

## 伴走方法の違いが視覚障がい者長距離ランナーの走フォームに与える影響

湯川 静信<sup>\*1</sup> 矢部 京之助<sup>\*2</sup>

## The Effect of the Guide Runner's Methodology on the Blind Long distance runner's form

Shizunobu Yukawa<sup>\*1</sup> Kyonosuke Yabe<sup>\*2</sup>

### Abstract

The purpose of this study was to examine the Effect of "guide runner's"(GR) Methodology on The "Long distance blind runner's"(BR) form. BRs (4 males and 4 females) who needed a guide rope served and a BR (1 male) who participated in Paralympic Game as subjects. The BRs ran in a six positional types with a GR, and we recorded running forms with a VTR camera and their forms were analyzed by the analysis system, and immediately after running we asked all the BRs using a questionnaire about the guiding methodology. As the result, 8 out of 9 BRs responded that the best position was alongside, with the arm motion is synchronized (A-type). All BRs responded that the worst position was when the GR position is diagonally behind and on the either side, with the arm motion is unsynchronized (F-type). Running speed of E-type (diagonally in front on either side, arm position unsynchronize) was significantly faster than the A-type. The step length of the F-type was significantly shorter than the A-type ( $p<0.05$ ). Our findings suggest that The Guide Runner's Methodology have effect on Blind runner's form.

### キーワード

視覚障がい者、伴走方法、ランニングフォーム、影響

### I. 緒言

2020年に開催される東京パラリンピックの報道等の影響により、障がい者スポーツの認知度が高まりつつある。また同時にランニング人口の増加の背景から、視覚障がい者長距

\*1 ゆかわ しずのぶ：大阪国際大学人間科学部教授（2018.9.21受理）

\*2 やべ きょうのすけ：名古屋大学名誉教授

離ランナー（以下、BRと略す）の走れる環境も多くなってきている。しかし、伴走者（以下、GRと略す）確保が困難な状況がある事等、十分な体制ができていない状況である（湯川ら1998）<sup>1)</sup>。BRとGRについては、両者間において、自由に腕振りができず、腕を止めた状態あるいは腕振りが同期できない状態でランニングをしたり、GRがランナーの前に出て引っ張るようにランニングする等様々な状況がよく見うけられる。視覚障がい者長距離ランナーに関する研究は、伴走者の役割及びランナーの生理学的特性について調査されている（中田1996）が<sup>2)</sup>、伴走者の位置が視覚障がい者長距離ランナーに与える影響についての報告はない。また、晴眼者の長距離ランナーについては、力学的エネルギー利用に関する有効性の観点から疾走技術の調査が報告されているが（榎本1997、1999）<sup>3、4)</sup>、対象者を視覚障がい者長距離ランナーにあて、フォーム分析された研究は見当たらない。今回、伴走方法を「GRの位置の変化」及び「GRとBRの腕振りが同期している時としていない時」と設定し、BRのランニングフォームに与える影響を検討し、伴走方法の確立を目指す事を本研究の目的とした。

## Ⅱ. 方法

### 1. 対象者

ガイドロープを必要とするB1クラス（全盲）の男子4名（42歳～67歳、平均53±10.8歳、全員フルマラソン完走者、最高記録3時間24分～4時間58分）を一般視覚障がい者長距離ランナー群（以下、男BRと略す）とし、パラリンピックマラソン出場男子視覚障がい者長距離ランナー1名（45歳、最高記録2時間51分）をエリート視覚障がい者長距離ランナーとした（以下、EBRと略す）。また今回、参考として女子4名（31歳～48歳、平均

表1：対象者の身体的特徴

#### 一般男子BR

	性別	年齢	身長cm	体重kg	障害程度	クラス	フルマラソン記録	備考
男BR 1	M	49	166	59	1級	B 1	3時間24分	
男BR 2	M	67	160	58	1級	B 1	4時間58分	
男BR 3	M	57	162	53	1級	B 1	4時間9分	先天性
男BR 4	M	42	186	101	1級	B 1	3時間56分	
平均		53.75	168.5	67.75				
SD		10.75	11.93	22.32				

#### 一般女子BR

女BR 1	F	31	151	48	1級	B 1	4時間25分	
女BR 2	F	46	157	55	1級	B 1	3時間42分	
女BR 3	F	32	160	51	1級	B 1	3時間47分	
女BR 4	F	48	152	49	1級	B 1	4時間18分	
平均		39.25	155	50.75				
SD		8.995	4.2426	3.096				

#### エリートBR（EBR）

	性別	年齢	身長	体重	障害程度	クラス	フルマラソン記録	備考
EBR	M	45	177	58	1級	B 1	2時間51分	

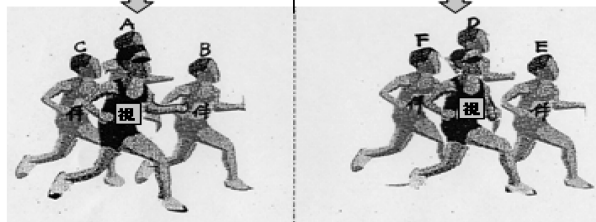
伴走方法の違いが視覚障がい者長距離ランナーの走フォームに与える影響

39±8.9歳、全員フルマラソン完走者、最高記録3時間42分～4時間25分)、一般視覚障がい者長距離ランナー群(以下、女BRと略す)も調査し、一般BR群とEBRにおいて、伴走方法の違いがランニングフォームに与える影響を比較検討した。身体的特性については表1に示した。

2. 測定及び調査方法

BRが日常的に行っているジョギングペースで、所有のガイドロープ(30cm～50cm:重さ5～10g)を使用し、各ランナーがペースを保つために20分間のランニングを行い、その後継続してBRの位置を、横、斜め前、斜め後ろの3ヶ所とし、GRとの腕振りの同期ができるタイプ・腕振りの同期ができないタイプ(GRとBRのガイドロープ側の腕ふりが逆になる事)の条件を含めた計6タイプ(A～F)の伴走方法(図1)により、直線100mの往復走を各2回実施し、中間点前後5m間のランニングフォームを側方より高速VTRカメラ(250コマ)による撮影を行った。GRはランニングペースを一定に保つため、計時を確認しながら伴走する事、ガイドロープを引っ張らない事、ランニングのリズムに影響する声かけをしない事を条件とした。ランニング直後、BRに6タイプの伴走方法について直接聞き取り調査を実施した。ランニングフォームを分析するため、撮影映像に1:右手中指関節、2:右手手首、3:右手肘関節、4:右手肩峰突起、5:左手中指関節、6:左手手首、7:左手肘関節、8:左手肩峰突起、9:右母指球、10:右足関節、11:右膝関節、12:右大転子、13:左母指球、14:左足関節、15:左膝関節、16:左大転子、17:頭頂、18:頭径中心部、19:胸骨上縁、20:左右大転子中心、21:身体重心、22:右脚重心、23:左脚重心を指定ポイントとして入力し、Dynas2DR動作解析システムによるスティックピクチャーから、1サイクル(2歩分)のランニングフォームの2次元動作分析を行なった。

タイプ	伴走者位置	腕振り	タイプ	伴走者位置	腕振り
A	横	できる	D	横	できない
B	斜め前	できる	E	斜め前	できない
C	斜め後ろ	できる	F	斜め後ろ	できない
		同期している			同期していない



腕振りできる(同期している) 腕振りできない(同期していない)

図1: 伴走方法

今回の分析項目は、身体重心の水平速度、上体角、頸部角とし、更に聞き取り調査結果からAタイプとFタイプにおいては、ストライド、身体重心、脚重心、足先の変位を分析した。重心は松井の係数を使用し、身体重心は大転子中心までの左右同一部位ごとの加算値に係数を乗じる方法、また、脚重心は足部、下腿部、上腿部の各重心の質量比から算出した（三浦ら1974）<sup>5)</sup>。

統計処理は、2群間の比較においてはt検定を行い、3群以上の比較においてはFisherのPLSD法により多重検定を行い有意水準は $P < 0.05$ とした。

### Ⅲ. 結果

#### 1. 伴走方法の聞き取り調査

図2は、BRの6タイプ（A～F）の伴走方法についての聞き取り調査の結果である。一番走りやすい伴走方法についての設問に対しては、GRの伴走位置がBRの横であり、腕振りの同期ができるAタイプとの回答がEBRを含めた9名中8名、GRの伴走位置が斜め前、腕振りの同期ができるBタイプが1名であった。一番走りにくい方法として回答したものは9名全員がGRの伴走位置が斜め後ろ、腕振りの同期ができないFタイプとの回答であった。

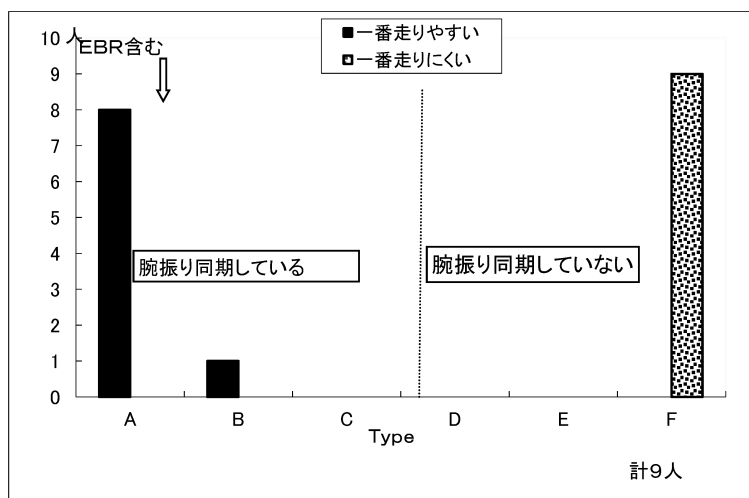


図2：伴走方法聞き取り調査結果

#### 2. 水平速度

図3は一般BRの水平速度の平均値及びEBRの水平速度である。9名中8名のBRが一番走りやすいと回答したAタイプと、全員走りにくいと回答されたFタイプ間において、一般男女BRとも有意な差は見られなかったが、Fタイプが遅くなっており、伴走位置が斜め前、腕振りが同期されないEタイプは、他のタイプよりも速くなっていた。また男BRは伴走位置が斜め後ろ、腕振り同期されないE・Fタイプ間において有意な差が見られ

た ( $P<0.05$ )。これに対し、EBRについては伴走位置が斜め前、腕振りが同期されたBタイプが一番速く、一般BRとは逆にAF間では若干ではあるがFタイプの方が速くなっていた。

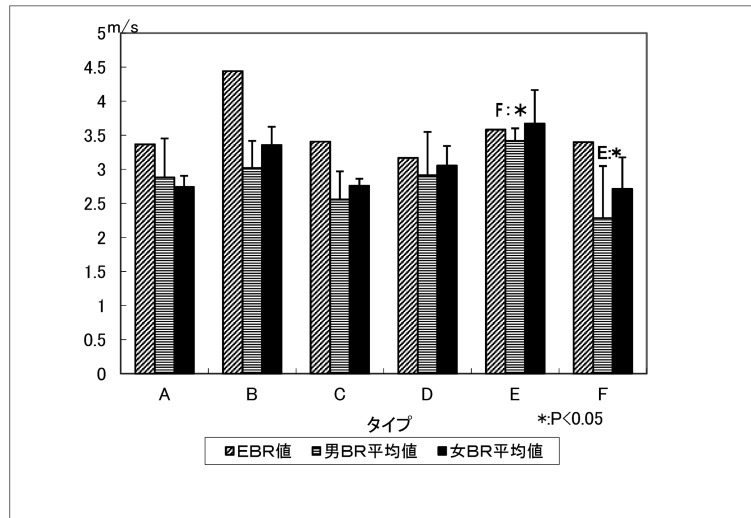


図3：水平速度

### 3. 上体角及び頸部角

図4は各タイプの上体角、頸部角の平均値及びEBRの角度変化である。上体角は、Aタイプは男BR83.1度、女BR86.5度、EBR79.2度であった。A～Fの平均上体角は、男BR $83.0 \pm 1.1$ 度 (81.2～84.2)、女BR $83.3 \pm 1.4$ 度 (81.0～86.5)であった。EBRは平均 $77.5 \pm 2.3$ 度 (74.5～80)であった。EBRは各タイプにおいても一般男女BRと比較して上体角が小さかった。頸部角は、男子BRが平均 $159.1 \pm 5.1$ 度 (152.0～164.6)、女BR $163.2 \pm 5.4$ 度 (156.2～169.5)であった。EBRは平均 $147.5 \pm 14.6$ 度 (122.6～166)、Aタイプ (166.0度) Fタイプ (122.5度)であり44度の差があった。前傾を保ち頸部角を男女BR以上に変化させ伴走者に対応する特徴が見られた。

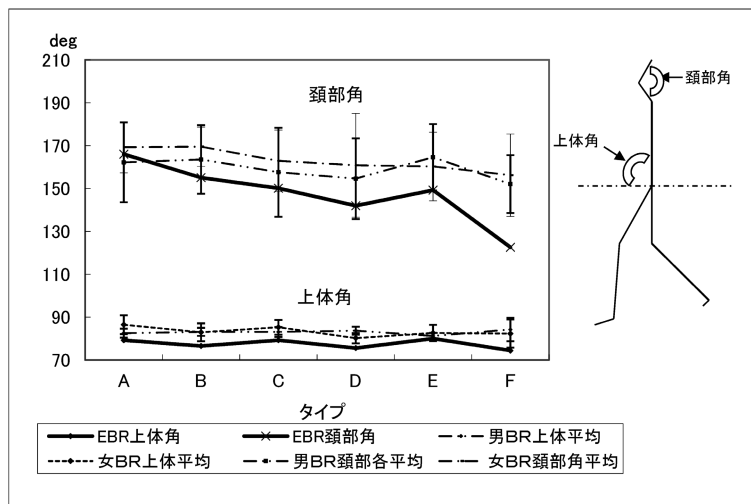


図4：上体角及び頸部角

#### 4. AタイプとFタイプの比較

聞き取り調査から、Aタイプ（8名：一番走りやすいと回答）とFタイプ（9名全員が一番走りにくいと回答）について更に検討を試みた。

#### 水平速度及びストライド

図5は一般男BRのAタイプとFタイプのストライドの変化を表したスティックピクチャーの一例であり、図6は水平速度及びストライド（1サイクル2歩分の平均）の身長に対する比の結果である。水平速度は男BR2.8m/sから2.3m/s、女BR2.7m/sから2.5m/s、ストライドは男BR59.0%から44.9%、女BR56.9%から51.1%であり有意な差が見られた（ $P < 0.05$ ）。これに対しEBRの水平速度は若干向上しているにも関わらず、ストライドは78.2%から52.9%と男女BRよりも減少が大きかった。

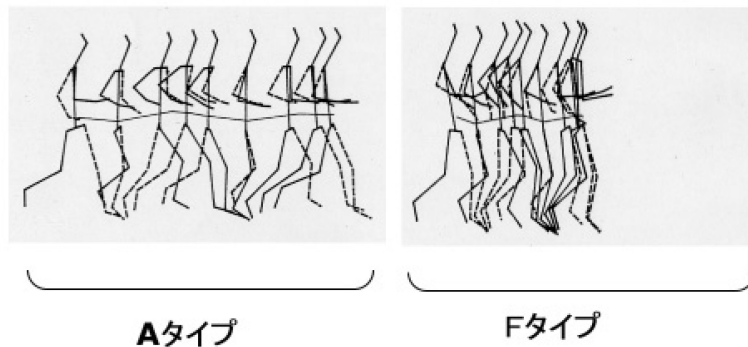


図5：一般男BRのAタイプとFタイプのストライド変化の一例

伴走方法の違いが視覚障がい者長距離ランナーの走フォームに与える影響

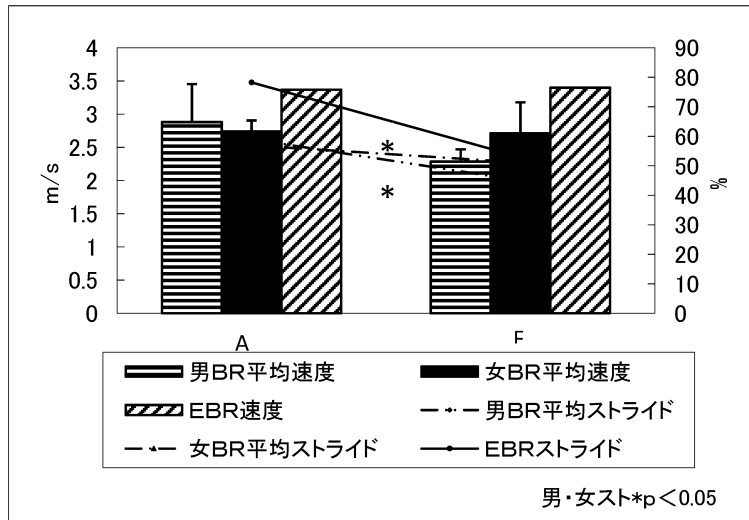


図6：A.Fの水平速度・ストライド／身長

#### 身体重心

図7は1サイクル（2歩分）の身体重心の鉛直変位の身長に対する比の結果である。男BRは4.9%から4.4%、女BRは4.9%から5.9%であった。EBRは5.5%から3.8%と減少していた。

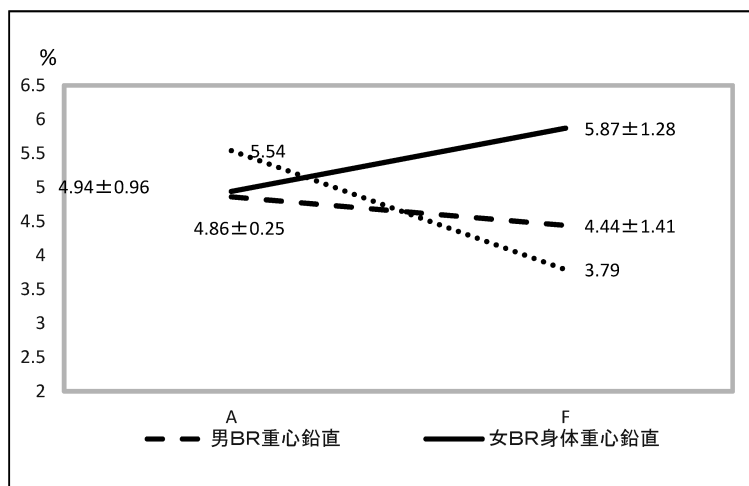


図7：身体重心の鉛直変位／身長

#### 脚重心

図8は脚重心の水平変位及び鉛直変位の身長に対する比の結果である。男BRの水平変

位はAタイプが平均 $111.6 \pm 16.1\%$ 、Fタイプは $83.1 \pm 24.8\%$ と減少していた ( $P < 0.05$ ) が、鉛直変位は $5.9\% \pm 0.6\%$ と $5.9\% \pm 1.3\%$ と殆ど変化が見られなかった。女BRは $110.2 \pm 11.0\%$ と $100.2 \pm 4.3\%$ と若干減少していた。鉛直変位は $5.3 \pm 0.8\%$ と $5.0 \pm 1.1\%$ であった。EBRは水平変位が $123.7\%$ と $114.4\%$ と減少しており、鉛直変位は $6.2\%$ と $8.4\%$ と増加していた。

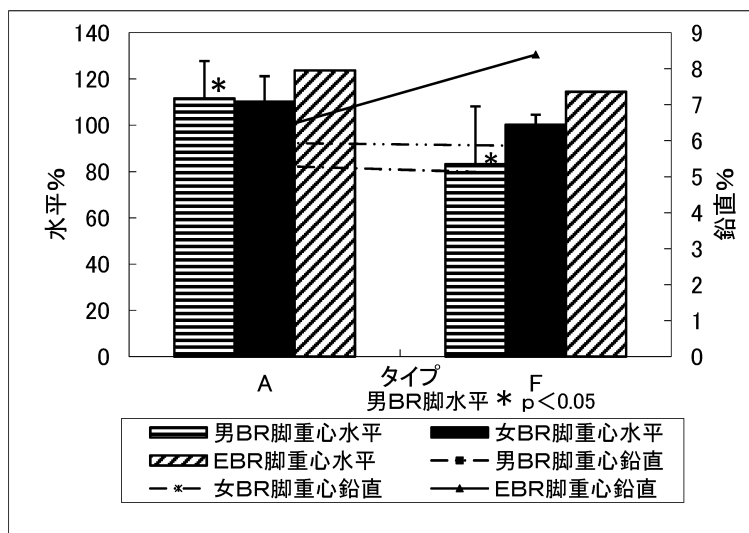


図8：脚重心の水平、鉛直／身長

#### 足先の軌跡

図9は足先の水平変位及び鉛直変位の身長に対する比の結果である。男BRの水平変位の平均はAタイプ $110.5 \pm 15.7\%$ 、Fタイプは $82.7 \pm 28.6\%$ と減少していた ( $P < 0.05$ )。鉛直変位は $9.0 \pm 1.9\%$ と $11.0 \pm 1.7\%$ であった。女BRは $110 \pm 8.25\%$ と $100 \pm 5.9\%$ であり、鉛直変位は $8.4 \pm 0.8\%$ と $9.3 \pm 3.7\%$ であった。図10-(1)(2)はEBRのA.Fタイプにおけるランニングフォームのスティックピクチャーである。EBRは水平変位が $125.1\%$ と $110.0\%$ と減少し、鉛直変位は $12.3\%$ と $17.5\%$ と増加していた。



伴走方法の違いが視覚障がい者長距離ランナーの走フォームに与える影響

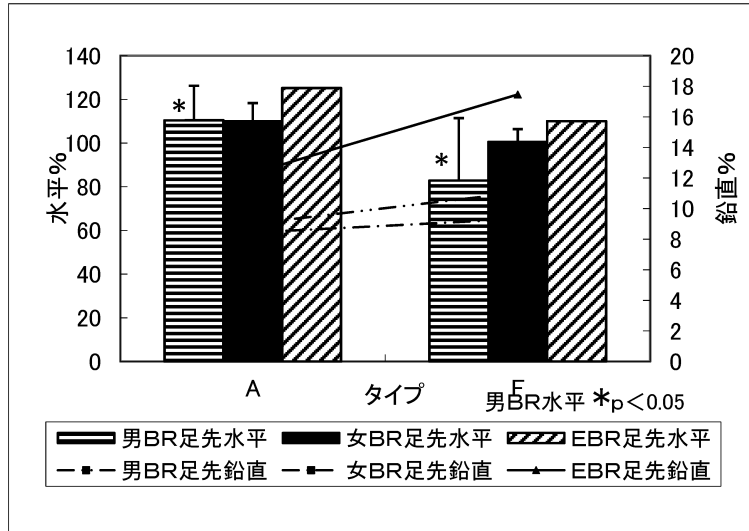


図9：足先の水平、鉛直/身長

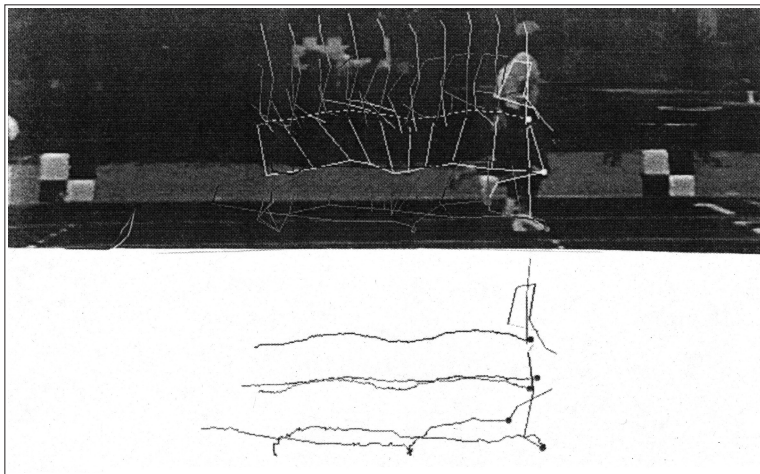


図10-(1) Aタイプの1サイクル中(2歩行)のスティックピクチャー図と身体重心、脚重心、足先の軌跡

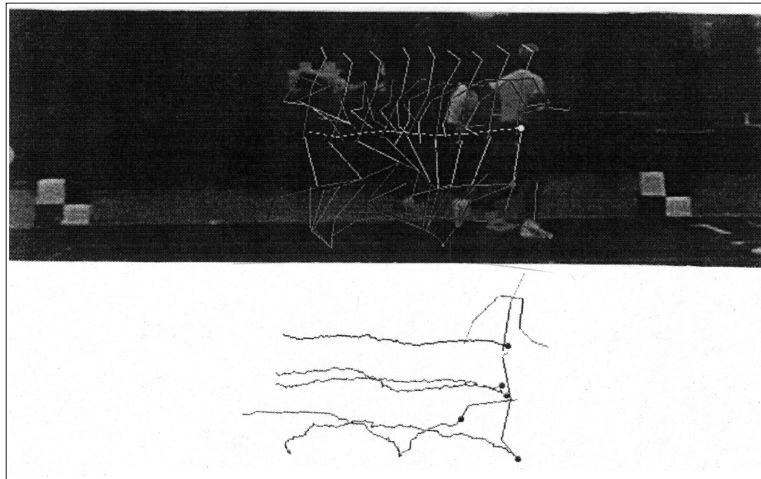


図10-(2) Fタイプの1サイクル中(2歩分)のスティックピクチャー図と身体重心、脚重心、足先の軌跡

#### IV. 考察

##### 1. 聞き取り調査の結果

本研究では伴走方法を6タイプに分け、伴走方法の違いがBRに与える影響を、BRへの聞き取り調査と動作分析から調査を行った。9名中8名が走りやすいと回答のあったAタイプ(伴走位置:横、腕振りの同期ができる)について、BRの意見として「自由に腕振りができ、伴走者の様子も感じ、安定して走れる」と述べられていた。山地はランニングフォームはランニング技術だけでなく、ランナーの体力やこころの具現化した姿と述べ、ストライドとピッチ面及びランニングフォームからみたランニング効率について報告している(山地1983)<sup>6)</sup>。視覚障がい者においては、不安、恐怖の状況に配慮することが重要となる。Aタイプは、BRの位置が横であり、腕振りができ、ランニングスピードに応じたストライドが確保できることから、山地<sup>6)</sup>が述べる「こころ」の面に不安がなく、心身ともに安定した効率のよい伴走方法だと考えられる。Bタイプ(伴走位置斜め前、腕振りの同期ができる)が走りやすいとした回答者1名については、「若干引っ張られる事によってペースが落ちない」との意見があり、ランニングペースをリードしてもらえるため、走りやすさを感じたものと推測できる。しかし、この方法は日本盲人マラソン協会競技規則で、伴走者はロープを引っぱってランニングペースをあげる行為は禁止されており<sup>7)</sup>、レース参加においては競技規則に反する事に留意すべきである。全員走りにくいと回答があったFタイプ(伴走位置後ろ、腕ふりの同期できない)は、BRの聞き取り調査時の「方向が定まらない」との意見等から、BRを不安にさせ、安定したストライドが保てないこと、また、腕ふりが同期できないため、心理的にも緊張感を与え、効率のよいランニングフォームが保てない事からの回答結果であったと推測できる。

## 2. 水平速度

男BRにおいては、腕振りの同期ができない場合、伴走位置の斜め前であるEタイプと、斜め後ろであるFタイプ間において有意な差が見られた ( $P < 0.05$ )。両タイプとも、腕振り動作が同期されず、BRの斜め前及び斜め後ろにおいて、ガイドロープが一瞬引っ張られてしまう状態になり、Eタイプは速度が上がり、Fタイプにおいては減少したものと考えられる。EBRはBタイプが一番速くなっていた。GRの位置が斜め前であり、ロープ側の腕振りが体幹よりも斜め前で行われる状態であることから、腕振りの後方へのスイングが十分できず、上体角が狭くなり、前傾姿勢となったこと、また月間600kmの走行距離などの日常練習において、伴走者への追走意識が高まったと推測する。

## 3. 上体角：頸部角

上体角については、EBRが各パターンにおいて一般男女BRよりも小さかった。三浦ら(1971)<sup>8)</sup>は、長距離ランナーの特徴として前傾が深いことを報告している。今回の調査において、対象者数が少ない課題があるが、EBRと一般男女BRのマラソン自己最高記録と上体角の関連性は、視覚障がい者長距離ランナーにおいても、三浦の報告と同様な結果になると推測する。頸部角については、上体角より変化する角度範囲が大きく、EBRは男女BRよりも差が大きかった。市川は視覚情報と走運動について、晴眼者走者が実際の走路を走っている時、直線的自己運動感 (liner vection) が生じ、姿勢調整が引き起こされると報告している (市川2001)<sup>9)</sup>。しかし視覚障がい者においては、視覚情報による直線的自己運動感が乏しくなり姿勢調整が困難になる。その分外部の情報を聴覚から取り入れ姿勢を調整するため、頸部を動かしながら状況判断していると考えられる。全BRにおいて伴走位置が横より斜め後ろ時において、頸部角は狭くなる傾向があり、EBRの変化は男女BRよりも差が大きかったのは、EBRが男女BRよりもランニングスピードを維持しようとする事から、上体角、頸部角を変化させ、外乱作用に対応しているものと考えられる。

## 4. AタイプとFタイプの比較

聞き取り調査結果から、AタイプとFタイプについて、水平速度、ストライド、身体重心、脚重心、足先の変位について検討した。一般男女BRにおいては、有意差は認められなかったものの、AタイプよりFタイプが水平速度は遅くなる傾向があった。また、ストライドはAタイプよりFタイプが短くなっていた (図5 :  $P < 0.05$ )。佐竹は、ランニングは個人にあった至適なピッチやストライドが存在し、それらを意図的に変えるとランニング効率が低下することを報告している (佐竹1985, 1989)<sup>10, 11)</sup>。AタイプはGRの伴走位置が横であり、BRが安心でき、また腕振りが同期されている事によりランニングリズムが保て、一定のストライド、歩数を保つ事が可能となるが、Fパターンの場合、伴走位置が斜め後ろでありBRの不安な状況から走る方向が確認できない事、腕振りの同期ができない事で、更にランニングリズムが保てずストライドが減少し、佐竹<sup>10, 11)</sup>の報告にあるランニング効率の低下が見られたと考えられる。身体重心の鉛直変位の身体に対する比に

ついては、男BRはAタイプ4.86%、Fタイプ4.44%、女BRは4.44%と4.96%であった。EBRは5.54%と3.79%であった。三浦らは優れた長距離ランナーの特徴に、重心の上下動が小さいことも報告している<sup>8)</sup>。Aタイプでは、EBRの重心の鉛直変位は一般BRと比較して大きかったが、今回、ジョギングペースでの設定の調査であり、マラソンペースになると一般BRより小さくなる可能性も考えられる。

脚重心の水平変位は男BR：Aタイプ $111.6 \pm 16.1\%$ 、Fタイプ $83.1 \pm 24.8\%$ と減少していた( $P < 0.05$ )。鉛直変位は $5.9 \pm 0.6\%$ と $5.9 \pm 1.3\%$ 、足先の水平変位は、 $110.5 \pm 15.7\%$ と $82.7 \pm 28.6\%$  ( $P < 0.05$ )、鉛直変位は $9.0 \pm 1.9\%$ と $11.0 \pm 1.7\%$ であった。女BRは脚重心水平変位は、 $110.2 \pm 11.0\%$ と $100.2 \pm 4.3\%$ 、鉛直変位は $5.3\%$ と $5.0 \pm 1.1\%$ 、足先の水平変位は $110 \pm 8.25\%$ と $100.0\%$ 、鉛直変位は $12.3\%$ と $17.5\%$ と増加していた。これは、Fタイプにおいては不安な状況と腕振りの同期がされない事から、股関節からの前方への脚の振り出し動作が行なえず、足先の鉛直運動が多く行われたものと推測できる。図10-(1)(2)はEBRのA・Fタイプにおけるランニングフォームのスティックピクチャーである。A-Fタイプ間において身長に対するストライド比は78.2%から52.9%に減少していたにも関わらず、水平速度は僅かに向上していた。脚重心、足先の水平変位についてはFタイプが減少しており、脚重心、足先の鉛直変位は増加していた。EBRもまた、上体角は4.8度、頸部角は44度減少し、前傾姿勢で顎が上がったフォームになっていた。身体重心の鉛直変位を減少することによって、全身の上下動を調整しランニングフォームのバランスを保った事、またピッチ数を向上させ、一定の速度を保とうとしたため、脚重心、足先の鉛直変位が増加したものと推測できる。

## V. まとめ

今回、ガイドロープを必要とするB1クラス(全盲)の男子一般視覚障がい者長距離ランナー(4名)パラリンピックマラソン出場男子視覚障がい者長距離ランナー1名、参考として女子一般視覚障がい者長距離ランナー(4名)を対象とし、伴走方法の違いがランニングフォームに与える影響を比較検討し、以下の結果が得られた。

- (1) 走りやすい伴走方法は、GRの伴走位置が横、腕振りが同期される方法であった。走りにくい伴走方法は、GRの伴走位置が斜め後ろ、腕振りが同期されない方法であった。
- (2) GRの伴走位置が斜め前の場合、腕振りの同期される場合、されない場合に関わらず水平速度が速くなる傾向があった。EBRはBタイプ(伴走者の位置が斜め前、腕振りが同期される)において水平速度が最も速くなった。
- (3) 上体角、頸部角は男女BRにおいてA・Fタイプ間において有意な差が見られなかったが、EBRはFタイプにおいて上体角、頸部角が狭くなり、伴走方法の変化に対応していた。
- (4) 水平速度は男女BRにおいてA・F間では有意な差は見られなかったものの、Fタイプの速度が低下する傾向があり、ストライド、脚重心、足先の水平変位については有意な差が見られた。鉛直変位については有意な差は見られなかった。

- (5) EBRはAタイプとFタイプにおいてストライドが減少しているにも関わらず、水平速が若干向上していた。足先、脚重心の鉛直変位を増加させる事、頸部角を減少させる事より身体重心の鉛直変位を減少させ、伴走位置の変化、腕振り動作の変化に対し、ランニング速度を維持していた。

以上のことから、今回はジョギングペースではあるが、伴走方法の違いが、視覚障がい者長距離ランナーのランニングフォームに影響を与えていることが明らかとなった。聞き取り調査結果から、走りやすい伴走方法は、伴走者位置は横：両者の腕振りが同期する方法（Aタイプ）であった。伴走者が斜め前である場合、ランニング速度が速くなっており、日本盲人マラソン協会競技規則の伴走者が前にでることの禁止項目の科学的根拠になると考える。走りにくい伴走方法と回答があった伴走者の位置が斜め後ろ、腕ふりができない伴走方法は、全員ストライドが短くなり、一般視覚障がい者長距離ランナーは、ランニング速度も遅くなる等影響が大きかった。しかし、パラリンピック出場者は、若干、ランニング速度が速くなっていったことから、伴走方法の変化に対して、上体角、頸部角を変化させ、脚重心鉛直変位の増加、身体重心鉛直変位の減少をさせながら伴走方法の変化に対応している事が示唆された。

#### 参考文献

- 1) 湯川静信 君原健二 高石ともや 増田明美、国内における視覚障害者ランナーの現状と課題（第I報）、大阪国際女子大学紀要22-2：333-342 1996。
- 2) 中田英雄、盲人マラソンの実態調査および生理学的特性に関する研究、盲人マラソン研究会調査研究報告書：13-29 2000。
- 3) 榎本靖士（1997）長距離走の疾走動作と力学的エネルギー利用の有効性、陸上競技研究28：8-15 1997。
- 4) 榎本靖士（1999）力学的エネルギー利用の有効性からみた長距離走の疾走技術、バイオメカニクス研究3：12-19 1999。
- 5) 三浦望慶、部分及び合成重心係数を用いての座標測定方式による合成重心の算出、体育の科学124：517-522 1974。
- 6) 山地啓司、ランニングフォームから見たランニング効率、マラソンの科学、大修館：69-78 1983。
- 7) 日本盲人マラソン協会競技規則、2007。
- 8) 三浦望慶、他 走運動における身体資源と運動成果の関係について、体育の科学21：114-119 1971。
- 9) 市川真澄、新運動生理学、真興交易、医書出版：91-96 2001。
- 10) 佐竹昌之、長距離走におけるピッチとストライドの変化が走行率に及ぼす影響、体育学研究30：231-239 1985。
- 11) 佐竹昌之、長距離走におけるピッチとストライドに関する研究、スポーツ方法学研究2：59-69 1989。

