

## VR 空間を利用した高所恐怖症における STAI の有効性の検証

社本 勇希 西野 岳<sup>†</sup> 檜垣 泰彦<sup>‡</sup>

千葉大学工学部 〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33

<sup>†</sup> 千葉大学大学院工学研究科 〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33

<sup>‡</sup> 千葉大学大学院工学研究院 〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33

E-mail: <sup>‡</sup> higaki.yasuhiko@faculty.chiba-u.jp

**あらまし** 医療における VR の活躍の一つの場として、VR エクスポージャー療法というものがある。VR エクスポージャーとは、VR を使って、患者に望ましくない恐怖反応を引き起こしている刺激に不安や不快感が低減されるまで患者を暴露し、不適応な反応を消去する治療方法である。本研究は VR を用いて、被験者に高所での恐怖を体験させ、状態-特性不安検査(STAI)の有効性を検証するものである。STAI における特性不安と実験の前後の瞬間的な脈拍と血圧に関しては有用性が見られなかったが、状態不安には大きな変化があった。このことから状態不安が有用であることが分かった。

**キーワード** VR, 高所恐怖症, STAI, エクスポージャー療法

## Inspection of effectiveness of STAI regarding acrophobia in VR space

Yuki SHAMOTO Gaku NISHINO<sup>†</sup> Yasuhiko HIGAKI<sup>‡</sup>

Faculty of Engineering, Chiba University 1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba-shi, 263-8522 Japan

<sup>†</sup> <sup>‡</sup> Graduate School of Engineering, Chiba University 1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba-shi, 263-8522 Japan

E-mail: <sup>‡</sup> higaki.yasuhiko@faculty.chiba-u.jp

**Abstract** One particularly successful use of VR in medicine is VR exposure therapy. VR exposure therapy uses VR to alleviate or reduce any anxiety or discomfort the patient is experiencing, eliminating the maladaptive behavior. Using VR, examinees are exposed to fear-inducing high altitudes. STAI is used to verify the effectiveness of this experiment through conditional examination. No trait anxiety, post-experiment changes in heart rate, or changes in blood pressure were observed. However, there were significant changes in the overall state anxiety. This suggests the observation of state anxiety can be useful in this study.

**Keywords** VR, Acrophobia, STAI, Exposure therapy

### 1. 序論

#### 1.1. 研究背景

精神疾患には不安障害や外傷後ストレス障害(PTSD)のようにさまざまなものがある。しかし、その中でも特定の恐怖症は日常生活において、大きな支障になることは少ない。自分が恐怖を感じる場所を避ければ良いからである。しかしながら、閉所恐怖症を患っている人の MRI の利用など、どうしても避けられないときがある。このような状況下に置かれたとき、特定の恐怖症罹患者は以下のようなパニック発作が起こりうる可能性がある[2]。

身体症状…発汗、ふるえ、呼吸困難感、動悸、

悪心、失神、喉の渇き、耳鳴り

精神症状…コントロールを失うという恐れ、

失神してしまうという恐れ、

死ぬのではないかという恐れ

高度な没入感を得ることができる VR は恐怖症の治

療のための相性が良く、VR が恐怖症に有効であることが示されてきている。

#### 1.2. 研究の目的

特定の恐怖症の治療方法にはさまざまなものがある。そのなかでも、最も主流な治療方法は代表的な行動療法のひとつであるエクスポージャー療法(暴露療法)である。エクスポージャー療法とは、望ましくない恐怖反応を引き起こしている刺激に不安や不快感が低減されるまで患者を暴露し、不適応な反応を消去する治療方法である[1]。

本研究は、VR エクスポージャー療法を参考にした実験である。実験で扱う恐怖症は VR との相性の良さを考慮し高所恐怖症を採用する。VR を用いることによって高所を再現することにより、被験者に高所での恐怖を暴露させる。実験の前後に状態-特性不安検査(STAI)を用いることによって被験者の不安状態を数値化する。

数値化によって VR を用いた恐怖症の治療のための新しいガイドラインを作成することができる。なお、状態-特性不安検査(STAI)については第 3 章で述べる。

## 2. 恐怖症

### 2.1. 特定の恐怖症

恐怖症とは、ある特定の対象や状況に対して異常な恐怖を感じ、避けようとする点に特徴がある。恐怖症患者が恐れ、回避したがる対象は多くの場合、健康な一般の人にとっても不快で嫌われるものである。しかし、特定の恐怖症罹患者の場合、その恐ろしい対象にさらされているときわめて深刻な結果が生じると思い込んでいる [3]。

しかしながら、実際に治療を求めてくる恐怖症罹患者はさほど多くない。強い恐怖を正常な人格の働きによるものであるとみなしているからである。また、日常生活の中で恐怖対象を避け続けることにさほど困難が伴わないからである。たとえば、犬恐怖症の人が犬と出くわすことのない道を通って生活を送ることは、難しくはない。恐怖を覚える対象と直面させられることがない限り、特定の恐怖症患者は症状を示さない。それでも、一定数の人々が日常生活を阻害され治療を求めている [3]。

### 2.2. 恐怖症の分類と VR との相性

恐怖症にはさまざまなものがあるが、精神疾患診断マニュアルである DSM-5 によると以下の 4 つに分類することができる [3]。

- (1) 動物
- (2) 自然環境 (大嵐、洪水など)
- (3) 血液・注射・外傷など
- (4) 環境 (たとえば、飛行機に乗る、高い場所にいるなど)

この中で、VR で最も再現しやすいのは (4) の環境である。以下、理由を述べる。

VR の利点として挙げられる点は没入感の高さである。そのため、まるでその世界に入ったかのような感覚になる。しかしながら、視覚は騙せていても触覚や嗅覚を騙すことは難しい。たとえば、動物による恐怖症を再現する場合、動物そのものを再現することは比較的容易であるが、動物を触ることはできないし動物独特の獣臭を再現することは難しい。大嵐や洪水などの自然環境を再現する場合や血液・注射・外傷などの身体を再現する場合も同じことが言える。これらは VR 業界の抱える大きな課題の一つである。

一方で、環境の場合、飛行機は例外であるが、高所や閉所などの場合は比較的容易に再現することがで

きる。したがって、本論文では高所恐怖症を採用した。

## 3. 状態-特性不安検査(STAI)

### 3.1. STAI

STAI(State-Trait Anxiety Inventory)とは Charles D. Spielberger によって開発された不安を状態不安と特性不安の二つの面から測定する質問用紙である。原版の STAI が改訂されて以降、多くの国の言語で翻訳されさまざまな場面で適用されている [4]。本研究では、日本版 State-Trait Anxiety Inventory(STAI-JYZ:新版 STAI)を用いた。

### 3.2. 状態不安

状態不安とは、不安を喚起する事象に対する一過性の状況反応であり、そのときそのときで変化する。また、脅威を知覚した場合には、状態不安の水準は高くなる。一方で、危険性を全く知覚しないかほとんどない場合には、水準は低くなる [4]。

### 3.3. 特性不安

特性不安とは、脅威を与えるさまざまな状況を同じように知覚し、そのような状況に対して同じように反応する傾向である [4]。

### 3.4. STAI の回答と採点

STAI の状態不安尺度に回答するには検査用紙の各項目の右にある数字の中から感情の強さを最もよく表しているものを選んで丸で囲む。数字は 1 から 4 まであり、順に「全くあてはまらない」、「いく分あてはまる」、「かなりよくあてはまる」、「非常によくあてはまる」となっている。同様に、特性不安尺度に回答するには、普段感じている不安感情の頻度を 1 から 4 の内から選択する。順に、「ほとんどない」、「ときどきある」、「たびたびある」、「ほとんどいつも」となっている [4]。

状態不安、特性不安とともに項目は 20 個ずつあり、各項目は 1 点から 4 点までの重みづけが与えられる。項目は二種類あり、不安存在項目の得点の重みは検査用紙に印刷されている数字と同じであるが、不安不在項目の得点の重みは印刷されている数字と逆の重みを与えられている。それぞれ、10 項目ずつある [4]。

状態不安尺度、特性不安尺度の点数は、いずれも 20 点から 80 点まで分布される。STAI を図 1 に示す。

STAIY-1		STAIY-2	
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20

図 1 STAI

## 4. 実験のためのソフトウェアの作成

### 4.1. Unity の利用

開発環境として、Unity を用いた。Unity とは Unity Technologies が開発したゲームエンジンである。主に、モバイルゲームやブラウザゲームの製作に使用される。その、自由度の高さと手軽さから世界中で多くの開発者が利用している。ゲームエンジンそのものは C 言語、C++ が用いられている。しかし、スクリプト言語は C#, JavaScript, Boo の 3 種類である。なお、作成にあたって C# を用いた。また、最大の特徴として複数のプラットフォームに対応している点である。それは VR も例外ではない。ゲーム用のソフトウェアのため、実験とは異なるが作成環境が適しているため、Unity を採用した。

### 4.2. ソフトウェアの要件

#### 4.2.1. 風景

実験は被験者に高所で恐怖を体験させるものである。したがって、高所と高所でない場所が必要となる。採用した場所は我々の生活に身近なビル街を採用した。尚、ビル街は ZENRIN が提供しているものを使用した。被験者が見る映像を図 2-図 3 に示す。



図 2 ビル街



図 3 屋上から見た風景

#### 4.2.2. 高所恐怖の与え方

高所恐怖症において、最も恐怖を感じる理由は落ちて死ぬかもしれないという恐怖である。実装したものは、単純に地上と高所を体験するだけではない。地上と高所で被験者が十分に慣れた後に、地上 70m のビルの屋上からの自由落下を体験する。自由落下をする仕組みは、ビルの床の一部が消えて、地上に落下するものである。以下、被験者が見る床が消える前の映像と床が消えた後の映像を図 4 と図 5 に示す。

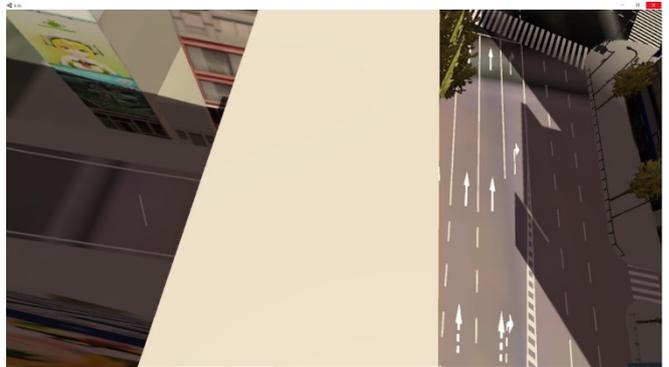


図 4 床が消える前



図 5 床が消えた後

## 5. 実験

### 5.1. VR 実験装置

VR 実験装置は、被験者の視線をライトハウスによって計測し、HMD によって視覚のみを体験者に擬似的に与えるものである。以下、被験者が HMD を装着した例とライトハウスの図を示す。



図 6 HMD と被験者



図 7 ライトハウス

### 5.2. 被験者

本研究で募った被験者は男性 9 人、女性 4 人である。単一の対象に対する特定の恐怖症であれば、女性 (21.1%)の方が男性 (10.9%)よりも診断基準を満たすことが多いという報告があった [5]。そのため、理想であれば、女性の被験者を多く募りたかったが、募ることができなかった。また、被験者の年齢については 20 歳から 29 歳である。

### 5.3. 実験手順

実験は、各被験者に対して、以下の 4 つの手順に従って行った。また、実験を通して発汗や顔色など、被験者の状態について注意深く観察した。

#### 1. 説明

実験では、ビルの屋上に立っている没入感を実現するために擬似的な視覚を被験者に与えるため、有害な事象が発生する可能性がある。そのため、被験者にあらかじめ実験の調査の目的、内容および危険性について説明した。

#### 2. VR 体験前の測定とアンケート

VR の体験前に、高所恐怖症の自覚の有無、VR の経験の有無、当日の体調、生年月日を尋ねた。問題がなければ STAI を用いて状態不安と特性不安の数値を測定した。その後、血圧と脈拍を測定した。

#### 3. VR の体験

被験者に VR を約 2 分半、以下の手順で体験させる。まず、VR 上のビル街を歩かせ、被験者に仮想世界を慣れさせる。その後、上空 70m のビルの屋上に移動させる。移動後、ビルの屋上を被験者に慣れさせる。十分に被験者が慣れれば、ビルの屋上から地上に落下させ

る。落下させる場所は同じ場所とする。また、被験者にはあえて落下することを事前には言わないで実験を行う。

#### 4. VR 体験後の測定と感想

体験終了後、被験者の体調を確認して脈拍と血圧を測定する。その後、再び STAI を用いて状態不安と特性不安の数値を測定した。また、実験を行った後の感想についても尋ねた。

## 6. 実験の結果と考察

### 6.1. STAI の結果と考察

実験の結果を表 1 を以下に示す。各被験者の結果であることを識別するために結果を示す際には 13 人の被験者について被験者 a から被験者 m と呼ぶことにする。

表 6.1 は被験者の STAI の結果をまとめたものである。実験の前後の状態不安(実験前を Sb, 実験後を Sa)と特性不安(実験前を Tb, 実験後を Ta), およびその差(状態不安の差を  $\Delta S$ , 特性不安の差を  $\Delta T$ ), 高所恐怖症の自覚(AC), VR 経験の有無(VR), 性別を示した。AC の項目において、 $\Delta$  は軽度、 $\circ$  は自覚があることを示す。

表 1 STAI の結果

被験者	状態不安			特性不安			AC	VR	性別
	Sb	Sa	$\Delta S$	Tb	Ta	$\Delta T$			
a	40	43	3	48	46	-2	$\Delta$	$\circ$	男
b	34	40	6	46	48	2		$\circ$	男
c	38	48	10	40	47	7		$\circ$	男
d	40	46	6	46	52	6			男
e	44	61	17	53	54	1	$\circ$		女
f	41	29	-12	37	40	3			男
g	39	47	8	53	53	0			男
h	54	49	-5	50	50	0			男
i	23	24	1	24	24	0	$\Delta$	$\circ$	男
j	32	51	19	47	40	-7	$\circ$		女
k	39	34	-5	28	26	-2			女
l	41	50	9	58	56	-2			女
m	27	24	-3	40	39	-1			男
平均	38	42	4.2	44	44	0.4			

状態不安と特性不安の変化を比較すると状態不安の方が大きく変化したことがわかる。やはり、状態不安はそのときどきで変化するものである。実験の影響を受けたのだと考えられる。一方で、特性不安は比較的安定した特徴をもっている。状態不安ほどの影響は受けなかった。以降、状態不安に注目して考

察する。

仮説として、 $\Delta S$  の数値が高ければ高いほど高所恐怖症の疑いがあると考えられる。実験で  $\Delta S$  が 10 以上の被験者は被験者 c と被験者 e、被験者 j であった。 $\Delta S$  の数値が 10 を超えているが、被験者 c は高所には恐怖を感じておらず、落下したことに恐怖を感じているので、被験者 e、被験者 j とは差別化しなければならないと考えられる。そのため、被験者 c に関しては判定が困難である。しかしながら、 $\Delta S$  の数値に加え、被験者 e、被験者 j は実験中に大きな反応が見られたため、高所恐怖症の可能性が考えられる。

$\Delta S$  が 10 を超える被験者がいる一方で、マイナスになる被験者もいた。マイナスになった被験者は被験者 f、被験者 h、被験者 k、被験者 m である。 $\Delta S$  がマイナスになった被験者のほとんどは、VR が楽しかったと言っていた。そのため、恐怖よりも楽しさが勝ったと考えられる。これらの被験者は高所恐怖症の可能性が低いと考えられる。

被験者 c を除く、これらの被験者は高所恐怖症の可能性の判定が容易であったが判定が困難な被験者もいた。その被験者は被験者 a、被験者 b、被験者 d、被験者 g、被験者 i、被験者 l である。被験者 a、被験者 i は、軽度であるが高所恐怖症の自覚があると言っていたが、実験中に怖がる素振りがあったものの  $\Delta S$  の数値は被験者 a が 3、被験者 i は 1 とあまり高くはない。一方で、被験者 l のように高所恐怖症の自覚がないが  $\Delta S$  が 9 となっていて高い数値である。サンプル数が少ないことも原因だが、 $\Delta S$  だけでは判定することは困難な被験者もいることがわかった。

### 6.1.2 STAI の信頼性

STAI の状態不安の数値が実験の結果から有用な可能性があることがわかった。しかしながら、信頼性についても検討をしなければならない。ここでいう信頼性とは、時や場所を変えても同様な結果を得られるか、つまり、再現性である。そこで、Cronbach の  $\alpha$  係数 [6] を採用した。

Cronbach の  $\alpha$  係数とは、Lee J. Cronbach によって開発されたものである。主に、心理学や教育学の分野で、テストやアンケートの性能を検討するために使われてきた。

被験者を  $n$  人、質問数を  $k$  個、 $i$  番目の人の合計得点を  $x_i$ 、 $s^2$  は分散とすると Cronbach の  $\alpha$  係数は以下のような数式で示される。

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{j=1}^k s_j^2}{s_x^2} \right)$$

$\alpha$  の値は 0 以上 1 以下となる。全て同じ質問であれば 1 となり、質問間に相関がなければ 0 となる。1 に

近ければよいというわけではないが、一般的に 0.7 から 0.8 以上になればよいと考えられている。

実際に、 $\alpha$  係数を STAI の実験前の状態不安と実験後の状態不安との二つの場合で計算したところ、それぞれ、0.853 と 0.922 となった。この値は条件に合う値なので、信頼性が高いといえる。

## 6.2. 脈拍と血圧の結果

表 2 が示すように実験の前後で、被験者の脈拍と血圧はあまり変化しないことがわかった。しかし、脈拍と血圧共に実験前と実験後の瞬間だけを測定しているため、変化が起きなかった可能性が考えられる。したがって、脈拍、血圧を測定する場合、継続的に測定する仕組みが必要である。

表 2 脈拍と血圧の結果

被験者	実験前			実験後		
	最大血圧 (mmHg)	最低血圧 (mmHg)	脈拍 (拍/分)	最大血圧 (mmHg)	最低血圧 (mmHg)	脈拍 (拍/分)
a						
b	117	67	83	117	69	78
c	131	69	83	134	79	87
d						
e						
f						
g	128	74	65	120	66	60
h						
i	124	90	86	134	87	90
j	126	58	71	110	71	63
k	104	61	75	102	58	70
l	97	68	77	115	75	81
m	163	95	72	172	110	73
平均	124	73	77	126	77	75

## 7. 実験より得られた検討点と改善点

実験によって、STAI の状態不安の数値が VR の実験で有効であることがわかった。しかしながら、実験を通して検討点と改善点があった。以下、検討点と改善点について述べる。

- ・被験者のサンプル数
- ・脈拍と血圧の測定方法
- ・専門家の協力の必要性
- ・風などの触覚の再現は必要か
- ・音による聴覚の再現は必要か
- ・vive トラッカーを用いて VR 上で靴を作るべきか
- ・高所恐怖の与え方の選択
- ・風景の選択

### 1. 被験者のサンプル数

今回の被験者は二十代の男性 9 名、女性 4 名で行った。VR 経験は年齢によって偏りが予想されるが、高所恐怖症の自覚については年齢、性別に関係なく募集するのが理想であると考えられる。

## 2. 脈拍と血圧

前章で述べたように、脈拍と血圧を測定する場合、連続的に測定しなければならない。しかしながら、この2つを連続的に測定するのは難しいため、どちらか一つを選択しなければならない。そのため、血圧よりも脈拍の方が簡単であると考えられる。VRをしながら脈拍を測定する場合、イヤースエンサーを用いての測定が理想的である。

## 3. 専門家の協力の必要性

VR エクスプロージャーは工学と心理学に係る研究領域である。心理学分野に精通している者の協力があればより良い実験ができる。

## 4. 触覚の再現

本研究では、風などの触覚の再現を行わなかった。被験者が屋外にいることをよりリアルに再現するために扇風機などで風を与えるべきではないかの指摘があった。被験者はHMDを被っているため、扇風機は見えないため日常で扇風機を用いるときと異なった感覚になることが期待できる。

## 5. 聴覚の再現

本研究では、ビル街の音を再現せずに空調や足音などの環境音がする中で行った。ビル街にいることをより実感するためにビル街の音を再現するべきではないかの指摘があった。ビル街の音をいれることで、より現実に近い感覚が期待できる。

## 6. 靴の再現

viveトラッカーを用いてVR上で靴のトラッキングを行わなかった。サンダルにviveトラッカーを装着して用いると、サンダルを装着した被験者が足元を動かすと同時にライトハウスがviveトラッカーを感知して、VR上の靴も動くようになる。自分が動いているのをより実感するために靴の再現を検討しなければならない。

## 7. 高所恐怖の与え方の選択

高所恐怖症の最大の恐怖の原因は落ちて死ぬかもしれないという恐怖である。VRの利点として、VR上で人を落下させても外傷がない点である。しかしながら、一部の被験者は高所にいることは平気であるが落下したことに恐怖を感じた被験者もいた。そのため、 $\Delta S$ の数値が上がった被験者もいる。 $\Delta S$ の数値が上がった原因が高所によるものか落下によるものかの差別化の必要性があるかもしれない。

## 8. 風景の選択

一口に高所といってもさまざまな高所がある。今回の実験では、日常生活に近いビルの屋上を採用した。しかし、人によっては今回のビルの屋上には恐怖を感じなくても、山の頂上やより高いビルの屋上では恐怖を感じる可能性がある。そのため、さまざまな場合の高所を作るかビルの高所を調節する仕組みを作る必要がある。

## 8. 結論

今回の実験を通し、多くの知見を得られた。

VRによる高所における恐怖を被験者に与えると実験の前後でSTAIにおける状態不安の数値が大きく変化し、STAIが高所恐怖症の判定に有用であることが示唆された。一方で、特性不安の数値の変化と血圧と脈拍の変化はあまりなかった。そのため、特性不安よりも、状態不安が重要であることがわかった。一方で、血圧と脈拍の測定に関しては、血圧の測定を行わずにイヤースエンサーなどを用いて脈拍を継続的に測定するのが望ましいと考えられる。

その他にも、VRの実験装置の見直しも必要であることがわかった。今回の実験では視覚のみであったが、より現実的な高所に近づけるため聴覚や触覚も採用するのが良いと考えている。ビル街であれば、実際のビル街の音を実験中に聞かせ、風を与えることによって、より現実に近い感覚にすることができる。

これらを改善すれば、より現実に近づき、状態不安の数値も正確に測定することができる。

## 文 献

- [1] I. M. Marks : Fears, phobias, and rituals : Panic, anxiety, and their disorders, New York : Oxford University Press, 1987
- [2] 仙波純一 : MRI 恐怖症の理解と対応, 日本放射線技術学会雑誌, 72(10), pp.1027-1032, 2016
- [3] Allison G. Harvey, Ronald M. Rapee, (訳)神村栄一 : Specific Phobia, TEXTBOOK OF ANXIETY DISORDERS 不安障害, pp.370-381, 2005
- [4] 肥田野直, 福原真知子, 岩脇三良, 曾我祥子, Charles D. Spielberger : 実務教育出版, 新版 STAI マニュアル, 2000
- [5] Fredrikson M, Annas P, Fischer H, et al : Gender and age differences in the prevalence of specific fears and phobias. Behaviour Research and Therapy34, pp.33-39, 1996
- [6] J.M. Cortina : What is coefficient alpha? An examination of theory and applications, Journal of applied psychology, 78(1), pp.98-104, 1993