



二関節筋を含む 筋力評価ソフトウェアの開発 —ヒトに近い筋力評価の実現—

研究・開発機関 : 株式会社計算力学研究センター
 利用施設 : 自社設備
 計算規模 : 自社内の64ビットPC、8core使用
 利用ソフトウェア : 自社開発コード FEMS program

Before

- リハビリやスポーツトレーニングにおいて、従来の筋力評価システムでは、「人体の四肢」を「関節位置にモーターが付いているだけのロボット」のように取り扱っていました。
- これでは、単純な剛体リンクの関節トルク力学体系でシミュレートしていることになり、出力分布や特性が現実のヒトのそれとは異なるものになっていました。

After

- 私たち人間の肩や肘にはモーターは付いておらず、腕や脚は筋肉で動くものです。そこでロボットとは異なり二関節筋をモデルに含む、筋力をシミュレートできるソフトウェアを開発しました。
- これにより、よりヒトに近い、本来必要とされている筋力評価が可能となりました。

背景と目的

私たち人間の肩や肘にはモーターは付いていません。腕や脚は筋肉で動きます。大小はあっても男女の別なくヒトが持っている二の腕の力こぶ、この筋は「二関節筋」といって、肩・肘の両方を同時に動かします。太腿の後ろ側も全部二関節筋で、これも強大で筋力評価では無視できない存在です。

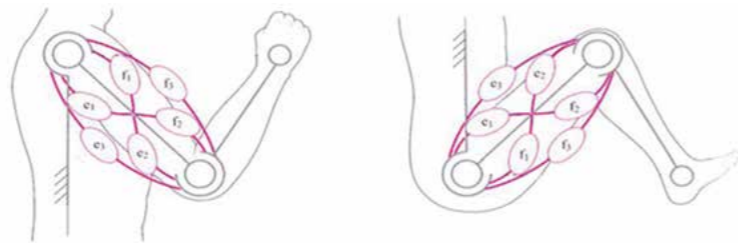


図1 四肢の3対6筋モデル

にもかかわらず、従来の生体力学は単純剛体リンク機構として、あたかも関節ごとに付けられたモーターで動くかのように関節トルク力学体系として取り扱っていました。また、従来のモーションキャプチャーによる動作解析システムも二関節筋の関与を組み込んだものはほとんどなく、人型ロボット工学も関節駆動型の域を出ていませんでした。ところが、この二関節筋は陸上の四足動物すべて例外なく備えられています。

そこで、進化の過程で動物が二関節筋を獲得してその制御に成功した経緯を追跡し、二関節筋が四肢運動制御に果たす役割を工学モデルで検証し、その成果を生体力学・生体工学の基礎領域に反映させることを目的として開発を始めました。

利用成果

自社で開発したFEMS programは、拮抗二関節筋および拮抗一関節筋での運動制御に有効に貢献している3対6筋(図1)の実効筋力評価を行えるソフトウェアです。上肢下肢での任意姿勢時における各実効筋力評価はもちろんのこと、動作(アニメーション)時での各実効筋力変化の推移評価、あるいは自転車乗車時での各実効筋力変化の推移評価が行えます。

デジカメなどの画像との重ね合わせ表示による評価も行えます。被験者データ入力時に4点測定法による簡易測定計算が組み込まれています。すなわち、上肢の場合は前後左右、下肢の場合は前後上下の、4方向だけ筋力測定すれば実効筋力を求めることができます。

以下に解析事例を示します。

図2は、陸上競技短距離走におけるクラウチングスタート時の画像に筋力出力特性を合成したものです。赤い矢印は、足首からの出力方向および大きさを示しています。

図3は、自転車漕ぎにおけるペダリング動作時のアニメーションのスナップショットです。六角形は、足首からの出力分布を示しています。

図4は、上肢の振り上げ動作時における画像に筋力出力特性を合成したものです。上腕に合成したのは、3対6筋の各筋群の活躍度を色で表現しています。赤が最大活躍度(100%)、青が最低活躍度(0%)、中間色はカラーバーを参照してください。

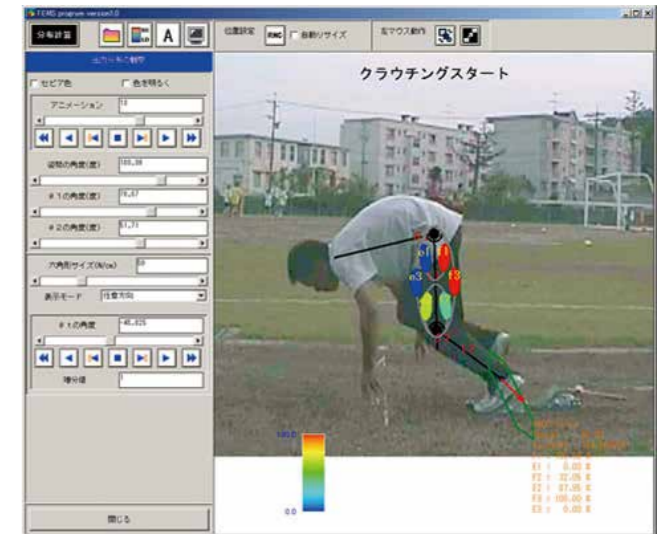


図2 クラウチングスタート時の筋力出力特性

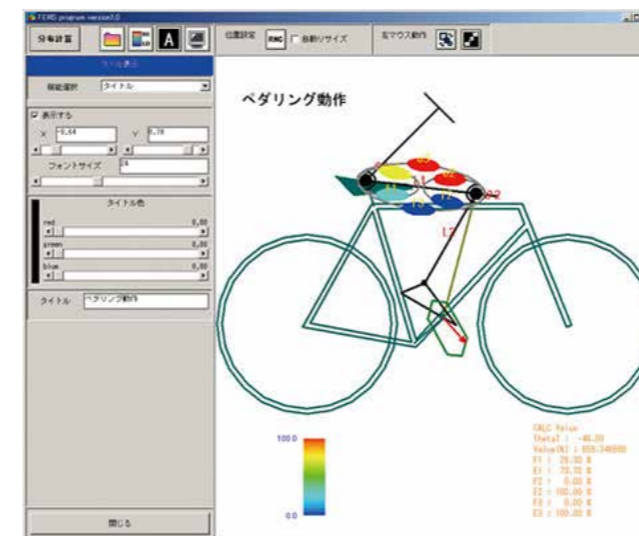


図3 ペダリング動作時の筋力出力特性

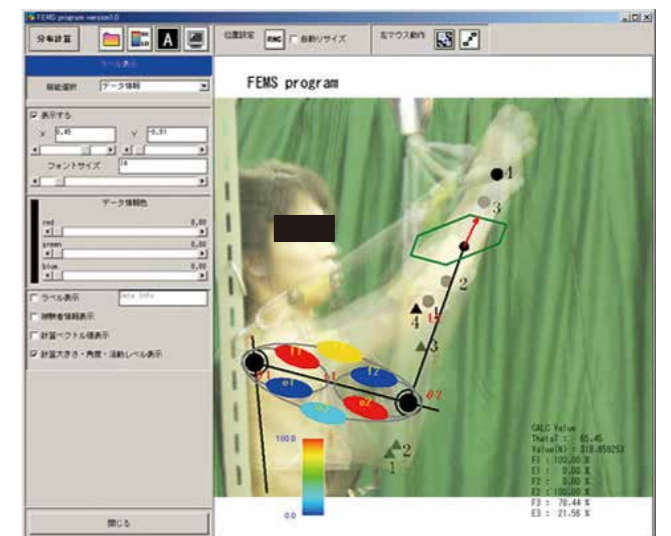


図4 上肢動作時の筋力出力特性