

## 動力のいらない受動歩行で拓く新しい歩行支援

### Novel Walking Assist by Non-powered Passive Walking

○ 佐野明人 (名古屋工業大学)      鈴木光久 ((株)今仙技術研究所)

Akihito SANO, Nagoya Institute of Technology  
Mitsuhsu SUZUKI, IMASEN ENGINEERING CORPORATION

**Abstract:** he level walking of the passive walker that is realized only by a waist assist is high transfer efficiency very much. However, it is necessary to be beyond a potential barrier easily for the autonomy level walking. And, how to walk walking robot is very similar to a person's. Before, we studied the walking assist device based on human-assisted passive walking. In this paper, we introduce walking assist device harmonized with human and demonstrate an effect that the walking assist device gives to human walking.

**Key Words:** Passive Walking, Walking Assist, Non-Powered

#### 1. はじめに

近年、「寝たきり」は減少したものの「座りきり」が多くなってきており、歩行支援の重要性が高まってきている。また、病気に着目すると、脳卒中(脳梗塞, 脳出血)の患者は約140万人おり、多くの方が片まひ(歩行障がい)などの後遺症を持つ。これ以外にも、脊髄損傷や変形性股関節・膝関節症、リンパ浮腫などで歩行障がいが生じる。このような背景から、ロボットの分野においても、歩行のアシスト・リハビリテーションへの応用に注目が集まっている。

本研究では、受動歩行に基づく無動力の歩行支援機を提案している[1][2]。本稿では、試作開発した片脚式の歩行支援機について述べる。

#### 2. アシスト受動歩行

受動歩行機は、動力モータやセンサを持たず、制御を一切行わず緩やかな下りスロープを歩くことができる。受動歩行は、重力効果のみによって、遊脚膝が自然に曲がり、脚の振り抜きが行われる。また、脚軌道があらかじめ決められているわけではなく、ロボットがスロープに触れるとその相互作用によって歩行動作が生まれる。さらに、自然でエネルギー効率が高いことで知られている。

大人サイズの受動歩行機は、ヒトがアシスト力を加えることで、簡単にスロープから我々の生活空間に活動範囲を広げた。図1に示すように、ヒト形受動足機構や外装が備わった受動歩行機は、極めてヒトに近い歩容を見せる。



Fig.1 Biped anthropomorphic passive walker



Fig.2 Non-stop walk for 27 hours on a treadmill

2 脚歩行ロボットに股関節バネ機構(関節トルク発生装置)[3]を追加しただけで、膝折れやつまづきによる転倒が大幅に低減し、2012年5月、27時間(13万歩, 72km)の連続歩行(図2参照)を達成した。

#### 3. 片脚式歩行支援機

図3に片脚式の歩行支援機を示す。図からわかるように、足部は付いておらず、大腿部と下腿部から成る2リンクシステムである。質量は約1.5[kg]で比較的軽量である。また現在、身長155および170[cm]サイズの左右を十数台保有している。なお、受動歩行機をベースにしているため、あらかじめ脚軌道をプログラムする必要がなく、またヒトが随意的に指令を出す必要もない(自動で振り運動ができる)。さらに、歩幅や歩行速度の変更にも対応でき、階段の昇降も可能である。関節軸はすべて単軸(ピッチ軸)となっており、単純な構造でありながら歩行支援ができる形になっている。

患脚に歩行支援機を装着する。腰と脛の位置に適度な弾性を有する樹脂製のカフが配置されており、テーパ状の脛カフは、下方から容易にふくらはぎを保持できるようになっている。健脚と支援機が自身の骨盤を介して一対となり、相互作用することで、支援機の脚が受動的な脚運動を行い、この動きが患脚に作用する。ここで、支援機は減速機がなく高いバックドライバビリティを有しており、自然な脚運動が生起しやすくなっている。



Fig.3 Walking-assist device (mono type)

装着方法は、まず、腰カフに付いているベルトを肩に掛け、支援機の膝軸とヒトの膝を位置合わせし、腰カフを腰に宛がいベルトの長さを調整する。次に、やや屈んで脛カフを脚の細い箇所からはめ、そのまま体を起せばテーパ状のカフがふくらはぎとフィットし、装着完了である（およそ数秒）。また、腰ベルトを臀部に掛ける形で装着することで腰での安定性が増し、さらに大腿部側面に小型カフを追加すると同じく安定性が増す。なお、片まひ患者の場合は、立位では理学療法士（PT）の補助下での装着が望ましく、座位での装着がより安全である。

本支援機は、図4に示すようなバネ・カムを用いた股関節バネ機構（腰トルク発生機構）を有している。なお、図2の2脚歩行ロボットのものと同じ原理である。レバーを後方（図では左側）に引くに従って、発生トルクが大きくなる。歩行中、アシスト感を自らフィードバックしてレバー操作が行える。また、レバー先端にはダイヤル式のキャップが取り付けられており、バネの初期押込み量が容易に変更できる。なお、腰トルク（あるいは足首トルク）により膝関節が制御・調整できることが、力学的に分かっている[4]。

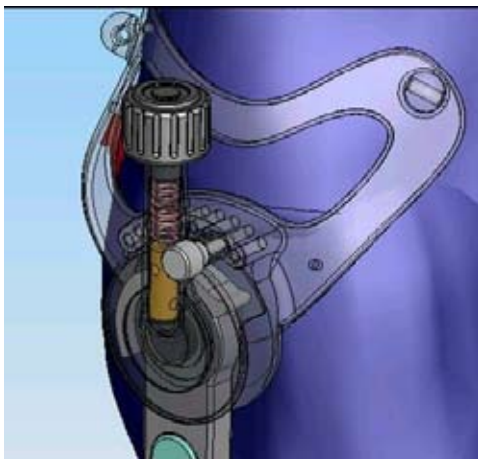


Fig.4 Hip spring mechanism generating waist torque

無動力であることから、次のような長所を有する。(1) 安全性が高い、(2) 軽量である、(3) 静粛性が高い、(4) 低コストである。なお、無電装であることから、雨天などでの使用も可能であり、また、体内埋め込み式の電子機器への影響もないのではと考えられる。さらに、歩行中、アシスト感を自らフィードバックして、股関節バネ機構のレバー操作が行えるのがポイントである。

#### 4. 身体感覚の強調

図4に示すように、股関節バネ機構のレバーが調整された角度（数段階）で固定でき、両手がフリーになる。しかし、アシスト感が弱くなった気がする。

レバーを手で保持していると、バネ力が解放される感触が手に伝わり、感覚的にアシストされている状況（遊脚膝の屈曲促進や踵の持ち上がり）が良くわかる（釣竿を介して魚の動きを知覚している感じ）。すなわち、アシストされた脚の振り出しの感覚がより明確に知覚できる。レバーを固定した場合、身体との一体感はずが、脛カフに掛かる力は感じるものの前記の感覚は消失する。

手動操作により、多くの触覚チャンネルが使われることになり、促進された脚の振り運動が明瞭になると考えられる。

#### 5. おわりに

リハビリテーションの場合、急性期、回復期、維持期があるが、能動型が術後の早い段階（急性期）で有効であるのに対して、受動型は回復期から維持期での活用が期待できる。特に、維持期での訪問リハや日常生活（散歩など）において、PTの支援のもとで使用し、できれば一人での利用（一人で装着できることも含む）を促したい。

最後に、国立障害者リハビリテーションセンター研究所の河島則天博士から貴重なご意見を頂き、ここに謝意を表す。

#### 参考文献

- [1] 佐野明人, 田部井聡, 岩月和輝, 太田直幸, 池俣吉人, 藤本英雄: アシスト受動歩行によるマルチロール歩行機の開発 (1), 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'10 講演論文集, 1A2-A12, 2010.
- [2] 佐野明人, 岩月和輝: 無動力歩行支援機の開発, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'12 講演論文集, 2P1-V08, 2012.
- [3] 俵慎太郎, 渡辺啓仁, 池俣吉人, 佐野明人: 股関節バネ機構による望ましい脚運動に基づく2足受動歩行, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'12 講演論文集, 1A2-Q01, 2012.
- [4] 加藤良樹, 池俣吉人, 佐野明人: 脚運動に対する上体バネ機構の効果, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'12 講演論文集, 1A2-Q02, 2012.