

# Linked Open Data と RDF

# SPARQLを支える技術

情報システム研究機構  
ライフサイエンス統合データベースセンター  
川島秀一

2016/10/7

# SPARQLを支える技術

## 仕様

RDF (Resource Description Framework)

RDFS (Resource Description Framework)

OWL (Web Ontology Language)

SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language)

## ソフトウェア/ サービス

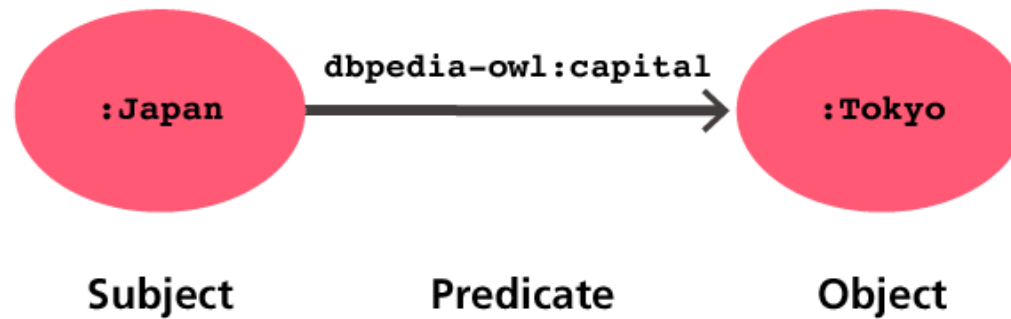
RDFストア / トリプルストア

SPARQLエンドポイント

## RDFの構造

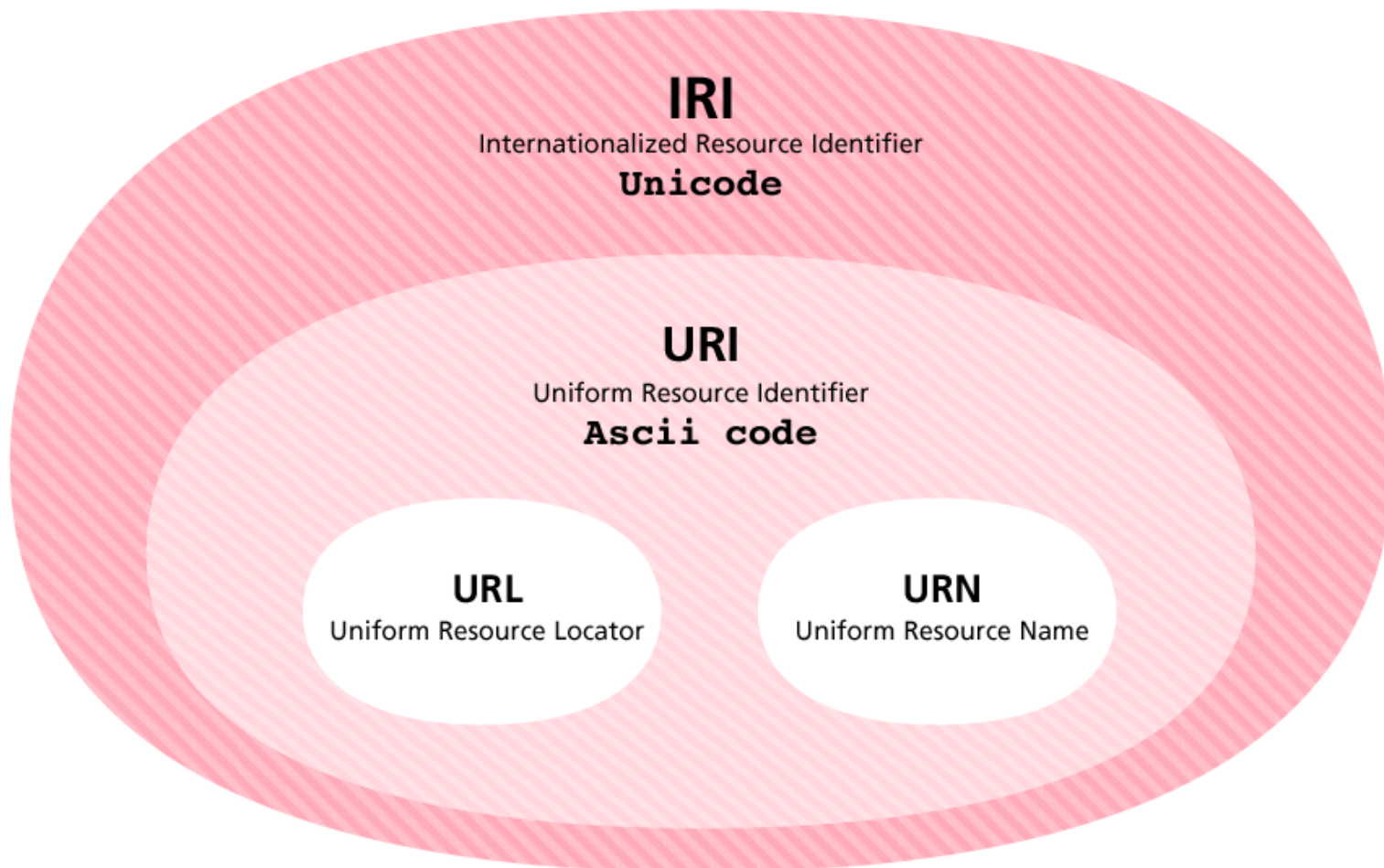


# RDF



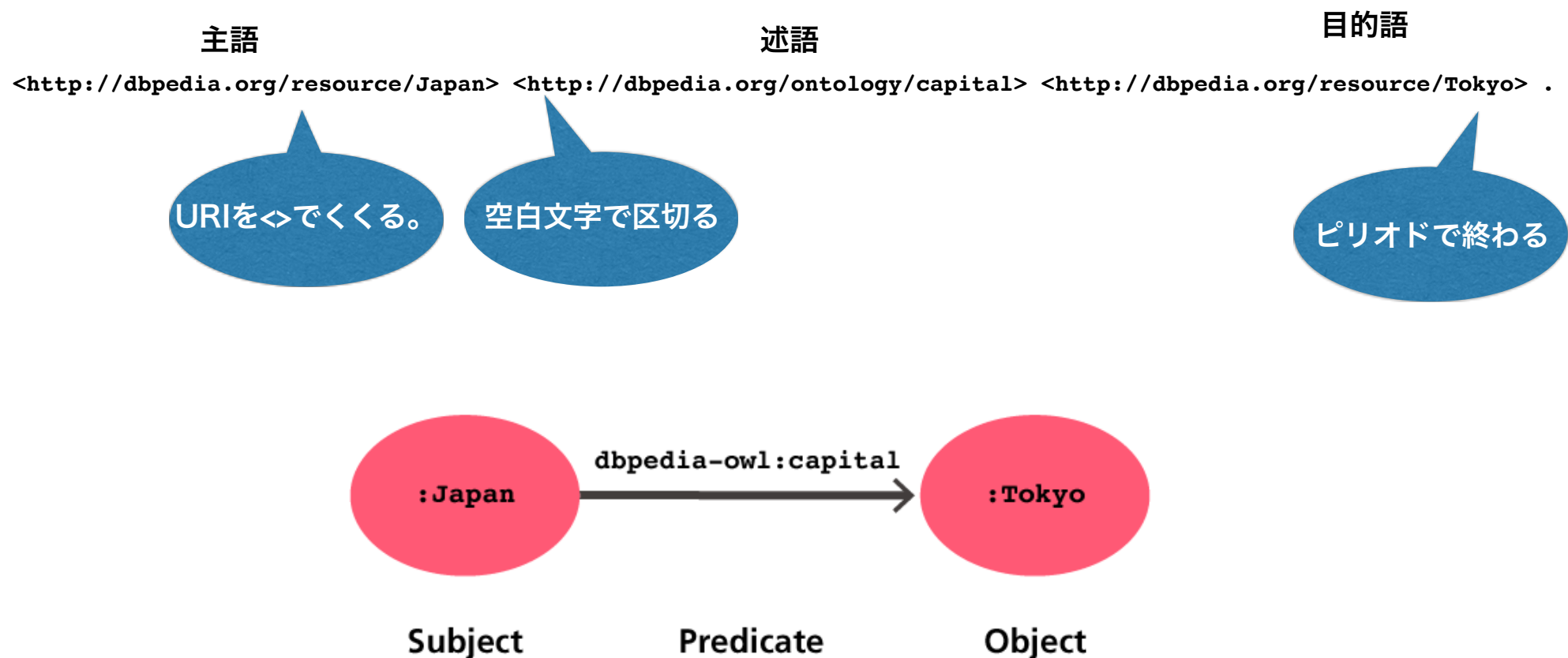
オープンデータ時代の標準WEB API SPARQL（インプレス）より

# URL, URI, IRI



# RDF

## RDFの例（N-tripleフォーマット）



# RDF

## turtle フォーマットでのRDFの例

```
@prefix : <http://dbpedia.org/resource/> .
```

```
@prefix dbpedia-owl: <http://dbpedia.org/ontology/> .
```

```
:Japan dbpedia-owl:capital :Tokyo .
```

URIを、prefixとローカル部分の組み合わせで表現する

prefix  
接頭辞

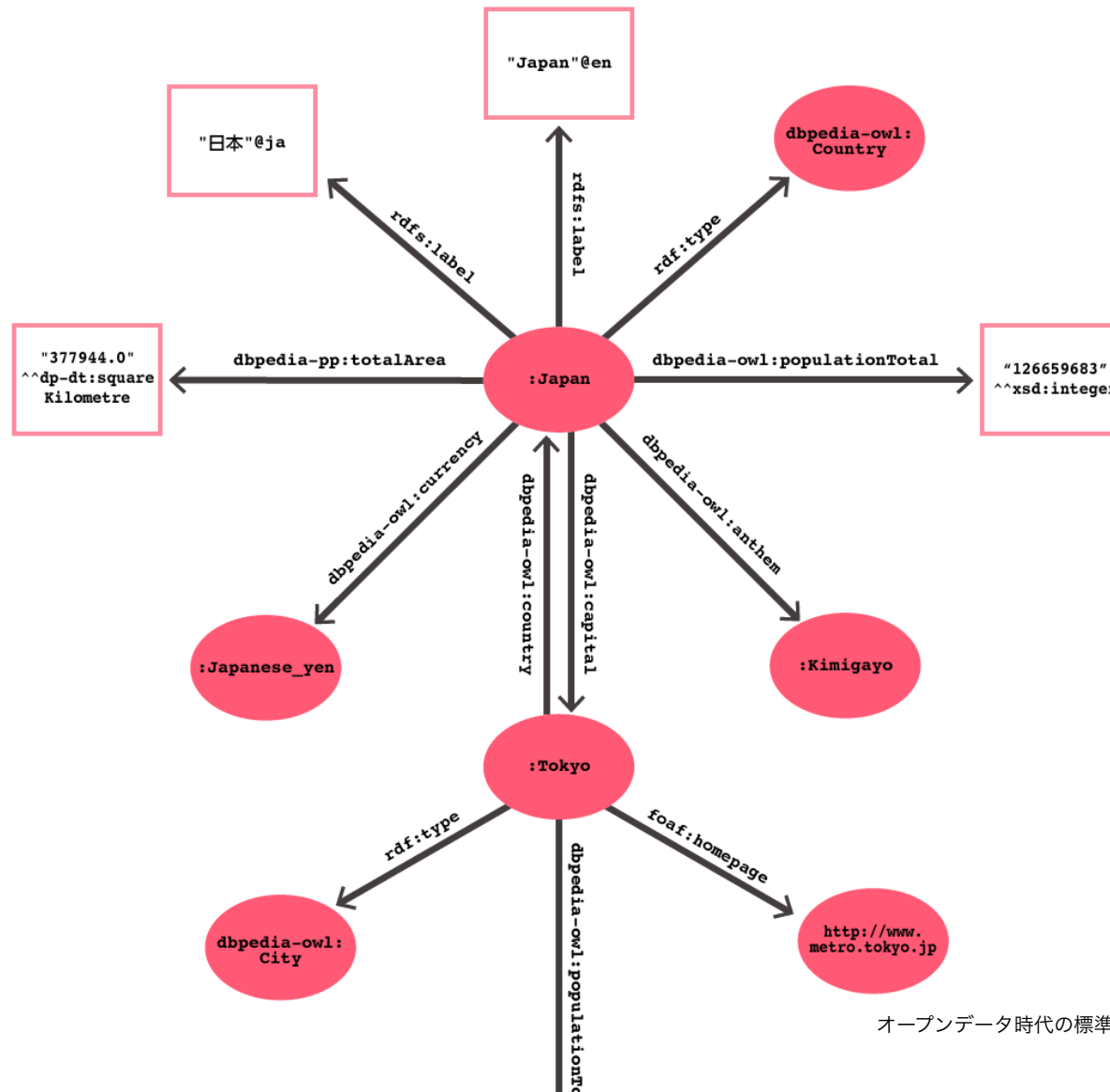
ローカル部分  
ローカル部分

URIのうち、prefix  
として定義された以  
外の残りの部分

ファイルの先頭の、  
@prefix 行にprefix  
の定義がされている。



# RDFグラフ





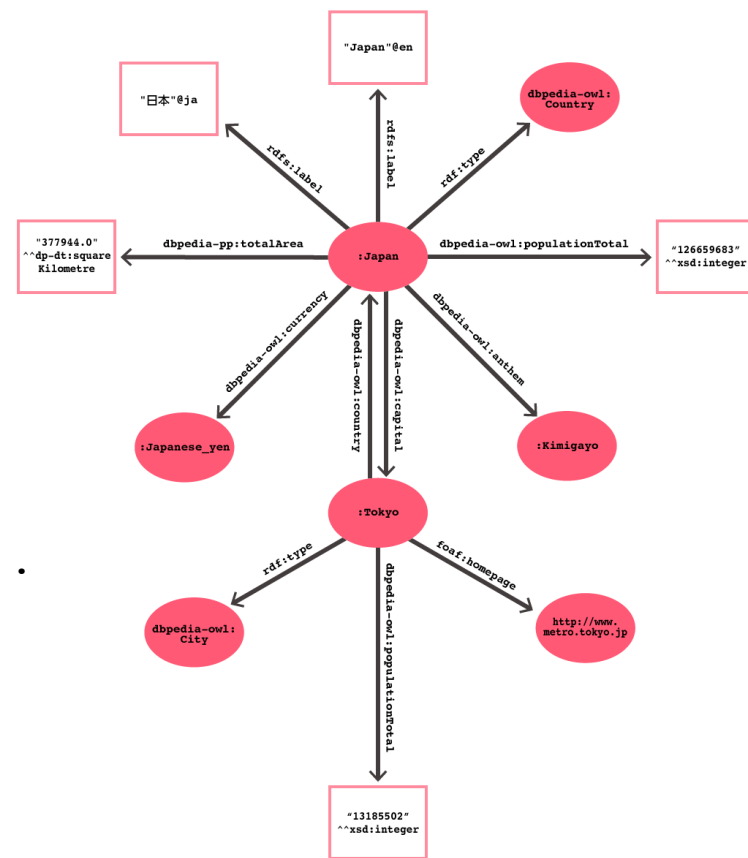
# RDF Turtle フォーマット

```
@prefix : <http://dbpedia.org/resource/> .
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
@prefix dbpedia-owl: <http://dbpedia.org/ontology/> .
@prefix dbpedia-pp: <http://dbpedia.org/ontology/PopulatedPlace/> .
@prefix dbpedia-dt: <http://dbpedia.org/datatype/> .
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/> .

:Japan dbpedia-owl:capital :Tokyo .
:Japan rdf:type dbpedia-owl:Country .
:Japan dbpedia-owl:anthem :Kimigayo .
:Japan dbpedia-owl:currency :Japanese_yen .
:Japan rdfs:label "Japan"@en .
:Japan rdfs:label "日本"@ja .

:Japan dbpedia-owl:populationTotal 126659683 .
:Japan dbpedia-pp:totalArea "377944.0"^^dbpedia-dt:squareKilometre .
:Tokyo rdf:type dbpedia-owl:City .
:Tokyo dbpedia-owl:country :Japan .
:Tokyo dbpedia-owl:populationTotal 13185502 .
:Tokyo foaf:homepage <http://www.metro.tokyo.jp> .
```

右のグラフ図のRDF (Turtle フォーマット)



# RDFリテラル 1

- ・ リテラルは、URI (IRI) 以外の値。
- ・ 文字列、日付、数値など。
- ・ リテラルは、目的語の位置にだけくる。
- ・ データ型のURIを用いて、リテラルの型を修飾することができる。
- ・ 文字列は、言語タグで修飾することができる。

```
:Japan rdfs:label "Japan" .
```

引用符 " でくくり、データ型で修飾されていないと、文字列として扱われる

```
:Japan rdfs:label "Japan"^^xsd:string .
```

上の行と同じ意味。

```
:Japan rdfs:label "Japan"@en .  
:Japan rdfs:label "日本"@ja .
```

言語タグで修飾することで、文字列の言語を指定することができる。

# RDFリテラル 2

`:Japan dbpedia-owl:populationTotal "126659683"^^xsd:decimal .`

数値が、引用符"でくくってあって、数値を表すデータ型で修飾されていると、数値として扱われる。126659683は数値として扱われる。

`:Japan dbpedia-owl:populationTotal "126659683" .`

データ型で修飾されていないと、126659683 は、文字列として扱われる。

`:Japan dbpedia-owl:populationTotal 126659683 .`

数字が、引用符で括られていないと、数値として扱われる。

`:Japan dbpedia-pp:totalArea "377944.0"^^dbpedia-dt:squareKilometre .`

このように独自のURIで修飾することもできます。

# RDF Turtle フォーマット 主語の省略

```
@prefix : <http://dbpedia.org/resource/> .
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
@prefix dbpedia-owl: <http://dbpedia.org/ontology/> .
@prefix dbpedia-pp: <http://dbpedia.org/ontology/PopulatedPlace/> .
@prefix dbpedia-dt: <http://dbpedia.org/datatype/> .
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/> .
```

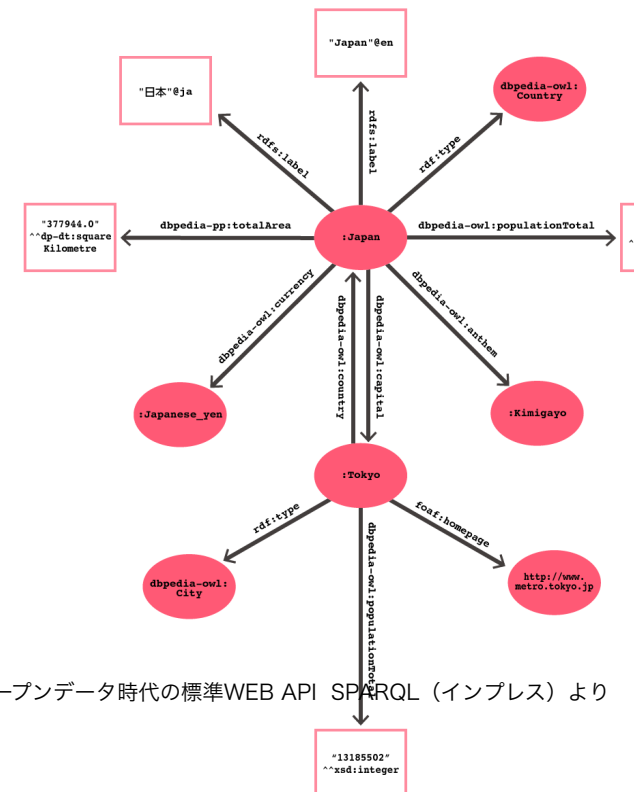
```
:Japan dbpedia-owl:capital :Tokyo ;
      rdf:type dbpedia-owl:Country ;
      dbpedia-owl:anthem :Kimigayo ;
      dbpedia-owl:currency :Japanese_yen ;
      rdfs:label "Japan"@en ;
      rdfs:label "日本"@ja ;

      dbpedia-owl:populationTotal 126659683 ;
      dbpedia-pp:totalArea "377944.0"^^dbpedia-dt:squareKilometre ;
      dbpedia-owl:country :Japan .
```

```
:Tokyo rdf:type dbpedia-owl:City ;
      dbpedia-owl:country :Japan ;
      dbpedia-owl:populationTotal 13185502 ;
      foaf:homepage <http://www.metro.tokyo.jp> .
```

連続する行が同じ主語なので、2行目以降は省略してよい。その際、主語の書かれた1行目の末尾は、.（ピリオドでなく、セミコロンでおわる）また、同じ主語でまとめられた最後の行のみ、ピリオドで終わる。

右のグラフ図のRDF (Turtle フォーマット)  
同じ主語のトリプルをまとめて、2度めは省略する記法を使った例。



オープンデータ時代の標準WEB API SPARQL (インプレス) より

# RDF Turtle フォーマット 述語の省略

```
@prefix : <http://dbpedia.org/resource/> .
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
@prefix dbpedia-owl: <http://dbpedia.org/ontology/> .
@prefix dbpedia-pp: <http://dbpedia.org/ontology/PopulatedPlace/> .
@prefix dbpedia-dt: <http://dbpedia.org/datatype/> .
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/> .
```

```
:Japan dbpedia-owl:capital :Tokyo ;
a dbpedia-owl:Country ;
dbpedia-owl:anthem :Kimigayo ;
dbpedia-owl:currency :Japanese_yen ;
rdfs:label "Japan"@en, "日本"@ja ;

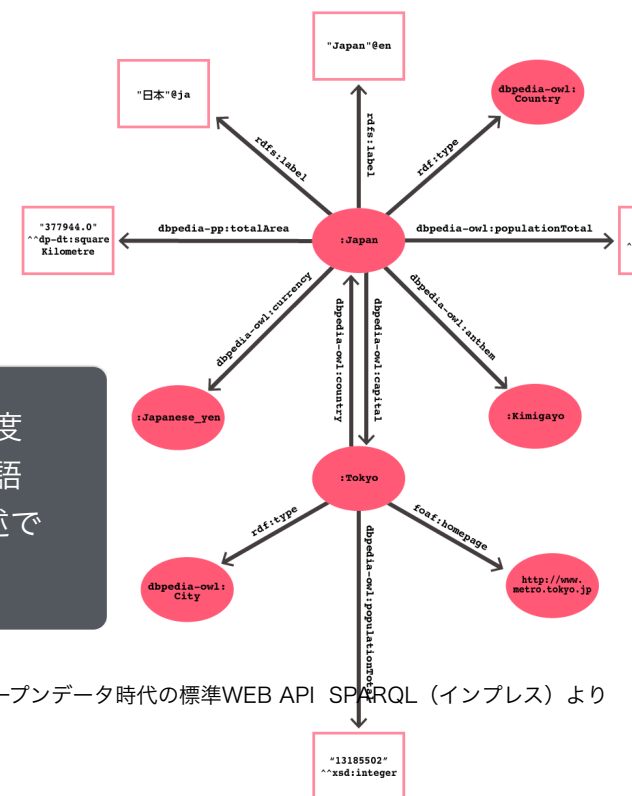
dbpedia-owl:populationTotal 126659683 ;
dbpedia-pp:totalArea "377944.0"^^dbpedia-dt:squareKilometre ;
dbpedia-owl:country :Japan .
```

```
:Tokyo a dbpedia-owl:City ;
dbpedia-owl:country :Japan ;
dbpedia-owl:populationTotal 13185502 ;
foaf:homepage <http://www.metro.tokyo.jp> .
```

右のグラフ図のRDF (Turtle フォーマット)  
省略記法を全て利用

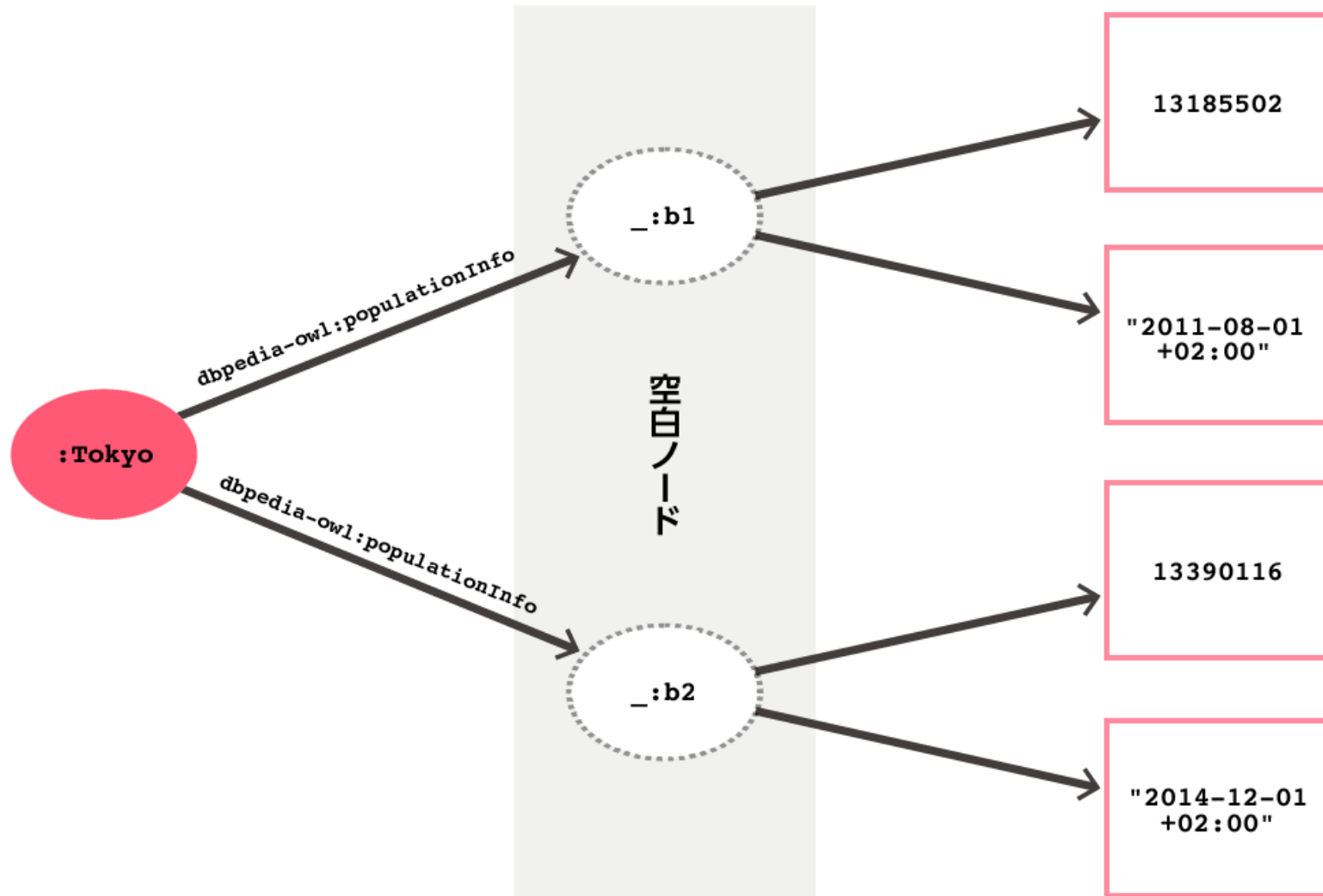
Turtle フォーマットでは、`rdf:type` を、`a` の一文字で記述できる。  
(この記法は、`rdf:type` が表すインスタンス関係が、この場合だと、`Japan (is) a country .` を意味していることからきている)

連続する行が同じ述語なので、一度だけ書いて、次の行からは、目的語のみを、`,` (カンマ) 区切って記述できる。



オープンデータ時代の標準WEB API SPARQL (インプレス) より

# RDF 空白ノードの利用



# RDF 空白ノードの利用

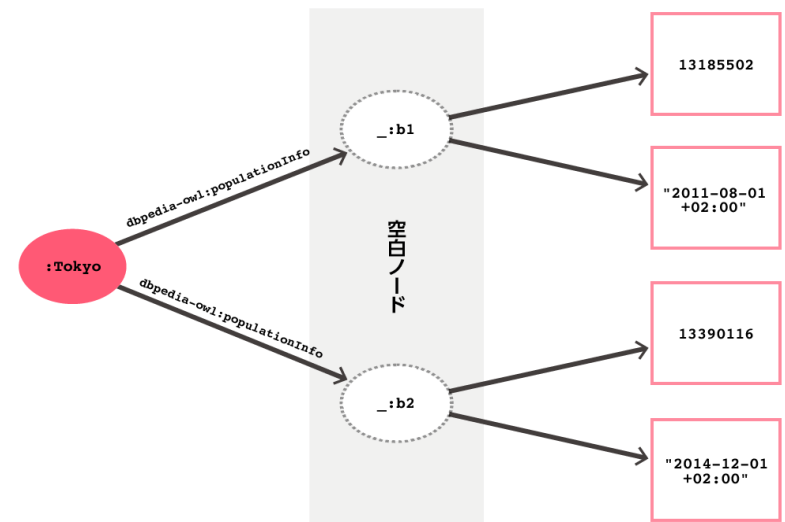
```
@prefix : <http://dbpedia.org/resource/> .
@prefix dbpedia-owl: <http://dbpedia.org/ontology/> .
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .
@prefix sb: <http://sparqlbook.jp/book/> .

:Tokyo
  sb:populationInfo [
    dbpedia-owl:populationAsOf "2011-08-01"^^xsd:date ;
    dbpedia-owl:populationTotal 13185502
  ], [
    dbpedia-owl:populationAsOf "2014-12-01"^^xsd:date ;
    dbpedia-owl:populationTotal 13390116
  ] .
```

右のグラフ図のRDF (Turtle フォーマット)  
空白ノードは、[] で表現する。

```
[] a foaf:Person .
```

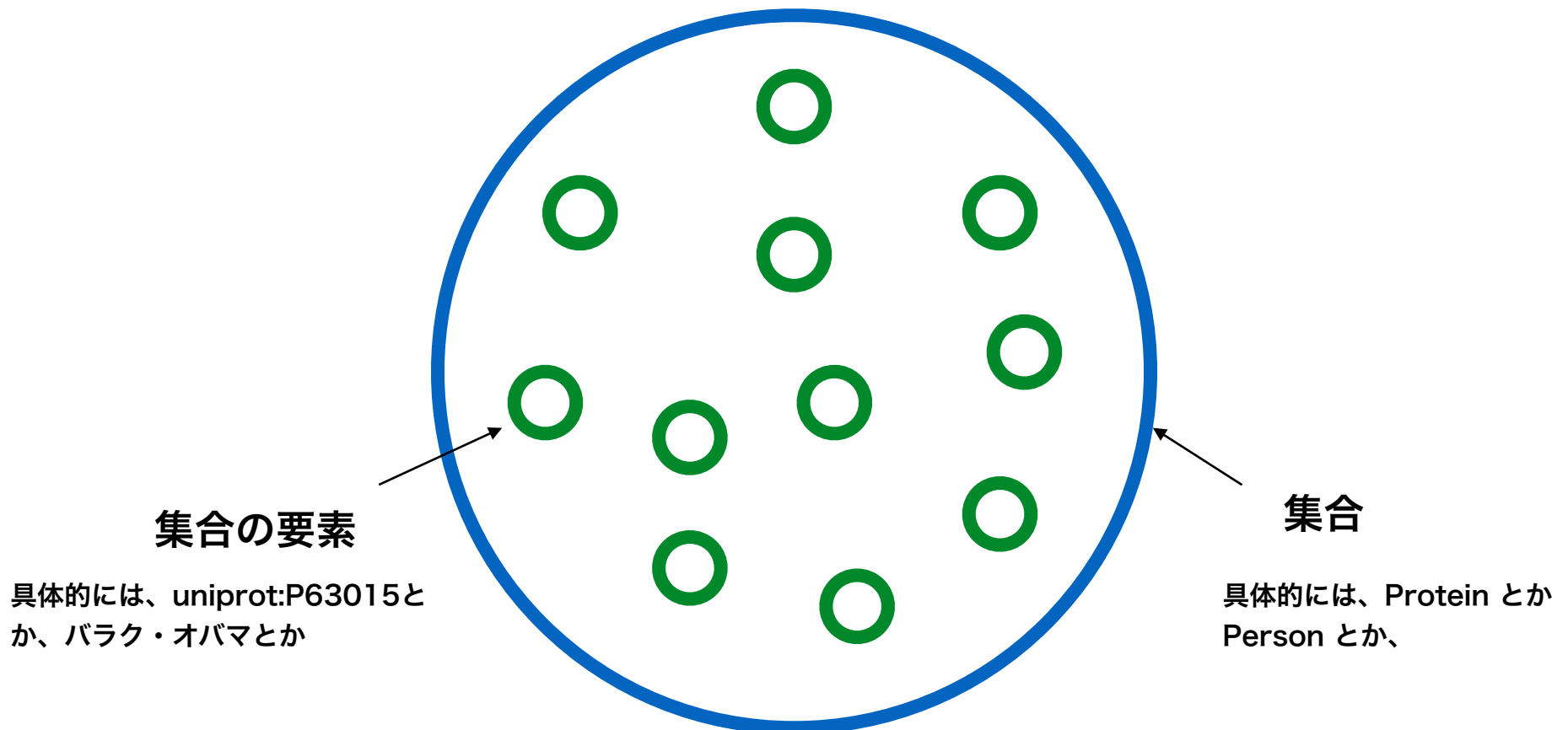
空白ノードで始まってよい。  
この例だと、ある匿名の人物がいました。を意味します。



オープンデータ時代の標準WEB API SPARQL (インプレス) より

# RDFデータ + OWLオントロジーの考え方

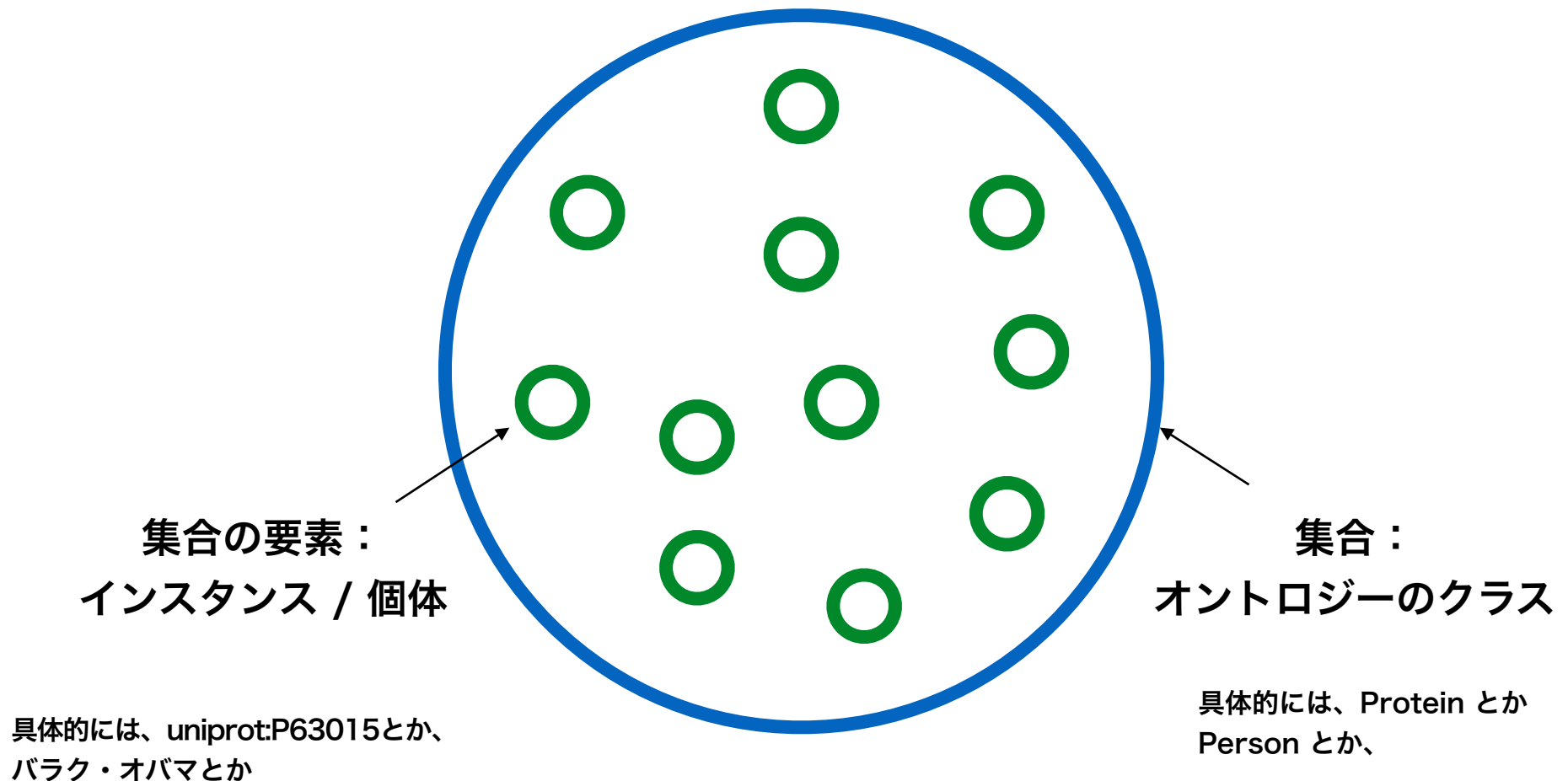
基本は集合論





# RDFデータ+OWLオントロジーの考え方

基本は集合論



# RDFデータ+OWLオントロジーの考え方

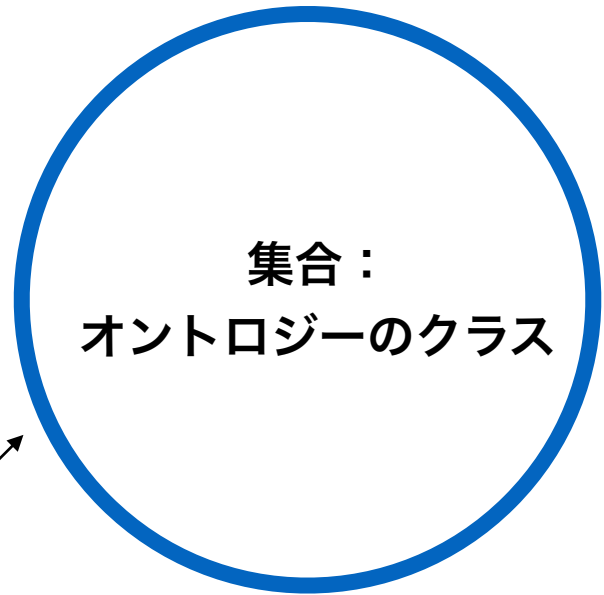
RDFで記述するには

集合の要素：  
インスタンス / 個体



`rdf:type`

集合：  
オントロジーのクラス



3つともURIリソースとして記述する

`dbpedia:David_Bowie`

`uniprot:P63015`

`rdf:type`

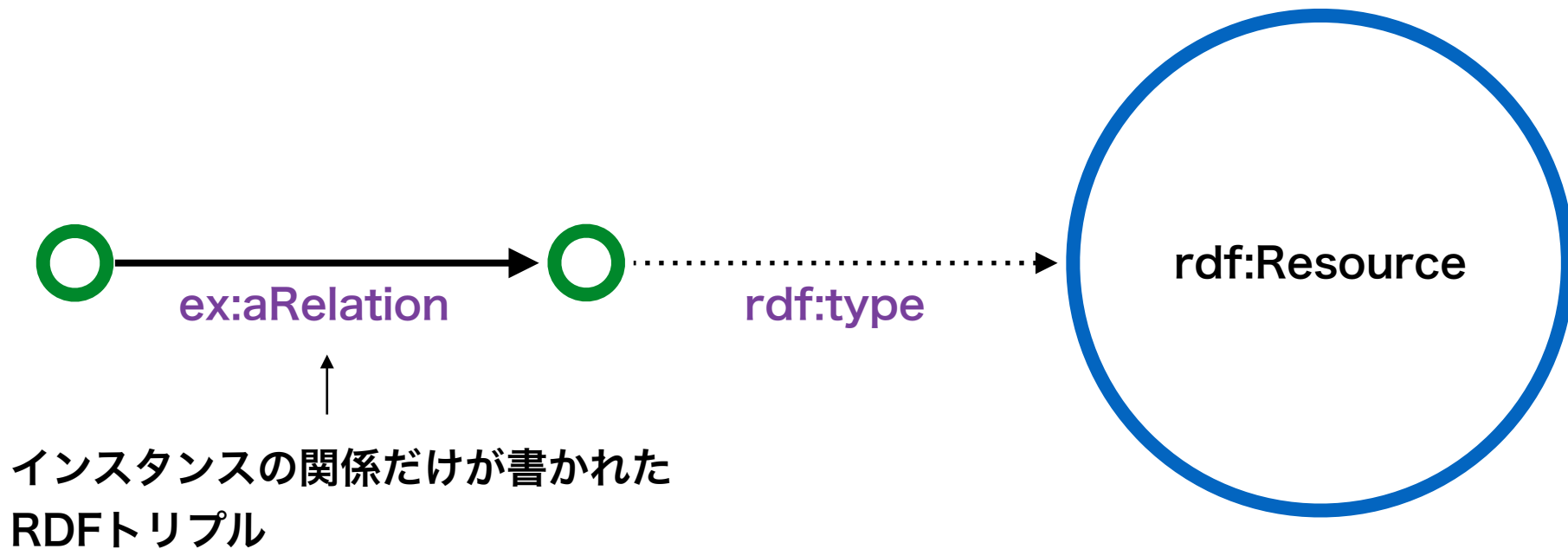
`rdf:type`

`foaf:Person`

`core:Protein`

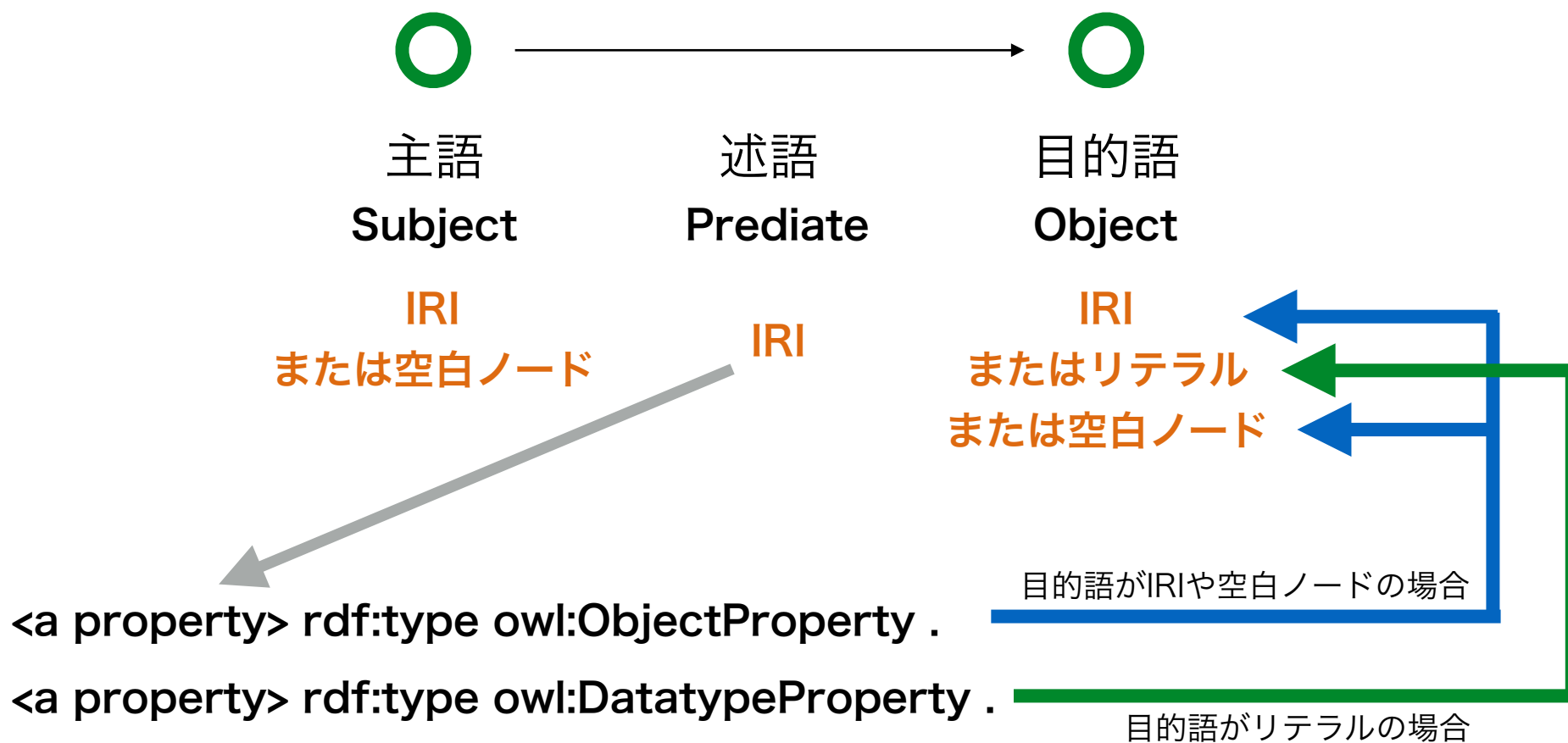
# RDFデータ+OWLオントロジーの考え方

オントロジークラスがない場合



# RDF Property のタイプ

## RDFの構造



主語や目的語と同様に、述語もタイプが定義されています。

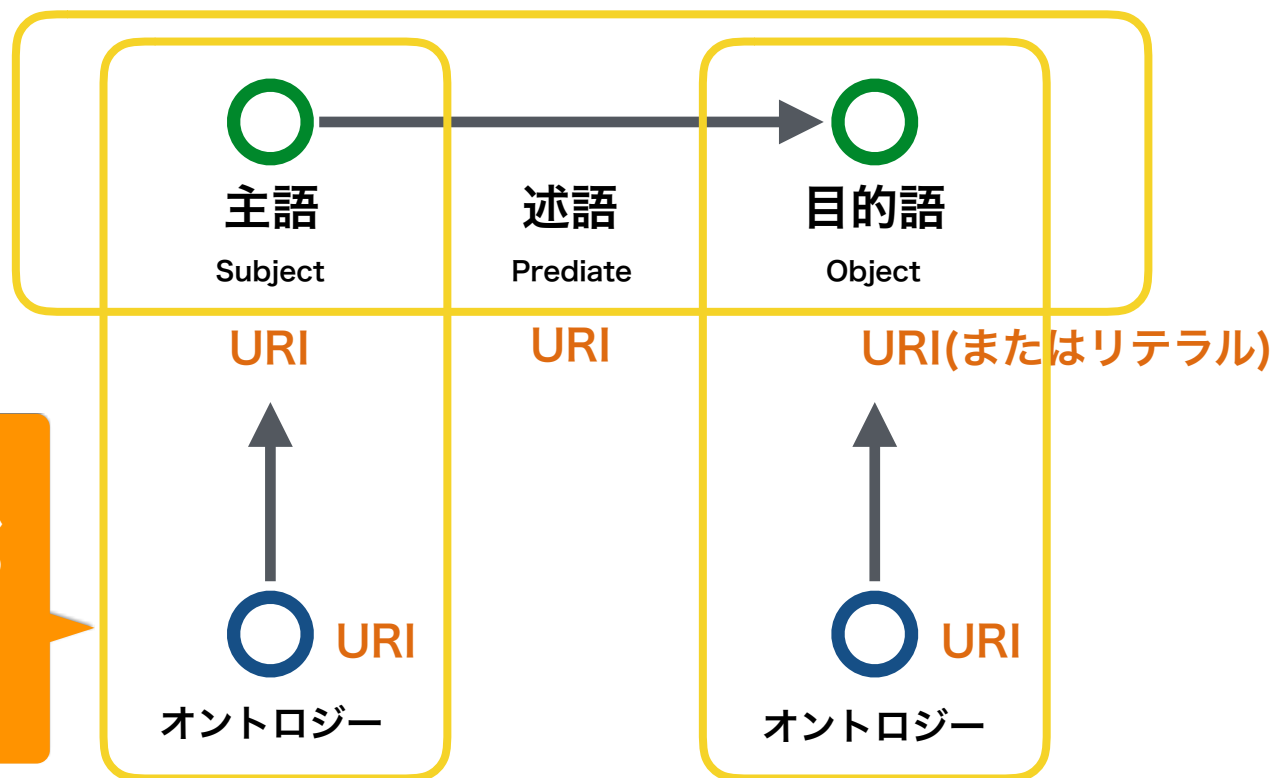
## RDF : Resource Framework Description

Resource: ウェブ上にある (=URIを持つ) 情報資源

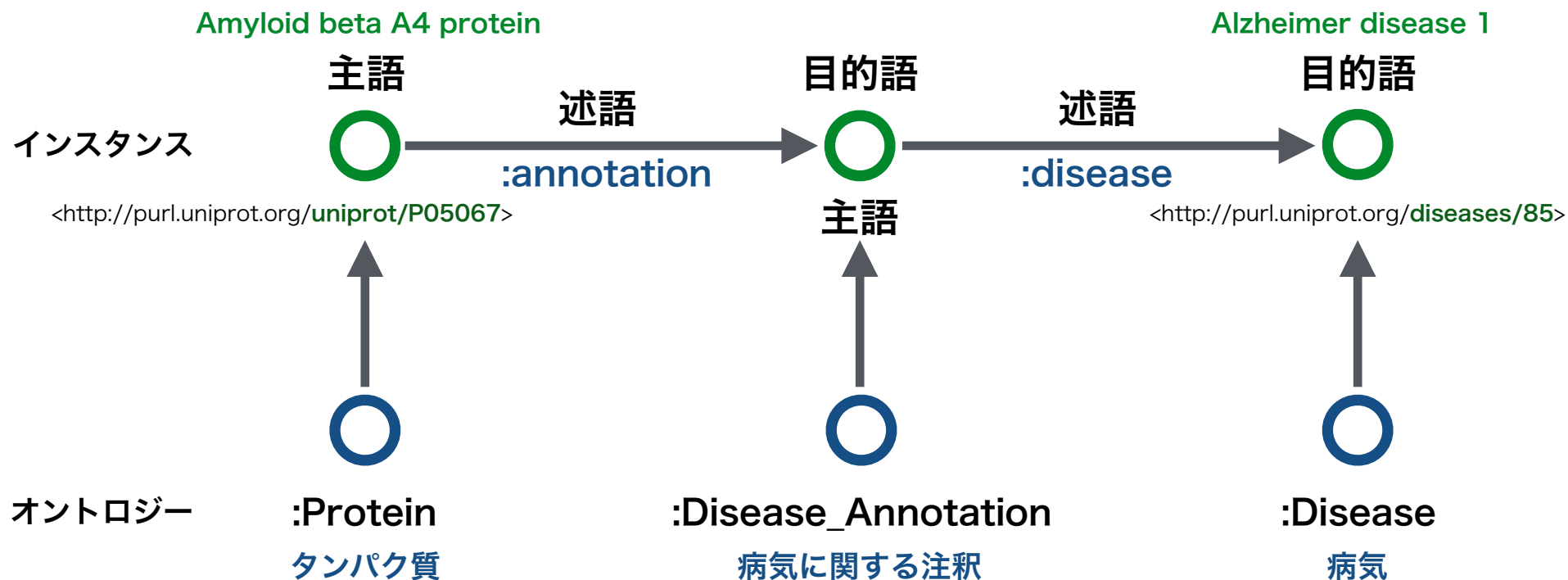
情報を **3つのURIの組み合わせ** で記述するための枠組み

RDF 1.1 から正確にはIRI

### RDFの構造 (知識ベース)



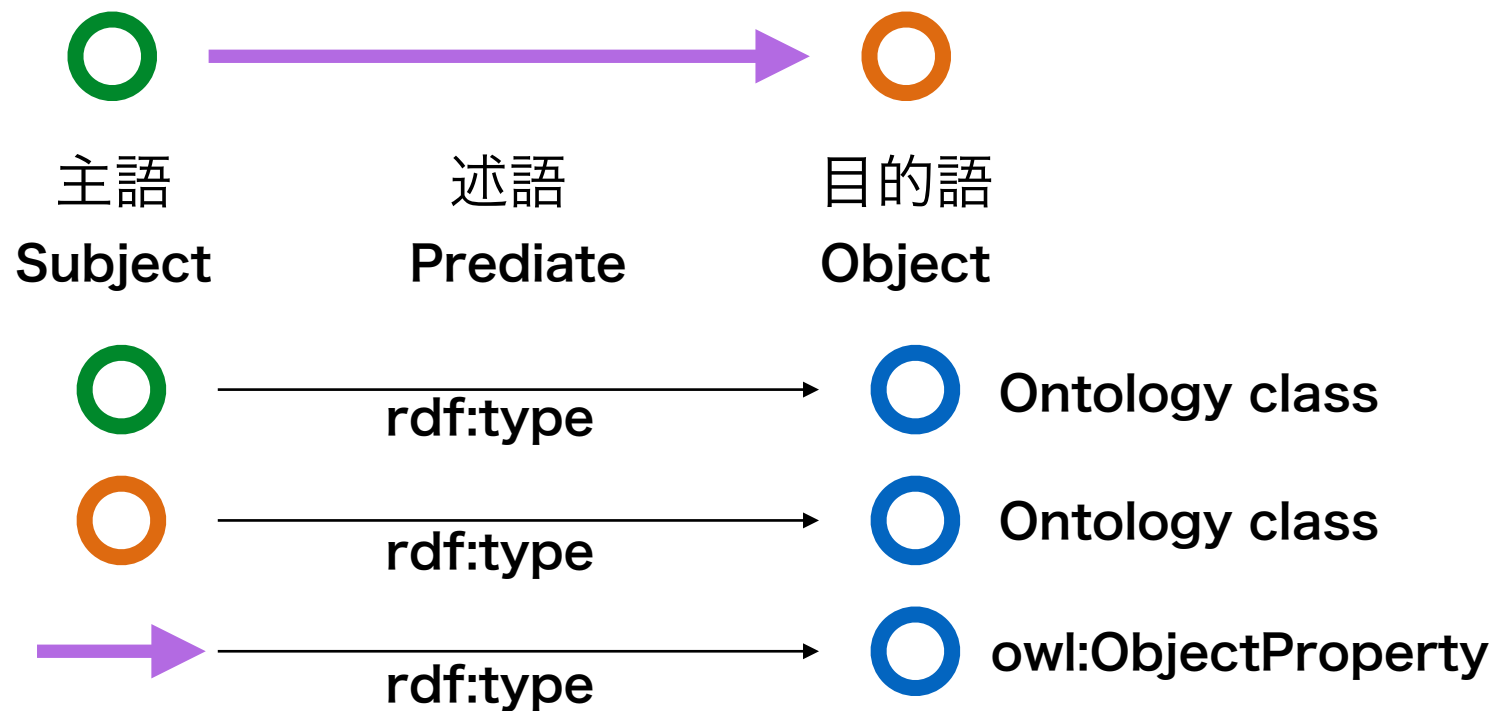
主語、述語、目的語それぞれは、何らかのオントロジーのクラスのインスタンス（個体）として扱われる。



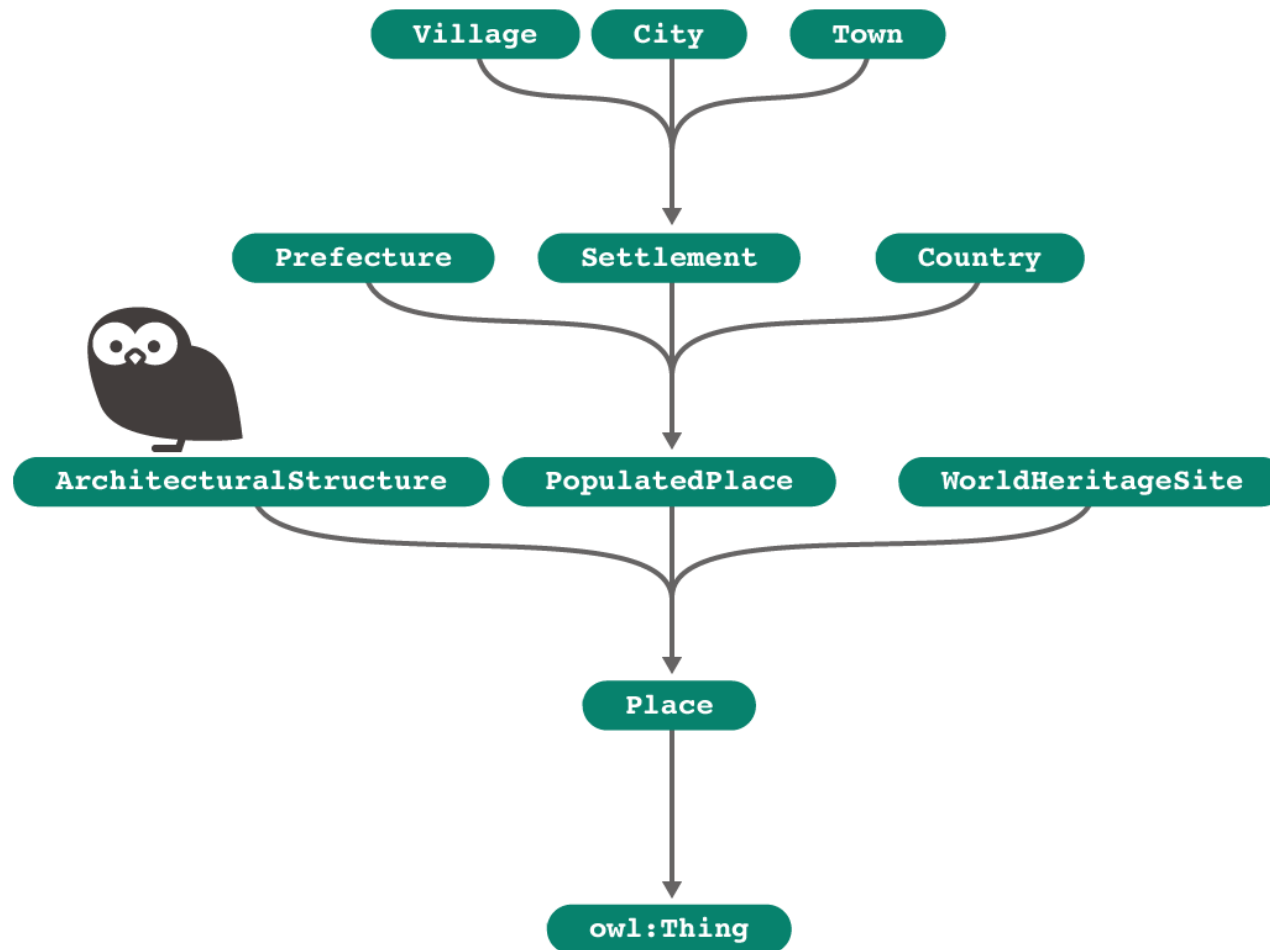
RDFとして、リソースの関係を記述していくことは、各リソースに対応するオントロジーのクラスをマップする必要がある

# RDF Property のタイプ

## RDFの構造



# OWLオントロジーの例





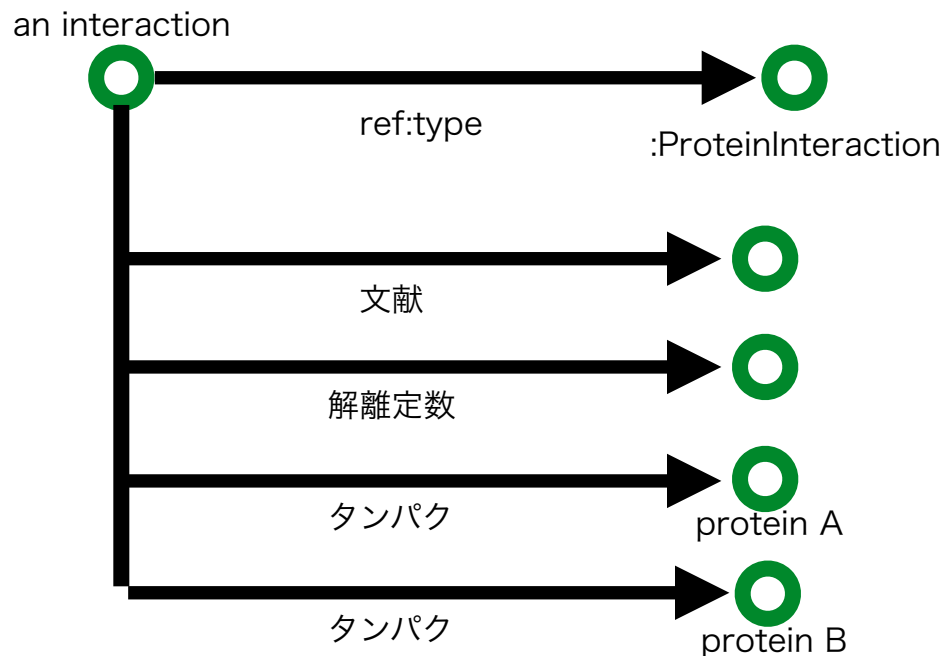
# RDF モデル化

## タンパク間相互作用のRDF



←最初はこういう風にデザインしがち

ただ、この相互作用に関する、付加情報（文献などの由来情報や、解離定数等）を追加したいときに、どのように記述すればよいかという問題がでてくる。



解決策: ProteinInteraction のようなクラスを定義して、そのインスタンスに、必要な情報を記述していく。

# RDFガイドラインに紹介されている語彙・オントロジー

(生命科学ではない) 一般的な語彙・オントロジー

オントロジー名		主な内容
RDF	Resource Description Framework	RDFの基本語彙
RDFS	RDF Schema	RDFの構造を記述する語彙
OWL	Web Ontology Language	オントロジーを記述
DC	Dublin Core	基本メタデータ
DC terms	DCMI Metadata Terms	DCの拡張語彙
SKOS	Simple Knowledge Organization System	既存知識間のマッピング
FOAF	Friend of a Friend	人間／組織の関係
VOID	Vocabulary of Interlinked Datasets	データベース間の関係
UO	Ontology of Units of Measurement	単位
QUDT	Quantities, Units, Dimensions, and Types Ontology	単位、次元、量
PROV-O	PROV Ontology	由来情報
PAV	Provenance, authoring and versioning	由来情報、著者情報等
XSD	W3C XML Schema Definition Language	データ型

# 生命科学系オントロジー

The screenshot shows the BioPortal website interface. The top navigation bar includes links for Browse, Search, Mappings, Recommender, Annotator, Resource Index, and Projects. The main content area is titled "Browse" and displays a list of ontologies. On the left, there are filters for Entry Type, Uploaded in the Last, Category, and Group. The main list shows five ontologies: Current Procedural Terminology (CPT), Medical Dictionary for Regulatory Activities (MEDDRA), RxNORM (RXNORM), Systematized Nomenclature of Medicine - Clinical Terms (SNOMEDCT), and National Drug Data File (NDDF). Each entry includes its name, a brief description, an upload date, and statistics for projects and classes. The bottom of the list shows the start of the National Drug File - Reference Terminology (NDFRT) entry.

bioportal.bioontology.org/ontologies

BioPortal Browse Search Mappings Recommender Annotator Resource Index Projects Sign In Help Feedback

## Browse

Browse the library of ontologies ?

Search...

Showing 517 of 658 Sort: Popular

**Submit New Ontology**

**Entry Type**

- ☒ Ontology (517)
- ☐ Ontology View (141)
- ☐ CIMI Model (0)
- ☐ NLM Value Set (0)

**Uploaded in the Last**

**Category**

- ☐ All Organisms (22)
- ☐ Anatomy (54)
- ☐ Animal Development (12)
- ☐ Animal Gross Anatomy (19)
- ☐ Arabidopsis (2)
- ☐ Biological Process (37)
- ☐ Biomedical Resources (41)
- ☐ Cell (11)
- ☐ Cellular anatomy (5)
- ☐ Chemical (20)
- ☐ Development (15)
- ☐ Dysfunction (9)
- ☐ Ethology (1)


**Group**

- ☐ BIS (3)
- ☐ CGIAR (1)
- ☐ CTSA (6)
- ☐ OBO\_Foundry (9)
- ☐ PSI (4)
- ☐ UMLS (31)

Ontology Name	Projects	Classes
<b>Current Procedural Terminology (CPT)</b> Current Procedural Terminology Uploaded: 9/7/16	2	13,289
<b>Medical Dictionary for Regulatory Activities (MEDDRA)</b> Medical Dictionary for Regulatory Activities Terminology (MedDRA) Uploaded: 9/7/16	9	68,261
<b>RxNORM (RXNORM)</b> RxNorm Vocabulary Uploaded: 9/7/16	5	116,075
<b>Systematized Nomenclature of Medicine - Clinical Terms (SNOMEDCT)</b> SNOMED Clinical Terms Uploaded: 9/7/16	20	324,129
<b>National Drug Data File (NDDF)</b> National Drug Data File Plus Source Vocabulary Uploaded: 9/7/16	1	26,661
<b>National Drug File - Reference Terminology (NDFRT)</b>		

BioPortal オントロジー一覧

# 生命科学系オントロジー

 BioPortal

[Browse](#) [Search](#) [Mappings](#) [Recommender](#) [Annotator](#) [Resource Index](#) [Projects](#)

[Sign In](#) [Help](#) [Feedback](#)

[Follow @bioontology](#) [いいね!](#) [10](#) [Cite Us](#)

Search all ontologies

Search

[Advanced Search](#)

Find an ontology

Explore

[Browse Ontologies >](#)

Search resources

Search

[Advanced Resource Search](#)

Ontology Visits (September 2016)

<a href="#">Current Procedural Terminology (CPT)</a>	50474
<a href="#">Medical Dictionary for Regulatory Activities (MEDDRA)</a>	16223
<a href="#">RxNORM (RXNORM)</a>	14711
<a href="#">Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms (SNOMEDCT)</a>	7643
<a href="#">National Drug Data File (NDDF)</a>	7263
<a href="#">More</a>	

Statistics

Ontologies	517
Classes	7,801,718
Resources Indexed	48
Indexed Records	39,359,542
Direct Annotations	95,468,433,792
Direct Plus Expanded Annotations	144,789,582,932

Latest Notes

[What is measured is carbon isotope composition \(Plant Trait Ontology\)](#)  
6 months ago by BrenOli  
I would suggest that there should be subcategories for "Carbon Isotope Discrimination", as what I...

[New Relationship Proposal: centiMorgan is by definition dimensionless \(Units of Measurement Ontology\)](#)  
9 months ago by grimaldi

[centiMorgan is not a well defined length unit \(Units of Measurement Ontology\)](#)  
9 months ago by grimaldi  
Dear curators, As one cannot give conversion factors to other length units, centiMorgan should ...

[Grade definition \(Common Terminology Criteria for Adverse Events\)](#)  
about 1 year ago by hpotier  
Hi, We would like for users to be able navigate down to the complete definition for each grade I...

[Grade definition \(Common Terminology Criteria for Adverse Events\)](#)  
about 1 year ago by hpotier  
Hi, We would like for users to be able navigate down to the complete definition for each grade I...

Latest Mappings

[Malnutrition \(NCIT\) <=> Malnutrition \(MEDLINEPLUS\)](#)  
REST Mapping 09/29/2016 by Anagruiz

[Malnutrition \(MEDLINEPLUS\) <=> Malnutrition \(NCIT\)](#)  
REST Mapping 09/29/2016 by Anagruiz

[Cancer \(LOINC\) <=> Leukaemias \(MEDDRA\)](#)  
REST Mapping 07/11/2016 by mdorf

[Leukaemias \(MEDDRA\) <=> Cancer \(LOINC\)](#)  
REST Mapping 07/11/2016 by mdorf

[Cancer Staging \(DILOR\) <=> Entity \(ROO\)](#)  
REST Mapping 04/26/2016 by pranaliJhaveri

 THE NATIONAL CENTER FOR BIOMEDICAL ONTOLOGYThe National Center for Biomedical Ontology is one of the National Centers for Biomedical Computing supported by the NHGRI, the NHLBI, and the NIH Common Fund under grant U54-HG004028.  
Copyright © 2005-2016, The Board of Trustees of Leland Stanford Junior University. All rights reserved.  
[NCBO Website](#) [Release Notes](#) [Terms of Use](#) [Privacy Policy](#) [How to Cite](#)

BioPortal <<http://bioportal.bioontology.org>>