

一般社団法人 日本ロボット学会 第71回ロボット工学セミナー  
「次世代アクチュエータの技術動向と筋骨格への応用」  
開催レポート

日時：2012年6月29日(金) 13:00～18:00

会場：中央大学後楽園キャンパス

参加者数：46名

オーガナイザー：辻 俊明(埼玉大学)

概要：

アクチュエータ技術は運動制御の基盤であり、産業・交通・医療福祉など様々な領域での発展が望まれています。これまでは回転型のモータやエンジンが主流として利用されてきましたが、近年になり筋骨格などにも応用可能な次世代アクチュエータが次々と開発され、注目を集めています。本セミナーでは様々な事例を通してアクチュエータ開発の技術動向を紹介・解説しました。また、アクチュエータを利用するユーザ側からの解説を含め、特に次世代アクチュエータ技術とその筋骨格系への実装を2つの軸として議論を展開することにより、アクチュエータ開発の動向と課題を俯瞰的に把握できるようにすることを旨とし本分野先端の4名の方々に御講演をお願いしました。

第1話「次世代アクチュエータの研究開発の動向」

東京大学の樋口俊郎先生より日本における次世代アクチュエータの研究の数々をご紹介・解説いただきました。その内容は、精密位置決めのための弾性表面波モータ、マイクロロボットのための空気圧フレキシブルアクチュエータ、超高速ハンドのための超音波モータ、強磁場中で動作可能な静電アクチュエータなど多岐にわたるものでした。形状記憶合金の熱変形を利用したアクチュエータは極めて重量対出力比が高く、応答性を改善する工夫さえできれば有望であること、大きな力が得られる反面、変位の小さい積層型圧電素子の課題を克服する方法など技術的示唆に富む解説をいただきました。



樋口先生の御講演

## 第2話「スパイラルモータのモデルと制御」

ギアと電磁モータを組み合わせた一般的なロボットの駆動方式では機械損失が発生し、バックドライバビリティが劣化するという問題があります。この問題を解決する技術として横浜国立大学の藤本康孝先生が提案されているスパイラルモータという新しい方式について解説をいただきました。そのメカニズムとは、直動モータの固定子と可動子をそれぞれらせん形状とし、ボールねじのように直進するものです。ただし、ボールねじと異なり固定子と可動子の機械的接触がないため機械損失が小さいこと、バックドライバビリティが高いことを特長とします。また、体積当たりの推力が大きくなるという点も特長の一つとして挙げられます。従来のリニアモータと比較して6倍程度の推力密度が得られることが確認されています。その原理と制御法を詳細に説明していただき、大変勉強になる講演となりました。



藤本康孝先生の御講演

## 第3話「軸方向繊維強化型空気圧ゴム人工筋肉の開発とその応用」

本セミナーの開催地でもある中央大学の中村太郎先生より、従来の人工筋と比較して収縮率が大幅に上がる軸方向繊維強化型空気圧ゴム人工筋肉アクチュエータについて解説がなされました。その構造はカーボン繊維シートとラテックスゴムの組み合わせであり、きわめて簡易かつ安価に製作できるものです。その人工筋肉を実装したマニピュレータの開発とその詳細なモデルとその制御原理をご説明いただきました。また、MRブレーキとの併用による制御性能の向上やミミズ型移動ロボット、蠕動ポンプへの応用などの技術を発表いただきました。人工筋肉が機構の改良次第で様々な用途に応用できることを実例で示す大変興味深い御講演でした。



中村先生の御講演

#### 第4話「パワーアシストロボット開発におけるアクチュエータの選定と実装」

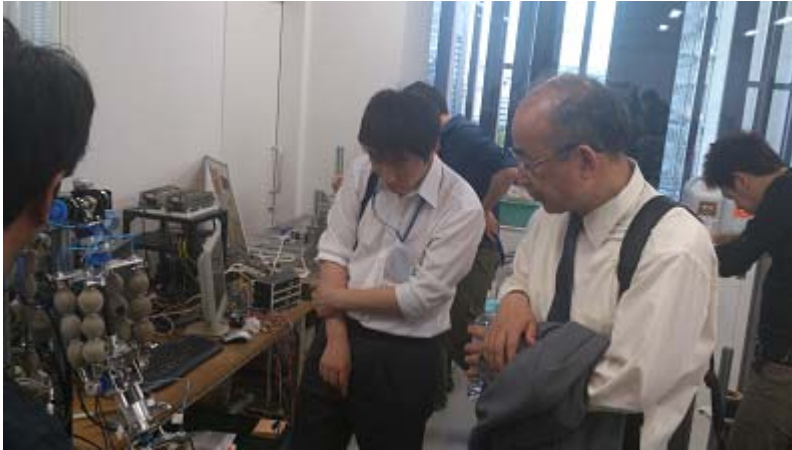
パナソニックの社内ベンチャーとして2003年に創業したアクティブリンク株式会社の藤本弘道様から、パワーアシストロボットの実用化に向けた試みをお話しいただきました。その駆動方式は空気圧、油圧、電動など多岐にわたるものですが、中にはアクチュエータを使わずに筋トレを行うハイブリッド訓練機「リアライブ」などの紹介もありました。医療福祉、作業支援、教材など様々な分野へのパワーアシストロボットの導入を検討する過程が説明されましたが、広く導入されたものばかりでなく、中には道半ばで実用化を断念した逸話を交えてお話しいただきました。ロボット業界が今後いかにニーズを拾って実用例を増やしていくかを考える上で大変示唆に富むご発表をいただきました。



藤本弘道様の御講演

#### 見学会

講演会終了後、希望者で中村研究室の見学会を開催し、ほぼ全員が参加しました。展示されていたものは人工筋肉で駆動する7自由度マニピュレータや、MRブレーキを併用した人工筋肉マニピュレータ、人工筋肉を自作する装置、空気圧蠕動ポンプ、衝撃緩和性能を持つソフトマニピュレータ、ミニズ型移動ロボットなど多岐にわたりました。極めて独自性の高い機構ばかりで参加者の質問も多く、活気があるのが印象的でした。



見学会の風景

#### まとめ

ロボットの研究者・開発者であれば、こんなアクチュエータがあればこんなすごいことができるのに、と思った経験が一度はあると思います。特に筋骨格である人間がこなす作業をロボットで再現したり、アシストしたりすると回転駆動アクチュエータと筋骨格の機構の差が顕著に表れます。従って筋骨格に適したアクチュエータをいかに選び実装するか、は人間支援を想定したロボットの開発に極めて重要な課題と言えます。本セミナーではその課題の解決にもっとも近い先端研究事例を 4 人の講師陣の皆様にご説明いただき、いずれの講演も思想的・技術的に学ぶところの大きい、収穫の多いセミナーとなりました。

最後に、ご講演頂きました講師の先生方、会場のご提供と運営・準備にご協力頂きました中央大学中村研究室の皆様、本セミナーにご参加頂きました全ての方々に心より感謝申し上げます。

文責：辻俊明(埼玉大学)



## 次世代アクチュエータの技術動向と筋骨格への応用

日時：2012年6月29日（金）13:00～18:00

会場：中央大学後楽園キャンパス 6号館7階6701号室（〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27）

キャンパス案内図：[http://www.chuo-u.ac.jp/chuo-u/campusmap/korakuen\\_j.html](http://www.chuo-u.ac.jp/chuo-u/campusmap/korakuen_j.html)

交通：東京メトロ丸ノ内線・南北線 後楽園駅下車，徒歩5分

都営三田線大江戸線 春日駅下車，徒歩7分

JR総武線 水道橋駅下車，徒歩15分

[http://www.chuo-u.ac.jp/chuo-u/access/access\\_korakuen\\_j.html](http://www.chuo-u.ac.jp/chuo-u/access/access_korakuen_j.html)

定員：50名（定員になり次第，締め切らせていただきます。）

参加費：当学会及び協賛学会の正会員／8,400円，会員外／12,600円，学生（会員，非会員を問わず）／4,200円，当学会賛助会員 招待券ご利用／無料，優待券ご利用／4,200円，左記サービス券なし／12,600円

・賛助会員の皆様へ：上記の招待券（2枚／口）及び優待券（10枚／口）は，年頭に各賛助会員学会窓口様宛に配布させて頂いておりますので有効にご活用ください。

・課税について：当学会及び協賛学会の正会員，学生（会員，非会員を問わず）の場合の参加費は不課税，それ以外の場合の参加費は税込となりますのでご承知置きください。

口上：アクチュエータ技術は運動制御の基盤であり，産業・交通・医療福祉など様々な領域での発展が望まれています。これまでは回転型のモータやエンジンが主流として利用されてきましたが，近年になり筋骨格などにも応用可能な次世代アクチュエータが次々と開発され，注目を集めています。本セミナーでは様々な事例を通してアクチュエータ開発の技術動向を紹介・解説します。また，アクチュエータを利用するユーザ側からの解説を含め，特に次世代アクチュエータ技術とその筋骨格系への実装を2つの軸として議論を展開することにより，アクチュエータ開発の動向と課題を俯瞰的に把握できるようにすることを目指します。

オーガナイザー： 辻 俊明（埼玉大）

### 講演内容：

<開会挨拶・講師紹介> 13:00～13:10

#### 第1話 次世代アクチュエータの研究開発の動向

13:10～14:00 東京大学 樋口 俊郎

将来の応用展開を踏まえた各種の次世代アクチュエータの実現と，アクチュエータ技術全体に共通する基盤技術の確立をめざして，科学研究費補助金特定領域研究「ブレイクスルーを生み出す次世代アクチュエータ研究」（研究期間：平成16年～20年度）が50以上の大学等の研究機関が参画することにより実施された。この特定領域研究の成果の概要の紹介を行うことにより，新しいアクチュエータについての研究開発の動向を述べる。当研究室では，種々の方式の革新的なアクチュエータの開発に取り組んできており，本講演では，圧電アクチュエータ，強力静電モータ，完全非接触アクチュエータ，弾性表面波モータ，マイクロ磁歪アクチュエータなどの紹介も併せて行いたい。

#### 第2話 スパイラルモータのモデルと制御

14:00～14:50 横浜国立大学 藤本 康孝

ヒューマノイドロボットやパワーアシストシステムへの応用を目指し，小型で力の強いダイレクトドライブリニアアクチュエータ（スパイラルモータ）の開発を行っている。スパイラルモータは，可動子と固定子を螺旋

形状とすることで，ボールねじアクチュエータの機能を電磁力により非接触で実現する。可動子と固定子の対向面積が広いと，通常のリニアモータと比較して体積あたりの推力が大きく，また，可動子の磁気浮上制御により機械損が低減できる，という特長を有する。本講演では，スパイラルモータのモデルや制御法について紹介する。また，スパイラルモータの筋骨格型ロボットへの応用について紹介する。

<休憩> 14:50～15:10

#### 第3話 軸方向繊維強化型空気圧ゴム人工筋肉の開発とその応用

15:10～16:00 中央大学 中村 太郎

軸方向繊維強化型ゴム人工筋肉は従来の McKibben 型ゴム人工筋肉に比べ収縮率，収縮力が優れた特性を持つ。本講演では本人工筋肉の制御法，拮抗関節に適用した場合の可変弾性制御手法，および7軸マニピュレータ，ミミズロボット，蠕動運動ポンプへの応用等について述べる。

#### 第4話 パワーアシストロボット開発におけるアクチュエータの選定と実装

16:00～16:50 アクティブリンク 藤本 弘道

アクティブリンク株式会社は，2003年の創業以来，装着型や搭乗型のパワーアシストロボットの実用を目指した受託開発事業・製造販売事業を行っている。用途も，医療福祉分野，作業支援分野，教材としてなど，多岐に渡り，用途に応じて，モータや空気圧式ゴム人工筋など様々なアクチュエータを用いたパワーアシスト機器の開発を進めている。そこで，アクチュエータを利用する立場から，どのような視点で選定を進めているか，どのようなアクチュエータが欲しいかなど，試作機開発の現場での経験を元に紹介を行う。

<開会挨拶> 16:50～17:00

<見学会> 17:00～18:00

閉会后，中央大学中村研究室を見学させていただきます。実際の筋骨格型のロボット等を見ることが出来ます。