

アイスホッケーのスラップシュートに於ける動作解析
(第2報)

中 島 広 基*・田 嶋 勲**・館 岡 正 樹***
片 山 晋 次****・蘇 武 栄 治*****

The analysis of the slap shot on Ice hokey (2nd. Report)

Hiroki NAKAJIMA, Isao TAJIMA, Masaki TATEOKA, Shinji KATAYAMA, and Eiji SOBU

Abstract

We actively play Ice-hockey as a winter sport because it is very cold and we have little snow in winter in the Tomakomai district. Ice-hockey is a precision sport, depending to an enormous degree on finesse, timing and teamwork. The hockey player must also be proficient in such skill as skating, stickhandling, passing, shooting,checking,and so on.

We carefully observed slap shots by means of high-speed video system. According to the former reserchs on Ice-hokey, we can find few investigations or reports. In this paper, the motion of slap shots were analyzed and the characteristic of a stick was investigated, in order to contribute to the development of the way of traning.

1. は じ め に

早来、白老、追分を含んだ苫小牧地方は降雪が少ないうえ、気温が低い帯広や釧路同様、冬のスポーツ競技であるスピードスケート、アイスホッケーの競技人口が非常に多く、数多くのスケート選手、アイスホッケー選手を日本代表選手として輩出している。最近、以前では考えられないスラップスケートも世界レベルで用いられはじめ、その効果に注目が集まっている。スキーではV字飛行や板材や形状、ワックスが勝利への近道として盛んに研究されている。これらは、昔の「感覚的」な事柄のみに頼らず、科学的研究と並行して研究されることから、目覚しい進歩が得られている。アイスホッケー競技はスピードと試合の変化ならびに選手のファイトが我々を引きつける競技であり、特に豪快に放たれるスラップシュートはボディチェックとともに、アイスホッケーファンが最も楽しみにしているシーンの一つでもある。

そのスラップシュートを含むシュート技術については、若林氏が紹介したもの¹⁾²⁾の他、あまり研究されていないのが現状である。

前報³⁾ではスラップシュートを打つ被験者3人の側面、斜め前方からハイスピードビデオカメラで撮影し、その映像からアイスホッケーを指導する際の下肢と腕・手首の動きに関する指導上の留意点について述べた。今回はさらに被験者の幅を広げるとともに映像を解析し、身体の動きやスティックの動きについて検討を加えた。また、スティックに関し静的な実験を重ねてその特性について考察を加えたのでここに報告する。

2. 被験者および実験方法

被験者としては、現在全日本リーグで活躍中である王子製紙アイスホッケー部の協力でフォワードの中村選手（'93、'95、ユニバーシアード日本代表等）、ディフェンスの引木選手（'97、ユニバーシアード日本代表等）、上村選手（'92、アジア・オセアニア・ジュニア日本代表等）、本校アイスホッケー部顧問でインターハイ全国大会準優勝の経験を持つ中島、本校アイスホッケー部員である5学年の学生の6名である。引木選手、上村選手はレフトハンドシューター、それ以外はラ

* 講 師 一般教科
** 助教授 機械工学科
*** 講 師 釧路高専
**** 名誉教授 苫小牧高専
***** 技 官 機械工学科

イトハンドシューターであった。被験者には、静止しているパックをスラップシュートで、助走のある場合とない場合で数回打ってもらい、側面（パック進行方向の側面）からハイスピードカメラで撮影した。後方（パック進行方向の後方）からの撮影は静止した体勢でシュートしてもらった。いずれも、パック位置とカメラの距離は8[m]である。また、中島と学生については、上方8[m]から撮影した映像も記録した。

撮影に使用したハイスピードシステムは前報³⁾と同じカメラとデッキ、ストロボライトシステムから構成されているが、特に今回はストロボライトをカメラに同期させることで2灯用意した。撮影は主として250[frame/sec]で行った。さらに今回はnac社製の運動解析ソフト[Movias]を用いた。このソフトはコンピュータシステムでソフトを起動し、X-Yコーディネータとハイスピードシステムを結合して、ビデオカメラで撮影された映像から座標・時間軸データを取り出し物体の運動を定量的に解析する、対話型の2D運動解析システムである。位置、速度、加速度など運動解析に必要なデータを演算、出力してくれる上に解析結果もわかりやすい形でモニターに表示され、プリンタやプロッタに出力される。今回使用したシステムを写真1に示した。

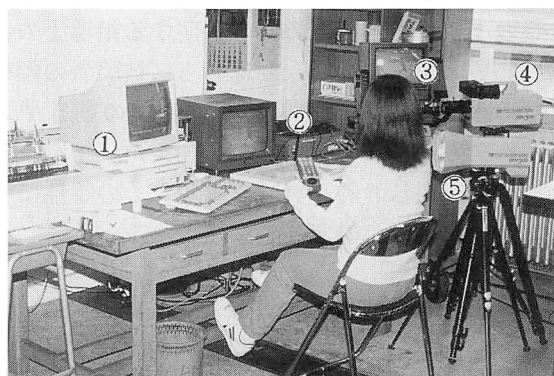


写真1 運動解析システム

スティックは、王子製紙アイスホッケー部から4種類を12本ずつ48本とさらにカーボンシャフトのスティック6本を提供していただき、それに加えて実験室所有の20本、計74本について実験を行いその特性について調べた。

スティックの特性を知るために下記のような実験を行った。

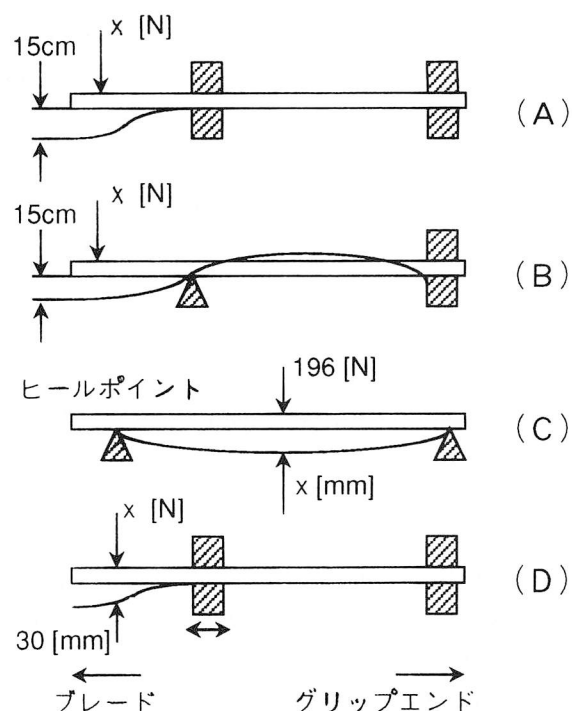


図1 スティックの実験

図1-(A): ボトムハンド（ブレード側の手）の位置を固定支持し、それより先ブレード側のねじれと曲げについて測定。

図1-(B): トップハンド（グリップエンド側の手）の位置を回転自由支持、ボトムハンドの位置を自由支持としスティック全体のねじれと曲げについて測定。

図1-(C): トップハンドの位置とヒールポイント（シャフトとブレードの中心線の交点）を自由支持とし、たわみポイントについて測定。

図1-(D): ボトムハンドの位置を固定支持し、ヒールポイントまでの硬さの変化について測定。

スティックに関する実験は、図1-(A)、(B)いずれの場合もブレード中央に力を加えブレード先端が150[mm]たわむのに要する力を測定し、ねじれと曲げについて調べた。また、スティックのシャフト部分における、静的な場合の最大たわみ点を探した実験方法を図1-(C)に示した。図1-(D)にはヒールポイントからシャフト方向に400[mm]の点で固定しヒールポイントに力を加えてその点が30[mm]たわむ力を測定したものである。シャフトのヒール寄りの硬さを調べるため、この400[mm]スパンをヒールポイントからグリップエンド方向に20[mm]ずつずらしながら数

箇所測定を行った。

3. 結果と考察

3. 1 スティック特性について

スティックのヒールポイントから20[mm]間隔で数ヶ所切断し、その断面を比較した。メーカーによって骨材にプラスチックや材質の異なる木材を使用したりしており、外見上は同じでも断面図の構造ならびに材料はそれぞれ違っていた。

木製のものと同骨材がプラスチックのもの、及びカーボンシャフトのもの、あわせて5種類54本である。著者らが別に用意したスティックは硬さとメーカーが異なるものを10本、硬さとメーカーが同じものを10本である。また、スティックのバランスを調べるために、同じ特性のスティックを3本、グラインダー等で削る量や範囲を変えて削った後、図1-(C)の実験を行った。

断面形状ならびに材質の異なるスティックの特性について調べた図1-(A)、(B)の実験の結果の一例を図2示した。ボトムハンドの位置を固定し、ブレード中央部に力を加え先端の変位が150[mm]になったときの力を測定したものが図1-(A)であり、トップハンドの位置を回転自由支持、ボトムハンドの位置を自由支持として同様にブレード中央に力を加えて実験したものが図1-(B)である。実験(A)を●、実験(B)を○で表している。

実業団の使用している4種類のスティックでは2つの実験における差と種類別でのばらつきの幅は共に約50[N]であり、実験室のメカおよび番

号の同じスティックも同様の結果であった。ただし、カーボンシャフトの結果は本数不足ではあるが、他より少し(約20[N])硬めであるが測定値のばらつきは少なかった。

たわみポイントの確認については、図1-(C)及び写真2に示したように、シャフト中央付近に重り(196[N])を下げ、たわみ量をデジタルノギスで測定しグラフから求めた。結果の一例を図3に示し、近似曲線で代表させまとめて図4に示した。

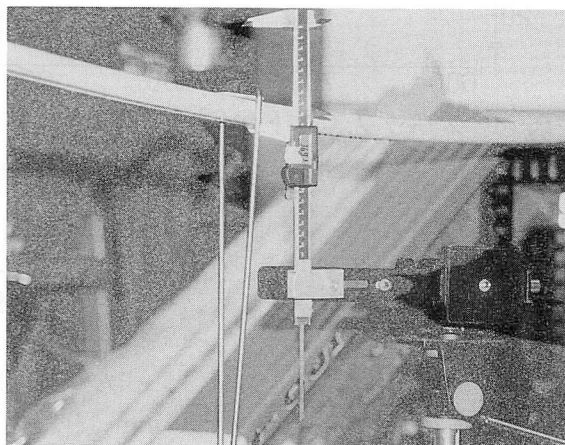


写真2 たわみ量測定装置

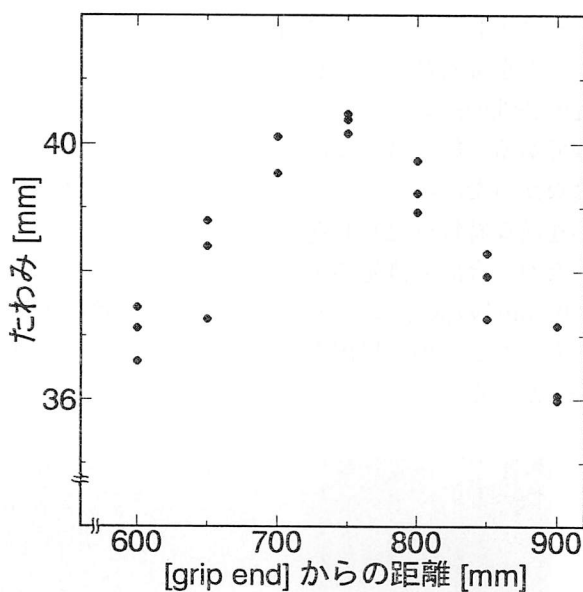


図3 シャフトのたわみ

木材が主であるスティックはグリップエンドから740~750[mm]の点が、たわみポイントであるのに対し、カーボンシャフトは、その値が700[mm]となり少しグリップエンド寄りにあった。ヒールポイントから測定したシャフトの長さが、

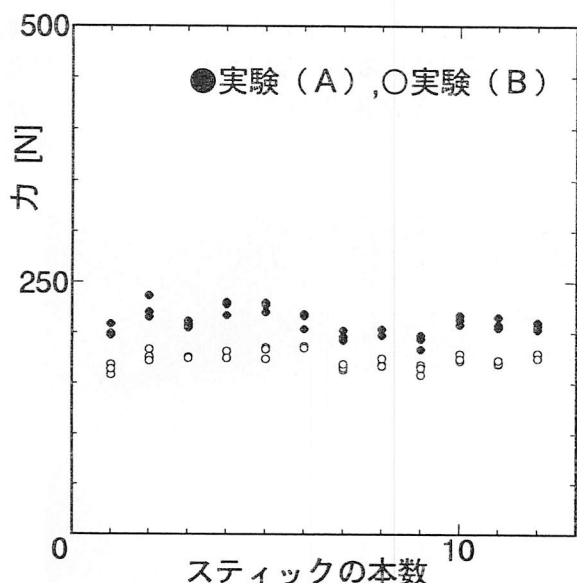


図2 ねじれと曲げ

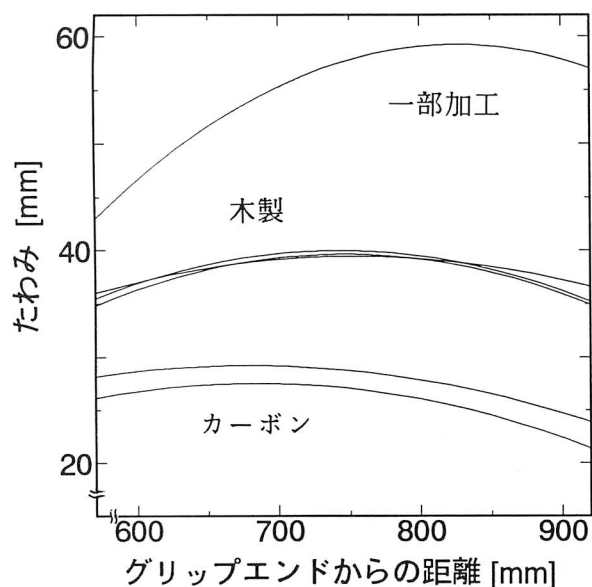


図4 たわみポイント

木製の場合約1550[mm]であり、カーボンは約1430[mm]であるからいずれもシャフトの中央付近に、たわみポイントがあるということが分かる。また、木製とカーボンでは、シャフトの部分では同じ力を加えてもたわみで10[mm]程度の差が出ることも分かり、カーボンシャフトが硬めであることを知ることができる。

また、断面の材質が異なることや、カーボンシャフトはヒールポイントから約150[mm]でブレードを接着剤で接合してあることからヒール付近の特性の違いについて調べたのが図1-(D)の実験である。結果はカーボンも木製もその特性に差はなかった。特にカーボンシャフトは接合面にも不連続な特性は見られなかった。

なお、今回の測定の中でヒールポイントから約100[mm]の部分に、いずれもわずかの落ち込みがあったが、何が原因なのかを特定することは出来なかった。

3. 2 スティックの長さとグリップ幅の関係

通常、ゴールキーパーが反応できるパックスピードは、10[m]の距離からだとして109.5～90.9[km/h]だという報告⁴⁾が出されている。10年以上も前の報告だけに、現在はキーパーの全身反応時間もまだ早いと思うが、いずれにせよ、キーパーの全身反応能力以上のスピードで打たれたシュートであればゴールする確率は通常よりも高くなる。だからこそ、アイスホッケー競技者は自己のシュートスピードに大きなこだわりを持つ。シュートの技術要素の中で、スティックのたわみを活用することが重要な技術要素であることは前報³⁾でも述べたところである。

通常、品質の均一な棒であれば、その最もたわむポイントは棒の中心になる。しかしアイスホッケーのスティックの場合、ブレード近辺のシャフト部分が細くなっているため必ずしも、たわみポイントが中央にあるとは言い切れない。そこで今回、スティックシャフトの最も大きくたわむ点の測定結果を図4に示した。前述の、シャフトの形状がブレード近辺で細くなっていることによる影響はほとんどなく、どのタイプのスティックにおいてもシャフトのほぼ中央が最も大きくたわむ点となった。スラップシュートのスピードを上げる要素の一つである「シャフトのたわみ」を有効に利用するには、スラップシュート時にボトムハンドの位置がたわみポイントと一致すると、スティックのしなりが最も効果的に発揮され、シュートスピードを上げることが可能となる。

さらに、氷上でのスラップシュートを後方から撮影した写真3で比較した。スラップシュート時における、トップハンドの固定位置については前報³⁾でも触れているが、今回熟練者の中での相違は見られず、胸部体側で固定されていることが分かる。また、スティックからの反発力（主に垂直



写真3 後方からの画像

方向)に耐えるボトムハンド側の腕について、スティックの氷面への接地からバックのリリースにかけて、熟練者は垂直に近い角度を示していることが分かった。

これら、スティックの特性及び技術的条件をもとに、以下の条件で個々のプレーヤーにあった適正なスティックの長さについて考察してみた。

- 1) トップハンドの位置を固定し、スウィング途中ブレードが氷面に接地した時、ボトムハンド側の腕が垂直になっていること。
- 2) 1)の状態でボトムハンドの位置がシャフトのほぼ中央(シャフトの最もたわむ点)になること。

しかし、この条件でスティックの長さを決めると、プレーヤーが今まで慣れ親しんだ長さよりも遥かに長く重たいスティックとなってしまい、また、ブレードのソール(底面)全体がきちんと氷面に接地せず、ブレードの先端が浮いた状態になってしまう。これでは他の技術(ドリブル、リストシュート等)にとって弊害となるばかりか、スラップシュートにおいても上体の前傾がとれず、上体を被せる動作が不足することで、かえってシュートスピードを落としかねない。更に身長の高いプレーヤーであれば、国際ルールで定められた「シャフトのヒールからエンドまでが152cmを超えてはならない」という規定にも抵触するケースも出てしまう。

そこで著者らは、スティックのたわみポイントがブレード側へ移動できれば、スティックの長さを押さえることが出来ると考え、シャフトのブレード側約6割の部分をグラインダー等で表面を削り、細くすることを試みた。なお、スティックを削ること自体は、実業団の選手でも軽量化・握りやすさを主目的として少なからずおり、突起部分が出来ない限りルールでも認められている。実験結果が図4に示されているが、期待していたとおり、たわみポイントは明らかにブレード側へ移動している。

今回の報告では、削るにしても「どこから、どのように、どの程度」という課題は残されるが、この方法をとることにより個々のプレースタイルによってスティックの長さが違っても、スラップシュート時のボトムハンド位置とたわみポイントを一致或いは、近づけることが可能となる。また、スティックの軽量化にもつながり、様々な点で効果は大きいものと考ええる。

現在、アイスホッケー選手の間ではカーボン

シャフトが注目され始めている。木製に比べ品質が安定していることや、ブレードのみの交換が出来るという経済的理由が大きいと考える。しかし、カーボン製のシャフトで、シャフトの形状が途中で変化した物や、たわみポイントがブレードよりも設定された物は販売されておらず、加工にも適さない。現状において、プレースタイルにあったスティックの長さで最速のスラップシュートを望むのであれば、木製スティックを加工するのもひとつの方法と著者らは考えている。また、スポーツの技術が用具とともに進化してきたことを考えると、品質が安定しているカーボンシャフトや他の素材で、様々な特性を持ったシャフトが登場することも期待される。

3. 3 スティックの速度変化と動作の関係

写真4は被験者が助走を付けてスラップシュートを打つところを、側面から撮影したものであるが、これで見ると引木選手のドライブレグ(体を押し進めるために氷を押す脚のこと)が中島に比べてダウンスウィングの早い段階から表面を離れ大きく後方(背面側)へと移動しているのが分かる。これは、矢口氏らの報告⁵⁾で用いられた写真の補完動作とほぼ一致している。また、中島がインパクトの前にトップハンドの引きつけ固定をほぼ完了しているのに対し、引木選手はスティックの氷面接地からバックのリリースに向けて固定位置へ大きく移動しているのも分かる。

そこで、両者のスティック及びバックの時間経過ごとのスピードについて、運動解析ソフトを用いて図5に表してみた。グラフ中のピークAはダウンスウィング中スティックが氷面に接地した瞬間、ピークBはインパクト(ブレードがバックに触れた瞬間)、ピークCはバックのリリースの瞬間である。

中島がスティック接地点(ピークA)に向けてスティック速度が35[m/sec]まで上昇しているのに対し、引木選手のスティック速度は25[m/sec]と、それほど上昇していない。ところが、インパクトの瞬間(ピークB)から、リリース(ピークC)にかけて、引木選手のスピードが短時間に34[m/sec]まで上昇している。このことから引木選手はスウィング前半におけるドライブレグのパワーをあまり使わず、腰を中心とした身体の捻転及びトップハンドの引きつけのパワーを利用した、回転運動を主たるパワーとする上体中心型の動作であり、中島はドライブレグのパワーによる

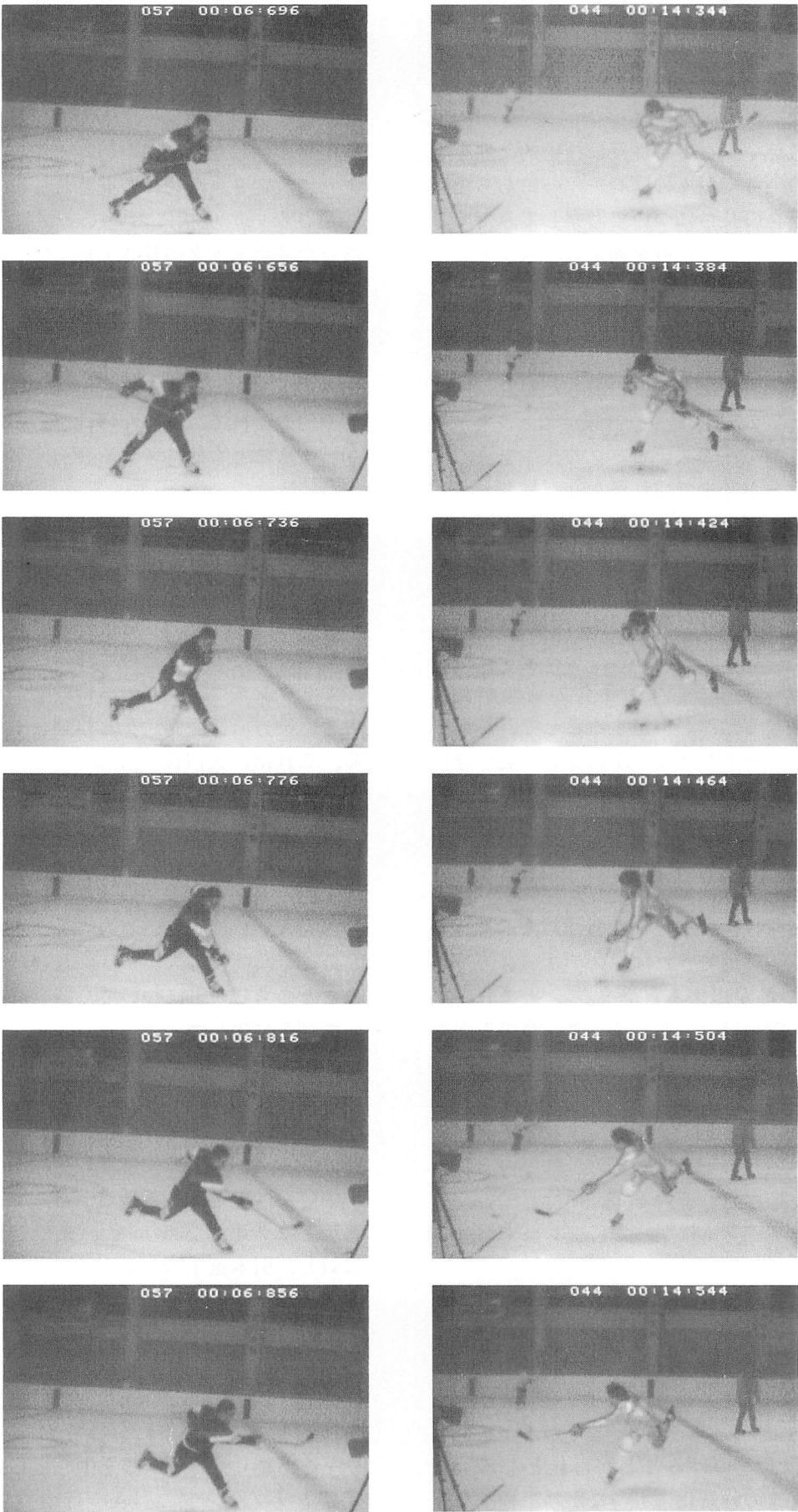


写真4 側面からの画像

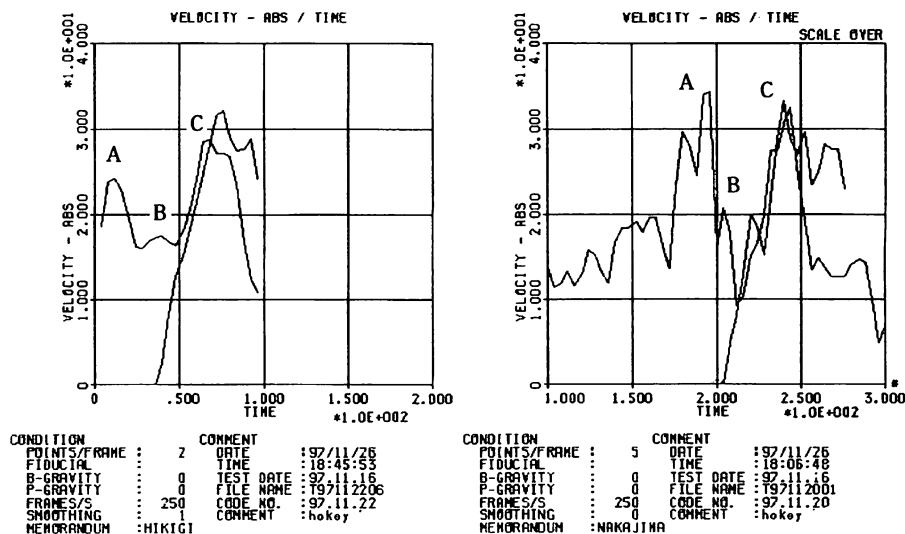


図5 スティック先端とパックの速度変化

バック進行方向への体重移動を大きく使い、上体はスティックからの反発力に耐えることを中心にした、体重移動を主たるパワーとする下肢中心型の動作となっているのが分かる。

図6は後方から撮影した映像から、スティック先端の動きをX-Yコーディネータでトレースした図であるが、引木選手のスウィング軌道が、中島よりも水平方向に傾いているのは、上述の動作の相違に由来しているものと思われる。

なお、両者のシュートスピードは、引木選手が34[m/sec]、中島が33[m/sec]であった。

このようにタイプの違う2つの動作の中から有効な動作をうまく組み合わせることが出来れば、より合理的なスピードのあるシュートを打つことが可能になると著者らは考えている。

しかし、ドライブレグのパワーを十分に使いながら尚かつ、上体の捻転を大きく利用するのは、氷上では非常に困難な技術となる。なぜなら、上体を強く捻転させた場合、ある地点からドライブレグの踵部が浮き、足裏がバック進行方向後方を向こうとするため、スケートの刃が氷面との抵抗を失い脚のパワーを後方に逃してしまうからである。つまり、ドライブレグのストロークを長くとろうとすると上体の捻転の動きを妨げ、上体の捻転の始動を早くすると、ドライブレグのパワーが十分に使えなくなるのである。前報³⁾では、中島のシュートスピードが40[m/sec]と測定されている。これは、陸上での測定だったためにドライブレグのパワーが氷上で行うよりも遥かに強く使えた結果と考えており、このことから、氷上での蹴るという動作がいかに難しいかが伺える。

これを解決するには、上体は捻転の始動を極力遅くし、ドライブレグの動きは、短くそして強くすることにより素早く完了する必要があるのである。テークバックの頂点からフィニッシュまで、わずか0.4秒程で完結する動作の中で、互いの動きを妨げ合う2つの動作を連動させるには、ビデオ映像等を用い徹底した動作チェックが必要となるだろう。

引木選手の場合、上体の動きがそのまま、ドライブレグの効率の良い動作を加えることが出来れば、40[m/sec]を超えるスピードのシュートを打つことも可能かもしれない。

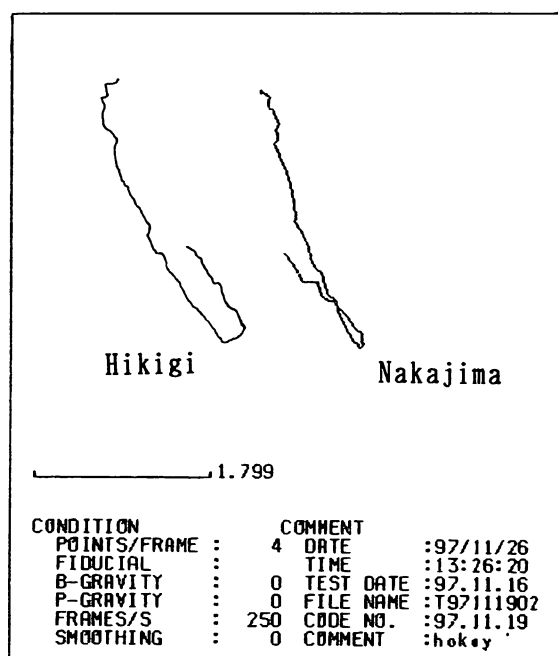


図6 スティック先端軌跡（後方から撮影）

このように、実業団レベルのプレーヤーであれば上述の技術の習得も可能かもしれない。しかし、初心者及び中級者においては、上述したような動作を意識しすぎるよりも、まずは下肢の動きを有効に使う動作を覚えさせることを主眼におくべきだろう。それが習得できたら次のステップとして、上腕を中心とした筋力を増強させるトレーニングを行い、スティックからの反発力に負けずに、胸部体側への引きつけをシュート後半で一気に行えるようにするのが良いのではないかと考える。

4. ま と め

今回の研究では、前報³⁾で実施したスティック特性の実験に、実業団選手が使用しているスティック54本を加え、更に細かく分析した。また、スラップシュートの動作をより細部に至るまで検討するため、日本リーグで活躍中の現役プレーヤーにご協力いただき、運動解析ソフトを使用しながら、テークバックに始まり、ダウンスウィング、表面への接地、インパクト、パックのリリース、フォロースルーに至る、シュート動作のメカニズムの解析を試みた。本研究における、結果及び考察について、以下にまとめる。

- 1) スティックの材質的な特性は、同一の硬さのものでは、ほぼ一定の値を示した。カーボンシャフトについては特に安定した値を示した。
- 2) スティックにおけるたわみポイントは、その硬さに関係なくシャフトのほぼ中心になっていた。
- 3) スティックのシャフトを加工することにより、たわみポイントをブレードよりにし、ボトムハンドの位置をスティックのたわみポイントにすることが可能になり、スティックのたわみを有効に利用することが出来ることが分かった。
- 4) スラップシュートの動作には大きく分けて上体中心型動作と下肢中心型動作があり、それぞれの有効な動作を組み合わせることにより、更にシュート速度を早めることが出来ることが分かった。
- 5) 初心者・中級者は、まず下肢の動きをしつかりと習得し同時に上半身、特に上腕を中心とする筋力アップをはかることが、早いシュートへの近道である。

5. 後 記

本研究では、王子製紙アイスホッケー部の全面的なご協力を頂き、スティックの特性及びスラップシュートの氷上での動作を、ハイスピードビデオカメラと運動解析ソフトを用いて解析した。今回の研究では、前報³⁾で行った陸上での撮影とは異なり氷上での撮影が行えたため、より現実性の高い実験を行うことができ、また被験者を日本リーグで活躍中の現役プレーヤーで行えたことで、よりハイレベルな技術を解析することができたと考えている。さらには、運動解析ソフトを使用したことにより、より細かな技術点についても考察することが出来た。

前回の研究及び本研究によって、理想的なスラップシュートを打つための技術的ポイントが徐々に見えてきた。今回、上方から撮影した映像については使用しなかったが、参考までに写真5として掲載しておく。また、選手に身体及びスティックの時間経過ごとの動きを分かりやすく説明するために、図7を作成したので、併せて掲載した。今後も継続してスラップシュートの技術要素を解明するとともに、指導ポイントや練習方法等も徐々に確立して行きたいと考えている。



写真5 上方からの画像

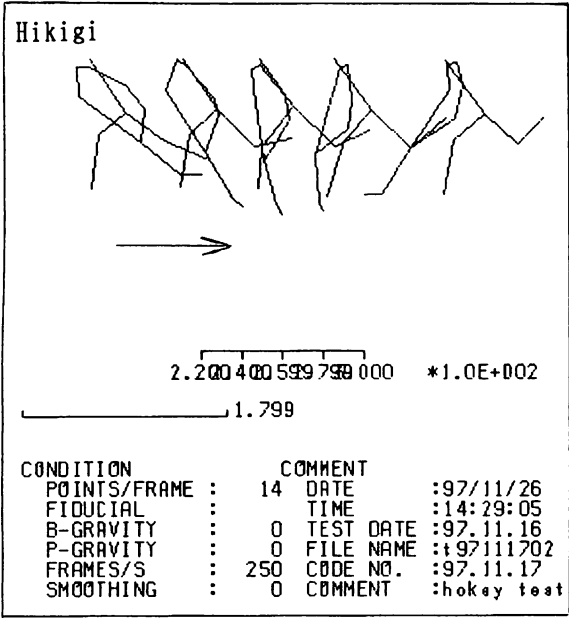


図7 体とスティックの時間経過

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、スケジュールの厳しい中ご協力いただいた、王子製紙アイスホッケー部の選手及び関係者の方々、並びに機械工学科第30期生三岡修平君・中野良子君に心から感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 若林三記夫；アイスホッケーマガジン、ベースボールマガジン社、第21巻、第12号、1995,p93
- 2) 若林三記夫；アイスホッケーマガジン、ベースボールマガジン社、第19巻、第2号、1993,p103
- 3) 中島広基、田嶋勲、宮野芳行、片山晋次、蘇武栄治；アイスホッケーのスラップシュートに於ける動作解析、苫小牧工業高等専門学校紀要、第32号、1997,p149
- 4) 永井信雄、林喜美子；J.J.SPORTS SCI. Vol12 No12,1983,p946
- 5) 矢口正光 他；日本体育協会スポーツ科学研究報告集、Vol1 NoⅡ,1993,p100

(平成9年11月28日受理)

