

電子情報工学専攻	
申請者氏名	香川 高弘

紹介教員氏名	福村 直博
--------	-------

論文要旨(博士)

論文題目	対麻痺者の歩行再建に向けた装具立位・歩行運動解析
------	--------------------------

(要旨 1,200 字程度)

対麻痺者の移動手段として一般に車椅子が用いられているが、移動範囲が制限されることや二次合併症が生じることが問題点として指摘されている。車椅子により生じる問題を解決するために歩行機能の再建に関する研究が多くなされてきた。しかしながら、現在まで実用的なシステムは報告されていない。長下肢装具は、対麻痺者に対して立位および歩行を可能にすることから臨床的な訓練に使用されている。しかし、適用できる患者に制限があることや身体負荷が高いことが実用化への問題として指摘されている。本研究は、対麻痺者の歩行再建に向けて、長下肢装具による立位・歩行メカニズムを理解し、その問題点を解決するための指針を見出すことを目的として、長下肢装具による対麻痺者の立位・歩行分析を行った。

対麻痺者は長下肢装具によりC-postureと呼ばれる姿勢で立位を維持できる。しかし、装具の精密な調整や広い股関節の可動域が要求される。この原因について、立位姿勢の計測とシミュレーションから検討した。解析から、立位の安定性は足底の圧力中心位置と股関節の不安定性により制限されることがわかった。このことから、体幹の前傾を防ぐための補助制御および、下肢関節の自動調整制御が必要であると考えられた。

対麻痺者の装具歩行における下肢関節の拘束および運動麻痺と、腕にかかる負荷との関係について、健常者の通常歩行および装具歩行と、対麻痺者の装具歩行における腰椎の計測軌道を倒立振り子モデルにより解析した。その結果、対麻痺者の装具歩行における腕の負荷の増大は、下肢関節の拘束と運動麻痺によって体幹の運動が倒立振り子の不安定平衡点に相当する下肢の支持点と離れることに起因することが示唆された。体幹運動を平衡点に近づけるために必要な制御について解析した結果、単脚支持期に前方変位が生じる重心位置と速度の条件を満たす両脚支持期のパワーアシストが必要であることがわかった。

動力の操作性について、ハンドスイッチ型の動力装具と通常の装具による歩行の比較を行った結果、動力装具の歩行では歩行速度が低く、杖の移動距離と歩幅との空間的な相関が低くなり、麻痺した股関節運動の周期性が低くなることわかった。ハンドスイッチでは下肢運動の操作が困難であるため、歩行の周期性と速度の減少が生じると推測された。下肢の操作性を向上させるためには、残存した上肢の運動から対麻痺者の意図する歩行パターンを予測するシステムと実際の下肢の運動パターンを対麻痺者に提示するシステムが必要である。歩行パターン予測システムとして、運動中の手先位置の加速度からその移動距離を推定し、手先の移動距離に応じて歩幅を調整するシステムを試作した。また、足底圧力を計測し、圧力に応じた振動刺激を感覚麻痺のない上肢に与える足底圧力提示装置を試作し、その有効性を確認した。

本研究は、対麻痺者の歩行補助における機能として、(1) 股関節の屈曲に対するサポートによる立位安定領域の拡大、(2) 両脚支持期に重心を加速するパワーアシスト、(3) 麻痺した下肢と残存した上肢との協調を実現するヒューマンインタフェースを実現することが必要であると結論する。