

# ソフトロボティクス ——電気接着ロボ、泳ぐ魚ロボ、 可食ロボの開発

## 《 新竹 研究室



新竹 純  
Jun SHINTAKE

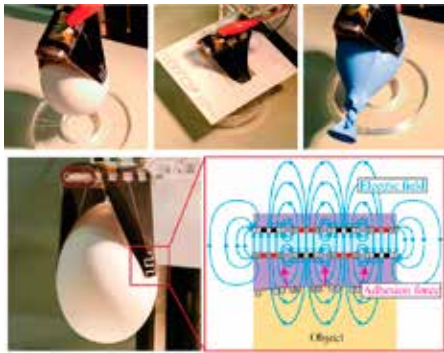
未来のロボットのあり方を変え  
る「柔らかい機械」、いわゆる「ソ  
フトロボティクス」は、現在世界  
中で活発に研究されている分野で  
す。人工筋肉と呼ばれる柔らかい  
アクチュエータなど、新しい材料  
や部品が開発されてきたことがそ  
の背景にあります。ロボットが柔  
らかくしなやかになれば、より安  
全になり、人と協働しやすくなる  
ことは間違いありません。

新竹純助教は、スイス連邦工  
科大学ローザンヌ校での博士課程時

代からソフトロボティクスの研究  
に取り組み、ソフトエレクトロニ  
クスや材料工学の手法を取り入れ  
て、柔らかい材料に基づくアク  
チュエータやセンサ、ロボットを  
開発してきました。これまでに電  
気接着ロボットや折り畳みロボッ  
ト、硬さの変わるロボット、泳ぐ  
ロボットや食べられるロボットな  
ど斬新なロボットを数多く開発し  
ています。

### さまざまな機能を持つ ロボット

電気接着ロボットは静電気力で  
モノをくっつけるロボットハンド  
(グリッパー)で、電場応答性高分  
子の一種である柔らかい「誘電エ  
ラストマーアクチュエータ」を



開発した電気接着グリッパーとその仕組み

使って開発しました。このソフト  
グリッパーは上下方向に加えて平  
面方向にも電位差を与えること  
で、モノを引きつけながら、同時  
に摩擦力によってつかむことがで  
きます。例えば、そのままではつ  
かみにくい柔らかいモノや平らな  
モノなどの把持に適しており、試

作機では卵などをつかむことがで  
きました。

また、折り畳めるロボットは珍  
しくありませんが、新竹助教は誘  
電エラストマーを用いた柔らかい  
電極や独自の膜を使った折り畳み  
アクチュエータを開発し、これを  
翼の部分に2枚ずつ搭載したド  
ローン(飛行ロボット)を作製しま  
した。アクチュエータに高電圧を  
かけて上下に曲げ運動させ、これ  
によって実際に飛行できることを  
確かめました。柔らかいアクチュ  
エータは物体に衝突しても壊れに  
くく、機体を折り畳むことで輸送  
時などにコンパクトにできます。

さらに、同様のアクチュエータ  
と、温度が変わると固体から液体  
に変化する金属(低融点合金)を

使って、硬さが自在に変わる「変  
化剛性」を持つグリッパーも作り  
ました。アクチュエータだけでは  
柔らかいのでモノは持てません  
が、ワイヤに電気を流してその電  
位差によって温度を変えると、金  
属が硬くなって保持力が向上し、  
モノをつかむことができるよう  
になります。



折り畳みロボットのイメージ

### キーワード

ソフトロボティクス、ソフトアクチュエータ、ソフトセンサ、生物模倣ロボット、魚ロボット、可食ロボット、誘電エラストマーアクチュエータ

|        |                            |
|--------|----------------------------|
| 所属     | 大学院情報理工学研究所<br>機械知能システム学専攻 |
| メンバー   | 新竹 純 助教                    |
| 所属学会   | 米電気電子学会 (IEEE)             |
| E-mail | shintake@uec.ac.jp         |

魚と同じように泳ぐ

一方、2枚の誘電エラストマーアクチュエータをうまく制御して、魚のように水中を泳ぐロボットも開発しました。ボディの素材に魚の体に近い柔らかさを持つシリコーンを選び、頭や胴体、尾ひれなどの形状も似せて作りました。流れの振動現象の周波数を表す値(ストローハル数)は魚類とほぼ一致しており、水中でも実際に魚と同じような滑らかな泳ぎができることを確認しています。

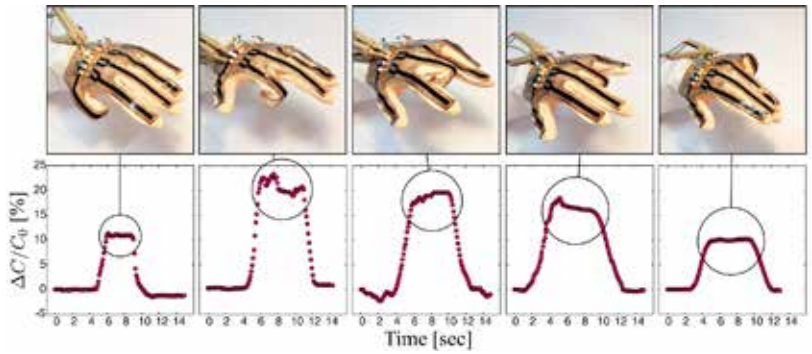


魚ロボットの構成と泳ぎの様子

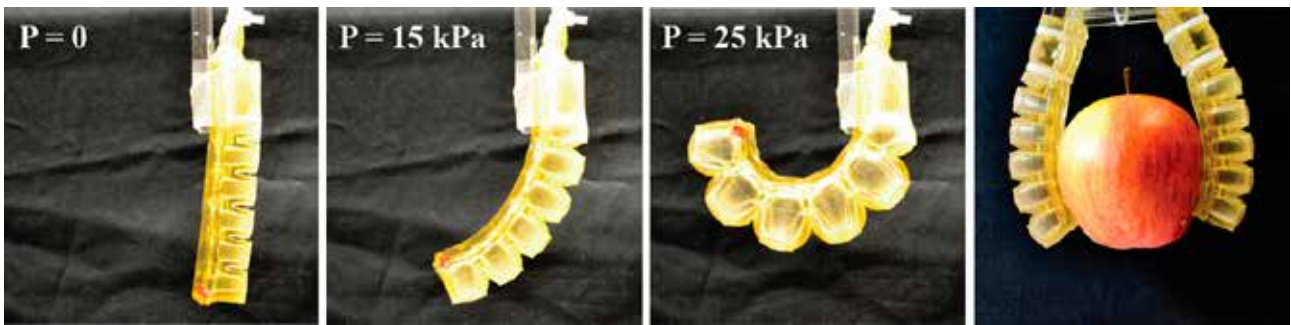
く研究していく予定です。そのほか、誘電エラストマーを使った柔らかいセンサなども開発しています。炭素ナノ粒子を使った2枚の電極による静電容量を利用した手法で、センサの形状や配置は自由にデザインできます。静電容量の変化によって最大5倍まで伸びる高い伸縮性を持つため、例えば、手に貼り付けるなどしてウェアラブルセンサとして使えば、指の繊細な動きを的確に検出できます。

食品科学と融合

これに加えて画期的なのが、「食べられる(可食)」ロボットです。現存するロボットの機械特性に着目し、それと同程度の弾性率を持つ可食材料を探しました。その結果、ゼラチンがシリコーンと似た特性を持つことが分かり、ゼラチンを使った誘電エラストマーを3Dプリンタで作製し、電気ではなく空気圧によって動く可食ロボットを作りました。実際に、シリコーン製の空気式アクチュエータと同等の性能を示しています。適用例として、例えば食品加工工場に可食ロボットを導入すれば、加工の工程で異物が混入するリスクを減らせるかも知れません。安価なため、すぐに交換できることも衛生面で利点があり、生体適合性も高く環境に優しいロボットです。新竹助教は「これから食品業界などと連携し、ロボット工学と食品科学を融合した『可食ロボティクス』の発展に寄与できればうれしい」と考えています。



ウェアラブルセンサで指の動きを検出



リンゴをつかむ可食ロボット

食べられるドローンの開発も

これを応用し、スイス連邦工科大学ローザンヌ校と仏ローザンヌホテルスクールと共同で、災害時などに食糧を運ぶ「可食材料を使った輸送用ドローン」なども開発中です。ドローンの機体をビスケットのような可食材料で作ること、全体重量の75%程度を食糧にできると新竹助教は見込んでいます。従来型のドローンに比べて輸送できる食糧の量は2倍以上になります。

新竹助教は今後、こうした誘電エラストマーなどの知的材料や、低融点合金や炭素ナノ粒子といった導電性材料、可食材料などの有機材料を組み合わせることで、さまざまな機能を持つ自律的なソフトロボットを開発し、ロボットの利用拡大に貢献したいと意気込んでいます。

【取材・文】藤木信穂