

史料の管理・検索・可視化機能を持つ 歴史学研究支援統合環境の構築

赤石美奈[†] 岡田義広^{††} 中谷広正^{†††}
伊東幸宏^{†††} 田村貞雄^{†††}

本論文では、歴史学研究の分野における膨大で多様な史料の管理・検索システムと、史料データの持つ時間と位置の属性に基づき、史料を3次元空間内に配置する可視化システムに関して述べる。本研究では、1867年（慶応3年）の伊勢神宮・秋葉三尺坊大権現などの御札降りを発端とした「ええじゃないか」に関する史料を題材として用いている。そこでは、多様な史料を扱い、各種のデータベースの情報を相互利用することが必要となる。そこで、多様な史料を、メディア・オブジェクトとして統一的に扱い、そのメディア・オブジェクトを管理・検索するシステムを開発した。また、歴史学研究を支援するためには、多大な史料から、データの特徴を見出すための史料可視化システムが必要である。そのためには、(i) データ間の比較が容易に行え、それらの特性が表現されていること、(ii) 時や場所の違いによるデータの変化が一目で把握できることが必要である。そこで、格納された史料の時間と位置の属性に基づき、データを投影した2次元図表を3次元空間に配置し、視点の方向を変えることにより、データの時間や位置の違いにおける変化、データ間の相関を俯瞰できるシステムを開発した。これにより、各時代や土地でのデータの特徴や分布を概観でき、多角的な解析を行えるようにし、仮説生成や検定を支援する。

The Historical Data Management and Visualization System for History Research Supports

MINA AKAISHI,[†] YOSHIHIRO OKADA,^{††} HIROMASA NAKATANI,^{†††}
YUKIHIRO ITOH^{†††} and SADA O TAMURA^{†††}

This paper treats a historical data management and visualization system for history research supports. There are many kinds of historical data, such as texts, sounds, images. Usually each of these kinds of data is managed in a different database system. The authors' system provides functions to collect data from some different database systems, to manage them as uniform media objects and to represent historical data based on time and location attributes. In this system, values concerning a time attribute are represented in a single chart plane. Some chart planes are composed into something like a binder note in a 3D space. This composed component is located at its associated position on a map. It is possible to see the transitions of data corresponding to each location by changing time attribute value from the various eye positions.

1. はじめに

歴史学研究の分野では、地域史研究の発展にともない、伝承の採録や史料の発掘がさかんに行われている。そこで、各地で集められた多様で大量のデータを電子化し、コンピュータにより管理・検索するために、多

様なデータベース構築が各所で試みられている。それらは、特定領域における研究者の知的活動を支援するために設計され、個々の研究対象に特化した情報処理機能を盛り込んでいる^{1),2)}。

しかしながら、歴史学研究における研究対象の広さは、異なるアーキテクチャに基づき設計された複数のデータベースを横断的に利用し、異なる種類の情報メディアにアクセスし、史料を検討することを必要とする。また、研究者の要求は様々であり、つねに変化する。それらのすべての要求をあらかじめ予測し、その機能をシステムに組み込んでおくことは不可能である。そのため、利用者の要求に応じて柔軟に機能を組み替

[†] 北海道大学工学研究科
Graduate School of Engineering, Hokkaido University

^{††} 九州大学大型計算機センター
Computer Center, Kyushu University

^{†††} 静岡大学情報学部
Faculty of Information, Shizuoka University

えられる機構が必要である。

そこで、著者らは、歴史学研究支援の基本システムとして、DBアーキテクチャの差異にかかわらず、史料の管理・検索が可能であり、必要な機構を付加・削除する機構を組み込んだ統合環境を提供することを試みた³⁾。

また、歴史学研究における仮説生成や仮説検定の過程においては、蓄積された各種のデータを、研究者の様々な切り口に基づいて分類・解析するための支援ツールが必要である。データベースに蓄積されているデータを出し入れするだけでは、新たな研究上の情報を創造することにはならない。既存のデータの取捨選択、組替え、あるいは、工夫された情報可視化表現が、重要な研究情報としての新たな知見を生み出すことにつながる。歴史学研究の過程においては、各種の史料の時間的・空間的な特徴を把握し、必要に応じてデータを加工し、史料の過不足を補い、データを比較するという作業を頻繁に行わなければならない。本研究では、この作業を容易に行うために、2次元のチャートを3次元空間に配置することにより、視点の角度を変えることで、データの見方を変化させられる可視化ツールを実現した。視点の変化により、各種の史料の時間的・空間的な特徴を把握できる。また、チャートの配置をずらすことにより各種データを重ねて見たり、時代をずらして比較することが直感的に行える。

本論文は以下のように構成される。2章において、基盤システムとして利用した IntelligentPad⁴⁾ と IntelligentBox⁵⁾ の概要を述べる。3章において、「ええじゃないか」に関する史料を格納した「ええじゃないかデータベース」について説明し、4章において、歴史史料を視覚化するために開発したタイムトンネルシステムの説明とそれを構築する各部品に関する詳細を述べる。5章で、まとめを述べる。

2. ミーム・メディアシステムと史料

本研究で題材として扱う「ええじゃないか」⁶⁾に関する史料を格納するデータベースを構築する場合に問題となるのは、史料の多様性である。「ええじゃないか史料DB」に格納される史料としては、古文書、書き下し文、解釈文、音声、動画、楽譜などがあげられる。これらの多様な史料をコンピュータ上で統一的に扱うためには、雑多な情報を統一的に扱うための均一なプロトコルを持つ新たなメディアが必要となる。そこで、本研究においては、基盤システムとして北海道大学において開発された IntelligentPad (IP) と IntelligentBox (IB) を利用し、各種史料を統一的に扱うことと

した。まず、それらのシステムの概要を述べる。

IP では、コンピュータ上で扱えるマルチメディアデータ、ユーザの定義したアプリケーション・プログラム、システムにより提供される各種サービス・システムを紙のイメージを持つパッドと呼ぶメディアオブジェクトとして統一的に扱う。各パッドは、固有の機能を有する。パッドどうしを貼り合わせることにより、個々のパッドの持つ機能を合成し、より複雑な機能を定義することができる。合成されたパッド間のデータ授受やコマンドの起動は、スロットと呼ばれるデータの受け渡し口を通じて行われる。

たとえば、カウンタパッドには、整数データを保持するスロット #count と、#count の値を増減するコマンドが埋め込まれたスロット #countUp, #countDown, がある。このパッドの上に数値パッドを貼り、数値パッドのスロット #value をカウンタパッドのスロット #count に結合し、データの流れる方向(数値パッドからカウンタパッド)を指定する。これにより、#count の値が、数値パッドに表示される。数値パッドの代わりに、バーメータパッド、アナログメータパッドなどのパッドも利用できる。同様に、スロット #countUp, #countDown に、ボタンパッドを結合するとボタンを押されたときに、数値を増減するコマンドが起動される。

IB は、IP を 3次元拡張したシステムであり、3次元形状を持つメディア・オブジェクト(ボックス)を提供する。基本アーキテクチャは IP と同じである。パッドと同様に、ボックスも複数のボックスの組合せにより複雑な機能を構築することができる。現在は、IP と IB 間で、メディアオブジェクトのやりとりを自由に直接行うことはできない。データのやりとりは、ファイルを介して行う。

IP および IB を基盤システムとして採用したため、歴史学研究支援システムの構築は以下の手順で実現できる。まず、支援したいポイントを設定し、それを実現するための機構をトップダウンに定義してゆく。その各々の機構が既存の IP や IB の部品として提供されているものであれば、その部品を利用してシステムを構築すればよい。本論文では、支援のポイントとして、(1) 各種メディアを統一的に扱う枠組みの提供、(2) 様々なデータを比較検討するためのデータの可視化と比較操作の支援、を取り上げる。本研究で扱う史料は 2次元で表現可能なので、(1) は IP を基盤として実現する。また(2) は、データの比較検討に複数の 2次元データを並べて俯瞰することが有効であるため、3次元空間内に各データを配置しうる IB を利用して実現する。

3. ええじゃないかデータベースの構築

史料を管理するためには、異種メディアデータの管理機構と、異なるアーキテクチャ上に構築されたDBに蓄積された情報を統合する機構とを備えたデータベースが必要である。本章では、パッドとして統合された異種メディアを管理する機構^{7),8)}と、既存のDBMSにアクセスする機構を備えたフォームベースについて述べる。さらに、それを用いて構築した「ええじゃないか史料DB」について説明する。

3.1 史料のパッド化

図1にパッド化された史料を示す。それぞれの史料に応じて、各種のプリミティブ・パッド〔数値パッド、テキストパッド、画像パッド、データ構造定義パッド(配列、集合など)〕を利用し、それらの合成・分解により任意のデータ構造を持つ合成パッドが定義される(本論文では、どの史料をどのパッドで実現するか、および、史料の信頼性、有用性の判断については是非は議論しない。古文書をパッド化する場合に、画像パッドとして取り込むのか、文字認識をしてテキストパッドとして取り込むのかは、ユーザの判断に委ねる。また、史料の信頼性、有用性の判断は、研究者により様々であると考えられる)。図1のウインドウ内に示される矩形領域がそれぞれ、プリミティブ・パッドである。当時の風俗が描かれた浮世絵、ええじゃないかおのときに撒かれた御札の神社の写真や境内の見取り図、当時の歌を採録した楽譜などが、パッドとして統一的に表現されている。各パッドのスロットに格納されているデータは、スロット結合により別のパッドに送ることができる。また、注釈などを加えたい場合には、テキストパッドに注釈を入力し、付加したいパッドに直接貼ることができる。また、表示されている史料の配列データを定義する場合には、配列パッドの上に、配列の要素とするパッドを貼り、スロット結合することにより可能となる。数値やテキスト、画像などのように異なる種類の史料をパッドというメディア・オブジェクトとして表現することにより、統一的に扱える。

3.2 フォームベースの概要

フォームベースは、書類(フォーム)として定義されたデータを、管理・検索するためのデータベースシステムである。データベースへのデータの登録は、画面上に表示された書類にデータを直接入力し、登録する。データの削除は、画面上の書類に表示されたデータを削除する。また、検索条件も書類に直接入力する。検索条件の指定は、QBE(Query by Example)⁹⁾により行う。

FORMANAGER¹⁰⁾やFORMAL¹¹⁾などの従来のフォームベース・システムは、文字列や数値データのみを対象として開発された。

一方、本研究におけるフォームベース・システムは、文字や数値とともに、任意の構造データを内包したパッドもデータとして管理・検索することができる。異なる構造データや非定型データをパッドとして統一的に管理する。パッドに対する検索では、パッドのスロットに保持されたデータ、パッドの貼り合わせ構造⁷⁾、パッドのレイアウトを検索条件⁸⁾として利用することができる。

本研究では、このフォームベースをパッドにより実現した。フォームベース自身をIPにおいて開発するということは、既存の部品や、将来、開発されるあらゆる部品と合成し、このシステムを改良・発展させていくことができることを意味する。

3.3 フォームベースシステムの構成

図2にフォームベースの構成を示す。フォームベースシステムでは、データベースに登録すべき1つ1つのデータも、データベースを検索するための条件も、ともに書類の形で表現される。

フォームベースシステムは1つの書類を作成するために、(i)書類への入出力機能を受け持つパッド、(ii)(i)を介して入出力されるデータと、書類を構成する項目名とを結び付けるためのパッドとを持つ。(ii)は、キーと値のペアのリスト(連想リスト)を管理するパッド(連想リストパッド)で実現される。連想リストのキーが書類上の項目名に対応し、そのキーに対応する値が(i)のパッドと結び付けられる。ユーザが(i)を介して入力したデータは、(ii)を介して対応づけられる項目のデータとして表示される。(i)のパッドとしては、データに応じて、テキストパッド、数値パッド、画像パッド、パッドデータ化パッド(パッド自体をデータとして入出力する場合)が用いられる。このような仕組みを用いて複数項目のデータが揃った1つの書類が構成される。このとき、1つの書類上の全項目のデータは、(ii)の連想リストパッドに項目ごとに整理されて統合されていると見なすことができる。(i)、(ii)をあわせたもの((ii)の上に1つまたは複数の(i)を貼り合わせた構成となっている)を“書類パッド”と呼ぶ。

ユーザは、この書類を対象として、データの登録・検索・削除・更新などの要求をDBMSに対して発する。DBMSに対する要求の種別を指定して、DBMSを起動させるトリガを与えるために、フォームベースシステムには、(iii)コマンド起動用のボタンパッドを

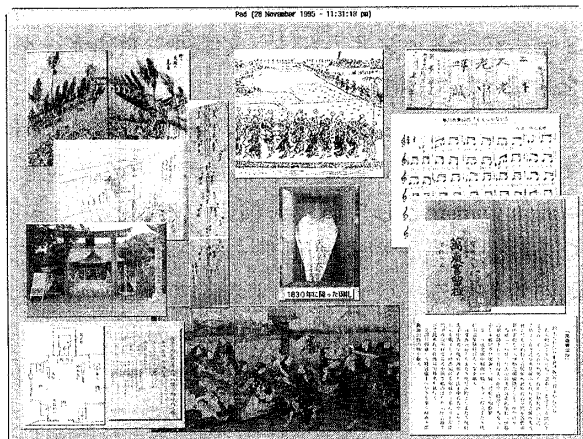


図 1 パッド化された史料

Fig. 1 The historical data represented as pads.

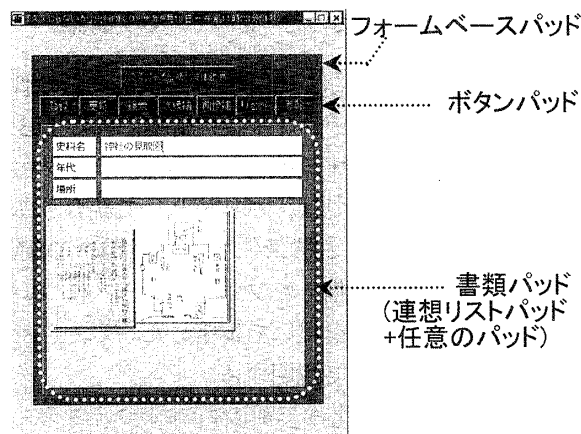


図 3 ええじゃないかデータベース

Fig. 3 A database for "Eejanaika" historical data.

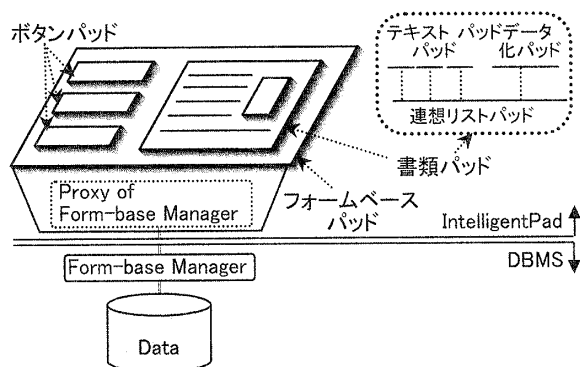


図 2 フォームベースの構成

Fig. 2 The component structure of a form-based system.

用意する。

さらに、フォームベースシステムには、(iv) DBMS にアクセスするためのインタフェースの役割を果たすパッドを持たせておく。このパッドが1つのフォームベースを統括して DBMS と結び付くことになり、フォームベースシステムの台紙となる。このパッドをフォームベースパッドと呼ぶ。フォームベースパッドは、DBMS のフォームベースマネージャと通信するオブジェクト (Proxy^{*}) を内部に保持する。この Proxy オブジェクトに対して、各種のコマンドの引数として書類上にまとめられたデータを送り、検索結果を受け取るなどの該当する結果を得る。検索を実行した場合、その結果は、逆にスロットを通して書類パッドに送られて表示されることになる。なお、現在のところ、GemStone¹²⁾、UniSQL¹³⁾、ILLUSTRA¹⁴⁾などの DBMS にアクセスする Proxy が開発されており、これらによって構築・管理される DB であれば、すべ

てパッドと見なしてアクセスすることができる。すなわち、DB アーキテクチャの差異を越えてデータを相互利用することも可能である。

3.4 ええじゃないかデータベース

図 3 に「ええじゃないか史料 DB」を示す。これには、ええじゃないかに関連する史料を格納している。コンピュータ上に取り込んだ史料は、その種類やデータ構造に応じて様々なパッドで表現される (本研究では、各史料をどのパッドで表現するかは、ユーザに委ねている)。これらの史料は、パッドデータ化パッドにより、フォームベースの1項目としてデータベースに格納される。また、史料に付帯する情報 (史料名、年代、場所など) も、それぞれ、各項目としてデータベースに格納される。表示されている史料は、ええじゃないかで撒かれた御札を出した神社の見取り図 (画像パッド) と説明 (画像パッド) の合成パッドである。

既存のデータベースに対して、フォームベースパッドを通じてアクセスすることにより、データをパッドとして利用可能になる。たとえば、当時の経済状態の指標の1つである米価 DB が UniSQL を用いて構築されている。UniSQL への Proxy を内包するフォームベースパッドから、米価 DB にアクセスし、年代と場所により米価を検索することができる。また、政治日程 DB から、年代と場所を指定することにより、当時の政治事件を検索することもできる。それらのフォームベースはパッド化されているため、それぞれのデータベースに対する検索条件の年代を同期させて、指定した年代のええじゃないか史料、米価、政治事件を同時に検索することができる。また、結果もパッドであるので、検索した史料が発見された場所で起きた政治事件を検索するなどのような連携利用も可能である。

* 本システムで利用した IP は、ObjectWorks 上に構築されており、ObjectWorks から DBMS を含む外部プログラムと通信するオブジェクトを Proxy オブジェクトと呼ぶ。

4. 仮説検証支援のためのデータ可視化

歴史学研究における仮説生成や検証過程では、集められた史料を様々な観点からとらえて検討することを繰り返す。そのためには、比較観点の変更や、比較する史料の取舍選択にとまらぬ、対象となる史料を頻繁に整理し直さなければならない。「ええじゃないか」の発生要因、現象の追跡、社会に与えた影響などについて考察するためには、当時の気象、米価に代表される経済の動き、政治事件の影響など、様々な種類の情報を比較検討しなければならない。たとえば、当時の作物の不作や、第一次長州征伐軍による物資の徴収により、東海地方の米価が急騰し、外国船などの到来による社会的不安な状態において、翌年の大豊作の予想や長州征伐の中止の報などにより、それまで抑圧されていた民衆が解放感を感じてええじゃないかが勃発したと仮定する。これを検証する場合には、時空間での米価の変動や長州征伐軍との位置的な関係を比較検討しなくてはならない。あるいは、東海地方のええじゃないかは自然発生したが、中国地方のええじゃないかは、長州軍による恣意的な事件であったと仮定する。これらを検証するには、長州軍の動きと御札降り現象などの位置的関係、時間的関係を重ね合わせて比較検討することが必要である。

史料の比較・検討における作業の軽減を図るためには、様々な史料の量や互いの比率などの特徴量を視覚的に表現し、それらの時間的・空間的变化を同時に比較できる機構が必要である。すでに得られた知見を視覚化するだけでなく、関連すると思われるデータ間の関係を試行錯誤しながら見出す過程を支援する機構が必要であると考えられる。

そこで、各史料が共通に保持する時間と場所という属性に着目し、データを視覚化した2次元図表を3次元空間に配置し、視点の方向を変えたり、図表の配置をずらすことにより、データの時間や場所の違いにおける変化、データ間の相関を俯瞰できるシステムを開発した。歴史学者は、比較対象となる史料を選択し、視点や図表の関係を変えることにより比較観点を変えて、史料を検討することができる。

4.1 史料の視覚化部品の構築

史料データの可視化システムは、以下の特徴を備えるよう設計した。

- データの時間による変化は、折れ線/棒グラフにより表現する。
- 異なるデータ間の分布状態（散布図）から、それらの相関関係を把握できる。

- 指定された時間におけるデータの特徴量を視覚的にとらえることができる。
- 指定された時間におけるデータの特徴量が、地図上に表現され、場所による変化が一望できる。
- データを比較するために、上述の図表を重ね合わせたり、ずらしたりして比較することが画面上で簡単にできる。

これらを実現するための部品をIBにおいて開発し、それらの部品を統合して、史料データを分析するための統合的歴史空間の構築を図った。本システムでは、2次元地図上に、時間軸を中心とした多次元データ可視化システムを配置する。位置と時間の属性を基本とした空間内で、多次元データを可視化し、可視化部品を画面上で直接操作して比較検討可能とする。

まず、時間軸を中心とした多次元データ可視化システムについて説明する。これをタイムトンネル・システムと呼ぶ。図4（図中の地図面を除く部分）、図5は、タイムトンネルシステムの構成図と画面ハードコピーである。タイムトンネルは、4種類のボックスにより構成される。(i) データウイング（ボックス）は、史料データを表示するボックスである。表示する史料の種類に応じて、任意の枚数を利用できる。(ii) 回転部品（ボックス）は、データウイングをタイムバーの周りに回転させるための部品である。データウイングのデータは、回転部品を介して、タイムバーに送られる。(iii) タイムプレーン（ボックス）は、タイムバーに結合し、位置データをタイムバーに送る。(iv) タイムバー（ボックス）は、時間軸であり、前述の部品群を結合する軸として利用される。また、各データウイングや、タイムプレーンから送られたデータを基に、後述するレーダーチャートを表示したり、相関空間における散布図を表示する。このように、タイムトンネルは、任意の枚数のデータウイングを用いて、多次元データを視覚化する。

次に、各史料データが保持している位置属性に応じて、地図上にタイムトンネルが配置され、歴史空間が構築される。地図には、画像表示ボックスを利用し、タイムトンネルの位置属性の値に対応する位置に、タイムトンネルを配置している（図4の地図面参照）。

以下の節では、各部品の説明をする。

4.2 データウイング

データウイングには、史料データを格納するスロット#dataがある。可視化したいデータは、このスロットを通じてデータウイングに入力する。データベースからのデータを入力する場合には、データベース（ボックス）の出力スロットをデータウイングのスロッ

ト#dataに結合する。ファイルに保存されたデータを
入力する場合には、ファイルアクセス用ボックスの出力
スロットをデータウイングのスロット#dataに結合す
る。入力されるデータの型は以下に示すとおりである。
{#日付:DateTime, #数値:Number, #ラベル:String,
#注釈:String, #マルチメディアデータ:MM}

データウイングは入力された史料データの日付属性と
数値属性によりグラフを表示する。横軸は時間軸であ
り、縦軸は数値属性に対応する軸である。時(日付属
性)と値(数値属性)の組がチャートの1つの点を
表し、各点データは付加属性として、ラベル、注釈、
メディアデータを持つ。ラベル属性に格納された文字
列はチャート上の対応する点の位置に表示される。ラ
ベルの文字列は、視点方向に対して垂直に表示される
ため、データウイングを回転させた場合でも、つねに
ユーザに対して可読である。注釈に格納された文字列
は、チャート上の点にマウスが近づいたときに表示さ
れる。マルチメディアデータ属性の値としては、各種
メディア・データのファイル名が格納されており、そ
れぞれのファイルの拡張子に応じて、自動的にアプリ
ケーションを起動する。たとえば、画像データならば、
画像表示用のボックスが起動され、画像が表示される。
動画データならば、動画表示ボックスが起動される。
また、ボックスデータならば、そのままボックスが読
み込まれる(図の煩雑さをさけるため、軸、目盛、ラ
ベルなどは、非表示にしている)。

4.3 タイムバー

データウイングを結合する共通軸として利用する軸
をタイムバーと呼ぶ。データウイングは、回転部品を
通じてタイムバーに結合されている。ユーザがデー
タウイングをマウスでつかみ移動させると、データウ
イングは回転部品の動きの制約により、タイムバーの周
りを回転する。透明/半透明にしたデータウイングを
重ね合わせて、複数のデータの時間的変化を比較でき
る。データウイング間には、位置の制約はないため、
任意のデータウイングは、他のデータウイングの位置
にかかわらず、回転できる。また、回転部品をタイム
バーに沿って、平行移動させることにより、データウ
イングの時間軸とタイムバーの時間軸をずらすことが
できる。これにより、たとえば、同じデータを入力した
データウイングを複数枚用意し、それぞれを10年ず
つずらして、周期的な変化を比較できる。

4.4 タイムプレーン

タイムプレーンは、タイムバーに沿って平行移動で
き、タイムバーとの結合位置に応じて、時間を指定す
ることができる。タイムプレーンは、後述のレーダー

チャートを表示するデータの時間属性の値の指定と、
相関空間に表示するデータの時間属性の値の範囲を指
定するために用いられる。これらのタイムプレーンは、
部品としては同じものであるが、それぞれが結合する
タイムバーのスロットが異なる。レーダーチャート表
示用の時間を指定するためには、タイムバーのスロッ
ト#radarsに接続する(#radarsに接続されたタイム
プレーンをレーダーチャート面と呼ぶ)。相関空間の
時間属性の値の範囲を指定するためには、タイムバー
のスロット#minTimeと#maxTimeにそれぞれ接続
する。

4.5 レーダーチャート

データ間の関係や特徴を表すために、レーダーチャ
ート表示を用いる。レーダーチャート面と、タイムバー
に接続しているデータウイングのグラフの交点を線
で結ぶことにより、指定された時間におけるデータ
の特性がレーダーチャートとして表示される。レー
ダーチャート面を移動させることにより、データウ
イングの各データ間の関係とその時間的変化をレー
ダーチャートの図形の変化として、連続的に見るこ
とができる。

図6は、3枚のデータウイングを持つタイムトン
ネルを時間軸に垂直な方向から見たものである(タイム
プレーンを正面から見たものである)。これらは、同じ
タイムトンネルであり、比較のためにレーダーチャ
ート面の位置のみを変化させたものを並べて表示して
いる。各タイムトンネルの図の下に、レーダーチャ
ート面と、相関空間の時間の範囲を指定する2枚の
タイムプレーンとの、タイムバー上での位置関係を
示す。それぞれ、レーダーチャート面により指定され
たとき(各図の上部に表示)に対応したレーダーチャ
ート(三角形)が表示されている。各データウ
イングには、それぞれ、刈谷での1850年から1870
年頃の米価、赤坂宿での助郷において負担した人足の
数、馬の数のデータが入力されている。タイムプレー
ンをずらして、それぞれの時代のデータをレーダー
チャート表示したのを見てみると、1855年頃に
くらべて1863年頃から助郷における人馬の負担が
増大し、続いて米価が急騰していることが分かる。
このような解析により、「ええじゃないか」が発生した
時代の経済的背景が視える。

4.6 相関空間

2枚の隣り合うデータウイングに挟まれた空間を
相関空間と呼ぶ。タイムバーには、相関空間で表示
するデータの時間属性の値の範囲を指定するために
2枚のタイムプレーンが結合されている。設定され
た範囲のデータに関して、タイムバーに接続して
いる任意の隣り合うデータウイング間のデータの
対応する位置に

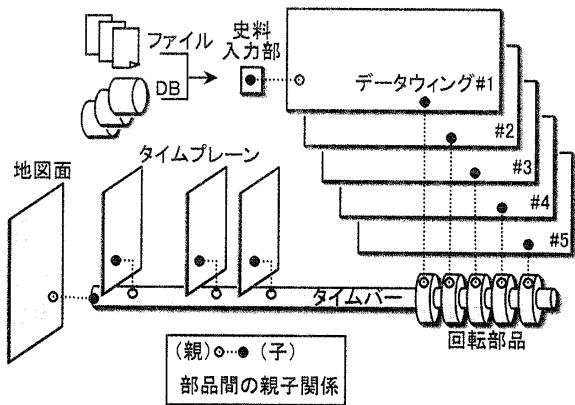


図4 タイムトンネルの構成
Fig. 4 The structure of a time tunnel.

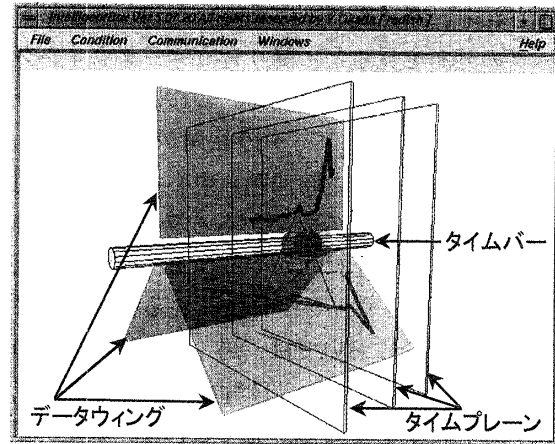


図5 タイムトンネル
Fig. 5 The display of a time tunnel.

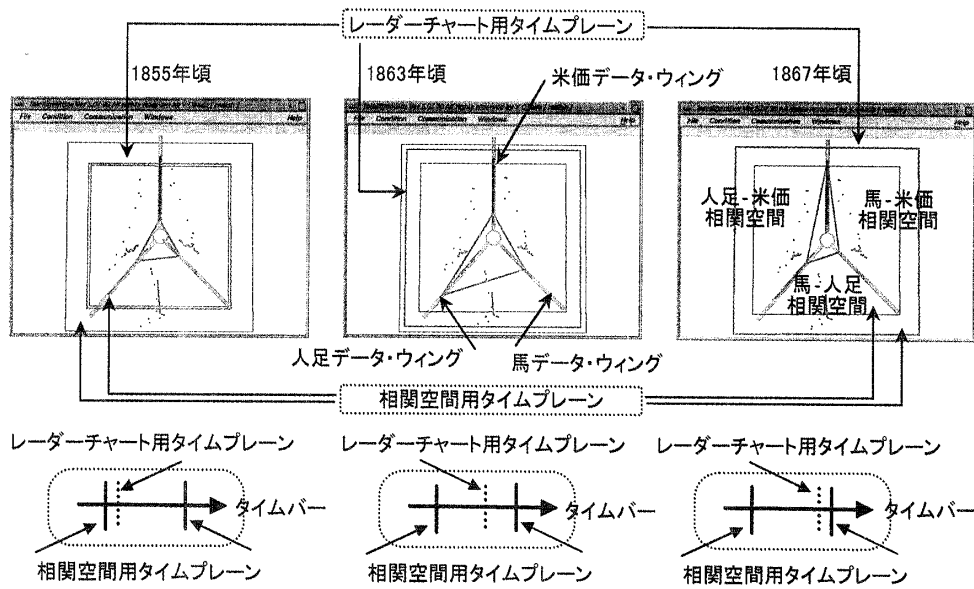


図6 レーダーチャートと相関空間
Fig. 6 The radar chart and mutual relation space.

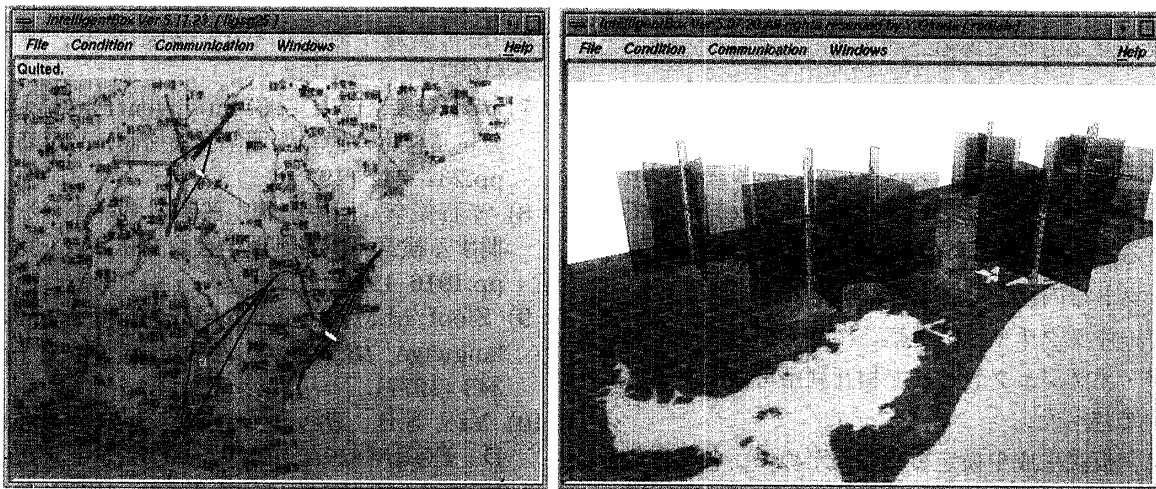


図7 時間と場所の属性に基づいた史料の可視化
Fig. 7 Example of data representation based on time and location.

点が表示される。タイムバーに垂直な方向からそれらの点データの分布を見ると、隣り合うデータウイング間のデータの分散図となっている。これにより、隣り合うデータウイング間のデータの相関が把握できる。正の相関がある場合には、時間軸を中心として、放射方向へ点が分布する。負の相関がある場合には、2つの面上の2点を結ぶ線上に点が分布する。無相関の場合には、2つのデータウイングに挟まれる領域全体に点が分布する。図6においては、馬・人足相関空間のデータは、時間軸から外側へほぼ直線を描いており、これらに正の相関があることが見てとれる。人足・米価相関空間と馬・米価空間は、時間属性の値の範囲を変えて、さらに検討を加える必要があることが見てとれる。相関空間により、データ間の関係を概観でき、詳細に検討する範囲を絞り込める。

4.7 地図面

図7は、各データの各地での傾向が一目で見えるように、タイムトンネルを地図面に配置したものである。図7左は、地図面を正面から見た場合を示し、図7右は、全体像を示している。それぞれのデータウイングには、1867年頃に各地に降った御札の種類ごとの枚数が入力されている。各タイムトンネルのタイムプレーンを連動させ、同時に動かせるようにすると、データの時間的変化がレーダーチャートの図形の変化として表れる。それらのレーダーチャートの図形の分布を比較することにより、空間的な特徴を読み取ることも可能である。レーダーチャートの図形の大小は、降札枚数の多寡を表し、図形の形は降札の種類比率により異なる。

このように、タイムトンネルは、史料データの空間的・時間的変化を把握するためのツールであり、そこから各種の仮説を生み出したり、仮説の裏付けをとることを支援するものである。

5. おわりに

本論文では、歴史学研究支援のための統合環境の構築に関して述べた。各種史料は、すべてパッドとして統一される。また、外部DBMSにアクセスするProxyオブジェクトを内包したフォームベースパッドにより、異なるアーキテクチャ上に構築されたDBのデータもメディア・オブジェクトとして相互利用可能であることについて述べた。

さらに、仮説生成や検定を支援のために、各種史料を直感的に比較できる視覚化システムを開発した。これにより、データの時間的・空間的変化の把握や、それらの比較を同時、かつ多角的に行い、解析できる。

本論文では、このタイムトンネルを時間と場所を軸にして利用したが、これらの部品は、他の分野においても効果的に利用されることと考えられる。

これらのシステムを、IP/IBを用いて構築することにより、既存の部品群や、これから開発される部品群との合成により、より高度な支援環境の構築へと発展する可能性がある。RoomBoxとして提供される協調操作環境¹⁵⁾により、複数の研究者がネットワーク上で同時に史料を検討・討論できる。また、地理情報処理のための4次元歴史空間¹⁶⁾などと合成することにより、さらに広い視野を研究者に提供することもできるであろう。

謝辞 本研究の一部は文部省科学研究費(特定A10111210)の補助による。

参考文献

- 1) 及川昭文, 小澤一雅(編): 人文科学研究のための情報処理 第2巻 データベース編, 尚学社(1998).
- 2) 三浦 崇, 伊東幸宏, 小西達裕, 田村貞雄, 赤石美奈, 中谷広正, 阿部圭一: 歴史学研究支援システムの構築, 情報処理学会研究報告, Vol.97, No.48, pp.25-30 (1997).
- 3) 赤石美奈, 中谷広正, 伊東幸宏, 阿部圭一, 田村貞雄: 歴史学研究支援のための統合環境の構築, 人工知能学会研究会資料, SIG-HICG-9503, pp.1-8 (1996).
- 4) Tanaka, Y., Nagasaki, A., Akaishi, M. and Noguchi, T.: A Synthetic Media Architecture for an Object-Oriented Open Platform, *Proc. IFIP 12th World Computer Congress*, pp.104-110 (1992).
- 5) 岡田義広, 田中 譲: 対話型3Dソフトウェア構築システム— IntelligentBox, ソフトウェア科学会コンピュータソフトウェア, Vol.12, No.4, pp.84-94 (1995).
- 6) 田村貞雄: ええじゃないか始まる, 青木書店(1987).
- 7) 赤石美奈, 田中 譲: IntelligentPadにおける部分構造検索, 情報処理学会論文誌, Vol.35, No.2, pp.232-242 (1995).
- 8) 赤石美奈, 田中 譲: 部品のあいまいな位置に関する検索, 情報処理学会論文誌, Vol.36, No.8, pp.1916-1925 (1995).
- 9) Zloof, M.M.: Query-by-Example: A data base language, *IBM Syst. J.*, Vol.16, No.4, pp.324-343 (1977).
- 10) Yao, S.B., Hevner, A.R., Shi, Z. and Luo, D.: FORMANAGER: An Office Forms Management System, *ACM Trans. Office Information Systems*, Vol.12, No.3, pp.235-262 (1984).
- 11) Shu, N.C.: FORMAL: A Forms Oriented Vi-

- sual Directed Application Development System, *IEEE Computer*, Vol.18, No.8, pp.38-49 (1985).
- 12) Maier, D., et al.: Development of an Object-Oriented DBMS, *Proc. OOPSLA '86*, pp.472-482 (1986).
- 13) NTT データ通信: UniSQL User's Manual (1996).
- 14) Stonebraker, M.: *Object-Relational DBMSs*, Morgan Kaufmann (1996).
- 15) 岡田義広: 3次元ソフトウェア開発システム IntelligentBox における協調操作環境の実現, ソフトウェア学会コンピュータソフトウェア, Vol.14, No.1, pp.3-14 (1997).
- 16) 小林 務, 加藤常員, 小沢一雅: 4次元歴史空間システムにおける地理情報処理について, 公開シンポジウム人文科学とデータベース, pp.13-18 (1995).

(平成 10 年 8 月 31 日受付)

(平成 11 年 1 月 8 日採録)



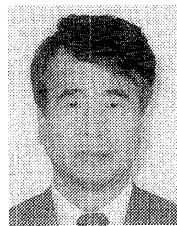
赤石 美奈 (正会員)

1995 年北海道大学大学院工学研究科電気工学博士課程修了。博士 (工学)。同年静岡大学工学部知能情報工学科助手。1997 年より北海道大学工学研究科電子情報工学専攻助手。ヒューマンインタフェース, メディア・ベースに関する研究に従事。ソフトウェア学会, 人工知能学会, 電子情報通信学会各会員。



岡田 義広 (正会員)

1993 年北海道大学大学院工学研究科電気工学専攻博士課程修了。博士 (工学)。1993 年 4 月同大学工学部電気工学科助手。1997 年 4 月同大学院工学研究科電子情報工学専攻助手。1999 年 1 月 1 日九州大学大型計算機センター助教授。ヒューマンインタフェース, コンピュータアニメーション, 仮想現実感等の研究に従事。ソフトウェア学会, 電子情報通信学会, ACM 各会員。



中谷 広正 (正会員)

1974 年大阪大学基礎工学部情報工学科卒業。1976 年同大学院修士課程修了。同年, 静岡大学工学部情報工学科助手。現在, 同大学情報学部情報科学科教授。工学博士。画像処理, ヒューマンインタフェース等に興味を持つ。電子情報通信学会, IEEE Computer Society, SPIE 各会員。



伊東 幸宏 (正会員)

1980 年早稲田大学理工学部電子通信学科卒業。1987 年同大学院博士後期課程修了。同年, 同大学理工学部電子通信学科助手。1990 年静岡大学工学部情報知識工学科助教授。現在, 同大学情報学部情報科学科助教授。工学博士。自然言語処理, 知的教育システム等に興味を持つ。電子情報通信学会, 人工知能学会, 言語処理学会, 教育システム情報学会, 日本認知科学学会各会員。



田村 貞雄

1960 年東京教育大学文学部史学科卒業。1967 年同大学院博士課程修了。同年北海道教育大学釧路分校講師。1969 年同助教授。1974 年静岡大学教養部助教授。1979 年同教授。1995 年同大学情報学部教授 (現在に至る)。この間 1983~1984 年インドネシア大学文学部客員教授。明治維新論万般に関心。歴史学研究会, 日本史研究会, 地方史研究協議会, 明治維新史学会各会員。明治維新史学会事務局長。山口県史編纂専門委員。