

申請者	学科名	保健福祉学科	職名	教授	氏名	田内 雅規 印
調査研究課題	車いすティッピングレバー取り付け位置と機構改善に関する研究					
交付決定額	800,000円					
調査研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	田内雅規	保健福祉学部・教授	保健福祉学、福祉工学	研究企画・データ収集と分析・統括	
	分担者	中村孝文	保健福祉学部・准教授	人間工学、ユニバーサルデザイン	研究企画・データ収集と分析	
		澤田陽一	保健福祉学部・助教	心理学	研究企画・データ収集と分析	
調査研究実績の概要	<p><はじめに></p> <p>介護用車いすは障害や虚弱のために単独での移動が困難な人を支援する用具として有用な手段である。移動に際して、段差がある場合や路面の凹凸が激しい場合には前輪を上げ下げすることが必要であるが、その際ティッピングレバー（TPL）が用いられる。しかし現状のTPLの位置や形状は、介助者が女性や高齢で非力な場合には前輪の上げ下げ動作に困難を伴うことがあると考えられ、その改良が望まれる。我々はTPL位置に着目し、TPL位置と介助者の負担感との関係から最適位置を提案した（中村・黒岡・田内、人間工学2013）。しかしこれは様々な体格の被験者の平均的な主観結果を基にしたものであるため、今後体格の異なる個々人に対して適切なTPL位置を知るための理論的な根拠を示す必要性、及び最適な位置にTPLをどのような形や機構で実現するかという実現化の課題がある。今回本研究では最適なTPL位置を推定するシミュレーションモデルの考案を試みた。また応用としてシルバーカーにTPLを取り付け、現在は困難である段差乗り上げを容易に可能にする開発研究を行うこととした。</p> <p><方法と結果></p> <p>図1のようにトルクの回転中心(原点)を後輪軸とし、TPL位置(x, y)、車軸高さH、TPL高さhとした。TPLに乗せた足を踏み下ろす出す方向、即ちTPLにかかる力の方向をy軸の向きから右回り（時計回り）に$+\theta$の方向とすると、TPLにかかる力Fは前輪上げに必要なトルクMにより $F = M / (x \cdot \cos\theta + (H-h) \cdot \sin\theta)$ で表せる。次に図2のようにx_1の位置に立ちTPLに足を掛けた時の膝関節角度を求める。TPL位置を後輪車軸からx、床からhとし、大腿長L_1、下腿長L_2、股関節からTPLまでの直線距離L_3、膝関節角度α、軸足の傾きを床面への垂線から前方に（図では反時計回り）θ_3とすると、図から$\alpha = \cos^{-1}(L_1^2 + L_2^2$</p>					

調査研究実績
の概要

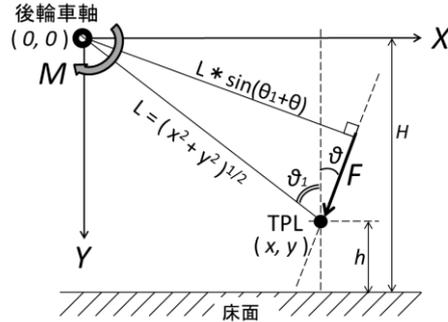


図1 TPL位置と前輪上げモーメント

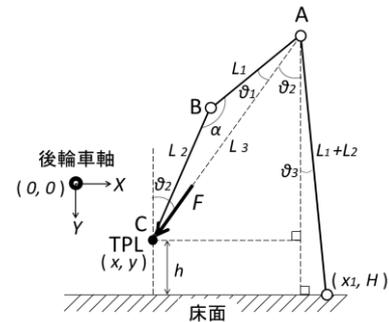


図2 TPL位置とTPLに掛けた下肢との関係

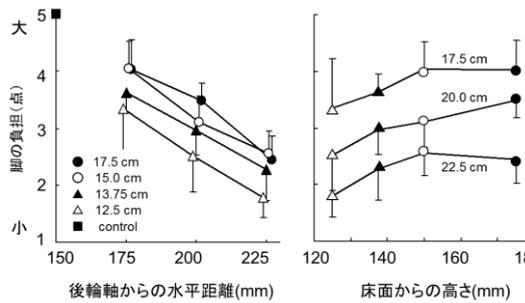


図3 実験により得られた前輪上げ時負担感

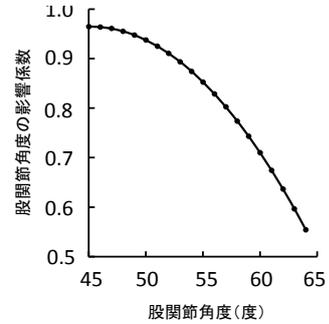


図4 股関節角度の負担感への影響係数

$-L_3^2) / (2 L_1 L_2)$ となる。次に $\sin\theta_2 = L_4 / L_3$ より、 $\theta_2 = \sin^{-1}(L_4 / L_3)$ 。大腿四頭筋の収縮による踏力 P は、膝関節を伸展させる力 W と膝関節角度 α により $P = W \cdot 1/2 \cdot \tan(\alpha/2)$ で表した F をこの P で置き換えて $W = 2M / \tan(\alpha/2) / (x \cos\theta + (H-h) \sin\theta)$ となる。ここで踏み込み角度 θ は先に求めた θ_2 である。力 W の心理量 J は感覚べき乗則により $J = k \cdot W^{1.5}$ (k : 常数)。前輪を100mm挙上するには車いすを後輪軸回りに16度回転させる必要があるので各角度における J を求めて合計することで挙上に必要な総合的な力が求まる ($J_{sum} = \sum J$)。これで負担感をシミュレーションしたところ後輪軸からの距離に対しても高さに対しても共に直線の変化であった。しかし実際の負担感には図3のように床からの高さに対しては高さと共に増加するが飽和傾向も示すため、さらに他の要因を考える必要がある。そこで股関節角度が負担感に及ぼす影響を導入することとした。股関節角度増大と共に負担感に及ぼす影響が減少すると仮定し、今回は2次式で表した (図4)。シミュレーション結果 (図5) は後輪軸からの距離に対してはほぼ直線的に減少し、高さに対しては増加かつ飽和傾向を示したことから、高さについての負担感の非線形性は股関節角度が要因の一つになっており、身長に合わせた高さが必要であることが示された。

シルバーカーへのTPL導入に関しては装置をメーカーと共同で開発中である。この場合は膝上げ動作でなく踵を支点とした爪先上げ動作となるため、車いすの場合とは若干様相が異なる。どの位置が望ましいか実験を通して検討の予定である。

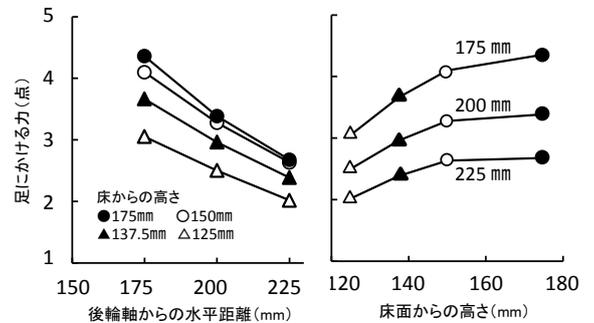


図5 股関節角度も考慮したシミュレーション

成果資料目録

1. ティッピングレバー位置による前輪上げ下げ動作時の負担感のシミュレーション. 人間工学会第54回大会講演集, 222-223 (2013)
2. 車いす前輪上げ時の負荷とティッピングレバー位置の影響に関するシミュレーション解析. 岡山県立大学保健福祉学部紀要, 20(1), 45-51 (2014)