

リポジトリシステムを利用した 先祖由緒井一類附帳データベースの構築

林 正治¹⁾ 堀井 洋²⁾ 堀井 美里²⁾ 宮下 和幸³⁾ 中野 節子⁴⁾ 山地 一禎⁵⁾ 高田 良宏⁶⁾

1) 一橋大学情報基盤センター 2) 合同会社 AMANE

3) 金沢大学人間社会環境研究科 4) 金沢大学人間社会研究域歴史言語文化学系

5) 国立情報学研究所 6) 金沢大学総合メディア基盤センター

近年、人文系データベースの相互運用に関する取り組みが盛んである。複数の人文系データベースを連携することで新たなサービスの提供や利便性の向上を図るものである。一方でヘテロなデータ源であるウェブではデータ共有・活用の方法論 Linked Data が注目されている。本稿では人文系データベースの相互運用を考慮したリポジトリシステムの開発とその利用について先祖由緒井一類附帳データベースの構築を事例に論じる。

A Historical Resource Database on Open Source Repository System

Masaharu HAYASHI¹ Hiroshi HORII² Misato HORII² Kazuyuki MIYASHITA³
Setsuko NAKANO⁴ Kazutsuna YAMAJI⁵ Yoshihiro TAKATA⁶

¹Center for Information and Communication Technology, Hitotsubashi University

²AMANE, Limited Liability Company

³Human and Socio-Environmental Studies, Kanazawa University

⁴Institute of Human and Social Sciences, Kanazawa University

⁵Research and Development Center for Academic Networks, National Institute of Informatics

⁶Information Media Center, Kanazawa University

The interoperability of databases for humanities is a hot issue on the Computer and Humanities Symposium recently. Linked Data is an attempt to share useful data of web that is more heterogeneous than databases of humanities. In this paper, we discuss about the development of a historical resource database using a repository system that supports Linked Data technologies.

1. はじめに

近年、人文系データベースの相互運用に関する試みが盛んである[1-5]。従来はデータを蓄積し、検索可能にすることが人文系データベースの主要な目的であったが、近年はデータの活用方法についても注目が集まっている。データを囲い込むのではなく、広く社会に還元することが求められている。

データベースの相互運用を実現することで、利用者の囲い込みは難しくなり、データの所有権が不明瞭になる可能性がある一方、データベースの利用率が向上し、相互運用に伴う情報共有、協力関係の構築が促進され、データベース永続化の一助となる可能性もある[5]。

しかしながら、人文系データベースの相互運用の実現には人文系の研究スタイルに起因するいくつかの課題を解決しなければならない。まず、人文系データベースのデータ構造、データベースの構築手法、ユーザインタフェ

ース(UI)設計は人文系の研究者および研究方法論に大きく依存するため一般化することが難しい[5,6]。また、研究分野が細分化されており、共同研究の土台を作りにくいといった問題がある。一般化が困難な状況でいかにしてデータベースの相互運用を実現するかが課題である。

一方、近年、欧米を中心にウェブで公開するデータを Linked Data[18]として提供することが多くなってきた。Linked Data とはウェブにおけるデータ公開の方法論の一つであり、ウェブの標準技術でデータを作成し、関連データをリンクで繋ぎ合わせることで有益な情報を取得しやすくし、ウェブの標準技術で処理可能なデータを公開することである。国内では国立国会図書館の Web NDL Authorities¹、国立情報学研究所の CINI²が

¹ <http://id.ndl.go.jp/auth/ndla>

² <http://ci.nii.ac.jp/>

Linked Data によるデータ提供を始めている。人文系データベースに関する試みとしては欧州連合の Europeana¹がある。Europeana は欧州連合の博物館等が所蔵する絵画、文献、博物館資料などの文化遺産に関するデータを Linked Data で提供し、検索環境を提供している。国内では国立情報学研究所を中心としたグループによる LODAC Project²がある。LODAC Project では博物館・美術館のデータを Linked Data として公開し、その活用方法を提示するなど先進的な事例を積み重ねている[2,9]。玉石混淆のウェブのデータから有用なデータの利用率を向上させようとする Linked Data のアイデアは、人文系データベースの相互運用を実現する上でも重要な概念である。

しかしながら、人文系データベースの作者が独自に Linked Data を作成し、公開するにはツールなどの支援が必要であり困難が多い。既存のデータベースから Linked Data の作成を試みた事例はあるが、手作業でのデータクレンジング作業が必要となるため効率が悪くなる[10]。

そこで著者らは学術機関が研究成果の公開・流通のために配備するリポジトリシステムを利用して Linked Data を作成することを考えた。学術機関によるリポジトリシステムの導入は現在も増加しており[7]、今後もこの傾向は継続するものと推測される。また、リポジトリシステムを用いて学術機関が所蔵する歴史・美術・博物資料を公開する事例も増えていることから[3]、Linked Data の公開プラットフォームに適していると判断した。

本稿では Linked Data に対応したリポジトリシステムの開発とその利用方法について、先祖由緒井一類附帳データベースの構築を事例に論じる。

2. システム・アプリケーション構成

2.1.WEKO

本研究ではベースとなるリポジトリシステムとして国立情報学研究所の WEKO[8]を採用する。WEKO はオープンソースのリポジトリシステムであり、NetCommons(NC2)をベ

ースシステムに採用している。NC2 はポータルサイト、ラーニングマネジメントシステムなどの構築を意識した設計となっており、掲示板、スケジュール機能、ファイル共有機能などのコミュニティ支援機能が充実している。また、NC2 はモジュール機能を備えており、モジュールをインストールすることで容易に機能を追加することができる。

WEKO は NC2 のモジュールとして実装されており、NC2 のコミュニティ支援機能との連携を強く意識している。DSpace³、Eprint⁴、Fedora-commons⁵といったメタデータやファイル管理を重視する既存のリポジトリシステムとは一線を画している。WEKO は比較的新しいリポジトリシステムであるが、情報処理学会の情報学広場⁶、JAIRO Cloud⁷のリポジトリシステムとして採用されるなど学術機関での利用実績があり、今後の発展が期待できる。

2.2.4store

Linked Data ではデータを RDF で記述する(RDF コンテンツ)。本研究では RDF コンテンツを格納する RDF ストアとして 4store を採用する。4store は RDF コンテンツの格納に特化したオープンソースの RDF ストアである。RDF コンテンツはリソースの関係性を主語、述語、目的語の 3 つの要素(トリプルと呼ばれる)の集合で表現される。4store はクラスタリング機能に対応しており、15 億以上のトリプルを処理することができる。4store は処理速度と拡張性、そして安定性を重視した設計となっている[12]。4store は SPARQL HTTP プロトコルサーバ機能(SPARQL エンドポイント)に対応しており、RDF コンテンツの検索、更新、削除を HTTP ベースで実行できる。

2.3.システム構成

構築するシステムの構成図を図 1 に示す。図中の点線枠は本研究による機能拡張箇所を示している。

³ <http://www.dspace.org/>

⁴ <http://www.eprints.org/>

⁵ <http://fedora-commons.org/>

⁶ <https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/>

⁷ <https://community.repo.nii.ac.jp/>

¹ <http://www.europeana.eu/>

² <http://lod.ac/>

システムの構築環境について述べる。本研究のシステム環境はすべて VMWare ESXi4 の仮想マシン上に構築している。仮想マシンの OS には CentOS のバージョン 5.8 (x86_64) を用いた。Web サーバには Apache のバージョン 2.2.3 を用いた。データベースシステムには MySQL のバージョン 5.0.87 を用いた。基盤システムの WEKO には最新バージョンである 2.0.1 を用いた。NC2 は最新バージョンである 2.3.2.0 を用いた。PHP のバージョンは 5.3.11 である。RDF ストアおよび SPARQL フロントエンドである 4store のバージョンは最新の 1.1.5 を用いた。

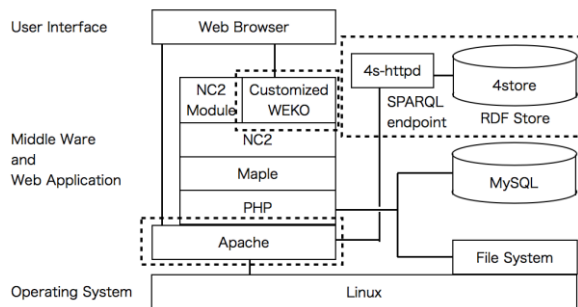


図 1 システム構成図 (文献[8]の図 1 の一部を修正)

2.4. Linked Data 対応機能

2.4.1. RDF マッピング機能

WEKO に登録されたメタデータと RDF プロパティを関連付ける (マッピングする) 機能である。WEKO の OAI-PMH メタデータマッピング機能を拡張して実装する。マッピング情報はアイテムタイプごとに管理される。

RDF プロパティのマッピング画面を図 2 に示す。図中の点線枠が RDF プロパティを設定している箇所である。現在のところ、RDF プロパティの指定は URI を直接入力する仕様となっており、1つのメタデータ項目に対して、1つの RDF プロパティしかマッピングできない。

本機能の使用手順は次のとおりである。

- ① 管理者権限ユーザで NC2 にログインして、WEKO の管理画面にアクセスする。

- ② 管理画面の [アイテムタイプ] タブをクリックする。
- ③ RDF マッピングを実施するアイテムタイプを選択して [マッピング設定] をクリックする。
- ④ アイテムタイプの各項目に対応する RDF プロパティの URL を入力する。
- ⑤ マッピング情報を保存する。

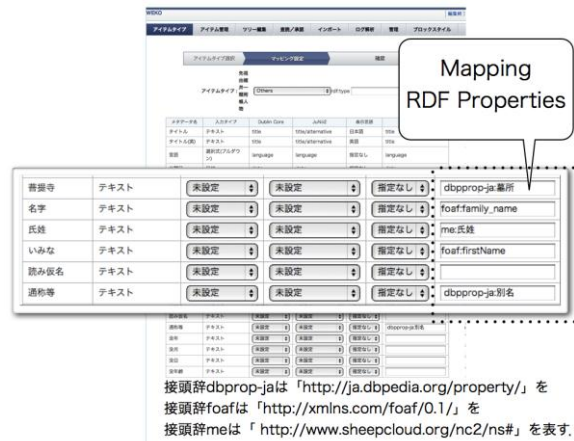


図 2 RDF マッピング機能

2.4.2. RDF 出力機能

RDF マッピング機能で定義したマッピング情報に基づき RDF コンテンツを出力する機能である。アイテムに関連付けられた URL の書き換えと 303 フォワーディング[13]による RDF コンテンツの提供をおこなう。本機能では URL の書き換えと 303 フォワーディングを含む各種リダイレクト処理を実現するために Apache の mod_rewrite モジュールを利用している。

本機能の処理フローを図 3 に示す。本機能はクライアントからのコンテンツ要求に対応して HTML コンテンツまたは RDF コンテンツを出力する。クライアントから RDF コンテンツが要求された場合は、303 ステータスコードと RDF コンテンツの URL をクライアントに通知する (303 フォワーディング)。クライアントから HTML コンテンツが要求された場合は、クライアントを HTML コンテンツの URL にリダイレクトする。

このようにクライアントからの要求に応じてリダイレクト先を変更することで URL の一意性を保持しつつ、状況に応じたコンテンツ提供を実現する。以下に URL の書き換え例を示す。基本的にクライアントに公開されるのは書き換え前の URL である。

¹ WEKO では登録データをアイテムと呼ぶ。そのアイテムのメタデータ集合をアイテムタイプと呼ぶ。

書き換え前の URL :

<http://www.sheepcloud.org/nc2/id/1/11764>

書き換え後の URL :

HTML コンテンツの URL

http://www.sheepcloud.org/nc2/index.php?action=repository_uri&item_id=11764

RDF コンテンツの URL

<http://www.sheepcloud.org/nc2/id/1/11764.rdf>

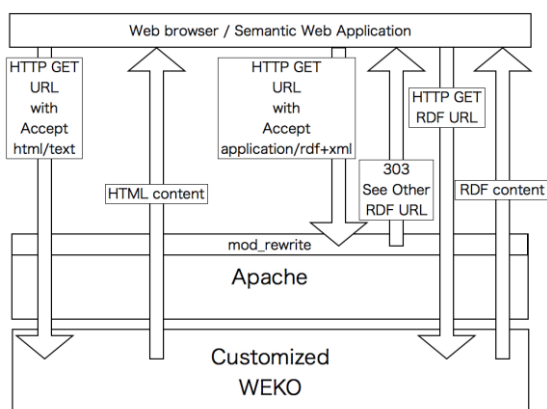


図 3 RDF 出力機能フロー図

2.5.4store との連携

4store との連携は夜間バッチ処理で実現する。バッチ処理では以下の 2 点を実施する。

- ①事前に用意した URL リストを利用して HTTP 経由で RDF コンテンツを取得する。
- ②4store の REST API を利用して RDF コンテンツを格納する。4store に格納された RDF コンテンツは SPARQL エンドポイント(4s-httpd)経由で利用可能である。

3. 先祖由緒井一類附帳データベースの構築

WEKO を用いて金沢市立玉川図書館近世資料館加越能文庫所蔵の「先祖由緒井一類附帳」(以降, 「由緒帳」と略す)に関する 2 種類のデータベース(由緒帳データベースおよび人物データベース)を構築する。これらのデータベースは現在 Excel を用いて構築されている。本研究では Excel データを変換して WEKO に登録する。

3.1. データベースについて

由緒帳データベースは加越能文庫解説目録に収録された「由緒帳」の目録をベースに長山直治氏・堀井雅弘氏による研究成果を統合

したデータベースである。目録情報の他, 「由緒帳」提出時の当主および先代の当主の直臣・陪臣の別, 身分変遷に関する情報が収録されている。

人物データベースは「由緒帳」に収録されている人物の詳細情報を集録したデータベースである。個人の基本情報(続柄, 出身・肩書, 本国, 生国, 居宅, 菩提寺, 名字, 氏姓, いみな, 通称等, 没年月日)と年譜が収録されている。情報の収載範囲は人持組と呼ばれる身分以上の家系の「由緒帳」である。

3.2. データベースの登録

データベースの登録には SWORD Client for WEKO(SCfW)を利用する。SCfW は Excel データを WEKO インポート形式に変換する機能と WEKO に SWORD プロトコル経由でアイテム登録をおこなう機能を備えたソフトウェアである。

WEKO インポート形式への変換は SCfW のフィルタ機能を利用する。フィルタ機能は Excel データなどの表形式で表現されているデータをどのように解釈すればよいかを定義することで, 柔軟なデータ変換機能を実現している。

本研究では由緒帳データベースと人物データベースの形式用の 2 種類のフィルタを定義して, WEKO への登録を実施した。

3.3. データベースの編集

WEKO では編集権限を持つユーザであればウェブ UI 経由でアイテムを自由に編集することができる。

編集権限を持ったユーザがアイテム詳細画面にアクセスすると編集ボタンが表示される。アイテムを編集する場合は, 編集ボタンをクリックしてアイテム編集モードを起動する。標準設定で編集権限をもつユーザはアイテムの登録ユーザ, Contributor 指定のユーザ, および管理者権限をもつユーザである。

アイテム編集モードで編集されたアイテムは一旦非公開状態となり, 査読プロセスに回される。ワークフロー経由で編集内容が承認されると, アイテムは公開状態となる。編集内容を承認できるのは管理者権限をもつユーザである。アイテム登録から公開までのフローを図 4 に示す。

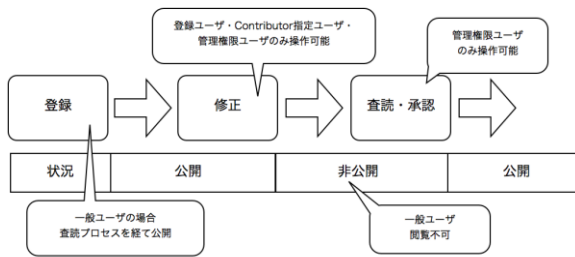


図4 アイテム公開までのフロー

3.4. リンクの作成

登録したアイテムに関する出典・関連資料をリンクとして登録する。

リンクの作成手順を人物データベースのアイテム「青山吉次」を例に説明する。アイテム「青山吉次」には以下の URL が割り当てられている。

<http://www.sheepcloud.org/nc2/id/1/11764>

アイテム「青山吉次」は典拠資料として由緒帳データベースのアイテム「青山与三（恵次）」を用いている。アイテム「青山与三（恵次）」には以下の URL が割り当てられている。

<http://www.sheepcloud.org/nc2/id/1/81>

上記 URL をアイテム「青山吉次」の典拠資料として登録する。まず、アイテム「青山吉次」詳細画面を開き、アイテム編集モードを起動する。つぎに、典拠資料の欄にアイテム「青山与三（恵次）」の URL を入力して、変更点を保存する。最後にワークフローでアイテム「青山吉次」の変更点を承認する。以上でアイテム「青山吉次」およびアイテム「青山与三（恵次）」間のリンクが作成されて、関連アイテム同士のつながりが形成される(図5)。

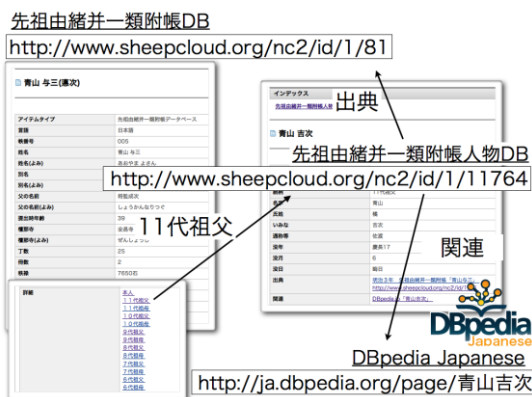


図5 リンクでデータをつなぐ

3.5. RDF マッピング

Dublin Core など既存のメタデータ形式をできるだけ再利用するという方針のもと RDF マッピングを行った。本研究におけるマッピング例を表1および表2に示す。表中の接頭辞「dc:」「dbpprop-ja:」「foaf:」はそれぞれ Dublin Core メタデータ, DBpedia Japanese メタデータ, Friend of a Friend (FOAF) メタデータの名前空間である。接頭辞「me:」は著者らが独自に定義したメタデータのnである。

表1 由緒帳データベースのマッピング例

項目名	意味	RDF プロパティ
タイトル	アイテム名称	dc:title
帙番号	保管箱の番号	me:帙番号
姓名	由緒帳成立時当主の姓名	dbpprop-ja:氏名
別名	由緒帳成立時の当主の別名	dbpprop-ja:別名
父の名前	由緒帳成立時の父または先代の名前	dbpprop-ja:父母
成立年代	由緒帳の成立年代 (M は明治をあらわす)	me:成立年代
檀那寺	当家の檀那寺	dbprop-ja:墓所
本人	当主の身分変遷	me:本人
父・祖父	当主の父または祖父の身分変遷	me:父_祖父
詳細	人物DBとのリンク	dc:relation

表2 人物データベースのマッピング例

項目名	説明	RDF プロパティ
タイトル	アイテム名称	dc:title
続柄	由緒帳の当主からみた続柄	me:続柄
出身肩書	出身や肩書きなど	me:出身肩書
生国	生まれた国	me:生国
本国	本国	me:本国
居宅	居住地	me:居宅
菩提寺	菩提寺名称	dbpprop-ja:墓所
名字	名字	foaf:family_name
氏姓	氏, 本姓	me:氏姓
いみな	いみな	foaf:firstName
通称等	通称, 別名等	dbpprop-ja:別名
出典	由緒帳DBのリンク	dc:relation
年譜	年譜	dc:description
関連	関連資料へのリンク	dc:relation

3.6. SPARQL による検索

SPARQL は RDF コンテンツのための問い合わせ言語である。条件式に適合するトリプルを選択することができる。SPARQL クライア

ントは問い合わせ文を SPARQL エンドポイントに送信し、SPARQL エンドポイントは問い合わせ結果を XML や JSON 形式でクライアントに返信する。本節では SPARQL によるデータベースの問い合わせ例を示す。

3.6.1. 単純な問い合わせ

由緒帳「青山与三（恵次）」の詳細情報から「11 代祖父」の氏名を調べる場合、以下の問い合わせ文を用いる。

```

1 PREFIX dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/>
2 PREFIX me:
  <http://www.sheepcloud.org/nc2/ns#>
3 SELECT ?続柄 ?氏名
4 WHERE{
5 ?URL dc:title "青山 与三(恵次)"@ja.
6 ?URL dc:relation ?URL2 .
7 ?URL2 me:続柄 ?続柄 .
8 ?URL2 dc:title ?氏名 .
9 filter regex(?続柄,"11 代祖父","i")
10 }
11 order by ?URL2
    
```

1~2 行目は名前空間の定義である。3 行目は値を取得する属性値「続柄、氏名」を指定している。4~10 行目はトリプルの選択条件を指定している。5 行目は、述語「dc:title」の目的語が「青山 与三(恵次)」であるトリプルを選択している。6 行目は前行で選択したトリプルの主語および述語「dc:relation」で構成されるトリプルの目的語を取得している。7 行目および 8 行目では 6 行目で取得した目的語を主語としたトリプルを選択している。9 行目は 7 行目で選択したトリプルの目的語に「11 代祖父」という文字列が含まれているものを選択するフィルタを指定している。11 行目では属性値「URL2」をキーにして問い合わせ結果を並び替えるように指示している。

上記の問い合わせ結果を以下に示す。「青山恵次」からみて 11 代祖父「青山 吉次」が検索されている。

続柄	氏名
11 代祖父	青山 吉次

3.6.2. 複数 SPARQL エンドポイントへの問い合わせ

SPARQL は問い合わせ文の中から別の SPARQL エンドポイントに対しての問い合わせ処理を実行することができる。この機能を利用することで、複数の SPARQL エンドポイントへの横断検索、情報統合が可能となる。

ここでは由緒帳データベースの SPARQL

エンドポイントおよび DBpedia Japanese¹の SPARQL エンドポイントに対する問い合わせ文例を示す。由緒帳・人物データベースで検索した人物名をキーに DBpedia Japanese を検索して、検索結果の統合をおこなう。

```

1 PREFIX rdfs:
  <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
2 PREFIX dc:
  <http://purl.org/dc/elements/1.1/>
3 PREFIX dbpprop-ja:
  <http://ja.dbpedia.org/property/>
4 SELECT ?name ?comment
5 WHERE{
6 SERVICE
  <http://www.sheepcloud.org/nc2/sparql/>
  {
7 ?URL dc:title ?name .
8 filter regex(?name,"青山","i")
9 }
10 SERVICE
  <http://ja.dbpedia.org/sparql>
  {
11 ?DBpedia dbpprop-ja:氏名 ?name .
12 ?DBpedia rdfs:comment ?comment .
13 }}
    
```

問い合わせ文中、実際に SPARQL エンドポイントへの問い合わせを実施しているのは、6~9 行目および 10~13 行目である。6~9 行目は由緒帳・人物データベースへの問い合わせ文である。タイトルに「青山」を含むトリプルを選択するよう指示している。10~13 行目は DBpedia Japanese への問い合わせ文である。由緒帳・人物データベースから検索した人物名を利用して、DBpedia Japanese に登録されているトリプルを選択している。

上記問い合わせの結果は以下のとおりである。

name	comment
青山 吉次	青山 吉次（あおやま よしつぐ）は、戦国時代から江戸時代初期にかけての武将。前田氏の家臣。青山信昌の子。通称、与三・佐渡。加賀藩青山家の祖である。

上記問い合わせ文は以下の 2 つの RDF コンテンツを統合している。

由緒帳・人物データベース：

<http://www.sheepcloud.org/nc2/id/1/11764>

DBpedia Japanese：

<http://ja.dbpedia.org/resource/青山吉次>

¹ <http://ja.dbpedia.org/>

4. Linked Data の利用モデル

本節では Linked Data に対応した WEKO の利用モデルを示し、その可能性を検討する。

4.1.1. 研究用データベース作成支援

歴史学の研究分野では、歴史資料の調査研究時に資料目録の基本情報をコピーして研究用のデータベースを作成することがある。このような場合、Linked Data に対応した WEKO を用いると、研究用のデータベースの雛形を簡単に作成することができる。Linked Data はウェブの標準技術で構成されているので、HTTP, XML が使える環境であれば自由にアクセス可能である。

Google Spread Sheet による研究用データベースの作成例を図 6 に示す。ここでは明治 3 年の資料をピックアップしてデータベースを作成している。Google Spread Sheet の importXML 関数を利用している。SPARQL 問い合わせ文を含んだ URL を記述して、その結果を importXML 関数で指定した XPath で処理している。

現時点では Linked Data として公開されているデータ量が少ないことと、SPARQL 問い合わせ文の記述が必要なことから、歴史学研究者による Linked Data の利用は困難である。しかし、Linked Data の公開が進み、歴史学研究者でも操作しやすい環境が開発されれば、文献管理分野での EndNote, BibTex などと同じ要領で資料管理作業を支援できるようになる。

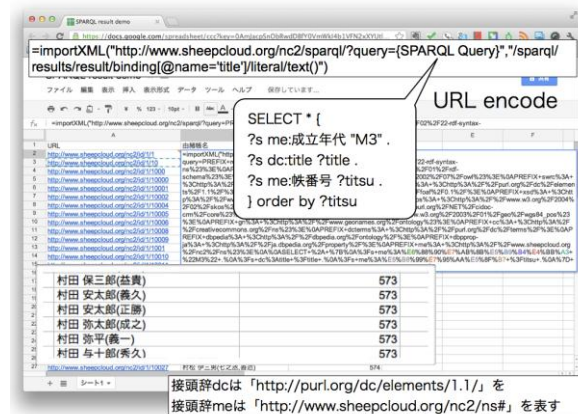


図 6 Google Spread Sheet から SPARQL エンドポイントを利用している例

4.1.2. 既存システムとの連携

Linked Data として人文系データベースを

公開すると、他システムとの連携、新しいサービスの提供が比較的容易に実現することが可能となる。

たとえば、本研究で構築した由緒帳・人物データベースを利用して次のようなことが実現できる。石川県立図書館が提供する石川県関係人物文献検索では、石川県に關係する人物名で検索すると、その人物に関連する書誌情報が検索されてくる。現在は人物の名前と年代から人物名を検索できるようになっているが、由緒帳・人物データベースと連携すると、別名や父の名前から該当する人物の名前から検索することが可能となる。SPARQL 問い合わせ文を記述し、問い合わせを実行し、問い合わせ結果を解析するプログラムを用意すれば実現できる。

人文系データベースを研究スタイルに特化していることが多いため、そのまま再利用することは困難である。しかし、原の提案する縦型検索[1]のように、データを利用しやすい形に加工すれば、利用できるデータは多くなる。そのときに Linked Data のようにウェブの標準技術で操作可能な形式でデータが存在することは、操作性や利便性の観点からみて大きな強みである。

4.1.3. 史料の所在情報の共有

歴史学研究において歴史資料の所在情報を把握することは重要である。一度発見された資料が管理されずに失われてしまうことも多い。そこで WEKO を用いて資料の所在情報を管理・共有する。各地に点在する資料館の所蔵資料の資料名だけでも WEKO を用いて共有する価値はある。例えば、資料館の WEKO を OAI-PMH でハーベスティングするだけで巨大な資料管理データベースを構築することが可能となる。

詳細なデータ項目は Linked Data として公開すればよい。メタデータの内容次第では Google map と連携させてグラフィカルに資料の所在情報を提供したり、時代ごとに資料を提示したりするなど、資料の特徴に合わせた処理が可能となる。

大和らはアーカイブシステムを利用することで、歴史研究の効率化を向上することができることを示した[11]が、資料の所在情報の共有化を実現できれば、資料探索に係る時間が大幅に軽減できる。研究成果を Linked Data として公開すれば、資料のウェブをさら

に発展させることも可能になる (図 9 参照)。

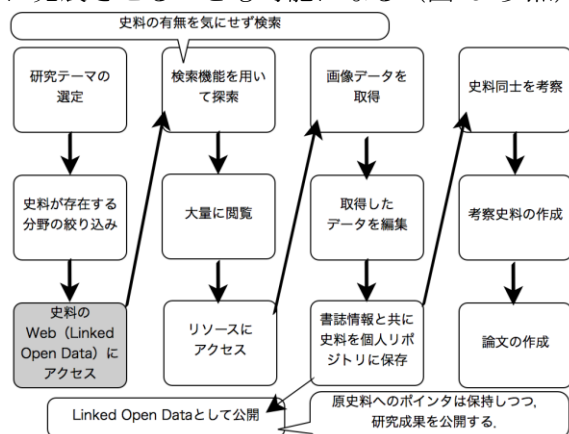


図 7 Linked Data を利用した場合の歴史学研究手順 (文献 14 の図 1 を一部変更)

5. おわりに

本研究では人文系データベースの相互運用の実現に向けた方法論の一つとして Linked Data に着目し, リポジトリシステム WEKO の機能を拡張して, Linked Data を作成, 公開する機能を実装した. また, 先祖由緒并一類附帳データベースの構築から得た知見をもって Linked Data の活用例を示した. 今後は, こうした機能を活用して Linked Data による人文系データベースの公開と活用に向けた実証実験を進めていきたい.

謝辞

本研究は科研費(基盤研究(C)21500247), (基盤研究(C)22500229)および(基盤研究(B)24300310)の助成を受けたものである. 関係各位に謹んで感謝の意を表す.

参考文献

- [1] 原正一郎: 資源共有化システムの機能拡張に関する試案—地域研究を対象として—, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol.2011, No.8, pp.147-154(2011).
- [2] 嘉村哲郎, 加藤文彦, 松村冬子, 上田洋, 高橋徹, 大向一輝, 武田英明: 芸術・文化情報の Linked Open Data 普及に向けた現状と課題—LODAC Museum を例に, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol.2011, No.8, pp.409-416(2011).
- [3] 堀井洋, 堀井美里, 林正治, 塩瀬隆之, 高田良宏, 古畑徹: 分野・組織横断的な非文献資料リポジトリの実現を目指して, 情報知識学会誌, Vol.22, No.2, pp.91-96, (2012).

- [4] <http://www.nihu.jp/sougou/kyoyuka/system/index.html>, 研究資源共有システム, 人間文化研究機構.
- [5] 永崎研宣, 下田正弘: 「人文系データベース」における相互運用性をめぐる諸問題, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol.2008, No.15, pp.19-24(2008).
- [6] 八村広三郎: 人文科学とデータベース, 情報処理学会誌, Vol.38, No.5, pp.377-382(1997).
- [7] <http://www.nii.ac.jp/irp/archive/statistic/>, 学術機関リポジトリ構築連携支援事業 | 機関リポジトリ統計, 国立情報学研究所.
- [8] 山地一禎, 青山俊弘, 武田英明: 学術資源共有基盤 WEKO の開発, デジタル図書館, No. 36, pp. 51-61 (2009).
- [9] 松村冬子, 小林巖生, 嘉村哲郎, 加藤文彦, 高橋徹, 上田洋, 大向一輝, 武田英明: Linked Open Data による博物館情報および地域情報の連携活用, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol.2011, No.8, pp.403-408(2011).
- [10] 矢代寿寛, 宮澤彰: Web 上で公開された博物館資料メタデータの評価: 値の記述率, 値の形式妥当性, 値の表記一貫性の観点から, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol.2011, No.8, pp.373-380(2011).
- [11] 大和裕幸, 稗方 和夫, 畑野 勇, 新木 仁士: デジタルアーカイブを利用した歴史研究支援システムの構築, 情報処理学会研究報告, Vol. 2010-DD-74, No.1, pp.1-7(2010).
- [12] Steve Harris and Nicholas Lamb and Nigel Shadbolt: 4store: The Design and Implementation of a Clustered RDF Store, roceedings of the The 5th International Workshop on Scalable Semantic Web Knowledge Base Systems (SSWS2009), pp. 81-96, 2009.
- [13] <http://www.w3.org/TR/cooluris/>, Sauermann, L., Cyganiak, R., Ayers, D., Völkel, M. Cool URIs for the Semantic Web.
- [14] <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>, Tim Berners-Lee: Linked Data - Design Issues.