

# 編年時間参照系モデルデータ交換のための符号化規則の検討

村尾 吉章\*・清野 陽一・藤本 悠・玉置 三紀夫

## Standardized Encoding Rules for Exchanging Chronological Reference System Data

Yoshiaki MURAO\*, Yoichi SEINO, Yu FUJIMOTO and Mikio TAMAKI

"Chronology" is a method for representing temporal attributes that differs from the Gregorian calendar's representation of years or dates. The authors have defined the "Chronological Reference System Model" based on ISO 19108 (JIS X7108) "Temporal Schema" to enable the representation of temporal attributes of features specifying the chronological elements that are defined by our Chronological Reference System Model. In this paper, we report the results of our study on how to encode the temporal attribute of features based on the application schema in XML format conformed to ISO 19118 "Encoding" or ISO 19136 "GML". We also discuss about some new representations of temporal expressions that enhance the representation options defined in ISO 19108. The new representation methods allow for more practical and specific representation of temporal positions. This paper includes the encoding method for the JSON format that is conformed to ISO 19118. Then we discuss how to keep the JSON encoding rules realistic and compliant with international standards. It is significant that we were able to clarify the encoding rules for JSON data compliant with ISO 19118 and demonstrate that systemization based on this standard and not relying on XML format is possible.

**Keywords:** 編年 (Chronology), 編年時間参照系 (Chronological Reference System), 地理情報標準 (the standards for geographic information), 符号化規則 (encoding rule), 時間スキーマ (temporal schema)

### 1. はじめに

地物がもつ属性情報は、空間属性、時間属性、主題属性に分類することができる。これは、ISO 19109 (JIS X7109)「応用スキーマのための規則」において「一般地物モデル」として表現されている。その3種類の属性のなかで時間属性については、西暦年月日による表現だけではなく、さらに広汎な時間属性表現について、ISO 19108 (JIS X7108)「時間スキーマ」によって規格化されている。

時間属性値を西暦年月日で表現することは、空間属性において緯度経度などの座標値で表現することに対応する。空間属性として地名、駅名などを利用するのと同様に、時間属性においても時間軸を年月日とは別の表現方法で捉え、地物群がもつ特性の時間的な変化を分類しグループ化することが求められる。特に、過去の事象を振り返って時間属性を設定しようとする、明確に年月を言うのではなく、「バブル期」、「バブル崩壊後」、「平成の初期」などの表現が必要となってくる。このように時間軸で区別され順序化されたグループのことを「編年」と呼ぶ。

特に、歴史上や考古学上の地物には、時間属性を西暦年では表現できないものも多数あり、編年が唯一妥当な時間属性となる場合も少なくない。そこで筆者らは、ISO 19108 に準拠した編年時間参照系モデル(奈良文化財研究所, 2011 以降「本モデル」と呼ぶ)を開発し、地物のもつ時間属性に対して編年での表現を可能にしてきた。

これまで筆者らは、主に本モデルを理論的な検証や部分的な実証確認する研究を積み重ねてきたが、他方では具体的な実装の検討も順に進めてきた。そこで本稿では、本モデルをシステム実装する上で必要となる、作成するデータの形式、すなわち符号化仕様について検討を行った結果を報告する。

符号化仕様を検討する上で、ISO 19118「符号化」に準拠することを前提とした。また、XML形式以外の形式への符号化例として、近年 Web 環境でよく利用されている JSON 形式への符号化についても検討を行った。

XML 符号化については、ISO 19136 (JIS X7136)「GML」や JPGIS2014 (国土地理院, 2019) にお

---

\* 正会員 ESRI ジャパン株式会社 (ESRI Japan Corp.)  
〒532-0003 大阪市淀川区宮原 2-14-14 Tel : 070-2493-2050 E-mail : yoshiaki\_murao@esrij.com

る標準化仕様を利用した。JSON 符号化についても ISO 19118 に準拠した符号化規則を検討し、さらに JSON データの検証方法についても考察した。

## 2. 編年時間参照系モデルの概要

地物の持つ時間属性の分類や多様な表現方法については ISO 19108 で規定されている。本モデルは ISO 規格に準拠しつつその一部を拡張定義することによって編年を ISO 規格のもとで取扱うことを可能にしている。本モデルの中で、本稿において議論の対象としている部分を図 1 に示す。

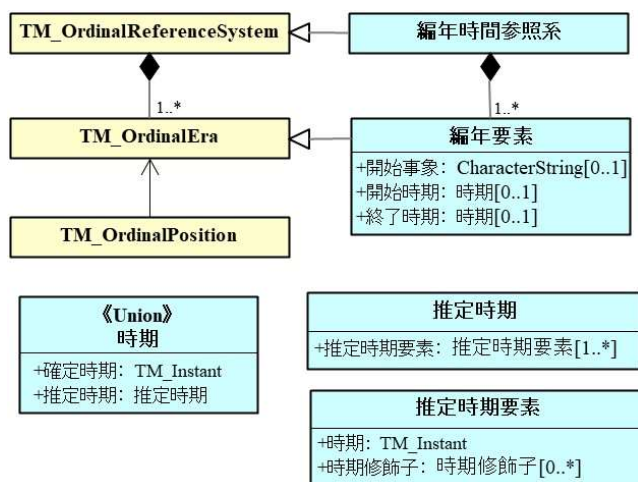


図 1 編年時間参照系モデル (一部)

図 1 で、TM\_ の接頭辞をもつ英語表記の各クラスは ISO 19108 で規定されており、日本語表記の各クラスは本モデルで定義している。

編年要素クラスは、TM\_OrdinalEra クラスを継承していることから、TM\_Instant で時点を示す際に直接指定することができ、これにより地物の時間属性値として編年を利用可能にしている。

また、推定時期の指定により、例えば「19 世紀後半」「明治時代初期」など、後半、初期といった曖昧な時期を示す時間修飾子の設定も可能にしている。

## 3. ISO 19118 に準拠した符号化の基本概念

ISO 19118 は、応用スキーマによって定義され作成されたデータを符号化するための基本規則を規定している。図 2 は、その基本概念を示している。

図に示すように、ISO 19118 ではクラス図で表現

された応用スキーマに則って作成されたアプリケーションデータに対して、スキーマ変換規則とインスタンス変換規則を提供することにより、応用スキーマの内容をスキーマ定義に、アプリケーションデータの内容をインスタンス文書に変換することを想定し、インスタンス文書の内容がスキーマ定義で検証できる状態を実現している。なお、図では出力ファイル形式に XML を想定して、XML スキーマ、XML 文書と書かれているが、これは例示であって、別の形式、例えば JSON 形式でも構わない。

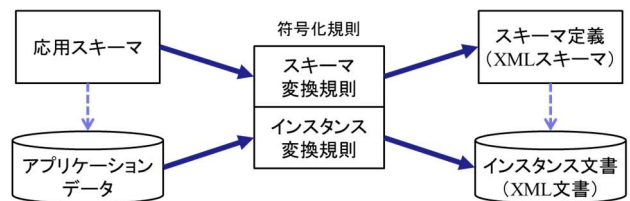


図 2 ISO 19118 による符号化規則の基本概念

ISO 19118 では附属書 C にクラス図で表現されたスキーマを汎用的に XML 文書に符号化する規則が定義されており、その内容は JG2014 に附属書 8 として掲載されている (以降、「汎用符号化規則」と呼ぶ)。汎用符号化規則を用いると、一定ルールのもとで書かれたクラス図はすべて符号化できる点にメリットがある。しかし一方では、継承関係や集約関係が複雑なクラス図の場合、符号化した XML 文書が冗長なものになってしまう。

ISO 19136 「GML」は、ISO 19118 に準拠しつつ、符号化した XML 文書が効率的な内容となるよう工夫された符号化規則である (以下「GML 符号化規則」と呼ぶ)。この場合、出来上がった XML 文書は冗長性が抑えられ、効率良い構成となる。一方で、ISO 19100 シリーズで定義された個々のクラスに対して個別に符号化規則を規定する必要があり、実際には ISO 19107/19108 などで定義された多様なクラス図の中で、比較的良好に利用されるクラスに限定して個々に符号化規則を定めている。ISO 規格で定義されたクラスは膨大であり、その中の限定されたクラスであっても、個々に仕様を記述する必要があるため符号化規則は膨大な文書となっている。一方で、そこで採用された範囲を超えたクラス表現を用いて

応用スキーマを定義した場合には符号化できないという欠点がある。

## 4. 実験データと応用スキーマ

### 4.1. 実験データの応用スキーマ

実験データとして、文化財に関するごく単純なデータを作成し使用した。その応用スキーマを図3に示す。

図で左の AssetFeature クラスが文化財データを表している。空間属性は GM\_Point で示された地点であり、時間属性は TM\_Instant で示された時点である。また、限られた主題属性を持っている。

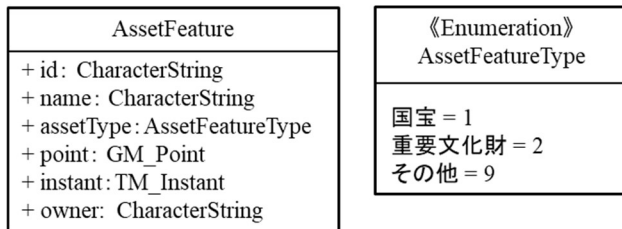


図3 実験データ（文化財データ）の応用スキーマ

### 4.2. 実験データの内容

図4に実際の実験データを示す。実験データ作成に際しては、文化庁「国指定文化財等データベース」（文化庁 1997）を参照した。図4左の編年時間参照系定義データは図1の本モデルに基づいて編年要素を定義している。この内、飛鳥時代については開始年が「6世紀末」と曖昧な表現となっている。

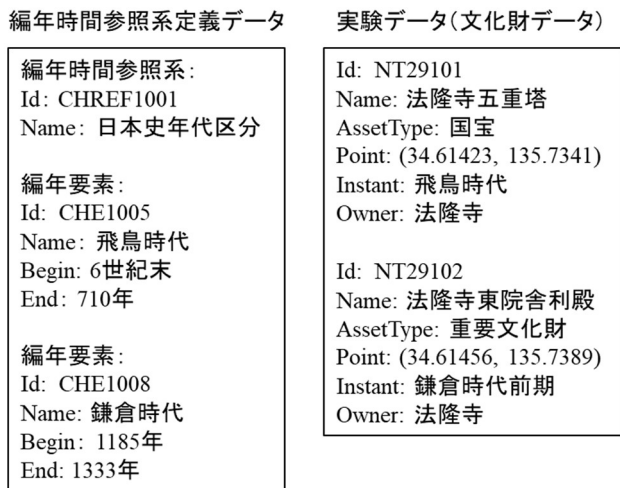


図4 実験データの内容

右の実験データ（文化財データ）は図3の応用スキーマに基づいて作成しており、時間属性として左で定義された編年要素を使用している。なお、2番目のデータの時間属性も「鎌倉時代前期」という曖昧な表現となっている。

### 4.3. 実験データのための時点表現の拡張

図4で、「6世紀末」や「鎌倉時代前期」を指定したが、実験を行う上では他にも〇世紀、紀元前〇〇年、〇〇千年前などといった多様な時点表現が必要となる。これらの表現を可能にするために、ISO 19108 をベースにして時点表現に対する機能拡張を行い、これをもとに上記データの符号化を実現している（以下、「時点表現の拡張」と呼ぶ）。図5で、細線のクラスはISO 19108で規定されているクラス、太線のクラスは筆者らが定義したクラスである。

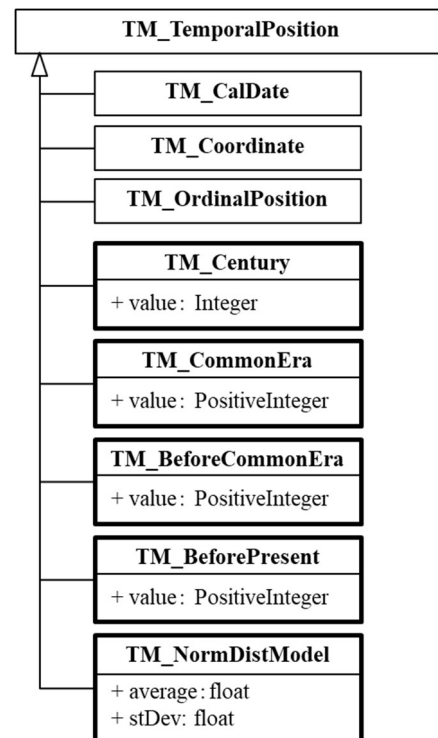


図5 「時点表現の拡張」のクラス図表現

図5で、TM\_CalDate はある暦のなかで特定の年月日を表現する。実質的にはグレゴリオ暦での年月日を表現する。TM\_Coordinate は単一の時間間隔が

連続する時間座標系をベースに特定の時間位置を表現するもので、例えばユリウス日はこの実体例となる。TM\_OrdinalPosition は順序が定まった時代区分のひとつを指す。このクラスは ISO 19108 で定義されたものだが、編年を表現する際にこれを継承し、さらに編年の詳細な設定が可能となるよう機能拡張して利用している。一方、以降は筆者らが定義したクラスであり、TM\_Century は世紀表現を可能とし、TM\_CommonEra は紀元後の西暦年を、TM\_BeforeCommonEra は紀元前の西暦年を、TM\_BeforePresent は現代から遡ること何年前を表現する。TM\_NormDistModel は C14 年代測定結果など、正規分布による時点を表示する。

また、「時点表現の拡張」には、図 5 のクラス拡張以外にも曖昧表現のための拡張や幅をもった時点の表現なども含んでいる。これらは時点を表示する際によく使われる用法であり、地物の時間属性としてもそのまま表現できることが必要となることから、符号化規則を検討する上での前提として定義し実装可能とした。

## 5. 汎用符号化規則による XML 符号化例

### 5.1. 編年時間参照系データの符号化

本モデルで定義したクラス群を汎用符号化規則によって XML スキーマとして定義した上で、図 4 の編年時間参照系定義データを符号化した例を以下に示す。

```

1 <chrs:TM_ChronologicalReferenceSystem
2   id="CHREF1001">
3   <jps:name>
4     <jps:code>日本史時代区分</jps:code>
5   </jps:name>
6   <chrs:component id="CHE1005" uuid="UUID_Asuka">
7     <chrs:name>飛鳥時代</chrs:name>
8     <chrs:begin>
9       <chrs:position>
10        <chrs:TM_Century>6</chrs:TM_Century>
11        <chrs:modifier>末</chrs:modifier>
12      </chrs:position>
13    </chrs:begin>
14    <chrs:end>
15      <chrs:position>
16        <chrs:TM_CommonEra>710
17      </chrs:TM_CommonEra>
18    </chrs:position>
19    </chrs:end>
20  </chrs:component>
21
22  <chrs:component id="CHE1008" uuid="UUID_Kamakura">
23    <chrs:name>鎌倉時代</chrs:name>

```

```

24   <chrs:begin>
25     <chrs:position>
26       <chrs:TM_CommonEra>1185
27     </chrs:TM_CommonEra>
28   </chrs:position>
29 </chrs:begin>
30 <chrs:end>
31 <chrs:position>
32   <chrs:TM_CommonEra>1333
33 </chrs:TM_CommonEra>
34 </chrs:position>
35 </chrs:end>
36 </chrs:component>
37 </chrs:TM_ChronologicalReferenceSystem>

```

名前空間修飾子“chrs:”は、本モデルのために ISO 19108 を拡張して定義したクラスに対応した XML スキーマ定義の名前空間を示している。

行 6 では「飛鳥時代」に対する UUID を設定している。行 22 も同様である。行 9～行 12 は、飛鳥時代の開始時期として「6 世紀末」を設定している。

「6 世紀」の表現については 4.3 で示した「時点表現の拡張」を利用している。

なお、ここで言う「末」や他の例にある「前期」など、時点の曖昧さを表現するための時間修飾子については過去に論じている（村尾ら，2014，2017）。指定された時間修飾子がどの程度の範囲を指すことを意図しているのか、そのことを明確に示すことも必要となるが、本稿ではその点については論じない。

### 5.2. 地物データの符号化

図 4 の実験データ（文化財データ）について、汎用符号化規則に基づいて符号化した結果を次に示す。

```

1 <AssetFeature id="A1001">
2   <aid>NT29101</aid>
3   <name>法隆寺五重塔</name>
4   <type>国宝</type>
5   <point>
6     <jps:CRS uuidref="fguuid:jgd2000.bl"/>
7     <jps:position>
8       <jps:coordinate>34.61423 135.7341
9     </jps:coordinate>
10    </jps:position>
11  </point>
12  <instant>
13    <chrs:position>
14      <chrs:TM_OrdinalPosition
15        frameName="日本史時代区分">
16        <chrs:eraName>飛鳥時代</chrs:eraName>
17      </chrs:TM_OrdinalPosition>
18    </chrs:position>
19  </instant>
20  <owner>法隆寺</owner>
21 </AssetFeature>
22
23 <AssetFeature id="A1002">
24   <aid>NT29102</aid>
25   <name>法隆寺東院舍利殿</name>

```

```

26 <type>重要文化財</type>
27 <point>
28   <jps:CRS uuidref="fguuid:jgd2000.bl"/>
29   <jps:position>
30     <jps:coordinate>34.61456 135.7389
31     </jps:coordinate>
32   </jps:position>
33 </point>
34 <instant>
35   <chrs:position>
36     <chrs:TM_OrdinalPosition
37       frameName="日本史時代区分">
38       <chrs:eraName>鎌倉時代</chrs:eraName>
39     </chrs:TM_OrdinalPosition>
40     <chrs:modifier>前期</chrs:modifier>
41   </chrs:position>
42 </instant>
43 <owner>法隆寺</owner>
44 </AssetFeature>

```

時間属性の設定では 4.3 の「時点表現の拡張」を利用しており、1つ目の地物の時間属性は行 12~19 で「日本史時代区分」の「飛鳥時代」を、2つ目の地物では行 34~42 で「日本史時代区分」の「鎌倉時代」の「前期」を設定している。

### 5.3. 汎用符号化規則に関する考察

5.2 では、「時点表現の拡張」を用いた表現を行ったが、JPGIS2014 により提供されている XML スキーマをそのまま利用した場合には、時間属性は次のように UUID 参照で指定する表現のみとなる。また、「末」「前期」といった曖昧さを示す時間修飾子は付加することはできない。

```

1 <instant>
2   <jps:position>
3     <jps:anyOther>
4       <jps:TM_OrdinalPosition>
5         <jps:ordinalPosition
6           uuidref="UUID_Asuka"/>
7       </jps:TM_OrdinalPosition>
8     </jps:anyOther>
9   </jps:position>
10 </instant>

```

ここでは「飛鳥時代」を 5.1 で定義した UUID を用いて参照することにより指定したが、編年時間参照系の特定も含めて1つの UUID だけで参照することとなるため、表現可能性は限定的なものとなる。その点、5.2 では「時点表現の拡張」の表現力が示されている。

なお、「時点表現の拡張」を用いると、次のように frame 属性により編年時間参照系を指定し、idref 属性によりその中の編年要素を指定することも可能である。

```

1 <instant>
2   <chrs:position>
3     <chrs:TM_OrdinalPosition idref="CHE1005" frame=
4       "spec://CHRS_Definitions/ChReference/CHREF1001"/>
5   </chrs:position>
6 </instant>

```

JPGIS 形式の XML データで時間属性が指定される際、時として見る形式に date8601 がある。歴史的な事象の例として、例えば平城京遷都の時点に対してこの形式を用いた場合には、次のように符号化される。

```

1 <instant>
2   <jps:position>
3     <jps:date8601>0710-03-10</jps:date8601>
4   </jps:position>
5 </instant>

```

date8601 の形式の場合、年は4桁でなければならず、負数も扱えない。また月日の記述も必須となる。上記の例では平城京遷都が行われた3月10日を記述したが、これは旧暦であり、そのままここに記載するのは妥当でない。そもそも、このデータ作成における時点の解像度が年単位であって日単位ではないことも少なくない。これらのことから、date8601 形式は、歴史的な事象の時間属性を表現するには適切でない場合も少なからずある。

本稿の「時点表現の拡張」では、西暦年を表現する際に紀元後なら TM\_CommonEra を、紀元前であれば TM\_BeforeCommonEra を利用することができる。年月日を含める場合には、ISO 19108 が提供する TM\_CalDate を用いることができる。

## 6. GML 符号化規則による XML 符号化例

### 6.1. 編年時間参照系データの符号化

本モデルで定義したクラス群を GML 符号化規則によって XML スキーマとして定義した上で、図 4 の編年時間参照系定義データを符号化した例を以下に示す。

```

1 <chrs:ChronologicalReferenceSystem
2   gml:id="CHREF1001">
3   <gml:identifier codeSpace=
4     "spec://CHRS_Definitions/ChReference">
5     CHREF1001</gml:identifier>
6   <gml:name>日本史時代区分</gml:name>
7   <gml:domainOfValidity></gml:domainOfValidity>
8
9   <gml:component>
10    <chrs:ChronologicalElement gml:id="CHE1005">
11      <gml:identifier codeSpace=
12        "spec://CHRS_Definitions/ChElement">
13        CHE1005</gml:identifier>

```

```

14 <gml:name>飛鳥時代</gml:name>
15 <chrs:begin>
16 <chrs:timePosition>
17 <chrs:Century>6</chrs:Century>
18 <chrs:modifier>末</chrs:modifier>
19 </chrs:timePosition>
20 </chrs:begin>
21 <chrs:end>
22 <chrs:timePosition>
23 <chrs:CommonEra>710</chrs:CommonEra>
24 </chrs:timePosition>
25 </chrs:end>
26 </chrs:ChronologicalElement>
27 </gml:component>
28 <gml:component>
29 <chrs:ChronologicalElement gml:id="CHE1008">
30 <gml:identifier codeSpace=
31 "spec://CHRS_Definitions/ChElement">
32 CHE1008</gml:identifier>
33 <gml:name>鎌倉時代</gml:name>
34 <chrs:begin>
35 <chrs:timePosition>
36 <chrs:CommonEra>1185</chrs:CommonEra>
37 </chrs:timePosition>
38 </chrs:begin>
39 <chrs:end>
40 <chrs:timePosition>
41 <chrs:CommonEra>1333</chrs:CommonEra>
42 </chrs:timePosition>
43 </chrs:end>
44 </chrs:ChronologicalElement>
45 </gml:component>
46 </chrs:ChronologicalReferenceSystem>

```

名前空間修飾子 “chrs:”は、本モデルのために ISO 19108 を拡張して定義したクラスに対応した XML スキーマ定義の名前空間を示している。独自に定義していることから、符号化例は 5.1 で示した汎用符号化規則での例と似通った形式となっている。

また、GML では、時間属性に関する XML スキーマ定義が拡張定義できない仕様となっているため、ISO 19108 で定義されたクラスであっても、今回使用するものについては chrs 名前空間のもとで再定義して使用している。

## 6.2. 地物データの符号化

図 4 の実験データ（文化財データ）について、GML 符号化規則に基づいて符号化した結果を次に示す。

```

1 <AssetFeature gml:id="A1001">
2 <aid>NT29101</aid>
3 <name>法隆寺五重塔</name>
4 <type>国宝</type>
5 <point>
6 <gml:Point gml:id="A1001-g" srsName="jgd2000.bl">
7 <gml:pos>34.61423 135.7341</gml:pos>
8 </gml:Point>
9 </point>
10 <instant>
11 <chrs:timePosition>
12 <chrs:OrdinalPosition
13 frameName="日本史時代区分">
14 <chrs:eraName>飛鳥時代</chrs:eraName>

```

```

15 </chrs:OrdinalPosition>
16 </chrs:timePosition>
17 </instant>
18 <owner>法隆寺</owner>
19 </AssetFeature>
20
21 <AssetFeature gml:id="A1002">
22 <aid>NT29102</aid>
23 <name>法隆寺東院舍利殿</name>
24 <type>重要文化財</type>
25 <point>
26 <gml:Point gml:id="A1002-g" srsName="jgd2000.bl">
27 <gml:pos>34.61456 135.7389</gml:pos>
28 </gml:Point>
29 </point>
30 <instant>
31 <chrs:timePosition>
32 <chrs:OrdinalPosition frame=
33 "spec://CHRS_Definitions/ChReference/CHREF1001">
34 <chrs:eraName>鎌倉時代</chrs:eraName>
35 </chrs:OrdinalPosition>
36 <chrs:modifier>前期</chrs:modifier>
37 </chrs:timePosition>
38 </instant>
39 <owner>法隆寺</owner>
40 </AssetFeature>

```

こちらにおいても、時間属性の指定については汎用符号化規則の例に似通った形式で実装できている。

なお、本稿で定義した「時点表現の拡張」を用いると、GML 符号化規則においても次のように frame 属性により編年時間参照系を指定し、idref 属性によりその中の編年要素を指定することも可能となっている。

```

1 <instant>
2 <chrs:timePosition>
3 <chrs:OrdinalPosition idref="CHE1005" frame=
4 "spec://CHRS_Definitions/ChReference/CHREF1001">
5 </chrs:timePosition>
6 </instant>

```

## 6.3. GML 符号化規則に関する考察

先にも述べたように、GML が提供する XML スキーマではクラス継承による拡張を許していないため、TM\_Instant (GML では TimeInstant) 以下の各クラスを chrs 名前空間のもとで再定義する必要があった。そのため、ISO 19108 に基づく符号化規則と全体整合のとれた形で本モデルの定義も含めることができた。

「時点表現の拡張」についても、以下のような表現方法が新たに可能となったので順に紹介する。

### a. 紀元前の西暦年の指定

紀元前 320 年の時点を表現する際には、次の形式で指定することができる。

```

1 <instant>
2 <chrs:timePosition>

```

```

3 <chrs:BeforeCommonEra>320
4 </chrs:BeforeCommonEra>
5 </chrs:timePosition>
6 </instant>

```

紀元前 300 年頃という曖昧な時点を表示する際には、次の形式で指定することができる。

```

1 <instant>
2 <chrs:timePosition>
3 <chrs:BeforeCommonEra>300
4 </chrs:BeforeCommonEra>
5 </chrs:timePosition>
6 <chrs:modifier>頃</chrs:modifier>
7 </instant>

```

**b. 世紀の指定**

これまでも紀元後の例示はあったが、紀元前 3 世紀前半という時点を表示する際にも同様に、次の形式で指定することができる。

```

1 <instant>
2 <chrs:timePosition>
3 <chrs:Century>-3</chrs:Century>
4 </chrs:timePosition>
5 <chrs:modifier>前半</chrs:modifier>
6 </instant>

```

**c. 正規分布モデルによる指定**

C14 年代測定データなど、正規分布によって時点を表示するには次の形式で指定することができる。この例では、平均 1176 年、標準偏差 21 年の時点を表している。

```

1 <instant>
2 <chrs:timePosition>
3 <chrs:NormDistModel>
4 <chrs:average>1176</chrs:average>
5 <chrs:stDev>21</chrs:stDev>
6 </chrs:NormDistModel>
7 </chrs:timePosition>
8 </instant>

```

**d. 範囲をもった時点の指定**

時間属性で指定される時点には必ず時間幅が存在する。世紀を指定すると 100 年の時間幅があり、編年を用いて鎌倉時代を指定すると約 150 年の時間幅がある。しかしこれは時点を表示する上で必ず生じる時間幅であり、年を指定すると 1 年、日まで指定しても 1 日の時間幅がある。すなわち、時点を表示する際に例えば「平安時代後期から鎌倉時代前期」と幅をもたせて表現することも十分あり得ることとなる。そこで、次の形式で時間幅を指定することが可能となるようにしている。

ここでは、TM\_Instant で表現する時点の内容とし

て、これまで指定してきた chrs:timePosition ではなく、chrs:timeRange として from/to を指定することによって時点の範囲を表現可能にしている。

```

1 <instant>
2 <chrs:timeRange>
3 <chrs:from>
4 <chrs:OrdinalPosition
5   frameName="日本史時代区分">
6   <chrs:eraName>平安時代</chrs:eraName>
7 </chrs:OrdinalPosition>
8 <chrs:modifier>後期</chrs:modifier>
9 </chrs:from>
10 <chrs:to>
11 <chrs:OrdinalPosition
12   frameName="日本史時代区分">
13   <chrs:eraName>鎌倉時代</chrs:eraName>
14 </chrs:OrdinalPosition>
15 <chrs:modifier>前期</chrs:modifier>
16 </chrs:to>
17 </chrs:timeRange>
18 </instant>

```

このように、本稿の「時点表現の拡張」は、現に多様な表現が行われている時点 ISO 19108 に準拠した形で実装可能にしておき、さらに ISO 19118 に準拠した形での符号化を可能としているのである。

**7. ISO 19118 に準拠した JSON 符号化規則**

近年、Web 環境において XML 形式データと共に、JSON 形式データがよく利用されている。JSON 形式データは、JavaScript で扱いやすく、比較的軽量であるという特長がある。本章では、XML 以外の形式への符号化を検討する上で、現時点で代表的なデータ形式の 1 つである JSON 形式を対象とした符号化について述べる。

**7.1. 符号化規則と検証処理**

JSON 形式データに対する符号化規則も、図 2 に示した基本概念に沿ってアプリケーションデータをインスタンス文書 (JSON 文書) に変換することを実現することとなる。

単純な構造の JSON データである場合、その JSON データの構成の正しさを検証 (Validation) する必要性は少ない。しかし、地理空間情報の場合にはその JSON 文書におけるキー構成は非常に複雑なものとなる。そして当然のことながら、正しい形式で JSON 文書が作成されないと受け手に正しく情報が伝わらない。JSON にもスキーマ定義が可能であり

Validation の機能を持ったツールは存在する。しかし XML スキーマが実現している検証の緻密さは容易に JSON 文書で実現できるものではない。

一方で、JSON 文書を受け取った側のシステムは検証されたものであることを前提に受け入れプログラムを開発するが、検証が十分でない場合には受け入れプログラムがデータ内容を検証して、誤ったデータをチェックし、正しいデータだけを受け取ることが求められる。つまり、検証が緻密であればある程、受け入れプログラムの負担が軽減されることとなる。

では、JSON 形式の符号化規則において、どのようにして緻密な検証を実現するとよいだろうか。その答えは、XML スキーマを利用することにある。すなわち、XML スキーマで検証された XML 文書を一定のルールで JSON 文書に変換することにより検証された JSON 文書であることを保証するのである。

また仮に、応用スキーマから直接 JSON 文書を生成するための符号化規則を作成しようとした場合、効率的な JSON 文書を生成するための規則を文書化するには、約 400 ページに及ぶ ISO 19136「GML」と同レベルの符号化仕様を文書化する必要が生じる。その作業を考慮した場合も、GML を利用して XML 文書をまず作成しそこから JSON 文書を導出することが妥当であると考えられる。

JSON 文書への符号化の基本概念を図 6 に示す。

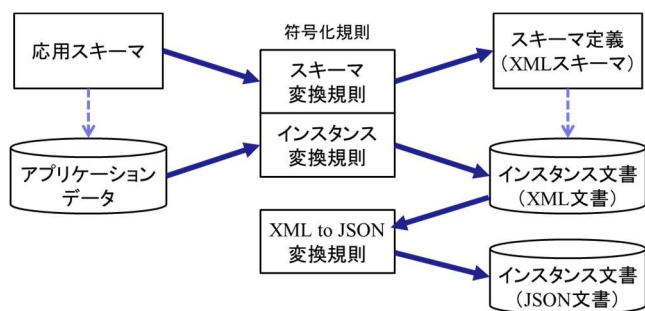


図 6 JSON 文書符号化の基本概念

## 7.2. XML to JSON 符号化規則

前節でみてきたように、JSON 文書を作成する上でまず XML 文書を経由し、そこで XML スキーマによる検証を経た後、XML 文書から JSON 文書への変換を行うことが望ましい。このことは、もし先に

JSON 文書が作成された際にも、まず XML 文書に変換して検証し、問題なければ検証済み JSON 文書として取り扱うことが求められる。したがって、XML to JSON 符号化規則は、逆変換が可能な仕様でなければならないということになる。

そこで、XML to JSON 符号化規則を次のように定義した。

1. JSON ファイルは UTF-8 で符号化する。
2. XML ファイル冒頭の XML 宣言は符号化しない。
3. XML 要素名を JSON キーとし、要素の内容を JSON 値とし、{ “XML 要素名”: “値” } と符号化することを基本形とする。
4. JSON キーには、XML 要素名の名前空間 Prefix も含める。
5. XML の属性値は、属性名先頭に @ を付加したキーとし { ”@属性名”: “属性値” } の形式で組み入れる。  
最初のタグに指定された xmlns の属性設定もこの方法で符号化する。
6. XML 要素の内容がさらに XML 要素を含む場合、JSON 値は { … } で囲み、その中に XML 要素を展開する。
7. XML 要素の値が指定されておらず、そのため JSON 値が設定できない場合は、値として null をセットする。
8. XML 要素が値と配下の XML 要素の両方を持っている場合、値に対応する JSON キーは “XMLValue” とし、”XML 要素名” の下に { “XMLValue”: “値” } として含める。
9. 同一レベルで同じ XML 要素名が複数回出現する場合は、配列下の要素として符号化する。  
[ { “要素 1”: …… }, { “要素 1”: …… }, { “要素 1”: …… } ]
10. XML コメントは、JSON キー “#nnn” の値として含める。(nnn は連番を付与)

## 7.3. JSON 符号化例

図 4 の編年時間参照系定義データ部分を符号化した JSON 文書例を以下に示す。

```

1 "#1:"編年時間参照系の定義",
2 "chrs:ChronologicalReferenceSystem": {
3   "@gml:id":"CHREF1001",
4   "gml:identifier": {
5     "@codeSpace":
6       "spec://CHRS_Definitions/ChReference",
7     "XMLValue":"CHREF1001"
8   },
9   "gml:name": "日本史時代区分",
10  "gml:domainOfValidity":null,
11
12  "gml:component": [
13    {
14      "chrs:ChronologicalElement": {
15        "@gml:id":"CHE1005",
16        "gml:identifier": {
  
```



```

17   "@codeSpace":
18     "spec://CHRS_Definitions/ChElement",
19   "XMLValue": "CHE1005"
20 },
21 "gml:name": "飛鳥時代",
22 "chrs:begin": {
23   "chrs:timePosition": {
24     "chrs:Century": "6",
25     "chrs:modifier": "末"
26   }
27 },
28 "chrs:end": {
29   "chrs:timePosition": {
30     "chrs:CommonEra": "710"
31   }
32 }
33 }
34 },
35 {"chrs:ChronologicalElement": {
36   "@gml:id": "CHE1008",
37   "gml:identifier": {
38     "@codeSpace":
39       "spec://CHRS_Definitions/ChElement",
40     "XMLValue": "CHE1008"
41   },
42   "gml:name": "鎌倉時代",
43   "chrs:begin": {
44     "chrs:timePosition": {
45       "chrs:CommonEra": "1185"
46     }
47   },
48   "chrs:end": {
49     "chrs:timePosition": {
50       "chrs:CommonEra": "1333"
51     }
52   }
53 }
54 }]}
55 },

```

符号化規則の仕様から、この JSON 文書の内容は 6.1 で示した XML 文書の内容と等価なものとなっている。

この例の部分では、JSON 文書の文字数は、空白や改行をカウントしない状態で XML 文書の文字数の約 74%となった。

図 4 の実験データ（文化財データ）部分を符号化した JSON 文書を以下に示す。

```

1 "#2": "地物の定義",
2 "AssetFeature": [
3 {
4   "@gml:id": "A1001",
5   "aid": "NT29101",
6   "name": "法隆寺五重塔",
7   "type": "国宝",
8   "point": {
9     "gml:Point": {
10      "@gml:id": "A1001-g",
11      "@srsName": "jgd2000.bl",
12      "gml:pos": "34.61423 135.7341"
13    }
14  },
15  "instant": {
16    "chrs:timePosition": {

```

```

17   "chrs:OrdinalPosition": {
18     "@frameName": "日本史時代区分",
19     "chrs:eraName": "飛鳥時代"
20   }
21 }
22 },
23 "owner": "法隆寺"
24 },
25 {
26   "@gml:id": "A1002",
27   "aid": "NT29102",
28   "name": "法隆寺東院舍利殿",
29   "type": "重要文化財",
30   "point": {
31     "gml:Point": {
32       "@gml:id": "A1002-g",
33       "@srsName": "jgd2000.bl",
34       "gml:pos": "34.61456 135.7389"
35     }
36   },
37   "instant": {
38     "chrs:timePosition": {
39       "chrs:OrdinalPosition": {
40         "@frameName": "日本史時代区分",
41         "chrs:eraName": "鎌倉時代"
42       },
43       "chrs:modifier": "前期"
44     }
45   },
46   "owner": "法隆寺"
47 }]}

```

符号化規則の仕様から、この JSON 文書の内容は 6.2 で示した XML 文書の内容と等価なものとなっている。

この例の部分では、JSON 文書の文字数は、空白や改行をカウントしない状態で XML 文書の文字数の約 80%となった。

#### 7.4. JSON 符号化規則に関する考察

7.2 で示した XML to JSON 変換規則を使うことにより、ISO 19118 に準拠し、かつ、XML 文書との相互変換が可能な JSON 符号化規則を導出することができた。

一方、XML 形式と JSON 形式での文字数を比較した場合、直感的には JSON 形式のほうが大幅に少なくなるような印象があるが、今回の実験によると約 2 割程度の削減効果であることがわかった。あまり削減されなかった要因として、JSON におけるキーの文字列が長めであること、データ構造が複雑なため波括弧が多数必要となること、XML への逆変換を可能とするために XML の属性値の符号化などで追加情報を確保しておく必要があったことなどが考えられる。JSON 形式において更なる文字数削減を实

現するためには、①XML への逆変換を考慮しないようにすること、②応用スキーマで使用された各クラスに対して個別の符号化規則を独自に決めること、③XML タグ名に対して短い JSON キーを割り当てること、などが考えられる。

しかし、①については、7.1 で論じたように JSON データを受け入れるプログラムに大きな負担をかけることになってしまう。②については、GML に準じるような膨大な仕様書作成作業が必要になってしまう。しかも、その仕様書を作成する際には、ISO 19107, 19108, 19109 をはじめとする ISO 19100 シリーズの各規格に精通し、その上で ISO 19118 に準拠した形で開発する必要があることから、難易度はかなり高い作業になってしまう。③は比較的現実解となり得るが変換テーブルをどのように保持し、送り手と受け手との間でいかに相互に交換するかが課題となってくる。

それらの点を鑑みても、本稿で示した XML to JSON 変換規則を定めることによる JSON 符号化の実現は現実的な方法であると言える。

## 8. まとめ

本稿では本モデルに対する符号化規則について、XML 形式と JSON 形式を対象とした実装事例をもとに論じることができた。特に ISO 19118 に準拠した JSON 文書に対する符号化規則を明確にし、データが生成できたことにより、XML 以外の形式への符号化にあたって同様の実装が可能となることから、当規格をベースにしつつ XML 形式に頼らないシステム化が可能であることを実証することができたことは意義あることと言える。

また時点を表現する上で「編年」という方法が重要であり、本モデルを利用して実用的な符号化が可能であることが確認できた。さらには、時間属性で時点を表現する方法について ISO モデルを拡張した現実的な実装方法を示すことができ、地物の時間属性の持ち方および管理方法について、より実装システムに近づいた議論が可能になった。

筆者らは今後、本モデルをベースに地物の時間管理部分をさらに掘り下げ、柔軟な時間尺度の上に立

脚した真の意味での時空間管理を可能とする実装システムの検討を進めていきたいと考えている。

## 参考文献

- ISO 19107 (2019) “Geographic Information – Spatial Schema”, [JIS X7107 (2005)「地理情報 – 空間スキーマ」が旧版の翻訳版として対応].
- ISO 19108 (2002) “Geographic Information – Temporal Schema”, [JIS X7108 (2004)「地理情報 – 時間スキーマ」が翻訳版として対応].
- ISO 19109 (2015) “Geographic Information – Rules for Application Schema”, [JIS X7109 (2009)「地理情報 – 応用スキーマのための規則」が旧版の翻訳版として対応].
- ISO 19118 (2011) “Geographic Information – Encoding”, [JPGIS2014 (国土地理院 2019) が翻訳版として対応].
- ISO 19136-1 (2020) “Geographic Information – Geography Markup Language (GML) Part 1 Fundamentals”, [JIS X7136 (2012)「地理情報 – 地理マーク付け言語 (GML)」が旧版の翻訳版として対応].
- 国土地理院 (2019) : 『地理情報標準プロファイル Japan Profile for Geographic Information Standards (JPGIS) 2014』, <<https://www.gsi.go.jp/GIS/jpgis-downloads.html>>.
- 奈良文化財研究所 (2011) : 『遺構情報モデルに基づく地理空間データ作成のための製品仕様書』, 「埋蔵文化財ニュース」, 144, 奈良文化財研究所.
- 文化庁 (1997) : 『国指定文化財等データベース』, <<https://kunikishitei.bunka.go.jp/bsys/index>>.
- 村尾吉章, 碓井照子, 森本晋, 清水啓治, 藤本悠, 清野陽一, 玉置三紀夫 (2014) : 遺構情報モデルに基づいた不確かな時間属性の適用, 「地理情報システム学会講演論文集 2014」.
- 村尾吉章, 森本晋, 藤本悠, 清野陽一, 玉置三紀夫 (2017) : 編年時間参照モデルによる曖昧な時間属性に対する問い合わせ方式の実装, 「地理情報システム学会講演論文集 2017」.