

生物仕込みの ロボット技術最前線!

生体を取り込んだロボット研究の新しい成果として、理論と実機で実証した二関節筋ロボットと、細胞を使ったアクチュエータの開発について述べる。

みちかた
道方 しのぶ (サイエンスライター)

Part1: 筋駆動型跳躍 / 着地ロボット

見た目は犬のようだが、ぴょんぴょんと跳ぶ様はまるで、巨大なバッタだ。このロボットのニックネームはアル (Animal Robotic Unit, ARU) という。開発したのは富山県立大学工学部知能デザイン工学科の大島徹教授研究室。アルは体長60cm、高さ20cm、幅14cmで、体重は約3kg。動力源、アクチュエータ、制御器はロボット本体 (胴体部) に搭載された、自立型の四脚ロボットである (写真1)。動力源は圧縮炭酸ガスで、レギュレータで7~8気圧に減圧してある。H8マイコンによって電磁弁を介し、アクチュエータのエアシリンダの吸排気のタイミングを制御している。アクチュエータは後肢用と前肢用に1個ずつ設置してある。跳躍実験では高さ約20cm、距離は体長とほぼ同じ60cmを跳んだ。シンプルな機構で、単純な制御しか行っていない。しかし、動物の筋肉構造をうまく模倣しているので、アルは跳躍と着地を連続的に行うこともできる (写真2)。

二種類の筋肉の協調制御

人の動きにかなり近づいたロボットも登場しているが、滑らかさ、俊敏さについてはまだまだ人間にはかなわない。ロボットの各関節には一般に、ひとつのモーターしか配置されていない (関節駆動型)。一方、動物の体にはこれに相当する一関節筋のほか、一関節筋が対に付いた拮抗一関節筋、2つの関節にまたがる二関節筋、さらには二関節筋が対になった拮抗二関節筋もある。これらが協調的に制御されると、俊敏で滑らかな動作が生まれる (筋駆動型)。

とくに跳躍において、二関節筋は関節から関節への動力伝達要素としての機能が大きいことが知られている。

現在、関節駆動型のロボットが圧倒的に多いが、筋駆動型を模したロボットの開発も研究機関を中心に少しずつ、進められている (本誌No.48 (「生物に近づくロボットたち」を参照)。大島氏のアルもこの流れにのったロボットといえるが、特筆すべきは一関節筋と二関節筋を装備した多リンク機構の運動特性を数式で示し、この機構の跳躍での優位性を明らかにしたことだ。「二関節筋という伝達リンクの存在意義を理論的な裏づけで明確にすることが主目的だったので、実は、アルの製作は付け足しのようなものです」と大島氏は語る。「アルに装備した「脚の二種の筋による協調制御」をひとつのユニットとして、今後発展させていきたい」ために、あえてネーミングにユニットという言葉を入れたのだという。アルは動物のどの筋肉をどのように模倣したのだろうか。

2006年11月、精密工学会の研究会で、アルの研究発表とデモが大島研究室の大学院生によって行なわれた。今秋再び、大島氏にも開発の目的や経緯について、聞

くことができたので、論文の内容と大島氏らのコメントをベースに以下の話を進めたい。



①



②



③



④



⑤



写真1 跳躍着地ロボットのARU

写真2 ARUの跳躍と着地