

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 20 日現在

機関番号：32686

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2015

課題番号：24700674

研究課題名(和文) テニスコートの違いによる競技用車椅子の摩擦影響

研究課題名(英文) Differences in static friction between tennis wheelchair tires and court surfaces

## 研究代表者

安藤 佳代子 (ANDO, KAYOKO)

立教大学・コミュニティ福祉学部・助教

研究者番号：90618795

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：車いすテニスにおいて、健常者が靴を履きかえるように車いすのタイヤを交換する選手は少ない。本研究は、異なるサーフェイスにおいてタイヤの違いがどの程度車いす駆動に影響するのか調査することを目的とした。

テニス用車いすにて実験を行い、2種類のタイヤと、4種類のサーフェイス(ハードコート、オムニコート、天候型陸上トラック、コンクリート)のころがり摩擦力を計測した。車いす重量によってどのように変化するかについても比較を行った。以上の実験により、ハードコートが最も直進性における摩擦力が少ないことが明らかになったが、テニス競技は直進性のみでない為、今後は回転における動きを検討する必要が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Although the tires of wheelchairs are exchangeable, wheelchair tennis players seldom change them the depending on the surface of the tennis court. The tires of wheelchairs are exchangeable, wheelchair tennis players seldom change them the depending on the surface of the tennis court. The purpose of this study was to investigate the relationship between tire types, court surface, and the players' body weight. Four types of surfaces, including hard court and carpet court, were used with two types of tires. The maximum rolling friction force was measured with a force transducer when the wheelchair was pulled horizontally in front direction. The results showed a minimum friction force on hard court. However, as wheelchair tennis contains not just movement in front direction, it is necessary to consider the movement in rotation for as well wheelchair tennis competition in the future.

研究分野：複合領域

キーワード：車いすテニス タイヤ摩擦

## 1. 研究開始当初の背景

車いすテニス競技は、パラリンピック競技大会をはじめ世界各地で国際大会が開催されている競技であり、障害者スポーツの中でも広く普及されている種目の一つである。

日本の車いすテニスは1983年に始まり1988年のIWTF発足にあわせ1989年に現在の日本車いすテニス協会(JWTA)が発足した。現在の車いすテニスプレイヤーの人口は約1000名と推測されており、競技スポーツとして大会などに参加しているのは、その内400名程である。2002年のワールドチームカップ(スイス大会)で男子チームが優勝し、その後の活躍は目覚ましく、パラリンピック競技大会では2008年北京大会で男子シングルスにおいて国枝慎吾選手が金メダル、男子ダブルスでは国枝・斎田組が銅メダルを獲得した。2012年ロンドン大会においても国枝慎吾選手が金メダルを獲得し、パラリンピック2連覇という偉業を成し遂げた(JWTA、2016)。

車いすテニスは一般のテニスコートを使用し、そのルールは2バウンドまで返球可能である以外は健常者のテニス競技と変わらない(ITF,2016)。男子、女子、クアード、ジュニアの4クラスがある。クアードクラスは四肢麻痺や重度の障害者が含まれ男女の区分けはない。また、ジュニアは18歳未満の選手を対象としている。つまりクアードとジュニアクラス以外は男女の区別だけで、バスケットボールや陸上のような細かな障害別のクラス分けは車いすテニスにはない。

車いすスポーツにおいて障害の種別や損傷レベルが競技力や体力に大きな影響を及ぼすことは広く知られている。Yabe(2003)は脊髄の高位損傷による頸髄損傷者では、上・下肢の運動機能は極めて低いが低位損傷の腰髄損傷者の上肢の運動機能は健常者とかかわるものではなく、車いすマラソンの記録と比較すると1時間の差となって表れてくると報告している。トレーニングに関しては、下位レベルの脊髄損傷者は有酸素トレーニングの効果が健常者と変わらないと報告されている(Barfield et al.2009)。安藤ら(2013)は11.88mダッシュタイムにおいて脊髄低位損傷は頸髄損傷者と脊髄の高位損傷の2グループよりもそれぞれ有意にタイムが速く、また頸髄損傷者と脊髄高位損傷の間には差がなかったことを確認している。つまり、損傷レベルの違いがトレーニング効果や有酸素能力、パワーに影響をあたえる。脊髄損傷者が車いすテニスを行う場合、クアードクラス以外の選手は同じクラスとなるため、損傷レベルが異なっても、同じクラスで競技を行わなければならない。そのため、車いすテニス競技はどの障害レベルの選手でも同じクラスの中で試合に勝つために車いす操作能力を含むテニスの技術と体力を向上させるトレーニングを積むことが必要となる。

車いすテニス競技は、パラリンピック以外

にも世界中で車いすテニス国際大会が開催されている。大会のグレードとしてグランドスラム(GS)、スーパーシリーズ(SS)、ITF1シリーズ(ITF1)、ITF2シリーズ(ITF2)、ITF3シリーズ(ITF3)、フューチャーズシリーズ(Futures)6段階に分かれている。GSが車いすテニス競技の最高峰の大会となるが、このGSはテニスのグランドスラム4大会の同じ会場で同時期に行われている。

現在日本で行われている車いすテニス競技の国際大会は、SSとしてJAPAN OPEN(福岡県飯塚市)、ITF3はDunlop Kobe Open(兵庫県三木市)、Osaka Open(大阪府大阪市)、Peace Cup(広島県広島市)、FuturesとしてKitakyushu Open(福岡県北九州市)、Kanagawa Open(神奈川県厚木市)、Sendai Open(宮城県仙台市)の7大会が開催されている。そのコートサーフェイスは会場によって、ハードコート、オムニコートとそれぞれ異なる。7大会の内、日本特有のオムニコートが使用されているのは3大会で、残りの4大会はハードコートで実施されている。海外ではハードコートとクレイコートがほとんどであり、オムニコートでの大会はない。その他の国内大会の多くがオムニコートで実施されていることが多い。

2010年度にJWTAは独立行政法人福祉医療機構社会福祉振興助成事業として全国6か所で車いすテニス選手の体力測定調査を実施した(JWTA,2011)。体力測定には、車いすテニス専用のフィールドテストが活用された。このテストは車いすテニスにおける競技力向上要素の体力面、すなわちオンコートで必要となる俊敏性、移動能力、スピード、パワーの評価を目的として作られたものである。具体的には、握力、ボール投げ、ダッシュ、Tターン、5ポイントが測定された。その結果として握力以外の種目において競技力(ランキング)と関係があることが明らかになった。測定の問題点として、ダッシュ、Tターン、5ポイントの測定ではサーフェイスの影響がみられ、使用タイヤによっては横滑りや、駆動始まりが非常に重いなどの選手からの主観的な意見が多く寄せられコートによって大きく変化することがあげられた。

実際にテニスコートのサーフェイス別に競技用車いすのころがり摩擦力を調べた研究はなく、また選手がどのようなタイヤを使用してプレーしているかという報告もない。さらに、タイヤがそれぞれのコートにどのような影響を及ぼしているかという研究も皆無に等しい。

## 2. 研究の目的

健常者のテニス競技においては、サーフェイスの違いによって靴を履きかえる選手が多い。また、サーフェイスの特徴を捉えた靴が数多く発売されている。しかし、車いすテニスにおいては健常者が靴を履きかえるよ

うに車いすのタイヤを交換することができるが、そういった対応をしている選手は少ない。選手のインタビュー調査からタイヤの交換をしない理由としては、タイヤメーカーのサポートを受けられる選手が非常に少ない現状においては、タイヤは頻繁に変えられるような安価な備品ではないため、費用面での要因があげられた。また、新しいタイヤはすぐにゴムが劣化するのであまり変化が持続しないと考えられていることも一因にあるようだが、タイヤを変えたときにはその違いを感じられようである。

テニスコートのサーフェイスと車いすで使用されているタイヤにはどのような影響があるのかについての研究はなされていない。そこで、本研究は、異なるサーフェイスにおいてタイヤの違いがどの程度車いす駆動に影響するのか調査し、測定したところが摩擦から適切なタイヤの選択と最適なサーフェイスを明らかにすることを目的とした。

### 3. 研究の方法

(1) 競技用車いすの選定と使用タイヤ調査  
国内の競技用車いすの選手が使用しているメーカーのシェア状況については、JWTA (2011) の調査によると、OX エンジニアリング 48.8%、Quickie 32.6%、松永製作所 12.8%、その他が 5.9% であったことが確認されていることから、OX エンジニアリングのテニス用車いすを作成することとした。

競技での使用タイヤに関しては国内ランキングを保持している男子選手 (10 名) のインタビュー調査と車いすメーカーである OX エンジニアリング、松永製作所の 2 社の聞き取り調査により、総合的に競技用車いすの車輪インチ、タイヤの種類の選定を行った。また、予備調査としてロンドンパラリンピック競技大会における海外選手の車いす形状、使用タイヤの形状についても調査を行った。車いす形状は国により様々であり、5 輪車が主流であったが、途上国においては以前日本でも使用されていた 4 輪車で出場している選手もいた。タイヤに関しては、溝があるタイヤと溝がないタイヤの 2 タイプどちらも使用されていた。

#### (2) ころがり摩擦力

フォースゲージ (FG-5020、佐藤商事) を用い、静止した状態から車椅子を正面方向に水平に 50cm 引き、その力をころがり摩擦力として測定をおこなった。測定は 10 回の試技の最小値と最大値を除いた 8 試技の平均を算出した。

全ての実験には同一の車いす (OX エンジニアリング社製) を使用し、タイヤサイズは 26 インチ (空気圧 7.0 kgf/cm) とした。タイヤは溝付きタイヤ (IRC 製) と溝なしタイヤ (Panaracer 製) の 2 種類を使用した。車い

すには何も乗せない状態から、5Kg ごとに重さの異なる試技を実施し、重さの違いによる摩擦力の違いについても測定を行った。

サーフェイスは、ハードコート、オムニコートの 2 つのテニスコートと、比較として全天候型陸上トラック、コンクリート道路の全 4 種類とした。

### 4. 研究成果

図 1 はサーフェイス別の車いすのころがり摩擦力を示したものである。オムニコートで有意に高かった。一方、ハードコートでは最小摩擦を示し、全天候型陸上トラックとコンクリートの道路の間に有意差は認められなかった。溝付きタイヤと溝なしタイヤには、4 種類のサーフェイスのいずれも有意差が認められなかった (図 1)。

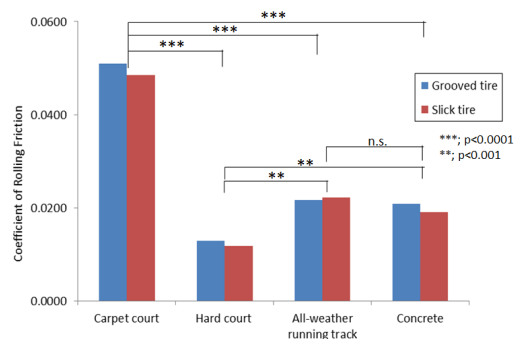


図 1. サーフェイス別のころがり摩擦力

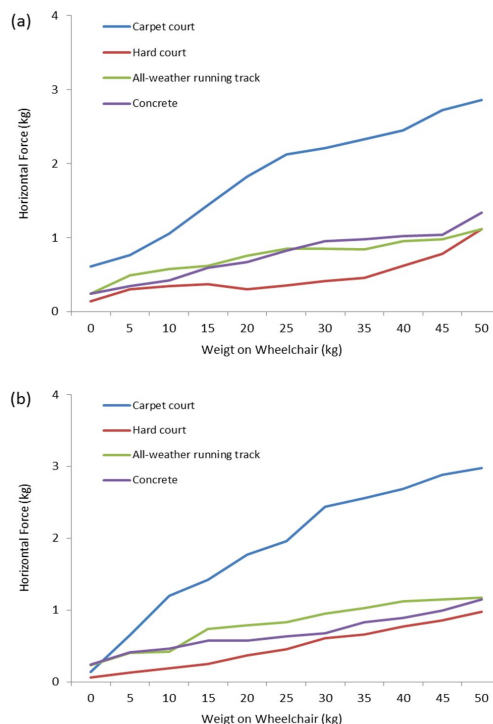


図 2. 重さの違いによる車いすのころがり摩擦力の変化 (a) 溝ありタイヤ (b) 溝なしタイヤ

車いすに乗せた重さの違いによるころがり摩擦力を図2に示した。オムニコートが他の3種類のサーフェイスよりも高く、また溝付きタイヤだけでなく、溝なしタイヤについても同様の傾向がみられた(図2)。

タイヤの種類とコートサーフェイスとの関係は、ころがり摩擦力が他の面に比べオムニコートで最大であることが明らかになった。また重さの影響も大きいことが分かった。溝付きタイヤと溝なしタイヤについては、4種類のサーフェイスすべてに有意な差は認められず、タイヤの違いについては影響がないと分かった。

オムニコートは、日本だけのテニスサーフェイスである。国内では多くの車いすテニスのトーナメントが開催されているが海外ではハードコートが主流であり、クレークートの試合が少し開催されている程度である。タイヤにはころがり摩擦力では差がみられなかったが、車いすの前方についているフロントキャスターは方向転換や、前方に体重を移動した際にオムニコートでは沈み込むことがあるといわれている。国内トップ選手のインタビュー調査によるとタイヤの交換はしないが、フロントキャスターを交換していると答えた選手がいた。車いすテニスにおいてプレー中はコート内の移動が素早く行うことは重要であるため、フロントキャスターの沈み込みにおいてターンスピードの減速や、ターン後の駆動力が大きくなることが予測された。

本研究により、車いすのタイヤはテニスコートの異なるサーフェイスにおいてもころがり摩擦力に差はなく、変更する必要がないことが明らかになった。しかし、車いすテニスは、正面方向にだけ移動する競技ではないことから、今後は回転の動きを考慮し測定を検討する必要があることが示唆された。回転の動きとして関係が高いと考えられるフロントキャスターの影響についても測定を進めていきたい。

#### <参考文献>

- (1) 日本車いすテニス協会 (JWTA), 2016, <http://jwta.jp/> (2016.6.10)
- (2) ITF Tennis.com, 2016, <http://www.itf-tennis.com/media/226715/226715.pdf> (2016.6.10)
- (3) Yabe K, 2003, Effects of physical activity on physical fitness and motor performance in persons with disabilities. Jpn.J.of Adapted Sport Sci.1(1), 2-15
- (4) Barfield JP, Malone LA, Colema TA, 2009, Comparison of Heart Rate Response to Tennis activity Between Persons with

and without Spinal cord Injuries: Implications for a Training Threshold, Res Q Exerc Sport, 80(1),71-77

- (5) 安藤佳代子, 桜井伸二, 島典広, 2013, 脊髄損傷レベルが車いすテニス競技の直線駆動能力に及ぼす影響, 東海学園大学研究紀要, 18号, 25-30
- (6) 日本車いすテニス協会 (JWTA), 2011, 車いすテニス選手の体力測定評価と指導事業 / 事業報告書, 車いすテニス協会 . 独立行政法人福祉医療機構社会福祉振興助成事業 . 2011 1-20

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計0件)

[学会発表](計2件)

Kayoko Ando, Shinji Sakurai, Relationship between Physical Fitness Test Scores and Match Performance in Wheelchair Tennis Athletes, 12th Asian Society of Adapted Physical Education and Exercise Symposium, Aug.10, 2012, China, Hong Kong

Kayoko Ando, Shinji Sakurai, Differences in static friction between tennis wheelchair tires and court surfaces, 20th International Symposium of Adapted Physical Activity, June 14, 2015, Israel, Netanya

[図書](計0件)

[産業財産権]  
出願状況(計0件)

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

取得状況(計0件)

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

〔その他〕  
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

安藤佳代子 (Kayoko ANDO)  
立教大学・コミュニティ福祉学部・助教  
研究者番号：90618795

(2) 研究分担者

( )  
研究者番号：

(3) 連携研究者

( )  
研究者番号：