

令和元年6月5日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01597

研究課題名(和文) 車いすスポーツにおける基本的スキルと競技用車いすセッティングの関係

研究課題名(英文) Relationship between basic skills in wheelchair sports and the setting of competition wheelchairs

研究代表者

信太 奈美 (Shida, Nami)

首都大学東京・人間健康科学研究科・准教授

研究者番号：90433185

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、車いすスポーツにおける基本的スキルと競技用車いす設定の関係について検討を行った。車いすバスケットボール選手とウィルチェアラグビーの選手に対してそれぞれの競技用車いすを用いて初動駆動動作と急停止の2動作について3次元動作解析を行った。車いすバスケットボールの選手では、障害や身長という身体特性と駆動パターンとの関係が明らかとなった。ウィルチェアラグビーの選手では、体幹と上肢機能障害に応じて上肢の駆動パターンの差が大きく、各上肢関節により多くの負荷がかかっている可能性があった。競技用車いすは障害や身長に応じて設定されるが、上肢の関節にかかる負荷に一定の関係はみられなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

障がい者アスリートの競技力向上や障害のある人のスポーツ用具の開発については、少子高齢化や健康行動の高まりに伴い今後の発展が期待される。障がい者のスポーツ活動においてはスポーツ障害やオーバーユースが指摘されているが、未だ国際的にもデータは乏しく、選手をサポートする動作分析などの支援に大きな期待が寄せられている。下肢に障害がある人にとって上肢に二次的障害を負うことは、生活動作に支障をきたすことになり、生活に影響することは避けられない。本研究は、個々の障害や体型に合わせたスポーツ用車いすの提供を可能にし、障害がある人が身近に安全にスポーツを楽しむことでQOLを向上させることに貢献するものと考えている。

研究成果の概要(英文)：This study examined the relationship between basic skills in wheelchair sports and the setting of competition wheelchairs. We performed three-dimensional motion analysis of two motions, initial drive motion and sudden stop, for competition wheelchairs used by a wheelchair basketball player and a wheelchair rugby player respectively. For wheelchair basketball players, the relationship between physical characteristics, such as disability and height, and driving patterns became clear. As for wheelchair rugby players, the difference in the driving pattern of the upper limbs was large depending on the body trunk and the upper limb dysfunction, and there was a possibility that a lot of load is applied to each upper limb joint load. The competition wheelchairs are determined according to disorders and heights, but there was no fixed relation to the upper limb joint load.

研究分野：障がい者のスポーツ活動

キーワード：車いす駆動 障がい者スポーツ 関節負荷

## 1. 研究開始当初の背景

一般に手動車いすでは、その周動的な動作から上肢に大きな負担を生じることがある。特に車いすスポーツの場合には、上肢にかかる負担は日常と比較して特に多くなる。これまでの研究で、手動車いす使用者の 50%以上が腕や手首の痛み、あるいは手根管症候群などの 2 次的な障害を経験しているといわれている。そのため車いすは使用者の体型および生活環境などに合わせて調整され提供され始めているが、その適合指針は経験則に基づくことが多い。これまでの多くの研究では、シートや車軸の位置および駆動や駆動パターンが身体に与える影響や駆動効率、使用環境の駆動への影響、そして計測用の車いすの開発や定量的な評価方法などが主に行われてきた。しかしながら、個別性の強い障がい者にとって各個人に適合した車いすを設計・提供する方法についての研究は乏しい。

車いすスポーツの場合には、競技や種目は当然のこと障害やポジションに応じた車いす設計などが要求される。このように使用者と目的に応じた車いすの設計・提供は大変重要であると思われるが、未だそのデータの蓄積がされていないのが現状である。車いすスポーツを行う人の中には、慢性的に上肢に痛みを訴える者が多い。その原因の一つに、競技用車いすの形状が影響している可能性が考えられている。上肢の痛みについては多くの報告があるにもかかわらず競技用車いすに関しては製品を提供するメーカーや選手間の経験則に委ねられてきたのが現状であり、競技用車いすのセッティングとスポーツ障害との関係を示した資料はない。

## 2. 研究の目的

車いす競技者は日常的に駆動を繰り返すことで上肢の関節に痛みが生じる。本研究の目的は、障がい者スポーツとして代表的な車いすバスケットボール・ウィルチェアラグビーなどの競技用車いすの駆動動作を運動学的に分析し、車いすスポーツにおける効率の良い駆動と車いすの設定の関係、障害を含む身体のスキルと駆動フォームとの関係について検討することである。

## 3. 研究の方法

3 次元動作解析装置を用いて、車いすバスケットボール・ウィルチェアラグビー競技において効率の良い駆動を行っていると思われ、競技力が高いレベルの選手を対象に、競技用車いすの駆動動作を運動学的に分析した。

競技における基本動作である 静止位からの加速動作、急停止の運動分析を行う。選手の障害と身体能力との関係、選手が座った状態での競技用車いすの重心の位置と動作による変化、車輪駆動範囲や、上肢の各関節角度、上肢の各動作における関節にかかる負荷量を床反力データより算出した。競技用車いすを変えたときの動作の違いを比較し、身体と競技用車いすのセッティングの関係性を分析することで効率の良い駆動を検討する。

### 車いす選手モデルの作成

三次元動作解析装置 VICON NEXUS と床反力計 (Kislar 社製) と床反力計から得られるデータを用いて、モデルプログラミングソフト Bodybuilder を使用した分析と SIMM (対話型・骨格筋モデリングソフトウェア: Software for Interactive Musculoskeletal Modeling (Musculo Graphics 社製)) を使用して分析を行う。SIMM では骨格筋モデルを関節により結合されたセグメントで構成し、SIMM 上で表示されたモデルを操作することによりジョイントモーメントを計算する。

### 研究 1

車いす競技における車いす駆動動作を運動学的に分析し、身体特性と駆動パターンの関係性を明らかにするため、三次元動作解析装置を用いて反射マーカを貼付し、カメラのサンプリング周波数は 100Hz とした。測定は静止位からの初期駆動動作を行った。分析は Body Builder Ver.3.6.1 を用いて算出した。車いす最大速度、リムの駆動開始位置・リリース位置、体幹最大屈曲角度、駆動開始肘屈曲角度、肘関節最大屈曲角度を算出した。分析は SPSS Ver.18 を使用し、相関分析を行った。

### 研究 2

車いす競技における駆動開始時と急停止時の上肢の関節にかかる負荷を明らかにすることを目的とした。三次元動作解析装置を用いて、選手所有の競技用車いすを用いて、全身と車いすに反射マーカを 54 個貼付し、静止位からの加速動作と 3m の距離を加速後の急停止動作を計測した。SIMM を用いて、車いす 身体モデルを作成し、以下の上肢・体幹の関節角度と上肢の関節モーメント (内部モーメント) を算出した。(表 1)

表 1 角度の定義

体幹角度	+ 屈曲, - 伸展	骨盤に対する脊柱の角度
肩関節角度	+ 屈曲, - 伸展	体幹に対する上腕骨軸の角度
肘関節角度	+ 屈曲, - 伸展	
手関節角度 (掌背屈)	+ 掌屈, - 背屈	
手関節角度 (撓尺屈)	+ 尺屈, - 橈屈	

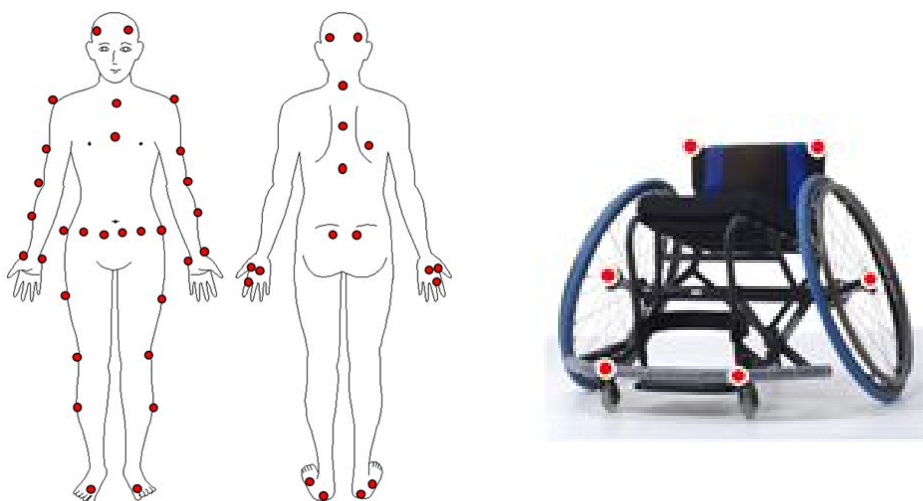


図 1 マーカー貼付位置(54 個)

研究参加者には、頭部 4 点と、体幹 14 点、上肢左右 18 点、下肢左右 12 点の合計 48 点に、競技用車いすには、背もたれ上端 2 点、左右の車輪の中心 2 点とキャスター軸前のパンパーの 2 点の合計 6 点、合計 54 点の反射マーカーを貼付した。(図 1)

計測動作は 静止位からのスタートダッシュと、3m スピードがついているところからの急停止のフォーム 3 次元動作解析装置を使用して計測した。駆動動作時の上肢・体幹の動きと、駆動範囲 第 3 中手骨遠位端のマーカーの軌跡によって駆動フォームを計測する。各パラメーターについて統計処理し、得られた結果から障害の程度・競技におけるポジションについて見解を示す。また、体格と筋力との関係について考察し、競技用車いすの駆動フォームを決定づける要因について検討した。

#### 4. 研究成果

##### 研究 1

車いすバスケットボール男性選手 18 名 (年齢 26.3 SD 5.7 歳, 身長 173.0 SD 9.4, 体重 68.6 SD 12.7)。障害分類(Classification)は class 1: 5 名 class 2: 4 名 class 3: 5 名 class 4: 4 名だった。障害はリム(Rim)の駆動開始位置(-.560), リムのリリース位置(-.508), 駆動開始時肘屈曲角度(-.681), 肘関節最大屈曲角度(-.529)と相関があった。身長はリムの駆動開始位置(-.653), 駆動開始時肘屈曲角度(-.528), 肘関節最大屈曲角度(-.623)と相関があった。障害が重いほど肘関節屈曲角度が大きかった。日本において競技用車いすの適合指針はないが、障害と身長、駆動時の肘関節可動角度とリムの駆動位置が指針となる可能性が示唆された。

##### 研究 2

上肢に障害のあるウィルチェアラグビー男性選手 8 名。平均(標準偏差)は年齢 40.8 (7.2) 歳, 車いす競技歴 15.9 (3.4) 年。体幹と手関節以遠, また肘関節伸展機能障害のある頸髄損傷者においては, 体幹屈曲角度の平均値は, 駆動開始時 14.0°, 急停止時 26.3°であった。関節モーメントの平均値は, 駆動開始時の肩関節屈曲: 14.2 Nmm/kg, 手関節屈曲: 0.3 Nmm/kg, 急停止時は, 肩関節屈曲: 21.4 Nmm/kg, 手関節伸展: 0.7 Nmm/kg だった。

肘関節伸展が可能なものでは, 駆動開始時 30.3°, 急停止時 26.7°であった。関節モーメン

トの平均値は、駆動開始時の肩関節屈曲 9.7 Nmm/kg, 手関節屈曲-1.9 Nmm/kg, 急停止時は、肩関節屈曲 14.3 Nmm/kg, 手関節伸展 0.3 Nmm/kg であるため、体幹と手関節以遠、また肘関節伸展機能障害のある頸髄損傷者では体幹機能や肘関節伸展障害を代償するため、駆動開始時に肩関節により多くの負荷がかかっている可能性が示唆された。障がい者のスポーツ動作分析は個別性が高い。今後さらに症例数を増やし動作パターンの分析によるスポーツ障害対策が必要である。

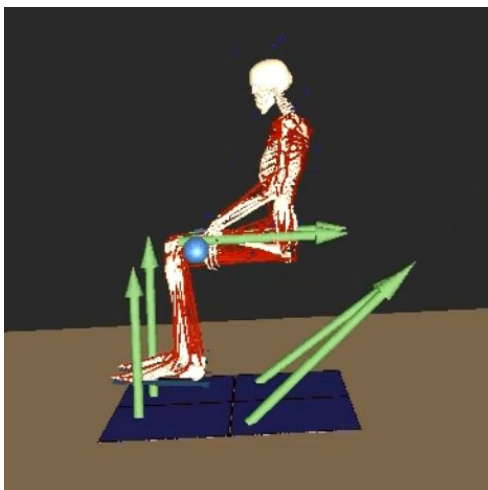


図 2 急停止動作の床反力

#### まとめ

本研究は、車いすスポーツにおける基本的スキルと競技用車いす設定の関係について検討を行った。車いすバスケットボール選手とウィルチェアラグビーの選手に対してそれぞれの競技用車いすを用いて初動駆動動作と急停止の2動作について3次元動作解析を行った。車いすバスケットボールの選手では、障害や身長という身体特性と駆動パターンとの関係が明らかとなった。ウィルチェアラグビーの選手では、体幹と上肢機能障害に応じて上肢の駆動パターンの差が大きく、各上肢関節により多くの負荷がかかっている可能性があった。競技用車いすは障害や身長に応じて設定されるが、関節にかかる負荷に一定の関係はみられなかった。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 2 件)

1. 信太奈美, 山田拓実, 中村高仁, 古川順光, 来間弘展, 神尾博代, 車いす競技者の駆動フォームと上肢運動負荷, 日本体力医学会大会, 2018 年
2. Nami Shida, Takumi Yamada, Yorimitsu Furukawa, Yumi Ikeda, Hironobu Kuruma Relationship between a player's physical characteristics and the drive pattern of wheelchairs in wheelchair basketball. International Society of Physical and Rehabilitation Medicine (ISPRM) 2015

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：山田 拓実

ローマ字氏名：Yamada Takumi

所属研究機関名：首都大学東京

部局名：人間健康科学研究科

職名：教授

研究者番号（8桁）：30315759

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。