T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	高齢者向け下肢操作式モビリティにおける歩行機能改善に有効な運動負荷を与えるペダル機構の設計
Title(English)	Design of a Pedal Mechanism to Apply Effective Exercise Load to Improve the Gait Function for Lower Limb Operated Personal Mobility Vehicle for the Elderly
著者(和文)	島悠貴, 佐久間菜月, 菅原雄介, 松浦大輔, 武田行生, 西畑智道, 二瓶美里, 鎌田実
Authors(English)	Yuki Shima, Natsuki Sakuma, Yusuke Sugahara, Daisuke Matsuura, Yukio Takeda, Tomomichi Nishihata, Misato Nihei, Minoru Kamata
出典(和文)	機素潤滑設計部門講演会講演論文集, 2018.18巻, , pp. 133-134
Citation(English)	Proceedings of the Machine Design and Tribology Division meeting in JSME, 2018.18巻, , pp. 133-134
発行日 / Pub. date	2018, 4

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

2A1-3

高齢者向け下肢操作式モビリティにおける歩行機能改善に有効な運動負荷を与えるペダル機構の設計

Design of a Pedal Mechanism to Apply Effective Exercise Load to Improve the Gait Function for Lower Limb Operated Personal Mobility Vehicle for the Elderly

○学　島 悠貴[*1]，佐久間 菜月[*2]，正　菅原 雄介[*1]，正　松浦 大輔[*1]，正　武田 行生[*1]
西畑 智道[*2]，正　二瓶 美里[*2]，正　鎌田 実[*2]
Yuki SHIMA[*1], Natsuki SAKUMA[*2], Yusuke SUGAHARA[*1], Daisuke MATSUURA[*1],
Yukio TAKEDA[*1], Tomomichi NISHIHATA[*2], Misato NIHEI[*2], Minoru KAMATA[*2]
[*1] 東京工業大学　Tokyo Institute of Technology
[*2] 東京大学　The University of Tokyo

This research focuses on developing a lower limb operated personal mobility vehicle for the elderly to provide transportation and to improve flail and sarcopenia. In this paper, the design of a pedal mechanism to apply an effective exercise load to the lower limbs is described. In order to realize an effective exercise load to improve the gait function, we designed a motion path of the foot so that the flexion motions of hip and knee joints is combined with the normal gait in order to stimulate those joints more and center of the rotation is located at around the thenar. Next, we applied a planar four-bar mechanism to the pedal mechanism. Using the curve comparison method, the kinematic constants were determined so that the difference between the path generated by the mechanism and the desired one would be minimized. The designed mechanism was illustrated to show the validity of the design process.

Key Words : Rehabilitation, Personal Mobility Vehicle, Pedal Mechanism, Mechanism Design, Curve Comparison

1. 緒言

近年，高齢者の介護が必要な要因としてフレイルやサルコペニアが注目されている．フレイルは加齢に伴い健康障害に陥りやすくなった状態(1)，サルコペニアは筋量と筋力の減少(2)を指し，介入により予防や健康状態に戻る可逆性を有する(3)．その介入手法として栄養療法・運動が挙げられ，特に下肢運動が有効であり，中強度・長時間の有酸素運動が高齢者に適している(2)．

著者らは，高齢者のフレイル・サルコペニアの改善を可能とする下肢操作式モビリティを開発している（図1）(4)．具体的には，①移動支援が可能であること，②下肢機能維持のために持続可能かつ適切な負荷を搭乗者に与えること，③上肢を操作のために拘束しない「上肢フリー」であること，を機能的要求として，A)移動体の操作入力を下肢動作から得ること，B)ペダリング動作によって歩行機能改善に有効な下肢運動を端坐位の姿勢で行わせること，をコンセプトとするペダリングシステムを搭載することとしている．

本研究では，歩行機能改善に有効な運動負荷を与えるペダリングシステムの開発を行う．本稿ではこのために，足部経路を設計し，それを実現可能なペダル機構を設計した結果について述べる．

2. ペダルの目標経路の設計

歩行機能改善に有効なペダル機構として，端座位で歩行時の下肢運動を模擬するペダルを着想し，歩行時の足部経路をもとにペダルの目標経路を設計することとした．

まず，足関節の底背屈動作を促すために母指球付近にペダルの回転軸を配し，この点を代表点として足部経路を設計した．自転車のような端座位によるペダリング動作は，荷重が歩行時より少なく，また

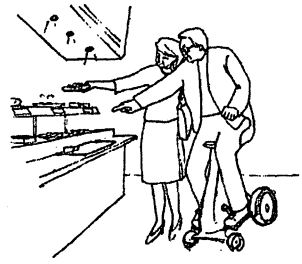

Fig. 1　The concept image of the new mobility(4)

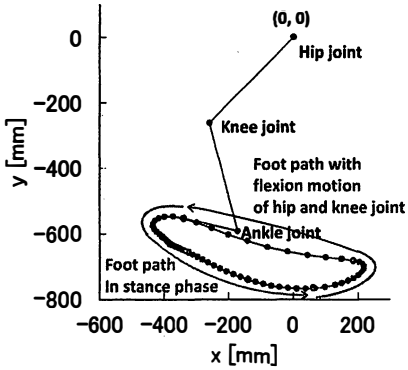

Fig. 2 The designed path of the foot

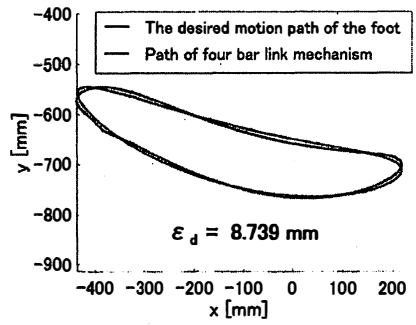

Fig. 3 Comparison of motion path

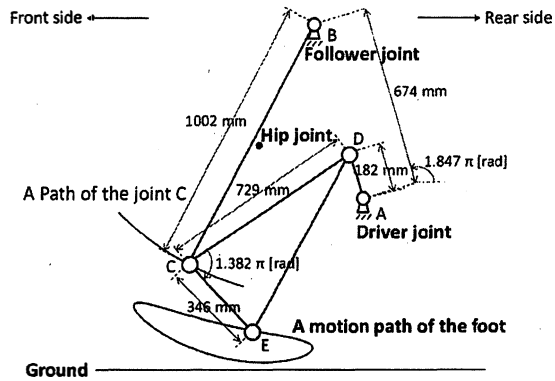

Fig. 4 The designed mechanism

ペダルの回転軸が足関節近くに位置するため，動作時に足関節の底背屈動作が行われないからである[5].

さらに，歩幅の増大や歩行率の向上の効果が期待できる腸腰筋を鍛えるため，立脚期の足部経路に加え遊脚期に膝関節・股関節を大きく屈曲させるような経路を組み合わせた足部経路を設計した（図2）.

3. ペダル機構の設計

提案した足部経路を実現可能なペダル機構の設計を行った．目標経路の形状より，平面4節機構の中間節曲線での実現が可能と考えてこれを適用し，曲線照合法[6]を用いた機構の探索を行った．目標経路と中間節曲線を経路長で等分割し対応する点間距離の最大値 ε_d を目的関数とし，制約条件は(1)平面4節機構のすべての対偶が地面より上側にあること，(2)ペダル機構の車体への搭載の都合から平面4節機構の原動節が従動節より後ろ側にあること，とした．総当たり法で機構定数を与え，制約条件を満たす機構の内，目的関数が最小となるものを探索した.

得られた結果を図3に示す．約縦200 mm×横600 mmの大きさの足部経路に対し，目的関数 ε_d=8.739 mm と偏差が僅少な平面4節機構の中間節曲線が得られた．機構図を図4に示す．なおこの機構は従動節が股関節と重なり実用上問題があるため，対偶Cの軌跡を円弧スライダで実現することを考えている.

4. 結言

下肢に歩行機能改善に有効な運動負荷を与えるためのペダル機構を設計した．歩行機能改善に有効な足部経路として，立脚期の経路と股関節・膝関節の屈曲動作を促す経路を組み合わせた足部経路を設計した．次に，ペダルの駆動機構に平面4節機構を適用し，曲線照合法を用いた機構の探索を行った．結果，設計した足部経路に対し偏差が僅少な中間節曲線を持つ平面4節機構を得た.

謝辞

本研究は科研費 17H02131，17K06254 の助成を受けた.

参考文献

(1) 山田他，“フレイルティ&サルコペニアと介護予防”，京府医大誌，121(10)，pp. 535-547，2012.

(2) 荒井，“フレイルの意義”，日本老年医学会雑誌，51(6)，pp. 497-501，2014.

(3) 山田他，“フレイルの予後に影響する因子の検討～4年間のパネルデータによる検討～”，第51回日本理学療法学術大会抄録集，43(2)，2016.

(4) 佐久間他，“高齢者向け上肢フリー移動体のための下肢動作を活用した操作手法の開発”，SI2017，2017.

(5) 小栢他，“関節角度の違いによる股関節周囲筋の発揮筋力の変化”，理学療法学，38(2)，pp. 97-104，2011.

(6) Watanabe, K., et al., “Comparison of two curves by means of least squares method,” Trans. of the JSME, C, 61-591 (1995), pp. 4529-4535.