

【助成 38 -37】

車いす介助初心者のスキル向上のための車いす介助訓練システムの開発

研究者 九州大学大学院工学研究院 准教授 中島 康貴
共同研究者 九州大学大学院工学研究院 教授 山本 元司

〔研究の概要〕

車いすを押す介助動作では、熟練者と初心者においてその疲労などの身体負担が大きく異なり、初心者における負担軽減は急務である。本研究では、車いす介助における初心者と熟練者の車いす操作の力学特性の違いを解析し、初心者と熟練者の車いす操作を表現した介助力学モデルを構築した。また、構築したモデルに基づいて、初心者の身体負担を軽減する車いす介助訓練システムの開発を行った。具体的には、介助者が車いすを操作する力を計測可能なデバイスを製作し、それを用いて介助初心者と熟練者がもつ車いす操作時の力学特性を計測した。その結果から、初心者と熟練者によって異なる車いす操作の特徴について、生体がもつインピーダンス特性を基礎とした介助力学モデルを構築した。評価実験では、提案する介助力学モデルを考慮した車いす操作が可能なハンドルを用いることで、初心者の身体負担の軽減が可能であることが示唆された。

〔研究経過および成果〕

近年の超高齢化に伴い、高齢者の介助は我々の生活の身近にあり、その負担軽減が強く望まれている。特に介助の中でも、移動介助は生活に密接に関わるものであり、その負担軽減は急務である。これまでに車いすを操作する介助者の身体負担軽減に関する研究は様々行われているが、著者らは運動歴などのヒトがもつ運動特性の違いが身体負担に及ぼす影響に注目している。この車いす介助においても、勤務歴の長い理学療法士など車いす介助の経験が多い介助熟練者はエネルギー効率が良い車いす操作を学習し、その際の身体負担は介助の経験が少ない初心者と比べて、小さくなっている可能性があると考えている。そこで、本研究では、身体負担が小さいと仮定される熟練者の車いす操作を規範とした車いす介助訓練システムを開発し、初心者が身体負担を軽減

する車いす操作を習得できる方法を提案することを最終目標とする。

研究の一段階目として、介助熟練者と初心者の車いす操作時の身体負担の違いについて車いすを押す力の観点から検討を行った(図 1)。ここでは、初心者と比べて熟練者が車いすを定常速度で押した際の矢状面方向の力の積分値が小さくなることを実験から確認し、初心者と比べて熟練者の身体負担が小さいことを明らかにした(図 2)。また、両者の車いす操作時の様子を観察し、身体負担を小さくする要因として、車いすを定常速度で操作中の肘関節の屈曲角度の変化量の違いが挙げられた(図 3)[発表論文 1]。

次に、上記で見られた特徴の要因を詳細に検討するために、車いす操作中の介助者と車いすの前後方向の位置の変化に注目した。ここでは、介助者が自身と車いすの位置に基づいて、車いすを押す力を調

整していると考え、それらの影響をインピーダンス特性の基礎式(1)を用いて表現した。

$$M\ddot{x} + B\dot{x} + Kx = -F \quad (1)$$

F は介助者が車いすを前後方向に押す手先の力 [N]、 x はその手先の位置 [m]、 M 、 B 、 K はそれぞれ車いすを操作中の介助者の上肢の慣性係数、粘性係数、剛性係数と仮定している。このモデルのパラメータを決定するために、介助者が車いすに与えた力の実測値 F_M とモデルによる力の推定値 F との 2 乗平均平方根 (RMS) が最小になるように重回帰分析を行った。その結果から、初心者とは熟練者と比べて、インピーダンス特性の中で剛性係数の値が特に小さいことが確認された。

最後に、提案した介助力学モデルを用いて、初心者の身体負担が軽減可能か評価実験を行った。実験では、提案する介助力学モデルを考慮した手法として、インピーダンスを調整可能なハンドルを製作して用いた。その結果から、提案する手法を用いることで、車いすを押す力が軽減されることが確認され、車いす介助における初心者の身体負担の軽減が可能であることが示唆された。

[謝辞]

本研究を遂行するにあたり、多大なご支援を賜りました公益財団法人カシオ科学振興財団に厚く御礼申し上げます。

[発表論文]

1. 實松建吾, 柏木昭彦, 山道菜未, 本田功輝, 金田礼人, 山本元司, **中島康貴**, 介助熟練者と初心者における車椅子を押す力と肘関節角度に注目した車椅子操作の特徴解析, 第 22 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 (SI 2021), pp. 1576-1580, 2021.

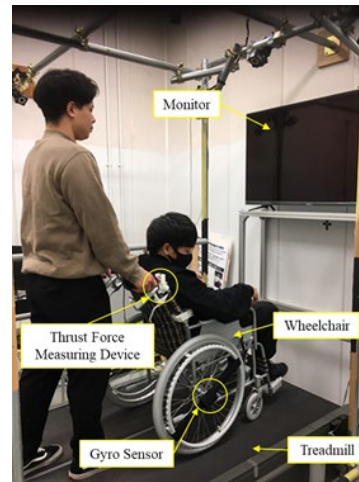


図 1 トreadmill 上における車いす操作実験

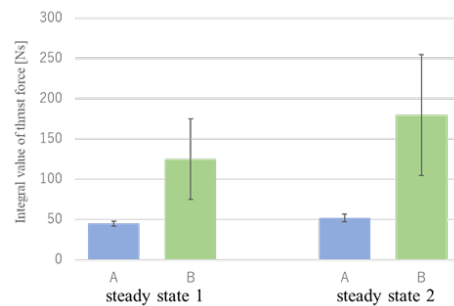


図 2 熟練者 (A) と初心者 (B) の身体負担の比較

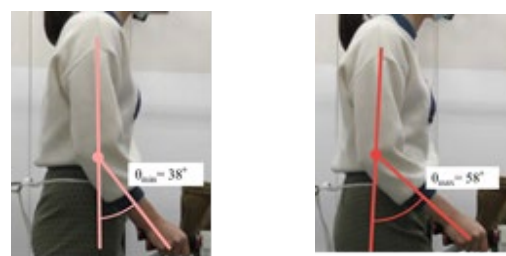


図 3A 熟練者の肘関節の屈曲角度の変化の様子

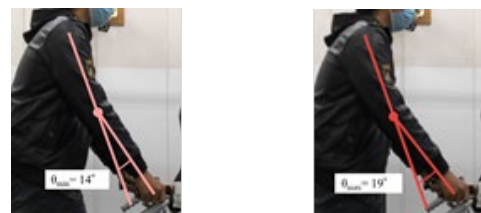


図 3B 初心者の肘関節の屈曲角度の変化の様子