

# もの作りの技術

## 新展開

February 28, 2000

No. 19

### 若手研究者に聞く / 21世紀の生産加工技術

部門広報委員会 委員長 井上 英夫

Millennium がにわかに流行語となった1999年末から2000年1月にかけて、部門広報委員会の企画により、生産加工学の研究に携わる若手研究者に対して「21世紀への展望」についてアンケートを実施させていただいた。「若手研究者」は大学助教授クラスの年代が中心で、広報委員会が人選させていただいた第一線で活躍される15名である。最初に多忙な期間にご回答いただいた方々に深く感謝いたします。

アンケート内容からして企業所属研究者からの回答数を増加できなかったこと(1名)、対象者数が少ないこと、などの理由で統計的な意味を論ずることはできないが、以下のような結果を得た。

「設問1」およそ2010年～2020年にかけて、生産加工学(生産加工技術)分野でどのような新技術が実用化するとお考えですか。

図1におよその回答分類結果を示す。情報ネットワークと加工プロセスの融合化、ラピッドマニファクチャリング技術、マイクロ加工に関連した新技術の実用化を予測した回答が多い。「高精度化」や「高能率化」における進歩は永遠に求められる基盤技術への大きな期待でもある。

「設問2」21世紀前半の生産加工技術の革新を促すシーズは何であると思われますか。

図2におよその分類結果を示す。原子レベルマイクロ工学、情報技術(センシング、ネットワーク、シミュレーション、知能化)、生体工学などの領域における新たなシーズに注目した回答が多い。

「設問3」およそ2000年～2010年にかけてのあなたの主たる研究開発課題は何になるとお考えですか。

人間との協調や作業支援を高度化する研究課題が非常に多い。たとえば「意匠形状設計支援」、「加工ノウハウ自動構築・再利用」、「知的作業支援環境」、「自律型・知能型NC工作機械」、「Human Task Collaborator」「ヒ

ューマン・フレンドリー加工」、「人間共存型加工」、「ヒューマノイド・ロボット」などの課題名である。基盤技術としての重要性はますます高まるであろうが、「結晶や脆脆材を対象とした高精度・無欠陥加工、機能創出加工、微細加工」、「高速加工」、「環境調和型加工」、「フレキシブル塑性加工」などの課題が挙げられている。

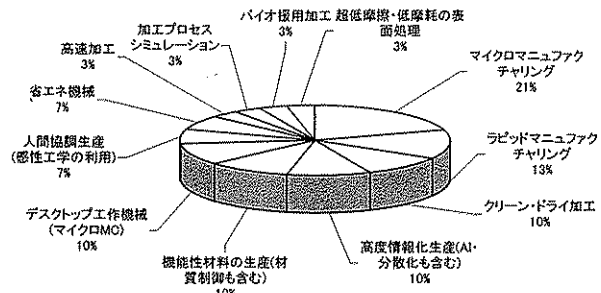


図1 実用化技術

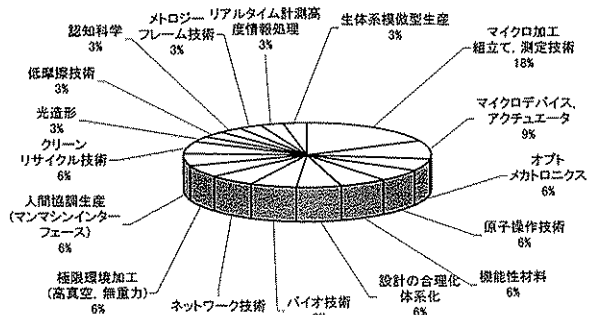


図2 シーズ

### トピックス

- 若手研究者に聞く! 21世紀の生産加工技術 **技術レポート**
- 超高速研削の実用化技術
- コンカレントエンジニアリングで開発期間の短縮 **報告**
- 部門特別講演会ならびに部門賞贈賞の報告 **部門からのお知らせ**

### 部門カレンダー

3/8	生産加工基礎講座-実習でつかもう「ものづくり精度」の勤どころ (於 上智大学)
3/9	
6/1	先端技術フォーラム 高速・高能率加工マシニングセンター (於 東京ビックサイト)
8/1~4	2000年度年次大会 (於 名城大学天白キャンパス)
11/21	第2回生産加工・工作機械部門講演会
11/22	(於 東レ総合研修センター)

むすび

現在の日本は、バブル経済がはじけての後始末と、少子高齢化、国際化、情報革命などが重なり、大きな構造改革期の真っ只中にある。しかしこうした困難な時代であるからこそ生産加工学の研究が生み出す技術革新への期待は非常に大きい。

たとえば歴史に残る大恐慌から脱け出さんとものがくアメリカの1932年は、いくつかの革新によって生産技術史に刻まれる年となった。次々と新しい鉄系合金が開発され、更なる熱処理技術の実用化が進み、工作機械部品への本格的応用によって機械加工の高速化、大出力化、高精度化が可能となり、電気モータ直結式工作機械の実用普及が始まった。本格的な切削工具材としての超硬合金が実用化されて「Carboly」の名を不動のもの

とした年でもある。Pratt & Whitney社は乗用車コンロッドの9箇所を同時計測できる初めての電気式寸法検査装置を実用化し、自動加工時代の幕を開けた。これらの生産技術はやがてHenry Fordの画期的な乗用車生産方式に実を結ぶことになる。

今回のアンケート回答内容でも「マイクロ化」、「情報化（知能化、自律協調）」などのキーワードに技術と産業の近未来像をうかがうことができよう。また「環境」や「人間」などのキーワードには20世紀技術から21世紀技術への潮流変化もみられる。

アンケートから感じ取ることのできる若手研究者の皆さんの夢と希望をかなえるために、生産工学のための研究環境整備の重要性も改めて痛感した。21世紀を担う若手研究者のますますの活躍に期待したい。

## 超高速研削の実用化技術

日産自動車(株) 総合研究所 材料研究所 太田 稔

### 1. はじめに

砥石周速度を増大させる高速研削技術は、研削能率や砥石寿命などの研削性能を飛躍的に向上できる技術として注目されている。自動車部品の生産ラインでは、砥石周速度140~160 m/sの高速研削が一部で実用化され始めた。さらに、筆者らは世界で初めて砥石周速度200 m/sの超高速研削をカムシャフト生産ラインのカムプロファイル研削に適用することに成功した。

ここでは、筆者らが(株)日平トヤマ、(株)ノリタケカンパニーリミテド、日産ディーゼル工業(株)の協力のもとに実用化した超高速カム研削技術を例に、超高速研削を生産ラインへ適用するための実用化技術について述べる。

### 2. 超高速研削の実用化技術

超高速研削の実用化においては、図1に示すように、

- (1) 超高速研削盤の機械要素技術
- (2) 超高速研削を実用化するための要素技術
- (3) 超高速研削の効果を発揮するための研削技術

という3段階の技術開発が必要である。以下、主要な技術について述べる。

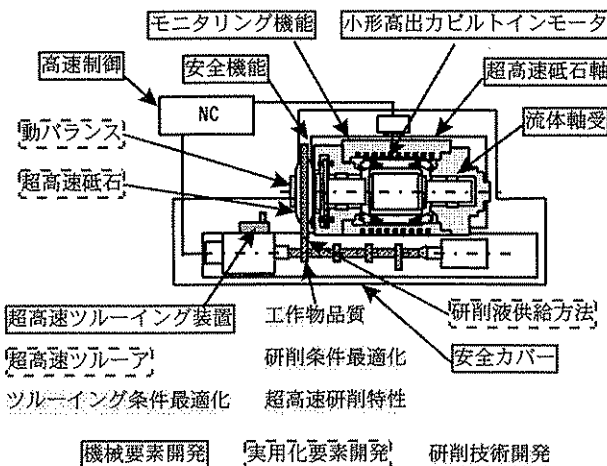


図1 超高速研削の実用化のための主要技術

砥石軸は超高速研削盤において最も重要な機械要素である。高能率研削を目的とした超高速研削用砥石軸として、①超高速高出力モータ、②超高速用高精度軸受、③信頼性/メンテナンス性に優れた構造、などが重要な要件である。

また、超高速研削においても、ツルージング・ドレッシング条件は研削特性を決める重要な要素となる。CBNホイールとダイヤモンドツルージングホイールとの周速度比は特に重要であり、砥石軸回転速度に対応した超高速ツルージング装置が必要である。表1に、筆者らが開発した超高速カム研削盤の基本仕様を示す。

さらに、生産ラインで容易に安全に使えるようにするために、超高速研削専用の対策が必要となる。例えば、超高速回転時のCBNホイールの破損等の方が一の場合に備えて、専用設計の砥石カバーや各種モニタリング機能を充実させる必要がある。

超高速研削の実用化の鍵はCBNホイールが握っていると言える。現状では、安全性・信頼性を考慮すると、CBNホイールのコア材には、軽量・高強度かつ熱膨張係数が小さいCFRPが適していると考えられる。また、採用に際しては、破壊回転試験による破壊強度の確認等のハイレベルな品質保証を求めることが必要である。

さらに、超高速研削の実用上の問題として、動バランス、研削液供給による動力損失および研削熱の対策等が重要になる。

表1 超高速カム研削盤の使用

砥石軸	回転速度	15000min <sup>-1</sup>
	出力	70kW *
	(*Duty type S6, IEC standard)	
CBNホイール	直径	250mm
	最高使用周速度	200m/s
ツルージング装置	回転速度	30000min <sup>-1</sup>
ツルージングホイール	直径	130mm
	最高使用周速度	Max. 180m/s

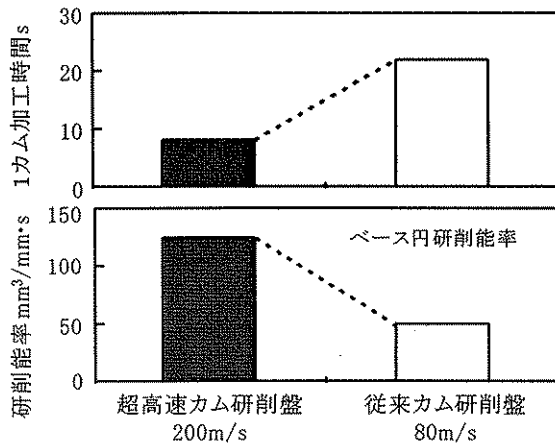


図2 超高速カム研削盤の性能

### 3. 超高速カム研削盤の研削性能

ここでは、超高速カム研削盤の生産ラインでの実力値について述べる。図2に、ベース円研削能率および1カムあたりの研削時間の比較を示す。ベース円研削能率は2.5倍に向上し、1カム研削時間は約1/3になった。この結果、生産ラインでの飛躍的な生産性向上を達成できた。

### 4. おわりに

以上、超高速高能率研削の代表例としてカム研削の実用化について述べた。今後の超高速研削技術の適用拡大のためには、被削材の特性や加工目的に応じた実用化技術の開発が重要になるものと考えている。さらに、地球環境、エネルギー等のトータルバランスを考えた超高速研削技術の開発が期待される。

## コンカレントエンジニアリングで開発期間の短縮 (立形マシニングセンタ「V33」の開発)

牧野フライス製作所 内海 敬三

立形マシニングセンタ「V33」の開発プロジェクトでコンカレントエンジニアリングを実施、開発の構想段階からプロジェクト全体を通じて全部門が情報を共有化し、試作後の設計変更を無くして、新製品の開発期間の短縮を図った。

### 1. 「コンカレントエンジニアリング」ってなに？

適当な日本語訳はまだ無いようだが、本来は「共存」とか「協調」の意。技術の分野では、物事を「多面的に見る・考える」、「並進的に実行させる」ことか。近年の米国再生のきっかけとなった物作りの手法で、「B777」の開発はその代表例。

### 2. なんでそんなことをするのか？

ダ・ビンチをはじめ優秀な設計者は絵がうまかった。「鳥瞰図」今日では「パードビュー」と称す3次元の立体的なポンチ絵を紙に描き、自分のイメージを形に置き換えて思考した。そんなポンチ絵を描ける人も少なくない。

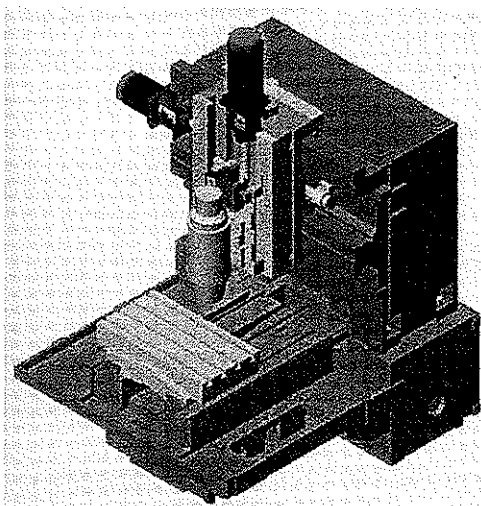
設計（創造）とは考え（想像）を推敲し具現化するこ

とであり、デザインの本質である創造的な思考を行うには、3次元の立体図をイメージしながらの作業が不可欠である。

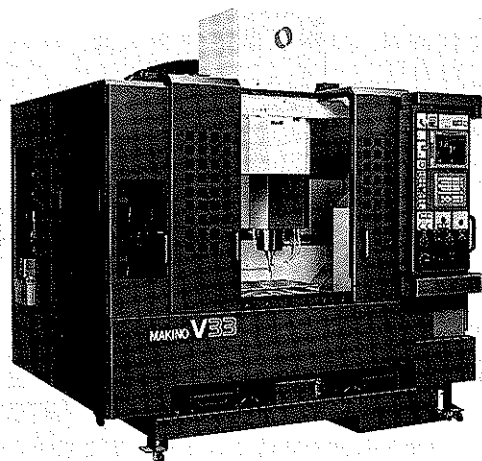
また、そのイメージを設計者以外の多くの人に伝える必要からも、製造のための最終出力を従来の2次元の図面とし、設計を3次元でできるCADの導入が必要であった。

実際の設計作業は、機械の立体構造の可動部を時間的に移動させ、干渉の有無や構造がどのように変形するのかを予測する4次元の世界である。

製品の構想、設計イメージがポンチ絵的に表現できれば、製品の性能・機能、製造から据付、メンテナンスまでの状況を各部門で検証することが可能となり、他部門からの要望・提案を設計の進行過程で取り込むことができる。従来、設計部門が見落としがちだった点を試作以前に修正しカバーすることが、結果として開発期間の短縮と信頼性向上の相反する目標を同時に達成させる大きな要因である。



製品イメージの3次元構想図



立て形マシニングセンタV33

### 3. 機械ユーザのメリットは?

工業生産の基盤技術となる工作機械メーカーは、製品の信頼を届けることが使命であり、性能の向上・信頼性の確保と同時にタイムリーな開発と納期の確保が、重要な課題となっている。また、工場の生産性を向上させる意味からもコンパクトな設計が求められ、環境への配慮も重要である。

このようなユーザからの要望を構想時点で組み込み設計することも、コンカレントな設計であり、短期間での開発はユーザでの迅速な部品供給の立ち上げを可能にし、信頼性の向上へと繋がる。

### 4. どんな機械ができたの?

「V 33」開発のコンセプトは、従来にない高精度、高

速加工とコンパクトな機械設計を達成することであった。結果として、精度はストローク全域で真直度、主軸振動振幅、真円加工とも  $3\ \mu\text{m}$  以下で保証し、標準主軸の最高回転速度を毎分 2 万回転とした。また、機械の大きさは横幅 2280×奥行き 2040×高さ 2400 mm とし、体積、床面積とも従来機「V 55」の 3 分の 2 程度におさえ、1 回の試作評価で確認し商品化が達成できた。

### 5. おわりに

わが国の工業は、変革の過程で技術が進歩し製品が売れ、技術が停滞すると追いつかれる。その意味からも、常に少し先を走りつづけなければならない宿命であろうか。今回の「V 33」の開発を通じ、開発期間短縮のための新しい開発手法の確立を目指している。

## 部門特別講演会ならびに部門賞 (功績賞・研究業績賞・技術業績賞・優秀講演論文賞) 贈賞の報告

日本大学理工学部機械工学科 李 和樹

本年度から部門賞受賞者による特別講演会を開催することになり、その第 1 回目として下記の講演会が開催された。

- ・開催日時: 1999 年 12 月 8 日 (水) 14:00~17:30
- ・開催場所: 中央大学駿河台記念館・会議室
- ・講演: マシニングセンタの開発について  
佐藤 真 氏 (㈱牧野フライス製作所)  
1998 年度部門技術業績賞受賞者  
工作機械関連の研究を振り返る  
: 吉田嘉太郎 氏 (千葉大学名誉教授)  
1998 年度部門功績賞受賞者

本講演会には 51 名が参加し、盛況であった。また、平成 11 年度での贈賞式は、特別講演会に引き続いて行われ、受賞者には賞状と盾が贈られ、出席者一同で受賞者の功績をたたえ、お祝いをした。

#### 『部門功績賞』

永年にわたり本部関連分野の教育と研究において多大な貢献をされた 2 先生に贈賞された。

- 稲崎 一郎 氏 (慶応義塾大学)
- 井川 直哉 氏 (大阪電気通信大学)

#### 『部門研究業績賞』

対象業績名および受賞者は下記のとおり

高速ナノメートル位置決めテーブルシステムの開発と基本特性評価 (日本機械学会論文集, 64 巻 626 号 (1998) 10 月号)

- 橋詰 等 氏 (東京工業大学)
- 新野 秀憲 氏 (東京工業大学)

#### 『部門技術業績賞』

対象業績名および受賞者は下記のとおり

業績名: CBN 焼結体工具による高速切削加工  
鴻野雄一郎 氏 (住友電気工業㈱)

#### 『部門優秀講演論文表彰』

3 件の贈賞が行われ、対象業績名および受賞者は下記のとおり

光散乱法による粒径測定機を用いた Si ウェハの表面評価 (第 1 回生産加工・工作機械

部門講演会 (京都大学) 講演番号 304)

安 弘 (大阪電気通信大学), 佐々木都至 (大阪電気通信大学), 森 勇蔵 (大阪大学), 片岡 俊彦 (大阪大学), 遠藤 勝義 (大阪大学), 井上 晴行 (大阪大学), 山内 和人 (大阪大学)

レーザ加工における表面創成シミュレーション (第 1 回生産加工・工作機械部門講演会 (京都大学) 講演番号 414)

大村 悦二 (大阪大学), 宮本 勇 (大阪大学)

センタレスインフィード研削における研削サイクルの設定 (第 1 回生産加工・工作機械

部門講演会 (京都大学) 講演番号 207)

呉 勇波 (東北大学), 庄司 克雄 (東北大学), 厨川 常元 (東北大学)

## 部門からのお知らせ

### 2000 年度年次大会

2000 年度の年次大会が、2000 年 8 月 1~4 日 (8/1 は見学会) の間、名城大学天白キャンパス (愛知県名古屋市) で開催されます。昨年から始まった「部門横断企画」も、今回はバイオエンジニアリング分野と行うことが決定し、活発な討論が期待されます。また最新の研究発表に加え、基調講演、ワークショップ、新技術開発レポート、オーガナイズドセッション、先端技術フォーラムといった特別企画も計画されております。特に新技術開発レポートでは、高速ミリングに関する最新技術を各企業よりパネル展示と講演で紹介していただきます。有用な

情報源となりますので奮ってご参加ください。

さらに、8月2日には部門同好会も企画いたしております。学会会員の輪を広げるために、お誘いあわせの上で参加いただきたくご案内申し上げます。なお会場や講演申し込み方法の詳細につきましては、追って会誌4月号でお知らせする予定です。

1. ワークショップ：Rapid prototyping
2. 新技術開発レポート：高速ミーリング（講演の他にパネル展示が併設されます。）
3. オーガナイズドセッション
  - 3.1 マイクロプロセッシング（森田 昇）
  - 3.2 マイクロメカニカルファブ리케이션（山形 豊，厨川 常元）
4. 先端技術フォーラム
  - 4.1 歯科治療と機械工学との接点（バイオエンジニアリング分野との横断企画）
  - 4.2 SR光と機械加工の接点
5. 基調講演
  - 5.1 Rapid prototyping, 中川 威雄氏
  - 5.2 SR放射光とマイクロマシン, 高田博史氏

（第一企画委員会）

### －生産加工基礎講座－実習でつかもう「ものづくり精度」の勘どころ

（生産加工・工作機械部門 企画）

〔協賛：精密工学会，砥粒加工学会，日本工作機械工業会，日本小型工作機械工業会，日本工作機器工業会，日本工作機械輸入協会，型技術協会，日本金型工業会，日本工具工業会，超硬工具協会，SME 東京支部〕

開催日 2000年3月8日（水），9日（木）

会場 上智大学 理工学部 機械工学科 クループホール

#### 趣 旨

工作機械の熱変形，および各種構造要素の運動精度測定については，誰もがその重要性を認めながらも，これを把握・解決するための基礎力を養う適切な場がないのが実状です。本講習会では第一線の講師陣による座学と実習を通して，参加者の十分な理解と基礎力を身に付けていただくことをねらいとしています。受講対象としては，工作機械関連の生産設備設計あるいは製造技術の実務経験を持った若手技術者を考えています。講習は1日単位での申し込みも可能です。多数の皆様のご参加をお待ち申し上げます。

本講習会はここ数年来実施して好評を得たものを，内容を吟味して引き続き実施するものです。実習を通しての貴重な体験に，あなたもぜひ参加してみませんか？ なお，受講された方には修了証を発行いたします。

#### 題目・講師

3月8日（水）10：00～12：00 講習，13：00～16：00 実習

#### 「工作機械の熱変形問題のとりえ方」

工作機械の熱変形による加工誤差の問題は，工作機械の加工精度を向上する上で避けることができない。そこで，本講習では熱変形の原因，熱源の探索，各熱源による熱変形挙動，熱変形対策等について，モデルを用いた解析で説明する。実習は講習の内容に対応したものをを行う予定。また，現在審議中のISO規格に基づいた工作機械の熱変位測定方法に関しても，その最新動向を概説する。

東京農工大学教授 工学部 西脇 信彦  
東京農工大学助手 工学部 堀 三計  
機械振興協会 技術研究所 次長 上野 滋

3月9日（木）10：00～12：00 講習，13：00～16：00 実習

#### 「運動精度計測問題のとりえ方」

工作機械の幾何学的誤差は，直線運動誤差，回転運動誤差，および軸の交叉角誤差が工作機械の基準面の誤差の上に組立てられている。これらは直接，工作物の形状偏差および姿勢偏差ならびに表面粗さに影響する。ここではそれらの関係を学ぶとともに，どのような測定・解析を行うかを体得する。実習内容はボールバーによる円弧運動

精度測定と切削形状との相関測定、ISO 230-2 に基づく位置決め測定ほかを予定。

(株) ミットヨ 技術顧問 沢辺 雅二  
 機械振興協会 技術研究所 次長 上野 滋  
 レニショー (株) CMM 計測機部 課長 佐藤 清志

定員 15名、申込先着順により満員になり次第締切ります。

聴講料 2日間連続で受講する場合：会員 46,000円、会員外 66,000円、学生員 20,000円。1日単位で受講の場合：会員 36,000円、会員外 46,000円、学生員 10,000円。いずれも教材1冊分含む。開催日の10日前までに聴講料が着金するようにお申し込み下さい。なお、上記聴講料には傷害保険料が含まれています。

問合せ先

上智大学理工学部機械工学科/岡部眞幸 (生産加工・工作機械部門企画委員)  
 電話 (03) 3238-3304/FAX (03) 3238-3405  
 E-mail : m-okabe@me.sophia.ac.jp

申込方法

申込者1名につき、会誌1999年11月号告461ページの行事申込書1枚(コピー可能)に必要な事項を記入し、代金を添えてお申し込み下さい。申込書が必要な方は下記担当までお問い合わせ下さい。  
 [担当職員 遠藤貴子/TEL (03) 5360-3501/FAX (03) 5360-3508]

(第二企画委員会)

先端技術フォーラム 高速・高能率加工マシニングセンター

(主催 日刊工業新聞社 共催 日本機械学会生産加工工作機械部門)

日時：2000年6月1日

場所：東京ビックサイト

趣旨

生産加工分野において、加工の高速・高能率化が一段と進みつつあります。その要求に対し従来技術の改善でどこまで対応が可能か、また、新たな手法としてどのような例が開発されつつあるのか、現状の技術と将来動向について、代表的な企業の技術者から解説していただきます。本企画は、国際金属加工機展(インターメックス)に併催するもので、ここに機械工業の代表的な業界から話題を提供していただき、今後の製造業のうち、生産技術に関する分野がどのような方向に進もうとしているのかを探ることを最大の目的としています。工作機械の設計技術者だけでなく、工作機械ユーザにとっても価値ある情報が得られるものと確信しております。

(下記プログラムで交渉中であり、題目、講師は変更される場合があります。)

1. 10:00~10:30 総論：高速・高能率加工マシニングセンターの現状と将来  
京都大学 垣野義昭 氏
2. 10:30~11:00 送り系1：リニアモータによる高速・高加速度化  
ファナック株式会社サーボ研究所リニアモータ開発室長 曾我部正豊 氏
3. 11:05~11:35 送り系2：ハイリードボールねじによる高速・高加速度化  
日本精工株式会社直動製品技術部 宮口 和男 氏
4. 11:35~12:05 送り系3：高速リニアスケール  
ハイデンハイン株式会社取締役 田中善一 氏
5. 12:50~13:20 主軸系1：高速主軸  
日本精工株式会社直動製品技術部部長 中村晋哉 氏
6. 13:20~13:50 主軸系2：駆動用モータ  
三菱電機株式会社名古屋製作所 NC システム部 竹下虎男 氏
7. 13:55~14:25 回転テーブル：高速・高トルク回転テーブル  
神鋼電機株式会社 荻田 氏
8. 14:25~14:55 事例1：FF 610 とそれを用いた高速・高能率加工  
ヤマザキマザック株式会社 高田 芳治 氏
9. 15:00~15:30 事例2：HVM 600 とそれを用いた高速・高能率加工  
株式会社 森精機製作所要素技術部 杉本 好昭 氏
10. 15:30~16:00 事例3：2主軸をもつ専用機型 MC  
三菱重工業株式会社京都精機製作所技術部 藤原 彰彦 氏
11. 16:05~16:35 事例4：チルト機構を用いた高速 MC  
ホンダエンジニアリング株式会社 吉田 尚 氏

(第三企画委員会)

## 第2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'00」

第2回生産加工・工作機械部門講演会を富士山が美しく望め、アクセスの良い静岡県三島市において下記要領で開催致します。

## 記

開催日：2000年11月21日(火)、22日(水)  
開催場所：静岡県三島市 東レ 総合研修センター  
(東海道新幹線 三島駅北口より徒歩約10分)

当研修センターは、ゆったりとした最新の設備と190室におよぶ宿泊設備を有しており、宿泊していただき、ゆっくりと会員同士の交流を深めることができます。

つきましては、日頃の研鑽と研究成果の発表の場としていただきたく下記セッションテーマで講演論文を募集いたします。ふるってご参加下さい。

詳細は2000年3月号にてお知らせいたします。

## 募集テーマ

	1室	2室	3室	4室	5室
11月21日(火) 9:30~12:00	金型の製作① 切削加工	最新の工作機械①	機械要素	電子部品・光学部 品の超精密加工	超高速加工
13:00~14:00	特別講演 京都大学 垣野義昭教授				
11月21日(火) 14:10~17:20	金型の製作② 放電加工	最新の工作機械②	生産システムと CAD・CAM	マイクロ加工	工具・ツーリング
18:00~20:00	懇親会				
11月22日(水) 9:00~12:00	環境適応形加工 エコマシニング	超音波応用加工	計測・評価	研削・砥粒加工	高機能面の形成技術
11月22日(水) 13:00~16:00	プラントツアー 静岡県東部の特長ある企業の見学を計画				

(副部門長)

## 編集後記

生産加工・工作機械部門ニュースレター No.19 をお届け致します。本号は2000年最初のニュースレターとして、若手研究者に於ける21世紀の生産加工技術の動向を予測して頂き、その調査結果を報告致しました。新世紀に向けて日本の生産技術の新展開と発展に期待したいと思います。ニュースレター、ホームページに対する皆様のご意見、ご感想をお待ち致しております。

委員長：井上英夫(中央大) 幹事：松村隆(電機大) 委員：青山藤詞郎(慶応大)、毛利尚武(豊田工大)

## Manufacturing &amp; Machine Tool

No.19 春季号 2000年2月28日発行

編集兼 生産加工・工作機械部門

発行者 広報委員会

発行者 日本機械学会  
生産加工・工作機械部門

印刷製本 榊春恒社