

本ソフトウェア科学会「言語と知能」研究会（1994.6.24）  
統合とマルチモーダリティー」ワークショップ論文

サイバーホメオスタシス仮説：  
マルチモーダリティーの臨場感パラダイム

Cyber-Homeostasis Hypothesis:  
A Reality Paradigm in Multi-Modality

苔米地英人<sup>†</sup>  
徳島大学工学部知能情報工学科  
徳島市南常三島町2-1  
TEL 0886-56-7487  
tomabech@is.tokushima-u.ac.jp  
tomabech@cs.cmu.edu

#### アブストラクト

主、サイバー仮想現実と名付けた近未来型仮想現実システムの構築研究を日米の工学・心理学・医学研究機関の共同プロジェクトとして進めている。この研究の中心となる仮説が本稿で紹介するサイバーホメオスタシス仮説である。当該仮説は、生理的なホメオスタシスを情報的レベルまで拡張する考え方であり、これを仮想現実の臨場感創出の原理としている。サイバー仮想現実では、仮想的な可能性世界を計算機上のグラフィック環境として構築するのではなく、被験者の認知上にイメージ（記憶）として直接構築することを狙ったアーキテクチャーである。このアーキテクチャーにおいては、被験者が操作するのは計算機上の仮想的な世界ではなく被験者自身の記憶をベースとしたイメージ（内部表現）となる。操作される実体が人工映像ではなく実際に記憶を加工したものであるため、臨場感が現実世界と何ら変わらない人工現実の構築が可能となる。現在まで、サイバーホメオスタシス仮説をベースとした超臨場感の予備的基礎実験に成功している。

---

<sup>†</sup>当研究の一部はカーネギーメロン大学並びにハーバード大学に於いて行われました。また、実験に参加下さった日米の研究者の皆さんにお礼を申し上げます。

1. はじめに、

本論文では、これまでの仮想現実（バーチャルリアリティー／VR）とは本質的に異なる仮想現実システムの理論的ベースとなるサイバーホメオスタシス仮説を紹介する。これまでの仮想現実システムでは、仮想的な世界を3次元コンピュータグラフィックス等を用いて構築し、この仮想的な世界をデータグローブ等のセンサーを通じて操作するという手法がとられていた。従って構築される仮想的な世界は、全ての詳細にわたって計算機上で表現されていなければならない、また、ユーザーが物理的な活動を通してインタラクション可能な操作のみが、仮想現実世界を変更させる手段であった。これは、全ての可能性世界情報を計算機上で表現し、3Dディスプレイや合成音としてユーザーに提示し、これをユーザーが物理的な身体的動作を利用して操作するという従来よりの仮想現実のパラダイムがベースとなっているからである。本稿で導入するサイバーホメオスタシスの仮説をベースとする新たな仮想現実の考え方では、仮想的な現実世界を計算機上の情報として構築するのではなく、ユーザー（本論文では被験者と呼ぶ）の認知上にイメージとして直接構築することが可能となる。従って、被験者が操作するのは、計算機上の仮想的な世界ではなく、被験者自身のイメージ（内部表現）となる。この、仮想現実世界を構築する被験者の認知上の空間を我々はサイバースペースと呼び、また、このサイバースペースを利用したマンマシンシステムをサイバー仮想現実（サイバーバーチャルリアリティー／サイバーVR）と呼んでいる。サイバーVRシステムでは、イメージの構築、個々のイメージの操作は全て、被験者の認知上にあるサイバースペース上で行われるため、計算機の表現能力や、物理的身体活動の限界が仮想的な世界の操作の限界とはならない。また、サイバー仮想現実世界の構築情報（設計図といってもよい）は、計算機上に記憶される。例えば、個々の場面の3次元的な配置は、ディスプレイ上に表現される。従って、ログインセッション毎に、整合性のある仮想現実世界が作り上げられることになる。

2. 仮想現実、内部表現、サイバー空間

2.1 仮想現実とは

仮想現実（もしくは仮想現実世界、*virtual reality*）とは、被験者が、視覚的、聴覚的、触覚的といったモーダリティを問わず、イメージとして構築する可能性

世界を指す。ここで、可能性世界 (*possible world*) とは、時間的、空間的な位置を問わず、無限に存在する可能性としての世界を指す。現代分析哲学における可能性世界論理の可能性世界と同義である<sup>4)</sup>。当然、いわゆる現実世界 (*real world*) も可能性世界の一つである。但し、現実世界は現在にしか存在することができない。これは、ある特定の時間  $t_1$  において現実世界である可能性世界  $p_1$  は、別の時間  $t_2$  においては、現実世界ではないからである。勿論、ある特定の時間  $t_1$  が、現在であるというのは、多分に便宜的な言い方であり、本来  $t_1$  は無限に小さな一瞬である。従って、ここでは、現在は、被験者による認識可能な幾らかの時間的継続において現在であると見る。同様に、特定の可能性世界も、幾らかの整合的な時間的継続において存在しているものとする。ところで、可能性世界は、単に現実世界の可能性パラエティーとして存在するものだけではなく、あらゆる情報的な世界をも含むものとする。例えば、小説や映画の虚構世界や、過去や未来に起きている出来事も含む。

2.2 内部表現とは、

本稿では、イメージは、内部表現と同義とする。ここで、内部表現 (*internal representation*) とは、被験者の脳内において、意識されている情報の全体をいう。ところで、意識されているとは、被験者が、特定の時空の位置において、ある情報を主体的に認知している状態であるとする。主体的に認知するとは、被験者が内省的にその存在を確認している状態である。気がついている (*aware*) 状態といってもよい。例えば、ある特定の記憶は、普段は内省的にはその存在は確認されていないので、意識されていない（意識にあがっていない）が、思い出すという行為を通して主体的に認知される（意識される）。例えば、本稿を読みながら、鼻の頭が視界に入っているが、ここで、指摘されるまでは、読者は、鼻の頭に気がついていなかった（意識していなかった）。現在座っている椅子に触れているお尻の感触を、いま、指摘されることによって感じているが、ここまで読んでくる間には気がついていなかった（意識していなかった）のである。このように、脳内の情報で、意識されているものが、内部表現である。意識されていないが、内部表現化され得る（されたことがある）情報を、潜在的内部表現と呼ぶ。勿論、刻一刻と被験者の注意は変化するし、また、付随的な運動に係わる情報のように、注意することは難

しいが、グレイゾーンの的に意識の外延に在しているような情報もあり、内部表現と潜在的内部表現の区別は明解ではなく、多分に連続的である。

以上のことばを利用すると、仮想現実とは、被験者が、視覚的、聴覚的、触覚的といったモーダリティーを問わず、主体的に認知している（内部表現化している）時間的、空間的位置を問わず無限に存在する可能性世界のひとつとなる。

### 2. 3 サイバー空間とは

次にサイバー空間を定義する。サイバー空間 (サイバースペース - Cyberspace) とは、特定の被験者の認知空間に、無限の可能性世界のうちその被験者がアクセス可能な可能性世界の集合の全体を加えた空間である。認知空間とは、特定の被験者の（全ての神経系統を含む）脳内の情報の全てである。記号・準記号・非記号といった抽象度の差や、物理的な実体性は問わない。つまり、特定の被験者の脳内の物理的情報と無意識、意識といったいわゆる認知的な情報の全体である。記憶も当然含まれる。アクセス可能であるとは、何らかの手法を利用して、（認知空間内に存在していなければ取り入れて）意識する（内部表現化する）ことが可能であることを指す。つまり、サイバー空間内で可能性世界が仮想現実化することができるならば、その可能性世界はアクセス可能であったことになる。ただし、サイバー空間の全ての情報がアクセス可能とは限らない。例えば、脳内の物理的情報の多くはアクセス不可能である。

### 3. サイバー・ホメオスタシス仮説

#### 3. 1 サイバー自律フィードバック

生体には、「各器官の日常的な生体状態を安定化させる傾向」 (*a tendency to stability in the normal physiological states of the organism*) ホメオスタシス (*homeostasis*) があることが知られている。これは、生体の自律的な活動で、生体は物理世界と絶えずフィードバック関係を保ちながら、例えば体温を一定に保つたりして、物理的な存在としての生体の全体としての整合的な状態を維持している。(図1) ホメオスタシスは生体内部の様々な物理的レベルでも起きている。例えば、神経末端部の神経伝達物質の分泌量は複数の神経系のフィードバック関係 ( $A_{10}$  神経と GABA 神経間等) により正確に調整されている。心臓の鼓動や月経周期が一定であるのも、ホメオスタシスの結果である。ここで、生体のホメオスタシスは情報的な世

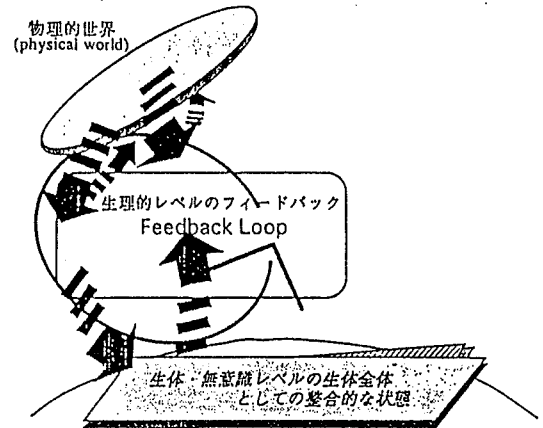


図1 通常ホメオスタシスによるフィードバックループ

界にまで及んでいるものであるとしたのが、本稿のサイバーホメオスタシス仮説である。つまり、ホメオスタシスの概念を拡張して、情報的なレベルをも包含する恒常性維持機能の存在を仮定した自律的なフィードバック系のモデル (サイバー自律フィードバックモデル) を仮定したものがある。従って、物理的 (生理的) なレベルに限らず情報的 (認知的) なレベルまで包括して、安定した状態を維持しようとする傾向が存在するものと見る。恒常性維持機能がサイバー空間にまでおよんでいると仮定するのである。このサイバー空間における恒常性維持機能をサイバーホメオスタシスと呼ぶ。サイバーホメオスタシスは、自然言語や、視覚、触覚といったモーダルチャンネルを利用して、内部表現を刻一刻と更新することにより行われる。現実世界は、被験者の空間的・時間的な位置が常に変化しているため、常に変化し、その変化の情報がモーダルチャンネルを通じて、内部表現化される。(図2) また、被験者自身も、身体的行為や発話により、現実世界を変化させるので、現実世界と内部表現の間にフィードバックループが築かれ、生体の自律的な活動として、内部表現のアップデートが続けられるのである。これが、サイバーホメオスタシスである。

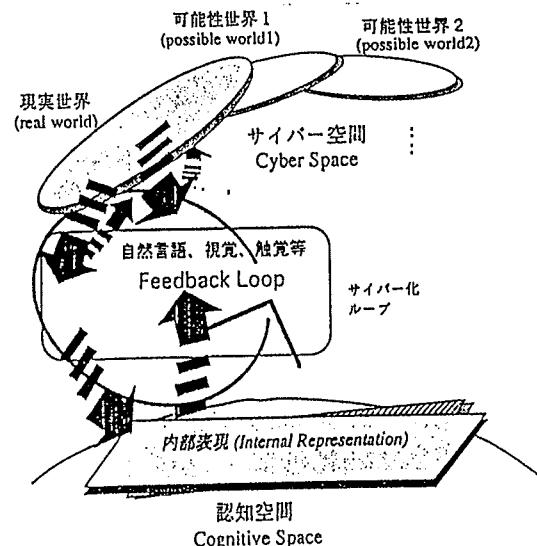


図2 サイバーホメオスタシス・フィードバックループ

このようにしてみると、自然言語理解は、音声言語などによって変更された外的世界（空気の物理的振動）の情報状態に、ホメオスタシス活動としてサイバーフィードバックしながら、内部表現を自律的に更新していく活動であると説明できる。また、発話は、被験者の内部表現に合わせて外的世界の情報状態を更新していく動作と説明することができる。サイバーホメオスタシス仮説では、自然言語理解や、思考等全ての被験者の情動的動作はホメオスタシスによる生体の自律的な活動とみることができる。その意味で、サイバーホメオスタシスが自由意志と言われているものの実体と主張することもできる。情動的若しくは物理的動作そのものが外界へ内部表現を映し出し、また、内部表現を同時に更新するものであり、外界と内部表現との間で、常にダイナミックな自律的フィードバック関係が築かれているのである。ここでは、意志（自由意志）とは、独立した現象ではなく、動作そのものとサイバーホメオスタシス関係において一体化したものといえる。意志とはフィードバックループの求心力、即ち、フィードバック関係を通して、内部表現と外界を統一していく力<sup>1)</sup>の発現といってもよい。ところで内部表現そのものは、物理的情報から、極めて抽象度<sup>2)</sup>の高い情報まで混然と含んでおり、当然、身体行為、自然言語では外的世界に反映不可能なものも多く含まれている。本来無意識的で内部表現化の難しい生物種としての知識・記憶や精神世界的な情報などは、その氷山の一角が内部表現化されているに過ぎず、こういった抽象度の高い情報が係わってくるサイバーホメオスタシスは、物理的制約を超越しているがために自由なのである。一般に、内部表現と、外的世界の両方の抽象度が高ければ高い程、意志が自由であると感じられるのである。つまり、自由意志とは、サイバーホメオスタシスにおける必然ではありながら、その制約関係が、抽象度が高くなれば、物理因果の制約を超越していくが故に自由なものになっていくのであるという見方である。別な見方をすれば、大脳が進化の結果手に入れたのは、単なる（大脳新皮質）の巨大化のみならず、ホメオスタシスを情報世界（精神的世界）まで拡げるサイバーホメオスタシスそのものであると言え

<sup>1)</sup> この内部表現と外界をモーダルチャンネルを通してのフィードバックにより統合し、また、昨日の内部表現と、今日明日の内部表現を続した統合体として統一する力が自己といわれるものの実体といえる。

<sup>2)</sup> 本稿に於ける抽象度とは、物理的な情報から離れれば離れるほど高いと見る。例えば、脳内の電気信号は抽象度の低い情報であるが、物理的実体のない概念等は抽象度が高いと考える。

る<sup>3)</sup>。この、結果、我々の思考は、あくまで、内部表現と外的世界の関わりとしてのサイバーホメオスタシスをその本質とした、自己の必然でありながら、物理法則を超越するものとなったのである。自由意志は、物理法則の支配を受けず、情報の抽象度（知識化度・精神資質）が上げれば上がる程、自由である。

ところで、サイバーホメオスタシスが生理的なホメオスタシスと異なるのは（というより、既存のホメオスタシスの概念を大きく拡張するのは）、生理的なホメオスタシスでは、フィードバック関係にある外的世界は、物理的な現実世界一つであるが、サイバーホメオスタシスでは、フィードバック関係に入り得る外的世界は無限にあるということである。サイバーホメオスタシス仮説でも、通常はフィードバックループは現実世界と内部表現の間で築かれているとみるが、現実世界ではない可能性世界と内部表現の間でフィードバックループが築かれることがあると考える。これは、これまでの生理的なホメオスタシスの考え方では、生理現象に直結する物理的現実世界とのやりとりだけが、フィードバックの対象とされてきているのに対して、サイバーホメオスタシスでは、無限の可能性世界における情動的状態が、内部表現を更新し得るフィードバックの対象となり得ると見るからである。これは、サイバーホメオスタシス仮説において、フィードバックループが築かれる外的世界は可能性世界であると仮定されており、現実世界も可能性世界の一つにすぎないという基本的な立場を採るため自然な予想である。

### 3. 2 非現実世界とのフィードバックの例

このように、サイバーホメオスタシス仮説により、現実世界ではない可能性世界とのフィードバックループの存在が予想されるが、我々が検証例として挙げるのは、映画、小説、演劇、舞踏、催眠、夢、瞑想、幻想、酩酊などである。例えば映画を見ている時には、映画館まで、電車に乗って、また、歩いてやってきて、館内の椅子に座ってポップコーンを食べ、コーラを飲んでいるという現実世界が本来の自律的フィードバックループの対象（内部表現の更新相手）であるわけであるが、映画に熱中する事により、映画館にいることも忘れ、例えば、映画の中で、車が衝突する大きな音に

<sup>3)</sup> 人間だけに特に発達した理性と感情をつかさどる左右の前頭連合野では、A<sub>10</sub>神経に神経伝達物質（ドーパミン）の作用量を抑制するオートレセプターが欠如している（従って、フィードバックの歯止めが無くドーパミンの際限ない代謝回転がおこなわれている）という研究がある。これは、人間的な思考活動を司る前頭連合野において、物理的フィードバックはもはや重要ではなくなっており、サイバー化フィードバックループが存在しているというひとつの示唆ではなからうか。

ドキッとしたり、映画の世界に没入して、感動の涙を流したりするのは、映画により築き上げられた可能性世界とフィードバックループが作られ映画の世界が内部表現化されるからであると説明できる。つまり映画の可能性世界がサイバー自律フィードバックにより内部表現化され、仮想現実として現実世界のかわりに選ばれていると見ることができる。電車の中などでも、小説の読書中に声を出して笑ってしまうような状況も小説の世界と内部表現が強力なフィードバックループを築いている為であると考えられる。

### 3. 3 サイバーホメオスタシスと臨場感

ところで、ここで、臨場感とは何かということを見ると、サイバーホメオスタシス仮説においては、臨場感とは、フィードバックループの強さの感覚であると考えることができる。臨場感のある場面というのは、より強いサイバー自律フィードバックループにより、可能性世界が内部表現化されている場面であるといえる。例えば、映画の中の世界と強いフィードバックループが築かれ、内部表現化されることにより、臨場感が高まっているわけである。勿論、持っているポップコーンの入れ物を床に落としたり、座っている椅子から転げ落ちる程、現実世界から切り放されることは滅多にない(極めて強い臨場感の下ではあり得るであろう)。一般には、現実世界とのフィードバックループが消滅したというより、弱まり、潜在的内部表現のレベル(無意識のレベル)まで押しやられたと見るべきであろう。つまり、可能性世界が、現実世界より一層臨場感のある世界となつて、内部表現化され、仮想現実化すると、現実世界でのそれまで臨場感のあった情報は、意識されていないレベルの情報(潜在的内部表現)となり、そのレベルにおける、フィードバックループのみとなると考えることができる。例えば、呼吸や、心臓の鼓動など普段意識されない生体的情報と同様な無意識レベルまで、現実世界が押しやられたと見ることができる。<sup>24)</sup>

ところで、一般に臨場感は、操作参加性と、その場にいるプレゼンスの感覚と知的整合性により説明されているが、サイバーホメオスタシス仮説においては、それらは要素ではあっても、臨場感の本質とは見ない。特に、一般の臨場感システムで、身体性や操作参加性が臨場感創出の重要な役割を占めているのは、触覚や、

身体の動きを伴うのが、フィードバックループが強まり易いからであると説明できる。ただし、小説の読書や、映画鑑賞などのように、触覚や身体性が、構築される仮想現実世界と無関係であったり相反していても、涙を流したり、ドキッとしたりするのは、身体性、操作参加性、プレゼンス感覚等では説明できないが、情報内容のフィードバックを前提とするサイバーホメオスタシス仮説では、自然に説明できる。

### 3. 4 「小説で涙をながす不思議」問題

我々は、例えば、通勤電車のなかで揺られながら、満員電車の喧噪と全く関係なく、読書をして小説を楽しみ、また、場面によっては涙を流すこともある。同様に、小説を読みながら声を出して笑ってしまうこともある。これは、身体性や、操作参加性、プレゼンス感などの臨場感創出の考え方では説明できないだけでなく、これらの考え方と矛盾するともいえる。データスーツに、3Dヘッドマウントディスプレイ(HMD)といったVRの装置は操作参加性、プレゼンス感等に依ったものであるが、これらによるVRではなかなか涙を流せない。一方、臨場感テクノロジーとしては、大分劣っているようにみえる活字で、我々は通勤電車の現実世界を離れて小説の虚構世界に臨場感を感じることができる。この不思議を筆者は臨場感における「小説で涙を流す不思議」問題と呼んでいる。このパラドックスの一つの答えは、文芸批評家の言葉を待つまでもなく、恐らく、プロットなどの色々な小説内に作者によって意図的/非意図的に盛り込まれた技によるものというのがある。また、自然言語の強力なイメージ想起性、連想性、といった「ことだま」的説明もあろう。いずれにしてもこの問題の答えは臨場感の創出が情動的であることに係わっているであろう。一方、データスーツや、HMDによるVR臨場感は多分に物理的である。身体性/操作参加性といった考え方の基本が物理的であるといえよう。これに対して、サイバーホメオスタシス仮説によるこの問題への寄与は三つある。一つは、情報レベルにおいてもホメオスタシスによるフィードバックループが築き上げ得る以上、フィードバック情報が物理的情報(例えば3次元位置や、画像情報)に限られる必要がないと考えることができるという基本的な見解の提供。二つ目は、臨場感を強く感じる特殊な意識状態を情動的に作り出すことが可能であるという考え方。つまり、臨場感とはフィードバックループの強さの感覚であり、一度強い

<sup>24)</sup> 勿論、薬物使用や、ヨガの訓練などにより、現実世界とのフィードバックループを押しやるだけではなく、消滅させることも可能性としては、あり得るであろう。

フィードバックループを築きあげるのに成功すれば、一般に、臨場感を引き起こしそもない事柄でも、強い臨場感をそのループの求心力により感じさせることができるであろうという見方である。これは、媒体(活字等)と情報内容の両方に当てはまる。一度強い臨場感が生まれれば、三次元視聴覚のような、強力なモーダルチャンネルでなくとも、活字媒体のような媒体をとおしてでも、また、日常感覚と異なる(知的整合性までもが低い)可能性世界も強い臨場感で感じられるであろうという考え方である。三番目の寄与は、同情・共感(sympathy/rapport)の重要性である。被験者が映画や小説のなかの人物の体験を仮想体験することにより、涙を流す程感動したり、驚いたりするのは、その場面が被験者にとってパーソナルであり、ラポールが強く、かつ共感的であるからであろう。ところで、我々は、この第三の寄与に関して、二つのアプローチの可能性を主張する。一つは、ラポール状態の創出、もう一つが被験者個々の記憶の再利用である。ラポール状態の創出とは、二番目の寄与で掲げた強いフィードバックループが存在すれば、本来臨場感の薄い情報でも、臨場感が強く感じられるという考え方と表裏一体である。而して、強いラポール状態(共感状態と言っても良い)が創出されることが、物理的臨場感より、恐らく、より重要であろうという仮説である。即ち、「小説で涙を流す不思議」パラドックスそのものである。もう一つのアプローチが被験者個々の記憶の再利用であるが、これは、ある出来事がパーソナルで共感的であるからには、それを感じさせる記憶が(たとえ表面的には似ていなくても)無意識のどこかに存在していてそれが、何らかの形で、意識化されてきている(フィードバックループに内部表現の一部として利用されている)からであろうとする見方である。究極には、被験者にとって一番リアルな体験はその人自身の体験(の再体験)ということになる。自分自身の体験が一番リアルで(例え情動的であったとしても)それに近いほど臨場感が増すというのはごく自然な見方と思われる。その意味で、「小説で涙を流す不思議」パラドックスは、具体的映像イメージがない方が、かえって、被験者個々が自己の記憶の断片から、各自にとってリアルなイメージを想起し易いからであろうと見ることもできる。また、モーダルチャンネルとしての自然言語のイメージ想起性が映像メディアより、普遍性と個々への適応性に優れているということともいえるであろう。

4. サイバー臨場感：超臨場感のパラダイム  
4. 1. 当研究プロジェクトの臨場感アプローチ  
前述の「小説で涙を流す不思議」問題で述べたが、サイバーホメオスタシス仮説により予想される臨場感創出とは、サイバースペースにおけるフィードバックループ(の求心力)を強めることに他ならず、これにより、前述したように以下の三要素が当該仮説により予想され検証を待つ仮想現実臨場感創出の諸様相となる。

1) 臨場感は身体性・操作参加性や3次元映像/音場などで代表される物理的情報のリアルさに限られず、情動的なフィードバックループの強さも重要な要素であるはずである； 2) 一度強いフィードバックループが築き上げられれば、臨場感のあまりないような要素でも臨場感を感じることができよう； 3) 同情・共感という言葉で表現されるような、強いラポール状態が創出されることがフィードバックループの求心力を強め、また、究極には、被験者にとって一番リアルでラポールの強い体験はその人自身の体験(の再体験)に違いないであろう。

これらの三要素を検証する生体的実験とこれらの要素をベースとする仮想現実システムの構築が現在日米の工学・心理学・医学関連研究機関で最近共同研究として発足している。第一要素の情動的臨場感については、自然言語を介した臨床心理的な仮想世界没入の誘導手法が研究され、第二要素に関しては、バイオフィードバックを利用した脳波(EEG)状態誘導手法が研究され、第三要素に関しては、被験者の記憶を再利用する臨床的な手法が研究されている。これらの三要素は、相関的、相互補助的であり、一つの統合された超臨場感創出のパラダイムとして捉えているものである。これらのベースとして共通しているのは、変性意識状態(Altered States of Consciousness)

の積極的な有効利用という視点である。自然言語を介した臨床心理的な手法としては、エリクソン派の自然主義変性意識誘導手法の有効性が検証中であり、バイオフィードバックに関しては、音と光のバイオフィードバックによる $\alpha$ 支配の変性意識状態の有効性が、また、被験者の記憶の再利用としては、臨床催眠手法である記憶退行催眠の有効性が検証されつつある。

#### 4. 2 臨場感の意識状態：変性意識状態

(Altered States of Consciousness, ASC)

##### (1) トランス

サイバーホメオスタシス仮説では、現実世界以外の可

能性世界と強いフィードバックループを築いている状態の存在が自然に予想されるが、一般に伝統的な心理学でトランス (trance) 状態と呼ばれている状態が其れであるというのが本稿の主張である。便宜上、通常の現実世界とのフィードバック関係を通常フィードバックループと呼び、トランス化する程の強い非現実 (可能性世界) とのフィードバックループをサイバー化フィードバックループと呼ぶこととする。現在まで、臨床・実験心理学において、催眠現象に代表されるトランス現象の存在は実在として認められて来ているばかりでなく、ストラテジー療法で代表される催眠的手法が重要な臨床的手法としてまで認識されるに至っている。しかしながら、どのようなメカニズムで催眠現象に代表されるトランス現象が引き起こされているかの仮説が存在していなかった。サイバーホメオスタシス仮説は、生体の自己としての求心力を情報レベルまで拡張する人格の一つの新たな定義であり、また、臨場感創出のパラダイムであり、同時に、トランス現象の存在を説明 (予想) する最初の仮説でもある。

因みに、トランス状態は、意識変性の強い状態の総称であり、催眠状態に限ったものではない。夢を見ている状態や、映画やテレビゲームに熱中している状態、瞑想、飲酒や薬物による酩酊・幻覚状態もトランス状態である。サイバーホメオスタシスで予想される強度のサイバー化フィードバックループが築かれた状態も、内部表現が現実世界ではない可能性世界を受け入れているという状態に過ぎない以上、トランス状態が催眠状態に限られるわけではなく、映画没入状態であって

、瞑想状態であっても本質的差異はない。ただ、サイバー化フィードバックループ強化の要因が薬物やアルコールであったり、映画のストーリーであったり、術者の催眠手法であったりする差異があるに過ぎないわけである。

(2) コミュニケーションに内因する意識変性  
ところで、我々は、催眠や酩酊といわれる程の強度の意識変性があった状態をトランス状態と呼ぶわけであるが、そこまで、強くない変性意識状態は日常茶飯事誰もが経験している。というより、全ての思考・思索、またコミュニケーションの成立は変性意識状態を引き起こしているものと考えられる。これは、全くの通常フィードバック状態というのは、単に何の思考もなく、うりがままに物理的外界を直接経験している状態に過ぎず、こういった状態は、滅多にないからである。通

常は何らかの内省的思考なり、過去の場面を思い出したり、未来の計画を考えたりしている訳で、こういった時、内部表現が映し出しているのは、現在の物理的な現実世界としての外界ではない。従って、こういった思考活動は、必ずなんらかの可能性世界と内部表現とのフィードバックループを築いているはずである。例えば、本稿を今読んでいるあなたは、現在筆者の構築しつつある仮説の可能性世界とのフィードバックループを強化し始めており、その意味で既にトランス化を経験しているといえる。実際、座っている椅子の感触や、まわりの音があまり気にならなくなっているのが、論文の世界に没入し、トランス化していることの現れである。同様に会話等のコミュニケーションも、受け手の存在している時空の現実世界以外の可能性世界を送り手が受け手に想起させている為に成り立っている訳であり、サイバー化フィードバックループを築いているはずである。このように、あらゆる思考、コミュニケーション活動にサイバー化フィードバックループは付随する。従って、あらゆる思考、コミュニケーション活動に変性意識状態は内因的である。しかしながら、其れが、現実世界とのフィードバックループをあからさまに弱めるほどの変性度ではないのが一般的である。勿論、効果的なコミュニケーション程、相手を感動させたりして、望んだ可能性世界を現実のものとし易いのであり、コミュニケーションの本質も、サイバーホメオスタシスにあると主張することもできる。

#### 4. 3 トランスの特徴

変性意識状態は全ての思考・コミュニケーション活動に内因し、而して、日常の経験であることは前述した。また、意識変性度の強いトランス状態も人間にとって珍しい状態ではないことも前述の通りである。睡眠や映画の例をとるまでもなく、トランスは日常多く経験している状態である。ところで、トランス状態においては、通常意識状態とは違ういくつかの現象が確認されている。特に代表的なものは以下の通りである：  
2), 3), 7), 8), 16), 24), 27)

1) 身体活動の現実世界からの分離 — トランス状態では、筋肉の弛緩や、また逆にカタレプシーとよばれる筋肉の硬直状態が見られる。例えば、映画を見ている時に手足が弛緩していたり、文章執筆中に考え事をしている間に、ペンを持った手が空中に静止していたりといった現象である。これは、内部表現

が現実世界ともはやフィードバック関係にない為であると説明できる。警察官が長時間検問などで同一姿勢を保っていられるのもトランス化の故であると考えられる。一方、仮想現実世界に手足の移動等の情報があれば、内部表現はこれを受け入れるために、自然に手足が動く。これは、例えば、催眠下での暗示による手の浮揚などがある。また、身体的な感覚も現実世界から分離 (dissociate) することが知られている。例えば、トランスを利用して、無痛歯科医療などが行われている。ラマーズ法も呼吸法を利用してトランス状態を築くことにより痛みを和らげているものと考えられる。

2) 被暗示性と内的な自由 — トランス状態では、通常意識状態に比べて著しく被暗示性が昂進することが知られている。また、暗示は心理的な影響のみならず、生理的な影響も与える。例えば、暗示による火傷や、プラセボ (擬薬) 効果などが知られている。また、催眠下では、幻味、幻臭、幻触、幻聴、幻視といった現象が容易に確認される。更に、トランス状態では、内的活動が促され、イメージや空想が広がり、非日常的な芸術的活動や宗教的体験、ひらめき等の活性化も見られる。いわゆるアストラル体験もこの例であろう。

3) イメージや記憶の昂揚 — また、トランス時には、イメージ能力や記憶能力が著しく昂揚することが知られている。例えば、小説の読書が楽しいということ自体がトランス時のイメージ昂揚力を示唆している。活字から小説の虚構的な仮想現実世界をはっきりと作り上げることにより、現実世界での体験と変わらないほどリアルな体験をすることが可能なのは、トランス時のイメージ昂揚度の高さを示している。これが「小説で涙を流す不思議」問題の本質であろう。また、演劇などでも、少ないセットや小道具でも、劇に夢中になると演劇の世界が現実世界と変わらないほどリアルに感じられるのも、トランスの特徴である。ステージ催眠などで有名な、ピアニストになったり、指揮者になったりといったロールプレイングが現実感をもって体験できるのもトランス状態の特徴である。また、逆行催眠 (記憶退行催眠) などで知られているトランス時の年齢退行現象もイメージ力と記憶再生能力の著しい昂進を示している。年齢退行催眠においては、被験者は、10年、20年といった期間を経た出来事をあたかも現在経験しているかのように体

験することができる。これは、記憶を呼び戻すというよりも、その場に戻るといったレベルの強烈さである。また、過去の記憶の再生能力だけではなく、新たなる情報の記憶能力の昂進が著しくなることも知られている。これは、ロシアにおける宇宙飛行士訓練や、ベルリッツによるトータルイマルジョン法という教育手法<sup>3)</sup>にも利用されている。また、トランス下では、空間的図形イメージ能力の向上が顕著である<sup>15)</sup>。

## 5. サイバー仮想現実 (サイバーVR)

### 5.1 サイバー臨場感の可能性

前述のトランスの諸特徴は、催眠や映画などの効果の高いサイバー化フィードバック強化の手法が与えられれば、可能性世界と内部表現のフィードバックループは、可能性世界に物理的な実体がなくとも、現実世界と同等か、場合によってはそれ以上に強力にリアルに感じられる (臨場感のある) 強さになりうることを示している。つまり、現実世界とほとんどフィードバック関係のないような強力なトランス状態 (例えば深い催眠状態) では、現実世界と何ら変わらない臨場感で仮想現実を体験できることを示している。サイバースペースにおける恒常性維持機能は、内部表現と現実世界との間のみならず、無限の可能性世界と内部表現との間でサイバー化フィードバックループを築くことが可能であり、映画に熱中した状態や深い催眠状態に見られるようなトランス状態を誘発可能であるという仮説が強く呈示できるのである。(図3) そういった深いトランス状態では、現実世界とのフィードバックループは事実上切れ (dissociation)、可能性世界との強力なフィードバックループが、可能性世界を内部表現化し、その可能性世界が仮想現実となるのである。

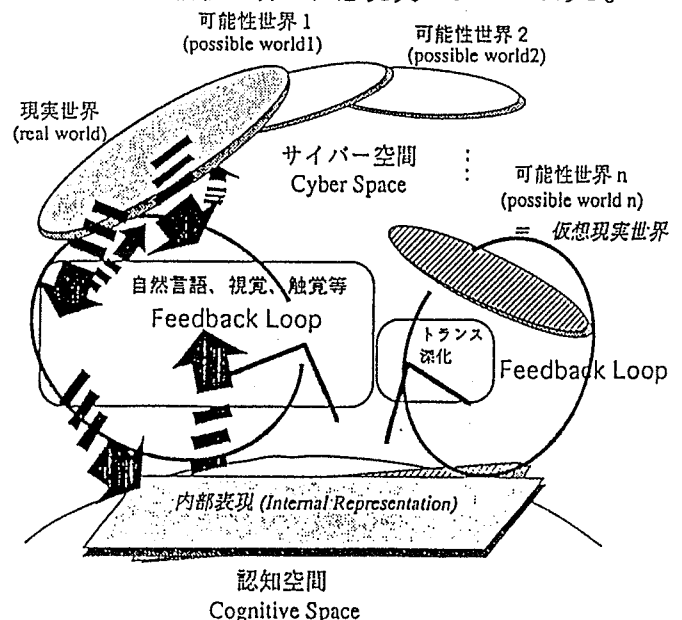


図3 トランス深化によるサイバーフィードバックループ



5. 2 サイバー化フィードバックシステム

ここで、被験者が、現実世界と内部表現との間より、より強力なフィードバックループを可能性世界と内部表現との間で築き、仮想現実世界を内部表現化してしまうようなマンマシンシステムを考える。(図4)当該プロジェクトでは、このようなシステムをサイバー仮想現実(サイバーVR)システムと呼んでいる。サイバー仮想現実システムが既存のいわゆるバーチャルリアリティー(VR)システムと本質的に異なるのは、既存のVRシステムでは、仮想的な世界は、三次元グラフィックス技術等を用いることにより計算機上に構築しているが、これに比して、サイバーVRでは、仮想現実はいくまで、被験者の内部表現として築かれることである。つまり被験者の認知上に直接築かれるわけである。従って、既存のVRシステムでは、仮想現実の操作は、データグローブや視線センサーなどのセンサーデバイスを通じて、ユーザーの身体的な動きを検知し、これに合わせて計算機上の仮想現実世界を更新する形で行われるが、サイバーVRに於ける仮想現実の操作は、内部表現の更新という形で行われる。ところで、既存のVRは、データグローブ、キーボード、音声認識装置などのデバイスによって物理的に検知可能であり、かつ、ユーザーの物理的身体活動の範囲内で表現可能な情報を扱うことしかできないが、サイバーVRにおける内部表現は、あくまで情動的であるため、被験者自身のイメージ能力のみが限界となり、データグローブ、3Dヘッドマウントディスプレイ(HMD)等はそのイメージの昂進を補助するものではあるが、その限界を定義するものではない。

5. 3 サイバー仮想現実世界

このように、既存のVRにおいては、仮想現実世界は、

- 1) 計算機上に表現可能な情報に限られ、
- 2) ユーザーが物理的にインターアクション可能な情報に限られ、
- 3) 更に、仮想現実世界の全ての詳細が計算機上に表現されていなければならない。

一方、サイバーVRシステムでは、仮想現実世界は被験者の内部表現上にあるため、これらの限界は存在しない。また、仮想的世界の詳細の情報は全て、被験者自身の認知世界に築かれるため、計算機上に表現される必要はない。例えば、住宅建築の3次元CADにおけるVRシステムを考えてみると、既存のVRでは、その住宅内の各部屋の詳細を実際に3次元グラフィックス化した上で、その家の中を歩き回る行為などを、身体に装着したセンサーで検知し、それにあわせて各部屋の詳細を3D-HMDなどに投影するわけである。当然、各部屋の詳細の全てがマシン上で表現されていなければ見ることはできない。一方、サイバーVRにおいては、まず、現実世界とのフィードバックを断ち切る程の強力なトランスに被験者を誘導する。その上で、住宅建築物の3次元的な情報を投影するわけであるが、建物内の詳細はなくても構わない。ワイヤーフレームで描かれた建物の3次元グラフィックスでも良い。ディスプレイ上に存在しない情報は全て被験者のイメージが内部表現上に投影する。例えば、あらかじめ、各部屋の写真や、その他の情報を被験者に記憶させておいて、これを各部屋のイメージに貼り付ける作業を行わせる。これは、催眠下において、自由に色々な現実世界と大きく異なる場面や、過去の記憶をリアルに見たり、聞いたりすることができるのと同様である。トランス時の著しいイメージ力の昂進を利用して、各部屋の詳細を見るのである。また、その部屋にいる時の感情や雰囲気などは、計算機上の情報として捉えることができない情報であるが、トランス時の記憶運行時等にみられるリアルな感情再現力を利用して、例えば、恋人とその部屋でくつろぐ自分の感情を体験したりすることが可能となる。このように、トランス状態となって、サイバーVRの構築する可能性世界を仮想現実として内部表現化する程可能性世界とのフィードバックループが強まり、現実世界とのフィードバックループが弱まれば、例え、3次元グラフィックス上の建築物が、ワイヤーフレームであったとしても、その現実感(臨場感)は、現実世界並にリアルなもの

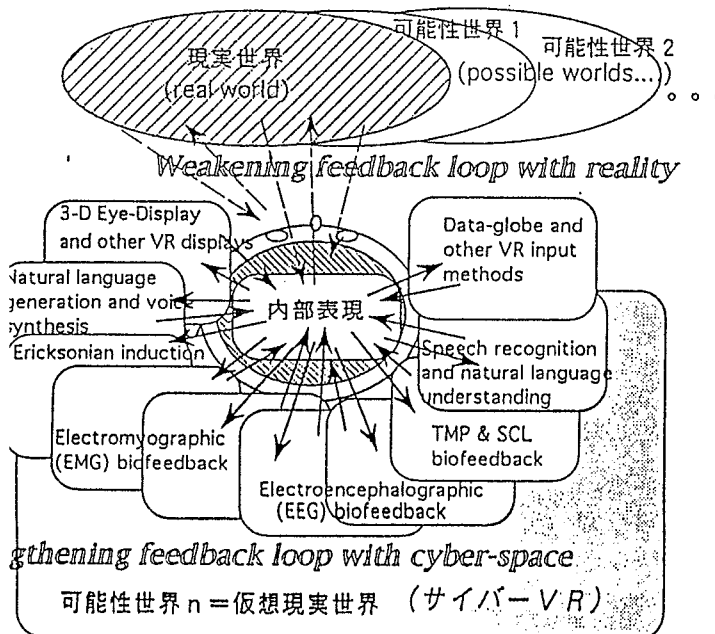


図4 サイバーVRシステム

なるであろう。

以下当プロジェクトにおけるサイバーホメオスタシス仮説によるサイバーVR構築予備実験を紹介する。

## 6. 実験1 EEGトランス実現実験

### 6.1 EEGバイオフィードバック

EEG (Electroencephalographic biofeedback)、バイオフィードバックとは脳波 (EEG) 情報を被験者に視覚・聴覚等を通してフィードバックすることにより、特定の脳波状態を生成する手法である。脳波は1875年に英国のRichard Catonに記録されて以来、様々な脳神経科学・医学の分野で利用されているが、この情報を被験者にフィードバックすることにより、被験者自身によるある程度の制御が学習可能であることが現在知られている<sup>17)</sup>。特に臨床分野では、このEEGバイオフィードバックにより、不眠症や児童の学習障害<sup>22)</sup>に始まり、自律神経失調症<sup>20)</sup>、不安神経症(全般性不安障害)<sup>11)</sup>から脳卒中<sup>18)</sup>、癲癇症<sup>21)</sup>の治療までその有効性が確認されている。当研究室では、この臨床的なEEGバイオフィードバックが、一般に意識変性をともなうAlpha誘導<sup>1), 11), 17), 20)</sup>を利用していることに注目し、仮想現実臨場感の昂進を目論んだ変性意識誘導システムの一部としてのEEGバイオフィードバックシステムの有効性検証実験を行った。Alpha誘導とは、脳波の各周波数: delta (0.5-3Hz), theta (4-7Hz), alpha (8-13Hz), beta (14-28 Hz), upper-beta (28-40Hz)のなかで、特にAlpha時に注意集中とリラクゼーションの両方の現象が現れ、催眠的効果が見られる変性意識状態となっている為、この状態が出現し易くするためのバイオフィードバック誘導を指す。但し、当研究室における予備実験では、言語的誘導による催眠中における脳波状態を見ると、記憶退行等を行っている特に効果的な変性意識状態

(somnambulistic ASC) では、Alpha波は顕著となるが、Theta状態も意識変性の初期では、一般的である為、言語的誘導システムの補助的なEEG変性意識誘導システム的设计という観点から、誘導周波数帯は、ThetaとAlphaの両方とした。

### 6.2 EEGバイオフィードバック実験装置

#### (1) EEG検知手法

EEGは連続的に変化する信号でありかつ、1Hz以下から40Hzを越える程度までの周波数分布を持ち、振幅は2μV程度から150μV以上まで変化する信

号である。この為、特定の周波数情報や、振幅情報を抽出するのに、現在では、アナログ分析、ゼロクロッシング分析に並んで、FFTスペクトル分析とトポロジーマッピング分析が利用されている。この中でバイオフィードバック用途としては、現在、FFTスペクトル分析が主流となっている。本プロジェクトの実験でも、FFT方式を脳波分析手法として選んでいる。実験装置は、図5に示す様に、被験者の頭部に装着するEEG検知用高性能電極によって読みとられた脳波を、ローノイズヘッドアンプ(入力インピーダンス10Mオーム、0.16Hzから60Hzまで0.1から0.2μVrms/スペクトルのノイズ、8ビットA/Dコンバータ)で電気信号に変換し、脳波解析マシンへと伝送する。脳波解析マシンでは受け取った脳波データをリアルタイムFFT解析し(0~60Hz, 256点FFT, Hanning Window)、その時点でのピーク電圧(μV)とそれを記録した周波数(ピーク周波数)の値を求め、これをネットワークでバイオフィードバック用のアニメーション表示用マシンへ送っている。

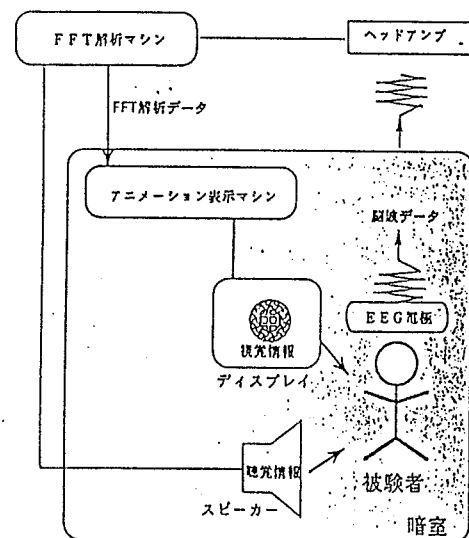


図5 バイオフィードバックシステム構成図

#### (2) バイオフィードバック手法

アニメーション表示用マシンではこのデータを基にディスプレイ上に、 $\cos \cdot \sin$ 関数を用いた連続的に変化する彩色渦巻模様と画面中央に楕円を点滅させる。(図6)このどちらも被験者の視線をディスプレイ中央に集中させ、また、ジェームス・ブレードの凝視法の効果も副次的に狙っている。このとき、渦巻模様の描画速度はピーク周波数に応じて、delta波(約24秒周期)・theta波(同18秒)・

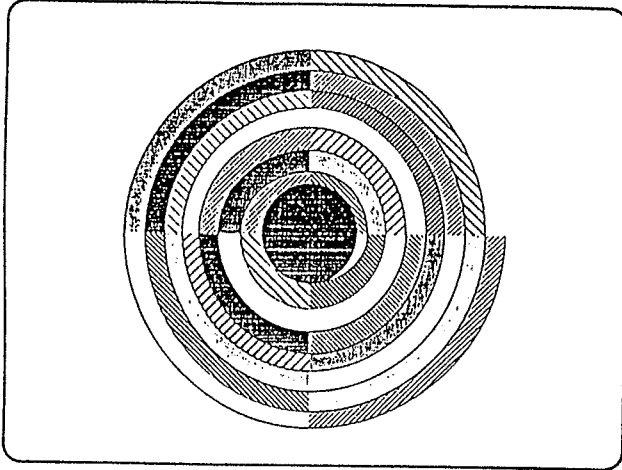


図6 バイオフィードバックアニメーション

alpha波 (12秒)・beta波 (10秒) 変化させる。楕円の点滅速度は、beta波 (約30回/秒) を基本に、alpha波はその2/3倍速、theta波は1/2倍速、delta波は2/5倍としている。

更に、楕円の点滅色も同様に黄色を地にピーク周波数の周波数帯に応じて、delta波 (黄土色)・theta波 (オレンジ)・alpha波 (赤)・beta波 (紫) として点滅させ、現在の被験者の状態をフィードバックする。因みに、現在市販されるに至っているいわゆる光フィードバックシステム<sup>26)</sup>は、バンドパスフィルターにより、Alpha成分のみを抽出した後、利得調整回路を経て、光の点滅信号として脳波を光刺激としてフィードバックするものが一般的であるが、当システムでは、特定の周波数におけるピークを自己学習可能にする為、ピーク周波数に応じ、情報を明示的にフィードバックしている。また同時に聴覚情報として、ピーク周波数の周波数帯 (delta波~beta波) に応じたフィードバックサウンドも合成し、被験者にフィードバックしている。これにより、マルチモーダルなフィードバック (色、形、点滅速度、変化速度と合成音種) を狙った。合成音の音量はピーク電圧にリンクしている。これらのマルチモーダル情報が被験者にフィードバックされることにより被験者の脳波に変化が起これば、それは再び検知され、システムへと送られる。以上のようにして、脳波情報を基にしたフィードバックループが構築される。

### 6.3 実験と考察

実験は暗室で行い、その中に安楽椅子と、アニメーション表示用マシンを設置した机、フィードバックサウンド用スピーカを設置したもので行った。セッション

は被験者の脳波状態の安定度により10~15分程度である。被験者は、19歳から27歳(平均22歳)迄の20人。セッション開始前に過去の精神的疾病の経験と変性意識誘導被験の有無を確認。どちらも全員否であった。更に、実験の目的と手順を説明し、アルファ波支配で表示されるアニメーションとサウンドを2度予め提示した。その後、被験位置についてもらい、検知感度と実験状態の正常を確認の後、アニメーションとサウンドを開始。以後、脳波状態を記録しながらバイオフィードバックを行った。実験の結果を以下、即効性と変性度の項目別に分析する。

(1) 即効性 (変性状態に移行するまでの時間)  
この変性状態の判定はピーク周波数の時系列が10回連続してbeta波を記録しなくなった時点をとった。その結果を表1に示す。

誘導までの時間	被験者数 (%)
即時 (2分以内)	15 (75)
2分 ~ 5分	3 (15)
5分 ~ 10分	1 (5.0)
10分以上	1 (5.0)

表1 即効性

(2) 変性度 (意識変性のレベル)  
意識変性のレベルとして、

レベル0	拡散状態	(beta波中心)
レベル1	弛緩状態	(delta波中心)
レベル2	弱ASC	(theta波中心)
レベル3	強ASC	(alpha波中心)

の4レベルに分類した。各レベルの閾値として、ピーク周波数の時系列が10回中に5回以上そのレベルの周波数帯を記録する事とした。尚、レベル0と1の間ではbeta波を含まない事も条件とした。セッション開始時には全員ベータ波支配の覚醒状態であり、この条件により、レベル1以上は、バイオフィードバックの成功を示すことになる。結果を表2に示す。

意識変性のレベル	被験者数 (%)
レベル1 (delta)	0 (0)
レベル2 (theta)	15 (75)
レベル3 (alpha)	4 (20)
レベル0 (beta)	1 (5.0)

表2 変性度

(3) 考察

まず、即効性についてだが、セッション開始から2分以内に変性したもののだけで75%、5分以内までに広げると90%ものケースにおいて意識変性が起こっている。光バイオフィードバックのみによる場合、10分程度が一般的であるのに比して、マルチモーダルなフィードバックが効果を上げているのが分かる。変性度については、レベル3 (alpha) にまで誘導できたケースは少なかったものの、レベル2 (theta) 以上には95%のレベルで誘導できている。アルファ領域まで到達し得なかった最大の原因は、各被験者共、当該実験がたった一度の経験であるため、漸次的なトレーニングとなっていない為に、ターゲットに合わせたバイオフィードバックができるレベルまで数分限りのセッションでは難しいということであろう。実際、これらの被験者で、後にプロジェクトメンバーとなり、その間自習の形で、即時、アルファ支配状態を楽に生成できるようになった者もいる。一方、サイバー臨場感を生み出す認知状態の準備段階としてみれば、セータ波支配レベルの変性意識状態でも十分である。これは、当該システムによるバイオフィードバックにより、セータ波支配状態に誘導後、言語的な変性意識誘導を利用すると短時間で(数秒から数十秒で)、スタンフォード催眠スケール<sup>14)</sup>でVisual Hallucination以上、鳴瀬の催眠尺度<sup>23)</sup>で、HからP程度の中から深程度の意識変性を比較的容易に引き起こすことが可能であることを確認することができるからである。これは、バイオフィードバックにより、軽度のトランスが既に引き起こされているため、言語的な変性意識誘導の役割がトランス深化のみで済むからであると考えられる。この意味で、言語的な変性意識誘導は特にその導入部において誘導者の経験と技術の高度化が重要であるが、バイオフィードバックを準備段階で利用することにより、容易に中程度以上のトランスが生成できることになる。これは、完全自動化したトランス誘導システムの可能性を考える上で重要な結果である。

7. 実験2 サイバーVR構築予備実験

本実験では、サイバーホメオスタシス仮説の検証としてのサイバー仮想現実システム構築の予備的な確認実験として、記憶退行催眠による仮想現実臨場感生成の検証実験を行った。

7.1 トランス誘導手法の考察

(1) 伝統的手法

伝統的なジェームス・ブレードの凝視法以来の変性意識誘導では、1) 筋肉活動の支配 (カタレプシーといわれる筋肉の硬直や手の浮揚等)、2) 幻視、負幻視、触感等の感覚支配等の軽度、中程度の催眠誘導を経て、3) 記憶退行、後催眠暗示等の現象が見られる深まった変性意識状態 (somnambulistic ASC) を誘導するが<sup>14),28)</sup>、これは、変性意識レベルの深化を実験心理的に統計処理するなり、複数の人間を同時に変性意識誘導するなりの場合は、形式的な順序だった変性意識誘導が可能となるので、望ましい手法といえるが、一般に時間がかかり、特に記憶退行レベルまでの変性意識化には一時間以上もかかることも珍しくない為に、本研究の手法としては望ましくない。

(2) 自然主義手法

一方、自然主義手法の考案者であるミルトン・エリクソン<sup>6)</sup>により広められたエリクソン派の手法においては、変性意識誘導は各個人の生体的な状態(例えば呼吸や瞬きの頻度)に合わせた上で、更に、各々の内部表現を直接的に操作するという形で行われる<sup>6),7),12),13),24)</sup>。この手法では、変性意識の発生は、極めて早く、伝統的な手法で一時間以上かかっていたレベルまで、ほんの数秒で誘導することも可能である。エリクソンが握手だけで、深い変性意識まで誘導していたというのは、有名な話である<sup>7)</sup>。当プロジェクトにおける数多くの変性意識セッションにおいても、多くの場合数秒で中程度以上の変性意識が誘導されている。但し、エリクソン派の手法は、誘導者の訓練が容易でないという問題がある。これは、強力な変性意識誘導を学ぶ上での臨床的かつ倫理的な準備としての期間の必要性もあるが、高度な心理学・精神医学知識の必要性と、誘導手法そのものの高度な訓練の必要性があるからである。一般に米国では臨床心理関連分野の博士課程修了が最低限必要な準備となっている。当該プロジェクトでは、記憶退行レベルまでの深度のトランス

の深化が必要であるため、エリクソン派の手法を採用している。一般には、前述のバイオフィードバックセッションを15分程度行ってから、変性意識誘導しているが、十分訓練された誘導者においては、事前バイオフィードバックの有無は必須ではない。

## 7. 2 サイバーVR構築予備実験

### (1) 準備

20人の被験者に対して実験を行った。エリクソン派の手法に本プロジェクト独自の手法を組み合わせた手法を用いて変性意識誘導を行った。トランス深化度は鳴瀬の標準催眠尺度でP [18] レベルであるが、伝統的手法による漸進的トランス深化によるものではないので、誘導者の年齢退行メッセージに対する反応状態によりトランス深度を測った。年齢退行レベルまでの深化に要した所要時間は、一般に数分程度である。その後、一度覚醒させ、もう一度深化させたところで、通常意識から即時トランス化を引き起こすアンカー(伝統的な用語では後催眠暗示)を残した。次にアンカーにより即時トランスを誘導し、エリクソン派手法によるトランス深化の後、年齢退行を行った。幼児期から現在までで4つの非常に楽しかった時の場面を退行催眠により再体験し、これら4つの場面をそれぞれイメージ上のファイルフォルダーにしまい込むという作業を行った。記憶退行時の各場面をイメージ上のファイルフォルダーを利用して出し入れするというやり方は、エリクソン派のTime Line療法<sup>27)</sup>で利用されている手法である。勿論、イメージとはいっても、この段階では被験者は深いトランス状態にあるので、実際にファイルフォルダーが見えていて、各場面を体験しながら、それらがファイルフォルダーに収まっていくのが現実感をもって感じている。こうして、各人の記憶が収められている四つの仮想的なファイルフォルダーを各被験者の認知上に構築するという作業を実験の準備として行った。尚、特に楽しかった時の記憶を選んでいるのは、臨床セッションではないので、不用意にトラウマを想起させるのを避けている為である。

### (2) サイバースペース構築

#### (ワイヤーフレームマッピング)

ここで、トランス状態のまま開眼をさせ、ディスプレイ上のワイヤーフレームで描かれたダイヤモンド型のグラフィックスを見せた。このダイヤモンド型のワイ

ヤーフレームはハイパーフレーム<sup>28)</sup>と呼ばれている市販のフレーム表現システムを利用したもので、同システム組み込みのワイヤーフレームによるフレーム間トポロジーのグラフィックインターフェースを利用した。ダイヤモンド上に四つのフレームを配置し、各頂点(フレームを表すノード)に異なるカラーコーディングをしたものである。ここで、各被験者に各々自分でマウスを操作して、各頂点でマウスをシングルクリックすることにより、各頂点にそれぞれの記憶のフォルダーが貼り付けられるというアンカーの指示を与えた。こうして、各自自分で、催眠状態のまま、各イメージ上の記憶の各場面のフォルダーをフレームグラフィックスの頂点に貼り付けるという作業を行った。全て深いトランス化における作業である。これは、覚醒後実際に記憶の中の出来事そのものが貼り付けられる感じであったとのコメントを受けている。こうして、マシン上のワイヤーフレームの各頂点に実際の記憶が貼り付いているという「サイバー仮想現実」の構築を行った。また、ダブルクリックをすると各フォルダーの中の場面が即時眼前に広がるというアンカーも残した。これは、何度か繰り返して、場面の即時回復が可能であることを確認した。これも、各記憶が戻る瞬間に目の前の世界が各記憶の世界に一気になるといふコメントを覚醒後受けている。因みに、単なるワイヤーグラフィックスではなく、フレームシステムのグラフィックインターフェースを利用するのは、被験者毎の個別の情報を(現段階では我々実験者が)フレームシステム組み込みのview機能等を利用して記録しておく為である。これは、サイバーVR構築の暁には各個人の個別のログインセッション毎に整合的な仮想現実世界を構築するのに重要な要素である。

### (3) 検証実験手法

#### ・実験A サイバースペース臨場感(仮想現実感)

#### 手法)

一度覚醒させた後、アンカーにて即時トランス状態に入り、各自自分で、マウスを使って、ダイヤモンド型ワイヤーグラフィックスの任意の頂点をポイントする作業を行った。これにより、それぞれの頂点に貼り付けた各自の記憶が再現されるかをテストした。

#### 結果)

<sup>28)</sup> コグニティブリサーチ社のご厚意により、当プロジェクトに提供を受けているCommon Lispベースのフレーム表現システムである。

ダブルクリックにより、各頂点に貼り付けられた記憶が回復したのを確認した。但しこれは、覚醒後の各被験者の報告によるものである。一部、実験中は明らかに記憶再生に成功していることが確認されていたが、覚醒後催眠中の記憶がなく記憶が回復していたことを忘れてしまっていた者もいた。この場合は実験の成功とはデータ上はみなさないこととした。それでも、この実験の成功率は80%であった。成功した者の臨場感は強烈で、泣き出す者も多かった。このように、記憶退行催眠そのものが、アンカリングにより、マウスのダブルクリックにより引き起こすことが可能であることが確認された。

・実験B サイバースペース操作  
(空間位置の入れ替え)

手法)

ハイパーフレームのグラフィックユーザーインターフェースに組み込みのプルダウンメニューを利用して、ノード位置の入れ替えを行った。ノードの位置が入れ替われば、フォルダーの位置も入れ替わると予めアンカーしておいた。シフトキーを押しながらポイントした頂点を、位置を入れ替える頂点までマウスをドラッグすることにより、任意の2頂点が入れ替わることをアンカーとして教えておく。実際に、プルダウンメニューを利用した操作で記憶の空間位置が入れ替わるかをテストした。

結果)

プルダウンメニューの操作とマウスのドラッグにより貼り付けられた記憶が入れ替えられたのを確認した。実験Aと同様、5歳や10歳の時のその場に戻るというリアリティーを各自覚醒後に報告している。一部頭の中が変わった感じがするという感想が強かった。人格が変容したようで、もとに戻して欲しいという被験者と、楽しいので何度もやってみたいという被験者があった。もとに戻して欲しいという被験者には、もう一度同様な作業で自分でもとに戻させた。この実験の成功率は60パーセントであった。これも、覚醒後の被験者各自の報告によるものであるため、強烈な臨場感を感じて、ノードを移動している間自分の体も時空を飛び回って移動した感覚であったというリアリティーを報告する者から、催眠中の記憶そのものが思い出せない者までバラエティーが大きかった。この実験

では、特にプルダウンメニューとマウスのドラッグというトランスの妨げになりそうな行為ではあったが、アンカーとして効果的に機能し空間位置入れ替えまでもが可能であることが確認された。

・実験C サイバースペース更新(新記憶生成)

手法)

マウスで任意の2ノードをクリックしてカラー反転させ、未使用のダイヤモンドの右端のノードをクリックして、そこに最初の2ノードの記憶を合成して貼り付けるという作業を行った。特に、どう合成せよといった指示は行わず、2ノードのフォルダーの中の出来事が一緒になって右端の頂点に張り付きますという指示のみを行った。これにより、新しい融合記憶が生成されるかをテストした。

結果)

右端の合成ノードをダブルクリックすると記憶の組み合わせが格納されていることを確認した。例えば、5歳の時に砂場で友達と遊んでいたときの記憶と、20歳の時にワンダーフォーゲルで登山した時の記憶を融合した被験者は、5歳の時の砂場のメンバーで20歳の時にワンダーフォーゲルをしている記憶が生成されたと報告している。この記憶は、2週間も山で風呂に入っていないのでくさいくさいと本人が報告する程リアルなものであった。(記憶退行時には、視覚・聴覚・触覚等全てのモーダルチャンネルの情報が再現される。)この被験者のように、新生成された記憶が楽しくてしょうがないので(二つの特に楽しかった出来事の記憶の合成であるから当然であろうが)、このままとっておきたいという者が何人かいた。とはいうものの、被験者に対するインパクトは強く、実際に無かった記憶が実際の退行記憶と同様にリアルであったとの感想が一般で、中には、頭の中が変わってしまったような気がする、人格が変わったような気がするという者もあり、一部もとに戻して欲しいというものもあった。こういった被験者には、新しく貼り付けたフォルダーをゴミ箱にドラッグすると生成された記憶が消えますよと教えて、実際に行わせた。一般には、新生成された記憶を楽しむものが大半であった。この実験の成功率は85%と驚異的であった。これは、楽しい記憶の生成という積極的な行為であるところが大きく寄与しているのであると考えられる。また、実験Aで

失敗した者もここでは成功しており、これは、何度かのアンカーによる即時トランスと深化の連続でトランスの深度が実験Aの時点より深まっていたためであると考えられる。(また、実験を経ることにより、実験チームとのラポールが深まったともいえる。)

・実験D サイバースペース記憶と再構築  
(マッピング効果)

手法)

相当期間後(3日から2週間)、フレームシステム呼び出しにより、AからCまでの実験の結果を再確認した。これにより、サイバースペース記憶の維持性を確かめた。

結果)

3日から2週間に関しては回復した記憶のリアルさの程度は、時間的差異より、個人差が明らかに大きかった。リアルさは各被験者の報告によるものであるが概ね良好であった。ただし、3日後には、アンカーではトランス化しなくなっている被験者もあり、この場合は再度言語的誘導によりトランスを引き起こす必要があった。この実験については、90%以上の維持率が見られたが、これは、各実験で良好な成果を納めた者で、さらに、生成記憶をそのまま持っておきたいと前向きに参加した被験者のみが対象であった為、一般に知られているアンカリング(後催眠暗示)の持続性から鑑みて、驚くべく数字ではない。現在1年単位の長期持続性の追跡実験中である。

7.3 サイバーVR構築予備実験考察

実験AからDまで、ディスプレイ上でマウスを操作するというこれまでの変性意識誘導の手法の伝統からみて、違和感のありそうな操作をアンカーとしていたにも係わらず全般に良好な成功率が得られた。実際、記憶退行のアンカリングを計算機上のマウスのドラッグやクリックといった行為に結びつけた前例はこれまでなく、フレームシステム等を利用した整合的なマッピングの可能性からも、全般に良好な結果が得られたことは意義深いものである。特に実験Cの成功率は驚異的であり、サイバーVR構築への可能性が確認されたといえる。実験Bの成功率が低いのは、記憶の場所を移動することにより、内容が変わってしまうような気がするといった抵抗が出てきた為だと思われる。この

ように、既に持っている記憶に対して移動等の変更を加えることに対しては、抵抗があることは、頷けることである。四つの特に楽しかった記憶を選んでもらっているのであり、其れを変化させたくないという意識が働くのであろう。これは、臨床的なセッションでTime Line療法等を利用する場合に、厭な記憶は比較的簡単にフォルダー毎消したり変更したりし易いのと同様であろう。また、空間的位置の配置が最初の記憶張り付けで重要な要素になっているともいえる。実際、被験者によっては、フォルダーの位置を移動させると体がふわふわ飛んだ気がするとか、頭がグルグル回る気がするとか報告する者もあった。これは、Time Line療法等で、時系列にフォルダーの配置された時間軸を引き延ばしたり回転させたりで、臨床的効果を狙っている事で見られるように、貼り付けた記憶の相対的位置がサイバー空間上で重要な役割を持っていることを示唆している。一方実験Cで見られたのは、既にある記憶を利用してそれらを合成して新しい記憶を生成することには抵抗が薄いということである。また、もとの四つの記憶が楽しい出来事であることもこれに寄与しているはずである。実験Cで、新しい記憶が合成により、実際の記憶となんら変わらない臨場感で生成可能であることが確認されたのは、当プロジェクトの大きな前進であった。

記憶退行のインパクトは、過去の記憶でありながら、あたかもそこに今いるかと同じような現実感で、その場面を再体験できるということにある。トランス下の記憶退行のイメージは非常に現実的なもので、鮮明なものである。プラセボ効果で知られるような生理的変化もトランス化では生成され、例えば、幼児期までの退行でモンゴル斑が確認された例や、退行催眠により、視力が変化したりする例も報告されている。今回の実験でも、年齢退行時に、自分の名前や住所を書かせたが、幼児期まで退行させた者は全員が幼児の筆跡で、仮名文字で、幼児期の住所を書き記していた。(覚醒後、現在ではすでに忘れていたと思っていた古い住所と自分の幼児期の筆跡に一樣に驚いていた。)また、各実験で、幼児時の当時の母親の笑顔を見るなどして、涙を流す者も何人かいた。このように、トランス下における臨場感は、現実の世界となんら変わらず強烈である。これが、新たに合成された記憶で可能であるということ、全く新しい記憶を(再?)体験することによって、現実と何ら変わらないリアルさで、新しい記憶を体験できるということになる。それも、外的世

界がリアルだけではなく、生理的にも、精神的にもあらゆるサイバーフィードバックのレベルで、リアルとなるわけである。これは良くできた映画や小説のレベルではなく、実際に火傷をしたり、痛みを感じたり、また、快感を肌で感じたり、匂いや味を実際に感じるリアルさである。ところで、本稿の当該実験では、単に5歳と20歳など二つの異なる時期の記憶の場面どうしを被験者に合成してもらうというレベルに留まっており、各場面のどこがどう組合わさるかは全く予想できないものであった。現在当プロジェクトでは、記憶の場面をシーンレベルまで分解し、それらを融合することによって新規記憶を生成するという基礎実験を開始している。理論的には、各被験者の記憶の断片を極小まで分解し再融合すれば、被験者本人にとって事実上全く新しい記憶が合成できることになる。その新記憶は元々被験者本人のものがベースであるから、その臨場感は現実世界となんら変わらないものであるはずである。これが、当プロジェクトで構築を目論んでいる超臨場感のサイバー仮想現実の現時点における目標成果物である。

#### 8. おわりに

サイバースペースという言葉は、ウィリアム・ギブソンのニューロマンサー (Neuromancer)<sup>10)</sup>以来、SF的なイメージで捉えられてきている。また、フィリップ・K・ディックはトータルリコールマシンを彼のSFに登場させている。しかしながら、今回の実験で、新記憶を合成するというパラドクシカルな作業と、その新記憶をあたかもその場にいるかのように現実感をもって再体験するという更にパラドクシカルなことが可能であることが確認された。サイバースペースやトータルリコールはもはやSFではないといってもいいだろう。これまで存在していなかった記憶が合成され、存在していなかったにも係わらず再体験されるというのは、既存の記憶のオントロジーでは自己矛盾的である。とはいうものの、実際に被験者達は、年齢退行催眠下において合成された新記憶が実際の記憶となんら変わらずリアルであることを報告している。そもそも、新しく合成された記憶に「退行」させるという形で見なければいけない記憶退行現象の既存の考え方そのものがもはや適当ではない。サイバーホメオスタシス仮説においては、過去の記憶も、小説内の虚構世界も、また、合成された記憶もすべて無限の可能性世界の一つにすぎない。ただ、自己の記憶は、無意識のどこか

にアクセス可能な脳内のサイバー空間情報(可能性世界)として存在しており、小説の虚構世界は読書によりアクセス可能なサイバー空間情報(可能性世界)として存在しているという差異にすぎない。ただ、実際に過去に体験している現実の記憶は催眠等により強力なフィードバックループを築きやすく、その臨場感が強烈であるという差異に過ぎない。このように、当該実験で得られた成果は、サイバーホメオスタシスの検証として強く主張できるばかりではなく、新記憶の退行催眠による臨場感などは、サイバーホメオスタシス仮説でしか説明できないように思われる。4節で、「小説で涙を流す不思議」問題より示唆される「1) 臨場感は情動的にも創られうる; 2) 一度フィードバックループが強まれば全体に臨場感が創出される; 3) 強いラポールがフィードバックループを強め、究極には本人の体験が一番リアルである」という三つの臨場感創出のサイバーホメオスタシス仮説による検証の要素を提示したが、当該研究の実験的成果によりこれらが一応確認されたといえよう。また、バイオフィードバックによる変性意識誘導の実験成果は、今後自然言語生成と音声合成も統合したサイバー化誘導システムの構築と結びつけば自動化されたトータルリコール・サイバーVRシステムの構築の可能性も強く感じられることを示している。また、現在当合同プロジェクトのメンバーである医療研究機関では脳内実時間NMRの利用もこの側面より研究開始されている。こういった研究に対して自然に湧いてくる疑問はだからどうなの(So What)? 何の役に立つのかな? という疑問である。これに対する回答は、まず、第一に、この研究の本質にはSo Whatという疑問が当てはまらないということである。それは、当該研究の最大のインパクトがサイバーホメオスタシス仮説の検証であるからである。サイバーホメオスタシスは、人間にとっての臨場感とは何か、リアルさとは何かといった疑問から始まって、なぜ催眠現象が起きるのか、意識変性がおこるのか、年齢退行催眠が可能であるのかといったこと、さらには、人間にとっての自由意志とは何か、自己とは何か、また同時に、なぜ前頭連合野のA10神経に限りオートレセプターが欠如しており物理的フィードバックループが存在していないのかなどといったことまで、説明し、理論化しようとする仮説である。そして、この仮説の検証がサイバーVR構築の本質的インパクトである。従って、仮説検証そのものが独立した価値であり、それで何ができるかというのは副次



的な産物なのである。とはいうものの、我々の僅かながらの工学的イマジネーションでも色々な応用産物が考えられている。トータルリコールマシンはSFにあるように、それだけで一つの究極のエンターテイメントになろう。様々な人生を何度も現実のものとして体験できるマシンの可能性である。また、必要な記憶に到達するのはマシン上のマッピングで可能である為、例えば、学校教育などで、共通のマッピング世界（図書館の3次元ワイヤフレーム等）を利用して、教育をおこなうことにより、他人のサイバースペースの内容に共通のマッピングを利用して到達することも可能性としてある。つまり、他人の知識をサーチするような可能性も考えられるわけである。もちろん具体的な知識そのものは、他人の脳の中にあるわけであるから見ることはできないが、共通のマッピングを利用して他人にそれを思い出してもらおう（その世界に退行してもらおう）ことは可能となる。また、被験者自身が自分の知識や記憶を、自分のサイバー仮想現実世界を4次元的に自由に動き回ること、3次元的な書庫のなかを自在に動くような要領で、忘れていた記憶や知識にアクセスしたり整理したりするようなことも考えられる。また、5節の3次元CADのVRの例のように、既存のVRを補ってそこに感情や実際の記憶など既存の枠組みでは利用できないような情報をリアルさをもって貼り付けることも可能となろう。ニューロマンサー的なサイバースペースとして計算機O/Sやネットワーク等のマシン情報の世界を現実世界のリアルさで感じそれを操作するといったSF的なサイバースペース操作の可能性も出てくる。さらに一歩進めて、メタフォリックな情報的存在を、視覚がインプットモダルチャンネル、身体操作がアウトプットモダルチャンネルという既存のVR的オントロジーを超えて、五感で感じ操作するサイバースペースのシステム構築の可能性も見えてきた。

21世紀の人類は、生活の大半を情報世界で行うわけであり其の意味で、物理的な世界に限られた人間の身体的作用範囲を越えてサイバースペースにおける内部表現の直接操作によって情報的な可能性世界をも自由に操作しうる枠組みというのは、非常に魅力がある。ここで終りに臨んで一言して置く。統合とマルチモーダリティというものが本論文集のテーマであるが、マルチモーダリティを統合するというのとは一体どういう事であろうか？ これは即ち、意識現象を創造することに他ならない。マルチモーダリティを統合する

ということは、即ち意識の統一活動を作り上げることであり、これは、そのまま、意志を造ることとなる。明らかに、意志は意識の統一作用であって、これは、直ちに個々の人間存在の本質なる統一力を発現しているものである。そしてこの根元的な統一力そのものが自己であるといえる。昨日の意識と今日の意識を結びつける意識の統一力そのものが自己であると云われてきているものである。これを表す活動が意志である。サイバーフィードバックループの求心力とはこの統一力、則ち自己であり、そのフィードバック活動が意志であるといえる。3節でも述べたが、このように、意志はあくまでもホメオスタシス活動という人間存在の本質として自然に存在している恒常性維持機能の中にある。全ての意志はホメオスタシスの必然である。実際、ホメオスタシスが生理現象のレベルで物理世界のフィードバックに限られていた進化の途上では、全てのホメオスタシス活動は物理法則に縛られていた訳であり、従ってフィードバックループの必然である意志は物理の因果を破ることはなかったのである。この意味で人間（の先祖）には自由な意志はなかった。進化の悪戯で大脳新皮質（前頭連合野）においてドーパミン等の神経伝達物質の活動までもが物理的フィードバックループの抑制を振り切る程の何らかのきっかけが生まれたはずで、相乗的に、大脳新皮質が、他の動物に比べて異常なまでに巨大化するに併せて、抽象的な思考が進化するに至り、我々の祖先は自由意志を手に入れるに至った。思考の抽象度が上がり、物理世界を離れれば離れるほどに、人の思考は物理法則の因果を超越していく。知識が高度化し、精神的人格が大きくなればなるほど、他己の精神的支配を超越していく。こうして人間の進化と共に、知識の進化と共に、精神の進化と共に、意志は自由になってきた。<sup>66</sup> あくまで、意志はサイバーホメオスタシスの必然でありながら、究極には、無限の可能性世界をも統一する力<sup>67</sup>（無限に拡がる自己）を発現する程の活動である意志

<sup>66</sup> 一般に、内部表現と、外的世界の両方の抽象度が高ければ高い程、意志が自由であると感じられる。つまり、自由意志とは、サイバーホメオスタシスにおける必然ではありながら、その制約関係が、抽象度が高くなれば、物理因果の制約を超越していくがゆえに、極めて自由なものになっていくのであるという前述の説明の通りである。このような自由意志とは、単なるホメオスタシスに過ぎないという考え方は、日常的な思考の自由というレベルで自由意志を思索する者には、夢がない立場に受け取られがちである。但し、この考え方は、精神生活を営む人達には当たり前の考え方でもある。即ち、物的欲求を自在に満たして（物理世界の制約を自在に満たして）、世界を自家用機で自在に飛び回る資産家より、禅寺を一步も出ず瞑想する高僧や、象牙の塔の哲学者の方がより自由であるという考え方である。なぜなら、意志は物理世界から離れれば離れるほど、その意志の力の生み出された情報世界の摂理に従っているからこそ、物理制約や他者の制約を超越するからである。

<sup>67</sup> このように統一しようとする求心の力を西洋では愛、東洋では知と呼び慣わしてきている。

があるとするれば、これは完全に自由であるといえよう。

文 献

- (1) Andreychuk, T. and Skriver, C.: Hypnosis and biofeedback in the treatment of migraine headache, *International J. of Clinical Hypnosis* 23: 172-183 (1975).
- (2) Araoz, D.L.: Hypnosis and Sex therapy. Brunner/Mazel, New York (1982).
- (3) Birns, H.D.: HYPNOSIS, Universal Publishing and Distributing (1968). (金沢養訳: 催眠力, 白揚社 1971).
- (4) Bradley, R. and Swartz, N.: Possible Worlds: an Introduction to Logic and Philosophy, Hackett Publishing, Indianapolis (1979)
- (5) Brown, P.: THE HYPNOTIC BRAIN, Hypnotherapy and Social Communication, Yale University Press, New Haven and London (1991).
- (6) Erickson, M. Naturalistic techniques of hypnosis. *American Journal of Clinical Hypnosis*, 1, 3-8. (1958).
- (7) Erickson, M. and Rossi, J.: *Experiencing Hypnosis*, Real People Press, Moab (1981).
- (8) Farthing, G.W.: *The Psychology of Consciousness*, Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs (1992)
- (9) Freud, S.: *A General Introduction to Psychoanalysis*, Washington Square Press, New York (1920).
- (10) Gibson, W.: *Neuromancer*, Victor Gollanc Ltd (1984).
- (11) Glueck, B and Stroebel C.: Biofeedback and meditation in the treatment of psychiatric illnesses, *Comprehensive Psychiatry*, 16: 303-321 (1975)
- (12) Golden, W.L., Dowd, E.T, and Friedberg F.: HYPNOTHERAPY: A Modern Approach, Allyn and Bacon, Needham Heights (1987).
- (13) Grinder, J. and Bandler, R.: *TRANCE-formations, Neuro-Linguistic Programming and the Structure of Hypnosis*, Real People Press, Moab (1981).
- (14) Hilgard, E.: *Hypnotic Susceptibility*, Harcourt, Brace, and World, New York (1965).
- (15) 星健彦: 図画学習における催眠イメージの活用, 日本教育催眠学会第14回大会論文集 (1988).
- (16) James, T. and Woodsmall, W.: *Time Line Therapy and the Basis of Personality*, Meta Publications, Cupertino (1988)
- (17) Kamiya, J.: Autoregulation of the EEG alpha rhythm: a program for the study of consciousness. In *Mind, Body Integration: Essential Readings in Biofeedback*, ed. E. Peter, S. Ancoli and M. Quinn. Plenum Press. New York, 289-298 (1979).
- (18) Kaplan, B.J.: Biofeedback in epileptics: equivocal relationship of reinforced EEG frequency to seizure reduction. *Epilepsia*, 16: 477-485 (1975)
- (19) Keefe, F.J. and Surwit, R.S.: Electromyographic biofeedback: behavioral treatment of neuromuscular disorders, *J. of Behavioral Medicine*, 1: 13-24 (1978)
- (20) Kulman, W. and Kaplan, B.: Clinical Applications of EEG feedback training. In ed. R.J. Gatchel and K.P. Price, *Pergamon General Psychology Series*, Pergamon Press. New York (1979).
- (21) Lubar, J.F.: Electroencephalographic biofeedback methodology and the management of epilepsy: *J. Biological Science*, 12: 147-185 (1977)
- (22) Lubar, J.F.: EEG biofeedback and learning disabilities. *Theory into Practice*, 24: 106-111 (1985)
- (23) 鳴瀬悟策: 催眠面接法, 誠信書房 (1968)
- (24) O'Hanlon, W.H.: *Solution-Oriented Hypnosis: An Ericksonian Approach*. W.W. Norton & Co. New York (1992).
- (25) Riesbeck C.K. and Schank R.C.: *Inside case-based reasoning*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale (1989)
- (26) 千々岩克, 安土光男, 斉藤聡, 筒井末春, 坪井康次, 牧野真理子: 光フィードバック装置の臨床応用, バイオニア技報 (1990).
- (27) James, T and W. Woodsmall, : *Time Line Therapy and the Basis of Personality*, Meta Publications, Cupertino (1988).
- (28) Yapko, M.D.: *TRANCEWORK: An Introduction to the Practice of Clinical Hypnosis*, Brunner/Mazel Publishers, New York (1990).

Date: Wed, 8 Jun 94 13:03:11 JST  
Message-Id: <9406080403.AA11856@NaCl.ntt.jp>  
From: nakano (Mikio Nakano)  
Sender: nakano@NaCl.ntt.jp  
To: linguistics, nlt@cactus.aist-nara.ac.jp  
Subject: Integration and Multimodality Workshop

日本ソフトウェア科学会「言語と知能」研究会では以下のようなワークショップを開催致します。皆様の御参加をお待ちしております。

---

日本ソフトウェア科学会「言語と知能」研究会

「統合とマルチモダリティ」ワークショップ

開催のお知らせ

開催日: 1994年6月24日  
開催場所: ソニー中研ホール(東京都品川区北品川)  
参加費: 無料

最近の自然言語処理では、統語論、意味論、語用論の統合的処理、言語理解と生成の統合など、統合的言語処理が一つのキーワードになっています。また、人間とコンピュータのインタラクションにおいて、音声や画像などのさまざまなモダリティを組み合わせるという試みも行なわれています。これらは本質的に同様の問題を扱っているので、相互の交流を通じて今後のさらなる発展が期待できるでしょう。

日本ソフトウェア科学会「言語と知能」研究会では、このような問題意識から、「統合とマルチモダリティ」をテーマとしてワークショップを開催し、皆様との意見交換の場を持ちたいと考えます。どうぞ奮ってご参加ください。

参加申し込みは下記までお願いします。

〒141 東京都品川区東五反田3-14-13  
ソニーコンピュータサイエンス研究所  
長尾 確  
E-mail: nagao@csl.sony.co.jp  
Tel: 03-5448-4380, Fax: 03-5448-4273

また、本ワークショップに関するお問合せは下記までお願いします。

〒305 つくば市梅園1-1-4  
電子技術総合研究所 自然言語研究室

橋田 浩一

E-mail: hasida@etl.go.jp

発表者には、ワークショップ当日に論文のコピーを参加人数分持参していただきます。尚、参加申し込みをされた方には会場の地図をお送りいたします。

## プログラム委員会

委員長 橋田 浩一 電子技術総合研究所

伝 康晴 ATR音声翻訳通信研究所

中野 幹生 NTT基礎研究所

長尾 確 ソニーコンピュータサイエンス研究所

---

## プログラム

### セッション1 統合アーキテクチャ

10:00 - 11:00

Rule Based Program Transformation

-- 統合のための新しい計算の枠組 --

赤間 清

北海道大学工学部情報工学科

高度な自然言語処理の達成を目指して新しい計算の枠組を提案する。それは宣言型計算モデル(Declarative Computation Model; DCM)に基づいた計算の枠組(知識表現言語)であり、「ルールを基礎としたプログラム変換(Rule Based Program Transformation; RBPT)」と呼ばれる。これは、宣言的プログラムをルールで繰り返し等価変形することによって計算を行なう枠組である。RBPTを用いて、自然言語の統語処理、意味理解などを統合的に行なうシステムを試作した経験を踏まえ、自然言語の統合的処理にとってどんな計算の枠組が必要か、3PT がなぜ有用かなどを議論する。

11:15 - 12:15

確率的制約プログラミングに基づく統合型計算アーキテクチャ

橋田 浩一

電子技術総合研究所

制約(情報の流れの方向を捨象した記述のレベルでの設計)に基づくアーキテクチャは、複数のモダリティを含む多種の情報の間の複雑な相互作用を一様な情報処理機構の下で創発させるための設計原理である。1階のHorn節プログラムに関する一般的な制約処理機構からチャートパーシングや意味主辞駆動文生成などの過程が創発することがわかっており、制約アーキテクチャにおける計算は、こうした効率的な過程を自然に統合したものと考えられる。本発表では、制約の意味を解の候補の確率分布として統計的にとらえ、これに基づいて上記

の一般的制約処理機構による計算を制御する方法を論ずる。ここで考える確率的意味論は、隠れマルコフモデルや確率的文脈自由文法や確率的木接合文法などの既存の枠組の自然な拡張になっており、同様のパラメタ学習アルゴリズムが適用可能である。それら従来の方法では確率的に独立な事象のみを扱っていたが、ここでは確率的従属事象を効率的に扱う方法を示す。

## セッション2 マルチモダリティ

13:30 - 14:30

マルチモーダル・ヒューマンコンピュータインタラクション：その動向と展望

長尾 確

ソニーコンピュータサイエンス研究所

ヒューマンコンピュータインタラクション(Human-Computer Interaction, 以下では、HCIと略す)、つまり人間とコンピュータの相互作用(あるいは対話)における一つの重要な視点は、対話の様式(モダリティ)である。モダリティ(modality)とは、人間が外界を知覚する仕方であり、視覚、聴覚、触覚などの感覚(sense)を用いた情報伝達の方式である。ハードウェア技術の進歩によって高解像度のビットマップ・ディスプレイや高速なCPU、あるいはグラフィックス専用のVLSIなどが安価に利用できるようになってきた。このような背景をもとにHCIもそれまでのようにテキストを中心とするものだけではなく、グラフィックスや音声も融合したものが現れてきた。マウスなどのポインティング・デバイスを用いた直接操作型のインタラクションもこのようなハードウェアの背景があっただけで可能になるものである。直接操作型インタラクションの中にはグラフィックスやテキストなどの複数のメディアが利用できるものがある。そのようなインタラクションの形態は、マルチモーダル・インタラクションに分類できるだろう。ここでは「マルチモーダル(multimodal)」という言葉を用いて、単にコミュニケーションのチャンネルとして複数のメディアが利用できるというだけではなく、それらが有機的に統合されているという点を強調して用いる。

本発表では、まず、これまでに開発されてきたマルチモーダルHCIの現状を述べ、われわれが開発した「表情つき音声対話システム」、さらに将来のHCIの形態としてわれわれが研究している「社会的インタラクション」について述べる。

14:45 - 15:45

サイバーホメオスタシス仮説：マルチモーダリティの臨場感パラダイム

苦米地 英人

徳島大学

現在、知能情報工学と神経医学の学際的プロジェクトとして、サイバー仮想現実と我々が呼んでいる近未来型仮想現実システムの研究が日米の工学・医学研究機関の共同プロジェクトとして進められている。この研究の中心となる認知科学的仮説を中心に自然言語理解・生成ならびにマルチモーダリティ現象を

説明する認知神経工学的なモデルを紹介する。因みに、サイバー仮想現実とは、既存の仮想現実（VR）とは本質的に異なる近未来型仮想現実のパラダイムとして当合同プロジェクトで実現実験を進めている枠組みであり、これまでのVRシステムと異なり、仮想的な可能性世界を計算機上のグラフィック情報として構築するのではなく、被験者の認知上にイメージとして直接構築することを狙ったアーキテクチャーである。認知神経工学的手法と臨床心理的手法の融合により、臨場感が現実世界と何ら変わらない人工現実の構築の基礎実験にこれまでに成功している。本研究システムの構築理論と手法の詳細、並びに、被験者による生体実験の詳細は、本年度末以降に計画されている日米同時での公式発表に委ねるが、生体実験の基礎的成果と、理論的ベースとなっている講演報告者のサイバーホメオスタシス仮説等の仮説の紹介をおこなう予定である。当該研究の一般発表は本講演が初めてであるため、本講演では、言語現象とモーダリティーに話題の中心を絞る一方、当該研究の工学・数理科学的側面のみならず、臨床的側面、また特に、倫理的な諸問題についても言及したい。

### セッション3 統合的言語処理

16:15 - 17:15

分散協調型言語理解モデルと頑健な解析への適用

島津 明, 小暮 潔, 中野 幹生  
NTT基礎研究所

言語理解には、統語、意味、語用の各面の処理が必要である。従来の処理枠組の主流は、統語、意味、語用の各面の処理を密結合するものであるが、このような方法は、対話理解の観点では、話し言葉の中の表現の非文法性と処理の実時間性に関する問題がある。先ず、話し言葉のように非文法的な言語表現があると、文法や辞書の制約を厳格に用いるために、解析に失敗する。次に、統語、意味、語用の各面の解析の総和として処理を進めるために、処理に時間が掛かる。このような問題を解決するものとして、我々は、統語、意味、語用の各面の処理を独立に並行して行ない、いずれかの処理が途中で失敗しても、他の成功した処理結果で補って解析を進め、結果として総合的に適切な解析をするモデル(Ensemble Model)を提案した。このモデルでは、例えば、部分的に統語解析に失敗しても、その部分の意味解析に成功すれば、それを利用することができるために、非文法的な言語表現の解析が可能になる。処理時間も、すべての処理が終了するまで待つ必要が必ずしもないために、実時間の処理が可能になる。

モデルのプロトタイプとして、実験システムEnsemble/Trio-IおよびEnsemble/Quartet-Iを作成した。システムは、統語意味、統語、意味、語用の各解析、各解析への入力分配、各解析の結果を突き合わせる照合のプロセスからなる。各解析プロセスは、それぞれの文法・辞書を用い、解析を逐次に進め、部分結果を述部ごとに共通メモリに記録する。部分結果は、他のプロセスの部分結果と照合される。各解析はチャート解析により行われる。文法・辞書は単一化文法で記述している。単一化の処理は、論理制約システムで行なっている。

-----