

# バイオサイバネティックスがおもしろい

- 人工の手はどこまで実現できるのか? -

木竜 徹（新潟大学）

## 1. はじめに

今から50年以上も前に人工の手を考えた有名な数学者がいます。彼の名前は **ノバート・ウィナー**，マサチューセッツ工科大学で数学を教えながら，様々なアイデアを創り出していました。そのひとつが「**サイバネティックス**」です。「サイバネティックス」に生体（せいたい）の言葉をつけて「**バイオサイバネティックス**」と呼びます。最近，登場しているインターネット上の空間を「サイバースペース」と呼びますが，これも「サイバネティックス」から出来た言葉です。

さて，「サイバネティックス」のアイデアのきっかけとなった研究が，実は，「筋電流を利用して動く手」の研究でした。ウィナー博士は，筋肉の活動を機械にたとえながら研究し，ついに，人工の筋肉運動と運動知覚の考えから新しい考え方，「サイバネティックス」を世の中に登場させたのです。この「筋電流を利用して動く手」の研究は，後にボストンアームとして具体化しました。

この研究は数学者のウィナー博士が医学者と共同で行った研究ですが，ボストンには，そんな学際的な研究を育てる素地があります（写真1）。実に，1990年にボストンに滞在した際に，科学博物館でみつけた展示には人工の手の模型がありました（写真2）。

では，どうしてウィナー博士は「筋電流を利用して動く手」を考えたのでしょうか？いつの時代も科学技術の進歩は戦争によってもたらされます。この研究も例外ではありませんでした。

さて，ここでは，もう少し「筋電流を利

用して動く手」を作り出す方法を考えてみましょう。



写真1 ボストン

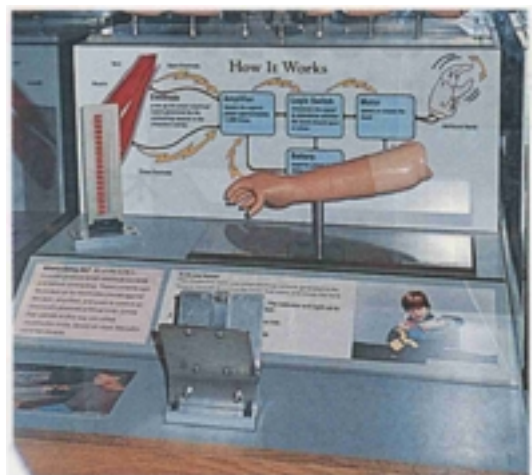


写真2 人工の手の模型

## 2. 筋活動をとらえてみよう

筋肉の活動は，一本の運動神経に支配された幾つかの筋線維が一つの単位となります。この単位を **運動単位** と呼びます。脳からの指令は運動神経を伝わって筋肉に到達します。その後，筋肉内に電氣的な興奮が

広がり（これが、「筋電流」），筋肉が収縮します．筋肉の収縮が力（筋張力）を生み出します．この筋張力の発生は筋肉内にあるセンサ（筋紡錘や腱器官）でとらえられ，筋張力の調節が行われます．これが，筋肉活動の大まかなシナリオです．「筋電流を利用して動く手」を作るには，さらに幾つもの筋肉によって様々な動作を実現させる必要があります．

この筋肉活動を見るにはどうしたらよいのでしょうか．実際には，表面電極（写真3）を皮膚に貼って筋活動電位（表面筋電図）を計測することになります．その結果，指の動きにつれて腕に貼った表面電極から動きにあわせた信号が観察できているのがわかります．



写真3 表面電極

### 3．動作を分類しよう

図1は手を開いたり閉じたりしたときの表面筋電図を腕の両側から計測したものです．動きと関係があるので，この信号を見ただけでどんな動作かわかりますね．この手順をコンピュータのプログラムに置き換えてやれば，自動的に動作が分類できるようになります．しかし，いつもこのようにきれいな信号が計測できるわけではありません．柔らかな皮膚に金属の電極ですから，うまく計測できないこともあります．そこで，いろいろな工夫が必要になります．また，指の動きまでを分類しようとな

ると，もう少し複雑な方法が必要になります．

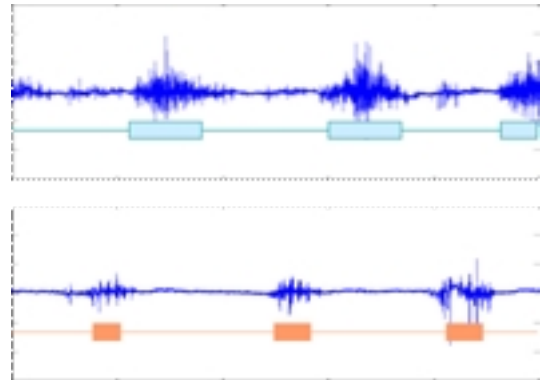


図1 グー（上）とパー（下）

### 4．動作を実現する

腕の人工の筋肉をアクチュエータと言います．関節にはモーターを使います．表面筋電図を分析して動作を分類した後は，先ほど手に入れた動作の情報を，今度は，モータを動かす情報に変えてやる必要があります．さらに，人工の手をどのような素材で作るかも問題です．重かったり，ロボットの手のようだったりしては，使い物になりません．

### 5．おわりに

1983年に封切られたスターウォーズ「帝国の逆襲」では，主人公ルークがダースベーダーと戦い，手首を切られるシーンがあります．そして映画の最後に，ルークは手術によって人工の手を手に入れるシーンがあります．

でも，21世紀を迎えた今，まだ，ルークに付けたような人工の手は世の中に登場していません．でも，あと少しで何とかかなりそうな所まで来ているように感じています．

注 釈

（1）「サイバネティックス，動物と機械における制御と通信」を著したのが1945年です．