

日本人男性プロゴルファーにおけるクラブヘッドスピードと体力要因との関連

Relationship between club head speed and physical fitness factors
in Japanese male professional golfers

江原義智*¹, 田辺 解*², 白木 仁*¹, 久野譜也*¹

キー・ワード : golf, club head speed, muscle strength
ゴルフ, クラブヘッドスピード, 筋力

【要旨】本研究では、男性プロゴルファーにおけるクラブヘッドスピードに関連している体力要因（上肢、下肢および体幹の等速性筋力、体幹部筋横断面積、長座体前屈距離、体幹回旋の柔軟性）を明らかにすることを目的とした。被験者は、日本のプロライセンスを持つ22人の男性プロゴルファーとした。ステップワイズ法による重回帰分析の結果、クラブヘッドスピードに対して右肘屈曲筋力、左膝屈曲筋力および右腹斜筋群筋横断面積が最も関連し、これらの要因でクラブヘッドスピードを82%説明できることが示された ($R^2=0.82, p<0.05$)。

はじめに

プロゴルファーにおけるドライバーの飛距離の長短は、スコアの高低と一定の関係にあることが報告されている^{1,2)}。ドライバーの飛距離を向上させるためには、クラブヘッドスピード(Club head speed: CHS)を向上させることが重要である^{3~7)}。CHSは、ドライバーの飛距離のように道具の品質および環境の影響がないため、多くの研究でドライバーの予測因子として活用されている^{4~10)}。CHSは、体力要因^{4,5,8,10)}および技術要因¹¹⁾が影響していることが報告されている。プロゴルファーのスイングは、アマチュアゴルファーと比較して、動作や軌道が安定しているため¹²⁾、技術要因より、体力要因の改善を行うことでCHSを向上できる可能性が残されている。しかしながら、プロゴルファーのCHSと体力要因の関連を検討した研究は少なく、我々の知る限りLewisら¹³⁾の研究のみ

である。この研究では、男性プロゴルファーのCHSとスクワットジャンプの高さ ($r=0.82$) および座位メディスンボール投げの距離 ($r=0.71$) の間に有意な正の相関を認めている ($p<0.05$)。しかしながら、Lewisら¹³⁾の研究では、3つのフィールドテストの筋力以外の体力要因を加味した検討が行われていない。また、この研究では、複数関節の一連動作の結果生じる筋出力を評価指標としており、CHSに対して、どこの筋力がどの程度の大きさで関連しているかは不明である。そのため、単関節の筋力とCHSの関連を検討する必要があると考えられる。一方で、筋量は筋力と一定の関係にある^{14,15)}ことから、筋量とCHSとの関連について検討することはトレーニングの具体化において意味があるものと考えられる。しかしながら、これまでにプロおよびアマチュアゴルファーの何れを対象にした研究も見られないのが現状である。そこで本研究では、我が国のトップレベルのゴルファーにおけるCHS向上のためのトレーニングを検討するための知見を得るために、日本のプロライセンスを持つゴルファーを対象として、CHS

*¹ 筑波大学大学院人間総合科学研究科スポーツ医学専攻

*² 駒沢女子大学人間健康学部健康栄養学科

表 1 被験者の特徴

	平均±標準偏差	範囲
年齢 (歳)	32.9±6.0	20.0-41.0
身長 (cm)	174.2±5.3	166.0-187.0
体重 (kg)	78.3±8.0	61.6-91.7
BMI (kg/m ²)	25.8±2.0	22.4-29.1
除脂肪体重 (kg)	63.4±5.4	52.2-76.1
経験年数 (年)	18.7±5.9	10.0-29.0

BMI : body mass index.

に関連している体力要因を明らかにすることを目的とした。

被験者および方法

1. 被験者

被験者の選定条件は、日本のプロライセンスを持つ男性ゴルファーであること、右利き右打ちであること、ゴルフ歴が10年以上であること、最近1年間で週4回以上の頻度でラウンドを実施していること、週2回以上の頻度で体力トレーニングを実施していること、およびプレーに支障を来す障害を有していないこととした。計22人のプロゴルファーが本研究に参加した（ツアートーナメント出場選手6人、チャレンジトーナメント出場選手6人、ローカルトーナメント出場選手10人）。被験者の特徴は、表1に示した。被験者には、実験の内容およびリスクについて、書面および口頭にて十分に説明し参加の同意を得た。本研究は、筑波大学大学院体育系の倫理委員会の承認（承認番号24-111）を得た。

2. 研究デザイン

本研究は、プロゴルファーのCHSに関連している体力要因を明らかにするために横断的研究を行った。

3. 測定項目

①形態測定

形態測定は、身長、体重、体格指数(Body mass index : BMI)および除脂肪体重の測定を行った。除脂肪体重は、生体電気インピーダンス法による体組成計 (Inner Scan 50 ; Tanita, Co., Ltd., Tokyo, Japan) によって体脂肪率 (%) を測定し、除脂肪体重を算出した。

②上肢、下肢および体幹の等速性筋力

上肢、下肢および体幹の等速性筋力は、Biodex System4 Multi-Joint Testing and Rehabilitation

System (Biodex Medical Inc., Shirley, New York, USA) を用いて測定した。測定動作は、 $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ と $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ における肘伸展・屈曲 (左右)、膝伸展・屈曲 (左右)、体幹回旋 (左右) および体幹伸展・屈曲とした。各測定動作の動作回数は、 $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ では3回、 $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ では5回とし、それぞれの最大トルク (Newton meter : N · m) を分析値とした。

③体幹筋群の筋横断面積 (Cross-sectional area : CSA)

体幹筋群のCSAは、磁気共鳴画像装置 (Magnetic resonance imaging : MRI) (0.25 T ; AIRIS mate, Hitachi Medical Co., Tokyo, Japan) で得られた横断画像より分析した。MRI測定プロトコルは、Bangら¹⁶⁾と同様の方法 (高速スピネコー法, TR : 510ms, FOV : 320mm, TE : 30ms, FA : 90° , マトリックス 256×256 , スライス厚 10mm, スライス間隔 20mm) を用いた。CSAの解析の部位は、第4腰椎と第5腰椎の中央部水平横断面における大腰筋、脊柱起立筋群、腹斜筋群および腹直筋とした。また、各筋のCSAは身長²で補正した値を分析値とした (cm^2/m^2)。CSAの解析は、画像処理ソフトウェア (NIH image 1.62, National Institute of Health, Maryland, USA) を用いて行った。

④柔軟性

柔軟性は、長座体前屈距離 (cm) および体幹回旋角度 ($^{\circ}$) を測定した。体幹回旋角度は、ゴニオメーターを用い、NorkinとWhite¹⁷⁾の方法で、最大の回旋角 (左右) を測定した。測定はそれぞれ2回行い、より高い値を分析値とした。

⑤クラブヘッドスピード (CHS)

CHSの測定は、ショットパフォーマンス測定器 (Vector Pro Launch Monitor VPR 200 ; AccuSport, Inc., Winston-Salem, North Carolina, USA) を用い実施した。本測定器は、いくつかの先行研究¹⁸⁻²⁰⁾において用いられている。測定は、同一のドライバーおよびボールを使用して、5回のフルスイングによって行われた。CHSは、5回のスイングの内、最高値と最小値を除いた3回のCHS (m/s) の平均を分析値とした。

4. 統計処理

基本統計量は、平均値±標準偏差で示した。CHSと体力要因の関連は、ステップワイズ法による重回帰分析を行った。従属変数は、CHSとし、

表 2 プロゴルファーの CHS, 筋力, 筋量および柔軟性

			平均±標準偏差	範囲				平均±標準偏差	範囲
CHS (m/s)			56.5±2.4	51.9-60.9					
等速性筋力 最大トルク (N·m)	肘	伸展 60° · s ⁻¹	右 51.7±10.5	27.8-76.1	左	53.2±11.6	29.2-82.4		
		屈曲 60° · s ⁻¹	右 41.5±10.1	28.1-66.7	左	39.9±8.5	26.7-59.4		
		伸展 180° · s ⁻¹	右 42.4±8.1	25.0-57.4	左	39.2±7.2	26.8-55.3		
		屈曲 180° · s ⁻¹	右 34.1±7.3	22.5-50.9	左	32.8±5.5	22.1-44.7		
	膝	伸展 60° · s ⁻¹	右 214.6±40.0	149.8-314.2	左	213.5±35.2	161.6-305.5		
		屈曲 60° · s ⁻¹	右 114.6±17.1	87.7-159.1	左	118.3±18.8	81.9-155.0		
		伸展 180° · s ⁻¹	右 138.8±23.2	107.7-197.8	左	141.1±23.7	104.5-199.2		
		屈曲 180° · s ⁻¹	右 92.8±16.0	65.1-133.2	左	96.9±17.0	59.8-132.2		
	体幹	回旋 60° · s ⁻¹	右 134.7±23.2	85.2-177.6	左	139.5±25.0	90.7-178.9		
		回旋 180° · s ⁻¹	右 126.5±22.2	86.4-165.0	左	133.2±24.7	89.5-193.0		
		伸展 60° · s ⁻¹	357.2±78.3	225.8-539.2					
		屈曲 60° · s ⁻¹	199.2±47.0	100.6-288.2					
伸展 180° · s ⁻¹		289.3±102.8	101.0-493.7						
屈曲 180° · s ⁻¹		152.4±30.8	105.8-215.6						
筋 CSA (cm ² /m ²)	大腰筋	右 5.7±0.7	3.8-7.1	左	6.1±0.7	5.0-7.4			
	脊柱起立筋群	右 8.3±1.2	5.2-11.2	左	8.3±1.1	5.3-10.3			
	腹斜筋群	右 7.0±1.2	5.5-9.7	左	8.0±1.2	6.0-10.3			
	腹直筋	右 2.8±0.7	1.8-4.6	左	2.9±0.6	1.8-3.8			
柔軟性	長座体前屈距離 (cm)	44.7±11.0	25.0-61.0						
	体幹回旋角度 (°)	右 62.3±11.9	45.0-85.0	左	65.8±13.8	45.0-88.0			

CHS : club head speed, N·m : newton meter, CSA : cross-sectional area.

独立変数は、単回帰分析を行い、身長、年齢、除脂肪体重、上肢、下肢および体幹の等速性筋力、体幹筋群 CSA および柔軟性において CHS と有意な相関を示した要因を投入した。統計処理は、統計解析ソフトウェア (IBM SPSS for Windows, version 21.0, Chicago, IL, USA) を用いた。各検定における有意水準は p<0.05 とした。

結 果

プロゴルファーの CHS, 筋力, 筋量および柔軟性

プロゴルファーの CHS, 筋力, 筋量および柔軟性の平均±標準偏差を表 2 に示した。

CHS と体力要因の関連

本研究では、プロゴルファーの CHS に関連している体力要因を明らかにするためにステップワイズ法による重回帰分析を行った。従属変数は CHS とし、独立変数は、単回帰分析により CHS と有意な相関を示した体力要因を投入した。単回帰分析の結果は、表 3 に示した。重回帰分析では、CHS に対して、右肘屈曲 60° · s⁻¹, 左膝屈曲 60° · s⁻¹ および右腹斜筋群 CSA が最も関連し、これらの体力要因で CHS を 82% 説明できることが示さ

れた (R²=0.82, p<0.05) (表 4)。

考 察

CHS は、ドライバー飛距離³⁻⁷⁾ およびスコア^{1,2)} に影響する可能性があるため、プロゴルファーの CHS を向上させる科学的トレーニング法の検討は重要である。しかしながら、CHS と体力要因の関連を検討した先行研究は、ほとんどがアマチュアゴルファーを対象としており、プロゴルファーを対象とした研究はわずか 1 件¹³⁾ とエビデンスが少ない。一方、レビュー論文では、ゴルファーのパフォーマンスと体力要因の関連を検討する場合、スイング技術の高低が交絡因子となるため²¹⁾、その技術が高いレベルで安定しているプロまたはトップのアマチュアゴルファーを対象とすることが今後の課題であると言及されている^{21,22)}。そのため、本研究では被験者をプロゴルファーに限定し、CHS と上肢、下肢および体幹の等速性筋力、体幹筋群 CSA および柔軟性の関連を検討した。プロゴルファーの CHS を規定している体力要因が明らかとなれば、CHS 向上のための科学的トレーニング法に有益な知見となる。

本研究の被験者 22 人は、ツアートーナメント出

表3 CHS と体力要因の関連 (単回帰分析)

			B	SEB	SEE	r				B	SEB	SEE	r
年齢			2.49	0.09	2.49	-0.08							
身長			0.17	0.10	2.32	0.37							
除脂肪体重			0.21*	0.09	2.21	0.46							
等速性筋力	肘	伸展 60°・s ⁻¹ 右	0.13*	0.04	2.06	0.56	左	0.14*	0.04	1.85	0.67		
		屈曲 60°・s ⁻¹ 右	0.16*	0.04	1.84	0.68	左	0.20*	0.05	1.78	0.70		
		伸展 180°・s ⁻¹ 右	0.14*	0.06	2.22	0.46	左	0.21*	0.06	1.97	0.62		
		屈曲 180°・s ⁻¹ 右	0.21*	0.06	1.94	0.63	左	0.23*	0.09	2.15	0.51		
	膝	伸展 60°・s ⁻¹ 右	0.03	0.01	2.27	0.42	左	0.04*	0.01	2.05	0.57		
		屈曲 60°・s ⁻¹ 右	0.08*	0.03	2.03	0.58	左	0.10*	0.02	1.54	0.79		
		伸展 180°・s ⁻¹ 右	0.05*	0.02	2.20	0.47	左	0.06*	0.02	2.09	0.55		
		屈曲 180°・s ⁻¹ 右	0.07*	0.03	2.18	0.49	左	0.11*	0.02	1.64	0.76		
	体幹	回旋 60°・s ⁻¹ 右	0.07*	0.02	1.96	0.62	左	0.07*	0.02	1.79	0.69		
		回旋 180°・s ⁻¹ 右	0.06*	0.02	2.11	0.54	左	0.05*	0.02	2.13	0.52		
		伸展 60°・s ⁻¹	0.02*	0.01	2.18	0.48							
		屈曲 60°・s ⁻¹	0.02	0.01	2.31	0.38							
伸展 180°・s ⁻¹		0.01	0.01	2.38	0.30								
屈曲 180°・s ⁻¹		0.03	0.02	2.28	0.40								
筋 CSA	大腰筋	右	1.04	0.72	2.37	0.31	左	1.37	0.66	2.26	0.42		
	脊柱起立筋群	右	0.56	0.43	2.40	0.28	左	0.28	0.48	2.47	0.13		
	腹斜筋群	右	1.01*	0.39	2.16	0.50	左	1.11*	0.38	2.09	0.55		
	腹直筋	右	0.63	0.73	2.45	0.19	左	0.43	0.92	2.48	0.10		
柔軟性	長座体前屈距離		-0.02	0.05	2.48	-0.11							
	体幹回旋角度	右	0.07	0.04	2.35	0.34	左	0.02	0.04	2.48	0.09		

B：非標準化係数，SEB：回帰係数の標準誤差，SEE：推定値の標準誤差，r：相関係数，*：p<0.05，CHS：club head speed，CSA：cross-sectional area.

表4 CHS と体力要因の関連 (重回帰分析)

	B	SEB	β	r
左膝屈曲 60°・s ⁻¹	0.08	0.02	0.59*	0.79
右腹斜筋群 CSA	0.80	0.19	0.40*	0.50
右肘屈曲 60°・s ⁻¹	0.06	0.03	0.30*	0.68
SEE	1.03			
R ²	0.82			

B：非標準化係数，SEB：回帰係数の標準誤差，β：標準偏回帰係数，r：相関係数，SEE：推定値の標準誤差，R²：決定係数，*：p<0.05，CHS：club head speed，CSA：cross-sectional area，従属変数：CHS，独立変数：単回帰分析により CHS と有意な相関を示した体力要因 (表3) を投入した。

場者 27%，チャレンジトーナメント出場者 27% およびローカルトーナメント出場者 46% であった。国内プロゴルファー総数を約 1,600 人 (日本ゴルフツアー機構，2016)²³⁾ とすると，概算でそれぞれ 9%，9% および 82% であることから，本研究の被験者は，ツアーとチャレンジトーナメント出場選手の割合が比較的高い集団であった。また，本

研究の被験者の平均 CHS (56.5m/s) は，同一機器で計測したハンディキャップ 12.1 の男性アマチュアゴルファー¹⁹⁾ (42.4m/s)，およびハンディキャップ 8 以下の男性アマチュアゴルファー¹⁸⁾ (50.9m/s) と独立したサンプルの t 検定を用いて比較すると有意に高かった (p<0.05)。加えて，本研究の被験者における平均の左体幹回旋 60°・s⁻¹ (139.5 N・m) は，韓国の男性プロゴルファー²⁴⁾ (117.7 N・m) と独立したサンプルの t 検定を用いて比較すると有意に高かった (p<0.05)。ゆえに，本研究の被験者は，先行研究と比較しても相対的にレベルが高く，本研究の目的を明らかにする上で適当であったと考えられる。

本研究の結果では，男性プロゴルファーの CHS には，右肘屈曲 60°・s⁻¹，左膝屈曲 60°・s⁻¹ および右腹斜筋群 CSA が有意に関連していることが示された (R²=0.82, p<0.05) (表4)。これまで CHS と下肢の筋力の関連を検討した先行研究では，男性プロゴルファーの CHS とスクワットジャンプの高さ¹³⁾ (r=0.82)，男性アマチュアゴルファーの

CHSとハックスワットの最大挙上重量⁸⁾($r=0.53$), スワットの最大挙上重量⁵⁾($r=0.54$) およびスワットジャンプの高さ⁵⁾($r=0.45$) の間に有意な正の相関が報告されている($p<0.05$). 右利きゴルファーのスイング動作では, バックスイングで右側へ体重移動し, ダウンスイングで左側に体重移動する. Okudaら²⁵⁾は, 加速が必要なダウンスイングにおける左足の踏込みの重要性を示唆している. スイング動作における下肢の筋活動に着目した研究では, 右利きゴルファーにおいては, ダウンスイングで踏み込む左足のハムストリングが持続して活動し, 左膝の屈曲を保持し骨盤の回旋を補助するとしている²⁶⁾. 本研究における重回帰分析の結果から, 左膝屈曲筋力は, CHSに対して最も影響していることが示された.

また, CHSと体幹の筋力の関連を検討した研究では, 男性アマチュアを対象としてメディスンボール投げの距離¹⁾($r=0.54$), ケーブルウッドチョップの最大挙上重量⁸⁾($r=0.71$) の間に有意な正の相関があることが報告されている($p<0.05$). ゆえに, CHSと体幹回旋筋力や体幹筋量に関連があると仮説づけられ, 本研究では, CHSに対して右腹斜筋群CSAが有意に関連していることが示された. ゴルフスイングにおいて腹斜筋は, テイクアウェイ(バックスイング)では, 活動は少ないが, フォワードスイング期(ダウンスイング前期)から加速期(ダウンスイング後期からインパクト), アーリーフォロースルー期にかけて活動が高まり, レイトフォロースルー期では活動が弱まると報告されている²⁷⁾. また, この研究では²⁷⁾, フォワードスイング期の筋活動は, 右腹斜筋(52%)より左腹斜筋(63%)が高いが, 右腹斜筋の筋活動は, CHSが向上する加速期からアーリーフォロースルー期にかけて, 左腹斜筋より高いと報告されている(加速期: 右腹斜筋(59%), 左腹斜筋(38%), アーリーフォロースルー期: 右腹斜筋(51%), 左腹斜筋(38%)). そして, CHSが最大となるインパクトの局面では, 左足のリードおよび体幹の回旋から生じたエネルギーが, 右上肢を通じてクラブに伝えられると考えられている⁶⁾. 本研究の結果では, CHSに対して右肘屈曲筋力が関連していることが示されたことから, 右肘屈曲筋は, インパクトでエネルギーをクラブに伝えるために重要である可能性が示唆された. これらのことから, CHSを向上させるためには, 左膝屈曲筋力(左足

をリードするため), 右腹斜筋CSA(体幹を回旋させるため)および右肘屈曲筋力(エネルギーをクラブに伝えるため)を中心として強化することが有効である可能性が示唆された.

しかしながら, これまでは, プロゴルファーの上肢, 下肢および体幹の全身的な筋活動およびスイング動作を検討した研究が少なく, メカニズムに関して言及するには限界があった. 今後は, 各スイング局面における筋活動およびスイング動作を合わせて検討する必要がある. また, 本研究の限界の一つとして, 横断研究であるため, 関連が認められた体力要因を向上させることでCHSが向上するかは不明である. 今後は, プロゴルファーを被験者として縦断研究を行う必要がある. また, 女性プロゴルファーおよび世界のトッププロゴルファーにおいても同様の結果が得られるか検討する必要がある.

結 語

本研究では, 22人の日本人男性プロゴルファーを対象とし, CHSと体力要因(年齢, 身長, 除脂肪体重, 上肢, 下肢および体幹の等速性筋力, 体幹筋群CSAおよび柔軟性)の関連を検討した. ステップワイズ法による重回帰分析の結果, CHSに最も関連している要因は, 右肘屈曲筋力, 左膝屈曲筋力および右腹斜筋群CSAであることが示された.

文 献

- 1) Sharma, A., Reilly, P.: A Comparative Study of the Indicators of Success on the PGA Tour A Panel Data Analysis. *International Journal of Economic Practices and Theories* 3(1): 29-36, 2013.
- 2) Wiseman, F., Chatterjee, S.: Comprehensive analysis of golf performance on the PGA Tour 1990-2004. *Perceptual and motor skills* 102(1): 109-117, 2006.
- 3) Doan, B. et al.: Effects of physical conditioning on intercollegiate golfer performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 20(1): 62-72, 2006.
- 4) Gordon, B. et al.: An investigation into the relationship of flexibility, power, and strength to club head speed in male golfers. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 23(5): 1606-1610, 2009.
- 5) Hellström, J.: The relation between physical tests,

- measures, and club head speed in elite golfers. *International journal of sports science & coaching* 3 (1 suppl): 85-92, 2008.
- 6) Hume, P.A. et al: The role of biomechanics in maximising distance and accuracy of golf shots. *Sports Medicine* 35(5): 429-449, 2005.
 - 7) Fletcher, I.M., Hartwell, M.: Effect of an 8-week combined weights and plyometrics training program on golf drive performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 18(1): 59-62, 2004.
 - 8) Keogh, J.W. et al: Are anthropometric, flexibility, muscular strength, and endurance variables related to club head velocity in low-and high-handicap golfers? *The Journal of Strength & Conditioning Research* 23(6): 1841-1850, 2009.
 - 9) Kim, K.J.: Effects of Core Muscle Strengthening Training on Flexibility, Muscular Strength and Driver Shot Performance in Female Professional Golfers. *International Journal of Applied Sports Sciences* 22(1): 111-127, 2010.
 - 10) Loock, H. et al: Association of selected physical fitness parameters with club head speed and carry distance in recreational golf players. *International journal of Sports Science & Coaching* 8(4): 769-777, 2013.
 - 11) Sinclair, J. et al: Biomechanical correlates of club-head velocity during the golf swing. *International Journal of Performance Analysis in Sport* 14(1): 54-63, 2014.
 - 12) Meister, D.W. et al: Rotational biomechanics of the elite golf swing: benchmarks for amateurs. *Journal of Applied Biomechanics* 27(3): 242-251, 2011.
 - 13) Lewis, A.L. et al: Determinants of club head speed in PGA professional golfers. *Journal of Strength and Conditioning Research* 30(8): 2266-2270, 2016.
 - 14) Masuda, K. et al: The relationship between muscle cross-sectional area and strength in various isokinetic movements among soccer players. *Journal of sports sciences* 21(10): 851-858, 2003.
 - 15) Maughan, R.J. et al: Relationships between muscle strength and muscle cross-sectional area in male sprinters and endurance runners. *European journal of applied physiology and occupational physiology* 50(3): 309-318, 1983.
 - 16) Bang, E. et al: Relationship between thigh intermuscular adipose tissue accumulation and number of metabolic syndrome risk factors in middle-aged and older Japanese adults. *Experimental Gerontology* 79: 26-30, 2016.
 - 17) Norokin, C.C., White, D.J.: *Measurement of joint motion a: guide to goniometry*. FA Davis 382-383, 2009.
 - 18) Lamberth, J. et al: Effectiveness of a six week strength and functional training program on golf performance. *International Journal of Golf Science* 2: 33-42, 2013.
 - 19) Lephart, S.M. et al: An eight-week golf-specific exercise program improves physical characteristics, swing mechanics, and golf performance in recreational golfers. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 21(3): 860-869, 2007.
 - 20) Weston, M. et al: The effect of isolated core training on selected measures of golf swing performance. *Medicine and science in sports and exercise* 45(12): 2292-2297, 2013.
 - 21) Torres-Ronda, L. et al: Muscle strength and golf performance: a critical review. *Journal of sports science & medicine* 10(1): 9, 2011.
 - 22) Smith, C.J. et al: A systematic review of strength and conditioning programmes designed to improve fitness characteristics in golfers. *Journal of sports sciences* 29(9): 933-943, 2011.
 - 23) 日本ゴルフツアー機構：クオリファイイングトーナメント。東京，2016。http://www.jgto-qt.jp/about_qt.html (2016.7.22. アクセス可能)。
 - 24) Bae, J.H. et al: Asymmetry of the isokinetic trunk rotation strength of korean male professional golf players. *Annals of rehabilitation medicine* 36(6): 821-827, 2012.
 - 25) Okuda, I. et al: Trunk rotation and weight transfer patterns between skilled and low skilled golfers. *Journal of sports science and medicine* 9(1): 127-133, 2010.
 - 26) Bechler, J.R. et al: Electromyographic analysis of the hip and knee during the golf swing. *Clinical Journal of Sport Medicine* 5(3): 162-166, 1995.
 - 27) Watkins, R.G. et al: Dynamic electromyographic analysis of trunk musculature in professional golfers. *The American journal of sports medicine* 24(4):

Relationship between club head speed and physical fitness factors in Japanese male professional golfers

Ehara, Y.^{*1}, Tanabe, K.^{*2}, Shiraki, H.^{*1}, Kuno, S.^{*1}

^{*1} Department of Sports Medicine, Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba

^{*2} Faculty of Human Health, Department of Health and Nutrition Sciences, Komazawa Women's University

Key words: golf, club head speed, muscle strength

[Abstract] This study was aimed to evaluate the relationship between club head speed and physical fitness factors involved in isokinetic muscle strength of the upper and lower extremities and trunk, the cross-sectional area of trunk muscles, flexibility of the sit and reach distance, and angle of trunk rotation in male professional golfers. Twenty-two professional golfers who are members of the Japanese Professional Golfers Association (JPGA) volunteered to take part in this study. Analysis conducted using multiple regressions indicated that club head speed is affected by flexion strength of the right elbow and left knee, and the cross-sectional area of the right oblique abdominal muscular groups, and demonstrated that these physical fitness factors explained 82% of the variance in club head speed ($R^2=0.82$, $p<0.05$).