

## 論文の内容の要旨

論文題目 Design and Evaluations of Personal Agent-oriented Virtual Society  
(パーソナルエージェント指向仮想社会の設計と評価)

氏名 松田晃一

最近のコンピュータ技術とネットワーク技術の進歩により、サイバースペースを実現するための基盤が整ってきた。このような環境の中、三次元(3D)のマルチユーザ参加型共有仮想環境の実用化研究がなされ、参加したユーザが同じ仮想環境内で同じ体験を共有できるメディアとして様々な研究機関や企業で実現されてきた。このような共有仮想環境は、世界や街などの 3D のメタファを導入することにより、ユーザが滞在可能な新しい社会環境を作り出すことができる。しかしながら、これまで行われてきた共有仮想環境に関する研究の多くは、仮想環境のシステムアーキテクチャや、それを実現するプロトコル、ユーザインターフェース、アウェアネスの管理などに関するものが中心であった。これらの研究は、仮想社会を構築する上で不可欠なものであるが、それだけでは、大規模な仮想社会を作り出すことはできない。「社会」は、ユーザがその世界で社会活動をする上で必要な様々な社会的・環境的インフラストラクチャが十分に整って初めて実現できるものである。仮想社会の研究はまだ発展途上の分野であり、その様々な要素について実験、評価していく必要がある。仮想社会を研究する上で重要なのは、対象とする仮想環境を多くのユーザがアクセスし使い、社会システムとして機能している状態で評価することである。このような仮想環境が構築できる実験できる環境として、インターネットは非常に有効である。このため本研究では、次のようなアプローチをとる。インターネット上で多人数を収容できる共有仮想環境構築システムを開発する。このシステムを用い、多人数のアクセスを促す社会性を持つ共有仮想環境を構築する。本環境をインターネットに公開し、多くのユーザが使えるようにし、その環境をベースに実験を行い評価する。

最初に、インターネット上で 3D のマルチユーザ参加型共有仮想環境を実現するシステムのフレームワークを提案し、その実装である CommunityPlace システムについて述べる。

CommunityPlace は、VRML と Java をベースとしたサーバクライアント型と peer-to-peer システムの特徴を持つ分散システムであり、WWW システム上に 3D の共有仮想環境の構築を可能にする。CommunityPlace は、(1)3D の仮想環境を表示しナビゲーションする機能を提供するブラウザ、(2)共有仮想環境内のメッセージの配信・再配信を管理するサーバ、(3)共有仮想環境内のアプリケーションの実行環境であるアプリケーションオブジェクトの 3 つからなる。メッセージ配信を行うサーバシステムとアプリケーションの実行環境を分離することにより、環境内の変化をサーバ外のアプリケーションとブラウザ内のスクリプトの実行で実現可能にした。これに加えて、Aura モデルをベースにした少人数のメンバーのグループ内でだけ一貫性を保証することにより、システム全体のメッセージの配信量を減らし、システムにスケーラビリティを持たせている。また、アプリケーションの実行環境をサーバから分離することで、CPU 負荷の高いアプリケーションをサーバと別のシステムで動かすことを可能とし、サーバが稼動するシステムの負荷を下げることができる。本システムを共有仮想環境内のユーザの振る舞いをシミュレートするプログラムを用いて性能を評価し、1000 人のユーザが同時にアクセスできることを示した。

次に、本研究の基盤となる社会性を持つ共有仮想環境を提案し、その設計方針と CommunityPlace 上の実装である PAW<sup>2</sup>(Personal Agent World)システム及びその評価について述べる。PAW<sup>2</sup> は、仮想社会を研究する基盤システムとして、数百人の同時アクセス、数千人の延べアクセスを目標として設計された。このため、(1)ユーザが PAW<sup>2</sup> に長い時間滞在するようにする、(2)ユーザが PAW<sup>2</sup> に再訪しやすくする、(3)社会的なアクティビティを行いやすくする、という観点から、次の 4 つの設計方針を立てた。(1)パーソナルエージェントの導入、(2)社会的・環境的インフラストラクチャの導入、(3)一人遊びの導入、(4) 平和な景観の導入である。パーソナルエージェントとは、仮想社会に参加するユーザを個別に支援する自律的なアプリケーションである。PAW<sup>2</sup> では、これまでの擬人化エージェントとは異なり、ユーザに過度な期待を持たせずにユーザが容易に接することができるように、エージェントを犬型の親しみ易い形状とし、あまり知的な機能を持たせないことにした。このため PAW<sup>2</sup> は、これまでのアバタとテキストベースの仮想環境とは異なり、各ユーザを個別に支援するパーソナルエージェントに加え、社会的・環境的インフラストラクチャを持つ共有仮想環境として実現された。本システムをインターネットで公開し、評価を行った結果、8 ヶ月で 32,000 人の登録ユーザ、523 人の同時アクセス、5~6,000 人の延べアクセスを達し、所期の目標を達したことを示した。また、同時に行った PAW<sup>2</sup> の機能に関するアンケートやデータベースの解析結果より、パーソナルエージェントの有用性、設計方針の妥当性を得ることができた。

次に、PAW<sup>2</sup> 内部でユーザが行っているアクティビティという観点からフィールドスタディを行った。これは、統計的な手法によるユーザアクティビティの分析と観察による社会的なアクティビティの分析の二つからなる。前者は、PAW<sup>2</sup> 内で行われているユーザアクティビティを統計的に調査・分析するものである。PAW<sup>2</sup> で行われるユーザのアクティビティは、コミュニケーション、パーソナルエージェント、イベント、アイテムに関連するアクティビティからなる。本研究では、そのカテゴリに属する 26 種類のアクティビティのログを 1 ヶ月間収集し、得られた 5,170 人のデータをもとに PAW<sup>2</sup> へのアクセスを目的変数、ユーザアクティビティを説明変数として回帰分析を行った。この

結果、パーソナルエージェントが初期のユーザのアクセスに大きく寄与していることが分かった。後者の社会的なアクティビティの分析では、観察結果から、コミュニティの発生・増加、結婚式などのユーザイベントの開催、PAW<sup>2</sup>の情報誌の発行、独自のルールの発生など様々なアクティビティが行われ、一定の文化が形成されていることが分かった。本結果を他の社会性を持つ共有仮想環境アプリケーションと比較し、いくつかの類似性があることを示した。また、このようなアクティビティに加え、同時に反社会的行為も観察され、一種の社会問題が起きていることが分かった。PAW<sup>2</sup>では、システムの機能を社会的に受容可能なものにする事で解決を行った。

次に、仮想社会をE-Commerceという観点から拡張を行い、評価を行った。まず、仮想社会をベースにしたビジネスモデルを提案し、それをもとにPAW<sup>2</sup>システムに行った拡張と評価について述べる。本ビジネスモデルは、仮想社会をマーケットプレイスとして使用し、その仮想社会内に存在するオブジェクトを販売するというものであり、他の仮想社会にも柔軟に適応可能なものである。本ビジネスモデルに基づき、PAW<sup>2</sup>システムを拡張し、既存の課金システムとPAW<sup>2</sup>システムをリンクしWeb ページ上で仮想オブジェクトの販売を可能にした。本システムをもとに、仮想オブジェクトに意味づけし販売する実験を2ヶ月間行った。この結果、期間中で1回以上アクセスしたユーザ8,005人のうちの約10%、また、課金システムをすぐに使用できるユーザの29.4%が仮想オブジェクトの購入を行ったことが分かった。この要因として、パーソナルエージェントが結果に寄与していることが分かった。本結果とネットワークでのデジタルコンテンツ(ニュース配信やソフトウェア)の購入とを比較し、本モデルの妥当性を得ることができた。また、本結果より、エージェントの機能をベースにしたビジネスの可能性も示すことができた。

最後に、次世代の仮想社会である「self-sustaining virtual society (SSVS)」の提案を行い、これまでのPAW<sup>2</sup>の研究結果から、その可能性について議論する。SSVSは、ユーザ自身がその環境内でコンテンツや文化を構築することを可能にし、環境そのものを豊かにする creative positive feedback loop (CPFL)を提供する共有仮想環境である。SSVSは自身の環境をよりユーザ指向で自律した自然な方法で拡張・拡充することができ、現実世界に存在しない独自の文化形成などが期待できる。これまでの研究結果から、制限された機能であっても、CPFLが存在し文化やコンテンツが形成されていることが分かり、SSVSの可能性は十分にあることが分った。しかしながら、制限された機能であってもそれをを用いた反社会的行為も発生しており、システムが提供する自由度が反社会的行為に使用される可能性が高いことも分かった。これらの結果から、SSVSを実現するためには、単に機能を提供するのではなく、社会的に許容可能な機能の提供が重要であり、それによって形成される文化やコンテンツを評価していくことが重要な研究のアプローチである。また、SSVS以外の本研究の研究項目として、仮想社会構築ミドルウェア、パーソナルエージェントの拡張、仮想社会内のE-Commerceの支援、個人用仮想社会の支援、仮想社会との非同期インタラクションの支援、現実社会と仮想社会の融合、「非共有型」共有仮想環境について述べる。