

# カウントダウンの有無がボール投げ課題中の心拍数に与える影響

心理学科 13hp109 石川 和由樹

(指導教員：長野 祐一郎)

キーワード：心拍数, カウントダウン

## 問題と目的

スポーツに対して多くの人が興味を持ち年代問わず競技をしている。また、スポーツを題材として競技時の生理反応を測る研究は年々多くなってきている。例えば、剣道の競技者の心拍数を題材とした松村(2006)による研究などがある。一般的に心拍数は、試合など緊張する場面で過度の精神的ストレスによって高まることが知られている。山地(1981)によると、特に個人競技においては「競技直前の心理的コンディショニングが成績を左右する」と述べられている。そのため、日頃からコンディショニングを意識することが大切である。コンディショニングができていてもプレッシャーを与えられるとミスをし、心拍数に変化が出るのではないだろうかと思われる。本研究では、ボール投げ課題時において、カウントダウンの有無が心身にどのような影響を与えるのか検討する。

## 方法

実験参加者：文京学院大学内の学生 20 名を対象とした。平均年齢は 20.5 歳 ( $SD=0.8$ ) であった。

条件配置：ボールを投げる 5 秒前からカウントをしていくカウントダウンあり条件と、カウントを行わないカウントダウンなし条件を設け、全員が両条件を行った。また、条件の順序はカウンターバランスした。

実験課題：こちらの合図に従ってかごに向かってボール投げ、入れてもらうこととした。また、箱までの距離は 2m とした。

指標：生理指標は Arduino 型のマイクロコンピュータを中心に作製した計測器を用いて、心拍数(以下 HR)、RMSSD(root mean square of successive differences)を測定した。心理指標として、一般感情尺度(小川・門地・菊谷・鈴木,2000)を用いた。さらに、プレッシャーの度合いを VAS で測定した。

手続き：実験を開始する前にインフォームドコンセントを得た。その後、心理指標に回答してもらった。両条件ともに、実験前に課題期と同様の状況で 3 投練習を行い、その後、前安静 2 分、課題 4 分、後安静 1 分として行った。カウントダウンあり条件では、課題期において、ボールを投げる 5 秒前からカウントダウンを行った。カウントダウンなし条件では、課題期において 10 秒おきに「投げてください」とのみ伝えた。実験終了後に課題時と後安静の気持ちについて心理指標に回答してもらった。

## 結果

全ての生理指標で、期間の主効果が有意傾向であり、HR、RMSSD ともに、課題時において上昇傾向であった。HR のみ条件×期間の交互作用が認められた。単純主効果を求めたところ、課題前半においてカウントダウンあり条件の方が大きく上昇した。一般感情尺度では、すべての指標で期間の主効果が有意であり、さらに安静感情のみ条件の主効果が認められた。プレッシャーの度合いはカウントダウンあり条件のほうが有意に高かった。

## 考察

プレッシャーでは、カウントダウンあり条件が有意に高かったため、プレッシャーの操作は実験者の意図通りであった。心拍数の結果では、カウントダウンありでは課題時に心拍数が大きく上昇したが、なしの場合は課題時に心拍数の変化はみられなかった。RMSSD は、課題時に上昇傾向が認められ、リラックス方向への変化が認められた。主観感情では、PA、NA は課題時に上昇傾向を示し、CA は下降傾向を示した。全体としては、ネガティブ方向への感情変化に見えた。「ボールを投げる」という運動負荷と「カウントがある」という心的ストレスの組み合わせは本研究における心身活動の結果に反映されたものだと考えられる。

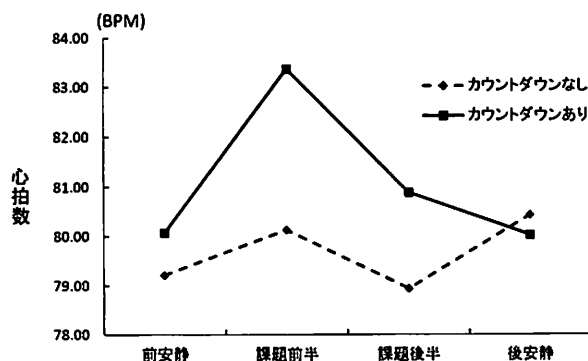


図 1.条件別における心拍数の変化

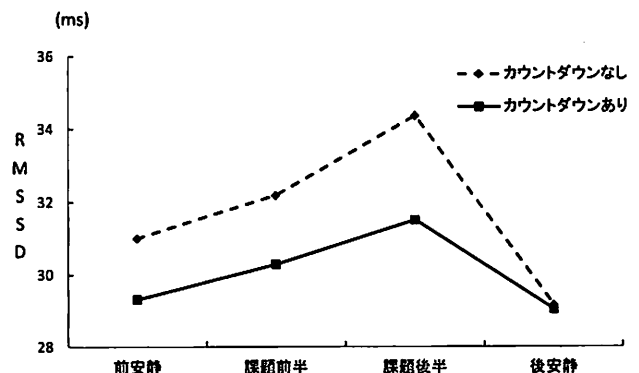


図 2.条件別における RMSSD の変化

カウントダウンの有無が  
ボール投げ課題中の心拍数に与える影響

学籍番号 13hp109

氏名 石川 和由樹

指導教員 長野祐一郎

## 序と目的

### はじめに

スポーツに対して多くの人が興味を持ち年代問わず競技をしている。また、スポーツを題材として競技時の生理反応を測る研究は年々多くなってきている。例えば、剣道の競技者の心拍数を題材とした松村(2006)による研究や、橋口・橋口(2010)によるアーチェリーを題材とした研究なども近年行われたばかりのまだ新しい研究である。

スポーツを行う際に、多くの競技者を悩ませるのがプレッシャーである。事前に練習を積み重ねていたとしても、本番になると普段のパフォーマンスが発揮できなくなり、練習の成果が上がらないことがある。このような現象は一般的に「あがり」と言われ、試合前や試合中に過剰な不安や緊張に晒されることを意味する(橋本・徳永,2000)。スポーツ競技において、プレッシャーが掛かる場面において、いつも通りの力を発揮するには心理的コンディショニングが大切であると言われている。一般的に心拍数は、試合など緊張する場で過度の精神的ストレスによって高まることが知られている。剣道選手を対象に心拍数を測定した研究によると、教士同士の対戦では、数値に差はあるが各教士とも常にある一定レベルの心拍数を保って対戦する傾向にあり、自分のペースを保ち心理的コンディショニングを作っていたように見えたと言われている(松村,2006)。一方、松村(2003)では、教士ではない選手達は、対戦中一定の心拍数を保てず途中から心拍数が下降する傾向が見られたと述べている。山地(1981)によると、特に個人競技においては「競技直前の心理的コンディショニングが成績を左右する」と述べられている。そのため、日頃からコンディショニングを意識することが大切である。試合などでは、プレッシャーを感じることで、ネガティブな感情が強く喚起されるため、コンディショニングを意識して実行出来る者にとっては精神的ストレスが軽減できるため、あまり問題はないが、コンディショニングが出来ない者にとっては、ストレスを軽減することが難しいため、十分に成果を発揮できなくなる可能性がある。しかし、プロのスポーツ選手でも過度の精神的ストレスを軽減できても心拍数が上がりミスをすることもあるだろう。例えば、野球などはチーム競技であるが均衡状態が続くとピッチャーはとてつもないプレッシャーを感じているため余計に力が入ってしまい暴投したり内野手がキャッチミスをする場面をスポーツ番組で見かけること珍しくない。コンディショニングができていてもプレッシャーを与えられるとミスをし、心拍数に変化が出るのではないだろうかと考えられる。

### 本研究の目的

本研究では、自作した紙ボールと、的となる箱を用いて、ボール投げ課題時において、カウントダウンの有無によってプレッシャーを操作し、心拍数にどのような影響を与えるのか検討することを目的とした。

## 方法

### 実験参加者

文京学院大学在学の学生 20 名 (平均年齢 = 20.5 歳、 $SD=0.8$ )

### 実験課題

こちらの合図に従って箱に向かってボール投げ、入れてもらうこととした。また、投げる場所から箱までの距離は 2m とした。

### 条件配置

ボールを投げる 5 秒前からカウントをしていくカウントダウンあり条件と、カウントを行わないカウントダウンなし条件を設けた。条件の順序はカウンターバランスをした。

## 装置

Arduino 型のマイクロコンピュータを中心に作製した、小型軽量、電池駆動の自作心電図測定装置を使用した(図 1)。この測定装置は、コンピュータに接続する事なく、単体で心電図を計測することができるものであった(以降スタンドアロン心拍計とする)。

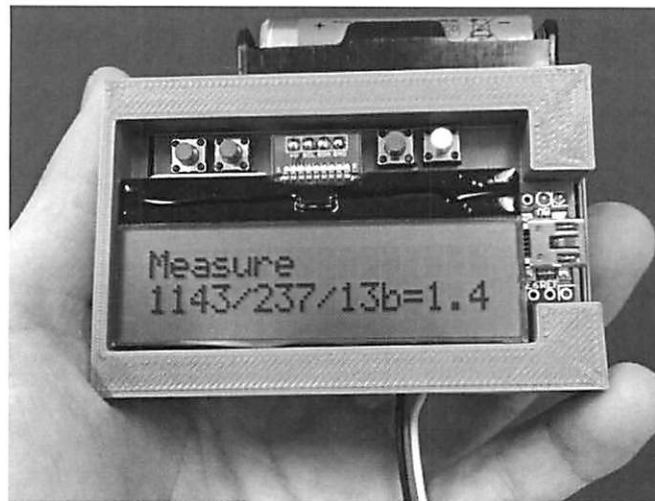


図 1 使用された自作心電図測定装置

## 生理指標

第Ⅱ誘電法電極配置により心電図を測定した。測定した心電図波形から、心拍数および RMSSD(root mean square of successive differences)も算出した。RMSSD は、隣接する RR 間隔の差を 2 乗し、一定時間内の平均値の平方根を求めたものであり、心臓迷走神経活動の指標とされる。

## 心理指標

主観的感情を測定するため、小川・門地・菊谷・鈴木(2000)の一般感情尺度を使用し、肯定的感情尺度(以下 PA)、否定的感情(以下 NA)、安静的感情(以下 CA)の 24 項目に対して、「1:全く感じていない」～「4:非常に感じている」の 4 件法で回答させた。主観指標として 100mm スケールの Visual Analog. Scale(以下:VAS)を用いた。「どの程度プレッシャーを感じましたか?」の 1 項目について VAS 回答させた。

実験機材:自作の紙ボール、ダンボールで作成した箱を用いた(図 2)。



図 2 実験で使用したボールと箱

### 手続き

実験参加者にインフォームドコンセントを得てから、心理指標について回答してもらった。その後、スタンドアロン心拍計を装着した。その際コードが揺れると心拍数が乱れることを危惧して、実験参加者の横にコードがずれないように椅子を配置することとした。実験は、前安静 2 分、課題 4 分、後安静 1 分として行った(図 2)。その際、データが偏らないように条件の順序はカウンターバランスをとった。

両条件ともに、実験前に課題期と同様の状況で 3 投練習を行った。練習終了後、両条件ともに安静期は開眼で安静するように伝えた。また、カウントダウンなし条件では、「投げてくださいと言われてから 10 秒以内であれば、好きなタイミングに投げてもらって構いません」と伝えた。実験開始前に「実験中はなるべく体を動かさずにボールを投げる時は背中を背もたれに付けて投げてください」と教示した。また、真剣に多くのボールを入れてもらうため、「大学生の投入数平均は 10 個です。超えられるよう頑張ってください」と伝えた。

カウントダウンあり条件では、課題期において、ボールを投げる 5 秒前からカウントダウンを行った。カウントダウンなし条件では、課題期において 10 秒おきに「投げてください」とのみ伝えた。実験終了後に課題時と後安静の気持ちについて心理指標を回答してもらい、機材を外し実験終了とした。

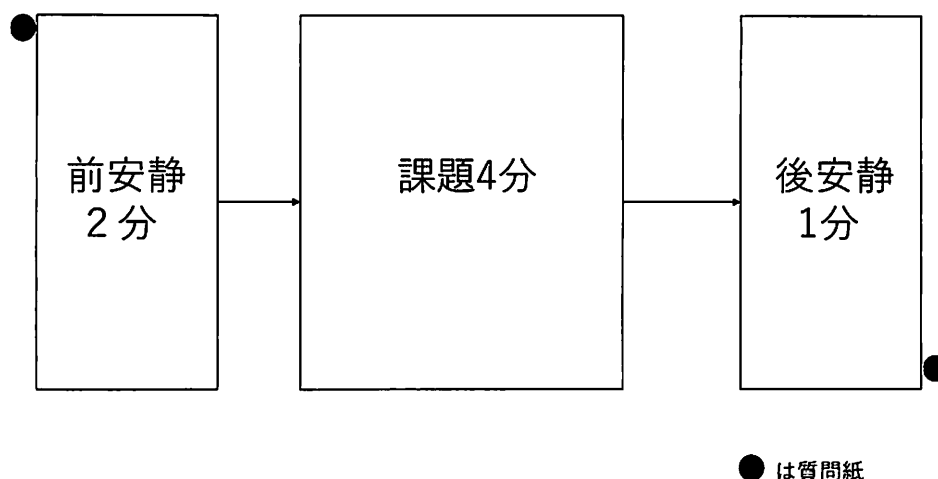


図 3 各期間における時間配分

実験の際、実験器具および実験者、実験参加者の配置は以下の通りであった(図 4)。

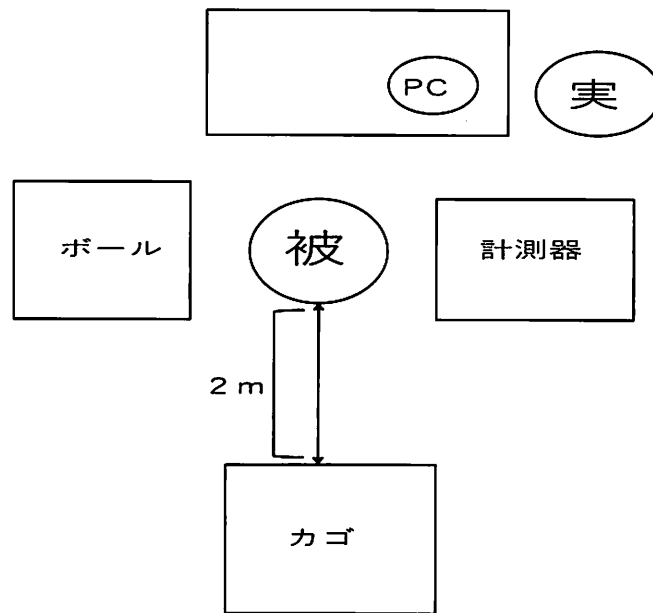


図 4 課題期の実験配置

### 結果

条件別の HR の平均値を期間ごとに算出し図 5 に示した。

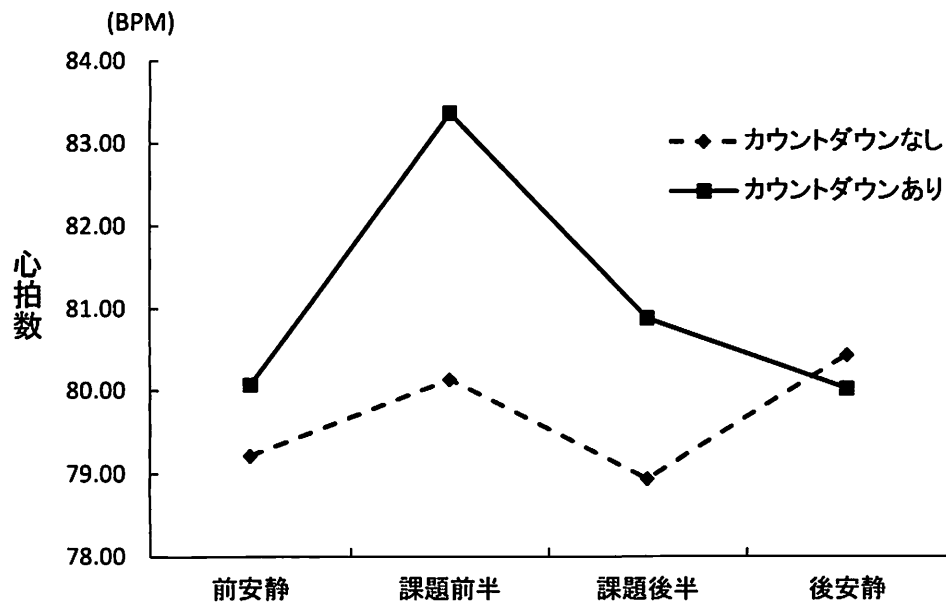


図 5 条件別の HR 変化

両条件とも前安静期に差は見られなかったが、課題期前半ではカウントダウンあり条件の方の値が高くなり課題期後半にかけて値が低下していった。

2(条件：カウントダウンあり,無し)×4(期間：前安静,課題前半,課題後半,後安静)の参加者内計画による分散分析を行ったところ、条件×期間の交互作用が有意であった

( $F(3,57)=8.16, p<.01$ )。期間の主効果は有意傾向であった( $F(3,57)=2.41, p<.10$ )。条件の主効果は有意でなかった( $F(1,19)=2.78, n.s$ )。条件×期間の交互作用が有意であったため LSD 法による多重比較を行ったところ課題期前半の値が前安静期、課題期後半、後安静期に比べ有意に高かった( $p<.05$ )。

交互作用が有意であったため、単純主効果の検定を行ったところ、課題期前半において条件の単純主効果が認められ( $F(1,19)=9.13, p<.01$ )、課題期後半においては単純主効果は有意傾向であった( $F(1,19)=4.03, p<.10$ )。また、カウントダウンあり条件において期間の単純主効果が認められた( $F(3,57)=5.59, p<.01$ )。

両条件の RMSSD の平均値を期間ごとに算出し図 6 に示した。

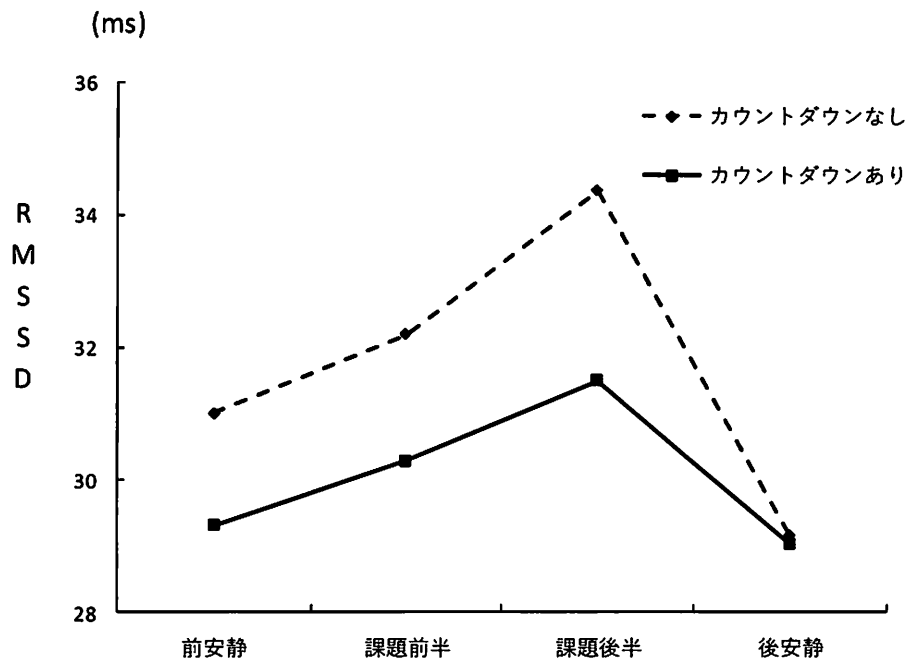


図 6 条件別の RMSSD 変化

両条件とも前安静期から課題期前半まであまり変わらなかったが課題期後半でカウントダウンあり条件の値がやや高くなり、後安静期で値が低下した。2(条件：カウントダウンあり,無し条件)×4(期間：前安静,課題前半,課題後半,後安静)の参加者内計画による分散分析を行ったところ、期間の主効果は有意傾向であった( $F(3,57)=2.57, p<.10$ )。条件の主効果( $F(1,19)=0.52, n.s$ )と条件×期間の交互作用( $F(3,57)=0.28, n.s$ )は有意でなかった。期間の主効果が有意傾向であったので心拍数同様、LSD 法による多重比較を行った。その結果、課題期後半のほうが後安静期よりも高い値であった( $p<.05$ )。

両条件の PA の平均値を期間ごとに算出し図 7 に示した。

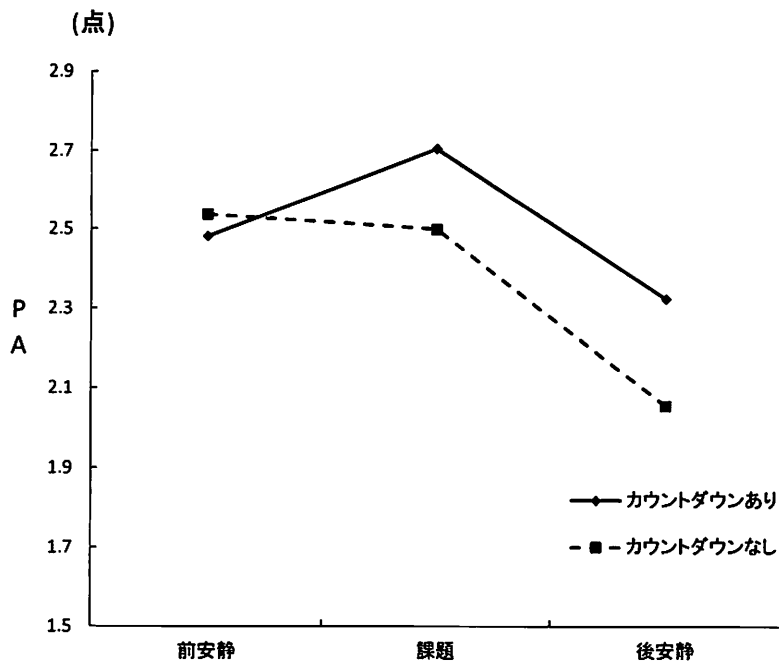


図 7 条件別の PA 変化

両条件とも前安静期の PA の値はあまり変わらず、課題期ではカウントダウンあり条件が高い値となりカウントダウン無し条件の値が低下していき、後安静期でも。2(条件：カウントダウンあり,無し条件)×3(期間：前安静,課題,後安静)の参加者内計画による分散分析を行ったところ、期間の主効果が有意であった( $F(2,38)=6.25, p<.01$ )。条件の主効果( $F(1,19)=2.84, n.s$ )と条件×期間の交互作用( $F(2,38)=1.39, n.s$ )が有意でなかった。期間の主効果が有意であったため LSD 法による多重比較を行ったところ、後安静期が前安静期に比べ有意に低く、後安静期が課題期に比べ有意に低かった(全て  $p<.05$ )。

両条件の NA の平均値を期間ごとに算出し図 8 に示した。

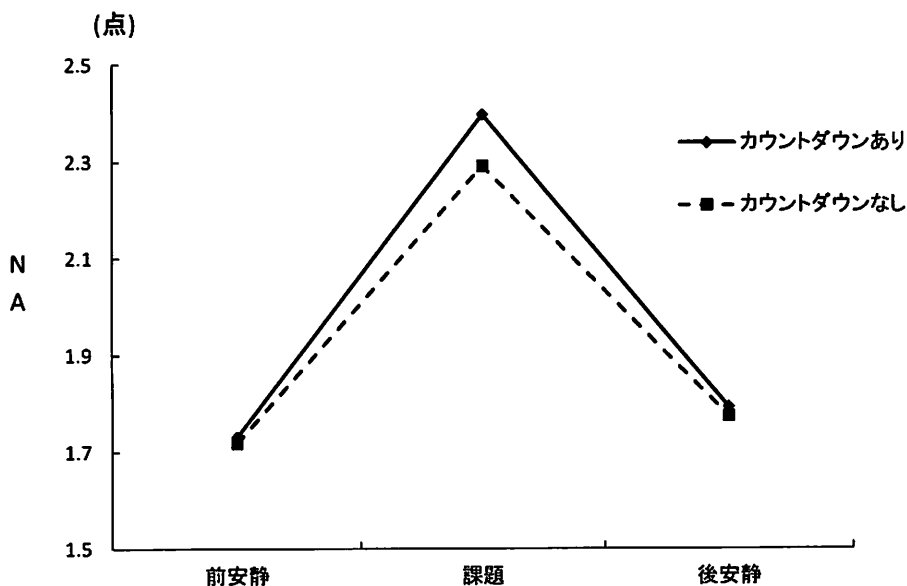


図 8 条件別の NA 変化



両条件とも、前安静期から課題期にかけて NA の値が高くなり後安静期になると値が低下した。また、わずかだがカウントダウンあり条件の方がカウントダウンなし条件に比べ、高い値となった。2(条件：カウントダウンあり,無し条件)×3(期間：前安静,課題,後安静)の参加者内計画による分散分析を行ったところ期間の主効果が有意であった ( $F(2,38)=20.74, p<.01$ )。条件の主効果 ( $F(1,19)=0.49, n.s$ ) と条件×期間の交互作用 ( $F(2,38)=0.18, n.s$ ) が有意でなかった。期間の主効果が有意であったため LSD 法による多重比較を行ったところ、前安静期より課題期の方が有意に高く、課題期の方が後安静期より有意に高かった(全て  $p<.05$ )。

両条件の CA の平均値を期間ごとに算出し図 9 に示した。

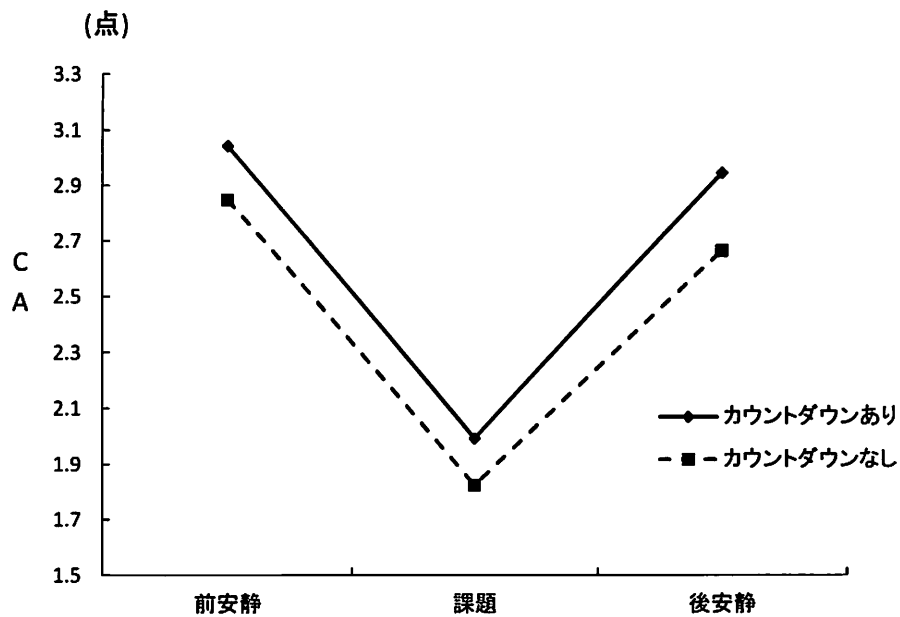


図 9 条件別の CA 変化

両条件とも、前安静期から課題期にかけて CA の値が低下していったが、後安静期になると値が高くなった。また、カウントダウンなし条件より、カウントダウンあり条件の方が全期間を通して高い値となっていた。2(条件：カウントダウンあり,なし条件)×3(期間：前安静,課題,後安静)の参加者内計画による分散分析を行ったところ、条件の主効果 ( $F(1,19)=0.49, p<.05$ ) と期間の主効果 ( $F(2,38)=49.60, p<.01$ ) が有意であった。条件×期間の交互作用 ( $F(2,38)=0.19, n.s$ ) が有意でなかった。条件の主効果と期間の主効果が有意であったため LSD 法による多重比較を行ったところ、前安静期の方が課題期より有意に高く、課題期より後安静期の方が有意に高かった(全て  $p<.05$ )。

主観的プレッシャーの平均値を条件ごとに算出し図 10 に示した。

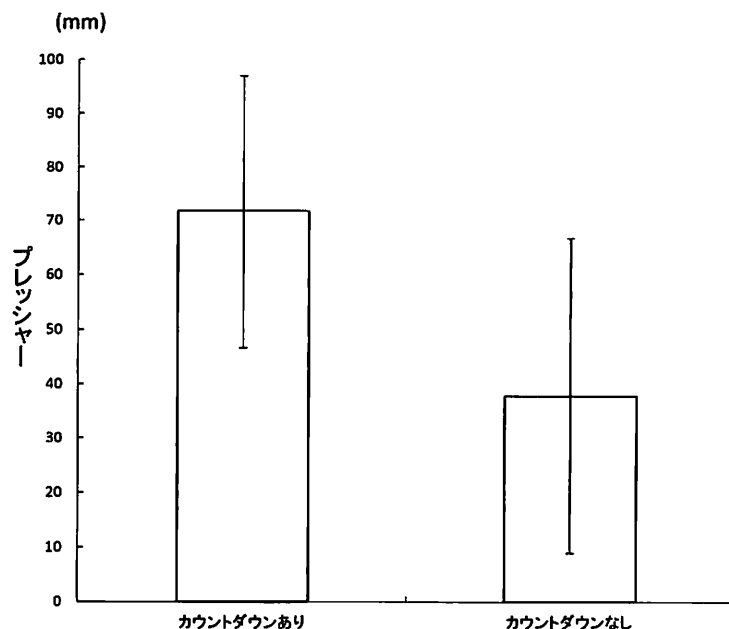


図 10 条件別の主観的プレッシャー

図 10 に示された様に、カウントダウンあり条件の方が多くプレッシャーを感じておりカウントダウンなし条件の方はあまりプレッシャーを感じていないように見受けられる。また、内省報告では、「カウントダウンがあった方が気持ちに余裕がなくなった」など書かれていた。対応のある  $t$  検定を行ったところ、カウントダウンあり条件の方がカウントダウンなし条件よりも有意にプレッシャー得点が高かった ( $t(19)=5.12, p<.01$ )。

投入数の平均値を条件ごとに算出し図 11 に示した。

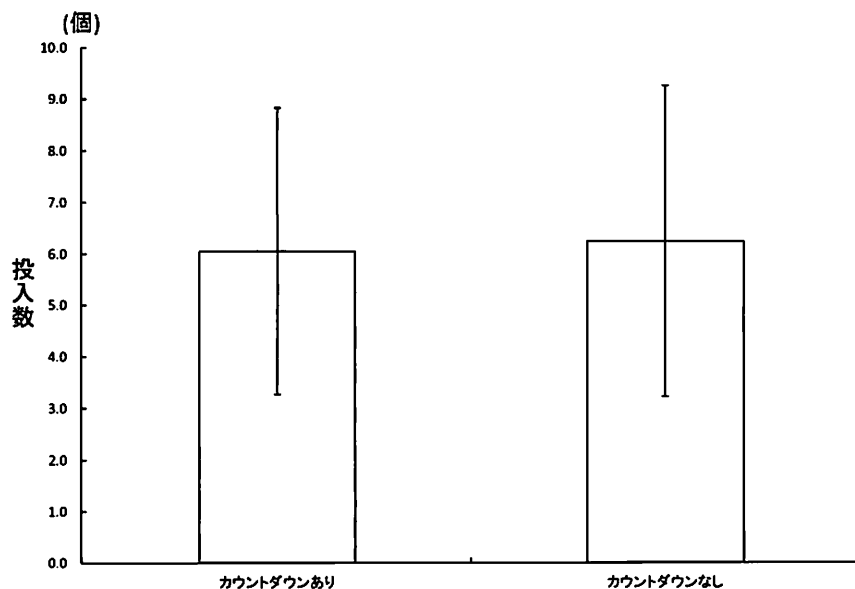


図 11 条件別のボール投入数

両条件の投入数を見ると、カウントダウンなし条件の方がやや多く、カウントダウンあり条件の方がやや少ないように見受けられたが、明確な差は認められなかった。対応のある  $t$  検定を行ったところ、有意差が認められなかった ( $t(19)=0.30, n.s$ )。

## 考察

本研究では、自作した紙ボールとボールの的となる箱を用いて、ボール投げ課題期において、カウントダウンがある時と、カウントダウンが無い時で、心拍数にどのような影響を与えるのか検討した。プレッシャーに関しては、条件差が認められ、カウントダウンあり条件が有意に高かった。また、プレッシャー得点ではカウントダウンあり条件のほうがカウントダウンなし条件よりも高かったため、カウントダウンあり条件のほうがプレッシャーによるストレス負荷がかかっていたと考えられる。そのため、プレッシャーの操作は実験者の意図通りに行われていたと考えられる。

心拍数の結果では、カウントダウンあり条件では課題期に心拍数が大きく上昇したが、カウントダウンなし条件の場合は課題期に心拍数の変化はみられなかった。また、副交感神経活動指標のRMSSDは、課題期に上昇傾向が認められ、リラックス方向への変化が認められた。主観感情にめを向けると、PA、NAは課題期に上昇傾向を示し、CAは下降傾向を示した。全体としては、ネガティブ方向への感情変化に見え、心拍数やRMSSDの変化と矛盾しているように見えた。スピーチや計算などといった一般的なストレス課題では心拍数と否定的感情は高くなることが示されている(手塚・敦賀・村瀬・鈴木,2007; 手塚・福田・鈴木,2010; 大森・小林,2013)。しかし、今回用いた課題はゲーム性の高いものであり、内省報告でも「楽しかった」と答える例が多かった。このことから、本研究の結果は先行研究とは異なる課題であった可能性が考えられた。

心拍数に関しては、単純主効果の検定により、課題期前半と課題期後半において条件の差が認められ、カウントダウンあり条件の方がカウントダウンなし条件よりも課題中の心拍数が高かったことが示された。心拍数の増加は、交感神経活動亢進が生じたことを意味する(澤田,1996)。このことからカウントダウンあり条件はカウントダウンなし条件と比較して、交感神経活動の働きが強かったと考えられた。また、カウントダウンあり条件における多重比較の結果、課題期前半の心拍数は他の期間の値よりも有意に高かった。このことから課題期前半が最も交感神経の働きが顕著であり、カウントダウンは課題期前半に特に影響することが判明した。RMSSDでは期間の主効果のみ有意傾向であったが、全体的にカウントダウンあり条件の方が値が低いように見えた。これは、カウントダウンの追加によって、ボールを投げるタイミングの主導権が奪われ、副交感神経活動が抑制された可能性が考えられた。

本研究で用いた課題は心理面ではストレス負荷が生じていたが、生理面ではむしろリラックス方向の変化が認められ、内省報告でも「楽しかった」などと答える例が多く、計算などの一般的なストレス課題とは異なっていたと考えられた。また、カウントダウンの有無はボールを投げる主導権に影響が出てくるためカウントダウンがあると投入個数がカウントダウンがない時に比べわずかであるが少ない参加者が多かった。そのため、カウントダウンの有無は、心身双方に影響を与えることが示された。このことから、「ボールを投げる」という運動負荷と「カウントダウンがある」という心的ストレス負荷の組み合わせは本研究における心拍数の結果に反映されたものだと考えられる。

## 引用文献

- 小川時洋・門地里絵・菊谷麻美・鈴木直人 (2000) 一般感情尺度の作成 心理学研究 71,241-246  
大森駿哉・小林剛史 (2013) ストレス課題遂行時の他者監視が主観的感情および生体反

- 応に及ぼす効果 文京学院大学人間学部研究紀要 Vo14,161-169
- 澤田幸展 (1966) 心臓迷走神経活動 生理心理学と精神生理学 Vo4,77-88
- 手塚洋介・敦賀麻里子・村瀬裕子・鈴木直人 (2007) 認知的評価がネガティブ感情体験と心臓血管反応の持続に及ぼす影響 心理学研究 Vo78,42-50
- 手塚洋介・福田美紀・鈴木直人 (2010) 状況の再評価がネガティブ感情の持続と反復体験に及ぼす影響 健康心理学研究 Vo23,21-31
- 橋口泰一・橋口泰武 (2010) アーチェリー選手の成績(得点)にかかわる生理・心理的要因分析-模擬試合の得点と試合後の心血管系動態,心理状態の関係- バイオメディカル・フュージョン学会誌 Vo12,29-36
- 橋本公雄・徳永幹雄 (2000) スポーツ競技におけるパフォーマンスを予測するための分析的枠組みの検討 健康科学 Vo22,121-128
- 松村悦博 (2003) 剣道における競技水準からみた心拍数の分析 日本大学芸術学部紀要 105-112
- 松村悦博 (2006) 剣道における競技水準からみた心拍数の分析-4- 日本大学芸術学部紀要 107-114
- 山町哲司 (1981) 運動処理のための心拍数の科学 大修館書店 190-191