

Web HuTime — 時間情報のための Web プラットフォーム

関野 樹 (総合地球環境学研究所)

空間情報では、Google Mapsをはじめとする Web GIS が事実上のプラットフォームとなり、さまざまな Web アプリケーションが開発されている。一方、時間情報にはこのような Web プラットフォームが存在しない。本研究では、時間情報システム HuTime に Web API を実装し、時間情報のための Web プラットフォームとして提供する。これにより、Web アプリケーション開発をはじめとした Web 上の時間情報の活用が促進すると期待される。

Web HuTime - Web platform for temporal information

Tatsuki Sekino (Research Institute for Humanity and Nature)

There is no web platform for developing web application of temporal information, while web GIS (e.g. Google Maps) are widely used as a web platform for geographic information. In the present study, web API was implemented into HuTime which is a time information system. It is expected that the web API will be a web platform to promote developing web application of temporal information.

1. はじめに

場所に関連付けられた情報(空間情報)を Web 上で扱うために、Google Mapsをはじめとする Web GIS が事実上のプラットフォームとして機能している。これらは、地図上に情報を表示するだけでなく、利用者の操作に応じて動的に表示内容を変化させたり、他のアプリケーションと連携させたりする機能を API (Application Programming Interface) として提供しており、地図を使った Web アプリケーションを構築するための基盤となっている。

一方、時間に関連付けられた情報(時間情報)でも、歴史などの研究分野やタイムラインで情報を整理する SNS などにおいて、年表やグラフを使った Web アプリケーションの潜在的なニーズがあると考えられる。しかしながら、これに必要な時間情報のための Web プラットフォームが存在しない。年表もしくはグラフに特化した既存の Web アプリケーションは存在するものの[1, 2]、これらには、多様な時間情報を連携させ、統合的に扱う機能は無い[3]。また、これらの Web アプリケーションは、表示機能が中心であり、ユーザの操作に応じた動作を定義したり、他のアプリケーションと連携させたりするプラットフォームとしての機能も十分ではない。

HuTime プロジェクトは、時間情報システム HuTime を中核に、各種ソフトウェアや基盤データの提供を通じて、時間情報の可視化や解析のための統合的な環境整備を進めてきた[4]。特に、文字データ(年表)と数値データ(時系列グラフ)

を統合的に扱う HuTime の機能は、画面上で、経済指標などの数値の変化とその原因のできごとの関係を容易に検証することを可能にしたという点でユニークなものである。この従来のスタンドアロン版の HuTime (Desktop HuTime) を Web 用に移植したものが Web HuTime である[5]。しかしながら、この Web HuTime は、年表とグラフを同時に扱う機能などにおいて他の Web アプリケーションと一線を画するものの、表示機能に限定されたひとつの Web アプリケーションという域を出ない。

本研究では、この Web HuTime に API を実装することにより、空間情報における Google Maps のような、時間情報のためのプラットフォームを提供することを目的とする。これにより、年表やグラフを Web ページ上に手軽に表示するだけでなく、その表示の自由なカスタマイズや、データベースを含む他のアプリケーションとの連携を可能とし、時間情報を使った新たな Web アプリケーションの開発を促進する。

本稿では、Web HuTime で時間情報を閲覧するエンドユーザ(閲覧者)よりも、Web HuTime を使って時間情報を提供する者や Web アプリケーションの開発者などの提供者側の視点に立ち、時間情報のための Web プラットフォームとしての要件を整理しながら、Web HuTime API の利点や応用の可能性を検証する。

2. Web HuTime の構造と操作方法

Web プラットフォームとしての機能の具体的な検討に入る前提として、まず、Web HuTime の基本的な構造について述べる。なお、機能の詳細は先行して公開されている Web HuTime API の Web マニュアル[6]を参照されたい。

(1) 基本構造

Web HuTime は JavaScript で記述された Web アプリケーションで、Web ページに埋め込まれた形で利用される。Web HuTime 内の各オブジェクトは Web ページ内の DOM 要素と紐付けられながら 3 つの層で構成されている (図 1)。画面上で最も前面にあるのがレイヤで、すべての情

報がこのレイヤの上に表示される。レイヤは、用途によって複数の種類が存在し、年表やグラフなどのデータ表示のためのものや、時間軸目盛の表示に特化したものなどがある。パネルは、これらの 1 ないし複数のレイヤを収容し、ひとまとまりの表示単位として機能する。このパネルがパネルコレクションの中で時間軸に沿って配置され、パネル間の時間的な関係を参照できるようになっている。このパネルコレクションが表示される Web ページ内の位置 (div 要素など) が指定されることにより、Web HuTime が Web ページに埋め込まれる。

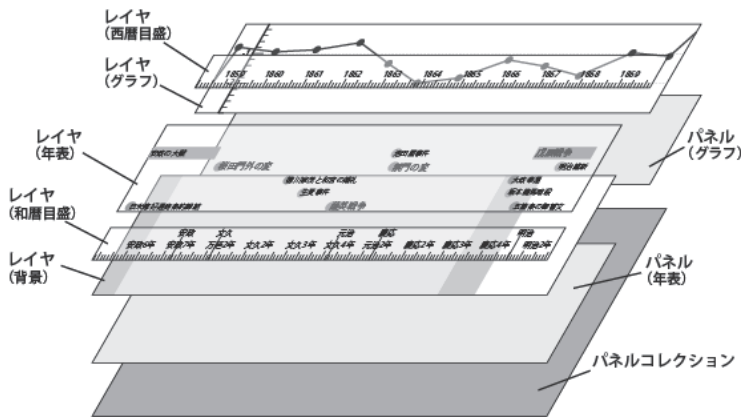


図 1 Web HuTime の基本構造. 図 2 上段の表示を分解したもの。

Figure 1 Basic structure of Web HuTime. Exploded view of the upper example in Fig. 2.

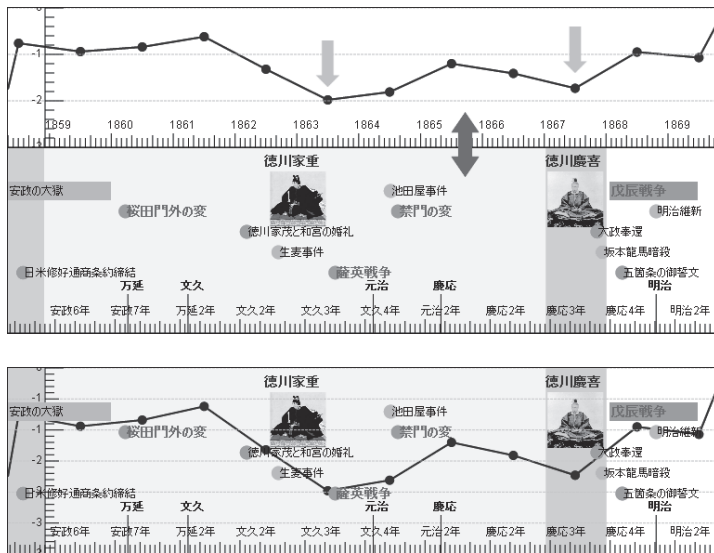


図 2 Web HuTime での表示例. 数値データは、気温の相対変化[7]. 上段は、図 1 の構造を実際に表示したもの。図中の記号等は、表示機能の見本であり、特段の意味は持たない。図 1 の年表、折れ線グラフを一つのパネル状に表示すると、2 つを重ねて表示することもできる (下段)。

Figure 2 Examples for data display drawn by Web HuTime. Numerical data is relative change in air temperature [7]. The upper example is a display combining layers of Fig. 1. When these layers are placed in a panel, the time line is overlaid on the line chart (the lower example).

(2) 基本操作

表示画面を時間軸方向にドラッグすることで、表示される時間範囲が移動する。また、マウスのホイール操作により、表示される時間範囲を拡

大・縮小することができる。これらの操作に対して、同じパネルコレクション内のパネルは同期しており、いずれかのパネル上で操作をすると、全てのパネルが同じように変更される。

パネル高さは、各パネルの下端をドラッグすることにより変更できる。これに合わせて、パネルに含まれるレイヤも伸び縮みするため、年表内の表示が重なって見にくい場合や、グラフの細かな変化が読み取りにくい場合は、パネルの高さを変更して対応する。また、積み重ねられたパネルの表示順を入れ替えることもできる。この操作は、キーボードの **Shift** キーを押しながらパネルをドラッグすることにより行う。

これら操作は直観的であり（キーボードの操作を伴うパネルの入れ替えを除く）、提供者側がマニュアル等を用意しなくても、閲覧者が使いながら操作方法を習得すると期待される。

3. プラットフォームとしての機能

Web HuTime はオブジェクト指向に基づいて構築されており、API は、各クラスのプロパティやメソッドとして提供される（図3）。また、**Web HuTime** アプリケーション開発者がこれらのクラスから独自の派生クラスを定義することにより、**Web HuTime** に新たな機能を追加することも想定している。なお、**Web HuTime** はさまざまな **Web** アプリケーションのプラットフォームとして利用されることを想定しているため、**jQuery** などの外部のフレームワークやライブラリ等は、異なるバージョン同士の衝突を避けるため、使用していない。

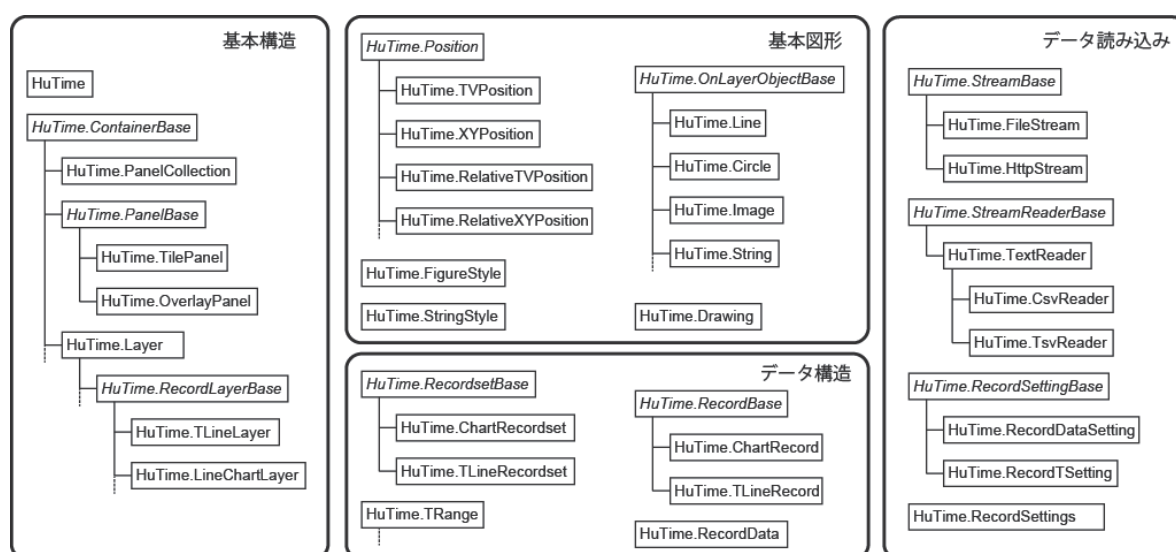


図3 **Web HuTime** を構成するクラス（主なもの）。ツリー構造はクラスの継承関係を示す。名称が斜体となっているクラスは抽象クラスとして定義されたものであり、それ自体が直接使われることはない。各クラスの詳細や、この図で掲載されていないクラスは **Web** マニュアル[6]を参照のこと。

Figure 3 Major classes included in **Web HuTime**, and inheritance relationships between them. Classes written in italic are abstract classes. Detail specification is described in web manual [6].

(1) 年表およびグラフの表示

時間情報のためのプラットフォームとして最も基本的な機能は、時間軸に沿って、できごとや数値の経時変化を年表や時系列グラフとして表現することである。

Web HuTime では、年表では対象となるできごとの存続期間を帯として表現し、そのできごとの名称などの文字列を表示する。一方、数値の経時変化は、折れ線グラフ、棒グラフ、プロット図として表示する。存続期間を示す帯やグラフのプロットなどは、それぞれ色や大きさを API から任意に変更できる。

(2) 時間軸上での関係の表現

さまざまな情報を同じ時間軸上に表示し、それらの時間的な相互関係を視認できるようにすることも、プラットフォームとして必須の機能である。たとえば、ある数値指標が変化する原因となったできごとを確認するためには、その指標を示したグラフとその原因となり得るできごとを並べた年表が同じ時間軸上に表示されなければならない。

Web HuTime では、異なる情報を時間軸上で比較する方法として、時間軸上に年表やグラフを積み重ねる方法（図2上段）と、GISのように年表やグラフを重ね合わせる方法（図2下段）が選

扱できる。HuTimeの基本構造から見ると、積み重ねは、パネルコレクション内に複数のパネルを並べることにより、また、重ね合わせは、同一パネル内に年表やグラフなどの複数のレイヤを配置することにより実現される。

(3) 表示デザイン

時間情報を提示する際は、データに基づいて年表やグラフを表示するだけでなく、関連情報や注釈もあわせて示すことが多い。たとえば図2のように、年表に登場する人物の肖像を表示したり、政権の移り変わりを背景色の違いで示したりすることなどがこれに該当する。また、グラフにおいても、凡例の表示や、注目点を矢印や円などで示すといったことが行われる。

これらの要求を満たすため、Web HuTimeでは、年表やグラフ上に線、円、矩形などの各種図形、画像、および文字列を描画する機能を実装している(図4)。これらを年表やグラフとは別のレイヤにまとめれば、注釈などを年表やグラフの前面や背面に配置したり、表示/非表示をまとめて切り替えたりすることができる。

年表やグラフ自体の表現についても変更が求められることがある。たとえば、グラフの線を矢印にすることや、プロットにイラストを用いるような場合である。これらについても、APIに年表やグラフの描画をカスタマイズする仕様が定められており、容易に多様なデザインの年表やグラフを作成することができる(図4)。

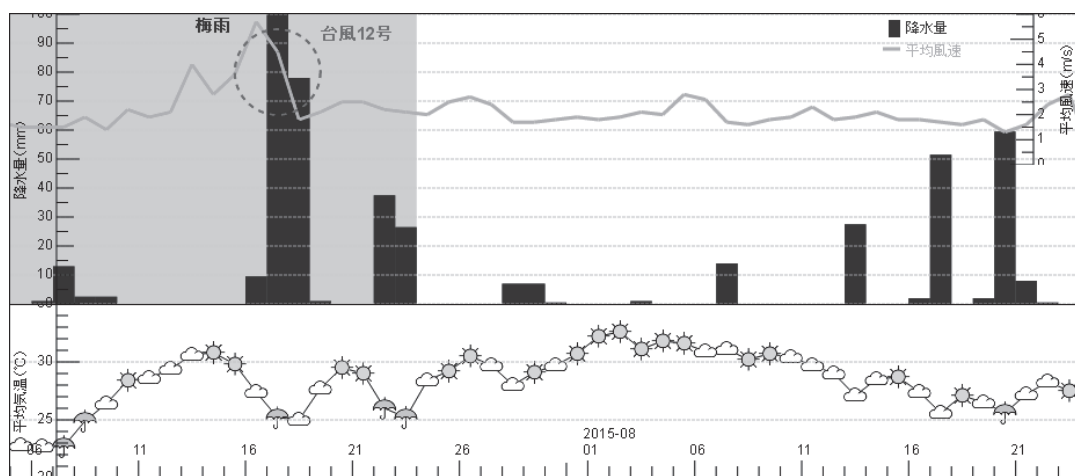


図4 グラフ上への様々な情報の書き込み例。データは2015年の京都の気象データ(降水量, 平均風速, 平均気温, および昼の天気概況)[8]。背景が梅雨の期間を示す。また、凡例や注目点(台風の期間)などがグラフ上に描画されている。平均気温のグラフでは、プロットが当日の日中(6時~18時)の天気を示すアイコンに置き換えられている。

Figure 4 Examples for annotation on a chart. Data of the charts are meteorological data (precipitation, wind speed, air temperature and weather) of Kyoto in 2015 [8]. Background color shows period of rainy season. Figure legends and focused point (typhoon) are shown on the chart as well. Plots in the chart of air temperature are replaced with icons which show weather (06:00-18:00).

(4) 操作の捕捉とイベント処理

Webアプリケーションを構築するには、時間情報を表示するだけでなく、閲覧者による操作を捕捉し、それに基づいて開発者が応答動作を定義するための仕組みが必要である。たとえば、年表上のレコードをクリックすることで詳細情報を表示したり、表示されている時間範囲に応じて、動的にWebページの内容を変更したりといった機能が想定される。

Web HuTimeでは、年表やグラフ上の各レコードや図形などに対するマウス操作、また、表示

範囲の移動や拡大・縮小、パネルの高さの変更や順序の入れ替えといったWeb HuTimeそのものに対する操作を捕捉し、開発者が利用可能なイベントとして発火させる機能がある(図5)。これを利用し、年表やグラフをインタフェースとしたWebアプリケーションの構築が可能となる。イベントフローやイベント処理の追加方法は、Webページ内のDOM要素のそれに準じたものとなっており、新たにWeb HuTimeを使ってWebアプリケーションを開発する際の学習の負担を小さくしている。

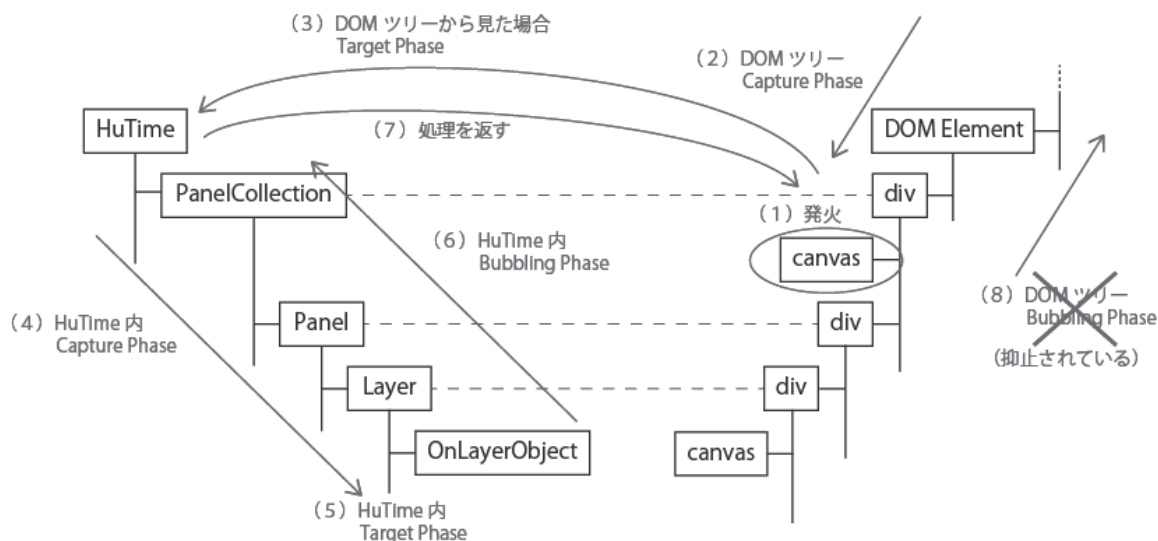


図5 Web HuTime のイベントフロー (マウスイベントの例). マウス操作は, PanelCollection オブジェクトに関連付けられた canvas 要素で取得された後, Web HuTime の構造に沿って, イベントが伝播する. イベントハンドラを定義するには, DOM 要素の場合と同様に, 各オブジェクトの addEventListener メソッドを実行する. DOM ツリーへの Bubbling Phase (8)は, DOM 要素内での予期しない動作を予防するため, 抑止されている.

Figure 5 Event flow in Web HuTime (in case of mouse events). Mouse operations are detected on a canvas element connected with PanelCollection object, and then the event propagates along the structure of Web HuTime. An event handler can be defined by addEventListener method in the same way of DOM elements.

(5) 時間軸の暦

既存の年表やグラフを表示する Web アプリケーションでは, 時間軸はグレゴリオ暦 (いわゆる西暦) を用いるのが一般的である. しかしながら, 日本史のように和暦での時間表現が前提となっている時間情報など, グレゴリオ暦以外の暦を用いる時間情報は, 既存の Web アプリケーションでは適切に扱うことができない.

この点で, Web HuTime では時間軸を特定の暦に固定せず, 各種の暦に柔軟に対応する方法を採っている. 具体的には, Web HuTime 内では, 時間軸は実数として扱っている. この時間軸を実数による時間表現であるユリウス通日[9]に対応させることにより, ユリウス通日を介して任意の暦に基づくデータを扱うことを可能にしている.

HuTime プロジェクトでは, 暦を相互に変換する機能を Web 上で提供しており[10, 11], 各種の暦とユリウス通日を相互に変換することも可能である. この機能と Web HuTime が連携することにより, データの読み込み時に各暦の日付をユリウス通日に変換することや, 複数の暦に基づく時間軸目盛を一つの画面に併記した表現を実現している (図2 上段-上のパネルでグレゴリオ暦, 下のパネルで和暦の目盛を表示).

(6) 時間軸の表示方向

既存の多くのソフトウェアでは, 時間軸を左から右方向に配置することが一般的である. ところが, この時間軸を表示する方向を通常とは異なる向きにしたい場合がある. たとえば, 発掘された地層に合わせて年代やできごと表示する場合や (時間軸は下から上), 絵巻物の画像に合わせて関連情報や注釈を表示する場合 (時間軸は右から左) である.

このため, Web HuTime では, 一般的な左から右に加え, 右から左に向かう時間軸, さらに, 縦方向の上から下, および, 下から上方向の時間軸を設定する機能を実装している.

(7) データの読み込み

年表にせよ, グラフにせよ, 元となるデータは, MS-Excel などの表計算ソフトで作成, 編集されることが多い. このため, Web アプリケーションにおいても, これらのデータを読み込むための仕組みが求められる.

Web HuTime では, カンマ区切りテキスト (CSV) などのテキストファイルを読み込んで, 年表やグラフとして表現する機能がある. これらのファイルは, クライアント上 (閲覧者のローカルコンピュータ), Web 上 (データ提供者などの

リモートサーバ上) いずれにある場合でも対応する。

4. Web HuTime の活用

Web HuTime が API を備えたことで、柔軟な時間軸の設定や、年表やグラフを対話的に操作するための基盤 (イベント処理など) が備わった、時間情報のための Web プラットフォームが実現した。ここでは、時間情報の提供者や Web アプリケーションの開発者が実際にこれらの機能を利用する目的に沿って、Web HuTime の Web プラットフォームとしての利点や応用の可能性を検証する。

(1) 時間情報の公開

時間情報は、人文研究を含め、多くの学問分野で生成されており、これらを相互に利活用しようとする機運も高い。これらを Web 上で公開する場合、従来であれば、html の表として作成された年表や、表計算ソフトなどを使って作成したグラフの画像を貼り付けることが一般的で、閲覧者が表示範囲を自由に変更することはできない。さらに、長期間のトレンドを示すデータと短期間の精細な現象を示すデータを同じ年表やグラフに表現することは、画面上のスペースが限られていることから難しい。この点で、表示する時間範囲を閲覧者が自由に変更できる Web HuTime の機能は、大いに貢献し得る。

また、Web HuTime を利用してデータ提供を進めた場合、データのメンテナンスという点でも

利点がある。従来は、データの追加や変更に伴って、html ソースの書き換えやグラフの画像の再生成が必要であった。一方、Web HuTime では、CSV ファイルなどの元データを直接読み込むため、これらの元データを変更すれば、それを使ったすべての Web コンテンツが同時に変更される。

(2) さまざまな時間軸への応用

日本のできごとを和暦の時間軸で表示するなど (図 2)、それぞれのデータに適した時間軸が利用できることは、Web HuTime の大きな特徴である。さらに、ユリウス通日と対応させることができれば、年月日以外の事象を時間軸として利用できる。たとえば、漁業に関するできごとであれば、潮汐や月齢、農業であれば、雨季・乾季などを時間軸として用いることで、主題の特徴に沿った表現が可能になる。

特定の暦に固定せず、内部的には単なる実数軸として扱われる Web HuTime の時間軸は、現実の時間とは異なる小説や物語の中のできごとを時系列で整理することにも適用できる。作中で架空の暦が使われていれば、それと実数軸との対応を定義することで、Web HuTime の時間軸として利用できる (図 6)。また、具体的な日時が示されていない場合も、何らかのできごとを基準とした相対的な時間により、時間軸を定義できる。たとえば、源氏物語であれば、光源氏の年齢が時間軸の候補となる。

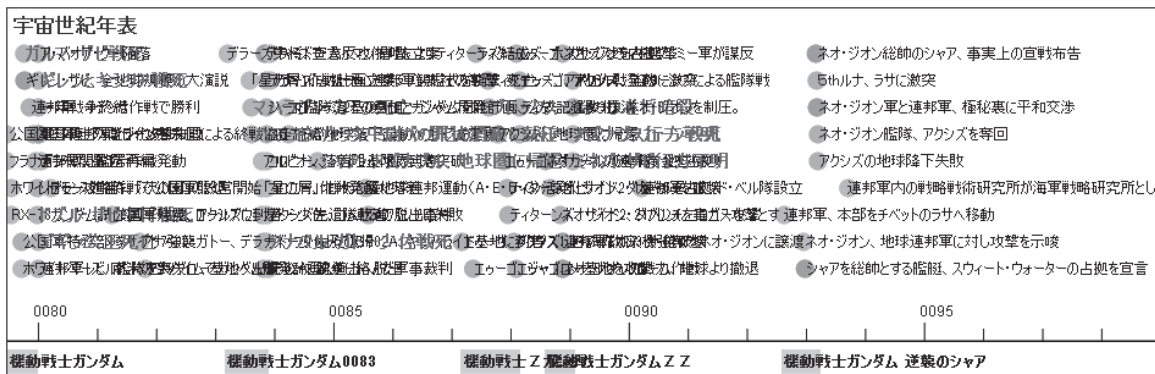


図 6 架空の暦を時間軸とした例 (機動戦士ガンダムシリーズの「宇宙世紀」を時間軸とした年表)。「宇宙世紀公式年表」(コミカライズ版の付録) [12]の内容を要約。できごとの内容によって色分けされており (赤: 個人の動静, 橙: 戦闘, 緑: 政治的活動, 青: その他), 下部にはそれぞれの期間に対応する作品が示されている。

Figure 6 An example for temporal axis based on fictional calendar (Time line of “universal century” used in the Gundam series) [12]. Events are separated with color (red: personal movements, orange: battles, green: politic activities, blue: others). The works which describe the corresponding period are displayed on the bottom panels.

(3) Web アプリケーションの基盤

閲覧者との対話的な操作を可能にする機能も Web HuTime の大きな特徴である。たとえば、閲覧者が表示する時間範囲を変更した場合に発火するイベントを利用して、拡大・縮小率に応じて表示内容を変更したり、現在表示している時間範囲を取得することで、ダウンロードする生データの時間範囲を限定したりする機能が実現される。他にも、何らかの動作を起動させるためのボタンを年表やグラフ上に配置することや、表示する時間範囲を自動的にスクロールするアニメーションを実装するといった使い方も考えられる。

Web HuTime を他のアプリケーションと連携させたり、特定の機能を担う部品として利用したりすることも Web プラットフォームの機能として想定されている。既に、データベースのインタフェースとして Web HuTime を用いることは、実証済みである[5]。また、Google Maps などの Web GIS と組み合わせることで、新たな時空間アプリケーションを構築することや、時系列分析を行う

解析ツールの表示部分として使うことなどが考えられる。

(4) 時間情報のマッシュアップ

Web 上には、人文分野も含めてさまざまな時間情報が流通している。また、Twitterをはじめとする SNS でも、そのコンテンツは時系列で提示されることが多い。さらに、閲覧者のローカルコンピュータ上にも研究用のデータなど時間情報が蓄積されている。Web HuTime は、これらの情報を1つの時間軸上にマッシュアップし、多様な情報を有機的に連携させるための環境を提供する(図7)。

現状では、Web HuTime に読み込めるデータは、CSV などのテキストファイルに限定されているものの、今後、RDF (Resource Description framework) や KML[12]に対応することにより、LODとしてセマンティック Web 技術の下に流通しているデータや、地理情報として流通しているデータなどにも適用範囲を広げることができる。

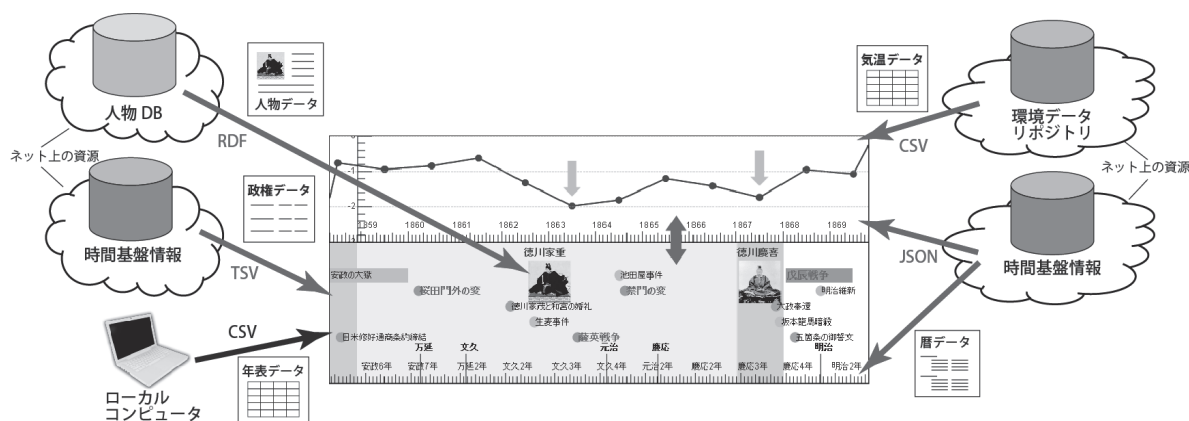


図7 Web HuTime 上での時間情報のマッシュアップのイメージ。図2の表現を実現するために、Web 上のさまざまな資源を利用した場合を想定したもの。閲覧者のローカルコンピュータ上のデータも同様に利用可能である。

Figure 7 Schematic image of mashup of temporal information on Web HuTime. This is an example assuming that the data display in Fig 2 is constructed from various resources on the Web. Data in the local PC is also available.

5. おわりに

当初、Web HuTime は、従来のスタンドアロン版の HuTime (Desktop HuTime) の機能を Web ブラウザ上で提供することを目標に開発が進められた。ところが、開発が進むにつれ、Desktop HuTime には無い機能が追加され、結果として新たな時間情報システムに発展することとなった。これは、Web プラットフォームとしての機能だけでなく、レイヤの重ね合わせ、年表

やグラフ上での図形や画像の描画、縦方向の時間軸の表示など、時間情報を可視化する際の表現力が Desktop HuTime に比べて大きく向上している。一方で、Desktop HuTime にあるデータ解析の機能は Web HuTime にはまだない。また、現状では、Desktop HuTime のデータを Web HuTime に読み込むのに、CSV に一度変換するなどの手間がかかることも、データの互換性という点で改善が必要である。

Web HuTime API のマニュアルが既に Web 上に掲載されていることは先述のとおりである[6]. これに沿って, 公開に向けたテストが進められており, 2016 年 12 月には, Web HuTime の供用が開始される見込みである.

本研究が提供する時間情報のための Web プラットフォームは, 多様な時間情報を容易に連携させ, 新たな Web コンテンツやアプリケーションの誕生を促す可能性をもっている. Google Maps のような Web GIS に対応する「Web 時間情報システム (TIS)」として, 研究, 教育だけでなく, 実業も含めたさまざまな分野での活用が期待される.

参考文献

- 1) SIMILE Project, Massachusetts Institute of Technology: SIMILE Widgets | Timeline, 入手先 (<http://www.simile-widgets.org/timeline/>) (参照 2016-11-02) .
- 2) Vanderka, Dan.: dygraphs, 入手先 (<http://dygraphs.com/>) (参照 2016-11-02) .
- 3) Sekino, T.: Time Information System Web HuTime: Comparison with Existing Web Applications, *Journal of Asian Network for GIS-based Historical Studies* vol. 4, *in press* (2016).
- 4) 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, 2015, vol. 25, pp.303-314.
- 5) 関野 樹: Web 上での時間情報システム HuTime の利用, 情報処理学会 研究報告人文科学とコンピュータ (CH) vol. 2016-CH-111, no. 8, pp.1-4 (2016).
- 6) 関野 樹: Web マニュアル, 入手先 (<http://web.hutime.org/manual/>) (参照 2016-11-02) .
- 7) NOAA: Arctic PAGES2k 2000 Year Temperature Reconstruction v.1.1, 入手先 (<ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/pages2k/arctic2014temperature-v1.1.txt>) (参照 2016-11-02) .
- 8) 気象庁: 京都一日ごとの値 (2015 年 1 月~12 月) -過去の気象データ検索, 入手先 (<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>) (参照 2016-11-02) .
- 9) Dershowitz, N. and Reingold, E.M.: *Calendrical Calculations*, Cambridge University Press (2007).
- 10) 関野 樹: Linked Data における日の取扱い -時間に基づくデータ連携, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol. 2014, No. 3, pp.125-130 (2014).
- 11) 関野 樹: 暦に関する Linked Data とその活用. 情報処理学会シンポジウムシリーズ, vol. 2015, no. 2, pp.191-198 (2015).

12) 矢立 肇, 富野 由悠季, 近藤 和久: 機動戦士ガンダム 0079 12, 電撃コミックス GUNDAM COMIC SERIES, KADOKAWA (2005).

13) Open Geospatial Consortium: KML, 入手先 (<http://www.opengeospatial.org/standards/kml/>) (参照 2016-11-02)