

アイスホッケーにおけるスティックの動的特性
— シューティングマシンの製作 —

田島 勲*・見藤 歩**・中島 広基***・関 朋昭****
蘇武 栄治*****・川上 光博*****・館岡 正樹*****

The dynamic characteristic of the stick on ice hockey
— The production of shooting machine —

Isao TAJIMA*・Ayumi MITOH*・Hiroki NAKAJIMA・Tomoaki SEKI,
Eiji SOBU, Mistuhiro KAWAKAMI and Masaki TATEOKA

Abstract

Ice hockey is very popular in Tomakomai and Kushiro with many intervals of clear weather in winter. However, an injury of a player does not cease for these sports called sport combative on ice. Since there are few teaching materials for instruction, the leader tends to depend on sensuous advice. There is no standard over height, weight, etc. in selection of the stick of ice hockey, and a beginner depends on ambiguous judgment in many cases.

We tried to investigate the important matter about the skills for a beginner's technical instruction or the advice to an upper class on ice-hockey. Then, the author tried to develop the shooting machine which can investigate the difference in the dynamic characteristic by hardness.

1. はじめに

アイスホッケーは苫小牧、釧路のように、冬季に晴れ間が多く、そのため気温が低くなる地方で盛んに行われるスポーツである。幼児や女性のプレーヤーも多くなりつつあるが、氷上の格闘技と呼ばれるこのスポーツでは選手のケガが絶えない。また、限られた練習の場所や時間から支えてくれる協力者が必要なこともあり競技人口は少ない。そのため指導に供する教材が少なく、指導者は感覚的なアドバイスに頼りがちである。初心者はアイスホッケーのスティックを選択する時には身長・体重などに対する基準がなく曖昧な判断によらざるを得ないことが多い。さらに近年ではコンピュータゲームのように室内で楽しむことが多く

なったためにホッケーを身近な生活の中で楽しむことが少なくなってきた。家に引きこもりがちな子供たちにも安全で気軽にできる健康的な冬の数少ないスポーツとして盛んにするためにも、起こりやすい怪我について研究することが大切と思われる。

著者等はこれまで、アイスホッケーにおいて最もダイナミックな瞬間を作り出す、スラップショットをハイスピードカメラで撮影し、その映像を解析することで選手の身体の動きやパックの零スピードから毎秒30m以上ものハイスピードを得るメカニズム、さらにスティックの静的特性についての研究を進めてきた。前報¹⁾では実験の再現性を得るためにシューティングマシンを試作しその構造について検討を加え、改善点を示すことができた。

本報ではその点をふまえた上、シューティングマシンによりスティックでパックを打たせ、硬さによる動特性の違いを調べられるように装置を改善し、氷面での実験を更に繰り返したので、その結果を報告する。

* 助教授 物質工学科
** 助教授 機械工学科
*** 助教授 一般教科
**** 講師 一般教科
***** 技 官 技術専門職員・実習工場
***** 技 官 一般教科
***** 講 師 釧路高専・一般教科

2. 実験装置および方法

シューティングマシンを製作する利点を下記にあげる。

- 1) 同一条件でシュートを打つことが出来る
- 2) 実験フィールドを任意に選択できる

メーカおよび硬さの違うスティックの動特性を調べるためには実験条件のコントロールが不可欠である。また、ミニリンクを用意することでアイスホッケー場という撮影条件の厳しい場を実験室に移すことが可能になり、照明や実験時間を実験する側が選択できるようになる。また、小さな氷



写真1 試作段階のシューティングマシン

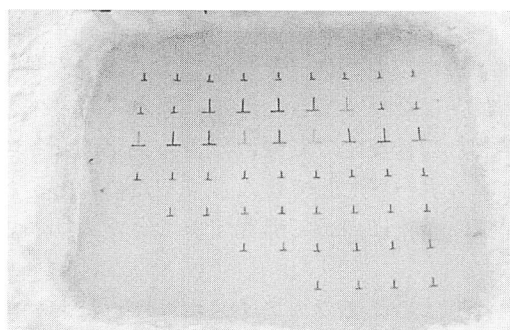


写真2 ミニホッケーリンク

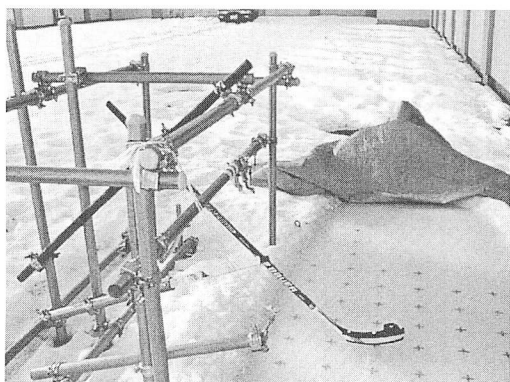


写真3 シューティングマシンとミニリンク

面さえあれば季節を選ばず簡単な実験であれば可能となるなど多くのメリットが考えられる。

予備実験の段階で作成したマシンを写真1に示した。ゴムチューブと30 Lbs(133.5 kN)のアーチェリーリムを併せて使用した。写真2には実験室の横に作ったミニリンクを示した。

およそ大きさは2×1.5 mあり、氷の内部にはマークを埋め込んだ。今回実験に使用したマシンを写真3に示した。リムのみとし、強さは42 Lbs(186.9 kN)とした。シュート面が氷面でない場合には、それに替わる面をアクリル板として摩擦係数を氷面に近づける工夫をした。

ホッケー場での撮影は、時間帯、照明、カメラの位置などに制約があり映像を記録するには不向きであることが分かっている。特にハイスピード

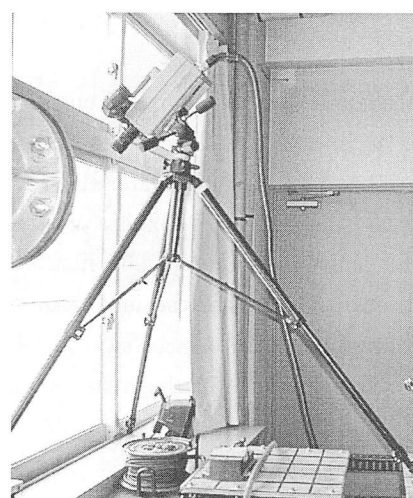


写真4 撮影

カメラで撮影する際に、光量が少ない場合にはソフトによる映像の認識に問題が生じることが多い。ストロボライトを2灯点灯しても光量が少ないためにカメラの位置は限定され、映像化する範囲が狭まるうえに、実験装置が複雑になってしまう。写真4に室内からミニリンク上での実験撮影の様子を示した。この場合、雪面からの反射で晴れの日では建物の影で行った場合でも、ソフトによる映像解析には問題は生じなかった。また、零下でのカメラ性能低下も防ぐことができた。

シューティングマシンはアーチェリーのリムの反発力でスティックに力を与えシュートを行うマシンである。マシンは外径50mmの鉄パイプで構成し、高さ1.5m、幅2 m、奥行き1 mである。今回は前回製作したシューティングマシンを土台に固定し、スティックに加わる力が一定になるようにストッパーを取りつけ、リムのしなりを調節出来るように改良した。さらにリムは36から42 lbsとしてスティックに大きなパワーを伝えられ

るようにした。氷面は苫小牧特有の夜の冷え込みを利用し厚さ10cm程度、さらに先に記述したようにパックやスティックの位置が分かるように氷中にマークを20cm間隔で埋め込んだ。シューティングによって氷面が多少削られるが、霧吹き等を利用し常に氷面の維持には細心の注意を払い実験を行った。

パック及びスティックの運動解析には前報¹⁾と同じくハイスピードカメラ (NAC社製HSV500) と解析ソフトMOVIASを使用し、撮影速度は500frames/sec、メカニカルシャッターを1/2500secに設定した。今回の実験では、インパクト前後80msecを撮影し、接地前およびインパクト時の速度やインパクト後のスティック、パックの速度を詳細に知ることにより主眼を置いたために、カメラをパックから約3.5m上方に設置した。

3. 実験および考察

3-1 スティックの静的特性

BAUER社の硬さの違うスティックを用意し曲げ試験によって静的特性²⁾を調べた。シャフトにおける支点間距離を1150mmとし、その中心に196.2 N(20kgf)の負荷を加えた場合のたわみ量をノギスによって測定した。実験の様子を写真5に示した。

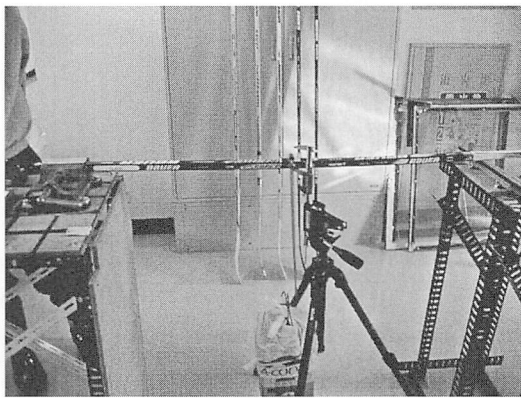


写真5 スティックの曲げ試験

スティックは硬さの違うModel

SUPREME. 3090, 3070, 3050

SUPREME. 3030, 3040, 3010

のSr (上級者) 仕様6種類について、それぞれ3回曲げ試験を行った。また、ジュニア用(Jr)のスティックSUPREME No.3030 Jrと3010 Jrについても行った。スティックの断面はコアが木製で、

周囲を樺材やグラスファイバー、形状は矩形断面であるが中には握りを考慮した形状もあった。なお、ジュニア用の断面積はSr仕様に比べて約15%程小さかった。ブレードはModel.13090, 3070, 3050についてはkelvarで、またModel.3040はABSによって各々耐久性を増している。

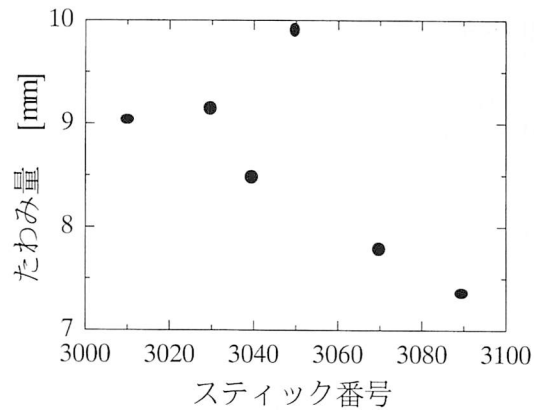


図1 スティックのたわみ

図1はSr仕様について、たわみの平均値をスティックModel. Noごとに整理したものである。スティックのパフレット³⁾に示されるようにスティックに関しては、

Pro, UltraPro, SuperPro,

Intermediate

Senior, Junior, Youth

という細かな表示が見られた。

補強にカーボンが側面に多く使われているModel.3090のたわみが小さく、一番たわみが大きいのはカーボンが使われていないModel.3050であることが図1から分かる。ちなみにシャフト外周に補強としてカーボンの帯がModel.3090は20本、Model.3070は12本、Model.3040、3030は4本のカーボンが使われているのに対して、Model.3010、3050はカーボンで補強されていないスティックである。

Jr仕様についてのたわみ量は12～15mm程度であり、Srに比べ大きいのが分かった。スティックのパフレット³⁾によると、スティックのシャフト側面における補強の違いによって硬さが変わっているのがよく分かった。

3-2 スティックの動的特性

スティックブレードの先端とパックの一般的速度変化を図2に示した。図2において①はインパクト直前の氷面への接地である。多くの少年プレーヤーはこの瞬間に大きい反発力を受けるが、スティックで吸収せず身を引くことで吸収していることが多い。

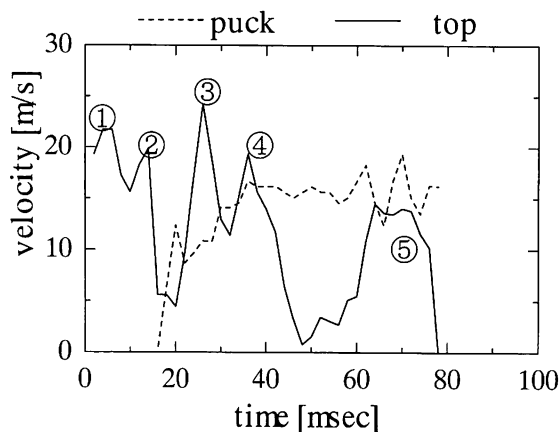
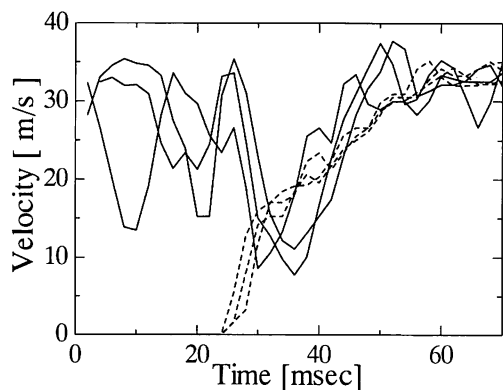
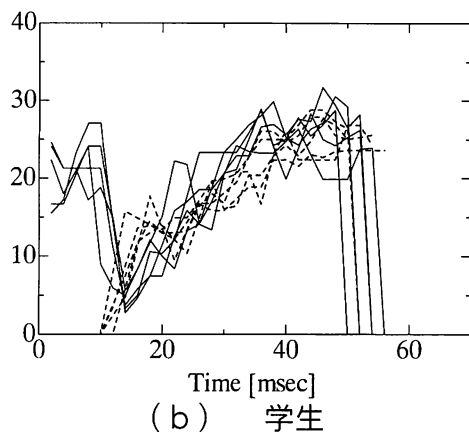


図2 ブレード先端とパックの速度変化

②はインパクトの瞬間を表わしている。③、④、⑤はそれぞれブレードの反動によって示される速度のピークであり、大きな加速度が伴っている。



(a) 実業団選手

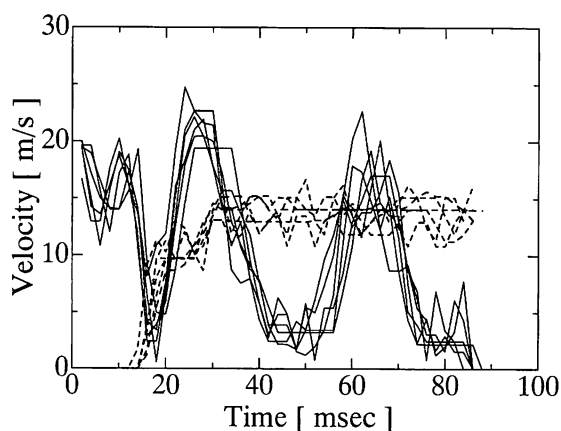


(b) 学生

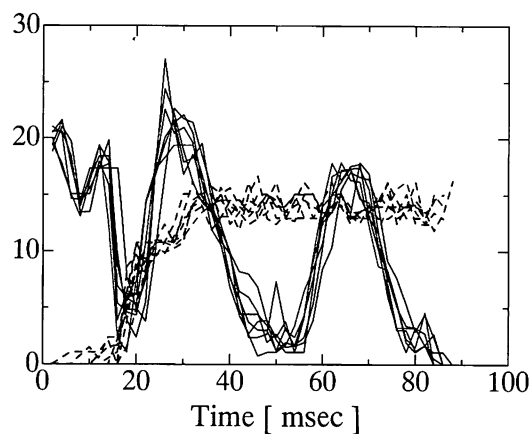
図3 実業団選手と学生のシュート

実業団選手のシュート⁴⁾と学生のシュートを図3に示した。同一選手のシュートの場合、基点がないため映像は個々の記録で大きな違いが出る。そのためグラフに整理する場合はインパクトの瞬間を基点としその前後の経過時間と速度の変化を表した。このように基点を補正しても選手のシュートは実験するたびにわずかずつシュート条件が異なるため速度線図は重なることがなく、スティックの動特性を比較することが難しいことが分かる。

Model.3040をマシンに取りつけて連続10回実験を行った場合の結果を図4の(a)に示し、さらに同種のスティックに交換し、その結果を図4の(b)に示した。



(a) Model.3040



(b) Model.3040

図4 シューティングマシンによるシュート

図3では速度変化の傾向にあまり一致がみられなかったのに対し、マシンによってシュートした場合の結果である図4ではその傾向がよく重なっている。基点が一致しているのでグラフに表し易かった。

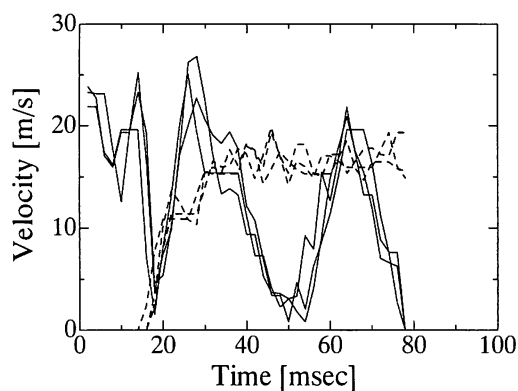
速度と時間経過に伴うスティックの先端とパックの速度変化は非常によく一致しているのが分かる。ブレードの接地やインパクトの瞬間がグラフ

から読みとることができた。パックの速度誤差範囲も2.5m程度におさまり、また重要な意味を持つインパクト直後の急激な速度変化についても選手の結果には見られない再現性を確認できた。

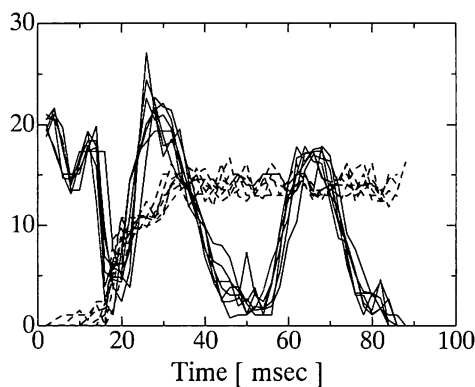
次に硬さの違うスティックを比較するため

Model. 3090, 3040, 3050

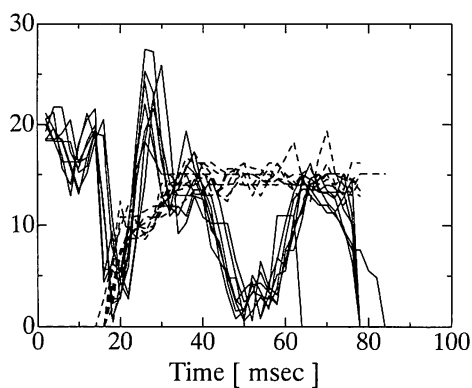
に関する実験結果を図5に示した。



(a) Model. 3090



(b) Model. 3040



(c) Model. 3050

図5 スティックの硬さによる動特性の違い

また接地やインパクトで撓ったスティックは大きな加速度を持って跳ね返っていることもグラフに現れている。その際のピーク速度は、たわみの小さい硬いスティックほど大きい速度を得て、パックに大きなエネルギーを瞬間的に伝えていることが分かった。硬さの違いは図2における⑤のピークにあたる部分によく現れている。スティックが硬いほど鋭い立ち上がりが見える。これらはいずれも加速度が大きいことを示していると考えられる。これらのことから、シューティングマシンで個々のスティックの硬さによる動的特性の違いを比較出来ることが分かった。

4. まとめ

今回の実験では、シューティングマシンを利用し、スティックの硬さによる動特性の違いを調べた。本実験の要点を下記に示す。

- 1) シューティングマシンを改良し、実験条件を一定にすることが出来た。
- 2) 硬さの違うスティックについての動特性を比較する事が出来た。

また、今後の検討課題として次のようなことがあげられた。

- 1) シュート速度の不足
- 2) 氷面の確保

試作段階の自転車あるいは自動車のタイヤチューブからアーチェリーのリムの応用と、スティックに加えられる力を大きくなってきたが、パックスピードから考えてもパワー不足であり、今後サーボモーター等の検討が必要である。

ミニリンクは占有できることで実験には非常に有効であったが、天候の関係で12月末から2月までのおよそ2ヶ月の間に限られる。シューティングマシンの有効活用から考え、氷面の確保が必要である。また氷面の状態やスティックの取り付けなどから実験の再現性にわずかなずれが生じており、さらにシューティングマシンの改善が必要である。

5. 後記

スティックの動特性はスティックの Model Noと直接結びつくとは限らないので、自分にあっ

スティックのブレードが氷面に接地するときの速度は3本のモデルで21~23 m/s を示している。

た硬さのスティックをパンフレットを参考に慎重に選ぶ事が重要である。

6. 参考文献

- 1) 福富善大、村角康行、田島勲、見藤歩、蘇武栄治；アイスホッケーにおけるシューティングマシンの試作、第29回学生員卒業研究発表講演前刷集、2000、p721
- 2) 田島勲、蘇武栄治、中島広基、館岡正樹、片山晋次；アイスホッケーのスラップシュートにおける動作解析、苫小牧工業高等専門学校紀要、第33号、1998、p203
- 3) Ice hockey 2000 Collection,BAUER,P54
- 4) 田島勲、見藤歩、蘇武栄治、中島広基、関朋昭、館岡正樹、片山晋次；アイスホッケーのスラップシュートにおける動作解析、苫小牧工業高等専門学校紀要、第35号、2000、p7

(平成13年11月30日受理)