

コーチと動作 一流スポーツ選手の動作の運動学的特徴

湯浅景元* 大内敬哉* 長谷川優*
中山彰規* 室伏重信* 鶴峯 治**

Coach and Human Motion
Kinematical Characteristics of Motion in Top Athletes

Kagemoto YUASA, Keiya OHUCHI, Masaru HASEGAWA,
Akinori NAKAYAMA, Shigenobu MUROFUSHI and Osamu TSURUMINE

1. 緒言

コーチは、選手の競技力向上を目指して動作を指導することをよく行う。動作とは、課題をこなす身体運動のことである¹⁾。たとえば、ラケットの中心でボールを打つ、素早く方向転換するといった課題を成し遂げるために、身体部分を時間的空間的に移動させることを動作と定義されている。私たちも、動作をこのように捉えている。課題もなく行われている身体運動を動作とは考えない。

スポーツ中の選手の身体運動は、1つの動作だけで成り立っていることはほとんどない。たいていは、複数の動作の連鎖として身体運動が行われる。競技力を向上させるためには、1つ1つの動作が適切であるだけでは不足である。個々の動作が正しい順序とタイミングで行われることも、高いパフォーマンスを発揮するために必要である。

私たちは、スポーツ競技力を向上させるために欠かせない適切な動作の選択および個々の動作の順序とタイミングを明らかにすることを最終目標として研究を進めている。この目標を達

成するために、まず次の2つの研究課題を立てた。

- ①一流スポーツ選手の競技中の動作の運動学的および運動力学的特徴を明らかにする。
- ②一流スポーツ選手に共通してみられる動作を明らかにする。

スポーツ選手の動作の特徴を明らかにする1つの方法は、実際の競技中の動作を観察することである。環境や運動条件などを制限したり、測定器具などを被験者に装着して行う実験室内での研究は、正確なデータを得るには適している。その反面、被験者の動作を制限することが多く、選手固有の動作を観察できることは難しいといえる。私たちは、できる限り選手の自然な動作を観察することを主眼に、競技中の選手の動作を分析することにした。ただし、分析の正確性は実験条件を整えた方法に比べて劣ることは否めない。このような分析上の欠点はあるものの、実際の競技中の選手の動作を分析することは、コーチが動作指導する上で役立つ貴重な知見が得られるものと考えられる。

以下に、私たちがこれまでに行った2つの研究の概要について紹介する。

*中京大学体育学部, **平成17年2月中京大学体育学部退職

Ⅱ. フィギュアスケートのジャンプ

日本人フィギュアスケート選手の回転系ジャンプ動作は、世界でもトップクラスにあると考えられる。その中でも、伊藤みどり選手と安藤美姫選手はジャンプ動作に優れた選手であるといえる。

伊藤選手は、女子では初めてトリプルアクセルを冬季オリンピックで成功させた。オリンピックでこの技を成功させた女子選手は、いまだに彼女以外にはいない。安藤選手は、女子で初めて4回転ジャンプを成功させた選手である。

国際スケート連盟 (ISU) が定めている回転系ジャンプは、サルコウ、トゥループ、ループ、フリップ、ルッツ、アクセルの6種類である。

伊藤みどり選手が成功したトリプルアクセルは、空中で3回転半するアクセルである。アクセルとは、前向きに踏み切り、後ろ向きで着氷する回転系ジャンプである。トリプルアクセルは、男子でも人によっては4回転ジャンプよりむずかしいといわれている²⁾。

安藤美姫選手が成功した4回転ジャンプと呼ばれている技は、4回転サルコウである (図1)。サルコウは、モーフォークまたはスリーターンで入り、左足のバックイン・エッジで踏み切る回転系ジャンプである²⁾。モーフォークとは、前方から後方に向くとき足を踏みかえて

行うターンである。スリーターンとは、カーブで曲がっていく方向と同じ回転方向に体を回して行うターンである²⁾。

回転系ジャンプを成功させるには、氷上を踏み切った瞬間の速度成分と空中での身体回転速度が適切であることが必要である。上方あるいは前方へ投射される身体重心速度が適切に組み合わせられていないと、空中で3回転半や4回転することはできない。あるいは、空中から着氷するときの姿勢を不安定にさせて、転倒させる原因ともなる。さらに、空中で身体を十分に回転させてなければ3回転半や4回転はできない。逆に回転速度が大きすぎると着氷のときに身体バランスを乱して、転倒することになる。

NHK から提供された実際の競技中に撮影したビデオ画像から FRAME-DIAS II (株式会社ディケイエイチ) を用いて身体重心を求め、踏み切り直前の身体重心の水平速度、および踏み切り直後の身体重心の水平と鉛直速度を求めた (図2)。空中の回転速度は、足が氷上から離れる瞬間から再び着氷するまでの間に、両大子転を結ぶ直線が回転する角度を求め、それを滞空時間で除することによって求めた。その結果は、表1の通りである。

トリプルアクセルを成功させた伊藤みどり選手と4回転サルコウを成功させた安藤美姫選手の身体重心速度には、大きな差が認められた。

踏み切りに入る直前の身体重心水平速度は、安藤選手の3.7 m/s に比べて伊藤選手では6.7 m

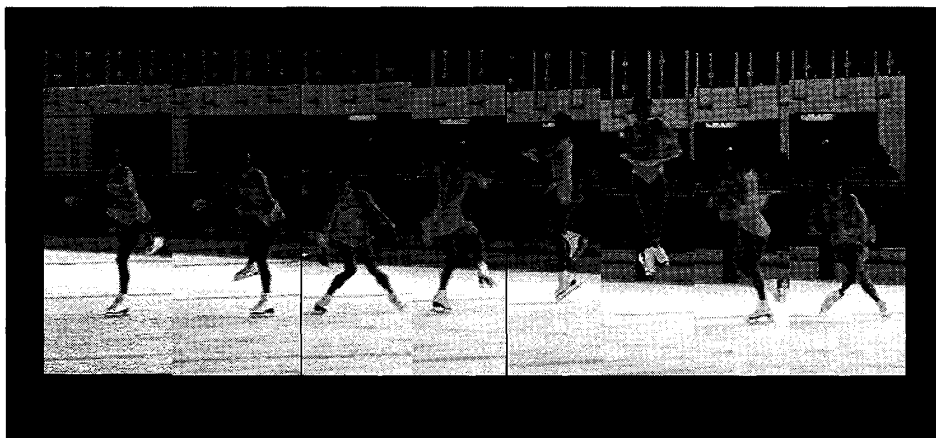


図1 安藤美姫選手の4回転ジャンプ

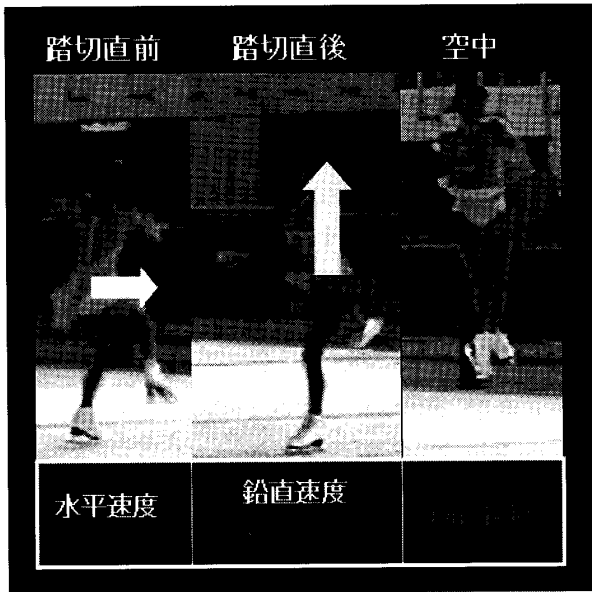


図2 踏み切り直前の身体重心の水平速度、踏み切り直後の水平と鉛直速度および回転速度

表1 踏切直前の身体重心の水平速度、踏切直後の身体重心の水平および鉛直速度、空中における回転速度

| 選手 | 踏切直前 | | 踏切直後 | | 空中 |
|-------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 水平速度 (m/s) | 鉛直速度 (m/s) | 水平速度 (m/s) | 鉛直速度 (m/s) | 回転速度 (°/s) |
| 安藤美姫 | 3.7 | 3.3 | 2.5 | | 2412 |
| 伊藤みどり | 6.7 | 2.7 | 4.2 | | 1908 |

/s と80%ほど大きかった。

氷上を踏み切った直後の身体重心速度でも、両選手の間に顕著な差が認められる。伊藤選手の場合、身体重心の水平速度は4.2 m/s、鉛直速度は2.7 m/sと、鉛直速度よりも水平速度の方が大きい。それに比べて、安藤選手の場合には水平速度2.5 m/s、鉛直速度3.3 m/sと鉛直速度の方が大きい。

すなわち、トリプルアクセルは大きな身体重心水平速度（助走速度）を保持して踏み切り、前方へ飛び出すようにジャンプしている。それに比べて、4回転サルコウでは遅い助走速度から踏み切り、大きな鉛直速度でジャンプする。陸上競技跳躍種目にたとえると、トリプルアクセルは走り幅跳びタイプ、4回転サルコウは走り

高跳びタイプの踏み切りを行っているといえる。

以上のように、回転系ジャンプであるトリプルアクセルと4回転ジャンプは、踏み切り直前と踏み切り直後の身体重心速度成分が異なっていることが明らかになった。

Ⅲ. ゴルフのスイング

コーチがスポーツ選手に動作を指導するとき、一流スポーツ選手の動作から重要と思われる基本動作を真似させることがある。このとき、コーチが悩むことはどの動作を真似させればよいかということである。

スポーツで行われる身体運動は、複数の動作が連鎖している。その中から、とくに重要と思われる動作を選択するのは容易ではない。たいていは経験や勘を頼りに動作を選択するコーチが多いように思われる。

手本を模倣するには、物事をうまくやるために何を行えばよいのか (what to do)、それをどのように行えばよいのか (how to do) を具体的に知ることが必要である。これを明確にしておかないと、模倣の効果は期待できない。

Robertson, T. と S. Glover³⁾ は、手本の模倣には長所だけではなく短所を真似てしまう危険性があることを指摘している。動作を指導する場合には、パフォーマンスの向上に効果的な動作を真似させることが必須である。

私たちは、ゴルフのスイングを対象運動に選び、選手に指導すべき基本動作の選択方法について研究を進めている。一流ゴルファーたちは共通した動作を行っており、その共通動作を手本に模倣することが動作習得の効果を高めるといふ仮説に基づいた研究である。

一流スポーツ選手のスイング中の身体運動は、一人一人で異なっているように見える。体幹を大きく捻転する選手、逆に体のねじれをほとんど利用しないでスイングする選手、全身を大きく移動させてボールを打つ選手というように、一流ゴルファーのスイング中の身体運動は個性的であるように見える。しかし、果たして

そうなのだろうか。彼らのスイング中の身体運動を観察すると、どの選手にも共通した動作があるように感じられる。

仮に、一流ゴルファーに共通した動作があるとするれば、その動作をどのように発見すればよいのか。私たちは、その1つの方法としてもっともバラツキの少ない動作を共通した動作とすることにした。

複数のゴルファーにスイングをしてもらい、重要と思われる動作を数値化し、その数値からバラツキの大きさを求める。バラツキが小さい

動作は、複数のゴルファーに共通したものと判断するのである。

バラツキの大きさは、変動係数で求めることにした。測定した動作の平均値や単位が異なるので、バラツキを比較するには変動係数を用いるのがよいと考えたからである。

一流ゴルファーのスイング中の身体運動の分析のために用いたビデオ画像は、ゴルフダイジェスト社から提供していただいた。その画像とFRAME-DIAS II (株式会社ディケイエイチ)を用いて、運動学的分析を行った。

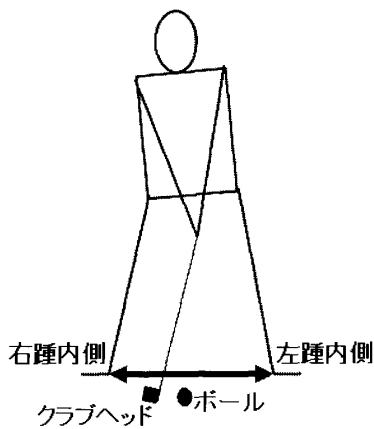


図3 アドレスにおける踵幅

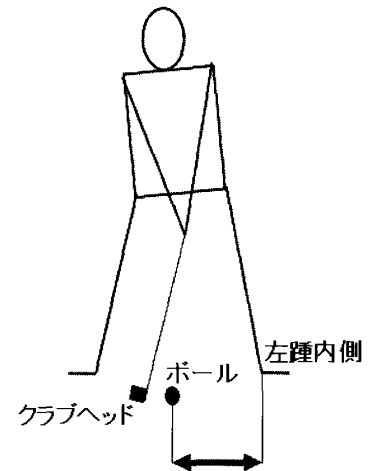


図4 アドレスにおけるボール位置

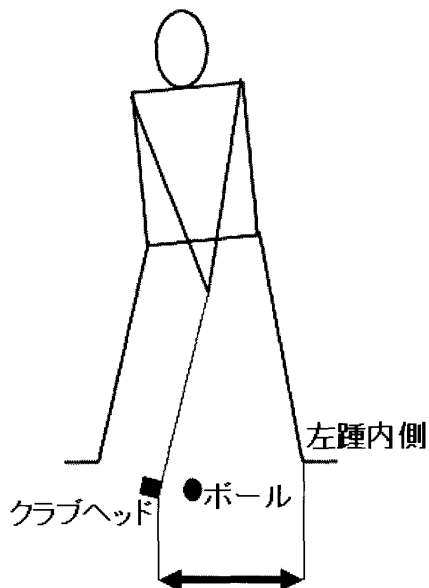


図5 アドレスにおけるクラブフェース位置

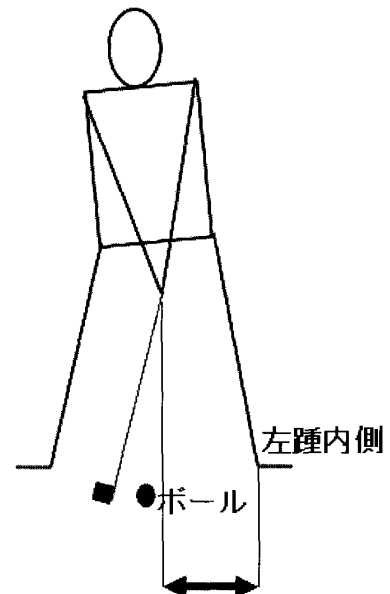


図6 アドレスにおけるグリップ位置

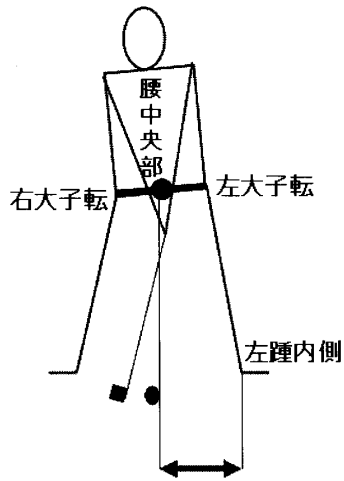


図7 アドレスにおける腰中央部位置

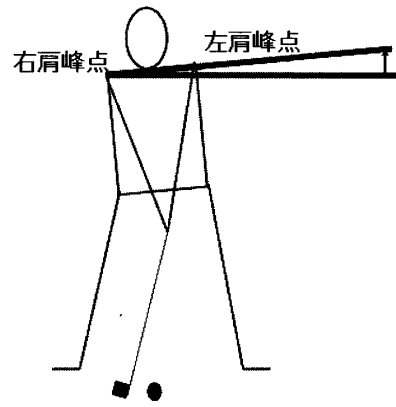


図8 アドレスにおける両肩傾斜角

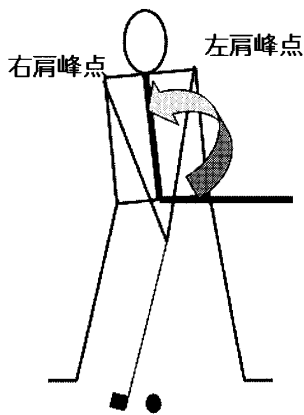


図9 アドレスにおける体幹側屈角

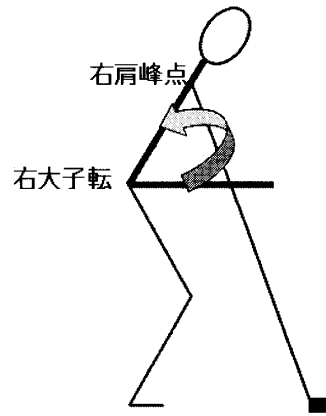


図10 アドレスにおける体幹前傾角

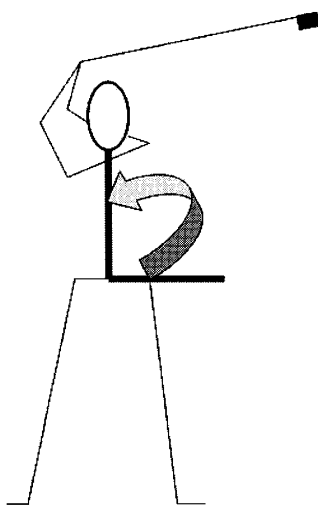


図11 トップにおける体幹側屈角

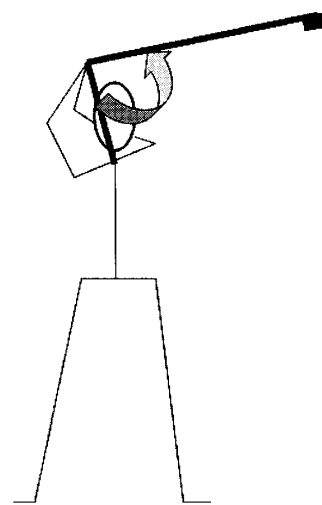


図12 トップにおけるコック角

表2 ゴルフスイングにおいて一流ゴルファーに共通してみられた動作

| 局面 | 測定角度 | 角度 |
|-------|-------|-----------------------|
| アドレス | 体幹側屈角 | 90°～100° (平均96°) |
| トップ | 体幹側屈角 | 90°～104° (平均95°) |
| | コック角 | 100°～120° (平均107°) |
| インパクト | 体幹側屈角 | 105°～115° (平均110°) |
| | 腕ドット角 | 150°～160° (平均155°) |

分析のために用いた一流ゴルファーは、タイガーウッズ、アーニーエルス、青木功、倉本昌弘、中島常幸、尾崎将司であった。

ここに紹介するデータの一部は、すでに論文で報告している⁴⁾。

一連のスイング動作のうちとくに重要と考えられているアドレス、トップ、ダウンスイング、インパクトのときの動作を分析した(図3～12)。

変動係数が小さい動作は、アドレスの体幹側屈角、トップの体幹側屈角とコック角、インパクトの体幹側屈角と腕ドット角であった。これらの角度は、表2のような範囲にあった。

私たちは、複数の一流スポーツ選手の身体運動の中から基本と考えられる動作を選択する方法を模索している。今回は、変動係数を用いてバラツキの小さい動作を選ぶ方法を検討した。この選択方法によって、動作指導にとって重要と思われる動作を選ぶことができたと考える。

しかし、コーチが動作を指導するためには、こういった基本動作を選手たちにどのように伝えるのかという問題が残されている。コーチが動作を適切に指導できるための条件を構築するためには、この問題についても今後検討する必要があると考えている。

引用文献

1) 長崎浩：動作の意味論—歩きながら考え

る。雲母書房、2004

2) 梅田香子、今川知子：フィギュアスケートの魔力。文芸春秋、2004

3) Trichia Robertson and Sara Glover: Senior Physical Education, Coghill, Australia, 1986

4) 湯浅景元：一流プロゴルファーのスイングのコツを探る。ゴルフの科学 第13巻第3号、p.20-27、2000

この研究の一部は、「平成13年度中京大学特定研究助成『競技スポーツにおける身体運動の運動学および運動力学的特性』(研究代表 湯浅景元)」によって行われた。助成をいただいたことに記して感謝の意を表する。