

# 義肢使用者の訓練効率の向上をめざした 歩行動作計測・解析システムの構築

牛山潤一（環境情報学部・准教授）

## 1. 助成額

700,000 円

## 2. 研究の背景

平成 25 年版障害者白書によると，日本国内における下肢切断者数は 60,000 人，上肢切断者数は 82,000 人と報告されている．一方で，義肢使用者の日常動作を解析対象とした研究は少ない．それゆえに，義肢使用者のリハビリテーションの臨床現場では，効率的かつ段階的な訓練の処方方が極めて困難であり，理学療法士の経験（主観）に大きく依存して訓練が処方されている，という現状がある．客観性と定量性を有した義足歩行訓練の評価手法の開発は，義肢使用者の動作に関する基礎的検討や，義肢使用者のリハビリテーション手法の検討につながることで期待され，大変意義深いと考えられる．

## 3. 取り組み

上述のような背景のもと，将来的な下肢切断者の歩行機能評価の指標の開発のために，本年度は，

### (1) 計測システムの構築

ジャイロ・地磁気・加速度センサから構成されるマイオモーションセンサ<sup>TR</sup> (Noraxon 社)，高精度に表面筋電図の記録が可能である TeleMyo Direct Transmission System<sup>TR</sup> (Noraxon 社)，カメラ 1 台を連動させた，義足歩行動作解析システムを構築する

### (2) 模擬義足の作成

義肢使用初学者における歩行時の筋活動パターンの特徴理解のために，研究用の模擬義足を設計・製作する

### (3) 解析プログラムの作成

義足歩行動作解析システムを用いて，健常者，義足使用者（股関節義足ならびに大腿義足）について，症例数の蓄積を行い，定量評価のための解析プログラムを，プログラミングソフト Matlab を用いて作成する

以上の 3 点に取り組んだ．

## 4. 成果の概要

### (1) 計測システムの構築

マイオモーションセンサ<sup>TR</sup>，TeleMyo Direct Transmission System<sup>TR</sup>などの個々の機器については，研究実施場所である鉄道弘済会義肢装具サポートセンターに導入済みであ

ったが、手指動作解析用のセットアップになっていたものを、歩行とくにリハビリ訓練室での数メートルにおよぶ自然歩行用のセットアップに再構築した。センター内のノイズ環境やネットワーク環境にマッチした、センサとアンプの効果的な位置関係・距離関係を網羅的に検討した。その結果、歩行距離 5m において、安定的に自由歩行動作を計測できるようになったほか、トレッドミル歩行での計測にも耐えうるシステムをセットアップすることができた。

## (2) 模擬義足の作成

義肢使用初学者における歩行時の筋活動パターンの特徴理解のために、研究用の模擬義肢を設計・製作した（図 1）。製作に際しては、さまざまな体格の健常者が使えるようソケットを斜めにカットし、義足の長さ調整が容易な設計にした。また、四肢切断患者と違い、健常者は膝を折り曲げて義足を装着するため、圧着・密閉が難しい。そのため、義足は大腿にベルトを巻く形で固定できるようにした。11月に完成し、ORF2016にてお披露目をした。たくさんの来場者に模擬義足体験をしていただき、義足操作の難しさを実感していただいた（図 2）。



図 1：実験用模擬義足歩行



図 2 : ORF2016 での模擬義足体験の様子

### (3) 解析プログラムの作成

(1)にて構築した計測システムを用い、大腿義足利用者 1 名，股義足患者 2 名，健全者 16 名について，さまざまな速度での自由歩行・トレッドミル歩行中の筋電図計測を実施した。得られた筋電図データについては，フットセンサ情報をもとに歩行運動を周期ごとに分割→%歩行周期に時間軸を補正→歩行周期（立脚期（Stance Phase）＋遊脚期（Swing Phase）ごとに各筋活動パターンを最大値 1 で規格化→これを全試行で加算平均，というプログラムを作成し，複数筋の協調的な活動パターンを定性評価することが可能になった（図 3）。

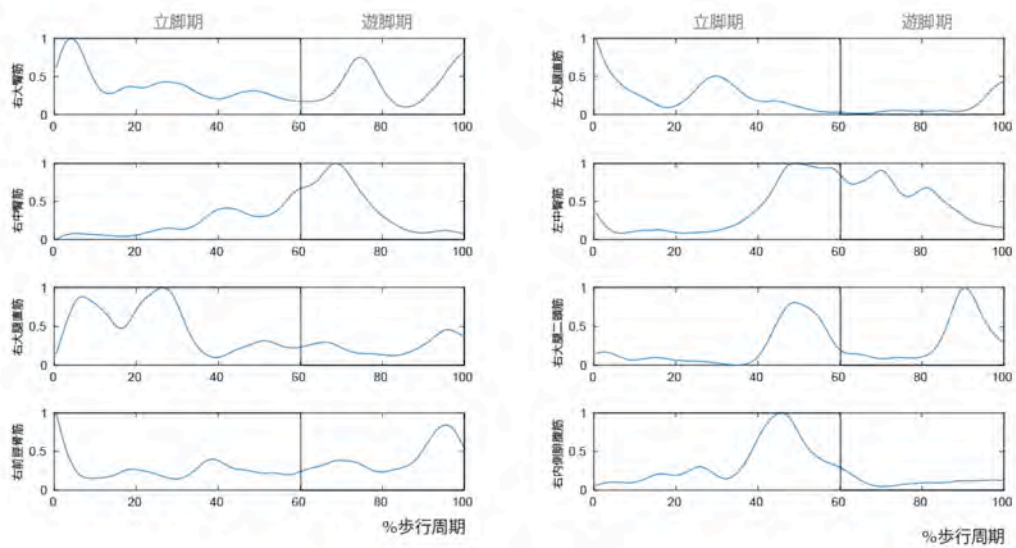


図 3：義足着用時の筋電図波形（一例）

## 5. 今後の課題

今後は、神経科学業界で現在注目されている「シナジー解析」を本解析プログラムに組み込み、義足歩行という特殊な運動技能を獲得するにあたって、複数筋の活動ストラテジーがどのように変化していくのか、より客観性と定量性を有した解析により検討を深めていく予定である。