

1. はじめに

近年、携帯可能な電子機器が多く普及してきている。これらの電子機器は省電力で動作でき、これらの補助電源として、電力を小規模な発電装置でも賄うことが可能であると考えられる。本研究では需要のある場所で電力を供給することが可能な分散型発電システムのひとつとして、人間の運動により生じるエネルギーを利用した発電システムの提案を行う。エネルギーを回収する動作は、無意識下での運動の中で各部位の変化の大きい歩行動作とする。歩行には骨盤や股・膝関節の回旋などの運動が含まれるが^[1]、これらの変化量は小さい。そこで、下肢部を真横から見た二次元の腰・膝関節の回転動作について注目した。

2. 歩行時に生じるエネルギーの推定

歩行の1周期は、拇指球が接地し下腿部の屈曲・伸展により地面を離れ、再び接地するまでと定義する。各関節の角度は地面に対して垂直を0[°]とする。図1に被験者の歩行1周期の各関節の角度とトルクとパワーを示す。トルクの推定にあたり、大腿部、下腿部と足部の2つを剛体と見なして、二重振り子モデルとすることで算出した^[2]。今回の被験者は3人おり、図1は被験者Aの歩行時に生じるエネルギーの推定を行ったものである。

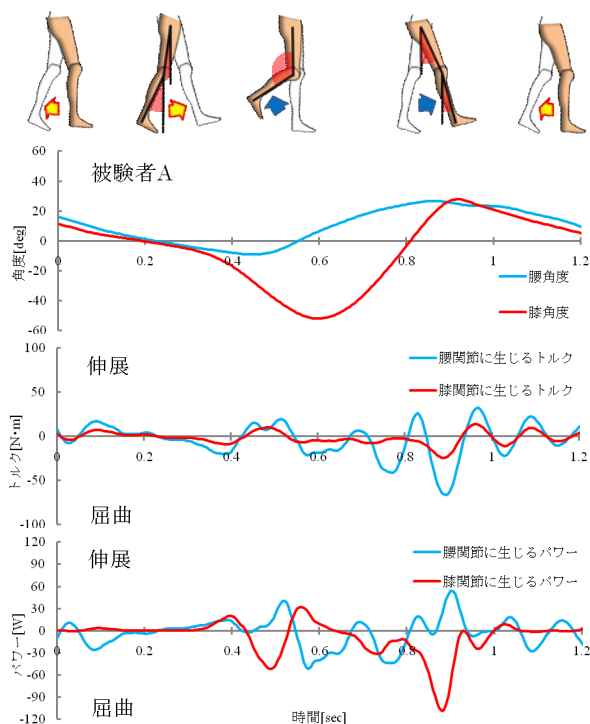


図1 歩行時の各関節の角度・トルク・パワー

図1において0.4秒から0.9秒で大腿を持ち上げることで下腿部が持ち上がり、その後下腿部を振り出して重心が前に寄ることで足部が再接地する。その時の下腿部は筋力による保持をしておらず、この区間でエネルギーの回収をすることで、肉体的な負担を軽減可能なものとする。3人被験者の歩き方には若干の違いがあり個体差が生じていたため、被験者のうち変化の似ていた2人の測定結果より発電可能であると推定された膝関節の振り出す動作で生じるエネルギーを推定する。この時の膝関節の仕事量は3.49[J]であり、最大で108.8[W]の運動をしていると推定された。

3. 発電システムの提案

大腿部を持ち上げることで下腿部が振り出される時のエネルギーを回収し発電することが可能な発電装置の提案をする。下腿部の屈曲・伸展により生じたエネルギーをそのまま発電エネルギーに変える発電方法の提案として、膝の回転軸に直接発電機を設け回転させて発電させる方法を提案する。次に下腿部の屈曲・伸展の運動を直線運動に置き換えてシリンダー内のコイルを上下させることで発電する方法を提案する。次に歩行時に回収可能である回転エネルギーを一時的にフライホイールに蓄え、高回転を得た時に発電量を得る方法を提案する。

4. まとめ

本稿では、歩行時における各関節の角度を測定し、各関節に生じるパワーの推定をした。その結果、下腿部振り出し時での膝関節に生じるパワーが大きいということが明らかとなった。今後はこの部位で発電する装置を試作するとともに、歩行時の個体差についても検討をしていく必要がある。

参考文献

- [1] Jessica Rose, James G. Gamble ed. 著, *ヒューマンウォーキング*, 医歯薬出版株式会社
- [2] ゴードン・ロバートソンほか 著, *身体運動のバイオメカニズム研究法*, 大修館書店