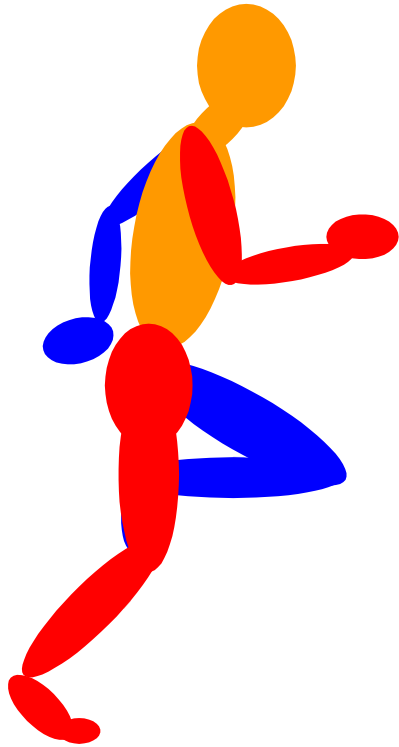


スピードのピッチ特性



目次

はじめに

1. 【スピードのピッチ特性グラフ】
2. 【実戦付近のスピードとピッチ】
3. 【マーク走がもたらした「スピードのピッチ特性」の変化】
4. 【スピードのピッチ特性改善の内側】
5. 【まとめと備考】

スピードのピッチ特性

はじめに

本書は短距離走におけるピッチとスピードの関係を論じたものである。主旨は次の通りである。

「ゆっくり」から「実戦付近」までスピードを変えて走ると、ピッチとスピードは直線的な関係を示す。

実戦付近のスピードは直線から下に(遅い方に)外れることが多い。

遅い方に外れた実戦付近のスピードを直線上に戻す方法がある。

1. 【スピードのピッチ特性グラフ】

図1は230本の100m走から得られたピッチとスピードの分布である。

被験者 : 大学生ランナー 46名。多くが高校100傑に名を連ねる。

走行距離 : 100m

計時 : 手動

走行本数 : 5本

走り方 : 「ゆっくり」から「実戦付近」まで5段階のスピードで走行
男子の場合は14秒台から11秒前後の狙いである。

場所 : 日本大学陸上競技場

測定期間 : 2014年12月～2019年3月

各人の走りはピッチの範囲もスピードの範囲も異なるが、10秒台のPBを持つ男子も、12秒台の女子も、(ピッチ,スピード)の座標の分布は直線的に並ぶ。

分布の形を詳しく比較するには、次のようにする。

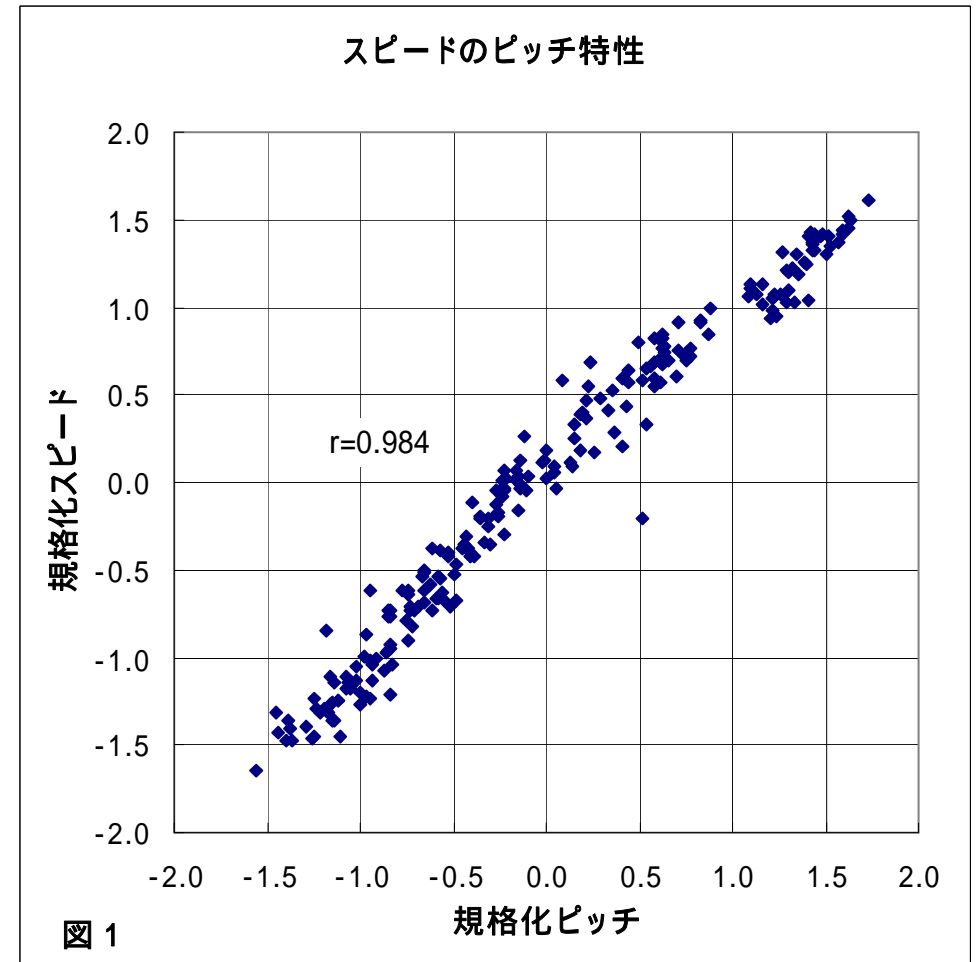
・透明なグラフ用紙1枚に1人分の分布を描き、複数枚を、[分布の中心](#)を揃えて重ね合わせる。

・分布のばらつきが大きいグラフは屏風やスマホ画面のように[傾けて](#)、ばらつきの小さいグラフと[同じくらいのばらつき](#)に見えるようにする。

これを数学的に実現するには、各人のピッチとスピードを平均0、分散1に規格化すれば良い。

このように規格化した座標データをプロットしたのが図1である。

概観すれば座標の[分布は右肩上がりの直線状](#)である。相関係数は0.984である。これが本書の主旨である。



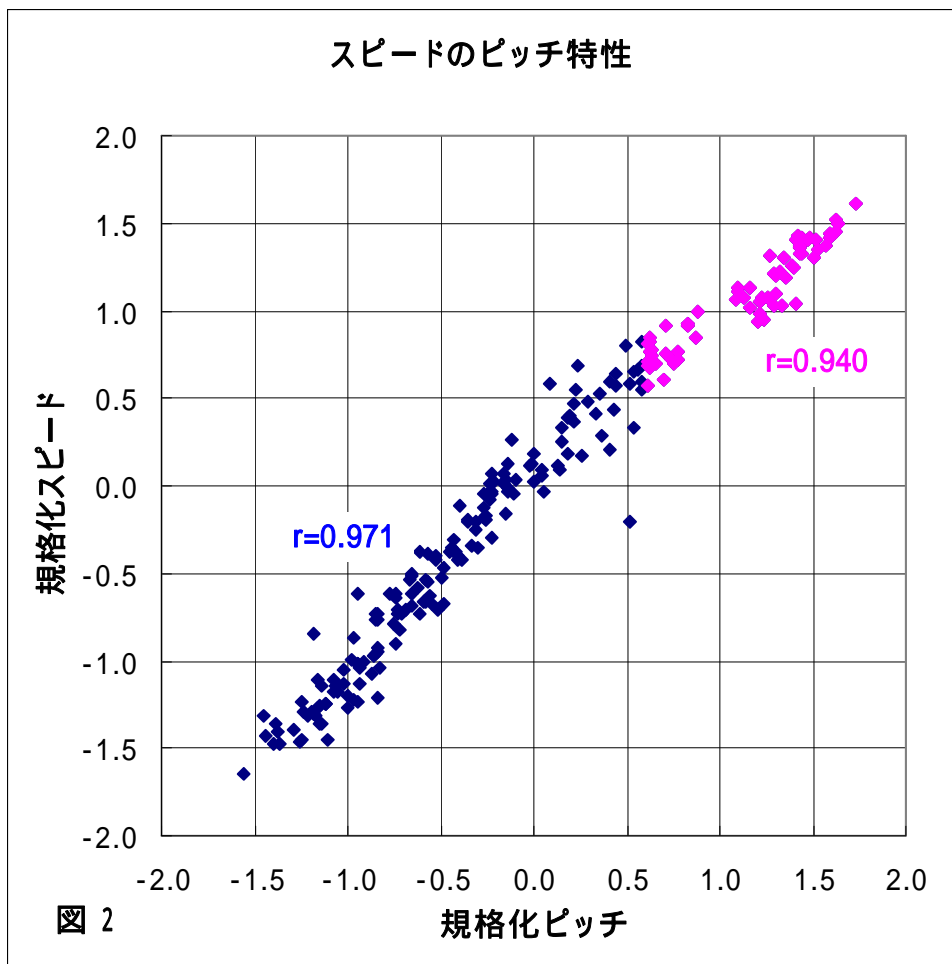
毎分200拍程度のメトロノーム音であれば音に合わせて走ることは容易である。毎分180拍から200拍まで5拍刻みでメトロノームを鳴らし肘で同期を取って走ると、図1と同様な分布を得る。これはスピードをピッチでコントロールできる例である。図1は相関関係を示したものであるが、ピッチは原因寄りの性格が強い変量とみるのが妥当であろう。

2.【実戦付近のスピードとピッチ】

図1を眺めていると、右上の分布は傾きが減っているように見える。0.1刻みで分布を左右に分けて相関係数を求めると、規格化ピッチ0.6で分けたとき右側分布の相関係数が極大値を迎える。

図2の右上はこのように層別した分布図である。層別に相関係数を記した。

分布の傾きを見るために左右の分布に直線を当てはめたのが図3である。赤線は左側の分布に当てはめた直線で、青線は右側の分布に当てはめた直線である。右側の分布は傾きが減っているのがはっきりした。スプリントには「スピードのピッチ特性直線」と言えるものが2本あって規格化ピッチ0.6付近で入れ替わり、かくもスピードの伸びが失われるのである。これが本書の主旨である。



以下に特性直線の情報を記す。

赤線：規格化スピード = 1.118 × 規格化ピッチ + 0.08200 有意F値=1.39×10⁻¹⁰¹

青線：規格化スピード = 0.7388 × 規格化ピッチ + 0.2383 有意F値=5.49×10⁻³²

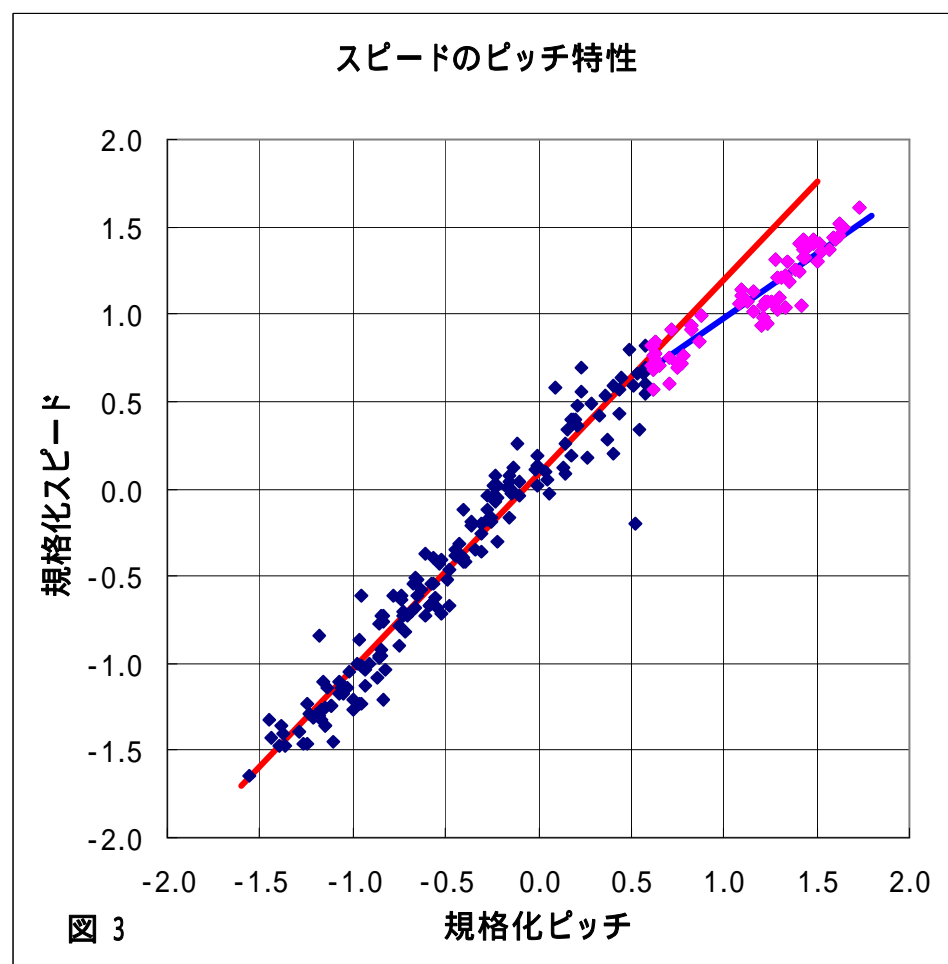
ピッチとスピードに関する恒等式つまりいつでも通用する式がある。

スピード = スライド × ピッチ である。(式2-1)

個別選手の「スピードのピッチ特性直線」は、規格化の文字を外して

スピード = 係数 × ピッチ + 切片 という形になる。(式2-2)

式2-2の両辺をピッチで割ると左辺はスライド、右辺は係数+切片/ピッチとなる。切片が負であればピッチ増加と共にスライドが伸びるが、正になるとピッチ増加につれてスライドが縮むのである。面白い知見である。



3.【マーク走がもたらした「スピードのピッチ特性」の変化】

前節までの分析により、ピッチが上がるとスピードが上がるが、実戦ピッチ付近ではスピードの上がり方が鈍化することが分かった。

ところが、マーク走を一週間実施すると、実戦ピッチ付近のスピードが上がったというデータがある。

図4と図5に示したのがそのデータである。

測定要領は第1節のスピードのピッチ特性グラフに記したものと同一である。測定日は、マーク走前が2014年12月6日と7日、マーク走後が2015年2月7日である。マーク走は2015年2月初旬の1週間実施、マークは短めの間隔でスタート地点に近い所への配置だった。測定時期が2ヶ月離れておりマーク走だけを変化の要因と断じることができないが効果が表れるのが早いトレーニングであることから、スピードのピッチ特性が良い方向に変化した事例として捉えたい。

図4はピッチの中域から高域にかけて特性が改善している。

図5はピッチの高域の特性が改善している。

図6はピッチの低域から中域にかけて特性が改善しているが高域は変わっていない。被験者の小木さんはマーク間隔をやや広く感じた、と語った。きっと400m走の水濠あたりのピッチでマーク走を行ったのであろう。トレーニングピッチが反映されたことを窺わせる。

これが本書の主旨 である。

次節から、図4と図5の被験者のデータに分け入り、2回の測定の間で何が生じたのか、その変化を探る。

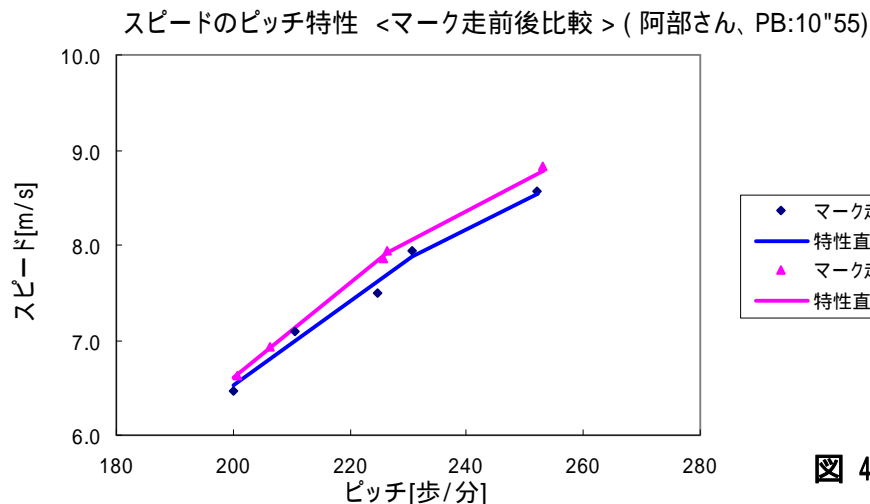


図 4

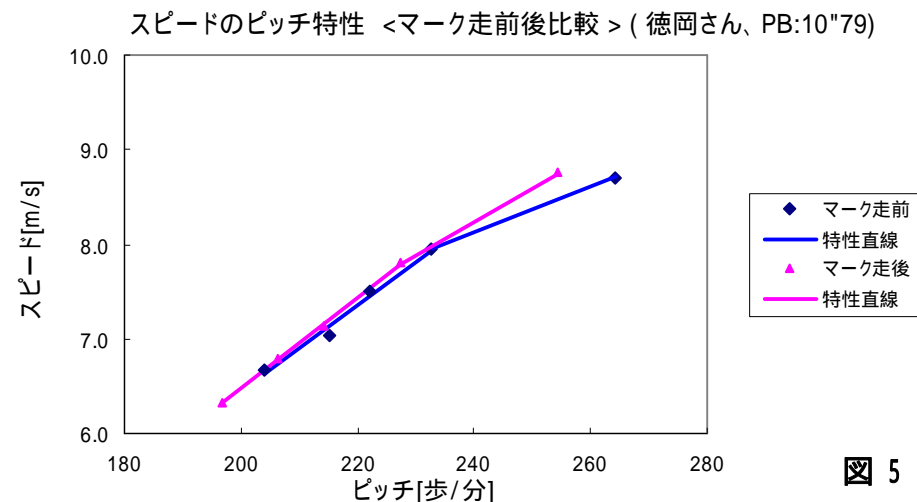


図 5

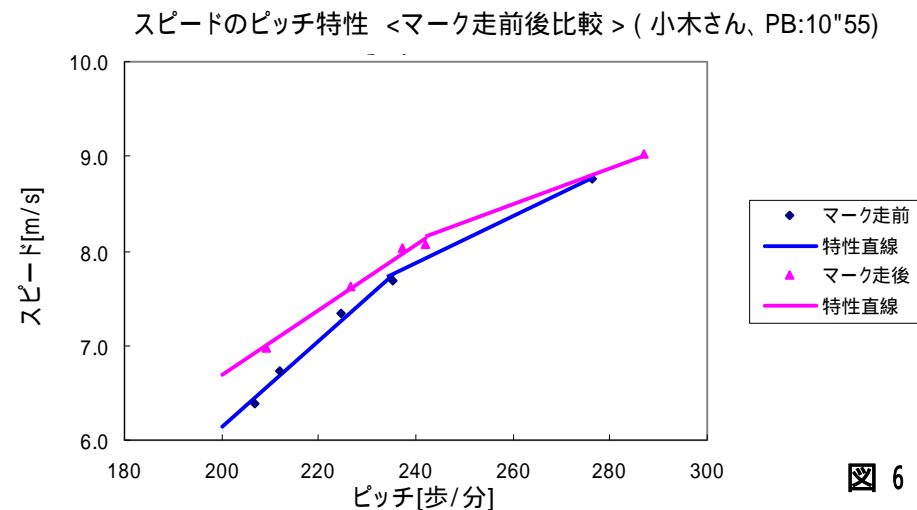


図 6

4.【スピードのピッチ特性改善の内側】

測定要領は既に述べた通りであるが、実は腰部加速度も測定している。本節は、実戦ピッチ付近のスピード上昇と腰部加速度データの関係を探り、特性改善の内側に迫る。

初めて出てきた言葉「腰部加速度」について説明しておこう。

加速度(m/秒²)に質量(kg)を掛けると力(kg・m/秒²)になる。

腰に加速度計を装着すると腰に掛る加速度すなわち力に比例する値を測定できる。解釈で注意すべきは、前進加速度は後退する動きにブレーキをかけた時にも生じることである。前進スピードを上げるときだけではない。また加速度計は275ms周期でLEDを発光し、その信号を加速度データに織り込んで記録する。疾走の様子を240コマ/秒の動画に撮影して、LED発光場面と加速度データを紐付けると理解に役立つ。その様子を右図に示す。凡例は以下の通りである。

赤線：前後方向。前向きが正(プラス)、後向きが負(マイナス)。

青線：上下方向。上向きが正(プラス)、下向きが負(マイナス)。

単位Gは9.8m/秒²である。

以上で前置きを終え、前節図4の阿部さんに迫ってみる。

右図7・8・9はマーク走前の疾走状況である。

腰の軌跡とは、トレッドミルの上を走れば腰はこのような軌跡を描いたであろうという計算値である。

図9の紫 は図7の姿勢と図8の紫カーソルに対応する。

図9の赤 は着地の位置である。腰の軌跡の左下にある紫 はその上方にある赤 より左側にある。つまりトレッドミル上では、着地したあと腰が後退していることを示している。図7は**臀筋とハムストリング上部が抗戦した**にも拘らず**負けて後退**した姿である。図9における2本の環は左右の支持脚毎に表れた軌跡であるがいずれも腰の後退を示している。

一方、図10・11・12はマーク走後の疾走状況である。

腰の軌跡は、2本の環のうち1本(右脚支持)は着地後の腰の後退が無くなった。図10は接地後時間が図7と同程度でありながら体幹が**ある程度うまく乗り込んでいる**。乗り込みの要因は、**支持足裏の負荷域**が図10の時刻まで**前足部に維持**されていたためと考える。図7は負荷域が土踏まず方向に移動したものであろう。マーク間が短いマーク走のため、足裏の負荷域を前足部に保つよう刷り込まれたものと解釈する。

2014年12月6日 阿部さん マーク走前

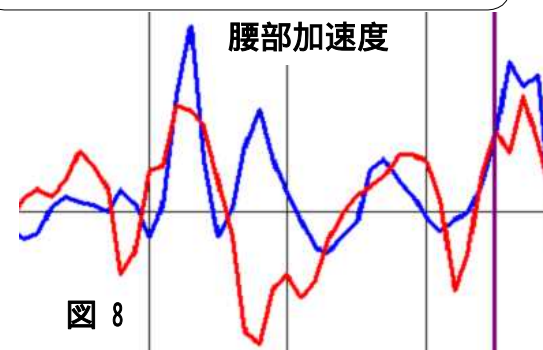


図 8

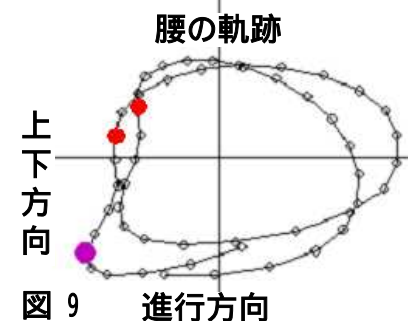


図 9 進行方向

2015年2月7日 阿部さん マーク走後

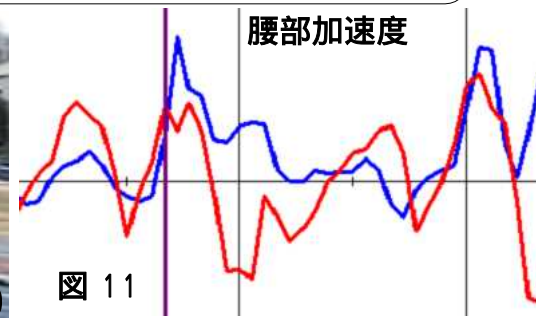


図 11



図 12 進行方向

ここからは、前節図5の徳岡さんに迫ってみる。

下図4件のグラフは、2歩分の腰部加速度波形を重ねて描いたものである。図13と図14はマーク走**前**の疾走状況で、図13はスタート後1.1秒から4秒間、図14はスタート後5.1秒から4秒間の波形である。図15と図16はマーク走**後**の疾走状況で、図15はスタート後1.4秒から4秒間、図16はスタート後5.4秒から4秒間の波形である。

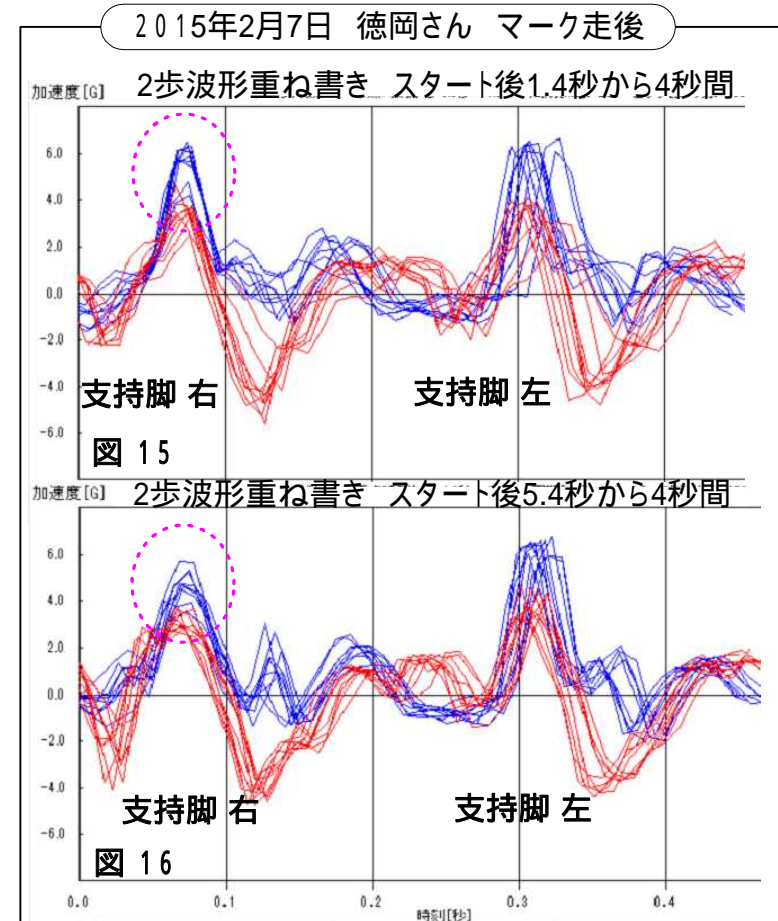
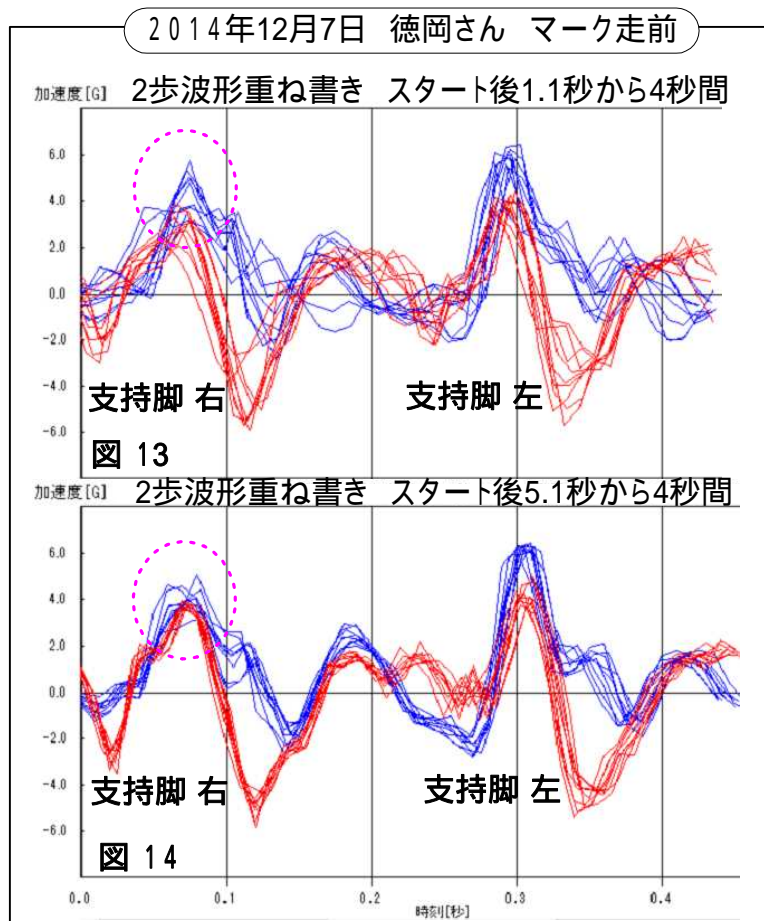
マーク走前後の波形を比較すると、支持脚が右であるときの上向加速度ピークはマーク走後のピークが高いことが分かる。ピンクの破線で を標した箇所である。

上向加速度ピークは、支持脚が受ける床反力と遊脚の腿上げを止める動きが重なって生じる。

このピークにおいて支持脚は身体を上向きに支える役割を遊脚によって相当免除され、余力を前進加速に振り向けることが出来る。

マーク走によって左脚の振り出しが上手になったのが特性改善の要因であると考えられる。

要因はこれ以外に見出せていない。腰の軌跡も、右足の着地がベタ足であることも変わっていない。



5.【まとめと備考】

まとめ

スピードのピッチ特性には中低域ピッチと高域ピッチの2本の特性直線がある。

高域ピッチの特性直線は中低域ピッチの特性直線よりも傾きが小さいが、それを持ち上げる方法としてマーク走があることを見てきた。マーク走の内側を探ったところ、効用を生む要因が複数あることが分かった。目的意識を先鋭にすれば別の要因も磨けるであろう。

備考

本文に入れるには紙幅がならず、またそれほどでもない事柄を記す。

本書でのピッチの求め方について

ピッチは歩周期から求めており、歩周期は離地直前で前後方向加速度が0Gを切る時刻の差から求めている。図14で言えば0.10秒付近と0.33秒付近が0Gを切る所である。

離地後の遊脚の動きは体幹の乗り込みに影響が強いので、周期の採り方は、着地間時間よりも合理的であると考えている。

個人指標としての「スピードのピッチ特性」

スピードのピッチ特性は個人の實力を測る指標となる。多少大雑把になっても、ストップウォッチを握って走り、動画撮影して貰えば算出できる。

測定ペアを組んだ選手は互いの走りを後ろから眺め、1本ずつ速くなる走りの違いが見えた、と口をそろえた。副次効果も期待できる。

個人の特性を測る際に、想定タイムより速すぎる、遅すぎる、と感じて途中でペースを変えてしまい、それを悔やむ選手がいる。気にすることはない。その理由は次の通りである。

1本の「スピードのピッチ特性直線」上の任意の点を拾い集めたとき、その平均ピッチと平均スピードは必ずその特性直線上に乗る。もし、2本以上の異なる特性直線上の点を拾い集めていれば、平均ピッチと平均スピードはいずれの特性直線からも外れる。

中低域ピッチ域でスピードのピッチ特性が直線状をなすことが分かっているのでスピードの揺れを気にすることはないのである。実戦ピッチの測定でも著しい脱力がなければスピードの揺れを気にすることはない。

謝辞

長年にわたって選手の観察・測定を許可して下さった日本大学陸上競技部の皆さま、とりわけ瀏野先生と井部監督のご厚情に深く感謝申し上げます。またデータと氏名の公表を了承下さった被験者の方々にお礼を申し上げます。ありがとうございました。

スピードのピッチ特性
伊藤邦彦 konig@runpippi.com
2020年5月8日 初版