

# HuTime を使った年表・時系列グラフの共有

関野 樹（国際日本文化研究センター）

年表や時系列グラフは、時間情報を可視化する方法として一般的であるものの、これらを利用者間で共有するため仕組みは作られてこなかった。本研究では、年表や時系列グラフを生成、加工する機能を持つ時間情報システム HuTime をプラットフォームとして、これらを共有・交換するための仕組みを構築した。

## Sharing Timelines and Time Series Charts Using Time Information System HuTime

Tatsuki Sekino (International Research Center for Japanese Studies)

Although timelines and time series charts are a popular method to visualize temporal information, there is no mechanism to share them between users. This study constructed a mechanism to share and to interchange the timelines and the time series charts using time information system HuTime as a platform.

### 1. はじめに

日付や時刻を伴う情報（時間情報）は、研究分野を問わず普遍的に生成され、活用されている。多くの研究過程において、全体的な傾向を把握し、より詳細な解析への指針を得るために、時間情報は、年表や時系列グラフとして可視化される。しかしながら、作成されたこれらの年表や時系列グラフが研究者個人や研究グループの枠を超えて、共有や再利用されることは稀である。

空間情報に関しては、地図や空中写真を共有・交換する仕組み（クリアリングハウス）が整備されている（例：国土地理院 地理空間情報クリアリングハウス[1]）。一方、時間情報では、表形式のデータを共有したり、時間軸上の位置を記述する方法の標準化が進められたりしているものの、それらを可視化した年表や時系列グラフを共有・交換するための規格や共通のプラットフォームが存在しない。もし、手軽に既存の年表や時系列グラフを共有・交換し、再利用できれば、可視化に要する作業を節約し、時間情報を使った研究を促進することができる。そこで本研究では、年表や時系列グラフを共有・交換する仕組みを検討し、構築する。

### 2. 時間情報の共有データ

情報を共有するためのデータは、その適用範囲や形式によって、3つに分けて考えることができる（表1）。（1）記述対象を限定しない汎用的な形式のデータの多くは、カンマ区切りテキスト（CSV）などの表形式のデータである。これらのデータの入出力に対応するソフトウェアは種類

が多く、編集も容易である。一方で、対象を記述するための規則が整備されていないと、記述内容のブレや不足が生じ、共有されたデータが作成者の意図とは異なる使い方をされることがある。

（2）記述対象に合わせて構造化されたデータでは、XML, RDF, JSON などの構造化が可能なデータ形式が用いられる。空間情報では、シェープファイル[2], KML [3], GeoJSON [4]などの規格が広く用いられている。また、時間情報では、OWL-Time が 2017 年に勧告され[5], これをあいまいな時間に拡張した HuTime Ontology も提案されている[6]. これらの規格に則って記述されたデータでは、内容のブレや不足は生じにくく、情報の共有・交換に適している。しかしながら、これらのデータの生成、編集、利用は、特定の分野に特化した少数のソフトウェアに限られる。

表1 情報を共有するためのデータの分類。  
Table 1 Types of data to share information.

	(1) 記述対象を限定しない汎用的な形式のデータ	(2) 記述対象に合わせて構造化されたデータ	(3) 記述対象の処理に関する情報を含むデータ
対応するソフトウェア	多い	専門的なソフトウェア	特定のソフトウェア
記述の正確さ	データ作成者に依存	データスキーマにより保障	ソフトウェアにより保障
データフォーマット	CSV 等	XML, JSON, RDF 等	XML, 独自フォーマット等
入出力時の手順	データごとの判断が必要	データスキーマに依存	ソフトウェアが処理

(3) 記述対象の処理(可視化, 解析など)に関する情報を含むデータは, 記述対象の可視化や解析などに関する情報(書式, 作業履歴など)を含んだデータで, XML や JSON などのデータ形式だけでなく, バイナリデータとして保存されることもある. 特定のソフトウェアの機能に依存したデータであり, 必ずしも情報共有・交換に適したものではない. しかしながら, 同一のソフトウェアの利用者間では, 共有・交換されたデータをソフトウェア固有の機能を使って即座に利用できる利点がある. 実際に, 表計算(xlsxファイル: MS-Excel) や文書(docxファイル: MS-Word, pdfファイル: Adobe Acrobat) などでは, 特定のソフトウェアのデータがそのまま流通しており, その一部は国際的な標準規格にもなっている(例: pdfファイル: ISO 32000-2 [7]).

ここで, 時間情報の利活用や共有・交換の現状を振り返ってみる. 上述のように時間を構造化されたデータとして表すための規格である OWL-Time は制定されている. しかしながら, OWL-Time を扱うことができるソフトウェアが少なく, エンドユーザにまでは普及していない. この点で, 空間情報を表すシェープファイルが ArcGIS などの地理情報システムを中心に普及したこととは対照的である. また, 空間情報の各規格では, 位置やその形状を表す情報だけでなく, それらに付随する地物の名称やその説明などを記述することができる. 一方, OWL-Time は, 時間軸上の位置や範囲を表現するだけであり, 時間に付随する情報も含めて記述する規格ではない. この点も, 時間情報に関する構造化されたデータが普及しないことの一因と考えられる.

結局, エンドユーザの多くは, 時間情報を MS-Excel に代表される表計算ソフトウェアで作成・編集しており, それらをいったん CSV 形式のデータに変換した後, 可視化や解析のためのソフトウェアに直接読み込んで利用しているのが現状である. このような状況に鑑み, 本研究では, 年表や時系列グラフとして可視化された時間情報の共有・交換を行うことを目指す. これを空間情報に当てはめると, 空間情報そのものの交換というよりは, 空間情報を可視化した地図の共有・交換に相当する. 年表や時系列グラフを共有・交換するためのプラットフォームには, 幅広い分野で活用されている時間情報システム HuTime [8]を用いる.

### 3. HuTime における時間情報の可視化

#### 3-1. レイヤとパネル

HuTime プロジェクトでは, Web ブラウザ上で時間情報を可視化するための JavaScript のライブ

ラリ(以下, HuTime ライブラリ)を2016年に公開した[9][10]. HuTime ライブラリを使って生成される年表や時系列グラフは, レイヤと呼ばれる単位で管理される(図1). 1つのレイヤには, 1つの年表や時系列グラフが表示される. 表示された年表や時系列グラフのデザイン(フォントやシンボルの種類, 色, 線の太さなど)は, レイヤ内で設定される. 年表や時系列グラフを表示するレイヤ以外にも, 各種の暦法に基づく時間軸目盛りを表示するレイヤ, タイトルや注釈, 画像などを表示するレイヤがある. これらのレイヤは, パネルと呼ばれるコンテナに収容され, 利用者が設定した重ね順や位置にしたがってパネル上に表示される. 結果として, このパネルが年表やグラフの組み合わせ, デザインといった時間情報の可視化の単位となる.

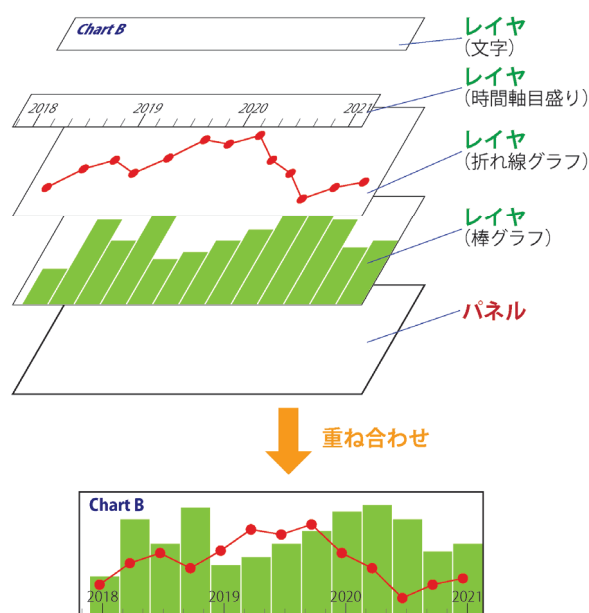


図1 HuTime における時間情報の可視化の構造. パネル上の年表や時系列グラフを表示するレイヤが重ね合わされて表示される.

Figure 1 Structure of visualized temporal information in HuTime. Layers to display a timeline or a time series chart are overlaid on a panel.

#### 3-2. HuTime による時間情報の可視化

現在, この HuTime ライブラリの機能を簡便かつ効果的に用いるためのユーザインタフェースの構築が進められている(図2). この新たな HuTime のユーザインタフェースを利用することで, 年表や時系列グラフの作成, および, 関連データ(注釈, 画像など)の追加が容易になる. 以下, 本稿では, このユーザインタフェースと HuTime ライブラリを一体化した1つの時間情報システムとみなし, 「HuTime」と称する.

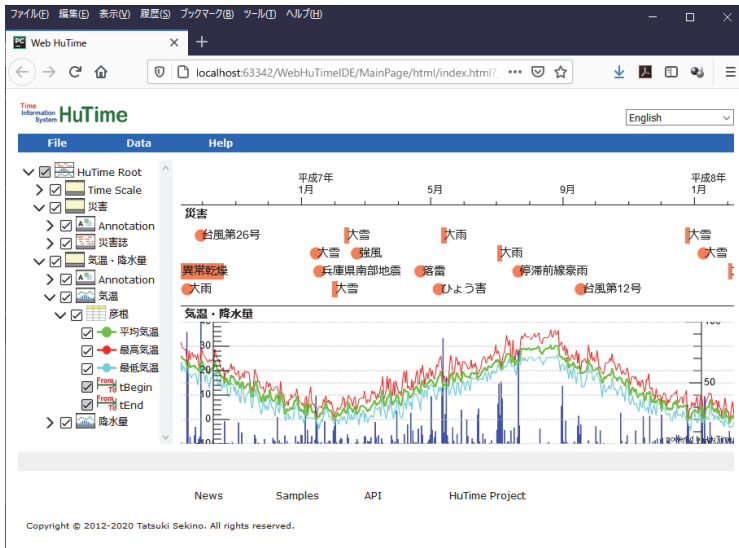


図2 HuTime ライブラリとユーザインタフェースを一体化させた時間情報システム HuTime. 画面左側に、表示しているパネル、レイヤおよびデータの構造を示すツリーメニューが設置されている。Figure 2 Time information system HuTime which is integrated the HuTime library and user interface. A tree menu placed on the left side on the screen shows structure of panels, layers, and data.

年表や時系列グラフは、元になる時間情報の CSV ファイルを HuTime のユーザインタフェース上で選択した後、可視化に用いる列の指定などを経て作成される(図3)。この CSV ファイルは、操作しているクライアント上のローカルファイル、または、インターネット上のリモートファイルを選択することができる。時系列グラフにおいては、値を収容した列を複数指定することにより、複数の値を1つのグラフ上に表示することも可能である(図2-気温のグラフ)。

作成された年表や時系列グラフのデザイン設定も、HuTime のユーザインタフェースを介して可能である(図4)。年表であれば、時間範囲を示す線の色、フォントの種類や大きさなど、時系列グラフであれば、シンボルの種類、色、線の太さなどを設定することができる。

複数のレイヤを重ね合わせた表現も、HuTime のインタフェースにより、マウス操作で容易に実現できる。HuTime には、画面左側にパネルやレイヤの構造を示したツリーが表示される(図2)。このツリー内のレイヤのアイコンをドラッグ・アンド・ドロップするだけで、パネル間のレイヤの移動やパネル内のレイヤの重ね順を変更することができる(例:図1の気温と降水量)。

HuTime ライブラリ単体では、年表や時系列グラフのデザイン設定、および、レイヤ重ね合わせは、プログラム上での設定が必要であった。HuTime のインタフェースの開発により、HuTime ライブラリの知識や JavaScript でのプログラミング技術がなくても、複雑なデザインの年表や時系列グラフを試行錯誤しながら作成することが可能になる。これらの機能により、利用者の意図や目的をより明確にするための工夫を凝らした時間情報の可視化が実現すると期待される。

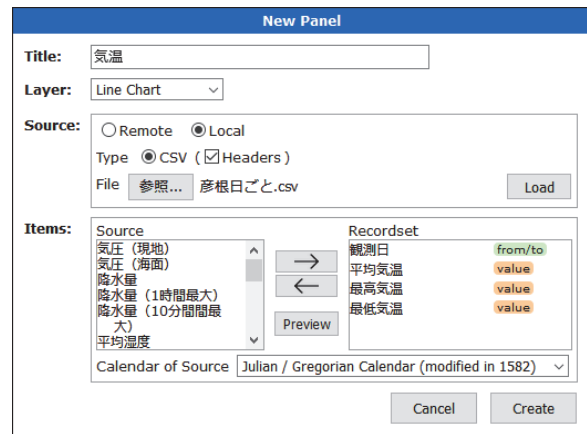


図3 CSV ファイルから時系列グラフのレイヤを伴う新たなパネルを作成するための設定画面。Figure 3 A setting dialog to create a new panel with a layer of a time series chart from a CSV file.

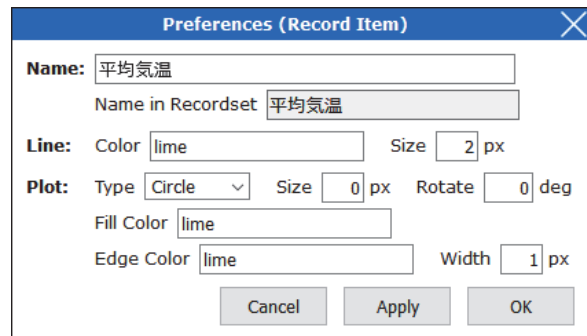


図4 折れ線グラフの線やシンボルの書式を設定するための画面。Figure 4 A setting dialog to format lines and symbols in a line chart.

## 4. 時間情報の共有

### 4-1. エクスポートとインポート

HuTime では、年表、時系列グラフ、時間軸目盛りなどの組み合わせがパネル単位で行われるため、本研究では、パネルを単位として、時間情報の共有・交換を実現する。

HuTime 上でのパネルのエクスポートの操作により、パネルが配下のレイヤも含めて JSON 形式でシリアル化され、クライアント上のローカルファイルとして出力される (図 5)。HuTime から直接インターネット上のサーバに出力することはできないため、インターネット上でパネルのデータを公開する場合は、手動でアップロードする必要がある。

年表や時系列グラフの元となるデータは、データソース (CSV ファイル) から取得したデータをエクスポートされた JSON データに埋め込む方法と、データソースの所在情報 (URL 等) のみを JSON データに収容し、パネルの再現時にそのデータを改めて取得する方法のいずれか選択することができる。前者の場合は、データソースへのアクセス環境がない場合やデータソースが消失した場合でも、年表や時系列グラフの表示が可能であるが、データ更新には対応できない。後者の場合は、データソースへのアクセス環境が必要であるものの、常に最新のデータを表示することが可能である。

エクスポートされたパネルの JSON データを再び HuTime にインポートすることで、レイヤの重ね順や各レイヤのデザインも含めてパネルが

HuTime 上に再現される。パネルのデータは、クライアント上のローカルファイルだけでなく、インターネット上のリモートファイルを直接 HuTime にインポートすることもできる (図 6-Chart C パネル)。つまり、第三者がインターネット上で公開している年表や時系列グラフを直接利用することが可能である。さらに、インポートしたパネルから特定のレイヤを抽出し、他のパネル上の年表や時系列グラフに重ね合わせて表示することもできる (図 6-レイヤ(2))。

```
{
  "constructor": "TilePanel",
  "name": "パネル",
  "Breadth": 200,
  "contents": [
    {
      "constructor": "LineChartLayer",
      "name": "レイヤ",
      "recordsets": [
        {
          "constructor": "CalendarChartRecordset",
          "name": "レコードセット",
          "itemShowReliableTRanges": { "default": true },
          "itemShowPossibleTRanges": { "default": true },
          "itemRangeStyles": { "default": { "constructor": "FigureStyle", "lineColor": "black", "lineWidth": 2 } },
          "reader": { "constructor": "CsvReader", "stream": { "constructor": "HttpStream", "source": "http://www.hoge.org/kyoto.csv", "source": "http://www.hoge.org/kyoto.csv" }, "recordSettings": { "constructor": "RecordSettings", "dataSettings": [
            { "constructor": "RecordDataSetting", "itemName": "平均風速", "recordDataName": "平均風速" },
            { "name": "平均風速" }
          ] } }
        ]
      }
    }
  ]
}
```

図 5 エクスポートされたパネルの JSON データの例 (折れ線グラフの場合、一部抜粋)。グラフの線の色、データソースの所在を示す URL (サンプル用の仮想のもの)、使用されるデータ項目名などの情報が含まれている (色付け部分)。

Figure 5 An example of exported JSON data (Excerpt of data for a line chart). This data contains information such as the line color, the URL of the data source, and the name of the data item (colored parts).

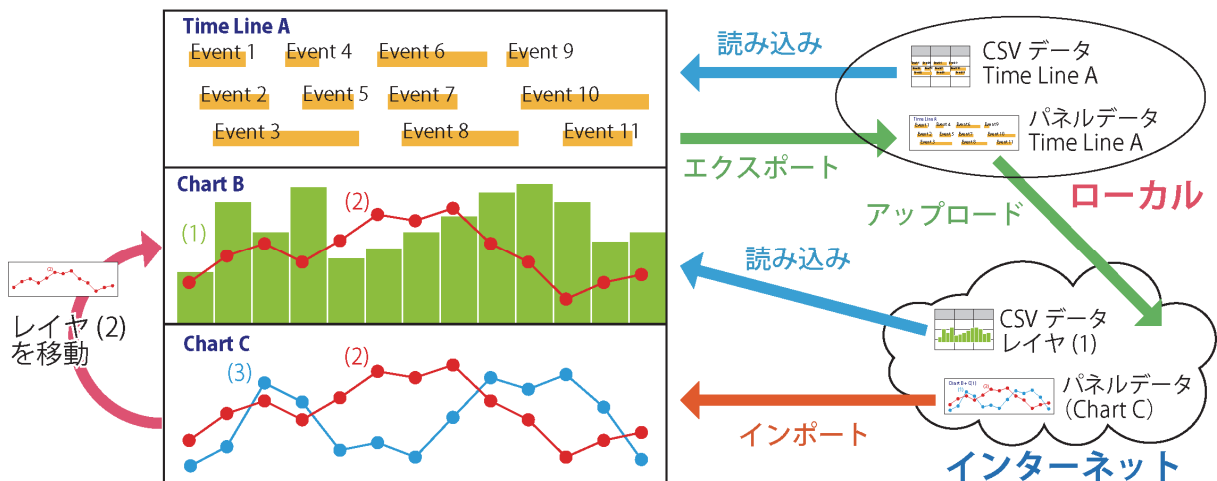


図 6 時間情報システム HuTime をプラットフォームに用いた時間情報の可視化、および、年表や時系列グラフの共有と交換。

Figure 6 Visualization of temporal information and sharing and interchanging timelines and time series charts using the time information system HuTime as a platform.

## 4-2. データリスト

HuTime では、複数のパネルデータを統合的に共有・交換するために、パネルデータのリスト（データリスト）を扱う機能が実装された。これは、各パネルデータのメタデータやアクセス先を一覧にしたもので、JSON ファイルとして記述される（図7）。

```
{
  "title": "気象データ(彦根)",
  "rights": "CC-BY",
  "items": "title,type",
  "list": [
    {
      "title": "気温",
      "type": "Line Chart",
      "rights": "CC-BY",
      "description": "平均気温, 最高気温, 最低気温",
      "url": "http://example.org/Temperature.json"
    }
  ]
}
```

図7：JSON で記述されたデータリストの見本。データ項目 list 内が各パネルのメタデータ。  
Figure 7 An example of the data lists described in JSON. Data item "list" contains metadata of the panels.

パネルデータのメタデータとして記述する項目は規定されていないが、パネルデータの所在だけは、データ項目 "url" で記述し、必須である。このデータリストは、クライアント上のローカルファイルとして、または、インターネット上のリモートファイルとして配置することが可能である。データリストが HuTime に読み込まれると、メニューバーの Data メニューにデータリストのタイトルが追加される（図8 A）。これをクリックすることで、データリストが表示される（図8 B）。データリストに表示する項目は、データ項目 "items" で指定する。利用者がデータリスト上でインポート操作を行うと、データ項目 "url" に記述された URL からパネルデータがインポートされる。また、データリストの各パネルの行をクリックすることで、データリストには表示されない（データ項目 "items" で指定されていない）項目も含め、そのパネルデータに関するすべてのメタデータが表示される（図8 C）。

このデータリストは、HuTime 上での操作だけでなく、HuTime の URL にクエリとしてデータリストの所在情報を埋め込むことで、HuTime の起動時にあらかじめデータリストを読み込んでおくことが可能である。このデータリストの所在を含んだ URL を共有することで、特定の関係者間での時間情報の共有や交換にも HuTime を活用することができる。

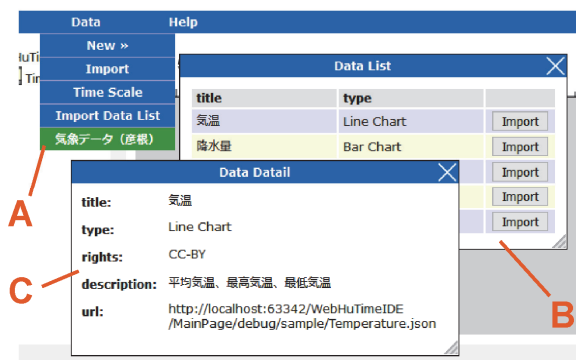


図8：データリストに関する表示画面。A：メニューに追加されたデータリスト名，B：データリスト，C：パネルの詳細情報。

Figure 8 A menu and dialogs relating to functions of the data list. A: Title of the data list, B: The data list, C: Detailed information about a panel.

## 5. 考察

### 5-1. 年表や時系列グラフを共有・交換することの意義

本研究では、時間情報システム HuTime をプラットフォームとして、年表や時系列グラフを共有・交換する仕組みを提案、構築した。これは、空間情報における地図の共有・交換に相当する機能である。時間情報を可視化するためのソフトウェアはこれまでさまざまなものが開発・提案されてきたが[11]、本研究のような年表や時系列グラフを再利用するための仕組みは、これまでにない新たな機能である。さらに、HuTime ライブラリを容易かつ効果的に利用するためのインタフェースの開発が進んでおり、HuTime ライブラリ単体では技術的ハードルが高かった多様な表現の年表や時系列グラフが作成できるようになる。このため、本研究のしくみを使って年表や時系列グラフを共有・交換する機会は増すと考えられる。

時間情報を年表や時系列グラフとして共有・交換することは、単にデザインだけの問題ではない。完成された年表や時系列グラフには、どのグラフで可視化するのか、どのような年表や時系列グラフを組み合わせるのか、どの暦に基づく時間軸目盛りを用いるのかといった、その時間情報を適切に可視化するためのノウハウが含まれている。したがって、時間情報を年表や時系列グラフとして共有・交換することは、不適切な形での時間情報の再利用を減らす効果も期待できる。

共有・交換の対象となる時間情報は、さまざまな種類が想定されるが、中でも、基盤的な時間情報を年表や時系列グラフとして共有できる意義は大きい。空間情報においては、行政界、地形、道路などの基盤地図が手軽に利用可能であり、さ

さまざまな空間情報をこれらと組み合わせて表現することができる。同様に、時間情報においても、和暦、中国暦、グレゴリオ暦などのさまざまな暦法に基づく暦日や年号などの時間軸目盛りは、多くの時間情報の可視化に必須である。また、時代区分、政権、主要なできごとなどを表す年表も、地理情報における白地図のように、新たに可視化される時間情報の背景としての役割を果たす。さらに基盤情報以外でも、気象や気候変動を表す時系列グラフ、地震などの災害を表す年表などの時間情報を、人文学の研究に容易に取り入れることが可能になる。

## 5-2. 今後の課題

本研究で実現された年表や時系列グラフの共有は、HuTime による利用を前提としたものであり、他のソフトウェアとの互換性はあまり考慮されていない。これは、もっぱら CSV ファイルにより時間情報が交換されている現状を踏まえたものであり、ソフトウェア間の互換性よりも、現在のエンドユーザの利便性を向上させることで、流通する時間情報を増やすことを優先したためである。一方で、地理情報においてシェープファイル、KML、GeoJSON が果たしてきた役割を顧みれば、時間情報においても、構造化されたデータを異なるソフトウェア間で共有・交換する仕組みが有用であることは明らかである。現時点では、時間軸上の位置を構造化して記述する規格 (OWL-Time) はあるものの、地理情報の各種のデータ規格のように、時間軸上の位置に付随する情報も含めて記述するための標準的な規格は確立されていない。本研究の成果、および、その利用状況や効果も踏まえつつ、今後、検討を進めてゆく必要がある。また、既存の空間情報の記述方法との関係も考慮することにより、時間情報だけではなく、時空間情報としてデータを共有・交換する道も開けるであろう。

本研究で時間情報の共有・交換に用いられた HuTime のパネルのデータについても、改善の余地が残されている。まず、HuTime が出力するパネルデータには、そのパネルに関するメタデータを収容する仕組みがない。データリストには、パネルのメタデータを記述する仕組みが提供されているものの、パネルデータが単独で共有・交換されることを前提とすれば、データの作成者や作業履歴、利用ライセンスなどの情報がパネルデータ自体に含まれるべきである。さらに HuTime では、パネルからレイヤを抜き出して別のパネルに移す操作が提供されている。つまり、パネルだけでなく、レイヤも共有・交換の対象であり、レイヤに関するデータにも、パネルと同様にメタデー

タが含まれる必要がある。

## 5-3. まとめ

本研究が提案する年表や時系列グラフを共有・交換する仕組みは、さまざまな出所の時間情報の組み合わせを可能にし、これまでにない新たな時間情報の可視化や解析を実現する。さらに、この過程を通じて、新たな年表や時系列グラフが生成され、それらが再び共有・交換されるといった時間情報全体の拡充も期待される。このような形で時間情報の共有・交換のしくみは、個別の学問分野に留まらず、時間情報を通じた研究分野間の連携にもつながるものである。

## 謝辞

本研究は、JSPS 科研費 20H00017「多面的な時空間範囲の同定と記述法の開発—緯度・経度/年月日からの脱却」の助成を受けたものである。また、部分的に、JSPS 科研費 16H01830, 17H00773, 18H03588, 20H04381 の助成を受けている。

## 参考文献

- [1] 国土地理院. “地理空間情報クリアリングハウス”. <http://ckan.gsi.go.jp/>, (参照 2020-11-04).
- [2] Esri ジャパン. シェープファイルについて. <https://www.esri.com/getting-started/learn-more/shapefile/>, (参照 2020-11-04).
- [3] Open Geospatial Consortium (OGC). KML. <https://www.ogc.org/standards/kml/>, (参照 2020-11-04).
- [4] Internet Engineering Task Force (IETF). The GeoJSON Format. RFC 7946. <https://tools.ietf.org/html/rfc7946>, (参照 2020-11-04).
- [5] World Wide Web Consortium (W3C). Time Ontology in OWL. <https://www.w3.org/TR/owl-time/> (参照 2020-11-04).
- [6] Sekino, T. HuTime Ontology to Represent Uncertain Time Intervals. Proceedings of Workshop “Ontologies for Linked Data in the Humanities”, Digital Humanities Conference 2019.
- [7] International Organization for Standardization (ISO). Document management - Portable document format - Part 1: PDF 1.7. ISO 32000-1:2008.
- [8] 関野 樹. 時間情報基盤の構築と活用 -時間に基づく知識処理-. 情報知識学会誌 Vol. 25, 2015, p. 303-314.
- [9] 関野 樹. Web HuTime—時間情報のための Web プラットフォーム. 情報処理学会シンポジウムシリーズ Vol. 2016, No. 2, 2016, p. 125-132.
- [10] Sekino, T. Time Information System, HuTime — A Visualization and Analysis Tool for Chronological Information of Humanities. Proceedings of DH2020.
- [11] Sekino, T. Time Information System Web HuTime: Comparison with Existing Web Applications. Journal of Asian Network for GIS-based Historical Studies Vol. 4, 2016, p. 62-69.