

## 新しいコミュニケーション環境としての MetaMuseum

門林 理恵子 問瀬 健二

(株) ATR 知能映像通信研究所

E-mail:{rieko,mase}@mic.atr.co.jp

本稿では知識共有のための枠組みとして、新しいコミュニケーション環境である MetaMuseum を提案する。MetaMuseum とは、専門家と素人のように保有する知識や情報量に大きな差がある人々が円滑にコミュニケーションを行うことができ、知識の共有ができる環境である。専門知識を利用者の知識の体系に合わせて動的に再構成するなどの支援をエージェントが行うことにより、利用者はより深い理解が得られるようになる。

### 1 はじめに

インターネットを始めとするコンピュータネットワークの普及によって、世界中に分散した優れた知識にアクセスし、共有することが可能になりつつある。この来るべき世界では我々が秀逸の知識に触れ、自分のものとして修め、新しい発見をするという感動と教養と品性にあふれた経験をするのが可能になるであろう。この経験は新しいタイプのエンタテインメントといっても良い。しかし一方で、このような経験の場を提供し、集積された知識の真髄に触れることは困難であることが予想される。それは、大規模に分散されているというのみならず、知識や情報の供給側と受容側の立場の違いにより、知識のアクセス方法がわからずその知識に到達できなかったり、たとえ到達できていても理解できないという事態が生ずるからである。本文ではこれを、知識を共有するためのコミュニケーション環境を提供する際の問題としてとらえ、知識共有のための新たな枠組みを提案する。すなわち、学芸を体験、経験する場としての MetaMuseum を提案する。

ところで、このような大規模な知識の集積場として現存する環境の例として博物館（美術館を含む総称としての museum の意味で用いる）がある。博物館は、それぞれの専門分野に基づいて収集された文化的資料と、それらについて得られた様々な知識が蓄積されている場所である。蓄積された専門的な知識は、収集した資料のうち最高の品質でかけがえのない「もの」を「展示」することによって利用者に公開される。利用者はこの展示物に接することにより感動を覚えその背後に整理された知識に導かれる

のである。ところが、現実の「展示」という方法には、展示スペースや経費の制約により、収集した資料の一部しか展示できない、展示の説明が少ないという問題に加え、展示者から利用者への専門知識の一方的な提示に留まり、利用者が積極的に知識を獲得するための手段が非常に限られているなどの問題がある。すなわち、現在の博物館は、専門的な知識を利用者が共有できる場というより、単に資料の展示場となってしまう。

しかし、我々は現存の博物館の展示形態から、知識の共有を促進するために現実に存在する「もの」の迫力を介在させる効果が、今後電子化された社会においても無視することはできないということを学ぶことができる。たとえコンピュータネットワークを介した知識共有の主たる対象が電子化されたものを対象としているとしても、電子化されていない知識の対象、すなわち「もの」を含めた知識共有の枠組みを考えることは非常に大切であると考えられる。

本稿では、博物館すなわち museum という語が、芸術や科学を司る女神 (Muse) たちの殿堂を意味するギリシャ語の Mouseion (shrine of the Muses) に由来するように、学芸を単に展示するにとどまらず、世界中の知識の集積場としてあるいはその知識を共有し満足のいく体験をする場として MetaMuseum を考えることにする。そのためには、利用者側からの積極的な働きかけが必須である。そこで、本稿では、MetaMuseum を専門家とその分野について素人である一般の利用者とのコミュニケーションの場として捉えることにより、利用者が自分の経験や知識、興味に基づいて、情報検索や知識獲得が行えるようにするとともに、保有する知識の質や量に大きな差がある専門家と素人との間のコミュニケーションギャップを埋め、知識の共有がより円滑に行える環境を提供することを目指す。

MetaMuseum as A New Communication Environment  
Rieko KADOBAYASHI and Kenji MASE  
ATR Media Integration & Communications Research  
Laboratories

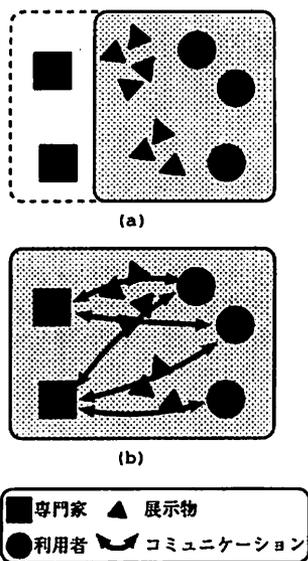


図 1: (a) 従来の博物館, (b) MetaMuseum

## 2 博物館におけるコミュニケーションの特徴

従来の博物館では、興味や知識の質、量あるいは文化的背景などが様々に異なる不特定多数の利用者に対し、常に同じ視点で同じものを展示し、それらに付けられる説明の専門性も同じという、いわば放送型の展示を行っている。そのために、利用者側にとっては、展示テーマ、つまり展示物の背後にある研究成果としての専門的知識を十分に理解できないことになる。このように、展示が誰に対しても同じであること理由として、展示スペースや経費、資料の保護などの問題が挙げられる。この問題の手取り早い解決策に、資料の電子化展があり、例えば美術館などにおいて、ハイビジョンミュージアムという試みが行われている<sup>[5]</sup>。

しかし、このような解決策ではまだ放送型の展示の範疇を抜け出していない。利用者が自分の興味や関心を反映させる手段が、与えられたプログラム中の選択肢を選択するという程度の自由度しかないからである。これでは利用者一人一人が本当に理解することは難しい。そこで、知識を共有するための枠組みとしては、放送型のメカニズムではなく、利用者側からも意図が伝達でき、利用者の興味や関心に基づいて専門的な知識の検索や獲得ができるメカニズムが必要である。すなわち、利用者と専門家との間に双方向のコミュニケーションができる環境を提

供することが必要である。

それでは、博物館が知識共有の場であり、そのためのコミュニケーション環境を提供する場であると捉えると、どのようなコミュニケーションが存在するだろうか。ここでは、コミュニケーションに参加するのは、ある分野について高度な知識を持った専門家と、その分野についてはあまり知識を持たない利用者を考える。

まず、コミュニケーションのスタイルは以下のようになる。専門家は主に展示という形でコミュニケーションに関わるが、展示は「もの」によって行われ、通常は利用者だけで見学するので、非対面のコミュニケーションである。さらに、利用者が博物館を利用するのに先だって、専門家側が利用者に伝えたいテーマにそって知識を整理し、構成しておくものであり、非同期でのコミュニケーションでもある。これらの展示を利用者は一人で見学する場合もあれば、複数で見学する場合もある。展示も、通常は一人ではなく複数の専門家によって構成されるものであるため、利用者と専門家とのコミュニケーションは、1対1、1対多、多対多など様々である。

次に、コミュニケーションに参加する専門家と利用者との間で、保有する知識の質や量に大きな差があることが特徴である。専門家の間では共有されており、理解が容易な専門用語も、素人には理解が難しいため、コミュニケーションギャップが生じやすい。このようなギャップは、専門家の持つ知識を、利用者が持つ知識のドメインにうまくマッピングする必要がある。そのために、展示につける説明も、専門用語ではなく、より平易で一般的な用語に置き換えることも多い。しかし、利用者が持つ知識の質や量は、利用者によって異なるものであり、一律に平易な用語に置き換えるだけでなく、利用者一人一人に応じたマッピングが求められる。

また、複数の利用者があるため専門家と利用者の間だけでなく、利用者の間にも知識レベルや興味、関心などについて様々な差が存在することが考えられる。例えば、歴史系の博物館で、ある時代に使用された土器の展示を見る場合、美術史における位置付けに興味を持つ利用者や、土器の流通の機構に興味を持つ利用者など、一つの展示に関しても、興味や関心は多岐に渡ると考えられる。従って、コミュニケーションの両端で専門家と利用者との間に、コミュニケーションのギャップが生じるだけでなく、利用者の間にも知識や興味について大きな差が存在するようなコミュニケーションである。

さて、博物館では、その館が対象とする専門分野について、資料の収集を行い、研究成果を整理し、展示という形で公開する。利用者は、あらかじめど

のような展示がしてあるかを知らずに、その展示につけられたテーマを手がかりに、コミュニケーションに参加し始める。従って、コミュニケーションの目的は、専門家側には明確であるが、利用者にとっては、展示を見学する過程で次第に明らかになるものである。もともと目的が明確になっていないため、その場その場で、サブテーマに応じて知りたいことが変化し、アドホックなゴールが積み重なるコミュニケーションになると考えられる。

このように、博物館における専門家と一般の利用者とのコミュニケーションには、様々な側面がある。特に、個人の興味や知識がアドホックに反映され、徐々にコミュニケーションを形作っていく側面が強い。従って、不特定多数の利用者ではなく個人としての利用者が、展示を見学する過程において、自分の興味や知識レベルに応じて専門家とコミュニケーションでできることが求められる。つまり、コミュニケーションの様々な側面において Personalization(個人化)が求められている。MetaMuseum はこれらの要求を満たすコミュニケーション支援環境を提供するものであり、以下では、そのために必要な機能について述べる。

### 3 MetaMuseum に求められる機能

MetaMuseum におけるコミュニケーションにまず求められるのは、専門家と利用者それぞれがコミュニケーションに参加することを支援するための機能である。それに加えて、2章で述べたように、個人化するなどのコミュニケーションを促進するための機能が必要である。さらに、他の分野の専門家とのコミュニケーションへと発展させるための機能が必要である。これらは次のようにまとめることができる。

- コミュニケーション参加を支援する機能
  - 専門家が、知識を表現する機能
  - 利用者が、知識を発掘する機能
- コミュニケーションを個人化する機能
- コミュニケーションの展開を支援する機能

#### 3.1 知識を表現する機能

知識の可視化 従来の専門知識の可視化は、様々な資料をテーマに沿って構造して展示することにより実現されていたと言える。しかし、展示スペースが狭いことや貴重な文化財を保存しなければならないといった制限によって、テーマに関わる資料の全てを展示することはできない。また、展示テーマから外れるものも展示することができない。このよう

な制約を解消する方法として、資料を電子化し、それらを展示するという方法がある。これには、3次元画像データベースを作成し、展示コーナーに設置されたディスプレイに映し出すことなどが考えられる。

知識の対象が「もの」として存在する場合には、上述の方法が使用できるが、そうでない場合には別の方法が必要である。例えば、古代の住居はそのまま残っている例がない。このような場合には、遺跡から得られる住居跡のデータと、その当時の土木技術について専門家が持っている知識から、当時の様子の仮説を立てて復元を行い、模型やコンピュータグラフィックス技術などを利用して可視化する必要がある。コンピュータグラフィックスを使用すれば、住居の復元だけに留まらず、様々なシミュレーションが行える可能性がある。

思考の可視化 専門知識の可視化とは、ある事象について専門家が思考を重ねた結果を表現することである。利用者が理解しやすくするためには、結果だけでなく、なぜそのような結果が得られたのかという、思考の過程を可視化することが有効であると考えられる。なぜなら、専門家の思考の過程を辿ることにより、利用者は思考の疑似体験が可能となり、他の事例に対して同様な方法を適用して知識を獲得する機会が与えられるからである。

また、2次元や3次元の概念マップとして可視化された思考を見ることにより、自分と専門家とはどのように考え方が違うのかということを知ることができれば、コミュニケーションのギャップを埋めやすくなると考えられる。

#### 3.2 知識を発掘する機能

利用者がコミュニケーションに参加するためには、展示を通して表現される専門知識に対する様々な質問や興味を専門家に伝達する必要がある。

博物館における知識は大量であるがゆえに、そのすべてが展示されているわけではない。また、展示されているものから刺激を受けて、別の知識への興味は湧く場合もある。さらに、「もの」についての情報は蓄積されているものの、それらの間の関連が知識として明らかになっていない場合もあるだろう。このような場合には、利用者は大量の知識の中から、自分にとって興味がある知識を「発掘」するののように、自ら検索し、獲得する必要がある。

考古学において、発掘は知識を得るための重要な方法の一つである。まず、地表の観察を行い、土器片などの遺物や古墳の墳形が残っていないか確認する。こうして得られた手がかりをもとに仮説を立て、狭い範囲をいくつか「試掘」する。試掘によ

て仮説の正しさが立証されれば、次は、本格的な発掘を行うが、経費や時間などの制約から対象とする遺跡全体を発掘できることは少ない。そのため、試掘によって得られた知識を元に、限られた範囲の発掘であってもできるだけ多くの知見が得られるように、発掘の対象範囲を限定する。そして、新たな知見を得て、それらを整理し、他の知識と関連づけて、あらたな知識を得ることになる。つまり発掘とは、最小のコストで、必要となる情報が埋まっている可能性の高いところを中心に発掘し、最大の知識を得る方法といえる。

このような方法を情報検索や知識獲得へ応用することによって、大量の知識がある場合でも、自らの位置を見失わずに、必要な知識を効率よく獲得することが可能になると考えられる。

また、展示を前にした利用者の質問は、漠然としておりアドホックなものになりやすいと考えられる。このような場合には、明確な指示を与えることが難しい。さらに、明確な指示によって、それに一致する大量の情報や知識を検索することができても、明確な評価基準がないために、手に負えなくなることが予想される。このような場合にも、前述の発掘のように、大雑把な検討をつけ限られた情報だけを得ることができる試掘と広い範囲に渡って調査し大量の知識を得ることができる発掘という2段階の検索手法が向いていると考えられる。

### 3.3 コミュニケーションを個人化する機能

コミュニケーションを個人化するための機能は、テーマの個人化、情報や知識の個人化、インタラクションの個人化、インタフェースの個人化に分類することができる。以下ではそれぞれについて述べる。

**テーマの個人化（展示のモジュール化）** 現在の博物館が抱える問題の一つに、不特定多数の利用者に対し、ただ一つの展示しか提供できないことである。展示にはテーマがあり、展示室ごとにサブテーマに分割される。利用者の興味や知識のレベルが違っていても、同じスタートから始まり、同じ順路を経て同じゴールへ至ることが要求される。しかし、利用者ごとに興味は異なるものであり、大人と子供というように知識のレベルも異なるものである。そこで、同じスタートから始めても、違う経路を辿り、別のゴールに到着することが可能なように、展示をモジュール化する必要がある。ある展示からどの展示へ移るか、どこをゴールとするかは、利用者に委ねられる。ただし、特に経路の選定に関しては、利用者だけで決定することが困難な場合が

予想される。従って、モジュール構造の展示を行うだけでなく、見学すべきモジュールの選択と構成を支援する機能が必要である。

**情報や知識の個人化** 情報や知識の共有は、それを利用する個人によって理解されて初めて成立する。情報や知識を利用者にとって理解しやすいものとするためには、それらが蓄積された時の構造を保ったまま見せるのではなく、利用者に応じた形で見せる個人化が必要である。ここでいう個人化は、多くの情報の中から検索された一つの情報を利用者の利用形式、例えば報告書を作成するために適した形式に変換して使用すること<sup>[1]</sup>ではなく、複数の情報間の関連や構造を利用者の興味や知識などに基づいて動的に構造を変化させ、再構成を行うことを意味する。

例えば、新聞記事のデータベースを検索する場合、キーワードを含む記事を日付順に並べたり、キーワードとの関連性をランク付けしたりするのではなく、そのキーワードが利用者の知識の中では、どのような概念と結び付いているかに基づいて、構造化して見せることである。

**インタラクションの個人化** 個人化ということとは、インタラクションにも当てはまる。例えば、様々な可視化機能を提供しても、それがすべての利用者に対して同じインタラクションしか提供しなければ、従来の展示と変わらない。前述のように、コンピュータグラフィックスを利用した可視化を行うとシミュレーションが可能となるが、その際に、利用者が指定できるパラメータの種類や数を、利用者ごとに変更し、あまり知識を持たない利用者にはパラメータの数を減らし、対象についての知識もシミュレーションの操作に関する知識も豊富な利用者には、指定できるパラメータの数を増やすといった個人化を行う必要がある。

インタラクションの個人化を行う時に考慮すべき点として、粒度、深さ、方向、距離の4つが挙げられる。インタラクションの粒度を小さくすることとは、パラメータの数を増やすなどして、利用者の細かな要求にも応えられるようにすることである。また、インタラクションを深くすることは、インタラクションを繰り返す間に、専門性の低い知識から徐々に高い知識を返すようにするといったことである。インタラクションの方向とは、どれだけ異なる視点からのインタラクションが可能であるかに関わり、距離とは、どれだけ離れた知識へインタラクションできるかということに関わる。つまり、インタラクションは粒度が小さく、深く、複数方向で距離が遠いものが求められる。

インタフェースの個人化 利用者はあらゆる場面で、専門家とのコミュニケーションを行うと考えられる。従って、あらゆる場面でコミュニケーションのインタフェースが用意されているべきであるが、それらが不特定多数向けのものであると、利用者個人にとっては操作性や利便性が悪くなる。そこで、利用者が個人の利用形態に合わせて操作できるインタフェースが必要である。このようなインタフェースの個人化は、個人で利用でき、無線通信機能を備えた携帯型情報機器などによって実現できると考えられる。

### 3.4 コミュニケーションの展開を支援する機能

従来の博物館は、その館が対象とする専門分野の知識を保有しているが、他の分野の知識は欠如しているため、利用者が別の視点から展示に接して知識を得ようとしてもできない。ある分野についての専門家とのコミュニケーションは、そこへ他の分野の専門家が加わることによって発展していくと考えられる。そのために、ネットワークによって複数の博物館を接続し、他の分野の専門家もコミュニケーションに参加できるようにする機能が必要である。

ネットワークを利用することにより、複数の博物館が参加する一時的な博物館を構成することで、従来は静的に展示されていたものを動的な展示へと変えることが可能となる。基本となる展示は同じままで、視点を変えた展示を随時行っていくことができ、利用者は新たな体験をすることができる。

また、博物館だけを接続するのではなく、従来は博物館の枠組みで捉えられてこなかったものを接続してもよい。例えば発掘現場とを結び、発掘成果という知識の伝達の速報性が得られる。この場合、発掘現場にいる専門家とのリアルタイムなコミュニケーションによって、利用者は現在起こっていることを「体験」でき、興味が増して身近なものとなることが期待される。

## 4 MetaMuseum のモデル

### 4.1 コミュニケーションモデル

MetaMuseumにおけるコミュニケーションは、専門家から利用者へと、利用者から専門家への双方向のコミュニケーションであり、双方向ともに利用者個人への適応化が必要であることはすでに述べた。この適応化の過程を支援するのがエージェントであり、3章で述べた種々の機能が提供される。

MetaMuseumでのコミュニケーションのモデルを図2に示す。まず、専門家から利用者へのコ

ミュニケーションでは、専門知識が与えられ、個人のプロフィールに従って個人化された知識へと変換される。この過程は、 $Kp = P(Ke, Profile)$ によって表現される。 $Kp$ は個人化された情報、 $P$ は個人化を行う関数、 $Ke$ は専門知識、 $Profile$ は利用者の個人情報であり、興味や知識、経験、文化的背景などが含まれる。

反対に、利用者から専門家へのコミュニケーションでは、利用者が展示を見て思いついた漠然とした質問が、プロフィールに従って適切な専門分野の質問へと変換され、専門知識を要求する。この過程は、 $Qs = S(Qv, Profile)$ で表現される。 $Qs$ は専門化された質問、 $S$ は適切な専門分野への完全な質問への変換を行う関数、 $Qv$ は利用者の漠然とした質問、 $Profile$ は利用者の個人情報である。

以上のように、MetaMuseumにおけるコミュニケーションは、「もの」の展示空間において専門家と利用者との間で行われるものであり、エージェントによって支援されるものと考えられる。次節では、エージェントの種類と役割を概観し、どのようにコミュニケーションを支援するのかについて議論する。

### 4.2 エージェントモデル

MetaMuseumにおけるエージェントとは、専門家と利用者との間のコミュニケーションを支援するために必要な機能として3章で述べた機能を、様々な場面で適切に、かつ、より柔軟に提供する役割を担ったプログラムの集まりである。

3章で挙げた機能は、展示全体を通してすべての利用者にとって必要な機能である。そのような機能を提供するエージェントをサービスエージェントと呼ぶ。例えば、知識を可視化するエージェントは、展示コーナーに存在し、コンピュータグラフィックスなどを用いて、利用者が理解しやすい形で専門知識の展示を行う。知識を発掘するエージェントは、専門知識が蓄積されたデータベースへアクセスし、試掘と本格的な発掘の2段階のレベルを必要に応じて使い分け、利用者が欲する知識を探し出す。また、情報や知識を個人化するエージェントは、専門知識の持つ構造を、利用者が持つ知識の構造に合わせて動的に変換する。

これらのサービスエージェントが、利用者一人一人に応じたサービスを提供するためには、前節で述べた利用者のプロフィールが必要である。プロフィールには経験も含まれるが、短期間の経験とは、MetaMuseumの中をどのように動き回り、どの展示を見学し、どのような質問をしたかということである。どこで何をしたかという利用者の「移動」に伴う情報を効率良く管理する必要がある。また、利用

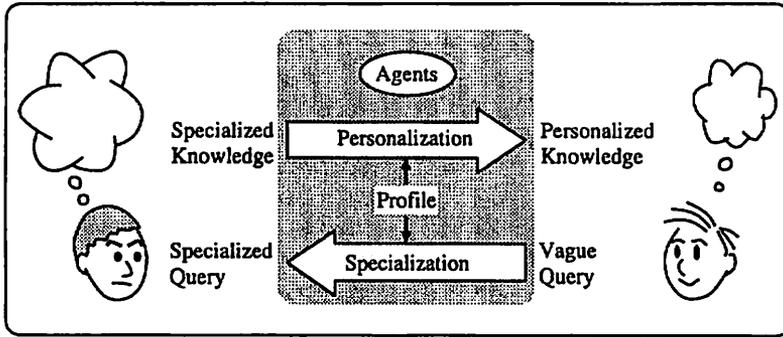


図 2: MetaMuseum のコミュニケーションモデル

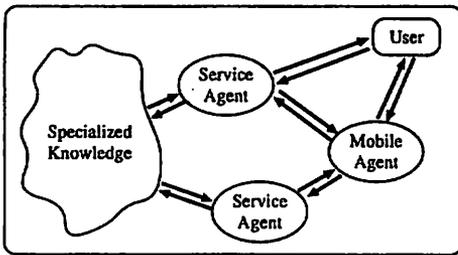


図 3: MetaMuseum のエージェントモデル

者からの漠然とした質問も、その質問がどこで発せられたかということを検出し、専門家が応答可能な形の質問に変換する必要がある。そのため、利用者のプロフィールを管理すると共に、利用者に付随して MetaMuseum の中を一緒に動いて回り、位置に依存した処理を行うモバイルエージェントを考える。

図 3 に、MetaMuseum のエージェントモデルを示す。モバイルエージェントは、利用者に対してインタフェースを提供すると共に、利用者の個人情報を随時蓄積していく。そして、利用者が何らかのサービスエージェントが提供する機能を利用するとき、そのサービスエージェントにプロフィールを伝達する。そのプロフィールに基づいて、サービスエージェントは専門知識を取り出し、利用者に合わせて提供する。サービスエージェントの機能は、利用者へ直接提供される場合と、モバイルエージェントを介して提供される場合がある。

ここで、モバイルエージェントとサービスエージェントが協調してコミュニケーションを支援する一例について述べる。

1. 利用者が、専門家によって提供されたテーマ「弥生時代」に沿って展示を見学しはじめる。
2. 土器の展示コーナーの前で、利用者が「大きいものは?」と尋ねる。
3. モバイルエージェントは、利用者の位置を検出して現在展示されているものの種類や年代を特定し、このような位置に依存した問い合わせから、例えば、「弥生時代中期の近畿地方の土器で口径が 30cm 以上かつ高さが 50cm 以上のもの」という適切な問い合わせに変換したのち、弥生時代の土器のデータベースにアクセス可能なサービスエージェントに送る。
4. サービスエージェントは、この質問の条件を満たすデータを検索し、その結果を一覧表にして利用者に見せる。
5. 次に利用者が、銅鐸の展示コーナーの前で「他には?」と質問したとする。
6. モバイルエージェントは、先ほど利用者が大きさに関する質問をしたことをプロフィールから知り、利用者が知りたいのは絵柄や出土地が異なる銅鐸についてではなく、大きさの異なる銅鐸についてであると推論し、「弥生時代に日本から出土した銅鐸の高さ」をサービスエージェントに問い合わせ、銅鐸の大きさのデータを得る。
7. このデータを可視化エージェントに送り、最大、最小と平均を求めてグラフを作成することを依頼する。
8. 可視化エージェントは、モバイルエージェントから受けとったデータを依頼に合わせてグラフ化する。

9. 利用者が次の展示コーナーへ進もうとするとモバイルエージェントは、展示のテーマについてサービスエージェントと相談し、選択可能な展示コーナーの中から、これまでに見学していない所へと進むように助言する。例えば、利用者の現在の関心は遺物の大きさにあると考え、銅鐸の音色を聞くことのできる展示コーナーではなく、三角縁神獣鏡を網羅的に展示したコーナーを見学するように助言する。
10. しかし、銅鐸の前で利用者が何に使用するものかを探していれば、銅鐸の音色を聞くことのできる展示コーナーに進むよう助言する。
11. モバイルエージェントは、利用者の見学したコースや質問などをプロフィールに書き込み、次の見学の時に備える。

このようにして、モバイルエージェントとサービスエージェントが協調することにより、利用者は専門家とのコミュニケーションを個人化でき、より深く理解できるようになる。

## 5 関連研究

コンピュータやネットワークという新しい道具を使用して、従来の博物館のあり方を変えようとする試みには、いくつかの流れがある。まず、収蔵品の管理などの業務のための利用<sup>[3]</sup>や、博物館の所在や展示の予定の案内などの来館者サービスへの利用<sup>[17]</sup>といった従来の博物館を補う類の試みがある。

これらは展示する対象そのものの電子化を行うのではなく、展示に関わる業務やサービスを電子化するため、博物館の情報化と位置付けることができる。これに対し、展示対象も含めてすべてを電子化し、ネットワークの中だけで観賞できるもの<sup>[2],[12]</sup>があり、これらはデジタル博物館と呼ぶことができる。美術館などにおけるハイビジョン画像データベース<sup>[5]</sup>の展示は、この両者の中間に位置付けられる。さらに、仮想現実の分野では、現実世界のすべてを仮想世界に持ち込むのではなく、現実の世界に仮想性を持ち込むという拡張型現実が提案されている。その応用として、自然史博物館を提案する研究がある<sup>[10]</sup>。

知識を可視化する試みとして、例えば、CGを利用して失われた遺跡を復元する試みが挙げられる<sup>[14],[22],[13]</sup>。CGを利用することで、光が差し込む方向の変化と住居の中の遺物の分布との関連の有無といった、これまでに無かった視点から捉えることができる可能性が示されている<sup>[13]</sup>。このように特に考古学や歴史の分野において、すでに存在しな

いものについての知識を可視化するのに有効と考えられる。

思考の可視化については、複数人のそれぞれの思考過程におけるある時点でのスナップショットを、単語間の関連度によって2次元平面に可視化し、類似点や相違点を比較できるようにすることでグループコミュニケーションを支援する試みがある<sup>[16]</sup>。このような方法をさらに進めることによって、思考過程そのものの可視化を行い、他者との比較を行うことが可能になると考えられる。

MetaMuseumでは様々なレベルでの個人化が求められるが、シミュレーションにおけるインタラクションの個人化<sup>[15]</sup>や携帯型情報端末を利用した個人向けサービス<sup>[19]</sup>などが提案されている。知識の個人化に関しては未だ途中の段階にあり、例えば、広域ネットワークに散在する情報をオントロジーを用いて自動収集し、それらを分類する<sup>[8]</sup>研究は、共通のオントロジーをベースにしており、個人化が課題とされている。また、グループコミュニケーションにおけるニュースシステムのような話題指向のシステムとメールシステムのような受信者指向のシステムを統合した、より柔軟なグループコミュニケーションシステムにおけるメール検索機構において、検索した結果を利用者個人のプロフィールに書かれた知識を元に、動的に階層構造を変化させることが検討されている<sup>[4]</sup>。

エージェントに関しては数多くの研究があるが、まず、知識発掘に関するものでは、WWWのブラウジングを支援するエージェントがある<sup>[11]</sup>。明確な目的を持たない利用者が辿ったリンクに含まれる単語や検索のために入力したキーワードから、エージェントが利用者の興味を類推し、関心のありそうなページをだけを示唆するというものである。検索する深さを利用者のインタラクションによって制限することで、不必要に大量な結果を与えることがないように配慮されている。

モバイルエージェントについては、利用者と共に移動し位置が変わることによって問い合わせの結果が変わる場合がある。このような問い合わせは移動データベースの研究分野ではlocation sensitive query<sup>[20]</sup>またはlocation dependent query<sup>[6]</sup>と呼ばれ、位置の把握とデータ通信を効率良く行うための手法が提案されている。

モバイルエージェントは利用者一人ずつに存在するため、利用者が増えるとモバイルエージェントの数も増加する。モバイルエージェントとサービスエージェントとの通信は赤外線などの無線通信によって実現できるが、限られたバンド幅内で多数の利用者にサービスするためには効率良い方法が必要である。Publishing ModeとOn-Demand Mode

を組み合わせてデータを送信する方法<sup>[7]</sup>や、移動頻度やデータパケットサイズなどのネットワーク特性によって最適な通信方式が異なる<sup>[9]</sup>ため、適応的に切り替えるプロトコル<sup>[18]</sup>が提案されている。

## 6 おわりに

本稿では、博物館の展示を通して行われる専門家と利用者間のコミュニケーションについて議論した。しかしMetaMuseumでは、「もの」の背後にいる者、すなわちそれを使用していた時代の人や作者がこのコミュニケーションに暗黙のうちに参加していると言える。これらの人とのコミュニケーションを明示的に考えることは今後の課題である。

また、モバイルエージェントとサービスエージェントとの協調の方法やエージェントが理解可能な専門知識の表現方法などについて詳細な検討が必要である。

さらに、本稿ではMetaMuseumを知識を共有するためのコミュニケーションの場として捉えたが、利用者の知的好奇心が満たされ、新しい感動が得られ、楽しむことができる経験の場としても考えていきたい。

## 謝辞

本研究の機会を与えて下さった(株)ATR知能映像通信研究所中津良平社長と、有益な議論に参加して下さった第2研究室のメンバーに深謝の意を表す。

## 参考文献

- [1] Berleant, D. and Berghel, H.: Customizing information: Part 1, Getting what we need, when we need it, *Computer*, Vol. 27, No. 9, pp. 96-98 (1994).
- [2] Celati, A., Negroni, E., Padula, M. and Palumbo, L.: Virtual Museums: Enjoy the Monumental Cemetery of Milano Through Internet, *Proc. of the INET'95*, pp. 997-1005 (1995).
- [3] 土居 吉和, 四十谷 利浩: 博物館・美術館における情報化ニーズと情報システムの活用, *情報処理学会研究会報告 IS55-2*, Vol. 95, No. 77, pp. 3-12 (1995).
- [4] 萩野 浩明, 門林 理恵子, 清 一隆, 塚本 昌彦: 推論機構を用いたメール分配システムMILDにおけるメール検索機構, *情報処理学会マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集* (1995).
- [5] 原瀬 裕孝: ミュージアムにおけるハイビジョンを用いた画像データベースの実験, *情報処理学会研究会報告 IS55-3*, Vol. 95, No. 77, pp. 13-18 (1995).
- [6] Imielinski, T. and Badrinath, B. R.: Querying in highly mobile distributed environments, *Proc. of the 18th VLDB Conference*, pp. 41-52 (1992).
- [7] Imielinski, T. and Viswanathan, S.: Adaptive Wireless Information Systems, *情報処理学会研究会報告 DBS100-3*, Vol. 94, No. 86, pp. 19-41 (1994).
- [8] 岩爪 道昭, 武田 英明, 西田 豊明: オントロジーを用いた情報の自動収集と分類へのアプローチ, 1995年度人工知能学会全国大会(第9回)論文集, pp. 387-390 (1995).
- [9] Kadobayashi, R. and Tsukamoto, M.: Performance Comparison of Mobile Support Strategies, *Proc. of the ACM First International Conference of Mobile Computing and Networking*, pp. 218-225 (1995, to appear).
- [10] Kellogg, W. A., Carroll, J. M. and Richards, J. T.: Making Reality a Cyberspace, サイバースペース, マイケル・ベネディクト編, NTT出版株式会社 (1994).
- [11] Lieberman, H.: Letizia: An Agent That Assists Web Browsing, *Proc. of the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence*, Vol. 1, pp. 924-929 (1995).
- [12] Mannoni, B.: Bringing Museums On Line, INET'95
- [13] Peterson, P., Fracchia, F. D. and Hayden, B.: Integrating Spatial Data Display With Virtual Reconstruction, *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol. 15, No. 4, pp. 40-46 (1995).
- [14] Reilly, P.: Solid Models of Archaeological Data, *情報処理学会研究会報告 CH9-2*, Vol. 91, No. ??, pp. 1-10 (1991).
- [15] Ribarsky, W., Ayers, E., Eble, J. and Mukherjee, S.: Glyphmaker: Creating Customized Visualizations of Complex Data, *Computer*, Vol. 27, No. 7, pp. 57-64 (1994).
- [16] 角 康之, 小川 竜太, 堀 浩一, 大須賀 節雄, 間瀬 健二: 思考空間の可視化によるコミュニケーション支援システムCSS, *俗学技報, 思考と言語*, Vol. TL95 (1995).
- [17] 鈴木 卓治: 歴博にインターネットがやってきた一つながった・使ってみた・どう広げよう?—, *情報処理学会研究会報告 CH26-6*, Vol. 95, No. 50, pp. 25-30 (1995).
- [18] 田中 理恵子, 塚本 昌彦: 適応型移動体通信プロトコル, *情報処理学会研究報告 DPS65-1*, Vol. 94, No. 19, pp. 1-6 (1994).
- [19] 徳田 樹彦, 枘田 卓史, 松村 誠, 高橋 賢一: マルチメディア時代におけるミュージアムの情報システムプランニング, *情報処理学会研究会報告 IS55-5*, Vol. 95, No. 77, pp. 27-33 (1995).
- [20] Tsukamoto, M., Kadobayashi, R. and Nishio, S.: Strategies for Query Processing in Mobile Computing Environments, *Mobile and Wireless Computing*, Imielinski, T. and Korth, H. F. (Eds), Kluwer Academic Publishers (1995).
- [21] Volker, G. M. and Bershad, B. N.: Mobisaic: An Information System for a Mobile Wireless Computing Environment, *Proc. of the 1994 Workshop on Mobile Computing Systems and Application* (1994).
- [22] Woodwark, J.: Reconstructing History with Computer Graphics, *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol. 11, No. 1 (1991).