

中京大学博士審査学位論文

大学院体育学研究科

ゴルフパッティングにおける  
状態不安と心理的距離

平成 26 年 3 月 19 日

長谷川 弓子

# 目次

第1章 序論	4
1.1 はじめに	4
1.2 不安と運動	6
1.2.1 不安の類型化	7
1.2.2 不安とパフォーマンス	8
1.3 プレッシャー下にみられる心理的・生理的・行動的特徴	11
1.3.1 心理的特徴	12
1.3.2 生理的特徴	12
1.3.3 行動的特徴	13
1.4 情報処理理論からのアプローチ	15
1.4.1 情報処理理論	15
1.4.2 パフォーマンス低下の原因	16
1.5 生態学的理論からのアプローチ	20
1.5.1 伝統的な運動制御理論の限界	21
1.5.2 Bernstein 問題	22
1.5.3 生態学的アプローチ	24
1.6 プレッシャー下でみられるゴルフパッティングの特徴	29
1.6.1 標的が同心円の場合	29
1.6.2 標的が通常のホールの半分の大きさの場合	31
1.6.3 標的が実際のホールと同様である場合	32
1.7 運動の困難度	33
1.7.1 Shannon の情報理論	33
1.7.2 Fitts の法則と物理的困難度	35

1.7.3	行為特有の知覚と心理的困難度	36
1.8	心理的距離	37
1.8.1	心理的距離に影響を及ぼす要因	39
1.8.2	心理的距離が情動や行為に及ぼす影響	40
1.9	問題の所在	43
1.9.1	不安がパフォーマンスに及ぼす影響	43
1.9.2	不安の強度	47
1.9.3	物理的困難度と心理的困難度	48
1.9.4	課題設定における問題点とその解決方法	49
<b>第2章</b>	<b>目的</b>	<b>52</b>
<b>第3章</b>	<b>プレッシャー下のゴルフパッティングにおける状態不安とパッティング距離 の影響</b>	<b>53</b>
3.1	はじめに	53
3.2	目的	54
3.3	方法	54
3.3.1	実験参加者	54
3.3.2	実験課題	55
3.3.3	測定項目及び測定装置, 心理テスト	55
3.3.4	実験手続	58
3.3.5	分析方法	59
3.4	結果	60
3.4.1	事後的群分け	60
3.4.2	心理的指標	61
3.4.3	生理的指標	61
3.4.4	パッティング得点と失敗試行	62
3.4.5	パッティング動作	69
3.5	考察	78

3.6	まとめ	80
<b>第4章</b>	<b>プレッシャー下のゴルフパッティングにおいて知覚された距離</b>	<b>81</b>
4.1	はじめに	81
4.2	目的	81
4.3	方法	82
4.3.1	実験参加者	82
4.3.2	測定項目及び測定装置	82
4.3.3	実験手続	83
4.3.4	従属変数	85
4.3.5	データ分析	85
4.4	結果	86
4.4.1	プレッシャー操作	86
4.4.2	状態不安の分類と妥当性	86
4.4.3	パッティング得点	87
4.4.4	パッティング動作	87
4.5	考察	91
4.5.1	プレッシャー操作の有効性とグループ分けの妥当性	91
4.5.2	状態不安の強度とパッティング得点	92
4.5.3	ゴルフパッティングの特性および距離と状態不安の影響	93
4.6	まとめ	95
<b>第5章</b>	<b>総括</b>	<b>96</b>
5.1	本論文の要約	96
5.2	得られた示唆と今後の課題	97
	<b>文献</b>	<b>110</b>
	<b>付記</b>	<b>111</b>
	<b>謝辞</b>	<b>112</b>

# 第1章 序論

## 1.1 はじめに

ゴルフは目標までの距離が遠ければ遠いほど難しくなるのだろうか？golferは、試合の重要場面というプレッシャーの下では、わずか1 m ほどのパッティングに対して、失敗してしまうのではないかという不安に苛まれ、手が汗ばみ、震えるという経験をする。スポーツに限らず、日常生活においても、誰もが易しいと感じる課題に対して、私たちは失敗してはならないという不安が生じることがある。人は様々な体験を積み重ねていくことによって、あらゆる事象に対する意味や価値を付与していく。ドイツの動物学者であり比較心理学者であるユクスキュル (1864～1944) は、作用像のあり方によって知覚像のあり方が変化することを、環境世界が探索のトーンを帯びると言った (Uexkull, 1995)。これは換言すれば、人は物理的にあるがままのことを知覚する、あるいは認識すると多くの人々が思い込んでいるが、様々な事象に対する人の知覚は、経験やその時の心理状態によって異なること、つまりその事象の物理的特性から乖離するものであることを指摘している。本研究では、従来考えられてきた運動の困難度に関する概念を再検討し、行為者がその行為に抱く先入観 (偏見) や失敗不安が私たちの行為に与える影響を検討する。

ゴルフ史を代表する伝説のgolferであるボビー・ジョーンズは、アマチュアでありながら実力はプロを上回るほどで、1930年、彼が28歳のときに、当時の世界4大タイトルと呼ばれる全米アマチュアゴルフ選手権、全英アマチュアゴルフ選手権、全米オープン、および全英オープンに優勝し、年間グランドスラムを達成した。その自制心に富むプレースタイルから、球聖とも呼ばれたボビー・ジョーンズが残した有名な格言のなかに、「ゴルフという不思議なゲームの中で、最も不思議なゲームはパッティングである」というものがある (撰津, 2009)。パットは、18ホールの標準打数 (パー) の半分を占めるので、他のショットと特に区別して「最も不思議なゲーム」と強調したのであろう。そして、彼の

ようなパッティングの名手でさえ、はっきりと、「私は3 フィート (1 m) のパットよりむしろ6 フィート (1.8 m) を好む」と言った。ボビー・ジョーンズのこの言葉は、ゴルファーが感じているパッティングの難しさをまさに表現している。パッティングには、「Be up! (届かせよ)」や「Never up, never in (届かなければ入らない)」といった格言が昔から存在し、このような格言が存在するという事は、その背景として、プレッシャー下では、パットをショートしてしまう、すなわちボールがホールに届かないミスが非常に多いことを暗示している。ゴルファーにとって、短い距離のパッティングは決して易しくない。

パッティングは運動課題としては標的照準運動に分類されているが(鈴木・土田・廣瀬・鈴木, 2003), こうした運動課題では、同じボールの打ち出し角度誤差が、距離が長くなるにつれて増大するため、結果的に短い距離に比べて長い距離の方が難しくなる(Gelman & Nolan, 2002). それは、Shannon and Weaver (1949) の情報理論に基づいて、運動の困難度指標を定式化した Fitts の研究においても、 $ID = \log_2(2D/W)$  の数式で示されるように (ID: 困難度, D: 距離, W: 標的幅), 距離が長くなると難度は高くなる (Fitts, 1954). しかしながら、実際には、ゴルファーは1.5 m 以上の距離のパッティングに比べ、1.5 m 未満の距離のパッティングに対して不安を感じるという調査報告がある (Smith, Malo, Laskowski, Sabick, Cooney III, Finnie, Crews, Eischen, Hay, Detling, & Kaufman, 2000). これはおそらく、短い距離に対する「ミスしたくない」というゴルファーの意識が、失敗不安を生じさせていると考えられる。不安にも様々あるが、比較的容易であると考えられる課題に直面すると、必ず成功しなければならないという意識を生じさせ、その意識は失敗してはならないという失敗不安に変わる。失敗不安が生じる背景には、おそらく、その行為に対する意味や価値といった心理的要因が関係していると思われる。しかしながら、スポーツ心理学領域には、このような心理的困難度の存在に着目するような研究は行われてきていない。

標的までの距離は、私たちにとって非常に重要な情報である。なぜなら、距離という情報は、私たちが自らの行為を選択する判断基準となっているからである。例えば、手の届く距離、歩いていくことのできる距離、シュートを決めることのできる距離、パットを入れることのできる距離といったように、距離は私たちにどのような運動を選択するかを決定させる。このような行為可能性を Gibson (1966, 1979) は、アフォーダンスと呼んでい

る。私たちは練習や試合を経験し、学習を積み重ねていくことで、自分自身の行為可能性に対する判断基準をより強固なものにしていく。そのように技能を習熟させていく過程は、同時に、その行為に対する意味づけを行う過程となる。しかしながら、そのような経験が、逆に偏見となって私たち自身の行為に制約を課してしまうことが考えられる。本研究では、ゴルフパッティングを通して、私たちの行為がプレッシャーや物理的距離といった要因にどのように影響を受けているか、すなわち心理的距離が運動パフォーマンスに及ぼす影響を検討する。

## 1.2 不安と運動

スポーツにおいて競技者は、自分が意識する、しないに関わらず、自己の内外から様々な種類のプレッシャーを受けている。プレッシャーとは、ある特定の機会において高いパフォーマンスを発揮することの重要性を増加させる要因、またはその要因の組み合わせである (Baumeister, 1984)。そして、プレッシャー下におけるパフォーマンスの低下が「あがり」と位置づけられている (田中・関矢, 2006)。プレッシャーに対する生体のストレス反応として、不安や恐怖、喜びや悲しみといった様々な情動がある。このような情動反応の1つである不安は、自己を脅かす可能性のある苦痛な状況を漠然と予測する時に生じる不快な感情であり、さまざまな生理的変化(動悸、発汗など)を伴う負の心理状態である (Weinberg & Gould, 1995)。特に、スポーツにおいて生じる不安は、競技不安と呼ばれている。競技不安とは、競技を行うときに経験する不安であり、競技場面での失敗や敗北を予測することによって生じる失敗不安、競技に伴うプレッシャーによって喚起される緊張性不安がある。不安は、リラックスした条件下での巧みな動作にみられる円滑な運動制御を妨害し、パフォーマンスを低下させる (Weinberg & Hunt, 1976)。そのため、一般的に、競技不安はパフォーマンスの発揮にマイナスの要因を及ぼす(抑制不安, debilitating anxiety)と考えられているが、促進的に作用する促進不安 (facilitating anxiety) の存在も指摘されている (Alpert & Haber, 1960)。試合など、重要な場面におけるパフォーマンス低下にまつわる問題は、日本では「あがり」と呼ばれ研究されてきたが、欧米では、1966年に Spielberger の不安に関する定義の影響を受け、不安が運動にどのような影響を及ぼすかという観点で研究が進められてきた (Spielberger, 1966)。それ以前は、覚醒水準とパ

パフォーマンスを検討するのみであったが、コンピュータ科学の発展の影響を受け、1970年代後半から、不安を喚起することによって、心的な過程で認知資源がどのように割り当てられるか、もしくは消耗されるかといった、注意の問題として取り扱われるようになり、今もなおそれらのメカニズムを解明しようと試みられている。

本節では、不安と運動に関するこれまでの研究を概説する。

### 1.2.1 不安の類型化

#### 状態－特性不安理論

Spielberger (1966) は、不安の状態－特性理論 (the state-trait theory of anxiety) のなかで、不安を一時的な心の状態 (mood state) と人格特性 (personality state) に分類した。状態不安 (state anxiety) は、「自律神経系の活性化もしくは興奮を伴うか、あるいはそれと関連する恐れや緊張の主観的、意識的に知覚された感情により特徴づけられ、実際の危険の有無に関わらず個人にとって危険なもの、脅かされるものとしての特定の状態を知覚する個人に喚起される情緒的反応」と定義された。他方、特性不安 (trait anxiety) は、「客観的に危険の少ない諸々の状況を脅威であると知覚する傾向、または客観的な危険の大きさに対して不相応な強さの状態不安で反応させるような動機もしくは獲得された行動傾向」と定義された。特性不安が高い人は、特性不安が低い人に比べ、より多くの状況を恐れとして知覚し、より強く状態不安を喚起させる傾向がみられる。

Spielberger が開発した状態－特性不安調査票 (state-trait anxiety inventory; STAI) は、一般的な不安を測定するものであるが、スポーツ心理学領域において、不安を測定するために最も頻繁に使用される指標である。状態不安、特性不安とも各 20 項目の計 40 項目あり、4 段階で評価するようになっている。この Spielberger の研究は、それまで両不安を明確に区別していないことに起因した不安研究の方法論的混乱を改善させた (遠藤, 2005)。なお、日本の文化的要因を考慮して開発した日本語最新版の「状態－特性不安検査」(肥田野・福原・岩脇・曾我・Spielberger, 2000) は、英語版「STAI-Y」に改良を重ね、日本人特有の情緒 (感情) を考慮することで、状態不安の強度の測定と人格特性としての特性不安における個人差の測定をより正確なものにしている。



## 多次元不安理論

Martens, Vealey, and Burton (1990) は、Spielberger の理論を参照しながら、競技不安にも状態不安と特性不安があることを指摘している。そして、競技スポーツにおける特性不安(競技スポーツの状況を恐れとして知覚する傾向)を調査するための質問紙としてスポーツ競技不安検査(sport competition anxiety test; SCAT)を開発した。また、スポーツ特有の状態不安を測定するものとして、競技状態不安検査(competitive state anxiety inventory 2; CSAI-2)を開発した。この競技状態不安検査は、不安の成分を認知不安、身体不安、自信の三次元でとらえるもので(全27項目; 認知不安9項目, 身体不安9項目, 自信9項目), このCSAI-2もSTAIと同様、頻繁に使用される指標である。

さらにMartens et al. (1990) は、多次元不安理論(the multidimensional anxiety theory)を提案した。この理論では、状態不安を認知不安と身体不安の2つの構成要素に分け、認知不安と身体不安は、パフォーマンスに対して異なる影響を持つと仮定されている。認知不安はパフォーマンスと負の相関関係があり、認知不安の増加はパフォーマンスを低下させる。一方、身体不安はパフォーマンスと逆U字の関係にあると仮定されている。しかしながら、この理論を支持する研究はわずかであり(Burton, 1988; Chamberlain & Hale, 2007), 認知不安と身体不安を2つの独立変数とみなし、これらの相互作用を考慮していない点で理論的に限界がある(Krane, 1992)。

### 1.2.2 不安とパフォーマンス

運動を適切に制御し、優れたパフォーマンスを発揮するためには、その運動に適した覚醒水準が求められる。Oxendine (1970) は、意思決定をあまり必要とせず、力強さ、持久力、スピードが求められる大筋群による運動には高い覚醒水準が適すること、反対に、複雑な意思決定を必要とし、繊細な筋制御、協応性、正確性、集中力が求められる運動には、高い覚醒水準が適さないこと、すべてのスポーツにおいては日常よりも少し高い覚醒水準が必要であると述べている。

不安の影響は、脳波、心拍数、血圧、呼吸数、皮膚電気活動、筋電図などの生理的指標や、コルチゾール、エピネフリンやアドレナリンなどの生化学指標を用いて測定され

てきており、生理的指標が示す身体の生理的側面は、スポーツ心理学においては、覚醒 (arousal)、あるいは生理的覚醒 (physical arousal) と呼ばれ、一括りにされてパフォーマンスとの関係を調査する研究が進められてきた。覚醒とは一般には目覚めている状態のことを指すが、神経生理学的には、網様体賦活系を中心とした大脳皮質の興奮のことを意味する。しかし一方で、心臓の活動電位の働きを司る交感神経系の活動は、視床下部が担っている。したがって正確には、覚醒という用語で一括りに表すことは適切ではない。そこで、本研究では、覚醒あるいは生理的覚醒と記した先の研究に関しては、その用語をそのまま踏襲することとするが、それ以外では覚醒という用語を用いず、例えば、心拍数の増加であれば自律神経系の交感神経系の活性化といった表現を使用する。

以下では、不安とパフォーマンスの関係を示す諸理論を概観する。

## 逆 U 字理論

Yarkes and Dodson (1908) は、ネズミを被験体とし、動機づけとして電気刺激を用い、明るさの弁別学習を行わせた。その結果、電気刺激が強くなると正反応が増加したが、ある水準を超えると正反応が減少することを見出した。このような関係は「ヤーキーズ・ドッドソンの法則」と呼ばれている。このヤーキーズ・ドッドソンの法則は、動機づけだけでなく、覚醒水準にも同様に当てはまると考えられ、したがって、覚醒水準は高すぎても低すぎてもパフォーマンスが低下し、適切な覚醒水準の時にパフォーマンスは最も高くなると仮定された。

このような覚醒水準とパフォーマンスの関係は逆 U 字の曲線 (non monotonic, curvilinear relationship) を示すといわれ、覚醒水準が高すぎず、低すぎず、最適な水準にあるときに最高のパフォーマンスが発揮されると考えられている (Arent & Landers, 2003; 山本・中込・井篁・工藤, 1985)。

## カタストロフィー理論

カタストロフィー理論 (the catastrophe theory) は、1972 年フランスの数学者である René F. Thom が、微分位相幾何学の一分野である特異点の理論を深く研究し、その成果を数学以外の科学の分野、特に生物の形態形成に応用できると考え、「構造安定性と形態

形成 (Structural stability and morphogenesis)」のなかで提唱した理論である。この理論を Hardy らが、運動における不安とパフォーマンスの関係を説明するためにスポーツ心理学領域に導入した (Hardy & Parfitt, 1991; Hardy, Parfitt, & Pates, 1994; Hardy, 1996; Hardy, Beattie, & Woodman, 2007)。これらの研究によると、生理的覚醒と運動パフォーマンスは、認知不安がない、もしくは認知不安が低いときには逆U字の関係を示すが、生理的覚醒が高まるなかで認知不安も高まると、運動パフォーマンスはある地点で急激に低下する。つまり、認知不安は生理的覚醒を高める媒介変数として仮定されている。

Hardy and Parfitt (1991) は、生理的覚醒として心拍数を測定しているが、その心拍数を身体不安と呼び、認知不安が高い状況と低い状況におけるバスケットボールのシュートへの影響を検討している。しかしながら、この理論を直接的に支持する科学的な証拠は提出されていない。その原因として、参加者にパフォーマンスを低下させる程度の不安を喚起させるプレッシャー条件を実験的に設定することが困難であることが考えられる (Weinberg & Gould, 1995)。

## リバーサル理論

Apter (1984) は、覚醒の影響はその水準によってのみ決定されているのではなく、個人がその状況をどのように認知しているかに大きく依存するというリバーサル理論 (the reversal theory) を提唱した。このリバーサル理論によると、快傾向 (hedonic tone) は、主観的な覚醒をその個人がどのように解釈するかによって左右される。高い覚醒の場合は、快 (pleasant) と解釈されれば興奮 (excitement) となり、不快 (unpleasant) と解釈されれば不安となる。低い覚醒の場合は、快と解釈されればリラックス (relaxation) となり、不快と解釈されれば退屈 (boredom) となる。例えば、ロッククライミングやパラシュートなどの命の危険を伴うスポーツでは、その危険が高い覚醒を誘発する。しかし、技能が向上しその状況に慣れれば、そのような不安は反転 (reversal) し、興奮に転じる (Apter, 1984)。

Kerr (1985) は、このリバーサル理論をスポーツ事象に当てはめ、覚醒ーストレスの直交モデルを示している。このモデルにおいても、同じ覚醒水準であっても、ストレスを感じる程度によって情動反応が異なることを示唆し、状況の解釈に個人差があることを指摘している。

## IZOF 理論

Hanin (1997) は、覚醒水準や情動の強度がある範囲内に留まっている場合は、良いパフォーマンスが発揮されるが、その範囲を外れるとパフォーマンスが低下することを見出した。このIZOF理論(the individual zones of optimal functioning model)では、運動パフォーマンスに影響する情動の種類は、個人によって異なること、最適な水準に関しても個人差が存在することに注目している。さらに、IZOF理論では、情動の種類も不安に限定するのではなく、情動状態を把握するための手法として、情動プロファイリングテストを用い、個人が自分のパフォーマンス発揮に関連する情動の種類を自分自身で選択し、その情動を主観で評価するように考慮されている。そのため、それまであまり扱われてこなかった情動の個人差に着眼し、個人差を取り扱うことを可能にしている。

吉田・蓑内(2006)は、IZOF理論に基づいた調査を行い、情動の先行要因を制御することで情動を適切な水準に導き、その結果としてパフォーマンスの安定や向上が得られることを示唆している。

### 1.3 プレッシャー下にみられる心理的・生理的・行動的特徴

心配や緊張を特徴とする、まさにその時の感情の状態を示す状態不安は、時にはパフォーマンスを促進させ、高いレベルの不安はパフォーマンスを低下させる(Alpert & Haber, 1960; Otten, 2009)。プレッシャー研究においては、プレッシャーの増加は不安の増加に反映されると共通して仮定され、研究が進められてきた(Arent & Landers, 2003; Hardy, 1996; Hardy et al., 2007; Hardy & Parfitt, 1991; Hardy et al., 1994; Sonstroem & Bernardo, 1982)。プレッシャーは、生理的経路と心理的経路の両経路を通じて熟練者のパフォーマンスに影響を与える(Cooke, Kavussanu, McIntyre, Boadley, & Ring, 2011)。

本節では、プレッシャー下の運動パフォーマンスにおける心理的・生理的・行動的特徴についてまとめる。

### 1.3.1 心理的特徴

市村 (1965) は、プレッシャー下における運動パフォーマンス低下の特徴を調査するために、大学運動部に所属するスポーツ選手 100 名を対象にアンケートを実施した。その結果、プレッシャー下における運動パフォーマンス低下は、1) 自律神経系 (特に交感神経系) の緊張, 2) 心的緊張の低下, 3) 不安感情, 4) 運動技能の混乱, 5) 劣等感情の 5 つの因子で構成されると報告している。

したがって、プレッシャー下の運動における心理的特徴としては、不安感情や劣等感情の増加などの感情の変化や、心的緊張の低下から生じる注意の「狭小化」あるいは「拡散化」という認知機能の変化をあげることができる。そのほか、プレッシャー下では、状態不安が増加すること (Arent & Landers, 2003; Hardy, 1996; Hardy et al., 2007; Hardy & Parfitt, 1991; Hardy et al., 1994; Sonstroem & Bernardo, 1982; Weinberg & Hunt, 1976), 自己効力感が低下すること (Williams, Vickers, & Rodrigues, 2002), ならびに課題を遂行するとき心的努力 (Rating Scale for Mental Effort (Zijstra, 1993) によって測定することのできる) が増加する (Wilson, Smith, & Holmes, 2007; Wilson, Smith, Chattington, Ford, & Marple-Horvat, 2006; Cooke, Kavussanu, McIntyre, & Ring, 2010; Cooke et al., 2011) といった報告がみられる。

試合開始前に質問紙を用いて感情の変化を測定した研究もみられ (Liao & Maters, 2002; 徳永・金崎・多々納・橋本・梅田, 1991), 状態不安が高い選手ほど試合の成績が悪かったことが報告されている。

### 1.3.2 生理的特徴

プレッシャー下の運動における生理的特徴としては、呼吸の乱れ, 激しい動悸, 手のひらや額の発汗, 尿意, 口の渇き, 手足の震えなど自律神経系 (特に交感神経系) の緊張が報告されている (市村, 1965)。プレッシャー下における生理面の変化を測定するために使用される一般的な指標は、心拍数である。大勢の観衆の面前で演奏するピアニストは、通常時に比べ平均して心拍数が 34 bpm 増加し、さらに発汗も増加する (Yoshie, Kudo, Murakoshi, & Ohtsuki, 2009)。また、実際のテニスのシングルスにおける公式試合の選

手の心拍数は、練習試合に比べて約 20 bpm 増加したことも報告されている (山田・森井, 2004).

生化学指標として、副腎皮質ホルモンの一種であるコルチゾールの分泌量が、プレッシャーにより変化することも報告されている。柔道選手を対象に安静時と試合前の内分泌系の変化を調べた研究では、試合前は安静時に比べて分泌量が増加すること、勝利に対するモチベーションが高い人ほど試合前の分泌量が多かったことを報告している (Salvador, Suay, Gonzalez-Bono, & Serrano, 2003).

近年では、心拍数以外の生理的指標も多数用いられるようになり、例えば、非侵襲的な方法として唾液の採取がストレス評価法として注目されている。血液などの採取と違い、採取する際に痛みを伴わず、医師でなくとも採取できるという利便性がある。しかしながら、食事や激しい運動、サーガディアンリズムなどの影響をうけるとされ、その方法論は未だ確立していない (井澤・城月・菅谷・小川・鈴木・野村, 2007)。一方、心拍数の計測は、ストレス評価法として定着しており、比較的容易にプレッシャーの生理的影響を測定できる。

### 1.3.3 行動的特徴

1990 年代より以前の不安と運動パフォーマンスに関する研究は、ほとんどがパフォーマンスの結果 (成績, 記録) を変数として測定するものであった。近年は、両者の関係をさらに詳細に検討するために、視覚的探索行動や運動学的分析を駆使した研究の必要性が指摘されている (和田, 2003)。

プレッシャー下の運動中の視覚的特徴として、空手課題における注視頻度の増加や注視点の移動箇所数の増加 (Williams & Elliot, 1999)、卓球課題での注視点の移動箇所数の増加や視覚探索方略の変化 (Williams et al., 2002)、シミュレートドライビング課題での二次課題刺激への視線移動回数数の増加 (Janelle & Singer, 1999) などがあげられる。また、バイアスロン課題では、高プレッシャー下で心拍数が増加した際、正確性が高かった選手は正確性が低かった選手に比べ、より長く標的を注視していたことが明らかにされている (Vickers & Williams, 2007)。近年の眼球運動と注意に関する研究では、新たな位置 (location) への注視の変化は、その位置に対する注意の移行の指標として信頼できるものであると示唆さ

れている (Deubel & Schneider, 1996; Vickers & Williams, 2007; Zelinsky, Rao, Hayhoe, & Ballard, 1997). すなわち, 新たな位置への注視点の移行は, その位置へ注意が移行したと共通して仮定されている.

プレッシャー下における運動中の力の発揮を測定した研究では, ボール投げ課題において筋放電時間の増加や主働筋と拮抗筋の同時収縮の増加 (Weinberg & Hunt, 1976), 手のひらに対する荷重を肘関節の固定によって支える課題では, 力の増加や姿勢の変化が報告されている. そのほか, ゴルフパッティング課題ではクラブを握る力が増加したこと (Cooke et al., 2011), ピアノの演奏不安に関する研究では, 鍵盤をたたく音の大きさが大きくなったことが報告されている (Yoshie, Kudo, & Ohtsuki, 2008). これらの研究は, 筋活動の増加によって運動制御が低下することを示唆している.

プレッシャー下の運動中の運動学的変化の特徴としては, 野球のバッシング課題において足の踏み出しのタイミングの変動性が増加すること (Gray, 2004), 障害物の跨ぎ課題で関節の屈曲角度が減少すること (Beuter, Duda, & Widule, 1989), けん玉の「とめけん」運動では, 引き上げ相における膝関節伸展と肘関節屈曲の運動変位や運動速度の変動性の減少, ならびに膝関節屈曲と肘関節伸展の最大角速度発現時間差が減少すること (田中・関矢, 2009), ダーツ投げ課題における運動時間の減少 (村山・田中・菅井・関矢, 2007), ピアノの演奏不安に関する研究では鍵盤を打つ速度が増加すること (Yoshie et al., 2008) などが報告されている. また, Pijpers, Oudejans, and Bakker (2005) は, ロッククライマーの行動の変化を異なるクライミング高度 (高低) で比較し, 参加者のパフォーマンスが, 高所による不安によって硬直した柔軟性のない動きを示したことを報告している.

プレッシャー下の行動的特徴に関しては, 一定の見解が得られているとはいえないが, 総じて, プレッシャー下では動作が小さくなる, あるいは運動時間が短くなるとみられる. 運動速度に関しては, 速くなることを指摘している研究もあれば, 遅くなると報告している研究もある. 動作の変動性 (movement variability) に関して, 一定の傾向はみられない. その原因として, 田中・関矢 (2009) は, 運動の出力に対する動作の変動性の増減に対し, 2通りの見方が存在することを指摘している. 一点目は, 運動の変動性を脳で形成する運動プログラムの不安定性, もしくは脳からの神経インパルスによる筋の運動出力に内在するノイズなど, パフォーマンスに対する阻害要因として捉える考え方である. 二点目は,

運動を出力する際の外乱に対する運動の修正機能や、安定したパフォーマンスの発揮に対する運動の補償機能など、パフォーマンスに対する促進要因として運動の変動性を捉える考え方である。そのほか、プレッシャー下では筋活動量や共収縮時間は増加するといえ、運動制御に影響を及ぼすと考えられる。

## 1.4 情報処理理論からのアプローチ

本節では、不安によるパフォーマンス低下を引き起こす原因について、情報処理理論にもとづき、システムの処理過程に着目し、究明しようと試みる研究について取り上げる。

20世紀中葉にアラン・チューリング、クロード・シャノン、ジョン・フォン・ノイマン、ノーバート・ウィーナーといった数学者たちによって、コンピューターの基礎、計算機、情報科学といった分野が形作られた。そこでは、人の思考すなわち意味内容の処理というのが、機械による論理操作・論理演算によって説明できる、あるいは実現できるという発想がみられた(西垣, 2004)。同様に、運動に関しても、情報の入出力とその間の処理を仮定する情報処理モデルに基づく制御理論が考えられた(山本, 2007)。

### 1.4.1 情報処理理論

1960年代には心理学、言語学、計算機科学、哲学、神経生理学などの研究者からなるコンピュータ科学が台頭し、人の認知プロセスは、コンピュータ上のアルゴリズムでモデル化できると考えられるようになった。このような方法論は、情報処理理論と呼ばれている。情報処理理論では、脳を記号処理システム、すなわちアルゴリズムとして書かれた一連の規則を実行するシステムと捉えることで、人がどのように活動しているかを検討するものである。コンピュータであれば、キーボードやマウスによる入力により、中央演算装置(CPU)で処理が行われ、その処理の結果がディスプレイに表示される。

それを人の活動に例えると、感覚器官(受容器)を通して脳に入力された外界の情報が、脳の中核で判断や意思決定といった処理を終えた後、運動器官によって身体運動として実行される。脳内での処理においては、入力情報は脳内表象として表象(representation)へと符号化(encoding)され、さらに再符号化(recoding)と復号化(decoding)が行われ、表



象の記憶と計算がなされると仮定されている (Schmidt & Lee, 2005). 伝統的な運動制御理論では, 知覚された環境に基づいて, 中枢神経系が運動を決定すると考える.

#### 1.4.2 パフォーマンス低下の原因

競技者が「あがる (choking performance)」か「実力発揮する (clutch performance)」かは, その競技者のパーソナリティの違いによって変わってくると同時に, プレッシャーを感じたときに明示的知識 (explicit knowledge) に依存するか, 潜在的知識 (implicit knowledge) に依存するかといった注意の変化にも影響される (Otten, 2009). 運動中の注意に着目した研究は, 不安を喚起することによるパフォーマンス低下の原因をシステムの処理過程に求める.

注意 (attention) という用語は, 研究において主として2つの意味で用いられている. 1つは情報の選択という意味, もう1つは情報処理能力の有限性または容量という意味である (樋口, 2008b). 前者の情報の選択, すなわち選択的注意 (selective attention) は, 利用可能な膨大な入力情報から有益な情報を選び出し, より高次の処理を加えるための過程である. 後者における注意は, 処理資源 (processing resource) とほぼ同義として用いられている (樋口, 2008b). Norman and Bobrow (1975)によれば, 処理資源とは, 認知活動に関わる注意, 努力, 思考などの心的な機能の総体を指す. Kahneman (1973)によると, この処理資源には一定の容量があり, その容量のなかで種々の処理に処理資源を配分しながら運動課題は遂行される. 一般に, 課題の難度が高いほど多くの処理資源が必要であり, 2つ以上の課題を同時に並行して行う場合には, 主となる課題に処理資源を多く配分しようとするため, 主となる課題の難度に応じて副次的な課題に対する処理資源の配分量が異なる, などが想定されている (樋口, 2008b).

#### 注意の狭小化

Easterbrook (1959) は, 情動と行動の組織化に関する研究を概観し, 情動の上昇に伴って注意の狭小化 (attentional narrowing) が生じるといった立場から, 高覚醒下におけるパフォーマンス低下を説明する手がかり利用仮説 (the cue-utilization hypothesis) を提唱した. 覚醒水準が低く注意できる範囲が比較的広い場合は, 課題の遂行に必要な手がかりだ

けでなく、課題と直接関係のない手がかりにも注意が向けられるために、パフォーマンスが向上しない。覚醒水準が上昇し、課題に関連した手がかりに注意の焦点が絞られるようになるにつれて、課題に関連のない手がかりは排除される。その結果、課題の遂行にもっとも必要な手がかりにのみ注意が向き、その手がかりに反応すればよいことになり、パフォーマンスは向上する。しかし、さらに覚醒水準が上昇すると注意の狭小化の影響を受け、パフォーマンスが低下し始めると説明している。

山本他 (1985) は、注意の狭小化現象を背景とした注意理論から逆 U 字仮説を再度検討することを目的とし、知覚-運動課題を用いた二重課題 (dual task) を設定し、実験を行った。主課題は速度見越しを含む的当て課題を用い、周辺課題は主課題遂行中に提示される光刺激の位置弁別課題を用いた。主課題は、的当てと速度見越しの正確性、周辺課題は、ランプの位置弁別の正確性とランプ弁別の反応時間で評価された。その結果、主課題においては逆 U 字の関係がみとめられ、実験において操作された低-高覚醒水準間に課題遂行のための至適水準が存在したことが示された。さらに、周辺課題に対するパフォーマンスの結果から、覚醒水準の上昇に伴い、注意の狭小化が生じることも明らかにされた。しかしながら、覚醒水準の上昇に伴って、一様に主課題への狭小化現象が生じるとする Easterbrook の手がかり利用仮説の立場から得られた結果を考察すると、高ストレス群においては主課題のどちらか 1 つの課題に注意の集中がなされ、パフォーマンスが高くなることが予想されたが、高ストレス群の主課題の成績は、他の群の成績よりも低く、一様な狭小化現象が生じたとはいえないと論じ、注意の狭小化現象だけで逆 U 字仮説を説明しきれないと報告している。

## 処理資源不足理論

Wine (1971) や Eysenck (1979) は、不安が高い者ほど、自律神経系の活動亢進に対する知覚、自己非難、自己評価などの処理に処理資源が配分され、課題を遂行するために必要な処理資源が不足するため、パフォーマンスが低下すると説明した。Higuchi (2000) は、Wine (1971) や Eysenck (1979) の説明から、処理資源不足仮説 (processing resource shortage hypothesis) と呼んだ。Wine の説明は、後に注意散漫説 (distraction theory) とも呼ばれている (Beilock & Carr, 2001; Mullen & Hardy, 2000)。

Eysenck and Calvo (1992) は、Eysenck (1979) の理論を拡張させ、課題の処理効率性 (processing efficiency) とパフォーマンス有効性 (performance effectiveness) の関係性を示す処理効率性理論を提唱した。この処理効率性理論は、Baddeley (1986) の記憶に関する研究に基づくものである。処理効率性とは、課題遂行に配分される処理資源の割合を指し、同じ課題を行うときでも、その課題に対して処理資源が多く配分される状況であれば、その課題の処理効率は高まる。パフォーマンス有効性とは、配分された処理資源に対する効果を表し、例えば、有効性が高いということはパフォーマンスが高いことを意味する。人は、プレッシャーによって喚起された状態不安を減少させるために、モチベーションを増加させ、努力したり、方略を立てるなど、補助的な処理資源を消耗する。心配は不安の構成要素であり、心配によってワーキングメモリ (working memory) の有限な処理資源を消耗することから、課題処理のための処理資源が相対的に減少し、パフォーマンスが低下すると説明する。ワーキングメモリとは、情報を一時的に保ちながら操作するための構造や過程を指す構成概念であり、作動記憶、作業記憶とも呼ばれる (Smith, 2012)。Baddeley によると、このシステムの主要な機能は、問題解決を行う際の途中の計算結果を一時的に貯蔵することや、その一時的な結果を利用しながら、さらに計算を行うことにある (Baddeley, 1986, 2000)。一般には、前頭皮質、頭頂皮質、前帯状皮質、および大脳基底核の一部がワーキングメモリに関与すると考えられている (Smith, 2012)。

Eysenck and Calvo (1992) の説明によると、不安を喚起して処理資源がいくらか配分されても、課題を遂行するにあたっての必要な処理資源がワーキングメモリシステム内に残っていれば、課題遂行にさらなる注意を配分できるため、パフォーマンスは維持もしくは向上する。しかし、課題を遂行するにあたっての必要な処理資源がシステム内で不足すれば、パフォーマンスは低下する。この処理効率性理論は、後に注意制御理論として拡張されている (Eysenck, Santos, Derakshan, & Calvo, 2007)。

### 過剰な意識的制御理論

Baumeister (1984) は、運動課題を行うときに、身体運動に対する注意が増加するとパフォーマンスが低下することを明らかにした。そして、プレッシャーによって不安が増加すると、身体運動に対する注意が増加し、運動技能の脱自動化 (deautomatization) が生

じ、パフォーマンスが低下することを指摘した。脱自動化とは、学習を経て自動化した技能に対して、注意を向けながら運動を遂行することによって、その技能を意識的に制御していた学習段階初期の技能に逆戻りすることをいう (Deikman, 1966)。この Baumeister (1984) の指摘は、自己焦点化モデル (self-focus model) と呼ばれている。

Masters (1992) も、熟練者の運動技能の失敗の原因の一つは、身体運動に向けられた注意にあると考えた。注意が自己の運動に向けられている状態では、技能についての明示的知識 (explicit knowledge) を、意図的に使用することによって運動を遂行しようと試みる。その結果、自動化した技能が混乱し技能の失敗につながる。したがって、自動化した処理の混乱を防ぐには、技能についての明示的知識を少なくするか無にすれば良いと考えた。Masters は、実験参加者にゴルフパッティング技能の習得を要請した。参加者は、運動の知識を得て技能を練習する明示的知識条件、もしくは、運動の知識を与えられずに練習を行う潜在的知識条件のどちらか一方でゴルフパッティング技能を習得した。その後、ストレス条件下で参加者をテストした。その結果、明示的知識を少ししか有していない参加者、つまり潜在的知識条件で練習した参加者は、明示的知識をたくさん有している参加者、つまり明示的知識条件で練習した参加者に比べ、プレッシャー下でパフォーマンスが低下しづらいという仮説を支持する証拠を得た。

さらに、Beilock and Carr (2001) の明示的モニタリング理論 (explicit monitoring theory) は、プレッシャーが負荷されると、人は運動を正確に行いたいという意識と不安を高めることを明らかにしている。自己の運動へのこのような焦点づけは、個人の注意を内面に、つまり運動遂行の特定の過程へと向けさせる。そして、プレッシャーがない状況に比べて、多くの明示的モニタリングと制御を促すようになり、そのような技能の遂行過程や手続きへの明示的な注意が、よく習得され、手続き化された運動遂行過程を混乱させ、結果的にパフォーマンス低下に至ると説明している。

明示的モニタリング理論を支持した研究例として、Gray (2004) の研究がある。彼らは、大学の野球選手を対象にして、バッティングに対するプレッシャーの影響を研究した。音程を判断しながら、バットの動く方向を判断するという二重課題条件が用いられた。参加者はプレッシャーがない状況下で二重課題を行った後に、2つの群に分けられた。プレッシャー群のバッターは、もう一人のチームメイトと組み合わせられ、二人のヒットの合計

が多ければ賞金がもらえると教示された。一方、統制群のバッターは、全力を出すようにとの教示を受けたのみであった。その結果、プレッシャー群のバッターは、明らかな「あがり」を示した。ジャストミートからのタイミングのずれが、プレッシャー条件で有意に高くなった。プレッシャー群の成績は、賞金をもらえる目標値に達せず、基準値となるプレッシャーがない条件時の成績に達しなかった。一方、統制群のバッターにタイミングのずれはみられなかった。プレッシャー群は、技能に注意を向けた第二課題であるバットの動きに対する方向判断のエラー比率が、プリテストからポストテストにかけて減少した。したがって、プレッシャー群のバッターは、プレッシャーの影響によって、注意を内面に向けてスイングを明示的にモニターするように働きかけ、その結果として技能に焦点づけられた課題においてバットの動きに対する方向判断が向上したが、それによってパフォーマンスは低下したと示唆された。

このほかにも同様な研究報告がみられ、それらは意識的処理仮説 (conscious processing hypothesis)(Hardy, Mullen, & Jones, 1996; Mullen & Hardy, 2000; Mullen, Hardy, & Tattersall, 2005) と呼ばれ一括りにでき、これらの理論は、運動を遂行する過程への過剰な意識的制御としてまとめることができる (樋口, 2000)。

## 1.5 生態学的理論からのアプローチ

前節では、不安の増加による運動パフォーマンス低下の原因を、情報処理理論に基づいて説明しようとする研究を概観した。情報処理理論では、生物と環境のあいだ、さらに生物自身の身体システム内部に想定される中枢と末梢のあいだに、制御する側と制御される側の主従関係を仮定している。すなわち、生物は空間を認知し、空間のなかに存在する情報を刺激として利用して行動する (反応する) と考えられてきた (山本, 2007)。しかしながら、人の身体運動は、機械に比べてはるかに複雑な解剖学的構造をもちあわせているため、情報処理理論では説明することができないとする批判もある。情報処理理論に対し、生態学的な立場から、環境と行為との結合を重視する生態学的理論に基づく身体運動の制御に関する研究も発展してきている。

生態学的理論では、ヒトの能力と環境の性質との相互作用によって運動が決まるという立場をとる。つまり、利用可能な情報が空間に存在するのではなく、環境と相対的な生物

の動きによって生じる光流 (optical flow) の変化のなかから情報は抽出されると考えられている。Gibson (1966, 1979) によると、情報はヒトを取り巻く環境そのものに実在している。すなわち、ヒトや動物は、行為をアフォードする情報を環境の中で知覚し、それによって自らの行動を調整する。この概念は、知覚を「感覚入力に対する推論や知識との照合などの何らかの心的操作の結果」と受動的にとらえる伝統的な運動制御理論と対立し、知覚をより能動的なものとして捉えている。

### 1.5.1 伝統的な運動制御理論の限界

従来の情報処理理論からのアプローチでは、目にみえない認知過程の問題を科学的手法で明らかにするために、それ以外の要因を一切排除する厳密な手法を用いることが必要不可欠であった。このようなアプローチは、具体的な実験手法に反映される。例えば、脳内の情報処理速度を調べるために、光がついたら素早くボタンを押す、といった選択反応課題が用いられるが、多くの場合、指の運動によって測定される。全身で反応する課題を用いた場合、脳内の情報処理時間だけでなく、全身を動かすための筋力など、運動性の要因が多く含まれてしまうためである。したがって、比較的高次の認知過程を扱った認知科学のモデルでは、運動の要因は、認知過程とは切り離された存在として扱われてきた (樋口, 2008a)。情報処理理論の考えに拠った運動制御理論は、脳が身体運動を実現するための中枢制御機構であると仮定しているため、判断や意思決定に関わるすべての事項がシステム内部で完結したのちに運動が実行されると考える。すなわち、運動はすべての情報処理が完了するまで出力されないということになる。入力された情報から環境の状態を判断し、適切な行動を選択するために、入力された情報とシステム内部の情報とを比較することが必要となり、そのため、システム内部に膨大な記憶領域が必要となる。さらに、これらの情報の組み合わせは、膨大な数にのぼり、それらすべてを処理する時間も膨大となることから、人が瞬時に行う判断や行動を説明することは不可能といえる。

Turvey, Fitch, and Tuller (1982) は、このような運動制御理論の考え方をピアノ演奏になぞらえ、批判している。Turvey et al. (1982) によると、伝統的な運動制御理論では、脳が個々の運動ニューロンに送る指令は、すべて記憶などから引き出して制御するという宛先特定のなものである。運動は運動プログラムを検索して呼び出し、運動の「中枢」と

いわれる大脳皮質の運動野で計算され、実行される。それは、記憶の中にある「音楽の楽譜」を検索して呼び出し、運動の中枢といわれる大脳皮質の運動野で「鍵盤」が叩かれ、音が奏でられるようなものであるとし (Turvey et al., 1982), 伝統的な運動制御理論の限界を指摘した。

## 1.5.2 Bernstein 問題

ロシア人の運動生理学者 Bernstein (1967) は、先に述べたような中枢支配型の運動制御理論に疑問を投げかけた。彼は、Marey が発明した写真撮影法を改良した回転式シャッターを用いて動きそのものを記録し、運動の周波数成分を分析できる装置を (波型循環撮影法: kimocyclography) を開発した。人の歩行やハンマーを打つ動作、ピアノを弾く動作などを記録し、動作の波形がフーリエ解析された。その結果、人の運動は、いくつかのフーリエ三角関数の和で表すことが可能であり、それが4つの正弦関数ならば8つの点さえあれば実現可能な運動であることを示した。

このことは、身体運動が鍵盤機構によってその瞬間的な位置を特定される形で制御されているのではなく、時間的な要因を内在する他の要因によって支配されている可能性を示唆し (佐々木・三嶋, 1994), 以下の2つの問題を提示した。

### 自由度問題

1つは「自由度問題」である。あるシステムを制御するための変数の数は「自由度 (degrees of freedom)」と呼ばれる。宛先特定制御であれば、宛先の数である。例えば、机の上にあるペンを取るという単純な運動を考えてみると、ペンに到達するまでの軌道は無数に考えられる。仮に、その中から1つの軌道に決まったとして、次に、肩関節、肘、尺骨、手首には、それぞれ、3, 1, 1, 2の可動軸があり、関節だけで7つの値を決定しなければならない。そのうえ、その関節に付着する筋の数、さらに、ペンを把持するためには、指の関節や筋の制御なども必要であり、自由度は膨大な数にのぼる。複雑な運動を実行するために、各身体部位の多くの自由度の制御を宛先特定で行っているとするならば「鍵盤」の数も膨大に必要となる。これが自由度問題である。

そこでなんらかの解法が必要だということで、Bernstein (1967) が提唱したのが「シナジー (synergy)」である。シナジーとは、ある行為を達成するときに身体各部が連携して、運動の自由度を減らすように、お互いに結合あるいは相関的に働く構造である。例えば、射撃の初心者は、銃を扱う際の身体の使い方に習熟していないので、立った姿勢で標的を狙う際に、身体を固めて動かないようにする方法をとる。それに対し、射撃の名手が的を狙う際には、手首と肩関節の動きを協調させて、身体の揺れが銃身に伝わらないようにしている (Tuller, Turvey, & Fitch, 1982)。このように、身体各部が協調して働く様子は「協応構造 (coordinative structure)」とも呼ばれている (Turvey, 1990)。つまり、筋はそれぞれ独立に制御されているのではなく、自律的なシステムを形成するように他の筋と機能的に結びついている (Tuller et al., 1982)。

### 文脈多義性

もう1つは「文脈多義性」である。運動は1つ1つの動きが独立したものではなく、一連の流れのなかで行われている。したがって、今行っている運動は、事前の運動の影響を受けており、これは運動の「文脈」とよばれる。Bernstein (1967, pp-105-106) が、結合における機能的非一義性 (functional non-univocality of connections) として提起した問題は文脈多義性と呼ばれている (Turvey et al., 1982)。

文脈多義性には、特定の筋肉を収縮させたときに身体各部の位置などによって運動結果が異なるという解剖学的多義性、多関節が結びついた運動では、身体の動く速度や加速度などの文脈が異なると、同じように力を発生させても運動結果が異なるという力学的多義性、さらには、脳からの指令がそのまま筋肉に伝達されることはないという生理的多義性の3つがあげられている (Bernstein, 1967)。これは、制御すべき自由度が組織化され、制御すべき変数が少数であっても、人は多義性をもつシステムなので、ある制御命令 (運動指令) から一定の運動 (結果) を得るとは限らないということである (山本, 2007)。



### 1.5.3 生態学的アプローチ

#### ギブソンの生態学的知覚論とアフォーダンス

環境からの「刺激」を入力し、中枢において意味のある情報に加工されるという情報処理理論とは対照的に、Gibson (1966, 1979) が創始した生態学的知覚論では、情報は環境と行為を循環するものと考えられる。そして、Gibson は動物と環境との相互関係によって知覚されるものを「アフォーダンス (affordance)」と呼んだ。アフォーダンスとは、動詞の afford を名詞化した Gibson の造語であり、環境から提示される行為可能性の情報である。すなわち、アフォーダンスとは、ヒトを含めた動物の特性を考慮したとき、環境が行為を実現させる条件を兼ね備えるかについて、環境を主役として表現する言葉である (樋口, 2008a)。

ヒトや動物は、環境の中で生きる動物に与えられる情報、つまり行為をアフォードする情報を環境の中で知覚し、それによって自らの行動を調整している。つまり、情報が行為を制御し、行為が情報を制御していると考えられている。アフォーダンスは、それ自体、行為についての予期を含んでおり、行為と直結している。したがって、行為の中での知覚は、より多くの有効な情報を環境から抽出する役割を果たし、環境と同調的であり、知覚系と呼ばれている (三嶋, 1994)。

#### 視覚性運動制御

ヒトや動物が生活する環境のなかにあるアフォーダンスは、光の刻々と変化する分布パターンの中の「不変項 (invariant)」を抽出することによって特定される。不変項とは、変化の中に立ち現れる不変な性質のことである。Gibson の生態学的知覚論のなかでも最大の特徴をもつ概念として、光流 (optical flow) があげられる。環境内で起こっている出来事は、その周囲に光や音や熱や化学物質などの多種多様なパターンの変動を引き起こし、これらのパターンや流動が、自らの行為を制御するための情報になっている (三嶋, 2000)。行為者が動けば、その動きは環境の構造的流動として視覚に反映される。例えば、車の運転において、前に向かって進めば景色が後ろに流れていく。その移動速度が速くなれば、景色の移り変わりも速くなり、右に向かってハンドルをきれば、景色は左に流れ、左にハ

ンドルをきれば、景色は右に流れる。このように行為とその行為によって生じる景色の流動との関係は対応しており、外界の変化が行為を制御するうえで重要な情報となっている。このような行為者を取り囲む光の配列(包囲光配列: ambient optic array)が、Gibsonが視覚性運動感覚(visual kinesthesia)と呼ぶもので、運動感覚の一部は光流の変化によって知覚されていると考えた。

この視覚性運動感覚によって制御される視覚性運動制御は、スウィングルームの実験などにより明らかにされている(Lee & Aronson, 1974; Lee & Rishman, 1975)。この実験では、観察者が直立姿勢で立っているときに、前方と左右の壁が観察者に近づくように移動すると、観察者は後方へ倒れ、反対に、壁が遠ざかるように移動すると、観察者は前方へ倒れるというものである。このように姿勢が崩れるということは、行為者が環境に安定的に定位し続けようとすることの表れであり、これらの実験結果は、環境の変化に対して一方的に従属する身体ではなく、環境との関係を保ち続けようとする自律的な身体であることを示している(佐々木・三嶋, 1994)。

このような光流によって動物の運動が制御されていることについて、その情報を特定しようと試みたのがLeeである。Leeは、行為の制御に利用される情報が、光流から直接得られることを数学的に示した(Lee, 1976, 1980, 1998; Lee, Craig, & Grealy, 1999; Lee, Georgopoulos, Clark, Craig, & Port, 2001)。予見的知覚情報タウ(predictive visual information,  $\tau$ )は、光学的なキメのパターンの要素の拡大率(縮小率)である。環境の対象あるいは観察者が移動することによって、観察者の網膜上の写像は、対象の移動速度と移動距離に比例する。したがって、観察者は対象の実際の移動速度や距離を計算することなく、網膜上に写像された距離と移動情報のみから接触までの残り時間(time to contact)が特定できるというものである(山本, 2005)。このタウは、特に素早いタイミングの制御に適した情報であり、カツオドリが水面に飛び込む際の翼をたたむタイミング(Lee & Raddish, 1981)、走り幅跳びの助走における踏切前の歩幅の調整(Lee, Rishman, & Thomson, 1982)など、運動の変化を生み出す予見的な情報として用いられることが示されている。また、ゴルフパッティングのような離散運動の制御もタウを用いた視覚的な調整が用いられると報告されている(Craig, Delay, Grealy, & Lee, 2000)。

## 知覚－行為結合

「我々は動くために知覚するが、知覚するためにはまた動かなければならない」という Gibson の有名な言葉が示すように、Gibson の一連の研究は、知覚と行為が真に不可分な関係にあることを示してきた。生態学的知覚論や視覚性運動制御にもとづき、行為者の動きは、環境との連続的な相互作用によって生じるという知覚－行為結合 (perception-action coupling) による連続制御モデルが提案された (Bootsma & van Wieringen, 1990).

Bootsma and van Wieringen (1990) は、卓球のトップ選手 7 名のフォアハンドドライブの分析から、動作開始時における試行間の変動が、ボールをインパクトする時には一定になることを明らかにし、視覚情報は運動開始前だけでなく、運動開始後も利用されていることを示した。動作開始時には試行間のばらつきが大きく、インパクト時の試行間のばらつきが小さいという卓球選手にみられた運動は、漏斗型制御 (funnel-like type of control) と呼ばれている。一方, Peper, Bootsma, Mestre, and Bakker (1994) は、吊り下げられたボールを様々な角度から落として、同じような点を通るようにし、その際の捕球角度を検討した。その結果、同じ点をボールが通る場合でも、角度が異なれば、手の動きが異なることを見い出し、あらかじめ通過点を予測しているのではなく、ボールと手の動きの情報を利用して運動を制御していることを示した。

これらの研究によって環境からの情報は、連続的に利用されていることが明らかにされている。仮に、運動開始前の視覚情報により、運動プログラムが作成され、それが実行されるという計算論的立場をとるならば、このような卓球選手にみられた運動の調整は説明できない。漏斗型制御は、連続的な視覚性運動制御を示す生態学的立場をとるもので、連続制御モデルと呼ばれている。このような連続制御モデルを説明する研究として、野球のボールの球速とバッターの重心移動時間を研究し、運動の調整が連続的に行われていることを明らかにした研究も見られる (Matsuo & Kasai, 1994).

## 生態学的尺度

見えの変化は、自己の姿勢や移動の方向、速度や加速度の情報になる。すなわち、環境を知覚することは、自己を知覚することである (佐々木, 1994)。観察者を包囲する光の構造には、観察者自身の情報をも含まれていることが、1980 年代の後半から Gibson の弟

子たちによって明らかにされている。生態学的尺度 (ecometrics) とは、ヒトや動物が自らの身体を物差しとして、環境のなかの行為可能性を測定することである。例えば、日常生活において、コップをつかみ損ねるといった失敗を犯すことは滅多になく、自然に行為を成功させている。これは、対象物までの距離に加え、自己の腕の長さを参照したうえで、そのまま手を伸ばすのか、移動してから手を伸ばすのかといった行為可能性を判断しているからである (Reed, 1982)。つまり、環境に対する知覚は、行為者の身体的特性のような情報をも反映しており、環境を知覚することと自己を知覚することの相補性が示されている。

Warren (1984) は、スライドで壁に様々なバーの高さを投影して、手や肘をつかずに登れる高さを視覚的に判断させた。その結果、どのような身長の子らにおいても、ぎりぎり登れると知覚したバーの高さは、行為者の股下の 0.88 倍の高さのところだった。また、いろいろな幅の隙間をすり抜ける人の肩の回転を分析したところ、隙間を通り抜ける人の肩の回旋は、隙間の幅が肩幅の 1.3 倍を下回ると生じることが示された (Warren & Whang, 1987)。一方、Mark, Balliet, Craver, Stephan, and Fox (1990) は、足にブロックを履かせた被験者に「座ることのできる高さ」を判断させる実験で、移動する、見回すといった探索的な情報収集活動が、アフォーダンスの抽出に重要な役割を果たしたことを示している。他方、三嶋 (1994) は、横に渡されたバーを「またぐ」か「くぐる」かという、避ける、あるいは通り抜けるという二つの行為が重なり合う場面において、それらの行為が光学的情報の中で行為者にどのように特定されるかを検討した。その結果、障害の高さが脚の長さに対して 1.07 倍となるとき視知覚的転換をむかえ、且つ、それが身長の高低に関係なく不変であることを報告している。

これらの生態学的尺度に関する研究では、知覚が単なる物理量の検出ではなく、知覚が質的なものであり、行為の意味や価値を含むものであることが示されている。これは知覚が行為志向的なものであることを示唆し、知覚がそもそも能動的であることを示している (三嶋, 1994)。

## 力学系理論

生態学的理論では、身体内部の自律的なふるまいや、環境がもつ特性と身体がもつ特性との相互作用で、身体運動が一意に決定されるため、脳を中心とした中枢制御機構を想定する必要がないという立場をとる(山本, 2007). これは、必ずしも脳がいっさい関係しないという主張ではなく、この主張の本質は、脳は身体や環境と同列に扱われるべきシステムの一要素であり、脳が身体運動実現のための司令塔として扱われていることを否定することにある(樋口, 2008a). 生態学的理論の立場から、自己組織化の原理を身体運動にあてはめると、中枢制御の存在を仮定しなくとも、運動の制御は可能である. 自己組織化とは、運動プログラムのように事前の計画がないにもかかわらず、ある条件下で多数の要素が協調的に秩序をもったパターンとしてふるまう現象であり、雪崩、ホテルの同期発光、鳥や魚の群れなどにみられる. Kugler, Kelso, and Turvey (1980) らは、熱力学における散逸構造(dissipative structure)とリミットサイクル発振(limit-cycle oscillation)の原理を運動に適応して、運動の協応構造を自律系(autonomous system)とみなし、運動の制御と協応構造に関する自己組織化モデルを提出した. それ以来、多くの研究が、状態がある決定論的法則に従って時間的に変化する系、すなわち力学系(ダイナミカルシステム)の観点から行われている(山本, 2007).

自己組織化(self-organization)とは、自律的に秩序を持つ構造を作り出す現象のことである. 通常自然現象の多くは、いったん壊れると再生しない. つまり、秩序あるものからランダムへと向かう. しかし、自己組織化されるものは、システム内部の非線形(nonlinear)要因により、エネルギーが散逸して維持される秩序構造をつくる(Nicolis & Prigogine, 1977). システムの状態の切り替わりは、多くの場合緩徐ではなく、突然異なる状態に切り替わる. これは、相転移(phase transition)、あるいは分岐(bifurcation)現象と呼ばれる(山本, 2007). 相転移現象は、自然現象だけでなく動物の運動においても同様に観察される. 馬の歩様は、常足から速足へ、速足から駆足へと突然切り替わるが、これは酸素摂取量の効率と関係がある(Hoyt & Taylor, 1981). ある速度範囲内では、速度に関わらず運動パターンは一定であり安定性(stability)を示すが、特定の速さに達すると運動パターンが突然切り替わる. また、このように異なる協応構造に突然切り替わる現象は、ヒトの運動にもみられる. Kelso は、実験参加者に人差し指あるいは手首をリズミカルに屈曲さ

せるように要請し、その屈曲の運動周波数を変更して、その運動を観察した (Kelso, 1981, 1984). その結果、両手の同じ筋が同時に収縮する同相 (in-phase) と左右の主働筋と拮抗筋の収縮が反対になる逆相 (anti-phase) のいずれか 2 つの安定した位相でのみ遂行することができること、さらに、次第に運動周波数が高くなる (運動のテンポを速くする) と逆相から同相への急激な相転移が起きることを示した. このような自己組織化現象の原理をヒトや動物の運動の解明に適用する試みは、ダイナミカルシステムアプローチ (dynamical system approach) と呼ばれ、主として周期的あるいは連続的な運動の解明が試みられている (Carson, Goodman, Kelso, & Elliot, 1995; Jeka, Kelso, & Kiemel, 1993). さらに、こうしたアプローチは二者間協応にも拡張されている (Kijima, Kadota, Yokoyama, Okumura, Suzuki, Schmidt, & Yamamoto, 2012; Okumura, Kijima, Kadota, Yokoyama, Suzuki, & Yamamoto, 2012).

## 1.6 プレッシャー下でみられるゴルフパッティングの特徴

これまで、不安とパフォーマンスの関係や、プレッシャー下でパフォーマンスが低下する原因を概説するとともに、運動制御に関する情報処理理論、生態学的理論を検討してきた。

本節では、運動課題をゴルフパッティングに限定し、プレッシャー下でみられるゴルフパッティングの特徴が、標的の違いによってどのような影響を受けるかを検討する。

### 1.6.1 標的が同心円の場合

田中・関矢 (2006) は、大学生 22 名のゴルフ初心者を対象に、プレッシャーが行為者の運動に及ぼす影響を調査した (田中・関矢, 2006). 参加者は、パッティングに関する基本的な技術の教示の後、200 打の習得試行を行い、ストレス教示を受け、10 試行のテスト試行に臨んだ. 参加者は、人工芝上の 1.5 m 先にある標的にパッティングした. 標的は、直径 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 cm の 9 つの同心円からなり、直径 10 cm の円の内側にボールが止まった際の得点は 10 点、外側の円の内側に止まるにしたがって得点を 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2 点として付与された. 参加者に不安を喚起させるために設定されたプレッ

シャー条件の影響によって、行為者の主観的な不安、つまり STAI Y-1 (肥田野他, 2000) の得点は約 8 点程度増加しテスト試行では 47 点程度であった。プレー中の平均心拍数は 10 bpm 程度増加しテスト試行では平均値が約 96 bpm であった。そして、パッティング得点の結果から、事後的にパフォーマンス維持群と低下群の 2 群に群分けし、両群の運動パフォーマンスを比較検討した。習得試行の最後の 10 試行と比較すると、プレッシャー下でのパッティングパフォーマンスは、両群ともに、バックスイング期のクラブヘッドの動作が縮小するとともに動作時間も減少し、フォロースルー期においては、クラブヘッド動作の縮小や運動速度が低下するといった動作変化が生じることが報告された。さらに、パフォーマンス低下群に、バックスイング期におけるクラブ動作の変動性増加とダウンスイング期における手関節の角変位の変動性増加がみとめられたため、プレッシャー下におけるゴルフパッティングのパフォーマンス低下は、これらの動作変化によって生じると示唆している (田中・関矢, 2006)。

次に、Tanaka and Sekiya (2010a) は、プレッシャー下でのゴルフ熟練者と初心者の運動を比較検討している。田中・関矢 (2006) と同様の実験設定を用いて、参加者は 4 m の距離に対し、100 打の習得試行の後に、ストレス教示を受け、10 試行のテスト試行に臨んだ。参加者に不安を喚起させるために設定されたプレッシャー条件により、STAI Y-1 の得点の変化はみとめられなかったが、平均心拍数は熟練者と初心者ともテスト試行で 10 bpm 程度増加し、熟練者の平均値は約 88 bpm、初心者の平均値は約 84 bpm であった。その結果、プレッシャー下では、熟練者、初心者ともにパッティング得点は低下し、運動にも変化がみられた。プレッシャー下では技能の習熟度に関わらず、バックスイング期の右肘とクラブヘッドの運動範囲が減少した。また、右肘の移動速度は初心者のみ低下し、熟練者の右肘の移動速度に変化はみられなかった。フォロースルー期の右肘とクラブヘッド速度は、習熟度に関わらず低下した。

標的が同心円の場合は、技能の習熟度に関わらず、プレッシャー下で動作が小さくなること、クラブヘッドの運動速度が遅くなると報告されている。

### 1.6.2 標的が通常のホールの半分の大きさの場合

Cooke et al. (2010) は、プレッシャー下のパフォーマンスを介在する心理的、生理的、運動学的要因を検討するために、ゴルフ初心者 55 名を対象に実験を実施した。標的は通常のホールの半分の大きさのものを扱い、参加者は、低、中、高の 3 つのプレッシャー条件下で、各 30 打のパットングを行った。3 つのプレッシャー条件の操作方法として、低条件では、参加者はできるだけボールをホールインさせること、それが出来ない場合は、できるだけホールに近づけるというルールの説明を受けた。中条件では、低条件と同様のルールのほかに、参加者はパットング結果が他者と比較されるとの教示を受けた。高条件では、低条件および高条件と同様のルールのほかに、高得点のプレーには賞金が付与されること、低得点のプレーには罰金が負荷されるとの教示を受けた。ホールまでの距離は、1.2 m, 1.8 m, 2.4 m の 3 距離であった。設定されたプレッシャー条件によって、認知不安 (CSAI-2) は増加したが、平均心拍数の増加は、低条件と高条件を比較しても、その差は 3 bpm 程度の増加であり、高条件でも 82 bpm 程度であった。ホールインしたパット数は、プレッシャー低条件と比較すると、中条件、高条件では低かったが、ホールインしなかったボールの停止位置とホールとの平均半径誤差 (mean radial error) に変化はみられなかった。プレッシャー高条件における打球方向へのクラブヘッドの加速度は、低条件や中条件よりも大きかった。さらに、プレッシャー高条件は、低条件に比べ、バックスイングからダウンスイング期にかけて上腕二頭筋の筋活動が増加した。Cooke et al. (2010) は、媒介分析 (mediation analysis) の結果から、努力の増加、筋活動の増加、打球方向へのクラブヘッドの加速度の増加が、ゴルフ初心者のパフォーマンス低下を部分的に媒介したと報告した。

次に Cooke et al. (2011) は、心理的、生理的、運動学的メカニズムに着目して熟練者の運動パフォーマンスへのプレッシャーの影響を検討した。先に行った実験と同様に、標的は通常のホールの半分の大きさのもので、参加者は、低、中、高の 3 つのプレッシャー条件で各 30 打パットングし、距離は、1.2 m, 1.8 m, 2.4 m の 3 距離であった。プレッシャー低条件と高条件を比較すると、認知不安 (CSAI-2) はわずか 2.5 点程度増加した。平均心拍数は 10 bpm 程度の増加であり、プレッシャー中条件では約 92 bpm、プレッシャー高条件では 99 bpm 程度であった。ホールインしたパット数にプレッシャーによる影響は



みとめられなかった。しかし、ホールとボールとの平均半径誤差が、プレッシャー低条件に比べ中条件と高条件では減少したことから、パッティングの精度は向上したと解釈された。インパクト速度は、プレッシャー低条件と比べて中条件では低下した。打球方向へのクラブヘッドの加速度は変化がみられなかった。また、スイング中のグリップ力は、プレッシャー条件の強度が高まるにつれて直線的に増加した。プレッシャー中条件において平均半径誤差が減少したことから、努力と平均心拍数の増加がゴルフ熟練者のパッティングパフォーマンスを向上させると結論づけられた。

標的が通常のホールの半分の場合は、プレッシャー下では、初心者はクラブヘッドの加速度が増加すること、熟練者はスイング中のグリップ力が増加すること、インパクト速度が低下することが報告されている。

### 1.6.3 標的が実際のホールと同様である場合

Mullen and Hardy (2000) は、プレッシャーによる不安の喚起に伴って運動中に注意が変化してしまう問題について、実際と同様の大きさのホールを用いて、パットが得意か不得意かという技能水準が関連するかどうかを検討した。18名のゴルファーを対象に、プレッシャーを設定した状態とプレッシャーを設定しない状態を実験的に設定した。各状態において、課題に関連する教示を受け取る条件、課題に関連しない二次課題を行う条件、統制条件の3条件を実施し測定した。不安を喚起するためのプレッシャー条件は、競技の実施と賞金の付与であった。参加者は、実際のゴルフコースと同じ大きさのホールに対して、3m離れた地点からパットした。参加者は、20打の練習試行の後、各条件を10試行ずつプレーした。パッティングの習熟度によって不安の喚起に差はみられなかったが、プレッシャーがない状態に比べ、プレッシャー状態では認知不安(CSAI-2)は高まった。しかし、身体不安(CSAI-2によって測定できる交感神経系の緊張の知覚)に変化はみられなかった。運動学的分析の結果、不安を喚起している状態では、バックスイング動作が大きくなり、インパクト速度は維持され、パッティング精度が低下したことが明らかとなったが、課題条件(つまり注意の焦点)とパッティング動作の関係性はみとめられなかった。

標的が通常のホール大きさの場合は、プレッシャー下でクラブヘッド動作が大きくなること、インパクト速度に変化はみられなかったと報告されている。

以上の研究から、ゴルフパッティングでは課題の習熟度や標的の違いによって、結果が大きく異なることがみてとれる。

## 1.7 運動の困難度

ゴルフパッティングでは、ホールまでの距離が短くなるにつれて、運動の困難度は低下すると考えられる。確かに初心者においては、この物理的距離と運動の困難度との線形関係は成立するようである(田中・関矢, 2006; Tanaka & Sekiya, 2010a)。しかしながら、熟練者やプロゴルファーの場合にはこの線形関係は必ずしも成立しない。つまり、1.5 m 以上の距離のパッティングに比べ、1.5 m 未満のパッティングに対して、不安を感じるという報告がある(Smith et al., 2000)。また、ゴルフには「Never up, never in (届かなければ入らない)」という有名な格言もあり、このことは、プレッシャー下でのゴルフパッティングを考える場合に、運動の困難度について考慮しなければならないことを示唆する。

本節ではこの運動の困難度について検討する。

### 1.7.1 Shannon の情報理論

20 世紀の科学史において最も影響を与えた科学者の一人といわれ、情報理論の考案者である Shannon は、「価値ある情報を高速に、正確に送りたい」という信念のもとに、情報、通信、暗号、データ圧縮、符号化など今日の情報社会に必須の分野の先駆的研究を残している(高岡, 2012)。Shannon は、1948 年ベル研究所在勤中に論文「通信の数学的理論 (A mathematical theory of communication)」を公表し(Shannon, 1948)、それまで曖昧な概念だった情報 (information) を数量的に扱えるように定義し、情報についての理論 (情報理論) という新たな数学的理論を創始した。

Shannon は、情報の最小単位をビット (binary digit) と呼び、通信におけるさまざまな基本問題を取り扱うために、情報量を事象の起こる確率によって定義した。情報量は、 $-\log_2 P$  ( $P$  はその情報の起こる確率) に当てはめて求めることができる。例えば、確率が 0.01 で起こるような事象が起きたことを伝えるためには、 $-\log_2 0.01 = 6.64$  ビット必要になる。つまり、その事象を説明するために、質問の数が約 7 回あれば済むと考えら

れる。情報の世界では、1回でできる操作は1ビットであり、その操作が何回必要であるかを示したのが情報量であるため、情報量は手間の数と考えてもよい(高岡, 2012)。さらに、このように情報源の価値を測ることのできる情報量は、情報量の期待値を示す情報エントロピーとも呼ばれた。多くの事象からなる情報エントロピーは、 $-\sum_{i=1}^N P_i \log_2 P_i$  (ビット) で求めることができ、情報エントロピーが最大になるのは、すべての確率が互いに等しい場合(生起確率が50%の場合)である。したがって、情報エントロピーが大きい情報源が価値の高い情報、情報エントロピーが低い情報源が価値の低い情報源となる。情報源からメッセージが通信路に送信されるときは、1つの符号が何ビットであらわされるかによって送信されるメッセージの速度が変わる。ある情報源の情報エントロピーが大きければその情報源の情報量が大きいということになるが、情報が通信路に入るときには情報エントロピーは、速度として扱われることになる。

Shannon の情報理論の核心は、「情報源符号化定理 (Shannon の第1基本定理)」と「通信路符号化定理 (Shannon の第2基本定理)」である。ノイズがない通信路で効率よく情報を伝送するための情報源符号化定理は、情報源の統計的性質にもとづいてメッセージをいかに「符号化」するかを発明したものである。例えば、英文では、E や T は多く現れ、Q や Z はめったに現れない。文字を表す符号(コード)を適切に変更することによって、計算上のビット数よりも少ないビット数で文章を表すことができることを Shannon は指摘した。つまり、出現頻度の高い文字 (E や T) には短い符号を割り当て、出現頻度の低い文字 (Q や Z) には長い符号を割り当てるのである。こうすることでコード化したときの文章の長さを小さくするのである。さらに、ノイズがある通信路で正確に情報を伝送するための誤り訂正符号を発明した通信路符号化定理は有名であり、通信回線の物理的な最大容量まで情報を送り、かつノイズの影響をゼロにできるという理想的な符号化の方法を提示した。それは、あらかじめエラーが起きやすいパターンを分析しておき、情報を受け取った側が、ノイズの影響で送られてくる間に起きたエラーを修正できるような仕組みを、符号化手順に組み込んでおくというものであった。

## 1.7.2 Fitts の法則と物理的困難度

Shannon の情報理論にもとづき、Fitts (1954) は「運動の大きさを制御する人間の運動システムにおける情報容量 (The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement)」のなかで、タッピング課題を用いて、運動距離、運動の正確性、運動時間の3要素が単純な法則性で結びついていることを発見した。これは、Fitts の法則 (Fitts' law) と呼ばれるもので、

$$MT = A + B \log_2 \frac{2D}{W}$$

で表される。MT は運動時間、A と B は定数、D (distance) は目標間の距離で運動の大きさ、W (width) は目標の幅で誤差許容量を示す。ここでの  $\log_2(2D/W)$  が反応のための情報伝送量を表す量 (bit) にあてはまり、運動の困難度指標 (index of difficulty) と呼ばれている。情報処理の限界から、動作に必要な距離が長くなれば情報伝送量が増加し、動作時間は長くなり、誤差許容量が大きければ情報伝送量は減少し、動作時間は短縮することから、速度を強調することにより精度は低下し、精度を強調することにより速度は低下する。これは、「速度精度相反性 (speed-accuracy trade-off)」と呼ばれている。この公式から考えると、同一の目標幅、同一の距離であれば同一の困難度となり、標的からの距離が遠くなれば遠くなるほど、運動が大きくなり速度が上がるため、運動は難しくなる。情報処理アプローチに拠る Fitts の法則は、運動の物理的困難度を示すものと捉えられる。

近年、この Fitts の概念は、最小化変動性理論 (the minimum-variance theory, Harris and Wolpert (1998)) に及んでいる。より実践的な運動課題を用いて、この Fitts の法則を支持している研究にダーツ課題などがみられるが (Etnyre, 1998; Gross & Gill, 1982)、一方で、テニスやハンドボール課題において速度精度相反性がみられなかったと報告する研究結果もある (Beilock, Bertenthal, Mccoy, & Carr, 2004; Landlinger, Stöggl, Lindinger, Wagner, & Müller, 2012; van den Tillaar & Ettema, 2006; Wagner, Pfusterschmied, Klous, von Duvillard, & Müller, 2012)。先行研究の結果から、課題制約や技能の習熟度によっては Fitts の法則があてはまらない場合もあると解釈できる。

### 1.7.3 行為特有の知覚と心理的困難度

Fitts の法則では、目標の大きさと運動の距離は物理量である。しかしながら、同じ大きさの目標や目標までの距離であっても、必ずしも同じであると知覚されないことが報告されている。

スポーツをするときのように、人が熟練した振る舞いに従事するとき、行為者の知覚は、その行為者の能力と光学的情報を関連づける (Witt, Linkenauger, Bakdash, & Proffitt, 2008)。すなわち、知覚は意図した行為を遂行しようとする行為者の能力に影響を受けることが明らかにされている (Witt, Proffitt, & Epstein, 2005)。Witt and Proffitt (2005) は、ソフトボール選手のボールの大きさの知覚判断と打率の間に相関関係があることをみとめ、上手く打っている時は、ボールがより大きく知覚されていると報告した。このような行為と標的の大きさの知覚の間の同様な正の相関関係は、ゴルフ (Witt et al., 2008)、ダーツ (Wesp, Cichello, Gracia, & Davis, 2004) や、アメリカンフットボールのフィールドゴールキック (Witt & Dorsch, 2009) で報告されている。ゴルフを例にあげると、Witt et al. (2008) は、実際のゴルフコースにおいてプレーを終了した直後のゴルファーに対する調査から、より調子よくプレーしたゴルファーは、上手くプレーできなかったゴルファーに比べ、ホールをより大きく判断したこと明らかにした。さらに、彼らは実験室で初心者を対象に追実験を行った。ホールまでの距離が近い状況と遠い状況を設定し、それぞれの距離に対して参加者にパッティングしてもらい、その後にホールの大きさを判断させた。遠い位置からパットした参加者に比べ、近い位置からパットした参加者は、ホールをより大きく知覚したと報告している。この結果は、運動を遂行する際の行為者の調子の良し悪しや課題の難度が、行為者の知覚に影響したことを示している。

Lee, Lee, Carello, and Turvey (2012) は、知覚判断と行為の関係を調べるために、アーチェリー課題を使用し、標的の大きさに対する知覚判断とパフォーマンス精度の関係性を研究した。競技に参加している射手が、5つの同心円に囲まれた様々な大きさの的を目標にして、50 m 離れた位置から矢を放った。矢のリリース直後に、矢の飛び方とそれがどこに当たったかという結果は遮蔽された。そして、射手は手元に用意された18個のミニチュア標的のどれが実際の標的と同じように見えるかを選んだ。その結果、標的の大きさの知覚とパフォーマンス精度の間には正の相関があった。その理由として、熟練した身体

全体の活動である行為者のフォームは、主として触覚型の知覚システムによって記録されるため、矢を放った直後の知覚判断は、弓を放っている行為の最中に触覚的に知覚された情報に基づくものと考えられる (Lee et al., 2012). その触覚的に知覚されて、手元のミニチュア標的で判断された大きさが、射手がまさに行おうとする運動の調整および制御の物差しとなっているかどうかについて検討するために次の実験が行われた。第二実験では、アーチェリー初心者が、様々な標的に対して、弓(矢のない)で狙いを定めた。弓を持つ腕がフォームを安定させるための器具によって固定されたときは、固定されていなかったときに比べ、標的の大きさがより大きく知覚された。これらの結果から、射手にとって、標的のアフォーダンスとは、行為者の瞬間的で包括的な特性を含むものであると報告された。

総じて、これらの研究結果は、環境の知覚が、行為に関連した要因によって影響を受けていることを示しており、これは、行為特有の知覚 (action-specific perception), あるいは知覚の行為依存効果 (action-specific effects on perception) と呼ばれている。さらに、このような行為特有の知覚は、まさはその行為を意図したときにのみ生じる条件付きの現象であることも明らかにされている (Canal-Bruland, Zhu, van der Kamp, & Masters, 2011; Canal-Bruland & van der Kamp, 2009). この行為特有の知覚は、同じ標的の大きさ (ボールやカップの大きさ) に対して、その時のパフォーマンスの良し悪し、能力、技能水準によって知覚が変化することを示している。つまり、行為特有の知覚は、行為者が特定の行為を意図し、その時の行為者の心理状態を反映して生じるものと考えられる。言い換えれば、同じ目標幅、同じ目標までの距離であっても、行為者の心理状態によって、一様に知覚されないことを意味する。こうした行為特有の知覚に基づく運動の困難度を物理的困難度と区別するために、本研究では運動の心理的困難度と呼ぶことにする。

## 1.8 心理的距離

本節では、心理的困難度を包摂する心理的距離に関する研究を概観し、本研究における心理的距離を定義する。

鳥類や哺乳類は、縄張りを占有し、それを同類に対して守るばかりでなく、互いに定まった距離を保つ。1930年代に、動物の距離認識について、スイスの動物学者だった Hediger,

H. は、脊椎動物が捕食者や人間に出会ったときの反応が相互の距離によって変化し、その距離は種に固有であることに気がついていた。すなわち、捕食者がある距離の範囲内に近寄ると逃走反応が起こり、なんらかの理由で逃げられずに次のある距離の範囲内に近づくと攻撃行動が起こる。さらに次のある距離の範囲内に追い詰められるともっと激しい攻撃行動が起こるのである。Heideger は、このような現象を観察し、動物の反応にみられる違いから、逃走距離 (flight), 臨界距離 (critical), 個体距離 (personal), 社会的距離 (social) の 4 つの距離に分類した (Hall, 1966)。その後、文化人類学者であった Hall (1966) は、Heideger の研究成果のもとに、人間がどのように空間を分節しているかについて研究した。そして人間においても同様に、腕を伸ばせば触れることのできる親密距離 (intimate), お互いが腕を伸ばせば指が触れ合う対人距離 (personal), 個人的ではない用件が行われる社会距離 (social), 講演などで用いられる公衆距離 (public) の 4 つの距離がみられることをみいだした。これらの距離は、総じて心理的距離 (Hall, 1966) と呼ばれている。つまり、人間も動物と同様に、空間に境界 (boundary line) をもつ (Hall, 1966)。また、Hall は、それぞれの文化における空間認識のあり方を、日常行動、居住空間、美術、文学などのうちに表現されたものを通して研究し、著書「かくれた次元 (The hidden dimension)」の中で以下のように述べ、人間における空間の分節がその時の心理状態によって変化することを述べている。

『人間の空間と距離の感覚は不変のものではない。人間は、他の動物と同じように距離を感覚するのである。その空間の知覚は力動的である。それは受動的に眺めてみえるものに対してよりも、行為（これは与えられた空間ではじめておこないうるのであるが）の方により深いかわりをもっているからである』  
(Hall, 1966, p 115 )

1930 年代に、Binswanger, L. や Straus, E. ら精神病理学者によって体験的空間の概念が導入され、人間が現実の日常生活で体験する空間の性質は、物理学、数学などで論じられる空間の性質とは非常に異なったものであることが認識されるようになった (田中, 1973)。つまり、人間にとっての物理的環境を含めた空間がどのような意味をもっているかについて論じられるようになった (田中, 1973)。Sommer (1959) は、精神病院において、故意に患者に接近して座わると、多くの場合、患者がすぐに立ち去ってしまうという現象

を調査し、Katz, D の用いた対人距離 (personal space) という語をこのような現象を説明する概念として用いた。Sommer (1969) によると、対人距離とは、各個人の周囲にある、感情的に意味を持った領域であり、個人間の空間の調整に役立つものである。また、Little (1965) は、対人距離とは、個人を直接的に取り巻いている領域であり、その個人の対人交渉のほとんどがそこで行われていると説明した。さらに、彼は、相手に対する好意や親しみといった親近性が大きいほど、対人交渉場面で相手との間にとられる対人距離、すなわち、物理的距離も近くなるという現象を説明するために心理的距離という用語を用いた。

心理的距離とは、そもそも人が人との空間の調整において、親近性といった心理状態に影響を受けるという現象を説明するために用いられた語である。しかしながら、そこから二者間に存在する親密度、親和性、親近感の度合いや程度を表す概念としても用いられている (金子, 1989; 上野・上瀬・松井・福富, 1994; 山口・土屋・藤本, 1996; Wang, 2010)。

### 1.8.1 心理的距離に影響を及ぼす要因

心理的特性として、周囲への同調性が強い者は、友人との交友関係において心理的距離を深められず、心理的不適応な状態に陥る (石本・上長・日潟・久川・則定・森口・斉藤, 2009)。また、友人関係のあり方には発達段階で差があり、中学生よりも高校生の方が心理的距離が遠く (石本, 2011)、青年期においては友人との心理的距離に適度さを模索するために、自らの中に葛藤を生じさせる (藤井, 2001) という発達上の問題も指摘されている。他者への親密度、関わり方の観点から、家族間で肯定的なコミュニケーションがとれている場合には、夫婦間の心理的距離が近接している (草田・山田, 1998)。また小児看護学実習においては、学生が関わった受け持ち児の家族と学生との間の心理的距離の変化を調査した研究では、受け持ち児の家族とのかかわり時間が長かった学生ほど家族との心理的距離が近かった (藤田・永田・廣瀬, 2101) という報告がみられる。また、双方の趣味や共感といった類似性が小さいと心理的距離は減少する (Byrne, 1971; Newcomb, 1961)。

他方、心理的距離は二者間だけでなくより大きな単位、すなわち、人種や民族といった社会的集団に対しても生じる。例えば、地理的に距離が近く、接触の機会や対象に対する知識が多いほど心理的距離が近くなること (Ogunlade, 1980)、また、その民族に対する親しみやすさ、明るさ、親切さといった印象に心理的距離は反映されること (藤原, 1986) な



ども明らかにされている。さらに、病気に対する恐れや偏見の対象からは物理的距離を大きくとる (Mooney, Cohn, & Swift, 1992; Macrae, Bodenhausen, Milne, & Jetten, 1994) などの報告がみられる。

そのほか、方言といった言語への好嫌も心理的距離に影響する。佐藤・米田 (1999) は、各地域において普段使われている方言と共通語に対する意識を調査し、その差を共通語への心理的距離として求めた。その結果、那覇が共通語の中心と定義された東京にもっとも近く、京都が最も遠いことが明らかとなった。宮本 (2011) は、佐藤・米田 (1999) の研究を参考にして、北京、天津、上海、重慶の4地点において中国人の言語調査を行った。その結果、4地点の大学生は共通して自分たちの母方言を最も近い方言として認識していること、しかしながら天津と重慶の大学生は、北京と上海の学生に比べて自分たちの母方言を疎遠なものに感じていることが分かり、天津と重慶の大学生の母方言に対する負の印象が心理的距離に反映されたと報告している。

このように心理的距離には、個人の特性、発達段階、他者との関わり方だけでなく、対象に対する知識、好嫌、印象なども影響を及ぼすことが分かる。

### 1.8.2 心理的距離が情動や行為に及ぼす影響

一方、心理的距離は感情の喚起に影響する。特に、社会心理学領域における多くの研究から、心理的距離が遠ければ、愛情、憎しみなどは減少することが明らかにされている (Liberman, Trope, & Stepman, 2007)。また、自己の行為を観察している他者との心理的距離が羞恥感情の発生に関連している (佐々木・菅原・丹野, 2005; 桑村, 2009)。心理的距離がもっとも近い群 (気心のしれた友人)、心理的距離が中程度の群 (話をしたことはないが顔や名前は知っている)、心理的距離が遠い群 (見知らぬ人) の3群の中で、羞恥感情が最も高まるのは、心理的距離が中程度の群に自己の行為を観察されている場合である (佐々木他, 2005)。さらに、自己が行為者となる場合だけではなく、自己にとって心理的距離に近い者が羞恥感情を発生させる場合には、共感的に羞恥感情が生じること (桑村, 2009) も報告されている。

また、心理的距離はこれから先の行為を予測する時にも生じ、その行為に影響することが示されている。Trope and Liberman (2003) は、心理的距離 (時間的距離, 空間的距離,

社会的距離, 仮想性) によって人々が将来の出来事をどのように表象化するかが異なり, その出来事への反応の仕方が違ってくるといふ。心理的距離が遠い場合は抽象的なものとして(高次解釈; high-level construals), 逆に心理的距離が近い場合は, 出来事をより具体的なものとして解釈され(低次解釈; low-level construals), それが行為に影響を及ぼす。

さらに, 心理的距離がまさにその後の行為に影響を及ぼすと捉えることのできる研究がある。その現象は, 生態学的心理学領域において, アフォーダンス知覚 (perceiving affordance) あるいは実効性 (effectiveness) と呼ばれる。例えば, Pijpers, Oudejans, Bakker, and Beek (2006) は, 行為者の行為可能性と運動の関係を明らかにするために, ウォールクライミング課題を用いた。参加者の不安を操作するために, クライミングウォールの高い場所と低い場所に同様のクライミングホールド(手や足をかける場所)が設置された。参加者のクライミングウォール上で到達できると思う頭上のホールドの高さ, すなわち最大到達可能距離(心理的距離)が測定された。その後, 実際に手が到達した高さが測定された。その結果, クライミング高度が高いときはクライミング高度が低いときに比べ, 参加者の最大到達可能距離に対する知覚が低くなり, 実際の到達可能距離も低くなったことが明らかにされている (Pijpers et al., 2005, 2006)。

以上の研究から, 心理的距離は元来, 他者への親密度を表し, 行為者の心理状態によって変化する現象であるとされてきた。また, この心理的距離には, 対象に対する好嫌や偏見といった心理的要因も影響を及ぼす。さらには, これから行おうとする行為に対しても心理的距離が影響を及ぼす。これは, 人は空間に境界線を設ける, すなわち環境を分節するということを示し, その境界は心理状態によって影響を受け, その後の行為に影響する。これらを踏まえ, 本研究では心理的距離を, さまざまな外的や内的要因によって心理状態が変化し, 環境の認識が歪む現象と定義する(図 1.1)。

本論文ではパッティング動作における距離について研究を進めるため, 心理的困難度と心理的距離をほぼ同義として扱う。

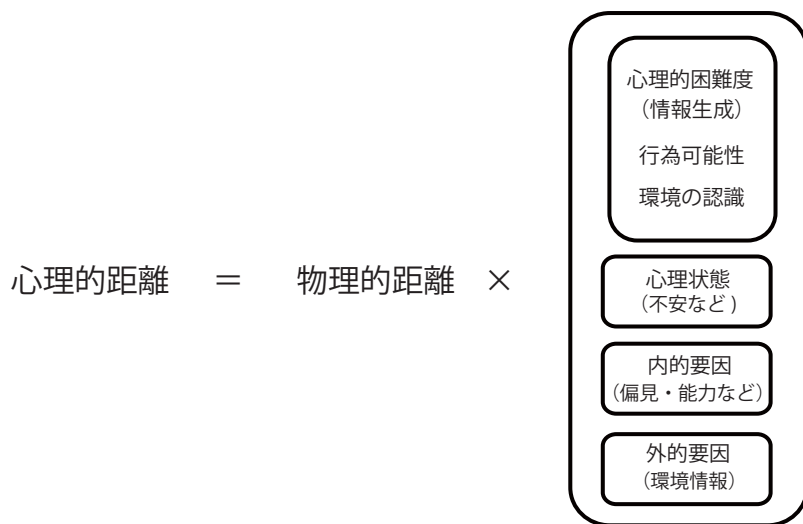


図 1.1: 本研究における心理的距離

## 1.9 問題の所在

### 1.9.1 不安がパフォーマンスに及ぼす影響

プレッシャーによって状態不安が喚起されると、運動変位や運動速度が変化し、運動の正確性に影響を及ぼす (Cooke et al., 2011; Higuchi, Imanaka, & Hatayama, 2002; Nieuwenhuys & Oudejans, 2010; Tanaka & Sekiya, 2010a; Yoshie et al., 2008). このようにプレッシャーによって運動制御様式が変化する理由として、主に以下の4つの可能性、1) 運動方略の変更、2) 知覚の影響、3) 注意の変化、4) 情動の神経メカニズムによる影響が考えられる。

#### 運動方略の変更

行為者は、高い正確性が求められる環境では、より正確に運動を行おうとするため、自由度を凍結させ、出来るだけコンパクトな動作でゆったりと運動する方略を選択する (Higuchi et al., 2002). これは Fitts の法則に従った方略といえる。自由度の凍結 (freezing degrees of freedom) とは、Bernstein (1967) によって提唱された運動の学習過程にみられる現象である。人が複雑な運動課題を学習するとき、行動が協応的に調整される方法は、無限の可能性がある。その理由として、その行動に含まれる関節のそれぞれが自由度をもっているからである。自由度問題の一つの解決として、Vereijken, van Emmerik, Whiting, and Newell (1992) は、初心者はいくつかの関節を固定したり、異なる関節の動きを固く連結させたりして、自由度を凍結させてしまうことがあるが、練習することによって身体の異なる部位間の連結を解凍させて、より柔軟な運動制御を可能にしていくと述べている。Bernstein (1967) は、高強度のストレスを喚起している場合には、熟練者は課題の複雑さを減少させるために、初心者の時の凍結方略に退行することがあると示唆している。つまり、プレッシャーによって運動が変化するのには、自由度の凍結、解放のような運動方略の変更によるものと考えられる。

## 知覚の変化

不安のような情動系の状態によって、行為が影響を受けることは明らかである (Beuter et al., 1989; van Galen, Müller, Meulenbroek, & Van Gemmert, 2002; van Loon, Masters, Ring, & McIntyre, 2001; Tanaka, Funase, Sekiya, Sasaki, & Takemoto, 2011; Teixeira-Silvia, Prado, Ribeiruo, & Leite, 2004; Weinberg & Hunt, 1976; Yoshie et al., 2008). 行為者が不安を喚起した際には、対象物の大きさや距離に対する知覚が変化すると指摘されている (Stefanucci & Proffitt, 2009; Witt et al., 2008). 特に, Stefanucci and Proffitt (2009) は, 不安が強くなればなるほど, 距離に対する見積もりや標的の大きさが実測値, すなわち物理的な数値とかけ離れるという相関関係にもとづき, 不安によって知覚が影響を受けること, すなわち, 知覚の歪み (perceptual distortion) が存在することを明らかにしている.

このような環境に対する認識の変化は行為に影響する. 例えば, Pijpers et al. (2006) は, 行為者の知覚判断と運動の関係を明らかにするために, ウォールクライミング課題を用い, 3つの実験を行った. 参加者の不安を操作するために, クライミングウォールの高い場所と低い場所に同様のクライミングホールド (手や足をかける場所) が設置された. 第一実験では, 参加者はクライミングウォール上で到達できると思う頭上のホールドの高さを判断し, 実際に手が到達した高さが測定された. その結果, クライミング高度が高いときはクライミング高度が低いときに比べ, 参加者の最大到達可能距離に対する知覚と実際の到達可能距離がともに低くなった (Pijpers et al., 2005, 2006). 第二実験では, 第一実験で得られた知覚判断とパフォーマンス (実際に到達できた高さ) を再検証することと, さらに参加者がクライミングウォールで使用したホールド数が測定された. その結果, 知覚判断と実際の到達した高さは第一実験と同様の結果が得られ, 高所でクライミングするという不安によって, 参加者はより多くのホールドを使用したことを報告した. 第三実験では, 登っている間に光点を連続して参加者の周りに投射し, それに気づいたときに口頭で報告させるによって投射されてからの反応時間を調べ, 参加者のクライミング中の注意が測定された. 不安を喚起した高所のクライミングでは, 反応時間が遅くなったことから周辺刺激に対する注意が減少したと解釈され, Pijpers et al. (2006) は不安が参加者の注意を狭めたと指摘している.

以上の先行研究から、不安と知覚は相互に影響すること、つまり、不安が知覚に影響することによって、実際の運動にも影響を及ぼしていると考えられる。すなわち、これらの研究は、不安を喚起すると、環境に対する認識が変化し、行為に影響を及ぼすことを明らかにしており、運動における心理的距離の影響について示唆するものである。

## 注意の変化

情報処理理論の観点から、認知資源とその配分という考え方に基づいて、プレッシャーによるパフォーマンスの低下である「あがり (choking)」の心理的な原因を説明する2つの仮説が検証されている。

過剰な意識的制御理論によると、プレッシャーによるパフォーマンスの低下は、高いパフォーマンスを要求される場面で確実に動作を遂行したいという思いから、自己の動作遂行過程に処理資源が向けられることにより、それまでの練習によって培われてきた自動化された動作が意識的制御中心の学習段階初期に逆戻りしてしまうこと、すなわち脱自動化が生じる。一方、処理資源不足理論によると、プレッシャーによるパフォーマンスの低下は、心配事など(成否、成績など) 課題以外のものに処理資源が奪われるために生じる。

Beilock, Kulp, Holt, and Carr (2004) は、パフォーマンスを遂行する際に、プレッシャーが注意の焦点づけに対して及ぼす二つの影響を指摘している。一つは、プレッシャーは状況とその結果についての心配や懸念を引き起こし、実行に対して利用できるワーキングメモリの容量を減少させる。もう一つは、プレッシャーはパフォーマンスをより確実に実行しようという気持ちを高める。つまり、処理資源不足理論では、プレーヤーが直面している課題の実行から、課題以外のもの、例えば、周囲の環境、パフォーマンスの成否といったものに対して注意をそらせてしまうのに対して、過剰な意識的制御理論は、実行プロセスに過度に注意を向けるようになるというものである。したがって、ワーキングメモリに大きく依存する技能は、プレッシャーが課題遂行に必要な処理資源を消費してしまうような状況で混乱する。一方、ワーキングメモリをあまり必要としないと考えられる自動化された(手続き化された)技能は、プレッシャーによって引き起こされた注意がその自動化された技能の制御過程を意識化させてしまったときに混乱が生じると考えられる。

Beilock and Gray (2007) によると、ワーキングメモリの容量を大量に消費するような

スポーツ技能，例えば，戦略を考えたり，問題解決をしたり，意思決定をしたり，多くの選択肢を同時に考慮したり，リアルタイムの情報を更新し続けなければならないような技能は，プレッシャーによるワーキングメモリを消費すると成績の低下を招きやすい．それに対して，ワーキングメモリにあまり依存しないと考えられる運動技能，例えば，高度に習得されたゴルフのパットや野球のバッティングは，自動化された制御過程に対し注意を向け，混乱させたときに成績の低下を生じさせる．

## 情動の神経メカニズム

情動は，主観経験の変化に加えて，行動，身体反応，認知調整といった多様な反応をもたらす(佐藤・魚野・鈴木, 2010)．環境から得られた情報はいろいろな感覚器を通して生体内に受け入れられるが，すべて一旦視床 (thalamus) を中継し，視床からそれぞれの脳皮質感覚野と辺縁系に入る(松本, 1996)．辺縁系 (limbic system) は，感覚処理された情報を受取り評価する．辺縁系から情報を受取った視床下部 (hypothalamus) が，情動の行動や身体反応を喚起させる(佐藤他, 2010)．また，前頭葉 (frontal lobe) の前頭眼窩野 (orbitofrontal) と帯状皮質前部 (anterior cingulate) は，辺縁系，視床下部や脳幹に情報を送り，情動の評価や反応を制御するが，各部位の機能は1つではなく，部位間には双方向の流れがあり，複雑な処理が遂行されている(佐藤他, 2010)．

認知神経科学モデル (cognitive neuroscience model) (Hatfield, 2007) によると，プレッシャーにより辺縁系の活動が高まると，運動は通常時のような運動前野の実行支配下で遂行されない．情動反応は，大脳基底核，視床，運動前野 (pre-motor cortex) や補足運動野 (supplementary motor cortex)，運動皮質 (motor cortex) といった運動ループに干渉し，左側頭部域や頭頂部域と運動前野，補足運動野 (運動の計画に携わるとされる部位) の間の皮質間情報伝達 (cortico-cortical communication) を増加させる．そして，皮質脊椎路 (corticospinal tract) からのノイズの多い出力が，運動力学 (kinematic)，運動ユニット活動 (motor unit activity)，自律神経系 (autonomic)，内分泌機能 (endocrine functions) の変化を引き起こす (Hatfield, 2007)．

以上のことから，情動の神経メカニズムが熟練者の運動に影響を及ぼすと考えられる．

以上4つの可能性について述べたが，これらはそれぞれ独立しているのではなく，相互

に関連していると考えられる。しかしながら、プレッシャー下のパフォーマンスが低下する原因を包括的に検討した研究はない。

### 1.9.2 不安の強度

プレッシャー下の運動にみられる行動的特徴については、運動課題の相違、参加者の技能水準の相違、喚起された不安の強度の差異、課題の制約、設定されたプレッシャー条件の種類相違などにより運動への影響が異なると考えられる。これまで実験室で設定されてきたプレッシャー条件には、ネガティブなフィードバック、他者による評価、賞罰、5名程度の観衆効果、時間切迫、電気刺激の付与などがあげられるが、実験的に設定するプレッシャー条件によってパフォーマンスへの影響が大きく異なることが予測され、運動課題に応じたプレッシャーを設定していく必要がある。さらに、実際の競技場面で体感されるような、強度の高いプレッシャーを設定しなければならない。

さらに先行研究の結果から不安と筋緊張は綿密に関連していることが明らかとなっており (Beuter et al., 1989; van Galen et al., 2002; van Loon et al., 2001; Tanaka et al., 2011; Teixeira-Silvia et al., 2004; Weinberg & Hunt, 1976; Yoshie et al., 2009), プレッシャー条件によって喚起された状態不安のレベルにより、異なった運動が観察されている (Mullen & Hardy, 2000; Pijpers et al., 2005)。しかしながら、プレッシャー研究においてはこれまで、不安を喚起させるために実験的なプレッシャーを設定した条件と、その条件と比較するための統制条件とを設定し、両条件で測定したパフォーマンスを比較検討してきた。特性不安によって喚起される状態不安には個人差があり (Spielberger, 1966), 条件の差異のみで運動を比較検討するのは適切ではないと考えられる。

Woodman and Davis (2008) は、プレッシャー条件によって喚起された不安の成分 (認知不安, 身体不安) と強度を対処形態 (coping style) と呼び、対処形態によってパフォーマンスの特徴が異なると報告している。1.2 節で述べたように状態不安には、パフォーマンスを促進させる作用と抑制させる作用があるため、喚起された不安の強度により、参加者の運動パフォーマンスは異なると考えられるが、これまでプレッシャー下での喚起された不安の強度と運動パフォーマンスの関係について検討した研究はほとんどみられない。したがって、不安強度の適切な実験操作と、喚起された不安強度と実際の運動を詳細



に検討する必要がある。

### 1.9.3 物理的困難度と心理的困難度

Shannon の情報理論は、情報の意味内容を捨象してつくられた理論といえる。情報源で発生した記号列が、適切に符号化され、送信先に送られるというモデルであり、情報量が工学的に数量として求められている。あくまでも情報を客観的な記号として処理したものであり、情報の意味、価値、重みなどの主観的な解釈は考慮されていない。したがって、Shannon の情報理論に依拠した Fitts の法則が示す運動の困難度指標は、人の心理的作用は含まれておらず、運動の難しさの一側面しか捉えていないと考えられる。

他方、西垣 (2004) は、情報という概念は生命現象と不可分なものであると捉え、情報を定量化し、外在化させている既存の情報モデルを批判している。西垣によると、情報はあくまで非物質的存在であり、実体概念ではなく関係概念であるとしている。西垣があげた例を引用すると、例えば、爪の細胞自体は常に入れ替わっているが、人はそれを同じ爪として認知している。これは情報が一種の「パターン=形相」であることを示唆し、物質としては異なる対象を同一のパターンとして捉える認知活動が、情報の成立と深くかかわっていると述べている (西垣, 2004)。そして、あらゆる情報は、基本的に生命体による認知や観察と結びついた「生命情報 (life information)」であり、西垣 (2004) は情報を「それによって生物がパターンをつくりだすパターン (a pattern by which a living thing generates patterns)」と定義した。情報はあくまで非物質的存在であり、実体概念ではなく関係概念であるとした西垣の考えは、行為可能性が行為者と環境の相互作用によって生成されるとしたギブソンの考えと類似していると考えられる。

Gibson が提唱したアフォーダンスは、環境が行為者に与える行為の機会であるが、それを行為者側の視点に置き換えると、行為者の身体的特性や能力などを反映した実効性 (effectiveness) と相補的な関係にある。しかしながら、生態学的知覚論においては、環境に対する不安喚起による個人の心理状態には言及していない。つまり、運動パフォーマンスを含む行為は、知覚が歪むこと、あるいは認識が変化することによって影響を受けることは示唆されているものの (Pijpers et al., 2006)、環境に対する不安喚起には個人差があり、その個人の心理状態を考慮した研究は少ない。個人内の調子の良し悪しによって知覚が

変化するという行為特有の知覚，すなわち心理的困難度の存在は示唆されているが (Witt et al., 2008; Witt & Proffitt, 2005)，運動を詳細に検討したものはない．西垣 (2004) が述べているように，人の運動は，それまでの行為者の経験やその時の心理状態，すなわち，状態不安や動機づけに大きく左右されると考えられ，これまでの情報処理アプローチに基づく運動の困難度指標では，物理的側面から運動の難しさを論じることはできるが，実際に運動する行為者の視点，すなわち心理的困難度という視点が欠けていると考えられる．

#### 1.9.4 課題設定における問題点とその解決方法

##### 物理的距離と心理的距離

ゴルフパッティングには「入れごろはずしごろ」と呼ばれる距離が存在し，特に，1.5 m 付近のパッティングがスコアメイクに重要であることは，ゴルファーなら誰もが知っている．しかしながら，果たして本当にゴルファーは 1.5 m という距離に不安を抱くのかという疑問が生じる．1,000 名以上のゴルファーを対象に質問紙調査を実施した Smith et al. (2000) の研究では，距離という記号に対するゴルファーの印象を調査していることになり，実際に知覚される距離とは隔たりがある可能性がある．つまり，1.5 m という記号が，単に行為者の不安を喚起させるだけであって，実際に不安を抱く距離は，1.5 m ではない可能性がある．1.5 m という記号によって，距離が明示的に与えられない場合には，行為者は自らの心理状態にもとづきその距離を知覚する．

実際の運動場面では，ホールまでの距離を正確に計測することはできず，距離が記号として明示的に与えられることはない．物理的距離の提示によって，同じ物理的距離において異なる運動が見られれば，それは物理的距離が明示的に提示されることによって行為者の認識が変化，すなわち心理的困難度が変化していることを示す．そしてそれは運動パフォーマンスにおける心理的距離という現象の存在を確認することになる．逆に，物理的距離の提示にかかわらず，同じ物理的距離で同じ運動が観察されれば，行為者の認識は物理的距離の提示の影響を受けないことを示し，心理的距離は存在していないことになる．したがって，行為者に物理的距離を明示的に提示するか否か，それによって運動パフォーマンスがどのように変化するかを観察することにより，心理的距離という現象の存在を明

らかにすることができる。

## ホールの有無とパッティングの評価方法

これまでのプレッシャー研究において、ゴルフパッティングの行動的特徴に一貫した結果が得られていない。その一番の原因として考えられるのが、標的の差異すなわちホールの有無である。例えば、田中・関矢 (2006), Tanaka and Sekiya (2010a) の研究では、標的としてホールを用いていない。また、Cooke et al. (2010, 2011) の研究では、標的としてホールを用いたが、そのホールは通常のホール (直径 10.8 cm) の半分の大きさであった。

Pelz (1989) は、パッティング距離に関わらず、ホールを 40 cm 超える程度の強さで打つとカップインの確率が最も高まることを科学的に明らかにしている。これはホールの後方に止まる程度の強さで転がるボールはカップインすることを示す。つまり、インパクト速度、すなわちボールの初速度には冗長性があり、いわゆる安全マージン (safety margin) があるといえる。さらに、「Never up, never in (届かなければ入らない)」というゴルフにおける有名な格言は、ボールがホールの手前で止まってしまえば、カップインする可能性はゼロであり、そのようなショートと呼ばれるミス戒める言葉として知られている。

ホールがない場合の課題は、ボールの初速度とボールの打ち出し角度の両方が重要となり、行為者は標的にボールを停止させることが求められる。したがって、安全マージンはない。Cooke らの研究のようにホールの大きさが半分という場合は、実際の大きさのホールを使用した場合と比較すると、ボールの初速度の許容範囲は狭まり、ボールの打ち出し角度の誤差の許容範囲も減少する。実際と同様にホールがある場合には、ホールの後方に安全マージンが存在する。したがって、ホールがある場合には、標的のなかにボールを停止させるような課題と異なり、ボールの初速度には冗長性がみとめられる。

ホールの有無、あるいはその大きさによって行為者は異なった方略を求められるため、ホールの有無や大きさといった課題の制約は、運動に大きな影響を与えられられる。実際のゴルフパッティングでは、ホールに届かないようなミスは最も犯してはならないミスである。つまり、ホール後方の安全マージンを使う能力が重要である。しかしながら、先行研究では測定項目として用いられている平均半径誤差で示されるような「標的に近くなればよい」という評価方法 (Cooke et al., 2011, 2010; 田中・関矢, 2006; Tanaka &

Sekiya, 2010a) では、プレッシャー下で発揮されるゴルファーのパッティング技能を評価できず、不安喚起がパフォーマンスに及ぼす影響を検討できないと考えられる。

喚起された不安の程度によって、パフォーマンスに対しては促進的にも、抑制的にも不安が機能することが指摘されている。本研究において、喚起された不安の程度が、行為に及ぼす影響を検討するためにはホールを用いることが必要である。

## 第2章 目的

本研究は、ゴルフパッティング技能に着目し、ゴルファーに不安を喚起させるとともに、パッティング距離を操作し、運動パフォーマンスとしての行為を観察する。

実験1では、ゴルファーに対して物理的距離を明示的に提示し、入れごろ外しごろと呼ばれる1.5 mの距離からのパッティングが、他の距離からのパッティングとプレッシャーの影響が異なるかについて検討する。さらに、ホールがあるという課題制約のなかで、プレッシャーによって喚起された不安の成分と強度、すなわち対処形態が運動パフォーマンスに及ぼす影響を明らかにする。

実験2では、物理的距離がゴルファーに明示的に提示されずゴルファー自らの心理状態によってその距離を知覚した場合に、実験1と同様な現象が生じるかについて検討する。さらに、行為者の不安の高低という心理状態の差異が運動パフォーマンスに及ぼす影響を明らかにする。

これらの取り組みを通じて、プレッシャー下の運動パフォーマンスに存在する心理的距離について明らかにすることを目的とする。それは失敗不安に起因する心理的困難度がどのようにゴルファーの運動パフォーマンスに影響しているかを明らかにすることになる。

# 第3章 プレッシャー下のゴルフパッティングにおける状態不安とパッティング距離の影響

## 3.1 はじめに

本章では、不安の喚起が異なる距離のゴルフパッティングに及ぼす影響を明らかにすることである。実験1は、以下の二点を明らかにするために実施された。

一点目は、物理的距離の明示的な提示が、プレッシャー下のパッティングにどのような影響を与えるかを検討することであった。1.9.4項で述べたように、パッティング距離には「入れごろはずしごろ」と呼ばれる距離があり、特に1.5 mのパッティングはスコアメイクに重要であることが知られている。これはパッティング距離に対する特別な心理的負担を表現する言葉と考えられる。この実験1では、参加者に対し物理的距離を明示的に提示し、その提示がパッティングパフォーマンスに及ぼす影響を検討した。

二点目は、ホールがあるという課題制約のなかで、プレッシャーにより喚起した不安の成分と強度、すなわち不安への対処形態 (coping style) が、パッティングパフォーマンスに及ぼす影響について明らかにすることであった。

従来、運動場面における不安研究では、プレッシャーによって喚起された状態不安の強度を表す指標として心理的指標や生理的指標が用いられている。例えば、心理的指標は、Competitive State Anxiety Inventory-2 (Martens et al., 1990)、State-Trait Anxiety Inventory-State (Spielberger, Gorsuch, & Lushene, 1970; 山本他, 1985) や State-Trait Anxiety Inventory-Form JYZ Y-1 (肥田野他, 2000) などの質問紙で測定されるものであり (Gucciardi & Dimmock, 2008; Mullen & Hardy, 2000; Higuchi et al., 2002; Tanaka & Sekiya, 2010a, e.g.), 認知不安と呼ばれている。一方、生理的指標は、心拍数 (Higuchi

et al., 2002; Tanaka & Sekiya, 2010a; Woodman & Davis, 2008, e.g.), 自律神経反応 (Mullen et al., 2005), 血圧 (Szabo, Peronnet, Frenkl, Farkas, Petrekanits, Meszaros, Hetenyi, & Szabo, 1994), 内分泌反応 (Salvador et al., 2003) などで測定されるものであり, 身体不安と呼ばれている. 喚起された状態不安の程度によって, 不安がパフォーマンスに対して, 促進的にも, あるいは抑制的にも機能することが指摘されているが, なかでも, 不安の成分 (認知不安, 身体不安) と強度によりエラーの特徴が異なるといった Woodman and Davis (2008) の報告から, プレッシャーによって喚起された不安への対処形態 (coping style) によりパフォーマンス動作への影響が異なると考えられる. そこで本研究では, 認知不安を測定する指標として STAI Y-1, 身体不安を測定する指標として平均心拍数を測定し, 認知/身体不安スコアをもとにして参加者を事後的に低不安/高不安群等に分類し, 群間の比較を行うこととした.

## 3.2 目的

本研究の目的は以下の二点である. 物理的距離の明示的な提示により, 異なる距離からのゴルフパッティングパフォーマンスにプレッシャーが及ぼす影響を明らかにすること, さらに行為者の不安への対処形態が運動パフォーマンスに及ぼす影響について明らかにすることである.

## 3.3 方法

### 3.3.1 実験参加者

アマチュア競技に参加しているゴルファー 75 名 (男性 52 名・女性 23 名) が参加した. 平均年齢  $20.0 \pm 2.5$  歳, ゴルフ歴  $7.3 \pm 2.8$  年, ベストスコアは  $72.5 \pm 6.1$ , 平均スコアは  $80.7 \pm 5.6$  であった. 実験参加者 75 名のうち 39 名がプロ志望者であった. また, 実験参加者の約 9 割が学生ゴルファーであったためハンディキャップ取得の必要性がなく, 競技における平均スコアとベストスコアを自己申告してもらった. なお, 実験参加者には

実験の内容をよく理解してもらった上で参加の同意を書面にて得た。実験参加者は全員ボランティアであった。

### 3.3.2 実験課題

実験参加者は、室温 25℃ に設定された実験室内に設置された 5.00 m × 1.82 m × 0.30 m の平坦な人工芝 (株式会社キートス製 K-80) の上でパッティングを行った。実験参加者は、プレッシャー条件が設定されていないコントロール条件 (C 条件) と、プレッシャー条件 (P 条件) の 2 条件下でプレーした。また、ホールまでの距離は「入れごろはずしごろ」に相当すると考えられる 1.25 m, 1.50 m, 1.75 m, 2.00 m を設定した。各距離をランダムに 1 回ずつ計 4 回のパッティングを測定した。本研究では試行の繰り返しによる課題に対する慣れを除外するため、各条件下での各距離に対するパフォーマンスを 1 試行に留めた。プレッシャー条件の内容は、1) 約 20 名の観衆 (5.00m × 1.82 m × 0.30 m の舞台を囲むように配置された)、2) 競技の実施、3) 競技結果の公表、4) 競争相手の存在、5) 賞金/罰金 (偽教示)、6) プロ経験者によるパフォーマンス評価、7) ビデオカメラ 3 台によるパフォーマンスの撮影であった。なお、実験参加者はどのような方式でパッティングが得点化されるかは知らされなかった。本実験では、参加者に物理的距離を明示的に提示するため、人工芝のマット上に距離の情報を表記した。参加者は指定された距離に参加者自らが一旦ボールを置き、ボールにマークを行ってから普段の自分の手順でパッティングを行うように指示され、時間制限もないことが伝えられた。実験参加者は自分で持参したパターとボール (R & A 発行の公認球リストに載っている球) を使用した。

### 3.3.3 測定項目及び測定装置、心理テスト

#### 心理的指標

認知不安の測定は、新版 State-Trait Anxiety Inventory-Form JYZ (肥田野他, 2000) の STAI Y-1 を使用した。なお、測定はプレー直前に行った。



## 生理的指標

身体不安として心拍数を測定した。心拍数は心拍計チームシステム (POLAR 社製) を使用し 5 秒毎に測定した。なお、心拍計の装着後から時間を記録し、プレー中の平均心拍数 (bpm) と最高心拍数 (bpm) の分析を行った。

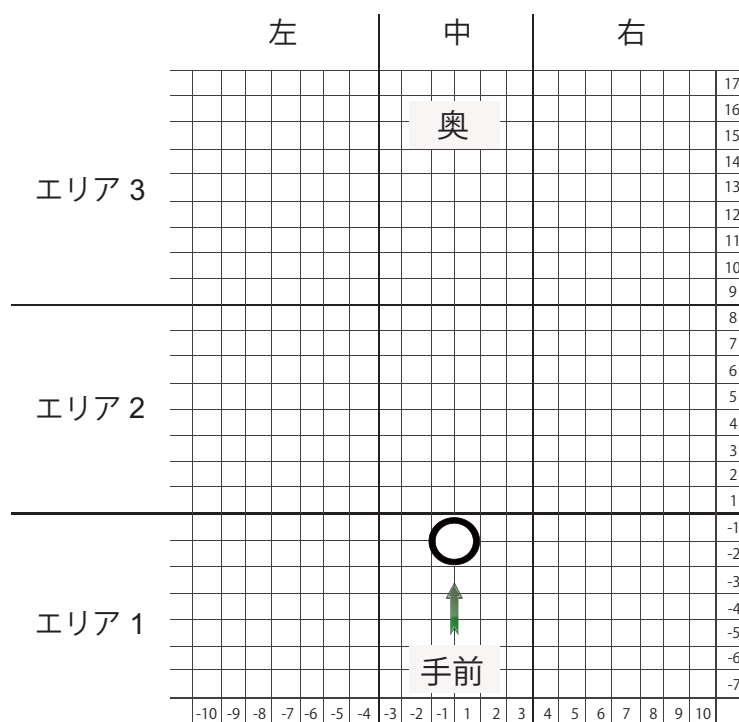
## パッティング得点と失敗試行

カップインしたパッティングを 1 点とし、カップインしなかったパッティングは 0 点とした。失敗試行は、図 3.1 のようにミスしたパッティングのボールの停止位置を座標として記録した。

本研究ではパッティングの最良のボールスピードに関する Pelz (1989) の調査報告をもとにゴルフパッティングの特性を考慮し、平均絶対誤差 (mean radial error) (Hancock, Butler, & Fischman, 1995; Mullen & Hardy, 2000; 田中・関矢, 2006) など測定可能なエラーの量的側面を重視するのではなく、どのようなミスであったか (左右あるいは強弱) といった質的側面を重視することとした。縦方向のミスは、カップの奥までをエリア 1, エリア 1 から 40 cm 奥までをエリア 2, それ以降をエリア 3 とした。エリア 1 ならびにエリア 2 の境界は、以下の理由により設定した。ゴルフには「Never up, never in (届かなければ入らない)」という有名な格言があり、ボールがホールの手前で止まってしまうパッティングは最も悪いプレーと考えられている (摂津, 2009)。さらに、パッティングの最良のボールスピードはホール (カップ) を 40 cm オーバーする程度が望ましいという調査報告 (Pelz, 1989) にもとづいた。また、横方向のミスは、極度の左、カップ周辺、極度の右に分けることとし、左右にみられたミスの最大幅を事後的に 3 分割することとした。

## パッティング動作

クラブヘッド動作の測定は、デジタルビデオカメラ (Canon IXY DV M5) を用いて実験参加者のパッティングフォームを正面 4 m の位置から撮影し、撮影した映像を動作解析システム Frame-DIAS 2 version 3 (株式会社ディケイエイチ) を用いてサンプリング周波数 30 Hz で算出し二次元動作解析を行った。田中・関矢 (2006) の研究にもとづき、クラブ



(注) 1マス 5 cm を示す。ただし、カップの直径が 10.8 cm であるため、カップの周囲のみ 5.4 cm を示す。

図 3.1: 失敗試行の分析方法

ヘッドが動作開始前の静止した位置からバックスイングを終えて静止した位置に至るまでのバックスイング期, クラブヘッドがバックスイングを終えて静止した位置からボールを打つ位置に至るまでのダウンスイング期, クラブヘッドがボールを打つ位置からフォロースルーを終える位置に至るまでのフォロースルー期に分け, 各距離におけるクラブヘッドの直線移動距離, 動作時間, 平均速度を算出した.

### 3.3.4 実験手続

実験手続は, 図 3.2 に示した. コントロール条件では, 実験参加者は控え室にて胸部に心拍計を装着し, 約 5 分間安静にした後に 1 人ずつ実験室へと移動した. 実験室へ移動後, 4 回の試打を行った後に, STAI Y-1 に記入を行った. 記入後, 1.25 m, 1.50 m, 1.75 m, 2.00 m の各距離がランダムに指定されプレーを行った. プレー終了後, 控え室に移動し心拍計が取り外された.

プレッシャー条件では, 3~4 人にグループ分けされた実験参加者は心拍計を装着した後, 実験室へと移動した. 約 20 名の観衆の中, 交替で 1 人各 4 回の試打を行った後に選手紹介が行われ, 次のような教示が行われた. 「この約 20 名のギャラリーのみなさんの前でプレーを行います. 3~4 人 1 組でプレーを行い, 今日実験に参加しているゴルファーのなかで競技を行います. ただし, 全体で順位がつくだけでなくこの組内でも順位を付けます. パッティングの結果は得点化され, この勝負の結果はみんなに公開されます. 全体での競技の優勝者には賞金 1,000 円が授与されます. しかし全体での競技で最下位になった方には, 罰金 1,000 円を支払って頂きます. あなたがたのプレーはプロ経験者によって評価されます. あなたがたのプレーは 3 台のビデオカメラによって撮影されます. このパッティング勝負は, 指定の距離を各 1 回ずつ交代で行い, 1 人 4 回プレーします». 実験参加者がこれらの内容を十分に把握できるようにするため, プレッシャー条件の内容は同時に文章で掲示された. 教示後, 実験参加者たちは STAI Y-1 に記入を行った. 記入後, 1 回目の打順をくじで決め, 2 回目以降はゴルフの慣習に従って前のプレーの点数が高かった順にプレーを行った. 距離に関してはランダムに指定され, グループ内の実験参加者のプレーが一巡したらその都度, 別の距離が指定された. グループ内の全員のプレー終了後, 控え室に移動して心拍計が取り外された. なお, コントロール条件とプレッシャー条

件の順序はカウンターバランスがとられた。各条件の実施間隔は約1時間半であった。



図 3.2: 実験1の手続

### 3.3.5 分析方法

認知不安 (STAI Y-1) と身体不安 (プレー中の平均心拍数と最高心拍数) については、実験条件 (2) × 群 (不安への対処形態) (4) の2要因分散分析を行い、本研究で用いた群分けの妥当性を確認することとした。実験条件は繰り返しのある要因であった。なお、これらの従属変数に関しては、本研究で設定したプレッシャー条件が有効であったかを検討するために、はじめに条件の主効果について記述した。また、パッティング得点、クラブヘッドの直線移動距離、動作時間、平均速度については、実験条件 (2) × 群 (不安への対処形態) (4) × パッティング距離 (4) の3要因分散分析を行った。実験条件とパッティング距離は繰り返しのある要因であった。下位検定には Bonferroni 法を用いた。さらに、分散分析の繰り返しのある要因に対する Mauchly の球面性検定において等分散が仮定できない場合には、Greenhouse-Geisser による自由度と誤差の補正值を使用した。失敗試行に関して、本研究では Pelz (1989) の調査報告にもとづきエラーの質を重視したため、個人の平均値や標準偏差を用いた分析方法ではなく、ボールの停止位置を  $\chi^2$  検定を用いて分析し

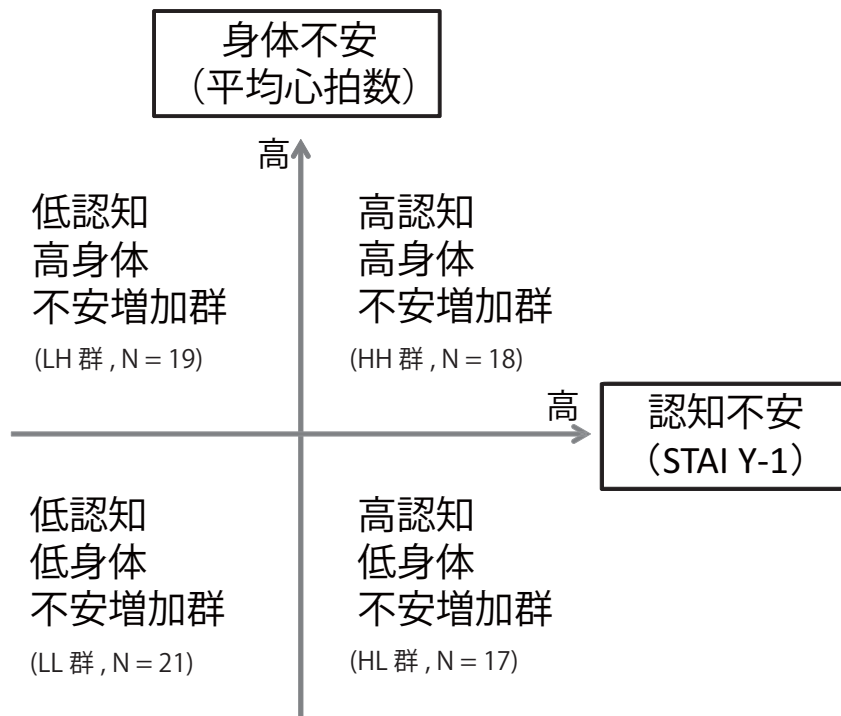


図 3.3: 不安への対処形態 (coping style) による事後的群分け

た。失敗試行は、コントロール条件とプレッシャー条件の全打を比較し、その後、さらに詳細に分析するために、それらを距離ごとにみた場合と群ごとにみた場合に分け、それぞれを条件ごとに比較した。すべての検定には統計処理ソフト SPSS 15.0 for Windows を使用した。統計的有意水準は全て 5 %未満とした。

## 3.4 結果

### 3.4.1 事後的群分け

認知不安 (STAI Y-1) と身体不安 (プレー中の平均心拍数) で得られたデータを用い、以下のように定義した上で実験参加者を 4 群に分けた。コントロール条件と比較してプレッシャー条件で増加した STAI Y-1 の得点の中央値が 6 点であった。そこで、7 点以上 STAI Y-1 が増加した参加者を高増加者とし 6 点以下を低増加者とした。またコントロール条件と比較してプレッシャー条件で増加したプレー中の平均心拍数の中央値は 5.71 bpm であった。これにより、6 拍以上平均心拍数が増加した参加者を高増加者とし 5 拍以下を低

増加者とした。STAI Y-1 と平均心拍数がともに中央値より増加した参加者を高認知高身体不安増加群 (以下 HH 群と略す,  $N = 18$ ), STAI Y-1 の増加が高く平均心拍数の増加が低かった参加者を高認知低身体不安増加群 (以下 HL 群と略す,  $N = 17$ ), STAI Y-1 の増加が低く平均心拍数の増加が高かった参加者を低認知高身体不安増加群 (以下 LH 群と略す,  $N = 19$ ), STAI Y-1 と平均心拍数の増加がともに中央値より低かった参加者を低認知低身体不安増加群 (以下 LL 群と略す,  $N = 21$ ) と群分けした (図 3.3)。各群における STAI Y-1 の得点とプレー中心拍数ならびに最高心拍数の平均値と標準偏差は表 3.1 に示した。

各群の技能水準は, HH 群の平均スコアが  $80.0 \pm 5.88$ , HL 群は  $81.3 \pm 6.38$ , LH 群は  $80.0 \pm 4.67$ , LL 群は  $81.1 \pm 5.33$  であった。また, 技能水準だけでなく, 年齢, ベストスコア, 経験年数において群間に差がないことを 1 要因分散分析において確認した。

### 3.4.2 心理的指標

認知不安 (STAI Y-1) の各群の平均得点は, 表 3.1 に示した。分散分析の結果, プレッシャー条件の主効果が有意であった ( $F(1, 71) = 214.87, p = .000$ )。認知不安はコントロール条件よりプレッシャー条件で高かった。また, 群と実験条件の交互作用が有意であった ( $F(3, 71) = 43.02, p = .000$ )。そこで, 群別に実験条件の単純主効果を検定したところ, HH 群 ( $F(1, 71) = 202.54, p = .000$ ), HL 群 ( $F(1, 71) = 115.91, p = .000$ ), LL 群 ( $F(1, 71) = 5.49, p = .022$ ) が有意で, 各群ともプレッシャー条件において認知不安が高かった。群の単純主効果は, プレッシャー条件のみ有意であった ( $F(3, 71) = 7.90, p = .001$ )。多重比較の結果, プレッシャー条件では HH 群と HL 群の認知不安が LH 群と LL 群より高かった。

### 3.4.3 生理的指標

身体不安 (プレー中の平均心拍数と最高心拍数) の平均値は, 表 3.1 に示した。プレー中の平均心拍数の分散分析の結果, 実験条件の主効果が有意であった ( $F(1, 71) = 176.39, p = .000$ )。平均心拍数はコントロール条件よりプレッシャー条件で高かった。また, 群と実験条件の交互作用が有意であった ( $F(3, 71) = 20.69, p = .000$ )。そこで, 群別に実験条件

の単純主効果を検定したところ、HH 群 ( $F(1, 71) = 103.51, p = .000$ ), HL 群 ( $F(1, 71) = 6.47, p = .013$ ), LH 群 ( $F(1, 71) = 118.43, p = .000$ ), LL 群 ( $F(1, 71) = 8.64, p = .004$ ) が有意で、いずれの群においてもプレッシャー条件において平均心拍数が高かった。群の単純主効果は、プレッシャー条件のみ有意であった ( $F(3, 71) = 9.64, p = .000$ )。多重比較の結果、プレッシャー条件ではHH 群とLH 群のプレー中の平均心拍数がHL 群とLL 群より高かった。

プレー中の最高心拍数の分散分析の結果、実験条件の主効果が有意であった ( $F(1, 71) = 312.96, p = .000$ )。最高心拍数はコントロール条件よりプレッシャー条件で高かった。また、群と実験条件の交互作用が有意であった ( $F(3, 71) = 12.86, p = .000$ )。そこで、群別に実験条件の単純主効果を検定したところ、HH 群 ( $F(1, 71) = 149.73, p = .000$ ), HL 群 ( $F(1, 71) = 37.73, p = .000$ ), LH 群 ( $F(1, 71) = 129.50, p = .000$ ), LL 群 ( $F(1, 71) = 30.80, p = .000$ ) が有意で、いずれの群においてもプレッシャー条件において最高心拍数が高かった。群の単純主効果は、プレッシャー条件のみ有意であった ( $F(3, 71) = 8.92, p = .000$ )。多重比較の結果、プレッシャー条件ではHH 群とLH 群のプレー中の最高心拍数がHL 群とLL 群より高かった。

#### 3.4.4 パッティング得点と失敗試行

各実験条件における各群のパッティング得点と動作の平均値ならびに標準偏差を表 3.2 に示した。また、各距離におけるパッティング得点と動作の平均値ならびに標準偏差と距離の比較を表 3.3 に示した。

パッティング得点についての分散分析を行った。パッティング距離と群、パッティング距離と実験条件に交互作用はみられなかった。しかし、群と実験条件の交互作用が有意であった ( $F(3, 71) = 3.35, p = .024$ )。そこで、群別に実験条件の単純主効果を検定した結果、HH 群に単純主効果が認められ ( $F(1, 71) = 5.18, p = .026$ )、HH 群のパッティング得点はコントロール条件に比べプレッシャー条件で低かった。つぎに、群の単純主効果を検定したが有意ではなかった。また、パッティング距離の主効果が有意であった ( $F(3, 213) = 4.36, p = .005$ )。下位検定の結果、1.25 m が 1.50 m と 2.00 m よりも高かった。

失敗試行の結果は、図 3.4 と図 3.5 に示した。横方向のミスは、左右全幅で 50.4 cm で

あったため、カップを中心として3分割した。カップの中央からそれぞれ左右に15.4 cmを中央エリアとし、それより左のエリアと右のエリアに分けた。まず、各条件の全打の比較において、横方向には有意差がみられなかったが、縦方向には有意差が認められた ( $\chi^2 = 8.55, p < .05$ ) (表 3.4)。残差分析の結果、エリア1とエリア3が有意であった (表 3.5)。コントロール条件では弱いパッシングが少なく、プレッシャー条件では弱いパッシングが多かった。つぎに、距離ごとに調べたところ、1.50 mの縦方向のミスに有意差が認められた ( $\chi^2 = 12.97, p < .01$ ) (表 3.6)。残差分析の結果、エリア1、エリア2、エリア3が有意であった (表 3.7)。1.50 mはコントロール条件では弱いパッシングが少なく、プレッシャー条件では弱いパッシングが多かった。その他の距離は縦方向と横方向ともに有意差はなかった。各群の失敗試行の位置と打数は表 3.8 に示した。群ごとに分析したが有意差はみられなかった。



表 3.1: STAI Y-1 の得点とプレー中の心拍数

	STAI Y-1		プレー中平均心拍数 (bpm)		プレー中最高心拍数 (bpm)	
	C 条件	P 条件	C 条件	P 条件	C 条件	P 条件
HH 群	34.33 ± 8.81	48.39 ± 6.86	92.64 ± 10.16	112.23 ± 14.66	110.39 ± 10.81	137.83 ± 14.58
HL 群	38.71 ± 9.90	49.65 ± 9.93	91.32 ± 13.69	96.35 ± 14.76	108.59 ± 12.35	122.76 ± 14.64
LH 群	38.11 ± 7.01	39.42 ± 7.93	92.77 ± 12.25	113.16 ± 16.93	109.74 ± 13.61	134.58 ± 15.23
LL 群	40.24 ± 4.57	42.38 ± 4.43	89.30 ± 8.13	94.53 ± 9.10	106.95 ± 8.77	118.48 ± 9.67
平均	37.93 ± 7.84	44.72 ± 8.39	91.43 ± 10.97	103.91 ± 16.29	108.85 ± 11.29	128.17 ± 15.60

HH 群は高認知高身体不安増加群, HL 群は高認知低身体不安増加群

LH 群は低認知高身体不安増加群, LL 群は低認知低身体不安増加群を示す.

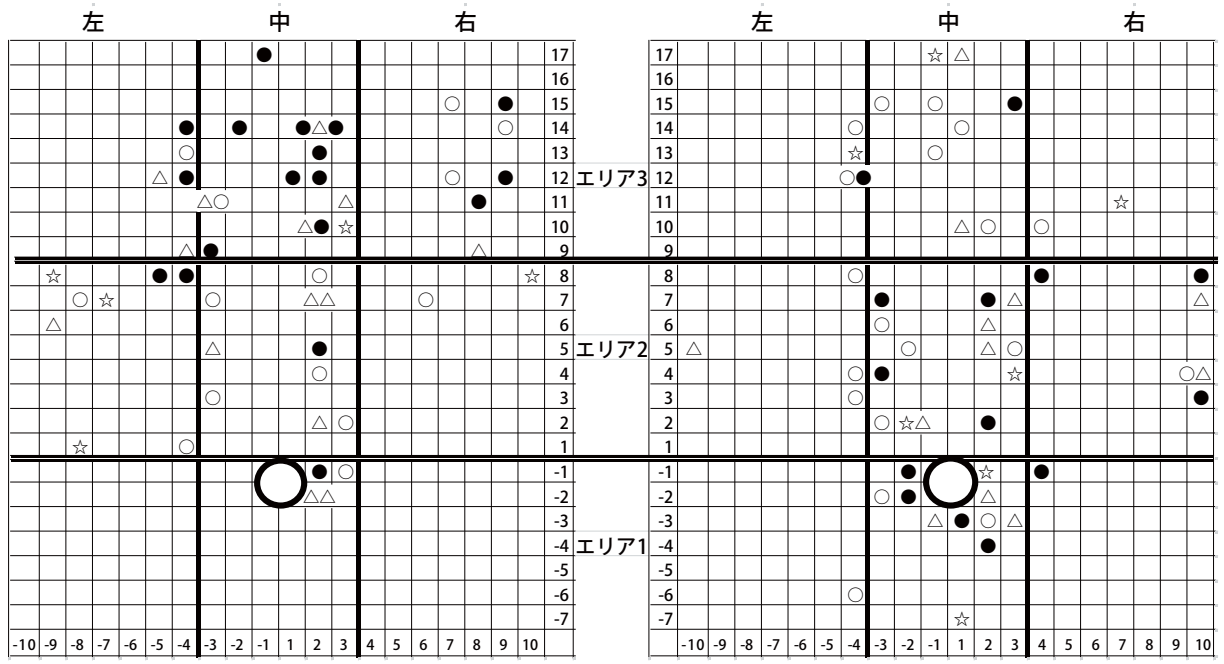
表 3.2: コントロール条件とプレッシャー条件における各群の各距離におけるパッティング得点の平均と標準偏差

	HH 群 (N=18)		HL 群 (N=17)		LH 群 (N=19)		LL 群 (N=21)		全体 (N=75)	
	C 条件	P 条件	C 条件	P 条件	C 条件	P 条件	C 条件	P 条件	C 条件	P 条件
1.25m	0.94 ± 0.24	0.83 ± 0.38	0.94 ± 0.24	0.94 ± 0.24	0.90 ± 0.32	0.90 ± 0.32	0.95 ± 0.22	0.95 ± 0.22	0.93 ± 0.25	0.91 ± 0.29
1.50m	0.94 ± 0.24	0.78 ± 0.43	0.71 ± 0.47	0.82 ± 0.39	0.58 ± 0.51	0.79 ± 0.42	0.81 ± 0.40	0.86 ± 0.36	0.76 ± 0.43	0.81 ± 0.39
1.75m	0.94 ± 0.24	0.83 ± 0.38	0.88 ± 0.33	0.77 ± 0.44	0.74 ± 0.45	0.79 ± 0.42	0.71 ± 0.46	0.95 ± 0.22	0.81 ± 0.39	0.84 ± 0.37
2.00m	0.72 ± 0.46	0.56 ± 0.51	0.94 ± 0.24	0.71 ± 0.47	0.79 ± 0.42	0.90 ± 0.32	0.81 ± 0.40	0.81 ± 0.40	0.81 ± 0.39	0.75 ± 0.43
平均	0.89 ± 0.15	0.75 ± 0.17	0.87 ± 0.13	0.81 ± 0.21	0.75 ± 0.22	0.84 ± 0.17	0.82 ± 0.23	0.89 ± 0.15	0.83 ± 0.19	0.83 ± 0.18

HH 群は高認知高身体不安増加群, HL 群は高認知低身体不安増加群, LH 群は低認知高身体不安増加群, LL 群は低認知低身体不安増加群を示す。

表 3.3: 各距離のパフォーマンスに関連する従属変数の平均値と標準偏差

	距離の比較				
	1.25 m (D1) (N=150)	1.50 m (D2) (N=150)	1.75 m (D3) (N=150)	2.00 m (D4) (N=150)	
バッテリーング得点	0.92 ± 0.27	0.79 ± 0.41	0.83 ± 0.38	0.78 ± 0.42	$D1 > D2, D1 = D3, D1 > D4, D2 = D3, D2 = D4, D3 = D4$
BS 直線移動距離 (cm)	18.79 ± 4.52	20.08 ± 4.99	21.23 ± 5.03	21.98 ± 5.31	$D1 < D2, D1 < D3, D1 < D4, D2 < D3, D2 < D4, D3 < D4$
DS 直線移動距離 (cm)	20.52 ± 4.91	22.13 ± 5.22	23.16 ± 5.23	23.67 ± 5.63	$D1 < D2, D1 < D3, D1 < D4, D2 < D3, D2 < D4, D3 = D4$
FT 直線移動距離 (cm)	31.51 ± 9.40	33.83 ± 9.98	35.85 ± 10.14	37.65 ± 10.47	$D1 < D2, D1 < D3, D1 < D4, D2 < D3, D2 < D4, D3 < D4$
BS 移動時間 (s)	0.66 ± 0.14	0.68 ± 0.15	0.69 ± 0.14	0.71 ± 0.15	$D1 < D2, D1 < D3, D1 < D4, D2 < D3, D2 < D4, D3 < D4$
DS 移動時間 (s)	0.30 ± 0.05	0.31 ± 0.05	0.31 ± 0.05	0.31 ± 0.05	$D1 = D2 = D3 = D4$
FT 移動時間 (s)	0.45 ± 0.11	0.46 ± 0.12	0.46 ± 0.12	0.47 ± 0.11	$D1 = D2, D1 = D3, D1 < D4, D2 = D3, D2 = D4, D3 = D4$
BS 平均速度 (cm/s)	29.47 ± 7.94	30.60 ± 8.65	31.74 ± 8.74	32.00 ± 8.91	$D1 < D2, D1 < D3, D1 < D4, D2 < D3, D2 < D4, D3 = D4$
DS 平均速度 (cm/s)	67.70 ± 12.57	71.90 ± 12.30	74.73 ± 11.94	77.02 ± 14.25	$D1 < D2, D1 < D3, D1 < D4, D2 < D3, D2 < D4, D3 = D4$
FT 平均速度 (cm/s)	71.07 ± 16.27	74.97 ± 16.51	80.38 ± 18.42	82.02 ± 17.54	$D1 < D2, D1 < D3, D1 < D4, D2 < D3, D2 < D4, D3 = D4$



C 条件 (n=51)

P 条件 (n=52)

(注) ☆ = 1.25 m, ● = 1.50 m, △ = 1.75 m, ○ = 2.00 m を示す.

図 3.4: ミスパッティングのボールの停止位置

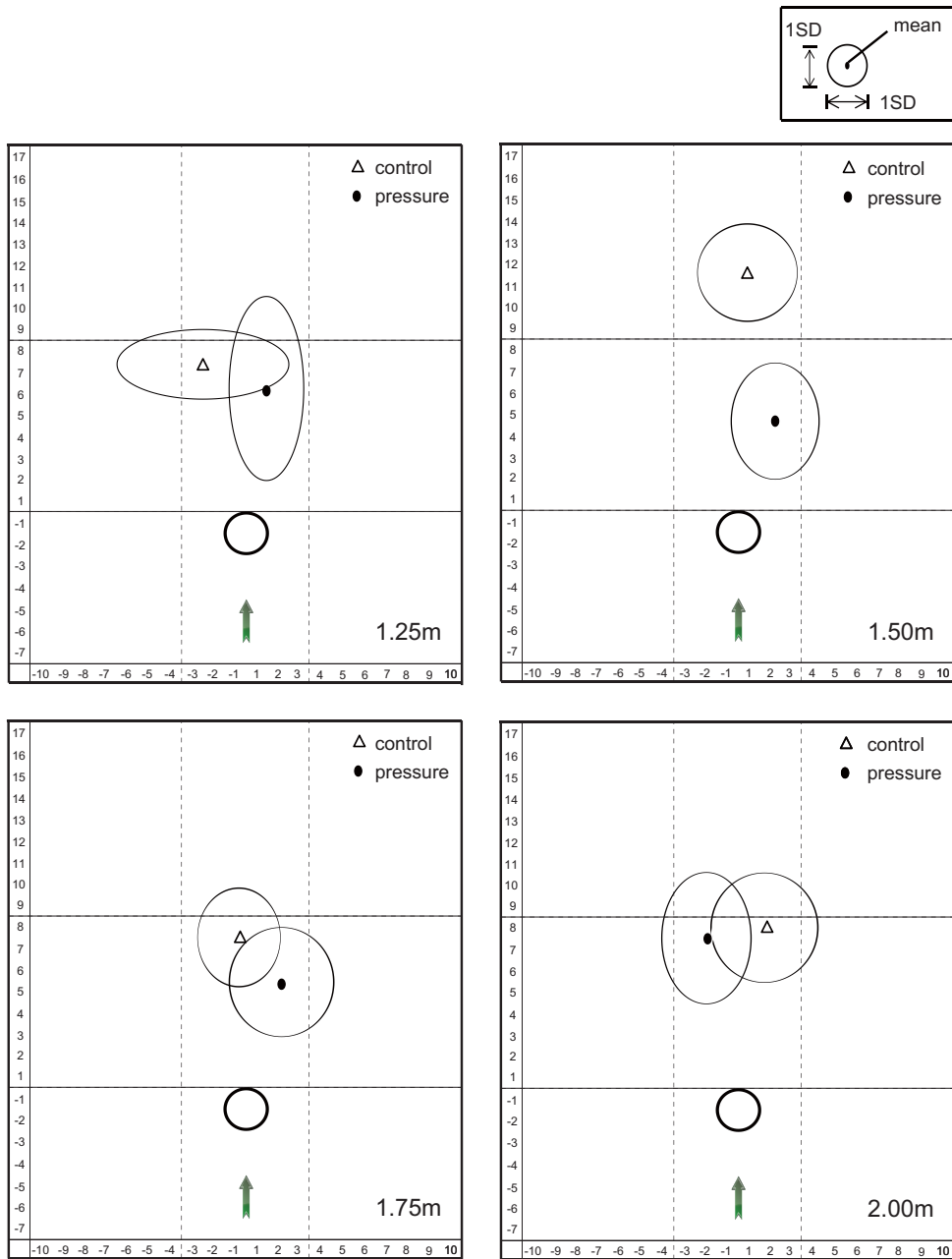


図 3.5: ミスパッティングのボールの停止位置の分布

表 3.4: ミスパッティングの縦方向の分析

エリア	1		2		3		計
C 条件	4	(8.42)	20	(21.79)	27	(20.80)	51
P 条件	13	(8.58)	24	(22.21)	15	(21.20)	52
計	17		44		42		103

$\chi^2 = 8.55, p < .05$  カッコ内は期待度数.

表 3.5: 表 3.4 の調整された残差

エリア	1	2	3
C 条件	-2.35*	-0.71	2.48*
P 条件	2.35*	0.71	-2.48*

\*は  $p < .05$  を示す.

### 3.4.5 パッティング動作

#### クラブヘッドの直線移動距離

クラブヘッドの直線移動距離について、バックスイング、ダウンスイング、フォローstroke 期に分けて分析した結果が表 3.9 である.

**バックスイング直線移動距離** バックスイング直線移動距離についての分散分析を行った. パッティング距離と群, パッティング距離と実験条件, 群と実験条件に交互作用はみられなかった. しかし, パッティング距離の主効果が有意であった ( $F(2.49, 176.57) = 76.90, p = .000$ ). パッティング距離の多重比較の結果, 2.00 m, 1.75 m, 1.50 m, 1.25 m の順に大きかった. また, 実験条件 ( $F(1, 71) = 26.46, p = .000$ ) の主効果も有意であった. コントロール条件と比較してプレッシャー条件ではバックスイング直線移動距離が小さかった. その他の主効果は有意ではなかった.

表 3.6: 1.50m のミスパッティングの縦方向の分析

エリア	1	2	3	計
C 条件	1 (3.38)	3 (5.63)	14 (9.00)	18
P 条件	5 (2.63)	7 (4.38)	2 (7.00)	14
計	6	10	16	32

$\chi^2 = 12.97, p < .01$  カッコ内は期待度数.

表 3.7: 表 3.6 の調整された残差

エリア	1	2	3
C 条件	-2.17*	-2.02*	3.56**
P 条件	2.17*	2.02*	-3.56**

\*は  $p < .05$ , \*\*は  $p < .01$  を示す.

表 3.8: 各群のミスパッティングのボール停止位置

		横方向			縦方向		
		左	中	右	エリア 1	エリア 2	エリア 3
HH 群	C	1	5	2	0	6	2
	P	4	11	3	6	7	5
HL 群	C	0	7	2	1	0	8
	P	1	10	2	4	4	5
LH 群	C	5	10	4	2	8	9
	P	1	7	4	2	8	2
LL 群	C	7	7	1	1	6	8
	p	3	6	0	1	5	3

C はコントロール条件, P はプレッシャー条件を示す.

**ダウンスイング直線移動距離** ダウンスイング直線移動距離についての分散分析を行った。パッティング距離と群，パッティング距離と実験条件，群と実験条件に交互作用はみられなかった。しかし，パッティング距離の主効果が有意であった ( $F(2.33, 165.32) = 44.30, p = .000$ )。パッティング距離の多重比較の結果，2.00 m と 1.75 m に有意差はなく，1.75 m, 1.50 m, 1.25 m の順に大きかった。また，実験条件 ( $F(1, 71) = 20.83, p = .000$ ) の主効果も有意であった。コントロール条件と比較してプレッシャー条件ではダウンスイング直線移動距離が小さかった。その他の主効果は有意ではなかった。

**フォロースルー直線移動距離** フォロースルー直線移動距離についての分散分析を行った。パッティング距離と群，パッティング距離と実験条件，群と実験条件に交互作用はみられなかった。しかし，パッティング距離の主効果が有意であった ( $F(2.41, 170.87) = 55.49, p = .000$ )。パッティング距離の多重比較の結果，2.00 m, 1.75 m, 1.50 m, 1.25 m の順に大きかった。また，実験条件の主効果も有意であった ( $F(1, 71) = 5.65, p = .020$ )。コントロール条件と比較してプレッシャー条件ではフォロースルー直線移動距離が小さかった。その他の主効果は有意ではなかった。



表 3.9: コントロール条件とプレッシャー条件における各群の各距離におけるクラブヘッドの直線移動距離の平均と標準偏差

	HH 群 (N=18)		HL 群 (N=17)		LH 群 (N=19)		LL 群 (N=21)		全体 (N=75)	
	C 条件	P 条件	C 条件	P 条件	C 条件	P 条件	C 条件	P 条件	C 条件	P 条件
BS 直線移動距離 (cm)										
1.25m	17.86 ± 3.17	17.15 ± 3.19	20.04 ± 6.43	18.73 ± 4.81	19.27 ± 4.08	18.82 ± 3.11	19.88 ± 5.25	18.49 ± 5.11	19.28 ± 4.84	18.31 ± 4.15
1.50m	19.35 ± 4.42	18.74 ± 3.43	22.33 ± 7.59	19.35 ± 5.43	20.16 ± 3.25	19.29 ± 3.01	21.67 ± 6.41	19.69 ± 4.53	20.88 ± 5.66	19.28 ± 4.12
1.75m	20.94 ± 4.39	19.82 ± 3.58	22.76 ± 7.59	21.68 ± 5.70	21.62 ± 3.26	20.46 ± 3.86	22.32 ± 5.94	20.36 ± 4.91	21.91 ± 5.43	20.55 ± 4.53
2.00m	20.79 ± 5.46	20.72 ± 4.02	23.64 ± 8.27	22.32 ± 6.57	22.17 ± 3.43	21.01 ± 3.18	22.81 ± 5.39	22.31 ± 5.10	22.35 ± 5.78	21.60 ± 4.80
平均	19.74 ± 3.44	19.11 ± 3.12	22.19 ± 7.34	20.52 ± 5.51	20.80 ± 3.12	19.89 ± 3.07	21.67 ± 5.63	20.21 ± 4.73	21.10 ± 5.11	19.94 ± 4.17
DS 直線移動距離 (cm)										
1.25m	19.66 ± 3.02	18.87 ± 3.45	21.40 ± 7.06	20.01 ± 5.68	21.27 ± 4.22	20.90 ± 3.58	21.44 ± 5.65	20.44 ± 5.59	20.96 ± 5.14	20.08 ± 4.67
1.50m	21.11 ± 4.96	19.98 ± 3.46	24.36 ± 7.68	21.59 ± 5.73	22.22 ± 2.37	21.62 ± 3.51	24.01 ± 6.84	22.00 ± 4.69	22.94 ± 5.85	21.33 ± 4.41
1.75m	22.67 ± 4.75	22.23 ± 3.73	24.24 ± 8.15	23.48 ± 5.57	23.32 ± 3.62	22.35 ± 3.71	24.69 ± 6.20	22.27 ± 5.09	23.76 ± 5.81	22.55 ± 4.53
2.00m	22.75 ± 5.78	22.86 ± 4.43	25.92 ± 7.72	23.89 ± 6.71	23.80 ± 3.52	22.51 ± 3.05	24.72 ± 5.61	23.00 ± 6.92	24.29 ± 5.78	23.04 ± 5.45
平均	21.55 ± 3.50	20.98 ± 3.12	23.98 ± 7.45	22.24 ± 5.64	22.66 ± 2.95	21.84 ± 3.13	23.72 ± 5.87	21.93 ± 4.80	22.99 ± 5.21	21.75 ± 4.23
FT 直線移動距離 (cm)										
1.25m	30.60 ± 8.22	28.42 ± 6.42	31.98 ± 9.52	30.10 ± 9.49	31.99 ± 9.92	32.22 ± 11.86	33.95 ± 9.44	32.20 ± 9.93	32.20 ± 9.20	30.82 ± 9.61
1.50m	33.79 ± 8.60	31.92 ± 7.77	32.79 ± 9.44	32.26 ± 10.56	33.90 ± 9.71	34.90 ± 12.79	36.17 ± 10.34	34.28 ± 10.73	34.26 ± 9.47	33.41 ± 10.51
1.75m	35.74 ± 8.99	32.25 ± 8.45	36.67 ± 11.36	34.56 ± 9.11	37.40 ± 11.76	35.56 ± 10.37	36.87 ± 10.76	37.24 ± 10.54	36.69 ± 10.57	35.01 ± 9.69
2.00m	35.51 ± 11.30	34.74 ± 10.19	37.22 ± 8.72	37.71 ± 8.60	39.59 ± 11.82	37.27 ± 8.69	38.54 ± 10.34	39.99 ± 13.29	37.78 ± 10.53	37.52 ± 10.47
平均	33.91 ± 7.97	31.83 ± 7.65	34.67 ± 9.20	33.66 ± 8.90	35.72 ± 10.20	34.99 ± 10.52	36.38 ± 9.85	35.93 ± 10.32	35.23 ± 9.24	34.19 ± 9.42

HH 群は高認知高身体不安増加群, HL 群は高認知低身体不安増加群, LH 群は低認知高身体不安増加群, LL 群は低認知低身体不安増加群を示す。

## クラブヘッドの動作時間

クラブヘッドの動作時間について、バックスイング、ダウンスイング、フォロースルー期に分けて分析した結果が表 3.10 である。

**バックスイング動作時間** バックスイング動作時間についての分散分析を行った。パッティング距離と群、パッティング距離と実験条件、群と実験条件に交互作用はみられなかった。しかし、パッティング距離 ( $F(3, 213) = 37.93, p = .000$ ) の主効果が有意であった。パッティング距離の多重比較を行った結果、2.00 m, 1.75 m, 1.50 m, 1.25 m の順に長かった。また、プレッシャー条件の主効果も有意であった ( $F(1, 71) = 39.32, p = .000$ )。コントロール条件と比較してプレッシャー条件ではバックスイング動作時間が短かった。その他の主効果は有意ではなかった。

**ダウンスイング動作時間** ダウンスイング動作時間についての分散分析を行った。パッティング距離と群、パッティング距離と実験条件、群と実験条件に交互作用はみられなかった。しかし、実験条件の主効果は有意であった ( $F(1, 71) = 23.86, p = .000$ )。コントロール条件と比較してプレッシャー条件ではダウンスイング動作時間が短かった。その他の主効果は有意ではなかった。

**フォロースルー動作時間** フォロースルー動作時間についての分散分析を行った。パッティング距離と群、パッティング距離と実験条件に交互作用はみられなかった。しかし、群と実験条件の交互作用が有意であった ( $F(3, 71) = 3.36, p = .023$ )。そこで群別に実験条件の単純主効果を検定した結果、HH 群 ( $F(1, 71) = 5.98, p = .017$ ) と HL 群 ( $F(1, 71) = 9.26, p = .003$ ) に単純主効果がみとめられ、HH 群と HL 群はコントロール条件に比べプレッシャー条件でフォロースルーの動作時間が短かった (図 3.6)。つぎに、群の単純主効果を検定したが両条件ともに有意ではなかった。また、パッティング距離の主効果が有意であった ( $F(2.57, 182.59) = 2.80, p = .041$ )。多重比較の結果、2.00 m が 1.25 m より長かった。

表 3.10: コントロール条件とプレッシャー条件における各群の各距離におけるクラブヘッドの動作時間の平均と標準偏差

	HH 群 (N=18)		HL 群 (N=17)		LH 群 (N=19)		LL 群 (N=21)		全体 (N=75)	
	C 条件	P 条件	C 条件	P 条件	C 条件	P 条件	C 条件	P 条件	C 条件	P 条件
BS 移動時間 (s)										
1.25m	0.67 ± 0.15	0.64 ± 0.15	0.68 ± 0.17	0.62 ± 0.13	0.66 ± 0.13	0.63 ± 0.13	0.69 ± 0.13	0.66 ± 0.13	0.68 ± 0.14	0.64 ± 0.13
1.50m	0.69 ± 0.16	0.66 ± 0.20	0.68 ± 0.13	0.63 ± 0.13	0.68 ± 0.14	0.64 ± 0.12	0.73 ± 0.16	0.72 ± 0.15	0.70 ± 0.15	0.66 ± 0.15
1.75m	0.72 ± 0.18	0.67 ± 0.17	0.69 ± 0.15	0.65 ± 0.13	0.69 ± 0.14	0.65 ± 0.11	0.73 ± 0.14	0.71 ± 0.14	0.71 ± 0.15	0.67 ± 0.14
2.00m	0.73 ± 0.18	0.69 ± 0.18	0.72 ± 0.16	0.67 ± 0.15	0.70 ± 0.15	0.67 ± 0.12	0.76 ± 0.15	0.73 ± 0.14	0.73 ± 0.16	0.69 ± 0.15
平均	0.70 ± 0.10	0.67 ± 0.17	0.69 ± 0.15	0.64 ± 0.13	0.68 ± 0.13	0.65 ± 0.11	0.73 ± 0.14	0.70 ± 0.13	0.70 ± 0.14	0.67 ± 0.14
DS 移動時間 (s)										
1.25m	0.31 ± 0.06	0.30 ± 0.05	0.32 ± 0.07	0.30 ± 0.06	0.32 ± 0.05	0.28 ± 0.04	0.31 ± 0.06	0.30 ± 0.05	0.31 ± 0.06	0.30 ± 0.05
1.50m	0.30 ± 0.05	0.30 ± 0.05	0.32 ± 0.07	0.31 ± 0.05	0.32 ± 0.04	0.30 ± 0.04	0.32 ± 0.06	0.31 ± 0.05	0.31 ± 0.05	0.30 ± 0.05
1.75m	0.31 ± 0.07	0.30 ± 0.05	0.32 ± 0.06	0.30 ± 0.05	0.32 ± 0.03	0.30 ± 0.03	0.32 ± 0.06	0.31 ± 0.05	0.32 ± 0.06	0.30 ± 0.05
2.00m	0.30 ± 0.06	0.31 ± 0.06	0.32 ± 0.07	0.30 ± 0.06	0.31 ± 0.04	0.29 ± 0.03	0.32 ± 0.05	0.32 ± 0.05	0.31 ± 0.06	0.30 ± 0.05
平均	0.30 ± 0.05	0.30 ± 0.05	0.32 ± 0.06	0.30 ± 0.05	0.32 ± 0.03	0.29 ± 0.03	0.32 ± 0.05	0.31 ± 0.05	0.32 ± 0.05	0.30 ± 0.04
FT 移動時間 (s)										
1.25m	0.45 ± 0.09	0.37 ± 0.07	0.49 ± 0.08	0.43 ± 0.07	0.46 ± 0.12	0.49 ± 0.16	0.44 ± 0.10	0.44 ± 0.10	0.46 ± 0.10	0.43 ± 0.11
1.50m	0.42 ± 0.07	0.40 ± 0.07	0.49 ± 0.14	0.45 ± 0.08	0.50 ± 0.15	0.47 ± 0.15	0.46 ± 0.10	0.45 ± 0.12	0.47 ± 0.12	0.44 ± 0.11
1.75m	0.43 ± 0.09	0.41 ± 0.08	0.49 ± 0.13	0.45 ± 0.08	0.48 ± 0.13	0.47 ± 0.19	0.44 ± 0.08	0.46 ± 0.11	0.46 ± 0.11	0.45 ± 0.12
2.00m	0.44 ± 0.08	0.42 ± 0.09	0.49 ± 0.07	0.46 ± 0.09	0.50 ± 0.17	0.46 ± 0.13	0.45 ± 0.10	0.49 ± 0.09	0.47 ± 0.11	0.46 ± 0.10
平均	0.43 ± 0.07	0.40 ± 0.07	0.49 ± 0.09	0.45 ± 0.07	0.49 ± 0.13	0.48 ± 0.15	0.45 ± 0.09	0.46 ± 0.10	0.46 ± 0.10	0.45 ± 0.11

HH 群は高認知高身体不安増加群, HL 群は高認知低身体不安増加群, LH 群は低認知高身体不安増加群, LL 群は低認知低身体不安増加群を示す.

## クラブヘッドの平均速度

クラブヘッドの平均速度について、バックスイング、ダウンスイング、フォロースルー期に分けて分析した結果が表 3.11 である。

**バックスイング平均速度** バックスイング平均速度についての分散分析を行った。パッティング距離と群、パッティング距離と実験条件、群と実験条件に交互作用はみられなかった。しかし、パッティング距離の主効果が有意であった ( $F(2.70, 191.67) = 24.62, p = .000$ )。多重比較の結果、1.25 m, 1.50 m, 1.75 m の順に遅く、1.75 m と 2.00 m に有意差はみられなかった。その他の主効果は有意ではなかった。

**ダウンスイング平均速度** ダウンスイング平均速度についての分散分析を行った。パッティング距離と群、パッティング距離と実験条件、群と実験条件に交互作用はみられなかった。しかし、パッティング距離の主効果が有意であった ( $F(2.49, 176.97) = 28.85, p = .000$ )。多重比較の結果、1.25 m, 1.50 m, 1.75 m の順に遅く、1.75 m と 2.00 m に有意差はみられなかった。その他の主効果は有意ではなかった。

**フォロースルー平均速度** フォロースルー平均速度についての分散分析を行った。パッティング距離と群、パッティング距離と実験条件、群と実験条件に交互作用はみられなかった。しかし、パッティング距離の主効果が有意であった ( $F(3, 213) = 32.80, p = .000$ )。多重比較の結果、1.25 m, 1.50 m, 1.75 m の順に遅く、1.75 m と 2.00 m に有意差はみられなかった。その他の主効果は有意ではなかった。

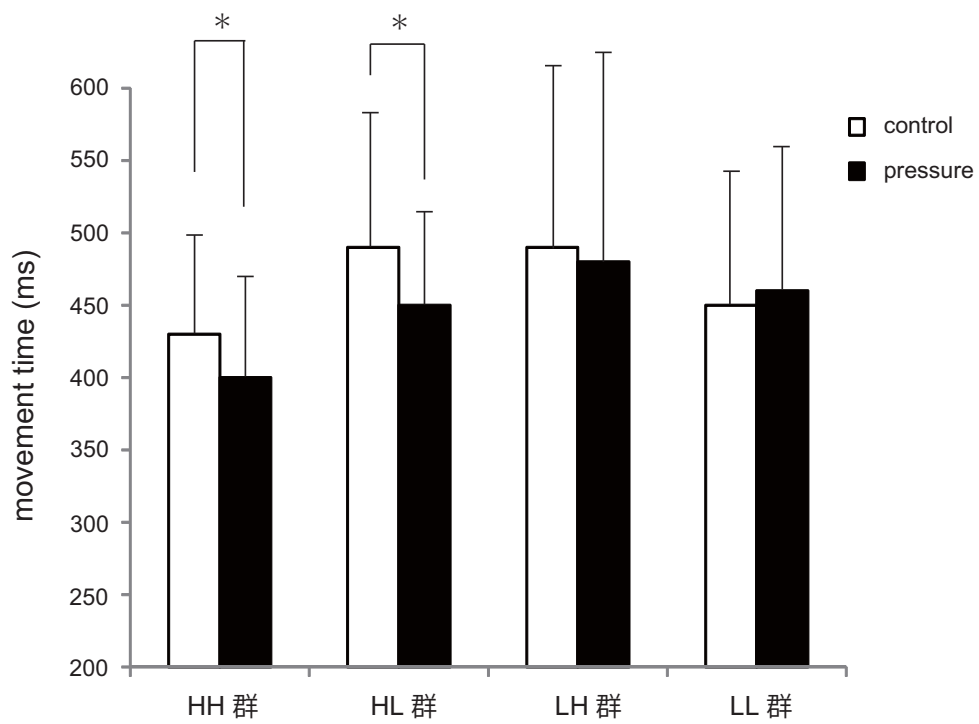


図 3.6: フォロースルー動作時間 (\* $p < .05$ )

表 3.11: コントロール条件とプレッシャー条件における各群の各距離におけるクラブヘッドの平均速度の平均と標準偏差

	HH 群 (N=18)		HL 群 (N=17)		LH 群 (N=19)		LL 群 (N=21)		全体 (N=75)	
	C 条件	P 条件	C 条件	P 条件	C 条件	P 条件	C 条件	P 条件	C 条件	P 条件
BS 平均速度 (cm/s)										
1.25m	27.69 ± 7.43	28.21 ± 7.89	30.65 ± 10.90	31.02 ± 8.42	30.47 ± 8.53	30.85 ± 6.88	28.95 ± 7.42	28.20 ± 6.54	29.42 ± 8.51	29.51 ± 7.39
1.50m	29.29 ± 7.72	30.17 ± 8.14	33.66 ± 11.93	31.87 ± 9.79	31.02 ± 8.20	31.49 ± 8.18	30.04 ± 8.72	27.97 ± 6.60	30.93 ± 9.16	30.27 ± 8.15
1.75m	30.11 ± 6.56	30.54 ± 7.14	34.27 ± 13.28	34.25 ± 10.35	32.63 ± 7.52	32.54 ± 9.07	30.99 ± 8.33	29.29 ± 6.72	31.94 ± 9.11	31.54 ± 8.41
2.00m	29.57 ± 8.92	31.25 ± 7.76	34.17 ± 12.55	34.67 ± 11.85	32.77 ± 7.78	32.32 ± 7.75	30.64 ± 7.61	31.19 ± 6.93	31.72 ± 9.27	32.28 ± 8.58
平均	29.17 ± 6.95	30.04 ± 7.28	33.19 ± 11.97	32.95 ± 9.80	31.72 ± 7.50	31.80 ± 7.74	30.16 ± 7.80	29.16 ± 6.35	31.00 ± 8.63	30.90 ± 7.79
DS 平均速度 (cm/s)										
1.25m	64.60 ± 11.21	63.95 ± 13.45	67.64 ± 14.27	66.57 ± 14.15	68.21 ± 13.65	73.80 ± 12.27	68.54 ± 11.48	67.71 ± 9.99	67.31 ± 12.50	68.09 ± 12.71
1.50m	70.52 ± 12.70	69.04 ± 12.85	76.85 ± 14.19	69.59 ± 13.17	71.07 ± 9.44	73.41 ± 12.22	74.68 ± 14.00	70.03 ± 9.47	73.26 ± 12.72	70.55 ± 11.79
1.75m	72.94 ± 8.98	76.67 ± 15.19	74.16 ± 14.44	77.15 ± 11.34	72.06 ± 7.80	74.56 ± 10.44	77.61 ± 14.23	72.77 ± 11.90	74.30 ± 11.74	75.15 ± 12.20
2.00m	78.97 ± 20.16	75.67 ± 13.76	79.96 ± 14.27	79.00 ± 11.56	77.11 ± 11.26	76.98 ± 9.35	76.64 ± 13.37	72.88 ± 18.21	78.07 ± 14.78	75.98 ± 13.73
平均	71.76 ± 9.17	71.33 ± 11.91	74.65 ± 12.98	73.08 ± 10.73	72.11 ± 7.39	74.69 ± 8.65	74.37 ± 11.83	70.85 ± 9.31	73.23 ± 10.42	72.44 ± 10.08
FT 平均速度 (cm/s)										
1.25m	69.67 ± 17.91	76.14 ± 11.38	65.36 ± 15.47	69.86 ± 18.34	69.02 ± 14.93	67.48 ± 18.15	77.38 ± 17.99	72.30 ± 13.97	70.69 ± 16.95	71.45 ± 15.67
1.50m	79.53 ± 14.52	80.20 ± 14.80	67.95 ± 17.23	71.50 ± 17.45	69.44 ± 12.78	74.36 ± 17.48	79.15 ± 19.00	76.42 ± 15.98	74.24 ± 16.69	75.69 ± 16.40
1.75m	86.33 ± 23.03	79.76 ± 18.34	76.79 ± 21.89	77.03 ± 17.30	79.70 ± 22.62	78.31 ± 12.91	82.96 ± 15.77	81.31 ± 15.59	81.54 ± 20.72	79.21 ± 15.84
2.00m	81.57 ± 22.22	82.31 ± 17.96	77.31 ± 15.42	83.87 ± 19.62	80.89 ± 14.76	82.46 ± 14.34	85.52 ± 18.15	81.63 ± 18.79	81.54 ± 17.76	82.51 ± 17.42
平均	79.27 ± 16.16	79.60 ± 13.72	71.85 ± 15.41	75.56 ± 14.26	74.76 ± 13.69	75.65 ± 13.07	81.25 ± 16.62	77.91 ± 13.87	77.00 ± 15.66	77.21 ± 13.55

HH 群は高認知高身体不安増加群, HL 群は高認知低身体不安増加群, LH 群は低認知高身体不安増加群, LL 群は低認知低身体不安増加群を示す。

### 3.5 考察

本研究で設定したプレッシャー条件は、心理的指標と生理的指標で得られた結果から実験参加者に対し有効に作用したと考えられる。コントロール条件からプレッシャー条件にかけて STAI Y-1 は約 7 点増加し、平均心拍数は約 12 bpm、最高心拍数は約 20 bpm 増加した。実際のテニスの試合でプレー中の平均心拍数が約 21 bpm、最高心拍数が約 18 bpm 増加した報告(山田・森井, 2004)を考慮すると、本研究で設定したプレッシャー条件は実際の競技で体験される程度には及ばなかったと推察される。ただし、75 名の実験参加者の中には、設定したプレッシャー条件により平均心拍数を 39 bpm 増加させた参加者、最高心拍数を 42 bpm 増加させた参加者もあり、一部の実験参加者にとっては試合に劣らない不安を喚起するものであったと考えられる。STAI Y-1 と心拍数を不安操作チェックとして用いた先行研究では(村山他, 2007; 坂元・田中・関矢, 2007; Tanaka & Sekiya, 2010b; 田中・関矢, 2009, 2006), STAI Y-1 の変化がみられなかったものから最大 15 点の増加を報告している研究もあり、心拍数に関しては、変化がみられなかったものから最大約 11 bpm の増加がみられている研究もある。本研究では実験室的場面で高強度のプレッシャーを負荷することが困難である熟練者を対象としたが、過去の研究と比較して心理的指標と生理的指標の両指標において十分なプレッシャー条件が設定されたといえる。

本研究では、クラブの直線移動距離、動作時間、運動速度、パッティング得点(1 or 0)においては不安と距離の有意な関係はみられなかった。他方、ゴルフパッティングの特性を考慮したミスパッティングのボールの停止位置(失敗試行)の分析から、1.5 m はコントロール条件と比較し、プレッシャー条件で弱いパッティングが増えたことが明らかとなった。運動パフォーマンスにおいては、物理的にターゲットの距離が遠くなるにつれて課題の難易度は高まると考えられる。しかし、特に 1.5 m からのパッティングのエラーに変化がみられたことから、距離に対する特別な不安が存在する可能性が考えられる。

先行研究では運動場面の不安研究の問題の 1 つとして、パフォーマンスが低下する程度の不安を参加者に喚起させることが難しいことが指摘されていた。本研究では、パッティング得点の分散分析において、群(不安の強度)と実験条件に有意な交互作用が認められ、コントロール条件と比較してプレッシャー条件で HH 群(高認知高身体不安増加群)のパッティング得点が低下した。HH 群はプレッシャー条件において主観的にも身体的にも高い

強度で不安を喚起させた群であり、プレッシャー下でHH群においてみられたSTAI Y-1の約14程度の増加、平均心拍数の約20 bpm程度の増加がゴルフ熟練者のパフォーマンスを低下させる不安の強度の目安となると考えられる。さらに、フォロースルー期の動作時間において、群と実験条件に有意な交互作用が認められ、プレッシャー条件でHH群とHL群(高認知低身体不安増加群)の動作時間が短くなったことが示された。HH群とHL群は、LH群(低認知高身体不安増加群)とLL群(低認知低身体不安増加群)よりもプレッシャー条件で認知不安が高かった。熟練者の特徴として特にフォロースルー期にキネマティクスの変化がみられることが示唆されているが(田中・関矢, 2007)、本研究で明らかとなったフォロースルー期の動作時間の減少は、HH群のパフォーマンス低下を特に象徴したものと考えられる。一方、身体不安の増加に関して、HH群とLH群はHL群とLL群よりもプレッシャー下で心拍数が高かったが、高強度の身体不安の増加がパフォーマンスに及ぼす特徴的な影響はみられなかった。これらの結果により、認知不安がプレッシャー下でのパフォーマンス低下に特に影響を及ぼしていると考えられる。

プレッシャー下の運動変位縮小の主な原因は、注意の変化や運動方略の変化により生じると説明されている(Beuter et al., 1989; Higuchi et al., 2002; 村山他, 2007)。本研究においても動作の縮小は、プレッシャーによって身体が緊張したことにより運動方略に変化が生じた可能性があると考えられる。プレッシャー下では正確な動作遂行を目的とした方略の変更が起きることが示唆されている(Higuchi et al., 2002; 樋口・畑山, 2001; Tanaka & Sekiya, 2010b)。本研究ではプレッシャー下においてミスパッティングのボールの停止位置が変化し、弱いパッティングが増えたことが明らかになった。パッティングの強さ(ボールを転がす距離)は、スイングの大きさと力加減で決まるため(社団法人日本プロゴルフ協会, 2010)、パッティングストロークが小さくなったことがボールの転がりが弱くなった原因と考えられる。また、これらの動作の縮小は力量調節の変化により引き起こされたと推測される。van Loon et al. (2001)は、手のひらに対する荷重を肘関節の固定によって支える課題で、プレッシャー下で筋放電量と力の増加を報告している。また van Gemmert and van Galen (1997)は運動力学的変数としてペンを握る力を測定し、プレッシャー下では力が増加することを示した。さらに van Gemmert and van Galen (1997)は、プレッシャーによって覚醒水準が高まるなかで腕の硬度(stiffness)を高めることがパフォーマンス



スの安定性に寄与することを示唆している。本研究においても、ミスパッティングの縦方向の分析でホール手前のミスは増加しているが、結果としては、全体的にボールがホールに近寄っていることから、プレッシャーの影響により、動作遂行の正確性が高まったと捉えることもできる。しかし、パッティングの最良なボールスピードに関する (Pelz, 1989) の調査報告を鑑みると、このような変化は距離の短いパッティングでは望ましくない変化である。

### 3.6 まとめ

実験 1 では行為者に対し、物理的距離を明示的に提示したため、行為者は距離の情報を等しく得ていたことになる。本実験の結果から、失敗試行の分析において、特に 1.5 m のパッティングにのみ変化がみられた。つまり、不安を喚起することにより、特定のパッティング距離に対してのみ不安の影響が及んだと考えられた。

本実験でみられたフォロースルー期の運動時間の短縮は、特に高不安者のパフォーマンス低下を象徴したものと考えられた。しかしながら、フォロースルー期に変化が生じているということは、インパクト以前に動作変化が生じている可能性が高いと考えられ、異なった運動変数を測定する必要があると考えられた。また、パッティングパフォーマンスが低下する不安の強度の目安が得られたため、実験 2 では、高不安者と低不安者の運動についてのみ検討することとし、喚起された不安の程度が、1.5 m 付近の距離からのパッティングに及ぼす影響に焦点をあてることとした。さらに、物理的距離を明示的に提示しない場合にも、1.5 m のパッティングにプレッシャーによる運動の変化がみられるかを検討し、心理的距離の存在を明らかにする。

# 第4章 プレッシャー下のゴルフパッティングにおいて知覚された距離

## 4.1 はじめに

本章では、プレッシャー下にみられるゴルファーの運動を詳細に検討するため、測定項目を実験1と変更し、インパクト速度、ダウンスイング以降でクラブヘッドがピーク速度を迎えるまでの相対的時間、バックスイングの運動範囲を算出することとした。さらに、実験1の結果から、プレッシャーによる不安喚起の対処形態として顕著にパフォーマンスが低下した高認知高身体不安増加者と、プレッシャー下でも不安を顕著に増加させない低認知低身体不安増加者の運動パフォーマンスに焦点をあて検討することとした。

本実験では、参加者に対し、物理的距離を明示的に提示せずに測定を実施する。距離が明示的に与えられない場合には、行為者は自らの心理状態にもとづき、その距離を知覚する。実際の運動場面では、距離が明示的に与えられることはない。本実験において、プレッシャー下で1.5 m以外の物理的距離に運動の変化がみられれば、それは心理的距離の存在を確認することになる。逆に、プレッシャー下で実験1と同じ物理的距離、すなわち1.5 mにおいて運動の変化が観察されれば、心理的距離は存在していないことになる。さらに、ホールがあるという課題制約のなかで、行為者の不安の高低という心理状態の差異が運動パフォーマンスに及ぼす影響を明らかにする。

## 4.2 目的

本研究の目的は、以下の二点である。物理的距離を明示的に提示せず、異なる距離からのゴルフパッティングパフォーマンスにプレッシャーが及ぼす影響について明らかにすること、さらに行為者の状態不安の高低という心理状態の差異が運動パフォーマンスに及ぼ

す影響を明らかにすることである。

## 4.3 方法

### 4.3.1 実験参加者

アマチュア競技に参加しているゴルファー 23 名 (男性 10 名・女性 13 名) が参加した。平均年齢は  $38.6 \pm 13.3$  歳, ゴルフ歴は  $14.5 \pm 6.4$  年, ハンディキャップは  $5.7 \pm 2.8$  であった。なお, 実験参加者には実験の内容をよく理解してもらった上で参加の同意を書面にて得た。実験参加者は全員ボランティアであった。

### 4.3.2 測定項目及び測定装置

参加者の主観的な不安, すなわち認知不安の測定は, The State-Trait Anxiety Inventory From JYZ (STAI Y-1; 肥田野他 (2000)) を用いた。さらに, 参加者の身体不安を測定するために, パッティング中の心拍数を心拍計 (LRR-03, アームエレクトロニクス社製) を用いて 2 秒ごとに測定した。

中央値分割 (参照 4.4.2 項) を用いて, 状態不安が有意に増加した参加者とそうでなかった参加者を 2 群に分けた。STAI Y-1 の得点とプレー中の心拍数がともに中央値以上増加した参加者を高不安群 (HA 群,  $N = 8$ ) とし, それらの両方が中央値未満であった参加者を低不安群 (LA 群,  $N = 7$ ) とした。なお, HA 群あるいは LA 群のどちらにもあてはまらなかった参加者は分析対象から除外した。

$5.00 \text{ m} \times 1.82 \text{ m} \times 0.30 \text{ m}$  の木材で造られた平坦な台の上に, ゴルフパッティング用に製造された 1 枚の人工芝 (株式会社キートス製 K-80) が敷かれた。ホールは, 実際のゴルフ場で使用されている直径  $10.8 \text{ cm}$ , 深さ約  $10 \text{ cm}$  のものが使用された。ホールの位置は, その中心がパッティング台の端から横  $1.80 \text{ m}$ , 縦  $0.91 \text{ m}$  の位置に設置された。デジタルビデオカメラ 2 台 (Canon IXY DV M5) は, 参加者の前額面からの動作を撮影するために, 参加者の正面  $4 \text{ m}$  の位置に設置された。1 台のカメラは参加者の  $1.25 \text{ m}$  と  $1.50 \text{ m}$  のパッティングを, もう 1 台のカメラは  $1.75 \text{ m}$  のパッティングを撮影した。参加者の

パフォーマンスは動作解析システム Frame-DIAS version 3 (株式会社ディケイエイチ) を用いてサンプリング周波数 60 Hz で解析され、二次元座標 (水平方向を X 軸, 垂直方向を Y 軸) を得た。全ての参加者は、同一のパター (プロギア製, SB-01HB) とボール (Titleist Pro V1) を使用した。

### 4.3.3 実験手続

実験手続を図 4.1 に示した。全ての参加者がゴルフパッティング課題を行った。実験条件はコントロール条件とプレッシャー条件の 2 条件が設定された。パッティングの距離は 1.25 m, 1.50 m, 1.75 m の 3 距離であった。パッティングの試行数は、各距離から 1 打ずつ計 3 打を 1 セットとされ、参加者は各条件下で 5 セット、合計 15 球をプレーした。ボールは実験者によってランダムな順序でマット上に置かれ、参加者は距離に関する明示的な情報を通知されずにパットした。コントロール条件における参加者への課題の説明は「実験者によってマットの上に置かれたボールを動かさずにそのまま打ってください」であった。その際、時間に制限がないことと、もし打ったボールがカップインしなかった場合は、カップインするまでプレーを続ける必要があることも参加者に伝えられた。

これらの説明に加えて、プレッシャー条件では、参加者は 12 名の観衆の面前でプレーすることが求められた。さらに、80 %以上の確率で課題が遂行できた場合 (つまり 12 球以上のカップイン) には賞金 2,000 円が支払われ、80%未満の場合には、反対に、2,000 円の罰金を支払わなければならないと教示された。また、もし 80 %未満の結果に終わった場合は、課題が達成できるまでプレーを続けなければならないことも教示された。これらの内容を参加者が十分に理解できるように、プレッシャー条件における課題の内容は文章で掲示された。なお、課題が達成できた場合には賞金が参加者に支払われたが、達成できなかった場合の罰は実際に参加者に要求されることはなかった。

各参加者は、1 日で実験課題を行った。全ての実験参加者は控室にて実験に関する説明を受けた後に同意書にサインした。その後、参加者は 30 分間安静にすることが求められた。安静後、参加者の胸部に心拍計が取り付けられた。さらに 10 分間安静にした後に、参加者は実験室に移動し、パッティング練習を 5 分間行った。パッティング練習後、参加者は控室に戻り、再び 10 分間安静にすることを求められた。

コントロール条件では、参加者は再び実験室へと移動した後、実験者から課題の内容の説明を受けた。それから、参加者はSTAI Y-1 を記入し、パッシング課題を遂行した。プレー終了後、参加者は再び控室へと戻った。

プレッシャー条件では、参加者はパッシング練習をし、控室で再度 10 分間安静にした後、12 名のギャラリーがいる実験室に再び入室した。参加者が実験室に入室した後、実験者によって参加者の紹介がギャラリーに対して行われた。その後、参加者は実験者から課題の内容についての説明を受け、STAI Y-1 を記入した後に、パッシング課題を遂行した。プレー終了後、参加者は再び控室へと戻った。なお、コントロール条件とプレッシャー条件の順序はカウンターバランスがとられた。各条件の実施間隔は約 30 分であった。

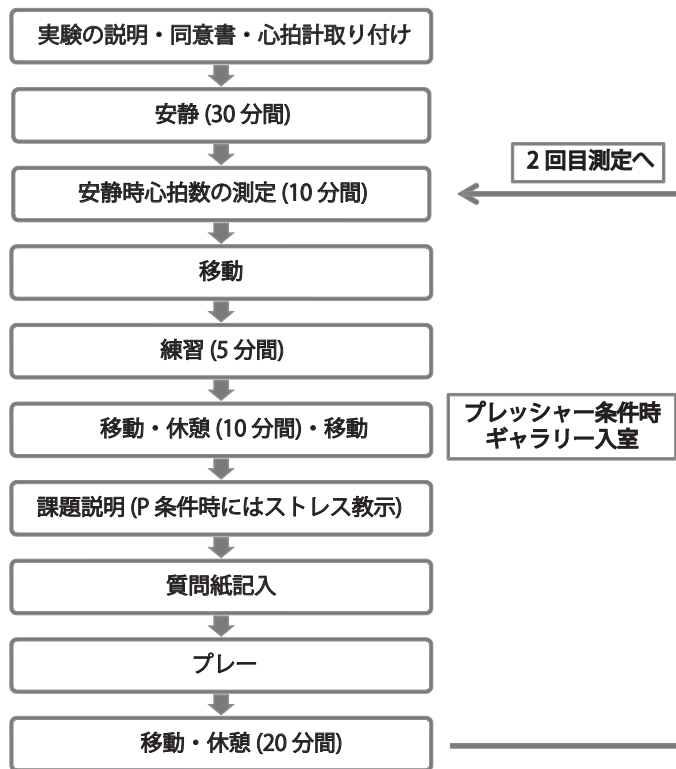


図 4.1: 実験 2 の手続

#### 4.3.4 従属変数

##### パッティング得点

1回でカップインしたパッティングは1点、1回でカップインしなかったパッティングには0点が付与された。

##### パッティング動作

計算に先立ち、デジタイズによる測定誤差を除去するため、座標データは遮断周波数5 Hzの二次のButterworthフィルタを用いて平滑化された(Jackson, 1979; Winter, 1990)。パッティング動作は、クラブヘッド動作において、バックスイング期、ダウンスイング期、フォロースルー期に分けられた。バックスイングは、クラブヘッドが動き始める直前の位置から、クラブヘッドが打球方向と反対の最大到達位置(X軸に基づいて)に達する段階と定義された。ダウンスイングは、クラブヘッドが打球方向と反対の最大到達位置から、クラブヘッドがボールにインパクトするまでの段階と定義された。最後に、フォロースルーは、ボールにインパクトし始めてから、クラブヘッドが打球方向(X軸に基づいて)に最も長く振り出された位置と定義された。本研究では、Delay, Nougier, Orliaguet, and Coello (1997)らの研究にもとづき、ゴルフパッティングパフォーマンスの中でも特に重要なインパクト速度とバックスイングの大きさの分析を行った。バックスイングの大きさは、水平方向(X軸)と垂直方向(Y軸)の両方向が分析された。さらに、パッティングの運動パターンを検討するために、クラブヘッドの速度がピークに達する相対時間を算出した。相対時間は、ダウンスイングが開始されてからインパクトまでの時間を50、インパクト後からスイング終了までの時間を50とし、合わせて100となるように計算された。

#### 4.3.5 データ分析

はじめに、設定したプレッシャー条件が参加者に有効に作用したかどうかを検討するため、コントロール条件とプレッシャー条件における参加者全員のSTAI Y-1の得点とプレー中の平均心拍数に対して、対応のあるt検定を行った。その後、中央値分割を用いておこなった本研究の群分けが妥当であったかどうかを検証するため、STAI Y-1の得点とプレー中の平均心拍数に対して、2 × 2 (群 × 実験条件)の2要因分散分析を行った。パ

パフォーマンスに関連する変数（パッティング得点、インパクト速度、ピーク速度の相対時間、バックスイングの大きさ）に対しては、 $2 \times 2 \times 3$ （群 $\times$ 実験条件 $\times$ パッティング距離）の3要因分析を行った。実験条件とパッティング距離は、繰り返しのある要因であった。多重比較は、Bonferroni法が用いられた。有意水準は5%とした。さらに、効果量( $d$ と $f$ )を算出した(Faul, Erdfelder, Lang, & Buchner, 2007)。なお、分散分析の繰り返しのある要因に球面性仮定の侵害は、すべての統計において有意ではなかった。

## 4.4 結果

### 4.4.1 プレッシャー操作

全参加者のSTAI Y-1の得点の平均値と標準偏差は、コントロール条件で $39.0 \pm 8.3$ 、プレッシャー条件で $52.8 \pm 10.4$ であった( $t(22) = 6.24, p = .000, d = 1.29$ )。それに対し、プレー中心拍数の平均値と標準偏差は、コントロール条件で $82.9 \pm 10.0$ 、プレッシャー条件で $94.3 \pm 15.5$ であった( $t(22) = 4.91, p = .000, d = 0.97$ )。

### 4.4.2 状態不安の分類と妥当性

STAI Y-1得点(平均値,  $13.9 \pm 10.69$ ; 中央値 12)とプレー中心拍数(平均値,  $11.3 \pm 11.06$ ; 中央値 9.93)の変化は、増加量の中央値によって算出された。これらの得点に基づいて、STAI Y-1と心拍数がともに中央値よりも増加した参加者(HA群,  $N = 8$ )とそれらが中央値以下であった参加者(LA群,  $N = 7$ )に分類された。

各群のSTAI Y-1得点とプレー中の平均心拍数の平均値と標準偏差は、表4.1に示した。STAI Y-1における群 $\times$ 実験条件の交互作用は有意であった( $F(1, 13) = 13.12, p = .003, f = 1.00$ )。その後の下位検定の結果、HA群のSTAI Y-1得点は、コントロール条件よりもプレッシャー条件で高かった( $F(1, 13) = 50.21, p = .000, f = 1.96$ )。さらに、プレッシャー条件においてLA群よりもHA群の得点の方が高かった( $F(1, 13) = 6.52, p = .024, f = 0.71$ )。

プレー中の平均心拍数における群 $\times$ 実験条件の交互作用は、有意であった( $F(1, 13) = 15.93, p = .002, f = 1.11$ )。その後の下位検定の結果、HA群の心拍数はコントロール条件

よりもプレッシャー条件で高かった ( $F(1, 13) = 41.92, p = .000, f = 1.79$ ). さらに、プレッシャー条件においては、LA 群よりも HA 群の心拍数の方が高かった ( $F(1, 13) = 13.64, p = .003, f = 1.02$ ).

表 4.1: STAI Y-1 scores and mean HRs for each group

Group	STAI-Y1				mean HR			
	Control		Pressure		Control		Pressure	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
LA	39.57	10.41	44.57	9.07	81.93	9.17	83.72	7.75
HA	35.88	5.11	56.88	9.33	82.10	10.40	101.38	12.36

#### 4.4.3 パッティング得点

各群のパッティング得点は図 4.2 に示した。群における各パッティング距離の得点は、図 4.3 に示した。平均パッティング得点に対する分散分析の結果、群×実験条件×パッティング距離の二次の交互作用は有意ではなかった。しかしながら、群と実験条件の交互作用は有意であった ( $F(1, 13) = 16.68, p = .001, f = 1.13$ )。下位検定の結果、LA 群のパッティング得点は、コントロール条件よりもプレッシャー条件で高く ( $F(1, 13) = 7.66, p = .016, f = 0.80$ )、HA 群のパッティング得点は、コントロール条件よりもプレッシャー条件の方が低かった ( $F(1, 13) = 9.12, p = .010, f = 0.81$ )。さらに、プレッシャー条件においては、LA 群のパッティング得点は HA 群よりも高かった ( $F(1, 13) = 17.72, p = .001, f = 1.15$ )。その他の交互作用や主効果は有意ではなかった。

#### 4.4.4 パッティング動作

##### インパクト速度

インパクト速度に関する結果は、図 4.4 に示した。平均インパクト速度における分散分析の結果、群×実験条件×パッティング距離の二次の交互作用が有意であった ( $F(2, 26) =$



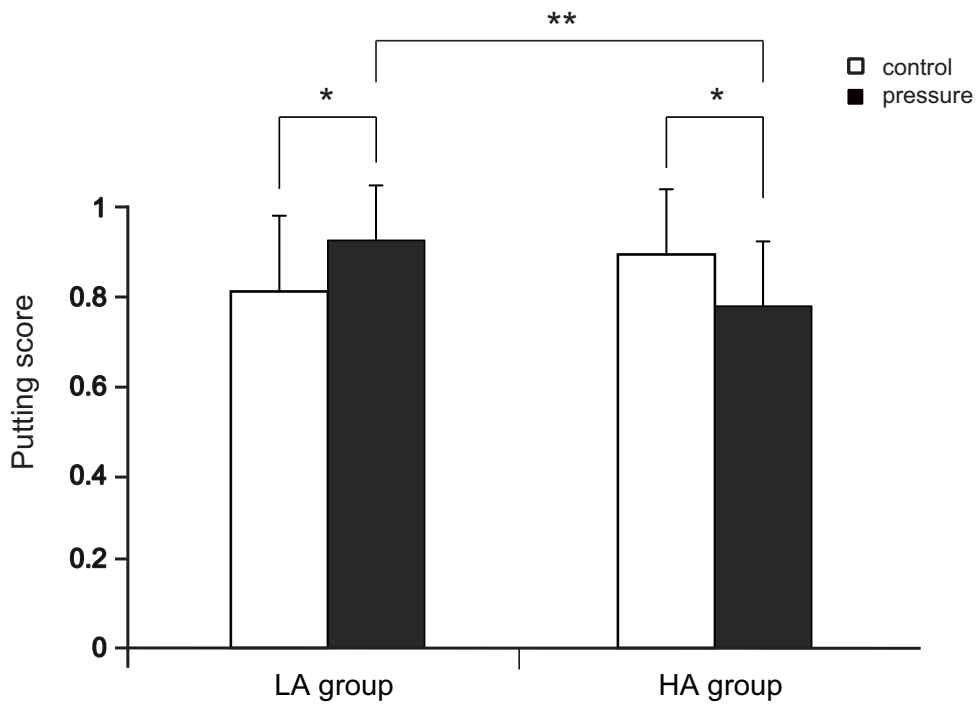


図 4.2: 平均パッティング得点 (\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ )

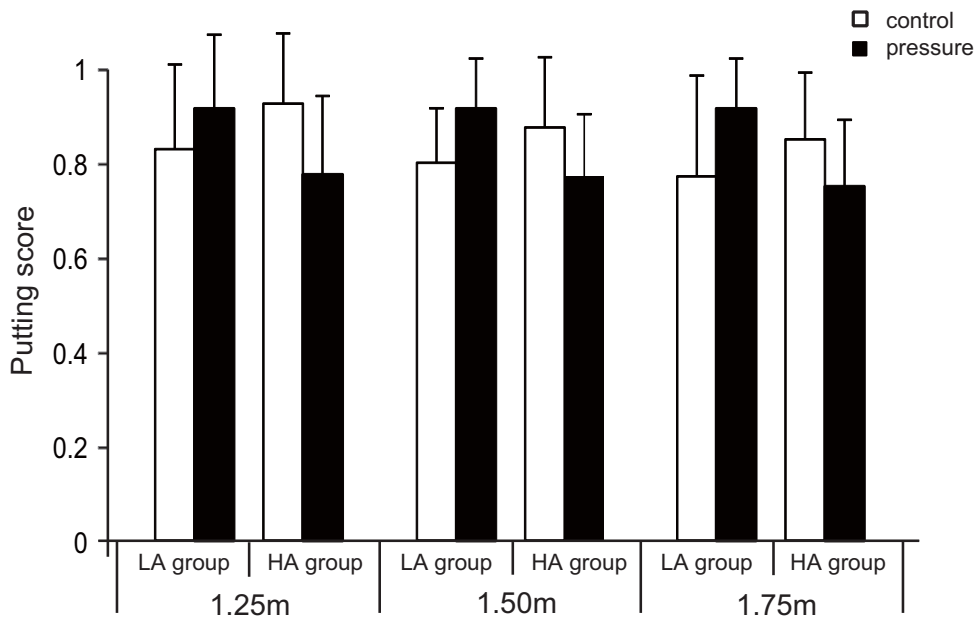


図 4.3: 各距離における平均パッティング得点

5.10,  $p=.001$ ,  $f= 0.63$ ). 1.25 m における群×実験条件の単純交互作用のみ有意であった ( $F(1, 13)= 15.45$ ,  $p=.002$ ,  $f= 1.09$ ). その後の検定から, LA 群の 1.25 m のインパクト速度は, コントロール条件に比べプレッシャー条件の方が速かった ( $F(1, 13)= 5.71$ ,  $p=.033$ ,  $f= 0.66$ ). 一方, HA 群の 1.25 m のインパクト速度は, コントロール条件に比べプレッシャー条件の方が遅かった ( $F(1, 13)= 10.23$ ,  $p=.007$ ,  $f= 0.89$ ). パッティング距離の主効果も有意であった ( $F(2, 26)= 96.49$ ,  $p=.000$ ,  $f= 2.72$ ). 多重比較の結果, パッティング距離が長くなるにつれ, インパクト速度が増加したことが示された. その他の交互作用や主効果は有意ではなかった.

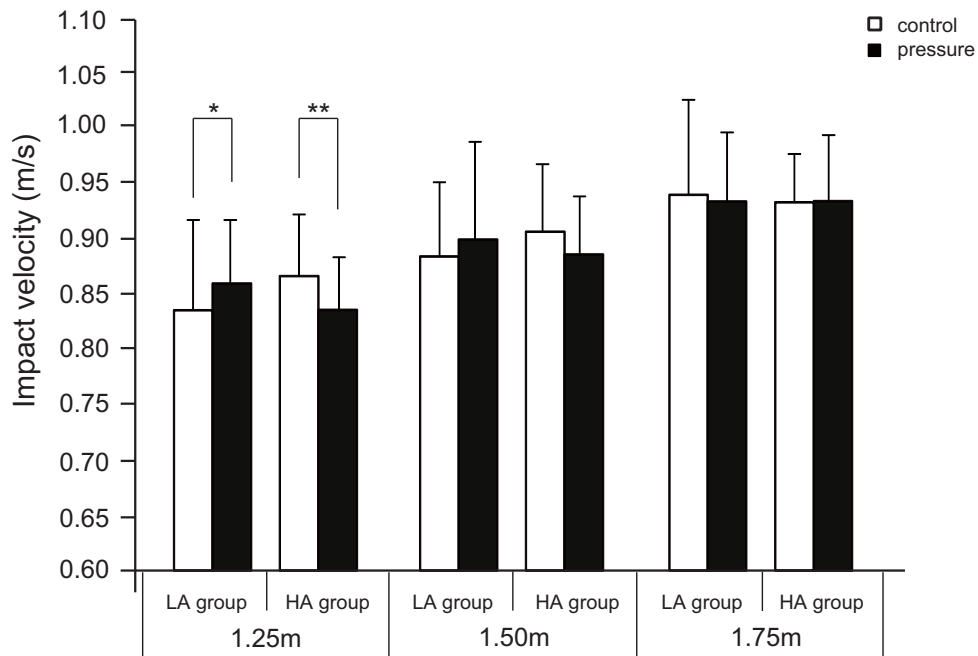


図 4.4: インパクト速度 (\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ )

#### ピーク速度への相対時間

ピーク速度への相対時間に関する結果は, 図 4.5 に示した. 分散分析の結果, 群×実験条件×パッティング距離の二次の交互作用が有意であった ( $F(2, 26)= 4.77$ ,  $p=.017$ ,  $f= 0.61$ ). 1.25 m における群×実験条件の単純交互作用のみ有意であった ( $F(1, 13)= 5.94$ ,  $p=.030$ ,  $f= 0.68$ ). その後の検定から, HA 群の 1.25 m のピーク速度に達する相対時間

は、コントロール条件に比べプレッシャー条件でインパクトにより近くなった ( $F(1, 13)=5.02, p=.043, f=0.68$ ). その他の交互作用や主効果は有意ではなかった.

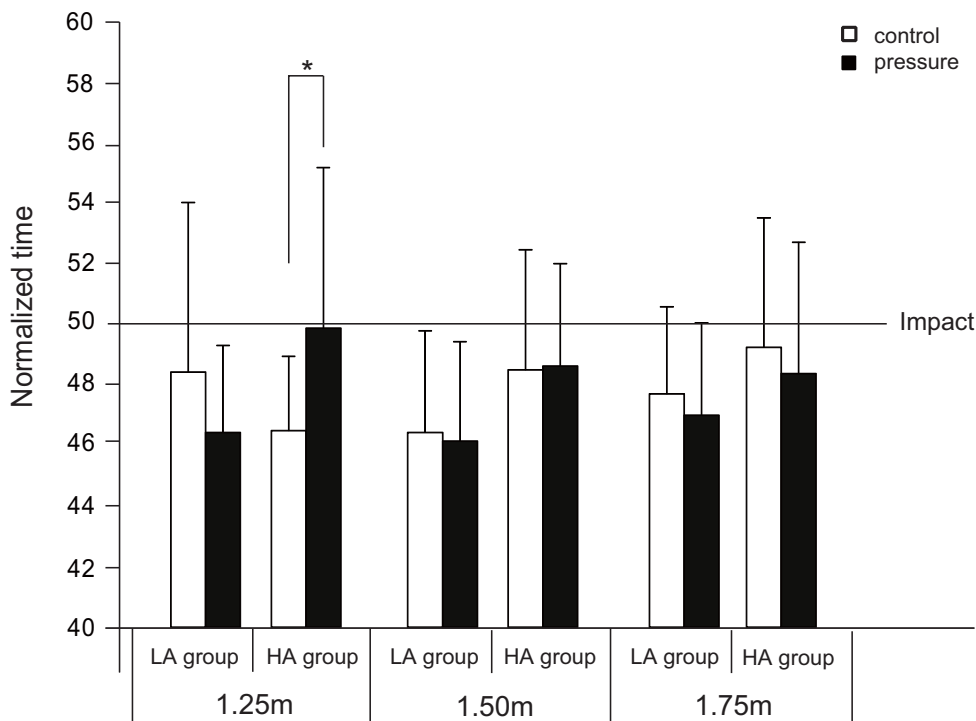


図 4.5: ピーク速度への相対的時間 (\* $p < .05$ )

### バックスイングの大きさ

バックスイングの大きさに関する結果は、図 4.6 に示した。水平方向 (X 軸) の大きさにおける分散分析の結果、群×実験条件×パッティング距離の二次の交互作用は有意ではなかった。しかしながら、群と実験条件の交互作用は有意であった ( $F(1, 13)=4.41, p=.056, f=0.58$ )。下位検定により、HA 群の X 軸方向の大きさはコントロール条件よりもプレッシャー条件の方が小さかった ( $F(1, 13)=15.30, p=.002, f=1.05$ )。実験条件 ( $F(1, 13)=10.52, p=.001, f=0.90$ ) とパッティング距離 ( $F(2, 26)=87.99, p=.000, f=2.60$ ) が有意であった。つまり、X 軸方向の大きさはコントロール条件に比べプレッシャー条件で縮小し、距離が長くなるにつれて大きかった。その他の交互作用や主効果は有意ではなかった。

垂直方向 (Y 軸) の大きさに関する分散分析の結果、パッティング距離の主効果のみ有

意であった ( $F(2, 26) = 14.21, p = .000, f = 1.05$ ). Y 軸方向の大きさは、距離が長くなるにつれて大きかった。その他の交互作用や主効果は有意ではなかった。

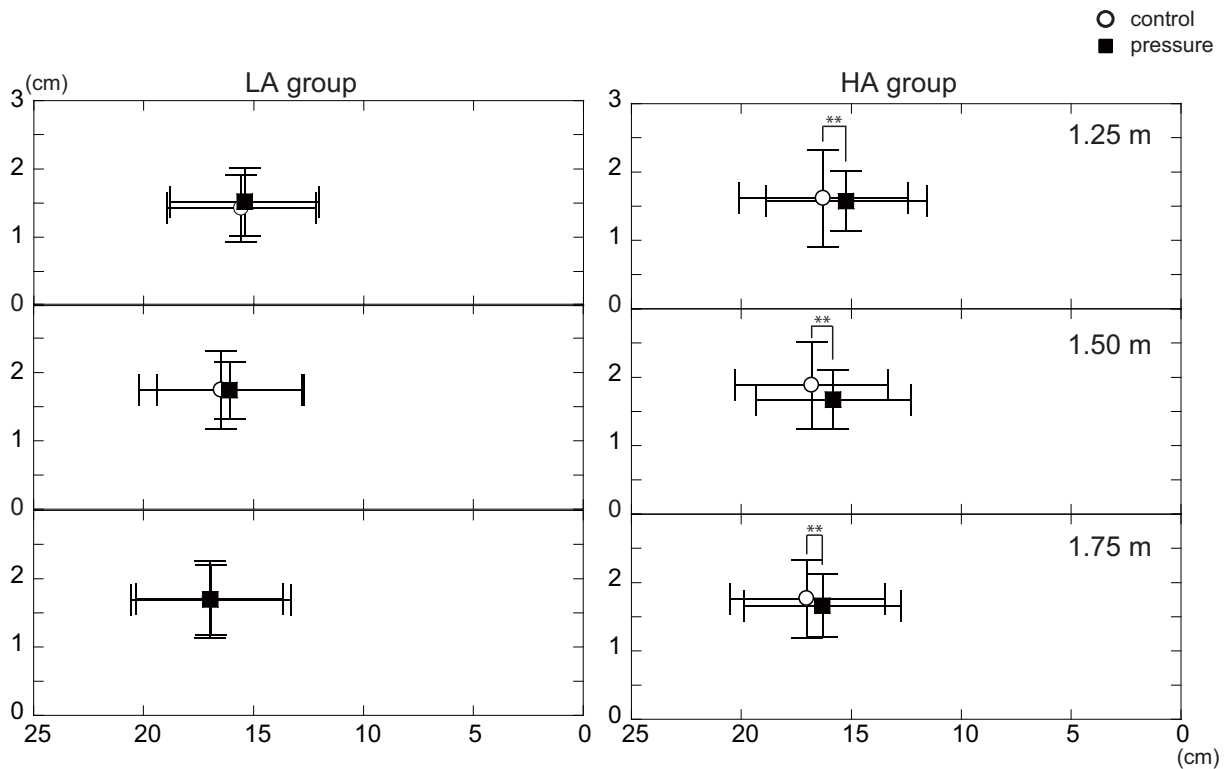


図 4.6: バックスイングの大きさ (\*\* $p < .01$ , 各軸のエラーバーは 1 SD)

## 4.5 考察

### 4.5.1 プレッシャー操作の有効性とグループ分けの妥当性

23 名の参加者の STAI Y-1 の得点は、プレッシャーによって平均して 14 点増加し、平均心拍数は、11 bpm 増加した。したがって、本研究で設定されたプレッシャー条件は、参加者に有効に作用したといえる。プレッシャーによって増加した状態不安の程度にもとづき、本研究では中央値分割 (median split) を使用して事後的に群分けを行った。HA 群の STAI Y-1 と心拍数は、プレッシャー条件下で LA 群のそれらよりも高かったことが確認され、これらの群分けが妥当であったことが示された。HA 群においては、プレッシャー

下で、STAI Y-1 と心拍数が、それぞれ平均して、21 点と 20 bpm 増加したことから、心理的指標と生理的指標の両方の観点から、熟練者ゴルファーのパフォーマンスを低下させる程度の不安のレベルを喚起させることができたと考えられる。

#### 4.5.2 状態不安の強度とパッティング得点

パッティング得点においては、距離の作用は認められず、群と条件の交互作用のみが有意であった。コントロール条件からプレッシャー条件にかけて、LA 群のパッティング得点は向上し、HA 群のパッティング得点は低下した。また、プレッシャー条件では、HA 群のパッティング得点は、低不安群の得点よりも低かったことが明らかとなった。このような現象は、多くの先行研究において報告されており (Arent & Landers, 2003; Hardy et al., 1994; Hardy & Parfitt, 1991; 長谷川・矢野・小山・猪俣, 2011; Sonstroem & Bernardo, 1982; Vickers & Williams, 2007), 高不安群のパフォーマンス低下はプレッシャーによって自律神経系の交感神経の活動が上昇し、心身の緊張状態が高まったことが原因と考えられる。高不安群にはプレッシャー条件時に心拍数の大幅な増加が認められている。このような心拍数の増加は、自律神経系の交感神経が活性化されていることを示す (Appelhans & Luecken, 2006; Mulder, 1992; Taelman, Vandepuut, Spaepen, & van Huffel, 2008)。また、このような交感神経系の活性化と、筋の制御には綿密な関連がみられ、高不安群は彼らの心理生理的な変化が原因となって運動が変化したと考えられる (Cooke et al., 2011; Yoshie et al., 2009)。

高不安群のパッティング得点の低下を導いた要因の 1 つとして考えられるのは、バックスイング動作の縮小である。先行研究では、プレッシャーの影響により行為者のバックスイング動作が縮小し、ボールがカップに届かないショートと呼ばれるミスが増発することが明らかとなっている (長谷川他, 2011)。したがって、バックスイング動作の縮小が、HA 群のパッティング得点を低下させた原因の 1 つと考えられる。

LA 群はプレッシャー下において不安の増加がみとめられなかったことから、LA 群はプレッシャー下においても比較的容易に意図的に運動を遂行できたと推察される。また、LA 群はプレッシャーによって動機づけられたとも考えられる。

### 4.5.3 ゴルフパッティングの特性および距離と状態不安の影響

ゴルフパッティングパフォーマンスの成否は、インパクト時のクラブヘッドの速度とフェース面の向きに依存している (Gelman & Nolan, 2002; Pelz, 1989). ゴルフパッティングにおいてホールがない場合の課題は、的当て課題と同様であると考えられ、行為者にとっての安全マージンはない。一方、実際のゴルフパッティングと同様のホールがある場面では、安全マージンがホールの後方にも存在する。したがって、インパクト速度には冗長性があり大きなインパクト速度が非常に重要である。

インパクト速度において、1.25 m においてのみ群と条件の交互作用が有意であり、コントロール条件からプレッシャー条件にかけて、低不安群のインパクト速度は増加し、反対に、高不安群のインパクト速度は低下した。さらに、ダウンスイングからインパクトまでとインパクトからスイング終了までの間で、速度がピークに達する相対時間を求めた分析では、1.25 m においてのみ群と条件の交互作用が有意であった。高不安群の速度がピークに達する相対的時間は、コントロール条件からプレッシャー条件にかけて、よりインパクトに近い時間に変化していることが明らかとなった。これらの結果にもとづき、プレッシャー下で 1.25 m のパッティングのみ運動が変化したことから、1.25 m は、他の距離とは異なった影響があると考えられる。

高不安者は、プレッシャー下の 1.25 m のパッティングにおいて、バックスイングが小さくなり、ダウンスイング速度が低下、ピーク速度に達する相対時間がインパクトにより近くなった。高不安者のパフォーマンスは、1.25 m において、的当て課題に適しているパッティングスタイル、つまり Fitts の法則に準じると推察される運動が観察された。Fitts (1954) の法則を支持した実践的な運動には、ダーツ投げ課題があげられる (Etnyre, 1998; Gross & Gill, 1982)。ダーツ投げ課題は、まさしく的当て課題にあてはまる。高不安者は「外したくない」という失敗不安から、特に短い距離に対して「より正確に」というように、精度を重要視することによって結果的にインパクト速度が低下した可能性がある。

一方、低不安者はバックスイングの大きさは変化せず、インパクト速度が増加し、ピーク速度に達する相対時間は変化していない。低不安群は「外したくない」という状況の中で、ホールの向こう側にある安全マージンを使おうとして、インパクト速度を増加させた

可能性が考えられる。熟練テニスプレーヤー (Landlinger et al., 2012) や熟練ハンドボールプレーヤー (Wagner et al., 2012; van den Tillaar & Ettema, 2006) のパフォーマンスにおいても、運動速度を増加させることが運動の正確性の低下に結びつかないことが報告されている。ゴルフパッティングにおいては、安全マージンがカップの後方に存在していると考えられるため、速度の増加は直接的に精度の低下には結びつかないと考えられる。

物理的法則に則ると、短い距離のパッティングは長い距離のパッティングよりも運動速度が低い。したがって、Fitts の法則では、運動速度が低いと運動の正確性は高く、短い距離のパッティングは長い距離のパッティングに比べて易しいことになる。しかしながら、Smith et al. (2000) の報告を考慮に入れた上で本研究の結果を考慮すると、運動の物理的困難度とは異なる心理的困難度が、ゴルファーのパフォーマンスに影響を与えている可能性がある。つまり、課題が易しくなると、ゴルファーは失敗することに対して不安を抱き、そのゴルファーの不安がパフォーマンスに影響を及ぼしていると考えられる。もし、高不安群にのみ、このようなインパクト速度の変化がみとめられていたとしたら、それは状態不安の増加に伴った神経メカニズムによる運動制御の問題が大きく関わっているといえるだろう。しかし、1.25 m からのパッティングは、高不安群だけでなく低不安群のインパクト速度にも影響を与えている。これらの結果を考慮すると、プレッシャー下のパッティング動作を制御する上で、1.25 m は臨界距離 (critical distance) である可能性がある。つまり、熟練者ゴルファーにとって、ホールまでの距離が短いパッティングは、易しい課題ではないことが示唆された。

この結果は、パッティングの初心者が、比較的長い距離のパッティングに比べ、短い距離のパッティングをより易しいと知覚するとの報告 (Witt et al., 2008) とは異なる結果であった。さらに、知覚と情動に関する先行研究では、情動と物理的距離、およびサイズ知覚との間に相関関係が仮定されている (Stefanucci & Proffitt, 2009; Witt et al., 2008)。一方で、環境と行為の間の非線形関係を示した研究もある。Hristovski, Davids, Araújo, and Button (2006) は、ボクシングの運動パターンには、目標までの知覚された距離によって、異なった意思決定行動を引き起こす距離があることを明らかにし、そのような急激な運動の変化を伴う距離を臨界距離と呼んでいる。しかしながら、本研究では、同じ距離 (1.25

m) が高不安者と低不安者の運動に異なった影響を与えた。さらには両群にみられた運動は異なっており、状態不安の程度によって距離に対する知覚、あるいは認識が異なる可能性がある。

## 4.6 まとめ

実験 1 では、物理的距離を明示的に提示した場合には、1.5 m という距離においてのみ行為者に運動パフォーマンスの変化がみとめられた。しかしながら、物理的距離を明示的に提示しなかった実験 2 においては、1.25 m という距離においてのみ行為者に運動パフォーマンスの変化がみとめられた。

このことは、同じ物理的距離でありながら、物理的距離の提示の有無によって運動パフォーマンスが異なったということを示す。これが運動パフォーマンスにおける心理的距離の存在を示唆し、ゴルファーの経験に基づく 1.5 m という距離に対する偏見が、ゴルファーのパッティングパフォーマンスに影響を及ぼしたが、ゴルファー自らの心理状態にもとづき知覚された距離は 1.5 m よりも短い距離であったと考えられる。



# 第5章 総括

## 5.1 本論文の要約

本研究は、ゴルフパッティング技能に着目し、ゴルファーに不安を喚起させるとともに、パッティング距離を操作し、運動パフォーマンスとしての行為を観察した。2つの実験を実施することによって、私たちの運動パフォーマンスが心理的距離にどのように影響されているかについて検討した。

実験1では参加者に物理的距離を明示的に提示し、入れごろ外しごろと呼ばれる1.5 mの距離からのパッティングが、他の距離(1.25 m, 1.75 m, 2.0 m)からのパッティングとプレッシャーによる影響が異なるかについて検討した。さらに、ホールがあるという課題制約のなかで、プレッシャーによって喚起された不安の成分と強度、すなわち対処形態が運動パフォーマンスに及ぼす影響を検討した。エラーの質的分析から、プレッシャー下では特に1.5 mの距離においてのみ、他の距離と異なった結果がみられた。したがって、プレッシャー下では特定の物理的距離に対してのみ不安の影響が及び、すべての物理的距離に対する運動に一樣な変化が生じるわけではないことが示唆された。つまり、1.5 mという物理的距離に対し、不安を喚起すると、心理状態が変化し、行為者は異なる情報を生成している可能性が示唆された。また、実験1において得られた結果から、特に認知不安が高まった際に、運動の終末局面において動作変化がみとめられ、主として認知不安がゴルファーの運動パフォーマンスにより強く影響を及ぼしていると考えられた。

実験2では、参加者に1.5 mという物理的距離が明示的に与えられない場合に、行為者は自らの心理状態によってその距離を知覚するが、そのような状況下においても、1.5 mに異なる運動がみられるかどうかを検討した。さらに、行為者の不安の高低という心理状態の差異が運動パフォーマンスに及ぼす影響を明らかにした。その結果、低不安者と高不安者は、最も短い距離の1.25 mに対してのみ、プレッシャー下において異なる運動パ

パフォーマンスが観察された。これらは、Smith et al. (2000) の調査報告を支持するもので、物理的な法則に基づく難度としては、比較的易しいと考えられる短い距離のパッティングに対し、ゴルファーは不安を感じ、心理状態、すなわち不安の程度によって、異なる情報を生成した可能性が考えられた。つまり、物理的距離としての 1.25 m からのパッティングが、ゴルファーに行為特有の知覚 (action-specific perception) を生じさせることが示された。さらに、高不安者はインパクト速度が低下したことから、結果として、速度精度相反性という Fitts の法則に準じた運動が遂行されたと考えられた。他方、低不安者はインパクト速度を増加させたことから、高不安者とは対照的な運動が遂行されたことが明らかとなった。これらの結果は、高不安者が「より正確に」を強調する方略、あるいは低不安者がホールの奥のセーフティーマージンを使用するために「しっかりと強く」というような方略をもって運動に臨んだとも考えられるが、更なる検証が必要である。

## 5.2 得られた示唆と今後の課題

実験 1 では、行為者に対し、物理的距離を明示的に提示し、実験 2 では物理的距離を明示的に提示しなかった。実験 1 では 1.5 m において、実験 2 では 1.25 m においてのみ、他の距離とは異なる運動パフォーマンスがみられた。これは、実験 1 では、物理的距離という記号を介して提示された 1.5 m という物理的距離の提示が、ゴルフ熟練者に特別な意味を付与し、ゴルファーの心理状態、すなわち喚起された不安によって、入れごろ外しごろの距離という情報を生成したものと推測される。しかし、実験 2 では、1.5 m のパッティングに特別な変化は認められず、それよりも短い 1.25 m のパッティングにおいてのみ運動パフォーマンスの変化がみられた。実験 2 では、物理的距離は提示されなかったため、物理的距離という記号を介さず、行為者の有する偏見などの内的要因と心理状態によって距離が知覚され、入れごろ外しごろの距離という情報を生成したと考えられる。つまり、外的要因となる物理的距離の提示の有無によって、運動パフォーマンスが変化した距離が異なったということである (図 5.1)。

これらの結果は、少なくとも「入れごろ外しごろ」とゴルファーの失敗不安を喚起し、その失敗不安によって行為が変化するパッティング距離があることを示す。つまり物理的距離の提示の有無にかかわらず、行為者が心理状態によって環境を分節化することを示

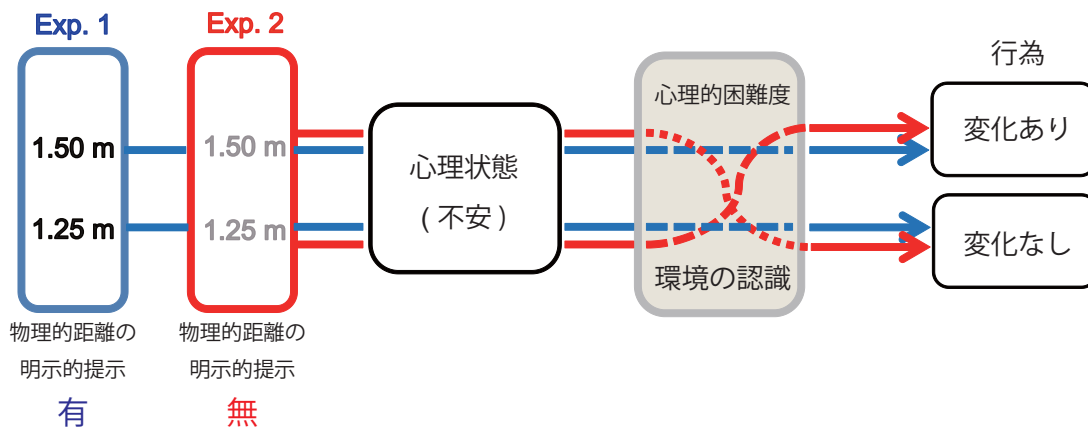


図 5.1: ゴルフパッティングにおける心理的距離

し、その分節化が行為に影響を及ぼす、すなわち心理的距離が存在することを示すものと思われる。さらに、そのような失敗不安を生じさせる距離は、知識あるいは記号としては 1.5 m とゴルファーには思われているようである。そのような距離に対する偏見が、実験 1 においてゴルファーの情報生成に影響し、1.5 m での変化を生じさせたと考えられる。しかしながら、物理的距離の明示的な提示がない状況で運動パフォーマンスが変化した距離は 1.25 m であり、知識あるいは偏見として有する入れごろ外しごろという距離と知覚される距離とは異なり、生態学的理論に従えば、行為特有の知覚は歪んでいることを示唆する。

また、プレッシャーの下では比較的短い距離からのパッティング動作に変化がみられたという結果は、パッティングの初心者が、比較的長い距離のパッティングに比べ、短い距離のパッティングをより易しいと知覚するとの報告 (Witt et al., 2008) とは異なっている。今回の結果を Smith et al. (2000) の報告と併せて考慮すると、本研究の結果は、経験に伴う失敗不安がゴルファーの行為に影響を及ぼしたものと推察される。つまり、本研究の参加者は経験豊富なゴルファーであり、物理的法則に従った「難しさ」とは異なる情報、すなわち、ゴルファーのパッティング距離に対する意味や価値の形成、先入観 (偏見) といった内的要因が、心理的な「難しさ」を生じさせ、ゴルファーのパッティングに影響を及ぼしたと考えられる。以上の結果から、Shannon の情報理論に基づいた Fitts の法則が示す運動の物理的困難度では説明することのできない心理的困難度が存在すること、そして、その心理的困難度が行為者の運動パフォーマンスに影響を及ぼしていることが確認され

た。しかしながら、本研究では技能の習熟度と運動の困難度について検討していないため、この点に関しては更なる検証が必要である。

さらに、本研究で得られたもう一つの示唆として、特に実験2においてプレッシャー下の1.25 mのパッティングの際に、低不安者と高不安者のパッティング動作が異なっていたことがあげられる。このように行為に急激な変化をもたらす距離は、臨界距離 (critical distance) と呼ばれている。先行研究においては、例えば、ボクシングの繰り出すパンチの種類が相手との距離によって突然切り替わる距離 (Hristovski et al., 2006), また、剣道選手の攻防がわずか10 cmの間合いの変化によって、突然、新たな局面に転換される距離 (Okumura et al., 2012) が臨界距離と呼ばれている。ゴルフパッティングにおいては1.25 mあるいは1.5 mが臨界距離にあたりと考えられる。本研究の結果により、ゴルファーがプレッシャー下で臨界距離に直面したとき、高不安者と低不安者では異なる運動パフォーマンスが遂行される可能性が示唆された。本研究で測定したインパクト速度はボールの初速度に大きく影響するため、高不安者がコントロール条件に比べプレッシャー条件でインパクト速度を低下させた現象をアンダーシューティングと呼び、低不安者がインパクト速度を増加させた現象をオーバーシューティングと呼ぶ。特に、高不安者にみられたアンダーシューティングは、彼らがプレッシャー下でパフォーマンスを低下させたことを考えると、望ましい行為とは決していえないだろう (図5.2)。

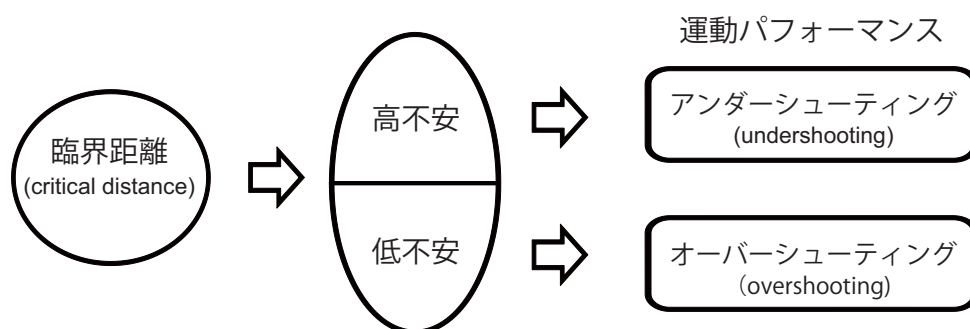


図 5.2: 臨界距離における不安の強度と運動パフォーマンスの関係

行為者が距離に対して抱いている先入観(偏見)といった要因は、行為者固有の情報であり、失敗不安が生じた際に、距離に対する行為者の情報生成に影響し、急激に方略を切り替えるという臨界距離(critical distance)を形成していると考えられる。さらに、ゴルファーがプレッシャー下でこの臨界距離に直面したとき、個人内の心理状態によって、その距離に対してまったく異なる運動が遂行されると考えられる。ある距離に対する急激な運動パターンの変化は、力学系理論で説明される分岐現象と考えられる。力学系理論とは、系を構成する要素間の相互作用から創発する(自律的に形成される)秩序を、系の振る舞いを表現する秩序パラメータと、その秩序パラメータを別の秩序へと遷移させる制御パラメータとの関係性からその系を記述する方法論である。従来の研究では、不安と知覚の関係は、線形現象として捉えられてきた。しかし、本研究の結果から、行為者の心理状態、すなわち行為者自身の経験や不安の強度によって、異なった情報が生成され、行為に影響を及ぼす可能性が示唆され、さらに、知覚と行為の関係が非線形現象である可能性が示唆された。本研究でみられた心理的困難度が行為に及ぼす影響は、距離を認識する段階で生じている、すなわち自己組織化されている可能性が考えられる。したがって、本研究で得られた結果をさらに解明していくには、力学系理論を援用する必要がある。今後は力学系理論を援用することによって、運動パターンの変化が環境を認識する段階で生じている可能性について検討していく必要があると考えられた。

今後、心理的距離が運動パフォーマンスにどのように影響しているかについて解明していくためには、まずは行為者の距離に対する知覚を計測する必要がある。そのうえで、本研究の今後の課題として以下の五点が考えられる。一点目は物理的距離の履歴現象である。これまでの実験では、前に行ったパッティングの影響を検討することができていない。不安のない中で、距離そのものの影響を詳細に検討する必要があると考えられる。二点目は、臨界距離の範囲である。実験1と2の結果から、ゴルファーは1.5 mという距離に対する偏見を抱いていると考えられるものの、実際に知覚の歪みが生じるのは、明示的に示される1.5 mよりもより近い距離である可能性が示唆されている。臨界距離は、ある程度の幅をもっているとも考えられるが、その範囲を特定することが出来ていない。三点目は、臨界距離の存在数である。本研究が着目した範囲外にも、臨界距離が存在する可能性があると考えられる。四点目として、本研究では実際のフィールドにおけるゴル

フパッティングの問題を扱うために実際と同様のホールを設置したが、その結果カップインしたボールの速度にはばらつきがあった。そのため、カップインしたボールについてもカップ手前の減速率などからボールの推定停止位置を算出するなど、ボール速度の冗長性についても検討する必要がある。最後に、緊張や不安が運動パフォーマンスに影響を及ぼすメカニズムについては脳機能も含め未だ解明されていない点が多く、今後の研究課題としたい。

## 文 献

- Alpert, R. & Haber, R. N. (1960). Anxiety and academic achievement situations. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, **61**, 207–215.
- Appelhans, B. M. & Luecken, L. J. (2006). Heart rate variability as an index of regulated emotional responding. *Review of General Psychology*, **10**, 229–240.
- Apter, M. J. (1984). Reversal theory and personality: A review. *Journal of Research in Personality*, **18**, 265–288.
- Arent, S. M. & Landers, D. M. (2003). Arousal, anxiety, and performance: A reexamination of the inverted-U hypothesis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, **74**, 436–444.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Clarendon Press.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, **4**, 417–423.
- Baumeister, R. F. (1984). Choking under pressure: Self-consciousness and paradoxical effects of incentives on skillful performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, **46**, 610–620.
- Beilock, S. L., Bertenthal, B. I., Mccoy, A. M., & Carr, T. H. (2004). Haste does not always make waste: Expertise, direction of attention, and speed versus accuracy in performing sensorimotor skills. *Psychonomic Bulletin and Review*, **11**, 373–379.
- Beilock, S. L. & Carr, T. H. (2001). On the fragility of skilled performance: What governs choking under pressure. *Journal of Experimental Psychology: General*, **130**, 701–725.
- Beilock, S. L. & Gray, R. (2007). Why do athletes choke under pressure. In G. Tenenbaum & R. C. Eklund (Eds.), *Handbook of Sport Psychology, 3rd Ed*, 425–444. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Beilock, S. L., Kulp, C. A., Holt, L. E., & Carr, T. H. (2004). More on the fragility of performance: Choking under pressure in mathematical problem solving. *Journal of Experimental Psychology: General*, **133**, 584–600.
- Bernstein, N. A. (1967). *The co-ordination and regulation of movements*. London: Pergamon Press.
- Beuter, A., Duda, J. L., & Widule, C. J. (1989). The effect of arousal on joint kinematics and kinetics in children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, **60**, 109–116.
- Bootsma, R. J. & van Wieringen, P. C. W. (1990). Timing an attacking forehand drive in table tennis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **16**, 21–29.
- Burton, D. (1988). Do anxious swimmers swim slower? Reexamining the elusive anxiety-performance relationship. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, **10**, 45–61.
- Byrne, D. (1971). *The attraction paradigm*. New York: Academic Press.
- Canal-Bruland, R. & van der Kamp, J. (2009). Action goals influences action-specific perception. *Psychonomic Bulletin and Review*, **16**, 1100–1105.
- Canal-Bruland, R., Zhu, F. F., van der Kamp, J., & Masters, R. S. W. (2011). Target-directed visual attention is a prerequisite for action-specific perception. *Acta Psychologica*, **136**, 285–289.
- Carson, R. G., Goodman, D., Kelso, J. A. S., & Elliot, D. (1995). Phase transitions and critical fluctuations in rhythmic coordination of ipsilateral hand and foot. *Journal of Motor Behaviour*, **27**, 211–224.
- Chamberlain, S. T. & Hale, B. D. (2007). Competitive state anxiety and self-confidence: Intensity and direction as relative predictors of performance on a golf putting task. *Anxiety, Stress, and Coping*, **20**, 197–207.
- Cooke, A., Kavussanu, M., McIntyre, D., Boadley, I. D., & Ring, C. (2011). Effects of competitive pressure on expert performance: Underlying psychological, physiological, kinematic mechanisms. *Psychophysiology*, **48**, 1146–1156.

- Cooke, A., Kavussanu, M., McIntyre, D., & Ring, C. (2010). Psychological, muscular and kinematic factors mediate performance under pressure. *Psychophysiology*, **47**, 1109–1118.
- Craig, C. M., Delay, D., Grealy, M. A., & Lee, D. N. (2000). Guiding the swing in golf putting. *Nature*, **405**, 295–296.
- Deikman, A. J. (1966). Deautomatization and the mystic experience. *Psychiatry*, **29**, 324–338.
- Delay, D., Nougier, V., Orliaguet, J., & Coello, Y. (1997). Movement control in golf putting. *Human Movement Science*, **16**, 597–619.
- Deubel, H. & Schneider, W. X. (1996). Saccade target selection and object recognition: Evidence for a common attentional mechanism. *Vision Research*, **36**, 1827–1837.
- Easterbrook, J. A. (1959). The effect of emotion on cue utilization and the organization of behavior. *Psychological Review*, **66**, 183–201.
- 遠藤 俊郎 (2005). 第 5 部 スポーツ心理学の基礎知識 5. 競技不安. 徳永 幹雄 (編), 『教養としてのスポーツ心理学』, 172–175. 東京: 大修館書店.
- Etnyre, B. R. (1998). Accuracy characteristics of throwing as a result of maximum force effort. *Perceptual and Motor Skills*, **86**, 1211–1217.
- Eysenck, M. W. (1979). Anxiety, learning, and memory: A reconceptualization. *Journal of Research in Personality*, **13**, 363–385.
- Eysenck, M. W. & Calvo, M. G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition and Emotion*, **6**, 409–434.
- Eysenck, M. W., Santos, R., Derakshan, N., & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*, **7**, 336–353.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A., & Buchner, A. (2007). G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, **39**, 175–191.
- Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, **47**, 381–391.
- 藤井 恭子 (2001). 青年期の交友関係における山アラシ・ジレンマの分析. 『教育心理学研究』, **49**, 146–155.
- 藤田 千春・永田 真弓・廣瀬 幸美 (2101). 小児看護学実習における受け持ち児の家族と学生の心理的距離の変化. 『横浜看護学雑誌』, **3**, 32–38.
- 藤原 武弘 (1986). パーソナル・スペースに表れた心理的距離についての研究. 『広島大学総合科学部紀要 III』, **10**, 83–92.
- Gelman, A. & Nolan, D. (2002). A probability model for golf putting. *Teaching Statistics*, **24**, 93–95.
- Gibson, J. J. (1966). *The senses considered as perceptual systems*. Boston: Houghton Mifflin.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Milton.
- Gray, R. (2004). Attending to the execution of a complex sensorimotor skill: Expertise, differences, coking, and slumps. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, **10**, 42–54.
- Gross, J. B. & Gill, D. L. (1982). Competition and instructional set effects on the speed and accuracy of a throwing task. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, **53**, 125–132.
- Gucciardi, D. F. & Dimmock, J. A. (2008). Choking under pressure in sensorimotor skills: Conscious processing or depleted attentional resources. *Psychology of Sport and Exercise*, **9**, 45–59.
- Hall, E. T. (1966). *The hidden dimension*. New York: Doubleday & Company.
- Hancock, G. R., Butler, M. S., & Fischman, M. G. (1995). On the problem of two-dimensional error scores: Measures and analyses of accuracy, bias, and consistency. *Journal of Motor Behavior*, **27**, 241–250.



- Hanin, Y. (1997). Emotions and athletic performance: Individual zones of optimal functioning model. *European Yearbook of Sport Psychology*, **1**, 29–72.
- Hardy, L. (1996). A test of catastrophe models of anxiety and sports performance against multidimensional anxiety theory models using the method of dynamic differences. *Anxiety, Stress, and Coping*, **9**, 69–86.
- Hardy, L., Beattie, S., & Woodman, T. (2007). Anxiety-induced performance catastrophes: Investigating effort required as an asymmetry factor. *British Journal of Psychology*, **98**, 15–31.
- Hardy, L., Mullen, R., & Jones, G. (1996). Knowledge and conscious control of motor action under stress. *British Journal of Psychology*, **87**, 621–636.
- Hardy, L. & Parfitt, G. (1991). A catastrophe model of anxiety and performance. *British Journal of Psychology*, **82**, 163–178.
- Hardy, L., Parfitt, G., & Pates, J. (1994). Performance catastrophes in sport: A test of the hysteresis hypothesis. *Journal of Sports Sciences*, **12**, 327–334.
- Harris, C. M. & Wolpert, D. M. (1998). Signal-dependent noise determines motor planning. *Nature*, **394**, 780–784.
- 長谷川 弓子・矢野 円郁・小山 哲・猪俣 公宏 (2011). プレッシャー下のゴルフパッティングパフォーマンス：不安の強度とパッティング距離の影響. 『スポーツ心理学研究』, **38**, 85–98.
- Hatfield, B. D. (2007). Cognitive neuroscience aspects of sport psychology: Brain mechanisms underlying performance. In T. Morris, P. Terry, & S. Gordon (Eds.), *Sport and exercise psychology: International perspectives*, 121–137. Morgantown, WV: Fitness Information Technology.
- 肥田野 直・福原 真知子・岩脇 三良・曾我 洋子・Spielberger C. D. (2000). 『新版 State-Trait Anxiety Inventory-Form JYZ』. 東京: 実務教育出版.
- 樋口 貴広 (2000). 3 章 試合場面でのパフォーマンスの低下. 杉原 隆・船越 正康・工藤 孝幾・中込 四郎 (編), 『スポーツ心理学の世界』, 40–51. 東京: 福村出版.
- 樋口 貴広・畑山 俊輝 (2001). 正確性の課題要求と運動の柔軟性. 『電子情報通信学会技術研究報告, ヒューマン情報処理』, **101**, 35–40.
- 樋口 貴広 (2008a). 第 3 章 知覚運動系という考え方. 樋口 貴広・森岡 周 (編), 『身体運動学: 知覚・認知からのメッセージ』, 78–104. 三輪書店: 東京.
- 樋口 貴広 (2008b). 認知情報処理 2. 注意. 日本スポーツ心理学会 (編), 『スポーツ心理学辞典』, 171–174. 東京: 大修館書店.
- Higuchi, T. (2000). Disruption of kinematic coordination in throwing under stress. *Japanese Psychological Research*, **42**, 168–177.
- Higuchi, T., Imanaka, K., & Hatayama, T. (2002). Freezing degrees of freedom under stress: Kinematic evidence of constrained movement strategies. *Human Movement Science*, **21**, 831–846.
- Hoyt, D. F. & Taylor, C. R. (1981). Gait and the energetic of locomotion in horses. *Nature*, **292**, 239–240.
- Hristovski, R., Davids, K., Araújo, D., & Button, C. (2006). How boxers decide to punch a target: Emergent behaviour in nonlinear dynamical movement systems. *Journal of Sports Science and Medicine*, **CSSI**, 60–73.
- 市村 操一 (1965). スポーツにおけるあがりの特性の因子分析的研究 (I). 『体育学研究』, **9**, 18–22.
- 石本 雄真 (2011). 現代青年における友人関係の特徴と心理的適応および学校適応との関連. *Human Developmental Research*, **25**, 13–24.
- 石本 雄真・上長 然・日瀨 淳子・久川 真帆・則定 百合子・森口 竜平・斉藤 誠一 (2009). 青年期女子の友人関係スタイルと心理的適応および学校適応との関連. 『発達心理学研究』, **20**, 125–133.
- 井澤 修平・城月 健太郎・菅谷 渚・小川 奈美子・鈴木 克彦・野村 忍 (2007). 唾液を用いたストレス評価—採取および測定手順と各唾液中の物質の特徴. 『日本補完代替医療学会誌』, **4**, 91–101.

- Jackson, K. M. (1979). Fitting of mathematical functions to biomechanical data. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, **26**, 122–124.
- Janelle, C. M. & Singer, R. N. (1999). External distraction and attentional narrowing: Visual search evidence. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, **21**, 70–91.
- Jeka, J. J., Kelso, J. A. S., & Kiemel, T. (1993). Spontaneous transitions and symmetry: Pattern dynamics in human four-limb coordination. *Human Movement Science*, **12**, 627–651.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall Inc.
- 金子 俊子 (1989). 青年期女子の親子・友人関係における心理的距離の研究. 『青年心理学研究』, **3**, 10–19.
- Kelso, J. A. S. (1981). On the oscillatory basis of movement. *Bulletin of the Psychonomic Society*, **18**, 63.
- Kelso, J. A. S. (1984). Phase transitions and critical behaviour in human bimanual coordination. *American Journal of Psychology*, **246**, R1000–R1004.
- Kerr, J. H. (1985). The experience of arousal: A new basis for studying arousal effects in sport. *Journal of Sports Sciences*, **3**, 169–179.
- Kijima, A., Kadota, K., Yokoyama, K., Okumura, M., Suzuki, H., Schmidt, R. C., & Yamamoto, Y. (2012). Switching dynamics in an interpersonal competition brings about “deadlock” synchronization of players. *PLoS ONE*, **7**, e47911.
- Krane, V. (1992). Conceptual and methodological considerations in sport anxiety research: From the Inverted-U hypothesis to Catastrophe theory. *Quest*, **44**, 72–87.
- Kugler, P. N., Kelso, L. A. F., & Turvey, M. T. (1980). On the concept of coordinative structures as dissipative structures: I. In G. E. Stelmach & J. Requin (Eds.), *Tutorials in motor behaviour*, 3–47. Amsterdam: North Holland.
- 草田 寿子・山田 裕紀子 (1998). 家族関係単純図式投影法の基礎的研究 VI：夫婦間の心理的距離に対する認知のズレと家族コミュニケーションとの関連. 『人間関係学研究』, **20**, 123–127.
- 桑村 幸恵 (2009). 共感的羞恥と心理的距離. 『パーソナリティ研究』, **17**, 311–313.
- Landlinger, J., Stöggel, T., Lindinger, S., Wagner, H., & Müller, E. (2012). Differences in ball speed and accuracy of tennis groundstrokes between elite and high-performance players. *European Journal of Sport Science*, **12**, 301–308.
- Lee, D. N. (1976). A theory of visual control of braking based on information about time-to-collision. *Perception*, **5**, 437–459.
- Lee, D. N. (1980). Visuo-motor coordination in space-time. In G. E. Stelmach & J. Requin (Eds.), *Tutorials in motor behaviour*, 281–295. Amsterdam: North-Holland.
- Lee, D. N. (1998). Guiding movement by coupling taus. *Ecological Psychology*, **10**, 221–250.
- Lee, D. N. & Aronson, E. (1974). Visual proprioceptive control of standing in human infants. *Perception and Psychophysics*, **15**, 529–532.
- Lee, D. N., Craig, C. M., & Grealy, M. A. (1999). Sensory and intrinsic coordination of movement. *Proceedings of The Royal Society*, **266**, 2029–2035.
- Lee, D. N., Georgopoulos, A. P., Clark, M. J., Craig, C. M., & Port, N. L. (2001). Guiding contact by coupling the taus of gaps. *Experimental Brain Research*, **139**, 151–159.
- Lee, D. N. & Raddish, P. E. (1981). Plummeting ganets: A paradigm of ecological optics. *Nature*, **293**, 448–459.
- Lee, D. N. & Rishman, J. R. (1975). Visual proprioceptive control of stance. *Journal of Human Movement Studies*, **1**, 87–95.
- Lee, D. N., Rishman, J. R., & Thomson, J. A. (1982). Regulation of gait in long jumping. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **8**, 448–459.

- Lee, Y., Lee, S., Carello, C., & Turvey, M. T. (2012). An archer's perceived form scales the "hitableness" of archery targets. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **38**, 1125–1131.
- Liao, C.-M. & Maters, R. S. W. (2002). Self-focused attention and performance failure under psychological stress. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, **24**, 289–305.
- Liberman, N., Trope, Y., & Stepman, E. (2007). Psychological distance. In A. W. Kruglanski & E. T. Higgins (Eds.), *Social Psychology: Handbook of Basic Principles*, 353–381. New York: Guilford Press.
- Little, K. B. (1965). Personal space. *Journal of Experimental Social Psychology*, **1965**, 237–247.
- Macrae, C. N., Bodenhausen, G. V., Milne, A. B., & Jetten, J. (1994). Out of mind back in sight: Stereotypes on the Rebound. *Journal of Personality and Social Psychology*, **67**, 808–817.
- Mark, L. S., Balliet, J. A., Craver, K. D., Stephan, D. D., & Fox, T. (1990). What an actor must do in order to perceive the affordance for sitting. *Ecological Psychology*, **3**, 325–366.
- Martens, R., Vealey, R. S., & Burton, D. (1990). *Competitive anxiety in sport*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- 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. *British Journal of Psychology*, **83**, 343–358.
- 松本元 (1996). 脳とはどんなコンピュータか. 松本元 (編), 『脳・心・コンピュータ』, 207–233. 東京: 丸善株式会社.
- Matsuo, T. & Kasai, T. (1994). Timing strategy of baseball-batting. *Journal of Human Movement Studies*, **27**, 253–269.
- 三嶋博之 (1994). “またぎ”と“くぐり”のアフォーダンス知覚. *The Japanese Journal of Psychology*, **64**, 469–475.
- 三嶋博之 (2000). 『エコロジカル・マインド』. 東京: 日本放送出版協会.
- 宮本大輔 (2011). 言語に対する心理的距離に関する考察: 中国 4 都市の大学生を例として. 『福岡大学研究部論集』, **11**, 1–17.
- Mooney, K. M., Cohn, E. S., & Swift, M. B. (1992). Physical distance and AIDS: Too close for comfort?. *Journal of Applied Social Psychology*, **22**, 1442–1452.
- Mulder, L. J. M. (1992). Measurement and analysis methods of heart rate and respiration for use in applied environments. *Biological Psychology*, **34**, 205–236.
- Mullen, R. & Hardy, L. (2000). State anxiety and motor performance: Testing the conscious processing hypothesis. *Journal of Sports Sciences*, **18**, 785–799.
- Mullen, R., Hardy, L., & Tattersall, A. (2005). The effects of Anxiety on motor performance: A test of the conscious processing hypothesis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, **27**, 212–225.
- 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.
- Newcomb, T. M. (1961). *The acquaintance process*. New Jersey: Holt, Rinehart and Winston.
- Nicolis, J. G. & Prigogine, I. (1977). *Self-organization in nonequilibrium systems: From dissipative structures to order through fluctuations*. New York: Wiley.
- Nieuwenhuys, A. & Oudejans, R. R. D. (2010). Effects of anxiety on handgun shooting behaviour of police officers: A pilot study. *Anxiety, Stress, and Coping*, **23**, 225–233.
- 西垣通 (2004). 『基礎情報学』. 東京: NTT 出版.
- Norman, D. A. & Bobrow, D. G. (1975). On data-limited and resource-limited process. *Cognitive Psychology*, **7**, 44–64.
- Ogunlade, J. O. (1980). Social distance among the Yoruba of Nigeria. *Social Behavior and Personality*, **8**, 121–123.

- Okumura, M., Kijima, A., Kadota, K., Yokoyama, K., Suzuki, H., & Yamamoto, Y. (2012). A critical interpersonal distance switches between two coordination modes in kendo matches. *PLoS ONE*, **7**, e51877.
- Otten, M. (2009). Choking vs. clutch performance: A study of sport performance under pressure. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, **31**, 583–601.
- Oxendine, J. B. (1970). Emotional arousal and motor performance. *Quest*, **13**, 23–32.
- Pelz, D. (1989). *Putt like the pros*. New York: Harper Collins Publishers.
- Peper, L., Bootsma, R. J., Mestre, D. R., & Bakker, F. C. (1994). Catching balls: How to get the hand to the right time. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **20**, 591–612.
- Pijpers, J. R., Oudejans, R. R. D., & Bakker, F. C. (2005). Anxiety-induced changes in movement behavior during the execution of a complex whole-body task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **58A**, 421–445.
- Pijpers, J. R., Oudejans, R. R. D., Bakker, F. C., & Beek, P. J. (2006). The role of anxiety in perceiving and realizing affordance. *Ecological Psychology*, **18**, 131–161.
- Reed, E. S. (1982). An outline of a theory of action systems. *Journal of Motor Behavior*, **14**, 98–134.
- 坂元 祐次・田中美吏・関矢 寛史 (2007). 注意の変化およびプレッシャーが知覚運動スキルの流暢性に及ぼす影響. 『広島大学大学院総合科学研究科紀要 I 人間科学研究』, **2**, 71–80.
- Salvador, A., Suay, F., Gonzalez-Bono, E., & Serrano, M. A. (2003). Anticipatory cortisol, testosterone and psychological response to judo competition in young men. *Psychoneuroendocrinology*, **28**, 364–375.
- 佐々木 正人 (1994). 『アフォーダンス 新しい認知の理論』. 東京: 岩波書店.
- 佐々木 正人・三嶋 博之 (1994). 運動制御への生態学的アプローチ. 川人 光男・佐々木 正人・三嶋 博之・丹治 順・酒田 英夫・村田 哲・藤田 昌彦 (編), 『岩波講座 認知科学 4 運動』, 2–29. 東京: 岩波書店.
- 佐々木 淳・菅原 健介・丹野 義彦 (2005). 羞恥感と心理的距離との逆 U 字的関係の成因に関する研究: 対人不安の自己提示モデルからのアプローチ. 『心理学研究』, **76**, 445–452.
- 佐藤 弥・魚野 翔太・鈴木 直人 (2010). 情動. 村上 郁也 (編), 『イラストレクチャー 認知神経科学—心理学と脳科学が解くこころの仕組み—』, 198–278. 東京: オーム社.
- 佐藤 和之・米田 正人 (1999). 『どうなる日本の言葉—方言と共通語のゆくえ』. 東京: 大修館書店.
- Schmidt, R. A. & Lee, T. D. (2005). *Motor control and learning. 4th ed.* Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- 摂津 茂和 (2009). 『不滅のゴルフ名言集 1 読んでうまくなるのがゴルフ』. 東京: ベースボールマガジン社.
- 社団法人日本プロゴルフ協会 (2010). 『PGA ゴルフ教本 : FUNDAMENTAL LESSON FOR GOLFERS』. 東京: 社団法人日本プロゴルフ協会.
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, **27**, 379–423.
- Shannon, C. E. & Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. Champaign, IL: University of Illinois Press.
- Smith, A. M., Malo, S. A., Laskowski, E. R., Sabick, M., Cooney III, W. P., Finnie, S. B., Crews, D. J., Eischen, J. J., Hay, I. D., Detling, N. J., & Kaufman, K. (2000). A multidisciplinary study of the Yips phenomenon in golf: An exploratory analysis. *Sports Medicine*, **30**, 423–437.
- Smith, E. E. (2012). 作動記憶. R. A. Wilson & F. C. Keil (Eds.), 『MIT 認知科学大辞典 (原題: The MIT encyclopedia of the cognitive science)』, 504–507. 東京: 共立出版株式会社.
- Sommer, R. (1969). *Personal distance: The behavioral basis of design*. New Jersey: Prentice Hall Inc.

- Sommer, R. (1959). Studies in personal space. *Sociometry*, **22**, 247–60.
- Sonstroem, R. J. & Bernardo, P. (1982). Intraindividual pregame state anxiety and basketball performance: A re-examination of the inverted-U curve. *Journal of Sport Psychology*, **4**, 235–245.
- Spielberger, C. D., Gorsuch, R. L., & Lushene, R. E. (1970). *Manual for State-Trait Anxiety Inventory*. Consulting Psychologists Press: Palo Alto, CA.
- Spielberger, C. D. (1966). Theory and research on anxiety. In C. D. Spielberger, R. L. Gorsuch, & R. B. Lushene (Eds.), *Anxiety and behavior*, 3–20. New York: Academic Press.
- Stefanucci, J. K. & Proffitt, D. R. (2009). The roles of altitude and fear in the perception of height. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **35**, 424–438.
- 鈴木理・土田了輔・廣瀬勝弘・鈴木直樹 (2003). ゲーム構造からみた球技分類試案. 『体育・スポーツ哲学研究』, **25**, 7–23.
- Szabo, A., Peronnet, F., Frenkl, R., Farkas, A., Petrekanits, M., Meszaros, J., Hetenyi, A., & Szabo, T. (1994). Blood pressure and heart rate reactivity to mental strain in adolescent judo athletes. *Physiology and Behavior*, **56**, 219–224.
- Taelman, J., Vandeput, S., Spaepen, A., & van Huffel, S. (2008). Influence of mental stress on heart rate and heart rate variability. *The International Federation for Medical and Biological Engineering Proceedings*, **22**, 1366–1369.
- 高岡 詠子 (2012). 『シャノンの情報理論入門』. 東京: ブルーバックス.
- 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**, 1–18.
- 田中美吏・関矢寛史 (2007). プレッシャーが熟練ゴルファーのパッティングに及ぼす影響. 『日本スポーツ心理学会第34回大会発表抄録集』, 70–71.
- 田中美吏・関矢寛史 (2009). プレッシャーが全身協応運動に及ぼす影響. 『スポーツ心理学研究』, **36**, 103–114.
- Tanaka, Y., Funase, K., Sekiya, H., Sasaki, J., & Takemoto, T. (2011). Multiple EMG activity and intracortical inhibition and facilitation during a fine finger movement under pressure. *Journal of Motor Behavior*, **43**, 73–81.
- Tanaka, Y. & Sekiya, H. (2010a). The influence of audience and monetary reward on the putting kinematics of expert and novice golfers. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, **81**, 416–424.
- Tanaka, Y. & Sekiya, H. (2010b). The relationships between psychological, physiological changes and behavioral, performance changes of a golf putting task under pressure. *International Journal of Sport and Health Science*, **8**, 83–94.
- 田中政子 (1973). Personal space の異方的構造について. 『教育心理学研究』, **11**, 223–232.
- Teixeira-Silva, F., Prado, G. B., Ribeiruo, L. C. G., & Leite, J. R. (2004). The anxiogenic video-recorded stroop color-word test: Psychological and physiological alterations and effects of diazepam. *Physiology and Behavior*, **82**, 215–230.
- 徳永幹雄・金崎良三・多々納秀雄・橋本公雄・梅田靖次郎 (1991). 試合前の状態不安と実力発揮度の関係. 『健康科学』, **13**, 105–114.
- Trope, Y. & Liberman, N. (2003). Temporal construal. *Psychological Review*, **110**, 403–421.
- Tuller, B., Turvey, M. T., & Fitch, H. L. (1982). The Bernstein perspective: 2. The concept of muscle linkage or coordinative structure. In J. A. S. Kelso (Ed.), *Human motor behavior: An introduction*, 239–252. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Turvey, M. T. (1990). Coordination. *American Psychologist*, **45**, 938–953.
- Turvey, M. T., Fitch, H. L., & Tuller, B. (1982). The Bernstein perspective: 1. The problems of degrees of freedom and context-conditioned variability. In J. A. S. Kelso (Ed.), *Human motor behaviour: An introduction*, 239–252. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- 上野行良・上瀬由美子・松井豊・福富護 (1994). 青年期の交友関係における同調と心理的距離. *Japanese Journal of Educational Psychology*, **42**, 21–28.
- Uexkull, J. (1995). 『生物から見た世界』. 東京: 新思索社.
- van den Tillaar, R. & Ettema, G. (2006). A comparison between novices and experts of the velocity-accuracy trade-off in overarm throwing. *Perceptual and Motor Skills*, **103**, 503–514.
- van Galen, G. P., Müller, M. L. T. M., Meulenbroek, R. G. J., & Van Gemmert, A. W. A. (2002). Forearm EMG response activity during motor performance in individuals prone to increased stress reactivity. *American Journal of Industrial Medicine*, **41**, 406–419.
- van Gemmert, A. W. A. & van Galen, G. P. (1997). Stress, neuromotor noise, and human performance: A theoretical perspective. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **23**, 1299–1313.
- van Loon, E. M., Masters, R. S. W., Ring, C., & McIntyre, D. B. (2001). Changes in limb stiffness under conditions of mental stress. *Journal of Motor Behavior*, **33**, 153–164.
- Vereijken, B., van Emmerik, R. E. A., Whiting, H. T. A., & Newell, K. M. (1992). Free(z)ing degrees of freedom in skill acquisition. *Journal of Motor Behavior*, **24**, 133–142.
- Vickers, J. N. & Williams, A. M. (2007). Performing under pressure: The effects of physiological arousal, cognitive anxiety, and gaze control in biathlon. *Journal of Motor Behavior*, **39**, 381–394.
- 和田尚 (2003). 運動パフォーマンスとパーソナリティ. 『体育の科学』, **53**, 354–357.
- Wagner, H., Pfusterschmied, J., Klous, M., von Duvillard, S. P., & Müller, E. (2012). Movement variability and skill level of various throwing techniques. *Human Movement Science*, **31**, 78–90.
- Wang, S. (2010). 教師に対するイメージと心理的距離に関する日中比較研究：両親・友達との比較を通じて. 『神戸大学大学院人間発達環境学研究科研究紀要』, **4**, 135–141.
- Warren, W. H. (1984). Perceiving affordance: Visual guidance of stair climbing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **10**, 683–703.
- Warren, W. H. & Whang, S. (1987). Visual guidance of walking through apertures: Body-scaled information for affordance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **13**, 371–383.
- Weinberg, R. S. & Gould, D. (1995). *Foundations of sport and exercise psychology*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Weinberg, R. S. & Hunt, V. V. (1976). The interrelationships between anxiety, motor performance and electromyography. *Journal of Motor Behavior*, **8**, 219–224.
- Wesp, R., Cichello, P., Gracia, E. B., & Davis, K. (2004). Observing and engaging in purposeful actions with objects influences estimates of their size. *Perception and Psychophysics*, **66**, 1261–1267.
- Williams, A. M. & Elliot, D. (1999). Anxiety, expertise, and visual search strategy in karate. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, **21**, 362–375.
- Williams, A. M., Vickers, J., & 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 efficiency theory. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, **24**, 438–455.
- Wilson, M., Smith, N. C., Chattington, M., Ford, M., & Marple-Horvat, D. E. (2006). The role of effort in moderating the anxiety-performance relationship: Testing the prediction of processing efficiency theory in simulated rally driving. *Journal of Sports Sciences*, **24**, 1223–1233.
- Wilson, M., Smith, N. C., & Holmes, P. S. (2007). The role of effort in influencing the effect of anxiety on performance: Testing the conflicting predictors of processing efficiency theory and the conscious processing hypothesis. *British Journal of Psychology*, **98**, 411–428.
- Wine, J. (1971). Test anxiety and direction of attention. *Psychological Bulletin*, **76**, 92–104.

- Winter, D. A. (1990). *Biomechanics and motor control of human movement (2nd.ed.)*. New York: Wiley.
- Witt, J. K. & Dorsch, T. E. (2009). Kicking to bigger uprights: Field goal kicking performance influences perceived size. *Perception*, **38**, 1328–1340.
- Witt, J. K., Linkenauger, S. A., Bakdash, J. Z., & Proffitt, D. R. (2008). Putting to a bigger hole: Golf performance relates to perceived size. *Psychonomic Bulletin and Review*, **15**, 581–585.
- Witt, J. K. & Proffitt, D. R. (2005). See the ball, hit the ball: Apparent ball size is correlated with batting average. *Psychological Science*, **16**, 937–938.
- Witt, J. K., Proffitt, D. R., & Epstein, W. (2005). Tool use affects perceived distance, but only when you intend to use it. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **31**, 880–888.
- Woodman, T. & Davis, P. A. (2008). The Role of repression in the incidence of ironic errors. *The Sport Psychologist*, **22**, 183–196.
- 山田 幸雄・森井 大治 (2004). 男子テニストッププレイヤーの公式トーナメントにおけるシングルマッチの心拍変動に関する事例研究. 『スポーツコーチング研究』, **3**.
- 山口 正二・土屋 泰正・藤本 尚文 (1996). 生徒と教師の心理的距離の改善に望ましいと判断される行動・態度に関する研究. 『カウンセリング研究』, **29**, 169–179.
- 山本 裕二・中込 四郎・井筒 敬・工藤 敏巳 (1985). 逆 U 字仮説に対する注意の狭小化からの再検討. 『体育学研究』, **30**, 117–127.
- 山本 裕二 (2005). 『複雑系としての身体運動 巧みな動きを生み出す環境のデザイン』. 東京: 財団法人 東京大学出版会.
- 山本 裕二 (2007). 運動の制御. 中込 四郎・山本 裕二・伊藤 豊彦 (編), 『スポーツ心理学』, 13–48. 東京: 培風館.
- Yarkes, R. M. & Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, **18**, 459–482.
- 吉田 聡美・蓑内 豊 (2006). スポーツパフォーマンスと情動状態の関係—IZOF 理論に基づく情動のコントロール. 『スポーツ心理学研究』, **33**, 15–26.
- Yoshie, M., Kudo, K., Murakoshi, T., & Ohtsuki, T. (2009). Music performance anxiety in skilled pianists: Effects of social-evaluative performance situation on subjective, autonomic, and electromyographic reactions. *Experimental Brain Research*, **199**, 117–126.
- Yoshie, M., Kudo, K., & Ohtsuki, T. (2008). Effects of psychological stress on state anxiety, electromyographic activity, and arpeggio performance in pianists. *Medical Problems of Performing Artists*, **23**, 120–132.
- Zelinsky, G. J., Rao, R. P. N., Hayhoe, M. M., & Ballard, D. H. (1997). Eye movements reveal the spatialtemporal dynamics of visual search. *Psychological Science*, **8**, 448–453.
- Zijstra, F. R. H. (1993). *Efficiency in work behaviour: A design approach for modern tools*. Delft, The Netherlands: Delft University Press.

# 付記

本論文に関する主要学術論文は以下の通りである。

## 第1章

長谷川弓子・小山哲・猪俣公宏 (2010) ゴルフパッティングと「あがり」に関する心理的研究の動向. 中京大学体育学論叢 第51号(1) : 11 - 18.

## 第3章

長谷川弓子・矢野円郁・小山哲・猪俣公宏 (2011) プレッシャー下のゴルフパッティングパフォーマンス：不安の強度とパッティング距離の影響. スポーツ心理学研究 第38巻(2) : 85 - 98.

## 第4章

Hasegawa, Y., Koyama, S., and Inomata, K. (2013) Perceived distance during golf putting. *Human Movement Science*, 32 : 1226-1238. DOI information: 10.1016/j.humov.2013.02.003.



# 謝辞

本論文の作成にあたり、多くの方々より、ご協力とご援助を賜りました。

猪俣 公宏 教授には、主指導教官として大学院博士前期課程と後期課程の6年間にわたり、多くのご指導をいただきました。猪俣 教授は、ゴルフしか知らなかった私を、研究の世界に温かく迎え入れて下さり、ここまで導いてくださいました。心より感謝いたします。また本論文作成にあたり、副指導教官として、柿山 哲治 教授、荒牧 勇 准教授には、貴重なご助言をいただきました。深く感謝いたします。

中京大学で研究を進めるにあたり、在学期間中、特に学長の北川 薫 教授には、多大なご指導とご助言をいただきました。また、研究科長である桜井 伸二 教授、來田 享子 教授、小山 哲 教授にも、多くのご助言をいただきました。深く感謝申し上げます。また名古屋大学の山本 裕二 教授には、本論文第4章の源となった学術論文“Perceived distance during golf putting”のデータ解析、論文執筆にあたり、本当に多くの貴重なご助言をいただきました。心より深く感謝申し上げます。

本研究では、参加者として総勢108名のアマチュアゴルフ選手に協力していただきました。さらには実験における観衆役として、300名を超える方々に協力していただきました。また実験参加者を募るにあたり、日本女子プロゴルフ協会のツアープロ会員である国本 百恵さんには本当に御世話になりました。また各実験実施にあたり、同じ研究室に在籍していた猪俣研究室の皆様には協力や助言をいただきました。あらためて皆様に感謝の意を表したいと存じます。

最後に、私の家族、父・貴大と母・香織に感謝の意を記します。家族の支援によって、大学院への進学、学位取得の夢が叶いました。

周囲の皆様のお力をお借りし、私はこの論文を完成させることができました。これからは、少しでも皆様のお役に立てるような人間となれるよう努力し、運動パフォーマンスに

おける心理的距離の解明に向けて挑戦し続けていきたいと思ひます.

平成26年3月

長谷川 弓子