

脚式歩行器の開発

佐野明人(名工大), 鈴木捷也((株)NSPKS)

Development of Legged Assist Walker

Akihito SANO(NITech) and Katsuya SUZUKI(NSP KS)

Abstract—The level walking of the passive walker that is realized only by a waist assist is high transfer efficiency very much. We studied the walking assist device based on human-assisted passive walking. In this paper, we introduce the legged assist walker harmonized with human and demonstrate its effects.

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、変形性股関節・膝関節症、高齢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、受動歩行に基づく歩行支援を提案している¹⁾。本稿では、新たに開発した同調して歩くことができる脚式の歩行器について述べる。

2. 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、歩行機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。ある意味、歩行の手本である。

図1に受動歩行の様子を示す。この2012年の実験では、27時間(13万歩, 72Km)の連続歩行を達成した。従来は数時間の連続歩行は可能であったが、1日を越える記録は初めてであった。この歩行機には、股関節カム・バネ機構が組み込まれており、これにより支持脚期の膝折れや遊脚期のつまづきなどによる転倒リスクが低減したこ



Fig.1 Stable passive walking

とが、記録を飛躍的に伸ばした要因だと考えている²⁾。

3. 歩行支援

本研究室では、数年前から受動歩行に基づく歩行支援を提案している。その第1弾として、無動力歩行支援機 ACSIVE を(株)今仙技術研究所と先行開発した¹⁾。ACSIVE の試用事例は、次のような三つのグループに分けられる。

1. 座っていることが多い。寄り添い歩行: これまでにないシンプルな歩行支援機に出会うことで歩行アシストが身近になり、歩くのに一苦労する方でも頑張ろうという気持ちになる。
2. 膝が曲がらず歩幅が狭い。意識した歩行: 足を振り出すことさえも意識しないとイケない方に対して、振り子の動きとバネの力で足の動きを整える。自然にやっていたことを意識せずにできるように導く。
3. 障害があるように見えない。違和感が残る歩行: 自立している方でも違和感が残っていることがあるが、本歩行支援機を使うと足が水の中にある感じやスポンジを踏んだ感じが消える事例がある。

4. アシスト受動歩行に身を任せ

大人サイズの受動歩行機は、人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。しかも、人と歩行機は自然と同調し、両者の歩容は非常に近い。アシスト受動歩行では、人が巧みに適切なアシスト力を生み出し、左右の安定化や旋回を容易に行うことができる。また、活用シーンの制約も小さく、創造性をかき立てる。

受動歩行は人に近い自然な歩容を生成するが、外見・外観を人に似せたものはない。そこで、ダイナミックで躍

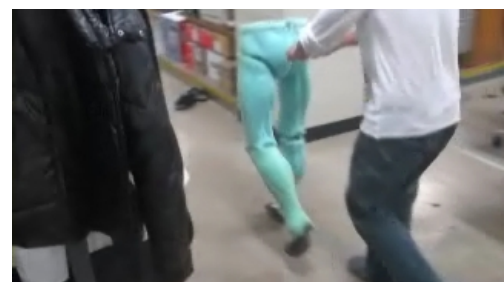


Fig.2 Bipedal walker with human-like appearance



Fig.3 Initial design concept



Fig.4 Legged assist walker

動的な歩行の姿を目標に一種のアンドロイドを開発した³⁾。図 2 に歩行の様子を示す。腰部上方から後方へ引き出されたアーチ状のアシスト器具を使って、腰軸水平面後方からアシストを行っている。人と歩行機は自然と同調し、両者の歩容は酷似している。見た目が変わるとここまで印象が変わるものなのかと言ったコメントが多かった。また、存在感があり、気配さえ感じる。

さて、ある高齢者福祉施設でこのアンドロイドを歩かせていたら、高齢者の方々が大変興味深く眺めておられ、ある人がこれにしがみつこうとされた。どうも背負って運んでくれると思ったようだった。少なくとも筆者にはそう感じた。

受動歩行機自身には、人を自力で運ぶ能力はないが、歩行機に人がおぼさる形で体重を預け、一緒になって歩いて移動するアイデアが浮かんだ。試しにやってみると、上手く歩ける感覚があった。そこで、図 3 に示すように、マネキンの一部を流用し、初期のデザイン検討を行った。おんぶする感じで自然に首・肩に手を回し、体重が自然に真下に掛けられているようにする。また、肩と背中には適度のクッション性を持たせる。

5. 脚式歩行器

3章で述べたグループ 1 や 4 章で述べた高齢者福祉施設の事例などでは、本章で述べる脚式歩行器が有効であるのではと考えている。図 4 に開発した脚式歩行器を示す。なお、次の点を開発ポイントとした。

1. 高齢者用（腰がやや曲がっている）としてサイズを考慮。また、歩幅や膝屈曲角度は小さめを想定。
2. 支持脚期の膝折れ防止。体重を掛けるとロックし、機構はシンプルにする。
3. 扱い易い操作系。

初期開発段階のため、各部の調整が必要だと考えてほぼ全ての部位が長さ・角度調整できるようになっている。膝折れ防止機構は、足部に体重が掛かると膝裏にロッドが挿入される構造を採用した。詳細は続報で報告する。また、2章で述べた股関節カム・バネ機構も搭載している。グリップ、肘、胸、腹のパッドはフィット感が良く安定感があり、腹・胸部当ては曲率をもたせ左右のホールド性を確保している。

脚式歩行器に体重を預けて左右に少し揺動すると、歩行器が歩行を開始して同調する形で自然に進む。歩幅が狭くても比較的安定しており、何より膝折れをしないため安心感が増している。また、30%くらい体重が免荷でき、膝などへの負担も軽減できる。さらに、脚式であることから絨毯など柔軟な床面の上でもスムーズに移動可能である。

脚の振り運動や着地などの感覚が体に直に伝わるため、通常の歩行器や車輪式歩行器にはない感覚を得ることができる。今後、同調して歩くことができる脚式歩行器を用いて、受動歩行に基づく歩行支援の有用性を検証していく。

参考文献

- 1) 佐野明人, 鈴木光久: “無動力歩行支援機が歩行感覚へ与える影響”, 第 14 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会論文集, pp.2421-2422, 2013.
- 2) 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.
- 3) 佐野明人, サッチャポン クリッタナイ, 池俣吉人, 藤本英雄: “歩くアンドロイドの開発”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'11 講演論文集, 2A2-C10, 2011.