

# MoSaIC による資料間関係の可視化 ーイタリア・ルネサンス祭壇画研究への利用ー

石川 尋代 (慶應義塾大学 デジタルメディア・コンテンツ統合研究センター)

本間 友 (慶應義塾大学 アートセンター)

金子 晋丈 (慶應義塾大学 理工学部, デジタルメディア・コンテンツ統合研究センター)

本稿ではデジタルコンテンツ間の様々な関係を有向グラフでモデリングしてカタログ化し、それを可視化して閲覧する MoSaIC(Museum of Shared and Interactive Cataloguing)システムをイタリア・ルネサンス祭壇画研究に適用し、その有効性を考察している。ペーザロ祭壇画(ジョヴァンニ・ベッリーニ)の考察論文の一部に対し、引用している画像や文章をデジタルコンテンツとして、それらの関係をカタログ化した。その結果を3次元CGで可視化して閲覧することで、資料間関係の構造を確認することが可能となった。また、研究論文を、MoSaICでカタログ化することは構造を分析することにつながり、論文内容の理解を助けると考えられる。

## Visualizing the relationships among digital contents by MoSaIC - Using for a research of an altarpiece in Italian Renaissance -

Hiroyo Ishikawa (Research Institute for Digital Media and Content, Keio University)

Yu Homma (Keio University Art Center)

Kunitake Kaneko (Faculty of Science and Technology, Research Institute for Digital Media and Content, Keio University)

In this paper, an Italian Renaissance altarpiece research paper is catalogued by MoSaIC(Museum of Shared and Interactive Cataloguing) system. Its effectiveness is then considered. MoSaIC is a system of modeling various relationships between digital contents to make catalogues with a directed graph and visualizing the catalogues. Some sections of a paper for Pesaro Altarpiece (Giovanni Bellini) are catalogued as cited images and texts as digital content. As the result, we can see the structure of relationships among materials by visualizing the result catalogues with 3D computer graphics. In addition, cataloguing a paper with MoSaIC leads to an analysis of the structure and to understanding the paper.

### 1. まえがき

多くの美術館や博物館、図書館などが収蔵物をデジタル化し、そのデータをデジタルアーカイブとして公開している。また、デジタル人文学の分野でそれらを利用した研究もさかんになっている。

一方で、一般のユーザのデジタルコンテンツの利用を考えた場合、特別な目的がない場合には有名でない文化財に関するデジタルコンテンツは利活用が難しい。通常、デジタルコンテンツにはタイトルやデスクリプションなどのメタデータが登録され、ユーザはそれぞれのアーカイブでキーワードを入力して検索してコンテンツを閲覧しているが、存在を知らないコンテンツに出会うためのキーワードを選ぶことはとても難しい。また、目的とするコンテンツがあったとしても、適切なキーワードが分からない場合には見つけることは難しい。

このような現状の中、ミュージアムの中にはデジタルコンテンツをあるテーマでキュレーショ

ンして解説を含めて読み物として公開[1]しているところや、登録ユーザのコレクションを保存し、公開しているところもある[2]。有名な文化財を検索した結果のみを閲覧するより、キュレーションなどを通して知らないコンテンツと出会うことはとても有効である。さらに、インターネットの検索エンジンではユーザの検索した項目に関連するコンテンツを提供する the Google knowledge graph [3]や、その日に関連するコンテンツを集めて提供する Google Doodle や Wikipedia main page などもある。

このようにキュレーションや関連するコンテンツの提供は新しいコンテンツの発見につながる。そこで筆者らはデジタルコンテンツをその関連性も含めてアーカイブするシステム(MoSaIC: Museum of Shared and Interactive Cataloguing)を提案した[4-6]。MoSaICでは、有向グラフを用いてデジタルコンテンツ間の関係をモデル化することを提案している。そして、その有効グラフを可視化して仮想3次元空間に描画し、それをユーザインタフェースとしてコンテンツ閲覧に使用す

るシステムを開発した。本システムの特徴としては、関係をモデル化することにより、特定のコンテンツに対する表現・表示でなく一般化しているため、同一の仮想空間上で表示することができ、様々なコンテキストの存在を感じながらコンテンツの閲覧ができる。また、必ずしもキーワードを必要としないアーカイブ閲覧ができることが挙げられる。

これまで、本システムの検証ではデジタルコンテンツの分類や簡単な関連付けをしたデータを用いていたが、さらに分析や解析への利用することを考え、人文学の研究への適用を試みた。本稿では MoSaIC をイタリア・ルネサンス祭壇画の研究に対して、参照する画像や文章をデジタルコンテンツとして関係の構造を構築してその有効性を考察する。

## 2. MoSaIC

### 2.1. コンテンツ間の関係のモデル化

MoSaIC システムではデジタルコンテンツ間の関係を以下の2つの構造でモデル化する。

- ・ Grouping : なんらかの目的で集められたオブジェクトの集合。
- ・ Associating : 2つのオブジェクト間に存在する関連を示す。

図1に示すようにコンテンツファイルをノードとして、有向グラフで記述する。グループの場合は、グループノードを追加し、グループエッジで各オブジェクトノードとつなげる。これら2つの構造の組み合わせで、関係をモデル化する。

本システムではこの有向グラフを MoSaIC のカタログと呼ぶ。オブジェクトにはコンテンツファイル、または作成したカタログを設定することもできる。

また、カタログとコンテンツファイルにはそれぞれタイトルやデスクリプションなどのプロパティ情報を設定することができる。カタログに対するプロパティ情報は1種類であるが、カタログのオブジェクトになる場合は、同じオブジェクトでもカタログごとに異なるプロパティ情報を設定することができる。カタログのテーマに沿った説明を付加することができる。

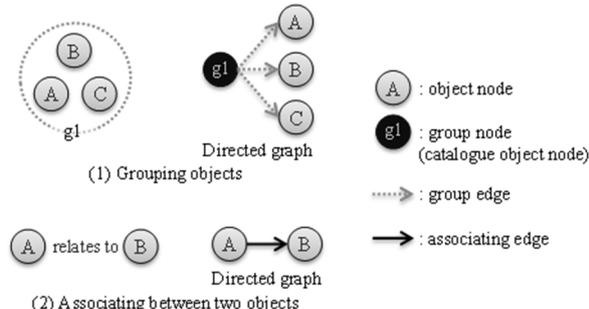
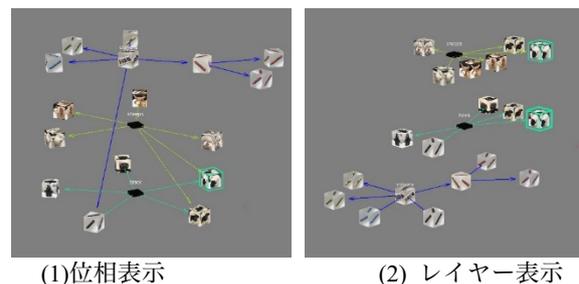


図1 2つの構造を用いた関係のモデル化  
Figure 1 Two structures for modeling of relationships.

### 2.2. カタログの可視化

有向グラフで表されたカタログはコンテンツをノード、エッジは矢印として表示される。図2に示すように、ノードはオブジェクトのサムネイルをマッピングした立方体として、Groupを持つカタログのカタログノードは黒いプレートで表示される。また、グラフのエッジは、Groupingは破線、Associatingは実線の矢印で表現する。エッジの色はカタログごとに異なる色が設定される。

カタログの可視化は2種類あり、基本的には同じカタログのオブジェクトは同じレイヤーに配置されるが、図2に示すように、(1)の位相表示では複数のカタログに含まれるオブジェクトは1つだけ描かれており、他カタログからの参照は矢印で分かるようになっている。一方、(2)のレイヤー表示では同じオブジェクトは縦方向に揃えて各カタログのレイヤー上に表示されている。これらの表示はカタログのオブジェクト数やつながり方によって適宜選択して切り替える。グラフの形状は選択したオブジェクトによって変化するが、固定することもできる。また、レイヤー表示では製作者がオブジェクトの表示位置を任意に決定することができる。



(1)位相表示 (2)レイヤー表示

図2 カタログの可視化例  
Figure 2 Examples of visualizing catalogues

### 2.3. システム概要

図3に32インチ4Kタッチディスプレイ2台とPC1台で構築したシステムの例を示す。図中の左側ディスプレイに有向グラフの可視化結果を表示している。この画面でグラフのノードをクリック等で選択すると左側のディスプレイにコンテンツが表示される。コンテンツ表示は以下の3種類を表示できる。

- ・ 選択したコンテンツ
- ・ 比較用コンテンツ
- ・ 閲覧したコンテンツの履歴

それぞれを任意の位置に配置することができるが、図中のシステムでは選択したコンテンツと比較用コンテンツを左右に配置し、画面の下部に閲覧したコンテンツの履歴の画像を表示している。比較用コンテンツはコンテンツの履歴から選択する。

コンテンツについてのプロパティ情報があれば合わせて表示することができる。複数のカタログに含まれているオブジェクトは選択するときにカタログを選択することができ、プロパティ情報は選択したカタログで設定しているものが表示される。カタログ自体に関する情報は別ウィンドウで表示することができる。さらに、コンテンツ閲覧画面でオブジェクトをクリックすると、有向グラフ上のどこにあるかを知ることができる。



図3 MoSaICシステムの構築例  
Figure 3 MoSaIC system

### 3. ペーザロ祭壇画研究への適用

イタリア・ルネッサンス祭壇画の1つであるペーザロ祭壇画(ジョヴァンニ・ベッリーニ作)の考察論文[7]の一部に対し、MoSaICのモデル化を試みカタログを作成した。

#### 3.1. 「ジョヴァンニ・ベッリーニ作《ペーザロ祭壇画》」概要

ジョヴァンニ・ベッリーニ作の《ペーザロ祭壇画》は、中央パネル、プレデッラ(中央パネルの下)、ピラスター(中央パネルの両横)の三部分によって構成される大規模な作品である。図4(1)にペーザロ市立美術館に展示されている様子を示す。中央パネルは図5(1)、プレデッラは図5(3)-(7)に示すパネルにより構成されており、現在、チマーザ(中央パネルの上)の部分は失われている。祭壇画全体の再構成に関しては、現在、ヴァチカン絵画館に所蔵されている《キリストの埋葬》(図5(2))をチマーザとする意見がほぼ確実なものとして受け入れられている(図4(2)参照)。しかし、本稿で扱う考察論文の著者はそれに疑問を呈しており、《ペーザロ祭壇画》本体に言及した記録との齟齬、同時代の祭壇画形式との齟齬、祭壇画全体を貫く図像プログラムとの齟齬、中央パネルのイコノグラフィーとの関係、更に《ペーザロ祭壇画》本体の属するトスカナーパドヴァ系の祭壇画形式に焦点をあてた考察を行い、父なる神をリュネットに配する新たな再構成案を提出している。

#### 3.2. MoSaICによるカタログ作成

本稿では該当論文の「チマーザ考察」の部分についてMoSaICによってモデル化を試みた。作成したMoSaICのカタログのリストを図6に示す。図中の破線でつながる<>内の数字は、そのカタログ内で参照されている一部の画像の番号を示す。また、この画像番号は「ジョヴァンニ・ベッリーニ作《ペーザロ祭壇画》」の論文中使用された番号と同じとしてある[7]。これらの画像は図4,5,7にそれぞれ示す。また、各カタログの示している内容を表1に示す。これらのカタログで使用した画像数は71、テキスト形式のコンテンツ数は9である。

カタログはツリー構造となっており、1つのカタログの下に他のカタログがオブジェクトとして登録されている。例えば、カタログリストのA「問題の確認」にはA-1「再構成に関する研究の様相」とA-2「ヴァチカン・パネルについて」、A-3「チマーザ・パネルのプロヴィナンス」の3つのサブカタログがグループとして登録されている。カタログ自体のつながりの他、図6中の画像番号<2.01>や<3.1>などが複数のカタログに含まれており、それらのカタログもつながっている。



(1)現在の様子

(2)再構成案



(3) サント・ウバルド聖堂にあった当時の《ペーザロ祭壇画》の写真図版<1.3>

図4 ペーザロ祭壇画の現状と再構成案  
Figure 4. Images of Pesaro Altarpiece and reconstruction idea.



(1) 中央パネル《聖母の戴冠》<2.01>



(2) 現行の再構成案のチマーザ(ヴァチカン・パネル)<5>



(3) 聖パウロの改心<3.1>



(4) 聖ペテロの殉教<3.2>



(5) キリストの降誕<3.3>



(6) 荒野の聖ヒエロニムス<3.4>



(7) 聖痕を受ける聖フランチェスコ<3.5>

図 5 ペーザロ祭壇画を構成する画像  
Figure 5 Images constructing Pesaro Altarpiece.

問題点の確認

- 1:再構成に関する研究の様相 -----> <1.3>
- 2:ヴァチカン・パネルについて -----> <5>
- 3:チマーザ・パネルのプロヴィナンス

現行再構成案の検討

- 1:ドキュメントの検討
- 2:祭壇画形式の検討
  - ガードナーによる記述
  - ジョヴァンニ・ベッリーニの祭壇画
  - ペーザロ祭壇画に類した祭壇画形式の作品
- 3:聖母不在の<キリストの埋葬>
  - ヴァチカン・パネルと同様の形式と登場人物の作例
  - (iii) 中央パネル, プレデッラとの違い
    - > <2.01>, <3.1>-<3.5>
  - (i) <聖母の戴冠>と<死せるキリスト>, <キリストの哀悼>の祭壇画の組み合わせ例 -----> <32>, <56>, <57.1>, <57.2>

チマーザ再考:父なる神の影

- 1:父なる神の不在と暗い空
  - <聖母の戴冠>の4種類のタイプ
  - (ii) A型(マリアとキリスト)の聖母の戴冠(15世紀後半,マルケ地方)
    - > <32>, <56>, <62>, <63>, <64>
  - B型(マリア,キリスト,父なる神,聖霊):父なる神を頂点とするピラミッド構図の聖母の戴冠(15世紀後半のヴェネツィア)
  - (iv) B型から父なる神が欠落した作例
    - > <2.01>, <74>, <104>
  - 暗い空
    - 意図的に表現された暗い空-> <3.1>
    - 暗い空の他の例
    - <聖母の戴冠>の背景:天上の例
    - (v) <聖母の戴冠>自然な空の例
      - > <2.01>, <57.1>
    - 上空の父なる神の出現の例-> <3.1>
- 2:父なる神のリュネット:パドヴァの伝統
  - パドヴァにおけるトスカナ形式
  - ヴェネツィアにおけるパドヴァの形式
  - パドヴァ的上部にリュネット

図 6 《ペーザロ祭壇画》のチマーザ再考に関するカタログと画像番号

Figure 6 Catalogues and image sample numbers for considering "cimasa" of 《Pesaro Altarpiece》



<32> 《聖母の戴冠多翼祭壇画》ヤコペッロ・デル・フィオーレ：  
《聖母の戴冠》と上部に《死せるキリスト》  
<56> 《聖母の戴冠多翼祭壇画》アントニオとバルトロメオ・ヴィ  
ヴァリーニ：《聖母の戴冠》と上部に《死せるキリスト》  
<57.2> 《サン・フランチェスコ聖堂の主祭壇画》※カルロ・クリ  
ヴェッリ：リユネット 《キリストの哀悼》  
<57.1> 《サン・フランチェスコ聖堂の主祭壇画》※カルロ・ク  
リヴェッリ：中央パネル，《聖母の戴冠》※現在は解体  
<62> 《聖母の戴冠》ジオット・ディ・ボンドーネ  
<63> 《聖母の戴冠祭壇画》ロレンツォ・モナコ  
<64> 《サン・ドメニコの聖母の戴冠》フラ・アンジェリコ  
<74> 《聖母の戴冠多翼祭壇画》ヴィットーレ・クリヴェッリ：  
B型から神が欠落した例  
<104> 《聖母の戴冠》マルコ・パルメッツァーノ：B型から神が  
欠落した例

図7 カタログに用いた画像サンプル  
Figure 7 Image samples for cataloguing

表1 チマーザ再考のカタログの内容

Table 1 Contents of the catalogues for reconsidering “cimasa” of 《Pesaro Altarpiece》

カタログ	説明
A, B-1	《ペーザロ祭壇画》に関する記録の矛盾
B-2	《ペーザロ祭壇画》本体の祭壇画形式は、トスカナ地方の特徴をもったものであるが、現行の再構成案によって提示される単一画面の中央パネル上部に矩形チマーザをもつという祭壇画形式は、当時の祭壇画形式の類型から外れる。
B-3	聖母マリアが欠落した〈キリストの埋葬〉を字チマーザに配することは珍しい。また、チマーザ・パネルに描かれた、アリマタヤのヨセフ、ニコデモ、マグダラのマリアらの聖人が誰ひとりとして中央パネルに描かれていない。
C-1	中央パネルは同時代の〈聖母の戴冠〉作品で用いられることの少ない「キリスト、マリア、聖霊」という父なる神を欠いた登場人物構成をとっている。背景の空が意図的に暗く描かれている。〈聖母の戴冠〉や他主題の作品において父なる神の頭れる空が暗く描かれる傾向がある。
C-2	《ペーザロ祭壇画》で用いられているトスカナ地方の祭壇画形式が、パドヴァを強く意識させるものである。当時のパドヴァやヴェネツィア作品では父なる神をリユネットに配した作品がよく見られていた。

### 3.3. 可視化結果と考察

図6に示すカタログを可視化した結果の例を図8に示す。

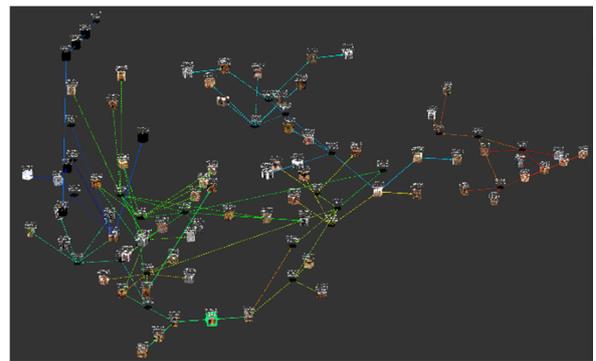


図8 図5に示すカタログの可視化結果(全体)  
Figure 8 An example of visualizing result.

図9に複数のカタログに含まれているオブジェクトの例を示す。図9(1)において緑色の立方体のワイヤーフレームで囲まれる画像(《聖母の戴冠多翼祭壇画》<56>)は図6のB-1のサブカタログ(i)とC-1のサブカタログ(ii)の両方に含まれている。(i)においては「〈聖母の戴冠〉における上部パネルは死せるキリストを単独で描いたもの」

一方, (ii)においては「マリアとキリストが登場する<聖母の戴冠>(A型)」と説明されている。この場合, 同じ絵画が別の視点での論拠となっており, 論文を読むだけより, 可視化することで, つながりから一目で分かるようになっている。

図9(2)には中央パネル<2.01>を選択した場合のレイヤー表示の例を示す。図6のB-3のサブカタログ(iii)とC-1のサブカタログ(iv), (v)に含まれる。これらのカタログの内容としては直接の関連はないが, それぞれ特徴を持った画像を集めたカタログであり, 他のオブジェクトを知ることにより, <2.01>が複数の特徴を持つことを明確にすることができる。

また, カタログを作成することは構造化を試みることであるが, この過程で, 文章の内容よく理解する必要があるため, 構造の確認をするとともに内容の理解ができると感じた。また, 見直す場合にも関連するオブジェクトをたどることで目的のカタログを見つけることができた。

一方で, カタログB-2では祭壇画形式からヴァチカン・パネルはチマーザでないことを関係の否定で記述したかったが, 本システムには関係を否定する記述法はないため表現できなかった。カタログのデスクリプション等で記述を行ったが, 一目で分かる方法ではないため, 検討が必要である。

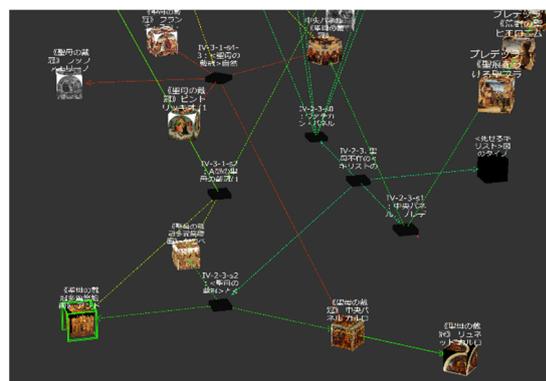
#### 4. あとがき

《ペーザロ祭壇画》の構成やイコノグラフィーの考察の過程に対し, 画像とテキスト形式の記述をデジタルコンテンツとして, それらの関係を構造で表現し MoSaIC のカタログ化を試みた。それらのカタログを可視化した結果, 論文を理解するために非常に有用ということが分かった。また, 本システムを発表資料に応用することで, 論文の構成を短時間で伝えることも可能となるため, 有効なツールになりうると考える。また, 今回はひとつの研究の一部を扱っているが, 他の研究のカタログとあわせることで, 直接的な関係だけでなく, 間接的な関係からも新しい視点を発見が期待できる。また, これまでの研究ではコンテンツ間の関連があることを対象としていたが, 人文科学の研究では関係を否定する記述も存在する。表現できなかった関係/関連の否定をどのように扱うかは今後の課題である。

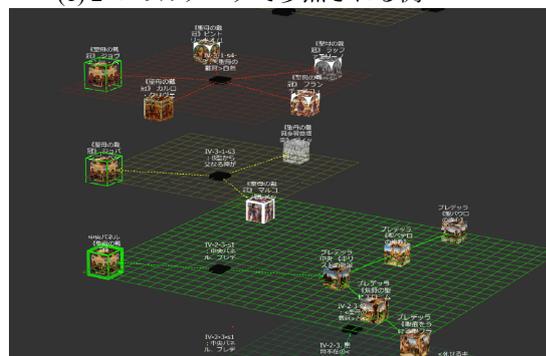
また, 将来的にはネットワークを介したミュージアムやライブラリ間の連携を行い, デジタルアーカイブ, カタログの共有を目指しており, 自立分散型のカタログ管理システムについても研究開発が進められている[8]。

#### 参考文献

- [1] One met. Many worlds.  
<http://onemetmanyworlds-eng.tumblr.com/>, (参照 2018-11-01).
- [2] Rijks studio.  
<https://www.rijksmuseum.nl/en/explore-the-collection>, (参照 2018-11-01).
- [3] Google official blog.  
<http://googleblog.blogspot.jp/2012/05/introducing-knowledge-graph-things-not.html>, (参照 2018-11-01).
- [4] Nodem repository.  
<http://repo.nodem.org/?objectId=276>, (参照 2018-11-01).
- [5] Ishikawa, H., Saito, H., Miyashita, Y. and Kaneko, K.. Polymorphic Cataloguing and Viewing System for Using Digital Archives: MoSaIC. Proc. of International Conference on Virtual Systems and Multimedia, 2014, IEEE, pp. 176-179.
- [6] Ishikawa H. and Kaneko K.. Polymorphic Cataloguing and Interactive 3D Visualization for Multiple Context of Digital Content: MoSaIC. Advances in Computer Entertainment Technology, 2017, Lecture Notes in Computer Science, Springer, vol 10714. pp 172-186.
- [7] 本間友, ジョヴァンニ・ベッリーニ作《ペーザロ祭壇画》, 慶應義塾大学大学院文学研究科修士論文, 2005.
- [8] Miyashita, Y., Ishikawa, H., Teraoka and F., Kaneko, K.. Catalogue: Graph Representation of File Relations for A Globally Distributed Environment, Proc. of the 30th Annual ACM Symposium on Applied Computing (SAC 2015), ACM, 2015, pp.806-809.



(1) 2つのカタログで参照される例



(2) 3つのカタログ参照される場合のレイヤー表示  
図9 1つのオブジェクトが異なるカタログで参照される例

Figure 9 Examples of an object referred by different catalogues.