミリメートル）に対して連続的に穴加工を行った場合でも、狭いピッチで良好な加工が可能で、加工欠陥も生じていない（図4（b））。さらに、加工によって発生するくずはほぼ球状となって排出されるため、処理が容易になるという特徴もある。

放電加工は、単に材料を「溶かして除去する」技術ではない。放電によって生じる溶融、飛散、再凝固といった一連の現象を理解し、それらを制御することが、さらなる加工性能の向上につながる。単発放電の現象解明と新たな加工法の開発を通じて、放電加工技術のさらなる高精度化・高効率化が期待される。

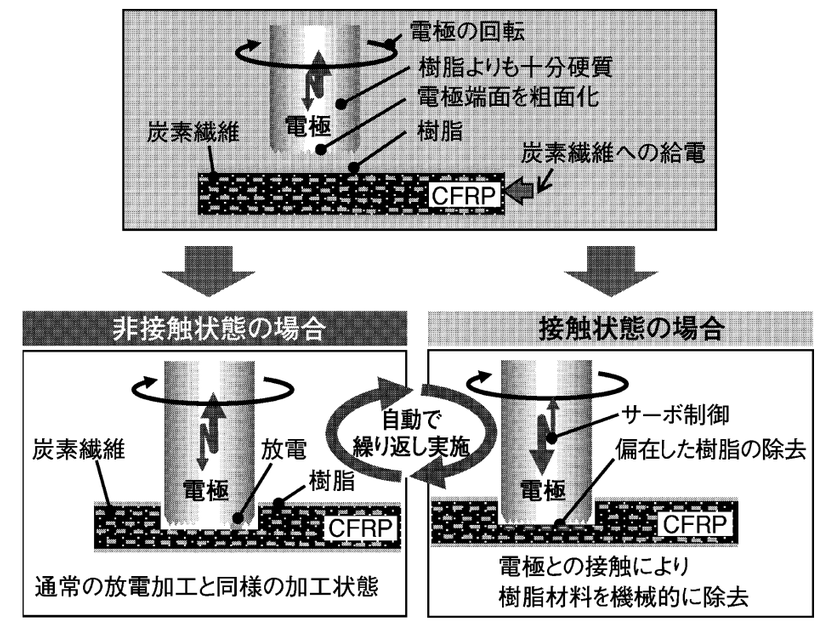
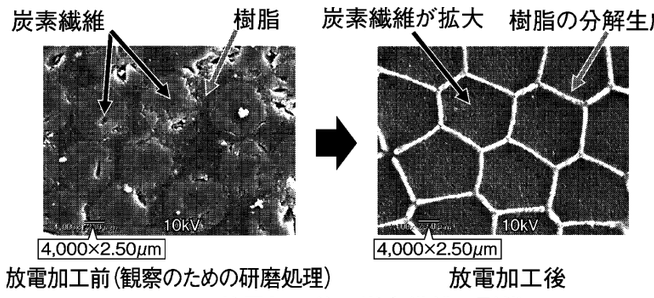
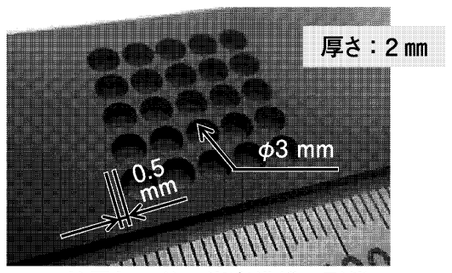


図3　研削援用放電加工の動作概念図

CFRP加工にも放電技術を応用（研削援用放電加工）



(a) 放電加工後の炭素繊維の形態



(b) 放電加工後の炭素繊維の形態

図4　CFRPへの放電加工面および加工例

利用形態広がるレーザー加工―ハンドトーチ型レーザー溶接

レーザー加工の基礎と最新動向

レーザー加工は光エネルギーを小さな領域に集中させ、材料を加熱・溶融・蒸発させることで、切断、溶接、穴開け、表面処理などを行う加工技術である。非接触で必要な場所に短時間で大きなエネルギーを与えられ、自動車、電池、電子部品など幅広い分野で利用されている。近年は高出力ファイバーレーザーの小型化・低価格化が進み、レーザー加工の利用形態も広がっている。ここではレーザー加工の基本を整理し、近年急速に普及するハンドトーチ型レーザー溶接を中心に、その特徴、安全性、加工中の「見え方」を紹介する。

光産業創成大学院大学 教授
中部レーザ応用技術研究会 会長
長谷川　和男

1kWでも異なる熱源

レーザー加工で近年注目される変化の一つは、青色半導体レーザーの高輝度化である。波長ビーム結合（WBC）などにより、青色域でも高いビーム品質と集光性を持つ光源が実用化され、銅などへの加工可能性が広がっている。もう一つは、ハンドトーチ型レーザー加工機の小型化、低価格化である。高出力ファイバーレーザーの高効率化と小型化により、従来は大型設備に組み込まれていたキロワット級光源が、板金工場などの手作業工程にも入り始めた（図1）。

初期には金型補修や宝飾向けの数百ワット級パルスYAGレーザーが中心だったが、その後、光ファイバーで伝送できる連続波（CW）ファイバーレーザーと小型スキャナーの組み合わせにより、一般板金の溶接へ用途が広がった。現在では1キロワット級の空冷型装置も登場し、ワイヤ送給、レーザークリーニング、協働ロボットとの組み合わせなどにも展開している。競争軸も出力や価格だけでなく、安全性、加工品質、操作性、自動化へ対応する。同じ出力でも高速で移動すれば入熱は小さく、遅過ぎれば溶け落ちや過大な熱影響を招く。したがって、スポット径、出力、材料の吸収特性、移動速度を一組の加工条件として考える必要がある。

小さなスポットは高いパワー密度を得られる半面、継ぎ手位置や照射位置のずれに敏感である。この弱点を補う方法の一つが、レーザースポットを円、直線、8字などの軌跡で高速走査する「ウォブリング」である（図2）。例えば直径0・2ミリメートル程度のスポットを2ミリメートル―3ミリメートル幅で走査すれば、高い局所パワー密度を維持しながら実効的な入熱幅を広げられる。ただし、走査幅、周波数、軌跡によってレーザー光の滞在時間や溶融池の流動、凝固状態も変わるため、ウォブリング自体も重要な加工条件である。

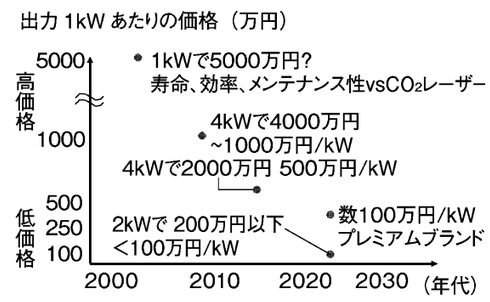


図1 高出力ファイバーレーザーとハンドトーチ型レーザー加工機の進展（筆者作成）

アーク溶接とは異なる「見え方」

ハンドトーチ型レーザー溶接はアーク溶接とは加工中の「見え方」の広い範囲が赤熱する状態を抑えやすい。レーザー波長を十分に遮光しつつ可視域に適切な透過率を持つ光学フィルター、照明、可視光の減光を組み合わせれば、加工点だけでなく周辺の作業領域も把握しやすくなる。

「加工点が見える」ことはハンドトーチ型レーザー加工では重要である。レーザー照射位置だけでなく、継ぎ手位置、トーチ姿勢、移動方向、周辺形状を同時に把握できれば、人の柔軟な判断能力を生かせる。また初心者にとっても、自らの操作と加工結果を視覚的に結び付けられるため、加工現象への理解が進み、習熟期間の短縮につながる可能性がある。

作業支援のための電子ゴーグル

ただし、周辺が見やすいことと安全性は別問題である。ハンドトーチ型レーザー加工機の多くは、目に見えない約1マイクロメートル帯の高出力レーザーを用いるクラス4レーザー製品であり、作業者自身が加工点の近くで操作する。

レーザー溶接でも溶融池、プルーム、スパッタなどから可視光は発生するため、「発光が少ない」と単純には言えない。しかし、適切な加工条件では周辺部も展開している。競争軸も出力や価格だけでなく、安全性、加工品質、操作性、自動化へ対応する。同じ出力でも高速で移動すれば入熱は小さく、遅過ぎれば溶け落ちや過大な熱影響を招く。したがって、スポット径、出力、材料の吸収特性、移動速度を一組の加工条件として考える必要がある。

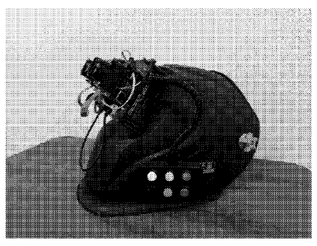


図3 レーザーハンドトーチ溶接用立体視電子ゴーグル（芝原工業と共同開発）

ただし、周辺が見やすいことと安全性は別問題である。ハンドトーチ型レーザー加工機の多くは、目に見えない約1マイクロメートル帯の高出力レーザーを用いるクラス4レーザー製品であり、作業者自身が加工点の近くで操作する。

レーザー溶接でも溶融池、プルーム、スパッタなどから可視光は発生するため、「発光が少ない」と単純には言えない。しかし、適切な加工条件では周辺部も展開している。競争軸も出力や価格だけでなく、安全性、加工品質、操作性、自動化へ対応する。同じ出力でも高速で移動すれば入熱は小さく、遅過ぎれば溶け落ちや過大な熱影響を招く。したがって、スポット径、出力、材料の吸収特性、移動速度を一組の加工条件として考える必要がある。

人の動きも加工条件になる

ロボット加工ではレーザーとワークの相対位置や速度を比較的正確に管理できるが、ハンドトーチ型では作業者の動きそのものが加工条件になる。トーチとワークの距離、入射角、移動速度、姿勢が変われば、スポット径やエネルギー密度、吸収、溶融池形状、反射光の方向も変化する。

最近は材料や板厚に応じたプリセット条件を備える装置も多いが、同じ設定なら誰が作業しても同じ結果になるわけではない。加工現象を理解し、操作位置や速度を比較的正確に管理することが必要である。

一方、複雑形状、少量多品種、補修作業では、人間の目と手による柔軟な対応能力が大きな利点になる。すべてを自動化するだけが解ではなく、人の自由度を残しつつ、変動する加工条件や加工状態を計測して分かりやすく提示し、判断を支援する方向も重要である。

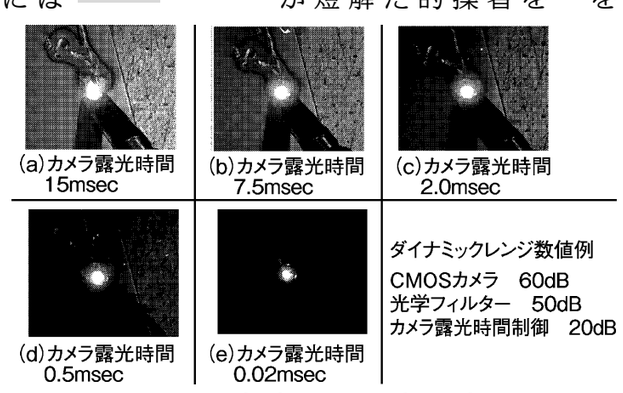


図4 カメラ露光時間による加工点・周辺の見え方の変化

電子化には、作業者が見ている映像を記録し、再生・共有できるという利点もある。熟練者がどこを見て、どうトーチを動かし、加工状態を判断しているかを残せれば、経験や勘の一部を可視化できる。初心者教育や技能伝承に利用し、育成期間を短縮することは、人手不足への対応という点でも重要である。

電子ゴーグルは安全対策を簡略化するための装置ではない。レーザー波長に対する防護は、現在のレーザー安全の考え方に従い、必要な光学濃度を持つフィルターによって確保する。さらに、遮光、インターロック、ヒューム・火災対策などを組み合わせる必要がある。国内では日本溶接規格「WES 9009-7：2025」、国際的には手持ち・手動操作レーザー加工機を対象とする「ISO 11553-2：2026」が整備されている。

こうした考え方の下、筆者らは芝原工業（静岡県磐田市）と共同で、レーザーハンドトーチ溶接用の立体視電子ゴーグルを開発している（図3）。加工点を肉眼で直接見るのではなく、左右のカメラ映像をそれぞれの目に提示する。カメラ前にはレーザー波長を十分に遮光する光学フィルターを配置し、作業者はそのフィルターを通したカメラ映像を見る。レーザー波長に対して必要な防護性能は、従来のレーザー用保護具と同様に光学フィルターによって確保する考え方である。その上で、露光時間を制御して、加工点の白飛びを抑えながら周辺も観察できるようにする。

図4は露光時間による見え方の違いを示す。露光時間を長くすると周辺は見やすいが加工点は白飛びしやすく、短くすると周辺は暗くなる一方、溶融部や強い発光部分が見えやすい。加工中に見た全ての対象には大きな明暗差があり、広いダイナミックレンジが必要である。電子ゴーグルでは、このような撮像条件を加工状態に応じて組み合わせることが前提となる。一方、作業者は加工点を肉眼で直接見るのではなく、光学フィルターを通したカメラ映像を観察する。この構成によって必要な眼の保護を確保しながら、加工点だけでなく継ぎ手位置、トーチ姿勢、移動方向や周辺形状なども見やすくし、作業者の判断を支援することが狙いである。すなわち、安全装置として必要な性能を確保した上で、電子化によって「見える」「記録できる」「情報を付加できる」という作業支援機能を持たせようという考え方である。

将来は加工速度、トーチ姿勢、温度、加工状態などを映像に重畳し、単なる「見る装置」から「判断を支える装置」へ発展させることも考えられる。例えば、加工状態の変化や適正条件からのずれを作業者に提示できれば、人の柔軟な判断能力と電子的な計測・情報処理を組み合わせた新しい作業支援システムへ発展する可能性がある。レーザー加工は、装置を導入するだけで成立する技術ではない。光源、光学系、材料、加工現象、安全、計測、そして人の操作までを理解して初めて、その能力を十分に引き出せる。筆者は大学での教育・研究と中部レーザー応用技術研究会での産学交流を通じ、特定の装置や工法に偏らず、入熱、安全性、加工品質を理解した上で、ハンドトーチ型レーザー加工を有用な生産技術として健全に普及させることが重要だと考えている。

その基盤となるのは、レーザー加工を正しく理解して使える人材である。当大学では社会人・技術者向けに「レーザーによるものづくり中核人材育成講座」を開講している。新しい光源や装置が身近になる今こそ、「使える」だけでなく、「なぜそうなるのかを理解し、適切に使いこなせる」技術者を増やすことが、レーザー加工技術の発展につながる。

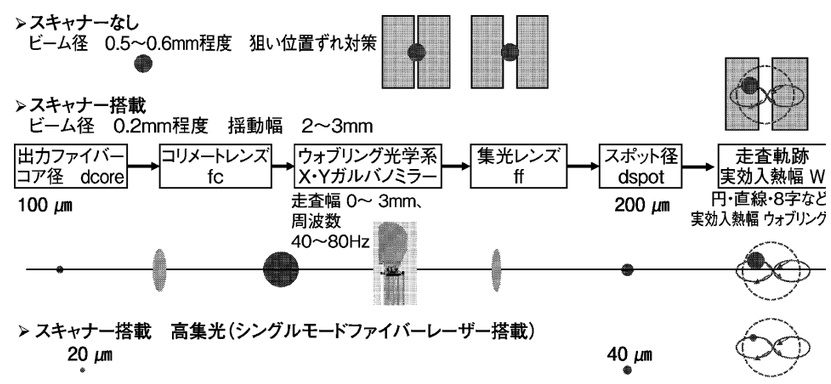
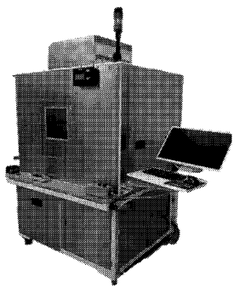
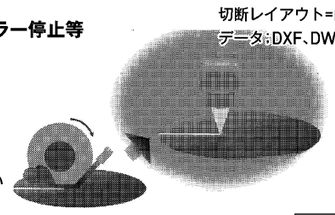
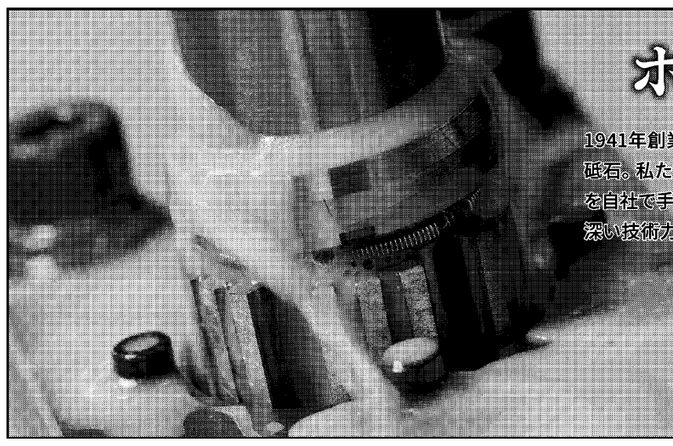
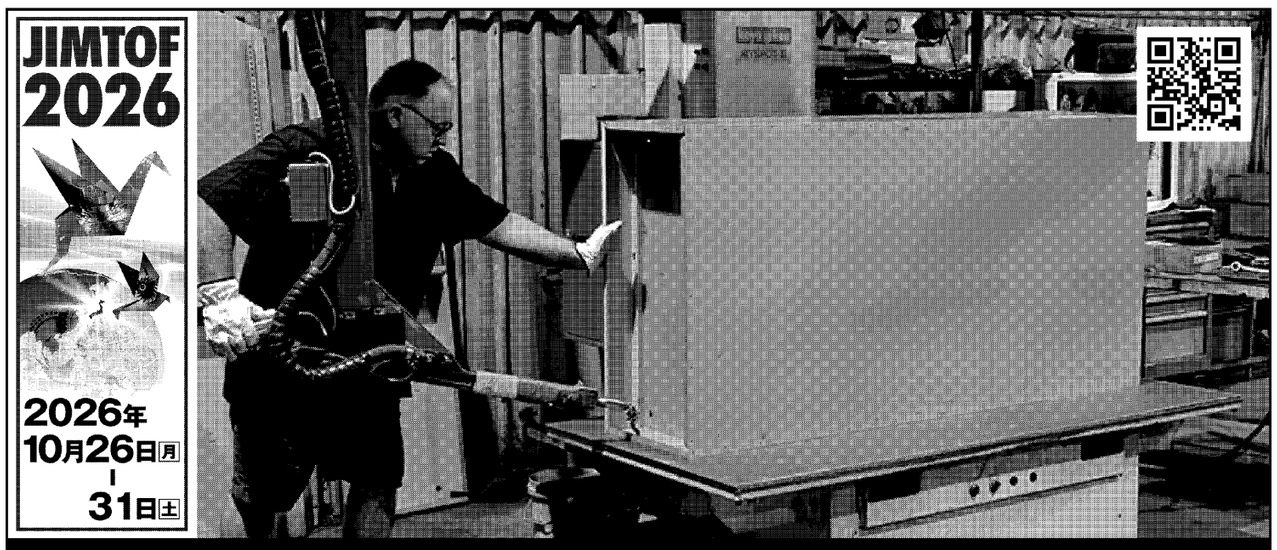


図2 ハンドトーチ型レーザー溶接機の光学系と実効入熱幅（簡略化した数値イメージ）

physical photon株式会社
出展小間 S1035
レーザーダイシング装置
AUTOMATIC LASER MACHINE SYSTEM SAMPLES

•サファイヤガラス、セラミクス
•各種非金属精密切断
•専用レーザー搭載
•アライメント用CCD
•カメラ搭載
•リニアモータXY高精度ステージ
•ワーク高さ検出変位計
▶扉開放、ガス圧低下・チラー停止等 オールインターロック機能
▶クリンルーム仕様 加工データクラウト対応
▶WINベース制御装置 各種ロッキング機能

切断速度=速
冷却水=不要
切断レイアウト=曲線OK
データ:DXF、DWGなど
ブレードダイサー切断速度:遅い
冷却水＝必要
切断レイアウト;直線のみ
PHYSICALPHOTON株式会社 千葉県松戸市紙敷1416-4 TEL:047-315-0108 メール:laseron@physicalphoton.com


ホーニングを極める
1941年創業のオリジナル機械・ツールと、NAGELブランドが誇る世界基準の自製砥石。私たちはマシン、ツール、砥石から加工条件に至るまで、ホーニングの全工程を自社で手掛けています。ワールドワイドな知見と、ホーニングの全要素を網羅する深い技術力を培い、多角的な視点で課題の発見とアプローチをご提案します。
株式会社 ナーゲル・アオバ プレシジョン
NAGEL-AOBA PRECISION Co., Ltd.
〒120-0025 東京都足立区千住東2-6-16
TEL: 03-3881-1271 FAX: 03-3881-8132
URL: www.nagel-aoba.jp
E-MAIL: info@nagel-aoba.jp


JIMTOF 2026
2026年 10月26日(月) ― 31日(土)
テーブルスポット溶接機専門メーカー
株式会社向洋技研
神奈川県相模原市緑区橋本台 2-7-6
TEL:042-770-4306 https://koyogiken.co.jp
テーブルスポット溶接機 実演
ブース E1036


WEDM フィルター
サイクラーNeo
サーキュラーエコノミーモデル
使い捨て製品から、循環型製品へ！
Reduce 生産物の抑制
濾過ユニット製造
生産
筐体に新しい濾過ユニットをセット
利用
使用済みサイクラー
筐体から濾過ユニットを取り出す
使用済み濾過ユニット返却
Reuse 筐体再利用
EASTECH
ECE EASTECH CIRCULAR ECONOMY
Recycle 再資源化
原料に戻す 構成部品（鉄） スラッジ（銅 / 鉄 / レアメタル）
熱源として再利用 構成部品（濾紙）
残渣の有効活用 スラッジ（銅 / 鉄 / レアメタル以外）
メーカーにて回収・徹底した分別
Refine 分別
Return 回収
イースタン技研株式会社
本社：〒242-0024 神奈川県大和市福田6-9-21
営業本部：Tel 046-268-3131 Fax 046-268-2284
■放電加工周辺機材製造販売 ■プレス金型設計製造
■メカトロ機械設計製造 ■産業用フィルター製造
■熱硬化性樹脂材料切削加工 ■電気接点部品製造
第33回日本国際工作機械見本市 JIMTOF 2026 南1ホール 小間番号：S1013

NACHI

ものづくりの最適化を、総合力で

NACHIと挑む「現場最適化」プロジェクト



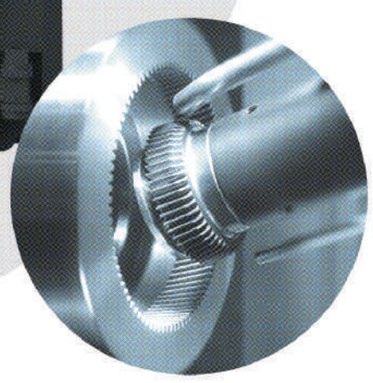
西1 ホール W1092

バリレスシリーズ



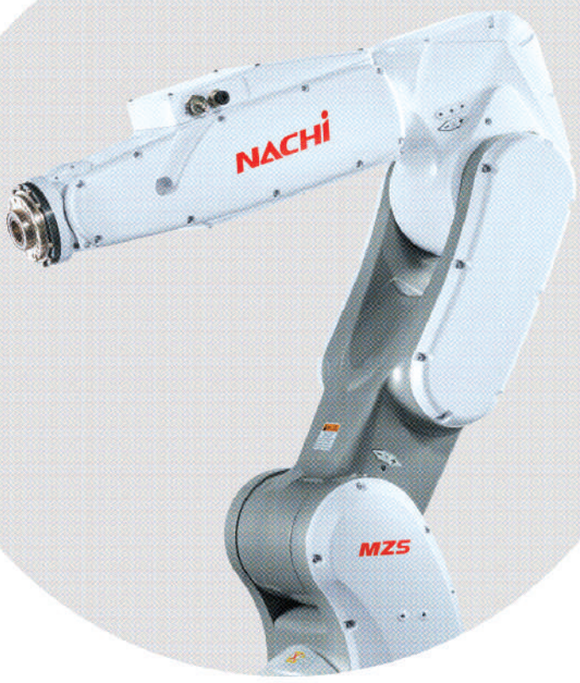
東3 ホール E3009

スカイビングギヤシェープセンタ
GMS300



つなぐ技術、磨かれた知見が、

次代のものづくりを動かす



新型協働ロボット MZS05

JIMTOF2026

2026年10月26日(月)－31日(土)

株式会社 不二越 www.nachi-fujikoshi.co.jp