

The 15th International Machine Tool Engineers' Conference

The 15th IMEC

第15回 国際工作機械技術者会議

～工作機械に革新をもたらす基盤技術～

オーラルセッション

2012年11月2日(金)・3日(土)

会場 東京ビッグサイト・会議棟
「レセプションホールA」(1階)

ポスターセッション

2012年11月1日(木)～6日(火)

会場 東京ビッグサイト・東3展示ホール

主催：一般社団法人 日本工作機械工業会、
株式会社 東京ビッグサイト

日本が生んだ世界のスポーツ



本国際会議は、競輪の補助金を受けて実施するものです。

第15回 国際工作機械技術者会議の開催にあたって

(一社)日本工作機械工業会では、世界の工作機械技術の向上に資することを目的として、国際工作機械技術者会議を、1984年より、JIMTOF期間中に開催しております。本会議は、広く世界から工作機械関連の研究者、技術者、ユーザが集い、技術交流を行う産業界主導の国際会議で、学会主催による学術研究成果中心の会議とは趣を異にするものであり、今回は、第15回目となります。

日本では、2011年3月の東日本大震災の発生に伴う福島第一原子力発電所の深刻な事故により、日本のエネルギー政策も見直されることとなり、また、国際的なエネルギー政策にも大きな影響を与えております。一方、円高、新興国の生産拠点化に加えて、巨大マーケット化などにより、「ものづくり」のグローバル化がますます加速しております。また、先進国にあつては、航空機産業、自動車産業、エネルギー産業、医療機器産業における「ものづくり」に対して、革新的な進展が求められております。このような状況の中で、直接的に製造を担う基幹生産財である工作機械の果たす役割は極めて重要になってきております。これら役割を縦横に果たしていくためには、工作機械技術の革新的な進展が期待されるとともに、このための国際協力が必要不可欠となっております。

こうした状況を踏まえ、今回は、工作機械の基盤技術に焦点を当て、工作機械の革新的発展を目指して、現状の基盤技術を見直すとともに、今後の新しい基盤技術について議論すべく、「工作機械に革新をもたらす基盤技術」を総合テーマとして、開催することにいたしました。オーラルセッションでは、「工作機械の明日を考える」をキーノートセッション、「工作機械の精度評価と補償技術」、「びびり振動フリー技術」、「工作機械と新素材加工における高効率化技術」の3つのテーマをテクニカルセッションとして、議論を深めます。また、ポスターセッションでは、

上述の総合テーマ、各セッションテーマに関連するものを含めて、工作機械本体とその要素技術から、加工技術、計測・評価技術、ツーリング技術まで、工作機械関連の幅広い研究成果が発表される予定です。

日本では、東日本大震災後の東北地方の復興、円高対応、ユーロ危機対応などの課題を抱えておりますが、世界的には、新興国市場での需要拡大とともに、先進国においても、工作機械のさらなる需要増が見込まれております。これら需要に、縦横に对应し、世界の製造業全体の更なる高度化に寄与するため、国内はもとより、世界の工作機械技術者との積極的な連携の場を提供し、工作機械技術の革新的進展を促進することが、本国際会議の役割であると考えております。

国内外の工作機械関連の技術者、研究者、ユーザの皆様にご参加を頂くことにより、より充実した国際会議になることを期待いたしております。

終わりに、オーラルセッションならびにポスターセッションでの発表を頂く国内外の多数の講演者、また、本会議の開催に当たりご支援を頂いております、多数の海外特別顧問、海外特別委員の皆様、そして内外の関係諸団体の皆様に、心から感謝申し上げます。

一般社団法人 日本工作機械工業会
第15回 国際工作機械技術者会議運営委員会
委員長 清水 伸二
(上智大学 理工学部教授)



<http://www.jmtba.or.jp/>

概要

| | |
|----|--|
| 名称 | 第15回 国際工作機械技術者会議 The 15th International Machine Tool Engineers' Conference (IMEC) |
| 目的 | 広く世界中から工作機械関連の研究者・技術者、ユーザやディーラの参加を募り技術交流を行うことにより、世界の工作機械技術の向上に資することを目的として、産業界主導の国際工作機械技術者会議を開催する。 |
| 構成 | 世界最先端の工作機械関連の研究開発成果ならびに技術開発成果についての講演を中心としたオーラルセッションと、工作機械関連の先端的研究開発成果をポスター形式にて幅広く発表するポスターセッションの2部構成。 |
| 主催 | 一般社団法人 日本工作機械工業会、株式会社 東京ビッグサイト |
| 後援 | <p><国内> 一般社団法人日本機械学会、公益社団法人精密工学会、公益社団法人砥粒加工学会、一般社団法人日本ロボット学会、一般社団法人電気学会、一般社団法人電子情報通信学会、一般社団法人溶接学会、一般社団法人計測自動制御学会、システム制御情報学会、SME東京支部、公益財団法人工作機械技術振興財団、一般財団法人機械振興協会、財団法人先端加工機械技術振興協会、工作機械関連団体協議会※、一般社団法人日本鍛圧機械工業会、一般社団法人日本機械工業連合会、日本工作機械輸入協会、社団法人日本金型工業会、一般社団法人型技術協会、社団法人日本鋳造協会、一般社団法人日本航空宇宙工業会、一般社団法人日本自動車工業会、一般社団法人日本自動車部品工業会、公益社団法人自動車技術会、社団法人機械技術協会、一般社団法人日本能率協会、一般社団法人日本電機工業会、一般社団法人日本産業機械工業会、一般社団法人日本ベアリング工業会、一般社団法人日本ロボット工業会、社団法人日本溶接協会</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <p>※工作機械関連団体協議会加盟団体</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 一般社団法人日本工作機器工業会 ● 日本精密機械工業会 ● 社団法人日本歯車工業会 ● 一般社団法人日本フルード/パワー工業会 ● 研削砥石工業会 ● 超硬工具協会 ● 日本工具工業会 ●ダイヤモンド工業協会 ● 日本精密測定機器工業会 ● 日本光学測定機工業会 ● 日本試験機工業会 </div> <p><海外> KSMTE(韓国工作機械学会)</p> |

| | | | |
|------|------|-------|----------------------------------|
| 運営委員 | 委員長 | 清水 伸二 | 上智大学 理工学部機能創造理工学科教授 |
| | 副委員長 | 竹内 芳美 | 中部大学 工学部機械工学科教授 |
| 幹事 | 幹事 | 渋川 哲郎 | 三井精機工業(株) 顧問 |
| | 委員 | 新野 秀憲 | 東京工業大学 精密工学研究所精密デバイス部門教授 |
| 委員 | 委員 | 家城 淳 | オークマ(株) 取締役技術本部長 |
| | 委員 | 堤 正臣 | 東京農工大学 大学院生物システム応用科学府長・教授 |
| 常任顧問 | 常任顧問 | 青山藤詞郎 | 慶應義塾大学 理工学部長・理工学研究科委員長・教授 |
| | 特別顧問 | 光石 衛 | 東京大学 大学院工学系研究科機械工学専攻教授 |
| 顧問 | 顧問 | 森田 昇 | 千葉大学 大学院工学研究科教授 |
| | 顧問 | 白瀬 敬一 | 神戸大学 大学院工学研究科機械工学専攻教授 |
| 顧問 | 顧問 | 松原 厚 | 京都大学 大学院工学研究科マイクロエンジニアリング専攻教授 |
| | 顧問 | 大森 整 | (独)理化学研究所 大森素形材工学研究室 主任研究員 |
| 顧問 | 顧問 | 須藤 雅子 | ファナック(株) 技師長 |
| | 顧問 | 大石 重雄 | (株)ジェイテクト 研究開発センター研究企画部主幹 |
| 顧問 | 顧問 | 鈴木 信吾 | (株)牧野フライス製作所 取締役開発本部長 |
| | 顧問 | 天谷 浩一 | (株)松浦機械製作所 取締役技術本部長 |
| 顧問 | 顧問 | 三宅 哲也 | 三菱重工業(株) 工作機械事業本部副事業本部長 |
| | 顧問 | 藤嶋 誠 | (株)森精機製作所 常務執行役員 電装制御本部長 |
| 顧問 | 顧問 | 澤崎 隆 | (株)ソディック 営業推進室室長 |
| | 顧問 | 多田 敦司 | 東芝機械(株) 工作機械技術部技術担当グループマネージャー |
| 顧問 | 顧問 | 浅井 英勝 | ヤマザキマザック(株) 開発設計事業部技術企画部グループリーダー |
| | 顧問 | 森脇 俊道 | 摂南大学 理工学部長・マネジメントシステム工学科教授 |
| 顧問 | 顧問 | 佐藤 壽芳 | 東京大学 名誉教授 |
| | 顧問 | 伊東 諄 | 東京工業大学 名誉教授 |
| 顧問 | 顧問 | 古川 勇二 | 職業能力開発総合大学校 校長 |
| | 顧問 | 稲崎 一郎 | 中部大学 総合工学研究所所長・教授 |

海外特別顧問

Prof. Christian Brecher, WZL RWTH Aachen (Germany)
 Prof. Ekkard Brinksmeier, University of Bremen (Germany)
 Prof. Erhan Budak, Sabanci University (Turkey)
 Prof. Berend Denkena, Leibniz University of Hannover (Germany)
 Prof. David Dornfeld, University of California-Berkeley (U.S.A.)
 Prof. Robert J. Hocken, University of North Carolina-Charlotte (U.S.A.)
 Prof. Fritz Klocke, WZL RWTH Aachen (Germany)
 Dr. Wolfgang Knapp, Engineering Office Dr. W. Knapp (Switzerland)
 Prof. Bert Lauwers, K. U. Leuven (Belgium)
 Prof. Jun Ni, University of Michigan-Ann Arbor (U.S.A.)
 Prof. Mustafizur Rahman, National University of Singapore (Singapore)
 Prof. Alexander Verl, University of Stuttgart (Germany)
 Dr. Tung-Chuan Wu, Industrial Technology Research Institute (Taiwan)
 Prof. Kazuo Yamazaki, University of California-Berkeley (U.S.A.)

海外特別委員

Mr. Timothy B. Dining, Co-Chairman, AMT (U.S.A.)
 Mr. Shane Infanti, Chief Executive Officer, AMTIL (Australia)
 Mr. Martin Kapp, President, CECIMO (Europe)
 Mr. Wu Bailin, President, CMTBA (China)
 Mr. Vikram Sirur, President, IMTMA (India)
 Mr. Jong-Hyeon Shon, Chairman, KOMMA (Korea)
 Mr. Michael Hauser, President, SWISS MEM (Switzerland)
 Mr. John Hsu, Chairman, TAMI (Taiwan)
 Mr. Luigi Galdabini, President, UCIMU (Italy)
 Mr. Martin Kapp, Chairman, VDW (Germany)

I オーラルセッション

今後の工作機械の革新的な進歩を目指すため、世界最先端の工作機械関連の研究成果ならびに技術開発成果についての講演を中心にして、関連の国内外の研究者、技術者がお互いに議論するセッションです。今回は、工作機械技術の現状を踏まえて、工作機械技術の原点を見直すため、「工作機械に革新をもたらす基盤技術」を統一テーマとして開催します。

※オーラルセッションは日英同時通訳が入ります。



| | |
|------|--|
| 開催日 | 2012年11月2日(金)・3日(土) |
| 会場 | 東京ビッグサイト・会議棟「レセプションホールA」(1階) |
| 参加定員 | 250名(先着順で参加定員になり次第締め切り) |
| テーマ | 総合テーマ 「工作機械に革新をもたらす基盤技術」 キーノートセッション 「明日の工作機械を考える」 テクニカルセッション① 「工作機械の精度評価と補償技術」 テクニカルセッション② 「びびり振動フリー技術」 テクニカルセッション③ 「工作機械と新素材加工における高効率化技術」 |

参加料(税込)

| | 1日のみ参加 | 2日間通して参加 | 論文集(別売) |
|------------|---------|----------|---------|
| 日工协会会员(1名) | 10,000円 | 20,000円 | 10,000円 |
| 後援団体会員(1名) | 15,000円 | 30,000円 | 10,000円 |
| 一般(1名) | 20,000円 | 40,000円 | 10,000円 |
| 海外(1名) | 10,000円 | 20,000円 | 10,000円 |
| 学生(1名) | 1,000円 | 2,000円 | 5,000円 |

(注)上記価格は全て税込価格です。学生以外の学校関係者は日工协会会员価格となります。

申込期限：2012年10月19日(金)

取消料：参加の取消については、上記申込期限日以降に申し出のあった日より、下記の取消料を申し受けます。
 2012年10月26日(金)以前…参加費の50% 2012年10月27日(土)以降…参加費の100%

申込先及び問い合わせ先：別添の参加申込書に必要事項をご記入の上、下記宛先までFAX、郵送またはEメール(コピー可)にてお申込みください。お申込み内容に基づき、請求書をお送りさせていただきます。

(一社)日本工作機械工業会 技術部 国際工作機械技術者会議事務局

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館 電話: 03-3434-3961 FAX: 03-3434-3763
 E-mail: imec15@jmtba.or.jp URL: <http://www.jmtba.or.jp/>

参加費の支払方法：参加費の支払は、請求書が届き次第、指定銀行の口座にお振込ください(振込手数料はご負担いただきます)。お支払は、原則として開催前日までにお願い申し上げます(開催後になる場合は、支払予定日を申込書に記載してください)。

登録証：参加費の入金を確認後、登録証をお送りします。

※ 開催日に近づいてからお申込みいただいた場合、事前に登録証をお送りできないことがあります。その場合は、当日直接会場受付へお越しください。

開会式 09:10～09:20

会長挨拶 横山 元彦 (一社)日本工作機械工業会
 運営委員長挨拶 清水 伸二 IMEC運営委員会委員長

キーノートセッション 「テーマ：明日の工作機械を考える」

座長：清水 伸二 教授(上智大学)
 副座長：渋川 哲郎 顧問(三井精機工業株)

- 09:20～09:30 座長によるイントロダクトリー
- 09:30～10:20 **基調講演**
「近い将来において日本の工作機械産業に望まれる新展開」
 伊東 誼 名誉教授 東京工業大学(日本)
- 10:20～10:40 コーヒーブレイク
- 10:40～11:30 **基調講演**
「工作機械関連国際規格の動向と将来展望 –精度検査、性能評価、環境評価を中心に–」
 Dr. Wolfgang Knapp, Engineering Office Dr. W. Knapp(スイス)
- 11:30～12:20 **基調講演**
「生産加工技術の医療分野への展開」
 光石 衛 教授 大学院工学系研究科機械工学専攻 東京大学(日本)
- 12:20～12:30 キーノートセッションのQ&A
- 12:30～13:30 休憩(昼食)

テクニカルセッション1 「テーマ：工作機械の精度評価と補償技術」

座長：松原 厚 教授(京都大学)
 副座長：藤嶋 誠 常務執行役員(株)森精機製作所)

- 13:30～13:40 座長によるイントロダクトリー
- 13:40～14:30 **基調講演**
「工作機械の空間精度誤差補正の動向と将来展望」
 Dr. Heinrich Schwenke, CEO, ETALON AG(ドイツ)
- 14:30～15:15 **一般講演**
「5軸MC誤差測定と今後の国際規格化の動向」
 茨木 創一 准教授 工学研究科マイクロエンジニアリング専攻 京都大学(日本)
- 15:15～15:35 コーヒーブレイク
- 15:35～16:20 **一般講演**
「3次元機内計測システムを用いた加工補正と補正技術」
 上野 謙一郎 C開発室 要素技術開発課 マネージャ (株)森精機製作所(日本)
- 16:20～17:05 **一般講演**
「工作機械の空間誤差の補正技術」
 山田 雄策 研究本部CNCソフト研究所 所長 ファナック(株)(日本)
- 17:05～17:15 テクニカルセッション1のQ&A

テクニカルセッション2

【テーマ：びびり振動フリー技術】

座長：青山 藤詞郎 教授(慶應義塾大学)
副座長：家城 淳 取締役(オークマ(株))

- 09:00~09:10 座長によるイントロダクトリー
- 09:10~10:00 **基調講演**
【切削時自励振動の現象とその基本特性】
佐藤 壽芳 名誉教授 東京大学
- 10:00~10:45 **一般講演**
【複合加工機(5軸TC)におけるびびり振動の抑制】
Prof. Dr. Erhan Budak, Sabanci University(トルコ)
- 10:45~11:05 コーヒーブレイク
- 11:05~11:50 **一般講演**
【工具変形誤差の解析と抑制技術～びびり現象への応用～】
山田 良彦 研究開発センター 先端基盤研究部・主担当 (株)ジェイテクト(日本)
- 11:50~12:35 **一般講演**
【加工条件探索機能とその適用事例】
千田 治光 研究開発部 部長 オークマ(株)
- 12:35~12:45 テクニカルセッション2のQ&A
- 12:45~13:00 ポスターセッション表彰式
- 13:00~14:00 休憩(昼食)

テクニカルセッション3

【テーマ：工作機械と新素材加工における高効率化技術】

座長：新野 秀憲 教授(東京工業大学)
副座長：鈴木 信吾 取締役((株)牧野フライス製作所)

- 14:00~14:10 座長によるイントロダクトリー
- 14:10~15:00 **基調講演**
【環境対応形工作機械とその技術動向】
Prof. Dr. Berend Denkena, University of Hannover(ドイツ)
- 15:00~15:45 **一般講演**
【航空機部品のトレンドと生産技術課題】
柴田 亮太 航空宇宙事業本部 誘導・エンジン事業部生産技術一課 主席チーム統括 三菱重工業(株)
- 15:45~16:05 コーヒーブレイク
- 16:05~16:50 **一般講演**
【CFRPの高効率加工技術の最前線】
小島 裕登 航空宇宙カンパニー 生産技術部主査 兼 製造部主査 富士重工業(株)
- 16:50~17:35 **一般講演**
【難削材の加工能率向上と工具寿命延長を両立する先端技術】
上野 裕司 加工技術本部 カスタマアプリケーショングループマネージャ (株)牧野フライス製作所
- 17:35~17:45 テクニカルセッション3のQ&A

キーノートセッション

「テーマ：明日の工作機械を考える」

基調講演 「近い将来において日本の工作機械産業に望まれる新展開」

東京工業大学 名誉教授 伊東 誼



この基調講演では、ローカライズド・グローバル化の進行により複雑化している市場状況及び技術環境を踏まえて、まず「先端技術先導(戦略的)」及び「既存技術の有効利用(戦術的)」の両側面から今後に期待される製品像を概観して、それらに対する日本の対応策を議論している。次いで、日本の得意とする汎用MC及びTCを如何に発展させて競争力を高めるかについて述べるとともに、印度の市場情報を例示しながら、必要と考えられる技術開発課題を指摘している。又、最後に工作機械の今後の更なる発展のために是非とも解決すべき技術の根幹に関する学術研究課題について触れている。

基調講演 「工作機械関連国際規格の動向と将来展望 -精度検査、性能評価、環境評価を中心に-」

Dr. Wolfgang Knapp, Engineering Office Dr. W. Knapp(スイス)



本論では、工作機械の精度検査、性能評価、環境評価に焦点を当てます。最初に精度検査に関するISO規格について概略を紹介します。精度検査に関して、近年発表された主要な開発は実際の調査研究活動によって溝が埋まりつつあります。精度規格の利点と将来に向けた発展について議論します。工作機械の性能評価はISOプロジェクト(規格の開発はほぼ最終段階)において規定されます。性能評価については統計的手法に関するISO委員会と工作機械関連のISO委員会それぞれにおけるアプローチの違いについて紹介、議論します。工作機械の環境評価は新たなトピックとして、工作機械関連のISO委員会にて新規プロジェクトを立ち上げるに至りました。このプロジェクトの現状を基に将来の動向について議論します。この規格グループの目標と有益性について講じます。

基調講演 「生産加工技術の医療分野への展開」

東京大学 大学院工学系研究科機械工学専攻 教授 光石 衛



医療・福祉分野において工学、特に生産技術が果たす役割は大きく、また、期待も高まっている。本講演では、例えば、人工関節やステントなどの医療デバイスをどのような材料でいかに製作するかというバイオファブリケーション分野についてまず述べる。人工関節の表面をナノ・マイクロ・ストラクチャーにすることによって骨と人工関節の接着力を早期に高めることができる。次に、バイオメカトロニクス分野について説明する。そこでは、例えば、人工関節置換術にて必要な骨切りをいかにして精度良く、かつ、骨にダメージを与えないように実現するかという技術について紹介する。それには、医療用CAMシステム、高精度レジストレーション・システムも含まれる。さらに、これらのシステムやデバイスをどのように設計すればよいかという指針を示す。最後に、医療の将来動向について工学的視点から考察する。また、この分野での事業化において考えなければならない点についても触れる。

基調講演 「工作機械の空間精度誤差補正の動向と将来展望」

Dr. Heinrich Schwenke, CEO, ETALON AG(ドイツ)



工作機械の空間精度補償は約3年前に産業界へ紹介されました。今日、全ての主要な制御装置メーカーが自社のNCカーネルと必要なアルゴリズムを統合し、産業的に実施する上で、数値制御による精度補償の可能性を見出しています。同時に、計量学は成熟し、測定器とソフトウェアは、業界で3軸機から6軸機に至る全体の領域をカバーするように開発されました。

数値制御による精度補償の基礎について概略を述べた後、実試験と最近の進展について焦点を当てます。大型・超大型工作機械と小型のハイエンド5軸制御機の実施例について提示します。空間精度補償の限界と可能性について概観します。特に重点となるのは、作業現場における熱変位問題や最良事例の構築への取り組みが進むことです。そして、将来における数値制御による精度補償の役割と見通しならびに市場分析について講じます。

一般講演 「5軸MC誤差測定と今後の国際規格化の動向」

京都大学 工学研究科マイクロエンジニアリング専攻 准教授 茨木 創一



旋回軸を持つ5軸マシニングセンタの場合、工具-ワーク間の相対変位の精度には、各々の旋回軸の位置決め精度だけでなく、組み立て誤差や、重力による変形など、多くの要因が複合的に影響する。旋回軸の誤差運動が、旋回と共にどう変わっていくのかを評価することは、「空間精度」や誤差マップの考え方も直結する。最新のCNCでは、その誤差補正も可能である。本講演では、5軸加工機の空間精度を、正確に、かつ高能率、自動的に評価するための新しい計測法として、R-test測定、ボールバー測定、タッチプローブを利用した測定、加工試験など、最近の研究や実用化の動向を紹介する。また、5軸加工機の誤差測定や補正に関する、ISO規格の改定の動きもあわせて紹介していく。

一般講演 「3次元機内計測システムを用いた加工補正と補正技術」

(株)森精機製作所 C開発室 要素技術開発課 マネージャ 上野 謙一郎



近年、レーザを用いた計測に必要な光学技術、データ通信技術、情報処理技術など、非接触計測技術を構成する要素技術が向上し、工作機械においても機内計測向けに有効活用できる基盤が整ってきた。一方、工作機械に求められる精度もより高くなり、精密で自動化に向けた機内計測システムのニーズも高まってきている。

本セッションでは、レーザを用いた非接触計測技術の現状について概観し、その中で特に当社が採用している三角測距方式レーザ変位センサを用いた計測技術について、従来の接触式測定方法との違いや技術課題等を説明し、工作機械に組み込まれた3次元機内計測システムについて紹介する。

更に、このシステムを用いた加工補正の取り組み事例と、精度向上のために必要な計測手法と補正技術、機械精度を評価する取り組み等について説明する。

一般講演 「工作機械の空間誤差の補正技術」

ファナック(株) 研究本部CNCソフト研究所 所長 山田 雄策



この講演では、工作機械の空間誤差の補正技術について解説する。工作機械の可動空間における空間誤差として、組立誤差(案内面の真直度誤差、平行誤差など)や運動誤差(ピッチ誤差、熱変位誤差など)により、並進誤差(位置誤差)に加えて各軸周りの回転誤差が存在する。さらに5軸加工機の場合、回転軸偏心誤差や回転軸傾斜誤差なども存在する。高精度加工を実現するためには、これらの空間誤差を補正する必要がある。

本講演では、最新CNCの空間誤差補正技術である「3次元誤差補正」、「3次元回転誤差補正」を始め、ファナックの誤差補正技術について、補正方法や補正データ構造を含めて解説する。3軸工作機械や5軸工作機械での補正の効果を示す事例も紹介する。さらに、測定機が作成する必要のある補正データ内容、および測定機からCNCへのデータ設定方法も説明する。

テクニカルセッション2 「テーマ：びびり振動フリー技術」

基調講演 「切削時自励振動の現象とその基本特性」

東京大学 名誉教授 佐藤 壽芳



工作機械の振動問題は、機械性能が向上し、切削時の自励振動が第2次大戦直後に英国機械学会論文で課題とされたことが契機であった。この論文では機械学会論文集に掲載された土井教授の論文が引用されていた。土井教授の論文は、自励振動現象を精緻な自作装置により測定、基本的な特性を明らかにしていた。しかし、自励振動現象との認識は、戦後になってからであった。その間、自励振動発生時の加工条件を明らかにする安定切削可能領域判定に関する研究が活発に行われた後、転機を迎えた。強制振動に関する研究も関連して開始されたが、構造振動特性の計算、測定に留まっていた。その推進には、構造振動と加工精度の関連を解明する多様な測定法の開発が必要であった。経過の中では、接合部の非線形特性、自励振動発生後の挙動に関する非線形現象等の把握、それに基づいた設計による機械性能向上、生産管理の効率化が成果であり、今後への期待である。

一般講演 「複合加工機(5軸TC)におけるびびり振動の抑制」

Prof. Dr. Erhan Budak, Sabanci University(トルコ)



産業界では、様々な利点から複合加工機の利用が増えています。部品が1チャッキングにより完成できることから、これらの複合加工機は多くの用途で高品質と高生産性を提供します。さらに、同時に様々な機械オペレーションを行えることで、その他の利益も提供されます。例えば、多様な切削工具を用いて、複合旋削・複合切削を行うことで、生産力の向上に寄与します。

しかしながら、標準的な切削加工のように、びびり振動によって複合加工の生産性と部品精度も悪化することがあります。もし、切削条件が適切に選択されるなら、一方で、びびりを抑制することができ、安定した高い切削除去率を達成できます。本論では、複合旋削・複合切削の力学と安定性について議論します。複合加工を安定させる切削条件の効果についてはモデリングと実験成果を通して提示されます。また、生産性向上増強のためのびびり振動抑制の方法についても示します。注目すべき点は、機械間で互いに吸収効果を生成する動的相互作用によって安定性を向上できたという点です。開発方法による機械の活用例についていくつかのケースをデモンストレーションします。

一般講演 「工具変形誤差の解析と抑制技術～びびり現象への応用～」

(株)ジェイテクト 研究開発センター 先端基盤研究部・主担当 山田 良彦



近年、機械加工分野ではグローバル競争力強化のため、さらなる高精度化・低コスト化・短納期化が求められている。このためには、工作機械本体の高速・高精度化は勿論のこと、切削現象に伴う加工誤差を予測し抑制することが重要となる。

例えば、金型の深彫り加工では、材料硬度が高く、工具突出しも長いいため切削抵抗による工具変形誤差が大きくなる傾向にある。このため、精度確保のため加工条件を低下させたり、修正工数が多くなり、生産性が低下する問題が発生している。

そこで、本講演ではびびりを含む切削抵抗による工具変形誤差を計測、解析、抑制する技術について紹介する。

一般講演 「加工条件探索機能とその適用事例」

オークマ(株) 研究開発部 部長 千田 治光



多品少量生産が進む環境でありながら納期の短縮を実現するため、最適な切削条件を短期間で見つける必要がある。また、製品の機能向上を目的に新材料も多く開発されており、生産性に直結する最適な加工条件の探索は重要な課題となってきた。一方で、多くの熟練作業者が定年を迎える中、加工ノウハウを如何に伝承するかが大きな問題となっており、市場から『ワークを安定して早く(高速に)高精度に』入手できる生産手段を継続的に求められている。

こうした要求に対して、容易に最適な加工条件を見つける事ができれば、生産性の向上に繋げることができる。そこでびびり情報からびびりの種類を判定して見える化すると共に、加工条件の一つである主軸回転速度を自動的に変化させるシステムを開発した。本講演では、このシステムを簡単に説明した上で、実際に生産現場で実施された生産向上の適用事例について紹介する。

基調講演 「環境対応形工作機械とその技術動向」

Prof. Dr. Berend Denkena, University of Hannover(ドイツ)



近年、製造産業は、これまで以上にエネルギー消費の低減に取り組むことが要求される。工作機械メーカーは、より多くの省エネルギー指向のエンドユーザーや政府方針により、エネルギー効率の改善に対処せざるを得ない。このようなエネルギー効率の改善は、マーケティングにおいても重要な役割を果たし、企業にとっては環境に配慮した企業イメージを高め、競争力を強化するための絶好のチャンスとなる。

そのため、最適な潜在能力を同定するために測定が行われてきた。その結果、エネルギーの消費量は、工作機械毎に大きく異なるものの付帯設備のエネルギー消費は、工作機械全体の総エネルギーの約2/3を消費することがわかる。したがって、冷却回路、切削液の供給装置(特に高圧ポンプ)、ならびに油圧装置のためのインテリジェントで、かつ加工工程に適合した制御技術により、大幅な改善が可能となる。さらに、新たな工作機械制御装置は、これらの構成ユニットの管理と共に、停止時におけるエネルギーを節約するための運転モードとスリープモードの切り替えを可能とする。

今後、軽量構造や駆動系の効率向上のような工学的方策が、開発されねばならない。より高速の処理工程は、電源投入時間を短縮化することになるため、それらの改善は、工作機械と加工技術の最適化に関する最新の研究と共に進展する。

一般講演 「航空機部品のトレンドと生産技術課題」

柴田 亮太 航空宇宙事業本部 誘導・エンジン事業部生産技術一課 主席チーム統括 三菱重工業(株)



この講演では、航空機産業の市場動向及び航空機部品の最近のトレンドを踏まえ、それら部品の効率的な生産に向けて重要性が増していくと予想される生産技術上の課題について解説する。

日本における航空機産業の位置付けと民間機市場の動向と共に、最新機種に見られる航空機の機体部品とエンジン部品の素材材料や部品形状、加工方法などの特徴を示す。その上で、当社で取り組んでいる代表的な部品を例に、効率的な加工を行うためにポイントとなる加工技術について紹介する。

一般講演 「CFRPの高効率加工技術の最前線」

富士重工業(株) 航空宇宙カンパニー 生産技術部主査 兼 製造部主査 小島 裕登



CFRPは航空機構造材として従来使用されてきた金属材に比べ軽量で強度が高い素材である。近年の航空機ではその多くの部品の素材をCFRPへ切り替えることによる軽量化が進み、その結果燃費向上とCO₂の排出量の軽減効果が期待されている。

一方、CFRPを航空機構造部材として機能させるためには穿孔・トリム等の加工が必須であり、CFRPの難削性による切削工具の早期摩耗や加工品質確保の困難さのため、CFRPの加工には多くのエネルギーを要しCO₂の排出量増が懸念される。又、加工能率を高めるあまりの過度な切削速度向上は、切削温度の過度な上昇と切削力上昇の要因となり、これらによる被削材への影響と加工品質低下が懸念される。

本講演では、航空機に適用されているCFRP加工において、その材料特性や加工要求を踏まえた加工時の留意点、高精度・高効率な加工を実現した事例、更には新たな加工の試みや今後の展望等について紹介する。

一般講演 「難削材の加工能率向上と工具寿命延長を両立する先端技術」

(株)牧野フライス製作所 加工技術本部 カスタマアプリケーショングループマネージャ 上野 裕司



世界の旅客輸送量が年間5%増加し、特に低燃費、低環境負荷型旅客機の需要増加を背景に、難削材部品に対しても厳しい生産コスト削減を求められる昨今、リードタイム削減もさることながら、生産コストの大きな割合を占める工具費を如何に削減できるかが大きな課題である。

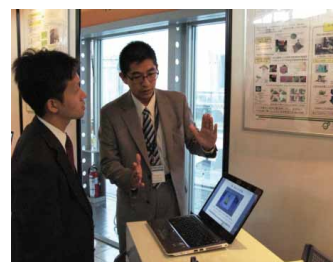
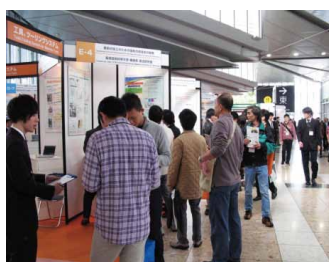
当社はチタン合金部品加工において切削加工時間を従来の方法に比べ4分の1に短縮しつつ工具寿命を4倍に延ばす「4x4(フォーバイフォー)」技術を開発した。

①高剛性且つ高減衰性を備えた機械本体、②工具の長寿命をもたらす切削液供給法、③サイクルタイムを短縮する新形状工具による加工技術、④工具干渉や過負荷停止など生産中断を引き起こすリスクを低減する制御技術とソフトウェア、これら4要素により成し得る「4x4」技術でユーザーの部品生産コスト削減を強力にアシストする。

本稿では当社が開発した「4x4」技術をはじめチタン合金部品生産コスト削減を具現化するソリューションについて解説する。

II ポスターセッション

国内外の大学・研究機関及び企業における工作機械関連の先端的研究開発成果をポスター形式により発表し、関連の国内外の研究者、技術者がお互いに議論・交流するセッションです。本セッションは、JIMTOFにご来場の一般の方々にも広く公開し、発表者と直接交流することを可能です。今回は47機関(59テーマ)が参加を予定しており、期間中の11月3日(土)・4日(日)の13:00~16:00には、参加機関の説明員が会場に常駐し、研究内容に関する説明を行います。



| | | | |
|--------|--|----|-------------------|
| 開催日 | 2012年11月1日(木)~6日(火) | 会場 | 東京ビッグサイト「東3展示ホール」 |
| 参加機関 | 大学・高専、公的研究機関等の研究者、並びに一般社団法人日本工作機械工業会の会員企業 | | |
| 説明者の常駐 | <p>下記の期間に、各機関の説明員が会場に常駐し、研究内容に関する説明を行います。</p> <p>① 2012年11月3日(土)…13:00~16:00 ② 2012年11月4日(日)…13:00~16:00</p> <p>問い合わせ先</p> <p>(一社)日本工作機械工業会 技術部 国際工作機械技術者会議事務局</p> <p>〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館 電話：03-3434-3961 FAX：03-3434-3763 E-mail: imec15@jmtba.or.jp URL: http://www.jmtba.or.jp/</p> | | |

参加研究機関・研究テーマ一覧 (順不同)

A 工作機械及びその構成要素

首都大学東京 諸貫研究室

「砥粒のパターン化自己整列を用いた研磨工具の提案」
 「表面微細構造による摩擦の制御」

東京工業大学 機械制御システム専攻 齋藤・田中研究室

「6自由度パラレルワークテーブルの誤差補正と加工精度に関する研究」
 「チタンへのレーザー照射による構造色に関する研究」

京都大学 大学院工学研究科

「移動マルチブラシモデルによるこがり案内の摩擦力の推定」

静岡理科大学 大塚・十朱研究室

「ペルチェモジュールによりフィードバック冷却する精密位置決め装置の精度向上 ~ボールねじの熱膨張低減~」

金沢工業大学 工学部機械工学科 森本研究室

「パイプフレーム構造工作機械の開発」
 「旋削による3次元曲面加工の実現」

神戸大学 大学院工学研究科機械工学専攻 コンピュータ統合生産工学研究室

「5軸加工機の送り駆動系における消費電力の測定と評価」
 「送り駆動系の運動誤差が加工面に及ぼす影響」

東京工業大学 精密工学研究所 集積マシン研究分野 進士研究室

「高速・多自由度レンズ駆動アクチュエータの開発とそのレーザー加工機への応用」

神奈川大学 工学部機械工学科 中尾研究室

「水静圧軸受の最適設計による小型超精密工作機械用テーブルの性能向上に関する研究」

福岡工業大学 工学部知能機械工学科 加藤研究室

「気体用超精密高速応答圧力レギュレータを用いたエアタービンスピンドルの回転数制御」

B 加工技術及び加工現象

茨城大学 工学部 伊藤研究室

「成分制御型研削液を用いたELID鏡面研削技術」

大阪大学 大学院工学研究科 機械工学専攻 榎本研究室

「微細表面テクスチャを有する高機能切削工具の開発」

日本工業大学 工学部機械工学科 ニノ宮研究室

「5軸複合加工機による研削加工に対応した環境対応加工液供給法」

一般財団法人 機械振興協会 技術研究所

「ガラス切削における単結晶ダイヤモンド工具の摩耗に関する研究」

滋賀県立大学 工学部 生産システム研究室

「高硬度金型材料のマイクロエンドミル加工」

摂南大学 森脇研究室

「超硬合金の切削加工」

富山大学 大学院理工学研究部 生産精密加工工学研究室

「CFRP材料の高効率・高精度加工法に関する研究」

名古屋大学 大学院工学研究科機械理工学専攻 超精密工学研究グループ

「びびり振動に対する動剛性無限大化を実現する革新的中ぐり工具の設計」

千葉大学

「レーザによる小径深穴加工」

日本大学 理工学部機械工学科 李・山田研究室

「微細穴あけ加工用放電加工機の開発」

独立行政法人 産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門

「CFRPの研削穴あけ及び端面加工における加工条件の検討」

横浜国立大学 大学院工学研究院 篠塚研究室

「高速・超高速切削速度領域で出現する切削現象」

株式会社 松浦機械製作所

「金属光造形複合加工方法による医療機器製造技術開発」

東京大学 生産技術研究所 土屋研究室

「アシストレス固定砥粒工具の開発」

徳島大学 大学院ソシオテクノサイエンス研究部 石田・溝渕研究室

「ガラス板へのクラックフリー小径貫通穴加工」

九州産業大学 工学部機械工学科 大野研究室

「硬脆材料の微細切削加工に関する研究」

新潟大学 工学部 製造工学研究室

「三次元CADを活用したボールエンドミルによる傾斜面加工における切削性能評価に関する研究」

東京電機大学 工学部 機械加工工学研究室

「硬脆材料の微細切削加工」
「旋削作業・マシニングセンタ作業における切削過程のシミュレーション」

岡山大学 大学院自然科学研究科 特殊加工工学研究室

「大面積電子ビーム照射による金型表面特性向上に関する研究」

岡山大学 大学院自然科学研究科 機械加工工学研究室

「工作物熱変形量を考慮した円筒研削システムの開発」
「プラスト加工による円筒表面へのマイクロパターンニング」

上智大学 精密工学研究室

「工具摩耗を考慮した極小径エンドミル加工条件の合理的決定法」

東京大学 大学院工学系研究科 光石・杉田研究室

「微細表面改質層を有する生体適合型チタン合金の層選択型超精密加工」

東北大学 大学院工学研究科 厨川研究室

「パウダージェットデポジション法による歯科治療のイノベーション」

東京農工大学 大学院工学研究院 笹原研究室

「CFRPの高精度・高効率加工を可能とする新加工技術～曲線切断丸のこ～」
「砥石内研削液供給機構(Hyper研削)による難削材の形状研削加工」

中部大学 機械工学科 鈴木研究室

「単結晶ダイヤモンド製マイクロフライス工具によるセラミック材の超精密加工」
「大型非球面ガラスレンズの均等研磨装置の開発」

長岡技術科学大学 機械系 材料加工研究室

「放電加工による絶縁性セラミックスの大面積加工技術」

長崎大学

「サファイアの高効率切断」

東京農工大学大学院 工学研究院 中本研究室

「ダイヤモンド工具の摩耗抑制による高硬度材の超精密切削加工」

中部大学 工学部機械工学科 精密工学研究室

「X線反射鏡用無電解ニッケル金型の自動研磨法の開発」

長岡技術科学大学 機械系 田辺研究室

「難削材加工のための強アルカリ水中切削技術」

長岡技術科学大学 精密加工・機構研究室

「超音波振動を援用した難削材への高精度加工技術」

C 計測・評価技術

東京工業大学 精密工学研究所 吉岡研究室

「レーザスペックル法を用いた超精密加工面の表面性状評価」

上智大学 精密工学研究室

「回転工具の軸心運動挙動のオンマシン測定装置の開発」

東京工業大学 精密工学研究所 新野研究室

「オンマシン非接触形状計測機能を有する超精密加工システム」

佐世保工業高等専門学校

「画像処理による砥石作業面トポグラフィの3次元計測に関する研究」

大阪工業大学 工学部機械工学科 精密工学研究室

「5軸マシニングセンタの検査規格案の検証」

D システムと制御技術

電気通信大学 大学院知能機械工学専攻 森重研究室

「5軸制御加工用CAMソフトウェアの開発」
「Haptic Deviceを利用した加工インタフェースの開発」

同志社大学 大学院工学研究科 生産システムデザイン研究室

「カタログマイニングによる難削材加工用の切削条件決定支援システム」
「作業プレートの操り旋回運動による双腕ロボットの精度診断と双腕協調動作の高精度化」

埼玉大学 大学院理工学研究科 人間支援・生産科学部門 機械工作研究室

「同時5軸制御加工における高速な切削抵抗予測手法」
「切削加工シミュレーションにおけるVoxel形状表現の超並列処理手法」

会場へのアクセス



| りんかい線 | | |
|-------|------|----------|
| 新木場駅 | 約5分 | 国際展示場駅 |
| 大崎駅 | 約13分 | 国際展示場駅 |
| | | 下車徒歩 約7分 |
| | | 東京ビッグサイト |

| ゆりかもめ | | |
|-------|------|----------|
| 新橋駅 | 約22分 | 国際展示場正門駅 |
| 豊洲駅 | 約8分 | 国際展示場正門駅 |
| | | 下車徒歩 約3分 |
| | | 東京ビッグサイト |

| 都営バス | | |
|---------------------------|------|----------|
| 東京駅八重洲口 (東16系統、豊洲駅前経由) | 約40分 | 東京ビッグサイト |
| 門前仲駅 (海01系統、豊洲駅前経由) | 約30分 | |
| 浜松町駅 (丸101系統) | 約40分 | |

| 空港バス(リムジンバス・京急バス) | | |
|-------------------|------|-------------------------------------|
| 羽田空港 | 約25分 | 東京ビッグサイト |
| 成田空港 | 約60分 | 東京ベイ有明ワシントンホテル (東京ビッグサイトまで徒歩約3分) |
| 東京シティアターミナル(TCAT) | 約20分 | 東京ビッグサイト |

| その他直行バス(京急バス) | | |
|---------------|------|----------|
| 横浜駅東口 | 約50分 | 東京ビッグサイト |

| 水上バス | | |
|------------------------|------|-----------|
| 日の出棧橋 (浜松町駅から徒歩約7分) | 約25分 | 有明客船ターミナル |
| | | 下船徒歩 約2分 |
| | | 東京ビッグサイト |

| 車 ※首都高速ご利用の場合 | | |
|---------------|----------|---------------|
| 都心方面 | 高速11号台場線 | 台場出口から 約5分 |
| 横浜・羽田方面 | 高速湾岸線 | 臨海副都心出口から 約5分 |
| | 高速10号晴海線 | 豊洲出口から 約5分 |
| 千葉・葛西方面 | 高速湾岸線 | 有明出口から 約5分 |
| | 高速10号晴海線 | 豊洲出口から 約5分 |



■ 問い合わせ先
一般社団法人 日本工作機械工業会

技術部 国際工作機械技術者会議事務局 〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館
 Tel. 03-3434-3961 Fax. 03-3434-3763 E-mail: imec15@jmtba.or.jp URL: http://www.jmtba.or.jp/