

みんなくりポジトリ

国立民族学博物館学術情報リポジトリ National Museum of Ethnology

民族学研究用画像検索システムの視覚化ユーザーインターフェース

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2010-02-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 橋原, 秀晴 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.15021/00003570

民族学研究用画像検索システムの 視覚化ユーザーインターフェース

橋 原 秀 晴*

要旨

本稿では、本共同研究において構築した民族学研究用画像検索システムのユーザーインターフェースについて述べる。

コンピューターの専門家でない民族学研究者にとっての使いやすさを追究するため、Star, Macintosh に代表されるオブジェクト指向のユーザーインターフェースを参考にして基本設計を行なった。

ユーザーインターフェースを改善するために、繰り返し設計法によるアプローチを用いた。このために高機能な専用マルチウィンドウシステムを開発し、ユーザーインターフェース層を切り離すことでプログラミングの変更を容易にできるようにした。このようにして試作したシステムをエンドユーザーに試用してもらい、思考口述法によりフィードバックを収集してシステムを修正することを繰り返し、より良いインターフェースを追究した。

この結果、エンドユーザーの要求を明確化することができ、ユーザーフレンドリーなインターフェースを実現することができたと思われる。また今後の課題と問題点、汎用画像データベースへの発展性についても述べた。

1 はじめに

民族学研究用画像検索システムを構築する上で、ユーザーインターフェースは極めて重要な要素の一つである。それはエンドユーザーである民族学研究者が基本的に文科系の出身であるため、プログラミング言語やコマンド入力方式を習得するのは困難であるし、メニュー選択方式やファンクションキー方式では柔軟性に欠け、容易に使用できない等の理由による [杉田 1987a]。

一方 Star, Macintosh に代表されるようなオブジェクト指向の視覚化ユーザーインターフェースがこのような問題を解決するための一案として発表され、高い評価を受けている [SMITH *et al.* 1982]。そこで本研究では、このような視覚化ユーザーイン

* 日本アイ・ビー・エム(株) 東京基礎研究所

ターフェースを適用した画像検索システムを提案する。

このような対話型システムを評価、改善するための有効な手法の一つとして、迅速にプロトタイプを作成し、実際にエンドユーザーに試用してもらっては修正を繰り返すという、繰り返し設計法によるアプローチが提案されている [GOULD and LEWIS 1985]。本研究でも、実際にプロトタイプを構築することを通じてエンドユーザーの要求を明確化し、ユーザーフレンドリーなインターフェースを追究することを目的とした。

2 前提

2.1 対象データ

国立民族学博物館（民博）では約16万点におよぶ標本資料を収蔵しており、これらを様々な観点からデータ化し、コンピューターによって管理することを試みている [杉田 1987b]。このうち、本画像検索システムで対象としたデータは以下の2種類である。

- 標本画像

標本資料を民博所有の「標本画像自動入力計測装置」によってデジタル画像化したものであり、平面、正面、側面、鳥瞰の各方向から撮った濃淡画像（1024×1024画素、8ビット）、および鳥瞰方向から撮ったカラー画像（1024×1024画素、24ビット）を対象とする¹⁾。

- 標本情報カード

標本管理のために収集時に民族学研究者によって記入された文字数値データであり、標本番号、標本名、使用地等、30項目にわたる記入内容を対象とする²⁾。

2.2 対象ユーザー

本画像検索システムが対象とするエンドユーザーは民族学研究者であり、民族学の専門家ではあるがコンピューターの専門家、もしくはその訓練を十分に受けた人たちではない。このようなエンドユーザーの特質として、以下のようなことが述べられると思う。

1) 本書資料編D「標本画像自動処理装置」参照。

2) 本書資料編A「情報カード」参照。

• 情報整理のエキスパート

コンピューターを使うことには不慣れであっても、紙や鉛筆を使った情報整理に関しては専門家である。彼らは様々なデータを独自の解釈で比較、分類したりすることで新たな知的創作活動を行なっている。

• 個人指向

一般的にデータベースでは多くの人間によってデータを共有し、利用することを目的とするが、彼らはこれに独自の解釈を付加したり、分類をする必要がある。

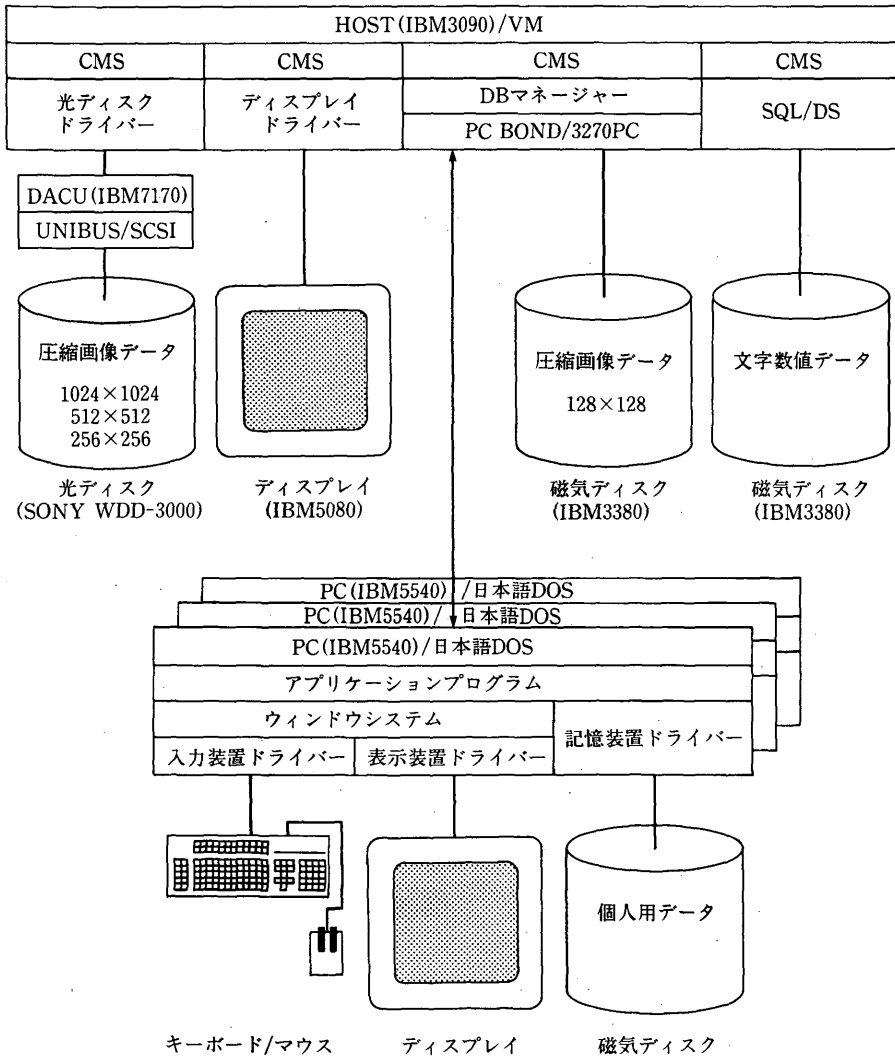


図1 システム構成図

これらのデータは個人的に管理されるものである。

2.3 システム構成

本画像検索システムのシステム構成(図1)は、パーソナルコンピューター(PC)と大型計算機のマイクロメインフレーム結合による分散処理方式とした。これによってPCでは個人用データの管理と視覚化ユーザーインターフェースによる個人用環境を提供し、大型計算機では大量の共用データを管理する共用環境を提供する。

2.4 ウィンドウシステム

視覚化ユーザーインターフェースはすべてPC上に実現されるわけだが、その試験にプロトタイピングの手法を用いるために柔軟に変更できる構造が必要である。そこで本画像検索システムでは、MacintoshのToolbox[西林 1987; 小野 1987]を参考にして専用ウィンドウシステム(図2)を開発した。このため、ユーザーインターフェースの基本的な骨子は以下に挙げるように、Macintoshに準じたものになっている。

- 2ボタンマウスによる操作
- イベントドリブン(事象起動)
- オーバーラップマルチウィンドウ
- 階層型ウィンドウ構造
- ポップアップメニュー
- アイコン
- コントロールダイアル
- ダイアログパネル

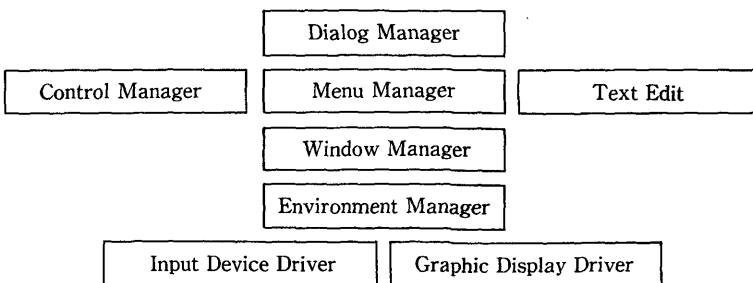


図2 ウィンドウシステム

3 基本設計

3.1 アプローチ方法

以上のような前提条件を考慮した上で、本画像検索システムのユーザーインターフェースを設計した。この際、以下に述べるようなアプローチを用いた。

- 直接操作

2.1節で述べた性質の異なるデータを一元的に扱うために、直接操作の考え方 [SHNEIDERMAN 1983] を取り入れる。これはデータをオブジェクトとして視覚的に表現し、直接操作することで従来の命令言語シンタックスに置換するという方法である。

- メタファーの使用

2.2節で述べたように、エンドユーザーは実際の物理的な世界における情報整理には精通している。このため、紙と鉛筆による実世界をシミュレートするというメタファー（暗喩）によるアプローチ [CARROL and THOMAS 1982] は効果があると思われる。

3.2 データの視覚化

以上のアプローチから、本画像検索システムではデータ、およびデータが格納されている環境を以下のように階層的に視覚化した（図3）。

3.2.1 情報カード

ある標本についての画像データと文字数値データは、データタイプは異なるものの同一の対象を記述しているものであり、その観点からは一塊のデータと考えるべきである。本画像検索システムでは、これらのデータをフラットに並べたものを「情報カード」というオブジェクトに統合する。

また情報カードには「注釈欄」と呼ぶ、ユーザーが自由に記入できるフィールドを付加する。

3.2.2 情報フォルダー

情報カードの集合は「情報フォルダー」というオブジェクトで表現される。本画像検索システムにおけるデータ集合は、すべて情報フォルダーというカード集合の形態

をとる。すなわち、大型計算機上にある共用データベースや、検索結果として導出されるテーブル、および PC 上にダウンロードされたテーブルはすべて情報フォルダーとして表現される。

また情報フォルダーには、どのような条件で検索されたかを示す「履歴カード」が含まれる。

3.2.3 引出し

情報フォルダーの集合は「引出し」というオブジェクトで表現される。引出しはシステム上でデータの格納される場所を表わしており、以下の3種類のものを考える。

- 共用引出し

大型計算機環境を表わし、共用データベースを表わす「原本フォルダー」、高解像度ディスプレイを表わす「5080フォルダー」、およびユーザーの検索結果である「情報フォルダー」を含む。

- 個人用引出し

PC 環境中のハードディスクを表わし、ユーザーがダウンロードした「情報フォルダー」、および検索カードを保管した「検索フォルダー」を含む。

- 作業用引出し

PC 環境中の RAM ディスクを表わし、個人用引出しと同様に「情報フォルダー」、および検索条件を保管した「検索フォルダー」を含む。

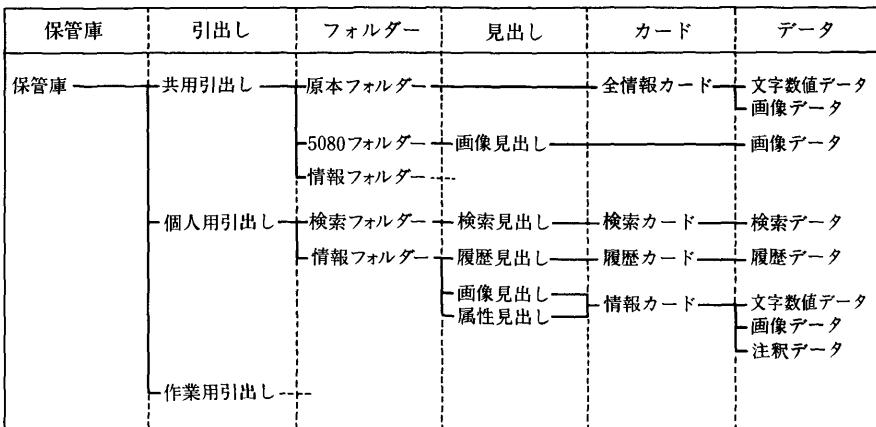


図3 データの視覚化

これらの引出し間におけるフォルダーの移動は、データを異なる格納場所に複写することを意味する。例えば、共用引出しから作業用引出しへの移動はダウンロード命令に置換されるし、作業用引出しから個人用引出しへの移動は複写命令に置換される。

3.2.4 保管庫

すべての引出しは「保管庫」という唯一のオブジェクトに含まれる。本画像検索システムでは、保管庫はシステム全体を表わしている。

3.3 データ表示機能

視覚化されたオブジェクトは、以下に述べるような方法で PC、および高解像度ディスプレイ上に表示され、視覚に基づく画像検索 [WILSON and HEROT 1980] を実現した。

3.3.1 概視機能

個人用引出し、および作業用引出し内の情報フォルダーに含まれる情報カードは、以下の方法で表示することができる。

- 情報カード表示

画像データと文字数値データを、一枚のカードとしてウィンドウ内に表示する(写真1)。

- 画像見出し表示

画像見出しとは、情報カードの画像データのことで、一つの情報フォルダーに含まれる情報カードの画像見出しを一覧表形式でウィンドウ内に表示する(写真2)。画像見出しの並び方は、ユーザーが自由に変更することができる。

- 属性見出し表示

属性見出しとは、情報カードの文字数値データの各項目を一行に並べたもので、一つの情報フォルダーに含まれる情報カードの属性見出しを通常のデータベースの表形式でウィンドウ内に表示する(写真3)。項目の横幅や並ぶ順序は、ユーザーが自由に変更することができる。

画像見出しと属性見出しは、情報カードの持つ情報をそれぞれ画像、文字数値という異なるメディアに射影したものと考えることができる。これらの見出しは情報カー

表1 多階層画像表示

表示 画像	カ ラ ー 鳥 瞰 図 1 0 2 4 × 1 0 2 4	カ ラ ー 鳥 瞰 図 5 1 2 × 5 1 2	濃 淡 平 面 図 5 1 2 × 5 1 2	濃 淡 正 面 図 5 1 2 × 5 1 2	濃 淡 側 面 図 5 1 2 × 5 1 2	カ ラ ー 鳥 瞰 図 2 5 6 × 2 5 6
表示モード						
鳥瞰図・1×1	1枚					
鳥瞰図・3面図		1枚	1枚	1枚	1枚	
鳥瞰図・2×2		4枚				
平面図・2×2			4枚			
正面図・2×2				4枚		
側面図・2×2					4枚	
鳥瞰図・4×4						16枚

ドを表わすアイコンのように扱われ、マウスで指定することで対応する情報カードを表示したり、複写、削除等の操作を行なえる。

3.3.2 多階層画像表示

本画像検索システムではより高精細な画像を表示する機能として、大型計算機に接続された高解像度ディスプレイに多階層画像³⁾を出力させることができる。

従来は多階層表示のために高解像度ディスプレイ専用のポインティング装置やキーボードを使用していたが、ユーザーインターフェースを統一するために「仮想スクリーン」の考えを用いた。高解像度ディスプレイは「5080フォルダー」と呼ばれるアイコンとして共用引出しに含まれており、これをオープンすると仮想的なスクリーンがウィンドウとして表示される(写真4)。ここに表示したい画像の見出しを持っていくことで、対応した画像を自動的に高解像度ディスプレイに出力する(写真5)。

画像表示は表1に示すように、7階層で行なわれる。

3.4 検索方法の視覚化

本画像検索システムにおける検索は、文字数値データによる属性検索を基本とした。このような検索方法として、プログラミング言語による方法、コマンド入力によ

3) 本書「共同研究の概略——方法と成果——」，“5 画像データベースシステム”参照。

る方法、自然言語による方法、メニュー選択による方法、ファンクションキーによる方法等が用いられてきた [JARKE and VASSILIOU 1985] が、近年、直接操作の考えに基づいた視覚的検索法 [BRYCE and HULL 1986] が提案されている。そこで本画像検索システムにおいても、カードとフォルダーというオブジェクトによる視覚的検索法を提案する。

3.4.1 検索カード

検索に用いることのできる項目名と、それに対する条件節を表形式でカード化したものを「検索カード」というオブジェクトで表現する (写真6)。条件節は文字データの場合は部分文字列マッチング (LIKE 述語)、数値データの場合は「=, <, >」の演算子、およびこれらの中で「&, |」の論理演算子を指定することが可能である。一枚の検索カード内の条件節は、すべて AND 条件で結ばれる。条件節を OR 条件で結びたい場合は、後述の検索見出しによる方法で行なうことが可能である。

3.4.2 検索フォルダー

検索カードの集合は「検索フォルダー」というオブジェクトで表現される。検索フォルダーは個人用引出しに保管されており、必要に応じて過去に使用した検索カードを再利用できるようになっている。

3.4.3 検索見出し

検索見出しとは、検索カードを「カード名」の形式で書き表わしたもので、検索フォルダー内の概覧ができるとともに、検索カード間の論理演算を指定できる (写真6)。例えば、仮面に関する条件と使用地に関する条件を別々の検索カードに記入しておき、検索見出しを「&」で結ぶことで共通集合を指定することができる。

データベースに検索をかけるには、検索見出しの行をマウスでピックし、ドラッグして共用引出しの中の検索をかけた情報フォルダーに持っていくことで実行される。検索結果の情報フォルダーは、共用引出しの中に追加されていく。

共用引出し内に作成された情報フォルダーは大型計算機上のテーブルに相当し、さらに検索をかけることができる。ただし、このままでは中のデータを見ることができないので、共用引出し内から個人用、または作業用引出しにフォルダーをドラッグしてやることでダウンロードされ、データを見ることが可能になる。

3.5 ビジュアルアレンジメント機能

民族学研究のために画像の内容によってデータの整理、分類を行ないたいという要求が挙げられているが、画像内容を自動的に認識して検索を行なうようなシステムはまだ実現されていない。そこで本画像検索システムのユーザーインターフェースを応用し、簡単な操作によって画像内容による整理、分類を可能とした「ビジュアルアレンジメント機能」を付加した。

本画像検索システムにおける検索は予め付加された属性データによるため、例えば「籠」という標本名を持つデータ集合を作ることはできるが「手提げのついた籠」のデータ集合を作ろうとした場合、それが属性データとして付加されていない限り不可能である。しかし、一覧表示された画像見出しをユーザーが見ることで、その画像の概略を認識することが可能である。前述の例では「籠」の画像見出しから「手提げのついている籠」と「手提げのついていない籠」を識別することは容易である。そこで、画像見出しをマウスでピックし、ドラッグして別のフォルダーに持っていくことで、その画像見出しが表わす情報カードを別のフォルダーに複写する機能を提供した（写真7）。この機能を繰り返すことで、ユーザーは任意のデータ集合を生成することが可能である。

4 評価と考察

以上の基本設計に沿って、本画像検索システムのプロトタイプを構築した。システムは実際に複数の民族学研究者により試用され、思考口述法 [Lewis 1982] によって様々なフィードバックを得た。このうち問題点として指摘された重要なもの、強く要求されたもの等をいくつかのカテゴリーに分類し、具体的な内容とその原因、および解決策について考察する。

4.1 データの視覚化に関する問題点

4.1.1 引出しによる作業環境の表現

「共用引出し内の情報フォルダーは大型計算機上にデータがあるため、検索対象とすることはできるが、オープンすることができない。また逆に、個人用引出し内の

情報フォルダーは検索対象とすることができない。このような違いが同じアイコンで表わされているため認識しづらい。また、同じフォルダーがあちこちに存在するため判りにくい。」

本画像検索システムにおいては、共用環境と個人用環境の違いを引出しの違いとして表現しようとしたが、これらは名称が違うだけの同じオブジェクトとして表現されていたために、ユーザーの誤解を招いたと考えられる。また、物理的に見ることのない大型計算機の環境を、ユーザーに意識させる必要はないとも考えられる。

これらの理由により共用環境を表現することはやめ、PCによるシングルシステムイメージを追求することにした。

4.1.2 アイコンによる特殊機能の表現

「共用引出しの原本フォルダー、5080 フォルダー等、特殊な意味を持っているのにフォルダーという統一概念で表わされているため、その機能が判りにくい。」

コンピューター専門家の感覚からすると、デバイスやデータベース等も仮想的に同じものとして統一概念で考えようとする傾向があるが、これはエンドユーザーにはかえって判りにくいものとなる。メタファーによって現実世界をシミュレートするならば、デバイス等は忠実にその動作を表現した方が理解しやすい。ただし、データベースのように物理的な実体がないものをどのように表現するかは問題である。

そこで現実世界におけるデータ収集の一方法である「資料室の受付で検索の依頼をする」という方法をシミュレートすることを考案した。詳細は後述するが、「資料室」というアイコンによってデータベースを表現し、その受付係に検索を依頼するような擬人化による方法とした。

4.1.3 オブジェクトの状態表示

「例えば、情報フォルダー等は一度オープンされると再オープンできないが、その状態が表示されないため判りにくい。」

オブジェクトやシステムの状態表示はユーザーの安心感を増すために必要なことである。従来、ファイルを表わすフォルダーアイコン等の状態表示には色の変化や、線によって囲んだり、薄く表示したりする方法が用いられていた。

これらの方法は簡単に実現することができるが判りやすさに欠けるため、本画像検

索システムではアイコン自体を変化させることで状態表示をさせる方法を用いることにした。例えば、フォルダーをオープンする場合にはフォルダーアイコンが閉じた状態から開いた状態に変化して表現する。

4.2 操作性に関する問題点

4.2.1 ウィンドウの書換え

「本画像検索システムのウィンドウシステムは Macintosh 同様、トップウィンドウのみがアクティブとなっている。このため下にあるウィンドウを触ると書換えが起こり、イライラさせられる。」

オーバーラップ方式のウィンドウシステムでは、再描画が相当速く行なわれないとこのような問題が発生する。32ビット以上のワークステーション等では、強力な中央演算処理装置や豊富なメモリー容量によって実現することが可能だが、PC ではなかなか困難である。

本画像検索システムではウィンドウシステムを改造し、トップになくてもウィンドウの再描画が可能なマルチアクティブウィンドウ方式とすることで解決することにした。

4.2.2 マウスボタンの使い分け

「本画像検索システムでは右ボタンがポップアップメニューの表示、左ボタンがオブジェクトのピック、ドラッグと使い分けるようになっているが、覚えるまでは判りにくい。」

これはマウスを使うシステムではよく問題とされることである。Macintosh のような1ボタン方式のほうが判りやすいという一般的な意見もあるが、これだとプルダウンメニュー方式となり、ポップアップメニューによる直接操作の感覚が薄れることも考えられる。

また、慣れてしまえばこの方式も使いやすいという意見もあるので、マウスの操作方法に関してはこのままにしておく。

4.2.3 キー入力の省略

「フォルダー名やカード名の入力等、デフォルト名がついていれば済むところでは極力キー入力を省略したい。」

これは、マウスを操作中にキー入力するにはマウスから手を離さなければならず、この移動が非常に面倒なために生じる問題と思われる。

本画像検索システムでは、フォルダー名等はすべてシステム側で適当な名称をつけ、必要な場合は後でユーザーがキー入力によって変更を行なうようにすることで、キー入力を最小限にとどめることにした。

4.2.4 頻繁に使う機能の操作性

「例えば、検索の際の検索見出しによるカード間の集合演算の指定等、めったに使わない機能のためによけいな操作が必要となり、操作性が落ちている。」

これはよく指摘される問題の一つで、ユーザーは使用頻度が高くなると、対話の回数やキー入力の数を少なくしたくなる。

このような問題の解決には、省略形、特殊キー、マクロ機能等が考えられるが、本画像検索システムのユーザーインターフェースにはなじまない。ここでは、検索時に集合演算を行なうことをやめ、後から別の方法で行なえるようにすることにした。

4.3 メッセージに関する問題点

4.3.1 作業状態の表示

「特に大型計算機側での処理等、時間のかかる場合、作業の進行状態を表示してくれないとシステムダウンと間違えやすい。」

これもよく指摘される問題の一つであるが、大型計算機側の処理の進行状態は PC 側では把握できないため正確な表示は不可能である。

そこで、大型計算機側の負荷を処理内容から予測して、およその待ち時間を表示することでユーザーの心理的不安を軽減することにした。

5 最終設計

以上のようなフィードバックに基づき、ユーザーインターフェースの修正を行なった。修正は繰り返し何回も行なわれたが、最終的に決定されたものと基本設計との差分について述べる。

5.1 ウィンドウシステムの変更

4.2.1節で述べたように、ウィンドウシステムをマルチアクティブ方式に変更した。ただし、特殊なハードウェアを用いるのは困難なため、再帰呼び出しによってウィンドウを矩形領域に分割し、クリッピングしながら描画していく方法をソフトウェアで実現した。

この変更により、画面上に見えている全てのオブジェクトを直ちに操作することができるようになり、不必要なユーザーの待ち時間をなくすことができた。

5.2 データの視覚化に関する変更

4.1.1節で述べた理由から保管庫の階層を削除し、引出しも個人用引出し以外は削除した。共用引出しに含まれていた原本フォルダー、および5080フォルダーはそれぞれ「資料室」、「5080」というデスクトップアイコンとしてウィンドウ外に置いた（写真8）。

この変更により、ユーザーに見えるフォルダーは個人用のハードディスク内のものだけとなり、引出しの違いによる混乱を避けることができた。また特殊機能を持つオブジェクトは特殊なアイコンとして独立させたため、認識しやすくなった。

5.3 検索方法に関する変更

4.2.4節で述べた理由から、検索フォルダー、および検索見出しは削除した。検索条件を示すものとして検索カードを用いるが、これは情報フォルダーに一枚だけ含まれ、履歴カードを兼ねる。

検索フォルダーを削除したために検索条件の再利用ができなくなってしまうので、検索カードの入力に単語登録機能を付加した。これは、各検索項目ごとに頻繁に使用する単語を10個まで登録しておき、ポップアップメニューで選択することによってキーボードに触れることなく条件を入力できるようにしたものである（写真9）。

また、検索見出しを削除したために検索カード間の集合演算ができなくなってしまう

うので、情報フォルダー間の集合演算を行なう「集合演算」アイコンを付加した。このアイコンの所へ二つの情報フォルダーをドラッグしていき、和集合や、共通集合を作ることを指定すれば、新たな情報フォルダーが引出し内に生成される（写真10）。

データベースに検索をかけるには、まず作業用の空のフォルダーを用意する。作業用フォルダーには検索カードが一枚入っており、これを取り出して検索条件を記入する。記入が終わったら検索カードを作業用フォルダーに戻し、フォルダーをマウスでドラッグして資料室アイコンに持っていく。すると資料室の受付係が後ろを向き、大型計算機で検索中であることを示すと同時に、処理に必要な予測時間を表示する（写真11）。検索結果として、まず候補数が表示され、フォルダーを作成するかどうか尋ねてくる。「了解」を選択すると自動的にダウンロードが始まり、進行状態がバーグラフにより表示される（写真12）。以上で新しいフォルダーがPCのハードディスク内に作られ、自動的に「検索結果」という名称に変更される。

このように変更された検索方法では、特別な検索条件の入力以外にキーボードを用いることなく、一連の操作で検索からダウンロード処理までを行なえ、操作性を改善することができた。

6 結論

民族学研究用画像検索システムにおいて、直接操作とメタファーを基本とした視覚化ユーザーインターフェースは、コンピューターの専門家でない民族学研究者にとっても理解しやすく、使いやすいものであることが確認できたと思われる。

また、繰り返し設計法によるユーザーインターフェースの改善は非常に効果的であり、ユーザーの要求を細かい点まで知ることができた。問題点として挙げられたことは、原因を追求すると一般的に言われていること [SHNEIDERMAN 1987] がほとんどであったが、設計段階ではなかなか気づかないことが多く、この意味でも繰り返し設計を行なう意味があると思われる。ただし、このような視覚化インターフェースを実現するにはプログラミングに要する労力が多大になるため、Toolboxのような良いマルチウィンドウシステムが必須となるが、PC用のものであってもマルチアクティブ方式とする必要がある。

今後の課題として、現在は分離しているデータの入力システムも取り入れ、データベースの設計、入力、修正等を行なえる画像データベースへと発展させたい。この場合も、一貫性のある視覚化ユーザーインターフェースのあり方が問題となろう。ま

た、汎用化する場合には、ユーザーインターフェースだけでなく、ウィンドウシステムや、データベースとしてのアプリケーションプログラムのインターフェースも考慮する必要がある。

文 献

- BRYCE, D. and R. HULL
 1986 SNAP: A Graphic-based Schema Manager. Proc. *International Conf. on Data Engineering*, pp.151-164.
- CARROLL, J.M. and J.C. THOMAS
 1982 Metaphor and the Cognitive Representation of Computing Systems. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics* SMC-12(2): 107-116.
- GOULD, J.D. and C. LEWIS
 1985 Designing for Usability: Key Principles and What Designers Think. *Communications of the ACM* 28(3): 300-311.
- JARKE, M. and Y. VASSILOU
 1985 A Framework for Choosing a Database Query Language. *Computing Surveys* 17(3): 313-340.
- LEWIS, C.
 1982 Using the "Thinking Aloud" Method in Cognitive Interface Design. *IBM Research Report RC-9265*.
- 西林瑞夫
 1987 「Macintosh の開発環境はどうなっている？」『ASCII』11(5): 209-216, 11(6): 213-220, 11(8): 226-232。
- 小野清正
 1987 「Macintosh の開発環境はどうなっている？」『ASCII』11(2): 148-153。
- SHNEIDERMAN, B.
 1983 Direct Manipulation: A Step Beyond Programming Languages. *IEEE Computer* 16(8): 57-69.
 1987 『ユーザー・インターフェースの設計：使いやすい対話型システムへの指針』日経マイクロヒル。
- SMITH, D.C., C. IRBY and E. HARSLEM
 1982 Designing the Star User Interface. *BYTE* 7(4): 242-282.
- 杉田繁治
 1987a 「現在のコンピュータは文科系の研究に役立つか——情報処理再考——」『情報処理』28(5): 623-628。
 1987b 「人文科学におけるマルチメディアデータベース」『情報処理』28(6): 765-772。
- WILSON, G.A. and C.F. HEROT
 1980 Semantics Vs Graphics——To Show or Not To Show. Proc. *6th VLDB*, pp.183-196.

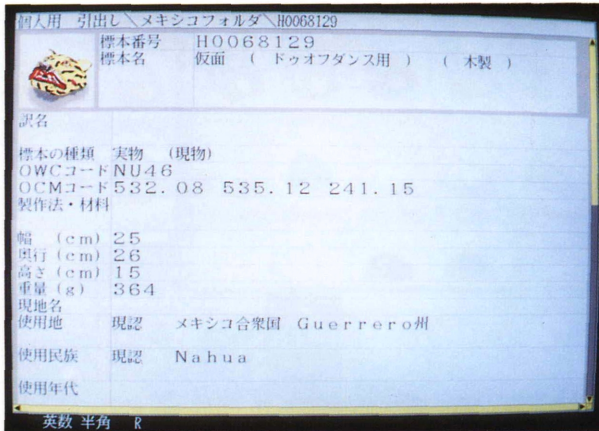


写真1 情報カード表示



写真2 画像見出し表示

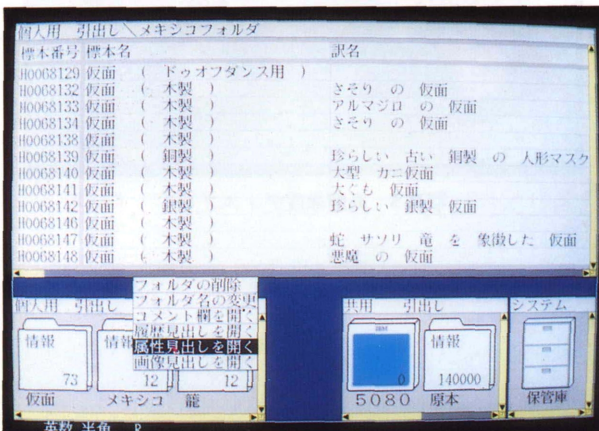


写真3 属性見出し表示



写真4 仮想スクリーン

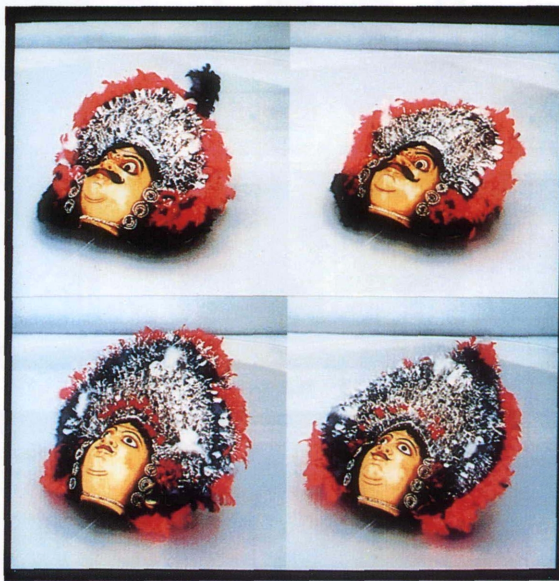


写真5 高解像度ディスプレイ

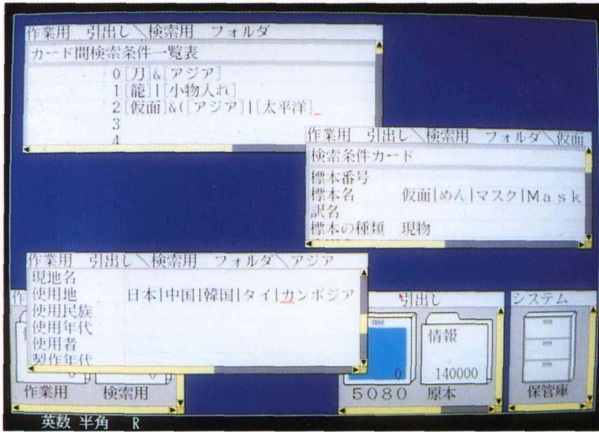


写真6 検索カードと検索見出し

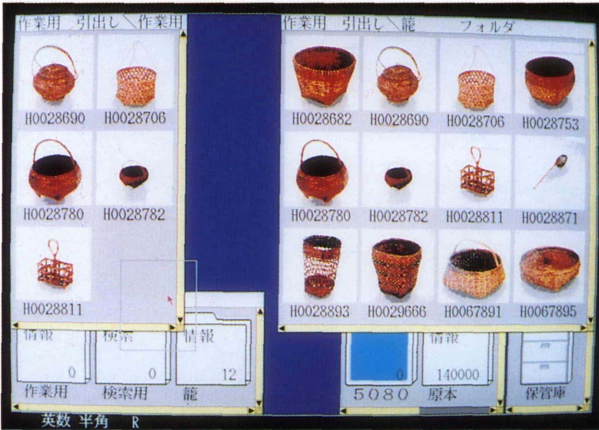


写真7 ビジュアルアレンジメント機能

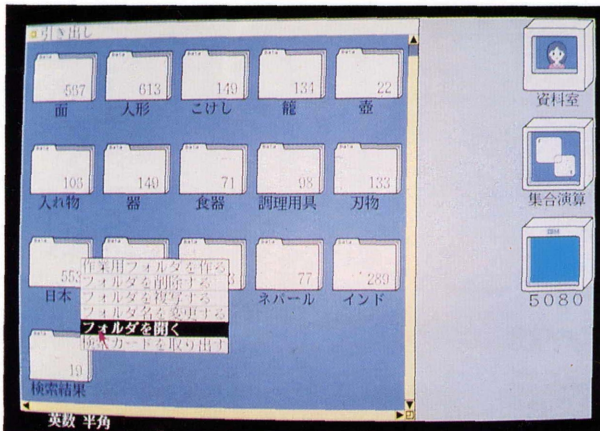


写真8 データの視覚化—最終設計

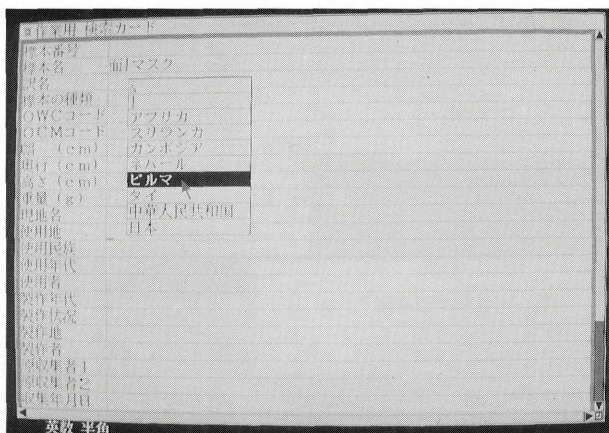


写真9 検索単語登録機能

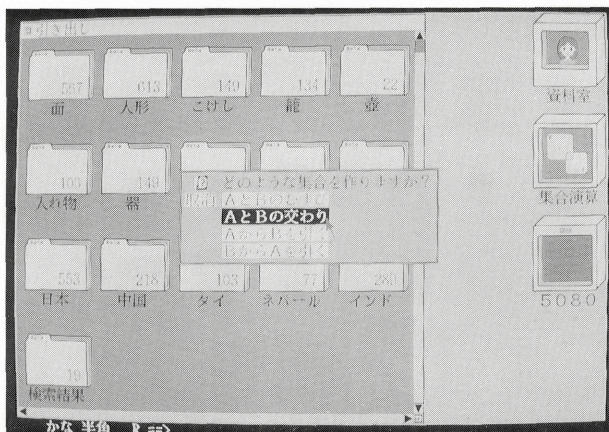


写真10 集合演算アイコン

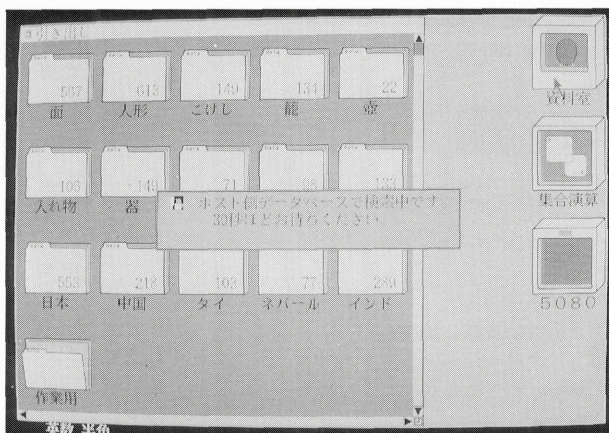


写真11 検索中の表示

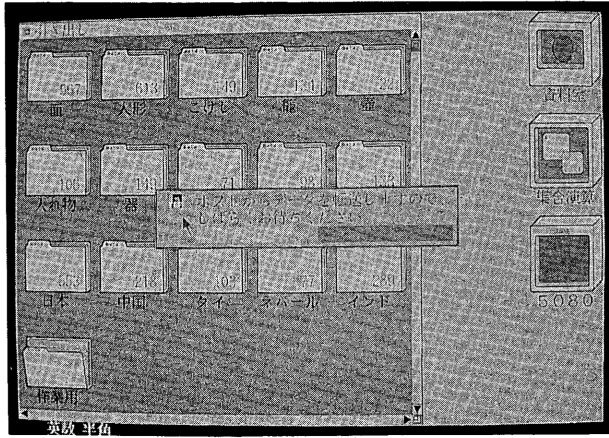


写真12 ダウンロード中の表示