実用技術紹介

医工・産学連携による片麻痺患者向け 装着型歩行補助機 RE-Gait® の実用化

田中英一郎[*1]　弓削　類[*2]　池原　忠明[*3]
河原　裕美[*4]　山崎　文敬[*5]

([*1]早稲田大学　[*2]広島大学
[*3]東京都立産業技術高等専門学校
[*4](株) スペース・バイオ・ラボラトリーズ
[*5](株) イクシス)

1. 概　　要

医工連携および産学連携により，片麻痺患者の歩行訓練用として装着型の歩行補助機 RE-Gait® を開発し実用化した（**図 1**）．本装置は，人間の筋肉構造と生理現象を活用することにより，足首の動作を補助するだけで足を上げる動作を誘発する．装置は足首にのみ装着するため，ズボンの裾に隠すことができるほど小形であり，1 [kg] と軽量である．また専用のタブレットソフトウェアにより，病院や施設の医師や理学療法士などの専門家が容易に調整可能であり，現場での使い勝手も考慮されている．本装置は製品化され，すでに多くの病院や施設で使用され，多くの患者の歩容改善効果が得られている．

2. 技 術 の 内 容

2.1　背景とコンセプト

脳卒中などにより片麻痺となった患者数は，国内 100 万人以上といわれる．その多くは，麻痺側の足の爪先が伸びた状態となるため，ぶん回し歩行や爪先接地が発生し，わずかな段差でもつまずきやすく非常に危険である．患者は歩容改善のために歩行訓練を行うが，従来の歩行補助機は股関節や膝関節などに複数のモータ駆動部を備えた大型ものが多かった．これに対し本装置は，足関節のみを補助するだけで足を上げる動作を誘発する．歩行中に足が地面から離れた瞬間に足首の底背屈動作を補助すると，二関節筋により膝関節および股関節が連動して足が上がり，踵からの接地を実現する（**図 2**）．本コンセプトは，医学と工学の垣根を越えた連携によるディスカッションがあって初めて見つけることができたものであり，これにより装着型では世界最小・最軽量といわれるロボットを実現した．

2.2　超小形装置の開発

この装置を使用する対象者は，患者であり，麻痺側に装着するため，少しでも軽くする必要がある．さらにヒヤリングより，多くの女性からは極力人目につくことのないようにしてほしいという要望が高かった．そこで装着部は，目立たないようズボンの裾に隠すことを考え（**図 3**），多条ウォームとヘリカルギヤを組み合わせた．この方法は，点接触になるので効率が向上するが，その点に伝達力が集中するため摩耗しやすく，一般にはプラスチックギヤなどを用いた軽負荷時に使用される．しかし本装置では，ヘリカルギヤに耐摩耗性材料を用いることで長寿命化を図り，高効率かつセルフロックレスの厚さ 2 [cm] の超薄型ギヤボックスを実現し，駆動部が下腿部に沿うよう設計した．

また，産学連携によるカーボンフレーム化により，患者が普段装着する短下肢装具と同程度の重量 1 [kg] に抑えた．さらに企業で製作した一体型基板によりコントローラも 1 [kg] 以下（現在はバッテリ込みで 650 [g]）となった．

2.3　現場を考慮した調整法

一方，本装置を使用する現場は，病院や介護施設であり，医師や理学療法士などの専門家が患者の状態に応じて適切な調整を瞬時に行う必要がある．そこで，専用のタブレットソフトウェアを開発した（**図 4**）．足関節の目標角度変化をタッチパネル上で容易に調整できるため，設定者および患者の両方が視覚的にどう動かすかを理解しながら訓練が可能である．また，歩行周期やセンサ感度，立脚期から遊脚期への移行タイミングなどもこのソフトで設定し，無線送信して随時調整できるものとした．

図 1　製品化した歩行補助機 RE-Gait® 2016 年タイプ

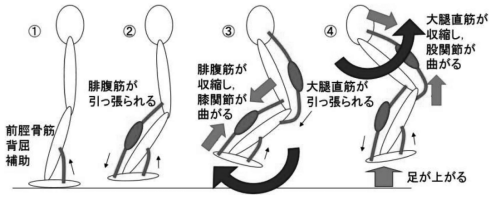

図 2　足首だけの補助で足が上がるメカニズム

図 3　ズボンの裾に隠すことができるよう小形設計

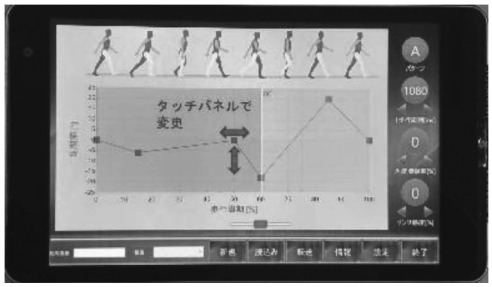

図 4　開発した専用タブレットソフトウェア

本装置を使用して1回20分程度の歩行訓練を週2〜3回実施し，これを数ヶ月続けたところ，多くの方の歩容改善が確認できた．

3. おわりに

現在RE-Gait® は，すでに300名以上の患者が病院や介護施設にて利用しており，その成果が確認されている．今後，RE-Gait® を一人でも多くの患者に使用して頂き，効率的に歩行訓練することにより，もう一度歩くことのできる喜びを実感していただきたい．