

アーチェリー競技における  
バーチャルリアリティを用いた呼吸法  
トレーニングの効果

**A Study on the Effect of Breathing Exercise Training  
accompanying Virtual Reality in Archery**

2014年11月

12N0005 深見 将志

**Fukami Masashi**

## 目次

### 第1章 諸言

1. 1. 研究の背景とその課題	1
1. 1. 1. メンタルトレーニング研究の背景	1
1. 1. 2. 呼吸法	2
1. 1. 3. メンタルトレーニングの課題	3
1. 1. 4. バーチャルリアリティ	4
1. 1. 5. アーチェリー競技	6
1. 2. 研究の目的	7
1. 2. 1. 研究の意義	7

### 第2章 大学生スポーツ選手のメンタルトレーニングに関する調査

2. 1. 目的	8
2. 2. 方法	9
2. 2. 1. 調査対象者	9
2. 2. 2. 調査方法・時期	9
2. 2. 3. 調査項目	9
2. 2. 4. 分析方法	10
2. 3. 結果	12
2. 4. 考察	26
2. 5. 要約	28

### 第3章 アーチェリー競技におけるバーチャルリアリティを用いた呼吸法トレーニングが心理・生理的反応に及ぼす影響

3. 1. 目的	29
3. 2. 方法	30
3. 2. 1. 実験参加者	30
3. 2. 2. 実験計画	31
3. 2. 3. 心理指標	31

3. 2. 4. 生理指標	3 2
3. 2. 5. 実験手順	3 3
3. 2. 6. 心理指標と生理指標のデータ処理	3 4
3. 3. 結果	3 5
3. 3. 1. 心理指標	3 5
3. 3. 2. 生理指標	3 9
3. 4. 考察	5 7
3. 5. 要約	6 0
第4章 総括	
4. 1. 総合考察	6 1
4. 2. 研究の限界	6 3
引用文献	6 4
謝辞	6 7

# 第1章 諸 言

## 1. 1. 研究の背景とその課題

### 1. 1. 1. メンタルトレーニング研究の背景

日本におけるメンタルトレーニングの発展の契機となったのは、1964年に開催された東京オリンピックである。オリンピックに向けた選手強化対策は、「スポーツ科学研究委員会」が中心となって実施した。1960年に設けられた委員会では、61名の専門家委員が体力管理、技術、トレーニング、心理の4部会に分かれ、日本ナショナルチームの選手強化のための科学的な研究とサポートが本格化した。心理部会には10名の委員が指名された。彼らによる「あがりの研究」がスポーツ心理学の研究の始まりとされている<sup>1)</sup>。当時の「あがりの研究」に対する競技現場からの要請は、基礎的なメカニズムの解明だけではなく、あがらないための具体的な対策であった。しかし、当時のスポーツ心理学を専門とする研究者たちが示した対策法は、今日のようなスポーツ選手のための多岐にわたるものではなく、ジェイコブソンの漸進的リラクセーション、シュルツの自律訓練法や催眠法などの臨床心理学の技法を適用するものであった<sup>2) 3)</sup>。その後、メンタルトレーニングに関する研究分野は、日本スポーツ心理学会が1973年に設立されるまで目立った進展はみられなかった。日本スポーツ心理学会を中心としたメンタルトレーニング研究では、1980年頃からスポーツ選手のメンタルトレーニングに関する基礎・応用研究が急速に多くなり、1990年代に入ると学会大会でのシンポジウムやワークショップなどにおいて、毎年のようにスポーツ選手への心理的支援に関するテーマが取り上げられてきた<sup>4)</sup>。そして、メンタルトレーニング研究の知見が次第に蓄積されていく中で、2000年より日本スポーツ心理学会認定スポーツメンタルトレーニング指導士の資格制度が開始されたことを契機に、指導経験だけでなく科学的知見に裏づけされた様々なスポーツ選手のためのトレーニングプログラムの開発が進められるようになった。2014年現在では125名の有資格者が全国で活躍している。

優れたスポーツ選手は、身体的に優れた能力を持っているだけではなく、試合状況を読む予測能力や的確な判断力、ここ一番での集中力などの優れた精神的な能力を持っている。しかし、優れたスポーツ選手であったとしても、競技場面においては様々な心理的プレッシャーを受け、その結果として恐怖や怒り、喜び、悲しみ、驚異、反感、嫌悪などの情動が喚起される。これらはピークパフォーマンスの発揮を妨害する要因となることがある。

スポーツ選手が競技場面で体験する情動反応の中で、最も頻繁に体験されるものが緊張であり、覚醒水準が高すぎる場合に喚起される。さらに、競技場面での覚醒水準の変化は集中力の低下を招く。それは、運動技能の学習や習熟が、随意運動として獲得され遂行されることと、遂行の水準を規定する手掛かり機能が、覚醒水準に依存するからである。そのためスポーツ選手は、競技場面において実力を発揮するために覚醒水準をコントロールし、適切なレベルの緊張の維持が重要な要素となる<sup>5) 6) 7)</sup>。このような覚醒水準のコントロールに必要なスキルなど、スポーツ選手の円滑な競技活動や実力発揮を支える心理的な競技能力を心理的スキルといい、心理的スキルを獲得するためのトレーニングをメンタルトレーニングという。さらにメンタルトレーニングには、高まった覚醒水準を低下させることを目的とした心理的スキル技法として、意図的にゆっくりと腹式呼吸をおこなうことでリラックス効果を得る呼吸法、試合の場면을鮮明にイメージすることで不安を軽減するようなイメージトレーニング、試合会場の観衆や雰囲気にもまれないように必要な情報に注意を切替える注意集中法などがある。メンタルトレーニングは、対象となる心理的スキルを習得し、実力発揮できる心理状態をつくることを目的とした運動練習法である<sup>7)</sup>。

### 1. 1. 2. 呼吸法

高すぎる覚醒水準を低下させるなど、競技においてピークパフォーマンスを発揮するために、最適な覚醒水準へとコントロールさせるリラクゼーション技法として呼吸法があり、スポーツ選手の多くがこの呼吸法を実際に行っている。その使用する理由としては、呼吸法が身体的リラックスと精神的リラックスを同時に行えるため、実用性のある技法とされているためである<sup>8)</sup>。大平<sup>9)</sup>は、環境の変化や出来事を見聞して喚起する感情の変化と遺伝子の関係について検討を行い、感情に最も強い影響を与えている遺伝子がセロトニン・トランスポーターであることを明らかにした。セロトニンとは、脳を構成する神経細胞どうしの情報伝達を担う神経伝達物質の1つであり、セロトニンの放出を促進できれば不安が軽減される。放出されたセロトニンは、神経細胞につくか、自然に消滅するか、セロトニン・トランスポーターによって再取込みされ蓄えられる。セロトニン・トランスポーターは、繰り返しの短い対立遺伝子 (short : S) と繰り返しの長い対立遺伝子 (long : L) の2つがあり、S 遺伝子はセロトニン・トランスポーターをL 遺伝子の半分しか作らない。そのため、S 遺伝子を持つ者は、セロトニン・トランスポーターの数が少ないためセロトニン再取込み機能が低く、神経質な傾向になりやすいと考えられている。セロトニン・ト

ランスポーターの組み合わせは、SS, LS, LL の 3 つのタイプに分けられ、SS→LS→LL の順に感情刺激への反応が高いことや、日本人には LL 遺伝子のタイプの者は極めて少ないことが報告されている<sup>9) 10)</sup>。これらのことから、日本人スポーツ選手の多くは、不安・緊張場面での感情反応が高いと推測され、ストレスにさらされたときにより強い感情反応を生じることが示唆される。また、呼吸困難や心臓の動悸、冷や汗、めまいなどの興奮を引き起こす神経伝達物質としてノルアドレナリンがあり、このノルアドレナリンが活性化することで不安反応が生じる。セロトニンはこのアドレナリンの活性を抑制する役割があるとされ、セロトニンの放出を促進しノルアドレナリンの活性化を抑制することにより不安が軽減される<sup>10)</sup>。このセロトニンの活性化と呼吸法について有田<sup>11)</sup>は、呼吸法未経験者を用いて開眼状態による呼吸法前後の血中セロトニン濃度を比較し、呼吸法実施後にセロトニン濃度の増加を認めている。つまり、呼吸法の習熟度に関係なく、呼吸調整を行うことでリラックス状態に導ける可能性を示したことになる。人は、恐れや怒り、緊張が高くなった状態では「胸式呼吸」になり、吸気と呼気の間が短くなる傾向がある。そのため、我々は呼吸法により意図的に「腹式呼吸」を行い、吸気よりも呼気を 2 倍程度長くし、吸気と呼気の間を 2—3 秒の間を取って（止息）から息を吐くことで、リラックスした状態をつくり出すことができる<sup>8) 12)</sup>。

### 1. 1. 3. メンタルトレーニングの課題

日本におけるスポーツ心理学研究の発展に伴い、スポーツ選手の競技力向上を目的としたメンタルトレーニングの重要性や必要性が強く意識されるようになり、関心が高まってきた<sup>13)</sup>。ナショナルレベルのスポーツ選手を対象としたメンタルチェックに関する報告によると、45.8%の選手が現在メンタルサポートを希望し、22.9%の選手が現在は必要としないがメンタルサポートの内容には興味があると回答しており、その一端を担うメンタルトレーニングに潜在的なニーズのあることがうかがえる<sup>14)</sup>。さらに、体育専攻学生を対象としたメンタルトレーニングの実態調査では、学生の 95%は、メンタルトレーニングの名称もしくはその内容について認知しており、学習意欲も高く、メンタルトレーニングの必要性が訴えられている<sup>15)</sup>。

しかし、これらの調査研究の多くは多肢選択式の質問紙を用いており、構造化された質問内容以外の自由な意見や興味関心を把握していないことがあげられる。また、近年メンタルトレーニングの実態や意識に関する調査研究そのものが行われておらず、スポーツ選

手が求めているメンタルトレーニングについての信頼できる情報を持ち得ない状態となっている。それでも現在では、メンタルトレーニングを指導できる専門家の育成や、選手を対象としたメンタルトレーニングの講習会も実施されるようになり、そのような機会や需要も年々増加している<sup>16)</sup>。また、メンタルトレーニングに関する著書も1990年以降に精力的に刊行され、メンタルトレーニングがスポーツ選手の実力発揮に役立ったと高く評価された例が紹介されるようになり、我が国のスポーツ競技界でも注目されている<sup>17)</sup>。一方で、競技場面で必要とされている心理的スキルとメンタルトレーニングに関する実態と意識の調査研究が十分に行われていないことは、スポーツ選手が抱えている心理的課題に対応した、選手が求めているメンタルトレーニングを教示していない可能性がある。そのため、スポーツ選手の視座を重視したメンタルトレーニングの実態と意識に関する調査研究を行うことは、スポーツ選手の競技活動における心理的課題を整理することと、スポーツ選手が求めるメンタルトレーニングの提供に寄与するものと思われる。

メンタルトレーニングの効果については、一般的に心理的側面、生理的側面から検討されており、これまでの研究により数多くのエビデンスが存在している。高妻・石井<sup>18)</sup>は、大学生スポーツ選手を対象にメンタルトレーニングを実施し、その効果についてメンタルトレーニング前後に行った心理的競技能力診断検査や内省報告から検討した。その結果、心理的競技能力診断検査では「競技意欲」、「精神の安定・集中」、「自信」、「作戦能力」、「協調性」の5因子の心理的スキル得点の増加が認められ、内省報告も非常に高い満足度を示しており、メンタルトレーニングが心理的に良い影響を与えていることを報告している。また、水泳選手を対象とした研究では、皮膚電位活動から覚醒水準を検証し、メンタルトレーニングの頻度が高くなれば高くなるほどリラクセーション効果のあることを認めている<sup>19)</sup>。

しかしながら、それらの研究によるエビデンスは、実験統制下で行われた実験室内実験の結果に基づくものであり、実際の競技大会においてもメンタルトレーニングの効果を示すのかについては明らかではない。一般的に実験室内実験は生態学的妥当性が低く、実際の場面に汎化することが難しいとされる。実験室内と競技場面で実施するメンタルトレーニングでは、同じ心理的スキルを用いたとしても、メンタルトレーニングを行なう際の環境の違いがその効果に大きな影響を及ぼす可能性があり、実験室内実験による知見を競技大会の場で有効活用するには、その環境の差異を埋める手続きが必要になる。

#### 1. 1. 4. パーチャルリアリティ

メンタルトレーニング環境の違いによる効果量の低下を埋めるために期待されるのが、バーチャルリアリティ技術によって提供されるメンタルトレーニング環境である。バーチャルリアリティ（Virtual Reality：以下 VR）とは人工的な手段を用いて生成された現実のことを指し、この技術を使えば、実際には存在しないものを眼前に創出し、疑似体験することができる<sup>20) 21)</sup>。近年では、社交不安障害や PTSD などの精神疾患患者を対象にエクスポージャー法に VR 技術を用いた VR エクスポージャー法の研究が行われるようになり、その効果が実証されている。エクスポージャー法とは、患者がパニック発作の予期不安を避けてしまっている恐怖刺激場面にあえて自らの身をさらす（暴露）ことで、そのような場面状況に対する認知や反応の仕方の不合理性に気付かせる（認知の誤りの修正）とともに、恐怖場面への慣らしや自己統制感の強化をはかり、回避行動の克服を目指す技法である。このエクスポージャー法の恐怖刺激場面を VR 技術によって再現するものが VR エクスポージャー法である<sup>22) 23)</sup>。

スポーツ領域においても VR 技術を用いた研究が行われている。ハンドボールのゴールキーパーを対象に行われた研究では、VR により作成されたハンドボール選手の投球に対する反応動作について検証されている<sup>24)</sup>。その結果、現実の選手の投球と同じ反応動作であったことが実証され、VR 技術が運動スキル獲得の一助となることが報告された。これらを契機に、VR 技術のスポーツへの応用可能性についても検討が進められている。さらに、村井<sup>25)</sup>は、スポーツにおける VR 技術の利用可能性について、1 人になっても有効に実施可能な補助作業となるべきであり、主にタイミングの把握や予測、戦術理解度等のパフォーマンス向上に役立つと述べている。これらの研究から、VR 技術を用いた運動スキルの獲得の可能性が示唆されたが、心理的スキルの獲得を目的としたメンタルトレーニングへの応用研究はみられず、その実用性についての基礎的検討から進める必要がある。VR 技術を用いて競技場面に近似した環境下でメンタルトレーニングを実施することができれば、メンタルトレーニング環境を実際の競技環境に近づけることになるため、メンタルトレーニング効果の増大が期待できる。つまり、VR 技術の導入は、室内の安定した環境と実際の競技場面との大きな段差に 1 つのステップをつくることになる。実験室内環境であったとしても、VR 技術を用いたメンタルトレーニングによって競技場面への汎化を容易にし、習得した心理的スキルを実際の競技場面においても発揮しやすくなるものと考えられる。

VR 技術によるスポーツの利用可能性について、村井<sup>25)</sup>は、競技中のプレー局面に

じて、利用可能な VR 技術もある程度限定されることを示唆している。サッカーやラグビー、バレーボール、バスケットボールなどの開放系技能（オープンスキル）を必要とする競技は、攻守の切り替えが早く、多種多様なプレー局面を有する競技のため、プレー特性やポジション特性も考慮しながら VR 環境を選択する必要がある。そのため、競技場面に近似した環境を提供できない可能性も考えられる。そこで、本研究では比較的安定した環境でプレーし、予測が容易な、陸上のフィールド種目、水泳の飛び込み、体操競技などの閉鎖系競技（クローズドスキル）のスポーツ選手を対象とした比較検討を行うこととした。

#### 1. 1. 5. アーチェリー競技

閉鎖系競技（クローズドスキル）の1つであるアーチェリー競技は、試合の種類によって距離、射数、打つ順番は異なるものの、矢を射つ位置はシューティングラインを跨いだ位置であることや的が固定されていること、周囲の環境が比較的安定していることから<sup>26)</sup><sup>27)</sup>、的を固視した際の視覚映像の個人差が小さいと考えられる。また、競技場面が比較的安定していることで VR 技術による競技場面の再現が容易となることが考えられる。これらのことから、本研究では VR 技術を用いて競技場面に近似した環境下を再現するため、アーチェリー競技を対象とした。

## 1. 2. 研究の目的

本研究は、体育専攻学生を対象として、以下のような検討を行った。

- 1) 大学生スポーツ選手のメンタルトレーニングに関する調査
- 2) VR 技術に基づく環境を付加した環境下にて行う呼吸法トレーニングの効果

### 1. 2. 1. 研究の意義

スポーツ選手の競技力向上を目的とした合理的なメンタルトレーニングを教示するためには、まずその実態を明らかにする必要がある。本研究によりその実態を明らかにすることは、近年のスポーツ選手が抱えている心理的課題を整理できるばかりでなく、スポーツ選手が求めるメンタルトレーニングの提供に寄与するものと考えられる。また、メンタルトレーニングの課題とされている、スポーツ選手が競技環境とかけ離れた実験室内のような環境で習得した心理的スキルを実際の競技大会の場で有効活用するための環境の差異を埋める手続きとして、VR 技術を用いたメンタルトレーニングの有用性を実証することは、競技力向上を目的とした新たなメンタルトレーニングプログラムの立案につながると考えられる。

## 第2章 大学生スポーツ選手のメンタルトレーニングに関する調査

### 2. 1. 目的

メンタルトレーニングの実態や意識に関する調査研究の課題として、この方面の研究の多くが多肢選択式の質問紙を用いており、構造化された質問内容以外の自由な意見や興味関心を把握していないことがあげられる。そのため、スポーツ選手が抱えている心理的課題や、スポーツ選手が求めている心理的スキルを強化・育成するメンタルトレーニングについて、十分な検討がなされていない可能性がある。また、近年メンタルトレーニングの実態や意識に関する調査研究そのものも行われておらず、スポーツ選手に対するスポーツ科学の知見に基づくサポートが一般化されようとするなか、スポーツ選手が求めているメンタルトレーニングについての信頼できる情報を持ち得ない状態となっている。メンタルトレーニングに関してスポーツ選手の視座からの情報を収集することは、近年のスポーツ選手が抱えている心理的課題を整理できるばかりでなく、スポーツ選手が求めるメンタルトレーニングの提供に寄与するものと考えられる<sup>15)</sup>。

そこで、本研究では多くのスポーツ選手が在籍している体育専攻大学の学生を対象に、近年の大学生スポーツ選手におけるメンタルトレーニングの実態と、大学生スポーツ選手が求めているメンタルトレーニングについて、選択および自由記述方式を用いた質問紙によって収集した調査データから検討することを目的とした。なお、競技レベルの高い選手ほどメンタルトレーニングの実施率は高く<sup>15)</sup>、自信、作戦能力、競技意欲や精神の安定・集中などの心理的競技能力に優れている<sup>28)</sup>ことから、調査対象者の競技レベルによってメンタルトレーニングに対する意識が異なることが推測される。また、本研究では、自由記述についてテキストマイニングによる分析を行うことから、分析に伴う記述データを確保するため、調査対象者を競技レベル上位群と競技レベル下位群の2群に分けて比較検討することとした。

## 2. 2. 方法

### 2. 2. 1. 調査対象者

A 大学に所属する体育専攻学生 1-4 年生 532 名を調査対象とした。なお、回答に不備のあった者 19 名を除いた、513 名(男性 325 名, 女性 188 名, 平均年齢 20.13±1.18 歳)の有効回答を分析対象とした。有効回答率は 96.43%であった。

### 2. 2. 2. 調査方法・時期

メンタルトレーニングの実態と意識に関する調査用紙を独自に作成し、自己記入法により調査対象者に回答させた。調査は、授業を利用した集合法により実施された。調査用紙には、調査対象者が本研究の主旨を把握できるよう研究の概要、目的、記入方法、そして個人情報保護に関する内容を明記し、同様の内容を口頭で説明して調査協力を依頼した。回答は調査協力に同意した者のみが行い、回答終了後すぐに調査用紙を回収した。調査期間は 2014 年 10 月から 11 月であった。

### 2. 2. 3. 調査項目

#### プロフィール

調査対象者に対し、氏名、年齢、学年、性別、競技名、大学在学時の最高競技成績、競技レベル、メンタルトレーニング経験の有無について回答を求めた。そのうち、競技名と大学在学時の最高競技成績は具体的な内容を記入させ、競技レベルについては「1: 国際大会出場」、「2: 全国大会出場」、「3: 地区大会出場」、「4: 大会出場経験なし」の 4 件法で回答を求めた。

#### メンタルトレーニングに関する調査

調査項目として、まずメンタルトレーニング経験の有無については「1: 有」、「2: 無」の 2 件法で回答を求めた。次に、質問 1 「あなたは、現在もしくは現役中にメンタルトレーニングが必要だと思いませんか」については、「1: はい」、「2: いいえ」の 2 件法で回答を求め、「1: はい」と回答した者にのみ「どのような場面でそのように感じましたか」について、自由記述にて回答を求めた。質問 2 「あなたがもしメンタルトレーニングを実践する場合、メンタルトレーニングにどのような効果を期待しますか」、質問 3 「現在のあな

たの競技力を向上させるためにはどのような問題を解消する必要があると思いますか」の2項目については、自由記述にて回答を求めた。質問4「バーチャルリアリティ環境下で行うメンタルトレーニングに関心はありますか」について、「1:ある」、「2:どちらでもない」、「3:ない」の3件法で回答を求め、「1:ある」と回答した者にのみ「どのような関心をお持ちですか、具体的にお書きください」と、自由記述にて回答を求めた。

#### 2. 2. 4. 分析方法

本研究では、調査対象者である体育専攻学生の競技レベルによりメンタルトレーニングに対する認識が異なることやテキストマイニング分析に伴う記述データを確保するため、立谷<sup>15)</sup>を参考に、質問紙調査により得られたデータから競技レベルの高低を基準とした、競技レベル上位群234名(以下、上位群:男性142名、女性92名、平均年齢20.36±1.10歳、競技レベルが「国際大会出場」から「全国大会出場」)と、競技レベル下位群279名(以下、下位群:男性183名、女性96名、平均年齢19.94±1.22歳、競技レベルが「地区大会出場」から「大会出場経験なし」)の2群間の比較を行った。

質問項目のうち選択項目については、それぞれの質問に対する上位群と下位群の回答人数データをもとに、 $\chi^2$ 検定による独立性の検定を統計処理ソフトウェア IBM SPSS Statistics 22を用いて行った。有意水準は5%未満に設定した。

自由記述については、記述データのテキストマイニングを IBM SPSS Text Analytics for Surveys 4.0.1 分析ツールを用いて行った。テキストマイニングとは、得られた言語データを品詞や活用といった形態素レベルと、主語と述語の係り受けなどの構文レベルで解析し、用語の出現率および言語学的分析からカテゴリーを抽出する<sup>29)</sup>ものである。このテキストマイニングによる解析は、井村ら<sup>30)</sup>の手続きを参考にした。回答された言語データからキーワード抽出を行い、単語の使用頻度を基準とした「感性分析」を行った。カテゴリー作成では、「言語的手法に基づくカテゴリーの抽出」を採用した。カテゴリー化の条件として、他の複合語に含まれるキーワードを1つのカテゴリーとしてまとめる「内包」と回答に頻繁に出現するキーワードをまとめる「共起規則」を行った。カテゴリー作成の条件として、言語出現頻度の下限を5回と設定した。また、抽出されたすべてのキーワードに目を通し、頻度が低くとも必要と判断されたキーワードは類義語としてまとめ、カテゴリー化を行った。さらに、抽出されたカテゴリー間の関係性を把握するため Web グラフを採用し、可視化の作業を行った。その後、共通する回答の頻度が高いカテゴリーを組み合わせ

せ，構成された概念とそれらの関係性を検討して，ストーリーラインを想定した文章を作成した。

## 2. 3. 結果

表2-1 (p15) に、競技レベルを基準とした上位群と下位群のメンタルトレーニング経験の有無の回答人数を示した。体育専攻学生を対象に、メンタルトレーニング経験の有無について「有」、「無」の2件法で回答を求めた結果、「有」87名(17.0%)、「無」426名(83.0%)であった。これらの回答人数について $\chi^2$ 検定による独立性の検定を行ったところ、回答比率に有意な差が認められた( $\chi^2(1,513)=224.02, p<.001$ )。そこで残差検定を行ったところ、「無」が期待値より有意に多かった。次に、上位群「有」49名(20.9%)、「無」185名(79.1%)、下位群「有」38名(13.6%)、「無」241名(86.4%)の回答人数について $\chi^2$ 検定による独立性の検定を行ったところ、群間の回答比率に有意な差が認められた( $\chi^2(1,513)=1.84, p<.05$ )。そこで残差検定を行ったところ、メンタルトレーニング経験「有」では上位群が期待値より有意に多く、メンタルトレーニング経験「無」では下位群が期待値より有意に多かった。

表2-2 (p16) に、競技レベルを基準とした上位群と下位群の質問1の回答人数を示した。質問1「あなたは、現在もしくは現役中にメンタルトレーニングが必要だと思いましたが」について、体育専攻学生を対象に「はい」、「いいえ」の2件法で回答を求めた結果、「はい」319名(62.2%)、「いいえ」194名(37.8%)であった。これらの回答人数について $\chi^2$ 検定による独立性の検定を行ったところ、回答比率に有意な差が認められた( $\chi^2(1,513)=29.49, p<.001$ )。そこで残差検定を行ったところ、「はい」が期待値より有意に多かった。次に、上位群「はい」159名(67.9%)、「いいえ」75名(32.1%)、下位群「はい」160名(57.3%)、「いいえ」119名(42.7%)の回答人数について $\chi^2$ 検定による独立性の検定を行ったところ、群間の回答比率に有意な差が認められた( $\chi^2(1,513)=6.08, p<.05$ )。そこで残差検定を行ったところ、「はい」の回答では上位群が期待値より有意に多く、「いいえ」の回答では下位群が期待値より有意に多かった。

さらに、質問1に「はい」と回答した上位群159名と下位群160名を対象に「どのような場面でそのように感じましたか」について自由記述による回答を求めた。その結果、両群の上位10件までの出現頻度の高い単語は、上位群；「試合(76)、思う(28)、緊張(28)、メンタル(24)、場面(18)、必要(16)、練習(13)、力(10)、自分(10)、結果(8)」、下位群；「試合(66)、場面(25)、緊張(22)、自分(16)、メンタル(11)、大事(10)、平常心(9)、練習(9)、必要(8)、前(7)」であった(図2-1、図2-2；p17)。Webグ

ラフによる可視化を行った結果、共通性の強いものは、上位群；「試合、緊張、思う、必要」、下位群；「試合、緊張、場面」であった（図2-3、図2-4；p18）。これらのことから、体育専攻学生は競技レベルに関係なく「試合時に緊張したとき」にメンタルトレーニングの必要性を感じていた。

質問2「あなたがもしメンタルトレーニングを実践する場合、メンタルトレーニングにどのような効果を期待しますか」について自由記述による回答を求めた。その結果、両群の上位10件までの出現頻度の高い単語は、上位群；「試合（42）、パフォーマンス（28）、平常心（28）、緊張（27）、力（25）、自分（25）、向上（23）、効果（22）、メンタル（22）、できる（19）」、下位群；「メンタル（63）、試合（48）、緊張（46）、向上（31）、自分（26）、効果（21）、平常心（18）、力（18）、パフォーマンス（16）、発揮（16）」であった（図2-5、図2-6；p19）。次に、Webグラフによる可視化を行った結果、共通性の強いものは、上位群；「平常心、パフォーマンス、できる」、「自分、力、出す」、下位群；「試合、強い、メンタル、緊張」であった（図2-7、図2-8；p20）。このことから、上位群はメンタルトレーニングの効果として「平常心でパフォーマンスを発揮できるようになり、自分の力を出す」ことを期待し、下位群は「試合時に緊張しない強いメンタル」を期待していた。

質問3「現在のあなたの競技力を向上させるためにはどのような問題を解消する必要がありますか」として自由記述による回答を求めた。その結果、両群の上位10件までの出現頻度の高い単語は、上位群；「メンタル（59）、筋力（25）、練習（25）、試合（19）、技術（13）、平常心（13）、自分（11）、集中力（11）、プレー（9）、必要（9）」、下位群；「メンタル（39）、筋力（24）、練習（19）、緊張（14）、向上（13）、試合（9）、競技（9）、ない（7）、自分（6）、技術力（5）」であった（図2-9、図2-10；p21）。Webグラフによる可視化を行った結果、共通性の強いものは、上位群；「練習、メンタル、強い、必要」、下位群；「筋力、向上」であった（図2-11、図2-12；p22）。このことから、上位群は競技力向上には「強いメンタルと練習が必要」とし、下位群は「筋力の向上」であった。

表2-3（p23）に、競技レベルを基準とした上位群と下位群の質問4の回答人数を示した。質問4「バーチャルリアリティ環境下で行うメンタルトレーニングに関心はありますか」について、体育専攻学生を対象に「ある」、「どちらでもない」、「ない」の3件法で回答を求めた結果、「ある」184名（35.9%）、「どちらでもない」203名（39.6%）、「ない」126名（24.6%）であった。これらの回答人数について $\chi^2$ 検定による独立性の検定を行っ

たところ、回答比率に有意な差が認められた ( $\chi^2(2,513)=18.82, p<.001$ )。そこで残差検定を行ったところ、「ある」と「どちらでもない」が期待値より有意に多かった。次に、上位群「ある」91名 (38.9%)、「どちらでもない」91名 (38.9%)、「ない」52名 (22.2%)、下位群「ある」92名 (33.0%)、「どちらでもない」114名 (40.9%)、「ない」73名 (26.2%)の回答人数について  $\chi^2$  検定による独立性の検定を行ったところ、群間の回答比率に有意な差は認められなかった ( $\chi^2(2,513)=2.14, n.s.$ )。

質問4で「ある」と回答した上位群91名と下位群92名を対象に「どのような関心をお持ちですか。具体的にお書きください」について自由記述による回答を求めた。その結果、上位10件までの出現頻度の高い単語は、上位群；「試合 (26)、緊張感 (22)、やってみたい (16)、再現 (12)、自分 (12)、体験 (11)、できる (11)、メンタル (11)、実際 (9)、気になる (7)」、下位群；「気になる (22)、緊張 (17)、体験 (15)、自分 (11)、思う (10)、実際 (9)、試合 (8)、再現 (7)、知りたい (6)、変化 (5)」であった (図2-13, 図2-14 ; p24)。Web グラフによる可視化を行った結果、共通性の強いものは、上位群；「再現、試合、緊張感、できる」、下位群；「試合、緊張、再現、体験、気になる」であった (図2-15, 図2-16 ; p25)。このことから、体育専攻学生は、バーチャルリアリティ環境下で行うメンタルトレーニングに「試合場面の緊張感が再現されることを体験できる」ことについて関心を持っていた。

表 2-1 上位群と下位群のメンタルトレーニング経験の有無

項目	群		計
	上位群	下位群	
あり	49 (20.9%)	38 (13.6%)	87 (17.0%)
なし	185 (79.1%)	241 (86.4%)	426 (83.0%)
計	234 (45.6%)	279 (54.4%)	513

表 2 - 2 上位群と下位群の質問 1 の回答人数

項目	群		計
	上位群	下位群	
はい	159 (67.9%)	160 (57.3%)	319 (62.2%)
いいえ	75 (32.1%)	119 (42.7%)	194 (37.8%)
計	234 (45.6%)	279 (54.4%)	513

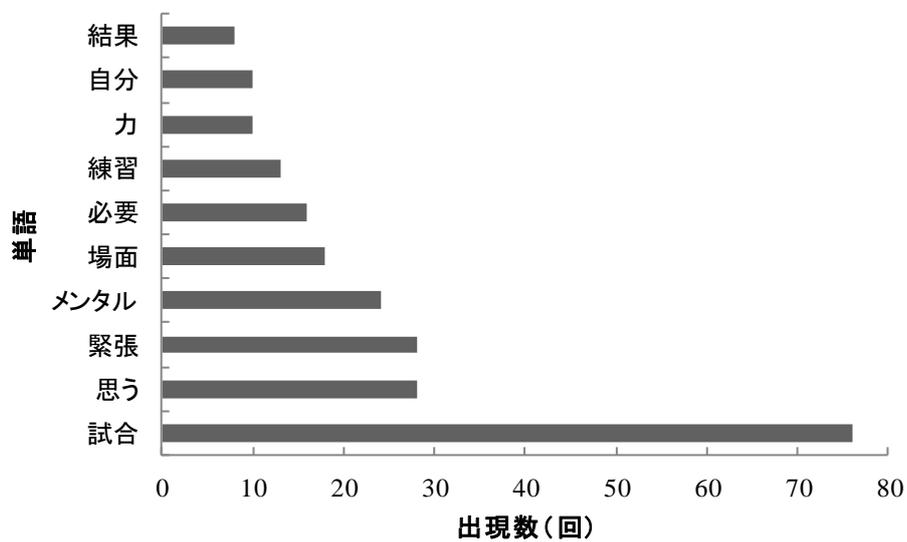


図 2 - 1 質問 1 における上位群の出現頻度の上位 10 件

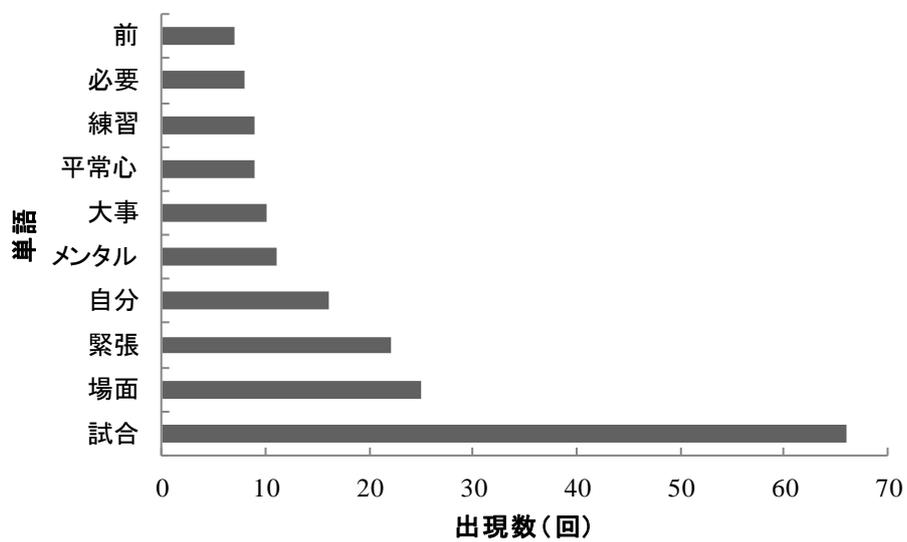


図 2 - 2 質問 1 における下位群の出現頻度の上位 10 件

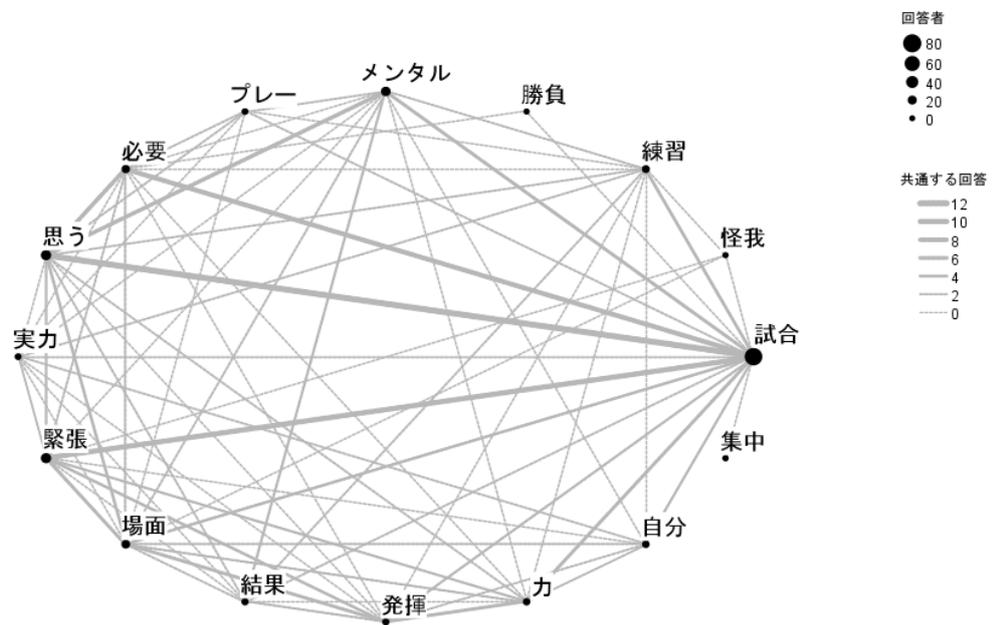


図 2-3 質問 1 における上位群の Web グラフ

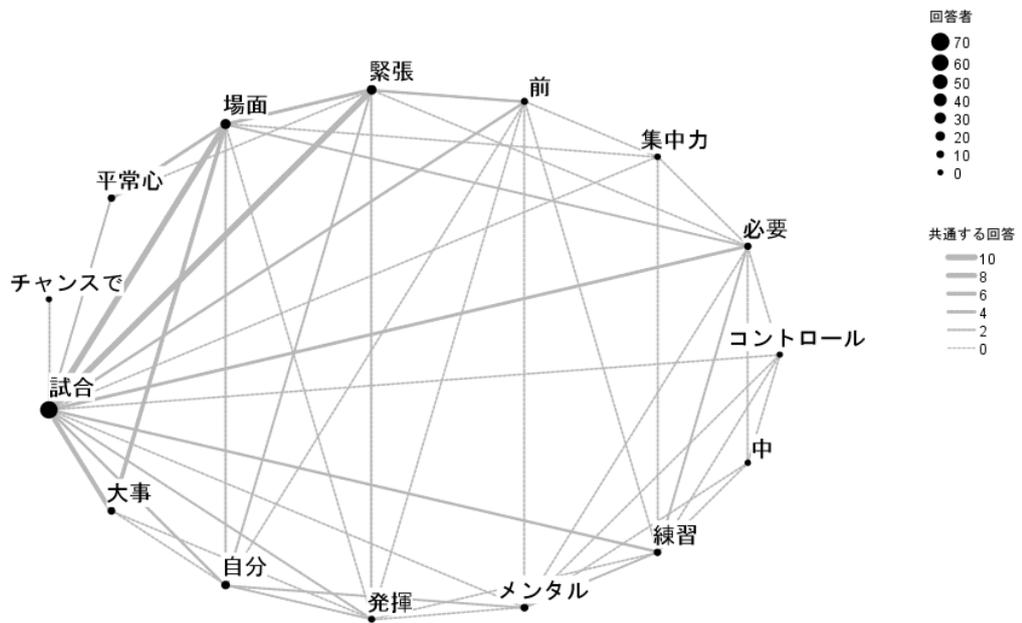


図 2-4 質問 1 における下位群の Web グラフ

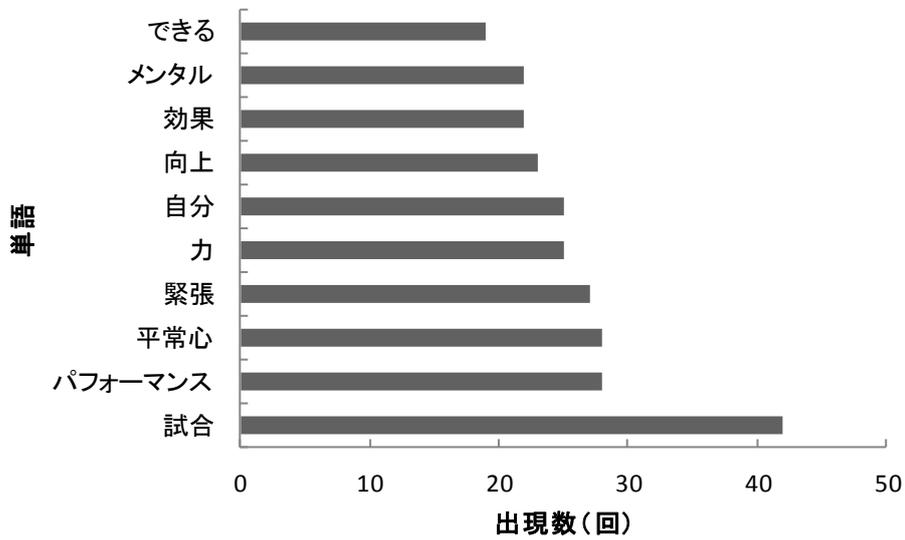


図 2-5 質問 2 における上位群の出現頻度の上位 10 件

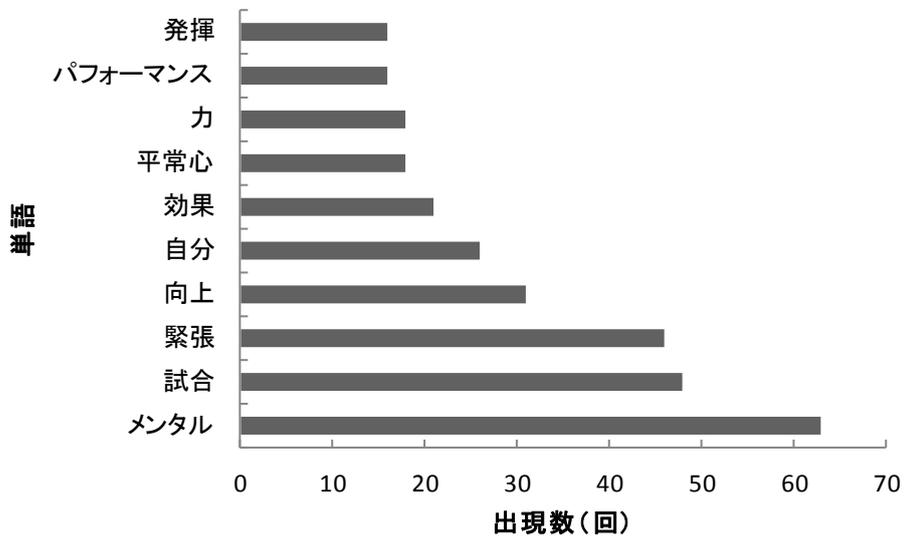


図 2-6 質問 2 における下位群の出現頻度の上位 10 件



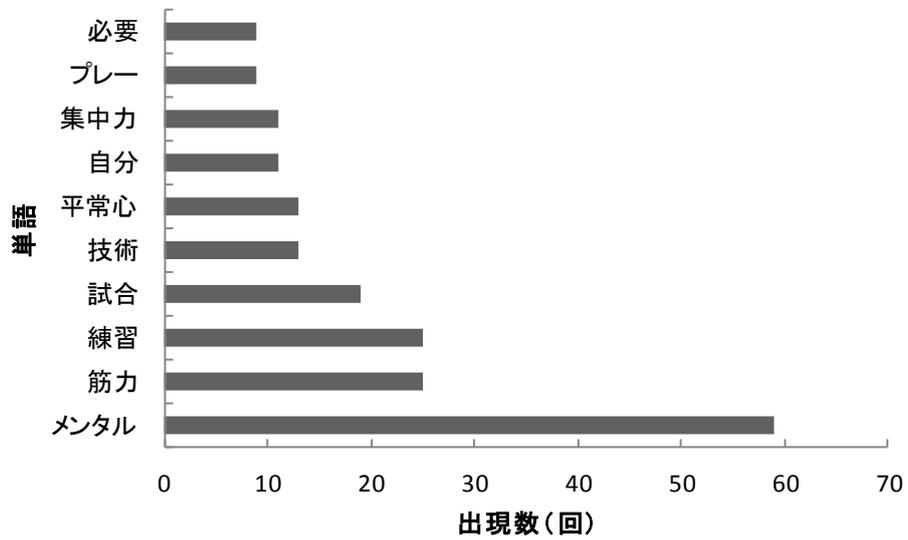


図 2 - 9 質問 3 における上位群の出現頻度の上位 10 件

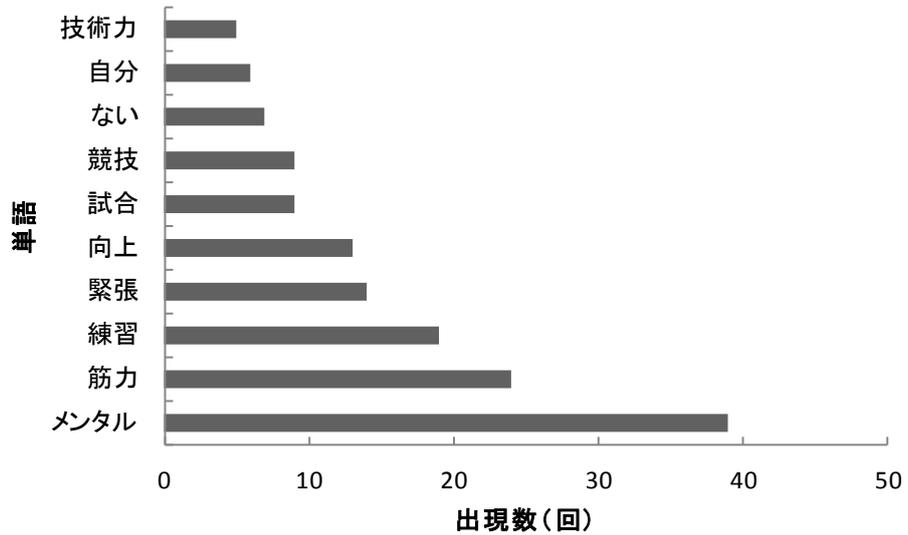


図 2 - 10 質問 3 における下位群の出現頻度の上位 10 件

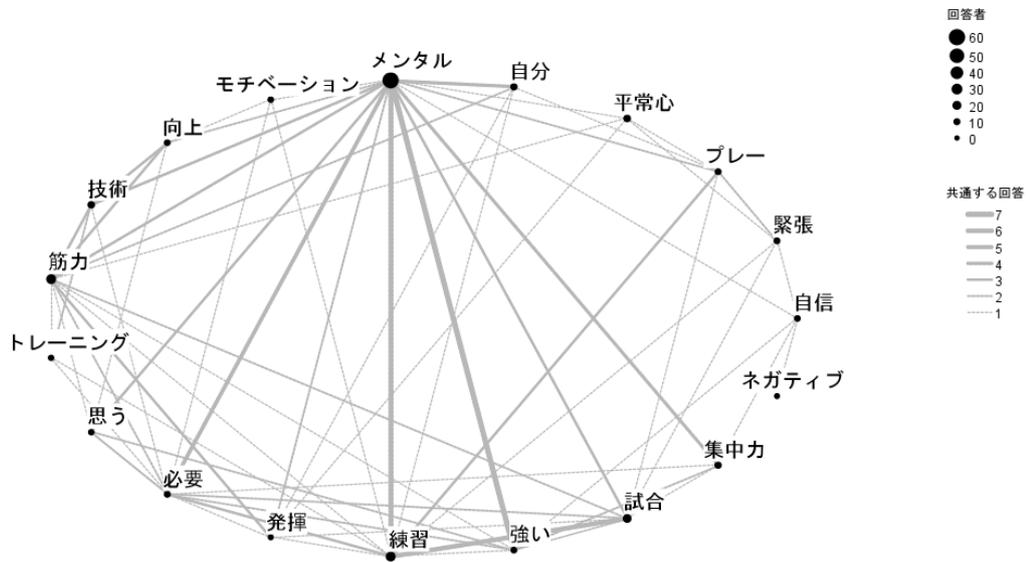


図 2-1-1 質問 3 における上位群の Web グラフ

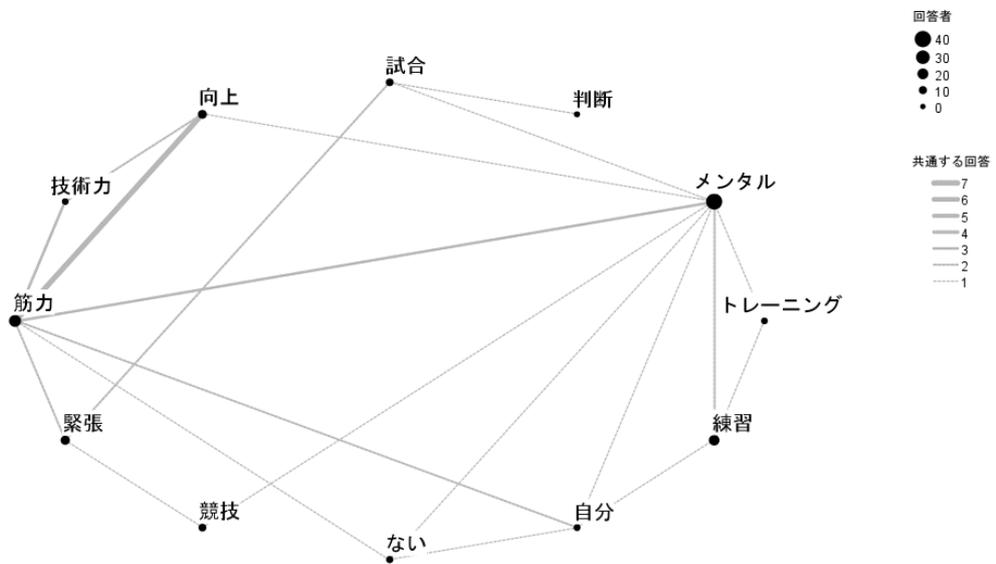


図 2-1-2 質問 3 における下位群の Web グラフ

表 2 - 3 上位群と下位群の質問 4 の回答人数

項目	群		計
	上位群	下位群	
ある	91 (38.9%)	92 (33.0%)	183 (35.7%)
どちらでもない	91 (38.9%)	114 (40.9%)	205 (40.0%)
ない	52 (22.2%)	73 (26.2%)	125 (24.4%)
計	234 (45.6%)	279 (54.4%)	513

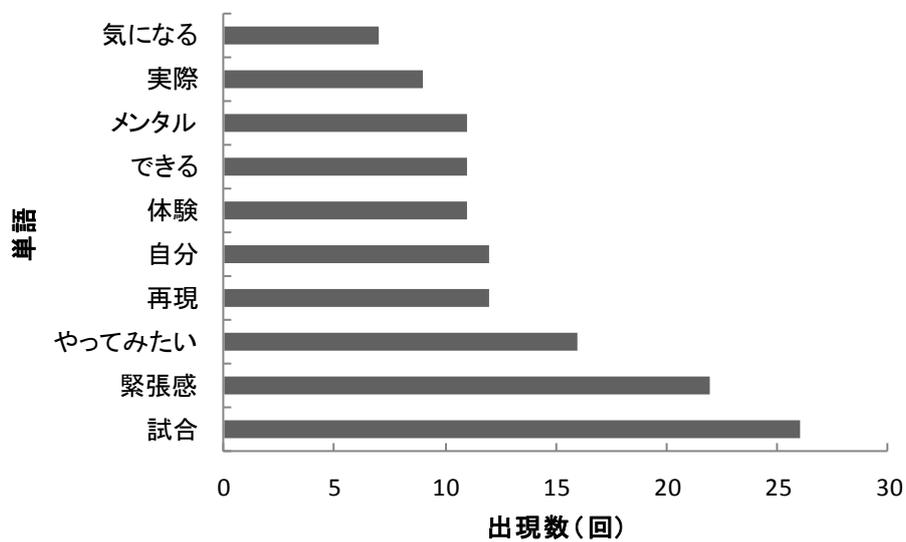


図 2 - 1 3 質問 4 における上位群の出現頻度の上位 10 件

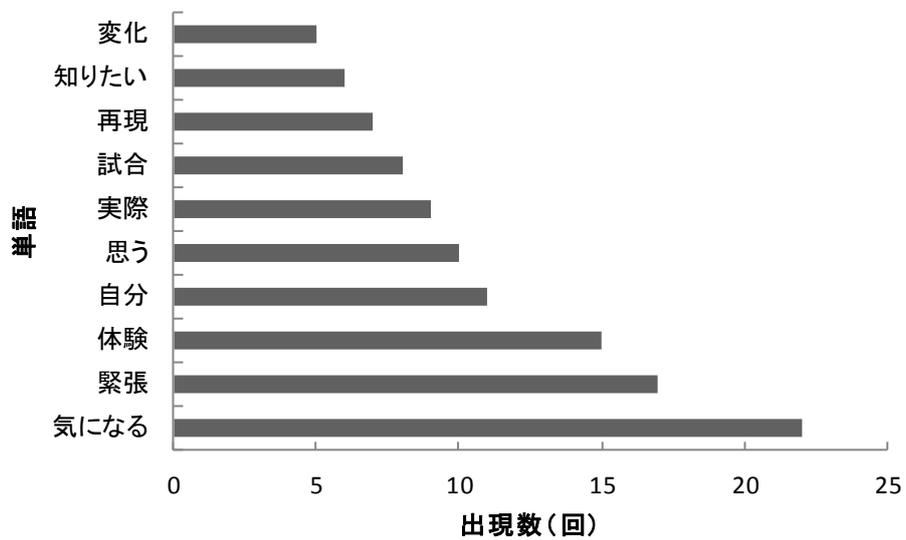


図 2 - 1 4 質問 4 における下位群の出現頻度の上位 10 件

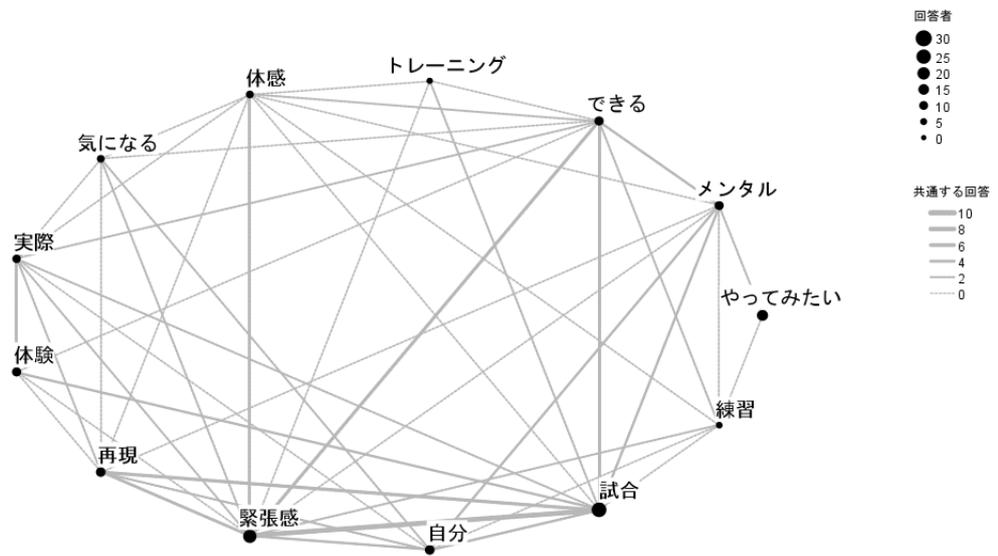


図 2-15 質問 4 における上位群の Web グラフ

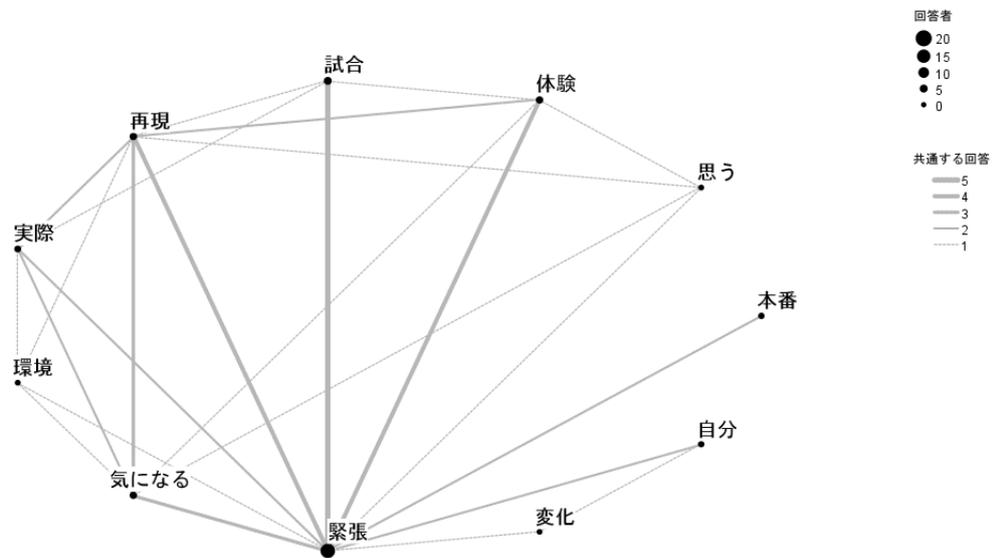


図 2-16 質問 4 における下位群の Web グラフ

## 2. 4. 考察

本研究は、体育専攻学生を対象に近年の大学生スポーツ選手におけるメンタルトレーニングの実態と意識を調査して、スポーツ選手が求めているメンタルトレーニングについて明らかにすることを目的とした。その結果、大学生スポーツ選手の多くの者が、メンタルトレーニングの経験がない傾向にあった。しかし、競技レベルを基準に検討すると、競技レベルが高い学生スポーツ選手は、すでにメンタルトレーニングを経験している者が多い傾向にあり、競技レベルの低い学生スポーツ選手は、今までにメンタルトレーニングを経験していない者が多い傾向にあった。

さらに、「現在もしくは現役中にメンタルトレーニングが必要だと思いましたか」という質問の回答から、大学生スポーツ選手の多くは、その必要性を肯定する傾向にあったが、競技レベルを基準に検討すると、競技レベルが高い学生スポーツ選手は、メンタルトレーニングの必要性を肯定する者が多い傾向にあり、競技レベルの低い学生スポーツ選手は、その必要性を否定する者が多い傾向にあった。これらは、立谷<sup>15)</sup>の競技レベルの高い選手ほどメンタルトレーニングの実施率は高い傾向にあるという報告や、中込<sup>2)</sup>の、メンタルトレーニングの意義を強く自覚する選手は、体力・技術面において、ほぼピークにさしかかっている者であるという報告を支持するものである。また、このメンタルトレーニングの必要性を肯定する学生スポーツ選手の自由記述をみると、競技レベルに関わらず「試合、緊張」の出現頻度と共通性が高い傾向にあった。このことから、大学生スポーツ選手がメンタルトレーニングを必要とする心理的課題は、「試合時に緊張する」ことであり、過緊張による実力発揮度の低下であると推測される。続いて、メンタルトレーニングを実践する場合に期待する効果について回答した自由記述をみると、上位群は「平常心、パフォーマンス、できる」と「自分、力、出す」の共通性が高い傾向にあり、メンタルトレーニングの効果として「試合での緊張の緩和や平常心でパフォーマンスを発揮できるようになること、自分の力を出す」ことを期待していた。これに対して、下位群は「試合、強い、メンタル、緊張」の共通性が高い傾向にあり、「試合時に緊張しない強いメンタルになる」ことを期待していた。これらのことから、大学生スポーツ選手は、メンタルトレーニングの実施率は低いものの、メンタルトレーニングへの必要性は高くこれまでの先行研究と同様の結果を示すものであった。さらには、競技レベルの違いにより、メンタルトレーニングの経験や必要性の違いが認められるものの、メンタルトレーニングを必要と感じる

優先的な心理的課題は、試合時に過度に緊張したことによるパフォーマンスの低下と考えられる。そして、メンタルトレーニングに期待する効果として、このような試合時の過緊張を緩和して平常心で臨むことでパフォーマンスの低下を予防できる対処スキルを獲得して、強い心理的機能を身につけることを望んでいると考えられる。特に、競技レベルの高い大学生スポーツ選手は、低いスポーツ選手に比べてパフォーマンスを発揮することや自分の力を出すことなど、本来の実力を発揮できるようになることを強く期待している可能性がある。

次に、競技力を向上させるために解消すべき問題点について回答した自由記述をみると、上位群は「練習、メンタル、強い、必要」の共通性が高い傾向にあり、下位群は「筋力、向上」の共通性が高い傾向にあった。競技レベルの高い大学生スポーツ選手は、競技力を高めるためには「強いメンタルと練習が必要」と認識しており、練習だけでなく心理的側面の重要性を認めていた。これに対して競技レベルの低い大学生スポーツ選手は、競技力を高めるためには「筋力の向上」を重要と認識しており、基礎的な身体的機能の向上に注目していた。これらのことから、競技レベルの高い大学生スポーツ選手は心理的側面や技術的側面の問題点を解消すべきと考えていることに対し、競技レベルの低い学生は身体的側面の問題点を解消すべきであると考え、比較的に心理的側面の重要性を低く認識していることが示唆された。

最後に、VR 環境下で行うメンタルトレーニングに関する質問の回答をみると、関心があると回答した者は 1/3 程度であり、競技レベルに関わらず大学生スポーツ選手の興味関心が高いとはいえなかった。これは、スポーツ競技経験が豊富で競技レベルが高くても、これまでに具体的な VR 環境下におけるメンタルトレーニングを知る機会がなく、トレーニングのイメージが困難であったためと考えられる。しかし、関心があると回答した者の自由記述をみると、競技レベルに関わらず「再現、試合、緊張感」の出現頻度と共通性が高い傾向にあった。このことから、大学生スポーツ選手は、VR 環境下で行うメンタルトレーニングに「試合場面の緊張感を再現」することに関心を持っており、最優先としている心理的課題に対して、解決するための手続きとなることを期待していると推測される。

## 2. 5. 要約

本章では、大学生スポーツ選手のメンタルトレーニングに関する調査をおこなった。

本調査は近年の大学生スポーツ選手におけるメンタルトレーニングの実態と、大学生スポーツ選手が求めているメンタルトレーニング、VRメンタルトレーニングに対する関心度について、選択および自由記述方式を用いた質問紙によって収集した調査データから検討することを目的とした。なお、調査対象者の競技レベルによってメンタルトレーニングに対する認識が異なることが推測されることから、調査対象者 513 名を競技レベル上位群 (234 名) と競技レベル下位群 (279 名) に分けて比較検討することとした。

検討の結果、以下の知見が得られた。(1) 大学生スポーツ選手のメンタルトレーニング実施率は低いものの、その必要性は高かった。また、心理的な課題として「試合時に過度に緊張したことによるパフォーマンスの低下」があり、このような試合時の過緊張を緩和して平常心で臨むことをメンタルトレーニングに求めている。さらには、競技レベルの高い大学生スポーツ選手は、低いスポーツ選手に比べて、本来の実力を発揮できるようになることを強く期待している可能性があった。(2) 競技レベルの低い学生は体力的側面の問題点を解消すべきであると考え、比較的心的側面の重要性を低く認識していることが示唆された。(3) 大学生スポーツ選手は、VR環境下で行うメンタルトレーニングに「試合場面の緊張感を再現」することに興味を持っていた。

以上のことから、大学生スポーツ選手の多くの者がメンタルトレーニングを経験したことが無かったものの、心的課題解決のためにその必要性は感じていた。そしてそれは、競技レベルに関係なく試合時の過緊張の緩和を目的としている傾向があった。また、競技レベルの高い大学生スポーツ選手は、競技レベルの低い選手に比べて、心理や技術的側面の問題点の解消を望む傾向があり、競技レベルの高低によって競技力向上に対する認識が異なることが示された。

### 第3章 アーチェリー競技におけるバーチャルリアリティを用いた 呼吸法トレーニングが心理・生理的反応に及ぼす影響

#### 3. 1. 目的

これまでのメンタルトレーニングによる心理的スキルの習得効果を検証する研究の多くは、実験室などの安定した環境で実施され、心理・生理的側面からその効果が実証されている<sup>18) 19)</sup>。しかし、VR技術を用いたメンタルトレーニングの心理的スキル習得効果は明確ではない。さらには、従来のメンタルトレーニングとVR技術を用いたメンタルトレーニングの効果を比較・検討した研究もみられない。そこで、本研究では、すでに心理的スキル獲得の効果が確認されている安定した室内環境で、メンタルトレーニングの一技法である呼吸法を2つの条件で行う。一方は従来の呼吸法であり、他方は実際の競技実践場面に近似したVR技術に基づく環境を付加した環境下にて行う呼吸法である。これらの条件における呼吸法による心理・生理的な反応を比較する。そして、VR技術を用いた環境下での呼吸法が従来の呼吸法と同等かそれ以上の効果があることを検証し、VR技術を用いた呼吸法のメンタルトレーニングへの応用可能性の基礎的研究とすることを目的とした。

## 3. 2. 方法

### 3. 2. 1. 実験参加者

実験参加者は、A 大学学友会アーチェリー部 25 名とし、これまでに VR に関する実験に参加した経験がなく、継続的な呼吸法の指導を受けた経験がない者を対象とした。すべての実験参加者には、実験の主旨を把握できるよう研究の概要、目的、そして個人情報保護に関する内容を明記した紙面を用いて説明し、実験参加の同意を得た。なお、呼吸運動を測定するための装置を装着するにあたって、不快感を示した者 1 名を除いた 24 名（男性 11 名、女性 13 名、平均年齢  $19.7 \pm 0.7$  歳）を分析対象とした。実験参加者は、バーチャルリアリティメンタルトレーニング群（VR 空間において視覚・聴覚刺激を用いて実際の競技場面に似せた環境下で呼吸法を行う群）8 名（男性 4 名、女性 4 名、平均年齢  $19.6 \pm 0.5$  歳）（以下、VRMT 群）、メンタルトレーニング群（VR による視覚・聴覚刺激を提示せず呼吸法のみを行う群）8 名（男性 3 名、女性 5 名、平均年齢  $19.9 \pm 1.0$  歳）（以下、MT 群）、統制群（VR による視覚・聴覚刺激を提示せず呼吸法を行わない群）8 名（男性 4 名、女性 4 名、平均年齢  $19.8 \pm 0.7$  歳）（以下、CO 群）の 3 群に分けた。群分けは、アーチェリー競技におけるシングルラウンド（1440 点満点）の今年度最高得点を基準とした。競技レベルの高い選手は、スポーツ選手に必要な試合場面での心理的能力（知的操作能力・精神的能力）が優れている<sup>31)</sup>ことから、群間の競技レベルの違いによる心理的能力の差が実験時の反応として生起しないように配慮したためである。

群分けの手続きは、実験参加者を男性と女性に分け、男性は得点の高い者から CO 群、MT 群、VRMT 群の順に割り振り、女性は得点の高い者から VRMT 群、MT 群、CO 群の順に割り振った。VRMT 群 ( $1258.1 \pm 28.7$  点)、MT 群 ( $1251.5 \pm 40.3$  点)、CO 群 ( $1247.1 \pm 34.4$  点) のシングルラウンド平均得点の差を対応のない一要因分散分析により検定した結果、3 群間に有意な主効果は認められなかった。これにより 3 群間の競技レベルが同等であることを確認した。なお、本実験は日本体育大学倫理委員会により審査、承認（第 013-H42 号）を得て実施された。

### 3. 2. 2. 実験計画

#### VR 空間の構築

VR 空間（図 3-1 ; p41）を構築するにあたり，村井<sup>2,5)</sup>を参考にしてスポーツシミュレーションに望ましいとされる，2次元映像の投映法を採用した。本実験で使用した投影映像は，デジタルビデオカメラ（SONY HDR-PJ790V）により撮影された第 52 回全日本学生アーチェリー男子王座決定戦（静岡県）の映像（図 3-2 ; p42）であった。映像は，実験参加者が出場もしくは応援のために参加した試合であり，試合時の緊張や不安が喚起されやすいものを使用した。本研究における実験は，A 大学スポーツカウンセリングルーム内にあるシールドルームで行い，映像はプロジェクター（EPSON EB-436WT）より壁面へ投影（2.3m（W）×1.3m（H））した。標的の大きさは，実際のアーチェリー競技の実射時に相当するよう実験者が調節し，実験参加者から壁面までの距離は 2.3m とした。また，実際の競技場面に近似させるため，映像に記録されているブザー音や会場の音響（43.4—111.3dB）などはスピーカー（SONY BDV-N1WL）から発した。

### 3. 2. 3. 心理指標

#### 1) 二次元気分尺度の改訂版（Two-Dimensional Mood Scale : TDMS）

坂入<sup>3,2)</sup>が開発した TDMS は，心理状態（気分）の成分である「快適度」と「覚醒度」を測定する尺度（各 8 項目）と，因子である「活性度」と「安定度」を測定する尺度（各 4 項目）から構成されており，8 項目の質問に回答するだけでこれら 4 種類の心理状態を測定することができる。本研究では実験前後の変化だけではなく，各セッションにおける R-R 間隔や呼吸時間などの生理的反応と心理的反応を並行して測定する。そのため，短時間で心理状態の測定が可能な質問紙の使用が求められる。TDMS は，8 項目と非常に少ない質問項目で構成されている。被験者が慣れてくると 10 秒程度で実施できるため<sup>3,2)</sup>，各セッションの心理的反応の変化を継時的に繰り返し測定可能である。そこで，本研究では TDMS を用いて実験時の心理状態を測定することとした。分析対象は，快適度，活性度，安定度，覚醒度の 4 因子の得点とした。

#### 2) POMS（Profile of Mood States）短縮版

POMS 短縮版<sup>33)</sup>は、実験参加者がおかれた条件により変化する一時的な気分、感情の状態を測定できるという特徴を有している。「緊張—不安」(5項目)、「抑うつ—落込み」(5項目)、「怒り—敵意」(5項目)、「活気」(5項目)、「疲労」(5項目)、「混乱」(5項目)の6因子(30項目)から構成されており、各因子の信頼性も高い。これまでもスポーツ領域において POMS 短縮版を用いて様々な研究が行われ、多くの知見が得られている<sup>34)</sup>。さらに POMS 短縮版は、回答項目が30項目と比較的少ないことや回答方法が簡便なことから、リラクゼーションの介入効果を損なうことなく測定できる<sup>33)</sup>。これらのことから、本研究では POMS 短縮版を用いて実験前後の気分、感情の状態を測定することとした。性別による差を考慮する必要があるため、各因子の素得点から標準化得点(T得点)を算出し検討した。本研究では、回答欄の説明文において「過去1週間のあいだ」を「現在」に置き換えて実施した。

### 3) 内省調査

実験終了後には、実験を終えた感想や映像に対する印象、呼吸法によるリラックス効果についてインタビュー形式による内省調査を行った。インタビュー内容は、「実験を終えた感想をお聞かせください」や「実験課題で感じたことをお聞かせください」であった。

#### 3. 2. 4. 生理指標

##### 1) 心電図 R-R 間隔

心電図は、胸部双極誘導法により導出し、増幅器を介してサンプリング周波数 1kHz で A/D 変換 (Power Lab, AD Instruments 社) して記録した。心電図 R-R 間隔は、Lorentz plot 法<sup>35)</sup>を用いて分析を行った。交感神経機能の指標である CSI (cardiac sympathetic index) 値の増加(減少)は交感神経機能の亢進(抑制)を示し、副交感神経機能の指標である CVI (cardiac vagal index) 値の増加(減少)は副交感神経機能の亢進(抑制)を示している。

##### 2) 呼吸運動

本実験では、呼吸運動モニタピクアップ<sup>36)</sup>を用いて、呼吸運動を腹部より導出し、増幅器を介してサンプリング周波数 1kHz で A/D 変換 (Power Lab, AD Instruments 社) して記録した。呼吸運動モニタピクアップは、伸縮性部材を備えたベルト部と、伸縮性部材

の伸縮を長さの単位で計測するセンサ部の2つの異なる機能的要素で構成されている。リセットボタンを設けることにより、装着の様態が実験者間あるいは実験者内で異なっても、計測時の初期値を正確に設定し読み取ることができる。

### 3. 2. 5. 実験手順

本実験を開始するにあたり、まず実験参加者25名を対象に呼吸法を指導した。指導実施日は、2013年11月下旬から12月上旬であり、A大学の静寂な教室にて行った。呼吸法を選定した理由は、競技場面でのあがりや緊張に対する対処として呼吸の調節が行われていることやリラックス効果に関するエビデンスが十分に存在しているため、実用性のある技法とされているためである<sup>7)</sup>。指導内容は、単純椅子姿勢にて腹式呼吸を行い、吸気よりも呼気を2倍程度長くし、吸気と呼気の間2—3秒の間を取ってから息を吐くこと、苦しくない程度に呼吸を行うことであった。呼吸法によるリラックス効果の有無については、口頭にて確認した。その結果、全ての実験参加者がリラックス効果を感じていた。これらの指導により、実験参加者は呼吸法の実施方法と効果を体感し、呼吸法に対する理解を深めたことが示された。指導には、日本スポーツ心理学会認定スポーツメンタルトレーニング指導士の資格を有している者が、日本スポーツ心理学会編のスポーツメンタルトレーニング教本改訂増補版<sup>1 2)</sup>を参考に行った。

実験は、A大学スポーツカウンセリングルーム内のシールドルーム(室温23.5—27.5℃)にて、2014年の1月下旬から3月上旬にかけて1週間に1回の頻度で4週間実施された。

実験参加者には、シールドルーム内に移動して単純椅子姿勢をとらせ、心電図R-R間隔と呼吸運動を測定するために胸部にディスポ電極と腹部に呼吸運動モニタピックアップを装着した。本実験では、実験前安静、ストレス課題、実験課題(VRMT群:VR環境下での呼吸法、MT群:従来の呼吸法、CO群:統制)、実験後安静の4つのセッションから構成されている(表3-1;p43)。まず、実験環境に慣れさせるため実験前に15分間の安静状態(実験前安静:R1)を保持させた。次に、実験課題前のBaselineとなるストレス状態を操作的に導くため、The Trier Social Stress Test<sup>3 7)</sup>による20分間のストレス課題(ST)を行った。TSSTは、10分間の安静の後、5分間のスピーチ、5分間の暗算を評定者2名の前で行うというストレス課題である。スピーチテーマは3つからランダムに1つを与え、暗算は指定された数から指定された数を減算させ、間違えた場合は最初からやり直すもの

とした。課題は毎週異なるものを設定した。その後、それぞれの実験群で与えられた課題（実験課題：ET）を5分間行った。最後に5分間の安静状態（実験後安静：R2）を保持させ、ディスプレイ電極と呼吸運動モニタピックアップを取り外して実験を終了した。実験終了後に内省調査を行った。なお、すべてのセッションを開眼安静状態で行わせた。実験参加者には、心理指標としてセッション終了毎にTDMSの質問紙（Q2, Q3, Q4, Q5）と、実験の前後にPOMS短縮版の質問紙（Q1, Q6）を記入させた。さらに実験参加者には、シールドルームという閉鎖的な環境によるストレス反応が実験時に生起しないよう、本実験の1週間前にシールドルーム内にて、実験時間に相当する50分間の開眼安静状態を保持させた。

### 3. 2. 6. 心理指標と生理指標のデータ処理

心理指標であるTDMSの4因子（快適度、活性度、安定度、覚醒度）については、それぞれの実験群（VRMT群, MT群, CO群；3）におけるセッション（Q2, Q3, Q4, Q5；4）毎の得点の平均値を算出した。POMS短縮版の6因子（緊張—不安, 抑うつ—落込み, 怒り—敵意, 活気, 疲労, 混乱）については、それぞれの実験群（VRMT群, MT群, CO群；3）における実験前後（Q1, Q6；2）のT得点の平均値を算出した。

生理指標であるCSIとCVIは、それぞれの実験群（VRMT群, MT群, CO群；3）におけるセッション（R1, ST, ET, R2；4）毎の平均値を算出した。呼吸運動は、吸気と呼気を1呼吸とし、それぞれの実験群（VRMT群, MT群, CO群；3）におけるセッション（R1, ST, ET, R2；4）毎の呼吸時間の平均時間を算出した。なお、呼吸時間はセッションの時間内に吸気から呼気までが完結している呼吸を分析対象とした。また、シールドルーム入室直後は環境要因によるストレス反応が生起していることが推察されることから、R1のみ測定時間後半の5分間の値を分析対象とした。分析は、統計処理ソフトウェアIBM SPSS Statistics 22を用いて行った。有意水準は5%未満に設定した。

### 3. 3. 結果

#### 3. 3. 1. 心理指標

##### 1) TDMS

表3-2, 表3-3, 表3-4, 表3-5 (p44-47) に, VRMT 群, MT 群, CO 群の TDMS の4因子(快適度, 活性度, 安定度, 覚醒度)の各セッション終了時における因子得点の平均値を示した。4因子の平均値について, 実験群(3)×セッション(4)×週(4)で対応なし-あり-ありの三要因分散分析を行った。その結果, 快適度では, セッション要因の主効果 ( $F(3,63)=48.74, MS_e=1294.20, p<.001$ ), セッションと週の要因間の交互作用 ( $F(6,117)=5.89, MS_e=51.61, p<.001$ ) が有意であった。そのため, セッションと週の要因間の交互作用について単純主効果検定を行ったところ, セッション要因では Q2 ( $F(3,63)=7.29, MS_e=51.25, p<.001$ ) と Q3 ( $F(3,63)=3.19, MS_e=34.82, p<.05$ ) の2水準に有意な単純主効果が認められた。週要因では1週目 ( $F(3,63)=48.74, MS_e=403.51, p<.001$ ), 2週目 ( $F(3,63)=18.38, MS_e=119.34, p<.001$ ), 3週目 ( $F(3,63)=15.09, MS_e=151.89, p<.001$ ), 4週目 ( $F(3,63)=25.19, MS_e=174.43, p<.001$ ) の4水準に有意な単純主効果が認められた。そこで, 各水準について Bonferroni 法による多重比較検定を行ったところ, Q2 では1週目が2週目 ( $p<.05$ ), 3週目 ( $p<.05$ ) よりも有意に高い値を示し, Q3 では有意な差は認められなかった。また, 1週目では Q2 が Q3 ( $p<.001$ ), Q4 ( $p<.01$ ), Q5 ( $p<.01$ ) よりも有意に高く, Q3 が Q4 ( $p<.001$ ), Q5 ( $p<.001$ ) よりも有意に低い値を示し, 2週目では Q3 が Q2 ( $p<.01$ ), Q4 ( $p<.001$ ), Q5 ( $p<.001$ ) よりも有意に低い値を示し, 3週目では Q3 が Q2 ( $p<.01$ ), Q4 ( $p<.01$ ), Q5 ( $p<.001$ ) よりも有意に低い値を示し, 4週目では Q3 が Q2 ( $p<.01$ ), Q4 ( $p<.001$ ), Q5 ( $p<.001$ ) よりも有意に低く, Q5 が Q4 よりも有意に高い値を示した。Q3 では比較的に不快でネガティブな気分状態であった。

活性度では, セッション要因の主効果 ( $F(2,46)=6.08, MS_e=54.16, p<.05$ ) および実験群とセッションと週の要因間の交互作用 ( $F(10,106)=1.97, MS_e=51.61, p<.05$ ) が有意であった。そのため, 単純交互作用検定を行ったところ, 実験群とセッションの要因間では1週目 ( $F(6,63)=3.64, MS_e=8.77, p<.01$ ), 2週目 ( $F(6,63)=2.95, MS_e=7.68, p<.05$ ) の2水準に有意な単純交互作用が認められた。セッションと週の要因間では VRMT 群 ( $F(9,189)=3.36, MS_e=7.37, p<.01$ ), CO 群 ( $F(9,189)=2.11, MS_e=4.63, p<.05$ ) の2水準に有意な単純交互

作用が認められた。そこで、各水準について単純・単純主効果検定を行ったところ、1週目の Q4 ( $F(2,21)=4.53$ ,  $MSe=34.63$ ,  $p<.05$ ), 2週目の Q4 ( $F(2,21)=3.70$ ,  $MSe=20.04$ ,  $p<.05$ ) の2水準に有意な単純・単純主効果が認められ、VRMT群の1週目 ( $F(3,63)=4.77$ ,  $MSe=11.50$ ,  $p<.01$ ), 2週目 ( $F(3,63)=11.93$ ,  $MSe=31.04$ ,  $p<.001$ ) の2水準に有意な単純・単純主効果が認められ、CO群の1週目 ( $F(3,63)=7.83$ ,  $MSe=18.88$ ,  $p<.001$ ), 3週目 ( $F(3,63)=3.98$ ,  $MSe=21.08$ ,  $p<.05$ ) の2水準に有意な単純・単純主効果が認められた。さらに、各水準について Bonferroni 法による多重比較検定を行ったところ、1週目の Q4 では VRMT 群が CO 群 ( $p<.05$ ) よりも有意に高い値を示した。VRMT 群の1週目では Q4 が Q3 ( $p<.05$ ), Q5 ( $p<.05$ ) よりも有意に高い値を示した。2週目では Q3 が Q2 ( $p<.05$ ) よりも有意に高い値を示し、Q4 が Q2 ( $p<.001$ ), Q5 ( $p<.001$ ) よりも有意に高い値を示した。CO 群の1週目では Q3 が Q4 ( $p<.05$ ) よりも有意に高い値を示し、Q5 が Q2 ( $p<.01$ ), Q3 ( $p<.05$ ) よりも有意に低い値を示した。すなわち、VRMT 群は比較的1・2週目の Q4 においてイキイキして活力がある気分状態であったといえる。他方、CO 群は1週目の Q2, Q3 から Q5 にかけて、イキイキして活力がある気分状態から不快でネガティブな気分状態へ推移した。また、1週目において VRMT 群は CO 群に比べて比較的イキイキして活力がある気分状態であった。

安定度では、セッション要因の主効果 ( $F(2,37)=93.95$ ,  $MSe=1861.74$ ,  $p<.001$ ), セッションと実験群の要因間の交互作用 ( $F(4,37)=3.30$ ,  $MSe=65.44$ ,  $p<.01$ ), セッションと週の要因間の交互作用 ( $F(5,106)=4.66$ ,  $MSe=30.40$ ,  $p<.01$ ) が有意であった。そのため、セッションと実験群、セッションと週 of 要因間の交互作用について単純主効果検定を行ったところ、セッションと実験群の要因間ではセッション要因の Q4 ( $F(2,21)=6.37$ ,  $MSe=35.24$ ,  $p<.01$ ) に有意な単純主効果が認められ、実験群要因の VRMT 群 ( $F(3,63)=33.68$ ,  $MSe=393.68$ ,  $p<.001$ ), MT 群 ( $F(3,63)=31.36$ ,  $MSe=366.70$ ,  $p<.001$ ), CO 群 ( $F(3,63)=35.51$ ,  $MSe=415.20$ ,  $p<.001$ ) の3水準に有意な単純主効果が認められた。セッションと週 of 要因間ではセッション要因の Q2 ( $F(3,63)=3.12$ ,  $MSe=17.09$ ,  $p<.05$ ), Q3 ( $F(3,63)=6.40$ ,  $MSe=29.46$ ,  $p<.01$ ) の2水準に有意な単純主効果が認められ、週要因の1週目 ( $F(3,63)=49.36$ ,  $MSe=467.37$ ,  $p<.001$ ), 2週目 ( $F(3,63)=43.74$ ,  $MSe=215.97$ ,  $p<.001$ ), 3週目 ( $F(3,63)=50.55$ ,  $MSe=240.34$ ,  $p<.001$ ), 4週目 ( $F(3,63)=64.66$ ,  $MSe=225.97$ ,  $p<.001$ ) の4水準に有意な単純主効果が認められた。そこで、各水準について Bonferroni 法による多重比較検定を行ったところ、セッションと実験群の要因間では Q4 の VRMT 群が MT 群 ( $p<.05$ ), CO 群 ( $p<.05$ ) よりも

有意に低い値を示し、VRMT 群の Q3 と Q4 が Q2 ( $p<.001$ ), Q5 ( $p<.001$ ) よりも有意に低い値を示し、MT 群と CO 群の Q3 が Q2 ( $p<.001$ ), Q4 ( $p<.001$ ), Q5 ( $p<.001$ ) よりも有意に低い値を示した。セッションと週の要因間では Q3 の 2 週目が 1 週目 ( $p<.05$ ) よりも有意に高い値を示し、週要因では 1 週目の Q3 が Q2 ( $p<.001$ ), Q4 ( $p<.001$ ), Q5 ( $p<.001$ ) よりも有意に低い値を示し、Q4 が Q2 ( $p<.01$ ), Q5 ( $p<.01$ ) よりも有意に低い値を示した。2 週目の Q3 が Q2 ( $p<.001$ ), Q4 ( $p<.001$ ), Q5 ( $p<.001$ ) よりも有意に低い値を示し、Q4 が Q5 ( $p<.001$ ) よりも有意に低い値を示した。3 週目の Q3 が Q2 ( $p<.001$ ), Q4 ( $p<.001$ ), Q5 ( $p<.001$ ) よりも有意に低い値を示し、Q4 が Q2 ( $p<.001$ ), Q5 ( $p<.001$ ) よりも有意に低い値を示した。4 週目の Q3 が Q2 ( $p<.001$ ), Q4 ( $p<.001$ ), Q5 ( $p<.001$ ) よりも有意に低い値を示し、Q4 が Q2 ( $p<.05$ ), Q5 ( $p<.001$ ) よりも有意に低い値を示した。3 群共に Q3 では、比較的イライラして緊張した気分状態にあったが、VRMT 群のみ Q4 においても比較的イライラして緊張した気分状態にあった。また、Q2 と Q5 は Q4 に比べ比較的ゆったりと落ち着いた気分状態であった。

覚醒度では、セッション要因の主効果 ( $F(2,36)=73.16$ ,  $MSe=2643.72$ ,  $p<.001$ ), セッションと実験群の要因間の交互作用 ( $F(3,36)=4.71$ ,  $MSe=170.38$ ,  $p<.01$ ) が有意であった。そのため、セッションと実験群の要因間の交互作用について単純主効果検定を行ったところ、セッション要因では Q4 ( $F(2,21)=8.86$ ,  $MSe=85.79$ ,  $p<.001$ ) に有意な単純主効果が認められ、実験群要因では VRMT 群 ( $F(3,63)=26.35$ ,  $MSe=548.27$ ,  $p<.001$ ), MT 群 ( $F(3,63)=23.30$ ,  $MSe=448.82$ ,  $p<.001$ ), CO 群 ( $F(3,63)=32.94$ ,  $MSe=685.59$ ,  $p<.001$ ) の 3 水準に有意な単純主効果が認められた。そこで、各水準について Bonferroni 法による多重比較検定を行ったところ、Q4 では VRMT 群が MT 群 ( $p<.01$ ), CO 群 ( $p<.01$ ) よりも有意に高い値を示した。また、VRMT 群は Q3 と Q4 が Q2 ( $p<.001$ ), Q5 ( $p<.001$ ) よりも有意に高い値を示し、MT 群は Q3 が Q2 ( $p<.001$ ), Q4 ( $p<.001$ ), Q5 ( $p<.001$ ) よりも有意に高い値を示し、CO 群は Q3 が Q2 ( $p<.001$ ), Q4 ( $p<.001$ ), Q5 ( $p<.001$ ) よりも有意に高い値を示し、Q2 が Q5 ( $p<.05$ ) よりも有意に高い値を示した。3 群共に Q3 では、比較的興奮して活発な気分状態にあったが、VRMT 群のみ Q4 において MT 群や CO 群よりも比較的興奮して活発な気分状態にあった。

## 2) POMS 短縮版

表 3-6, 表 3-7, 表 3-8, 表 3-9, 表 3-10, 表 3-11 (p48-53) に, 3

群の POMS 短縮版 6 因子（緊張—不安，抑うつ—落込み，怒り—敵意，活気，疲労，混乱）T 得点の実験前後の平均値を示した。それぞれの因子の平均値について，実験群（3）×実験前後（2）×週（4）で対応なし—あり—ありの三要因分散分析を行った。

「緊張—不安」は，実験前後要因の主効果（ $F(1,21)=7.99$ ， $MSe=7.99$ ， $p<.001$ ）と週要因の主効果（ $F(2,43)=3.93$ ， $MSe=284.69$ ， $p<.05$ ）が有意であった。そこで，各水準について Bonferroni 法による多重比較検定を行ったところ，Q6 が Q1（ $p<.05$ ）よりも有意に高い値を示し，Q6 では Q1 よりも緊張および不安感が高まっていた。

「活気」では，実験前後要因の主効果（ $F(1,21)=17.12$ ， $MSe=619.92$ ， $p<.001$ ）と週要因の主効果（ $F(3,63)=7.84$ ， $MSe=257.30$ ， $p<.001$ ），実験前後と週の要因間の交互作用（ $F(2,48)=9.91$ ， $MSe=222.27$ ， $p<.001$ ）が有意であった。そのため，実験前後と週の要因間の交互作用について単純主効果検定を行ったところ，実験前後要因では実験前（ $F(3,63)=12.76$ ， $MSe=404.70$ ， $p<.001$ ）に有意な単純主効果が認められ，週要因では 1 週目（ $F(1,21)=23.77$ ， $MSe=1017.52$ ， $p<.001$ ），3 週目（ $F(1,21)=5.79$ ， $MSe=38.52$ ， $p<.001$ ）の 2 水準に有意な単純主効果が認められた。そこで，各水準について Bonferroni 法による多重比較検定を行ったところ，実験前では 1 週目が 2 週目（ $p<.01$ ），3 週目（ $p<.001$ ），4 週目（ $p<.05$ ）よりも有意に高い値を示した。1 週目では Q1 が Q6（ $p<.001$ ）よりも有意に高い値を示し，3 週目では Q1 が Q6（ $p<.05$ ）よりも有意に高い値を示した。1 週目と 3 週目において Q6 では Q1 よりも活気が低下していた。

「混乱」では，実験前後要因の主効果（ $F(1,21)=16.63$ ， $MSe=1541.33$ ， $p<.01$ ）と週要因の主効果（ $F(3,63)=5.07$ ， $MSe=273.48$ ， $p<.01$ ）が有意であった。Q1 が Q6（ $p<.01$ ）よりも有意に低い値を示し，1 週目が 4 週目（ $p<.05$ ）よりも有意に低い値を示した。Q6 では Q1 よりも思考力が低下していた。

他の 3 因子（抑うつ—落込み，怒り—敵意，疲労）の T 得点については，有意な主効果や交互作用は認められなかった。

### 3) 内省調査

実験終了後のインタビュー形式による内省調査の結果，VRMT 群は「臨場感があった」，「大会を思い出し，緊張した」と振り返り，映像に対する印象を述べた。MT 群は「落ち着いた」，「リラックスできた」と振り返り，呼吸法によるリラックス効果を実感していた。CO 群は，「特になにも感じなかった」，「疲れた」と振り返った。

### 3. 3. 2. 生理指標

#### 1) 心電図 R-R 間隔

表 3-12, 表 3-13 (p54-55) に, 3 群における各セッションの CSI と CVI の平均値を示した。CSI と CVI の平均値について, 実験群 (3) ×セッション (4) ×週 (4) で対応なし-あり-ありの三要因分散分析を行った。

CSI では, セッション要因の主効果 ( $F(2,33)=22.51$ ,  $MSe=73.98$ ,  $p<.001$ ), セッションと週の要因間の交互作用 ( $F(9,189)=2.66$ ,  $MSe=1.41$ ,  $p<.05$ ) が有意であった。そのため, セッションと週の要因間の交互作用について単純主効果検定を行ったところ, セッション要因では ST ( $F(3,63)=4.70$ ,  $MSe=3.83$ ,  $p<.001$ ) に有意な単純主効果が認められた。また, 週要因では 1 週目 ( $F(3,63)=26.57$ ,  $MSe=18.65$ ,  $p<.001$ ), 2 週目 ( $F(3,63)=11.01$ ,  $MSe=8.92$ ,  $p<.001$ ), 3 週目 ( $F(3,63)=9.69$ ,  $MSe=9.50$ ,  $p<.001$ ), 4 週目 ( $F(3,63)=13.63$ ,  $MSe=4.47$ ,  $p<.001$ ) の 4 水準で有意な単純主効果が認められた。そこで, 各水準について Bonferroni 法による多重比較検定を行ったところ, ST では 1 週目が 4 週目 ( $p<.01$ ) よりも有意に高い値を示した。また, 1 週目は ST が R1 ( $p<.001$ ), ET ( $p<.001$ ), R2 ( $p<.001$ ) よりも有意に高く, 2 週目は ST が R1 ( $p<.01$ ), ET ( $p<.05$ ), R2 ( $p<.01$ ) よりも有意に高く, 3 週目は ST が R1 ( $p<.05$ ), ET ( $p<.05$ ), R2 ( $p<.01$ ) よりも有意に高く, 4 週目は ST が R1 ( $p<.001$ ), ET ( $p<.01$ ), R2 ( $p<.01$ ) よりも有意に高い値を示した。すなわち, ST のセッションは他のセッションに比べて交感神経活動が最も亢進し, さらに 1 週目は 4 週目よりも高かった。

CVI では, セッション要因の主効果 ( $F(3,63)=17.35$ ,  $MSe=0.68$ ,  $p<.001$ ), 週要因の主効果 ( $F(3,63)=3.10$ ,  $MSe=0.65$ ,  $p<.05$ ), セッションと実験群の要因間の交互作用 ( $F(6,63)=6.40$ ,  $MSe=0.25$ ,  $p<.001$ ) が有意であった。そのため, セッションと実験群の要因間の交互作用について単純主効果検定を行ったところ, セッション要因では有意な単純主効果は認められなかった。実験群要因では VRMT 群 ( $F(3,63)=20.64$ ,  $MSe=0.81$ ,  $p<.001$ ) と MT 群 ( $F(3,63)=7.77$ ,  $MSe=0.30$ ,  $p<.001$ ) の 2 水準で有意な単純主効果が認められた。そこで, 各水準について Bonferroni 法による多重比較検定を行ったところ, VRMT 群では ET が R1 ( $p<.001$ ), ST ( $p<.001$ ), R2 ( $p<.001$ ) よりも有意に高く, MT 群は ET が R1 ( $p<.05$ ), R2 ( $p<.01$ ) よりも有意に高い値を示した。すなわち, VRMT 群は ET のセッションで副交感神経活動が最も亢進し, MT 群では ET が R1 と R2 に比べて副交感神経活動が亢進してい

た。

## 2) 呼吸運動

表3-14 (p56) に、3群における各セッションの平均呼吸時間を示した。各セッションの平均呼吸時間について、実験群(3) ×セッション(4) ×週(4) で対応なし-あり-ありの三要因分散分析を行った。

実験群要因の主効果 ( $F(2,21)=4.93$ ,  $MSe=90.20$ ,  $p<.05$ ) およびセッション要因の主効果 ( $F(1,28)=48.49$ ,  $MSe=628.57$ ,  $p<.001$ )、セッションと実験群の要因間の交互作用 ( $F(3,28)=9.13$ ,  $MSe=132.00$ ,  $p<.001$ ) が有意であった。そこで、セッションと実験群の要因間の交互作用について単純主効果検定を行ったところ、セッション要因では ET ( $F(2,21)=9.60$ ,  $MSe=63.73$ ,  $p<.01$ ) に有意な単純主効果が認められ、実験群要因では VRMT 群 ( $F(3,63)=29.94$ ,  $MSe=195.66$ ,  $p<.001$ )、MT 群 ( $F(3,63)=31.32$ ,  $MSe=204.66$ ,  $p<.001$ ) の2水準で有意な単純主効果が認められた。そこで、各水準について Bonferroni 法による多重比較検定を行ったところ、ET では、VRMT 群と MT 群が CO 群 ( $p<.01$ ) よりも有意に長かった。VRMT 群は R1 が R2 ( $p<.01$ ) よりも有意に短く、ET が R1 ( $p<.001$ )、ST ( $p<.001$ )、R2 ( $p<.01$ ) よりも有意に長く、ST が R2 ( $p<.05$ ) よりも有意に短かった。MT 群は ET が R1 ( $p<.001$ )、ST ( $p<.001$ )、R2 ( $p<.01$ ) よりも有意に長かった。すなわち、ET のセッションにおいて VRMT 群と MT 群は CO 群に比べ呼吸時間が長く、呼吸法による呼吸調整が適正に実施されていた。

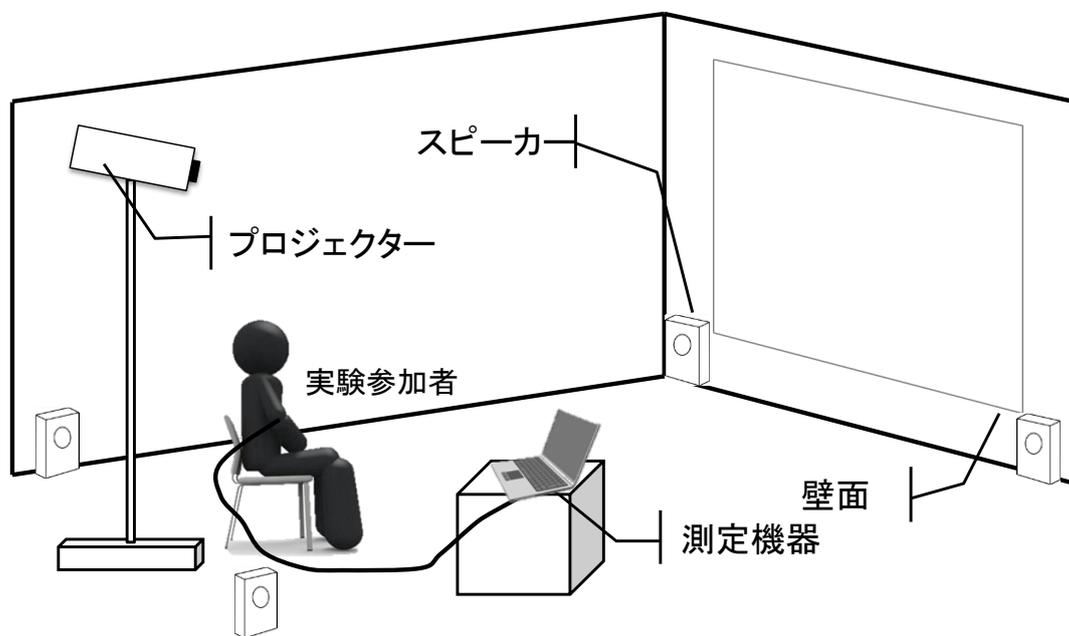


図 3 - 1 VR 空間



図 3 - 2 実験に使用した投影映像

表 3 - 1 実験計画表

群	POMS	実験前安静	TDMS	ストレス課題	TDMS	実験課題	TDMS	実験後安静	TDMS	POMS
VRMT群										
MT群	Q1	R1	Q2	ST	Q3	ET	Q4	R2	Q5	Q6
CO群										

表3-2 各実験群におけるセッション毎のTDMS 快適度因子得点の平均値

実験群	1週				2週			
	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静
VRMT群	8.38 (±3.02)	-3.00 (±3.78)	2.63 (±4.84)	5.63 (±2.26)	4.13 (±3.94)	2.00 (±2.67)	4.00 (±4.28)	5.63 (±3.11)
MT群	7.00 (±1.85)	-1.63 (±4.27)	3.75 (±3.65)	4.38 (±4.24)	4.13 (±3.72)	0.25 (±4.74)	4.75 (±3.20)	5.50 (±3.34)
CO群	6.63 (±3.02)	-2.50 (±5.26)	3.38 (±4.72)	4.13 (±4.64)	3.50 (±4.14)	-0.63 (±3.78)	5.63 (±3.07)	5.75 (±4.53)
実験群	3週				4週			
	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静
VRMT群	5.13 (±2.47)	-1.88 (±3.48)	0.50 (±5.61)	3.00 (±2.67)	4.63 (±2.13)	-1.38 (±3.70)	3.25 (±2.66)	5.63 (±2.07)
MT群	5.00 (±3.46)	-1.63 (±3.58)	4.00 (±2.73)	5.25 (±3.69)	6.75 (±5.01)	0.63 (±4.24)	5.38 (±5.32)	5.38 (±5.80)
CO群	4.00 (±3.25)	1.38 (±7.52)	4.38 (±5.01)	5.38 (±3.42)	4.25 (±3.73)	-0.88 (±5.51)	2.13 (±4.55)	4.38 (±4.47)

分散分析の結果 (F値)

項目	実験群	セッション	週	セッション×実験群
	快適度	$F(2,21)=0.14$	$F(2,37)=48.49^{***}$	$F(3,63)=0.66$
週×実験群		セッション×週	実験群×セッション×週	
$F(6,63)=1.17$		$F(6,117)=5.89^{***}$	$F(11,117)=1.28$	

注) カッコ内標準偏差       $^{***}: p < .001$

表3-3 各実験群におけるセッション毎のTDMS 活性度因子得点の平均値

実験群	1週				2週			
	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静
VRMT群	1.25 (±2.25)	0.50 (±1.31)	2.75 (±3.49)	0.00 (±1.31)	-1.63 (±3.25)	1.75 (±2.19)	2.25 (±3.11)	-1.13 (±2.64)
MT群	-0.13 (±1.81)	0.38 (±1.60)	-0.50 (±1.07)	-0.88 (±1.46)	-0.63 (±1.06)	0.50 (±2.07)	-0.13 (±1.36)	-0.50 (±1.31)
CO群	0.50 (±2.00)	1.13 (±3.14)	-1.13 (±3.09)	-2.25 (±3.88)	-0.63 (±2.92)	0.88 (±2.17)	-0.75 (±2.19)	-0.88 (±3.40)
実験群	3週				4週			
	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静
VRMT群	-0.25 (±1.04)	-0.88 (±1.55)	0.13 (±3.72)	-1.25 (±1.16)	-0.50 (±1.77)	-0.13 (±1.81)	0.50 (±1.77)	0.00 (±1.41)
MT群	-1.00 (±2.00)	-0.13 (±1.13)	-1.50 (±3.55)	-1.00 (±3.42)	0.50 (±2.78)	1.00 (±2.56)	0.13 (±3.00)	-1.13 (±3.83)
CO群	-1.25 (±3.20)	2.38 (±4.14)	-0.38 (±2.33)	-0.75 (±1.91)	0.13 (±2.03)	0.63 (±1.69)	-0.88 (±1.89)	-0.63 (±2.33)

分散分析の結果(F値)

項目 活性度	実験群	セッション	週	セッション×実験群
		$F(2,21)=0.31$	$F(2,46)=6.08^*$	$F(2,38)=0.87$
	週×実験群		セッション×週	
	$F(4,38)=1.05$		$F(5,106)=2.10$	
	$F(10,106)=1.97^*$			

注)カッコ内標準偏差

\*: $p < .05$

表3-4 各実験群におけるセッション毎のTDMS安定度因子得点の平均値

実験群	1週				2週			
	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静
VRMT群	7.13 (±1.96)	-3.50 (±3.74)	-0.13 (±4.32)	5.63 (±1.51)	5.75 (±2.60)	0.25 (±1.91)	1.75 (±3.15)	6.75 (±2.19)
MT群	7.13 (±2.64)	-2.00 (±3.42)	4.25 (±3.62)	5.25 (±4.62)	4.75 (±3.62)	-0.25 (±3.37)	4.88 (±2.70)	6.00 (±3.21)
CO群	6.13 (±2.90)	-3.63 (±4.27)	4.50 (±3.21)	6.38 (±2.83)	4.13 (±2.90)	-1.50 (±2.45)	6.38 (±2.33)	6.63 (±1.51)
実験群	3週				4週			
	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静
VRMT群	5.38 (±2.07)	-1.00 (±2.39)	0.38 (±3.07)	4.25 (±2.71)	5.13 (±1.81)	-1.25 (±2.25)	2.75 (±1.83)	5.63 (±1.19)
MT群	6.00 (±3.21)	-1.50 (±2.98)	5.50 (±2.98)	6.25 (±3.06)	6.25 (±3.11)	-0.38 (±2.50)	5.25 (±2.87)	6.50 (±3.12)
CO群	5.25 (±1.75)	-1.00 (±4.00)	4.75 (±3.45)	6.13 (±2.59)	4.13 (±2.47)	-1.50 (±4.38)	3.00 (±3.21)	5.00 (±3.16)
分散分析の結果(F値)								
項目 安定度	実験群	セッション		週	セッション×実験群			
	$F(2,21)=1.22$	$F(2,37)=93.95^{***}$		$F(3,63)=1.00$	$F(4,37)=3.30^*$			
	週×実験群	セッション×週		実験群×セッション×週				
$F(6,63)=1.24$	$F(5,106)=4.66^{**}$		$F(10,106)=1.16$					
注)カッコ内標準偏差      *: $p<.05$ , **: $p<.01$ , ***: $p<.001$								

表3-5 各実験群におけるセッション毎のTDMS 覚醒度因子得点の平均値

実験群	1週				2週			
	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静
VRMT群	-5.88 (±2.95)	4.00 (±4.14)	2.88 (±6.20)	-5.63 (±1.69)	-7.38 (±4.37)	1.50 (±3.12)	0.50 (±4.57)	-7.88 (±3.72)
MT群	-7.25 (±4.13)	2.38 (±3.20)	-4.75 (±3.88)	-6.13 (±5.38)	-5.38 (±3.81)	0.75 (±2.96)	-5.00 (±2.83)	-6.50 (±3.59)
CO群	-5.63 (±3.96)	4.75 (±5.34)	-5.63 (±4.17)	-8.63 (±4.96)	-4.75 (±4.10)	2.38 (±2.67)	-7.13 (±3.31)	-7.50 (±2.67)
実験群	3週				4週			
	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静
VRMT群	-5.63 (±2.13)	0.13 (±2.03)	-0.25 (±3.88)	-5.50 (±3.21)	-5.63 (±2.88)	1.13 (±1.73)	-2.25 (±2.43)	-5.63 (±1.60)
MT群	-7.00 (±4.07)	1.38 (±2.72)	-7.00 (±5.95)	-7.25 (±5.34)	-5.75 (±3.11)	1.38 (±2.77)	-5.13 (±2.47)	-7.63 (±3.89)
CO群	-6.50 (±4.00)	3.38 (±3.11)	-5.13 (±3.09)	-6.88 (±3.00)	-4.00 (±2.56)	2.13 (±3.68)	-3.88 (±2.64)	-5.63 (±3.29)

分散分析の結果(F値)			
項目	実験群	セッション	週
覚醒度	$F(2,21)=1.85$	$F(2,36)=73.16^{***}$	$F(3,63)=1.29$
週×実験群		セッション×週	実験群×セッション×週
	$F(6,63)=1.11$	$F(9,189)=1.81$	$F(18,189)=1.62$

注)カッコ内標準偏差      \*\*: $p < .01$ , \*\*\*: $p < .001$

表 3-6 各実験群における実験前後の POMS 短縮版緊張—不安因子 T 得点の平均値

実験群	1週		2週		3週		4週	
	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後
VRMT群	42.00 (±9.27)	52.13 (±14.18)	39.38 (±5.45)	43.38 (±8.16)	38.88 (±8.64)	44.13 (±9.43)	38.88 (±7.55)	43.38 (±9.62)
MT群	39.88 (±10.01)	42.50 (±11.64)	38.00 (±5.86)	40.38 (±9.75)	39.25 (±8.10)	40.25 (±9.48)	38.13 (±8.97)	40.00 (±9.46)
CO群	45.88 (±11.09)	55.13 (±12.31)	49.88 (±6.96)	47.63 (±13.21)	45.88 (±11.80)	48.13 (±14.54)	42.75 (±8.48)	46.25 (±13.47)
分散分析の結果 (F値)								
項目 緊張—不安	実験群		実験前後		週		実験前後×実験群	
	$F(2,21)=1.96$		$F(1,21)=7.99^*$		$F(2,43)=3.93^*$		$F(2,21)=0.81$	
	週×実験群		実験前後×週		実験群×実験前後×週			
$F(4,43)=0.61$		$F(2,35)=2.90$		$F(3,35)=0.84$				
注)カッコ内標準偏差			*: $p < .05$					

表3-7 各実験群における実験前後のPOMS短縮版抑うつ—落込み因子T得点の平均値

実験群	1週		2週		3週		4週	
	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後
VRMT群	44.25 (±4.30)	46.25 (±9.90)	42.25 (±3.15)	41.13 (±2.64)	44.13 (±7.92)	44.75 (±9.50)	43.13 (±4.12)	42.13 (±4.91)
MT群	45.25 (±11.39)	44.88 (±11.08)	41.88 (±3.91)	42.63 (±8.30)	42.13 (±4.49)	42.38 (±5.78)	40.88 (±2.17)	42.75 (±6.80)
CO群	45.00 (±3.93)	47.38 (±8.33)	44.88 (±3.87)	43.25 (±4.40)	45.38 (±10.00)	45.88 (±8.51)	43.38 (±4.93)	43.63 (±6.02)
分散分析の結果(F値)								
項目	実験群		実験前後		週		実験前後×実験群	
抑うつ— 落込み	$F(2,21)=0.32$		$F(1,21)=0.18$		$F(2,39)=2.93$		$F(2,21)=0.03$	
	週×実験群		実験前後×週		実験群×実験前後×週			
	$F(4,39)=0.24$		$F(1,26)=0.63$		$F(3,26)=0.59$			

注)カッコ内標準偏差

表 3-8 各実験群における実験前後の POMS 短縮版怒り—敵意因子 T 得点の平均値

実験群	1週		2週		3週		4週	
	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後
VRMT群	38.00 (±1.93)	39.75 (±5.52)	38.13 (±1.55)	37.00 (±0.00)	40.00 (±7.35)	40.25 (±6.25)	38.38 (±2.88)	37.63 (±1.77)
MT群	39.00 (±5.66)	39.25 (±6.36)	38.00 (±2.83)	39.13 (±3.83)	37.63 (±1.77)	38.38 (±3.89)	38.00 (±2.83)	38.38 (±3.89)
CO群	38.00 (±1.93)	38.38 (±2.88)	38.38 (±2.88)	38.00 (±1.93)	40.38 (±8.40)	39.38 (±5.60)	37.63 (±1.77)	38.38 (±2.00)
分散分析の結果 (F値)								
項目 怒り—敵意	実験群		実験前後		週		実験前後×実験群	
	$F(2,21)=0.01$		$F(1,21)=0.14$		$F(2,32)=1.22$		$F(2,21)=0.16$	
	週×実験群		実験前後×週		実験群×実験前後×週			
$F(3,32)=0.69$		$F(1,31)=0.40$		$F(3,31)=0.76$				

注)カッコ内標準偏差

表 3-9 各実験群における実験前後の POMS 短縮版活気因子 T 得点の平均値

実験群	1週		2週		3週		4週	
	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後
VRMT群	49.00 (±10.38)	35.50 (±10.86)	38.38 (±10.31)	39.00 (±10.78)	35.75 (±8.55)	34.13 (±6.03)	34.63 (±9.09)	33.50 (±5.71)
MT群	37.38 (±6.41)	31.75 (±4.33)	34.63 (±6.12)	31.25 (±2.55)	32.13 (±4.26)	31.75 (±4.77)	34.50 (±7.09)	32.13 (±5.00)
CO群	47.13 (±6.77)	38.63 (±6.48)	39.50 (±4.90)	37.38 (±4.37)	41.38 (±6.63)	38.00 (±5.63)	37.25 (±7.94)	35.50 (±4.72)
分散分析の結果(F値)								
項目 活気	実験群		実験前後		週		実験前後×実験群	
	$F(2,21)=3.05$		$F(1,21)=17.12^{***}$		$F(3,63)=7.84^{***}$		$F(2,21)=0.14$	
	週×実験群		実験前後×週		実験群×実験前後×週			
	$F(6,63)=1.61$		$F(2,48)=9.91^{***}$		$F(5,48)=1.68$			
注)カッコ内標準偏差		***: $p<.001$						

表 3 - 1 0 各実験群における実験前後の POMS 短縮版疲労因子 T 得点の平均値

実験群	1週		2週		3週		4週		
	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	
VRMT群	42.00 (±4.96)	45.63 (±9.44)	45.00 (±7.25)	42.75 (±5.34)	42.00 (±5.55)	44.75 (±5.75)	41.25 (±3.99)	41.50 (±3.51)	
MT群	42.38 (±5.55)	43.38 (±7.73)	46.13 (±4.76)	44.75 (±5.57)	46.88 (±6.40)	46.75 (±6.90)	41.63 (±4.14)	43.75 (±6.61)	
CO群	44.88 (±10.44)	46.88 (±8.27)	48.13 (±8.72)	45.75 (±5.68)	47.00 (±11.46)	46.88 (±9.55)	45.38 (±8.47)	46.38 (±9.32)	
分散分析の結果 (F値)									
項目 疲労	実験群		実験前後		週		実験前後×実験群		
	$F(2,21)=0.77$		$F(1,21)=0.39$		$F(3,63)=1.77$		$F(2,21)=0.11$		
	週×実験群			実験前後×週			実験群×実験前後×週		
	$F(6,63)=0.50$			$F(2,39)=2.28$			$F(4,39)=0.37$		

注)カッコ内標準偏差

表3-11 各実験群における実験前後のPOMS短縮版混乱因子T得点の平均値

実験群	1週		2週		3週		4週		
	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	
VRMT群	50.75 (±10.04)	59.13 (±21.36)	49.88 (±7.68)	52.88 (±10.52)	47.63 (±6.89)	54.13 (±10.11)	47.38 (±4.69)	51.50 (±7.19)	
MT群	49.50 (±8.18)	57.75 (±9.63)	48.00 (±4.24)	52.75 (±10.19)	49.25 (±5.37)	52.63 (±7.95)	47.38 (±5.04)	53.13 (±7.10)	
CO群	54.25 (±8.10)	65.38 (±13.86)	53.00 (±5.18)	55.38 (±8.45)	50.50 (±8.49)	57.00 (±9.62)	50.38 (±9.97)	54.25 (±13.67)	
分散分析の結果(F値)									
項目 混乱	実験群		実験前後		週		実験前後×実験群		
	$F(2,21)=0.71$		$F(1,21)=16.63^{**}$		$F(3,63)=5.07^{**}$		$F(2,21)=0.01$		
	週×実験群			実験前後×週			実験群×実験前後×週		
	$F(6,63)=0.26$			$F(2,41)=2.28$			$F(4,41)=0.32$		
注)カッコ内標準偏差		$** : p < .01$							

表3-12 各実験群におけるセッション毎のCSI値の平均値

実験群	1週				2週			
	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静
VRMT群	4.10 (±0.87)	5.05 (±2.11)	4.12 (±0.70)	3.89 (±0.97)	4.12 (±1.53)	4.48 (±1.01)	4.26 (±0.97)	3.85 (±0.85)
MT群	3.22 (±1.62)	4.87 (±1.46)	3.45 (±1.22)	3.01 (±0.74)	3.08 (±1.45)	4.82 (±1.62)	3.64 (±0.81)	2.86 (±0.89)
CO群	2.90 (±1.11)	5.64 (±1.54)	2.98 (±0.83)	3.17 (±0.84)	3.29 (±0.76)	4.77 (±1.64)	3.12 (±0.53)	3.29 (±0.79)
実験群	3週				4週			
	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静
VRMT群	3.72 (±0.95)	4.67 (±1.58)	4.42 (±1.00)	3.86 (±1.22)	3.63 (±1.23)	4.42 (±1.56)	4.03 (±1.07)	3.95 (±1.15)
MT群	3.08 (±0.99)	4.75 (±2.40)	3.63 (±1.64)	3.16 (±1.23)	2.79 (±1.19)	4.02 (±1.28)	3.43 (±1.36)	3.23 (±1.74)
CO群	3.61 (±1.27)	4.96 (±1.60)	3.21 (±0.77)	3.36 (±0.76)	3.27 (±0.54)	4.20 (±0.64)	3.04 (±0.45)	3.04 (±0.34)

分散分析の結果(F値)			
項目	実験群	セッション	週
CSI値	$F(2,21)=1.22$	$F(2,33)=22.51^{***}$	$F(3,63)=1.31$
週×実験群		セッション×週	実験群×セッション×週
$F(6,63)=0.08$		$F(9,189)=2.66^*$	$F(18,189)=0.98$

注)カッコ内標準偏差      \* $p < .05$ , \*\*\* $p < .001$

表3-13 各実験群におけるセッション毎のCVI値の平均値

実験群	1週				2週			
	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静
VRMT群	4.34 (±0.40)	4.38 (±0.32)	4.62 (±0.42)	4.30 (±0.35)	4.31 (±0.40)	4.29 (±0.41)	4.56 (±0.50)	4.22 (±0.37)
MT群	4.52 (±0.41)	4.59 (±0.41)	4.68 (±0.46)	4.41 (±0.55)	4.33 (±0.33)	4.36 (±0.20)	4.54 (±0.17)	4.29 (±0.22)
CO群	4.46 (±0.25)	4.48 (±0.20)	4.46 (±0.30)	4.39 (±0.27)	4.33 (±0.36)	4.35 (±0.36)	4.25 (±0.39)	4.28 (±0.41)
実験群	3週				4週			
	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静
VRMT群	4.39 (±0.34)	4.39 (±0.28)	4.73 (±0.41)	4.33 (±0.39)	4.40 (±0.30)	4.43 (±0.22)	4.73 (±0.15)	4.38 (±0.27)
MT群	4.43 (±0.43)	4.52 (±0.35)	4.60 (±0.38)	4.39 (±0.48)	4.64 (±0.42)	4.58 (±0.34)	4.71 (±0.45)	4.49 (±0.51)
CO群	4.03 (±0.42)	4.24 (±0.29)	4.15 (±0.30)	4.14 (±0.27)	4.47 (±0.19)	4.54 (±0.32)	4.37 (±0.36)	4.39 (±0.30)

分散分析の結果(F値)			
項目	実験群	セッション	週
CVI値	$F(2,21)=0.80$	$F(3,63)=17.35^{***}$	$F(3,63)=3.10^*$
	週×実験群		セッション×週
	$F(6,63)=1.08$		$F(9,189)=0.95$
	実験群×セッション×週		
	$F(18,189)=0.84$		

注)カッコ内標準偏差       $*p < .05$ ,  $^{***}p < .001$

表3-14 各実験群におけるセッション毎の平均呼吸時間

実験群	1週				2週			
	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静
VRMT群	4.35 (±0.85)	4.06 (±0.39)	8.96 (±3.08)	5.64 (±1.86)	4.25 (±0.89)	4.13 (±0.35)	10.25 (±3.96)	5.13 (±1.46)
MT群	4.15 (±0.50)	3.75 (±0.39)	8.09 (±1.80)	4.63 (±0.78)	3.75 (±0.71)	4.00 (±0.53)	9.63 (±3.25)	4.00 (±0.53)
CO群	3.96 (±1.43)	3.48 (±0.62)	4.23 (±1.21)	4.19 (±1.32)	4.13 (±1.13)	3.88 (±0.83)	4.63 (±1.06)	4.63 (±1.51)
実験群	3週				4週			
	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静	実験前安静	ストレス課題	実験課題	実験後安静
VRMT群	4.25 (±0.62)	4.03 (±0.38)	9.60 (±3.06)	5.50 (±2.94)	4.39 (±0.78)	4.20 (±0.55)	8.84 (±2.60)	5.19 (±1.67)
MT群	3.95 (±0.42)	3.71 (±0.43)	8.13 (±3.05)	4.29 (±1.08)	3.70 (±0.50)	3.71 (±0.40)	10.23 (±5.12)	4.03 (±0.36)
CO群	4.25 (±1.62)	3.84 (±0.95)	4.11 (±0.94)	4.33 (±1.46)	3.99 (±1.52)	3.73 (±0.86)	4.39 (±1.77)	4.60 (±2.06)

分散分析の結果(F値)

項目 呼吸時間	実験群	セッション	週	セッション×実験群
		$F(2,21)=4.93^*$	$F(1,28)=48.49^{***}$	$F(2,44)=0.88$
	週×実験群	セッション×週	実験群×セッション×週	
	$F(4,44)=0.44$	$F(4,79)=2.66^*$	$F(8,79)=2.00$	

注)カッコ内標準偏差 \*: $p < .05$ , \*\*\*: $p < .001$

### 3. 4. 考察

本研究では、VR 環境下で実施するメンタルトレーニングの一技法である呼吸法の効果を検証するため、大学生アーチェリー選手を実際の試合の映像と音響によって構築した VR 環境下で呼吸法を行う VRMT 群，呼吸法のみを行う MT 群，および統制群の 3 群に分けた。そして、4 週間に及ぶ呼吸法トレーニング効果について実験前後あるいは実験前安静，ストレス課題，実験課題，実験後安静の 4 セッションにおける 3 群の心理・生理的反応を比較した。

4 つのセッション直後の気分状態を評価した TDMS の得点をみると、各実験群の快適度因子では、実験前安静に比べて実験の後半に有意な低下がみられた。また、実験前後の気分状態を評価した POMS 短縮版の得点では、緊張—不安と混乱の 2 因子において、実験前に比べて実験後に増加し、逆に活気因子は低下した。本実験において、実験参加者は心理社会的ストレス課題である TSST を含めた一連の実験課題に対して 45 分以上の対処が求められた。そのため、実験参加者には TSST による心理的ストレスに加えて比較的長い時間の拘束ストレスが作用して、少なからず精神的疲労が生じたと考えられる。

次に、本実験で採用したストレス課題である TSST が、それぞれの実験群に同様のストレス反応を喚起したのかについて確認した。ST 前後 (Q2-Q3) の TDMS 快適度と安定度因子をみると、いずれも ST 後の得点が低下し、TDMS 覚醒度因子得点は有意に高まっていた。このことから、TSST によるストレス刺激は、実験参加者に対して不快でネガティブかつイライラして緊張した気分状態を増強させ、さらに興奮して活発な気分状態だったといえる。したがって、TSST は、VR 環境下で実施される呼吸法のリラックス効果を検討するための実験課題前の Baseline (基準点) となるストレス状態を操作的に導いたことになる。この結果は、TSST が適切なストレス課題であったことを示している。さらに、TDMS 活性度と覚醒度因子の得点をみると、VR 環境で呼吸法を行った ET 前後で VRMT 群は有意に高まり、そのときに安静状態を保った CO 群の活性度得点は有意に低下し、ET 後の両群間にも有意な差が認められた。また、覚醒度得点は VRMT 群のみ有意に高まっている。そして、呼吸法のみを行った MT 群には ET 前後の変化がみられなかった。また、VRMT 群の内省調査から、投影映像に対して「臨場感があった」「大会を思い出し、緊張した」などの報告があった。これらのことから、VRMT 群は視覚・聴覚情報を利用して競技場面に近似した環境を具体的にイメージすることが容易となり、そのことが、イキイキ

して活力があり、興奮して活発な気分状態を喚起させ心理的な興奮状態をもたらして活性化・覚醒度を高めたものと推察される。

心電図 R-R 間隔から求めた CSI 値と CVI 値は、いずれのセッションにおいても実験群間に有意な差は認められなかった。セッション間の変化から、CSI 値は、ST で有意に増加しており、TSST によるストレス刺激で交感神経活動が亢進していることがうかがえる。また、1 週目が 4 週目よりも高いことから、実験参加者には実験初期の TSST が最もストレス状態にあったことが示された。この TSST によるストレス反応としての自律神経活動の変化について、井澤<sup>38)</sup> は、TSST によるストレス刺激によってストレスホルモンであるコルチゾールの分泌増加が観察されたことを報告している。コルチゾールが分泌されると交感神経に刺激・緊張をもたらすことから、TSST は生理的側面からみても適切なストレス課題といえよう。他方、CVI 値は、VRMT 群のみ他のセッションに比べ ET で増加し、MT 群は R1 と R2 に比べて ET で増加しており、これら 2 群の副交感神経活動の亢進がうかがえる。つまり、ストレス課題後の呼吸法によるリラクセーションで、副交感神経活動が亢進して比較的リラクセーション状態に導き、その後の安静で前値に戻ったことが示されている。したがって、心拍変動から評価される強いストレス状態から、呼吸法を行うことで副交感神経活動の亢進によるリラクセーション効果をもたらす可能性がある。生理的反応としての自律神経活動の変化は、TSST のようなストレス刺激に対しては交感神経活動の亢進として認められたが、その後は VR による投影映像の有無という実験室内環境の違いに関わらず、実験室内環境での呼吸法は、主に副交感神経活動の亢進によって容易にリラクセーション状態をもたらした可能性が示された。呼吸運動についてみると、ET において呼吸法を行った VRMT 群と MT 群の呼吸時間は、CO 群よりも有意に長かった。呼吸時間の短縮は、交感神経活動の上昇、つまり覚醒水準の上昇を意味し、対照的に呼吸時間の延長は副交感神経の活性化、つまり Relaxation の指標になるといわれている<sup>39)</sup>。このことから、VRMT 群と MT 群は、作為的に行った呼吸法ではあるが、呼吸時間の延長からリラクセーション状態に導く一助になったものと推察される。よって、実験参加者の継続的な呼吸法トレーニングが副交感神経活動の亢進につながりリラクセーション状態をもたらした可能性が示された。

以上のことから、VR 技術により競技実践場面に近似した環境下で呼吸法を実施することは、実験室内環境で実施する呼吸法と同様の生理的効果をもたらすことが認められた。さらに特徴的な現象として、VR 環境下で呼吸法を行った VRMT 群にのみ、呼吸法後に活

性度や覚醒度が上昇して MT 群や CO 群に比べて高い値を示したことである。これは、VRMT 群が VR 技術により試合場面の緊張感を享受した可能性を示すものであろう。VRMT 群は、スポーツ選手にとって臨場感のある環境が提供されて主観的には活性度や覚醒度が高まったが、その環境下での呼吸法によって生理的なリラクセス効果は得られていると推測される。VR 環境下での呼吸法を用いたリラクセーションスキル獲得は、競技場面での活用を考慮すると、従来のメンタルトレーニングによる呼吸法を用いたリラクセーションスキル獲得と同等かそれ以上の有効性を示した可能性が、実験室実験により示された。今後は、VR 環境下での心理的スキル獲得が競技実践場面においても有効に発揮されるかどうかについて検討することを課題としたい。

### 3. 5. 要約

本章では、バーチャルリアリティを用いた呼吸法トレーニングが心理・生理的反応に及ぼす影響について検討した。本研究は、VR空間において視覚・聴覚刺激を用いて実際の競技場面に似せた環境下で呼吸法を行う群とVRによる視覚・聴覚刺激を提示せず呼吸法のみを行う群、VRによる視覚・聴覚刺激を提示せず呼吸法を行わない群の3群間について、4週間に及ぶ呼吸法トレーニング効果を実験前後あるいは実験前安静、ストレス課題、実験課題、実験後安静の4セッションにおける心理・生理的反応の比較検討を行った。心理指標には、二次元気分尺度の改訂版とPOMS (Profile of Mood States) 短縮版、内省報告を用いて実験時の気分状態について測定し、生理指標では心電図R-R間隔と呼吸運動を採用した。

検討の結果、以下の知見が得られた。(1) TSSTは、VR環境下で実施される呼吸法のリラックス効果を検討するためストレス状態を操作的に導いた。(2) VRMT群は視覚・聴覚情報を利用して競技場面に近似した環境を具体的にイメージすることが容易となったことから、活性度と覚醒度が高まった。(3) VRによる投影映像の有無に関わらず、継続的な呼吸法トレーニングは副交感神経活動の亢進につながりリラクゼーション状態をもたらした可能性が示された。以上のことから、大学生スポーツ選手によるVR環境での呼吸法トレーニングは、活性度と覚醒度が高められ、さらに呼吸法によるリラックス効果は得られていると推測された。VR技術により競技実践場面に近似した環境下で呼吸法トレーニングを実施することは、実験室内環境で実施する呼吸法トレーニングと同様の効果をもたらすことが認められた。VR環境下での呼吸法を用いたリラクゼーションスキル獲得は、競技場面での活用を考慮すると、従来のメンタルトレーニングによる呼吸法を用いたリラクゼーションスキル獲得と同等かそれ以上の有効性を示した可能性が、実験室実験により示された。

## 第4章 総括

### 4. 1. 総合考察

メンタルトレーニングの一技法である呼吸法は、競技場面における実力発揮や競技力向上を目的として利用されている。本研究では、従来の呼吸法に VR 技術を付加した呼吸法トレーニングの効果について検討することを目的とした。研究を行うにあたり、近年のスポーツ選手の競技力向上を目的とした、合理的なメンタルトレーニングを教示するため、まず大学生スポーツ選手の心理的課題とその課題に対応したメンタルトレーニングについて検討する必要がある。そこで、まずは調査研究によりそれらを明らかにすることを第一の目的とし、近年のスポーツ選手が抱えている心理的課題の整理を行った。第二の目的として、調査研究により確認された心理的課題に対応したメンタルトレーニングであり、さらに、緒言で述べたメンタルトレーニングの今日的課題にも対応した、VR 技術を付加したメンタルトレーニングの有効性の検証を行った。

第2章では、大学生スポーツ選手におけるメンタルトレーニングの現状の把握と必要性、VR メンタルトレーニングへの関心度などを明らかにすることを目的にメンタルトレーニングに関する調査研究を行った。その結果、大学生スポーツ選手のメンタルトレーニング実施率は低いものの、メンタルトレーニングへの必要性は高い傾向にあった。次に、大学生スポーツ選手の心理的課題は、試合時に過度に緊張したことによるパフォーマンスの低下であった。そして、メンタルトレーニングには、試合時の過緊張を緩和して平常心で試合に臨めるような心理状態になることや、本来の実力を発揮できるようになることを強く期待しており、その傾向は競技レベルの高い大学生スポーツ選手であるほど高まっていた。また、競技レベルの高い学生は、競技レベルの低い学生に比べて、自身の競技力向上に心理的側面の重要性を高く認識していることが示唆された。最後に大学生スポーツ選手は、VR 環境下で行うメンタルトレーニングに試合場面の緊張感を再現することに関心を持っていた。

第3章では第2章であげられた、大学生スポーツ選手の心理的課題である試合時の過緊張の緩和に実用性のある技法とされる呼吸法に着目し、すでに心理的スキル獲得の効果

が確認されている安定した室内環境で、VR 技術を付加した呼吸法と従来の呼吸法の効果について比較検討した。その結果、VR 技術の有無に関わらず、継続的な呼吸法トレーニングは副交感神経活動の亢進につながり、リラクゼーション状態をもたらした。VR を付加する効果については、VR 技術により視覚情報や聴覚情報を利用して競技場面に近似した環境を具体的にイメージすることが容易となったことから、活性度と覚醒度が高まった。これは、大学生スポーツ選手が VR 技術に求めていた、試合場面の緊張感を享受した可能性を示すものであった。これらのことから、大学生スポーツ選手による VR 環境での呼吸法トレーニングは、活性度と覚醒度が高められ、さらに呼吸法によるリラックス効果は得られていると推測された。VR 技術により競技実践場面に近似した環境下で呼吸法トレーニングを実施することは、実験室内環境で実施する呼吸法トレーニングと同様の効果をもたらすことが認められた。VR 環境下での呼吸法を用いたリラクゼーションスキル獲得は、競技場面での活用を考慮すると、従来のメンタルトレーニングによる呼吸法を用いたリラクゼーションスキル獲得と同等かそれ以上の有効性を示した可能性が、実験室実験により示された。

以上のことから、安定した環境下で行われる従来の継続的なメンタルトレーニングに VR 技術を付加することは、スポーツ選手に試合場面の緊張感を享受させ、さらにはメンタルトレーニングの効果を示した。つまり、VR メンタルトレーニングは、競技環境とかけ離れた実験室内のような環境で習得した心理的スキルを、実際の競技大会の場で有効活用するための環境の差異を埋める手続きとして、その有用性が示されたといえる。これは、スポーツ選手の競技力向上を目的とした新たなメンタルトレーニングプログラムとして期待される。今後は、アーチェリー競技に限らず、そのほかの閉鎖系競技（クローズドスキル）への応用も視野に入れさらなる検討を行う必要があるだろう。

#### 4. 2. 研究の限界

本研究は、採用した研究デザインにより、得られた知見の一般化・普遍化に関する限界が存在する。

1. 本研究におけるメンタルトレーニングの実態調査は、体育専攻学生を対象とした。そのため、得られた知見を他の年齢層のスポーツ選手などの実態としてそのまま適用するには限界がある。
2. VR技術に基づく環境を付加した環境下にて行う呼吸法トレーニングの効果検証では、閉鎖系競技（クローズドスキル）であるアーチェリー競技者を対象としたため、得られた知見をそのまま開放系技能（オープンスキル）の競技種目に適用するには限界がある。

## 引用文献

- 1) 徳永幹雄 (2004) 最新スポーツ心理学—その軌跡と展望 日本スポーツ心理学会 (編) 大修館書店：東京都, pp.9-16
- 2) 中込四郎 (1994) メンタルトレーニング・ワークブック 道和書院：東京都, pp9-13
- 3) 松田岩男 (1986) スポーツ選手のメンタル・マネージメントに関する研究—第1報— 昭和60年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, pp i-iv
- 4) 徳永幹雄・中込四郎 (2005). スポーツメンタルトレーニング教本改訂増補版 日本スポーツ心理学会 (編) 大修館書店：東京, pp224-231
- 5) 猪俣公宏 (1986) 競技場面におけるストレスマネージメントの問題 スポーツ心理学研究, 12 (1), pp93-94
- 6) 下中直人 (2006) 最新スポーツ科学辞典 平凡社
- 7) 鈴木一行 (2008) スポーツ心理学辞典 大修館書店：東京都
- 8) 春木 豊 (1993) 呼吸法の積極的活用 体育の科学, 43, pp800-805
- 9) 大平英樹 (2010) 感情心理学・入門 有斐閣アルマ：東京都
- 10) 藤原 哲・菅原正和 (2010) C. R. Cloninger の TCI 理論と“あがり”の心理学 (I) —不安と“あがり”の関係— 岩手大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要, 9, pp109-116
- 11) 有田秀穂 (2012) 丹田呼吸法は前部前頭前野とセロトニン神経を活性化する 臨床神経学, Vol. 52, 11, pp1279-1280
- 12) 山中 寛 (2005) スポーツメンタルトレーニング教本改訂増補版 日本スポーツ心理学会 (編) 大修館書店：東京都, pp96-100.
- 13) 鈴木荘夫 (1997) 選手とコーチのためのメンタルマネジメント・マニュアル 大修館書店：東京都
- 14) 今井恭子・立谷泰久・山崎史恵・菅生貴之・石井源信 (2002) ソルトレークシティー五輪代表 (候補) 選手を対象としたメンタルチェックに関する報告 (1) : 心理面に関する意識調査 日本体育学会大会号, 53, pp275
- 15) 立谷泰久 (1999) メンタル・トレーニングの実態と課題—日本体育大学の学生に対する調査から— 日本体育大学紀要, 28 (2), pp171-180

- 16) 石井源信 (2006). メンタルトレーニング—何がどのように役立つか スポーツメンタルトレーニング指導士の現状と課題 トレーニングジャーナル, 28 (2), pp45-47
- 17) 西野 明・土屋裕睦 (2004) 我が国におけるメンタルトレーニング指導の現状と課題 --関連和書を対象とした文献研究 スポーツ心理学研究, 31 (1), pp9-21
- 18) 高妻容一・石井 聡 (2008) 講習会形式メンタルトレーニングプログラムの効果について (その4) 東海大学スポーツ医科学雑誌, 20, pp49-59
- 19) 児玉昌久・高松美佳子 (1989). メンタルトレーニングのスポーツに及ぼす効果の検討：自律訓練法とバイオフィードバック訓練について 早稲田大学人間科学研究, 2 (1), pp69-74
- 20) 廣瀬通孝 (1994). バーチャルリアリティと人間工学 人間工学, 30, pp367-371
- 21) 廣瀬通孝 (1997). 仮想現実から複合現実へ 電子情報通信学会総合大会講演論文集, 情報システム (2), pp449-450
- 22) 岩館憲幸・貝谷久宣 (1996) パニック障害の行動療法事例について：自律訓練法と暴露療法の併用 東海女子短期大学紀要, 22, pp109-121
- 23) Hartanto, D., Kampmann, I. L., Morina, N., Emmelkamp, P. G. M., Brinkman, W-P. & Neerinx, M. A. (2014). Controlling Social Stress in Virtual Reality Environments. PLoS One, 10, pone, 0092804
- 24) Bideau, B., Multon, F., Kulpa, R., Fradet, L., & Arnaldi, B. (2004). Virtual reality applied to sports: do handball goalkeepers react realistically to simulated synthetic opponents?. Proceedings of the ACM SIGGRAPH International Conference on Virtual Reality Continuum and its Applications in Industry (VRCAI '04), pp210-216.
- 25) 村井 剛 (2008) スポーツシミュレーションにおける研究の動向とバーチャルリアリティ関連技術の利用可能性 中京大学体育研究所紀要, 22, pp27-36.
- 26) 山本 博 (2010) 山本博のゼロから始めるアーチェリー 実業之日本社：東京
- 27) 高柳憲昭 (2007) みんなのアーチェリー 三晃印刷株式会社：東京
- 28) 徳永幹雄・吉田英治・重枝武司・東健二・稲富勉・斉藤孝 (2000) スポーツ選手の心理的競技能力にみられる性差, 競技レベル差, 種目差 健康科学, 22, pp109-120
- 29) 山西博之 (2011) 教育・研究のための自由記述アンケートデータ分析入門：SPSS Text Analytics for Surveys を用いて 外国語教育メディア学会 (LET) 関西支部メソドロジー研究部会 2010 年度報告論集, pp110-124

- 30) 井村弥生・平澤久一・林 朱美・中森美季・田口豊恵・中谷茂子 (2013) 看護学生の一次救命処置演習の実施による認識の変化 -配置投影とテキストマイニングによる演習前後の比較- 関西医療大学紀要, 7, pp 23-33
- 31) 円田善英・村本和世・平田大輔 (2000) スポーツ選手の競技力と心理的能力の関係―レギュラー群と非レギュラー群の比較― 日本体育大学体育研究所雑誌, 25, pp175-187
- 32) 坂入洋右・征矢英昭 (2003) 新しい感性指標―運動時の気分測定 体育の科学, 53, pp845-850
- 33) 横山和仁 (2005) POMS 短縮版手引と事例解説 金子書房：東京
- 34) 永松俊哉・鈴川一宏・甲斐裕子・松原 功・植木貴頼・須山靖男 (2009) 青年期における運動・スポーツ活動とメンタルヘルスとの関係 体力研究, 107, pp11-14
- 35) Toichi, M., Sugiura, T., Murai, T. & Sengoku, A. (1997). A new method of assessing cardiac autonomic function and its comparison with spectral analysis and coefficient of variation of R-R interval. *Journal of the Autonomic Nervous*, 62(1-2), pp79-84
- 36) 久我隆一・三村 覚 (2007). 呼吸運動モニタピックアップ 特願, 2007-123938.
- 37) Kirschbaum, C., Pirke, K.-M. & Hellhammer D. H. (1993). The 'Trier Social Stress Test' – A Tool for Investigating Psychobiological Stress Responses in a Laboratory Setting. *Neuro-psychobiology*, 28, pp76-81
- 38) 井澤修平 (2010). 唾液中ストレスバイオマーカーを用いた人の注意機能の評価 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, 40, pp159-162
- 39) 児玉昌久・佐久田祐子 (1994). 音楽提示が生体に及ぼす効果の検討 早稲田大学人間科学研究, 7 (1), pp43-52

## 謝辞

本論文を作成するにあたり，博士課程指導教員の楠本恭久教授，スポーツ心理学研究室の西條修光教授，高井秀明助教，園部 豊助教から，貴重な時間を割いて丁寧なご指導を賜りました。また，日本大学の水落文夫教授，吉本俊明氏には，多大なご助言・ご協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。また，被験者を快く引き受けてくださった、学友会アーチェリー部員 25 名をはじめ，データ処理等にご協力くださった本学大学院や日本大学大学院の後輩の皆様に感謝いたします。