

映像・画像資料アーカイブ連携・時空間処理システム

戸根 嘉元 岡田 至弘

概要：古文書や、古地図・絵画・古写真などの画像データは、時空間情報のもとに統合する、デジタルアーカイブ方式の研究がすすめられている。この方式の一つとして、地図に時間軸を取り入れることにより、史資料を空間軸と時間軸上で関連付けて可視化、解析結果を公開・発信可能な歴史 GIS システムがあげられる。本稿では、歴史・文化資料・資産としての画像および映像資料などのデジタルアーカイブを一般 GIS 等の地理空間情報処理ツールおよび TimeMap に代表される時空間情報処理ツールとの統合化を図り、さらに古文書アーカイブの一例として国際敦煌プロジェクト等の大規模デジタルアーカイブに組み入れることにより国際連携により利活用な時空間情報処理の実践例を示す。

キーワード：歴史 GIS, TimeMap, 大規模デジタルアーカイブ

Video and Image Material Archive associate with Time and Space Processing System

TONE YOSHIHARU OKADA YOSHIHIRO

Abstract: Research on Digital Archives system that paleography and image data, such as old map, image, and old photograph, etc in digital archives is integrated under the spatio-temporal information has proceeded. Historical GIS that is possible to send and expose analysis result and visualisation By taking in a time-axis on a map can be considered as one of the system of this.

In this report, We unify a history and a cultural material, image as property, and visual materials as digital archive to Spatio-temporal information processing tool represented by TimeMap.

And We show practice case that we use and application Spatio-temporal information processing for International cooperation by including a large scale digital archive like International Dunhuang Project in our system as example for Old documents archive.

Keywords: Historical-GIS, TimeMap, Large-Scale Digital Archives

1. はじめに

IT 技術の急速な発展により、メディア技術は人文学分野においても活用されるようになっていたが、近年、歴史文化財、文化資産をデジタルデータとして記録、蓄積することが可能になり、画像や映像などをデジタル情報として保存や修復、解析に活用するためのデジタルアーカイブに関する研究が盛んに行われる。これにより人文系と情報系の研究者が共同で作業する場が生じるようになっており、これからは様々な分野での広がりが望める技術である。

このデジタルアーカイブ上の歴史資料は分析を行う過程で、事象についての分布地図の作成や、事象を発生時間順に並べ年表を作成することで、事象の関連を明確にしている。また、作成した分布地図を重ね合わせたり、年表を並べることも考えられる。つまり、このような分析を行う上で、事象や物について、何時、何処で起こったことなのかを分析していくことが、事象の関連を見出すために重要になってくる。そこで、地理的位置によって事象の情報を管理し、可視化することで高度な分析を可能にするシステムについて考える。

GIS システムは緯度・経度を基にコンピュータ上の地図情報等に様々な付加情報を持たせることが可能で、デジタルアーカイブ上のデータを位置情報において整理し特

¹¹ 龍谷大学大学院理工学研究科
Faculty of Science and Technology, Graduate School of
Ryukoku University

性や関連情報を管理、加工し、視覚的に表示することで高度な分析や迅速な判断を可能にする技術である。これにより、様々な目的に応じたマップ作成が容易に行うことができる。また、地図上にマッピングされた数値情報を用いた演算を行い、扱うデータを可視化することで新しい観点からの情報を見出すことが可能となり、それを共有することができる。こうした技術は多くの分野に広がりつつあり、カーナビゲーションや携帯電話を利用した Location-Based Service、また公的には、災害状況を地図空間に統合した災害マップのような防災システムプロジェクト、研究目的には地域社会や都市環境のモデリングに利用されており、GISの有用性が伺え、大きな期待がもたれている。

ところが GIS システムは時間的な連続性や周期性に関する特性が考慮されず、現状では位置に関しての付加情報という形で管理されることが多い。そのため歴史的事象についても空間軸上の一点としか表現されず、歴史地理情報のような時間情報において解析されることに大きな意味をもつ分野全般において、情報の統合・分析について扱うことは難しい。そこで本研究では、三次元の空間軸を持つ GIS システムに時間軸を加えた歴史 GIS(Historical GIS) を導入することで、アーカイブ上の様々な画像資料、考古資料等の関連づけを行い、可視化することで情報の統合と共有を可能にする。

本論文では、Web 上での文化・歴史情報を整理し公開することで、閲覧者同士の知識と情報の共有を可能にすることを目的とする。空間情報処理ツールまたは時間情報処理ツールのみでは特定の主題でしか行えなかった表現や管理、分析を時間軸と空間軸から成る時空間面上で行い、地図情報や史資料を統合的に活用できるよう、画像情報として可視化、編集を可能とするシステムを提案する。

2. 時空間情報処理システム

前章で述べたように GIS は、地理情報科学として、GIS を利用してきた地理学や隣接分野に展開してきたが、過去の人々の生活や社会などの事象には導入されておらず、GIS に時間の連続性や周期性に関する定量性を取り込んだ管理・分析は行われてこなかった。しかし、緯度・経度などの位置情報から成る空間軸に時間軸を加え、多用な史資料の保存、検索、解析して、地図上に画像情報として可視化を行い、結果を公開する歴史 GIS(Historical-GIS) の考案によってデジタルアーカイブ上の画像史料や考古資料などの多種多様なデータが位置情報と時間情報のもとに統合される可能性を見出された。

2.1 GIS ベース TimeMap

歴史資料で扱われる情報を可視化・共有するために、

TimeMap をベースにシステムを構築していく。これはシドニー大学など複数機関によって進められている TimeMap プロジェクトで開発された JavaScript ライブラリであり、オンラインマップと SIMILE TimeLine を使用し、地図による位置情報と年表による時間情報を統合することができ、歴史・文化についての地図を、時間軸を取り入れ、可視化することが可能となる。オンラインマップとして、Google、OpenLayers や Bing を使用することができる。また、SIMILE timeline は年表など、時間軸上に事象をマッピングしていき、時間情報の可視化サポートするオープンソースプロジェクトである。

表示するデータの入力形式として JSON、KML や GeoRSS 等が用意されている。この TimeMap を利用し、事象が発生した地図上の位置と、発生した年表の日時にマーカーを設置して、それぞれのマーカーを関連付けすることで、史資料を地図上と年表上に可視化していく。TimeMap はベクターモデルの地理情報システムであり、緯度・経度などの位置情報から指定された点や線、ポリゴン領域に事象の情報を付加していく。TimeMap への入力データはフォーマットが決まっており、フォーマットが崩れると正常に表示されない。そこで、表示させたい情報を入力するだけで、TimeMap への入力データを自動で生成するツールの作成も行った。

TimeMap では、事象に関する情報は通常、地図上の Balloon と呼ばれる吹き出しとして表示されるが、表示範囲が限られており、多種多様な情報をもつ史資料のデータを表示しきることができなかった。そこで多くのデータが入力されることを考え、吹き出しとは別にデータを表示できるスペースを設け、マーカーと関連した情報を表示できるようにプログラムを作成する。

2.1.1 対象データ

画面上で表示するは、地図上の Balloon に次の 4 つの基本情報を表示させる。

- title
- When
- Place_1
- Event

title は事象のタイトル、When は事象が起こった日付、Place_1 は事象が起こった場所の名前、Event は起こった事象の詳細である。Place が_1 となっているのは過去、場所の呼び名が異なったり、二つ以上あった場合のためである。

さらに、地図とタイムライを左側のスペースに、空いている右側のスペースに詳細情報を表示する枠を設置し、データを表示させる。

表示させる情報は、1 箇所について以下の 13 の項目である。

1. Place_2
2. Era
3. Type
4. Size

- | | |
|-------------|---------------|
| 5. Books | 6. Collection |
| 7. Material | 8. Statue |
| 9. Text | 10. Authority |
| 11. Note_1 | 12. Note_2 |
| 13. Url | |

Place は事象が起こった場所で、先に書いたとおり現在と場所の呼び方が異なった場合のために 2 がある。Era は元号(年号)で特定の年代に年を単位として付けられる称号である。Type は事象が出土品や建物だった場合など物象の種類を記述する。Size はその物象の大きさや仏像の場合法量を示す。Books は典籍、Collection は現在、対象となる物象が保存されている所蔵機関で、Authority は文献などの典拠、Note_1 と Note_2 は事象についての備考である。最後に Url は関連画像のアドレスを示している。この項目は表示画面と入力データの項目を増やすことでより多様なデータを扱うことができる。

2.1.2 データ構造

本システムでの入力データの形式には KML ファイルを使用する。

kml はプログラムにおける三次元地理空間情報を管理するために開発された XML ベースのマークアップ言語である。本システムで使用する kml ファイルのデータ構造を以下の図に示す。

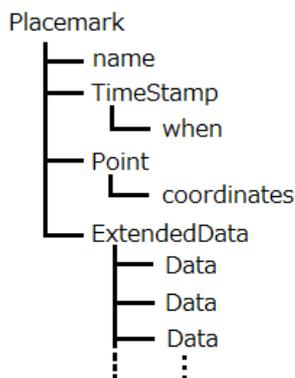


図 1:KML ファイルのデータ構造

今回 KML ファイルを採用したのは、本システムへの入力データを自動で生成するツールを作成する際に DOM(Document Object Model) と呼ばれる API から XML として扱えるからである。DOM は javascript から呼び出すことができ、XML として読み込んだ文書をアプリケーションから利用でき、XML をツリー構造として扱う。一度読み込むと、API から文書の構築、その構築から要素や内容を追加、修正、削除することが容易に行える。

2.1.3 GIS ベース TimeMap の機能



図 2:時空間情報処理ツールの外観

- Map スペース
 入力データによって読み込まれた情報をマーカーで地図上に示し、表示する。画面の拡大・縮小・移動、マーカーの選択などの操作を行う。
- タイムライン
 時間軸上に事象をマッピングしていき、時間情報を可視化する。Map スペースに表示するマーカーの時間の範囲を指定する。
- 読み込みファイル選択ボックス
 Map スペース、タイムラインに入力する KML ファイルを選択する。GIS ベース TimeMap のページを表示させる際にコンストラクタとしてサーバーのフォルダにアップロードされている kml ファイルの名前を読み取り、選択ボックスへ表示させるメソッドが呼ばれる。
- 詳細データビュー
 Map スペース及び、タイムライン上のマーカーがクリックされたとき、マーカーに関連付けられている事象の詳細情報を表示させる。

Map スペースは読み込みファイルを選択するボックスからアップロードされている kml ファイルの中から表示させたいデータを選択する。するとコールバック関数により、指定されたアドレスの kml ファイルが TimeMap ライブラリの初期化メソッドへと渡される。イニシャライズでは、表示する地図のタイトルとテーマ、タイムラインの暦法を設定しており、変更可能である。読み込まれた kml ファイルのデータはライブラリがサポートしているデータはそのまま読み込まれるが、されていないデータは読み込まれずに無視される、そのためここで ExtendedData として各項目を定義しておく。またバルーンに表示させる基本データのフォーマットもここで指定しておくことになる。ここで多くのデータを表示させると狭い範囲にスクロールバーがつき、非常にみにくくなってしまふ。そのため、バルーン内にその要素の情報をまとめた外部のページへのリンクを貼っておくことが考えられる。各要素の表示までの流れは以下のようになる。

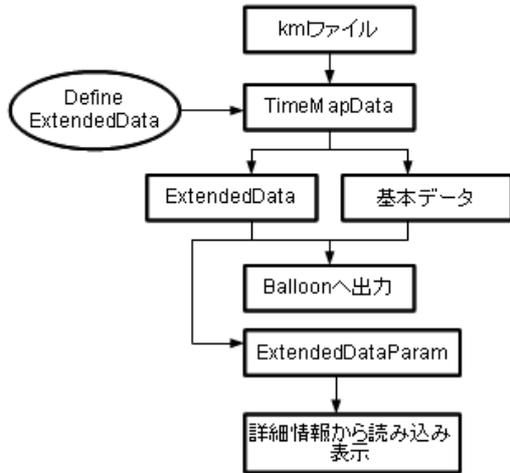


図 3: 詳細表示までのアルゴリズム

読み込みが正常に終わると Map スペースとタイムライン上にマーカーが表示される。このとき kml ファイルが正しくない場合 Map スペースには何も表示されない。Map スペースに表示されるマーカーは現在表示されているタイムラインのスコップ上のマーカーであり、横方向へスライドさせることで、必要な時間の事象が地図上へ表示される。マーカーをクリックするとライブラリからコールバック関数で呼び出されるメソッドが ExtendedDataParam から詳細情報のパラメータを確保し、それぞれ詳細データビューへ格納していく。

2.2 入力データ生成ツール

本システムにおける入力データ生成ツールは C++ 言語で作成した。GIS ベース TimeMap へ入力するデータを自動生成させる GUI ツールである。以下に入力データ生成ツールのインターフェースを示す。

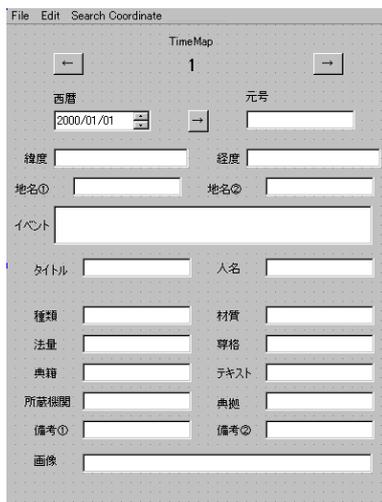


図 4: 入力データ生成ツールの GUI

ユーザーはこのツールを使い以下の基本的な操作が行える。

- KML ファイルの読み込み

- KML ファイルの保存/別名で保存
- CSV ファイルのインポート
- KML ファイルの編集
- KML ファイルの出力

ユーザーはインターフェースに必要な情報を入力していく。図 6 のインターフェース一枚が一つの事象の情報となる。複数の事象を入力したい場合は、ツール上部の左右の矢印を押すことで、複数の事象を取り扱うことができる。

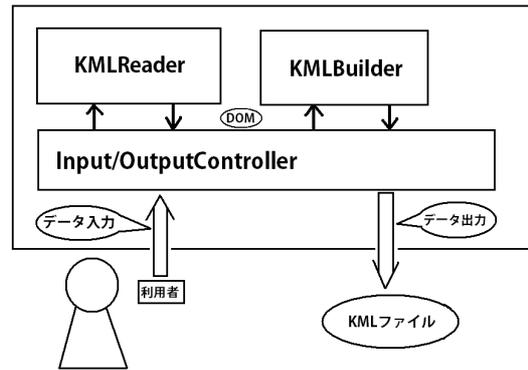


図 5: 入力データ生成ツールの構造

本入力データ生成ツールは図 5 のような構造をしており、GUI からデータを入力して保存することで、KML ファイルを出力する。内部では、まず GUI に入力されたデータをそれぞれのテキストボックスから回収したあと、データは構造体に格納される。そして KMLBuilder というメソッドでヘッダのついた DOM へそれぞれの要素が代入されていく。各要素が挿入された DOM を QTextStream で出力することで、入力された各データは KML フォーマットに直し出力される。

KML を読み込む場合には KMLReader というメソッド内で KML ファイルを DOM に格納していく。API から提供されているパーサでデータを構造体へと代入していく処理を行い、入力画面に KML のデータの一番最初の要素の内容を表示する。編集した後は保存するときと同じ工程で KML として出力・保存される。

また、あまりにデータ量が多いとき、は xml 形式でデータを編集した方がいい場合もある。

通常エクセル等のソフトは csv 形式でエクスポートできる。なので、決まった形式の xml ファイルであれば、csv でエクスポートされたファイルを読み込めるように作成した。図 8 は xml の例である。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	行政区	王様王様	西暦	元号	緯度	経度	地名	地名	イベント	タイトル	人名	種類	材質
2	4	501	011										
3	●	7	北緯	502	正	正	正	正	正	正	正	正	正
4	●	7	北緯	505	南	南	南	南	南	南	南	南	南
5	●	7	北緯	507	東	東	東	東	東	東	東	東	東
6	●	7	北緯	509	西	西	西	西	西	西	西	西	西
7	●	7	北緯	510	南	南	南	南	南	南	南	南	南

図 6: xml で作成した入力データ

以上のようにして作成された KML ファイルを GIS ベース TimeMap に入力すると図 9 のよう表示される。ユーザはツールを使用して GUI もしくはエクセルから KML ファイルを作成することが可能になり、GIS ベース TimeMap に入力することで、歴史事象を空間軸と時間軸の 2 つからなる面から観測することが可能である。



図 7:GIS ベース TimeMap の表示画面

以下に GIS ベース TimeMap のコードの一部を載せる。この関数に kml ファイルが読み込まれることで、地図とタイムラインが実現する。

3. 敦煌文献の GIS ベース TimeMap への適用

本研究では、情報系の研究者のみでなく、文学系の研究者や一般的にも有効に活用できるようなシステムを考える。ここでは IDP(国際敦煌プロジェクト) で扱われている敦煌文献のような古文書大規模デジタルアーカイブを一例にとり、時空間処理ツールに取り入れることで国際連携により利活用可能な時空間情報処理の例を示す。

3.1 IDP について

IDP(国際敦煌プロジェクト) とは、1993 年英国国立図書館において設立されたプロジェクトである。これはコンピュータネットワークの発展により図書館間の情報共有が盛んとなった今日、ネットワーク上での情報資源の構築・利用を行い、多国間で交流することでよりよい情報の共有とそのことによる利益を得ることで相互に発展することを目的とするようになった中で、敦煌文献を所蔵している図書館間が協力することで、敦煌文献分野において、敦煌写本を画像データ化しデータベースの構築を行うことや、リソースの提供を目標としている。

3.2 IDP の適用例

上記の通り IDP では敦煌文献である写本や写真がデジタルデータとして保存されて、データベース化が行われている。データベースには画像やそれに関する情報として、著作権を有する機関や遺跡、形態、材料、サイズなど多く

の項目が記載されている。これらの多岐に渡る情報を本システムに対応させ歴史 GIS 化を行ってみる。今回使用するデータとして龍谷大学大宮図書館が保持しているネガフィルムを使用した。GIS の構築にあたり、位置情報と時間情報が必要となるが、情報が抜け落ちているものはその他記載されているものから予測し、同定を行う。予測された地名、から現在の緯度、経度を使用した。さらに時間についても記載されている元号や和暦から西暦を推定して採用した。これらのデータを図 6 のような xml 形式にまとめ、もしくは図 4 のツールを使用し、推定された位置情報と時間情報にその他付加データと画像データを統合したものとして、kml ファイルへ出力する。作成された kml ファイルをサーバーへアップロードし表示させたのが以下の図である。



図 8:GIS ベース TimeMap の表示画面

このようにデータベース上の項目を GIS 化し、付加されているデータを一覧で可視化することが可能となる。また、位置情報に複数の画像情報の付加が可能で、以下の図のように画像を閲覧することができる。



図 9:GIS ベース TimeMap の表示画面

また、時間についての関連付けを行い、時間軸での比較が行えるのも特徴である。図 8・図 9 が 1912 年(民国元年)の敦煌文献、莫高窟に関するデータ及び当時ネガフィルムにて撮影された画像であることがわかる。そして下図

は同地、2012年(民国100年)にデジタルデータとして撮影された画像である。

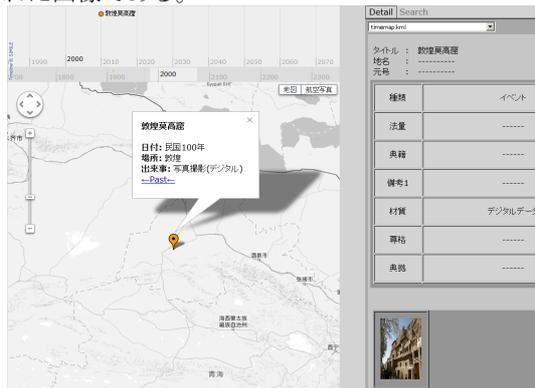
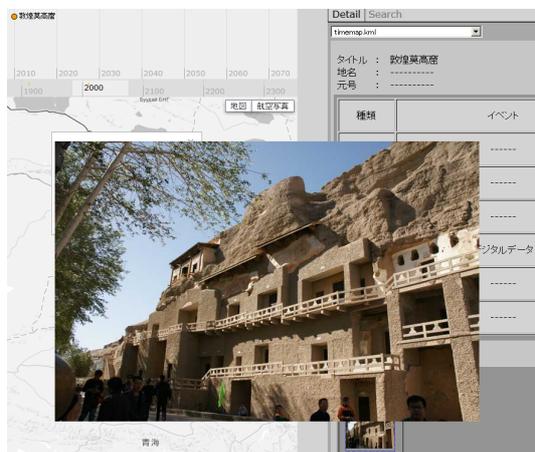


図 10:GIS ベース TimeMap の表示画面

このような IDP における敦煌文献のデータベース検索から kml を作成することで一つのレイヤーとして歴史 GIS を作成することができる。



11:GIS ベース TimeMap の表示画面

さらにデータベースから複数の kml ファイルを作成することで、多くのデータを比較することが可能である。また、web 上に公開することで多くの分野の研究者が閲覧できる状態となるため、曖昧であったデータの改定や、新しい情報の付加、誤った情報の訂正が行われることが期待できる。また javascript で作成されているため、システムの容易な改良、システムの追加も行える。

このように、IDP における敦煌文献のデータベースを GIS 化していくことで、様々なデータの可視化を行い、改良していけるシステムを立ち上げることで、多量なデータからデータベース検索では発見できなかった新しい知見を見出し、多くの分野を支援できるツールとして活用されることを期待する。

このシステムはさらに、テキストデータや、付加される各情報からの検索やソート、一つの kml ファイル内での多重レイヤーの使用による付加情報の属性によるレイヤーの作成、ラインやポリゴンを使用した多彩な可視化方法など、より多くの情報を付加させるような発展をのぞめるが、

kml ファイルに記載するデータの量や、アクセシビリティの低下を招かない kml 作成ツールの考案が課題となると予測される。

4. おわりに

本論文では時間地図に基づいた地理情報システムについて述べた。Javascript 言語を用いて開発されたソフトウェアなので、適応された史資料等のデータはプラットフォームに依存せずネットワークで共有できる。よって歴史地理学を扱う分野にとって有益であると考えられる。今後は今回対象としなかったが、歴史的事象の解析をより高度にするため、事象の性質による分類、レイヤー分け、年表のグラフ表示など、歴史 GIS で時空間分析が可能なアーキテクチャを構築していくことが課題としてあげられる。

また、歴史 GIS においては掲載データの整理、検索が容易なデータベースや、データベースを扱う規模のシステムになると、多量のデータのデータマイニングの導入が考えられるだろう。さらに、デジタルアーカイブ上の古地図と現代の地図との比較の視覚的な表現、古地図、古写真の整理・分析、古地図におけるランドマークに着目した解析など様々な方面からの発展を望める分野であり、情報、文学の分野と GIS 自身の分野の発展が期待される。

参考文献

- [1] IDP:国際敦煌項目:
<http://idp.afc.ryukoku.ac.jp/idp.a4d>
- [2] 原 正一郎・関野 樹:
 「時空間情報処理ツール HuTime・HuMap の開発と利用」,
 HGIS 研究協議会, 歴史 GIS の地平 景観・環境・地域構造の復元に向けて (2012)
- [3] 斎藤進也, 稲葉光行:「地域の知を集める一協調的ナラティブの蓄積による日本文化アーカイブの構築一」情報処理学会研究報告, 2008-CH-78(9), pp.61-68, 立命館大学, (2008)
- [4] 斎藤進也, 大野晋, 稲葉光行「時空間情報の可視化による「地域の記憶」の分析手法に関する研究—日露戦争期の松山市を事例として—」アート・リサーチ, 9, pp.115-122,(2009)
- [5] 清水英範・布施孝志・森地茂:「古地図の幾何補正に関する研究」, 土木学会論文集, 625/IV-44, 89-98 (1999)
- [6] 田中耕市・平井松午:「GIS を援用した近世村絵図解析法の検討」, 徳島地理学会論文集, 9 号, 41-54 (2006)
- [7] Petr Pridal"Tiles as an approach to on-line publishing of scanned old maps, vedute and other historical documents"e-Perimtron,Vol.3,No.1,2008[10-21](2008)
- [8] Humphrey Southall,Petr P?idal:"Old Maps Online: Enabling global access to historical mapping"e-Perimtron, Vol. 7, No. 2, 2012 [73-81] (2012)
- [9] TimeMap:
<http://code.google.com/p/timemap/>