

地震観測データの知識グラフ構築

Knowledge Graph Construction for seismic data

上松 大輝（総合研究大学院大学/国立情報学研究所）

hiroki_u@nii.ac.jp

本研究では、地震データを整理して地震 Linked Open Data (LOD) の作成と公開を行った。また、地震データを Linked Data で表現するために、地震に関するオントロジーを作成した。Linked Data とは、Web 上のデータを互いにつなげることで公開、共有する仕組みで、オープンな Linked Data はオープンな Linked Open Data と呼ばれる。

地震動は波形データとして記録され、震源パラメーターの推定、地下構造の推定などさまざまな研究に使われている。またこれらの大量に蓄積された波形データは近年地震学の分野で盛んに用いられる機械学習において、震度予測や、観測波形の分類、P 波/S 波の検測等の機械学習を用いた研究の教師データとして利用されている。機械学習には大量の良質な教師データが必要であるため、地震観測網で観測されたデータは有用だが、それらの収集には困難が伴う。例えば、防災科学研究所の波形データの取得サイトには API 等は用意されておらず、ユーザが日付時刻や震源、観測点等を指定して手動で波形データをダウンロードする必要がある。また、研究者が独自に観測した波形データや、気象庁や地方自治体の観測網を横断して検索するためには、波形データを集約したデータベースの作成等が考えられる。しかし、波形データの再公開はできず、また波形データを一意に指し示す URI を持たないため、研究者独自のデータベースが乱立することとなり、再利用可能なオープンな波形データベースの作成は難しい。一方、海外では、USGS など観測点や震源データの公開をしている機関があり、FDSN ではそれらのデータをまとめて検索可能としている。

そこで、地震動を観測した観測点の情報や震度、観測時刻、また観測された波形から推定された震源の位置やマグニチュードなど、「地震」のメタデータを収集し、Linked Data の



図 1 地震オントロジーのグラフ構造

形式で公開する。Linked Data は事物や概念が一意的 URI を持ち、リンク構造を持つことでデータ同士をつなぐことができる。Linked Data では、事物や概念のリンク構造をトリプルと呼ばれるモデルで表現し、Web サイトのリンクを辿ることと同様に、プロパティ（リンク）を辿ることで、データを辿ることができる。ここで、Web サイトのリンクは、単なるつながりを示しているが、Linked Data のトリプルではリンクとなるプロパティも URI を持ちリンクの関係性を示している。

作成した地震オントロジーは、地震データに特化したプロパティとして、震源や震度、観測時刻など地震動に関する語彙や観測点に関する語彙を新たに定義する。例えば、「地震動」は、「震度」「マグニチュード」「発生時刻」等の語彙をプロパティとして持つ。また、「観測した波形」という語彙をプロパティとすることで、ある地震動を観測した波形のトリプルが作成され、「地震」そのものを観測することは難しいが、観測された地震動のリンク構造から「地震」を表現することが可能となる。図 1 に、地震オントロジーの関係性をグラフ構造を用いて示す。地震波形が観測点で観測され、その結果、震源が推定される。

次に、地震オントロジーを用いて、気象庁の地震カタログと FDSN に登録されたデータを RDF に変換し、地震 LOD として公開した。作成した地震 LOD は、SPARQL と呼ばれる RDF 検索用のクエリを用いて検索することができる。リスト 1 は、2018 年以降に発生した最大震度 5 強を観測した地震のうち、計測震度 4 以上の観測波形と震源の情報を取得するための SPARQL クエリである。LOD 化することで、複雑な条件のデータを検索することが可能となる。

リスト 1 SPARQL クエリ例

```
PREFIX jpe: <https://seismic.balog.jp/ontology/jp-earthquake.ttl#>
SELECT DISTINCT * where {
  ?s a <https://seismic.balog.jp/ontology/jp-earthquake.ttl#hypocenter> .
  ?s jpe:originTime ?origin .
  ?s jpe:shindo ?shindo.
  FILTER(xsd:dateTime(?origin) > "2018-01-01T00:00:00"^^xsd:dateTime)
  FILTER CONTAINS(xsd:string(?shindo), '震度 5 強')
  ?obs_wave jpe:hasHypocenter ?s ;
    jpe:observedBy ?sta ;
    jpe:calcShindo ?calcShindo.
  FILTER (?calcShindo >= 4 )
  ?sta rdfs:label ?name .
} ORDER BY ?sta
LIMIT 100
```

本発表では、地震語彙の作成、観測波形や震源の情報をもとに地震に URI を付与することで Linked Data の形式での公開について述べる、さらに、地震データおよび学習データとして利用可能な地震カタログの可用性と流通の可能性を検討する。