

暦象オーサリング・ツールの構築

- 時空間情報データベースと情報視覚化手法について -

花島 誠人

財団法人 地域開発研究所 研究部

人文・社会科学分野において、時空間情報の視覚化は有用性が高い技術である。特に歴史学、地理学の分野において、それは長年蓄積されてきた時空間情報に関する多様な視点を研究者に提供することができる。

本研究では、時空間情報のための汎用的な概念モデルを用いて、人文・社会科学分野の時空間情報データベースの構築を行ってきた。またこれと並行して、暦象データベースのクライアント環境である「暦象オーサリング・ツール (Reki-Show Authoring Tool)」を開発した。本稿では、暦象データベースの概要について述べ、暦象オーサリング・ツールのシステム概要とその特徴的な機能について、事例を示して紹介する。

Development of Reki-Show Authoring Tool

- Spatiotemporal Information Database and Information Visualization -

Makoto Hanashima

Institute for Areal Studies, Foundation

Visualization of spatiotemporal information is very useful technology for research activities in social science. Especially, in the field of History and Geography, it enables us to have various viewpoints on huge amount of historical event and geographical phenomenon. Based on the recognition that the technology that edits and visualize information is important as well as construction of database, we have been developing Reki-Show Authoring Tool. Reki-Show Authoring Tool is a system that provides a flexible data structure and interactive visualization capability for spatiotemporal information. We consider that Reki-Show Authoring Tool may make some contribution to construct the platform for social science.

In this paper, I would like to introduce the latest status of the system that focused on the database design and the visualization function.

1. はじめに

人文・社会科学分野においては、様々な時空間情報が扱われる。それらを記録し、表現し、分析するために太古より様々な工夫がなされてきた。例えば年表や地図は時空間情報を表現するために先人が築き上げてきた、極めて洗練された情報処理手法であることは言うまでもない。

今日では、そのような伝統的手法を情報システムによって実現することが可能になったが、その一方で伝統的手法の限界を取り払い、新しい観点から時空間情報を扱う方法については、まだ探求の余地が多いといえよう。

一般に「時空間情報 (spatiotemporal information)」という場合、多様な情報の形態が想定できるが、本研究において対象とする時空間情報とは「特定の時間と空間に生起する事象に関する情報」である。すなわち、時間属性 (いつ) と空間属性 (どこ) を持つ記述情報として定義することができる。本研究では、このように定義された時空間情報を表現するための概念データモデルを暦象^{*1} データモデル (Reki-Show Data Model) と名付け^[1]、このデータモデルを人文・社会科学分野における様々な歴史事象に適用して、暦象データベースの構築を行ってきた^[2]。またこれと並行して、暦象データベースのクライアント環境である「暦象オーサリング・ツール (Reki-Show Authoring Tool)」を開発した。

本稿では、暦象データベースの概要および暦象オーサリング・ツールのシステム概要について述べる。次にその特徴的な機能について、適用事例を示し、時空間情報の視覚化手法としての可能性について議論する。

2. システムの目的と設計指針

暦象オーサリング・ツールの目的は「人文・社会科学分野における多様な時空間情報を記録し、それらの情報を利用・分析できる基本的なユーザ支援環境を提供すること」である。より具体的には、以下の3点にまとめることができる。

A. 時空間情報データベースシステムの構築

本研究では、暦象データモデルに基づいて記述したデータを「暦象データ」と呼ぶ。人文・社会科学の分野で収集、蓄積されている時空間情報の

1. 暦象という言葉は、古くは中国の堯典に用例が見られ、「天体の運行」^[3]を表す。これを時空間情報を表す言葉として使用することは、漢語の知識がある方からは誤用の指摘をいただくかもしれない。敢えてこの言葉を用いるのは、本システムのひとつの特徴である、時間軸に沿った情報の可視化をイメージしやすく、かつ造語でない漢字の名称を検討した結果、この言葉が最もふさわしいと判断したためである。したがって、「暦象」は本システムにおける固有の名称であり、この言葉を学術用語として提案する意図ではない。

多くは、暦象データとして表現できる。このデータモデルを用いて汎用的な時空間情報データベースを構築する。

B. 時空間情報の視覚化

人文・社会科学分野における時空間情報は、そのほとんどが定性的な記述情報であるため、数値情報のようにグラフや主題地図として視覚化することが難しい。本システムでは、記述情報、数値情報の別にかかわらず、時空間情報を直感的に理解しやすい表現で視覚化できる方法を開発する。

C. 時空間情報の編纂手法の提供

人文・社会科学分野の分析結果は、情報と情報の関係性を記述することによって表現されることが多い。本システムでは、この関係性そのものをデータモデルとして定義し、関係性の操作を規定する。この操作の集合を「編纂＝authoring」と呼び、時空間情報を記述するための手法として提供する。

3. 関連研究

情報の視覚化手法に関する研究にはすでに多くの先例があるが、本研究との関連性においては、時間的關係性、空間的關係性、意味的關係性を視覚化する試みに注目する必要がある。

時間属性や情報間關係性の視覚化に三次元グラフィクスによるヒューマンインタフェースを用いた例としては、MackinLay, RobertsonらによるInformation Visualizerに関する研究がよく知られている。Information Visualizerの開発プロジェクトによってSilicon Graphics社のワークステーションに実装された「Time Lattice」^[4]は、複数の個人のスケジュールを立体として可視化すると同時に、スケジュール間關係性を三次元マトリクスによって表現する点で興味深い。

我が国では、仮想的な球体を使って記憶の外化構造を構築しようとする「知球」(久保田、角、西田)^[5]が注目される。久保田らは、時空間記憶モデルを提唱し、記憶された情報の關係性を、空間的關係性および時間的關係性によって表現するヒューマンインタフェースを実装している。

以上の研究は、ヒューマンインタフェースに関する事例であり、特定のアプリケーション分野を想定した研究ではない。これに対して、人文・社会科学分野における時空間情報の視覚化に取り組んでいる研究も少ないながら事例がある。

地理空間情報の時間的変化を視覚化する研究としては、シドニー大学のIan Johnsonによる「Time Map」^[6]をまずあげるべきであろう。Time MapはGISによる地理空間情報の視覚化を時間軸に対して拡張できるようにした点で画期的なシステムである。歴史地理学や都市地理学のように地理時空間情報を扱う研究分野に対しては、極めて有効なツールであり、The Electronic Cultural Atlas Initiative (ECAI)^[7]をはじめとする多くのコミュニティで利用されている。

また、杉藤らによる「ALLIANCE」^[8]は人類学の研究フィールドにおける使用を前提に設計された家系図情報の視覚化システムである。個人の属

性情報データベースから、家系図という時間的關係性の視覚化表現を自動生成するという機能は、手作業による情報処理に依存してきた研究手法にIT技術が貢献しうる可能性を示したものと見えよう。

本研究に先立ち、筆者は1998年に「暦象データベースによる編集航行型研究教育システム」(慶應義塾大学)^[9]の開発プロジェクトに参加した。このプロジェクトにおいて開発された「CRONOS」が暦象オーサリングツールの直接の原型である。このプロジェクトにおいて、松岡により年表の電子化と動的な視覚表現に関する基本アイデア^[10]が提示され、「Crono-Matrix Viewer」(時間方向に移動可能な仮想空間ビューア)として実装された。CRONOSは約5万件にのぼる歴史情報を暦象データベースに収録しており、検索結果をCrono-Matrixに表示して、あたかもタイムマシンに乗っているかのように仮想空間内を眺めることができた。

CRONOSにおける情報視覚化の基本デザインは、暦象オーサリング・ツールにも引き継がれているが、システム目的が異なるため、データベースの構造を中心に、以下のような再設計が行われている。

- 1) 開発当時のPCの性能上の制約から、専用のデータベース・サーバを利用するサーバ・クライアントシステムとして設計されていたが、これをスタンドアローンでも動作できるように変更した。
- 2) CRONOSでは年表の電子化に主眼が置かれていたため、空間情報の表現力が限定されていた。再設計にあたっては、GISとのデータ共用を念頭に置き、空間情報の処理に関する諸機能を新たに開発した。
- 3) データベースをクライアント側に移植するにあたり構造を見直し、地理空間情報関連の構造を再設計した。
- 4) 社会科学分野で利用されることが多い時系列統計情報(数値データ)を扱うことができるデータベース構造と時系列数値データの視覚化のための機能を新たに開発した。

4. 暦象オーサリング・ツールの基本構想

本システムは、人文・社会科学分野で扱われる時空間情報を対象とするが、すべての時空間情報を扱うことができる訳ではない。システムの設計にあたって、最も重視したのは歴史事象を時空間情報として表現し、処理することである。一方で、我々は歴史事象の持つ曖昧さ、複雑さ、それらを情報システムで扱うことの困難さも十分理解している。以下に述べるシステムの基本概念は、このような歴史事象に関わる問題をすべて解消しようとしたものではなく、暦象という概念モデルに基づいて、思い切った抽象化を行った結果であることを明記しておきたい。

本システムにおいては、時空間情報を離散的かつ互いに独立な事象の集合として記述する。これは一義的には、観測された事象の属性とみなせる情報と、その事象に関連する他の事象の情報とを可能な限り分離するという方針である。勿論、厳

密に言えば他の事象との関連を完全に排除した「単独の事象としての記述」はあり得ない。我々はそれを認めた上で、この方針に基づいた概念モデルを考案した。

この発想は事象に関する解釈や説明を排除しようというのではなく、事象に関する多種多様な解釈を相対化し、相互に検討可能なプラットフォームを構築するという目的に根ざしている。そのためには事象に関する基本情報を特定化することが必要であり、暦象データモデルはそのための概念枠組みであると考えていただきたい。

このようにしてデータベースに収録された時空間情報を、時間軸に沿って並べれば「年表」になり、空間軸に従って配置すれば「地誌」になる。

ここで、全く同じ有限の歴史事象の集合から、二人の編集者が任意の事象を選んでそれぞれ年表を作成する一般的な場合を考えてみたい。二人が選んだ事象は、全く同じか、あるいは異なっているかもしれないが、いずれにしてもそれらの事象を選択した編集者の意図は明示的に年表に示されることはない。この年表の背景にある編集者の意図はコンテキストと言い換えることができよう。我々は、このコンテキストを明示的に情報化することによって様々な年表を相対化し、相互に比較、検討できるのではないかと考えた。

暦象データベースに基づいて作成される年表においては、その定義上、暦象データは互いに独立である。その上で、一般的な年表では情報化されないコンテキストを、明示的に暦象データ間の「関係」として記述することによって情報化する。このように作成された、暦象データと関係の集合を視覚的に表示したり、編集するためには、従来の年表の表現方法では不十分であるため、本研究では暦象データベースのためのユーザ支援環境として暦象オーサリング・ツールを開発する必要があると考えた。

以上の基本的な構想からも分かるとおり、本研究は、人文社会科学における伝統的な情報の表現方法や記録方法を否定するものではない。それらの研究から生み出されてきた膨大な記述情報（年表、年代記、地誌、地域研究など）を効果的に活用するための、新たなフレームワークの構築を目指す試みである。

5. 概念モデル

5.1. 暦象データの概念モデル

本節では、暦象データの概念モデルの概要について説明する。

まず次のような歴史事象を暦象データとして記述することを考えてみたい。

「1927年5月21日22時24分、リンドバーグは大西洋を単独無着陸横断飛行してパリに到着した」

この出来事の時空間属性は「1927年5月21日22時24分」、空間属性は「パリ」である。

まず出来事すなわち時空間的事象をあらわす実体型 (entity type) として REKISHOW を定義する。そして、実体 (entity) e が REKISHOW 型であることを

REKISHOW(e)

と表記することにしよう。

ここで、REKISHOW(Event) である実体 Event について、その出来事に関する記述を示す属性 Description、時間を示す属性 Time と空間的位置を示す Place を定義しよう。

```
REKISHOW(Event) {  
  Event → Description  
  Event → Time  
  Event → Place  
}
```

さらに Place はそれ自体が PLACE 型の実体であり、次のように名称と緯度座標値、経度座標値を属性として持つとする。

```
PLACE(Place) {  
  Place → Name  
  Place → Latitude  
  Place → Longitude  
}
```

これを例にあてはめてみると次のようになる。

```
REKISHOW(Flight) {  
  Flight → Time = '1927年5月21日22時24分'  
  Flight → Place → Name = 'Paris'  
  Flight → Place → Latitude = 48.962  
  Flight → Place → Longitude = 2.436  
  Flight → Description = '1927年5月21日22時24分、リンドバーグは大西洋を単独無着陸横断飛行してパリに到着した'  
}
```

この出来事の記述には、到着したという事実が記載されているのみだが、実際にはリンドバーグは1927年5月20日7時52分に離陸したことがわかっている。従って TIME 型を以下のように拡張することは妥当であろう。

```
TIME(Time) {  
  Time → Begin  
  Time → End  
}
```

また、この出来事の記述によれば、「大西洋単独無着陸横断飛行の成功」が観測されたのはパリであるが、ニューヨークとパリを結ぶ空間で起きたできごとであるので、PLACE 型を次のように拡張する。

```
PLACE(Place) {  
  Place → Name  
  Place → Latitude_NW  
  Place → Longitude_NW  
  Place → Latitude_SE  
  Place → Longitude_SE  
}
```

ここで、Latitude_NW、Longitude_NW は、出来事が起こった空間を含む矩形領域 (rectangularr area) の左上 (すなわち北西) の緯度座標値および経度座標値である。同様に Latitude_SE、Longitude_SE は右下 (すなわち南東) の緯度座標値、経度座標値を示す属性である。

したがって、この出来事は以下のように記述できる。

```

REKISHOW(Flight) {
  Flight → Time → Begin = '1927年5月20日7時
52分'
  Flight → Time → End = '1927年5月21日22時
24分'
  Flight → Area → Name = 'Flight Area'
  Flight → Area → Latitude_NW = 49
  Flight → Area → Longitude_NW = 74
  Flight → Area → Latitude_SE = 40.8
  Flight → Area → Longitude_SE = 2.5
  Flight → Description = '1927年5月21日22時
24分、リンドバーグは大西洋を単独無着陸横断飛
行してパリに到着した'
}

```

以上が暦象データの概念モデルの基本である。

5.2. 暦象データの「関係」の概念モデル

先の例では、REKISHOW 型の実体 Flight のモデルを示した。これに加え、実際の歴史事象を扱う場合、ある出来事と出来事の間を表現する必要がある。

まず、任意の出来事 (REKISHOW 型実体) からなる有限集合 E を考える。すなわち、

$E = \{REKISHOW(e1), REKISHOW(e2), \dots$

$REKISHOW(en)\}$

ただし、n は正の整数

この E の全要素とリンドバーグの大西洋横断飛行という歴史事象、すなわち Flight との二項連想は以下のようになる。

$\langle Flight, e1 \rangle \langle Flight, e2 \rangle \dots \langle Flight, en \rangle$

これらの連想それぞれを実体として考え、RELATIONSHIP という実体型を定義する。

```

RELATIONSHIP (Inpact) {
  Inpact → Label = 'Inpact of Flight'
  Inpact → Description = '.....'
  Inpact → Subject = REKISHOW(Flight)
  Inpact → Object = REKISHOW(e1)
}

```

このように、独立した実体の連想を改めて実体として解釈することで、事象間の関係を柔軟に記述することができる。

5.3. CO-set : 暦象システムにおける「関心領域」の概念モデル

これまで述べてきた実体は互いに独立しているが、現実の事象を扱うためには実体型を意識することなく、特定の関心領域に属するとみなせる実体を包括的に扱う手段が必要である。

このために複数の異なる実体 (REKISHOW、PLACE、RELATIONSHIP、etc.) から、ひとつの実体を構成する複合オブジェクトを導入する。この複合オブジェクト型を CRONO-OBJECT と呼び、以下のように定義する。

$CRONO-OBJECT(c) \equiv \{REKISHOW(e), PLACE(1),$
 $RELATIONSHIP(r)\}$

1 つ以上の CRONO-OBJECT からなる有限部分集合は、任意の関心領域に対応すると見なせる。これを CO-set (CO-set) と呼び、暦象オーサリング・

ツールにおける関心領域を表す実体型として定義する。

$CO-set(\Theta)$

$\Theta = \{c1, c2, \dots, cn\}$

CO-set は、暦象データベースにおける一種のマクロ構造であり、冒頭で述べた編集者のコンテキストを表現するためのデータ構造である。

本プロジェクトにおいては、以上の概念モデルに基づき、RDB 上に暦象データベースを実装した。暦象データモデルは、あくまでも時空間情報

6. 暦象オーサリング・ツールの概要

6.1. システムの物理構成

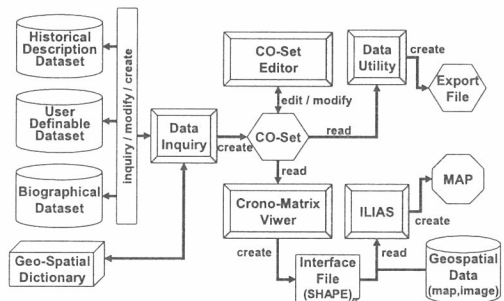
暦象オーサリング・ツールの本体は PC 単体で動作するが、暦象データベースについてはデータ共有用のデータベースサーバに置くこともできる。PC 単体で使用する場合は、ネットワークを一切使用しない。データベースサーバに接続する場合は、ネットワーク環境がポート 1433 を使用できるようになっている必要がある。データベースサーバへの物理的な接続数の制限は特に設けられていないが、OS やデータベースの設定があればそれに従う。

クライアント PC の条件は、WindowsXP または 2000 が動作するスペックであること、モニターの解像度は 1024 × 768 ドット以上である。サーバは Windows2003server または 2000server が動作するもので、Microsoft SQLserver2000 がインストールされている必要がある。

6.2. 暦象データベースの概要

暦象データベースは、暦象データ、地名データ、暦象間の関係等のデータ構造を RDB 上に実装したものである。図 1. に主なデータセットとアプリケーションモジュール間のデータフローを示した。

図 1. システムのデータフロー



暦象データ、暦象間の関係データは図 1. の Historical Description Dataset に収録される。暦象データは概念モデルで述べたように、時間属性と空間属性を持つが、実際のレコードにおいては、前者は事象の生起した年、後者は地名や国名として記述される。暦象データには内部的なユニーク ID が自動的に付与されるが、ユーザがこれを直接使用することはない。

Geo-Spatial Dictionary は地名辞書ともいい、暦象データの空間属性をキーとして、事象が生起した場所の緯度経度座標を与える。

User Definable Dataset は時系列統計データや、ユーザが独自に属性を定義したい場合に使用するデータセットである。このデータセットの作成には専用のデータ入力ツールを用い、入力されたデータは自動的に CO-set に登録される。

CO-set は暦象データベースのストラクチャであるが、実体は各データセットレコードへのインデクス・テーブルである。

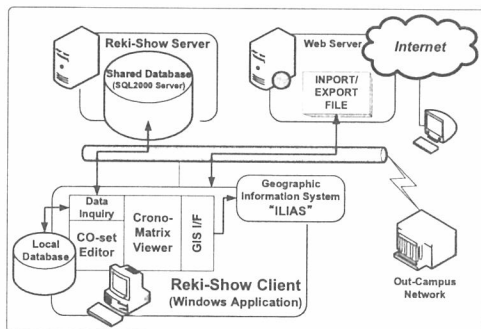
暦象データベースの検索結果は、CO-set として保存することにより、CO-set Editor や Crono-Matrix Viewer から参照できるようになり、各種の操作が可能になる。また、外部システムに対するデータのインポートおよびエクスポートも CO-set を単位として処理を行う。

6.3 システム概要

暦象オーサリング・ツールは、独立した複数のプログラムモジュールから構成されており、モジュール間の連携は、前節で述べたように主に CO-set を介して実現される。従って各モジュールの連携は疎結合であり、モジュール間の通信は基本的に行わないようになっている。

以下、図 2. にシステム構成図を示し、主要なモジュールについて概要を述べる。

図 2. システム構成図



A. データベース検索ツール

暦象データベースを検索し、結果を表示するための機能を提供するモジュールである。図 3. のようにごく一般的なデータベース検索のユーザインタフェースを採用している。暦象データの検索は、キーワードだけでなく、年代、地理的範囲による条件指定が可能である。地理的範囲の設定には地図による入力がサポートされている。

このツールにより検索した結果は、CO-set として保存することができ、他のモジュールから参照できるようになる。

B. Card Viewer

個々の暦象データをカード型のユーザインタフェースで表示するもので、権限があるデータについては、その場で編集することもできる。

また、暦象データには画像ファイルへのリンク（通常はフルパス）を一つだけ設定できるようになっており、Card Viewer からリンクされた画像を参照できる。（図 4. 参照）

画像のレンダリングには IE を利用しているのので、URL を指定すれば WEB 上の画像を表示することも可能である。

図 3. データベース検索ツールと領域指定ダイアログ

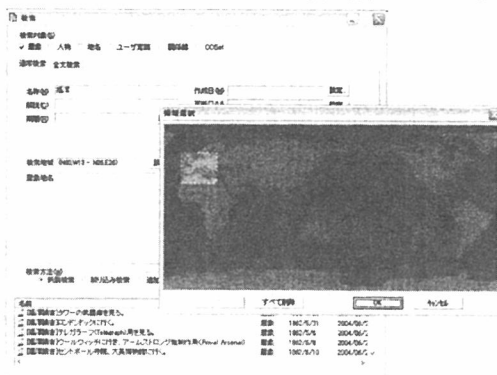


図 4. Card Viewer



C. CO-set Editor

CO-set はユーザインタフェース上は、フォルダとして表現され、暦象だけでなく、関係線（後述）や地名なども一緒に保存しておくことができる。CO-set Editor は、この CO-set 内に登録された暦象オブジェクト間の「関係」を、ユーザが入力/編集するためのツールである。

本ツールでは暦象データはアイコンによって示される。アイコンをダブルクリックすると、Card Viewer によって暦象データの内容が表示される。ユーザは任意の一对のアイコン（暦象データ）を選択し、それらを結びつける「関係線」を作成することができる。この関係線は、概念モデルで定義した暦象間の関係のメタファーであり、データベース上では、両端の暦象データへのポインタを持つデータとして表現される。

関係線には、種類（デフォルトでは親族、師弟、敵対、継承、影響などのカテゴリが設定されている）、名称、説明を記述する。（図 5. 参照）関係線の色とスタイルは種類に連動して設定される。関係線を定義することにより、編集者（=ユーザ）が暦象データ間に見いだした関係性を記述することができる。このように作成した関係線

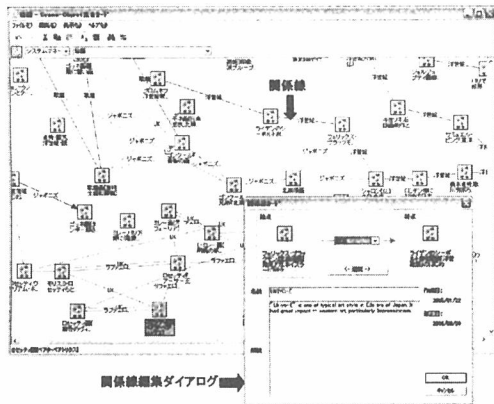
は、Cron-Matrix 内でも同じ属性をもった線として表現される。

関係線はマニュアルで作成することが基本だが、関係線を自動生成する支援機能も設けてある。これは選択された複数の暦象データについて、時系列順にソートした暦象データの対ごとに関係線を生成する機能で、複数の年表を識別する必要がある場合などに役立つ。

Co-set 内の暦象データの検索には CO-set 内検索機能が利用できる。この検索機能は、データベース検索ツールとほぼ同じものだが、検索対象が CO-set に登録されたデータに限られる。この機能を利用すると、CO-set 内の暦象データから特定の条件（キーワード、地名など）にマッチするものだけを選択し、別の CO-set にコピーする「株分け」が可能である。

システムの概要でも述べたとおり、暦象オーサリング・ツールの処理は多くの場合 CO-set を単位として行われるので、「オーサリング・ツール」としての大部分の機能は CO-set Editor が担っているということができる。

図 5.CO-set Editor と関係線編集ダイアログ



D. Crono-Matrix Viewer

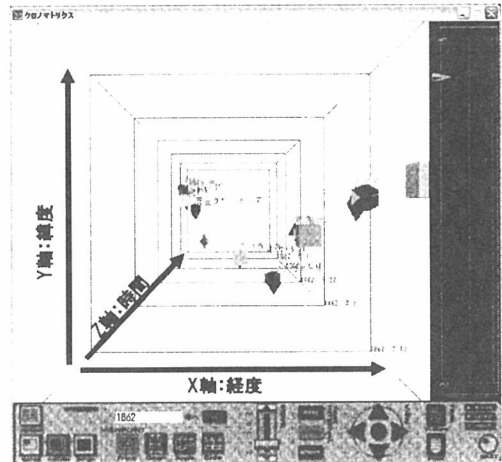
Crono-Matrix Viewer は、暦象オーサリング・ツールの最も特徴的な時空間情報の視覚化ツールである。このツールは、事象の記述だけからではわかりにくい事象間の関係性や空間的特性を直感的に観察できるようにすることはできないか、という課題に対するひとつの解決方法として考案されたものである。

実装にあたっては、データベースのエントリを三次元オブジェクトとして表現する方法をとっている。これらのオブジェクトを仮想三次元空間「Crono-Matrix」に配置し、その中を航行するような主観画像をリアルタイムに生成する。仮想空間の Z 軸は常に時間軸になっており、初期状態ではモニタの奥行き方向と一致している。コントロールレバーを前進方向に押せば、Z 軸方向（初期状態では西暦年が大きい方向）に進む画像が動的に生成され、ユーザはあたかもタイムマシンに乗って時空を航行しているようなイメージを得ることができる。

画面の X 軸（初期状態では水平軸）方向、Y 軸（初期状態では垂直軸）方向に、どのような座標

を割り当てるかはユーザが指定することができる。X 軸に経度、Y 軸に緯度を割り当てれば、XY 平面は地理座標を表すことになり、オブジェクトは暦象データの地名情報から得られる緯度・経度座標値によって配置される。これにより空間的關係と時間的關係を同時に表現することができる。また、ユーザ定義データの場合は、X 軸、Y 軸にユーザが定義した属性値を割り当てることができる。

図 6.Crono-Matrix Viewer における仮想空間の設定



オブジェクトの形状、色、大きさは、ユーザの指定により変更可能で、それぞれにユーザ定義属性値を割り当てれば、多次元情報を表示することが可能である。また、色に数値データを割り当てた場合は、八分位までの階級分けを行ってグラデーションカラーを設定することができるので、統計データを視覚化する際には便利である。また、時系列数値データについては Crono-Matrix とは別にグラフ表示が可能である。

Crono-Matrix に表示する情報は、常に CO-set として登録しておく必要がある。ひとつの Crono-Matrix に表示できる CO-set は最大 4 つまでである。複数の CO-set をひとつの Crono-Matrix に表示する場合は、同一の座標系にすべての CO-set を表示することもできるが、Crono-Matrix の座標系を分割して CO-set ごとに異なる座標系を適用することもできる。ただし、分割時であっても Z 軸（時間軸）は共有される。

E. データ入力ツール

暦象データベースへ新規データを一括して登録するためのユーティリティツールである。

暦象データをまとめて入力する場合や、他のデータベースからデータをインポートする場合には、データを CVS 形式のテキストファイルまたは EXCEL ファイルで用意する。このツールでは、入力ファイルの項目と暦象データベースの項目の対応関係を指定できるようになっており、ユーザが EXCEL 等を使って整理したデータを一括して暦象データベースに登録する際に役に立つ。ユーザ定義データセットにデータを登録するためには原則としてこのツールを使用する。

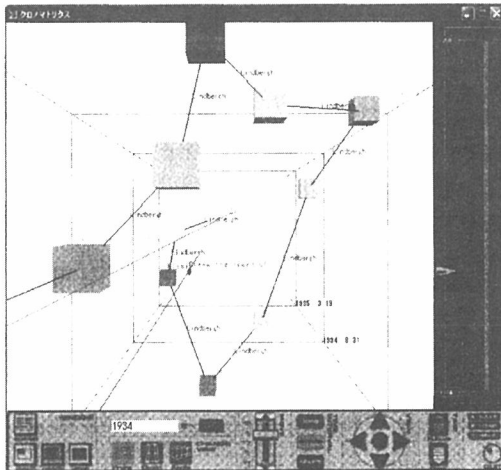
7. 適用事例

この手法の特徴は、抽象的に言うと、時間的認識と空間的認識を擬似的な移動感覚によって補強できるという点である。筆者はこれを、kinesthetic recognition (運動感覚的認知) と仮称している。リアルタイムで仮想空間を移動するという運動感覚によって、擬似的ではあるが「時間の流れ」と「空間の隔たり」を表現しようという試みである。以下に実際の暦象データによる適用事例を示したい。

A. Crono-Matrix による記述情報 (年表) の視覚化

図 7. は、チャールズ・A・リンドバーグ、ロバート・H・ゴダード、アラン・キャレルという 3 人の人物の年譜を別々の CO-set として作成したものを、Crono-Matrix 上で同時に表示させたものである。画面の横軸が経度、縦軸が緯度、奥行きが時間軸である。この例では左端を米国に設定し、リンドバーグの飛行経路を視覚化している。また、3 人の人物の個人史が時空間的に絡み合う様子を視覚的に把握することができる。

図 7. リンドバーグ、キャレル、ゴダードの個人年譜



B. Crono-Matrix による時空間統計情報の視覚化

図 8. はジフテリアによる死亡者数の県別統計データを視覚化した例である。オブジェクトの位置は都道府県の代表点の緯度座標、経度座標と統計年度によって定められている。このため、オブジェクトが日本列島の形に配置されていることが見てとれる。色は、死亡者数を四分位で階級分けして決められている。CO-set がこの例のように時系列統計データである場合には、系列 (例の場合は、都道府県ごとに 1 系列) を指定して、その時系列変化をグラフとして表示することができる。

C. GIS インタフェースによる GIS との連携

Crono-Matrix で表示できる空間情報は、相対的な位置関係を把握するには役立つが、具体的な場所を知るには不向きである。

そこで暦象データの空間情報を地理情報システム (GIS) に渡して、正確な空間情報を知ることができるように、GIS インタフェースが設けられ

ている。図 9. は福澤諭吉の「西航日誌」を暦象データ化したものを Crono-Matrix で表示し、さらに GIS ヘデータを渡して表示した例である。

D. 多属性の歴史事象の視覚化

図 10. (次ページ) は、青木による「百姓一揆総合年表」^[11] から、江戸時代の主な飢饉の際に起こった一揆の情報をデータ化した例である。図の例では、一揆の要因を色で、暴力のレベルをオブジェクトのサイズで表現している。享保の飢饉 (図上) と天保の飢饉 (図下) で、飢饉の属性情報が大きく異なることが読み取れる。

図 8. 時系列統計データの時空間表示

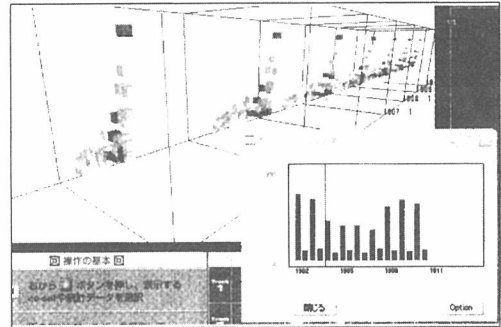
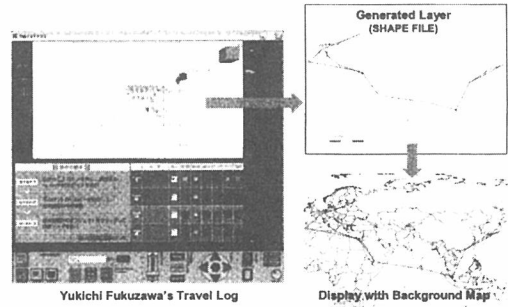


図 9. 福澤諭吉「西航日誌」の視覚化と GIS 連携



8. 考察

以上のように暦象オーサリング・ツールは、暦象データベースを前提としたツール群であるため、それ故の長所・短所を備えている。

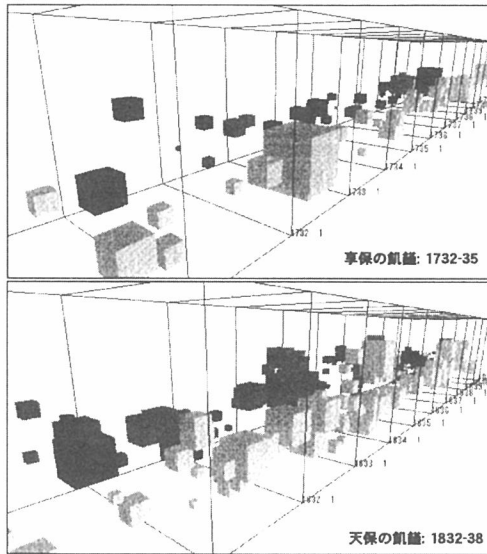
以下、暦象オーサリング・ツールの問題点および課題について考察したい。

1) システムの拡張性について

暦象オーサリング・ツールの各ツールは暦象データベースの専用アプリケーションであるため、暦象データベースに変更があれば、すべてのアプリケーションが影響を受ける。この依存関係は、本システム的设计上の制約である。

暦象データベースの構造を公開し、外部ツールからの利用を可能にすることは考えられるが、第三者にそこまでの開発を期待することはできない。より現実的には、暦象オーサリング・ツール側で外部ツールのための何らかの標準的なインタフェースを整備する方法が考えられる。

図 10. 百姓一揆の多属性情報の視覚化



この方法はすでにGISアプリケーションのためのSHAPEファイルインタフェースという形で実装しているが、これをさらに推し進め、CO-set全体をXML形式のインタフェースファイルとして提供することが考えられる。この点については、現在XML形式のインタフェースファイルの設計を行っており、今年度中に実装が完了する予定である。

2) 地名辞書の整備

Crono-Matrix ViewやGISを使用して、暦象データの空間的分布や移動などを調べようとする時、暦象の地名情報から確実に地理的位置(緯度と経度)が特定できなくてはならない。このためには地名辞書が充実している必要があるが、それには解決しなくてはならない課題がある。

a. 地名の識別の問題

本システムでは、暦象データの空間属性情報は地名で表記されている。従って地名辞書では地名から位置情報(通常は緯度・経度)を参照できるようにになっている。しかしながら、地名は決してユニークではなく、「東京」だけでは、日本の地名か中国の地名かを一意に決定することができない。暦象データベースの地名辞書では、こうした問題を避けるために「包含関係」という概念を導入し、地名の重複を回避している。これは地名を内包する上位の領域を結びつけて記述するもので、例えば「東京<日本」、「東京<中華人民共和国」というように表記することで同一地の識別をはかっている。しかしながら、この方法は本システムの内部仕様過ぎないため、根本的な問題の解決とは言えない。特に外部システムとのデータ交換を考える場合、地名の変換処理が必要となってしまうため、何らかのより汎用的な手段が望ましいが、現状では有効な対策がない。

b. Geo-codingの問題

地名辞書を作成するためには、地名と緯度・経度の相互参照データが必要である。現在暦象デー

タベースに収録されている地名は、日本の市町村名を含めて約4000件程度であるが、ほとんどが現在の地名であり、歴史事象に対応するには不十分である。現状では暦象データ作成者が、必要な地名データも作成ししなければならない。歴史的な地名にも対応する地名データとしては、米国のGetty Thesaurus of Geographic Name(ゲッティ地名シソーラス)が良く知られている。^[12]しかし残念ながら、表記が西欧言語中心であり、漢字表記が収録されていないため、日本や中国の歴史事象から地名を切り出すためのシソーラスとして、そのまま使用することはできない。

本システムの有効利用を図るためには、日本語による歴史的な地名の位置情報を含むシソーラスの整備が、大きな課題であると言える。

9. まとめ

暦象オーサリング・システムの開発フェーズは本年度をもって一旦完了し、研究や教育における利用を通じて、有用性を検証するとともに、今後の課題を明確化するフェーズへと移行することになる。

本システムで使用している「Crono-Matrix」に関しては、実証実験により学校教育における有用性^[9]が認められているが、研究活動における効果に関しては、現在、社会経済史の研究者グループの協力により、実証事例の蓄積を進めている段階である。今後は、より多様な分野における事例の収集を促進するため、Webサイトからソフトウェアの配布を行う予定である。

参考文献

- [1] Hanashima M., Tomobe K., Hirayama T., "Reki-Show Authoring Tools: Risk, Space, History", Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics, Vol.3, Number 6, IISCI, 2006
- [2] 暦象オーサリング・ツールによる危機管理研究プロジェクト, <http://www.fcronos.gsec.keio.ac.jp/home.html>
- [3] 白川静, "字通", 平凡社, pp.1646, 1996.
- [4] Mackinlay J.D., Robertson G.G., DeLine R., "Developing Calendar Visualizers for Information Visualizer", ACM UIST '94, pp.109-118, 1994.
- [5] 久保田秀和, 角康之, 西田豊明, "「知球: 持続的に発展可能な時空間記憶の構築」, 情報処理学会研究報告-ヒューマン・インタフェース-, Vol.2004 No.90, pp.1-8, 2004.
- [6] Johnson I., "Time Map Project", <http://www.timemap.net/>.
- [7] "Electronic Cultural Atlas Initiative", <http://www.ecai.org/>.
- [8] 杉藤重信, "人口学における家系図研究の可能性", 人口学研究, Vol. 34, pp.4-10, 2004.
- [9] 花島誠人, "暦象データベースを使用したネットワーク型研究・教育支援環境プロジェクト", 学びのデジタル革命, 学習研究社, pp.134-139, 2000.
- [10] 松岡正剛, "知の編集術", 講談社, 2000.
- [11] 青木虹二, "百姓一揆総年表", 三一書房, 1971.
- [12] "Getty Thesaurus of Geographic Name", http://www.getty.edu/research/conducting_research/vocabularies/tgn/.