

令和元年6月18日現在

機関番号：64302  
 研究種目：基盤研究(A) (一般)  
 研究期間：2015～2018  
 課題番号：15H01723  
 研究課題名(和文) セマンティック・クロノロジー：時間軸に沿った知識の可視化と利用に向けた基盤構築

研究課題名(英文) Semantic chronology - Construction of infrastructure for visualization and utilization of knowledge along temporal axis

研究代表者  
 関野 樹 (Sekino, Tatsuki)  
 国際日本文化研究センター・総合情報発信室・教授

研究者番号：70353448

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 19,200,000円

研究成果の概要(和文)：時間情報をセマンティックWeb技術で扱うセマンティック・クロノロジーを実現するための基盤データやソフトウェアが開発された。暦LODは、和暦を含む様々な暦の年、月、日などの期間をRDFリソースとして提供するもので、時間情報を記述するための基盤データである。また、Web HuTimeは、時間情報を扱うためのWebアプリケーションであり、セマンティック・クロノロジーのプラットフォームとなる。これらのソフトウェアやデータは、オープンデータやオープンソースとして公開されており、すでに、国内外のさまざまな学問分野で活用が進んでいる。

#### 研究成果の学術的意義や社会的意義

暦LODは、和暦などのさまざまな暦の時間をコンピュータシステムで直接扱うことを可能にした。これらは、歴史学などの時間情報を扱う研究分野でのデータのあり方を変革するものである。また、新たに構築されたWeb HuTimeは、研究用途以外のWebアプリケーションにも適用可能であり、時間情報を活用した新たな技術開発を促進すると期待される。

研究成果の概要(英文)：Basic data and software to realize processing temporal information based on the semantic web technology were developed in this study. Calendar LOD, which provides RDF resources about dates, months, and years of various calendars, is a basic data to describe temporal information. Web HuTime, which is a web application to process temporal information, is a platform for the semantic chronology. These data and software are released as open data or open source, and have already been utilized in various scientific field in Japan and foreign countries.

研究分野：時間情報学

キーワード：時間情報学 セマンティックWeb Digital Humanities Linked Data オープンデータ Webアプリケーション 歴史

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 物事の間接関係をデータ化し、記述するための規格や手法がセマンティック Web 技術などで広く用いられている。しかしながら、これら既製の規格や手法では、時間は補足的な値のひとつに過ぎず、時間情報自体を記述・解析することが難しかった。

(2) 時間情報自体の記述や解析は、歴史や考古といった時系列のデータを扱う分野、さらにはテキスト処理や書誌での時間情報の扱いなど、多くの研究分野に共通する問題であった。

## 2. 研究の目的

(1) 時間情報システム **HuTime** や時間基盤情報など、時間情報を扱うための技術や研究資源にかかるこれまでの研究成果をセマンティック Web 技術と融合させることで、時間情報を意味論的に表現、解析するセマンティック・クロノロジー (**Semantic Chronology**) という新たなアプローチを提案する。

(2) この基礎を築くため、時間に基づく関係性を表現するデータの記述方法と、そのデータの可視化と検索の技術を確認する。これにより、セマンティック Web 技術の中で系統だった規格や手法のない時間にかかる情報の取扱いを新たに取り入れる。

## 3. 研究の方法

(1) 時間オントロジの構築：時間にかかる物事の間接関係をデータとして記述する方法を体系化し (時間オントロジ) セマンティック Web 技術で利用できるようにする。また、「19世紀から20世紀」といった表現のように、始点や終点が定まらないあいまいな時間をセマンティック Web 技術で扱えるデータとして記述できるよう、必要な論理を確認し、時間オントロジに反映させる。

(2) 時間基盤データの構築：データの表示や検索に必要な基盤データ (暦法や時代区分など) を時間オントロジに基づく RDF データとして蓄積し、セマンティック Web 技術で扱うためのリソースとして公開する。また、RDF を検索する標準的な仕様である SPARQL エンドポイント、および、Web API を構築し、それらを利用するための基盤的な環境を整備する。

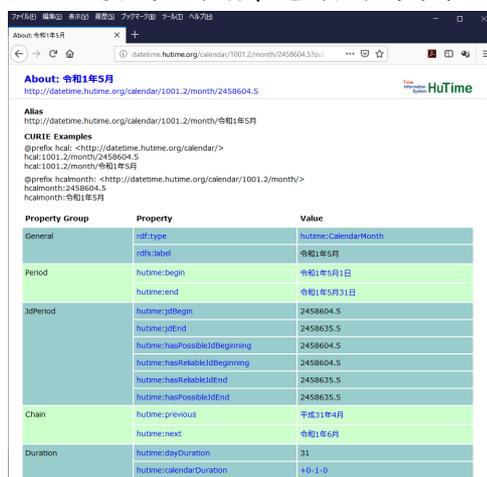
(3) 実行環境の構築：セマンティック Web 技術を効果的に利用するため、これまで開発を進めてきた時間情報システム HuTime の機能を Web ページに埋め込むなどの形で利用できる Web 版 (Web HuTime) を構築する。さらに、これらに時間基盤データを活用するための機能を追加する。

(4) 成果の活用：本課題で構築する基盤データやツール (HuTime) を安定的に利用するため、マニュアル類や API の仕様書を作成し公開する。また、これらを英語化し、海外での成果の活用を図る。

## 4. 研究成果

(1) 時間オントロジの構築：時間情報やそれらの関係を記述するためのオントロジ (HuTime オントロジ) を構築し、セマンティック Web 技術で用いられる Resource Description Framework - Schema (RDFS) として公開した (<http://resource.hutime.org/ontology/>)。また、端点を1つの値に定めることができないあいまいな期間の性質、および、それら同士の関係性を比較するための論理を構築し、HuTime オントロジに反映させた。HuTime オントロジは、セマンティック Web 技術で時間情報を記述するオントロジの標準として World Wide Web Consortium (W3C) の勧告となった OWL-Time との互換性を持つように設計されており、既存の多くのデータを HuTime オントロジの枠組みで扱うことが可能である。

(2) 時間基盤データの構築：和暦、グレゴリオ暦、ユリウス暦等の基本的な暦に関して、年号、暦年、暦月、暦日 (以下、暦期間) に関するそれぞれの情報を、(1) の時間オントロジの成果に基づいてデータ化し、Linked Open Data として公開した (暦 LOD: 図1)。この暦 LOD では、各暦期間の範囲だけでなく、それら同士の前後関係や包含関係、さらには、比較や検索などの処理に用いるためのユリウス通日の情報にもリンクされており、本研究が目指すセマンティック・クロノロジーの最も基本的なデータである。また、これらのリソースを、博物館資料



Property Group	Property	Value
General	rdfs:type	huTime:CalendarMonth
	rdfs:label	令和1年5月
Period	huTime:begin	令和1年5月1日
	huTime:end	令和1年5月31日
3dPeriod	huTime:jdBegin	2458864.5
	huTime:jdEnd	2458865.5
	huTime:hasPossible3dBeginning	2458864.5
	huTime:hasPossible3dBeginning	2458864.5
	huTime:hasPossible3dEnd	2458865.5
	huTime:hasPossible3dEnd	2458865.5
Chain	huTime:previous	平成31年4月
	huTime:next	令和1年6月
Duration	huTime:dayDuration	31
	huTime:calendarDuration	+0-1-0

図1 暦に関する Linked Open Data. (<http://datetime.hutime.org/>)

や人名事典などの実データに適用することにより、データの記述や他の Linked Data との連携も検証された。これらのリソースは、セマンティック Web 技術の検索インタフェースである SPARQL エンドポイントからの利用だけでなく、Web Application Programable Interface (API)からの利用も可能にしており、これを用いた暦変換サービス(図2)は、歴史研究などにおいて、幅広く活用されている。

(3) 実行環境の構築： 本課題以前から公開していた時間情報システム HuTime の機能を、Web ブラウザ上で実現する Web HuTime を開発した(図3)。これにより、タブレット端末などでも HuTime が利用できるようになっただけでなく、複数のグラフの重ね合わせ、画像や任意の図形の埋め込み、デザイン(色やアイコンなど)の変更など、時間情報を表現するための機能が大幅に強化された。Web HuTime の機能は Web API として提供しているため、第三者が自身の Web ページに年表やグラフを埋め込んだり、時間情報を使った新たな Web アプリケーションを開発したりといった、様々な場面での活用が期待される。また、データを JSON 形式で入出力する機能を備えており、Web 上に公開されたデータを組み合わせた解析や新たな時間情報の構築を可能としている。

Web HuTime では、(1)の成果であるあいまいな時間の処理や、(2)の時間基盤データが利用可能であり、セマンティック・クロノロジー技術のプラットフォームとなるものである。また、(2)の成果を活用して、和暦などの時間データを直接扱えるように設計されており、西暦のデータしか扱えなかった既存のソフトウェアとは一線を画すものとなっている。これらの特徴を生かし、国内外で Web HuTime を用いた新たなアプリケーションが開発されている。

(4) 成果の活用： 本課題で構築された成果には、それぞれ詳細なマニュアル(日本語・英語)を公開している(例：図3)。その多くは、クリエイティブ・コモンズライセンス(CC-BY)を付しており、誰もが自由に利用、改変、頒布することが可能である。また、Web HuTime のソースコードも GitHub で MIT ライセンスを付して公開しており(https://github.com/hutime/)、マニュアル同様、自由な利用が可能である。さらに、2018年5月に国際ワークショップを主催し(台北・中央研究院)本課題の成果の活用が検討された。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 5 件)

Tatsuki Sekino. Representation and comparison of uncertain temporal data based on duration. Proceedings of the 2018 Pacific Neighborhood Consortium Annual Conference and Joint Meetings (PNC), 査読有. doi:10.23919/PNC.2018.8579465

Taizo Yamada, Satoshi Inoue. A Common Base of Knowledge for Japanese Historical Materials and its Application. Proceedings of the 2018 Pacific Neighborhood Consortium Annual Conference and Joint Meetings(PNC), 査読有, 2018.

Tatsuki Sekino. Basic linked data resource for temporal information. Proceedings of the 2017 Pacific Neighborhood Consortium Annual Conference and Joint Meetings (PNC), 査読有, pp.76-82, 2017. doi:10.23919/PNC.2017.8203525

Shoichiro Hara. Digital gazetteer as a knowledgebase for open data science. Proceedings of the 2017 Pacific Neighborhood Consortium Annual Conference and Joint Meetings(PNC), 査読有, 2017. 10.23919/PNC.2017.8203524

Tatsuki Sekino. Time Information System on the Web. Proceedings of ANGIS Taipei Meeting 2015, 査読有, 2015.

[学会発表](計 7 件)

Tatsuki Sekino. Representation and Comparison of Uncertain Temporal Data based on Duration. Pacific Neighborhood Consortium Annual Conference 2018. 2018.10.27-30,

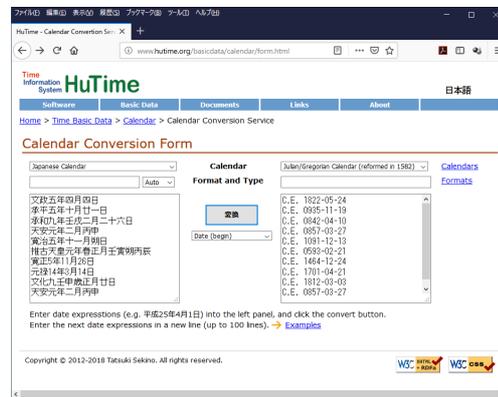


図2 暦変換サービス。(http://www.hutime.org/basicdata/calendar/form.html)



図3 Web HuTime と英語マニュアル。(http://web.hutime.org/)

Fort Mason Center, San Francisco, USA.

Tatsuki Sekino. Linked open data about calendrical periods. International Workshop on Spatio-Temporal Knowledge. 2018.05.24-25, Research Center for Humanities and Social Sciences, Academia Sinica, Taiwan.

Tatsuki Sekino. Basic linked data resource for temporal information. Pacific Neighborhood Consortium Annual Conference 2017. 2017.11.07-09, The Magic School of Green Technologies, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan.

Shoichiro Hara. Some Experiences about Digital Humanities. International Conference on Digital Media and Charting the Geography of Power in East Asia. 2017.07.28-30, Faculty of Classics, University of Cambridge, UK.

Tatsuki Sekino. Time Information System on the Web. PNC 2016 Annual Conference and Joint Meetings. 2016.08.16-18, The Getty Center, Los Angeles, USA.

Shoichiro Hara. Linked Open Data for Knowledgebase. NC 2016 Annual Conference and Joint Meetings. 2016.08.16-18, The Getty Center, Los Angeles, USA.

Tatsuki Sekino. Time Information System on the Web. ANGIS Taipei Meeting 2015. 2015.12.04-06, Academia Sinica, Taiwan.

〔図書〕(計 1件)

関野 樹. コンピューターによる時間情報の記述と活用. 国立歴史民俗博物館 編. 『総合資料学の挑戦 異分野融合研究の最前線』. 吉川弘文館, 東京都文京区, 2017, pp.76-97. ISBN:9784642038669

〔その他〕

ホームページ等

プロジェクトホームページ(日本語): <http://www.hutime.jp/>

プロジェクトホームページ(英語): <http://www.hutime.org/>

HuTime 暦 LOD: <http://datetime.hutime.org/>

Web HuTime: <http://web.hutime.org/>

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名: 柴山 守

ローマ字氏名: **SIBAYAMA, Mamoru**

所属研究機関名: 京都大学

部局名: 国際戦略本部

職名: 研究員

研究者番号(8桁): **10162645**

研究分担者氏名: 原 正一郎

ローマ字氏名: **HARA, Shoichiro**

所属研究機関名: 京都大学

部局名: 東南アジア地域研究研究所

職名: 教授

研究者番号(8桁): **50218616**

研究分担者氏名: 山田 太造

ローマ字氏名: **YAMADA, Taizo**

所属研究機関名: 東京大学

部局名: 史料編纂所

職名: 助教

研究者番号(8桁): **70413937**

(2)研究協力者

なし