

# 第 29 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

開催日時：2022 年 3 月 15 日（火）

K 室 9:00-17:15 《K 01 ~ K 33 講演》

L 室 9:00-17:00 《L 01 ~ L 32 講演》

開催方法：リアルタイム方式によるオンライン開催

\* 優秀講演者の発表について

講演論文・発表・質疑応答に対して採点を行う方式で評価を行い、優秀な発表者に対して「卒業研究発表講演会優秀講演賞」を贈ります。

なお受賞者は学会ウェブサイトにて公表いたします。

### K 室講演

#### 【 卒研発表講演会 K-1 】

K01 工作機械の選定に向けた形状創成運動に基づく工程分析と加工時間による工程評価に関する研究

○小杉理久, ◎中本圭一 (農工大)

多軸・複合化した工作機械の構造は複雑化し、加工工程に適した使用機種を選定は簡単ではなく、工程設計の効率化のためには機種選定の省力化が不可欠である。そこで本研究では、先行研究の形状創成運動に基づく工程分析方法を拡張し、保有工具を反映するとともに、工作機械の複数台使用にも適用できるようにした。また、算出された加工工程を加工時間により評価できるようにし、その有用性をケーススタディで検証したので報告する。

K02 多目的最適化の視点に基づく PSS 設計解の導出支援手法

○辻 彩英子, 三竹祐矢, 稲垣 泰, ◎下村芳樹 (東京都立大)  
製品サービスシステム (PSS) の設計において、複数のステークホルダの要求間のトレードオフを考慮する設計解の探索法として、多目的最適化の手法が注目されている。一方で、既存研究は個別事例への適用に留まり、広範な PSS の設計へ適用可能な一般性を有していないことが、研究成果の実用と普及を損ねている。本稿では、PSS の概念設計段階における、要求間のトレードオフを考慮した汎用的な設計解の最適化手順を提案する。

K03 設計概念に係る認識の非対称性分析手法

○岡田大樹, 筒井優介, 山本大貴, ◎下村芳樹 (東京都立大)  
製品・サービスは、各主体による限定的な認識の下で設計され、使用されるが、各々の認識が十分に共有されないことは、主体間の認識に齟齬を生じさせ、価値を損ねる等の障害をもたらす。かような事態を抑制するためには、各主体の認識の間に生じる非対称性を俯瞰的に捉え、認識の齟齬を特定し、是正する必要がある。本稿では、多様な主体の認識の非対称性を分析し可視化する手法を構築し、設計概念に係る認識の共有を支援する。

K04 創造的設計における概念の産生過程モデル

○増村 陸, 筒井優介, 横井航太郎, ◎下村芳樹 (東京都立大)  
設計において新規性の高い設計解を導出するには、既存知識の演繹的な適用だけでなく、新たな概念の産生を伴う創造的な思考が必須である。新たな概念の産生は、共感や学習に基づく情報獲得により促進されることが経験的に知られるが、その理論的説明は十分でなく、このことが創造的思考の実践を妨げている。本稿は、集合論に基づいて、情報獲得から概念産生に至る思考過程をモデル化し、創造的思考を効果的に実践する指針を供する。

K05 ボール式美容ローラにおける接触部の摩擦特性

○安住流音, 片山翔太, ◎大関 浩 (千葉工大)  
美容ローラは普段から美容や健康目的で使用されている。皮膚で起きている圧縮力やすべりは軸受の摩擦と類似している。しかし、美容ローラにおける圧縮力やすべりは機械的に解明されていない。ひずみゲージを用いた装置作成を行い、球を転がしたときにどのようなひずみが発生するのか、球の自転軸や進行方向の傾きによってどのような影響が生じるのかを調べた。

#### 【 卒研発表講演会 K-2 】

K07 超高速・高精度ホブ加工メカニズムの解明

○上田優希, ◎関 紀旺 (慶應大)

高精度歯車は動力系の低騒音化を実現することから、電気自動車への応用が期待される。それに伴い超高速・高精度ホブ加工技術が期待されているが、その切削特性は未解明である。本研究では 2000 m/min 以上の超高速ホブ加工実験を行い、切削特性の調査を行った。その結果、切りくず生成機構を解明し、研削やシェービングに匹敵する表面粗さ (0.11  $\mu\text{m Ra}$ ) を達成した。また、歯面には圧縮残留応力が生じ、歯車強度も増加することを明らかにした。

K08 実加工時の動特性を考慮したカルマンフィルタによる切削力推定

○神庭 綾, ◎柿沼康弘 (慶應大), 竹内一弘, 藤田 純, 藤曲裕輔 (芝浦機械)

近年、センサレス切削力推定技術が注目されている。外乱オブザーバによるセンサレス切削力推定は加工状態監視に有効だが、2 慣性系までの拡張が実用上の限界であるという課題がある。そこで本研究では実加工時のモーダルパラメータから構築するカルマンフィルタを利用し、エンコーダ情報から切削力を推定する手法を提案する。切削試験により、提案手法は多慣性系の動特性を有する工作機械で概ね切削力を推定できることを確認した。

K09 高分子複合材料の適用により高動剛性と軽量性を両立した加工送り機構の開発

○野村陸歩, ◎杉田直彦 (東京大)

高自由度の加工が可能なパラレルリンク加工機には、複数本のボールねじが並列に配置されており、加工機の高効率化実現においてボールねじの特性が重要である。本研究では、高動剛性と軽量性を両立したボールねじの開発を目的として、数値計算により軸心構造に適用する高分子複合材料を設計し、製作・実験を行った。この結果従来のボールねじと比較して、減衰比は 25%、共振周波数は 5% の向上、そして 22% の軽量化を実現した。

K10 チタン合金の低周波振動切削における工具摩耗生成メカニズムの分析

○寺谷浩登, ◎高橋幸男, 矢野礼緒, 鈴木教和 (中央大)

難削材であるチタン合金のドライ切削において、低周波振動切削は優れた工具摩耗の抑制効果を発現する。一方で、振動条件が工具摩耗に及ぼす影響は明らかにされていない。本研究において、振動振幅が工具摩耗に及ぼす影響を評価した結果、高振幅条件で工具摩耗が進展しやすい現象が確認された。切削力と工具軌跡および逃げ面摩耗との相関関係を分析した結果、工具逃げ面での接触が工具摩耗の進展速度に影響する現象を確認した。

K11 ロボット研磨における動特性とピックフィードの影響

○奥石翔太, ◎柿沼康弘 (慶應大)

現状、金型研磨は手作業で行われているが、熟練工の減少や健康被害などの問題から粗研磨作業の自動化が求められている。一方で、ロボット研磨では表面形状の制御、加工条件や工具経路の生成に課題がある。これらの基礎試験として、研磨ロボットの動特性とピックフィードに基づく影響を評価した。工具接触力を安定化するために構造の共振を励起しない回転数調整の必要性、ピックフィードに応じた研磨面の違いを確認した。

## 【 卒研発表講演会 K-3 】

### K16 モデルベースシミュレーションを利用したCMPプロセスの状態量推定

○平野航大, ◎鈴木教和 (中央大), 橋本洋平 (金沢大), 山本暁, 安田穂積, 望月宜宏 (荏原製作所)  
本研究では, CMPにおける研磨効率をモデル化し, プロセスの状態量を高精度推定する技術を提案する。プレストン則に基づき, ウェハ面内の摩擦係数の動的・空間的変化と研磨効率の関係性をモデル化する。さらに, 研磨トルクと摩擦係数の線形関係式を与え, 研磨システムのインプロセスデータを逆解析することで, モデルパラメータを高速同定する。研磨実験を通じて研磨効率分布とその動的変動を推定し, 提案手法の実行可能性を検証する。

### K17 アルギン酸を結合剤とした半固定砥粒パッドのガラス研磨特性

○稲田直希, 巴山顕真, ◎村田順二 (立命館大)  
ガラスの遊離砥粒研磨ではレリアースである酸化セリウム砥粒を多量に使用するため, その消費量を低減する研磨技術の開発が求められている。我々は, アルギン酸ナトリウムとカルシウムイオンによるゲル化反応を用いて不織布基材に酸化セリウム砥粒を付着させた半固定砥粒研磨パッドを開発している。本研究ではパッドの製造条件や, 研磨条件がガラス研磨特性に与える影響を評価したので報告する。

### K18 構造的強度を有したTiとAl合金の異種金属積層法の開発

○中島健太郎, ◎笹原弘之, 永松秀朗, 薄井雅俊 (農工大), 阿部壮志 (埼玉大)  
純チタン (Ti) とアルミニウム (Al) 合金の溶融接合は難しく, ワイヤ+アーク放電による金属積層 (WAAM) を用いたAl合金上への純Ti層形成は困難である。本研究では, Al合金内部に純Tiの3次元格子構造を造形し, 構造的な結合を有したWAAM異種金属積層法を提案する。電圧値とアーク発生狙い位置を制御することで, Al合金上にワイヤ材相当の純Ti層を造形した。また, Al合金内部の純Ti構造の形状が結合強度に与える影響を明らかにした。

### K19 電解援用研磨を用いたチタン系材料の平滑化

○辻 淳喜, JIA Pengfei, ◎村田順二 (立命館大)  
チタンとその合金は優れた機械的特性や生体適合性を持つ高機能材料であり, 自動車や航空宇宙, 医療と幅広い業界で利用されている。高品質, 高性能な部品への応用には表面の精密研磨が必要である。チタンはその機械的特性から一種の難加工材料であり, 機械研磨では長時間にわたる表面処理が必要である。そこで本研究では電解援用研磨をチタン合金へ適用し, 研磨特性の向上を試みた。

### K20 研磨条件がCMPプロセスに与える影響の実験的検証

○佐藤拓実, ◎鈴木教和 (中央大), 橋本洋平 (金沢大), 山本暁, 安田穂積, 望月宜宏 (荏原製作所)  
CMPプロセスの高精度シミュレーションのためのモデル化技術開発を目的とし, ウェハの回転を停止する“ストップ研磨法”を用いて研磨現象の分析を行った。ウェハ面内の研磨レート分布と研磨圧力および相対速度の関係を分析し, 酸化膜CMPの研磨特性の評価を実施した。実験の結果, 研磨効率分布がスラリー供給条件に強く依存することを明らかにした。また, 研磨レートに対する研磨圧力・相対速度の影響を考慮した修正プレストンモデルのパラメータを同定した。

## 【 卒研発表講演会 K-4 】

### K22 有限振幅振動の影響を考慮した時間領域シミュレーションによる加工面の予測

○程原述英, ◎鈴木教和 (中央大)  
切削加工のびり振動では有限振幅振動現象の高精度推定が難しく, これが加工面の形状予測を困難にしている。そこで, 振幅依存性を考慮可能なプロセスダンピング現象の簡易モデルを提案し, 有限振幅振動を持つびり振動とエンドミル加工面形状の推定が可能となる時間領域シミュレータを開発した。提案手法を用いて加工条件の影響を分析した結果, 強制・自励振動および工具偏心が加工面テクスチャの生成に影響することを確認した。

### K23 切断・溝加工用電着金網砥石の開発

○倉茂周治, ◎笹原弘之 (農工大), 野村 衛, 伊藤幸男 (茨城製砥)  
本研究では, ダイア電着金網砥石の加工特性を明らかにすることを目的とし, CFRPの切断・溝加工を行い, 研削抵抗, 加工温度, 砥石寿命, 加工後砥石表面を調査した。その結果, 一般的な切断砥石であるレジノイド砥石と比べて, 金網の網目による切りくずの排出が容易であることで, 測定される研削抵抗は小さく, 加工温度が低くなることを示した。また工具寿命は長く, 砥石の摩耗が少ないことを示した。

### K24 逃げ面テクスチャ工具によるびり抑制効果の時間領域シミュレーション

○横川優弥, ◎鈴木教和 (中央大), 藤中 翼 (名古屋大)  
プロセスダンピングを積極的に利用してびり振動を抑制する逃げ面テクスチャ技術が提案されている。本研究では, 逃げ面テクスチャの効果を検討することが可能な新しい時間領域シミュレーション技術を開発した。有限要素法解析を用いてプロセスダンピング係数を推定し, これを考慮して端面旋削シミュレーションを行った。検証実験の結果, 提案モデルにより逃げ面テクスチャ工具のびり抑制効果を推定し得ることを確認した。

### K25 切断時の血管損傷を抑制する医療用剪刀の開発

○三部竜太郎, ◎佐竹うらら, 榎本俊之 (大阪大)  
外科手術における血管の切断では, 血管が切断開始までに大きく変形することが避けられない。特に, 脳外科や心臓血管外科の手術における剪刀を用いた血管切断時には, 変形が深刻な損傷をもたらすことから, その抑制が求められている。本研究では, 切断時の変形を抑制可能な剪刀の開発を目的に, 切断条件が切断対象の変形挙動に及ぼす影響を検討した。検討結果をもとに新たな剪刀を開発し, 切断実験によりその効果を検証した。

### K26 補助陽極を有する電解液吸引工具を用いたチタン合金の電解加工特性に関する研究

○稲玉孝裕, 小玉脩平, ◎夏 恒 (農工大)  
チタン合金などの難削材は電解加工時に, 低電流密度領域に不働態被膜が生成し, 加工を阻害することが知られており, その加工特性を知ることが困難であった。本研究は, 低電流密度領域を低減する補助陽極を有する電解液吸引工具を用いて, 異なる条件でチタン合金を電解加工し, 精度よく加工できる条件を見出すことを目的としている。具体的には走査速度や電解液の違いによる加工溝の幅や長さ, 深さを比較し, その傾向を調査した。

## 【 卒研発表講演会 K-5 】

### K28 PMMAの超精密切削による光学表面創成

○清水慎利, ◎関 紀旺 (慶應大)  
ポリメタクリル酸メチル (PMMA) の超精密切削加工は, 従来プレス成形を用いるレンズ生産において多品種少量生産や試作に適した代替加工法として期待される。しかし粘弾性体であるPMMAの超精密切削特性に対する理解が不十分で, 加工条件最適化の障害となっている。本研究ではPMMAの超精密切削における被削性解明のために, 切削条件が表面性状などに及ぼす影響を調査した。その結果, 光学レンズに要求される5nmSa以下の表面粗さを達成した。

### K29 力・温度に基づくギヤスカイピング加工の歯面評価

○五十子周太, 任 周偉, 木崎 通, 方正隆, ◎杉田直彦 (東京大), 馮 雁楠, 長田 哲, 富山公博 (小松製作所)  
近年高品質な内歯車製造法が求められており, ギヤスカイピング加工が注目されている。しかし, 先行研究では工具摩耗や精度に関するものが多く, 加工後の歯車表面に関する議論は乏しい。本研究では, 歯面形成時の加工現象の解明のため幾何解析による切削力の推定と加工時のワーク温度の実測を行い, 評価した。本研究で得られた成果により加工原理に基づく歯面品質の向上が可能となる。

### K30 分散分析による光学ガラスにおける反応誘起スラリー援用研削加工のスラリー液性を含む研削条件の評価

○高丸ひなた, ◎柿沼康弘 (慶應大)  
光学レンズの品質と生産性を上げるため, 光学ガラスの高エネルギーかつ高精度な加工法が求められる。反応誘起スラリー援用研削法は, 酸化セリウムスラリーの化学機械作用を利用して研削能力を向上させる。本研究では, 分散分析を用いて様々な研削条件で行った加工面の評価を行った。その結果, 工作物中心からの距離が表面粗さに大きな影響を及ぼしていることや, スラリーをアルカリ性にするると表面粗さが小さくなることわかった。

### K31 複数ラベルを用いた機械学習による画像認識の研究

○澤田篤彦, ◎尾畷裕隆, 周 立波, 清水 淳, 小貫哲平, 金子和暉 (茨城大)  
現在, 機械学習を用いた農業における野菜出荷時の良否判別を考えており, この判別を行うには, 野菜の種類と良否という複数ラベルを持った物体検出が必要となる。そこで今回は, その第一段階として, 機械学習で使われるVGG16を応用し, 複数ラベルの画像認識のモデルを考案した。この作成したモデルに複数のラベルを持った手書き数字を用いて画像認識を行った。

### K32 時系列信号のHHT解析及び異常検知への応用

○濱津武流, ◎周立波, 清水 淳, 小貫哲平, 尾脇裕隆, 金子和暉 (茨城大)  
製造業では突然の故障やメンテナンス後の立ち上げ不良の抑止などの対策として異常検知の需要が高まっている。その異常検知の手段として本研究ではHHT (Hilbert-Huang Transform) と呼ばれる信号解析手法を活用することにより、時系列信号から得られた瞬間振幅と瞬間周波数を特徴量として画像化し、それをVGG16と呼ばれる画像認識CNNによる学習を行うDeep Learning modelを開発した。本報は、開発モデルを切削時のAE信号に応用したときの異常検知処理結果を報告する。

### K33 大口径シリコンウェーハの形状測定における三角測量式光学センサの測定原理により生じる偏差の実験的検証

○馬場浩史郎, ◎伊藤幸弘, 深津抜也 (都立産業技術高専)  
シリコンウェーハの形状測定においては非接触・高応答測定を目的として三角測量式光学センサが用いられている。しかしながら三角測量式光学センサにおいてはその測定原理により偏差が生じることが知られているが、ウェーハの大口径化に伴うたわみの増大により、この偏差が無視できなくなる可能性が考えられる。そこで本研究では、三角測量式光学センサの測定原理により生じる偏差について実験的に検証を行った。

### L 室講演

#### 【 卒研発表講演会 L-1 】

### L01 ミニチュア軸受に生じた損傷モードとAE信号の特徴に関する研究

○井上隆斗, ◎長谷亜蘭 (埼玉工大)  
本研究では、アコースティックエミッション法 (AE法) を用いることで、ミニチュア軸受内部に発生した損傷モードをインプロセスで計測・評価することを目的としている。潤滑、無潤滑、粒子混入による実験条件下で正常時と異常時の比較を行い、実験終了後にミニチュア軸受の摺動面の状態観察を行った。AE信号解析の結果、AE信号振幅値が増加およびAE信号原波形の周波数ピークが変化する際に、軸受内部で異常が起きていることがわかった。

### L02 プリント技術によるMoS<sub>2</sub>粒子膜を用いたガスセンサ作製

○増田拓己, ◎金子 新 (東京都立大)  
二次元材料は物質吸着による仕事関数の変化を特性として持ち、次世代のデバイス材料として注目されている。本研究ではトランスファプリントとインクジェットを用いて、二次元材料のひとつである二硫化モリブデン (MoS<sub>2</sub>) のナノ粒子とAu薄膜を微細構造化した静電容量型ガスセンサを作製した。チャンバ内に試作したセンサを設置し、エタノール蒸気に曝露したところ、ガス吸着にともなう静電容量の変化を確認できた。

### L03 簡易気相成膜法によるプローブへのSAM形成と液中表面力測定への応用

○佐藤颯気, 高嶋 健, ◎金子 新 (東京都立大), 小林隼人, 長谷川真之, 島 義和 (エリオニクス)  
本研究では、密閉容器とオーブンを使用した簡易気相成膜法により、表面力測定用のプローブ表面に自己組織化単分子膜 (SAM) を形成し、同プローブを使用した液中での表面力測定を試みている。直径1mmのプローブ用ガラス球にAPTESまたはOTSのSAMを成膜することに成功し、得気相成膜法よりも均一膜が得られる条件を見出した。また、同プローブでガラスやポリスチレンの表面力が液中で測定できることを実証した。

### L04 高分子電解質膜を用いた電気化学インプリントによる単粒子膜構造の形成

○山崎克真, 松田竜樹, ◎村田順二 (立命館大)  
表面の微細構造は光学特性、摩擦特性、生体適合性を改善する。われわれは高分子電解質膜をスタンプとして用いた新たな電気化学的インプリント技術を開発している。本研究では、規則的に配列された単粒子膜パターンを形成した高分子電解質膜を用い、その構造をSiなどの無機材料表面へ転写することを試みた。パターン高分子膜の作製方法の検討を行うとともに、パターンの加工精度を評価したので報告する。

### L05 固体イオン交換法を用いた銀析出の詳細な観察方法の構築と析出形態の制御

○馬場一徳, 河野美優香, 川村拓史, ◎松坂壮太, 比田井洋史 (千葉大)  
ガラスの加工法の一例として、固体イオン交換法を利用したガラス内銀析出現象の応用が提案されている。本手法により、ガラス内部への配線や、ガラスの穴あけ加工が可能となる。この加工法では、銀析出の成長方向や形状の制御が要求されるが、適切な制御手法が確立されていない。そこで、本研究では、銀析出の成長過程を動的に観察できる系を構築し、観察結果から析出形態の制御手法を検討した。

#### 【 卒研発表講演会 L-2 】

### L07 人工心臓用磁界共振結合型非接触給電システムを用いた心拍の推定

○戸田大輝, 大堀隼輝, ◎土方 亘 (東京工大)  
長期利用が見込まれている補助人工心臓において、心機能の回復が期待される心拍同期制御の実現。さらにドライプライン給電に起因する感染症の防止が求められている。本研究では感染症リスクの低い非接触給電システムを用い、心拍同期制御を行うために必要な心拍情報を、模擬血管を流れる流体の流量と非接触給電システムの力率の関係から推定する手法を提案する。

### L08 盲児のためのVRによる基礎歩行支援システムの構築

○関 龍太郎, ◎下村有子, 浅川直紀, 高杉敬吾 (金沢大)  
視覚障害児は1人で歩けるようになるため歩行訓練を行う。しかし、歩行訓練士の不足や、盲学校教員の減少により、十分な訓練時間を確保できないという問題がある。そこで仮想現実の利用を考え、仮想現実の中で作成した地図を歩行することで歩行訓練が行えるシステムの構築を行った。システムを利用した実験を晴眼者を対象に行った結果、本システムを用いて音情報を聞いたメンタルマップの形成が可能であることが分かった。

### L09 炭素イオンを用いた水素フリー浸炭焼入れ技術の開発

○柳田敏輝 (東京工大), 金野雄志 (東京工大, 日立Astemo), 加藤豊大 (東京工大), 稲葉 宏 (日立Astemo), 赤坂大樹, 平田祐樹, ◎大竹尚登 (東京工大)  
鉄鋼材料の表面硬度を向上させる技術の一つに浸炭焼入れがあり、機械部材などに広く用いられているが、拡散性水素によって引き起こされる水素脆化が課題となる。本研究は、この水素脆化を抑制するために低水素含有浸炭技術を開発することを目的とし、物理気相成長法 (PVD) の応用によって炭素イオンを直接真空中で打ち込む浸炭法を開発した。さらに浸炭後に直接水冷する方法を開発し、低水素含有浸炭焼入れを試みた。

### L10 PVD法により作製したBCN膜の構造及び耐熱性評価

○吉井寛太, 平田祐樹, ◎赤坂大樹, ◎大竹尚登 (東京工大)  
マグネトロンスパッタリング法と真空アーク蒸着法を重畳し成膜を行うアーク・スパッタリングハイブリッドプロセス法によりSi基板上に成膜したa-C膜、a-BCN膜2種、a-BN膜の計4種類のサンプルに大気加熱を行い耐熱性の評価を行った。加熱前後で構造分析を行った結果、膜中の炭素、窒素、ホウ素の組成比を制御することで、大気雰囲気下においても600℃の耐熱性を有する膜の合成が可能であることが分かった。

### L11 ポリピロールの導電性が電気穿孔孔に及ぼす影響

○天木咲希, ◎金子 新 (東京都立大)  
柔軟かつ微細構造が作製しやすい導電性ポリマーのポリピロール (PPy) を電極とし、細胞への電気穿孔を試みている。本研究では、PPyの導電性が電気穿孔孔に及ぼす影響の調査をしている。ドーパント濃度と重合条件 (印加電圧、重合量) を制御し、導電性の異なるPPyを作製した。作製したPPy電極を用いてHeLa細胞に電気穿孔した結果、導電性の小さいPPyほど細胞への分子導入率が大きいことが明らかになった。

#### 【 卒研発表講演会 L-3 】

### L16 応答曲面法に基づいた人工心臓用推力・磁力パッシブ浮上機構の最適設計

○鄭 兆民, ◎土方 亘 (東京工大)  
心不全患者の血液循環を行う人工心臓は、羽根車を動圧軸受や磁気軸受で浮上させることで耐久性を向上しているが、狭い流体隙間や能動制御の利用が課題である。そこで本研究では、大ギャップかつ非制御で浮上可能な推力・磁力ハイブリッド浮上機構の浮上剛性・流量最大化を目的とする最適設計を行った。3Dプリンタで設計因子を容易に製作可能なポンプ機構を試作し、応答曲面法を用いて最適設計を行い、目標性能を達成した。

### L17 筋収縮モデルを用いたバイオアクチュエータ用骨格筋の収縮力制御

○萩原志皇, 持田 匠, ◎土方 亘 (東京工大)  
生体組織の長所を持つバイオアクチュエータの開発を目指す上で、その制御方法の確立が必要である。そこで本研究では骨格筋の収縮力制御を目的として、所望の収縮力を発揮させるモデルベース制御法を提案する。筋収縮の数理モデルに基づき、最適刺激電圧を求めた。この刺激電圧をカエルの腓腹筋に印加し、収縮力を制御した。実験の結果、複雑な目標値に対しても収縮力を追従させることができた。

### L18 二重放物面を利用した超音波集束デバイスの構造最適化

○家入匠生, ◎森田 剛 (東京大)  
本研究は2つの放物面を経由させて超音波を集束させる。高周波振動デバイス (DPLUS) に関するものである。弾性波は光波ほどの直進性をもたず拡散されることから、従来のDPLUSの放物面は最適形状ではない可能性が高いため、その構造最適化を行った。応力の計算にFEM等ではなく幾何応力解析を用いることで、計算量の削減や、経路毎の応力の算出を可能にした。最適化の結果、従来の3.3倍の応力出力を持つ構造を得た。

#### L19 電気粘着ゲルを用いた柔軟固定機構の開発

○三浦大空, ◎柿沼康弘 (慶應大)

現状のロボットハンドの大部分を占めるメカニカルチャックは、ハンド表面が人の指先に比べて硬く摩擦係数が小さい。そのため、把持対象物をハンド間で滑らせるといった繊細な制御には複雑な機構が必要である。そこで本研究では、表面粘着性を電氣的に制御可能な電気粘着ゲル (Electro-Adhesive Gel; EAG) を把持機構に応用することで EAG 表面間での滑りを制御し、その有用性を検討した。

#### L20 AE センシングによる超精密加工の IoT 化・知能化に関する基礎研究—旋削加工実験と二次元切削シミュレーションによる加工状態と AE 信号の相関—

○荒木貴志, ◎長谷亜蘭 (埼玉工大)

本研究では、AE センシングを用いた超精密加工の IoT 化・知能化を目指し、超小型超精密旋盤を用いた切削実験と有限要素法による二次元切削シミュレーションから、切削状態と AE 信号の相関を検討した。その結果、AE 信号原波形の周波数解析において、0.5 MHz 以下のみならず 1 MHz 以上の領域に反応が現れた場合、工具刃先に凝着摩耗による異常が確認されることがわかった。また、シミュレーションからも類似した結果が確認された。

#### 【 卒研発表講演会 L-4 】

#### L22 高速応力場制御によるガラスの精密フェムト秒レーザ加工

○佐藤俊大, 伊藤佑介, 服部隼也, 魏 超然, ◎杉田直彦 (東京大)

透明材料を微細に加工する手法として、フェムト秒レーザが注目されている。しかし、レーザ照射の瞬間に高速で伝搬する応力波が材料内部にクラックを生成するため、精密加工が困難である。本研究では、応力波伝搬時に激しく変動する応力分布をピコ秒オーダーで計測し、制御した。その結果、クラックの原因となる引張応力の約 40% 低減を実現した。本研究で開発した応力制御技術は、クラックレス加工へとつながると期待される。

#### L23 レーザにより生成したダイヤモンド内部変質

○坂本康輔, ◎比田井洋史, 松坂社太 (千葉大)

超短パルスレーザ焦点をダイヤモンド内部で走査することで、黒色の変質線が形成される。この内部変質線は、レーザを光軸と垂直方向に走査した場合も光軸方向に変質が進展するため、形状制御が困難という問題点がある。本稿では、加工条件と変質線形状の関係性を明らかにした。レーザ走査速度を速くするほど光軸方向の内部変質進展が抑制され、線状の内部変質となった。また、出力を変化した場合、形状に変化は見られなかった。

#### L24 エンドミル加工における加工面情報に基づく工具剛性の同定

○柳田航太, ◎金子和暉, 清水 淳, 周 立波, 小貫哲平, 尾島裕隆 (茨城大)

エンドミル加工では適切な加工条件の設定により高精度な加工が行える。加工条件の最適化には加工誤差のシミュレーションが有効であるが、シミュレーションに必要な工具剛性を加工現場で同定することは困難である。そこで、加工面形状から工具剛性を簡便に同定する方法を提案する。本研究では加工誤差シミュレーションを行い、事前に設定した工具剛性を、加工面形状から提案方法により導出可能か検証した。

#### L25 ガラス CMP 過程におけるファインバブルによる水和層形成

○望月想太, ◎須田聖一 (静岡大)

ファインバブルによる化学機械研磨の発現の可能性を検討した。コロイダルシリカによるガラス研磨時の化学研磨機能の発現は、剪断応力印加による水和層の形成であると考えられ、その電荷移動反応は研磨時の電位変化によって検出することができる。そこで、コロイダルシリカの代わりにファインバブルを用いた際の電位変化を計測した。その結果、明らかな電位変化がみられ、ファインバブルにより水和層の形成が生じることがわかった。

#### L26 ジャイロバレル研磨を活用した金属 AM 造形物のサポート除去手法の提案

○山谷晃平, ◎橋本洋平, 古本達明, 阿部 諭, 山口 貢, 小谷野智広, 江面篤志, 細川 晃 (金沢大)

AM (Additive Manufacturing) において、大きなオーバーハングをもつ構造の造形にはサポートが不可欠となる。本研究では簡便なサポート除去を実現する、ジャイロバレル研磨を活用した金属 AM 造形物のサポート除去手法を提案する。最初に、サポート形状に関する検討を行い、造形物との接地部が直径 0.5 mm の柱状であれば容易に除去できることを確認した。そして、盃状加工物に対するサポート除去にも取組み、実造形プロセスでも適応できることを確認した。

#### 【 卒研発表講演会 L-5 】

#### L28 パラレルメカニズムを用いた NC 電解加工の高精度化

○野竹俊太, ◎小谷野智広 (金沢大)

NC 電解加工は、工具電極を陰極、工作物を陽極として、工具電極を数値制御して走査させることで、工作物を溶出させる電解反応を利用した加工法である。しかし、電極を走査した際に加減速による滞在時間の増加の影響により加工深さが増加してしまうという問題がある。そこで本研究では、電極の送り速度に応じた電圧制御法を新たに開発し、この問題を解決した。

#### L29 金属表面への微細加工による濡れ性の制御に関する研究—濡れ性の経時的変化—

○辻本倫汰朗, 市村駿弥, ◎寒川哲夫 (摂南大)

金属表面に微細構造を創成し、濡れ性を制御することによって、汚れ防止や接着剤の密着性向上などの効果が期待できる。しかしながら、微細構造だけでなく、時間経過で金属表面に創成される酸化膜などの特殊な膜によっても濡れ性は変化する。そこで、本研究では、金属の切削加工および放電加工時における濡れ性の経時的変化を明らかにした。加工方法や試料保管時の湿度が濡れ性の経時的な変化量に影響することがわかった。

#### L30 深穴電解加工における穴の湾曲現象の解明

○大谷和菜, 酒本昌子, ◎夏 恒 (農工大)

深穴電解加工において、パイプ電極の肉厚が不均一である場合、加工される穴が湾曲することが実験により確認されている。これを利用すれば曲がり穴加工への応用も期待できるが、穴が湾曲する理由は判明していない。そこで、本研究では有限要素解析ソフト COMSOL を用いて穴が湾曲する理由を解明するために解析を行なった。その結果、電解液の圧力差の影響で電極が変形することによって穴が湾曲することが判明した。

#### L31 ステンレス鋼 SUS304 切削における構成凝着層の生成脱落挙動の予測

○平岩宏基, ◎宋 小奇, 鈴木健司 (工学院大), 井原 透 (中央大)

構成凝着層は、切削時に工具すくい面上に薄く安定的に生じる凝着物であり、有効利用することで工具刃先の保護、加工精度の改善が期待される。本研究では、難削材である SUS304 切削における構成凝着層の生成脱落挙動を予測することを目的とし、各切削条件下での構成凝着層による実すくい角の変化を考慮した凝着・脱落モデルから構成凝着層の生成脱落周期を算出して、実験値との比較・検討を行い、モデルの妥当性について評価した。

#### L32 硫酸銅水溶液中短パルスレーザ照射による局所的 Cu 析出

○藪内伶旺, 小玉脩平, 宮地悟代, ◎夏 恒 (農工大)

レーザめっきにおいて、高精度化及び微細化のため、素材表面への熱影響を抑制できる短パルスレーザを用いた微細な局部めっきが期待されている。そこで本研究では、硫酸銅水溶液中短パルスレーザ照射による局所的な銅の析出を目的とし、パルス幅及び基板表面形状による影響について検討し、電解援用による銅析出の促進を試みた。その結果、電解を援用することでフェムト秒レーザによる局所的銅めっきに成功した。