

ゴルフ選手のドライバーショットにおける 飛距離の形態学的評価

三 野 耕^{*}・田 中 讓^{*}

Morphological evaluation of driving distance for professional golfer driver shot

MINO Tsutomu^{*}
TANAKA Yuzuru^{*}

Abstract

The purpose of this study is to perform a morphological evaluation of driving distance with driver shots by professional golf players.

The group of golfers comprised of 117 men and 107 women.

Data gathered and used were the individual golfer's average driving distances (: D.D., yards) in a 2011 driving distance contest, and their height, and weight.

The surface area of the body (: S, cm²) was calculated using Fujimoto's method derived by height and weight (: W, g) , and specific surface area of the body (: s) was calculated by the rate of body surface area to weight.

As a result,

$$D.D./s = 225s^{-1.16}$$

was obtained by the men, and

$$D.D./s = 211s^{-1.11}$$

was obtained by the women.

Moreover, for the men, the theoretical formula of

$$\log (D.D.) = 1.0369 \cdot \log S - 0.4057 \cdot \log W$$

and for the women, the theoretical formula of

$$\log (D.D.) = 1.0768 \cdot \log S - 0.4475 \cdot \log W$$

were obtained.

It suggests that the actual measurement of driving distance can be evaluated by the obtained theoretical formula.

keywords : morphological evaluation, specific body surface area, driving distance, prize money

要 約

本研究の目的は、プロゴルフ選手におけるドライバーショットの飛距離による評価についてである。

対象としたプロゴルフ選手は、117名の男子および107名の女子である。プロゴルフ選手の2011年度ドライビング・ディスタンス・コンテストにおける平均飛距離、身長および体重を資料とした。体表面積は、身長と体重から藤本の方法で求めた。比体表面積は、体重に対する体表面積の割合で求めた。

その結果、男子で

$$D.D./s = 225s^{-1.16},$$

女子で

$$D.D./s = 211s^{-1.11}$$

が得られた。

また、男子では、

$$\log(D.D.) = 1.0369 \cdot \log S - 0.4057 \cdot \log W$$

女子では、

$$\log(D.D.) = 1.0768 \cdot \log S - 0.4475 \cdot \log W$$

が得られた。

プロゴルフ選手の理論式を用いてそれぞれの飛距離の求められた理論値から実測値の飛距離を評価できることが示唆された。

キーワード : 形態学的評価, 比体表面積, ドライバーの飛距離, 獲得賞金

I. 目 的

Funaki and Mino (1974, 1976a, 1976b) は、体重に対する体表面積の割合を比体表面積 ($S/W = s$: specific body surface area) と名付け、発育途上にある男女の最大酸素摂取量 (1974), 50m走, 5分間走, 垂直跳びおよび立ち幅跳び (1976a), ならびに生体が発揮する各種動物の1日当たりの代謝量 (1976b) など種々の代謝 (MR) と s との間に、

$$MR = a s^{\beta}, \quad (a, \beta : \text{const.})$$

が成立し、代謝の結果が同化作用 ($\propto S$:体表面積) と異化作用 ($\propto W$:体重) の差として、

$$\log MR = ks \cdot \log S - kw \cdot \log W,$$

(ks, kw : const., MR : metabolic rate, S : surface area, W : body weight)

の式が成立することを報告している。

ところで、ゴルフのショットは正確性および飛距離などが要求されるものの、エネルギー供給からみると主としてATP-PCのエネルギー供給が95%、非乳酸性のエネルギー供給が5%で無氣的なエネルギー供給が要求されるスポーツである（Fox, 1984）。

飛距離に大きく影響しているドライバーショットのヘッドスピード（鳴尾・溝田, 2004；Christian・Karen・John, 2007；Scott・James・Joseph et al., 2007；Kim, 2010；石井・山本・図子, 2010）のエネルギー供給は、ATP-PCそのものである。

中でもティショットの優劣は、スコアに大きく影響するもので、最も飛距離を要求されるロングホールで良く使用されるドライバーによるティショットの飛距離（Driving Distance : D.D.）は、生体から発揮される代謝の結果として、

$$D.D. = a s^{\beta}, (a, \beta : \text{const.})$$

の式が成り立つとすればD.D.は同化作用と異化作用との差、すなわち

$$\log D.D. = ks \cdot \log S - kw \cdot \log W \quad \cdots \cdots (1)$$

$$(ks, kw : \text{const.}, S : \text{surface area (cm}^2\text{)}, W : \text{body weight (g)})$$

が成り立つはずである。

そこで、本研究の目的はプロ選手のドライバーによるD.D.と比体表面積の関係を明らかにするとともにドライバーショットの飛距離による評価が可能であるのかを検討することである。

II. 方 法

男子プロゴルフ選手の資料は、2011年度におけるドライビング・ディスタンス・コンテストの結果を日本ゴルフツアー機構（2011）のホームページから収集した。収集できた117名から資料とした項目は、ティショットの平均飛距離（yards）、身長（cm）および体重（kg）である。

女子プロゴルフ選手の資料は、2011年度におけるドライビング・ディスタンス・コンテストの結果を社団法人日本女子プロゴルフ協会（2011）のホームページから収集した。収集できた107名から資料とした項目は、ティショットの平均飛距離（yards）、身長（cm）および体重（kg）である。

また、体表面積は身長と体重とから藤本ら（1968）の方法で算出し、比体表面積（ s : 体表面積（ cm^2 ）/体重（g））を求めた（三野・成山, 2004）。

なお、競技力の評価は、体力、技術、精神力および戦術など統合された結果であると考えられる獲得賞金を参考にすることとした。獲得賞金は、2010年度の試合（国際試合を含む）で獲得した金額（円）で、獲得賞金と飛距離の資料が収集できたのは男子117名の内

77名（日本ゴルフツアー機構，2010），女子107名の内72名（社団法人日本女子プロゴルフ協会，2010）である。

統計結果は，平均値±標準偏差で示し，グループ間における平均値の差の検定は一元配置の分散分析の後，対応のないt検定を行った。相関関係は，Pearsonの相関係数を用いた。検定の有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 結 果

表1は，身体特性と飛距離について示したもので，身長，体重，比体表面積，飛距離とも男子と女子の間に明らかな差が認められた。

Table 1. Mean and standard deviation of physical characteristic and driving distance in man and woman players of Japan Golf Tour

No.	Man			Woman		
	117			107		
age	33.8	±	8.6	***	27.5	± 5.5
Height (cm)	174.9	±	6.1	***	162.1	± 5.5
Weight (kg)	74.9	±	7.4	***	58.1	± 5.8
s	0.2481	±	0.0110	***	0.2717	± 0.0120
Driving Distance (yards)	280.3	±	10.3	***	244.0	± 10.9

s : specific body surface area

*** : p<0.001

図1は， $\log s \sim \log D.D./s$ を示したもので，回帰直線は右下がりとなり相関係数は男子で-0.821，女子で-0.755と0.1%水準で有意な相関が認められた。

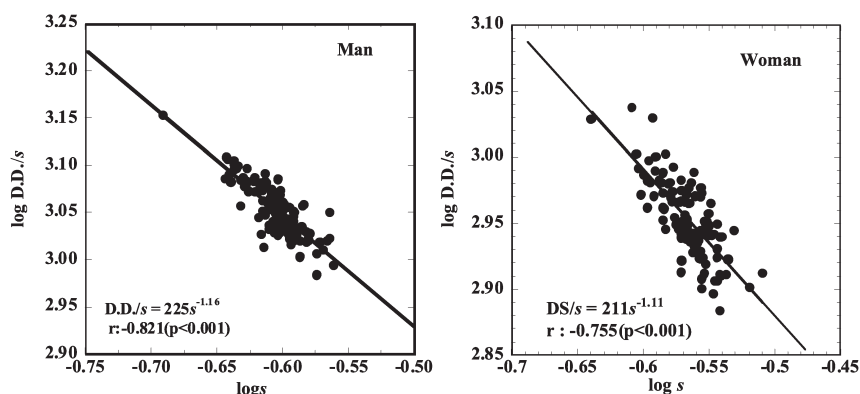


Fig. 1 Relationship between $\log s$ and $\log D.D./s$ in man (left side) and woman (right side)

このときの回帰直線式は、男子で $D.D./s = 225s^{-1.16}$ 、女子で $D.D./s = 211s^{-1.11}$ が得られた。

また、理論式（１）の ks 、 kw の定数を求めたところ、

男子では

$$\log(D.D.) = 1.0369 \cdot \log S - 0.4057 \cdot \log W \quad \dots\dots\dots (2)$$

女子では

$$\log(D.D.) = 1.0768 \cdot \log S - 0.4475 \cdot \log W \quad \dots\dots\dots (3)$$

が得られた。

図２は、この得られた理論式（２）および（３）に各選手の体表面積と体重を当てはめて理論値（D.D.(calc.)）を求め、実測値（D.D.(obs.)）との差（dD.D.: difference of D.D.(obs.) and D.D.(calc.)）を全選手におけるD.D.の標準偏差で除したもの（dD.D./標準偏差）を標準偏差の評価（SDE: Standard Deviation of Estimate）として各選手のSDEを示したものである。

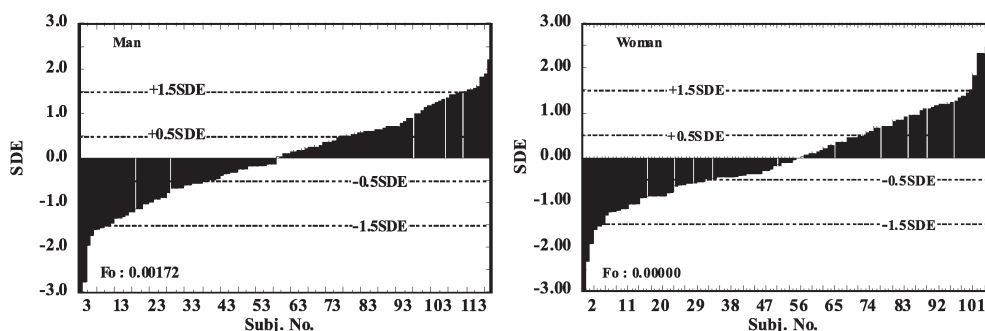


Fig. 2 Distribution of standard deviation of estimate in man (left side) and woman (right side)

男女とも、SDEは、－３から＋３の間に分布し、－０.５以上＋０.５未満は、理論値と実測値の飛距離が一致している選手、＋０.５以上＋１.５未満は、理論値よりも実測値の飛距離が優れている選手、＋１.５以上は、理論値よりも実測値の飛距離が非常に優れている選手、－１.５以上－０.５未満は、理論値よりも実測値の飛距離が劣っている選手、－１.５未満は、理論値よりも実測値の飛距離が非常に劣っている選手と評価することができる。

表２は、男女の各SDEの出現数とその出現率を示したものである。

男女とも各範囲は、正規分布に近い分布をしていた。

図３は、優勝賞金の１／２が２位の賞金額、２位の賞金の１／２が３位の賞金額というように等比級数的に減額されていることから獲得賞金を対数で表し、飛距離（左図）あるいは飛距離のSDE（右図）との関係を示したものである。

Table 2. Frequency of standard deviation of estimate in man and woman

	Man		Woman	
	No.	%	No.	%
$1.5 \leq \text{SDE}$	7	6.0	5	4.7
$0.5 \leq \text{SDE} < 1.5$	34	29.1	28	26.2
$-0.5 \leq \text{SDE} < 0.5$	39	33.3	42	39.3
$-1.5 \leq \text{SDE} < -0.5$	29	24.8	20	18.7
$\text{SDE} < -1.5$	8	6.8	12	11.2
Total	117	100.0	107	100.0

男子（上図）および女子（下図）の左図に示したように飛距離と獲得賞金の間には、男女とも有意な相関関係がみられる。

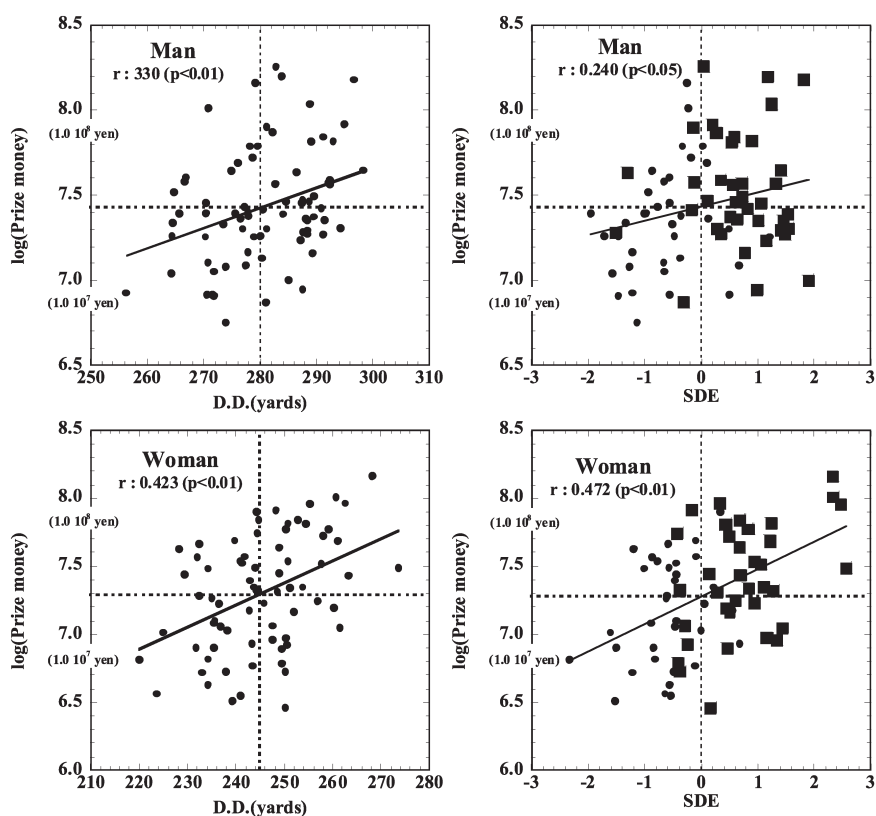


Fig. 3 Relationship between driving distance (left side) or standard deviation of estimate (right side), and logarithm of prize money in man (upper) and woman (below)

図中の横軸の点線は、獲得賞金の平均値（男子：37,553,762.7円、女子：30,326,700.4円）、縦軸の点線は、飛距離の平均値（男子：280.9 yards、女子：245.2 yards）で、明らかに飛距離が大きい選手ほど獲得賞金が多いことを示している。

右図に示したように飛距離の実測値と理論値とのSDE, すなわち個別評価された飛距離と獲得賞金の間には, 男女とも相関関係は有意に認められ, 実線で示したように回帰分析から得られた直線式が得られ, 男女ともSDEが0前後, すなわち飛距離の実測値と理論値とが一致していた選手および理論値よりも実測値の飛距離の方が優れていた選手ほど獲得賞金を多く得ていた。

なお, 右図の■で示した選手は平均以上の飛距離を示したものである。男女ともSDEが0以上で獲得賞金が多かった選手に平均以上の飛距離を有する選手が多くみられた。

IV. 考 察

ゴルフ競技は, 静止したボールを打ち, パー5, パー4, パー3のコースで打数を競うスポーツである。とくにプロゴルフトーナメントでは, 1日1ラウンド18ホール, 男子では4ラウンド(4日), 女子では3ラウンド(3日)で争われる。1ラウンド18ホールのコースは, 通常パー72に設定され, パー5が4コース, パー4が10コース, パー3が4コースである。

ところで, スポーツの競技力は, 「技術, 戦術, 体力, 精神力という4つの競技力の要因は, 現実の運動場面で絶縁的に存在しているわけではなく, これらは相互に有機的な関連をもった統一をなしている」と本間(1991)は述べている。また, 大築(2008)は, 「運動技能は, 運動技術を練習することで身についた能力」で, 「運動技能のサブカテゴリーとして筋力, 瞬発力, 持久力, 調整力, 柔軟性など身体的能力と意志, 判断力, 冷静さ, 集中力など精神的能力」を挙げている。

これらのことから競技力の要因として, 少なくとも「技術」, 「戦術」, 「体力」, 「精神力」を挙げることができる。

図3の左図に示したように, 飛距離と獲得賞金との間に正の相関関係がみられ, 飛距離が平均値よりも高値を示した選手の方が獲得賞金が多くなっていたことから, ゴルフの競技力を高めるには飛距離を伸ばすことが重要であることを示唆するものであった。

図3の右図は, SDEが0以上の方が獲得賞金が多いことがみられ, しかもほとんどの選手の飛距離が平均値以上(■)であった。このことから獲得賞金が多い選手は, 飛距離が長く, 理論値よりも実測値の方が高値を示した選手で, 体力に相応, それ以上の技術を有した選手であると判断できそうである。

表3は, 平均飛距離以上で, 理論値と実測値のSDEが0.5以上の選手(good player)と平均飛距離未満で理論値と実測値のSDEが-0.5未満の選手(ungood player)について,

年齢、身長、体重、比体表面積、飛距離の理論値および獲得賞金について両者の平均値に差がみられるのかを検定した結果を示したものである。

Table 3. Significant of mean age, height, weight, specific body surface area, calclation of driving distance and prize money between good palyer and ungood player in man and woman of Japan Golf Tour

	Man			Woman		
	good (Av.≤D.D. and 0.5≤SDE)	t-test	ungood (D.D.<Av. and SDE<-0.5)	good (Av.≤D.D. and 0.5≤SDE)	t-test	ungood (D.D.<Av. and SDE<-0.5)
No.	27		22	22		18
age	31.2	**	36.7	26.3	non	29.8
Height (cm)	173.3	non	175.6	160.0	non	162.0
Weight (kg)	75.3	non	74.6	56.7	non	56.9
s	0.2463	non	0.2491	0.2728	non	0.2749
calc. of D.D. (yards)	278.6	non	281.0	241.5	non	243.6
Prize money (yen)	4.235×10^7	*	2.069×10^7	4.572×10^7	**	1.662×10^7

s : specific body surface area

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$

男子では、年齢と獲得賞金、女子では獲得賞金に有意な差がみられたものの、他の項目には差がなかった。

ゴルフのエネルギー供給は、主としてATP-PCのエネルギー供給が95%、非乳酸性のエネルギー供給が5% (Fox, 1984) と瞬発的な力が重要で、とくにドライバースョット時のヘッドスピードは、飛距離に大きく影響する (鳴尾・溝田, 2004; Christian・Karen・John, 2007; Scott・James・Joseph et al., 2007; Kim, 2010; 石井・山本・図子, 2010) ことから飛距離の理論値よりも実測値が高値を示した選手は、クラブのヘッドスピードが速く、しかも正確に距離を稼いでいたものと考えられる。

このことは、理論値よりも実測値の方が高値を示し、飛距離が長い選手ほど獲得賞金、すなわち競技力が高い選手であることを示唆しているものと考えられた。

したがって本研究の結果からみれば、飛距離が長く理論値よりも実測値の方が高値を示す選手は、競技力の高い選手に成る可能性があることを示唆するものであった。

V. 文 献

- Christian, J. T., Karen, M. C., and John, B. [2007], "Functional Training Improves Club Head Speed and Functional Fitness in Older Golfers", *J. Strength and Cond. Res.*, vol. 21, pp.131-137.

- Fox, E. L., [1984], "Sports Physiology", *Holt Sanders Japan*, Tokyo, p.207, 1984.
- 本間二三雄 [1991], 「運動学講義 II - 3 スポーツの競技力向上をどうとらえるか」, 『大修館書店』, 東京, pp.196-201, 初版, 1991, 3 版.
- 藤本薫喜・渡辺 孟・坂本 淳・湯川幸一・森本和枝 [1968], 「日本人の体表面積に関する研究 第18篇 - 3 期にまとめた算出式 -」, 『日衛誌』, 第23巻, pp.443-450.
- Funaki, H. and Mino, T., [1974], 「Maximum oxygen intake and specific body surface area (Preliminary Report)」, 『京府医大誌』, 第83巻, pp.779-783.
- Funaki, H. and Mino, T., [1976a], 「Specific (Body) surface area and motor ability (Preliminary Report)」, 『京府医大誌』, 第85巻, pp.73-77.
- Funaki, H. and Mino, T. [1976b], 「Metabolic rate and specific surface area」, 『京府医大誌』, 第85巻, pp.749-756.
- 石井泰光・山本正嘉・図子浩二, [2010], 「体幹部の鉛直軸回りの回転運動から見た野球の投球とバッティングおよびゴルフのドライバーショットの類似性」, 『体育学研究』, 第55巻, pp.63-79.
- Kim, Kwang-Jun, [2010], "Effects of Core Muscle Strengthening Training on Flexibility, Muscular Strength and Driver Shot Performance in Female Professional Golfers", *Int. J. of Appl. Sports Sci.*, vol. 22, pp.111-127.
- 三野 耕, 成山公一 [2004], 「学齢期の比体表面積基準チャートの作成とその利用について」, 『学校保健研究』, 第46巻, pp.29-43.
- 鳴尾丈司・溝田武人, [2004], 「ゴルフボールの空気力測定と3次元飛翔軌道解析」, 『ながれ』, 第23巻, pp.203-211.
- 日本ゴルフツアー機構, [2010], 「ツアートーナメント部門別データ 賞金ランキング (海外メジャー含む) 2010」, 『<http://www.jgto.org/jgto/WO03011100Init.do?year=2010&tournKbnCd=0>』
- 日本ゴルフツアー機構, [2011], 「ツアートーナメント部門別データ ドライビングディスタンス」, 『<http://www.jgto.org/jgto/WO03011100Init.do?year=2011&tournKbnCd=0>』
- 大築立志 [2008], 「運動技術と運動技能, 高橋建夫 他編著, 最新 体育・スポーツ理論 改訂版」, 『大修館書店』, pp.52-55.
- Scott, M. J., James, M. S., Joseph, B. M., Timothy, C. S., and Yung-Shin, T., [2007], "An Eight-Week Golf-Specific Exercise Program Improves Physical Characteristics, Swing Mechanics, and Golf Performance in Recreational Golfers", *J. Strength and Cond. Res.*, vol. 21, pp.860-869.
- 社団法人日本女子プロゴルフ協会, [2010], 「2010年度年間獲得賞金ランキング」, 『<http://>

www.lpga.or.jp/rank/money/2010』

社団法人日本女子プロゴルフ協会, [2011], 「ワールドレディスチャンピオンシップ サロン
パスカップ ドライビングディスタンス計測 速報」, 『[http://www2.par72.co.jp/shotnavi/
w-ladies/2011/](http://www2.par72.co.jp/shotnavi/w-ladies/2011/)』