



図1 (1) ボルト選手の速度曲線

ランナまでの距離 L [m] は下記で表される。

$$L = Tc/2$$

ただし、 T : レーザー光が戻ってくるまでの時間 [s]、

c : 光速 3×10^8 [m] とする。



図2 レース中のランナまでの距離を正確に測れば「見えない推進力」が見える

● レーザー測距計で速度を求める

今夏行われた陸上世界選手権では、王者であるウサイン・ボルト選手が最後の100mレースで敗れ、その競技人生に幕を閉じました。絶頂期のボルト選手のレースでは70m以降に他の選手を一気に抜き去る様子に驚かされました。

彼が「一気に抜き去った」というのは、テレビを見ている視聴者がそう感じるだけであって、実際のところは他の選手たちのスピードが落ちていき、ボルト選手はわずかの時間だけ長くスピードを維持していたことも分かっています。

彼が2009年に世界記録9秒58を出したときの速度グラフ(図1)が世界選手権で発表されています。実線がLAVEG SPORTS(ドイツJENOPTIK社)と呼ばれるレーザー測距計による出力データです。

これを見ると速度(実線)は波打っていて、前半の加速局面であっても、一定の速度で走っていると言われている中間疾走局面でも、加減速が生じています。時間平均(破線)で見ると90mあたりからボルト選手の速度は低下していますが、90m地点あたりまでは秒速12m程度を維持しています。このとき他の選手たちは既に減速しています。

● 速度が求まる理由

レーザー測距計LAVEG SPORTSは、クラス1のレーザー光をターゲットに当てて、その光が戻ってくるまでの時間を計測するTime of Flight方式の測距計です。どこを走るか分からないサッカー選手のトラッキングでは、GPSなどを使う必要があります。まっすぐ

にしか走らない陸上100m走の場合には、100mランナーのトラックそれぞれの後方に、レーザー距離計が設置されており、選手の腰辺りをめがけてレーザー光を照射して、即座に選手の移動軌跡と速度を算出しています^{注1}。

実線のカーブをよく見ると中間疾走に入ってから、その波打っている幅が小さくなっています。つまり加減速が小さくなっていることを意味します。速度の微分は加速度ですから、その加速度に選手の質量を掛けると選手が地面をキックした際のキック力の水平方向成分、つまり推進力が得られます(図2)。

実際に測定するのは、光が戻って来るまでの時間ですが、そこから計算によって直接測ることができないキック力まで知ることができる、というのがスポーツ・バイオメカニクスの面白さです。

◆参考・引用*文献◆

- (1) * Rolf Graubner and Eberhard Nixdorf, Biomechanical Analysis of the Sprint and Hurdles Events at the 2009 IAAF World Championships in Athletics. <http://www.meathathletics.ie/devathletes/pdf/Biomechanics%20of%20Sprints.pdf>
- (2) Mackala Krzysztof, Antti Mero : A Kinematics Analysis Of Three Best 100 M Performances Ever, Journal of Human Kinetics volume 36/2013, pp.149-160.

おおぎ・ゆうじ

注1: 筆者は25年ほど前、MS-DOSの時代にGUIインターフェースを持つLAVEG SPORTSのソフトウェアを作って販売していました。当時のLAVEG SPORTSは軍が使用する暗視スコープのような双眼鏡タイプで、ボタンを押すとターゲットの距離がレンズ内に浮き上がるものでした。