

## 学芸員と見学者を仲介して博物館展示の意味構造を個人化する手法の提案

門林 理恵子<sup>†</sup> 西本 一 志<sup>†</sup>  
角 康 之<sup>†</sup> 間瀬 健 二<sup>†</sup>

博物館の展示は、学芸員の専門知識や関心の体系的表現であるが、ある視点からの構造化の一実現例であり、しかも一方的に見学者に提示される。このため、様々な興味や知識を持つ見学者の知的欲求をつねに満たすことは難しい。そこで本論文では、学芸員と見学者を仲介し、博物館展示の意味的関連に基づく構造を見学者ごとに個人化する手法を提案する。本手法では、展示物などに付与される説明文を、キーワードを基に統計処理することで、展示物間の関連に基づく構造を2次元空間に可視化する。まず元の展示の構造を示す展示空間を構成し、次に見学者の興味に基づく興味空間を作る。最後に両者を融合して個人化空間を作成する。個人化空間に可視化された展示の構造は、学芸員の視点からの関連を保持しつつ、同時に見学者の視点を反映したものとなる。こうすることにより、既存の見学者の立場を中心とした個人化手法における、展示が断片化して関連が失われ、かえって理解が困難になるという問題を回避することができる。これらの空間を用いることで、同じ展示を見学者ごとに個人化することが可能となる。さらに、これらの空間が学芸員へもフィードバックされることにより、学芸員自身が展示についての新たな視点を獲得できるが、これは従来の博物館の展示や既存の個人化手法では困難であったものである。本論文では、本手法の詳細とその実施例、さらに評価についても述べる。

### Personalizing Semantic Structure of Museum Exhibitions by Mediating between Curators and Visitors

RIEKO KADOBAYASHI,<sup>†</sup> KAZUSHI NISHIMOTO,<sup>†</sup> YASUYUKI SUMI<sup>†</sup>  
and KENJI MASE<sup>†</sup>

Museum exhibitions are thought to be well organized representations of the expert knowledge of curators, but they are just one example of structures of knowledge among many possibilities, given to museum visitors in a one-sided way. Therefore, traditional museum exhibitions can hardly meet the vast requirements of general visitors who possess a variety of interests. In this paper, we propose a method for personalizing the semantic structure of museum exhibitions by mediating curators and visitors. The semantic relations of displays are visualized as a two-dimensional spatial structure based on the viewpoints of the curators and visitors separately, and then together. The structures reflect the interests of the visitors, while maintaining the knowledge of the curators. We discuss the detail of the method and show an example of personalization. Evaluation results through a subjective experiment is also given.

#### 1. はじめに

博物館（本論文では美術館や資料館なども総称して博物館と呼ぶ）は、単にモノを展示して見せる場ではなく、社会全体で知識を共有する場である<sup>2)</sup>。しかし従来の博物館は必ずしもそのようには機能してこなかった。その最大の理由は、興味や知識のレベルの異

なる不特定多数の見学者に対して、ただ1つの同じ内容の展示しか提供できなかったことにある。つまり、見学者が展示に興味を持てなかったり、内容を十分に理解したりできず、学芸員が展示を通して伝えようとする知識がうまく伝わらずに終わってしまうからである。したがって、博物館の主たる情報提供手段である「展示」を、訪れる見学者の要求に沿って様々な側面で個人化することが必要である<sup>2)</sup>。そこで、学芸員すなわち情報の発信側が主導で行ってきた博物館での情報提供を、情報を受信し利用する側の見学者を主体と

<sup>†</sup> 株式会社エイ・ティ・アール知能映像通信研究所  
ATR Media Integration & Communications Research  
Laboratories

し、1人1人異なる要求に応じて適切に行うための研究がさかんになりつつある。

たとえば、数多くの「モノ」を含んだオリジナルの展示から、見学者が指定した作者の作品だけを選択し、どの展示室にあるかを教えてくれるシステムがある<sup>7),8)</sup>。元の展示の中から見学者の興味に基づいて見学すべきモノを抽出するという手法は、「モノの個人化」ということができる。モノの個人化の場合、モノとそれに関する学芸員の知識が構造化されてきた展示の一部を切り出すために、本来の関連がまったく失われ、そのためにかえって内容の理解が困難になることが懸念される。

これに対し、携帯型の情報機器を利用して「情報の個人化」を図るシステムも存在する。情報の個人化とは、展示されたモノの説明として、説明札やパネルなどを通して提供される情報の表現方法や伝達方式を、見学者の状況に応じて適切に変更することである。状況とは、見学者の国籍や年齢、現在観賞している展示、これまでの訪問回数など、見学者にかかわる様々な情報を指す。これらの状況に応じて、システムが自動的に、あるいは見学者が自ら選択することで、現在見ている展示の情報を端末に表示する、英語で説明をする、文字だけでなく音声で説明する、説明の内容や詳細度を変更するといったことを行い、見学者それぞれのレベルに応じて展示の情報を個人化する<sup>1),6),10)~12)</sup>。

ところで、博物館の展示は、学芸員が展示のテーマに沿ったモノを選び出し、説明札やパネルで提供する情報を選択し、モノどうしを関連づけて展示に意味的構造を持たせ、その構造がうまく伝わるようにモノを展示室へ配置することで成り立つ。換言すれば、展示の構成要素には、モノや情報だけでなく、意味的関連に基づく「構造」や「配置」も含まれる。したがって、個人化はモノや情報のみならず、構造や配置についても行う必要がある。

展示物の意味的関連に注目した取組みとして、パネモデルで表現された展示物の関連を、Maplet<sup>14)</sup>や、Semantic map<sup>12)</sup>と呼ばれる JAVA アプレットによって表示するものがある。前者は、学芸員があらかじめ準備した展示物の関連をそのままに、表示する部分を制限できるだけであり、展示の構造自体を変化させるものではない。後者は、学芸員があらかじめ準備した展示物の関連のうち、見学者が選択したキーワードによる関連のみを抽出し、表示する。これは、指定されたキーワードのみを含む展示物のリストを提示する、従来の「モノの個人化」手法と基本的に同じであり、表現手法が異なるだけである。したがって、これらも

見学者の興味に応じて展示の構造そのものを個人化するものではない。

本論文では、学芸員と見学者を仲介し、博物館展示の意味的関連性に基づく構造を個人化する手法を提案する。従来の手法では、見学者が与えられた選択肢を選択することで個人化が実現されており、これまでの展示が学芸員から一方的に与えられたものであったと同様、見学者側が一方的に個人化するものである。これに対し、本手法は、学芸員の知識によって構成された展示を、見学者の興味だけを利用して個人化するのではなく、いったん見学者の興味を学芸員の知識によって膨らませ、それから展示を個人化するものである<sup>4),5)</sup>。このようなアプローチを採用する理由は、見学者の狭くて浅い興味のみを利用するよりも、まずその興味を学芸員の広くて深い知識で膨らませてから利用する方が、見学者にとって有益な個人化が実現できると考えるからである。

さらに本手法は、展示が本来持っていた関連を保持しつつ、見学者の興味というあらたな視点の導入によって、専門家の視点では隠れていた可能性のある関連性が明らかになるという利点を持つため、見学者が自分の視点で展示を見ることができ理解しやすくなるだけでなく、専門家も見学者からの興味のフィードバックにより新たな関連性に気づくという効果がある。これにより、博物館が知識を共有する場として機能するために必須と考えられる双方向コミュニケーション<sup>2)</sup>が非同期ながらも実現できるようになる。

以下、まず2章で展示物の関連を統計的手法により処理して、展示の意味的構造を2次元空間に可視化しつつ、個人化を行う手法について述べる。次に3章で、関連性が可視化された空間の利用方法を議論する。4章では、本手法の主観評価実験の結果を報告し、5章でまとめを述べる。

## 2. 展示の意味的構造の個人化手法

### 2.1 統計的手法による関連の可視化

筆者らはこれまでに、情報可視化によって共有情報を個人化し、その結果を利用することで視点の異なる人同士の相互理解を促進する手法を提案している<sup>13)</sup>。ここでは、情報や視点の可視化のために双対尺度法<sup>9)</sup>という統計手法を使用している。

本研究においても、学芸員の知識や見学者の興味を定量的に処理し、展示物の関連を空間構造として可視化するために、双対尺度法を使用する。加えて、見学者の持つ浅い知識に基づく興味をそのまま使用するのではなく、学芸員の持つ深い知識を用いてその興味を

拡張したうえで展示の個人化を行う手段を新たに組み込む。これによって、見学者の浅い知識に基づく一方的な個人化を脱却し、学芸員の知識を効果的に活用した個人化が達成されることが期待できる。

ところで双対尺度法とは、複数の数量化属性で構成されたオブジェクト集合が与えられたときに、オブジェクトどうしの属性共有性と属性どうしの共起性を顕在化するように、オブジェクト集合と属性集合にそれぞれ得点数量を与えることによって、構造を可視化する手法である。本研究では、展示されているモノに付与される説明文をオブジェクト、説明文に含まれるキーワードを属性として扱う。キーワードは、形態素解析によって説明文から自動抽出した名詞と未知語からなり、重みの初期値はすべて同じとする。なお、学芸員や見学者が重みを変更することは可能である。

展示物の関連は、双対尺度法によって多次元空間内のオブジェクト間の距離として求まる。これを利用者にとって直観的でなじみやすいものとするために、第1主成分と第2主成分を軸とする2次元空間にマッピングして可視化する。このとき、それぞれの主成分の寄与率に基づいた主成分得点の補正を行ってからオブジェクトを配置する<sup>9)</sup>。この2次元空間内の説明文オブジェクトの配置を観察することで、近くにあるものほど関連性が強く、遠くなるほど関連性が弱くなることを利用者は直観的に知ることができる。

展示の個人化は、以下に示す順に、展示に反映されている学芸員の知識、展示に対する見学者の興味、それらを仲介した結果を、上述の手法で空間に構成することによって行われる。各ステップにおいて空間を構成するときに用いられる説明文オブジェクトとキーワードの関連を模式的に示したものが図1である。図中0で示す領域は、その領域に対応するオブジェクトが、その領域に対応するキーワードを含まないことを示す。

### (1) 展示空間：学芸員の知識空間の可視化

学芸員の知識は、展示室や展示物に付与されているすべての説明文オブジェクトからなる集合  $O_c$  と、 $O_c$  のすべての構成要素から自動抽出されるすべての重みつきキーワードの集合  $K_c$  とによって構成されているものとする。この  $O_c$  と  $K_c$  に対して双対尺度法を適用することによって、すべての説明文オブジェクトおよびキーワードの関係を2次元空間構造として可視化する。この空間は学芸員が持っている知識の構造を可視化したものと見なせる。この空間を展示空間と呼ぶ。

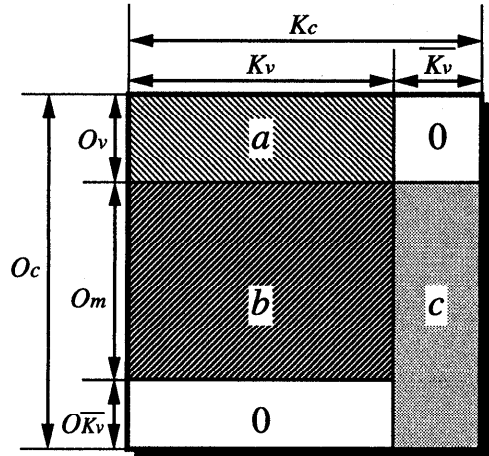


図1 各空間を構成するオブジェクトとキーワードの関係の模式図  
Fig. 1 Diagram of relationship between objects and keywords organizing each space.

### (2) 興味空間：見学者の興味のみに基づく再構成空間

$O_c$  に含まれる説明文オブジェクトの中から、見学者が興味を持つオブジェクトのみを選択することによって、 $O_c$  の部分オブジェクト集合  $O_v$  と、 $O_v$  の構成要素である説明文オブジェクトに含まれるすべての重みつきキーワードの集合  $K_v$  を生成する。したがって、 $K_v$  は  $K_c$  の部分集合となる。この  $O_v$  と  $K_v$  に対して双対尺度法を適用することによって、 $O_v$  に含まれるすべての説明文オブジェクトと  $K_v$  に含まれるすべてのキーワードからなる関連構造を2次元空間構造として可視化する。つまり、見学者が選択した説明文オブジェクトとそれに含まれる重みつきキーワードのみで、まず空間の基底を求め、これらを配置する。

次に、見学者が選択しなかった説明文オブジェクトを空間に配置する。 $O_m$  に含まれる説明文オブジェクトは、 $K_v$  に含まれるキーワードを含んでいるので主成分得点を求めることができ、この空間上に配置することが可能である。一方、図1に  $O_{\overline{K_v}}$  で示す、 $K_v$  に含まれるキーワードをいっさい含まない説明文オブジェクト集合に含まれるオブジェクトについてはこの空間上には理論的に配置できないので、廃棄される。

このようにして、見学者が選択した説明文オブジェクトに基づいて展示全体を再構成することができる。この空間を興味空間と呼ぶ。ただし、キーワードは学芸員が付与した説明文から

形態素解析によって自動抽出したもので、興味空間にも学芸員の知識が反映される。

### (3) 個人化空間：学芸員の知識と見学者の興味が融合された空間

説明文オブジェクト集合  $O_v \cup O_m$  とキーワード集合  $K_v$  に対して双対尺度法を適用することによって、 $O_v \cup O_m$  に含まれるすべての説明文オブジェクトと、 $K_v$  に含まれるすべてのキーワード、すなわち、図1中の  $a$  と  $b$  の領域に含まれるオブジェクトとキーワードの関係を2次元空間構造として可視化する。この空間は、キーワード集合  $K_v$  によって張られているため見学者の興味による制約を受けている。しかし、一方で  $O_m$  に含まれる説明文オブジェクトによって、 $K_v$  に含まれるキーワード間に見学者によっては導入されなかった新たな関係が導入される。この関係はそもそも学芸員によって与えられたものであるから、結局この空間は学芸員の知識構造と見学者の興味が融合させることによって再構成した展示空間であると見なせる。この空間を個人化空間と呼ぶ。

ここで注意しなければならないのは、この個人化空間は学芸員の知識構造に基づく展示空間の単なる部分構造ではないということである。展示空間には、 $K_v$  に含まれないキーワード  $\overline{K_v}$  による関連が含まれているが、個人化空間からはこれらのキーワードによる寄与（図1中の  $c$  の部分）が削除されている。このことは、単に一部の関連が削除されるのみならず、これらのキーワードによって与えられる関連性によって覆い隠されていたような関連性を顕在化させる効果を持つ。この結果、個人化空間には展示空間になかった関連が現れる可能性がある。

このような学芸員と見学者を仲介しながら進める展示の個人化のプロセスは、見学者の持つ狭くて浅い範囲の知識を、学芸員の持つ広くて深い知識によって少し深く掘り下げるものと見ることもできる。

#### 2.2 関連に基づく個人化の例

前述の仲介による個人化手法を適用した例を示す。展示として利用したのは、国立歴史民俗博物館のホームページ<sup>15)</sup>にある常設展示の案内ページである。常設展示室は第1展示室から第5展示室までであり、それぞれが3~6のテーマを含んでいる。展示室ごとに各テーマとそれに関連する展示物について説明したページが用意されている。1テーマの説明を1オブジェクトとして扱い、全部で25のオブジェクトを得た（表1）。

表1 例に用いたオブジェクトの一覧

Table 1 List of objects.

展示室	オブジェクト
1	日本文化のあけぼの、稲と倭人、前方後円墳、沖ノ島、律令国家
2	王朝文化、東国と西国、大名と一揆、民衆の生活と文化、大航海時代、印刷文化
3	百姓の世界、都市の繁栄、道と旅、躍動する民衆、文書と絵図は語る
4	村里の民、山の人生、海浜の民、南島の世界、再生の世界
5	文明開化、産業と開拓、都市の大衆の時代

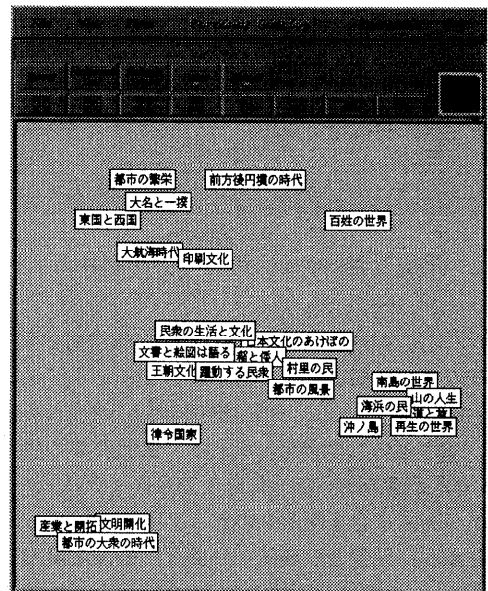


図2 展示空間の例

Fig. 2 Example of exhibition space.

これらを実際の展示で使用される説明文と見なし、提案手法によって関連を可視化した展示空間が図2である。この空間では、同じ展示室に含まれるオブジェクトはかなり近い位置に配置されている。特に、第4展示室と第5展示室に含まれるオブジェクトはそれぞれ関連度が高かった。これに比べると第1展示室から第3展示室までは展示室ごとのまとまりは、多少緩やかなものではあるが、これら全体では比較的まとまっており、この3つの展示室で通史的な展示を行っていることを考え合わせると、展示空間は学芸員の意図した展示構成を比較的良好に表現できていると思われる。

図3は、見学者が興味あるものとして“日本文化のあけぼの”、“王朝文化”、“民衆の生活と文化”の3つ

★ キーワードも同一空間上に配置可能であるが、簡単のため説明文オブジェクトのみを表示している。図3、図4も同様である。

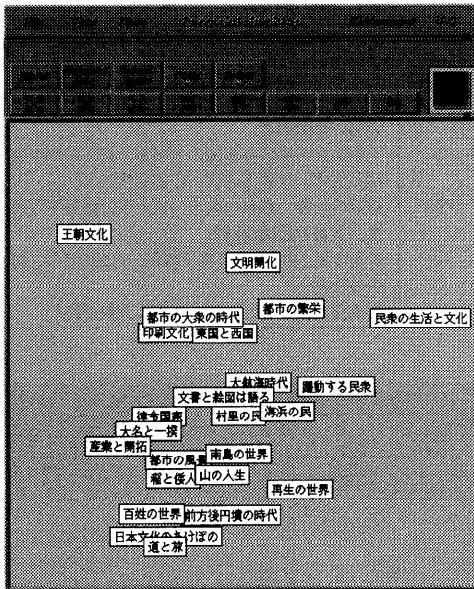


図 3 興味空間の例

Fig. 3 Example of visitor interest space.

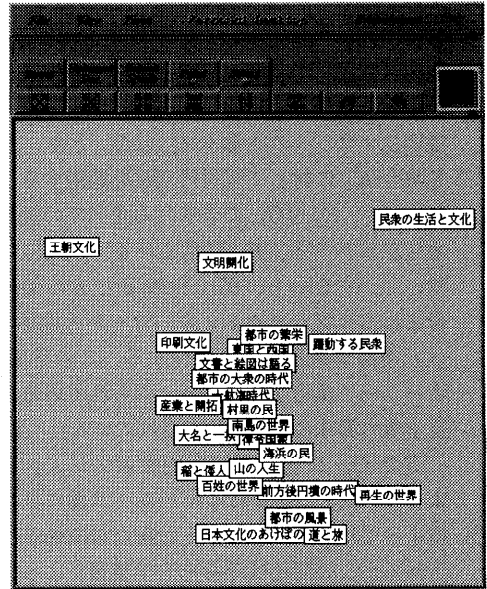


図 4 個人化空間の例

Fig. 4 Example of personalized space.

のオブジェクトを選択して得られた興味空間を示す<sup>☆</sup>。図 3 の興味空間上には、 $O_m$  に含まれるオブジェクトも配置されている。一方、展示空間に含まれていた“沖ノ島”というオブジェクトは、上記の 3 つのオブジェクトが含むキーワードを 1 つも含んでいなかったため、 $O_{Kv}$  に含まれるものとして削除されている。

図 4 は、見学者の興味と学芸員の知識を融合させて創り出した個人化空間である。対象としているオブジェクトは興味空間に残った 24 のオブジェクトである。 $O_m$  によって導入される関連性の影響で、興味空間とは違った構造が得られているのが分かる。

図 2, 図 3, 図 4 を比較して全体的な構造の変化についてみると、展示室ごとのまとまりは、興味空間ではかなり緩くなり、学芸員の知識が反映された個人化空間ではまた少し緊密なものとなったが、当初の展示空間に比較すると緩やかなものとなっている。これは、当初の展示の構造が見学者の興味を反映して解体され再構成されたためと考えることができる。

### 3. 関連が可視化された 2 次元空間の利用方法

学芸員の知識、見学者の興味、そして両者を仲介して得られた結果は、展示空間、興味空間、個人化空間として 2 次元空間に可視化できることを示した。これ

表 2 距離変化のパターン

Table 2 Patterns of transition of distance.

パターン	展示空間	興味空間	個人化空間
1	近い	近い	近い
2	近い	近い	遠い
3	近い	遠い	近い
4	近い	遠い	遠い
5	遠い	近い	近い
6	遠い	近い	遠い
7	遠い	遠い	近い
8	遠い	遠い	遠い

らの空間は、見学者および学芸員が直接観察して利用することも、システムが自動的に処理し、1 章で述べたモノ、情報あるいは配置の個人化に利用することも可能である。以下、両方の利用方法について述べる。

#### 3.1 見学者と学芸員が観察する

2 次元空間上に配置されたオブジェクト間の関係は、距離を基にして、近い、遠いの 2 通りに分類できる。そして、展示空間、興味空間、個人化空間という順に生成される 3 種類の空間のそれぞれにおける距離の変化のパターンは、表 2 に示すように 8 通りある。これらのパターンが見学者や学芸員にとってどのような意味を持つのかをパターンごとに議論する。

パターン 1:

このパターンに属するオブジェクト対の関連は、学芸員の知識の空間においても見学者の興味の空間においても同様に「近い」と意識されてい

<sup>☆</sup> 見学者は展示空間に配置されているオブジェクトをマウスでクリックするだけで選択できる。

たものであり、両者を仲介して得られた個人化空間においても変化がない。学芸員が展示を通して伝えようとした関連性に、当初から見学者も気づいており、納得のいく組合せといえる。

#### パターン 2:

この変化は、学芸員と見学者の双方が同様に関連性が高いと意識していたものが、学芸員の知識に見学者の視点を導入した結果、関連性が低くなるという、見学者にとっても学芸員にとっても意外性を与えるものである。

#### パターン 3:

この変化は、学芸員が用意した展示空間では関連性が高いとされていたにもかかわらず、見学者の興味空間では関連性が薄れてしまったが、両者を仲介することによって再度近く配置されることになり、その関連性があらためて見学者に伝えられることになると見ることができる。従来の展示方法では、学芸員が伝えようとしたにもかかわらず、見学者が見落としたままになるものに、見学者が気づくことができると解釈できる。また既存の「モノ」や「情報」の個人化手法においては、見学者の立場が優先されるので、このパターンのように興味空間において遠いすなわち関連性が低いモノや情報が提供される可能性は低い。このように、学芸員と見学者を仲介しつつ個人化する本手法は、博物館における伝統的な展示でも、既存の個人化手法でも提供できなかったものを見学者に提供できるという利点がある。

#### パターン 4:

元の展示空間では関連度が高かったが、見学者の興味空間では関連性が薄れ、最終的に関連性が低くなったままというパターンである。これは、学芸員の広い知識に基づく展示を見学者の狭い興味で見たときに、本来存在した関連が見学者の視野から外れてしまったと解釈できる。

#### パターン 5:

学芸員が意識していなかった関連が、見学者によって示され、仲介機能が見学者の意見を支持する形で両者を融合したと考えることができる。これは学芸員にとっては、見学者からのフィードバックによるあらたな視点の獲得といえる。このような見学者から学芸員へのフィードバックは、従来の博物館の展示においては困難であり、本手法の有効性を示すものである。

ここで注意すべきことは、このパターンが見

学者にとって意味がないパターンであるとは限らない点である。つまり、見学者からは自分の興味に応じた納得のいく結果が得られたことになる。学芸員があまり意識していなかった関連性を明らかにすることができたのであるから、見学者にとっては情報の受信者、消費者側から、反対の立場へと転換でき、より積極的に展示を見るきっかけとなる可能性がある。

#### パターン 6:

学芸員にとっては元の展示空間と同じ結果が得られており、見学者にとっては関連があると思われたものが、やはり関連性が低かったとなる変化である。見学者の興味によって顕在化した関連性が、学芸員の豊富な知識に基づく展示全体においては局所的な些末な関連であったとすることができる。

#### パターン 7:

この場合は、学芸員も見学者も関連が深いとは意識していなかったものが、仲介によって両者の知識と視点が融合されて初めて顕在化する関連である。これもまた、従来の展示や既存の個人化手法では提供できなかったものの例である。

#### パターン 8:

いずれの空間においても遠くに配置されており、関連性が低いことにかわりがないというパターンである。他のパターンに比べ、見学者も学芸員も積極的な意味を見いだす可能性が低いと思われる。

このように、見学者や学芸員がそれぞれの空間を観察し、説明文オブジェクト間の距離を比較することで、埋もれていた関連性に気づくなどの効果があり、提案手法での個人化は有用であると考えられる。

### 3.2 システムが利用する

本節では、システムが利用者による空間観察の際の支援や1章で述べたモノ、情報、配置の個人化のために、前述のパターン分類を指標として使用する場合について述べる。展示物間の関連性は多次元空間に表現されるが、ここで2次元空間における距離を基にしたパターン分類を使用するのは、利用者が観察するのが多次元ではなく2次元の空間であり、その利用者の主観に応じて個人化した情報提供を行うには、システムも同じ2次元空間を使用するほうが良いと考えるからである。

まず、利用者の空間観察を支援するには、パターンごとに説明文オブジェクトを色分けして表示する、注目するパターンに属するものだけを強調して表示する、

特定のパターンに属するものはまったく表示しないなど、各空間での説明文オブジェクトの表示方法を制御する方法がある。

次に、個人化のための指標として利用する場合は、特定のパターンに属するものだけを抽出する、パターンごとに配置を決定する方法により、仮想的に展示室を構成する方法があげられる。たとえば、知識の範囲を広げたいと望む見学者に対しては、パターン3 またはパターン7 に含まれるものを選んで展示を構成する、知識を深めたいと望む見学者に対してはパターン1 に属するものを中心に展示を構成するといった利用の仕方がある。

この手法は、いわゆる電子博物館に対して特に有効であると考えられる。なぜなら、電子博物館では展示されるモノもデジタル化されており、モノの配置を自由自在に変更できるからである。しかし、インターネット上に存在する電子博物館は、複数のモノをまとめた仮想的展示室や仮想的フロアといった構造を有する場合でも、その配置は固定的であり、見学者ごとにモノの配置も容易に変更できるという電子博物館の利点が有効に活用されていないのが現状である。これからの電子博物館においては、一方的に情報を提供するのではなく、利用者の状況に応じて動的に情報提供シナリオを変更できる仕組みが必要となると考えられるが、提案手法を用いることで、見学者の個々の要求に応じて、個人化された展示を提供できるようになる。

配置も含めた個人化は、実空間に存在する博物館での実施は非常に困難である。しかし、仮想的に構成した展示室を基に、見学の順序を工夫することで電子博物館の場合に近いことを演出することができると考える。また、モノや情報に関する個人化は、従来の博物館にも電子博物館にも適用可能である。

さて、このようにパターン分類を利用するためには、利用者の観察による主観的な「近い」「遠い」という評価をシステムが定量的に行うことが必要である。説明文オブジェクト間の距離の遠近の判定は、次のように行う。オブジェクト  $o_i$  と  $o_j$  ( $i \neq j$ ) の正規化距離  $d_{ij}$  を、

$$d_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}}{\sigma}$$

によって求める。ただし、 $x_{ij}$  は各空間における  $o_i$  と  $o_j$  の直線距離、 $\bar{x}$  および  $\sigma$  は、それぞれ各空間における全オブジェクト間の直線距離の平均と標準偏差である。そして、 $d_{ij}$  が一定の閾値より大きい場合を遠い、小さい場合を近いとする。

図2, 図3, 図4 に示した例を用いて、 $d_{ij} > 0.3$  の

表3 各パターンに属するオブジェクト対の例  
Table 3 Example object pairs of each pattern.

パターン	オブジェクト 1	オブジェクト 2
1	日本文化のあけぼの	稲と倭人
2	稲と倭人	再生の世界
3	道と旅	海浜の民
4	前方後円墳の時代	印刷文化
5	東国と西国	都市の大衆の時代
6	道と旅	産業と開拓
7	村里の民	都市の大衆の時代
8	道と旅	印刷文化

場合を遠い、 $d_{ij} < -0.3$  の場合を近いとした場合の各パターンに属するオブジェクト対の例を表3に示す。

#### 4. 評価

3章での議論は、展示空間と個人化空間が学芸員の視点からの展示物間の関連性を、興味空間と個人化空間が見学者の視点からの展示物間の関連性を表現できているという仮定に基づいている。2.2節では国立歴史民俗博物館の常設展示案内のホームページを使用した個人化例を示し、展示空間が学芸員の視点を反映できているのではないかと述べた。そこで今回はまず見学者の立場から、2次元空間に投影された2つの説明文オブジェクト間の距離が、これらのオブジェクトの関連度についての見学者の主観的な評価とどの程度一致しているかについて、主観評価実験による評価を行った。個人化空間が学芸員の視点をどの程度反映しているかについての評価は今後の課題である。

実験には、前述の国立歴史民俗博物館のホームページを使用した。被験者は、同じ研究所に所属する5人の研究者であり、日本史の専門家ではない。実験手順は次のとおりである。

(1) 被験者に25の説明文オブジェクトの中から興味のあるものを任意の数だけ選択させる。このとき、被験者には展示空間をそのまま提示することはせず、1つのテキストオブジェクトを1枚のカードに書いたものを25枚用意し、50音順に見せた。なぜなら、展示空間での説明文オブジェクトの2次元配置が、説明文オブジェクト間の関連度についての被験者の評価に影響を与えることが懸念されたためである。

被験者は平均して8個の説明文オブジェクトを選択した。

(2) 被験者が選択した説明文オブジェクトを用いて、興味空間と個人化空間を作成したのち、前述の8パターンのいずれかに属する説明文オブジェクト対を得た。そのうち、パターン1, 3, 5, 7

表4 被験者の選択によって得られた評価対象説明文オブジェクト対の個数

Table 4 Number of object pairs obtained from each subject's selection.

	パターン				計
	no. 1	no. 3	no. 5	no. 7	
被験者 1	81	3	22	2	108
被験者 2	98	2	1	1	102
被験者 3	69	12	23	1	105
被験者 4	66	9	11	16	102
被験者 5	99	2	4	0	105
合計	413	28	61	20	522

表5 説明文オブジェクト対の関連性の主観的評価

Table 5 Subjective rating of relevance between two objects.

パターン	no. 1	no. 3	no. 5	no. 7
平均	2.66	1.96	2.23	1.75
分散	1.28	1.15	1.51	1.04

のいずれかに属するものだけを抽出した。これらは、個人化空間での距離が“近い”になるものである。それぞれのパターンに属する説明文オブジェクト対の被験者ごとの個数を表4に示す。

- (3) 各被験者は、自分の選択によって得られた各説明文オブジェクト対に対して、強い関連があるものを5、関連がないものを1とした5段階の評価を行う。たとえば、被験者1の場合は、計108の説明文オブジェクト対について評価を行い、被験者2は計102の説明文オブジェクト対について評価を行った。このとき説明文オブジェクト対は、それがどのパターンに属するかということを被験者から隠蔽するために、ランダムに提示した。

表5は、関連度の評価の平均と分散を示す。この表より、パターン1、パターン5、パターン3、パターン7の順に関連性の主観的評価値に大小の傾向があることが分かる。

まず、パターン1に属する説明文オブジェクト対、すなわち、3つの空間のいずれにおいても距離が“近い”説明文オブジェクト対の関連性が高く評価されているのに対し、パターン7に属するオブジェクト対、すなわち、展示空間と興味空間では“遠く”、個人化空間においてのみ“近い”説明文オブジェクト対の関連性が最も低く評価されたことから、“近い”分類となる2次元空間の多さが、主観的関連性に影響すると考えられる。これは、“近い”ものどうしが多次元空間においてクラスタを形成している可能性が高くなる

分、共有するキーワードが多いことになり、それが主観的関連性に反映されるのは自然といえる。

次に、パターン5に属する説明文オブジェクト対の関連性は、パターン3に属する説明文オブジェクト対の関連性よりも高いとの評価を得た。展示空間より興味空間における近さのほうが、主観的関連性に影響することを示すものと思われるが、これは、この評価実験が見学者の立場で行われたため、見学者の視点が専門家の視点よりも強く反映されたと考えられる。これについては、残りの4パターンの評価および学芸員の視点での評価も行ったうえで検証する必要がある。

以上のことから、2次元空間における説明文オブジェクト対の距離は、関連性についての見学者の主観的評価を反映しているといえる。この結果は、3.2節で議論したように、システムが自動的に情報の提供方法を見学者の要求に応じてカスタマイズし、配置も含めた個人化を実現できる可能性を示唆するものである。ただしこの点については今後の詳細な検討と評価を要する。

## 5. おわりに

本論文ではまず、学芸員と見学者を仲介し、学芸員の専門知識が体系的に表現された博物館の展示を見学者の興味と融合させて、展示物の意味的関連に基づき個人化する手法を提案した。

本手法では、展示室や展示物に付与される説明文の集合を学芸員の知識と見なし、それらの説明文からキーワードを自動抽出し、双対尺度法によって統計的に処理した後、2次元空間にマッピングして展示空間として可視化する。そして、展示空間にあるオブジェクトの中から興味あるものを見学者に選択させ、見学者の興味空間を構成する。最後に見学者の興味空間を展示空間に融合させて、個人化空間を構成する。この手法を、国立歴史民俗博物館がインターネット上で公開している常設展示案内のページを展示と見なしして適用したところ、展示室ごとにまとまりのあった構造が見学者の興味と融合することで、新たな構造を創造することが確認された。

次に、これらの空間を利用する方法について述べた。オブジェクト間の関連性の強さが2次元空間における距離によって示されることを用いて、展示空間、興味空間、個人化空間のそれぞれにおけるオブジェクト間の距離の変化を8パターンに分類し、各パターンが、空間を直接観察する見学者や学芸員にとってどのような意味合いを持つのかを議論した。さらに、システムが個人化を支援するための指標としてこれらのパターン分類を使用できることも示した。



最後に、提案した手法について見学者の立場から評価を行った。その結果、展示物の関連を説明文を用いて2次元空間に配置する方法は、それらの関連性についての見学者の主観的評価を反映していることが分かった。また、説明文オブジェクト対の距離変化のパターンの分類が、見学者の要望に沿ってモノや情報を選択したり、仮想的な展示室を構成するための指標となりうることが示唆された。

今後の展望として、1章で述べたモノ、情報、関連、配置のすべての側面にわたって個人化された博物館展示を構成する手法の研究があげられる。しかも配置変更が容易な電子博物館だけを対象とするのではなく、人々に感銘を与えるすぐれたモノに溢れた従来の博物館も対象としたいと考えている。筆者らはすでに、見学者の状況に応じて適切な展示ガイドを行うC-MAPシステム<sup>12)</sup>と、見学者ごとに仮想空間内の案内の仕方を変更するパーソナルガイドエージェントを実現している<sup>3)</sup>。このような技術と組み合わせて、本論文で提案した手法を基に仮想的に創出される展示を物理空間中の展示へと対応づけ、適切なガイドを行うことで、あたかも見学者ごとに博物館が存在しているかのような感覚を与えられるようになれば、ようやく博物館という組織が社会全体での知識の交流、共有の場として機能することができるようになって考えている。

謝辞 本研究の機会を与えてくださった(株)ATR知能映像通信研究所の酒井保良会長ならびに中津良平社長に感謝いたします。

### 参 考 文 献

- 1) Hitzeman, J., Mellish, C. and Oberlander, J.: ILEX: The intelligent labelling explorer, *Archives and Museum Informatics*, Vol. 11, pp. 107-115 (1997).
- 2) 門林理恵子, 間瀬健二: 新しいコミュニケーション環境としてのMetaMuseum, マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, Vol.95, No.2, pp.71-78 (1995).
- 3) Kadobayashi, R. and Mase, K.: Seamless Guidance by Personal Agent in Virtual Space Based on User Interaction in Real World, *The 3rd International Conference and Exhibition on The Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology (PAAM98)*, Nwana, H.S. and Ndumu, D.T. (Eds.), pp.191-200 (1998).
- 4) 門林理恵子, 西本一志, 角 康之, 間瀬健二: 学芸員と見学者を仲介するエージェントによる博物館展示の個人化, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルワークショップ論文集, Vol.97, No.2 pp.413-418 (1997).
- 5) Kadobayashi, R., Nishimoto, K., Sumi, Y. and Mase, K.: Personalizing Museum Exhibition by Mediating Agents, *Tasks and Methods in Applied Artificial Intelligence*, del Pobil, A.P., Mira, J. and Ali, M. (Eds.), *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, Vol.1416, pp.648-657 Springer-Verlag (1998).
- 6) 栗田靖之, 和田哲也, 松田 卓, 松村浩一: 携帯情報端末による新しい展示手法, *人文学と情報処理*, No.17, pp.42-48 (1998).
- 7) Cognitive Applications Limited: The Micro Gallery, <http://www.cogapp.com/home/microgallery.html>.
- 8) Maio, D. and Rizzi, S.: *CICERO: An Assistant for Planning Visits to Museum*, *Lecture Notes in Computer Science*, Revell, N. and Tjoa, A.M. (Eds.), Vol.978, pp.564-573 Springer-Verlag (1995).
- 9) 西里静彦: 質的データの数量化, 朝倉書店 (1982).
- 10) 坂村 健: デジタルミュージアム 脳博物館—博物館の未来 (1997).
- 11) 白井博章, 横山和俊, 須藤昌徳, 箱守 聰, 井上 潮: 携帯端末を用いた個人向け情報提供システムの実現について, *情報処理学会研究報告*, 98-DBS-115, 98-FI-49, pp.9-16 (1998).
- 12) 角 康之, 江谷為之, シドニー・フェルス, ニコラ・シモネ, 小林 薫, 間瀬健二: C-MAP: context-aware な展示ガイドシステムの試作, *情報処理学会論文誌*, Vol.39, No.10, pp.2866-2878 (1998).
- 13) 角 康之, 西本一志, 間瀬健二: 協同発想と情報共有を促進する対話支援環境における情報の個人化, *電子情報通信学会論文誌*, Vol.J80-D-I, No.7, pp.542-550 (1997).
- 14) Smithsonian Institution: Revealing Things, <http://www.si.edu/revealingthings/>.
- 15) <http://www.rekihaku.ac.jp/>.

(平成 10 年 8 月 24 日受付)

(平成 11 年 1 月 8 日採録)



門林理恵子（正会員）

1985年大阪大学文学部史学科卒業。1997年同大学院工学研究科博士後期課程修了。博士（工学）。ソフトウェア会社勤務を経て、1990年シャープ（株）入社、移動体通信プロトコルの研究等に従事。1994年9月より、（株）ATR通信システム研究所、1995年4月より、（株）ATR知能映像通信研究所に出向。現在、（株）ATR知能映像通信研究所客員研究員。コミュニケーション支援技術、情報処理技術の博物館への応用研究に従事。訳書「オープンシステムネットワークング」（ソフトバンク、共訳）。電子情報通信学会会員。



角 康之（正会員）

1990年早稲田大学理工学部電子通信学科卒業。1995年東京大学大学院（情報工学）修了。同年より、（株）ATR知能映像通信研究所研究員。博士（工学）。発想支援システム、知識処理システムの開発、およびその人間協調系への応用研究に従事。人工知能学会、電子情報通信学会、AAAI各会員。



西本 一志（正会員）

1987年京都大学工学部工学研究科機械工学専攻修士課程修了。同年松下電器産業（株）入社。現在（株）ATR知能映像通信研究所第二研究室客員研究員。エージェントによる人の創造的活動の支援の研究に従事。人工知能学会、言語処理学会、International Computer Music Association各会員。博士（工学）。



間瀬 健二（正会員）

1979年名古屋大学工学部電気工学科卒業。1981年同大学院修士（情報）課程修了。同年日本電信電話公社（現在NTT）入社。1988～1989年米国MITメディア研究所客員研究員。1995年より（株）ATR知能映像通信研究所第二研究室長。博士（工学）。コンピュータグラフィックス、画像処理とそのヒューマンインタフェース、コミュニケーション支援への応用が主な研究テーマ。IEEE、ACM、電子情報通信学会各会員。