

# 利用者指向デジタルミュージアムの共有化とモジュール化

江本 守<sup>†</sup> 石崎 勝俊<sup>†</sup> 大河内久貴<sup>†</sup> 國島 丈生<sup>††</sup> 横田 一正<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 岡山県立大学大学院 情報系工学研究科 電子情報通信工学専攻

<sup>††</sup> 岡山県立大学 情報工学部 情報通信工学科

E-mail: †{emoto,ishizaki,ohkochi,kunishi,yokota}@c.oka-pu.ac.jp

**あらまし** 今後のデジタルミュージアムで重要な技術は、利用者自身がミュージアムを容易に作成・保守できることである。我々は、これを目標に、インターネット上で自由にウォークスルーできるデジタルミュージアム提示システム D-Cubis を研究・開発している。D-Cubis の特徴は、利用者が 3D 空間を容易に作成できる簡易的な構築方法を導入し、その空間に静止画などを貼りつけ、Web 上に自分のデジタルミュージアムを公開し、それを閲覧できることである。本稿では、この D-Cubis について、インターネット上のコミュニティの場ともなるミュージアムの共有化、大規模ミュージアムのためのモジュール化、コンテンツの階層化など新たに拡張した機能を報告する。

**キーワード** デジタルミュージアム、共有、モジュール化、利用者指向

## Sharability and Modulization for a User-Oriented Digital Museum

Mamoru EMOTO<sup>†</sup>, Katsutoshi ISHIZAKI<sup>†</sup>, Hisataka OKOUCHI<sup>†</sup>, Takeo KUNISHIMA<sup>††</sup>, and

Kazumasa YOKOTA<sup>††</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of System Engineering, Okayama Prefectural University

<sup>††</sup> Faculty of Computer Science and System Engineering, Okayama Prefectural University

E-mail: †{emoto,ishizaki,ohkochi,kunishi,yokota}@c.oka-pu.ac.jp

**Abstract** One of significant techniques for digital museum is that users can create and maintain digital museum oneselves. For it's goal, we have been developing a digital museum, called 'D-Cubis', where users can freely walk through on the Internet. A feature of 'D-Cubis' is watching your digital museum on the Web Browser that you can easily create the 3D space, we introduce a technique of simply constructing the 3D space, and you put the multimedia contents inside it, and then you can publish the your digital museum on the Web. This paper report the extended functions of sharing and modulization for the user-oriented digital museum.

**Key words** digital museum, share, modulization, user oriented

### 1. はじめに

近年、コンピュータの急速な性能向上に伴い、フライトシミュレーションやデジタルミュージアムなどの 3D 表現の実用化がインターネット上においても盛んに行なわれている。その中で、デジタルミュージアムは、特に美術館や博物館を保有する自治体から多くの需要があり、大いに期待が込められている分野でもある。その理由には、主に二つある。

- 空間的制約から展示品は所蔵品のごく一部でしかなく、説明情報も限定されているので、この制約をなくしたい
- インターネットを通じて情報発信し宣伝することで、実際の美術館や博物館に来てもらいたい

また、デジタルミュージアムにおいて十分考慮しなければならないことは、実際の美術館や博物館では学芸員が展示物を

決めているように、デジタルミュージアムも学芸員のような利用者による作成・保守が可能でなければならない。

そこで我々は美術館や博物館の関係者だけにはとられず、誰でも容易にデジタルミュージアムを製作できる手法を提案し、また簡単な Web サイトを作成できる程度のインターネット利用者ならば、製作した自分のデジタルミュージアムを Web 上に公開できるシステムを実現した [1][2]。本システムは岡山県玉野市の海洋博物館のデジタルミュージアム [3] に利用されている。これまで様々な要求や問題点があがっているので、本稿では、これらの要求や問題点などをまとめ、拡張した機能について報告する。主な拡張機能としては、以下の通りである。

- 文献 [1] の課題としてあげた、デジタルミュージアムを複数の閲覧者で共有し、コミュニケーションしながらウォークスルーする機能

- ミュージアムをモジュール化し、それらを連携する機能 (大規模なミュージアムの表示にも対応)

以下、2章で利用者指向デジタルミュージアムの概要を紹介し、その要求や問題点をまとめる。3章で拡張した機能として、主にミュージアムの共有化、ミュージアムのモジュール化について述べ、5章で今後の課題をまとめる。

## 2. 利用者指向デジタルミュージアムの概要

はじめに、利用者指向デジタルミュージアムの利用者とは、デジタルミュージアムの作成者と閲覧者の両者のことである。作成者と閲覧者に特に配慮した点をそれぞれ以下に示す。

- 作成者：簡易的な3D空間を作成し、様々なマルチメディアコンテンツを容易に張り付けることができ、Web上に自分のデジタルミュージアムを公開できる
- 閲覧者：Webブラウザで閲覧でき、快適にウォークスルーしながら展示してあるマルチメディアコンテンツを様々な配置形式で楽しみ、関連する情報を得ることができる

本章では、利用者指向デジタルミュージアム提示システム D-Cubis のシステムの構成と実装環境を説明する。またデジタルミュージアムの作成とその容易さを述べ、さらに要求や問題点についてまとめる。

### 2.1 利用者指向デジタルミュージアム提示システム

#### D-Cubis (ディーキューバイス)

##### 2.1.1 D-Cubis システムの構成

D-Cubis のシステムの流れを図1に示す。

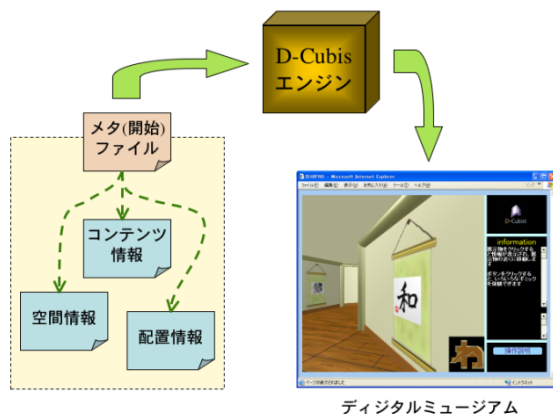


図1 D-Cubis システムの流れ

図1に示すように、D-Cubis でデジタルミュージアムを生成するには、空間情報、コンテンツ情報、配置情報の三つのデータが必要である。デジタルミュージアムを一つのデータで表現するのではなく、三つのデータから構成した理由は、デジタルミュージアムの作成・保守の容易さを考慮し、また以下のような利用方法を目的としている。

- コンテンツ情報だけを変更して、同じ空間に同じ形式で異なったコンテンツを配置したミュージアム
- 空間情報だけを変更して、異なった空間に壁単位で同じ形式で同じコンテンツを配置したミュージアム

このように三つのデータに分けることでそれぞれのデータを再

利用でき、デジタルミュージアムの作成・保守支援となる。

三つのデータに関して、まず空間は、3D 製作ソフトを利用して作成した高度な3D空間を Shockwave3D に変換して利用することも考えられるが、我々は、一般の利用者でも容易に3D空間を作成できることに重点を置き、正方形の床と壁からなる複数のセルを組み合わせて作る簡易的な3D空間とした。そしてコンテンツの配置は、このセルを基準に、コンテンツ情報で定義したマルチメディアコンテンツを配置情報で空間のセルの壁をベースにした2次元座標の指定で行なう。

#### 2.1.2 実装環境

D-Cubis は、デジタルミュージアムを Web 上に公開することを目的としているため、マルチメディアコンテンツを融合しインターネット上に配信するための開発環境が整っている Macromedia 社 Director MX により実装している。

しかし Director の Web 上で公開するための形式である Shockwave は機能的な問題点がいくつかある。ひとつは不必要になったメモリを解放できないため、マルチメディアコンテンツをオンデマンドに取得、表示し、破棄できない。そのため必要なマルチメディアコンテンツをすべてメモリに読み込み、大規模なミュージアムでは、マルチメディアコンテンツの数も多くなりメモリ不足で表示できない可能性がある。もうひとつは、デジタルミュージアム内に配置したいコンテンツの多様化の要求の中に動画やアニメーション gif がある。

### 2.2 デジタルミュージアムの作成

本節では、システムに必要な空間情報、コンテンツ情報、配置情報についてそれぞれの概要を述べる。これらはすべて XML で表現される。

#### 2.2.1 簡易的な3D空間の構築

我々は、3D空間の構築に図2のような正方形の床と高さの変えられる長方形の壁からなる30種類のセルを組み合わせる方法を導入した(セルの組合せ例を図3に示す)。この一つのセルの床や壁や天井のテクスチャを変更したり透明感の付加などカスタマイズできる。このように容易に簡易的な3D空間を作成できる。またこのように矩形を多く利用することで、3D空間の描画の負荷が少なくなる。

セルの種類	備考
	それぞれ1種類
	180°回転させてそれぞれ2種類
	90°ずつ回転させてそれぞれ4種類

図2 セルの全種類

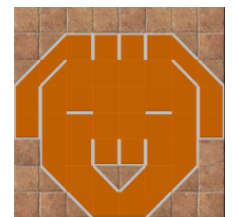


図3 セルの組合せ例：犬(上から見た状態)

#### 2.2.2 マルチメディアコンテンツの配置

デジタルミュージアムに展示するマルチメディアコンテンツは、まずコンテンツ情報で定義し、その定義したコンテンツを配置情報で配置の位置・サイズ・形式を指定する。

### ● コンテンツ情報

コンテンツ情報は、デジタルミュージアムに展示させるマルチメディアコンテンツに対して、配置情報から参照できるようにそれぞれに識別子をつけ、さらにより理解を深めてもらうための情報を付加する。具体的に、コンテンツ情報は表1のような情報から構成される。コンテンツのタイプには静止画・音声・3D オブジェクトがある。

表1 コンテンツ情報に付加できる情報とその例  
(図4の静止画に対して付加した情報)

付加できる情報	情報の例
[必須] コンテンツの識別子	c001
[必須] コンテンツのタイプ	静止画
コンテンツに関する情報	岡山県立大学の講堂
コンテンツに関連する外部データの URL	<a href="http://www.oka-pu.ac.jp/">http://www.oka-pu.ac.jp/</a>



図4 サンプル静止画

### ● 配置情報

配置情報は、コンテンツ情報で記述されたマルチメディアコンテンツを空間情報で記述された3D空間に、どのような形式でどこに配置するかを記述する情報である。具体的には、配置の位置を決定し、配置形式・サイズを指定する。

#### i. 配置の位置の指定

マルチメディアコンテンツの配置はセルの壁をベースとした2次元座標で行なう。つまり、どの壁に配置するかまず壁を選び、壁を2次元の座標で考え、細かい配置位置を指定する。

#### ii. 配置の形式とサイズ

配置の形式は、実世界とは異なった様々な形式が考えられる。たとえば、配置の基礎となる額縁に相当するshowcase形式、直方体の各面に静止画を配置しマウスで回転できるbox形式、スライドショー形式などを実現した。またボタンにURLを設定し、そのボタンを押せば、別ウィンドウで表示されるoutlink形式など、いくつかのギミックも実現した。これらの形式それぞれに対してサイズが指定できる。

## 2.3 様々な要求や問題点

岡山県玉野市の海洋博物館への導入にあたり、またD-Cubisのホームページ[2]に公開しているいくつかのデジタルミュージアムを作る上でも、それらを観覧する上でも様々な要求や問題点があがった。

### 2.3.1 動きのあるミュージアム

これまで作成者は様々なギミックを利用してデジタルミュージアムを作成できた。しかし閲覧者にとってミュージアム内の様子はもの寂しく感じられた。その理由として、以下のようなことが考えられる。

- デジタルミュージアム内に閲覧者の自分一人しかいないので、物理的に離れた他人とコミュニケーションしたりして一緒に観覧することができない
- ギミックが静止しているため、コンテンツに動きがない
- コンテンツに近付いた場合など、コンテンツの説明が自動で流れたりしない

実際の美術館や博物館を想定すると、その中で多くの人が閲覧し、展示物について閲覧者どうしてコミュニケーションしている。つまり一つの仮想空間を閲覧者で共有してコミュニケーションできる環境が求められる。また美術館や博物館には学芸員などの案内役の人もいて、案内を行ってくれる。つまりデジタルミュージアム内で自動案内が求められる。デジタルミュージアムの案内に関しては、ミュージアム作成者がお勧めの案内経路を作成したり、また閲覧者が見たいものだけを選択して自動案内してほしい、またテロップを使ったマルチメディアコンテンツの案内など様々な要求や問題点があり、これについて本研究室で研究・開発されている[4]。さらに、これまで実現したギミックはユーザ駆動型のものが多く、たとえばスライドショーを自動で流したり、boxを自動で回転させたりなどの動きのあるデジタルならではな見え方の要求がある。

### 2.3.2 3D空間の高度化

これまでミュージアムの建物となる3D空間構築の実現において、まずはセルを組み合わせてできる1フロアからなるひとつの閉じられた空間(部屋)から考え、これを実現したが、もちろん以下のような要求があり、3D空間構築のバリエーションが少ないのが現状である。

- 図5のように、水族館コーナーや展示室コーナーのような部分空間ごとに、つまりセルの部分集合ごとにテーマがあるが、その意味をデータとして表現できない。また、このテーマ情報を利用すればミュージアム内に案内経路となる看板を自動設置ができるだろう
- 1フロアを複数の部屋から構築したり、2階3階のようにフロアを複数もつ空間を構築できない



図5 本システムを利用した岡山県玉野市の3Dバーチャル海洋博物館(上から見た状態)

他に、壁に丸みをもたせ丸みのある水槽を表現したり、セルごとで天井(壁)の高さを変えられるようにし、吹き抜けを表現したいといった要求もある。また図6のように柱や梁を設けることで建物としてのリアリティをもたせたが、さらにリアリティをもたせるためにも工夫を凝らしていく必要がある。

### 2.3.3 その他の要求

主な要求を以下にまとめる。

- 玉野市からの要求として、全国の美術館や博物館をデジタルミュージアム化することで、それらをドアなどで連結し、デジタルミュージアム間を自由に渡り歩きたい



図6 リアリティをもたせるために柱や梁を設けた

- より簡単なデジタルミュージアムの構築手法として、コンテンツからミュージアムを自動生成したい
- FlashPix を利用して、高解像度なコンテンツも選択して閲覧したい

またデジタルミュージアム内に配置したいコンテンツの多様化の要求に Flash、テキスト、3D オブジェクトなどがある。

### 3. 新たな利用者指向デジタルミュージアム

本章では、2.3 節で述べた様々な要求や問題点から、利用者指向デジタルミュージアムにおいて新たに拡張した機能について報告する。ここでは主に、デジタルミュージアムの共有とモジュール化について述べる。

#### 3.1 デジタルミュージアムの共有

デジタルミュージアムを共有する目的は主に二つある。

- 物理的に離れた閲覧者どうしてコミュニケーションしながらデジタルミュージアムを楽しむ
- 動きのあるミュージアムの実現のひとつとして、デジタルミュージアム内に複数のアバタ (閲覧者) を登場させ、実際の美術館や博物館の雰囲気を作り出す

本節では、D-Cubis で作成したデジタルミュージアムを利用した共有仮想空間について述べる。

##### 3.1.1 共有仮想空間とは

共有仮想空間とは各人がデジタルミュージアム内に化身であるアバタを登場させ、あたかもそのデジタルミュージアム内に同時に存在しているかのような臨場感を味わうことが可能な空間である。これを実現することにより展示しているマルチメディアコンテンツに対して同じミュージアム内に存在する人と品評したり、自分以外のアバタの行動を見たりと、新たなコミュニケーションの場として空間を提供できる。このような共有仮想空間におけるコミュニケーション手法として以下のようなものが考えられる。

- テキストベースのチャット
- 音声ベースのチャット
- アバタの変更 (色、テクスチャ)
- アバタに動きをつける (おじぎをする、握手するなど)

- 相手の行動に身を委ねる
- 特定のアバタの行動を観察する
- 空間内にいる全てのユーザの位置を確認

これらの機能をすべてもつ共有仮想空間は少ないが、いくつかの機能を持ったものには京都大学において開発された FreeWalk [5] や東京大学坂村研究室の MMMUD [6] や KYUCON 3D CHAT [7] などでも実現されており、共有仮想空間においては当然の機能となりつつある。特に FreeWalk の音声におけるチャットは自分のアバタと他の場所で会話をしているアバタとの距離から聞こえてくる音声の強弱をつけたりと、より現実世界に近いコミュニケーションを実現している。

そこで、D-Cubis における共有仮想空間では、上記の機能のいくつかは保持しつつ、新たな機能として、3D オブジェクトであるデジタルミュージアムをコミュニケーション手段として利用することを検討している。つまりデジタルミュージアムを持ち寄って動的に連結させる。この応用として、空間を動的に変化させられることから、デジタルの世界におけるフリーマーケットなどの EC(Electronic Commerce) が考えられる。

##### 3.1.2 共有仮想空間の実現

現在、プロトタイプシステムとして、図7に示すように、それぞれのアバタの名前、3次元座標と向きをサーバで管理し、各ユーザがそのデータを取得して他の閲覧者のアバタを表示させることで、自分のいるミュージアム内に他のユーザも存在しているかのように見せることができた (図8)。

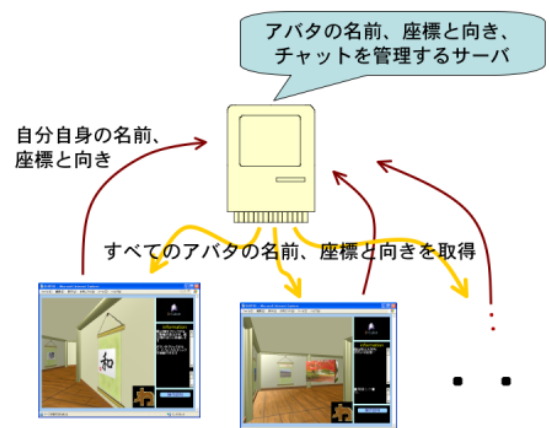


図7 ミュージアム共有の実現方法

またコミュニケーション機能としては、共有仮想空間内にいるすべてのアバタとのテキストベースのチャットを実現した。

しかし、この実現では以下のことが欠けている。

- 特定のアバタとチャットを行うなどといったプライベートレベルがない
- スライドショーなどのギミック操作のデータはそれぞれの閲覧者ごとに固有であり、マルチメディアコンテンツの品評などのコミュニケーションにズレが生じる

このように、今後はプライベートレベルでの共有仮想空間内でのアバタの出会いや別れなど、コミュニケーションモデルを定義しなければならない。そしてユーザ管理やデータ交換の遅延の制御など、様々な課題がある。

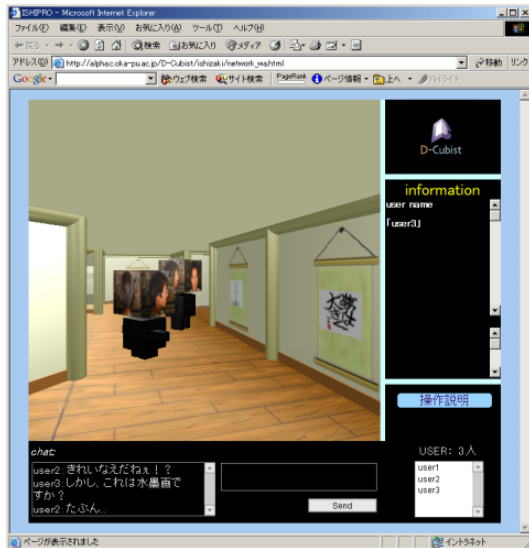


図8 ミュージアムの共有の様子

### 3.2 ミュージアムのモジュール化

はじめに、モジュールの単位は、図1のような空間情報、コンテンツ情報、配置情報とそのURLを記したメタファイルの4つデータからなるミュージアムとする。

ミュージアムをモジュール化する目的は主に二つある。

- モジュール間の連結をドアや階段で行なうことで、複数の部屋からなる空間や2階3階のような複数のフロアからなる空間の実現
- 複数の完成したミュージアムをドアなどで連結し自由に渡り歩きたい。たとえば全国の美術館や博物館のデジタルミュージアムを連携

また、大規模なミュージアムはこのモジュールを連結することで構成することができる。具体的には、モジュールをD-Cubisで描画可能な(2.1.2項で述べたが、メモリ不足とならない程度の)大きさで作成し、それらを連結して大規模なミュージアムを構成する。そして描画はモジュール単位で行うことで、疑似的に大規模なミュージアムが実現できる。

次にモジュールの連結について述べる。我々は、モジュールとモジュールの連結方法について、モジュールに入口と出口を定義し(これをportと称す)、その入口と出口で連結することとした。具体的には、モジュールごとに、他のモジュールからそれに入るための入口と、他のモジュールへの入口となる出口を空間情報に記述する。このとき指定する情報を表2に示す。

表2 モジュールの入口と出口を定義するときに指定する情報

指定する情報	入口の場合	出口の場合	備考
type	入口の形式	出口の形式	ドア、階段
cellID	入口となるセル	出口となるセル	セルの名前
point	セルの床の位置	セルの床の位置	セルの床に9箇所定義
direction	入口の向き	出口の向き	8方向
portID	入口の名前	×	ポート名
connectURL	×	メタファイルのURL	
connectPort	×	接続先のポート名	

入口と出口は空間内に複数定義できる。また入口の場合の

portIDは無断リンクを防ぐ目的がある。ポート名を設定することで、デジタルミュージアム作成者が、接続しても良いと判断したデジタルミュージアムの作成者だけにポート名を教えることで、偶然ポート名が判明してしまう可能性はあるが、無断リンクの問題は解決される。

### 3.3 その他の拡張した機能

本節では、2.3節の要求からの機能拡張に加え、作成者の独創性を活かすためのギミックの追加などを紹介する。

#### 3.3.1 3D空間構築の高度化

図9は以下のことを実現していることを表し、空間構築のバリエーションが増えた。

- 壁に丸みをもたせられ(右側の壁)、丸みのある水槽などが表現可能
- 壁の高さをセルごとに変えられ(左斜め方向で確認可)、吹き抜けが作成可能
- ドアによる部屋の連結(正面)により、複数の部屋からなるミュージアムが構成可能

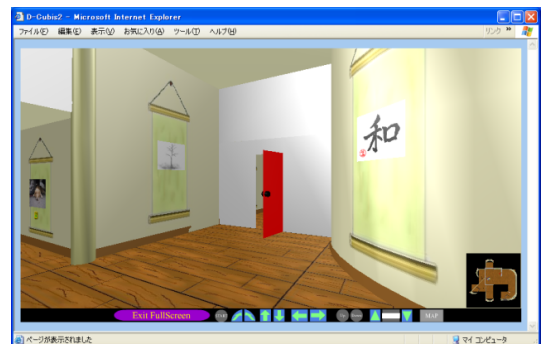


図9 3D空間構築の高度化の実現

#### 3.3.2 ギミックの追加

##### ● ポスト

ポストはデジタルミュージアムを他の人に紹介したい場合や、このデジタルミュージアムの作成者に感想を送りたい場合などに有用である。図10のようにデジタルミュージアム内に表示され、それをクリックするとメーラが起動する仕組みになっている。

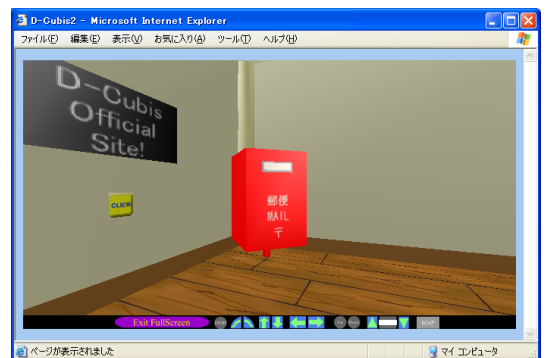


図10 ポスト

##### ● ギミックの組合せによるオブジェの作成

3Dの基本部品となる長方形板や新たに追加した円柱や球を

組み合わせることで、図 11 のような長椅子やサッカーボールなどのオブジェを配置できる。

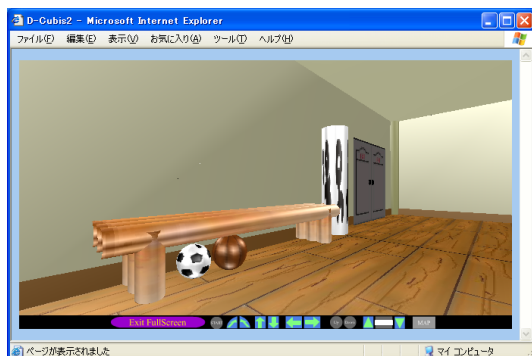


図 11 ギミックの組合せによるオブジェの例

### 3.3.3 利用者指向な提示

閲覧者がより快適にコンテンツを閲覧できるように、以下の二つのことを実現した。

- コンテンツの索引

デジタルミュージアムは 3D 空間であり、その空間内には様々なマルチメディアコンテンツが配置されている。その結果、コンテンツの配置位置を把握することが困難であるという問題がある。そこで、我々はデジタルミュージアム内に配置されているマルチメディアコンテンツをコンテンツ情報を利用して索引表示することを可能としている。そして利用者は、その索引から閲覧したいマルチメディアコンテンツを選択することで配置されている位置までワープすることができる。また、本研究室において開発されているデジタルミュージアムにおける自動案内機能 [4] を利用して、現在地からマルチメディアコンテンツが配置されている位置まで自動案内してくれる機能を付加していく予定である。

- 表示画面のインターフェースとサイズ

表示画面のインターフェースに、標準 (図 12) の他に Full Screen モード (図 13) と Light Weight モード (図 14) を用意した。特に Full Screen モードでは大画面で閲覧でき、また Light Weight モードは描画負荷を抑えることができる。表示画面のサイズはブラウザのサイズに応じて変化するようにした。



図 12 標準のインターフェース

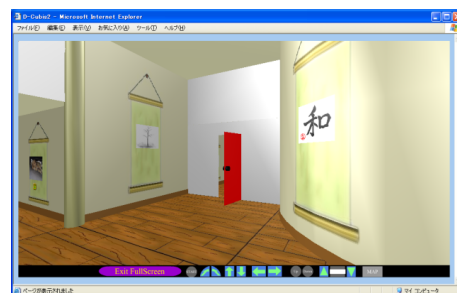


図 13 Full Screen モードのインターフェース

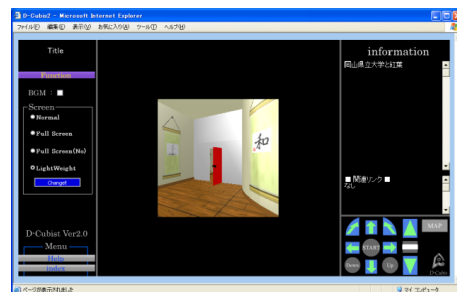


図 14 Light Weight モードのインターフェース

## 4. まとめと今後の課題

本稿では、利用者指向デジタルミュージアムについてその概要を紹介し、様々な要求から、主にミュージアムの共有化、ミュージアムのモジュール化について新たに拡張した機能を報告した。また 2.3 節で述べた他の要求は、実装上の問題以外、すべて実現に向けて開発している。今後の主な課題を以下にまとめた。

- 共有仮想空間でのコミュニケーションモデルを定義した上で、共有仮想空間に自分のミュージアムを持ち寄って、共有仮想空間を動的に変化させ、新たなコミュニケーション手段を実現する
- より簡単なデジタルミュージアムの構築手法として、コンテンツを階層化させることで、コンテンツ情報からミュージアムを自動生成させる
- モジュール間の移動の際の表示を如何にスムーズに見せるか

## 文 献

- [1] 石崎勝俊 細田昌明 西田悟 江本守 國島丈生 横田一正. 利用者指向デジタルミュージアムの実現. DBWS2003
- [2] D-Cubis Official Site  
<http://alpha.c.oka-pu.ac.jp/D-Cubis/>
- [3] 岡山県玉野市 3D バーチャル海洋博物館  
[http://media2.city.tamano.okayama.jp/3d\\_kaihaku/](http://media2.city.tamano.okayama.jp/3d_kaihaku/)
- [4] 野田英志 國島丈生 横田一正. デジタルミュージアムにおける自動案内のための機能と実現方法の提案. DBWS2003
- [5] FreeWalk.  
<http://www.lab7.kuis.kyoto-u.ac.jp/freewalk/>
- [6] MMMUD(Multimedia Multi-User Dungeon).  
[http://www.um.u-tokyo.ac.jp/dm2k-umdb/publish\\_db/books/dm2000/japanese/01/01.html](http://www.um.u-tokyo.ac.jp/dm2k-umdb/publish_db/books/dm2000/japanese/01/01.html)
- [7] KYUCON 3D CHAT.  
<http://www.kyucon.com/sw3d/chat/>