

エントの振る舞いを定義することができることが明らかになっている。

### 5.3 電子商取引へのエージェント技術適用

電子商取引(Electronic Commerce, EC)へのエージェント技術適用について、少し広い観点から討論しよう。

#### (1) EC の全体像

EC では、EC での取引の参加者のタイプにより、取引を B2B(Business to Business), B2C(Business to Consumer), C2C(Consumer to Consumer) の 3 種類に分類するのが一般的である。

EC の経済活動全般に占める割合は、いまだ小さい部分もあるが(例えば、B2C の部分に相当する部分は、アメリカでの小売業の総売上の 1% 程度 [USDC 1999]), 短期間に立ち上がっており、今後も急速な成長が見込まれる。

EC の急速な成長が見込まれるのは、単純にビジネスモデルをインターネットにもっていっただけでも、取引などのコストの大幅な低下や、自動化によるメリットがあるからである<sup>3)</sup>。

EC のメリットは、単にコストの問題だけではない。EC ではインターネット上で全世界を対象に電子的な取引を行うということにより、いろいろな新しい形態のビジネス・サービスが可能になり、実際に新しいビジネスやサービスが次々と生まれている〔有元 1999〕。また EC では顧客の情報も電子的な形で大量に収集することが可能になり、CRM(Customer Relationship Management)への展開も見えている。CRM によって社内システムの顧客方向への変革がもたらされ、同時に CRM に基づいた新しいサービスの提供なども始まっている。CRM の場合、顧客とやり取りするモードは電話、ファックスなどインターネットに限らないが、徐々にインターネット(電子メールや Web)にその重点を移している。

しかし、EC すべてがバラ色というわけではない。EC はまだまだ新しい分野であり、EC の入口から出口までいろいろな問題が起きている。例えば入口ではつい最近のこととして、(商品の人気のせいでもあるが)新たに発売されるゲーム機の販売予約を Web のページで受け付けたところ、アクセスが集中

3) 航空券販売の処理やインターネットバンキングのコストの例を参照 [USDC 1998]。

して、予約ができないようになった、ということがあった。また出口では、実世界との連携(bitの世界からatomの世界への連携)が重要であり、例えば受け付けた注文は、もちろんその注文のとおり処理(order fulfillment)する必要がある。ところが1999年のクリスマスには、ECに参入したおもちゃのチェーン店にクリスマスプレゼントの注文が集中して、クリスマスプレゼントの配達をクリスマス間に合わせられない事態に陥った。さらに、インターネットではどんな商品かの把握が難しいので、返品率が高いという問題もある。現在のネット通販の返品率はカタログ販売の2倍程度もある。

ECはその成長の過程でこのような問題、あるいはその他の問題点や課題を抱えながらも、それを解決しながら確実に大きくなっていくであろう。というのは、まず先にあげたメリットやECの将来性にかけてより多くの参加者が自らECに参入すると考えられるからである。また同時に、今後いろいろな国や機関が[USG 1999]にあるようなポリシーによってDigital Divideをなくし、あらゆる人がインターネットへのアクセスをもち、Small Business(個人や小規模な会社)でも容易に全世界的な市場にアクセスできる世界(**Digital eQuality**)が実現していくと予想されるからである。このような世界では、ECの市場のサイズはもちろんのこと、ECへの参加者の質的な異種性も現在とは比較ならないほど大きくなる。

一般的にB2Bの方がB2Cより1桁程度大きな規模をもっており、近い将来(少なくとも数年程度)もその比率で発展するといわれている。しかし個人とも企業ともつかないSmall Businessも大量に参入してくる“Digital eQuality”とよばれる世界が実現されたならば、B2B, B2C, C2Cなどといった取引の参加者のタイプによる明瞭な区別はなくなると思われる。この中ではSmall Business, Medium Business(中規模の会社)を含む個人から大企業までのECのすべての参加者を連続したスペクトラムとしてとらえるような一般的な取引の枠組みを必要とするであろう。

その枠組みの中では、例えば参加者の規模の違いはたまたま一つの属性が違っているということで扱われるであろう<sup>4)</sup>。[Singh 1999]にある“e-commerce inversion”といったB2BとB2Cを分けた議論は意味を失う。ユーザの多様かつあいまいな要件への対応[Singh 1999]もEC全体の課題となる

4) これは、必ずしもすべての参加者を平等に扱うということではない。同じ枠組みの中で、対象者によるいろいろな属性により差をつけた、きめこまやかな対応が必要になるということである。

であろう<sup>5)</sup>。

ECにおける主に現在のB2Cの場合にあたる購買行動に関しては、5.1節で述べたCBB(Consumer Buying Behavior)モデルがあるが、将来のECを考えていく際には、もう一步進んだモデルが必要がある。

例えば[伊藤1999]でなされた指摘のように、商品やサービスがパッケージ化され経済のアンバンドリング化(unbundling)が進み、一方でそれをもう一度パッケージ化するエディット機能(ある種の仲介)が一般的になるであろう。特にECのような電子的な世界ではエディットが容易になり、またECならではの新たなエディット形式が誕生する可能性がある。

このような世界では、CBBモデルの第一～四ステージは複雑に絡み合うであろう。誰がどのような条件でどのようなものを売るかが問題となり、特に交渉を通じた動的な商品構成(dynamic product configuration)が関わるなら、第二～第四ステージは一体となる。第一ステージに関しても、第二～第四ステージの過程で新たなニーズが醸成されたり、当初のニーズが変更されたりする可能性がある。

実際の買い物を考えて見ればわかるように、われわれの行動は組織化されておらず、ニーズもあいまいである。必ずしもECが実際の買い物にすべてとつて替わる必要はないが、今までこれらが絡み合った取引が複雑で実現が難しかったために、このような段階分けが成立していたのであれば、各段階が複雑に絡み合ったECの実現も将来の課題であり、対処していく必要がある。

## (2) ECにおけるエージェント技術の必要性

将来に向けてエージェント技術は(もちろんすべてではないが)、ECにおけるかなり重要な大きな部分を担うと考えられる。エージェント技術は、ECの参加者に対して、そのままでは有効に使うことが難しくなるであろうECを容易にし、また参加者に合わせてパーソナライズした形で使うことを可能にする((3)参照のこと)。またサービス提供者にとっては、エージェントサービス提供や新たなサービスを容易に構築するベースになる((4)～(6)参照)。全体を支える技術要素も必要になるであろう((7), (8)参照)。

前項で述べたように、将来に向かってECはサイズ、参加者の質的な異種性、取引の流動性や複雑性<sup>6)</sup>とも今より格段に大きくなると考えられる。その

5) その場合、ユーザ個人としての要件の多様性だけではなく、ユーザのタイプによる要件の多様性も加わることになる。

世界の中で、ECの参加者は買う側も売る側もECの巨大性に対応しなければならない。しかしこれは人間には難しい、あるいは不可能なことであり、ソフトウェアでのサポートは必須である。

ソフトウェアは人間の要望を確実に把握し(必要ならば繰り返し人間とのインタラクションをもち)，その要望をECの巨大性の文脈において解釈し実現する必要がある。そのためには、積極的にソフトウェアに権限を与える必要がある。ソフトウェアに権限を与えることと、細かい判断までしなくてはいけないという負担は互いに相反(trade-off)の関係にある。さらに判断する権限をソフトウェアに委譲するためには、ソフトウェアがそれ自身で判断し行動できる自律性が必要になる。

ユーザの意図の適切な解釈や、それに基づく判断は必ずしも一度でうまくいかないため、ユーザからのフィードバックを受けて学習する機能が必要になる。ソフトウェアに対して絶対にしてはいけないことや、簡単な制約などは事前にユーザが指定することができるようになっているべきではあるが、将来のECで存在するすべての可能性に対して指定するのは現実的ではない。

また、ECのそれぞれの参加者をサポートするソフトウェア同士が互いに協調・競争するためにやり取りができなければ、自動化が必要な上記のようなサポートの実現はありえない。

このように、人間の意図とECの巨大性への対処を結びつけるためにそれ自身で解釈や判断を行わなければいけないという点で自律性が、またその解釈や判断を適切なものにするために学習機能が、さらに協調や競争を可能にするためにソフトウェア間の連携機能が必要とする。

このような要素をもったソフトウェアとは、一般的にエージェントとよばれているものそのものである。例えばこれら三つは [Nwana 1996] でソフトウェアエージェントの要素として挙げられている Autonomous, Learn, Cooperate と一致する。

以上述べてきたように、エージェント技術は将来のECの中で必要とされるが、以下ではその中でも特に重要なと考えられる技術要素として、インフェースエージェント・信用・仲介・交渉・オントロジ・XMLへの対応の六つを取り上げ、必要性や今後開発していくなければならないことなどを議論する。

---

6) この「将来のECの巨大なサイズ、異種性、流動性、複雑性」を以下単に「**ECの巨大性**」とよぶ。

### (3) インタフェースエージェント

インタフェースエージェントの技術は、ECにおいて人間の意図を適切に解釈、実行するための重要な技術要素であり、ECの巨大性の中で人間がECを使っていくためになくてはならない。

エージェント技術は、すべてECにおける人間の満足度を高めるために使われるべきである。人間の意図をいかに適切に<sup>7)</sup>エージェント系に伝えることができるか、いかに人間がコントロールをもちらがらも、適切なサポートを受けていると感じうるかが重要な点になると考えられる。これらのこととインタフェースエージェントは、その時点で人間とのやり取りにおいて使用可能なすべてのモードを通じて実現する必要がある。このようなインタフェースエージェントの能力が人間のエージェント系への「信頼」に通じ、ひいてはエージェントへのより大きな権限の委譲となり、エージェントの自律性を許し、エージェント技術を生かせる土壌となる。

インタフェースエージェントを通じた人間とエージェント系のやり取りの方向は二つであるが、それらの方向を分けて考えるのではなく、やり取りをなるべく両方向含めた全体的な対話として成立させて行く方向を考えることが人間の満足度を向上するであろう。やり取りが人間主導の受身のものだけではなく、インタフェースエージェントから積極的に行われるものも含めて、全体として流れをもったものであることが重要である。

主に人間からエージェント系への流れで、人間が明確に意識し、いろいろなモードを通じてエージェントへの伝達を主導することがある。しかしその場合においても、エージェントは単に受身な状態でいるのではなく、不明確な部分は積極的に人間に問い合わせ、明確化する(clarify)ことが重要である。またそういう場合に、人間がそのために使用しているすべてのモード(キーボード、音声、画像など)について意識しているとは限らない。その他のモードも使用して、より意図を正確にすることは可能かもしれない。例えば音声対話のモードをメインにしていても、顔の表情やジェスチャなど知らず知らずに使ってい

7) ここで「正確に」との言葉を使わなかったのは、ECのもたらす巨大性の中では、正確性は意味を失い、相対的なものになっていくからである。必ずしも正確でなくとも、人間が満足するという意味で「適切」であることが重要であり、エージェントの行動の規範になる。もちろんそのような中でも絶対的な条件を人間が指定する(できる)ことがある(例えば、「1カ月間に絶対に…円を越えてものを買ってはいけない」など)。そのような条件に対しては正確にその条件を満たさなければいけないが、そのように正確に条件を満たすことは、もちろん適切なことであり、「適切性」の中に含まれる。正確性が適切性の中で相対化されるということである。

るかもしれない。さらにいえば、一つのモードの中においても、意識されている部分とされていない部分に分けられる可能性がある（それらはモードとして分けるべきかも知れないが）。例えば音声対話のモードで、人間が伝えたそのテキストとしての字面だけではなく、例えば早口でそのテキストをいったとしたら、これは急いでいるなど理解することが可能である。さらには、人間がまったく意識していないで発している意図をモニタリングによって積極的に入手することも考えられる。そのような意図を、例えばECにおける広告と結びつけるなら、使っている人も広告主も両者とも利益を受ける形での広告の実現になる。

エージェントが人間の依頼を受けて何かを実行する際には、状況の変化に応じてその人間にとての重要性を判断し、適切なメッセージを人間に伝達し、必要なら意図の確認や変更の情報を入手するようにする必要がある。意図を伝える段階における確認や、途中の状態を知らせるなど、いかに適切なフィードバックがかかるかは重要である。長い時間がたってしまった場合には、状況に変化がなくても適切な行動が求められる。

その他、インタフェースエージェントの役割として、依頼されたことの結果を知らせることなどがある。これに関しては、人間の明確なあるいは無意識のうちの指示、あるいは理解の確認などをを行いながら、結果の提示の仕方を適切な形にしていくことで、満足度をより高いものとすることができます。また依頼されたことに適切な結果が出せなかっただきには、代替の結果、あるいは代替の手法などを提案することも考えられる。

さらには、エージェントの意図を人間に伝えることも重要になると考えられる。インタフェースエージェント、あるいはそれを通じてやり取りする他のエージェントから、人間の方で何かを実行することでより大きな利益を提供できる、あるいはECにおけるサービスの利便性の向上することができる、といった情報を伝えることが考えられる。

ここまで、主にインタフェースエージェントの自律性に関する事項について述べた。その他に必須なものとして学習がある。インタフェースエージェントの実現において学習が特に重要なのは、ECの巨大性の中で最初から人間の意図を適切に把握することは不可能だからである。適切性は非常に主観的なものであり、また変化していくものである。多少は最初に一般的なことをインタフェースエージェントに設定することができるが、その後主観的かつ変化していくものを的確にとらえるためには、人間からの意識のあるいは無意識的

なフィードバックに基づき学習するシステムがその内部に必要となる。

#### (4) 信 用

[伊藤 1999] でも指摘があったエージェント系におけるエージェント間の信用は、ECへのエージェント適用に関しても重要な問題である。エージェント間の信用の問題を解決できるかどうかが、エージェントシステムの適用を特定の範囲(企業内の社内適用や特定の企業間の取引など)に留まらせるか、それとも社会全体への適用を可能にするかを決める重要な技術要素であり、インターネットが社会を変えたように、エージェントシステムが社会を変えられるかの分水嶺となるであろう。この問題は現在までにあまり活発に検討されておらず、今後の重要な課題であると考えている。

インターネットが導入された最初の段階のECでは、人間と会社が以前より直接的にやり取りすることができた。それによって中間のコストの削減やすばやいやり取りが実現され、メリットをもたらした。その段階ではECの参加者はウェブブラウザやウェブサーバを通じてそれぞれ参加しており、それらのすぐ後ろには人間や企業が控えていた。つまり、ウェブページやそのページへのアクセスを信用することは、それらの後ろにある人間や企業を信用することとほとんど同値であり、信用に関して今までの仕組みを流用して対応することが可能だった。

ところが初期の成功でECが拡大することにより、ECの巨大性の中で人間はより間接的な関わり方しかできなくなっていく。人間はECに対して、インターネットエージェントやエージェントの自律性をもって間接的に対応していくことになるわけだが、そのときに信用についてどうしていくかを考えていく必要がある。

信用には、明確に契約が成立した場合にそれを実現できるかどうかだけではなく、アクセスできなくなることにより、利益機会損失を与えたりしないといった契約以前の問題などがあり、さらには間接性の問題も絡んでくる。

今まで信用は、各種の物理的な制約にも依存していた。特に社会の枠組みは「場所に依存していた」("place based") [USG 1999] のであるが、インターネットで状況は一変した。物理的な制約に代わる新たな制約を考え出す必要がある。

現在あるECのシステムの信用に関する仕組みとしては、例えばeBay [eBay] では取引における相手の評価を蓄積しておいて、他の人が取引の際に

参考にできるようにしている。また MIT の Kasbah システムでは “Better Business Bureau” とよばれる “a trust and reputation mechanism” を採用して、取引の参加者による相手の評価を蓄積し、次回以降の取引を行うかの判断材料にしている。

以上のような仕組みを含んで、次のような枠組みを検討して行く必要がある [伊藤 1999]。

第一は、情報検索・収集の枠組みであり、自分自身の取引の経験や個人、企業など他者による情報・評価を専門とする私的あるいは公的機関の情報を収集するためのものである。

第二は、情報の「信用度」の分析の枠組みである。情報検索・収集によって得た情報に基づき、例えば取引相手がどの程度信用できるかを分析・判断するためのものである。情報源の信頼度も含めた学習機能も必要である。

第三に、リスクをとるための枠組みである。信用して取引しても故意あるいは不可抗力により取引が実現されないことがあるわけで、最後にはリスクをどう取るかを考えておかなければならない。最終的な safety net の問題であるが、ここは実世界との連携をどう取るかであり、保険や法律など社会の仕組みとの連携をエージェントなどによる間接性も含めて解決していく必要がある。

もう一つの可能性は、次の項でもあげている「仲介」である。[Whinson 1997] でも指摘されているように、品質の不確実性(quality uncertainty)により、仲介者(intermediary)がそれを保証するような形で信用を提供し、同時にリスクなども負う形が考えられる。すなわち「信用」の仲介である。現時点で Digital Brand が一度確立すると過度に集中するのは、EC の世界でこういった仲介者による信用の仲介がうまく機能していないからと考えている。

いずれにせよエージェント間の信用の問題は、社会システムとの間で試行錯誤を重ねていく必要があると考えているが、エージェントとともに EC のさらなる飛躍的な発展はこのエージェント間の信用の仕組みを実現することにかかっている。

## (5) 仲 介

ECにおいて、仲介は必要でありつづける。それをサポートするものとしてエージェント技術における「仲介」の技術(brokerage/match making)がより洗練されることにより、重要な技術項目となる。現在の EC では直接的なやり取りにより、流通中間業者を中抜きするようなことが目立っているが、むしろ

仲介は EC の中核的な存在になって行くと考えられる。

仲介技術の一つは前項で取り上げた信用の「仲介」である。「初めての売り手を信用できるか」という問題があり、信用の「仲介」により EC のスムーズな取引が実現され、EC の範囲の拡大にも貢献するであろう。また [伊藤 1999] で指摘があった経済のアンバンドリング化とともに、パッケージのエディット機能としての仲介もやはり重要な役割を果たすであろう。さらにマッチメイキング(match making)の機能も、EC の巨大性の中では難しいものとなり、膨大な対象の中から適切な相手を見つけ出す機能としてエージェント技術の中で重要なものとなる。

#### (6) 交渉

EC では、エージェントたちによる交渉も重要な技術要素になるであろう。

将来の EC では、[伊藤 1999] にある経済のパッケージ化とそのエディット機能の充実、あるいはマスカスタマイゼーション(mass customization)やパーソナリゼーション(personalization)の進展により、ユーザのプロファイル、要求、そのときの状況など時間的要素に応じて、動的に商品やサービスのパッケージ化が行われ、動的に価格づけが行われるようになるであろう([Whinston 1997] も参照)。今までの店のように、商品と価格のリストがあって誰が来ても同じ価格ということではなく、一人一人個別にパッケージ構成、価格などを含む条件を交渉するようになるであろう。ユーザの側でも、例えば店がいかに信用できるかで自分のプロファイルをどこまで出すかを決定して、それによって価格が異なるようになる。また店側からだけではなく、ユーザから見ても(仲介者も含む)店が出てくる条件は一軒一軒異なるわけで、自分の条件により適合する店を探し、交渉をして行く必要がある。

したがってユーザも店も複雑かつ膨大な交渉を行う必要があり、そのためには自律的で学習能力をもって互いに会話するソフトウェアモジュール、すなわちエージェントが不可欠となる。

近代より以前には、相手や状況に応じての価格づけがなされていたし、また現在でも企業間の取引では一件一件条件を検討している。技術の進展により、個人レベルでも 1 対 1 の販売が可能になっていくと考えられる。そのインフラを支えるのがエージェント間の交渉という技術要素であると考えている。

### (7) オントロジ

ECにおいて、別々の主体がやり取りするためにはオントロジ(メッセージに用いられる用語と用語の意味の集合。辞書のようなもの)の整備が必要不可欠である。この点に関してはエージェントに限らず、例えばWebでXMLを使ってやり取りするシステムでも同様である。

[USG 1999]が目指すように、もしECに本当に大小さまざまなビジネスが参加していくならば、膨大な量の商品・サービスあるいはやり取りの仕方が存在しているであろう。それらの商品・サービスあるいはやり取りの仕方を表現するためのオントロジは膨大になり、それらのオントロジの整備とそれらのオントロジを管理するオントロジ管理が必須となる。

オントロジは、まずエージェントが自律的に行行動する際に正確に判断できる基準を与えるために必要であり、エージェントたちに自律性を与えるベースとなる。また、オントロジの整備は人間とエージェントとの間の整合性を取るためにも必要である。例えばインタフェースエージェントを構築する際に、人間の意図に対してどのようなメッセージを送り出すのが適切かを判断するために必要になってくる。

[Maes 1999]にあるように、もしオントロジが一つの標準に統合されれば、すべてのシステムでそれを使えばよいように思われる。しかし実際にはそれはありえない。それは、ECの巨大性ともう一つ、次のような理由である。ECにおいて [Maes 1999] にある Andersen Consulting's Bargain Finder の例のように値段だけの勝負になってしまったら、企業からそっぽを向かれてしまう。企業の存在価値とは他者(あるいは他社)との差別化にあり、新たな付加価値・異なる価値を与えた新たな商品・サービスを作り続ける必要がある。そのためには新たな概念が必要であり、新たな言葉を必要とし続けるのである。

したがって、地理的および時間的に差異化を続ける複数のオントロジたちをリーズナブルな範囲で結びつづけるオントロジ管理の技術が必要になるとを考えている。

### (8) XMLへの対応

現在ECではXML(extensible Markup Language) [XML] はかなり重要な地位を占めつつあり、多くのデータ交換用のフォーマットとして使われ始めている。XMLのこのような状況および関連ツールの充実により、今後はエージェントでも、ECへの適用を中心としてXMLが以下のような部分で積極的

に使われていくと考えている。

エージェント間のメッセージは通常、宛先などを示す封筒に相当するエンベロープ部分とメッセージが運ぶ主なデータとしてのコンテンツ部分に分かれ。まずエージェントメッセージのコンテンツ部分に XML によるデータを用いることが多くなるであろう。これにより XML のデータを扱うシステムとの整合性が高まる。また現在エージェントメッセージのエンベロープ部分ではその表現として主に S 式(括弧でリスト構造を表す Lisp などで使われている表現形式)が使われているが、今後 XML に基づいた表現も使われていくであろう(エージェント標準化団体 FIPA [FIPA] でもこれについて検討されている)。

XML の標準などで、メッセージとして部分的にエージェントのメッセージの意味論をもっている場合(XML Query や EDI の XML によるものなど)においては、ゲートウェイを使う形でエージェント系と連携していくものと考えられる。XML におけるオントロジを表現するための標準といえる RDF (Resource Description Framework)は比較的扱いやすいモデル(Conceptual Graph に基づいたもの)をもっていることにより、ルールを表せないなどの制約はあるが、エージェントシステムでオントロジを表す手段などとして多く使われていくようになるとを考えている。その他には周辺的な部分であるが、エージェントの各種設定などにも XML が採用されていくであろう。

一方、連携、学習する自律的なソフトウェアとしてのエージェントに関してすでにあげた他の技術要素は、今後そのモデルや技術が XML の標準になるなどの形で XML に影響を与えていくと考えている。

#### (9) 実ビジネスへの適用の条件

エージェント技術を実ビジネスに応用するには、まずエージェントの安全性、耐障害性、スケーラビリティなどの条件が満たされるエージェントプラットフォームが必要になる。これについては、Caribbean のようなビジネスに利用することを意識して設計されたエージェントプラットフォームが増えてくることで、エージェントの脆弱さの問題も次第に解決されていくことが期待される。

さらに、ビジネスエージェントが世の中で使われるようになるかどうかに強い影響がある対抗技術として、XML の存在がある。今まで、エージェントは柔軟な通信手段と疎結合なシステムの協調作業を特徴として注目されてきた。

ところが、XML を用いても同様のシステムを実現できる。例えば、現在標準化が進められている UDDI [UDDI] のようなビジネスディレクトリには、XML の呼び出しインターフェースに関する情報が蓄積され、容易な検索機能を提供している。これによって動的なインターフェースを用いた通信が可能になる。さらに ebXML [ebXML] の標準化ではビジネスプロセスのリポジトリ作成を目指しており、これはエージェント間の協調プロトコルを定義している

表 5.1 エージェントシステムを作成時に陥りやすいソフトウェア工学的な落とし穴 [Wooldridge 1999]

- 
- 1) エージェントへの過大な期待をするな。  
単なる自動化ならエージェントを使わなくても良い。逆に、知的エージェントを作るといつても人工知能として実現されている以上のことはできないことを知っておくこと。
  - 2) エージェントへの過度の信奉は避けよ。  
エージェントは汎用解を提供しない。エージェントを用いない方が素直に解決できる問題も多い。エージェントを利用するときにはその必要性を十分に議論すること。
  - 3) エージェントを知らないで使うな。  
まずエージェントありきでシステムの設計を始めないこと。
  - 4) 一般解を求めすぎるな。  
すべての場合に有能なエージェントシステムを作ることは難しい。
  - 5) 効率的な改善はできないことを知れ。  
エージェントがうまく利用できたとしても、ソフトウェアの生産性を 10 倍のオーダーで改善できるというものではない。
  - 6) エージェントはソフトウェアであることを忘れるな。  
エージェントといつてもソフトウェアであり、分析、仕様化、設計、検証、テストのフェーズが必要である。それらが不十分では良いシステムはできない。
  - 7) エージェントはマルチスレッドのプログラムである。  
マルチスレッドのプログラム開発は非常に難しい。マルチエージェントシステムも同期、排他、デッドロックなどの問題を十分に検討する必要がある。
  - 8) 関連技術を積極的に使え。  
エージェントシステムといつても、99% は他の技術を利用して作らないと大きなシステムはできない。
  - 9) 自分だけのエージェントアーキテクチャを作るな。  
エージェントアーキテクチャが少し自分のやり方と合わないだけで、自分独自のアーキテクチャを一から作ろうとするな。
  - 10) エージェントに人工知能を使いすぎるな。  
人工知能技術を使い込みすぎたエージェントプロジェクトは、失敗に終わりやすい。人工知能的な要素は必要最小限に留めよ。
  - 11) なんでもエージェントにしてしまうな。  
エージェントの管理や通信コストは無視できないほど大きい。エージェントは利用度の大きいところだけに使え。
  - 12) インタラクションを制御せよ。  
あまりに自由に通信させるとカオス的になる。エージェント間の通信もほどよく制御すべきで、プロトコルを定めよ。
-

のに等しい。

このような XML の環境が整備されたときの、ビジネス領域におけるエージェントの役割として、エージェントのもつプロセスとしての性質に注目したい。エージェントは、ネットワークにおける自律的で永続的なプロセスを実現できる技術である。このプロセスが XML やその他の通信手段を使って他のプロセスとコミュニケーションし、自らのプロセスを維持管理していく主体をエージェントとするモデルである。今後、Web サービスのようなネットワーク中でのビジネスプロセスの統合が進められたとき、エージェントが主体となってこのビジネスプロセスを管理・統合していくことができるのではないか。これを実現するためにも、まずは、安全で、頑強で、スケーラビリティをもった強力なエージェントプラットフォームの出現を期待したい。

Wooldridge らは、エージェントシステムを作成するときに陥りやすいソフトウェア工学的な落とし穴についてまとめている [Wooldridge 1999]。エージェントシステムを否定するのではなく、エージェントを間違って利用したことによってプロジェクトが失敗することがないよう、その落とし穴について事前に知っておくことは価値がある。興味深い項目に表 5.1 のようなものがある。表 5.1 にあげたものは、あたりまえの忠告であるように聞こえるが、実際にシステム開発現場では「エージェントならできるだろう」という過度な期待をもたれることがある。エージェントを誤った形ではなく、ビジネスに利用できるソフトウェア技術として発展させるには、エージェントはソフトウェアであることを認識し直して、その有効な利用方法について検討していく必要がある。

エージェント技術に携わる者として、ビジネスシステムの中で真に役立つエージェントが登場することを期待している。そのためにも、エージェントへの過度な期待は捨てて、技術として着実に進歩して、実応用システムを構築する実績が積み上がっていきことを期待する。

## 参考文献

- [Aglets] Aglets Workbench, <http://www.trl.co.jp/aglets/>
- [Amazon] Amazon, <http://www.amazon.com/>
- [有元 1999] 有元美津世：全図解 インターネットビジネスの仕組み，あさ出版（1999）。
- [CDNow] <http://www.cdnow.com/>