第20回情報知識学フォーラム予稿

Linked Dataによる分野連携型データベースの枠組み

The framework for cross-disciplinary databases with Linked Data

武田英明^{1*}, 加藤文彦², 大向一輝³

Hideaki TAKEDA^{1*}, Fumihiko KATO², Ikki OHMUKAI³

1 国立情報学研究所, 総合研究大学院大学

National Institute of Informatics

〒101-8430 東京都千代田区一ツ橋2-1-2

E-mail: takeda@nii.ac.jp

2 情報・システム研究機構, 国立情報学研究所

Research Organization of Information and Systems

〒105-0001 東京都港区虎ノ門4-3-13 ヒューリック神谷町ビル2階

E-mail: fumi@nii.ac.jp

3 国立情報学研究所, 総合研究大学院大学

National Institute of Informatics

〒101-8430 東京都千代田区一ツ橋2-1-2

E-mail: i2k@nii.ac.jp

本稿ではLinked Dataの仕組みがいかに分野を横断して連携するデータベースを構築することを可能としているかを述べる。Linked DataはセマンティックWebの技術を使い、Web of Data、すなわちDataが相互につながったような世界をつくることを可能とする。実際、世界においてはDBpediaを中心として500以上のデータセットが相互につながっている。国内においては著者らが2012年よりDBpedia Japaneseを公開・運営することで、同様の活動を広めている。実際、2012年以降、50以上の研究報告があり、20件のデータセットがリンクされており、15件のアプリケーションが報告されている。またその内容も生物学から文化的コンテンツまで幅広く、様々なデータベースがリンクできることがわかる。

In this article, we discuss how Linked Data is suitable to create cross-disciplinary database with respect to the mechanism and the existing datasets. Linked Data mechanism is to provide “web of data” by describing data with RDF while the traditional Web pages consist of “web of documents” with HTML. In particular, DBpedia, LOD of Wikipedia, has accelerated creation of other LODs since

DBpedia works as a hub to link cross-disciplinary datasets. We have launched DBpedia Japanese with expecting the same effect in Japan. Indeed, we observed many new activities to expend Linked Data cloud in Japan, more than 50 technical reports, 20 directly linked datasets and 15 applications.

キーワード: Linked Data, Linked Open Data (LOD), DBpedia, DBpedia Japanese, 分野横断型データベース
Keyword: Linked Data, Linked Open Data (LOD), DBpedia, DBpedia Japanese, cross-disciplinary database

1 はじめに

Linked Open Data (LOD) とは Web 技術、ことにセマンティック Web の技術を用いたデータの公開・共有の技術を持ったデータベースのことである。World Wide Web (以下 Web) がその技術によって、世界中の文書がインターネットを介して繋がった世界 (Web of Documents) を作ったのに対して、LOD はデータの繋がった世界 (Web of Data) を作ることを可能としている。Web の画期的な点は、これまで本や個別の文書に閉じていた情報同士の関係をオープンかつプラットフォームに結びつける仕組みを提供したことであり、このことによりこれまでの社会にあった様々な部門や組織、分野にあった様々な情報が一様に結びつくようになった。LOD も同様にこれまでの部門や組織、分野などを超えてデータが結びつくことを可能としている。

本稿では、まず LOD の概要を述べた上で、LOD が実際に使われている状況についての報告を行う。ことに日本においてはこの2年ぐらいで LOD が急速に利用されるようになっていく。その点について調査結果を報告する。

2 Linked Open Data (LOD) とは

セマンティック Web とは Tim Berners-Lee 氏が提唱した現行の Web より高度に知識を記述できる Web をつくるというビジョンである。そのポイントは

Web のグローバルな情報共有空間はそのままに、その上に標準的なメタデータの記法である RDF やそのスキーマを記述する言語 (RDF Schema や OWL) を用意することで、グローバルに知識を共有する仕組みである。Linked Open Data (LOD) は基本的にこのセマンティック Web の技術を使っている。ただし、記述する対象が文章からなる文書的情報 (HTML 文書) ではなく、データであることだけが違いである。

LOD を構成する仕組みが簡単である。まず、RDF (Resource Description Framework) という言語で全てを書く。RDF はとても簡単な言語で、「主語」「述語」「目的語」に相当する3つ組で全ての情報を書く言語である。例えば「AさんはBさんを知っている」という関係は「A knows B」という3つ組で表現される。このとき表現したい事物 (例えば、前述の例では A、B) には個別の URI を与える。URI は URL を一般化したもので URL も含んでいるものであるが、URL は Web ページの場所を示す (その URL を見にいけば Web ページがある) のに対して、URI は必ずしも Web ページがなくてもよい。ここでは個々の事物に URI を振ることで、URI が世界中でユニークな ID として使えることが重要である。また事物だけでなく関係も URI で表現することができる。そうすることで、ある3つ組の中で使っている関係 (例えば knows) が別の3つ組の中で使っている関係と同一であるというこ

とを示すことができる。

原理は基本的にこれだけである。この RDF で表現された 3 つ組の情報を組み合わせていくことで、複雑なデータも記述することができるし、さらには異なるデータセットの中にあるデータ間の関係も書くことができる。

3 LODが作る世界

URI と RDF を使うことでデータはデータがどこに含まれているといったことを気にせず相互につなげることができる。これは新しいデータの世界である。Tim Berners-Lee はこの LOD を普及させるために 4 つの原則を提唱している。

1. 事物を URI を使って名前付けしよう
2. 名前の参照が HTTP URI でできるようにしよう
3. URI を参照したときに関連情報が手に入るようにしよう
4. 外部へのリンクも含めよう

この原則に基づくデータセットは相互につながり、データセットのネットワークができる。これを LOD Cloud と呼んでいる (図 1 参照)¹。図 1 において、丸が個別のデータセットを示し、データセットとデータセットを結んでいる線は、データセット内のデータ同士にリンクがあることを示している。

この図ではデータセットを 9 種類に分けている。政府関係(Government)、出版関係(Publications)、ライフサイエンス(Life sciences)、ユーザ生成コンテンツ

(User-generated content)、分野横断(Cross-domain)、メディア(Media)、地理関係(Geographic)、ソーシャル Web(Social web)である。

中心にあるのは DBpedia で、Wikipedia の情報を LOD 化したデータセットである。Wikipedia は百科事典なので、様々な分野の項目が含まれている。このため、他の多くのデータセットと結びつきやすい。このため、DBpedia はこの図の中心にある。なおこの図にある Data Hub と呼ばれるデータカタログに登録されたデータセットのうち、以下の基準を満たしたものである [Cyganiak 11]。

1. 解決可能な `http://`(または `https://`) URIs でなければならない。
2. `content-negotiation` 等によく使われる RDF 形式 (RDFa, RDF/XML, Turtle, N-Triples) のいずれかで RDF データを解決できなければならない。
3. 1000 トリプル以上含んでいる。
4. 他の既存データセットとの RDF リンクが 50 以上ある。
5. RDF クローリングまたは RDF ダンプ、あるいは SPARQL エンドポイントによってデータセット全体にアクセスできる。

加えて

6. 認証なしかつ無料でアクセスできる。も事実上の基準である。この図において 500 個以上のデータセットが相互にリンクし合っている。

4 DBpedia Japaneseの運用

先に述べたように DBpedia は様々なデータセットからリンクされる LOD のハブとして機能している。このようなハブがあることが

¹ "Linking Open Data cloud diagram 2014, by Max Schmachtenberg, Christian Bizer, Anja Jentzsch and Richard Cyganiak. <http://lod-cloud.net/>"

図 1 : LOD Cloud

LODの相互参照を促す仕組みとして有効である。このため、我々はDBpedia Japaneseの運用を行なっている。

DBpediaは英語版Wikipediaから作られている。このため英語版Wikipediaにある項目は存在し、その情報もLODとして提供されている。さらにWikipediaの言語間リンクの情報を利用して、もし項目に各国語版がある場合、DBpediaはその各国語版での表記をその言語のラベルとしてRDFとして記述している。このためある程度日本語で表記された項目を対応づけることはできる。しかし、日本版Wikipedia独自の項目は当然存在しないし、また各項目の属性や属性値も英語版と日本語版では異なるにもかかわらず、英語版から取得した属性・属性値しか用意されていない。このため、我々は日本語Wikipediaから構築するDBpedia Japaneseを運用することにした。

DBpedia構築に当たってはDBpedia Information Extraction Framework²と呼ばれる一連のソフトウェアを使うことで、Wikipediaからほぼ自動的に構築することができる。これは言語の異なるWikipediaに適用可能である。

ただし、いくつかのことはDBpediaを有用にするために言語ごとに行う必要があった。

- i18n(国際化)に関わるコード改善
- Wikipedia内の表記に依存した処理の対象言語への置き換え (例: 日付の処理)
- オントロジーの対応 (新しい概念の追加と既存の概念とinfoboxやその属性への対応付け)

2012年から運用を始めている。Wikipediaのほうは日々更新されているものの、DBpedia

²

<https://github.com/dbpedia/extraction-framework>

Japaneseは現在は自動更新ではなく、適宜更新されている。

5 DBpedia Japaneseの利用

先に述べたようにDBpediaは様々なデータを結びつけるハブとして期待されている。2012年から論文等でDBpedia Japaneseが利用されている件数を図2に示す³。現在のところ、全体で58件であった。

データセットに関しては20件であった（図3参照）。出版・文化関係、生物学・ライフサイエンス、政府関係が数的に多く、これは本家のLOD Cloud掲載のデータセットの傾向と似ている。

利用しているアプリケーションとしては15件を発見している（表2）。アプリケーションは汎用ツール（検索・可視化など）と特定分野の検索に大別される。とくに特定分野の検索においては音楽、スポーツから歴史まで様々な分野に適用されていることがわかる。これはDBpediaの汎用性が活かされているといえる。

6 日本におけるLOD

図1に示したLOD Cloudには国内で作られ、公開されたLODはほとんど含まれていない。国立国会図書館が公開する典拠と件名標目（Web NDL Authorities）とDBpedia Japaneseのみが掲載されている。これは本家LOD Cloudは事実上オープンデータが求められていたり、一定数の外部リンクが必要などがあるため、国内のデータセットがなかなか基準を満たせないことがある。

³ DBpedia Japaneseが利用されているかどうかを知るの容易でなく、関連する学会、国際会議や検索などを用いて調査した。このため、必ずしも網羅しているといえない。

図2：DBpedia Japaneseの研究利用推移

そこで、我々はやや基準を緩めてリンクする国内のデータセットを調査した[2]。

- ・ データ公開者が日本にいる人・組織等である
- ・ 日本語ラベルを含んでいる
- ・ 1000 トリプル以上含んでいる
- ・ 本家図か JLDC 図の既存のデータセットとの RDF リンクが 10 以上ある
- ・ 参照解決可能な状態、データダンプ、あるいは SPARQL エンドポイントのいずれかによってデータセットを公開している

この基準に従ったデータセットのネットワークを図4に示す。

7 LOD 化に関する考察

7.1 繋がるデータのメリット

表 1 : DBpedia Japanese にリンクしているデータセット

データセット名称	分野	URL
J-GLOBAL knowledge	出版、文化(Publication)	https://stndf.globalist.jp/
LODAC Museum	出版、文化(Publication)	http://lod.ac
日本語Wikipediaオントロジー	汎用(Cross-domain)	http://www.wikipediainontology.org
LODAC Species	生物学、ライフサイエンス (Life Science)	http://lod.ac/species/
京都国際マンガミュージアム書誌情報LOD	出版、文化(Publication)	http://mlab.s.is.tsukuba.ac.jp/lodc2012/kmm/
GeoLOD	地理(Geographic)	http://geolod.ex.nii.ac.jp/
ライフサイエンス辞書	生物学、ライフサイエンス (Life Science)	http://lod.bids.jp
WordNet-ja	汎用(Cross-domain)	http://wordnet.jp
Open DATA METI LOD	政府(Government)	http://datameti.go.jp
東日本大震災アーカイブ Fukushima	政府(Government)	http://fukushima.archive-disasters.jp
議員LOD	政府(Government)	http://mlab.s.is.tsukuba.ac.jp/lodc2012/aenkyo/
ヨコハマ・アート・LOD	出版、文化(Publication)	http://fp.yafp.org/yokohama.art.lod
青空文庫 Linked Open Data	出版、文化(Publication)	http://mlab.s.is.tsukuba.ac.jp/lodc2012/aqzonlod/
NHK映像マップみちしるLOD	メディア(Media)	http://mlab.s.is.tsukuba.ac.jp/lodc2013/michishiru/
ねじLOD	産業(Industry)	http://monodzukuri.lod.org/nej/
LSJ: Location Site of Japanimation	地理(Geographic)	http://cheese-factory.info/
環境リポジトリプロトタイプシステム	生物学、ライフサイエンス (Life Science)	http://rinhexens.chikyu.ac.jp
Geonames.jp	地理(Geographic)	http://geonames.jp
lod4all自治体名からdbpediaのエントリーにリンク	地理(Geographic)	http://lod4all.net/lodc/city-comp
Evacva	政府(Government)	http://evacva.net

表 2 : DBpedia Japanese を利用したアプリケーション

名前	分類	URL
ここベディア	地図ナビゲーション	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.midonit.kokopedia&hl=ja
プロ野球国産サーチ	特定分野検索(スポーツ)	http://innemssearch.com
MusioSPARQL	特定分野検索(音楽)	http://musiosparql.appspot.com
日本の大学	特定分野検索(大学)	http://uedayou.net/SPARQLTimeline/view/?url=1355715471-8021sch
SPARQL Timeline	検索・可視化ツール	https://github.com/uedayou/SPARQLTimeline , http://uedayou.net/SPARQLTimeline/
n次の隣たり	検索・可視化ツール	http://nizinho.datarazure.websites.net/
DBpedia Japanese 簡単サーチ	検索・可視化ツール	http://oddsaka.hozo.jp/EasyLOD/index_dbpedia_ja.html
Wikipedia Category Consistency Checker	検索・可視化ツール	http://news.sist.hokudai.ac.jp/wc3c
LOD4ALL	検索・可視化ツール	http://lod4all.net
電子書籍リマインダー	検索・可視化ツール	http://olpoint-reminder.appspot.com/#pub-intro
DashSearch LD	検索・可視化ツール	http://www.wahlralp.com/DashSearchSparql/
疾病コンパス	特定分野検索(疾病)	http://loda.mia-ontology.jp/
バイオメテックス・オントロジーによるキーワード探索システム	特定分野検索(生物)	http://biomimetics.hozo.jp/
東日本大震災アーカイブ Fukushima	特定分野データベース	http://fukushima.archive-disasters.jp
ウィキ町史ビューアー	特定分野検索(歴史)	http://com-study.appspot.com/my-town-timeline

1 章で述べたように LOD を使うことで繋がるデータを公開できる。データベース公開側にとって二つの意味がある。一つは、外部へのリンクを含むことで、自分のデータベース利用者の便益を上げるということである。例えばある美術作品のメタデータを公開している時、その作者を文字列だけで示すのではなく、DBpedia の該当項目へリンクをつけることで、データベース利用者はより便利に使うことができる。に番目の意味は、他のデータベースから自分のデータへリンクを貼ってもらうことによる、データベースの利用の促進である。自分のデータベースにある美術作品が他で言及されている時に、この項目にリンクをつけて

もらえれば、これまで自分のデータベースの利用者でない人も結果的に利用することになる。

7.2 LOD に向くデータベース

どんなデータベースでも原理的に LOD 化することは可能であるが、ときに LOD 化のメリットが大きいデータベースは以下のようなものである。これは前章のメリットに対応するものである。

1. 自身がハブ的データになっているもの：すなわち、他から参照される利用の仕方が多いものは、LOD 化のメリットは大きい。DBpedia もそうであるし、辞書なもの、あるいは分野ごとの基礎的なデータベース（例えば医薬品のデ

ータベース、生物種のデータベース、人名データベース) などが含まれる。

- 外部参照を含むことで自分のデータの価値が上がるもの：美術品データベース、書誌などは典拠や人名などのデータベースにリンクすると自身の利用価値が上がる。
- そもそも構造がネットワーク的なデータベース：外部参照、被参照がなくて、例えば SNS のデータなど、自分自身がネットワーク構造のデータあるものは LOD 化したほうが利用しやすいデータベースになる。

7.3 LOD を念頭においたときのデータベース設計

このような外部参照、被参照を前提としたとき、データベースの設計も自ずと変わってくる。

- データのエンティティの単位を明確にする。一つの事象、事物に対応するようなエンティティを用意して、それに明確な方法で（できれば識別子に基づいて）URI を与える。そのエンティティにその事象、事物に直接関係しないようなことは含めないようにする。
- データ構造を複雑にしない。データ構造が複雑になる場合、往々にして本来分離すべき別の事象・事物をまとめて構造にしていることがある。そういう事物・事象は別のエンティティとして管理し、リンクで関係付ける。
- データ構造は汎用のスキーマを参照して設計する⁴。そのまま使えなくても対

⁴ 例えば、Linked Open Vocabulary (LOV, <http://lov.okfn.org/dataset/lov/>) には世界の LOD で使われているスキーマが登録されている。また経済産業省/IPA が開発して

図 3 : Japanese Linked Data Cloud (JLDC)

応関係を書くなど、汎用スキーマとの関係を記述することが望ましい。

- 個々のデータベースはその主題に関するデータ提供に徹する。もし、データベースの主題ではないが、ユーザにとって有用な情報があり、それが他のデータベースによって提供される情報であるならば、他のデータベースへのリンクによって補うようにする。

これは LOD として利用価値の高いデータベース設計の方法論であるが、またこれは管理しやすく、長期にわたって維持更新のしやすいデータベースの設計方法論でもある。

8. まとめ

本稿では Linked Data がいかに分野横断的データベースを作りうるかついて、実例を交えながら説明を行った。データがリンクするこ

いる標準語彙基盤

(<http://goikiban.ipa.go.jp/>) もある。

とで、様々な分野が繋がるというのは、単に便利になる以上の価値がある。思いがけない分野の組み合わせが生まれ、新しい研究が生まれる可能性がある。このためまずはよく整備されたデータベースを持っている研究者・機関はそれをLinked Data化することで、このweb of dataの世界を広げる先陣となることが望まれる。

参考文献

- [Cyganiak 11] Cyganiak, R, Jentzsch, A:
The Linking Open Data cloud diagram,
<http://lod-cloud.net> (2011)
- [2] 加藤文彦, 武田英明, 小出誠二, 大向一輝: 日本語Linked Data Cloud の現状, 人工知能学会全国大会(第28回), No. 1G5-OS-19b-7, 松山市 (2014).