

# 歩行機歩行の解析用実験システムの評価

函館高専 ○金谷洋希 大津祐二 中村尚彦 川上健作 浜 克己

## 要 旨

本研究では、自立した歩行動作を実現するため、歩行支援機を使用した歩行の際の転倒防止制御を目的として、模擬転倒実験を通じて転倒のメカニズムを調査・解析する実験システムの作成とその評価結果について報告する。

## 1. 緒 言

高齢者を含め、歩行機能に障害を持つ人々のリハビリテーション等に対して、自立した歩行動作を可能にする歩行支援機の導入は有効である。しかし、このような歩行支援機には使用者が安全に歩行のリハビリテーションを行えるように、使用者の動作状態を認識し、転倒などの異常を察知して対応する機能が要求される。

そこで、歩行支援機および使用者の動作状態を調査・確認し、解析ができる簡単な実験システムを作成するため、ここでは生理的情報、力学的情報、動作情報という3つの視点からのアプローチを取った。

本研究では、歩行動作、荷重バランスなどの測定と、動作情報の視覚追跡<sup>1)</sup>をはじめそれらの結果を視覚的に解析できるシステムを作成し、歩行支援機を用いた模擬転倒実験を通じてそのシステムの評価を行った。

## 2. 実験システム

本研究では、市販の歩行支援機（㈱星光医療器製作所 アルコー1S 型）、動力計（㈱キスラー KISTLER type9257A）、運動解析システム（㈱ライブラリー CosmosCapture Move-tr/2D）を含む実験システムを構築した。解析のための測定データは以下の通りである。歩行支援機を用いた歩行の様子を図1に、システム構成を図2に示す。

- ①被験者（健常者）が歩行支援機を使用しているときの各関節の動き
- ②歩行支援機の動き
- ③歩行支援機、歩行路の任意の位置での力データ
- ④被験者の実験中の心拍数

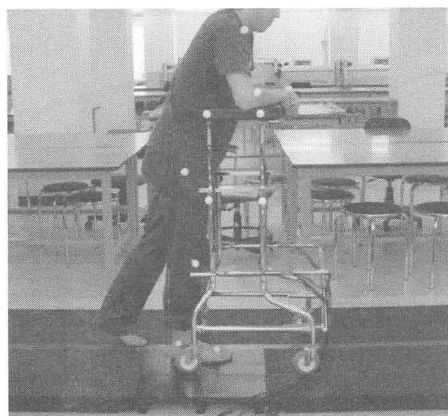


図1 歩行支援機を用いた歩行

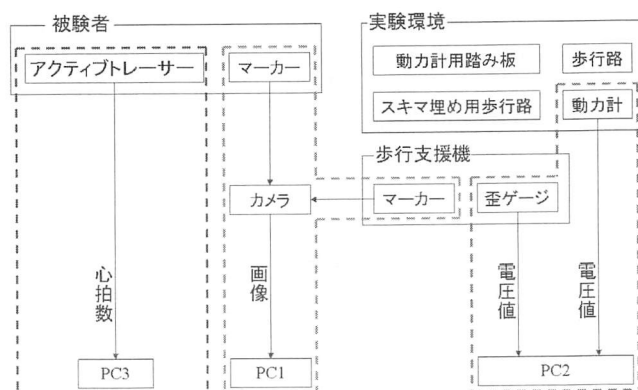


図2 システム構成

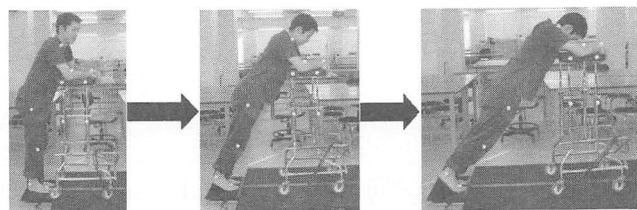


図3 模擬転倒

## 3. 実験データの測定

測定するのは、通常歩行、歩行支援機を用いた歩行、模擬転倒の3種類である。模擬転倒とは、動力計に乗り、歩行支援機に肘をつけて静止した状態から前方に倒れていき、足を前方に踏み出す限界まで耐えてもらう動作であり、その様子を図3に示す。

被験者に対しては、頭・肩・肘・手首・大転子・膝・踝・爪先の8箇所にマーカを取り付け、運動解析システムによりそれらの2次元座標を測定した。また、動力計により足を踏み出す直前の直交3分力を取得した。動力計の中心を原点として、歩行路の長手方向をy軸、動力計の垂直方向をz軸とし、両者に直交する方向をx軸とした。

歩行支援機に対しては、被験者同様に4箇所に取付けたマーカの2次元座標と、支柱4箇所に歪ゲージを貼り付けて作用する荷重を測定した。

## 4. データ解析

本研究では、歩行支援機の性能、並びに転倒のメカニズムを明らかにするため、実験で測定したデータを

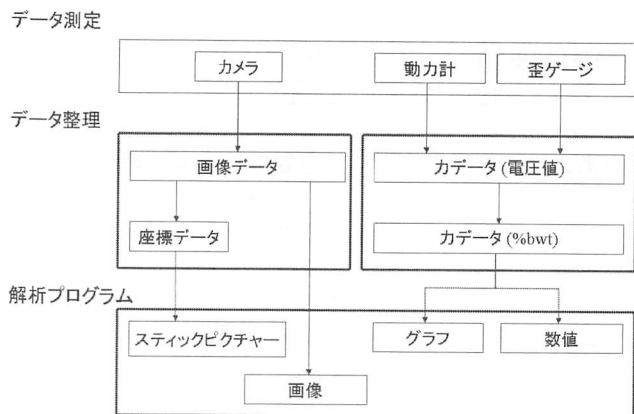


図4 データの流れ

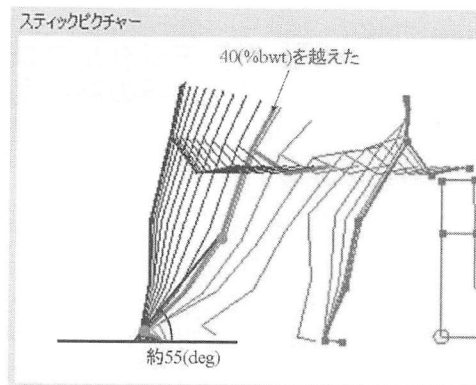


図6 転倒傾向例

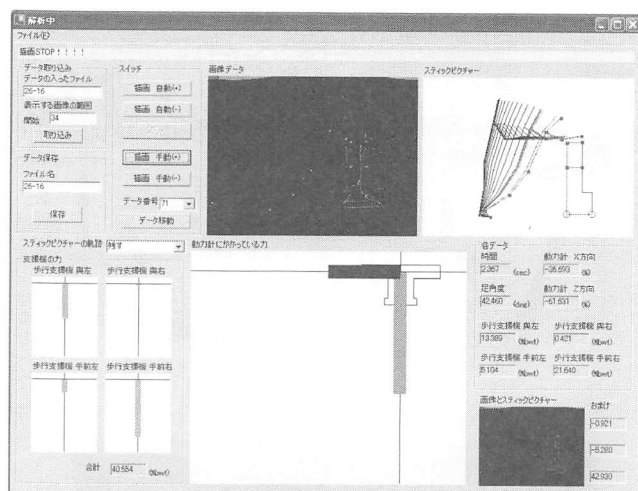


図5 解析プログラムの実行画面

解析することが目的であり、そのために作成するプログラム内容は以下の通りである。

- ①被験者、歩行支援機の動きをスティックピクチャーで表示
- ②力のデータをグラフで表示
- ③必要なデータを数値で表示
- ④それぞれのデータを一つの画面に同時表示

また、具体的な解析内容は以下の通りである。

- ①プログラム内でのデータとの対応性からのシステムの評価

- ②歩行支援機を使用した際の転倒傾向の発見  
解析に使用した画像データとカデータの流れを図4に、解析プログラムの実行画面を図5に示す。

画像データからの座標データとカデータとは別々に整理するが、解析プログラムでスティックピクチャーとリアルタイムグラフという形で同時描画を可能にした。また、数値データとして、各力データ、体重に対する歩行支援機全体にかかる力の割合、経過時間を表示させた。

ここでは、模擬転倒実験のデータについて解析を行った。解析内容としては、スティックピクチャー、リアルタイムグラフ、各数値データの同期がきちんと取

れているかを判断することである。また、転倒の瞬間がわかるような傾向を見つけ出すことも目的である。

まず、データの評価であるが、動力計のデータが0を指すタイミングとスティックピクチャーの足が離れるタイミングが一致していること、リアルタイムグラフと数値データの増減が一致していること、画像データとスティックピクチャーにずれが見られないことから、データ間の同期は取れているといえる。

次に、転倒の解析であるが、動力計による実験から得られた『歩行支援機全体に40%bwtの力が加かると体が流れてしまい転倒する』という結果との関係を確認してみる。図6に、あるデータのスティックピクチャーの軌跡を示す。太い軌跡が40%bwtを越えた瞬間である。図より、このラインの前後で軌跡の幅が明らかに異なっていることが見て取れる。これより、40%bwtという値が転倒傾向を示す一つの指標になっていることがわかる。さらに、この時の体の傾きを見ると、図中に示す大転子と踝(●)を結ぶ直線が55°前後になっているのが、いくつものデータで見られた。これより、この体の傾きも転倒傾向を示す1つであるといえる。

## 5. 結言

本研究では、実験方法ならびに、取得データの対応付けを行える解析システムを確立し、転倒につながる状況を把握することができた。実験データの少なさ、データが全て健康者に対するものであることから、現状では転倒傾向の妥当性の判断を下すまでには至っていないが、今後実験データを増やしていけばその優位性が確認でき、歩行支援機の転倒防止、さらには安全な歩行支援機の開発へと繋がる可能性が期待される。

現在、スロープのある歩行路での実験を進めているが、その解析とともに、画像情報の3D描画への拡張、転倒防止策の検討が今後の課題である。

## 参考文献

1) Yaqing Tao and Huosheng Hu, Building a Visual Tracking System for Home-Based Rehabilitation, Proc. of the 9<sup>th</sup> Chinese Automation & Computing Society Conference in the UK, 443-448, 2003