Knowledge Graph Reasoning Challenge
ナレッジグラフ推論チャレンジ
生活行動における安心・安全を目指して
実社会版 2022

技術勉強会 2022/11/15 オンライン

ナレッジグラフの基礎

江上周作

産業技術総合研究所
人工知能研究センター
データ知識融合研究チーム

ナレッジグラフ（知識グラフ）とは

- 実世界の知識を蓄積し，伝達することを目的とした「データのグラフ」であり，そのノードは関心のあるエンティティを表し，エッジはこれらのエンティティの間の様々な関係を表す
- その「データのグラフ」は，グラフベースのデータモデルに準拠し、エッジラベル付き有向グラフ、異種グラフ、プロパティグラフなどがある
  - 引用：A. Hogan, et al. *Knowledge Graphs*, ACM Computing Survey, vol.54, no.4, pp. 1–37, ACM, 2021
- ナレッジグラフは、情報を取得してオントロジーに統合し、推論器を適用して新しい知識を導き出す
  - 引用：Ehrlinger et al. *Towards a Definition of Knowledge Graphs*, SEMANTiCS (Posters, Demos, SuCCESS), vol.48, pp.1–4, CEUR, 2016

ナレッジグラフの記述方法

Webでナレッジグラフを共有するための標準形式

RDF（Resource Description Framework）とは

すべての情報を

- **主語（リソース）**
- **述語（プロパティ）**
- **目的語（リソースorリテラル）**

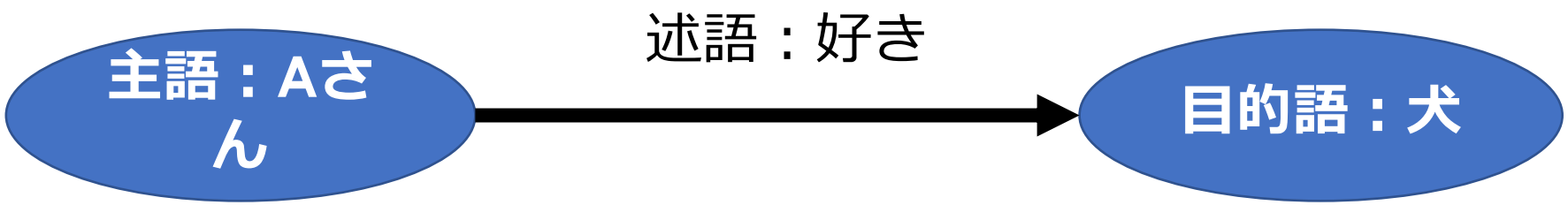
の三組み（トリプルという）で記述する方法を提供

結局RDFはなにか

その実体は、**ラベル付き有向グラフ**

（※）

情報　「Aさんは犬が好き」



このようにグラフ形式で図示したものをRDFグラフと呼ぶ

(※)厳密にはRDFは枠組みなので、RDFの枠組みに従ったデータがラベル付き有向グラフ

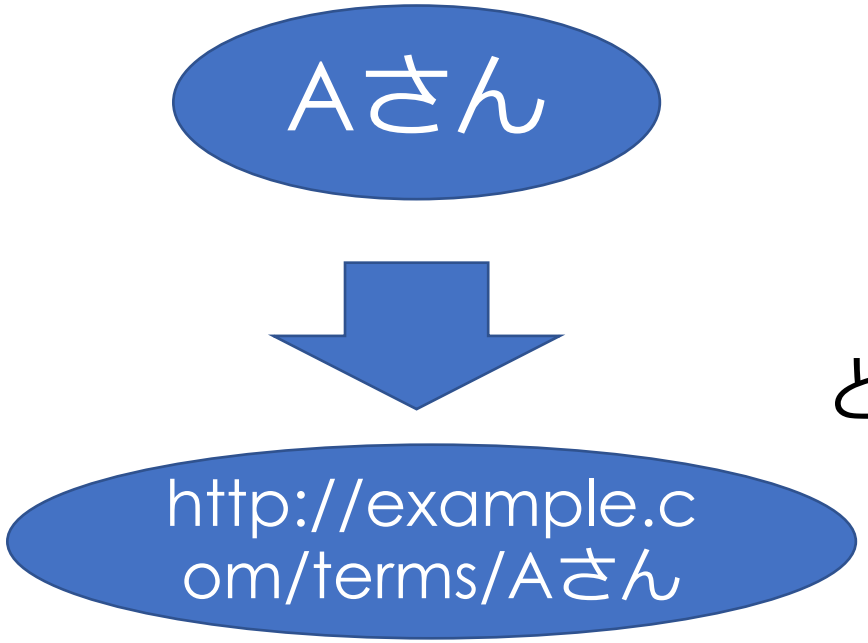
リソースとは

URIで識別可能な全ての事物

- **人物，書籍，イベントなどの実世界の物事**
- **趣味，嗜好，信頼性などの事柄など…**

リソースとは

つまり、事物に一意なURIを割り当ててしまえば、
RDFでそれはリソースとして認識される

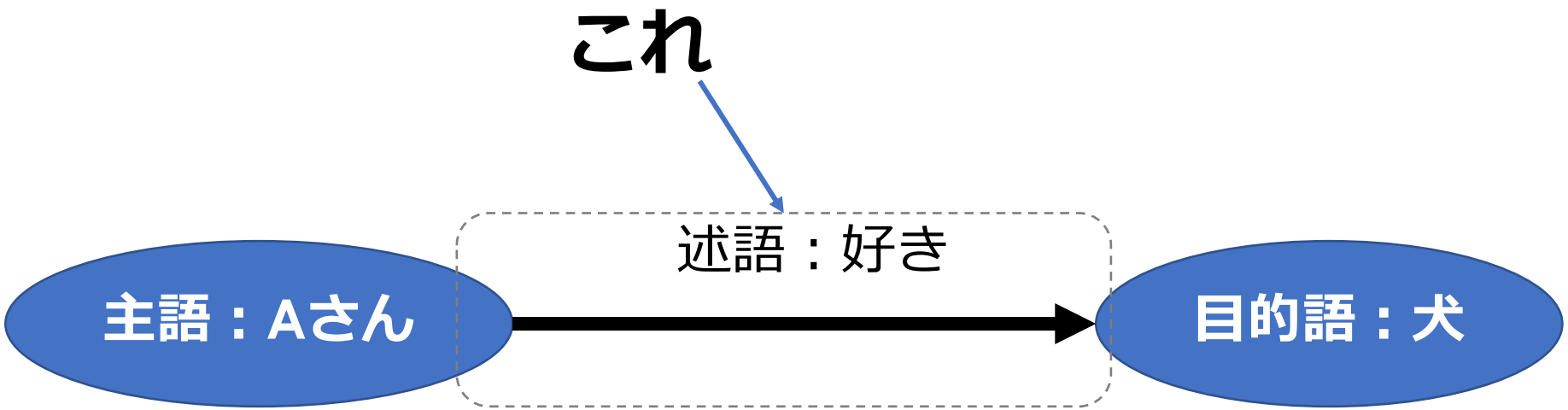


「Aさん」という事物に
「http://example.com/terms/Aさん」
というURIを与えよう

これがリソース

※本当はブラウザでアクセスできることが望ましいが
とりあえず今は重複がなければこれでよい（後で紹介）

プロパティとは



プロパティにも一意なURIを割り当てる

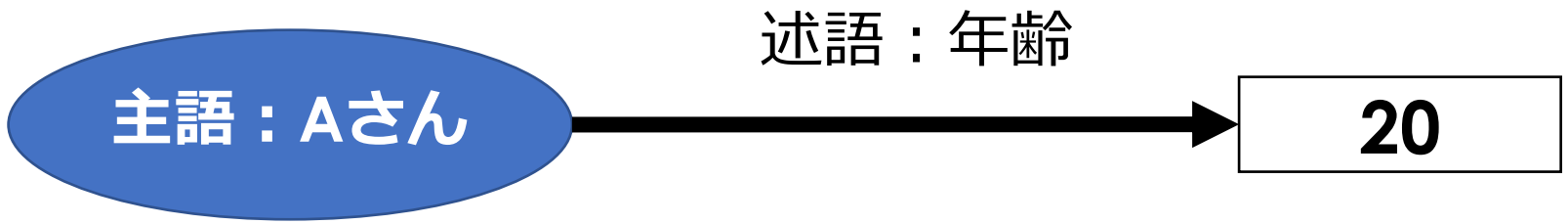
http://example.com/terms/好き

リテラルとは

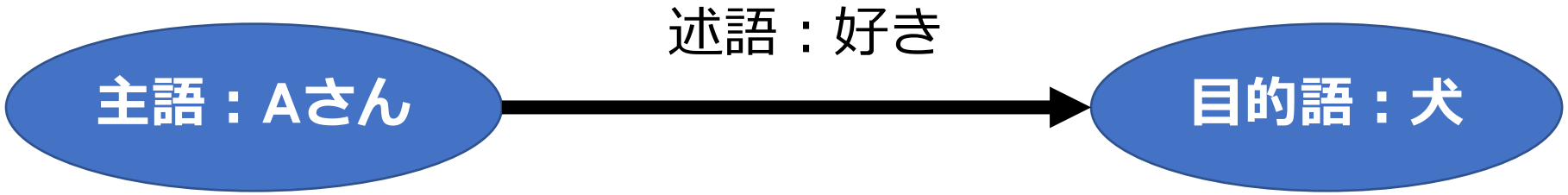
文字列や**数値**のこと.

プロパティを持たない.

URIを割り当てない.



データフォーマット



↑これを

XML, Turtle, JSON-LD等で書くことができる。

記述方法が異なるが、結局RDFグラフとして図示すると全部同じになることが特徴！（= 情報の統一化）

（相互変換ツールも充実している）

RDFのシリアライゼーションフォーマット

- RDFはリソースをURIで識別し，主語・述語・目的語のトリプル形式で関係を記述するデータモデルである
  - リソースを説明するメタデータが付与される

ラベル付き有向グラフの形でリソースを表現できることはわかったが、具体的にコンピュータでどのような形式で処理をするの？

- N-triples, Turtle, RDF/XML, RDF/JSON, RDFa, JSON-LDなど様々なシリアライゼーション(変換)フォーマットが存在

相互に変換可能
https://www.easyrdf.org/converter

N-Triples

- ＜URI＞をスペースで分けて並べる最も原始的な記法。
- トリプルはピリオドで区切る。
- 拡張子は.ntとすることが多い
- CSVからの変換が楽

<http://ja.dbpedia.org/resource/電気通信大学> <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#label> “電気通信大学” .

<http://ja.dbpedia.org/resource/電気通信大学> <http://dbpedia.org/ontology/country> <http://ja.dbpedia.org/resource/日本> .

RDF/XML

XMLタグの入れ子構造でRDFグラフを記述している！

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<rdf:RDF
 xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" >
 <rdf:Description rdf:about="http://example.com/terms/Aさん">
    <http://example.com/terms/好き>
        <rdf:Description rdf:about="http://example.com/terms/犬" />
    </http://example.com/terms/好き>
 </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

【名前空間】
以降で青文字部分を「**rdf:**」に省略できる（カプセル化）

名前空間定義してないからURIをフルスペルで書いてる

緑文字はリソースを記述する決まり文句

ファイルの拡張子は「.rdf」とするのが慣習。
XMLエディタで開きたい場合は「.xml」

Terse RDF Triple Language (Turtle)

XML形式は幅広いシステムで利用可能だけど長い！

【名前空間】
以降で青文字部分を「**ex:**」
に省略できるよ

```
@prefix ex: <http://example.com/terms/> .

<http://example.com/terms/Aさん>
        ex:好き    ex:犬 , ex:猫 ;
        ex:誕生日 "2012-01-01T00:00:00"^^xsd:dateTime .
```

ピリオド忘れずに！

省略しない場合は< >で
URIをくくる

同じプロパティの値が複数
ある場合はカンマで列挙可

リテラル値のデータ型

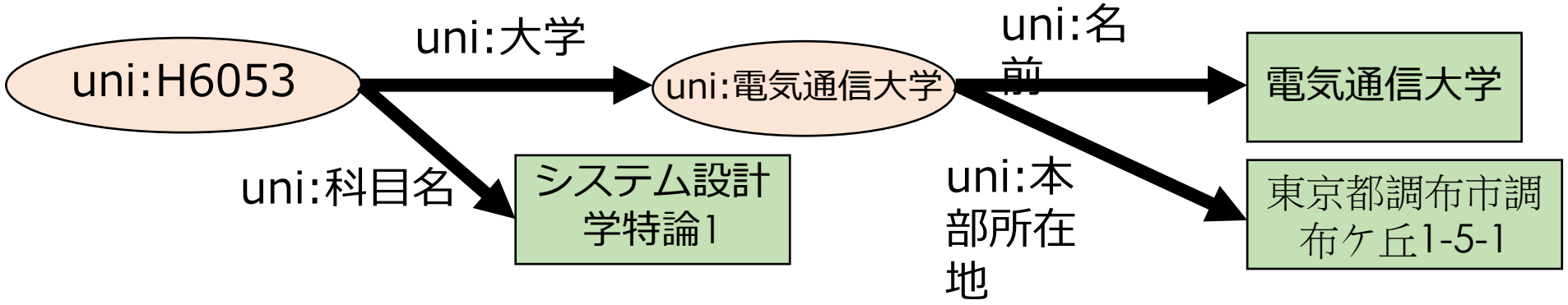
ファイルの拡張子は「.ttl」とするのが慣習。
対応しているシステムが限られるが記述が楽！

その他のシリアライゼーション：JSON-LD

- JSONでのデータ交換や、HTMLのscriptタグへの埋め込みに利用されている
- 拡張子は.jsonや.jsonld

```
{
  "@context": {
    "dbo": "http://dbpedia.org/ontology/",
    "rdf": "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#",
    "rdfs": "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
},
  “@id”: “http://ja.dbpedia.org/resource/電気通信大学",
  "dbo:country": {
    "@id": "http://ja.dbpedia.org/resource/日本"
  },
  “rdfs:label”: “電気通信大学"
}
```

トリプルの連鎖の例



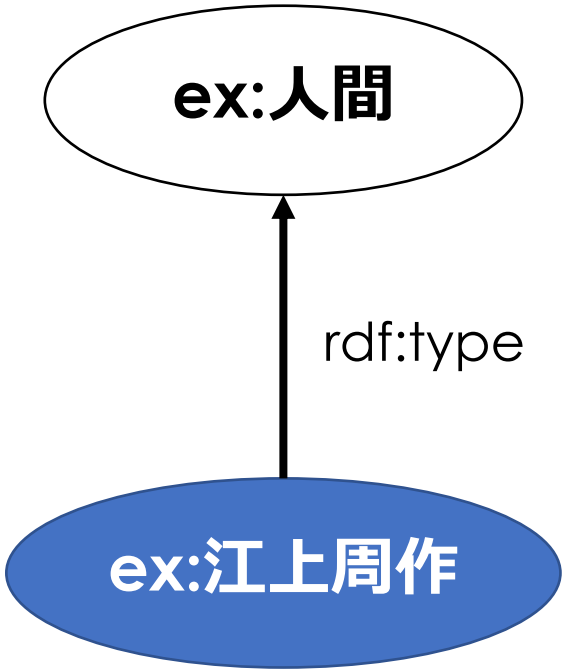

```
@prefix uni: <http://www.mydomain.org/uni-ns/> .
uni:H6053
        uni:科目名 “システム設計学特論1" ;
        uni:大学 uni:電気通信大学 .
uni:電気通信大学
        uni:名前 "電気通信大学" ;
        uni:本部所在地 "東京都調布市調布ケ丘1-5-1" .
```

○はリソース
□はリテラル

W3C RDF Validation Service

- RDF/XML文書またはRDF/XML文書が置かれたURLを入力すると，文書の妥当性の確認やトリプルの視覚化を行ってくれるサービス
- URL: http://www.w3.org/RDF/Validator/
- 日本語を含むトリプルを視覚化したい場合には，「Graph format」を「SVG-embedded」または「SVG-link」とする
  - SVG(Scalable Vector Graphics)は，XMLをベースとした2次元ベクターイメージ用の画像形式の一つ
- **より見やすい日本語サイト**
  - https://www.kanzaki.com/works/2009/pub/graph-draw

クラスとインスタンス



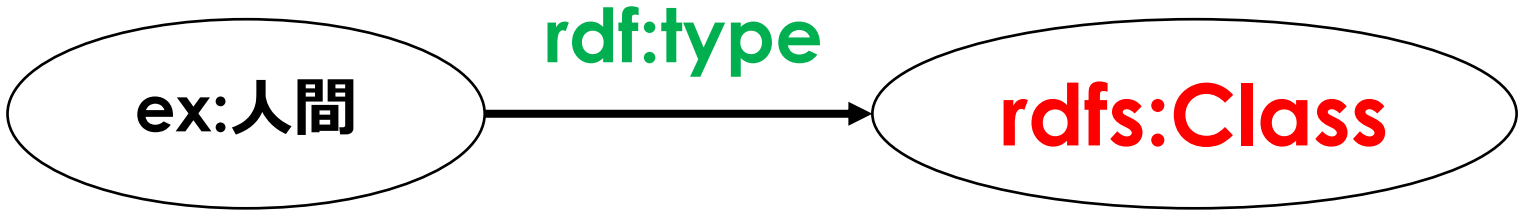
「人間」さんは実在しない。
概念，カテゴリ，グループのニュアンス。
こういうのを**クラス**という

「江上周作」は実在する。
人間を具体化させたものの一例。
人間クラスのインスタンスという。

クラスとインスタンス

「ex:人間」を普通のリソースではなく**クラス**として定義する！

書きたい情報「ex:人間はクラスである」



「rdfs」は「http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#」

RDFSはクラスを定義するための用語をRDFで提供している。
↑アクセスしてみるとRDFSのTurtleが見れる

クラスの指定には「rdf:type」を使う決まり

インスタンスの定義方法

- クラスのインスタンスを定義するためには，rdf:typeプロパティを用いる
  - リソースがクラスであることを定義するためにも，rdf:typeプロパティを用いた
- クラスのインスタンスの集合のことをクラスの外延と呼ぶ
- 例：ex:太郎（インスタンス）はex:Person（クラス）である

ex:太郎 rdf:type ex:Person .

クラスの階層関係

「ex:人間」を「ex:哺乳類」のサブクラスとして定義する

書きたい情報「ex:人間はex:哺乳類の<u>サブクラスである</u>」

**階層関係を意味するプロパティとして
rdfs:subClassOfが一般的に使用される。**

クラスの階層関係

「ex:人間」を「ex:哺乳類」のサブクラスとして定義する

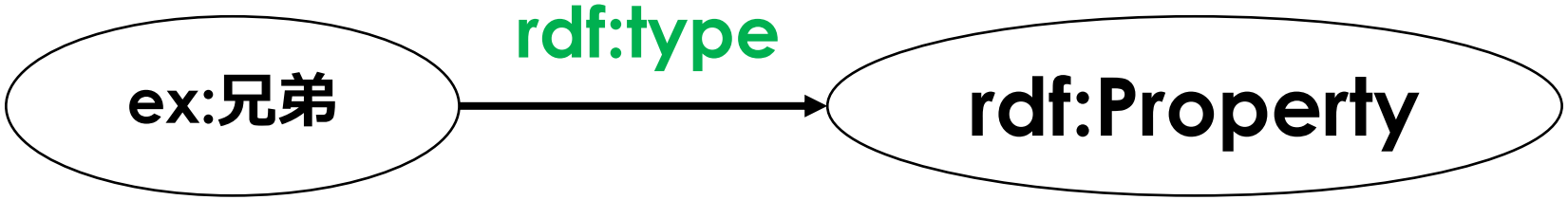
書きたい情報「ex:人間はex:哺乳類のサブクラスである」

この定義をした上で
「ex:Aさん rdf:type ex:人間 .」と書くと,
「ex:Aさん rdf:type ex:哺乳類 .」を
記述しなくても当然導ける＝【推論可能】

プロパティ

「ex:兄弟」をプロパティとして定義する

書きたい情報「ex:兄弟はプロパティ<u>である</u>」



プロパティの階層関係

「ex:兄弟」を「ex:親族」のサブプロパティとして定義する！

書きたい情報「ex:兄弟はex:親族のサブプロパティである」

兄弟プロパティを使って「A ex:兄弟 B .」と書くと，
「A ex:親族 B .」が当然導ける＝【推論可能】