原著論文

プレッシャーが眼と手の協応運動課題遂行時の注意，空間知覚，運動方略ならびに視線行動に及ぼす影響

村山　孝之[1)]　酒井　智朗[2)]　山崎　貴士[2)]

Effects of pressure on attention, spatial perception, movement strategies, and gaze behavior during eye-hand coordination tasks

Takayuki MURAYAMA[1)]　Tomoaki SAKAI[2)]　Takashi YAMAZAKI[2)]

Abstract

Effects of pressure on spatial perception, movement strategies, and gaze behavior were investigated. An eye-hand coordination experimental task, in which participants were required to push LED point lights that were randomly presented on a visual stimulation presentation panel as accurately and quickly as possible using index fingers of both hands was used. Participants (N=13) conducted 3 acquisition blocks and 2 Test blocks that consisted of Non-pressure tests and Pressure tests, with each block consisting of 60 trials. In the Pressure test, participants were instructed that they would receive a reward when both the task execution time and the number of errors in pressing the LED button improved in the Pressure-, compared to the Non-pressure test. Performance (execution time and the number of errors), Spatial perception (the size of the space where LED is presented), Movement strategy (accuracy-speed), Gaze behavior (the amount of vision shift and stop time), and attention were measured. The results did not indicate significant differences in spatial perception between Non-pressure and Pressure tests. However, state anxiety and heart rate increased significantly, whereas number of errors decreased significantly in Pressure test. In the Pressure test, significantly more participants gave priority to accuracy over speed. The result of multiple regression analysis indicated the participants making less errors prioritized accuracy, and perceived LED presentation space as being smaller. Moreover, there was a positive correlation between inclination for accuracy and attention to movements. Furthermore, the number of gazes directed at the area surrounding the camera view (i.e. the outermost area) increased significantly.

１）金沢大学保健管理センタースポーツ教育部門
２）金沢大学大学院教育学研究科教育実践高度化専攻
連絡先　村山孝之
〒920-1192
石川県金沢市角間町　金沢大学総合教育１号棟

１）Division of Sport Education, Health Service Center, Kanazawa University
２）Course of Curriculum Development, Graduate School of Education, Kanazawa University
Division of Sport Education, Health Service Center, Kanazawa University
Kakuma-machi, Kanazawa, Ishikawa 920－1192
Corresponding author　Takayuki MURAYAMA

The above results suggest that when conducting eye-hand coordination tasks under pressure, strategies of prioritizing accuracy and consciousness of movements increases and the visual search area expands.

Key words: Perception, Strategy, Gaze behavior, Attention, Pressure

キーワード：知覚，運動方略，視線行動，注意，プレッシャー

Ⅰ．序　　論

運動・スポーツ場面における我々の身体運動は，運動系と知覚系の協応によって実現している。従来，運動系の要素は筋力や持久力などの身体資源に関わることからエネルギー的体力とも呼ばれ，知覚系の要素は感覚情報処理から運動制御に関わる要素を意味することからサイバネティクス系体力とも呼ばれる。運動技能の習得とは両者の獲得に他ならず，トップアスリートの優れたパフォーマンスは，高い水準までトレーニングされた運動系，知覚系の要素同士の協応の上に成り立っていると言える。

しかし，高いパフォーマンスの発揮が求められる試合場面では，プレッシャーによってパフォーマンス発揮が阻害されることがあり，その背景に運動系と知覚系の協応関係の阻害が関与することが指摘されている（e.g., 村山ほか，2009；Murayama et al., 2010)。ここでのプレッシャーとは，高いパフォーマンスを発揮することの重要性を高める因子や因子の組み合わせ（観衆，報酬，時間等）を意味し，プレッシャーによりパフォーマンスが低下する現象は「あがり（choking under pressure)」と呼ばれる（Baumeister, 1984)。

これまで，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おり，プレッシャー下では運動遂行時の注意配分の変化（e.g., Masters, 1992）や生理的覚醒水準の変化（e.g., Landers et al., 1985；Noteboom et al., 2001)，ならびに運動学的・運動力学的変数の変化（e.g., Beuter et al., 1989；Gray, 2004；田中・関矢，2006；村山ほか，2007；Tanaka and Sekiya, 2010）が生じることが実験研究や調査研究によって明らかにされてきた。とりわけ，注意配分の変化によってパフォーマンスの崩壊を説明しようとする研究の数は群を抜き，プレッシャーによる動作に対する注意の過剰配分，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ことを説明するものであり，意識的処理仮説（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。

注意は視線行動とも密接に関係し，プレッシャー下におけるバスケットボールのフリースローやドライビング課題遂行時には，プレッシャーがない状況に比べて視線移動量が増加することが明らかにされている（e.g., Williams et al., 2002; Wilson et al., 2009)。特に，視線移動量の増加はACTにおける注意散漫と関連するとの指摘が多い。運動遂行中は環境内に存在する運動遂行上重要な情報に注視し，その情報を運動プログラミングに利用する必要がある。通常，視覚的注意領域が広ければ視線をあまり動かさずとも重要な情報を抽出できるが，プレッシャーによって課題に無関係な刺

激に対する注意が増加する際には，視覚的注意領域が狭窄する（Janelle, 2002)。そのため，プレッシャー下では通常なら視覚的注意領域内で捉えられるはずの情報を捉えられなくなり，狭窄した領域内で情報を正確に捉えようとするために注視頻度や視線移動量が増加すると考えられる。

このような注意や視線行動の研究は，特にプレッシャー下における感覚情報処理から運動制御を対象とするため，知覚系の変化に重点をおいた研究とも言える。しかし，知覚系に含まれる要素は注意と視線行動だけではない。Nieuwenhuys and Oudejans（2012）は，プレッシャー下で生じる知覚系の変化を概念モデルとして提示し，プレッシャー下では不安によって脅威に関する注意，解釈，反応傾向が生じ，そのことが知覚や行為選択，実際の行為に影響することを指摘している。つまり，プレッシャー下における注意の変化のみならず，知覚の変化や行為選択，すなわち運動方略の変化についても着目する必要がある。そして，Murayama and Sekiya（2015）は，実際にプレッシャーや「あがり」に関する質問紙調査と共分散構造分析の結果からパフォーマンス崩壊のメカニズムモデルを構築し，プレッシャー下では，注意の変化に加えて知覚運動制御の崩壊，ならびに安全性を重視するという運動方略の変化が複合的に関連することでパフォーマンスが崩壊することを明らかにしている。

まず，環境に対する知覚情報は運動プログラミングに利用される重要な要素であり（Glover and Dixon, 2004），特に Witt（2005）は Action-specific perception と呼んで知覚が運動に，運動が知覚に与える影響について検討している。そして，例えば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の的（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。また，Pijpers et al.（2006）はウォールクライミング課題を用いた実験から高所で課題を遂行する際には低所での遂行時と比べて自己のリーチング距離を小さく見積もることを示してる。しかしながら，プレッシャー下における知覚と運動の関係について検討した研究は乏しいため，プレッシャーが知覚と運動の関係に及ぼす影響について詳細に検討する必要がある。

また，安全性を重視するという方略の採用は，失敗や動作エラーに対するリスク回避行動とも捉えられる。しかし，多くのスポーツ場面では，リスクを恐れずに素早く正確に運動することが求められる。運動遂行時には速度と正確性がトレードオフするが（Fitts, 1954），プレッシャー下において速度と正確性のトレードオフにどのような変化が生じるか明らかにはされていない。したがって，速度と正確性の両方が求められる課題を用いてプレッシャーが運動方略に及ぼす影響について検討する必要がある。

このように，プレッシャー下におけるパフォーマンス崩壊のメカニズムは徐々に明らかにされつつあるが，より詳細なメカニズムを解明するためにはいくつかの課題が残されており，特に注意や視線行動に加え，知覚，運動方略にも着目し，すべての要素の関係性について明らかにする必要がある。そこで本研究では，環境に対する知覚や，速度と正確性の両方がパフォーマンスに影響する運動課題を用いて，プレッシャーが空間知覚，運動方略，視線行動，ならびに注意に及ぼす影響について実験的に明らかにすることを目的とした。これまでの関連研究を踏まえれば，プレッシャーによって注意が課題とは無関係の刺激に配分され，視線の移動量が増加する可能性がある。さらに，空間に対する知覚が課題遂行上不利な方向にシフトし，速度よりも正確性を優先する方略が採用されることが推測できる。

Ⅱ．方　法

1．実験参加者

K 大学に所属し，視機能に異常のない大学生13名（男子11名，女子 2 名：平均年齢20.38±2.08歳）を対象とした。実験前に，文書にて本実験の内容

と目的について十分に説明したうえで，実験参加への同意を得た。なお，13名全員が，本研究で用いた眼と手の協応課題の未経験者であった。

２．実験課題

視覚刺激呈示装置（(株）興和社製 アキュビジョン Visual Skill Trainer AS-24）のパネル上のランダムな位置に呈示されるLEDポイントライトを，両手示指で正確かつ素早く押す眼と手の協応運動課題を用いた。パネルサイズは90cm×130cmであり，実験参加者は，パネルから60cm離れた位置で立位にて課題遂行を求められた。LEDポイントライトは１試行につき60回連続で点灯し，点灯したライトを押下すると次のライトが点灯する設定とした。なお，押下する際には両手の示指のみを使用することとし，ライトは１回の押下で消灯させること，すなわち消灯のために２回以上押した場合はエラーとすることを教示した。１回の押下で用いる示指は左右のどちらか一方のみとし，使用する示指の選択やその使用順については実験参加者に一任した。

３．実験手続き

本実験は，習得ブロックとテストブロックの２つのブロックで構成した。まず，実験参加者は練習として２試行を行い（１試行60回×２試行，計120回)，その後，習得ブロックとして３試行を行った（１試行60回×３試行，計180回)。習得ブロックののち，テストブロックとして Non-pressure 条件と Pressure 条件の異なる二つの条件下で２試行（各１試行60回ずつ）を行った。通常，条件間のカウンターバランスを取る必要があるが，Pressure 条件において実験参加者は心理的プレッシャーを負荷された中で課題遂行を行うため，Pressure 条件で負荷されるプレッシャーが Non-pressure 条件に影響する可能性を排除するため，13名全員が Non-pressure 条件ののちに Pressure 条件で課題を行った。

Pressure 条件では，試行前に課題の成否によって報酬が付与されることを教示した。Non-pressure 条件における課題遂行時間とエラー数を基準値として，「Pressure 条件における課題遂行時間とエラー数の両方が，Non-pressure 条件の値よりも向上した場合（課題遂行時間が短縮し，かつエラー数も減少させることができた場合）に報酬として￥3,000を付与すること」，また「課題遂行時間とエラー数のどちらか一方でも向上しなかった場合には再実験を行う必要があること」という教示により心理的プレッシャーを負荷した。なお，後者の再実験に関する教示は実際には偽教示であった。課題遂行時間とエラー数は，各試行終了直後に実験参加者にフィードバックされた。そして，Pressure 条件での試行が終了後，プレッシャーを感じた程度や注意の所在を調べるための質問紙に回答してもらい，その後，本実験に関するデブリ―フィングを行った。

Non-pressure 条件と Pressure 条件において，実験参加者は各試行の前に状態不安検査に回答し，心拍計測のための心拍計を左腕に，チェストベルトを胸に装着した。その後，頭部にアイトラッカー（(株）ディテクト社製 View Tracker）を装着し，キャリブレーション終了後，課題を実施した。実験参加者は，各試行後に LED ポイントライトが呈示されたエリアの空間的広さ，および速度と正確性のそれぞれに対する優先度について回答した。

４．測定項目

１）パフォーマンス

課題遂行時間とエラー数をパフォーマンスの指標とした。課題遂行時間（秒）については，視覚呈示装置のスタートボタンが押下されてから最後の60回目のライトが押下されるまでの時間とした。当該時間の計測は刺激呈示装置に備わる計測機能を用いて行い，各試行終了直後に呈示パネルの左上にデジタル表示された。

エラー数（回）については，「点灯した LED ポイントライトに対して，１回の押下でライトを消灯させることができず，２回以上，示指で押下した場合」と規定し，実験者あるいは実験協力者が目視にて計測した。計測したエラー数は各試行終了後に口頭で実験参加者に伝えた。

2）プレッシャーの操作チェックのための指標

（1）状態不安

テストブロックにおける Non-pressure 条件，Pressure 条件の開始前に，新版 State-Trait Anxiety Inventory-Form JYZ（肥田野ほか，2000）の STAI-Y1 を用いて状態不安を測定した。

（2）心拍数

テストブロックにおける Non-pressure 条件，Pressure 条件の開始前に，ハートレイトモニター（Polar 社製 RS400）を用いて，課題開始から終了までの心拍数を計測した。

（3）プレッシャーに対する主観的感覚

テストブロック終了後に Pressure 条件における「プレッシャーを感じた程度」について質問紙で測定した。回答法は「0：全く感じなかった」から「8：とても感じた」までの 9 件法とした。

3）空間知覚

空間知覚の正確性を調べるために，テストブロックの 2 条件において LED ポイントライトがランダムに呈示された空間の広さに対する知覚を測定した。実験参加者は，各条件での試行終了後にラップトップ PC（Panasonic 社製 Let's note AX3）およびパワーポイント（Microsoft 社製 Power Point 2013）を用いて四角図形でライトが呈示された空間を回答した。モニタ上には白紙スライドを映し，スライドを刺激呈示パネルと想定した際に，LED が呈示された空間をマウスで図形描写する方法をとった。描写された図形の縦横のサイズ（cm）を空間知覚の指標とした。なお，図形描写に慣れるため，習得ブロック開始前の練習時と，習得ブロック第 1 試行終了後にも行った。

4）運動方略

課題遂行時に，運動の速度と正確性のどちらをどの程度優先したか，あるいは意識したかを測定するため，テストブロックの 2 条件において，各条件の終了後に VAS（Visual Analog Scale）を用いて実験参加者に回答を求めた。10cmの水平バーの左端を速度，右端を正確性とし，実験参加者はそれぞれの割合を適切に示す位置を斜線で示した。速度と正確性のそれぞれの優先度は斜線で区分された左右の長さ（cm）とした。なお，回答形式に慣れるため，習得ブロック第 1 試行終了後にも行った。

5）注意

テストブロック終了後に，Non-pressure 条件から Pressure 条件にかけての試行中の注意・意識の変化について質問紙によって測定した。動作に対する注意・意識と，動作以外（例えば，報酬や実験者の評価など）に対する注意・意識の程度に区分し，実験参加者は，それぞれの注意・意識について，具体的な対象および内容とその程度を「0：全く意識していなかった」から「8：とても意識していた」までの 9 件法で回答した。

6）視線行動

テストブロックにおける Non-pressure 条件，Pressure 条件において，アイトラッカー（(株)ディテクト社製 View Tracker）を用いて実験参加者の視線行動を 30Hz で測定した。課題遂行中の視線映像を撮影後，課題の開始から終了までを分析範囲としてエリア解析を行った。視野映像内を縦横 8 × 8 の計64エリアに分割し，中心エリア（中心の 4 エリア），周辺エリア 1（中心エリアの外周12エリア），周辺エリア 2（周辺エリア 1 の外周20エリア），周辺エリア 3（周辺エリア 2 の外周28エリア）までの計 4 エリアに分割した。そして，Non-pressure 条件と Pressure 条件における，各エリアの視線停留時間（秒）と，総停留時間に対する各エリアでの視線停留時間割合（%），そして各エリアにおける視線進入回数（回）を算出した。

5．分析方法

Non-pressure 条件と Pressure 条件における課題遂行時間，エラー数，状態不安，心拍数，空間知覚，運動方略，注意，視線行動の平均値に対して対応のある t 検定を行った。また，運動方略においては速度と正確性のそれぞれを優先した人数に対して χ^2 検定を行った。なお，各測定項目間の関係性を検討するために，課題遂行時間およびエラー数の変化量を従属変数とし，それぞれの従属変数に対して空間知覚，方略，注意，視線行動，状態不安，心拍数の各指標の変化量を説明変数とした重回帰分析を行った。分析には SPSS（IBM

社製 SPSS Statistics 19）を使用し，すべての分析において有意水準は５％とした。

Ⅲ．結　　果

１．プレッシャーの負荷強度とパフォーマンス

表１に Non-pressure 条件と Pressure 条件におけるパフォーマンス，状態不安，心拍数，ならびに質問紙における「プレッシャーを感じた程度」得点に関する平均値と標準偏差を示した。Non-pressure 条件から Pressure 条件にかけて課題遂行時間に顕著な変化はみられなかったが，エラー数が有意に減少した（p<.05）。また，状態不安（p<.01）と心拍数（p<.05）が有意に増加し，「プレッシャーを感じた程度」得点についても，基準値「０：全く感じなかった」と比較して有意に高い値を示した（p<.01）。

２．空間知覚

図１に，Non-pressure 条件と Pressure 条件において知覚された LED 呈示空間のサイズの平均値と標準偏差を示した。空間の縦方向，横方向の両者の知覚サイズについて，Non-pressure 条件から Pressure 条件にかけて有意な変化は示されなかった。

３．運動方略

表２に，Non-pressure 条件と Pressure 条件における速度と正確性の優先度の平均値と標準偏差を示した。速度，正確性の優先度ともに Non-pressure 条件から Pressure 条件にかけて有意な変化は示されなかった。しかし，13名中10名が Non-pressur 条件では速度を優先していたが Pressure 条件では速度より正確性の優先度を増大させ，13名中３名が Non-pressure 条件では正確性を優先していたが Pressure 条件では正確性より速度の優先度を増大させた。χ^2 検定の結果，Non-pressure 条件から Pressure 条件にかけて速度よりも正確性の優先度を増加させた人数が，正

表１　Non-pressure 条件と Pressure 条件におけるパフォーマンス，状態不安，心拍数の平均値と標準偏差

		Non-pressure	Pressure	有意確率（p）
パフォーマンス	課題遂行時間（秒）	35.23（ 4.88）	34.92（ 2.14）	.80
	エラー数（回）	6.54（ 2.85）	4.85（ 3.78）	.029*
プレッシャー指標	プレッシャーを感じた程度（点）	-	4.81（ 1.28）	.000**
	状態不安（点）	37.08（ 4.92）	39.62（ 7.22）	.009**
	心拍数（bpm）	86.31（12.48）	97.69（14.95）	.016*

p<.05*，p<.01**

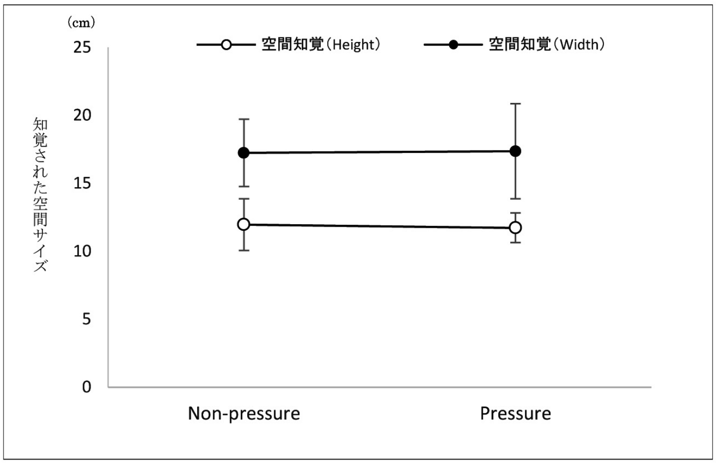

図１　Non-pressure 条件と Pressure 条件における空間知覚サイズの平均値と標準偏差

表 2　Non-pressure 条件と Pressure 条件における運動方略（速度，正確性の優先度）と注意（意識的処理，注意散漫）の平均値と標準偏差

		Non-pressure	Pressure	有意確率（p）
運動方略	速度	4.99（2.07）	4.54（2.52）	.41
	正確性	5.01（2.07）	5.46（2.52）	.41
注意	動作に対する注意（意識的処理）	-	3.42（3.46）	.003**
	動作以外に対する注意（注意散漫）	-	3.17（2.17）	.000**

p <.05*，p <.01**

確性よりも速度の優先度を増加させた人数に比べて多い傾向が示された（p=.052）。

4．注　　意

表 2 に Pressure 条件における動作に対する注意（意識的処理）と動作以外に対する注意（注意散漫）得点の平均値と標準偏差を示した。「0：全く意識しなかった」を基準値とする 1 サンプルの t 検定の結果，動作，動作以外に対する注意の両得点が，有意に高い値を示した（p<.01）。

5．視線行動

図 2 に Non-pressure 条件と Pressure 条件における，4 エリアのそれぞれの視線停留時間（秒），視線停留時間割合（%），および視線進入回数（回）の平均値と標準偏差を示した。視線停留時間については全てのエリアにおいて有意な差は見られなかったが，視線進入回数については，Non-pressure 条件から Pressure 条件にかけて最外側の周辺エリア 3 における視線進入回数が有意に増加した（p<.05）。なお，その他のエリアの視線進入回数に有意な差はみられなかった。

6．エラー数と，空間知覚，方略，注意の関係性

エラー数の変化量を従属変数，空間知覚，方略，注意，視線行動，状態不安，心拍数の各指標の変化量を説明変数とした重回帰分析の結果，エラー数の減少量と，空間知覚（LED 呈示空間の横方向の広さの低下量）（.479），空間知覚（LED 呈示空間の縦方向の広さの低下量）（.644），ならびに正確性を優先する方略への偏向量（.487）の間に正の相関が，動作以外への注意の増加量（-.470）との間に負の相関がみられた。

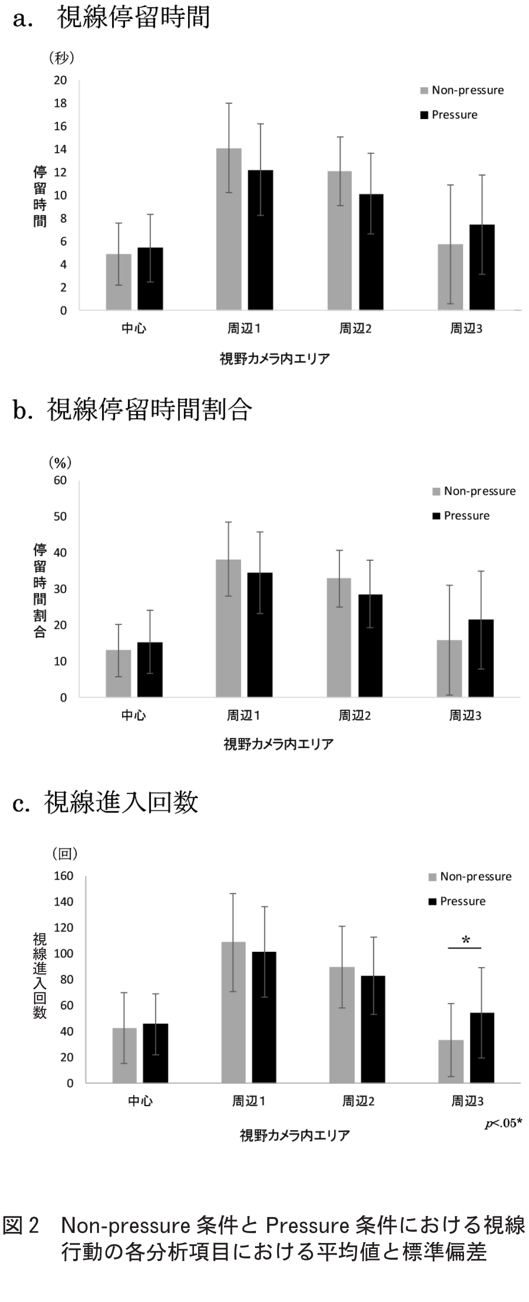

図 2　Non-pressure 条件と Pressure 条件における視線行動の各分析項目における平均値と標準偏差

Ⅳ．考　　察

１．プレッシャーの操作チェック

本研究では，眼と手の協応運動課題を用いてプレッシャーが空間知覚と運動方略，注意，ならびに視線行動に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。その結果，Non-pressure 条件から Pressure 条件にかけて，課題遂行時間に顕著な変化はみられず，エラー数が有意に減少する結果が示された。前述したように，プレッシャー下において運動スキルの遂行が阻害されパフォーマンスが低下する現象は ‘Choking under pressure’（Baumeister，1984）と呼ばれるが，それに反してプレッシャーによって通常よりもパフォーマンスが向上する現象は ‘Clutch’（Otten，2009）と呼ばれる。したがって，本研究では ‘Clutch’ が生じた可能性が考えられる。

‘Clutch’は，プレッシャー下であっても課題遂行に対する自信が比較的高い場合に生じやすいため，本研究でのプレッシャー負荷強度が，課題遂行に対する自信を顕著に低下させるほど高強度でなかった可能性が推察できる。ただし，課題の成否に対する自信度は測定していないものの，Non-pressure 条件から Pressure 条件にかけて状態不安の平均値が約２点，心拍数については約11拍増加した。さらに，Pressure 条件において「プレッシャーを感じた程度」の平均値が4.81点であり，基準値「０：全く意識しなかった」と比較して有意に高い値を示した。評定尺度において「４：ある程度」と設定したことから，Pressure 条件における実験参加者は，パフォーマンスが顕著に崩壊するほどではないものの，低－中程度のストレス状態であったことが推測できる。したがって，今後は ‘Choking’ におけるパフォーマンス崩壊のメカニズムを解明するためにもプレッシャー教示や実験デザインに工夫を加え，より高強度のストレス状況を実験室内で再現する必要がある。

２．空間知覚，運動方略，注意，視線行動の関係性

本研究では，Non-pressure 条件と Pressure 条件で空間知覚に顕著な差が見られなかった。その原因として前述のストレス強度の低さが考えられる。プレッシャー下における知覚の変化は，実践場面で「あがり」を体験した選手や，落下する危険性を感じるような高所不安を伴う高強度のストレス状況下において報告されている（e.g., Pijpers et al.，2006; Murayama and Sekiya，2015）。したがって，空間知覚の変化様相を詳細に分析するためにも，実験室内においていかに高強度のストレス状況を再現するかという課題をクリアする必要がある。しかしながら，本研究の結果，低－中強度のストレス状態であっても，運動方略や注意，視線行動の変化が生じることが明らかとなった。このことから，空間知覚に比べて運動方略，注意，ならびに視線行動はプレッシャーの影響を受けやすい要素である可能性が高い。

まず，方略については Pressure 条件において13名中10名が速度よりも正確性を優先し，正確性よりも速度を優先した参加者（13名中３名）と比較して顕著に多いことが示された。このことから，本研究のような速度と正確性の両方が重要である課題を遂行する際であっても，プレッシャーによって正確性が重視される可能性が高いことが確認された。速度－正確性の両者が重要であるにも関わらず，正確性を優先する方略に偏向するという結果は，これまでの関連研究において示されていない新たな知見であるといえる。しかし，速度－正確性の両者が重要な課題において，なぜ正確性が優先されるのだろうか。その理由として考えられるのは，動作の変動性の抑制である。ピアノ演奏者がプレッシャー下で演奏を行う際には主働筋と拮抗筋が同時収縮（共収縮）しやすくなるが（Yoshie et al.，2009），このような共収縮の増加は，動作速度を低下させ，かつ動作の空間的大きさを縮小することで動作自体の変動性を小さくし，正確性を高めるための適応的方略であると考えられている（吉江ほか，2011）。本研究においては，課題遂行時間がプレッシャーによって短縮する傾向はみられるものの統計的に有意ではなかった。さらに，重回帰分析の結果，エラー数の減少量と正確性を優先する方略への偏向量に正の相関がみられ，動作以外への注意の増加量との間に負の相

関がみられた。また，正確性を優先する方略への偏向量と動作に対する注意の増加量の間に正の相関がみられた。これらのことから，本研究における実験参加者は，プレッシャー下で生じやすい動作の変動性を抑制するために正確性を優先し，同時に動作に対する注意を増加させて，最終的に押下エラー数を減少させた可能性が推測できる。注意に着目したプレッシャー研究が数多く報告される中で，このような運動方略と注意の関係性について報告した研究はこれまでにみられないため，本研究の結果は一連の関連研究に対して新たな知見を加えたと言える。

また，視線行動については，Non-pressure 条件から Pressure 条件にかけて，視野映像内の最外側エリアである周辺エリア 3 において視線移動回数が顕著に増加した。その理由として，視覚的注意領域が狭窄し，周辺視システムを利用した課題遂行から中心視システムを利用した課題遂行にシフトした可能性が推測できる。ランダムな位置に呈示される LED を押下する際に，速度よりも正確性を優先するとすれば，視覚刺激としての LED を解像度高く抽出できるよう，視野中心で，すなわち中心視によって LED を補足することが望ましい。注視位置の変動性が高まると手の到達運動の変動性も高まることが示されていることからも（Admiraal et al., 2003），本研究の参加者の多くが，プレッシャーによって LED を中心視によって捉えようとしたことが推察される。これらの結果は，プレッシャー下における視線移動量の増加を示した先行研究（e.g., Williams et al., 2002）を支持する結果と言える。

しかしながら，関連研究の多くは，視線移動量の増加が動作に対する意識的処理よりも動作以外の対象への注意（注意散漫など）と関連していることを示している。特に ACT では，プレッシャーによって課題遂行上の目標よりも（goal-directed），課題とは無関係な刺激に対して注意が配分される際に（stimulus-driven），視線移動量が増加することを示している。ただし，意識的処理についても視線行動とは無関係ではなく，意識的処理が増加することにより，目標物に対する動作開始直前の視線停留時間が減少する（Vine et al., 2013）。本研究では，視線進入回数および視線停留時間と注意の間に有意な相関は見られなかったが，Pressure 条件において意識的処理に代表される動作に対する注意と，注意散漫に代表される動作以外に対する注意の両方が増加した。さらに，プレッシャーによって正確性を高めるために動作に対する注意量を増加させた参加者が有意に多い結果となった。したがって，視線移動量の増加は，注意散漫だけでなく意識的処理とも関連する可能性があり，この点についても本研究によって得られた新たな知見であると考えられる。

Ⅴ．結　　論

本研究の結果から，プレッシャー下において手と眼の協応運動課題を遂行する際には，プレッシャーによって速度よりも正確性を優先する方略が採用され，動作の変動性を抑制するために動作に対する注意が増加すると同時に，視野内の中心部よりも周辺部において視線移動量が増加することが明らかとなった。

今後の課題

本研究においてはプレッシャーの負荷方法を主としたストレス喚起方法について検討する必要がある。例えば，課題遂行によって蓄積される累積得点が，一回の課題遂行によって消滅するなど，倫理的配慮に注意したうえで実験条件（特に Pressure 条件）をコントロールすることができれば，空間知覚の変化を含めた要素間の関係性を検討できると予想される。

謝　　辞

本研究は，科学研究費補助金 若手研究（B）25750289 の助成を受けたものです。

引用文献

Admiraal, M.A., Keijsers, N.L.W., and Gielen, C.C.A.M.（2003）Interaction between gaze and pointing toward remembered visual targets. J. Neurophysiol., 90: 2136-2148.

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.

Beuter, A., Duda, J.O., and Widule, C.J. (1989) The effect of arousal on joint kinematics and kinetics in children. Res. Q. Exerc. Sport., 60: 109-116.

Eysenck, M.W. and Calvo, M.G. (1992) Anxiety and performance: The processing effciency 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.

Fitts, P.M. (1954) The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. J. Exp. Psychol., 47 (6) : 381-91.

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.

Gray, R. (2004) Attending to the execution of a complex sensorimotor skill: Expertise differences, choking, and slumps. J. Exp. Psychol., Appl., 10: 42-54.

Hardy, L., Mullen, R., and Jones, G. (1996) Knowledge and conscious control of motor actions under stress. Br. J. Psychol., 87: 621-636.

肥田野 直・福原眞知子・岩脇三良・曽我祥子・Spielberger, C.D.（2000）新版 State-Trait Anxiety Invently-Form JYZ．実務教育出版．東京．

Janelle, C.M. (2002) Anxiety, arousal and visual attention: A mechanistic account of performance variability. J. Sports. Sci., 20: 237-251.

Landers, D.M., Wang, M.Q., and Courtet, P. (1985) Peripheral narrowing among experienced and inexperienced rifle shooters under low-and high-stress conditions. Res. Q. Exerc. Sport., 56: 122-130.

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.

村山孝之・田中美吏・関矢寛史（2009）「あがり」の発現機序の質的研究．体育学研究，54: 263-277.

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.

村山孝之・田中美吏・菅井若菜・関矢寛史（2007）時間切迫が運動スキルの遂行に及ぼす影響．体育学研究，52: 443-451.

Nieuwenhuys, A. and Oudejans, R.R.D. (2012) Anxiety and perceptual-motor performance: toward an integrated model of concepts, mechanisms, and processes. Psychol. Res., 76: 747-759.

Noteboom, J.T., Barnholt, K.R., and Enoka, R.M. (2001) Activation of the arousal response and impairment of performance increase with anxiety and stressor intensity. J. Appl. Physiol., 91: 2093-2101.

Otten, M. (2009) Choking vs. Clutch Performance: A Study of Sport Performance Under Pressure. J. Sport. Exerc. Psychol.,31: 583-601.

Pijpers, J.R., Oudejans, R.R.D., Bakker, F.C., and Beek, P.J. (2006) The role of anxiety in perceiving and realizing affordances. Ecol. Psychol., 18: 131-161.

田中美吏・関矢寛史（2006）一過性心理的ストレスがゴルフパッティングに及ぼす影響．スポーツ心理学研究，33 (2) : 1-18.

Tanaka, Y. and Sekiya, H. (2010) The influence of audience and monetary reward on putting kinematics of expert and novice golfers. Res. Q. Exerc. Sport., 81: 416-424.

Vine, S.J., Lee, D., Moore, L.J., Wilson, M.R. (2013) Quiet eye and choking: online control breaks down at the point of performance failure. Med. Sci.

Sports. Exerc., 45: 1988-1994.

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.

Williams, A.M., Vickers, J., and Rodrigues, S. (2002) The effects of anxiety on visual search, movement kinematics, and performance in table tennis: A test of Eysenck and Calvo's processing effciency theory. J. Sport. Exerc. Psychol., 24: 438-455.

Wilson, M., Vine, S., and Wood, G. (2009) The Influence of Anxiety on Visual Attentional Control in Basketball Free Throw Shooting. J. Sport. Exerc. Psychol., 31: 152-168.

Wine, J.D. (1971) Test anxiety and direction of attention. Psychol. Bull., 76: 92-104.

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.

Yoshie, M., Kudo, K., Murakoshi, T., and Ohtsuki, T. (2009) Music performance anxiety in skilled pianists: Effects of social-evaluative performance situation on subjective, autonomic, and electromyographic reactions. Exp. Brain. Res., 199, 117-126.

吉江路子・田中美吏・村山孝之・工藤和俊・関矢寛史 (2011) “あがり” とファインモーターコントロール. バイオメカニクス研究, 15 (4) : 167-173.