

スピンのアプローチの高速映画解析

吉 岡 伸 彦

(千葉大学教養部)

Cinematography of spin approach curves

Nobuhiko YOSHIOKA

(The College of Arts & Sciences, Chiba University)

1. 目 的

フィギュア・スケートのスピンは、回転中の姿勢とその変形、スピンの入り方及び軸足の違いと、それらの組合せによって多くの種類があり、ジャンプやステップと同様にプログラムを構成する重要な要素である。しかしながら、回転を伴う3次元的で複雑な運動で解析が容易ではなく、バイオメカニカルな研究はこれまでなされていない。

本研究では、基本的な2種類のスピンのアプローチを、16mm高速映画解析法によって解析し、その特徴を明らかにするとともに、今後のスピン研究のための基礎的データを得ることを目的とする。

2. 方 法

被検者は1989年のフィギュア・スケートの女子世界選手権者であるM.I.選手(20歳、144.9cm、45.0kg)である。

分析の対象としたのは、最も基本的なスピンである立位で左足を軸として回転するアップライト・スピんと、同様の姿勢で右足を軸として回転するバックスクラッチ・スピンである。両スピンとも回転の方向は反時計回りである。

通常、アップライト・スピンは、左足のフォワード・アウトサイド・カーブからのスリー・ターンを行うことによって、また、バックスクラッチ・

スピンは右足のフォワード・インサイド・カーブからのスリー・ターンを行うことによって、スピンを開始する。本研究では、このカーブからのスリー・ターンまでの部分(アプローチ・カーブ)を主として解析した。

撮影は、高速16mm映画カメラ(フォトソニックス、16-1P及び1PL)2台を、レンズの光軸が直行するように設置して行った。2台のカメラの内1台はリンク・サイドに他の1台はリンク内に設置した。撮影範囲は2台のカメラとも約4mとし、この範囲を4灯の大型ライトで照明した。撮影中心からリンク内に設置したカメラまでの距離は32.0m(焦点距離68mm)、リンク・サイドに設置したカメラまでの距離は19.5m(焦点距離43mm)であった。また、レンズ高は水面から1mとした。フィルムのコマ送り速度は100コマ/秒とし、露出時間は1/800秒(シャッター開角度45度)、絞りは開放(2.8)とした。2台のカメラのコマはフェイズ・ロック・システムによって電氣的に完全に同期させた。

フィルム分析は、(株)ナック製のフィルム・モーション・アナライザーおよびスポーティアスのシステムを用いて2コマ毎に行った。なお、身体重心位置の算出には松井¹⁾のデータを用いた。得られた1次データを5点加重移動平均法を用いて平

滑化した。3次元座標の算出には、直行座標系による数値演算の方法を用いた。

3. 結果と考察

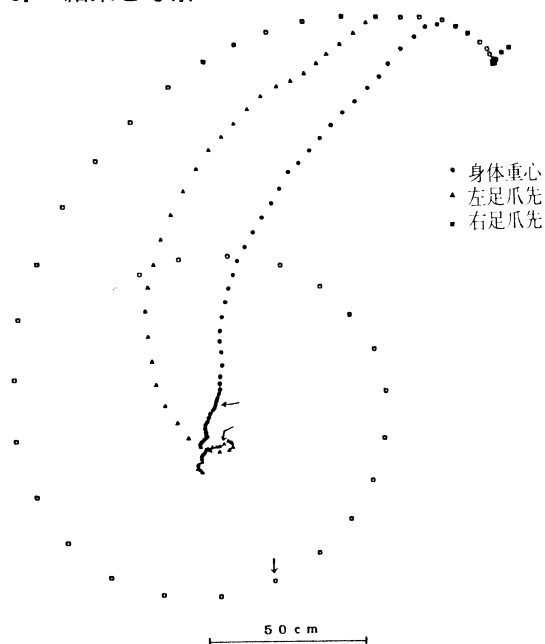


図1 アップライト・スピンの身体重心と爪先の鉛直投影図

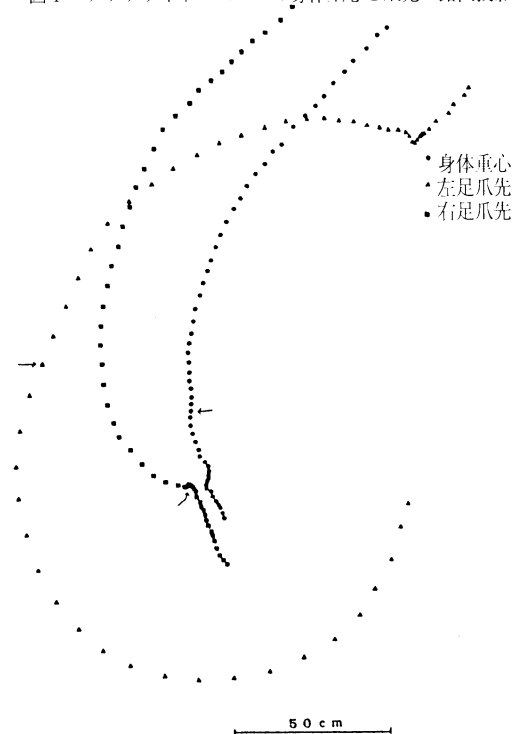


図2 バッククラッチ・スピンの身体重心と爪先の鉛直投影図

図1と2は、左右の爪先と身体重心の位置の氷面への鉛直投影図である。スケーターは図の右上から進入してくる。各プロットの時間間隔は0.02秒である。左右の爪先については、遊脚期を白抜き(△□)、立脚期を黒塗り(▲■)のシンボルで示している。この爪先の黒塗りの部分を結んだ線が氷面上に残されるトレースとほぼ一致すると考えることができる。なお、図中の矢印は、映画の画面上でスリー・ターンのためにスケート・ブレードのかかと部分が氷面から離れたコマを示している。

アップライト・スピン(図1)の場合には、アプローチ・カーブは、身体重心の速度としては、2.8m/秒前後の速度で滑走され、徐々に減速し弧を強めながらスリー・ターンを開始する。スリー・ターンを行うと速度が0に近づき、スピンの開始される。このスピンの最初の1回転に要した時間は0.50秒であった。

アップライト・スピンを初心者に指導する際には、「アプローチ・カーブは半円を描くように滑り、スリー・ターンを行ったら、その円の中心で回転するように。」という表現をとることが多い。しかし、本研究のデータに示されるように、アプローチ・カーブは4分の1円程度しか描かれておらず、また、スリー・ターン後も身体重心は円の外側へとゆっくりと移動している。指導の際の表現は、必ずしも力学的な真実と一致している必要はない。この場合の表現も、なかなか回転のモーメントを得られない初心者のためのものなのであろう。

バッククラッチ・スピン(図2)の場合にも、上述のアップライト・スピンとほぼ同様の経過でスピンを開始している。しかし、アプローチ・カーブの滑走速度が2.3m/秒前後とやや低く、また弧も緩い。そして、最初の1回転に要した時間は0.63秒であり、アプローチ・カーブの速度の差が、ほぼそのまま回転速度の差となって現れていた。

今回はエネルギー論に立ち入った解析を行ってはいないのであるが、上記の点は、スピンの回転初期の回転運動のエネルギーがアプローチ・カーブで身体が持っている並進方向の運動エネルギーに大きく影響を受けている可能性を示唆しており興味深い。

次に、同じ図1、2からフリー・レッグとなる脚についてみる。アップライト・スピンでは、フリー・レッグとなる右脚はスリー・ターンの回転軸の外側に位置しており、後方から斜め前方へと弧を描きながら大きく振り出されている。この時の爪先の最大速度は約10m/秒である。一方、バックスクラッチスピンでは、フリー・レッグとなる左脚はスリー・ターンの回転軸の内側に位置しているので積極的に振り出されてはならず、爪先の移動速度も5m/秒程度と小さかった。

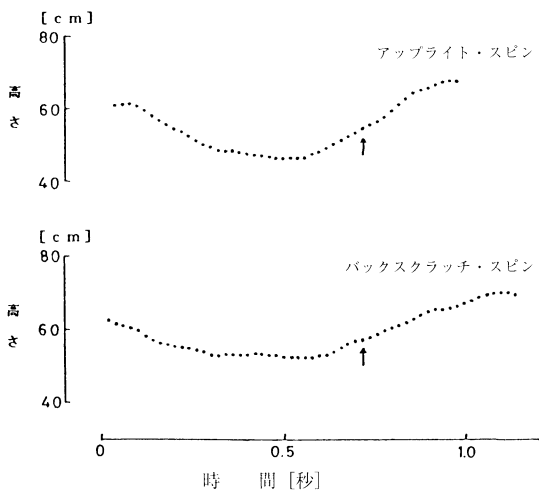


図3 身体重心の水面からの高さ

また、アプローチ・カーブでの身体重心の上下動(図3)を見てみると、両スピンともほぼ同様の傾向を示しており、いったん脚部を曲げて沈み込んだ後に身体重心を上昇させながらスリー・ターンを行いスピンを開始していることがわかる。

さらに、身体のみねりを肩と腰の角度の差として表わしたのが図4である。この図では、スピンの回転方向に対して肩が腰よりも先行している場

合に正の値を取り、逆に腰よりも肩が遅れている場合に負の値を取るようにした。ただし、このパラメータは位置→角度→角度の差という3次データとなるので、測定誤差を十分に減衰させているとは考えられず、図中のいくつかの小さな変動は身体のみねりを反映しているものではないであろう。

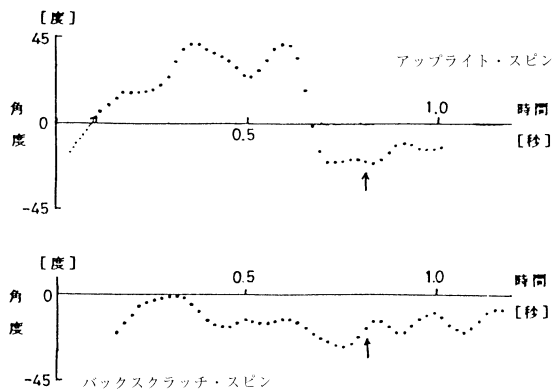


図4 腰と肩の角度の差

アップライト・スピンの場合には、右足のバックワード・インサイドでの滑走中の肩の逆ひねり(図中の細かい点線)を左足のフォワード・アウトサイドに乗りながら戻して一度肩を先行させ、そのひねりを再び戻しながらスリー・ターンを行いスピンに入っている。

これに対して、バックスクラッチ・スピンの場合には、左足のフォワード・インサイドでの滑走中の肩の逆ひねり(図には示されず)を戻しながら右足のフォワード・インサイドに乗ると、腰よりも肩をやや先行させたままスリー・ターンを行いスピンに入っている。この違いは、フリー・レッグの使い方の違いと同様に、スリー・ターンの回転軸に対する上半身の位置の違いによるものであろう。

4. まとめ

基本的なスピンであるアップライト・スピンと、同様の姿勢で軸足の異なるバックスクラッチ・スピンのアプローチの部分について、高速度映画解

析法によって分析した。両スピンとも、アプローチ・カーブと身体重心の関係、身体重心の上下動に関してはほぼ共通した特徴を持っていた。しかし、フリー・レッグの使い方と上半身のひねりの使い方には違いがあり、これはスリー・ターンの回転軸に対する位置の違いによるものと考えられた。また、2つのスピンのアプローチ・カーブでの速度の差が、ほぼそのまま初期の回転速度の差として反映されていた。

【参考文献】

- 1) 松井秀治：運動と身体の重心、体育の科学社、1958

(1990年12月25日受付)