2. パニック障害治療用バーチャルリアリティ

正会員 河合隆史[†], 正会員 李在麟[†]

キーワード ■ バーチャルリアリティ, コンテンツ, パニック障害, エクスポージャ

1. ま え が き

バーチャルリアリティ (Virtual Reality: VR) という言葉が使われはじめたのは、いまから15年以上前に遡るとされている。「バーチャル」あるいは日本語の「仮想現実」という特徴的な語感のためか、短期間でVRという言葉は広く普及し、小説や映画の題材にも取り上げられてきた。VRという言葉は、さまざまな場面で使用されているが、実際には標準的なシステム等の定義があるわけではない。そのため最近では、「VRとは何か?」あるいは「CGやテレビゲームとはどこが違うのか?」という問いに対して、端的に答えることが難しくなっているが、その特徴として、少なくとも以下の2点をあげることができる。

(1) コンピュータ上につくられた現実であること

(2) 人に対して臨場感や現実感, 存在感を呈示すること

換言すれば, VRは五感や認知に関わる技術であり, 映像情報メディア分野におけるヒトの心を対象とした取り組みとしての側面を有している。

さて, VRの応用は, 産業分野だけでなく, 健康, 医療, 福祉といったクオリティオブライフにかかわる分野でも期待されており, これまでも多様な試みがなされてきた。それらは大きく, ①ストレス緩和やリラクセーション等の癒しを目的とした取り組み, ②リハビリテーションや医学教育等のコメディカルな応用を目的とした取り組み, ③遠隔医療やマイクロサージェリー等の診断や治療を目的とした取り組みの, 3種類に分類できる¹⁾。

筆者らも, これまでリラクセーション²⁾やリハビリテーション³⁾, 眼精疲労の軽減⁴⁾等への映像情報メディアの適用, とりわけコンテンツに重点を置いた検討を行ってきた⁵⁾。最近では, 癒しとは逆の心理効果, すなわち恐怖刺激としてのVRに着目し, パニック障害の治療への利活用を意図したコンテンツの開発に取り組んでいる。パニック障害とは, 強い発作(パニック発作)にくり返し襲われることによって, 生活に大きな支障をきたす精神疾患の一つである。本稿で

は, クオリティオブライフに資する映像情報メディアという観点から, パニック障害治療用VRにかかる筆者らの取り組みについて紹介する。

2. VRエクスポージャとは

エクスポージャ(曝露療法)とは, 認知行動療法の主要な治療技法の一つであり, 不安などが低減するまで患者に恐怖刺激を体験させるというものである。ここで, 認知行動療法とは, クライアントの行動的・情緒的・認知的な問題を対象とし, 行動科学の理論や行動変容の技法を用いて, 不適応な反応を軽減し, 適応的な反応を学習させるための治療法の総称である。近年では, 不安や恐怖が中心となっているような症状, 例えば社会不安障害, 強迫性障害, パニック障害, 心的外傷後ストレス障害 (PTSD: Post-Traumatic Stress Disorder) などの治療においては, 認知行動療法が有効であるという報告が数多くみられる。

さて, 不安や恐怖を生じる場面や状況を恐怖刺激と呼ぶが, エクスポージャにおける恐怖刺激の呈示には, 現実の刺激を用いるin vivo(生体内)エクスポージャや, 想像させた刺激を用いるイメージエクスポージャという従来の方法に加え, VRコンテンツを恐怖刺激として呈示するVRエクスポージャが行われるようになってきた。VRエクスポージャでは, 一般に, ヘッドマウントディスプレイ (HMD: Head Mount Display) という頭部搭載型の映像呈示装置が使用されている。HMDは, 狭い場所でも視野を覆うことで, 体験者の動きに応じたインタラクティブな恐怖刺激を呈示することが可能である(図1)。

VRエクスポージャの特徴として, 以下の6点があげられる。

- (1) エクスポージャを診療室内で行えること
- (2) 恐怖の強い患者に対し, エクスポージャの安全性を強調できること
- (3) 恐怖を惹起するさまざまな環境を同時に提供できること
- (4) in vivoエクスポージャの前段階の治療として位置づけられること
- (5) in vivoエクスポージャで脱落した患者を対象に治療できること
- (6) 経済的・時間的節約となること

[†] 早稲田大学 大学院 国際情報通信研究科

"Virtual Reality Exposure Therapy for Panic Disorder" by Takashi Kawai and Jaelin Lee (Graduate School of Global Information and Telecommunication Studies, Waseda University, Saitama)

図1 HMDを用いたVRエクスポージャ

先行研究のレビューでは、VRエクスポージャは高所恐怖や飛行恐怖といった、特定の恐怖症を中心とした不安障害の治療に有効であり、in vivoによる刺激呈示が困難な場合に、その代用として有効であることが指摘されている⁶⁾。

VRエクスポージャの研究報告は1990年代の半ばから散見され、中でもVRの専門家であるHodgesと臨床心理学の専門家であるRothbaumらの学際的なチームによる、高所恐怖症の治療をはじめとした先駆的な取り組みが目立つ⁷⁾。米国では、Hodges、Rothbaumらとの連携により、エクスポージャ向けのVR開発を専門とする企業、Virtually Better⁸⁾が1996年に設立されている。同社では、不安や恐怖を治療するための多様なコンテンツが開発され、認知行動療法を用いる治療者やクリニック等へのライセンスが行われている。

Virtually Betterのコンテンツは、高所恐怖や飛行機恐怖、雷恐怖から、対人恐怖症やスピーチ恐怖といった社会不安障害の治療用、さらには、ベトナム戦争から帰還した退役軍人を対象としたPTSDの治療用など、多岐にわたっている。こうしたコンテンツはHMDを用いて呈示することが前提となっており、患者はHMDを装着し、VR空間内で治療者の指示に従い、さまざまなタスクを行う。なお、これらは、両眼立体視を用いるものと、そうでないものがあり、治療効果の観点から視覚表現としての使い分けがなされている。

3. 地下鉄パニック障害治療用VRの開発

3.1 VR空間の設計

筆者らは、都内クリニックに通院する患者の多くが回避の対象とする地下鉄環境に焦点をあて、日本の文化や環境

図2 患者の視点による電車の到着時の様子

を反映したVRエクスポージャ用コンテンツの開発を試みた^{9) 10)}。本コンテンツの特徴として、以下の4点があげられる。

- (1) 日本において未だ検討が不充分である、広場恐怖を伴うパニック障害に対するVRエクスポージャに着目したこと
- (2) 地下鉄環境は、代表的な広場恐怖の対象として認識されながらも、多様な演出の可能なコンテンツが開発されてこなかったこと
- (3) 鉄道会社の協力により、実物の構造やテクスチャを利用することで、高臨場感なコンテンツを目指したこと
- (4) 専門クリニックの協力により、医師や患者らの協力を得るのが比較的容易な環境下で設計・開発されたこと

本コンテンツでは、患者が不安を感じた際、不安を減少させてから終了することが重要である。その場合、対処法を考える時間や治療者から指導を受ける時間、乗車に慣れるための時間などが必要となる。また、現実の地下鉄を利用して行われるエクスポージャと同様、VR空間においても電車の乗降を繰り返して地上に出るまでの時間が必要と考えられる。一方で、患者への負担を最小限に抑えるため、治療時間は長すぎないように注意すべきである。これらを考慮した結果、本コンテンツの治療時間は50分間程度を標準と考えた。

50分間に至る治療には、十分な数の駅が必要である。そのため、屋外を含めて再現した開始駅と終着駅、駅構内のみが再現された一つの乗換駅と6つの中間駅、合計9つの駅で構成されるVR空間を設計した。所要時間は治療構成や演出、例えば、トンネル内での停車や乗車時間の調整などにより、延長も短縮も可能である。

VRエクスポージャの流れとして、まず、開始駅において患者はVR空間として再現された駅の入り口の前に立った状態にある。治療者の指示に従い駅の中へと進み、改札口

図3 患者の視点による終着駅の外の様子

図4 VRエキスポージャのシステム構成

を通過し、ホームで待機しながら電車の到着を待つ。図2はホームで電車の到着を待つ際の患者の視点である。そして、列車に乗り込み次の駅に進む。開始駅から3つの中間駅を通過し乗換駅に到着するが、その間、患者は治療者の指示に従い、中間駅で降りたり、電車を待ったり、駅構内を歩いたりといったタスクを行う。乗換駅の後、再度、複数の中間駅を過ぎ、終着駅に到着する。終着駅で降車し、改札を通過、階段を昇って外に出た時点で、治療は終了する。図3に終着駅の外の患者の視点を、図4に本システム構成を、それぞれ示した。

3.2 VR空間の構築

VR空間を構築するCGのモデリングには、オートデスクの3ds Maxを使用した¹¹⁾。鉄道会社の協力により、現地調査で取得した写真や音響データ、ご提供いただいた図面や測量データを参考として、駅や電車のモデリングを行った(図5)。

インタラクションやイベント発生の制御には、VR空間の

図5 3ds Maxを用いたモデリング

図6 Omega Spaceを用いたオーサリング

オーサリングツールであるソリッドレイ研究所のOmega Spaceを使用した¹²⁾。作成したCGモデルとアニメーションをVRML形式でOmega Spaceに読み込み、インタラクションやイベントを設定した(図6)。

治療は、上述のようにVR空間内の開始駅の入り口前に立った状態から始まる。患者はジョイスティックの操作によりVR空間を移動し、治療者はキーボード操作によりイベントを発生させる。本コンテンツの主なインタラクションは、以下の通りである。

(1) 開始

HMD (VFX 3D, Interactive Imaging Systems) にVR空間が呈示され、ジャイロセンサとジョイスティックの操作により空間内での移動が可能になる。なお、本コンテンツでは、両眼立体視による映像表現は行っていない。

(2) ホームへの電車の到着

電車に乗らずホームに留まり続ける限り、何回でも電車をホームに呼び出すことが可能である。

(3) 乗車

ホームに電車が到着し、列車のドアが開いている間のみ、乗車できる。

(4) 降車

乗車中の電車がホームに到着し、ドアが開いている最中にのみ、降車できる。

(5) 次駅への到着

電車がトンネルを抜けて、次の駅に到着する。本操作を

図7(a) 混雑段階1

図7(b) 混雑段階3

行わない限り、電車はトンネル内を走り続けるため、乗車時間の調節が可能となる。

(6) 緊急停止

トンネル内を走っている電車を一時停止させる。

(7) 終着駅への強制移動

すでに乗車している列車がどのトンネル内を走っていても、強制的に終着駅に到着させる。本操作は、治療を続けることが患者にとって困難な場合、あるいは目標とした治療時間が経過した場合に行われる。

(8) 混雑度の変更

地下鉄の駅構内や列車内には、実写の静止画像による人物が配置されており、雑踏を構成している。それらの雑踏は、無人の状態から混雑した状態まで、4段階に変更することができる。図7に混雑度を変えた様子を示す。

(9) 視点の変更

患者に呈示される視点を変更する。乗車時の視点は、デフォルト、座位、立位の3段階に、それぞれ変更できる。

(10) 移動速度の変更

患者がVR空間内を移動する速度を変更する。こども、成

人女性、成人男性、早歩きの4種類の歩行程度に変更できる。

4. 開発したVRを用いた臨床例

4.1 治療の手続き

都内のパニック障害を専門に扱うクリニック¹³⁾において、広場恐怖を伴うパニック障害と診断された患者を対象とし、本コンテンツの予備的な評価を行った。VRエクスポーজァは、臨床心理士、心療内科医によって行われた。

参加した患者は42歳の女性であり、1996年に広場恐怖を伴うパニック障害を発症し、1年前より薬物療法を中心とした治療を受けてきた。今回の治療開始時も抗うつ薬の服用中であり、パニック発作はすでに消失していたが、広場恐怖は改善しておらず、特に地下鉄に対する回避行動が顕著であった。そのため、回避行動の改善を目的としたエクスポーজァが勧められ、本評価にご参加いただいた。

評価にあたっては、VRエクスポーজァの前後に、症状に関連した質問紙への回答を求めた。使用した質問紙は、以下の4種類であった。

(1) Mobility Inventory for Agoraphobia (MIA)¹⁴⁾

回避行動を評価する質問紙である。各場面に他者同伴・単独でとどまることへの回避について、5段階で回答する。

(2) State-Trait Anxiety Inventory (STAI)¹⁵⁾

状態-特性不安尺度により不安を評価する質問紙である。状態不安とは外的刺激を脅威とした際に生じる不安の反応、特性不安とは外的刺激に関連しないベースの不安を指し、いずれも55～80点を不安が高い状態、20～44点を不安が低い状態と評価する。

(3) Beck Depression Inventory (BDI)¹⁶⁾

抑うつ度を評価する質問紙である。抑うつの評価11点以上で抑うつ(落ち込みや興味の減退)傾向と判断され、17点以上でうつ病の可能性が高くなる。

(4) General Self-Efficacy Scale (GSES)¹⁷⁾

一般的な自己効力感の高低を評価する質問紙である。自己効力感とは、何らかの行動をきちんと遂行できるかどうかという予期のことであり、成人女性の場合、3点以下で非常に低い、4～7点で低い傾向、8～10点で普通、11～14点で高い傾向、15点以上で非常に高いという評価となる。

また、治療中には不安のSubjective Unit of Distress (SUD: 自覚的な不安の程度)について、100段階で評価を求めた。その上で、何に対して不安や身体症状が生じたかを分析し、心理教育で学んだ対処法を適用していくよう指導した。

4.2 内省報告と治療結果

VRエクスポーজァ中の不安や身体症状を、1分間隔で報告を求めたところ、乗車後にドアが閉まった瞬間に、最も不安や動悸を感じやすいことに、患者自身が気付くことができた。SUDも、乗車直後に最も上昇していた。また、このような不安や身体症状の改善には、VRエクスポーজァ

表1 各質問紙の得点の変化

質問紙	下位尺度・下位項目	治療前	治療後
Mobility Inventory for Agoraphobia	デパート(他者同伴)	1	1
	デパート(単独)	5	3
	レストラン(他者同伴)	3	2
	レストラン(単独)	5	5
	地下道,トンネル(他者同伴)	3	2
	地下道,トンネル(単独)	5	5
	普通列車・各駅停車(他者同伴)	3	4
	普通列車・各駅停車(単独)	5	5
	特急列車・新幹線(単独)	5	5
	地下鉄(単独)	5	5
	飛行機(他者同伴)	5	5
	飛行機(単独)	5	5
	パーティや集会(他者同伴)	4	2
	パーティや集会(単独)	5	5
State-Trait Anxiety Inventory	状態不安	44	34
	特性不安	36	36
Beck Depression Inventory		12	3
General Self-Efficacy Scale		5	11

図8 本コンテンツを使用した治療の様子

による地下鉄への慣れが有効であることの自身への言い聞かせやポジティブな自己暗示(「できる」という言葉の復唱)、腹式呼吸や頸肩腕部の筋弛緩などことが有効であったと報告された。

各質問紙のVRエクスポージャによる治療前後の得点を、表1に示した。MIAでは、デパートに単独で出かける機会や、パーティなどに他者同伴で出かける機会の回避傾向は若干減少したが、地下鉄をはじめとした交通機関の回避傾向は変化がみられなかった。STAIは、実施前も正常な範囲内であったが、実施後にはさらに減少した。BDIでは実施前にみられた抑うつ傾向が実施後には正常化しており、GSESでも低い傾向から高い傾向への変化がみられた。

5. む す び

本稿では、映像情報メディアのクオリティオブライフへの応用の一例として、筆者らによるVRエクスポージャ向

けコンテンツの試作について紹介した。具体的に、地下鉄の回避傾向を示すパニック障害に焦点をあて、患者の状態や症状に合わせて、多様な治療段階に対応可能なイベントやインタラクションの実装に取組んだ。試作したコンテンツを用いたVRエクスポージャにより、一部の症状に改善がみられたが、短期的な治療では交通機関の回避傾向の軽減には至らなかった。そのため、さらに治療システムを確立させ、引き続き長期的な検討を行っていく予定である。なお本研究は、早稲田大学人間科学部倫理審査委員会および和楽会倫理審査委員会の承認を受けると同時に、患者からも書面によるインフォームドコンセントを得て推進したものである。

パニック障害の発症頻度は人口の3%程度と高率であり、VRエクスポージャの需要は、相応に有していると考えられる。特に、脅威場面の再現には、日本独自のものが必要であるため、コンテンツの検討が重要である。今後のVRエクスポージャの普及にかかる課題としては、大きく以下の2点があげられる。

(1) 開発コストの削減

地下鉄を例にすると、路線が違えば電車の外観や内装、駅構内の各種雰囲気異なってくる。そのため、患者の生活圏に合わせてコンテンツがカスタマイズされることが望ましいといえるが、その都度、1から制作しては、膨大なコストがかかってしまう。したがって、VR空間を構築する要素を共通化し、マルチユースを容易にする仕組みが必要となる。

(2) 臨場感の品質管理

VRエクスポージャでは、患者に不安や恐怖を生起させることが前提であるため、どの程度の臨場感を呈示すべきかが重要となる。臨場感の向上は開発コストとのトレードオフでもあるため、脅威場面毎に臨場感の要件を検討し、再現性の高いコンテンツを効率的に開発するための方法論も必要である。特に、VR空間にヒトを登場させる際には、現状では実写ベースの表現が必須であり、CGモデルとのシームレスな融合が求められる。

最後に、本研究は、厚生労働科学研究費補助金、文部科学省 科学技術振興調整費 戦略的研究拠点育成「先端科学・健康医療融合研究拠点の形成」、日本学術振興会科学研究費補助金の一部として行った。また、本コンテンツの開発や評価に関してご協力頂いた赤坂クリニックの外来担当医師や東京メトロ関係者に感謝の意を表する。

(2007年5月2日受付)

[文 献]

- 河合隆史：“バーチャルリアリティ”，心療内科，9，3，pp.207-212 (2005)
- 河合隆史，金外淑，坂野雄二，野呂影勇：“2眼式立体映像のリラクゼーション効果”，テレビ誌，48，10，pp.1306-1311 (1994)
- 太田啓路，岸信介，柴田隆史，河合隆史，三宅信行，岩崎常人：“立

- 体映像を利用した眼精疲労軽減の一手法”, 映情学誌, 59, 10, pp.1534-1540 (2005)
- 4) 柴田隆史, 河合隆史, 有本昭, 大島徹也, 吉富智江, 松岡成明, 野呂影勇, 寺島信義: “高齢者を対象とした立体映像リハビリテーションシステムの開発と評価”, 日本バーチャルリアリティ学論誌, 6, 1, pp.19-25 (2001)
- 5) 河合隆史: “映像情報メディアと癒しストレスや疲労に処方するコンテンツ制作”, 人間生活工学, 3, 4, pp.25-30 (2002)
- 6) 宮野秀市, 坂野雄二: “VRを利用したエクスポージャー療法の展望”, 日本バーチャルリアリティ学論誌, 7, 4, pp.575-582 (2002)
- 7) B.O. Rothbaum, L.F. Hodges, R. Kooper, D. Opdyke, J.S. Williford and M. North: "Effectiveness of Computer-generated (Virtual Reality) Graded Exposure in the Treatment of Acrophobia", American Journal of Psychiatry, 152, 4, pp.626-628 (1995) ほか
- 8) <http://www.virtuallybetter.com/>
- 9) 李 在麟, 太田啓路, 河合隆史, 吉田菜穂子, 井澤修平, 野村 忍, イームズ・ダグラス, 山崎 恵, 貝谷久宣: “地下鉄パニック障害治療用のVRコンテンツ開発”, 日本バーチャルリアリティ学論誌, 12, 1, pp.57-65 (2007)
- 10) 中郡聡夫, 河合隆史, 盛川浩志 編著: “Doctor's Content医学3Dコンテンツの最先端”, カットシステム (2007)
- 11) <http://www.autodesk.co.jp/>
- 12) <http://www.solidray.co.jp/>
- 13) <http://www.tokyocyberclinic.com/>
- 14) D.L. Chambless, C. Caputo, S. Jasin, E. Gracely and C. Williams:

- "The Mobility Inventory for Agoraphobia", Behavior Research and Therapy, 23, pp.35-44 (1985)
- 15) C.D. Spielberger: "Manual for the State-Trait Anxiety Inventory (Self-Evaluation Questionnaire)", Palo Alto: Consulting Psychologists Press (1983)
- 16) A.T. Beck and R.A. Steer: "Manual for the Beck Depression Inventory", San Antonio TX: Psychological Corporation (1990)
- 17) 坂野雄二: “一般性セルフ・エフィカシー尺度の妥当性の検討, 早稲田大学人間科学研究”, 2, pp.91-98 (1989)

河合 隆史 1998年, 早稲田大学大学院人間科学科博士後期課程修了。同年, 同学部助手。2000年, 同大学院国際情報通信研究科専任講師。2002年, 同助教(2007年より, 同准教授), 現在に至る。立体映像やVRの応用と人間工学的評価に関する研究に従事。博士(人間科学)。正会員。

李 在麟 1999年, 韓国(株)4D Focusにて, VRコンテンツの制作に従事。2002年, 漢陽大学大学院応用美術学科修了。2005年, 早稲田大学大学院国際情報通信研究科博士後期課程入学, 現在に至る。ヒトへの生理・心理的な影響に着目したVRコンテンツ制作や人間工学的評価に関する研究に従事。正会員。

マシンビジョン・ビジネスのためのMOT

大橋慶一 著

マシンビジョンの分野は, 映像情報処理技術とコンピュータによる情報処理技術が融合したハイテク分野であり, 当学会にも専門分野として研究開発している会員も多いと思われる。筆者も7~8年前まで現役で画像認識の研究に携わっていたのであるが, 最近のマシンビジョン技術の高度化とさまざまな応用展開には眼を見張るものがある。顔を認識してフォーカスをあわせるカメラや顔色を最適に印刷してくれるプリンタ, 道路上に飛び出してくる子供や物体を検出する車, 人物を認識して話をするロボットなど, テレビのコマーシャルを見ているだけでも, ここ数年の大きな進歩がうかがい知れる。

本書は, このように研究から産業に脱皮しようとしているマシンビジョンの分野を題材に, 研究開発成果をどう産業に結び付けていくかという技術経営論(Management of Technology: MOT)について論じている。もともと月刊映像

情報インダストリアル連載として掲載された記事を3部構成に再編したもので, 21の章に分かれている。第1部は技術経営論の総論であり, 第2部は各論として, マシンビジョンの市場と技術についてさまざまな角度から分析・例示されている。第3部はハイテク分野で必須の知的財産権の扱いについて述べている。例えばマシンビジョンシステムにおいてビジネスと学問の違いとは何か, マシンビジョン企業はどのように技術

を売るべきかなど, 興味深い記述が多い。

そもそも筆者である大橋氏は, 理学博士としてカーネギー地球物理学研究所やNASAの研究所で研究に従事したのち, アメリカのベンチャー企業で画像処理アルゴリズムの開発, 製品企画, マネジメントに携わってこられた方で, 筆者の経験に裏打ちされた国際的な視点での議論は説得力を持っている。

各章は比較的独立した内容になっているので, どこから読んでも良いという気楽さがある。MOT研究の専門家や経営に携わる方々はもちろん, 研究者にとっても, 自分の成果をいかに応用に結びつけるべきかというヒントを得る好書と言える。

紹介 伊藤崇之(NHK)

産業開発機構刊(2006年4月10日発行), A5判, 244頁, 定価(本体2,381円 税別)