

[招待論文] Web サービス技術と Web サービスネットワーク

青山 幹雄

南山大学 数理情報学部

〒489-0863 瀬戸市せいれい町 27

E-mail: mikio.aoyama@nifty.com

あらまし Web サービスはインターネット上の様々なソフトウェア資源を、XML をベースとする共通のインタフェースを介して提供・再利用する技術である。本稿では、Web サービス技術の全体像を、その基盤技術を中心に示す。さらに、Web サービスの基盤技術上で多くの利用者が Web サービスを利用するための Web サービス仲介機構として開発・利用されている Web サービスネットワークを紹介する。

キーワード Web サービス, XML, e-ビジネス, 電子商取引, ビジネスモデリング, Web サービスネットワーク

Web Services Technologies and Web Services Networks

Mikio AOYAMA

Faculty of Mathematical Sciences and Information Engineering,

Nanzan University

27 Seirei, Seto, 489-0863 Japan

E-mail: mikio.aoyama@nifty.com

Abstract Web services are a set of technologies to provide and reuse software functionalities through a set of common interfaces. This article provides a survey of current status of Web services technologies, and Web services networks, which mediate Web services among service requesters and service providers.

Keyword Web Services, XML, e-Business, Electronic Commerce, Business Modeling, Web Services Network

1. はじめに

Webサービス(Web Services)は、インターネット上の様々なソフトウェア資源を、XMLをベースとする共通のインタフェースを介して提供・再利用する技術である[3, 22]。これまで、Web技術は、HTMLとHTTPによってインターネット上にある多様な情報資源を人間が利用できるようにした。Webサービスは、さらに、分散したコンピュータ上のソフトウェアが相互運用を可能とする技術である。インターネットを介した企業・公共情報処理、いわゆるe-ビジネスや電子政府から携帯電話などの組み込み機器にいたる、あらゆる情報処理技術の基盤環境となりつつある。

本稿は、まず、Webサービスの基盤技術の現状と動向を、その考え方を中心に紹介する。次に、Webサービスを利用するためのサービスネットワークとも呼べる Web サービスネットワークの概念と実現アーキテクチャを紹介する。

2. Web サービスとは

図-1にオブジェクトからWebサービスへの技術の進化を示す。オブジェクトは、実世界をモデル化するデータをその操作によってカプセル化したものである。コンポーネントは、一つあるいは複数のオブジェクトをまとめて独立に扱えるようにパッケージ化したものである[1]。コンポーネントは、その実体を組み込んで

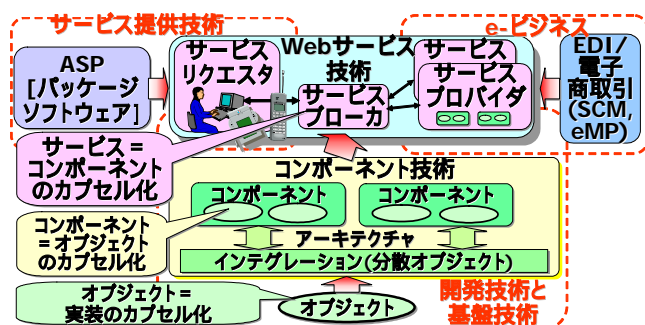


図-1 Web サービスの提供モデル

利用するので密結合となり、かつ、コンポーネントを所有することになる。

コンポーネント技術は1990年代を通して飛躍的に進化し、実用化された。しかし、Webの求める非集中性、開放性、相互運用性を満たすためには、コンポーネント技術が基礎とするクライアント/サーバアーキテクチャに代わり、Webに適したソフトウェアアーキテクチャとその上で異なるプラットフォーム間でソフトウェアを相互運用可能とする技術が求められた[2]。

一方、インターネット上でソフトウェアをレンタル利用するASP (Application Service Provider)が90年代末に出現した。ASPではERP (Enterprise Resource Planning)などの高価なパッケージソフトウェアの機能を遠隔利用できる。この遠隔利用モデルに基づいてコンポーネントやパッケージソフトウェアの機能をインターネット上で遠隔利用したり、組み合わせることができる。その結果、コンポーネントを所有することなく、高度な機能を再利用できるようになった。

3番目の流れは、e-マーケットプレイスやSCM (Supply Chain Management)など、インターネット上で組織や業種を超えて取引を行うアプリケーションが要求されていることにある。

このような流れに沿って、ソフトウェアサービス技術は次のような新たな要求を満たすことを目的とする。

1) プラットフォーム独立なソフトウェア再利用: プログラミングインタフェースを隠蔽し、プラットフォーム、言語、オブジェクトモデルから独立してソフトウェアの機能をサービスとして再利用可能とする。

2) 疎結合動的ソフトウェアアーキテクチャ: 実行時に必要なサービスを動的に探索し、結合することによる非集中的で疎結合な動的ソフトウェアアーキテクチャの実現。

3) 組織間相互運用性: B2B, G2Bなどの組織間でファイアウォールを超えた相互運用性の実現。

図-2に、Webサービスの実行モデルを、従来の人手によるWebブラウザからのサーバアクセス、分散オブジェクト環境によるクライアントからサーバのソフトウェアの利用と対比して示す。ファイアウォールを越えて、かつ、ソフトウェア間で直接相互運用性を実現

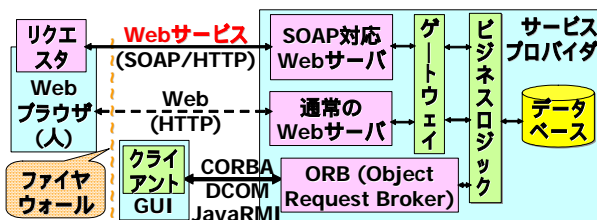


図-2 従来技術と対比した Web サービスの実行モデル

できる点が異なる。

3. Web サービス基盤技術

3.1. Web サービスのモデル

図-3に Web サービス基盤技術の要素技術を階層化して示す。さらに、各要素技術の概要を表-1に示す。これらの技術は急速に発展しており、かつ、ここで示した技術以外にも多くの要素技術が提案されていることに留意されたい。また、これらの技術はW3C(World Wide Web Consortium)[24]やOASIS(Organization for the Advancement of Structured Information Standards)[19]で標準化が進められている。

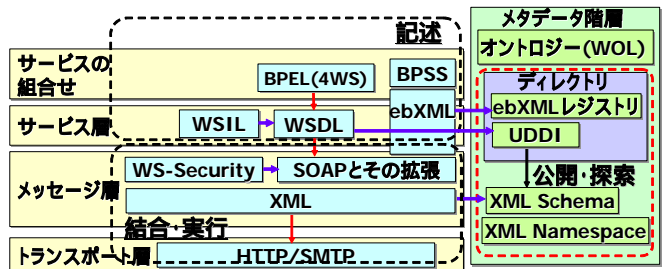


図-3 Web サービスの提供モデル

表-1 サービス基盤技術の主な要素技術

技術	内容	開発	標準化
SOAP	XML ベースの軽量メッセージプロトコル。	Microsoft ほか	W3C:V1.1(2000年5月), V1.2 WD(2002年6月)[8]
WSDL	サービスインタフェース定義	IBM, Microsoft (2000年9月)	W3C V1.1 (2001年3月) V1.2 WD(2002年7月)[9]
UDDI	サービスディレクトリ(サービスの属性とそのエンドポイントの登録)	UDDI Initiative (Ariba, IBM, Microsoft 他)	V1(2000年9月), V2(2001年6月), V3公開とOASISでの標準化開始(2002年7月)[23]
BPEL 4WS	ビジネスプロセス記述言語	BEA, IBM, Microsoft (2002年7月)	OASIS[10]
ebXML	XML ベースのEDI標準	UN/CEFACT, OASIS 仕様公開(2001年5月) [14]	
Rosetta Net	SCM のビジネスプロセス定義と実行	RosettaNet (Intel 他電子部品業界から) [21]	

3.2 サービス指向アーキテクチャ

Web サービスでは、疎結合で動的なサービスの発見、結合、実行を実現するためのソフトウェアアーキテクチャとして、図-4に示すサービス指向アーキテクチャSOA (Service-Oriented Architecture)とる。サービスの利用者をサービスリクエスタ、サービスの提供者を

サービスプロバイダと呼ぶ。

図-4では、次の2種類の起動パターンを示している。

- 1) 直接起動：リクエストが UDDI レジストリによってサービスを発見し、自ら、プロバイダのサービスを起動する。
- 2) 間接起動：リクエストはサービスブローカと呼ぶ仲介サーバにサービスの起動を依頼する。サービスブローカはリクエストの要求に応じて、適切なサービスの探索やサービスの集約などの様々な仲介を行う。

SOA では、UDDI とブローカアーキテクチャによりリクエストとプロバイダの間の独立性を高める。

サービスブローカは高度な仲介機能を提供する可能性がある。これを、付加価値サービスブローカ (Value-Added Service Broker) と呼ぶ。例えば、サービスの組み合わせやルーティング、QoS (Quality of Service) や品質保証、セキュリティなどの非機能的な要求の実現が挙げられる。また、従来にない新たなサービスを提供できる可能性がある。サービスブローカはサービス提供の鍵となる技術である。

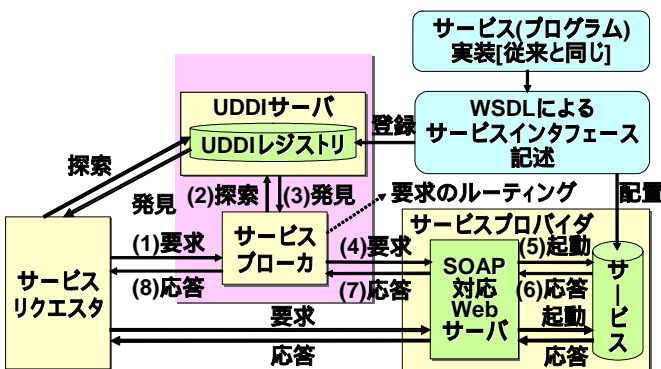


図-4 サービス指向アーキテクチャと Web サービスの提供

3.3 サービスの記述と探索・実行

(1) サービスの記述

1) WSDL [9]

WSDL(Web Services Description Language)はサービスのインターフェイスを XML で記述する言語である。分散オブジェクト環境のインターフェイス定義言語

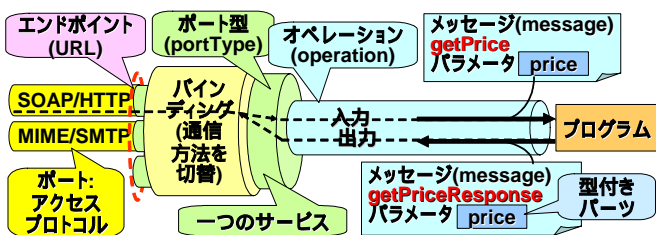


図-5 WSDL のインターフェイスモデル

(IDL)に相当する。

WSDL のインターフェイスモデルを図-5 に示す。

2) SOAP [8]

SOAP(Simple Object Access Protocol)は XML ベースの軽量メッセージプロトコルである。トランスポートプロトコルとは独立にソフトウェア間でメッセージを授受できる。

SOAP は封筒に相当する SOAP ヘッダと本文にあたる SOAP ボディから成る。

SOAP のメッセージ送受のモデルは、図-6 に示すように、次の2種類がある。

- a) 手続き指向(同期モデル)：遠隔手続き呼出しを XML でエンコーディングするモデル。このモデルでは、トランスポートプロトコルに HTTP を用いて Web サーバを介してメッセージの授受を行う方法が広く利用されている。
- b) ドキュメント指向(非同期モデル)：SOAP の添付文書としてメッセージを送るモデル。このモデルでは、トランスポートプロトコルに SMTP を用いて、電子メールの添付文書としてメッセージを送ることが可能である。

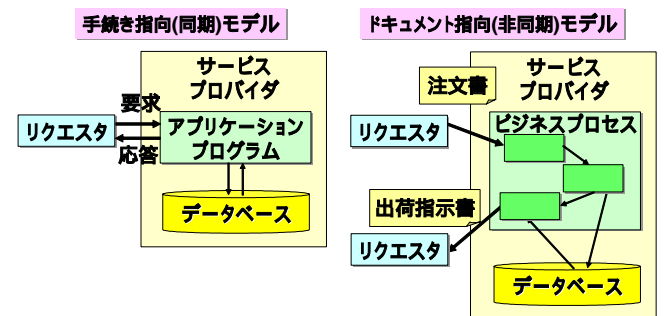


図-6 手続き指向モデルとドキュメント指向モデル

3) XML Schema と XML 名前空間[24]

インターフェイスが相互運用可能であるためには、メッセージで授受する語彙とそのスコープをリクエストとプロバイダ間で共有する必要がある。語彙を構成的に定義するために XML Schema が提案されている。また、語彙のスコープを Web サービスを授受するソフトウェア間で局所的に定義する機構として XML 名前空間(XML Name Space)がある。

(2) サービスの公開・探索

サービスを公開し、検索するためのディレクトリが UDDI (Universal Description, Discovery and Integration)である[23]。インターネット上でビジネスやサービスの電話帳になる。

UDDI は、サービスを公開、検索するための API とサーバの検索を可能とするディレクトリのデータ構造

を規定している。UDDI のデータ構造を図-7 に示す。UDDI は技術面だけでなくビジネス面でも重要である。一般に公開される UDDI をパブリック UDDI と呼ぶ。2000 年 9 月から、IBM、Microsoft が、次いで、SAP がパブリック UDDI のサービスを開始した。2002 年 10 月には、アジア太平洋地域として初めて NTT コミュニケーションズがパブリック UDDI の運用を開始している。一方、企業内などでの利用される UDDI はプライベート UDDI と呼ばれる。著者の研究室でもプライベート UDDI を立ち上げている。

今後、企業や業界内など、様々な形態の UDDI の運用が考えられるであろう。

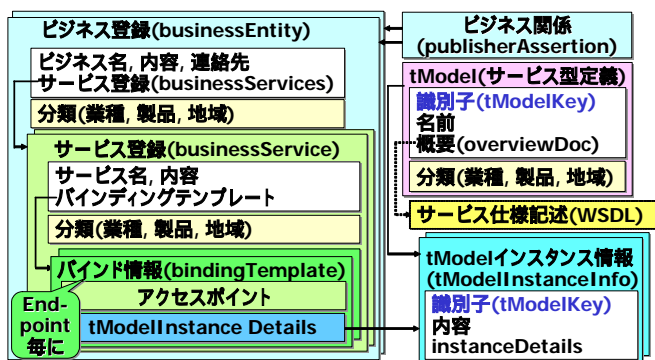


図-7 UDDI のデータモデル

(3) サービスの組み合わせ

サービスの組合せモデルには図-8 に示すように、相補的な次の二つがある。

1) ビジネスプロセスモデル: ビジネスプロセスを中心にサービスの組み合わせを記述する言語として、2001 年に IBM と Microsoft が、それぞれ、WSFL (Web Services Flow Language) と XLANG を提案した。この二つを統合して、2002 年に BPEL4WS (Business Process Execution Language for Web Services) [通称 BPEL] [10] が提案され、OASIS で標準化が進められている。このようなプロセス統合をオーケストレーション (Orchestration) あるいはコレオグラフィ (Choreography) [振り付け] と呼んでいる。

2) プロセス間の対話モデル: ビジネスプロセス間のメッセージ交換による連携を中心にモデル化する方法を一般に対話モデル (Conversation Model) と呼ぶ。幾つかの対話モデルとその支援システムが提案されている。これは、EAI (Enterprise Application Integration)

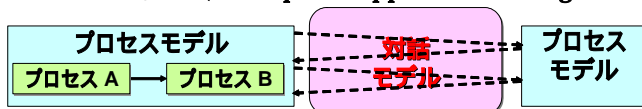


図-8 ビジネスを中心とするサービスの組合せモデル

の統合ブローカの進化モデルとも考えることができる。対話モデルの実現例として、cpXML (Conversation Policy XML) を用いたゲートウェイとプロセスブローカ [16]、などがあるが、実アプリケーションへの適用や標準化は今後の課題である。

4. Web サービスネットワーク

4.1 Web サービスネットワークとは

Web サービスの基盤技術によってインターネット上でサービスの相互運用が可能となった。しかし、Web サービスのオープン性、疎結合性、非集中性はアプリケーション開発の柔軟性や自由度を高めると同時にそのサービスの組合せの複雑度を高め、システム全体の特性の予測が困難となるなどの新たな問題を提起する。各サービスリクエスタとサービスプロバイダが、サービスをインターネット上で直接連携することは、次のような問題を引き起こす。

- 1) Web サービスの組合せの複雑度の増大
- 2) Web サービスを組み合わせる共通基盤の構築負担やトラフィックの増大
- 3) サービスの品質やサービスレベルの保証や予測が困難

このような問題を解決するために、インターネット上で Web サービスを組み合わせる仲介を行う基盤として図-9 に示す Web サービスネットワークが提供されている。音声に対する電話交換と同様、Web サービスの交換を行う。

Web サービスネットワークは、図-9 に示すように、企業間でサービスを交換するパブリック Web サービスネットワークと企業内でサービスの交換を行うプライベート Web サービスネットワークの 2 種類が提供されている。

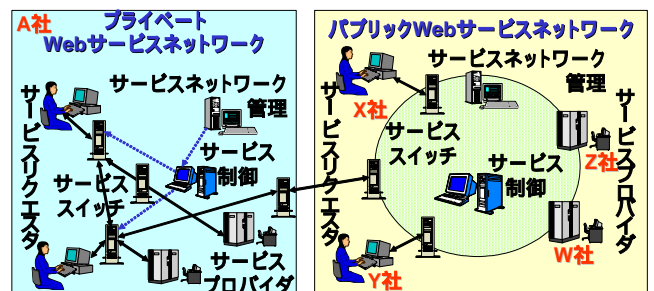


図-9 Web サービスネットワーク

4.2 Web サービスネットワークの実現機構

Web サービスの実現方法は多様である。プライベート Web サービスネットワークの例として Blue Titan では、次のような構成をとっている [7]。

- 1) サービススイッチ：ポリシベースの SOAP メッセージルーティング
- 2) 制御エンジン：スイッチ群の制御
- 3) マネジャ：Web サービスネットワークの管理

ここで、サービススイッチは SOAP の拡張性を利用して実現している。すなわち、SOAP ヘッダを拡張しメッセージ制御のための情報を付加する。サービススイッチはこの拡張情報を参照、あるいは、書き換えて、SOAP 本体は変更することなく、メッセージのルーティングなどを行うことができる。

このような SOAP の拡張を個別に行うと相互運用性を阻害することから、SOAP メッセージの種々の拡張が標準化されつつある。例えば、SOAP メッセージルーティングのための **WS-Routing** は、そのような拡張の一つである[18]。

4.3 Web サービスネットワークの提供するサービス

Web サービスネットワークは、例えば、次のような Web サービスの仲介サービスを提供する。

- 1) セキュリティ、アクセス制御
- 2) メッセージルーティング
- 3) サービスディレクトリとサービスの版管理
- 4) モニタリング、レポート、エラー処理
- 5) イベント、状態管理
- 6) データフォーマット変換(EDI, XML, CSV ほか)

4.4 Web サービスネットワークの事例

Web サービスネットワークの開発は 2001 年から米国の幾つかのベンチャ企業が行ってきた。現在、次のような Web サービスネットワークの事例がある。

- 1) パブリック Web サービスネットワーク：Web サービスネットワークを提供するオペレータとなる。代表例として、2001 年 5 月からサービスを開始した、Grand Central Communications がある[11]。Web サービスの VAN (Value Added Network) あるいは VPN(Virtual Private Network)ともいえる。
- 2) プライベート Web サービスネットワーク：この分野では、企業がプライベート Web サービスネットワークを構築するための技術を提供する。例えば、Blue Titan Software[7]や Flamenco Networks がある[13]。

4.5 サービスグリッドとグリッドサービスアーキテクチャ

Web サービスが、電気やガスのように社会の基盤網として、いたるところで利用できる概念を Hagel らはサービスグリッドと呼んでいる[15]。

一方、グリッド計算の分野からは、Web サービスと

グリッド計算を融合したグリッドサービスアーキテクチャが提案されている[12]。業務においては、このようなアーキテクチャは、高い計算能力より、むしろ、変化に対応できる柔軟性が重要であると思われる[6]。

5. Web サービス技術の実際

(1)Web サービス基盤技術の提供

Web サービス基盤技術を実現するソフトウェア群には非オープンソースの商用ソフトウェアとオープンソースがある。主要な技術の実現する多くのソフトウェアがオープンソースで公開されている。

(2)Web サービスの提供

例えば、検索サイト Google と書籍などの電子商取引サイト Amazon.com は、それぞれ、2002 年 4 月と 7 月から、そのサービスを Web サービスとして提供している。Web サービスによって、これらのサイトの持つ膨大な情報を直接ソフトウェアから再利用できる。

この他、種々の Web サービスが Web サービスのポータルサイト xmethods[26]に紹介されているので、参照されたい。

(3)Web サービス相互運用性の確保

主要 Web サービスベンダが相互運用性の確保のために WS-I(Web Services Interoperability)を設立し、製品の相互運用性の検証などを行っている[25]。

6. 今後の課題

Web サービスは、初期の、SOAP/WSDL/UDDI といった要素技術の提案と開発の段階から急速に進化を続けている。現在も多くの技術が提案され、開発、実証されつつある。しかし、従来の大規模ソフトウェアのもつ品質、セキュリティなどの様々な要求を Web サービス上で実現するためには、多くの課題がある。以下、Web サービスの主要な課題を幾つか紹介する。

1) 非機能的要求を満たす基盤技術：セキュリティ、信頼性などの要求を Web サービスのアーキテクチャ上で満たすこと[17]。例えば、セキュリティでは、従来の 2 者間の Point-to-Point のセキュリティではなく、ブローカなどの複数のサーバを介した End-to-End のセキュリティの確保が求められる。また、業務ソフトウェアを対象とする場合トランザクション処理をどう実現するかが課題となる[20]。

2) Web サービス工学[4]：Web サービスの開発技術が求められている。現段階ではオブジェクト指向開発方法論をベースに Web サービスが開発されている。今

後, Web サービスの基盤技術が提供する高い抽象度を活かした Web サービス開発技術が望まれる. 特に, インタフェース表現の高度化, サービスの動的発見と組合せ, XML 名前空間によるスコープ制御, XML の拡張性, などのサービス間の独立性を高める機構を活用する必要がある.

3) 実務への応用とビジネスモデルの開発: 実務の観点では, Web サービスの開発・再利用に適した適用分野の発掘, 既存ソフトウェアの Web サービス化の方法, Web サービスの評価, あるいは, Web サービスによる新たなビジネスモデルの創造などが課題となる. また, 実務では, サービスプロバイダにおけるデータのセキュリティやプロバイダの信用性も重要である[5].

7. まとめ

Web サービスは, Web の持つ本質的な特性である, 非集中性, 開放性, 相互運用性などに対応するソフトウェアのあり方を追求して生まれた技術である. Web が社会活動の基盤となっていることから, Web サービスは今後の情報システムの基盤技術として重要である.

本稿で紹介したように, Web サービスの基盤技術は急速に進化し続けている. しかし, Web サービス技術には, まだまだ, 多くの課題もある. 今後, 多くの研究者, 技術者が本分野の研究開発と実践に参画されることを期待する.

参考文献

- [1] 青山 幹雄, 中所 武司, 向山 博(編著), コンポーネントウェア, 共立出版, 1998.
- [2] M. Aoyama, Intelligent Software Services over the Internet, H. Kangassalo, et al. (eds.), *Information Modeling and Knowledge Bases, IX*, IOS Press, 2000, pp. 128-135.
- [3] 青山 幹雄, ソフトウェアサービス技術へのいざない, 情報処理, Vol.42, No. 9, Sep. 2001, pp. 857-862.
- [4] M. Aoyama, Web Services Engineering, C. Rolland, et al.(eds.), *Engineering Information Systems in the Internet Context*, Kluwer Academic Publishers, Sep. 2002, pp. 1-8.
- [5] 青山 幹雄, Web サービスの信用創造・信用仲介モデル, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会, Vol. 2002-SE-139, No.11, Oct. 2002, pp. 63-68.
- [6] 青山 幹雄, Web サービスネットワークとサービスグリッドを統合した Web サービスグリッドネットワーク, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会ウィンターワークショップ・イン・神戸論文集, Jan. 2003 [刊行予定].
- [7] Blue Titan Software, *Origin-to-Edge Web Services Networking*, 2002, <http://www.bluetitan.com>.
- [8] D. Box, et al., *Simple Object Access Protocol (SOAP) 1.1*, W3C, May 2000, <http://www.w3.org/TR/2000/NOTE-SOAP-20000508> [天野 富夫ほか(訳), <http://www.trl.ibm.com/projects/xml/SOAP1.1-j-ibm-revision2.html>].
- [9] E. Christensen, et al., *WSDL 1.1*, Mar. 2001, W3C Note, <http://www.w3.org/TR/wsdl> [和訳, <http://www.microsoft.com/japan/developer/workshop/xml/general/wsdl.asp>].
- [10] F. Curbera, et al., *Business Process Execution Language for Web Services, Version 1.0*, Jul. 2002, <http://www-106.ibm.com/developerworks/library/ws-bpel/>.
- [11] S. Durchslag, et al., *Web Services: Enabling the Collaborative Enterprise*, Jul. 2001, <http://www.grandcentral.com>.
- [12] I. Foster, et al., Grid Services for Distributed System Integration, *IEEE Computer*, Vol. 35, No. 6, Jun. 2002, pp. 37-46.
- [13] Flamenco Networks, *Connection Provisioning for Web Services*, White Paper, <http://www.flamenconetworks.com>.
- [14] A. Grangard, et al., *ebXML Technical Architecture Specification*, v. 1.0.4, Feb. 2001, <http://www.ebxml.org>.
- [15] J. Hagel III, *Out of the Box*, Harvard Business School Press, 2002.
- [16] J. E. Hanson, P. Nandi, and S. Kumaran, Conversation support for Business Process Integration, *Proc. 6th IEEE Int'l Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC-2002)*, Sep. 2002, pp. 65-74.
- [17] IBM and Microsoft, *Security in a Web Services World: A Proposed Architecture and Roadmap*, Apr. 2002, <http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/dnwssecur/html/securitywhitepaper.asp>[加藤 健二ほか(訳), Web サービスのセキュリティ: アーキテクチャとロードマップの提案, http://www-6.ibm.com/jp/developerworks/webservices/020607/j_ws-secm.ap.pdf].
- [18] H. F. Nielsen and S. Thatte, *Web Services Routing Protocol (WS-Routing)*, Oct. 2001, <http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/dnglobspec/html/ws-routing.asp>[和訳, <http://www.microsoft.com/japan/msdn/webservices/dnrsvspec/ws-routing.asp>].
- [19] OASIS, <http://www.oasis-open.org/>.
- [20] M. Potts, et al., *Business Transaction Protocol Primer*, Version 1.0, Jun. 2002, <http://www.oasis-open.org/committees/business-transactions/#commspec>.
- [21] RosettaNet, <http://www.rosettanet.org>.
- [22] 嶋本 正ほか, Web サービス完全構築ガイド, 日経 BP 社, 2001.
- [23] UDDI, <http://www.uddi.org>.
- [24] W3C Web Service Activity, <http://www.w3.org/2002/ws/>.
- [25] WS-I, <http://www.ws-i.org/>.
- [26] Xmethods, <http://www.xmethods.net>.