

# 工学研究科 電気電子工学専攻 電機システム・制御システム・エネルギーシステム 合同研究室（モーションコントロール分野）

助教 矢代 大祐

1. 研究室を紹介します！
2. 技術相談をしたいのですが、何をしている研究室ですか？
3. 一企業様と共に利用できる、企業様と共に進める—  
機器計測・評価実施可能試験はどのようなものですか？
4. 企業様との共同研究、企業様への技術指導によって共同開発を行っています！

## 1. 研究室を紹介します！

### 電機システム・制御システム・エネルギーシステム合同研究室 (モーションコントロール分野) はこんなことやってます

「硬さ・柔らかさ」を記憶し、遠隔・極小で動きを再現します。細やかな動作を機械に記憶させることが出来ます。力の強弱はもちろん、触れたものの硬さ・柔らかさまで記憶させます。記憶した動作データを遠隔地で再生する技術、サイズを極小にして再生する技術で、ものづくりのDX化に貢献します。

#### コーディネーターから一言

これまでは動作遅延の問題で遠隔地での動作データの再生に課題が残りました。しかしながら、5G等への通信規格のアップデートにより、通信環境が変わり、動作遅延の問題が大きく改善されたため、研究のポテンシャルが上がっています。

## 2. 技術相談をしたいのですが、何をしている研究室ですか？

1) キーワード：これらの領域において研究に力を入れています

モーションコントロール 工作機械 ロボットアーム 回転機械  
無人航空機 バイラテラル遠隔操作 運動機能評価（医療分野）

2) 研究室でやっている事（開発課題）を紹介します。

——企業様との共同研究や企業様への技術相談・指導によって、  
新しい製品、サービスを創ります——

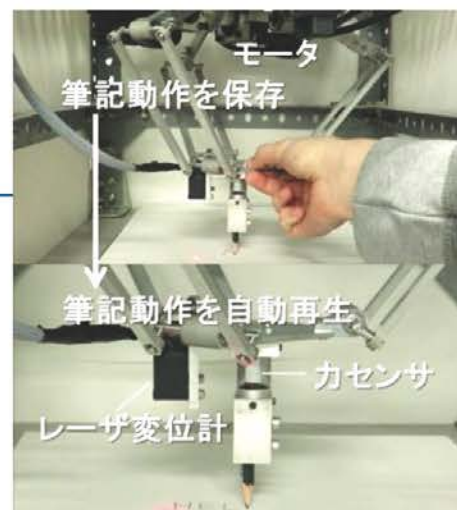
### (1) パラレルメカニズムを利用して位置・接触力を制御する ロボットの技術開発をしています。

パラレルメカニズム（複数リンクとジョイントから構成される連鎖が複数個並列に配置された機構）は低慣性、高出力、高精度などの特徴を持ち、3次元CADのデータを接触の強弱に至るまで忠実に再現できる機構ですが、自由度が多いほど制御が困難です。当研究室にて、6自由度を持つパラレルロボット「HEXA」を開発し、位置・接触力の制御の研究をしています。



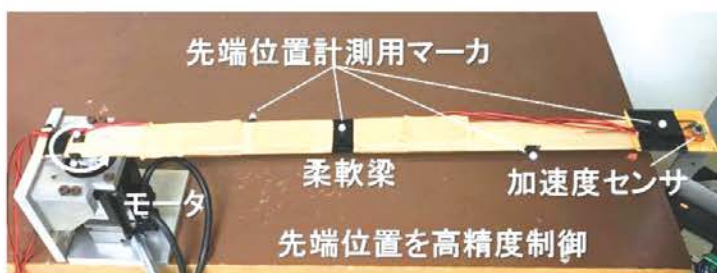
### (2) ロボットマニピュレータによる 筆記動作の記憶と自動再生に 関する技術開発をしています。

3自由度を持つロボットマニピュレータ装置を開発し、手動により筆記動作を記憶させ、それを自動再生させる技術の研究をしています。本装置では力覚センサとレーザ変位センサを用いることで、筆跡だけでなく筆圧も自動再生することができます。切削や加工など筆記作業以外にも応用可能で、ロボットマニピュレータに高精度な動作をさせることができます。写真上段は筆記動作を記憶させているところ、写真下段は、上段で記憶・保存させた動作を再現させているところです。



### (3) 長いアームを持つモータ制御装置の位置決めに関する技術開発をしています。

長いアームを持つモータ制御装置では、その精度は、軸部分までしか保証されません。その先に取り付けた構造物（ビーム）に柔軟性があればあるほど、保証された精度からのずれが生じます。当研究室では、カメラと加速度センサを併用することでビームの先端部位置をサブmmで制御することに成功しました。



### (4) 位置決め精度を出すのが難しい「減速機付永久磁石同期モータ」を制御する技術の開発をしています。

「減速機付永久磁石同期モータ（減速ギア付きのサーボモータ等）」は、大きなトルクを出すのが得意ですが、微小な精度で制御をするのが困難なため、実機へ導入する場合、位置決め精度やトルク制御性能が課題になります。

本研究では「負荷側エンコーダ」を用いることで、減速ギアのトルクに関わらずに、高精度な負荷トルク制御を実現します。



### (5) ドローン等で使用されるプロペラの高精度推力制御の技術開発しています。

ドローンの用途開発が進み、姿勢制御に精度が求められるようになってきました。様々な自然環境に対応してプロペラ推力を安定化させるため、モータの高精度制御が求められます。本研究では、独自のモータ制御技術により、風速変動下においても、プロペラを制御することができるようになり、所望の推力を維持することが可能となりました。



### (6) バイラテラル制御による遠隔操作に関する技術開発をしています。

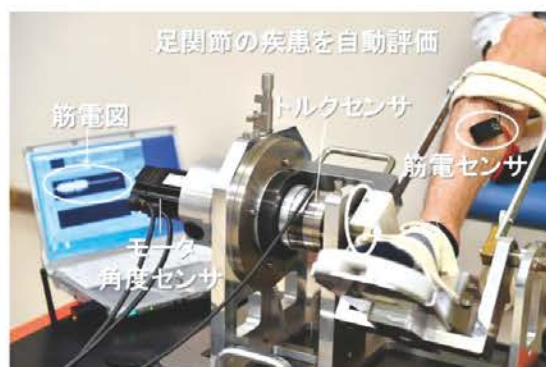
バイラテラル制御とは、双方向に環境を把握できる制御法です。この技術を使って機器の遠隔操作を行う実験をイタリア・日本間で行っています。バイラテラル制御では、操作者の動作指令を受信側に送るだけでなく、受信側の機器の作業状況が力感覚として操作者に伝えられます。遠隔地のみでなく、極限環境下での作業を飛躍的に向上させることができると考えており、更なる技術開発を進めています。



## (7) 「痙縮」「拘縮」に関する足関節運動機能評価装置の技術開発をしています。

脳卒中の後遺症「痙縮」は、手足が勝手につっぱったり曲がったりする運動機能障害です。一方、「拘縮」は関節を動かす機会が減少した時に、関節が硬くなり、その結果関節の動きが制限された状態のことを言います。投薬や手術によって治療し、リハビリでは悪化してしまう痙縮と、リハビリにて治療する拘縮に関して、両方を評価できる装置を開発中です。筋電位・足／膝関節角度・足関節トルクの計測値から筋収縮トルク・弾性トルクを分離し、痙縮・拘縮の度合いを自動診断します。

装置の可操作性が向上すれば、靭帯損傷・腱損傷の評価も可能になります。



### 3. 一企業様と共に利用できる、企業様と共に進める— 機器計測・評価実施可能試験はどのようなものですか？

#### モーションキャプチャシステム (Flex13、 4台) (計測誤差 0.1mm、100Hz)

3次元の動きを光学カメラでキャプチャし、その動きをデジタル化するシステムです。元々、人の動きをPC上でデジタル化するために誕生した装置です。

人だけでなく機器等、物の動きもトラッキング可能です。物に反射マーカを貼付することにより物の動きをキャプチャし、動作を数値化します。VR (Virtual Reality) のセンサーとしても使われており、その用途は広がりを見せています。



#### レーザ変位センサ (CDX-W30) (計測誤差 2.4 μm、1kHz)

レーザ光を被測定対象物で反射させ、戻り光と照射光の干渉を利用して変位を測定する変位計です。筆圧のような超高精細な動きを測定できます。本センサーは測定範囲 25.5 ± 3.0mm のショートレンジ型、スポットサイズ 30 × 1000 μm のワイドタイプです。



## ネットワークエミュレータ (PacketStorm200E)

ネットワーク上で発生する様々な事象、障害（エラー・遅延など）を正確に再現・疑似できる装置です。ネットワーク特性をエミュレーションしたネットワーク上でテストを行うことで、テスト期間、工数を低減し費用対効果の高いテストが行えます。遠隔操作の動作遅延の問題も検証できます。



## トラフィックジェネレータ (SpirentC1)

ネットワークやアプリケーションに負荷をかけて耐久性や問題点を検証できる次世代ネットワーク負荷試験器です。クラウドやアプリケーションの性能評価、ルータ・スイッチなどのハードウェア性能評価、サイバーセキュリティ耐性を測る DDos 検証などのネットワークテストが行えます。



## 4. 企業様との共同研究、企業様への技術指導によって 共同開発を行っています！

### パラレルメカニズムを利用して位置・接触力を制御するロボット



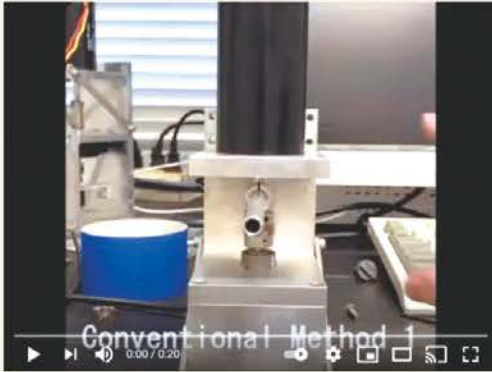
【動画】6自由度パラレルロボット HEXA の位置・接触力制御  
- YouTube



(1) パラレルメカニズムを利用して位置・接触力を制御するロボットの技術開発、について、企業との共同研究実績があります。

様々な機械加工に必要な精密な位置制御に加え、「柔らかさ」や「硬さ」についても制御を行うことが可能になります。鉛筆で文字を書く動作が左記の動画にて確認できます。

## 「減速機付永久磁石同期モータ」の位置決め制御



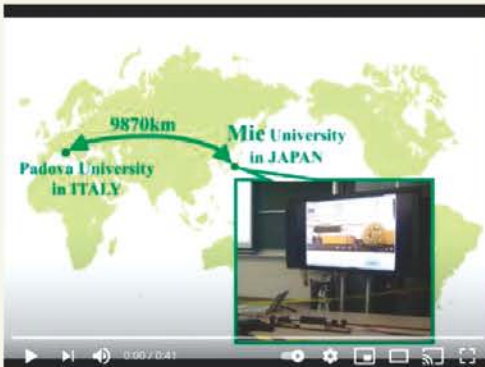
【動画】 減速機付永久磁石同期モータの駆動側 / 負荷側エンコーダを用いた高精度負荷トルク制御 - YouTube



(4) 位置決め精度を出すのが難しい「減速機付永久磁石同期モータ」を制御する技術の開発、について技術相談実績があります。

左記の動画にて試験機の動作が確認できます。

## バイラテラル制御による遠隔操作



【動画】 Bilateral Teleoperation between Italy and Japan - YouTube



(6) バイラテラル制御による遠隔操作に関する技術開発、について技術相談実績があります。

左記の動画にてイタリア・日本間の遠隔操作実験が確認できます。

お問い合わせ先 **三重大学北勢サテライト**

TEL : 059-353-8260 MAIL : hokusei@rscn.mie-u.ac.jp