

原著論文

スキルレベルの異なるゴルファーの両眼輻輳角

The convergence angle for both eyes of golfers with different skill levels

内藤 潔¹⁾・加藤 貴昭²⁾・福田 忠彦²⁾Kiyoshi NAITO¹⁾, Takaaki KATO²⁾ and Tadahiko FUKUDA²⁾

Abstract

This study considers the characteristics of visual information processing at each skill level for golfers. It especially clarifies the visual search strategy for golf putting by focusing on the angle of convergence for both eyes (referred to herein as “angle of convergence”) for skilled golfers and directly measuring eye motion. 2 pro golfers and 1 golfer with a Japan Golf Association (JGA) handicap of 0 participated for the skilled golfer group, 3 golfers with JGA handicaps of between 2 to 15 participated for the middle range group, and 11 general graduate school students participated for the beginner group. The experiment took place on a practice mat, and eye movement at the time of actual putting was photographed. As a result, it was confirmed that in contrast to the beginner group and mid range group displaying an angle of convergence that focused on the ball, the skilled group displayed an angle of convergence that focused more on a point far in the distance rather than on the ball. Also, at that time they also showed control of head movement.

Key words : golf, visual search, eye movement, peripheral vision, perceptual narrowing

[Received February 26, 2007 ; Accepted February 29, 2008]

1. はじめに

ゴルフのパッティングに関して、どこに視線があるかという議論は多くなされている。眼球運動計測装置を使用し、実際の眼球運動を計測した研究 (Vickers, 1992) では、「パッティングストローク中はボールを注視し、インパクト後はそれまでボールがあった場所を注視し続ける」と述べられており、ボールに対して視線を向けることが重要としている。一方で、近年になり中・上級者向けのレッスン書などの中には、「ボールは見なくてもよい (Harmon & Andrisani, 1997; Gallwey, 1998)」とする意見や、「適当に見るほうが良い (田村・小林, 2001)」という意見も散見するようになった。Naito ら (2004) は、プロゴルファーなどの眼球運動を計測し、初心者や中級者がボールに対して視線を配置させる一方で、熟練者は、パッティングストローク前半にはボールの右 3cm に視線を向け、ボールを打つ直前からはボールの左 3cm に視線を移動させるといった、ボール以外の 2箇所に視線を配置させることを明らかにした。この結果により、これまでボールにフォーカスをあわせ、しっ

かり見る方略が有効とされてきたパッティングにおいて、その有効性を検討する必要性が生じた。

人間の眼球運動は、認識プロセスの形成において非常に大きな役割をなしている。眼球運動は大きく分類すると、意識的に起こる随意性眼球運動と無意識的に起こる不随意性眼球運動の 2種類である。前者は共同運動と輻輳開散運動があり、後者は固視微動などが含まれる。その中でも輻輳開散運動は、視対象が前後方向に移動している際に生じる眼球運動であり、立体視や奥行き知覚において重要な役割を果たしている。視対象が近づくときには両眼視線からなる輻輳角は大きくなり、視対象が遠くなると輻輳角は小さくなる。輻輳開散運動は、人間の両眼視野が重なり合っている動物に特有の機能であり、左右の眼のわずかに異なった像を融合してひとつの像として知覚する。また、この運動と水晶体の調節作用には神経生理学的な結合があり、輻輳開散運動が引き起こされない状況においても、水晶体の調節作用によって調節輻輳運動と呼ばれる眼球運動が発生することも特徴である。また、ゴルフパッティングに関しては、動作の正確性が優れたパフォーマンスを達成する上で最も

1) 慶應義塾大学 政策・メディア研究科 Graduate School of Media and Governance, Keio University

2) 慶應義塾大学 環境情報学部 Faculty of Environmental Information, Keio University

重要な要素となる。そのための方策として Nicklaus & Bowden (1974) は、「頭部を固定することが重要である」と述べている。そこで本研究では、視線位置の特定に加え、前述した人間の眼球運動の特性をふまえ、フォーカスに大きな役割を果たす輻輳角に着目し、スキルレベル別のゴルファーの特徴を比較検討し、パッティング動作の評価として、頭部運動を検討した。

本研究の仮説としては、初級者、中級者はボールにフォーカスを合わせることに適した輻輳角を示す一方で、熟練者はボールにフォーカスをあわせる必要がなく、輻輳角に何らかの差異が見られることが考えられた。また、輻輳角の変化により、頭部運動の安定度にも大きな変化がみられることが推測された。

2. 方法

2.1. 被験者

本研究では、ハンディキャップを基準に各被験者のスキルレベルのカテゴリーを3つに区分した。熟練者グループは、日本プロゴルフ協会により認定されたプロフェッショナルゴルファー2名と日本ゴルフ協会のハンディキャップ0のもの1名の合計3名(平均年齢36.67歳±13.31)とした。中級者グループは、日本ゴルフ協会のハンディキャップ2のもの2名とハンディキャップ15のもの1名の合計3名(平均年齢37歳±16.46)とし、一般ゴルファーと比較すると熟達化しているスキルレベルで、格言やゴルフ理論などの知識に関して十分に所持しているものとした。初心者グループは、対象群として日常的にゴルフを行っていない一般大学生、大学院生11名(平均年齢23.81歳±4.02)を設定した。そのうち3名がゴルフをプレーしたことが数回あり、他のものはまったくの未経験であった。性別は男性6名、女性5名であった。また、被験者は全員が右利きだった。

2.2. 実験条件

被験者の眼球運動の測定には、野球帽型の小型・軽量眼球運動測定装置 EMR-8B (ナックイメージテクノロジー社製)を用いた。EMR-8Bの検出方式は瞳孔-角膜反射方式で、検出レートは30Hz(両眼計測時)、検出範囲は水平垂直共に視角40°円(直径)、検出分解能は視角0.1°であった。測定された眼球運動データは、頭部に固定された視野カメラによる視野映像にスーパーインポーズされ、デジタルビデオカメラ DCR-TRV30(ソニー

社製)によって記録された。タイムカウント、アイマーク、停留点、瞳孔反応、輻輳等のテキストデータはデータプロセスユニット EMR-dFactory (ナックイメージテクノロジー社製)によりPCに取り込まれた。

本実験では、練習用マット「パターレッスンプロ TR-257」(ダイヤゴルフ社製)を使用した。また、被験者が行うパッティングの距離は2mと設定した。また、ボールおよびパターは同一のものを使用した。

2.3. 手続き

被験者のうち、熟練者と中級者、およびゴルフ経験がある初心者には、「できるだけプレー中と同じようにパッティングを行うようにしてください」と教示を与えた。一方、ゴルフ経験がない初心者にはボールをカップに入れるというゴルフの目的を説明したうえで、「可能な限りカップインさせるようにしてください」と教示を与えた。各被験者は20回の練習ストロークを行った上で、試行を行った。また練習を通じて、すべての被験者は実験機材を装着したことによるパッティングパフォーマンスへの影響はないと意見を述べた。実験試行は10試行とし、その際の眼球運動が計測された。また、連続して機械的にパッティングを行うのではなく、一回ずつ狙いを定め慎重にパッティングを行うよう指示した。

2.4 分析方法

一般に、「スキルには異なる要求をするいろいろなフェーズがあり、フェーズごとに分析することは重要である(Magill & Dowell, 1977)」とされる。パッティングストロークはクラブヘッドの動く方向が180度切り替わる点や、ボールがヒットされ移動する点で、すべてのデータが共通の意味を提示しているわけではない。ゴルフのショットにおけるスイング動作はテイクバック、ダウンスイング前半、ダウンスイング後半、フォロースルー前半、フォロースルー後半に分けられている(Jobe et al., 1986)。これまで行われてきたスイング分析の研究では、多くはこの分類に基づいている(Bechler et al., 1995; Pink et al., 1990; Watkins et al., 1996)。そこで本研究では、動作の特徴から、フェーズ1:プレショット(ストローク始動前における165msの間)、フェーズ2:バックスイング(クラブヘッドが目標方向と逆方向に移動している間)、フェーズ3:ダウンスイング(クラブヘッドが目標方向と同方向に移動し、かつボールに接触する寸前までの間)、フェーズ4:インパクト(クラブヘッ

ドがボールに接触する瞬間)、フェーズ 5: フォロースルー (インパクト後の 330ms の間) の 5 つの時間フェーズに区別して分析を行った。

視線位置に該当する視対象カテゴリーはフェーズ 1 から 4 に関しては、パッティングライン (ボールとカップを結んだライン) 上の目標側, ボール上の目標側, ボール中心, ヒットポイント (ボール上のクラブヘッドが接触する側), パッティングライン上の目標と反対側, クラブヘッドを追従の 6 つに分類し, フェーズ 5 に関しては, ボールがすでにヒットされて移動してしまっているため, インパクト時 (フェーズ 4) において視線が配置されていた位置のまま停滞, 転がっているボールを追従, 転がっているボールを追うために視線を動かしている途中, パッティングライン上の目標と反対の側, クラブヘッドを追従の 5 つに分類した。

視線位置の特定には, frame by frame 分析を用いた。これは, 頭部に固定された視野カメラによる外部映像上に, 眼球運動測定データとしてのアイマークがスーパーインポーズされたビデオ映像データ (NTSC 方式) から, 5 つの時間フェーズに従い時系列的に区分し, 部位カテゴリーに従い空間的に分類するものである。つまり, ビデオ 1frame ごとに視線位置を分類していく方法である。frame by frame 分析によって得られた視線配置データを集計し, 全試行におけるフェーズごとの各視対象カテゴリーに対する視線配置割合を算出した。分析に当たっては, Fisher の正確確率検定によって各スキルレベルグループ間を比較した。また, 視線がボール上にある割合 (前述の各視対象カテゴリーで, ボール目標側, ボール中心, ヒットポイントが含まれる) についても, 各試行におけるそのフェーズの平均値を算出し分析を行った。

輻輳角については, データプロセスユニット EMR-dFactory (ナックイメージテクノロジー社製) によりデータを算出した。輻輳角は左右両眼のアイマークから算出されるため, 0.01° 以下の精度で算出される。また, 輻輳角の数値から, 被験者の左右の視線が交差する点までの距離が求められる。本研究では, パッティングにおける視対象までの距離が比較的短いことから, 「視点の距離」を輻輳角のみから算出するものと定義した。輻輳角に関して各試行における平均値を算出し, 被験者グループにおける特徴を分析した。

パッティングにおける頭部運動には, 前後左右の位置的な変化のほか, 回旋運動による変化が加わる。よって本研究では, それらすべての変化を統合するべく, 顔の向きとボールの相対的な関係に着目し, 「ボールに対する頭部運動」と定義した。分析に当たっては, ストロー

ク動作中であるフェーズ 2 とフェーズ 3 のみのデータを取り扱った。ストロークの開始時点の視野カメラ上のボール位置をその試行における基準点とし, 1frame ごとのボール位置の変位をもってボールに対する頭部運動の距離とし, 各試行におけるそのフェーズの平均値を算出し分析を行った。ボール位置の変位の算出には, 2次元 / 3次元ビデオ動作解析システム Frame-DiasII (ディケイエイチ社製) を用いた。

視線がボール上にある割合, 輻輳角, ボールに対する頭部移動の分析に当たっては, それぞれの試行ごとの値はフェーズごとにスキルレベルグループにまとめられ, スキルレベル (熟練者グループ, 中級者グループ, 初心者グループ) からなる 1 要因分散分析を行い, 各スキルレベルグループ間を比較した。

3. 結果

3.1. 視線配置割合

各スキルレベルグループにおける視線配置割合のフェーズごとの平均値を表 1 に示す。Fisher の正確確率検定の結果, フェーズ 1 では, すべてのスキルレベルグループ間において有意差 ($p < .001$) が認められた。また, 視線がボール上にある割合について分散分析を行った結果, スキルレベルグループに有意差が見られた ($F(2,167) = 82.45, p < .001$)。多重比較の結果, 初心者—中級者間において有意差 ($p < .01$) が認められ, 初心者—熟練者間および中級者—熟練者間において有意差 ($p < .001$) が認められた。フェーズ 2 では, Fisher の正確確率検定の結果, すべてのスキルレベルグループ間において有意差 ($p < .001$) が認められた。また, 視線がボール上にある割合について分散分析を行った結果, スキルレベルグループに有意差が見られた ($F(2,167) = 85.03, p < .001$)。多重比較の結果, すべてのスキルレベルグループ間において有意差 ($p < .001$) が認められた。フェーズ 3 では, Fisher の正確確率検定の結果, すべてのスキルレベルグループ間において有意差 ($p < .001$) が認められた。また, 視線がボール上にある割合について分散分析を行った結果, スキルレベルグループに有意差が見られた ($F(2,167) = 169.93, p < .001$)。多重比較の結果, 初心者—中級者間, 初心者—熟練者間および中級者—熟練者間において有意差 ($p < .001$) が認められた。フェーズ 4 では, Fisher の正確確率検定の結果, 初心者—中級者間, 初心者—熟練者間において有意差 ($p < .001$) が認められ, 中級者—熟練者間において有意

差 ($p<.05$) が認められた。また、視線がボール上にある割合について分散分析を行った結果、スキルレベルグループに有意差が見られた ($F(2,167) = 68.05, p<.001$)。多重比較の結果、初心者—中級者間、初心者—熟練者間において有意差 ($p<.001$) が認められた。フェーズ5では、Fisherの正確確率検定の結果、すべてのスキルレベルグループ間において有意差 ($p<.001$) が認められた。また、インパクト時において視線が配置されていた位置のまま停滞した割合について分散分析を行った結果、スキルレベルグループに有意差が見られた ($F(2,167) = 49.82, p<.001$)。多重比較の結果、すべて

のスキルレベルグループ間において有意差 ($p<.001$) が認められた。

3.2. 輻輳角

ゴルフパッティングを行う際には前傾姿勢をとる上に、ゴルフクラブの長さはほぼ一定であることから、眼球と地面の距離は被験者の身体的特徴に係わらず近似した数値を取る。アドレスの際にボールを注視した場合の輻輳角も各スキルレベルグループで差は見られなかった(表2)。

表1. 各スキルレベルグループにおけるフェーズごとの視線配置割合

	初心者	中級者	熟練者
フェーズ1			
ライン上目標側(%)	1.27	0	0
ボール目標側(%)	3.27	23.33	0
ボール中心(%)	45.09	70.00	0
ヒットポイント(%)	28.94	6.67	0
ライン上反対側(%)	5.97	0	100.00
ヘッド(%)	15.45	0	0
フェーズ2			
ライン上目標側(%)	0	0	0.33
ボール目標側(%)	4.36	13.13	0.31
ボール中心(%)	41.21	79.05	0
ヒットポイント(%)	29.92	6.31	5.08
ライン上反対側(%)	7.00	1.51	94.28
ヘッド(%)	17.51	0	0
フェーズ3			
ライン上目標側(%)	4.13	38.31	25.59
ボール目標側(%)	52.59	42.84	1.86
ボール中心(%)	37.73	18.86	5.54
ヒットポイント(%)	3.82	0	16.61
ライン上反対側(%)	0.58	0	49.82
ヘッド(%)	1.14	0	0.58
フェーズ4			
ライン上目標側(%)	19.09	83.33	93.33
ボール目標側(%)	67.27	16.67	6.67
ボール中心(%)	13.64	0	0
ヒットポイント(%)	0	0	0
ライン上反対側(%)	0	0	0
ヘッド(%)	0	0	0
フェーズ5			
インパクト時の視線位置(%)	31.09	52.33	18.91
ボール追跡(%)	12.45	23.67	3.67
ボール(%)	56.45	20.00	14.33
ライン上反対側(%)	0	0.33	0
ヘッド(%)	0	3.67	63.09

表2. 各スキルレベルグループにおける身体数値の平均値および標準偏差
アドレス時輻輳角は、アドレスの際にボールを注視した場合の輻輳角を示す。

	熟練者		中級者		初心者	
	M	SD	M	SD	M	SD
身長 (cm)	174.33	4.51	173.67	4.04	171.00	3.61
両眼距離 (cm)	6.23	0.58	6.27	0.58	6.27	0.58
アドレス時 眼球-ボール間距離 (cm)	127.17	2.89	127.33	2.89	126.83	5.77
アドレス時輻輳角 (°)	2.81	0.03	2.82	0.03	2.83	0.02

各スキルレベルグループにおける、パッティングストローク中の輻輳角の典型例を図1に記す。また、各スキルレベルグループにおける平均値を表3に示す。分散分析の結果、フェーズ2ではスキルレベルグループに有意差が見られた ($F(2,167) = 276.73, p < .001$)。多重比較の結果、初心者—熟練者間および中級者—熟練者間において有意差 ($p < .001$) が見られた。また、フェーズ3においてもスキルレベルグループに有意差が見られた ($F(2,167) = 176.42, p < .001$)。多重比較の結果、初心者—中級者間において有意差 ($p < .05$) が認められ、初心者—熟練者間および中級者—熟練者間において有意差 ($p < .001$) が認められた。

3.3. ボールに対する頭部運動

ボールに対する頭部運動の各スキルレベルグループにおける典型例を図2に示す。また、各スキルレベルグループにおける平均値を表4に示す。分散分析の結果、フェーズ2ではスキルレベルグループに有意差が見られた ($F(2,167) = 38.08, p < .001$)。多重比較の結果、初心者—熟練者間および初心者—中級者間において有意差 ($p < .001$) が認められた。また、フェーズ3においてもスキルレベルグループに有意差が見られた ($F(2,167) = 18.17, p < .001$)。多重比較の結果、初心者—熟練者間、初心者—中級者間および中級者—熟練者間において有意差 ($p < .001$) が認められた。

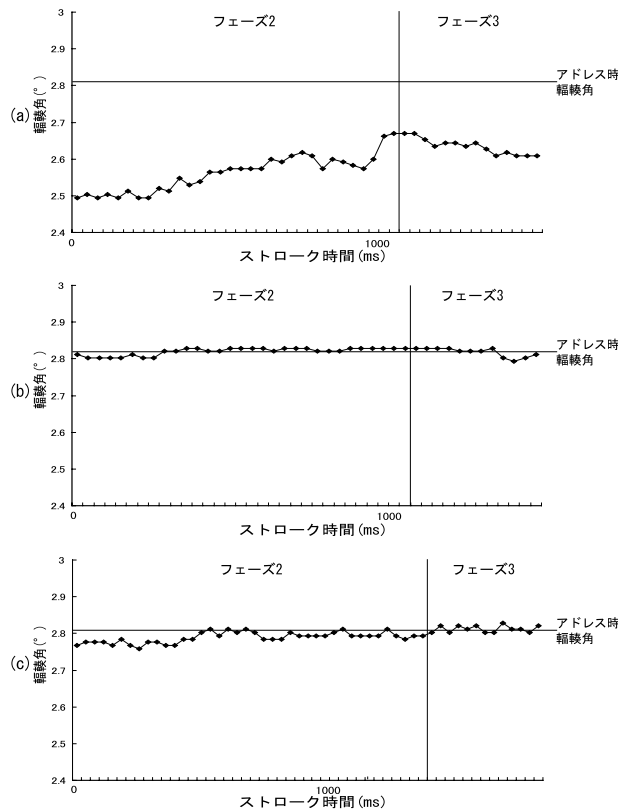


図1. ストローク中における輻輳角の各スキルグループの典型例
 (a)は熟練者、(b)は中級者、(c)は初心者における典型例を示す。アドレス時輻輳角は、アドレスの際にボールを注視した場合の輻輳角を示す。

表3. スキルレベル別の各フェーズにおける輻輳角の平均値および標準偏差

	熟練者		中級者		初心者	
	M	SD	M	SD	M	SD
フェーズ2(°)	2.61	0.07	2.81	0.01	2.80	0.04
フェーズ3(°)	2.66	0.07	2.82	0.01	2.81	0.04

4. 考察

4.1. 視線配置割合

視線配置割合は、スキルレベルグループ間で異なることが示唆された。初心者は、パッティングストロークの前半であるフェーズ1やフェーズ2に関して、ヘッドを追従する被験者がいるなど一定のパターンは示さなかったが、フェーズ3以降はボール上に視線を多く配置させていた。特にフェーズ4では、ボール上に81%の視線が配置されており、「初心者はインパクト時にボール上に視線配置が少なく、熟練者はインパクト時にボール上

に視線配置が多い Vickers, 1992)」といったこれまでの先行研究の結果と大きく異なっている。中級者は、フェーズ1、フェーズ2においてはボール中心に70%以上の視線を配置させていたが、フェーズ3以降では徐々に左方向に視線配置がずれ、フェーズ4では83%がボール左のライン上に視線があった。フェーズ3での視線配置のずれは、ボールに対する頭部運動を伴って発現しており、ボールへの視線配置を維持しようとしているものの、ダウンスイングが始まると維持できなくなっていることが示唆された。またフェーズ5において、インパクト時の視線位置のまま停滞する割合が多く(52%)、同程度のスキルレベルグループを扱った

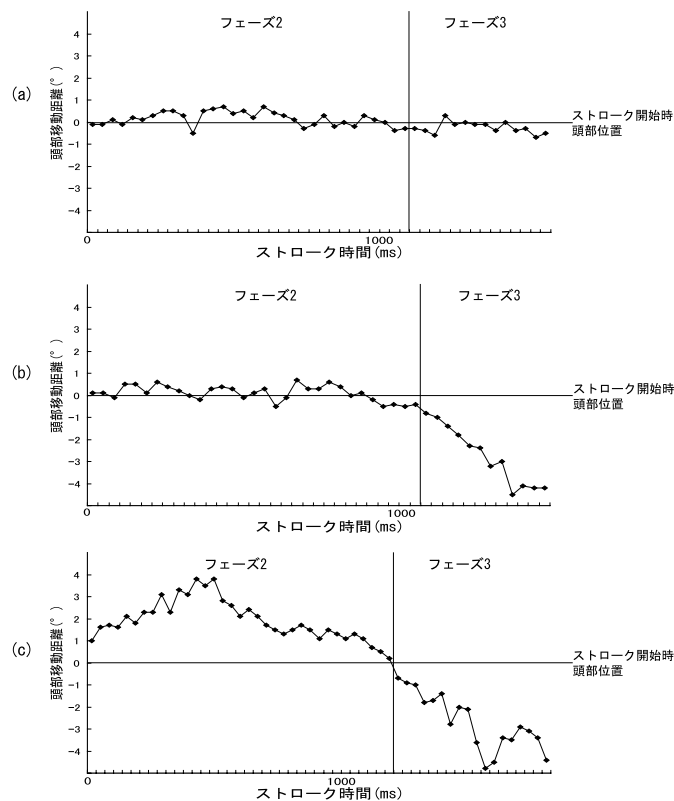


図2. ストローク中におけるボールに対する頭部運動の各スキルグループの典型例 (a)は熟練者, (b)は中級者, (c)は初心者における典型例を示す。頭部移動距離における+は右方向への頭部移動を示し、-は左方向への頭部移動を示す。0はストローク開始時における頭部位置を示す。

表4. スキルレベル別の各フェーズにおけるボールに対する頭部運動の平均値および標準偏差

	熟練者		中級者		初心者	
	M	SD	M	SD	M	SD
フェーズ2 (°)	0.04	1.02	0.06	1.44	1.32	1.72
フェーズ3 (°)	2.48	1.71	4.72	3.61	3.96	4.63

Vickers (1992) の結果である「成功時にはインパクト後にボールのあったグリーン面を注視し続ける」ことを支持している。一方で熟練者は、ストローク前半においてライン上の目標と反対側に視線を配置させ（フェーズ1：100%，フェーズ2：94%），フェーズ3の後半150msからはライン上の目標側に視線を移動させていた。フェーズ4においてライン上目標側に93%の視線を配置させていることから、熟練者はストローク中にはボールに視線を配置していないことが示される。この結果は、前述したNaitoら（2004）の結果を支持している。

4.2. 輻輳角

結果から、各スキルレベルグループで輻輳角に差異があることが明らかになった。初心者グループと中級者グループは、ストロークを通じて約 2.8° の輻輳角を示していた。これは、アドレスの際にボールを注視した場合の輻輳角（初心者： 2.83° ，中級者： 2.82° ）を維持しており、ボールに焦点を合わせていることが推測される。特に中級者グループは、フェーズ3における輻輳角の平均値が 2.82° とアドレスの際にボールを注視した場合の輻輳角と等しく、また標準偏差も小さい（0.01）ことから、安定してボールに焦点を合わせていることが示唆された。これは、同程度のスキルレベルグループを扱ったVickers (1992) の結果である「ストローク中はボールを注視し続ける」ことを支持している。初心者グループや中級者グループにおいてボールに焦点を合わせるという方略は、初心者向けのレッスン書（Ruthenberg, 1992; Saunders, 1997）において「ボールを良く見ろ」と指導されていることや、上級者向けのレッスン書（岡本, 1996）においても「ボールの表面をじっと見る」ことが推奨されていることに起因すると考えられる。実験後のインタビューにおいて、中級者の全員が「ボールを見ることは重要である」と回答していたことから、既存の指導方法からの影響が強いことが推測される。

一方で熟練者は、ストロークを通じてボールに焦点を合致させた輻輳角よりも、約 0.2° 小さい値を示していた。これにより、輻輳角からの推測による視点の距離は約9cm遠方に偏移していた。約 0.2° の輻輳角のずれにより、明確に焦点の距離がずれることやピントがぼやけるということはないと考えられる。しかし、熟練者はボールに視線を配置させていない点や、ボールに焦点を合わせていた中級者グループとは異なった輻輳角を示していることから、熟練者はボールに視点の距離を合致させようとはしていないことが推測された。この結果は、ス

ポーツの現場においても、眼鏡をはずすなどして意図的にボールをはっきりと見えないようにした際にパッティングパフォーマンスが上がるといった報告（田村・小林, 2001）からも支持され、ボールに焦点を合致させるというストラテジーがパッティングパフォーマンスに悪影響を及ぼすと推測される。

4.3. ボールに対する頭部運動

本実験における被験者のパッティングパフォーマンスを評価するために、ボールに対する頭部運動を計測した。初心者グループは、フェーズ2、フェーズ3ともにボールに対する頭部運動が大きく（フェーズ2： 1.32° ，フェーズ3： 3.96° ），ストローク全体を通じて頭部が安定していないことが示される。また中級者グループは、フェーズ2における頭部運動は初心者グループに比べて少ない（ 0.06° ）ものの、フェーズ3では最も頭部運動が大きい（ 4.72° ）など、ストローク全体を通じての頭部の安定は図れていなかった。フェーズ2とフェーズ3で中級者グループの頭部運動が大きく異なる原因としては、ゴルフパッティングにおいてバックスイング（フェーズ2）は穏やかな動作であるが、ダウンスイング（フェーズ3）以降はそれまでの動作と比べ高速かつ繊細な力の強弱の調節が求められることが推測される。このような運動の変化に対して中級者グループの行っているボールに視点の距離を合致させるストラテジーでは対応できていないことを示すものであると考えられる。一方で熟練者グループは、フェーズ2、フェーズ3のストロークを通じてボールに対する頭部運動が最も少なかった（フェーズ2： 0.04° ，フェーズ3： 2.48° ）。この結果は、パッティングにおいて熟練者は頭部を安定させており、Nicklaus & Bowden (1974) の「頭部を固定することが重要である」とする見解を支持している。熟練者は、ボールに視点の距離を合致させておらず、中級者に比べストローク中の輻輳角も一定ではないが、頭部の安定という観点からストローク動作を評価すると、最も優れたストラテジーであることが推測される。

4.4. パッティングにおける周辺視機能

熟練者におけるボールに視点の距離を合致させないという輻輳角の特性から、優れたパッティングパフォーマンスの達成を妥当的に説明するには周辺視機能の概念が適していると考えられる。多くのスポーツで熟練者は周辺視機能を活用している（Ripoll et al., 1995; Williams

& Elliot, 1999; Kato & Fukuda, 2002) 事が推測されているが、ゴルフにおいても熟練者の視線配置位置から同様の周辺視機能の活用といった推測がなされている(Naito et al., 2004)。また、周辺視機能が視覚誘導自己運動感覚に影響を与える可能性が指摘(Bardy et al., 1999; Brandt et al., 1973; Johansson, 1977; Kano, 1991; Lee & Aronson, 1974) されており、熟練者に頭部の安定といった身体バランスへの直接的な影響が見える点からも、周辺視機能との関連を示唆している。

また、周辺視機能と中心視奥行き知覚には関連があることが示されており(渡邊ら, 2001), スキルレベル別の輻輳角の差異が周辺視機能の活用に影響を与えていることが推測される。一方で、中心視負荷と周辺視機能の関係は、三浦(1996)により、「有効視野の範囲と注視点における情報処理の深さには、トレード・オフの関係がある」ことが報告されている。これは、人間の注意リソースには限界があるためと説明できるが、周辺視による検出や分別のパフォーマンスは固定的なものではなく、条件によって変化することにも起因する。Bahrick et al. (1952) は、中心視作業の課題に対して報酬を与える場合と与えない場合で、周辺視における光点の検出を比較し、報酬を与えた場合には中心視のパフォーマンスは良くなったが、周辺視の検出率は大幅に低下することが明らかになった。この中心視の負荷やストレスが増大すると周辺視の機能が低下する現象は、視野狭窄と呼ばれる。中心視負荷を高める要因は多数考えられるが、一点を注視し続けることも中心視負荷を高める(松宮ら, 1998)と報告されている。初心者や中級者はボールに視線を置くだけでなく、視点の距離を厳密に合わせており、中心視負荷が高まる結果となっていると推測される。一方で、熟練者はボールに視点の距離を合致させようとはしておらず、大まかなフォーカスの調整しか行っていない。よって、本実験における熟練者の輻輳角が小さく(フェーズ2: 2.61°, フェーズ3: 2.66°) 標準偏差も大きい(0.07)という結果は、初心者や中級者と比較して中心視負荷を減らすことで周辺視機能を効率化していると考えられる。

これらのゴルファーの特徴をふまえると、これまでの「ボールを良く見ろ」といったような中心視負荷を増加させる指導方法は、頭部の安定において不利に働くことが示される。また、前述したように、パッティングにおいては頭部の固定が重要であり、それゆえ頭部の固定が図れていると考えられていた熟練者においても、フェーズ3つまりダウンスイングにおいては頭部運動が発生している(2.48°)ことが明らかになったことから、ゴ

ルフにおいてはボールを凝視し、完全な頭部の固定を目指すよりも、ボール近辺に視線を向けているだけで、焦点はボールに合致させない指導方法が上達に貢献できると考えられる。

文献

- Bahrick, H.P., Fitts, P.M., & Rankin, R.E. (1952) Effects of incentive upon reactions to peripheral stimuli. *Journal of Experimental Psychology* 44: 400-406.
- Bardy, B.G., Warren, W.H., & Kay, B.A. (1999) The role of central and peripheral vision in postural control during walking. *Perception and Psychophysics* 61: 1356-1368.
- Bechler, J.R., Jobe, F.W., Pink, W., Perry, J., & Ruwe, P.A. (1995) Electromyographic analysis of the hip and knee during the golf swing. *Clinical Journal of Sport Medicine* 5: 162-166.
- Brandt, T., Dichgans, J., & Koenig, E. (1973) Differential effects of central versus peripheral vision on egocentric and exocentric motion perception. *Experimental Brain Research* 16: 476-491.
- Gallwey, W.T. (1998) *The inner game of golf*. Random House: New York, pp. 100-105
- Harmon, C., Andrisani, J., & Harmon, B. (1997) *The Four Cornerstones of Winning Golf*. Simon and Schuster: New York, pp. 96-97.
- Itoh, N., Kato, T., & Fukuda, T. (2001) An experimental consideration of fixation properties. *Perceptual and Motor Skills* 93: 777-784.
- Jobe, F.W., Moynes, D.R. & Antonelli, D.J. (1986) Rotator cuff function during a golf swing. *American Journal of Sports Medicine* 14(5): 388-392.
- Johansson, G. (1977) Studies on visual perception of loco-motion. *Perception* 6: 365-376.
- Kano, C. (1991) The perception of self-motion induced by peripheral visual information in sitting and supine postures. *Ecological Psychology* 3: 241-252.
- Kato, T., & Fukuda, T. (2002) Visual search strategies of baseball batters: eye movements during the preparatory phase of batting. *Perceptual and Motor Skills* 94: 380-386.
- 松宮一道, 内川恵二, 栗木一郎 (1998) 中心視負荷と眼球運動を伴った観察による周辺視コントラスト感度の変化. *映像情報メディア学会誌* 52(4): 565-570.
- 三浦利章 (1996) 行動と視覚的注意. 風間書房: 東京, pp.

146-165.

- Nagano, T., Kato, T., & Fukuda, T. (2004) Visual search strategies of soccer players in one-on-one defensive situations on the field. *Perceptual and Motor Skills* 99: 968-974.
- Naito, K., Kato, T., & Fukuda, T. (2004) Expertise and position of line of sight in golf putting. *Perceptual and Motor Skills* 99: 163-170
- Nicklaus, J., & Bowden, K. (1974) *Golf My Way*. Simon and Shuster: New York, pp. 46-51.
- 岡本正善 (1996) メンタルタフネス for GOLF. TBSブリタニカ, pp. 46-47.
- Pink, M., Jobe, F.W., & Perry, J. (1990) Electromyographic analysis of the shoulder during the golf swing. *American Journal of Sport Medicine* 18: 137-140.
- Ripoll, H., Kerlirzin, Y., Stein, J.F., & Reine, B. (1995) Analysis of information processing, decision making, and visual strategies in complex problem solving sport situations. *Human Movement Science* 14(3): 325-349.
- 田村知則, 小林信也 (2001) *眼が人を変える*. 草思社: 東京.
- Vickers, J.M. (1992) Gaze control in putting. *Perception* 21(1): 117-137.
- 渡邊洋, 梅村浩之, 吉田千里, 松岡克典 (2001) 周辺視オプティカルフローと中心視奥行知覚のインタラクション. *電子情報通信学会論文誌* 84(5): 491-500.
- Watkins, R.G., Uppal, G.S., Perry, J., Pink, M., & Dinsay, J.M. (1996) Dynamic electromyographic analysis of trunk musculature in professional golfers. *American Journal of Sports Medicine* 24(4): 535-538.
- Williams, A.M., & Elliott, D. (1999) Anxiety, expertise and visual search in karate. *Journal of Sport and Exercise Psychology* 21: 361-374.