

“ Save Yourself !!! ” -前庭刺激による平衡感覚移植体験-

安藤 英由樹*1 吉田 知史*2 前田 太郎*3 渡邊 淳司*1*4

“ Save Yourself !!! ”: An Experience of Transplanting the Sense of Balance

Hideyuki Ando*1 Tomofumi Yoshida*2 Taro Maeda*3 Junji Watanabe*1*4

Abstract – We have developed a novel sensation interface using galvanic vestibular stimulation (GVS). The vestibular system is stimulated by weak current through the electrodes, placed behind the ears. GVS causes lateral virtual acceleration toward the anode, which shifts the sense of balance. The GVS interface can induce lateral walking diverging from intended straight line. Based on this GVS interface technology, we produced an artwork on the subject of wavering identity in the modern society. In our artwork, the compact display is floating on the water. An acceleration sensor is integrated into the display, and the obtained data is sent to the GVS interface. GVS is presented according to the data from the sensor. Any kind of vibration of the display disturbs the balance of the wearers. When the display falls over, they feel big swaying sensation. This GVS interaction makes them feel truly connected to the display. They keep on walking, while holding the tank of water. This artwork is intended to observe and hold your wavering identity (the display on the water) from the outer perspective.

Keywords : Artwork, Galvanic Vestibular Stimulation, Save Yourself !!!

1. はじめに

日常生活において、我々は、多くの情報に曝され、意識的にも無意識的にもそれらの影響を受けて行動している。例えば、何か買い物をするにしても、前の晩に見たテレビであったり、ふと目に入った広告であったりと、様々なものが関与している。そのように考えると、自分が選択したものは、実際には、誰かに選ばされたものであるとも捉えることができる。普段、我々は「自分で主体的に行動している自己」を考えがちであるが、情報過多な現代社会では、むしろ、主体的な自己だけでなく、環境の中で揺れ動かされる自己をも含めて「自己」を捉えていく必要があるのではないだろうか。

本論文で述べる作品“ Save Yourself !!! ”(図1)では、自分の主体性のメタファとして自分の身体と感覚的につながれた小さな人形を考え、体験者自身がそれを守り、進んでいくという体験を提案した。作品の体

験者は、バランス感覚の変化を提示する前庭感覚インタフェースを装着し、小さな人形の浮いた水槽を抱え、歩いてゆく。人形には傾きセンサが取り付けられ、その傾きの変化によって、体験者は人形と同じ揺れを体感する。人形は小さな水槽の中に浮かべられているため、歩行中に少しでもバランスを崩すと、揺れが体験者のインタフェースへと伝えられる。体験者は、水の上という制御困難な環境で揺られる自己のメタファを、自分自身の手で保持しながら歩いていく。このように、本作品は、環境(他者をも含む)と相互作用する自己を、外部視点から観察し直すという体験を意図するものである。



図1 “ Save Yourself !!! ”のイメージ図
Fig.1 Conceptual image of “ Save Yourself !!! ”

*1: 日本電信電話株式会社 NTT コミュニケーション科学基礎研究所

*2: 電気通信大学 電気通信学研究所

*3: 大阪大学 情報科学研究科

*4: (独) 科学技術振興機構 さきがけ

*1: NTT Communication Science Laboratories,
NTT Corporation

*2: Graduate School of Electro-Communications,
The University of Electro-Communications

*3: Graduate school of Information Science and Technology,
Osaka University

*4: PRESTO Japan Science and Technology Agency

2. 作品背景

2.1 主体的な自己と環境に動かされる自己

近年では、いつ、どこにいても、個々の趣向に合わせた情報が提供されるようになってきた。GPS 情報によって現在位置に合わせたショッピング情報が携帯電話に送られ [1]、買い物をするれば、その履歴に合わせたお勧め商品リストが届けられる [2]。このことは、生活が便利になったというだけでなく、実は、いつの間にか、私たちの行動が情報によって操作され得るということも意味している。広告やお勧め情報という明らかな形になっていなくても、人間の行動を何らかの意図を持って制御することを目的とした情報は、生活の中に溢れている。そして、現代では、その技術に気付くことが難しくなっている [3] [4] [5]。つまり、私たちの生きている現代では、自分が主体的に行動したのか、環境に動かされたのかどうかと問うこと自体が困難になっている。現代社会において、行動や認識の起源を探ることは実質上不可能であり、むしろ、環境によって動かされる自己を含めて、その状態を外部視点から観察し、捉え直すことが重要ではないだろうか [6]。

2.2 平衡感覚インタフェースと自己

筆者らは 2002 年より平衡感覚の変化（知覚される重力加速度方向の変化）を提示するインタフェース技術の研究を行い [7]、2005 年より、この技術を情報提示だけでなく、芸術表現やエンタテインメント分野で応用する試みを行っている [8] [9] [10]。この技術は、左右の耳の後ろ（頭部乳様突起部）に電極を装着し、微弱電流を流すと、装着者は陽極側に自分の身体が傾いたと感じる現象 [11] [12] を利用したものである（Galvanic Vestibular Stimulation, 以下 GVS）。そして、この微弱電流刺激を歩行中に与えると、装着者の歩行方向は電流の陽極側に曲がっていく。このように GVS 技術は、平衡感覚に対して、小型軽量の装置で影響を与えることが可能である。GVS インタフェースを使用するにあたって、図 2(a) のように、電流制御を他人の手に委ねると、装着者はこの体験を通じていやがおうにも、ある方向に歩かされている自分に気付く。この状況は、まさに、環境からの情報によって、知らず知らずのうちに行動している現代社会における自己の状態を示唆するものである。一方で、GVS インタフェースは、図 2(b) のように電流制御を自己の手に委ねることも可能である。例えば、本論文の作品のように、加速度情報（重力方向に対する傾斜）を計測可能なセンサを小型の人形に取り付け、人形を装着者が保持するとともに、人形に与えられる加速度に比例してインタフェースの電流を制御するシステムを構築可能である。本作品では、図 2(b) のような自己言及的

なシステムを、現代社会における「主体的な自己と、環境に動かされる自己」のあり方を表現する手法として利用することとした。

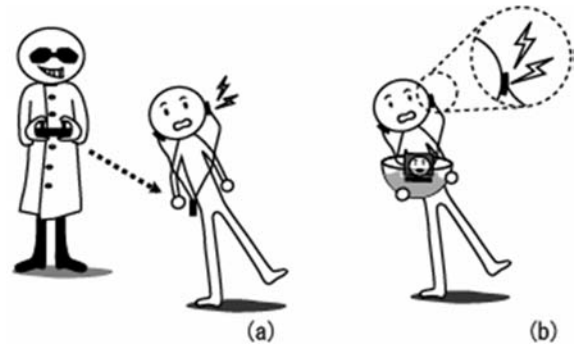


図 2 (a) GVS 制御を他者の手に委ねた場合
(b) GVS 制御を自分の手に委ねた場合
Fig. 2 (a) GVS controlled by another person
(b) GVS controlled by yourself

3. 作品構成

3.1 システム構成

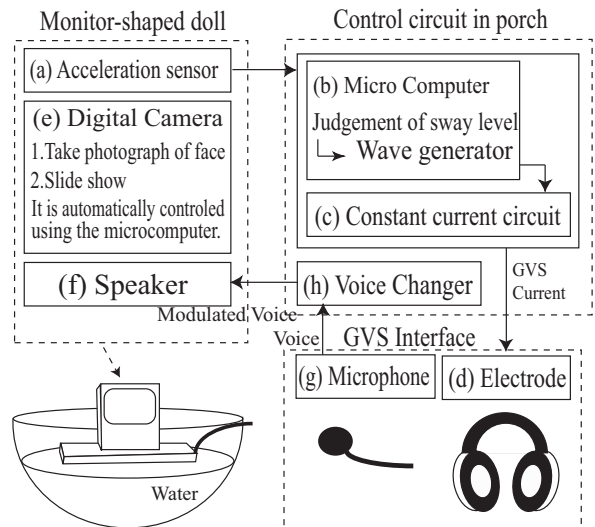


図 3 本作品で使用したデバイスのシステム図
Fig. 3 GVS system used in our artwork

本作品においては、水槽に浮かぶモニタ型人形に加速度センサが組み込まれ、その加速度情報によって装着者の GVS インタフェースの電流量・電流方向を制御する。図 3 にそのシステムの概要を、図 4 に実際に使用したデバイスを示す。加速度情報は図 3(a) の加速度センサ（Analog Devices 社 AD404）で検出され、内蔵されているカットオフ周波数 10Hz のローパスフィルタを通過後、図 3(b) のマイクロコンピュータ（Microchip 社 PIC18F2525）に送られる、マイクロコンピュータはその情報に基づいて GVS の制御信号を生成する。これらの回路は体験者が持ち歩けるように小型のポーチに収納されている。

GVS インタフェースによって生じる平衡感覚の変化は電流量に依存する．皮膚状態や装着状態による抵抗値の変化によらず，電流量を制御するため，定電流回路（図 3(c)，図 4 中央）を利用した．GVS のための電極（図 3(d)）は頭部への装着を容易にし，かつ確実な電極保持のためにヘッドホン型（図 4 右）を採用した．装着時の様子を図 5 に示す．

3.2 電流波形の生成

本作品では，水の上に浮かんでいる人形の平衡感覚の変化を体験者に提示する．体験者と人形は身体の大きさが異なるため，人形に発生する揺れの周期，減衰時間，減衰波形は，体験者に想定される揺れと大きく異なる．そのため，人間の身体の大きさに対応する揺れを模擬した波形をあらかじめ生成し，提示した [8]．具体的には，加速度センサによって人形の揺れ強度を



図 4 本作品で使用したデバイス
（左からモニター，定電流・制御回路，ヘッドホンに装着された電極）

Fig. 4 Device used in our artwork
(monitor, constant current circuit, and headphone-shaped electrodes)



図 5 電極装着時

Fig. 5 Headphone-shaped electrodes

計測し，その値によって 5 つの波形から選択して，その強度に合わせた電流刺激波形を提示した．刺激として出力する電流波形は以下の式によって計算される．

$$I(t) = k \sin(2\pi bt) e^{-at} \quad (1)$$

t は時間 [s]，係数 a は「半減期の逆数」と同様な振幅の減衰項 [Hz]，係数 b は発振の基底周波数を示す項 [Hz]，係数 k は電流量の基底振幅項 [mA] である．それぞれの係数の組み合わせは，以下の 5 種類（A～E）とし， $(a, b, k) = A(0.5, 2.0, 1.5)$ ， $B(0.7, 1.5, 1.5)$ ， $C(1.0, 1.0, 1.5)$ ， $D(2.0, 0.5, 1.5)$ ， $E(3.0, 0.3, 1.5)$ とした．これにより生成される波形を図 6 に示す．減衰が少なく，周波数の高い条件 A は強い揺れ感覚を生じさせ，減衰が大きく，周波数の低い条件 E は知覚される揺れの感覚が弱い．知覚される揺れの大きさは A,B,C,D,E の順である（ただし，刺激が提示されているときに，提示している波形より大きな揺れの波形が選択された場合には，次に電流量がゼロになったときに，より大きな波形が開始される）．

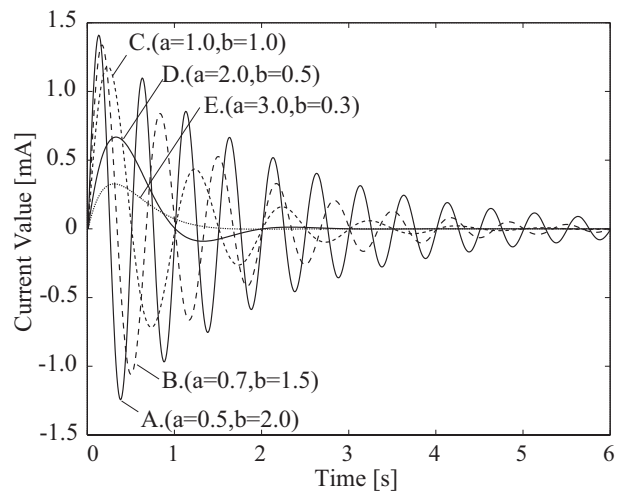


図 6 GVS による揺れ知覚のための電流波形
Fig. 6 Current wave form for GVS

3.3 視聴覚の演出

本作品において，水槽に浮かぶモニタの付いた人形は，自分の主体性のメタファとしての役割を担っている．体験者にそのメタファとしての人形を印象付けるために，体験者の顔写真を小型のモニタに表示し，体験者の声を人形の中に埋め込まれたスピーカから再生した．人形の中にはデジタルカメラ（Polaroid 社 izone 550 を改造）（図 3(e)）とカメラ制御用のマイクロコンピュータ（Microchip 社 PIC18F452）が組み込まれている．電源投入後，マイクロコンピュータの指令によりカメラの設定とメモリのフォーマットを行い（個人情報保護の観点から過去の履歴を破棄），その後，4 枚の写真が自動的に撮影され（図 7 左），撮影された写

真は図7右のように順次再生される。人形の中には、体験者の顔を表示するモニタだけでなく、体験者の声を発声する小型スピーカ(図3(f))が組み込まれている。体験者が下げるポーチ(GVS回路、ボイスチェンジャー、バッテリーが収納されている)のベルトには小型マイク(図3(g))が取り付けられており、このマイクにより採取された体験者の声はボイスチェンジャー(東洋トレーディング社CS-03Cを改造)(図3(h))によって甲高い声に変調され、人形の中のスピーカより再生される。高い声へ変調した音声は体験者に対して人形のスケールが小さいことと、自己の分身が身体の外に存在することを強調するためである。



図7 撮影の様子と再生される写真
Fig.7 Appearance of taking photos and presented photos of the face

3.4 本作品の体験手順

本作品を体験するにあたって、体験者は必ず同意書にサインを行う。同意書には、アルコールで皮膚を拭うことと、頭部に電流を流すことに関する注意が記述されている。次に、体験者に水槽の前に座ってもらい、耳の後ろをアルコールの入ったウェットティッシュできれいに拭う。これは、油脂や汚れの除去を目的としており、それにより皮膚と電極間の接触抵抗を極力下げて、低い電圧で目的の電流を通電するためである。その後、ヘッドフォン型の電極を装着する。この状態のまま、人形に内蔵されたカメラによって、体験者の顔写真を4枚撮影する。その後、体験者はポーチを左肩に掛け、立ち上がる。水槽を両手で持ち、最後にGVS回路を駆動させて体験者は歩き始める。体験者はコースを決めず、揺れながら(あるいは誰かに揺らされながら)、満足するまで自由に歩行を行った。体験者の様子を図8に示す。体験では、同意書の確認・装置の装着に約2分、歩行時間に約3分を要し、一人あたりの体験時間は約5分であった。また、本作品のビデオは<http://www.junji.org/SaveYourself/>にて鑑賞可能である。

4. 作品の評価

本作品は第10回文化庁メディア芸術祭[13]にて、審査員推薦作品として選出され、2007年2月24日～3

月4日、東京都写真美術館にて展示を行った。10日の期間のうち、5日間体験可能な展示を行い、476人の来場者に体験してもらった。そして、作品評価のために、体験者のうち197名にアンケートをお願いした。アンケートでは、年齢、性別、職業の他に、7問の質問の回答を1ページのアンケート用紙に記述してもらった。以下に、質問内容とそのアンケート結果を示す(Q1～Q3は選択式、Q4以降は自由回答である)。

アンケート回答者の性別・年齢(括弧内は人数)

男性 10代(3)	女性 10代(1)
男性 20代(84)	女性 20代(57)
男性 30代(25)	女性 30代(10)
男性 40代(5)	女性 40代(4)
男性 50代(2)	女性 50代(3)
男性 60代(0)	女性 60代(0)
男性 70代(1)	女性 70代(0)

アンケート回答者の職業

- ・会社員(82)
- ・学生(59)
- ・芸術・デザイン系(17)
- ・大学関係者・研究者(3)
- ・その他(23)

体験者の多くは、20代の学生、20～30代の会社員であり、本アンケート結果は、インタフェース技術やメディア芸術についての特別な事前知識を持たずに体験した結果であるといえる。

Q1. この作品は楽しい体験となりましたか?(四択)

- ・非常に楽しい 141人(71.6%)
- ・やや楽しい 56人(28.4%)



図8 体験者の様子
Fig.8 Photos of users' experiences

- ・あまり楽しくない 0人
- ・全く楽しくない 0人

Q2. この作品はあなたにとって、新たな体験・感覚でしたか?(四択)

- ・非常に新鮮 159人(80.7%)
- ・やや新しい 36人(18.3%)
- ・あまり新鮮でない 2人(1.0%)
- ・全く新鮮でない 0人

Q3. また、体験したいですか?(四択)

- ・ぜひとも 113人(57.4%)
- ・たまに 43人(21.8%)
- ・機会があれば 37人(18.8%)
- ・いいえ 4人(2.0%)

Q4. 歩いているときどのように感じましたか?

(自由回答)

- ・揺れる感じ(44)
- ・酒を飲んで酔う(27)
- ・船の上, 水中(26)
- ・眩暈や気持ち悪さ(16)
- ・船酔い(14)
- ・頭や体が左右に押される(14)
- ・地震(12)
- ・風邪を引いたとき, 徹夜後(10)
- ・視界が揺れる(9)
- ・自分の歩行が制御できない(8)
- ・頭や体が左右に引っ張られる(6)
- ・脳が動かされる等, 他の身体感覚(4)
- ・ピリピリ感がある(2)
- ・なんともない(1)
- ・その他(14)

Q1, Q2 から, 本作品での体験は, 多くの体験者にとって「楽しい」「新鮮」なものであった。その体験の様子を, Q4にあるように「揺れを感じる」というだけでなく「飲酒時」「船の上」「地震」「身体が押される」「引っ張られる」等, 具体的に答える体験者も多かった。また, GVSによって「視界が揺れる」と視覚へ変化を感じた体験者もいた[14]。このような体感がQ2の「新鮮な体験」として受け取られたものと考えられる。Q3にあるように, 半数以上の体験者が「ぜひとも, また体験したい」と希望した。一方で「いいえ」と答える体験者も4人いた。この体験者はそれぞれQ4で「気絶しそう」「立ち眩み」「不快な酔い」, 「揺れが苦手」と回答しており, GVSは酔いやすい体質の体験者に対しては, 眩暈や気持ち悪さを与えるこ

ともあるため, そのような人に対する体験方法も考慮する必要がある。

Q5. 水の上に揺れている自分の分身に対してどのような感覚を持ちましたか?(自由回答)

- ・余裕がなかった(24)
- ・人形に何らかの感情移入:(23)
落ち着け, もっと揺れて etc
- ・分身に見えない(16)
- ・気にしなかった(11)
- ・不思議, 変な感じ(11)
- ・形について言及(8)
人型, 自分の方を向いて欲しい
- ・人形に対して自己投影:(5)
一体感, 自己が外部にある etc
- ・同期していない(4)
- ・その他(7)

本作品では, モニタ型人形を水の上に浮かべ, それを自己の分身と考え, 人形の方向に合わせて平衡感覚への刺激を行った。しかし, 人形に対して「感情移入」, もしくは何らかの「自己投影」した体験者は全体の15%程度であった。平衡感覚が大きく揺り動かされるため, 人形について考える「余裕がない」という体験者も多かった。また, 体験時間が5分と短いことも関連があると考えられる。人形に対する意味付け及び, その体験における演出については, 今後の改善点である。

Q6. 他にどのような使い方をしたいですか?

(自由回答)

- ・ゲームや遊園地のアトラクション(56)
- ・映像や音楽に同期させて(21)
- ・船酔いや, 地震の訓練利用(15)
- ・船の上, 車や自転車等乗り物に乗りながら(15)
- ・野外で(15)
- ・就寝時, 息抜き, マッサージ, ヒーリング(11)
- ・トランポリン等空中で(9)
- ・家で(7)
- ・水中で(6)
- ・複数人での感覚共有・コミュニケーション(6)
- ・ダンス等身体運動をしながら(5)
- ・飲酒時(5)
- ・携帯等モバイルデバイスに組み込む(3)
- ・ドラッグ, 幽体離脱等, 非日常的精神体験(3)
- ・その他(2)

25%の体験者が「ゲームやアトラクション」での

使用方法を回答した。実際に「映像や音楽」に同期させて平衡感覚を提示すると、ゲームや映画の臨場感が向上することが示されている[15]。また、回答にあった「訓練利用」は有効な応用分野であると考えられる。「野外で」、「息抜き」等、開放的な感覚やリラクゼーションとしての利用についての回答があったことは興味深い。本作品は一人で体験するものであるが、「複数人での感覚共有」はコミュニケーションの質を変化させるものであり、実現可能性について考えていきたい。

Q7. 自由感想（自由回答）

- ・生まれて初めての体験
- ・目に見えない刺激は少し不安だが面白い

等、これまで体験したことのない感覚に対する戸惑いとともに、それが楽しいというコメントが多かった。

- ・主体的な感覚は外からいくらでも変えられる
- ・当たり前前の行動が当たり前じゃなくなる
- ・自分の感覚を再認識させてくれる

等、自分の感覚・行動が想定外の変化をすることによって、普段の自分の感覚・行動を再認識するというコメントも得られた。これは、筆者らが作品を制作するにあたって意図したことに近いコメントである。

- ・見えない客観的自分と主観的自分を体験できるところがよい。見えないものが見えるというのを乗り越えて体験にまでなっているのがよい。
- ・小難しくない

等、体験者が言葉でなく体験として何らかの意図を読み取ったことを意味するコメントがあった。

- ・左右方向の感覚だけでなく、上下や回転の感覚あるとよい

等、前庭感覚刺激の方向に関するコメントもあった。本作品のシステムにおいて、提示可能なのは左右方向の揺れ感覚のみである。しかし、頭部の前後方向、額と後頭部に電極を取り付けることによって前後方向の身体動揺が喚起されることは予備実験によって確認されている。しかしながら、この電流経路の途中には視神経があるため通電するたびに視野の中に光点が見えることや、電極の距離が長いことから皮膚に大きな刺激が伴う可能性があること、装着も容易ではないということから、現状では実装を行っていない。また、上下方向や回転方向についてはその現象自体が、現状のところ確認されていない。

- ・見ている側にとっても面白いもの、例えば、画面に小さな自分を映し出す等の演出が必要
- ・子供向けワークショップを行う

等、作品の演出に関するコメントがあった。今回の展示では、体験者が揺れながら歩く様子を他の鑑賞者達は周りから見る事ができた。このとき、電気刺激は

目に見えるわけではないため、体験者が人形を揺らされて突然身体動揺する様子を見ても、ほとんどの鑑賞者はその状況が理解できないようであった。これは、説明員が原理を説明した場合も同様であり、自身が体験しなければ何が起きているのか「感覚を理解」することはできないようであった。一方で、体験後は、何が起きているか感覚として理解しているため、むしろ積極的に現在体験している人の人形を揺らそうとしていた。本作品の体験は、鑑賞過程を知覚レベルで変容させており[16]、外部からの観察や、ビデオカメラ等、既存記録媒体で疑似体験することは不可能である。

5. 考察

5.1 平衡感覚の移植

本作品で扱った平衡感覚という感覚は、人間が環境を知覚する上で、その座標系を決定する重要な感覚である。そして、その感覚を揺るがすことは、体験者に大きなインパクトを残すことが可能である。しかし、これまで、それを実現するためには大掛かりな装置[17][18][19][20]や空間[21][22]が必要であった。一方、本作品で使用した GVS インタフェースは小型で装着可能であるため、様々な場所において自身の座標系が揺らぐ体験を実現可能である。

人形の方向に合わせて体験者の平衡感覚を変化させることは、平衡感覚のトレイグジスタンスといえる[23]。ただし、本作品のトレイグジスタンスは、時空間を移動しスケールを変換する、つまり、ここでは「どこか」の感覚を伝送するという点よりむしろ、アバタとして機能する人形を体験者自身が保持するという点を強調したトレイグジスタンスである。感覚伝送の対象が目の前に存在し、触覚的にそれを保持できるということは、自身の感覚が投影された対象の存在を実感として理解できるものと考えられる。本論文では、その対象の存在感を感じることができるという意味で、「感覚の移植」という語を使用している。また、本作品のトレイグジスタンスは、フィードバック・ループ的な要素があり、体験者の揺れが人形を揺らし、さらに体験者の揺れを拡大するという、共振系が形成される特異な状態を生み出している。

5.2 観察視点の外在化

本作品では、制御困難な環境の中の自己（水に浮かぶ人形）を外部視点から捉えなおすという体験を意図した。我々の行動を左右するような制約（他者の振る舞いも含めて）は、知らず知らずのうちに環境の中に存在している。この状況は、GVS 刺激の電極が常に装着され、いつの間にか電流が流されているのと同じ状況ともいえる。これまでの芸術作品においても、環境に制御される自己を主題にした作品は存在していた

が(例えば,ステラークによるPING BODY [24]),そのような環境のなかで,我々がどのように振舞っていけばよいのか示唆するものではないようであった.このような状況への対応として,人間と環境の関係性自体を一度,自己の外へ表現しなおし,その関係を,より広い枠組みから注意深く観察することも可能ならずである [25][26].そして,このような「日常との距離を見直し,外から自己を見る目」は頭の中だけではなく,実感として理解・訓練する必要があると考えられ,本作品の芸術鑑賞体験はそのきっかけとなり得る.

5.3 同意書のある芸術鑑賞

本作品では,全ての体験者に同意書にサインをもらった.この同意書には,この作品において自分がどのような体験をするか(前庭感覚を電気刺激されること)が記述されており,体験者はそれを読み,サインをする.つまり,本作品において,体験者は,既にこれから起こる感覚の変化に対する知識を持って鑑賞体験を行う.驚かせることを意図した芸術鑑賞体験 [27]では,体験者は原理等の予備知識を持つことなく鑑賞し,作品はその隙について心に強い印象を残すものであるが,本作品はそれに逆行するものである.同意書に記入してもらうことは,元来,安全上の理由からであるが,この同意書にサインするという行為が,体験者に未体験なものに対する期待感と不安感をより強く呼び起こしていたのではないであろうか.

6. おわりに

本論文では,平衡感覚に影響を与える GVS 技術を利用した体験型作品“Save Yourself!!!”について述べた.筆者らは GVS 技術が,新たな情報提示装置としてだけでなく,人々の心を豊かにするような,精神的価値を生み出すことができると考えている.例えば,本作品のような人間の感覚を揺り動かす芸術鑑賞体験は,人間がどのように世界を知覚し,その中で行動しているのか,その枠組みを実感として理解するひとつのきっかけとなるものと考えられる.

参考文献

[1] 洪田 真由美, 植田 裕司, 高木 佐恵子, 吉本 富士市: 携帯電話 Web を用いたショッピング支援システム - テーマパークでの時間の有効利用, 平成 15 年度 情報処理学会関西支部 支部大会, A-7, (2003).

[2] おすすめ商品のリスト, <http://www.amazon.co.jp> (2007 年 3 月 26 日)

[3] 東 浩紀, 大澤 真幸: 自由とは何か 9.11 以降の現代思想, NHK ブックス, (2003).

[4] 東 浩紀: 情報自由論, (2002) <http://www.hajou.org/infoliberalism/> (2007 年 3 月 26 日)

[5] ローレンス レッシグ: CODE - インターネットの合法・違法・プライバシー, 翔泳社, (2001)

[6] 渡邊 淳司: 主体性の認知科学的展開, モバイル社会

研究所 未来心理 Vol. 9, pp. 5-12, (2007)

[7] 安藤 英由樹, 渡邊 淳司, 杉本 麻樹, 前田 太郎: 前庭感覚インタフェース技術の理論と応用, 情報処理学会論文誌 Vol. 48, No. 3, pp. 1326-1335, (2007)

[8] Taro Maeda, Hideyuki Ando, Tomohiro Amemiya, Masahiko Inami, Naohisa Nagaya, Maki Sugimoto: Shaking The World: Galvanic Vestibular Stimulation As A Novel Sensation Interface, ACM SIGGRAPH 2005 Emerging Technologies, (2005)

[9] Taro Maeda, Hideyuki Ando, Maki Sugimoto: Virtual Acceleration with Galvanic Vestibular Stimulation in A Virtual Reality Environment, Proc of IEEE Virtual Reality 2005, pp. 289-290, (2005)

[10] カズヒコ・ハチヤ, タロウ・マエダ, ヒデ・アンドリュウ, カンカンゼ・ソルベウンム: サイコ・コミュニケーター・システム, (2005) <http://www.petworks.co.jp/hachiya/works/Psycomu.html> (2007 年 3 月 26 日)

[11] R. C. Fitzpatrick, D. L. Wardman, J. L. Taylor: Effects of galvanic vestibular stimulation during human walking, The Journal of Physiology, Vol. 517, No. 3, pp. 931-939, (1999)

[12] A. M. Bacsı, J. G. Colebatch: Evidence for reflex and perceptual vestibular contributions to postural control, Experimental Brain Research, Vol. 160, No. 1, pp. 22-28, (2004)

[13] 第 10 回文化庁メディア芸術祭 <http://plaza.bunka.go.jp/festival.html> (2007 年 3 月 26 日)

[14] 永谷 直久, 杉本 麻樹, 新居 英明, 前田 太郎, 北崎 充晃, 稲見 昌彦: 前提感覚電気刺激による視覚への影響, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 10, No. 4, pp. 475-484, (2005)

[15] Carsten Magerkurth, Adrian David Cheok, Regan L. Mandryk, Trond Nilsen: "Pervasive Games: Bringing Computer Entertainment Back to the Real World", ACM Computers in Entertainment, Vol. 3, No. 3, (2005)

[16] 渡邊 淳司, Maria Adriana Verdaasdonk, 田畑 哲稔, 安藤 英由樹, 前田 太郎, 館 暉: MultiMedia Performance におけるインタラクティブ性と美, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 10, No. 1, pp. 3-9, (2005)

[17] 廣瀬 通孝, 大塚 隆治, 広田 光一: モーションベースを利用した前庭感覚表現に関する基礎的研究, 日本バーチャルリアリティ学会論文集, Vol. 1, No. 1, pp. 16-22, (1996)

[18] 鈴木 宣也, 小林 孝浩: ネットワーク接続型平衡感覚交換システム: the happy medium, 日本バーチャルリアリティ学会論文集, Vol. 5, No. 1, pp. 779-786, (2000)

[19] 三上晴子: About and around the perception and interfaces Continuum 知覚によるインターフェイス考察 <http://www.idd.tamabi.ac.jp/mikami/artworks/index-j.htm> (2007 年 3 月 26 日)

[20] 牧浦 敏則, 岩田 洋夫, 矢野 博明: 頭部揺動を用いた移動感覚の呈示, 日本バーチャルリアリティ学会第 7 回大会, プログラム CD-ROM, (2002)

[21] 荒川 修作: Madeline Gins 養老天命反転地 <http://www.yoro-park.com/j/rev/> (2007 年 3 月 26 日)

[22] 養老天命反転地-荒川修作+マドリン・ギンズ: 建築的実験 毎日新聞社, (2001)

[23] Susumu Tachi, Kazuo Tanie, Kiyoshi Komoriya and Makoto Kaneko, Tele-existence (I): Design and Evaluation of a Visual Display with Sensation of Presence, RoManSy 84 The Fifth CISM-IFTToMM Symposium, pp. 206-215, (1984)

- [24] Stelarc PING BODY
<http://www.stelarc.va.com.au/> (2007年3月26日)
- [25] マイケル・ホワイト, デビット・エプストン: 物語としての家族 (小森康永 訳), 金剛出版, (1992)
- [26] 野口 裕二: 物語としてのケア - ナラティブ・アプローチの世界へ, 医学書院, (2002)
- [27] 嶋本 昭三 : 芸術とは、人を驚かせることである, 毎日新聞, (1994)

(2007年3月26日 受付)

[著者紹介]

安藤 英由樹 (正会員)



平成 10 年 愛工大院 修士修了. 平成 10 年 同大学博士課程. 平成 11 年 理化学研究所 BMC JRA 配属. 平成 12 年 JST「協調と制御」領域 GM, 現在 NTT CS 研 RS. 博士(情報理工学). 生体工学, ヒューマンインタフェース, VR, ウェアラブルなどの研究に従事. メディア芸術祭審査員推薦'06, LAVAL Virtual Grand Prix'07 等受賞

吉田 知史 (学生会員)



国立大学法人 電気通信大学電気通信学研究科 知能機械工学専攻 2003 年早稲田大学第二文学部卒業, 2005 年早稲田大学大学院国際情報通信研究科修士課程修了インタラクティブ表現の研究に従事.

前田 太郎 (正会員)



昭和 62 年 東京大学工学部 卒業. 昭和 62 年 通産省工業技術院機械技術研究所. 平成 4 年 東京大学先端科学技術研究センター助手, 平成 6 年 同大学 助手, 平成 9 年 同大学 講師, 平成 14 年 NTT CS 研 主幹研究員. 平成 19 年 大阪大学情報科学研究科 教授博士(工学). 人間の知覚特性・神経回路のモデル化, テレインテラクションの研究に従事.

渡邊 淳司 (正会員)



平成 17 年 東京大学大学院情報理工学系研究科 博士課程修了. 博士(情報理工学). 同年(独) 科学技術振興機構「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」領域個人型研究(さきがけ) 研究員. 視触覚における時空間知覚メカニズムの研究, 及びその情報提示・芸術表現への応用研究を行う. <http://www.junji.org/>