

# 介護予防に配慮した歩行支援システムに関する研究\*

布施 泰史\*1・村上 収\*1

Study on Walking Support System that Considers Nursing Prevention

Yasufumi FUSE and Osamu MURAKAMI

介護予防の社会的ニーズが高まる中、高齢者・障害者の歩行特性に着目した支援機器開発を行った。平成15年から17年の研究において開発してきた片手操作式歩行器を利用した片麻痺者の運動解析を行った結果、杖歩行に比べ歩行器を使用した場合、歩行スピードが向上し身体重心移動も安定していることが分かった。また、麻痺足と非麻痺足との足圧量の違いについてバイオメカニクス（生体運動学）的な視点から解析を検証した。

キーワード：介護予防，リハビリテーション，片麻痺，運動解析

## 1 はじめに

脳卒中などにより身体の右半身あるいは左半身が動かなくなった片麻痺者は年々増加傾向にあり、全国で約34万人（'01年身体障害児・者実態調査）いると言われている。筆者らは、片麻痺者の歩行支援器具開発に着手し、片手で操作可能な歩行器を開発してきた。今回、杖歩行と片手操作式歩行器の歩行動作についてバイオメカニクスの見地から検証したので報告する。

## 2 実験方法

杖と歩行器をそれぞれ使用した場合のパフォーマンスを知る目的で、2.6mの直線歩行速度と足底にかかる圧力変化を計測した。測定方法としては、被験者の身体に反射型マーカーを貼り、ビデオ撮影にて運動解析（株式会社DITECT製Dipp-Motion XD）を行った。足底にかかる圧力の変化や重心移動については、足圧センサー（株式会社タカノ製FSAシステム）を麻痺足と非麻痺足にそれぞれ装着し、同時に下肢大腿四頭筋の活動電位（追坂電子機器製Personal-EMG）を計測した。対

象者は、入院患者で歩行監視レベル（杖と短下肢装具を使用）の8名（左麻痺，男性3名・女性5名，平均年齢63歳，平均発症期間747日）とした。実験機器の構成を図1に示す。

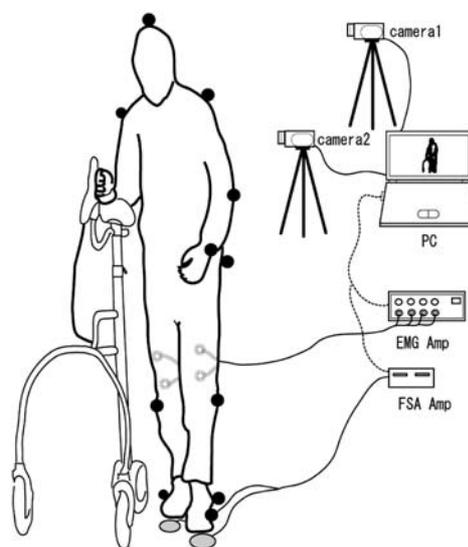


図1 実験の構成

## 3 結果および考察

### 3-1 歩行速度の検証

脳卒中発症後の経過日数と歩行速度との関係を表1に示す。被験者のほとんどにおいて、杖より歩行器を使った際の歩行速度が向上していることが分かった。

\* 介護予防に配慮した歩行支援システムに関する研究（第1報）

\*1 機械電子・デザイン部

図2に杖使用群と歩行器使用群の歩行速度を比較した結果を示す。被験者の平均歩行速度は、杖使用群 $0.199 \pm 0.064 \text{ m/s}$ 、歩行器使用群 $0.249 \pm 0.083 \text{ m/s}$ であった。有意差をt検定(統計処理)で判定した結果、歩行器使用群は杖使用群より危険率5%において有意に速いことが分かった。また、回復期群(A~D)、維持期群(E~H)に分け、発症後経過日数の違いにおいて歩行速度に変化があるかどうか検証した結果、両群とも歩行器使用により歩行速度向上の効果が確認された。さらに、回復期群に注目した場合、杖より歩行器使用による速度向上がより顕著に現れていたことから、本歩行器を使用することで早期リハビリにある一定の効果が認められるのではないかと推測される。

表1 被験者の歩行速度比較 (n=8)

被験者	発症後経過日数(日)	歩行速度 (m/s)		
		杖	有意性	歩行器
A	57	0.242	<	0.273
B	84	0.242	<	0.326
C	109	0.242	<	0.346
D	116	0.273	<	0.312
E	626	0.104	<	0.136
F	926	0.151	<	0.156
G	1691	0.218	<	0.273
H	2368	0.121	<	0.168

\* 回復期群：A~D, 維持期群：E~F

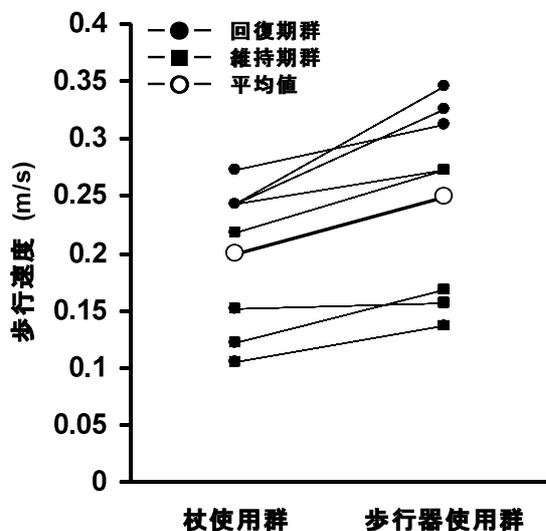


図2 歩行速度の比較 (p<0.05)

次に、表1の被験者Aについて、初回測定から1ヶ月後の歩行速度変化を追跡調査した結果を図3に示す。歩行器使用では杖使用に比べ各段階において常に歩行速度が速いことが確認された。

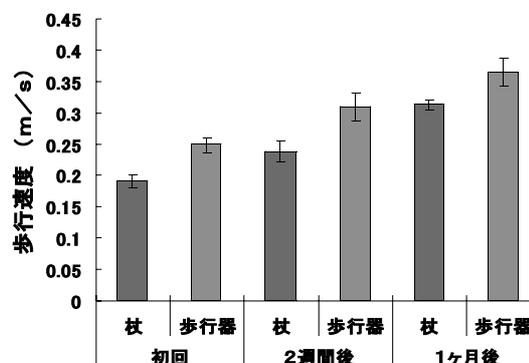


図3 被験者Aの歩行速度変化

### 3-2 身体重心の変位計測

図4は、被験者Aについて身体重心の上下方向の変位量を表したものである。杖歩行では、重心の移動が上下に大きく、かつ不連続な変位となった。一方、歩行器使用では、杖歩行に比べ重心の変位が規則的で、上下動も一定していることが分かった。杖、歩行器とも歩行中の重心上下動は、5 cm以内であった。

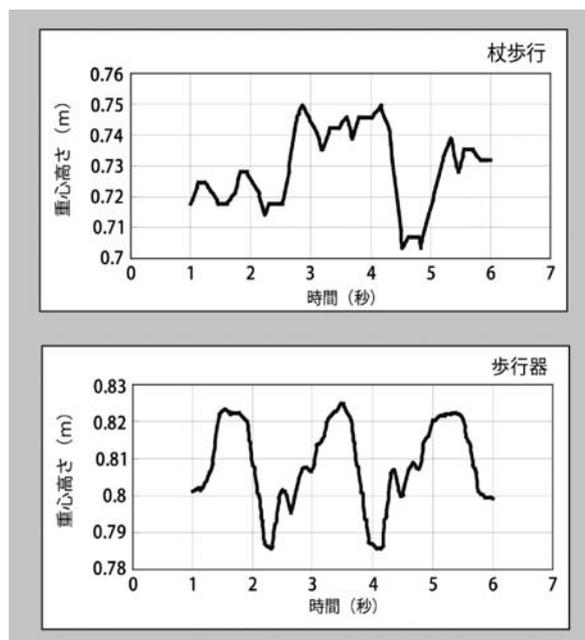


図4 被験者Aの重心変位

### 3-3 足底の接地面積, 足圧値比較

片麻痺者の歩行について足圧センサーを使った実験において、足底が床面に接する面積 (Sensing area) と足圧最大荷重値について運動解析と同様に計測した。指定距離2.6mを歩行したときの足底が床面に接する面積を杖使用群と歩行器使用群 (n=8), さらに健常者に分け比較した結果を図5に示す。

杖の場合、麻痺足と非麻痺足に接地面積の差異が認められたが、歩行器を使用した場合、左右差が少ないことが分かった。麻痺足と非麻痺足に左右差が少ないということは、より健常歩行に近い歩容(歩行パターン)であるということが推測され、杖使用と歩行器使用における足底接地面積と到達時間に有意差が確認された。

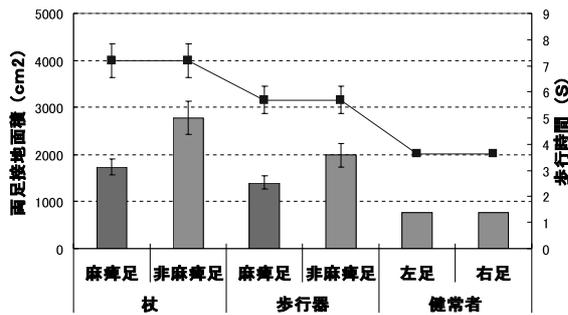


図5 両足接地面積と歩行時間との関係 (p<0.05)

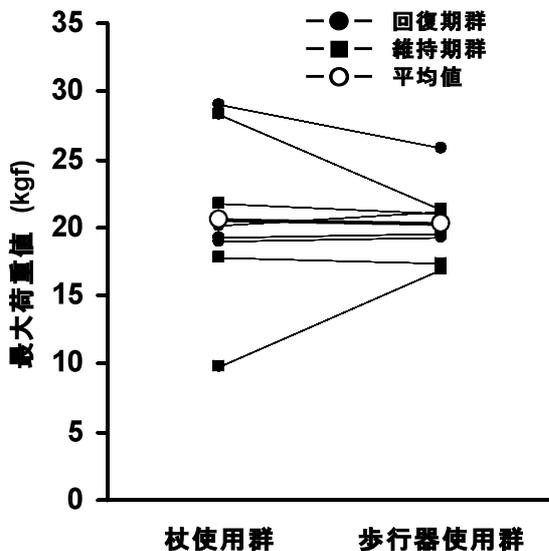


図6 麻痺足にかかる最大荷重値

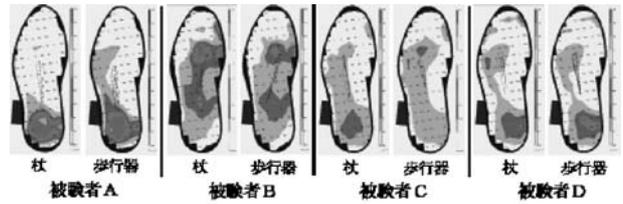


図7 回復期の麻痺足側最大荷重時の足圧

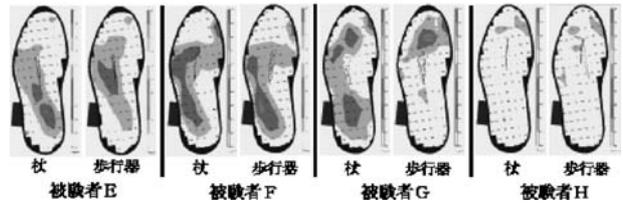


図8 維持期の麻痺足側最大荷重時の足圧

次に、麻痺足にかかる最大荷重値を比較した結果を図6、足圧画像を回復期群 (図7)、維持期群 (図8) に分け示す。最大荷重値は、杖使用群  $20.6 \pm 6.1\text{kgf}$ , 歩行器使用群  $20.2 \pm 2.71\text{kgf}$ であった。危険率5%で検定した結果、2群の間に有意差 ( $P=0.405$ ) は認められなかった。

### 3-4 下肢筋の表面筋電位計測

下肢の活動電位を計測する目的で、被験者Aについて麻痺足・非麻痺足側の大腿四頭筋および大腿二頭筋の表面筋電位を測定した。

杖使用 (図9)、歩行器使用 (図10) とともに活動電位は、同様の波形を記録していることが確認できた。よって、下肢筋の使い方は、活動電位レベルを見る限りにおいて杖歩行、歩行器歩行とも同形態をとっていると判断できる。

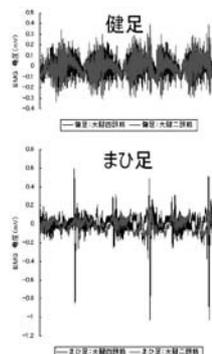


図9 杖使用

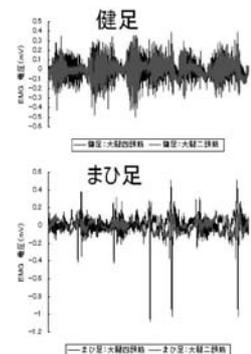


図10 歩行器使用

#### 4 まとめ

本研究では、杖歩行と先行研究で開発した片手操作式歩行器の片麻痺者への適合性について、バイオメカニクスの視点から解析を試みた。

歩行実験の結果から、片麻痺者における歩行器の使用では、歩行器に過度に依存することなく、杖使用時よりも歩行速度が向上することが分かった。歩行器は、構造上前輪が2つあることで、進行方向への基底面が広くなり、前進しつつ体重の移動が可能である。このことが要因となり、歩行速度が向上したのではないかと考えられる。また歩行器は、杖歩行へ移行する手前の支援機器と考えており、今回の結果より、杖歩行の歩容と同様の傾向が歩行速度の分析や足圧解析、また、表面筋電位からも検証され、早期リハビリに本歩行器の効果が認められたことは非常に大きいと考える。

今後の展開としては、麻痺足側のリハビリテーションを支援する歩行補助機構の研究と併せて、従来にない機能的な歩行支援システムを開発することを進めていきたい。

#### 5 参考文献

- 1) 布施泰史, “宮崎県工業技術センター・食品開発センター研究報告” 48, 35-36 (2003)
- 2) 布施泰史, 村上 収, “宮崎県工業技術センター・食品開発センター研究報告”, 49, 41-43 (2004)
- 3) 布施泰史, 村上 収ら, “片麻痺者用歩行支援器具に関する研究開発”, 第3回生活支援工学系学会連合大会, 53 (2005)