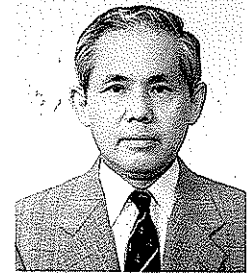


# Production Engineering

## 新展開

### 超精密加工への期待



神戸大学工学部教授 森脇 俊道

我が国が、付加価値生産で生きるべく運命づけられているということに対しては、疑問の余地はないと思われる。ここで付加価値には、ハードウェアとソフトウェアの両面があるが、主としてハードウェア的な面についてみれば、今後とも我が国が世界に対して付加価値生産において有利な立場を築く基礎は、高精度化・超精密化と知能化であろう。知能化に関しては既に垣野先生が論じておられるので、ここでは高精度化・超精密化について私見を述べさせていただきます。

一口に超精密加工と言っても、機械的なエネルギーによる加工の他に、電気的、熱的、化学的なエネルギーを利用した加工など、加工法は極めて多岐にわたる。また、機械的な加工法についても、いわゆるソリッドな工具を利用する切削加工、相対的にフレキシブルな多刃工具を利用する研削加工、遊離砥粒による研磨加工など、さまざまな加工法がある。ここでは筆者が研究している、超精密切削加工に限定して考えてみたい。よく知られている超精密ダイヤモンド切削では、通常極めて高精度に仕上げられた単結晶ダイヤモンド工具を用いるが、工具形状の転写精度が良好であるため、形状創成

機能に優れ、複雑な形状の仕上げ面を高精度・高能率で得ることができる点に特徴がある。しかしその一方で、単結晶ダイヤモンド工具で加工し得る工作物材質には制約があり、現状では銅、アルミニウムなどの軟質金属、プラスチックの加工を中心に実用化が進んでいるのみである。そこで現在、超精密ダイヤモンド切削が不得意としている鋼類や硬脆材料の超精密切削が多方面で研究されている。今後の超精密切削に望まれるものは、こうした工作物材質を選ばない加工法と、各種オプト・エレクトロニクス部品、マイクロマシンなどに要求される、複雑で微細な形状の超精密・高能率加工であるといえる。この他今後研究開発が望まれる超精密切削加工の代表的な分野をまとめて表に示しておく。

事例として恐縮ではあるが、筆者らの研究室で現在研究開発を進めている超精密超音波楕円振動切削について紹介させていただく。これは切削方向と切りくず流出方向を含む面内で、楕円（あるいは円）軌跡を描くように、ダイヤモンド工具に超音波振動を与えながら断続切削する方法である。切りくずが生成される時点で、工具すくい面が切りくずを流出方

表 今後研究開発が望まれる超精密切削加工の分野

超精密加工の分野	応用事例	背景
超高精度化（超超精密化）	X線関連機器（SOR関連） 超超精密光学部品	X線関連の需要増大 工学機器の短波長化
複雑な形状の超精密加工	各種レンズ、ミラー 大型フレネルレンズ	非球面工学系の需要増
大型化	X線天体望遠鏡 大型SOR用ミラー	特殊大型部品の要求
マイクロ化	マイクロマシン	部品の微小化、複雑形状化
難削材の超精密高速加工	超精密金型 特殊レンズ、ミラー	鋼系難削材、硬脆材料の超精密加工の要求

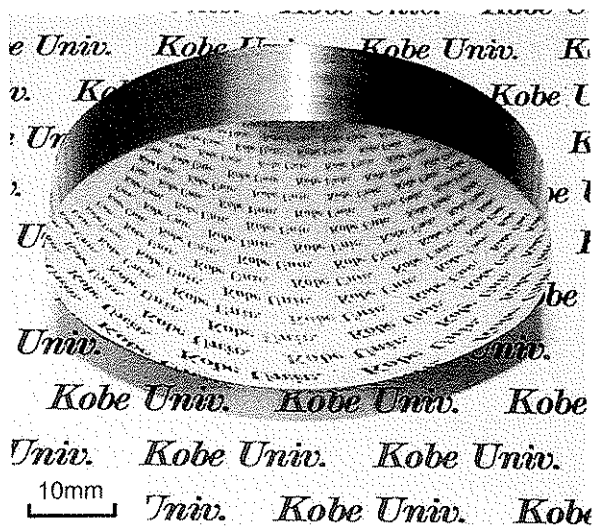


図 楕円振動切削によって加工された焼入れ鋼の球面ミラー

向に引上げながら切削するため、工具すくい面における摩擦力が減少（あるいは力の方向が反転）し、結果としてせん断角の増加（実験的にはせん断角60度も得られている）、切りくず厚さの減少、切削力の低下がもたらされる。実験結果によれば切削力は通常切削に比較して一桁低下し、断続切削による工具の冷却効果もあって、焼き入れ鋼や、ガラスなどの硬脆材料の鏡面加工が可能となっている。一例として焼き入れ鋼の球面ミラーを加工した例を図に示しておく。

超精密加工は、多くの応用分野においてこれから益々重要性が増す加工法と考えられる。新たな加工プロセスの開発も種々進められており、今後の研究開発に期待したい。

## 環境対応型工作機械

東京工業大学工学部教授 齋藤 義夫

### 1. 工作機械と環境問題

日本工作機械工業会は工作機械及び周辺技術の発展のために数多くの調査研究をこれまでに実施している。その中の「工作機械の環境安全対策に関する調査研究」は西脇信彦委員長（東京農工大学教授）のもとで、平成7年から3年間にわたり、図1に示すように、社会的な要求との関連から、工作機械の環境・安全問題について調査研究を行った。PL法やISO 14000の施行に伴い、製品はもとより、温暖化防止など地球環境に対しても責任のある対応が必要不可欠になる。平成10年度からは「環境対応型工作機械調査研究専門委員会」を設置し、工作機械の環境への影響割合、工作機械に適したLCA (Life Cycle Assessment) 手法の開発などについて研究を始めている。工作機械と環境問題が切り離せない状況であることは、昨年の第19回日本国際工作機械見本市において「環境」が展示のキーワードになっていたことから明らかである。そこで、ここではこれらの委員会を得られた成果について簡単に紹介する。

### 2. 工作機械のゆりかごから墓場まで

「工作機械のゆりかごから墓場まで」を環境・安全の観点から見直しを試みた結果、丁寧に作られた工作機械は、大切に使われ、寿命に達しても第2、第3の活躍の場があり、はっきりした墓場が見つからないことが確認された。消費財に比べ圧倒的に製品寿命が長く、廃棄されても悪影響を及ぼす要因が少ないため、工作機械自体は非常に環境に優しい一面を有している。ところが、工作機械は生産財であるため、使用時における環境負荷が膨大であることが予測される。図2は生産財と消費財の環境負荷割合について概略的に比較した例である。一般的には、家電製品や自動車などは製造時と廃棄時にそれぞれ10%、使用時に80%の環境負荷を与えるといわれている。これに対し、工作機械は製造時および廃棄時はほとんど影響がなく無視できるが、使用時において油剤や電力を大量に使用するため環境負荷が95%以上になると考えられる。その上、作られた製品の性能は工作機械に依存することが多く、その使用時の環境負荷に工作機械が間接的に関与することも確かである。産業全体の生産量を考慮し総合的に判断すると、工作機械が直接、間接的に環境に及ぼす影響は計り知れないほど大きいといえる。

### 3. 工作機械に適したLCA, LCD

環境に優しい製品の設計という観点から、LCD (Life Cycle Design), Eco Design, DFE (Design For Environment), DFD (Design For Disassembly) などの言葉が利用され、環境への影響割合を設計段階で評価することの重要性が提唱されている。その評価方法の一つであるLCA (Life Cycle Assessment) は、各分野で実際に検討され、統計量の整備も進み、成果が挙げられつつある。しかし、工作機械に関しては、上述したように、生産財としての特殊性、特異性があるため、従来のLCAをそのまま適用することは難しい。

例えば、工作機械の使用時の環境負荷が増大しても、それで出来た製品の性能が向上した場合など、間接的な効果をどのように反映すべきか、良い方法がない。普及台数を考慮すれば、家庭用クーラや自動車の性能が数%改善されるほうが、実質的な効果は大きいと容易に予想されるが、このような比較を行うための手法がなく、統計的なデータも乏しい状況である。生産システム、工場という大きな領域を対象に、生産財としての工作機械に適したLCA手法の開発が急務といえる。

### 4. 環境対応型工作機械の技術課題

工作機械の将来展望とあわせて、環境問題に対応するための技術開発課題について、アンケートを行った。優先度が高いと判断された開発課題のベスト3を下記に示す。

- (1) 切削油剤を使用しないドライ切削加工の開発
- (2) 油剤などのミストを回収する装置を一体化した超クリーン環境の開発
- (3) 完全切屑処理装置の開発（切屑の完全リサイクル処理装置）

MQL, セミドライ, ドライなど、表現が異なり、区別も明確ではないが、油剤の使用と処理が今後の大きな課題であるとの認識で、真剣な取り組みが既に始まっている。切屑処理は古くて新しい問題であり、ドライ化に伴い重要度が增大しているといえる。

将来の工作機械や工場が、社会環境、生活環境に及ぼす影響、逆に、社会環境、生活環境が工作機械、工場に及ぼす影響について、最も実現性が高いと予測された結果は「工作機

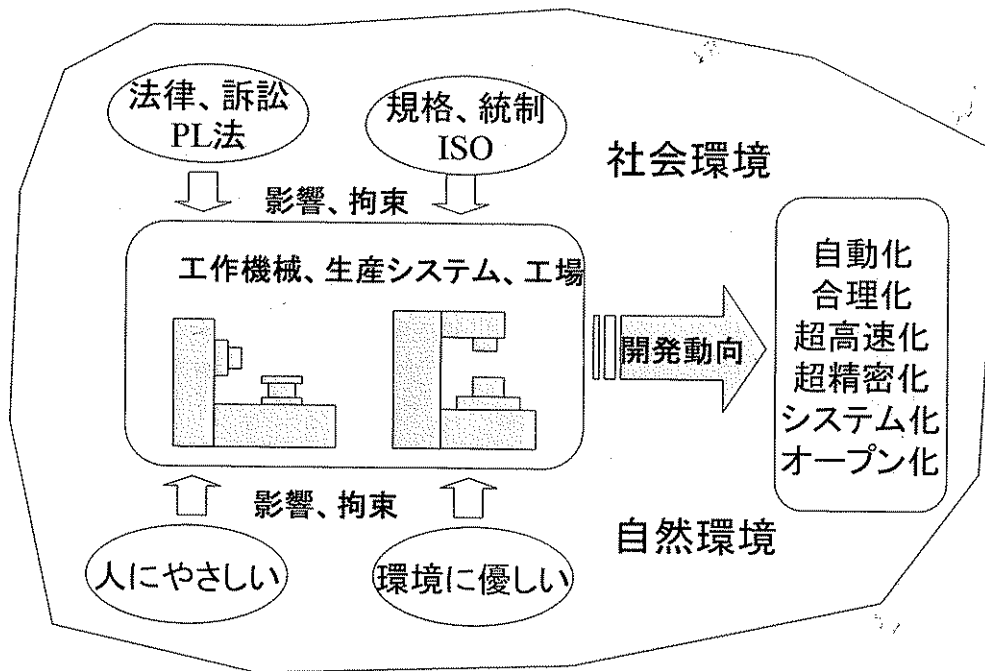


図1 工作機械と社会環境

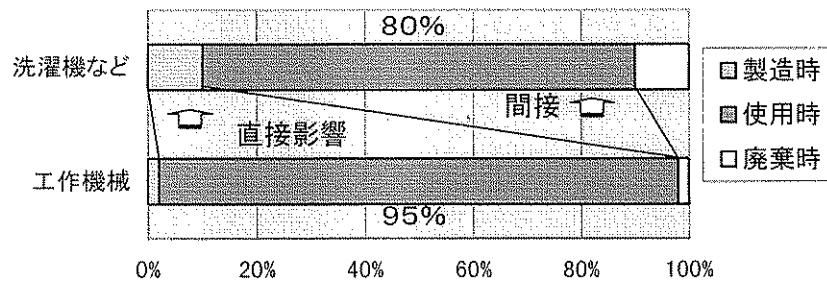


図2 生産財と消費財の環境負荷割合

械の製造責任が極端に増える。」であった。大量生産/大量消費の時代から環境調和型あるいは循環維持型など新しい社会システムへの移行が叫ばれており、工作機械が果たすべき役割、担うべき責務は大きくなる一方である。

環境問題は、長期的、広域的な影響をしっかりと把握し、関連するすべての項目について配慮する必要があり、短期間で解決することは本質的に難しい。しかし、工作機械周辺技術

を環境の観点から地道に再点検し、技術課題を解決することにより、工場をオフィスに負けないアメニティ工場に変身させることも可能で、21世紀を前に工作機械に対する期待は大きいと考える。日本機械学会の研究分科会 RC 164でも工作機械のLCDに関するワーキンググループがあるので、環境対応について会員の皆さんご意見を頂ければ幸いです。

### 「工作機械関連のニューテクノロジー」 ポスター展開催される

社団法人 日本工作機械工業会

去る、1998年10月28日(水)～11月4日(水)まで、インテックス大阪において世界3大工作機械見本市の一つである第19回日本国際工作機械見本市(JIMTOF、主催：(社)日本工作機械工業会・(社)大阪国際見本市委員会)が約12万人の来場者を集め、盛会に開催された。

本見本市のイベントの一つとして、大学・国公立研究機関等の工作機械関連の研究者の研究内容を紹介する「工作機械関連のニューテクノロジー」ポスター展が、見本市会場内インテックスプラザにおいて開催された。

本ポスター展は、前回JIMTOF(1996年・東京)から企画されたもので、2回目となる今回は17研究機関から33に

のぼるテーマがポスター形式で紹介され、興味深い研究内容の数々を熱心に見学する来場者の姿が多数見受けられた。10月31日(土)・11月1日(日)の2日間には各研究機関の説明員が常駐し、それぞれの研究内容に対する質問・意見等活発なディスカッションが行われていた。

世界の工作機械を一堂に集めたJIMTOF会場内でこのような展示が行われることは、研究内容を広く一般にPRする絶好の機会である。また、来場者にとっても最新の研究動向から有益な情報を得られるため、産学交流の場としての期待も大きく、今後の継続開催が望まれている。

## No.99-15 講習会 ー生産加工基礎講座ー 実習でつかもう「ものづくり精度」の勘どころ

開催日 1998年3月4日(木)、5日(金)  
会場 東京農工大学 工学部 機械システム工学科  
[JR中央線「東小金井」駅南口下車徒歩7分]

題目・講師  
3月4日(木) 10:00~16:00 講習・実習  
「工作機械の熱変形問題のとりえ方」  
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部長 上野 滋  
3月5日(金) 10:00~16:00 講習・実習  
「運動精度計測問題のとりえ方」

(株)ミットヨ 技術顧問 沢辺雅二  
機械振興協会技術研究所部長 上野 滋  
レニショー(株) 佐藤清志

定員 30名, 申込先着順。  
聴講料 2日間受講: 会員 50,000円, 会員外 70,000円。  
1日受講: 会員 30,000円, 会員外 40,000円。  
いずれも教材1冊分, 傷害保険を含む。  
申込方法 会誌1998年9月号告385ページの行事申込書に  
記入し, 代金を添えて申し込み下さい。  
(担当職員 遠藤貴子)

## 国際金属加工機械展 先端技術フォーラム

日時: 1999年5月26日(水)~28日(金)  
場所: 東京ビックサイト 会議棟 605号室

新世紀の生産加工  
5月26日(水) 14:00~16:00  
基調講演「新世紀の切削加工技術と工作機械」  
京都大学 垣野義昭教授

5月27日(木) 「ドライ加工の最前線」(10:00~15:20)  
ドライ加工への取り組み トヨタ自動車(株) 近藤猛男  
鋳鉄の高速フライス加工 住友電工(株) 富田邦洋  
鉄鋼材料のドリル加工 東芝タンガロイ(株) 門田 功  
ドライホブ加工 三菱重工業(株) 江川庸夫  
アルミニウムのドライ吸引加工 ホーコス(株) 小林隆志

5月28日(金) 「最先端の高速・高能率加工」  
(10:00~15:20)

高速ミーリングの現状と課題 理化学研究所 高橋一郎  
超高速研削ラインの実用化 日産自動車(株) 太田 稔  
超高速加工対応保持具 (株)MSTコーポ 高橋達雄  
求められる工具性能 三菱マテリアル(株) 新井辰夫  
リアモータによる高速高精度加工 豊田工機(株) 飯田 亘

問い合わせ・申込先: 日刊工業新聞社総合事業局  
イベント部「先端技術フォーラム」係  
〒102-8181 東京都千代田区九段北1-8-10  
Tel 03-3222-7232 Fax 03-3222-7028  
参加費: 3日間の参加 5万6千円(一般),  
4万5千円(機械学会会員), 8千円(学生)

## No.99-2 第1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 '99」

開催日 1999年3月31日(水)、4月1日(木)  
会場 京都大学工学研究科物理系新棟(京都市)[京都市左京区吉田本町]  
3月31日(水)(題目/講演発表者)

(基調講演1) 金型製造の最新技術  
ラジアスエンドミルを用いた金型の粗加工用データベースの開発  
Machining Error in Ball End Milling of Inclined Flat Surface  
ボールエンドミルによる半球面加工における加工精度に関する研究  
機上焼き入れによる金型製作法に関する研究  
エンドミル外周刃逃げ面摩耗の光学的測定  
Ni 基合金の高速切削用工具  
超耐熱合金インコネル718の高速正面フライス加工における工具寿命  
難削材料の溝入れ切削の高能率化  
Ti-6 Al-4 V合金の小径穴あけにおける被削性  
チタン合金(Ti-6 Al-4 V)の低温空気環境下での切削  
セラミック工具による焼入れ鋼のエンドミル切削(被削材硬度が工具損傷に及ぼす影響)  
ステライト系自溶合金溶射皮膜のYAGレーザ加熱旋削加工  
GFRPの単粒切削  
炭素繊維強化プラスチック切削における工具摩耗機構  
プリント基板穴あけ用ドリルの寿命判定に関する一考察  
繊維強化複合材料・FRPのドリル加  
FRMの加熱二次元切削  
アルミニウム基複合材切削時の工具摩耗

福井雅彦(東京工科大)  
アンドレ シュラム(京大)  
バーナード・イクア(鳥取大)  
岩部洋育(新潟大)  
速水雅人(滋賀県立大)  
李 和樹(日大)  
山根八洲男(広島大)  
狩野勝(三菱マテリアル)  
越智秋雄(広島工大)  
藤瀬健領(中国工研)  
升田雅博(徳島大)  
大谷敏昭(中国工研)  
佐藤公紀(島根県工技センター)  
田代徹也(阪府高専)  
野村昌孝(神戸商船大)  
井上久弘(阪府大)  
小川 誠(芝浦工大)  
宮本 猛(阪大)  
中村 示(帝京大)

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  
 電着 CBN 小径砥石による深溝底面の研削  
 粒度# 140 ダイヤモンド砥石によるアルテックの超平滑研削の検討  
 有気孔メタルボンドダイヤモンドホイールの研削抵抗の研究  
 磁気研磨法による内面の精密バリ取りに関する研究  
 CBN 砥石による高速研削について  
 GC 研削に関する研究—カップ型 CBN ホイールの作業面状態について—  
 角度センサによる位置検出システム  
 ステージのローリングの精密計測と制御  
 回折格子を用いた光ヘテロダイン干渉による真直度測定の研究  
 光散乱法による粒径測定機を用いた Si ウエハの表面評価  
 シリコンウエハ加工表面のレーザ応用微小欠陥計測  
 リバースエンジニアリングに関する自律形状測定  
 オートフォーカス方式を用いた金型の加工形状誤差の机上測定  
 形状解析と表面性状  
 振動荷重下の金属の摩耗  
 レーザ照射で形成した固体潤滑膜のトライボ特性  
 接触界面の粗さと気体の漏れに関する基礎的研究  
 振動摩擦の周波数特性の計測への応用  
 アプレシブ摩耗における摩耗粉排出割合評価法  
 SPM による表面計測の分子動力学シミュレーション  
 超音波顕微鏡による弾性表面波速度測定結果に及ぼす表面性状の影響  
 表面おうとつ形状変化に基づくラップ加工プロセスの評価  
 粗さ分布系のリヤブノフ評価  
 放電加工における異常アーク放電に関する研究  
 金型用亜鉛合金 (ZAPREC) の放電加工特性  
 チタン合金の放電加工によるカラーリング  
 マイクロ放電研削加工  
 放電加工の環境調査  
 破損工具除去を目的とした放電加工の開発と活用現況  
 絶縁性セラミックスの放電加工における放電位置計測  
 (基調講演 2) 生産技術としてのレーザ加工の現状と課題  
 レーザ加工の自動車業界への応用の動向  
 レーザ加工の重工分野での適用  
 ジョブショップからみたレーザ加工の現状  
 スラブ型 YAG レーザを用いたレーザ加工性能  
 エレクトロニクス分野におけるレーザ加工の現状と動向  
 レーザフォーミングによる金属平板の塑性加工  
 レーザ加工における表面創成シミュレーション  
 <特別講演> 光学ガラスの精密加工技術  
 (基調講演 3) 人の営為の質の転換を求めて  
 (1) 21 世紀に向けた新しい試み, 3 次元 CAD 教育  
 (2) 企業に於ける設計業務と設計教育  
 (3) 中高年者を対象とした 3 次元 CAD 教育  
 (4) 産業機械メーカーでの設計教育  
 (5) 大阪産業大学における設計・製図教育  
 (6) 姫路工業大学に於ける 設計・製図教育の現状  
 (7) 京都大学における設計・製図教育の現状

4 月 1 日 (木)

(基調講演 4) 高速切削に対する切削工具の動向  
 超高速ミーリング機 (HICART) の切削特性  
 超硬ボールエンドミルによる鋼材の高速ミーリング—工具刃先処理の摩耗への影響—  
 (Al, Ti) N コーティングエンドミルの高速切削性能  
 高硬度工具鋼のエンドミル加工特性  
 超高速ミーリングにおける MQL の効果  
 超高速乾式切削における摩耗抑制についての考察 (高速度鋼製ホブによる歯切りの例)  
 ドライカットによるボブ切り  
 乾式穴あけ加工  
 面取り兼用ドリルの性能評価

吳 勇波 (東北大)  
 閻秋生 (汕頭大 中国)  
 開 豊 (八代高専)  
 TRUONG SON HOANH (立命館大)  
 進村武男 (宇都宮大)  
 大下秀男 (大阪ダイヤモンド工業)  
 木村 俊 (阪工大)  
 清野 慧 (東北大)  
 張世宙 (東北大)  
 浅野 伸 (三菱重工)  
 安 弘 (阪電通大)  
 高橋 哲 (阪大)  
 中山耕一郎 (慶應大)  
 蕭 士修 (京大)  
 鍵和田忠男 (北大)  
 阿保政義 (姫工大)  
 坂本 亨 (姫工大)  
 渡辺 昭 (芝浦工大)  
 石垣博行 (姫工大)  
 久門輝正 (群馬大)  
 清水 淳 (茨城大)  
 日下正広 (姫工大)  
 笹島和幸 (東工大)  
 長谷川素由 (姫工大)  
 宮崎 真 (京工繊大)  
 増井清徳 (大阪府産技研)  
 南 久 (大阪府産技研)  
 正木 健 (松下電器)  
 上出論吉 (産業技術短大)  
 東 洋孝 (東放電)  
 小菅 守 (豊田工大)  
 宮本 勇 (阪大)  
 森 清和 (日産)  
 石出 孝 (三菱重工)  
 門屋輝慶 (レーザックス)  
 家久信明 (ファナック)  
 鷲尾邦彦 (NEC)  
 片山卓也 (中部大)  
 大村悦二 (阪大)  
 柴田順二 (芝浦工大)  
 福永征夫 (松下電器)  
 太田幹郎 (阪府大)  
 菅原繁夫 (住友金属)  
 岡田克巳 (三菱電機)  
 都築秀浩 (神鋼 テクノ)  
 櫻井恵三 (阪産大)  
 奥田孝一 (姫工大)  
 手島清美 (京大)

佐橋稔之 (住友電工)  
 高橋一郎 (理化学研)  
 安斎正博 (理化学研)  
 北浦精一郎 (神鋼コベルコツール)  
 白川武志 (鳥取大)  
 笹原弘之 (東京農工大)  
 中河 清 (不二越)  
 取達典嗣 (カシフジ)  
 前田 淳 (住友電工)  
 塚原 聡 (金沢大)

超精密回転テーブルの構造, 精度, 評価方法  
 高ヤング率コア材を用いた薄刃ダイヤモンドホイールの開発  
 回転切削工具の加工径補正 (ピエゾ素子による微小位置決め装置)  
 超精密加工における加工精度向上に関する研究  
 電子顕微鏡内加工の設計構想とシステム開発  
 摩擦力顕微鏡機構を用いた極微小な機械加工の研究  
 鋼の超精密楕円振動切削加工  
 機械加工を併用した大規模・高精度異方性エッチング  
 超精密切削における切りくず形成最小切込み深さの実験的検討—工作物材料の影響—  
 脆性材料の延性モード研削加工における表面創成  
 単結晶シリコンの機械加工における仕上面創成機構  
 線り込み群分子動力学による切削時工具すくい面切り屑接触界面のズーム観察  
 (基調講演5) パラレルメカニズム応用工作機械の現状  
 パラレルメカニズム工作機械の開発  
 ハイブリッドメカニズム型工作機械の精度検定法  
 4-アクチュエータ・パラレルメカニズムによる3自由度力制御  
 パラレルメカニズムにおけるアッペのオフセットが運動誤差に及ぼす影響  
 ダイナミックレーザによる工作機械の運動誤差の測定と解析  
 改良型反転法による工作機械の真直度測定  
 粘性可変流体を用いた位置制御系の動特性改善に関する研究  
 超磁歪を用いた圧力センサの開発  
 NC工作機械サーボ系におけるスティックモーションの生成機構に関する研究  
 超高速研削盤への安全確認型システムの適用  
 工機主軸用軸受の高速度性能  
 工作機械用高速スピンドルの開発  
 磁気軸受を用いた高速スピンドルの開発  
 リニアモータを用いた高速マシニングセンタの開発  
 リニアモータを用いた高速マシニングセンタ LX-1 の開発  
 リニアモータを用いた高速マシニングセンタ HVM 600 の開発  
 高速 MC “ジェットセンター” の開発  
 ハイリードボールねじを用いた高速マシニングセンタ FF, FJV シリーズの開発  
 高速・高加速度マシニングセンタによる高速・高能率切削  
 知能化工作機械による高速・高能率ドリル加工 (第2報)  
 曲面形状の簡易入力システム  
 工作機械主軸テーパ部の熱的設計  
 多階層型遺伝的アルゴリズムによる工作機械システムの最適化  
 評価特性間の競合関係を考慮した工作機械の最適設計  
 工作機械における感度解析を適用した最適設計  
 ホロニック生産システムにおけるリアルタイムスケジューリング  
 組立工場における部品搬送スケジューリング  
 ホロニック生産システムにおける階層分散型スケジューリング  
 バーチャルファクトリを用いた製品コスト分析の試み  
 金型プレート用 CAM システムの開発  
 イオンマイクロビームによる高分子の超微細加工  
 集束イオンビームスパッタデポジションによる真空マイクロエレクトロニクス素子の作製  
 フッ化マグネシウム薄膜形成時のスプラッシュ現象  
 フッ素負イオンエッチングにおけるシリコン基板および二酸化シリコン膜のエッチング速度と損傷層の評価  
 イオンビーム加工法による金属インプラントの表面改質

田中克敏 (東芝機械)  
 岡西幸緒, (大阪ダイヤモンド工業)  
 村松健司 (新機械技研)  
 堀内 幸 (豊橋技科大)  
 江田 弘 (茨城大)  
 佐々木源 (千葉大),  
 辻 昭夫 (神戸大)  
 諸貫信行 (都立大)  
 佐伯守彦 (熊本大)  
 江田 弘 (茨城大)  
 島田尚一 (阪大)  
 武澤伸浩 (名工大)  
 浅川哲郎 (豊田工機)  
 中川昌夫 (オークマ)  
 黎子那 (上越教育大)  
 三谷篤史 (立命館大)  
 大岩孝彰 (静岡大)  
 濱村 実 (京大)  
 ○艾 曉庸 (山梨大)  
 小笠原康展 (近畿大)  
 森 輝夫 (TDK)  
 大脇悟史 (京大)  
 桑川社一 (産業安全研)  
 荒牧宏敏 (日本精工)  
 橋本静明 (三井精機)  
 堀内 弥 (三菱電機)  
 堀 康徳 (オークマ)  
 三浦一男 (松浦機械)  
 杉本好昭 (森精機)  
 宮島義嗣 (大阪機工)  
 高田芳治 (ヤマザキマザック)  
 村木俊之 (ヤマザキマザック)  
 鎌谷康史 (京大)  
 藤木宏之 (慶應大)  
 幸田盛堂 (大阪機工)  
 泉井一浩 (京大)  
 野村亮輔 (京大)  
 尾崎郁夫 (東大)  
 阿江 賢 (阪府大)  
 軽野義行 (京工織大)  
 樋野 励 (神戸大)  
 白井 肇 (神戸大)  
 大西建雄 (阪府大)  
 佐野智一 (京大)  
 後藤康仁 (京大)  
 佃 祐司 (三和研磨工業)  
 辻 博司 (京大)  
 エクテサビ アリ (京大)

#### 参加登録

参加登録費 (講演論文集含む) は, 正員, 准員 5 000 円, 会員外 7 000 円, 学生員 (発表者のみ必要とし, 聴講のみの学生は無料とする) 3 000 円. 参加登録費は当日会場受付にて申し受けます.

#### 懇親会

日時 3月31日 (水) 18:00~20:00, 会場 京大会館 (京都市左京区吉田河原町15-9, 電話 (075) 751-8311  
 会費 5 000 円, 申込方法 当日会場受付でお申し込み下さい.

#### Production Engineering

No.17 冬季号 1999年2月26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 ㈱春恒社