

シートを使ったベッド上介助動作の熟練度合いが 股関節モーメントに与える影響の解析

Analysis of Influences to Hip Flex Moment
depending on Proficiency of Bed Care Motion with Sliding Sheet

○学 中川 純希 (東大) 学 Qi An (東大)
学 石川 雄己 (東大) 非 柳井 香史朗 (東大)
正 山川 博司 (東大) 非 保田 淳子 (日本ノーリフト協会)
正 山下 淳 (東大) 正 浅間 一 (東大)

Junki NAKAGAWA, University of Tokyo, nakagawa@robot.t.u-tokyo.ac.jp
Qi AN, University of Tokyo, anqi@robot.t.u-tokyo.ac.jp
Yuki ISHIKAWA, University of Tokyo, ishikawa@robot.t.u-tokyo.ac.jp
Koshiro YANAI, University of Tokyo, yanai@robot.t.u-tokyo.ac.jp
Hiroshi YAMAKAWA, University of Tokyo, yamakawa@robot.t.u-tokyo.ac.jp
Junko YASUDA, Japanese No Lifting Association, junko0416@hotmail.com
Atsushi YAMASHITA, University of Tokyo, yamashita@robot.t.u-tokyo.ac.jp
Hajime ASAMA, University of Tokyo, asama@robot.t.u-tokyo.ac.jp

In the manufacturing industry, sports, and care nursing, conventional skill education is inefficient because it has been conducted face-to-face and skills have not been elucidated. In order to solve this problem, effective service of skill education is necessary. We focused on bed care motion for patients who laid down on their beds and are aiming to develop a new skill education service for care motion which can prevent the outbreak of lumbago. In this study, based on the expert skills which were elucidated in our previous research, the motion was analyzed using three dimensional musculoskeletal model how different motion between experts and non-experts. In particular, we calculate hip moment with measured data from expert motion and non-expert motion because hip flex moment is related to lumbago. Our results show expert motion reduces hip moment compared to non-expert motion.

Key Words: Skill Education Service, Motion Analysis, Care Motion

1 序論

現在、製造やスポーツ、介護などの身体動作を対象とした技能教育が行われている現場では、指導者と学習者が空間と時間を共有し、face-to-faceで行われることによる非効率性が問題となっている。一方、技能教育を効率化するための手段としてeラーニングシステムがあるが、身体動作や技能を提示することが難しいために、顧客ロイヤルティの低下を招いてしまう。また、指導者も学習者の上達具合などを把握しにくいいため、教育を効率的に行うことが困難である。これらの問題を解決するためには、効率的に技能教育を行うことができる新しいサービスの構築が必要である (Fig. 1)。

著者らは特に介護動作に着目した技能抽出を行い、介護動作を対象動作とした技能教育サービスの開発を目指している。昨今高齢化社会とともに、高齢者看護・介護の負担は増す一方であり、看護・介護施設では重度の障害を持つ高齢者を介護することが多く、看護・介護者の約60~70%は職業性腰痛を抱えているといわれている [1]。そのため、看護・介護の職場における腰痛予防対策の必要性が指摘されている [2]。

そういった課題を解決する考え方の1つとして、「ノーリフティングポリシー」がある [3]。これは、1996年からオーストラリア看護連盟によって介護士の腰痛予防のために提言されており、危険や苦痛を伴う、人力のみの移乗を

禁止し、福祉用具を用いた移乗介護を義務付けたものである。この福祉用具の1つとして、ベッド上に横になった患者の体位変換やベッドから車椅子への患者の移乗をサポートできる「スライディングシート」(Fig. 2)がある。このスライディングシートをベッドと患者の体の間に敷き、介護士はこのシートを引っ張ったり、持ち上げたりすることで、介護士・患者双方にとって負担の少ないベッド上での介助動作が実現できる。また、このシートは介護ロボットなどの福祉用具に比べ比較的安価に入手することができる

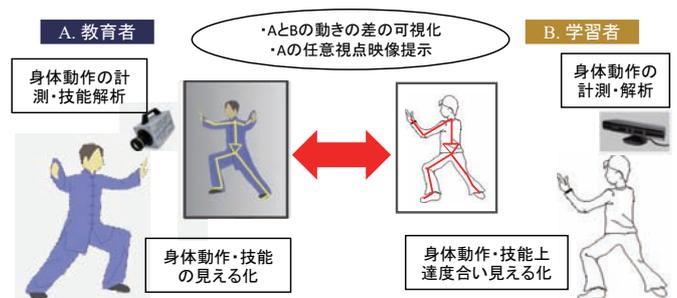


Fig.1 技能教育サービスの概念図

Table 1 技能抽出の結果まとめ

体の対象部位	インタビューから抽出した動作ポイント	熟練者の持つ技能	ビデオ映像解析による熟練者の動作	ビデオ映像解析による未熟練者の動作
上肢	腕の角度	肩関節の屈曲伸展角度を0度に近づけた状態を保つ	腕を曲げ、上体も腕の近くに置いている	腕を伸ばした状態でシートを掴んで、腕と上体が離れている
胴体	上体の角度	シート引っ張り動作前後で上体角度をできるだけ変化させない	常に床に対して垂直を保ち、前傾させない	上体角度がシート引っ張り動作前後で大幅に変化する
下肢	体重移動	下肢を動かして、体重移動を用いて引っ張る	体の重さを利用して、前方から後方へ重心移動させる	腕の力に頼ったシート引っ張り動作を行っている



Fig.2 スライディングシートを用いた介護動作

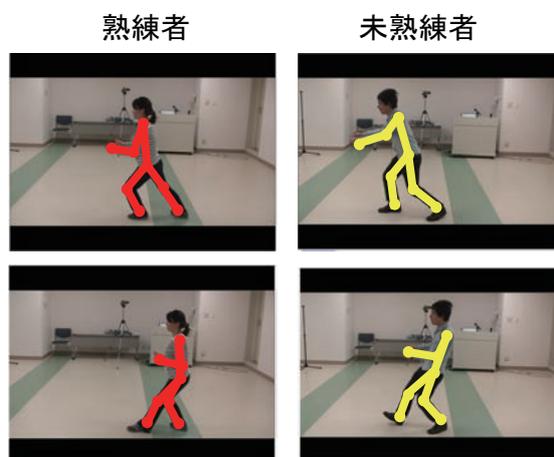


Fig.3 ビデオ映像による未熟練者と熟練者の動作の差異

ため、施設や家庭に導入しやすく、将来看護や介護の場面で使われる機会が多くなると考えられる。

このように福祉用具の必要性は高まってきているが、介護労働における科学技術の導入や介護機器の使用に関しての科学的な観点からの研究は非常に遅れていると指摘されている [4]。それに加え、このスライディングシートにおいても適切な動作で使用しないことには、腰部への負担軽減には繋がらないと言われている。よって、スライディングシートを使った介護動作に熟練した介護士の動作から腰部負担を軽減するために大切な技能を抽出し、効果的に伝達できるサービスが必要である。

本研究では、著者らの先行研究 [5] において熟練者より抽出した技能を基に、それら技能を認識する前の動きを未熟練者の動き、技能を認識し、熟練者の動きを真似たものを熟練者の動きとする。この技能を認識する前後の動きそれぞれについて3次元筋骨格モデルを用いて股関節モーメントを算出することで、熟練度合いによる動作の違いが股関節モーメントに与える影響について調べる。

2 手法

2.1 技能の抽出手法

著者らの先行研究 [5] において、橋本らによって提案された技能抽出手法 [6] に則り、熟練者への技能に関するインタビューから上体の角度・腕の角度・体重移動の3つの重

要な動作（以下、動作ポイント）を抽出した。さらに、熟練者と未熟練者のシート引っ張り動作をビデオ映像を用いて比較し、結果を Table 1 のようにまとめた。Fig. 3 には、ビデオ映像を用いた比較で参考にした熟練者と未熟練者のある特定フレームにおける動作が示されている。Fig. 3 でも確認できるように、動作前後における同フレームでの未熟練者の動作は、熟練者の動作と比べ、上体の角度が動作前後で大幅に変化し、腕を伸ばしきった状態で動作を行っており、上体や腕の力に頼った引っ張り動作を行っている。それに対し、熟練者は腕を曲げ、体幹の近くに置くことで腕への負荷を軽減するとともに、重心を低くした状態で、自身の体の重さを利用して引っ張っていることがわかる。

2.2 解析手法

軌道データと床反力データから股関節モーメントを算出するために、MusculoGraphics社のSIMMを使用した。SIMM上に構築された全身の筋骨格モデル (Fig. 4) に、計測された関節の時系列3次元座標位置と両足からの床反力を入力し、股関節にかかるモーメントを調べた。ここでいう股関節モーメントとは腰部にかかる曲げモーメントのことで、この曲げモーメントが増大すると腰部負担が大きくなり、腰痛の発症に繋がると言われている [7]。

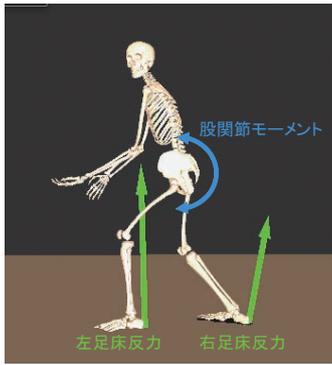


Fig.4 股関節モーメント算出に用いた3次元筋骨格モデル

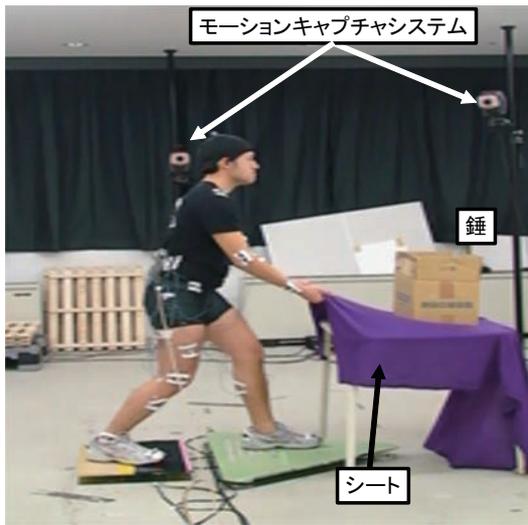


Fig.5 実験環境と実際の実験の様子

3 実験

3.1 計測環境

本研究では熟練度合いによる動作の違いが股関節モーメントに与える影響を調べるため、シート引っ張り動作の計測・解析を行った。本実験の実験環境を Fig. 5 に示す。シート引っ張り動作を計測するために、Motion Analysis 社製のカメラ HMK-200RT を 8 台用いたモーションキャプチャシステム MAC3D を使用した。計測する身体部位は Helen Hayes のマーカーセットに準拠し、モーションキャプチャシステムのサンプリングレートは 200Hz で測定を行った。また、被験者の両足部からの反力を計測するために 6 軸反力センサ Nitta Corp. を用いて、前後・内外側・上下方向の力をサンプリングレート 64Hz で測定した。

3.2 被験者

本実験には 1 名の健康な男性 (年齢 23, 身長 1.73m, 体重 70kg) が参加した。実験開始前に実験の概要について十分に説明をし、同意を得た。また、本実験は東京大学大学院工学系研究科倫理委員会の承認を受け実施された。

3.3 実験手順

本計測実験では、高さ 1.0m の机を用いて、その上に布製のシートを敷く。さらにそのシートの上に、5.0kg の錘を乗せ、仮想的にベッド上のシートと患者の環境を再現した。計測の際には、まず未熟練者のシート引っ張り動作として、被験者がシートを使ったベッド上介助動作に習熟していな

い状態で計測を行った。次に、被験者に熟練者と未熟練者のシート引っ張り動作のビデオ映像を見せられ、また事前に熟練者へのインタビューとビデオ映像解析によって抽出した技能である動作ポイント (Table 1) を意識させた。そして熟練者の動作を実現するために、その動作ポイントに注意したシート引っ張り動作を被験者に行ってもらい、計測を行った。

3.4 データ処理

モーションキャプチャシステムで計測した身体軌道データにおいて、マーカーの飛びによるデータの欠損があった場合には、スプライン補間を行った。股関節モーメントを算出する際に、計測した座標データに関して、10Hz のローパスフィルタを施した。同様に両足部から得られた反力データに関して、25Hz のローパスフィルタを施し、200Hz にリサンプリングした。

4 結果と考察

熟練者の動作ポイントを意識したシート引っ張り動作 (熟練者の動き) と、動作ポイントを意識する前に計測した動作 (未熟練者の動き) の動作差異による股関節モーメントの変化を Fig. 6 (a) に示した。未熟練者の動きをした場合に、熟練者の動きをした場合と比較して股関節モーメントが増す傾向にある。特に未熟練者の動きにおいて、シート引っ張り動作の後半にかけて、熟練者の動きに比べ股関節モーメントが大きくなっており、このことから未熟練者の動きは、熟練者の動きに比べ腰部への負担が大きくなり、腰痛を引き起こしやすい動きといえる。

次に、動作ポイント毎に考察を行う。さらに著者らの先行研究において抽出しておいた動作ポイントを表した計測データを利用し、熟練者の動きと未熟練者の動きを比較することで、被験者の技能認識後の動きが熟練者らしい動きとなりえているか、また抽出した技能が腰部負担を軽減するための要因となりうる技能であるか否かを計測データより考察する。

Figures 6 (b)-(c) は、今回計測したシート引っ張り動作中の上肢関節角度変化を表している。特に Fig. 6 (b) は肘関節角度変化を、Fig. 6 (c) は肩関節角度変化を表す。いずれの関節角度も計測した関節の 3 次元座標位置を用いて算出した。腕の角度については、Table 1 において、熟練者は肩関節角度を 0 に近づけた状態を保ち、上肢を胴体の近くに置くことで抽出した。実際に Figs. 6 (b)-(c) に示されている通り、熟練者の動きをしたときは未熟練者の動きをしたときに比べ肘関節角度・肩関節角度共に変化が少なく、上肢の運動が大きくない。また肩関節角度は、熟練者の動きをしたときの方が、未熟練者の動きをしたときよりも 0 に近く、上肢を胴体の近くに置いていることも確認できる (Fig. 6 (c))。一方、未熟練者は上肢関節角度の変化が大きいことから、上肢の運動を利用しており、上肢に頼ったシート引っ張り動作を行っていると考えられる。

Figure 6 (d) は、シート引っ張り動作中の股関節屈曲角度を示している。こちらも同様に、熟練者の動きをしたときは未熟練者の動きをしたときに比べ角度変化が少なく、Table 1 に記された技能である引っ張り動作前後で状態角度をできるだけ変化させないことに合致している。さらに未熟練者の動きでは、股関節屈曲角度変化が大きくなり、股関節モーメント増大の一要因であることが考えられる。

Figures 6 (e)-(f) は、シート引っ張り動作中の左右足部からの垂直方向床反力データ変化の結果である。Figure 6 (e) は右足からの床反力データ、Fig. 6 (f) は左足からの床反力データを表している。これらの図において、明らかに熟練者の動きをしたときの方が、未熟練者の動きをしたときよりも体重移動を活発に行っていることが見てとれる。上肢の力ではなく、下肢を中心とした体重移動でシートを

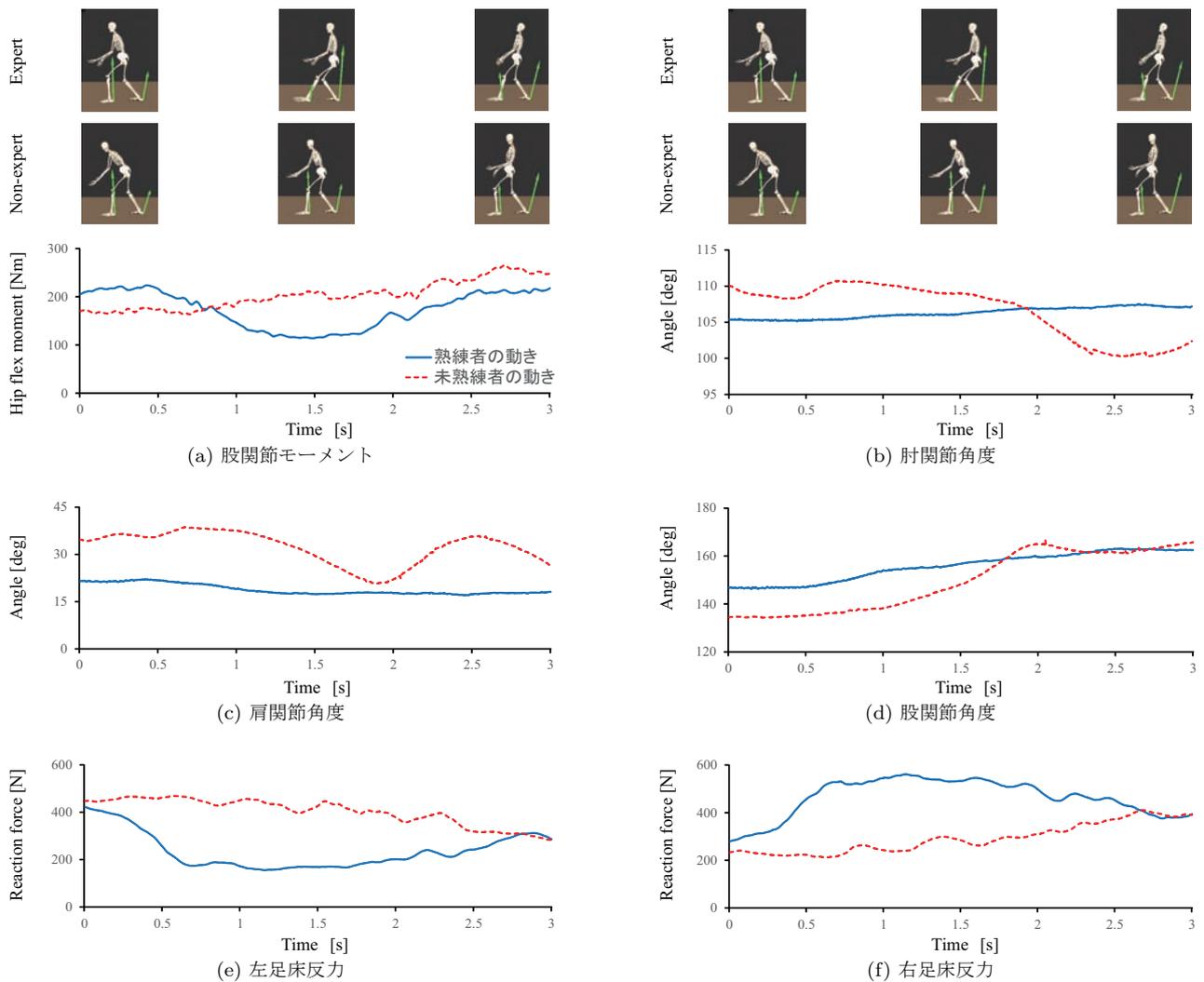


Fig.6 シート引っ張り動作中の身体動作データ変化

引っ張ることで、股関節モーメントの増大を抑制していると考えられる。

5 結論

シートを使ったベッド上介助動作において、先行研究で抽出した技能・動作ポイントを利用し、技能・動作ポイントを意識する前に計測した動作である未熟練者の動きと、熟練者の技能・動作ポイントを意識した動作である熟練者の動きを計測した。計測したデータを用い、3次元筋骨格モデルを用いて股関節モーメントを算出した。その結果、未熟練者の動きにおいて熟練者の動きよりも股関節モーメントは増す傾向があり、未熟練者の動きは熟練者の動きに比べ腰痛を誘発しやすい動きであると示唆された。

また動作ポイントの計測データより、被験者の技能認識後の動きは熟練者の動作ポイントを意識した熟練者らしい動きとなっており、抽出した技能が腰部負担を軽減するための要因となりうる技能であると示唆された。

謝辞

本研究の一部は、JST RISTEX 問題解決型サービス科学研究開発プログラムの援助を受けた。

参考文献

- [1] 武藤芳照, 田島寛, 山田均, “介護者の腰痛予防, 職業性腰痛の実態調査からみた考察”, 日本医事新報社, pp.37-38, 2005.
- [2] 富岡公子, “介護現場に蔓延する介護スタッフの腰痛問題”, 福祉環境, vol.11, no.7, pp.15-17, 2005.
- [3] 一般社団法人日本ノーリフト協会, <http://www.nolift.jp/aboutus/>, (2014.1.7)
- [4] 壬生尚美, 後藤真澄, 佐分行子, 浅野恵美, 今井七重, 寺嶋正己, “移乗介助動作による要介護者・介護者の負担軽減に関する研究: 寝たまま楽に移乗できる介護用可変スライドボードの有効性”, 介護福祉学, vol.17, no.1, pp.76-84, 2010.
- [5] 中川純希, Qi An, 石川雄己, 柳井香史朗, 山川博司, 保田淳子, 山下淳, 浅間一, “シートを使ったベッド上介助動作におけるインタビュアーと映像による技能の抽出”, 2014年度サービス学会第2回国内大会, 2014.
- [6] Hashimoto, H., Yoshida, I., Teramoto, Y., Tabata, H., and Han, C., “Extraction of Tacit Knowledge as Expert Engineer’s Skill based on Mixed Human Sensing”, *Proceedings of 20th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, pp.413-418, 2011.
- [7] 山崎信寿, 高橋直己, “体表面長さ変化を利用した介護者腰部負担軽減衣服 (3部医療福祉)”, *バイオメカニズム*, no.17, pp.235-244, 2004.