

## 電動車椅子サッカーにおける スピードテストマシンに関する基礎研究

天岡 寛

### A basic study on Speed TEST machine for the Powerchair football

Hiroshi AMAOKA

#### Abstract

The purpose of this study was to compare the method of Speed TEST for the Powerchair football. Measurement conditions were machine condition and run condition. Machine condition was a method of speed test prescribed by FIPFA. Run condition was a simple method. As a result, the reverse speed of powerchair was significantly faster than the forward speed under the conditions of both Machine and Run. In addition, Under the Run condition, both the speed of reverse and forward were significantly faster than Machine condition.

**Key words** : LAWS OF THE GAME, The maximum speed, International Competition  
**キーワード** : 競技規則, 最高速度規定, 国際大会

#### I. はじめに

電動車椅子サッカーは、「足を使わないサッカー」と言われる、重度の障害を持った選手が電動車椅子を用いて行うサッカーである。国内で34チーム（選手会員236名）が日本電動車椅子サッカー協会に加盟登録（2014年度）している。

電動車椅子サッカーにおける最高速度は、国際ルールでは10km/h以下（POWERCHAIR FOOTBALL LAWS OF THE GAME Official Rules & Regulations Approved October 2010：国

際電動車椅子サッカー連盟（FIPFA））に対し、日本国内においては6 km/h以下と定められている（POWERCHAIR FOOTBALL Laws of the Game 2010 Ver.2.01 公式ルール・規則：日本電動車椅子サッカー協会（JPFA））。これは、道路交通法施行規則（原動機を用いる身体障害者用の車いすの基準）第1条の4の2の「**6** キロメートル毎時を超える速度を出すことができないこと。」に起因する。

この速度規定の順守については、大会において、試合開始前に『スピードテスト』として実際に測定

される。スピードテストで速度が規定を超えた場合は、大会特別規定により罰せられる。スピードテストの方法については、FIPFAが3つの方法を提案している。

近年、アメリカ製の電動車椅子サッカー専用の車椅子が導入され、瞬間的な動きで競い合う機会が増えるなど、競技志向が高まっている。しかしながら、電動車椅子サッカー選手の多くは重度の障がいを持っており、視野も限られている。そのため、クラブでの練習等においても安全面確保の観点から、後進速度を測定して設定する意識が少ないと考えられる。また、日本国内で行われる大会では、最も簡便な方法3が用いられており、普段から後進速度を測定することはない。事実、日本国内の大会において、後進速度が速いのではないかと指摘を受ける選手がいる場合もあるが、実際に測定していないのではっきりしないのが現状である。一方、国際大会においては、スピードテストマシンを用いて測定する。スピードテストマシンは、2011年に開催されたワールドカップから導入された。日本代表は、最高速度規定違反による再設定をしなければならない選手が出た。再測定のチャンスは1回のみであり、試合に出場できないかもしれないという不安感は、国際大会においてパフォーマンスを低下させる大きな要因の一つになると考えられる。

そこで本研究では、日本電動車椅子サッカー協会と共同して、電動車椅子の最高速度設定に対する不安を取り除き、国際大会におけるストレスを軽減させることを目的として、異なる速度規定の測定方法について検討した。

## II. 方法

### a. 対象者

対象は、国際大会（第2回アジア太平洋オセアニア選手権（APO Cup2014））に出場する予定の日本代表候補選手12名（男性10名、女性2名）であった。

対象者の年齢は、 $26.55 \pm 4.06$ 歳、電動車椅子サッカー歴は $11.91 \pm 3.33$ 年であった。なお、対象者全員に国内最高峰の大会である日本電動車椅子サッカー選手権大会に4回以上の出場経験があった。対象者に対して、ヘルシンキ宣言の趣旨に沿って研究の目的、方法、期待される成果、不利益がないこと、危険性を十分排除した環境とすることについて十分な説明を行い、研究参加の同意を得た。

### b. スピードテストと測定方法

スピードテストの方法については、FIPFAが下記の通り3つの方法を提案している（FIPFA Technical Supplement (Inc Speed Testing Draft) v2\_ (December 2012)）。

1. A rolling road device, placing the drive wheels of powerchair in the device.
2. An electronic timing device which uses a laser light to measure the speed of the powerchair between start and finish gates.
3. Lay out start and finish gates and then time each powerchair as it runs from the start gate to the finish gate with stopwatches.

2011年に開催されたW杯以降のFIPFA主催の国際大会では方法1が用いられている（図1 a）。しかしながら、装置の輸送等にコストがかかることや一人当たりの測定に時間がかかる。そのため、日本国内では、最も簡便な方法3が用いられている（図1 b）が、規定時間以上で合格となるため、時速が不明であることや選手の安全確保の面から後進による測定が困難であるなどの問題点がある。

本研究では、国際大会で用いられる方法1をMachine条件（図1 a）、国内で用いられる方法3をRun条件（図1 b）とした。測定は、ランダムに行った。

Machine条件は、車椅子駆動輪をローラー上で走行させ、その時の回転数から速度を算出する。不正防止のため、車椅子のジョイスティックを操作する

のは第3者である。測定手順は下記の通りである。

1. 選手はジョイスティックから手を放す。
2. 第3者がジョイスティックを操作する。
3. 速度が安定したところ（左右の回転数差100rpm以内）で左右のローラー回転数の計測を行う。
4. 左右の数値をPCに入力し時速に換算する。

Run条件は、既定の距離を既定時間以上で走行し計測する。車椅子のジョイスティックを操作するのは選手であるが、不正を行っていないかを第3者が監視する。測定手順は下記の通りである。

1. 選手は定められた距離（日本国内では15m）を直進走行する。

(a) ECC 2013



W杯 2011

APO 2013



(b)



図1. 国際大会 (a) 及び国内大会 (b) で用いられているスピードテストマシンと測定の様子

- (a) 車椅子駆動輪をローラー上で走行させ、その時の回転数から速度を算出する。不正防止のため、車椅子のジョイスティックを操作するのは第3者である。
- (b) 既定の距離を既定時間以上で走行し計測する。車椅子のジョイスティックを操作するのは選手であるが、不正を行っていないかを第3者が監視する。

2. 走行にかかった時間を計測し、既定時間（日本国内では5.50秒）以上で合格とする。

### c. 統計処理

データは、平均値±標準偏差（Mean±SD）で示した。比較には対応あるStudentのt検定を用いた。統計的有意水準は5%未満とした。

## Ⅲ. 結果及び考察

電動車椅子サッカーにおける最高速度は、競技規則第4条－競技者の用具に「試合間に認められる電動車椅子の最大速度は前進・後進時共に10km/h (6.2mile/h) とする。」と規定されている。本研究において、Machine条件及びRun条件ともに前進と比較して後進で有意に速かった（Machine条件：前進； $9.50 \pm 0.27$ km/h，後進； $9.61 \pm 0.24$ km/h，Run条件：前進； $9.61 \pm 0.24$ km/h，後進； $9.86 \pm 0.38$ km/h，図2）。近年、世界的に競技志向が急速に高まる電動車椅子サッカーにおいて、後進しながら守備を行う機会が増えている。このことにより、最少限の動きで攻守の切り替えが可能になり、数少ないチャンスを活かすことが可能になる。特に、本研究の対象者である日本代表候補選手においては、そのプレーは顕著に表れる。このことが、前進と比較して後進で速度規定を速くしている要因であると考えられた。一方では、普段の練習等においても日本国内で用いられている簡便なスピードテストの方法3で速度設定を行っている日本代表候補選手が世界大会に出場する場合において、後進時に規定速度違反の可能性が高くなることを示唆する。

前進及び後進ともにMachine条件と比較してRun条件で有意に速かった（前進：Machine条件； $9.50 \pm 0.27$ km/h，Run条件； $9.71 \pm 0.42$ km/h，後進：Machine条件； $9.61 \pm 0.24$ km/h，Run条件； $9.86 \pm 0.38$ km/h，図2）。

Machine条件とRun条件では、ゴム素材である電動車椅子駆動輪（タイヤ）と接触する材質が異なる

ため、摩擦による抵抗が異なることが考えられた。回転するタイヤの摩擦抵抗は静止摩擦力であり、一般に、ゴム素材に対する金属と木のそれぞれの静止摩擦係数は異なる（金属：0.7-0.8，木：0.6-0.7）。また、摩擦係数は、材質表面の粗さにも影響を受ける。本研究においても、Machine条件時にローラー上で空転し再測定になった選手がいた。競技を続けることで、電動車椅子のタイヤは摩耗すると考えられる。摩耗したタイヤはグリップ力を失う。このタイヤの磨耗は摩擦係数を低下させた可能性が考えられた。一方、摩擦係数の大きさは、接触面積によって異なることも知られている。本研究においても、2本のローラーの上で測定するため、タイヤの2面に接触しているMachine条件と床の上を自走するため、タイヤの1面に接触しているRun条件ではタイヤが接触する面の数が異なっていた。これらのことから、Run条件において前進と後進が有意に速かったと考えられた。

電動車椅子サッカーで用いられる電動車椅子は、左右の異なるモーターが駆動することで、前進・後進・旋回を行う。電動車椅子サッカーの競技規則において、前進後進の速度規定はあるが、旋回速度に関する規定はない。そのため多くの選手は、旋回速度を前進・後進速度と異なる10km/h以上に設定している。さらに、旋回速度だけでなく、ジョイス

ティック操作時の反応速度を上げることで、車椅子を素早く回転させることができ、ボールをより強く蹴ることができる。本研究において、Machine条件は、車椅子駆動輪をローラー上で第3者が車椅子のジョイスティックを操作し、回転数の差が100回転以下の時の値から速度を算出する。一方、Run条件は、対象者がジョイスティックを操作し、既定の距離を自走して測定する。重度の障がいを持つ選手がジョイスティックを正確に操作して直進させることは難しい。そのため国内大会においては、補助になるよう直線の上を走行させることが多くあり、大きく逸脱した場合のみ再測定となる。日本を代表する本研究の対象者においても左右にふらついていた。左右へのブレを直進に修正するジョイスティック操作時には、前進または後進操作だけでなく、旋回操作が入ることになる。このことから、Run条件での速度の速さは、直進時に、ジョイスティックの反応の速さにより旋回がプラスされることで、電動車椅子の推進力を向上させ、前輪の接地抵抗および転がり抵抗を上回っていた可能性が考えられた。

これらのことから、スピードテストには電動車椅子のタイヤとの関係だけでなく、選手の操作性能が影響を及ぼす可能性が考えられた。

#### IV. まとめ

本研究は、FIPFAの定めるスピードテストの方法について、国際大会で用いられる方法1と、国内で用いられる方法3について比較検討した。その結果、下記のことが明らかとなった。

1. Machine条件、Run条件ともに前進と比較して後進で有意に速かった。
2. Machine条件と比較してRun条件で、前進及び後進ともに有意に速かった。

これらのことから、Run条件を基に電動車椅子の速度を設定している日本代表選手は、規定されている最高速度より低く設定されている可能性が高いこ

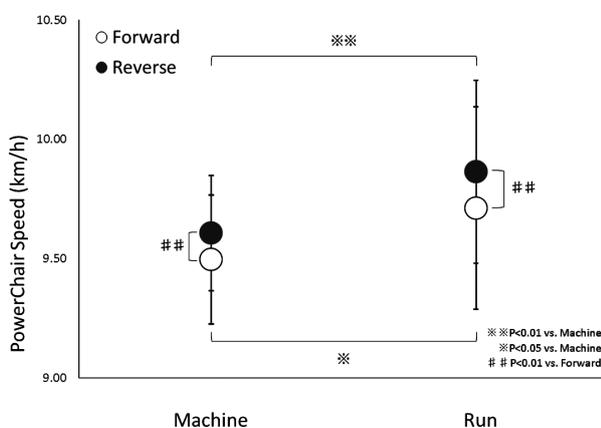


図2. Machine条件とRun条件での電動車椅子速度の比較

とが明らかとなった。このことは、特に速さで競った場合、日本代表選手にとって不利になる可能性を示唆する。

### 謝辞

本研究を実施するにあたり、多大なご協力をいただいた日本電動車椅子サッカー協会、同代表強化委

員会、藤井忠夫氏、岡山ヴィゴレー杉井氏、また調査に協力していただいたAPOカップ日本代表候補選手及び介助者の方々、天岡研究室の学生さんに厚く御礼申し上げます。

本研究の一部は、平成26年度吉備国際大学学内共同研究費の補助に基づくものである。

### 参考文献

芥川恵造，毛利浩：タイヤの摩擦と粘弾性．日本ゴム協会誌 70巻第4号，66-72，1997.

FIPFA：FIPFA Technical Supplement (Inc Speed Testing Draft) v2\_(December 2012).

長谷部嘉彦，平川弘：摩擦と摩耗．日本ゴム協会誌 41巻第10号，162-176，1968.

林邦宏：電動車いす，電動三輪車，四輪車の安全・快適技術．国際交通安全学会誌 Vol.27, No.2, 2002. 電動車いすの安全対策について．平成20年6月26日.

日本電動車椅子サッカー協会：POWERCHAIR FOOTBALL LAWS OF THE GAME Official Rules & Regulations Approved October 2010.

小野田光之：路面のすべり．アスファルト214，46巻，3-10，2003.

