

介護負担を軽減する入浴介助用昇降イス(入浴リフト)の開発

村上和美* , 西村正彦* , 新木隆史*

Development of the Rise-and-Fall Chair for Bathing Assistance (Bathing Lift) Easing Health Care Burden

Kazumi MURAKAMI, Masahiko NISHIMURA and Takashi SHINKI

1. はじめに

現在, 高齢社会が到来しており, 質の高い介護サービスが求められている。しかし, 介護作業は肉体的にも精神的にも負担が大きく, 特に入浴介助は腰痛発症のリスクが高く, 介護機器による作業支援が必要である。しかしながら, 入浴リフトは大掛かりな製品やメンテナンス性に配慮されていない製品が多く, 使いやすい製品が少ない。そこで, 本研究開発では昇降機構に水圧を利用した安全で安心な機構をベースに, プレス技術およびパイプベンディング技術を活用して, 小型・軽量・低価格を実現すると共に, 扱いやすさをアピールするため, イス部分の脱着による衛生面(洗浄性)も配慮した。さらに, 人間工学を用いたユニバーサルデザイン性を付与した入浴介助用昇降イス(入浴リフト)を開発した。

なお, 本研究開発は財団法人三重県産業支援センターよりの再委託を受け, 「平成 22 年度地域イノベーション創出研究開発事業」として熊野精工株式会社・三恵工業株式会社・三重県工業研究所の共同研究にて実施した。本報では, 三重県工業研究所が担当した入浴介助用昇降イス(入浴リフト)の基本設計の評価, イス部分の座面構造の検討, イス部分のユニバーサルデザイン化の検討および試作機の評価(関節トルク負荷量の検証・筋電図解析)を報告する。

2. 実験方法

2.1 入浴介助用昇降イス(入浴リフト)の基本設計の評価

熊野精工で作成された本体フレームの基本設計図面と三恵工業で作成されたイス部分の基本設計図面

*ものづくり研究課

に基づき, 被介護者(高齢者)の身体寸法適合性(高さ, 幅, 奥行き, 背面位置, 背面サイズ, 座面サイズ)および介護者(成人)の身体寸法適合性(高さ, 幅, 奥行き, 背面位置)をコンピュータマネキン上でシミュレーションし, それぞれ検証した。

2.2 イス部分の座面構造の検討

座面にはメッシュ生地を用いた。メッシュ生地はわずかな張力においても伸縮するため, 座り心地の良さと身体の保持が同時に出来る。加えてメッシュ状であるため水切れが良く, 清掃もしやすくなることで衛生面の問題は排除できる。メッシュ座面の座面フレームへの固定には超音波溶着機を用い, メッシュ同士を溶着させて座面を試作した。試作座面の座り心地評価は体圧分布解析, また, メッシュ生地の物性評価は引張試験を行い, 設計の妥当性を検証した。

2.3 イス部分のユニバーサルデザイン化の検討

取り扱い方法, スイッチ類, 脱着部分等に関する記載情報のユニバーサルデザイン性(サイズ, 位置などの視認性)をコンピュータマネキン上でシミュレーションし, それぞれ検証した。

2.4 試作機の評価

試作機の有効性は, 三次元動作解析および筋電図解析を用いた。また, 動作負担の定量化にはコンピュータマネキンの拡張プログラムを使用した。動作負担を定量化することで試作機使用時の作業負担量が軽減化されることを実証した。

3. 実験結果と考察

3.1 基本設計の評価

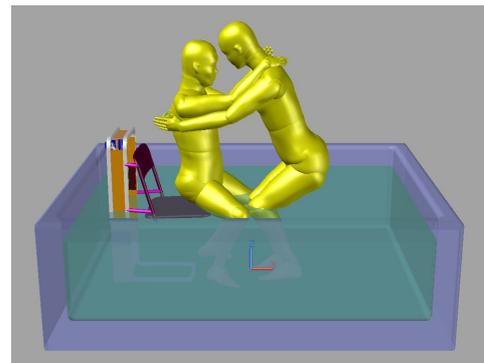
本体フレームおよび介助用イス部分の基本設計図面に基づき被介護者（高齢者）および介護者（成人）の身体寸法適合性をコンピュータマネキン上でシミュレーションし、適正ストローク（介助用イスの昇降量）を検証した。その結果、介助用イスの最高座面高さは 400mm あれば十分であり、介助用イスの座面高さを 500mm まで上昇させると被介護者は不安定になることが確認できた。このことから、機器の構造上最高座面高さは 400mm、最低座面高さは 100mm とした。なお、その際の介助用イスの昇降ストロークは 300mm となる。検証に用いたコンピュータマネキンは、被介護者が女性かつ 69 歳で、身長 147cm および体重 51kg の高齢者・中肉中背を、介護者が女性かつ 27 歳で、身長 156cm および体重 51kg の成人・中肉中背を設定した。試験結果を図 1 に示す。



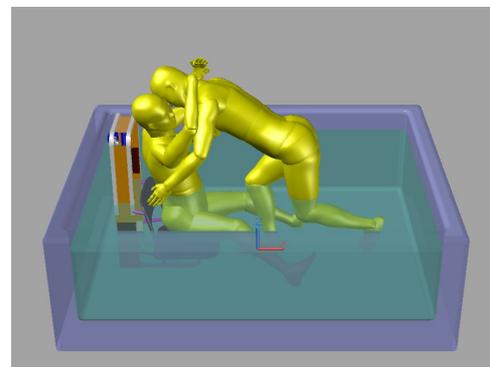
図 1 女性介護者によるシミュレーション結果

また、マネキンの設定は男性介護者による介護も想定した。設定値（最低座面高さは 100mm、最高座面高さは 400mm）の有効性も検証した。その際の

コンピュータマネキンは、被介護者が男性かつ 71 歳で、身長 169cm および体重 58kg の高齢者・中肉中背を、介護者が男性かつ 33 歳で、身長 169cm および体重 65kg の成人・中肉中背を設定した(図 2)。その結果、男性介護者の場合であっても、介助用イスの最高座面高さは 400mm あれば十分であることが確認できた。



a) 座面高さ：400mm

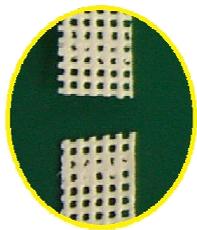
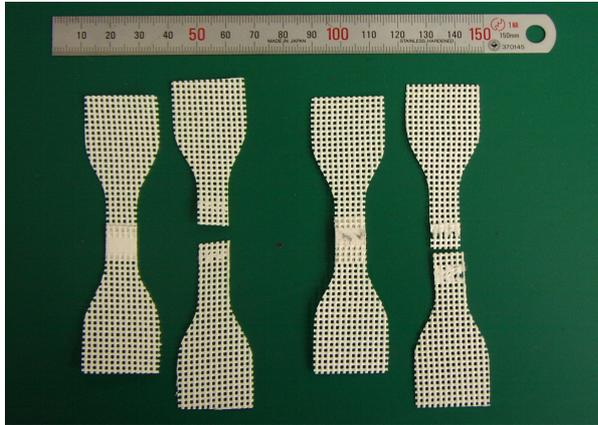


b) 座面高さ：100mm

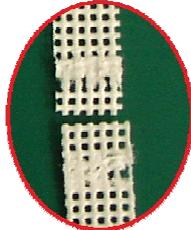
図 2 男性介護者によるシミュレーション結果

3. 2 イス部分の座面構造の検討

イス用メッシュ生地の超音波溶着部については、強度評価を行い適正な溶着条件を明らかにした。溶着部の破断状況を図 3 に示す。引張試験はダンベル形状とし、引張速度 50 mm/min で引張破断時の荷重を比較した。なお、溶着時間は溶着部に变色を生じない最長時間 0.5 秒と 0.3 秒とした。引張試験によると、溶着時間が 0.5 秒の方が 1.3 倍ほど強い結果を示した。破断した状態を確認すると、どちらの条件においても溶着部が剥がれ破断に至っている。この剥離面を、さらに観察すると溶着時間 0.5 秒の方はメッシュ生地本体の伸び変形が確認できた。溶着時間 0.5 秒ではメッシュ生地本体の変形により、高い強度を示したと推察される。これらのことから溶着時間は 0.5 秒に決定した。



溶着時間：0.3 秒



溶着時間：0.5 秒

図3 溶着部の破断状況

次に、メッシュ生地を採用したことによる被介護者の座り心地を体圧分布解析により検証した。この座り心地は被介護者が着座した際、座面との接触部に発生した集中荷重の有無を検証することにより評価できる。特に、入浴時は素肌が座面等に接触するため、通常よりも違和感を敏感に感じる傾向にある。

体圧分布試験は座面高さの最低位置 100 mmと最高位置 400 mmの二通りの高さについて検証した。解析結果を図4に示す。

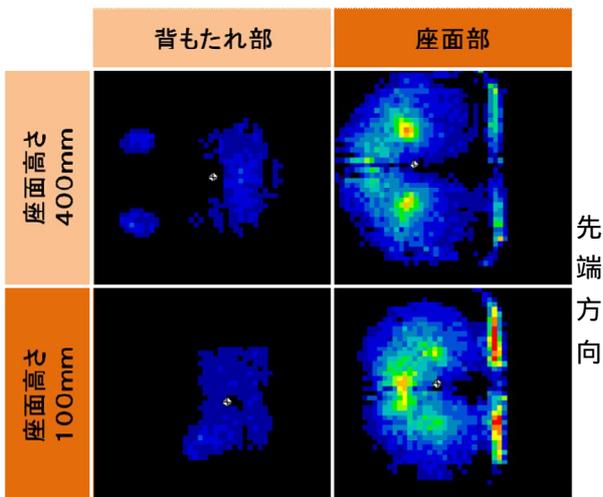


図4 体圧分布解析結果

この測定結果より、座面中央と座面先端部分に荷重の高い部分がみられた(図中の白い部分)。座面中央部分は臀部で着座時に体重が集中するので問題はないが、座面先端部分は不快だと考えられる。この主な要因は、座面先端部分のフレーム形状が平坦であるため、脚部裏面に圧迫をうけることにある。また、座面にメッシュ生地を採用していることから、着座時に座面が多少沈み込むことも一つの要因と考えられる。特にこの傾向は、座面高さ 100 mmにおいて顕著であり、被介護者が入浴しているときにストレスを感じてしまう可能性がある。この対策としては、座面先端部分のフレーム形状を平坦から湾曲させることによって回避することにした。

3.3 イス部分のユニバーサルデザイン化の検討

取り扱い方法、スイッチ類、脱着部分等に関する記載情報のユニバーサルデザイン性(サイズ、位置などの視認性)を検証し、有効な記載方法を決定した。検証方法は、コンピュータマネキンを用い、視野分析により介護者の視野を解析し、取り扱い方法の記載位置およびスイッチ類の設置位置に関する情報を収集した。介護者の視野範囲を図5に示す。図中のコーン部が介護者の視野範囲を示している。拡大図は介護者の視野中央の映像である。この映像より、入浴介助用昇降イスの上部面が情報記載位置として最適であることが分かった。

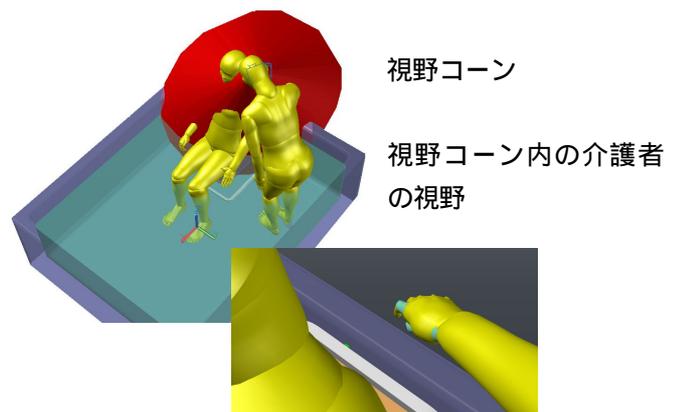


図5 介護者の視野解析結果

また、介護者が操作するスイッチ類については介護者のリーチ球より可動範囲を検証した。図6に介護者のリーチ球範囲を示す。図中の半球円内が介護者の手の届く範囲である。図より入浴介助用昇降イスの上部面に容易に介護者の手が届くことが確認

できた。

これらの結果より、注意事項プレートの設置は入浴介助用昇降イスの上部面が最適であることが明らかとなった。また、この視野範囲・リーチ球範囲から昇降動作を行う操作スイッチは注意事項プレート近傍が最適であることも判明した。

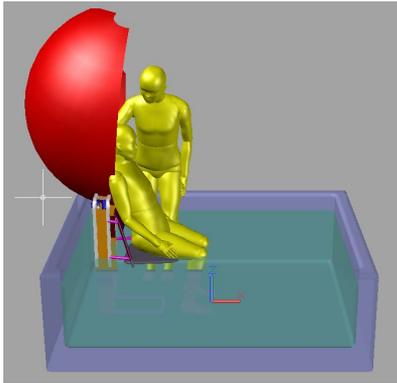


図6 介護者のリーチ球範囲

3.4 試作機の評価

入浴介助用昇降イスの有効性を検証するため、イスの座面高さを変えて介護動作の負担度合いを三次元動作解析および筋電図解析により評価した。

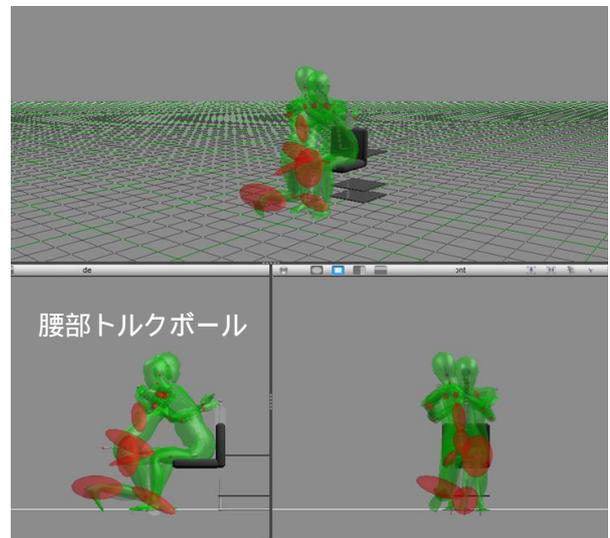
解析目的は、三次元動作解析ではコンピュータマネキンでの動作シミュレーションデータを得ること、筋電図は実際の動作による筋負担量を得ることとした。

測定方法として三次元動作解析では各主要関節部位に解析用反射マーカを貼り、実際の介護動作における動作シミュレーションデータを測定した。一方、筋電図は測定用の電極を上腕二頭筋（腕）、僧帽筋（肩）、脊柱起立筋（腰）、大腿直筋（脚）に張り、三次元動作解析と同じく実際の介護動作を行いデータ収集した。また、効果を確認するために座面高さ 100 mm、400 mm の二通りのデータを収集した。実験風景を図7に示す。

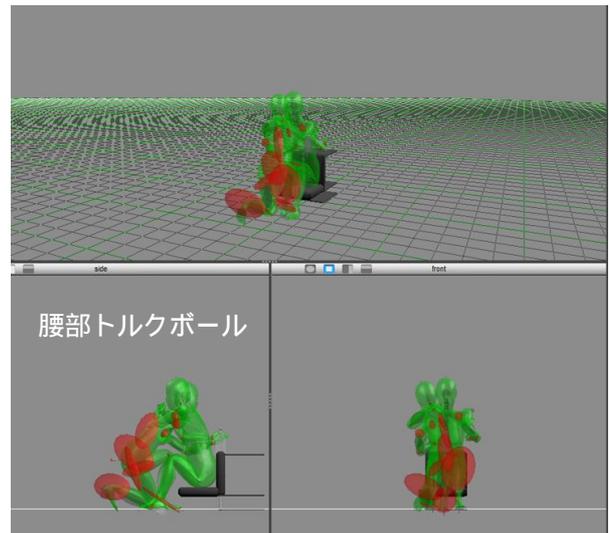
取得した位置データをフレームディアス（解析ソフト）によりデジタル化（座標軸の数値化）した後スティックモデルを構成し、そのデータを用いてコンピュータマネキンの拡張プログラムを用いて介護動作における関節トルクの負荷量を検証した。検証結果を図8に示す。この図は、動画より抽出した腰部への負荷量の大きい場面の静止画を示す。この図における楕円球はトルクが



図7 三次元動作および筋電図測定実験風景



a) 座面高さ：400mm



b) 座面高さ：100mm

図8 被介護者および介護者における関節トルクの検証結果

ルと呼ばれ、各関節における負荷量をボールの大きさにより定量的に示している。図中の腰部における負荷量を比較すると、明らかに座面 400mm における負荷量が小さいことが確認できる。さらに、腰椎部における X 軸方向（前後への屈折方向）における負荷量を抽出して図 9 に示すが、この図からも関節トルクの負荷量は明らかに、座面 400mm になると低減できることが明らかとなった。次に、腰椎、胸部、左股関節、右股関節、左膝関節および右膝関節の関節トルク負担軽減量を図 10 に示す。

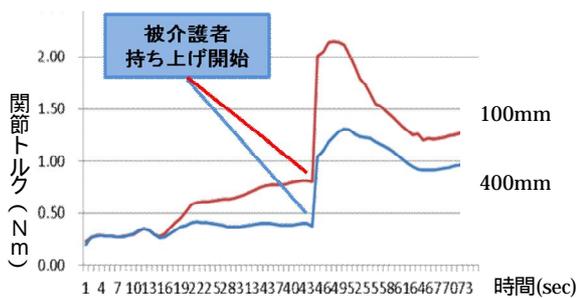


図 9 腰椎 X 軸方向の関節トルクの時間的変化量

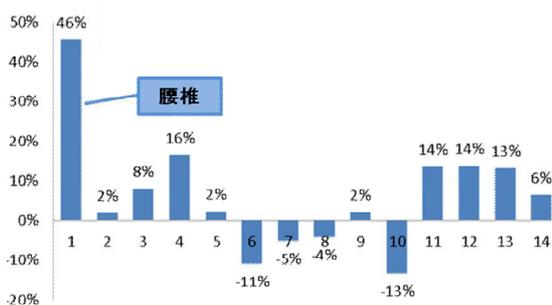


図 10 関節トルク負担軽減量(100 400mm)

図 10 における測定箇所は、それぞれ、1,2,3 は腰椎の x,y,z 軸, 4,5,6 は胸部 x,y,z 軸, 7,8,9 は左股関節の x,y,z 軸, 10,11,12 は右股関節の x,y,z 軸, 13 は左膝関節の x 軸および 14 は右膝関節の x 軸における関節トルク負担軽減量を示す。改善率は 400mm のトルク値 / 100mm のトルク値で算出した。腰椎 x 軸を示す 1 番では他の箇所と比較して負担軽減量が大きくなり、座面高さを 100mm から 400mm にすることで負担が半減されることが明らかとなった。

次に、上腕二頭筋、僧帽筋、傍脊柱起立筋および大腿直筋における筋電図の結果および各測定筋における %MVC（パーセント最大随意筋収縮：各筋肉の最大負荷量に対するの負荷量%）を図 11 に示

す。この図から、座面高さ 100mm と比較すると座面高さ 400mm における腰部（傍脊柱起立筋）および脚部（大腿直筋）における負担が軽減が明らかとなった。これらのことから、実際の介護現場では腰部および脚部への負担が軽減されるため、介助用イスの効果は十分であると推察される。

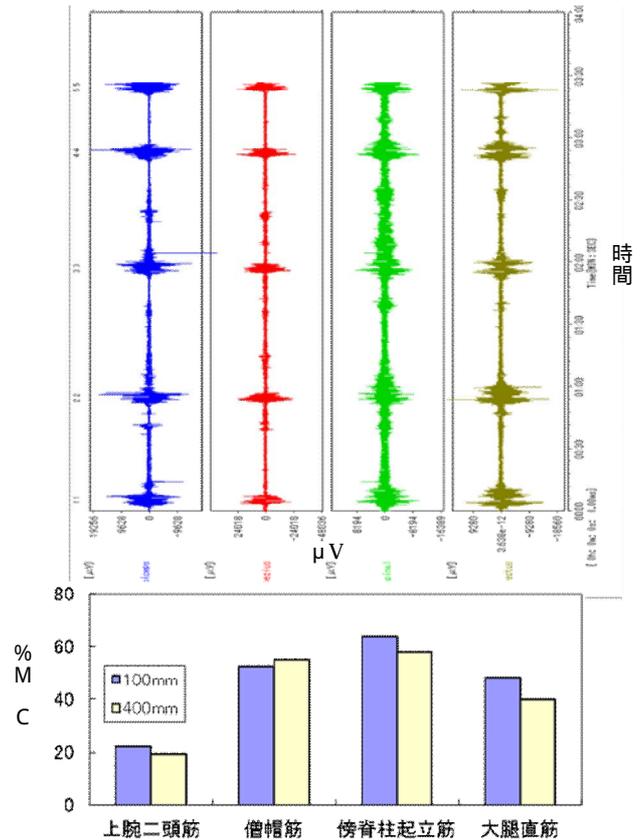


図 11 筋電図の測定結果

4. 結論

家庭用の入浴介助用昇降イス(入浴リフト)を開発するため、被介護者および介護者の身体寸法適合性をコンピュータマネキンを用いて検証した。さらに三次元動作解析、筋電図解析および体圧分布解析等の手法を用いて、座面の座り心地および介護者の動作負担を定量化した。その結果、最適な入浴リフトのプロトタイプを作製することができた。

謝辞

本研究は経済産業省「平成 22 年度地域イノベーション創出研究開発事業」の下で行われました。関係各位に感謝します。

また、三次元動作解析・筋電図解析に関しては三重県立看護大学斎藤真教授にご指導・ご助言いただきました。ここに記して感謝します。