

# 時空間情報の利用と展開

総合地球環境学研究所 関野 樹  
京都大学東南アジア研究所 柴山 守  
京都大学地域研究統合情報センター 原 正一郎  
国立民族学博物館 久保 正敏

人間文化研究機構・研究資源共有化事業の一環として進められてきた時空間システムでは、時空間情報解析ツールの GT-Map と GT-Time（以下、「GT-Map/Time」）の開発や地名辞書、暦日テーブルといった基盤情報の整備など、時空間情報を使った研究資源の共有や研究遂行に必要な手段の研究開発を進めてきた。2010年9月10日には GT-Map/Time が一般に公開され、これまでの開発中心の活動から成果を実際に利用してゆく新たな局面を迎えつつある。ここでは、昨年度の報告（第1回共有化研究会－2009年5月29日：関野・柴山・原・久保「時空間システムの成果と今後の展開」）以降の研究開発で得られた成果を中心に報告する。

## 1. 時空間情報の解析ツール

### GT-Map

GT-Map は、空間データに基づく情報の表示や解析を行う GIS（地理情報システム）の一種で、空間情報と共に時間情報を扱えることが大きな特徴である（図1）。従来のバッファリング、コロプレスマップなどの基本的な空間情報処理機能に加え、SQL 文を用いたレコード検索やトラッキングなどの解析機能の強化が行われた。

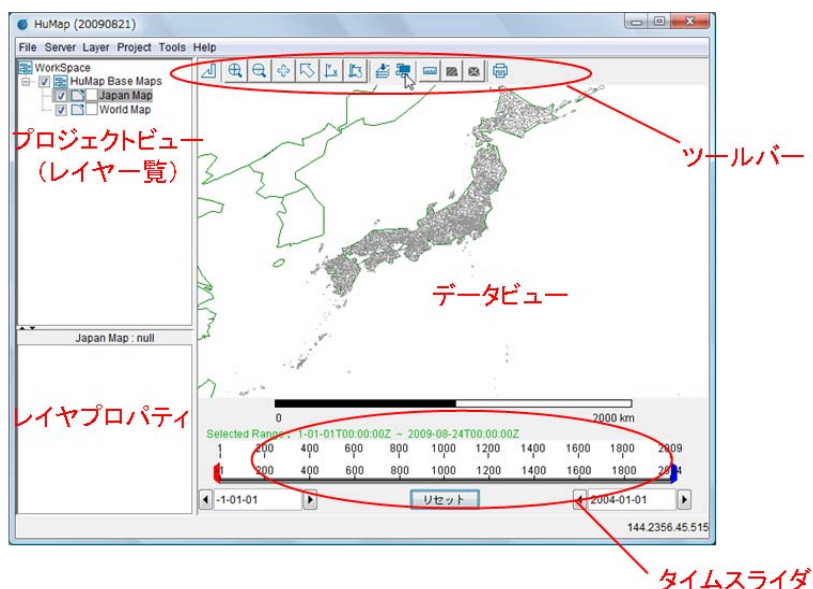


図1：GT-Map—空間情報処理やデータベース管理などの地理情報システムの基本的な機能を備えている。空間情報と共に時間情報を扱うことで、地図上で表示や解析を行うレコードの時間範囲を指定することができる。

新たに追加された SQL 検索機能は、SQL (Structured Query Language) を使って地図上に表示するレコードを選択する機能である (図 2)。これにより、複数の表の結合や複雑な条件式を設定した検索が可能になり、より高度な解析が可能になった。

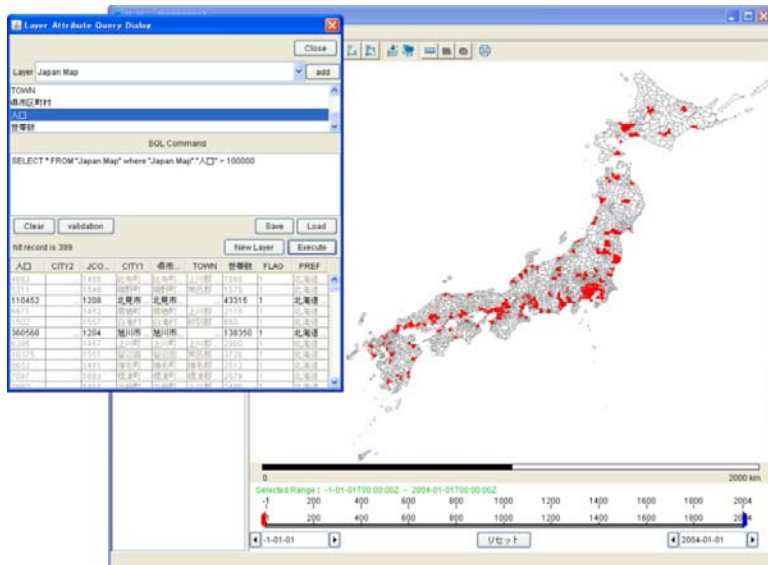


図 2 : SQL 検索の例—別のウインドウ上で SQL 文を入力する。

トラッキングは人やモノの移動を地図上に軌跡として表示するための機能である (図 3)。近年の GPS 端末の普及で野外調査の現場での緯度経度の測定が容易なり、トラッキングを用いた解析はさまざまな研究分野で必須の機能になっている。

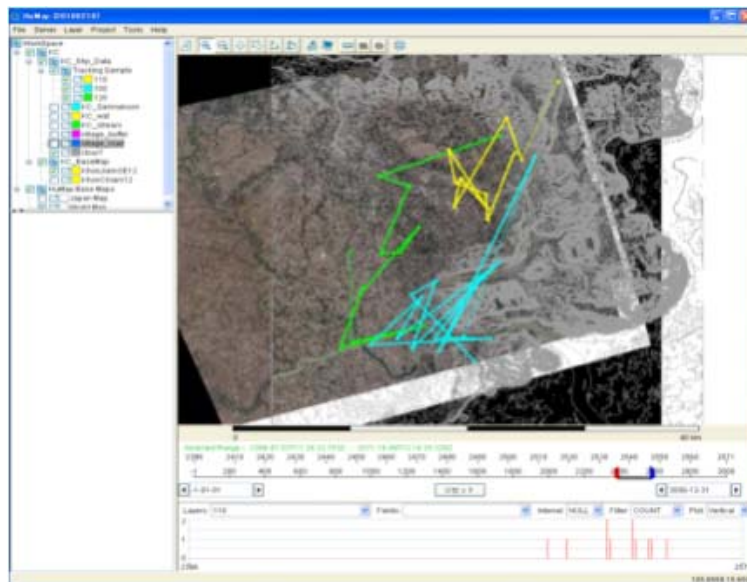


図 3 : トラッキングの例—地図上に複数の軌跡を色分けして表示することができる。

## GT-Time

GT-Time は時間軸に沿って多様な情報を表示したり (図 4)、GIS のような手法によりそれらの関係を解析したりするための (図 5) 統合的な環境を提供する情報解析ツールである。年表 (文字列データ) や時系列グラフ (数値データ) を使った表示や時間情報に基づいた関係解析の機能を強化するため、レコードが示す時間範囲の境界条件の指定 (境界が

時間範囲に含まれるかどうか)、始点や終点の無い日時での指定 (例:「2010年9月10日以降」といった表現)、時系列グラフでの欠測値の扱いなどについて細かな修正が行われた。

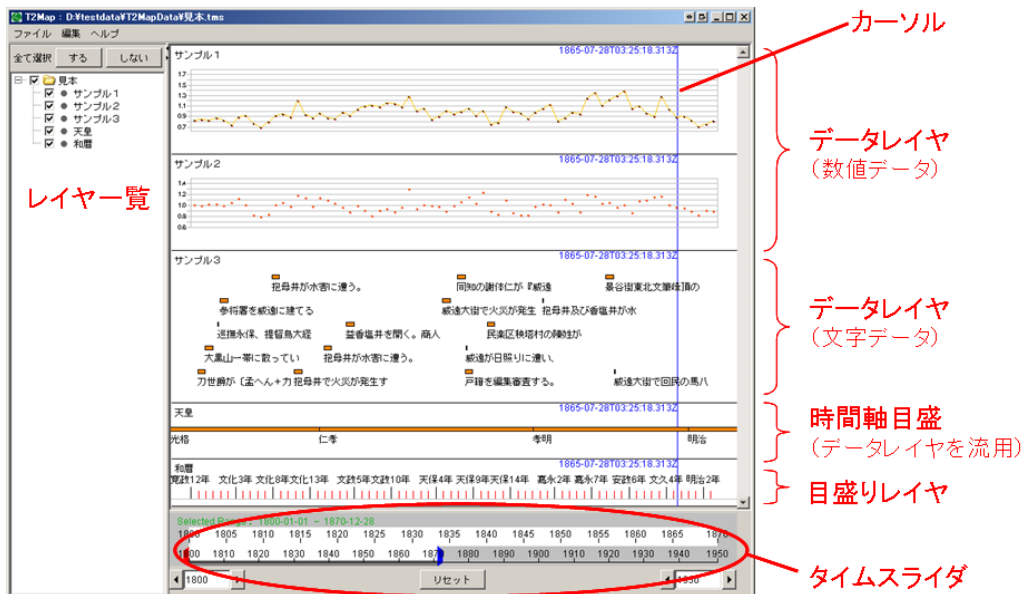


図4：GT-Time—時間情報に沿って数値データ（グラフ）、文字データ（年表）、時間軸目盛などを表示する。タイムスライダ（GT-Map と共通）により、表示させる時間範囲を操作する。

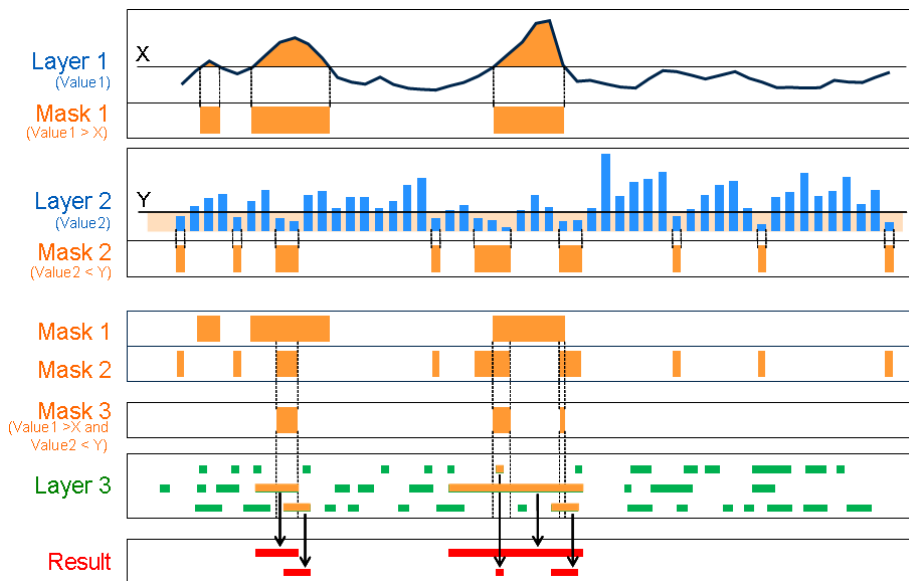


図5：時間軸上での解析—Layer 1 では値が X 以上の時間範囲を、Layer 2 では値が Y 以下の時間範囲を抽出し、それぞれ MASK1, 2 としている。さらに、両者の時間範囲が共通する部分を MASK 3 として抽出し (GIS のインターセクトに相当)、年表の Layer 3 からこの時間範囲に含まれるイベントを抽出している (GIS のクリッピングに相当)。

レコードが示す時間範囲の境界条件の指定では、境界となる日時がレコードに含まれるか、含まれないかを指定できるようになった (図6)。これにより、時間範囲に开区間・閉区間といった概念が導入され、レコード間の時間的な連続性が厳密に表現できるようにな

った。なお指定の無い場合は、始点はレコードに含まれ、終点はレコードに含まれない半開区間として処理される。

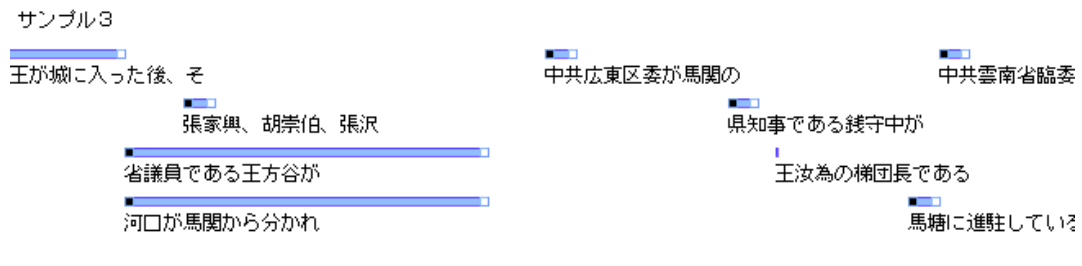


図 6 : レコードが示す時間範囲の境界条件を明確に表示—黒の点が付されている場合は境界の日時はレコードに含まれ、白の点の場合は含まれない。

## GT-Map/Time 共通

(データエディタ)

GT-Map/Time 用のデータを作成・編集するためのデータエディタを新たに開発した（現時点では基本的な機能に限定）。GT-Map/Time では、地図や年表上に表示されるデータ本体以外に、レイヤのタイトル、表示範囲、記号の色・形・大きさ、使用するフォントなどの情報を格納したメタデータファイルが必要である。データエディタはこれらのメタデータファイルを編集するためのものである。

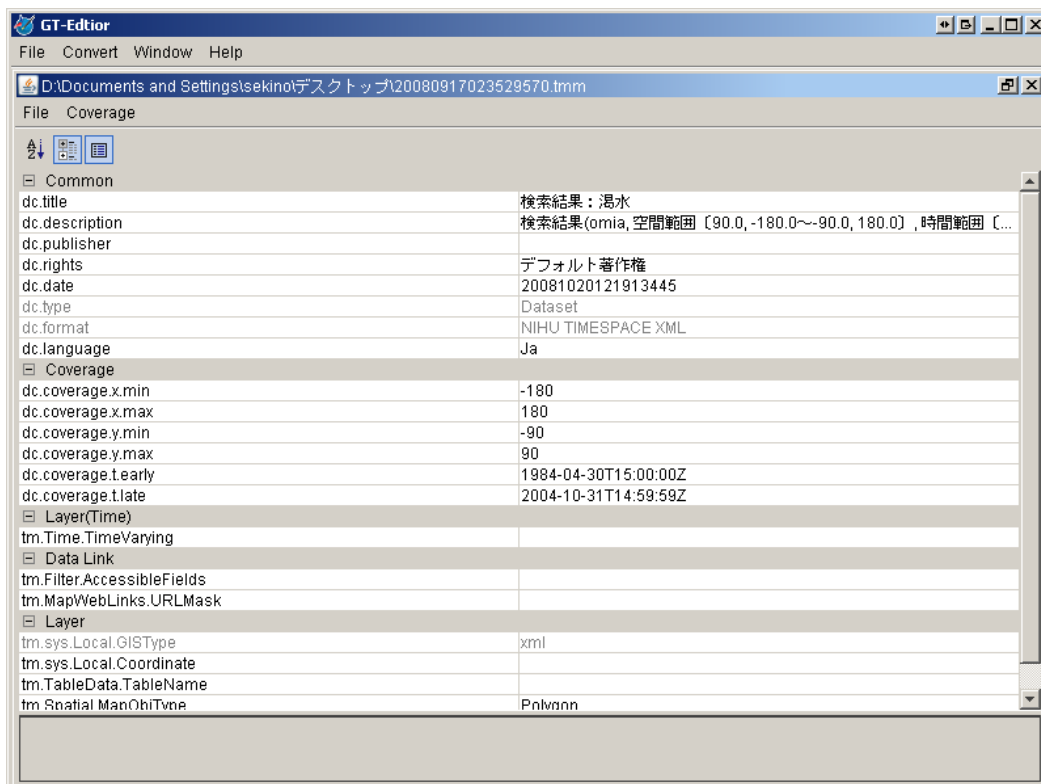


図 7 : データエディタ—GT-Map/Time での利用に必要な情報（レイヤのタイトル、表示範囲、記号の色・形・大きさ、使用するフォントなど）と、データを検索するための情報（作成者、権利など）を編集する。

(多言語対応)

GT-Map/Time でメニューや操作ボタンなどに使われる言語を切り替えられるようにした。XML で記述された言語パックを導入することにより、任意の言語に対応する。

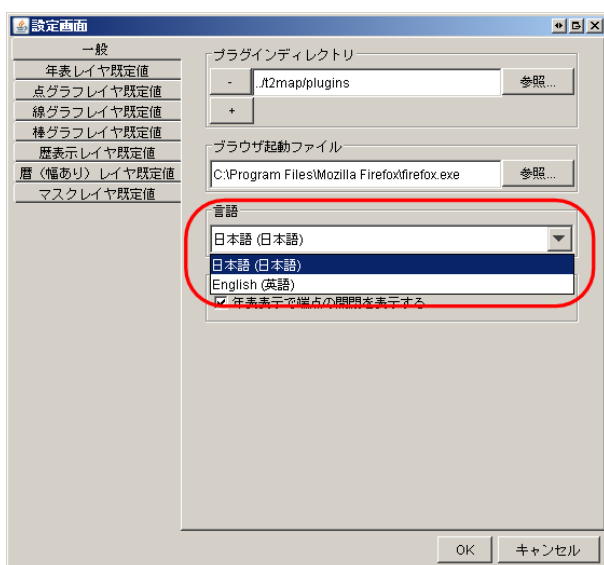


図 8 : 言語の設定画面 (GT-Time の例)。導入されている言語パックを自動的に認識し、利用可能なリストとして表示する。

## 公開に向けた準備

今年度の GT-Map/Time の公開に向けて、さまざまな利用者に対応するための機能追加や資料作成を行った。

(インストーラの作成)

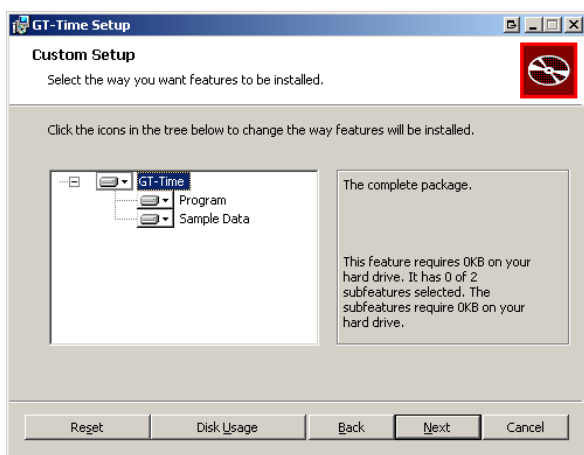


図 9 : インストーラ (GT-Time の例)。サンプルデータのインストールの有無などを選択できる。

Windows 環境へソフトウェアをインストールするためのインストーラを GT-Map/Time それぞれで作成し、ファイルの関連付けやスタートアップメニューへの登録などを簡便に行えるようにした (図 9)。GT-Map/Time の動作に必須の Java 環境のチェックもインストール時に行われる。

(利用者マニュアルの作成)

利用者マニュアル (日本語) を作成し、配布用のパッケージに同梱することとした (図 10)。また、GT-Map/Time 間で用語の統一などの調整を行った。



図 1 0 : 利用者マニュアル。

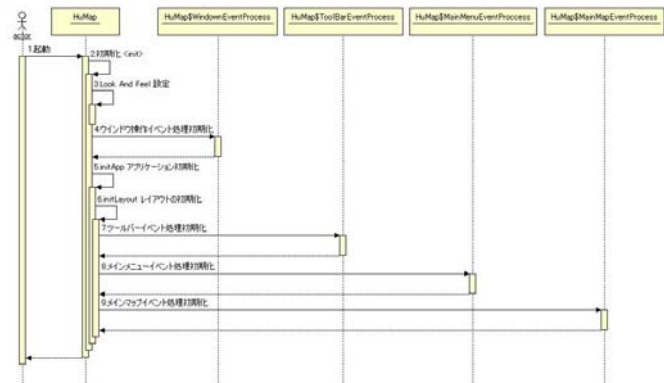


図 1 1 : 技術資料の例(シーケンス図)。

(技術資料の作成)

GT-Map/Time を変更して使う利用者のために、プログラム内部の動作を記述した技術資料を作成して、希望者に配布することとした (図 1 1)。

(公開用サイトの整備)

GT-Map/Time の公開用のサイトを整備し、2010 年 9 月 10 日よりソースコードや技術資料なども合わせて公開している。また、ソフトウェアの不具合報告や問い合わせも同サイトからフォームを使って行える。



図 1 2 : 公開ページ。  
<http://www.chikyu.ac.jp/nihudb/gt-tools/>

2. 時空間の連携

時空間システムは、空間情報と時間情報を組み合わせた「時空間」の視点で解析を進める環境を整備することが目標である。時間情報と空間情報の連携のありかたは、主に次の

3つに類型化できる。

- ・トラッキング
- ・空間情報の時間的な変化
- ・時間情報の空間的な違い

まず、トラッキングは前述のとおり **GT-Map** で実現されている（図 3）。次の空間情報の時間的な変化は、物事の空間的な分布が時間経過とともにどのように変化するかに着目したものであり、**GT-Map** のアニメーション機能が典型例である（図 1 3）。従来の GIS では時間範囲が異なる複数の地図を用意し、それぞれをレイヤとして表現することで空間情報の時間的な変化を示すことが行われてきたが、**GT-Map** の場合は、データセット自身が持つ時間情報を用いて任意の時間範囲における空間情報を示せることが特徴である。3つ目の時間情報の空間的な違いは、場所によって物事の時間的な変化がどのように異なるかに着目したものである。たとえば、市町村によって人口の経時的な変化にどのような違いがあるのか（数値データ）、災害発生時点からの対応が国によってどのように異なっていたのかを時系列に沿って示す（年表）などが考えられる。これらは、**GT-Time** のレイヤをそれぞれの場所に対応させることにより表現および解析が可能である。しかしながら、地図上でこれらの違いを表現するには至っていないため、現状では時間的な変化に地域的な偏りや特徴があるのかといったことを視覚的に捉えることは難しい。

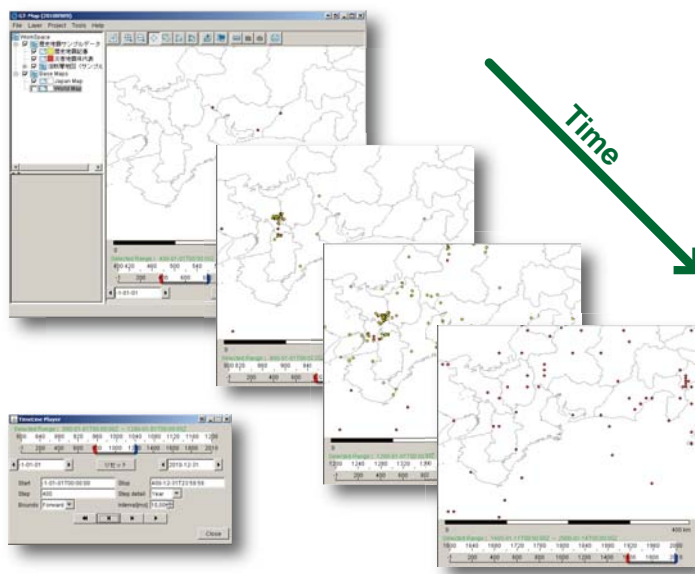


図 1 3 : **GT-Map** のアニメーション機能。左下の操作パネルで、アニメーションを行う時間範囲の幅などを設定する。

実際に **GT-Map** と **GT-Time** を連携させる試みでは、データ作成の観点から 2 通りの連携が考えられる。

- ・同じデータセットが時間と空間両方のデータを持つ場合
- ・異なるデータセットを時間や空間を使ってリンクさせる場合

前者のケースでは、同じデータセットを **GT-Map** による空間的な視点と **GT-Time** による時間的な視点の両方から解析することができる。各データセットがそれぞれレイヤとして表現される。後者のケースでは、年表中のあるイベントに関連する別の空間データを地図

上で確認する、もしくは、地図上のある地点に関連する別の時間データを年表上で確認する必要がある。現時点では実装されていないものの、年表上のあるイベントをクリックすることで GT-Map が起動して地図が表示されるなどの機能があれば、より実用的な解析が可能になるであろう。また、GT-Map と GT-Time を使ったデータセットの連携では、特定の時間条件の中での空間情報の解析（例：景気が良いときに限定した人口移動の様子）、特定の空間条件の中での時間情報の解析（例：標高 500m 以上の市町村に限定した人口の経時変化）など、より複雑な解析も可能である。

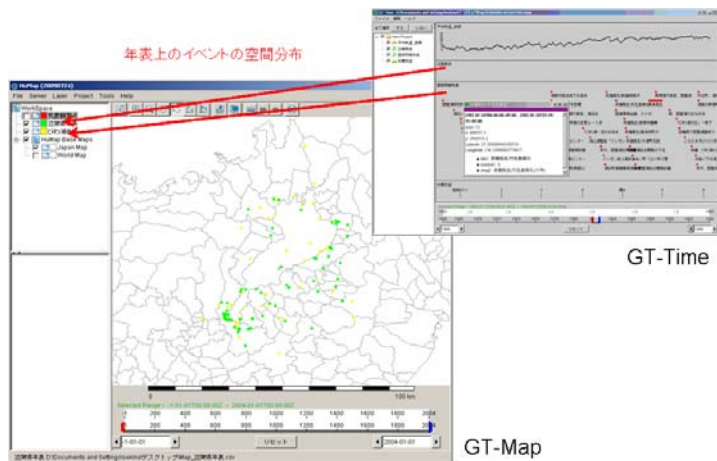


図 1 4 : GT-Map と GT-Time の連携。1 つのデータが時間と空間の両方のデータを持つ場合。年表中のイベントに関する空間情報が地図上に表示される。

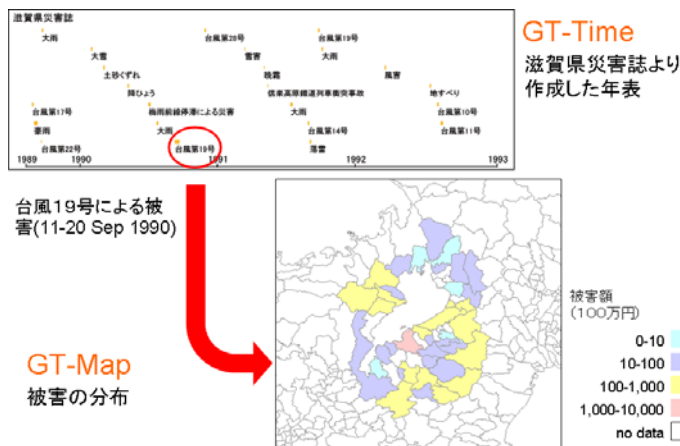


図 1 5 : GT-Map と GT-Time の連携。空間情報を使って異なるデータセットをリンクさせる場合。災害誌に含まれる 1990 年の台風 19 号の記録とその被害状況の地理的分布をリンクさせた例。

### 3. 基盤情報の整備

時空間データを作成するための基盤情報として、様々な暦を日単位でユリウス通日や西暦（ユリウス暦/グレゴリオ暦）に対応付ける暦日テーブルと地名を緯度経度に対応付けるための地名辞書の構築を進めてきた。暦日テーブルはすでに和暦、中国暦に関するものが完成し、その公開や利用方法について検討が進められている。一方、地名辞書については明治・大正期に発行された国内の旧 5 万分の 1 地形図を使った地名辞書の構築が進められている（図 1 6）。これらのデータは CSV 形式や Google Earth などで利用可能な KML 形式で作成されており（図 1 7）、公開に向けた調整が進められている。



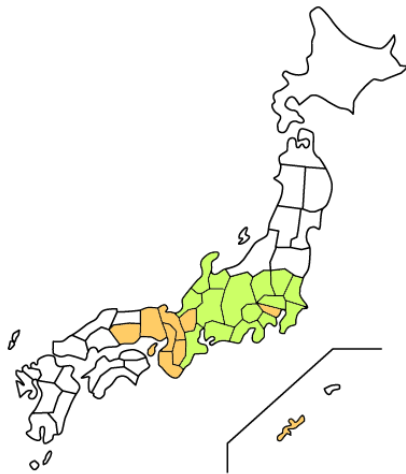


図 1 6 : 旧 5 万分の 1 地形図を使った地名辞書のこれまでの作業範囲。橙 - 地名と行政界、緑 - 地名のみ。

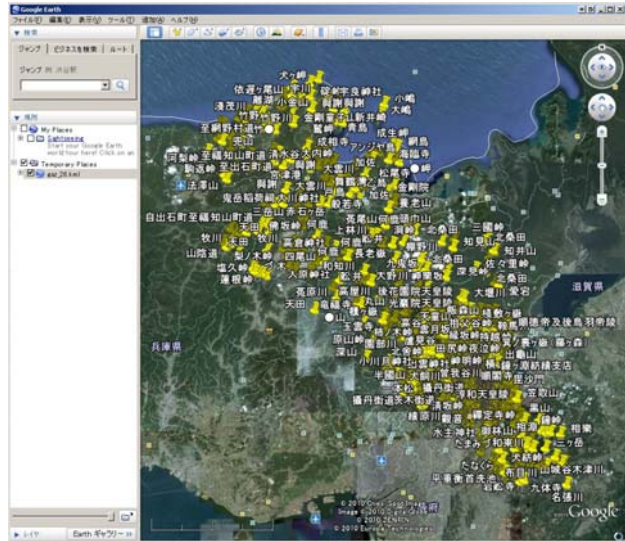


図 1 7 : 旧 5 万分の 1 地形図を使った地名辞書データを Google Earth 上に表示した例。

#### 4. 資源共有と時空間システム

これまでの時空間システムの研究開発の中では、時空間データを利用する手段の整備を中心に進めてきた（図 1 8）。可視化、単独データの解析という点で GT-Map/Time を構築し、本年度より公開が始まっている。また、ツールを使った時空間の多角的な解析については、実際のデータを使った検討が始まったところである。これらの研究開発の成果を広く普及させるためには、もう一方で、実際の研究現場で利用されるような時空間情報を使ったデータや研究事例を積み上げてゆくことも必要である。時空間データの生成に必須の基盤情報の充実はそこに直結する課題である。また、ISO 19100 シリーズ（地理情報標準）などの国際的な規格とデータ構造の互換性を持たせることで利用可能なデータの範囲を広げること、メタデータを利用した表現を TEI（Text Encoding Initiative）などの仕組みを使いながらコンテンツデータに広げるための工夫などにより、多様かつ複雑なデータへの対応が可能になってゆくと考えられる。

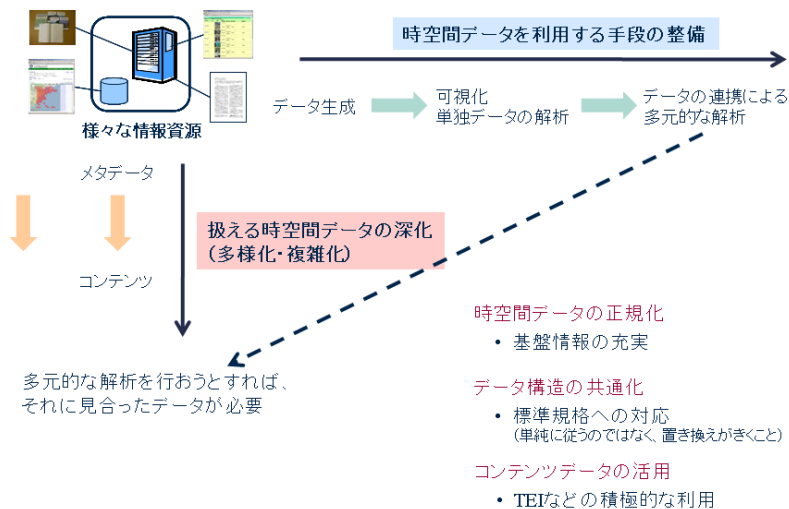


図 1 8 : 時空間システムの展開。手段の整備と共に、今後はコンテンツの充実が課題である。

## 5. 関連する論文・学会発表等

学会発表や論文等を通じて時空間システムに関する報告を行っており、システムの普及や利用事例の共有などを進めている。最近 1 年間の主なものを以下に示す（GT-Map/Time を使った研究事例も含む）。

（学会・研究会等での発表・報告・デモ）

- 京都大学地域研究統合情報センター共同研究ワークショップ(2010年4月24～25日, 京都大学地域研究統合情報センター)
  - ・ 関野 樹: HGIS に関する研究, ほか.
- 第4回人間文化研究情報資源共有化研究会 (2010年9月10日, 国立国語研究所)
  - ・ 関野 樹ほか: 時空間情報の利用と展開.
- HGIS 研究会－HuTime を使った時空間情報解析の現状(2010年11月12日, 京都大学 地域研究統合情報センター)
  - ・ 関野 樹: HuTime と時間情報解析ツールの現状
  - ・ 久保 正敏: 雲南県誌の分析から: HuTime で歴史文書の利用を考える
  - ・ 柴山 守: 海域アジア交易の時空間マッピング
  - ・ 辻野 亮: ガバナンスの重層性を環境史にあらわす
  - ・ 福士 由紀ほか: 中国における日本住血吸虫症関連の歴史資料整理・歴史研究への HuTime の利用
- PNC 2010 Annual Conference (2010年12月1～3日, City University of Hong Kong)
  - ・ Sekino, T. & Hara, S.: Spatiotemporal analysis realized by HuMap and HuTime
  - ・ Hara, S. & Sekino, T.: Metadata for Humanities' Studies
  - ・ Oketani, I.: The Construction of the Digital Gazetteer and the Topographical Maps Database based on Humanities GIS
  - ・ Shibayama, M.: Spatiotemporal Analysis of Historical Maritime Exchanges in Asia Using HuMap and HuTime
- じんもんこん 2010 (2010年12月18～19日)
  - 四井 恵介ほか: 明治・大正期旧 5 万分の 1 地形図をベースにした地名辞書構築
- 荘園絵図に基づく地理情報システム構築の研究会 (2010年12月21日, 東京大学史料編纂所)
  - ・ 関野 樹: 時空間情報処理ツール
  - ・ 柴山 守: 地域情報学と時空間概念について
  - ・ 原 正一郎: 次世代資源共有化システム
  - ・ 久保 正敏: 博物館資料に基づく 3 次元時空間もモデルの展開
- 東京大学空間情報科学研究センター「時空間情報プラットフォームの最前線」シンポジウム (2010年12月22日, 東京大学工学部)
  - ・ 関野ほか: HuMap/Time を中心とした時空間解析ツール

（論文等）

- 関野 樹 (2010) 時間情報に基づく情報の収集と解析. 秋道智彌・小松和彦・中村康夫編 水と環境. 人と水. 勉誠出版, 東京都千代田区, pp.74-104.