

# Web サービスの信用創造・信用仲介モデル

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 サービスによる e-ビジネス, 電子政府の実現を阻害する要因であるサービスの信用問題をモデル化し, ブローカ(仲介者)によって Web サービスプロバイダの信用保証を実現する枠組みを提案する. 特に, サービスプロバイダとユーザの間の情報の非対称性に着目し, その克服をブローカの設計問題として提示し, ユースケースとミスユースケースでモデル化した.

**キーワード** Web サービス, ブローカ, e-ビジネス, 電子商取引, 企業モデル, 信用

## Creation and Mediation of Trust for Web Services

Mikio AOYAMA

Faculty of Mathematical Sciences and Information Engineering,

Nanzan University

27 Seirei, Seto, 489-0863 Japan

E-mail: mikio.aoyama@nifty.com

**Abstract** This article proposes a model of trusted Web services, which is a key enabler of the e-business and e-society based on Web services technologies. Based on the model, this article proposes a framework for providing trusted Web services by trusted service broker. The design of trusted broker is presented as a problem of overcoming asymmetric information among the parties in terms of use cases and misuse cases.

**Keyword** Web Services, Broker, e-Business, Electronic Commerce, Enterprise Model, Trust

### 1. 問題の背景

Webサービスは, インターネット上で, 様々な計算資源をXMLをベースとする共通のインタフェースを介して提供する技術である[1]. 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, 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. 我々はインターネット上の至る所に存在するWebサービスを利用することが期待できる.

しかし, Webサービスは, コンポーネントのように利用者のソフトウェアに組み込んでユーザ側の計算環境で利用するものではなく, 遠隔にあるサービスプロバイダのサーバ内で処理されるため, 処理の実態がユーザから見え難い. ユーザは, 新たに, 以下のような信用不安リスクを負うことになり, 実務へのWebサービス普及の主たる阻害要因となっている.

- (1) サービスプロバイダにおける情報や処理の安全性, 信用の確保
- (2) 多数のサービスプロバイダの中から, ビジネスの目的を達成する信用できるサービスを適切な費用で

発見し, 組合せたり・実行すること

- (3) サービスの実行において万が一問題が発生した場合, 適切な解決の機構があること

さらに, Webサービスでは, インターネット上に点在する複数のサービスを動的に組合せて利用が可能であるため, 複数のサービスプロバイダにまたがった信用性が問われる. しかし, 個々のサービスのユーザがプロバイダの信用性を評価・確保することは, 極めて困難である. それは, プロバイダの知りうるサービスに関する情報をユーザが知りえないというプロバイダとユーザ間の「情報の非対称性」[18]や, ネットワークの分散性, 匿名性などの基本的な問題があるからである. サービスの信用を確保する仕組みが必須である.

これに対し, Webサービスセキュリティをはじめとするメッセージの暗号化などの基盤技術が提案され, Web サービスプロバイダの認証やメッセージ内容の保証に寄与すると期待されている. しかし, 根本的な問題である, サービスそのものの信用性, すなわちWebサービスの信用創造・信用仲介の仕組みに関する研究や開発は端緒についたばかりである.

本稿では, このようなWebサービスプロバイダの信

用問題を情報の非対称性の視点からモデル化し、信用できる Web サービスを提供するための工学的フレームワークを Web サービスの仲介者であるブローカ的设计問題として提示する。

## 2. Web サービスの安全性と信用の問題

### 2.1. Web サービスのモデル

Web サービスは、図-1 に示すブローカアーキテクチャで実現される。サービスリクエスタとも呼ばれるサービスのユーザ、サービスのプロバイダ、そして、その間で仲介を行うサービスブローカの 3 者によってサービスの公開、検索・発見、提供を行う。

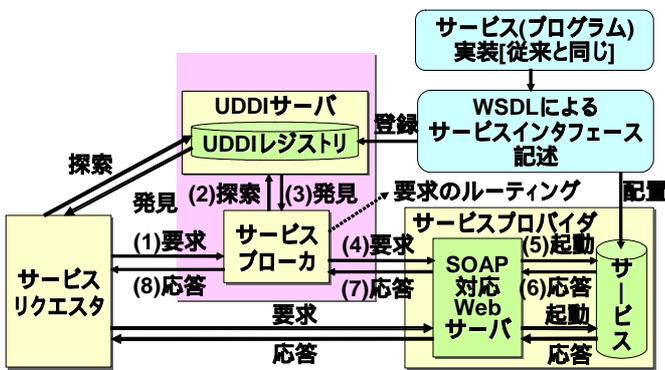


図-1 Web サービスの提供モデル

ここで、ブローカの役割は多様であるが、次の二つのレベルに分けて考えることができる。

- 1) 基本サービスブローカ(サービス探索ブローカ): ブローカは UDDI (Universal Description, Discovery, and Integration)[16]に代表されるサービスのディレクトリ機能を提供し、Web サービスの探索の支援を行うが、実行は、サービスリクエスタとサーバプロバイダ間で直接行うアーキテクチャである。これは、現行の Web サービスのアーキテクチャである。
- 2) 付加価値サービスブローカ: サービスの探索、提供において、リクエスタの様々な要求条件に応じたサービスの探索や組合せ、など高度な要求を満たす仲介を行うサービスブローカである。

今後、Web サービスを実務に適用するためには、基本ブローカの仲介機能だけではユーザの要求を満たすことが困難であると考えられており、付加価値サービスブローカによる高度なサービスの提供が望まれている。また、付加価値サービスブローカによって従来にない新たなサービスを提供できる可能性がある。しかし、このようなサービスブローカ的设计方法や支援環境など、その実現には多くの課題がある。

### 2.2. Web サービスの信用の問題

Web サービスを実務へ適用する主要な課題の一つが前述したサービスの信用確保にある。

ここで、サービスの信用(Trust)あるいは信用できるサービス(Trusted Service)とは、ユーザが期待するサービスをユーザが不利益をこうむるような副作用を受けずに提供を受けることとする。

Web サービスの信用問題は、主として、次の 2 点に起因すると考えることができる。

- 1) インターネットの脆弱性: Web サービスの基盤であるインターネットの脆弱性によりサービス提供における様々なセキュリティ問題があることや、サービスプロバイダ上で処理が行われることによるデータのセキュリティの問題があること。
- 2) サービスプロバイダとその提供するサービス内容の信用問題: 前述のサービスのユーザとプロバイダ間の「情報の非対称性」に加え、マーケットプレイスなどを通じて利用できるサービスプロバイダの範囲が拡大することによる、サービスプロバイダの信用が保証されない問題。

インターネットの脆弱性に対応するために、サービス提供プロトコルのセキュリティの問題は、最近、活発に研究されている[3, 8, 11, 12]。これに対し、サービスプロバイダとその提供するサービス内容の信用の問題はサービス提供プロトコルのセキュリティでは確保できない。

一方、信用の問題は、一般に構造化が困難であり、かつ、社会的要因や心理的要因を含む Ill-defined な問題である。そのため、信用(Trust)の定義も一般に確立しているとは言えず、工学的な体系化も進んでいない。しかし、Web サービスを実践するためには、避けられない問題であることから、近年、研究の萌芽が見られる[2]。

本稿では、Web サービスのプロバイダとそのサービス提供内容の信用問題に焦点を当てて議論する。

## 3. 一般サービスの信用創造・信用仲介問題

### 3.1. 信用とは何か

「信用」に関しては、日常生活における人間関係から、商取引や金融、そして電子商取引にいたる多様な局面で議論されている。例えば、モノの取引における商業信用における信用とは、販売したモノの対価として「将来起こる支払いの確信度」である。

同様に、本稿では、サービスの信用とは、期待するサービスの提供を受ける確信度と考える。

一般の信用問題は商業信用と呼ばれる商品売買などの取引における信用問題から金融などへと発展してき

た．買い手が得る信用に関する情報は，売り手そのものに関する情報と，買った商品に関する情報がある．これらは，不可分ではない．買った商品に対する買い手の満足度が高ければ売り手に関する信用も高まる．

ソフトウェアにおける類似の概念は，いわゆる非機能的特性として信頼性と安全性，セキュリティがある．例えば，「信頼性」は，ソフトウェア品質特性の国際標準である ISO/IEC-9126 で定義されるように，サービスの継続性というソフトウェアの機構を対象とする．

同様に，「信用」もサービスの提供の非機能的特性の一つである．しかし，多くの非機能的特性が行為の結果に対する特性であるのに対し，信用はサービスの実行を許諾すべきかどうかを判断するための未来に対する事前条件の役割を果たす点にむしろ意義がある．

### 3.2. 信用創造・信用仲介

「信用創造」と「信用仲介」は金融における仲介者としての銀行の主要業務である[17, 18]．

「信用仲介」とは，銀行が自らの信用を背景にリスクを担い，資金の余っている個人や企業から預金として受け入れ，それを資金が不足している個人や企業に貸し付けることにより，調達者がリスクを担う必要がない間接金融を実現することである．

さらに，「信用創造」とは，預金と貸出の両方が可能な銀行の業務で，「信用仲介」の連鎖を通して，最初の預金の何倍ものお金を貸付などの形で運用することである[17]．

この概念は，Web サービスの信用問題でブローカ役の役割を考えるモデルとなりえる．「信用仲介」とは，ブローカがその信用を背景にサービスの信用を保証することにより，サービスの取引を生み出すことと考える．さらに，ブローカの連鎖によって，個々のブローカでは達成できないWeb サービスの信用の連鎖が可能になると考えられる．

### 3.3. ユースケースによる信用問題の一般モデル

図-2 に信用問題の一般モデルをユースケースとミスユースケース(Mis-Usecase)[14]を用いてモデル化する．

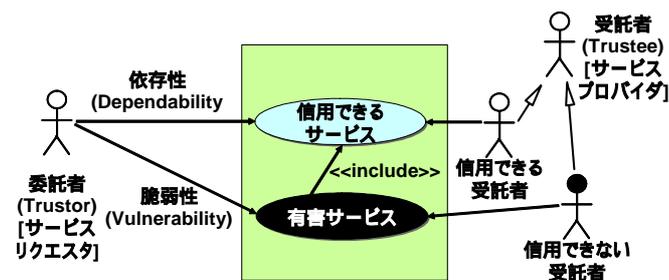


図-2 サービス信用問題の一般モデル

ミスユースケースとは，有害な作用を起こすユースケースである．ユースケース図では，ミスユースケースを黒塗りで，ミスユースケースを引き起こすアクタを黒の頭を持つ人形で表わす[14]．

一般に，ユーザなどの信用する役割を果たすアクタを委託者(Trustor)と呼び，プロバイダなどの信用されるアクタを受託者(Trustee)と呼ぶ．

図-2 のモデルは，信用の問題構造を委託者であるサービスリクエスタと受託者となるサービスプロバイダの間の相互作用と捉える．この相互作用は，信用の観点から，次の二つの構造から成る．

- 1) 信用できるサービス(Trusted Service)の提供：委託者は信用できる受託者から信用できるサービスの提供を受けることにより，信用するという依存性を持つ．従って，信用問題は，信用できる受託者を発見し，信用できるサービスの提供を受けるといった関係を築くことにある．
- 2) 有害サービス(Malicious Service)の提供：委託者は信用できない受託者から有害サービスの提供を受けるといった脆弱性の問題を引き起こす．従って，信用問題は信用できない受託者を識別するなどして，有害サービスの提供を受けないようにすることである．

このように，ユースケースとアクタとの観点で見ると，信用問題は，受託者の果たす役割としての信用性とその提供するサービスの信用性に分けることができる．

### 3.4. 信用構造の方向性

図-2 に示すように，信用には方向性がある．方向性は，次の2種類がある．

- 1) 一方向の依存性：委託者が受託者に依存性という関係を持つ．一方向の依存性．
- 2) 相互依存性：委託者が受託者に依存することに加えて受託者も委託者に依存する関係．

### 3.5. 信用構造の方向性と情報の非対称性

金融や保険などの市場を介した取引の研究から，委託者と受託者の間の「情報の非対称性」が取引活動の根本的な問題であることが知られている[18]．たとえば，上記の一方向の依存性においては，次のような情報の非対称性がある．

- 1) 委託者と受託者との間の情報の非対称性：受託者はサービスに関する品質などの委託者が知り得ない情報を持つことがある．
- 2) 受託者間での情報の非対称性：ある受託者はほかの受託者より多くの情報を持つことがある．

### 3.6. Web サービス信用問題へのアプローチ

Web サービスも一種のサービスを提供する取引であるので、その信用問題は、一般の信用問題との共通性と特異性を明らかにしておく必要がある。

Web サービスの信用問題は、次の2段階で捉えることができる。

- 1) Web サービスのプロバイダに関する信用: サービスプロバイダに関する信用情報・電子商取引や e-マーケットプレイスなどにおける売り手の信用問題と共通性が高いと考えられる。一般の信用問題とは、売り手に関する情報の非対称性が拡大する点でリスクが高まると考えられる。
- 2) Web 上で提供されるサービスから得られる情報に基づく信用問題: 提供されるサービスをユーザやブローカーが評価することによる信用問題。

Web サービスのプロバイダの企業としての信用情報はこれでも得られるであろう。Web サービスでは、その動的なサービスの発見や組合せの観点から、サービスを組み合わせた全体のサービスの信用など、動的なサービスの組み合わせに伴う信用問題も新たに提起される。

## 4. ブローカによる信用創造・信用仲介モデル

### 4.1. ブローカによる信用問題へのアプローチ

Web サービスの信用問題の根底にある情報の非対称性を解消する機構として第3者のブローカが信用創造を行うことが考えられる。商業取引においても第3者による信用問題へのアプローチは一般的に行われている。

ここで、第3者そのものは、信用できるブローカ(Trusted Broker)であると仮定する。現実には、この仮定が成立しない場合もあり得ることは明らかであるが、信用創造・信用仲介を行う第3者は、自身が信用を勝ち得ることによりそのビジネスの存在意義があることから、このような仮定は自然である。

情報の非対称性に注目すると、信用問題へのアプローチは図-3に示す、次の2種類に分類できる。

- 1) 第3者格付けシステムによる委託者と受託者間の情報の非対称性の克服

プロバイダの信用問題と類似のアプローチとして、企業などの組織体の属性情報に基づく「格付け」方法がある。既存のサービスでは広く研究され、普及している[4, 9, 12, 15]。例えば、格付け機関のような情報収集・評価の専門能力を持つ機関が、その専門能力によって、多くの受託者(プロバイダ)の信用に関する情報を収集・評価する。その結果を適切なコストで委託者に提供することによって、委託者と受託者間の情報の非対称性を克服する。この方法は、受託者側で多くの

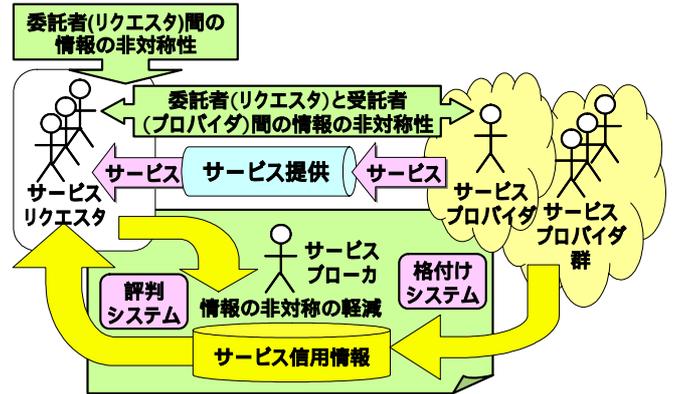


図-3 情報の非対称性の克服

受託者の情報を集める、いわゆる規模の経済によって情報の価値を高め、収集コストを低減する。

- 2) 評判システム(Reputation System)による委託者間の情報の非対称性の克服

委託者が商品やサービスを利用した結果の評価、いわゆる評判を共有できる仕組みによって、委託者間の情報の非対称性を克服する[12]。この方法は、委託者側で多くの委託者の情報を集めることにより、情報の価値や信頼度を高める。また、Web によって低コストで実現可能となり、広く普及している。

### 4.2. ブローカによる信用創造・信用仲介の方法

図-2に示した信用問題のモデルと図-3に示した信用仲介のモデルから、ブローカによる信用仲介のモデルをユースケースを用いて表わすと図-4に示すものとなる。

ここで、サービス仲介は、左側の「信用サービスゾーン」と右側の「未信用サービスゾーン」の2領域に分けることができる。

左側の「信用サービスゾーン」には、有害ユースケースがなく、受託者は信用創造を自ら行う必要もないように分割されている。

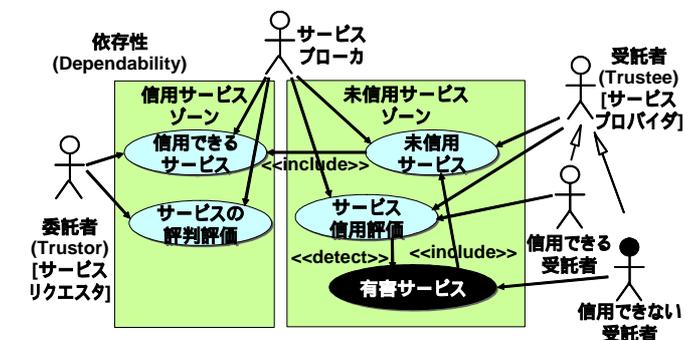


図-4 ブローカによるサービスの信用仲介モデル

### 4.3. ブローカによる信用創造・信用仲介のレベル

2者間の Web サービスの信用問題に対して、第3者のブローカが果たすことができる役割は、次の3種類がある。

- 1) アドバイザ：信用情報を提供することにより、情報のインバランスを是正する。
- 2) 仲介：信用できる候補者(プロバイダ)を紹介する。
- 3) 保証(保証人)：身元(保証)や信用の毀損に対する損害の保証(連帯保証)を行う。

図-4 に示す信用仲介モデルにおいて、信用の問題に依りて、このような異なるレベルの信用仲介サービスを提供することにより、ブローカの要求が具体化できる。

### 4.4. 信用創造・信用仲介を取巻く課題

Web サービスの信用問題を解決するためには、単なる信用の評価だけでは不十分である。

まず、サービスの動的な提供内容の信用確保の問題がある。これについては、稿を改めて議論する。

サービス提供を取引の視点から見ると、SLA (Service Level Agreement)によるサービス品質の定義やその管理、さらには、サービスの電子契約(e-Contract)とその遵守機構[10]の問題がある。

一方、サービスの利用の視点から見ると、サービスのシールドイング(Shielding)やブローカによるサービスキャッシュによるデータの保全性の向上、実行性能の向上など、多くの課題がある。

また、サービスエスクロー(Escrow)など、サービスの実行取引とその対価の支払いを保証する機構が必要な場合もあるだろう。

さらに、これらの諸問題を含む、信用確立プロセス(Trust Establishment Process)の問題がある。

## 5. 信用創造・信用仲介の特性

### 5.1. 信用問題の特性

信用問題は、一般に、次のような特性がある[17]。

- 1) 信用の量的問題と受信力
  - a) 信用の量的問題：信用の時期、期間、金額などで評価する信用限度。
  - b) 受信力：将来に信用できるかどうかの確信度。
- 2) 信用の階層構造：複数のブローカが存在する場合、複数のブローカ間で信用を仲介する高次の信用の仲介が必要となることから、信用問題は階層構造を成す。

### 5.2. 信用方向の逆転

委託者が大企業や政府機関などの場合、委託者の方

がブローカより受信力が高い場合があり得る。このような場合、ブローカが自らの評価より委託者の評価を信用することになると、委託者とブローカの間で、信用方向の逆転が起こる。受託者が高い受信力を持つことが広く知られている場合、同様に、委託者がブローカよりも受託者を高く信用することが起こりえる。

## 6. 関連研究と議論

Web サービスの信用問題は、主として、電子商取引の信用問題として研究が進められている[2, 3, 6, 7, 9, 12]。

さらに、基盤環境の脆弱性を克服するためのセキュリティ技術の研究・開発が進められている[8, 11]。

一方、Web サービス技術の発展に伴い、Web サービス提供におけるプロバイダの信用問題が指摘されている。しかし、この問題に対する明確なアプローチは確立されているとはいえない。また、この問題は、ソフトウェアコンポーネントのネットワーク流通でも指摘されていた[13]。

また、信用評価の分野では、金融など多くの評価システムがビジネスとして行われている[3, 16]。Web サービスを用いた評価も試行されている[15]。

ソフトウェア工学の視点からは、要求工学における非機能的な要求の問題の一つと考えられる。特に、e-ビジネスアプリケーションの要求においては、セキュリティや安全性は影響範囲と損害の両面で大きな問題を引き起こす可能性があるため、研究面でも重要性が認識されつつある[5]。

## 7. 今後の課題

本稿で提起した Web サービスプロバイダの信用創造・信用仲介問題には多くの課題がある。

すでに述べたように、信用問題は社会的、心理的な問題を含むことから形式的な扱いが困難な問題である。

一方、ソフトウェア開発の実務において、このような問題はしばしば遭遇する。ソフトウェア工学が、プログラミングから要求工学などの現実の問題を扱う方向へ発展してきていることから、今後、本稿で提起した信用と同様の問題を扱う工学的技術体系の確立が必要となるであろう。

特に、e-ビジネスや電子政府などの社会全体の Web 化によって、今後、より広範な社会問題をソフトウェア開発の問題として扱う必要がある。そのような観点で、新たなソフトウェア工学の基礎技術の研究・開発が望まれる。

具体的な課題としては、信用評価方法の問題がある。

現在広く行われている，格付けによる方法は，サービスプロバイダの属性に基づく静的な評価である．Webサービスの動的特性を考慮すると，動的な振舞いの評価が必要であると考えられる．

## 8. まとめ

金融などの，既存の信用問題における知見に基づきWebサービスの信用問題の基礎的な技術フレームワークを提案し，その特性について議論した．

今後，Webサービスの実務への適用において，その信用は基本的な問題であると考えられるので，本稿で述べた議論を深める必要があると考えている．

さらに，e-ビジネスの開発などの多くの局面で，本稿で扱った非機能的特性は重要な課題である．要求工学などのソフトウェア工学の発展の中で，非機能的特性の一つとして信用は興味深い課題である．

謝辞：本稿をまとめるに当たりご討論を頂いた，早稲田大学の深澤良彰氏，S-Lagoonの中谷多哉子氏，三菱電機インフォメーションシステムズ(株)の浦井哲哉氏，(株)情報技術コンソーシアムの長島一雄氏ほか関係各位に感謝します．

## 参考文献

- [1] 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.
- [2] A. Baldwin, et al., *Trust Services: A Trust Infrastructure for E-Commerce*, HP Laboratories Bristol Technical Report, No. HPL-2001-198, Aug. 2001.
- [3] F. Batya, et al., Trust Online, *CACM*, Vol. 43, No. 12, Dec. 2000, pp. 34-40.
- [4] CRD 運営協議会，中小企業信用リスク情報データベース CRD(Credit Risk Database)，Sep. 2002, <http://www.crd.ne.jp/corba/CRDProject.pdf>.
- [5] R. Crook, et al., Security Requirements Engineering: When Anti-requirements Hit the Fan, *Proc. IEEE Joint Int'l Requirements Engineering Conf. (RE '02)*, Essen, Sep. 2002, pp. 203-205.
- [6] T. Dimitrakos: Toward a Formal Model of Trust in e-Commerce, *Proc. of the AI 2001 Workshop: Novel E-Commerce Applications of Agents*, Ottawa, Jun. 2001, <http://www.cs.unb.ca/~bspencer/NECAA/Papers/programme.html>.
- [7] T. Grandison and M. Sloman, A Survey of Trust in Internet Applications, *IEEE Communications and Surveys*, Fourth quarter 2000, <http://www.comsoc.org/pubs/surveys>.
- [8] 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>.
- [9] iTRUST consortium, <http://www.bitd.clrc.ac.uk/Activity/ACTIVITY=iTRUST>;
- [10] Z. Milosevic, et al., Discretionary Enforcement of Electronic Contracts, *Proc. IEEE EDOC (Enterprise Distributed Object Computing) 2002*, Lausanne, Sep. 2002, pp. 39-50.
- [11] OASIS Security Services TC, SAML (Security Assertion Markup Language), <http://www.oasis-open.org/committees/security/>
- [12] A. Rosenbloom (ed.), Special Issue on Trusting Technology, *CACM*, Vol. 43, No. 12, Dec. 2000, pp. 31-93.
- [13] 齊木 太郎，青山 幹雄，ソフトウェアコンポーネントの動的組合せと試行を支援する JavaBeans コンポーネントプレイヤーの開発と評価，大西 淳，大須賀 昭彦(編)，オブジェクト指向最前線 2001，情報処理学会オブジェクト指向 2001 シンポジウム，近代科学社，Aug. 2001, pp. 69-76.
- [14] G. Sindre and A. L. Opdahl, Templates for Misuse Case Description, *Proc. of REFSQ (7<sup>th</sup> Int'l Workshop on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality) '01*, Interlaken, June 2001, pp. 125-136.
- [15] 内平直志ほか，信用リスク評価モデル CRAFT スコアリング法，<http://www.craft.titech.ac.jp/~uchihira/craft-sm.html>.
- [16] UDDI, <http://www.uddi.org>.
- [17] 山口重克ほか，現代の金融システム：理論と構造，東洋経済新報社，2001.
- [18] 藪下史郎，金融システムと情報の理論，東京大学出版会，1995.