

# 電動モーションによるバーチャル空間の創出

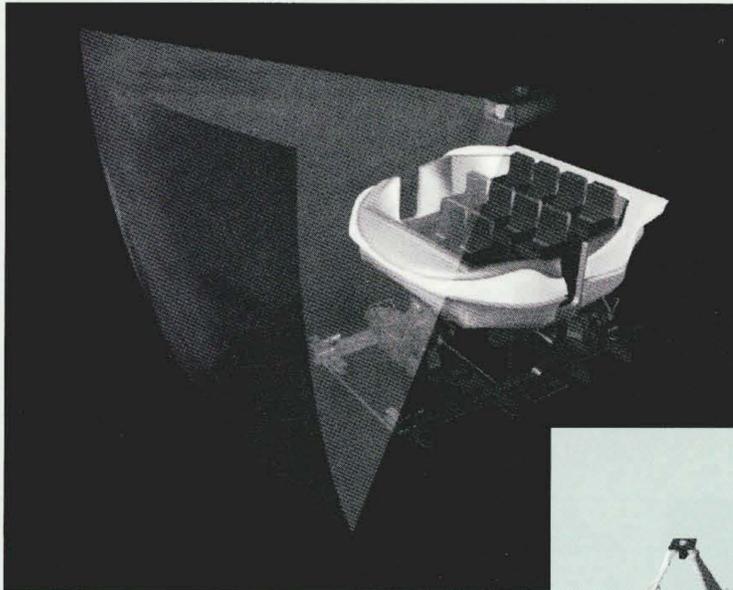
Creation of Virtual Spaces by Motor-Driven Motioning

大城昌之 Masayuki Ôshiro

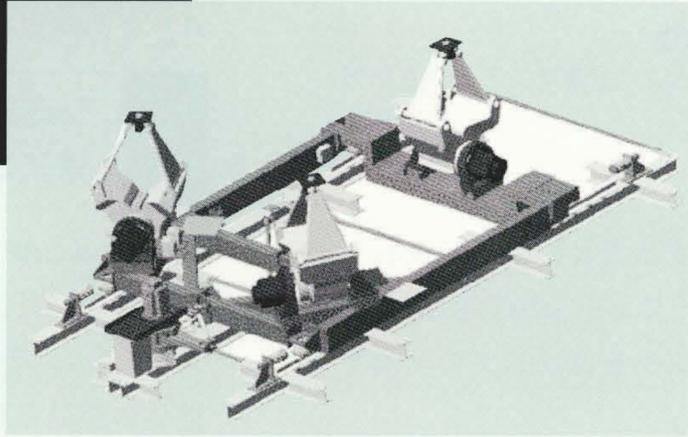
松田有司 Yûji Matsuda

椎名 司 Tsukasa Shiina

三宅徳久 Norihisa Miyake



(a) 10人乗りオープンデッキを搭載したシアター形シミュレーションライドシステムのカットモデル像



(b) 電動モーションを応用したコンパクトな機構のモーションベース

シミュレーションライドシステム(a)と電動モーションベース(b)の外観

バーチャル空間を体験させるシミュレーションライドシステムは、電動モーションベースで駆動される。

日立製作所は、新世代のバーチャル空間体験装置「シミュレーションライドシステム」を1999年12月に製品化するに先立ち、電動モーションを応用した、コンパクトな機構のモーションベースを開発した。このモーションベースでは、電動モーションによる駆動とモーション生成技術が映像系技術とともに重要な要素を成している。

バーチャル空間を創出するためにはモーション生成が重要であり、映像やシナリオ作りと一体になったモーション生成計画がかぎとなる。日立製作所は、シミュレーションライドを製品化するにあたって、体感を重視した生成ルールを考案した。

電動モーションの今後の応用展開としては、コンテンツの充実とインタラクションの楽しさの極大化がニーズと考えており、コンテンツの配信システムとバーチャルワールド構想を検討している。

## 1 はじめに

近年、バーチャルリアリティ(仮想現実感)技術はさまざまな分野に応用されており、視覚と加速度体感によってバーチャル空間を体験できる種々のシミュレーション装置が普及しつつある。日立製作所は、バーチャルリアリティが体験できる新世代の「シミュレーションライドシステム」を1999年12月に製品化するに先立ち、電動モーションを応用した、コンパクトなモーションベースを開発した。

ここでは、このシステム用に開発した電動モーションベースと、それを応用したシミュレーションライドシ

ステムについて述べる。

## 2 シミュレーションライドシステムの魅力

### 2.1 コンテンツ配信システム

「シミュレーションライドシステム」では、コンテンツデータをデジタル化すると、インターネットや衛星による通信を経由してコンテンツを配信することが可能となる(図1参照)。

シミュレーションライドの運営上の問題点として、(1)コンテンツライブラリが少ない、(2)コンテンツを入れ替えようとしても、新たな契約を結ぶと多額の支払いが発生するなどがある。これに対して、コンテンツ配信シ

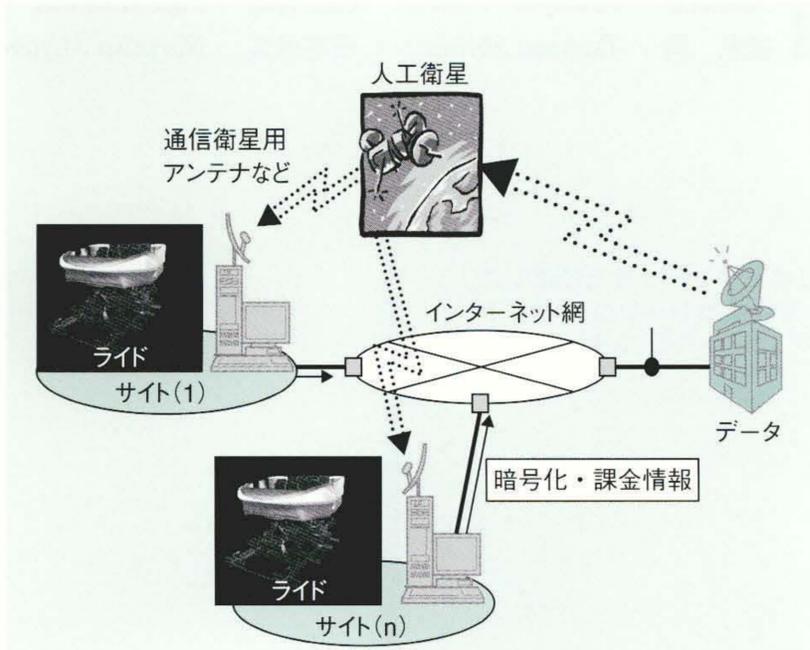


図1 コンテンツ配信システムの構成  
コンテンツ配信システムのユーザーは、上演コンテンツを気軽に入れ替えることができる。

システムで課金システムをくふうすることによって視聴した分だけ料金を支払う「ペイパービュー」が可能となり、運営側にとっては複数のコンテンツを低リスクで上演することが可能となる。

## 2.2 バーチャルワールド構想

「シミュレーションライドシステム」では、ライドごとに一つのバーチャル空間があり、複数のライドでこれらを共有することもできる。これにより、複数の視点や乗り物を同じ空間に存在させることができ、対戦ゲームなども可能となる。実際に、LANを経由して複数のシミュレーションライドを結ぶことによってこれが可能であることは、すでに検証済みである。

これをさらに進化させ、多数のシミュレーションライドなどバーチャル空間が体験できる機器を接続することにより、バーチャル空間が一つの世界を形成しているものが「バーチャルワールド」である。ここでは距離を超え

て常時だれかが接続していることから、通常のゲームのような始めと終わりはなく、実世界のように夜が明け、日が暮れ、時間が過ぎていく。

参加者は、本格的な映像やシミュレーションライドを備えた施設や家庭内の体験システムで、また、移動体通信を介して好みの時間にバーチャルワールドに参加し、日常とは異なる新たな世界を体験することができる(図2参照)。これに対しては、施設の利用料と通信接続料を支払うことになる。

このバーチャルワールドを実現するためには、大容量で高速な通信手段とバーチャルワールド用のサーバが必要となる。しかし、通信基盤と計算機の最近の進歩により、この実現は間近に迫っているものと考えられる。

## 3 シミュレーションライドシステムの開発コンセプトとシアターとしての展開例

### 3.1 シミュレーションライドシステムの概要

1999年12月に製品化した「シミュレーションライドシステム」は、それまでのシミュレーション装置を超える新世代の製品として、以下のコンセプトの下に開発したものである<sup>1)</sup>。

- (1) 小型・軽量で、取り扱いや据付け工事が容易であること
- (2) バーチャル世界とのインタラクション(やり取り)が実現できること(ゲーム的に参加できること)
- (3) 本格的な臨場感、没入感が得られること

これらを実現するために、以下の技術を新たに開発し、採用した。

- (1) 8人乗り小型・軽量カプセル
- (2) 高精細なサラウンド映像を提供する複数プロジェクタ合成映写システム
- (3) サラウンド音響システム

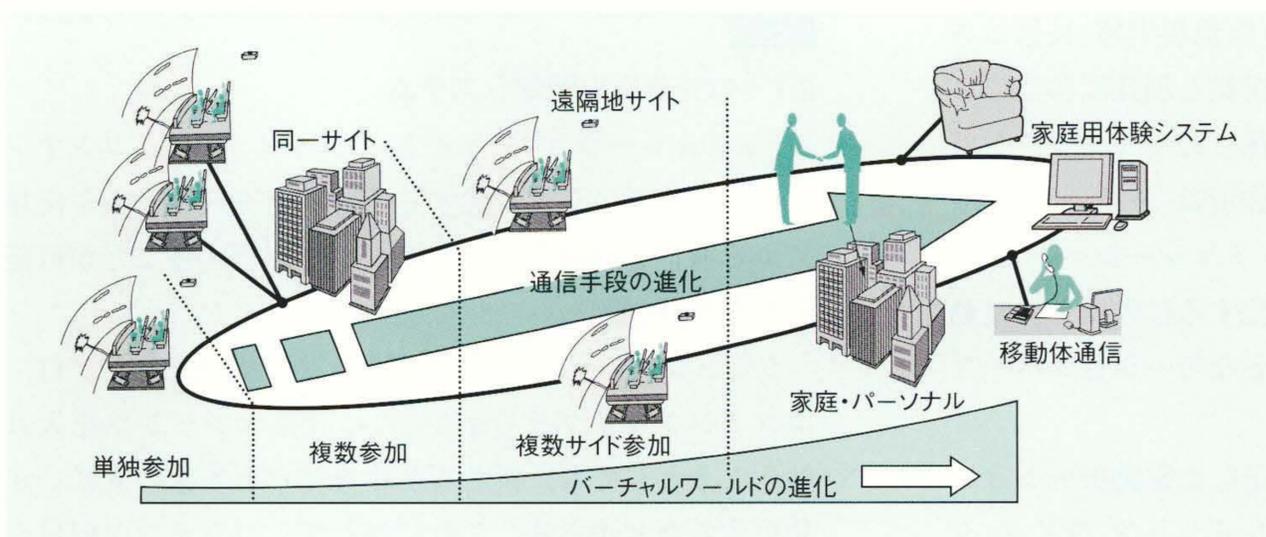


図2 バーチャルワールドの進化の方向性

バーチャルワールドの進化とともに、日常のさまざまな機会にバーチャルワールドが体験できるようになる。

(4) 各座席に取り付けられたHMI(操作装置)によるインタラクティブ(双方向)コンテンツ実行システム

これらに加えて、以下に述べる電動モーションベースが、上記コンセプトの実現に大きく役立っている。

### 3.2 電動モーションベース

利用者が座るカプセルは、床下にある「モーションベース」と呼ばれる駆動機構(図3参照)によって揺り動かされる。新開発のこの機構は、水平・垂直とも0.6mという大きな移動距離にもかかわらず、床下の低い空間に納まっている。このため、システム全体の設置に必要な最低天井高さは、カプセルの形状のくふうと相まって、3.6mという、通常の建築物の中に十分納まる寸法を実現している。また、駆動源として電動サーボモータを採用しているため、事業者は煩雑な油圧装置のメンテナンスから解放されるという利点もある。

モーションベース機構の開発に際しては、上記のコンセプトに基づいて、コンパクトでかつ大きな動作距離を持つ電動アクチュエータを考案し、実用化した。この電動アクチュエータは2組のアームとリンクを組み合わせたシンプルで堅牢な構造で、サーボモータの駆動によってアームの角度を変えると、カプセルとの結合部が大きく変位する(図4参照)。

この電動アクチュエータを3基用いてカプセルの床下の3点を結合、支持することにより、カプセルを上下、ローリング、ピッチングの三つの自由度で駆動することができ、さらに、これら全体を前後駆動することにより、計4自由度のモーションが可能である。

また、輸送の際は複数の部分に分割して運搬する構造

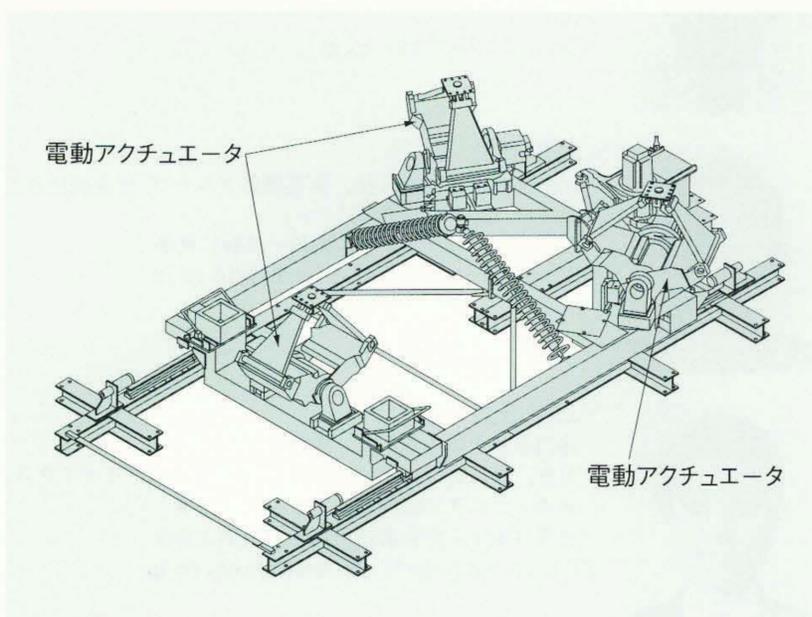


図3 モーションベースの概略機構

電動アクチュエータの組合せにより、4自由度のモーションを実現している。

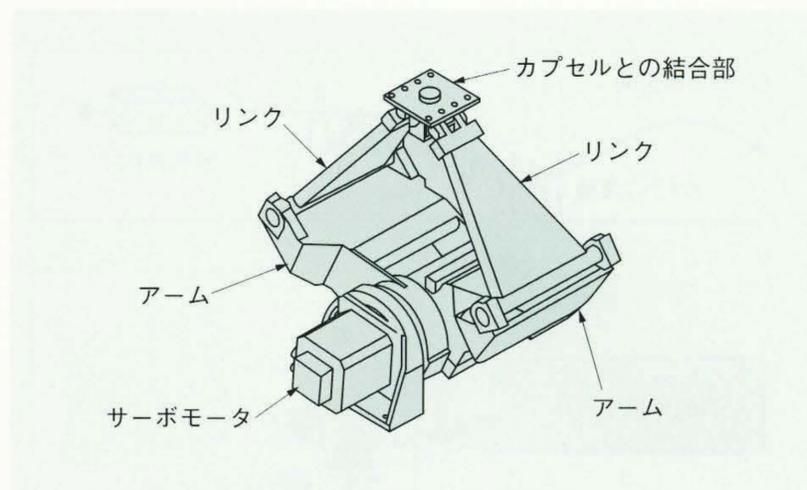


図4 電動アクチュエータの構造

リンクとアームの連結により、コンパクトで大きな動作距離を持つアクチュエータが実現できる。

としているため、搬入口の制約が多い既設の施設への据付けでも優位性がある。

動作仕様は、上下・前後移動距離0.6m、ローリング角度±15度、ピッチング角度±12度、上下移動加速度は約5.9 m/s<sup>2</sup>、前後加速度は約4.9 m/s<sup>2</sup>、搭載質量1,100 kgである。

### 3.3 シアター形シミュレーションライドシステム

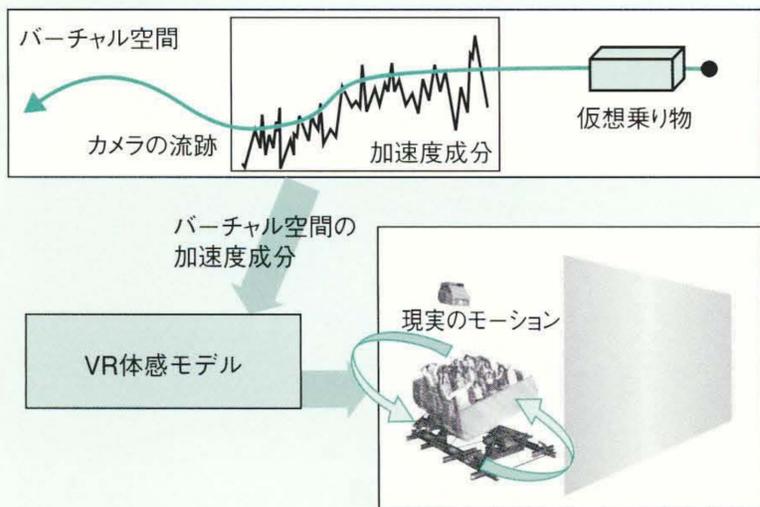
「シミュレーションライドシステム」の派生機種として、「シアター形シミュレーションライドシステム」を開発した[55ページの図参照]。モーションベースは基本的に同一で、カプセルの代わりに天井のない10人乗りのオープンデッキを搭載し、映像系には固定したプロジェクタとスクリーンを用いることを計画している。

シアター形シミュレーションライドシステムは、モーションベースとオープンデッキを複数並べることによって小人数から多人数のシアターまで柔軟に対応できるというメリットがあり、博覧会などのイベントや公共的な施設での展示に適している。また、既設施設のリニューアルで既存の映像環境が流用できる場合には、低コストで実現できるという利点がある。

## 4 モーションクリエーション

### 4.1 モーションの位置づけ

シミュレーションライドでのバーチャル空間の創出に当たっては、映像はもちろんのこと、映像によく適合したモーション(搭乗部の運動)を与えることにより、臨場感や没入感を大幅に高めることが重要である。裏返すと、不適合なモーションを与えると感動を与えないばかりか、不快感や苦痛感(乗り物酔い)を与える可能性がある。バーチャル空間の体験では、モーションは、映像の感動を



注：略語説明 VR(Virtual Reality)

図5 VR体感モデルによるモーショングレネの概略

仮想空間内の仮想的な運動から、現実のシミュレシヨナライドの運動に容易に変換できる。

高めるスパイスの役割を果たす。

#### 4.2 モーショングレネ

モーショングレネの基本は、仮想空間内の運動から生じる加速度をシミュレシヨナライドの運動で忠実に再現することである。しかし、現実には、有限ストロークという機構上の制約があるために完全な再現は不可能であり、加速度の振幅と変化の周期が大きいほど再現が困難になる。

一方、加速度に対する人間の感覚は必ずしも加速度を忠実に感じているわけではないという仮定に基づき、ローラーコースターをはじめとする加速度を体験するさまざまな施設で加速度を測定しながら体感との突き合わせを実施した結果、体感的なインパクトや快適さがある特定の加速度パターンに結び付いていることが判明した。

これを数式モデル化したものを「VR(Virtual Reality)体感モデル」と呼ぶこととし、これによって仮想空間内の加速度成分を現実の動きに効果的に変換することを可能とした(図5参照)。

#### 4.3 モーショングレネ計画

VR体感モデルを用いると、仮想空間の加速度から体感上有効な成分が抽出、強調されるため、体感上の効果は大きい。しかし、変換の手法だけで感動が得られるわけではない。コンテンツのシナリオを作成する段階で、映像の見せ場をどこに持ってくるかを考えるのと同様に、体感の山場をどこに持ってくるかを考えて、バ

ーチャル空間内の運動もそれを最大化するように設定することが、よいコンテンツを制作するうえで重要となる。

したがって、感動を与えるコンテンツを制作するためには、映像のクリエイターとモーシヨンのクリエイターが最初から共同して参加する必要があると言える。

## 5 おわりに

ここでは、仮想空間を提供するビジネスと、それを支える技術について述べた。

仮想空間の体験からより多くの人々に感動を与えるためには、今後、コンテンツのいっそうの充実と、これらコンテンツを活用するサイトの拡充が重要となる。電動モーシヨンはそのための有力な手段となるものと期待できる。

## 参考文献

- 1) 桑名, 外: 新時代を開くシミュレシヨナライド, 日立評論, 81, 11, 691~694(平11-11)

## 執筆者紹介



### 大城昌之

1982年日立製作所入社, 産業機器グループ 株式会社日立ドライブシステムズ システム技術センター 所属  
現在, モーシヨシステムの開発・設計に従事  
E-mail: oshiro @ gm. narashino. hitachi. co. jp



### 椎名 司

1983年日立京業エンジニアリング株式会社入社, 第一システム設計部 モーシヨシステムグループ 所属  
現在, ソフトウェア開発, モーシヨンクリエイシヨに従事  
E-mail: kasa @ hke. co. jp



### 松田有司

1988年日立製作所入社, 産業機器グループ 営業統括本部システムグループ 所属  
現在, 新分野システムの開拓・拡販に従事  
E-mail: matsuda-yuuji @ ice. hitachi. co. jp



### 三宅徳久

1974年日立製作所入社, 機械研究所 所属  
現在, 新分野システムの開拓・拡販, 機構ダイナミクス, メカトロニクス制御に関する研究に従事  
日本ロボット学会会員, 日本機械学会会員  
E-mail: nmiyake @ gm. merl. hitachi. co. jp