

# ものづくりの技術

September 2021

コロナ後を見据えて

No. 60

## 部門長就任の挨拶

### 第99期部門長就任にあたって

DMG 森精機株式会社 藤嶋 誠

この度、松原前部門長の後を引き継ぎ、第99期の生産加工・工作機械部門の部門長を務めさせていただきます。当部門の活動を維持発展させるべく高谷副部門長他、運営委員の皆様のご協力を仰ぎながら活発な活動ができるよう尽力していきたいと思



います。当部門は1991年に設立され「ものづくりを科学する部門」としての活動を行っています。生産工学の分野では世界的にDX（デジタルトランスフォーメーション）が加速度的に進んでおります。特に少子高齢化による生産年齢人口の減少の影響を大きく受ける日本の製造業は、新しい技術を積極的に活用して変化していかねば世界との競争力を失ってしまいますので危機感を持って早く対応しなければならないと痛感しております。当部門もこのような観点で生産加工・工作機械分野の発展を加速させるように活動したいと考えます。

昨年度はCOVID-19の影響により部門の委員長幹事会、運営委員会ともにすべてリモートで実施しました。またシンシナティで開催予定だったLEM&P2021は中止となりました。他方、部門主催の講習会はWebで2回実施し多くの方に参加いただきました。特に「デジタルツインを活用したものづくりの今とこれから」は日本機械学会の2020年度講習会のなかで第2位の有料聴講を記録しました。また理工系大学生・大学院生・高専生を対象としたセミナーものづくり最前線もWeb開催いたしました。さらに当部門からの論文が多く機械学会賞を受賞いたしました。このような環境下でも松原前部門長はじめ運営委員の努力で活発な活動ができ、さらに収支は黒字を確保できたことなど非常に良い結果を残せたと思います。

本年は日本機械学会の方針により2022年3月までオンラインでの会合が継続される見通しですが、コロナ後を見据え、記念すべき部門100期に繋がる活動を行いたいと思います。

2021年11月14日-18日に生産加工・工作機械部門、生産システム部門が北九州国際会議場で、The 10th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st

Century (LEM21)を共同で開催いたします。この国際会議では自然災害やCOVID-19ウイルスの蔓延などの予測不可能な事象にも耐える、次世代の生産技術や各種製造技術に関わる話題をオンラインと現地のハイブリッド開催で実施し、最終日のみ発表者と審査員が現地で参加できるよう九州工業大学の植原先生を中心に企画検討中です。講演は全期間中オンデマンドで聴講可能ですので、お時間のあるときに興味のある講演に是非ご参加ください。

また昨年2回の開催であった講習会を本年度は2019年度並みの4回開催することといたします。すでに第1回「ものづくりの自動化を支援するシステム構築」、第2回「社会インフラ向け歯車における加工・計測の実際」は好評のうちに開催しました。11月に第3回「ものづくりの自動化に役立つ新たな技術視点」、12月に「いまから始めるものづくり現場の環境対応」を開催いたしますので是非ご参加ください。またこれからの技術者向けに開催する大学生、高専生対象のものづくり最前線は2回のオンライン開催を検討中です。

これらに加えて日本機械学会の新部門制評価が開始され

## トピックス

- 第99期部門長就任にあたって
- 行事カレンダー
- 部門優秀講演論文賞 受賞論文紹介
  - 「Visualization of Dynamically Changing Cutting Force under Ultrasonic Cutting Condition」
  - 「Evaluation of Contacting Effect between Tool and Workpiece on Vibration Characteristics of NC Machine Tool」
  - 「Development of High-performance Polycrystalline CVD Diamond Coated Cutting Tool Edge with Femtosecond Laser」
- 技術レポート
  - 「AGV ロボット“WH-AGV”の開発について」
- 部門講習会・セミナー開催の報告とお知らせ
  - 「ものづくりの自動化を支援するシステム構築の実際」
  - 「社会インフラ向け歯車における加工・計測の実際」
  - 「ものづくりの自動化に役立つ新たな技術視点」
  - 「いまから始めるものづくり現場の環境対応」
- 部門からのお知らせ
  - LEM21 (The 10th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century) 開催案内

当部門もその対象となります。定量評価として講演会有料参加者数、事業収支、自己評価として部門間交流、学術への貢献、産業界への貢献、国際連携活動、人材育成の分野での成果で評価が決まります。当部門の現在の活動内容を考慮すると部門維持には十分な評価が出ると予想されますが、さらなる発展をさせるために部門間の交流促進と部門活動の国際化、国際連携が重要です。そのためにも

LEM21 を成功させ、次の LEM&P2023 の活動に繋げていく所存です。

最後に生産加工・工作機械に携わる研究者・技術者に有益な情報を提供し交流を図れる場を設けるように運営委員一同で活動を進めてまいりますので当部門の活動へのご協力、ご指導をお願い申し上げます。

## 行事カレンダー

期 日	主 催	名 称	場 所
2021 年 9 月 5 日～8 日	日本機械学会	日本機械学会 2021 年度年次大会	オンライン開催
2021 年 11 月 14 日～18 日	日本機械学会 生産加工・工作機械部門	The 10th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (LEM21)	オンライン開催 北九州国際会議場
2021 年 9 月 30 日	日本機械学会 生産加工・工作機械部門	ものづくり最前線 ～技術講演とバーチャル見学～	オンライン開催
2021 年 11 月 25 日	本機械学会 生産加工・工作機械部門	【講習会】 ものづくりの自動化に 役立つ新たな技術視点	WebEX を用いた オンライン開催
2022 年 1 月 28 日	本機械学会 生産加工・工作機械部門	【講習会】 いまから始めるものづくり 現場の環境対応	WebEX を用いた オンライン開催

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

## 部門優秀講演論文賞 (LEMP2020)

## Visualization of Dynamically Changing Cutting Force under Ultrasonic Cutting Condition

長岡技術科学大学 磯部浩巳, 奥田雅駿

一関工業高等専門学校 原 圭祐

秋田工業高等専門学校 櫻田 陽

Malaysia-Japan International Institute of Technology 石松 純

超音波振動切削は、切削抵抗の低減効果、工具摩耗の抑制などの効果が発現することが知られている。超音波帯域で振動している切れ刃による切りくず創成現象は、超音波帯域で変化していると考えるのが当然である。しかし、切削抵抗の測定方法は、工具動力計によるものが一般的であるが、その周波数帯域は高くても数 kHz であり、その動的に変動する加工現象を明らかにするには不十分である。そこで、本研究では、被削材の内部応力を光弾性法に基づいて可視化し、その結果から超音波切削加工中の切削力を算出し、その加工メカニズムを明らかにする。

図 1 は、ここで構築した二次元超音波切削装置と内部応力可視化システムである。超音波振動する切れ刃に対して、水平方向に移動するテーブルに取り付けられた被削材が

設定した切り込み深さで通過する。被削材は板厚さ 2mm のアクリル、切り込み深さ 20 $\mu\text{m}$ 、送り速度 2.4m/min、超音波振動周波数 28kHz、振幅 6 $\mu\text{m}$  である。そして、切削中の内部応力を、被削材の厚み方向に配列された光弾性測定システムで可視化する。ここでは、半円偏光器が構成されており、パルスレーザー（発光時間 15ns）を光源として偏光高速度カメラを用いて位相差の分布を撮影する。ここで、超音波振動の励起信号を基準として、パルスレーザー発光および高速度カメラの撮影タイミングを同期させる。具体的には、超音波振動の 1 周期 (36 $\mu\text{s}$ ) 中で、タイミングを 0.1 $\mu\text{s}$  ずつずらした 360 コマの位相差像を取得する。

切削加工中の応力分布に対して、Flamant の理論を適用すると、幾何学的に切削力ベクトルの大きさと方向を知る

ことができる。具体的には、切削力の大きさは主応力値  $\sigma_r=5\text{MPa}$  に相当する位相差の分布が描く円の直径値から算出され、その方向は加工点と円の中心を通過する。

図2は、工具が(a)振動の最後退位置、(b)中間位置(前進速度最大)、(c)最前進位置、(d)中間位置(後退速度最大)の瞬間における位相差と、最前進位置における切削力ベクトルを示す。これより、超音波加工は切削状態と離脱状態が繰り返される断続切削により、その効果が発現するといわれる状態が確認された。また、切削中の瞬間切削力は、慣用切削で得られる準静的な切削力とほぼ同じであった。

すなわち、切りくず創成のための仕事が、離脱期間分だけ少ないことが確認された。また、超音波振動の1周期間の応力変化から、未変形切り取り部の弾性変形が切り残しとなり、この弾性回復によって離脱期間が減少し、超音波振動の効果を減らすことが確認された。なお、本可視化手法は、ガラス等の複屈折性を有する難削材の加工に適用できる。加工状態のリアルタイムモニタリングによる加工状態の最適化などへの応用も行っている。

本研究の優秀講演論文賞受賞に関し、生産加工・工作機械部門の関係の皆様には、ここに記して謝意を表します。

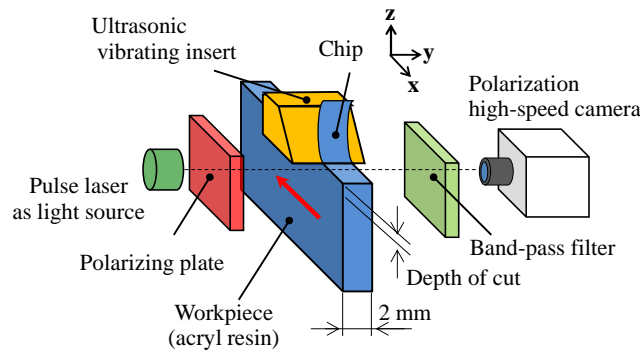


図1 超音波切削加工装置および応力可視化装置

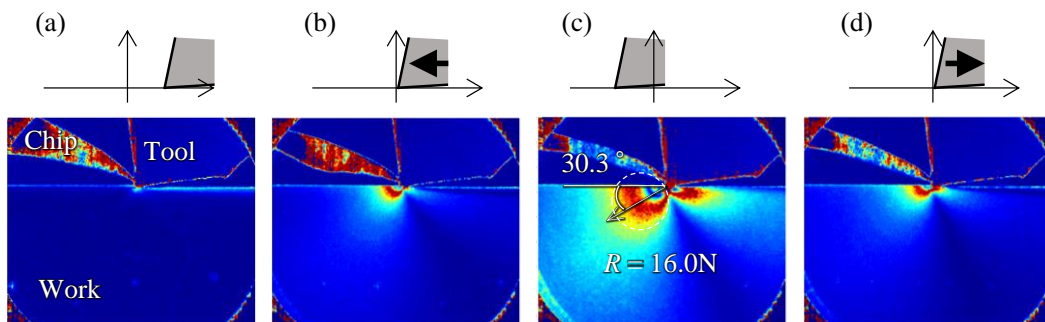


図2 超音波帯域で変動する応力と実測された瞬間的な切削力

部門優秀講演論文賞 (LEMP2020)

Evaluation of Contacting Effect between Tool and Workpiece on Vibration Characteristics of NC Machine Tools

神戸大学大学院工学研究科 外菌泰介, 佐藤隆太, 西田勇, 白瀬敬一

NC 工作機械の振動特性は高能率な加工を行うために重要ですが、加工中には、工具と工作物との間の接触により構造ループの特性が変化し、その振動特性も変化していることが予想されました。しかし、その変化を定量的に評価した例は見当たりませんでした。

工作機械の振動特性の評価では、インパルスハンマによる加振試験が一般的に行われますが、加工中にインパルスハンマによる加振を行うことは危険であるほか、その加振タイミングや加振力を正確に制御することは困難です。そこで本研究では、図1に示すように、Y軸のモータトルク指令にインパルス状の加振トルク信号を印加することで、そのときの加速度波形から周波数特性を測定する方法を

開発しました。この方法では、加工中の任意タイミングで正確に加振でき、その加振トルクも制御可能です。本研究では、主軸回転角度信号に基づいて工具が所定の角度に達した瞬間に加振を行うようにしました。

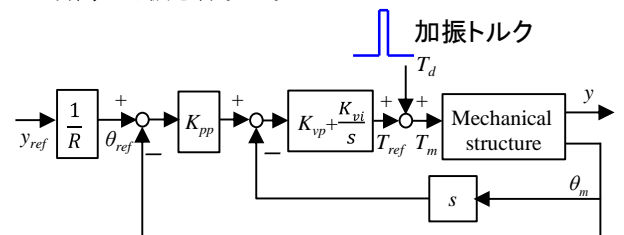


図1 トルク指令を使った加振試験

実験は、工具と工作物との間の接触による影響をより明確に評価するため、5枚刃のフライス工具のチップを1枚を残して外し、図2に示すようなボーリング加工試験を行って、軸方向に所定の値切り込んだところで加振するようにしました。また、図3に示すように、工具切れ刃の逃げ面が加振方向を向く角度を0°として、そこから90°づつ、逃げ面が4つの方向を向いたタイミングで加振を行いました。

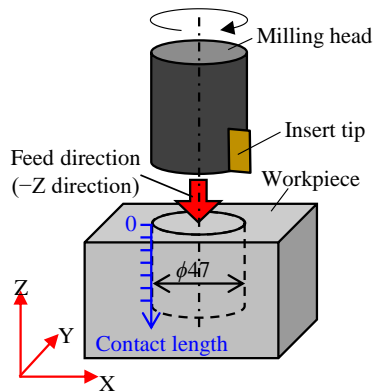


図2 評価のための加工方法

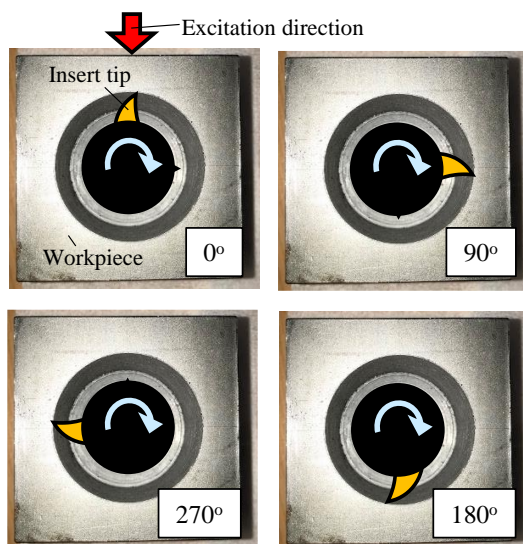


図3 4通りの加振タイミング

周波数特性の測定結果を図4と図5に示します。図からわかるように、加工中には工具と工作物との接触による影響で振動特性が変化し、軸方向切込み量が多い、すなわち切れ刃の接触長さが大きいほど振動振幅が小さくなります。また、加振時の逃げ面の向きによっても振動特性は大きな影響を受け、とくに、図3の90°の向き、すなわち切削方向が加振方向と一致する場合には、振動振幅が他と比べて極端に大きくなっていることがわかります。

本研究では、それらの振動特性の変化の原因を明らかにするまでには至りませんでした。本研究において開発された加振試験方法は様々な場面での活用が期待でき、今後、加工現象と加工中の工作機械の振動現象を明らかにするための有用な方法になるものと考えられます。

最後になりましたが、この度の優秀講演論文賞の受賞に関し、ご関係の皆様深く感謝申し上げます。

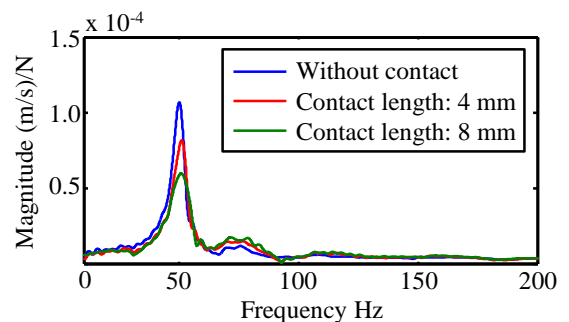


図4 軸方向切込み量による影響

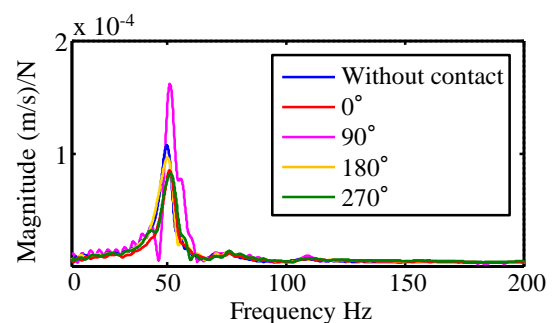


図5 切れ刃逃げ面の向きによる影響

部門優秀講演論文賞 (LEMP2020)

Development of High-performance Polycrystalline CVD Diamond Coated Cutting Tool Edge with Femtosecond Laser

名古屋工業大学 劉 曉旭, 夏目航平, 前川 寛, 糸魚川文広

CVDダイヤモンドは高硬度、高耐摩耗性及び低摩擦特性を有した上で、安価に製造することが可能であるため、実用切削工具への適用が進められています。しかし、CVDダイヤモンドコーティング工具(以下CVDD工具と呼ぶ)には以下の2つの課題があります。一つは、CVDダイヤモンド膜内には結晶粒界などにアモルファスな欠陥部が多く、これが硬度や耐摩耗性の低下をもたらします。もう一つは、被膜形態を維持するために厚膜でコーティングされるた

め、工具切れ刃の丸みが大きくなり、単結晶ダイヤモンドの代替工具とするには、後続加工による鋭利化処理が必要となります。CVDD工具は高硬度ゆえに機械加工が難しくなるため、ここで著者らの研究グループは高効率、高精度及び高柔軟性を有する短パルスレーザによる pulse laser grinding (PLG)加工と呼ばれる新しい工具エッジ成形法を開発しました。既往の研究により、ナノ秒レーザでPLG加工後のCVDD工具表面はわずかにグラファイト化に対し



て、フェムト秒レーザーを用いた場合の熱影響の違いによりグラファイト化を抑制できることがわかりました。一方、CVD ダイヤモンドに除去加工が発生しない低フルエンスのフェムト秒レーザーを照射することで結晶性が向上したことが報告されたため、これは工具の表面改質に対してもフェムト秒レーザーの利用が有効だと考えられます。以上を踏まえて、本研究ではフェムト秒レーザー加工においてCVDD 工具の刃先成形と表面改質を両立する two-step 手法を提案し、高機能な刃先創製を目的としました。具体的には、図 1 に示すように先に CVDD 工具刃先に高いフルエンスのフェムト秒レーザーを用いた PLG 加工による刃先成形を行い、次に表面改質を目指す低いフルエンスのレーザー照射を行うという二段階加工を実施しました。

まず STEP 2 により刃先成形性変化を調査するため、レーザー顕微鏡によって各加工プロセス後の表面粗さと加工角度を図 2、図 3 に示します。PLG 加工前の  $Ra$  が  $0.1\mu\text{m}$

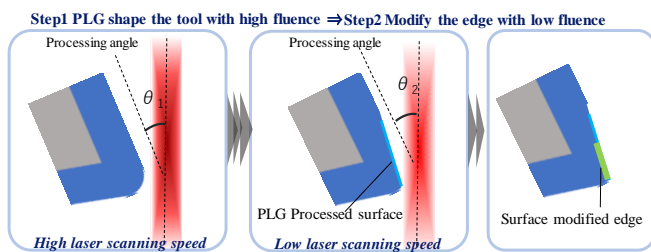


図 1 Two-step PLG 刃先成形手法の模式図

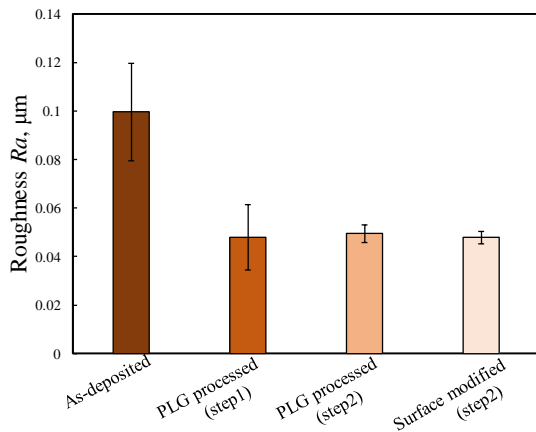


図 2 未加工、step 1 及び step 2 後 CVDD 加工面の表面粗さ  $Ra$

に対して PLG 後の  $Ra$  は  $0.04\mu\text{m}$  に下がりました。Step 2 のレーザー照射は step 1 による PLG 加工面の刃先先端部分だけ（緑色の部分）行いましたが、照射前後の粗さと加工角変化は見えませんでした。さらに、ラマン分光による表面結晶構造の結果（図 4）により、STEP 1 PLG を行った面は結晶構造が加工前の面と殆ど変化がないです。一方、緑線で示した表面改質のところは除去加工が生じない条件でも、ラマンスペクトルのダイヤモンドピークが上昇したことがわかりました。それは以上の two-step 手法は結晶性向上という表面改質効果を付与でき、従来の CVDD 工具より硬さと鋭利さが同時に向上したことを確認しました。高い潜在能力を持つフェムト秒レーザーは、今後のものづくり革新に向けて必要な高付加価値加工技術として一層の貢献が期待されています。

最後に、本研究の優秀講演論文賞受賞に関し、生産加工・工作機械部門の関係各位に深く感謝いたします。

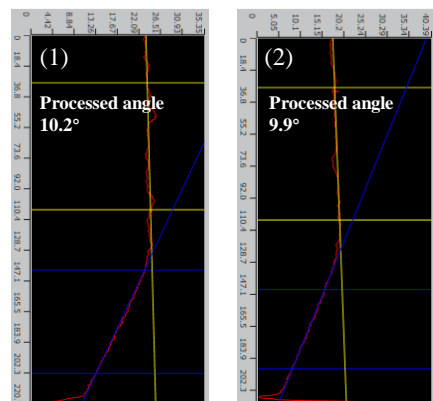


図 3 step 1 と step 2 PLG 加工後のシャフアー角度

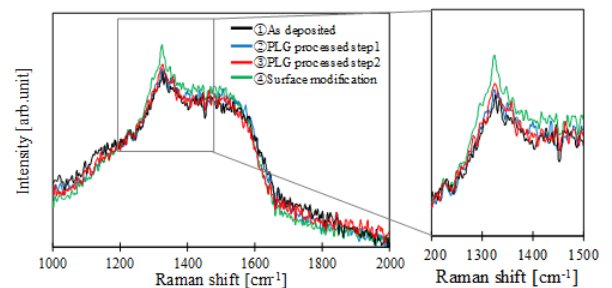


図 4 未加工、step 1 及び step 2 後 CVDD 加工面のラマンスペクトル

技術レポート

AGV ロボット “WH-AGV” の開発について

DMG 森精機株式会社 AGV 開発室 長末秀樹

1. はじめに

近年、工作機械を用いた生産システムでは、労働人口減少を背景に、自動化のニーズが高まっている。代表的な自動化システムとして 6 軸多関節ロボット（以降、「ロボット」）を用いたものが挙げられる。ロボットシステムは、大きく分けて①床設置型と②レール走行型の 2 つに分類されるが、何れも予め決められた領域内で動作させるものであり、一度設置すると、工順変更や工程の変更にはそれ相応の費用・労力を要する。これに対し測域センサを用いた無人搬送車（以降、「AGV」）にロボットを搭載した、③自律走行ロボット（以降、「AGV ロボット」）が次世代の自動化ニーズに応えるシステムとして注目を集めている。本稿では当社が開発した AGV ロボット:WH-AGV を紹介する。

2. AGV 走行

WH-AGV はレーザ測域センサで周囲の壁や障害物、人の存在を検知し、最適ルートを選択しながら目的地まで自律走行する事が可能である。従来型 AGV とは異なり、磁

気テープなどを床に敷設する必要が無い。システム全体を安全柵で囲う必要も無いので、レイアウト変更や工順変更にも柔軟に対応できる。更に既存工場への導入や既存設備にアドオン接続する事も可能である。

WH-AGV にはロボットの搭載に適し、また床の平面度の高くない工場への導入も容易な自社開発の AGV を採用した。ロボットの動作時にも揺るがない接地安定性能を有し、床に敷設されたケーブルダクトも走破可能である。

3. ロボットアーム位置補正方法

AGV が目的地に到着する際の停車位置決め精度は  $\pm 30\text{mm}$  程度である。これに対し、ロボットアームは工作機械チャックへのワーク取付けなどの作業のため、アーム先端において  $\pm 1\text{mm}$  以下の位置決め精度が求められる。WH-AGV では人協働ロボットのアーム先端に搭載したビジョンセンサでタグ: April Tag を認識して正確な 3 次元補正処理を行う事で要求精度を達成している。



図1 WH-AGV の構造

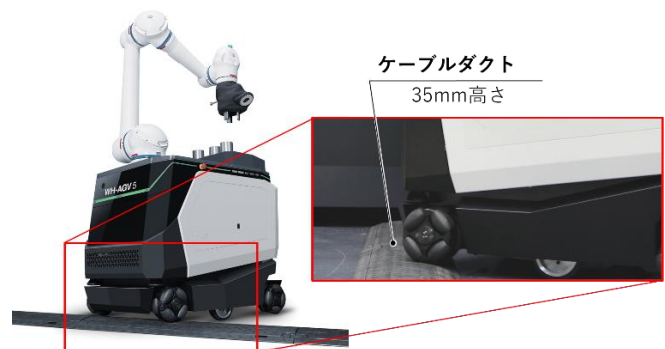


図2 WH-AGV の走破性

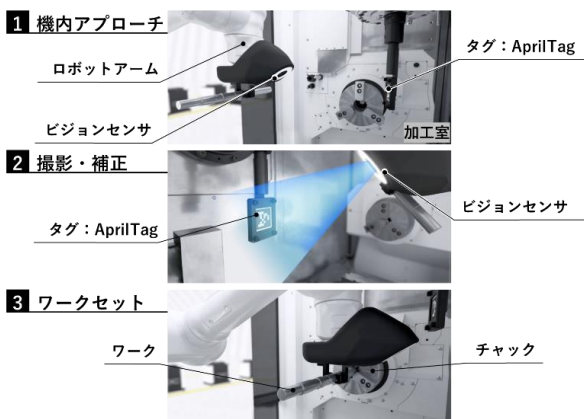


図3 ロボットアームの位置補正



図4 システム事例

4. 将来展望

WH-AGV を用いたシステムはこれまでのロボットシステムとは異なり、工場内全体の生産設備を有効活用できるシステムである。将来にわたっての生産数の予測が難しい場合に、導入を躊躇されるケースがあったが、状況に応じ

て柔軟に工順変更が可能となるため、導入ハードルを下げる事が出来る。

今後は、加工ワークの搬送だけでなく、ツールや治具の搬送・取付けなど、様々な作業に対応できるように WH-AGV の更なる多能化を目指し、開発を進めていく。

部門講習会・セミナーの開催報告

No.21-32 講習会

ものづくりの自動化を支援するシステム構築の実際

神戸大学 西田 勇

2021年6月3日(木)に、生産加工・工作機械部門として本年度第1回目となる講習会『ものづくりの自動化を支援するシステム構築の実際』が開催されました。本講習会は COVID-19 の影響で、オンライン方式での開催となりました。参加者数は64名で予定していた50名の定員を上回り、メーカーの方々のご聴講とともに、大学関係者に多数ご参加いただきました。

冒頭では本講習会の企画と狙い、各ご講演の位置付けについて日本精工株式会社の新井寛様より、ご説明がありました。本講習会では3部で構成され、第1部では、「デジタル化技術の活用事例」、第2部では、「計測を活用した自動化支援の事例」、第3部では、「技術や工程のしくみ化で実現する自動化の事例」について、各2題ずつのご講演がありました。

第1部では、株式会社 TProject の荒谷茂伸様より『製造現場のデジタル化 TULIP について』と題し、自社で開発されている製造支援のプラットフォームである TULIP のご紹介と活用事例や今後の展開について、ご講演いただきました。次に、シーメンス株式会社の丸山貴弘様より『包括的なデジタルツインを活用したモノづくり』と題し、これまで自社で行ってきたものづくりや社会課題に対する取り組みをご紹介いただくとともに、ものづくりの上流から下流まで一気通貫でどのようにデジタルデータを活用していくかについてご講演いただきました。

第2部では、レニショー株式会社の石田貴士様より『段

取りカセットとインサイクル計測による自動加工システム』と題し、自社で開発されている標準加工プラットフォームの要となる RAMTIC のご紹介と自社が考案された Productive Process Pyramid (ピラミッド型高生産性プロセス)と呼ばれるプロセス制御を管理するための堅牢なフレームワークについて、ご講演いただきました。次に、DMG 森精機株式会社の神藤建太様より『レーザスキャナをもちいた機上計測による5軸複合加工機の効率の利用』と題し、機上計測の活用事例のご紹介とレーザスキャニングプローブの測定原理や CAD モデルからのティーチングの自動化について、ご講演いただきました。

第3部では、三菱重工工作機械株式会社の石井浩様より『アディティブマニュファクチャリングのインプロセスモニタリングにおける AI 活用』と題し、機械学習とディープラーニングの違いやディープラーニングの基礎であるニューラルネットワークについての説明、さらには自社で開発されている装置への AI 活用による異常検出事例について、ご講演いただきました。最後に、株式会社ミスミグループ本社の吉田光伸様より『製造業 xDX ミスミが仕掛ける製造業の労働生産性改革 meviy (メヴィー)』と題し、自社が製造業の労働生産性改革に取り組む中で、生産性向上を阻む構造的課題についてご説明いただき、ボトルネックである調達領域に対して、AI 活用による自動見積りによる調達時間の短縮について、ご講演いただきました。

IoT 技術の進展にともない、製造現場からの情報を収集

ものづくりの自動化を支援するシステム構築の実際	
【第一節：デジタル化技術の活用事例】	
1. 10:05~11:00	製造現場のデジタル化 TULIP について 株式会社 TProject 荒谷 茂伸
2. 11:10~12:05	包括的なデジタルツインを活用したモノづくり シーメンス株式会社 丸山 貴弘
【第二節：計測を活用した自動化支援の事例】	
3. 13:00~13:55	段取りカセットとインサイクル計測による自動加工システム レニショー株式会社 石田 貴士
4. 14:05~15:00	レーザスキャナをもちいた機上計測による5軸複合加工機の効率的利用 DMG 森精機株式会社 神藤 建太
【第三節：技術や工程のしくみ化で実現する自動化の事例】	
5. 15:10~16:05	アディティブマニュファクチャリングのインプロセスモニタリングにおける AI 活用 三菱重工工作機械株式会社 石井 浩
6. 16:15~17:10	製造業 xDX ミスミが仕掛ける製造業の労働生産性改革 meviy (メヴィー) 株式会社 ミスミグループ本社 吉田 光伸

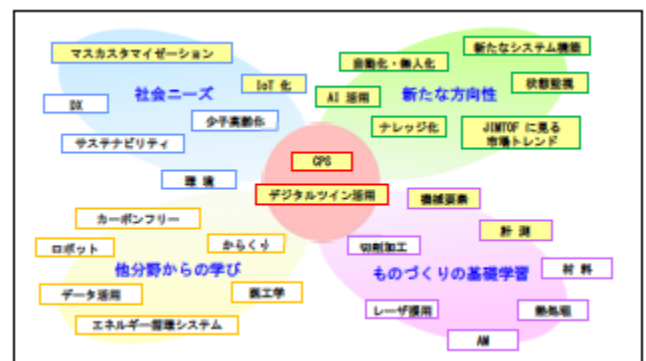


図1 講習会で使用されたスライドの一例

するハードウェア技術が進展していく一方で、収集した情報をどのように活用すればよいかといったソフトウェアの側面でも悩まれている方が多い中、本講演会では各講師の先生方から具体的な活用事例とその効果を含めてお話いただき、学術的にも実務的にも非常に有意義な講演会となりました。各講演での質疑では、デジタル化技術を導入するための初期コストの問題や、現場ごとに異なる環境への適用の難しさなどについてのディスカッションがあり、や

はり一度にすべてをデジタル化するには依然ハードルは高いものの、その効果を考えると、できるところから移行していくことの有効性が共有されました。

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

## No.21-33 講習会 社会インフラ向け歯車における加工・計測の実際

富山県立大学 伊東 聡

2021年7月1日(木)に、生産加工・工作機械部門として本年度第2回目となる講習会『社会インフラ向け歯車における加工・計測の実際』が開催されました。本講習会も第1回目の講習と同様にオンライン方式での開催となりました。参加者数は定員の50名となり、大変盛況に行われました。

本講習会は一昨年開催した講習会『多様化する機能要求に対応する歯車設計と加工技術』の反響を受け、これまで当部門講習会の主流であった自動車向け歯車加工の話題から視点を変えて、社会インフラにおける歯車の加工と計測に注目し、5件の講演が設けられました。講習会の冒頭では、本講習会の企画と狙いについて第3企画委員会委員長の日本精工株式会社の新井覚様より説明されました。

1件目の講演は株式会社植田鉄工所の植田昌克様より『超大型歯車加工の世界』と題し、自社の大型歯車加工や加工機導入やレトロフィットの実例をご紹介いただきました。また一般社団法人日本歯車工業会会長のお立場から、国内の大型歯車製造の歴史や近年の動向について解説していただきました。

2件目の講演はMHIハセック株式会社の稲垣輝昭様より『大型ウォームギアの加工技術』と題して、主に鉄鋼設

備で使用される大型ウォームギア加工における特有の課題と解決についてご講演いただきました。汎用加工機と特殊エンドミルによる大型ワークの歯切りの実例や大型ウォームホイールのホブ切りにおける多角形誤差を解消するテーパホブに関する取り組みについてご紹介いただきました。

3件目の講演は三菱電機株式会社の寺澤英男様より『鉄道車両用歯車の役割と制約・調整』と題し、鉄道車両で使用される歯車の種類や役割、配置、支持方法、潤滑方法についてご教授いただきました。また鉄道車両ならではの制約事項も詳細に解説頂き、最新の新幹線N700S系に採用されたやまば歯車の革新性についてご紹介いただきました。

4件目の講演は株式会社イワサテックの辻勇様より『汎用多軸加工機による歯車の加工技術・計測』と題し、マシニングセンタによる大型歯車の加工事例や刃当たり解析、NCデータ作成の実例についてご紹介がありました。また歯車専用加工機と汎用多軸加工機との比較について議論され、加工分岐点や長所・短所について実例を踏まえて分かりやすく解説されました。

5件目の講演は日本クリンゲルンベルグ株式会社の草野倫範様より『歯車加工機と測定機のクローズドループ』と題し、同社のGEAR DESIGNERによる加工条件の設計段

<p>(一社)日本機械学会 生産加工・工作機械部門企画 2021年度第2回講習会 21-33</p> <p><b>社会インフラ向け歯車における加工・計測の実際</b></p> <p>講師の先生方とのディスカッション</p>	<p><b>社会インフラ向け歯車における加工・計測の実際</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 10:05-11:00 超大型歯車加工の世界 株式会社 植田鉄工所 植田 昌克</li> <li>2. 11:10-12:05 大型ウォームギアの加工技術 MHI ハセック株式会社 稲垣 輝昭</li> <li>3. 13:00-13:55 鉄道車両用歯車の役割と制約・調整 三菱電機株式会社 寺澤 英男</li> <li>4. 14:05-15:00 汎用多軸加工機による歯車の加工技術・計測 株式会社 イワサテック 辻 勇</li> <li>5. 15:10-16:05 歯車加工機と測定機のクローズドループ 日本クリンゲルンベルグ株式会社 草野 倫範</li> <li>6. 16:15-17:10 講師の先生方とのディスカッション 九州大学 黒河 剛平</li> </ol>	<p><b>本日御講演頂いた話題</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・超大型歯車の加工・計測：超大型歯車で生き残る・設備産業としての側面</li> <li>・ウォームギアの加工：大型ウォーム特有の歯切り方法</li> <li>・鉄道車両用歯車の機能：役割と制約・調整の実態</li> <li>・歯車の汎用複合加工：マシニングセンタの活用・汎用工具と専用工具</li> <li>・加工機と計測機：設計・製造におけるクローズドループ化・設計から加工・計測まで</li> </ul>
<p><b>ディスカッション 1</b></p> <p>社会インフラ向け歯車加工や機能評価・品質保証を生業とされるなかでどのようなことを感じておられますか？</p>	<p><b>ディスカッション 2</b></p> <p>歯車の機能要求に応えながら技術の伝承やナレッジ化を進めるうえで、今後どのような取り組みが必要でしょうか？</p>	<p><b>ディスカッション 3</b></p> <p>本日は若手の方も多く聴講されています。これまで永年歯車に携わってこられたお立場からメッセージを頂ければ幸いです。</p>

図1 講習会で使用されたスライドの一例



階へのフィードバックや GEAR CORRECTOR による On-Shopfloor 計測による加工機へのフィードバックについてご紹介がありました。設計や加工の工程へのフィードバックによる高精度化や効率化について説明があり、縦割り分業が主流の日本との考え方や進め方の違いを感じました。

講演終了後には九州大学の黒河周平先生が司会となり、講師の先生方とのパネルディスカッションが行われました。歯車業界の現状、技能伝承、若手技術者への助言などについて議論され、講師の皆様から様々な意見が挙げられました。講師の方々からは、「歯車は成熟産業と思われがちだが、現場には未だに多くの課題やチャレンジがあり成長産

業である」との意見がありました。さらに講習会に参加した若手技術者に向けて、歯車の奥深さ故の難しさや面白さ、歯車加工には無限大の可能性があること、世界の歯車メーカや工作機械企業が悩みや課題を共有し、協力して解決に尽力し、技術を発展させてきたことなどのご経験に基づく多くの金言が送られました。

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

## 部門講習会・セミナー開催のお知らせ（開催案内）

### オンライン講習会開催のお知らせ

日本精工株式会社 新井 寛

生産加工・工作機械部門では、本年度後半にかけて以下のふたつの講習会を開催致します。

いずれの講習会ともオンライン方式による開催ですので、会場へ御来場頂く必要はございません。ものづくりの自動化や環境対応を新たな視点から学ぶ機会として、これらの講習会をご活用頂ければ幸いです。

#### 【 21-88 】ものづくりの自動化に役立つ新たな技術視点

〔協賛(予定)〕：型技術協会，日本金型工業会，精密工学会，自動車技術会，砥粒加工学会，日本工作機械工業会，日本塑性加工学会，日刊工業新聞社，日本工業出版，ニュースダイジェスト社〕

◆ 開催日 ◆ 2021 年 11 月 25 日 (木) 10:00~17:10

◆ 詳細 ◆ 右記の日本機械学会 HP のイベント一覧より御確認下さい。 <https://www.jsme.or.jp/event/21-88/>

#### 【 行事番号未定 】いまから始めるものづくり現場の環境対応

〔協賛(予定)〕：型技術協会，日本金型工業会，精密工学会，自動車技術会，砥粒加工学会，日本工作機械工業会，日本塑性加工学会，日刊工業新聞社，日本工業出版，ニュースダイジェスト社〕

◆ 開催日 ◆ 2022 年 1 月 28 日 (金) 10:00~17:10

◆ 詳細 ◆ 決まり次第，日本機械学会 HP のイベント一覧やインフォメーションメールで御案内させていただきます。

## 部門からのお知らせ（開催案内）

### The 10th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (LEM21) 第 10 回 JSME 先端生産技術に関する国際会議

実行委員長 九州工業大学 榎原弘之

開催日 2021 年 11 月 14 日 (日) ~ 18 日 (木)

会場 北九州国際会議場 (福岡県北九州市小倉北区浅野 3 丁目 9-30, 093-541-5931)

共催 九州工業大学

協賛 公益財団法人工作機械技術振興財団，公益財団法人精密測定技術振興財団，公益財団法人マザック財団，NSK メカトロニクス技術高度化財団

目的 生産加工・工作機械部門と生産システム部門が共同企画として開催いたします先端生産技術に関する国際会議は、1997 年にスタートして以来 20 年、第 10 回を数えることとなります。今回は、新型コロナウイルス対策下での開催となり、北九州国際会議場とリモート参加でのハイブリッド講演会の形式で準備を進めております。特にファイナリ

スト講演会を大会第四日目に予定しており、国内外の最新の研究成果発表がさらなる研究者交流へと発展されます事を願っております。またオーガナイザ各位のご協力により、以下のオーガナイズドセッションが組み立てられており、約 190 件の研究発表が行われる予定です。

OS01: Advanced machine tool	OS09: Electro-physical and chemical processes
OS02: Evaluation of machine tool performance	OS10: Nano/Micro machining and structuring technologies
OS03: Digital manufacturing (CAD,CAM)	OS11: Surface and tribology
OS04: Mechatronics and mechanical elements	OS12: Nano/Micro measurement and intelligent instruments
OS05: Cutting technology	OS13: Additive manufacturing
OS06: Gear manufacturing technology	OS14: Digital manufacturing
OS07: Grinding technology	OS15: Manufacturing systems, supply chain and scheduling
OS08: Finishing technology	OS16: Smart Manufacturing (IoT, AI, CPPS)

プログラム (予定)

11 月 14 日 (第一日) オンデマンド配信

11 月 15 日 (第二日) 午前：開会挨拶

プレナリー講演 西岡靖之氏 (法政大学 教授)

「Real cyber-physical systems on distributed production platform」

プレナリー講演 岡部啓二郎氏 (株式会社トヨタプロダクションエンジニアリング 取締役)

「Digital Engineering Innovations in Monozukuri」

午後：一般講演

11 月 16 日 (第三日) 午前：プレナリー講演 山崎重一郎氏 (近畿大学 教授)

「Trust infrastructure for Society 5.0 and Blockchain Technology」

プレナリー講演 Prof. Chao-Chang A. CHEN

(National Taiwan University of Science and Technology (NTUST))

「Study on Silicon Sphere Polishing for New SI Standards」

午後：一般講演

11 月 17 日 (第四日) 午前・午後とも：ファイナリスト講演

授賞式 (北九州国際会議場 イベントホール)

11 月 18 日 (最終日) オンデマンド配信



西岡靖之 教授



岡部啓二郎 氏



山崎重一郎 教授



Prof.Chao-Chang A.CHEN

参加登録・登録料

2021 年 9 月 20 日以降 60,000 円 (正員), 65,000 円 (会員外)

この中には、講演予稿集代が含まれます。また、2 件以上発表される場合には、2 件目以降、別途各 10,000 円が必要となります。学生の場合、25,000 円 (学生員), 35,000 円 (一般学生) です。なお、追加のプロシーディングについては 10,000 円 (正員), 15,000 円 (会員外) を申し受けます。

問合せ先 LEM21 実行委員会 lem21\_mmt@jsme.or.jp

※ 最新情報は大会ホームページよりご確認ください : <https://www.jsme.or.jp/mmt/lem21Kitakyushu/>

## 編集後記

生産加工・工作機械部門ニュースレターNo. 60 をお届けします。コロナ禍 2 年目の今年も、新部門長のもとで部門運営委員会の新体制が始動しました。当部門登録の皆様へ、最新研究の一端や各種講習会・セミナーの開催報告やご案内をお知らせできる機会となれば喜ばしい限りです。今回の技術レポートでは、DMG 森精機株式会社・長末様に、同社が進める AGV ロボットの開発について、ご執筆いただきました。また、多くの事業がオンライン開催となっていますが、少しずつ定着しつつあるのも事実です。コロナ後を見据えて、皆さんで試行錯誤しながら新しい形式を模索していきたいと思います。最後に、今号はキリよく 60 号となりまして諸先輩方のご尽力に感謝し、今後も多くの皆様にご一読をいただければ幸いです。

広報・出版委員会 委員長：高野 登（富山大学）、幹事：篠崎 烈（有明高専）、委員：成田浩久（名城大学）

## Manufacturing &amp; Machine Tool

No.60 秋季号 2021 年 9 月 1 日発行

編 集 生産加工・工作機械部門、広報・出版委員会

発 行 者 一般社団法人 日本機械学会 生産加工・工作機械部門



# DMG MORI 全世界の生産拠点で カーボンニュートラル達成

## エネルギー消費量を 最大 25%削減\*



- + 機械と工具が持つ最大限の力を引き出すことで加工条件を向上し、加工時間を短縮
- + 機械停止時に主軸、チップコンベヤ、クーラントポンプなどの動力を遮断し、待機時の不要な消費電力を削減
- + 消費電力量や CO<sub>2</sub>排出量を見える化

\* 機械や切削条件、測定時の環境条件などの違いにより、記載の効果が得られない場合があります。



カーボンニュートラルな生産体制を実現

SUPPLIERS + DMG MORI



2021 年事業活動だけでなく、  
部品の調達も含めて CO<sub>2</sub>排出量実質ゼロを  
全世界の生産拠点で実現  
カーボンニュートラル生産で製造された  
商品をお客様へ提供

お客様工場での機械の稼働

CUSTOMER



機械稼働時のエネルギー効率を  
最適化し、CO<sub>2</sub>排出量を改善



グリーンテクノロジーを生み出す  
商品の開発・製造に貢献

DMG 森精機株式会社

グローバル本社 | 東京都江東区潮見2丁目3-23  
創業地・本店所在地 | 奈良県大和郡山市



DMG MORIのサステナビリティに関する取り組みは  
こちらからご覧いただけます。

# DMG MORI