

# ものづくりの技術

## 共創

February 2019

No. 55

### 部門功績賞

#### 共創

株式会社 IHI 北出 真太郎

この度は栄えある部門功績賞を賜りましたこと、光栄に存じますと同時に、心より御礼申し上げます。また、部門長を拝命した 2017 年 4 月からの一年間は、関係する多くの皆様にご指導・ご支援いただきました。改めてここに深く感謝申し上げます。

受賞のお礼の拙文のタイトルは、つきなみですが「共創」

#### トピックス

##### ○受賞記事

部門功績賞, 部門研究業績賞, 部門技術業績賞

##### ○行事カレンダー

##### ○技術レポート

「自動化システムの導入容易化を可能にする次世代ロボットシステム」

##### ○部門講習会・セミナー開催報告

「コンピュータ支援ものづくり体験」実施報告

「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』」開催報告

「IoTで加速する要素技術と診断技術ー信頼性の高い生産の実現に向けてー」開催報告

「歯車加工の基礎と応用ー低騒音・小型化のための歯車加工の最新技術ー」開催報告

「工作機械の最新技術動向と製造技術ーものづくりの最新技術の方向性についてー」開催報告

「第12回生産加工・工作機械部門講演会」開催報告

「2018年度年次大会」開催報告

##### ○部門からのお知らせ

第13回生産加工・工作機械部門講演会開催案内

とさせていただきます。我々の日常生活は「所有」から「利用」「エクスペリエンス」に移行しており、ビジネスの世界でも「カスタマーサクセス」、すなわち、お客さまの成功体験を実現するために仕掛け続ける時代と言われています。そして、スタートアップ企業に見られるように、技術はカスタマーサクセスに必要な要素であり、自前主義ではなく、お客さまと共に、業界他社と共に、あるいは他業種と共に「共創」していくことで初めて実現すると考えられます。技術を生み出す研究開発においても、共創の時代が訪れつつあると感じる次第です。



一方で、世界は米中貿易戦争、Brexit、各国の移民政策、北朝鮮核問題など、経験したことがない課題に直面しており、ポピュリズムの台頭と聞くこともあります。共創とポピュリズム、二つの大きな流れは対極にあるように感じますが、両者の根底には共通してデジタル技術があるのではないかと考えます。部門長就任の際の本ニュースレターの拙文では、「デジタル変革」と題してデジタル化の大きな流れに言及させていただきました。デジタル技術により、あらゆる「もの」「こと」が、知識化、構造化、オープン化、高度化され、劣化なく蓄積、共有される時代が始まっています。その中で、生活を豊かにしたい人々の望みがビジネ

とさせていただきます。我々の日常生活は「所有」から「利用」「エクスペリエンス」に移行しており、ビジネスの世界でも「カスタマーサクセス」、すなわち、お客さまの成功体験を実現するために仕掛け続ける時代と言われています。そして、スタートアップ企業に見られるように、技術はカスタマーサクセスに必要な要素であり、自前主義ではなく、お客さまと共に、業界他社と共に、あるいは他業種と共に「共創」していくことで初めて実現すると考えられます。技術を生み出す研究開発においても、共創の時代が訪れつつあると感じる次第です。

#### カレンダー

期日	主催	名称	場所
2019年6月10～14日	Manufacturing Engineering Division (MED), ASME	The 2019 Manufacturing Science and Engineering Conference (MSEC 2019)	Pennsylvania State University, 米国
2019年9月8～11日	日本機械学会	JSME 年次大会	秋田大学 手形キャンパス (秋田県秋田市手形学園町 1-1)
2019年10月4～6日	日本機械学会 生産加工・工作機械部門	JSME 第13回生産加工・工作機械部門講演会	熊本大学 黒髪南地区 (熊本県熊本市中央区黒髪 2-39-1)

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

スチャンス「カスタマーサクセス」に移行させると同時に、集団間の競争を激化させているのかも知れません。デジタル技術により、「競争」と「共創」がものすごいスピードで混ざり合っている時代ではないかと思うのです。

申し訳ありません、話が暴走しました。私が申し上げたかったのは、デジタルをベースとした競争と共創が加速する中で、「ものづくりを科学する」と定義された当部門は、何と時代を先取りしているのだろう、ということです（ここは暴走ではありません）。高度成長期の発足以降（前身の委員会を含めて）、安定成長、オイルショック、日米貿易摩擦、バブル崩壊、そしてグローバル化と絶え間ない変化の

中で、当部門は絶えず「ものづくりを科学」し続けてきました。大量生産・大量消費時代が終焉しようとしているいま、デジタル技術も縦横無尽に駆使する「ものづくりの科学」は、「共創」を進め、公明正大な「競争」を進めるにふさわしい取り組みと感じます。当部門を運営されてきた諸先輩、ならびに参加されてきた皆様のご活動に改めて敬意を表するとともに、今後のご健康とご活躍を祈念する次第です。

最後になりましたが、生産加工・工作機械部門のますますのご発展をお祈り申し上げます。

## 部門研究業績賞

### 研究業績賞を受賞して

京都大学 松原 厚

この度は、日本機械学会生産加工・工作機械部門より名誉ある「研究業績賞」を賜り、誠に光栄に存じますとともに、関係各位に心より御礼申し上げます。この賞を賜るにあたり、過去を振り返ってみると、つくづく出会いに恵まれたということを実感しています。私は、大学卒業後企業で働いていましたが、海外の大学で研究がしたいと思い、大学の恩師に相談したところ「君の年齢では博士学位がないとだめだ」とアドバイスを頂き、会社を辞めて母校の博士課程に進学しようとしたとき、京大の垣野義昭教授が助手を募集されており採用されました。働きながら3年で学位をとって海外に行くという計画だったのですが、これは全く甘い考えでした。垣野先生は多くの産学共同研究を行われており、研究室はいつも大忙しだったからです。グライディングセンタを開発するGSX研究会、機電一体設計をテーマにしたサーボ研究会、リニアモータ工作機械を開発するLMT研究会、高速工作機械で変種変量システムの構築を目指したIMSプロジェクト、CNC制御の知能化を目指したINC研究会、金型加工データベースを構築するDBM研究会など、目が回るような毎日でした。結局、博士の学位がとれて海外に出るのに5年半かかりましたが、研究会を通じて実に多くの方々とは知り合うことができました。垣野教授が退職されてからは、高速主軸、高精度マシニングセンタ、新素材を応用した主軸とその評価法、CAEベースCAM、環境適合型工作機械の開発などに携わり、才能がある若い方々との出会いに恵まれました。いずれも貴重な経験でしたが、思い出深いテーマをひとつ挙げ

るとすると、それはリニアモータ機LTM96の開発です。当時、インガソルやエキセルといった欧米のリニアモータ機は“黒船”のような存在で、国内では将来の工作機械はリニアモータ駆動に置き換わるという記事までありました。垣野教授は複数のメーカーで研究会を結成して2年で機械を開発して1996年のJIMTOFに展示するまでやりきったのです。LMT96の組立が終わり調整に入った段階で“機械が鳴るからすぐ来てくれ”といわれて、現広島大教授の茨木先生と実際データをとってみて驚きました。一慣性系だろうと思っていた駆動系に実に多くの共振が存在したからです。CNCメーカーに協力してもらって対策しましたが、このときの“原理原則はつくってみなければわからない”という経験は強烈でした。並行して開発していたハイリードボールねじ機の開発経験もあわせて原理原則を教科書にしようと思い、一冊の本を書きました（時間切れでリニアモータ機の話まで書けなかったので続編を執筆中）。この本を改めて見ていると、当時、自分は制御屋だったのだと思います。数々の出会いや経験を経て、現在、専門を聞かれると自然と工作機械屋ですと答えるようになりました。工作機械屋として、今回、工作機械を冠するコミュニティに評価頂いたことをたいへん嬉しく思うとともに、残念ながら他界されてしまった垣野教授に心より御礼を申し上げる次第です。最後になりましたが、日本機械学会生産加工・工作機械部門の



益々の発展を祈念いたします。

## 部門技術業績賞

### 部門技術業績賞を受賞して

ファナック株式会社 須藤 雅子

この度は、日本機械学会生産加工・工作機械部門の名誉ある部門技術業績賞をいただき、大変光栄に存じますと共に、関係各位に心より感謝申し上げます。私は1986年にファナック株式会社に入社して以来、一貫して数値制御装置のソフトウェア開発に携わって参りました。ファナックの祖業でもある数値制御装置の開発を理由に受賞できることは、当社の先達の努力や、多くの工作機械メーカー様のご協力の結果と存じます。この場をお借りして御礼申し上げます。

数値制御装置はNCからCNC（Computerized NC）と呼ばれるようになった1970年代に比較し、現在では1台で制御できる制御軸数、プログラム処理速度、記憶容量等いずれも飛躍的に増大しています。この能増は、生産の高速化のみならず、工作機械の複雑な動作を可能にし、工程を分割することなく複雑な形状の加工を可能にしました。近年、多軸加工機の普及が急速に進みましたが、加工プログラムや加工条件、機械特性等により加工結果にばらつきが出るのが難点でした。そこで、加工面の面品位や形状精度を損なう要因として、加工中の工具姿勢の急激な変化と、指令点位置での工具姿勢の不連続性を同定し、これらの問題を解決することから取り組みを始めました。工具先端点と機械制御点の制御位置の変化を平滑化することで回転軸の大きな変動を抑制でき、工具姿勢の変化を補正することができました。次に、工具先端点における工具姿勢

を表すベクトルの先端点を曲線で補正することで、滑らかな工具姿勢制御を行えるようになりました。同時5軸加工時の直線3軸および回転2軸の位置偏差を当社設備の実機にて測定したところ、直線軸、回転軸とも位置偏差は2 $\mu$ m程度に抑えられることがわかりました。工具先端点における軌跡誤差も同様に2 $\mu$ m以内という良好な結果が得られました。同時5軸加工でも、位置偏差の極めて小さい高精度加工を実現することができ、その後数年に渡る「5軸加工機能」群の開発の端緒となりました。しかしながら実際の苦労はその後に始まり、先行して市場投入していた競合メーカーと比較され、厳しい国際競争にさらされました。そんな逆風に負けずに頑張ってきたのは、ユーザの皆様や工作機械メーカー様の時には厳しい叱咤激励や、一緒に問題解決に取り組むご協力があったこそでした。一緒に苦労を共にした当社プロジェクトメンバーを代表してここに改めて関係各位に感謝申し上げます。



最後になりましたが、改めて部門技術業績賞をいただきましたことに心より感謝すると共に、今後も部門の発展のために微力ながら貢献して参る所存です。日本機械学会生産加工・工作機械部門の益々の発展を祈念申し上げます。

## 技術レポート

### 自動化システムの導入容易化を可能にする次世代ロボットシステム

オークマ株式会社 森村 章一

#### 1. はじめに

ものづくりの現場では、労働力不足と共に人材不足が大きな問題となっている。更に働き方改革により、労働時間短縮への取り組みが進むなか、製造設備の自動化・省力化が急務となっている。しかしながら、ロボットによる自動化システムの導入には「専門知識や技術が必要」「スペース確保が困難」など導入を妨げる要因があった。

本稿では、自動化システムの導入を容易にするため、

CNC旋盤とロボットの融合を図ったロボットシステム「ARMROID」を開発したので紹介する（図1）。

#### 2. 特徴

「ARMROID」の最大の特徴は、CNC旋盤の加工室内（機内）にロボットを配したことである。そのため、従来困難であった機械加工中における付加作業をロボットで行うことができるようになった。

具体的には、汎用旋盤で熟練作業者が行っている加工中

のワークをサポートすることでびびりを抑制したり、切削水とエアの混合噴射で切粉の絡まりを抑制したり、さらには機内清掃させることができる（図2）。

これらの動作を機能的に実行できるようにするため、工作機械の機内にはエンドエフェクタを収納するツールストックを設け、用途に応じて自動交換することが可能である。また、ロボットを使用しない場合は、加工空間と干渉しない場所に収納し、加工空間と高い加工性能を確保している。

### 3. ロボット自動化セルへの簡単切替え

「ARMROID」を内包した旋盤は、加工オペレータによる加工とロボットによる自動運転加工を容易に切り替えられる。自動運転は、ドアの前にワークストックを移動させることで可能になる。オペレータによる手着脱での運転と、自動運転での状況を図3に示す。昼間はロボットを退避させて手着脱による小ロット部品を加工し、夜間はロボットが自動で量産加工できるなどの切り替えも簡単に実現できる。

また、CNC 工作機械とロボットにおいて操作の仕方が異なるため、従来では各々の操作スキルを修得する必要があったが、「ARMROID」では CNC 工作機械と同等とした。動作プログラムは対話形式により簡単に作成可能で、行き先の座標を入力すればロボットが自動でぶつからない経路を自動生成し、難しいプログラム作成が不要である。加工室の狭く干渉しやすい状況でもロボットをぶつけることなく安心してロボットを扱うことができる。また、ロボット操作が本機のパルスハンドルを用いて操作可能なため、ワーク着脱ポイントなどの微調整も容易に行うことが可能である。

### 4. おわりに

開発したロボットシステム「ARMROID」は、ロボット導入を容易にするだけでなく、これまでの工作機械とロボットのあり方を根本的に変えるシステムである。今後も、ものづくり革新に寄与する機能を開発していく所存である。



図1 LB3000EX II ARMROID の外観

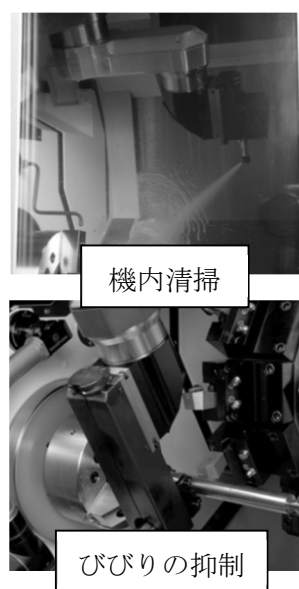


図2 機械加工中の付加作業

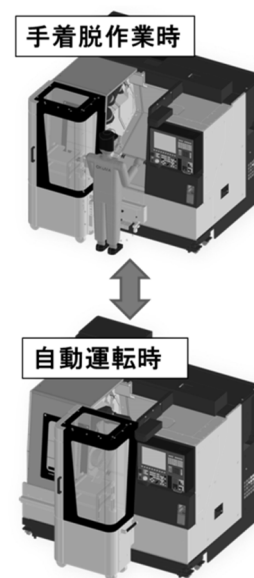


図3 生産の切り替え

## 部門講習会・セミナー開催報告

### コンピュータ支援ものづくり体験 実施報告

#### 1. 内容

開催日時：2018年7月14日（土）、15日（日）

参加人数：合計61名

実施場所：九州工業大学情報工学部機械情報工学科

#### 2. 概要

九州工業大学 鈴木 恵友、カチョーンルンラン パナート

本年度は、平凸レンズと凹レンズを固定する多数の円筒リング部品をレーザカッターにより加工し、記念望遠鏡を作製するものづくりワークショップを実施した。イベントでは、半導体製造技術や工作機械、CAD/CAMに関する説

明を行ったあと、部品図（CAD データ）を説明して、レーザカッターによる加工動画を紹介し、参加者が望遠鏡を組み立てた。また、半導体製造技術に関しては分解したスマートフォンの展示物を用いて、筐体やネジなどのスマートフォンの構成部品や半導体チップに関する説明を行った。わかりにくい内容については、必然的にアニメーションやイラストを利用して補足した。そのほか、

- ・半導体プロセスでも CMP (Chemical Mechanical Polishing) 機の紹介
- ・最先端のチップの製造
- ・工作機械（スマートフォンの筐体や小型ネジなどに関する内容との関連）

についても、来場者の年齢層に応じて、説明を行った。

参加者の多くは、当初、機械加工に関するイメージが浮

かばない様子であったが、工作機械で加工する様子を動画や実機で紹介することで理解を深めることができた。特に小学生の参加者からは、CAD データと 2 次元ステージによるレーザ光線の走査する様子が面白く感じたようであった。小学生の参加者には、小学生らが自分で望遠鏡円筒に描いたりすることができるよう色サインペンを用意した。このように小さいころから、ものづくりを通じた感動を実感する機会を設ける活動を通じて、今後機械工学という実学を持続するため、広報活動を継続的にしていく重要性を改めて認識した。

本イベントの参加者は、小学生、中学生、高校生を合わせて 61 名であった。最後に本企画は機械工学振興事業資金の支援により運営された。この場を借りて謝意を表したい。



図 1 望遠鏡作製の風景

## 部門講習会・セミナー開催報告

### 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」開催報告

1. 日時：2018 年 12 月 4 日（火） 13:30 ~ 18:45
2. 会場：DMG 森精機株式会社 東京グローバルヘッド  
クォータ 2 階 セミナー室
3. 参加：50 名（学生 41 名）
4. 実施報告

機械工学を学ぶ学生が将来活躍できる場として多様な「ものづくり」産業が存在する。本セミナーでは、わが国を代表する『自動車・電機・航空機・工作機械』の各産業

金沢大学 浅川 直紀、名古屋大学 鈴木 教和分野の企業で活躍する先輩方に『ものづくりの最前線』とは何か、その実際と製品開発の裏側、仕事に対する情熱について語って頂き、これから社会にはばたく学生に対してメッセージをおくって頂いた。いずれの講演においても、基礎知識がなくても理解できるように導入から『ものづくりの最前線』を丁寧に説明していただき、参加した学生にとっては各分野の理解が深まったようである。以下に、各講演の概要を紹介する。

## 【1】電動化パワートレインの“モノづくり”

日産自動車株式会社 パワートレイン技術企画部  
エキスパートリーダー 西村 公男 氏

自動車産業を取り巻く環境の変化は、自動車メーカー各社に電動化や知能化の観点から高い要求を突き付けている。本講演では、日産自動車における電動化への取り組みとして、同社の電気自動車の開発を例にとり、特に、電動パワートレインにおけるモーターやインバータ、減速機などの最新の生産技術について説明がなされた。また、企業における生産技術部門の役割について説明があった。

## 【2】日立のモノづくり

株式会社日立製作所 研究開発グループ  
生産イノベーションセンタ  
河野 一平 氏

日立グループでは洗濯機や冷蔵庫などの家電製品だけでなく、鉄道車両・建設機械・自動車部品・航空機部品・電子顕微鏡などの様々な製品を生産している。本講演では、生産イノベーションセンタにおける切削加工技術研究の事例を取り上げて、品質工学の手法を利用した工具摩耗検出やびびり振動抑制技術、加工変形予測技術などの説明がなされた。また、同社が取り組む未来のものづくり技術について紹介があった。

## 【3】総合重工業におけるものづくり最前線

株式会社 IHI 技術開発本部  
生産技術センター 加工技術部  
佐々木 渉 氏

IHI は「技術をもって社会の発展に貢献する」などの経営理念のもと、ものづくり技術と人材の力によって、総合重工業として事業領域を拡大してきた。本講演では、主力製品である航空エンジンや車両過給機の生産に求められるものづくり技術とその開発事例として、びびりシミュレー

ションや NC プログラム最適化、加工条件最適化の取り組みが紹介された。また、同分野における今後のものづくり生産技術の方向性について解説があった。

## 【4】あらゆる機械を生み出す工作機械

DMG 森精機株式会社 技術本部 実験部  
入野 成弘 氏

「機械を作る機械」、 「マザーマシン（母なる機械）」である工作機械は、日用品や家電、自動車、航空機などの工業製品を製造するうえで不可欠である。本講演では、身の回りの工業製品と工作機械の結びつきを説明しながら、同社の取り組む最新の工作機械技術として、AI を活用した熱変形補正やトポロジー最適化の応用技術などの紹介がなされた。また、多国籍にわたる同社の特徴的な国際性について紹介があった。

上記の講演の後には、DMG 森精機株式会社のショールームの見学会を実施した。最新の工作機械がずらりと立ち並ぶショールームは圧巻であり、最先端の 5 軸マシニングセンタや複合加工機、アディティブマニュファクチャリング工作機械などの実機と実際の加工を目の前にしながら、同社のものづくりに対する取り組みやこだわりについて紹介があった。見学会の後には、同社の森雅彦社長からサプライズのスピーチがあり、参加学生に対して熱いメッセージを頂いた。講演会終了後には、講師を囲んだ懇談会を実施し、参加学生が直接講師と対話する場を設けた。和やかな雰囲気の中、時間を忘れて熱心に質問する参加学生の姿が印象的であった。

最後に、ご講演いただきました講師の先生方、会場を提供いただきました DMG 森精機株式会社の皆様に深く感謝申し上げます。



図1 講演会（左）および講師懇談会（右）の様子

## 部門講習会・セミナー開催報告

## No. 18-55 講習会

## 『I o Tで加速する要素技術と診断技術 ー信頼性の高い生産の実現に向けてー』 開催報告

2018年6月8日(金)に生産加工・工作機械部門企画の講習会「I o Tで加速する要素技術と診断技術 ー信頼性の高い生産の実現に向けてー」を大阪大学 医学・工学研究科 東京ブランチにて開催しました。企業、大学の技術者・研究者70名の聴講者にご参加いただき、非常に盛況な講習会となりました。

I o T(モノのインターネット)という言葉が登場して以来、生産革新ができる魔法の道具のような期待が集まっています。しかしどんなデータを集め、どのように活用し生産性を高めていくか、明確な答えを得る事は簡単ではありません。本講習会ではグローバルにおけるI o Tを巡る技術動向・日本の戦略から具体的なモノづくりでのI o T活用事例まで、各分野でご活躍の講師の方々にご講演いただきました。

はじめに基調講演として(株)日立製作所の野中洋一氏より「ノウハウのデジタルカプセル化:欧米の動向、日本の戦略、モノづくり成熟度レベルに応じた生産性向上事例」と題してご講演いただきました。先進国の抱える課題から欧米の最新動向、また日本が生き残るためには何をすべきか、についても広い視野・高い視点で解説いただき、日本の進めるべきモノづくりデジタル革新の姿を具体的に紹介いただきました。

続いて、工作機械メーカー2社よりI o Tを活用した最先端の工作機械の動向と最新機能についてご紹介いただきました。

ファナック(株)の須藤雅子氏からは「生産性向上のためのI o T活用技術」と題して、生産工場・生産設備をつなぎ、見える化するだけでなく、自立的に考え、動かす事のできる真のスマートファクトリー実現に向けた取り組みについてご講演いただきました。また具体的なアプリケーションにより変わる現場、あるいは変えるべき現場の姿についてご紹介いただきました。

DMG 森精機(株)の熊谷典大氏からは「工作機械における診断技術とその応用」と題して、長時間無人(省人)運転するための工作機械への要求とその要求に応えるための設備診断技術についてご紹介いただきました。振動、温度等の設

株式会社デンソー 山口 哲司  
備状態を診断し、設備をこわさない・とめないようにする予防保全や最適加工を維持するための条件の提案など様々な機能についてご紹介いただきました。

続いて工作機械などで欠かせない周辺技術として要素部品メーカー2社、工具メーカー1社よりI o Tの活用事例についてご紹介いただきました。

NTN(株)の島山航氏からは「軸受の状態監視技術 風力発電装置の事例」と題して、工作機械でも重要な構成要素である軸受の状態を遠隔地で監視し、診断するシステムを開発した事例についてご紹介いただきました。風力発電装置といった大型製品であるが故に大きな問題となるメンテナンスやダウンタイムのムダに対し、常時監視システムの開発により改善した内容を詳細にご説明いただきました。

THK(株)の岸弘幸氏からは「LMシステムの診断技術とその活用」と題して、LMシステムの状態をセンシングし、予防保全だけでなく予知保全を目指した診断技術開発の取り組みについてご紹介いただきました。LMシステムの構成部品である転がり軸受、LMガイド、ボールねじの原理・特徴など基礎的な内容から、その状態を監視し診断するI o Tの活用事例までご説明いただきました。

サンドビック(株)の河田洋一氏からは「I o T時代の切削工具」と題して、人のスキルに依存しがちな作業に対し、そのサポートあるいはソリューションの事例についてご紹介いただきました。加工条件の設定やプログラムの作成をサポートしてくれるアプリ、加工状態を診断し自動補正してくれる工具ホルダなど実用的なアイテムを多数紹介いただきました。

各ご講演を通して、聴講された皆様は熱心に講演に耳を傾け、講演後には質問や意見・要望などを多数いただく事ができました。また全講演終了後に行われた技術質問会でも、講師の方々を囲んでの議論や人脈づくりにも花が咲き、時間を忘れる程、盛況で活気のある会となりました。講習会の開催にあたり、ご尽力いただきました関係者、並びに大変ご多忙中ご講演いただきました講師の皆様には改めて御礼申し上げます。



図1 (株)日立製作所 野中氏による講演の様子



図2 講演中の聴講者

## 部門講習会・セミナー開催報告

### No. 18-110 講習会

#### 『歯車加工の基礎と応用 —低騒音・小型化のための歯車加工の最新技術—』 開催報告

2018年10月2日(火)に生産加工・工作機械部門企画の講習会「歯車加工の基礎と応用 —低騒音・小型化のための歯車加工の最新技術—」を大阪大学 医学・工学研究科 東京ブランチにて開催しました。企業、大学の技術者・研究者32名の聴講者にご参加いただき開催いたしました。

歯車は自動車や工作機械など多くの産業装置において動力伝達的手段として多数組み込まれており、動力伝達の効率、モーション制御の位置精度、さらに、耐久性や低騒音、低振動など多くの品質要求を満たすために高度化が進められています。また、近年増加傾向にある自動車の電動化(EV化)に向けて、さらに低騒音、小型化に適用すべくギア加工でチャレンジすべき課題は多いと言えます。それに伴い、歯車の生産プロセスは革新が進んでおり、内歯歯車のスカイピング切削や歯車の研削など工作機械や工具の進歩とともに変化してきています。本講習会では、歯車加工技術の基礎編から歯車の加工方法、機械、工具など幅広い分野の先端技術を担う講師陣にご登壇いただき、我々の産業活動と密接に絡みある歯車の加工技術から応用までをご講演いただきました。

はじめに、歯車加工の基礎編として、歯車切削の基礎を中心に九州大学名誉教授の有浦泰常教授より解説いただきました。ホブは切削工具としては形状及び切削条件が非常に特殊であり、一般の切削加工と区別して考える必要があります。ホブ切りの切削理論から数値シミュレーション、実験結果及び高速度撮影を交え歯車切削のメカニズムについて詳細にご説明いただきました。実際の歯車切削における過渡現象を

上智大学 田中 秀岳  
高速度撮影によって観察された結果もご提示いただき、映像的にホブという複雑な形状を有する切削工具がいかにして歯車を切削するか理解することができました。

次に三菱重工工作機械(株)の西村幸久氏より実践編として講演いただきました。歯車加工は通常、ニアネットシェイブ加工された素材よりホブ盤での歯切、面取り、仕上げ加工としてシェーピング及び熱処理によって加工されています。歯車加工というとホブ盤ばかり着目されますが、ホブ盤では加工できない形状の歯車も多数存在し、そのためのブローチ加工やシェーパー加工などの実例も多くご紹介いただきました。また歯車加工用工作機械の基本的メカニズムについてもご紹介いただきました。近年では歯車の高精度化により、切削だけでなく歯車研削が一般的になっていることもご紹介いただきました。

午後からは愛知機械工業(株)の細野清仁氏より e-POWER 用ギアボックスについて講演いただきました。自動車の動力源が内燃機関から電動モータへ変革しつつある昨今、ギアボックスへの要求もコンパクト化、低フリクション化、高信頼性だけでなく、高い静粛性も求められてきています。EV化の流れにある自動車のギアボックス製造について、静粛性を向上させる高精度な波面仕上げによるギアノイズの低減についてや、低フリクション化に着目した油の循環システムについてギアボックスの構造を詳細にご説明いただきました。また、歯車諸元最適化システムによる設計手法及び適切な歯面仕上げ工法についてもご紹介いただきました。



次にカシフジ(株)の河野邦俊氏よりギアスカイピング加工について講演いただきました。内歯車加工に革命をもたらしているギアスカイピング加工ですが、歴史的には20世紀初頭のドイツで考案されたものの長らく実現できなかったそうです。近年工作機械や切削工具及び周辺技術の進歩により実現されたギアスカイピング加工の加工原理、加工に用いる装置や工具などを含め、加工メカニズムやシミュレーションに基づいた切削メカニズムについてもご紹介いただきました。これからの歯車はギアスカイピングを前提として設計されることを予感させます。

続いてグリーンソニア(株)の松原隆弘氏に登壇いただき、ベベルハイポイドギア加工のトレンドについてご講演いただきました。ベベルハイポイドギアの製作について、CADによる設計からシミュレーション、歯切り盤とマイクロパルス研削法及びマイクロソフト研削法について詳細にご説明いただきました。また、音響解析や心理学的な見地からのモー

ショングラフについてもご紹介いただきました。

最後に豊精密工業(株)の丸山健一氏から「品質保証としてのハイポイドギア噛合い伝達誤差測定について」と題して講演いただきました。ハイポイドギアの特徴や自動車のギアボックスにおける使用箇所、ハイポイドに求められる性能についての説明の後、噛合い伝達誤差について、詳細なメカニズムについてもご説明いただき、実際の噛合い伝達誤差測定装置や測定例もご紹介いただきました。

全体を通じて、聴講者の皆様が講演中は熱心に耳を傾け、メモを取るなど真剣に取り組まれていました。また、各講演後の質疑応答や、全講演終了後に行われた技術質問会では、多くの活発な議論がなされ、技術の深堀と共に人脈づくりも行うことができ、実り多い講習会となりました。講習会の開催にあたり、関係者の方々には多大なご協力をいただきました。ご多忙中、ご講義をいただきました講師の皆様には改めて御礼申し上げます。



図1 九州大学 有浦名誉教授による講演の様子



図2 質疑応答の様子

## 部門講習会・セミナー開催報告

### No. 18-149 講習会

#### 『工作機械の最新技術動向と製造技術 —ものづくりの最新技術の方向性について—』 開催報告

九州工業大学 檜原 弘之

2018年12月13日(木) 東京電機大学 東京千住キャンパス 5号館 2階 5202 セミナー室にて生産加工・工作機械部門企画の講習会「工作機械の最新技術動向と製造技術—ものづくりの最新技術の方向性について—」を開催しました。企業の技術者・研究者、大学教員、学生33名の聴講者にご参加いただきました。

本講習会では、11月1日(木)～6日(火)で開催されたJIMTOF2018 第29回日本国際工作機械見本市で出展されたIoTなど機械とつながる技術や自動化・省人化技術

等、最新技術を中心に、出展された工作機械に関する技術情報および動向などを、講師の方々からご講演いただきました。

まず、はじめに東京大学 杉田直彦教授より「Society5.0時代の工作機械」との題目で、JIMTOF2018 から見たSociety5.0を実現する上で工作機械に期待することについて講演頂きました。教授の研究についてご紹介いただいた後で、第4次産業革命、Industry4.0について解説して頂きました。第4次産業革命の中核がCPS(サイバーフィジ

カルシステム)であり、CPSを基盤とした生産ネットワーク、製品設計と生産設計の統合化の重要性を、Stan ShihのSmile Curveを例に挙げながら、全体設計・システム設計に目を向けてValueを高める必要性を強調されていました。また最近、デジタルトリプレットというキーワード、すなわち、実世界+情報世界+知識モデル世界、という概念に基づいて、サイバーフィジカルシステムからさらに一歩進んで、現場の知識を取り入れる事の重要性が認識されてきているとの紹介もありました。さらに、AI/IoTの導入の際の注意事項について、成功と失敗のケースについて、目的が明確でないまま導入すると失敗するケースが多く、モデルの仮定ができていない必要があり、そのような思考ができるエンジニア育成の必要性を話しておられました。

(株)牧野フライス製作所 高野和雅氏からは、「マシンングセンタの最新技術」との題目で、作業支援機能、生産工程自動化・省力化が可能となってきた最新の工作機械について講演頂きました。NCプログラムだけではなく、工具モデル、加工ワークの3Dモデル取込機能を搭載し、工程の後戻りが発生しない支援を可能にし、また、撮像カメラによる工具形状、加工ワーク認識や、干渉チェックが可能となったとの報告がありました。また、生産工程の自動化では、5軸加工用CAMの性能向上のお話がありました。

ヤマザキマザック(株) 浅野孝平氏からは、「ハイブリッド複合加工機と活用事例」との題目で講演頂きました。摩擦攪拌接合(FSW)については、固定ショルダー(Stationary Shoulder) FSWを採用しており、プローブショルダー体型と比較して、軟化範囲が小さく、熱影響範囲を小さくできることに特長があり、半導体製造装置の冷却板接合、無酸素銅の接合などに効果があると報告されていました。付加製造(Additive Manufacturing)の工作機械については、4つのAM技術を提供しており、用途として、金型やインペラなどの加工事例についての紹介があ

りました。青色半導体レーザ搭載の装置で、銅積層が可能になっているとの報告がありました。

三菱重工工作機械(株) 本多秀氏からは、「高精度・高品位加工 ーゼロへの挑戦ー」の題目で、最新歯車研削盤、IoT技術などについて講演頂きました。EV車の増加に伴い、高精度歯車のための歯車研削盤への要求も増えてきていて、研削盤の主軸剛性を高め、また非加工時間の短縮にも対応しているとのお話がありました。高精度割出5軸ヘッドの開発で、バンパー等大型金型の加工に効果があるとのお話がありました。またゼロへの挑戦を機械開発のコンセプトとして、各種取り組んでいるとの紹介がありました。

ファナック(株) 玉井孝幸氏からは、「スマート工場実現に向けての製造現場の実際と課題」との題目で、スマート工場実現に向けての製造現場の実際と課題を、一般の方に向けて易しく解説して頂きました。またオープンプラットフォームとしてのField Systemについての説明があり、各種アプリケーションと協調する事が可能になるとの説明を頂きました。製造現場でのAIアプローチの例としてAIを用いたフィードフォワードや熱変位補正について講演頂きました。

オークマ(株) 栗山和俊氏からは、「スマートマシンによる無人化に向けたものづくり提案」との題目で、次世代ロボットシステムROIDシリーズについて講演頂きました。機械とロボットの協調動作が可能となり、機械加工中の加工室内でロボット動作を実現し、これにより、作業性の向上や効率生産を改善する事が可能となったとの説明を頂きました。

DMG森精機(株) 近藤昌樹氏からは、「DMGMORIのLASER加工、積層技術とアプリケーション」との題目で、DMG森精機のAM機種についての説明を頂きました。プロセスモニタリングとフィードバック機能により、均質なプロセス結果と安定した品質が得られ、材料機械的特性で改善が得られているとの報告がありました。



参加者は講演内容に熱心に耳を傾けておられただけでなく、各講演後の質疑応答では、一般の聴講者からだけでなく学生からの質問も多数あり、多くの人にとって関心の高い講習会の内容となっていたようでした。講師陣を囲みでの技術交流会を、講習会終了後に開催しました。講師の方々から、さらに詳しいお話を聞く情報交換の場として、

また人脈作りの機会にもなったようで、非常に好評な交流会となりました。

最後に、講師の皆様には、ご多忙な中でご講義をいただきました事、改めて御礼申し上げます。また関係者の方々には講習会の開催にあたり多大なご協力をいただきました事、ここに感謝いたします。

## 講演会報告

### 第12回 生産加工・工作機械部門講演会「生産と加工に関する学術講演会2018」 (生産加工・工作機械部門 企画)のご報告

現地実行委員長 奥田 孝一 (兵庫県立大学)

第12回 生産加工・工作機械部門講演会が兵庫県立大学にて開催された。以下にその概要を報告する。

- ◆ 開催日：2018年10月12日(金) Spring-8見学会  
2018年10月13日(土)～14日(日) 講演会他
- ◆ 会場：兵庫県立大学  
姫路環境人間キャンパス (兵庫県姫路市)
- ◆ 参加者：178名(講演会)、80名(懇親会)
- ◆ 講演件数：94件
- ◆ 併催企画：Spring-8見学会、特別講演(2件)、企業パネル・機器展示(2社)、懇親会
- ◆ 実行委員長：白瀬敬一(神戸大学)
- ◆ 副実行委員長：後藤崇之(三菱重工工作機械(株))
- ◆ 幹事：吉岡勇人(東京工業大学)、松原厚(京都大学)
- ◆ 現地実行委員長：奥田孝一(兵庫県立大学)
- ◆ 副現地実行委員長：原田泰典(兵庫県立大学)
- ◆ 現地実行委員幹事：布引雅之、藤原闊夫、木村真晃(兵庫県立大学)、児玉祐幸(岡山大学)
- ◆ 実行委員：74名、現地実行委員：4名
- ◆ オーガナイズドセッション：

OS1 最新工作機械、OS2 最新機械要素技術、OS3 工具・ツーリング、OS4 生産システムとCAD・CAM、OS5 加工計測・評価、OS6 切削加工、OS7 研削・砥粒加工、OS8 電気加工、OS9 レーザ応用加工、OS10 研磨技術、OS11 超精密加工、OS12 ナノ加工と表面機能、OS13 環境適応形加工、OS14 先端材料・難削材の加工、GS1 一般セッション

上記のように講演会では14のオーガナイズドセッションと1つの一般セッションにおいて94件の講演が行われ、最新の研究成果の報告と178名の参加者のもと活発な議論がなされた。また、姫路の酒造メーカーである灘菊酒造株

式会社の西蔵を会場とした懇親会には80名の参加者にお集まり頂き、地元のお酒と肴をご堪能いただき、会員同士の親睦を深めていただいた。贈賞式では3件の部門賞と3件の優秀講演論文賞に関して贈賞が行われた。さらに、Spring-8見学会、特別講演、企業パネル・機器展示、ランチョンセミナーが行われた。

#### (1) 大型放射光施設 Spring-8 見学会

参加者24名で、大型放射光施設 Spring-8、X線自由電子レーザ施設 SACLA、ニュースバル放射光施設を見学した。Spring-8、SACLAでは、生きている細胞の観察をはじめ、世界トップクラスの分析・解析事例を紹介いただいた。施設の内部も案内いただき、スケールの大きさを体感できただけでなく、施設内の装置や部品の製造に関わった日本企業の技術力にも感心させられた。また、兵庫県立大学の放射光設備ニュースバルでは、加工が困難とされるテフロン製の微細加工など、実際の製品に触れながら最先端の研究内容を理解することができた。3つの巨大施設の見学は、汎用の装置では対応できないナノスケールの分析、加工を知ることができ、有意義なものとなった(参加者談)。

#### (2) 特別講演

「(株)IHIの新世代ものづくりを支える生産技術の進化」と題して(株)IHIの山岡弘人氏(図1)に、「私が歩んだ刀工の道」と題して明珍宗裕鍛刀場の明珍宗裕氏(図2)に、それぞれご講演いただいた。IHIにおける最新の生産技術と日本古来の伝統の技を現代に受け継ぐ刀工の技をご紹介頂き、最新技術と匠の技という両極端の話題をいただいた両講演とも大変好評であった。講演では、多数の聴講者から質問が飛び出すなど、活発な質疑応答が行われた。

#### (3) 企業パネル・機器展示、ランチョンセミナー(図3)

本講演会の日程が他の学会や展示会と重なったため、

今回の企業パネル・機器展示の参加企業は2社と少なめであったが、ランチョンセミナーには多くの聴講者が参加され、活発な意見交換が行われた。

本部門講演会を実施する上で、Spring-8見学会実施にあたりご協力いただいた皆様、特別講演会講師の皆様、各セッションのオーガナイザならびに座長の皆様、実行委員の皆様、生産加工・工作機械部門の皆様ならびに関

連学会の会員の皆様、兵庫県立大学工学部ならびに環境人間学部事務局などの関係者の皆様、企業パネル・機器展示と広告にご出資いただいた企業の皆様、および、姫路観光コンベンションビューロの皆様に賜りましたご協力とご尽力のおかげをもちまして、盛会のうちに終了することができました。この場をお借りしまして心から深く御礼申し上げます。



図1 特別講演 山岡弘人氏



図2 特別講演 明珍宗裕氏

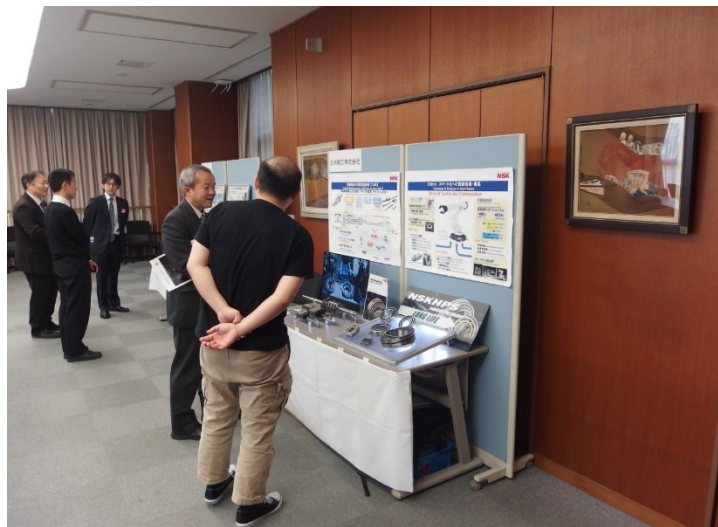


図3 企業パネル・機器展示の様子

## 講演会報告

### 日本機械学会 2018 年度年次大会の報告

大阪大学 榎本 俊之

日本機械学会 2018 年度年次大会が関西大学 千里山キャンパス (大阪府吹田市山手町) において、2018 年 9 月 9 日 (日) ~12 日 (水) (9 日 (日) は市民フォーラム) に開催されました。同大会で生産加工・工作機械部門では 4 つのオーガナイズドセッション(「加工計測技術の最前線: 7 件」「工作機械技術の最前線: 6 件」「切削・研削加工技

術の最前線: 17 件」「研磨・放電加工技術の最前線: 5 件)」を 9 月 10 日 (月) , 11 日 (火) に行い、合計で 35 件の学術講演論文発表がありました。最後のセッションまで多くの聴講者が参加し、活発な質疑が行われました。学生会員による優れた発表・質疑も印象に残りました。

10 日の講演終了後には、例年同様、生産加工・工作機械

部門と生産システム部門および設計工学・システム部門の3部門合同の部門同好会が関西大学内のレストランで行われました。部門内のみならず他部門の参加者(全体で30名程度)との間でも意見交換・情報交換を行い、親睦を深めることができました。阪急電車に乗り、大阪市内に移動し、さらに懇親を深めた方々もいらっしゃいました。

関西は地震や台風など、2018年は天災に見舞われ続け

ましたが、当日は暑かったものの多くの参加者を得て、無事に実施することができました。大阪にお越しいただいた講演者ならびに参加者の方々、またセッションオーガナイザそして部門運営委員の皆様へ感謝を申し上げます。なお、2019年度年次大会は9月8日(日)～11日(水)に秋田大学 手形キャンパスにおいて開催されますので、是非奮ってご参加ください。

## 部門からのお知らせ

### 第13回 生産加工・工作機械部門講演会 「生産と加工に関する学術講演会2019」 (生産加工・工作機械部門 企画)のご紹介と講演申込み方法のご案内

開催日： 2019年10月4日(金)～6日(日)

会場： 熊本大学 黒髪南地区(熊本市中央区黒髪2丁目39番1号)

今回の生産加工・工作機械部門講演会は、熊本地方で初めて開催されます。会場となる熊本大学は、2016年(平成28年)4月14日の熊本地震から復旧しつつあります。黒髪南地区にある国指定重要文化財である工学部研究資料館(図1)は、外観を維持したまま耐震補強を施しています。また、熊本市の中心街も復旧作業が進み、2019年10月には熊本城(図2)を見学することができる予定です。全国の生産加工・工作機械分野の研究者・技術者の皆様、是非この熊本へお集まりいただき、活発な学術・技術交流が行われますようお願いいたします。

#### ○講演申込み方法○

日本機械学会 生産加工・工作機械部門のサイト(<http://www.jsme.or.jp/mmt/>)内の部門講演会のページにアクセスし必要事項をご記入いただいたうえ、オンラインでお申込みください。部門講演会のサイトはこちら↓

<http://www.scoop-japan.com/kaigi/mmtc/>

◇ 講演申込締切：2019年6月1日(土)

◇ 原稿締切日：2019年7月30日(火)

#### ○企画案内○

##### ◇ 特別講演

・2日目(10月5日(土))11:00～12:00

題目：「熊本城の地震被害と被災からの復旧」(仮題)

講師：熊本大学 大学院先端科学研究部

シニア教授 山尾 敏孝 氏

##### ◇ 企業フォーラムパネル展示

・開催日時：10月4日(金)、5日(土)

※ 生産加工・工作機械分野の企業を中心に出展予定

##### ◇ 見学ツアー

・開催日時：10月6日(日)8:50～16:00

・定員：30名(予定、先着順)

・参加費：無料(会員・非会員問わず)

・集合場所：桜の馬場 城彩苑

[熊本市中央区二の丸1番1-1号]



図1 熊本大学 工学部研究資料館



図2 復旧されつつある熊本城

## ・熊本城見学ツアー[ぐるっと一周 120分コース(予定)]

8:50 集合

9:00-11:00 観光ガイドによる熊本城見学

11:10-12:10 昼食(各自で)

## ・サントリー九州工場見学ツアー

12:10 集合

12:20-13:00 城彩苑→工場 移動(無料シャトルバス)

13:00-15:00 熊本工場見学

15:10-16:00 工場→城彩苑 移動(無料シャトルバス)

## ◇ 懇親会

・開催日時:10月4日(金)19:00~21:00

・場所:熊本ホテルキャッスル

## ◇ 技術交流会

・開催日時:10月5日(土)19:00~21:00

・場所:すき焼 加茂川

## ◇ オーガナイズドセッション(OS)／一般セッション(GS)

募集テーマ(案)(2019年2月12日現在)

## OS1 最新工作機械

◎白瀬敬一(神戸大),松原 厚(京都大),村木俊之(ヤマザキマザック)

## OS2 最新機械要素技術

◎吉岡勇人(東京工業大),廣垣俊樹(同志社大)

## OS3 工具・ツーリング

◎加藤秀治(金沢工業大),岡田将人(福井大),赤松猛史(三菱日立ツール)

## OS4 生産システムとCAD・CAM

◎森重功一(電気通信大),妻屋 彰(神戸大),成田浩久(名城大),中本圭一(東京農工大)

## OS5 加工計測・評価

◎高谷裕浩(大阪大),高橋 哲(東京大),佐藤昌彦(鳥取大),神谷和秀(富山県立大)

## OS6 切削加工

◎臼杵 年(東京大),松村 隆(東京電機大),笹原弘之(東京農工大),金子順一(埼玉大)

## OS7 研削・砥粒加工

◎山田高三(日本大),吉原信人(岩手大),嶋田慶太(東北大)

## OS8 電気加工

◎岡田 晃(岡山大),谷 貴幸(筑波技術大),早川伸哉(名古屋工業大)

## OS9 レーザ応用加工

◎古本達明(金沢大),岡本康寛(岡山大),池野順一(埼玉大),比田井洋史(千葉大)

## OS10 研磨技術

◎鈴木恵友(九州工業大),鄒 艶華(宇都宮大),山口桂司(京都工芸繊維大学)

## OS11 超精密加工

◎鈴木浩文(中部大),閻 紀旺(慶応大),山形 豊(理化学研),福田将彦(東芝機械)

## OS12 ナノ加工と表面機能

◎金子 新(首都大学東京),松坂壮太(千葉大),諸貫信行(首都大学東京)

## OS13 環境適応形加工

◎若林利明(香川大),糸魚川文広(名古屋工業大),酒井克彦(静岡大)

## OS14 先端材料・難削材の加工

◎關谷克彦(広島大),坂本重彦(熊本大),杉田直彦(東京大),高橋秀史(三菱マテリアル)

## GS1 一般セッション

◎久保田章亀(熊本大),原田博之(熊本大),黒河周平(九州大),吉川浩一(九州工業大),川下智幸(佐世保高専),篠崎 烈(有明高専)

※ ◎はチーフオーガナイザ

## 編集後記

生産加工・工作機械ニュースレターNo. 55をお届けします。今号では、部門功績賞を受賞された北出真太郎様、部門研究業績賞を受賞された松原厚教授、部門技術業績賞を受賞された須藤雅子様にご寄稿いただき、また、技術レポートをオークマ株式会社の森村章一様にご執筆いただきました。昨年10月には、兵庫県立大学にて開催された第12回部門講演会を盛況のうちに終えることができました。ご協力とご参加をいただいた皆様に深く御礼申し上げます。引き続き、本年10月に熊本大学にて開催される第13回部門講演会にもご協力と参加を賜りますよう、なにとぞよろしくお願い申し上げます。

広報・出版委員会 委員長：茨木 創一（広島大学）、幹事：石田 徹（徳島大学）、委員：岩崎 孝行（(株)IHI）

## Manufacturing &amp; Machine Tool

No. 55 春季号 2019年2月14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

次世代ロボットシステム **ARMROID** (アームロイド)

## NC旋盤に多関節ロボットをビルトイン



これまで不可能だった  
機内・加工中のサポートを実現



切削液とエアを混合したミキシング  
ブローで切粉のからみつきを防止

単体機からロボットセルへ



ワークストッカの着脱により、作業者による小ロット加工、ロボットによる自動  
量産加工を簡単に切り替え

システムインテグレータ不要



簡単ティーチングでロボット操作が可能。  
動作プログラムは対話形式で簡単作成。  
難しいプログラミングは一切不要

**OPEN POSSIBILITIES**

**オークマ株式会社**

〒480-0193 愛知県丹羽郡大口町下小口 5-25-1  
TEL 0587-95-7823  
FAX 0587-95-4091 (営業部)

**LOKUMA**