

第23回「学生会員卒業研究発表講演会」

— 今後の精密工学を担う萌芽的研究 —

要 旨 集

主 催：公益社団法人 精密工学会
開 催 日：平成28年3月15日(火)
会 場：東京理科大学 野田キャンパス(千葉県野田市山崎2641)
K室 講義棟5F K501室 《K03～K26講演》
L室 講義棟5F K502室 《L00～L26講演》
M室 講義棟5F K503室 《M00～M26講演》

K室講演

【設計支援とサービス工学(1)】

9:30 - 10:30 座長：木下 裕介(産業技術総合研究所)

K03 視覚障害者用触地図の作成

○今本至俊, ◎浅川直紀(金沢大)

視覚障害者が触れることで日本列島の形と都道府県の境目を認識できるように触地図を樹脂の造形により作成する。樹脂造形に使用する型を加工する3軸マシニングセンタ用CAMを作成し、型の加工精度、樹脂の造形精度を測定する。作成する触地図は日本列島の大陸部分が海洋より高く、都道府県の境界線は大陸より高いという構造である。触地図の大陸部分と都道府県の境界線の高さの組み合わせにおける視覚障害者にとっての最適値を調査する。

K04 情報ネットワークを活用した災害時避難誘導システムの構築—群衆密度を考慮した避難誘導—

○長谷川 仁, ◎香川 律, 福田雄大, 船越亘留, 松本宏貴(米子高専)
情報ネットワーク経由で被災状況等を取得し、最適避難経路を提示する避難誘導システムの構築を進めており、避難の円滑化や群衆事故回避を目的に、避難群衆密度を考慮した経路探索と経路提示を行った。

K05 高等教育における価値共創実現のための学習行動分析

○山北真也, 石井隆稔, 杉野涼太, 溝口哲史, 木見田康治, ◎下村芳樹(首都大東京)

近年、外国人留学生や社会人学生などの増加に伴い、高等教育に対して学習者が求める学習成果が多様化している。多様化した学習成果を実現するためには、学習者が教師と共に価値を実現する価値共創型の学習が必要となる。しかしながら、現状、価値共創型の学習を実現する上で適切な学習者の行動は明らかにされていない。本研究では、学習者の学習行動に関する調査結果より価値の実現度合いに関する学習行動を明確化する。

K06 コンテキストに基づくPSS設計支援手法

○久保田陽介, 能登裕一, 木見田康治, 佐藤啓太, ◎下村芳樹(首都大東京)

企業が製品サービスシステム(PSS)を設計する際には、顧客ニーズを満たすと同時に、自社のシーズを活用できる解を導出する必要がある。しかし従来のPSS設計方法は、顧客要求の充足を重視するニーズ起点の手法が主流であり、自社のシーズを活用可能なPSSを設計することが容易でない。本稿では、PSSの設計ワークショップの結果を分析し、ニーズ充足とシーズ活用の二つの観点よりPSS設計を支援する手法を提案する。

【設計支援とサービス工学(2)】

10:45 - 11:45 座長：川原田 寛(横浜国立大学)

K08 コンテキストの動的な変化を考慮した顧客要求分析手法

○三竹祐矢, 能登裕一, 木見田康治, 佐藤啓太, ◎下村芳樹(首都大東京)
顧客は、独自の動的変化するコンテキストに基づいて製品やサービスの価値を知覚する。その為、製品サービスシステム(PSS)の設計においては、顧客のコンテキストを明確化し、その変化に伴って顕在化する要求を特定する必要がある。本稿では、サービス工学研究における顧客状態表現手法を拡張することで、顧客のコンテキストと要求の関係を表現したモデルを提案し、現状のコンテキストから重要視する要求を推論可能とする。

K09 SVI 価値モデルに基づく顧客モデル構成手法

○中野莉緒, 村上美香, 石井隆稔, ◎下村芳樹(首都大東京)
製品やサービスの高付加価値実現のためには、受給者像を把握する必要がある。この手段の一つとして、受給者に対するアンケートと、テキストマイニングによりペルソナを構成する手法が提案されている。しかし、受給者の価値観を適切に抽出するためのアンケートの設計方法に関する検討は未だ十分に行われていない。本稿では、効果的なペルソナを構成するために必要な観点を分析し、それに基づくアンケートの設計方法を提案する。

K10 足底装具の設計に向けたweb-based 3D-CADに関する研究

○吉原圭亮, ◎館野寿丈(明治大)
足底装具とは足の裏に敷き、矯正などを行う道具である。一般的に個人の特徴に合わせて作られるが、一般的な3D-CADでは操作が難しく、3Dプリンタを用いたカスタマイゼーションはあまり行われていない。本研究では、3次元モーフィングの技術を用いて、いくつかの特徴的な足の形をデータとして組み込み、ブレンドしてモデリングす

ることにより、一般的な3D-CADの知識がない人でも簡単に操作出来るアプリケーションを実装し、検証する。

K11 深度センサを用いたリスクに応じた作業範囲の検討

○竹田直人, ◎関根 務(東海大)

これまで機械作業中における事故防止に向けて、さまざまな安全対策が講じられてきた。本研究では、人を検出できるセンサに着目し、機会作業時のリスクに応じた距離の設定について検討している。特に深度センサを用いて人物の検出及びその深度の検出を行い、センサ検出範囲を基にしてリスクに応じた作業範囲について考察した。

【メカトロニクスとモデル化】

13:00 - 14:30 座長：松浦 大輔(東京工業大学)

K14 装置の振舞いモデルを含むe-カタログを用いた消費電力シミュレーションのための仮想プリント基板ユニット製造ラインの構成

○野山高明, 松本壮太, 須藤康裕, ◎松田三知子(神奈川工科大)

装置の振舞いモデルを含むe-カタログを利用して、シミュレーション実行の場となる仮想製造ラインを構築する手法を提案する。本研究では、プリント基板ユニット製造ラインに提案手法を適用し、消費電力シミュレーションの場を構築した。各装置のe-カタログから対応する装置エージェントを自動生成して、マルチエージェントシステムとして仮想製造ラインを構成した。これにより提案手法の有効性を示す。

K15 仮想プリント基板ユニット製造ラインの構成に用いる装置のe-カタログのための消費電力に関する振舞いモデリング

○松本壮太, 野山高明, 須藤康裕, ◎松田三知子(神奈川工科大)

製造工程の精度の高いシミュレーションを行う場を提供するために、仮想製造ラインの構成に用いる装置のe-カタログの作り方を提案する。本研究では、製造するプリント基板ユニットの種類に対応して変化する各製造装置の電力消費を例題として、各装置の動作時の状態変化をアクティビティ図で表現し、各状態の電力消費の詳細を検討して、シミュレーション実行時に決定する変数も含んだ振舞いモデルを作りe-カタログ化した。

K16 メカニカル安全装置を搭載した歩行訓練ロボットの開発—接触力検知機構を用いた接触力のセンシング—

○坂本博一, ◎甲斐義弘, 高木裕次(東海大)

本研究ではこれまでに機械要素のみで歩行訓練ロボットの安全性を確保するための接触力検知機構付メカニカル安全装置を開発してきている。本報告では、その接触力検知機構をロボットを制御するためのセンサとして使用できないかについて検討する。まず、接触力検知機構を接触力センサとして使用するための改良について述べる。改良した接触力検知機構の有効性は実験により検証する。

K17 メカニカル安全装置を搭載した歩行訓練ロボットの開発—脚位置検知機構の提案—

○平島良紀, ◎甲斐義弘, 猪股宏迅(東海大)

高齢化の進行に伴い、歩行機能に障害を持つ患者が増加しており、その歩行訓練をサポートする歩行訓練ロボットが必要とされている。このような歩行訓練ロボットでは患者の動きを認識し、患者の歩行訓練を適切にサポートすることが必要とされる。本研究ではこれまでに開発した歩行訓練ロボットに取り付け可能で患者の脚位置を検知できる機構を提案する。その脚位置検知機構の有効性は実験により検証する。

K18 回転軸振れ量の検出が可能なロータリーエンコーダの開発

○上山裕理(東京電機大), ◎渡部 司(産総研), 古谷涼次, 小崎美勇(東京電機大)

産業技術総合研究所が開発した「SelfA」は、角度誤差要因を検出し補正することで角度0.1°を超える精度を実現することができる自己校正機能付きロータリーエンコーダであり、さらに回転軸振れ量を検出する機能「SelfA+」を追加できる。本報では、開発した軸振れを定量的に発生させる装置を用いて、レーザ変位計で計測した回転軸振れ量を基準としてSelfA+が検出した軸振れ量を比較することにより、回転軸振れ検出能力を評価した結果を報告する。

K19 高操作性を有する人工膝関節置換術支援ロボットに関する研究

○大津明範, 江口 透, 山本 江, 杉田直彦, ◎光石 衛(東京大)

人工膝関節置換術において術者の支援を行う高操作性を有する半自動型骨切除ロボットの研究を行った。高操作性を有する機構を開発するために術者の動作を大別し機構の役割分担を行うことを設計コンセプトとして機構の設計及び製作を行った。高操作性の定義として意思に沿った動作が可能であることと機構学的項目を設定した。解析や評価実験により定量的及び主観的に評価を行い、コンセプトや要求仕様を満足していることを確認した。

【 多軸制御加工 】

14:45 - 16:15 座長：長谷 亜蘭 (埼玉工業大学)

- K21 エンドミル加工における除去領域推定技術の開発**
○竹内 航, ◎堀尾健一郎, 金子順一, 山崎次男 (埼玉大)
エンドミル加工における切削抵抗の予測に際して、工具による除去領域の推定には加工前の被削物形状の把握が必要となり、ソフトウェアによる切削シミュレーションが必須とされてきた。そこで本研究では、切削加工中に主軸移動に伴って工具前方の被削物の表面形状を実時間で計測し、直後に作用する切削抵抗を予測するシステムを開発する。本報では、光切断法による3次元点群取得とこれに基づく除去領域推定手法について述べる。
- K22 超精密切削加工におけるセッティング誤差補正のための試し削り形状の提案**
○田中匠太郎, ◎中本圭一 (農工大)
超精密切削加工において、工具制御点と回転中心との位置出しといったセッティング時に生じる誤差は、加工精度に大きな影響を及ぼす。そこで本研究では、先行研究で提案されたセッティング誤差補正手法で用いる試し削り形状を最適化して、誤差を大きく反映できるように形状創成理論を基に新たな形状を提案している。本講演では、提案した形状の有効性を同時6軸制御による加工実験から確認したてて報告する。
- K23 特殊エンドミルを用いたチューブ形状の5軸制御加工**
○笹木隆広, ◎森重功一 (電通大)
本研究では、特殊エンドミルを用いたチューブ形状の5軸制御加工経路生成を目的としている。特殊エンドミルに対応した干渉回避機能、干渉回避のための計算時間短縮機能、工具姿勢の急変を回避する機能を開発した。本研究で開発したシステムを用いて加工シミュレーションを行ったところ、干渉が無く、工具姿勢の急変が無い工具経路が得られたことから、その有用性を確認した。
- K24 5軸マシニングセンタにおけるS字加工試験の検討**
○中井立夫, ◎井原之敏 (大阪工大)
近年、複雑で高速かつ高精度な加工が要求される金型製造分野において5軸マシニングセンタが注目されている。5軸マシニングセンタの工作精度検査規格であるISO10791-7は、2014年に改正されたが、追加で中国から航空機部品用の精度検査規格としてS字加工試験片が提案されており、現在は審議中である。本研究では、附属書として追加で2015年5月に提案されたS字加工試験に基づき、S字加工試験片モデルの作成における問題点について検討する。
- K25 ミルターニング加工による表面性状に関する研究**
○高木康佑, 辻 和孝, ◎井原之敏 (大阪工大)
近年、複合加工機によるミルターニング加工が難削材加工において注目されている。高速・高能率加工が可能である反面、表面粗さが悪いため荒加工にしか使えない問題点がある。また切削パラメータが多岐に渡り複雑なため国内では研究が進んでいないのが現状である。本研究では仕上げ加工に応用することを旨としてミルターニング加工の切削理論を解明すると同時に、切削パラメータと表面性状の関係について調査することを目的とする。
- K26 高速ミリング用スピンドルにおけるセンサレス微小切削トルク推定手法の開発**
○酒田慎哉, ◎柿沼康弘 (慶應大)
力センサやカメラなどを用いたプロセス監視に対して、オブザーバベースのセンサレスなプロセス監視技術が開発されている。外乱オブザーバでは負荷推定にエンコーダを利用するが、高速回転ではエンコーダを用いることができない。そこで本研究ではモータに予め備わっているホールセンサを応用した、高速回転での微小切削トルク推定を目的とした。その結果直径500 μ mの工具で100 μ Nmの微小切削トルクまで推定することを示した。

L室講演

【 機能性材料 】

8:45 - 10:15 座長：杉原 達哉 (大阪大学)

- L00 培養神経細胞の伸長方向制御と衝撃引張ひずみ負荷試験装置の設計製作**
○芦原直也, ◎角田 陽 (東京高専), 青村 茂, 中橋浩康 (首都大東京)
本研究は、培養神経細胞の衝撃ひずみ試験により、細胞1個単位での衝撃に対する損傷評価を行い、頭部外傷発症メカニズムの解明を最終目的としている。一般に、培養細胞の伸長方向に規則性はなく、かつ細胞数増加のために観察が困難であり、定量的な損傷評価を行うことができない。そこで、本研究では微細加工を用いて細胞の伸長方向制御をし、各細胞の方向を考慮した衝撃ひずみ実験が可能な専用の装置の設計製作検証をおこなった。
- L01 順電圧/逆電圧印加によるガラス中への金属イオン添加及び金属層形成に関する研究**
○鈴木隆太, ◎松坂壮太, 比田井洋史, 千葉 明, 森田 昇 (千葉大)
ガラスに対して電圧を印加することにより、ガラス中に金属イオンを添加し、更に逆電圧を印加することで層状の金属析出物を形成させることが可能である。本研究では、ガラスに完全に埋設された析出物の形成を目的とし、ガラスへのAg添加の後にNa及びCuの添加を行うことでAg添加領域をガラス表面から内部側へと移動させることに成功した。そして逆電圧印加により特徴的な金属析出物を形成することができた。
- L02 電場に応答する可変弾性エラストマの基礎特性解析**
○石田磨仁, ◎柿沼康弘 (慶應大)
機能性エラストマのひとつである電気粘着ゲルは、表面の粘着特性が電場印加により変化する特徴をもつ。これに加え、電気粘性流体で見られた粒子鎖形成によりエラストマの弾性が変化すると考えられる。そこで本研究では粒子鎖を内部に形成したエラストマにおける電場に

対する弾性変化を調べた。実験により電場を2.0 kV/mm印加した場合において、粒子鎖に対して平行方向の弾性率が46.6%増加することを確認した。

- L03 表面の幾何学的特徴が細胞接着に及ぼす影響**
○芹沢壮梧, 武田伊織, ◎金子 新 (首都大東京)
表面の幾何学的特徴が細胞接着に及ぼす影響を調査している。移流集積法を用いてSiO₂微粒子をSi基板に整列させた。微粒子をマスクとしてRIEを行った後に同基板をマスターとしてPDMSに転写した。PDMS表面には表面粗さRa₂₀ ~ 200nm, 歪度0.8 ~ 0.3, 尖度-1.5 ~ -0.7の微細形状が創成された。同PDMSを足場として細胞培養し、幾何形状と細胞接着数の関係について調査している。
- L04 紅色光合成細菌を用いた直接光合成型燃料電池の微細表面形状電極の性能**
○井ノ口 魁, ◎角田 陽 (東京高専)
微生物細菌を用い、光合成現象によって発電をするバイオ燃料電池は、新たなエネルギー源として期待できる。しかし、実用化に向けては発電性能が低い等解決すべき課題も多い。その解決手法の一つとして、電極部に微細形状を付与すると、形状に沿って細菌が整列する等の効果から、発電性能が向上する可能性が考えられる。そこで、本研究では発電性能と微細形状の関係を明らかにし、高性能化に向けて基礎的知見を得ることを目的とする。
- L05 Ni系合金を用いた溶融金属積層造形物の機械的特性と造形条件最適化**
○瀧澤周平 (農工大), 中野義和, 塚本晋士 (三菱電機), ◎笹原弘之 (農工大)
本研究ではアーク放電を用いた溶融金属積層法において、代表的なNi系合金であるInconel718を用いた際の、造形条件と造形物形状との関係および造形物の機械的特性、金属組織について検討した。連続した均一なビードを形成するには適切な電流値とトーチ送り速度との組み合わせが必要であることを明らかにした。また造形物の金属組織観察を行い、造形物強度と金属組織との関係を調査した。

【 計測・評価 】

10:30 - 12:00 座長：近藤 余範 (産業技術総合研究所)

- L07 AEセンシングを用いた微小径ドリル折損予知に関する基礎研究**
○河谷 誠, ◎長谷亜蘭 (埼玉工大)
微小径ドリルの折損予知を研究することで、加工中のドリル折損による材料の損失や無人加工ラインの更なる効率化、フェールセーフ機構など様々な生産分野に寄与することができる。本研究では、アコースティックエミッション(AE)のセンシング技術を用いて微小径ドリルの折損時やその前兆を検知するために、AE信号と加工現象の関係を調査している。
- L08 超精密小型旋盤加工における工具刃先高さのAE計測による認識**
○塩屋峻一, ◎長谷亜蘭 (埼玉工大)
超精密小型旋盤を用いた切削現象で生じるアコースティックエミッションをAEセンサで検出し、加工状態のモニタリングに利用することを考える。本研究では、工具刃先高さをインプロセスで認識するために、異なる工具刃先高さで加工した際のAE信号の特徴について調査している。
- L09 Haptic Deviceを用いたエンドミル加工の切削力体験システムの開発**
○本多寿矢, ◎森重功一 (電通大)
本研究は、3軸制御エンドミル加工の切削力を体験できるシステムの開発を目的としている。仮想空間内の物体を操作できる力覚呈示装置によりエンドミルを操作し、モデルを加工するときに作用する切削力を計算する。切削力に対応した力覚をフィードバックすることにより、アップカットとダウンカット、溝加工と側面加工など、エンドミルの使い方による切削力の違いが力覚として体験できることを確認した。
- L10 細胞培養における培養面の表面性状が培養に及ぼす影響**
○今田哲平, ◎角田 陽 (東京高専)
バイオテクノロジー技術の進展とともに、細胞培養技術の高度化が重要となつていく。そうした中で、本研究の目的は、未だ不明瞭である細胞培養における培養面の表面性状が細胞の成長に及ぼす影響を明らかにすることである。本研究では、表面性状のうち、特に培養面の表面粗さのみを変えた場合についての培養実験を行うことで、表面粗さが培養時の樹状突起の長さや細胞の付着率等に及ぼす影響について明らかにした結果を報告する。
- L11 トポロジー最適化を用いた加工途中形状の決定手法の提案**
○板野健太郎, ◎中本圭一 (農工大)
高い熟練技能により加工された複雑形状は、その把持や固定の方法さえ想像がつかず、工具の工夫や加工条件の設定にも分らないことが多い。このような技能の技術化には、高度な機械加工を達成するプロセスに熟知した技能者のノウハウをアルゴリズム化する必要がある。そこで本研究では、特に薄肉複雑形状の荒加工において、初期形状から目標形状まで至る加工途中形状をトポロジー最適化を用いて決定する手法を提案する。
- L12 機上計測を基にした目標形状の位置・姿勢決定によるNCデータの修正**
○長島 伸, ◎中本圭一 (農工大)
多軸制御加工機は機械構造が複雑で干渉しやすいため、マシニングレータの使用が必須である。一方、工作機械の動作を正確に再現するには、機上計測により現物と一致した3次元モデルの作成が求められる。また、目標形状の位置・姿勢をモデルに応じて決定し、NCデータを自動修正することも必要になる。そこで本研究では、機上計測から得たワークモデルに対し、加工時間を短縮するようNCデータを修正する手法を提案する。

【 CAD・CAM 】

13:00 - 14:30 座長：杉西 優一（日立製作所）

- L14 ラジラスエンドミルを用いた5軸制御による自由曲面加工の効率化
○高安直樹, ◎森重功一（電通大）
ラジラスエンドミルは高効率、高精度加工を可能とする工具であり、近年需要が増加してきている。本研究では、ラジラスエンドミルを用いた自由曲面の切削加工における削り残し量を少なくするために、工具と目標形状のモデルから削り残し量を算出し、その値が最小となる工具姿勢を探索する方法を考案した。加工シミュレーションにより、本手法が有用であることを確認した。
- L15 Haptic Deviceを用いた旋削加工用CAMシステムの開発—特殊工具を用いた複雑形状加工—
○市谷拓也, ◎森重功一（電通大）
先行研究では、仮想空間内の物体を操作できる力覚呈示装置を用いて、直感的に旋削加工の工具経路を生成するシステムを開発してきた。本報では、難度の高い加工に対応するために、特殊形状を有する工具を作製し、複雑な形状に対して工具干渉を考慮した適切な経路を出力する機能を開発した。この機能により、内径にオーバーハング部を持つ形状であっても、干渉のない工具経路を容易に生成でき、実際に加工できることを確認した。
- L16 把持替えと同時加工を考慮した複合加工機用工程設計支援システム
○井上友貴, ◎中本圭一（農工大）
複合加工機による加工は工程設計が複雑となるため、リードタイム短縮のためには工程設計を支援するシステムの開発が求められる。そこで本研究では、先行研究で提案された加工フィーチャを基に、複合加工機を対象として把持替えや同時加工も考慮した工程設計支援システムを開発することを目的とした。本講演では、開発したシステムの有効性を種々の複合加工機を想定したケーススタディによって確認したので報告する。
- L17 5軸制御工作機械の加工工程改善に関する一考察
○草間洋輝, ◎関根 務（東海大）
5軸制御工作機械は、ワンチャッキングでの多面加工や加工時間の短縮など多くのメリットがあるため、複雑形状の製品加工に用いられているが、加工工程が複雑となり易く、良好な工程設計のための十分な知見は蓄積されていない。本研究では、Inventor HSM ProでNCプログラムを作成後、NCシミュレーションソフトVericutで切削シミュレーションを行い、加工時間と削り残し量を求めて加工工程改善について考察した。
- L18 複合加工機用4.5軸CAMの開発
○矢野航大, ◎浅川直紀（金沢大）
5軸加工機では工具姿勢を制御することにより、複雑形状の切削を可能としている。4軸複合加工機では工具の交換により工作物の軸線に対し並行方向と垂直方向の2方向より切削が可能であるため、加工方向の切り替えによって5軸加工機に近い加工を行うことが可能である。本研究では4軸動作と工具切り替え動作を合わせて4.5軸動作と定義し、加工方向の自動判定を行い、加工経路を生成する4.5軸CAMの開発を行った。
- L19 積層痕除去処理を考慮した積層造形工程計画手法の開発
○清水秀計, ◎金子順一, 堀尾健一郎（埼玉大）
樹脂積層では、積層後に積層痕の除去が必須とされる。従来この作業は作業者の手作業に依存しており、複雑形状に対する除去では研磨工具の経路生成が課題となる。そこで、本研究では計画時に製品を3軸加工機によって研磨可能な形状に分割し、積層・研磨後に接合することにより製品形状を得る工程計画法を提案する。本手法では経路生成、干渉判定、モデル分割の各過程が再帰的に実施され、積層痕の除去を考慮した計画が実施される。

【 研削・研磨 】

14:45 - 16:15 座長：藤本 正和（青山学院大学）

- L21 ゴム砥石を用いた光学ガラスレンズの延性モード研削加工に関する基礎的研究
○川名雄也, ◎柿沼康弘（慶應大）
一眼レフや天体望遠鏡に代表される大口径ガラスレンズは研削加工後、研磨加工工程を経て要求される加工面品位を得ている。しかし、研磨加工工程は加工に長い時間を要する。そこで本研究では、クラックレスで高効率な研削加工を目的とし、ゴム砥石を用いた球面ガラスの延性モード研削における加工特性を評価した。具体的には、ゴム砥石硬度・ホイール回転あたりの砥粒切込み深さが加工面品位に与える影響を実験的に調べた。
- L22 工具研削プロセスにおける研削点導出モデルの構築
○山崎 凌, ◎関根 務（東海大）
本研究では、工具研削プロセスにおける砥石と工具（被削材）の切れ刃先端の研削点位置を導出するためのモデル化を行った。また、そのモデル化を用いて工具研削プロセスを幾何学的に検討し、工具端面を基準とした瞬間的な2次元断面上に砥石と工具の輪郭を投影し、交点を求めるための定式化を行った。そして、得られた式の数値的な特徴について考察した。
- L23 Hyper研削によるCFRPの高品位加工
○鈴木光希, 子安 玲, ◎笹原弘之（農工大）
CFRPの二次加工ではバリ、デラミネーションの発生や激しい工具摩耗など多くの問題がある。そこで本研究ではCFRPのトリム加工に対して砥石内部から研削液を供給するHyper研削を適用し、その加工特性を明らかにすることを目的とする。エンドミルによる切削加工と比較した結果、表面粗さが1/10以下となった。また外部ノズルから研削液を供給する場合と比較した結果、重研削を行った場合でも良好な加工状態になることを示した。

- L24 シリコンウェーハ研磨加工におけるエッジ・ロールオフの抑制
○尾林勇真, 佐竹うらら, ◎榎本俊之（大阪大）
半導体デバイス用基板であるシリコンウェーハの研磨加工では、ウェーハ表面の平坦性向上、特に、ウェーハ外周部で生じるエッジ・ロールオフの抑制が最重要課題となっている。そこで、エッジ・ロールオフの抑制に有効な研磨パッド特性を明らかにするとともに、その評価方法を構築した。
- L25 画像処理を用いた研磨作業における外観検査の自動化—ハフ変換を用いたカッターマークの検出—
○小野塚健太, ◎森重功一（電通大）
本研究では、研磨作業における外観検査の自動化を目的として、加工面を撮像した画像に対してハフ変換を用いてカッターマークに対応する円形構造を検出することにより、加工面上のカッターマークの有無を判定する手法を開発した。研磨実験において撮像したカッターマークの状態が異なる加工面の画像に対し、研磨痕の影響を避けるためにソベリフィルタを併用することで、より精度の高い判定が行えることを確認した。
- L26 画像処理による溝付き研磨盤を用いた修正輪型研磨機でのスラリー流れの解明
○飯久保周基, ◎堀尾健一郎, 金子順一, 山崎次男（埼玉大）
本研究では、修正輪の溝形状の変更による研磨加工効率の向上を目的とする。これまでの研究では、外側より内側が大きな溝幅を有する修正輪における加工効率が高いことが明らかとなっている。本報では、格子状の溝を有する透明定盤を作成し、これを用いて実験を行った。底面からの撮影動画を画像処理してワーク下のスラリーの濃度分布を定量的に調査し、修正輪溝の形状に対するスラリー流れの特徴と研磨効率との関係を明らかにした。

M室講演

【 切削工具 】

8:45 - 10:30 座長：岡田 将人（福井大学）

- M00 切削加工のFEM解析における迅速な材料特性の獲得と解析精度の向上
○楠瀬章太, ◎笹原弘之（農工大）, 中村 崇（土木研究所）
高速切削のFEM解析には高温・高ひずみ速度下での材料特性が必要である。そこで本研究では、熱特性試験、圧縮試験、および高速切削試験と切削のFEM解析から得られる切削力の誤差を最小化することで、アルミニウム合金A5083とA6061の応力—ひずみ関係の同定を行った。また、低速切削試験の結果を逆解析することで工具—ワーク間の摩擦特性を同定し、迅速な材料特性の獲得と解析精度の向上が可能であることを示した。
- M01 丸のこによるCFRP切断時の加工面特性と工具損傷
○助川 悠, ◎笹原弘之（農工大）
本研究ではエンドミル加工やアブレーションジェット加工に比べて高効率加工が期待される丸のこによるCFRP切断時の加工面特性と工具損傷について論じている。丸のこ切削とエンドミル切削との差異を明らかにし、繊維配向角と加工面創成の状態を論じた。また、丸のこでは横振れが横切れ刃の摩耗に大きく影響すること、適切な1刃送りにより工具摩耗を低減できることを明らかにした。
- M02 溶融金属積層と切削加工との連携システムの開発
○永松秀朗, ◎笹原弘之, 光武祐介, 濱元 剛（農工大）
ワイヤ材料とアーク放電を用いた溶融金属積層造形では造形物の寸法精度は保障されておらず、造形表面の粗さも数百 μm 以上と大きいため切削加工などの仕上げ加工を施す必要がある。本報告ではまず、SIMによって計測した形状データへの精度を調査した。次いでSIMを用いて造形物の形状データを取得し、削り残しや過切削が生じないよう切削加工時の原点を修正するシステムを開発し、削り残しなく切削できることを示した。
- M03 ジルコニアの高速切削に関する研究
○湯浅勇貴, 藤井達也, 伊藤佑介, 木崎 通, ◎杉田直彦, 光石 衛（東京大）
切削速度は工具摩耗量、加工面粗さに大きく影響することが知られている。本研究では、ジルコニアの切削加工に適した切削速度及び切削現象を把握し、工具摩耗を抑制した高効率・高精度な加工技術を開発する。
- M04 工具摩耗を利用したダイヤモンド工具の機上成形に関する基礎的検討
○小原健一郎, ◎中本圭一（農工大）
超精密切削加工において、摩耗したダイヤモンド工具を加工機から取り外さず、機上で再生して成形できれば、工具の取付け・取外しに要する時間を省くことができる。また、特に多軸制御時の精度悪化を引き起こす、工具制御点の位置出しが容易になり、飛躍的に高精度な加工も実現できると期待される。そこで本研究では、サファイアなどを成形材とし、切削加工時の摩耗により工具を機上成形することを目指して基礎的な検討を行った。
- M05 極小径PCDエンドミルによる硬脆材料の微細加工
○川端千加良, 中野剛嗣, ◎太田 稔, 江頭 快, 山口桂司（京都工芸繊維大）
硬脆材料の微細切削加工では、加工精度や工具寿命における課題が多く存在するが、これらの課題に対し、極小径のPCDエンドミルを用いた研究例は数少ない。そこで、直径0.1mmのPCDエンドミルを用い、アルミナに対して微細溝加工を行った。多成分切削動力計を用いた切削抵抗をリアルタイムで記録すると同時に、レーザ顕微鏡による観察測定から、切削距離と工具摩耗の関係および加工精度への影響を明らかにしたので報告する。
- M06 振動切削を用いた骨組織加工に関する研究
○大島聖也, 島田健弘, ◎杉田直彦, 光石 衛（東京大）
人工膝関節置換術、インプラント等医療の現場において骨切削が要求される局面は多い。骨切削においては高効率・低温度・高性能の3点

が要求されるがボンソ、エンドミル、骨ノミといった現状の骨切削デバイスにはこれらを全て満たすものがない。本研究では振動切削を用いて高効率・低温度・高性能の3点を満たしたデバイスの開発を目指す。

【 表面・トライボロジ 】

10:45 - 12:15 座長：河野 大輔（京都大学）

- M08 表面力によるトランスファプリントの転写性の検討
○三宮 龍, 森 章洋, ◎金子 新（首都大東京）
表面力を用いてトランスファプリント（TP）における転写率について調査している。直径1mmの球状ガラスプローブを用いて表面力を測定した。PETとSU-8は同程度の濡れ性（水接触角60～70°）であるが、これらを基板としたAu薄膜のトランスファプリントでは転写率には違いがある。両材料の表面力を測定した結果、それぞれ平均は45μNと162μNとなった。すなわち、TPの転写率は濡れ性よりも表面力との相関が高いと考えられる。
- M09 トランスファプリントした薄膜の特性評価と触覚センサへの応用
○片山泰良, 案納響平, ◎金子 新（首都大東京）
トランスファプリント（TP）による静電容量型触覚センサの作製のため、転写するAu薄膜の特性評価を行っている。PDMSと硬質PDMS（h-PDMS）でスタンプを作製し、同一条件下で厚さ150nmのAu薄膜を成膜した。Au薄膜の表面粗さSaはPDMS上では1μm以上であるが、h-PDMS上では100nm程度となった。Au薄膜のシート抵抗もh-PDMS上の方が低く、薄膜の連続性が高いことがわかった。
- M10 ナノ多結晶ダイヤモンド圧子による超硬質材料のナノインデンテーションの試み
○香西孝司, ◎関 紀旺（慶應大）
ナノ多結晶ダイヤモンド（NPD）は単結晶ダイヤモンド（SCD）以上の高硬度、優れた耐熱性を有し、ナノインデンテーションの新たな圧子材料として期待できる。しかし、NPD圧子の特性は不明である。そこで、SCDなどの超硬質材料に対してNPD圧子でナノインデンテーションを行い、NPD圧子の基本特性を明らかにした。NPD圧子はその高硬度により、超硬質材料であるSCDに対しても、圧子の変形による誤差を小さく抑えられることを明らかにした。
- M11 表面テクスチャを有する動圧すべり案内面のトライボロジー的特性評価
○竹下知花, ◎堤 博貴（東京高専）
エンジンのピストンとシリンダの摩擦面にはテクスチャ加工が施され、摩擦性能の向上が図られている。テクスチャを有する面がしゅう動特性におよぼす影響は明らかにされていないのが現状である。そこで本研究では摩擦、浮き上がりと共に抑制する目的で表面テクスチャを施した面の開発、さらにしゅう動摩擦試験機を用い、動摩擦係数、浮き上がり量を評価し、テクスチャを有する面がしゅう動特性におよぼす影響を実験的に明らかにする。
- M12 エピタキシャル薄膜成長を利用したマイクロテクスチャ面の創成—(100)Si基板への極低速成長による創成—
○尾方博紀, ◎角田 陽（東京高専）
本研究では、分子線エピタキシ（MBE）における、自律的な薄膜成長技術を応用し、規則的マイクロテクスチャ面の創成技術を確立することをめざしている。本報では、(100)単結晶Si基板上にフォトリソグラフィなどによりパターン形状を付加した後極低速でSiを自律的な成長させた場合について、付加形状と創成テクスチャ形状の関係を実験的に解明し、任意のマイクロテクスチャ面創成技術を確立するための基礎的な知見を得ることを目的とする。
- M13 ゴム材料のスティック・スリップ現象で生じるアコースティックエミッション
○阿美拓磨, ◎長谷亜蘭（埼玉工大）
往復摺動小型試験機を設計・製作し、ゴム材料の摩擦時の摩擦係数およびアコースティックエミッション（AE）を計測・評価する。摩擦すると発生するスティック・スリップ現象に視点を置き、スティック・スリップ現象とAE信号の関係性について報告する。

【 レーザー応用技術 】

13:00 - 14:30 座長：道畑 正岐（東京大学）

- M14 ガラスのレーザー援用切削加工に関する研究
○植木政瑛, 伊藤佑介, 木崎 通, ◎杉田直彦, 光石 衛（東京大）
近年、ガラスへの切削加工が試みられているが加工効率の低さが問題となっている。そこでガラスが高温下で軟化することに着目し、レーザーを用いて局所加熱し軟化した部分を切削加工するレーザー援用切削加工法を提案した。これにより、溝加工ではレーザー非援用時と比較して表面性状が最大74%改善した。穴加工ではガラス下部からレーザー光を透過させて照射する手法を提案し、穴入り口における大規模クラックの低減を実現した。
- M15 ジルコニアのレーザー援用研削に関する研究
○平岩和也, 木崎 通, 田邊祥太, ◎杉田直彦, 光石 衛（東京大）
硬脆材料のY-TZPは難削材であり、高効率、高精度、低コストの加工法が求められている。そこでY-TZPの高温での温度特性を利用したレーザー援用加工を用い、研削加工に組み合わせることを提案する。この論文ではレーザーを用いないY-TZPの研削加工と、レーザー援用研削加工の両方を行い、研削力、表面粗さ、工具摩耗について比較した結果、適切な条件下でレーザー援用により加工効率を2倍にすることが可能と判明した。
- M16 フレネルホログラムを用いた波長分布検出システムの開発
○川西晶太, ◎西田茂生, 飯田賢一（奈良高専）
本研究では、フレネルホログラムを用いた光源の中心波長の変化を測定するシステムの開発を行っている。前報において、本システムで光源波長が測定可能であることを示した。しかし、システムは完全には自動化されておらず、理論に合致したガウス分布が得られなかった。そこで、設計したホログラムの再生像に画像処理を加え、相関値を比

較することで中心波長の自動検出が可能となった。また、理論に合致したガウス分布を確認した。

- M17 フェムト秒レーザーを用いたPTFEおよびPOM表面へのマイクロチャンネル加工とその表面特性
○矢部優也, 中村圭佑, ◎西谷要介（工学院大）, 北野 武（トマスパータ大）
本研究では、新規トライボマテリアルの開発を目的にエンジニアリングプラスチックであるポリテトラフルオロエチレン（PTFE）およびポリアセタール（POM）の材料表面にフェムト秒レーザーを用いた微細加工について実験的に検討した結果を報告する。また得られた表面微細加工を施したPTFEおよびPOMの摩擦特性を往復動型すべり摩擦試験機を用い実験的に検討した結果も同時に報告する。
- M18 ファイバー導光ナノ秒グリーンパルスレーザー加工装置の開発
○佃 勇気, ◎太田 稔, 江頭 快, 山口桂司（京都市芸繊維大）, 奥山大輔（スベクトロニクス）
筆者らは、立型マシニングセンタをベースとした超多機能多工程集約複合加工機の開発を行っている。この加工機にレーザー加工の機能を搭載するために、レーザー加工装置の開発を行った。マシニングセンタの主軸に取付け可能な加工ヘッドを製作し、発振器からのレーザー光をファイバーにより加工ヘッドまで導光することで、マシニングセンタ上でのレーザー加工を可能にした。製作した装置により、チタンとPCDに対して表面微細構造を創成した。
- M19 CWレーザー背面照射法によるガラス内部への金属球導入メカニズムの解明
○西岡宣泰, ◎比田井洋史, 松坂壮太, 千葉 明, 森田 昇（千葉大）
金属箔を付着させたガラスへのレーザー照射により、ガラス内部に金属球が導入される現象がある。本研究ではこの導入原理の解明を目的とした。まず高速度カメラを用いて金属球が導入する瞬間を撮影した。その結果、金属箔近傍の発光すると同時にレーザーの光路にそって黒色の変質部が形成し、この変質部の先端から金属球が導入されることを明らかにした。さらに断面観察により、黒色の変質部に金属箔成分が含まれていることがわかった。

【 工作機械 】

14:45 - 16:15 座長：林 晃生（神奈川大学）

- M21 予測補正制御に基づく高速高精度な多軸加工システムの開発—ダイレクト5軸加工制御システムの構築—
○田中優斗, ◎藤尾三紀夫（沼津高専）
近年、5軸加工機の導入が進んでいるが、高精度を維持しながら高速な加工を実現することが困難なため、新たな制御手法が必要とされている。そこで本研究ではNCコードを用いた、CAMが持つ情報から直接工作機械にサーボ指令を与え、誤差を予測補正することで、高速・高精度な加工を実現する新たな手法を提案している。本法では、幾何形状から直接工作機械をダイレクトに制御する駆動システムを構築したので報告する。
- M22 防振ゴムによる高速輪郭制御運動時の振動抑制
○石田昂平, 白濱優作, ◎佐藤隆太, 白瀬敬一（神戸大）
工作機械を高速に動作させた際に発生する機械振動は加工品位を悪化させる。本研究では、工作機械の機台支持部に防振ゴムを用いた際の振動抑制効果を検討した。加振実験と運動軌跡測定を行った結果、防振ゴムは機械全体の振動特性と運動軌跡に大きな影響を及ぼし、軌跡に生じる振動の振幅を低減できるが、低周波数の振動が発生することがわかった。またこの結果をシミュレーションにおいて表現できるか検討したので報告する。
- M23 メカニカルパワーファクタを用いたセンサレスびびり振動検知手法の開発
○大和駿太郎, ◎柿沼康弘（慶應大）
加工中に生じるびびり振動を検知するために、加速度センサ等の外部センサが利用されている。本研究では、サーボ情報から導出可能なメカニカルパワーファクタという新たな指標を導入し、センサレスでびびり振動を検知することを試みた。メカニカルパワーファクタは、切削力の送り分力とステージ速度の位相差を表し、これを監視することで、旋削加工におけるびびり振動を検知できることを確認した。
- M24 工作機械駆動系と切削力の時間領域連成シミュレーション
○野口 晋, 枝川祐希, ◎佐藤隆太, 白瀬敬一（神戸大）
切削力は送り駆動系や主軸駆動系に外乱として作用し、断続切削では送り速度や主軸回転数が変動する要因となる。その変動で刃当たりの送り量や切削速度が変動して切削力も変化する。本研究では、主軸駆動系および送り駆動系の運動と切削力の連成シミュレーションを行う方法を開発した。実験結果とシミュレーション結果を比較した結果、切削力により駆動系に生じる振動とそれによる切削力の変化を的確に表現できることを確認した。
- M25 工具摩耗を抑制した5軸仕上げ加工
○内方創士, ◎竹内芳美（中部大）
高価な工具費を軽減することができれば製造工程の低コスト化を実現できる。そこで金型の5軸制御仕上げ工程を想定し、工具傾斜方向と傾斜角を与え、その姿勢を次々刻々と変化させる割合（姿勢変化率）を付与し、切削に関与する切れ刃の位置を変えることによって工具摩耗の低減を図る。その結果、工具摩耗（最大逃げ面摩耗幅）が少なく、仕上げ面粗さも良好な姿勢方向と姿勢変化率が存在することが確認された。
- M26 グリース潤滑下の片状黒鉛鋳鉄摺動面の摩擦・摩耗挙動の可視化とAE計測
○米田拓末, ◎長谷亜蘭（埼玉工大）
摺動部品材料として使われている片状黒鉛鋳鉄に関して、摩擦界面のin situ観察（その場観察）およびアコースティックエミッション（AE）法を用いて、摩擦・摩耗特性評価の検討を行う。本研究では、異なるちょう度のグリース潤滑下で摩擦力やAE信号の比較を行い、摩擦・摩耗現象を視覚的に明らかにしていく。