2025 年度 福祉助成金（福祉機器等開発助成）完了報告書 提出用

公益財団法人 橋本財団
理事長 橋本 俊明 様

2026 年 5 月 14 日

ふりがな	おかやまけんりつだいがく			
大学 研究機関名	岡山県立大学			
代表者名	役職名	准教授	氏名	大田　慎一郎
連絡先	住所	岡山県総社市窪木１１１		
	TEL	0866-94-2147		
	E-mail	ota@ss.oka-pu.ac.jp		
	URL	https://www.oka-pu.ac.jp/		
助成額	1,400,000 円			
研究要旨	本研究は，高齢化に伴う介助者の身体的負担，特にスロープ走行時の負担を軽減するため，電力や複雑な制御を必要としないゼンマイばねを用いた機械式パワーアシスト車椅子の有効性を検証したものである．力覚センサを用いた押力の計測，表面筋電位による筋活動の定量評価，および主観的な官能評価を組み合わせることで，多角的な分析を行った．さらに，力学モデルに基づく数値シミュレーションを構築し，搭乗者重量や傾斜角の変化が介助者の負荷に及ぼす影響を体系的に解析した．その結果，アシスト機構の装着により最大押力および RMS 値（平均的な負荷）が約 30～40%低減し，理論モデルによるゼンマイばねの選定が負荷軽減率の向上に直結することが確認された．			
研究の目的	当初の目的である「理論モデルに基づいて機械式パワーアシスト機構に用いるゼンマイばねおよび構造の最適化を行い，介助者の負荷軽減率の向上を図ること」を達成するため，以下の 3 点を具体的な目的とした． ・機械式パワーアシスト機構の有効性の検証： 静的・動的実験を通じて，ゼンマイばねの復元トルクが介助者の押力および身体的負担をどの程度軽減するかを定量的に明らかにすること． ・理論モデルの構築と妥当性の検証： スロープ走行を模擬した運動方程式に基づくシミュレーションモデルを構築し，実験データと比較することでその妥当性を検証すること． ・最適化に向けたパラメータ解析： 実験では困難な広範囲の重量条件や傾斜角において，介助者の負荷を最小化するためのゼンマイばね特性の設計指針を得ること．			
研究の 実施方法	研究は，実験的検討と理論的解析の両面から実施された． 【実験的検討】 ・既存の手動車椅子に，プルバック式のゼンマイばね機構を搭載した． ・使用ばね： 前年度と同程度のトルクを持つゼンマイばね A と，その約 1.8 倍のトルクを持つばね B の 2 種類を用いた． ・動的走行実験： スロープ（傾斜 4 度）において，ダミー重量（50, 60, 75kg）を載せた状態での走行実験を行った． ・計測指標： グリップに装着した 3 軸力覚センサによる押力，前腕および下肢の表面筋電位，および 10 段階の主観的な身体負担感・操作性評価を実施した． 【理論的解析】 ・車椅子と介助者の系をモデル化した運動方程式を構築し，オイラー法による数値積分を用いて変位，速度，押力を逐次算出した． ・シミュレーションにより，実験条件を超えた重量（50～75kg）や傾斜角（4～7 度）における負荷特性を解析した．			

研究の成果	アシスト機構の導入により，スロープ走行時の最大押力および RMS 値が約 30～40%有意に低減し，介助者の身体的負担が大幅に緩和された．筋電計測では前腕や下肢の筋活動量の減少が確認され，官能評価でも「肩・手」を中心に負担軽減と操作性の向上が実証された．理論モデルに基づきトルクを約 1.8 倍に強化したゼンマイばね B は，ばね A と比較してより高い負荷軽減効果を示し，当初の目的である構造最適化の有効性が裏付けられた．また，数値シミュレーションにより，「荷重約 10～12.5kg の増加」と「傾斜角 1 度の増加」が介助者の押力負荷に対してほぼ同等の影響を与えるという設計上の重要な知見を得た．さらに，アシストにより押力を増大させずに走行速度を向上させることが可能となり，介助の効率性とスムーズさが両立されることが明らかとなった．以上より，本機構は理論に基づく最適化により，介助者の負担を効果的に軽減できることが示された．
研究の成果の公表状況 今後の公表予定について	小山知華，大田慎一郎，玉置亘，高戸仁郎，機械式パワーアシスト車椅子によるスロープ走行時の介助負担軽減と筋電評価，第 56 回日本人間工学会中国・四国支部大会，2025 年 12 月． Wataru TAMAKI, Shinichiro OTA, Jinro TAKATO. “Consideration of a Mechanical Power-assist Wheelchair to reduce Caregiver Burden”. The 15th TSME International Conference on Mechanical Engineering 2025. 玉置 亘，大田 慎一郎，高戸 仁郎，ゼンマイばねを用いた非電動パワーアシスト車椅子の機械特性と介助者負担軽減効果,日本機械学会論文集，Vol.92，No.958（2026）． 小山知華,大田 慎一郎，高戸 仁郎，機械式パワーアシスト車椅子の斜面走行時における介助者負担軽減効果の評価，日本人間工学会第 67 回大会，2026 年 5 月，名古屋市． 今後，実験と数値解析系の原著論文を 2 報公表予定．

＊2026 年 5 月 31 日締切です。必要事項を入力のうえ Word ファイルをメールにてご提出ください。