



広場恐怖症向け VR 対症療法システムの基礎的検討

Preliminary Study of VR Symptomatic Therapy System for Agoraphobia

有住拓杜¹⁾, 大伏仙泰¹⁾, 宮崎敦子¹⁾, 檜山敦²⁾, 稲見昌彦¹⁾

Takuto ARIZUMI, Noriyasu OBUSHI, Atsuko MIYAZAKI, Atsushi HIYAMA, and Masahiko INAMI

1) 東京大学 (〒 153-8904 東京都目黒区駒場 4-6-1, takuto.arizumi@star.rcast.u-tokyo.ac.jp)

2) 一橋大学

概要: 広場恐怖症は逃げ出すことや助けを得ることが困難な状況で恐怖や不安を感じる精神疾患である。恐怖を感じる場面での対症療法として薬物療法が存在するが、依存や記憶障害などの副作用が課題である。本研究では身体的負担の少ない対症療法の確立に向け、広場恐怖症様の症状を持つ当事者の症状分析に基づき設計した VR 対症療法システムを提案する。また、パイロットスタディにより明らかになったシステムや実験系の課題を報告する。

キーワード: 精神疾患, 広場恐怖症, ベクシオン

1. はじめに

恐怖や不安は脅威やストレスに対する一般的な反応である。しかしその頻度や強度、持続性が高く日常生活に支障をきたす場合、精神疾患の一種である不安症と診断される。広場恐怖症は、逃げ出すことが困難な状況、助けを得られない状況、あるいはパニック症状を起こしそうな状況などで恐怖や不安を感じる不安症である。米国精神医学会が定める DSM-5 では、公共交通機関を利用すること、開けた場所にいること、囲まれた場所にいること、列に並ぶ・人混みの中にいること、自宅の外に一人でいること、という 5 つの状況が挙げられており、これらのうち 2 つ以上の状況に対し持続的に過剰な恐怖や不安を感じるものが診断基準に含まれている [1]。

不安症の寛解を目指す心理療法としては認知行動療法が広く用いられる。しかしこの治療法には長期間を要し、その間も患者の社会生活には影響が出る可能性がある。欧州 6 カ国で実施された住民調査では、広場恐怖症患者における精神的側面の QOL 指標は健常者より 1 標準偏差を超えて低下し、労働日数も損なわれることが示されている [2]。したがって、当事者の日常生活を支援するためには即時的に症状を緩和する対症療法も重要であると推測される。

不安や恐怖を感じる場面における即時的な不安軽減を目的とした対症療法としては、抗不安薬を使用する薬物療法が広く選択される。しかし、その効果には限界がある上に、記憶障害や依存などの身体的負担を伴う副作用も存在する。そのため、こうした身体的な負担の少ない新しい対症療法が要望される。さらに、新規対症療法を既存の薬物療法と組み合わせることでより高い不安軽減効果が得られる可能性も期待される。

本研究では、生活上直面する場面が多いと推測される交

通機関内部において、広場恐怖症患者の空間認知を変容させることで行動を支援する VR 対症療法システムを提案する。また、第一著者によるパイロットスタディを通じて明らかになった、提案システムが現時点で抱える課題や公共交通機関を利用した実証実験の設計に関する知見を報告する。

2. 関連研究

2.1 VR 暴露療法

暴露療法は認知行動療法の一種であり、不安症の治療において第一選択治療となっている [3]。これは患者を恐怖対象に段階的あるいは体系的に接近させることで恐怖反応を低減させる治療法である。臨床現場では現実環境で実施する in vivo 暴露が主流だが、近年は患者の恐怖状況を VR で再現しヘッドマウントディスプレイ (HMD) を介して提示する VR 暴露療法が盛んに研究されている。VR 暴露療法には所要時間が短い (例えば、高所恐怖症の治療のため高い場所へ移動する必要がない)、費用対効果が高い (例えば、飛行機恐怖症の治療のため飛行機に乗る費用がかからない)、事前準備が不要である (例えば、クモ恐怖症の治療のため生きたクモを調達する必要がない) などの利点があり、多くの不安症に対して有効性が確認されている [4]。

こうした VR 暴露療法は「恐怖を感じにくい環境 (例: カウンセリングルーム)」で患者に恐怖刺激を提示する原因療法的アプローチである。本研究ではこれを転換し、「恐怖を感じる環境」にいる患者に対して恐怖を低減する知覚情報を提示し実生活での行動を支援する VR 対症療法を提案する。

2.2 恐怖反応における知覚の手がかりと概念的情報の寄与

恐怖反応の生成には、実際に刺激を知覚して得る「知覚の手がかり」と文脈をもとにして得る「概念的情報」の 2 系統が統合的に寄与するというモデルが提唱されている。例

例えば、クモ恐怖症患者はクモを視認したとき（知覚の手がかり）だけでなく、「近くにクモがいる」と伝えられたとき（概念的情報）でも恐怖を呈する場合がある。そして恐怖反応の生成においては、知覚の手がかりが概念的情報に対して優位性を持つことが報告されている。Peperkorn ら (2014) はクモ恐怖症を対象とした研究を行い、(1) 仮想のクモを提示する、(2) 現実のクモが近くにいると告知する、(3) その両方を同時に与えるという3条件をVR上で比較した。その結果、知覚の手がかりを含む条件(1・3)では概念的情報のみの条件(2)より自己申告恐怖が有意に高く、皮膚電気反応(SCL)は条件(3)で最大となり、知覚の手がかりが恐怖反応において中心的な役割を果たすことを示した[5]。Shiban ら (2016) は閉所恐怖症を対象とし、より文脈依存的な恐怖症についても類似したパターンが見られることを報告した[6]。これらの知見は知覚の手がかりが恐怖生成において主要な役割を果たすことを支持する。

本研究ではこれらの知見に基づき、概念的情報を操作することが困難な実環境においても、VRにより知覚刺激を代替することで恐怖を低減する対症療法的介入を目指す。

3. 提案システム

提案システムの目的は、交通機関で恐怖や不安を感じる広場恐怖症患者及び類似症状を持つ者の不安・恐怖を低減し行動を支援することである。VR空間内でユーザーを囲む球状ディスプレイに車両外部の映像を投影することで、ユーザーの空間認知を変容させることを目指す。提案システムは専用車両など特殊な環境に依存せず日常生活で使用可能であるように設計した。

3.1 システム構成

本研究で提案するシステムは列車や自動車などの窓を備えた車両での使用を想定しており、窓外の映像を取得する360度カメラ、取得映像を編集するPC、ユーザーに映像を提示するヘッドマウントディスプレイ(HMD)で構成される(図1)。図2にユーザーに提示される映像を示す。ユーザーはHMDを介してVR空間内の球状ディスプレイに投影された映像を視聴する。映像提示の流れを図3に示す。まず車両の窓付近に設置した360度カメラで窓側180度の映像を取得する(図3a)。得られた180度映像を左右反転して複製し360度映像を作成する(図3b)。得られた360度映像をVR空間内の球状ディスプレイへ投影し(図3c)ユーザーはHMDを通じて球状ディスプレイの内部から映像を視聴する(図3d)。以上によりユーザーの周囲全方向に車両外部の映像を提示することで、空間認知を変容させることを目指した。

3.2 提案システムの設計手法

DSM-5では広場恐怖症の診断基準の1つとして公共交通機関の利用時の恐怖が挙げられている[1]。しかし、患者が実際の交通機関内部でどのような知覚の手がかりをもとに恐怖を感じるか、またそれらの知覚の手がかりをどのように代替することで恐怖を低減できるかについては十分に検

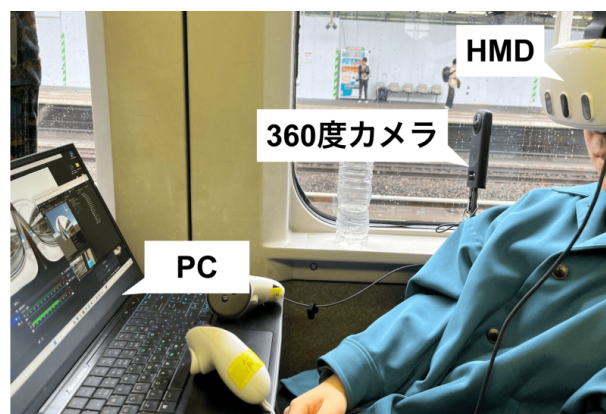


図1: 提案システムの構成

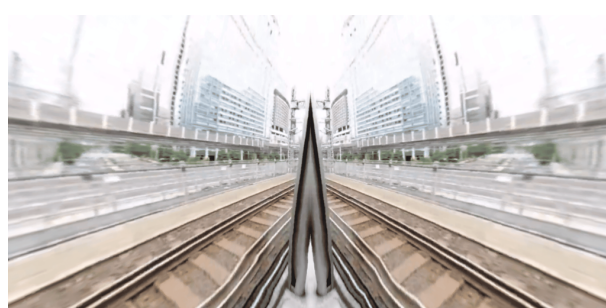
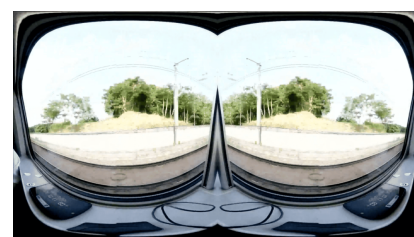


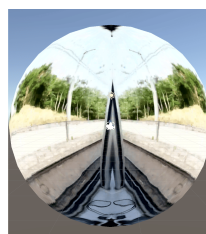
図2: 提案システムのユーザーに提示される映像



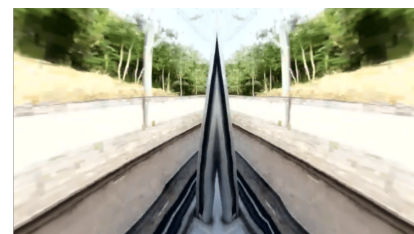
(a) 360度カメラで得た180度分の映像



(b) (a)の映像を左右対称に複製して作成された360度映像



(c) (b)を投影したVR空間内の球状ディスプレイ



(d) (c)内部に存在するユーザーの視点位置から視聴される映像

図3: 提案システムの映像提示の仕組み

討されていない。

そこで本研究では、広場恐怖症に類する症状を有する 1 名の当事者に対し当事者研究の手法 [7] を援用して症状の分析を行った。分析対象となった当事者は広場恐怖症に関連して自身が不安・恐怖を感じたエピソードについて、(1) エピソードの背景情報 (2) 知覚した刺激や状況認知 (3) 恐怖につながった思考 (4) 恐怖に対する反応や対処法 (5) 主観的恐怖尺度 (0-100) を記述した。最終的に 34 件のエピソードが記述され、分析の結果、恐怖を引き起こす状況認知 11 カテゴリ、恐怖につながる思考 3 カテゴリ、恐怖に対する対処法 6 カテゴリを抽出した。

提案システムの設計においては、この分析結果のうち「新幹線の開けられない窓を見る」などの視覚刺激によって【空間的拘束】という状況認知が生じ、「この場所から逃げられない／安心できる場所へ移動できない」という思考を誘発する点に着目した。対象者はこのとき生じる恐怖への対処法として「窓にできるだけ顔を近づけて外の景色を眺めることで、列車内部という狭い空間に存在するという認知を列車外部を含む広い空間の一部に存在するという認知へ変容させる」行動を取ることを報告していた。本システムはこの対処法を拡張し、ユーザーの周囲全方向に車窓映像を提示することでユーザーの空間認知を変容し恐怖低減を図るものである。

3.3 提示映像の作成手法

開発初期は 2 台の 360 度カメラを窓付近に設置し、それぞれの窓側 180 度の映像を合成して 360 度映像を作成していた。しかし、第一著者が自動車で実施した試験により、2 つの映像を違和感なく合成するためには車体に対するカメラの角度や位置を正確に合わせる必要があり、日常的な利用を考慮すると設営にかかる負担が大きくなると想定された。また列車など多様な環境での利用を考慮すると 1 人分の座席でも運用できることが望ましかった。そこでカメラを 1 台に限定し、取得した 180 度映像を左右反転複製して 360 度映像を得る設計とした。

4. パイロットスタディ

パイロットスタディの目的は、(1) 実際の列車環境における提案システム使用時の技術的・設計的課題の把握、および (2) 今後実施を予定する広場恐怖症または類似症状を有する当事者を対象とした実験系についての課題の把握、であった。被験者は第一著者 1 名のみとした。そのため得られた知見の持つ客観性や多様性には限界がある。しかし、プロトタイプ段階のシステムを実験環境としての制御が難しい列車内で評価するにあたり、予期せぬ技術的トラブルが想定された。そのため、システム構造を十分に理解している第一著者が被験者となり実験を円滑に進める設計を採用した。実験中は think-aloud 法を用いて体験の印象や技術的・設計的課題について逐次的に発話・記録した。また、乗車直後に体験の感想を自由記述形式で記録した。

4.1 実験環境

パイロットスタディは JR 東日本が運行する東北新幹線において 2025 年 7 月 11 日 (東京駅発・仙台駅着)、および 7 月 13 日 (仙台駅発・東京駅着) に実施した。実験は両日も日本標準時 (JST) の 7:30 ごろ～10:00 ごろにかけて実施した。実験環境として東北新幹線の全駅に停車する新幹線を選定した。これは、今後当事者を対象とした実験において駅間ごとに実験条件を切り替える実験系を想定し、その課題を把握するためであった。本実験では次の 3 条件を設定し、各駅到着時に条件を切り替えた。

- (A) 介入なし条件：HMD 未装着
- (B) シースルー条件：HMD のパススルー機能のみ使用
- (C) 提案システム条件：本研究で開発した映像提示システムを使用

システムの実装に使用した主な機材は以下の通りである。

- HMD：Meta Quest 3¹
- 360 度カメラ：RICOH THETA Z1 51GB²
- ラップトップ PC：GALLERIA XL7C-R36³

4.2 実験結果・考察

実験中の発話記録と自由記述をもとに得られた知見を 3 つの観点に整理して報告する。

4.2.1 公共交通機関での実験における機材設営の課題

新幹線上で実験のための機材を設営するには一定の時間が必要であり、複数の技術的な問題が生じたため 7 月 11 日の実験では最初の 3 区間 (東京駅-小山駅間：約 40 分間)、7 月 13 日の実験では最初の 2 区間 (仙台駅-福島駅間：約 25 分間) で実験を実施できなかった。広場恐怖症患者は、実際の恐怖対象に暴露する前に生じる予期不安を、実際の恐怖対象に暴露した時に感じる恐怖と同等かそれ以上に評価する傾向があることが報告されている [8]。したがって、列車の発車前は広場恐怖症患者が強い不安を抱く場面であると推測され、この時の不安を記録・評価することは提案システムの有効性を検証する上で重要である。よって、将来的な実験においては実験者が先に乗車して機材を設営し被験者は途中駅から乗車して実験に参加するなどの工夫が必要である。

4.2.2 映像設定の課題

本実験において 360 度カメラで窓側 180 度分の映像を取得する際には、図 3a にあるように窓枠の一部が映り込む画角を採用した。窓枠を完全に除去するように映像をトリミングすると、景色が前後方向ではなく左右方向に流れるように知覚され、視覚誘導性自己運動感覚 (ベクシオン) と列車走行に伴う前後方向の加速度知覚が整合せず違和感が生じたためである。その結果、図 3d のように前方視界内に窓枠の一部が残存する映像を提示する構成となった。

このような窓枠の写り込みは映像体験に対する没入感を低減させる懸念がある。しかし、今回の実験では提案シス

¹<https://www.meta.com/jp/quest/quest-3/>(最終閲覧：2025 年 7 月 18 日)

²<https://thetaz1.com/>(最終閲覧：2025 年 7 月 18 日)

³CPU：Core i7-10875H, GPU：RTX 3060, メモリ：32GB

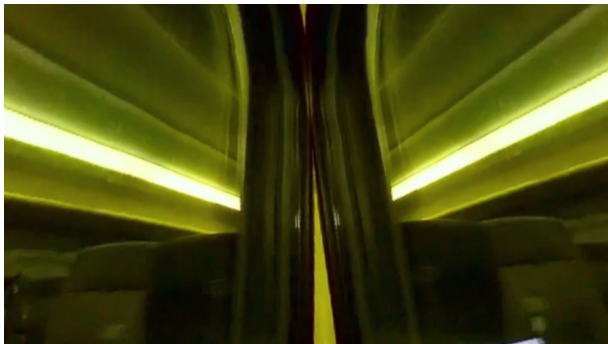


図 4: 列車がトンネルへ侵入した際の提案システムのユーザーの視界

テム利用時に提示される景色が新幹線の走行速度に合わせて高速に変化したため、この景色を注視し続けることは視覚的に疲労感があった。その中で、視界内の固定点として窓枠が存在することで視覚的疲労が軽減されるように感じられた。そのため、今後は窓枠に替わる固定点として、システムを実際に利用する上で要望があると推測される音楽再生や時刻表示などのユーザーインタフェース（UI）を前方に配置する方法を検討する予定である。

4.2.3 車外環境の変化への対応

実験中に列車がトンネルへ進入すると、窓ガラスには車内が反射して映り込むようになることが確認された（図 4）。このような状況下では、車両外部の映像を提示するという本システムの目的が果たされず当事者に対する恐怖低減効果が低下する可能性がある。対策としては GPS 等の位置情報を用いてトンネルへの進入・退出を検知しあらかじめ録画した風景映像に自動的に切り替える手法が考えられる。また今回の実験では検証していないが夜間利用時にも同様の映り込みが発生する可能性があり、今後の検討課題である。

5. むすび

本研究では、不安症患者が恐怖を感じる状況下において、代替知覚情報を提示することで行動を支援する VR 対症療法というコンセプトを提案した。そして、広場恐怖症に類する症状を持つ当事者 1 名の症状分析に基づいて、列車や自動車などの窓を備えた交通機関内での使用を想定する VR システムを設計・実装した。第一著者による公共交通機関を利用したパイロットスタディの結果、公共交通機関での実験における機材設営、提案システムにおける映像設定、車外環境の変化への対応について課題が明らかになった。これらの知見は、今後のシステム改良および当事者を対象とした実験の設計に資するものである。本研究は、従来は精神疾患の治療において原因療法を拡張する手段として用いられてきた VR 技術を、対症療法へ応用することで精神医学分野における新たな治療の可能性を提示するとともに、VR 体験の設計論構築に貢献するものである。

謝辞

本研究の一部は TOPPAN 株式会社の支援を受けた。

参考文献

- [1] American Psychiatric Association and American Psychiatric Association. DSM-5 Task Force. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-5*. American Psychiatric Association, Arlington, VA, 2013.
- [2] J. Alonso, M. C. Angermeyer, S. Bernert, R. Bruffaerts, T. S. Brugha, H. Bryson, G. de Girolamo, R. Graaf, K. Demyttenaere, I. Gasquet, J. M. Haro, S. J. Katz, R. C. Kessler, V. Kovess, J. P. Lépine, J. Ormel, G. Polidori, L. J. Russo, G. Vilagut, J. Almansa, ESEMeD/MHEDEA 2000 Investigators, and European Study of the Epidemiology of Mental Disorders (ESEMeD) Project. Disability and quality of life impact of mental disorders in europe: results from the european study of the epidemiology of mental disorders (esemed) project. *Acta Psychiatrica Scandinavica. Supplementum*, No. 420, pp. 38–46, 2004.
- [3] S.A. Steinman, B.M. Wootton, and D.F. Tolin. Exposure therapy for anxiety disorders. In Howard S. Friedman, editor, *Encyclopedia of Mental Health (Second Edition)*, pp. 186–191. Academic Press, Oxford, second edition edition, 2016.
- [4] Theresa F. Wechsler, Franziska Kümpers, and Andreas Mühlberger. Inferiority or even superiority of virtual reality exposure therapy in phobias?—a systematic review and quantitative meta-analysis on randomized controlled trials specifically comparing the efficacy of virtual reality exposure to gold standard in vivo exposure in agoraphobia, specific phobia, and social phobia. *Frontiers in Psychology*, Vol. Volume 10 - 2019, , 2019.
- [5] H. M. Peperkorn, G. W. Alpers, and A. Mühlberger. Triggers of fear: perceptual cues versus conceptual information in spider phobia. *Journal of Clinical Psychology*, Vol. 70, No. 7, pp. 704–714, 2014.
- [6] Youssef Shiban, Henrik Peperkorn, Georg W. Alpers, Paul Pauli, and Andreas Mühlberger. Influence of perceptual cues and conceptual information on the activation and reduction of claustrophobic fear. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, Vol. 51, pp. 19–26, 2016.
- [7] 綾屋紗月. 当事者研究を体験しよう！——ワークシートを用いた実践. 責任編集：熊谷晋一郎. 『当事者研究をはじめよう』（臨床心理学増刊第 11 号）, pp. 88–105. 金剛出版, 2019.
- [8] M.G. Craske, R.M. Rapee, and D.H. Barlow. The significance of panic-expectancy for individual patterns of avoidance. *Behavior Therapy*, Vol. 19, No. 4, pp. 577–592, 1988.