みんぱくリポジトリ
国立民族学博物館学術情報リポジトリ National Museum of Ethnolo

地域研究支援のための時空間情報処理ツールの構築

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2015-11-18 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10502/4603

地域研究支援のための時空間情報処理ツールの構築

原 正一郎[1]，関野 樹[2]，久保 正敏[3]，柴山 守[4]

[1,4]京都大学，[2]総合地球環境学研究所，[3]国立民族学博物館

地域情報学は，多様な地域研究資料の知的関連付けや定量的分析を実現するための情報学的手法の研究開発を目的としている．特にデータの時空間属性に注目した情報モデル，分析手法，情報処理ツールの研究開発を進めている．本稿では，京都大学地域研究統合情報センターとH-GIS研究会が開発中のデータベース，資源共有化システム，時空間情報処理ツール，デジタル地名辞書およびオントロジーツールの概要を述べる．

Development of Spatiotemporal Tools for Area Studies

Shoichiro Hara[1], Tatsuki Sekino[2], Masatoshi Kubo[3], Mamoru Shibayama[4]

[1,4]Kyoto University, [2]Research Institute for Humanity and Nature, [3]National Museum of Ethnology

Area informatics aims at developing information methods to quantify data, to process data mining, and to reveal new relations between data. Area informatics has put a special emphasis on time and place aspects of data, and has developed some information models, algorithms, and tools to manipulate spatiotemporal data. This paper introduces databases, resource sharing systems, spatiotemporal data analysis tools, digital gazetteers, and ontology tools that the Center for Integrated Area Studies and H-GIS Research Group have developed.

1. はじめに

地域研究は，地域の文化的・社会的な構造を人間活動とともに様々な視点から総合的に理解する学問領域であり，地域を「読み」（資料の把握・収集）、「解き」（分析・理解）、「語る」（公開・発信）研究が，基本的には研究者の興味に基づいて展開されてきた．地域研究は歴史・地理・政治・経済学・文化人類・環境等の研究領域を包摂しているため，一人の研究者が相手にすることは不可能であり，多数の専門家による様々な角度からの議論が必要とされている．しかし，方法論や視点の異なる専門家の連携は極めて困難である．また，従来の地域研究では，民族誌のような定性データは解釈的に，気象観測のような定量データは数値的に処理されており，両者を上手く統合・活用しているとは言い難い．これらが地域の総合的な理解を阻む要因となっていたと考えられる．

情報学とは，明確な「ノルム」と「手続き」を導入し，多様なデータを「比較・再現」可能な状態で「客観的」に処理する手法に関する学問である．この情報学的手法を地域研究の一領域として位置づけ，地域研究データを計量的に処理する試みを地域情報学（area informatics）と呼んでいる[1]．言い換えると，地域情報学は地域研究における数理情報の役割を重視し，これを積極的に活用する方法論の開発を目指している．計量化の導入により，定性データと定量データの統合利用と，客観的かつ再現性のある分析が可能となる．これにより，異分野研究者間の連携と地域研究データの有効活用を実現し，総合的な地域像を客観的に構築できることが期待される．京都大学地域研究統合情報センター（以下，CIAS）[2]および筆者らが組織しているH-GIS 研究会（Humanities GIS，以下，H-GIS）[3]では，地域研究資料を計量的に扱うために，事象の時空間属性に注目した地域研究情報モデル，データベース，資源共有化システム，時空間情報処理ツール，デジタル地名辞書，オントロジーツール等の研究開発を進めてきた（以下、地域研究情報基盤）．

本稿では，CIAS および H-GIS の研究成果を中心に，第 2 章で地域情報モデル，第 3 章でデータベース，第 4 章で資源共有化システム，第 5 章で時空間情報処理ツール，第 6 章でオントロジーツールについて述べる．最後に第 7 章で地域研究情報基盤の全体像と今後の展開について考察する．

2. 地域情報モデル

地域研究のプロセスを，情報のフロー，情報学的研究課題およびツールの視点から整理したモデルを図 1 に示す．まず地域情報学には 2 つの側面がある[4]．一つめは地域研究資料の組織化であり，臨地研究における資料の発見・把握・収集から、データベース化，さらに資源共有化までの過程が対応する．標準化動向調査に始まり，情報管理学，メタデータ，符号化技術，データベース論等が研究課題となる．二つめは地域研究資料の分析であり，組織化された資料

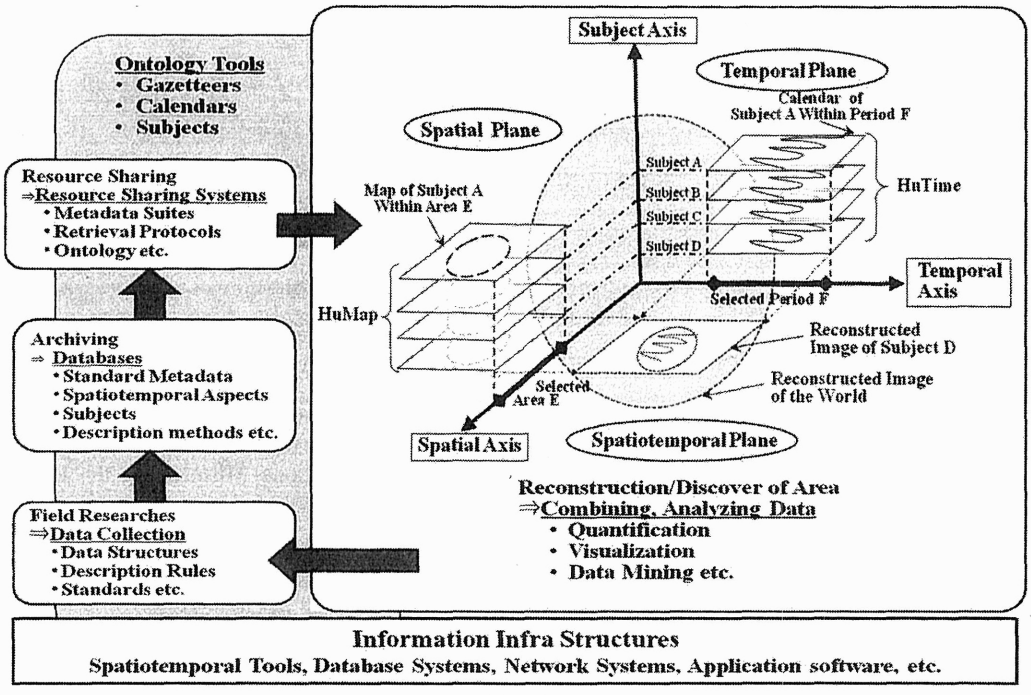

図 1. 地域情報モデル

から地域に関する仮説を形成する過程が対応する．計量化，可視化，統計解析，時空間解析，シミュレーション等の数理的分析が研究課題となる．仮説は臨地研究へフィードバックされ，情報のサイクルを形成する[5]．地域研究は，これらのサイクルにおけるデータの収集・組織化・共有化・統合・分析の各過程を，定量的に進める手法の確立を目的としている．

これまでは，資料の時空間属性に着目した計量化と分析手法の開発および情報処理ツールの構築を進めてきた．その際，資料の内容を主題軸・空間軸・時間軸の 3 次元空間で表現していた（図 1 の右枠内）．

主題軸は資料を語彙に従って配列するものである．これはデータベースに相当する．しかし，タイトル，著者名，主題等が中心のメタデータでは，時空間情報を上手く扱うことができない．資料の内容に関する時空間情報を記述できるメタデータの定義と，これを処理できるデータベースが必要である（第 3，4 章参照）．

空間軸は資料を位置に従って配列するものである．これは地図に相当する．主題軸と空間軸が形成する空間には，行政界地図，土地利用図，患者発生地図等の様々な主題地図が存在する．空間情報処理ツールは，多様な主題地図をコンピュータ上で表示したり，重ね合わせたり，空間的演算を行ったりするソフトウェアであり，地理情報システムとも呼ばれている．CIAS と H-GIS では HuMap[6]と呼ばれる空間情報処理ツールを開発している（第 5 章参照）．

時間軸は資料を時間に従って配列するものである．これは年表に相当する．主題軸と時間軸が形成する空間には，日本史，朝鮮史，中国史，タイ史等の様々な主題年表が存在する．空間情報処理ツールに相当し，複数の主題年表をコンピュータ上で表示したり，並べたり，時間的演算を行ったりするソフトウェアの事例は少なく，H-GIS では HuTime[7]と呼ばれる時間情報処理ツールを開発している（第 5 章参照）．

時空間情報の組織化や解析にはオントロジー技術の導入が重要であると考えている．H-GIS では時空間関連語彙の組織化を目指して，地名辞書と暦日テーブルの 2 種類の辞書の構築を継続している．また CIAS では語彙に基づいたデータの関連づけに関して，Topic Maps の利用研究を進めている（第 6 章参照）．

3. 地域研究データベース

データベースは多様な研究資料を組織化するための要である．本章では，CIAS 等が中心に開発中の「京都大学研究資源アーカイブ」について，特にメタデータの視点から述べる．

3.1 アーカイブシステムとメタデータ

京都大学研究資源アーカイブは，研究者が収

集・作成した地図・写真・フィールドノート等のコレクションを組織化するための情報システムである．このシステムでは，資料一点ごとの書誌用メタデータとして MODS（Metadata Object Description Schema）[8]を採用した．MARC（MAchine Readable Cataloging）[9]よりも構造が単純でありながら，Dublin Core Metadata Element Set（DCMES）[10]よりも詳細な記述が可能な MODS の特徴を評価したためである．

ところでコレクションを扱う場合，資料一点ごとの目録だけでは不十分であり，資料の出所・来歴や資料間の依存関係等も記述する必要がある．そのためのアーカイブ用メタデータとして EAD（Encoded Archival Description）[11]を採用している．

EAD では写真等のデジタル資料を Item 要素に割り当てる．これに加えてデジタル資料全体に関するデータ，資料一点ごとの書誌データ，資料間の依存関係を示すデータ，デジタル化に関する技術データも同時に記述する必要がある．そのための標準メタデータとして，このシステムでは METS（Metadata Encoding & Transmission Standard）[12]を採用している．

3.2 時空間メタデータ

資料の内容を標準メタデータの基本要素のみで記述しようとすると，直ちに問題となるのが場所と時間の扱いである．これは標準メタデータにおいて，時空間情報を記述する要素の種類が少ないことに起因する．京都大学研究資源アーカイブの場合，EAD や MODS のように，記述要素の種類が豊富なメタデータを組み合わせているので，時空間情報の記述は比較的容易である．例えば空間情報は METS の要素を利用して以下のように記述している．

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<mets:mets ※名前空間の記述は省略>
<mets:metsHdr CREATEDATE="2008-10-18"
    LASTMODDATE="2008-10-20">①
・・・・・
</mets:metsHdr>
・・・・・
<mets:dmdSec ID="DMD2">  ②
  <mets:mdWrap MDTYPE="MODS">
    <mets:xmlData>
      <mods:mods>
        <mods:titleInfo>
          <mods:title>[SLIDE FILE]1970s 貝葉調査 タイ
</mods:title>
・・・・・
        <mods:subject>
          <cartographics> ③
            <!-- (NW)lat., lon. -->
              <coordinates>
                19.518375478601556, 98.3056640625
              </coordinates>
            <!-- (SE)lat., lon. -->
              <coordinates>
                18.646245142670608, 102.4365234375
              </coordinates>
          </cartographics>
        </mods:subject>
        ・・・・・
</mets:dmdSec>
・・・・・
</mets:mets>
```

ここで，metsHdrr 要素（①）にはデジタル資料全体の書誌データを記述する．dmdSec 要素にはデジタル資料の保存情報を記述する．保存情報は，デジタル資料が関係している EAD 要素と，デジタル資料一点ごとの MODS データから構成される．例えば②ではデジタル資料のタイトルが「[SLIDE FILE]1970s 貝葉調査 タイ」であることを示している．時空間情報は mods:subject 要素内に記述している．③は空間情報の記述例であり，coordinates 要素内に緯度と経度情報が記述されている．

図 2 に京都大学研究資源アーカイブによる検索例を示す．メタデータ内に時空情報が記述されていると，図左側のように地図検索画面上にマーカが現れる．これを選択すると図右側のようにコレクション情報が表示される．

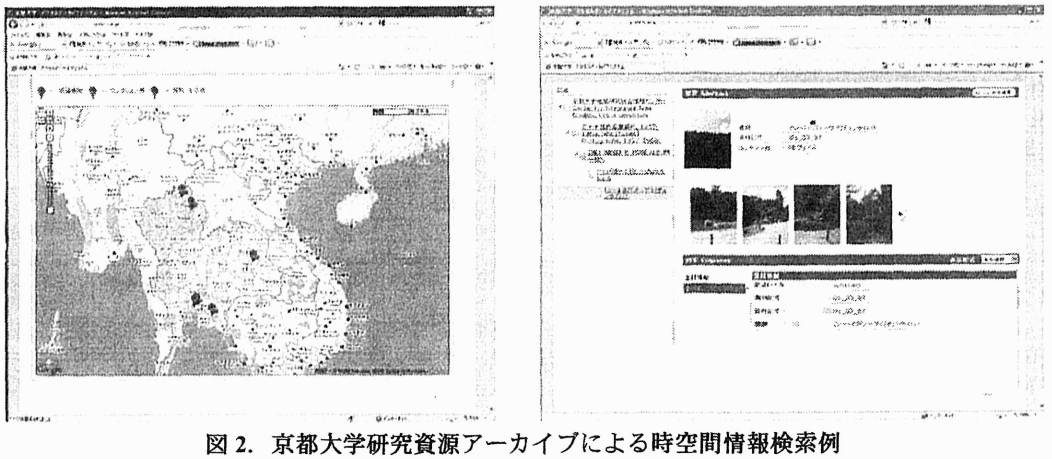

図 2. 京都大学研究資源アーカイブによる時空間情報検索例

4. 資源共有化システム

資源共有化システムは，インターネット上の多様なデータベースを単一のデータベースに見せる仕掛けである[13]．資源共有化システムの例としては，人間文化研究機構（以下，NIHU）研究資源共有化システム[14]，CIAS 地域研究資源共有化データベース[15]等がある．

データベースのメタデータはそれぞれ異なっているが，意味的に共通したデータ項目も多い．そこで，多くのメタデータに共通なデータ項目からなる「共有化メタデータ」を定義する．その上で，各データベースのデータ項目から意味的に対応する共有化メタデータのデータ項目へのマッピングを行い，「共有化メタデータベース」を構築する．資源共有化システムでは，この共有化メタデータベースを検索する．つまり，資源共有化システムの利用者には，資源共有化システムが共有化している全データベースが，単一のメタデータ構造であるかのように見える．これが資源共有化システムの基本な仕掛けである．NIHU システムでは DCMEL，CIAS システムでは MODS が共有化メタデータとなっている．図 3 に CIAS 地域研究資源共有化データベースの例を示す．

資源共有化システムにおいても，要素数の少ないメタデータを利用している場合は，時空間情報の扱いが問題となる．NIHU のシステムでは DCMEL を利用しているため，Coverage 要素の内部を拡張して，時空間情報を詳細に記述できるような工夫をしている．

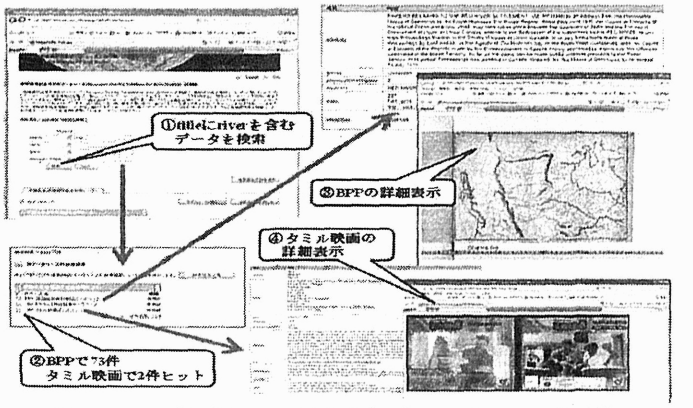

図 3　CIAS 地域研究資源共有化データベースの検索例
title に「river」という文字列を含む資料の検索を要求（①）した結果，英国議会資料地図データベースから 73 件，タミール映画データベースから 2 件のヒットがあった（②）．ここで特定のレコードを選択し，更に詳細表示を指示すると，詳細な書誌情報や画像データ等を表示することができる（③および④）。

5. 時空間情報処理ツール

データベースに組織化された資料を分析するツールとして，CIAS と H-GIS では HuMap（空間情報処理用）および HuTime（時間情報処理用）の 2 種類のツールを開発している．

5.1 時空間情報処理ツールの概要

最初にツールの共通機能を整理する．ツールは以下の部分から構成されている．

- **データビュー**：レイヤデータ（地図あるいは年表）の表示や資料選択等の操作を行う．
- **プロジェクトビュー**：レイヤやプロジェクト（一括操作の対象となるレイヤ集合）の階層的表示と表示編集等の操作を行う．
- **レイヤプロパティ**：レイヤの状態（コロプレスマップの凡例等）を示す．
- **タイムスライダ**：データビューに表示する資料の時間範囲を指定する．
- **メニューバー**：時空間情報処理ツールが提供する処理機能をまとめた部分
- **ツールバー**：便利な機能をまとめた部分

時空間情報処理ツールでは，データファイル，レイヤファイル，プロジェクトファイルが必要である．データファイルは時空間および画像データ用である．時空間データとして CSV，XML，ESRI ShapeFile（HuMap）が利用できる．時間データの記述はグレゴリオ暦（HuTime は和暦等も可能），空間データの記述は WGS84 基づく地理座標系で 10 進表記である（HuMap は UTM 等も可能）．画像データとして JPEG2000，JPEG，GIF，TIFF，PNG が利用できる．

レイヤファイルには，データファイルと表示に関するメタデータが記述されている．一つのデータファイルに一つのレイヤファイルが必要である．プロジェクトファイルには，データビューの構成等に関するメタデータが記述されている．

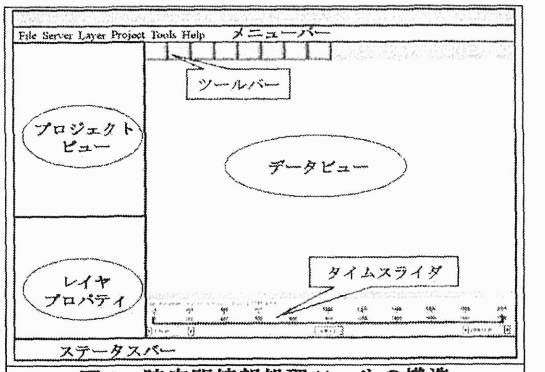

図 3　時空間情報処理ツールの構造

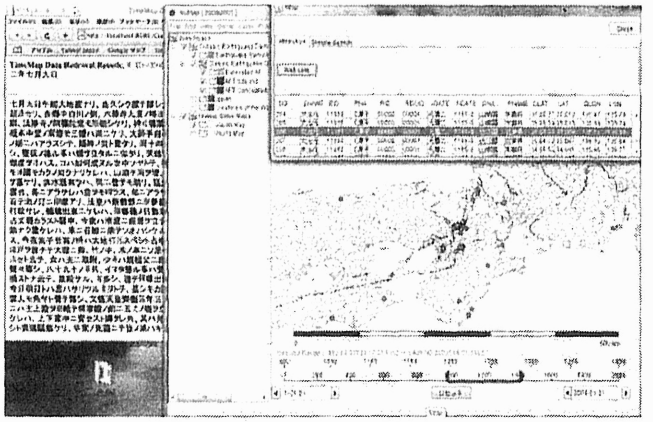

図 4 HuMap における基本表示の例

行政界地図レイヤの上に活断層地図レイヤと地震記事レイヤを重ねたものである．行政界地図レイヤは多角形データの例であり，各多角形（行政単位）には ID，市町村名，面積，人口などの属性情報が関連付けられている．活断層地図レイヤは線データの例であり，各線（断層）には ID，変位地形，変位基準などの属性情報が関連付けられている．地震記事レイヤは点データの例であり，各点（地震記事）には ID，位置，記事データベースへの URL などの属性情報が関連づけられている．

5.2 HuMap

HuMap は空間情報処理用のクライアントソフトであり，シドニー大学の TimeMap Project[16] の TimeMap を参考に開発を始めた．TimeMap は時間情報を処理できるもののデータ可視化ツールにすぎない．そこで TimeMap の特徴を活かしつつ，空間情報解析やデータクリアリングハウス連携等の機能を実装し、空間情報処理ツールとしての体裁を整えたツールが HuMap である．最新版は独自のソースコードである．

(1) HuMap の機能

HuMap は，データ可視化機能に加えて，以下のような特徴的な機能を持っている．

- 複数レイヤに対して表示，非表示，削除等の操作を一括して実行するプロジェクト機能
- 時間検索機能
- SQL 検索機能
- バッファリング等の空間情報処理
- クリッピング等のレイヤ間演算
- アニメーション機能
- JAVA 言語で作成されたプログラムを HuMap から実行する JAVA プラグイン機能
- レイヤに対するアノテーション機能
- データクリアリングハウス連携機能

(2) HuMap の空間情報処理

HuMap の基本的な表示例を図 4 に示す．行政界や断層図等のレイヤを重ね書きしており，これらの可視化情報から，どの町の下を活断層が走っているか等を鳥瞰できる．HuMap では空間範囲を指定した検索ができる．図 4 では地震記事レイヤのある領域を矩形選択し，その範囲に含まれている地震記事のデータを表示している（図右上のテーブル）．さらにテーブルから記事を選択すると，記事データベースへの URL を利用して記事の内容を表示することもできる（図左側のテキスト領域）．

HuMap の検索は各レイヤのデータテーブルに対して実行される．検索法としては GUI を利用した簡易検索機能に加えて，SQL による検索も可能である（図 5）．

空間データに対する特徴的な情報処理としてバッファ操作がある．これは地物の周辺から一定距離の領域を計算する操作である．クリッピングはレイヤ間演算の例であり，やはり空間データに対する情報処理法の一つである．このような空間情報処理と通常の統計処理を組み合わせることにより（図 6），景観解析等を行うことができる[17]．

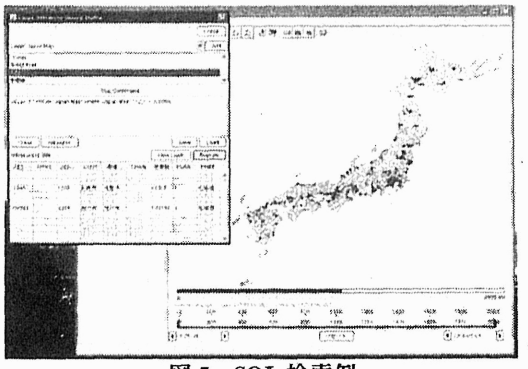

図 5 SQL 検索例

図 5 と同じ行政界レイヤのデータテーブルに対して
Select * form Map where Map.人口>100000
という SQL を実行している．つまり，人口が 100000 人より多い市町村をデータベースから検索し，それを地図上でハイライト表示している．

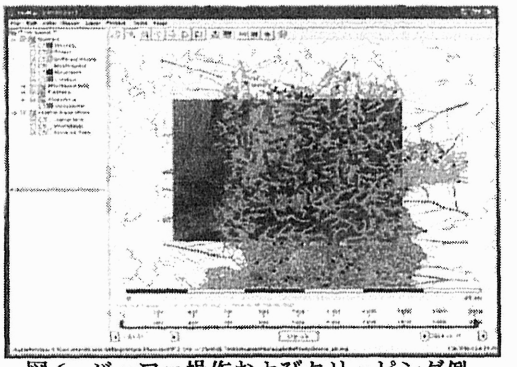

図 6 バッファ操作およびクリッピング例

太線の領域は，奈良盆地内の各河川から 300m 以内の領域を示す．このレイヤを使って式内社の分布レイヤをクリッピングすると，河川から 300m 以内にある式内社を抽出できる．丸点が抽出された神社を示している．

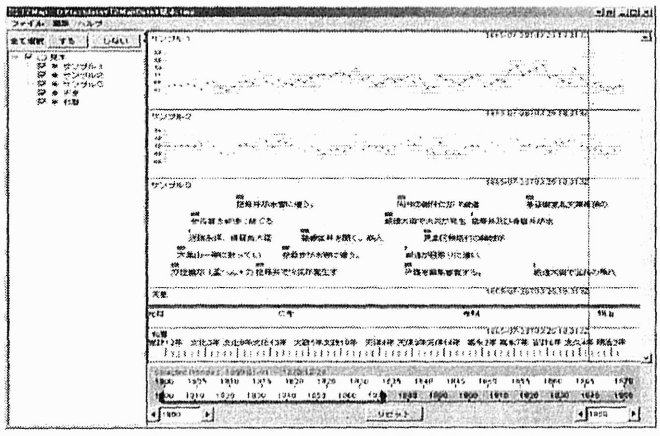

図 7　HuTime における基本表示の例

西暦 1800 年から 1950 年までの 3 種類のデータを表示している．HuTime では，文字列データ，数値データである点グラフ，折れ線グラフ，棒グラフなどを組み合わせて扱うことができる．さらに HuTime では，従来の年表表示ソフトウェアでは扱えなかった元号や閏月を含む暦を扱うこともできる．

5.3 HuTime

HuTime は時間情報処理用のクライアントソフトである．類似のツールとしては MIT の SMILE プロジェクトにおける TimeLine[18]など開発事例は少ない．

(1) HuTime の機能

HuTime は以下のような機能を持っている．

- 年表をレイヤとし，これらを並べて可視化する機能
- 文字列データ，折れ線グラフ，棒グラフなど多彩なデータ表示機能
- 時間領域におけるデータのズームイン・ズームアウト機能
- 複数の暦に対応可能
- GUI を利用した時間検機能
- レイヤ間の論理演算機能
- プロジェクト機能

(2) HuTime の時間情報処理

HuTime の基本的な表示例を図 7 に示す．複数の年表を同じ時間軸上で並べることにより，事象の共時性や周期性などを視覚化している．

図 8 は 3 つの年表（滋賀県災害史，彦根の日降水量と平均風速）を HuTime で表示したものである（図中 1 から 3 段目）．以下では，この例を使って HuTime の時間情報処理について説明する．

HuTime における検索とは，年表から特定の条件を満たす事象を抽出し，新しい年表を作成する操作である．図中 4 段目の年表は，日降水量が 10mm 以上の日を抽出している．同様に 5 段目の年表は，平均風速が 5m／秒以上の日を抽出している．

マスク操作は HuTime 特有の機能であり，マスクの生成，マスクの加工，マスクによる情報抽出の 3 つの段階からなる．マスクの生成は検索操作と同じである．上記の検索例では，日降水量が 10mm 以上の期間と，平均風速が 5m／秒以上の期間の 2 つのマスクを生成している（図中 4 および 5 段目）．

マスクの加工では，解析の目的に合わせて，関連するマスク間で論理演算を行う．この例では，4 段目と 5 段目のマスク間で論理積演算を行っている．生成されたマスクが 6 段目のレイヤであり，日降水量 10mm 以上かつ平均風速が 5m／秒以上の期間を意味している．

マスクによる情報抽出は，作成したマスクを使って年表から必要な情報を抜き出す作業である．図では 6 段目のマスクと一段目の滋賀県災害誌の間で論理積をとり，日降水量 10mm 以上かつ平均風速 5m／秒以上の期間に関する災害記録を抽出している．この結果が図の最下段である．これより，滋賀県の場合，大雨・強風という条件のもとで最も多い災害は雪害であることが分かる．

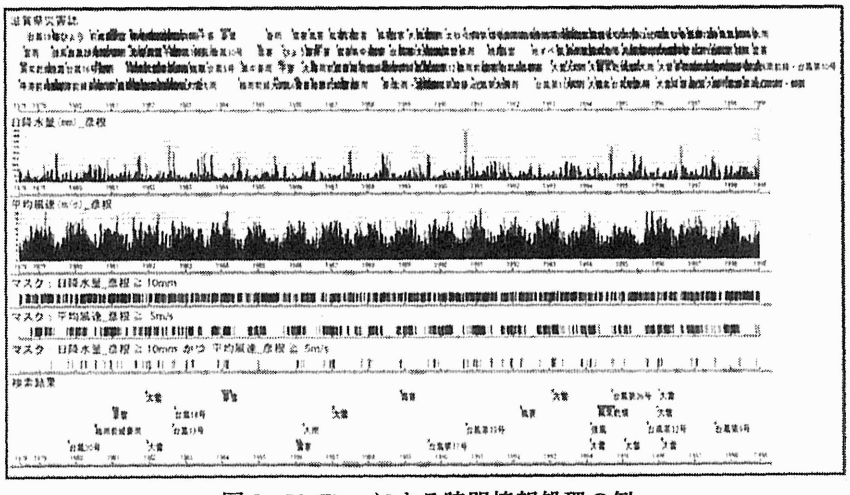

図 8　HuTime による時間情報処理の例

6. オントロジーツール

地名や時間情報を処理する際の問題点として，同名異地や複数暦法の問題等がある．また同じ対象であっても，研究領域ごとに用語が異なるようなこともある．このように，地域研究資料の利活用を図る上で，語彙の組織化は重要である．この問題に対してはオントロジーの利用が有効であると考えている．以下では語彙辞書構築と Topic Maps 利用の事例研究について述べる．

6.1 地名辞書と暦日テーブル

場所の表現法には地名，住所，緯度・経度など，時間の表現法にも和暦，西暦年，ユリウス通日などと多様である．時空間情報処理ツールを利用する場合，地名は緯度・経度，時間はグレゴリオ暦に計量化されている必要がある．そのための支援ツールとして，地名辞書と暦日テーブルの構築を進めている．

地名辞書は，地名に関する位置および関連情報をリスト化したもので，シソーラスの機能を果たす．構築中の地名辞書には，大日本地名辞書（増補版：吉田東吾著，冨山房，第一巻）の見出し語地名，式内社名（延喜式神名帳）および寺院名（日本寺院総鑑）が登録されている．さらに迅速図および仮製図からの地名収集を進めている．現時点で約 19000 地名を収録している．データ項目は，記載地名とヨミ，その位置を包含する旧地名とヨミ，現在の比定地名とヨミ，比定地の緯度・経度，地名属性，備考等である．図 9 に地名辞書による検索例を示す[19]．

暦日テーブルは各暦日の対応表である．ユリウス通日をキーとして，これに各暦の日付を対応させている．現時点では，和暦，ユリウス歴，グレゴリオ歴，中国暦が登録されている．

6.2 Topic Maps

地域の「理解」を「域に関する事象・事物・概念などの間の明示的な関連づけ」捉えると、オントロジーは体系化の枠組みとして重要であると考えられる[20]。オントロジーの記述法としてはセマンティック Web や Topic Maps などが提案されているが，CIAS では記述が比較的単純な Topic Maps の利用を試みている[21]．

Topic Maps では知識を主題，主題間の関連，主題に関するリソースへのリンクの集合で表現する．図 10 は，図 2 のアーカイブ資料を，Topic Maps で記述した例である．

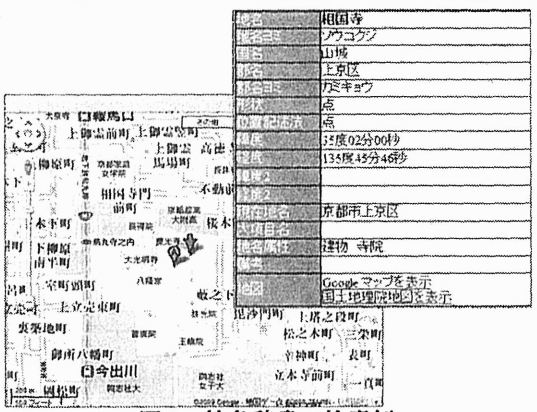

図 9　地名辞書の検索例

相国寺（現京都市上京区）を検索した例．右上は詳細結果，左下は地図による位置表示．

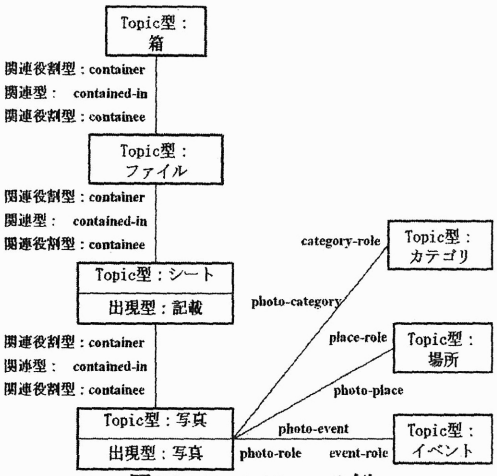

図 10　Topic Maps の例

これは図 2 のアーカイブ資料に関する Topic Maps の例である．このアーカイブでは資料を箱，箱の中のファイル群，ファイルの中のシート群，シートの中の写真群という階層で整理している．Topic Maps もこの階層構造に従い箱，ファイル，シート，写真を主題とし，これらを contained-in という関連で結びつけている．また写真にはイベント（撮影目的等），カテゴリ（キーワード等）、場所の属性があるので，Topic Maps でもイベント、カテゴリ、場所という主題と photo-category 等の関連を定義している．

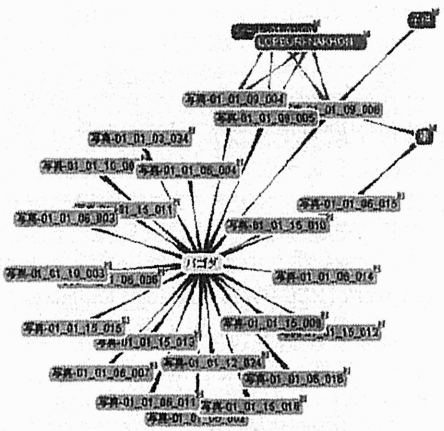

図 11　Topic Maps の可視化例

カテゴリが「パゴダ」の写真を集めた例である．ここで写真 01-01-09-006 の関連を辿ると，これは LOPBURI-NAKHON PRATHOM の子供に関する写真であることなどが分かる．

可視化ツールを利用することにより，主題間の関連を俯瞰したり，主題間を移動したり，特定の主題に関する資料をまとめたりすることなどができる．図 11 は Ontopia[22]という Topic Map ツールを使ってアーカイブの写真資料を可視化した例である．

7. 考察

地域情報学の展開を目指した地域研究情報基盤の構築を進めている．データベースシステムと資源共有化システムの開発は概ね終了し，CIAS および H-GIS のホームページから公開されている．ただし，時空間属性の扱いについてはさらなる考察が必要である．

空間情報処理用の市販／フリーのツールは多く公開されているが，HuMap には時空間情報の可視化機能，空間情報処理機能，データクリアリングハウス連携機能等の特徴がある．さらに HuTime との連携により，本格的な時空間情報処理が可能となる．つまり，特定の資料を空間的な視点から俯瞰・分析する際には HuMap を利用し，同じ資料を時間的な視点から俯瞰・分析したければ HuTime に切り替え，時間情報と空間情報を同時に処理できるようにする．これは，地域研究のように多様な資料を扱う研究領域用の支援ツールとしては，必須要件であると考える．この機能を実現するために，HuMap と HuTime のレイヤファイルとプロジェクトファイルの共通化を進めている．なお，HuMap と HuTime は今年度中に公開する予定である．

オントロジーに関しては，地名と暦に関する語彙の組織化を進めている段階である．地名辞書については，H-GIS のホームページから公開している．一般的な語彙（主題）については取り組みを開始したところである．地名辞書・暦日テーブルと各データベース・資源共有化システム・HuMap・HuTime との連携は必須であり，SOAP による情報連携を考えている．知識の記述法については Topic Maps の利用を試みているが，Resource Description Framework (RDF)/Web Ontology Language(OWL) 等についても試みる予定である．

謝辞 本稿の執筆にあたり H-GIS メンバーの多大な貢献があった．特に EAD・METS データの作成に当たっては京都大学総合博物館の五島敏芳講師に、Topic Maps の作成ではナレッジシナジーの内藤求氏のお世話になった．ここに心から謝意を表したい．なお本研究は，科学研究費補助金基盤研究(A)(19201051)，人間文化研究機構連携研究「湿潤アジアにおける「人と水」の統合的研究」および「資源共有化事業」の支援によって実施した．

参考文献

[1] 柴山守，原正一郎：総論・地域研究の目指すところ－地域研究における GIS の応用，アジア遊学，No.113，pp.28-35，勉誠出版，2008.
[2] 京都大学地域研究統合情報センター（CIAS）：http://www.cias.kyoto-u.ac.jp
[3] H-GIS 研究会：http://www.h-gis.org
[4] 柴山守：時空間概念に基づく地域・歴史事象の写像と知識獲得－地域情報学の視点からみる歴史知識学－，人工知能学会誌，Vol.25，No.1，2010（編集中）．
[5] Shoichiro Hara: Humanities GIS in Japan: Current Status, Models and Tools, Proceedings of "GIS in Humanities and Social Science 2009", pp.161-176, 2009.
[6] 原正一郎，柴山守：地域情報学の構築と時空間情報解析ツール，人文科学とコンピュータシンポジウム論文集，Vol.2007，No.15，pp.71-78，2007.
[7] 関野樹，久保正敏：T2Map－時間情報に特化した解析ツール，人文科学とコンピュータシンポジウム論文集，Vol.2007，No.15，pp.183-188，2007.
[8] MODS (Metadata Object Description Schema): http://www.loc.gov/standards/mods/
[9] MARC 21 Format for Bibliographic Data: http://www.loc.gov/marc/bibliographic/nlr/nlr.html#intro
[10] Dublin Core Metadata Element Set Version 1.1: http://dublincore.org/documents/dces/
[11] EAD (Encoded Archival Description Version 2002 Official Site): http://www.loc.gov/ead/ead
[12] METS (Metadata Encoding & Transmission Standard): http://www.loc.gov/standards/mets/mets-schemadocs.html. dev.html
[13] 原正一郎：地域研究のための資源共有化システムとメタデータに関する研究，東南アジア研究，Vol.46，No.4，pp.608-645，2009.
[14] 人間文化研究機構：研究資源共有化システム，http://www.nihu.jp/kyoyuka/databese.html
[15] 京都大学地域研究統合情報センター：地域研究資源共有化データベース（試行版），http://area.net.cias.kyoto-u.ac.jp/GlobalFinder/cgi/Start.exe
[16] Ian Johnson: TimeMap Time-based Interactive Mapping, The Archaeological Computing Laboratory, University of Sydney, http://www.timemap.net/index.html
[17] 原正一郎，桶谷猪久夫：景観の計量的解析～GIS を利用した聖なる場所の統計的分析～，人文科学とコンピュータシンポジウム論文集, Vol. 2006, No. 17, pp. 227-234，2006.
[18] MIT: SMILE Project TimeLine, http://simile.mit.edu/timeline.
[19] 桶谷猪久夫：人文分野における日本地名辞書の構築と地名属性の特徴分析，人文科学とコンピュータシンポジウム論文集，Vol.2007，No.15，pp.79-86，2007.
[20] 溝口理一郎．2005．『オントロジー工学』，オーム社．
[21] 内藤求：トピックマップ入門，電機大出版局 2006.
[22] ontopia: http://www.ontopia.net/