

【論文】

バーチャルリアリティ環境下における 継続的な呼吸法のトレーニング効果

Investigation of the Effect of Continuous Training in Breathing Techniques
in a Virtual Reality Environment

深 見 将 志
Fukami Masashi

目次

- 1 問題と目的
- 2 方法
- 3 結果
- 4 考察
- 5 結論
- 6 本研究の限界

要旨

心理的スキルの継続的なトレーニング効果に関する検討については、心理・生理的側面から実証されてきた。しかしながら、VR技術を用いた心理的スキルの継続的なトレーニング効果については明確ではない。そこで、本研究ではVR環境下における継続的な呼吸法のトレーニング効果について検討することを目的とした。本研究の結果から、VR技術は競技場面に近似した環境を具体的にイメージすることを容易にさせることや、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により、実験室内環境で実施する呼吸法の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。また、VR環境下での呼吸法を用いた心理的スキルの獲得は、競技場面での活用を考慮すると、従来の心理的スキルトレーニングによる呼吸法を用いたスキルの獲得と同等かそれ以上の有効性を示す可能性がある。

1 問題と目的

2013年9月7日にブエノスアイレスにて2020年オリンピック・パラリンピック競技大会（以下、2020東京大会）の開催が決定した。この決定により、日本においてオリンピックやスポーツに対する関心や期待が高まった。体育・スポーツ科学を専門とする学術団体においても、開催決定後2020東京大会を主題としたシンポジウムや講演会、研究発表が盛んに行われてきた。2015年に行われた日本体育学会第66回大会においては、大会テーマを「2020東京オリンピック・パラリンピックと体育・スポーツの科学研究」とし、日本オリンピック委員会（以下、JOC）や大会組織委員会、体育・スポーツ科学を専門とする研究者から「オリンピック競技大会の理念」や「大会終了後に残す成果（レガシー）」、「開催に向けたスポーツプロモーション」、「スポーツ競技力向上のサポート」など多岐にわたる研究発表がなされた（日本体育学会第66回大会組織委員会、2015）。

日本国内における2020東京大会に向けた取り組みとして、JOCが実施している事業のひとつに「アスリートプログラム」がある。このプログラムは、オリンピック競技大会の正式競技に日本代表として参加可能な選手を「オリンピック強化指定選手」として認定し、効果的な強化活動の展開を図ることを目的としている（日本オリンピック委員会、2012）。平成30年8月1日付の報告では、夏季競技の35団体を対象に「コーチングスタッフ」、「マネジメントスタッフ」、「情報・戦略スタッフ」、「医・科学スタッフ」など3933名の強化スタッフが配置されており、多様な側面からオリンピック強化指定選手の競技力向上のサポートを実施している（日本オリンピック委員会、2018）。

今日における日本のオリンピックに向けた選手の競技力向上のサポート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り、この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」が中心的な役割を担っていた（鷲塚、2017）。本委員会は、1960年に設けられ、61名からなる専門家委員が「体力管理」、「技術」、「トレーニング」、「心理」の4部会に分かれて、科学的な知見からのサポートをオリンピック強化指定選手のために提供した。スポーツ科学研究委員会の心理部会には、10名の委員が指名された。彼らによる「あがりの研究」が日本におけるスポーツ心理学研究の始まりとされている（徳永、2004）。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。しかしながら、心理部会が示した対策法は、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技法やシュルツの自律訓練法・催眠法などの臨床心理学からの技法を適用するものであった（中込、1994；松田、1986）。

オリンピック強化指定選手などの優れたスポーツ選手は、身体的に優れた能力を有し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、こころ一番での集中力などの精神的に優れた能力も有している。しかし、いかに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なプレッシャーを受ける。それらのプレッシャーは、不快や恐れ、怒り、喜び、楽しさなどの情動を喚起させて無意識的に心理状態を変容させる。

そして、これらの変化は、交感神経や視床下部を活性化させ心拍数や呼吸数の増加を惹起する情動反応を引き起こし、パフォーマンスの発揮を妨害する要因となることが考えられる。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（猪俣，1986；下中，2006；鈴木，2008）。

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心理的スキルトレーニング（メンタルトレーニング）という。スポーツ選手は自身の主訴に対応した技法の習得を目的に練習やトレーニング、日常生活の中に心理的スキルトレーニングを取り入れている。心理的スキルトレーニングは、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（鈴木，2008）。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や、競技場面を思い浮かべ、競技遂行に先立ったりハーサルとして行うイメージ技法、他にも注意集中技法や目標設定技法等がある（鈴木，2016）。

スポーツ競技場面においては、スポーツ選手の多くが呼吸法を行っている。それは、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、実用性の高い技法とされているためである（春木，1993）。

大平（2010）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同士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かのいずれかである。セロトニン・トランスポーターには、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（大平，2010；藤原・菅原，2010）。このことから、日本人の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推測される。

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（藤原・菅原, 2010）。このセロトニンの活性化と呼吸法について有田（2010）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、吸気と呼気の上に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（春木, 1993；山中, 2005）。

深見（2015）は、532名の大学生スポーツ選手を対象に、メンタルトレーニングに関する調査研究を行った。そして、調査の結果から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ことを報告している。つまり、多くの大学生スポーツ選手は競技場面における緊張への適切な対応を望んでいることが示されている。このことから、リラックスした状態へと導く可能性のある呼吸法が競技場面において有用であることが示唆される。

呼吸法の効果については、一般的に心理的側面、生理的側面から検討されており、これまでに数多くの報告がされている。福井ほか（2015）は、大学生スポーツ選手を対象に2ヶ月間の継続的なメンタルトレーニングの効果について心理、生理、主観的な側面から検討し、呼吸法のトレーニングによりリラックス・集中状態時に現れる α 波が増加することや継続的なメンタルトレーニングがリラックス能力の向上に影響していることを報告している。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、実際の競技場面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呼吸法では、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（深見ほか, 2015）。

そこで、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（廣瀬, 1994；1997）。近年では、社交不安障害や心的外傷後ストレス障害などの精神疾患患者を対象にエクスポージャー法（暴露療法）にVR技術を用いたVRエクスポージャー法による検証研究が行われるようになり、その効果が示されている。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（岩館・貝谷, 1996；Hartanto et al., 2014）。

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。Petri et al. (2018) のレビューによると、ダンスやバスケットボール、野球、ジャグリング、ボート、ダーツ、卓球などの競技において技術の向上や技術の習得を目的に VR を活用した研究報告がされている。また、アメリカ代表の女子アルペンスキーチームは、ワールドカップやオリンピック等の競技会中においてレースコースの滑走時間が限られていることから、VR 技術を用いた滑走トレーニングプログラムを開発し、選手たちに実践させていることやプログラムの有効性について報告している（U.S Ski & Snowboard, 2018）。同様に、ハンドボールの 7m スロー局面におけるゴールキーパーの反応動作に関する研究において、VR 技術により作成されたハンドボール選手の 7m スローと現実の選手の 7m スローでは、どちらの投球動作に対してもゴールキーパーは同じ反応動作であったことが実証された。さらに、VR 技術によるゴールキーパーのトレーニング効果も報告されている（Bideau et al., 2004）。

以上の報告から、VR 技術が運動スキルの獲得を目的としたトレーニング効果を増大させている可能性が示された。その一方で、VR 技術を心理的スキルの獲得に応用したトレーニングプログラムは少なく、その効果についても検討の余地がある。そのため、VR 技術を用いた心理的スキル獲得を目的としたトレーニングの実用性については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心理的スキルのトレーニングを実施することができれば、運動スキルの獲得と同様にそのトレーニング効果の増大が期待できるであろう。

心理的スキルのトレーニング効果に関する検討については、これまでに多くの先行研究がある。それらの多くは、心理・生理的側面から実証されている（児玉・高松, 1989；高妻・石井, 2008）。しかしながら、VR 技術を用いた心理的スキルのトレーニング効果については明確ではない。深見ほか（2015）は、大学生スポーツ選手を対象に VR 技術を付加した環境下における一過性の呼吸法の効果について検討し、VR 環境により活性度が高められているものの、呼吸法により活性度が低下しリラックス効果が得られていることを報告している。しかしこの効果については、一過性の効果であり継続的な呼吸法のトレーニング効果については検討されていない。そこで本研究では、深見ほか（2015）の研究について、さらなる検討として VR 環境下における継続的な呼吸法のトレーニング効果について検討することを目的とした。

なお、VR 技術によるスポーツの利用可能性について、村井（2008）は、競技中のプレー局面に応じて、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）といわれているアーチェリー競技者を対象とした検討を試みることにした。

2 方法

1) 実験参加者

実験参加者は、深見ほか（2015）と同様の A 大学アーチェリー部 25 名とした。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 ± 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 ± 0.5 歳）（以下、VR 群）、呼吸法群（VR による視覚・聴覚刺激を提示せず呼吸法（Breathing technique）のみを行う群）8 名（男性 3 名、女性 5 名、平均年齢 19.9 ± 1.0 歳）（以下、BT 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 ± 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¹⁾。

群分けの手続きについては、群間の競技レベルが同等となるように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、BT 群、VR 群の順に割り振り、女性は得点の高い者から VR 群、BT 群、CO 群の順に割り振った。VR 群（ 1258.1 ± 28.7 点）、BT 群（ 1251.5 ± 40.3 点）、CO 群（ 1247.1 ± 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。

2) 実験計画

VR 空間の構築

VR 空間（図 1）を構築するにあたり、村井（2008）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）により撮影されたアーチェリー競技会の映像であった。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競技会の決勝戦の中から 5 分間を抽出して実験に用いることとした（図 2）。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。

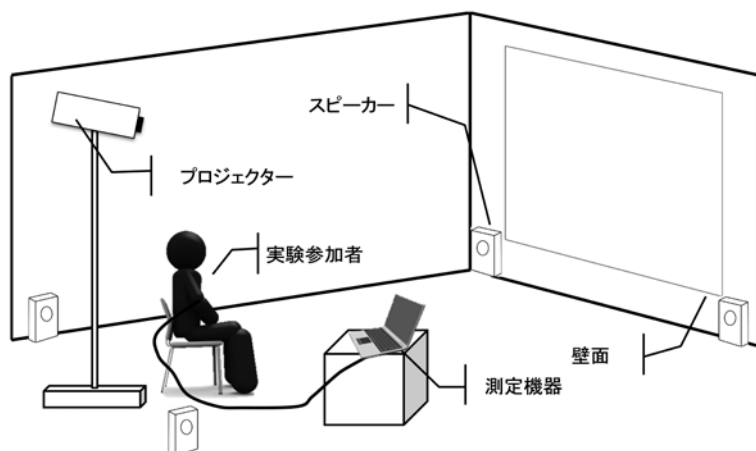


図1 VR実験環境（深見ほか（2015）より改変引用）



図2 実験に使用した投影映像（深見ほか（2015）より引用）

3) 心理指標

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

TDMSは、心理状態（気分）を「快適度」、「活性度」、「安定度」、「覚醒度」の4因子から測定する質問紙である（坂入・征矢，2003）。8項目と非常に少ない質問項目で構成されていることから、短時間で実施可能なため、心理状態の変化を継続的に繰り返し測定できる。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。回答は、「0：全くそうでない」から「5：非

常にそう」のリッカート法による6件法とし、それぞれの項目に対するあてはまりの程度について数字を選択するように求めた。

(2) POMS (Profile of Mood States) 短縮版

POMS 短縮版は、実験参加者の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(横山, 2005)。回答は、「0: まったくなかった」から「4: 非常に多くあった」のリッカート法による5件法とし、それぞれの項目に対するあてはまりの程度について数字を選択するように求めた。POMS 短縮の評価には、性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。

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でアナログ—デジタル変換して記録した(Power Lab, AD Instruments社)。心電図 R-R 間隔は、Lorentz plot 法(Toichi et al., 1997)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、呼吸運動モニタピックアップ(久我・三村, 2007)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でアナログ—デジタル変換(Power Lab, AD Instruments社)して記録した。呼吸運動モニタピックアップは、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。本研究では、吸気から呼気までを1回の呼吸とし、1回あたりの呼吸時間(秒)を算出した。

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（鈴木，2008）。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，吸気と呼気の間に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（山中，2005）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（VR群：VR環境下での呼吸法，BT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1）。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（以下，TSST）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（Kirschbaum et al.,1993）。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。課題は各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，ディスポ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（R1，ST，ET，R2）と，実験の前後にPOMS短縮版の質問紙（POMS1，POMS2）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。

表1 実験計画

	実験前	実験前安静 (R1)	ストレス課題 (ST)	実験課題 (ET)	実験後安静 (R2)	実験後
心理指標	POMS1	TDMS1	TDMS2	TDMS3	TDMS4	POMS2
生理指標	-	心電図 呼吸時間	心電図 呼吸時間	心電図 呼吸時間	心電図 呼吸時間	-

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（VR 群，BT 群，CO 群；3）におけるセッション（R1，ST，ET，R2；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（VR 群，BT 群，CO 群；3）における実験前後（POMS1，POMS2；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（VR 群，BT 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（VR 群，BT 群，CO 群；3）におけるセッション（R1，ST，ET，R2；4）毎の呼吸時間（秒）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 結果

1) 心理指標

(1) TDMS

表 2 に，VR 群，BT 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，セッションと週の要因間の交互作用が有意であった。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 R1 と ST 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，2 週目，3 週目，4 週目の 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，R1 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，ST では有意な差は認められなかった。また，1 週目では R1 が ST ($p<.001$)，ET ($p<.01$)，R2 ($p<.01$) よりも有意に高く，ST が ET ($p<.001$)，R2 ($p<.001$) よりも有意に低い値を示し，2 週目では ST が R1 ($p<.01$)，ET ($p<.001$)，R2 ($p<.001$) よりも有意に低い値を示し，3 週目では ST が R1 ($p<.01$)，ET ($p<.01$)，R2 ($p<.001$) よりも有意に低い値を示し，4 週目では ST が R1 ($p<.01$)，ET ($p<.001$)，R2 ($p<.001$) よりも有意に低く，R2 が ET よりも有意に高い値を示した。

活性度では，セッション要因の主効果および実験群とセッションと週の要因間の交互作用が有意であった。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，2 週目の 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 VR 群，CO 群の 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ET、2週目のET（の2水準に有意な単純・単純主効果が認められ、VR群の1週目、2週目の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、3週目の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ETではVR群がCO群（ $p<.05$ ）よりも有意に高い値を示した。VR群の1週目ではETがST（ $p<.05$ ）、R2（ $p<.05$ ）よりも有意に高い値を示した。2週目ではSTがR1（ $p<.05$ ）よりも有意に高い値を示し、ETがR1（ $p<.001$ ）、R2（ $p<.001$ ）よりも有意に高い値を示した。CO群の1週目ではSTがET（ $p<.05$ ）よりも有意に高い値を示し、R2がR1（ $p<.01$ ）、ST（ $p<.05$ ）よりも有意に低い値を示した。

安定度では、セッション要因の主効果、セッションと実験群の要因間の交互作用、セッションと週の要因間の交互作用が有意であった。そのため、セッションと実験群、セッションと週、セッションと週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、セッションと実験群の要因間ではセッション要因のETに有意な単純主効果が認められ、実験群要因のVR群、BT群、CO群の3水準に有意な単純主効果が認められた。セッションと週と実験群の要因間ではセッション要因のR1、ST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、2週目、3週目、4週目の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ETのVR群がBT群（ $p<.05$ ）、CO群（ $p<.05$ ）よりも有意に低い値を示し、VR群のSTとETがR1（ $p<.001$ ）、R2（ $p<.001$ ）よりも有意に低い値を示し、BT群とCO群のSTがR1（ $p<.001$ ）、ET（ $p<.001$ ）、R2（ $p<.001$ ）よりも有意に低い値を示した。セッションと週と実験群の要因間ではST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STがR1（ $p<.001$ ）、ET（ $p<.001$ ）、R2（ $p<.001$ ）よりも有意に低い値を示し、ETがR1（ $p<.01$ ）、R2（ $p<.01$ ）よりも有意に低い値を示した。2週目のSTがR1（ $p<.001$ ）、ET（ $p<.001$ ）、R2（ $p<.001$ ）よりも有意に低い値を示し、ETがR2（ $p<.001$ ）よりも有意に低い値を示した。3週目のSTがR1（ $p<.001$ ）、ET（ $p<.001$ ）、R2（ $p<.001$ ）よりも有意に低い値を示し、ETがR1（ $p<.001$ ）、R2（ $p<.001$ ）よりも有意に低い値を示した。4週目のSTがR1（ $p<.001$ ）、ET（ $p<.001$ ）、R2（ $p<.001$ ）よりも有意に低い値を示し、ETがR1（ $p<.05$ ）、R2（ $p<.001$ ）よりも有意に低い値を示した。

覚醒度では、セッション要因の主効果、セッションと実験群の要因間の交互作用が有意であった。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ETに有意な単純主効果が認められ、実験群要因ではVR群、BT群、CO群の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、ETではVR群がBT群（ $p<.01$ ）、CO群（ $p<.01$ ）よりも有意に高い値を示した。また、VR群はSTとETがR1（ $p<.001$ ）、R2（ $p<.001$ ）よりも有意に高い値を示し、BT群はSTがR1（ $p<.001$ ）、ET（ $p<.001$ ）、R2（ $p<.001$ ）よりも有意に高い値を示し、CO群はSTがR1（ $p<.001$ ）、ET（ $p<.001$ ）、R2（ $p<.001$ ）よりも有意に高い値を示し、R1がR2（ $p<.05$ ）よりも有意に高い値を示した。

表2 各実験群におけるセッション毎のTDMSの各因子得点平均値

実験群	1週				2週			
	R1	ST	ET	R2	R1	ST	ET	R2
VR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)
BT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			
	R1	ST	ET	R2	R1	ST	ET	R2
VR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)
BT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)								
快適度	実験群	セッション			週		セッション×実験群	
	F(2,21)=0.14				F(3,63)=0.66		F(3,37)=0.61	
	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								
実験群	1週				2週			
	R1	ST	ET	R2	R1	ST	ET	R2
VR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)
BT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			
	R1	ST	ET	R2	R1	ST	ET	R2
VR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)
BT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)								
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		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								
実験群	1週				2週			
	R1	ST	ET	R2	R1	ST	ET	R2
VR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)
BT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			
	R1	ST	ET	R2	R1	ST	ET	R2
VR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)
BT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)								
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	
	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								

実験群	1週				2週			
	R1	ST	ET	R2	R1	ST	ET	R2
VR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)
BT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			
	R1	ST	ET	R2	R1	ST	ET	R2
VR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)
BT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 (<i>F</i> 値)								
覚醒度	実験群	セッション		週		セッション×実験群		
	<i>F</i> (2,21)=1.85	<i>F</i> (2,36)=73.16***		<i>F</i> (3,63)=1.29		<i>F</i> (3,36)=4.71**		
	週×実験群	セッション×週		実験群×セッション×週				
	<i>F</i> (6,63)=1.11	<i>F</i> (9,189)=1.81		<i>F</i> (18,189)=1.62				
注)カッコ内標準偏差 ** <i>p</i> < .01, *** <i>p</i> < .001								

注)カッコ内標準偏差 ** $p<.01$, *** $p<.001$

(2) POMS 短縮版

表3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と週要因の主効果が有意であった。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、POMS2がPOMS1（ $p<.05$ ）よりも有意に高い値を示した。

活気では、実験前後要因の主効果と週要因の主効果、実験前後と週の要因間の交互作用が有意であった。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に有意な単純主効果が認められ、週要因では1週目、3週目の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POMS1がPOMS2（ $p<.001$ ）よりも有意に高い値を示し、3週目ではPOMS1がPOMS2（ $p<.05$ ）よりも有意に高い値を示した。

混乱では、実験前後要因の主効果と週要因の主効果が有意であった。POMS1がPOMS2（ $p<.01$ ）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。

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。

表3 各実験群における実験前後のPOMS短縮版6因子T得点の平均値

実験群	1週		2週		3週		4週	
	POMS1	POMS2	POMS1	POMS2	POMS1	POMS2	POMS1	POMS2
VR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)
BT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)								
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 * $p<.05$

実験群	1週		2週		3週		4週	
	POMS1	POMS2	POMS1	POMS2	POMS1	POMS2	POMS1	POMS2
VR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)
BT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)								
抑うつ— 落込み	実験群		実験前後		週		実験前後×実験群	
	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

実験群	1週		2週		3週		4週	
	POMS1	POMS2	POMS1	POMS2	POMS1	POMS2	POMS1	POMS2
VR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)
BT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)								
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

実験群	1週		2週		3週		4週	
	POMS1	POMS2	POMS1	POMS2	POMS1	POMS2	POMS1	POMS2
VR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)
BT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)								
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 *** $p<.001$

実験群	1週		2週		3週		4週	
	POMS1	POMS2	POMS1	POMS2	POMS1	POMS2	POMS1	POMS2
VR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)
BT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)								
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								

実験群	1週		2週		3週		4週	
	POMS1	POMS2	POMS1	POMS2	POMS1	POMS2	POMS1	POMS2
VR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)
BT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)								
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								

(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、VR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。BT群は「落着いた」、「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。

2) 生理指標

(1) 心電図 R-R 間隔

表4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、セッションと週の間要因間の交互作用が有意であった。そのため、セッションと週の間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、2週目、3週目、4週目の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($p<0.01$)よりも有意に高い値を示した。また、1週目はSTがR1($p<0.001$)、ET($p<0.001$)、R2($p<0.001$)よりも有意に高く、2週目はSTがR1($p<0.01$)、ET($p<0.05$)、R2($p<0.01$)よりも有意に高く、3週目はSTがR1($p<0.05$)、ET($p<0.05$)、R2($p<0.01$)よりも有意に高く、4週目はSTがR1($p<0.001$)、ET($p<0.01$)、R2($p<0.01$)よりも有意に高い値を示した。

CVIでは、セッション要因の主効果、週要因の主効果、セッションと実験群の間要因間の交互作用が有意であった。そのため、セッションと実験群の間要因間の交互作用について

表4 各実験群におけるセッション毎のCSI値, CVI値の平均値

実験群	1週				2週			
	R1	ST	ET	R2	R1	ST	ET	R2
VR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)
BT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			
	R1	ST	ET	R2	R1	ST	ET	R2
VR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)
BT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 (<i>F</i> 値)								
CSI値	実験群	セッション			週	セッション×実験群		
	<i>F</i> (2,21)=1.22	<i>F</i> (2,33)=22.51***			<i>F</i> (3,63)=1.31	<i>F</i> (3,33)=1.80		
	週×実験群	セッション×週			実験群×セッション×週			
	<i>F</i> (6,63)=0.08	<i>F</i> (9,189)=2.66*			<i>F</i> (18,189)=0.98			
注)カッコ内標準偏差 * <i>p</i> < .05, *** <i>p</i> < .001								
実験群	1週				2週			
	R1	ST	ET	R2	R1	ST	ET	R2
VR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)
BT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			
	R1	ST	ET	R2	R1	ST	ET	R2
VR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)
BT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 (<i>F</i> 値)								
CVI値	実験群	セッション			週	セッション×実験群		
	<i>F</i> (2,21)=0.80	<i>F</i> (3,63)=17.35***			<i>F</i> (3,63)=3.10*	<i>F</i> (6,63)=6.40***		
	週×実験群	セッション×週			実験群×セッション×週			
	<i>F</i> (6,63)=1.08	<i>F</i> (9,189)=0.95			<i>F</i> (18,189)=0.84			
注)カッコ内標準偏差 * <i>p</i> < .05, *** <i>p</i> < .001								

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VR群とBT群の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、VR群ではETがR1 ($p<.001$), ST ($p<.001$), R2 ($p<.001$) よりも有意に高く、BT群はETがR1 ($p<.05$), R2 ($p<.01$) よりも有意に高い値を示した。

(2) 呼吸運動

表5に、3群における各セッションの平均呼吸時間(秒)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およびセッション要因の主効果、セッションと実験群の要因間の交互作用が有意であった。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に有意な単純主効果が認められ、実験群要因ではVR群、BT群の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、VR群とBT群がCO群 ($p<.01$) よりも有意に長かった。VR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。BT群はETがR1 ($p<.001$)、ST ($p<.001$)、R2 ($p<.01$) よりも有意に長かった。

表5 各実験群におけるセッション毎の平均呼吸数 (秒)

実験群	1週				2週			
	R1	ST	ET	R2	R1	ST	ET	R2
VR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)
BT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			
	R1	ST	ET	R2	R1	ST	ET	R2
VR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)
BT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)

呼吸 時間	実験群	セッション	週	セッション×実験群
	$F(2,21)=4.93^*$	$F(1,28)=48.49^{***}$	$F(2,44)=0.88$	$F(3,28)=9.13^{***}$
	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 * $p<.05$, *** $p<.001$

4 考察

本研究では、VR環境下で実施す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VR群、呼吸法のみを行うBT群、および統制群の3群に分けた。そして、4週間に及ぶ継続的な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。

はじめに、実験参加による気分状態について確認し、本研究の競技場面への汎化可能性について検討する。本検討には、POMS短縮版による実験参加者の実験前後の気分状態について確認した。その結果、緊張—不安と混乱は、実験前に比べて実験後に増加し、逆に活気は低下していた。これらの結果は、本実験の一連の実験課題に対して45分以上の対処が求められたことによる心理的ストレスや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・肉体的疲労が生じたと考えられる。山口ほか(2001)は、1時間程度の実験時間による肉体的疲労について言及し、実験室内実験にて座位を取らせていたとしても肉体的疲労が生起されてストレス反応が増強することを報告している。本実験においても同様のストレス反応が高まった可能性あり、本研究の知見を競技現場へ汎化させ

るためには、スポーツ選手が煩雑さを嫌うことを考慮すると更なる手続きの簡略化が望まれる（楠本，2000）。

次に、TDMSによる各セッションの心理的反応について考察する。第一に、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検討した。本研究の結果、快適度の1週目において R1 と ST 差は認められなかったものの、全ての群において ST 時の快適度と安定度の値が R1, ET, R2 に比べて低かった。また、覚醒度では、全ての群において ST 時の値が R1, ET, R2 に比べて高かった。これらことから、実験参加者にとって TSST を用いた ST は、不快でネガティブな気分状態や、イライラして緊張した気分状態、興奮して活発な気分状態に導くストレス刺激であることが確認された。新見（2018）は、TSST は実施者に対して身体的及び精神的なストレス負荷を与えることを報告している。本研究においても 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へと遷移させる刺激となる可能性が示された。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 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。

第二に、本実験で用いた VR 環境の有用性について検討した。VR 群は、1・2 週目の活性度の値が他のセッションに比べて高かった。このことから、VR 環境による視覚・聴覚刺激がイキイキして活力がある気分状態を生起させた可能性が示された。しかしながら、3 週目以降の値には変化が認められなかった。本実験では、1 種類の映像のみによる実験計画であった。いつも同じストレス刺激であったことから、刺激に対する適応が起こり実験参加者へ倦怠感を引き起こさせた可能性が推測される（小林，2010）。他方、安定度と覚醒度は、VR 群が他の群に比べて高い値であった。つまり、VR 環境は、イライラして緊張し、興奮して活発な気分状態を誘発させるストレス刺激になることが明らかとなった。また、VR 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。以上のことから、VR 環境は、同一の映像のみでは倦怠感を示すものの、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を容易にさせることが明らかとなった。そしてそれは、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せる刺激となるものであった。

次に、心電図 R-R 間隔による各セッションの生理的反応について考察する。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（新見，2018）。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（2010）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、VR群のみ他のセッションに比べETで増加し、BT群はR1とR2に比べてETで増加していた。このことから、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に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（児玉・高松，1989）。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ス効果をもたらす可能性が示された。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。

最後に、呼吸運動についてみると、ETにおいて呼吸法を行ったVR群とBT群の呼吸時間は、CO群よりも長かった。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（児玉・佐久田，1994）。このことから、VR群とBT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VR群にのみ、呼吸法後に活性度や覚醒度が上昇してBT群やCO群に比べて高い値を示したことである。これは、VR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。VR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心理的スキル獲得は、競技場面での活用を考慮すると、従来の心理的スキルトレーニングによる呼吸法の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。

5 結論

検討の結果、以下の知見が得られた。

- 1) VR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。
- 2) 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、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クセ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。また、VR 環境下での呼吸法を用いた心理的スキルの獲得は、競技場面での活用を考慮すると、従来の心理的スキルトレーニングによる呼吸法を用いたスキルの獲得と同等かそれ以上の有効性を示す可能性があると考えられた。

6 本研究の限界

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。

謝辞

本稿の執筆にあたり、福山平成大学の楠本恭久教授、日本大学の水落文夫教授、吉本俊明氏より貴重ご助言を賜りました。また、本学部の渡部悟教授より研究活動をご支援いただきました。ここに感謝の意を表します。

〔注〕

- 1) 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）が優れていることから（円田ほか、2000）、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。

〔参考文献〕

- 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』第 52 巻，第 11 号，pp.1279-1280。
- 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』第 40 巻，pp.159-162。
- 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』第 12 巻，第 1 号，pp.93-94。
- 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』第 22 巻，pp.109-121。

- 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ーレギュラー群と非レギュラー群の比較ー」『日本体育大学体育研究所雑誌』第 25 卷, pp.175-187。
- 大平英樹 (2010) 『感情心理学・入門』有斐閣アルマ。
- 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。
- 楠本恭久 (2000) 『現在のエスプリ』笠井 仁・佐々木雄二 (編), 至文堂。
- 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』第 20 卷, pp.49-59。
- 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』第 7 卷, 第 1 号, pp.43-52。
- 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』第 2 卷, 第 1 号, pp.69-74。
- 小林裕幸 (2010) 「運動とコンディショニング」『日本プライマリ・ケア連合学会誌』第 33 卷, 第 2 号, pp.55-56。
- 坂入洋右・征矢英昭 (2003) 「新しい感性指標ー運動時の気分測定」『体育の科学』第 53 卷, pp.845-850。
- 下中直人 (2006) 『最新スポーツ科学辞典』平凡社。
- 鈴木一行 (2008) 『スポーツ心理学辞典』大修館書店。
- 鈴木一行 (2016) 『スポーツメンタルトレーニング教本 三訂版』大修館書店。
- 徳永幹雄 (2004) 『最新スポーツ心理学ーその軌跡と展望』日本スポーツ心理学会 (編), 大修館書店, pp.9-16。
- 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。
- 新見道夫 (2018) 「唾液中バイオマーカーによるストレス評価」『香川県立保健医療大学雑誌』, 第 9 卷, pp.1-8。
- 日本オリンピック委員会 (2012) 「アスリートプログラム」https://www.joc.or.jp/training/goldplan/athlete_program.html (参照日 2018 年 12 月 7 日)。
- 日本オリンピック委員会 (2017) 「JOC 将来構想〜人へ、オリンピックの力〜」https://www.joc.or.jp/about/pdf/future_pamph.pdf (参照日 2018 年 12 月 7 日)。
- 日本オリンピック委員会 (2018) 「平成 30 年度 強化スタッフ数」https://www.joc.or.jp/training/goldplan/strengthening_staff.html (参照日 2018 年 12 月 7 日)。
- 日本体育学会第 66 回大会組織委員会 (2015) 『日本体育学会第 66 回大会予稿集』, 日本体育学会第 66 回大会組織委員会。
- 春木 豊 (1993) 「呼吸法の積極的活用」『体育の科学』第 43 卷, pp.800-805。
- 廣瀬通孝 (1994) 「バーチャルリアリティと人間工学」『人間工学』, 第 30 卷, pp.367-371。
- 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』第 2 卷, pp.449-450。
- 藤原 哲・菅原正和 (2010) 「C. R. Cloninger の TCI 理論と“あがり”の心理学 (I)

- ー不安と“あがり”の関係ー』『岩手大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要』第9巻, pp.109-116。
- 深見将志 (2015)「大学生スポーツ選手のメンタルトレーニングに関する意識調査」『桜門体育学研究』, 第49巻, 第2号, pp. 63-72。
- 深見将志・高井秀明・楠本恭久 (2015)「バーチャルリアリティを伴った呼吸法が心理・生理的な反応に及ぼす影響」『応用心理学研究』, 第40巻, 第3号, pp. 203-212。
- 福井邦宗・豊田則成・竹内早耶香 (2015)「メンタルトレーニングの経験が学生アスリートに及ぼす影響についての一考察：リラックス能力と内省報告に着目して」『びわこ成蹊スポーツ大学研究紀要』, 第12巻, pp. 61-67。
- 増田靖夫 (1963)「オリンピックと日本の参加」『明治大学和泉校舎研究室紀要』第23巻, pp.40-47。
- 松田岩男 (1986)「スポーツ選手のメンタル・マネ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』第23巻, pp. i - iv。
- 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』第22巻, pp.27-36。
- 山口昌樹・金森貴裕・金丸正史・水野康文・吉田 博 (2001)「唾液アミラーゼ活性はストレス推定の指標になり得るか」『医用電子と生体工学』第39巻, 第3号, pp.234-239。
- 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。
- 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) 関西支部メソドロロジー研究部会 2010 年度報告論集』, pp.110-124。
- 横山和仁 (2005)『POMS 短縮版手引と事例解説』金子書房。
- Bideau, B., Multon, F., Kulpa, R., Fradet, L., and 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)*, pp.210-216.
- Hartanto, D., Kampmann, I. L., Morina, N., Emmelkamp, P. G. M., Brinkman, W-P. and Neerincx, M. A. (2014) “Controlling Social Stress in Virtual Reality Environments,” *PLOS One*, pone. 0092804.
- Kirschbaum, C., Pirke, K.-M. and Hellhammer D. H. (1993) “The ‘Trier Social Stress Test’ – A Tool for Investigating Psychobiological Stress Responses in a Laboratory Setting,” *Neuro-psychobiology*, Vol28, pp.76-81.
- Petri, K., Danneberg, M., Ohl, C-D., Emmermacher, P., Masik, S., and Witte, K. (2018) “Towards the Usage of Virtual Reality for Training in Sports,” *Biomedical Journal*

of Scientific & Technical Research, Vol.7, No.1.

Toichi, M., Sugiura, T., Murai, T. and 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*, Vol.62, No.1-2, pp.79-84.

U.S Ski & Snowboard (2018) "U.S. Ski and Snowboard and STRIV" <https://usskiandsnowboard.org/news/us-ski-snowboard-and-strivr> (参照日 2018 年 12 月 7 日).

(Abstract)

The effect of continuous training in psychological skills has been demonstrated in terms of psychological and physiological aspects. However, the effect of continuous training in psychological skills using VR techniques is not clear. This study aimed to investigate the effect of continuous training in breathing techniques in a VR environment. The results demonstrated that the VR technique had the same effect as breathing training in a laboratory environment because the VR technique made it easy to concretely imagine an environment similar to the game scenario and made it possible to perform breathing training in an environment similar to actual games in the athletic field. Moreover, the effectiveness of psychological skills acquired by using breathing training in a VR environment may be equal to or higher than the skills acquired by using breathing training through conventional psychological skill training, considering the utilization of the skills in actual games.

