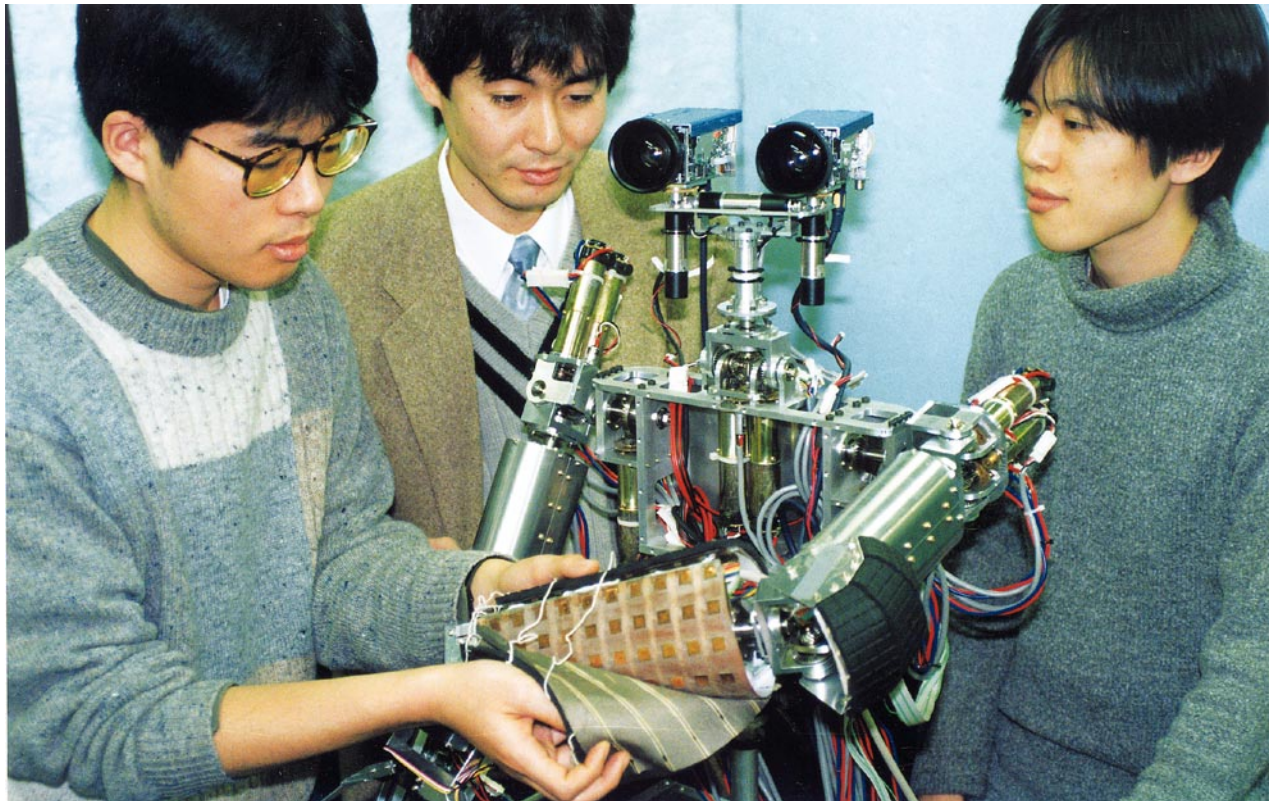


Research on Micro and Soft-mechanics  
Integration for Bio-mimetic Machines

マイクロ・ソフトメカニクス統合体としての  
高度生体機能機械の研究

プロジェクトリーダー 井上博允

東京大学 大学院工学系研究科 教授



## 1. 研究の目的

日本はこれから高齢化と少子化が急速に進みます。そのとき、高度の福祉サービスや社会のインフラを支える色々な作業を十分に実施していくためには、人間共存型の知能ロボットの研究開発が不可欠です。私達が日常生活を営んでいる普通の空間で、人間と密に触れあい、共に行動し、多様な作業を補助し代行するようなロボットを、人間と親和性が良く、しかも、安全性の高いものとして実現するために、いろいろな意味で柔らかい機械システムの開拓が望まれているのです。

機械の柔らかさには機能的な柔らかさと物理的な柔らかさがあります。機能的な柔らかさはコンピュータによる知的情報処理技術の進歩に支えられて近年大いに発展してきました。それに比べて、機械の物理的な柔らかさの方は余り変わっていません。生活支援ロボティクスのように人間と密にふれあう機械の安全性や親和性を高めるためには、機械自体の柔らかさには今後大きな技術革新が必要です。機械の物理的な柔らかさは、柔らかいボディー表面と柔らかいアクチュエーションを通じて実現されます。すなわち、未来の機械は、知能の技術で発達してきた高機能マシンを、柔らかい皮膚で包まれ、柔らかいアクチュエータで柔らかく動かされるソフトマシンへと進化させる必要があるわけです。また、センサー複合型の柔らかい人工皮膚や超精密なメカトロニック複合部品を作るためにマイクロテクノロジーは新しい手法となります。

本プロジェクトは、マイクロメカトロニクス及びソフトメカニクスというキーテクノロジーを開拓しつつ、この両技術を統合集積して、将来の社会で必要とされる高度の生体的機能を備えた人間共存型知能ロボットを開発することを目指しています。

## 2. 研究の内容

未来志向の高機能バイオメトリックな機械を構成する基本技術として、機能的な柔らかさを実現するための知能情報処理、筋肉に相当するソフトなアクチュエータ、及び、皮膚に相当する柔らかいセンサー被覆を取り上げ、それらを統合集積することによって高機能ロボットを開発することを具体的な目標としています。研究内容は次の通りです。

### (1) センサー分布人工皮膚

柔らかい材料に分布型の触覚・圧覚・温度センサーと処理回路を埋め込み、自由な形に機械を被覆しうるロボット皮膚の研究。音響共鳴型テンソルセルによる触覚センサー、導電性ファブリックを用いたセンサースーツ、大面積の自由曲面を有するロボット表面にくまなく触覚を埋め込むための新しい人工皮膚構成法であるテレメトリックスキン、などを開発中です。

### (2) ソフトアクチュエータ

柔らかい動きを実現するための各種のアクチュエータとその制御法に関する研究を行います。人間や動物の筋肉構成を手本として、多数の腱で拮抗して引っ張る方式のメカニズム構成法により複雑な自由度の機構を単純に設計する手法を体系化する事を試みています。また、空気圧、導電性ポリマー等、新しい原理による人工筋肉の可能性についても検討しています。

### (3) MEMSロボットハンド

MEMSとはマイクロ・エレクトロ・メカニカル・システムの事です。微小なMEMS歪みゲージをポリイミドやシリコンゴムなど柔らかい材料の上に密に並べた触覚を作るなど、MEMSの技術を最大限に利用して人間の手指を手本としたロボットハンドに実現を試みています。

### (4) 全身型メカトロニック行動体

柔らかく変形して外部環境になじむ動きをする全身型メカトロニック行動体を実現しようとしています。肋骨と脊椎とを筋肉束で縦横に接続することにより、全体がねじれたり伸縮変形できる構造の体幹部をつくり、その表面を柔らかいセンサー被覆で包み込んだ構造の動物型のロボットを実現し、柔らかい自然な動きをさせようとしています。

### (5) ヒューマノイドロボット

センサー分布人工皮膚、ソフトなアクチュエータ、MEMSロボットハンド、などの研究成果を統合し、機能的にも物理的にも柔らかい人間型のロボットを開発することを目指しています。ハードウェアの柔らかさと、知的で柔軟なソフトウェアによって、人間とヒューマノイドがふれあう時の安全性と親和性を高めることを試みています。

### (6) 低侵襲外科手術用マイクロメカトロシステム

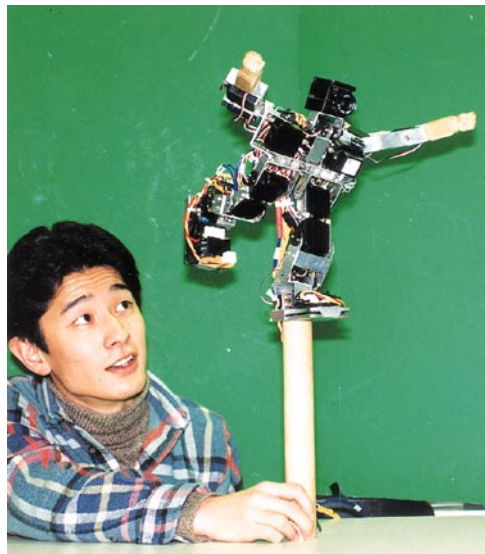
内視鏡下の手術、脳外科手術、小血管の吻合手術、などの微小手術をできるだけ小さい傷口ですむようなやり方で手術するための、微小手術用のマイクロマシンを開発しています。また、手術の様子を拡大して見せること、微小な手術を拡大して操作する手法、手術情報を実体に投射して表示する三次元画像技術などを統合して、臨床用に使えるマイクロメカトロシステムとしてまとめる予定です。

## 3. 研究の体制

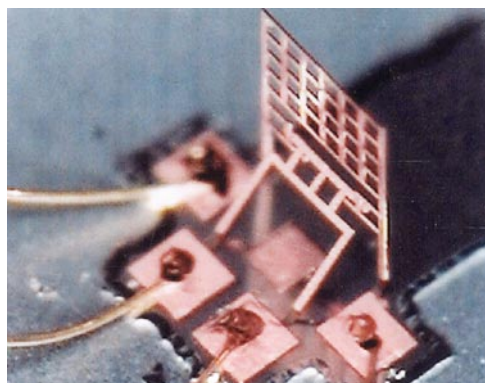
期 間：1996年10月～2001年3月

構 成：プロジェクトリーダー1名、コアメンバー3名、研究協力者20名(内日本学術振興会研究員3名)で構成されています。その他、下記の研究室に属する大学院学生が多数この研究に参加しています。

実施場所：この研究の主拠点は東京大学ですが、他大学との協働方式でプロジェクトを進めています。東京大学工学系研究科井上研究室、下山研究室、土肥研究室、中村研究室、東京農工大学篠田研究室、東京工業大学広瀬研究室、岡山大学則次研究室、が緊密な連絡を取ってプロジェクトを進めています。



棒上でバランスをとるロボット



自動的に組立可能なマイクロ構造