

介護ニーズに基づくポジショニング用品の開発（第3報） 寝返り動作時におけるマットレス沈み込み量の計測

山口穂高^{*1}, 藤巻吾朗^{*1}, 関範雄^{*1}, 宮川成門^{*2}, 吉田宏昭^{*3}

Development of Positioning Cushion Based on Nursing Care Needs (III) Measuring of Sinking Amount during Rolling Over Movement

YAMAGUCHI Hodaka^{*1}, FUJIMAKI Goroh^{*1}, SEKI Norio^{*1}, MIYAGAWA Naruto^{*2}, YOSHIDA Hiroaki^{*3}

寝返り動作におけるマットレスの沈み込みを経時的に計測し、その平均形状、および繰り返した寝返りの沈み込み軌跡を検討した。その結果、体格の個人差による定性的な平均形状の違い、寝返り動作時のマットレスへの典型的な沈み込み形状が見出され、寝返りに重要な腰部と臀部の平均形状の定量的算出が可能になった。算出された形状は、臥位や寝返り動作をサポートするポジショニング用品設計への応用が期待される。

1. 緒言

人は、運動時を除いた静的な状態においては、臥位、座位、立位のいずれかの姿勢で過ごすこととなる。これらの中で臥位は最も休息度の高い姿勢であり、臥位姿勢が快適であることはQOL(quality of life)の向上には欠かせない。そのため、臥位を快適に過ごすためのさまざまな寝具やポジショニング用品が上市されている。しかし、臥位の快適性には、温熱的な快適性、触覚的な快適性、姿勢の保持性など様々な側面があり、これらの全てを同時に満足させることは困難である。例えば、ポジショニング用品に限局しても、柔らかい製品は好みの姿勢を長時間維持することが困難であり、硬い製品は姿勢を保持させやすいが体圧分散性に劣る。

そこで本研究では、姿勢の保持性と体圧分散性を同時に満足させるポジショニング用品の設計に着目した。

「姿勢の保持性」と「体圧分散性」、この相反するとも考えらえる課題の解決には人の体形に沿った形状を製品に付与することが有効だと推察される。人の体形に支持具の形状を合わせる研究事例としては、椅子に関する研究が報告されている¹⁻⁴⁾。そこでは着座時の最適な座面形状は、表層のクッ

ション材が薄い場合でも体圧分散性が高く、また、姿勢の保持性が高いことが報告されている。

臥位の場合は、一定の姿勢を保ち続けることは運動機能の低下や褥瘡リスクの観点から避けるべきであり、自力での寝返り動作や介助による体位交換が行いやすいことが求められる。これらの結果を製品に応用するには、仰臥位、側臥位など静的な姿勢のみの計測では不十分であり、理想的には寝返り動作を含めた連続的な状態を把握する必要がある。

本報では、寝返りの繰り返した動作時の沈み込みを経時的に計測し、ポジショニング用品への利用を想定した腰回りの形状を検討した。

2. 方法

2.1 計測

マットレス型の沈み込み計測装置（N-wave、Cagr-4motion）を用いて寝返り時の沈み込み量を連続で記録した。この装置は、10 mm間隔で配置されたプローブに加わった荷重を下部の圧力センサーによって記録する装置であり、測定された荷重と既知のプローブのバネ定数（1本あたり約27.3 N/m）の関係から沈み込み量を算出することができる³⁾。測定範囲は、2400×600 mmであり、沈み込み量の有効測定長は40 mmである。また、本装置は万能試験機（島津製作所、AG-50KNIS）を用いた試験

^{*1} 試験研究部

^{*2} 岐阜県産業技術総合センター 産学連携部

^{*3} 信州大学繊維学部

によってプローブの変位と圧力センサーの出力値の関係があらかじめ調べられており、沈み込み量の算出の際には試験結果に基づいた補正を行った。寝返り動作測定時のサンプリングレートは100 fpsとした。

2.2 寝返り動作

仰臥位から左側の完全側臥位への動作、続く側臥位から仰臥位へと戻る一連の往復動作を寝返り動作とした。被験者は普段通りの自然な寝返り動作を3回連続して行った(図1)。この時、枕は使用しなかった。

寝返りの正中線を各被験者の第一フレーム(仰臥位)の沈み込み量から左右方向のモーメント中心を行ごとに算出し、それらの平均値が通る線と定義した。寝返りの沈み込み量は、フレーム間の最大値を被験者ごとに時系列に統合した。

正中線に対して左右を反転させたデータを求め、さらにオリジナルデータと最大値によって統合することで、左右対称と仮定した寝返り動作時の沈み込みとした(付録)。なお、各被験者の頭頂に相当する位置と各被験者に定義された正中線的位置を原点として被験者ごとの沈み込みの位置を揃えた。

2.3 被験者

被験者は実験参加への同意が得られた成人13名(男性7名、女性6名)とした。被験者の身長および体重の平均±標準偏差は、それぞれ、167.0±10.4 cmおよび57.2±9.0 kgであった。

3. 結果と考察

3.1 寝返り動作時の沈み込み量の算出

13名の測定結果を図2に示す。いずれも臀部の沈み込みが他の領域に比べて大きいことが分かる。マットレスの沈み込みと寝心地の関係を調査したAoiら^{5, 6)}の研究では、仰臥位姿勢で最も沈み込む部位は臀部であることが確認されており、本結果も同様の結果を示した。また、肩部の沈み込みも大きい、被験者ごとに肩部の沈み込みが大きい領域の位置や範囲が異なった。さらに、脚部の沈み込みの現れ方は被験者によって異なる。

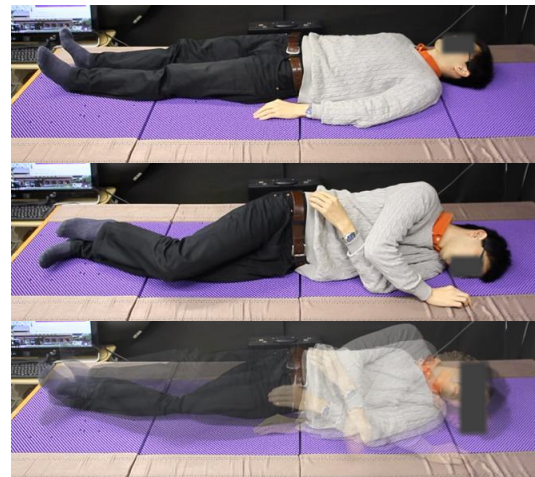


図1 寝返り動作(上:仰臥位、中:左側臥位、下:寝返り動作の軌跡画像)

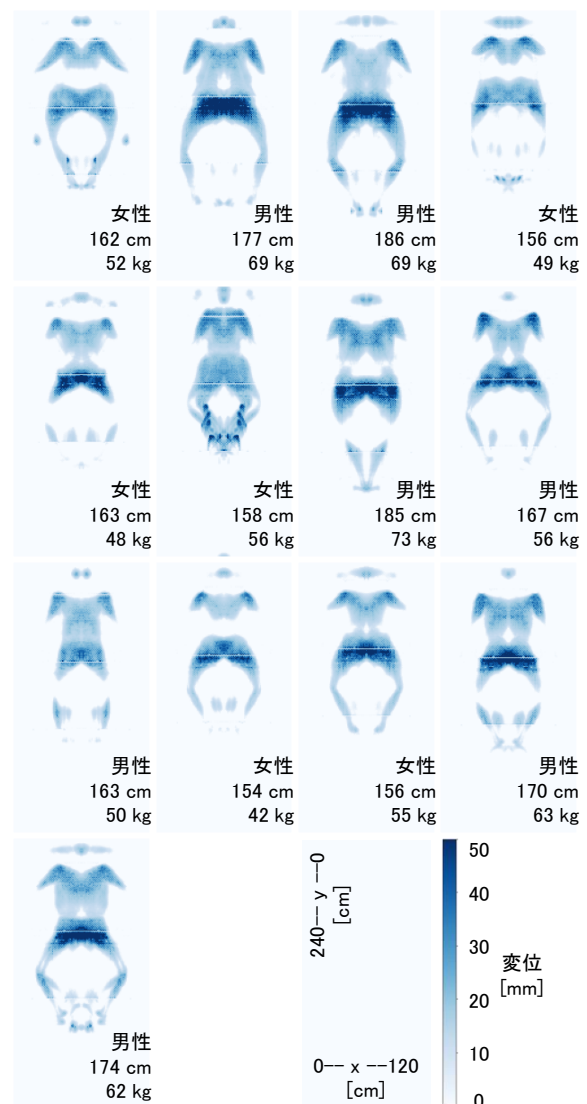


図2 被験者ごとの沈み込み形状

これは、先行研究⁷⁻¹⁰⁾が示したように、寝返り動作には個人差があることと対応する。

以上のことから製品開発では、①特徴の類似した使用者のクラスターを対象とする製品②使用者全体を代表する平均値を対象とする製品、どちらをデザインするかを選択する必要がある。本研究では、寝返り動作時の沈み込み量をポジショニング用品のデザインに利用するための初期段階として、全被験者の平均的な形状を扱うこととした。

3.2 寝返り動作時の沈み込み形状の定性的検討

被験者ごとの沈み込み形状をそれぞれの体型で基準化し、被験者間の平均から、沈み込み形状を定性的に検討した。

被験者の身長の違いを基準化するために、図2の結果のx方向とy方向を被験者ごとの身長で除した。また、沈み込み量には被験者ごとの体重の違いが影響すると考えられるため、沈み込み量は被験者の体重で除して基準化した。

図3に、上記の処理によって得られた基準化済み沈み込み量を被験者間で平均した結果を示す。この結果は寝返り時の典型的な沈み込み形状を示した。x方向の中央付近、すなわち、仰臥位時の正中線付近では、臀部の沈み込みが最も大きく、次いで肩甲骨付近と頭部で沈み込みが大きかった。xが40および60の付近、つまり、仰臥位から寝返り動作が進行した領域では、仰臥位時の臀部の沈み込みは大腿部に沿うような沈み込みに連続している。また、側臥位時には大腿部の沈み込みと同程度の沈み込みが肩部に観察される。一方で、脚部の膝より下の領域の沈み込みは広範囲に低値であり、脚部の寝返り動作は個人差が大きい。

以上より、寝返り動作に沿ったポジショニング用品の形状とは、沈み込みが少ない腰部を持ち上げるように支持し、仰臥位時の臀部から側臥位時の大腿部に連続する沈み込み、および、側臥位時の肩部の沈み込みを逃がす形状である。

3.3 腰部・臀部を保持する形状の定量的検討

沈み込み量の計測結果をポジショニング用品の設計に利用するため、沈み込み形状の定量的な検討を行った。

寝返り動作時の形状に影響が大きい腰部および臀部の形状を次の手順で算出した。最初に、被験者ごとに臀部領域の最大沈み込み位置のy座標を基準として、被験者間で上下方向の位置を合わせた。次に、被験者ごとに各セルの沈み込み量か

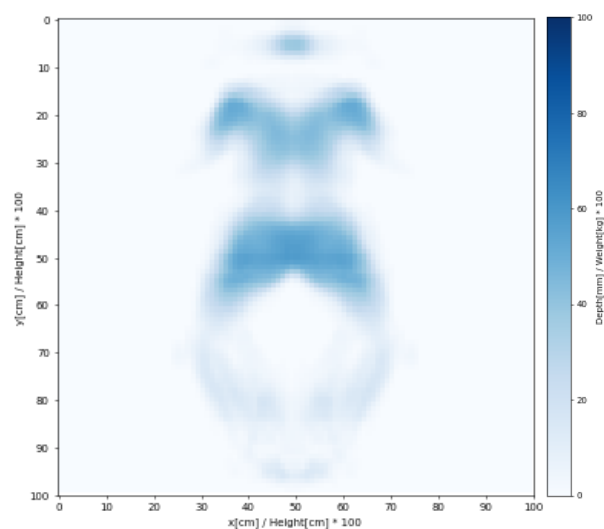


図3 体型で基準化した沈み込みの平均形状

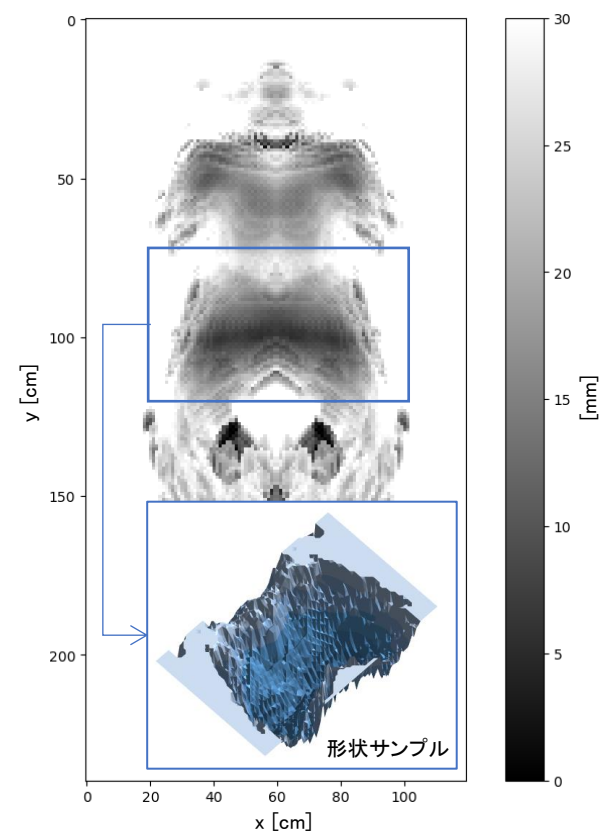


図4 臀部の最大荷重位置で位置合わせをした平均形状

ら最大沈み込み量を引き、さらに符号を反転させた。これにより被験者ごとの体重の違いによって生じる沈み込み量の違いを、最大沈み込み位置を原点として、示すことができる。最後に、得られた結果から被験者間平均を求めた（図4）。

以上のように、被験者ごとの最も沈み込んだ位置を基準とすることにより、寝返り動作時の腰部から臀部にかけて平均的かつ定量的な形状が得られた。

4. まとめ

マットレス型の計測器を用いた寝返り動作の経時的な沈み込み計測から、寝返り動作には個人差があり、特に脚部や肩部の沈み込み形状は被験者間のばらつきが大きいことが明らかになった。

寝返りにおいて個人差の少ない動作領域である腰部から臀部領域の沈み込み形状の平均的かつ定量的な算出方法を見出した。この方法によって人の寝返り時における臀部及び腰回り平均形状が定量的に捉えられるようになった。

以上の成果はポジショニング用品デザインへ応用することができる。具体的には、寝返り動作に沿った形状とは、腰部を持ち上げるように支持し、仰臥位時の臀部から側臥位時の大腿部に連続する沈み込んだ形状であると考えられる。

謝辞

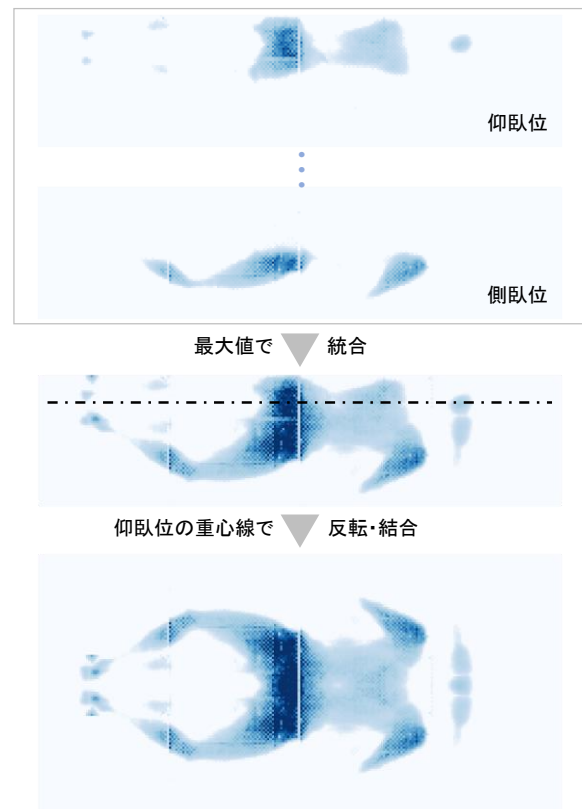
研究の遂行に多大な協力をいただいたも元信州大学大学院日高重美氏および実験に参加していただいた被験者の皆様に感謝いたします。

参考文献

- 1) 藤巻吾朗, 今井隆矢, 西澤義嗣, 吉田宏昭: 座位姿勢における臀部形状の分析と座面形状の提案, 岐阜県生活技術研究所研究報告, 15, pp. 19-23, 2013.
- 2) 藤巻吾朗, 森茂智彦, 稲垣能嗣, 日比聖: 自動車シートの座面形状の提案, 岐阜県生活技術研究所研究報告, 16, pp. 13-16, 2014.
- 3) 宮川成門, 藤巻吾朗, 稲垣能嗣: 座位姿勢を支えるダイニングチェアのデザイン (第2報) 臀部形状シートの利用, 岐阜県生活技術研究所研究報告, 17, pp. 10-14, 2015.
- 4) 宮川成門, 藤巻吾朗, 山口穂高, 稲垣能嗣: 臀部形状シートを用いた体圧分散クッションの開発, 岐阜県生活技術研究所研究報告, 20, pp. 1-4, 2018.
- 5) Masataka AOI, Masayoshi KAMIJO, Hiroaki YOSHIDA: Evaluation of Sleeping Comfort of Bed Mattresses using Physiological and Psychological Response Measurements,

Kansei Engineering International Journal, 11 (3), pp. 163-169, 2012.

- 6) Masataka AOI, Kazuma HASHIMOTO, Mayumi UEMAE, Hiroaki YOSHIDA, Masayoshi KAMIJO: Evaluation of Sleeping Comfort of Bed Mattresses with Different Elastic Moduli for Each Body Region, International Journal of Affective Engineering, 14 (2), pp. 111-118, 2015.
- 7) Richter R: Description of adult rolling movement and hypothesis of developmental sequences. Phys Ther, 69 (1), pp. 63-71, 1989.
- 8) 角 博行, 米村一幸, 多々納善広, 上田正樹, 渡部訓久: 健康成人の寝返り動作における検討, 理学療法学, 22 (2), p. 455, 1995.
- 9) 野崎真奈美: 高齢者における寝返り動作の分類と身体特性による推奨パターンの予測, 早稲田大学博士論文, 2005.
- 10) 新井清代, 芳野 純, 宮澤 満, 丸山仁司: 寝返り動作の体幹パターンに関連する因子の検討, 理学療法科学, 26 (6), pp. 769-772, 2011.



付録 個人ごとのデータ処理手順の概要