

機械工学科 / 機械工学専攻

Department of Mechanical Engineering

弓削 康平 教授*

(1) 機械工学科の概要

機械工学科は電気工学科、工業化学科、経営工学科とともに1962年4月に発足した。工学教育の振興が強く要請されていた時代であり先進国に追いつき追いつくための進んだ学科づくりが目指され、1学年の学生定員40名に対して専任教員8名、助手12名という徹底した少人数教育でのスタートであった。ここ10年間では、前田照行教授(水力学研究室)、黒田道夫教授(機械力学研究室)、近森順教授(機械設計研究室)が定年退職され、新たに小川隆申、小方博之、笠原和夫の各先生を迎えるなどの人事異動があった。これに伴いロボット、情報処理関連の研究室が新設されて機械設計のほかにデジタルデータ処理にも優れた能力を発揮する機械エンジニアの育成を目指す体制となった。現在は学生定員76名、専任教員9名、助手5名の構成である。

(2) 教育の特色

機械工学科では成蹊教育の伝統である学生の個性の尊重と少人数教育を堅持しつつ、基礎教育に重点を置き、実践力のある人材の育成に努めている。授業には、全国的にも珍しい鋳造実習などを織り込んだ工作実習、企業での実習と工場見学旅行を組み合わせた学外実習など実践的で特徴のある授業を数多く設置している。2002年度より工学部実験棟が竣工し、機械工学実験、設計製図演習、大学院講義などがこの新棟で実施されるようになった。新棟への移動と同時に機械工学実験は内容が大幅に変更され、レゴブロックを用いるセンサの実験、電気自動車の分解と組み立て(図1)、3次

元CAD/CAMシステムを用いたラピットプロトタイプの作製などユニークなテーマが盛り込まれるようになった。

(3) 大学院

最近の製造業においては高度な工学的知識を有し、専門的な見地から発想できる人材が求められている。このような社会的な要請に応えるべく、大学院機械工学専攻では、博士前期課程を中心に毎年10名から20名程度の学生が進学し、専門性の高い講義を実施している。また、研究室に所属して取り組む研究は独創性が高く工学的に有用性のあるものが多く、その成果の多くが学会などで講演発表されている。大学院生の就職はその殆どが一部上場企業への推薦によって決まっている。



図1 機械工学実験(電気自動車の分解と組み立て)に取り組む学生達

*機械工学科主任・専攻主任

機械力学研究室 (機械工学科)

Machine Dynamics Laboratory

橋本 竹夫 教授*, 波多野 滋子 助手**

機械力学研究室では、主に機械から放出される騒音の音質の主観評価とその客観化を研究の対象としており、人間の感性を対象とした心理学的な側面を持った研究を行っている点で機械工学の分野では比較的珍しい研究室である。勿論、研究の対象となる音は必ずしも機械騒音だけではなく、オーディオの音楽の場合もある。以下に、本研究室で行っている研究テーマの内、学外の研究機関と一緒にやっている共同研究の内容について紹介する。

(1) 建設機械の望ましい音質抽出技術に関する調査研究

Keywords: Construction Machine Noise, Sound Quality, Prediction Model

建機車外音の音質の継時評価を行い、その要因分析に基づき音質改善の対策指針を提案する研究である。

((株) 神戸製鋼所機械研究所との共同研究)

(2) Cross-cultural study on the perception of tire-pavement noise

Key words: Tire road noise, Subjective description by sound

Michelin Research Asiaとの共同研究で、タイヤロードノイズの評価の国民性の差異について日本・フランス・アメリカを対象として研究を行った。

(3) トラック車内音の再生技術

Key words: Interior noise, Sound quality, Simulator

小型トラック車内音を、実験室内で再生する際に、実走行時と同じ条件を再現する技術を開発する研究で、三菱自動車(株)との共同研究である。

(4) 研究室内の活動、特徴

海外の他大学の研究室との共同研究の実施や、国際的なセミナーの開催などを通じて、研究室の所属する学生の国際感覚を養うことに留意をしている。また、学会活動でも、音質研究において積極的に提案と研究を行い先端的な研究の交流に努めている。主な、学会活動を行っているのは、(社)日本機械学会環境工学部門、(社)自動車技術会、(社)日本騒音制御工学会などにおいてである。

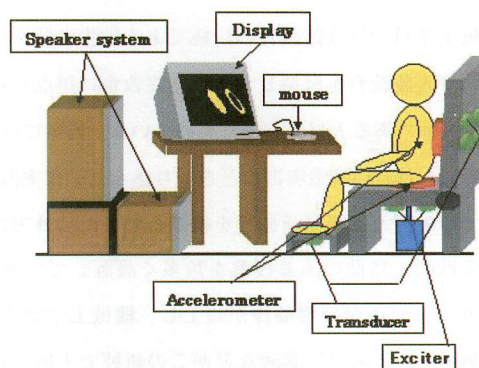


図1 主観評価実験装置の概略図

*Prof. T. Hashimoto (hashimoto@me.seikei.ac.jp)

**Res. Assoc. S. Hatano (hatano@me.seikei.ac.jp)

機械工作研究室 (機械工学科)

Machining Laboratory

廣田 明彦 教授*, 佐藤 清二 助手**

切削加工研究の大きな目標のひとつは、生産率の向上に結び付く工具の開発であることは論をまたず、材料を削る際に必要な切削動力、切削抵抗とそれに伴う切削温度、得られる表面品位、そして工具の磨耗、欠損との関連付けが重要である。そのため個々の詳細な議論ばかりでなく、切削現象を大括みにしかも定量的に捕えることができる切削模型(切削モデル)の開発が必要である。

このような観点から、当研究室では塑性力学での上界法、より厳密にはエネルギー解法に基づいた2次元および3次元切削模型の開発を続けてきた。以下に主たる研究テーマについて記す。

また、当研究室で長年、教育・研究に従事してきた笠原和夫助手は、2002年4月に専任講師に昇任し、機械創成研究室を担当している。

(1) 大きな負のすくい角をもつ工具の切削特性

Keywords: Large negative rake angle, Cutting model, Energy approach

高硬度材やステンレス鋼などの難削材の切削に対応する工具の開発が進められているが、これら材料の切削では、工具切れ刃の欠損が生じやすく、これを防止するため刃先に負のすくい角のチャンファをつけた工具が用いられている。また、研削での砥粒切れ刃の形状は、大きな負のすくい角をもつ工具の形状に類似している。この負のすくい角が大きくなると刃先前方に

被削材が滞留(デッドメタルである)し、これが刃先に代わって切削作用を営むようになる。これらの切削現象を的確に捕え、デッドメタルの生成・消滅の遷移を表現でき、切削抵抗や仕上げ面の状態を予測可能な切削模型の開発を試みている。また、これを利用して最適すくい面形状の選定についての検討を行っている。文献:廣田明彦, 笠原和夫, 大きな負のすくい角のチャンファをもつ工具の切削機構の解析とすくい面形状の最適化, 平成10年度~11年度科学研究費補助金研究成果報告書, 2000.3

(2) ドリル切削における切れ刃形状の最適化

Keywords: Three-dimensional cutting, Oblique cutting, Drilling

ドリル切削では、切れ刃位置によって切削速度が異なることの他に、ドリルの3次元的な幾何形状から切削現象を支配する直角すくい角、切れ刃傾斜角も変化するため、切りくず生成状態は複雑なものとなる。切りくずが分離せずに一体で生成される状況を扱うために、切りくずの横向きカールの条件を導入した切削模型が既に開発されている。前述の負のすくい角の2次元切削模型を3次元傾斜切削の場合に拡張するとともにドリル切削への適用をはかり、円錐らせん形や長ピッチ形といった切りくず生成状態とその遷移を表現できる切削模型の開発を試みている。この切削模型に基づく切削温度の計算によって、工具磨耗を考慮したドリル切れ刃形状の最適化の検討が可能になると考えられる。

*Prof. A. Hirota (hirota@me.seikei.ac.jp)

**Res. Assoc. S. Satoh (satoh@me.seikei.ac.jp)

熱機関研究室 (機械工学科)

Heat Engine Laboratory

前沢 三郎 教授*, 魏 啓陽 助手**

熱機関研究室では (1) 以下に述べるヒートパイプ・熱サイフォンの研究テーマを通し, (a)熱・物質移動に関する実験と解析, (b)可視化実験技術開発, (c)数値解析によるシミュレーション等の伝熱総合技術の確立を目指している。

(1) フッ素を含むエーテル系冷媒の評価

Keywords: Refrigerant Fluorinated Ethers,

Two-phase closed thermosyphon

オゾン破壊係数 0, 地球温暖化係数350-750, 大気に於ける寿命4-5年と言う, 次世代の冷媒と呼び声高い, フッ素を含むエーテル系冷媒を熱サイフォンの伝熱特性(凝縮熱伝達率, 沸騰熱伝達率)の測定実験を通して評価を行っている。

(2) ノートブックPCのCPU冷却

Keywords: Notebook PC, CPU Cooling,

Self-oscillating Heat Pipe.

ノートブックPCのCPUからの増大する発熱量の処理は非常に重要な問題である。研究室では, 多チャンネルを有するアルミ平板 (W50×H150×t1.5) で自励振動型ヒートパイプを製作し, その平板上にCPU, マイクロファン, 冷却フィンを搭載システム化し, その伝熱特性を調べている。実験の結果CPUの発熱量が35Wでジャンクション温度を80℃以下という成果が得られている。

(3) 振動ヒートパイプのカオスの挙動

Keywords: Single loop, Self-Oscillating heat pipe, Chaotic phenomena

自励振動型ヒートパイプはすでに実用化されている

が, その駆動力は定性的, 定量的にも明確に説明されていない。本研究は単ループの二相密閉型振動ヒートパイプをモデル化し, 解明の糸口を見つけだそうとするものである。図1の解析結果例のようにカオスの振動をすることを明らかにした。

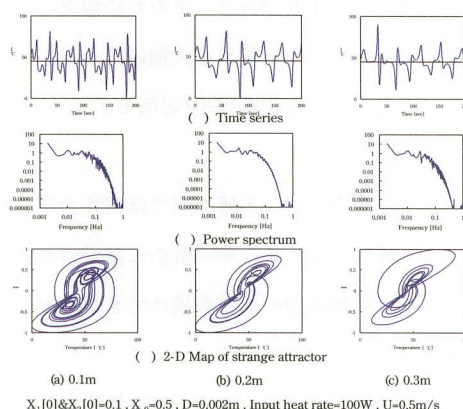


図1 アトラクターの例

(4) 円管内乱流熱伝達の促進

Keywords: Turbulence promoters, Heat transfer coefficient

熱交換器の小型化, 高性能化には熱伝達の促進が欠かせない。本研究ではディーゼルエンジン排気ガス浄化のためのEGR管の冷却性能を向上させるとともに, できるだけすすの付着しにくい乱流促進体を調査, 実験を行っている。



図2 Eversion mechanismを有する乱流促進体

*Prof. S. Maezawa (maezawa@me.seikei.ac.jp)

**Res. Assoc. K. Gi (Gi@me.seikei.ac.jp)

材料力学研究室 (機械工学科)

Mechanics of Material Laboratory

三角 正明 教授*, 大久保 雅文 助手**

本研究室は、工学部発足時に榎本信助教授によって設けられ、金属疲労や複合材料に関する研究を行ってきた。研究設備としては、50tf万能試験機、10tf油圧サーボ疲労試験機、熱衝撃疲労試験機、回転曲げ疲労試験機、曲げねじり疲労試験機、シャルピー衝撃試験機、微小部X線応力解析装置等を備えている。

(1) 形状記憶合金の強度特性

Keywords: Tension-torsion combined load, torsional fatigue, TiNi alloy.

TiNi形状記憶合金の繰返し回復動作に伴う機能劣化と共に、コイルばねの定変位・温度サイクル疲労強度、ワイヤーのねじり疲労強度、引張-ねじり組合せ荷重下の残留歪変化、残留応力変化挙動を追跡している。

文献: M. MISUMI, T. ARAI, M. OHKUBO, Torsional Fatigue Characteristics of TiNi Shape Memory Alloy Wire, Trans. Materials Research Society of Japan, Vol.26, No. 1, p.355, 2001. Jan

(2) 高周波焼入れ材の表面残留応力の経年変化特性

Keywords: Induction hardening, Creep, Residual compressive stress.

(株)NETURENとの共同研究で、高周波焼入れ丸棒表面の圧縮残留応力の経年変化をX線で追跡し、クリープ特性との関連を調べて寿命評価に役立つデータを取得する。

文献: 三角, 大久保, 川畠, 高周波焼入れ材の表面圧縮残留応力の経年変化, 日本材料学会51期学術講演会講演論文集, p.219, 2002.5月.

(3) 高強度鋼の超高サイクル疲労特性

Keywords: Inclusion, Ultra high cycle fatigue, Fish eye.

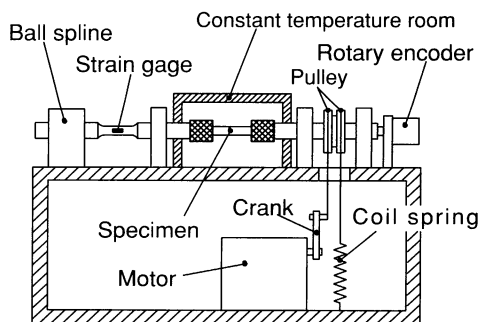
繰返し回数が千万回を超える超高サイクル疲労で破面に残る銀白色のフィッシュアイを調べ、材料内部の非金属介在物を起点として内部き裂が発生進展する様相を探る。

文献: 三角, 池本, 大久保, SNCM439の超高サイクル疲労における内部破壊様相, 第25回疲労シンポジウム講演論文集, p.187, 2000年11月.

(4) 研究室内の活動

卒業研究は、テーマ選択の段階では就職や進学についても語り、人生設計に資する情報を検討する機会も設けているが、テーマ決定後は準備作業・予備実験など、毎週、進捗状況についてセミナー形式で発表を行ないながら、進めていく。

新しい分野の強度実験の場合、既製の試験機を使えない場合があるので、下図に示す大変位ねじり疲労試験機等のように、新機軸の試験機を設計し自作して実験を進める場合が多い。



Torsional fatigue machine

*Prof. M. Misumi (misumi@me.seikei.ac.jp)

**Res. Assist. M. Ohkubo (Ohkubo@me.seikei.ac.jp)

計算力学研究室 (機械工学科)

Computational Mechanics Laboratory

弓削 康平 教授*, 堀口 淳司 助手**

計算力学研究室では、代表的な数値解法である有限要素法を用いた様々な力学の数値解析、特に非線形問題の解析に関する研究を実施している。

(1) マルチスケール解析

Keywords: FEM, Homogenization Method, Composite Material

マルチスケール解析は、複合材料によって構成されている構造物の変形と複合材内の微視的な変形を関連付けながら同時に解析する解析法である。研究室ではその代表的な手法である均質化法を用い、複合材の非弾性挙動の解析等を実施している。

(2) 生体解析

Keywords: FEM, Voxel Analysis

予め設計図面が用意されている機械の解析に比べ、生体の解析ではモデル作成が非常に難しい。研究室ではCTスキャン装置によって撮られた生体の連続断面写真より、小さい立方体の集合からなる解析モデルを作成する手法(ボクセル法)を用いた人体モデルの作成と解析を実施している。この手法では数百万から数千万自由度の解析を実施するため並列計算が不可欠である。ボクセル法によって作成した頭部モデルを図1に示す。

(3) 構造最適化

Keywords: Optimization, FEM

許容設計領域内に目的関数が最小となるよう材料を配置するトポロジー最適設計に関する研究として、塑性変形を受ける構造物の最適設計、制振材の最適配置

および衝突エネルギー吸収構造の最適設計に関する研究を実施している。

(4) ソーラーカーの開発

Keywords: CAD, CAM, CAE

設計と解析、NCプログラミング機能が統合化された商用CAEソフトを用いてソーラーカーを設計・製作し、レースへ参戦している。2002年度は秋田で開催されたワールドソーラーバイシクルレースで総合5位に入賞した。研究室で開発したソーラーカーの写真を図2に示す。

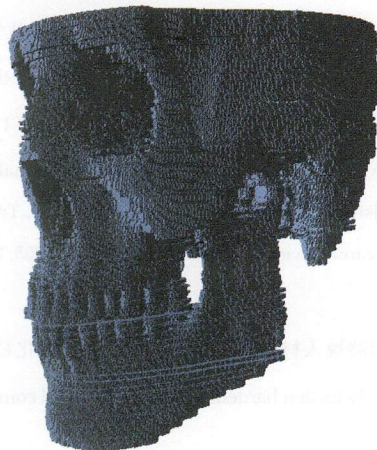


図1 顎かみ合わせ解析のための頭部ボクセルモデル (500万ボクセル)



図2 統合化CAEソフトを用いて製作したソーラーカー

*Prof. K. Yuge (yuge@me.seikei.ac.jp)

**Res. Assoc. J. Horiguchi (horiguchi@me.seikei.ac.jp)

知能機械研究室（機械工学科）

Intelligent Machine Laboratory

小方 博之 助教授*

2002年4月に発足した若い研究室である。

機械が多機能化、複雑化すると、人間の経験や記憶で使いこなすことが難しくなる。それに対処するには、機械にある程度の判断力を付与して、人間の円滑な作業遂行を補助することが考えられる。知能機械研究室ではそのような観点から、従来の機械技術と、最近発展のめざましい情報技術、マルチメディア技術等を結びつけ、機械の新たな可能性を探索している。

（１）知能ロボット

Keywords: vision system, knowledge representation, gesture analysis

ロボットは多機能で複雑な機械の代表選手といえる。ロボットに人間の望む様々な作業を容易に実行させる仕組みの実現が知能機械研究室の目標の一つである。現在は以下のテーマに取り組んでいる。

画像認識：ロボットの眼として、作業に必要な認識を行う視覚センサの実現

作業知識の表現：ロボットが多様な作業を臨機応変に遂行したり、ある作業の知識を他に応用したりするのに適した知識表現の解明

動作・しぐさ・ジェスチャ等の解明：ロボットによる作業やコミュニケーションの実現手段を人間の振る舞いから探る

（２）オンライン・トレーニング

Keywords: e-learning, WBT, CBT

人間の認知・学習プロセスを究明し、マルチメディア技術等を活用した効率的な学習システムの開発にも

取り組む。ロボット教示の場合は、教師側が人間で学習側がロボットだが、オンライン・トレーニングシステムでは立場が逆になることから、今後、面白い知見が得られると期待している。

（３）研究室の活動・特徴

知能ロボットやオンライン・トレーニングの研究には幅広い分野の知識が要求される。そのため、知能機械研究室では他研究室と学術面での交流を積極的に進めている。

学内では制御工学研究室と合同で、自ら跳躍法を学習するホッピングロボットの開発を進めている。これは将来フィールドを駆け回りサッカーをするような運動能力・知能を身に付けたロボットを実現するための基礎研究と位置付けている。図１はその試作１号機である。



図１ 試作中のホッピングロボット

*Assoc. Prof. H. Ogata (ogata@me.seikei.ac.jp)

環境・流体研究室 (機械工学科)

Environmental Fluid Dynamics Laboratory

小川 隆申 助教授

近年、世界的な関心事となっている環境問題の多くは流体力学が解決の鍵を握る。当研究室ではこのような問題に対し、数値流体解析(CFD)によって現象を解明し、得られた知見をもとに対策方法を確立することに取り組んでいる。同時に、新たな問題を解析するためのアルゴリズムの開発や最新の計算機技術に基づく解析手法の高速化、CGを活用した解析結果表示手法に関する研究も行っている。以下に具体的な研究例を紹介する。

(1) 環境問題に関わる流体力学

Keywords: Pollutant, Noise, Fire

1. 高速列車の空気力学的問題

近年、世界的に列車の高速化が進められているが、それに伴い騒音問題、特に低周波騒音問題が顕在化している。本研究室ではCFDによる現象の予測(図1)とともに騒音軽減方法の研究を行っており、リニアモーターカーの開発にも深く関与している。

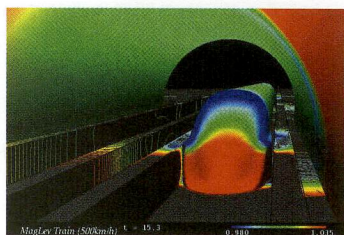


図1: リニアモーターカーまわりの流れ解析

2. 物質拡散問題

発電所などから排出されるガスは周辺環境に何らかの影響を及ぼすため、周囲にどのように拡散するかといった事前評価は非常に重要となる。本研究室では自然風による排出ガス輸送拡散問題の数値的予測に取り組んでいる。図2は企業からの依頼で行った数値解析結果の一例で、発電所冷却塔まわりの流れ場を示している。

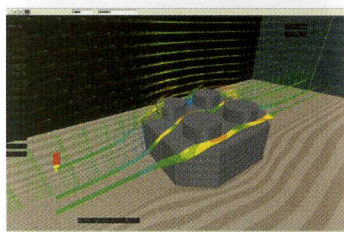


図2 発電所冷却塔まわりの流れ解析

3. 火災流シミュレータの開発

生命や資産に甚大な損傷をもたらす火災も燃焼、熱輸送を伴う流体現象の一つである。そこで、現在、火災流を解析するためのプログラム開発を行っている。同時に、非難時に重要となる煙による視認性劣化に関しても、CFDによって得られた物理データをもとに評価する手法(図3)について研究を進めている。



図3 煙のリアルタイム可視化

(2) 流体解析アルゴリズムの開発

Keywords: Adaptive Cartesian Mesh method, Auto mesh generation

計算格子生成はCFDにおいて最も時間と労力を要する作業であり、実用問題を解析する上で大きな問題となっている。そこで、CADデータから材質情報も含めた計算格子を全自動で生成するプログラムとその計算格子に適したCFDのアルゴリズム開発を行っている。

(3) 流体力学用オンライン教材の開発

Keywords: On-line teaching material

通信環境の向上とともに遠隔教育が注目されているが、本研究室では流体力学用オンライン教材(図4)の開発を進めている。特に、流体力学は初学者にとって難しいため、CFD技術を活用して視覚的に理解しやすく、インタラクティブに学ぶことができるシステムを開発している。

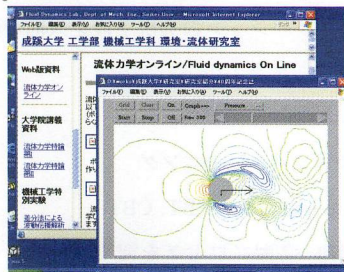


図4: 流体力学用オンライン教材

*Assoc. Prof. T. Ogawa (ogawa@me.seikei.ac.jp)

制御工学研究室 (機械工学科)

Control Engineering Laboratory

鳥毛 明 助教授*

蒸気機関の発明とともに自動的に速度を調整する機構が作られた。それ以降、機械を自動的に動かすために、制御技術が発達してきた。

当研究室では、制御に関することや、ロボット、人間と機械の間の情報のやり取りであるヒューマンインタフェースの研究を行っている。

(1) 構造と制御の同時最適化

Keywords: Control, Optimization

人工衛星のソーラーパネルや微細な作業を行う機器の設計において、構造について軽量化を行うと制御するのが困難な機械になってしまう場合がある。そこで、構造の設計段階で制御されることを前提に構造的、制御的に最適な機械を設計する必要性が出てくる。この場合、構造と制御の両面で最適な状態が相反する場合が多く、必要に応じて双方の重み付けを行い設計する方法を構築するべく研究している。

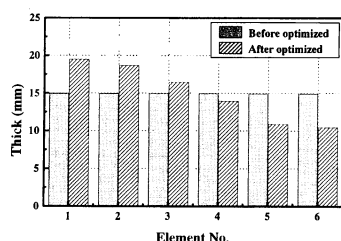


図1 梁の最適化例

(2) 2足歩行のエネルギー解析

Keywords: Biped Robot

現在の歩行ロボットは車輪で移動するロボットに比

べて移動するために必要なエネルギーが多く必要で、長時間の歩行が困難なものとなっている。そこで、歩行動作において脚をどのような構造にすればエネルギーの消費が少なくなるか、また人間の歩行と比較してどのような部分でエネルギーを余分に消費しているかをシミュレーションと人間の歩行の解析により調べている。その上でエネルギー消費の少ない歩行の可能な2足歩行ロボットを開発することを目的に研究をしている。

(2) 手話の自動認識

keywords: Non verbal communication, Sign Linguistics

手話は聴覚障害者のコミュニケーション手段として用いられているが、手話を理解できる健常者が少なく、聴覚障害者と健常者のコミュニケーションを困難にしている。そこで、手話を画像処理技術を用いて認識できないかと考えて研究をしている。

認識において問題となるのが、手話を行う人によって動作が異なる点で、1つの手話単語においてどのような特徴を見て判断しているかを多くの手話動作から抽出することを行い、認識の方法を開発している。



(a)「つまり」 (b)「難しい」

図2 手話単語における手先軌跡の分布

*Assoc. Prof. A. Torige (torige@me.seikei.ac.jp)

機械創成研究室 (機械工学科)

Manufacturing Laboratory

笠原 和夫 講師*

当研究室はものづくり教育とコンピュータ数値制御工作機械を用いた加工に関する研究の推進を目的として、2002年度に開設された研究室である。現在は機械加工(切削加工)の力学的解析や、NC(数値制御)工作機械の有効利用をととして機械加工の高能率化・高精度化・自動化に関連する技術開発に取り組んでいる。

(1) 加工の高精度化・自動化

Keywords: Computer aided manufacturing

CNC(コンピュータ数値制御)旋盤に搭載されている自動プログラミングシステムを用いて加工した工作物の表面形状と切削抵抗(加工時に発生する力)との関連を調べ、不良品の発生回避や加工精度を向上させるための方法について検討している。

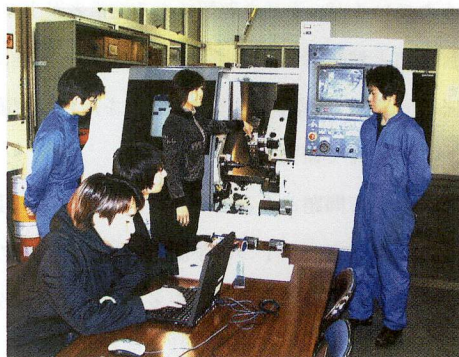


図1 CNC旋盤と卒研生

(2) フライス加工用動力計の開発

Keywords: Tool dynamometer, Piezoelectric transducer

高い精度で高能率な機械加工を行うためには、加工

中の切削抵抗を正しく把握しておく必要がある。しかしフライス加工のような切削抵抗の大きさと方向が時間とともに変化する場合に適用できる市販の動力計はかなり高価である。そこで3成分検出用の水晶圧電素子を1個のみ利用して低価格で作製でき、しかも高剛性で信頼性の高いデータが得られる動力計の製作を試みている。そしてこの動力計を用いて切削実験を行い、加工状態(工作物表面の形状や工具の移動経路)と切削抵抗との関連について検討している。

(3) ボールエンドミル加工のモデル化と切削抵抗の予測

Keywords: Cutting model, Cutting forces

加工中の切削抵抗の予測が可能になれば、力学的側面から適切な加工条件(工具の送り、切削深さ、回転数などの加工時に指定する条件)や工具移動経路を指定することができるようになり、工具や工作機械の性能を有効に利用してより高能率・高精度な加工を実現するのに有用であると考えられる。本研究では金型などの曲面加工に多く利用されているボールエンドミルをとりあげ、その切れ刃形状を解析し切削過程のモデル化に取り組んでいる。そして開発した切削モデルとエネルギー解法を用いて、種々の加工状態における切削抵抗(3成分)の予測を試みている。

(4) 電気自動車(今後)

Keywords: Electric vehicle

ものづくりの体験をととし、設計・製作技術とともにその面白さや大切さを学んでもらうことを目的として、次年度より電気自動車の試作開発に取組む予定である。

*Lecturer K. Kasahara (kasahara@me.seikei.ac.jp)