

## モバイルエージェントによる個人旅行支援システム "Travel Girl"

上野義人 †

山平拓也 ‡

† 創価大学工学部情報システム学科

‡ 日本電気(株)NEC ネットワークス、ネットワークマネジメント開発本部

あらまし

モバイルエージェントによるネットワークサービスは、既存の通信サービスに新しいサービスを追加できる可能性がある。過去、多くの研究機関がモバイルエージェントプラットフォームを開発、実用化している。また、OMG/MASIFやFIPAなどでモバイルエージェントの標準化活動を行っている。しかし、現状では、モバイルエージェントの有効なアプリケーションは、実用に供されていない。

今回、モバイルエージェントプラットフォームとしてMIPLACE(Mobile & Intelligent Platform for Agent Communication Environment)を用いた個人旅行支援システム"Travel Girl"を構築し、モバイルエージェントの有効性と実用上の技術課題について検討した。

### A Personal Travel Assistant, "Travel Girl" using Mobile Agent Technology

Yoshito Ueno †

Takuya Yamahira ††

† Department of Information Systems Science, Faculty of Engineering, SOKA University

†† Network Management Systems Development Division, NEC Networks, NEC Corp.

Abstract

*Mobil agents add a new communication paradigm to traditional network communication mechanisms. The popularization of available mobile agent platforms is important and OMG/MASIF, FIPA and other communication communities have carried out the standardization on their specifications. Offering an effective integration of mobile agents into the widespread communication environment is crucial for the success of mobile agents.*

*We propose a personal travel assistant, "Travel Girl" as an application example in order to investigate the effectiveness of the agent communication technologies utilized in the Internet environments. In the prototype of this service, an agent communication platform, MIPLACE (Mobile & Intelligent Platform for Agent Communication Environment) is utilized.*

*Our paper describes the several features of this platform and the feasibility of the prototype experiments using the technologies for electronic commerce environments.*

#### 1. まえがき

モバイルエージェントは、コンピュータネットワークを自律的に移動でき、かつ、ユーザやプログラムの代わりにプロセス処理を実行するソフトウェアプログラムである。この自律的に処理できるコンピュータプログラムは、ネットワーク上で情報資源をもつ他のエージェントと非同期的にプロセス実行して処理を行う。このように処理プロセスを遠隔地に移動できるエージェントは、色々なレベルのインテリジェンスをもつと共に、ネットワークトラフィックを軽減し、ネットワーク負荷を平均化し、プロセスのフォールトに対し耐性をもち、プロセス処理を非同期実行し、移動先でデータを獲得する特性をもっている。[1], [2]

しかし、現実の通信サービスシステムにモバイルエージェントを適用するためには、エージェントの移動メカ

ニズム、データの転送機能、モバイルエージェントの時々刻々の状態、セキュリティ、システムの拡張性、ネットワークインターフェースなど多くの技術課題を解決する必要がある。現在、FIPAやMASIF [3] では、モバイルエージェントの標準化活動を行っている。

一方、インターネットやWWWを用いて、電子商取引が現在活発に行われており、このモバイルエージェント技術を適用すれば、プログラムコード、データ、プロセス実行状況などをメッセージ形式で、遠隔地のコンピュータにネットワークを通じて転送でき、ネットワーク負荷の軽減と共にインテリジェントな機能をもつエージェントが利用できる。[4]

最近、Java アプレットにより、ネットワーク上にプログラムを転送し、遠隔地のホストコンピュータでプロセス処理が可能となってきた。このようなJavaを用いたエージェント通信プラットフォームが数多く研究、開発されている。これらプラットフォームを用いて、ネットワーク内の1つのサーバから、他のサーバへ移動して

プログラム実行できる環境が提供されている。

今回、モバイルエージェントプラットフォームである MIPLACE [5] を用いて、個人旅行支援システム "Travel Girl" を構築し、シミュレーション実験を行った。その結果から、モバイルエージェントを電子商取引などに適用するときの技術的課題や実用上の利用方法などの問題点などについて考察した。

## 2. モバイルエージェント

ソフトウェアエージェントを大別すると、インテリジェントエージェント、協調エージェント、モバイルエージェントに分類できる。モバイルエージェントは、他のエージェントに比較して、次のような特徴がある。

1. エージェントプログラムに名前を付けられる。
2. エージェントプログラムの生成に認証を与える。
3. サーバから、他のサーバへプログラムを移動できる。
4. 動作中のサーバに干渉を与えずにプログラムを保証できる。

モバイルエージェントは、移動性の観点から、次の2種類に分類できる。

1. 強いマイグレーション：エージェントコードとプログラム状態情報などをサーバ側に転送するモバイルエージェント。
2. 弱いマイグレーション：ヒープ領域にエージェントのプログラムコードとデータを転送するだけのモバイルエージェント。

また、プログラミングが容易なスクリプト形式のエージェント (Telescript, D'Agent) や固有な

エージェント転送プロトコルにより、エージェントのマイグレーションを実行できるJava言語を用いたモバイルエージェント (Aglets, Grasshoper, Voyager) などに分類できる。

## 3. MIPLACE

### 3.1 MIPLACEの概要

MIPLACE は、Java 言語を用いたモバイルエージェント構築用ミドルウェアであり、エージェントプログラムを生成するJavaクラスライブラリをもち、かつ、Java VM上でエージェントプログラムを実行する環境を提供しているツールである。[5] このMIPLACEの基本的な機能は、エージェントを生成し、エージェントを移動して処理を実行できる環境をもっている。すなわち、エージェントの実行状況を監視したり、複雑で高度な処理を高い信頼度をもって、通信サービスを提供できる。また、MIPLACEは、プログラムコードエディタをもっており、モバイルエージェントの生成を容易にし、かつ、一度作成したプログラムコードを格納するデータベースをもち、エージェントの再利用や予約スケジュールに基づいたプログラム実行が可能である。

### 3.2 MIPLACEの機能

エージェントの移動機構やエージェント間の協調動作を図1に示す。エージェントの移動は、JavaのRMI機能を利用して実行される。移動方法も、一方向移動、巡回移動、周回移動など各種ナビゲーションパターンがあり、ユーザは、最適なナビゲーションパターンを選択して、各エージェントを目標とするサーバや他のクライアントのプ

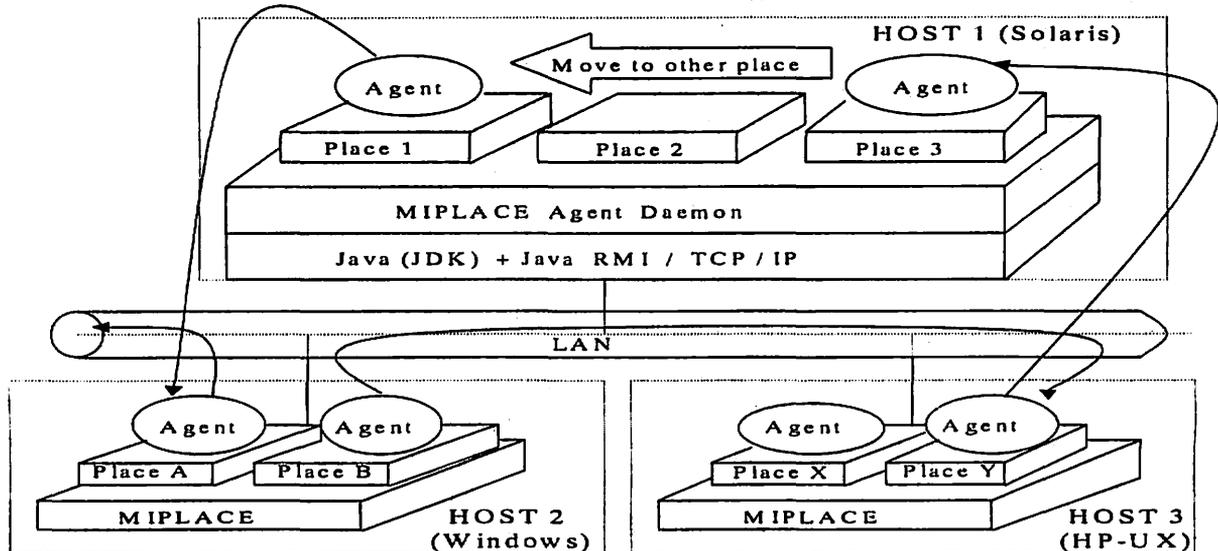


図1 MIPLACEの機能構成

レースに移動してプロセス処理ができる。

MIPLACEは、ブレースやエージェントの生成、登録、実行管理、クライアントやサーバのセキュリティや通信管理、エージェントオブジェクトの再利用、ユーザが簡易にプログラムコードを生成できる機構などをもっている。

### 3.3 モバイルエージェント間の協調動作

エージェント間の協調動作を実行させるためには、各エージェントは、目標とするブレースに移動して処理を実行する。図2に示すように、クライアントエージェントは、最適なサーバエージェントに処理を要求し、サーバエージェントがクライアントエージェントのプロセスとの協調動作を受け入れたとき、サーバエージェントは、クライアントエージェントにオブジェクトのプロセスをクライアントエージェントに転送する。

### 3.4 MIPLACE システム管理機構

MIPLACEは、システム全体の運用と管理を行っており、クライアントの動作手順は、次の順序で実行される。

- 1) クライアント名は、MIPLACE を稼動する前に登録しておく。
- 2) クライアントの確認は、MIPLACE を使用する権利を確保することにより、認証される。
- 3) ブレース実行前に、ブレースの登録を行う。
- 4) エージェントのプロセスを開始する前に、エージェント名を登録する。
- 5) 登録されたエージェントが送出され、サービスの開始が準備される。
- 6) エージェントの状態は、監視され、移動先も監視される。また、モニタに表示される。

7) エージェントは、JavaRMI を用いてコード化され、コードの順序付けが行われて転送される。また、復号化され、コードの順序付けが解かれる。

8) 個々のサーバに格納されたログ情報の内容で、目標エージェントをトレースする。

## 4. 個人旅行支援システム "Travel Girl"

### 4.1 システムアーキテクチャ

モバイルエージェントの1つのアプリケーションとして、個人旅行支援システムを取り上げ、モバイルエージェントのブル市場における商品取引への応用可能性を実証する目的でシステムを構築した。"Travel Girl" のシステム構成図を図3に示す。

クライアントは、自分自身のモバイルエージェントをもち、数多くのサービスプロバイダーにネットワーク上で接続されている。また、クライアントは、自分が欲しい旅行情報をもつモバイルエージェントを生成し、目標とする旅行情報を保有するサーバに移動し、最適な旅行情報を獲得する。クライアントは、自分が要求した旅行情報に合致すれば、プロバイダーと契約を行う。その後、モバイルエージェントの検索要求を停止し、エージェントを廃棄する。クライアントのサブシステムは、ユーザモバイントの処理結果を求めるCGIプログラム、ユーザが購入し、決定を留保するためのデータベースなどで構成している。

サーバのサブシステムは、サーバモバイルエージェント、サーバが保有する旅行情報データベース、売買記録、サーバ用最新プロセスデータを表示するGUI などから構成されている。

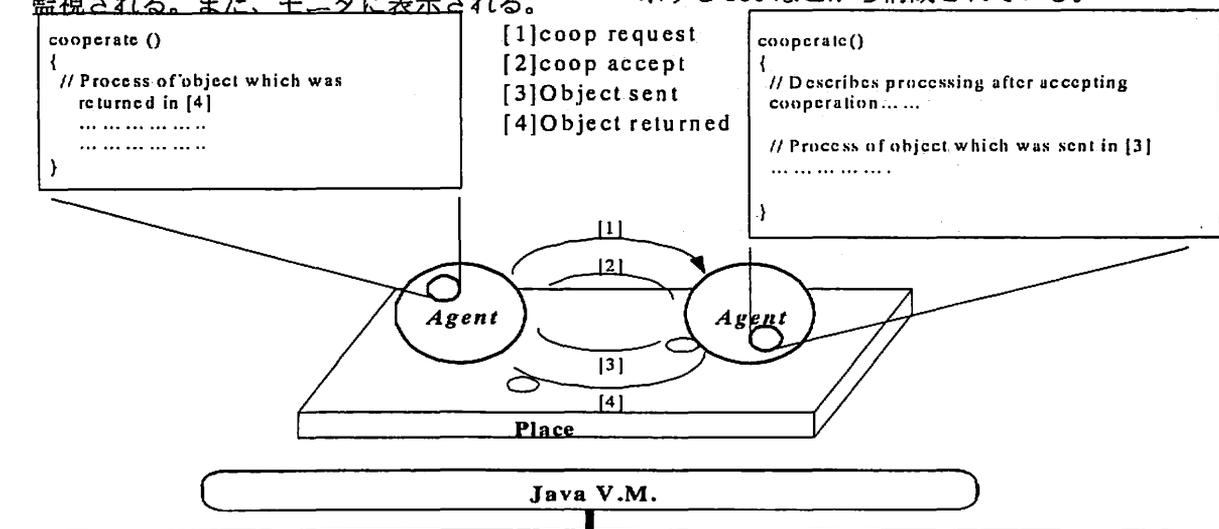


図2 エージェント間の協調動作

ルエージェント、ユーザ用GUI、モバイルエージェ

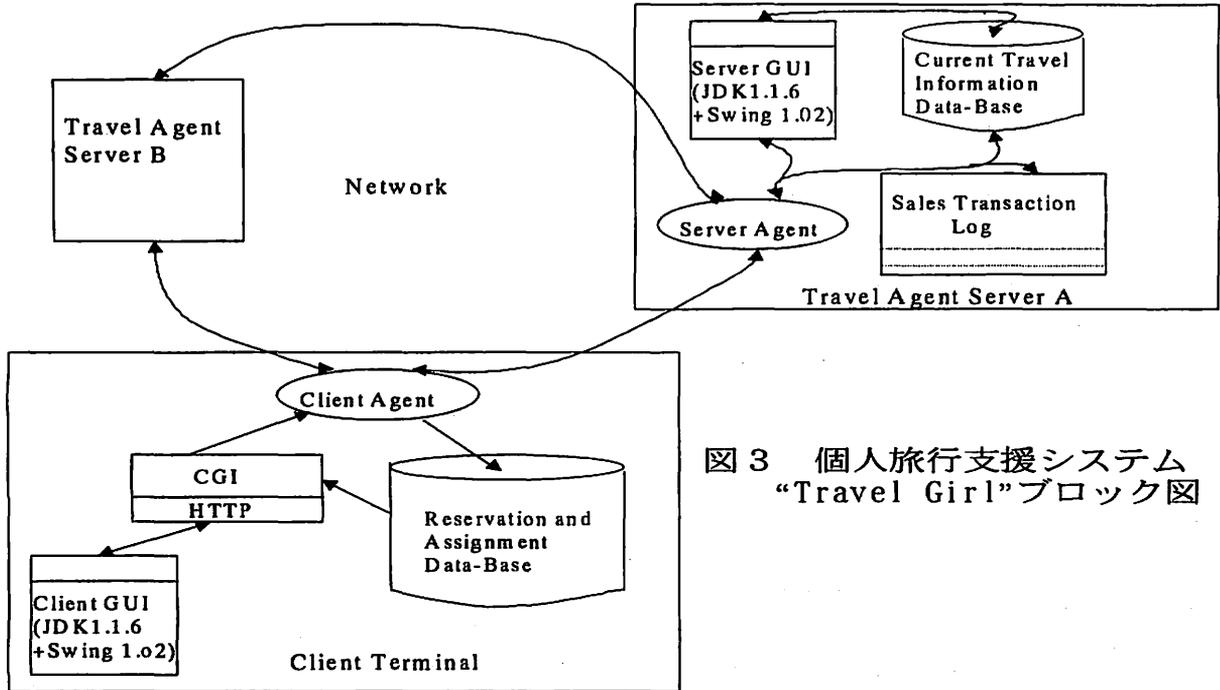
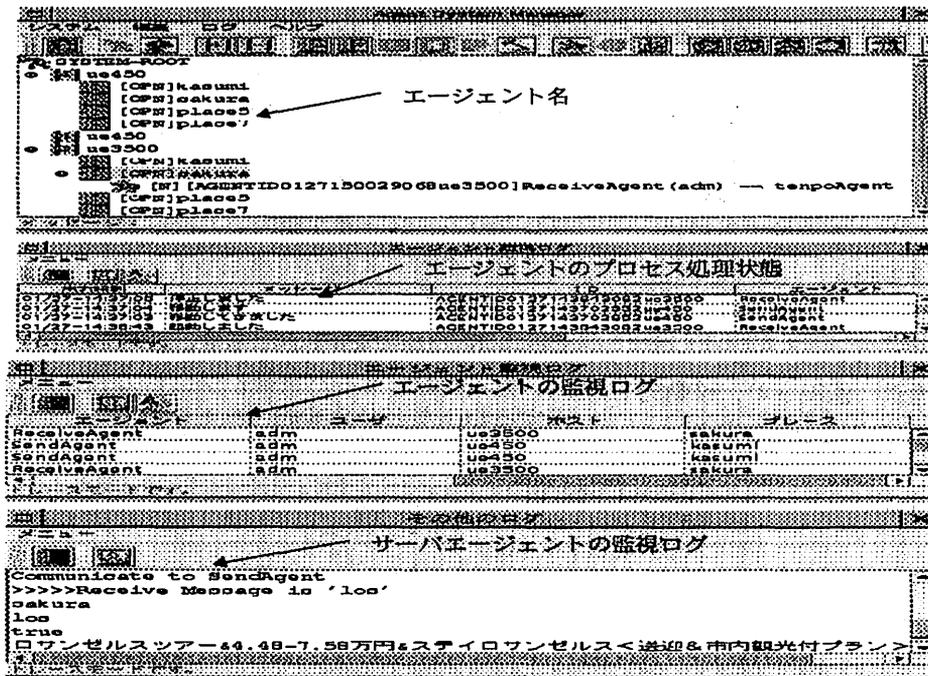


図3 個人旅行支援システム  
“Travel Girl”ブロック図



1) エージェント  
システム管理

2) エージェント  
モニター

図4  
“Travel Girl”  
システム管理  
ウインドウ

## 4. 2 システム管理機構

モバイルエージェントのプロセス動作は、全て MIPLACE のシステム管理機能で管理されており、ユーザは、ウインドウのマウスクリック操作により、状態監視、状態追跡ができる。図4に実時間でプロセス処理中のプレース名、エージェント名、プロセス実行状態などの表示例を示す。

## 4. 3 モバイルエージェントの生成

エージェントアプリケーション構築ツールである MIPLACE を用いて、モバイルエージェントのプログラムコードをエディターで生成し、MIPLACE の各種システム管理機能を利用して、モバイルエージェントのプロセス状態、転送機能などのプロセス処理を実行する。

このとき、エージェントのナビゲーションパターン、エージェント名、目標ノードなどをユーザが指定する。

## 5. シミュレーション実験

図5に“Travel Girl”のシミュレーション実験の構成図を示す。プロセス動作は、以下の順序で行われる。

- 1) クライアントは、プレース“Kasumi”のGUIで要求する旅行情報を選択し、CGIプログラムに要求した旅行情報を送出する。
- 2) CGIプログラムは、クライアントエージェントに要求された旅行情報を渡す。
- 3) クライアントエージェントは、イーサネットLANを通して、プレース“Sakura”に移動し、サーバエージェントと協調動作を行い、クライアントが要求した旅行情報を満足させる情報をもっていれば、プレース“Kasumi”に再度移動する。
- 4) クライアントエージェントは、確認した旅行情報をログファイルに一時格納する。
- 5) 最後に、CGIプログラムがログファイルから、検索

したデータを受け取り、クライアントのブラウザに表示する。

図6にクライアントが要求した旅行情報画面とサーバから検索した旅行情報結果画面を示す。なお、シミュレーション実験環境は、以下の通りである。

クライアント：SUN Ultra5, OSは、Solaris2.6, GUI構築用は、Swing1.0.2, JDK1.1.6

サーバ：SUN Enterprise3500, OSは、Solaris2.6, GUI構築用は、Swing1.0.2, JDK1.1.6

ネットワーク：100Mb Ethernet

シミュレーション結果、プロセスの平均実行時間は、数回の繰り返し実験の平均値は、約3秒で、主に、エージェントのコード生成時間とエージェントの転送時間が支配的であった。プログラムコードサイズは、ユーザエージェント、サーバエージェント、GUIプログラム、CGIプログラムなど総計約20KB程度の小さなサイズであった。

## 6. JINI 技術との比較

最近、研究開発が進展しているJava RMI技術を使用した分散ネットワークサービスの実行環境 JINI は、小規模な分散システムから大規模な分散システムに段階的に拡張できる特徴がある。[7]

JINI は、Java アプレットの実行環境であるJava VMを実装した機器および非実装の機器に対しては代替手段を提供して、分散ネットワークサービスを実現している。すなわち、JINI は、Discovery プロトコルを用いて、Lookup サービスと云うリモートオブジェクトを呼び出し、遠隔地のサービスを実現することができる。このとき、マルチキャスト要求/通知プロトコルを用いて、再送要

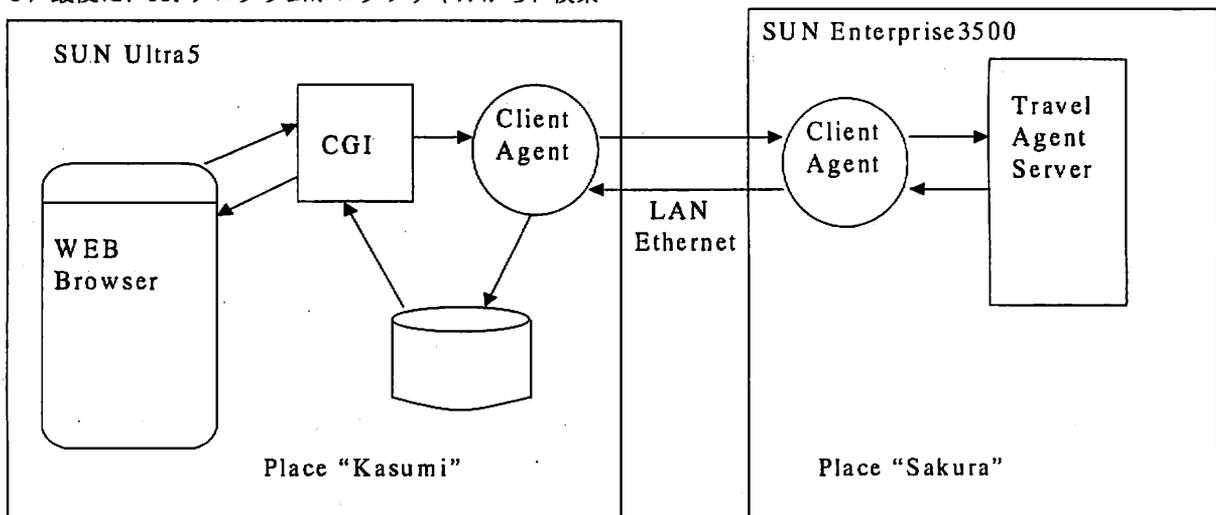
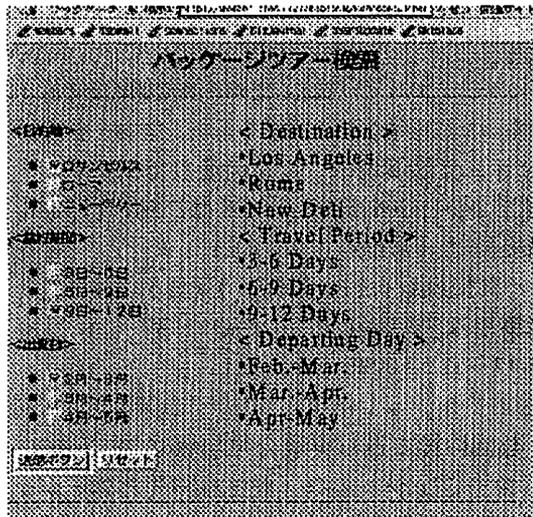
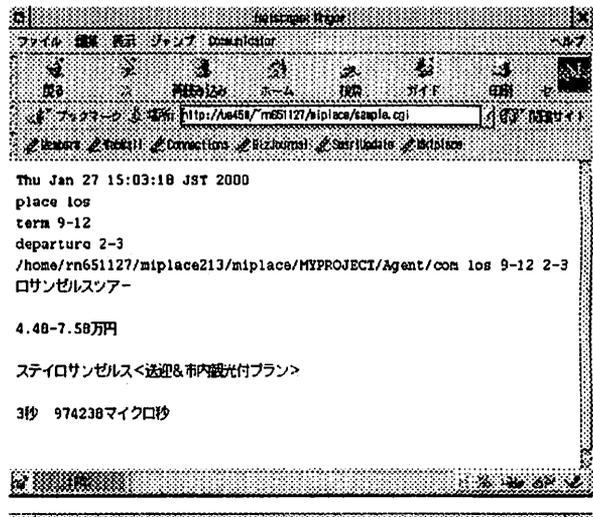


図5 “Travel Girl” プロトタイプ実験ブロック図



1) クライアントの要求



2) 旅行代理店サーバからの検索結果

図6 “Travel Girl”のクライアント表示画面

求を何回でも行うことができる。セキュリティ対策もJava RMIのTry-Catchでエラー処理が実現されている。

また、JINI APIの管理インタフェースとして、コンピュータ資源の分配や再利用を可能とするリースプロトコル、2相コミットメントプロトコルを使用した分散トランザクションプロトコル、分散イベントモデルなどで構成されたプログラミングモデルを備えている。さらに、プログラマは、ネットワークを意識せずにJavaオブジェクトの操作と変わらないコードでネットワーク環境に対応したプログラムが書ける。また、JINIのコードサイズも48KBと軽量化されている。

一方、Javaベースのモバイルエージェントは、前節まで述べたように、エージェントがインテリジェンスをもち、自律的にプロセス処理を行うことができる。さらに、TCP/IP以外のプロトコルを採用した既存のデータベース、HTTPプロトコルを用いるCGI Webサーバ、CORBA/IIOPを用いたORB Traderなどの諸技術にラッパーを用いてマッピングができる特徴をもっている。

## 7. おわりに

モバイルエージェントは、分散ネットワークサービスに適合した新しいパラダイムであるが、現状では、ユーザがより使いやすい使用環境や商品取引のモデル化など利用上の課題を解決する必要がある。また、実際の電子商取引では、セキュリティの確保が重要であるが、MIPLACEは、利用できるエージェントとブレースが登録され、か

つ、これらのプロセス状態は、常時、確認、監視されており、外部からの侵入に対するセキュリティは、完全に確保されている。さらに、暗号利用などによるセキュリティの強化も考慮する必要がある。

一般の商取引では、広告宣伝などのプレセールス活動、実際の購買取引を行うオンセールス活動、取引成立後のアフターサービスなどのポストセールス活動などの商取引モデルを確立する必要がある。[8] このため、ラッパーなどの仲介プロセスにより、規模を拡大したときのシステムの拡張性なども今後検討する必要がある。また、異なるシステム間の相互運用は、重要であり、標準化を図る必要がある。

参考文献：[1] Karmouch, IEEE Communications Magazine, pp.26-37, July, 1999 [2] D. Wong, et al., Communication of ACM, vol.42, No.3, pp.92-105, March, 1999 [3] MASIF.OMG, <http://www.omg.com> [4] P. Dasgupta, et al., IEEE Trans. Knowledge & Data Eng. Vol.11, No.4, pp.509-525, July/August 1999 [5] T. Yamahira, et al., 1999 Asia-Pacific Network Operations Management Symposium, pp.369-379, Sept, 1999 [6] 川島ほか、信学技報、IN99-113, pp.75-80, 2000年1月 [7] J.Waldo, Comm. of ACM, Vol.42, No.7, pp.76-82, July, 1999 [8] R. Guttman, et al., Knowledge Eng. Rev., vol.13, No.2, pp14-159, June, 1998