

重度視覚障害者の陸上競技におけるクラウチング・スタートの動作分析

近藤 克之^{1,2} 佐藤 紀子¹

Motion analysis on crouching start of a track athlete with severe visual impairment

Katsuyuki Kondo^{1,2} and Noriko Sato¹

I. はじめに

陸上競技のショート・スプリント種目では、ほとんどの競技者が「クラウチング・スタート」という方法によってスタート動作を行っており、この動作が後の加速局面に様々な影響を与えるものと考えられてきている。これは、これまでのスタート動作に関する実験的研究やバイオメカニクスの分析¹⁾、または運動感覚的問題を扱った研究²⁾などから、説明することが可能である。

ところで、視覚に障害のある陸上競技選手においても、視覚に障害のない選手と同様に、クラウチング・スタートを用いるが、これまでに、視覚に障害のある選手のスタート動作を解析し、その特徴を報告した先行研究はほとんどみられない。

視覚障害者にとって、自己の動きをとらえるには、指導者からの示範（主に言語による）によって理解することがほとんどであり、動作解析などの手法によって客観的に自己の動作を理解することは、自己のスタート動作のイメージ（運動表象）と照らし合わせるができると思

われる。また、指導者の立場としても、指導現場で蓄積された経験知のみならず、客観的な情報と組み合わせて指導することが可能となり、指導者と選手が共通のイメージをもつことができるようになると思われる。

さらに、視覚に障害のない選手のスタート動作を解析した先行研究との比較検討によって、今後のスタート動作に有益な知見を得ることができるであろう。

これらのことから本研究では、視覚に障害のある陸上競技選手のスタート動作を解析し、スタート動作のキネマティクスの特徴を検討すること、およびスタート動作の特徴の活用方法やフィードバック方法について考察することを目的とした。

II. 方法

(1) 被験者

被験者は、重度な視覚障害のある女子大学生1名であった。年齢は18歳、身長は154.0 cm、体重は42.0 kg、陸上競技歴は2年4ヶ月であった。被験者の障害の程度によるクラス分類はT12クラスであった。T12クラスの障害の

¹ 日本大学歯学部健康科学

² 日本大学文理学部体育学研究室

〒101-8310 東京都千代田区神田駿河台1-8-13

(受理：2009年9月30日)

¹ Department Health and Sports Sciences

Nihon University School of Dentistry

1-8-13 Kanda-Surugadai, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8310, Japan

² Department of Physical Education College of Humanities and Sciences, Nihon University

1-8-13 Kanda-Surugadai, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8310, Japan

程度は、IPC (International Paralympic Committee: 国際パラリンピック委員会) 競技規則及び日本身体障害者陸上競技規則による、「手の形を認知できるものから、視力 0.03 までまたは視野が 5 度以下のもの」である。実際には、被験者は先天性の網膜色素変性症であり、現在の視力は、右目は光覚弁 (明暗を識別できる程度) で、左目は手動弁 (目の前で手のひらの動きがわかる程度) であり、T 12 クラスとそれより障害の程度の重い T 11 クラス (「視力は、光覚までで、どの距離や方向でも認知はできないもの」) の境界にあった⁸⁾。また、T 11, 12 クラスの選手は伴走者による誘導が認められており、被験者もロープを用い伴走者と並走する方法をとっていた。被験者は日常生活において、点字を使用しており、触察 (手および指先で何かを触ることによって情報を得ること) の経験も豊富にあった。さらに、被験者には自己の運動体験に関して、詳細に発言できる能力を確認することができた。なお、被験者の最高記録は、100 m が 14 秒 12, 200 m が 29 秒 01 であった。

(2) 実験について

実験は、2009 年 4 月 29 日に日本大学陸上競技場にて行った。全天候型走路にてクラウチング・スタートから 30 m ダッシュを 5 本行わせ、最も記録の良かった試技を分析対象とした。なお、被験者には十分なウォーミングアップを行わせ、試技間には十分な回復時間を設けた。

1) ビデオ撮影と分析方法

2 台のデジタルビデオカメラ (毎秒 240 フィールド, SONY: HDR-FX 1000) をスタートラインから 15 m の側方 40 m 地点と正面 70 m 地点に固定設置して、ビデオ撮影を行った。この際、キャリブレーションポールを事前に撮影した。撮影された VTR 画像から、動作解析システム (DKH 社製: Frame-DIAS IV ver 1.22 R 1) を用いて身体各部位 (23 点) と較正点 (12 点) の位置座標を読み取り、3 次元実座

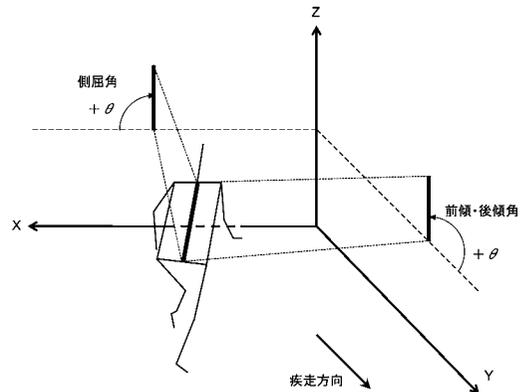


図 1 前傾・後傾角および側屈角の角度定義

標への換算を行った。得られた 3 次元座標値は、バターワース型 Bryant のデジタルフィルタを用いて、6 Hz の遮断周波数で平滑化した。

2) 分析項目

動作分析は、用意の構えからスタート後 5 歩目離地時までを対象に行った。歩数は、スタート時の後ろ足が最初に接地するまでを 1 歩目、続く逆足の接地までを 2 歩目とし、5 歩目まで数えた。分析項目は先行研究³⁾⁴⁾⁵⁾を参考に、スタートダッシュに影響を与えると考えられると同時に、競技力向上サポートなどでよく用いられるキネマティクスの指標を選定し算出した。すなわち、それらは、スタートから 5 歩目までのピッチ (1 歩に要した時間の逆数)、ストライド、疾走速度 (ストライドとピッチの積)、膝関節角度、上体の前傾・後傾角および側屈角 (図 1) であった。

なお、身体重心は阿江ほか⁹⁾の身体部分慣性係数を用いて求めた。

III. 結果と考察

(1) クラウチング・スタートからの飛び出しについて

澤村⁷⁾によると、号砲によって動作がはじまり、前脚が伸展すると同時に上体が起きあがり、身体が地面に対して 45 度の角度で水平方向へ

飛び出すことで、力強いスタートダッシュが可能となるとしている⁷⁾。また、「位置について」の姿勢時に前脚膝角度が90度、後脚膝角度が135度程度であることが望ましいとしている。本研究の被験者は、「位置について」時の前脚(左脚膝関節角度)は130度、後脚(右脚膝関節角度)は139度であった(図2)。地面に対する身体の飛び出し角度は、33度であった(図3)。クラウチング・スタートにおける理想的な各身体関節角度を示している報告はほとんど見受けられないので、澤村の報告⁷⁾との比較を行うと、左脚膝関節角度が大きいように思われる。さらに、飛び出し角度が33度と、理想より10度以上低い角度で飛び出している。前脚膝関節角度が大きいと、スターティングブロックに最適な角度で十分な力を加えることができない可能性が考えられる。被験者は、日々のトレーニングにおいて、「用意」時に左脚膝関節角度を90度、右脚膝関節角度を135度程度にすること、及びスタートの飛び出しを地面に対して45度の角度で行うことを目指していることから、今回の実験結果を参考に、動作や運動感覚の修正を行うことが望まれる。

被験者に分析結果をフィードバックする方法として、言語による説明と併せて、スタート動作の理想形と被験者の動作を触図(立体的な記号や点字を使用し、視覚の代わりに触覚により

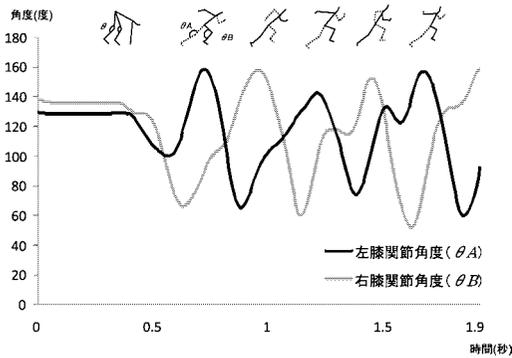


図2 5歩目までの両膝関節角度曲線

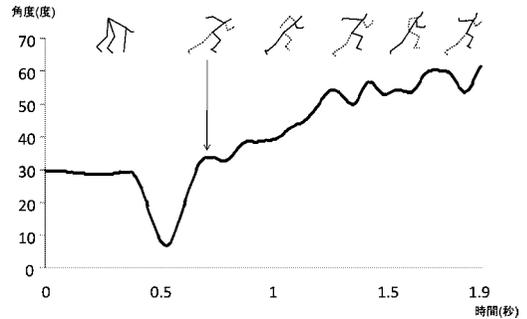


図3 5歩目までの上体の前傾・後傾角曲線

空間認識を行うための図)にしたり、モデル人形を用いて解説するなどの工夫が効果的であると思われる。また、トレーニングの過程で、角度の認識にズレ(被験者が感じる45度と実際の角度との差など)があった場合には、被験者の運動感覚と照らし合わせながら、この情報をフィードバックする必要があると思われた。

(2) スタートダッシュから5歩目までの疾走動作について

スタートダッシュから5歩目までのピッチ、ストライド、疾走速度を表1に示した。被験者の特徴は2歩目にストライドを大きくすることで、加速を得ようとしていたことである。確かに、日々のトレーニングの中で「1歩目よりも2歩目に加速感が感じられる」、「1歩目がうまく出られない」という被験者の内省があった。これは、視覚障害者にとって、前方へ上体を投げ出して行くような動作への不安感や恐怖心が

表1 スタートダッシュにおける5歩目までのストライド、ピッチ、速度

	1歩目	2歩目	3歩目	4歩目	5歩目
ストライド (m)	1.07	1.71	1.14	0.99	1.04
ピッチ (step/s)	4.00	4.00	3.87	4.29	4.00
速度 (m/s)	4.28	6.85	4.43	4.25	4.18

一因となっているように思われる。また、被験者は普段から白杖を使用して歩行しており、安全確保のために自然と重心が後ろへ移動しているという可能性も考えられる。そして、クラウチング姿勢からのスタート動作において、1歩目を安定して接地し身体のバランスを確保したいという感覚があるのかもしれない。しかしながら、2007年に大阪で開かれた第11回世界陸上競技選手権大会に出場した一流短距離選手のスタートダッシュの報告⁸⁾では、スタート1歩目の歩隔が最も大きかったとしている。これによると、一流短距離選手が、1歩目で重心を大きく進行方向へ移動させようとしていることが示唆され、この動作によって大きな加速を生み出しているように思われる。これらのことから、被験者においてもスタート1歩目で加速につながる大きな重心移動ができるような動きの獲得が求められる。さらに、指導者には視覚障害者の進行方向への動作開始による不安感や恐怖心を取り除くようなトレーニングの工夫が求められると思われる。

図4は、5歩目までの上体の側屈角を示したものである。この図からは、上体の左右への振れ幅を確認することができる。被験者は、「位置について」時に、既に右へやや傾いた状態であることが確認できる。その後、右側への振れ幅が大きくなり、右方向へ斜行していく傾向（図

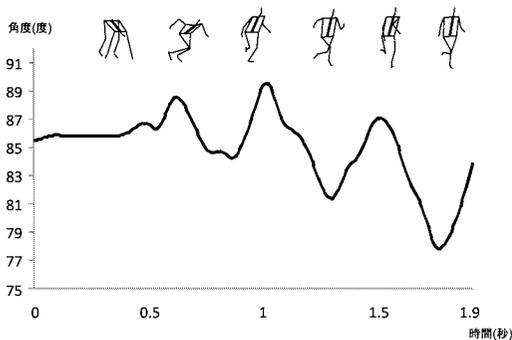


図4 5歩目までの上体の側屈角曲線

5)も認められた。上体が左右に大きく振れると、力が分散され進行方向への力が小さくなる要因になると思われる。このことは、右脚と左脚の筋肉バランスに不均衡があり、右脚の力発揮が強い結果として表れた現象である可能性が考えられる。中間疾走にこのような傾向が出現してくるかどうかは定かではないが、レーンに対して平行に疾走できるようにすることはタイムの短縮に有効であると思われる。よって、補強トレーニングなどを行うことで左右の筋肉バランスを均衡にしていくことは、競技力向上に有効であると思われる。さらに、被験者は晴眼者の伴走を必要としており、被験者の右側を走る伴走者の存在がスタート動作及び走動作に対して様々な影響を与えている可能性も考えられる。伴走者は、被験者がスムーズにリズム良く加速していけるように、被験者と一体となって方向に関する感覚を持ち合わせる必要があると思われる。

(3) 今後の課題

本研究においては、視覚に障害のある陸上競技選手の先行研究が見当たらないために、視覚に障害のない選手を対象とした先行研究との比較検討をおこなった。視覚障害者は障害の程度や過去の運動経験などによって個人差が大きく、単純に他者との比較や一般化することが困難な場合が多いと思われる。また、重度な視覚障害のある陸上競技選手の数自体も少ない。このことから、今後、まずは視覚に障害のある陸

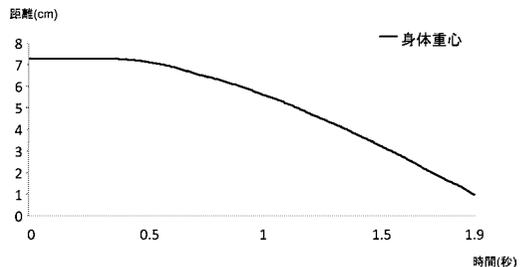


図5 y軸平面における身体重心の変位

上競技選手を対象とした研究事例が多く報告され、個々の研究課題の中で様々な因果関係の追求を行うことが重要であると思われる。

IV. ま と め

本研究の目的は、重度視覚障害者の陸上競技におけるスタート動作を分析し、スタート動作のキネマティクスの特徴を検討し、スタート動作の特徴の活用方法やフィードバック方法について考察することであった。その結果、以下のことが結論として得られた。

(1) クラウチング・スタートから5歩目までを解析した結果、「位置について」時の前脚膝関節角度が理想形と比較して40度程度大きく、また飛び出し時の上体角度は理想と比較して10度程度低いものであった。また、上体の側屈角は右へ傾き、疾走方向が右方向へ斜行する傾向が認められた。

(2) 動作解析によって得られた結果を、視覚情報を用いることのできない重度視覚障害者へフィードバックする際には、触図（立体的な記号や点字を使用し、視覚の代わりに触覚により空間認識を行うための図）や、モデル人形を用いて解説するなどの工夫が効果的であると思われる。これらを活用することで、客観的に自己の動作を理解することが可能となり、自己の動作イメージ（運動表象）と照らし合わせるができると思われる。また、指導者や伴走者が、重度視覚障害者に陸上競技におけるスタート動作について助言を与える際には、身体関節角度や方向感覚、リズム感覚を共有しあえるような方法を模索する必要がある。

注

被験者は、平成21年9月に行われたアジアユースパラゲームズに出場した際のクラス分けテストの結果、T11(B1)クラスであると診断された。その後の出場試合は、全てT11(B1)クラスとして出場している。

文 献

- 1) 伊藤章 (2004) 世界の一流選手はどのように走っているのか、スプリント研究, 14, 29-37
- 2) 戸倉広品, 佐藤徹 (2009) 運動指導における運動感覚の言語表現と動感共鳴—陸上競技のクラウチングスタートについて—, 北海道教育大学紀要 (教育科学編), 60(1), 203-213
- 3) 阿江通良 (2001) スプリントに関するバイオメカニクス的研究から得られるいくつかの示唆, スプリント研究, 11, 15-26
- 4) 貴嶋孝太, 福田厚治, 伊藤章 (2008) 一流短距離選手のスタートダッシュ動作に関するバイオメカニクス的研究 (特集 世界陸上アスリーートのパフォーマンス 東京大会から16年後の大阪大会), バイオメカニクス研究, 12(2), 84-90
- 5) 野友宏則, 富樫時子, 阿江通良 (1998) 記録水準の異なる選手のやり投動作に関するキネマティクス的研究, 陸上競技研究, 32(1), 32-39
- 6) 阿江通良 (1992) 日本人アスリーートの身体部分慣性特性の推定, バイオメカニズム 11, 東京大学出版会, 東京, 23-33
- 7) 澤村博 (2005) トム・テレッツの指導ポイント, 月刊陸上競技, 講談社/陸上競技社, 東京, 165
- 8) 貴嶋孝太 (2008) 一流短距離選手のスタートダッシュの動作分析, 大阪体育大学大学院修士学位請求論文, 39