



Christian Bizer Freie Universität Berlin, Germany

Tom Heath Talis Information Ltd, UK

Tim Berners-Lee Massachusetts Institute of Technology, USA

翻訳：萩野達也 慶應義塾大学 環境情報学部

Linked Data の仕組み

Linked Data - The Story So Far

[原文] Bizer, C., Heath, T. and Berners-Lee, T.: Linked Data - The Story So Far, International Journal on Semantic Web & Information Systems, Vol.5, Issue 3, pp.1-22, 2009. に Christian Bizer が追加・修正したものより許可を得て翻訳。
原文の著作権は IGI Global に所属します。

構造化されたデータを Web 上に公開し、それらを関係させる先進的な取り組みが Linked Data である。近年 Linked Data を使ってデータを公開するサイトが増えたことで、データの Web (Web of Data) と呼ばれる何百億という事実の表明を含んだグローバルなデータ空間ができあがった。ここでは、Linked Data の概念とその技術的な原理について説明した後、Web 上における Linked Data の現在までの発展について紹介する。

データの Web

World Wide Web は、グローバルな情報空間における文書の公開と入手を容易にしたことで、知識共有の仕方を劇的に変えた。ハイパーテキストのリンクによって、ユーザは Web ブラウザを使って情報空間をたどることが可能になり、検索エンジンは文書の索引付けと文書間のリンク構造を解析することができ、ユーザの検索に対する関連性を導くことが可能になった。Web の際限のない発展を支えているのは、Web の汎用的でオープンであり拡張可能であるという特徴である。

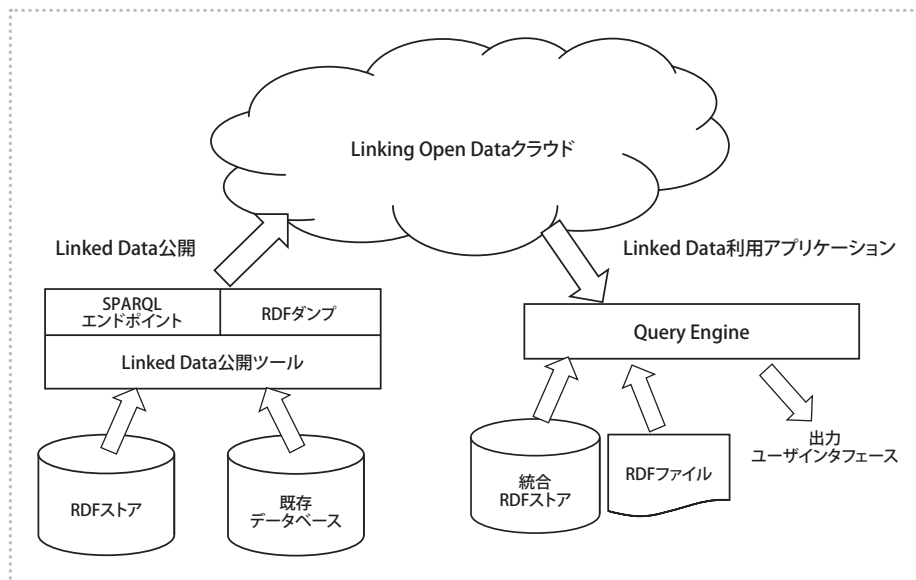
Web の利点について議論の余地はないのに、文書の Web の発展を可能にした原理は、データに対してはこれまで適用されていなかった。Web 上に公開されるデータは、CSV や XML 形式の生デー

タとして置かれたり、HTML の表として置かれたりしたため、データの構造や意味のほとんどが犠牲にされてきた。ハイパーテキストによる Web では、リンクされた 2 つの文書間の関係の意味は明示的に示されない。HTML は、文書中の個々のオブジェクトを関連する別のオブジェクトに意味の付いたリンクによって結び付けることができず、データ形式としてはその表現能力が不十分である。

しかし、最近になって Web は、リンクされた文書だけのグローバルな情報空間から、文書とデータの両方がリンクされたグローバルな情報空間に進化し始めた。この進化を支えているのが、Linked Data として知られる構造化されたデータを公開および関係させる先進的な仕組みである。Linked Data によって、Web は、人、企業、書籍、科学論文、映画、音楽、テレビおよびラジオの番組、遺伝子、タンパク質、薬および臨床試験、ネットコミュニティ、統計および科学データ、批評などの幅広い分野のデータを関係することができる、グローバルなデータ空間を含むデータの Web (Web of Data) に拡張される。汎用の Linked Data ブラウザを使うと、ユーザは 1 つの情報源からリンクによって関連するさまざまな情報源にたどり着くことができる。Linked Data の検索エンジンは、リンクをたどり情報源を巡回することによってデータの Web からデータを

Linked Data システムアーキテクチャ

Linked Data の公開は、既存のデータベースあるいは RDF ストアに対して公開用ツールなどを使って公開する。Linked Data を利用するアプリケーションは LOD クラウドのデータとローカルに統合した RDF ストアのデータに対して問合せを行うことで処理を行う。



SPARQL エンドポイント (SPARQL endpoint)

RDF ストアなどに格納した RDF データに対して、決められたプロトコルによって SPARQL 問合せに応答するサービスのこと。RDF データを公開する場合、SPARQL エンドポイントを公開することによって行うことも多い。

RDF ストア (RDF store)

RDF のデータを格納したり管理したりするシステム。RDF がトリプル（主語、述語、目的語からなる 3 つ組）を基本としているため、トリプルストア（triple store）とも呼ばれる。

SPARQL 問合せ (SPARQL query)

RDF ストアなどに格納された RDF データに対する問合せを行う言語。関係データベースに対する SQL に似た構文を持つ。複数の RDF ストアをまたがる問合せも可能である。問合せの結果は XML 形式あるいは RDF グラフとして得ることができる。

RDF ダンプ (RDF dump)

RDF ストアなどに格納された RDF データを XML 形式や N3 形式として外部に吐き出したもの。

(訳者作成)

収集し、集めたデータに対して通常のデータベースと同じようにさまざまな問合せに答えることができる。Web 2.0 では固定された情報源を組み合わせることしかできなかったが、Linked Data を使ったアプリケーションは、制限のないグローバルなデータ空間上で動作する。そのため、新しい情報源が Web 上に追加されることによって、より完全な答を出すことが可能となる。このように、データの Web を利用する汎用のツールや、領域に特化した新しいアプリケーションの可能性が広がりつつある。

Linked Data とは何か

簡単に言えば、Linked Data とは、Web を使って、異なる情報源のデータを意味の付いたリンクを使って結び付けることである。異なる情報源としては、地理的場所が異なる 2 つの組織が管理しているデータ

ベースであったり、同一の組織内にあるが歴史的にデータのレベルでは相互関係するのが難しかった異なるシステムのものであったりなど、さまざまなものが考えられる。技術的に言えば、Linked Data とは、機械的処理可能で、意味が明示的に定義されていて、外部のデータとリンクしリンクされる形で公開された Web 上のデータのことである。

ハイパーテキストによる Web の構成要素が、意味の付いていないハイパーリンクで結ばれた HTML (Hyper Text Markup Language) 文書であるのに対して、Linked Data の構成要素は、RDF (Resource Description Framework) 形式のデータである。Linked Data では、これらのデータを意味の付いた RDF のリンクによって結び付ける。その結果としてできあがったデータの Web は、Web 上のデータにより記述された世の中のモノに関する Web である(図-1)。

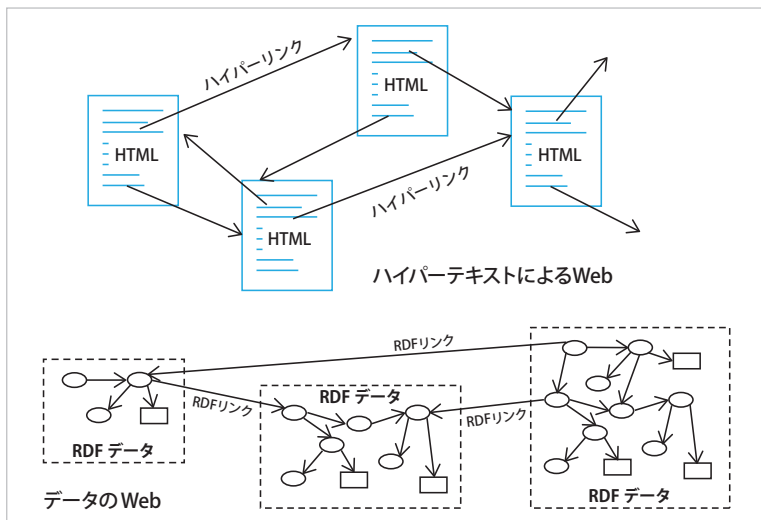


図-1 ハイパーテキストによる Web とデータの Web

Tim Berners-Lee はグローバルなデータ空間の一部としてデータを公開するときの規則として次の 4 つを挙げている¹⁾。

1. ものの名前として URI を使うこと。
2. 名前について調べられるように HTTP URI を使うこと。
3. URI を調べたときに、RDF や SPARQL などの標準技術を使って有益な情報を提供すること。
4. 他の URI を含めることによって、より多くのものを発見できるようにすること。

これらは「Linked Data の原則」として知られるようになり、Web のアーキテクチャと Web の標準を維持しながら Web の基盤を使ってデータを公開し関係する基本的な方法を示している。

● Linked Data の技術階層

Linked Data は、Web の基盤となっている 2 つの技術によって支えられている。それは、URI (Uniform Resource Identifier) と HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) である。URL は Web 上の文書やそれ以外

のオブジェクトの位置を示すものとしてよく知られているが、URI は世の中に存在するオブジェクトを識別する一般的な方法を提供する。

オブジェクトを `http://` スキーマを使った URI で識別しておく、HTTP プロトコルを使って URI を参照することによってそのオブジェクトを調べることができる。HTTP プロトコルは、(犬の写真のように) バイト列によってシリアル化された資源を取得したり、(犬自身のように) ネットワークで送ることはできないがそのものに関する記述を取得したりするための単

純で汎用的なメカニズムを提供してくれる。

URI と HTTP に加えてデータの Web で重要となる技術が RDF である。HTML が Web の文書を構造化しリンクする方法を提供するのに対して、RDF は世の中に存在するものを記述するデータを構造化しリンクするための一般的なグラフに基づくデータモデルを提供する。

RDF によるモデルではデータは主語と述語と目的語のトリプル (3 つ組) として表される。トリプルの主語と目的語は、両方とも資源を識別する URI であるか、主語が URI で目的語が文字列であるかのどちらかである。述語は、主語と目的語がどのように関連しているかを示し、同じように URI で表現される。

たとえば、RDF のトリプルを使って、URI で識別される A と B の 2 人が、A が B を知っているという事実によって関係していることを表すことができる(図-2)。

同様に、参考文献のデータベースにおいて、ある人 C と論文 D を、C が D の著者であることを表明することによって関係付けるかもしれない。このよ



図-2 RDFトリプルの例

うに関係付けられる2つの資源は Web 上の異なるデータセットのものでもよく、1つの情報源のデータを別の情報源のデータとリンクすることが許され、これによってデータの Web を作ることが可能になった。すなわち、ハイパーテキストのリンクが文書の Web を結び付けているように、RDF のトリプルが異なるデータセットのオブジェクトを関係付ける。

RDF リンク²⁾は、主語が、あるデータセットの名前空間の URI であり、目的語が別のデータセットの名称空間の URI である RDF のトリプルの形をしている。図-3 は2つの RDF リンクの例を示している。最初のリンクは、URI <http://www.w3.org/People/Berners-Lee/card#i> で識別される資源が <http://dig.csail.mit.edu/data#DIG> で表される別の資源の構成員であることを示している。主語の URI を HTTP プロトコルによって参照すると、dig.csail.mit.edu サーバはこの識別子を持つ資源に対する記述、この場合は MIT Decentralized Information Group に対する記述を、RDF を使って答える。目的語の URI を参照すると、W3C のサーバは Tim Berners-Lee を説明する RDF グラフを返す。述語の URI <http://xmlns.com/foaf/0.1/member> を参照すると、この後紹介する RDF スキーマ (RDF Vocabulary Definition Language) を使ってリンクの意味の定義を RDF によって与えてくれる。2つ目の RDF リンクは、

Linked Movie Database の映画「パルプ・フィクション」の記述と DBpedia のこの映画の記述を結び付けるために、URI <http://data.linkedmdb.org/resource/film/77> と URI http://dbpedia.org/resource/Pulp_Fiction_%28film%29 が同じ実際の映画「パルプ・フィクション」を表していることを示している。

RDF スキーマと OWL (Web Ontology Language) を使うと、世の中のを記述したり、ものの関連を記述したりするときに用いる語彙を作成することができる。語彙はクラスと属性の集まりであり、語彙自身も RDF スキーマと OWL の用語を使った RDF で表される。RDF スキーマと OWL は、対象とする領域をモデルするためのさまざまなレベルの表現力を提供している。だれでも自由にデータの Web の語彙を公開してかまわなく、その語彙のクラスと属性を別の語彙のクラスと属性に RDF のトリプルを使って結び付けることによって語彙間の対応を定義することができる。

●データの Web

資源の識別に HTTP の URI を使い、参照の機構として HTTP プロトコルを使い、資源の記述を RDF によって行うことにより、Linked Data を Web の一般的なアーキテクチャの上に直接構築することができる。したがって、データの Web はこれまでの文書



図-3 RDF リンクの例

の Web と相互に深く編み合わされた追加のレイヤと見なすことができ、次のような、文書の Web と共通の性質を多く持っている。

- データの Web は汎用的であり、どのようなデータも扱うことができる。
- だれでもがデータの Web 上にデータを公開することができる。
- データを表現する語彙を自由に選ぶことができる。
- それぞれのオブジェクトは RDF リンクにより結び付けられているため、複数の情報源をまたがるグローバルなデータグラフを作ることができ、新しい情報源の発見も可能である。

アプリケーション開発の観点からは、データの Web には次のような特徴がある。

- データ自身は、表現形式や方法から厳密に分離されている。
- データの説明は、それ自身が行っている。もし Linked Data を使うアプリケーションが、見えない語彙で記述されたデータに出会った場合、語彙を表す URI を参照することによって、その定義を見つけることができる。
- HTTP を標準のデータ参照機構として用い、RDF を標準のデータモデルとして用いることで、それぞれが異種のデータモデルを持ち、参照するインタフェースも異なる Web API と比べて、データ参照を単純にすることができる。
- データの Web はオープンであるため、アプリケーションは固定された情報源に対して実装する必要がなく、RDF リンクを実行時にたどることによって新しい情報源を発見することができる。

LODプロジェクト

Linked Data の原則を適用し利用している最も顕著な例が、W3C のセマンティック Web 教育普及グループ^{☆1}が支援しコミュニティの努力によって 2007 年 1 月に始められた LOD (Linking Open Data) プロジェクト^{☆2}である。このプロジェクトの目的は、オープンライセンスの既存のデータセッ

トを、Linked Data の原則に基づく RDF に変換し Web 上に公開することによって、データの Web を立ち上げようというものである。

プロジェクト初期の参加者は、大学の研究機関や小さな企業の研究者や開発者が主であった。プロジェクトが少し成長し始めた段階で、BBC や英国政府や議会図書館のような大きな組織による大きな貢献が追加されるようになった。だれでもが参加でき、Linked Data の原則に従ってデータを公開し、既存のデータと相互リンクすればよいという、このプロジェクトのオープンな性質がこの成長を可能にしている。LOD プロジェクトによるデータの Web の幅広さと大きさは **図-4** を見れば分かる。この LOD クラウドの図式のそれぞれのノードは 2010 年 9 月現在 Linked Data として公開されている個々のデータセットを表している。

図-4 の矢印は、2 つのデータセットの間にリンクが存在していることを示している。太い矢印は、2 つのデータセットの間に多くのリンクが存在していることをおおまかに表している。また、双方向の矢印は、互いに相手へのリンクがあることを示している。

LOD クラウドの中には、地理情報、人、企業、書籍、科学論文、映画、音楽、テレビおよびラジオ番組、遺伝子、タンパク質、薬と臨床試験、ネットコミュニティ、統計情報、世論調査結果、批評など、さまざまな分野のデータが含まれている。

データの Web の大きさは、CKAN^{☆3} 上に LOD コミュニティが集めたデータセットの統計から推測することができる。それによると、データの Web には、2010 年 9 月現在、252 億の RDF トリプルがあり、およそ 4 億 3,600 万のデータセット間の RDF リンクによって結合されている^{☆4}。図-4 を見ると、データの Web を結び付けるハブとなっているデータセットがあることが分かる。たとえば、DBpedia^{☆5,3)} は Wikipedia の記事の右側にある infobox から抽出した RDF データであり、GeoNames^{☆6} は世界中の地理的場所に関する RDF データである。この 2 つのデータセットは、よく用いるモノや概念に対する URI や

☆1 <http://www.w3.org/2001/sw/sweo/>

☆2 <http://www.w3.org/wiki/SweoIG/TaskForces/CommunityProjects/LinkingOpenData>

☆3 <http://www.ckan.net/group/lodcloud>

☆4 <http://www.w3.org/wiki/topic/TaskForces/CommunityProjects/LinkingOpenData/DataSets>

☆5 <http://dbpedia.org/>

☆6 <http://www.geonames.org/ontology/>



1. データセット中のオブジェクトに URI を与え、HTTP プロトコルで参照したときに RDF による表現を返すようにする。
2. Web 上の他の情報源に RDF でリンクしておき、利用者が RDF リンクをたどることによってデータの Web 全体をたどれるようにする。
3. 公開するデータに対してメタデータを付け、利用者が公開されたデータの質を評価したり、複数のものから選択したりすることができるようにする。

- 0001001001111001000
0001001001111001000

● URI と RDF 語彙の選択

Web のようなオープンな環境では、位置情報や名称などの同じ実世界のオブジェクトに対して複数の情報提供者がデータを公開している。情報提供者は互いのことを知らないかもしれず、同じオブジェクトを識別するために、異なる URI が用いられる可能性がある。たとえば、DBpedia はベルリンの識別子として <http://dbpedia.org/resource/Berlin> を

Webのようなオープンな

情報処理 Vol.52 No.3 Mar. 2011

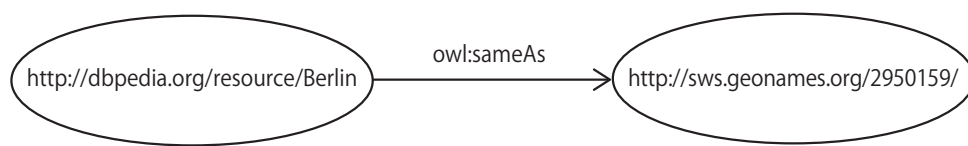


図-5 owl:sameAsによる別名URIの同一視

なるため、異なる見解や意見を Web 上で表現することができる。異なる情報提供者が同じオブジェクトに関して記述していることを知らせるために、情報提供者が別名 URI に対して owl:sameAs でリンクするのが慣例となっている(図-5)。

Web 上にデータを公開するとき、それぞれのコミュニティは、それぞれの好みの語彙を使う。そのため、データの Web では任意の語彙を並列に用いてもかまわない。しかし、一般的には任意であるが、Linked Data を処理するアプリケーションの処理を簡単にするために、可能であれば FOAF, SIOC, SKOS, DOAP, vCard, Dublin Core, OAI-ORE, GoodRelations などのよく知られた RDF 語彙の用語を使うことが推奨される。必要な用語をこれらの語彙が提供していないときにのみ、新しいその情報源固有の用語を用いるべきである²⁾。新しい用語を定義した場合には、その URI を Web 上で参照可能でその記述を得ることができるようにするべきである。これによって、利用者は用語に関する RDF スキーマや OWL による定義を取得したり、他の用語に対応させたりすることが可能になる。このように、データの Web は、共通の語彙と情報源固有の用語を必要に応じて対応させる、そのつど払い (pay as you go) のデータ統合手法を用いている。

Linked Data のデータ形式としては RDF/XML がよく用いられるが、HTML 中に RDF のトリプルを埋め込んでしまう RDFa を用いてもかまわない。この場合、他のデータ提供者が RDF リンクできるように属性に関する RDFa を使ってオブジェクトに URI を対応させるべきである。

●リンクの生成

RDF リンクはアプリケーションが情報源をたどっ

て新たなデータを発見することを可能にする。データの Web の一部となるためには、情報源は RDF リンクを使って他の情報源の関連するオブジェクトとリンクするべきである。情報源は、たくさんのオブジェクトに関する情報を提供することが多いため、RDF リンクを自動あるいは半自動で生成することがよくある。

多くの分野では、一般的に認知された命名規則があることが多い。たとえば、出版分野では ISBN や ISSN 番号が用いられ、経済分野では ISIN 識別子が用いられ、EAN や EPC コードが製品の識別子として広く用いられ、生命科学分野では遺伝子や分子や化学物質に関する確立した識別子が存在する。情報源のリンク元およびリンク先がこれらの識別命名規則をすでに用いている場合には、それらの暗黙の関係を、RDF リンクを使って明示的にすることは容易である。LOD クラウドにおいては、さまざまな情報源間のリンクを生成するためにこの方法が用いられている。

もし共通の命名規則が存在しない場合には、両方のデータ中のオブジェクトの類似性に基づいて RDF リンクを生成することが多い。類似性の計算については、データベースにおけるレコード照合および重複の発見に関する研究⁵⁾や、知識処理におけるオントロジー整合に関する研究⁶⁾の成果を用いることができる。

宣言的言語を用いて、どの種類の RDF リンクを生成し、どの類似性の値を組み合わせるオブジェクトを比べればよいか、どのように個々の値を統合して全体の値するかなどを記述するいくつかの RDF リンク生成のフレームワークが存在する。Silk フレームワーク⁹⁾は、ローカルおよびリモートの SPARQL エンドポイントに対応し、データをローカルにコピーすることなく分散環境で動作するように設計されている。LinQL フレームワーク⁷⁾は、関係



データベース上で動作し、D2R サーバや Virtuoso などの RDF 対応ツールとデータベースを組み合わせるように設計されている。

●メタデータ

データ利用者の利便性を向上させるために、Linked Data はいくつかの種類のメタデータとともに公開されなくてはならない。利用者が公開されたデータの質を調べ、データを信頼してよいかを判断するためには、データには、作成者や作成日および作成方法などのメタ情報がなければならない。データの出所に関するメタ情報の記述には、Dublin Core の用語あるいはセマンティック Web 公開語彙⁴⁾を用いることができる。

それぞれの処理のために Web データを参照する最も効率が良い方法が何であるかを選択するために、データ提供者はデータや他のデータとの相互関係を表すための技術的なメタデータを記述することも可能である。サイトを巡回して RDF データを集めるセマンティック Web クローラのためのサイトマップの拡張を使い、URI を参照する以外にどのような方法 (SPARQL エンドポイント、RDF ダンプ) があるのかをデータ提供者が示すことができる。データやそのデータに接続しているリンクに関する統計的な情報を分類したり提供したりする用語については、voiD (Vocabulary Of Interlinked Datasets) の定義を用いるとよい。

●公開用ツール

さまざまな Linked Data の公開用ツールが開発されている。ツールとしては、RDF ストアの内容を Linked Data として Web 上に公開するものと、RDF になっていないレガシーな情報源の上に Linked Data としての表現を与えるものがある。これらのツールを使うことで、同じ URI に対してクライアントからの情報に従いオブジェクトに関する RDF データを返すか、オブジェクトを説明する文書を返すかを自動的に選択するコンテンツネゴシエーションなどの技術的な詳細や、Linked Data コミュニティの慣例に従って公開していることの確認の手間を省く

ことができる^{2), 8)}。どのツールも、URI による RDF の記述の参照をサポートしている。いくつかのツールは、データに対する SPARQL 問合せをサポートしたり、RDF ダンプの公開をサポートしたりする。

《D2R サーバ》

D2R サーバは RDF になっていない関係データベースを Linked Data として Web 上に公開するツールである。データの関係スキーマと RDF 語彙との対応を宣言的な言語を用いて定義する。この定義に従い、D2R サーバは既存のデータベース上に Linked Data による表示を提供する。利用者は SPARQL プロトコルによるデータの問合せを行うこともできる。

《Talis プラットフォーム》

Talis プラットフォームは HTTP で利用可能な SaaS (Software as a Service) を提供し、RDF による Linked Data を直接格納することができる。アクセス権が許せば、Talis プラットフォームのストレージは SPARQL エンドポイントあるいは Linked Data の原則に従った REST API として利用可能である。

《Triplify》

Triplify ツールキットを利用することで、既存の Web アプリケーションに Linked Data のフロントエンドを追加する拡張が可能である。SQL 問合せテンプレートに基づき、Triplify はアプリケーションのデータベース上に Linked Data と JSON による表示を提供する。

Linked Data サイトのデバッグには、Vapour^{☆7} 検証サービスを利用するとよい。Vapour は、公開されているデータが Linked Data の原則とコミュニティの慣例に基づいているかを検証する。

Web の次の進化に向けて

Linked Data の原則を取り入れたデータ提供者が増えたことによって、何百億の RDF のトリプルからなるグローバルなデータ空間が Web 上に作られた。これまで Web が文書の公開と利用の革命をもたらしてきたように、Linked Data はデータの収集と利用に革命をもたらす可能性がある。Web の API を用いれば、Web 上の異なる情報源の内容を組み合わせた強力なアプリケーションを作成できる

☆7 <http://vapour.sourceforge.net/>



ことが分かった。しかし、開発者は、前もって与えられた固定されたデータセットだけを使わなければならないだけでなく、データモデルが複雑で、アクセス方法もさまざまであるデータセットを扱うためには、新たな開発手法を模索しなくてはならなかった。これに対して、Linked Data を用いることで、Web をグローバルな共通のデータ基盤とし、制限のない情報源の上で、標準的なアクセス機構により動作するアプリケーションが可能となる。いくつかの研究課題はあるが、Linked Data は Web の可能性を最大限に引き出すための次の進化のための大きな一歩を提供してくれるだろう。

参考文献

- 1) Berners-Lee, T. : Linked Data-Design Issues (online) available from (<http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>) (2006, accessed 2006-7-23).
- 2) Bizer, C., Cyganiak, R. and Heath, T. : How to Publish Linked Data on the Web (online) available from (<http://www4.wiwi.fu-berlin.de/bizer/pub/LinkedDataTutorial/>) (2007, accessed 2009-6-14).
- 3) Bizer, C., et al. : DBpedia-A Crystallization Point for the Web of Data, Journal of Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web, Vol.7, pp.154-165 (2009).
- 4) Carroll, J., Bizer, C., Hayes, P. and Stickler, P. : Named Graphs, Journal of Web Semantics, Vol.3(4), pp.247-267 (2005).
- 5) Elmagarmid, A., Ipeirotis, P. and Verykios, V. : Duplicate Record Detection : A Survey, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol.19(1), pp.1-16 (2007).
- 6) Euzenat, J. and Shvaiko, P. : Ontology Matching, Springer, Heidelberg (2007).
- 7) Hassanzadeh, O., et al. : A Declarative Framework for Semantic Link Discovery over Relational Data, Poster at 18th World Wide Web Conference (WWW2009) (2009).
- 8) Sauermaann, L. and Cyganiak, R. : Cool URIs for the Semantic Web, W3C Interest Group Note (online) available from (<http://www.w3.org/TR/cooluris/>) (2008, accessed 2009-6-14).
- 9) Volz, J., Bizer, C., Gaedke, M. and Kobilarov, G. : Discovering and Maintaining Links on the Web of Data, Proceedings of the International Semantic Web Conference 2009 (2009).

(平成 22 年 10 月 30 日受付)

Christian Bizer christian.bizer@fu-berlin.de

ドイツベルリン自由大学教授で、Web-based Systems Group リーダーを務める。分散データ空間におけるデータ品質評価、データ統合に関する研究に従事。Linking Open Data コミュニティ、DBpedia プロジェクトの発起人の 1 人。

Tom Heath tom.heath@talis.com

英国オープン大学 PhD in Computer Science 取得。現在、英国 Talis Information Ltd にて、Platform Division 主任研究員。Linked Data の分野で集合知、ヒューマン・コンピュータ・インタラクションに関する研究に従事。

Tim Berners-Lee timbl@w3.org

WWW の創設者。米国マサチューセッツ工科大学 Laboratory for Computer Science and Artificial Intelligence (CSAIL) 教授、英国サウサンプトン大学情報科学部教授。2001 年から、英国王立協会フェローを務める。

萩野 達也 (正会員) hagino@sfc.keio.ac.jp

1981 年京都大学理学部卒業、1987 年英国エジンバラ大学 PhD in Computer Science 取得。京都大学を経て、現在、慶應義塾大学環境情報学部教授。ソフトウェア科学、Web 技術等に興味を持つ。World Wide Web Consortium アジア地区担当副ディレクター。日本ソフトウェア科学会、電子情報通信学会各会員。

