

## 特集 ■ユビキタスとVR

## ユビキタス・ゲーミング

## - 博物館をフィールドとしたユビキタス情報支援システムの実証実験 -



山下 淳

YAMASHITA JUN

筑波大学

## 1. はじめに

ユビキタス・ゲーミングとは、ユビキタス技術を用いた情報空間を、ゲームを通じて体験できるシステムのことである。実証実験という形ではあるが、2004年7月17日から10月11日にかけて、東京上野の国立科学博物館で開始された特別展「テレビゲームとデジタル科学展」のオプション企画として催され(図1)、期間中2万人の観客が体験した[1]。

実証実験を行うにあたり、展示室の天井には400個の赤外線LEDから構成されるポジショニングシステムを設置し、ウォールストーンと呼ばれる専用端末150台を観客に貸し出した。しかし、この実証実験で特徴的なのは、このような技術的な点のみならず、企画から開発までを徹底的な現場主義で行った点である。

これまで行われてきた多くの技術開発プロジェクトは、研究室で作った試作システムを、プロジェクトのまとめとして試験的に数日間運用し、今後の応用性について可能性を実証する程度であった。

それに対し、ユビキタス・ゲーミングでは、企画立案の段階から博物館を運営する方々や広告代理店、展示企画社の方々とミーティングを重ね、その結果を技術開発の方針とする繰り返し手法(Iterative Approach[2])を採用している。

このプロジェクトでは単なる技術開発を行っただけではなく、これらの技術を博物館という実際のフィールドでどのように運用してゆくのかという知見を得られたという点で、大きな成果を得ることができた。

## 2. SVRプロジェクトとユビキタス・ゲーミング

スケーラブル・バーチャル・リアリティ・プロジェクト(SVRプロジェクト)とは、情報通信研究機構(NICT)の直轄研究として、2001年度からの4年計画で進めら



図1 「テレビゲームとデジタル科学展」会場の様子

れたプロジェクトである。ユビキタス・ゲーミングはSVRプロジェクトにおける研究成果の博物館展開第二フェーズとして計画された。

第一フェーズは2003年度に「マヤ文明展」の第三部として公開された「マヤ文明VRシアター」である[3](図2)。第一フェーズでは、150名の観客に対して大型スクリーンに高精細に映し出されるマヤ文明コパン遺跡の映像を役者の演技と解説を交えて上演する「演示」の手法を確立した[4]。

一つのVRコンテンツを多くの観客に体験させることを試みた第一フェーズに対し、第二フェーズで試みた事は、様々な展示物が存在する一つの場所で、観客の体験に応じて同時並列的に展開されるストーリーを体験させる試みである[5-7]。このように、SVRプロジェクトではその名が示すとおり、大規模なVRシアターから小型のユビキタス端末まで、様々なスケールでのVRシステムとコンテンツの研究を行った。

ところで、第二フェーズを実行するにあたり、我々は



図2 マヤ文明展 VR シアター



図3 天井に敷設された赤外線 LED ビーコン

ユビキタス・ゲーミングという新しい概念を作り出した。ユビキタス・ゲーミングとは、例えば博物館という実際の空間そのものをゲームの空間として設定することにより、その空間を歩き回りつつ、実世界における様々な情報を得ながら楽しむことができるゲームのことである。換言すれば実世界指向のロールプレイングゲームと言うこともできる。

今までのテレビゲームのように、ディスプレイに映し出される映像世界と其中で活躍するプレイヤーといった仮想的な世界での行為と違い、観客は自分の身体そのものをゲームの世界に没入させられる点に、ユビキタス・ゲーミングの最大の特徴がある。

### 3. システム構成

ユビキタス・ゲーミングを実現するために開発されたシステムは、1) ゲーム参加者の位置をリアルタイムで計測するための赤外線を用いた測位システム、2) 振りや傾きなど、ボタンやキーボードを用いることなく情報を入力可能なインタフェースを備えたユビキタス端末「ウォールストーン」、3) コンテンツを効率よく開発するためのスクリプト言語の三つである。

#### 3.1 赤外線を用いた測位システム

この測位システムでは、展示空間の天井に多数配置された赤外線 LED ビーコンにより利用者の位置を計測する [8]。赤外線 LED ビーコンは、高さ 7m の位置に 1.2m 間隔で渡されたワイヤー上に、各列 1.2m 間隔で取り付けられている (図 3)。ワイヤーの振れで斜め方向を向くことがないように、ビーコンの取り付けには自重で鉛直方向を向くような機構を採用している。本システムでは、一つの発信器がデータを送っている間は近傍の発信器は

データの送信を待つというように、時分割リレー方式のポジションデータ送信方法を採用することで、発信器の個数以上の細分化を実現している。

#### 3.2 ウォールストーン

観客は「ウォールストーン」と呼ばれるモバイル端末を持ち歩く (図 4)。この端末には、赤外線 LED ビーコンから出力される位置データを受信するための赤外線受光素子の他、加速度センサ、2色発光 LED マトリクス、MP3 デコーダ、振動モータ、Bluetooth 等のインタフェースが搭載されている。利用者は、上部に赤外線受光素子が配置されたイヤホンをつけて使用する。

加速度センサは従来のスイッチを用いた入力にかわる、身体をより活用した入力装置として利用している。例えば、ユビキタス・ゲーミングでは、展示物に関する二択の問題を設定しているが、その問題に○と×で回答するためのインタフェースとして利用している。具体的にはウォールストーンを左右に傾け、画面の表示を変化させることによって○もしくは×を選択できるようになっている。そのほか、加速度センサはいくつかの選択肢を、ウォールストーンを振ることによって選択させたり、あるいはインベーダゲームのためのインタフェースとしても用いている。

加速度センサを入力装置として利用した理由は二つある。

一つは、傾けるという操作や振るといった操作は、周囲の観察者から見ても観察可能な行為であり、何らかの興味を魅きつける行為であるからである。もう一つは、プッシュスイッチのような機構を用いた入力装置は壊れやすく、また誤操作やシステムの誤作動を招きやすいからである。

前者のように、外部から観察可能な行為というのは、博物館のような場面においては場を活性化させ、また



図4 ウォールストーン



図5 コビキタスポイント

他人に興味を持たせる効果があることが、今回のような運用を通して判明した。展示物とインタラクションを行う観客も含めて、博物館を見ることができるといふ点において、従来のような単に展示物を見るだけの静的な博物館とは異なっている。また、展示会場をある程度進んだ時点から入口に戻り、追加でウォールストーンを借りる観客が非常に多いことから、身体性を伴ったインタラクションは、場を活性化させる可能性があると言える。

### 3.3 スクリプト言語

コンテンツの開発を容易にするため、独自のスクリプト言語を実装した。

このスクリプト言語は、観客の自己位置と反応エリアに基づくイベントドリブン型の言語という点に特徴がある。通常のイベントドリブンなプログラムでは、例えばマウスの動きやボタンの押下に対応した処理関数を定義する。一方この言語では、会場内のある領域(リージョン)と、そのリージョンに対する関数(シーン)を定義することにより、例えば会場内のある領域に入ることによって、特定の処理をウォールストーンに行わせることを可能としている。今回開発した言語は、ユーザの移動に応じて処理が行われるため、「ポジションドリブンなスクリプト言語」と呼ぶことにする。

ポジションドリブンなスクリプト言語を用いる利点は、実空間とコンピュータ内部で作成された仮想空間を容易に関連付けることが可能となる点である。つまり、前述の赤外線測位システムを用いることによって得られる実空間でのユーザの座標をもとに、コンピュータの内部で作成されたコンテンツにアクセスすることが可能となるのである。今回開発した赤外線測位システムとスク

リプト言語とを組み合わせることによって、ユーザは実空間の中を歩きつつもコンピュータ内部の世界を体験できる、実世界ロールプレイングゲームのようなコンテンツを実現することも可能となる。

## 4. コンテンツ

### 4.1 ストーリー

ゲームの基本的なフローは、ウォールストーンに表示されたデジ文字と呼ばれる文字と同じ文字が表示されたコビキタスポイントを探すことである。コビキタスポイントとは、会場内に15ヶ所設置されたチェックポイントのことである(図5)。

ウォールストーンを持った観客がコビキタスポイントに近付くと、物語の主人公であるデジタルモンスター(デジモン)からの呼びかけがイヤホンを通じて聞こえ、デジモンの画像がLED ディスプレイに表示される。

デジモンはその場所に関連した質問を出してくるが、ウォールストーンを傾けることで○や×を選択したり、ウォールストーンを振る回数で数字を入力したりすることによって質問に答える。また、質問に正解するとポイントが得られるが、このポイントはデジモンが最終局面で進化するためのエネルギーとなっている。

ゲームの最終地点には、ファイナルワープゾーンと呼ばれるウォールストーンの回収場所がある。デジモンの指示に従ってファイナルワープゾーンにウォールストーンを置くと、壁面に取り付けられたディスプレイに進化したデジモンの姿が表示されるようになっている。

### 4.2 現場あわせのコンテンツ開発

コビキタス・ゲーミングの狙いはコビキタス・コンピューティングの技術を活用して、展示会の展示物を



図6 大学講堂でのシミュレーション



図7 本番直前の最終調整

ゲームの世界に見立てることにより、ゲーム参加者自身の中を歩いたり、時には走ったりして楽しむことができるゲームを創ることである。したがって、展示物という実在の物体とウォールストーン内部で展開される仮想的な物語とを密接にリンクさせることが必要であり、実物が持つ物語性や文脈を生かすためにも現場あわせの作業は非常に重要である。

コビキタス技術は現実の空間に展開する技術であり、この点で人工的な環境を提供することが中心である従来のVRとは大きく異なっている。コビキタス技術を利用したコンテンツが本当に面白いものであるかどうかは、それを展開する現場で実際に歩きながら使ってみるまではわからないという点が開発を進める上での難点である。研究室で完成した技術であっても、例えば赤外線LEDの影響は、実際に展示を行う会場の天井高や展示物による反射などにも影響されるため、どのような障害が発生するかを予測することは困難である。

通常、展示会の現場が構築されるのは開幕の1週間ほど前である。それまでは図面だけが唯一の資料であるが、図面はあくまでも仮想的なものであるため、その図面に従って展開された会場で人間がどのような振る舞いをするのかまでは予測することは困難である。図面に従いコンテンツを作ることは簡単な作業である。しかし、このコンテンツが会場で思うように動くかという点、また話は違ってくる。

図面に従って作成されたコンテンツと、会場で実際に歩きながら利用するコンテンツとの差異を確認し、コンテンツに反映できるのは現場が構築される1週間の間だけである。しかし実際は会場設営の高所作業や展示物の搬入作業により立ち入り制限が行われ、十分な時間をとることは難しい。またコンテンツの修正は時にコンテ

ツの大幅な変更を伴うが、このような作業を一週間で終わらせることは困難である。

このような背景から、コンテンツの製作にあたっては大学の講堂を貸しきり、机や椅子を利用して展示会場を仮想的に作り出し、実際の人間を用いてシミュレーションを行うといった作業を行い、コンテンツの改良を行った(図6)。また、コンテンツの現場あわせに関しても、本番直前まで幾度となく行うことで、完成度を高めた(図7)。

## 5. 運営

2004年7月17日に初日を迎えたときには小学生を対象とした5種類のコンテンツを用意したが、人気キャラクターを題材としたコンテンツということもあり、夏休み期間中には小学生を中心に1万5千人近くの方に体験していただいた。ピーク時には1日400名近くの方に体験していただき、円滑に運営するだけでも非常に苦心したが、同時にアンケート調査などを実施し、コンテンツの問題点を把握する作業も行うことで、次期コンテンツを開発するための指針を立てた。

9月12日からはこの指針に基づいた新しいコンテンツを展開した。新しいコンテンツでは対象を中学生以上とし、コンテンツもゲーム中心のストーリーから展示物をより深く楽しむための趣向を凝らしたものとなった。新しいコンテンツの有意性を確かめるために、メンタルマップの作成を課題とした新旧コンテンツの比較実験を行ったが、新しいコンテンツでは当初の目論見どおり、端末内だけでなく、実物体としての展示物に対しても深い印象付けが行えていることがわかった。

10月11日に最終日を迎えたが、幸いにして大きなトラブルが発生することもなく、期間中2万人弱の方々にこれらのコンテンツを体験していただいた。3ヶ月の長

期にわたる大実験であり、苦労や衝突も多かったが、それだけに通常の実証実験では得られない、数々の知見が得られたことが何よりの収穫であった。

## 6. 今後の課題

コンテンツの使用感について観客への聞き込み調査を行っているが、その中で多く寄せられる項目に「システムの反応が悪い」という回答があった。

反応が悪くなる要因としては、髪の毛などによる赤外光の遮蔽やシステムの処理速度という要因が考えられる。

その一方、反応が悪いと感じさせる理由はハードウェアではなく、観客の心理的な理由であることもわかってきている。つまり、システムは正常に動いているのだが、観客はある理由からシステムの反応が悪いと思いつくのである。

コビキタス環境は日常の環境とは違い、情報にアクセスするための場所を視覚的に認識することができない。そのため、本来情報にアクセスすることができない場所であるにも関わらず、観客は情報が得られるに違いないと思いつく、存在しない情報に対してアクセスする行為が発生する。当然、観客は思ったとおりに情報を手に入れることができないわけだが、観客によるこのような行為が「反応の悪さ」という感覚を生じさせているのではないだろうか。

見えない情報に対してどのようにアクセスさせるかについては展示会の会期中も様々な方法を用いて試みた。いくつか有用な指針は得られたものの、残念ながら適切な方法を見つけるまでにはいたらなかった。

今後、コビキタス技術を用いた画期的なアプリケーションを構築するには、このような見えない情報に対してどのように観客を導くのが鍵になるのではないだろうか。

## 謝辞

コンテンツの企画、製作から展示会での運用において、主催者の独立行政法人国立科学博物館、TBS、株式会社読売広告社のほか、関係各社の協力を得ることによって実現された。コンテンツに利用したデジタルモンスターの図案については、株式会社バンダイの協力を得た。また、本研究は情報通信研究機構の直轄研究「スケーラブルVRコンテンツ生成・共有技術の研究開発」の一環として実施された。コビキタス・ゲーミングの開発は凸版印刷株式会社との共同研究である。システムの開発には東京大学の院生である檜山敦氏と西村勇一氏の協力を得た。ここに記して感謝する。

## 参考文献

- [1]Special Report: NICT スケーラブル・バーチャル・リアリティ・プロジェクト (SVR) 実証実験, 月刊ニューメディア (2004,10月号)
- [2]Videowhiteboard: Video Shadows to support remote collaborations, John C. Tang and Scott L. Minneman, In Proc. of ACM SIGCHI '91, pp. 315-322 (1991)
- [3]安藤真, 吉田和弘, 谷川智洋, 王燕康, 山下淳, 葛岡英明, 廣瀬通孝: スケーラブルVRシステムを用いた教育用コンテンツの試作—マヤ文明コパン遺跡における歴史学習—, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 8, No. 1, pp. 65-74 (2003)
- [4]山下淳, 寿崎和臣, 安藤真, 小黒久史, 広瀬太郎, 葛岡英明, 廣瀬通孝: 博物館向けシアター型VRコンテンツの演示手法を用いた展示と評価, 日本バーチャルリアリティ学会第8回大会論文集, pp. 399-402 (2003)
- [5]檜山敦, 山下淳, 広田光一, 葛岡英明, 廣瀬通孝: 「コビキタス・ゲーミング」—博物館をフィールドとした空間型コンピューティングの研究—, 日本バーチャルリアリティ学会第9回大会論文集 2A2-1 (2004)
- [6]山下淳, 檜山敦, 広田光一, 葛岡英明, 廣瀬通孝: 「テレビゲームとデジタル科学展」における小型端末を用いた実世界ロールプレイングゲームの取り組み, 日本バーチャルリアリティ学会第9回大会論文集 2A2-3 (2004)
- [7]Atsushi Hiyama, Jun Yamashita, Yuichi Nishimura, Teiichi Nishioka, Hideaki Kuzuoka, Koichi Hirota and Michitaka Hirose: A Real World Role-Playing Game as an Application of the Guide System in a Museum, The 14th International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT 2004), pp. 29-34 (2004)
- [8]Atsushi Hiyama, Jun Yamashita, Koichi Hirota and Michitaka Hirose: Simple Position Tracking using Infra-red for Museum Guide Application, 2nd International Symposium on Ubiquitous Computing System (UCS 2004), (2004)

## 【略歴】

山下 淳 (YAMASHITA Jun)

筑波大学大学院システム情報工学研究科 講師

1997年筑波大学第三学群工学システム学類卒業, 1999年筑波大学大学院修士課程理工学研究科修了, 2002年筑波大学大学院博士課程理工学研究科単位取得退学。同年東京大学先端科学技術研究センター特任助手, 2005年より現職。テレビ会議システムの開発と評価, 五感インタフェースの開発などコミュニケーション技術の研究に従事。