

3次元動作解析による移乗介護動作における6局面化とその検証

松本 百合美^{*1} 塩川 満久^{*2} 住居 広士^{*2} 河村 顕治^{*3}

- *1 県立広島大学大学院総合学術研究科保健福祉学専攻
(現 新見公立短期大学)
- *2 県立広島大学保健福祉学部
- *3 吉備国際大学

2007年 9月12日受付

2007年 12月26日受理

抄 録

ベッドから車椅子までの移乗介護動作を、3次元動作解析装置と床反力による測定により、局面化を分析した。右片麻痺の模擬利用者に対する移乗介護動作の映像データ及び介護者の重心に近い左右の上後腸骨棘の中点の移動軌跡と床反力の大きさと角度から、局面化を検証した。まず、位置、速度、加速度の各データからグラフ波形の極値を捉え、①開始期、②引き付け期、③立ち上がり期、④回旋期、⑤着座期、⑥座位期の6つに局面化した。この妥当性を、介護者の左右の上後腸骨棘の中点の移動軌跡、速度、加速度ならびに床反力から検証した。左右上後腸骨棘中点では3次元グラフ化した移動軌跡の方向転換点である極値、左右上後腸骨棘中点の移動の速度と加速度の極値、床反力では、力の大きさと方向性の極値からそれぞれの局面化の最大の同期性を検証した結果、6つの局面化において同期していることから、その妥当性が3次元動作解析で検証できた。

キーワード：車椅子、移乗介護、局面化、バイオメカニクス、3次元動作解析

はじめに

我が国では急速な少子高齢化が進み、介護問題は国民的関心事となっている。しかし、介護労働安定センターが行った平成18年度の「介護労働者の就業実態と就業意識調査」結果¹⁾によると、介護職員の離職率は、他の職と比較しても高いことが明らかにされた。その離職理由は、腰痛等健康を害したためが男性5.1%、女性7.7%であり、介護職の職業病とも言われる腰痛が大きな負担となっている。この腰痛発生の大きな要因の一つが移乗介護であると想定されている。

リハビリテーションや運動学などの領域では、健康な人の歩行の3次元動作解析等による歩行動作の局面化に基づいて歩行分析がなされ、歩行訓練等に役立てられている。スポーツなどでは、熟練者と初心者の動作を3次元動作解析し、その局面化を比較することによって、上達するのに有効な運動方法などを検討するのに活用されている。そこで移乗介護動作においても、歩行分析における局面化のように、基本的に介護動作そのものを解析し、動作の構成や移乗要素ごとの特徴などを導き出すことによって、その介護動作分析や介護技術の標準化と専門性の確立が、介護現場での理論と実践に活用できると考えている。

特に移乗介護は、介護福祉の現場で日常的に頻繁に行われる介護動作であるにもかかわらず、移乗介護そのものの分析は充分とはいえない。移乗介護は立ち上げ、回旋、着座といった複数の動作を含み、移動の方向や力の向き、速度などが複雑に変化しながら一連の動作として行われる介護動作である。先行研究では、分析方法に、ビデオ撮影による画像分析²⁾や、タイムスタディによる動作解析(MODAPTS)法^{3,4)}、重心動揺計⁵⁾、表面筋電図⁶⁾、3次元動作解析⁷⁾等が使われており、測定条件も模擬利用者と介護者との足の位置の違い^{2,6)}、車椅子の設置角度の違い⁷⁾、ベッドや車椅子の高さなどの違い⁸⁾等、条件を変えて比較検証が行われている。また、移乗介護動作の分析において、移乗介護動作を3つに区分¹¹⁾したもの、4つに区分^{2,10)}したものや、片麻痺者の移乗動作の分析においてベッドに端座位してから車椅子に座るまでを3つに区分^{6,16,17)}して分析しているが、区分の定義は必ずしも3次元動作解析による明確な局面化ではない。したがって、移動の方向、速さ、力などが異なった動作によって構成されていることを明らかにしていくことによって、移乗介護技術の標準化と専門性の確立や、介護現場で活用ができる介護技術の理論と実践を得ることができると考え、本研究では移乗介護動作の3次元動作解析による局面化とその妥当性の検証を行った。

1 研究対象および研究方法

1.1 対象者

実験条件を下記のように設定して、車椅子からベッドへの移乗介護を行い、それを3次元動作解析した。介護者は倫理的配慮をして研究協力に同意の得られた5年以上の実務経験を持つ介護福祉士5名(女性、平均年齢38.0±16.1歳、平均身長159.4±4.3cm、平均体重51.2±13.5kg)と1名の未資格であり介護未経験者(男性、年齢33歳、身長167.2cm、体重60.0kg)とした。被介護者である利用者は、5年以上の実務経験のある介護福祉士であり、移乗介護では主要な利用者である片麻痺の運動障害を模倣し、それを遂行可能な女性1名(年齢25歳、身長157.0cm、体重50kg)を右片麻痺の模擬利用者とした。

1.2 利用者の端座位の肢位の設定

2枚のフォースプレートの近位端中点に原点を定め、その原点を通る平行線上にベッドサイドの手前の端を接置した。その原点とベッドサイドの交点をベッドサイドの midpoint と決め、模擬利用者をベッドサイドの midpoint にあわせて端座位させた。模擬利用者の下腿長は46cm、股関節部から膝蓋骨上端までの長さは39cmであった。ベッドサイドから膝蓋骨近位端までを計測すると29cmであった。模擬利用者が立ち上がりやすい自然な肩幅に両足を開き、両膝蓋骨の近位端と拇指球とを結んだラインが、フォースプレートに対して垂直となるように両踵を引かせた。両足底がフォースプレートに接地するようにし、左大腿骨がベッドサイドのラインに対して90度になるように座らせた(図-1)。

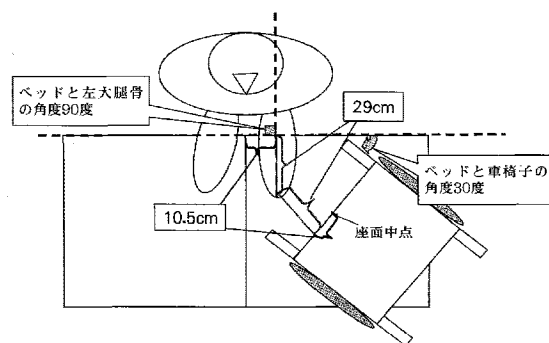


図1 利用者の端座位と車椅子の位置

1.3 ベッドと車椅子の位置

車椅子は、模擬利用者がベッドに端座位し、利用者の健側にベッドに向かって30度に設置した。ベッドと車椅子は標準型車椅子の高さである42cmに設定した。先行研究におけるベッドと車椅子の距離は、車椅子のフットプレート先端とベッドまでの距離を15cm⁷⁾、利用者のベッド端座位と移乗後の車椅子端座位間の移動距離を30cm⁹⁾とするものなど、従来の報告では一律ではなかった。実際の介護現場では、車椅子までの距離は利用者に合わせて位置調整していることから、模擬利用者の体格に合わせて下記のように車椅子との距離設定を行った。模擬利用者がベッドに端座位した位置(座りの深さ)と、移乗後に車椅子に座った時の位置が同じ距離になるように計測し、車椅子を設置した。ベッドの中心から、模擬利用者をベッドに90度になるよう座らせた左大腿骨のラインとベッドサイドの交点までの距離が10.5cmであった。ベッドサイドから左膝蓋骨近位端までの距離が29cmであったので、左膝蓋骨近位端から、車椅子の座面の手前中点から左側に10.5cmの点までの距離を29cmに合わせ、これを利用者における車椅子とベッド間の距離とした(図-1)。

1.4 開始姿勢及び介護方法

開始時の介護者の足部の位置は、先行研究^{6,15)}から、模擬利用者の麻痺側の足の外側に介護者の左足を沿わせる、いわゆる外足法を採用した。介護者の右足は車椅子のベッドから遠位側のキャスターの外側に置いた。模擬利用者の麻痺側の右肩と介護者の右肩を触れさせて、模擬利用者の健側である左上肢で介護者の右肩甲部を抱かせた。介護者の左上肢は模擬利用者の麻痺側上肢の外側から、右上肢は模擬利用者の側腹部から回して、模擬利用者の腰部を支えながら移乗介護する方法とした。

1.5 介護者への指示

介護者には、上記の介護動作および介護方法について、十分に説明を行い、予備試行を重ねてから動作分析をした。足底圧の連続性を維持するために、利用者を介助しながら車椅子に座らせるまで、介護者の両足を踏み変えないことを指示した。

1.6 模擬利用者への指示

模擬利用者は右片麻痺であり、麻痺側上下肢は不全麻痺の状態であることを伝え、利用者の健側の上肢は介護者の左肩から背中に回し介護者を軽く保持すること、健側下肢に重心をかけながらそれを軸にし、介護者の動きや誘導に任せて介護されるように指示した。

1.7 使用機器と解析方法

3次元動作解析は、Oxford Metrics社製のVicon512

を使用した。その機材の構成は赤外線カメラ6台(サンプリング周波数120HZ)と2枚のキスラー社製フォースプレート(600HZ)である。そして、赤外線カメラにより記録された反射マーカの位置座標をコンピュータに解析させることにより3次元動作分析の導出を行った。測定方法は、赤外線マーカを模擬利用者と介護者の身体動作を予測する関節の可動軸中心に、それぞれ17箇所と28箇所、合計45箇所に固定し、さらに車椅子とベッドには座面、肘掛の位置が計測できる位置に合計8箇所に固定した。今回の分析には、介護者の重心に近い腰部の移動、上半身の傾斜角度、膝の屈曲角度を求めるために、左右の上後腸骨棘部、第7頸椎棘突起部、左右の大転子部、膝蓋骨、足関節外踝の合計9箇所の位置座標のデータを使用した。

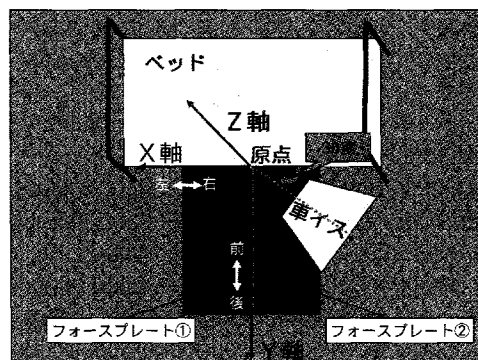


図2 ベッドと車イスの配置と座標

模擬利用者が端座位するベッドの手前の端に合わせて、2枚のフォースプレートを置き、その中点を原点とした。ベッドサイドに対する平行座標をX軸、ベッドサイドに対する垂直座標をY軸、フォースプレートに対する高さをZ軸とした。今回は介護者側からの動作を解析するため、X軸のプラス方向を左、マイナス方向を右、Y軸のプラス方向を後、マイナス方向を前、Z軸のプラス方向を上、マイナス方向を下と表記する(図-2)。介護者の左右の上後腸骨棘の中点(以下、いわゆる腰部中点と呼称する)は、左右の上後腸骨棘の計測値よりその中点座標を求めた。図-2に示した①のフォースプレートには介護者の左足と利用者の麻痺側の足部が、②には介護者の右足と利用者の健側の足部がそれぞれ乗ることになる。また、2枚のフォースプレートの計測値から介護者と利用者が一体となった床反力を分析するため、1枚のフォースプレートとしての値を算出し、合成床反力として分析した。

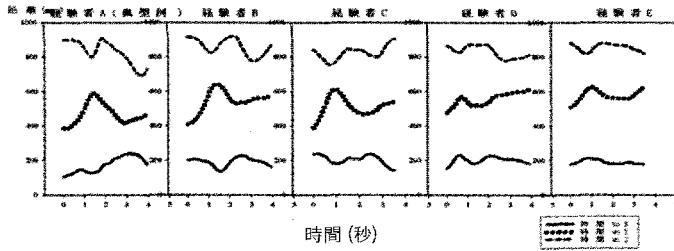


図3 経験者群腰部中点の時間に対するXYZの座標

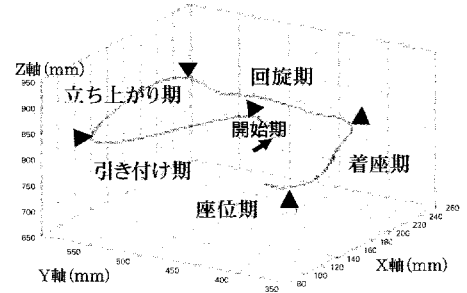


図5 3次元動作解析で捉えた左右上後腸骨棘中点の移動軌跡

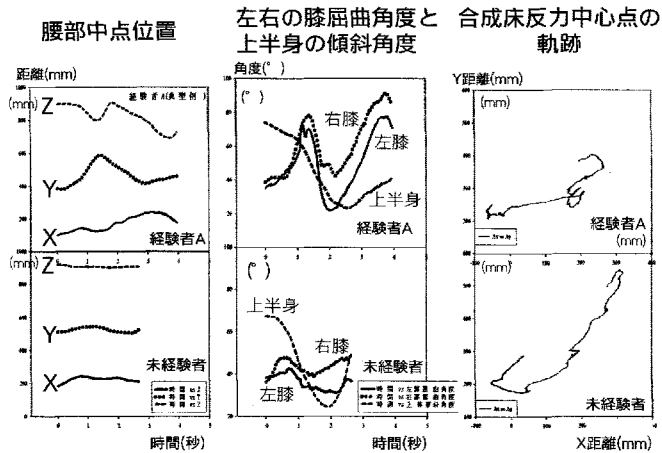


図4 経験者Aと未経験者の移乗介護動作の比較

図-3は、介護経験者5名の腰部中点の時間に対するXYZ軸の位置データである。先行研究⁷⁾に報告されている、介護経験者は未経験者に比べ時間と腰部の高さのグラフで2峰以上の波を描くという特徴が本研究からも認められた。この特徴を最も顕著に示した介護経験者Aのデータと未経験者データを比較した。

先行研究^{2,7,10,11)}で示されている、床反力中心点の移動軌跡が安定している、上半身の前傾角度と左右の膝の屈曲角度が連動している(図-4)という介護経験者の特徴にも最も当てはまったため、介護経験者Aのデータを典型例として、それを基準に他事例と比較検証した。介護経験者A(典型例)は、今まで腰痛を起こしたことの無い介護施設での介護経験年数18年の43歳の女性である。

2 結果

2.1 移乗介護動作の3次元動作解析

腰部中点の位置データ、移動速度、加速度ならびに床反力から、移乗介護動作を3次元動作解析した。まず介護経験者A(典型例)の3次元動作解析を行い、それを基準として他事例と比較しながら、車椅子からベッドへの移乗介護動作の局面化を検討した。

2.1.1 腰部中点の移動軌跡から方向性の分析

腰部の中点の移動軌跡を3次元グラフ化した(図-5)。このグラフの方向転換点を見ると、第一に開始点から一旦X軸、Y軸ともにプラス方向に移動し、第二にZ軸で下降しながらY軸プラス方向に移動する。第三にZ軸で上昇しながらX軸でプラス方向、Y軸でマイナス方向への移動に変わっている。第四にZ軸で緩やかに下降しながらX軸でプラス方向、Y軸でマイナス方向へ移動した後、第五にZ軸で急速に下降しながらX軸でマイナス方向、Y軸でプラス方向に移動する。第六に、Z軸で上昇へ移動しているのがわかる。つまり、介護者の腰部中点は、明らかな5つの方向性と転換点(図-5上の▲点)を持ち、開始点と終了点の位置が異なり、水平面ではV字状、前額面では螺旋状、矢状面では∞字状の軌跡を描く事が分かった。したがって、腰部中点の移動軌跡の方向性と転換点から、移乗介護動作は6つの動作に分割することができた。それぞれを、①開始期、②引き付け期、③立ち上がり期、④回旋期、⑤着座期、⑥座位期と呼称した。

2.1.2 位置データXYZ軸の極値からの分析

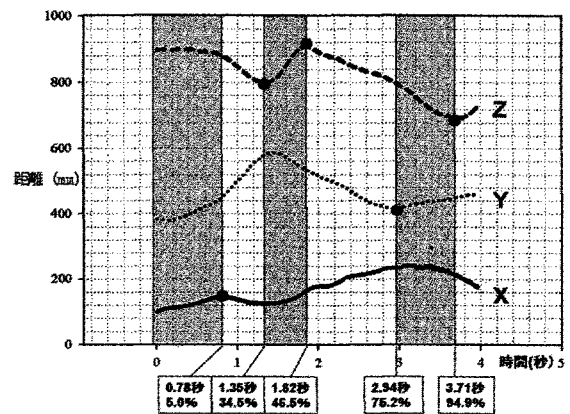


図6 時間に対するXYZ軸における腰部中点の座標

時間に対する3次元の位置座標(距離)からは、5つの極値があり、6つの移動方向をもつ動作として分割できる。

腰部中点を動作開始時点からの時間とその時間割合の百分率に対する、XYZ軸のそれぞれの位置(距離)のグラフから分析した。XYZ軸上の近似値では時間の早期に出現した時点を局面化の極値とした(図-6)。

X軸の波形は最初の極値である0.78秒(5.0%時間百分率)点でプラス方向から、再びマイナス方向に転換する。2番目の極値である1.35秒(34.5%)点から再びプラス方向に転換している。

Y軸では、2.94秒(75.2%)点に極値を認めた。開始から速度を変えながらプラス方向で変化していたものが、一旦マイナス方向へ変化し、2.94秒(75.2%)点から再びプラス方向へ変化している。

Z軸では1.35秒(34.5%)点、1.82秒(46.5%)点、3.71秒(94.9%)点に極値を認め、下降、上昇、下降という方向転換を行い、3.71(94.9%)秒点から再び上昇しているのが認められた。

2.1.3 腰部中点の移動速度・加速度からの分析

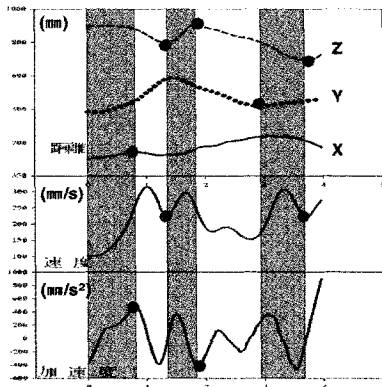


図7 腰部位置および速度・加速度の極値からの6局面化

腰部中点の移動速度・加速度から検証すると、以下のように位置データからの6局面化とは同期しており、妥当性が高いといえる。

速度グラフは開始部分と終了部分の間に同数の4峰性の波形が認められた。加速度グラフでは、開始部分に一旦変化が少ない隆起状部分が認められ、以降終了部分との間に4峰の波形が認められた(図-7)。

速度グラフではグラフに示した1番目の点が、Z軸第1の極値点とほぼ一致している。2番目の点はZ軸の3番目の極値点とほぼ一致している。速度グラフ最初の峰は引き付け期に、2番目の峰は立ち上がり期に、4番目の峰は着座期に、それぞれほぼ中央に極値が来ている。介護者は一つの動作を行うとき、開始から

徐々に速度をあげ、速度を下げつつ終了することから、これらの局面は一つの動作群であるといえる。

また、速度グラフの3番目の峰は回旋期の間で他の峰と比較して小さく2つの谷を含んでいる。位置グラフから移動方向の転換は認められず、同一方向の動作の中の速度変化であることがわかる。

加速度グラフでは、加速度グラフ上に示した1番目の点が位置グラフのX軸の1番目の極値と、2番目の点がZ軸2番目の極値と、それぞれほぼ一致していることが認められた。2番目の峰は立ち上がり期の開始点に、4番目の峰は着座期の開始点に、それぞれ僅かずつ遅れているが、波形からは位置グラフにほぼ同期しているといえる。

以上のことから、位置データからの6局面化は、移動速度・加速度データからも同期性を認めるので妥当性が高いといえる。

2.2 フォースプレートデータからの検証

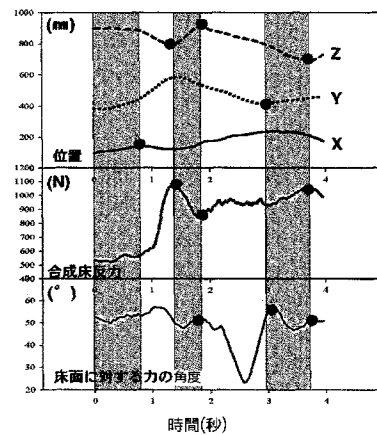


図8 介護者A腰部中点位置と合成床反力・力の角度

床反力から検証しても、移乗介護動作を6つの動作に局面化することは、以下のように妥当性があることが認められた。

合成床反力、床面に対する力の方向(角度)のグラフを位置データから6動作に局面化したものを同期したものが図-8である。

合成床反力グラフ上の1番目の点が、位置グラフのZ軸の1番目の極値と、2番目の点が位置グラフのZ軸の2番目の極値と、3番目の点が位置グラフのZ軸の3番目の極値とほぼ一致している。

力の角度のグラフ上の1番目の点は、位置グラフのZ軸の2番目の極値と、2番目の点が位置グラフのY軸の極値と、3番目の点が位置グラフのZ軸の3番目の極値と同期が認められる。したがって、合成床反力の力と力の向きからも、移乗介護動作の6局面化は妥当性が高いことが認められる。

2.3 局面化の分割点

移乗動作の局面化を位置データから分割すると、位置データの波形から分割できる。しかし、回旋期は腰部中点のデータだけでなく、利用者の健側である左足底の回旋で確認する必要がある。したがって、①開始期：開始から X 軸の上昇から下降開始まで、②引き付け期：X 軸と Z 軸の下降から上昇開始まで、③立ち上がり期：X 軸と Z 軸の上昇から、Z 軸の下降から回旋が始まるまで、④回旋期：Z 軸の下降が始まってから Y 軸のプラス方向への転換点まで、または利用者の軸足である健足底が回旋し始めてから終了するまでの間、⑤着座期：回旋が終了してから Y 軸と Z 軸の上昇開始まで、⑥座位期：Z 軸の上昇から介護動作終了までとできることが示唆された。

①開始期：Z 軸でほとんど変化が無いフラットな波形と、X 軸のプラス方向への移動が認められる。Y 軸でもプラス方向の移動が認められる。Y 軸の変化は、X 軸のプラス方向へ移動することに同期する変化と捉えることができる。

②引き付け期：X 軸の 1 番目の極値から同期して、顕著に Z 軸が下降しているのが認められる。Y 軸の変化は、X 軸の 1 番目の極値に同期して、波形上の傾斜角度も高くなっている。介護者が腰部を落とすことにより、臀部を後に突き出しながら、Y 軸のプラス方向へ移動していると推察される。引き付け期では、Z 軸の変化に同期した XY 軸の変化があるといえる。

③立ち上がり期：Z 軸の上昇方向への変化が顕著である。X 軸はその開始で極値となり穏やかにプラス方向に変化している。立ち上がり期は Z 軸の変化にともなう Y 軸のマイナス方向の移動があるといえる。

④回旋期：典型例では回旋期の開始点に Z 軸での下降方向への転換点が認められ、回旋期の終了点には一致する Z 軸の方向転換点は認められなかった。回旋期終了点は Y 軸の極値であった。また、今回の典型例では、Z 軸の 2 番目の下降方向への転換点が利用者の軸足である健側足底の回旋開始と、Y 軸の極値が回旋終了と一致していた。

したがって、回旋期は Z 軸の下降開始から Y 軸グラフ波形の上昇開始までで分割できる可能性があるといえる。

⑤着座期：介護者は座らせるために深く腰部を落とす。典型例では介護者が腰部を落とすために臀部を後方へ突き出すことから、Y 軸でプラス方向への極値が認められる。しかし、回旋期に Z 軸の下降方向への変化が重複しているために、Z 軸に極値が認められなかったことが示唆された。

⑥座位期：Z 軸の顕著な上昇への極値が認められた。Z 軸の変化にともなう XY 軸の変化があるといえる。

2.4 映像データからの検証

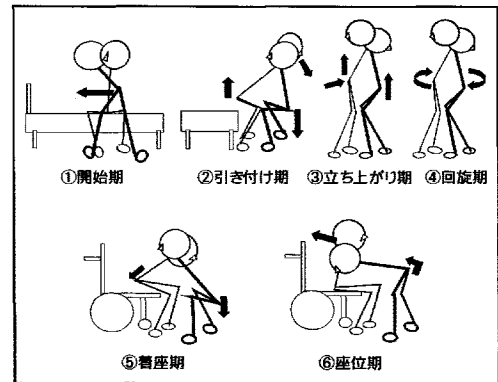


図 9 6 局面化と局面ごとの移乗介護動作の特徴

映像データから検証すると、分割した 6 局面にそれぞれの動作の特徴が認められ、映像データから 6 局面化と動作分割点は妥当性があるといえる。6 つの局面を映像データと照らし合わせると、局面化した動作ごとに特徴を捉えることができ、動作の特徴から以下のように示すことができた。(図-9)

①開始期

介護者は両膝を軽度屈曲して、上半身を大きく前傾して利用者を抱え、利用者の麻痺側の右肩に介護者の右肩を触れさせた状態から始まる。引き付け動作を始める前に、介護者の両膝が殆ど屈伸することなく、介護者の腰部中点を左へ移動して左傾した体幹をもどしている。X 軸のプラス方向がマイナス方向へ転換するのが認められた。また、Z 軸の変化がほとんど無いことも認められた。

②引き付け期

介護者は両膝を大きく屈曲して、腰部を落としている。介護者の両膝の大きな屈曲とそれに伴う利用者の前傾が観察され、利用者の両大腿部がベッドから浮き始める点が観察できた。Z 軸で介護者の腰部中点の急速な下降が始まるのが観察できた。

③立ち上がり期

介護者は屈曲した両膝を伸展させ、開いた両下肢の中心を対称にして、立位をとっている。利用者の両膝は伸展する。介護者の腰部が、Z 軸で上昇方向へ急速に移動するのが観察できた。

④回旋期

利用者の軸足である健側足底が回旋を始めて終わるまでの周期として観察できた。前半では介護者の左膝が屈曲し、後半では右膝も屈曲するのが認められた。腰部中点の移動方向の転換は、開始点では Z 軸の下降と時計回りの回旋、終了点は回旋の終了と Z 軸の急速な下降として明らかに確認できるが、回旋開始か

ら着座が終了するまでZ軸上では一貫して下降方向への移動であり、回旋終了はZ軸のみでは分割が困難であり、典型例ではY軸データからの局面化が必要であることが確認できた。

⑤着座期

利用者の回旋が終了してから、介護者は膝を大きく屈曲させ、利用者の臀部を車椅子座面に乗せるのが観察できた。着座期の開始点は介護者が腰部を落とすに従って、介護者の臀部が後に突き出すように動くことが確認できY軸の後方への移動が始まっていることが確認できた。

⑥座位期

着座終了後、介護者は両膝を伸ばして腰を上げ、右肩で押すようにして、利用者の上半身を起こしてから移乗介護を完了するのが観察でき、介護者の腰部中点はZ軸で上昇方向への移動が確認できた。

2.5 典型例以外の事例の局面化

典型例以外の経験者動作を位置データから分析し、局面化した結果、典型例同様、腰部中点の位置グラフの波形は移動速度、加速度グラフ波形との同期が認められた(図-10)。

経験者B、経験者Cは、典型例同様、位置データから6局面化することができた。速度・加速度グラフ波形でもほぼ同様の特徴が見られた。経験者D、経験者Eは、開始期の終了であるX軸の1番目の転換点と、引き付け期の開始であるZ軸の1番目の転換点がほぼ一致しているため、5局面化になった。速度・加速度グラフでも5局面化にほぼ同期していることが認められた。未経験者では、位置データのXYZ軸グラフがほぼフラットな波形となり、位置データからの局面化は困難であった。映像データと速度・加速度グラフ

からは4局面化の可能性が認められた。今後、他の経験者・未経験者についても、フォースプレートデータとの同期を検証し、更に妥当性を高めていく必要がある。

3 考察

3.1 6局面化の特徴と分割点および一連の動作としての局面動作の分析

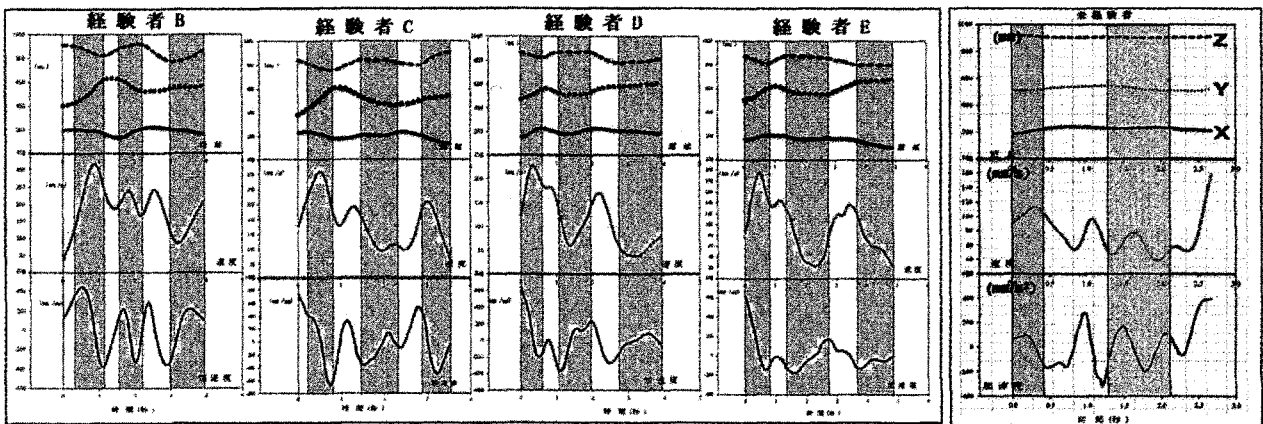
移乗介護動作は利用者と介護者が一体となった動作である。各局面化の相互に一連の動作としてのつながりがある。今回は介護者の介護動作についてのみ局面化を行ったが、映像データから観察した局面毎の利用者の動きを、介護者の動作の特徴と合わせて考察すると以下ようになる。

①開始期

分析した典型例では、介護者が利用者を保持しながら引き付ける前に、引き付けとは別途の移動を認めた。腰部の高さ(Z軸)は殆ど変化しないまま、介護者の左方向(X軸プラス方向)へ、腰部中点が移動している部分である。開始姿勢で利用者の麻痺側の右肩に向けて介護者の右肩を合わせるために、介護者の脊柱は左に傾いた状態である。これを次に来る、両膝を屈曲して腰部を落とす動作のために、腰部をやや左へ移動させ、傾斜を修正しているものと考えられる。これに伴い、利用者の上半身は健側に傾けられることになり、立ち上がるときに健側下肢に力を入れて立ち上がるのに適した姿勢になっていると推察できる。

②引き付け期

両者が組み合った状態から立ち上がるまでの動作である。典型例では利用者を引き付けて前傾させるために、介護者は両膝を大きく屈曲して腰部を落とす。介



* 未経験者は位置による局面化が困難であったため、映像によって局面化したものである

図 10 経験者と未経験者における時間に対する位置と速度・加速度による局面化

護者の腰部中点は下降（Z軸）し、自然に臀部が突き出すように動き、介護者の後方向（Y軸プラス方向）に移動する。介護者の上半身の前傾をできるだけ少なくし、利用者の重心をできるだけ重心線の垂直方向で立ち上げようとしているものと考えられる。最も深く腰部を下ろした時の姿勢は、介護者のみ基底面から重心線がずれ、介護者単体では取りにくい姿勢であり、利用者を保持する動作であることがわかる。

③立ち上がり期

典型例では介護者は両膝を伸展させて、自分が立ち上がると同時に利用者を立ち上げる。映像データから、介護者の両膝が伸展しきる少し前から、利用者の腰部や両膝が伸展するに伴って、利用者の腰部がやや車椅子方向へ動くことが観察できる。これは、開始期に健側に傾けられた利用者の上半身が、ベッドから接地面である臀部が浮くことで、利用者の身体が自然に車椅子方向へ回転すると考えられる。開始期の、介護者の腰部中点の介護者の左方向（X軸プラス方向）への移動が、利用者の上半身の健側への傾きを促し、立ち上がり期に利用者の臀部が自然に車椅子方向への回転をはじめると推察できる。

④回旋期

Z軸上の上下の位置データから明らかな回旋期の終了点が認められないが、XYZ軸の速度、加速度では回旋期に小さな峰が認められた。これは、回旋期はじめには力を入れて加速度を上げながら回旋させ、途中から回旋させすぎないように抑制している可能性が考えられる。または、初めは介護者がベッド方向に利用者を押す方向で回旋させ、その後、引く方向に転換する可能性もある。したがって、回旋期は回旋前期、回旋後期に細分割できる可能性が高い。今回は介護者の腰部の中点の位置データを分析したが、左右の上後腸骨棘の位置データから腰部の回旋ならびに利用者の足底部についても分析をする必要がある。更にフォースプレートのデータの分析を深め、筋電図測定からの分析からデータの集積を行っていく必要がある。

⑤着座期

典型例の映像データからは、回旋終了後、介護者は両膝を深く屈曲しているのが観察できた。腰部中点すなわち重心が最も低くなっている点である。利用者は前傾させられている。これにより、利用者の臀部が車椅子座面の奥側へ送り込まれているのが認められた。

⑥座位期

典型例では、着座期に介護者が上半身の傾きを少なくし、腰部を深く落とすため、利用者の上半身は引き付け期のように前傾していた。介護者は両膝を伸展し、肩で利用者の上半身を車椅子のバックレストに向けて押すようにして、利用者の前傾を起こすため、利用者の座位姿勢は整えられ、介護者の腰部中点は急速に上昇する。

3.2 移乗介護動作の局面化の必要性

介護現場では利用者の生活の質（QOL）の向上を目指して、より重度の要介護状態にしない介護予防に取り組んでいる。食事や排泄、生活の活性化のための活動など、自力で移動できなくなっても、座位が取れば、食事のときは食堂へ移動し、たとえ尿便意の訴えがない人であっても、できるだけおむつ内への排泄を少なくするために、トイレなどに移乗しての排泄介護も、多くの介護現場で頻回に行われている。逆に、介護者の介護負担が大きくなると、移乗回数を抑えるようになり、寝たきりではなく、車椅子に座らせきり老人を生むケースもある。このように移乗介護は、介護サービスの質にも関わる最も基本的な介護技術であるため、利用者の体重を支えながら移動するという大きな負担を抱えながらも、毎日非常に頻繁に行われる必要のある介護技術なのである。

介護福祉士養成施設や看護師養成施設などで一般的に使用されるテキスト^{12,13,14)}には、さまざまな介護方法が記載されており、近年は移乗介護動作に関するバイオメカニクスの研究も取り込まれるようになった。しかし実際の介護等の現場では、利用者の全てに共通して適用できる介護技術が標準化されていない。しかし、多くの有効な研究成果を共通して介護技術を介護評価できる標準化があれば、さまざまな利用者の障害状態にどのように応用していけばいいのかを検討できる評価となるものと思う。

3.3 3次元動作解析と局面化の可能性と妥当性

移乗介護動作を3次元動作解析し、3次元グラフに示したことにより、3次元による立体的な腰部中点軌跡が捉えられた。また、先行研究では、分析方法に、ビデオ撮影による画像分析²⁾や、タイムスタディによる動作解析（MODAPTS）法^{3,4)}、重心動揺計⁵⁾、表面筋電図⁶⁾などが用いられている。ビデオ撮影による画像分析²⁾では分析しようとする点の静止画から分析が行われているが、その間の介護者の動態を導き出すことは困難であると思われる。タイムスタディによる動作解析（MODAPTS）法^{3,4)}では、作業毎の時間を分析している。本研究における移乗介護動作の総時間や介護者の腰部の移動総軌跡長でも、介護未経験者は、介護経験者群に比べて顕著に短かった。先行研究^{2,10,11)}等でも、看護学生のほうが看護婦よりも単純で直線的な動作であり、重心の移動距離や総作業時間が短く、作業効率はいよといえるが、ボディメカニクスの観点からは介護者に負担の大きい動作であると指摘されているように、作業効率のみでは、移乗介護動作の標準化は不十分であると考えられる。今回3次元動作解析した典型例に見られるように、開始期にはスムーズな立ち上がりに向けて介護者の脊柱の左傾を修正しておく、立ち上がりをスムーズに行うために引き

付け期で利用者を前傾させるなど、3次元動作解析を用いることで、専門性のある介護技術として確立することにも理論化できると考えられる。

今回の5名の経験者の3次元動作解析では、5名中3名が6局面化、2名が5局面化となった。未経験者は映像データから4局面化の可能性があった。6局面化できた3名の経験者はいずれも40歳以上の介護経験年数が10年以上ある被験者である。5局面化できた2名は、20歳代と30歳代の介護経験年数が5年の被験者であった。今後、筋電図データなどにより、局面毎の放電量やエネルギー消費量などと合わせて比較することで、局面毎の動作の特徴を捉え、熟練者と未経験者の比較や条件の違いによる比較などに活用できるため、さらなる介護技術の検証にも活用できる可能性も高まると考えられる。介護技術の動作解析のデータの集積により、効率的な介護技術の標準化と専門性の確立ができる。

3.4 移乗介護動作の6局面化の妥当性

先行研究では、移乗介護動作を3つに区分¹¹⁾したもの、4つに区分^{2,10)}したものや、片麻痺者の移乗動作の分析においてベッドに端座位してから車椅子に座るまでを3つに区分^{6,16,17)}して分析しているが、区分の定義は必ずしも3次元動作解析による明確な局面化ではない。水戸^{2,10)}らは、車椅子からベッドへの移乗介助の看護学生と看護婦の比較分析を、画像分析を用いて行っている。3名の研究者により全介護動作を把握した上で、「位置取り」、「立ち上げ」、「回転終了」、「座らせ」の4区分点を決め、その点における静止画から介護者の関節角度等の分析を行っている。伊丹⁶⁾らは、車椅子移乗における援助動作は、「構え」、「立ち上げ」、「回転」、「座らせ」の4つの動作から成り立っていると前提して分析を行っている。これらの先行研究では、区分の定義は明確にはなされていないが、水戸らの「位置取り」から「立ち上げ」の動作の間に、伊丹らの「構え」から「立ち上げ」の動作内と推測される部分に、本研究においては、開始期、引き付け期が認められた。開始期は、被験者6名のうち、10年以上の介護経験を持つ被験者3名に認められた、介護者の腰部をX軸プラス方向へ移動して介護者の脊柱の左傾を修正する局面である。引き付け期は、被験者6名のうち、5名の介護経験者全員に認められた、利用者を前傾させるために介護者が腰部を落とす局面である。さらに、水戸ら、伊丹らの「座らせ」の動作内に、本研究で被験者6名のうち、10年以上の介護経験を持つ被験者3名に認められた、着座期と座位期が含まれていると推測される。開始期、引き付け期の介護者の腰部中点の位置データからは、立ち上がり期とは明らかに違う移動方向、速度、加速度の波形が認められ、合成床反力の力と向きとの波形からも、分割できるもの

であった。着座期と座位期についても同様であり、移動方向や力の向きの違う動作が行われていると認められた。

また、引き付け期、座位期は今回の実験では、未経験者に認められなかった動作であった。介護経験者と未経験者の動作の比較を行うとき、この違いを検証することは重要であると考えられる。介護技術の検討を行う上では、移乗介護動作を筋電図などから分析していく必要がある。この時、局面毎の筋活動量の分析が重要であり、これらのことから、移乗介護動作は6つに局面化することが妥当であると考えられる。

3.5 移乗介護動作の3次元動作解析による検証とその課題

今回の分析では、移乗介護動作は、①開始期、②引き付け期、③立ち上がり期、④回旋期、⑤着座期、⑥座位期の6つの局面に分けることの妥当性が高まったといえる。しかし、今回の回旋期の分析で行った利用者の健側足底の回旋で分割することに妥当性があるのか、或いは、介護者の動作から規定できるのかを更に検証していくことが課題である。今後は、今回の位置データ、床反力データと同期した筋電図データからも検証し、6局面化の妥当性を高めていくことが必要である。また、介護動作の特性として、利用者側の安全・安楽、残存機能の活用は欠くことのできないものであり、介護者と利用者双方の動作を分析していく必要がある。

更に、今回移乗介護動作を3次元動作解析することにより、介護者の身体動態をデータ化することができた。今後データを集積していくことで、介護動作のシミュレーションも可能となり、福祉用具の開発にも役立つのではないかと考えられる。

謝 辞

本研究に際して、バイオメカニクス解析の協力者としてご協力いただきましたボランティアの皆様方に深謝申し上げます。

文献

- 1) 財団法人介護労働安定センター：平成19年度版介護労働の現状Ⅱ．東京、財団法人介護労働安定センター、37、2007
- 2) 水戸優子、金壽子ほか：看護学生・看護婦による患者の車椅子からベッドへの移乗介助の動作分析(1)．東京都立医療技術短期大学紀要、11: 199-204、1998
- 3) 加藤麻樹、水間宗幸：介護作業の標準化に関する研究・その1—ベッドと車椅子間の移乗作業にお

- ける PTS の導入一. 九州看護福祉大学紀要, 1:43-49, 1999
- 4) 加藤麻樹, 西口宏美: 介護作業への標準化手法導入に関する研究. 介護福祉学, 6:64-72, 1999
 - 5) 金壽子, 水戸優子ほか, 看護学生と看護婦による患者の車椅子からベッドへの移乗介助の動作分析(2). 東京都立医療技術短期大学紀要, 11: 147-151, 1998
 - 6) 伊丹君和, 藤田きみゑほか: 片麻痺模擬患者への車椅子移乗援助に関する研究. 人間看護学研究, 3:19-28, 2004
 - 7) 住居広士, 塩川満久ほか: 移乗介護におけるベッドからの車椅子設定角度のバイオメカニクス解析. 人間と科学 (広島県立保健福祉大学誌), 5(1):97-107, 2005
 - 8) 服部洋兒, 服部祐兒ほか: 車椅子からベッドへの移乗動作時の介助作業者の負担感, 患者の快適度・安全性に関する実験的究. 教育医学, 49: 285-293, 2004
 - 9) 湯海鷗, 豊島進太郎ほか: 車椅子への移乗動作に関する運動学的分析研究. バイオメカニズム学会誌, 27: 37-42, 2003
 - 10) 水戸優子, 金壽子ほか: 看護学生・看護婦による患者の車椅子からベッドへの移乗介助の分析(3). 東京保健科学学会誌, 1(1):21-27, 1998
 - 11) 杉本吉恵, 塩川満久ほか: 熟練看護師の車椅子介助動作の分析. 人間と科学 (広島県立保健福祉大学誌), 5(1):41-51, 2005
 - 12) 渡辺進ほか: 第5章運動・移動の技法. 福祉養成講座編集委員会編, 新版介護福祉士養成講座⑩介護技術 I. 東京, 中央法規出版株式会社, 106-162, 2006
 - 13) 片山信子, 住居広士ほか: 第3章運動障害のある人の介護 B 移動の介護技術. 見てわかる介護技術の実習. 東京, メヂカルフレンド社, 250-266, 2000
 - 14) 氏家幸子, 阿曾洋子ほか: 第2章日常生活に対する援助技術第6版 C 移動動作. 基礎看護技術 I. 東京, 医学書院, 271-288, 2006
 - 15) 日高正巳, 小林修ほか: 移乗介助のポイントに対する認識と介護負担との関係. 理学療法学, 32: 400, 2005
 - 16) 辻和明, 杉村行信ほか: 片麻痺者の移乗動作訓練装置に関する基礎研究—健常者と片麻痺者における動作分析—. 第3回福祉工学シンポジウム講演論文集, 109-112, 2003
 - 17) 太田波子, 細川和代ほか: 看護の視点で見たベッドサイドでの起居移乗動作の検討—統一した介助方法での介入—. 日本リハビリテーション看護学術大会集録, 181-183, 2005

Six phases of wheelchair transfer assistance: Verification by three-dimensional analysis

Yurimi MATSUMOTO*¹ Mitsuhsa SHIOKAWA*²
Hiroshi SUMII*² Kenji KAWAMURA*³

*1 Program in Health and Welfare, Graduate School of Comprehensive
Scientific Research, Prefectural University of Hiroshima (Niimi College)

*2 Faculty of Health and Welfare, Prefectural University of Hiroshima

*3 Kibi International University

Received 12 September 2007

Accepted 26 December 2007

Abstract

The process of wheelchair transfer assistance from a bed to a wheelchair was examined, and the division of the process into phases was examined by using a three-dimensional biomechanical analysis device and floor reaction force plate. Models that portrayed right hemiplegic patients were used in the simulation of the performance of wheelchair transfer assistance. The movements were tracked at the center point between the right and left posterior superior iliac spines, which is approximately the center of gravity of a human body. The floor reaction force, speed, and acceleration were measured. First, the extreme values in the graph were calculated from position data, speed data, and acceleration data. The movements were divided into the following phases: ① beginning, ② shifting, ③ standing up, ④ turning, ⑤ sitting down, and ⑥ adjusting seating position. After verifying the tracks of the movement, the verification of the phases of the wheelchair transfer assistance performance was obtained from the floor reaction force combined with the movement tracks, speed, and acceleration. After the tracks of the movement were graphed in three dimensions, the turning points of the tracks were found to be almost synchronous with changes in the floor reaction force, speed and acceleration, resulting in the validity for dividing the wheelchair transfer assistance performance into six phases.

Key words : wheelchair, transfer assistance, phases, biomechanics, three-dimensional analysis