

# 地理情報の知的検索のための SemanticWeb に関する研究

—ISO 地理空間メタデータモデルの RDF Schema への変換—

北海道大学大学院工学研究科 ○齊藤亮 田中文基 金井理 岸浪建史

## 要旨

本研究では地理的位置付けを持つWeb上のリソースとISOで規定された地理空間データに対し意味的關係を考慮した知的な検索を行うために、ISO地理空間メタデータモデルのRDF Schemaへの変換を行い、RDF Schema及びRDFドキュメントを用いた知的な検索の例を示す。

### 1. はじめに

W3Cの提案する次世代WebモデルSemanticWeb<sup>[1]</sup>では、RDFやRDF Schema(RDFS)<sup>[2]</sup>を用いWeb上の様々なリソースに対しメタデータを付与できる仕組みを提供している。この仕組みを用いることで、Web上のあらゆるリソースに対し検索可能になり、またそこで用いられている概念間の意味的關係を記述することで知的な検索が可能となる。

本研究では地理的位置付けを持つWeb上のリソースと地理空間データ間の意味的關係を考慮した知的な検索を行うために、ISO地理空間メタデータモデル<sup>[3]</sup>をRDFSへ変換する。また異なるメタデータのモデル間の關係をRDFSに追加し、それらの意味的關係を考慮した検索を行う。

### 2. RDF(S)による意味的關係を考慮した検索方法

図1にRDF(S)による意味的關係を考慮した検索方法の概念図を示す。まずUMLで記述されたISO地理空間メタデータモデルをRDFSへ変換する。次に、変換されたRDFSと他のメタデータのモデルに対する意味的關係を追加することにより、異なるメタデータのモデル間に存在する意味的關係を考慮した検索が可能になる。最後に地理空間データ及び地理的位置付けを持つWeb上のリソースのRDFドキュメントを作成する。以上により、RDFSとその検索ツール及びクエリ言語を用いて地理情報のメタデータと他のメタデータとの意味的關係を考慮した検索を行うことが出来る。

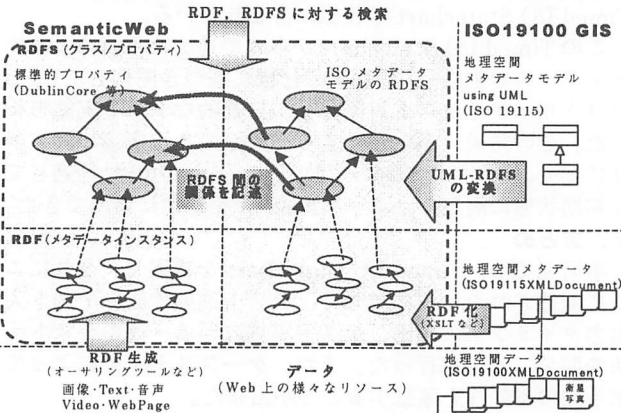


図1-RDF(S)を用いた地理情報の知的検索の方法

### 3. 地理空間メタデータモデルのRDFSへの変換

ISOの地理空間メタデータ<sup>[1]</sup>のUMLモデル(図2)をRDFSで表現するために、UMLとRDFS間のマッピングを行う。本研究では表1のマッピング規則を提案する。ここで、UMLの属性及び関連の多重度はRDFSへのマッピングが困難なためマッピング対象から外した。RDFSの生成は、UMLモデルのXML表現であるXMIに対しXSLTを適用することで自動化可能である。自動生成されたRDFSの例を図3に示す。

表1-UML-RDFSの変換表

UMLクラス図 モデルエレメント	RDF Schema	RDFの例
基本クラス ClassA (インスタンスはIDを持つ) ClassA	<code>class:Class</code> ただし GI_CLASS はそのイン スタンスが IDを持つ	ClassA #resourceA
ClassAの属性 attA ClassA attA:typeA	<code>class:Property</code> ClassA attA d ClassA typeA	ClassA attA #clsA #typA
集約 ag1 ClassA ag1 ClassB	<code>class:Property</code> ag1 d ClassA typeA	ClassA ag1 ClassB #clsA #clsB
汎化関係 ClassA ClassC	<code>class:Class</code> ClassA ClassC	ClassC #resourceC
ステレオタイプ (CodeList) ClassE (属性の中から1つを値として選択) ClassE + aaa + bbb	<code>class:Literal</code> ClassE rdfs:comment Select the value 'aaa' or 'bbb'	属性 attA の型が ClassE の場合 #clsA attA "aaa" or #clsA attA "bbb"
ステレオタイプ (DataType) ClassD (インスタンスはIDを持たない) ClassD attD:typeD	<code>class:Class</code> ClassD rdfs:comment インスタンスは匿名 リソースとなる	属性 attA の型が ClassD の場合 ClassD attA attD #typD

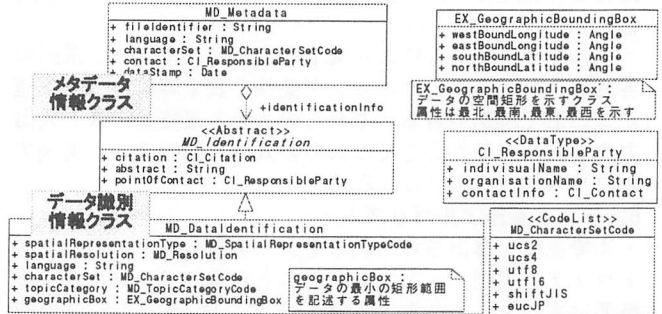


図2-ISO DIS 19115 メタデータ UMLモデルの例

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<rdf:RDF xmlns:="http://www.iso211.org/19115#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:rd="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#">
  <rd:Class rdf:ID="MD_Metadata">
    <rd:subClassOf rdf:resource="#GI_CLASS"/>
    <rd:Property rdf:ID="MD_Metadata.fileIdentifier">
      <rd:domain rdf:resource="#MD_Metadata"/>
      <rd:range rdf:resource="http://www.w3.org/TR/xmlschema-2#string"/>
    </rd:Property>
    <rd:Property rdf:ID="IdentificationInfo">
      <rd:domain rdf:resource="#MD_Metadata"/>
      <rd:range rdf:resource="#MD_Identification"/>
    </rd:Property>
  </rd:Class>
  <rd:Class rdf:ID="MD_Identification">
    <rd:subClassOf rdf:resource="#MD_DataIdentification"/>
    <rd:Property rdf:ID="MD_Identification.citation">
      <rd:domain rdf:resource="#MD_Identification"/>
      <rd:range rdf:resource="http://www.w3.org/TR/xmlschema-2#string"/>
    </rd:Property>
  </rd:Class>
  <rd:Class rdf:ID="MD_DataIdentification">
    <rd:subClassOf rdf:resource="#MD_Metadata"/>
    <rd:Property rdf:ID="MD_DataIdentification.spatialRepresentationTypeCode">
      <rd:domain rdf:resource="#MD_DataIdentification"/>
      <rd:range rdf:resource="http://www.iso211.org/19115#MD_SpatialRepresentationTypeCode"/>
    </rd:Property>
  </rd:Class>
  <rd:Class rdf:ID="EX_GeographicBoundingBox">
    <rd:subClassOf rdf:resource="#MD_DataIdentification"/>
    <rd:Property rdf:ID="EX_GeographicBoundingBox.westBoundLongitude">
      <rd:domain rdf:resource="#EX_GeographicBoundingBox"/>
      <rd:range rdf:resource="http://www.w3.org/TR/xmlschema-2#float"/>
    </rd:Property>
  </rd:Class>
  </rdf:RDF>
```

図3-XSLTにより自動生成された地理空間メタデータのRDF Schemaの例

#### 4. RDFS間の関係の記述

メタデータのRDF間で意味的関係を考慮した検索を可能にするために、異なるメタデータのモデル間に存在する意味的関係をRDFSに追加する。本研究では、地理空間メタデータモデルのRDFSと、メタデータの標準的モデルであるDublinCore<sup>[4]</sup>のRDFS<sup>[4]</sup>を用い、DublinCoreの空間範囲を表す要素及び修飾子と、地理空間メタデータモデルの空間範囲を表すクラス及び属性の間にある意味的に等価な関係を着目し、図4に示す関係を追加した。すなわち、二つのメタデータのモデルにある空間範囲を表す項目、空間範囲の矩形を表す項目、矩形の境界を表す項目に対し、それぞれ意味的に「等価である」という記述をRDFSに追加した。

#### 5. RDF, RDFSを用いたデータ検索の例

RDFSで定義されたある項目を対象とする検索を行う場合、その項目と意味的に等価な項目も検索対象に含めることができる。その例を示すために本研究ではRDF, RDFSを扱うことが可能な検索ツールSesame<sup>[5]</sup>を用いる。

Sesameの検索エンジンは、RDFSで記述されたモデル間の関係とRDFドキュメントへの問い合わせが可能なクエリ言語RQL<sup>[6]</sup>を実装している。

ここで、検索者が「北大農学部」の載っている地理空間データを検索する場合を考える。図7にその検索過程①～⑥の概念図を示し各過程で実行されるRQL式を表2に示す。まずDublinCoreのtitle要素に「北大農学部」の値があるリソースを検索し①、いくつか該当するリソースが検索されたとする②。次にそれらのリソースからDublinCoreの空間情報の項目が記述されたリソースを検索し、その項目から北大農学部の空間範囲を取得する③。この例では、北大農学部のWebページに関するRDFドキュメントにその空間情報(緯度経度)が記述されているとする。そしてDublinCoreの空間情報を示す項目と意味的に等価な項目を検索し④、検索された項目を含む、地理空間データに関するRDFドキュメントの空間範囲を検索・取得する⑤。最後に、それぞれのRDFドキュメントで記述された空間範囲に関する情報を比較し⑥、北大農学部の空間情報の値が地理空間データの空間範囲に含まれているならば、その地理空間データの所在(URI)を出力する。

図6は北大全域の衛星写真に関するRDFドキュメントであり、地理空間メタデータモデルのRDFSに従っている。また図7はDublinCoreのRDFSに従う北大農学部のWebページに関するRDFドキュメントである。図8はこれらのRDFドキュメントに対する検索結果である。図8の項目は左から、検索キー、検索キーに該当するURI、意味的に等価な関係を用いて検索された地理空間データのURIを示す。

以上により、メタデータのモデルの、ある項目に対し、意味的に等価な項目を検索対象に含めた検索の例を示した。

#### 6. おわりに

本研究では、ISOで規定される地理空間メタデータモデルとRDFS間のマッピング方法を提案し、地理空間メタデータのRDFSを生成した。次に地理空間メタデータモデルとDublinCoreのモデルの間にある意味的関係をRDFSに追加した。また地理空間モデルに従うRDFドキュメントおよびDublinCoreを用いて記述したWeb上のリソースのRDFドキュメントを作成し、それらRDF(S)を用いて概念間の関係を利用した検索の例を示した。

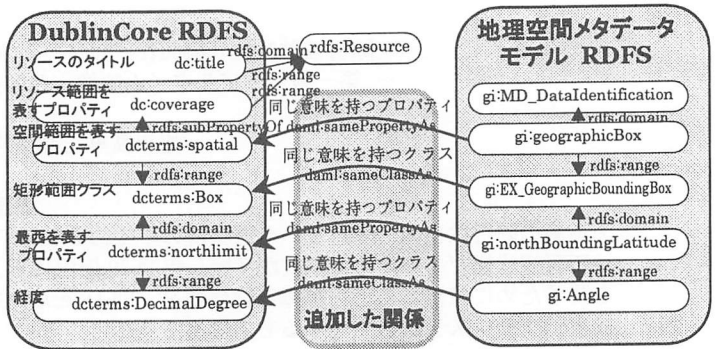


図4-空間範囲を表すDublinCoreのRDFS(左)とISOメタデータモデルのRDFS(右)、およびその意味的關係

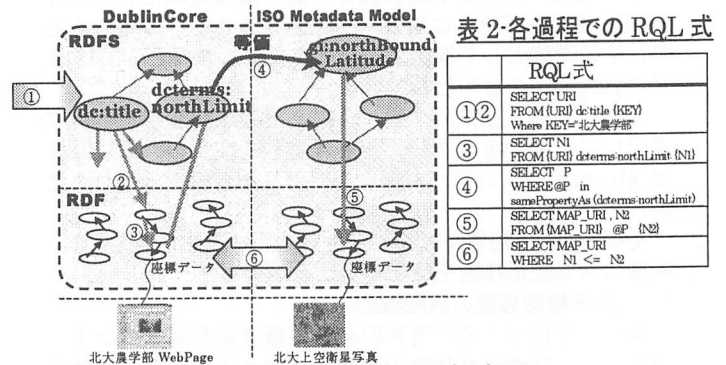


図5-Sesameによる検索例とその概念図

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<rdf:RDF xmlns:gi="http://www.isotc211.org/19115#" >
<rdf:Description about="http://minf.co.in.eng.hokudai.ac.jp/map/hokudai.tif">
</rdf:Description>
</rdf:Description>
<rdf:Description rdf:ID="MD_Metadata_1">
<rdf:type rdf:resource="http://www.isotc211.org/19115#MD_Metadata"/>
<gi:MD_Metadata.fileIdentifier>http://minf.co.in.eng.hokudai.ac.jp/map/hokudai.tif</gi:MD_Metadata.fileIdentifier>
<gi:MD_Metadata.language>en</gi:MD_Metadata.language>
<gi:MD_Metadata.contact>
<rdf:Description>
<gi:CI_ResponsibilityParty.individualName>Makoto SAITO</gi:CI_ResponsibilityParty.individualName>
<gi:CI_ResponsibilityParty.organisationName>Hokkaido Univ.</gi:CI_ResponsibilityParty.organisationName>
</rdf:Description>
</gi:MD_Metadata.contact>
</rdf:Description>
<rdf:Description rdf:ID="EX_GeographicBoundingBox_1">
<rdf:type rdf:resource="http://www.isotc211.org/19115#EX_GeographicBoundingBox"/>
<gi:EX_GeographicBoundingBox.westBoundLongitude>141.3238889</gi:EX_GeographicBoundingBox.westBoundLongitude>
<gi:EX_GeographicBoundingBox.eastBoundLongitude>141.3508333</gi:EX_GeographicBoundingBox.eastBoundLongitude>
<gi:EX_GeographicBoundingBox.southBoundLatitude>43.05194444</gi:EX_GeographicBoundingBox.southBoundLatitude>
<gi:EX_GeographicBoundingBox.northBoundLatitude>43.09333333</gi:EX_GeographicBoundingBox.northBoundLatitude>
</rdf:Description>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

図6-北大全域の衛星写真に関するRDFドキュメント

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<rdf:RDF xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
xmlns:dcterms="http://purl.org/dc/terms/">
<rdf:Description rdf:about="http://www.hokudai.ac.jp/agricu/">
<dc:title>Hokkaido Univ. Agriculture</dc:title>
<dc:format>text/html</dc:format>
<dc:identifier>http://www.hokudai.ac.jp/agricu/</dc:identifier>
<dc:language>JAPANESE</dc:language>
<dcterms:spatial>
<rdf:Description>
<rdf:type rdf:resource="http://purl.org/dc/terms/Box"/>
<dcterms:westLimit>141.3408333</dcterms:westLimit>
<dcterms:eastLimit>141.3413889</dcterms:eastLimit>
<dcterms:southLimit>43.06944444</dcterms:southLimit>
<dcterms:northLimit>43.07111111</dcterms:northLimit>
</rdf:Description>
DublinCore 修飾子による空間矩形を表すインスタンス
</rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

図7-北大農学部 Web ページに関するRDFドキュメント

Query results:

KEY	URI	MAP_URI
Hokkaido Univ. Agriculture"	http://www.hokudai.ac.jp/agricu/	http://minf.co.in.eng.hokudai.ac.jp/-masaito/map/hokudai.tif

1 results found in 165816 ms.

図8-Sesameによる検索結果の表示例

#### 参考文献

- [1] IPSJ,情報処理vol.43, No.7,特集セマンティックWeb, pp707-750, 2002
- [2] W3C, Resource Description Framework (RDF), http://www.w3.org/RDF/
- [3] ISO/DIS 19115 Geographic Information - Metadata, 2001
- [4] Dublin Core Metadata Initiative, Expressing Dublin Core in RDF/XML, 2002
- [5] Administrator et. al., http://sesame.aidministrator.nl/
- [6] ICS-FORTH, The RDF Query Language (RQL), http://139.91.183.30/RDF/RQL/