

Semantic Web の技術と応用の動向

今村 誠[†] 伊藤 山彦[†] 増塩 智宏

E-mail: {imamura, titoh, masushio}@isl.melco.co.jp

三菱電機(株) 情報技術総合研究所 音声・言語処理技術部
([†]財団法人 情報処理相互運用技術協会 セマンティック Web 委員会委員)

2001年ごろから、Web コンテンツに意味情報を付与することにより Web の有用性を飛躍的に高めようとするセマンティック Web が注目されるようになってきた。そして、W3C(WorldWideWeb Consortium)では、この意味情報を表現するメタデータやオントロジを記述する言語の標準化を進めている。本稿では、セマンティック Web が普及するか否かは、メタデータやオントロジの作成コストに見合った効果が得られる応用システムがどれだけ現れるかにかかっているとの問題意識をもって、最近のセマンティック Web の標準化動向を概観した上で、今後の方向性を示唆する応用システム事例を紹介する。紹介する応用分野は、文書管理、知識経営(Knowledge Management)、EAI(Enterprise Application Integration)と EC(Electronic Commerce)、検索ポータル、および個人情報管理である。

Recent trends of technologies and applications in the Semantic Web

Makoto IMAMUMA[†] Takahiro ITOH[†] Tomohiro MASUSHIO

E-mail: { imamura, titoh, masushio }@isl.melco.co.jp

Information Technology R & D Center Human Media Technology Dept. Mitsubishi Electric Corporation

([†]A member of Semantic Web Committee, Interoperability Technology Association for Information Processing, Japan)

The Semantic Web, which intends to increase the usability of the web highly by adding semantic information to web contents, has been paid much attention recently. W3C (WorldWideWeb Consortium) has been standardizing metadata and ontology description languages. We think that whether the Semantic Web will be widespread or not depends on the emergence of new applications whose benefits are superior to the creation cost of metadata and ontology. In this paper, we survey the latest standardization trends and introduce some system examples which suggests future directions of the semantic web applications. Introduced application fields are document management, knowledge management, EAI (Enterprise Application Integration) and EC(Electronic Commerce), search portal, and personal information management.

1 はじめに

90年代の初めに提案されたHTML(HyperText Markup Language)は、インターネットを介して世界中で公開されている様々な情報にアクセスできるWWW(World Wide Web)を生み出した。その一方で、WWWの爆発的な普及は情報の氾濫を引き起こし、利用者が自分の必要とする情報を手に入れる手間も次第に大きくなってきた。セマンティック Web は、この情報の氾濫を解決するために、現状の Web コンテンツに機械が理解可能な意味情報を付与することにより、Webの有用性を飛躍的に高めようとする次世代の Web ビジョンである。

セマンティック Web に関しては、01年2月にW3C(WorldWideWeb Consortium)の活動として承認されて以来、すでに多くの解説記事が書かれてきた([1]-[11])。セマンティック Web の背景や技術の紹介についてはこれらの解説記事に譲ることとし、本稿では、セマンティック Web 技術の中核であるメタデータとオントロジが何の役に立つか、またどの程度実用化されているかを明らかにすることを目的として、最近の標準化と応用の動向を紹介する。

本稿の構成は、以下のとおりである。2章では、メタデータとオントロジを記述するための共通言語と、電子図書館や電子政府等の分野毎のメタデータの標準化動向について述べる。3章では、セマンティック Web 技術の応用分野として、文書管理、知識経営(Knowledge Management)、EAI(Enterprise Application Integration)とEC(Electronic Commerce)、検索ポータル、および個人情報管理を取り上げ、各々への応用事例を紹介する。4章では、まとめを述べる。

2 メタデータとオントロジに関する標準化動向

本章では、セマンティック Web 技術の中核であるメタデータとオントロジに関する最近の標準化動向を紹介する。2.1節では、メタデータとオントロジとは何かについて簡単に説明する。2.2節では、W3Cにおける標準化動向について述べ、2.3節では、電子図書館や電子政府などの応用分野毎のメタデータの標準化動向について述べる。

2.1 メタデータとオントロジとは

メタデータとはデータに対するデータという意味であるが、セマンティック Web の分野では、テキス

トやイメージなどの Web 上のコンテンツやサービス(リソースと呼ばれる)を管理、検索、および再利用するために付与されるデータという意味で用いられる。具体的には、電子図書館における書誌データ(タイトル、著者など)や、HTML 文書に META タグとして付与されるデータなどを指す。どのようなメタデータが必要であるかは、対象分野ごとに開発される応用システムやサービスに依存するので、電子図書館、電子政府、ニュース配信、教育、およびマルチメディアコンテンツ管理などの分野毎に標準化が進められている。

オントロジとは、元来は哲学の用語で、「存在する」ということの意味を問う学問分野のことであったが、人工知能や Web の分野では、「概念間の関係の明確な定義の集まり」という意味で使われている。Web 上のリソース中の個々の記述で用いられる語彙が異なるため、概念間の相互関係(上下関係や同義関係など)をオントロジとして定義しておくことにより、不特定多数の人によって作成/更新される Web 上のリソース間の意味的な関連付けを捉えることを可能にすることを狙っている。より具体的には、メタデータとオントロジによって、関連情報検索、検索フィルタリング、さらには、Web 上のサービスの合成など、人間だけでなくマシンが参照するための情報を記述することを狙っている。

2.2 W3C における標準化動向

セマンティック Web では、Web 上のリソースに対して意味情報を付与することにより、人間だけでなく検索エンジンや EC サービスなどのプログラムでも処理可能な空間を構築しようとしている。そこで、W3C では、この意味情報を記述するための共通の記述言語の標準化を推進している。この共通の記述言語は、メタデータを記述する言語と、メタデータで記述された個々の意味情報を関連づける体系であるオントロジを記述する言語に大別される。

メタデータの記述言語に関する W3C の仕様書類のリストを表 1 に、また、オントロジの記述言語に関する W3C の仕様書類のリストを表 2 に示す。

オントロジ記述言語は標準化が進行中の状況であるが、「Requirements for a Web Ontology Language」では、Web オントロジの代表的な利用分野として、以下の6つの事例をあげている。

表 1 メタデータ記述言語に関する W3C の仕様書類

名称	ステータス	概要
Resource Description Framework(RDF) Model and Syntax Specification	勧告 (1999-02-22)	RDF のモデルと構文規則を規定している。 ■ http://www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222
RDF/XML Syntax Specification (Revised)	作業ドラフト (2002-11-08)	「RDF Model and Syntax Specification」を補強すると共に、RDF 用の XML 構文を規定している。 ■ http://www.w3.org/TR/rdf-syntax-grammar/
RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema	作業ドラフト (2002-11-12)	RDF の語彙をどのように記述するかを規定している。 ■ http://www.w3.org/TR/rdf-schema
RDF Model Theory	作業ドラフト (2002-11-12)	RDF および RDF Schema のモデル論的意味論を規定している。■ http://www.w3.org/TR/rdf-mt/
RDF Test Cases	作業ドラフト (2002-11-12)	RDF の記述例を示している。 ■ http://www.w3.org/TR/rdf-testcases/
RDF Primer	作業ドラフト (2002-11-11)	RDF の基礎知識を提供するチュートリアル。 ■ http://www.w3.org/TR/rdf-primer/
Resource Description Framework (RDF): Concepts and Abstract Data Model	作業ドラフト (2002-11-08)	RDF の文法の規定、および、RDF の基本概念の説明。 ■ http://www.w3.org/TR/rdf-concepts/

表 2 オントロジ記述言語に関する W3C の仕様書類

名称	ステータス	概要
Requirements for a Web Ontology Language	作業ドラフト (2002-03-07)	Web オントロジ言語の要件を規定している。 ■ http://www.w3.org/TR/webont-req/
OWL Web Ontology Language 1.0 Abstract Syntax	作業ドラフト (2002-07-29)	OWL の文法と意味論を規定している。 ■ http://www.w3.org/TR/owl-absyn/
OWL Web Ontology Language 1.0 Reference	作業ドラフト (2002-07-29)	OWL の言語リファレンス。 ■ http://www.w3.org/TR/owl-ref/
Feature Synopsis for OWL Lite and OWL	作業ドラフト (2002-07-29)	OWL 言語の概要を説明している。 ■ http://www.w3.org/TR/owl-features/
Web Ontology Language (OWL) Test Cases	作業ドラフト (2002-10-24)	OWL の記述例を示している。 ■ http://www.w3.org/TR/owl-test/

表 3 メタデータ記述の例(RDF 利用)

名称	説明
Dublin Core	DCMI(Dublin Core Metadata Initiative)が推進する作者、タイトル、作成日といった書誌情報用のボキャブラリ。 ■ http://dublincore.org/
RDF Site Summary (RSS)	RSS-DEV Working Group が推進するサイトの更新情報を利用者に公開するための規格。 ■ http://web.resource.org/rss/1.0/
MusicBrainz	音楽 CD のアーティスト名や曲名といったメタデータを公開。推進者は、Robert Kaye 氏と Johan Pouwelse 氏である。 ■ http://www.musicbrainz.org/
PhotoRDF	写真の書誌情報(機材や撮影条件等)を RDF 形式で表現するためのケーススタディ記述。 ■ http://www.w3.org/TR/photo-rdf/
RDF vCard	電子名刺 vCard を XML/RDF で表現した記述。標準化推進団体は W3C。 ■ http://www.w3.org/TR/vcard-rdf
Annotea	Web ページへのアノテーションの規格。標準化推進団体は W3C。 ■ http://www.w3.org/2001/Annotea/
Extensible Metadata Platform(XMP)	Adobe 社が提案するメタデータ記述フレームワーク。XMP によりデジタルコンテンツに対するメタデータを付与することができる。 ■ http://www.adobe.com/products/xmp/main.html

表 4 その他のメタデータ記述の例

名称	説明
PICS (Platform for Internet Content Selection)	有害コンテンツをクライアントでフィルタリングするために Web ページに付与する記述に関する W3C 規格。 ■ http://www.w3.org/PICS/
P3P(Privacy Preferences Project)	Web サイトにおけるプライバシーポリシーを開示するための W3C 規格。 ■ http://w3.org/p3p
MIRReg Metadata Element Set	EU 標準の行政公開情報に対する書誌情報のボキャブラリを規定している。 DublinCore をベースとして、廃棄時期、保管場所、および関連法規といった行政情報管理特有の拡張がなされている。 ■ http://dublincore.org/groups/government/mireg-metadata-20010828.shtml また、イギリス、デンマーク、アイルランド、フィンランド、オーストラリア、ニュージーランド、および米国などで、各々の国の実情に合わせた行政公開情報の標準が検討されている。
Learning Object Metadata (LOM)	IEEE が推進する教育用コンテンツの対象年齢や内容といったメタデータの規格。 ■ http://ltsc.ieee.org/wg12/
MPEG-7	マルチメディア・コンテンツの内容記述方式に関する ISO/IEC 規格。
DIG35	DIG35 Initiative Group が推進する写真データに付与するメタデータの規格。 ■ http://www.i3a.org/I_dig35.html
TVAnytime	TV-Anytime Forum が推進する MPEG7 をベースに開発されたコンテンツに対するメタデータ。番組の検索・推薦機能などに使用できる。 ■ http://www.tv-anytime.org/
XrML (eXtensible rights Markup Language)	ContentGuard 社の規格であるデジタルコンテンツの利用・保護に関する権利情報を表現するための言語。 ■ http://www.xrml.org/
ODRL (Open Digital Rights Language)	デジタルコンテンツの利用・保護に関する権利情報を表現するための言語。 OMA(http://www.wapforum.org)で携帯電話用の著作権管理の記述に採用されている。標準化推進団体は ODRL Initiative(http://odrl.net/)。 ■ http://www.w3.org/TR/odrl/

- (1) Web ポータル
- (2) マルチメディアコレクション
- (3) 企業の Web サイト管理
- (4) 設計情報のドキュメンテーション
- (5) 知的エージェント
- (6) ユビキタスコンピューティング

従来システムの情報を探索する手段としては、単純な分類とキーワード検索しか提供しないものが多かった。それに対して、情報に対するメタデータの話彙セットのオントロジを記述し、そのオントロジを用いた推論機構を提供することにより、対象分野の特性、利用者の嗜好やアクセス状況に応じたより知的な検索機能を提供できるようになる。

2.3 分野毎のメタデータの標準化動向

ネットワーク上に分散したデジタルコンテンツを統合管理するために、様々な分野でメタデータの標準化活動が進められている。本稿では、メタデータの応用分野として何があるかを明確にすることに重点をおいているので、記述形式としては W3C のメタデータ記述言語である RDF だけでなく、XML を用いているものも含めて紹介する。RDF を用いたメタデータ記述を、表 3 に示す。また、必ずしも RDF を用いていないものを表 4 に示す。

3 セマンティック Web 技術を用いたソリューション事例

2 章で述べたようにメタデータやオントロジを記述する言語の標準化は着実に進展しつつある。さらに、実業務で役立つメタデータやオントロジを作成するコストはかなり大きいので、参考文献[3]中の記事「セマンティック Web のツール」で紹介されているように、メタデータやオントロジを作成するためのエディタや半自動生成ツールも多数開発されつつある。しかしメタデータやオントロジを完全に自動生成することは当面難しいので、ここ数年内にセマンティック Web が普及するか否かは、メタデータやオントロジの作成コストに見合う効果が得られる応用がどれだけ現れるかにかかっていると私は考える。

本章では、上記の問題意識の上にならって、The Semantic Web Community Portal (<http://www.semanticweb.org/>) や Semantic Web Business SIG (<http://Business.SemanticWeb.org/>) などで紹介されているシステムやツールから、今後の開発の方向性を示唆していると感じた以下の事例を紹介する。

- ・文書管理への応用： Applied Semantics 社の CIRCA
- ・知識経営への応用： Swiss Life 社の Organizational Memory

- ・EAI と EC への応用： Mondena 大の Momis
- ・検索ポータルへの応用： Stanford 大の TAP-KB
- ・個人情報管理への応用： MIT の Haystack

3.1 文書管理への応用

コンテンツ管理へのオントロジ技術の応用例として、Applied Semantics 社の CIRCA(Conceptual Information Retrieval and Communication Architecture)を紹介する([12])。Applied Semantics 社(<http://www.appliedsemantics.com/>)は、文書管理向けの文書自動分類エンジン AutoCategorizer、メタデータ抽出エンジン MetaCreator、および、自動要約エンジン PageSumarizer などのソフトウェア製品を提供している。CIRCA は、これらのソフトウェア製品のコア技術であり、応用セマンティックオントロジと言語処理エンジンから構成されている。図 1 に、CIRCA を文書分類と文書要約に応用する際の処理の概略図を示す。

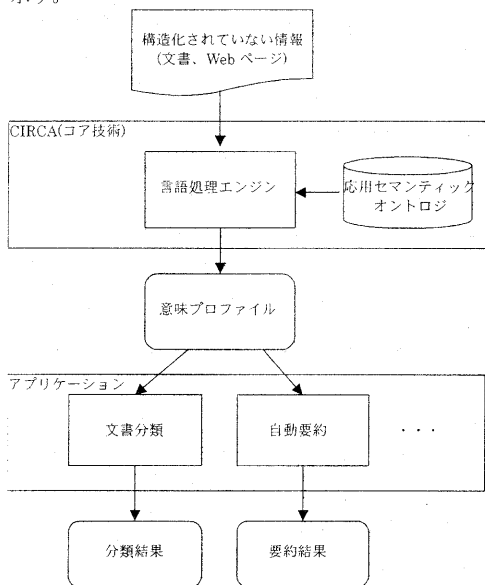


図 1 CIRCA の文書分類や文書要約への応用

応用セマンティックオントロジには、概念と概念間の関係が記述されている。概念の数は 50 万以上、単語の数は 200 万以上である。概念間の関係には、(a) 同義/対義 (Synonymy/Antonymy)、(b) 類似 (Similarity)、(c) 階層 (Hypernymy)、(d) 所属 (Membership)、(e) 構成 (Metonymy)、(f) 材料 (Substance)、(g) 製品 (Product)、(h) 属性 (Attribute)、(i) 因果 (Causation)、(j) 継嗣 (Entailment: 例「購入」と「支払い」) (k) その他関連語 (Lateral bonds) などがある。

言語処理エンジンは、応用セマンティックオントロジを参照し、文書や Web ページ等の構造化されていないテキストに対し、意味プロファイルを生成する。生成された意味プロファイルは、他のアプリケーションから利用することができる。

応用セマンティックオントロジは、主に単語の曖昧性解消のために用いられ、以下の特徴をもつ。

- ・特定の企業や分野に特化した辞書やタクソノミを利用できるようにするために、新たな単語をオントロジ中の概念にリンクする機能を有する。
- ・概念間の関係の多くは WordNet と同じであるが、確率的なデータを扱える点が優れている。
- ・概念間の共起関係をベースとする学習アルゴリズムにより、オントロジを自動的に拡充できる。

CIRCA 技術を利用した応用例としては、以下の 3 つがある。

(i) 企業情報管理への応用

企業内の業務文書を対象として、その企業の業種に応じた文書分類、自動要約、概念タグ付け、及び情報抽出の機能を提供する。

(ii) オンライン広告への応用

表示されている Web ページと検索クエリと関連の高いオンライン広告を提示することにより、個人の興味に応じた製品情報を提供できるようにする。

(iii) ドメイン名登録サービスへの応用

インターネットのドメイン名登録業者を支援するために、登録済みのドメイン名と重複せず、かつ、登録依頼会社のビジネス内容を表現したドメイン名の候補を提示したり、指定ドメイン名と関連するようなドメイン名の候補を提示する。

3.2 知識経営への応用

知識経営システムへの応用例として、Swiss Life 社 (<http://www.swisslife.ch/>) のイントラネットベースの企業内ポータルである Organizational memory (<http://www.ontoknowledge.org/>) を紹介する([13])。Swiss Life 社 Organizational Memory は、スキル管理機能と LAS(国際会計基準)検索機能を提供する。以下順に説明する。

(1) スキル管理機能

Swiss Life 社は、顧客の要求に応えるための人材を社内から検索するスキル管理機能のプロトタイプを構築し、社内の 3 つの組織から選ばれた 20~50 人のパイロットユーザーによる評価実験を実施している。スキル管理機能の狙いは、知識労働者の仕事の

約 50~80%にも達するといわれる情報収集時間を短縮することにある。本機能の構成と利用手順の概略を順に示す。

(i) 構成

スキル管理機能は、以下の4つのコンポーネントから構成される(図 2)。

- ・ スキルの記述(Skill Description)
- ・ 個人の HP を作成するためのテンプレート (Skills-Tool, Templates for Homepage generation)
- ・ ホームページ(Hompages)
- ・ 特定のスキルを有する人を検索するための検索エンジン(Search-Facility)

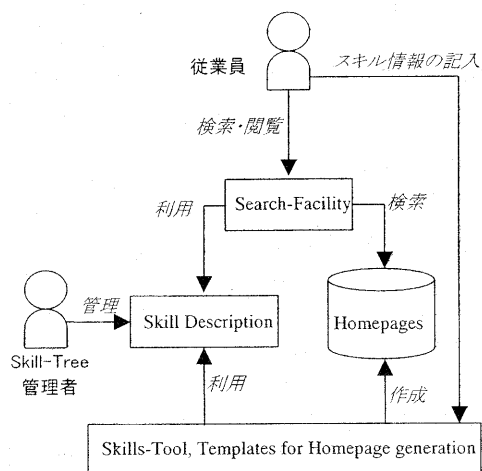


図 2 スキル管理機能の構成図

(ii) 利用手順

まず、各部署に一人ずつ設置されたスキルツリー管理者がスキルツリーと呼ばれるオントロジを作成する。このオントロジは、各個人のスキルの記述で用いられるボキャブラリを統一するためのものである。

次に、各従業員がテンプレートを用いてホームページを作る。従業員のページには以下の情報が含まれる。

- ・ 一般情報：所属、連絡先、等
- ・ 資格、職務
- ・ スキルの詳細
- ・ 自由記述欄(興味、趣味、特技や、「**専門会議に参加している。」といった記述)

一般情報、資格、職務は自動的に入力される。スキルの詳細は、アンケート形式の入力画面で入力する。入力するスキル項目は、自分の所属する部署のスキルツリーの項目と同じである。従業員は各スキルに

ついて自分のスキルを基本、実用、有能(competent)、専門(expert)の4つの選択肢から回答する。また、自由記述欄には上記以外のスキルを記述する。

上記の準備を終了した後で、各個人のスキル情報を検索できるようになる。アンケート形式で入力されたスキル情報はオントロジを用いて体系的に検索できる。また、自由記述欄は全文検索で検索できる。

(2) IAS(International Account Standard)資料検索

会計方式のIAS(国際会計基準)への移行に伴って、ローカルな法制度によって異なるIAS文書(1000ページ以上)を検索する必要が生じてきた。検索時には普段使用しているボキャブラリとIASのそれとの整合性の問題や("shaers"と"equity"の2つの語が同じ概念を表している場合は検索漏れが生じる)、対象国毎に用語が異なっているなどの問題があった。この問題に対応するために、IASオントロジを作成し、ユーザーの入力したキーワードと関係のあるキーワードをIASのボキャブラリから探してユーザーに提示し、ユーザーが適宜キーワードの修正を行う機能を提供している。

オントロジは、IAS文書から自動的に作成しており、CognitASのCorporumを用いて作成したもの(約3000概念)と、IBMのIMiner for Textを用いて作成したものが約1500概念。適切な検索機能に必要なオントロジの適正なサイズの評価は今後の課題としている。

3.3 EAI と EC への応用

EAI や EC への応用例として、Modena 大の Momis(Mediator envirOnment for Multiple Information Sources)を紹介する([14])。Momisは、異なる情報源のデータに対して、矛盾や冗長のない統合された形で情報を管理/検索できるようにするために、構造化、または半構造化されたデータソースに対して、情報の抽出と統合を行うプラットフォームである。図 3 にその構成を示す。

Momisでは、data wrapper モジュールにより、情報源のデータを、ODL₃と呼ばれる言語で表現された共通のメタデータ記述に変換する。Momisの仲介モジュール(mediator)は、global schema builder と、query manager の2つのモジュールから構成される。global schema builder では、wrapper モジュールから受け取った ODL₃の記述を統合し、各情報源が持つ情報を取り出す。query manager は、クエリを処理して最適化を行い、各検索結果を統合した情報を提示する。

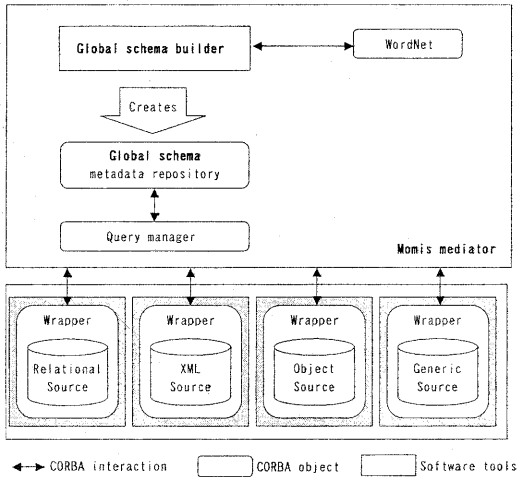


図 3 Momis の構成概略図

Momis の特徴は、以下の 2 点である。

- ・他のオープン統合システムとの相互運用性を保証するために、各情報源を統合した仮想情報を、XML を用いて表現する。
- ・各情報源を統合した仮想情報の作成時に、類似性に基づいたクラスタリングの技術を用いる。その際、WordNet の語彙知識と、検証済みの統合に関する知識を用いて、各情報源に対するオントロジを作成し、データの統合に利用している。

3.4 検索ポータルへの応用

検索ポータルへの応用例として、Stanford 大学の TAP-KB(<http://tap.stanford.edu/>)を紹介する ([15])。TAP-KB では、インターネットの全文検索の検索結果に対して、検索用の入力キーワードに関連した情報を付与して提示する Activity Based Search(ABS)と呼ばれる検索機能を提供する。例えば、図 4 は、ミュージシャンである「Yo-Yo-Ma」を検索キーワードとして入力した場合の検索結果画面である。図 4 画面の左側は既存のインターネット検索エンジンの検索結果であり、右側が ABS の検索結果である。右側にはミュージシャンの情報を公開している関連サイトから得られた情報として、Yo-Yo-Ma のプロフィール、販売されているアルバム、およびコンサートのチケットなどを提示している。

ABS では、関連情報を提示する際に、入力キーワードのカテゴリ毎に決まるメタデータの属性(例:ミュージシャンの場合は、プロフィール、アルバム、チケットなど)と、その属性のメタデータを得るため

に必要な関連サイトへのクエリの対を格納する知識ベースを用いている。

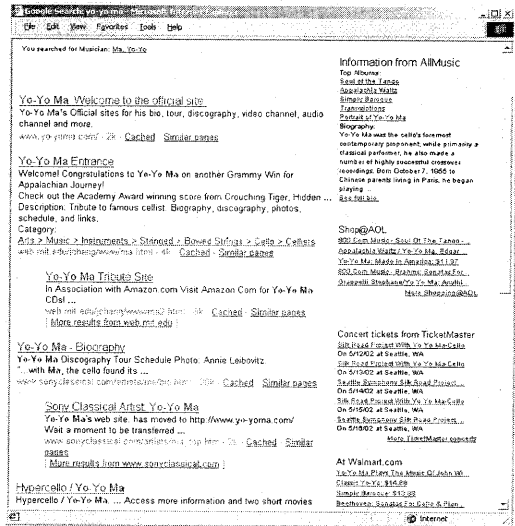


図 4 検索キーワードとして「Yo-Yo-Ma」を指定した場合の検索結果 (<http://tap.stanford.edu/tap/ss.html>)

3.5 個人情報管理への応用

個人情報管理への応用例として、個人情報管理ツール (PIM) の一種である MIT の Haystack(<http://haystack.lcs.mit.edu/>)を紹介する ([16])。Haystack は、e-mail、カレンダー、作成文書などから抽出した個人情報とツールとの関係を RDF を用いて表現して、Web ブラウザのハイパーリンクのように、メーラや辞書ソフトなどのツール間で扱う情報間のナビゲーションを可能にしたものである。また、情報の分類や、情報へのアノテーション付与を指定する機能も提供する。例えば、以下の機能を提供する。

(1) スケジューラと文書リンクとの連携機能

スケジューラ中の会議予定中の会議参加者から、その人が配布した資料を参照できる。また、文書タイトルから、その文書の著者が書いた別の文書のリストを参照できる。

(2) メーラと辞書ソフトとの連携機能

メーラが表示する単語から、その単語の意味を参照できる。従来のシステムでは、単語の文字列をコピーして辞書ソフトで検索する必要があったが、Haystack では単語が選択された場合に想定される次のアクションをあらかじめ RDF で記述してあるので、簡単に意味を調べることができる。

4 おわりに

セマンティック Web が普及するかどうかは、メタデータやオントロジの作成コストに見合った効果が得られる応用がどれだけ現れるかにかかっているとの問題意識をもって、最近の標準化動向を概観した上で、今後の開発の方向性を示唆するシステム応用事例を紹介した。現時点では、セマンティック Web 技術は、ビジネスの実業務において本格的に使われているという状況にはいたっていないが、文書管理、知識経営、EAI と EC、検索ポータル、および個人情報管理などで先進的な利用事例(実験システムを含む)があることがわかった。

セマンティック Web 技術の中核は知識処理技術であるが、この技術自体は、かつての AI(Artificial Intelligence)研究が直面したすぐには解決できそうもない課題も多い。しかし、CPU やメモリなどの計算機リソース、処理対象である大量の電子化コンテンツ、世界中の様々な機器に接続できるインターネットなどの計算機環境や、EC、CRM(Customer Relationship Management)、および検索ポータルなどの技術の適用対象とする応用システムの多様化など、研究開発をとりまく環境は、かつての AI 研究の環境とは異なる部分も大きい。したがって、これらの新しい環境を生かしたアプリケーションを提案/開発していくことが重要と私は考える。特に、今後は、EC システムの普及に伴って、XML 文書データが大量に作られるようになり、さらに、Web サービスの普及に伴って、Web 上のサービスを組み合わせた新しいサービスが多数構築されるようになることが予想される。セマンティック Web 技術には、これらの計算機環境の変化をうまく捉えた新しいアプリケーションを創出することが期待される。

謝辞： 本稿をまとめるにあたり、御助言や御討議をいただきました財団法人 情報処理相互運用技術協会 (INTAP: Interoperability Technology Association for Information Processing)のセマンティック Web 委員会の皆様に深謝いたします。

【参考文献】

- [1] Tim Berners-Lee 他.: The Semantic Web, SCIENTEFIC AMERICAN MAY 2001 (2001) (日本語訳) 自分で推論する未来型ウェブ、日経サイエンス 2001 年 8 月号, pp 54~pp65
- [2] Dieter Fensel, James Hendler 他: The Semantic Web, IEEE

Intelligent Systems MARCH/APRIL 2001 PP24-79 (2001)

- [3] 萩野 達也 編集: 特集 セマンティック Web, 情報処理 43 巻 7 号, pp707-750 (2002)
- [4] 溝口 理一郎 編集: 特集 SemanticWeb とその周辺, 人工知能学会誌 17 巻 4 号 PP383-416 (2002)
- [5] 慶應義塾大学 SFC 研究所, 財団法人 情報処理相互運用技術協会 (INTAP) 主催: セマンティック Web コンファレンス 2002, <http://www.net.intap.or.jp/INTAP/s-web/data/conference2002/index.html> (2002)
- [6] 浦本 直彦: Semantic Web, JavaWorld 2002 May, IDG ジャパン PP155-165 (2002)
- [7] 今村 誠, 鈴木 克志: 次世代 Web ビジョン SemanticWeb の技術動向, 情報処理学会 デジタル・ドキュメント研究会 31-2, pp9-16 (2002)
- [8] 清水昇: W3C における Semantic Web の標準化動向, Proc. of DBWeb2002, pp49-pp57 (2002)
- [9] 細見格: セマンティック Web の応用システムデータベース応用システムとの比較から一, Proc. of DBWeb2002, pp75-pp87 (2002)
- [10] 佐藤宏之: セマンティック Web の課題と研究の方向性一セマンティックメタデータの観点から一, Proc. of DBWeb2002, pp59-pp74 (2002)
- [11] 津田宏: セマンティック Web の応用事例 ~セマンティック Web 実現における課題と適用事例は?~, 2002 年度 第 3 回基盤技術研究部会, <http://www.ospg.or.jp/kiban/info/021030.html> (2002)
- [12] Ontology Usage and Applications -Applied Semantics Technical White Paper-, <http://www.appliedsemantics.com/>
- [13] Bernd Novotny, Thorsten Lau: Organizational Memory Description of Case Study Prototypes (2001) <http://www.ontoknowledge.org/download/del20.pdf>
- [14] Ilario Benetti 他: An Information Integration Framework for E-Commerce, IEEE Intelligent Systems, Vol.17, No.1, pp.18-25(2002)
- [15] R.V.Guha and Rob McCool: TAP: A System for integrating Web Services into a Global Knowledge Base, <http://tap.stanford.edu/sw002.html>
- [16] Huynh, D., Quan, D., and Karger, D. "Haystack's User Experience for Interacting with Semistructured Information." The Twelfth World Wide Web Conference 2003 (WWW2003). <http://haystack.lcs.mit.edu/papers/www03-ui.pdf>