



VR 技術を利用した 社交不安症の客観的診断・評価方法の開発

Development of the Objective Diagnostic Tool for Social Anxiety Disorder using Virtual Reality System

小畑洋平¹⁾, 伊藤賢伸¹⁾, 久保山正浩³⁾⁴⁾, 藤林和俊²⁾, 戸田愛子¹⁾, 廣政朋子³⁾, 遠藤裕史³⁾, 平大樹¹⁾,
小林智久³⁾⁴⁾, 太田進³⁾⁴⁾, 加藤忠史¹⁾

Youhei OBATA, Masanobu ITO, Masahiro KUBOYAMA, Kazutoshi FUJIBAYASHI, Aiko TODA,
Tomoko HIROMASA, Hiroshi ENDO, Daiki TAIRA, Tomohisa KOBAYASHI, Susumu OTA, and Tadafumi KATO

- 1) 順天堂大学医学部精神医学講座 (〒113-8431 東京都文京区本郷 3-1-3, y.obata.cd@juntendo.ac.jp)
- 2) 順天堂大学医学部革新的医療技術開発研究センター
- 3) 順天堂大学大学院医学研究科メディカル・メタバース共同研究講座
- 4) 日本アイ・ビー・エム株式会社

概要: 社交不安症は、うつ病やアルコール依存症を合併しやすく、重大な社会的支障をきたすにもかかわらず、適切に診断される機会が少ない。診断のためには、社交場面における著しい不安反応を確認する必要があるが、医療面接という特殊な状況下での問診だけでは評価に限界があり、日常の社交場面における生理学的測定を用いた客観的診断方法を確立することが望ましい。本研究では、社交不安症患者に VR による社会ストレス負荷を行い、瞳孔径、視線、心拍数、唾液コルチゾールなどの反応を測定して、健常群と比較する。本研究の成果は、社交不安症の客観的診断を可能にし、未治療の潜在的社交不安症患者群の治療機会拡大への道を切り開く。

キーワード: 社交不安症、ストレス、バーチャルリアリティ

1. はじめに

社交不安症は生涯有病率が 1.8%と比較的高く、社会生活に著しい支障をきたす上に、うつ病やアルコール依存症など様々な精神疾患を合併しやすい[1]。一方、その障害特性から医療機関の受診を回避する傾向にあり、多くの未治療な潜在的患者群が想定されている。

社交不安症の診断には、日常の社交場面における著しい不安反応を確認する必要がある。しかし、不安は健常人でも生じ得るものであり、不安反応の質や程度が病的かどうか判断することは容易ではない。社交不安の評価は、従来的には患者に対する問診のみで行われるが、患者は社交不安を性格の問題と捉えたり、恥を恐れるが故に取り繕う傾向にあり、症状が適切に申告されない可能性が指摘されている。また、医療面接という特殊な場面での不安反応から社交不安の評価を行うことにも限界がある。これらの障壁から、社交不安症は適切に診断される機会が少ないのが現状である[2]。

そこで筆者らは、Virtual Reality (VR) 技術を利用して日常の社交場面における不安症状を客観的かつ定量的に

評価することで、社交不安症の適切な診断を向上させるのではないかと考えた。VRを用いれば、数多くの日常的な社交場면을再現でき、それと同時に、VRゴーグル等の機器で生理学的情報をリアルタイムで取得可能である。社交不安症の客観的診断方法を確立できれば、未治療の潜在的患者群を適切に診断し、治療機会を拡大することが可能である。

本研究では、社交不安症患者に対してVRによる社会ストレス負荷試験 (VR-TSST: Trier Social Stress Test) を実施し、健常群と比較して患者群で特徴的に見い出され、主観的な不安症状とも相関する、客観的な生物学的測定指標の変化を探索する。まずは健常群に対してVR-TSSTとデータ取得を行い、試験実施のfeasibilityを確認するとともに、既報と同様に心理学的不安尺度や生物学的指標 (瞳孔径、視線、心拍数、唾液コルチゾール) の変化が生じることを確認する。尚、本研究は、共同研究講座として、日本アイ・ビー・エム株式会社から研究費の提供を受けている。また、本研究は順天堂大学医学系研究等倫理委員会からの承認を得ている。

2. 方法

2.1 社交不安を誘発する VR システムの構築

本研究では、社会ストレス負荷試験として既に確立されている Trier Social Stress Test (TSST) を VR 上で再現した (図1: 上)。順天堂大学は、日本IBM社との提携でメディアカル・メタバース共同研究講座を開設しており、VRシステムの構築はIBM社研究員の協力を得て行った。TSSTではまず、被験者が待機中に、これから行われる試験中の様子がビデオカメラに録画され、訓練を受けた審査員によって審査されることが告げられる。その後、被験者がスピーチ課題 (「あなたの考える理想の仕事と、その仕事にあなたが適している理由」) を提示され、5分間の準備時間が与えられる。次に、試験官3名が入室し、被験者は試験官の前で与えられた課題について5分間のスピーチを行う。さらに、試験官から計算課題が与えられ、被験者は5分間計算課題に取り組む。試験終了後は、デブリーフィングとして、実際には録画や審査は行われていないことが被験者に説明される。これら一連のプロセスの中で、社会ストレス反応が惹起され、心理学的評価尺度で評価される主観的不安反応とともに、唾液コルチゾールや心拍数といった生物学的ストレス反応が上昇することが示されている[3]。また、VRでTSSTを再現した場合でも、現実のTSSTに類似した社会ストレスが反応が引き起こされることが報告されている[4]。

2.2 健常群被験者の募集

健常群は3Hメディソリューション株式会社を通じてリクルートした者を対象とし、①精神疾患 (適応障害を除く) が認められる者②音声取得できない者④Head Mount Display- Virtual Reality: HMD-VRを利用できない者⑤その他、研究責任者が研究対象者として不適当と判断した者は除外した。本研究のfeasibilityを確認するために、まずは健常者10名を募集し、試験を実施した。

2.3 社会ストレスに対する不安反応の経時測定

試験は午前中 9:30-10:30 頃を開始時間として、試験全体は図 1 (下) に示した手順で行った。被験者は試験会場に到着後、第 1 回目の唾液コルチゾール測定のための唾液採取を行った。次に、被験者情報取得のための問診を受けた後、社交不安を評価するための自己記入式の心理評価尺度 (LSAS: Liebowitz Social Anxiety Scale, FNE: Fear of Negative Evaluation Scale) を記入した。さらに、DSM-5 のための構造化面接である SCID-5-RV による評価を受け、その後 30 分間の休憩時間を与えられた。休憩後、第 2 回目の唾液採取を行い、その後、自己記入式的不安評価尺度である STAI: State-Trait Anxiety Inventory-Form と VAS: Visual Analog Scale を記入した。続いて、HMD-VR が装着され、VR-TSST のプログラムが実施された。VR-TSST 終了後、被験者は再度 STAI と VAS を記入し、同時に第 3 回目の唾液コルチゾールが採取された。さらに 10 分後、第 4 回目の唾液採取が行われ、試験全体を終了とした。

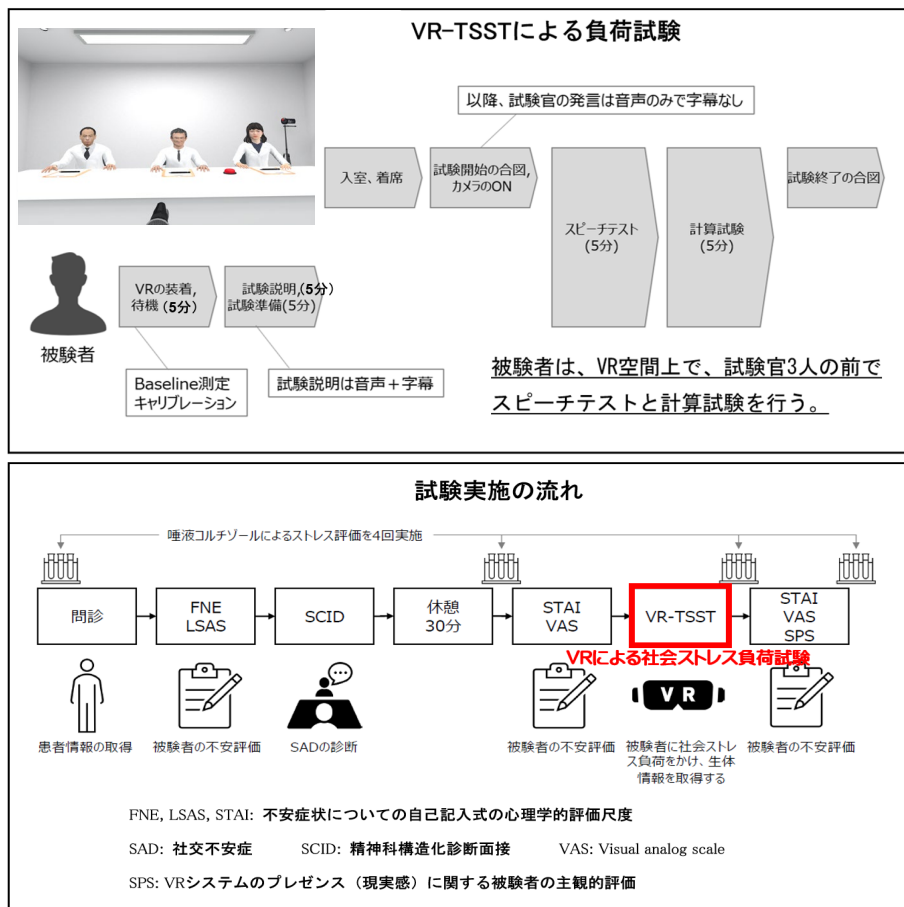


図 1: VR-TSST による社会ストレス負荷試験と試験全体の実施の流れ

VR-TSST 施行中は、瞳孔径、視線及び心拍数を同時測定した。瞳孔径と視線は VR ゴーグル (VIVE Pro Eye, HTC Corp.) に内蔵されたセンサーで、心拍数は手首装着型デバイス (Fitbit Charge 5, Fitbit Inc.) で測定した。また、唾液中コルチゾールは、YKA241 Cortisol (Saliva) EIA kit (Yanaihar Institute inc.) を使用して ELISA 法で定量した。

3. 結果

3.1 被験者プロフィールと LSAS, FNE スコア

被験者は健常者 10 名 (男性 8 名、女性 2 名) であり、年齢は 36.8 ± 14.2 歳 (平均±標準偏差) であった。いずれも精神科受診歴は無く、内分泌疾患や循環器疾患など試験結果に影響を与えるような既往歴は無かった。喫煙歴は無く、4 名は飲酒習慣があった。試験当日の起床時間は $6:45 \pm 1:03$ (平均±標準偏差) であった。社交不安の評価尺度である LSAS の値は 32.6 ± 14.9 (平均±標準偏差) であり、社交不安症と健常群のカットオフ値とされる 44 点以上の被験者が 3 名いた[5]。一方、他者からの否定的評価に対する恐怖尺度である FNE の値は 11.0 ± 6.3 (平均±標準偏差) であり、既報の健常群とほぼ同等であった[6]。

3.2 心理学的評価尺度の変化 (図 2)

不安評価尺度である STAI のうち、状態不安項目の値を VR-TSST 前後で比較したところ、有意な上昇を認めた (対応のある t 検定: $p=0.002$)。同様に、VAS の値も VR-TSST 前後で比較すると有意な上昇を認めた (対応のある t 検定: $p=0.002$)。このことから、VR-TSST による社会ストレス負荷は、健常群に対しても心理的な不安反応を惹起することが示された。

3.3 心拍数、唾液コルチゾールの変化 (図 3, 4)

VR-TSST 中の心拍数の変化を解析するために、VR 空間入室後の待機時間、試験説明時間、スピーチ課題の準備時間、スピーチ課題時間、計算課題時間、の各 5 分間について平均心拍数を算出し、反復測定分散分析を行った。その結果、心拍数の有意な変化を認め ($F[1.8, 14.44] = 10.76, p=0.002, \eta^2_G=0.281$)、Bonferroni 補正を用いたペアワイズ t 検定では、待機時間-計算課題、試験説明-計算課題の間で有意差を認めた (それぞれ $p=0.043$ および $p=0.028$)。

一方、唾液コルチゾールの変化については個人差が大きく、VR-TSST 前、VR-TSST 直後、VR-TSST 後 10 分間の 3 時点で反復測定分散分析を行ったところ、有意な差は無かった ($F[1.28, 11.48] = 1.974, p=0.187, \eta^2_G=0.065$)。

3.4 瞳孔径、視線の解析

VIVE Pro Eye は Tobii 社のアイトラッキング技術を搭載しており、120 Hz のサンプリングレートで瞳孔径、瞳孔位置、視線の起点、視線の方向のデータを取得できる。データの前処理や解析方法については、現在検討を行っている。

図 5 は、ある被験者 1 名の左眼の瞳孔径の生データを示している。閉眼時など瞳孔径が検出できないポイントは 0.0 mm と表示されている。ここから、瞬きの同定とその間の瞳孔径の線形補正を行い、心拍数の解析と同様に各 5 分

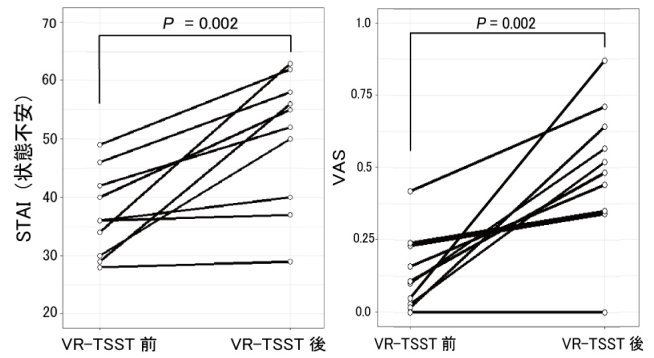


図 2: VR-TSST による心理的不安反応

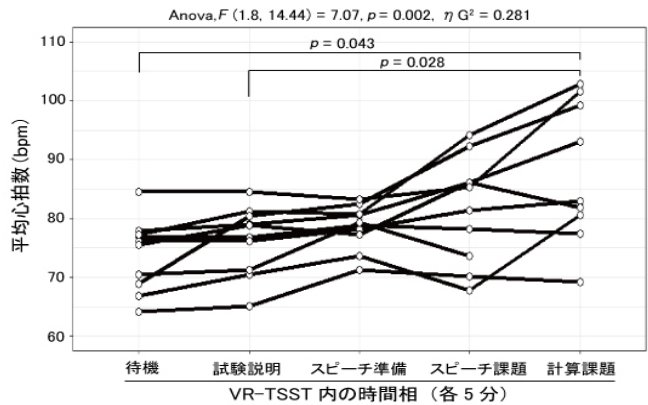


図 3: VR-TSST による心拍数の上昇

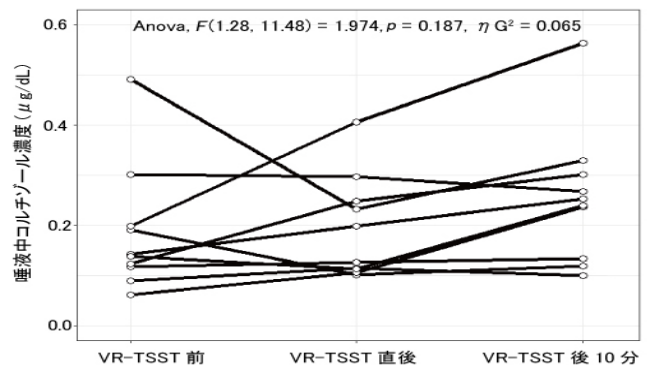


図 4: VR-TSST による唾液コルチゾールの変化

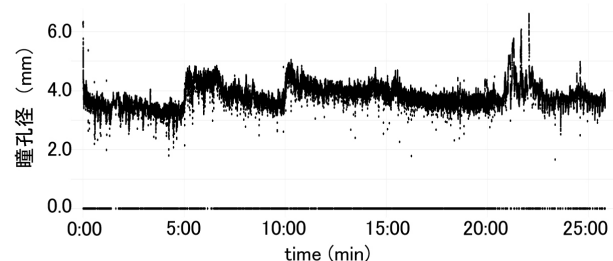


図 5: 被験者 1 名の瞳孔径の変化 (左眼)

間の時間相について平均瞳孔径を算出して反復測定分散分析を行う予定である。また、フーリエ級数展開や関数主成分分析といった手法を駆使して波形解析を行うことも検討している[7]。

視線の解析については、VR空間内で被験者の視線ベクトルを再現し(図6)、被験者が面接官の顔や胴体を注視している時間、及びそれ以外の領域に視線が向いている時間を計算し、健常群と社交不安症群で比較することを検討している。

4. 考察

今回行った健常者10名に対するVR-TSSTでは、心理学的評価尺度による不安反応および心拍数の上昇を捉えることができたが、唾液コルチゾールの反応は個人差が大きく統計学的に有意な上昇は認められなかった。TSSTはもともと健常群の唾液コルチゾールの上昇を根拠として社会ストレス負荷試験として確立されたものであり、VR-TSSTでも唾液コルチゾールの上昇が報告されているため、今回の結果は既報と異なるものであった。一方で、VR-TSSTでは唾液コルチゾールが上昇しないnon-responderが一定数いるとする報告もあることから[8]、必ずしも矛盾しているわけではないとも解釈できる。

唾液コルチゾールが上昇しなかった理由として、VR-TSSTのクオリティが影響した可能性がある。本稿では詳しく示していないが、試験終了後に自記式で取得したSPS:Sense of Presence Scale (VRの現実感に関する主観的評価尺度)では、VR内の試験官が現実的な存在としてではなく人工的な存在として感じられている傾向があった。このことから、我々が開発したVR-TSSTは従来の試験と比べて唾液コルチゾールを上昇させる効果量が小さかった可能性がある。

本研究におけるVR-TSSTの社会ストレス負荷効果が小さいと考えられることは、必ずしもデメリットではない。健常群での不安反応が小さくても、社交不安症患者に対しては頑健な不安反応を惹起できる可能性がある。両群を弁別することさえできれば、社会ストレス負荷としての侵襲はむしろ小さい方が望ましいと言える。今後我々は、このVR-TSSTを用いて社交不安症患者に対する試験を行い、健常群と反応を比較する予定である。

5. 結語

本研究では、VR技術を利用した社交不安症患者の客観的評価・診断方法の開発を目指し、まずは健常群に対して我々の開発したVR-TSSTを実施してfeasibilityを確認するとともに、心理学的不安尺度および瞳孔径、視線、心拍数、唾液中コルチゾールの変化を測定した。ここで用いる測定指標の多くは、HMD-VRとパッケージにしたウェアラブルな測定機器で計測できるため、自宅で施行可能なVR検査システムとして提供することができる。今後このVR-TSSTを用いて社交不安症に特徴的な反応を見出すことができれば、新たな社交不安症の診断・重症度評価の方法として実装し、未治療の潜在的社交不安患者群の受診機会拡大を図ることが期待できる。

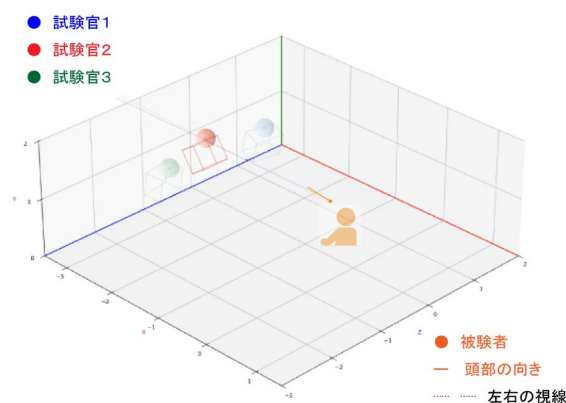


図6: VR空間内における視線ベクトルの再現

参考文献

- [1] Lamers F, van Oppen P, Comijs HC, Smit JH, Spinhoven P, van Balkom AJ, Nolen WA, Zitman FG, Beekman AT, Penninx BW. Comorbidity patterns of anxiety and depressive disorders in a large cohort study: the Netherlands Study of Depression and Anxiety (NESDA). *J Clin Psychiatry*. 2011 Mar;72(3):341-8.
- [2] Zimmerman M, Chelminski I. Clinician recognition of anxiety disorders in depressed outpatients. *J Psychiatr Res*. 2003 Jul-Aug;37(4):325-33.
- [3] Kirschbaum C, Pirke KM, Hellhammer DH. The 'Trier Social Stress Test'--a tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology*. 1993;28(1-2):76-81.
- [4] Helminen EC, Morton ML, Wang Q, Felver JC. Stress Reactivity to the Trier Social Stress Test in Traditional and Virtual Environments: A Meta-Analytic Comparison. *Psychosom Med*. 2021 Apr 1;83(3):200-211.
- [5] 朝倉 聡, 井上 誠士郎, 佐々木 史, 佐々木 幸哉, 北川 信樹, 井上 猛, 傳田 健三, 伊藤 ますみ, 松原 良次, 小山 司: Liebowitz Social Anxiety Scale (LSAS) 日本語版の信頼性および妥当性の検討, 精神医学 2002 年 44 巻 10 号, pp.1077-1084
- [6] 石川 利江, 佐々木 和義, 福井 至: 社会的不安尺度 FNE・SADS の日本版標準化の試み, 行動療法研究 1992 年 18 巻 1 号 p. 10-17
- [7] Steinhauer SR, Bradley MM, Siegle GJ, Roeklein KA, Dix A. Publication guidelines and recommendations for pupillary measurement in psychophysiological studies. *Psychophysiology*. 2022 Apr;59(4):e14035.
- [8] Santos-Ruiz AS, Peralta-Ramirez MI, Garcia-Rios MC, Muñoz MA, Navarrete-Navarrete N, Blazquez-Ortiz A. Adaptation of the Trier Social Stress Test to virtual reality: psycho-physiological and neuroendocrine modulation. *J Cybertherapy Rehabil* 2010;3:405-15.