

# アプリケーション開発事例を用いた LOD データセットの探索支援

## LOD Datasets Search by Existing Usage Examples to support Application Development

山中勇樹<sup>1</sup> 三原鉄也<sup>2</sup> 永森光晴<sup>2</sup> 杉本重雄<sup>2</sup>

Yuki Yamanaka<sup>1</sup>, Tetsuya Mihara<sup>2</sup>, Mitsuharu Nagamori<sup>2</sup> and Shigeo Sugimoto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学情報学群情報メディア創成学類

<sup>1</sup>College of Media Arts, Science and Technology, School of Informatics, University of Tsukuba

<sup>2</sup>筑波大学図書館情報メディア系

<sup>2</sup> Faculty of Library, Information and Media Science, University of Tsukuba

**Abstract:** In recent years, the number of LOD datasets on the Internet is increasing and the development of applications with LOD datasets is proceeding. When using LOD datasets, we need to search for the dataset suitable for the purpose. However the search for LOD dataset suitable for the purpose remains difficult still. In this research, we focused on the information of the the existing usage examples of software applications and developed the system of the search for LOD datasets. By using the information of existing applications, we can discover the dataset suitable for the purpose of easily widening the use of the dataset. We compared our method to existing methods for the searching of LOD datasets to evaluate our method and show that we can search LOD datasets efficiently by usage examples of applications.

## 1. はじめに

ウェブ上で分野横断的にデータを利用するための仕組みとして Linked Open Data(LOD)が注目されている[1]。LOD として公開されたデータセットはアプリケーション開発など様々な方法で活用されており、その際利用者が独自に用意したデータに加えて Web 上で公開されている既存の LOD データセットを合わせて利用することで開発の効率を上げることが出来る。しかし、Web 上で公開されているデータセットの数は膨大であり、その用途は多岐に渡る。必要なデータを所有していない場合、Web 上に公開されている LOD データセットを利用する必要がある。この際、既知のデータセットでは目的に適さない場合は、自分の目的に適したデータセットを新しく探索しなければならない。LOD データセットはデータカタログサイトを用いて検索を行い、そのメタデータを閲覧することが可能である。しかし、項目が統一されていないこと、用法や用例が提示されていないことなどから自分の目的に適した LOD データセットを発見するのは難しいのが現状である。

LOD データセットの探索を支援するための研究

としては大谷[2]や LOD4ALL[3]や Duhai[4]が挙げられる。これらの研究は LOD データセットに関する情報を収集し、検索を行うシステムを構築している点が共通している。一方で、これらの研究では収集したデータセットがどのように利用されているかといった点には着目していない。

本研究では LOD データセットを利用して開発されたアプリケーションの情報に着目した。アプリケーションの開発に利用されているデータセットならば、利活用しやすく、共通した情報の項目が多いと考えられる。また LOD データセットの情報と開発事例の閲覧が可能になれば、より目的に適した LOD データセットの発見が容易になると考え、それらの情報の検索・閲覧が可能なシステムを開発した。LOD データセットを実際に用いて開発されたアプリケーションの事例に基づいて関連するデータセットや利用方法の指針を示すことでデータセット探索の効率化や活用の幅を広げることが可能になる。検索システムと既存の検索手法の比較実験を行い、開発事例の情報によって LOD データセットの探索を効率化できることを示す。

## 2. 目的に応じた LOD データセット発見の困難さ

Web 上で公開されている LOD データセットの数は膨大であり、その用途は多岐に渡る。LOD データセットを利用する際、必要なデータを所有していなければ、Web 上で公開されている LOD データセットを利用するか新しいデータセットを作成する必要がある。データセットの作成にはメタデータ語彙やスキーマに関する知識が必要となるため、初学者には難しい。また、既存のデータセットを利用する際、既知のものでは目的に適さない場合は、自分の目的に適したデータセットを探索しなければならない。探索を行う場合は、データカタログサイトを用いることで LOD データセットの検索が可能である。データカタログサイトごとに公開されている LOD データセットは異なるため、様々なデータカタログサイトの中からより目的に適したものを探さなければならない。しかし、複数のデータカタログサイトを見て、その中から自分の目的に適した LOD データセットを探索することは難しい。

その原因の一つとして考えられるのは提供されているデータセットに関する情報がデータカタログサイトごとに異なることである。例として Datahub.io[5]と LinkData.org[6]にて閲覧できるデータセットに関する情報の項目を図1にまとめる。

名前や概要、ライセンスなど共通した項目がある一方で、片方のデータカタログサイトでは閲覧できるがもう片方のデータカタログサイトでは閲覧できない項目が存在する。このように異なるデータカタログサイトごとに公開されている LOD データセットについて参照できる情報や項目の書き方が異なり、サイトごとに閲覧できる情報と閲覧できない情報があるというのが現状である。データカタログサイトごとに参照できる情報が異なるとデータカタログサイトによっては利用者が閲覧したい情報の項目が存

Datahub.io	LinkData.org
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 名前</li> <li>• 概要</li> <li>• ライセンス</li> <li>• 著者</li> <li>• 管理者</li> <li>• 最終更新日</li> <li>• 作成日</li> <li>• URL</li> <li>• 名前空間</li> <li>• バージョン</li> <li>• 他サイトとリンクされているデータの数</li> <li>• トリプル数</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 名前</li> <li>• 概要</li> <li>• ライセンス</li> <li>• 公開者</li> <li>• 最初に登録した日</li> <li>• 最後に更新した日</li> <li>• 関連するWebサイト</li> <li>• データのリファレンス</li> <li>• 合計ダウンロード数</li> </ul>

図 1:データカタログサイトごとの情報の項目

在せず、データセットの発見が困難になる。場合によっては、実際にデータセットの中身を参照しなければならない。

二つ目の原因として考えられるのはデータセットの用法や用例といった情報の不足である。LinkData.org など一部のデータカタログサイトではデータセットを利用して開発されたアプリケーションの一覧を閲覧することができるが、多くのデータカタログサイトではこのような用例や用法を閲覧することはできない。そのため、特定の LOD データセットを発見しても、それがどのように使われているのか、どう使えばいいのかといったことが分からず、自分の目的に合致しているのか判断することが難しい。また類似する LOD データセットが複数発見された場合、どのデータセットがより自分の目的に適しているか判断することも困難である。

これらの問題から目的に適した LOD データセットの発見は難しい。そこで本研究では、LOD データセットを用いたアプリケーションの開発事例に着目した。既にアプリケーションの開発に使用されているデータセットならば、利活用しやすく、共通した情報の項目も多いと考えられる。さらに、アプリケーションの開発事例を用例として提示することによって、利用者の目的に近い例を探すことでより適切なデータセットの発見が可能になる。

## 3. アプリケーション開発事例を用いた LOD データセット探索支援モデルの提案

本研究ではアプリケーションの開発に使用された LOD データセットの情報を利用し、項目を統一した情報と用例を提示することでより適切な LOD データセットの探索を支援するモデルを提案する。

データセットの探索を行う際は、データカタログサイトなどでキーワードや条件などから候補を絞り込み、それらの候補の詳細情報を閲覧して、より適切なものを選択する。この際、候補の絞り込みは検索結果のページを、適切なものを選択はそれぞれのデータセットのページを閲覧することで行う。それぞれのページにおいて行う操作や閲覧する箇所などが異なるため、この提案モデルは以下の2つのフェーズに分けて実現する。フェーズ1で、候補の絞り込みを、フェーズ2で候補の中から適切なものを選択することをそれぞれ支援する。

(1) **要求分析**: キーワード、カテゴリ、条件などから利用者の目的に適したデータセット・アプリケーションを分析する

(2) **情報提示**: 分析した情報をもとに要求に適したデ

ータセット・アプリケーションの情報を提示する

フェーズ 1 においてアプリケーションの検索を可能にし、フェーズ 2 においてその開発に使用された LOD データセットの情報を提示することで、自分の目的に近いアプリケーションを探すことで、適切な LOD データセットを発見できる。またフェーズ 2 で LOD データセットの情報と共に開発事例や合わせて使用されたデータセットを提示することで、発見したデータセットがより目的に適しているか判断することができる。

このモデルを用いた LOD データセット探索の概要を図 2 にまとめる。

フェーズ 1 において利用者がどのようなデータセットを探しているのかを分析する。キーワードのほか、リソースをダウンロードして使用できるか、API を用いて使用するかといったデータセットの使用法やどのようなアプリケーションで使いたいのかなどといった要求を受け付け、要求に適するデータセットを出力する。

フェーズ 2 においてはフェーズ 1 で出力したデータセットについての詳細情報を提示する。この際、可能な限り詳細情報のメタデータスキーマを統一化することによってデータカタログサイトの情報の項目が統一されていないといった問題を解決する。また単にデータセットの詳細情報を提示するだけでなく、それらのデータセットのアプリケーション開発事例や合わせて開発に使用されたデータセットの情報を同時に提示する。これにより、利用法の指針を示す情報が少ないといった問題を解決する。

このモデルを実現することにより、アプリケーションを検索し、その開発に使用されたデータセットを提示することで目的のアプリケーションを開発するために適切なデータセットの発見を効率化することができる。また、利用事例や合わせて利用されているデータセットを提示することで、発見したデータセットをどのように使えばいいかが分かりやすく

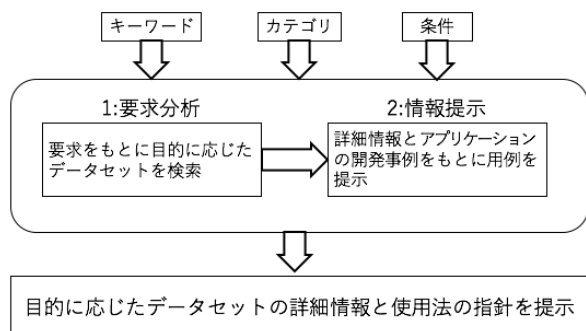


図 2: 提案モデルを用いた LOD データセット探索

なり、利用の幅を広げることができる。本研究では LOD データセットとそれらを用いて開発されたアプリケーションの情報を収集し、LOD データセットとそれらを用いて開発されたアプリケーションの情報を収集し、LOD データセットの検索システムを構築することで、このモデルを実現する。

## 4. LOD データセット検索システムの構築

### 4.1 LOD データセット検索システムの概要

図 3 にデータセット検索システムの概要を示す。まず、利用者はキーワードと条件を検索フォームに入力する。システムは受け取ったキーワードと条件に従ってクエリをリアルタイムで生成して RDF ストアに送信し、問い合わせを行う。問い合わせの結果から条件に適するデータセット、またはアプリケーションの情報を出力する。

このシステムの主な用途は「特定のデータセットの使用例や合わせて使われているデータセットの提示」、「開発したいアプリケーションに適したデータセットの探索支援」の二つである。

一つ目の「特定のデータセットの使用例や合わせて使われているデータセットの提示」では特定のデータセットを選択すると、詳細情報とともに、そのデータセットのアプリケーション開発事例や合わせて使用されている他のデータセットの例を表示することができる。これによってデータセットの使用法の指針を示すことができる。

二つ目の「開発したいアプリケーションに適したデータセットの探索支援」では特定のアプリケーションを選択することで、そのアプリケーションで使用しているデータセットを表示することができる。これによってアプリケーションを開発する際、自分の目的に近いものを検索し、それらで使用されているデータセットを閲覧することで自分の目的に適したデータセットを発見することができる。

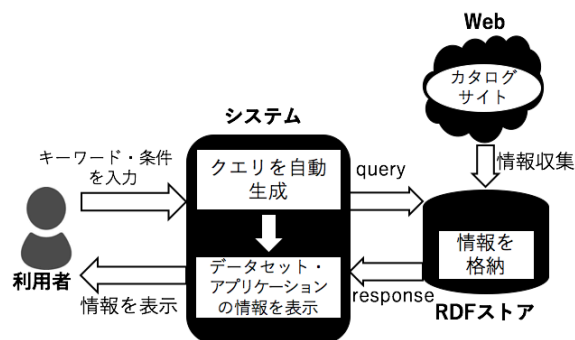


図 3: システムの概要図

本システムは Web アプリケーションとして作成し、以下の機能を持つ。

- キーワード検索  
検索対象をデータセット・アプリケーションのいずれかから選択し、入力されたキーワードが名前、または概要に含まれている対象を出力する。
- タグ検索  
検索対象をデータセット・アプリケーションのいずれかから選択し、入力された文字列と一致するタグを持つ対象を出力する。
- タグクラウド  
データセット・アプリケーションそれぞれにおいて、登録されている対象を持つタグとそのタグを持つ対象の数をまとめて表示する。タグを選択することで、そのタグを持つ対象の一覧を表示。
- 絞り込み・並び替え  
条件を指定することで、対象を絞り込み、または表示する順番の並び替えを行う。
- 詳細情報表示  
選択された対象の詳細情報を表示する。データセットにおいてはアプリケーション開発事例を、アプリケーションにおいては開発に使用されたデータセットをそれぞれ表示し、リンクする。

## 4.2 データセット・アプリケーション情報の収集

LOD データセットを検索し、その詳細情報とアプリケーション開発事例を閲覧できるシステムを作成するために、アプリケーションの情報がまとめられているサイトから、アプリケーション開発に使用されたデータセットが明記されているものの情報を収集を行なった。収集対象としたのは Data.gov[7]、data.gov.uk[8]、LODChallenge[9]のアプリケーション部門に応募された作品である。

Data.gov および data.gov.uk についてはサイトが構造化されているため、Web スクレイピングによってメタデータを収集する。この際、data.gov.uk に登録されているアプリケーションは基本的に data.gov.uk 内のデータセットを利用して作成されているため、機械的な収集が可能である。しかし、Data.gov に登録されているアプリケーションで使用されているデータセットは様々なサイトから出展されているため、機械的な収集は難しい。そこで、Data.gov 内のデータセットを使用しているものに対象を絞って情報の収集を行なった。収集には Ruby を用いてプロ

グラムを作成し、機械的に収集を行なった。一方で LODChallenge については年度によって形式が異なり、機械的な収集は難しかったため、LODChallenge の情報についてはまず手作業で、アプリケーション情報と使用データセットの名前、URL のリストを作成し、その後使用データセットが LinkData.org に登録されているものに対象を絞り、それらの情報を Web スクレイピングして収集を行なった。

情報の収集を行うにあたり、どのような情報があれば LOD データセットが利用しやすいか検討した。まず、LOD データセットの利活用に必要なと思われる情報を列挙する。その後、LOD クラウド[10]に登録されているデータセットを選別し、それらに項目を当てはめ、その妥当性を検討した。選別の方法としてはデータセットの分野と外部からリンクされている数のリストを作成し、分野ごとにリンク数が多いものを上から 5 件、少ないものを下から 5 件、合計で 90 件選別した。その結果、収集する項目は以下の 7 つとした。

- データセット名
- データセットの概要
- ライセンス
- スキーマ情報の有無
- サンプルデータの有無
- ダウンロードできるファイルの有無
- API の有無

これらの項目に沿ってデータカタログサイトからデータセットの情報を収集した。

## 4.3 検索システムの実現

本システムの構築にはウェブアプリケーション構築フレームワーク「Ruby on Rails<sup>1</sup>」のバージョン 5.1.4 を用いた。収集した情報を RDF ストア Virtuoso<sup>2</sup>に格納し、Ruby ライブラリ SPARQL<sup>3</sup>、SPARQL Client<sup>4</sup>を用いて問い合わせを行うことで検索を可能にする。

データカタログサイトではデータセットやアプリケーションを絞り込むためにタグやカテゴリなどが付与されている。本システムでは、データセットの項目を統一するためにそれらの付与されている情報を全てタグとして統一し、RDF ストアに登録した。

キーワード、条件に応じてリアルタイムでクエリを生成し、Virtuoso に問い合わせを行う。返された結果をもとに情報の出力を行う。

<sup>1</sup> <http://rubyonrails.org>

<sup>2</sup> <https://virtuoso.openlinksw.com>

<sup>3</sup> <https://github.com/ruby-rdf/sparql>

<sup>4</sup> <https://github.com/ruby-rdf/sparql-client>

## 5. 評価実験

### 5.1 実験の概要

本システムの有用性を検証するための実験を行なった。本実験は LOD データセット探索が効率化できるか、またこのシステムで提供している情報が LOD データセットの探索を支援するのに適切な情報であるかを検証することを目的としている。

データセットの探索に関連する課題を被験者に与えることで、制限時間内に課題を達成できた人数、達成までにかかった時間とページ遷移・ダウンロードの回数、発見したデータセットの妥当性を評価する。事前に予備実験を行い、得られた結果から制限時間を 15 分に設定した。

大学生 18 名を被験者として、被験者をメタデータや LOD についての経験や利用した期間に応じて以下の 3 段階にレベル分けをした上で実験を行なった。

**レベル 1:**ほとんど利用したことがない

**レベル 2:**メタデータや LOD の利用経験が 1 年未満

**レベル 3:**メタデータや LOD の利用経験が 1 年以上

被験者を情報を与えずに検索を行うグループ、データカタログサイトの情報を与えた上で検索を行うグループ、本システムを使用するグループの 3 つのグループに分け、グループ間においてそれぞれの評価項目を比較して本システムの評価を行う。それぞれのグループはレベル 1、2、3 の被験者 2 名ずつで構成する。実験で与える課題は以下の 2 つとした。

**課題 1:**地域ごとの犯罪数や交通事故の量、物価などから生活水準を判定するアプリケーションを開発したい。このアプリケーションに使えるようなデータセットを 2 つ発見してください。

**課題 2:**農作物の品種と生産農家をまとめたデータセットを入手した。このデータセットを使ったアプリケーションを作りたい。入手したデータセットと組み合わせて使えるようなデータセットを 2 つ発見してください。

課題 1 は提案システムを使う場合、犯罪数や交通、物価に関連するデータセットを検索し、それらの候補から関連するアプリケーションやデータセットをたどることによって課題を達成できると想定した。

表 1:評価項目

項目	説明
達成率	制限時間内に課題を達成できた人数
操作ステップ数	課題を達成するまでにかかった時間やダウンロード、ページ遷移の回数
妥当性	発見したデータセットがどれほど課題に適しているか

表 2:被験者のグループ分け

グループ	説明
A	情報を与えないグループ
B	データカタログサイトの情報を与えるグループ
C	提案システムを使用するグループ

正解となるデータセットは「HM Land Registry PricePaid Data<sup>5</sup>」、「Road Safety Data<sup>6</sup>」など。

課題 2 は提案システムを使う場合、農業に関連するデータセットを検索し、それらの関連データセットから実際に合わせて使用されるデータセット 2 つの組を発見することを想定した。正解となるデータセットは「トマトの都道府県別生産データ<sup>7</sup>」や「CropScape - Cropland Data Layer<sup>8</sup>」など。

### 5.2 実験結果

表 3 に課題 1 の結果をレベル別にまとめたものを示す。レベル 1 ではグループ B、C で課題を達成できなかった被験者が一人ずつ見られたほか、グループ C で課題を達成できた被験者の時間も長い。操作ステップ数もグループ B と 1 しか変わらず効率化はできなかったと言える。レベル 2 ではグループ C が最も短い平均時間を記録した。また操作ステップ数はグループ A よりも多いが、グループ B と比べると 10 ステップ短縮されており、既存の手法より効率化できたと言える。レベル 3 では平均時間、操作ステップ数ともにグループ B より短縮できたが、グループ A には劣る数値となった。

表 4 に課題 2 の結果をレベル別にまとめたものを示す。レベル 1 では平均時間、操作ステップ数ともにグループ B より短縮できたが、グループ A には劣る結果となった。レベル 2 では平均操作ステップ数はグループ B に劣る結果となったが、平均時間はグループ A、B よりも大幅に短縮できた。レベル 3

<sup>5</sup> <https://data.gov.uk/dataset/land-registry-monthly-price-paid-data>

<sup>6</sup> <https://data.gov.uk/dataset/road-accidents-safety-data>

<sup>7</sup> <http://linkdata.org/work/rdf1s3747i>

<sup>8</sup> <https://catalog.data.gov/dataset/cropscape-cropland-data-layer>

表 3:課題 1 結果

レベル	グループ	課題を達成した人数	平均時間	平均操作ステップ数
1	A	2	7分00秒	18
1	B	1	10分2秒	27
1	C	1	14分44秒	26
2	A	2	9分58秒	18
2	B	1	14分5秒	30
2	C	2	8分23秒	20
3	A	2	3分19秒	9
3	B	2	7分40秒	14
3	C	2	6分15秒	11

表 4:課題 2 結果

レベル	グループ	課題を達成した人数	平均時間	平均操作ステップ数
1	A	2	8分01秒	13
1	B	2	9分36秒	20
1	C	2	8分55秒	18
2	A	1	11分32秒	20
2	B	1	14分9秒	15
2	C	2	5分50秒	17
3	A	2	6分11秒	15
3	B	2	10分33秒	21
3	C	2	2分50秒	11

では平均時間、操作ステップ数ともにグループ A、B よりも大幅に短縮化することができた。

## 6. 考察と今後の課題

### 6.1 実験結果の考察

実験結果を被験者のレベル別に見ると、メタデータの知識がない被験者よりもある程度知識がある被験者の方がデータセットの探索が効率化できると考えられる。特にメタデータや LOD の利用経験が1年以上あるレベル3の被験者はシステムの意図を理解し、関連するデータセットやアプリケーションの情報を活用することで、既存のデータカタログサイトを用いた検索よりも探索の効率化ができていた。しかし、このように専門的な知識がある被験者にはこちらから情報を提示しなくても利活用性の高いデータセットを元から知っているというケースも見られ、システムを用いない方が効率よく探索ができる場合も起こりうると思われる。

レベル2の被験者はメタデータについて一通りの知識はあるもののどのようなデータセットが公開されているかといったことは知らないことが多く、データカタログサイトもあまり使用したことがない被験者がほとんどであった。一つのデータカタログサイトで目的のものが見つからない場合、他のデータカタログサイトを使用するといった行動をしなかったために多くの時間を消費するといった被験者も見られた。そのため、本研究で提案するシステムの使用は最も高い効果が得られると考えられる。

レベル1の被験者にはアプリケーション情報がデータセットの用例として使えるという意図が十分伝わらず、特に課題1においてはデータセット探索の効率化はできなかった。そのため、知識のないユーザにシステムを用いてもらう際は、チュートリアル

を作成するなどして、アプリケーションとデータセットの関係が明示的に伝わるようにシステムを改善する必要があると考えられる。

発見されたデータセットを比較すると、グループAでは発見できたデータにメタデータが付与されておらず、実際にファイルの中身を閲覧する以外に判断する方法がないというケースが見られた。グループAでは検索エンジンを使って自由に検索を行なったため、データカタログサイト経由でデータセットを発見した被験者とそうでない被験者とで発見したデータ間の利活用性にばらつきが見られた。一方、提案システムにおいては発見できるデータセットは実際にアプリケーションの開発に使用されているものに限定されるため、それぞれのデータセット間において利活用性のばらつきを減らすことができる。

これらのことから、ある程度メタデータの知識があるユーザに対してはアプリケーションの開発事例は LOD データセットの探索を支援するにあたって有用な情報であると考えられる。

実験の後、アンケート調査によってシステム使用者がどのようにして発見したデータセットが課題に適しているか判断したか調査を行なった結果、以下の回答が得られた。

合わせて使用されているデータセット・・・3人  
 概要・・・3人  
 タグ・・・2人  
 開発事例・・・1人  
 サンプルデータ・・・1人

合わせて使用されているデータセットと概要から判断した被験者が多く見られた。合わせて使用されているデータセットの情報は開発事例に基づいて提示しているため、開発事例の情報の収集はデータセットの発見に役立つと言える。一方で、こちらで必

要であると検討した項目は判断の基準にされてはいない。これはデータセットごとに情報の有無にばらつきがあるため、判断の基準とすることは難しいからであると考えられる。

また、システム使用者が不足していると感じた情報は以下のようなものがあった。

データセットの提供形式	・・・3人
5star のレベル	・・・1人
インスタンスのサンプル	・・・1人

これらの意見の反映は今後の課題となる。

## 6.2 今後の課題

今後の課題としては、提示するデータセットの項目の評価、データセット収集方法の見直し、情報探索行動の分析があげられる。

提示するデータセットの項目については利活用性が高いデータセットとはどのようなものか検討し、それに基づいて情報の収集と提示を行なった。しかし、実験の際これらの項目が十分に生かされているとは言い難かった。そのため、データセットの質を評価する関連研究について改めて調査を行い、それらに基づいてどのような情報を提示できていれば良いか、提案システムでは十分な情報が提示できているかについての評価を行うことが必要である。

データセット収集方法の見直しについては実験の際、被験者のほとんどが日本人であったため、英語で記述されているデータセットの名前や概要を読んで理解するのに時間がかかるといったケースも見られた。こういったケースを減らすために、収集するデータセットの数を増やすことも必要であると考えられる。また、収集するためのプログラムは実行した時点で公開されているデータセットのみを対象とするため、カタログサイトが更新された場合はその都度、プログラムを実行する必要がある。また、新しいカタログサイトを対象とする場合は新しくプログラムを作成しなければならないのが現状である。これらの情報収集の自動化は今後の課題となる。

情報探索行動の分析についてはシステムのログと情報探索行動についての研究をもとに、ユーザがシステムを用いてどのような探索を行ったのか分析を行うことも今後の課題としてあげられる。

## 7. おわりに

本研究ではアプリケーションの開発事例を収集し、それらに基づいた LOD データセットの探索支援モデルを提案した。ウェブ上で公開されている LOD

データセットの中から自分の目的に適したものを発見するのは難しい。この問題に対して本研究ではアプリケーション開発事例に着目し、それらに基づいた LOD データセット探索支援モデルを提案した。実際に LOD データセットとそれらを使用したアプリケーション開発事例を収集し、検索システムを開発し、実験を行なった。実験の結果、アプリケーション開発事例は LOD データセットの探索に有用な情報であるといえる。

一方で、こちらの意図した通りに探索を行わなかった被験者が見られた他、提示している情報の評価、情報探索行動の分析などが不十分なため、今後の課題となる。

## 謝辞

本研究の一部は科研費 JP15K00444 の助成による。

## 参考文献

- [1] 武田英明. “Linked Data の動向”. カレントアウェアネス. 2011, 308, p8-11.  
<http://current.ndl.go.jp/files/ca/ca1746.pdf>, (参照 2018-02-22)
- [2] 大谷世紀, 藤本 椋也, 年岡晃一. Web 上に散在する LOD の RDF 語彙収集システム. 人工知能学会研究会資料. 2015, 35(10).
- [3] 株式会社富士通研究所, アイルランド国立大学ゴールウェイ校. LOD4ALL. <https://lod4all.net/ja/index.html>, (参照 2018-02-22)
- [4] Duhai Alshukaili, Alvaro A.A. Fernandes, and Norman W. Paton. “Structuring Linked Data Search Results Using Probabilistic Soft Logic”, 15th International Semantic Web Conference (ISWC2016), 2016.
- [5] CKAN. the Datahub. <https://old.datahub.io>, (参照 2018-02-22)
- [6] 一般社団法人リンクデータ. LinkData. <http://linkdata.org>, (参照 2018-02-22)
- [7] the U.S. General Services Administration, Technology Transformation Service. Data.gov. <https://www.data.gov>, (参照 2018-02-22)
- [8] CKAN. data.gov.uk. <https://data.gov.uk>, (参照 2018-02-22)
- [9] LOD チャレンジ Japan 実行委員会. Linked Open Data Challenge 2017(LOD チャレンジ 2017). <http://2017.lodc.jp>, (参照 2018-02-22)
- [10] Andrejs Abele, John P. McCrae, Paul Buitelaar, Anja Jentzsch and Richard Cyganiak. Linking Open Data cloud diagram 2017. <http://lod-cloud.net>, (参照 2018-02-22)