特集1

セマンティックWebとは

萩野 達也[†1] 慶應義塾大学
神原 顕文[†2] (財) 情報処理相互運用技術協会
清水　昇[†3] 日本電気 (株)
豊内 順一[†4] (株) 日立製作所
細見　格[†5] 日本電気 (株)
津田　宏[†6] (株) 富士通研究所
白石 展久[†7] 日本電気 (株)
韋　慶傑[†8] 住友電気工業 (株)

インターネットのWebにおいて，利用者は必要な情報をWebで検索することが年々難しくなっているばかりではなく，検索結果に関係のない情報が多いことに気付いている．ガートナー社は，Web上の情報量は6カ月で倍になっているので検索結果は悪化する一途と発表している．コンピュータに関して十分知識のある人はインターネットの情報を活用できるが，それ以外の人はインターネットの情報を活用できなくなり，ディジタルデバイドが拡大するのではないかとの懸念が持たれている．こうした懸念を克服する次世代Web技術としてセマンティックWebが注目されている．本稿では，そのセマンティックWebの背景，全体像，将来像，発展段階，標準化動向およびAI等の既存技術との違いについて述べる．

■背　景

セマンティックWebとは，Web上にある文書などの「セマンティック (Semantic)」すなわち「意味」を取り扱う技術である．Web上には現在数えきれないほど多くの文書やデータがあるが，これらの中から有益な情報を得ることや，必要なサービスを有効に利用するのはたいへんである．検索エンジンなどにもいろいろな工夫がなされているが，検索結果の中にはゴミの情報が多く含まれている．また，キーワードだけの組合せでは探すことのできない情報もWeb上には多数存在する．

日常生活においてWebは欠かせないものになっている．HTML文書を作成し，それをWeb上に置くことによって他の人と情報のやりとりを行うだけでなく，何か問題を解決しようとするときにWebを使うことも多い．分からない言葉を，辞書を使って調べたり，時刻表で電車の発車時間や到着時間を調べたり，旅行のプラニングをしたり，ホテルやレストランの予約をしたりなどをする．このようにWebを使って問題解決を行うための基盤となるのがセマンティックWebである．

セマンティックWebは，Webの創始者であるTim Berners-Lee氏が1998年頃に提唱をし始めた技術である．1990年頃HTMLによりWebは始まり，1998年初めにXMLが制定され，インターネット上のデータの形式として現在定着しつつある．セマンティックWebでは，エージェントソフトウェアが人に代ってWeb上のデータを処理し，いろいろな問題解決をWeb上で可能にする．

セマンティックWebには，インターネットや文書関連の研究者だけでなく，データベースの研究者やAI関連の研究者たちも大きな関心を寄せている．人の書くWeb文書ではなく，その文書の意味を記述したり，その意味を理解したりしなくてはならない．そのためにデータベースのセマンティックモデルやAIにおける概念のモデルや推論などが大きく関連してくる．

■全体像

セマンティックWebの全体像は図-1のように書かれることが多い．最下層にあるのがRDF M&S (Resource Description Framework Model and Syntax) によるメタデータである．メタデータはHTML文書などの意味を記述したデータである．HTML文書は人が読んで理解するためにある文書であり，機械的な処理は自然言語処理の助けを借りたとしても一般的には不可能である．これに対して，RDFメタデータは機械が処理するために付けられているデータであり，曖昧性などがなく，機械的な処理が可能である．したがって，あるHTML文書にRDFによりメタデータが付けられていた場合，

[†1] E-mail:hagino@sfc.keio.ac.jp
[†2] E-mail:kambara@intap.or.jp
[†3] E-mail:n-shimizu@ce.jp.nec.com
[†4] E-mail:toyouchi@sdl.hitachi.co.jp
[†5] E-mail:i-hosomi@ay.jp.nec.com
[†6] E-mail:htsuda@jp.fujitsu.com
[†7] E-mail:n-shiraishi@bq.jp.nec.com
[†8] E-mail:i-keiketsu@sei.co.jp

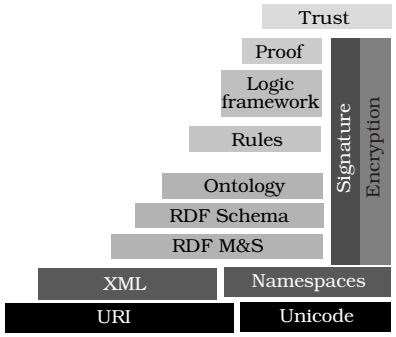

図-1　セマンティックWebの階層構造図

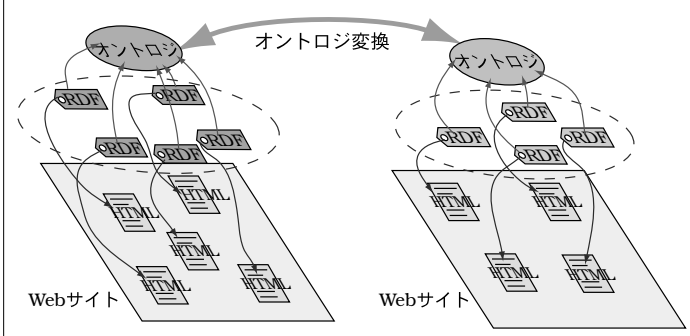

図-2　オントロジによる変換

人はHTML文書を読み理解するが，機械はRDFメタデータを処理して理解すればよいことになる．

RDFは非常に一般的なメタデータの記述方法である．URIで識別されるものであればどのようなものに対しても記述することが可能である．また，記述結果の値もどのようなものでもかまわないことになっている．

このRDFで記述したメタデータがどのような意味を持つかを規定しているのがRDF Schemaである．対象に対してどのようなプロパティのメタデータを付けるのか．またその値としてどのような型になるのかなどを規定することができる．さらにプロパティ間のクラス階層なども指定することができる．HTML文書などにメタデータを付ける前に，どのようなメタデータを付けるべきか，またそのメタデータがどのような型のものであるかをRDF Schemaで決めておくのが一般的である．スキーマを決めずに闇雲にメタデータを付けても，処理の一貫性を保つのが難しくなる．

RDF Schemaでは1つのスキーマを決めてメタデータを付けることを想定している．もしあるWebサイトではあるスキーマによりメタデータが付けられ，別のWebサイトでは別のスキーマによってメタデータが付けられていた場合，これらのメタデータは互いに無関係のものになってしまう．両Webサイトのメタデータを関係付けるためには，まず統一のスキーマを決めておき，それを両サイトが使えばよいが，最初は無関係だと思ってメタデータを独立して付けていき，後になって両方を統一する必要が出てくることもよくある．また，もしWeb上ですべてのメタデータを互いに利用できるようにしたいとすると，すべてを統一したスキーマを最初に作らなくてはならず，これはほとんど不可能である．そこで，Ontologyの層では，互いに独立して作られたスキーマを関係付けることによって問題を解決する．互いの属性の対応，値の変換などを記述しておき，1つのサイトのメタデータをもう1つのサイトのメタデータと組み合わせるときには，この記述を使って変換して利用する．スキーマの統一は行わず，自由に設計し利用することを許し，他のスキーマとの関係を記述することによって，Web全体としてメタデータを統一して利用可能にする．

Ontology層の上にはRulesとLogic frameworkの層がある．これまでのWebにおける処理は，検索エンジンによるキーワード検索か，formにデータを入れて送る程度であったが，セマンティックWebでは，formなどの処理においても，データを送るだけでなく，その結果をみてさらに判断を行い別の処理を続けるなどが必要になる．このような複雑な処理は単純な検索として記述することができず，論理式のような複雑な処理を記述できる必要がある．セマンティックWebでは，解決したい問題をある種の論理式で与え，それをエージェントが解釈してオントロジ，RDF Schema，RDFメタデータを利用して結論を導く．得られた結果はRDFとして人に提示するのではなく，読むことができるHTML文書として提示することになると思われる．Webのための論理式を1つに統一するのが難しいため，Rulesの層において共通基盤となる論理式を定義し，Logic Frameworkの層において個々の枠組みに応じた論理式を定義する．複数の枠組みが共存してもかまわず，結果として得られる証明を共通のRulesの層で確かめ合うことができる．

Logic Frameworkの層の上にあるのがProofの層であるが，これはエージェントなどが処理をして結果を導いたときの履歴や処理理由を意味している．問題が論理式のようなもので与えられるため，それを解決したときの証拠を証明と呼んでいる．処理結果に対して証明が与えられるので，処理結果が変だと思った場合には，証明を調べることが可能である．単に結果を見せ

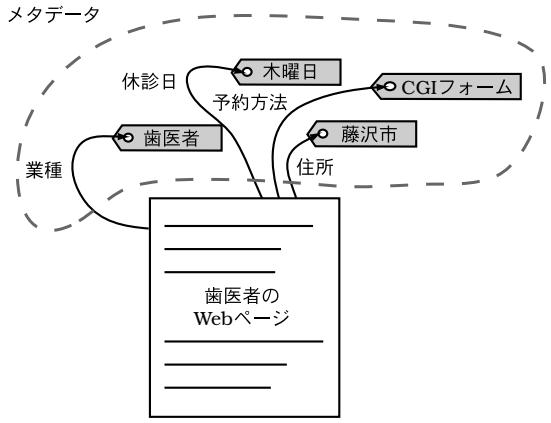

図-3　歯医者のWebページのメタデータ例

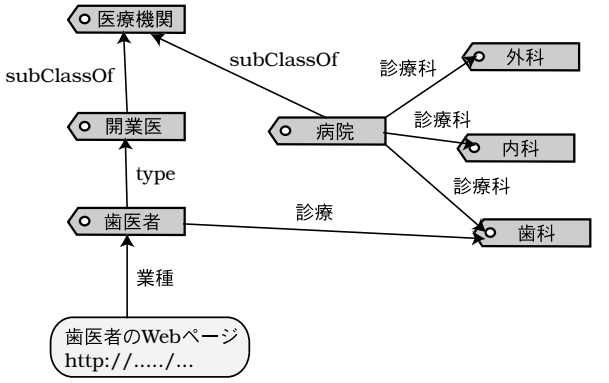

図-4　歯医者のオントロジの一部

られても信用できないが，証明を示されると信用せざるを得なくなる．

セマンティックWebでは，これらの層により信用を築き上げ，その上で商取引などWebを利用したさまざまな活動が可能になると考えている．

■セマンティックWebの将来イメージ

セマンティックWebができ上がるといろいろな問題解決を，Webを使って行うことができるようになる．たとえば，「藤沢にある歯医者」を探したい場合，現在の検索エンジンでは「藤沢」と「歯医者」をキーワードにして検索するが，これでは藤沢にある歯医者だけでなく，藤沢さんのやっている歯医者も見つかってしまう．「藤沢」が地名なのか氏名なのかが分からないのである．これに対してセマンティックWebでは歯医者のWebページに所在地に関するメタデータを付けておけば地名としての「藤沢」にある歯医者のWebページだけを探し出すことができる．

さらに，もし，今歯が痛くて，「今日やっている藤沢の歯医者」を見つけたい場合，今日が火曜日だとしても，現在の検索エンジンに「火曜」というキーワードを追加して検索しても結果は思わしくないであろう．「火曜」が歯医者のWebページにたまたまあればよいが，診療日は「月～土」と書かれていたりする．

セマンティックWebでは，診療日に関するメタデータを歯医者のWebページに付けておくことによって，診療日に関する検索を可能にする．歯医者によっては休診日のメタデータを付ける場合もあるかもしれないが，1週間が「日月火水木金土」からなり，診療日と休診日は互いに補集合の関係にあることをスキーマなどにより指定しておけばよい．

また，歯医者によっては「歯医者」ではなく「歯科」と書かれているかもしれない．あるいは大きな病院の中の「歯科」であり，独立した「歯医者」としては探すことができないかもしれない．この場合も，図-4のようにオントロジにより「歯医者」と「歯科」は同じであり，さらにスキーマにより歯科は病院の一部であることを書いておけば，「歯科」や病院の中にある「歯科」も探すことが可能になる．

さらに，今日診療している藤沢にある歯医者がいくつか見つかったとして，「現在いるところから最も近い歯医者」を探すには，別の地図サービスを利用して，いちいち住所を入力して距離を調べる必要がある．セマンティックWebでは検索結果をRDFとして取り扱い，それを順に地図サービスに渡し距離を結果として受け取り，それらを比較するHTMLページを作ることを自動的に行うことができる．このように2つ以上のWeb上のサービスを組み合わせることも可能になる．

最後に，見つかった最も近くて今日診療している藤沢の歯医者を実際に予約し，予約に関するデータをRDFで取り扱い，PDAの予定表に自動的に入れることも可能になる．このように，セマンティックWebを使えば，Webの問題解決において現在人が判断したり入力したり面倒であったり時間がかかる部分を自動的に行うことができるようになる．

■セマンティックWeb発展の段階

セマンティックWebは，メタデータによってコンテンツ管理を効果的に実施する段階から，高度な意味情報や知的エージェント技術活用による新しいWebの世

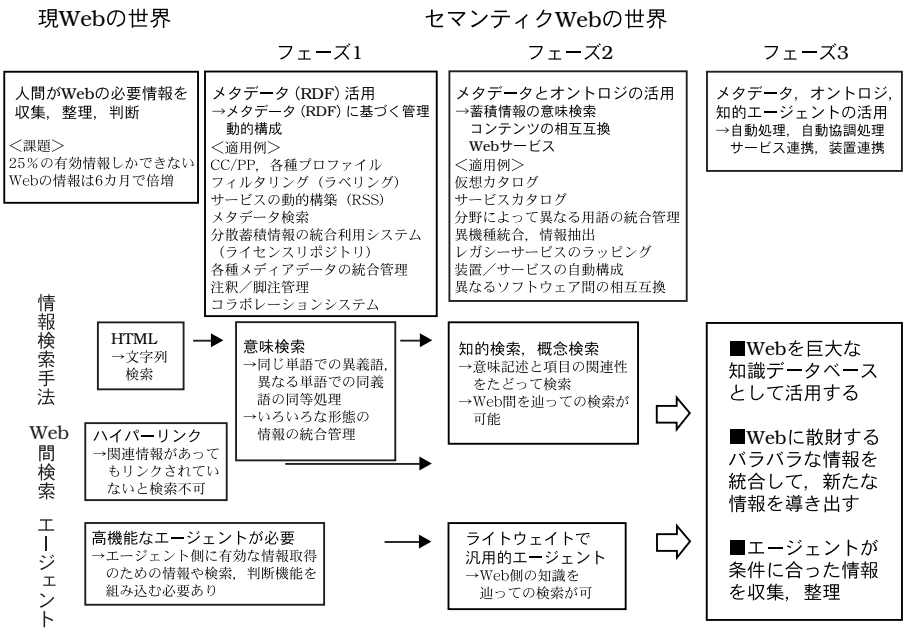

図-5　セマンティックWebの発展段階

界の実現に向かって，着実に発展していくものと思われる．この発展の段階を，メタデータや，オントロジ，知的エージェント活用の観点から3フェーズに分けてみた．

フェーズ1：メタデータ（RDF）活用の段階
フェーズ2：メタデータとオントロジ活用の段階
フェーズ3：メタデータとオントロジとインテリジェントエージェント活用の段階

フェーズ1：メタデータ（RDF）活用の段階

フェーズ1は，メタデータによりWebコンテンツを効果的に管理したり，コンテンツ内容を動的に構成することを実現する段階である．PICS（Platform for Internet Content Selection）[1]はコンテンツフィルタリング（ラベリング）にメタデータを利用した最初の試みであり，インターネットの情報にレイティング値を付けて年少者の有害情報へのアクセスを防止するものである．CC/PP（Composite Capability/Preference Profiles）[2]はデバイスの能力をRDFで記述するもので，CC/PPデータをWebサーバに送ることにより，デバイスに最適なWebページを送ることを可能としている．類似のアプローチとして利用者のプロファイルをメタデータ化しておき，コミュニティの目的別のサービスを利用者のプロファイルに従って提供することを可能とすることもできる．Dublin Coreのディジタル図書館では蔵書のタイトル，作成者，作成日付等のメタデータ標準[3]を世界約30カ国の合意により作成し，ディジタル化されていない古書等をも含む蔵書のオンライン検索・閲覧を実現している．このDublin Coreのメタデータ標準を拡張して電子政府を実現しようとする試みが欧米や豪州等で積極的に進められている．省庁横断的な行政情報の活用を前提に，英国では内閣府のOffice of the e-Envoyが英国政府文書へのメタデータ標準のフレームワーク[4]の作成と関連システムの開発とを推進している．また，EUではEUの電子政府メタデータ標準MIReG[5]が開発されている．RSS（RDF Site Summary）[6]は，Netscape社が利用者のプロファイルを参照して利用者の必要とするWebコンテンツを動的に構成して提供することを目的として開発したものであり，O'Reilly Network[7]ではRSSを活用して，次世代技術に関心のある技術者向けポータルサイトとして技術情報を技術者の専門に応じて動的にコンテンツ構成をして提供している．さらにこれらを発展させたものとして，分散蓄積情報の統合利用システム（ライセンスリポジトリ），各種メディアデータの統合管理，注釈／脚注管理，コラボレーションシステム等が考えられる．

この段階ではメタデータに意味を持たせることはできず，メタデータはデータ間の単純な対応関係や，グループ関係を定義するのに用いられ，メタデータの定義が，どのような意味を持つかは，そのメタデータを

処理するソフトウェアが判断する．

フェーズ2：メタデータとオントロジの活用

セマンティックWebでは，辞書に相当するものをオントロジという．従来のAIでは，オントロジの明確な定義とそれの利用者での定義の合意を前提とする傾向があったが，セマンティックWebでは，そのような画一性は必要とされない．たとえば，いろいろな業界で，Web上のコンテンツに関してオントロジを定義しているが，これらのオントロジは1つである必要はなく，複数のオントロジ間で用語の相違があってもよく，それを同義語として解釈（変換辞書を作成）することで対応できる．このようにオントロジに1つの標準を決めるというトップダウンのアプローチをとらないセマンティックWebは知識分散型のWebの世界に適合する現実的アプローチであるといえる．このようにオントロジの活用により異なるコミュニティ間でのコンテンツの相互互換が実現できるし，「経済産業省に勤めている人は公務員である」ことを意味するように情報の関連性をたどって蓄積情報のより高度な意味検索が可能である．また，一度のアクセス要求でレポジトリに登録されている必要な複数のサービスを一括処理し，利用者に対して統合サービスを提供することもできる．

具体的応用例としては，仮想カタログ，サービスカタログ，概念検索，知的検索，領域や分野によって用語が異なる情報の統合管理，異機種統合，情報抽出，レガシーサービスのラッピング，装置／サービスの自動構成，異なるソフトウェア間の相互互換等が考えられる．

このフェーズでは，利用者がある項目に関してあるWebのサイトを訪れた際に，そのサイトで持つ（または，どこかのWebサイトでサービスをしているオントロジの）知識をたどって異なるWebでの関連情報にもアクセス可能となる．また，こうした情報取得のための情報は，ソフトウェアにではなくメタデータもしくはオントロジ定義としてWebサイトに分散して存在するので，ソフトウェアを簡素なものとすることができる．

フェーズ3：メタデータとオントロジとインテリジェントエージェントの活用

第3フェーズでは，オントロジ，知識蓄積と推論機能，知的エージェントをフルに使ってコンピュータによる自律的，かつ自動的処理や，異なるプロセス間の自動協調処理を実現し，サービス連携等を可能とする．セマンティックWebの最終目標を実現するものである．この段階では，Webを巨大な知識データベースとして活用できるし，Webに散在する関連情報を統合して新たな情報を導き出すことも可能である．エージェントは，条件に合ったさまざまな情報を自動収集し，整理することができる．その結果，Web上に散在する企業または人の情報を統合してその企業や人のプロファイル情報や特徴を抽出し，将来の業績や行動を予測すること，生産指数や消費指数等の情報を統合して景気動向を予測することなどができる世界が実現する．米国のDARPAでは，異なる部門のシステム上に存在しているテロ組織の過去の犯罪データを統合して評価することにより，新たに起こった犯罪の首謀者の割り出しや，将来の犯行予測を行うHORUSという研究プロジェクトをセマンティックWebの技術を使って進めている．

こうした多くの革新的といえる発展の可能性を秘め，Webの有用性を飛躍的に向上させる新しいWebの世界への歩みはすでに始まっている．

■標準化動向

セマンティックWebの仕様の標準化は，図-1で示されているセマンティックWebの階層構造に添って進められている．

この階層図中，RDFとRDF Schemaの階層の部分は，おおむね標準が開発されており[8]，オントロジ階層の部分について，現在非常に精力的に標準仕様の開発が進められている[9]．しかし，Logic層以上の標準化については，手が付けられていない状況である．以下，セマンティックWebの標準化の状況について詳細に記述する．

セマンティックWebの標準は，W3C（World Wide Web Consortium）の仕様書によって定められる．セマンティックWeb関連で，W3Cによって公開されている仕様書には，次の7つの仕様書がある．

①RDFのモデルと構文規則を規定している「Resource Description Framework（RDF）Model and Syntax Specification」[10]，②RDFの基本語彙の定義とその他の語彙をいかにRDF記述したらよいか規定している「Resource Description Framework（RDF）Schemas」[11]，③RDFおよびRDF Schemaのモデル論的意味論を規定している「RDF Model Theory」[12]，④①の仕様書を補強しRDF用のXML構文を規定している「RDF/XML Syntax Specification（Revised）」[13]，⑤RDF記述の正しい例や誤った例を規定している「RDF Test Cases」[14]，⑥RDFの利用を検討している人にRDFの基礎知識を提供するための「RDF Primer」[15]，⑦現在仕様を検討中のWebオントロジ言語の想定される利用

例と当該言語に対する必要要件とを規定している「Requirements for a Web Ontology Language」[16].

上記の仕様書のうち，①がW3Cの勧告文書であり，②がW3Cの勧告候補文書であり，これら以外，すなわち，③④⑤⑥および⑦はW3Cの作業文書であり仕様として固まったものではない.

セマンティックWebにおいて，現在，最もホットな標準化作業は，Webオントロジ言語の仕様検討作業である．オントロジは，ある特定の領域の情報を記述したり規定したりするのに用いられる用語集合の形式定義を行い，より正確なWeb検索やインテリジェントエージェントや知識管理などのサービスを実現するための自動化ツールで使われる.

Webオントロジ言語の略称は，OWL（Ontology Web Language）となっている，本来これは，WOLとするのが正しいように思えるが，Webを検索してヒット数を評価した結果，よりヒット数の少ない（すなわち，他であまり使われていない）OWLに決まったものである.

Webオントロジ言語としては，当初，DARPAで開発されたDAML（DARPA Agent Markup Language）とEUで開発されたOIL（Ontology Inference Layer）とを統合したDAML+OILの採用が検討されたが，いろいろ問題のあることが指摘され，その結果，DAML+OILをベースとし，それをさらに拡張した新たな言語であるOWLを開発することとなっている.

OWLの標準仕様の開発作業は，米国のメリーランド大学のJim Hendler教授をリーダとして，2001年の8月から開始され，2002年の10月に完了する予定で進められているが，若干遅れ気味である.

OWLの標準仕様の開発にあたっては，OWLの利用イメージを洗い出し，洗い出された利用イメージを実現すべくOWLの仕様を決めている．この利用イメージは，ユーズケースと呼ばれ6つに分類されている．ユーズケースの種類と各ケースにおける課題を次に示す.

①Webポータル
- 分類規則による検索機能の強化

②マルチメディアデータの集合
- 非テキストデータの内容検索

③企業のWebサイト管理
- 文書の組織に従った分類
- 部門間のマッピング

④設計文書
- 組み立て手順の記述
- 規則の明示的管理

⑤インテリジェントエージェント
- ユーザの好み／ユーザの興味
- 内容マッピング

⑥ユビキタスコンピューティング
- Webサービスの検索と構築
- 権利管理とアクセス制御
- 文脈に応じたコンテントの再構成

OWLの標準仕様書として次の4仕様書を開発することが計画されている.
- 基本言語（Language Core）
- テストケース
- モデルセオリ
- 利用の手引き

OWLの仕様書は，大きく複雑な仕様書となることが予想されるため，コンパクトにまとめたOWL Liteを開発することが検討されている．OWLの詳細については，本特集「セマンティックWebとオントロジ記述言語」の章を参照されたい.

■セマンティックWebとAI

セマンティックWebへの理解を深め，技術イメージを明確にするために，既存の技術との関係を示すことも有効と考える．ここでは，セマンティックWebとAI技術との関連について説明する.

AIではないか？

「AIではない」とは，セマンティックWebを語る際に繰り返し使われる表現である．AIは20年ほどに前にブームを巻き起こし，多くの人の注目を集めた.

しかし，「AI」のイメージは一人歩きし，その過大な期待に応えられなかった反動から，不幸にもAI技術自体にネガティブな印象がつきまとうことになった．セマンティックWebにAIの負のイメージを引き継がせたくない，という思いから，「AIではない」との表現が使われるようになったのではないだろうか.

だが，セマンティックWebの実現には，やはりAI技術が不可欠であると考える．図-1のセマンティックWebの階層構造図において，RDFを用いたメタデータ層，その上位のオントロジ層などの記述方式には，間違いなくAI研究で培われた技術とノウハウの多くが有効である．逆にいえばこの階層構造図を提示したことにより，AIの成果の活用が容易になったともいえる．すなわち，ある技術がどの階層に位置付けられ，上下の層とどのように連携して機能するかが明確になるだけでも，成果の再利用性と評価の精度は大幅に向上するだろう.

それでも，AI研究の中で長年解決できなかった課題，

たとえば分散環境あるいは長期間にわたる知識の運用・保守の問題などは，そのままセマンティックWebにも引き継がれることになる．セマンティックWebにおいても，最初にメタデータを定義した人間以外がメタデータの更新を行うことは，想像以上の困難を伴い混乱を招く原因になるだろう．ここで期待されるのは，オントロジを参照することによって，Webページの作成者でない第三者でも適正なメタデータの付与や更新が容易にできるツール類の開発である．

AIから踏み出していないのか？

一方，「かつてのAIから踏み出していない」という意見もよく聞くところである．前述のように，セマンティックWebの実現にはAIの成果の適用が不可欠なことから，集中的な管理方式がネットワーク上に分散しただけで，結局は従来のAI技術あるいはエージェント技術をマッピングし直しただけ，という批判である．

しかし，セマンティックWebはグローバルな環境でボトムアップに構築され，扱われる知識や論理もかつてのAIが取り扱ってきた量とは比較にならないほど莫大になるであろうことから，セマンティックWebならではの課題が存在し，それらは従来のAI技術だけでは対応できない．1つの例はオントロジ（AIでいうオントロジと，セマンティックWebのオンロトジとではカバーする範囲が違うが）の多様性であり，それに伴うオントロジ間の論理的不整合の問題である．これを解決するには，分散した異種のオントロジ間の調整を自律的に行うための技術が必要である．それにはエージェント技術が有効と考えられるが，FIPA（Foundation for Intelligent Physical Agents）のACL（Agent Communication Language）[17]に代表されるように，従来のエージェントの研究や標準化はエージェント間の情報交換やネゴシエーションのための通信手順のレベルに重きが置かれていた．したがって，それらの層の上位に実装可能な，異なるオントロジの柔軟な解釈や運用の方式の開発が新たな課題として浮上する．

また，かつてのAI技術が，特にビジネス的に十分な成功を収められなかった理由として，計算機リソースの貧弱さ，またシステムやアプリケーションのどの部分にAIを適用すれば効果的かの知見が得られていなかったなどの外的な要因も大きい．たとえば，現在のWeb検索エンジンで主流となっているGoogle[18]やExcite[19]に代表される全文検索方式は，1980年代には想像し得なかったCPUパワー，メモリ，そしてディスク容量の驚異的な低コスト化があってこそ初めて実現可能なものであり，もし1980年代に現在の全文検索エンジンと同様のシステムを提案しても，非現実的であると一顧だにされなかったであろう．かつてのAI研究のアイディアの中にも，当時の計算機リソースの貧弱さゆえに埋もれてしまったものの，セマンティックWebでの復権を図ることのできるものが多いのではないだろうか．このような「古い酒を新しい皮袋に入れる」作業を通じて，そもそもメタデータ層の記述はRDFが最適であるのかとか，7階層のうちどの層まで実装できればどれだけの実効が期待できるか，あるいは現在の階層構造図の分類自体が適正かといった，セマンティックWebのアーキテクチャに対する本質的な検証が行われることが期待される．

■セマンティックWebとWebサービス

Webサービス（Web Services）もセマンティックWebとの違いがよく問われる．実際，インターネット上の複数のWebサイト（サービス）をオンデマンドに連携させる仕組みとして，セマンティックWebの応用例に挙げられる旅行予約などと共通点が多い．

Webサービスとは，広義には「Webの標準技術を用いてWeb上にあるサービス・コンポーネントを利用するための仕組み」といったものであり，より具体的にはさまざまな解釈がある．しかし，狭義にはXML（extensible Markup Language），SOAP（Simple Object Access Protocol），UDDI（Universal Description, Discovery and Integration），WSDL（Web Services Description Language）などをベースとするアプリケーションを指し，XML Web Servicesと呼んで広義のWebサービスとは区別する場合もある．最近はWebサービスといえば狭義の方を指す場合が多く，本稿でもこれにならうことにする．

セマンティックWebは，従来のWebが単純なハイパーリンクによるリソース間の関連付けであったのに対し，リソース間の知的な関係付けを実現する仕組みといえるだろう．その目指すところはエージェント等のプログラムによるリソースの自動処理であり，特定のアプリケーションやビジネス・フレームワークに依存しない．これに対してWebサービスは，個々にサービスの機能を持つリソース間を結びつけることで，Web上の複数のサービス・コンポーネントからなるビジネスロジックを容易に構築できるようにすることを主な狙いとしている．現在のWebサービスは，IBMやMicrosoftを中心とした少数のメーカ主導であり，特定のビジネス・フレームワークに絞って早期に実用化させるアプローチをとっている．この点も，セマンティ

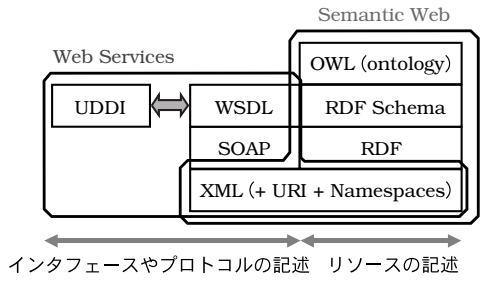

図-6　セマンティックWeb規格とWebサービス規格

ックWebとは対照的である．

もちろん，セマンティックWebとWebサービスとの間にはアプリケーションばかりでなく基盤技術にも類似点が多い．いずれもメタデータの記述がXMLベースである点は顕著な共通点である．それぞれの領域で標準化が行われている主な規格を図-6に示す．

図のように比較すると，セマンティックWebでは，マシンリーダブルなリソースの記述に重点が置かれ，スキーマやオントロジの整備が進んでいる．一方Webサービスではサービスの記述（アプリケーション・インタフェースの記述）やメッセージング・プロトコルの記述が標準規格化され，サービスのブローカとなるUDDIもすでにサーバの実運用が開始されている．

図では，RDF/RDFスキーマとSOAP/WSDLとはそれぞれリソース記述言語とメッセージやサービスの記述言語としてまったく異なるもののように見えるが，実際にはRDFでサービスやメッセージを記述することなども可能だろう．逆にWSDLでさまざまなリソースを自由に記述することが困難であり，RDFが汎用性の面では優れている．このあたりも，Webサービスが想定されたビジネスロジックの構築に依存している点といえるだろう．

ただし，セマンティックWebもWebサービスが提供するさまざまな規格や技術を利用することで，実用的なアプリケーションがより効率的に構築可能になるものと期待できる．すでにセマンティックWebの標準メッセージング・プロトコルにはSOAPを採用する案があり，指示を得ていることから，UDDIレジストリやサービスブローカとしてのUDDIサーバも利用されていくものとみられる．

W3CではセマンティックWeb技術の検討と標準化を行うW3C Semantic Web Activity[20]に加え，2002年1月には同様にW3C Web Services Activity[21]が発足した．現在，Web Services ActivityとしてはSOAPやWSDLをW3Cで標準化するための作業が行われており，Semantic Web Activityとも調整を行いながら進めていくという．セマンティックWebを基盤としたWebサービスでは，オントロジやRDFを用いたメタデータ記述によって，より広範囲なリソースを対象とした相互運用性と，利用者にとってさらに容易かつ適切なサービスの提供が実現されるだろう．

■リファレンスリスト

本特集において，共通に出現する概念とそのURLを簡単に紹介する．いずれもセマンティックWebに関連する重要概念である．

- Semantic Web: W3Cのディレクタ Tim Berners-Leeによる機械処理可能なWebの構想.
  http://www.w3.org/2001/sw/
- RDF（Resource Description Framework）: セマンティックWebにおけるメタデータフォーマット.
  http://www.w3.org/RDF/
- OWL: W3C Web-Ontology（WebOnt）ワーキンググループによるオントロジの記述言語.
  http://www.w3.org/2001/sw/WebOnt/
  http://www.w3.org/TR/2002/WD-webont-req-20020307/
- SHOE（Simple HTML Ontology Extensions）: HTMLの拡張でメタ情報を持たせる.
  http://www.cs.umd.edu/projects/plus/SHOE/
- Dublin Core: ネットワークリソースも含めたメタデータの，15エレメントからなるミニマムセット．1995年にとりまとめられた.
  http://dublincore.org/
  （Dublin Core Metadata Initiative, DCMI）
- DAML（DARPA Agent Markup Language）: 2000.8～2005 米DARPA．エージェントがWeb情報を効率よく探

索するためのマークアップ言語の設計開発．
http://www.daml.org/
• OIL（Ontology Inference Layer）：2000～欧 On-To-Knowledge．オントロジの表現言語の設計，プロトツール作成．
http://www.ontoknowledge.org/oil/index.shtml
• RSS（RDF Site SummaryまたはRich Site Summary）：RDFによるWebサイトのメタデータ記述．
http://purl.org/rss/1.0/spec
• RDFWeb: RDFによるメタデータをWeb上でWebRingにより共有する試み．
http://rdfweb.org/
• AGLS（Australian Government Locator Service）：オーストラリアの電子政府メタデータ標準．
http://www.naa.gov.au/recordkeeping/default.html
• GILS（Global Information Locator Service）：米電子政府メタデータ標準．
http://www.gils.net/
• MIReG（Managing Information Resources for e-Government）：EUの電子政府メタデータ標準．
• e-GMS（e-Government Metadata Standard）：イギリスの電子政府メタデータ標準．

セマンティックWebに興味を持たれた読者は，これらのURLをたどって最新の情報を入手するのもよいだろう．W3Cのドラフトには，本特集の執筆時点から内容が変わったものもあり得る．また，http://www.net.intap.or.jp/INTAP/s-web/reference.htmlにおいて，セマンティックWebに関連する各種文献への最新のリンクと，本特集の著者らが属するINTAPセマンティックWeb委員会メンバによる一部文献の和訳にアクセスすることができるので参考にされたい．

参考文献（URL）
1）http://www.w3.org/PICS/
2）http://www.w3.org/Mobile/CCPP/
3）http://dublincore.org/documents/dces/
http://purl.org/dc/elements/1.1
4）http://www.govtalk.gov.uk
5）http://europa.eu.int/ISPO/ida/
6）http://www.perl.org
7）http://www/oreillynet.com
8）http://www.w3.org/2001/sw/
9）http://www.w3.org/2001/sw/WebOnt/
10）http://www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222/
11）http://www.w3.org/TR/2000/CR-rdf-schema-20000327/
12）http://www.w3.org/TR/rdf-mt/
13）http://www.w3.org/TR/rdf-syntax-grammar/
14）http://www.w3.org/TR/rdf-testcases/
15）http://www.w3.org/TR/2002/WD-rdf-primer-20020319/
16）http://www.w3.org/TR/Webont-req/
17）http://www.fipa.org/specs/fipa00018/
18）http://www.google.com/intl/ja/
19）http://www.excite.co.jp/
20）http://www.w3.org/2001/sw/
21）http://www.w3.org/2002/ws/

（平成14年5月21日受付）