

スイングの軌跡のパターンについて

長尾 愛彦*, 澤田 芳男**

Locus pattern of swing orbit

Naruhiko NAGAO* and Yoshio SAWADA**

Abstract

We investigated the swing orbits of three professional golfers (Masako Sasaki, Kenji Hosoishi and Michio Ishii) and seven amateur golfers, all of whom have been playing golf since the 1960's. Frontal view ultra-high speed films of the golfers during driver full-swing shots obtained with an Hitachi Model 16-HD HIMAC were analyzed with an NAC 16-S film data analyzer. In addition, one subject (Miss A; handicap had been eight) was filmed and analyzed during Spoon, No.4 Iron, No.7 Iron and No.9 Iron shots, in addition to driver shot. Miss A's swing orbits as projected on the film plane were then analyzed using vector correlation coefficients; they were found to be classifiable into two categories, one of which included her driver and spoon shots, and the other of which included irons shots. Analysis of her swings with the same driver club revealed that her swings were very similar; not only did the frontal views of the swings show almost the same orbits of loci of the club head, but the correlation coefficients determined by the vector method were quite high. Correlation coefficients obtained by vector analysis of inter-club variance for the same golfer were over 0.90, indicating that golfers use almost the same swing pattern regardless of which club is used. While for amateur golfers, the orbit of the club head could be classified as either oblique/heart-shaped or elliptical, professional golfers, who have more swing power, showed almost exclusively the elliptical pattern, and low inter-golfer variance. The orbit of Miss A's club head was oblique/heart-shaped, and was found to be significantly correlated with orbits for other amateur golfers, both male and female.

KEY WORDS : *Golf swing, Swing orbit, Pattern*

はじめに

競技はそれぞれの運動の種目によって各運動特有のパターンを形成するが、パターン

プレイヤー個々の体格、体力、技術に大きく影響され、同一人の同一の運動の動作であっても、毎回のパターンが全く一致することはほとんどないと考えられる。しかし、同一の運動動作を反復練

* 鹿屋体育大学 National Institute of Fitness and Sports in Kanoya, Kagoshima, Japan

** 熊本体力研究所 Kumamoto Institute of Total Fitness, Kumamoto, Japan

習することによって、そのパターンはかなりの程度に定常化することが可能である。

一つの運動が示すパターンは多くの単純な筋運動の集合体で、各筋群の有機的な働きの合成されたものである。したがって、運動の力学的特性、ひいてはパフォーマンスを増すためには、その運動の示すパターンをまず理解することが必要である。

からだから離れたボールに対し、合目的な力を加えてボールを正確に、できるだけ遠くへ飛ばす高度の巧緻運動と考えられるゴルフスイングについては、小林がスイングプレーンについて¹⁾、松尾はスイングを力学的に^{2), 3)}、川島らはシャフトの動的物理変化をリサージュ図形として⁴⁾、それぞれ発表するなど近年数多くの報告がみられる。

著者らはすでに、Driver および No.9 Iron のフルショット時におけるキネマティックな分析を実施している^{5), 6), 7)}。

本報においては、スイングの軌跡について体格・体力および技術面から若干の考察をこころみた。

方 法

被験者は1960年代に活躍した佐々木マサ子女子プロと3名の女子アマチュアおよび、男子としては細石憲二、石井迪夫両プロと4名の男子アマチュアゴルファーである。

それぞれ、ドライバーのフルスイングを超高速度カメラ・日立 HIMAC 16-HD によりスイングの正面水平方向から撮影し、その後 NAC 16-S フィルムデータアナライザーを用いて解析をこころみた。なお、被験者のうちの1名についてはドライバーのほかにはスプーン、No.4アイアン、No.7アイアンおよびNo.9アイアンのスイングについても撮影、解析を行った。

解析はスイング時のクラブヘッドの描く軌跡の水平方向投射面について実施し、(1) 同一プレイヤーの同一クラブによるクラブヘッドの描く軌跡の近似性、(2) 同一プレイヤーのスイングにおけるクラブの種類の差による軌跡の類似性、もしくは相違性、ならびに(3) クラブヘッドの描く軌跡の個人差、技術差の検索をこころみた。

結果および考察

(1) 同一クラブによるスイングの軌跡について

被験者A嬢は撮影当時の女子アマチュアではトップクラスにランクされており、(後刻女子プロとして活躍) その時点におけるハンディは8であった。その体格と筋力は表1に示すとおりで、現在の日本の成人女子の平均値⁸⁾と比較してもかなりすぐれた体格、筋力であるといえる。

表1 A嬢の体格・体力

身長	161.9cm	背筋力	97 kg
体重	64.6kg	右握力	39.5kg
胸囲	85.4cm	左握力	40.5kg

A嬢の2回のドライバー・ショットのクラブヘッドおよびグリップ部の描く軌跡を重ね合わせたものが図1である。図1から、2回のスイングの間にはグリップ部、クラブヘッドいずれの軌跡もバックスイングからダウンスイング、インパクトを経てフォロー・スルーにいたるスイングの全期間はほとんど同じ軌跡を描いていることが判明する。

2回の撮影例を、クラブシャフトの角度変化ならびに左右の前腕の推定正中線の角度変化を求めると撮影例No.1の場合は図2、撮影例No.2の場合は図3に示すとおりである。

左右前腕の推定正中線の角度変化をみると、シャフトの角度変化のように正確ではないが、2回のスイングの際に示す角度変化曲線のパターンはよく似ている。

つぎに、クラブヘッドの描く軌跡の類似性についての統計処理を熊本大学電子計算機センターに依頼し、インパクトの瞬間を基準とし、インパクト前後における対応する各時点のクラブヘッドの軌跡上の位置と、その位置における軌跡の接線方向のベクトルならびにX方向、Y方向(図4参照)をそれぞれ求め、2回のスイングのベクトルを対比したものが表2である。表2のように、A嬢の2回のドライバー・フルショット時のクラブヘッドの描く軌跡の各時点におけるX方向分速度、Y方向分速度の相関係数はそれぞれ0.927, 0.889となり、その合速度であるベクトルについての相関係数は

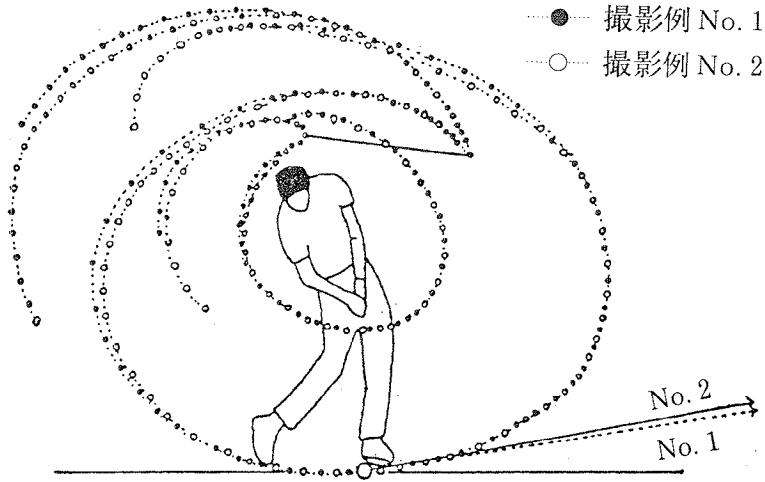


図1 A嬢の2回のドライバー・ショットの軌跡

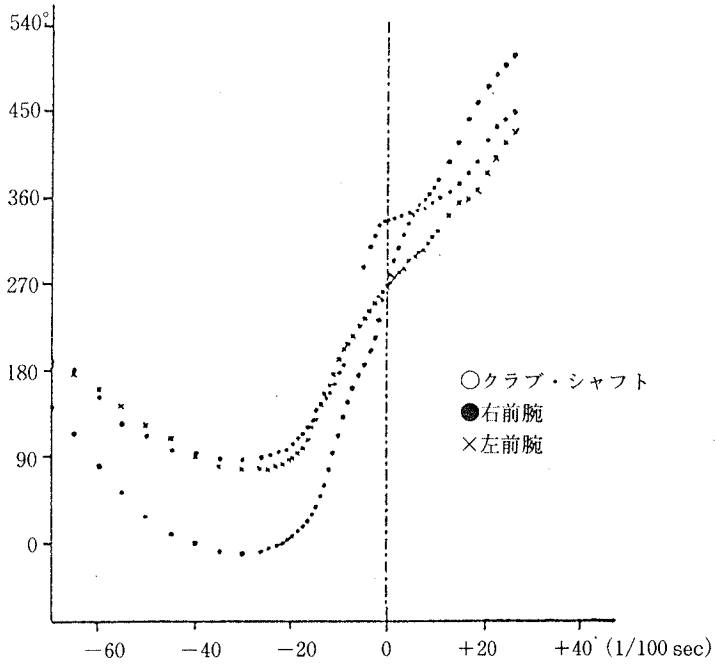


図2 クラブシャフトおよび前腕推定正中線の角度変化 (撮影例 No. 1)

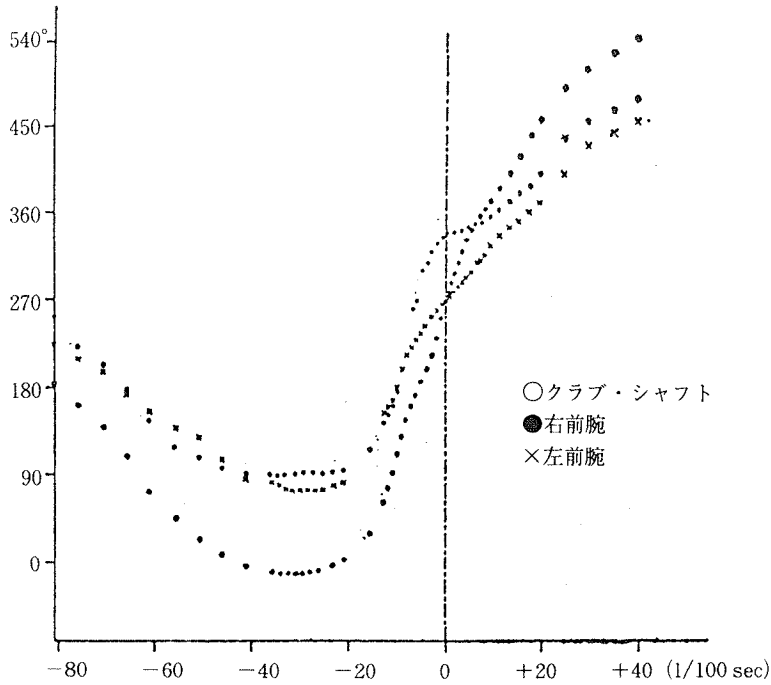


図3 クラブシャフトおよび前腕推定正中線の角度変化 (撮影例 No. 2)

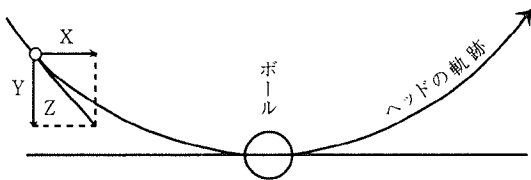


図4

表2 ドライバー・ショット間の軌跡の相関係数

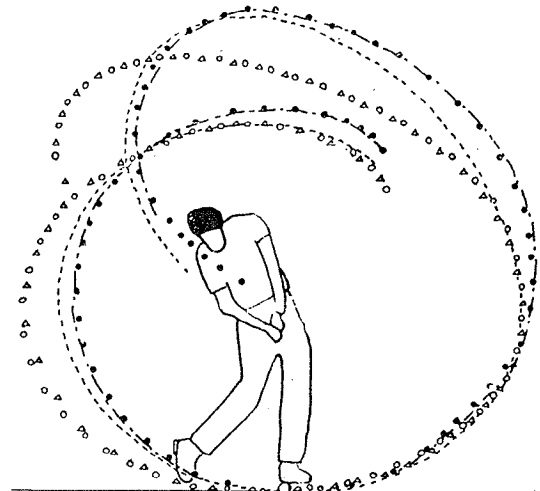
X方向分速度	0.927
Y方向分速度	0.889
Z方向 (Vector)	0.972

0.972 と 1.00に近い値を示し、2回のドライバーショットの類似性はきわめて高いことを裏付けている。

これらの結果は、同じクラブを使用したA嬢(H: 8)のスイング時のクラブヘッドの描くスピードの加味された軌跡は一致したといっても過言ではないという結果を示している。

(2) クラブの種類によるスイング軌跡の類型化

A嬢を同じく被験者とし、ドライバー、スプーン、No.4アイアン、No.7アイアンおよびNo.9アイアンの各クラブによるショット時のクラブヘッ



○ ドライバー・ショット △ スプーン・ショット
 - - - 4番アイアン・ショット ● 9番アイアン・ショット
 - · - 7番アイアン・ショット

図5

ドの描く軌跡を重ね合わせたものが図5である。前述のベクトルを用いて、ドライバーショットと比較すると表3に示すような結果となる。

図5から、いずれのスイングの場合でも、クラ

表3 ドライバー・ショットとのベクトルによる相関係数

スプーン ショット	No. 4 Iron ショット	No. 7 Iron ショット	No. 9 Iron ショット
0.964	0.913	0.920	0.908

ブヘッドの描く軌跡は横ないしやや斜めに傾いたよく似たハート型で、なかでも、表3に示すように、ドライバーとスプーンのショットはドライバー同士の場合の値よりわずかに差はあるものの、非常に類似性を示している。これに対し、No. 7, No. 9アイアンショットでは、ドライバーショットなどより少し横幅が短かく、フォロースルーがやや高くなっている。No. 4アイアンショットの場合にはフォロースルーの前半ではドライバーショットに一部似た軌跡を描き、No. 7, No. 9アイアンショットとドライバーショットとの中間的なパターンを示している。

すなわち、撮影された水平投射面上の軌跡では

- ① ドライバーとスプーン
- ② No. 4アイアン
- ③ No. 7, No. 9アイアン

の三つにその軌跡は類型化されるようである。

一方、ベクトルから求めた相関係数で比較すると、No. 4, No. 7, No. 9アイアンの3種類のそれぞれのドライバーショットに対する相関係数は0.913, 0.920, 0.908とよく似た値で、3者はいずれもよく似た類似性を示している。一方、スプーンの場合はドライバーとの相関係数は0.964と前3者とはやや値を異にし、ドライバーショットとの近似性を示している。

すなわち、ベクトルによる相関係数からクラブの種類によるクラブヘッドの軌跡を区分すると、つぎの二つに大別される。

- ① ドライバーとスプーン
 - ② No. 4, No. 7, No. 9アイアン
- (3) スイングの軌跡の個人差について
- (a) 女子の場合

スイングの軌跡は体格、体力や技術差によって、どのような変化を示すのであろうか。佐々木マサ子プロ、A嬢を含む3名の女子アマチュアゴルファーのドライバーショット時のクラブヘッドの軌跡の比較をこころみた。

(i) 体格・体力の比較

被験者4名の年齢、体格・体力は表4に示すとおりである。

佐々木プロは身長、体重ともかなりすぐれていて、どちらかといえば日本人成人男子に近いプロポジションであるが、筋力は一般女性に近い。

B嬢、C嬢は撮影時どちらも20歳で、B嬢はやややせ型、C嬢は身長に比しやや体重が重い体型である。

体力面からみると、背筋力はA嬢がずば抜けてすぐれているが、他の3名は同年齢の女子の平均値よりやや下回っている。握力はB嬢以外は日本人成人女子よりすぐれており、4名の左右の握力を比較すると、C嬢以外は左握力のほうが右握力よりすぐれている。

(ii) フォロースルーの比較

体格・体力の差がスイングにどのような影響を与えるか、フォロースルーの一時点であるクラブヘッドがからだの真上を過ぎ、クラブシャフトが目標線逆方向の水平線から約40°傾いた時点におけるスイングのスタイルの比較をこころみた。その結果は図6に示すとおりである。

佐々木プロ、A嬢の2名と比較すると、体格・筋力面で劣っているが柔軟性に富んでいるB、C

表4 女子被験者の身体的プロフィール

	年齢	ハンディ キャップ	身長	体重	胸囲	ローレル指数	背筋力	右握力	左握力	立位体前屈 柔軟度	
佐々木プロ	24歳	—	167.8cm	59.5kg	86.3cm	125	47.5kg	34.5kg	38.0kg	+ 5.5cm	
アマ	A嬢	28歳	8	161.9cm	64.6kg	85.4cm	152	97.0kg	39.5kg	40.5kg	+ 5.7cm
	B嬢	20歳	15	157.1cm	46.0kg	77.2cm	119	31.0kg	25.0kg	28.5kg	+13.5cm
	C嬢	20歳	15	151.4cm	50.8kg	80.0cm	146	57.0kg	37.5kg	32.0kg	+10.4cm

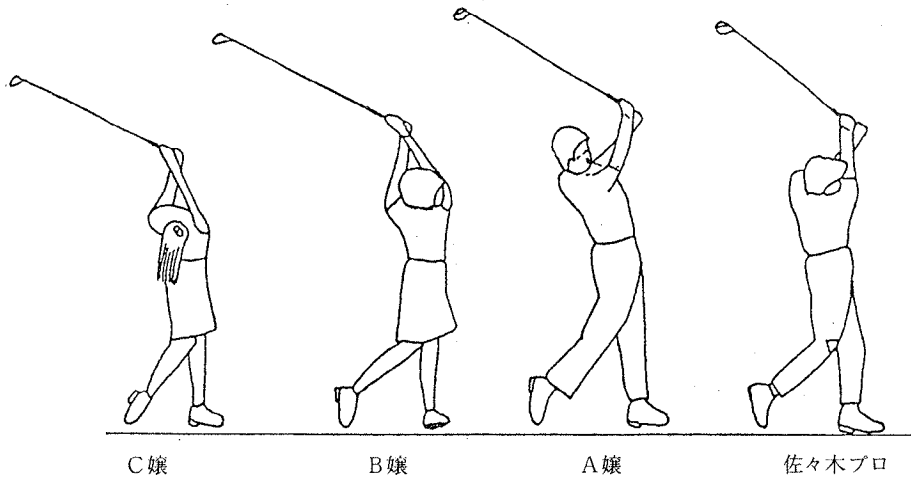


図6

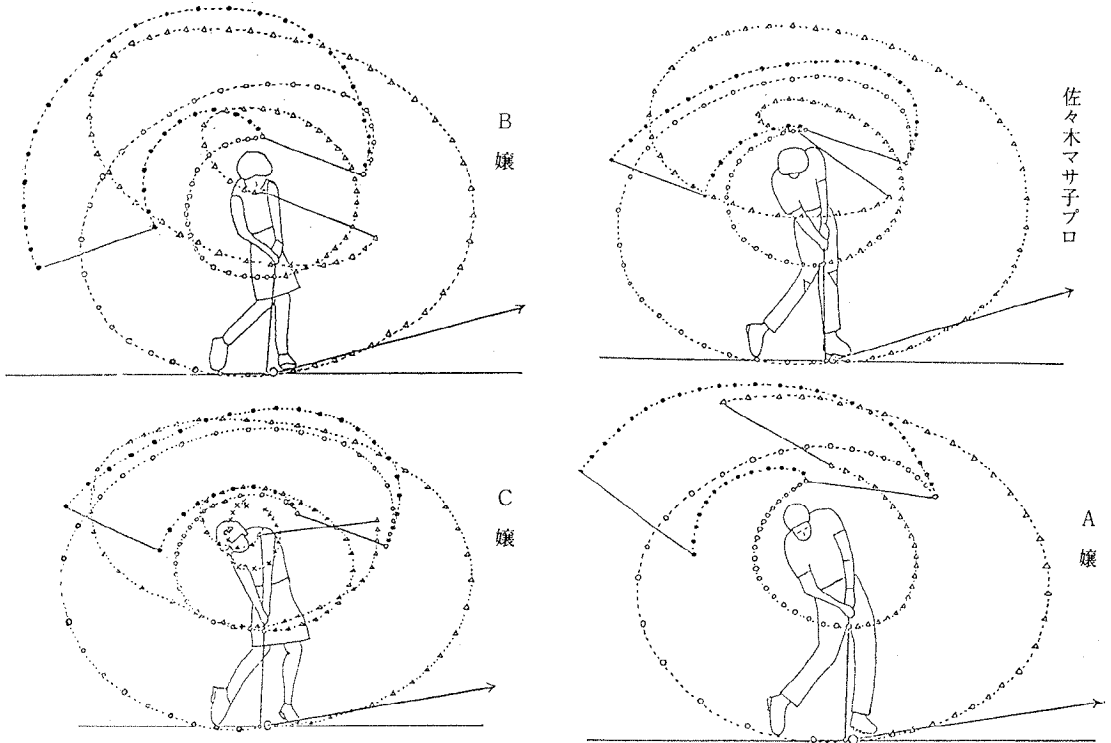


図7

嬢は、フォロースルーでも全身を使ったフォームであり、4者それぞれにもつ体格・体力の特徴を生かしているといえる。

(iii) スイングの軌跡の比較

年齢、体格・体力のそれぞれに異なる4名の女

子ゴルファーのドライバーショット時のクラブヘッドならびにグリップ部の軌跡は図7に示すとおりである。

C嬢のスイングは他の3名に比べるとアクロバットのように上体をしならせてスイングしているた

め頭も大きく移動している。そこで、その推移を前頭部の髪どめの位置 (×印) の変位で追っている。

トップオブスイング以降のクラブヘッドの軌跡を比較すると、佐々木プロの場合はフォロースルーが幾分高いがC嬢とよく似たほぼ長円軌道を描いている。一方、B嬢の場合はかなり明瞭な横ハート型を示し、A嬢の場合もほぼ同じような横ハート型をなしている。したがって、スイング正面からみたトップオブスイングからダウンスイング、フォロースルーにいたるクラブヘッドの描く軌跡は

- ① 佐々木プロの場合のような長円軌跡
- ② B嬢の場合のような横ハート型軌跡

(iv) 軌跡のパターンの類型化

4名のドライバーショット時のクラブヘッドの描く軌跡を、前述のベクトルについて求めた相関係数は表5に示すとおりである。

佐々木プロのスイングの軌跡を3名の女子アマと比較すると、そのベクトル相関係数は、A嬢とは0.914、B嬢とは0.500、C嬢とは0.936となる。すなわち、佐々木プロに最も似ているのはC嬢で、

表5 軌跡の類似性の相関係数

	佐々木プロ	A嬢	B嬢	C嬢
佐々木プロ		0.914	0.500	0.936
A嬢	0.914		0.972	0.924
B嬢	0.500	0.972		0.429
C嬢	0.936	0.924	0.429	

ついでA嬢とも類似しているが、B嬢のスイングとは類似性にとほしいことになる。

A嬢の場合は、他の3名ともいずれも0.914、0.972、0.924と高い類似性を示している。このことは、4名の中では最も平均的なスイングであることを示している。

B嬢のクラブヘッドの描くパターンはA嬢とよく似た横ハート型で、ベクトル分析による相関も高い類似性を示す。しかし、佐々木プロ、C嬢とは軌跡のパターンからもベクトル分析からもかなり異なっていることになる。

B嬢のドライバーショット時のクラブヘッドの描く軌跡は横ハート型でA嬢とよく似ているにもかかわらず、A嬢の場合と異なり佐々木プロ、C嬢とのベクトル分析による相関が低い。このことは、B嬢のローレル指数が低くやせ型で、また、握力の弱かったことにもその原因があると考えられる。事実、佐々木プロおよびC嬢のインパクト直前のクラブヘッドの速さはほとんど差がなかったが、インパクト直後に、佐々木プロではインパクト前の20%の低下にすぎないが、C嬢では40%もの低下を示し、球初速も佐々木プロの55.0~55.6m/secに比し、53.0m/secと低い値を示している⁹⁾¹⁰⁾。

(b) 男子の場合について

(i) 体格・体力の比較

被験者の細石、石井(迪)両プロならびに4名の男子アマの撮影当時の年齢、体格・体力は表6に示すとおりである。

細石プロは背筋力128kgで体格的にも筋力的にもすぐれており、パワーにすぐれたゴルファーと

表6 男子被験者の身体的プロフィール

	年齢	ハンディ キャップ	身長	体重	胸囲	ローレル 指数	背筋力	右握力	左握力	立位体前屈 柔軟度	
プロ	細石	30歳	—	167.7cm	85.0kg	100.8cm	180	128kg	41.0kg	48.0kg	-23.6cm
	石井(迪)	43歳	—	166.5cm	62.8kg	86.0cm	136	83kg	42.5kg	43.0kg	-21.0cm
アマ	A氏	25歳	0	170.1cm	57.6kg	86.2cm	117	123kg	47.0kg	44.0kg	+22.9cm
	B氏	49歳	2	160.4cm	55.0kg	87.3cm	133	63kg	45.0kg	46.5kg	+17.6cm
	C氏	29歳	13	167.1cm	59.8kg	84.3cm	128	104kg	46.5kg	45.5kg	+9.4cm
	D氏	27歳	13	164.7cm	57.6kg	82.4cm	129	108kg	52.0kg	48.5kg	-5.6cm

いえる。

石井プロはローレル指数136と平均的なからだつきで、年齢という因子を考へても筋力面では劣っているようで、体格・体力的にもパワー・ゴルファーというよりはスインガーといえるようである。

A氏はハンディ0で、ローレル指数117が示すようにやせ型であるが、背筋力はかなりすぐれ、柔軟度は大変すぐれたパワーに富んだゴルファーといえる。

B氏はハンディ2で、年齢は49歳と被験者中最年長であり、体格はほぼ平均的なからだつきで、特徴としては柔軟性に富むといえる。

C, D両氏は兄弟で、いずれも日本人男子成人のほぼ平均的なからだつきである。

握力についてみると、両プロならびにB氏は左のほうが強く、A, C, D各氏は逆に右のほうが強い。

(ii) スイングの軌跡の比較

両プロならびに4名の男子アマのドライバーショット時におけるクラブヘッドならびにグリップ部の軌跡は図8に示すとおりである。

トップオブスイング付近についてみると、細石プロならびにA氏の場合は、バックスイングとダウンスイングの軌跡は互いにかなりかけはなれ、トップオブスイングでも常にクラブヘッドは移動しているが、石井(迪)プロおよびB, C, D各氏はトップオブスイング付近ではダウンスイングはバックスイングの軌跡を折り返し、トップオブ

スイングで一瞬クラブヘッドは停止している。

名手ボビー・ジョーンズのスイングはトップオブスイングでは細石プロ, A氏の場合と同じように、常に移動をつづけて、ループを描いていたといわれている。

細石プロのみならず、われわれが分析を行った他のプロゴルファーの中には、トップオブスイング前にすでに膝や腕はダウンスイングの動作にはいっており、膝はトップオブスイングの0.2秒前、腕も0.1秒前にすでにダウンスイングの動作に移っている者もあり¹¹⁾、トップオブスイング付近でクラブヘッドにゆるやかなループを描かせる動作は、ダウンスイングとバックスイングの平面が変り易いという欠点もあるが、からだの各部をバックスイング中にダウンスイングの動作にスムーズに移し得るという利点もあるようである。

いずれにしても、トップオブスイングでは、トップオブスイング付近で一瞬停止するスイングと、ゆるやかなループを描き自然にダウンスイングに入る二つのタイプがある。

トップオブスイングからインパクトを経てフィニッシュにいたるクラブヘッドの描く軌跡を比較すると

- ① 細石プロ, A氏, C氏などの横ないし斜めハート型
- ② 石井プロの長円型
- ③ B氏, D氏にみられるような①②の中間型と、女子ゴルファーの場合に観察されたと同じように区分できるが、すべてははっきりと区分できる

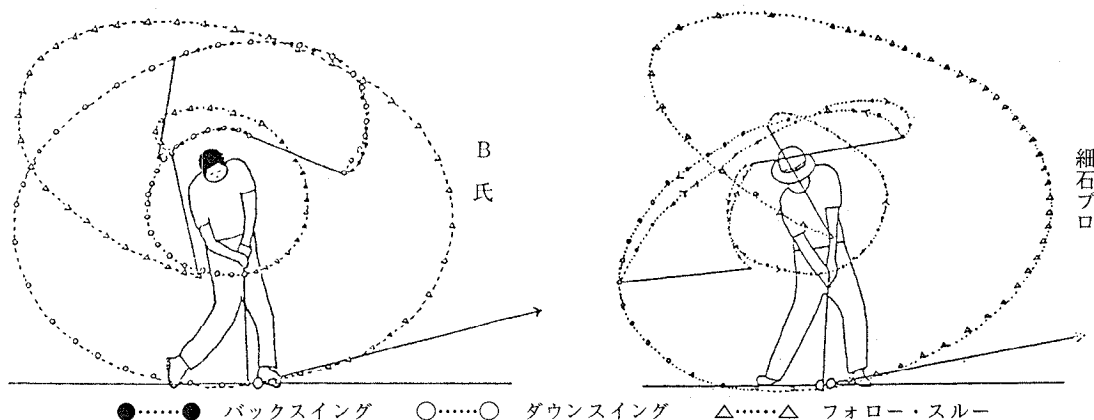


図8-I

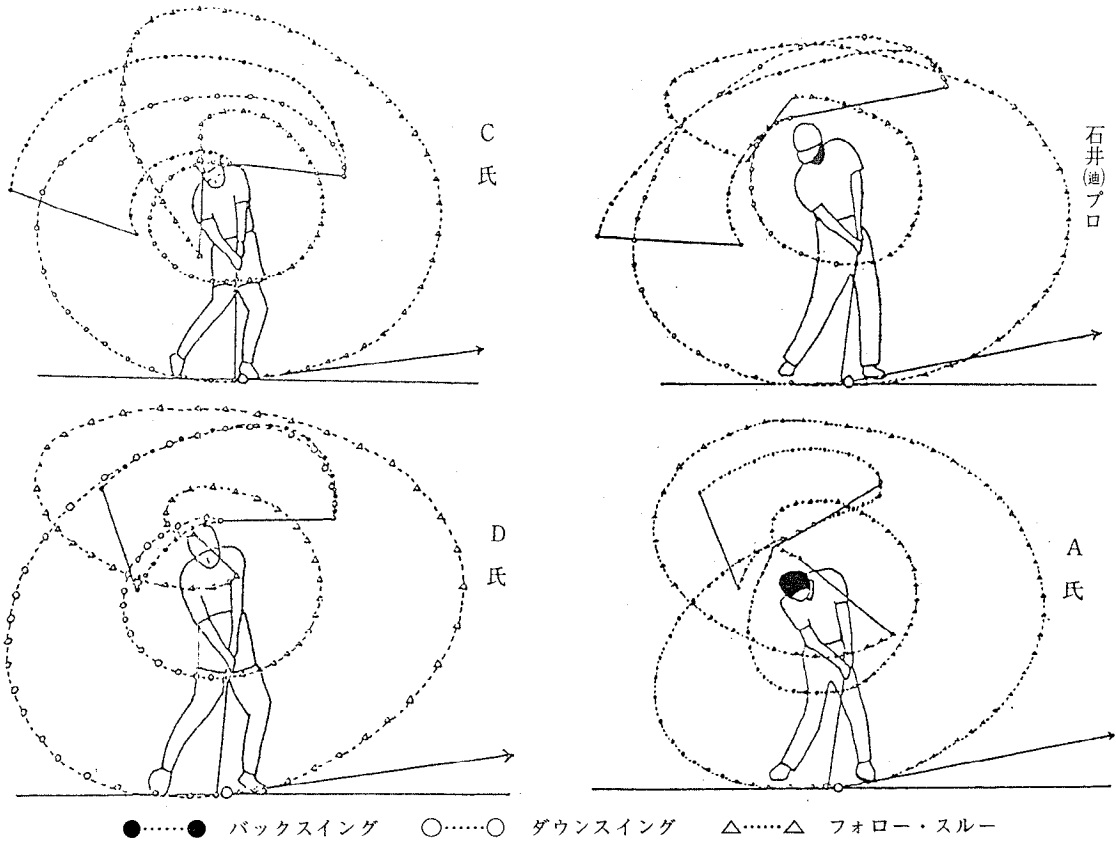


図 8-II

表 7 スイングの軌跡の相関係数

	細石プロ	石井(迪)プロ	A 氏	B 氏	C 氏	D 氏
細石プロ		0.911	0.896	0.633	0.707	0.667
石井(迪)プロ	0.911		0.872	0.415	0.578	0.583
A 氏	0.896	0.872		0.555	0.452	0.613
B 氏	0.633	0.415	0.555		0.964	0.921
C 氏	0.707	0.578	0.452	0.964		0.953
D 氏	0.667	0.583	0.613	0.921	0.953	

わけではなく，中間のタイプも存在することがわかる。

(iii) スイングの軌跡の類型化

5名の男子ゴルファーのドライバーショットのスイングをベクトルについて各々の相関係数を求めた結果は表7に示すとおりである。

細石プロとA氏の場合は，その描く軌跡はどち

らも斜めハート型であり，石井(迪)プロの場合は長円型と相異なるタイプに分類されたが，スピードの因子の加味されたベクトルによる相関係数は0.911，0.896で，いずれも高い近似性を示し，石井プロのドライバーショットではクラブヘッドは長円軌道を描くが，力学的にはパワー・ゴルフに近い力強い力とスピードを有していることを示唆

している。

一方, B, C, D各氏と細石, 石井プロらとの相関係数はいずれも低い値を示し, これら3名のゴルファーのスイングは細石, 石井プロなどとの類似性がかなり低いことを示している。

C氏とD氏のお互いの相関係数は0.953と高い近似を示しているのは, 年齢, 体格・体面はもとより, 両者は兄弟で, どちらもハンディ13前後といった身体的, 技術的な条件がお互いに似ていることにもその原因があると考えられる。

シングルプレイヤーであるB氏がC氏, D氏と同じ区分に入ることは, ハンディという技術面からみれば奇異に感じられるが, B氏の体格・体力(表6参照)はどちらかといえばC氏, D氏に近いことによるものではないかと考えられる。

6名の男子ゴルファーのクラブヘッドの軌跡をベクトルを用いた力学的に分類すると, 女子の場合と同じく,

① 細石プロ, 石井プロおよびA氏

② B, C, D各氏

の2群に大別できる。

(c)

佐々木プロなど女子ゴルファーのスイングのベクトル解析によるとA嬢のスイングが最も中央的なパターンであったので, A嬢のスイングを基準として, ベクトル相関係数を求めると, 細石プロとの間には0.871, 石井プロとの間には0.911, A氏との間には0.828, B氏との間には0.890, C氏との間には0.896, D氏との間には0.953とそれぞれ高い類似性を示しており, 女子の場合をも含め, A嬢のスイングがこれらのゴルファーの最も中央的なスイングであることになる。この事実, A嬢は女性としては体格もかなりすぐれており, 握力で代表される筋力も男性ゴルファーにひけをとらない筋力を有していることからくるスイングのスピードが, これら被験者群の最も平均的な結果を示す一因であると考えられる。

ま と め

1960年代に活躍した佐々木マサ子プロと3名の女子アマチュアおよび細石憲二, 石井迪夫プロと

4名の男子アマチュアゴルファーを被験者とし, それぞれ, ドライバーのフルスイングを超高速度カメラ・日立HIMAC 16-HDによりスイングの正面水平方向から撮影し, 得られたフィルムをNAC 16-Sフィルムデータアナライザーを用いて, スイング時のクラブヘッドの描く軌跡の水平方向投射面について解析を行ったところ, つぎのような結果が得られた。なお, 被験者の1名についてはドライバー以外にスプーン, No.4アイアン, No.7アイアン, およびNo.9アイアンのスイングについても撮影, 解析を実施した。

- 1) A嬢(H:8)のスイングにおけるクラブヘッドの描く軌跡の類似性をベクトルを用いた相関係数から検討すると, ドライバーおよびスプーンのウッド類のスイングと, アイアン類のスイングとに大別できること, ならびに, 同一クラブのスイングでは, その描く軌跡は水平投射面における軌跡も, ベクトルを用いた統計処理によっても, いずれも高い類似性を示した。
- 2) A嬢のクラブの種類による類似性をベクトルによる相関係数から検討すると, いずれも相関係数は0.90以上の高い類似性を示しており, 本質的には同一人のスイングはクラブの種類にかかわらず, 大きな差異を示すものではないことが示唆された。
- 3) ドライバーショットのスイングにおけるクラブヘッドの描く軌跡を, スイング正面水平投射面から観察すると, 横ないし斜ハート型と長円型に大きく区分された。
- 4) クラブヘッドの描く軌跡は横ないし斜ハート型と長円型に区分されるが, 速度の加味されたベクトル分析による相関係数からみた区分とは必ずしも一致せず, プロでは長円軌道を描いても力学的にはパワー・ゴルフに近い力強いパワー, スピードを有しており, アマとはかなり類似性が低い。
- 5) A嬢の軌跡は横ハート型を描くパターンであるが, 他のいずれの女子ゴルファーのみならず男子ゴルファーと比較しても, 高い類似性を示すことから, 力学的には最も平均的なスイングと考えられた。

文 献

- 1) 小林正美, スイングアークに関する研究 (1). J. J. Golf Sciences, 2 (1): 23-26, 1988.
- 2) 松尾政之, ゴルフスイングへの力学的アプローチ part 1. J. J. Golf Sciences, 2 (1): 64-81, 1988.
- 3) 松尾政之, ゴルフスイングへの力学的アプローチ part II-1. J. J. Golf Sciences, 2 (2): 33-47, 1989.
- 4) 川島一郎, 奥本隆治, リサーチ図形からみたシャフトの挙動分析. J. J. Golf Sciences, 3 (2): 22-31, 1990.
- 5) N. NAGAO, Y. SAWADA, A Kinematic analysis in golf swing concerning driver shot and No.9 Iron shot. J. Sports Med. 13 (1): 4-16, 1973.
- 6) N. NAGAO, Y. SAWADA, A Kinematic analysis of the golf swing by means of fast motion picture in connection with racial difference. J. Sports Med. 14 (1): 55-63, 1974.
- 7) N. NAGAO, Y. SAWADA, A Kinematic analysis of the golf swing by means of fast motion picture in connection with wrist action. J. Sports Med. 17 (4): 413-419, 1977.
- 8) 東京都立大学体育学研究室編: 日本人の体力標準値第4版, p. 21, 55, 68, 98, 102, 平成元年, 不昧堂出版, 東京.
- 9) 松原 功, 超高速映画撮影による女性ゴルファーの動態に関する研究 第1報 佐々木マサ子プロのゴルフスイングについて. 体質医研報. 21 (2): 123-170, 昭.46 (1971).
- 10) 松原 功, 超高速映画撮影による女性ゴルファーの動態に関する研究 第5報. 体質医研報. 21 (4): 314-345, 昭.46 (1971).
- 11) 長尾愛彦, 超高速映画撮影による各種スポーツにおける動態の解析学的研究 第1報 男性プロのドライバーショットにおける動態の解析学的研究. 体質医研報. 22 (2): 139-178, 昭.46 (1971).