

# 第24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29年3月13日(月)

会 場：慶應義塾大学 矢上キャンパス(神奈川県横浜市港北区日吉3-14-1)

J室 12棟 2F 205 《J01～J26講演》

K室 12棟 2F 206 《K00～K26講演》

L室 12棟 2F 207 《L00～L26講演》

### J室講演

#### 【卒研発表講演会 J-1】

9:00 - 10:30 座長：川原田 寛(横浜国立大学)

- J01 CFRP 穴加工の高速・高品質化及び工具摩耗の測定  
○佐々井宏典, ◎田中秀岳(上智大)  
CFRPは難削材として知られ、ドリルを使った穴加工においてはバリや層間剥離が発生しやすい。筆者らはCFRPの高精細穴あけ加工に特化した傾斜プラネタリ加工を提案しているが加工速度が問題となっている。本報では、傾斜プラネタリ加工により穴加工品質を保ちつつ切削速度を向上させる実験を行い、加工時間と工具摩耗状態と穴品質に関して実験を行った結果、公転速度と送り速度の関係から工具摩耗及び穴品質に関する考察を行った。
- J02 インペラ加工の高効率化と切削シミュレーション  
○木村太郎, ◎笹原弘之(農工大)  
本報告ではターボチャージャー用インペラをテーパボールエンドミルにより加工する際の加工効率を向上するために、その加工状態を明らかにすることを目的とする。テーパボールエンドミルによる加工工程ごとの切削力波形の測定と切りくず排出の状況を観察し、ねじれ角や心厚など工具形状との関係を明らかにした。また、インペラ加工特有のテーパボールエンドミル加工時の切削力のシミュレーションを開発し切削力変動の予測を行った。
- J03 エッジ・ロールオフを抑制する研磨パッドの開発に関する研究  
○名部洲甫, 佐竹うらら, 尾林勇真, ◎榎本俊之(大阪大)  
シリコンウエーハやガラス、アルミニウムディスク製造の最終工程である研磨加工では、外周部にエッジ・ロールオフと呼ばれる平坦性の劣化が生じ、その領域は製品に使用できず歩留まりが大きく低下するという問題がある。そこで本研究では、工作物の外周部付近に生じる接触応力分布に着目、検討し、その結果にもとづきエッジ・ロールオフを抑制できる研磨パッドを開発した。
- J04 ダイヤモンド工具を使用したマイクロ旋削加工時のAE信号解析  
○小暮大貴, ◎長谷亜蘭(埼玉工大)  
マイクロ加工における微視的な切削状態を計測・モニタリングすることができれば、加工精度や品質を維持できるだけでなく、高効率化や生産コストの削減にも繋げることができる。本研究では、超小型旋盤を用いてダイヤモンド工具によるアルミニウム加工時のアコースティックエミッション(AE)信号と加工状態の関係を調査した。その結果、工具摩耗の進行や加工表面の悪化とともにAE信号周波数などに変化がみられることがわかった。
- J05 近接場光を応用した工具刃先検出法の確立－工具先端位置検出精度の検討－  
○井上智輝, ◎Khajornrungruang Panart, 鈴木恵友(九工大)  
ツールセッタは工作機械上で工具の初期設定において準備時間の短縮や精度の向上のため用いられている。本研究では回転中のマイクロ工具の高精度検出のため、近接場光を用いた非接触式ツールセッタの新しい検出法の確立を目的とする。本稿では切削工具を用いて工具先端位置の検出範囲を検討した。直径50μmのエンドミルが近接場光領域に侵入し、約300nmの範囲で散乱光が発生した。これより検出精度は±150nm以内であるとわかった。
- J06 聴覚過敏者のためのデジタル聴覚プロテクターの開発  
○田中優花, ◎西田茂生(奈良高専)  
日常生活で耳にする程度の環境音に対し、苦痛を伴う聴覚過敏という症状がある。本研究では、この症状の対策として、イヤーマフによって外部の音をカットした上で、必要な音のみ聴取するための聴覚プロテクターの開発を試みた。マイコンに取り付けた環境音取得用マイクへの入力音声に対し、音量と周波数を解析する音声処理を施すことによってノイズ中の必要音をリアルタイムで抽出する聴覚プロテクターを試作した。

#### 【卒研発表講演会 J-2】

10:45 - 12:15 座長：宮武 正明(東京理科大学)

- J08 Powder Bed Fusion法による金属粉末造形時のスパッタ挙動  
○江頭郷太, ◎古本達明, 橋本洋平, 小谷野智広, 細川 晃(金沢大)  
粉末床溶融結合法において、レーザー照射時にスパッタの飛散が確認されている。スパッタが造形物表面に付着することにより、造形精度の低下や、スキージングブレードと接触し装置が停止するなどの問題が発生する。本研究では、各照射条件とプレート温度でのスパッタ挙動の観察を目的に、高速度カメラを用いて金属粉末の溶融状態を撮影した。エネルギー密度が飛散方向と飛散数、プレート温度が飛散数に影響を及ぼすことが分かった。

- J09 インコネル600の構成凝着層を用いた境界摩耗からの保護  
○齋藤 拓, 高橋幸男, 宗 小奇, ◎井原 透(中央大)  
一般に耐熱合金の切削時には境界摩耗が顕著に見られることが知られ、これは工具寿命に影響すると言われている。そこで本研究では耐熱合金の一例としてインコネル600を用い、事前に凝着させた工具表面の構成凝着層を用いた境界摩耗からの保護を狙った。結果、構成凝着層の境界摩耗からの保護作用を確認し、同時に背分力が低下する現象が確認された。
- J10 超精密切削加工に向けたワークの形状・位置の機上計測に関する研究  
○上村啓悟, ◎中本圭一(農工大)  
超精密切削加工は取付け誤差がわずかであっても加工精度に大きな影響を与えるため、ワークの正確な形状・位置を知ることが必要不可欠である。そこで本研究では、機上計測技術によって加工機に取り付けた荒加工後のワークの形状・位置を特定し、適切な仕上げ加工を施すことを目的とした。本講演では、提案する手法の有効性を多軸制御による超精密切削加工を想定したケーススタディにより確認したので報告する。
- J11 複合加工機用4.5軸CAMの開発  
○杉澤康友, ◎浅川直紀, 高杉敬吾(金沢大)  
4軸複合加工機には5軸加工機と異なり連続的に工具姿勢を変更できる軸は付属していない。しかし工具交換機能の利用により工具姿勢の切り替えを行うことが可能である。本研究では4軸動作と工具交換機能による工具姿勢切り替え動作を合わせて4.5軸動作と定義し、加工方向を自動判別し、加工経路を生成する4.5軸CAMの開発を行った。
- J12 高等教育における価値共創実現のためのコンテキスト共有支援手法  
○森 大樹, 出井優駿, 杉野涼太, 木見田康治, ◎下村芳樹(首都大東京)  
価値は主体の個別的かつ状況依存的なコンテキストを伴って規定され、認識される。そのため、提供者と受給者による価値の共創プロセスにおいては、提供者と受給者間によるコンテキストの共有とすり合わせの成否が創造される価値の良否を決定づける。しかし現在、コンテキストの共有を支援する有効な手法は確立されていない。本稿では、高等教育サービスを事例に、効果的なコンテキストの共有をする支援手法を提案する。
- J13 パーソナル3Dプリンタを用いた付加加工用CAMソフトウェアの開発  
○山内一見, ◎森重功一(電気通信大)  
本研究では、パーソナル3Dプリンタで、加工物に対して任意の形状を付加する加工を可能にすることを目的としている。そのために、初期形状の付加面を直感的に選択できるインタフェースと、付加面に対して垂直方向に追加形状を積層する経路を生成するCAMソフトウェアを開発した。加工実験を行なったところ、任意の形状を付加面に対して垂直に積層できたことから、本システムの有用性を確認した。

#### 【卒研発表講演会 J-3】

13:00 - 14:30 座長：嶋田 慶太(東北大学)

- J14 ダイヤモンドパニング工具による平滑面創製メカニズム解析と評価  
○伊藤裕矢, ◎田中秀岳(上智大)  
パニング加工は、工作物表面の微小な塑性変形により平滑面を創製する仕上げ加工であり、押込量と相関して被加工物の表面性状が変化し、実体部と空隙部の体積の関係に変化が生じる。本報では、パニング加工による平滑面創製メカニズムを評価し、電気マイクロメータを用いた精密押込量変化実験に基づいて、パニング工具の押込量と表面性状の変化の相関性を検討した。
- J15 微細表面構造による切削工具の高機能化－アルミニウム合金のドライ加工のための構造最適化－  
○シンブリヤ, ◎杉原達哉, 榎本俊之(大阪大)  
融点が高く活性な金属であるアルミニウム合金は、ドライ加工では工具表面へ著しい切りくず凝着が生じることが問題となる。この問題に対して、本研究では工具表面にディンプル状の微細構造を導入することで、優れた耐凝着性を発現する切削工具を提案・開発した。さらに、先行研究で開発した微細構造を有する切削工具との比較を行うことで、アルミニウム合金のドライ加工における最適工具表面構造の指針を明確化した。
- J16 加工フィーチャに基づいた複合加工機の作業設計支援に関する研究  
○五十嵐岳史, ◎中本圭一(農工大)  
切削加工において加工方法や使用工具などは、熟練者の技能に基づき決定されている。しかし、加工準備時間をより一層短縮するためには解決すべき問題の一つである。そこで、先行研究で提案された複合加工機に向けた加工フィーチャに基づき、作業設計を支援する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、実機を用いたケーススタディにより確認したので報告する。

- J17 微細波状リブレット構造をもつ金型の切削加工  
○寺林俊雄, ◎関 紀旺 (慶應大)  
流れの中の物体表面における摩擦抵抗を低減する方法としてリブレット構造が知られている。流れ方向に変化をもつリブレット構造による効果向上が期待されているが、そのような複雑な微細構造の面積への加工は実現困難とされてきた。そこで、フィルム上に微細な波状リブレット構造を転写するための精密ロール金型を、スロートツールサポ (STS) 旋削を用いて加工した。また、金型表面の形状精度およびフィルムへの転写精度について評価を行い、この手法の有効性を検証した。
- J18 ターンミリングにおける切削状態の解析的予測  
○七里翔紀, 内海幸治, ◎笹原弘之 (農工大)  
ターンミリングとは回転する棒材の側面をミリングする加工法であるが、切削速度に加え工具姿勢など多数あるパラメータが切削力や表面性状、工具摩耗に及ぼす影響の調査は不十分である。本報告では、ターンミリングの切削力予測モデルの構築を目的とする。点群で表現した被削材に切れ刃が接触する領域を計算し、予備実験により求めた切削係数を利用して、ターンミリングのシミュレーションを行い、実験結果と一致した。
- J19 Haptic Device を用いた旋削加工用インタフェースの開発—特殊剣バイトによる複雑形状の加工—  
○堀川祐太郎, ◎森重功一 (電気通信大)  
先行研究において、仮想空間内の物体を操作できる力覚提示装置を用いて、直感的に旋削加工用経路データを生成するシステムを開発した。本報では、工具形状によらず適切な経路を生成できるシステムを目指し、工具の動作制限に必要なデータを設定する機能と設定したデータを基に適切な干渉回避を行う機能を開発した。開発した機能により、複数の特殊剣バイトを用いた複雑形状の加工を行い、実際に加工できることを確認した。

## 【 卒研発表講演会 J-4 】

14:45 - 16:15 座長：河野 大輔 (京都大学)

- J21 渦電流ブレーキの原理を利用した非接触的主軸試験の提案  
○山本 寛, ◎高杉敬吾, 浅川直紀 (金沢大)  
主軸回転中の工作機械の動特性をインパクトハンマリング試験で正確に把握することは難しく、主軸回転中に適用可能な非接触的主軸試験への期待は大きい。そこで本研究は非接触式の動特性同定法の開発を目的とし、渦電流ブレーキの原理を利用して疑似工具を加振する装置を開発した。またその装置を用いて、種々のパラメータを変化したときの加振トルクへの影響を明らかにした。
- J22 ピコ秒パルスレーザー干渉計を用いた厚み測定システム  
○熊本 光, 坂井雄介, ◎押田至啓 (奈良高専)  
可干渉性の低いパルスレーザーの干渉を用い、干渉縞のコントラストがピークになる状態を自動的に検出することにより、透明物体の厚みを非接触で測定するシステムを考案した。干渉縞の画像データをコンピュータに取り込み、コントラストを自動的に検出し、ピーク位置すなわち、光路差がゼロになるように、干渉計中の鏡を移動させ、その移動量から透明物体の厚みを測定するシステムを、Labview を用いて構築し、その動作を検証した。
- J23 曲面多色像ホログラムの開発  
○佐藤優志, ◎西田茂生 (奈良高専)  
近年、立体ディスプレイ等に計算機合成ホログラムが期待されている。しかし、曲面に多色像を再生する計算機合成ホログラムはまだ実用化されていない。そこで、本研究では曲面に多色像を再生することのできる計算機合成ホログラムの設計、空間光変調器を用いた評価実験を行い、球面上に9色像を再生することに成功した。また、再生像の視認性を向上する手法の提案もを行い、その有用性を確認した。
- J24 負のポアソン比を有するセルベース構造  
○田中智大, ◎館野寿丈 (明治大)  
負のポアソン比という特殊な機械的性質を有する内部構造の評価を行い、その内部構造を用いた熱膨張を防ぐ構造の設計方法の提案を目的とする。単一のユニットセルのみではなく、複数材料を適用したいくつか異なる形状のユニットセルを組み合わせてそれぞれ適切な位置に配置することにより一つの構造を作成し、構造全体としての熱膨張を防ぐことができた。

- J25 患者の動向監視支援システムの開発—尿意の検知—  
○小池志歩, ◎藤尾三紀夫 (沼津高専)  
近年、病院において認知症患者の不用意な行動を把握するため離床センサが利用されている。しかし、誤作動が多く、また検知が事後になるなど正確に患者の状態を検知できていないのが現状である。そこで本研究では、距離センサを用い、背景画像の深度と患者が寝ている場合の深度差により患者の状態を検出する患者の動向監視支援システムの開発を行う。その中で、寝返りの周期より尿意を検知するシステムを開発したので報告する。
- J26 価値共創型サービス設計のためのコンテキスト共有モデル  
○湊 省吾, 三竹祐矢 (首都大東京), 細野 繁 (日本電気), ◎下村芳樹 (首都大東京)  
サービスの価値は、提供者と受給者のコンテキストに伴って共創され、知覚される。すなわちサービス設計では、この両者によるコンテキストの共有をもって提供機能を決定する必要がある。しかしコンテキストの抽象性、広汎性から、その共有を支援する有効な手法は確立されていない。本稿では、コンテキストの重要要素である行為と、行為を特徴付ける意図の概念に着目し、これらに基づいてコンテキスト共有の支援の在り方を検討する。

## K室講演

### 【 卒研発表講演会 K-1 】

8:45 - 10:30 座長：藤本 正和 (青山学院大学)

- K00 金属との熱反応によるダイヤモンド表面の形状変化  
○上杉昇平, ◎比田井洋史, 松坂壮太, 千葉 明, 森田 昇 (千葉大)  
ダイヤモンドは難加工材料であるが、鉄やニッケルによる表面の摩耗や平坦化が報告されている。本研究では、それらの金属を製膜したダイヤモンドを熱処理し、表面形状を変化させることを目的とした。まずダイヤモンド基板に金属を真空蒸着し、加熱保持。その後SEMによって観察した。その結果、金属の種類、結晶方位によって異なる表面形状が観察された。特に(100)面とニッケルの組み合わせの時、微小な十字形の凹凸が観察された。

- K01 AE 振幅分布のフラクタル次元を用いた材料の均質性評価法  
○三上拓朗, ◎西田茂生 (奈良高専)  
最先端技術の発展により高強度・高伝導性な材料が求められている。その際、材料が均質であることが求められる。材料の定量的かつ非破壊的な均質性評価方法を提案する。本手法では、人為的な AE 波を発生させ、その AE 振幅分布のフラクタル次元を求める。均質な材料であればある程、得られる AE 振幅分布のフラクタル次元が大きくなることがわかり、材料の均質性評価に有効である可能性を見出した。
- K02 ベイジアンネットワークを用いた PSS 設計要件の推定手法  
○筒井優介, 久保田陽介, 木見康康治, ◎下村芳樹 (首都大東京)  
製品サービスシステム (PSS) の設計では、多様な事業形態における設計要件を捉える必要がある。先行研究は、PSS の形態を類型化し、それらの設計要件の概略を捉えることを可能とした。しかしこれらの要件は、各事例類型において共通して当てはまる一方で、企業固有の設計要件までを捉えるものではない。本稿では、ベイジアンネットワークを用い、PSS の類型と企業固有の設計要件の因果関係を推定する手法を提案する。
- K03 患者の動向監視支援システムの開発—ベッド柵の取り外し検出—  
○篠崎優希, ◎藤尾三紀夫 (沼津高専)  
近年、高齢者の入院患者の増大と共に認知症患者の不用意な行動による事故が多発している。このため離床センサが利用されているが、誤作動が多く、検知が事後になるなど正確に患者の状態を把握できていない。また近年はベッド柵を乗り越える、柵を取り外して転落する、柵に挟まるなどの事故が多発している。そこで本報告では、深度差に基づいてベッド柵の取り外しを検出して報知するシステムについて検討したので報告する。
- K04 振動補償トルクによる高速輪郭運動時の機械振動抑制方法  
○林 秀明, ◎佐藤隆太, 白瀬敬一 (神戸大)  
NC 工作機械には高速な輪郭運動が求められるが、コーナ部では急激な加減速による機械振動が発生して運動精度が悪化する。本研究では、振動補償トルクを送り軸サポモータのトルク指令に印加することで、加減速による振動を相殺し、コーナ部での振動を抑制する方法を提案する。実際のマシニングセンタに提案する方法を組み込み、コーナ部運動時の振動抑制効果を確認した結果、輪郭運動時の機械振動を効果的に抑制できたので報告する。
- K05 分子線エピタキシャル結晶成長を用いた表面創成一ヘリコンスパッタリング分子線源を用いた Si-Si ホモエピタキシャル成長—  
○川上俊介, ◎角田 陽 (東京高専)  
本研究では、分子線エピタキシャル (Molecular Beam Epitaxy: MBE) における自律的な薄膜成長技術を利用したナノレベルの超平滑面やテクスチャ面の創成技術の確立をめざしている。本報では、(100) 単結晶 Si 基板を用い、分子線供給方法に一ヘリコンスパッタリング分子線源を利用した MBE により Si を自律的に成長させた場合において、分子線源の条件を変えて得られる創成表面性状について、金属顕微鏡や原子間力顕微鏡を用いて観察・解析した結果を述べる。
- K06 ゴム砥石を用いた光学ガラスレンズの超精密研削加工に関する基礎的研究  
○末富拓巳, ◎柿沼康弘 (慶應大), 福田将彦, 田中克敏 (東芝機械)  
大口径光学球面ガラスは研削加工後、研磨工程を経て要求される加工面品位を得ている。しかし、研磨工程は加工率が低く、形状精度の低下が問題となる。そこで本研究では、クラックレスで高効率な研削加工の開発を目的とし、ゴム砥石を用いた光学球面ガラスの延性モード研削における研削加工特性を評価した。具体的には、硬度の異なる2種類の砥石を用いて研削加工を行い、砥石硬度の違いが加工面品位に与える影響を評価した。

### 【 卒研発表講演会 K-2 】

10:45 - 12:15 座長：松浦 大輔 (東京工業大学)

- K08 工具研削プロセスのための計算アルゴリズムの数値的検討  
○西崎裕亮, ◎関根 務 (東海大), 安西貞司, 落合量介, 吉田貴史, 日高陽一郎 (牧野プライス精機)  
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) との交差領域において最終的に工具の切れ先端を創り出す研削領域について、3次元幾何学的に検討すると共に、それを導出するための計算アルゴリズムを開発した。また、その計算アルゴリズムから得られる結果を3次元 CAD を用いて検証した。
- K09 サポートベクターマシンと多項式回帰を併用した加工条件導出手法の開発  
○林 典行, ◎青山藤詞郎, 柿沼康弘 (慶應大)  
加工条件は、切削温度、切削抵抗、そしてこれらに起因する工具摩耗やびびり振動の発生に対して大きく影響を与えるが、その決定は作業者の知識と経験に依存している。そこで本研究はセンサレス材料特性計測と機械学習を応用することで、超精密加工機が自律的に加工条件を決定する手法を提案した。サーボ情報に基づく机上計測法で推定した材料のヤング率と硬度に基づき、適切な切削速度を与える条件の導出システムを開発した。
- K10 ワイヤ材料とアーク放電を用いたアディティブ・マニファクチャリングによる円筒面への複雑形状造形  
○吉岡 亨, ◎笹原弘之 (農工大)  
ワイヤ材料とアーク放電を用いたアディティブ・マニファクチャリングにおいて、回転軸を有する4軸造形装置を製作し、円筒面への積層造形における造形可能な条件を調査した。細長い円筒面に対し、軸方向に積層造形すると残留応力により変形が生じるが、4本のビードを等間隔で造形する場合の最適な造形順序を明らかにした。最後にスクリー形状の造形を行い、SfMにより取得した形状データと最終目標形状とを比較し、仕上げ加工代を残した造形が可能であることを示した。
- K11 化学強化ガラスのレーザ切断に関する研究—表面応力層によるき裂周辺応力分布の変化—  
○川邊智也, ◎古本達明, 橋本洋平, 小谷野智広, 扇子 悠, 細川 晃 (金沢大)  
化学強化ガラスのレーザ切断に対して、き裂周辺の応力分布を明らかにする目的で有限要素法を用いた3次元解析を行った。解析モデルに応力層とき裂を導入し、き裂先端近傍に温度を与えた際の応力解析を行った。解析結果より、表面圧縮応力の有無が、き裂周辺の応力分布に与える影響を調査した。また、き裂深さを変化させた場合の応力値の変化にも着目し、切断に必要なき裂深さを調査した。

K12 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—形状補間の3軸での検証—  
○櫻庭拓海, ○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、さらなる高速高精度加工が必要とされている。本研究ではNCコードを用いず、CAMが持つ幾何形状情報から直接工作機械にサーボ指令を与え(形状補間)、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。本報告では3軸で幾何形状から直接サーボデータを生成し、その手法の有用性を検証したので報告する。

K13 スタンプの幾何学的形状がトランスファプリントに及ぼす影響  
○川畑敦士, ○金子 新 (首都大東京)  
トランスファプリント(TP)において、スタンプ凸部の側壁角度がAu薄膜の転写率に及ぼす影響を調査した。スタンプにAu薄膜は真空蒸着すると、側壁角度90°では上端から6μm程度まで成膜されるが、側壁角度75°では上端から3μm以下となる。このため、同一条件でAu薄膜をTPすると、側壁角度90°のスタンプでは転写率が7%だが、側壁角度75°のスタンプでは転写率が78%となった。

### 【 卒研発表講演会 K-3 】

13:00 - 14:30 座長: 道畑 正岐 (東京大学)

K14 5軸シリアル-パラレルメカニズム研磨機を用いた未知の加工表面に対する研磨加工制御法の開発  
○浅賀亮介, ○柿沼康弘 (慶應大)  
自動車の塗装工程で行われる補修研磨作業は、その研磨の難しさから熟練技術者の手作業によって行われている。しかし、熟練技術者の減少や製品品質のバラつき等の理由から、自動化が求められている。本研究室では、熟練技術者の研磨技能を抽出し、平面において再現することに成功した。本研究では、熟練研磨技能再現技術を平面から未知の自由曲面に応用するため、曲面の法線方向に対し工具の姿勢と力を同時制御する手法を開発した。

K15 砥石内研削液供給によるチタン合金の研削面特性  
○豊川澄斗, 中塚永敏 (農工大), 日下部篤史 (平和産業), ○笹原弘之 (農工大)  
本研究では、研削が困難とされているチタン合金Ti-6Al-4Vに対して、砥石の内側から加工点へ研削液を供給する場合の加工面への影響を明らかにすることを目的とする。本機構と外部ノズルによる研削液供給において、研削距離と切込み深さを変化させて研削加工を行い、チタン合金の加工面の粗さや残留応力への影響を調べた。

K16 フライス加工中の神経系活動と技能レベル・作業難易度との関係  
○本田寛彦, 二宮敬一, 和田正毅, 岡部真幸, 池田知純, 貴志浩久, ○不破輝彦 (職能開大)  
フライス加工中の作業者の神経系活動を定量的に測定し、技能レベル・作業難易度との関係を人間科学に基づき評価した。被験者は熟練者5名と中級者10名である。フライス盤によるエンドミル加工を作業内容とした。測定項目は前頭前野の脳血流量変化と心電図である。その結果、難易度の高い作業ほど、交感神経活動および脳血流量変化が増加する定量的特性が明らかになった。加えて、作業者の技能レベルによる特性の違いが確認された。

K17 単結晶蛍石の超精密切削における加工特性解析と微小光共振器の開発  
○天野 光, ○青山藤詞郎, 柿沼康弘 (慶應大)  
信号処理回路を従来の電子技術ではなく光で代替する技術が注目を集めている。次世代の光信号処理を実現するためには、光を一定時間・一定の場所に閉じ込める役割を担う微小光共振器が不可欠である。本光学素子の材料として、単結晶蛍石を用いるのが理想的であるが、蛍石は脆性及び結晶異方性を有する。そこで、本研究では単結晶蛍石の二次元切削加工における、工具材質、形状及び結晶異方性が加工面性状に与える影響を評価した。

K18 炭素鋼切削における初期摩耗機構が工具逃げ面に及ぼす影響  
○石川広希, 高橋幸男, 伊津井裕人, 宋 小奇, ○井原 透 (中央大)  
切削加工における工具摩耗の一つである逃げ面摩耗は、仕上げ面精度に影響を及ぼすため数多くの研究がなされている。しかし初期摩耗とその摩耗機構に着目した研究は少なく、未だ不明な点が多い。そこで炭素鋼切削を実施し、逃げ面におけるアプレシブ摩耗と凝着機構について検討した結果、逃げ面の摩耗量と凝着面積の変化から、初期摩耗量は逃げ面への凝着度合いと相関があることが明らかとなった。

K19 NACS-Turningを用いた軸表面テクスチャリング  
○磯崎仁哉, ○高杉敬吾, 浅川直紀 (金沢大)  
摺動部品の摺動特性改善技術に用いられている表面テクスチャリング技術には生産性に課題が残っている。NACS-Turning (Non-Axisymmetric Curved Surfaces Turning) は非軸三次元曲面を旋削加工によって実現する新加工法であり、本研究ではこれを軸物円筒面へのテクスチャリングに適用し、高効率なテクスチャ付与を試みた。また、付与したテクスチャの摺動特性評価の為、すべり軸受を用いた装置を開発し、テクスチャの有無による摺動特性の変化を確認した。

### 【 卒研発表講演会 K-4 】

14:45 - 16:15 座長: 杉原 達哉 (大阪大学)

K21 ピコ秒パルスレーザー照射による鋼材表面の平坦化とナノ周期構造形成  
○小林知貴, ○関 紀旺 (慶應大)  
精密金型として使用される鋼材の表面は高い加工精度と離型性が同時に求められる。本研究では、金型鋼の表面仕上げ法としてピコ秒パルスレーザー照射を提案する。超短パルスレーザーを用いるため材料内部への熱影響が極めて少なく、焦点位置を制御することで大きな表面凹凸を除去し、表面の平坦化を実現できる。それと同時に、平坦に加工された表面にナノ周期構造を形成させ、金型の離型性を向上することも可能である。

K22 産業用ロボットを用いた超精密加工機へのワークの取付けに関する研究  
○北川 廉, ○中本圭一 (農工大)  
超精密切削加工における工具やワークの取付け誤差は熟練した作業でも数μm程度生じ、加工精度に大きな影響を与える。しかし、この誤差の測定と補正の手順は煩雑で非常に長い時間を要す。これまでに工具の

取付け誤差を補正する手法は提案されているが、ワークについては検討されていなかった。そこで本研究では、産業用ロボットを用いたワークの取付けの自動化に向け、取付け誤差を机上計測し補正する手法を提案する。

K23 自動工具先端偏心装置を備えた傾斜ブラネタリ加工機の開発  
○福島 郁, ○田中秀岳 (上智大)  
講演者らはCFRP穴あけ加工用の可搬型加工機として傾斜ブラネタリ加工装置を提案している。本報では自動工具軸傾斜機能を備えた傾斜ブラネタリ加工機を開発するために、新規の傾斜機構を考案し、試作することでその実現性を検証した。また、新規の加工機が満たすべき加工条件の検証を行った。その結果、新規傾斜ブラネタリ加工機に用いる機構及び仕様を決定した。

K24 窒化ケイ素球への微細レーザテクスチャリング  
○角谷駿介, 永富友貴, ○太田 稔, 江頭 快, 山口桂司 (京都工芸繊維大)  
表面機能の発現を目的とした加工法としてマイクロボールフォーミング法(MBF法)を考案した。MBF法とは外周面に微細周期構造を有するボール工具を用いて材料表面に微細形状を転写する微細塑性加工の一つである。本研究では球体の全周面に微細レーザ加工を用いてテクスチャリングを行う方法を考案し、窒化ケイ素球の全周面に微細突起を加工したMBF用のボール工具を製作した。

K25 CW-LBI法を用いた様々なガラスに対する金属微粒子のレーザマニピュレーション  
○吉村秀行, ○比田井洋史, 松坂壮太, 千葉 明, 森田 昇 (千葉大)  
ガラスに密着させた金属箔に対し、ガラス越しにレーザを照射することで、ガラス内部に微粒子として金属を導入できる。本研究では、様々なガラスへの導入を試み、その軌跡の性質を評価した。まず従来導入が確認されているガラスに金属微粒子を導入し、他のガラスに移動させた。その結果、新たに5種類のガラスへの導入が可能になった。さらにガラス内部に金属微粒子が移動すると、その軌跡のガラスの組成が変化することがわかった。

K26 電場解析に基づくEARの高性能化  
○伊藤かな, ○柿沼康弘 (慶應大), 吉野正樹, 茂呂優希 (リコー)  
電気粘着ゴムは電場印加に伴い瞬間的かつ可逆的な固定力を発現する機能性材料である。そのため柔軟媒体搬送機構への応用が期待されている。しかし固定力に寄与する力、固定性能を左右する構成パラメータについては未解明である。本研究ではこれらを解析的かつ実験的に調べた。その結果静電気力ではなく、グラディエント力が固定力の主な発生要因であることがわかった。また弾性層の厚さが固定力に大きく影響することもわかった。

### L室講演

### 【 卒研発表講演会 L-1 】

8:45 - 10:30 座長: 伊東 聡 (東北大学)

L00 工作物偏心を考慮したパラレルターニングにおける安定限界線図の導出とびりり振動回避  
○大熊俊樹, ○柿沼康弘 (慶應大)  
工作機械による切削加工において発生する問題として、加工面品位の劣化や工具折損等の悪影響を引き起こすびりり振動がある。特にパラレルターニングでは動的システムの複雑さから安定予測が難しく、安定限界線図描画法の提案もあるが工具振動のみがモデル化され工作物の偏心の影響は考慮されていない。本研究では、工作物の偏心にも焦点をあて、その影響を考慮した安定限界線図の導出を提案し、切削試験により予測精度を評価する。

L01 低剛性工作物のオンマシニング剛性測定システム  
○梅津拓真, ○河野大輔, 松原 厚 (京都市大)  
低剛性工作物の剛性評価は工作機械加工時の相対振動の低減のために重要である。本研究では圧電素子を用いた工作物の机上剛性測定システムを開発した。等価機械モデルを用いて圧電素子への印加電圧と加振力から工作物の変位を推定することで、工作物上の測定位置に変位測定のためのセンサを設置しない剛性測定法である。ハンマリング試験との比較を行い、開発した測定システムの測定精度の評価を行った。

L02 ワイヤ材料とアーク放電を用いたAdditive Manufacturingによる造形物の温度モニタリングと薄肉板材端部への付加造形  
○鶴巻越直 (農工大), 千葉原宏幸, 塚本晋士 (三菱電機), ○笹原弘之 (農工大)  
ワイヤ材料とアーク放電を用いたアディティブ・マニュファクチャリングにおいて、代表的なNi系合金であるInconel718を用いた際の、連続均一なビード形状が得られる造形条件を調査した。立壁状造形物の幅は電流、トーチ送り速度、ワイヤ送給量によりほぼ定まり、造形中の前層の温度を一定にすることで精度が向上することを明らかにした。これにより熱容量の小さい板材端部への薄肉壁の付加造形を可能とした。

L03 振動援用マイクロ放電加工における放電現象の直接観察  
○藤田健二郎, ○関 紀旺 (慶應大)  
マイクロ放電加工では、工具電極への振動付加により加工特性の向上が確認されている。一方、振動によるギャップ内の放電現象の変化について直接観察は未だに実現されておらず、振動モードや条件の最適化に課題が残されている。本研究では、透明体電極とハイスピードカメラを使用することによりギャップ内の放電現象の直接観察を試みた。その結果、振動モードが放電分布や加工屑の滞留などに大きな影響を与えることを明らかにした。

L04 両面研磨におけるウェハ-キャリア間の摩擦係数推定  
○佐野智哉, ○橋本洋平, 古本達明, 小谷野智広, 細川 晃 (金沢大), 武居正史, 西藤和夫, 笹島啓佑 (バンドー化学)  
両面研磨におけるウェハ挙動の検討に不可欠である、ウェハ-キャリア間の摩擦係数の推定手法を開発した。開発手法では、片面研磨時のウェハの運動の観察を行い、ウェハ-キャリア間ですべりが生じる際の力学的関係に着目することで、摩擦係数の推定を行う。推定される摩擦係数から、著者らが開発したウェハとキャリアの接触状態を正確にモデル化した解析手法を用いなければ、ウェハ挙動の正確な推定が出来ないことを明らかにした。

L05 空気圧式と熱溶融式を統合した複数材料押出によるAMの研究  
○長谷川 舜, ○館野寿丈 (明治大)  
構造物と電気配線の一体造形を、低コストで作成することを目的とし、

絶縁材料であるナイロンの熱溶融押出と、導電材料であるはんだベースの空気圧式押出を統合したAM装置の開発を目的とする。研究内容としてRepRap型のAM装置のノズルの1つを空気圧式に改造した。試作機で作成した造形物を加温リフローする実験、造形精度の評価実験を行った。

- L06 ガラスのホイール割断メカニズムの微視的研究  
○齊藤雅裕, ◎松坂壮太, 松本祐一郎, 比田井洋史, 千葉 明, 森田 昇 (千葉大)  
ガラスの分離方法の1つに、スクライピングホイールを用いた機械的割断がある。本研究では、ホイールの接触によってガラス内に亀裂を生成させるスクライブ工程を微視的に観察するため、走査型電子顕微鏡(SEM)内でスクライブ可能な割断装置を開発した。本装置は、大型の産業用割断装置と同様のスクライブ条件・結果をSEM内で再現可能であり、ガラスとホイールの微小な接触領域の観察により亀裂生成メカニズムの解明を試みた。

## 【 卒研発表講演会 L-2 】

10:45 - 12:15 座長：小谷野 智広 (金沢大学)

- L08 CFRTPの局部加熱によるインクリメンタルフォーミングに関する基礎研究—加熱方法の検討—  
○伊東 尊, 猪狩龍樹, ◎田中秀岳 (上智大)  
本研究の目的は、CFRPに対する金型を使わない薄板シェル形状の逐次成形法を確立するとともに、積層造形と比べて高強度のシェル形状3Dプリンティング技術として提案することである。高強度の成形品を得るために、材料には連続繊維のCFRTPを用いる。本報では予備実験として加熱下での曲げ試験を行い、成形に適した温度域と加熱範囲についての知見を得た。また、逐次成形に適した加熱方法として炭素繊維に通電し加熱する方法を検討した。

- L09 放電現象による鋼の表面硬化法の開発  
○牧田直大, ◎吉田昌史 (大同大), 山崎誠志 (静岡理工科大)  
微小部品の新たな表面処理法の開発を目的として、本研究では窒素を含む溶液中で放電処理を行い、硬質皮膜の生成について検討した。陽極に炭素棒、陰極に機械用構造炭素鋼を用い、液体窒素中で数分間放電を行い、鋼表面への窒素の浸入を試みた。また、改質層の生成に及ぼす放電条件の影響について検討した。

- L10 微細深穴放電加工における加工液供給法の影響調査とミストノズルの効果検証  
○中村亮太, ◎夏 恒 (農工大)  
微細放電加工では加工が深くなると極間に加工屑が滞留することで、加工速度が低下すること、また、加工精度が悪化することが問題点として挙げられる。そこで、ミストノズルを用いてミストを側面ギャップにあてることで加工屑の排出効率を向上させる方法を提案する。本研究ではミストを用いる際、混合させる加工液となる脱イオン水と空気の割合を変化させ、加工速度、加工精度の影響を調査し、最適な割合を見出す。

- L11 アディティブマニュファクチャリングにより製作したセルベース構造物の造形条件が振動特性に与える影響  
○西江翔吾, ◎館野寿丈 (明治大)  
アディティブマニュファクチャリング(AM)における造形条件が強度に与える影響に着目した研究は広く行われているが、振動に関する研究はあまり行われていない。そこで本研究では、AMによる積層方向とセル構造のサイズに着目し、造形条件が異なる片持ち梁による振動実験を行った。それぞれの造形条件の違いが振動特性に与える影響について評価し、特徴を抽出した。

- L12 光学ガラスの超精密延性モード切削  
○石塚 潤, ◎園 紀旺 (慶應大)  
光学ガラスの超精密切削では、ダイヤモンド工具が激しく摩耗し切削が継続できないことが問題である。多くの光学ガラスの主成分がSiO<sub>2</sub>であることから、SiO<sub>2</sub>とダイヤモンドとの熱化学的反応が工具摩耗の支配的要因だと考えられる。そこでSiO<sub>2</sub>を含まない光学ガラスを被削材とすることで、工具摩耗を抑制し延性モード加工を試みた。その結果、工具の逃げ面摩耗は1/25へと低減し、継続的な延性モード加工が可能であることが示された。

- L13 CO<sub>2</sub>レーザを用いたガラス内部の温度勾配による金属球の移動  
○沢藤 新, ◎比田井洋史, 松坂壮太, 千葉 明, 森田 昇 (千葉大)  
ガラス内の金属球にレーザを照射することで光源に向かって移動する現象がある。本研究ではガラス自体の加熱により温度勾配を形成し、温度勾配による金属球の移動の可能性を検討した。ガラス中に温度勾配を作り出すために、金属球を導入したガラスに対してCO<sub>2</sub>レーザを照射した。その結果、金属球が加熱部に向かって移動する様子が観察された。また、吸収率の計算により金属球の移動がガラス内部の温度勾配によるものと確認した。

## 【 卒研発表講演会 L-3 】

13:00 - 14:30 座長：静 弘生 (静岡大学)

- L14 産業用ロボットの経路生成における干渉計算の高速化  
○東 朗, ◎森重功一 (電気通信大)  
本研究は、産業用ロボットの経路生成における干渉チェック機能の高速化を目的としている。経路生成においては、各作業点に対して干渉のない姿勢を決定する必要があり長時間を要する。本報では、干渉判定処理の見直し、モデルデータの構造やモデル間のチェック順序の最適化を行うことにより計算時間を短縮した。そして、作成した干渉チェック機能をCAMへ実装して成果を確認することが出来た。

- L15 ブロー型表面力測定法の基礎特性に関する研究  
○長橋和人, ◎金子 新 (首都大東京)  
ブロー型表面力測定装置を用いて、任意の2表面間の表面力評価を試みている。本報告では同装置の基礎特性を明らかにするため、試料角度および表面粗さが表面力に及ぼす影響を調査した。ガラスブローを用いたPt薄膜試料を測定すると、試料角度1mradでは表面力200 μNだが、試料角度にともなって表面力は低下し、2mradでは174 μNとなった。また、表面粗さの増加にともなう表面力低下傾向も確認した。

- L16 製品サービスシステムの最適設計のためのライフサイクルコストモデル  
○湯浅健人, 叶 兵, 武藤恵太, ◎下村芳樹 (首都大東京)  
多様な顧客要求をモノとコトの組み合わせにより充足し、企業に新たなビジネス機会をもたらす手段として、製品サービスシステム(PSS)が注目されている。しかし多くのPSSでは、構造化が十分でない設計が属人的に行われており、提供者と受給者の双方に過剰なコスト負担を強いっている。本稿では、水質浄化装置を事例に、そのPSSライフサイクルコストを把握するモデルを構成し、これに基づくPSSの改善設計手法を提案する。

- L17 ガラスへの金属添加現象に対するイオン交換条件の影響  
○篠原真広, ◎松坂壮太, 比田井洋史, 千葉 明, 森田 昇 (千葉大)  
電圧印加を併用した固体イオン交換法によってガラスに特定の金属を添加できることが知られている。本研究では、イオン交換温度や印加電圧といった実験条件がイオン交換現象に及ぼす影響の解明を試みた。その結果、温度と添加速度の関係がアレニウス式で近似できることが分かった。また、印加電圧が高くなるにしたがって添加速度が増加し、電圧がある閾値を超えた場合に添加速度が急速に増加することが明らかとなった。

- L18 CDドライブを用いたフレネルホログラム描画法の開発  
○武田真明, ◎西田茂生 (奈良高専)  
現在フレネルホログラムを作成するためにはソングラフィ法やEB露光法などがある。しかし、これらの方法は高価で、時間がかかるなどの問題がある。本研究では安価かつ短時間でホログラムを作成するために微小なビートを打ち込むことが可能なCDに計算機合成フレネルホログラムの位相分布データを音楽データとして書き込む方法を提案する。実験によりピットの幅を変化させることで干渉縞が変化することを確認した。

- L19 Inconel625とSUS316Lの金属粉末溶積積層造形を用いた接合における界面の評価  
○鶴瀨伊織, ◎柿沼康弘, 小池 綾, 青山藤詞郎 (慶應大)  
複合材料への需要の高まりを受け、加工能率の向上や加工コストの削減の観点から、接合部を含め製品を一工程で造形することが可能な金属積層造形が注目されている。本研究では、金属積層造形の一手法である指向性エネルギー堆積法を用いてInconel 625とSUS 316Lを接合し、接合界面の強度の測定と金属組織の観察を行った。その結果、入熱量を少なくすることによって、金属組織を緻密化し、接合強度を向上させられることを示した。

## 【 卒研発表講演会 L-4 】

14:45 - 16:15 座長：工藤 良太 (産業技術総合研究所)

- L21 モード分解を応用したボールねじ送り駆動系におけるセンサレスびびり振動検知手法の開発  
○杉山晃洋, ◎柿沼康弘 (慶應大)  
本研究ではフルクロズド制御のボールねじ送り駆動ステージを対象に、サーボ情報に基づくセンサレスびびり振動検知手法の開発を行った。モード行列に基づく2慣性モデルの対角化により振動モード空間を導出するとともに、振動モード空間上で力率理論を応用した切削力-位置/速度/加速度間の位相差監視を行った。その結果、高域で生じるびびり振動検知には切削力-加速度間の位相差監視が有効であることを明らかにした。

- L22 ダイヤモンドの高アスペクト比レーザ切断  
○青柳 良, ◎比田井洋史, 松坂壮太, 千葉 明, 森田 昇 (千葉大)  
ダイヤモンドは難加工材料で、従来の切断法ではロスが多くなってしまふ。そこで本研究では、Nd:YVO<sub>4</sub>レーザの第四高調波を用いたダイヤモンドの高アスペクト比切断を目的とする。焦点位置、焦点距離を変えて切断を行った後に、光学顕微鏡により溝形状を観察した。そして集光条件による溝形状の違いについて明らかにし、断面のテーパを小さくすることでアスペクト比50以上を実現した。

- L23 ミルターニング加工における切削痕の制御に関する研究  
○海部隼弥, 辻 和孝, ◎井原之敏 (大阪工大)  
ミルターニング加工は加工面に特有の模様が生産されるため荒加工にしか使われないと言われてきた。そこで、加工面に現れる模様を滑り止めや撥水性、デザイン性などで利用し、仕上げ加工として応用することを目指す。具体的な製品例として、運動器具のグリップ部分に様な模様を施す。しかし、曲率が変化する場合、均一な模様を生成することは難しい。そこで、直径の異なる被削材において加工を行い、曲率が与える影響を考察する。

- L24 アコースティックエミッション法を用いた微小径ドリル加工の異常状態予知に関する研究  
○山崎裕史, ◎長谷亜爾 (埼玉工大)  
微小径ドリルを用いた加工は、切りくずの詰まりや絡み、微視的な焼付きなどによって容易に折損してしまう。本研究では、材料が変形・破壊する際に生じる弾性波を検出するアコースティックエミッション(AE)法を用いて、微小径ドリル加工の異常早期検出を試みる。実験の結果、AE信号振幅と周波数解析結果によって加工中の異常状態をインプロセスで把握できる可能性を見いだした。

- L25 ロバスターなびびり振動抑制を実現する不等リードエンドミルの設計法の検証  
○森田知樹, ◎鈴木教和, 社本英二 (名古屋大)  
不等リードエンドミルは、びびり振動の原因となる再生効果を低減することができる。振動周波数と軸方向切込みに対するロバスト性は、ピッチ角、リード角の設計に強く依存する。本研究では、効果的なピッチ角とリード角の組合せを提案するとともに、大きなリード角差がびびり振動安定性に与える影響を解析的に明らかにする。さらに、ミリング実験を通じて、提案する不等リードエンドミルが高いロバスト性を示すことを検証する。

- L26 塑性変形型ラビッドプロトタイプリングシステムの開発—死点固定形ハンマリングユニットの開発—  
○小林正弥, ◎浅川直紀, 高杉敬吾 (金沢大)  
本研究室ではハンマリングによる逐次成形に注目し自動鍛金システムを開発してきた。鍛金の自動化のためにハンマの動作を装置ハンマリングユニットを開発し用いてきた。しかし、既存のハンマリングユニットは構造的な問題から工作物の成形誤差につながる可能性があった。本研究では既存のハンマリングユニットの問題を解決したハンマリングユニットを開発し、加工実験を行い成形性の評価を行った。