

令和 6 年 6 月 28 日現在

機関番号：82404

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K11275

研究課題名（和文）適正な座位姿勢提供を可能にする3次元座位骨盤姿勢の計測手法の開発

研究課題名（英文）Development of a method for measuring 3D sitting pelvic posture to enable provision of appropriate sitting posture

研究代表者

星野 元訓（HOSHINO, Motonori）

国立障害者リハビリテーションセンター（研究所）・学院（研究所併任）・義肢装具士

研究者番号：30425657

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は座位姿勢の計測方法である国際基準ISO16840-1に則る既存手法と同程度の精度をもち、車椅子乗車下のユーザーに対して前方から簡便に計測推定可能である骨盤姿勢計測手法の開発を目的とした。開発手法は車椅子ユーザーに対して前方から触知可能な骨盤上の3点である左右上前腸骨棘と恥骨結合左を計測対象とする計測用ジグを試作した。このジグは角度算出には高精度IMUセンサを用い、左右上前腸骨棘を母指にて直接的に触知可能なサイズ調整機構を有するものとした。既存手法と同程度の精度を有することを明らかとしたが、恥骨結合部の皮下脂肪の影響の補正には課題が残った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

車椅子ユーザーに対する座位姿勢改善の取り組みであるシーティングにおいて、前方から骨盤姿勢計測を可能とする本研究手法により、車椅子乗車下における不良座位姿勢を正確に把握することを可能とし、それにより座位骨盤姿勢の適正化が容易となる。この骨盤姿勢の適正化は褥瘡発症の予防、骨盤と連なる脊柱変形の減弱化・進行防止、座位時の疲労軽減に寄与するものである。これらによりひいては車椅子ユーザーの身体への負担と日常生活への支障という二次障害を最小限にし、健康寿命を伸ばすことが期待される。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to develop a pelvic posture measurement method that has the same level of accuracy as the existing method based on the ISO16840-1 for measuring sitting posture, and can easily measure and estimate the posture of a wheelchair user from the front. The developed method involved the creation of a measurement jig that measures the left and right anterior superior iliac spines and the left pubic symphysis, three points on the pelvis that can be palpated from the front for wheelchair users. This jig uses a high-precision IMU sensor to calculate the angle, and has a size adjustment mechanism that allows the left and right anterior superior iliac spines to be directly palpated with the thumb. It was revealed that the method had the same level of accuracy as the existing method, but there were still issues with correcting the effect of subcutaneous fat at the pubic symphysis.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：シーティング 座位姿勢計測 骨盤計測 前方計測ジグ 車椅子

## 1. 研究開始当初の背景

椅子・車椅子の利用者が適切な姿勢で座るための医学的支援や関連技術がシーティング(seating)である。障害、疾病や老化により日常のほとんどを座って過ごすことを余儀なくされる車椅子等のユーザー(以下、ユーザー)にとっては必要不可欠なものである。シーティングにおける目標は適切な座位姿勢により身体への負担と日常生活への支障という二次障害を最小限にすることである。その評価は短期・長期に大別できる。短期的評価はユーザーの軟部組織や筋肉に負担が少ないことである。臀部などの軟部組織への負担は主に座面との接触圧力として計測・評価されるが、これが高くなると褥瘡の発症を招く。発症原因は骨盤の不良姿勢や不適切な用具の使用などであり、褥瘡は難治癒性ゆえに医学的重要問題である。長期的評価は健康寿命を伸ばすことである。長期に渡る座位姿勢がユーザーの骨格や内臓に与える影響が少ないことである。ユーザーの多くは、障害や老化により体幹筋機能が低下し、脊柱変形の構築が見られる。この変形は心肺・内臓機能、摂食・嚥下機能低下など健康に与える影響が大きく、これを助長するような不良座位姿勢をとることは望ましくない。

しかし、座位姿勢評価には骨盤の姿勢評価が必要不可欠だが、外見から骨盤姿勢を正しく評価するには長い経験が必要であり、一見適切に見えても、不良座位姿勢となっているユーザーが多い。そのため、多くの高齢者・障害者施設スタッフにおいて座位姿勢が不適切である把握とその適正化が対応できず、ユーザーの健康を害している。外見からの判断が困難である一方で、骨格情報からは骨盤姿勢の把握は明確であり、不良姿勢の判断も容易であるため、座位姿勢における骨盤姿勢の定量的計測がその問題を打破すると考えた。

骨盤姿勢計測は、長らく目視や専門家の経験や勘などの定性的な評価が行われていたが、2006年に国際基準 ISO16840-1により座位姿勢表現が規定された。この規程では、骨盤の傾斜角度は骨盤の左右の骨突起である上前腸骨棘(以下、ASIS)と背面の上後腸骨棘(以下、PSIS)を計測対象と定め、前額面と水平面では左右の ASIS を、矢状面では ASIS と PSIS を身体標点とし、この 2 点間の垂直二等分線と鉛直線のなす角を測定することにより、骨盤の 3 次元傾斜角度を表現することが定められており、計測機器も販売されている<sup>1)</sup>。しかし、この手法には PSIS が車椅子のバックサポートやサイドガードに隠れてしまうため、車椅子上での座位計測が困難であるという問題がある。この問題に対し、Kamegaya<sup>2)</sup>が PSIS の代わりに大転子-ASIS 線を用いた測定を報告した。これにより矢状面骨盤傾斜角度の測定において、大転子-ASIS 線は骨盤の前後傾斜に相関性があると報告している。その一方で、大転子の位置も車椅子上座位ではサイドガードの陰になるため、依然として直接計測は困難である現状にある。

## 2. 研究の目的

骨格の変形を有することによりシーティングを必要とする者に対して、前方から取得できる座位姿勢指標のみから骨盤姿勢を推定が可能かであるかが学術的な問いである。ISO16840-1 に則る既存手法と同程度の精度を有し、前方から計測可能な骨盤姿勢計測手法の開発として、車椅子上での座位姿勢をそのまま計測可能な計測ジグを開発することを本研究の目的とする。

## 3. 研究の方法

### 計測手法に対する要求分析

本研究では、以下の要求仕様を満たす前方から取得できる情報による骨盤姿勢に対する計測手法を開発する。

- ・車椅子上での座位をそのまま計測できること
- ・前方から取得できる身体要素を用いた計測方法であること
- ・骨盤の 3 次元傾斜を簡便に計測可能であること
- ・従来手法<sup>1)</sup>と同等の計測精度をもつこと

### 試作計測ジグ

この要求仕様に対して、車椅子上での座位姿勢において前方から触知可能な骨盤上の 3 点である左右 ASIS と恥骨結合の計測による骨盤姿勢計測ジグを試作した。この計測ジグは 5° 以内の計測精度を有し、前方から簡便に計測可能であることを設計要件とした。本体の機構は千田<sup>3)</sup>による原案に基づき、ASIS 触知部、恥骨結合触知部、天板、接合アームで構成した。ASIS 触知部では、身体寸法により左右 ASIS 間距離が異なることに対応するためのスライド機構を設けている。恥骨結合触知部は鼠径部(大腿近位部)や陰部に干渉しない平面形状とした。骨盤姿勢は ASIS と恥骨結合部の 3 点により特定される平面(以下、骨盤平面)の傾きにより同

定した。天板は他部品と結合しており、骨盤平面の傾きを反映する部品であるため、計測機能として天板上に IMU センサ (Movella DOT, Movella 社製) を設置し、タブレットと Bluetooth 接続して骨盤の 3 軸傾斜角度 (前後傾, 左右傾斜, 回旋) の変化を記録した。触知による計測方法は穴の開いた ASIS 触知部にて、シーティングにおける評価時と同様に母指腹により ASIS の頂点を確認し、恥骨結合部に恥骨触知部を当てつけることで骨盤姿勢を特定するものとした。

#### 比較計測

試作計測ジグによる計測手法と ISO16840-1 に基づく 3 次元位置計測器での従来の計測手法において計測精度を比較した。ISO16840-1 に基づく計測には 3 次元位置計測器 (Fusion360, FARO 社製) を用い、計測対象は骨盤大腿部骨標本を計測用車椅子上に固定したものとした。角度条件は矢状面 (後傾), 前額面 (右傾斜), 水平面 (反時計回り) のそれぞれにおいて中間位から 15° まで 5° ずつ角度度を変化させた計 12 条件とした。各条件において試作計測ジグと 3 次元位置計測器にてそれぞれ 5 回計測し、平均値を算出した。なお、検者は 1 名とした。

#### 検証計測

計測対象を実際の車椅子ユーザーである脊髄損傷者 1 名について、計測方法は座面に 3 cm 厚のポリウレタンフォーム製車椅子クッションを用いた上の計測用車椅子上の座位において、角度条件は矢状面 (後傾), 前額面 (右傾斜), 水平面 (反時計回り) のそれぞれにおいて中間位から 10° まで 5° ずつ角度度を変化させた計 9 条件とした。各条件において試作計測ジグにて 5 回計測し、平均値を算出した。なお、検者は 1 名とした。

## 4. 研究成果

比較計測の結果は各条件での 3 次元位置計測器では変化量の平均誤差が 1° 以内 (0.2~0.9) であったのに対して、試作計測ジグでは 2° 以内 (0.3~1.9) であった。の結果より、計測ジグによる計測手法と従来の計測手法において計測精度を比較した。

検証計測では、試作計測ジグにおける変化量の平均誤差は 3° 以内 (0.6~2.7) であり、従来計測手法、および骨標本を対象とした計測とほぼ同程度の計測結果となった。

これらから、3 次元位置計測器を用いた従来手法に対して、試作計測ジグによる提案手法は同程度の精度を有し、設計要件を満たす計測を可能とすることが判明した。

しかし、今回の計測においては検者、対象者が少ない検証であったため、計測方法の習熟度による精度への影響、および恥骨結合部においては皮下脂肪が多い箇所であるが、対象者において、肥満度が高い場合や脊髄損傷、中でも頸髄損傷において損傷高位が高い場合は、皮下脂肪量が多いほど触知部の特定への影響を受けやすいこと推測されるが、皮下脂肪量などによる補正などに課題を残した。

## 引用文献

- 1) 見木太郎ほか: ISO16840-1 にもとづいた姿勢計測器の開発. PO アカデミージャーナル, 19(4): 260-265, 2012.
- 2) Tadahiko Kamegaya: Association between the Tilt Angles of the Sagittal Pelvic Line and Greater Trochanter-ASIS Line. INTERNATIONAL SEATING SYMPOSIUM 2018: 206, 2018.
- 3) 千田綜: 座位骨盤角度の 3 次元測定に関する基礎的研究. 平成 30 年度国立障害者リハビリテーションセンター学院義肢学科卒業研究, 2019.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 星野元訓、白銀暁、高嶋淳
2. 発表標題 車椅子座位における3次元骨盤姿勢を対象とした計測機器の試作と予備的計測
3. 学会等名 第37回日本義肢装具学会学術大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	白銀 暁  (SHIROGANE Satoshi)  (90404764)	国立障害者リハビリテーションセンター（研究所）・研究所 福祉機器開発部・研究室長    (82404)	
研究分担者	高嶋 淳  (TAKASHIMA Atsushi)  (90711284)	国立障害者リハビリテーションセンター（研究所）・研究所 福祉機器開発部・研究員    (82404)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------