

アミューズメントにおけるシミュレータ

岩谷 徹*

世界観の表現手段としてのテーマパークやアミューズメント施設の流れを、遊びの観点から捉え、遊びの心理、歴史、そして新しいテクノロジーとの関わり合いなどを考察し、技術的応用事例と併せ紹介する。また、人工現実感等の今までにない概念の登場が、遊びにどの様に影響し、インタラクティブな遊びが如何に発展していくかを言及してみた。

Simulators in Amusement

Toru IWATANI*

We introduce practical examples of technologies along with the trends currently exhibited by those theme parks and amusement centers that serve as methods to express various worldviews. Approaching the subject from an understanding of amusement, we examine the psychology and history of amusement, as well as it's relationship to emerging technologies. In addition, we discuss the impact the appearance of the hitherto inconceivable technology of artificial reality will have on amusement and how interactive games in amusement centers may become.

1. DNA (遺伝子) と遊び

1-1 イメージの伝達

100万年前頃から人類と呼ばれるようになった生き物は、世代交代による単なるDNAの保存行為にとどまらず、その時代その時代の人類が描いてきたそれぞれのイメージを、何らかの手法を用いて保存継承してきている。言葉を持ちはじめた50万年前頃からは、語りや歌を用いてストーリーイメージを伝え、文字を手にした5000年前頃からは、より豊かなイメージを固定することが可能となったため、作り手の世界観（イメージ）を現実感豊かに受け手は味わうことができるようになった。その後、映画やコンピュータの登場により、世界観の表現形態が多様化し、よりダイレクトにその世界観が受け手に伝達されるようになってきた。

世界観の伝達手法の1つであるビデオゲームも、二十数年前に登場して以来、コンピュータの高速化とデータ容量の増加にともない、現在では豊かなストーリーと世界観が表現できるようになった。しかし表現手法は変わっても、受け手の喜びや面白いと思う気持ちの基本メカニズムは、言葉を持つ以前の人類が、世代交代しながらDNAに蓄積してきた遺伝子情報に支配されていることは確かなことなのである。

また、現実世界・仮想世界を問わず、何らかの表現がなされた事象の全てがシミュレータ世界であるということができ、手足を動かす人間の肉体などは、DNAを中核とした高精度な自立型シミュレータとみることもできるのである。

1-2 遊び^{1,2)}

アミューズメントと呼ばれる遊びの世界も、シミュレーションの一形態であるが、構成としては物理的な側面よりも、「遊び」という精神的な部分にウエイトが置かれている。

この遊びについてヨハン・ホイジンガは、勤勉と

* ㈱ナムコ開発企画部部长
General Manager, R&D Division,
Namco Ltd.
原稿受理 1992年2月28日

怠け者という関係で捉えがちであった遊びと仕事を見直し、遊びのなかには、置きざりにされた人間本来の生きがいがあるだけでなく、仕事自体が実は遊びが土台になって成立していることを指摘し、遊びについて次のように定義している。

「形態という角度からすれば、遊びとは、フィクションである、日常生活の枠外にある、と知りながら、遊ぶ人を全面的に捕え得る自由な活動、いかなる物質的利害も、いかなる効用も持たず、明確に限定された時空の中で完了し、与えられたルールに従って整然と進行し、好んで自己を神秘で取り囲んだり、仮装によって日常世界に対する自己の無縁を強調したりする集団関係を人生の中に出現させる活動である。」

また、遊びの動機に関しては余剰エネルギー説、本能説、反復説、気晴らし説、代償説、能力-効力説、浄化説、学習説など多くの説がさまざまに提唱されているが、いずれも遊び行動の一部分しか説明できず、決定的な決め手の論理は未だ見出しえずといふところである。

一方、ホイジンガの説を継承する形で、ロジェ・カイヨワは、遊びを次の様に4つに分類している。

①アゴーン (Agôn-ギリシャ語)

競争——勝者の勝利が正確で文句のない価値を持ち得るような理想的条件の下で競争者たちが争えるように、平等に、チャンスが人為的に設定された競争。

②アレア (Alea-ラテン語)

偶然——遊ぶ人から独立の決定、遊ぶ人の力が全く及ばない決定を基礎とし、相手に勝つことより、運に勝つことの方がずっと問題であるようなすべての遊びを示す。

③ ミミクリ (Mimicry-英語)

模擬——閉ざされた約束事に基づく世界や虚構的な世界の一時的受容を前提とした物真似遊びやごっこ遊びなど。

④イリンクス (Ilinx-ギリシャ語)

眩暈——眩暈の追求を基礎とする遊びであり、一瞬だけ知覚の安定を崩し、明晰な意識に一種の心地よいパニックを惹き起こそうとする試みを内容とする遊び。

また、これらの遊びの4つの分類に掛け合わせるパラメータとして、パイディア(即興と陽気という原初的能力) ↔ ルドゥス(無償の困難の愛好) という概念も提唱されている。

ビデオゲームそしてテーマパークとも、遊びの4つの要素がその機械その施設のテーマ・特徴に合わせてうまく配分されているのだが、テーマパークはパイディアの要素が強い傾向にあるのに対し、ビデオゲームの場合、総じてパイディア寄りではあるが、ルドゥスの要素もかなり含まれてきているのが特徴である。

1-3 ゲーム作り

ゲーム作りにおける企画段階の構成プロセスをビデオゲームで説明する。ビデオゲームの構成要素は、コンピュータプログラムとコンピュータボードとモニターとスピーカーとインターフェイス、そしてそれらを収納する器からなっている。その中でも、ゲームとしての面白さ、つまり多くの人からの支持が得られるか否かの評価は、ゲームルールが格納されているコンピュータプログラムの部分にかかっている。ここで、ゲームルールが新鮮で、ストーリーが変化に富み、思わず夢中になってしまうような新奇なゲームルールをアイデアとして考案する場合、その発想力がよく問われることがある。しかし、人間は、無から何かを発想するようなメカニズムになっていない。知識・情報は、後天的に入力されていくものであり、発想するのではなく、得られた情報の中から選択し組み合わせただけなのである。その際の選択するセンスと妙な組み合わせを良しとする自由な気分が良いアイデアを生むのである。

また、多くのゲームの中から選択させプレイしようとするモチベーションを与えるには、まず注目させなければならない。行動心理学者のバーラインは、動物がどのような属性をもつ刺激(情報)に関心を示すかを研究し、次の3つの注目の条件を提示している。

①新奇性(それをこころばらく、あるいはいままでも一度も経験していない)

②不確定性(判らない事柄や、試行錯誤ののち疑問を解いていくもの)

③複雑性(構成要素の種類や数が多いほど複雑)

これらの条件にこだわらず、何らかの要因で注目した後、次の段階に進むには以下の条件をクリアしなければならない。

①ゲーム目的がはっきりしている

②自分の操作技術・知識がそのゲームの設定(ゲームルールの難易度)に適している

③他人からの注目を受け、自己を表現することができる

以上の条件を満たした時に初めて、人は次の段階であるプレイや購買なりの行動パターンに移るのである。そして次に実際のプレイに移るのであるが、そのプレイ中に受ける実感こそが、面白いと思わせるか、つまりヒットするか否かの重要な要因となる。その実感の要素を分析してみると、以下の要素がピックアップされた。

- ① 結末に至るまでのプロセスが変化に富んでいる (ドラマ性がある)
- ② 作戦性がある
- ③ 自分がゲームプロセスに一役買っていて、自分がリーダーシップをとれる
- ④ ミス設定に納得ができる
- ⑤ 操作がスムーズである
- ⑥ 練習効果が高い

以上の要素がバランス良く配合されている場合は、たとえ最終目的達成以前にゲームオーバー (自らのミスなどで途中終了する) しても、ミスに至るまでのメカニズムを自然に理解することができ、その結果反省し、更に対策・作戦を立て、先々のストーリーの経験を期待しながら、再トライするのである。この再トライの意識を持たせる事が、高く安定した支持を得る秘訣である。

2. シミュレーションとアミューズメント

2-1 シミュレーション

シミュレーションの1つの定義としては、「モデル実験あるいは模擬実験を意味する。現実の事象を物理的モデルあるいは理論的モデルなどに再構成し実験・観察を行うこと」とすることができる。ここでいう物理モデルとは、実際になんらかの形を有しているシミュレータのことをいい、理論モデルとは、数学的言語などシンボリックな手法を用いてシミュレーションモデルを構築していくものである。そして物理モデルは、ダミー人形を乗せた車の衝撃実験などの実物モデルと航空機の風洞実験などの拡大・縮小モデルとに分けられる。一方理論モデルは、数学的モデルを用いたコンピュータシミュレーションと、シミュレーションゲームに代表されるシンボリックなモデルに分けられる。前述した数学的モデルは更に、時間軸に沿って狭い等時間間隔で連続的に現象を変化させていく連続変化モデルと、ある一定の事象生起を単位に変化を進行させていく離散変化モデルに分けられる。

しかしこれらのシミュレーションの目的が、危険

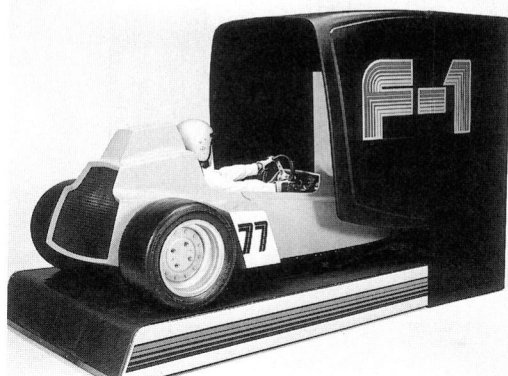


Fig.1 F-1

なコストを最小限に止めようとする軍事的、商業的リスク回避であるのに対し、アミューズメントにおけるシミュレーションでは、それらの目的から解放された特異な世界が構築されている。

2-2 アミューズメントマシン³⁾

アミューズメントマシンの基本的ルーツであるブランコは、最も早くから登場した器具を使った遊びであり、それを回転する大きな輪に結び付け横に回転させるとメリーゴーランドとなる。このメリーゴーランドの原始的な形は、西暦500年頃のビザンチンのレリーフに残されている。また、1620年のピーター・マンディのスケッチに原始的な回転木馬、観覧車が描かれている。

また、コースター (ジェットコースター、米国ではローラーコースター) のルーツは、16世紀に現在のサントペテルブルグ (旧レニングラード) の郊外の、高さ約10m、長さ約150mの氷滑りであった。その後、1884年、コニーアイランドに初めて営業用のコースター「スイッチバック・グラビティ・プレジャー・レールウェイ」が造られ、現在に至っている。

一方日本国内では、1918年に木馬館が浅草にオープンし、1920年には千里山山頂に土井万蔵氏による飛行塔が設置されている。これらの機械娯楽機は飛行機に乗っている雰囲気や馬に乗っている気分を受け手に体感させるもので、コンピュータこそもちろん用いていないが、臨場感豊かに人工 (機械仕掛け) の現実感を楽しむことができたのである。その後も、機械構造も複雑にそして精巧になり、表現されるゲームのテーマも、レーシング物 (Fig. 1) やクレール射撃などゲーム性も高く、臨場感豊かなものが提供されるようになった。このような機械仕掛けのアミ

ューズメントマシンは、独自の成長をみながらも、ビデオゲームの登場により様相は一変した。

2-3 ビデオゲーム⁴⁾

ビデオゲームの原型は、1958年ブルック・ヘイブン国立研究所のウィリー・ヒギンボースムによる「テニス・ゲーム」が発表されているが、広く知られるようになったのは、1962年MITのスティープ・ラッセルが発表した「スペース・ウォー」である。商業用としては、1971年にナッチング社から発売された

「コンピュータ・スペース」が世界初のコインオペレーテッドのビデオゲームであるが、普及に成功しビデオゲームを世界に知らしめたのは、1972年にアタリ社から発売された「ポン」である。当初のビデオゲームは、制御部はロジック回路で構成され、モニターはモノクロであったが、その後制御部もCPU化され、モニターもカラー化された。

しかしビデオゲームの市場での人気とその複製のしやすさから、コピー商品が氾濫し、開発企業を悩ませた。これに対し各社は訴訟を起こし、1982年にはタイトー社の「スペースインベーダー」で、プログラムは著作物であるとの判決が出され、また1984年にはナムコ社の「パックマン」(Fig. 2)で、ビデオゲームが表現する映像は本来の意味の映画ではないが、著作権法に定められた映画の著作物であるとの判決が出された。その判決の中で、プログラムを言語の著作物として、そして、そのプログラムが表現する映像を映画の著作物として保護することは、一個の著作物を二重に保護することにはならないとし、ビデオゲームはそのプログラムも映像も別個の著作物として法的に保護されることを明らかにした。

コピー問題を乗り越えた後は、ソフト的にも様々なテーマが試みられ、ビデオゲームでなければ表現できないコンセプトのゲームが市場に出されていった。システム的には、プレイヤーの座席を揺動させる体感システムや、通信機器を用いて複数のマシンで同時プレイする通信システムなどが採用されるようになった。また、モニターを複数横並びに配し、

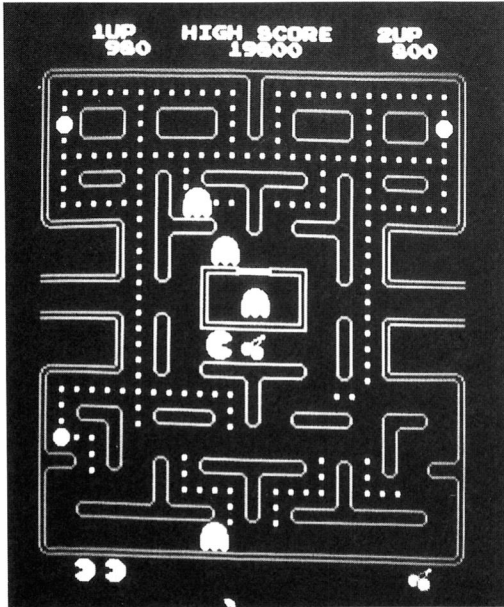


Fig.2 パックマン

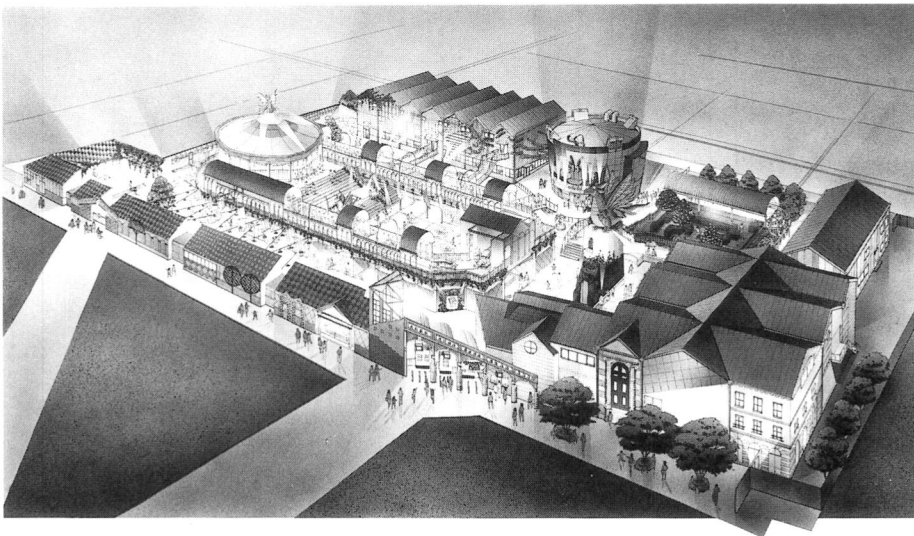


Fig.3 ワンダーエッグ

ワイド画面を実現させるシステムも提供されている。

2-4 テーマパーク³⁾

家庭内外のアミューズメントマシンの他に、遊園地などのスペースの展開も、施設全体を人工現実感生成の巨大マシンと考えることによって、とらえ方も大きく異なる。ある固有のテーマ性を有した世界最古のテーマパークとしては1843年にオープンしたチボリ公園（デンマーク）があげられる。日本国内での遊園地のルーツは1885年にオープンした花やしき（浅草）である。

近代におけるテーマパークを広く知らしめた1971年オープンのディズニーワールド（アメリカ）は、ファンタジーをテーマに、1981年オープンのエプコットセンター（アメリカ）は、サイエンスをテーマにしている。そして、歴史・映画・外国・水・宇宙など種々のテーマをかかげて、全世界にテーマパークが誕生している。

ビデオゲームと違い、テーマパークなどに足を運ぶ行動動機は、自らが期待する満足度もさることながら、同行するメンバー全員の満足度が大きく反映されるため、積極的に能動的なアグレッシブな人と、消極的で受動的なパッシブな人、そして男女差、年齢差を有する人達がおしなべて満足する空間作りが、施設全体への評価指標となっている。それゆえ、スペース全体のテーマの一貫性と表現力、そして個々の施設の品揃え具合が、テーマパークの成功を左右する重要なファクターとなっている（Fig. 3）。

3. ビデオゲーム

3-1 2次元画像処理⁵⁾

ビデオゲーム基板の概念図をFig. 4に示す。ビデオゲーム基板の制御部は、汎用のCPUとプログラム並びにデータを蓄えたROM、及びワーキングエリアとしてのRAMから構成されている。ここで特徴的なことは、CPUが映像表示回路から1垂直走査時間を周期とする、割り込み信号を常に受け付けていることである。CPUはこの割り込みに同期して映像に関する処理を実行する。

また、ビデオゲームの快適なインタラクティブ性を維持するために、即ちプレイヤーの操作と映像表示の間に、不規則な時間遅れが生じてゲーム性を損なわないためには、これらの処理が割り込み周期内

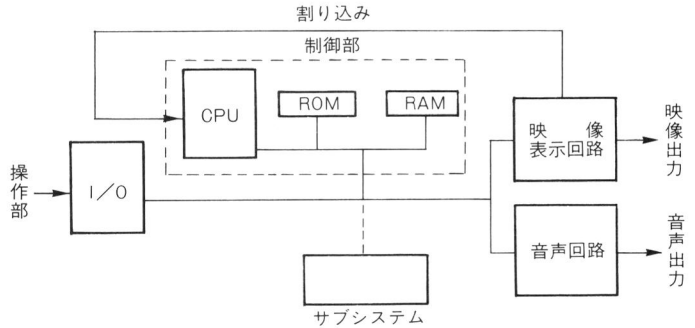


Fig. 4 ビデオゲーム基板

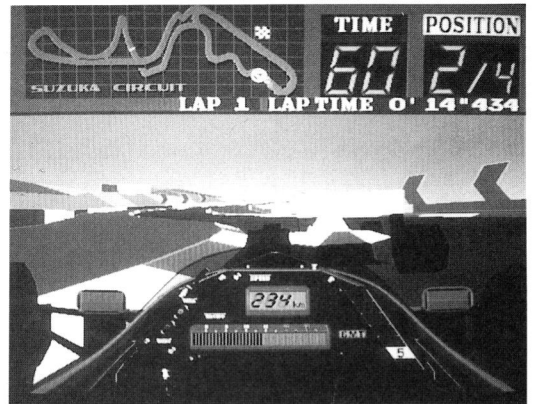


Fig. 5 ウィニングラン

に完了しなければならない。そのために、処理内容自体は単純であるにもかかわらず、ゲーム内容によっては、極めて高速な処理を要求される結果となり、この場合はCPUを複数個用い、分散処理で対応している。

2次元表現のビデオゲームでは、セルアニメーションを電子化したものである。セルアニメーションは背景画の上に透明のセル板に書かれたキャラクター画を重ね、少しずつポーズの異なる絵をコマ撮りにして動画を表現するが、2次元表現のビデオゲームも原理はまったく同じである。

3-2 3次元画像処理^{6,7)}

2次元表現のビデオゲームでは、想定されたストーリーに沿ってあらかじめ用意されたカメラアングルの映像を、越えることはできなかった。そこで、1988年にナムコ社から発売された「ウィニングラン」(Fig. 5)で3次元表現のビデオゲームを説明する。CG立体物の表現単位である1つの多角形であるポリゴンを生成するポリゴナイザーにより、1000枚のポリゴンを1/60秒毎に画面に表示でき、F-1レースをテーマにした本ソフトでは、地上80cmから見

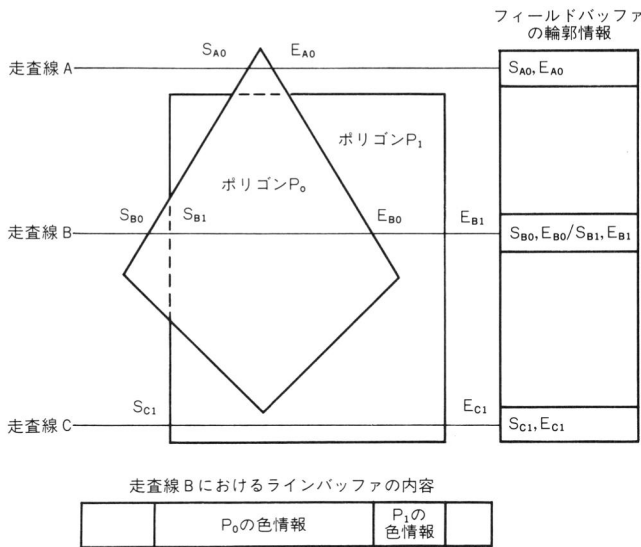


Fig.6 陰面消去と走査線処理

た一人称の光景が実現されている。また、コースの画像データは全て X、Y、Z の立体 3 次元データとしてコンピュータに入力されているため、スピンやコースエレベーションに合わせた画像表現が可能となっている。またタイヤの摩擦係数、車重、空気抵抗などの数値もデータとして持っているため、カウンターステアや微妙なアクセルワークや 4 輪ドリフトなども体験できるようになっている。

ポリゴナイザーでは、3 次元画像としてポリゴンによるサーフィスマodelの表現が可能であり、モデルのデータ構造は境界表現を単純化した形式で表現されている。3 次元画像処理のアルゴリズムにおいて、処理の第一段階では、このモデルに対してアフィン変換（絶対座標を平行移動や回転などに合わせ座標変換すること）、透視投影変換そしてクリッピング（画面エリア外へはみ出した部分をカットすること）が行われ、スクリーン座標系に変換される。第二段階では、前段で求めたポリゴンの Z 座標を元に、各ポリゴンを視点からの距離が近い順にソーティングする。第三段階では、これらのソート済の各ポリゴン情報から、フィールド単位で、水平走査線ごとに各ポリゴンの輪郭情報を算出し、その両端の X 座標値とポリゴン情報をフィールドメモリに蓄積する。第四段階では、これまでに得られたフィールド情報をもとに、水平走査ごとの処理が行われ、ラインバッファに画像が生成される。このラインバッファは走査線 2 本分用意してあり、交互に処理が行われる。

これはデュアルラインバッファ方式と呼ばれている。そして優先順位のついたポリゴンの陰面処理を全ての走査線に対して行い、1 フィールドの処理を終了する。このように 3 次元処理はフィールドメモリとデュアルラインバッファを併用して、処理の効率化を図っている (Fig. 6)。

3-3 揺動システム⁸⁾

1990 年「国際花と緑の博覧会」に出品したナムコ社のアクティブシミュレータ「ギャラクシアン³⁾」(Fig. 7、8)では、モーション機構の駆動源に油圧を使用し、それをコンピュータ制御のサーボバルブによってアクチュエータへと送り込んでいる。このシステムによって微妙な振動やダイナミックな動きなど、イメージ

通りの体感を作り出すことが可能になっている。映像はリアルタイム 3 次元 CG システムによって、360 度の連続した空間が 16 台の 120 インチビデオプロジェクターを通じて再現されている。さらにこの効果を一層引き立てているのが、油圧によるモーション機構である。

構造的には単純で、油圧源からの動力は映像に合わせて、CPU によってコントロールされたサーボバルブを経て、2 本のアクチュエータへと送り込まれる。客席、及びプロジェクター群を含む上部ユニット (直径 8 m、総重約 11t) は、ベース部分とは十字継手によって連結されており 2 軸の自由度を 2 本のアクチュエータによってコントロールされ、全方向に最大傾斜角度 9 度、最大傾斜速度 0.39rad/s にて揺動される。

4. 人工現実感応用

4-1 人工現実感⁹⁾

人工現実感そのものの概念は、洞窟に描かれた壁画の時代から踊りや語りを通して、人間のイメージの伝達を試みてきた人類の歴史にルーツをみることができ、12 世紀のアラビアとトルコの馬上試合の様な戦闘シミュレーションも、一種の人工現実感とすることができる。この戦闘シミュレーションは馬の上から粘土球を投げ合い、避け損なうと中の香水が体にふりかかるというものである。近代に向かって、これらのシミュレーションシステムにテクノロジー

が大きく関与していくのだが、特に国家的な成功や勝利の使命を受けている場合の開発には、最先端の技術が集結されるようになった。

国家的使命を背に、米国空軍 (USAF) パターソン基地のトーマス・ファーネス氏はHMD (ヘッド・マウント・ディスプレイ) を用いてVCASSシステムを発表している。これは8台のVAXコンピュータを使用し、ジェット戦闘機のパイロットがヘルメット内のディスプレイを見ることによって戦闘シミュレーションが行えるものである。

また、米航空宇宙局 (NASA) のエイムズ研究所では、データグローブとHMD等を使用して、宇宙ステーション内や宇宙空間で作業ができるような仮想環境 (Virtual Environment) のシステムを発表している。

前述の2つのシステムは、現在の人工現実感ブームのきっかけをつくったとともに、HMDを装着した形態が人工現実感の代表するスタイルである印象を多くの人々に与えた。もちろん人工現実感はその概念をうまく定義できるほど単純な構成になっていない。そのため、多くの研究機関、産業、企業が様々な角度からアプローチしており、その結果として、人工現実感の概念が露出しているものから内在しているものまで、種々の態様で表現されているのが現状である。

4-2 イマジネーション

芭蕉の句に「閑さや岩にしみ入る蟬の声」がある。人間は、言葉という記号化された句を読むことによっても、その情景なり心情なりをイメージし、感じとることができる。陽の暑さも皮膚感覚で受けたごとく人工現実化される。現在のコンピュータやディスプレイやインターフェイスなどの近代技術でこの情景を表現しようとした場合、テクノロジーを手にしていればいる程、多大な装置やデータを駆使しがちである。光ディスクやハイビジョンモニターなどを用い、3Dサウンドを試み、更には熱風をふきかける仕掛けまで利用しようとするのである。しかし多大な情報がストレートに豊かな臨場感を与えとは限らず、句に示されるような数十ビットの文字デ

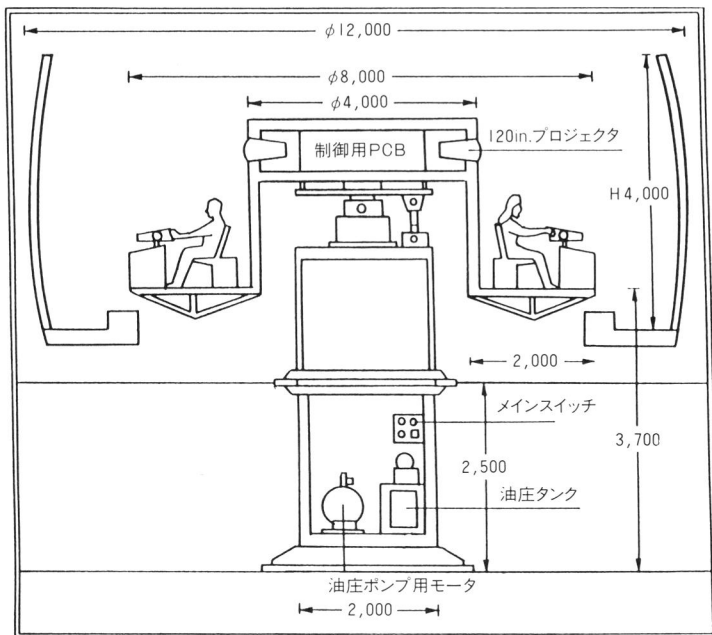


Fig. 7 ギャラクシアン³断面図

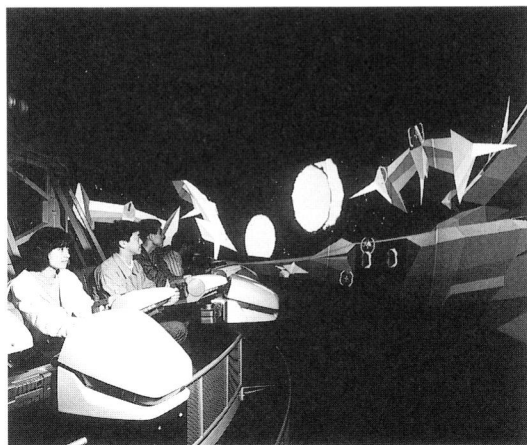


Fig. 8 ギャラクシアン³

ータからイメージされる臨場感に比べ、そのビットあたりの表現力は大きく劣る。つまり人間の持っている経験データとイマジネーションする力を最大限に活用し、いたずらにデータを消費することのないようにテクノロジーを使用しなければならないと考える。

4-3 スケールコントロール¹⁰⁾

アミューズメントマシンや人工現実感システムは、疑似体験としてのシミュレーションと同じフィールド内にあり、シミュレーションの一形態である。ヘッドマウントディスプレイやデータグローブを装着したスタイルに限らず、ワイドスクリーンなどを用

いて、ベクション反応（視覚上の刺激によって引き起こされる運動感覚）を起こさせることによって、人工現実の世界に導き、その演出された世界を楽しませることも可能である。このことはスケールコントロールが可能になったことを意味する。つまり、ディズニーランドのようなテーマパークを想定し、全体も各施設もすべてをデータ化すれば、何十ヘクタールとあるテーマパークを仮想的に数平方メートルの機器で表現できるからである。目の前のディスプレイでは、テーマパークの入り口を映し出すところから始まり、各施設を自由に回遊しながら選び、次にどこかの施設に入れば、リアルタイム3次元CGでその情景が展開されていくシステムが考えられるのである。

5. おわりに

子供たちが木馬に跨がり喜々としている時、彼らの頭の中では何かがイメージされている。また本格的なカーシミュレータに乗り込んだ若者は、レーサーになったごとく振る舞う。アミューズメントの世界でも、皆まじめに人工現実感を味わっているのである。それだけに、人間の感性の衰退を助長することがないように、人間の持っているイマジネーションする力を引き出し、そして刺激するシステムの開発が、今後の大きな課題となっているのである。

参考文献

- 1) ヨハン・ホイジンガ『ホモ・ルーデンス』高橋英夫訳、中央公論社、1963年
- 2) ロジェ・カイヨワ『遊びと人間』清水幾太郎・霧生和夫訳、岩波書店、1970年
- 3) 中藤保則『遊園地の文化史』自由現代社、1984年
- 4) テレビゲーム・ミュージアム・プロジェクト「テレビゲーム」ユー・ピー・ユー社、1988年
- 5) 中村繁一「ビデオゲームの実例とその構成」『テレビジョン学会技術報告』Vol.15, No.20, 1991年
- 6) 岩谷徹「カーシミュレーション」『画像ラボ』日本工業出版社、1990年3月号
- 7) 金子靖道「ゲームソフトの画像処理」『画像ラボ』日本工業出版社、1990年1月号
- 8) 佐野孝「アミューズメント用疑似体験装置」『パワーデザイン』日刊工業新聞社、1992年1月号
- 9) 「バーチャル・リアリティ」『週刊ダイヤモンド』ダイヤモンド社、1992年1月11日号
- 10) 『21世紀産業としてのシミュレーターシステム』矢野経済研究所、1989年