

高速ランニングフォームのエピソード (70)
TK 選手の 100m (TK8) と 200m (TK9) のランニングフォーム解析
黒月樹人 (KULOTSUKI Kinohito @ 9621 ANALYSIS)

はじめに

2014 年 5 月 25 日 (日) に行われた TK 選手の 100m (TK8) と 200m (TK9) のランニングフォームについて解析します。

100m レースの 7 歩目はスターターに隠れてしまって解析できませんでしたが、図 1 のグラフでは、6 歩目と 8 歩目の中間値を表示しています。

100m も 200m も向かい風が強いものでした。

スターティングブロックから飛び出すスタート(S)は、平地を走るものと状況が異なるので、これを「0 歩」と呼び、スタートラインを越える 1 歩から「1 歩」と呼んでゆくことにします。

全スピードとスピード能力 3 要素の変化

図 1 は「TK 選手の 100m 前半 (TK8) と 200m 曲走路後半の全スピードとスピード能力 3 要素の変化」です。

dG は全 (重心水平) スピード。**dK** はキックベース速度 (キック脚重心水平速度)。**p(dT-dK)** は相対トルソ速度。**dT** は頭と両腕を含めた上半身重心水平速度。**p** は運動量保存則から導かれた係数で **p=2/3**。**q(dS-dB)** は相対スウィング速度。**dS** はスウィング脚重心水平速度。**dB** は (上半身とキック脚を合わせた) キック棒重心水平速度。**q** は運動量保存則から導かれた係数で **q=1/4**。これらのスピード要素は、次式を満たします。 **$dG = p(dT-dK) + dK + q(dS-dB)$**

100m レース前半(TK8)におけるスタート区間を 10 歩目だと見なしておきます。

11 歩目から 21 歩目までは、中間区間の前半と見なせます。

200m 曲走路後半は、およそ 60m から 80m あたりのものです。

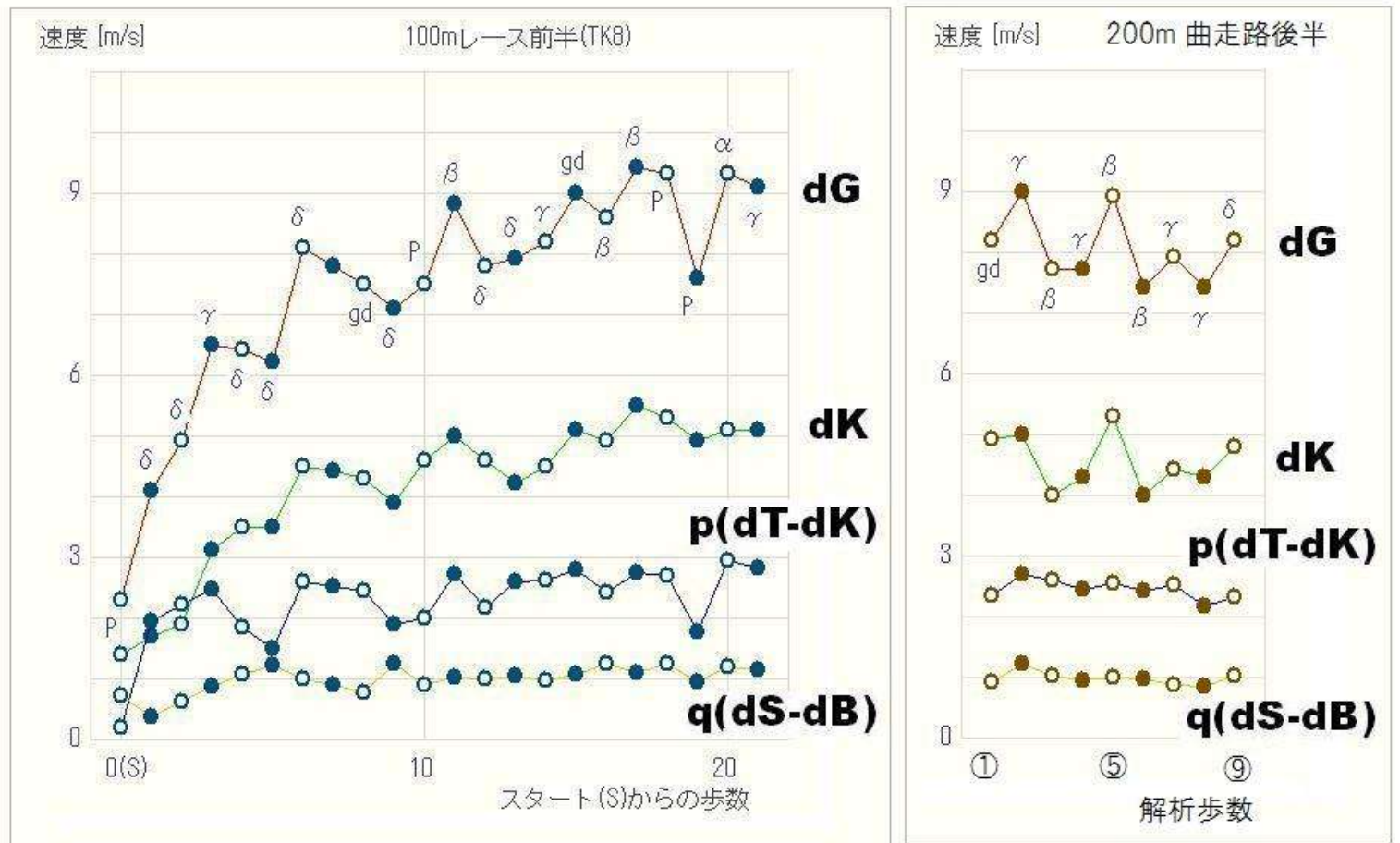


図1 TK選手の100m前半(TK8)と200m曲走路後半の全スピードとスピード能力3要素の変化

TK選手は100mのレース後、「スタートを失敗した」と言っていました。ビデオを撮影しながらの印象として、少しスピードが落ちる動きがあったようでした。

解析した結果を見ると、4歩目と5歩目のところと、9歩目と10歩目のところに、デルタクランクキックやピストンキックによる、スピードの「谷」があります。これらのいずれも、相対トルソ速度 $p(dT-dK)$ が低下しています。

スタートダッシュの走り方としては、地面を後方へと蹴る意識が強いものとなっています。わずかに、3歩目でガンマクランクキックが生み出され、スピードが高まりそうなきっかけがありましたが、そのあとのデルタクランクキックやピストンキックで、スピードが伸びなくなっています。

スタート区間では、2歩目の δ のみが標準高でしたが、他はいずれも腰高フォームでした。理想的には、中腰ガンマクランクキックで走ってもらいたいところですが、そのような走り方は、まだ感覚的につかめていないようです。

中間区間での走り方として、以前はガンマデルタクランクキック(gd)が主流となっていたのですが、今回の100mレースの11歩目からのフォームとして、ベータクランクキック(β)やアルファクランクキック(α)が多く現れました。しかし、この段階

でのベータクランクキック(β)やアルファクランクキック(α)は、うまくスピードアップすることに不向きなものです。

デルタクランクキック(δ)やピストンキック(P)は、キック軸速度を水平速度に変換する比率が小さく、トップスピードを高めるためには、さらに不向きなものです。

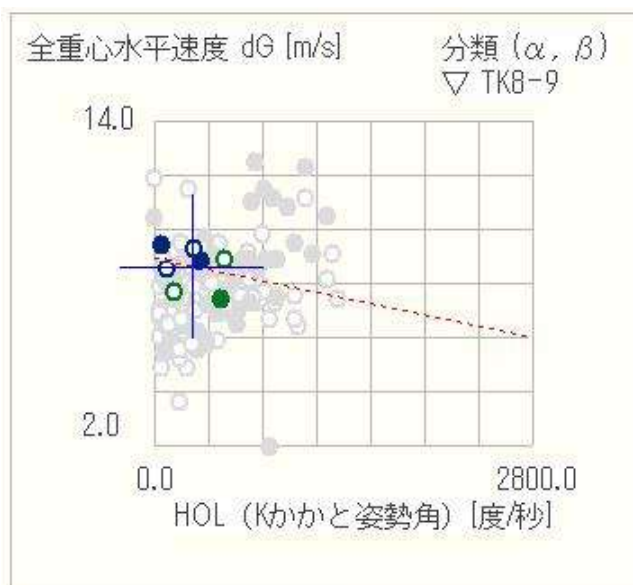
中間区間の前半に目指すべきフォームは、キック脚のバネと足首のバネをうまく組み合わせやすいガンマクランクキックです。

足首のバネの使い方を知るには、HOL という、かかとの動きを示す角速度が利用できます。図中で HOL を「K かかと姿勢角」と表わしていますが、正確には、「キック脚かかと姿勢角の角速度」です。

次の図 2～図 4 は、100m のデータ TK8 (の 6 歩目以降) と 200m のデータ TK9 を合わせた TK8-9 を、① (α , β)、② (γ , gd)、③ (δ , P) の 3 つに分けて、HOL (キック脚かかと姿勢角の角速度) と全重心水平速度 dG との相関を調べたものです。

TK8 のデータを全て使わず、6 歩目以降としたのは、スタート区間での、全スピード値の小さなフォーム (ほとんど δ) の影響を組みこまないようにするためです。

また、グラフの右に添えたフォームは、いずれも TK 選手の TK8 からのものです。



共分散 $Cov.\{x,y\} = -31.84$
 標準偏差 $\sigma_x = +175.37$ $\sigma_y = +0.71$
 相関係数 $\rho\{x,y\} = -0.26$
 回帰直線 $Y = -0.00104 X + 8.88$
 データのプロット重心 $[+](x,y) = (286.14, 8.59)$

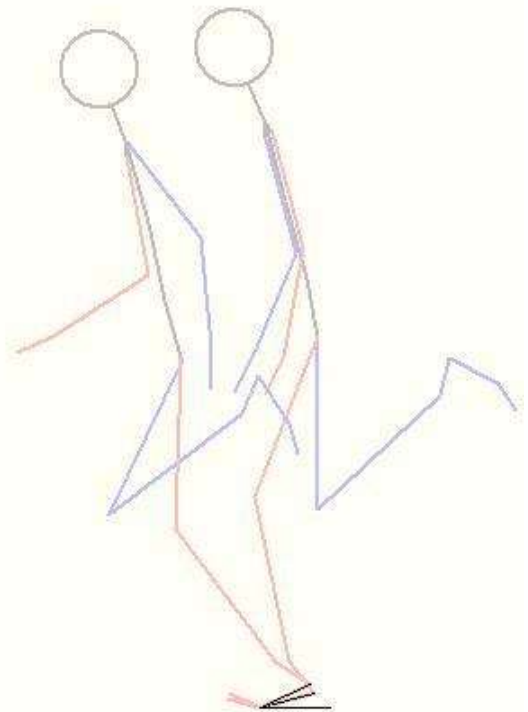
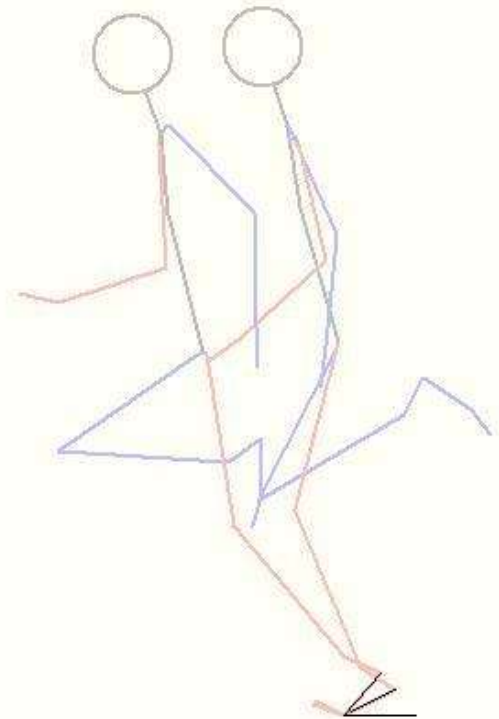
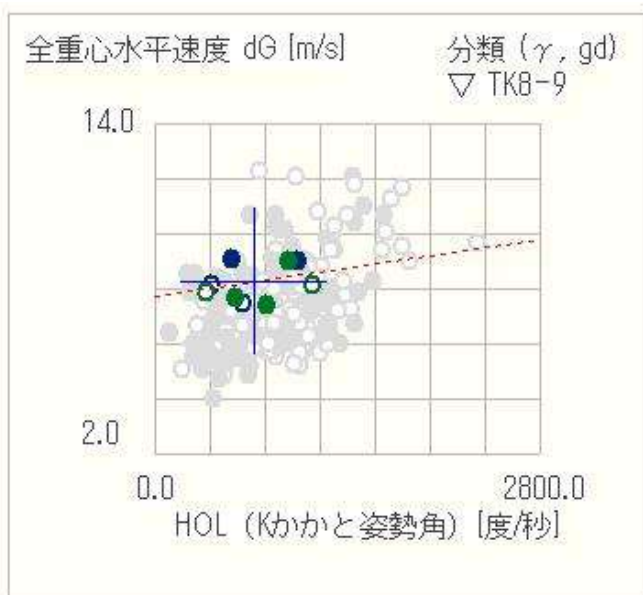
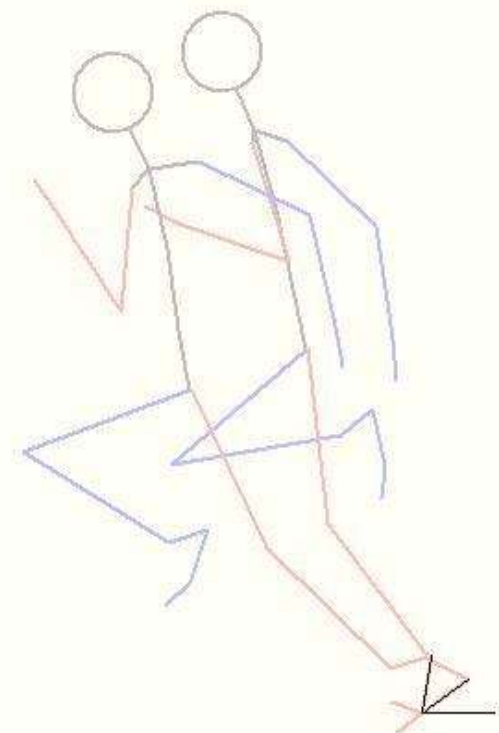
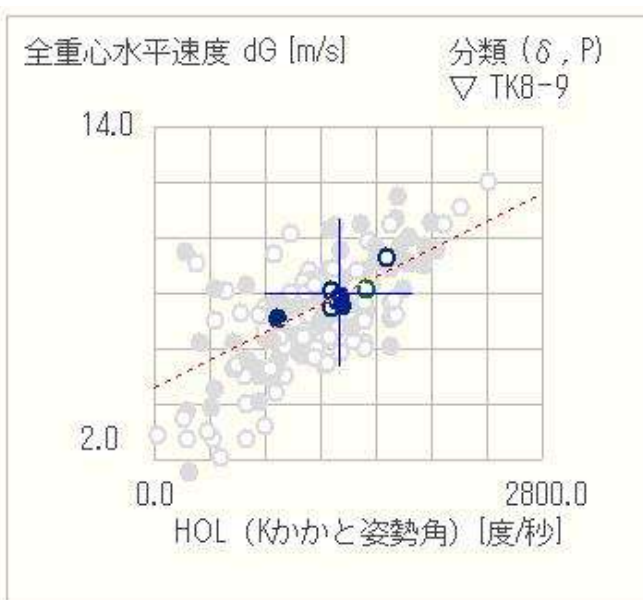


図 2 TK8-9 ① (α , β)の HOL と全重心水平速度 dG



共分散 $Cov.\{x,y\} = +51.25$
 標準偏差 $\sigma_x = +262.89$ $\sigma_y = +0.63$
 相関係数 $\rho\{x,y\} = +0.31$
 回帰直線 $Y = +0.00074 X + 7.68$
 データのプロット重心 $[+](x,y) = (731.11, 8.22)$

図3 TK8-9 ② (γ, gd)のHOL と全重心水平速度 dG



共分散 $Cov.\{x,y\} = +112.81$
 標準偏差 $\sigma_x = +212.53$ $\sigma_y = +0.61$
 相関係数 $\rho\{x,y\} = +0.87$
 回帰直線 $Y = +0.00250 X + 4.58$
 データのプロット重心 $[+](x,y) = (1343.75, 7.94)$

図4 TK8-9 ③ (δ, P)のHOL と全重心水平速度 dG

強い正の相関となっているのは③ (δ, P)です。これだけに着目すると、デルタクランクキックやピストンキックが足首のバネを使った、優れたフォームのように思えるかもしれません。

図2～図4のデータの中から、「データのプロット重心」を取り出して、表1としてまとめました。

表1 TK8-9 データのプロット重心(x, y) = (HOL, dG)

フォーム分類	HOL [度/秒]	dG [m/s]
① (α, β)	286	8.59
② (γ, gd)	731	8.22
③ (δ, P)	1344	7.94

この表で見比べてみると、デルタクランクキックやピストンキックは足首のバネ(HOL)を大きな値で使っていますが、全スピード dG が、①や②より低い値になっています。

①や②の相関は強くないので、あまり確実なことはいえないのですが、仮に、いずれも強い相関をもつとして、それぞれの回帰直線に、同じ $X=HOL=1000$ [度/秒] を代入して、 $Y=dG$ を求めると、表2のようになります。

表2 TK8-9 データの(HOL, dG)の回帰直線

フォーム分類	回帰直線 (X, Y) = (HOL, dG)	$X=1000$ での dG [m/s]
① (α, β)	$Y = -0.00104X + 8.88$	7.84
② (γ, gd)	$Y = +0.00074X + 7.68$	8.42
③ (δ, P)	$Y = +0.00250X + 4.58$	7.08

このような対応から、現時点のTK選手のランニングフォームにおいても、キック足の足首のバネ(HOL)は、ガンマクランクキック(γ)やガンマデルタクランクキック(gd)のとき、もっとも大きな全スピード dG を生み出すと見なせます。

XTTY 選手の 100m(XTTY17)のデータ

次の図5と図6は、XTTY選手の100m(XTTY17)のデータの、ガンマクランクキックとデルタクランクキックについて調べたものです。

図5における、ガンマクランクキックでの正の相関と、回帰直線の傾きが、ともに大きなものとなっていることに注目してください。

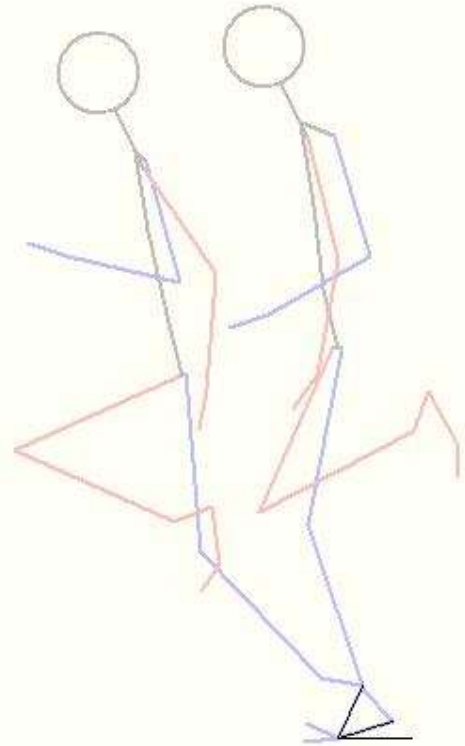
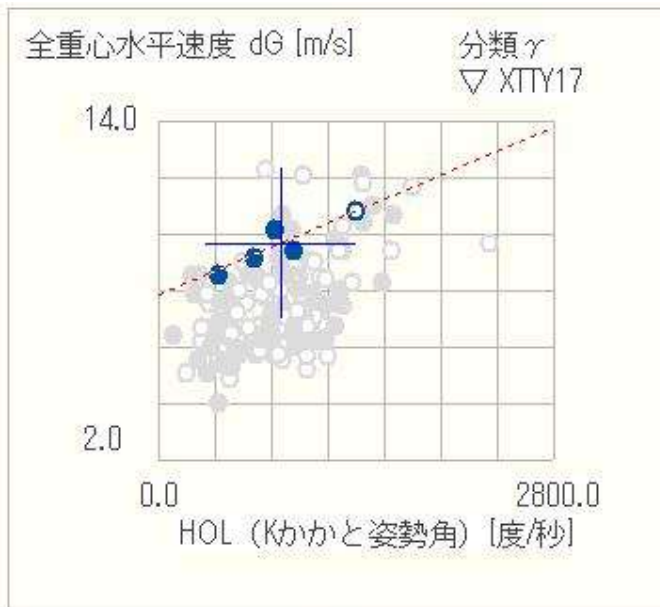


図5 XTTY17 (γ)のHOL (キック脚かかと姿勢角の角速度) と全重心水平速度 dG

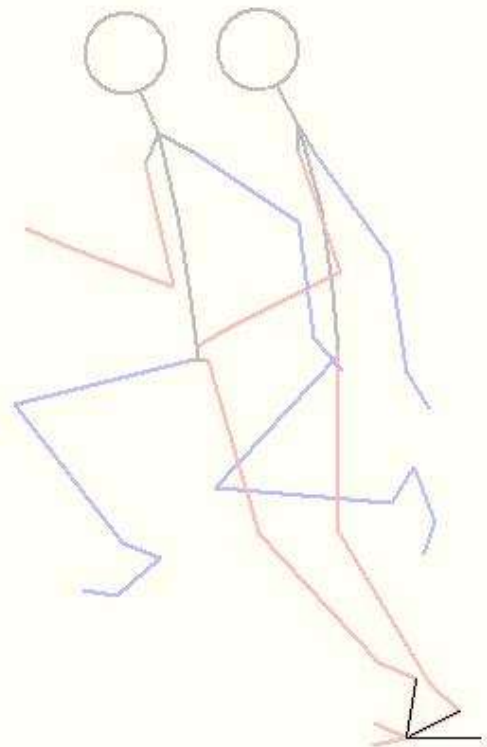


図6 XTTY17 (δ)のHOL (キック脚かかと姿勢角の角速度) と全重心水平速度 dG

図 5 と図 6 から、XTTY17 データのプロット重心を取り出したものを表 3 として、XTTY17 データの(HOL, dG)の回帰直線を取り出して X=1000 での dG [m/s]を求めたものを表 4 として、それぞれまとめました。

表 3 XTTY17 データのプロット重心 (x, y) = (HOL, dG)

フォーム分類	HOL [度/秒]	dG [m/s]
γ	867	9.64
δ	1188	8.63

表 4 XTTY17 データの(HOL, dG)の回帰直線

フォーム分類	回帰直線 (X, Y) = (HOL, dG)	X=1000 での dG [m/s]
γ	$Y = +0.00212X + 7.80$	9.92
δ	$Y = +0.00243X + 5.74$	8.17

これらの表から分かるように、XTTY 選手は、ガンマクランクキックのフォームにおいて、足首のバネを利用して、全スピードを高めることに成功しているのです。

まとめ

デルタクランクキックやピストンキックでは足首のバネを強く作用させることができるのですが、そうしても、全スピードは大きくなりません。しかし、ガンマクランクキックで足首のバネを強く作用させることができれば、もっと大きなスピードで走ることができるのです。さらには、ベータクランクキックで足首のバネを強く作用させることができれば、さらに大きなスピードが得られるはずですが、これは難しい技術なので、なかなかうまく再現させることができません。

とりあえずは、足首のバネも強く作用させて、大きなキックベース速度を生み出す、ガンマクランクキックのフォームを生み出し、トップスピードのレベルを引き上げることが重要な課題となります。そのためには、足首のバネを、自分で足首を動かすことによって生み出すのではなく、逆に、足首はしっかりと固めて、地面を強く押すことによる、無意識な反射として、結果的にかかどが浮くようにすべきです。

また、ランニングにおける身体重心が高くなってしまうと、キック脚の膝下部分が前方へ傾かなくなります。低めの重心高で走れるようにコントロールすべきです。前方で膝下部分を前方へ伸ばす瞬間をもつ、ワイドシザースフォームを心がけるだけでなく、そこから、スキップBの動きをイメージして、地面を下方に押しつつ、しっかりと後方へ弾くことで、かかどが浮くことにより膝が進む、バールキックの効果が生まれると考えられます。

(Written by KLOTSUKI Kinohito, Jun. 5, 2014)