

FIPAエージェントにおけるXMLの適用動向

大野邦夫

ohno@inse.co.jp

INSエンジニアリング株式会社

〒141-0031 東京都品川区西五反田4-31-18

エージェント技術から見たXML応用の最近の動向として、注目すべき2つの分野が挙げられる。一つは、B2B (Business to Business) やB2C (Business to Consumer) のEC (Electric Commerce) 分野に関するもので、ウェブを集客、ワークフロー管理、さらに顧客分析・管理に活用するための枠組みとして扱うアプローチである。もう一つの分野は、携帯電話やモバイル機器といった今後のウェアラブル・コンピュータに発展し得る分野の通信プロトコルへの適用である。以上の具体的なとりくみとして、ベルギーのアルカテルの研究所が開発したFIPAのACLに対してXMLを適用した事例が極めて示唆に富む内容を含んでいると思われる。ここではその概要を紹介し考察を加える。

A Trend of Applying XML to FIPA Agents

Kunio Ohno

ohno@inse.co.jp

INS Engineering Corporation

4-31-18, Nishi - Gotanda, Shinagawa - ku, Tokyo, 141-0031, Japan

From agent technologies view, there are two interesting areas which XML is expected to apply. One is the B2B (Business to Business) and / or B2C (Business to Consumer) fields of Electric Commerce where internet web technology is applied to collect customers information, workflow management, customer analyses, customer relationship management, and so on. Another is the mobile communication protocol fields which are expected to become realizing wearable computers. Case studies conducted by Alcatel Research Laboratory in Belgium showed the effect to apply XML to FIPA ACL for telecommunication fields, and suggested its possibility to another fields. This paper introduces the situation of FIPA standards, ACL, and the case study by Alcatel, and discusses the tend of applying XML to FIPA agents.

1. はじめに

エージェント技術から見たXML応用の最近の動向として、注目すべき2つの分野が挙げられる。一つは、B2B (Business to Business) やB2C (Business to Consumer) のEC (Electric Commerce) 分野に関するもので、ウェブを集客とワークフロー管理、さらに顧客分析・管理に活用するための枠組みとして定義し、その道具として扱うアプローチである。サプライチェーン、バリューチェーン管理、ワンツーワン・マーケティングや CRM (Customer Relationship Management) と言ったキーワードに象徴される分野への適用である。この分野への先端的な取り組みとしては、EAI (Enterprise Application Integration)、データマイニングやナレッジマネジメントといった技術の適用が議論されており、筆者らもこの関連の事例を報告した[1]。

もう一つの分野は、携帯電話やモバイル機器といった今後のウェアラブル・コンピュータに発展し得る分野の通信プロトコルへの適用である。これらの無線分野における通信環境は、有線の場合に比べ著しく劣悪で不安定であり、強力な符号誤りの訂正機能を含みかつ必要な通信速度に耐えるような言わば「知的な通信プロトコル」が要求される。

以上の2つの分野において、前者はアプリケーション層におけるナレッジマネジメントの適用であり、後者は通信ネットワーク層へのXMLの適用である。両者はまったく異なる分野であるが、FIPAが標準化を指向している既存のエージェント技術に密接に関係する。すなわち、前者は知的エージェント技術のアプリケーション層への適用であり、後者はモバイルエージェント技術のトランスポート層(メッセージ転送)への適用である。ここではそれらの最新動向を紹介し、考察を加える。

2. FIPAによるエージェントの標準化

2.1 エージェントとは何か

計算機工学分野でエージェントという用語の使われ方は2種類に大別される。一つは処理実体がネットワークを透過的に移動する「移動(モバイル)エージェント」であり、もう一つは、人間の代理を指向する「知的(インテリジェント)エージェント」である。移動エージェント、知的エージェントとも、その本質は情報の有機的な伝達ないしはインタラクションにある。有機的という言葉が意味する内容は、伝達機構がクライアント・サーバのような単純なシステムではなく、インタフェースとしての言語、インタラクションの基盤となる管理機構、それらの支援機構などが必要となることを意味している。さらに異なるシステム間をエージェントを用いて通信する場合は、言語、管理機構、支援機構などの相互運用性が要求される。そのためにはエージェントシステムの標準化が必要となる。

2.2 FIPAの発足

FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents) は、エージェント技術に関する国際的な標準化コンソーシアムである。FIPAは1996年4月にロンドンで最初の会議が開催され設立された。その会議で方向付けがなされ[2]、最初の仕様群が1997年に定められ、翌年さらにいくつかの機能が追加された。表1にそれらの仕様項目を示す。

2.3 エージェント管理

項目1に示すエージェント管理 (Agent Management) とは、用語参照用のホワイトページとエラーページの機能である。ホワイトページはエージェントの用語から機能を抽出する辞書であり

表1 FIPA97, FIPA98における仕様項目

項目	FIPA 97 Version 1.0	FIPA 98 Version 1.0
1	N Agent Management	Agent Management Extensions
2	N ACL	
3	N Agent Software Integration	
4	I Personal Travel Assistant	
5	I Personal Assistant	
6	I A/V Entertainment & Broadcasting	
7	I Network Management & Provision	
8	N	Human - Agent Interaction
10	N	Agent Security Management
11	N	Agent Management Support for Mobility
12	N	Ontology Service
13	I/M	Developer's Guide

N = Normative; I = Informative; M = Methodology

AMS (Agent Management System) により管理され、イエローページは機能から用語を定める辞書でDF (Directory Facilitator) により管理される。なお、AMSもDFもFIPAエージェントで構成される。

AMSにより管理されるエージェントの集合をエージェント基盤と呼び、ローカル・コンピュータのような物理的な構成に対応する。基盤の内部におけるエージェント間通信は、FIPA仕様の対象外であり、IPC、RMI、ソケットなどを自由に用いることが可能である。基盤相互間を結ぶのがACC (Agent Communication Channel) と呼ばれるエージェントである。

DFにより管理されるエージェントの集合をエージェント領域と呼び、アプリケーションを実行するエージェントの論理的な構成単位である。エージェント領域は複数のエージェント基盤にまたがるのが可能である。また単一のエージェント基盤に複数のエージェント領域が重なって存在することも可能である。

なお、表1の項目の項に付随する記号のNは、Normativeの略で、規格として満たさねばならない要件であることを意味する。

2.4 エージェント通信言語

項目2は、エージェント通信言語、ACL (Agent Communication Language) に関する仕様である。FIPA ACLは発話行為 (Speech Act) 理論に基づく20の通信行為 (Communicative Act) 7個のプロトコル、事例としてのコンテンツ言語SL (Semantic Language) とSLのプロファイル0,1,2を定めている。SLはフランス・テレコムが開発したエージェント通信言語であるARCOLにおける形式意味論を記述する言語でFIPA ACLはそれを流用した。SLは強力な様相一階記述言語であるが、実装するには重すぎるので、そのサブセットとして規定されたものがプロファイルである。以上の詳細については、ACLは、エージェント技術において最も本質的な項目でありXMLとの関連を中心に次章以降で別途説明する。

2.5 ソフトウェアとのインテグレーション

項目3は、ソフトウェアとのインテグレーション (Agent Software Integration) に関する仕様である。エージェントシステムとソフトウェア (非エージェントシステム) とのインタフェースとインタラクションは明確に定義される必要がある。そのためにFIPAはラッパーとエージェント資源ブローカが定義されている。ラッパーはソフトウェアとの接続部分のエージェントで、ソフトウェアに対するAPIと他のエージェントに対するACLを具備している。

仕様にはラッパーの初期化、ソフトウェアの起動と停止、情報交換機能などが規定されている。エージェント資源ブローカは、ラッパーへのディレクトリサービスを提供する。

2.6 アプリケーション領域

項目4-7は、想定されるアプリケーション領域である。個人旅行支援、個人支援 (秘書的業務)、オーディオ・ヴィジュアル・エンターテインメント&放送、ネットワーク管理&サービス提供の4種類の分野が選定されている。上記の項目1から4までの仕様の妥当性を確認するために選択された応用分野である。なお、表1の項目の項に付随する記号のIは、Informativeの略で、規格として満たさねばならない要件ではなく参考情報であることを意味する。

2.7 人間とのインタラクション

ユーザである人間との対話サービスと、ユーザプロフィール管理の支援を行う。そのために、DFに登録するサービスタイプ、オントロジ、行為を定める必要がある。ユーザ対話管理サービスは、ユーザインタフェースへのラッパーである。エージェントシステムは、ユーザ対話管理サービスを通じてユーザと対話し、ACLを通じてアプリケーションを支援するエージェントと対話する。ユーザ・パーソナライズ・サービスは、利用者のプロフィールを管理するエージェントである。固定情報と学習により変化する情報の2種類を扱うことができる。

2.8 セキュリティ管理

この仕様は非常に重要であるが多くの部分が未検討である。インフラとのセキュリティ確保のためのインタフェースとして、基盤セキュリティ管理のためのエージェントが設定され、そのためのAMS、DFへの要件が述べられている。ACLのセキュリティ確保のために、トランスポート層におけるセキュリティとメッセージ構文をラップするエンベロープを規定している。

2.9 モバイルエージェントの支援

この仕様は、モバイル・エージェントを支援する下記の2種類のプロトコルと関連するオントロジおよびライフサイクルを定めている。

2.9.1 単純移動プロトコル

単純移動プロトコルでは、エージェント基盤が移動作業を実施する。すなわち、移動したいエージェントは、先ず自己のエージェント基盤に対し移動先の基盤の識別子を含む要求を出し、エージェント基盤は、移動先の基盤に要求を転送する。その後、移動先の基盤がそのエージェントの実行を再開する。

2.9.2 完全移動プロトコル

この場合、移動するエージェントが自ら、コードやデータの転送、例外処理、ホームエージェント基盤に対するアドレス変更などを行う。単純移動プロトコルに比べ煩雑であるが、きめ細かい処理を行うことが可能である。

2.10 オントロジ・サービス

この仕様はACLによりオントロジを操作するための機能を規定している。オリジナルな仕様はDARPAのOKBCであるが、それを含む機能をオントロジ・サーバとして定義し、それをオントロジ・エージェントでラッピングしている。オントロジ・エージェントは、ACLを用いてクライアント・エージェントと会話しつつOKBC等のAPIを通じてオントロジ・サーバとやりとりする。オントロジの実装がXMLのDTDやRDFで記述される場合は、XMLのDOMを拡張したAPIが用いられることになる。

2.11 開発者向けのガイド

開発者向けのガイドであるが、上記仕様群の不整合部分に関する記述やその議論、今後の展望などが記されている。

3. エージェント通信言語

3.1 発話行為モデル

発話行為 (Speech Act) は、ask_, request_, tell_ などの、Performatives と呼ばれるキーワード

群で表現される。これは人間が相互に言葉を用いて尋ねたり、要求したり、語ったりするように、エージェントも相互に同様なことを語り実行すると想定している。Performatives に伴うエージェント・メッセージは、通常、sender, receiver, language, ontology, content などのパラメタを含む。ACLは低位の通信レイヤを抽象化して上記のモデルに基づくメッセージ通信を行う。メッセージに埋め込まれるコンテンツは、特定のドメインと選ばれた言語により定められるオントロジを用いて表現される。

典型的なエージェントは、1種類以上のオントロジを知っており、メッセージが理解不能な場合は、その理由と状況に関する詳細な返答を返す。

3.2 KQML

KQML (Knowledge Query Manipulation Language) は、FIPA ACLの原型の言語である。この言語によると、個々のエージェントは、その振る舞いを決める「信念 (Belief)」と「目標 (Goal)」を持ち、あたかも知識を持って行動しているかのように見える。この信念や目標は、他のエージェントにより部分的に共有され、照会・操作されることもある。

以下の図1の例は、taroというエージェントが、以前のメッセージref1の返事としてfamilyオントロジによりKIFで記述されたコンテンツをhanakoというエージェントに伝達する例である。

```
(tell :sender taro
      :receiver hanako
      :language KIF
      :ontology family
      :in - reply - to ref1
      :content (<= (grandparent ?x ?z) (and (parent ?x ?y) (parent ?y ?z))))
```

図1 KQMLによるメッセージの例

なお、KIFで記述されたコンテンツの意味は、xがyの親であり、かつyがzの親であるなら、xはzの祖父である ("If x is a parent of y, and y is a parent of z, then x is a grandfather of z.") という意味である。

3.3 FIPAのACL

FIPAのACLは、構文的にはKQMLに酷似しているが、学究的な世界で検討されてきたKQMLを実用の世界に移行させるべく仕様が変更されている。例えば、実用の範囲内に通信行為の種類を限定したり、オープンな環境で通信が可能ないようにIIOP (Internet Inter ORB Protocol) を用いて通信を行

うことを可能にしている。FIPA ACLにおける通信行為の種類とそのカテゴリの概要を表2に示す。

3.4 コンテンツ言語

ACLのメッセージに埋め込まれたコンテンツ言語は選択可能であり、それを選択する必要がある。コンテンツ言語には、論理式で知識を表現する論理コンテンツ言語と、情報要素の特定の型を記述するルールを設定する、情報コンテンツ言語がある。以下に代表的な言語を示す。

3.4.1 KIF

KIF (Knowledge Interchange Format) はスタンフォード大学で仕様化された論理コンテンツ言語

表2 FIPA ACLにおける通信行為とそのカテゴリ

通信行為	情報伝達	情報要求	交渉	行為の実行	誤り制御
accept - proposal			○		
agree				○	
cancel				○	
cfp			○		
confirm	○				
disconfirm	○				
failure					○
inform	○				
inform - if	○				
inform - ref	○				
not - understood					○
propose			○		
query - if		○			
query - ref		○			
refuse				○	
reject - proposal			○		
request				○	
request - when				○	
request - whenever				○	
subscribe		○			

で、一階述語論理を表現する。構文は、Common LispライクのS式で表現される。

3.4.2 SL

SLは、FIPAが提案した言語であるが、仕様が大きいために以下のような3種類のサブセットとしてのプロファイルを定義している。

- (1) SL0: 単純な命題と行為によりエージェントを管理するための最も基本的な言語
- (2) SL1: SL0にプリアン操作を追加した言語
- (3) SL2: さらに結論命題の提示機能を追加した言語

3.4.3 XML

XMLの原型であるSGMLは、構造化文書を記述したり、その電子的な配布のために用いられた言語であったが、XMLは幅広いデータオブジェクトの記述が可能であるため、ACLのコンテンツ言語の有力な候補になりつつある。詳細は、以下の章で述べる。

4. アルカテル研究所の事例

4.1 テレコム分野へのエージェントの適用

ベルギーのアルカテル研究所は、FIPA ACLにXMLを適用を積極的に検討している。基本的には表1の項目7の適用分野における実証実験の一環として開始された模様であるが、それに留まらず、オー

ブン化、グローバル化を迎えたテレコム業界における競争力確保のためのキー技術を指向している。その基本的なアプローチは、メタ情報としてのDTDやスキーマをオントロジ定義やエレメント定義として用い、XMLインスタンスをコンテンツとして用いるものである。

4.2 MAPOSシステム

1998年にパリで開催されたSGML/XML Europe'98では、DTDをオントロジとして用いた事例[3]を発表した。紹介された事例はMAPOS (Multi-Agent Platform for On-line Service) というシステムで、警報を知的に選別したり監査業務への適用など、テレコム分野の異機種分散環境において相互運用を目指すエージェントアプリケーションであった。文献[3]の結論によると、オープンな異機種分散環境とFIPA ACLとの相性は必ずしも良好ではないとのことであった。その理由は、ACLが閉鎖的な実体相互間の通信を支援する枠組みであることに起因する模様である。ACLが発話行為理論を基盤としている限り、エンド・エンド間の通信への適用に向くわけであり、情報や知識を共有するような用途には向いてはいないという見方が可能なのかもしれない。オープンな環境で情報や知識を共有する機構は、XML/RDFが得意とする分野である。

4.3 RDFスキーマを用いるエージェント

1999年にグラナダで開催されたXML Europe'99では、RDFおよびRDFスキーマを用いたFIPAエージェントの事例を紹介している[4]。

4.3.1 DTDからスキーマへ

RDFは、属性、値、リソースを表現するデータモデルである。RDFスキーマは、それを系統的に記述する枠組みであり、実質的にはミンスキーのフレーム[5]に対応する知識表現と言っても良いものであった。しかしながらその枠組みはあまりに意欲的すぎて既存のW3Cの枠組みに納まりきらず、正式勧告化は見送られている。XMLスキーマは、RDFスキーマよりは現実的であるが、その膨大な仕様のためにその適用は危ぶまれる状況にある。

スキーマは、対象における概念の意味レベルの内容を提供し、そのインスタンスは具体的なアプリケーションにおける、具体的な値を示すことが期待される。DTDは以上の要求に対し個別的・固定的な定義を施すだけであるが、スキーマは標準的なデータ型を提供する。スキーマ言語はさらに継承のようなオブジェクト指向プログラミングのコンセプトをも具備しているため、OOPのクラス階層へのマッピングを可能にする。

4.3.2 FIPAコンテンツ言語としてのRDF

RDF自体は命題定義機能を持たないが、そのような機能を付与することも可能である。例えば、「命題_西暦2000年の2月は28日で終わることは間違っている」という信念の記述は図2のような記述になる。

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3c.org/TR/WD-rdf-syntax#"
  xmlns:fipa="http://www.fipa.org/schemas#">
  <fipa:Proposition>
    <rdf:subject>Feb_2000</rdf:subject>
    <rdf:predicate resource="http://www.y2000.org/schema#totalNumberOfDays"/>
    <rdf:object>28</rdf:object/>
    <rdf:type resource="http://www.w3c.org/TR/WD-rdf-syntax#statement"/>
    <fipa:belief>false</fipa:belief>
  </fipa:Proposition>
</rdf:RDF>
```

図2 「命題_西暦2000年の2月は28日で終わることは間違っている」のXMLによる記述

XML/RDFは行為の実行に関する記法を保有していない。そこで、特定の行為に関する行為者と引数を包含する「行為」、これらの行為に関する「結果」、「done」、「refused」、「ongoing」、「interrupted」など、行為に関連する「状態情報」をエレメントとして定義する。これらはRDFスキーマへのコード化手法のテクニックである。

4.4 XMLベースの通信によるVPNの提供

4.4.1 役割とエージェントのタイプ

文献[4]の事例では、エージェント・パラダイムをVPN (Virtual Private Networks) の提供プロセスに適用している。ここでは、エンドユーザ、カスタマー、VPNサービス、ネットワークプロバイダを各々異なったソフトウェア・エージェントの形式にマップしている。特に重要なエージェントの種類は下記のとおりである。

- (1) PCA (パーソナル・コミュニケーション・エージェント) : エンドユーザの利益を最大限代表する。従って、PCAはユーザのプロファイルにアクセスする。エンドユーザは、VPN上の一つ以上のアプリケーションを実行させるが、そのアプリケーションは、異なるタイプのアプリケーション・エージェントによってコントロールされる。

- (2) VPN SPA (VPNサービスプロバイダ・エージェント) : PCAとNPA間を仲介する特別なタイプのサービスプロバイダである。
- (3) NPA (ネットワーク・プロバイダ・エージェント) : それ自体のドメインを管理するネットワーク・プロバイダを代表する。異なるNPA同士の協調も可能である。

4.4.2 VPN提供シナリオ

VPN提供シナリオは、マルチメディアVPNにまたがるマルチユーザ・アプリケーションである。このシナリオにおける個々のステージは、ミーティング・スケジュール調整、サービス提供交渉、ネットワーク提供交渉、VPNコミッション、VPN管理、VPNデコミッション、サービス課金などである。

4.4.3 VPN準備のためのRDFスキーマ

図3は、PCAがSPAにサービス開始要求を行うメッセージの例である。

LISP的なS式ベースのACLメッセージの中のコンテンツの内容としてXMLインスタンスが埋め込まれている。

SPAは、VPNサービスを開始させる上記の要求に返答することになるが、この場合は対応するサービスの立ち上げに時間を要するのでPCAには失敗を

```

(request
:sender PCA
:receiver SPA
:content
( <?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns="http://www.fipa.org/schemas#">
<startVPNService rdf:ID="startact1">
<actor>SPA</actor>
<argument rdf:resource="#VPNService1"/>
</startVPNService>
</rdf:RDF>)
:language RDF)

```

図3 VPNサービス開始要求のACLメッセージ

通知することになる。そのメッセージを図4に示す。
 上記の事例は、FIPAにより提案されている現状のLISP的な構文をのコンテンツ内容をXMLインス

タンスに置き換えたものであるが、ACL全体をXMLまたは等価なRDFに置き換えることも可能である。

```

(failure
:sender SPA
:receiver PCA
:content
(<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns="http://www.fipa.org/schemas#">
<startVPNService rdf:about="startact1">
<done>>false</done>
</startVPNService> )
<Reason>Reservation does not match: too early to start</Reason>
</rdf:RDF>)
:language RDF)

```

図4 サービス立ち上げ不能のACLメッセージ

4.5 モバイルエージェントへの適用

前項までは知的エージェントへの適用事例であるが、FIPAエージェントは各種のメッセージ転送プロトコルへの適用も検討されている。図5は、異なった通信レイヤー間の関係を明確化したものであ

る[4]。現在のところ、FIPAコンテンツ、ACLメッセージ、メッセージ転送の各レイヤーは、複数のオルタナティブが示されている。

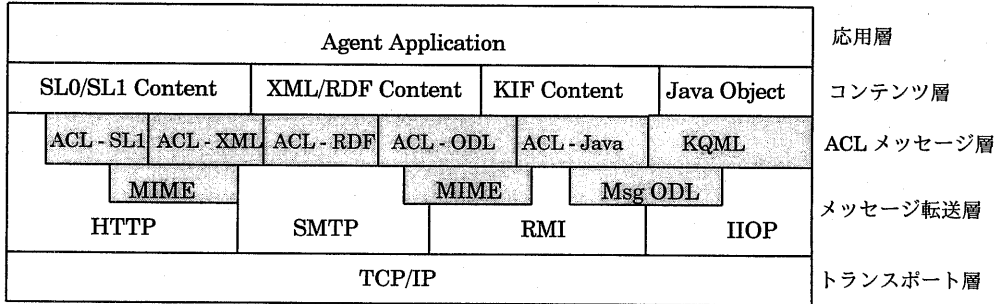


図5 FIPA通信レイヤー

5. 考察

5.1 S式からXMLへの移行

以上、FIPAの概要とその仕様におけるエージェント通信言語の枠組みの下でXMLを適用したアルカテル研究所の事例を紹介した。KQMLをモデルとするFIPA ACLをさらに実用の世界に移行させるためにその構文にXMLやRDFを適用させようとするアルカテル研究所の意図は今日のXMLの急速な普及を考えると妥当なものであろう。

しかしながら、S式をXMLのタグに置き換え、インターネットやイントラネットをインフラとすれば直ちに実用の世界に生まれ変わるものでもないであろう。さらに根本的な視点からの検討が必要な気がする。KQMLやKIFといったLispベースの遺産をXMLで模様替えすれば事足れりといったものではないのである。

5.2 エンド・ツー・エンド指向モデル

エージェントシステムは、基本的にエンド・ツー・エンド指向のシステムである。分散環境を一元的に扱おうとするWebやCORBAがクライアント・サーバ・モデルに立脚していることを考えると対照的である。従ってアプリケーション領域については、この視点からの考慮も必要であると思われる。

エンド・ツー・エンドのアプリケーション（ビジネスモデル）としては、B2B、B2CにおけるECがまさにそうである。B2Bの分野に関しては、サプライチェーンのコンソーシアムであるRosettaNetや、マイクロソフトのBizTalkが、XMLをベースにした規格を制定しつつある。

RosettaNetのPIP (Partner Interface Process) [6]は、電子商取引の各種の場面对応したXML DTDであり、エンド・ツー・エンドのネゴシエーションにおいて必要な用語をエレメントとして定義したものである。これらの場面はクラスとセグメントという概念で、分類され、各セグメント毎にPIPとしてのDTDが定義されている。また用語については業界毎に辞書が作成されつつある。

ACLとRosettaNetのプロトコルを比較すると、極めて大雑把ではあるが、通信行為とセグメント、オントロジとPIPのDTD、コンテンツとXML文書、AMSやDFと業界毎の用語辞書といった対比が可能ではなかと思われる。FIPAとRosettaNetというまったく関係の無い組織が、エンド・ツー・エンド通信にXMLを適用しようとした場合に類似の枠組みに落ち着きつつあることは興味深い現象である。

6. おわりに

FIPAにおけるACLにXMLが導入されつつある動向を紹介し若干の考察を試みたが、以上は極めて不完全であり諸兄のご批判とご教示を頂けると幸いである。特にモバイル系への適用については考察を加える段階に至らず、単なる紹介に終わってしまった。

最近の先端技術は、ビジネスへのインパクトが問われることに特徴がある。例えば「ナレッジマネジメント」が経営にどう寄与するかが問われるようにである。

エージェント技術もその例に漏れず、FIPAの標準化もその動向を無視はできないであろう。従ってACLのXML化は、技術的観点のみならずビジネス的な観点からも評価されることになるであろう。

その可能性として、エンド・ツー・エンド指向のビジネスへの適用と劣悪な通信環境で信頼性の高い通信を要求されるモバイル環境への適用が期待されると思われる。

なお、この資料は、日本規格協会、エージェント指向標準化調査研究委員会での検討結果[7]をベースに、私個人の考えを加えたものである。同委員会のメンバーの方々に謝意を表します。とりわけ、FIPAに関する情報を提供していただいたコムテック(株)の須栗裕樹氏に感謝します。

参照情報および文献

- [1] 吉田, 大野 藤田, 前, 廣瀬; "オブジェクト指向スクリプト言語RubyによるXML応用システムの検討"
- [2] <http://www.fipa.org/chronicle/chronicle.html>
- [3] B. Bawens; "Software Agents using XML for Telecom Service Modeling: A Practical Experience", Proceedings SGML/XML Europe '98 at Paris, Graphical Communications Associations, (1998)
- [4] B. Bauwens; "XML - based Agent Communication: VPN Provisioning as a Case Study", Proceedings XML Europe '99, 26 - 30 April 1999, Palacio de Exposiciones y Congresos, GRANADA, Spain (1999)
- [5] M. Minsky; "A framework for representing knowledge", In P. Winston (Ed.) "The psychology of computer vision", McGraw Hill, (1975)
- [6] http://www.rosettanet.org/general/index_general.html
- [7] (財)日本規格協会; "平成10年度エージェント指向標準化調査研究委員会報告書", 平成11年3月, 財団法人日本規格協会情報標準化研究センター (1999)