

所蔵品検索システムに基づいたデジタルミュージアム

桑原 理[†] 國島 丈生^{††} 横田 一正^{††}

[†] 岡山県立大学大学院 情報系工学研究科 〒719-1197 岡山県総社市窪木 111

^{††} 岡山県立大学 情報工学部 情報通信工学科 〒719-1197 岡山県総社市窪木 111

E-mail: [†], ^{††}{kuwahara,kunishi,yokota}@c.oka-pu.ac.jp

あらまし 所蔵品を Web 上の仮想空間で公開することが盛んに行われている。しかし、所蔵品は展示品の数十倍の量があるのが普通で、所蔵品すべてを仮想空間に展示するためには、閲覧者の利用勝手を十分に考慮する必要がある。本稿では、閲覧者の目的に合致したコンテンツだけを展示する仮想空間を動的に生成するアプローチをとる。そのために所蔵品の時間、空間、特徴などの検索条件の指定を容易に行える視覚的インタフェースを用意し、閲覧者の求めるコンテンツを試行錯誤的に得ることを可能にする。

キーワード デジタルミュージアム、所蔵品検索、ユーザインタフェース、Web とインターネット

Digital Museum Based on Contents Search System

Osamu KUWAHARA[†], Takeo KUNISHIMA^{††}, and Kazumasa YOKOTA^{††}

[†] Okayama Prefectural University, Graduate School of Systems Engineering 111, Kuboki, Soja, Okayama, 719-1197 Japan

^{††} Okayama Prefectural University, Faculty of Computer Science and System Engineering 111, Kuboki, Soja, Okayama, 719-1197 Japan

E-mail: [†], ^{††}{kuwahara,kunishi,yokota}@c.oka-pu.ac.jp

Abstract In late years, there are many digital museums, where the collections owned by museums are displayed in the virtual spaces of the Web. However, as it is common that the collection has quantity of dozens of times of the display, it is necessary to consider visitors' utility enough to exhibit all the collection in the virtual space. In this paper, we take an approach to generate dynamically a virtual space, where only contents in which a visitor is interesting are arranged. Therefore we prepare for visual interface to be able to search contents flexibly with various conditions such as space, time, and features of the collection, and to get desirable ones in the trial and error mode.

Key words Digital museum, Contents Search, User Interface, Web and Internet

1. はじめに

近年のインターネットの普及やデジタル技術の向上により、博物館や美術館の所蔵品をデジタル化し Web で公開するコンテンツアーカイブが盛んに行われるようになってきた。所蔵品は展示品の数十倍の量があるのが普通であるため、これらを Web で公開することにより、所蔵品の展示場所を確保する必要がなく、さらに多くの人に所蔵品を閲覧してもらうことが可能となる。これらのコンテンツアーカイブにはほとんどの場合検索機能を提供しているが、一般的な文字列検索や、文化や時代などによる分類の一覧を選択して目的の所蔵品を見つける手法を採用しているため、目的の所蔵品について詳しく理解していないと容易に閲覧することが難しい。例えば東京国立近代美術館 [2] や京都デジタルアーカイブ事業 [3] では Web サイト上で

所蔵品を公開しており、所蔵品検索システムも導入されているが、文字列検索や分類の一覧の選択が主な検索手法であり、所蔵品の情報が分らないと検索することが難しい。これらより、コンテンツアーカイブにおいて閲覧者が深い知識を持っていなくても容易に所蔵品を検索、閲覧できる環境が必要だと考えられる。

本稿では、大量の所蔵品から閲覧者の目的に合致したコンテンツのみを仮想空間内に提示するアプローチをとる。メタデータを付加した所蔵品をデータベースに格納し、それに対して所蔵品の時間、空間、特徴などの検索条件の指定を閲覧者が容易に行える視覚的インタフェースを用意して検索を行う。検索結果の提示にはサムネイル形式だけではなくデジタルミュージアムなど閲覧者が利用したい仮想空間を用いることを可能とする。

本論文の構成として、2章で所蔵品検索システムの概要と要件について述べる。3章でシステムに必要な機能を述べ、4章

でその機能の実現について述べる。最後に5章でまとめと今後の課題を述べる。

2. 所蔵品検索システムの提案

2.1 所蔵品検索システムの概要

本研究では、閲覧者の目的に合致した所蔵品を仮想空間に提示するための方法として、閲覧者が検索を行い易い視覚的インタフェースを用意し、大量の所蔵品に対して時間や空間などの条件で検索を行い提示する手法を採用する。視覚的インタフェースを用いることで、閲覧者は目的の所蔵品について詳しい情報を持っていなくても容易に検索することが可能となる。また、時間や空間等の条件で検索を行うことで時間的、地理的といった多角的な視点から所蔵品を閲覧することが可能になる。さらに目的の所蔵品と属性の重複した所蔵品を同時に提示することで新しい知識発見の期待も考えられる。

本システムを実現するために以下のアプローチを行った。

- 所蔵品の情報をデータベースに格納
- 視覚的検索インタフェースの利用
- 時間や空間など様々な条件での検索
- 検索結果をソート、クラスタリングし仮想空間に提示

所蔵品には本研究で策定したメタデータを付加し、これら情報をXMLデータベースに格納した。検索については所蔵品の時間、空間、特徴などの指定が容易に行えるように複数の視覚的インタフェースで問合せを行う。検索結果はソートやクラスタリング、オーサリング等を行い、閲覧者が閲覧しやすい仮想空間の構築を図る。所蔵品を提示する仮想空間についてはデジタルミュージアムやサムネイル形式を用いた提示を利用する。

2.2 所蔵品検索システムに対する要件

本節では検索対象となる所蔵品の情報の特徴を挙げたうえで、所蔵品検索システムの要件を検索とデータベースの面から述べる。

所蔵品情報の特徴

所蔵品は空間的情報や時間的情報など様々な情報を持っている。これら情報の1つの特徴として、作品によって持っている属性が異なることが挙げられる。例えば、図1のように所蔵品の種類によって必要な属性が異なる場合や、属性不明の場合などが考えられる。また、新たな事実や誤りの発見で情報の追加、又は変更が発生する可能性がある。



	種類: 絵画 作品名: モナリザ 作者: レオナルド・ダ・ヴィンチ 作成地: イタリア 作成年代: ルネサンス期 制作年代: 1503-1508		種類: 骨角器 作品名: 有翼身文ストゥーラ 制作地: リリスタン 使用地: リリスタン 出土地: イラン 作成年代: 早期青銅器時代 使用年代: 初期鉄器時代 使用年代: 早期青銅器時代 素材: 骨角
---	---	---	--

図1 作品による属性の違い

検索の要件

実際の美術館などでは、年代や土地、歴史上の出来事に関連した作品をまとめて展示する場合がある。よって、所蔵品の作品名

や作者名や種類、地理的情報や時間的情報、関連する歴史上の出来事等、様々な条件での問合せを行うことが可能でなければならない。これらの条件で検索を行う場合、文字列検索や文化、年代などの分類の一覧を選択して検索を行う手法が一般的である。この手法では目的の所蔵品の作品名や種類などがはっきりしていれば検索できるが、そうでない場合には容易に目的の所蔵品を発見することは難しい。従って検索の条件を指定し易いような視覚的インタフェースを導入する必要があると考えられる。

データベースの要件

データベースに対する要件としては、柔軟な属性の付加が可能で、属性の更新に容易に対応でき、また様々な条件で問合せが可能であることが挙げられる。よって本研究では、一般的によく用いられるリレーショナルデータベース(以下RDB)ではなく、XMLデータベース(以下XMLDB)を用いることにする。属性が追加される度に正規化が必要になるRDBに対し、XMLDBであれば、所蔵品のような半構造の表現が容易であるため、属性の追加や変更を柔軟に行うことが可能となる。また、検索結果をXMLで返すことができるため、容易に3Dミュージアムやサムネイル形式での提示ができるようになる。

3. システムの機能

3.1 所蔵品に付加するメタデータ

データベースにデジタル化された所蔵品を格納する際、所蔵品に対して作者や作品名などの情報をメタデータとして付加する。メタデータ記述語彙については様々なものが提案されているが、本研究では、DublinCore(以下DC)[7]を基本とし、不足するメタデータをADES(Archaeology Data Element Set)[8]のエレメントセットを利用して拡張するアプローチをとった。これは、岡山市立オリエント美術館[1]と共同で検討し策定した。

DCはインターネット上の情報資源発見を目的で制定され、RDFやHTMLのhead要素等に埋め込むことでメタデータの共通化を計ることが可能となる利点がある。15の基本的要素を定めているが、各要素が含む概念の範囲が広く、限定子を用いた要素の拡張を可能としている。また、DCには記述が必須である要素が無く、要素の重複も許されているため、柔軟な記述が可能になる。ADESは考古学関連文書の記述および構造化を目的とした包括的なエレメントとして実験的に公表されたエレメントセットである。本研究ではADESの要素をDCの拡張要素として利用した。

本研究で採用したメタデータを表1に示す。太字で示したものがDCを拡張した部分である。既存の所蔵品検索システムとの連携を考える場合、メタデータの変換が必要になるといった問題が発生するが、今回採用したメタデータのうち、特に管理状況については要素を新たに追加したものでありDCとの互換性が低くなっている。そのため、今後もメタデータの検討が必要であると考えられる。

3.2 ユーザインタフェース

所蔵品の検索については2.2節で述べた要件を考慮し、文字列検索に限らない様々な条件で検索が行える必要がある。本研究では条件を容易に指定できるように以下に示す三種類の検索

表 1 所蔵品に付加するメタデータ

要素名	要素/限定子	説明
管理番号	Identifier	所蔵品を一意に示す識別子
管理状況	StockState	博物館での現在の状況
資産区分	type/artClass	所蔵品の種類
材質	Format/medium	所蔵品の材質
作品名	Title/alternative	所蔵品の作品名
国	Coverage/country	所蔵品が制作, または使用 または発見された場所
製作地	Coverage/Provenance	所蔵品が発見された場所
出土地	Coverage/artPlace	所蔵品が発見された場所
世紀	Coverage/century	所蔵品が作成, または
時代	Coverage/artAge	使用された時の時間情報
実年代	Date/created	
寸法	Format/extent	所蔵品のサイズ
解説	Description	所蔵品に対する解説
画像 URI	Relation/isFormatOf	画像が保存されている URI

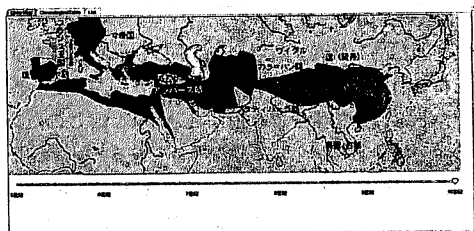


図 3 地図とスライドバーを用いたインターフェース

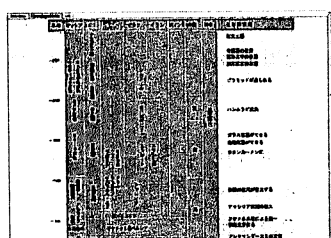


図 4 年表を用いたインターフェース

インターフェースを提案する。

分類の一覧

作者や作品の種類, 年代などを一覧で表示し, 閲覧者が指定を行うことで問合せを行うインターフェースである。所蔵品の分類を予め提示するため, 閲覧者が分類に関しての知識を持っていない場合でも所蔵品の分類を利用して検索することが可能である。分類の一覧を用いたインターフェースを図 2 に示す。

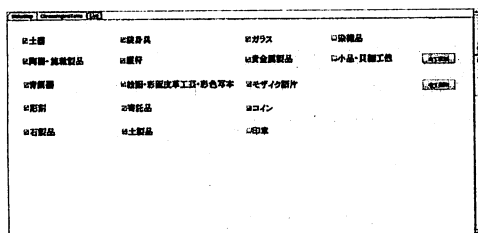


図 2 一覧を用いたインターフェース

地図＋スライドバー

時代と共に国や地名は変化することを考慮して, 年代毎に重ねた地図とスライドバーを利用して年代と土地を指定するインターフェースである。スライドバーをスライドすることで年代を, さらにその年代に合わせた地図を表示させその地図上の任意の位置を指定することで地理的な位置を特定することができる。こうして得られた時間と地理の情報を基に検索を行う。地図とスライドバーを用いたインターフェースを図 3 に示す。

年表

時間軸に沿って出来事などが記述されている年表を用いたインターフェースである。閲覧者は年表上の年代や出来事などを指定して検索を行う。年表上の情報を基に問合せを行うことができるため, 年代や歴史上の出来事などを指定することが容易になると考えられる。年表を用いたインターフェースを図 4 に示す。

これらのインターフェース単体では 2 節で述べた様々な検索を実現するのは難しい。そこで, これら三種類のインターフェース

を切り替えて検索を行う。これにより, 年表を用いた歴史上の出来事を指定し, さらに一覧を用いた絞り込みなど, 様々な検索が行えると考えられる。

3.3 意味的な検索

所蔵品によっては, 使用年代や場所がはっきりしない等の理由から, 年代や土地の情報が曖昧な場合がある。従って, 表 2 のように指定された国や文化名などの意味を考慮したシソーラスを準備し, 検索語を自動的に追加することで検索結果がより正確になるものと考えられる。また, このような検索が可能になることで, 曖昧な情報しかない所蔵品に対しても無理やり情報を付加する必要がなくなり, メタデータをつける側の負担も軽減される。

表 2 検索語の自動追加の例

アッシリア→シリア, イラク, イラン
ミケーネ文化→ D.C.1600-1000

3.4 検索結果のソート, クラスタリング

本研究では検索結果のソートとクラスタリングについても考慮する。これらを行うことで, 無駄な仮想空間の生成を避け, 閲覧しやすい空間の提示が行える。

ソート

所蔵品に付加されたメタデータを利用して, 検索された所蔵品をある順番に並べることを行う。検索の結果をソートすることで, 年代順や緯度経度順といった提示が可能になる。

クラスタリング

所蔵品に付加されたメタデータを利用して, 所蔵品の材質や年代のある期間, 地理的範囲などで検索結果の所蔵品を分けてクラスタ化する。検索結果をクラスタリングすることで, 提示する部屋をクラスタ毎に区切って提示することが可能になる。

3.5 検索結果のオーサリング

閲覧者が所蔵品を検索する場合、必ずしも一度で目的のコンテンツを得られるわけではない。検索結果を見て、検索条件を修正したりしながら検索を繰り返すことが多い。このため、検索結果のオーサリングが必要になる場合もある。検索結果の一覧を閲覧者に提示し、提示する所蔵品の取捨選択や、目的の所蔵品が見当たらない場合新たな検索条件の生成を行える画面などを閲覧者に提示する。また、検索結果のソートやクラスタリングを閲覧者自身が行える機能も考える。これらの機能によって、閲覧者は求める所蔵品を試行錯誤的に得ることを可能とし、また閲覧者の嗜好により近づいた仮想空間の構築が図れるものと考えられる。

3.6 提示空間

本研究では検索結果の表示を 3D デジタルミュージアムまたはサムネイル形式を用いた提示で行う。

サムネイル形式での提示

検索結果の所蔵品一覧をサムネイル形式で表示する。閲覧者に見たい所蔵品を選択してもらうことで詳細な画像や情報などを表示する。

D-Cubis

我々が研究・開発を行っている利用者指向デジタルミュージアム提示システム D-Cubis [4] [5] を用いて 3 D デジタルミュージアムの提示を行う。D-Cubis の全体構造を図 5 に示す。

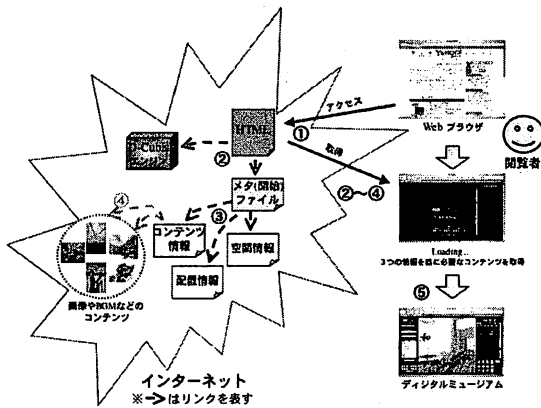


図 5 D-Cubis の全体構造

デジタルミュージアムを生成するには、表 2 に示す空間情報 (以下 BUD)、コンテンツ情報 (以下 COD)、配置情報 (以下 LAD) の 3 つの XML ファイルが必要で、これらを D-Cubis エンジンが読み込むことで動的にデジタルミュージアムを生成する。D-Cubis の特徴は、コンテンツの情報と提示空間の情報を分離して記述していることである。よって、検索結果からこれらの情報を容易に生成することが可能である。これら情報の自動生成については 4 章で述べる。

4. システムの実現

これまで述べてきた要件と機能を基に所蔵品検索システムを実

表 3 D-Cubis で必要な情報

	説明
空間情報 (BUD)	セルと呼ばれる基本単位を組み合わせた 3D 空間の構造の情報
コンテンツ情報 (COD)	デジタルミュージアムで提示するマルチメディアコンテンツに題名やコメントを付加した情報
配置情報 (LAD)	空間情報の壁に対して、コンテンツの配置位置やサイズ、配置形式を指定した情報

装した。開発言語には Java(JDK5.0)を用いた。また、XMLDB には富士通株式会社が開発している Interstage Shunsaku Data Manager(Shunsaku)を用いた。システムの全体像を図 6 に示す。

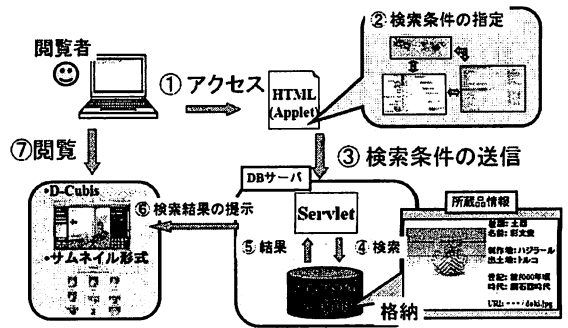


図 6 システムの全体像

閲覧者は検索条件の指定を行う Java アプレットが埋め込まれた HTML にアクセスし検索条件を指定する。Java アプレットは指定された検索条件を DB サーバのサーブレットに送信し、サーブレットは受信した検索条件で Shunsaku に問合せを行う。Shunsaku が返した検索結果を基に、所蔵品の貼り付けられた D-Cubis やサムネイル形式が生成され閲覧者に提示される、という流れになる。

4.1 インタフェースの実装

3 種類のインタフェースについて実装を行った。これらのインタフェースはタブを選択することで切り替えることができる。インタフェースは Java アプレットで実装しており、閲覧者から検索条件を受け取ると共に指定された検索条件を DB サーバのサーブレットに渡す役目がある。実際にサーブレットから渡されるのは検索対象となる所蔵品の属性と検索文字列となる。

分類の一覧

作者や作品の種類、年代など所蔵品の分類の一覧をあらかじめ用意しておき、チェックボックスでチェックされた物を検索条件とするインタフェースである。また、「全て選択」のボタンを押すことで全てをチェックし、「全て解除」のボタンを押すことで逆に全てのチェックを外すことができる。

地図＋スライドバー

スライドバーで年代を指定した後、地図上の地名や範囲を指定することでその地名と年代を条件として指定できる。年代の指定については、所蔵品に付加された時間情報が世紀であったり実年代であったりと統一されていないため、スライドバーが

```

<item>
  <dc:Identifier>印 018-1533</dc:Identifier>
  <StockState>在庫</StockState>
  <dcterms:alternative>円筒印章</dcterms:alternative>
  <dcterms:artClass>印章</dcterms:artClass>
  <dcterms:medium>頁岩</dcterms:medium>
  <dcterms:country>メソポタミア</dcterms:country>
  <dcterms:century>前3千年紀初頭</dcterms:century>
  <dcterms:artAge>ジュエト・ナスル期</dcterms:artAge>
  <dcterms:extent>高 2.14</dcterms:extent>
  <dcterms:extent>径 2.22</dcterms:extent>
  <dcterms:isFormatOf>contents/00181533.jpg
</dcterms:isFormatOf>
</item>
<item>
  <dc:Identifier>印 023-1538</dc:Identifier>
  <StockState>在庫</StockState>
  <dcterms:alternative>円筒印章</dcterms:alternative>
  ... 省略 ...
</item>

```

図 7 Shunsaku に格納される所蔵品

示す世紀と、それを実年代に直した年数を条件とする。また、時間情報については他の情報と異なり指定した年数に完全に一致することが少ないと考えられる。従って、世紀の場合はスライドバーが示す世紀の前後の世紀、実年代については世紀に合わせた年数の範囲で検索を行うよう条件を設定している。

年表

このインタフェースでは国、年代、時代、歴史上の出来事など年表上のすべての情報を検索条件として指定できる。歴史上の出来事については、年表上の文が完全に一致することは難しいので、その文の中に含まれる単語を検索条件とする。

4.2 検索

Shunsaku [6] は富士通が開発した XML データベースであり、特徴としては、インデックスレスのためインデックス作成の必要がないことや、検索条件の数に関わらず検索速度が一定であることが挙げられる。Shunsaku を操作する API は C 言語と Java で提供されており、本システムではサブレットで Java API を使用して Shunsaku を操作する。Shunsaku には図 7 のように所蔵品の情報を XML で格納する。

Shunsaku では文字列での検索、数値での検索、論理演算子を用いて複数の条件を結合しての検索などが行える。本システムではこの検索機能を用いて所蔵品の検索を行っている。例えば、検索対象が「資産区分」で土器を検索したい場合は、

```
/item/dcterms:artClass = 土器
```

のようにして検索を行う。

4.3 ソートとクラスタリング

Shunsaku では文字列、数値でのソートの他、複数のキー指定でソートを行うことができる。本システムでは特に数値での

ソートを利用して検索結果のソートを実現している。実年代を昇順にソートするには、

```
val(/item/dcterms:created/text())
```

となる。

クラスタリングについては、現在自己組織化マップ (Self-Organizing Maps:SOM) [9] を用いたクラスタリングを検討している。SOM を用いることで、複数の属性を考慮に入れた所蔵品の分類が可能になると考えられる。また、閲覧者指向の重みづけを行うことで、閲覧者の意向を反映した分類がなされるものとも考えられる。

4.4 ミュージアムの提示

本システムでは、D-Cubis を用いて 3D デジタルミュージアムを生成し提示する。3章で述べたように、D-Cubis では COD, BUD, LAD の3つの XML ファイルが必要である。これらのファイルは検索結果を基に自動的に作成される。

COD の生成

COD にはミュージアムに展示するコンテンツの情報が記述される。具体的には、画像が格納された URI や D-Cubis 内でコンテンツの識別に用いられる ID、コンテンツの解説などの情報などがある。

```

<COD>
  <contents>
    <picture oid="印 037-1552"
      src="owningGoods/ItemImageAll/037-1552.jpg"
      title="円筒印章">
    <information>
      &lt; 作品名&gt; 円筒印章 &lt; 資産区分&gt; 印章
      &lt; 国&gt; イラク&lt; 時代&gt; 古バビロニア
    </information>
    </picture>
    ... 省略 ...
  </contents>
</COD>

```

図 8 生成される COD

自動生成される COD を図 8 に示す。検索結果から、所蔵品の管理番号を picture 要素の oid 属性に、画像の URI を src 属性に、作品名を title 属性にそれぞれ設定する。また、検索結果から作品名や資産区分、国、時代などを取得し、information 要素の子のテキストノードとして追加する。これらを検索結果の所蔵品全てに対して行い、COD が生成される。

BUD の生成

BUD にはコンテンツを展示する 3D 空間の情報が記述される。提示する 3D 空間には、検索結果から自動的に生成した 3D 空間と、あらかじめ用意した 3D 空間の 2 種類の利用が考えられる。ここでは検索結果から自動的に 3D 空間を生成する手法について述べる。

今回実現した手法は、構築する 3D 空間の形状は正方形とし、

D-Cubisの基本単位であるCellの壁1枚につきコンテンツを1枚提示という形をとった。まず、検索結果から提示するコンテンツの数を取得し、その数に応じて提示する壁の数を決定する。空間が正方形になるように壁をもつCellを表す要素を追加した後、壁を持たないCellを表す要素を追加する。以上の手順でBUDが自動生成される。

また、SOMを用いた3D空間の生成については、まずSOMの出力マップをD-Cubisの全体空間と見立て、その後クラスタ化された検索結果を基に出力マップ上に壁を生成し提示させる方法を現在検討している。

LADの生成

LADは自動生成されたCODとBUDの2つのファイルを基に生成される。自動生成されるLADを図9に示す。BUDから、壁のあるCellのIDと壁がある方向を取得し、wall要素のcellID属性とdirection属性に設定する。コンテンツの提示形式に応じた要素を追加し、必要な属性を追加する。提示形式は現在showcase(額縁形式)のみ対応している。その後、提示するコンテンツIDをCODから取得し、obj要素のoid属性に設定する。これらの手順でLADが自動生成される。

```
<LAD>
<wall cellID="cell10" direction="front">
  <showcase location"(0,0)" size="(200,200)">
    <obj oid="印 037-1552" />
  </showcase>
</wall>
... 省略 ...
</LAD>
```

図9 生成されるLAD

また、あらかじめ用意した3D空間内にコンテンツを配置する際には、制約を用いた配置情報の生成も考えられる[10]。制約とは、コンテンツ配置におけるコンテンツ間の関係性を記したものであり、コンテンツ間の位置関係と、配置する壁の範囲を指定するだけで自動的にコンテンツをリサイズ、配置できるようになる。

5. おわりに

本稿では、デジタル化された大量の所蔵品の中から閲覧者の目的に合致したコンテンツのみを仮想空間内に提示する手法についての提案、実装を行った。所蔵品にはDublinCoreに準拠したメタデータを付加し、XMLデータベースに格納を行った。また、時間、空間等の指定が容易に行える複数の視覚的検索インタフェースを用意し、その検索結果からデジタルミュージアムやサムネイル提示を動的に生成できるシステムの構築を行った。

今後の課題としては、検索結果のクラスタリングとそれを用いた3D空間の最適化の実現が挙げられる。BUDの生成については、ミュージアム内に貼り付けるコンテンツ数の制限や部屋の形の制限、あらかじめ用意されたBUDを用いたミュージアム提示などについて検討する必要がある。また、シソーラス

等を用いた検索語の自動追加についても考えていく必要がある。さらに、ユーザインタフェースの更なる検討やメタデータの再検討、検索結果のオーサリングの検討や提示方法の検討を行う必要があると考えられる。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、岡山市立オリエント美術館から所蔵品等の資料提供を戴きました。四角隆二氏を始め関係者各位に深く感謝致します。

文 献

- [1] 岡山市立オリエント美術館ホームページ,
<http://www.city.okayama.okayama.jp/orientmuseum/>
- [2] 東京国立近代美術館,
<http://www.momat.go.jp/>
- [3] 京都デジタルアーカイブ事業,
<http://www.archives.astem.or.jp/>
- [4] D-Cubis Official Site,
<http://alpha.c.oka-pu.ac.jp/D-Cubis/>
- [5] 江本守, 石崎勝俊, 大河内久貴, 國島丈生, 横田一正, “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,” 日本データベース学会 Letters, Vol.3, No.1, pp.137-140, June. 2004.
- [6] 富士通株式会社 (FUJITSULIMITED)
XML型データベース・エンジン Interstage Shunsaku Data Manager,
<http://interstage.fujitsu.com/jp/shunsaku/>
- [7] Dublin Core Metadata Initiative (DCMI),
<http://dublincore.org/>
- [8] ADES/XMLの可能性
<http://www.amy.hiho.ne.jp/mizuy/xml/ades.htm>
- [9] T.Kohonen 著, 徳高平蔵, 岸田悟, 藤村喜久郎 訳, “自己組織化マップ,” シュプリンガー・フェアラーク東京株式会社, 1996.
- [10] 澤田梢, 松原幸平, 辻圭一, 國島丈生, 横田一正, “制約を用いたデジタルミュージアムのコンテンツ自動配置,” 第16回データ工学ワークショップ (DEWS2005), 佐世保, Feb.28-Mar. 2, 2005.