情報処理学会論文誌 Vol.55 No.2 865–873 (Feb. 2014)

Semantic RESTによるRDFデータの活用

清水 宏泰[1,a)] 藤井 章博[1]

受付日 2013年5月1日, 採録日 2013年10月9日

概要：Semantic REST とは，セマンティック情報が付与された情報資源となるデータを REST（Representational State Transfer）形式で提供する Web サービスを指す．これにより，Semantic REST によって提供される情報資源はセマンティクスを利用するアプリケーションでは相互運用が容易になる．本稿では，情報資源として RDF フォーマットで記述されセマンティック情報が付与された情報を多様なサービスに加工するための手法を提案する．サービスの方向としては，大別して HR（Human Readable）な情報資源を基にして MR（Machine Readable）な情報資源を構成することおよびその逆のパターンを考え，想定しうるいくつかのパターンに対して実装を示す．さらに，提案システムを実装し，ポータルサイトに対してものづくり分野の企業情報に対して適用した．

キーワード：Semantic Web，RDF，マッシュアップ，Web サービス，REST

Utilization of RDF Data with Semantic REST

Hiroyasu Shimizu[1,a)] Akihiro Fujii[1]

Received: May 1, 2013, Accepted: October 9, 2013

Abstract: There is a notation “Semantic REST” that is a Web service in which data resource are addressed with semantic information and represented in REST architecture. Applications that utilize information resources associated with semantic annotations, flexible operations are available in Semantic REST architecture. In this paper RDF data is treated as resource data, and this semantic annotated information is able to be processed and modulated into various Web services. There are mainly two aspects in such services. One is from human readable information (HR) to machine readable (MR) information and vice versa. We have implemented a company information retrieval system based on proposed features.

Keywords: Semantic Web, RDF, Mashup, Web service, REST

1. はじめに

「サービス指向アーキテクチャ（SOA: Service Oriented Architecture）」は，Web やスマートフォンを利用するユーザの環境に適したアプリケーションソフトウエアを開発するための有効な設計思想である．近年，SOA に基づいて研究・開発されるシステムにおいて，取り扱う情報に関するセマンティクス（情報意味・意義）を積極的に活用しようとする動きが顕著である [1]．セマンティクスを付与したデータを提供している例としては，Linked Open Data（LOD）があり，現在世界規模でその蓄積と利活用が進んでいる [2]．一方，何らかのサービスを構築しようとする場合，その源泉となるのはデータベースなどに蓄積された情報資源となる．そこで，SOA を実現するために「リソース指向（ROA: Resource Oriented Architecture）」と呼ばれる設計思想をあわせて導入する場合も多い [3]．本稿では，これらの背景をふまえて，セマンティクスが付与されたデータを利用してある種のサービス提供する Web システムを構築するための手法を述べる．

システムの開発規模は様々である．本稿では，特に「エンドユーザコンピューティング」と呼ばれる比較的小規模のシステム開発を前提とする．これは，ネットワーク上に提供されている計算資源を一定の開発スキルを持つ利用

1 法政大学情報ネットワーク研究室
Hosei University, Chiyoda, Tokyo 102–8160, Japan
a) hiroyasu.simizu.2n@stu.hosei.ac.jp

© 2014 Information Processing Society of Japan

者（エンドユーザ）が活用することで利便性のあるアプリケーションに仕上げ，自身での利用やネット上に公開して他者の利用に供することを想定している．「マッシュアップ」と呼ばれるアプリケーション開発の形態はこの範疇に属するといえよう [4]．たとえば Yahoo! API の利用拡大など [5] によってこうした軽量（Light Weight）な開発の可能性の幅が広がっているといえる [6]．

以上をふまえて，本稿では，セマンティクスが付与された情報資源を軽量型のサービス開発に積極的に利用するための開発手法を提案する．こうした試みの従来研究としては，初期にあたる 2008 年ごろの成果として，たとえば文献 [9] では，MVC モデルに基づいて Web サイトにセマンティック情報を付与するエディタ機能を提供している．2010 年の文献 [10] では，セマンティック情報を活用するマッシュアップ手法の詳しいサーベイが述べられている．① 付与できる情報のタイプ，② マッシュアップ可能なコンポーネントの発見とそのための利用者支援の機能，③ マッシュアッププログラミングのパターンの観点から従来研究を分類している．また，文献 [11] では，RDFa の体系がもたらすセマンティック情報の付与機能を活用して既存の Web サイトにおける情報を充実させる Human-Readable を目的とする機能を提供している．本稿では，他の Web サービスとのマッシュアップを前提としたセマンティック情報活用における手法の提案・実装を行っている．本稿では，W3C で規定されている，セマンティックデータを表現する枠組みである RDF（Resource Description Framework）を利用する．RDF はいくつかの派生したフォーマットが存在しており，その中の 1 つに RDFa（RDF in attribute）がある．本稿では，この RDFa を利用してサービスを開発する手法を提案する．サービスは，大別して Human-Readable（HR）なものと Machine-Readable（MR）なものを想定している．前者は，サービスの受け手として人間が Web サイトを利用することを指し，後者は，セマンティクスが付与されていたりいなかったりする Web 上の多種多様な情報資源からセマンティクスを付与したサービスを構成することを指す．セマンティクスを有するサービスは，Ontology に基づき SPARQLE などによる意味検索に供することができる．これにより，「集合知」[7] と呼ばれるような大規模な知識処理のために利活用可能となる．本稿における提案は，RDFa がサービス提供に際して HR と MR の間の橋渡しをする役割を演じるものとする．

提案システムは，エンドユーザを対象とした Web サービスを提供する．このサービスをセマンティック　パーサと呼ぶ．本サービスは主に 2 つの機能を提供している．第 1 の機能は，セマンティクスを付与していない通常の Web ページに対してセマンティクスを付与するものである．第 2 の機能は，セマンティクスのみのデータをセマンティクスが付与された Web ページとして出力する機能である．

まず，今回開発したサービスのシステム構成を説明する．次に，開発したサービスの詳細説明と，考えられるその応用・発展例の提示を行う．最後に開発したサービスについて評価・考察を述べる．

2.　セマンティックを利用するサービス

2.1　HR と MR

人が見て理解できる情報を HR データと呼ぶ．Web はこの HR データの集合であり，今でもその情報は増え続けている．これは，情報爆発と呼ばれるほどであり，ユーザが目視のみで情報を精査し必要なものを抽出するのは困難である．これに対して，プログラムの処理に対応できるデータとして MR データがある．ここで，HR データに対し MR データであるセマンティック情報を付加することで Web の利便性を高めることを目的としたものがセマンティック Web といえる．セマンティック Web は W3C によって提唱され，RDF（Resource Discription Framework）や OWL（Web Ontology Language）のようなセマンティクスを扱うツールを用いて Web ページに意味情報を持たせている．

2.2　リソース指向に基づくセマンティック Web の利活用

いま，情報資源を利活用することによって新しいサービスを生み出す場合を考える．リソースの獲得元が自分自身か他者か，また，サービスの提供先が自分自身か他者かによって**表 1** に示すような種別の違いが現れる．

① は，自身で所有する情報資源を何らかの Web サービスとして外部や他者に提供する場合である．たとえば，手元に商品カタログの電子データがある場合に，その情報を HTML 文書で公開する，あるいは Web API（Application Programming Interface）を介して外部に提供することを指す．② は，自身の保有する既存の情報資源を従来とは異なる目的のために加工し提供するものである．③ は，同様に外部の情報資源に加工を施し，自分自身で利用するものである．④ では，クローリングなどで獲得した外部の情報資源に何らかの加工を施し，付加価値をつけて外部に提供する場合である．企業情報のポータルからその個別企業の得意分野に関するセマンティクスを付与して再度公開するサービスは，この分類に属する．本稿では，これを事例として取り上げる．

上述したそれぞれに関して，情報資源は，HR データで

表 1　サービス種別の分類
Table 1　Classification of Web service.

		サービス提供先	
		自	他
資源獲得元	自	②	①
	他	③	④

© 2014 Information Processing Society of Japan

ある場合と MR データである場合が考えられ，サービスも同様に 2 種類考えられる．つまり，HR→MR と MR→HR の両方の場合が考えられる．本稿のサービスでは，特に ① と ④ の場合に注目している．また，情報資源については，HR・MR 両方の場合を想定している．なお，出力については以下で説明する RDFa によって提供される．この RDFa は HR データであり，MR データでもある（HR・MR データ）．このため，上記の 2 パターン両方の場合に適用できる．

2.3　REST とは

REST（Representational State Transfer）の考え方を Web サービスに適用させることが，近年活発に行われるようになってきている．狭義の「Web サービス」は，W3C によって規定されたプロトコル体系を利用するものを指す．アプリケーション間の通信には，SOAP（Simple Object Access Protocol）を利用し，提供するサービス内容は，WSDL（Web Service Description Language）によって記述する．この比較的重厚な技術体系に対して，2000 年ごろに REST の考え方が登場する．これは，広義の「Web サービス」を構成する要素技術として注目されている [8]．この REST は，アドレス可能性・ステートレス性・接続性・統一インタフェースの 4 つの性質を満たすようなアーキテクチャスタイルである．アドレス可能性とはすべてのリソースが一意な URI を 1 つ以上持っていることである．ステートレス性とは，サーバがクライアントからのリクエストを処理する際，その処理に必要な情報がそのリクエスト内で完結していることである．接続性とは，リソースがその表現においてリンクを持つことである．統一インタフェースとは，サービスが提供するすべてのリソースに対して適用できるような，よく定義された操作の命令セットを用いるということである．REST は，Web サービスのみを対象とした設計思想ではないが，Web サービスにも有効に適用できる考え方といえる．REST の考え方に準拠した Web サービスを「RESTful Web サービス」と呼ぶ．

3.　RDF の活用パターン

本章では，リソース指向サービスに基づく “Semantic REST” と呼ぶ考え方について説明する．これは，セマンティック情報を付与した Web サービスの形態である．本章は以下のように展開し，Semantic REST とセマンティック　パーサについて説明する．3.1 節では Semantic REST の実装とセマンティック　パーサとの関連について述べる．3.2 節ではサービス第 1 の機能である，HR データに対する MR 要素の追加について説明する．3.3 節では第 2 の機能として，MR データの HR データ化について述べる．そのうえで 3.4 節でそれぞれの機能の具体的な動作について，コードと合わせて説明する．

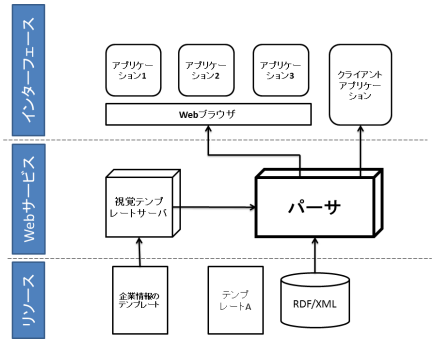

図 1　サービスの 3 層構造
Fig. 1　The 3 Layers of RESTful Web service.

3.1　Semantic REST

ここで，Semantic REST をセマンティクスを付与した情報資源を扱う RESTful Web API と定義する [9]．以下では，この Semantic REST の構造，実装方法やサービスとの関連について述べる．また，Sematic REST を実装したサービスの開発について説明する．

3.1.1　Semantic REST を実装するための階層構造

Semantic REST を提供するシステムの実装は，文献 [9], [10], [11] など近年多く提案されている．多くの場合，**図 1** に示すような 3 階層の構造によって成り立っている．

最下層のリソース層では，RESTful Web API によりセマンティック情報の表現形式によって情報が提供される．最上層のインタフェース層は，I/O をともなう Web 画面やスマートフォン・タブレットアプリなどが対応する．本稿で考察の対象とするのはその間に挟まれたミドルウエアとしての Web サービスの機能である．ここでは，セマンティクスを付与するデータに対して，「収集」と「加工」のそれぞれの処理を行う．たとえば，クローリング機能により既存のセマンティック情報を「収集」し，それを 1 つにまとめる・フィルタリングをするなどの「加工」を行う場合がある．また，本稿で扱うようなポータルサイトからテキストデータを「収集」し，セマンティクスを付与するという「加工」を施すことも想定される．セマンティック パーサは，指定されたリソースを「収集」し，HR→MR や MR→HR の相互運用性の付与という「加工」を行う．

3.1.2　Semantic REST の実装方式

RESTful Web サービスは，サーバ・クライアント間でリソースの現在状態を取得しそれらをやりとりすることでリソースに対するアクションを実行する．データはリソース表現がなされ，それらを説明するメタデータが付与されている．メタデータは，「名前」と「値」の組であり，名前は「値」の構造とセマンティックを表すためのオントロジで規定される．それらはあらかじめ規定された仕様に従う．基本的には，POST と PUT を利用してクライアントがリソースの状態の操作を行う．サーバは，クライアントから

© 2014 Information Processing Society of Japan

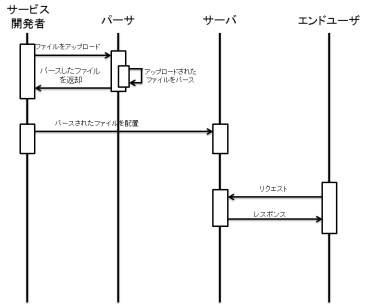

図 2　サービスの流れ 1
Fig. 2　Sequence of the service 1.

の GET 要求に対応してクライアントの状態を送信することでクライアント側を操作する．こうした状況を REST の文字どおりの意味である「状態遷移表現」が伝える．REST を利用して情報資源の運用を行う際，その現在の状態に関する情報を管理しなければならない．RESTful Web サービスでは，クライアントは，リソースを取得するというよりその状態を取得すると見なすことができる．

3.1.3　Semantic REST における RDFa の活用

W3C によって簡便なセマンティックの表現形式として規定されているものの 1 つに RDFa がある．本稿では，Semantic REST に基づく Web サービスをこの形式で提供する方式を述べる．RDFa は RDF のシリアライゼーションフォーマットの 1 つである．これは，XHTML のタグ中の要素としてメタデータを埋め込むものであり，これを利用することで Web ページは HR データでありながら MR データとしても容易に扱えるようになる．このような，HR データと MR データ両方の特性を持つデータを MR・HR データと定義する．また，RDFa では XHTML の仕様を柔軟に活用することができる．これによって，セマンティックを表現した「MR」リソースに対応するページを「HR」コンテンツとして表示することができる．以降 3.2 節と 3.3 節では，セマンティック　パーサの 2 つの機能について説明している．この 2 つの機能は，HR→MR と MR→HR の相互運用を提供するものである．RDFa は，HR・MR データであるためどちらの機能でも出力として活用できる．

3.2　セマンティックアノテーションとマッシュアップ

セマンティック　パーサの第 1 の機能は，HR データに対して，MR データであるセマンティックデータをアノテーションとしてマッシュアップすることで，HR・MR データとして取り扱えるようにするというものである．セマンティック　パーサの流れを図示すると**図 2** のようになる．ユーザは，HR データとして HTML を，MR データとしてその HTML の各要素と RDF を関連付ける JSON ファイルを与える．この JSON ファイルの記述は，HTML の各 DOM に対して RDF の要素を指定するものである．この 2 つのファイルを受け取ると，パーサは HTML に JSON の

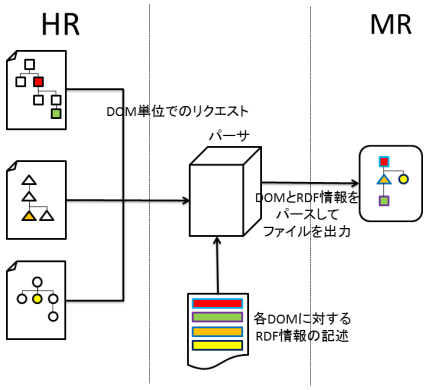

図 3　複数の DOM による RDFa 構築の流れ
Fig. 3　Sequence of RDFa output from several DOM.

記述に基づいて RDF 要素を埋め込んで RDFa ファイルを出力する．

図 2 は，パーサを利用して自分のサービスを提供するサービス開発者を起点に処理を記述している．サービス開発者はパーサに対して HTML と JSON ファイルをアップロードする．パーサはアップロードされたデータをパースして RDFa データをサービス開発者に対して返す．最後に，サービス開発者が返ってきた RDFa データを適切な場所に配置することで，HR・MR データである RDFa データを Web に公開することができる．

この機能を運用するにあたって想定されるケースは，HTML と JSON をパーサの利用者が用意するものと，外部で提供されている HTML を利用するものが考えられる．外部の HTML を利用する際には，さらに外部のファイル全体を利用する場合と一部を利用するものが想定される．外部のリソースを利用する場合，**図 3** に示すように複数のページから DOM（Document Object Model）を集めて新しいリソースを組み上げることが可能である．JSON は各 DOM に RDF 要素を埋め込むため，組み上げたリソースは RDFa として出力可能である．

3.3　セマンティックデータの視覚化のためのマッシュアップサービス

パーサの第 2 の機能は，MR データを HR にするものである．MR データに対応するような視覚テンプレートを定義することにより，MR データを任意の表現形式や構造で出力する．視覚テンプレートは，XHTML をベースとしており，RDF/XML との対応関係の記述法は CSS をベースとしている．現状では入力として，MR データとして RDF/XML と視覚テンプレート利用する機能を実装した．パーサは入力された RDF/XML を視覚テンプレートに沿った表現・構造で出力する．この機能は，ファイルを直接アップロードするだけでなく，データの存在する URI を指定して利用することもできる．URI 指定の場合のサービスの流れは**図 4** のようになっている．

© 2014 Information Processing Society of Japan

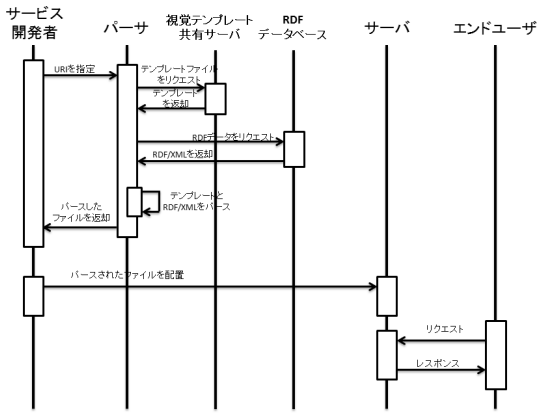

図 4　サービスの流れ 2
Fig. 4　Sequence of the service 2.

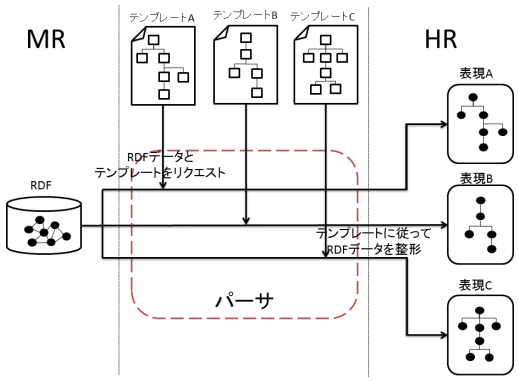

図 5　様々な表現を用意するパターン
Fig. 5　Mashup patterns for various format.

次に，以下の 3.3.1 項と 3.3.2 項でこの機能を利用する 2 通りの運用ケースについて解説する．

3.3.1　ケース 1：データとテンプレートの 1 対多関係

まず，図 5 のようなケースについて考える．これは，1 つの MR データに対して複数のテンプレートを対応させるというものである．

たとえば，1 つの RDF 情報に対して，3 パターンのテンプレート A・B・C が用意されているとする．これにより，内容は同じだが，デザインやデータ構造の異なる 3 つの表現 A・B・C がパーサから出力される．

このパターンでは，内容を統一しつつ様々なデザインや表現で情報を提供したい場合に有効である．例として，組織や個人の紹介用 Web ページがあげられる．こうした Web ページを作成する際，同一内容の PC 用ページとスマートフォン用ページを作成することが考えられる．この場合，以下の手順で 2 種類の表現を出力できる．

① 紹介したい内容を RDF/XML でまとめる．
② PC 用のデザインを記述したテンプレートとスマートフォン用のデザインを記述したテンプレートを用意する．
③ RDF/XML と各テンプレートをパーサに渡す．

これにより，内容が統一された PC とスマートフォンの

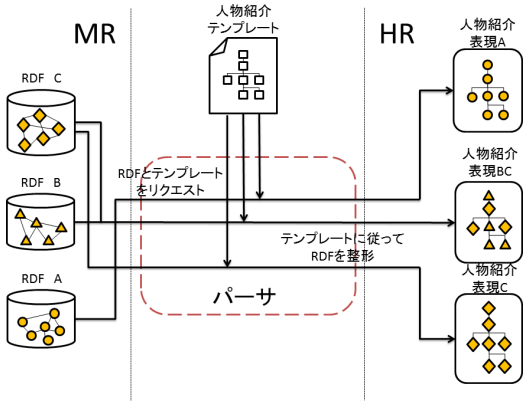

図 6　複数データとテンプレート，出力の関係
Fig. 6　Multiple data and output with single template.

2 つの表現が用意できる．このケースのメリットは，内容の修正が簡単にできることである．内容を修正したい場合，RDF/XML を修正しパーサを通してファイルを上書きするだけで修正が完了する．

3.3.2　ケース 2：データとテンプレートの多対 1 関係

ここでは，複数の MR データを共通の表現にまとめる場合を述べる．このケースにおけるデータとパーサの関係を図示すると図 6 のようになる．

内容が異なる複数の RDF データストアがあるとする．データストアはすべて同一のオントロジに基づいて記述されたデータを保持していると仮定する．パーサはクラス名や ID をキーとしてファイルをパースするため，オントロジが同一であれば複数のデータで同一のテンプレートが使える．このケースにおける具体例として，

- 人物紹介
- 商品カタログ
- 企業情報
- 図鑑

などが考えられる．

3.4　システム実装

ここでは，上述したシステムの実装について，コードとともに説明していく．3.4.1 項では，3.2 節で説明した機能を，ソースコードを交えて説明する．具体的には，既存の HTML に対して RDF 情報を記述した JSON を利用して RDFa を出力する機能について説明する．3.4.2 項では，3.3 節で説明した機能を，ソースコードを示して説明する．これは，RDF/XML をテンプレートに則した RDFa にパースする機能の説明であり，3.3.1 項と 3.3.2 項で説明している 2 つのケースを具体的に示す．

3.4.1　セマンティックアノテーションの実装

ここでは，3.2 節で説明した通常の HTML 文書を RDFa として出力する機能の実装について説明する．例として，元となる HTML コードの一部をソースコード 1 に示す．この文書に対応するように，追加したい RDFa 情報と追加し

© 2014 Information Processing Society of Japan

たい場所を記述したJSONファイルを記述する．この記述例をソースコード2に示す．JSONの記述では，情報の追加場所をselectorの値で指定する．指定方法はCSSの記述方式を参考にしている．例示している記述では，ソースコード1の に対して，RDFa要素を追加することにより，ソースコード3の のように出力される．内容については，JSONファイルに記述してあるattr=valueという関係になっている．元のHTMLであるソースコード1とそれに対応させたJSONのソースコード2をパーサに入力すると，ソースコード3のようなRDFaが出力される．

ソースコード1　元となるHTML

```
<div class="thumb">
        <span class="cname"> KT 社</span>
        <div class="address">
          <span class="postcode">○○○-○○○○</span>
          <span class="site">東京都墨田区向島××</span>
        </div>
        <div class="introduction">  ・・・略・・・</div>
</div>
```

ソースコード2　HTMLとRDFを対応付けたJSON

```
items:[
      {selector:"body", rdfas:[
            {attr:"xmlns:industory",
value:"http://example.com/Company#"}
      ]},
      {selector:".thumb", rdfas:[
              {attr:"typeof", value:"industory:Company"}
      ]},  ・・・略・・・
]
```

ソースコード3　HTMLとJSONから生成されたRDFa

```
<div class="thumb" typeof="industory:Company">
        <span  class="cname"  property="industory:name">  KT  社
</span>
        <div class="address" rel="industory:exist">
          <span class="postcode" typeof="industory:Postcode"
property="industory:name">○○○-○○○○</span>
          <span class="site" typeof="industory:Site" property=
"industory:name">東京都墨田区向島××</span>
        </div>
        ・・・略・・・
</div>
```

3.4.2　セマンティックデータビジュアライジングの実装

次に，3.3節で示したRDF/XMLと視覚テンプレートを用いてRDFaを出力する機能について解説する．ここでは，具体的な説明のため3.3.1項のケースを想定して，ソースコードを示しつつ解説する．ここで利用するRDF/XMLは企業情報のデータである．この一部をソースコード4に示す．このXMLファイルに対応するような視覚テンプレートファイルを記述する．これはHTMLをベースとしており，ソースコード4の企業名と紹介文を出力するためのテンプレートである．このコードの一部をソースコード5に示す．ここで，ソースコード4とソースコード5をパーサに入力することで視覚テンプレートを変換してソースコード6に示すRDFaを出力できる．本システムでは，<%parse %> で囲んだ部分を変換対象として動作する．{クラス名.プロパティ名} の記述にRDF/XMLの内容を挿入するようになっている．ここではソースコード4のRDFに記述されている <rdf:type rdf:resource= ”http://example.com/Company#Company”/> が記述されているDescription要素がCompanyクラスとなる．この，Companyクラスである <rdf:Description rdf:about= ”http://example.com/Company#Company_A”> の持つname要素，つまり <name></name> で囲われている文字列を {Company.name} の部分に挿入する．また，RDFに同じクラスのデータが複数存在する場合，変換対象になっている構造を複製して全データを出力している．

ソースコード4　利用するRDF/XML

```
<rdf:Description  rdf:about="http://example.com/Company#○○○-○
○○○">
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
        <rdf:type
rdf:resource="http://example.com/Company#Postcode"/>
        <name>○○○-○○○○</name>
        ・・・略・・・
</rdf:Description>
<rdf:Description
rdf:about="http://example.com/Company#Company_MG">
        <rdf:type
rdf:resource="http://example.com/Company#Company"/>
        <name>MG 社</name>
        ・・・略・・・
</rdf:Description>
```

ソースコード5　名前と紹介文を表現するテンプレート

```
<div id="contents">
        <ul id="clist">
              <%parse
              <li class="company" typeof="industory:Company">
<span class="cname" property="industory:name">{Company.name
}</span><br />
                <div class="introduction" rel="industory:introduce">
                ・・・略・・・
                </div>
              </li>
              %>
        </ul>
```

© 2014 Information Processing Society of Japan

ソースコード 6　名前と紹介文が記載された RDFa

```
<div id="contents">
    <ul id="clist">
     <li class="company" typeof="industory:Company">
<span class="cname" property="industory:name">&quot; A 社
&quot;
</span><br />
      <div class="introduction" rel="industory:introduce">
       ・・・略・・・
      </div>
     </li>
     ・・・略・・・
    </ul>
</div>
```

また，これは 3.3.1 項のケースで示したように異なる視覚テンプレートを利用することで同じ内容を異なる形式で出力することができる．別パターンの視覚テンプレートをソースコード 7 に示す．これは，ソースコード 4 の名前と連絡先を出力するためのテンプレートである．ここでソースコード 4 とソースコード 7 を入力するとソースコード 8 に示す RDFa が出力される．

ソースコード 7　名前と連絡先を表現するテンプレート

```
<%parse
<div class="thumb" typeof="industory:Company">
    <span class="cname" property="industory:name">{Company.na
me}</span>
   <div class="address" rel="industory:exist">
      <span class="postcode" typeof="industory:Postcode" propert
y="industry:name">{Postcode.name}</span>
      ・・・略・・・
   </div>
</div>
%>
```

ソースコード 8　名前と連絡先が記載された RDFa

```
<div class="thumb" typeof="industory:Company">
 <span  class="cname"  property="industory:name">&quot;A 社
&quot;</span>
 <div class="address" rel="industory:exist">
  <span class="postcode" typeof="inductory:Postcode" propert
y="industory:name">&quot;  ○○○-○○○○&quot;</span>
  <span class="site" typeof="industory:Site" property="inductor
y:name">&quot;東京都墨田区向島××&quot;</span>
  </div>
  </div>
```

4.　実際のビジネスサイトでの活用事例

本章では，3 章で説明した機能を具体的な情報提供サービスに適用した例を紹介する．ここでは Makers-In

図 7　作例のブラウザでの表示
Fig. 7　View example on a browser.

(http://www.makers-in.com) というビジネスサイトを利用する．これは製造業の企業情報を掲載しているサイトである．本稿では，このサイトに掲載されている企業名，住所や紹介文などの企業情報を利用している．各節で出力した RDFa のブラウザ表示を示す．4.1 節では 3.2 節で示したソースコード 3 の RDFa の実例を示す．4.2 節では 3.3 節で示したソースコード 6 とソースコード 8 の実例を示す．

4.1　HTML に RDF 情報を付与する

まず, HR データである HTML に MR データである RDF 情報を付与し，HR・MR データである RDFa を出力する機能についての例を紹介する．

図 7 は 3.2 節で説明したように, 元となる HTML のソースコード 1 と，その HTML と RDF を対応付けた JSON であるソースコード 2 を入力することで出力されるソースコード 3 の RDFa の実例である．このように，既存の web ページと RDF を対応付けした JSON が用意できれば RDFa にパースすることができる．また，RDFa にパースすることにより，HR データとして閲覧することもでき，MR データとしてプログラムに処理させることも容易になることが予想される．

4.2　RDF/XML をテンプレートに則した RDFa にする

ここでは, 3.3 節で説明した MR データである RDF/XML を HTML ベースの視覚テンプレートファイルに則した RDFa を出力する機能の例を紹介する．以下で 2 通りの例を説明する．1 つ目の例として，会社名と紹介文一覧の例を示す．入力として，ソースコード 4 の企業情報が記載された RDF/XML と，ソースコード 5 の名前と紹介文を表示するテンプレートを利用する．この 2 つをパーサに入力することで，ソースコード 6 の RDFa が出力される．これを表示させると**図 8** のようになる．

2 つ目の例は，企業名と連絡先の一覧表示である．ここでは，入力としてソースコード 4 の企業情報の RDF/XML と，ソースコード 7 の企業名と住所，郵便番号を表示するテンプレートを利用する．この 2 つをパーサに入力することで，ソースコード 8 の RDFa が出力される．これを実際

© 2014 Information Processing Society of Japan

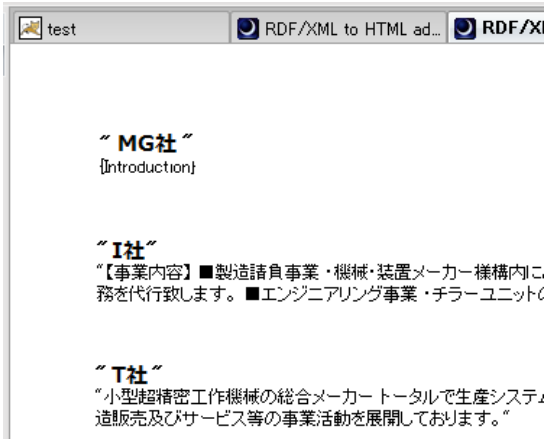

図 8　会社名と紹介文の一覧表示
Fig. 8　View presentation of companies and their introductions.

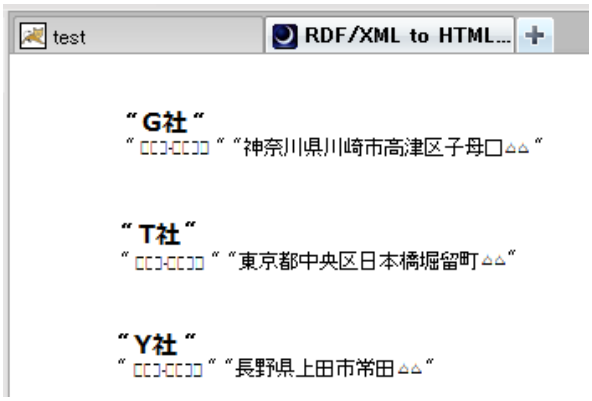

図 9　会社名と住所の一覧表示
Fig. 9　View presentation of companies and theiraddresses.

に表示させると**図 9** のようになる．

この 2 つの例は，ソースコード 4 の企業情報を 2 つのテンプレートを利用することで異なる表現として出力させている．この機能により，1 つのデータに対してテンプレートの変更によって表現を変更できる．このように，同一データでもテンプレートの変更で表示させる情報を変えることも可能である．また，同じオントロジに沿って記述された RDF/XML であれば，ソースコード 4 のデータ以外でも同じ表現で RDFa を出力できる．

4.3　活用事例のまとめ

本章では，ビジネスサイトを対象とした実装を通じて提案方式の有用性の検討を行った．Makers-In のようなサイトを作成する場合，デザインの構築に加え，ページごとにデータの引き出し処理や連携の処理が必要になる．提案方式を適用した場合，デザインを構成するテンプレートファイルとリソースがあればサイトを作成できるため，デザインを構築するだけでよくなる．また，テンプレートファイルとリソースを HTTP でアクセス可能な形にしておけば，パーサにその URL を渡すだけでサイトを構築できる．さらに，テンプレートファイルが公開されている場合，テンプレートファイルが対象としているリソースと同一のオントロジでデータを記述することで，公開されているデザインで独自のデータを公開することも可能である．このため，ビジネスサイト用のオントロジが存在しそのオントロジを対象にしたテンプレートファイルが公開されていれば，リソースを公開してパーサを利用するだけでビジネスサイトを公開できる．このように，ビジネスサイトへの適用はサイト構築のコストを大きく削減することが期待できる．

5.　考察

本稿では，リソースとして RDF/XML や HTML を利用して，RDFa を RESTful に提供するシステムを提案した．本稿で紹介した例では，リソースとなる情報はあらかじめ準備した．これは，RDF をリソースとし，REST アーキテクチャを用いた Web サービスによる Semantic REST の一例で，様々な Web サービスやセマンティクスを持ったリソースとのマッシュアップへの展開が想定できる．たとえば，クローリング機能を付与した場合，多様な URL から情報を獲得したうえで目的に従って表示できる．一方で，3.3 節（図 6）では 1 つのテンプレートによって多数のデータに対して共通のインタフェースを提供する方式を示した．もし，適用させたいサービスに関して，共通のオントロジに基づく RDF リソースが用意されている場合，統一的なインタフェースで情報を提示するサービスを柔軟かつ容易に作成できる．また，このパーサの機能をサーバのプラグインや CMS として組み込めば，公開したい情報とテンプレートの場所を指定するだけで Web サイトの構築が可能になるということも考えられる．すなわち，このような機能の提供によってリソースの利活用という観点から分解と再構築の効用が生まれ，情報資源の再利用に役立つと考えられる．

6.　むすび

今後 Web でセマンティック情報を提供する環境が充実していくと考えられる．2.2 節で述べたように資源獲得とサービスの提供先および HR/MR の別により 8 種類の場合が想定できる．本稿では，多くの場合に対応できるマッシュアップ方法として，ファイルの読み込みとパーサによる処理を基本とする手法を提案している．本稿における実装・例示の状況をまとめると**表 2** のようになる．

△は実装のみ，○は想定されるケースの提示，◎は実際の利用例の例示を行っていること示している．今後の研究課題として，今回例示しなかったケースへの実際の適用例の作成や，新たに考えられる運用ケースの模索があげられる．また，本稿では利用する資源やマッシュアップするサービスの場所が既知であるという前提がある．この観点から利用者への支援機能が欠如している点も今後改善していくべきである．

© 2014 Information Processing Society of Japan

表 2　本研究での提示状況
Table 2　Results of this study.

	HTTP 経由	ファイル入力
HR データへの MR データの付与	△	◎
1 つの MR データの複数表現	○	◎
複数の MR データの統一表現	○	○

参考文献

[1] Di Nitto, E. et al.: *At Your Service*, MIT Press (May 2009).
[2] Linked Open Data, available from ⟨http://linkeddata.org/⟩.
[3] Cai, H.: Configurable Resource-Oriented Architecture toward Service Cooperation, *Proc. 2012 IEEE Int. conf. Computer Supported Cooperative Work in Design* (2012).
[4] Janner, T. et al.: Patterns for Enterprise Mashups in B2B Collaborations to foster Lightweight Composition and End User Development, *IEEE Int. Conf. on Web Service* (2009).
[5] Yahoo!デベロッパーネットワーク，入手先 ⟨http://developer.yahoo.co.jp/⟩.
[6] 藤井章博：広がる Web API の活用, 科学技術動向, No.106, 科学技術政策研究所 (2010).
[7] Segaran, T.：集合知プログラミング，オライリー (July 2008).
[8] REST2013, available from ⟨http://ws-rest.org/⟩, *4th Int. Workshop RESTful Design*.
[9] Rovan, L. et al.: Extending Java Web Application for Semantic Web, *Proc. ITI 2008* (2008).
[10] Ngu, A.H.H.: Semantic-Based Mashup of Composite Applications, *IEEE. Trans. Service Computing*, Vol.3, No.1 (2010).
[11] Khalili, A. et al.: The RDFa Content Editor - From WYSIWYG to WYSIWYM, *IEEE 36th Int. Conf. on Computer Software and Application* (2012).

清水 宏泰　（正会員）

法政大学理工学部応用情報工学科卒業．同大学大学院工学研究科電子情報工学専攻修士課程在学中．

藤井 章博　（正会員）

東京大学大学院工学系研究科中退，博士（工学）．東北大学，宮城大学，文部科学省科学技術・学術政策研究所を経て，現在，法政大学理工学部応用情報工学科准教授．

© 2014 Information Processing Society of Japan