

暦に関する Linked Data とその活用

関野 樹 (総合地球環境学研究所)

さまざまな暦法に基づく年号, 暦年, 暦月, 暦日などに関する情報を Linked Data として構築した. セマンティック Web 技術の基礎となる RDF では, 従来, これら暦日などはリテラル値として扱われてきたものの, これらを持つリソースとして扱うことにより, 様々な情報を付加することが可能になった. 今後, 時間に基づいた検索や解析の基盤として, また, 和暦で記述された史料のデジタル化と蓄積という点での活用が見込まれる.

Linked data about calendars and their usage Tatsuki Sekino (Research Institute for Humanity and Nature)

Linked data about calendars and periods in the calendars (i.e. era, year, month and date) are constructed. Although these periods are expressed as literal values in usual RDF data, they are expressed as resources in this study. Consequently, periods in calendar are linked with related data. It is expected that these data is used for temporal information analysis and digitalizing historical documents which contain dates in Japanese calendar.

1. はじめに

近年, さまざまな Linked Data が構築されており [1], 歴史的な資料などを Linked Data により公開するための試みも進められている [2, 3, 4]. 歴史的な事象を扱うにあたって, 時間情報は必須であるが, Linked Data の基盤となるセマンティック Web 技術において標準的に用いられる RDF (Resource Description Framework) では, 日などの時間は ISO 8601 形式 (W3C-DTF) のリテラル値で表現されることと規定されている [5, 6]. リテラル値で表現された日は, SPARQL などで前後関係を計算する場合に扱いやすいものの [7], 問題点も多い. 一つは, リテラル値が RDF トリプルの主語になれないという制約のために [6], その日に関連するリソースへのリンクを表現できないことである. 特定のできごとが起きた日は表現できても, 特定の日に起きた複数のできごとをまとめて表現することが難しい. もう一つは, ISO 8601 ではグレゴリオ暦に基づく日しか扱うことができず [8], 和暦を含むその他の暦法に基づく年月日はグレゴリオ暦への変換が必要になる. このため, グレゴリオ暦以外の暦法の時間情報をセマンティック Web に持ち込むための試行錯誤が続いている [9, 10]. 特定の暦に基づく日 (以下, 暦日) を一定の時間範囲を持つリソースとしてとらえ, URI を振ろうとした関野 (2014) [11] の試みは, この問題の解決に向けた方策の一つである.

本研究ではこれを発展させ, 暦日だけでなく, 各暦法に基づく年号, 年 (以下, 暦年), 月 (以下, 暦月) もリソースとして体系的に扱う仕組みを整え, それらを相互に関連付けながら Linked

Data として公開するとともに, これらのリソースを活用する方法を検討する.

2. リソースと URI

2-1. 共通の時間軸

各暦法の年号, 暦年, 暦月, 暦日 (以下, 暦日等) を扱うために, まず, 共通の時間軸が必要となる. 一般には, 共通の時間軸としてユリウス/グレゴリオ暦 (いわゆる西暦) が用いられることが多い. ところが, 現代であれば大きな問題はないものの, 歴史的な事象を扱おうとすると, ユリウス暦からグレゴリオ暦への改暦の際に 10 日間以上の不連続があること, また, 地域によってこの改暦の時期が異なることが問題となり, 共通の軸としては適さない. RDF をはじめ, コンピュータ上の日の表現方法として広く用いられている ISO 8601 にもこの問題は影響している. ISO 8601 の規格 [8] によると, この規格に則った日の表記は, ユリウス暦からグレゴリオ暦への改暦以前に遡ってグレゴリオ暦を適用する先発グレゴリオ暦 (proleptic Gregorian calendar) を用いることとなっている. つまり, 最初にグレゴリオ暦への改暦が行われた 1582 年 10 月 15 日 (ISO 8601 表記: 1582-10-15) の前日は, 実際に使われたユリウス暦の日付に基づく "1582-10-04" ではなく, "1582-10-14" となる. この規定は必ずしも一般に浸透しているとは言えず, ISO 8601 形式でのユリウス暦の日付が散見され, 混乱の原因ともなっている.

そこで本研究では, 上記のような改暦等による不連続がないユリウス通日を時間軸として用いた. ユリウス通日は紀元前 4713 年 1 月 1 日正午

からの通算日数であり、年月日の区別が無い実数として表現されるため、前後関係も扱いやすい [14].

本研究では、共通の時間軸としてのユリウス通日を 2 つの意味で用いている。一つはある瞬間の時間点を表す値であり、2457375.5 はグレゴリオ暦 2015 年 12 月 19 日 0 時 (午前 0 時: 以下、時刻は 24 時間制で表現する) その瞬間を示す (以下、ユリウス通日の瞬間値)。この意味でユリウス通日を用いる場合は、浮動小数点の数値によるリテラル値で表現する。一方、ユリウス通日のある時間軸上の 1 日間を示す日としての意味でも用いる (ユリウス通日という暦法に従った暦日もみなせる)。日としてのユリウス通日 2457375.5 は、グレゴリオ暦 2015 年 12 月 19 日 午 0 時から、19 日 24 時 (20 日 0 時) までの 24 時間であり、こちらはリソースとして扱う (以下、単に「ユリウス通日」と記述した場合は、この日としてのユリウス通日を指す)。なおこの時間範囲では、始点は範囲に含み、終点は範囲に含まれない。したがって、上記の例では、2015 年 12 月 19 日 24 時その瞬間は、2015 年 12 月 19 日の時間範囲には含まれない。

この日としてのユリウス通日をリソースとして扱うための URI は下記のとおりとした。

<http://datetime.hutime.org/date/2457375.5>

ルートセグメント (*/*) の直後のセグメントに、リソースが日であることを示す `date/`、それに続けて、当該時間範囲の始点のユリウス通日の瞬間値を示す。しかしながら、ユリウス通日が日常的に用いられているわけではなく、この形式では、扱いにくい。このため、改暦に起因する混乱の火種はあるものの、URI のユリウス通日の瞬間値の部分を ISO 8601 形式に置き換えた以下の形式の URI をエイリアスとして用いること可能にした。

<http://datetime.hutime.org/date/2015-12-19>

この ISO 8601 を用いたエイリアスが指定された場合も、ユリウス通日の瞬間値を用いた本来の URI と同様に当該リソースに関する RDF が取得できる。さらに、接頭辞を定義して CURIE (Compact URI) [15] で表現すれば、簡略化された表現が可能である。

```
@prefix hdate:
  <http://datetime.hutime.org/date/>.
hdate:2015-12-19.
```

2-2. 暦日等

暦法

暦日等のリソースを定義する前に、まず、暦法そのものを識別し、リソースとして扱えるようにする。本研究では、各暦法に固有の暦法 ID を付番し、その番号により識別することとした。暦法 ID は "1001.1" といったように 2 つのセグメント

からなり、ドット '.' で区切られている。前のセグメントは暦法そのもの指し、異なる計算方法 (暦理) によるものは別の ID で区別する。例えば、広く用いられているユリウス/グレゴリオ暦は 101、和暦は 1001 が割り当てられている。同じ日本の暦でも、明治以降の太陰太陽暦 (いわゆる旧暦) [16] は 1002 が割れ当てられ、別の暦法として区別されている。同様に、グレゴリオ暦 (先発グレゴリオ暦) は 2、ユリウス暦は 102 が割り当てられている。

後ろのセグメントは暦法の中での変異を区別するためのもので、改暦時期の違いや年号の付け方の違いはここで表現する。例えば、1582 年改暦のユリウス/グレゴリオ暦 (イタリア、スペインなど) は 101.1、1752 年改暦のユリウス/グレゴリオ暦 (イギリスなど) は 101.2 が割り当てられている。また、和暦でも、南朝の年号を用いるものは 1001.1、北朝の年号を用いるものは 1001.2 が割り当てられている。

後ろのセグメントは省略可能であり、省略された場合は、それぞれ定められた代表値が指定されたものとして扱われる。例えば、和暦として 1001 が指定された場合は 1001.1 が指定されたものとして扱われる。

この暦法 ID を使って暦法リソースの URI を定義する。以下は、和暦 (南朝) (暦法 ID: 1001.1) の場合である。

<http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1>

ルートセグメント (*/*) の次のセグメントを `calendar/` とし、その後ろに暦法 ID が記述される。なお、暦法リソースについては、ユリウス通日リソースで ISO 8601 表記を使ったようなエイリアスは定義していない。これは、暦法名を含め、安定的に用いることができる代替の表現が無いことや、暦法 ID は、一度調べれば以後同じものが続けて使われるケースが多いであろうことによる。さらに後述のように、暦法 ID までを含めて接頭辞を定義すれば、実用面で利用者が暦法 ID を意識する機会はほとんどない。有効な暦法 ID の一覧は以下の URL で調べることができる

(<http://datetime.hutime.org/calendar/>) .

暦日等

年号、暦年、暦月、暦日もそれぞれリソースとして URI を定義する。以下は、和暦 (南朝) において、平成 27 年 12 月 19 日にかかる暦日等のリソースの例である。

```
(年号)
http://datetime.hutime.org
/calendar/1001.1/era/2457375.5
```

```
(暦年)
http://datetime.hutime.org
/calendar/1001.1/year/2457023.5
```

(暦月)

```
http://datetime.hutime.org
/calendar/1001.1/month/2457357.5
```

(暦日)

```
http://datetime.hutime.org
/calendar/1001.1/date/2457284.5
```

暦日等の URI は、暦法の URI にリソースの種類を示すセグメント `era/`, `year/`, `month/`, または, `date/` を付加し, さらに, それぞれの期間が始まるユリウス通日の瞬間値を書き加える. 上述の例でのユリウス通日の瞬間値は, 年号では平成元年1月8日, 暦年では平成27年1月1日, 暦月では平成27年12月1日, 暦日では平成27年12月19日(時刻はそれぞれ0時)を指している. ユリウス通日の URI と同様に, これらの URI もユリウス通日の瞬間値のままでは利用しづらい. このため, これらの URI でもユリウス通日の部分を"平成"や"平成27年"などの一般的な表記に置き換えたエイリアスの利用を可能にした.

(年号)

```
http://datetime.hutime.org
/calendar/1001.1/era/平成
```

(暦年)

```
http://datetime.hutime.org
/calendar/1001.1/year/平成27年
```

(暦月)

```
http://datetime.hutime.org
/calendar/1001.1/month/平成27年12月
```

(暦日)

```
http://datetime.hutime.org
/calendar/1001.1/date/平成27年12月19日
```

ユリウス通日の瞬間値の代替となる部分は, 当該リソースに対する `rdfs:label` の値(文字列)を原則としているが(以降, 本文中で定義のない接頭辞は RDFa Core Initial Context[11]によるものとする), URI の読み取りに日付文字列を自動的に解釈する機能[13]を利用しているため, 和暦において漢数字や干支が使われるなど, 下記のようなある程度の揺らぎは許容される.

```
http://datetime.hutime.org
/calendar/1001.1/year/平成二十七年
```

```
http://datetime.hutime.org
/calendar/1001.1/month/平成乙未年師走
```

```
http://datetime.hutime.org
/calendar/1001.1/date/平成廿七年十二月己巳
```

これにより, 史料に含まれる暦日等の表記をそのまま URI に用いることが可能となり, 歴史研究等での利便性が向上することが期待される.

暦日等のリソースでもユリウス通日の URI と同様に接頭辞を定義して CURIE で表現できるが,

2通りの考え方がある. 一つは暦法 ID までを接頭辞とし, 年号, 暦年, 暦月, 暦日の別をそれぞれ示す方法である.

```
@prefix hcal:
<http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/>.
hcal:era/平成
hcal:year/平成27年
hcal:month/平成27年12月
hcal:date/平成27年12月19日
```

もう一つは, 年号, 暦年, 暦月, 暦日を別々の接頭辞で表現する方法である.

```
@prefix hcalera:
<http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/era/>.
@prefix hcalyear:
<http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/year/>.
@prefix hcalmonth:
<http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/month/>.
@prefix hcaldate:
<http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/date/>.
hcalera:平成
hcalyear:平成27年
hcalmonth:平成27年12月
hcaldate:平成27年12月19日
```

年号, 暦年, 暦月, 暦日の各リソースが混在する場合は, 前者が使いやすいし, 暦日のみなど1種類のリソースしか使わないのであれば後者が使いやすい. なお, 一部の RDFa パーサでは CURIE の中の ASCII 文字以外の文字を正しく解釈できない(W3CのRDFa 1.1 Distiller and Parser [17]など(2015年11月6日現在)). このため, 漢字による年号の指定が不可欠な和暦などでは支障が生じる場合がある.

3. 暦に関する情報

ユリウス通日や暦日等をリソースとして扱うことで, これらに関するさまざまな情報を RDF として表現することが可能になる. これらの RDF のために新たに必要となるプロパティやクラスなどの語彙は, 以下の URI で定義されている.

```
http://resource.hutime.org/ontology/[語彙名]
```

以降, これらのプロパティは, 本文中では下記のとおり接頭辞を定義されたものとして使用する.

```
@prefix hutime:
<http://resource.hutime.org/ontology/>.
```

3-1. ユリウス通日に関する情報

図1は, ユリウス通日に関する情報を RDF で表現した例である. リソースの基本的な情報である `rdf:type` は `hutime>Date`, `rdfs:label` は ISO 8601 形式によるリテラル値である. `hutime:begin` と `hutime:end` および

hutime:jdBegin と hutime:jdEnd は当該リソースの時間範囲を示している。hutime:begin と hutime:end は別のリソースによる指定であり、各暦法での暦日等では意味を持つが、ユリウス通日リソースでは、結果として自分自身が指定されている。一方、hutime:jdBegin と hutime:jdEnd は時間範囲の始点と終点のユリウス通日の瞬間値であり、double 型のリテラル値である。ユリウス通日リソースでは、hutime:jdBegin には URI の末尾と同じ値が、hutime:jdEnd には、hutime:jdBegin に 1 加算した値が入る。なお、上述のとおり、hutime:jdEnd が示す値の瞬間は、

当該リソースの時間範囲には含まれない。hutime:previous と hutime:next は、当該リソースの前後のリソースである。ユリウス通日リソースの場合は、それぞれ前日 (-1)、翌日 (+1) のユリウス通日リソースが該当する。その他の情報として、ISO 8601 による表記と曜日のリソースが含まれている。最後に、当該リソースと同じ時間範囲を持つ他の暦法での暦日リソースが hutime:tEquals でリンクされており、このリンクを辿ることで、同じ時間範囲を持つそれぞれの暦法の暦日同士の関係を知ることが可能となる。

```
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>.
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>.
@prefix hutime: <http://resource.hutime.org/ontology/>.
@prefix dcterms: <http://purl.org/dc/terms/>.
```

```
<http://datetime.hutime.org/date/2457375.5> a hutime:Date;
  rdfs:label "2015-12-19";
  hutime:begin <http://datetime.hutime.org/date/2457375.5>;
  hutime:end <http://datetime.hutime.org/date/2457375.5>;
  hutime:jdBegin "2457375.5"^^xsd:double;
  hutime:jdEnd "2457376.5"^^xsd:double;
  hutime:previous <http://datetime.hutime.org/date/2457374.5>;
  hutime:next <http://datetime.hutime.org/date/2457376.5>;
  hutime:dayDuration "1.0"^^xsd:double;
  hutime:iso8601 "2015-12-19"^^xsd:date;
  hutime:onDayOfWeek <http://datetime.hutime.org/week/Saturday>;
  hutime:tMeets <http://datetime.hutime.org/date/2457376.5>;
  hutime:tMetBy <http://datetime.hutime.org/date/2457374.5>;
  hutime:tEquals <http://datetime.hutime.org/calendar/1.1/date/2457375.5>,
    <http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/date/2457375.5>,
    <http://datetime.hutime.org/calendar/1001.2/date/2457375.5>,
    <http://datetime.hutime.org/calendar/1002.1/date/2457375.5>,
    <http://datetime.hutime.org/calendar/1003.1/date/2457375.5>,
    <http://datetime.hutime.org/calendar/101.1/date/2457375.5>,
    <http://datetime.hutime.org/calendar/101.2/date/2457375.5>,
    <http://datetime.hutime.org/calendar/102.1/date/2457375.5>,
    <http://datetime.hutime.org/calendar/103.1/date/2457375.5>,
    <http://datetime.hutime.org/calendar/104.1/date/2457375.5>,
    <http://datetime.hutime.org/calendar/2.1/date/2457375.5>.
```

図 1 RDF で表現されたユリウス通日に関する情報の例。
Fig 1 An example for RDF Data about a Julian Date.

3-2. 暦日等に関する情報

各暦法に基づく暦日等に関する情報も同様に、RDF で表現される。図 2 は和暦（南朝）の暦月リソースの例である。

年号、暦年、暦月、暦日の rdf:type はそれぞれ hutime:CalnedarEra, hutime:CalendarYear, hutime:CalendarMonth, hutime:CalendarDate

となる。rdfs:label はそれぞれの暦で代表的な表現方法による文字列であり、上述のエイリアス URI の中でユリウス通日の瞬間値の代わりとして指定できる。hutime:begin と hutime:end はそれぞれその時間範囲の始点、終点となる同じ暦法の暦日のリソースである。図 2 の、平成 27 年 12 月ではそれぞれ、hcal:date/平成 27 年 12 月 1 日と hcal:date/平成 27 年 12 月 31 日が指定されており、暦日リソース平成 27 年 12 月 1 日の始

点(0時)から同平成27年12月31日の終点(24時)が当該リソース、つまり、平成27年12月という暦月の時間範囲となる(終点の瞬間はこの時間範囲に含まれない)。なお、暦日リソースでは、`hutime:begin`と`hutime:end`にはユリウス通日リソースが指定される。`hutime:jdBegin`と`hutime:jdEnd`は、ユリウス通日リソースと同様に、ユリウス通日の瞬間値により示された時間範囲である。

`hutime:previous`と`hutime:next`もユリウス通日リソースの場合と同様に、前後の同じ型のリソースである。図2の例では、前の月(平成27年11月)と次の月(平成28年1月)が示されている。この、`hutime:previous`と`hutime:next`によるデータは、和暦やユダヤ暦のように閏月がある場合も適切な前後のリソースを示す。また、年号リソースでは、年号の順序を知るための手がかりとなり得る。

当該リソースの時間範囲の長さを示す情報は2種類あり、`hutime:dayDuration`と`hutiem:calendarDuration`である。前者は日数で示される長さであり、明治の改暦前の和暦(太陰太陽暦)の月の大小はこの値で判断できる。後者は当該暦法で計算した場合に何年何か月何日かを示す。当然、暦年、暦月、暦日リソースでは1年間、1か月間、1日間となるが、年号では、その期間をその暦法で示すことができる。例えば、昭和は日数では22,660日、年月日では62年0か月14日間である。

このほかにも、当該リソースが閏であるか、また当該リソースを含む上位の構成要素のリソース(暦月であれば、暦年、年号)などの情報が含まれる。末尾の`hutime:tMeets`以下の`t`で始まるプロパティによる情報は、当該リソースと時間範囲を持つ関連リソースとの関係をAllenの時間区間論理[18]に従って表現したものである。

```
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
```

```
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>.
```

```
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>.
```

```
@prefix hutime: <http://resource.hutime.org/ontology/>.
```

```
@prefix dcterms: <http://purl.org/dc/terms/>.
```

```
<http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/month/2457357.5> a hutime:CalendarMonth;
    rdfs:label                "平成 27 年 12 月";
    hutime:begin              <http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/date/2457357.5>;
    hutime:end                <http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/date/2457387.5>;
    hutime:jdBegin            "2457357.5"^^xsd:double;
    hutime:jdEnd              "2457388.5"^^xsd:double;
    hutime:previous           <http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/month/2457327.5>;
    hutime:next               <http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/month/2457388.5>;
    hutime:dayDuration        "31.0"^^xsd:double;
    hutime:calendarDuration   <http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/duration/+0-1-0>;
    hutime:ofCalendar         <http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1>;
    hutime:ofEra               <http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/era/2447534.5>;
    hutime:ofYear              <http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/year/2457023.5>;
    hutime:eraName             "平成";
    hutime:yearOfEra           27 ;
    hutime:monthOfYear         12 ;
    hutime:monthName           "12 月";
    hutime:isLeap              false;
    dcterms:relation           <http://dbpedia.org/resource/2015>;
    hutime:tMeets              <http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/month/2457388.5>;
    hutime:tDuring             <http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/era/2447534.5>;
    hutime:tFinishes           <http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/year/2457023.5>;
    hutime:tFinishedBy         <http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/date/2457387.5>,
                                <http://datetime.hutime.org/date/2457387.5>;
    hutime:tStartedBy          <http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/date/2457357.5>,
                                <http://datetime.hutime.org/date/2457357.5>;
    hutime:tMetBy              <http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/month/2457327.5>.
```

図2 RDFで表現された暦日等に関する情報の例(和暦(南朝)の暦月、平成27年12月)。

Fig 2 An example for RDF data about Calendar month (12th month, 27th year of Heisei Era in Japanese Calendar (Southern court)).

Property Group	Property	Value
General	rdf:type	hutime:Date
	rdfs:label	2015-12-19
Period	hutime:begin	2015-12-19
	hutime:end	2015-12-19
JDPeriod	hutime:jdBegin	2457375.5
	hutime:jdEnd	2457376.5
Chain	hutime:previous	2015-12-18
	hutime:next	2015-12-20
Duration	hutime:dayDuration	1
Other Features	hutime:iso8601	2015-12-19
	hutime:sonDayOfWeek	Saturday
Time Interval Relation	hutime:meets	2015-12-20
	hutime:metBy	2015-12-18
	hutime:equals	2457375.5 (Julian Date)
		C.E. 2015 December 19 (Gregorian Calendar)
	C.E. 2015 December 19 (Julian/Gregorian Calendar (reformed in 1582))	
	C.E. 2015 December 19 (Julian/Gregorian Calendar (reformed in 1752))	
	C.E. 2015 December 06 (Julian Calendar)	
	08 1427 ١٤٢٧ (Hijri Calendar)	
	07 5776 ٥٧٧٦ (Hebrew Calendar)	
	平成27年12月19日 (Japanese Calendar (Southern Count))	
	平成27年12月19日 (Japanese Calendar (Northern Count))	
	平成27年11月9日 (Japanese Calendar (Old Calendar after Hei) Era)	
	19 ၂၅၅၆ ၂၅၅၆ (Thai Buddhist Calendar)	

図 3 ユリウス通日リソースに関する情報の HTML 形式での出力例。

Fig 3 An example for HTML output of information about a Julian Date.

4. 実装

本研究で構築された暦に関する Linked Data はクリエイティブコモンズライセンス (CC by) の下で公開されている (図 3)。このサイトへのアクセスは、要求ヘッダに含まれる Accept ヘッダの内容に基づいて、適切な出力形式の URL にリダイレクトされる (303 リダイレクト)。したがって、Linked Data ブラウザを使用した場合は RDF が、Web ブラウザを使用した場合は HTML での出力が得られる。また、Web ブラウザで表示した場合は、RDF (XML, Turtle, JSON, N-Triple)、および、Text (CSV, TSV) の各形式での出力へのリンクがあり、それぞれの出力形式でのデータを取得することができる。また、HTML 形式の出力には、各リソースで有効なエイリアス URI や CURIE で表現した場合の例が冒頭に示される。

このサイトのトップにアクセスした場合は

(<http://datetime.hutime.org/>)、アクセスした時点 (時刻は UTC) のユリウス通日リソースの情報が示される。ユリウス通日リソースの情報には、対応する各暦法の暦日リソースへのリンクが含まれているため、このリンクを辿って、それぞれの暦法の暦日やそれに関連する情報を得ることが可能である。

このサイトで出力される RDF データは、すべて動的に生成されており、実体としての RDF トリプルストアは持っていない。今後、新たな暦法に対応する場合は、RDF トリプルを追加するのではなく、ユリウス通日との対応を処理するプログラムを追加することで行われる。なお、現状では SPARQL エンドポイントは実装されていないが、今後実装を計画している。

5. リソースの活用

異なる暦同士や、和暦のように年号を用いる暦では、歴史的なできごとの時間的な前後関係の比較が容易ではない。このため、従来は、これらの暦に基づく時間表現を西暦等の共通の暦に手作業で変換していた。本研究で構築された Linked Data が提供する暦日等の URI をこれらの歴史的なできごとのデータとリンクさせることにより、Linked Data の仕組みを使って、容易にそれらを共通の時間軸に紐付け、前後関係の比較することが可能となる。また、前後関係の比較だけでなく、暦日等の期間の長さ、前後の暦日等、閏などの関連する情報を得ることなど、従来の手作業では手間のかかる情報の取得も容易に実現できるようになる。実際の利用では、他の Linked Data での利用や RDFa による HTML や XML への埋め込みが想定され、対応する Web ブラウザなどでの可視化や関連情報の取得などさまざまな形での利用の可能性がある。

しかしながら、これまでの RDF を使った各種のデータや規格は、日付がリテラル値で表現されるという前提に基づいているため、本研究の暦日等のリソースを使うにあたって問題を生じる場合がある。中でも大きな問題となり得るのは、プロパティの定義によるものである。例えば、日付を表すプロパティとして頻繁に用いられるダブリンコアの `dc:date` では、RDF トリプルでの目的語がリテラル値であるとして定義されており、表現形式として W3CDTF、つまり ISO 8601 を用いることが推奨されている [18]。したがって、下記のようにあるできごとが起きた日を表すのに `dc:date` と本研究の暦日リソースを組み合わせることは、RDF トリプルとしては間違いではないものの、`dc:date` の定義では想定されていない使用方法ということになる。

```
<http://http://jinmoncom.jp/sympo2015/> dc:date
<http://datetime.hutime.org/date/2015-12-19>.
```

この問題回避する方法として、`dc:date` などに代わる別のプロパティを新たに定義することが考えられるが、使い勝手が悪く、同じ意味を持つプロパティが複数あることで混乱を招きかねない。したがって、RDFSを使った推論などで支障を生じる可能性はあるものの、以降の活用例では、暫定的に、`dc:date` と暦日等のリソースを組み合わせて利用する。

5-1. 暦の変換

上述のように、各暦法に基づく暦日等は共通の時間軸であるユリウス通日リソースへ結びついている。したがって、これを介して、暦法間で、同じ日に該当する暦日等を探すことが可能である。

たとえば、人文科学とコンピュータシンポジウム 2015 の開催日を和暦で表現する RDF トリプルは、下記のとおりである。

```
@prefix      hcal:
<http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/>.
<http:// http://jinmoncom.jp/sympo2015/>
dc:date      hcal:date/平成 27 年 12 月 19 日.
```

この和暦の暦日リソースから、標準の時間軸であるユリウス通日リソースを下記のとおり得ることができる。

```
@prefix      hdate:
<http://datetime.hutime.org/date/>.
hcal:date/平成 27 年 12 月 19 日
hutime:tEqual hdate:2015-12-19.
```

さらに、得られたユリウス通日リソースからは、同じ時間範囲の各種暦の暦日リソースが得られる。例えば、タイ仏暦の暦日では下記のとおりである。

```
hdate:2015-12-19 hutime:tEqual
<http://datetime.hutime.org
/calendar/1003.1/date/19_ธันวาคม_2558>.
```

さらにここから、タイ仏暦の暦年 2558 年に関する情報、暦月 ธันวาคม に関する情報を引き続いて得ることもできる。

5-2. あいまいな時間表現への適用

本研究では、暦日だけでなく、年号、暦年、暦月についてもリソースとして扱えるようにし、関連情報を RDF で取得する仕組みを提供できた。これを用いることで、あいまいな時間表現を扱うこともできる。例えば、赤穂浪士の吉良邸討ち入りは元禄 15 年 12 月 14 日であるが、仮に、月までしか分からず、元禄 15 年 12 月と表現する場合を考えてみる。この場合、暦月のリソースの URI は、下記のとおり表現される。

```
@prefix      hcal:
<http://datetime.hutime.org/calendar/1001.1/>.
```

`hcal:month/元禄 15 年 12 月`

この暦月での表現を XHTML + RDFa で Web ページ中に埋め込めむと、該当部分ソースは下記のとおりとなる。

```
<p about="http://ja.dbpedia.org/page/赤穂事件">
赤穂浪士 47 名が<span property="dc:date"
resource="hcal:month/元禄 15 年 12 月">元禄 15 年
12 月</span>吉良邸に討ち入り. </p>
```

この RDFa からは、下記の RDF トリプルが抽出される。

```
<http://ja.dbpedia.org/page/赤穂事件>
dc:date      hcal:month/元禄 15 年 12 月.
```

得られた暦月リソース `hcal:month/元禄 15 年 12 月` からは、その時間範囲の始点と終点の暦日リソース `hcal:date/元禄 15 年 12 月 1 日` と `hcal:date/元禄 15 年 12 月 30 日` が得られる。

```
hcal:month/元禄 15 年 12 月
hutime:begin hcal:date/元禄 15 年 12 月 1 日;
hutime:end   hcal:date/元禄 15 年 12 月 30 日.
```

さらに、これらの暦日リソースは ISO 8601 形式のリテラル値 "1703-01-17" と "1703-02-15" にリンクされており、その時間範囲の始点と終点を ISO 8601 形式の値として得ることができる。つまり、月までしか分からないあいまいで、しかも、グレゴリオ暦でもない時間情報であっても、リンクを辿っていくことによって、ISO 8601 による表現に容易に置き換えることが可能になり、他のできごととの前後関係を比較するための素地ができる。この暦月のケースでは、同じ月内のできごと同士を除き、少なくとも月まで表現されていれば、前後関係の比較などの解析が可能になる。

6. おわりに

当初は暦日の URI を定義することから進められた取り組みであるが、本研究により、年号、暦年、暦月、暦日の詳細情報および相互の関係を表した暦に関する総合的な情報資源に発展させることができた。本研究の成果は、時間に基づいた検索や解析の基盤としてだけでなく、ISO 8601 によらない和暦などに基づく日時により記述された史料のデジタル化と蓄積という点でも活用が見込まれる。

また、あいまいな時間表現への適用では、暦に関する各リソースと Linked Data の仕組みを活用することにより、年まで、月までといった異なる精度の時間情報が混在していても、それぞれ精度に応じた最大限の利用を容易に実現できることが示された。もちろん、「～頃」「～？」といった異なるタイプのあいまいな時間表現は数多くあり、それらすべてを解決できるわけではない。しかしながら、本研究の成果は、時間情報に関して人文科学と情報科学との間のギャップを埋め

る一つの足掛かりになると考えられる。

本研究は、時間情報の構築から可視化、解析までの一連の過程を対象にした「時間情報学」の構築を目指す HuTime プロジェクト[20]の一環として進められている。今後、同一プロジェクト内で開発が進められている時間名辞書、および時間情報システム HuTime[21]や Web ページ内での年表等の表示を行う Web HuTime[22]と連動することにより、従来はコンピュータ上で扱いにくかったあいまいな時間や和暦などの地域や時代に固有な暦を容易に扱う環境が整ってくると期待される。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 基盤研究 (A) 「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」(15H01723)、および、京都大学地域研究統合情報センター・共同研究プロジェクト (地域情報学プロジェクト) 「地域研究データにおける時空間情報の実践的活用」の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) Bizer, C., Heath, T. and Berners-Lee, T.: Linked Data - The Story So Far. *International Journal on Semantic Web and Information Systems* 5(3): 1-22, (2009).
- 2) Heritage Data: Heritage Data | Linked Data Vocabularies for Cultural Heritage, (<http://www.heritagedata.org/blog/>) (参照 2015-11-06) .
- 3) Meroño-Peñuela, A., Ashkpour A., Rietveld, L., Hoekstra, R., and Schlobach, S.: Linked Humanities Data: The Next Frontier? A Case-study in Historical Census Data, proceedings of the 2nd International Workshop on Linked Science 2012 (LISC2012), ISWC 2012, Boston, USA, (2012).
- 4) Marx, M.: Linking Historical Entities to the Linked Open Data Cloud. *ERCIM News* 96: 22, 2014.
- 5) W3C: RDF 1.1 Concepts and Abstract Syntax, (<http://www.w3.org/TR/rdf11-concepts/>) (参照 2015-11-06) .
- 6) W3C: XML Schema Part 2: Datatypes Second Edition, (<http://www.w3.org/TR/xmlschema-2/>) (参照 2015-11-06) .
- 7) W3C: SPARQL 1.1 Query Language, (<http://www.w3.org/TR/sparql11-query/>) (参照 2015-11-06) .
- 8) ISO: ISO 8601:2004 Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times, Third edition, (2004).
- 9) Zhang, C., Cao, C., Sui, Y. and Wuc X.: A Chinese time ontology for the Semantic Web.

Knowledge-Based Systems 24: 1057-1074, (2011).

- 10) Suga, T.: hosi.org - Calendars and Eras, (<http://hosi.org>) (参照 2015-11-06) .
- 11) 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).
- 12) W3C: RDFa Core Initial Context, (<http://www.w3.org/2011/rdfa-context/rdfa-1.1>) (参照 2015-11-06)
- 13) 関野 樹, 山田 太造: 日付を表す文字列の解釈と暦の変換 – 暦に関する統合基盤の構築に向けて, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol. 2013, No. 4, pp.145-152 (2013).
- 14) Dershowitz, N. and Reingold, E.M.: *Calendrical Calculations*, Cambridge University Press (2007).
- 15) W3C: CURIE Syntax 1.0, A syntax for expressing Compact URIs, (<http://www.w3.org/TR/curie/>) (参照 2015-11-06) .
- 16) 関野 樹: 明治以降の「旧暦」のデータベース化. 情報処理学会研究報告人文科学とコンピュータ (CH) 2015-CH-107(1) :1-4, 2015.
- 17) W3C: RDFa 1.1 Distiller and Parser, (<http://www.w3.org/2012/pyRdfa/>) (参照 2015-11-06)
- 18) Allen, J.: Maintaining knowledge about temporal intervals. In: *Communications of the ACM.*, ACM Press. pp. 832–843, (1983).
- 19) DCMI: DCMI Metadata Terms, (<http://dublincore.org/documents/2012/06/14/dcmi-terms/?v=terms#date>) (参照 2015-11-06)
- 20) Sekino, T.: Tools and basic data for temporal information analysis. *Proceedings of ANGIS and CRMA Bangkok meeting 2015*: 55-58, (2015).
- 21) 関野 樹: 時間情報システム, 総合地球環境学研究所編 地球環境学マニュアル 2. 朝倉書店, pp.116-117, (2014).
- 22) Sekino, T.: Time Information System on the Web. *Proceedings of ANGIS Taipei meeting, in press*, (2015).