

## Quiet Eye トレーニングは プレッシャー下においていかに知覚運動制御の崩壊を抑制するか？

村山孝之<sup>1</sup>, Vine, S.J.<sup>2</sup>, Wilson, M.R.<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>金沢大学保健管理センター, <sup>2</sup>College of Life and Environmental Science, University of Exeter)

### 1. 緒言

運動・スポーツ場面を対象としたプレッシャーや「あがり」に関する研究は国内外で数多く報告されている。とりわけ、プレッシャー下におけるパフォーマンスの崩壊の原因を注意配分の変化という視点から説明した研究の数は群を抜き、プレッシャーによる動作に対する過剰配分、あるいは動作以外に対する注意の過剰配分という相対する注意の変化がパフォーマンスに及ぼす影響を明らかにするために数多くの研究が行われてきた。前者は、プレッシャーによって通常以上に動作を意識的にモニタリングすることで自動化したはずのスキルが脱自動化を起こすためにパフォーマンスが低下すると説明するものであり、意識的处理仮説 (e.g., Masters, 1992 ; Hardy et al., 1996), 自己焦点化モデル (Baumeister, 1984), あるいは顕在モニタリング仮説 (Beilock and Carr, 2001) と呼ばれる。一方、後者は動作以外の、すなわち課題に無関係の刺激に対する注意の過剰配分によって動作に対する注意が不足することでパフォーマンスが低下することを説明する仮説であり、ACT (Attentional Control Theory; Eysenck and Calvo, 1992 ; Eysenck et al., 2007) や注意散漫仮説 (Wine, 1971) と呼ばれる。

そして近年では、意識的处理や注意散漫への対処法として Quiet Eye Training (以下, QET) が注目されている。Quiet Eye (以下, QE) は、ターゲット種目などの運動遂行時にみられる運動開始直前の最終の固視 (特定の標的物に対する視野角 3 度以内, 100ms 以上の視線の停留) と定義されている (Vickers, 2007)。QE は、スキル遂行上最適な場所への注意を促すため、意識的处理や注意散漫を予防し、運動プランニングの質を向上させる機能を有する。さらに、QE の機能を活かした QET (QE 時間を確保する, 熟練者の視線行動を学習する等) を実施することで、プレッシャー下でも注意機能や運動プランニングが阻害されないためパフォーマンスが低下しにくいことが明らかにされている (Vine and Wilson, 2011)。

しかし、注意の変化だけがパフォーマンスを阻害するわけではない。例えば、環境に対する知覚情報は運動プランニングに利用される重要な要素であり (Glover and Dixon, 2004), 重たいボールをターゲットに向かって投げる場合、軽いボールを投げる場合よりもターゲットまでの距離を遠く知覚する (Witt et al., 2004) ことや、行為能力が高い時は低い時に比べてダーツ的 (Wesp et al., 2004) やソフトボール (Witt and Proffitt, 2005), ゴルフカップ (Witt et al., 2008), テニスボール (Witt and Sugovic, 2010) を大きく知覚する傾向があることが確認されている。そして実際のプレッシャー場面においては環境に対する空間知覚が歪曲することにより運動制御が混乱するなど、知覚-運動系の協応関係の阻害がパフォーマンス低下に関与することも指摘されている (e.g., Murayama et al., 2010 ; Murayama and Sekiya, 2015)。Witt (2011) は知覚と運動の協調的關係を 'Action-specific perception' と呼び、Wood et al. (2013) は知覚が運動プランニングを介してパフォーマンスに影響を及ぼすプロセスを '3 stage process' としている。

これまで、QE と注意の関係は多くの研究によって明らかにされてきた。その一方で、QE と知覚-運動系の関係についてはいまだ未解明な点が多い。QET と注意、知覚-運動系の関係を解明することは、プレッシャーへの対処法を検討するうえで重要な研究課題と言える。そこで本研究では、プレッシャー下における注意と知覚-運動系の機能に着目し、QET がパフォーマンス低下を抑制する機序を明らかにすることを目的とした。

## 2. 研究方法

### 2.1. 実験参加者

健常な大学生 27 名を対象とした (男子 21 名, 女子 6 名)。実験に先立ち本研究の目的及び内容について書面で説明しインフォームドコンセントを得た。

### 2.2. 実験課題

立位でのボール投球課題とした。実験参加者は卓球のピンポンボールを右手で持ち、2.7m 前方のスクリーン上にプロジェクターから投影されたターゲットに向かってアンダースローで正確に投げることを求められた。ターゲットは N, A, B, C の 4 種類とし、N (Neutral) は単純な circle, A, B, C はエビングハウス錯視図形の central circle とした (図 1 参照)。N の circle および A, B の central circle の直径は 5.0cm, C の central circle の直径は 6.0cm とし、A を基準とした際、B は直径は同じであるが A より小さく知覚されるため Perceptually 'small' target とし、C は直径は A より大きいと同じ大きさに知覚されるため Perceptually 'same' target とした (Aglioti et al., 1995 を参考に)。なお、ターゲットはボールリリース直後に消失させ、ターゲットに対する着球位置を正確にフィードバックできないようにした。また、ターゲットはスクリーンの左右に交互に投影された。

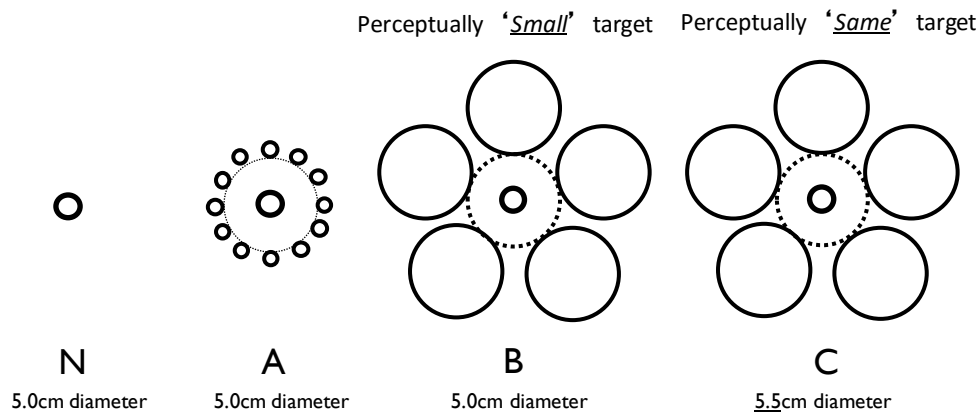


図 1 ターゲットの種類

### 2.3. 実験手続き

実験に際し、27 名を QET 群 (9 名), TT (Technical Training) 群 (9 名), Control 群 (9 名) の 3 群にランダムに区分した。その後、3 群すべての実験参加者が練習ブロックとして 1 ブロック 10 試行×5 ブロックの計 50 試行を行い、その後、テストブロックとして 1 ブロック 10 試行×4 ブロックの計 40 試行を行った。練習ブロックでは全員が N をターゲットとし、テストブロックではブロックごとに 4 種類の異なるターゲットを使用した (4 条件: 以下, 条件 N, A,

B, C とする)。条件は実験参加者間でカウンターバランスをとった。QET 群は練習ブロックにおいてターゲットに対する QE 時間 (QED) を長く確保することを、TT 群は右肘の角度やリリースポイント、力量調節、ならびに筋感覚など、身体動作に注意を向けるよう教示された。Control 群に対しては特定の教示はしなかった。テストブロックでは報酬によるプレッシャーを負荷するため、各ブロック 10 試行において、1~9 試行目まではターゲットにボールが命中するにつれて 1 ポイント (=100 円) が累積すること、そして最後の 10 試行目で命中すればそれまでの累積ポイント分の報酬が付与されるが、10 試行目を外した場合はそれまでの累積ポイントが 0 になり報酬は付与されないことを教示した。

## 2.4. 測定指標

### 2.4.1. ボール着球位置

ターゲットに対するボール着球位置をビデオカメラで撮影し、左右交互に投影されるターゲットのうち、右側に投影されたターゲットの中心座標と、当該ターゲットに対するボール着球位置の座標間の距離を Radial error として算出した。

### 2.4.2. QED

アイトラッキングシステムを用いて視線行動を測定した (Tobii 社製 Pro Glass2, 50Hz)。ボールを構えた位置からテイクバックが開始する時点を動作開始時点とし、動作開始直前におけるターゲットに対する 100ms 以上の視線停留時間を QED とした。

### 2.4.3. 知覚サイズ

ターゲットの中央円の知覚サイズを PC 上の Power Point の描画機能 (円) を用いて回答させ、円の高さ (Height) と横幅 (Width) をデータとした。練習ブロックでは第 1, 5 ブロック、テストブロックではすべてのブロックにおいて、1, 6, 10 試行目の前に回答させた。

### 2.4.4. 右腕スイング角度

肩峰、右肘、手首に反射マーカを装着し、実験参加者の側方 90 度、2.7m の位置から民生ビデオカメラで上肢のスイング運動を撮影した (30fps)。簡易的な 2 次元動作解析から、投球時の右上腕スイング運動の変位空間の大きさをスイング角度として算出した。

### 2.4.5. 状態不安、心拍数

テストブロックにおけるプレッシャーの操作チェックのため、練習の第 5 ブロック直前と、テストブロック開始直前に状態不安 (STAI-Y1) を測定した。またテストブロックでは試行中の心拍数を測定した (Polar 社製 RS400)。

## 2.5. 分析方法

各測定指標において、平均値と標準偏差を算出し、群 (3 群) × 条件 (4 ブロック) の二要因分散分析を行った。なお、本報告書では、ボール着球位置、右腕スイング角度は、スクリーン右側に投影されたターゲットに対する試行のデータのみを対象とする。

## 3. 結果

プレッシャーの指標である心拍数および状態不安について、主効果および交互作用は有意ではなかったが、多重比較の結果、Control 群においては練習ブロックからテストブロックにかけて状態不安の値が有意に増加する傾向が示された ( $p=.091$ ) (表 1)。

QED (QE Duration) については群の主効果が有意であり ( $p<.05$ ), 条件 B を除く全ての条件において QET 群の QED が TT 群, Control 群に比べて有意に高い値を示した ( $p<.05$ ). また, QET 群においては条件 B の値が条件 N に比べて有意に低い値を示した (図 2).

知覚サイズ (Height) については条件の主効果に有意傾向がみられ, 条件 B の値が条件 C の値に比べて低い傾向が示された. また, Control 群において, 条件 B の値が条件 A の値に比べて低い傾向を示し ( $p=.067$ ), 条件 C の値に比べて有意に低い値を示した ( $p<.05$ ). 知覚サイズ (Width) については条件の主効果および交互作用が有意であり, 条件 B の値が条件 A および C に比べて有意に小さい値を示し ( $p<.05$ ), 条件 B において Control 群の値が QET 群, TT 群に比べて有意に小さい値を示した (図 3).

右腕スイング角度については群の主効果が有意であり ( $p<.05$ ), TT 群の値が Control 群の値に比べて有意に大きい値を示した (図 4). また, 条件 N においては TT 群の値が Control 群よりも大きい傾向を示した ( $p=.084$ ). さらに条件 A においては QET 群の値が Control 群よりも大きい傾向 ( $p=.097$ ) を示し, TT 群の値が Control 群よりも有意に大きい値を示した ( $p<.05$ ). 条件 B, C においては, どちらも TT 群の値が Control 群よりも有意に大きい値を示した ( $p<.05$ ).

ボール着球位置の Radial error について主効果および交互作用はみられなかったが, Control 群において条件 A の値が条件 C に比べて有意に低い値を示した (図 5).

表 1. 心拍数と状態不安の平均値と標準偏差

	Conditions														
	N		A		B		C								
心拍数 (bpm)	QET 群	89.67 (8.52)	88.17 (6.24)	87.86 (9.69)	87.43 (8.00)	TT 群	81.80 (8.83)	82.29 (12.23)	81.71 (12.24)	83.50 (9.33)	Control 群	81.71 (11.63)	85.88 (12.24)	84.00 (12.44)	84.43 (13.54)

	Conditions		
	Before Pressure Instruction	After Pressure Instruction	
STAI-Y1 (点)	QET 群	42.66(14.19)	41.62(11.91)
	TT 群	41.12(7.25)	41.66(5.14)
	Control 群	42.65(11.17)	44.00(8.55)

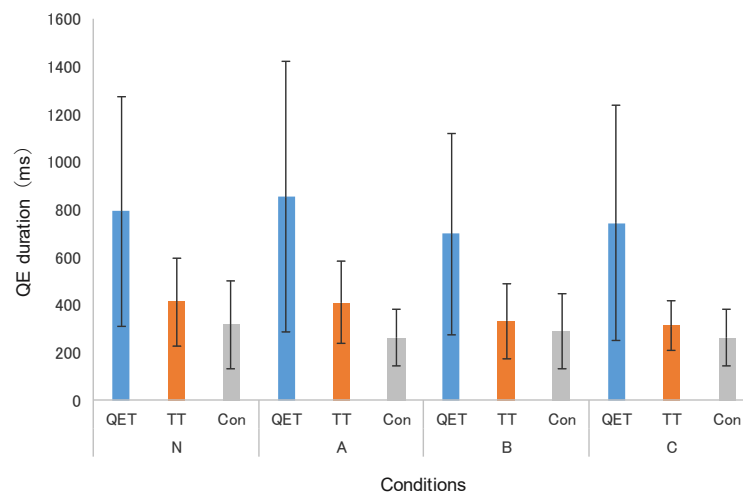


図 2. 各条件における QED の平均値と標準偏差

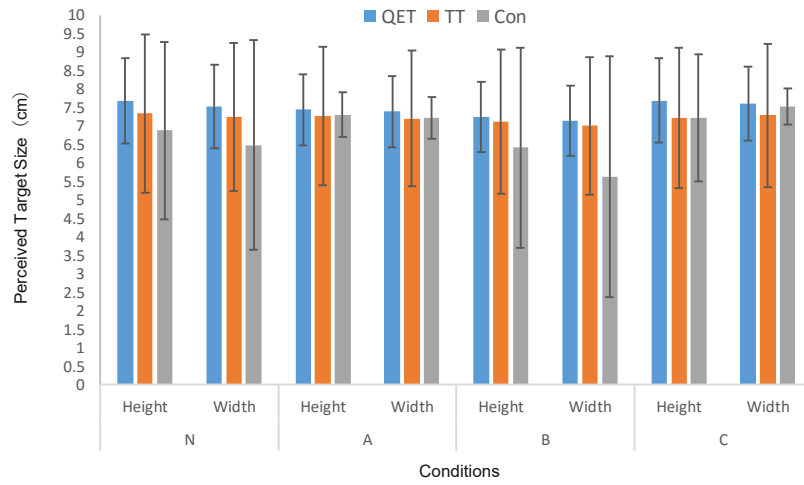


図 3. 各条件における知覚サイズ (Height, Width) の平均値と標準偏差

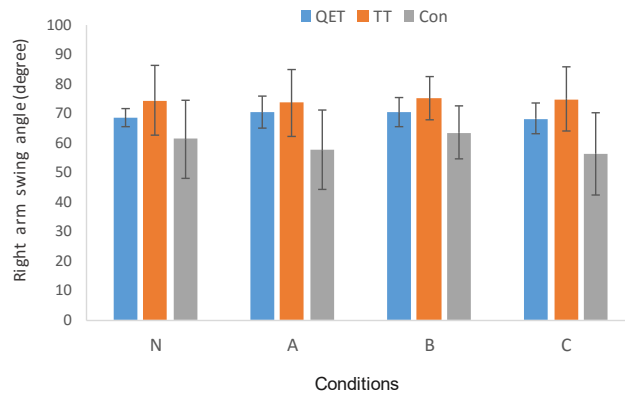


図 4. 各条件における右腕スイング角度の平均値と標準偏差

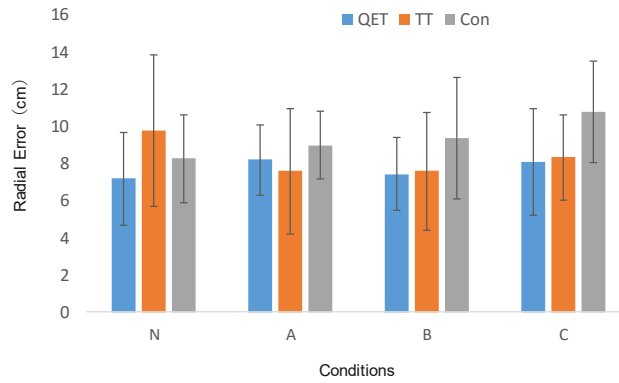


図 5. 各条件におけるボール着球位置の Radial Error の平均値と標準偏差

#### 4. 考察

本研究では、プレッシャー下における注意と知覚—運動系の機能に着目し、QET がパフォーマンス低下を抑制する機序を明らかにすることを目的とした。そして、QET によって QED を長く確保することによりプレッシャー下における空間知覚がいかなる影響を受けるか、また QED や空間知覚が運動パフォーマンスといかに関係するかについて検討した。

まず、Control 群においてはプレッシャー教示前から教示後にかけて状態不安が増加する傾向がみられたが、QET 群、TT 群については顕著な変化は示されなかった。このことから、ターゲットに注意を向けた QET 群と身体動作に注意を向けた TT 群においては状態不安得点の増加が抑制された可能性が推察できる。しかし、3 群における教示前後の標準得点はすべて 5 段階中の段階 2 (中程度) に相当する値であったことから、テストブロックにおいて 3 群が感じたプレッシャーは中程度であると言える。また、心拍数についてはテストブロックにおいて 4 条件間で有意な差は見られなかった。したがって、テストブロックにおいて実験参加者が感じたプレッシャーの強度は異なるターゲット条件間で顕著な差異がなかったことが推察できる。

知覚サイズ (Width) については、条件 B における QET 群の知覚サイズが Control 群よりも有意に大きいことが示された。条件 B は条件 A、C に比べてサイズが小さく知覚される条件であり、特に Control 群では条件 A と比較しても有意に小さく知覚されていた。このことから、錯視によって小さく知覚される条件 B であっても、QED を確保した QET 群ほど知覚歪曲が生じにくかった可能性がある。とりわけ、Control 群の Width の知覚サイズが QET 群と TT 群に比べて有意に小さい値を示したことから、QED を確保することによる知覚歪曲の生じにくさは Height よりも Width に現れる可能性が推察できる。

また、QET 群においては条件 A と C の QED に有意差が見られなかったが、条件 A と C は見かけ上の知覚サイズは等しいものの実際の central circle の物理的大きさは異なる (C が 0.5cm 大きい)。したがって、QED は、物理的大きさの違いの影響を受けず、見かけ上の知覚サイズに関与する可能性が示唆された。QED が知覚サイズに影響される可能性については Wood et al.

(2013) によるエビングハウス錯視図形をターゲットとしたゴルフパッティング実験においても報告されており、ホールが小さく知覚される条件、すなわち本研究における条件 B に相当する条件の方が大きく知覚される条件よりも QED が短いことが確認されている。しかし、Wood et al.

(2013) は本研究における条件 C のような、見かけ上は条件 A と同じであるが central circle の物理的大きさが異なる Perceptually 'Same' 条件は設定していない。そのため、QED が物理的大きさよりも見かけ上の大きさに関係するという本研究の結果は、例えば実際の運動・スポーツ場面においてプレッシャーによって通常と同じサイズの対象物が普段とは異なって見える際、QED が普段よりも減少している可能性を示唆するものである。実際に、本研究における QET 群の条件 B の QED は、他条件と比較して有意な差はないものの 4 条件間で最も短かった。これらのことから、今後は知覚の歪曲度の差がさらに大きい条件を複数設定することにより、知覚サイズと QED の関係を探る必要がある。

また、右腕のスイング角度について QET 群や TT 群に比べて Control 群の角度が小さく、特に TT 群と Control 群の比較では、すべての条件において TT 群の角度が Control 群よりも有意に高い値を示した。このことから、とりわけ Control 群についてはスイング運動そのものが小さかった可能性がある。ボール着球位置に有意差はないため、スイング角度の違いがボールの着球位置に直接的な影響を及ぼしたとは考えにくい。QET 群は注意を身体外部に、TT 群は注意を

身体内部に向けた群であることから、注意の場所を統制しない場合に比べて、注意を身体外部・内部のどちらか一方に向けるほど運動が小さくなりにくい可能性がある。これまで、プレッシャー下において意識的処理や注意散漫のような注意の変化が生じる際には運動の空間的大きさが小さくなる傾向が示されている。そのため、例えば QET 群はターゲットという課題遂行上重要な対象物に注意を向けることにより意識的処理あるいは注意散漫を抑制した結果、運動の縮小も抑制された可能性がある。一方で、身体内部への注意を促進させた TT 群が、注意対象について教示を受けなかった Control 群よりも運動の空間的大きさが大きくなるという結果についてはこれまでの先行研究とは異なる結果と言える。したがって、今後は高速度カメラを用いて詳細な動作解析を行うことにより、プレッシャーが運動制御に及ぼす影響について検討する必要がある。

## 5. まとめ

本研究では、QET によって QED を長く確保することにより、プレッシャー下における空間知覚がいかなる影響を受けるか、また QED や空間知覚が投球運動や運動パフォーマンスといかに関係するかについて検討することを目的とした。その結果、QED はターゲットの知覚サイズと関係し、QED が長いほど知覚サイズ（特に Width）や投球時のスイング運動が小さくなりにくい可能性が示された。

## 6. 参考文献

- Aglioti, S., Desouza, F. X., and Goodale, M. A. (1995) Size-contrast illusions deceive the eye but not the hand. *Curr. Biol.*, 5: 679-685.
- Baumeister, R.F. (1984) Choking under pressure: Self-consciousness and paradoxical effects of incentives on skillful performance. *J. Pers. Soc. Psychol.*, 46: 610-620.
- Beilock, S.L. and Carr, T.H. (2001) On the fragility of skilled performance: What governs choking under pressure? *J. Exp. Psychol. Gen.*, 130: 701-725.
- Eysenck, M.W. and Calvo, M.G. (1992) Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognit. Emot.*, 6: 409-434.
- Eysenck, M.W., Derakshan, N., Santos, R., and Calvo, M.G. (2007) Anxiety and cognitive performance: attentional control theory. *Emot.*, 7 (2) : 336-53.
- Glover, S. and Dixon, P. (2004) A step and a hop on the Muller-Lyer: illusion effects on lower-limb movements. *Exp. Brain. Res.*, 154: 504-512.
- Hardy, L., Mullen, R., and Jones, G. (1996) Knowledge and conscious control of motor actions under stress. *Br. J. Psychol.*, 87: 621-636.
- Masters, R.S.W. (1992) Knowledge, knerves and know-how: The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *Br. J. Psychol.*, 83: 343-358.
- Murayama, T. and Sekiya, H. (2015) Factors related to choking under pressure in sports and the relationships among them. *Int. J. Sport. Health Sci.*, 13: 1-16.
- Murayama, T., Tanaka, Y., and Sekiya, H. (2010) Factor analysis of the mechanisms underlying “choking under pressure” in sports. *Asian. J. Exerc. Sports. Sci.*, 7: 55-60.

- Vickers, J.N. (2007) Perception, cognition, and decision training: The quiet eye in action. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Vine, S.J. and Wilson, M.R. (2011) The influence of quiet eye training and pressure on attention visuo-motor control. *Acta Psychologica*, 136: 340-346.
- Wesp, R., Cichello, P., Gracia, E.B., and Davis, K. (2004) Observing and engaging in purposeful actions with objects influences estimates of their size. *Percept. Psychophys.*, 66:1261-1267.
- Wine, J.D. (1971) Test anxiety and direction of attention. *Psychol. Bull.*, 76: 92-104.
- Witt, J.K. (2011) Action's effect on perception. *Curr. Direc. Psychol. Sci.*, 20: 201-206.
- Witt, J.K., Linkenauger, S.A., Bakdash, J.Z., and Proffitt, D.R. (2008) Putting to a bigger hole: Golf performance relates to perceived size. *Psychon. Bull.*, 15: 581-585.
- Witt, J.K. and Proffitt, D.R. (2005) See the ball, hit the ball: Apparent ball size is correlated with batting average. *Psychol. Sci.*, 16: 937-938.
- Witt, J.K., Proffitt, D.R., and Epstein, W. (2004) Perceiving distance: A role of effort and intent. *Percep.*, 33: 570-590.
- Witt, J.K. and Sugovic, M. (2010) Performance and ease influence perceived speed. *Percep.*, 39:1341-1353.
- Wood, G. and Wilson, M.R. (2011) Quiet-eye training for soccer penalty kicks. *Cognit. Process.*, 12: 257-266.