

博 士 論 文

Linked Data の知識ベース化を指向した
オープンプラットフォームの研究

知能情報システム工学専攻

榎 俊孝

2017 年 3 月 8 日

福岡工科大学大学院 工学研究科

内容

第 1 章	序論	8
1.1	研究背景.....	9
1.2	研究目的.....	12
1.3	特色と独創的な点	13
1.3.1	観光語彙基盤	13
1.3.2	Resource Propagation Algorithm	13
1.3.3	動向分析システム	14
1.4	論文構成.....	15
第 2 章	オープンデータ	16
2.1	オープンガバメントの概要.....	17
2.2	オープンデータの概要	18
2.3	オープンデータの形式.....	20
第 3 章	Linked Data.....	23
3.1	Resource Description Framework	24
3.1.1	RSS.....	24
3.1.2	FOAF.....	26
3.2	オントロジーと語彙.....	28
3.2.1	rdf.....	30
3.2.2	rdfs	30
3.2.3	xsd	31
3.2.4	owl	32
3.3	共通語彙基盤.....	33
3.4	Linked Data	36
3.4.1	Linked Data のファイル形式	36
3.4.2	Turtle データ	37
3.5	Linked Open Data と Web of Data	40
3.6	SPARQL	43
3.6.1	基本構文.....	43
3.6.2	述語の確認.....	44

3.6.3	クラスの確認	45
3.6.4	クラス内で使用されている述語の確認	46
3.6.5	複数の triple を組み合わせた分析	47
3.7	LOD の課題	48
3.7.1	LOD の公開都市	49
3.7.2	LOD の公開内容	51
3.7.3	データ型の使用率	53
3.7.4	語彙の使用率	55
3.7.5	LOD のグラフ構造	57
3.7.6	共通語彙基盤の使用問題	59
第 4 章	オーブンプラットフォーム	60
4.1	観光語彙基盤	61
4.1.1	設計方針	61
4.1.2	クラス構成	63
4.1.3	プロパティの一覧	64
4.1.4	コンテンツ型の構成	67
4.1.5	観光語彙基盤を用いた Linked Data	68
4.1.6	観光語彙基盤を用いた新宮町 LOD	69
4.2	Resource Propagation Algorithm	72
4.2.1	キーワード推定	72
4.2.2	潜在的リンクの推定	82
4.3	動向分析システム	88
4.3.1	I-Scover の代表的なプロパティ	89
4.3.2	表記揺れを考慮した動向分析	90
4.3.3	動向分析	92
4.3.4	要因分析	93
第 5 章	実験と考察	96
5.1	鯖江市の LOD を知識ベース化	97
5.2	観光に関する LOD の知識ベース化	102
第 6 章	結論	109
6.1	LOD の課題とその解決法	109
6.2	観光語彙基盤の有効性	110
6.3	RPA の有効性	111
6.4	今後の展望	111
謝辞	112	
付録	観光語彙基盤	113

参考文献	156
業績リスト	163
I. 学術雑誌	163
査読付論文	163
学会誌	163
II. 国際会議	164
III. 国内学会や報告書等	165
研究会	165
大会	167
報告書	167
IV. その他	168

目次

図 1	Google Trends を用いたオープンデータの動向分析結果	9
図 2	Google Trends を用いたオープンデータの国別 Popularity	10
図 3	Linked Data の知識ベース化を指向したオープンプラットフォームの構成図.....	12
図 4	論文構成.....	15
図 5	ビッグデータの分類	16
図 6	DATA.GO.JP におけるオープンデータのデータフォーマット使用率	19
図 7	オープンデータを公開する自治体数の推移.....	21
図 8	オープンデータを公開する都道府県別の自治体数.....	22
図 9	RDF に基づいた triple 構造.....	23
図 10	RSS を用いたデータの記述	24
図 11	RSS を用いたデータの構造	25
図 12	FOAF を用いたデータの記述	26
図 13	FOAF を用いたデータの構造	27
図 14	人による理解が前提の知識ベースの例	28
図 15	機械による理解が前提の知識ベースの例	28
図 16	rdf を用いたデータの記述例	30
図 17	rdfs を用いたデータの記述	30
図 18	xsd を用いたデータの記述	31
図 19	owl を用いたデータの記述	32
図 20	共通語彙基盤のグラフ構造	34
図 21	共通語彙基盤を用いたデータの記述.....	35
図 22	共通語彙基盤を用いたデータのグラフ構造.....	35
図 23	Turtle 形式による Linked Data の記述 I.....	37
図 24	Turtle 形式による Linked Data の記述 II.....	38
図 25	共通語彙基盤で定義されているプロパティのデータ型.....	39
図 26	LOD の成長モデル	40
図 27	2017 年 2 月時点における LOD Cloud (http://lod-cloud.net/).....	41
図 28	SPARQL の基本構文.....	43
図 29	from によるグラフの指定	43

図 30	述語の一覧を取得	44
図 31	I-Discover の Linked Data で使用されている述語の例	44
図 32	クラスの一覧を取得	45
図 33	I-Discover の Linked Data で使用されているクラスの一覧	45
図 34	iscover:Person のクラス内で使用されている述語の一覧を取得	46
図 35	iscover:Person のクラス内で使用されている述語の一覧	46
図 36	triple の組み合わせによるデータ分析	47
図 37	各出版物における文献数	47
図 38	DATA.GO.JP で公開されているオープンデータの形式	48
図 39	LinkData.org における LOD 公開件数の推移	49
図 40	2017 年における都道府県別の LOD 公開数	50
図 41	LOD の公開内容	51
図 42	LinkData.org におけるデータ型の使用率	53
図 43	I-Discover におけるデータ型の使用率	54
図 44	ja.DBpedia.org におけるデータ型の使用率	54
図 45	LinkData.org における語彙の使用率	55
図 46	I-Discover における語彙の使用率	56
図 47	ja.dbpedia.org における語彙の使用率	56
図 48	福井県の文化に関する LOD のグラフ構造の一部	57
図 49	東京都の文化に関する LOD のグラフ構造の一部	58
図 50	共通語彙基盤に準拠した RDF の記述	59
図 51	共通語彙基盤に準拠していない RDF の記述	59
図 52	構造体の定義と利用	59
図 53	コンテンツ型における記事型を中心とした各クラスの相互関係	67
図 54	観光語彙基盤を用いた Turtle の記述例	68
図 55	新宮町 LOD のグラフ構造	69
図 56	新宮町 LOD のグラフ構造におけるパス長	69
図 57	観光情報サイト「たのしんぐう」のトップ画面	71
図 58	「たのしんぐう」における若宮神社の記事	71
図 59	{英数字}により構成されたキーワードの文字数とその総数	74
図 60	小文字の{英数字}により構成されたキーワードの文字数とその総数	74
図 61	大文字の{英数字}により構成されたキーワードの文字数とその総数	75
図 62	{カタカナ}により構成されたキーワードの文字数とその総数	75
図 63	{漢字}により構成されたキーワードの文字数とその総数	76
図 64	{平仮名, 漢字}により構成されたキーワードの文字数とその総数	76
図 65	{カタカナ, 漢字}により構成されたキーワードの文字数とその総数	77

図 66	{英数字, カタカナ}により構成されたキーワードの文字数とその総数	77
図 67	{英数字, 漢字}により構成されたキーワードの文字数とその総数	78
図 68	{平仮名, カタカナ, 漢字}により構成されたキーワードの文字数とその総数	78
図 69	{英数字, カタカナ, 漢字}により構成されたキーワードの文字数とその総数	79
図 70	キーワード特性を考慮した TF-IDF によるキーワード推定の精度	81
図 71	教師データの自動選定	82
図 72	キーワードの伝搬定数に基づくラベル正解率の評価	83
図 73	カテゴリの伝搬定数に基づくラベル正解率の評価	84
図 74	市区町村の伝搬定数に基づくラベル正解率の評価	84
図 75	RPA 適用前のグラフ構造	85
図 76	RPA 適用後のグラフ構造	85
図 77	RPA による LOD の潜在的リンク推定の性能	87
図 78	Wikipedia におけるページサイズに基づいた文字列の選定	90
図 79	DBpedia から生成した辞書の例	91
図 80	I-Scover の文献メタデータを適用した動向分析システムのインタフェース	92
図 81	トレンド・レポーターによる「スマートフォン」の文献数推移を取得	92
図 82	トレンド・レポーターによる「スマートフォン」の解説文の取得	94
図 83	トレンド・レポーターによる「スマートフォン」の注目ポイントの取得 ...	94
図 84	トレンド・レポーターによる「スマートフォン」の課題ポイントの抽出 ...	95
図 85	福井県鯖江市が公開する LOD のグラフ構造	98
図 86	福井県鯖江市が公開する LOD における triple の一部	99
図 87	RPA により推定した福井県鯖江市の LOD における triple の一部	99
図 88	RPA により推定した福井県鯖江市の LOD におけるグラフ構造	100
図 89	LinkData.org 上でダウンロード数が多い観光関連の LOD 群のグラフ構造	102
図 90	RPA により概念推定を施した観光関連の LOD 群のグラフ構造	103
図 91	RPA により潜在的リンクを推定した観光関連の LOD 群のグラフ構造	104
図 92	LinkData.org 上でダウンロード数が多い観光関連の LOD 群における triples の例	105
図 93	RPA により潜在的リンクを推定した観光関連の LOD 群における triples の例	106
図 94	カテゴリリンクの指定による住所一覧を取得する SPARQL クエリ	107
図 95	カテゴリリンクの指定による住所一覧を取得する SPARQL クエリの実行結果	107
図 96	LinkData.org 上でダウンロード数が多い観光関連の LOD 群における度数分布	108
図 97	RPA により潜在的リンクを推定した観光関連の LOD 群における度数分布	108

表目次

表 1	日本政府におけるオープンガバメントに関する取り組みの動向	17
表 2	DATA.GO.JP で公開されている公共データ（2017 年 11 月 13 日現在） ...	18
表 3	オープンデータの分類.....	20
表 4	世界共通のオントロジーとして用いられている語彙の例	29
表 5	共通語彙基盤のコア語彙で定義されているプロパティの例	33
表 6	LOD の分類に使用した分野別キーワードの一覧.....	52
表 7	観光語彙基盤のクラス構成	63
表 8	アルゴリズム型におけるプロパティの一覧.....	64
表 9	概念型におけるプロパティの一覧	64
表 10	文化型におけるプロパティの一覧	64
表 11	通貨型におけるプロパティの一覧	64
表 12	時間型におけるプロパティの一覧	65
表 13	場所型におけるプロパティの一覧	65
表 14	概念型におけるプロパティの一覧	65
表 15	メディア型におけるプロパティの一覧	66
表 16	人型におけるプロパティの一覧.....	66
表 17	人型におけるプロパティの一覧.....	66
表 18	新宮町 LOD におけるコンテンツ型の構造数	70
表 19	神社と寺院に関する主語の一覧	70
表 20	I-Discover に登録されているキーワードの種類とその総数.....	73
表 21	各文字列のパターンにおける文字数の範囲.....	79
表 22	キーワード特性.....	80
表 23	キーワード特性に基づいた文字列の評価サンプル	80
表 24	神宮寺の triple におけるキーワード推定の結果	86
表 25	相島春フェスタの triple におけるキーワード推定の結果.....	86
表 26	I-Discover のクラス構造	88
表 27	discover:Article における代表的なプロパティ	89
表 28	discover:Term における代表的なプロパティ	89
表 29	I-Discover が使用する語彙と観光語彙基盤における語彙の対応関係	89
表 30	鯖江市が公開するデータの例.....	97
表 31	“http://www3.city.sabae.fukui.jp”を主語に含むトリプルのキーワード集計結果	101

第1章

序論

Linked Data は、ウェブ上に存在するリソースを主語 (subject)、述語 (predicate)、目的語 (object) の3つ組で表現したデータであり、リソース間に体系的なリンクを記述することで知識ベースとして活用できる。Linked Data の概念を理解する上で、1990年代に放映された日本テレビの「マジカル頭脳パワー!!」における「マジカルバナナ」が分かりやすい。「マジカルバナナ」は、複数名で楽しむことができる連想ゲームであり、「マジカルバナナ」から始めて、「バナナと言ったら黄色」、「黄色と言ったらレモン」、「レモンと言ったら酸っぱい」のように解答者が順番に連想して答えるゲームである。人は、対象事物を他の事物との繋がりによって理解しており、全体における対象事物の位置付けを把握することで特徴を捉えることができ、これが知識となる。コンピュータ上で知識を取り扱うデータベースの総称を知識ベースと呼び、事物間の繋がりを属性として管理している。例えば、「バナナの色は黄色」、「黄色の食べ物はレモン」、「レモンの味は酸っぱい」のように、色や食べ物、味が属性となる。

現在、インターネット技術の発展とともにウェブ技術も飛躍的に進化しており、Linked Data とウェブ技術の融合によって次世代ウェブであるセマンティックウェブの誕生が目前にあり、インターネット上に大規模な知識ベースが形成されつつある。セマンティックウェブは、ユーザが所望する情報を、必要な時に、必要な量と質で的確に提供できることが期待される。また、従来の統計データでは解析できないような特徴分析や動向分析、さらにはAI関連技術の性能向上に寄与するデータインフラとして期待される。2009年にオバマ政権がオープンガバメントを提唱して以降、オープンデータに関する諸活動が広がり、日本においても Linked Data をオープンデータとして公開した Linked Open Data (LOD) の公開件数が増加している。しかし、現在公開されている多くの LOD は、述語構造や各事物の繋がりによって課題があるため、セマンティックウェブの実現が難しい状況にある。

本章では、オープンデータの背景と課題、研究目的について述べ、本研究の特色と独創的な点、及び論文構成について述べる。

1.1 研究背景

現代社会は、様々なデータに基づいて意思決定が行われている。例えば、人は、気温や湿度、風速、降水確率などの天候データに基づいて服装や傘の有無などを決定している。また、小売店は、品名や価格、売買日時などの Point Of Sales (POS) データに基づいて品物の仕入れやレコメンドなどを行い、時として天候データも考慮して戦略を立案している。Internet of Things (IoT) [1]や Social Networking Service (SNS) の社会的普及によるサイバーフィジカル融合社会[2]の到来により、天候データや POS データをはじめ、通信ネットワークのログデータ、GPS や加速度センサを用いた行動履歴データ、ウェブ検索や閲覧履歴のログデータ、Twitter や Facebook などの SNS データ、メールアドレスなどの様々なデータを容易に蓄積[3]できるようになり、このようなビッグデータがマーケティングやライフログサービスなどで応用されている。

NTT docomo は、訪日外国人の国籍別人口や行動履歴などのモバイル空間統計データを蓄積しており、観光地や商業地などにおける訪問外国人の人口や訪問時間帯の追跡が可能となっている[4]。この技術は、マーケティングだけでなく、観光地における防災や帰宅困難者の対策[5]などへの応用も期待されている。

JR 東日本は、交通系 IC カードの 1 つである Suica の利用履歴データを蓄積しており、JR 利用者の乗降人口や時間帯、年代を分析することで JR 駅に隣接する商業施設のサービス品質の向上や沿線の地域活性化を図っている[6]。また、Suica は、一部の自販機や小売店でも使用可能なため、JR 利用データと POS データを組み合わせた動向分析が期待される。

Google は、ニュース記事とその検索回数を時系列データとして蓄積しており、そのデータを用いた Google Trend [7]を提供している。Google Trend は、図 1 に示すように任意のキーワードに関する動向を分析可能[8]である。同図は、「オープンデータ」とその英語表記である「Open Data」のそれぞれの動向を分析した結果であり、使用言語によって動向が異なることが分かる。

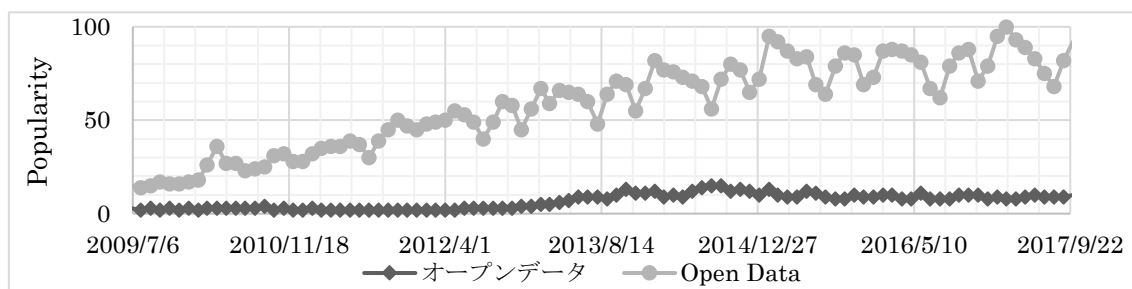


図 1 Google Trends を用いたオープンデータの動向分析結果

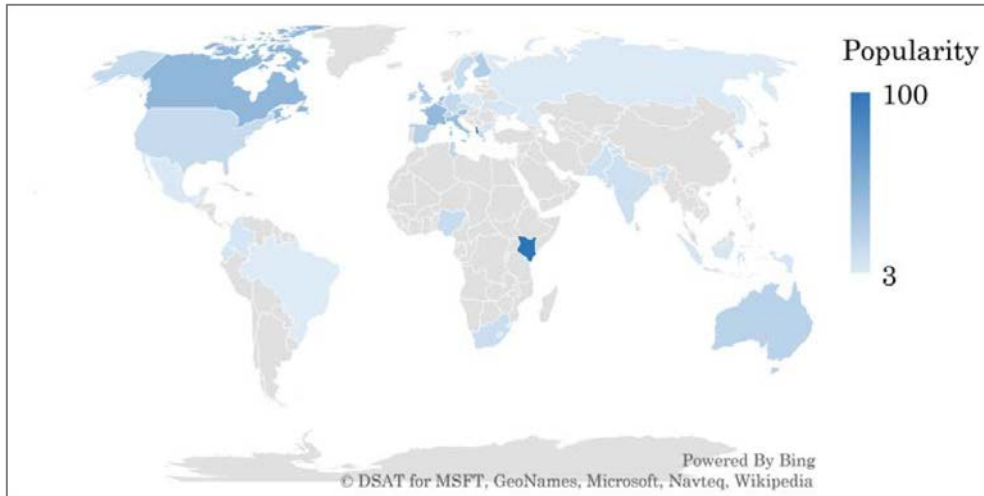


図 2 Google Trends を用いた Open Data の国別 Popularity

図 1 に示す「オープンデータ」の動向は、カタカナ表記のキーワードがニュース記事や検索クエリに用いられた回数から Popularity として評価されている。カタカナ表記は日本語であるため、結果的に日本国内におけるオープンデータの動向を示していることになる。同図における「Open Data」の動向は、主に英語圏におけるオープンデータの動向を示しており、図 2 に示すように国によって Open Data の動向が異なることが分かる。このように、データ分析によって動向を理解することで、意思決定に寄与すると考えられる。

無論、動向を理解するためには、元となるデータが必要不可欠である。幸い、オープンサイエンス[9]やオープンガバメント[10]の推進によってオープンデータの公開件数が増加し、様々なデータを入手できるようになっている。オープンデータは、インターネット上に公開された二次利用可能なデータであり、地理データや施設データ、文献データなどが存在する。

電子情報通信学会は、論文誌や研究技術報告、企業誌などの文献を検索できる文献検索システム I-Scover [11]を 2013 年 4 月に公開し、2017 年 3 月に I-Scover 第 2 期システムを公開した。I-Scover は、文献メタデータを Linked Data と呼ばれる形式で蓄積しており、第 2 期システムから SPARQL API を提供している[12]。これにより、外部のアプリケーションソフトウェアから文献メタデータを取り扱うことができ、動向分析も可能となっている。

日本政府は、2009 年にオバマ政権が表明したオープンガバメントに続いて、2012 年に電子行政オープンデータ戦略を策定して公共データのオープンデータ化を推進し、行政の透明性向上や官民連携などを図っている。

オープンデータに関する取り組みは各国で進められており、オープンデータの公開件数が世界的に増加している。World Wide Web Foundation の Open Data Barometer [13]によると、2016 年時点ではイギリスを首位として、カナダ、フランス、アメリカ、韓国、オーストラリア、ニュージーランド、日本の順にオープンデータの取り組みが評価されている。日本は、先進国の中では比較的にオープンデータの整備が遅れている状況にある。

オープンデータは、機械判読の難易度に基づいて 5 つの星レベルで分類されており、その中で最も正確に機械判読できるオープンデータを **Linked Open Data (LOD)** という。LOD は、オープンデータとして公開された **Linked Data** のことであり、ウェブ上に存在する様々なリソースのメタデータを主語、述語、目的語の 3 つ組 (triple) で記述可能である。例えば、“<http://www.fit.ac.jp/>” のページタイトルが「福岡工業大学」であることを記述する場合、主語が“<http://www.fit.ac.jp/>” となり、述語が“<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#label>”，目的語が「福岡工業大学」となる。また、インターネット百科事典の Wikipedia にある福岡工業大学の記事から福岡工業大学のウェブページを参照する場合、“<http://ja.wikipedia.org/wiki/福岡工業大学>”，“<http://xmlns.com/foaf/0.1/homepage>”，“<http://www.fit.ac.jp/>” の 3 つ組となる。このようにリソースを URI で示すことでインターネット上のリソースを識別可能となり、異なるリソースを横断的に参照できる。また，“<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#label>” や“<http://xmlns.com/foaf/0.1/homepage>” のように世界標準となっているプロパティを述語として用いることで正確な機械判読が可能となる。つまり、知識ベースとして用いることができる **Linked Data** は、各リソースが URI で記述されており、また、標準的なプロパティで主語と目的語の関係が記述されたデータである。1 つの主語に対してリテラルのみの目的語が記述されている場合は、リソース間で体系的に意味関係を相互に参照することができない。

オープンデータにおける機械判読の評価は、正確に記述内容を取り扱うことができるか否かで決まる。例えば、「1 月 25 日の天気は晴れであり、最高気温は 4℃、最低気温は-1℃となっています」という文章をコンピュータ上で取り扱うためには構文解析が必要であり、正確に認識できない可能性がある。これに対して、「日付,1 月 25 日」,「最高気温,4℃」,「最低気温,-1℃」のように各要素を CSV 形式で記述することで、コンピュータは各要素を正確に認識できる。このため、コンピュータ上で正確にデータの意味や関係性を認識でき、また、ウェブ上に知識ベースを構築可能な **Linked Data** がオープンデータとして公開されることが望まれている。**Open Data Barometer** においても相対的に多くの LOD を公開している国が高く評価される傾向にある。日本においても LOD の公開件数は増加傾向にあるが、以下のような課題があるため、LOD の二次利用が進まない現状がある。

■ 課題 1

複数の LOD を統合的に取り扱えるように標準的な述語を用いることが望ましい。しかし、個々の LOD で新しい述語が定義されている傾向がある。

■ 課題 2

複数の LOD を 1 つの知識ベースとして取り扱えるように LOD 間に横断的なリンクが存在することが望ましい。しかし、多くの LOD は、横断的なリンクが存在していない。

■ 課題 3

LOD を知識ベースとして取り扱っている先進的事例が少ないため、公共データを LOD として公開する意義が認知されておらず、LOD を積極的に公開する自治体が限定的である。

1.2 研究目的

本研究では、オープンデータの二次利用促進を図ることを目的として、述語の統一と横断的リンクの推定による Linked Data の知識ベース化を実現する。また、Linked Data を知識ベースとして用いる動向分析システムを提案し、従来の地図やネットワーク図のような可視化だけでなく文章を解析して対象データを時系列的に俯瞰できるようにする。

本研究を遂行するにあたり、図 3 に示す構成でオーブンプラットフォームを構築することとする。本プラットフォームは、ウェブ上のリソースを識別するために URI が用いられ、Unicode (UTF-8) で記述された RDF データを対象としている。なお、Linked Data では URI を Unicode に対応させた Internationalized Resource Identifier (IRI) が一般的に用いられているが、本論文では便宜上 URI と IRI を同一のものとして取り扱う。現在公開されている LOD は、施設や地理座標、辞書、文献、統計などに関するものが多いことから、述語の統一化のために観光領域を中心とした観光語彙基盤を提案し、その有効性を検証するために福岡県糟屋郡新宮町 LOD を作成して実証実験を行う。新宮町 LOD を作成するにあたり、インターネット百科事典 Wikipedia のデータベースが LOD として公開された DBpedia を用いて横断的なリンクを形成する。また、電子情報通信学会の文献検索システム I-Scover が蓄積している文献メタデータの LOD を用いる他、様々な LOD を取り扱えるようにする。横断的リンクが存在しない LOD に対応するため、基盤システムとして潜在的リンクを推定する Resource Propagation Algorithm (RPA) を提案し、統合的にリソースデータを取り扱えるようにする。また、応用システムである動向分析システムを実装するにあたり、RDF クエリ言語の 1 つである SPARQL を用いて LOD を取り扱う。

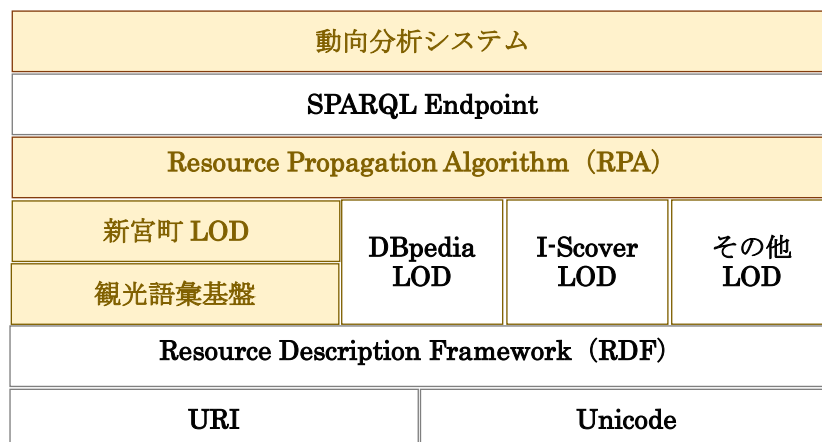


図 3 Linked Data の知識ベース化を指向したオーブンプラットフォームの構成図

1.3 特色と独創的な点

本論文で提案するオープンプラットフォームにおける主な特色として、観光語彙基盤、Resource Propagation Algorithm、及び動向分析システムの3要素があり、各要素は以下の独創的な特徴を有する。

1.3.1 観光語彙基盤

観光語彙基盤は、観光領域のリソースを体系的に記述するための述語セットである。本語彙における述語が参照するリソースのデータ型は、URI 型を基本仕様としており、非ネスト構造で簡単に Linked Data を作成できる。また、他の語彙には存在しない述語のマッピング機能を有しており、他の語彙で作成された RDF データを観光語彙基盤に準拠した RDF データに変換できる。さらに、プロパティ単位で伝搬定数を定義しており、プロパティを考慮したグラフデータを作成できる。

観光語彙基盤に関連する語彙として、独立行政法人情報処理推進機構（IPA）の共通語彙基盤があり、2013 年に閣議決定された世界最先端 IT 国家創造宣言に基づいて述語の整備が進められている。共通語彙基盤は、ネスト構造によりリテラルのリソースを体系的に整理可能であるが、データ作成において階層が深くなる可能性があり、共通語彙基盤に準拠した Linked Data を作成するためには知識と経験が必要である。これに対して、観光語彙基盤は、URI 型を基本仕様とすることによって非ネスト構造で比較的簡単に RDF データを作成できるだけでなく、他のリソースを参照することで知識ベースの継承が可能である。

1.3.2 Resource Propagation Algorithm

Resource Propagation Algorithm（RPA）は、Linked Data のグラフ構造に基づいて潜在的なリンクを推定するためのリンク予測アルゴリズムであり、概念構造を強化した RDF データを生成できる。具体的には、主語単位でキーワードやカテゴリ、都道府県、市、区、町、村などの目的語を推定し、DBpedia のリソースを参照した知識ベースを生成できる。これにより、DBpedia で定義された意味概念を継承できるだけでなく、他の LOD における

リソースを横断的に関係付けることが可能となる。Jaccard 係数や Dice 係数によるリンク予測とは異なり、観光語彙基盤によりエッジ重みを考慮できるため述語単位で潜在的なリンクの評価が可能である。また、RPA は、教師あり学習、及び教師なし学習の両方に対応しており、新しいノード（リソース）を追加しないのであれば予め教師データを作成する必要がない。このため、様々な Linked Data を対象として RPA を適用可能であり、潜在的なリンクを推定できる。また、RPA は、スター型のトポロジのみが存在する Linked Data においても、文字列型のリソースからキーワードとカテゴリのリンクを推定し、潜在的なリンクを推定できる。キーワードリンクの推定は、I-Scover に登録されている文献メタデータを用いて評価したキーワード特性に基づいており、従来の TF-IDF によるキーワード推定よりも高精度である。特に推定可能な文字列が十分に存在しない RDF データにおいても精度良く重要なキーワードやカテゴリを推定できる。

1.3.3 動向分析システム

本論文で提案する動向分析システムは、表記揺れに対応することで網羅的な分析を実現している。日本語や英語などの自然言語は表記揺れが存在し、これが原因となって検索精度や分析精度に影響を及ぼすことがある。表記揺れは、同一あるいは同等の意味を有する異表記の用語が存在することであり、例えば「認知症」と「痴呆」、「共同事業体」と「コンソーシアム」のような用語が該当する。表記揺れの発生原因は、外来語の音訳による日本語化や、社会的価値観の変化などがあり、発生原因は根本的に異なるため表記揺れを一律に補償することが難しい。しかし、LOD の公開件数が増加するにしたがって、ウェブ上に大規模な知識ベースが構築されつつある。このため、LOD を用いて表記揺れの問題を解消するとともに、オープンデータの利活用を推進することを目的として動向分析システムを提案する。

本研究は、Linked Data の知識ベース化と利活用を推進し、オープンデータによる広域のかつ持続的な観光事業の展開に貢献するものであると考えられる。

1.4 論文構成

本論文の構成は、図 4 の通りである。

第 2 章では、オープンデータの世界的な推進に寄与したオープンガバメントの概要と、日本におけるオープンデータの公開状況とデータ形式について述べる。オープンデータを公開する自治体数は増加傾向にあるが、地域格差が広がりつつあることを示す。

第 3 章では、本研究の対象である **Linked Data** について述べる。**Linked Data** における機械判読の優劣は、意味関係やデータ型、使用回数などを指定したオントロジーのモデル構成によって大きく変化する。代表的なオントロジーと **Linked Data** の作成方法について述べた後に **LOD** の課題について議論する。

第 4 章では、**LOD** の課題を解決するために本研究で提案するオープンプラットフォームについて述べる。本オープンプラットフォームは、先にも示したように観光語彙基盤、**Resource Propagation Algorithm (RPA)**、及び動向分析システムから構成されている。

第 5 章では、本オープンプラットフォームの有効性を検証するため、現在公開されている観光に関する **LOD** を対象とした知識ベース化の実験と考察を述べる。最後に第 6 章では、本論文の纏めと今後の展望を述べる。

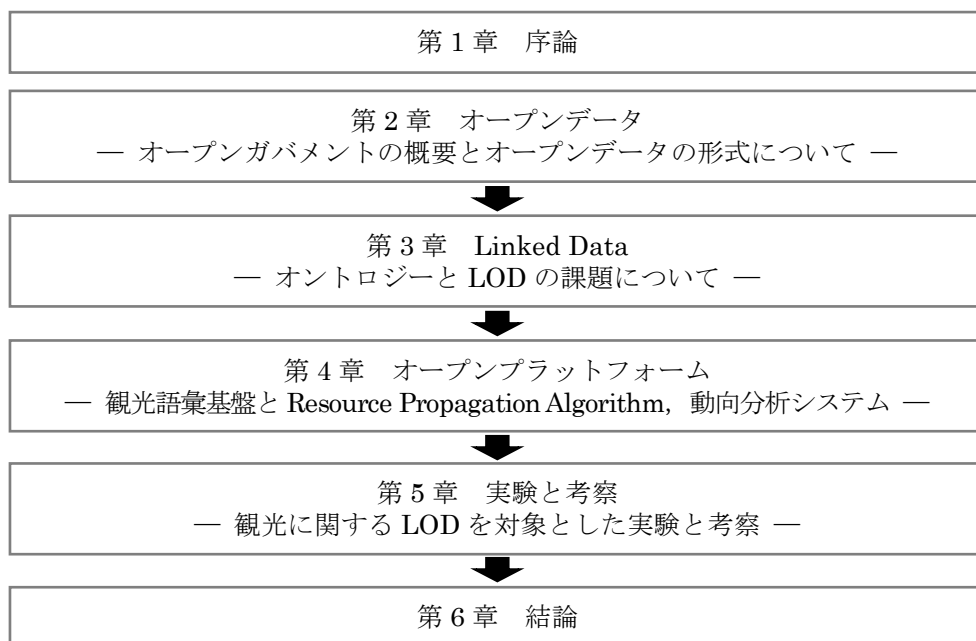


図 4 論文構成

第2章

オープンデータ

情報端末の飛躍的な記憶容量の増加と、インターネット技術の向上により、ビッグデータの収集や利用を行う組織が増加している。ビッグデータは、多種かつ大規模なデータセットのことであり、サーバログのデータセットや各店舗の POS データセット、気温や湿度などのセンサが生成したデータセットなどが該当する。

一定のルールに基づいて記述されたプレーンテキストのデータを構造化データと定義した場合、ビッグデータは、図 5 に示すようにクローズドデータ (Closed Data) とオープンデータ (Open Data) に分けられ、さらに CSV や XML, XLS などの構造化データと、PDF や JPEG, AVI などの非構造化データに分けられる。クローズドデータは、サーバログのデータセットや各店舗の POS データセットなどの大衆に対して公開されていないデータであり、航空機エンジン 1 基 1 時間あたり 20 テラバイトのセンサデータが生成[14]されている事例がある。オープンデータは、特許や著作権などにより制限を受けることがなく機械的に二次利用が可能なデータであり、インターネット上に公開することが一般的である。オープンガバメントが推進されて以降、公共データの一部がオープンデータとして公開されるようになり、これに追随して統計や施設、文献などの様々なデータが個人や団体、法人により公開されている。

本章では、オープンガバメントについて概説した後に、オープンデータに関する取り組みや公開形式、公開状況、利用状況について述べる。

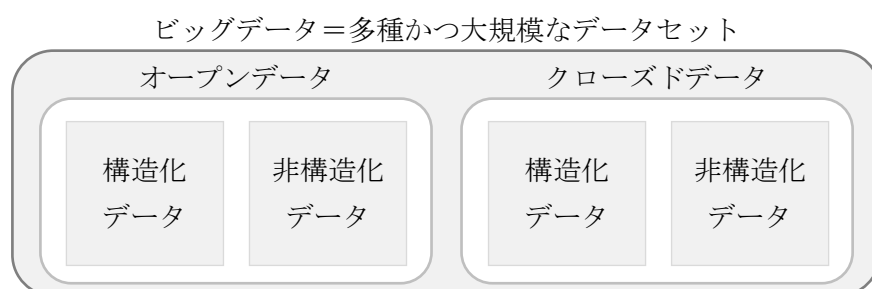


図 5 ビッグデータの分類

2.1 オープンガバメントの概要

オープンガバメント（Open Government）は、2009年に米国のオバマ大統領が表明した政策の1つであり、開かれた政府による透明性向上によって国民からの信頼を確保するとともに、民主主義を強化することが掲げられている。オバマ政権は、以下の3つの基本原則[15]に基づいてオープンガバメントの実現を図っており、二次利用が可能なデータを公開する Data.Gov [16]を設置した。

- 1) 透明性 : 公共データを国民に公開し、責任の所在を明らかにする。
- 2) 参加 : 国民の知見を活かして政策の方針を検討する。
- 3) コラボレーション : 政府と国民の協働によって国内の問題を解決する。

日本政府は、2011年に「電子行政推進に関する基本方針[17]」にオープンガバメントを重要な方針の1つとして組み込んでおり、政府が情報共有と政策形成過程の可視化を推進し、国民が政策の検証や提案できる環境整備の方針を決定した。翌年2012年にオープンガバメントの推進において公共データの利活用の推進するために「電子行政オープンデータ戦略[18]」が策定され、2013年に「世界最先端 IT 国家創造宣言[19]」が閣議決定され、オープンデータによる透明性の向上とともに地域の産業や観光などの資源との融合による新しいサービスやビジネスの展望が示された。日本政府は、表1に示すように継続的にオープンガバメントに関する政策を推進しており、2017年には「未来投資戦略2017[20]」が閣議決定され、Society 5.0の実現に向けてデータ利活用基盤の構築が掲げられている。

表1 日本政府におけるオープンガバメントに関する取り組みの動向

日付	提言や決定
2011年8月3日	電子行政推進に関する基本方針
2012年7月4日	電子行政オープンデータ戦略
2013年6月14日	世界最先端 IT 国家創造宣言
2013年6月24日	日本再興戦略
2014年6月24日	日本再興戦略改定2014
2015年6月30日	日本再興戦略改定2015
2016年6月2日	日本再興戦略2016
2017年6月9日	未来投資戦略2017

2.2 オープンデータの概要

オープンデータは、インターネット上に公開された二次利用が可能なデータの総称であり、不特定多数に対して改変や再配布が許可されており、利用目的が制限されていない。

日本政府は、保有する公共データをデータカタログサイト DATA.GO.JP [21]で公開しており、表 2 に示すようなデータが公開されている。国土交通省は、電子国土基本図や建設着工統計調査などの 3,858 件のデータセットを公開しており、各省庁の中で最も多くのオープンデータを公開している。各省庁は、それぞれの管轄における報告書や統計データを中心に公開しており、行政の透明性向上に向けて取り組んでいる。

2016 年における World Wide Web Foundation の Open Data Barometer (ODB) [13]によると、英国を首位に、カナダ、フランス、米国、韓国、オーストラリア、ニュージーランドと続き、日本のオープンデータの評価値は 75 (7 位) となっている。ODB は、英国を 100 として他国を評価しており、調査開始年の 2013 年における日本の評価値が 49 (14 位) であることを考えると、日本のオープンデータの評価値は上昇傾向にあることが分かる。ODB の評価は、準備 (35%)、実装 (35%)、インパクト (30%) の 3 つの指標に基づいて導出されている。準備は、政府の方針やアクション、事業、地域社会の 4 項目から構成されており、表 1 に示した日本政府の取り組みにより評価が向上していると考えられる。

表 2 DATA.GO.JP で公開されている公共データ (2017 年 11 月 13 日現在)

組織	件数	データセットの例
内閣府	1,550	大雨による被害状況, 列車事故, 世界経済の潮流
総務省	820	就業構造基本調査, 労働力調査, 日本標準職業分類
法務省	634	出入国管理, 犯罪白書, 政策評価調書
外務省	174	旅券統計, 外交青書, 海外在留邦人数調査統計
財務省	1,279	財政金融統計, 特別会計, 予算執行の情報開示
文部科学省	1,779	特別支援教育に関する調査, 社会教育調査, 学校経費調査
厚生労働省	1,897	年金特別会計健康勘定, 社会保障実態調査, 全国家庭動向調査
農林水産省	742	水産業協同組合統計表, 漁業・養殖業生産統計, 木材需給報告書
経済産業省	2,867	石油備蓄の現状, 産業技術調査事業, 産業経済研究委託事業
国土交通省	3,858	電子国土基本図, 建設着工統計調査, 土地分類調査
環境省	1,711	温暖化影響評価, 東日本大震災関連事業, 全国地盤環境情報
防衛省	370	調達関係情報, 建設工事, 行政事業レビュー

また、実装は、説明、イノベーション、及び社会政策に関する各データセットについて、機械判読の容易性や更新状況、Linked Data として公開されているかなどの 10 件のチェックリストに基づいて専門家により評価される。インパクトは、政治、経済、社会の 3 項目から構成されており、実装と同様に専門家により評価される[22]。

日本政府が公開しているオープンデータの評価値を向上させる方法として、機械判読の容易化と Linked Data の公開が有効であると考えられる。図 6 は、DATA.GO.JP で公開されているオープンデータのデータフォーマット使用率を示したものである。図 6 より、PDF、HTML、XLS の各フォーマットで公開されたオープンデータが大多数を占めており、調書やその解説ウェブページ、調書作成に用いた表計算ソフトの各データがそのままのフォーマットで公開される傾向にあることが分かる。

機械判読の容易性は、計算機によるデータ読み込みの確実性だけでなく、二次利用の観点からデータを容易に取り扱えることが求められている。例えば、PDF ファイルの場合、PDF リーダーを用いることで文章や図表を読み込めるが、その文章や図表の意味を機械的に判読することが難しい。特に、ファイル単位で章立てや文章構成が異なる PDF ファイルの取り扱いは至難である。また、HTML ファイルの場合も同様であり、文章や図表を読み込むことができて、Microdata [23]が記述されていない限り、その文章や図表の意味を機械的に判読することが難しい。

DATA.GO.JP に登録されている HTML ファイルの殆どは Microdata が存在しないことから、DATA.GO.JP で公開されているオープンデータの少なくとも約 70%は機械判読が難しく、計算機による汎用的な二次利用は期待できない。しかし、行政の透明性向上という点においては有効なオープンデータであると考えられる。

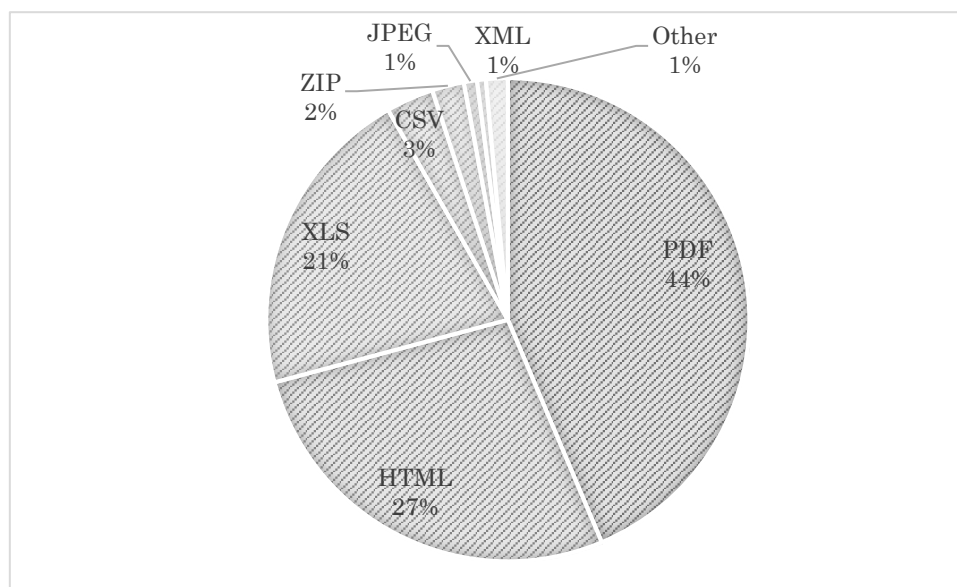


図 6 DATA.GO.JP におけるオープンデータのデータフォーマット使用率

2.3 オープンデータの形式

オープンデータは、ウェブの創始者である Tim Berners-Lee 氏によって表 3 に示すように 5 つの星レベルに分類されている[24]. 星レベルが高いほど二次利用における汎用性が高くなるため、音声や静止画像、動画像を除くデータは可能な限り 5-stars の形式でデータを作成して公開することが望ましい。各星レベルの特徴は以下の通りである。

1-star に属するオープンデータは、人による理解を目的としたデータであり、機械判読を前提に作成されていない。このため、二次利用における主な用途は、人による理解を前提としたデータの流用になることが想定される。

2-stars に属するオープンデータは、各種専用のライブラリを用いることで機械判読が可能であるが、データ構造が統一されているとは限らないためデータセットとしての取り扱いが難しい。例えば、表計算ソフトの Excel の場合、1 つのシートに複数の表を記述したものや、人による可読性向上のためにセルを結合したものがあり、人や組織、目的によってデータ構造が異なることがある。このため、機械判読の際は、各データ構造に適合したパターンを個別に定義する必要があるが、汎用性は低い。

3-stars に属するオープンデータは、プレーンテキストで記述されたデータであり、それぞれのデータフォーマットに基づいて明確に要素が区別されているため、2-stars に属するオープンデータよりも機械判読が比較的容易である。しかし、各要素は、基本的に独立しており、意味的な関係が記述されていない。また、カラムやタグ、キー、データ型などが統一されていないため、機械判読の際は各パターンを少なからず定義する必要がある。

表 3 オープンデータの分類

星レベル	条件	データフォーマットの例
1-star: ★	ウェブ上に公開された オープンライセンスの非構造化データ。	mp3, wma, jpg, gif, mp4, avi, pdf, zip.
2-stars: ★★	ウェブ上に公開された オープンライセンスの構造化データ。	xls, xlsx, Numbers
3-stars: ★★★	2-stars の条件を満たした オープンフォーマットのデータ。	csv, tsv, xml, json, html.
4-stars: ★★★★	3-stars の条件を満たし、 RDF に基づいて記述されたデータ。	xml (RDF/XML), ttl (Turtle, N-Triples).
5-stars: ★★★★★	4-stars の条件を満たし、 他のデータへのリンクが記述されたデータ。	xml (RDF/XML), ttl (Turtle, N-Triples).

4-stars に属するオープンデータは、プレーンテキストで記述されたデータであり、各要素が RDF に基づいて主語、述語、目的語の関係で記述されているため、各要素の意味を考慮した機械判読が可能である。例えば、「剣神社がある都道府県は福岡県です」という情報を RDF で表現すると、主語＝“剣神社”，述語＝“都道府県”，目的語＝“福岡県”となる。なお、RDF における主語、述語、目的語の定義は、自然言語の文法とは異なる。4-stars の条件を満たすためには、主語と述語を URI または IRI で記述する必要がある。つまり、主語＝“<http://www.tanoshingu.org/>剣神社”，述語＝“<http://imi.go.jp/ns/core/rdf#>都道府県”，目的語＝“福岡県”のように記述することで 4-stars の条件を満たす。このように記述することで他者がそのデータにリンクすることが可能になる他、統一的な述語を参照して目的語の意味とデータ型を判読できるため汎用性が高い。

5-stars に属するオープンデータは、4-stars の特徴に加えて他のデータへのリンクが記述されたデータであり、クラウドソーシングによって大規模なオープンデータを作成できる。RDF における各要素を可能な限り URI または IRI で記述することで他のデータからリンクできるようになり、集合知の形成が可能となる。例えば、上述の例の場合、目的語＝“<http://ja.dbpedia.org/resource/>福岡県”のように記述することで、芋づる式で各要素の関係性を示すことができるようになる。

日本政府が DATA.GO.JP を介してオープンデータを公開する中、これに追随して図 7 に示すように地域のオープンデータを公開する自治体数が増加傾向にあり、2017 年時点において 295 自治体が存在する。例えば、福井県鯖江市は、「データシティ鯖江[25]」を目指して観光地や公共トイレ、避難所などの位置データや、人口や気温などの統計データを整理し、4-stars 以上のオープンデータとして積極的に公開している。また、そのデータを利用したアプリケーションソフトウェアを公開し、地域情報の流通に尽力している。しかし、図 8 に示すようにオープンデータを公開する自治体数は、都道府県によって異なっており、地域格差が生じていることが分かる。なお、図 7、及び図 8 は、2017 年 9 月 17 日に公開された「日本のオープンデータ都市一覧[26]」を用いて作成したものである。

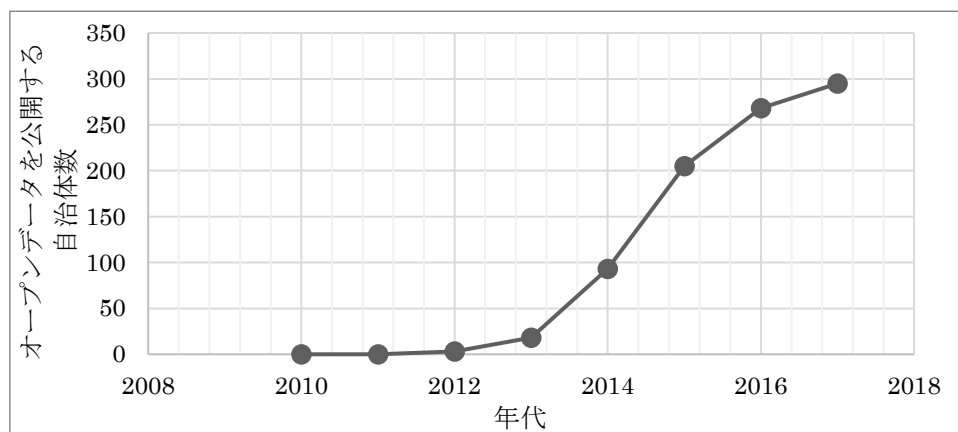


図 7 オープンデータを公開する自治体数の推移

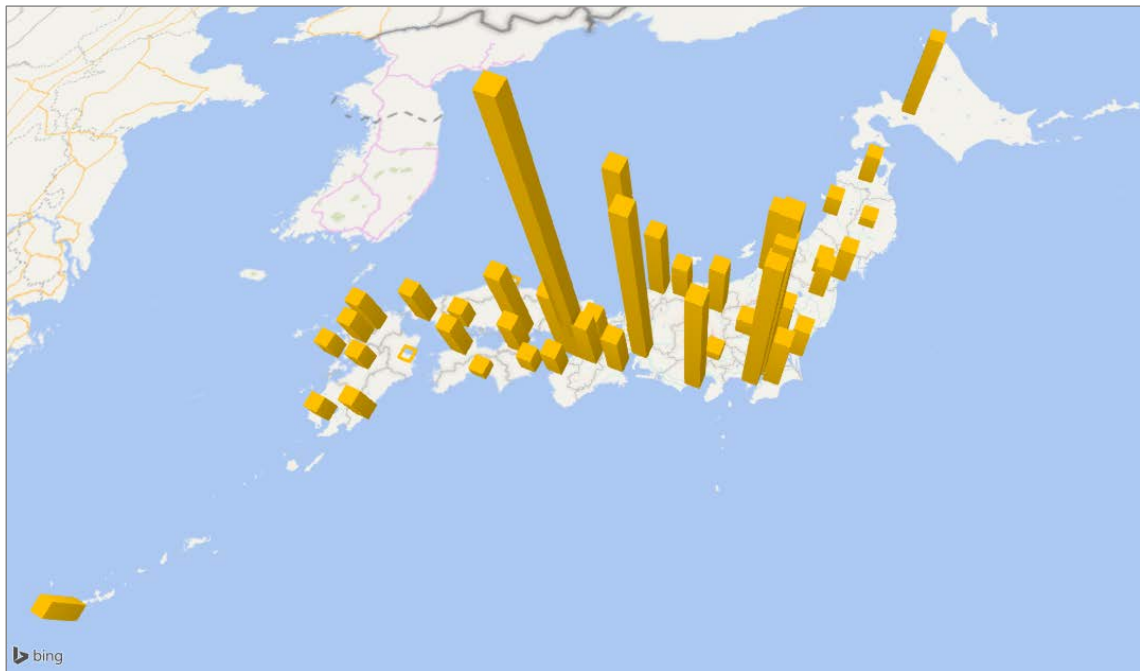


図 8 オープンデータを公開する都道府県別の自治体数

日本政府の積極的なオープンデータの公開により、2017 年 11 月 17 日現在において DATA.GO.JP には 19,531 件ものデータが登録されている。これに伴ってオープンデータを公開する自治体数が増加傾向にあるが、オープンデータの公開に積極的でない自治体も少なくない[27, 28]。この原因として、個人情報やライセンスに関する問題が取り上げられることが多いが、オープンデータの形式が最大の問題であると考えられる。

2017 年 2 月に公開された内閣官房情報通信技術（IT）総合戦略室の自治体アンケート調査結果[29]によると、約 95%の自治体はオープンデータの存在を認知しているが、オープンデータの公開に至っている自治体は約 19%に留まっている。また、オープンデータの課題や問題点として、約 62%の自治体が「オープンデータの効果やメリット・ニーズが不明確」と答えており、具体的な意見として「オープンデータを公開したことによる効果が見えない」、「民間事業者のビジネスに繋がるような画期的なサービスが創出されていない」などが挙げられている。オープンデータの利用による何等かの効果が先行事例で示されることで、オープンデータの公開に積極的な自治体数が増加すると考えられるが、オープンデータの利用に関する画期的な先行事例が少ないのが現状である。

第3章

Linked Data

Linked Data は、Resource Description Framework (RDF) に基づいて、図 9 に示すように主語 (Subject)、述語 (Predicate)、目的語 (Object) の 3 つ組 (triple) で各種リソースを表現したデータであり、Uniform Resource Identifier (URI) 型のリソースにより事物を体系的に表現する。つまり、Linked Data は、インターネットを介して他のリソースとリンクできるため、協働による大規模なデータセットの構築が可能である。また、RDF に基づいて事物の意味概念が整理されているため、知識ベースとして Linked Data を利用できる。

知識ベースは、機械的に各リソースの意味を判読して取り扱うことが可能なデータベースの総称であり、単なるリポジトリではない。Linked Data は、オントロジーによって意味概念を考慮して複数のリソースを横断的に辿ることができ、効果的に所望する結果を導出できる。工学分野におけるオントロジーは、知識を表現するモデルのことであり、RDF における述語に相当するものである。オントロジーは、対象物の属性を的確に識別できるように、語彙の種類やプロパティ、データ型が厳密に定義される必要がある。

Linked Data のリソースは、RDF クエリ言語の SPARQL によって取り扱うことができ、リソースの検索だけでなく分析が可能である。SPARQL は、主語、述語、目的語の関係に基づいて横断的にリソースを取り扱えるため、MySQL や Oracle Database などの関係データベースでは難しい高度なデータ利用が可能である。但し、全てのデータベースに共通して言えることだが、データ構造に問題がある場合はデータ利用が困難になる。特に Linked Data は、オントロジーの優劣によってデータ利用の汎用性が大きく変化する。

本章では、RDF について概説した後に、オントロジーと語彙について議論する。また、Linked Data をオープンデータとして公開した Linked Open Data (LOD) について述べ、LOD の現状課題を議論する。

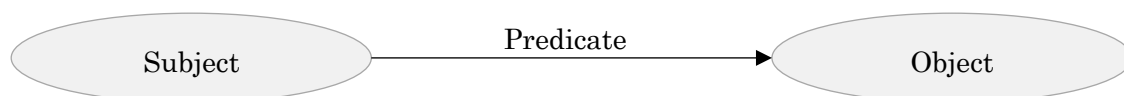


図 9 RDF に基づいた triple 構造

3.1 Resource Description Framework

Resource Description Framework (RDF) [30]は, 1992 年に World Wide Web Consortium (W3C)によって規格化されたフレームワークであり, triple に基づいてメタデータを記述する. RDF は, ウェブサイトの更新状況を配信する RDF site summary (RSS)や, 人物の名前や交友関係などの特徴を表現する Friend of a Friend (FOAF)などに用いられており, Linked Data においても基盤技術となっている.

3.1.1 RSS

RSS は, RDF に基づいてウェブサイトのタイトルやリンク, 説明, 画像などのメタデータを記述するための言語であり, 図 10 のように XML 形式で記述してインターネット上に公開することで, ウェブサイトの更新状況を不特定多数に対して配信できる.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<rss version="2.0">
  <channel>
    <title>新着情報</title>
    <link>http://www.fit.ac.jp/</link>
    <description>福岡工業大学ウェブページの新着情報です。</description>

    <item>
      <title>ふくおか IT Workouts 2016 始動！</title>
      <link>http://www.fit.ac.jp/news/archives/1835</link>
      <description>若原研究室と山口研究室が観光振興に挑戦します。</description>
      <image>
        <title>全体ガイダンス</title>
        <url>http://www.fit.ac.jp/files/documents/news/2016/h_28_061_001.jpg</url>
      </image>
    </item>

    <item>
      <title>ふくおか IT Workouts 2017 “Communication Workout” 開催</title>
      <link>http://www.fit.ac.jp/news/archives/2157</link>
      <description>観光振興における成果を発表しました。</description>
    </item>
  </channel>
</rss>
```

図 10 RSS を用いたデータの記述

図 10 における rss タグは、そのタグ内の記述内容が RSS であることを示すルートノードである。channel タグは、triple における主語に相当し、そのタグ内の記述内容がチャンネル（ウェブサイト）情報であることを示している。title タグは、triple における述語に相当し、そのチャンネルのタイトルであることを示し、title タグ内にタイトルを示す目的語を記述する。また、link タグ、description タグも同様であり、それぞれチャンネルのリンクと概要を示している。RSS は、図 11 のように階層的に triple の構造を記述でき、item タグによってチャンネル内の各項目（ウェブページ）のメタデータを記述できる。同図の item_1、及び item_2 は、item タグによってそれぞれに生成された主語と見なすことができ、各主語に対して述語と目的語の 3 つ組が形成されている。また、image タグも同様であり、image_1 が主語となって url、及び title の各述語に対応して目的語が記述されている。

title や link、description などの述語は、主語の意味概念を記述する目的語のプロパティとして重要な役割を担っており、また、目的語のデータ型を制限する役割も担っている。例えば、title に対応する目的語のデータ型は String 型であり、link に対応するデータ型は URI 型である。RSS の述語は、Dublin Core Metadata Element Set (Dublin Core) [31] によって規格化されており、この規格に則ることで意味概念を考慮した機械判読が可能となる。つまり、この規格に準拠していない RSS データを機械判読するためには、それぞれのアプリケーションソフトウェアで専用の判読パターンが定義されている必要がある。

なお、2005 年に Internationalized Resource Identifier (IRI) [32, 33] が標準化されて UTF-8 でリソースの識別子を記述できるようになり、“<http://ja.dbpedia.org/resource/福岡工業大学>” のように識別子が多言語に対応している。本来、URI は ASCII コードで記述した識別子であるが、本論文では便宜を図るためにリソースの識別子を URI として記述する。

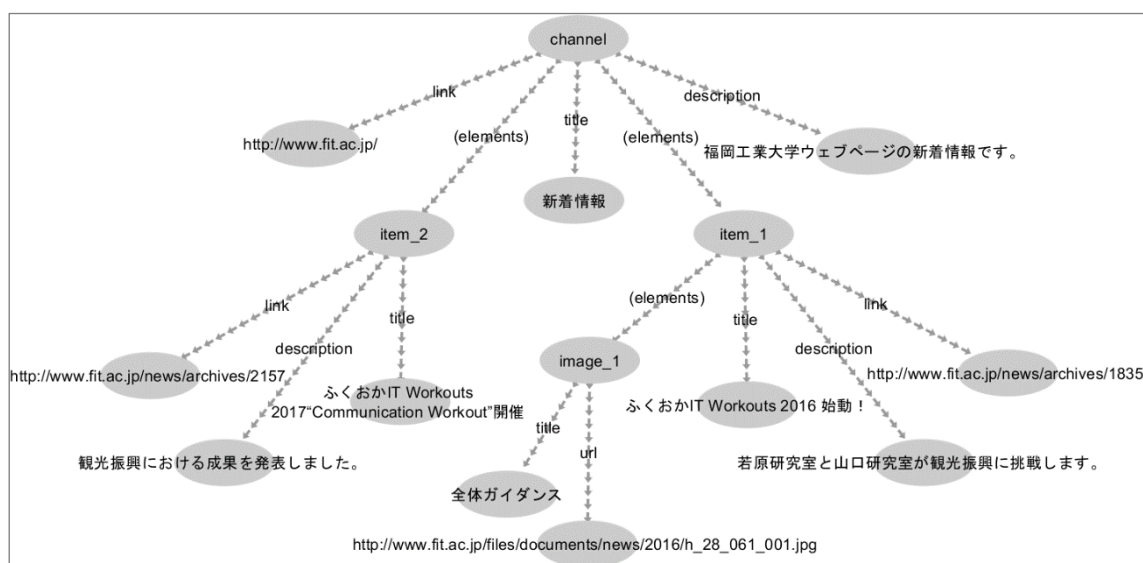


図 11 RSS を用いたデータの構造

3.1.2 FOAF

FOAF は、名前や性別、友人関係などの人物特徴を表現するための言語であり、XML や JSON-LD, Linked Data などの構造化データとして記述できる[34]。図 12 は、XML 形式で筆者と指導教員の関係を記述した例である。foaf:Person は、人物を意味するクラスであり、本例では筆者を me とし、若原教授を ToshihikoWakahara として ID を付与している。また、foaf:Group は、個々のクラスで定義されたリソースの集合をグループ化するクラスであり、本例では me と ToshihikoWakahara を若原研究室のメンバーとして記述している。foaf:name は、人の名前だけに限らず、あらゆる事物の名前を表すための述語である[35]。この他、本例で用いている FOAF の述語は、次の意味を表している。

foaf:gender : 性別, foaf:title : 敬称や身分など,

foaf:schoolHomepage : 所属学校のホームページ, foaf:knows : 知人

foaf:workplaceHomepage : 職場のホームページ, foaf:member : グループ内のメンバー

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
>
  <foaf:Person rdf:ID="me">
    <foaf:name xml:lang="ja">横 俊孝</foaf:name>
    <foaf:gender>male</foaf:gender>
    <foaf:title>Student</foaf:title>
    <foaf:schoolHomepage rdf:resource="http://www.fit.ac.jp/" />
    <foaf:knows rdf:resource="#ToshihikoWakahara" />
  </foaf:Person>

  <foaf:Person rdf:ID="ToshihikoWakahara" />
    <foaf:name xml:lang="ja">若原 俊彦</foaf:name>
    <foaf:gender>male</foaf:gender>
    <foaf:title>Professor</foaf:title>
    <foaf:workplaceHomepage rdf:resource="http://www.fit.ac.jp/" />
    <foaf:knows rdf:resource="#me" />
  </foaf:Person>

  <foaf:Group rdf:ID="WakaharaLaboratory">
    <foaf:name xml:lang="ja">若原研究室</foaf:name>
    <foaf:member rdf:resource="#me" />
    <foaf:member rdf:resource="#ToshihikoWakahara" />
  </foaf:Group>

  <foaf:Organization rdf:about="http://www.fit.ac.jp/">
    <foaf:name xml:lang="ja">福岡工業大学</foaf:name>
  </foaf:Organization>
</rdf:RDF>
```

図 12 FOAF を用いたデータの記述

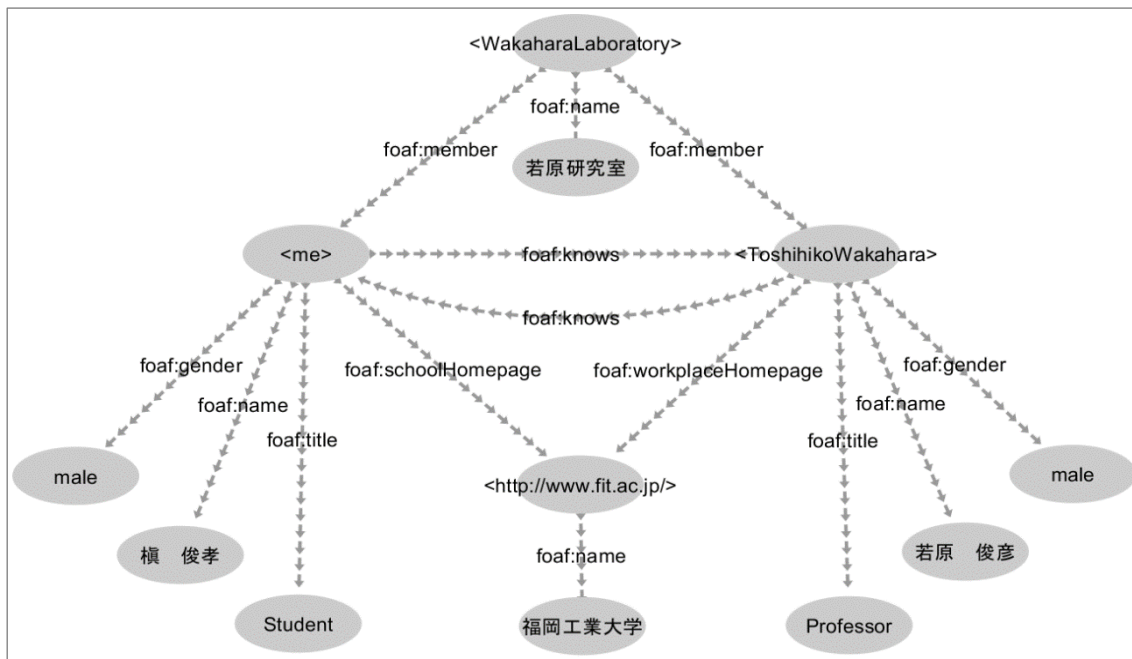


図 13 FOAF を用いたデータの構造

図 13 は、図 12 に示した FOAF データの構造例であり、“<”と“>”で囲まれた文字列は `rdf:ID`、`rdf:about`、及び `rdf:resource` で記述された識別子を示している。

`rdf:ID` は、主語としてリソースの識別子を定義するための述語であり、文書内で固有の識別子を自由に定義できる。`rdf:ID` で定義されたリソースは、`rdf:resource` によって参照可能であり、クラス間で横断的にリソースを参照して概念構造を構築できる。図 12 に示す例では、`<WakaharaLaboratory>` から `<me>` と `<ToshihikoWakahara>` に `foaf:member` として横断的にリンクされていることが分かる。また、`<me>` と `<ToshihikoWakahara>` の間で `foaf:knows` として横断的にリンクされていることが分かる。識別子ではないリソースは、図中の `male` のように別のリソースとして機械的に判読される。

`rdf:about` は、`rdf:ID` と同様に、主語としてリソースの識別子を定義するための述語であるが、インターネット上で参照可能な URI 型で識別子を定義する必要がある。`rdf:about` は、`rdf:ID` のように識別子を自由に定義できないが、個別に作成されたデータであっても共通の URI 識別子によって概念の統合が比較的容易となる。図 12 に示す例では、`rdf:about` で定義された `<http://www.fit.ac.jp/>` に対して、`<me>` と `<ToshihikoWakahara>` から横断的にリンクされていることが分かる。

`rdf:resource` は、`rdf:ID` または `rdf:about` で定義された主語のリソースを参照するための述語であり、triple 間で横断的に関係性を持たせるために必要不可欠である。主語と述語の各リソースは、時として目的語として参照され、概念構造の拡大に寄与する。但し、参照可能なリソースは識別子のみであり、図 12 に示す例にある「`male`」や「`student`」、「福岡工業大学」などのリテラルから概念構造が拡大することはない。

3.2 オントロジーと語彙

RDF で記述されたデータは、各リソースの意味関係を機械的に判読できるため、知識ベースとしての利用が期待できる。なお、人による理解が前提の国語辞典やマニュアルなどの知識ベースと、機械による理解が前提の知識ベースは設計方法が異なる。

人による理解が前提の知識ベースは、文字サイズや色、太字、フォント、段落、余白、図表などの構成が工夫されて整理された知識のリポジトリである。例えば、図 14 に示すように辞典の見出し語は、文字サイズが解説文よりも大きく、また、太字で記述されていることが一般的である。さらに、解説内容の境界を明らかにするために余白が設定されていることが多く見受けられる。このように、文書のスタイルが重要な役割を担っており、記述内容だけでなく視覚的にも理解が促進されるように図られている。

機械による理解が前提の知識ベースは、タグやカンマ、タブ、改行などにより明確にリソースの分割可能であり、識別子によってリソースの関係が明示されている知識のリポジトリであり、図 15 のように記述できる。

RSS

RSS は、RDF site summary の略称であり、不特定多数に対してウェブサイトの更新状況を配信できる言語である。

FOAF

FOAF は、Friend of a Friend の略称であり、人物の名前や交友関係などの特徴を表現するための言語である。

図 14 人による理解が前提の知識ベースの例

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
>
  <rdf:Description rdf:ID="RSS">
    <dc:title>RSS</dc:title>
    <dc:description>RSS は、RDF site summary の略称であり、不特定多数に対して
      ウェブサイトの更新状況を配信できる言語である。</dc:description>
  </rdf:Description>
  <rdf:Description rdf:ID="FOAF">
    <dc:title>FOAF</dc:title>
    <dc:description>FOAF は、Friend of a Friend の略称であり、人物の名前や交友関係な
      どの特徴を表現するための言語である。</dc:description>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

図 15 機械による理解が前提の知識ベースの例

機械による理解が前提の知識ベースは、各リソースの意味関係を述語によって定義し、各リソースをグループ化することで知識となる。つまり、知識ベースを構築する上で述語は重要な役割を担っており、共通の概念に基づいた知識ベースを構築するためにオントロジーが必要となる。例えば、`dc:title` と `foaf:title` は、`title` という表記が同じであるが意味が異なる。`dc:title` は、リソースに付与される名称のことであり、見出し語やラベルを意味している。一方、`foaf:title` は、人物の称号のことであり、`Mr` や `Mrs`, `Ms`, `Dr`, `Student`, `Professor` などが該当する。つまり、目的語として見出し語やラベルを記述するために `foaf:title` を用いることは誤りであり、知識として利用できない。

オントロジーは、各種リソースを体系的に分類するために、プロパティやデータ型、出現回数などが定義されたモデルのことであり、知識ベースの構築に欠かせない。共通のオントロジーを用いることで、リソースの意味を誤解することが無くなるだけでなく、共通の概念に基づいてリソースを取り扱うことが可能になる。現在、世界共通のオントロジーとして表 4 に示すような語彙が用いられており、各語彙で様々な述語が定義されている。同表の URI で示す名前空間において、Prefix は URI を簡略化して記述するときに用いられており、“`http://purl.org/dc/elements/1.1/title`” は “`dc:title`” のように記述できる。本節では、代表的な語彙である `rdfs`, `rdfs`, `xsd`, `owl` について概説する。

表 4 世界共通のオントロジーとして用いられている語彙の例

Prefix	URI	用途
<code>rdf</code>	<code>http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#</code>	RDF の概念を定義
<code>rdfs</code>	<code>http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#</code>	クラスやラベルなどを定義
<code>xsd</code>	<code>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#</code>	データ型の定義
<code>owl</code>	<code>http://www.w3.org/2002/07/owl#</code>	推論に関する定義や回数制限など
<code>skos</code>	<code>http://www.w3.org/2004/02/skos/core#</code>	ラベルの記述や上位語の参照など
<code>skosxl</code>	<code>http://www.w3.org/2008/05/skos-xl#</code>	ラベルや異表記ラベルの参照など
<code>geo</code>	<code>http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#</code>	場所のメタデータを記述
<code>ma</code>	<code>http://www.w3.org/ns/ma-ont#</code>	メディアのメタデータを記述
<code>ical</code>	<code>http://www.w3.org/2002/12/cal/ical#</code>	イベントのメタデータを記述
<code>vcard</code>	<code>http://www.w3.org/2006/vcard/ns#</code>	電子名刺としてメタデータを記述
<code>foaf</code>	<code>http://xmlns.com/foaf/0.1/</code>	人物の名前や知人関係などを記述
<code>dc</code>	<code>http://purl.org/dc/elements/1.1/</code>	文書のタイトルや著者などを記述
<code>dcterms</code>	<code>http://purl.org/dc/terms/</code>	文書の概要や発行日などを記述
<code>fabio</code>	<code>http://purl.org/spar/fabio</code>	書誌のメタデータを記述
<code>swrc</code>	<code>http://swrc.ontoware.org/ontology#</code>	書誌のメタデータを記述
<code>prism</code>	<code>http://prismstandard.org/namespaces/basic/2.0/</code>	書誌のメタデータを記述
<code>bf</code>	<code>http://bibframe.org/vocab/</code>	書誌のメタデータを記述

3.2.1 rdf

rdf は、RDF の概念を定義した語彙であり、主語、述語、目的語の各リソースの概念やステートメントの概念などが定義されている。例えば、「福岡工業大学」の「住所」が「福岡県福岡市東区和白東 3-30-1」であることを図 16 のように記述できる。

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#">
  <rdf:Statement>
    <rdf:subject>福岡工業大学</rdf:subject>
    <rdf:predicate>住所</rdf:predicate>
    <rdf:object>福岡県福岡市東区和白東 3-30-1</rdf:object>
  </rdf:Statement>
</rdf:RDF>
```

図 16 rdf を用いたデータの記述例

3.2.2 rdfs

rdfs は、RDF Schema vocabulary の略称であり、RDF に基づいて記述されたデータのリソースを正確に判読できるようにクラスやリテラルなどが定義されている。例えば、「福岡工業大学」のクラスに「福岡工業大学大学院」のサブクラスが属していることを図 17 のように記述できる。このように triple 間で関係を有していることを明示することで、正確な機械判読を実現できる。

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
>
  <rdf:Description rdf:ID="福岡工業大学">
    <rdf:type rdf:resource="rdfs:Class" />
  </rdf:Description>

  <rdf:Description rdf:ID="大学院">
    <rdf:type rdf:resource="rdfs:Class" />
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#福岡工業大学" />
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

図 17 rdfs を用いたデータの記述

3.2.3 xsd

xsd は, XML Schema Definition の略称であり, リソースを正確に判読できるように様々なデータ型が定義されている. 例えば, 「福岡工業大学」の「緯度」と「経度」を図 18 のように記述できる. まず, 緯度と経度の意味を定義するために “this:緯度経度” をクラスとして定義し, 次に “this:緯度” と “this:経度” を定義して “this:緯度経度” をドメインとして参照し, また, xsd:float により浮動小数点数型のリテラルを持つことを明示する. これにより “this:緯度” と “this:経度” を述語として使用できるようになり, 福岡工業大学の緯度と経度を同図のように記述できる. このように, リテラルのプロパティとデータ型が明示されることで正確な機械判読を実現できる.

データ型が明示されていない場合, 浮動小数点数型のリテラルを整数型として判読する可能性があり, 緯度や経度のようなリテラルは致命的な欠損が生じることになる. また, 整数型のリテラルを文字列型として判読された場合, 演算処理や比較処理が正常に機能しない可能性がある.

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:this="#"
>
  <rdf:Description rdf:about="this:緯度経度">
    <rdf:type rdf:resource="rdfs:Datatype" />
  </rdf:Description>

  <rdf:Description rdf:about="this:緯度">
    <rdfs:comment>緯度を十進法で記述するためのプロパティ</rdfs:comment>
    <rdfs:domain rdf:resource="this:緯度経度" />
    <rdfs:range rdf:resource="xsd:float" />
  </rdf:Description>

  <rdf:Description rdf:about="this:経度">
    <rdfs:comment>経度を十進法で記述するためのプロパティ</rdfs:comment>
    <rdfs:domain rdf:resource="this:緯度経度" />
    <rdfs:range rdf:resource="xsd:float" />
  </rdf:Description>

  <rdf:Description rdf:ID="福岡工業大学">
    <this:緯度>33.695469</this:緯度>
    <this:経度>130.439456</this:経度>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

図 18 xsd を用いたデータの記述

3.2.4 owl

owl は、Web Ontology Language に因んで付けられた名称であり、ウェブ上のリソースを正確に判読できるように推論に関するクラスの定義や出現回数の制限などが定義されている。owl を用いることで図 18 に示した例を図 19 のように整理でき、各リソースの厳密な定義や再利用が容易になる。owl:minCardinality と owl:maxCardinality により出現回数の制限が可能となり、本例では緯度と経度の記述が 0 回から 1 回までの範囲で制限している。

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:this="#"
>
  <rdf:Description rdf:about="this:緯度">
    <rdfs:comment>緯度を十進法で記述するためのプロパティ</rdfs:comment>
    <rdfs:domain rdf:resource="this:緯度経度" />
    <rdf:type rdf:resource="owl:DatatypeProperty" />
  </rdf:Description>

  <rdf:Description rdf:about="this:経度">
    <rdfs:comment>経度を十進法で記述するためのプロパティ</rdfs:comment>
    <rdfs:domain rdf:resource="this:緯度経度" />
    <rdf:type rdf:resource="owl:DatatypeProperty" />
  </rdf:Description>

  <owl:Class rdf:about="this:緯度経度">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Restriction>
        <owl:onProperty rdf:resource="this:緯度" />
        <owl:minCardinality>0</owl:minCardinality>
        <owl:maxCardinality>1</owl:maxCardinality>
      </owl:Restriction>
      <owl:Restriction>
        <owl:onProperty rdf:resource="this:経度" />
        <owl:minCardinality>0</owl:minCardinality>
        <owl:maxCardinality>1</owl:maxCardinality>
        <owl:onDataRage rdf:resource="xsd:float" />
      </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>

  <rdf:Description rdf:ID="福岡工業大学">
    <this:緯度>33.695469</this:緯度>
    <this:経度>130.439456</this:経度>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

図 19 owl を用いたデータの記述

3.3 共通語彙基盤

共通語彙基盤は、2013 年に閣議決定された世界最先端 IT 国家創造宣言に基づき、日本国内におけるデータの公開や利用の促進を図るために開発された語彙[36]であり、Infrastructure for Multi-layer Interoperability Vocabulary (IMI Vocabulary)とも呼ばれている。共通語彙基盤は、表 5 に示すようにプロパティが日本語で定義[37]されており、複数の語彙を組み合わせる用いなくとも様々な領域のリソースを記述することが可能である。共通語彙基盤の語彙は、氏名や住所などのコア語彙と、社会活動や業務を想定したドメイン語彙、また、ドメイン語彙がドメイン共通語彙とドメイン固有語彙の 2 種類に分類されており、owl を用いて厳密に定義されている。

表 5 共通語彙基盤のコア語彙で定義されているプロパティの例

クラス	サブクラス	プロパティ	データ型	定義域
ic:概念型	ic:事物型	ic:表記	xsd:string	ic:事物型や ic:日付型など
		ic:画像	xsd:anyURI	ic:事物型
		ic:説明	xsd:string	ic:事物型や ic:期間型など
ic:名称型		ic:カナ表記	xsd:string	ic:名称型
		ic:ローマ字表記	xsd:string	ic:名称型
		(ic:事物型を継承)	-	-
ic:住所型		ic:郵便番号	xsd:string	ic:住所型
		ic:都道府県	xsd:string	ic:住所型
		(ic:事物型を継承)	-	-
ic:座標型		ic:緯度	xsd:string	ic:座標型
		ic:経度	xsd:string	ic:座標型
ic:場所型		ic:名称	ic:名称型	ic:場所型やイベント型など
		ic:通称	xsd:string	ic:場所型と ic:組織型
		ic:住所	ic:住所型	ic:場所型や ic:組織型など
		ic:地理座標	ic:座標型	ic:場所型
ic:文書型		ic:表題	xsd:string	ic:文書型
		ic:キーワード	xsd:string	文書型, イベント型
ic:イベント型		ic:名称	ic:名称型	ic:場所型やイベント型など
		ic:キーワード	xsd:string	文書型, イベント型

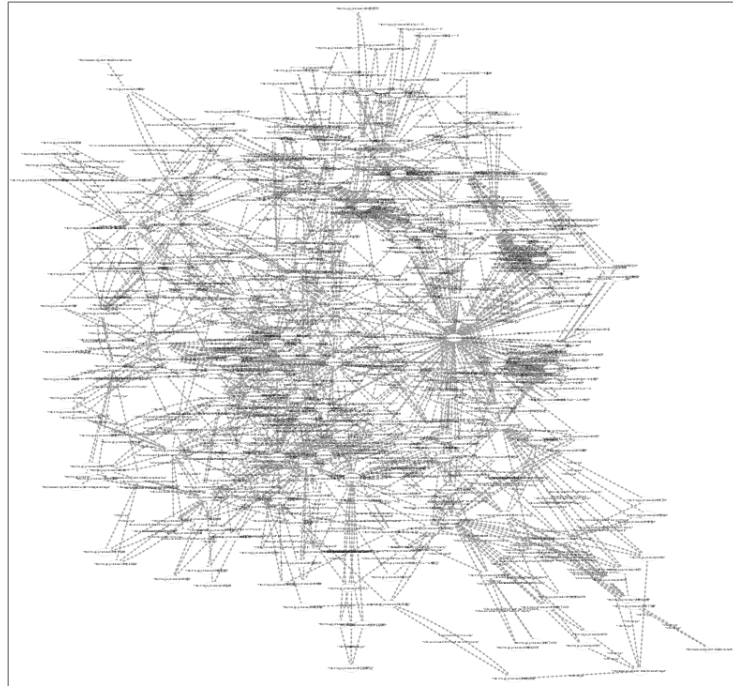


図 20 共通語彙基盤のグラフ構造

共通語彙基盤のコア語彙バージョン 2.4 は、概念型をルートクラスとして事物型や名称型などのドメイン共通語彙のクラスと、氏名型や法人型などのドメイン固有語彙のクラスが定義されており、計 59 件のクラスから構成されている。これらのクラスは、表 5 に示した `ic:` 名称のようにデータ型として定義されており、クラスによって厳密にプロパティが管理されている。コア語彙バージョン 2.4 には、計 244 件のプロパティが存在しており、そのうち 107 件のプロパティが `xsd` によりデータ型が定義されている。この他の 137 件のプロパティは、共通語彙基盤で定義された新しいデータ型であり、構造体のような形式でクラスにより定義されている。図 20 は、共通語彙基盤のクラスとプロパティの関係性から生成したグラフ構造であり、1 つのグラフとしてそれぞれの要素が互いに参照して概念構造が形成されていることが分かる。共通語彙基盤は、氏名型や法人型の他にイベント型や製品型、活動型、重量型などの様々な異種のクラスが定義されているが、同図のように 1 つの概念に集約される形で様々な領域を横断的に関係付けている特徴がある。つまり、様々な領域のリソースを表現するためのオントロジーとして非常に優れたモデルであると考えられる。

図 21 は、共通語彙基盤を用いて作成した福岡工業大学の例である。福岡工業大学のウェブページの URI を主語とし、`ic:` 名称によってその URI のラベルを付与している。`ic:` 名称のデータ型は `ic:` 名称型であるためサブクラスとなり、そのサブクラス内で `ic:` 表記と `ic:` カナ表記を記述している。このようにクラス単位で厳密に概念を記述でき、図 22 に示すように階層的に概念が整理されるため正確な機械判読が可能である。`ic:` 名称は、同図のイベントのように関連する別の概念においても使用されることがあるため、階層化が必要不可欠である。

```

<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:ic="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
>
  <rdf:Description rdf:about="http://www.fit.ac.jp/">
    <rdfs:subClassOf>
      <rdf:type rdf:resource="ic:名称" />
      <ic:表記>福岡工業大学</ic:表記>
      <ic:カナ表記>フクオカコウギョウダイガク</ic:カナ表記>
    </rdfs:subClassOf>
    <ic:概要>本学は、福岡県にある私立大学である。</ic:概要>
    <rdfs:subClassOf>
      <rdf:type rdf:resource="ic:住所" />
      <ic:郵便番号>811-0295</ic:郵便番号>
      <ic:表記>福岡県福岡市東区和白東 3 - 3 0 - 1 </ic:表記>
    </rdfs:subClassOf>
    <rdfs:subClassOf>
      <rdf:type rdf:resource="ic:地理座標" />
      <ic:緯度>33.695469</ic:緯度>
      <ic:経度>130.439456</ic:経度>
    </rdfs:subClassOf>
    <rdfs:subClassOf>
      <rdf:type rdf:resource="ic:イベント" />
      <rdfs:subClassOf>
        <rdf:type rdf:resource="ic:名称" />
        <ic:表記>立花祭</ic:表記>
        <ic:カナ表記>タチバナサイ</ic:カナ表記>
      </rdfs:subClassOf>
      <ic:概要>立花祭は、福岡工業大学の文化祭である。</ic:概要>
    </rdfs:subClassOf>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>

```

図 21 共通語彙基盤を用いたデータの記述

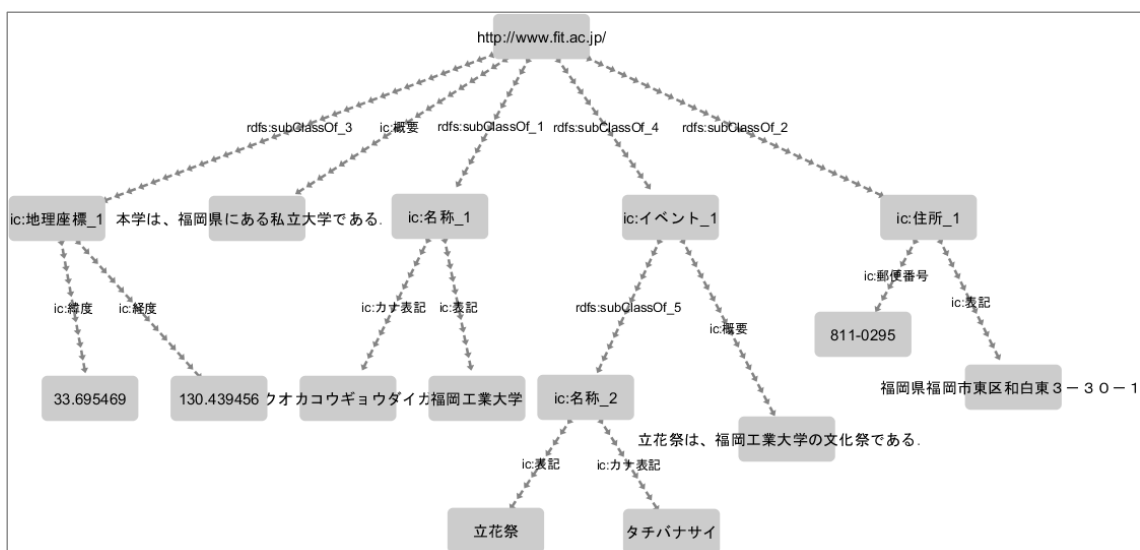


図 22 共通語彙基盤を用いたデータのグラフ構造

3.4 Linked Data

Linked Data は、URI によりリソースが識別された RDF データである。URI は、Linked Data におけるリソースの識別子として定義されるだけでなく、HTTP によりインターネット上で参照可能であることが求められる。参照対象は、ウェブページだけでなく、音声や画像、動画などの様々な事物が対象となっており、事物の概念を説明可能な関連情報の URI リンクを記述することが望ましい。本節では、Linked Data の構成法について述べる。

3.4.1 Linked Data のファイル形式

Linked Data は、以下のファイル形式で主に作成される。

1) RDF/XML

RDF/XML は、W3C により標準化されており、図 21 に示した形式で作成される。XML は、汎用的にデータを記述できるため、ウェブ API をはじめ様々なアプリケーションでデータ管理のために用いられており認知度が高い。しかし、同図から分かるように開始タグと終了タグの記述や階層構造の記述が煩雑であるため、人間による RDF/XML による Linked Data の作成や理解には向いていない。

2) RDFa

RDFa は、HTML 文書内に triple を記述できるように開発された規格であり、HTML 文書と RDF データを 1 つのファイルに記述できる特徴がある。しかし、HTML のテンプレートに変更が生じた際は、コンテンツに変更が無くとも RDFa の記述変更が必要となる可能性がある。コンテンツ管理システム (CMS) を用いたウェブページが主流であり、容易にデザイン変更が可能な中で、RDFa のデータを正確に制御することは難しい。

3) RDF/JSON

RDF/JSON は、JavaScript Object Notation (JSON)形式で RDF データを記述する形式であり、JavaScript をはじめ、PHP や C などの多くのプログラム言語で取り扱うことが可能である。このため、Linked Data を用いたウェブアプリケーションを実装する場合は、RDF/JSON 形式が最も都合が良い。但し、筆者の経験上、RDF/JSON のファイルサイズが 10MB 以上の場合は、応答速度の観点からサーバサイドでデータを処理し、その結果をクライアントサイドに渡すことが望ましい。クライアント端末の性能とブラウザによっては、JavaScript でファイルを読み込むだけでも処理が停止することがある。

4) Turtle

Turtle は、人間による作成や理解が比較的容易なプレーンテキスト形式の RDF データである。RDF/XML と同様に名前空間の略記が可能であり、また、リソースを階層的に記述することも可能なため、Turtle 形式で Linked Data を作成する個人や団体が多い。本節では Turtle による Linked Data の作成法を詳細に述べる。

5) N-Triples

N-Triples は、Turtle のサブセットとして記述できる RDF データであり、1 行に 1 つの triple を半角スペース区切りで記述する形式である。但し、1 行単位のためリソースを階層的に記述できない。N-Triples は、Turtle に比べて冗長的であるが、1 行単位のため高速処理が可能である。このため、メインメモリに格納できないような巨大なデータファイルを取り扱うときに適した形式であると言われている[38]。

3.4.2 Turtle データ

Turtle データは、図 23 のように prefix によって名前空間の接頭辞を定義でき、ファイル内でその接頭辞を用いてプロパティを記述できる。1 つの主語に対して複数の述語を記述でき、また、1 つの述語に対して複数のリソースを記述可能である。

```
@prefix rdf:<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix rdfs:<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>.
@prefix ic:<http://www.w3.org/2002/07/owl#>.

<http://www.fit.ac.jp/>
  ic:名称 ([
    ic:表記 "福岡工業大学"@ja;
    ic:カナ表記 "フクオカコウギョウダイガク"@ja;
  ]);
  ic:概要 "本学は、福岡県にある私立大学である。"@ja;
  ic:住所 ([
    ic:郵便番号 "811-0295";
    ic:表記 "福岡県福岡市東区和白東 3 - 3 0 - 1"@ja;
  ]);
  ic:地理座標 ([
    ic:緯度 "33.695469";
    ic:経度 "130.439456";
  ]);
  ic:イベント ([
    ic:名称 ([
      ic:表記 "立花祭"@ja;
      ic:カナ表記 "タチバナサイ"@ja;
    ]);
    ic:概要 "立花祭は、福岡工業大学の文化祭である。"@ja;
  ]);
```

図 23 Turtle 形式による Linked Data の記述 I

図 23 は、図 21 に示した RDF/XML を Turtle 形式で記述したデータであるが、Turtle 形式は人間にとって比較的読みやすく、また、記述しやすいことが分かる。空白文字を除いた字数で評価した場合、図 21 のデータは 838 文字から構成されているが、図 23 のデータは 471 文字である。つまり、この例に限って言えば、Turtle 形式のデータは、RDF/XML 形式のデータの半数程度の字数で記述できることになる。

Linked Data は、その名称の通りリンクされたデータであり、1 つの主語をルートとして階層的に記述するよりも、URI によって各リソースを識別できることが望ましいと考える。この理由として、階層を辿る必要があるため直接参照ができないことに加え、詳細に事物の概念を表現しようとするすると階層が深くなることが挙げられる。例えば、図 23 に示した例の場合、福岡工業大学で開催されているイベントの名称を記述するために 4 層構造となっているが、ここからさらに詳細情報として ic:開催場所の ic:名称や ic:地理座標などを記述すると 5 層構造となる。つまり、事物を詳細に記述するほど階層構造が深くなり、データの記述が煩雑化するだけでなく、事物について再定義しなければいけない可能性がある。本質的な概念を説明することは非常に難しいことであり、ある概念を説明するために別の概念を説明する必要があることは自明であり、時として相互に概念を参照することで体系化されることもある。再定義を避ける方法として識別子の定義が有効であり、Linked Data における URI が識別子として機能する。事物の識別子を URI として定義することでファイル内だけでなくインターネット上で横断的な参照と再利用が可能となり、事物の複雑な意味概念を記述できる。このため、図 23 の内容は、図 24 のように記述することが望ましいと考える。

```
@prefix rdf:<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix rdfs:<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>.
@prefix vcard:<http://www.w3.org/2006/vcard/ns#>.
@prefix geo:<http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#>.
@prefix ical:<http://www.w3.org/2002/12/cal/ical#>.

<http://www.fit.ac.jp/>
  rdfs:label "福岡工業大学"@ja, "フクオカコウギョウダイガク"@ja-Kana;
  rdfs:comment "本学は、福岡県にある私立大学である。"@ja;
  vcard:hasAddress ([
    vcard:postal-code "811-0295";
    vcard:street-address "福岡県福岡市東区和白東 3 - 3 0 - 1"@ja;
  ]);
  geo:Point ([
    geo:lat "33.695469"^^xsd:decimal;
    geo:long "130.439456"^^xsd:decimal;
  ]).

<http://sites.google.com/site/fittachibanasai/>
  rdfs:label "立花祭"@ja, "タチバナサイ"@ja-Kana;
  rdfs:comment "立花祭は、福岡工業大学の文化祭である。"@ja;
  ical:organizer <http://www.fit.ac.jp/>.
```

図 24 Turtle 形式による Linked Data の記述 II

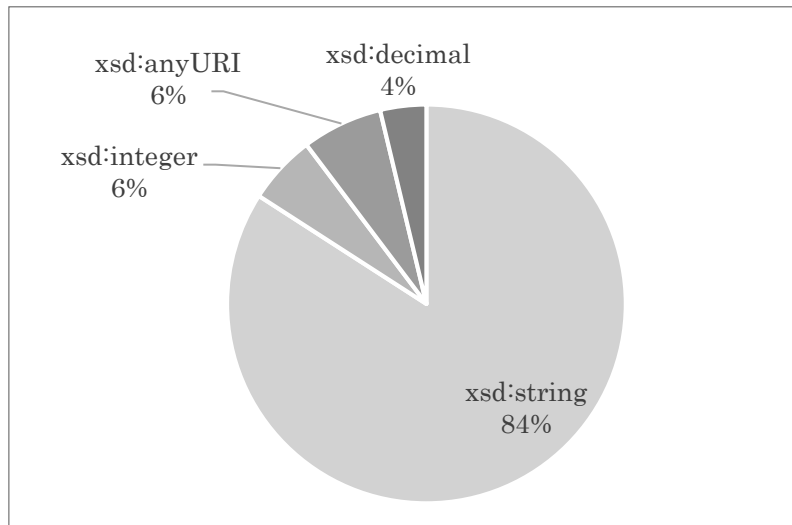


図 25 共通語彙基盤で定義されているプロパティのデータ型

共通語彙基盤のモデルは、オントロジーとしては素晴らしいが、図 25 に示すようにプロパティのデータ型は `xsd:string` や `xsd:integer`, `xsd:decimal` のリテラルを参照する型で占めているため、図 24 の例では `rdf`, `rdfs`, `vcard`, `geo`, 及び `ical` の計 5 件の語彙を用いてリソースを記述している。

立花祭ホームページの URI を主語として記述し、立花祭に関する記述を別の `triple` の集合として整理している。その URI が“立花祭”であることを `rdfs:label` により示している。共通語彙基盤では `ic:カナ表記` として“タチバナサイ”を記述しているが、図 24 のように `@ja`, `@ja-Kana` のように別の表記として記述することが可能である。この他、漢字表記の場合は `@ja-Kanji`, ローマ字表記の場合は `@ja-Lath`, 英語の場合は `@en`, 中国語の場合は `@zh` のように言語タグによって別の表記として記述できる。但し、基本的にラベルやタイトルなどのプロパティは 1 つの主語に対して 1 回の出現回数とする制限があるため、“立花祭”`@ja`, “福岡工業大学立花祭”`@ja` のように記述することは誤りである。言語タグが異なるならば、1 回の出現回数という制限がある場合でも複数のリテラルを定義できる。

福岡工業大学に関する `triple` の集合と、立花祭に関する `triple` の集合が関係していることを示すために、ここでは開催者を意味する `ical:organizer` によって立花祭から福岡工業大学を参照している。

このように参照可能な URI を記述できる場合は、可能な限り `triple` の集合を分けて記述することが望ましい。これにより、事物の複雑な意味概念を記述できるだけでなく、各集合の階層構造が浅くなることでデータの取り扱いが簡単になり、また、処理速度の高速化が期待できる。この見解は、一般的なデータベースにおける正規化と共通部分がある。整合性を考慮した上で重複したデータを ID 化することで追加や更新、参照などが効率化され、また、ID のインデックスにより処理の高速化を実現できる。URI の I は、Identifier の略称であり、データベースにおける ID と基本的な考え方は同一である。

3.5 Linked Open Data と Web of Data

Linked Open Data (LOD)は, Linked Data をオープンデータとして公開したデータであり, オープンデータの分類において最上位の 5 つ星データである. LOD の公開件数は, 年々増加しており, 図 26 に示すような成長が見られる. 第 1 世代では研究の一環として作成された LOD であったが, 第 2 世代では第 1 世代の LOD を参照した新しいデータが誕生する. LOD を参照することは意味概念を継承することと同義であり, 概念を再利用する形で発展的に LOD を作成できる. 第 3 世代では, 別領域で新しい LOD が誕生するだけでなく, 前世代の LOD が更新されて相互リンクが張られ, 意味概念を互いに参照できるようになる. 第 4 世代ではさらに新しい LOD が誕生するとともに, 別領域を横断する LOD も誕生して 1 つの巨大な知識ベースへと進化し, これから爆発的に LOD が増加すると考えられる. 2017 年現在の LOD は, 同図に示す第 4 世代の潮流にあり, 大学や研究所が主体であった LOD が一般の個人や団体に広がりつつある. 従来の HTML によるウェブもこのような過程を経て成長しており, Google が 2008 年に発表した「We knew the web was big...」によるとインデックスされたウェブページの総数は 1 兆ページを超えている[39]. 日本電信電話株式会社 (NTT) が先進的事例として 1995 年にウェブのディレクトリサービスを提供[40]したことから想像すると, 十数年で爆発的にウェブが成長したことが分かる.

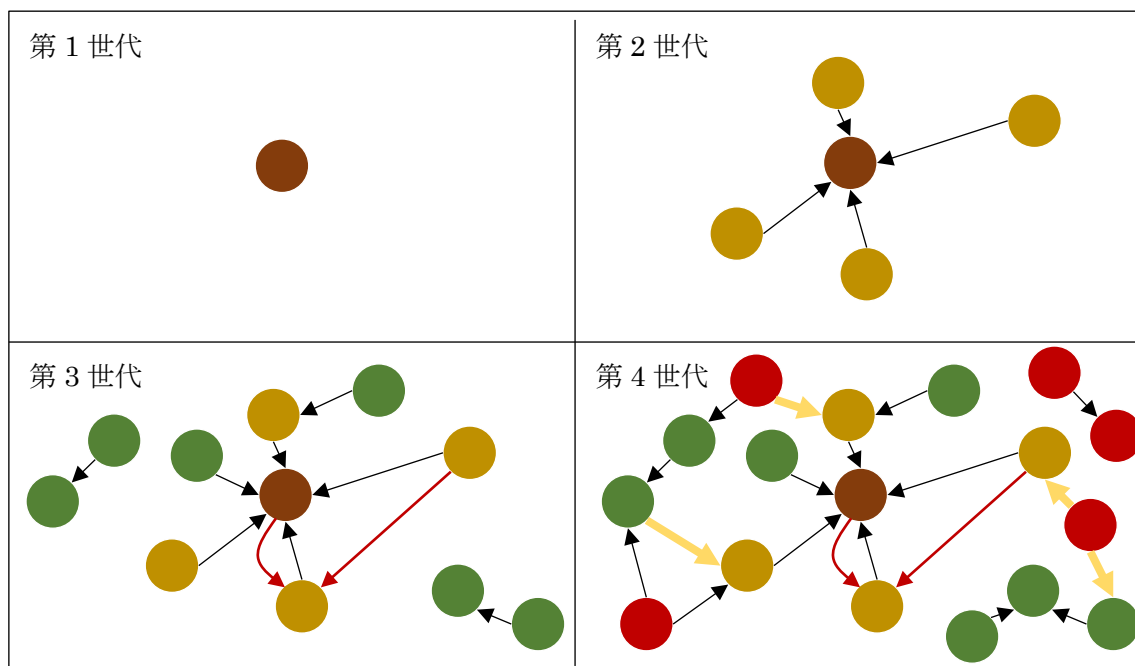


図 26 LOD の成長モデル

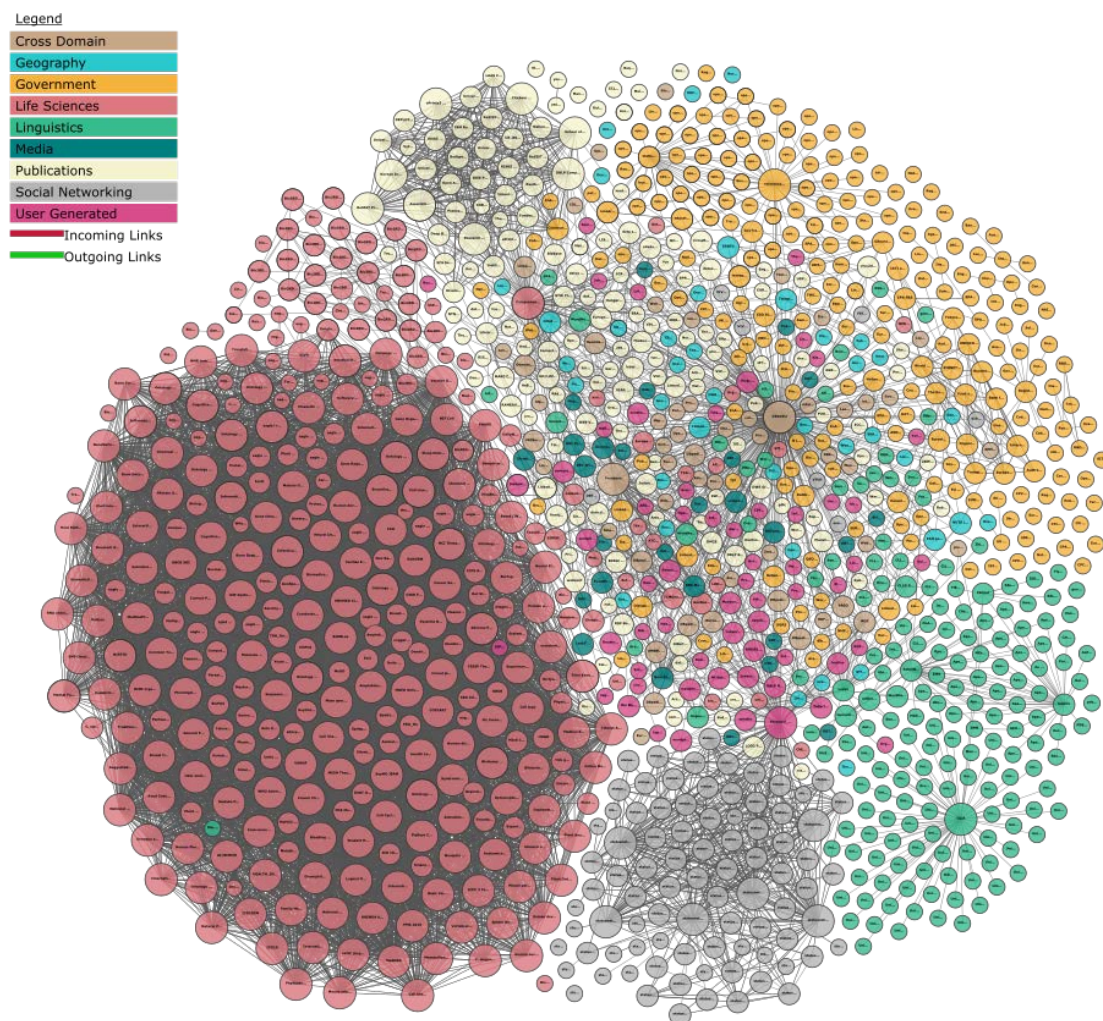


図 27 2017 年 2 月時点における LOD Cloud (<http://lod-cloud.net/>)

図 27 は、Andrejs Abele 氏らによって作成された、LOD 間のリンク構造を示している LOD Cloud である。最初の LOD Cloud を公開した 2007 年 5 月当時は、15 件の LOD が公開されている状況であったが、2008 年 9 月には 45 件に増加している。2009 年頃から爆発的に増加しており、2017 年 2 月時点において 1,163 件の LOD が公開されていることを確認している[41]。なお、この LOD Cloud に採用されている LOD は、以下の条件を全て満たした LOD であり、全世界で公開されている全ての LOD が対象とはなっていない。このため、LOD の公開件数は、ここで示すデータよりも遥かに多く存在すると考えられる。

- 1,000 triples 以上から構成されている。
- LOD Cloud で既に採用されている LOD との URI リンクが 50 links 以上である。
- ダンプファイル、または SPARQL Endpoint 経由で LOD を公開している。
- Data Hub [42]に LOD を登録している。

LOD Cloud は、伝記 (Legend)やクロスドメイン (Cross Domain), 地理 (Geography), 行政 (Government), 生命科学 (Life Science), 言語学 (Linguistics), メディア (Media), 出版物 (Publications), ソーシャルネットワーク (Social Networking), ユーザにより作成されたコンテンツ (User Generated)の 10 種類に分類されており, ノードが色分けされている. 生命科学に関する LOD [43]が多く存在しているが, これは治療法の解明や新薬の開発などのプロセスにおいてオープンデータが重要視されていることに起因している[44, 45].

それぞれの LOD は, 同種の LOD と比較的密にリンクされている傾向があるが, DBpedia に関しては種類に関わらず横断的にリンクされている.

DBpedia [46]は, インターネット上で公開されているフリー百科事典の Wikipedia [47]が RDF 形式に変換された LOD である. Wikipedia は, 人文科学や社会科学, 自然科学などの様々な領域における様々な用語が記事として解説されており, 用語の概念を正確に示す手段として Wikipedia 内リンクが密に設定されている. また, 記事の要約が記述された Infobox により理解の促進が図られている. さらに所望する記事を効率的に得られるように表記揺れに対応しており[48], 例えば「福工大」で検索すると「福井工業大学」と「福岡工業大学」の各記事のリンクが表示される. Nature の論文によると, Wikipedia は, ブリタニカ百科事典に匹敵する精度で用語が解説されていると評価[49]されており, 絶対的な正確性は保証できないが世界的に信頼されている. このため, DBpedia の LOD は, 概念の継承や関連情報の提示のために他の LOD から積極的にリンクされており, LOD 間を仲介するクロスドメインとして機能していると考えられる.

LOD は, LOD Cloud に示したようなデータのウェブ (Web of Data) [50]を構築する技術として世界的に脚光を浴びており, 次世代のウェブと言われているセマンティックウェブ (Semantic Web) [51]の基盤技術として研究が進められている. RDF に準拠したデータセットを包括的に調査している LODStats によると, 2017 年 11 月時点において 9,944 件のデータセットがあり, 総計で約 1,494 億 triples が存在している. 但し, 公開されている 6,971 件のデータセットは, データ構造に問題を有している. また, 2,593 件の語彙が存在し, 49,916 件のプロパティが定義されている[52]. プロパティは, リソースの意味を正確に判読するために重要な存在であるが, 同じ意味を表すプロパティが再定義されていることも少なくないため, データの利用において問題が生じる可能性がある. このため, 各領域において語彙の標準化が求められており, また, 相互に LOD のリソースを参照できるように URI の識別子でリソースを記述可能とする必要がある.

3.6 SPARQL

SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language) は, RDF で記述された各リソースを取り扱うための RDF クエリ言語であり, OpenLink の Virtuoso [53]や Apache の Fuseki [54]を用いて SPARQL サーバを設置することが可能である. 本節では, 電子情報通信学会の文献検索システム I-Scover の SPARQL API を参考にして SPARQL について概説する.

3.6.1 基本構文

SPARQL は, 図 28 に示すように RDF に基づいて主語 (subject), 述語 (predicate), 目的語 (object) の 3 つ組を指定してクエリを記述する. “?” または “\$” から始まる文字列は変数であり, 任意の変数名を記述できる. 同図のクエリは, 3 つ組の全てが変数であるため, 3 つ組の全てのリソースが対象となっている. **select** 以降に取得するリソースを指定でき, “*” とすることで変数指定されたリソースが全て得られる. つまり, **?subject**, **?predicate**, 及び **?object** が **select** 以降に記述された結果と同じになる. **limit** は, 最大取得件数を指定しており, 同図のクエリは最大 100 件の 3 つ組が得られることになる. なお, 一般的なデータベースと同様に, 図 29 に示すように **from** によって取り扱うデータを指定可能である.

```
select
  *
where {
  ?subject
  ?predicate ?object.
}
limit 100
```

図 28 SPARQL の基本構文

```
select
  *
from
  <http://i-scover.ieice.org/iscover>
where {
  ?subject
  ?predicate ?object.
}
limit 100
```

図 29 from によるグラフの指定

3.6.2 述語の確認

Linked Data のデータ構造を理解することで、SPARQL により所望するリソースを得られるようになる。図 30 は、Linked Data で使用されている述語の一覧を取得するためのクエリであり、図 31 のように述語の使用回数が多い順で一覧を取得できる。“group by ?predicate”により述語をグループ化でき、select 以降で“?predicate count(?predicate) as ?total”を指定することで、述語とその使用回数を取得できる。“as ?total”は、処理結果を?total に格納することを意味しており、処理結果を変数として管理することで処理結果を別の処理に用いることができる。図 30 のクエリでは、?total に格納された変数値に基づいて order by により降順に並び替えている。なお、昇順に並び替える場合は“asc(?total)”と記述する。

```
select
  ?predicate
  count(?predicate) as ?total
where {
  ?subject
  ?predicate ?object.
}
group by ?predicate
order by desc(?total)
```

図 30 述語の一覧を取得

predicate	total
http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#label	1204636
http://purl.org/dc/terms/subject	985247
http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	910670
http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#authorInfo	805829
http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#rest	805829
http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#author	805829
http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#first	805829
http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#affiliation	778985
http://purl.org/dc/terms/bibliographicCitation	551212
http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#publicationType	523440

図 31 I-Scover の Linked Data で使用されている述語の例
(2017 年 12 月 5 日時点)

3.6.3 クラスの確認

Linked Data は、所望するリソースを正確に指定して得られるように、クラスによってリソースが分類されていることが一般的である。つまり、SPARQL により所望するリソースを得るために、Linked Data で定義されているクラスを理解する必要がある。図 32 は、Linked Data で使用されているクラスの一覧を取得するためのクエリであり、図 33 のようにクラスの使用回数が多い順で一覧を取得できる。クラスの使用回数は、各クラスにおける主語の件数を表しており、同図から 327,576 語の用語 (Term) が存在していることが分かる。また、279,106 人の著者 (Person) が存在し、さらに 243,133 件の文献 (Article) が存在していることが分かる。図 31 で 1,204,636 件の `rdfs:label` が定義されているが、クラスを指定することで `rdfs:label` のリソースを絞り込むことが可能である。

```
select
  ?class
  count(?class) as ?total
where {
  ?subject
  a ?class.
}
group by ?class
order by desc(?total)
```

図 32 クラスの一覧を取得

class	total
http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#Term	327576
http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#Person	279106
http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#Article	243133
http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#Organization	30651
http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#Publication	18587
http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#Event	11577
http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#Multimedia	36
http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#Online-Service	4

図 33 I-Scover の Linked Data で使用されているクラスの一覧
(2017 年 12 月 5 日時点)

3.6.4 クラス内で使用されている述語の確認

Linked Data のリソースを正確に取り扱うためには、クラスの理解とともに、そのクラス内で使用されている述語を理解する必要がある。図 34 は、人物 (iscover:Person) クラスの一覧を取得するためのクエリであり、図 33 のように該当クラスにおける述語の使用回数が多い順で一覧を取得できる。図 34 における 1 行目は、名前空間の略記を定義しており、略記を定義することで“iscover:Person”のように記述できる。“iscover:Person”は、図 33 に示した“http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#Person”と同一の存在である。SPARQL は、1 つの主語に対して複数の述語と目的語の対を記述でき、検索対象を絞り込むことが可能である。

```
prefix iscover:<http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#>

select
  ?predicate
  count(?predicate) as ?total
where {
  ?subject
  ?predicate ?object;
  a iscover:Person.
}
group by ?predicate
order by desc(?total)
```

図 34 iscover:Person のクラス内で使用されている述語の一覧を取得

predicate	total
http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#label	381358
http://xmlns.com/foaf/0.1/name	381358
http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	279106
http://www.w3.org/2006/vcard/ns#org	265777

図 35 iscover:Person のクラス内で使用されている述語の一覧
(2017 年 12 月 5 日時点)

3.6.5 複数の triple を組み合わせた分析

Linked Data におけるクラスは、MySQL や Oracle などの一般的なリレーショナルデータベース (RDB) におけるテーブルと同様の役割を担っており、リレーショナルなリソースの取り扱いが可能である。図 36 は、学会誌や論文誌などの各出版物における文献数を取得するクエリであり、図 37 のような結果を得られる。“values” は、変数に値を逐次的に代入する関数であり、ここでは出版物の名称を記述している。出版物 (iscover:Publication) のタイトル (?title) に出版物の名称 (?publication) が部分的に一致する出版物の URI (?publicationURI) と、文献 (iscover:Article) の出版物元を対応させて分析結果を得ている。

```
prefix dcterms:<http://purl.org/dc/terms/>
prefix iscover:<http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#>

select
  ?publication
  count(?articleURI) as ?numberOfArticles
where {
  values ?publication {
    "学会誌"@ja "論文誌"@ja "技術研究報告"@ja
    "総合大会"@ja "ソサイエティ大会"@ja "FIT"@ja
  }

  ?publicationURI
  dcterms:title ?title;
  a iscover:Publication.

  filter(regex(?title, ?publication) = true)

  ?articleURI
  dcterms:isPartOf ?publicationURI;
  a iscover:Article.
}
```

図 36 triple の組み合わせによるデータ分析

publication	numberOfArticles
"総合大会"@ja	38190
"技術研究報告"@ja	108353
"論文誌"@ja	39056
"ソサイエティ大会"@ja	22043
"FIT"@ja	22906
"学会誌"@ja	2479

図 37 各出版物における文献数
(2017 年 12 月 5 日時点)

3.7 LOD の課題

SPARQL は, Linked Data のリソースを検索するだけでなく, 分析することも可能であり, Linked Data の基本に則っていれば triple の数が多いほど多面的に分析できるようになる. つまり, 複数の triple を組み合わせることができれば, 従来のウェブデータやクローズドデータでは実現できない高度な分析が可能となる. 生命科学における LOD は, URI リンクにより LOD が相互にリンクされており, 1 つの巨大な知識ベースとして取り扱うことができ, 治療法の提案や検証, 新薬の開発などに利用されている. しかし, LOD 全体を俯瞰した場合, 必ずしも全ての LOD が有効的に利用されているとは限らない. 筆者は, この原因として LOD のデータ構造に問題があると考えており, 実際問題として 3.5 節でも述べたように LODStats による調査では約 70% の LOD がデータ構造に問題を有していることが示されている.

日本政府が電子行政オープンデータ戦略を推進して以降, 日本国内においても確実にオープンデータの公開件数は増加している. DATA.GO.JP をはじめ, 各自治体でデータカタログサイトが開設されており, 様々なデータが公開されている. 図 38 は, DATA.GO.JP で公開されているオープンデータの形式の割合を示しており, オープンデータの多くは PDF や HTML, XLS の形式で公開されていることが分かる. このような状況は, 各自治体のデータカタログサイトでも見られる. 日本国内で LOD を公開する場合は, 一般社団法人リンクデータが運営する LinkData.org [55] が用いられている傾向がある. 本節では, 2017 年 11 月までに LinkData.org に登録された LOD を対象として実施した調査の結果と, LOD の利用が進まない原因を考察する.

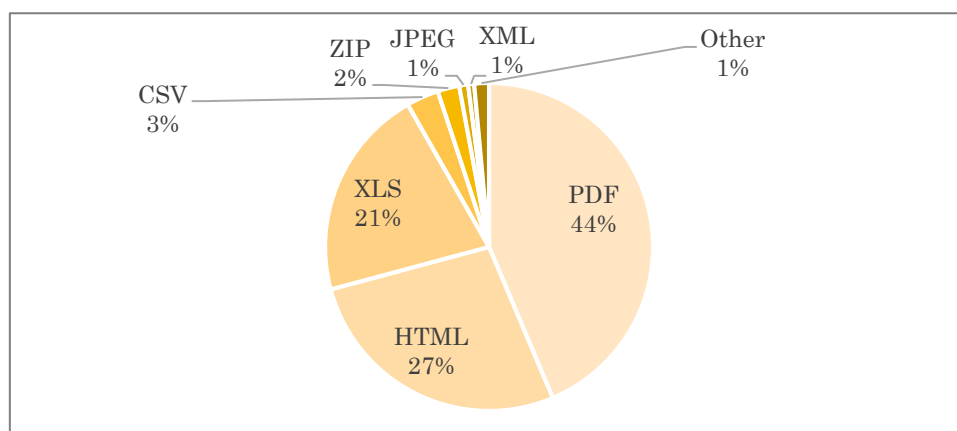


図 38 DATA.GO.JP で公開されているオープンデータの形式
(2017 年 11 月 5 日時点)

3.7.1 LOD の公開都市

LinkData.org は、一般社団法人リンクデータが運営するオープンデータのプラットフォームであり、LOD の作成や公開を支援する LinkData [56]に加え、LOD を用いたアプリケーションソフトウェアの公開を支援する App.LinkData、ハッカソンやアイディアソンにおける成果の共有を支援する Knowledge Connector、市町村単位でオープンデータの共有を支援する CityData の各サービスを提供している [57]。一般社団法人リンクデータの代表理事である下山氏の調査によると、2016 年 6 月時点において LinkData.org を用いて 45 自治体がオープンデータを公開しており、また、市民らが 1,007 自治体に関するオープンデータを公開している。日本には 1,967 自治体が存在することから、半数以上の自治体でオープンデータの活動が進んでいることが分かる[58]。

2017 年 11 月時点において、LinkData.org には 3,446 件のオープンデータ公開ページが存在し、計 6,123 件の LOD が Turtle 形式で公開されている。10MB 以下の Turtle ファイルが計 5,697 件存在しており、計 22,410,700 triples から構成されていることを確認した。図 39 は、LinkData.org における LOD 公開件数の推移を表しており、2012 年頃から LOD の公開件数が増加していることが分かる。また、triple の件数は、Turtle ファイルの件数に伴って増加しており、日本国内においても着実に LOD の普及が進んでいることが分かる[59]。

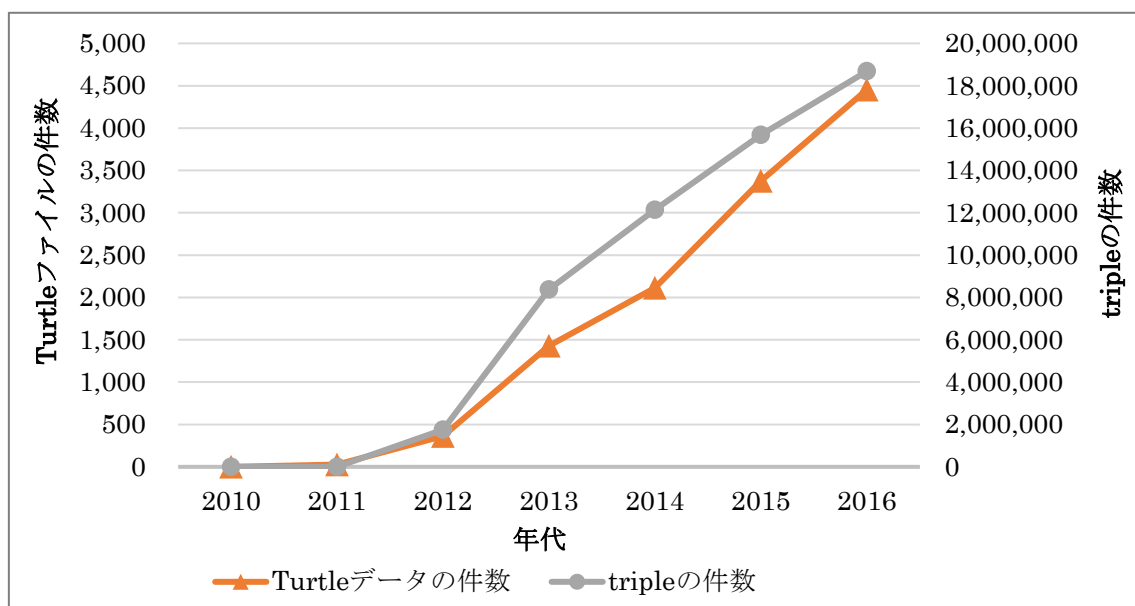


図 39 LinkData.org における LOD 公開件数の推移

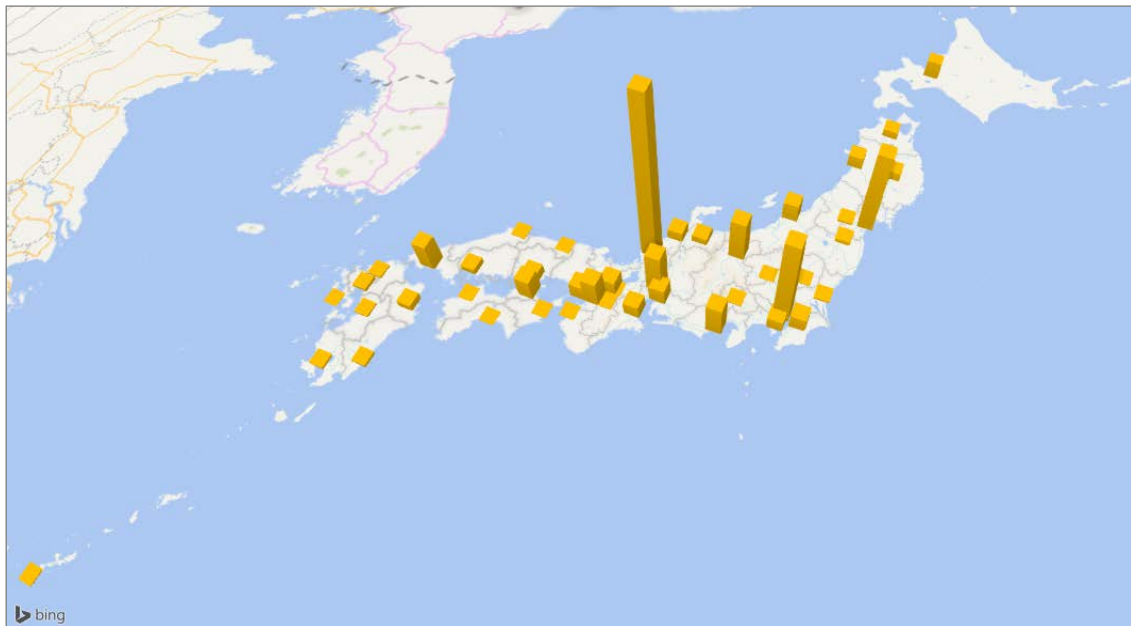


図 40 2017 年における都道府県別の LOD 公開数

図 40 は、2017 年 11 月までに LinkData.org で公開された LOD の件数を都道府県別に整理したものである。福井県をはじめ東京都や宮城県で 200 件以上の LOD が公開されている一方で、群馬県や滋賀県などは 1 件のみの公開に留まっており、LOD の公開における地域格差が鮮明に表れている。なお、同図は、日本全国の約 13 万件の住所が整理された住所.jp のデータ [60] を用い、LinkData.org の各ページを参照して作成したものである。LinkData.org の CityData [61] にも各自治体のデータセット数が示されているが、データの作成者が付与したタグに依存しており、全国的なデータに関しては複数の自治体名がタグとして付与されている。このため、該当の自治体に属する市民または職員によってデータが作成されたとは言い難いため、上述の方法により分析した。同図の結果は、図 8 に示した、オープンデータを公開する都道府県別の自治体数と傾向が類似しており、福井県や東京都、宮城県でオープンデータを公開する自治体数が多いことから信憑性が高いと考える。

福井県に関する LOD の公開件数が多い理由として、嶺南地域観光アイディアソンや福井県アプリコンテスト、オープンデータコンテスト、ふくいオープンデータフォーラムなどのイベントを行政主体で継続的に開催していることが挙げられる [62]。特に福井県鯖江市は、「データシティ鯖江」を目指して積極的に XML 形式や RDF 形式のオープンデータを公開 [63] しており、オープンデータのモデルケースとして取り上げられている [64]。福井県鯖江市は、イベントやバス時刻表、ごみ収集日、人口推移、観光情報などのオープンデータを RDF 形式、XML 形式、あるいは CSV 形式で公開しており、それらのオープンデータを用いたアプリケーションソフトウェアも公開している。このようにオープンデータの作成から公開、そしてデータの利用までの諸活動を行政レベルで推進する自治体は珍しい。

3.7.2 LOD の公開内容

図 41 は、LinkData.org に登録されている LOD を表 6 に示す分野に基づいて 18 種に分類したものであり、いずれの分野にも属さない LOD をその他に分類している。同表のキーワードは、LOD の名称を対象として部分一致により分類するために用いられており、各分類において LOD の名称でよく利用されている 20 語を選定している。同図より、LinkData.org には統計や報告に関する LOD をはじめ、公共や行政などの様々な LOD が登録されていることが分かる。以下に、各分類における LOD の例を示す。

- 統計 : 世帯数と人口の推移, 地域別人口・世帯数, 年齢・男女別人口など.
- 報告 : 道路の整備状況, 献血状況, シルバー人材センター業務状況など.
- 公共 : さばえトイレ情報, 横浜市公衆トイレ位置情報, 横浜の動物園など.
- 行政 : 須坂市役所 お問い合わせ先一覧, 三島市 選挙投票所一覧など.
- 医療 : 横手市 AED 設置状況, 裾野市 医療機関, 鯖江市内の病院一覧など.
- 教育 : 長野市の小中学校, 親と子の健康, 横手市生涯学習スポーツ施設など.
- 産業 : 大阪市の工業推移, 農業情報に関連するオープンデータなど.
- 防災 : 鯖江市避難施設, 箱根町の避難場所一覧, 広域避難場所データなど.
- 自然 : 鯖江百景, 日本さくら名所 100 選, 九州の温泉一覧など.
- 交通 : 須坂市民バス__バス停一覧, 福井鉄道 駅・駐車場一覧, 高速バスなど.
- インフラ : 横浜市の郵便局, 三島市ごみ収集日, 鯖江市内 WIFI 設置場所など.
- 文化 : 横浜検定問題・回答集, 裾野市 観光マップ, 歩こう! 文化の道など.
- 行事 : LOD チャレンジデー発表資料リスト, 【駒ヶ根市】伝説・物語・祭りなど.
- 商業 : 横手市の朝市, ふくい地産地消の店, 厚木市コンビニデータなど.
- 地理 : 長野県の地域詳細分類, 須坂市行政区一覧, 三島市 地域花壇一覧など.
- 科学 : Bioinformaticians in RIKEN, BiomassPowerStation など.
- 飲食 : さといも料理レシピ, トマトの食品成分データなど.
- メディア : 2013 年春期アニメと制作会社, 人権ビデオライブラリーなど.
- その他 : テスト, R u d r a , グループ E など.

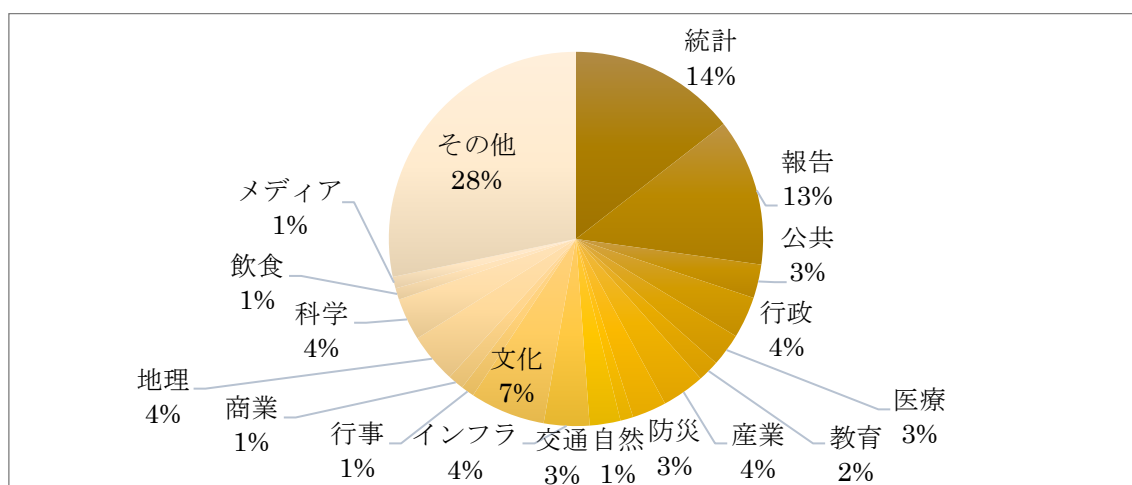


図 41 LOD の公開内容

表 6 LOD の分類に使用した分野別キーワードの一覧

分野	件数	キーワード (各 20 語)
統計	886	統計, 人口, 指数, 指標, 推移, 件数, 出生数, 死亡数, 婚姻数, 離婚数, データ, 客数, 員数, 者数, 集計, express, population, visitor, stock, survey
報告	779	調査, 状況, 現状, 年報, 月報, アンケート, 広報, 名簿, 結果, 決算, 税, 会計, 歳入, 歳出, 状態, 事案, 情報, 財産, センサス, 白書
公共	178	博物館, ミュージアム, 美術館, 図書館, 資料館, 動物園, 水族館, 映画館, 体育館, 運動場, 試験場, 公園, 駐車場, 公民館, 斎場, トイレ, 駅, facilities, theater, station
行政	220	行政, 役所, 役場, 自治体, 庁舎, 公共団体, 県庁, 出張所, 投票, 選挙, 会議所, 協議, 制度, 政策, 議会, 規則, 規制, 条例, 事業, 議員
医療	174	医療, 保健, 保険, 病院, 医院, 産院, 助産所, 療養所, 診療所, 施術所, 薬局, 保健施設, がんセンター, 成人病センター, クリニック, 歯科, 外科, 内科, AED, health
教育	114	教育, 学習, 訓練, 幼稚園, 保育園, 小学校, 中学校, 高等学校, 高校, 大学校, 専門学校, 専修学校, 特別支援学校, 予備校, 塾, 教習所, 大学, キャンパス, カレッジ, アカデミー
産業	227	産業, 生産, 農業, 農地, 農産, 農家, 林業, 水産, 漁業, 製造, 工業, 工房, 建設, 建築, 金融, 輸送, product, CAD, plugin, craft
防災	181	防災, 災害, 消防, 警察, 交番, 駐在所, 自衛隊, 水門, 消火栓, 水槽, ダム, 避難, ハザードマップ, 標識, 津波, 火災, 震災, 被害, 被災, disaster
自然	68	自然, 山岳, 火山, 河川, 海洋, 海岸, 滝, 天然, 景色, 景観, 百景, 眺望, 峠, 温泉, 植物, 名所, landscape, scenic, スポット, spot
交通	163	交通, バス, タクシー, バイク, 自転車, 鉄道, 電車, 列車, 地下鉄, 市電, 都電, 電鉄, 自動車, 船舶, 渡船, 航空, 道路, 路線, 線路, 航路
インフラ	241	電気, 水道, 下水, 上水, 浄水, ガス, 電話, ネットワーク, 電信, wifi, wi-fi, 郵便, 通信, 無線, 住宅, 用地, 港湾, ごみ, ゴミ, 処理
文化	398	文化, 歴史, 年表, 史実, 記録, 神社, 寺, 観光, 城, 史跡, 遺跡, 遺産, カルタ, 検定, culture, traditional, festival, tour, historic, heritage
行事	70	行事, イベント, 予定, スケジュール, オリンピック, パラリンピック, 競技会, 博覧会, 展覧会, 祭, まつり, フェスタ, 花見, チャレンジ, 大会, コンテスト, コンクール, コンペティション, event, challenge
商業	85	商業, スーパー, マーケット, コンビニ, 特産, 名産, 店, 食堂, ショップ, カフェ, 蔵元, 商品, 市場, 卸売, 小売, 朝市, サービス, ホテル, hotel, 旅館
地理	263	都道府県, 行政区, 地域, 地区, 区域, 地名, 市名, 町名, 町村, 面積, 気温, 湿度, 降雪, 気象, 地盤, GIS, map, マップ, prefecture, area
科学	224	科学, サイエンス, science, 品種, 種別, 種類, 分類, 観測, 太陽系, 菌, 元素, 生物, バイオ, genomic, gene, biomass, biology, codon, bioinformatician, JAXA
飲食	61	食材, 食肉, 食品, トマト, ハーブ, レストラン, フード, ラーメン, つけ麺, カレー, スイーツ, マグロ, レモン, いちご, グルメ, チーズ, ワイン, レシピ, food, lunch
メディア	61	メディア, 小説, 絵本, 文献, 新聞, 書籍, 図書, 画像, 動画, ビデオ, 音楽, 歌, アニメ, media, image, picture, video, movie, music, song
その他	1730	

3.7.3 データ型の使用率

知識ベースとして利用可能な LOD は、URI リンクにより triple 間の関係が記述されており、また、URI リンクにより他の LOD のリソースを参照していることである。つまり、目的語が URI 型 (xsd:anyURI) の識別子で記述されていることが望ましい。文字列 (xsd:string) や 整数値 (xsd:int)、実数値 (xsd:float) などのリテラルは、主語の事物を説明するために重要な役割を担っているが、概念を体系的に説明するために他の関連する事物を参照することも重要である。

図 42 は、LinkData.org に登録されている各 LOD の目的語から判定したデータ型の使用率である。同図より、リテラルの目的語が大多数を占めており、URI 型の識別子は全体の約 10% に過ぎない。この約 10% のうち約 4% の識別子はクラスとして定義されたものであり、triple 間を横断的に関係付けるものではない。“ic:画像” や “ic:Web サイト” のように他のリソースを参照している目的語も存在するが、識別子としてリソースの体系化が図られたものは僅かである。事物の概念を体系的に説明する方法として、カテゴリやキーワードを意味する述語を用い、URI 型の識別子で他の事物を参照することが挙げられる。また、地域に関するリソースの場合、都道府県や市区町村を意味する述語を用い、同様に URI 型の識別子でそれらを参照する方法がある。しかし、LinkData.org に登録されている LOD を調査した限りでは、上述の方法で概念を体系的に示した triple は 7,132 件のみであり、全体の約 0.03% に過ぎない。つまり、RDF 形式でデータが公開されているが、知識ベースとして取り扱えるデータは限定的であり、二次利用の機会を喪失していると考えられる。

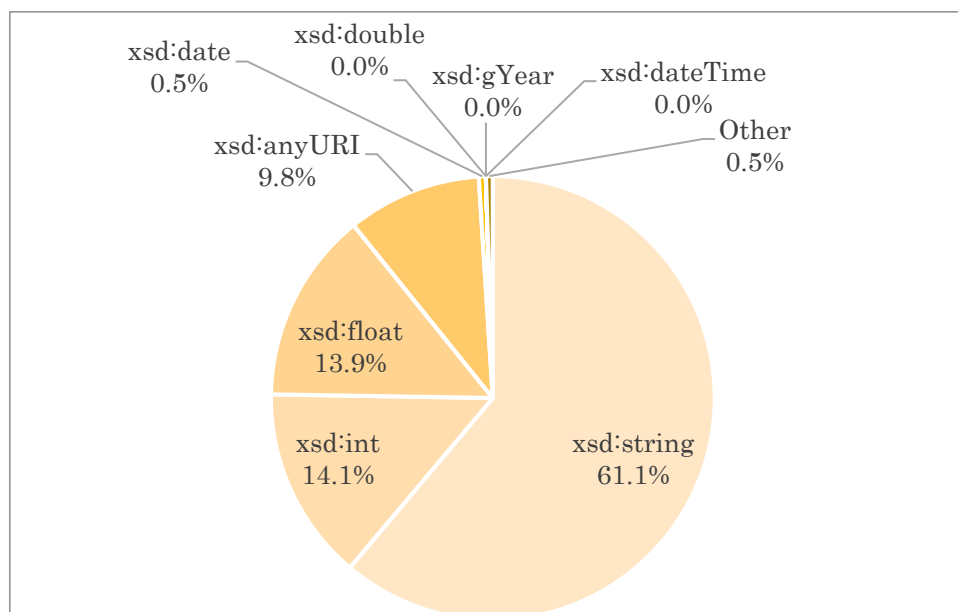


図 42 LinkData.org におけるデータ型の使用率

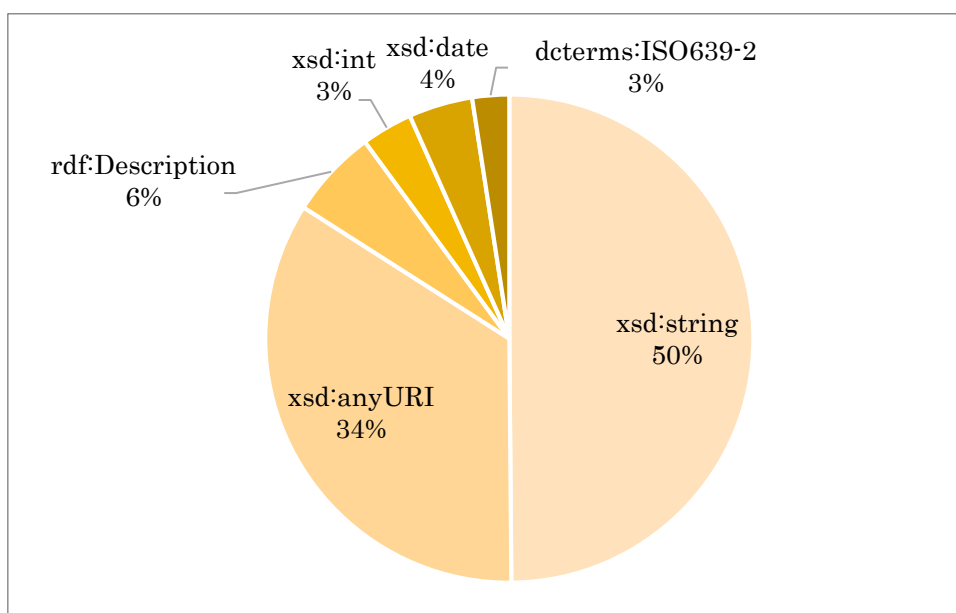


図 43 I-Scover におけるデータ型の使用率

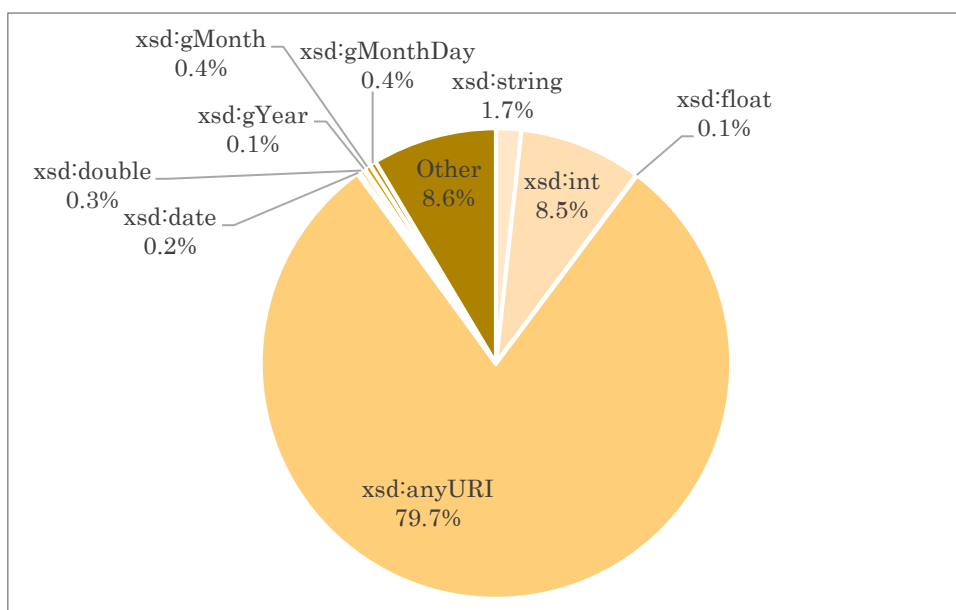


図 44 ja.DBpedia.org におけるデータ型の使用率

参考として、電子情報通信学会文献検索システム I-Scover と、日本語 Wikipedia が LOD に変換された ja.DBpedia.org におけるデータ型の使用率を、それぞれ図 43 と図 44 に示す。2017 年 11 月時点において、I-Scover には 9,946,955 triples が登録されており、また、ja.DBpedia.org には 110,717,052 triples が登録されている。両者とも URI の識別子が LinkData.org よりも多く定義されており、また、キーワードやカテゴリに相当する述語により概念が体系化されている。

3.7.4 語彙の使用率

LOD は、共通の語彙が用いられることでデータ型やプロパティが統一化されるため、ソースの取り扱いが容易になる。つまり、共通の語彙は、二次利用の容易化と、事物の概念共有に寄与する。

LinkData.org では、図 45 に示す語彙が用いられており、その 77%が linkdata である。linkdata は、LinkData.org において LOD 単位で自由に記述できる語彙である。他の語彙を理解せずとも LOD を作成できるため、LOD の作成者にとっては非常に便利なことである。しかし、利用者にとっては非常に取り扱いにくい LOD であると考えられる。例えば、以下のように事物のタイトルを表す述語が定義されている。一見すると同じ述語のようであるが、“rdf(ID)#タイトル”のように ID によって異なる LOD の述語であることが示されている。SPARQL には部分一致検索の機能があるため“タイトル”の文字列が含まれる述語を同一視して取り扱うことが可能であるが、処理の負荷が高いだけでなく、foaf:title と dc:title のように同じタイトルでも別の意味を表している可能性がある。また、それぞれの述語が同じデータ型の目的語を参照するとは限らないため、正確な機械判読ができない。2017 年 11 月時点において LinkData.org には計 6,123 件の LOD が登録されているが、そのうち 5,172 件の LOD が linkdata の語彙を用いている。このため、複数の LOD を組み合わせる場合は、それぞれの LOD のデータ構造を確認することが必須となる。

- <http://linkdata.org/property/rdf1s1539i#タイトル>
- <http://linkdata.org/property/rdf1s2535i#タイトル>
- <http://linkdata.org/property/rdf1s4404i#タイトル>

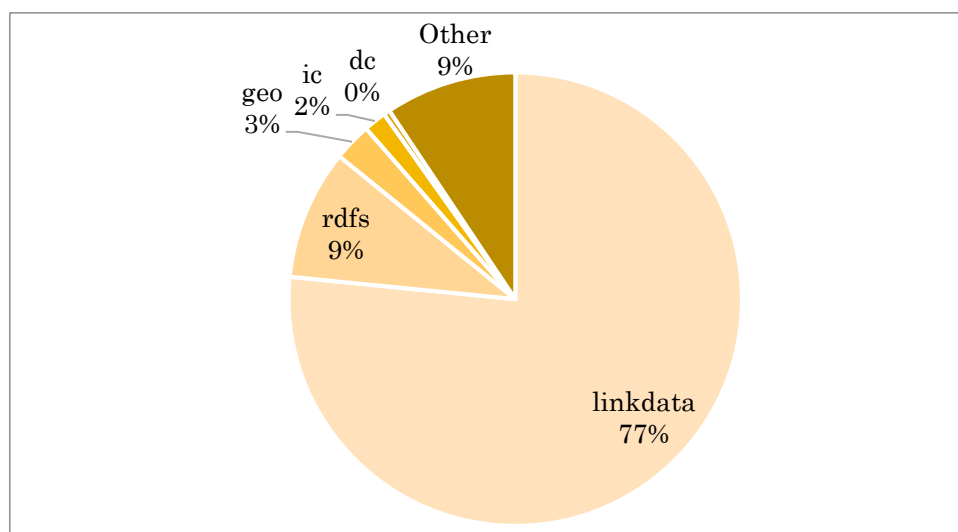


図 45 LinkData.org における語彙の使用率

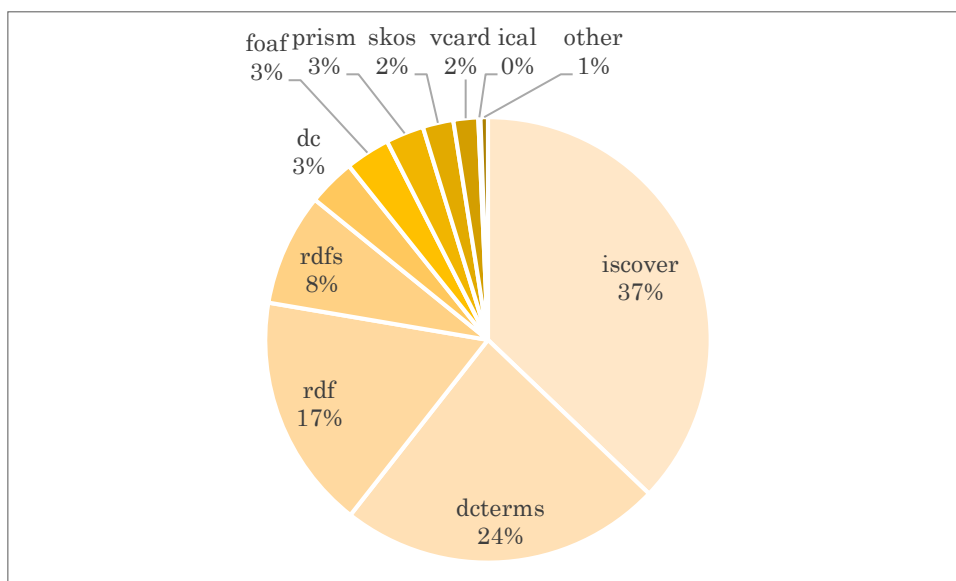


図 46 I-Discover における語彙の使用率

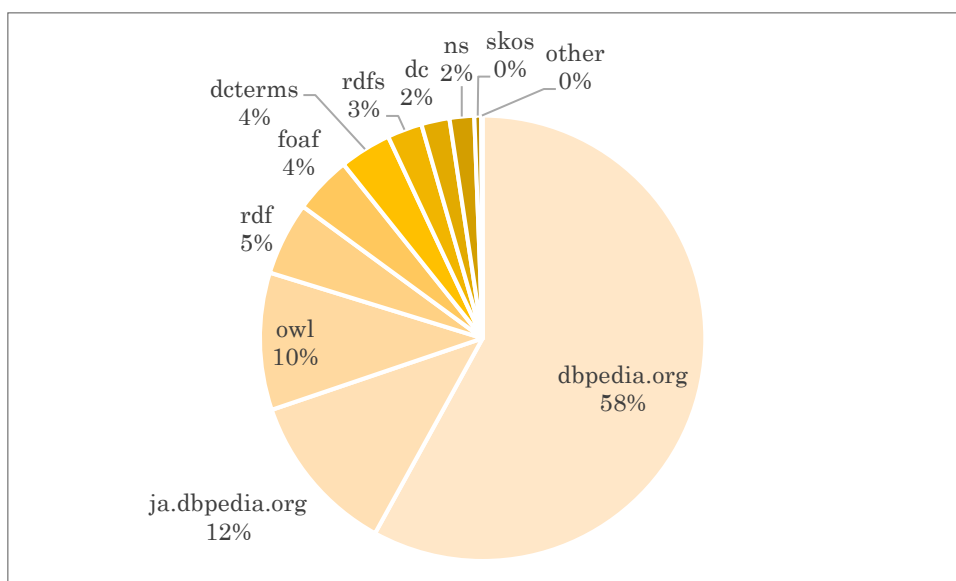


図 47 ja.dbpedia.org における語彙の使用率

参考として、I-Discover と ja.DBpedia.org において使用されている語彙を、それぞれ図 46 と図 47 に示す。図 46 に記載の iscover は、I-Discover システムで定義された語彙であり、35 件の述語が定義されている。また、図 47 に記載の dbpedia.org、及び ja.dbpedia.org は、DBpedia システムで定義された語彙であり、9,972 件の述語が定義されている。各語彙は、それぞれのシステムにおいて共通的に使用可能な語彙であり、LinkData.org の例のように LOD 単位で定義された語彙ではない。DBpedia では 9,972 件の述語が存在しているが、これは Wikipedia に様々な領域の解説記事が存在するからである。いずれにしても、LinkData.org では 30,905 件の述語が定義されており、上述のシステムよりも遥かに多い。

3.7.5 LOD のグラフ構造

LOD は, RDF に基づいているためラベル付き有向グラフのデータとして取り扱うことが可能である. ここでは, 福井県の文化に関する LOD と, 東京都の文化に関する LOD について述べる.

図 48 は, 福井県の文化に関する LOD のグラフ構造の一部であり, 表 6 に示した分類に基づいて作成している. 同図は, 37,187 nodes, 34,880 edges から構成されており, スター型のトポロジとなったコミュニティが図の下部に多数存在していることが分かる. 同図の左上に纏まったコミュニティが存在するが, 大多数は孤立状態にある. つまり, 大多数のリソースは, URI リンクによって概念が体系化されていない. 纏まったコミュニティにおいてもネットワーク距離が 94 であり, 所望するリソースを検索することは困難である. また, 平均クラスタ係数が 0 であることから, 三角関係となったリソース群が全く存在しないことになる. つまり, リソース間で全く概念が参照されていない. 平均隣接数に関しても約 1.8 であり, ネットワーク密度が 0 であることから, 福井県の文化に関する LOD は知識ベースとして利用できるものではない.

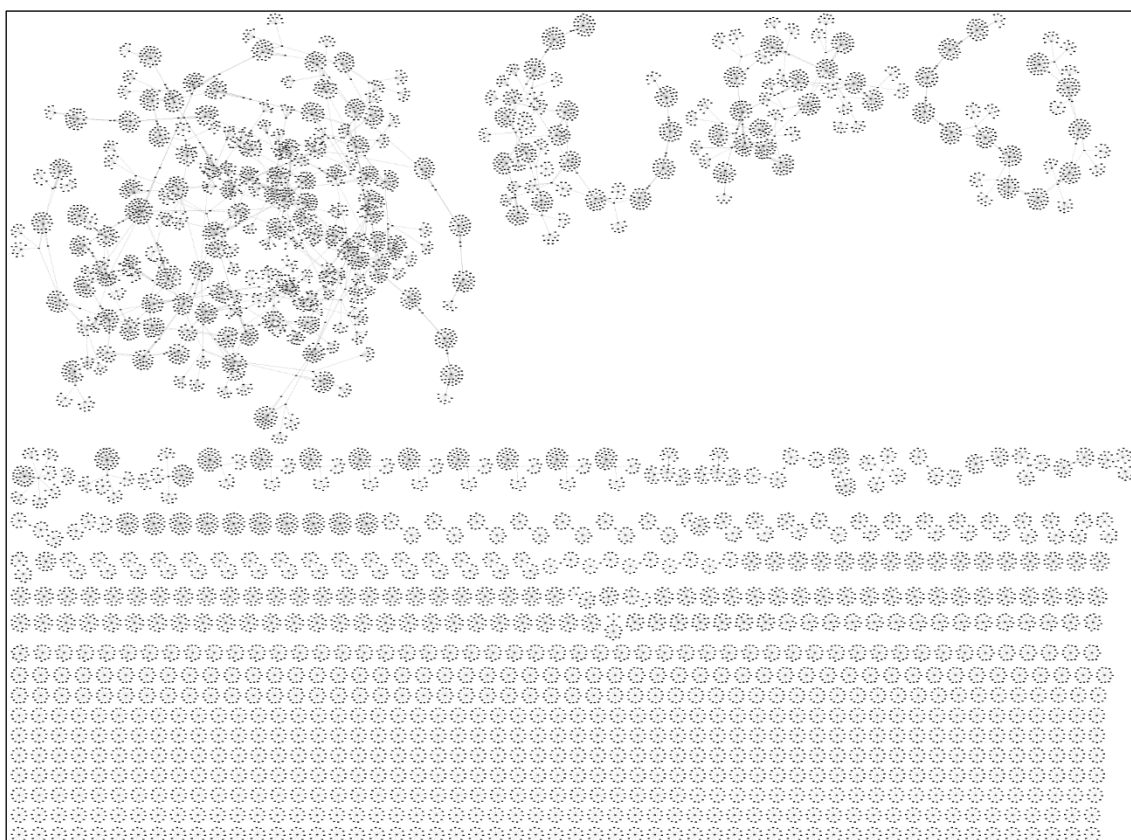


図 48 福井県の文化に関する LOD のグラフ構造の一部

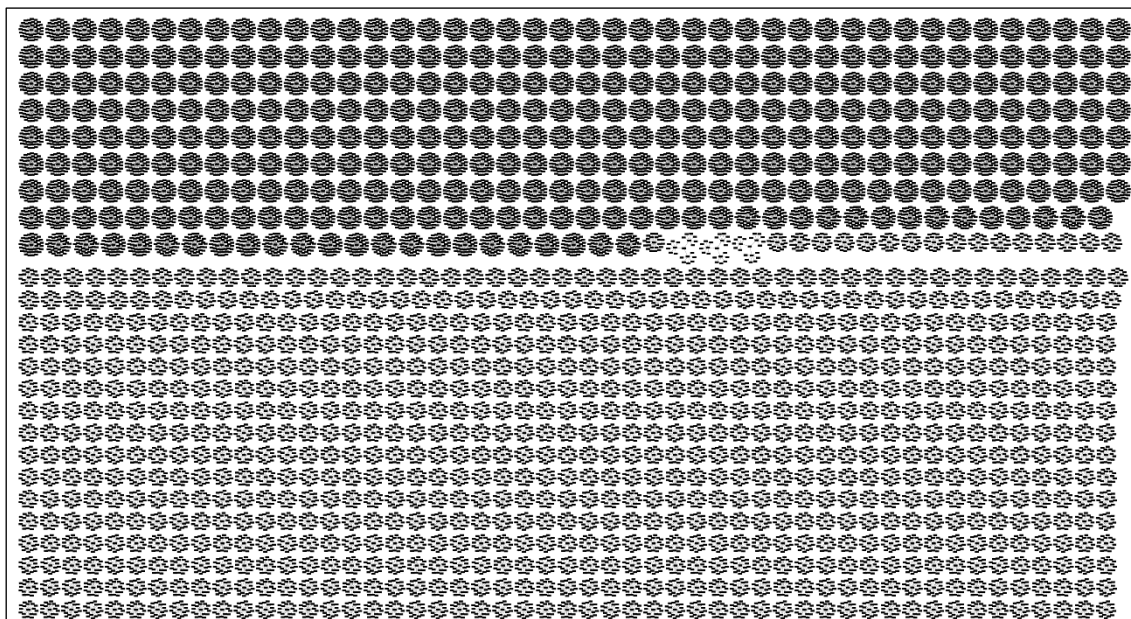


図 49 東京都の文化に関する LOD のグラフ構造の一部

図 49 は、東京都の文化に関する LOD のグラフ構造の一部であり、福井県の文化と同様に表 6 に示した分類に基づいて作成している。同図は、40,477 nodes, 38,346 edges から構成されており、福井県の文化に関する LOD よりも構造に大きな問題を抱えていることが明らかである。同図は、スター型のトポロジとなったコミュニティしか存在せず、全てのコミュニティが独立状態にある。つまり、URI リンクによる概念の体系化が全く行われておらず、Linked Data の特徴が活かされていないと考えられる。ネットワーク距離が 6 であり、福井県の文化に関する LOD よりもネットワークが小さいが、全てのコミュニティが孤立状態にある。また、平均クラスタ係数が 0 であるとともに、ネットワーク密度も 0 である。

オープンデータの利用が進まない最大の原因は、オープンデータのデータ構造に問題があることに他ならない。オープンデータの利用促進を図るためにはコミュニティ間のリンク化が必要不可欠であり、語彙の共通化が重要である。また、事物を説明するためにリテラルと識別子を正確に記述することが求められる。

3.7.6 共通語彙基盤の使用問題

共通語彙基盤は、オープンデータのデータ構造を統一化する上で重要な基盤であると考えるが、この基盤を適切に用いている事例は数少ない。例えば、LinkData.org に登録されている、共通語彙基盤を用いた全ての LOD は共通語彙基盤に準拠していない。

述語の “ic:名称” は、図 50 のように “ic:名称型” の目的語を参照して記述することが正しいが、LinkData.org に登録されている LOD は図 51 のように “xsd:string” を参照している。Turtle データの記述法としては正しく、SPARQL サーバにデータを取り込むことも可能であるが、共通語彙基盤に準拠していないため正しく機械判読ができない。このことは、図 52 に示すように C 言語における構造体を想像すると分かりやすい。構造体で定義されているからには構造体として変数を取り扱う必要があるが、図 51 の例では name= "福岡工業大学" と記述していることと同義であり、プログラムでは確実にエラーとなる。語彙を正しく利用するには、語彙のモデルを正しく理解することが重要である。

```
@prefix rdf:<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix rdfs:<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>.
@prefix ic:<http://www.w3.org/2002/07/owl#>.

<http://www.fit.ac.jp/>
  ic:名称 (
    ic:表記 "福岡工業大学"@ja;
    ic:カナ表記 "フクオカコウギョウダイガク"@ja;
  );
  ic:概要 "本学は、福岡県にある私立大学である。"@ja.
```

図 50 共通語彙基盤に準拠した RDF の記述

```
@prefix rdf:<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix rdfs:<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>.
@prefix ic:<http://www.w3.org/2002/07/owl#>.

<http://www.fit.ac.jp/>
  ic:名称 "福岡工業大学"@ja;
  ic:カナ表記 "フクオカコウギョウダイガク"@ja;
  ic:概要 "本学は、福岡県にある私立大学である。"@ja.
```

図 51 共通語彙基盤に準拠していない RDF の記述

```
typedef struct {
    char name[256];
    char notation[256];
} nameType;

nameType data = nameType { "福岡工業大学", "フクオカコウギョウダイガク" };
```

図 52 構造体の定義と利用

第4章

オープンプラットフォーム

現在の LOD は、データ構造に深刻な課題を抱えている。現在の状況において、行政や市民が LOD を公開したとしても、そのデータが利用される機会は数少ない。福井県鯖江市では、行政レベルで LOD の作成から利用まで取り組みを進めているが、実態としてはスポット情報を表示することに留まっている。LOD は、事物の概念を体系的に記述し、クラウドソーシングにより大規模な知識ベースを構築できる技術であるが、現行のままでは日本の LOD が発展することはないだろう。

このため、本研究では、共通語彙基盤を参考にした新しい観光語彙基盤、既存の LOD を知識ベース化する **Resource Propagation Algorithm**、そして LOD の発展的利用をサポートする動向分析システムをパッケージ化したオープンプラットフォームを提案する。本研究を進めるにあたり、福岡県糟屋郡新宮町の協力を得て、オープンデータの課題を強力に解決する手法を検討している。

観光語彙基盤は、共通語彙基盤を参考にして開発した、観光領域のプロパティを提供する語彙である。観光語彙基盤では、日本語でプロパティを定義することで行政職員や市民が LOD を作成しやすいように図っている。また、事物の概念を体系的に整理できるように URI の識別子を基本方針としている他、**triple** を記述する上で階層構造ができないように全て **xsd** のデータ型としている。

Resource Propagation Algorithm は、リテラルからキーワードとカテゴリを推定する機構と、潜在的リンクを推定する機構の 2 つから構成されている。LOD の課題で示したように URI の識別子が存在しない、あるいは孤立した LOD が多く存在するため、第 1 ステップとしてリテラルからキーワードとカテゴリを推定し、URI の識別子を付与して体系化する。第 2 ステップとして表層的な文字列では推定できない潜在的な概念をグラフ構造に基づいて推定し、最後に **Turtle** 形式の **Linked Data** を出力する。

動向分析システムは、自然言語に頻出する表現パターンを利用した解説文の自動作成の機構に加え、事物間の関係を表したネットワーク可視化の機構、時系列データを用いた頻度分析の機能から構成されている。

本章では、本オープンプラットフォームを構成する各要素について述べる。

4.1 観光語彙基盤

観光語彙基盤は、観光領域における RDF のデータを体系的に記述するための観光オントロジーであり、本研究におけるオープンプラットフォームの 1 システムとして、独立行政法人情報処理推進機構 (IPA) の共通語彙基盤を参考にして開発を進めている[65]。共通語彙基盤は、日本政府や自治体、そして市民がオープンデータを作成する際のオントロジーとして活用されることが期待されており、様々な領域のデータを横断的に蓄積できるように図られている。また、共通語彙基盤に準拠したデータは、利用の際において正確な機械判読が可能である。しかし、現在のところ共通語彙基盤に準拠したデータは数が少なく、共通語彙基盤が採用されていてもデータの記述方法に誤りがあるものが多い。そこで本節では、観光語彙基盤の設計方針と、具体的な語彙について述べる。

4.1.1 設計方針

観光語彙基盤は、以下の 7 つの設計方針に基づいて開発を進めている[66]。

1) 観光領域のプロパティを提供

国土交通省の観光庁は、日本経済の強化と地域活性化のために、観光立国推進基本法に基づいて観光地域の創出や情報発信に邁進している[67]。観光立国の実現に向けた情報発信の一手法としてオープンデータの利用が検討されており、福井県や東京都などで観光に関するオープンデータの作成やアプリケーションソフトウェアの開発が進められている。しかし、第 3 章で LOD の課題を述べたように、語彙の再定義や、共通語彙基盤に準拠していないデータが多いなどの課題があり、LOD による知識ベースの構築が難しい状況にある。本研究では、観光領域を対象としたプロパティを定義し、LOD による知識ベースの構築を実現し、観光領域のデータインフラが形成されるように図る。

2) 非ネスト構造

LinkData.org や自治体独自のデータカタログサイトで公開されているオープンデータは、共通語彙基盤に準拠しているものが少数であるが、データの内容に問題があるわけではない。オープンデータで使用されているプロパティを統一化することで高品質なオープンデータとして活用できると考えられる。共通語彙基盤は、様々な領域のデータを正確に表現で

きるようにクラスによって個々のデータ型が定義されている。しかし、優れた機械判読を実現できる一方で、プロパティによってはネスト構造になるため、専門家でなければ準拠することが難しい。このため、クロスドメインとして機能している DBpedia と同様に、観光語彙基盤を非ネスト構造とする。これにより、オープンデータの作成が容易になるだけでなく、既存のオープンデータとの互換性を確保しやすい。観光語彙基盤は、観光領域に限定しているため、クラスを厳密に定義せずとも正確な機械判読を実現できると考えられる。

3) URI の識別子

事物の概念を正確かつ発展的に記述できるように、URI 型 (xsd:anyURI) を基本としたプロパティを定義する。共通語彙基盤は、リソース記述の容易化と多様な表現に対応するために文字列型 (xsd:string) を基本としたプロパティが定義されている。文字列型であれば自由にリソースを記述できるため、オープンデータの作成者にとっては嬉しいことであるが、表記揺れが生じる可能性がある。URI 型であれば実態を確認してリソースを記述する必要があるため文字列型よりも煩雑であるが、オープンデータの利用者にとってはデータ利用が容易であり、また、URI の識別子により概念を継承できるためデータ利用における汎用性が向上する。

4) 日本語のプロパティ

LinkData.org に登録されている LOD は、日本語のプロパティが使われていることが多いため、観光語彙基盤で定義するプロパティも日本語で記述することとする。これにより、日本人によるオープンデータの作成や利用が容易化すると考えられる。英語で定義しなければ世界的に利用可能なオープンデータにならないという議論があるが、語彙基盤に準拠することで完全な機械判読を実現でき、W3C や Dublin Core Metadata Initiative が開発した語彙に容易に変換可能である。

5) 観光領域のプロパティを網羅

観光領域に関するオープンデータの作成と利用を可能な限り簡単化するため、観光語彙基盤で観光に関するプロパティを網羅する。例えば、観光地の名称やカテゴリ、キーワードの他にも、住所や位置座標、メディアなどのプロパティを観光語彙基盤で提供し、複数の語彙基盤を用いなくても事物の概念を記述可能とする。

6) <http://www.tourism.property/#>

観光語彙基盤の名前空間を“<http://www.tourism.property/#>”とし、また、接頭辞を“tour”として、インターネット上でプロパティを参照可能とする。

7) 観光ウェブサイトを考慮したクラスの定義

観光地は、自治体や観光協会によりインターネット上でウェブサイトが公開されていることが多い。このため、ウェブサイトのコンテンツをオープンデータとして表現できるようにし、クラス指定によって記事や画像、動画などを識別できるようにして、正確な機械判読を実現する[68]。

4.1.2 クラス構成

観光語彙基盤は、表 7 に示すように事物型をルートクラスとして下位にプロパティ型とコンテンツ型が定義される。プロパティ型は、アルゴリズム型や概念型、文化型などが定義され、それぞれのサブクラスをドメインとしてプロパティを識別する。これにより、RDFデータの記述は非ネスト構造でありながら、ドメインによってプロパティの集合を抽出できる。コンテンツ型は、事物の内容を構造的に分類するためのクラスである。例えば、記事型にある名称と要点型にある名称は、別の名称として識別することが可能となる[69]。

表 7 観光語彙基盤のクラス構成

ルート	クラス	サブクラス	概要
事物型	プロパティ型	アルゴリズム型	アルゴリズムに関する事物を記述するためのクラス。
		概念型	事物の概念を記述するためのクラス。
		文化型	文化に関する事物を記述するためのクラス。
		通貨型	通貨に関する事物を記述するためのクラス。
		時間型	時間に関する事物を記述するためのクラス。
		場所型	場所に関する事物を記述するためのクラス。
		交通型	交通に関する事物を記述するためのクラス。
		メディア型	メディアに関する事物を記述するためのクラス。
		人型	人物に関する事物を記述するためのクラス。
		連絡先型	連絡先に関する事物を記述するためのクラス。
	コンテンツ型	記事型	記事の内容を識別するためのクラス。
		要点型	記事型にある要点の内容を識別するためのクラス。
		用語型	用語のメタデータを識別するためのクラス。
		文書型	文書データのメタデータを識別するためのクラス。
		画像型	画像データのメタデータを識別するためのクラス。
		音型	音データのメタデータを識別するためのクラス。
		動画型	動画データのメタデータを識別するためのクラス。
		人物型	人物に関するメタデータを識別するためのクラス。
		組織型	組織のメタデータを識別するためのクラス。

4.1.3 プロパティの一覧

観光語彙基盤は、プロパティ型のサブクラスをドメインとして定義し、表 8 から表 17 に示すようにドメイン単位でプロパティを分類している。なお、観光語彙基盤の詳細に関しては付録として掲載する。表 8 のアルゴリズム型は、後述の Resource Propagation Algorithm による潜在的なリンク推定において必要となるものである。

表 8 アルゴリズム型におけるプロパティの一覧

プロパティ	データ型	使用回数		概要
		最小	最大	
伝搬定数	xsd:decimal	1	1	プロパティ単位でエッジ重みを設定する。
マッピング	xsd:string	0	-	他の語彙を本語彙に変換するための表記を記述する。

表 9 概念型におけるプロパティの一覧

プロパティ	データ型	使用回数		概要
		最小	最大	
名称	xsd:string	1	1	事物の名称を記述する。
略称	xsd:string	0	-	事物の略称を記述する。
通称	xsd:anyURI	0	-	事物の通称を記述する。
カテゴリ	xsd:anyURI	0	1	事物に関するカテゴリを記述する。
キーワード	xsd:anyURI	0	10	事物に関するキーワードを記述する。
キャッチフレーズ	xsd:string	0	1	事物に関するキャッチフレーズを記述する。
概要	xsd:string	0	1	事物の全体的な特徴を表す概要文を記述する。
説明	xsd:string	0	1	事物の部分的な特徴を表す説明文を記述する。
要点	xsd:anyURI	0	-	事物の要点を記述する。
称号	xsd:anyURI	0	-	事物に付与された称号を記述する。
特記事項	xsd:string	0	-	事物に関する特記事項を記述する。
関連	xsd:anyURI	0	-	事物に関する大元の事物を記述する。
参考	xsd:anyURI	0	-	事物に関する記事や文書などの参考資料を記述する。

表 10 文化型におけるプロパティの一覧

プロパティ	データ型	使用回数		概要
		最小	最大	
宗派	xsd:anyURI	0	1	事物に関する宗派を記述する。
出土品	xsd:anyURI	0	1	事物に関する出土品を記述する。

表 11 通貨型におけるプロパティの一覧

プロパティ	データ型	使用回数		概要
		最小	最大	
円	xsd:decimal	0	1	事物に関する商品やサービスの価格を円通貨で記述する。
ドル	xsd:decimal	0	1	事物に関する商品やサービスの価格をドル通貨で記述する。

表 12 時間型におけるプロパティの一覧

プロパティ	データ型	使用回数		概要
		最小	最大	
開催月	xsd:gMonth	0	1	イベントに関する事物の開催月を記述する。
開催日	xsd:date	0	1	イベントに関する事物の開催日を記述する。
開始日	xsd:date	0	1	イベントに関する事物の開始日を記述する。
終了日	xsd:date	0	1	イベントに関する事物の終了日を記述する。
開始時間	xsd:datetime	0	1	イベントや商業などに関する事物の開始時間を記述する。
終了時間	xsd:datetime	0	1	イベントや商業などに関する事物の終了時間を記述する。
出発時間	xsd:time	0	1	交通に関する事物の出発時間を記述する。
到着時間	xsd:time	0	1	交通に関する事物の到着時間を記述する。
定休日	xsd:string	0	-	イベントや商業などに関する事物の定休日を記述する。
作成日時	xsd:datetime	0	1	事物の作成日時を記述する。
更新日時	xsd:datetime	0	1	事物の更新日時を記述する。
公開日時	xsd:datetime	0	1	事物の公開日時を記述する。

表 13 場所型におけるプロパティの一覧

プロパティ	データ型	使用回数		概要
		最小	最大	
緯度	xsd:decimal	0	1	事物の所在地を表す緯度を 10 進法で記述する。
経度	xsd:decimal	0	1	事物の所在地を表す経度を 10 進法で記述する。
測地高度	xsd:decimal	0	1	事物の所在地を表す測地高度をメートル単位で記述する。
国	xsd:anyURI	0	1	事物の所在地を表す国を記述する。
国コード	xsd:integer	0	1	事物の所在地を表す国コードを記述する。
郵便番号	xsd:string	0	1	事物の所在地を表す郵便番号を記述する。
住所	xsd:string	0	1	事物の所在地を表す住所を記述する。
旧住所	xsd:string	0	1	事物の所在地を表す旧住所を記述する。
都道府県	xsd:anyURI	0	1	事物の所在地を表す都道府県を記述する。
都道府県コード	xsd:string	0	1	事物の所在地を表す都道府県コードを記述する。
市区町村	xsd:string	0	-	事物の所在地を表す市区町村を記述する。
郡	xsd:anyURI	0	1	事物の所在地を表す市区町村における郡を記述する。
市	xsd:anyURI	0	1	事物の所在地を表す市区町村における市を記述する。
区	xsd:anyURI	0	1	事物の所在地を表す市区町村における区を記述する。
町	xsd:anyURI	0	1	事物の所在地を表す市区町村における町を記述する。
村	xsd:anyURI	0	1	事物の所在地を表す市区町村における村を記述する。
字	xsd:anyURI	0	1	事物の所在地を表す市区町村内における字を記述する。
アクセス	xsd:string	0	-	事物の所在地への訪問方法を記述する。

表 14 概念型におけるプロパティの一覧

プロパティ	データ型	使用回数		概要
		最小	最大	
交通機関	xsd:anyURI	0	1	交通機関に関する事物を記述する。
路線	xsd:anyURI	0	1	路線に関する事物を記述する。
出発地	xsd:anyURI	0	1	出発地に関する事物を記述する。
到着地	xsd:anyURI	0	1	到着地に関する事物を記述する。

表 15 メディア型におけるプロパティの一覧

プロパティ	データ型	使用回数		概要
		最小	最大	
文書	xsd:anyURI	0	-	事物に関する文書を記述する。
画像	xsd:anyURI	0	-	事物に関する画像を記述する。
音	xsd:anyURI	0	-	事物に関する音声や音楽などを記述する。
動画	xsd:anyURI	0	-	事物に関する動画を記述する。
ライセンス	xsd:anyURI	0	1	文書や画像などのライセンスを記述する。
ファイルサイズ	xsd:integer	0	1	文書や画像などのファイルサイズを記述する。
ファイル拡張子	xsd:anyURI	0	1	文書や画像などのファイル拡張子を記述する。
バージョン	xsd:string	0	1	文書や画像などのバージョンを記述する。
巻	xsd:string	0	1	事物に関する文書や動画の巻を記述する。
号	xsd:string	0	1	事物に関する文書や動画の号を記述する。
開始ページ	xsd:integer	0	1	事物に関する文書の開始ページを記述する。
終了ページ	xsd:integer	0	1	事物に関する文書の終了ページを記述する。
作成者	xsd:anyURI	0	-	事物に関する各種データの作成者を記述する。
公開者	xsd:anyURI	0	-	事物に関する各種データの公開者を記述する。
提供者	xsd:anyURI	0	-	事物に関するデータの提供者を記述する。

表 16 人型におけるプロパティの一覧

プロパティ	データ型	使用回数		概要
		最小	最大	
姓	xsd:string	0	1	事物に関する人物の姓を記述する。
名	xsd:string	0	1	事物に関する人物の名を記述する。
性別	xsd:anyURI	0	1	事物に関する人物の性別を記述する。
所属	xsd:anyURI	0	-	事物に関する人物の所属を記述する。
生年月日	xsd:date	0	1	事物に関する人物の生年月日を記述する。
没年月日	xsd:date	0	1	事物に関する人物の没年月日を記述する。

表 17 人型におけるプロパティの一覧

プロパティ	データ型	使用回数		概要
		最小	最大	
メールアドレス	xsd:anyURI	0	1	事物に関する個人や団体のメールアドレスを記述する。
電話番号	xsd:string	0	1	事物に関する個人や団体の電話番号を記述する。
FAX 番号	xsd:string	0	1	事物に関する個人や団体の FAX 番号を記述する。
ウェブページ	xsd:anyURI	0	1	事物に関するウェブページの URI を記述する。

4.1.4 コンテンツ型の構成

コンテンツ型は、先にも述べたように事物の内容を構造的に分類するためのクラスであり、記事型を中心として各クラスを整理すると図 53 のようになる。記事型に存在する画像や動画などは、`xsd:anyURI` 型で定義されており、それぞれに対応する画像型や動画型などを参照して各メタデータを識別する。画像型や動画型などからは、記事型に対して `xsd:anyURI` 型である関連のプロパティによって記事との関係性を記述する。

なお、同図の内容は 1 つの例であり、実際にはそれぞれのクラスが相互に参照して意味概念が構成される。例えば、カテゴリやキーワードのプロパティは、各クラスに存在しており、それぞれのクラスにおける内容を意味を指定して取り扱えるようになっている。

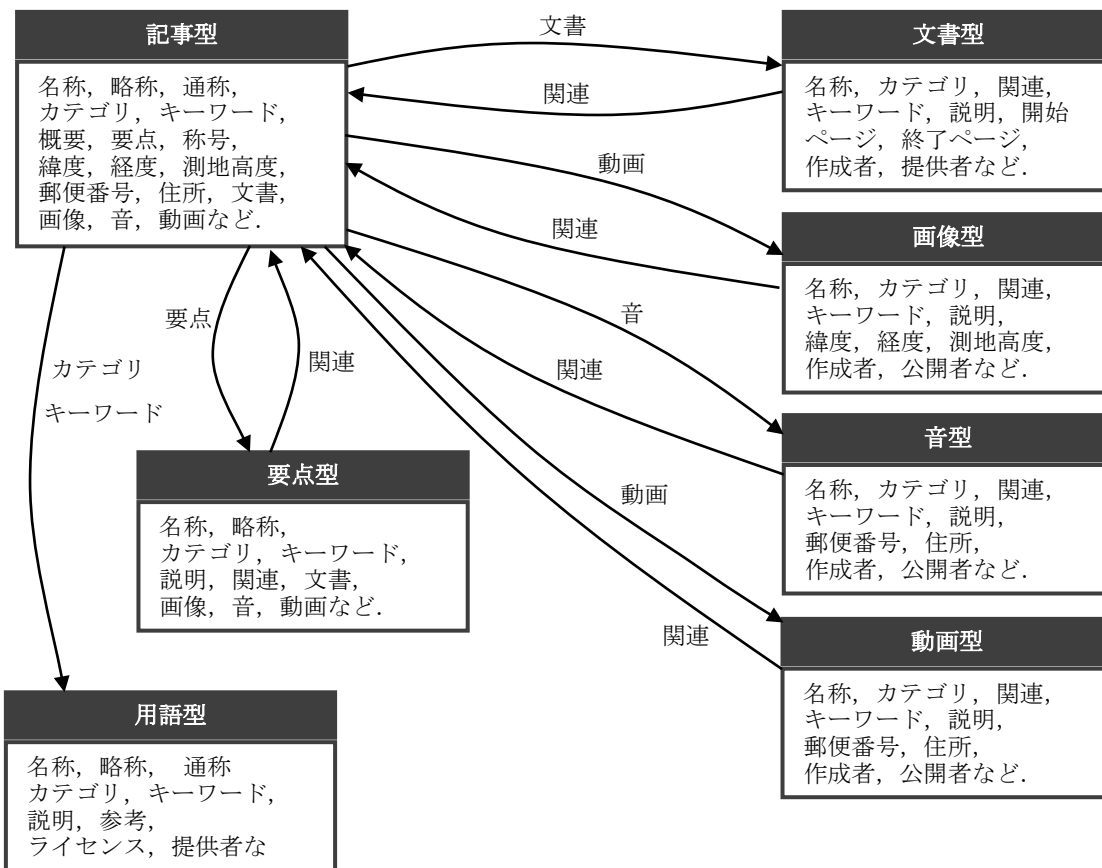


図 53 コンテンツ型における記事型を中心とした各クラスの相互関係

4.1.5 観光語彙基盤を用いた Linked Data

観光語彙基盤は、`xsd:anyURI` のリソースを記述するプロパティが基本となっている。図 54 は、観光語彙基盤を用いて沖田中央公園の特徴を記述したものである。沖田中央公園のウェブページの URI が主語となり、その URI が沖田中央公園であることを `tour:名称` により記述している。また、`tour:要点` によりウェブページ内にある沖田中央公園の特徴を参照している。その参照 URI が主語となり、その URI がランニングコースであることを `tour:名称` により記述している。`tour:画像` により画像の URI を参照しているが、さらにその URI が主語となって画像のメタデータを記述できる。このように、ネスト構造で事物の概念を記述しなくても、URI を参照することで概念を階層的に整理でき、複雑な意味概念を表現可能である。意味概念は、時や対象領域によって上位概念や下位概念などの関係が逆転することがあり、また、複数の概念間でループすることがある。繰り返しになるが、観光語彙基盤は、このような概念構造を URI により記述でき、データの利活用においても汎用的な取り扱いが可能になることが期待できる。

```
@prefix rdf:<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix rdfs:<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>.
@prefix tour:<http://www.tourism.property/#>.

<http://www.tanoshingu.org/沖田中央公園>
  tour:名称 "沖田中央公園"@ja, "Okita central park"@en;
  tour:概要 "沖田中央公園は、JR 新宮中央駅東口から国道 3 号線方向に一直線に伸びる桜並
    木のあるセントラルパークです。"@ja;
  tour:カテゴリ <http://ja.dbpedia.org/resource/公園>;
  tour:キーワード <http://ja.dbpedia.org/resource/公園>,
    <http://ja.dbpedia.org/resource/芝生>,
    <http://ja.dbpedia.org/resource/滑り台>,
    <http://ja.dbpedia.org/resource/ランニング>;
  tour:要点 <http://www.tanoshingu.org/沖田中央公園#ランニングコース>;
  tour:緯度 "33.710482"^^xsd:decimal;
  tour:経度 "130.452040"^^xsd:decimal;
  a tour:記事型.

<http://www.tanoshingu.org/沖田中央公園#ランニングコース>
  tour:名称 "ランニングコース"@ja, "Running course"@en;
  tour:概要 "沖田中央公園には 1 週 700m のランニングコースがありジョギングやマラソン
    の練習場所としてオススメです。"@ja;
  tour:カテゴリ <http://ja.dbpedia.org/resource/公園>,
    <http://ja.dbpedia.org/resource/ランニング>;
  tour:キーワード<http://ja.dbpedia.org/resource/公園>,
    <http://ja.dbpedia.org/resource/ランニング>;
  tour:画像 <http://www.tanoshingu.org/wp-content/uploads/2016/11/okita6.jpg>;
  a tour:要点型.

<http://www.tanoshingu.org/wp-content/uploads/2016/11/okita6.jpg>
  tour:名称 "ランニングコース"@ja, "Running course"@en;
  a tour:画像型.
```

図 54 観光語彙基盤を用いた Turtle の記述例

4.1.6 観光語彙基盤を用いた新宮町 LOD

観光語彙基盤の設計方法の妥当性や有効性を評価するために、新宮町役場の産業振興課、及び新宮町おもてなし協会の協力を得て、観光語彙基盤を用いた新宮町 LOD の作成した。

新宮町は、福岡市のベッタタウンとして発展を続けており、人口増加率が日本トップクラスとなっており、地域として特別大きな問題は存在しない。しかし、新宮町は、潜在的な観光資源があるにも関わらず認知度が低い現状がある。このため、観光情報の流通という観点からも観光領域を対象とした新宮町 LOD の作成に着手した経緯がある。

図 55 は、新宮町 LOD のグラフ構造を可視化したものであり、識別子やリテラルを表す 3,868 ノードから構成されており、それぞれのノードは述語である 12,182 エッジによってグラフ構造が形成されている。なお、エッジ数は、トリプル数と同義である。同図のグラフは、1つのコンポーネントとして存在しており、各ノードは横断的に接続されている。図 56 は、新宮町 LOD のグラフ構造における最短のパス長とその頻度を表しており、最大 5 つのノードを介することで全てのノードに到達できることを示している。

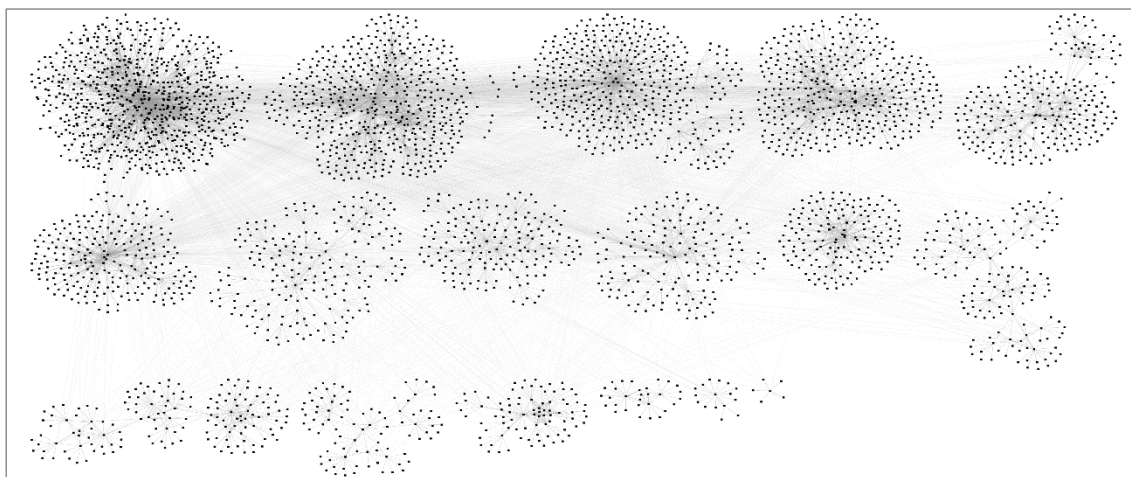


図 55 新宮町 LOD のグラフ構造

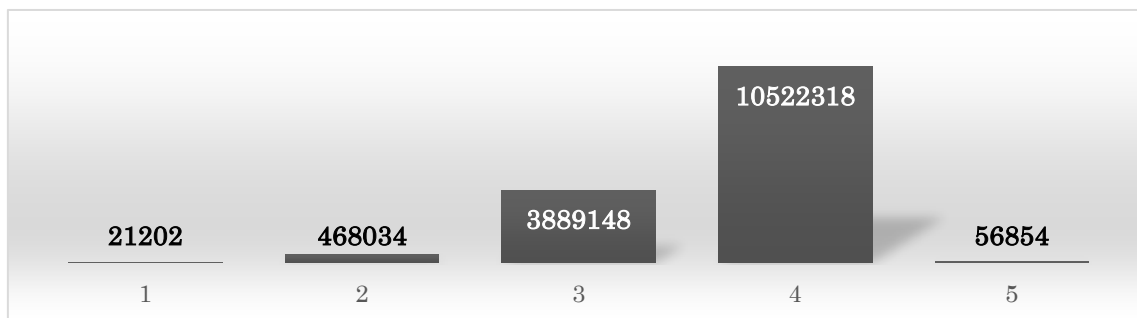


図 56 新宮町 LOD のグラフ構造におけるパス長

新宮町 LOD は、表 18 に示すコンテンツ型のクラスで構成されている。同表の `tour:記事型` が 62 件となっているが、これは 62 件の主語が定義されており、各記事が存在することを示している。この 62 件のうち、神社と寺院に関するカテゴリを有する主語は、表 19 の通りである。dbpedia は、“<http://ja.dbpedia.org/resource>” の接頭辞を表している。また、tanoshingu は、“<http://www.tanoshingu.org/>” の接頭辞を表している。新宮町 LOD を作成する上で、参照可能なリンクを設定するために図 57、図 58 に示すウェブサイトを開設しており、観光語彙基盤の特徴の 1 つである「観光ウェブサイトを考慮したクラスの定義」が有効であることを示している。記事内に存在する画像は、`tour:記事型` で定義されている `tour:画像` によって表現されており、画像のメタデータは `tour:画像型` により記述されている。表 18 において `tour:画像型` が 360 件存在すること示しているが、これは 360 枚の画像のメタデータが定義されていることを表している。

表 18 新宮町 LOD におけるコンテンツ型の構造数

クラス	合計
<code>tour:要点型</code>	160
<code>tour:画像型</code>	360
<code>tour:動画型</code>	6
<code>tour:記事型</code>	62
<code>tour:料金型</code>	4

表 19 神社と寺院に関する主語の一覧

カテゴリ	主語 (ウェブページ)
dbpedia:寺院	tanoshingu:平山薬師堂
dbpedia:寺院	tanoshingu:観世音堂
dbpedia:寺院	tanoshingu:山の観音堂
dbpedia:寺院	tanoshingu:神宮寺
dbpedia:寺院	tanoshingu:独鈷寺
dbpedia:寺院	tanoshingu:梅岳寺
dbpedia:神社	tanoshingu:新宮神社・上府
dbpedia:神社	tanoshingu:新宮神社・下府
dbpedia:神社	tanoshingu:六所神社
dbpedia:神社	tanoshingu:熊野神社
dbpedia:神社	tanoshingu:剣神社
dbpedia:神社	tanoshingu:岩宮神社
dbpedia:神社	tanoshingu:恵比須神社
dbpedia:神社	tanoshingu:若宮神社
dbpedia:神社	tanoshingu:金比羅神社
dbpedia:神社	tanoshingu:高妻神社
dbpedia:神社	tanoshingu:人丸神社
dbpedia:神社	tanoshingu:川上神社
dbpedia:神社	tanoshingu:磯崎神社
dbpedia:神社	tanoshingu:高松神社



図 57 観光情報サイト「たのしんぐう」のトップ画面



図 58 「たのしんぐう」における若宮神社の記事

4.2 Resource Propagation Algorithm

Resource Propagation Algorithm (RPA) は、Linked Data の知識ベースを強化するために提案した新しいアルゴリズムであり、オープンプラットフォームの一機能である。RPA は、Linked Data の triples に URI の識別子が全く定義されていない場合でも文字列からキーワードとカテゴリを推定し、その後にグラフ構造に基づいて潜在的なリンクを推定できる。グラフ理論の分野において、Jaccard 係数や Simpson 係数によるリンク予測アルゴリズムが存在するが、リンクが無いノードに対しては適用できない。ラベル伝搬アルゴリズムを用いたリンク予測の手法も存在するが、こちらもリンクが無いノードは想定されていない。ラベル伝搬アルゴリズムは、隣接ノードが同一のクラスに属するという仮定の下でノードのラベルを推定する教師有り学習アルゴリズムであり、教師データが必須である。しかし、ビッグデータの世界において個々のグラフデータに対して教師データを与えることは現実的ではない。RPA は、統計的に予め導出したキーワードの特性に基づいて文字列からキーワードを推定し、そのキーワード群から出現回数に基づいてカテゴリを推定し、URI の識別子として DBpedia の記事を参照する。次に推定されたカテゴリとキーワードの URI を用いてグラフデータを生成し、グラフ構造に基づいて重み伝搬により潜在的なリンクを推定する。なお、カテゴリとキーワードだけでなく、他のプロパティを考慮したリンク推定も可能であるが、定量的な評価が困難なため本論文ではカテゴリとキーワードのみを取り扱うこととする。重み伝搬は、エッジ重みの影響を受けることになるが、そのエッジ重みは観光語彙基盤のアルゴリズム型にある伝搬定数によって設定される。つまり、観光語彙基盤に準拠していれば自動的にグラフ構造のリンク重みが設定され、高精度で潜在的なリンクが推定可能となる。本節では、RPA によるキーワード推定、カテゴリ推定、そして潜在的リンクの推定の各ステップについて述べる。

4.2.1 キーワード推定

キーワードは、事物の概念を理解する手掛かりとなる重要な用語である。文書データは、基本的にキーワードが付与されており、文書検索において絞り込むときに利用される。つま

り、キーワードは検索される文字列であることが必要条件である。ユニークなキーワードを設定した場合、そのユニークなキーワードで検索することで確かに所望する文書が得られるが、そのユニークなキーワードを知らない場合は所望する文書を得ることができない。文書検索は、1つのキーワードによって実施するものではなく、複数のキーワードを用いて概念を絞り込むことが望ましい。

効果的なキーワード推定を実現するためにキーワードの特性を評価する必要がある。このため、キーワードの文字数と総数の関係が重要であると考え、電子情報通信学会の文献検索システム I-Scover を用いてキーワード特性を評価した。一般的に文字数が多いキーワードはユニークである可能性が高いと考えられるが、専門的な用語に関しては文字数が多くとも常用されていることがある。

I-Scover には、2017 年 11 月時点において 14,767,612 triples が登録されており、そのうち 327,576 triples が用語である。また、文献のキーワードは 985,051 triples から構成されている。日本語のキーワードは、表 20 に示すように様々なパターンがあるため、それぞれのパターンに応じた評価が求められる。キーワードを構成する文字列は、英数字や平仮名、カタカナ、漢字があり、それらの組み合わせによって複数のパターンが構成される。なお、記号や空白文字に関しては、それぞれのパターンに予め組み込むこととする。同表から分かるように、それぞれの文字列のパターンによってキーワードの総数は大きく異なることが分かる。このため、本研究では、{平仮名}、{英数字, 平仮名, カタカナ, 漢字}から構成される文字列に関しては評価の対象外とし、キーワードとして採用しないこととする。同表において{英数字}の総計と、{英数字 (小文字)}と{英数字 (大文字)}の総計が一致しないが、言語を選択していないことに起因する。{英数字}の総計は、日本語として記述された{英数字}と英語として記述された{英数字}の総数を合算したものである[69]。

表 20 I-Scover に登録されているキーワードの種類とその総数

文字列のパターン	総計	例
{英数字}	180115	IEEE802.11
{英数字 (小文字)}	94234	Wireless Lan
{英数字 (大文字)}	13706	OFDM
{平仮名}	170	きずな
{カタカナ}	16912	アドホックネットワーク
{漢字}	55081	移動体通信
{平仮名, 漢字}	7759	電子透かし
{カタカナ, 漢字}	41652	ミリ波
{英数字, カタカナ}	4164	ワイヤレス LAN
{英数字, 漢字}	2299	無線 LAN
{平仮名, カタカナ, 漢字}	2981	隠れマルコフモデル
{英数字, カタカナ, 漢字}	3480	ID ベース暗号
{英数字, 平仮名, カタカナ, 漢字}	686	3 軸重み付け偏波アクティブアンテナ

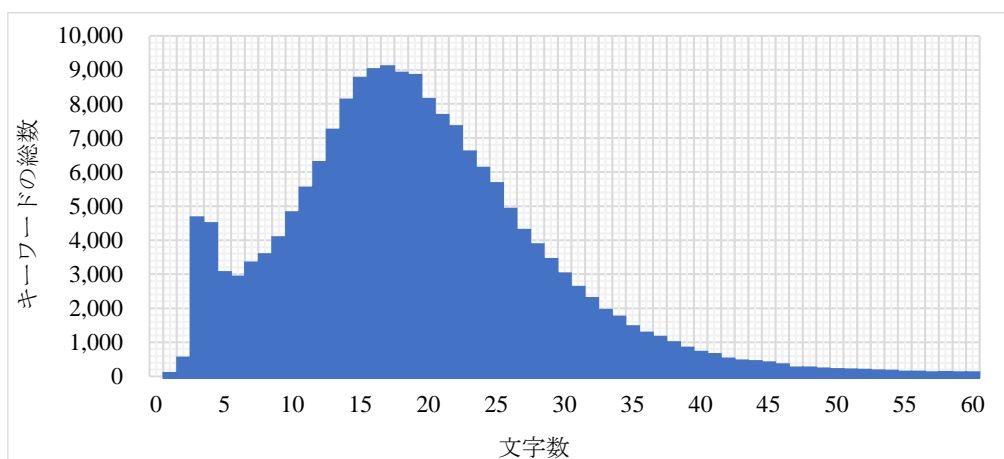


図 59 {英数字}により構成されたキーワードの文字数とその総数

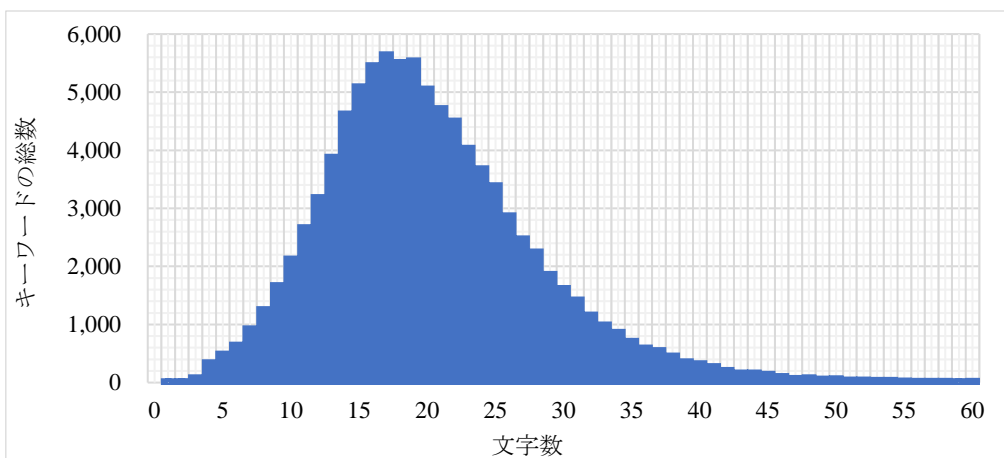


図 60 小文字の{英数字}により構成されたキーワードの文字数とその総数

図 59 は、{英数字}により構成されたキーワードの文字数に対応するキーワードの総数の分布を表している。同図より文字数が 3 文字から 4 文字のときに不自然にキーワードの総数が増加しているが、これは英数字のキーワードに「WAN」や「OFDM」などの略称表記が存在するためである。このため、{英数字}の大文字と小文字を区別しての分布を調査する必要があることが分かる。

図 60 は、全ての文字列が大文字では記述されていない{英数字}により構成されたキーワードの文字数とその総数である。図 59 とは異なり、3 文字から 4 文字あたりにおける不自然な総数の増減が解消されたことが分かる。I-Scover には、全ての文字列が大文字では記述されていない{英数字}で構成された 94,234 件のキーワードが登録されており、16 文字をピーク値として 3 文字から 33 文字の文字列長で 93.3%が網羅されている。

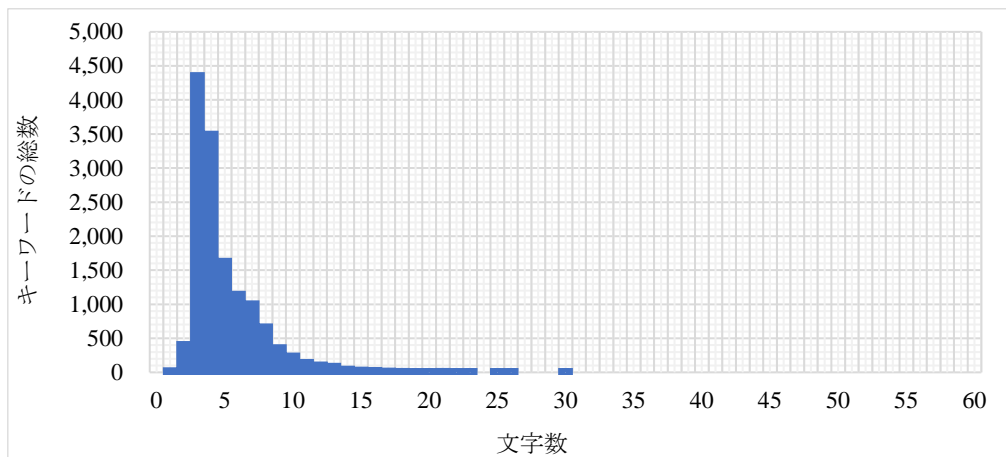


図 61 大文字の{英数字}により構成されたキーワードの文字数とその総数

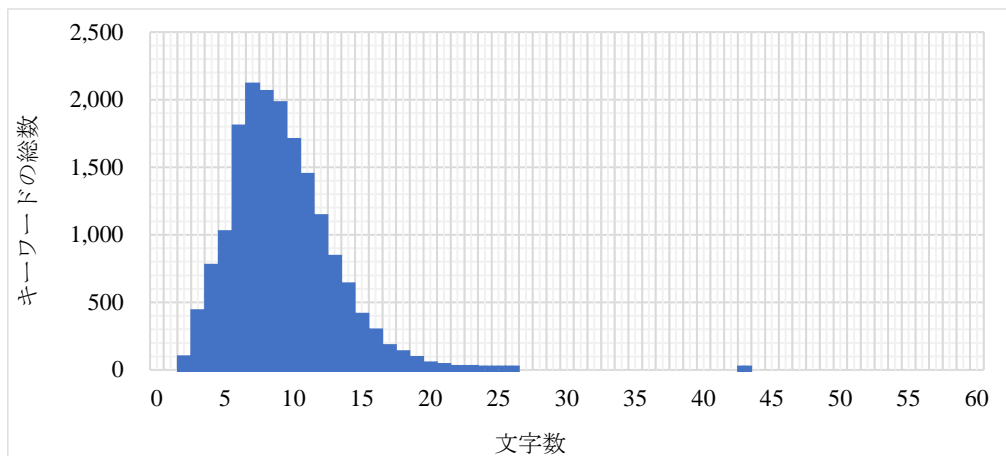


図 62 {カタカナ}により構成されたキーワードの文字数とその総数

図 61 は、大文字の{英数字}により構成されたキーワードの文字数に対応するキーワードの総数の分布を表している。同図より文字数が 3 文字のときにピーク値となっていることが分かる。I-Scover には、大文字の{英数字}により構成された 13,706 件のキーワードが登録されており、3 文字から 11 文字までの文字列長で 93.7%が網羅されている。2 文字の場合においても「PC」や「ID」、「IP」などの技術者にとっては馴染み深い約 400 件のキーワードが存在するが、「AM」や「LP」、「PW」などの略称表記は固有のキーワードを特定することが難しいため除外している。例えば、「AM」は、「Amplitiude Modulation」と「Adaptive Modulation」の 2 つのキーワードが想起される。

図 62 は、{カタカナ}により構成されたキーワードの文字数に対応するキーワードの総数の分布を表している。同図より文字数が 7 文字のときにピーク値となっていることが分かる。I-Scover には、{カタカナ}により構成された 16,912 件のキーワードが登録されており、3 文字から 12 文字の文字列長で 95.9%が網羅されている。

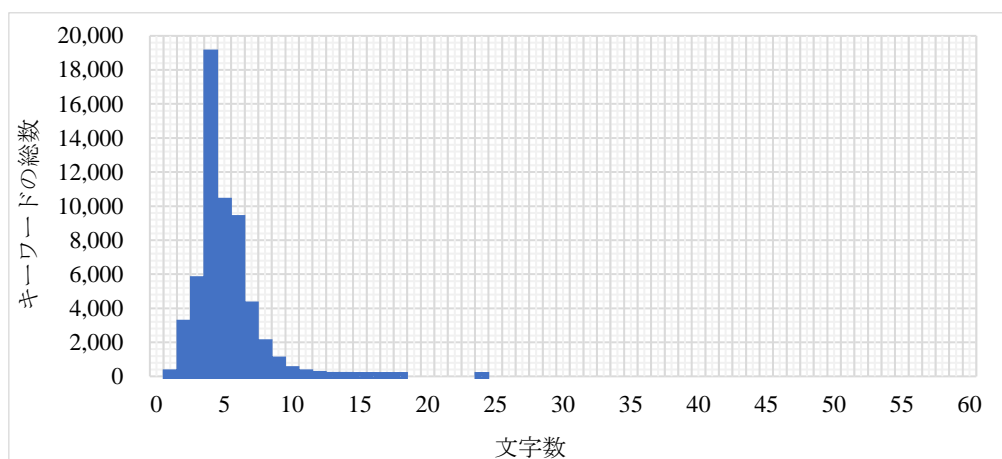


図 63 {漢字}により構成されたキーワードの文字数とその総数

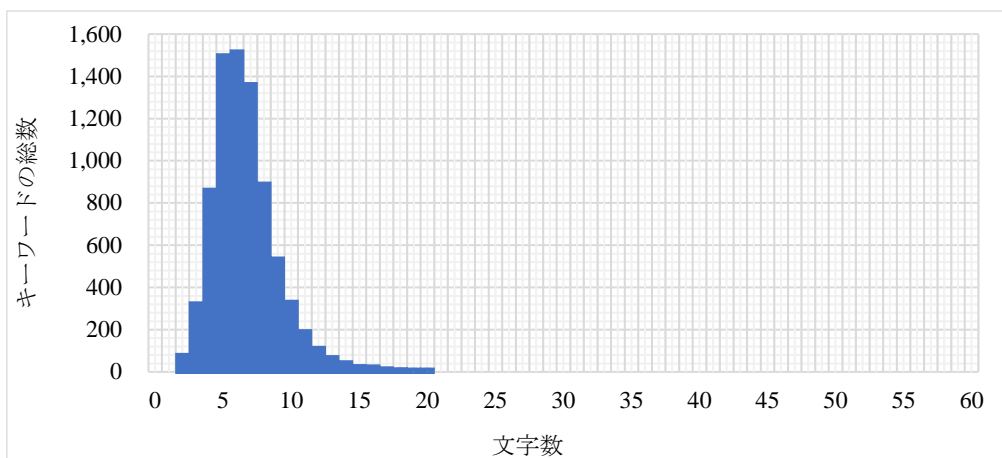


図 64 {平仮名, 漢字}により構成されたキーワードの文字数とその総数

図 63 は、{漢字}により構成されたキーワードの文字数に対応するキーワードの総数の分布を表している。同図より文字数が 4 文字のときにピーク値となっていることが分かる。I-Scover には、{漢字}により構成された 55,081 件のキーワードが登録されており、1 文字から 6 文字の文字列長で 93.5%が網羅されている。7 文字以上のキーワードも一定数存在しているが、「動画像話題分割」や「素子間相互結合」、「雑音下音声認識」のような文字列が多く、キーワードの性質を考慮すると適したものではないと考えられる。先にも述べたように、ユニークなキーワードは特定の事物を的確に検索する上では便利であるが、そのキーワードを認知していなければ検索できないことは問題である。

図 64 は、{平仮名, 漢字}により構成されたキーワードの文字数に対応するキーワードの総数の分布を表している。同図より文字数が 5 文字のときにピーク値となっていることが分かる。I-Scover には、{平仮名, 漢字}により構成された 7,759 件のキーワードが登録されており、2 文字から 8 文字の文字列長で 90.3%が網羅されている。

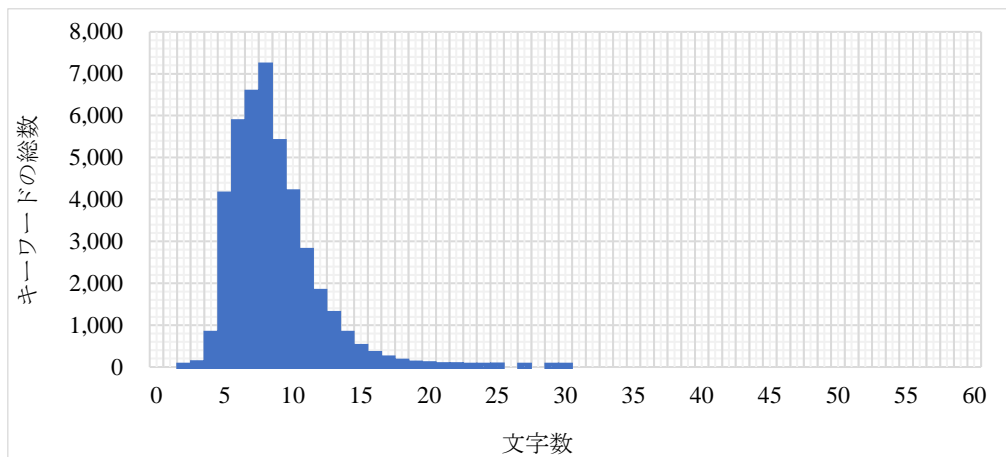


図 65 {カタカナ, 漢字}により構成されたキーワードの文字数とその総数

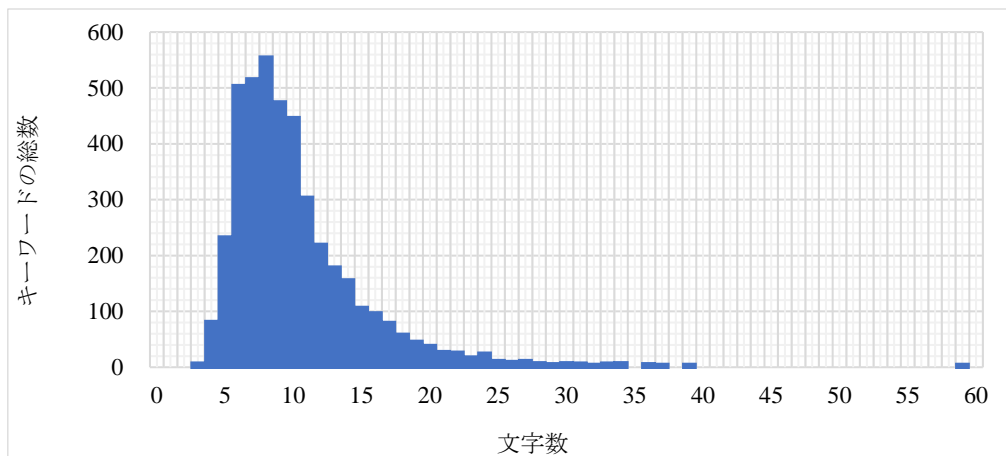


図 66 {英数字, カタカナ}により構成されたキーワードの文字数とその総数

図 65 は、{カタカナ, 漢字}により構成されたキーワードの文字数に対応するキーワードの総数の分布を表している。同図より文字数が 8 文字のときにピーク値となっていることが分かる。I-Scover には、{カタカナ, 漢字}により構成された 41,652 件のキーワードが登録されており、4 文字から 12 文字の文字列長で 92.2%が網羅されている。13 文字以上のキーワードも一定数存在しているが、「超高速小距離光ファイバ通信」や「周波数領域適応アルゴリズム」、「計算機基本動作教育システム」のような文字列が多く、キーワードの性質を考慮すると適したものではないと考えられる。

図 66 は、{英数字, カタカナ}により構成されたキーワードの文字数に対応するキーワードの総数の分布を表している。同図より文字数が 8 文字のときにピーク値となっていることが分かる。I-Scover には、{英数字, カタカナ}により構成された 4,164 件のキーワードが登録されており、4 文字から 16 文字の文字列長で 91.8%が網羅されている。

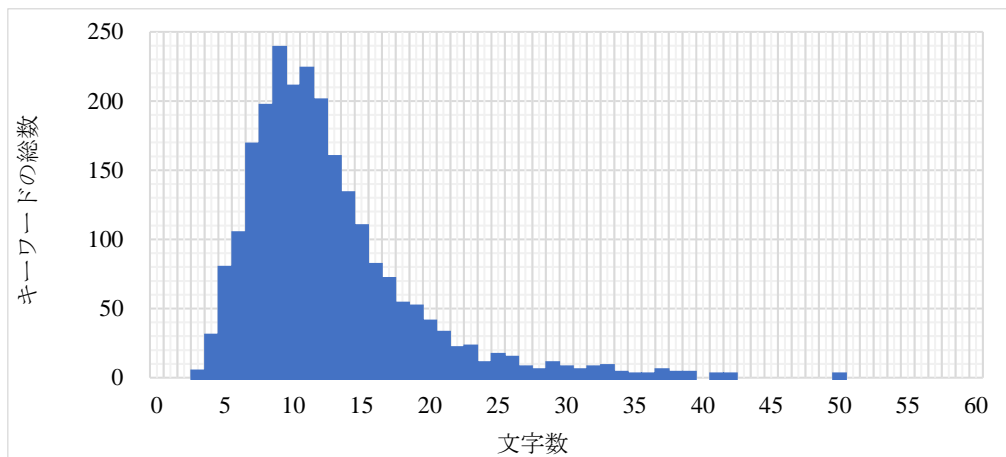


図 67 {英数字, 漢字}により構成されたキーワードの文字数とその総数

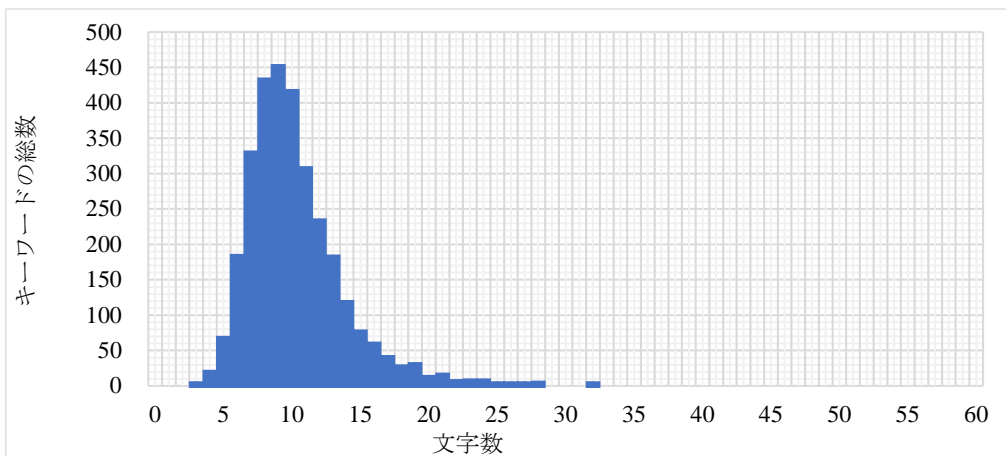


図 68 {平仮名, カタカナ, 漢字}により構成されたキーワードの文字数とその総数

図 67 は、{英数字, 漢字}により構成されたキーワードの文字数に対応するキーワードの総数の分布を表している。同図より文字数が 9 文字のときにピーク値となっていることが分かる。I-Scover には、{英数字, 漢字}により構成された 2,299 件のキーワードが登録されており、3 文字から 19 文字の文字列長で 91.0%が網羅されている。10 文字以上のキーワードも一定数存在しているが、「同期生流 MOSFET」や「21GHz 帯衛星放送」、「円筒座標系 FDTD 法」のような文字列が多く、キーワードの性質を考慮すると適したものではないと考えられる。

図 68 は、{平仮名, カタカナ, 漢字}により構成されたキーワードの文字数に対応するキーワードの総数の分布を表している。同図より文字数が 9 文字のときにピーク値となっていることが分かる。I-Scover には、{平仮名, カタカナ, 漢字}により構成された 2,981 件のキーワードが登録されており、5 文字から 14 文字の文字列長で 90.5%が網羅されている。

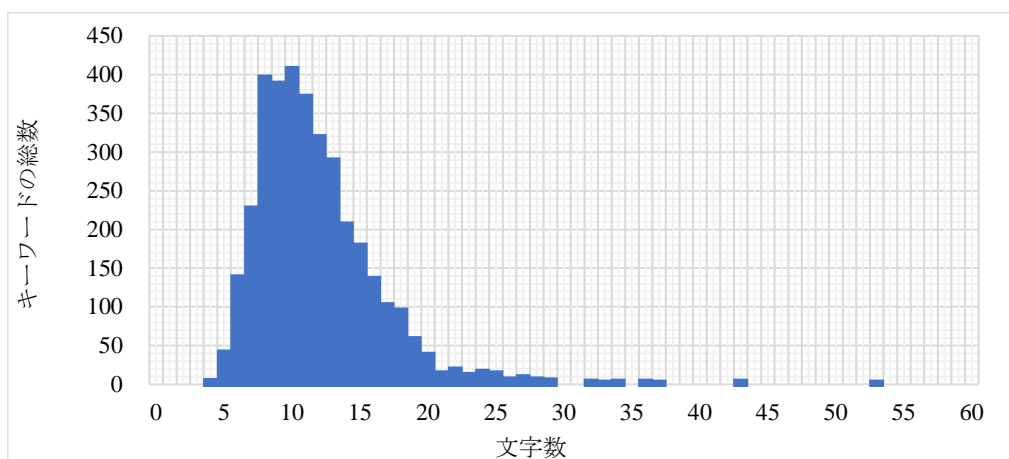


図 69 {英数字, カタカナ, 漢字}により構成されたキーワードの文字数とその総数

図 69 は, {英数字, カタカナ, 漢字}により構成されたキーワードの文字数に対応するキーワードの総数の分布を表している. 同図より文字数が 10 文字のときにピーク値となっていることが分かる. I-Scover には, {英数字, カタカナ, 漢字}により構成された 3,480 件のキーワードが登録されており, 6 文字から 17 文字の文字列長で 90.4%が網羅されている. 30 文字以上の文字列も存在しているが, 「Slotted Unbuffered Reservation Protocol (SURP) スループット特性」のようにタイトル相当の文字列が見受けられるため, ピーク値を基準として 90%程度の網羅率を想定することが望ましいと考えられる.

以上の内容を整理すると表 21 の通りとなる. 同表より, 文字列のパターンによってキーワードの総数に大きな差異があり, また, 文字数にも大きな差異があることが分かる.

表 21 各文字列のパターンにおける文字数の範囲

文字列のパターン	総計	文字数	割合
{英数字 (小文字) }	94,234	3 - 33	93.3%
{英数字 (大文字) }	13,706	3 - 11	93.7%
{カタカナ}	16,912	3 - 12	95.9%
{漢字}	55,081	1 - 6	93.5%
{平仮名, 漢字}	7,759	2 - 8	90.3%
{カタカナ, 漢字}	41,652	4 - 12	92.2%
{英数字, カタカナ}	4,164	4 - 16	91.8%
{英数字, 漢字}	2,299	3 - 19	91.0%
{平仮名, カタカナ, 漢字}	2,981	5 - 14	90.5%
{英数字, カタカナ, 漢字}	3,480	6 - 17	90.4%

表 22 は、各文字列のパターンにおけるキーワードの文字数とその総数からキーワード特性を直線近似により導出したものである。各文字列のパターンにおけるピーク時文字数に該当の文字列における文字数が近いほど $\varepsilon \rightarrow 1$ となり、反対に遠いほど $\varepsilon \rightarrow 0$ となる。表 23 は、このキーワード特性に基づいた文字列の評価サンプルであり、ピーク時文字列に対応した評価値になっていることが分かる。

表 22 キーワード特性

文字列のパターン	ピーク時文字数	ピーク以下	ピーク以上
{英数字 (小文字)}	16	$\varepsilon = 0.070x - 0.120$	$\varepsilon = -0.052x + 1.832$
{英数字 (大文字)}	3	—	$\varepsilon = -0.121x + 1.363$
{カタカナ}	7	$\varepsilon = 0.200x - 0.400$	$\varepsilon = -0.093x + 1.651$
{漢字}	4	$\varepsilon = 0.330x - 0.320$	$\varepsilon = -0.257x + 2.028$
{平仮名, 漢字}	5	$\varepsilon = 0.238x - 0.190$	$\varepsilon = -0.207x + 2.035$
{カタカナ, 漢字}	8	$\varepsilon = 0.223x - 0.784$	$\varepsilon = -0.188x + 2.504$
{英数字, カタカナ}	8	$\varepsilon = 0.215x - 0.720$	$\varepsilon = -0.104x + 1.832$
{英数字, 漢字}	9	$\varepsilon = 0.176x - 0.584$	$\varepsilon = -0.072x + 1.648$
{平仮名, カタカナ, 漢字}	9	$\varepsilon = 0.143x - 0.287$	$\varepsilon = -0.148x + 2.332$
{英数字, カタカナ, 漢字}	10	$\varepsilon = 0.166x - 0.660$	$\varepsilon = -0.107x + 2.070$

表 23 キーワード特性に基づいた文字列の評価サンプル

文字列のパターン	文字列	評価値
{英数字 (小文字)}	Network	0.370
	Network Topology	1.000
	Latent Words Recurrent Neural Network	0.000
{英数字 (大文字)}	Q	0.000
	LAN	1.000
	CMOSLSI	0.516
{カタカナ}	ログ	0.000
	マルチメディア	1.000
	パケットキャプチャ	0.814
{漢字}	色	0.010
	論理回路	1.000
	単一磁束量子回路	0.379
{平仮名, 漢字}	歪み	0.286
	畳込み符号	1.000
	誤り訂正符号	0.793
{カタカナ, 漢字}	無線タグ	0.108
	フォトニック結晶	1.000
	タンパク質結晶化状態判定	0.248
{英数字, カタカナ}	FM ラジオ	0.355
	MIMO アンテナ	1.000
	MIMO アンテナシステム	0.584
{英数字, 漢字}	RSA 暗号	0.296
	RLC 直列共振回路	1.000
	SFQ 半精度浮動小数点加算器	0.640
{平仮名, カタカナ, 漢字}	上りリンク	0.428
	隠れマルコフモデル	1.000
	前処理付きクリロフ部分空間法	0.260
{英数字, カタカナ, 漢字}	D 級アンプ	0.000
	CMOS アナログ回路	1.000
	汎用性裸眼 3D 画像生成システム	0.465

リテラルからのキーワード推定の精度を向上させるため、従来から存在する TF-IDF 法にキーワード特性の係数を加えて以下の通り定義する。

$$\tau_{t,r_s} = \varepsilon \cdot \frac{n_{t,r_s}}{\sum_t n_{t,r_s}} \left(\log \frac{N}{r_s f(t)} + 1 \right) \quad (1)$$

ε は、各文字列のパターンにおける文字列の評価値である。また、 n_{t,r_s} は、リソース r_s に対応する用語 t の出現回数である。また、 $\sum_t n_{t,r_s}$ は、リソース r_s に対応する用語の総出現回数であり、 $r_s f(t)$ は用語 t に対応しているリソース r_s の個数を表している。Nは、全リソースの件数を表している。

文字列パターンと文字数を考慮したキーワード推定手法の有効性を評価するため、2016年に電子情報通信学会で発表された 2,846 件の文献メタデータを用いる。それぞれの文献には、その文献の著者が付与したキーワードが記述されているため、そのキーワードを正解データとし、Simpson 係数により評価する。このとき、キーワード推定に用いるメタデータが文献の概要文とし、辞書として電子情報通信学会の文献検索システム I-Scover に登録されている約 33 万語を用いる。実験結果は、図 70 の通りであり、従来の TF-IDF よりもいずれの係数値においても高い精度になる傾向があることが分かる。従来の TF-IDF で 2 つのキーワードを推定した場合は Simpson 係数が 0.520 となるが、提案手法では 0.599 となる。推定するキーワード数を増やすことにより網羅性の観点から、従来手法と提案手法の差異は見られなくなるが、推定するキーワード数が少なくとも網羅性が高いという結果は Linked Data のキーワード推定において有意性が高い。文献の概要文のように参照可能な文字列が Linked Data には数多くは存在しないため、限られたリソースから効果的にキーワードを推定する必要がある。

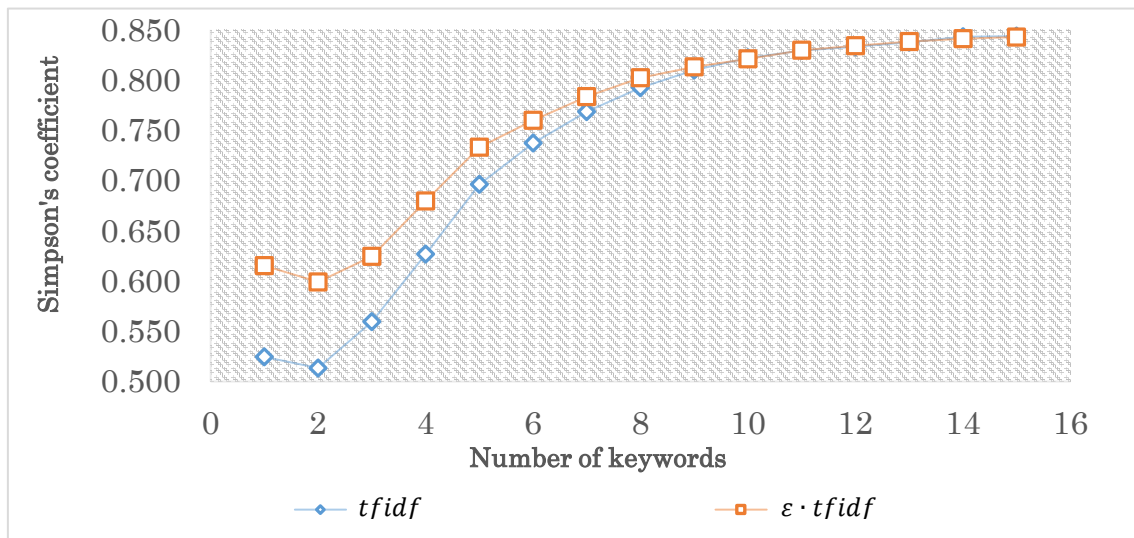


図 70 キーワード特性を考慮した TF-IDF によるキーワード推定の精度

4.2.2 潜在的リンクの推定

RPA は、第 1 ステップにおいてキーワード推定が完了した後に、グラフ構造に基づいて潜在的なリンクを推定する。RPA における潜在的リンクの推定は、一般的なラベル伝搬アルゴリズムと同様に、隣接ノードは同じクラスに属するという仮定の下で隣接ノードに重みを伝搬する。このため、次のステップとして教師データの設定を行う。ここでは、以下の式に基づいて自動的に教師データを選定し、リソースであるノードに対してラベルを付与する。同式における deg_i は、該当ノードに隣接しているノードの数（次数）を表しており、次数が大きいほど教師データとして採用される可能性が高くなる。C 値がユーザパラメータの閾値以上の場合には教師データとして該当のラベルがノードに付与される。閾値を 1.0 とした場合は最大で 1 種類のラベルが付与され、0.0 とした場合は無意味であるが全てのリソースが教師データとしてラベルが付与される。例えば、図 71 に示すようにノード i が教師データのノードとして選定された場合、その隣接ノードにノード i のラベルを付与され、ラベル予測値が 1.0 に初期化される。

$$C_i = \frac{\log(deg_i)}{\log(\max deg)} \quad (2)$$

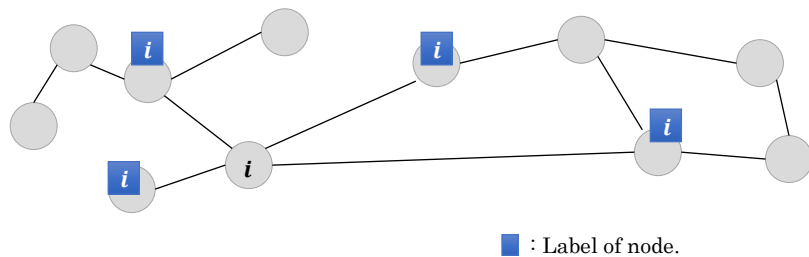


図 71 教師データの自動選定

ノードへのラベル付与が終了した後に、ラベル予測値 1.0 のノードを中心として最短経路で各ノードにラベルを伝搬する。このとき、ラベル予測値は以下の式により更新される。

$$p_{j,k} + \frac{edge_{i,j} * p_{i,k}}{\sqrt{deg_i}} \rightarrow p_{j,k} \quad (3)$$

$p_{j,k}$ は、ラベル予測値の更新対象であるノードのラベル予測値であり、 $p_{i,k}$ はラベル伝搬元のラベル予測値である。また、 deg_i はラベル伝搬元のノード次数であり、 $edge_{i,j}$ はラベルの伝搬元ノードと伝搬先ノードを結ぶエッジの重みである。このエッジ重みは、観光語彙基盤に基づいて決定される。図 72 は、観光語彙基盤におけるキーワードの伝搬定数を変化させたときの以下の式に基づいて Dice 係数値の変化を評価したものであり、RPA によるラベル正解率を表している。同図より、キーワードの伝搬定数が大きいほどラベル正解率が向上する傾向に有ることが分かる[70]。

$$Avg. Dice coefficient = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N \frac{2 \times |X_i \cap Y_i|}{|X_i| + |Y_i|} \quad (4)$$

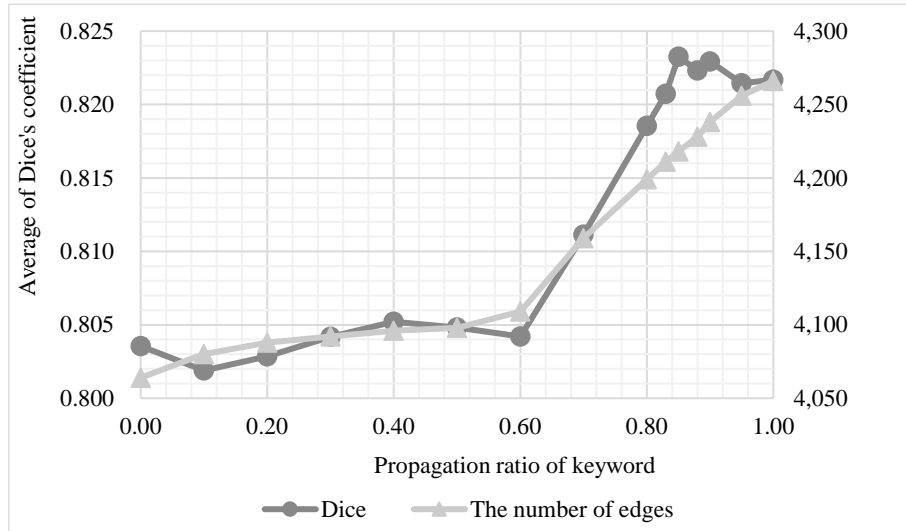


図 72 キーワードの伝搬定数に基づくラベル正解率の評価

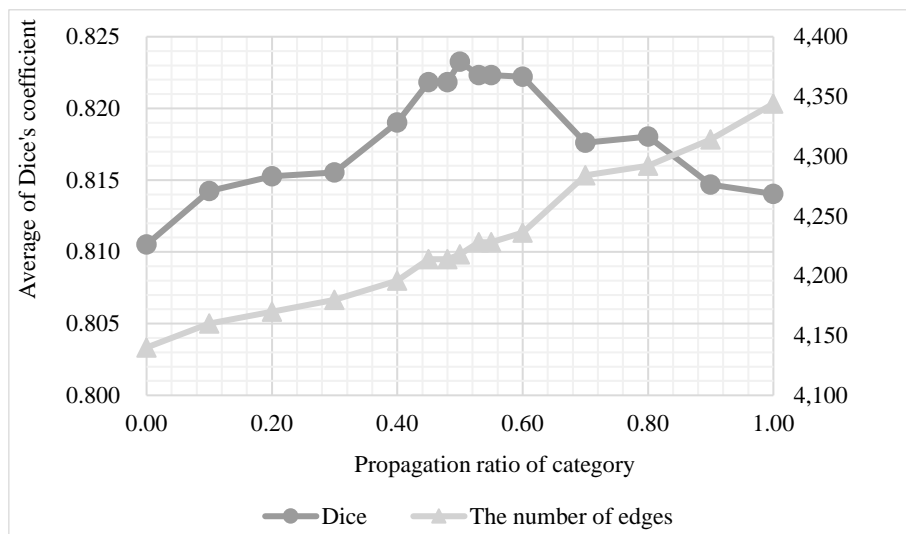


図 73 カテゴリの伝搬定数に基づくラベル正解率の評価

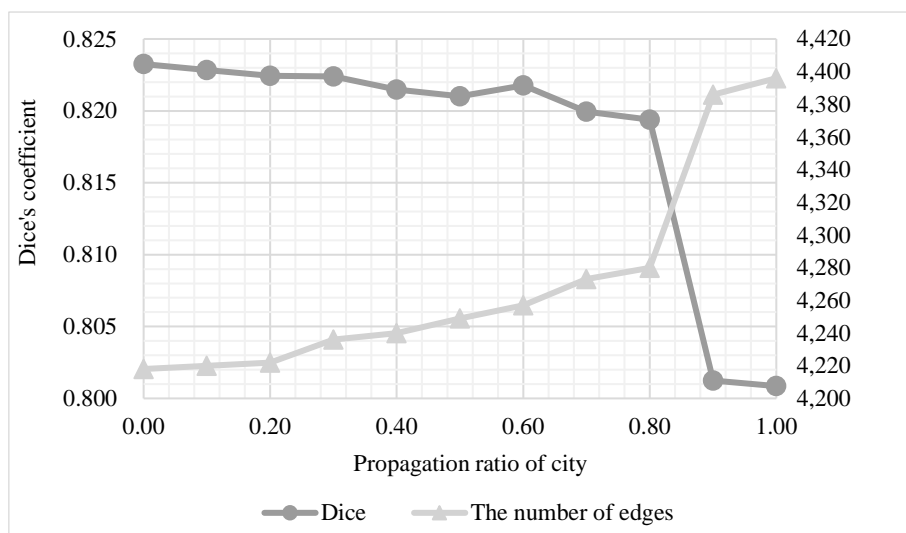


図 74 市区町村の伝搬定数に基づくラベル正解率の評価

図 73 は、カテゴリの伝搬定数を変化させたときのラベル正解率を表している。キーワードの伝搬定数と正解率の変化とは異なり、カテゴリの場合は 0.5 が最も高精度となることが分かる。また、図 74 は、市区町村の伝搬定数を変化させたときのラベル正解率を表している。市区町村の場合は、伝搬定数が高いほど精度低下につながる事が分かる。この原因として、実験対象のデータは新宮町の LOD であり、市区町村ではリソースの分類に貢献しないことが挙げられる。

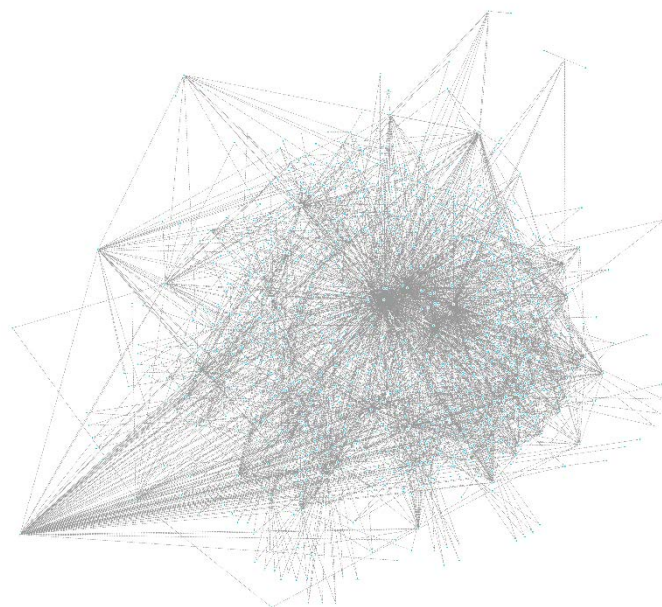


図 75 RPA 適用前のグラフ構造

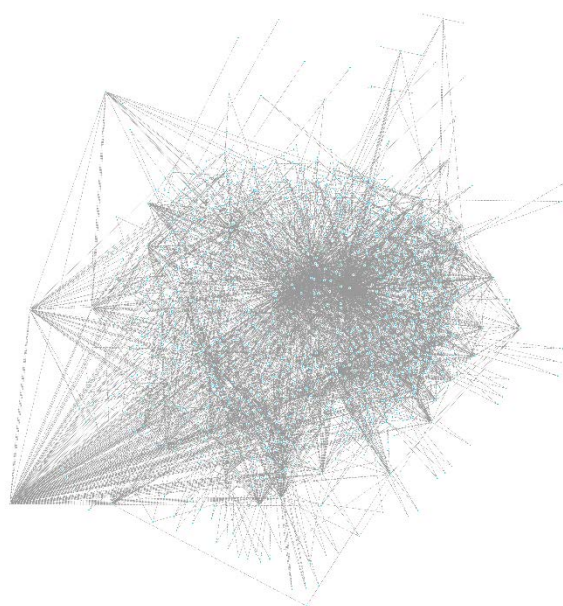


図 76 RPA 適用後のグラフ構造

図 75 は，RPA 適用前における新宮町 LOD のグラフ構造であり，3,331 edges から構成されており，平均クラスタ係数は 0.087 である．図 76 は，RPA 適用後における新宮町 LOD のグラフ構造であり，4,165 edges から構成されており，平均クラスタ係数は 0.096 に上昇している．図 75 と図 76 を一見しただけでは変化に気が付きにくいですが，グラフ構造に基づいて正確に潜在的リンクを推定していることが分かる．

表 24 神宮寺の triple におけるキーワード推定の結果

Truth Turtle data	Original Turtle data	Estimated Turtle data
dbpedia:History	(undefined)	dbpedia:History
dbpedia:Temple	dbpedia:Temple	dbpedia:Temple
dbpedia:Culture	(undefined)	dbpedia:Culture
dbpedia:Korean_correspondent	(undefined)	dbpedia:Korean_correspondent
dbpedia:Sacred_tree	(undefined)	(undefined)
dbpedia:Document	dbpedia:Document	dbpedia:Document
dbpedia:Jizo_bodhisattva	(undefined)	(undefined)
dbpedia:Jodo_sect	dbpedia:Jodo_sect	dbpedia:Jodo_sect
dbpedia:Kannon_senza_festival	(undefined)	dbpedia:Kannon_senza_festival
dbpedia:Hideyoshi_Toyotomi	(undefined)	(undefined)
dbpedia:Shingu_town	dbpedia:Shingu_town	dbpedia:Shingu_town
dbpedia:Ainoshima_island	(undefined)	dbpedia:Ainoshima_island
(Estimated resource)	(undefined)	dbpedia:Nature

表 25 相島春フェスタの triple におけるキーワード推定の結果

Truth Turtle data	Original Turtle data	Estimated Turtle data
dbpedia:Concert	(undefined)	
dbpedia:Culture	dbpedia:Culture	dbpedia:Culture
dbpedia:Event	(undefined)	dbpedia:Event
dbpedia:Shingu_town	dbpedia:Shingu_town	dbpedia:Shingu_town

表 24 は、神宮寺の triple におけるキーワード推定の結果を整理したものである。同表の
 カラムは、左から正解キーワード、推定前キーワード、推定後キーワードを表しており、正
 解キーワードに対応付けて記述している。RPA を適用することで正確にキーワードが推定
 されていることを示している。また、本来は付与されていなかった「自然」のキーワードが
 付与されているが、これは相島に自然要素が多いと判定されたかであると考えられる。

表 25 は、相島春フェスタの triple におけるキーワード推定の結果を整理したものであ
 り、こちらも正確にキーワードが付与されていることを示している。以上の結果から、
 RPA は闇雲にリンク推定をしているのではなく、グラフ構造に基づいていることを示して
 いる。

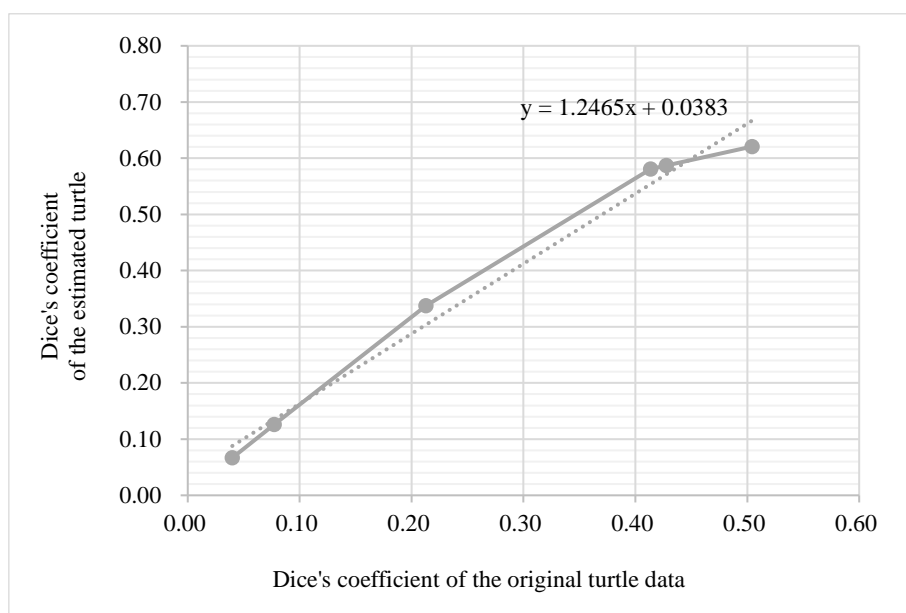


図 77 RPA による LOD の潜在的リンク推定の性能

図 77 は、完全な LOD に対してランダムにリソースを欠如させ、その欠如した LOD からどの程度の精度向上が期待できるのかを評価したものである。この結果、Dice 係数による評価では、1.2 倍程度の改善が見られている。つまり、教師データがなくともグラフ構造に基づいて一定のデータ修復効果が見られたことになる。

4.3 動向分析システム

LOD の利活用を推進するためには、キラーアプリケーションの存在が重要となる。LOD を活用したアプリケーションは数多く存在するが、1つの LOD に対して1つのアプリケーションが開発される傾向にあり、複数の LOD を組み合わせて用いられている事例が少ない。この理由は、LOD の課題でも述べたように、現在公開されている LOD の多くがリテラルを中心として作成されており、それぞれのリソースが関係付いていないことが挙げられる。

本節では、RPA により LOD の潜在的なリンクが推定されたことを前提とした動向分析システムについて述べることにし、良質な LOD である I-Discover を事例とする。I-Discover は、何度も触れているように電子情報通信学会が運営する文献検索システムであり、文献メタデータを Linked Data の形式で蓄積している。I-Discover 第二期システムから SPARQL API が解放され、外部アプリケーションから自由に文献メタデータを取り扱えるようになった。I-Discover は、観光語彙基盤と同様にクラスによってリソース群が管理されており、表 26 に示す構成となっている。記事型として `iscover:Article` が定義されており、また、用語型として `iscover:Term`、人物型として `iscover:Person`、組織型として `iscover:Organization`、イベント型として `iscover:Event`、出版物型として `iscover:Publication` が定義されている。この他、`iscover:Online-Service` と `iscover:Multimedia` のクラスに関しては試験段階のため取り扱わないこととする。

表 26 I-Discover のクラス構造

クラス	総計
http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#Term	329,815
http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#Online-Service	4
http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#Article	245,898
http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#Person	281,381
http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#Event	11,854
http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#Publication	18,669
http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#Organization	30,881
http://i-scover.ieice.org/terms/iscover#Multimedia	36

4.3.1 I-Discover の代表的なプロパティ

I-Discover は、主に 5 つのクラスから構成されており、`iscover:Article` に具体的な文献メタデータが登録されている。`iscover:Article` と `iscover:Term` で定義されている代表的なプロパティをそれぞれ表 27 と表 28 に示す。`iscover:Article` にある `dcterms:title` と、`iscover:Term` にある `rdfs:label` は使用回数が 1 回に制限されているが、これは 1 つの言語に対して 1 回の制限を意味している。

本研究のオープンプラットフォームにおける一機能である動向分析システムの汎用性を確保するため、表 27、及び表 28 に示すプロパティを対象とした動向分析の機能を提案する。これらの表に示すプロパティは、観光語彙基盤で定義しているプロパティと互換性があり、`iscover:Article` は `tour:記事型` に対応し、また、`iscover:Term` は `tour:用語型` に対応している。各プロパティの対応関係は、表 29 に示す通りである[71]。

表 27 `iscover:Article` における代表的なプロパティ

プロパティ	データ型	使用回数		概要
		最小	最大	
<code>dcterms:title</code>	<code>xsd:string</code>	1	1	文献のタイトルを記述する。
<code>dcterms:abstract</code>	<code>xsd:string</code>	0	1	文献の概要文を記述する。
<code>dcterms:subject</code>	<code>xsd:anyURI</code>	0	-	文献のキーワードを記述する。
<code>dcterms:issued</code>	<code>xsd:date</code>	0	1	文献の発行日を記述する。

表 28 `iscover:Term` における代表的なプロパティ

プロパティ	データ型	使用回数		概要
		最小	最大	
<code>rdfs:label</code>	<code>rdfs:label</code>	1	1	用語の表記を記述する。
<code>foaf:primaryTopic</code>	<code>xsd:anyURI</code>	0	1	DBpedia へのリンクを記述する。

表 29 I-Discover が使用する語彙と観光語彙基盤における語彙の対応関係

クラス	I-Discover	観光語彙基盤
<code>iscover:Article</code>	<code>dcterms:title</code>	<code>tour:名称</code>
<code>tour:記事型</code>	<code>dcterms:abstract</code>	<code>tour:概要</code>
	<code>dcterms:subject</code>	<code>tour:キーワード</code>
	<code>dcterms:issued</code>	<code>tour:公開日</code>
	<code>rdfs:label</code>	<code>tour:名称</code>
<code>iscover:Term</code>	<code>foaf:primaryTopic</code>	<code>tour:参考</code>

4.3.2 表記揺れを考慮した動向分析

自然言語を対象とした情報検索や分析において、表記揺れの問題を欠くことができない。日本語や英語などの自然言語には表記揺れが存在し、これが原因となって検索精度や分析精度に影響を及ぼすことがある。表記揺れは、同義異表記語（同義語、類義語）が存在することである。表記揺れが発生する素因として、外来語の音訳による日本語化や時代の価値観による表記の変化、技術者による新しい用語の定義、標準化や規格化に伴る共通語の定義などが挙げられる。

本研究では表記揺れの課題を解決するため、インターネット百科事典 Wikipedia が LOD 化された DBpedia を用いて辞書を構成することとする。Wikipedia は、記事単位でリダイレクト機能を有しており、その機能を DBpedia も継承している。観光語彙基盤においても、tour:通称によりリダイレクト機能を実現している。表記揺れに対応する辞書を構成するにあたり、RPA におけるキーワード推定で述べたキーワード特性に基づくこととする。また、DBpedia には、用語辞書としての存在だけでなく、ある事柄をテーマにした解説記事も存在するため、キーワードとして望ましい記事を選定する必要がある。このため、Wikipedia におけるページサイズに基づいて図 78 のように採用する記事を選定する。ページサイズが 50 未満の記事は、リダイレクトのために設定された記事であり、その記事名とリダイレクト先のみが記述されており、739,234 記事が存在する。ページサイズが 50 以上 2,000 未満の記事は、スタブである可能性が高く、常用的に使用されている見出し語がない。ページサイズが 2,000 以上 20,000 未満の記事は一般記事である可能性が高く、20,000 以上の場合には特定テーマに基づいた解説記事が多い傾向にあることを確認した。本研究では、リダイレクト、及び一般記事の見出し語を辞書として採用する。

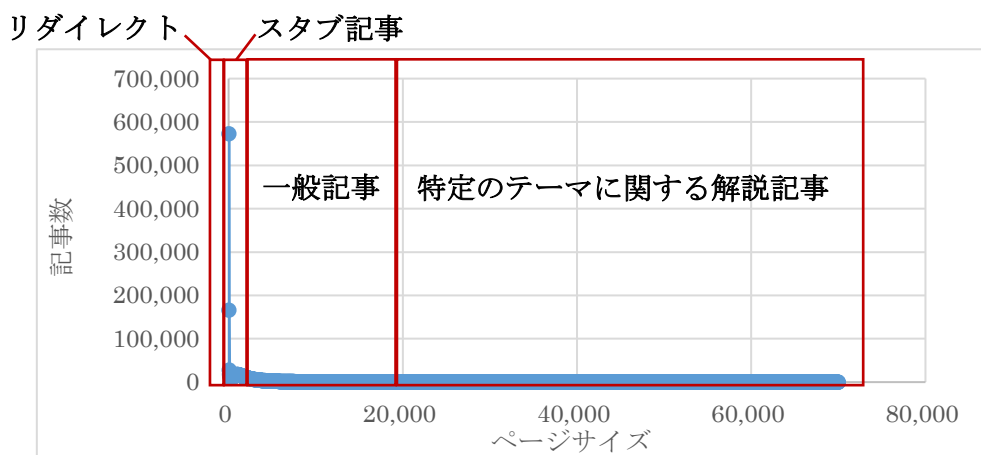


図 78 Wikipedia におけるページサイズに基づいた文字列の選定

DBpedia から採用した記事の見出し語からさらにキーワード特性に基づいて厳選を行い、図 79 に示す形式で辞書を開発した。本辞書は、Linked Data の形式で記述しており、辞書を参照することで意味概念を体系的に整理できるように構築している。本辞書は、5,226,008 triples から構成されており、757,995 語の用語を収録している。このうち、435,856 語はリダイレクトとして機能する用語である。トリプルの中に通称の記載が無いものは正式名称を表しており、図 79 の例では「無線 LAN」が正式名称として登録されており、その無線 LAN に関するキーワードや説明、参考などが記載されている。「ワイヤレス LAN」や「WLAN」のトリプルには通称として「無線 LAN」のリンクを参照している。

なお、本辞書は、表記揺れの考慮だけでなく、RPA におけるキーワード推定の辞書としても活用する。

本辞書は、観光語彙基盤のサイト上で公開している。

<http://www.tourism.property/index.html>

```
prefix tour:<http://www.tourism.property/>

<http://ja.dbpedia.org/resource/無線 LAN>
  tour:名称 "無線 LAN"@ja;
  tour:キーワード <http://ja.dbpedia.org/resource/IEEE_802.11>, <http://ja.dbpedia.org/resource/通信機器>;
  tour:説明 "無線 LAN（むせんラン）とは、無線通信を利用してデータの送受信を行う LAN システムのことである。ワイヤレス LAN（Wireless LAN、WaveLAN）、もしくはそれを略して WLAN とも呼ばれる。"@ja;
  tour:参考 <http://ja.wikipedia.org/wiki/無線 LAN>;
  tour:ライセンス <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>;
  tour:提供者 <http://wiki.dbpedia.org/about/dbpedia-community>;
  tour:作成者 <http://www.tourism.property/aboutUS>;
  a tour:用語型.

<http://ja.dbpedia.org/resource/ワイヤレス LAN>
  tour:名称 "ワイヤレス LAN"@ja;
  tour:通称 <http://ja.dbpedia.org/resource/無線 LAN>;
  tour:ライセンス <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>;
  tour:提供者 <http://wiki.dbpedia.org/about/dbpedia-community>;
  tour:作成者 <http://www.tourism.property/aboutUS>;
  a tour:用語型.

<http://ja.dbpedia.org/resource/WLAN>
  tour:名称 "WLAN"@ja;
  tour:通称 <http://ja.dbpedia.org/resource/無線 LAN>;
  tour:ライセンス <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>;
  tour:提供者 <http://wiki.dbpedia.org/about/dbpedia-community>;
  tour:作成者 <http://www.tourism.property/aboutUS>;
  a tour:用語型.
```

図 79 DBpedia から生成した辞書の例

4.3.3 動向分析

時系列データを取り扱うことで動向分析が可能である。I-Scover の文献メタデータの場合、文献の発行日が登録されているため時系列データとして取り扱うことが可能である。ユーザパラメータである任意キーワードの表記揺れの用語を全て抽出し、文献のタイトル、概要文、そして文献キーワードにその任意キーワードを部分一致により検索処理を SPARQL により行う。本機能は、非常にシンプルな構成でありながら、ユーザが所望する技術トレンドを素早く調査可能である。図 80 は、後述の要因分析の機能も含めた「トレンド・レポーター」のインタフェースである。例えば、「スマートフォン」で分析すると図 81 の結果が得られる。

<http://iscover.ce.fit.ac.jp/trend/>

図 80 I-Scover の文献メタデータを適用した動向分析システムのインタフェース

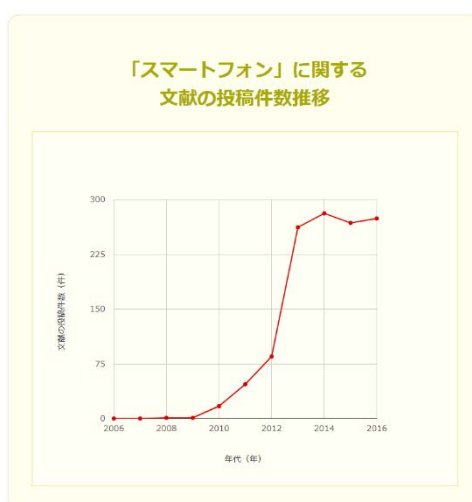


図 81 トренд・レポーターによる「スマートフォン」の文献数推移を取得

4.3.4 要因分析

文章には、特有の表現が存在する。論文誌や研究会の論文は、特に特有の表現が強く表れており、次のように「解説」、「注目」、「課題」の3つに分類可能である。下線部は、文献に頻出している特有表現の例を示している。これらの文章パターンは、動向分析システム上で任意に記述することができ、様々な LOD を対象として要因分析の機能を提供できると考えられる。図 82 から図 84 は、それぞれ文献データを対象としてパターンをコーディングし、概要文から「解説」、「注目」、「課題」をテキストマイニングした結果である[72]。

■ 解説

- 近年，モバイル端末の普及によりインターネット利用者数が増加している。
- 最近，ライフログを活用した生活支援に関する研究が行われている。
- データマイニングは，個人の意思決定に利用されるようになってきている。

■ 注目

- 様々な種類のライフログを集約することで各種サービスの質を向上させることが可能である。
- 無線ネットワーク環境を容易に構築できる WMN が注目されている。
- GPS が使えない環境では無線 LAN を用いた位置推定が有効である。

■ 課題

- ライフログは，情報漏洩によるプライバシー侵害の危険性がある。
- モバイルアドホックネットワークは，IP アドレスの管理が難しい。
- Mobile Ad hoc Network は，安定した通信路の構築手法が課題となっている。

「スマートフォン」とは

1. スマートフォンは急速に普及しており、スマートフォンが利用される様々な環境に応じたセキュリティを確保するため、データの閲覧やアプリケーションの起動といったスマートフォンのもつ機能の制御が課題となっている。
2. サービス提供者が複数のBLEタグを予め環境に設置することで、スマートフォンはBLEタグから広報される無線信号の受信信号強度(RSSI, Received Signal Strength Indication)を元に位置を推定できる。
3. スマートフォンは本来の通信機能に加えて、実装されている各種センサやクラウド上のサービスの利用も可能な多機能の超小型パソコンと考えられる。
4. スマートフォンはフィーチャーフォンに比べ数倍のトラフィックを発生させるため、スマートフォンの普及に伴い移動体通信トラフィックが急増している。
5. スマートフォンは頻繁に移動するため、IoT デバイスへのメッセージ配送の際には、メッセージの中継を行うスマートフォンの探索の必要がある。

図 82 トレンド・レポーターによる「スマートフォン」の解説文の取得

「スマートフォン」に関して ここがすごい！

1. 直接メタノール型燃料電池(DMFC)は、高エネルギー密度で、貯蔵安定性や取扱性に優れるメタノールを燃料に使用することから、スマートフォンやモバイルバッテリーといった携帯機器等のエネルギー供給源として期待できる。
2. スマートフォンや多様なアプリケーションサービスの普及に伴い移動通信分野におけるユーザトラフィック量は現在急激に増加しつつあり、今後10年間でトラフィック量は500倍から1000倍に増加すると予想されている。
3. 近年、スマートウォッチやスマートフォン、スマートグラスなどの様々なセンサを搭載したスマートデバイスが登場しており、デバイスからセンサデータをリアルタイムかつ容易に取得できるようになりつつある。
4. 多数のセンサを搭載し、インターネットに接続されたスマートフォンが急速に普及していることを背景に、一般ユーザの持つ携帯端末をセンシングデバイスとするユーザ参加型センシングの実現が期待されている。
5. 近年、携帯電話やスマートフォンといった携帯端末が広く普及し、それらの無線機器は人体頭部近傍で使用されるため、無線機器から放射される電磁波による人体頭部内の電力吸収を評価することが重要である。

図 83 トレンド・レポーターによる「スマートフォン」の注目ポイントの取得

「スマートフォン」に関して ここを解決したい！

1. LTE (Long Term Evolution)に基づく3.9G携帯電話の普及，スマートフォンの一般ユーザへの浸透によって，動画像コンテンツの視聴に起因するモバイルトラフィックの急増対策が，モバイル通信事業者にとって大きな課題となっている。
2. 近年，スマートフォンやタブレット端末の普及，多様化により，今やスマートフォンの存在は人々の生活において無くてはならないものとなりつつあり，スマートフォンのバッテリー残量に非常に敏感になっている。
3. 近年，携帯電話やスマートフォンなどの従来端末による通信だけでなく，M2M/IoT通信をセルラネットワークに収容することが検討されており，M2M/IoT通信収容のための制御プレーンの効率化が課題となっている。
4. プログラミング環境としては，PCだけでなくスマートフォンやタブレットPCなど様々なものが利用されるようになっており，教材としてはIT機器の利用状況の変化にも対応する必要がある。
5. スマートフォンやタブレットPCなどのスマートデバイスを用いたユーザ認証では，端末が様々な環境で利用されることから，認証に適切な利用環境を常に維持することが困難である。
6. スマートフォンの普及に伴い，大規模な通信混雑や通信障害が発生したが，要因の一つとして非常に短い時間に多数の通信処理要求が到着する集団到着の存在が指摘されている。
7. 最近，自分の健康データをPCやスマートフォンのネットワークを介して記録するサービスでも，同じデータフォーマットを決めておかないと，相互流用することが困難となる。

図 84 トレンド・レポーターによる「スマートフォン」の課題ポイントの抽出

第5章

実験と考察

本章では、本論文で述べたオープンプラットフォームにおける観光語彙基盤と RPA がオープンデータの二次利用に有効であることを実験と考察により示す。

まず、5.1 節で述べる第 1 実験では、データシティ鯖江として有名な福井県鯖江市が作成した観光関連の LOD を対象とする。この LOD は、他の自治体が公開する LOD に比べてダウンロード数が多く、利用されているアプリケーションソフトウェアが数多く存在する。しかし、実態を見てみると、1 つの LOD に対して 1 つのアプリケーションソフトウェアが開発されている現状があり、決して二次利用が容易ということでない。このため、福井県鯖江市が公開する LOD を対象として知識ベース化を図り、二次利用の容易性について考察する。

次に、5.2 節で述べる第 2 実験では、特定の自治体を対象とすることなく、LinkData.org 上でダウンロード数が多い観光に関する上位 100 件の LOD を対象とする。この LOD は、福井県鯖江市が公開する LOD と同様に述語構造やリンク構造に課題を抱えている。なお、本データの一部には福井県鯖江市が公開している LOD も含まれている。第一実験と同様に、LOD の知識ベース化を図り、二次利用の容易性について考察する。

5.1 鯖江市の LOD を知識ベース化

福井県鯖江市は、データシティ鯖江をスローガンとして掲げて、公共データを RDF データとして積極的に公開している。また、オープンデータを用いたアプリケーションソフトウェアのコンテストを開催しており、データの利活用を推進している。鯖江市は、LinkData.org 上でオープンデータを公開しており、表 30 に示すようにトイレ情報や避難場所、動物園、駐車場などのデータを多岐にわたって公共データを公開している。鯖江市は、この他にも様々な公共データを公開しているが、本実験では 1,000 回以上のダウンロード数が確認された同表に示すデータを対象とする。これらのデータは、計 31,947 triples から構成されており、URI 型の目的語が含まれたものは 1,362 triples である。このうち、クラスの定義のために参照された URI 型の目的語が 872 件あることから、実質的に各リソースのメタデータとして記述されたものは 490 triples のみである。さらに、このうちの 354 triples は画像を参照しており、この他の 382 triples はウェブページを参照している。これらは、データセット内における他のリソースにリンクされていないため、それぞれのリソースは孤立した状態にある。

表 30 鯖江市が公開するデータの例

データセット名	公開日	ダウンロード数
さばえトイレ情報	2014/4/13	8,258
鯖江市避難施設	2012/9/27	5,238
オープンデータ一覧	2013/4/13	5,071
鯖江市地域活性化プランコンテスト一覧	2017/8/1	2,613
鯖江市西山動物園	2014/3/22	2,209
鯖江市広報の PDF	2017/1/27	1,878
鯖江市営駐車場情報	2012/9/13	1,782
鯖江百景	2012/9/26	1,607
ペケーニョ サバエバル	2013/9/18	1,601
消火栓情報	2012/12/17	1,525
鯖江市ごみ収集情報	2013/4/13	1,515
小型家電回収施設	2013/9/27	1,454
鯖江市原子力災害の避難所	2014/3/6	1,377
鯖江市内 A E D 設置場所	2012/9/11	1,303
鯖江市議会議員	2015/7/22	1,252
農産物直売所	2016/8/4	1,196
ブランド大使	2013/4/13	1,173

Linked Data は、リソースを URI で記述することで横断的に各リソースを意味付けすることが可能であり、必要最低限のリテラルを記述して相互にリンクすることが望ましい。しかし、表 30 に示した福井県鯖江市の公共データを 1 つのグラフとして可視化すると図 85 のようになる。同図のグラフは、35,339 ノード、31,930 エッジから構成されており、3,773 件のコンポーネントが存在している。triples の件数とエッジ数が一致しないのは、主語と目的語をそれぞれノードとしており、述語により分けられていた目的語が統合したためである。同図により、各リソースは孤立状態にあることが分かる。

本実験では、RPA を用いて潜在的なリンクを推定し、その結果について考察する。

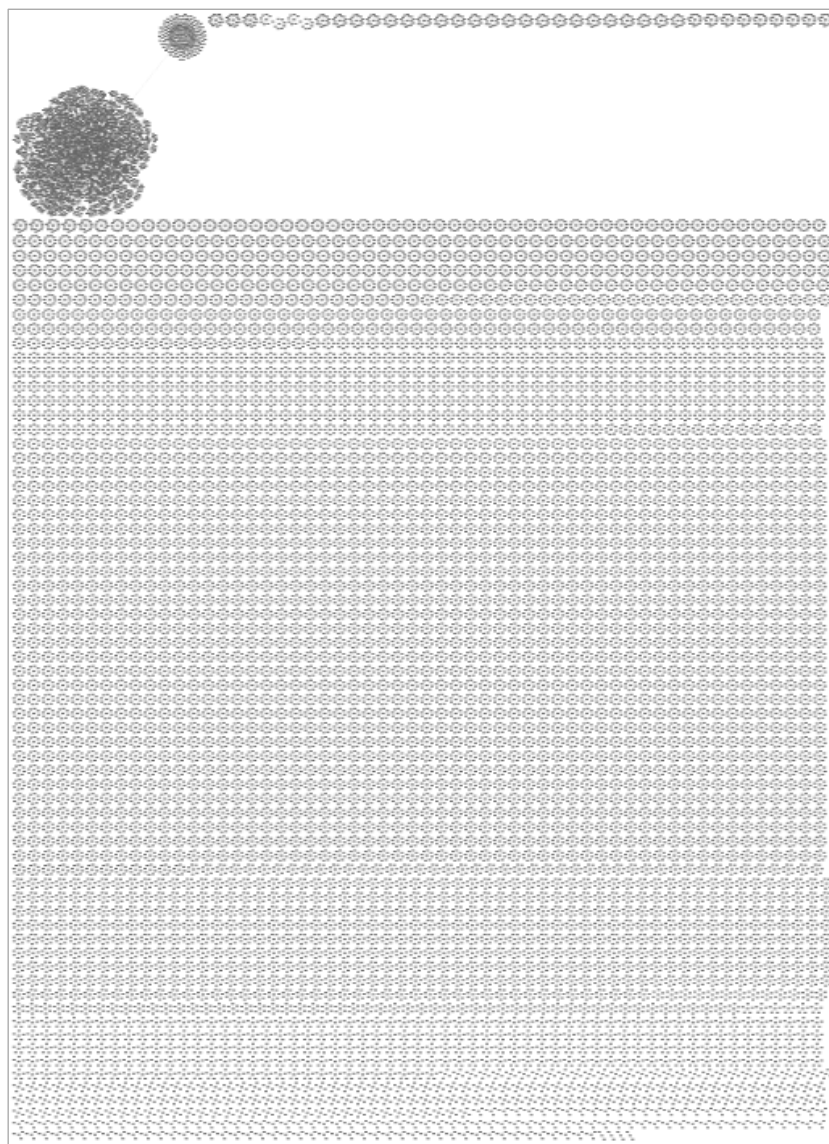


図 85 福井県鯖江市が公開する LOD のグラフ構造

```

<http://www3.city.sabae.fukui.jp/ls/053>
  <http://linkdata.org/property/rdf1s283i#title> "琵琶神社"@ja;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s283i#city> "鯖江市"@ja;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s283i#feature> "歴史文化"@ja;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s283i#season> "春"@ja;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s283i#description> "街中にひっそりと佇む琵琶神社。桜の頃になると満開の桜が境内の両側に咲き誇り、脇を通る福井鉄道の電車とのコラボレーションも見事です。"@ja;
  <http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#lat> "35.9789"^^xsd:decimal;
  <http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#long> "136.183"^^xsd:decimal;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s283i#imageurl>
    <http://www3.city.sabae.fukui.jp/ls/image/No53.jpg>;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s283i#imagelargeurl>
    <http://www3.city.sabae.fukui.jp/ls/imagelarge/No53.jpg>.

```

図 86 福井県鯖江市が公開する LOD における triple の一部

```

<http://www3.city.sabae.fukui.jp/ls/053>
  tour:名称 "琵琶神社"@ja;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s283i#city> "鯖江市";
  <http://linkdata.org/property/rdf1s283i#feature> "歴史文化";
  <http://linkdata.org/property/rdf1s283i#season> "春";
  tour:説明 "街中にひっそりと佇む琵琶神社。桜の頃になると満開の桜が境内の両側に咲き誇り、脇を通る福井鉄道の電車とのコラボレーションも見事です。"@ja;
  tour:経度 "35.9789"^^xsd:decimal;
  tour:経度 "136.183"^^xsd:decimal;
  tour:カテゴリ <http://ja.dbpedia.org/resource/神社>;
  tour:キーワード <http://ja.dbpedia.org/resource/福井鉄道>,
    <http://ja.dbpedia.org/resource/コラボレーション>,
    <http://ja.dbpedia.org/resource/琵琶>,
    <http://ja.dbpedia.org/resource/神社>;
  tour:画像 <http://www3.city.sabae.fukui.jp/ls/imagelarge/No53.jpg>,
    <http://www3.city.sabae.fukui.jp/ls/image/No53.jpg>;

```

図 87 RPA により推定した福井県鯖江市の LOD における triple の一部

図 86 は、福井県鯖江市が公開している LOD の一部である。同図は、琵琶神社に関する triples であり、説明文や緯度、経度などのメタデータが記述されている。同図における “<http://linkdata.org/property/rdf1s283i#title>” やこの他の city, feature などは、「鯖江百景」のデータセット内で定義されている述語であり、他のデータセットにおいて類似した “<http://linkdata.org/property/rdf1s1434i#title>” が存在するが、別の述語として識別されるため、“<http://linkdata.org/property/rdf1s283i#title>” を指定してデータを検索すると「鯖江百景」で記述されているデータのみ得られることになる。また、「神社」というキーワードで検索する場合は、正規表現による部分一致検索となるため検索処理に時間を要する。これに対して、同図の内容が RPA により意味概念が推定された図 87 は、これらの課題を全て解決していると考えられる。タイトルや緯度、経度などの述語は、観光語彙基盤に準拠したものに交換され、また、カテゴリやキーワードの新しいメタデータが自動的に推定されている。このように、各主語における意味関係を考慮してメタデータが推定されることは、オープンデータの二次利用において重要であると考えられる。

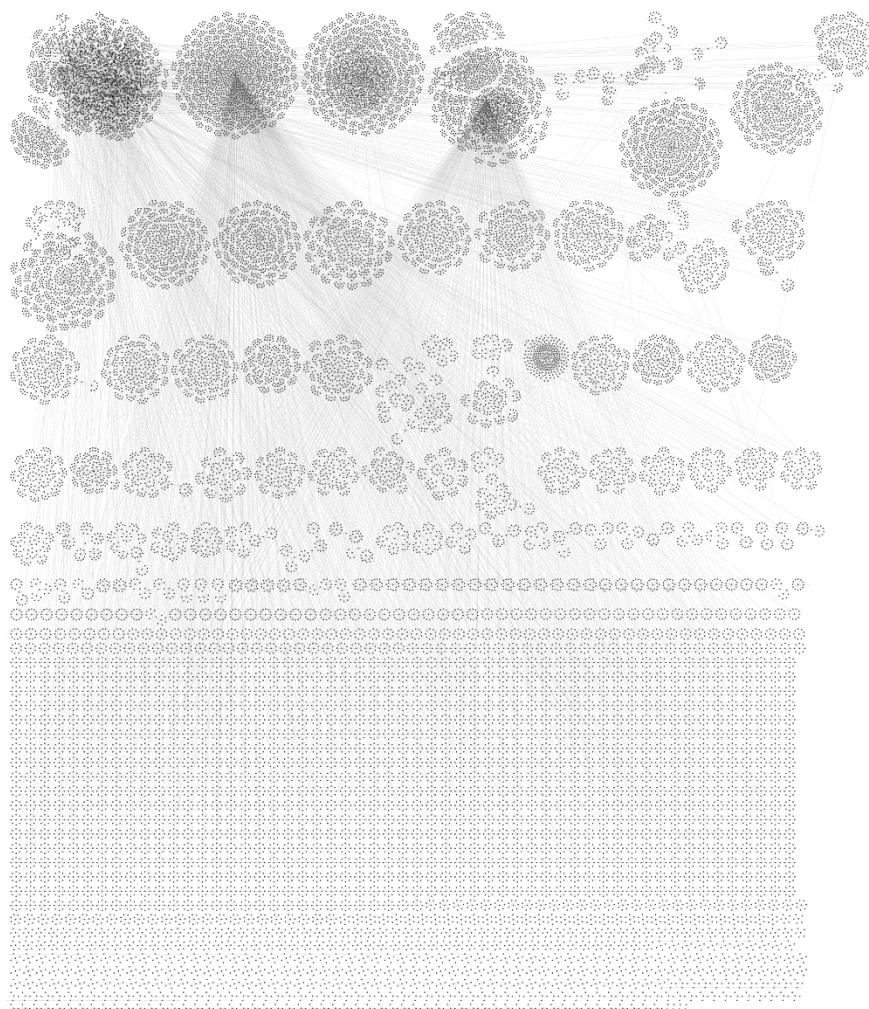


図 88 RPA により推定した福井県鯖江市の LOD におけるグラフ構造

図 88 は、図 85 に示した福井県鯖江市の LOD を推定し、意味概念を拡張した結果である。推定前は、3,373 件のコンポーネントが存在したが、それらは RPA によるカテゴリとキーワードの推定により 617 件のコンポーネントまで減少し、リンク構造が比較的に密になっている。つまり、孤立状態にあったリソースが減少したことを示している。また、推定前は、孤立状態にあったリソースが多いことが起因してグラフ距離が最大 7 であったが、RPA による推定によってリソース間にリンクが形成され、グラフ距離が最大 18 まで増加している。これにより、異なったリソースをカテゴリやキーワードなどを介して横断的にリンクされ、LOD の知識ベース化に成功していると考えられる。横断的リンクは、冒頭で述べた「マジカルバナナ」のように事物の特徴を連想することができ、また、付与された DBpedia のリンクにより意味概念を継承することが可能となる。

表 31 “http://www3.city.sabae.fukui.jp/” を主語に含むトリプルのキーワード集計結果

キーワード	合計
http://ja.dbpedia.org/resource/鯖江市	146
http://ja.dbpedia.org/resource/公園	80
http://ja.dbpedia.org/resource/公民館	40
http://ja.dbpedia.org/resource/保育	35
http://ja.dbpedia.org/resource/本町	29
http://ja.dbpedia.org/resource/田町	21
http://ja.dbpedia.org/resource/学校	19
http://ja.dbpedia.org/resource/病院	18
http://ja.dbpedia.org/resource/旭町	18
http://ja.dbpedia.org/resource/小学校	18
http://ja.dbpedia.org/resource/幸町	16
http://ja.dbpedia.org/resource/町	15
http://ja.dbpedia.org/resource/御幸	13
http://ja.dbpedia.org/resource/駐車場	13
http://ja.dbpedia.org/resource/広場	12

表 31 は、福井県鯖江市のホームページが参照されているトリプルにおける主要なキーワードを集計した結果である。この結果により、福井県鯖江市のホームページには、公園や公民館、保育、学校、病院などのデータがどの程度の分量で記載されているのかを推察できる。このような分析が可能となったのは、本論文の RPA によりカテゴリ、及びキーワードが推定されたからであり、それらを識別子として取り扱うことが可能になったからに他ならない。本研究におけるオープンプラットフォームは、LOD の知識ベース化に貢献することが確認された。

5.2 観光に関する LOD の知識ベース化

LinkData.org 上には 2017 年 12 月時点において 6,000 件以上の Turtle データが登録されており、図 41 に示したように統計や行政，医療，教育などに関する様々なデータセットが公開されている．本節では，LinkData.org 上でダウンロード数が多い観光に関する 100 件の Turtle データを 1 つのデータセットとして取り扱うことを想定する．100 件の Turtle データは，「京都市観光スポットリスト_2013」や「さばえトイレ情報」などの地域に関係なく様々なデータが含まれており，108,942 triples から構成されている．図 89 は，主語と目的語が URI で記述されたリソースをノードとして可視化したものであり，6,872 nodes, 5,564 edges から構成されている．同図は，1,615 components が存在していることからリソースは孤立状態にあると断定できる．また，グラフが切断されているため，ネットワーク距離は 4 となっており，平均離接数は 1.530 である．

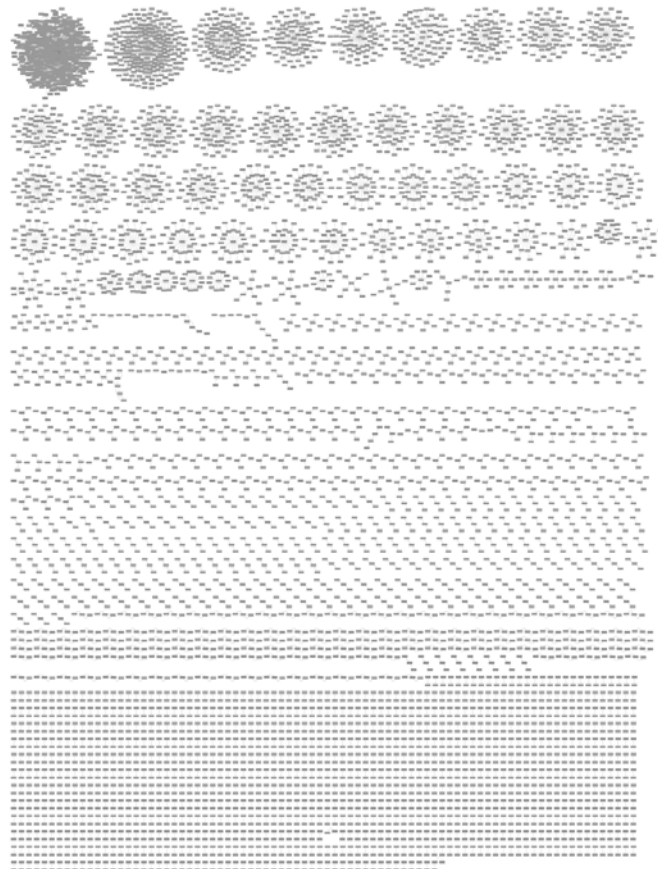


図 89 LinkData.org 上でダウンロード数が多い観光関連の LOD 群のグラフ構造

まず、最大キーワード数を 5 件に指定し、下限値を 0.30 として概念推定を施した結果が図 90 の通りである。同図は、図 89 と同様に主語と目的語が URI で記述されたリソースをノードとして可視化したものであり、18,324 nodes, 39,174 edges から構成されている。推定前は、1,615 components が存在していたが推定後は 235 components に減少し、各リソースが横断的にリンクされたことが分かる。また、この横断的リンクによって、ネットワーク距離は 4 から 22 に増加しており、平均離接数は 3.135 に増加している。このことから、5.1 で示した結果と同様に、異なったリソースがカテゴリやキーワードなどを介して横断的にリンクされ、異なる地域における観光関連の各種リソースが知識ベース化したと考えられる。本データ群には、観光関連として警察署や避難所に関するデータも含めており、例えば、香里小学校のリソースに対して dbpedia:小学校のカテゴリが付与されており、また、キーワードとして dbpedia:小学校, dbpedia:枚方, dbpedia:避難所が付与されている。このように、カテゴリを基本としたコミュニティが形成され、キーワードにより意味概念の繋がりが形成されており、二次利用が容易になったと考えられる。

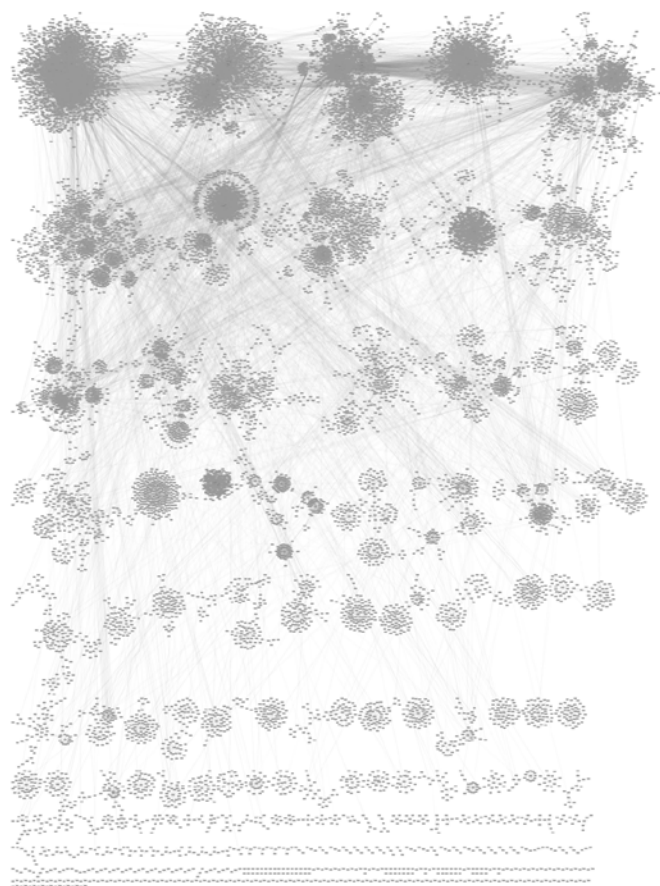


図 90 RPA により概念推定を施した観光関連の LOD 群のグラフ構造

次に、最大キーワード数を 5 件に指定し、下限値を 0.30 として概念推定を施し、さらに最大キーワード数を 3 件、候補値を 0.30、下限値を 0.01、採用値を 0.30 として潜在的リンクを推定した結果、図 91 に示すグラフ構造を持つデータが出力される。同図は、図 90 と同様に主語と目的語が URI で記述されたリソースをノードとして可視化したものであり、ノード数に変化はないが、39,174 edges から 40,036 edges に増加している。また、ネットワーク距離が 22 から 20 に減少しており、リソース間の繋がりが密になったと考えられる。なお、エッジ数の増加に伴って平均隣接数も 3.135 から 3.229 に増加している。僅かな増加にも見えるが、潜在的リンクの推定によるデータ検索における再現率が向上すると考えられる。潜在的リンクの推定は、候補値に基づいて教師データが自動的に付与されるが、ここで付与される教師データは全グラフデータにおいてカテゴリを除く有望なリソースである。つまり、全グラフデータにおいて領域を横断する重要なリソースが推定されるため、二次利用が容易化されることが考えられる[73]。

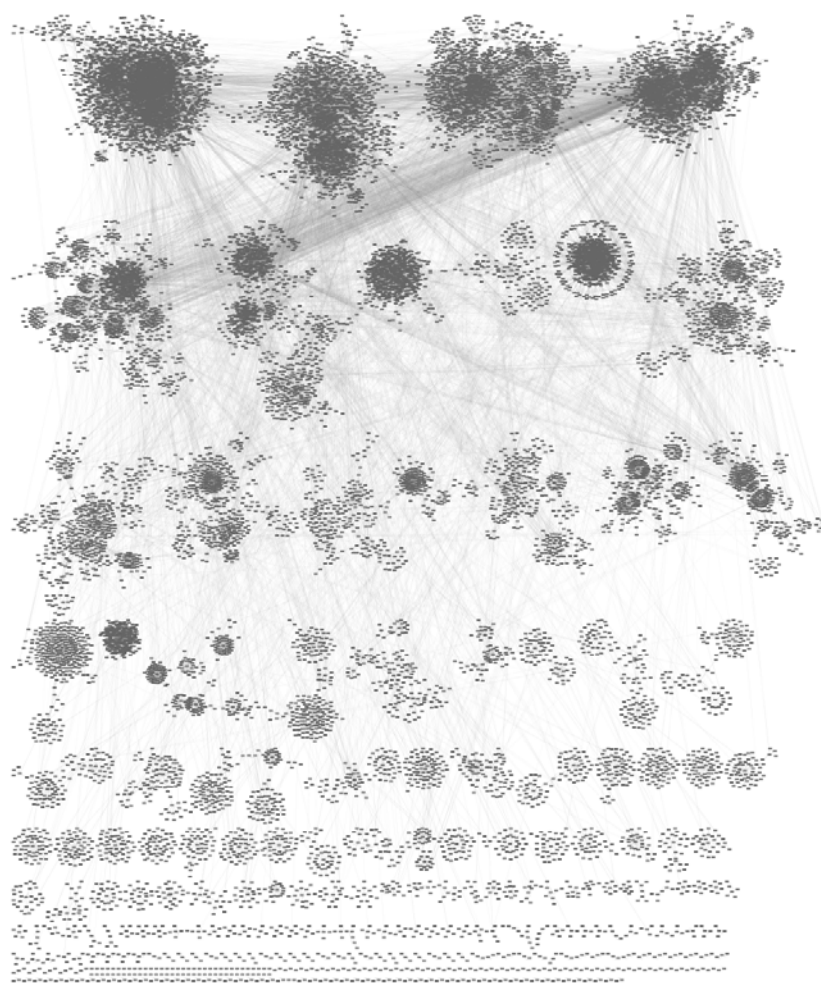


図 91 RPA により潜在的リンクを推定した観光関連の LOD 群のグラフ構造

```

<http://sabae-gourmet.jp/rdf/12>
  <http://linkdata.org/property/rdf1s325i#phrase> "季節感あふれる四季折々のお菓子を
    どうぞ"@ja;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s325i#recommendation> "菜花糖（70g 入）735 円～
    水ようかん（250g 一枚）450 円 流水くずながし 630 円 栗きんとん（1 個）210 円"@ja;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s325i#restday> "毎週木曜日"@ja;
  <http://lod.ac/ns/pi#businessHours> "9：00～19：00"@ja;
  dc:description "春の「菜花糖」、夏の「くずながし」、秋の「栗きんとん」、冬の「みず
    ようかん」など、伝統の和菓子で四季の移ろいと季節の味わいを感じさせてくれる。"@ja;
  rdfs:label "御菓子司 大黒屋"@ja;
  <http://www.w3.org/2001/vcard-rdf/3.0#adr> "鯖江市本町 2-1-13"@ja;
  <http://www.w3.org/2001/vcard-rdf/3.0#tel> "0778-51-0451"@ja;
  geo:lat "35.94624836"^^xsd:float;
  geo:long "136.18557641"^^xsd:float;
  foaf:homepage <http://www.mizuyoukan.com>;
  foaf:page <http://tabelog.com/fukui/A1802/A180201/18004507/>.

<http://www3.city.sabae.fukui.jp/ls/038>
  <http://linkdata.org/property/rdf1s283i#city> "鯖江市"@ja;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s283i#description> "素朴で質素な忠霊場であり、南接
    する自然林の北部第 3 公園とあわせ閑静で隠れた名所で心が和むところです。"@ja;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s283i#feature> "歴史文化"@ja;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s283i#imagelargeurl>
  <http://www3.city.sabae.fukui.jp/ls/imagelarge/No38.jpg>;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s283i#imageurl>
  <http://www3.city.sabae.fukui.jp/ls/image/No38.jpg>;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s283i#llocation> "糺町"@ja;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s283i#season> "夏"@ja;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s283i#title> "立待忠霊場周辺"@ja;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s283i#url> <http://www3.city.sabae.fukui.jp/ls#38>;
  geo:lat "35.979205"^^xsd:float;
  geo:long "136.1757"^^xsd:float.

<http://linkdata.org/resource/rdf1s3179i#153>
  <http://linkdata.org/property/rdf1s3179i#URL> <http://open-
    data.pref.hyogo.lg.jp/?page_id=75>;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s3179i#タイトル> "ひょうご農林水産ビジョン 2020"@ja;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s3179i#ライセンス> "CC BY"@ja;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s3179i#公開形式> "PDF"@ja;
  <http://linkdata.org/property/rdf1s3179i#権利者> "兵庫県 農政企画局 総合農政課"@ja;
  rdfs:label "153"@ja.

```

図 92 LinkData.org 上でダウンロード数が多い観光関連の LOD 群における triples の例

図 92 は、推定前の triple の一例である。同図からわかるように説明文を意味する述語として “dc:description” や “http://linkdata.org/property/rdf1s283i#description”，“http://linkdata.org/property/rdf1s283i#title” や “http://linkdata.org/property/rdf1s3179i#タイトル” が混在しており、データを取り扱う際はデータセット単位となるため、二次利用が難しい状況にある。また、カテゴリやキーワードの意味概念が記述されていないため、正規表現による部分一致検索となるため検索に時間を要することになる。

```

<http://sabae-gourmet.jp/rdf/12>
  <http://lod.ac/ns/pi#businessHours> "9 : 00~19 : 00"@ja;
  tour:ウェブページ <http://tabelog.com/fukui/A1802/A180201/18004507/>,
    <http://www.mizuyoukan.com>;
  tour:カテゴリ dbpedia:季節;
  tour:キャッチフレーズ "季節感あふれる四季折々のお菓子をどうぞ"@ja;
  tour:キーワード dbpedia:商店街, dbpedia:四季, dbpedia:大黒屋, dbpedia:季節,
    dbpedia:水ようかん;
  tour:名称 "御菓子司 大黒屋"@ja;
  tour:定休日 "毎週木曜日"@ja;
  tour:市 dbpedia:鯖江市;
  tour:特記事項 "菜花糖 (70g 入) 735 円～ 水ようかん (250g 一枚) 450 円
    流水くずながし 630 円 栗きんとん (1 個) 210 円"@ja;
  tour:経度 "136.18557641"^^xsd:float;
  tour:緯度 "35.94624836"^^xsd:float;
  tour:説明 "春の「菜花糖」、夏の「くずながし」、秋の「栗きんとん」、冬の「みずようかん」
    など、伝統の和菓子で四季の移ろいと季節の味わいを感じさせてくれる。"@ja;
  tour:電話番号 "0778-51-0451"@ja;
  <http://www.w3.org/2001/vcard-rdf/3.0#adr> "鯖江市本町 2-1-13"@ja.

<http://www3.city.sabae.fukui.jp/ls/038>
  <http://linkdata.org/property/rdf1s283i#season> "夏"@ja;
  tour:ウェブページ <http://www3.city.sabae.fukui.jp/ls/#38>;
  tour:カテゴリ dbpedia:自然林;
  tour:キーワード dbpedia:古墳, dbpedia:庭園, dbpedia:散策路, dbpedia:自然林,
    dbpedia:霊場;
  tour:名称 "立待忠霊場周辺"@ja;
  tour:市 dbpedia:鯖江市;
  tour:市区町村 "糺町"@ja, "鯖江市"@ja;
  tour:特記事項 "歴史文化"@ja;
  tour:画像 <http://www3.city.sabae.fukui.jp/ls/image/No38.jpg>,
    <http://www3.city.sabae.fukui.jp/ls/imagelarge/No38.jpg>;
  tour:経度 "136.1757"^^xsd:float;
  tour:緯度 "35.979205"^^xsd:float;
  tour:説明 "素朴で質素な忠霊場であり、南接する自然林の北部第 3 公園とあわせ閑静で
    隠れた名所で心が和むところです。"@ja.

<http://linkdata.org/resource/rdf1s3179i#153>
  <http://linkdata.org/property/rdf1s3179i#権利者> "兵庫県 農政企画局 総合農政課"@ja;
  tour:ウェブページ <http://open-data.pref.hyogo.lg.jp/?page_id=75>;
  tour:カテゴリ dbpedia:農林;
  tour:キーワード dbpedia:水産, dbpedia:農政, dbpedia:農村, dbpedia:農林,
    dbpedia:農林水産;
  tour:ファイル拡張子 "PDF"@ja;
  tour:ライセンス "CC BY"@ja;
  tour:名称 "153"@ja, "ひょうご農林水産ビジョン 2020"@ja;
  tour:都道府県 dbpedia:兵庫県.

```

図 93 RPA により潜在的リンクを推定した観光関連の LOD 群における triples の例

図 93 は、RPA により推定された triples の一例であり、図 92 に示した推定前の triples に比べて述語が統一化されていることが分かる。また、カテゴリやキーワードをはじめ、都道府県や市のリンクが推定され、それぞれを選択した検索が可能になる。例えば、dbpedia:

公園のカテゴリを指定し、公園の住所一覧を取得する場合は図 94 のように SPARQL クエリを記述できる。意味概念が推定されたことで完全一致検索が可能となるため高速にデータを検索ができる。また、述語が統一化されているため、tour:名称と tour:住所をそれぞれ指定することで所望する結果を得られる。図 94 に示す SPARQL クエリを実行した結果は、図 95 の通りである。同図より、正確に公園の名称と住所を取得できていることが分かる。

```
prefix tour: <http://www.tourism.property/#>
prefix dbpedia: <http://ja.dbpedia.org/resource/>

select
  distinct
  ?name
  ?address
where {
  ?subject
  tour:名称 ?name;
  tour:住所 ?address;
  tour:カテゴリ dbpedia:公園.

  filter(lang(?name) = "ja")
  filter(lang(?address) = "ja")
}
```

図 94 カテゴリリンクの指定による住所一覧を取得する SPARQL クエリ

name	address
"高田西公園"@ja	"神奈川県横浜市港北区高田町 1 8 4-1"@ja
"道の駅西山公園"@ja	"鯖江市桜町3丁目950番"@ja
"輪西公園"@ja	"北海道室蘭市輪西町1-34"@ja
"西いぶり総合公園"@ja	"北海道室蘭市石川町22-2"@ja
"葛山上城公園"@ja	"裾野市葛山196番地の1"@ja
"舞岡公園"@ja	"神奈川県横浜市戸塚区舞岡町 1 7 0 3"@ja
"羽沢町公園"@ja	"神奈川県横浜市神奈川区羽沢町 5 2 6-8"@ja
"神無公園"@ja	"神奈川県横浜市都筑区北山田 3-2 2"@ja
"石原公園"@ja	"神奈川県足柄下郡箱根町大平台字石原542-1"@ja
"牛久保東なつみかん公園"@ja	"神奈川県横浜市都筑区牛久保東 2-2 5"@ja
"潮見公園"@ja	"北海道室蘭市みゆき町3-289"@ja
"港北公園"@ja	"北海道室蘭市港北町2-354"@ja
"母恋公園"@ja	"北海道室蘭市母恋北町2-6"@ja
"楽山公園"@ja	"北海道室蘭市知利別町2-16"@ja
"松ヶ丘ふるさと公園"@ja	"流山市松ヶ丘4-495-1"@ja
"杉の子公園"@ja	"裾野市呼子3丁目21番"@ja
"本郷ふじやま公園"@ja	"神奈川県横浜市栄区中野町 5 6-1"@ja
"本輪西公園"@ja	"北海道室蘭市本輪西町3-4"@ja
"御前水公園"@ja	"北海道室蘭市御前水町2-2"@ja
"幡守公園"@ja	"北海道室蘭市石川町132-1"@ja
"山崎公園前"@ja	"神奈川県足柄下郡箱根町湯本"@ja
"小雀公園"@ja	"神奈川県横浜市戸塚区小雀町 2 4 7 0"@ja

図 95 カテゴリリンクの指定による住所一覧を取得する SPARQL クエリの実行結果

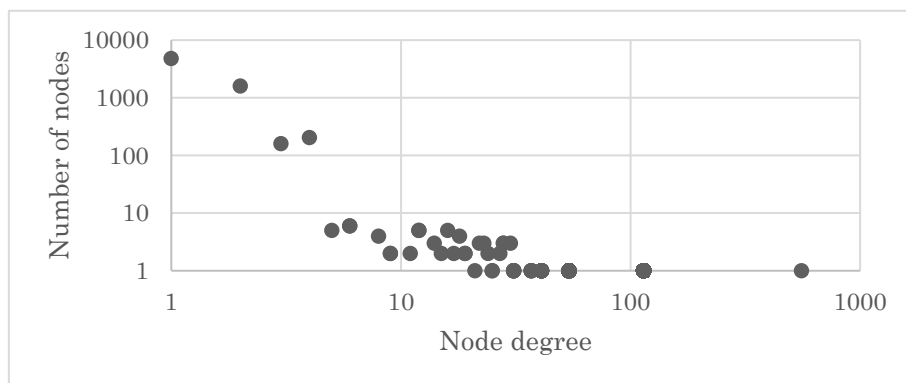


図 96 LinkData.org 上でダウンロード数が多い観光関連の LOD 群における次数分布

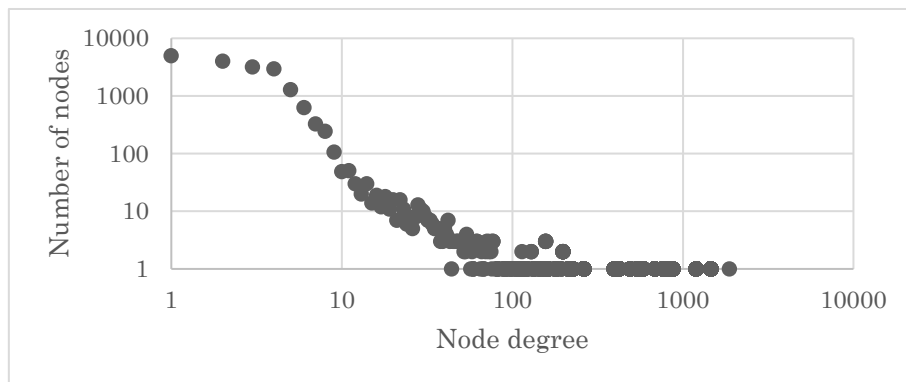


図 97 RPA により潜在的リンクを推定した観光関連の LOD 群における次数分布

図 96 は、推定前の LOD 群における次数分布を示している。また、図 97 は、推定後の LOD 群における次数分布を表している。両者の図が示している通り、RPA による推定によりリソース間のリンクが増加し、ジップの法則に基づいた自然なグラフ構造になっていることが分かる。つまり、この結果は、闇雲にリソース間にリンクを設定しているのではなく、それぞれのリソースに適合したリンクが自動的に付与されたことの裏付けとなると考えられる。

オープンデータの二次利用を図るためには、共通の語彙に変換することに加えて、潜在的なリンクを推定することが重要となる。現在公開されている多くの LOD は、述語構造やリンク構造に問題を抱えているが、本論文で提案するオープンプラットフォームを適用することで問題を解決できることが示された。

第6章

結論

本論文では、現在公開されている LOD の課題を整理し、その課題を解決して LOD の二次利用を実現するオープンプラットフォームを提案した。本オープンプラットフォームは、LOD 間で意味が通じるように述語を統一するための観光語彙基盤をはじめ、知識ベースとして取り扱うことが難しい LOD の潜在的リンクを推定する RPA、及び Linked Data を用いた動向分析システムから構成される。本章では、Linked Data、及び Linked Data がオープンデータとして公開された LOD の知識ベース化を指向したオープンプラットフォームの研究の結論を述べ、今後の展望を議論する。

6.1 LOD の課題とその解決法

世界的にオープンデータの作成、並びに公開が進んでおり、正確な機械判読が可能な LOD が脚光を浴びている。LOD は、インターネット上に存在する文書や画像、動画などのリソース群が URI により識別され、各リソースのメタデータが記述されたデータの総称であり、Turtle や N-Triples, XML などのオープンフォーマットのデータが該当する。各データは、RDF に基づいて主語、述語、目的語の 3 つ組によってメタデータが記述される。LOD における URI 型の各リソースは、相互に対応付けることが可能であり、意味概念を体系的に整理できる特徴がある。このため、LOD は、次世代のウェブ技術であるセマンティックウェブ（データのウェブ）の基盤技術として注目されている。

しかし、現在公開されている多くの LOD は、Linked Data としての体を成しているが URI 型で記述された目的語の件数は極めて少ないと考えられる。本研究における調査では、Wikipedia データベースが LOD として公開された DBpedia の目的語群の約 80% が URI 型

で記述されていることを確認した。現在、DBpedia は、様々な LOD を横断的にリンクするためのクロスドメインとして活用されている。また、電子情報通信学会の文献検索システム I-Scover が蓄積している文献メタデータの Linked Data は、目的語群における約 35% の目的語群が URI 型で記述されている。これに対して自治体や大学、有志団体などが利用しているオープンデータ活用支援プラットフォーム LinkData.org に登録されている LOD 群は、全ての目的語群における約 10% の目的語群が URI 型で記述されており、相対的に URI 型で記述された目的語の件数が少ないことが分かる。結果的に、LOD の各リソースが孤立状態にあり、相互に意味付けされることなく存在している。各 LOD で使用されている述語が統一されているならば、複数の LOD を統合的に取り扱えた可能性があるが、標準的な語彙が用いられていないため二次利用が極めて難しいと考えられる。具体的には、目的語が URI 型で記述されておらず、また、標準的な語彙が用いられていない LOD を二次利用するためには、その LOD と対になるアプリケーションソフトウェアを個別に開発する必要がある。この現状は、セマンティックウェブの実現において重大な問題となり、オープンデータの公開が進まない要因になると考えられる。

このため、本論文では、観光領域を中心として施設や地理座標、辞書などに関するリソースを体系的に記述できる観光語彙基盤を提案した。また、Linked Data の潜在的リンクとしてキーワードやカテゴリなどを推定する RPA を提案し、これらの有効性を検証した。さらに、LOD を用いた動向分析システムを提案し、LOD の高度利活用法を検討した。これらをオープンプラットフォームとして提案し、セマンティックウェブの実現に寄与するとともにオープンデータの作成、公開、そして利活用の推進を指向した。

6.2 観光語彙基盤の有効性

福岡県糟屋郡新宮町を対象として、神社や寺院、遺跡、公園などのデータをフィールドワークや文献調査を通じて収集し、新宮町 LOD を作成した。また、新宮町 LOD に記述されたリソースを参照可能な状態にするため、観光情報ポータルサイト「たのしんぐう」を開設した。新宮町 LOD は、観光語彙基盤により各リソースが体系化されており、従来の LOD に比べて明らかに密なリンク構造となっている。例えば、若宮神社のリソースに対し、カテゴリとして神社、キーワードとして神社や文化、朝鮮通信使などが記述されており、それぞれは DBpedia のリソースを参照して横断的なリンク構造が形成されている。これは、他の LOD において DBpedia のリソースが参照されている場合に、DBpedia のリソースを介して新宮町 LOD とその他の LOD が横断的にリンクされることを意味しており、複数の LOD

を1つの集合知として取り扱うことが可能になることを示している。また、本成果は、日本最大級のオープンデータコンテストである LOD チャレンジ 2016 において有効性が評価され、LOD チャレンジ 2016 実行委員会から「アプリケーション部門優秀賞」を受賞し、また、富士通株式会社から「LOD for 地域創生賞」を受賞した。

6.3 RPA の有効性

RPA は、隣接ノード（リソース）が同じクラスに属すると仮定し、主語のリソースにおけるキーワードやカテゴリなどの URI 型のリソースを推定し、Linked Data の知識ベースを強化するものである。RPA は、URI 型の目的語が全く存在しない切れたグラフに対しても適用可能であり、本研究により導き出したキーワード特性に基づいて正確にキーワードリンクを推定できる。推定される URI 型のリソースは、DBpedia のリソースであり、RPA によって横断的なリンクが形成される。LinkData.org で公開されている LOD に RPA を適用したところ、URI 型で記述された目的語の件数が少なく、スター型のトポロジとなっていたリソース群が、DBpedia のリソースを介して繋がることを確認した。これにより、LOD を統合的に取り扱うことが可能となり、カテゴリやキーワードを指定して網羅的な検索や分析ができることから、二次利用の促進に貢献すると考えられる。

6.4 今後の展望

オープンデータは、誰でも作成して公開することが可能であり、不特定多数の方々がそのデータを利活用できる。Wikipedia が多数のエディターに支えられて記事内容の正確性が担保されることと同様に、オープンデータの二次利用が促進されると自浄作用が生じると考えられる。これにより、オープンデータによる観光事業の持続的かつ広域的な展開が可能になると考えられる。これを実現するためには、二次利用が可能なオープンデータを生み出すことであり、本研究のオープンプラットフォームが有効であると考えられる。今後の展望は、観光語彙基盤で対応可能なデータ領域を拡大することに加え、RPA を高速化して全ての LOD に適用できるようにすることである。

謝辞

本研究は、若原俊彦 教授の指導の下で研究した内容を纏めたものです。熱心かつ親身なご指導を賜り、研究開発を円滑に遂行できたことを深く感謝いたします。また、本論文の内容について詳細にご助言をいただいた西田茂人 教授と徳安達士 教授に心から感謝いたします。論文のご精読並びに博士後期課程における様々なご支援をいただいた大山和宏 教授に厚く御礼申し上げます。

本研究は、特別研究員奨励費 17J09765，科研費 16K00465 の助成を受けたものです。また、2015 年度から 2016 年度まで国立情報学研究所（NII）戦略研究公募型共同研究の助成を受けたものです。ここに記して感謝の意を表します。

付録

観光語彙基盤

```
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>.
@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>.
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>.
@prefix dcterms: <http://purl.org/dc/terms/>.
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>.
@prefix tour: <http://www.tourism.property/#>.
```

```
<http://www.tourism.property>
  dcterms:title "観光語彙基盤"@ja, "Tourism Vocabulary"@en;
  dcterms:description "観光語彙基盤は、簡易的かつ体系的に観光領域の RDF リソースを記述するための
語彙である."@ja;
  dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
  dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
  owl:versionInfo "1.1.0";
  dcterms:license <http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>;
  dcterms:creator [
    foaf:name "観光語彙基盤プロジェクト"@ja, "Tourism Vocabulary Project"@en;
    foaf:homepage <http://www.tourism.property/index.html>;
  ];
  dcterms:references <http://imi.go.jp/ns/core/rdf#>.
```

```
<http://imi.go.jp/ns/core/rdf#>
  dcterms:title "共通語彙基盤"@ja, "IMI Core Vocabulary"@en;
  dcterms:creator [
    foaf:homepage <http://www.meti.go.jp/>;
    foaf:name "経済産業省"@ja, "Ministry of Economy, Trade and Industry"@en;
  ], [
    foaf:homepage <http://www.ipa.go.jp/>;
    foaf:name "IPA 独立行政法人情報処理推進機構"@ja,
      "Information-technology Promotion Agency, Japan."@en;
  ];
  dcterms:issued "2017-03-31"^^xsd:date;
  owl:versionInfo "2.4".
```

```
tour:事物型
  a owl:Class;
  rdfs:label "事物型"@ja, "ThingClass"@en;
  rdfs:comment "事物型は、事物を体系的に自然言語で記述するためのクラスである."@ja;
  dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
  dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
  rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:プロパティ型

```
a owl:Class;
rdfs:label "プロパティ型"@ja, "DataClass"@en;
rdfs:comment "プロパティ型は、ドメイン単位でプロパティを記述するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:事物型;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:コンテンツ型

```
a owl:Class;
rdfs:label "コンテンツ型"@ja, "ContentClass"@en;
rdfs:comment "コンテンツ型は、事物の内容を構造的に分類するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:事物型;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:アルゴリズム型

```
a owl:Class;
rdfs:label "アルゴリズム型"@ja, "AlgorithmClass"@en;
rdfs:comment "アルゴリズム型は、データ処理のアルゴリズムに関する事物を記述するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:プロパティ型;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-20"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:概念型

```
a owl:Class;
rdfs:label "概念型"@ja, "ConceptClass"@en;
rdfs:comment "概念型は、事物の概念を記述するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:プロパティ型;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:文化型

```
a owl:Class;
rdfs:label "文化型"@ja, "CultureClass"@en;
rdfs:comment "文化型は、文化に関する事物を記述するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:プロパティ型;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:通貨型

```
a owl:Class;
rdfs:label "通貨型"@ja, "MoneyClass"@en;
rdfs:comment "通貨型は、通貨に関する事物を記述するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:プロパティ型;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:時間型

```
a owl:Class;
rdfs:label "時間型"@ja, "TimeClass"@en;
rdfs:comment "時間型は、時間に関する事物を記述するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:プロパティ型;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:場所型

```
a owl:Class;
rdfs:label "場所型"@ja, "LocationClass"@en;
rdfs:comment "場所型は、場所に関する事物を記述するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:プロパティ型;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:交通型

```
a owl:Class;
rdfs:label "交通型"@ja, "TrafficClass"@en;
rdfs:comment "交通型は、交通に関する事物を記述するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:プロパティ型;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:メディア型

```
a owl:Class;
rdfs:label "メディア型"@ja, "MediaClass"@en;
rdfs:comment "メディア型は、メディアに関する事物を記述するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:プロパティ型;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:人型

```
a owl:Class;
rdfs:label "人型"@ja, "HumanClass"@en;
rdfs:comment "人型は、人物に関する事物を記述するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:プロパティ型;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:連絡先型

```
a owl:Class;
rdfs:label "連絡先型"@ja, "ContactClass"@en;
rdfs:comment "連絡先型は、連絡先に関する事物を記述するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:プロパティ型;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:伝搬定数

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "伝搬定数"@ja, "PropagationConstant"@en;
rdfs:comment "プロパティの伝搬定数（エッジ重み）を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:アルゴリズム型;
rdfs:range xsd:decimal;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:マッピング

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "マッピング"@ja, "Mapping"@en;
rdfs:comment "他の語彙におけるプロパティを観光語彙基盤のプロパティに対応付ける表記を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:アルゴリズム型;
rdfs:range xsd:string;
dcterms:issued "2018-01-06"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:名称

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "名称"@ja, "Name"@en;
rdfs:comment "事物の名称を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:概念型;
rdfs:range xsd:string;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "名称"@ja, "Name[0-9]*"@en, "タイトル"@ja, "Title"@en, "表記"@ja,
                "Notation"@en, "ラベル"@ja, "label[0-9]*"@en, "ふりがな"@ja, "Phonetic"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:略称

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "略称"@ja, "Abbreviation"@en;
rdfs:comment "事物の略称を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:概念型;
rdfs:range xsd:string;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "略称"@ja, "Abbreviation"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:通称

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "通称"@ja, "CommonName"@en;
rdfs:comment "事物の通称を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:概念型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:カテゴリ

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "カテゴリ"@ja, "Keyword"@en;
rdfs:comment "事物に関するカテゴリを記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:概念型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.500"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:キーワード

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "キーワード"@ja, "Keyword"@en;
rdfs:comment "事物に関するキーワードを記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:概念型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.950"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:キャッチフレーズ

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "キャッチフレーズ"@ja, "Catchphrase"@en;
rdfs:comment "事物に関するキャッチフレーズを記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:概念型;
rdfs:range xsd:string;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "キャッチフレーズ"@ja, "Catchphrase"@en, "フレーズ"@ja, "Phrase"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:概要

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "概要"@ja, "Abstract"@en;
rdfs:comment "事物の全体的な特徴を表す概要文を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:概念型;
rdfs:range xsd:string;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "概要"@ja, "Abstract"@en, "コメント"@ja, "Comment"@en, "summary"@en,
"導入"@ja, "introduction"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:説明

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "説明"@ja, "Description"@en;
rdfs:comment "事物の部分的な特徴を表す説明文を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:概念型;
rdfs:range xsd:string;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "説明"@ja, "Description"@en, "Idea"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:要点

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "要点"@ja, "Gist"@en;
rdfs:comment "事物の要点を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:概念型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:称号

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "称号"@ja, "Title"@en;
rdfs:comment "事物に付与された称号を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:概念型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:特記事項

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "特記事項"@ja, "Notice"@en;
rdfs:comment "事物に関する特記事項を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:概念型;
rdfs:range xsd:string;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "特記事項"@ja, "Notice"@en, "備考"@ja, "Remarks"@en, "designation[0-9]*"@en,
"特徴"@ja, "features?"@en, "提案"@ja, "proposal"@en, "推奨"@ja,
"recommendation"@en, "推薦"@ja, "recommended"@en, "セールスポイント"@ja,
"Sellingpoint"@en, "オプション"@ja, "Option"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:関連

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "関連"@ja, "Relationship"@en;
rdfs:comment "事物に関する大元の事物を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:概念型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:参考

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "参考"@ja, "Reference"@en;
rdfs:comment "事物に関する記事や文書などの参考資料を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:概念型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "参考"@ja, "Reference"@en, "参照"@ja;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:宗派

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "宗派"@ja, "Sect"@en;
rdfs:comment "事物に関する宗派を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:文化型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:出土品

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "出土品"@ja, "Excavation"@en;
rdfs:comment "事物に関する出土品を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:文化型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:円

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "円"@ja, "Yen"@en;
rdfs:comment "事物に関する商品やサービスの価値を円通貨で記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:通貨型;
rdfs:range xsd:decimal;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:ドル

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "ドル"@ja, "Dollar"@en;
rdfs:comment "事物に関する商品やサービスの価値をドル通貨で記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:通貨型;
rdfs:range xsd:decimal;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:開催月

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "開催月"@ja, "HoldingMonth"@en;
rdfs:comment "イベントに関する事物の開催月を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:時間型;
rdfs:range xsd:gMonth;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:開催日

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "開催日"@ja, "HoldingDay"@en;
rdfs:comment "イベントに関する事物の開催日を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:時間型;
rdfs:range xsd:gDay;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:開始日

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "開始日"@ja, "StartDate"@en;
rdfs:comment "イベントに関する事物の開始日を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:時間型;
rdfs:range xsd:date;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:終了日

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "終了日"@ja, "EndDate"@en;
rdfs:comment "イベントに関する事物の終了日を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:時間型;
rdfs:range xsd:date;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:開始時間

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "開始時間"@ja, "StartTime"@en;
rdfs:comment "イベントや商業などに関する事物の開始時間を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:時間型;
rdfs:range xsd:time;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:終了時間

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "終了時間"@ja, "EndTime"@en;
rdfs:comment "イベントや商業などに関する事物の終了時間を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:時間型;
rdfs:range xsd:time;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:出発時間

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "出発時間"@ja, "DepartureTime"@en;
rdfs:comment "交通に関する事物の出発時間を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:時間型;
rdfs:range xsd:time;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```


tour:到着時間

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "到着時間"@ja, "ArrivalTime"@en;
rdfs:comment "交通に関する事物の到着時間を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:時間型;
rdfs:range xsd:time;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:定休日

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "定休日"@ja, "RegularHoliday"@en;
rdfs:comment "イベントや商業などに関する事物の定休日を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:時間型;
rdfs:range xsd:string;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "定休日"@ja, "RegularHoliday"@en, "holiday"@en, "restday"@en,
"休館日"@ja, "closed"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:作成日時

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "作成日時"@ja, "CreateDate"@en;
rdfs:comment "事物の作成日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:時間型;
rdfs:range xsd:dateTime;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "作成日時"@ja, "CreateDate"@en, "created"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:更新日時

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "更新日時"@ja, "UpdatedDate"@en;
rdfs:comment "事物の更新日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:時間型;
rdfs:range xsd:dateTime;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:公開日時

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "公開日時"@ja, "IssuedDate"@en;
rdfs:comment "事物の公開日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:時間型;
rdfs:range xsd:dateTime;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:緯度

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "緯度"@ja, "Latitude"@en;
rdfs:comment "事物の所在地を表す緯度を 10 進法で記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:場所型;
rdfs:range xsd:decimal;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "緯度"@ja, "Latitude"@en, "lat"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:経度

```
a owl:DatatypeProperty;  
rdfs:label "経度"@ja, "Longitude"@en;  
rdfs:comment "事物の所在地を表す経度を 10 進法で記述するためのプロパティである。"@ja;  
rdfs:domain tour:場所型;  
rdfs:range xsd:decimal;  
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;  
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;  
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;  
tour:マッピング "経度"@ja, "Longitude"@en, "long"@en;  
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:測地高度

```
a owl:DatatypeProperty;  
rdfs:label "測地高度"@ja, "GeodeticHeight"@en;  
rdfs:comment "事物の所在地を表す測地高度をメートル単位で記述するためのプロパティである。"@ja;  
rdfs:domain tour:場所型;  
rdfs:range xsd:decimal;  
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;  
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;  
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;  
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:国

```
a owl:DatatypeProperty;  
rdfs:label "国"@ja, "Country"@en;  
rdfs:comment "事物の所在地を表す国を記述するためのプロパティである。"@ja;  
rdfs:domain tour:場所型;  
rdfs:range xsd:anyURI;  
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;  
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;  
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;  
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:国コード

```
a owl:DatatypeProperty;  
rdfs:label "国コード"@ja, "CountryCode"@en;  
rdfs:comment "事物の所在地を表す国コードを記述するためのプロパティである。"@ja;  
rdfs:domain tour:場所型;  
rdfs:range xsd:integer;  
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;  
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;  
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;  
tour:マッピング "国コード"@ja, "CountryCode"@en;  
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:郵便番号

```
a owl:DatatypeProperty;  
rdfs:label "郵便番号"@ja, "ZipCode"@en;  
rdfs:comment "事物の所在地を表す郵便番号を記述するためのプロパティである。"@ja;  
rdfs:domain tour:場所型;  
rdfs:range xsd:string;  
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;  
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;  
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;  
tour:マッピング "郵便番号"@ja, "ZipCode"@en, "PostalCode"@en;  
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:住所

```
a owl:DatatypeProperty;  
rdfs:label "住所"@ja, "Address"@en;  
rdfs:comment "事物の所在地を表す住所を記述するためのプロパティである。"@ja;  
rdfs:domain tour:場所型;  
rdfs:range xsd:string;  
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;  
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;  
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;  
tour:マッピング "住所"@ja, "A[d]{1,2}ress"@en;  
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:旧住所

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "旧住所"@ja, "OldAddress"@en;
rdfs:comment "事物の所在地を表す旧住所を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:場所型;
rdfs:range xsd:string;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:都道府県

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "都道府県"@ja, "Prefecture"@en;
rdfs:comment "事物の所在地を表す都道府県を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:場所型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "都道府県"@ja, "Prefecture"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:都道府県コード

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "都道府県コード"@ja, "PrefectureCode"@en;
rdfs:comment "事物の所在地を表す都道府県コードを記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:場所型;
rdfs:range xsd:integer;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "都道府県コード"@ja, "PrefectureCode"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:市区町村

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "市区町村"@ja, "Municipality"@en;
rdfs:comment "事物の所在地を表す市区町村を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:場所型;
rdfs:range xsd:string;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "市区町村"@ja, "市町村"@ja, "Municipality"@en, "市"@ja, "City"@en,
"町"@ja, "Town"@en, "Location"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:市区町村コード

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "市区町村コード"@ja, "MunicipalityCode"@en;
rdfs:comment "事物の所在地を表す市区町村コードを記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:場所型;
rdfs:range xsd:integer;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "市区町村コード"@ja, "市町村コード"@ja, "MunicipalityCode"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:群

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "群"@ja, "District"@en;
rdfs:comment "事物の所在地を表す市区町村における郡を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:場所型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:市

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "市"@ja, "City"@en;
rdfs:comment "事物の所在地を表す市区町村における市を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:場所型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:区

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "区"@ja, "Ward"@en;
rdfs:comment "事物の所在地を表す市区町村における区を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:場所型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:町

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "町"@ja, "town"@en;
rdfs:comment "事物の所在地を表す市区町村における町を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:場所型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:村

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "村"@ja, "Village"@en;
rdfs:comment "事物の所在地を表す市区町村における村を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:場所型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-24"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:字

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "字"@ja, "アザ"@ja-kana, "VillageSection"@en;
rdfs:comment "事物の所在地を表す市区町村内における字を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:場所型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2017-12-24"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-24"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:アクセス

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "アクセス"@ja, "Access"@en;
rdfs:comment "事物の所在地への訪問方法を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:場所型;
rdfs:range xsd:string;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "アクセス"@ja, "Access"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:交通機関

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "交通機関"@ja, "Transit"@en;
rdfs:comment "交通機関に関する事物を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:交通型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-20"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:路線

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "路線"@ja, "Line"@en;
rdfs:comment "路線に関する事物を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:交通型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:出発地

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "出発地"@ja, "DeparturePlace"@en;
rdfs:comment "出発地に関する事物を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:交通型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:到着地

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "到着地"@ja, "ArrivalPlace"@en;
rdfs:comment "到着地に関する事物を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:交通型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:文書

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "文書"@ja, "Document"@en;
rdfs:comment "事物に関する文書を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:メディア型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:画像

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "画像"@ja, "Picture"@en;
rdfs:comment "事物に関する画像を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:メディア型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "画像"@ja, "Picture"@en, "写真"@ja, "Photo"@en, "Photography"@en,
"Images?"@en, "img"@en, "画像URL"@ja, "ImageURL"@en, "ImageLargeURL"@en,
"サムネイル"@ja, "thumbnail"@en, "photourl[0-9]*"@en, "photo_outside"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:音

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "音"@ja, "Sound"@en;
rdfs:comment "事物に関する音声や音楽などを記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:メディア型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "音"@ja, "Sound"@en, "音楽"@ja, "Music"@en, "音声"@ja, "Voice"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:動画

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "動画"@ja, "Movie"@en;
rdfs:comment "事物に関する動画を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:メディア型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "動画"@ja, "動画像"@ja, "Movie"@en, "映像"@ja, "ビデオ"@ja, "Video"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:ライセンス

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "ライセンス"@ja, "License"@en;
rdfs:comment "事物に関する文書や画像、音、動画などのライセンスを Creative Commons に基づいて記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:メディア型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "ライセンス"@ja, "License"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:ファイルサイズ

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "ファイルサイズ"@ja, "FileSize"@en;
rdfs:comment "事物に関する文書や画像、音、動画などのファイルサイズをバイト単位で記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:メディア型;
rdfs:range xsd:integer;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:ファイル拡張子

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "ファイル拡張子"@ja, "FileExtension"@en;
rdfs:comment "事物に関する文書や画像、音、動画などのファイル拡張子を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:メディア型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "ファイル拡張子"@ja, "FileExtension", "データフォーマット"@ja, "Dataformat"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

```

tour:バージョン
  a owl:DatatypeProperty;
  rdfs:label "バージョン"@ja, "Version"@en;
  rdfs:comment "事物に関する文書や画像、音、動画などのバージョンを記述するためのプロパティである。"@ja;
  rdfs:domain tour:メディア型;
  rdfs:range xsd:string;
  dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
  dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
  tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
  rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.

tour:巻
  a owl:DatatypeProperty;
  rdfs:label "巻"@ja, "Volume"@en;
  rdfs:comment "事物に関する文書や動画の巻を記述するためのプロパティである。"@ja;
  rdfs:domain tour:メディア型;
  rdfs:range xsd:string;
  dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
  dcterms:modified "2017-12-16"^^xsd:date;
  tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
  rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.

tour:号
  a owl:DatatypeProperty;
  rdfs:label "号"@ja, "Number"@en;
  rdfs:comment "事物に関する文書や動画の号を記述するためのプロパティである。"@ja;
  rdfs:domain tour:メディア型;
  rdfs:range xsd:string;
  dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
  dcterms:modified "2017-12-16"^^xsd:date;
  tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
  rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.

tour:開始ページ
  a owl:DatatypeProperty;
  rdfs:label "開始ページ"@ja, "StartPage"@en;
  rdfs:comment "事物に関する文書の開始ページを記述するためのプロパティである。"@ja;
  rdfs:domain tour:メディア型;
  rdfs:range xsd:integer;
  dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
  dcterms:modified "2017-12-16"^^xsd:date;
  tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
  rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.

tour:終了ページ
  a owl:DatatypeProperty;
  rdfs:label "終了ページ"@ja, "EndPage"@en;
  rdfs:comment "事物に関する文書の終了ページを記述するためのプロパティである。"@ja;
  rdfs:domain tour:メディア型;
  rdfs:range xsd:integer;
  dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
  dcterms:modified "2017-12-16"^^xsd:date;
  tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
  rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.

tour:作成者
  a owl:DatatypeProperty;
  rdfs:label "作成者"@ja, "Author"@en;
  rdfs:comment "事物に関する各種データの作成者を記述するためのプロパティである。"@ja;
  rdfs:domain tour:メディア型;
  rdfs:range xsd:anyURI;
  dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
  dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
  tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
  rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.

```

tour:公開者

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "公開者"@ja, "Publisher"@en;
rdfs:comment "事物に関する各種データの公開者を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:メディア型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:提供者

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "提供者"@ja, "Doner"@en;
rdfs:comment "事物に関する各種データを作成する際に用いたオリジナルデータの提供者を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:メディア型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2017-12-20"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-20"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:姓

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "姓"@ja, "LastName"@en;
rdfs:comment "事物に関する人物の姓を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:人型;
rdfs:range xsd:string;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:名

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "名"@ja, "FirstName"@en;
rdfs:comment "事物に関する人物の名を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:人型;
rdfs:range xsd:string;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:性別

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "性別"@ja, "Gender"@en;
rdfs:comment "事物に関する人物の性別を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:人型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:所属

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "所属"@ja, "Affiliation"@en;
rdfs:comment "事物に関する人物の所属を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:人型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```


tour:生年月日

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "生年月日"@ja, "Birthday"@en;
rdfs:comment "事物に関する人物の生年月日を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:人型;
rdfs:range xsd:date;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:没年月日

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "没年月日"@ja, "Deathday"@en;
rdfs:comment "事物に関する人物の没年月日を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:人型;
rdfs:range xsd:date;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:メールアドレス

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "メールアドレス"@ja, "MailAddress"@en;
rdfs:comment "事物に関する個人や団体のメールアドレスを記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:連絡先型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "メールアドレス"@ja, "MailAddress"@en, "メール"@ja, "Mail"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:電話番号

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "電話番号"@ja, "PhoneNumber"@en;
rdfs:comment "事物に関する個人や団体の電話番号を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:連絡先型;
rdfs:range xsd:string;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "電話番号"@ja, "PhoneNumber"@en, "電話"@ja, "Phone"@en,
"Telephone"@en, "Tel"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:FAX 番号

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "FAX 番号"@ja, "FaxNumber"@en;
rdfs:comment "事物に関する個人や団体の FAX 番号を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:連絡先型;
rdfs:range xsd:string;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "FAX 番号"@ja, "FaxNumber"@en, "ファックス"@ja, "FAX"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:ウェブページ

```
a owl:DatatypeProperty;
rdfs:label "ウェブページ"@ja, "WebPage"@en;
rdfs:comment "事物に関する個人や団体のウェブページの URI を記述するためのプロパティである。"@ja;
rdfs:domain tour:連絡先型;
rdfs:range xsd:anyURI;
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
tour:伝搬定数 "0.000"^^xsd:decimal;
tour:マッピング "ウェブページ"@ja, "WebPage"@en, "ホームページ"@ja, "HomePage"@en,
"HPurl[0-9]*"@en, "#URL[0-9]*"@en, "Web サイト"@ja, "ウェブサイト"@ja,
"WebSite"@en, "#URI[0-9]*"@en, "details?"@en;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.
```

tour:記事型

```
a owl:Class;
rdfs:label "記事型"@ja, "ArticleClass"@en;
rdfs:comment "記事型は、記事の内容を記述するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:コンテンツ型;
rdfs:subClassOf [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:名称;
  owl:allValuesFrom xsd:string;
  owl:cardinality 1;
  rdfs:comment "記事の名称を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:略称;
  owl:allValuesFrom xsd:string;
  owl:minCardinality 0;
  rdfs:comment "記事の略称を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:通称;
  owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
  owl:minCardinality 0;
  rdfs:comment "記事の通称を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:カテゴリ;
  owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
  owl:minCardinality 0;
  owl:maxCardinality 1;
  rdfs:comment "記事に関するカテゴリを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:キーワード;
  owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
  owl:minCardinality 0;
  owl:maxCardinality 10;
  rdfs:comment "記事に関するキーワードを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:キャッチフレーズ;
  owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
  owl:minCardinality 0;
  owl:maxCardinality 1;
  rdfs:comment "記事に関するキャッチフレーズを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:概要;
  owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
  owl:minCardinality 0;
  owl:maxCardinality 1;
  rdfs:comment "記事の全体的な特徴を表す概要文を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:要点;
  owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
  owl:minCardinality 0;
  rdfs:comment "記事の要点を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:称号;
  owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
  owl:minCardinality 0;
  rdfs:comment "記事で取り上げた事物に付与された称号を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:特記事項;
  owl:allValuesFrom xsd:string;
  owl:minCardinality 0;
  rdfs:comment "記事における特記事項を記述するためのプロパティである。"@ja;
```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:関連;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "要点や画像、動画などの大元の記事を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:参考;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "記事の参考資料を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:宗派;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の宗派を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:出土品;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の出土品を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:開催月;
    owl:allValuesFrom xsd:gMonth;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の開催月を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:開催日;
    owl:allValuesFrom xsd:gDay;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の開催日を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:開始日;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の開始日を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:終了日;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の終了日を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:開始時間;
    owl:allValuesFrom xsd:time;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の開始時間を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:終了時間;
    owl:allValuesFrom xsd:time;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の終了時間を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:定休日;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の定休日を記述するためのプロパティである。"@ja;

```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:作成日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事データの作成日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:更新日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "記事データの更新日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:公開日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "記事データの公開日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:緯度;
    owl:allValuesFrom xsd:decimal;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の所在地である緯度を 10 進法で記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:経度;
    owl:allValuesFrom xsd:decimal;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の所在地である緯度を 10 進法で記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:測地高度;
    owl:allValuesFrom xsd:decimal;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の所在地である測地高度をメートル単位で記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:国;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の所在地である国を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:国コード;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の所在地である国コードを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:郵便番号;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の所在地である郵便番号を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:都道府県;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の所在地である都道府県を記述するためのプロパティである。"@ja;

```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:都道府県コード;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の所在地である都道府県コードを記述するための
    プロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:市区町村;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の所在地である市区町村を記述するための
    プロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:市区町村コード;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の所在地である市区町村コードを記述するための
    プロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:群;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の所在地である市区町村における群を記述するための
    プロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:市;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の所在地である市区町村における市を記述するための
    プロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:区;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の所在地である市区町村における区を記述するための
    プロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:町;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の所在地である市区町村における町を記述するための
    プロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:村;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の所在地である市区町村における村を記述するための
    プロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:字;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の所在地である市区町村内における字を記述するた
    めのプロパティである。"@ja;

```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:アクセス;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物への訪問方法を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:交通機関;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物へのアクセスに関する交通機関を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:文書;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "記事に関する文書を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:画像;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "記事に関する画像を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:音;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "記事に関する音声や音楽などを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:動画;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "記事に関する動画を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:ライセンス;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事データのライセンスを Creative Commons に基づいて記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:バージョン;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事データのバージョンを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:作成者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "記事データの作成者を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:公開者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "記事データの公開者を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:提供者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "記事データを作成する際に用いたオリジナルデータの提供者を記述するためのプロパティである。"@ja;

```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:姓;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた人物の姓を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:名;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた人物の名を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:性別;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた人物の性別を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:所属;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた人物の所属を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:生年月日;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた人物の生年月日を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:没年月日;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた人物の没年月日を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:メールアドレス;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物のメールアドレスを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:電話番号;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の電話番号を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:FAX 番号;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "記事で取り上げた事物の FAX 番号を記述するためのプロパティである。"@ja;
];
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.

```

tour:要点型

```
a owl:Class;
rdfs:label "要点型"@ja, "GistClass"@en;
rdfs:comment "要点型は、記事型にある要点の内容を記述するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:コンテンツ型;
rdfs:subClassOf [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:名称;
  owl:allValuesFrom xsd:string;
  owl:cardinality 1;
  rdfs:comment "要点の名称を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:略称;
  owl:allValuesFrom xsd:string;
  owl:minCardinality 0;
  rdfs:comment "要点の略称を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:カテゴリ;
  owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
  owl:minCardinality 0;
  owl:maxCardinality 1;
  rdfs:comment "要点に関するカテゴリを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:キーワード;
  owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
  owl:minCardinality 0;
  owl:maxCardinality 10;
  rdfs:comment "要点に関するキーワードを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:説明;
  owl:allValuesFrom xsd:string;
  owl:minCardinality 0;
  owl:maxCardinality 1;
  rdfs:comment "要点の説明文を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:特記事項;
  owl:allValuesFrom xsd:string;
  owl:minCardinality 0;
  rdfs:comment "要点の特記事項を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:関連;
  owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
  owl:minCardinality 0;
  rdfs:comment "要点の大元の記事を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:参考;
  owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
  owl:minCardinality 0;
  rdfs:comment "要点の参考資料を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:作成日時;
  owl:allValuesFrom xsd:date;
  owl:minCardinality 0;
  owl:maxCardinality 1;
  rdfs:comment "要点データの作成日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:更新日時;
  owl:allValuesFrom xsd:date;
  owl:minCardinality 0;
  rdfs:comment "要点データの更新日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
```



```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:公開日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "要点データの公開日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:ライセンス;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "要点データのライセンスを Creative Commons に基づいて記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:文書;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "要点に関する文書を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:画像;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "要点に関する画像を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:音;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "要点に関する音声や音楽などを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:動画;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "要点に関する動画を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:ライセンス;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "要点データのライセンスを Creative Commons に基づいて記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:バージョン;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "要点データのバージョンを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:作成者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "要点データの作成者を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:公開者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "要点データの公開者を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:提供者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "要点データを作成する際に用いたオリジナルデータの提供者を記述するためのプロパティである。"@ja;
];
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-20"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.

```

tour:用語型

```
a owl:Class;
rdfs:label "用語型"@ja, "TermClass"@en;
rdfs:comment "用語型は、用語の内容を記述するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:コンテンツ型;
rdfs:subClassOf [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:名称;
  owl:allValuesFrom xsd:string;
  owl:cardinality 1;
  rdfs:comment "用語の表記を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:略称;
  owl:allValuesFrom xsd:string;
  owl:minCardinality 0;
  rdfs:comment "用語の略称を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:通称;
  owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
  owl:minCardinality 0;
  rdfs:comment "用語の通称を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:カテゴリ;
  owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
  owl:minCardinality 0;
  owl:maxCardinality 1;
  rdfs:comment "用語に関するカテゴリを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:キーワード;
  owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
  owl:minCardinality 0;
  owl:maxCardinality 10;
  rdfs:comment "用語に関するキーワードを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:説明;
  owl:allValuesFrom xsd:string;
  owl:minCardinality 0;
  owl:maxCardinality 1;
  rdfs:comment "用語の説明文を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:参考;
  owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
  owl:minCardinality 0;
  rdfs:comment "用語の参考資料を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:作成日時;
  owl:allValuesFrom xsd:date;
  owl:minCardinality 0;
  owl:maxCardinality 1;
  rdfs:comment "用語データの作成日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:更新日時;
  owl:allValuesFrom xsd:date;
  owl:minCardinality 0;
  rdfs:comment "用語データの更新日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
  a owl:Restriction;
  owl:onProperty tour:公開日時;
  owl:allValuesFrom xsd:date;
  owl:minCardinality 0;
  rdfs:comment "用語データの公開日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:ライセンス;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "用語データのライセンスを Creative Commons に基づいて記述するための
        プロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:バージョン;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "用語データのバージョンを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:作成者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "用語データの作成者を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:公開者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "画像データの公開者を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:提供者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "画像データを作成する際に用いたオリジナルデータの提供者を記述するた
        めのプロパティである。"@ja;
];
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-20"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.

```

tour:文書型

```

a owl:Class;
rdfs:label "文書型"@ja, "DocumentClass"@en;
rdfs:comment "文書型は、文書データのメタデータを記述するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:コンテンツ型;
rdfs:subClassOf [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:名称;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:cardinality 1;
    rdfs:comment "文書データの名称を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:カテゴリ;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "文書データに関するカテゴリを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:キーワード;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 10;
    rdfs:comment "文書データに関するキーワードを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:説明;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "文書データの説明文を記述するためのプロパティである。"@ja;
]

```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:特記事項;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "文書データの特記事項を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:巻;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "文書が公開された巻号における巻を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:号;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "文書が公開された巻号における号を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:開始ページ;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "文書の開始ページを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:終了ページ;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "文書の終了ページを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:画像;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "文書に関する画像データを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:作成日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "文書データの作成日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:更新日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "文書データの更新日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:公開日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "文書データの公開日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:ライセンス;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "文書データのライセンスを Creative Commons に基づいて記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:ファイルサイズ;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "文書データのファイルサイズをバイト単位で記述するためのプロパティである。"@ja;

```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:ファイル拡張子;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "文書データのファイル拡張子を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:バージョン;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "文書データのバージョンを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:作成者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "文書データの作成者を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:公開者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "文書データの公開者を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:提供者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "文書データを作成する際に用いたオリジナルデータの提供者を記述するためのプロパティである。"@ja;
];
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-20"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.

```

tour:画像型

```

a owl:Class;
rdfs:label "画像型"@ja, "PictureClass"@en;
rdfs:comment "画像型は、画像データのメタデータを記述するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:コンテンツ型;
rdfs:subClassOf [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:名称;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:cardinality 1;
    rdfs:comment "画像データの名称を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:カテゴリ;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "画像データに関するカテゴリを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:キーワード;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 10;
    rdfs:comment "画像データに関するキーワードを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:説明;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "画像データの説明文を記述するためのプロパティである。"@ja;
]

```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:特記事項;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "画像データの特記事項を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:関連;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "画像データが用いられている記事や要点を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:参考;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "画像データに関する参考資料を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:作成日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "画像データの作成日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:更新日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "画像データの更新日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:公開日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "画像データの公開日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:緯度;
    owl:allValuesFrom xsd:decimal;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "画像データの撮影場所である緯度を 10 進法で記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:経度;
    owl:allValuesFrom xsd:decimal;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "画像データの撮影場所である経度を 10 進法で記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:測地高度;
    owl:allValuesFrom xsd:decimal;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "画像データの撮影場所である測地高度をメートル単位で記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:国;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "画像データの撮影場所である国を記述するためのプロパティである。"@ja;

```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:国コード;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "画像データの撮影場所である国コードを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:郵便番号;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "画像データの撮影場所である郵便番号を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:都道府県;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "画像データの撮影場所である都道府県を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:都道府県コード;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "画像データの撮影場所である都道府県コードを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:市区町村;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "画像データの撮影場所である市区町村を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:市区町村コード;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "画像データの撮影場所である市区町村コードを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:群;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "画像データの撮影場所である市区町村における群を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:市;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "画像データの撮影場所である市区町村における市を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:区;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "画像データの撮影場所である市区町村における区を記述するためのプロパティである。"@ja;

```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:町;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "画像データの撮影場所である市区町村における町を記述するための
    プロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:村;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "画像データの撮影場所である市区町村における村を記述するための
    プロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:字;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "画像データの撮影場所である市区町村内における字を記述するための
    プロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:ライセンス;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "画像データのライセンスを Creative Commons に基づいて記述するための
    プロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:ファイルサイズ;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "画像データのファイルサイズをバイト単位で記述するためのプロパティ
    である。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:ファイル拡張子;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "画像データのファイル拡張子を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:バージョン;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "画像データのバージョンを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:作成者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "画像データの作成者を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:公開者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "画像データの公開者を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:提供者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "画像データを作成する際に用いたオリジナルデータの提供者を記述するた
    めのプロパティである。"@ja;
];

```



```

dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.

```

tour:音型

```

a owl:Class;
rdfs:label "音型"@ja, "SoundClass"@en;
rdfs:comment "音型は、音データのメタデータを記述するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:コンテンツ型;
rdfs:subClassOf [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:名称;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:cardinality 1;
    rdfs:comment "音データの名称を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:カテゴリ;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "音データに関するカテゴリを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:キーワード;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 10;
    rdfs:comment "音データに関するキーワードを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:説明;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "音データの説明文を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:特記事項;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "音データの特記事項を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:関連;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "音データが用いられている記事や要点を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:参考;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "音データに関する参考資料を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:作成日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "音データの作成日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:更新日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "音データの更新日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
]

```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:公開日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "音データの公開日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:国;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "音データに関する場所の国を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:国コード;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "音データに関する場所の国コードを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:郵便番号;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "音データに関する場所の郵便番号を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:都道府県;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "音データに関する場所の都道府県を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:都道府県コード;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "音データに関する場所の都道府県コードを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:市区町村;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "音データに関する場所の市区町村を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:市区町村コード;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "音データに関する場所の市区町村コードを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:群;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "音データに関する場所の市区町村における群を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:市;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "音データに関する場所の市区町村における市を記述するためのプロパティである。"@ja;

```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:区;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "音データに関する場所の市区町村における区を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:町;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "音データに関する場所の市区町村における町を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:村;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "音データに関する場所の市区町村における村を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:字;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "音データに関する場所の市区町村内における字を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:ライセンス;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "音データのライセンスを Creative Commons に基づいて記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:ファイルサイズ;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "音データのファイルサイズをバイト単位で記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:ファイル拡張子;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "音データのファイル拡張子を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:バージョン;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "音データのバージョンを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:作成者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "音データの作成者を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:公開者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "音データの公開者を記述するためのプロパティである。"@ja;

```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:提供者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "音データを作成する際に用いたオリジナルデータの提供者を記述するためのプロパティである。"@ja;
];
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.

tour:動画型
a owl:Class;
rdfs:label "動画型"@ja, "MovieClass"@en;
rdfs:comment "動画型は、動画データのメタデータを記述するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:コンテンツ型;
rdfs:subClassOf [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:名称;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:cardinality 1;
    rdfs:comment "動画データの名称を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:カテゴリ;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "動画データに関するカテゴリを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:キーワード;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 10;
    rdfs:comment "動画データに関するキーワードを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:説明;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "動画データの説明文を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:特記事項;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "動画データの特記事項を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:巻;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "動画が公開された巻号における巻を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:号;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "動画が公開された巻号における号を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:画像;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "動画に関する画像データを記述するためのプロパティである。"@ja;
];

```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:作成日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "動画データの作成日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:更新日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "動画データの更新日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:公開日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "動画データの公開日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:国;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "動画データに関する場所の国を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:国コード;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "動画データに関する場所の国コードを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:郵便番号;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "動画データに関する場所の郵便番号を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:都道府県;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "動画データに関する場所の都道府県を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:都道府県コード;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "動画データに関する場所の都道府県コードを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:市区町村;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "動画データに関する場所の市区町村を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:市区町村コード;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "動画データに関する場所の市区町村コードを記述するためのプロパティである。"@ja;

```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:群;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "動画データに関する場所の市区町村における群を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:市;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "動画データに関する場所の市区町村における市を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:区;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "動画データに関する場所の市区町村における区を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:町;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "動画データに関する場所の市区町村における町を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:村;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "動画データに関する場所の市区町村における村を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:字;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "動画データに関する場所の市区町村内における字を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:ライセンス;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "動画データのライセンスを Creative Commons に基づいて記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:ファイルサイズ;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "動画データのファイルサイズをバイト単位で記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:ファイル拡張子;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "動画データのファイル拡張子を記述するためのプロパティである。"@ja;

```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:バージョン;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "動画データのバージョンを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:作成者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "動画データの作成者を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:公開者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "動画データの公開者を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:提供者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "動画データを作成する際に用いたオリジナルデータの提供者を記述するためのプロパティである。"@ja;
];
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.

```

tour:人物型

```

a owl:Class;
rdfs:label "人物型"@ja, "PersonClass"@en;
rdfs:comment "人物型は、人物に関するメタデータを記述するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:コンテンツ型;
rdfs:subClassOf [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:名称;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:cardinality 1;
    rdfs:comment "人物の氏名を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:説明;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "人物に関する説明文を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:作成日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "人物データの作成日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:更新日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "人物データの更新日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:公開日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "人物データの公開日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
]

```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:ライセンス;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "人物データのライセンスを Creative Commons に基づいて記述するための
        プロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:画像;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "人物に関する画像データを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:作成者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "人物データの作成者を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:公開者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "人物データの公開者を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:提供者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "人物データを作成する際に用いたオリジナルデータの提供者を記述するた
        めのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:姓;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "人物の氏名における姓を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:名;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "人物の氏名における名を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:性別;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "人物の性別を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:所属;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "人物の所属を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:生年月日;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "人物の生年月日を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:メールアドレス;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "人物のメールアドレスを記述するためのプロパティである。"@ja;

```



```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:電話番号;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "人物の電話番号を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:FAX 番号;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "人物の FAX 番号を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:ウェブページ;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "人物の特徴が記載されたウェブページを記述するためのプロパティである。"@ja;
];
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2017-12-20"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.

```

tour:組織型

```

a owl:Class;
rdfs:label "組織型"@ja, "OrganizationClass"@en;
rdfs:comment "組織型は、組織のメタデータを記述するためのクラスである。"@ja;
rdfs:subClassOf tour:コンテンツ型;
rdfs:subClassOf [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:名称;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:cardinality 1;
    rdfs:comment "組織の名称を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:略称;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "組織の略称を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:通称;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "組織の通称を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:説明;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "組織の説明文を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:関連;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "組織の大元である組織を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:作成日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "組織データの作成日時を記述するためのプロパティである。"@ja;

```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:更新日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "組織データの更新日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:公開日時;
    owl:allValuesFrom xsd:date;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "組織データの公開日時を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:緯度;
    owl:allValuesFrom xsd:decimal;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "組織の所在地である緯度を 10 進法で記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:経度;
    owl:allValuesFrom xsd:decimal;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "組織の所在地である経度を 10 進法で記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:測地高度;
    owl:allValuesFrom xsd:decimal;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "組織の所在地である測地高度をメートル単位で記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:国;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "組織の所在地である国を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:国コード;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "組織の所在地である国コードを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:郵便番号;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "組織の所在地である郵便番号を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:都道府県;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "組織の所在地である都道府県を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:都道府県コード;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "組織の所在地である都道府県コードを記述するためのプロパティである。"@ja;

```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:市区町村;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "組織の所在地である市区町村を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:市区町村コード;
    owl:allValuesFrom xsd:integer;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "組織の所在地である市区町村コードを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:群;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "組織の所在地である市区町村における群を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:市;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "組織の所在地である市区町村における市を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:区;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "組織の所在地である市区町村における区を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:町;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "組織の所在地である市区町村における町を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:村;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "組織の所在地である市区町村における村を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:字;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "組織の所在地である市区町村内における字を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:ライセンス;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "組織データのライセンスを Creative Commons に基づいて記述するためのプロパティである。"@ja;

```

```

], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:画像;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "組織に関する画像データを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:動画;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "組織に関する動画データを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:作成者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "組織データの作成者を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:公開者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "組織データの公開者を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:提供者;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    rdfs:comment "組織データを作成する際に用いたオリジナルデータの提供者を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:メールアドレス;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "組織のメールアドレスを記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:電話番号;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "組織の電話番号を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:FAX 番号;
    owl:allValuesFrom xsd:string;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "組織の FAX 番号を記述するためのプロパティである。"@ja;
], [
    a owl:Restriction;
    owl:onProperty tour:ウェブページ;
    owl:allValuesFrom xsd:anyURI;
    owl:minCardinality 0;
    owl:maxCardinality 1;
    rdfs:comment "組織の特徴が記載されたウェブページを記述するためのプロパティである。"@ja;
];
dcterms:issued "2016-11-04"^^xsd:date;
dcterms:modified "2018-01-06"^^xsd:date;
rdfs:isDefinedBy <http://www.tourism.property/#>.

```

参考文献

- [1] Dave Evans, “The Internet of Things”, Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG), White Paper, 2011.
- [2] Hai Zhuge, “Cyber Physical Society”, 2010 Sixth International Conference on Semantics, Knowledge and Grids, DOI: 10.1109/SKG.2010.7, 2010.
- [3] 安岡寛道, 森田哲明, “ID・POS 分析による戦略的マーケティング—会員 ID をキーに付加価値の高いサービスを提供—”, 野村総合研究所 IT ソリューションフロンティア, 2012 年 4 月号, pp.12-15, 2012.
- [4] Tooru Odawara, Hiroshi Kawakami, “Mobile Spatial Statistics, Suporting Development of Society and Industry —Population Estimation Technology Using Mobile Network Statistical Data and Applications—”, NTT DOCOMO Technical Journal, Vol. 14, No. 3, pp.31-36, 2013.
- [5] 松原徳和, “モバイル空間統計による受態人口把握—観光防災, 帰宅困難者対策の観点から—”, 情報管理, Vol. 60, No. 7, pp. 493-501, 2017.
- [6] JR 東日本, “Suica に関するデータの社外への提供について—とりまとめ—”, pp.1-14, http://www.jreast.co.jp/information/aas/20151126_torimatome.pdf (Accessed on December 12, 2017), 2015.
- [7] Google, “Google Trends”, <https://trends.google.com/trends/> (Accessed on December 12, 2017).
- [8] Hyunyoung Choi, Hal Varian, “Predicting the Present with Google Trends”, Google, pp. 1-20, https://static.googleusercontent.com/media/www.google.com/en//google/blogs/pdfs/google_predicting_the_present.pdf (Accessed on December 12, 2017), 2009.
- [9] Henry Chesbrough, “From Open Science to Open Innovation”, Business Publishing, Science, pp. 1-15, <https://www.fosteropenscience.eu/sites/default/files/pdf/1798.pdf> (Accessed on December 12, 2017), 2015.

- [10] Teresa Scassa, “Privacy and Open Government”, Future Internet, Open Government Meets Social Data, No. 6, pp. 397-413, 2014.
- [11] 電子情報通信学会, “文献検索システム I-Scover”, <http://i-scover.ieice.org/> (Accessed on December 12, 2017).
- [12] 榎 俊孝, 千村保文, 若原俊彦, “I-Scover SPARQL API 利活用レポート 1”, pp. 1-40, http://iscover-p.ieice.org/cms/wp-content/uploads/2014/10/iscover_report_v1_11.pdf (Accessed on December 12, 2017), 2017.
- [13] World Wide Web Foundation, “OpenData Barometer”, http://opendatabarometer.org/?_year=2016&indicator=ODB (Accessed on December 12, 2017).
- [14] Drew Carter, “Big Data: Friend or Foe?”, AlixPartners, pp. 1-3, <http://legacy.alixpartners.com/en/LinkClick.aspx?fileticket=KxaNMISAJcE%3d&tabid=635> (Accessed on December 12, 2017), 2012.
- [15] Barack Obama, “Open Government—A Progress Report to the American People—”, White House, pp. 1-22, <http://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ogi-progress-report-american-people.pdf> (Accessed on December 12, 2017), 2009.
- [16] “DATA.GOV—The home of the U.S. Government’s open data”, <https://www.data.gov/> (Accessed on December 12, 2017).
- [17] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部, “電子行政推進に関する基本方針 (案)”, pp. 1-18, http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dai55/siryou2_1.pdf (Accessed on December 12, 2017), 2011.
- [18] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部, “電子行政オープンデータ戦略”, pp. 1-9, http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/pdf/120704_siryou2.pdf (Accessed on December 12, 2017), 2012.
- [19] 首相官邸, “世界最先端 IT 国家創造宣言”, pp. 1-26, <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20130614/siryou1.pdf> (Accessed on December 12, 2017), 2013.
- [20] 首相官邸, “未来投資戦略 2017—Society 5.0 の実現に向けた改革—”, pp. 1-170, <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2017.pdf> (Accessed on December 12, 2017), 2017.
- [21] 総務省行政管理局, “DATA.GO.JP—データカタログサイト—”, <http://www.data.go.jp/> (Accessed on December 12, 2017).

- [22] World Wide Web Foundation, “OpenData Barometer”, pp. 1-16,
<http://opendatabarometer.org/doc/4thEdition/ODB-4thEdition-Methodology.pdf>
(Accessed on December 12, 2017), 2016.
- [23] NCE Tourism Fjord Norway, “Semantic Markup Report—Microformats, RDFa, GRDDL, Microdata And OGP”, pp. 1-61, http://www.frichmann.com/nce/wp-content/uploads/2016/10/c14-Rapport_Semantic-markup-report-microformats.pdf
(Accessed on December 12, 2017), 2011.
- [24] Fumihito Nishino, “Linked Data—Linking data and expanding service—”, IEICE, pp. 1-6, http://discover-p.ieice.org/I-Scover_Promotion/pdf/B_plus_web03_nishino.pdf
(Accessed on December 12, 2017), 2014.
- [25] 西田亮介, 小野塚 亮, “なぜ鯖江市は公共データお公開に積極的なのか—協働推進と創造的な行政経営, 地域産業構造の変化の観点から—”, 情報社会学会誌, Vol. 8, No. 1, pp. 51-62, 2013.
- [26] 福野泰介, 山崎紗代子, 兼松篤子, “日本のオープンデータ都市一覧”, LinkData.org, <http://linkdata.org/work/rdf1s127i> (Accessed on December 12, 2017), 2017.
- [27] 庄司昌彦, “都市自治体がオープンデータを推進する意義と今後の展望”, 日本都市センター, 都市とガバナンス, Vol. 28, pp. 44-51, 2017.
- [28] 庄司昌彦, “オープンデータの現状と課題”, インプレス R&D インターネット白書 2015, 市民と行政, pp. 277-283, 2015.
- [29] 内閣官房情報通信技術総合戦略室, “自治体アンケート調査結果”, http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/senmon_bunka/data_ryutsuseibi/opendata_wg_dai2/sankou2.pdf
(Accessed on December 12, 2017), 2017.
- [30] Shelley Powers, “Practical RDF”, O'Reilly & Associates, ISBN:0596002637, 2003.
- [31] DCMI, “Dublin Core Metadata Initiative”, <http://dublincore.org/documents/2012/06/14/dces/> (Accessed on December 12, 2017), 2012.
- [32] M. Duerst, M. Suignard, “Internationalized Resource Identifiers (IRIs)”, <https://tools.ietf.org/html/rfc3987> (Accessed on December 12, 2017), 2003.
- [33] P. Saint-Andre, “Internationalized Resource Identifiers (IRIs) and Uniform Resource Identifiers (URIs) for the Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP)”, <http://tools.ietf.org/html/rfc4622> (Accessed on December 12, 2017), 2006.

- [34] Li Ding, Lina Zhou, Tim Finin, Anupam Joshi, “How the Semantic Web is Being Used: An Analysis of FOAF Documents”, Proceedings of the 38th International Conference on System Sciences, pp. 1-10, 2005.
- [35] Dan Brickley, Libby Miller, “FOAF Vocabulary Specification 0.99”, <http://xmlns.com/foaf/spec/> (Accessed on December 12, 2017), 2014.
- [36] 共通語彙基盤整備事業, “共通語彙基盤概要”, pp. 1-9, https://imi.go.jp/doc/IMI_Overview_v3_201611152107_IPA.pdf (Accessed on December 12, 2017), 2016.
- [37] 共通語彙基盤整備事業, “共通語彙基盤 コア基盤 2 (バージョン 2.4)”, <https://imi.go.jp/ns/core/Core240.html> (Accessed on December 12, 2017), 2017.
- [38] Tom Heath, Christian Bizer, “Linked Data: Evolving the Web into a Global Data Space”, Morgan & Claypool Publishers, pp. 1-129, DOI: 10.2200/S00334ED1V01Y201102WBE001, 2011.
- [39] Google, “We knew the web was big...”, <http://googleblog.blogspot.jp/2008/07/we-knew-web-was-big.html> (Accessed on December 12, 2017), 2008.
- [40] 山本修一郎, “研究開発の歴史”, 日本電信電話株式会社, 研究開発マガジン, Vol. 6, <http://www.ntt.co.jp/RD/magazine/history/> (Accessed on December 12, 2017).
- [41] Andrejs Abele, John P. McCrae, Paul Buitelaar, Anja Jentzsch, Richard Cyganiak, “Linking Open Data cloud diagram 2017”, <http://lod-cloud.net/> (Accessed on December 12, 2017), 2017.
- [42] “Data Hub”, <http://datahub.io/> (Accessed on December 12, 2017).
- [43] Ali Hasnain, Syeda Sana e Zainab, Maulik R. Kamdar, Qaiser Mehmood, Claude N. Warren Jr., Qurratal Ain Fatimah, Helena F. Deus, Muntazir Mehdi, Stefan Decker, “A Roadmap for Navigating the Life Sciences Linked Open Data Cloud”, Joint International Semantic Technology Conference (JIST) 2014, pp.97-112, 2014.
- [44] Anja Jentzsch, Bo Andersson, Oktie Hassanzadeh, Susie Stephens, Christian Bizer, “Enabling Tailored Therapeutics with Linked Data”, In Proceedings of the WWW2009 Workshop on Linked Data on the Web, 2009.
- [45] Ali Hasnain, “Improving discovery in Life Sciences Linked Open Data Cloud”, 14th International Semantic Web Conference, 2015.

- [46] Christian Bizer, Jens Lehmann, Georgi Kobilarov, Soren Auer, Christian Becker, Richard Cyganiak, Sebastian Hellmann, “DBpedia – A Crystallization Point for the Web of Data”, Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web, Vol. 7, Issued 3, pp. 154-165, 2009.
- [47] Wikimedia project, “Wikipedia”, <http://ja.wikipedia.org/> (Accessed on December 12, 2017).
- [48] Nicolas Jullien, “What We Know About Wikipedia: A Review of the Literature Analyzing the Project(s)”, Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=2053597> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2053597>, 2017.
- [49] Giles Jim, “Internet encyclopaedians go head to head”, Nature 438, DOI: 10.1038/438900a, pp. 900-901, 2012.
- [50] Phil Archer, “Building the Web of Data”, <http://www.w3.org/2014/02/wot/papers/archer.pdf> (Accessed on December 12, 2017), 2013.
- [51] Aidan Hogan, “Linked Data & the Semantic Web Standards”, http://aidanhogan.com/docs/ldmngmt_semantic_web_linked_data.pdf (Accessed on December 12, 2017), 2013.
- [52] LOD STATS, <http://stats.lod2.eu/> (Accessed on December 12, 2017).
- [53] OpenLink Software, “OpenLink Virtuoso”, <http://virtuoso.openlinksw.com/> (Accessed on December 12, 2017).
- [54] Apache Jena, “Apache Jena Fuseki”, <http://jena.apache.org/documentation/fuseki2/> (Accessed on December 12, 2017).
- [55] 一般社団法人リンクデータ, “LinkData.org”, <http://linkdata.org/> (Accessed on December 12, 2017).
- [56] 岡嶋成司, 山根昇平, “Linked Data 活用を推進するプラットフォーム”, 人工知能学会, Linked Data とセマンティック技術, Vol. 30, No. 5, pp. 568-573, 2015.
- [57] 山下沙代子, 富田哲郎, “オープンデータ流通基盤 LinkData.org による行政と市民の協業促進”, 一般社団法人リンクデータ, 2014.
- [58] 山下紗代子, “LinkData.org の公開データから見える IMI 普及の可能性”, 情報処理推進機構共通語彙基盤, 2016.

- [59] 榎 俊孝, 古賀大騎, 高橋和生, 若原俊彦, 小舘亮之, 曾根原 登, “Linked Data の知識ベースを拡張する Resource Propagation Algorithm の特性”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.117, No.389, LOIS2017-69, pp.111-116, 2018.
- [60] 住所.jp, “住所データ CSV 形式の概要”, <http://jusyo.jp/csv/document.html> (Accessed on December 12, 2017), 2017.
- [61] 一般社団法人リンクデータ, “CityData”, <http://citydata.jp/> (Accessed on December 12, 2017).
- [62] 福井県, “福井県オープンデータライブラリ”, <http://www.pref.fukui.lg.jp/doc/toukei-jouhou/.opendata/> (Accessed on December 12, 2017).
- [63] 鯖江市, “データシティ鯖江”, <http://data.city.sabae.lg.jp/data-city-sabae/> (Accessed on December 12, 2017).
- [64] 圧司昌彦, “オープンデータの現状と課題”, インターネット白書 2015, 社会動向, pp. 277-283, 2015.
- [65] 榎 俊孝, 高橋和生, 若原俊彦, 山口明宏, 小舘亮之, 小林 透, 曾根原 登, “観光オントロジーの構築のための語彙基盤の提案”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.116, No.291, LOIS2016-37, pp.51-56, 2016.
- [66] 榎 俊孝, 高橋和生, 若原俊彦, 小舘亮之, 小林 透, 曾根原 登, “LOD の汎用化を図るメタデータの設定手法”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.116, No.488, LOIS2016-82, pp.111-116, 2017.
- [67] 国土交通省, “観光立国推進基本法”, <http://www.mlit.go.jp/common/000058547.pdf> (Accessed on December 12, 2017), 2010.
- [68] Kazuki Takahashi, Toshitaka Maki, Toshihiko Wakahara, Toru Kobayashi, Akihisa Kodate, Noboru Sonehara, “LOD Conversion System for generating Large Knowledge Base from Web Contents”, 2017 IEEE 6th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE2017) OS-CPS4, pp.155-158, 2017.
- [69] 若原俊彦, 榎 俊孝, 高橋和生, 河原直樹, 中井健登, 平井麻未, 平城裕大, 古賀大騎, 小舘亮之, 曾根原 登, “LOD を用いた観光 CMS プロトタイプの構成とネットワーク特性”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.117, No.389, LOIS2017-70, pp.117-122, 2018.

- [70] Toshitaka Maki, Kazuki Takahashi, Toshihiko Wakahara, Akihisa Kodate and Noboru Sonehara;"Resource Propagation Algorithm to Reinforce Knowledge Base in Linked Data", The 20th International Conference on Network-Based Information Systems NBIS-S9 (NBIS2017) pp.476-483, 2017.
- [71] 電子情報通信学会文献検索システム I-Discover, “メタデータ仕様書”, <http://www.ieice.org/~iscover/rdfdef/I-Discover-Metadataspecification-V100.pdf> (Accessed on December 12, 2017), 2017.
- [72] 榎 俊孝, 若原俊彦, “I-Discover 文献メタデータを用いた時系列, 技術要因分析システム”, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J99-D No.10 pp.1002-1012, 2016.
- [73] 榎 俊孝, 高橋 和生, 若原 俊彦, “観光領域の Linked Data を対象とした横断的知識ベースの構築法”, 第 10 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2018), A3-1, 2018.

業績リスト

I. 学術雑誌

査読付論文

- [1] 榎 俊孝, 若原俊彦, “I-Discover 文献メタデータを用いた時系列・技術要因分析システム”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J99-D, No.10, pp.1002-1012, 2016.
- [2] Akihiro Yamaguchi, Masashi Hashimoto, Kiyohiro Urata, Yu Tanigawa, Tetsuya Nagaie, Toshitaka Maki, Toshihiko Wakahara, Akihisa Kodate, Toru Kobayashi, Noboru Sonehara, “Beacon-based tourist information system to identify visiting trends to tourists”, Journal of Robotics, Networking and Artificial Life (JRNAL), Vol.4, Issue.3, pp.209-212, 2017.
- [3] Toshihiko Wakahara, Toshitaka Maki, Noriyasu Yamamoto, Akihisa Kodate, Manabu Okamoto, Hiroyuki Nishi, “Trend and Factor Analysis of Office Research in LOIS Technical Committee”, IEICE Trans. Inf. & Syst., Invited Paper, Vol.E100-D, No.10, pp.2383-2390, 2017.

学会誌

- [1] 千村保文, 宇野毅明, 榎 俊孝, 若原俊彦, Ruiyu Fang, Lu Fang, Qingllang Miao, “I-Discover を使用した研究、アプリケーションについて”, 電子情報通信学会誌, Vol.98, No.12, pp.1106-1118, 2015.

II. 国際会議

- [1] Kazuki Takahashi, **Toshitaka Maki**, Toshihiko Wakahara, Toru Kobayashi, Akihisa Kodate, Noboru Sonehara, “LOD Conversion System for generating Large Knowledge Base from Web Contents”, 2017 IEEE 6th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2017), OS-CPS4, pp.155-158, 2017.
- [2] Toshihiko Wakahara, **Toshitaka Maki**, Kazuki Takahashi, “Metadata Complement Method by Linked Open Data for Literature Search”, The 20th International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS 2017), NBIS-S9, pp.484-491, 2017.
- [3] **Toshitaka Maki**, Kazuki Takahashi, Toshihiko Wakahara, Akihisa Kodate, Noboru Sonehara, “Resource Propagation Algorithm to Reinforce Knowledge Base in Linked Data”, The 20th International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS 2017), NBIS-S9, pp.476-483, 2017.
- [4] Akihiro Yamaguchi, Masashi Hashimoto, Kiyohiro Urata, Yu Tanigawa, Tetsuya Nagaie, **Toshitaka Maki**, Toshihiko Wakahara, Akihisa Kodate, Toru Kobayashi, Noboru Sonehara, “Beacon-based tourist information system to identify visiting trends of tourists”, International Conference on Artificial Life and Robotics (ICAROB 2017), pp.480-483, 2017.
- [5] Toshihiko Wakahara, **Toshitaka Maki**, Kazuki Takahashi, “Research Field Analysis Using Linked Data of I-Scover”, 2016 IEEE 5th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2016), OS-CNW1, pp.541-543, 2016.
- [6] **Toshitaka Maki**, Kazuki Takahashi, Akihiro Yamaguchi, Toshihiko Wakahara, Toru Kobayashi, Akihisa Kodate, Noboru Sonehara, “Link Prediction of LOD by Multiple Label Propagation Algorithm Considering Semantic Distance”, 2016 IEEE 5th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2016), OS-CPS4, pp.517-521, 2016.
- [7] Kazuki Takahashi, **Toshitaka Maki**, Toshihiko Wakahara, “A New Laboratory Assignment Support System for Undergraduate Students”, The 10th International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS 2016), FIMIS-S1, pp.361-366, 2016.

- [8] Toshihiko Wakahara, Toshitaka Maki, Kazuki Takahashi, Akihiro Yamaguchi, Shinichiro Kimoto, Akinori Takagi, Yu Ichifuji, Noboru Sonehara, “Tourism Local Community System using LOD”, 2016 10th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS 2016), ECDS-S1, pp.332-336, 2016.
- [9] Toshitaka Maki, Kazuki Takahashi, Toshihiko Wakahara, Akihiro Yamaguchi, Yu Ichifuji, Noboru Sonehara, “A New Multiple Label Propagation Algorithm for Linked Open Data”, The 10th International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS 2016), IMIS-S4, pp.202-208, 2016.

III. 国内学会や報告書等

研究会

- [1] 榎 俊孝, 古賀大騎, 高橋和生, 若原俊彦, 小館亮之, 曾根原 登, “Linked Data の知識ベースを拡張する Resource Propagation Algorithm の特性”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.117, No.389, LOIS2017-69, pp.111-116, 2018.
- [2] 若原俊彦, 榎 俊孝, 高橋和生, 河原直樹, 中井健登, 平井麻未, 平城裕大, 古賀大騎, 小館亮之, 曾根原 登, “LOD を用いた観光 CMS プロトタイプの構成とネットワーク特性”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.117, No.389, LOIS2017-70, pp.117-122, 2018.
- [3] 小館亮之, 佐野未来, ティモシー ボルト, 榎 俊孝, 若原俊彦, 田中康裕, “オープンデータを活用した地域の観光関連情報発信サービスにおける課題”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.116, No.488, LOIS2016-84, pp.123-128, 2017.
- [4] 榎 俊孝, 高橋和生, 若原俊彦, 小館亮之, 小林 透, 曾根原 登, “LOD の汎用化を図るメタデータの設定手法”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.116, No.488, LOIS2016-82, pp.111-116, 2017.
- [5] 松前洋祐, 坂井大輝, 山下拓弥, 高橋和生, 榎 俊孝, 山口明宏, 若原俊彦, “観光業の振興を図る情報ポータルサイト構成法の検討”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.116, No.405, LOIS2016-58, pp.57-62, 2017.

- [6] 若原俊彦, 榎 俊孝, 山下拓弥, 坂井大輝, 松前洋祐, 高橋和生, 山口明宏, 小林透, 小舘亮之, 曾根原 登, “新宮町の LOD を用いた意味検索システム構成法の検討”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.116, No.405, LOIS2016-57, pp.51-56, 2017.
- [7] 高橋和生, 坂井大輝, 松前洋祐, 榎 俊孝, 山口明宏, 若原俊彦, “観光コミュニティサイトにおける LOD 変換手法の一検討”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.116, No.405, LOIS2016-56, pp.45-50, 2017.
- [8] 榎 俊孝, 高橋和生, 若原俊彦, 山口明宏, 小舘亮之, 小林 透, 曾根原 登, “観光オントロジーの構築のための語彙基盤の提案”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.116, No.291, LOIS2016-37, pp.51-56, 2016.
- [9] 榎 俊孝, 高橋和生, 若原俊彦, 山口明宏, 小舘亮之, 小林 透, 曾根原 登, “LOD のプロパティを考慮したマルチプルラベル伝搬アルゴリズムの検討”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.116, No.220, LOIS2016-24, pp.49-54, 2016.
- [10] 榎 俊孝, 高橋和生, 若原俊彦, 山口明宏, 曾根原 登, “地域の Linked Open Data の現状課題とその解決法に関する考察”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.116, No.138, LOIS2016-17, pp.51-56, 2016.
- [11] 榎 俊孝, 高橋和生, 若原俊彦, 山口明宏, 一藤 裕, 曾根原 登, “CityData の LOD を対象としたマルチプルラベル伝搬アルゴリズムの適用手法”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.116, No.23, LOIS2016-10, pp.101-106, 2016.
- [12] 若原俊彦, 榎 俊孝, 山口明宏, 木本紳一郎, 高木昭典, 一藤 裕, 曾根原 登, “地域観光 Triple データの生成とオントロジー化手法の研究”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.115, No.486, LOIS2015-73, pp.57-61, 2016.
- [13] 榎 俊孝, 若原俊彦, 山口明宏, 一藤 裕, 曾根原 登, “Linked Open Data 生成のためのマルチプルラベル伝搬アルゴリズムの提案と性能評価”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.115, No.486, LOIS2015-72, pp.51-56, 2016.
- [14] 榎 俊孝, 若原俊彦, 山口明宏, 木本紳一郎, 高木昭典, 一藤 裕, 曾根原 登, “Linked Open Data 生成のための自治体 CMS の構成法”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.115, No.410, LOIS2015-57, pp.53-58, 2016.
- [15] 高橋和生, 榎 俊孝, 若原俊彦, “技術用語の類似度を用いた研究室配属支援システムの検討”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.115, No.410, LOIS2015-56, pp.47-51, 2016.

- [16] 若原俊彦, 榎 俊孝, 吉井一希, 佐藤夏姫, 山口明宏, 一藤 裕, 曾根原 登, “リンクトオープンデータを用いた地域コミュニティシステム支援手法”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.115, No.219, LOIS2015-26, pp.61-65, 2015.
- [17] 榎 俊孝, 若原俊彦, “I-Discover および Wikipedia を用いた専門用語辞書ツール構築法”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.115, No.138, LOIS2015-11, pp.13-17, 2015.

大会

- [1] 榎 俊孝, 高橋和生, 山口明宏, 若原俊彦, 小舘亮之, 小林 透, 曾根原 登, “観光 LOD のための観光語彙基盤の実装”, 2017 年電子情報通信学会総合大会, D-9-42, 2017.
- [2] 高橋和生, 榎 俊孝, 若原俊彦, 山下拓弥, 坂井大輝, 松前洋祐, 小舘亮之, 曾根原 登, “観光情報の LOD 変換手法の検討”, 2017 年電子情報通信学会総合大会, D-9-41, 2017.
- [3] 榎 俊孝, 高橋和生, 若原俊彦, 山口明宏, 小舘亮之, 曾根原 登, “Broadic の導入によるマルチプルラベル伝搬アルゴリズムの性能改善と評価”, 第 15 回情報科学技術フォーラム (FIT 2016), O-024, 2016.
- [4] 若原俊彦, 榎 俊孝, 高橋和生, “オフィス情報関連システムの研究動向とその分析”, 第 15 回情報科学技術フォーラム (FIT 2016), O-023, 2016.
- [5] 榎 俊孝, 若原俊彦, “I-Discover を用いた時系列・技術要因分析システムの活用法”, 2016 年電子情報通信学会総合大会, TK-8-4, 2016.
- [6] 榎 俊孝, 若原俊彦, “I-Discover を用いたメタデータの概念拡張による論文分析手法”, 2015 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, TK-1-2, 2015.

報告書

- [1] 榎 俊孝, 千村保文, 若原俊彦, “I-Discover SPARQL API 利活用レポート 1”, 電子情報通信学会 I-Discover ビジネスライアルチーム, 2017.
- [2] 山口明宏, 若原俊彦, 榎 俊孝, 高橋和生, 松前洋祐, 橋本雅史, “「ふくおか IT Workouts 2016」参加報告 -新宮町でのおもてなしに向けた ICT 活用法の検討-”, 福岡工業大学 FD Annual Report, Vol.7, pp.55-61, 2017.

- [3] 高橋和生, 山下拓弥, 橋本雅史, 榎 俊孝, 山口明宏, 若原俊彦, “PBL Summit2017 参加報告”, 福岡工業大学 FD Annual Report, Vol.7, pp.51-54, 2017.
- [4] 若原俊彦, 榎 俊孝, 高橋和生, 山口明宏, 佐藤夏姫, “ふくおか ITWorkouts2015 における新宮町でのおもてなしに向けた ICT 活用法の検討—新宮発見隊の活動—”, 福岡工業大学 FD Annual Report, Vol.6, pp.36-44, 2016.
- [5] 若原俊彦, 榎 俊孝, 大塚信吾, 本田泰希, “平成 26 年度 FIZOPEN 試行事業ふくおか ITWorkouts 報告—大野城市：観光・商店街の活性化を目指すコミュニティシステムの開発—”, 福岡工業大学 FD Annual Report, Vol.5, pp.28-32, 2015.

IV. その他

- [1] LOD Challenge 2017 ゴールドスポンサー賞「JIST 賞」：
榎 俊孝, 高橋和生, 古賀大輝, 中井健登, 平城裕大, 河原直樹, 平井麻未, 山口明宏, 若原俊彦, 曾根原 登, 小舘亮之, 澤田清士, 2018.
- [2] 福岡工業大学学生表彰：
たのしんぐうプロジェクト（丸山寛登, 峯崎礼二郎, 下村大悟, 丸山瑞貴, 古賀大騎, 中井健登, 平城裕大, 河原直樹, 平井麻未, 高橋和生, 榎 俊孝）, “福岡 IT Workouts 2017 学生地域活動大賞優秀賞”, 2018.
- [3] LOD Challenge 2016 アプリケーション部門優秀賞：
榎 俊孝, 高橋和生, 松前洋祐, 坂井大輝, 山下拓弥, 橋本雅史, 浦田清寛, 永家鉄也, 山口明宏, 若原俊彦, “観光語彙基盤を用いた新宮町 LOD の作成と意味検索システムの開発”, 2017.
- [4] LOD Challenge 2016 プラチナスポンサー賞「LOD for 地域創生賞」：
榎 俊孝, 高橋和生, 松前洋祐, 坂井大輝, 山下拓弥, 橋本雅史, 浦田清寛, 永家鉄也, 山口明宏, 若原俊彦, “観光語彙基盤を用いた新宮町 LOD の作成と意味検索システムの開発”, 2017.
- [5] 電子情報通信学会 I-Scover 利活用コンテスト 最優秀賞：
榎 俊孝, 若原俊彦, 新井淳也, 岸本康成, 飯田恭弘, 岩村相哲, “I-Scover SPARQLAPI を用いた共起語グラフの構築と可視化による論文検索支援システム”, 2017.

- [6] 電子情報通信学会 I-Scover 利活用コンテスト 優秀賞：
榎 俊孝，高橋和生，若原俊彦，“I-Scover SPARQL API を用いた動向分析システム”，2017.
- [7] 福岡工業大学学生表彰：
榎 俊孝，高橋和生，松前洋祐，坂井大輝，山下拓弥，橋本雅史，浦田清寛，永家鉄也，“新宮町情報ポータルサイト構築、Beacon を用いた観光案内アプリ開発”，2017.
- [8] 大学ネットワークふくおか 学生地域活動大賞 優秀賞：
佐藤夏姫，高橋和生，島添真帆，丸田彩加，一ノ瀬美紀，河野和音，吉井一希，山下航平，榎 俊孝，“ふくおか IT Workouts 福工大チーム”，2015.