

2. 研究開発の内容

2.1 研究開発概要

本システムは、モバイルIPv6にマイクロモビリティ技術を用いた高品質シームレス接続機能に端末機器の位置情報管理機能等を付加する。併せてモバイルIPv6、IPv6以外のIPv4で作動する端末機器の簡易接続機能を実現する基盤技術研究を行うためのネットワーク設備である。また、本システムの評価実験の実験設備も兼ねており、本設備を利用して評価実験を行う。

2.2 システム構成

2.2.1 システム構成

本システムは、無線LANアクセスポイントネットワーク装置とアクセスフリーシステム装置から構成されるものであり、各構成機器の数量は、表に、その全体構成図は、図に示す通りである。なお、本調査研究では、既存設備である無線LANアクセスポイントについて、仕様書に記載されている数量以上のアクセスポイント数で研究を行った。アクセスポイント数の増加および既存アクセスポイント設備の管理上の都合のため仕様書に記載されている無線LANアクセスポイント番号と本報告書に記載の番号には相違がある。仕様書におけるアクセスポイント番号と本報告書におけるアクセスポイント番号との対応表を表0-2に示す。また実証フィールドでのアクセスポイント設置位置を図0-2に示す。(ただし図0-1は仕様書に記載のアクセスポイント番号である。)

表 0-1 各構成機器の数量

大項目	仕様書項目		台数
	項番	機器	
無線LANアクセスポイントネットワーク装置	1	無線LANアクセスポイント	16
	2	通信回線設備	-
アクセスフリーシステム装置	1	ホームエージェント装置	1
	2	ゲートウェイモビリティエージェント装置	2
	3	リーフモビリティエージェント装置	6
	4	ダイクミックアドレストランスレーション装置	4
	5	スイッチ1(リーフモビリティエージェント用)	6
	6	スイッチ1(サーバ用)	1
	7	スイッチ2(ダイクミックアドレストランスレーション用)	4
	8	アドミンサーバ	1
	9	DNSサーバ	1
	10	SIPサーバ	1
	11	位置情報収集装置兼コンテンツサーバ	2
	12	無停電電源装置	3

表 0-2 無線LANアクセスポイント番号対応表

報告書記載番号	仕様書記載番号	設置場所名称
1	9	駅前広場(港区公園)
2	8	メインプラザ
3	10	駅前広場(港区公園)
4	11	駅前広場(港区公園)
5	NA	
6	7	メインプラザ
7	NA	
8	5	港区区道東部分
9	4	港区区道東部分
10	3	港区区道東部分
11	NA	
12	2	港区区道西部分
13	6	メインプラザ
14	NA	
15	1	港区区道西部分

仕様書記載番号	報告書記載番号	設置場所名称
1	15	港区区道西部分
2	12	港区区道西部分
3	10	港区区道東部分
4	9	港区区道東部分
5	8	港区区道東部分
6	13	メインプラザ
7	6	メインプラザ
8	2	メインプラザ
9	1	駅前広場(港区公園)
10	3	駅前広場(港区公園)
11	4	駅前広場(港区公園)

「NA」は仕様書に記載のないアクセスポイントであるが
本研究にて追加使用したアクセスポイント



図 0-2 無線LANアクセスポイント設置位置(報告書記載番号)

既存設備である無線 LAN アクセスポイントネットワーク装置は、無線 LAN アクセスポイントと、無線 LAN アクセスポイントからアクセスフリーシステム装置までの通信回線により構成される。

- 無線 LAN アクセスポイント
IEEE 802.11b に準拠した無線 LAN 装置を装備した端末機器との通信ができること。
- 通信回線
無線アクセスポイントから六本木ヒルズ事務所棟 A 地下 3 階 MDF 室内のアクセスフリーシステム装置まで、TCP/IP 通信ができること。

アクセスフリーシステム装置は、以下の 5 つについての研究開発を行う研究用装置である。

- 高品質シームレス接続機能
モバイル IPv6 は、IP の通信を継続したまま、ネットワーク間の移動を可能にする技術である。しかし、通常のモバイル IPv6 では、端末がホームネットワークから遠いネットワークにある場合、ネットワーク間の移動手続きに時間がかかるという欠点がある。また、端末がネットワーク間を移動する度に、その端末の位置情報を更新すると、ホームエージェント装置の負荷が増大するという難点もある。そこで、マイクロモビリティ技術（ホームエージェント装置に似た役割を果たす「ゲートウェイモビリティエージェント装置」を導入し、ホームエージェント装置の役割の一部をゲートウェイモビリティエージェント装置に移行させることによって、端末が無線ネットワーク間を小規模移動する際に要する時間、及びホームエージェント装置にかかる負担を小さくする技術）を用いて、端末が無線ネットワーク間を小規模移動する際の時間を小さくする研究開発を行う。
- 接続端末位置情報管理機能
IPv6 のプレフィクスと位置情報を関連付けておくことによって、端末の気付アドレスからその端末の位置を把握することができる。具体的には、実験エリアを大きく 6 分割（港区区道西部分、港区区道東部分、メインプラザ、駅前広場、ZONE 六本木、アーク森ビル）し、そのうちのどこに端末が存在するかを表示する。表示方法としては、後述する「オフィス業務支援ポータル」上に、テキストで表示する方法と、地図上に表示する方法の二種類がある。接続端末の気付アドレスを収集し、IPv6 のプレフィクスと位置情報の関連付けから接続端末の位置を判断、さらにその位置情報をテキストと地図で表示するという 3 種類のソフトウェアの研究開発を行う。これらの機能を利用して、周辺情報ポータルへのリンクをクリックするだけで、接続端末の位置に適した周辺情報ポータルを表示させる実験も行う。
- IPv4 端末簡易接続機能
モバイル IPv6 は、IP レイヤにおけるシームレスな通信を提供するプロトコルであり、IPv6 はプラグアンドプレイ機能を有するプロトコルである。どちらのプロトコルも、ハンドオーバーによるアクセスルータの変更時に、手動で端末の設定を変更する必

要はない。しかし、IPv4 端末で固定アドレスを割り当てている場合には、手動で端末の設定を変更する必要がある。歩きながら端末を利用する場合、アクセスポイント、及びアクセスルータが度々変わるといった状況が想定される。このような場合に、その都度手動で端末の設定を変更する必要があるというのでは、残念ながらそのシステムは実用的とは言えない。そこで本研究では、モバイル IPv6、IPv6、IPv4 端末が混在する環境下で、「ダイナミックアドレストランスレーション装置」を導入し、IPv4 端末に関しても簡易接続性を実現する。

- オフィス業務支援ポータル

本ポータルは、端末機器が事務所利用者である場合、その現在位置に応じて選択・表示されるもので、現在位置に応じてその位置特有のローカルコンテンツを提供する、WWWブラウザで閲覧できる、他端末機器の位置情報が表示される、他端末機器接続エリアのカメラ映像が表示される、アクセス可能なファイルサーバ等のボタンが表示される、周辺情報提供用ポータルのボタンが表示される、といった要件を満たす。

- 周辺情報提供用ポータル

本ポータルは、端末機器の現在位置に応じて選択、表示されるもので、位置情報に基づいてその位置特有のローカルコンテンツを提供する、WWWブラウザで閲覧できる、といった要件を満たす。

2.2.2 新規開発システム概要

ア. 高品質シームレス接続機能

高品質シームレス接続機能は、端末機器がサブネット間を跨いで移動した時場合に、接続の切り換えを短時間に行う機能である。高品質シームレス接続機能は、ホームエージェント装置、ゲートウェイモビリティエージェント装置、及びリーフモビリティエージェント装置が導入されたアクセスフリーシステムのネットワークに、高品質シームレス接続機能対応端末を無線接続する事により実現された。

(1) ハードウェア構成

ホームエージェント装置及びゲートウェイモビリティエージェント装置には、ノキア IP 650 (表 0-3及び表 0-5) が使用された (ホームエージェント装置用に一台, ゲートウェイモビリティエージェント装置用に二台)。またリーフモビリティエージェント装置用にはノキア IP 330 (表 0-4及び表 0-5) 六台が使用された。

これらの装置はノキア・ジャパン株式会社が、市場に提供しているものであり、多種類のインタフェースをサポートするモジュール設計となっている。販売中のシステムでは、ファイアウォールや不正アクセス検出ソフトも含まれているが、本実験では使用されなかった。管理を目的とする場合は、フロントパネルのシリアルポートとコンソールポートを利用することができるが、フロッピードライブや CD ドライブなど代替のブートメディアはない。これによって、機器への物理的アクセスが可能だとしても、不正な利用は制限される。

ノキア IP 650 には4つのイーサネットポートが、ノキア IP 330 には3つのイーサネットポートが装備されているが、アクセスフリーシステム装置構築のため、ゲートウェイモビリティエージェント装置用 IP 650 にはノキア4ポートイーサネットカードを拡張装備して8ポートにし、リーフモビリティエージェント装置にはノキア2ポ

ートが取り付けられた

表 0-3 Nokia IP650 の標準装備

Nokia IP650	
標準装備	CPCIインタフェーススロット×5
オプション・インターフェイス	<ul style="list-style-type: none"> ・10/100イーサネットポート×4 ・マルチモード・ファイバ・ギガビット・イーサネット×1 ・シリアルV.35/X.21×1又は2 ・HSSI ・ATMマルチモードファイバ ・トークンリング ・外付けモデム
高さ8.6cm(2RU)、奥行き53.2cm、幅44.5cm、重量16kg、標準19インチラックにマウント可能	

表 0-4 Nokia IP330 の標準装備

Nokia IP330	
標準装備	CPCIインタフェーススロット×1 統合10/100イーサネットポート×3
オプション・インターフェイス	<ul style="list-style-type: none"> ・10/100イーサネットポート×2 ・シリアルポートV.35/X.21×1 ・アナログモデム(オプション)
高さ4.5cm(1RU)、奥行き41cm、幅43cm、重量5.4kg、標準19インチラックにマウント可能	

表 0-5 Nokia IP650/IP330 製品仕様

製品仕様		
シリアルライン・プロトコル	PPP フレームリレー HDLC Cisco	RFC1661、RFC1662 FRF.1、RFC1490
IP ルータ機能	IP ICMP ARP Router discovery (サーバ側) CIDR アンナンバーインターフェイスのサポート IPv6コア機能	RFC791 RFC792 RFC826 RFC1256 RFC1519
BOOTP/DHCPリレーエージェント	ルート・アグリゲーション ルート・リディストリビューション Requirement for IPv4 Routers	RFC1812
IPマルチキャスト	DVMRP IGMPv2 マルチキャスト・トンネル PIM-DM	RFC1075 RFC2236
ルーティング・プロトコル	RIPv1 RIPv2(認証付き) OSPFv2 VRRP IGRP(オプション) BGP4(オプション) スタティック・ルーティング	RFC1058 RFC1723 RFC2328 RFC2338 Cisco RFC1771
トラフィック管理	Expedited Forwarding (DiffServ)	RFC2598
アプリケーション・アクセラレーション	Firewall Flows	
高可用性/信頼性	VRRP FireWall-1同期化 トラフィック管理 アクセス・コントロールリスト	RFC2338
ネットワーク管理	セキュア・アドミニストレーティブ・アクセス F-Secure SSH (SecureShell) S/Key-ワンタイム・パスワード Voyager Web via HTTP CLI via Telnet SNMP&SNMPMIB SSL/TLS	RFC1760 RFC1945 RFC854 RFC1213 RFC2246
システム・ステータス表示	- I/Fカードステータス - パワー供給 - ファントレイ故障(*) - システム温度(*)	
環境	温度: 0 ~ 40 湿度: 10% ~ 90% 高度: 10,000フィート	
EMC	FCCPart15、ClassA、EN55022 (CISPR22、ClassA) に準拠 CE認定	
安全性	UL1950、CE認定、CUL/CSA22.2 NO.950-M93、IE950、TUV EN60950	

(*)IP650のみ対応

高品質シームレス接続機能対応端末としては、IBM ThinkPad X24が使用された。ThinkPadシリーズは、Linuxオペレーティングシステムを適切にサポートしており、後述の高品質シームレス接続機能用ソフトウェアに対応する事ができた。

(2) ソフトウェア構成

ノキアIPシリーズ製品は、IPSOと呼ばれるFreeBSDオペレーティングシステムをベースとしたオペレーティングシステムを使用している。これはセキュリティプラットフォームでの使用を視野に入れ、特にルーティング機能部分について最適化されている。今回の実証実験ネットワークの場合、モバイルIPv6、特に高品質シームレス接続機能に対するサポートが必要であったため、同じオペレーティングシステムの開発版がインストールされた。

端末側にはLinuxオペレーティングシステム, Red Hat 7.3ディストリビューションを用い、高品質シームレス接続機能対応カーネルをインストールした。このカーネルはヘルシンキ工科大学で開発されたMIPL(Mobile IPv6 for Linux)というカーネルに、ノキアが開発した、高品質シームレス接続機能を含む拡張機能を付加したものである。

(3) 機能

通常モバイルIPv6では、移動端末が自分のホームネットワークから他のサブネットワークに移動した際、又はそのサブネットワークから更に別のサブネットワークに移動した際やホームネットワークに戻ってきた際に、自分がどのサブネットワークにいるかという情報をホームエージェント装置に送信する。一方ホームエージェント装置は、移動端末から送られてきた情報をホームエージェント内のテーブルに登録し、現在の移動端末の位置を管理する。ホームエージェント装置はこの移動端末宛てのパケットを、現在の移動端末の位置に転送する機能を持つ。

しかし、このホームエージェント装置への現在位置(どのサブネットワークにいるかという情報)の登録は、ホームエージェント装置と移動端末の間の距離が大きい場合に遅延を生じ、サブネットワーク間のシームレス接続を妨げる原因となる。

本実験で用いられた高品質シームレス接続機能では、ホームエージェント装置と移動端末の間に、ゲートウェイモビリティエージェント装置及びリーフモビリティエージェント装置を設置している。リーフモビリティエージェント装置はサブネットワークを作るアクセスルータとして機能し、一方ゲートウェイモビリティエージェント装置は複数のリーフモビリティエージェント装置を束ねている。(リーフモビリティエージェント装置が更に複数のサブネットワークを束ねる事もできる。)

移動端末がゲートウェイモビリティエージェント装置配下のリーフモビリティエージェント装置で作るサブネットワーク間で移動を行った場合、このゲートウェイモビリティエージェント装置がホームエージェント装置に変わって移動端末の位置を管理する。ホームエージェント装置には、移動端末の位置情報として、このゲートウェイモビリティエージェント装置の情報が登録される。

このようにネットワークを階層化し、ホームエージェントの機能を分散化させる事により、ホームエージェントの機能を持った装置と移動端末の間の距離を小さくし、高品質シームレス接続を提供する事ができる。

一方、高品質シームレス接続対応移動端末は、通常モバイルIPv6アクセスルータからのルータアダプタイズメントと、リーフモビリティエージェント装置からのルータアダプタイズメントを聞き分ける事ができる。リーフモビリティエージェント装置からのルータアダプタイズメントを受け取った時には、高品質シームレス接続用に自分の位置情報を送信する。

(4) 仕様

ホームエージェント装置用ソフトウェア

本ソフトウェアは、接続端末機器が3層で無線網間移動を行うためのソフトウェアであり、以下の項目を満たす。

- 接続端末機器が無線網を移動した際、端末が移動先から行う登録を受けつける。
- 端末からの登録情報を元に、端末がどの網にいるか判断できる。
- 移動ノードのホームアドレス宛ての packets を捕捉し、移動ノードの現在位置に packets を転送できる。

ゲートウェイモビリティエージェント装置用ソフトウェア

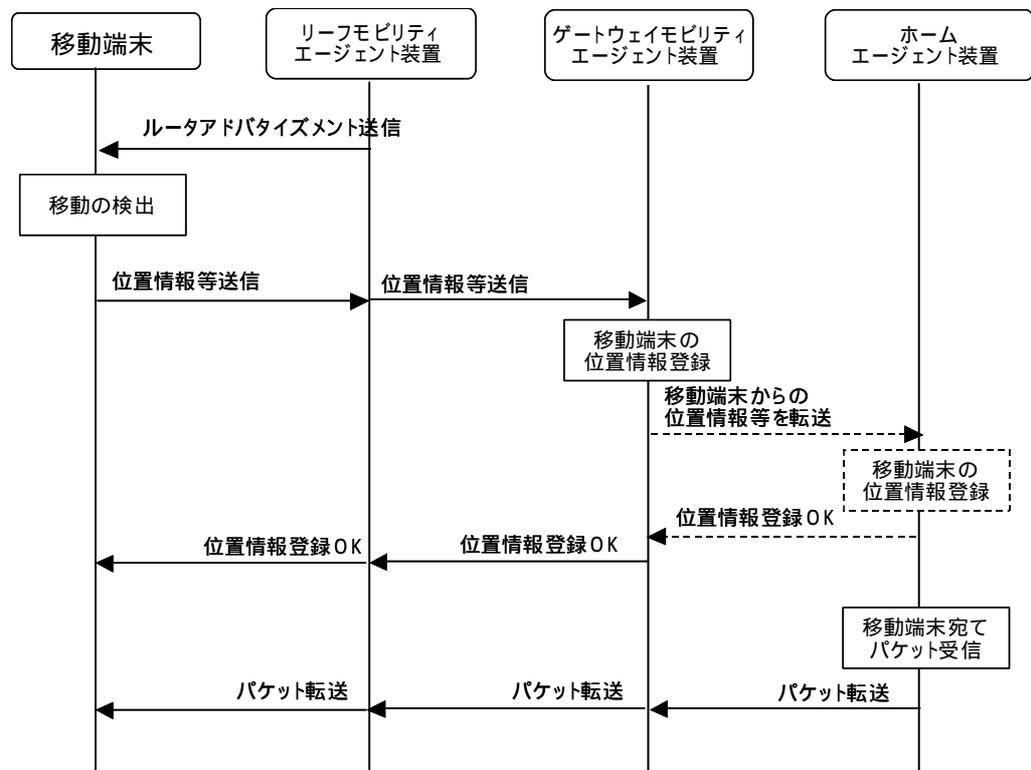
本ソフトウェアは、接続端末機器が3層で無線網間の小規模移動を行うためのソフトウェアであり、以下の項目を満たす。

- 接続端末機器が無線網を小規模移動した際、端末がホームエージェントに対して行う登録をインターセプトし、その登録情報をホームエージェントに代わって管理する。

リーフモビリティエージェント装置用ソフトウェア

本ソフトウェアは、接続端末機器が3層で無線網間の小規模移動を行うためのソフトウェアであり、以下の項目を満たす。

- ルータアドバタイズメントを送信できる。
- 端末からホームエージェントに送信される登録情報をルーティングできる。
- 接続端末機器が無線網を小規模移動した際、その端末宛ての packets をバッファし、移動先に packets を転送できる。



----▶ や [] 内の処理は、移動端末がゲートウェイモビリティエージェント配下のサブネットを跨いで移動した時のみ行う処理を表す。

図 0-3 高品質シームレス接続機能の仕様

イ. 接続端末位置情報管理機能

接続端末位置情報管理機能は、端末機器と接続されているアクセスポイントの相関関係を管理する機能であり、端末機器が異なるサブネット間を移動した場合にアクセスポイントごとの接続端末を表示させたりすることができる。当該機能は、端末機器、アクセスフリーシステム装置内のゲートウェイモビリティエージェント装置、ホームエージェント装置、および位置情報収集装置により実現された。

(1) ハードウェア構成

端末機器、ゲートウェイモビリティエージェント装置、ホームエージェント装置は前述のハードウェアを使用した。

位置情報収集装置兼コンテンツサーバにはぷらっとホーム Trus-G10が使用された。ぷらっとホーム Trus-G10は複数のコンピュータを格納可能なコンピュータラックの標準である19インチラックに対応した1U(45mm)厚の薄型のコンピュータであり、薄型でありながら内部周波数1.13GHz動作のIntel Pentium IIIプロセッサを搭載するPC-AT互換機である。ストレージとしては大容量な40GBで高速な7200rpmの3.5インチハードディスクドライブを搭載しており、マルチメディア利用などの高速なアクセスに対応したRAID-0と障害時の復旧を容易とする冗長構成のRAID-1の二種類のRAID機能を実現し、容易に3.5インチハードディスクドライブを交換するためのストレージベイを二基搭載している。ネットワークは業界標準のIntel i82550 10base-T/100base-TXネットワークインタフェースを2ポート搭載しており、高速な通信を実現している。メモリ容量は128Mbytesであり、最新のオペレーティングシステムを利用した場合でも十分なメモリ容量である。Trus-G10は上述の3.5インチハードディスクドライブ以外にも3.5インチフロッピーディスクから起動可能なフロッピーディスクドライブ、CD-ROMから起動可能なCD-ROMドライブを搭載しており、他にも上述のIntel i82550 10base-T/100base-TXネットワークインタフェースがPXE(Preboot Execution Environment)に対応している。他にもシリアルポートとしてNS16550A互換のシリアルインタフェース2ポートを搭載しており、最大115kbpsでの通信を可能とする。

ぷらっとホームTrusシリーズはWindows 2000、Windows XPなどのサーバコンピュータ用Windows オペレーティングシステムはもちろん、オープンソースのオペレーティングシステムであるLinux オペレーティングシステムやFreeBSDオペレーティングシステム、サーバ用オペレーティングシステムのSolaris オペレーティングシステムなど多種のオペレーティングシステムをサポートしている。そのため、今回の位置情報収集装置用ソフトウェアを利用するためのFreeBSD オペレーティングシステムとモバイルIPv6対応のkame IPv6スタックを動作させることができた。

(2) ソフトウェア構成

位置情報収集装置用ソフトウェアはオープンソースのオペレーティングシステムであるFreeBSDオペレーティングシステム上で動作する。FreeBSDオペレーテ

イングシステムは同じオープンソースのオペレーティングシステムであるLinuxオペレーティングシステムよりも歴史が長いBSD系オペレーティングシステムであり、初めてIPv6に対応するkame IPv6スタックが開発された。kame IPv6スタックは高性能シームレス接続機能を持たないものの、通常モバイルIPv6にも対応している。FreeBSDオペレーティングシステムは特にネットワーク接続が多数あった場合の安定性に対する評価が高いため、複数の端末機器が同時に接続を行う位置情報収集装置兼コンテンツサーバに適していたためにFreeBSDオペレーティングシステムを選択した。

位置情報収集装置用ソフトウェアは位置情報データベースと位置情報収集サーバソフトウェア、中継ソフトウェアとにより実現された。

(3) 機能

モバイルIPv6は移動端末が自分のホームネットワークから他のサブネットワークに移動した際、又はそのサブネットワークから更に別のサブネットワークに移動した際にもコンピュータ間の通信が途絶しないような位置透過アクセスをネットワーク第3層であるIP層で実現する仕組みである。位置透過アクセスはIP層で実現しているためにより上位の層である第5～7層となる通常のアプリケーションソフトウェアはプログラムに一切の変更を行うことなく動作させることができるという長所がある。

他方、モバイルIPv6を利用する移動端末あるいは移動端末と通信するサーバなどで動作する通常のアプリケーションプログラムからでは移動端末の現在地を取得することは難しい。

本実験で実現した接続端末位置情報管理機能は上記の問題を解決した。位置情報収集サーバソフトウェアは定期的(2秒毎)にすべての端末機器の現在地に関する情報を収集し、これを位置情報データベースへ格納する。同時にその端末が電波圏外にいる場合や電源遮断などの理由で通信不可能な状態にあるか、それとも通信可能な状態にあるかも併せて位置情報データベースへ格納する。

中継ソフトウェアは端末機器のHTTP通信を中継する。さらに中継先がコンテンツサーバである場合、中継時に端末機器の送信元アドレスを元に位置情報データベースにより当該端末機器の位置情報を検索し、当該携帯端末の位置情報と他の通信可能な携帯端末機器の位置情報とをコンテンツサーバへ提供する。位置情報データベースはオープンソースのデータベースソフトウェアPostgreSQLを利用した。

(4) 仕様

位置情報装置用ソフトウェアはポータルサイトへのアクセスを行った端末機器の位置情報の収集を行うためのソフトウェアであり、以下の項目を満たす。

- ポータルサイトへのアクセスを行った端末機器の送信元アドレスを用いて端末の位置を特定すること。
- 位置情報をもとに適切なポータルサイトへのフォワードを行うためにコンテンツサーバに対し位置情報の提供を行うこと。その際、他接続端末機器の位置情報の提供も行うこと。

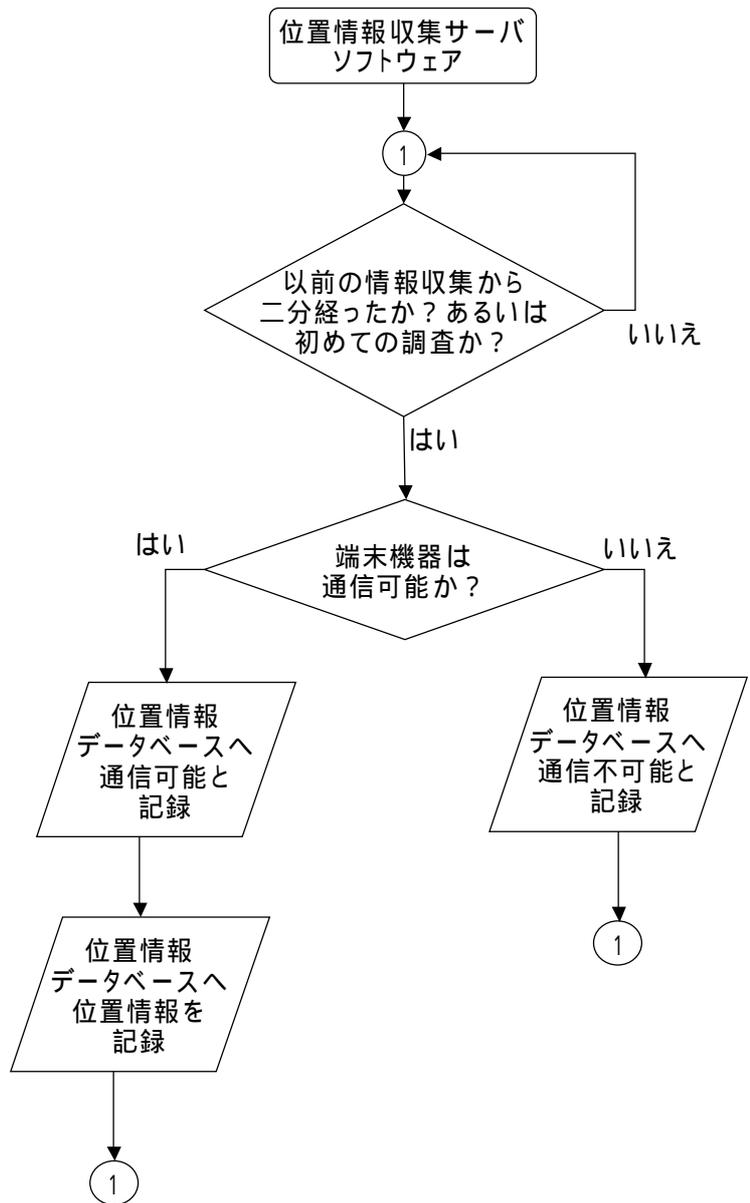


図 0-4 位置情報装置用ソフトウェアのフロー

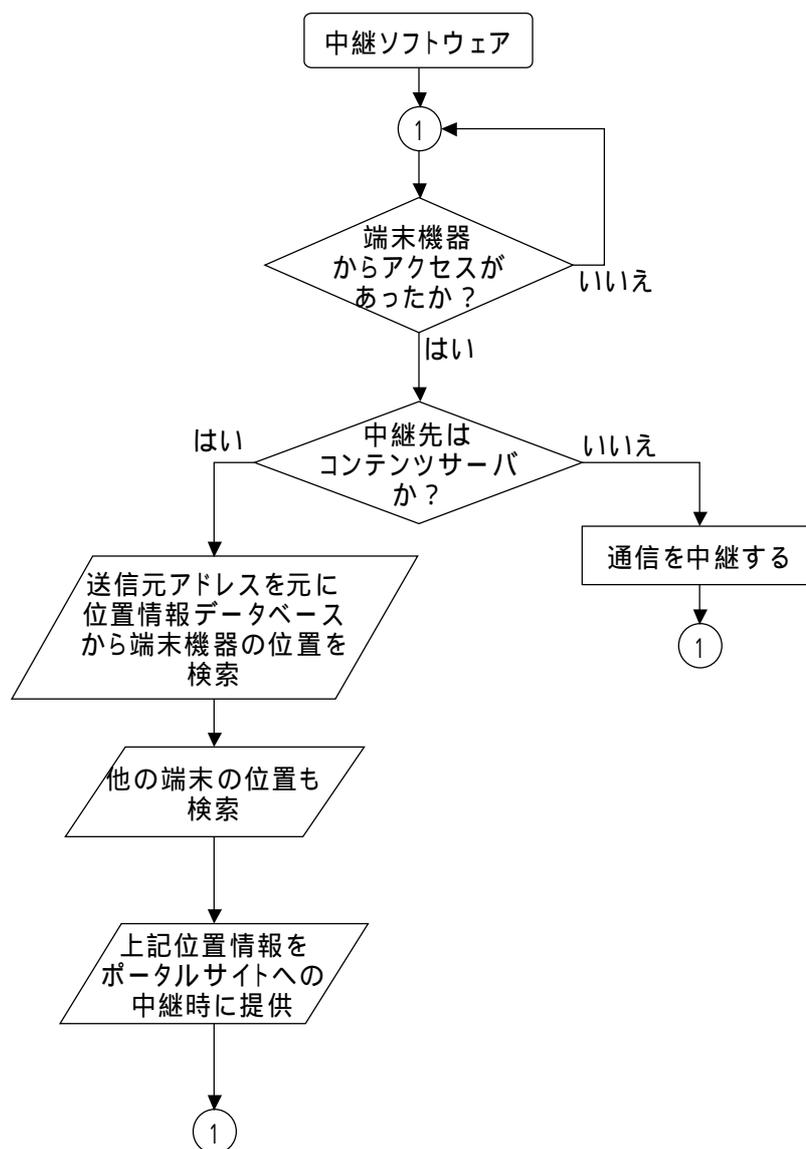


図 0-5 中継ソフトウェアのフロー

ウ. IPv4 端末の簡易接続機能

IPv4 端末の簡易接続機能は、4 台のダイナミックアドレストランスレーション装置を、六本木ヒルズの 4 つのサブネットワークにそれぞれ導入する事により実現された。

(1) ハードウェア構成

ダイナミックアドレストランスレーション装置には、NOMADIX USG (Universal Subscriber Gateway) が使用された。NOMADIX USG は 19 インチラックにマウント可能な 2 U 型のコンピュータで、最低でも 10 Mbps のスループットを持つ。2 つの 10 / 100 RJ45 コネクタと 2 つの DB9 シリアルコネクタを持ち、消費電力は 110 VAC / 60 W である。USG を用いて、同時に 2000 の端末に対してインターネット接続を提供することができる。

USG はダイナミックアドレストランスレーション機能, RADIUS を用いたユーザ毎の課金や認証の機能, ポートロケーション機能, e-mail や VPN, FTP などのアプリケーションをサポートする機能, ホームページリダイレクション機能, 各端末

の帯域幅を管理する機能，リモート管理機能などを持っている。

(2) ソフトウェア構成

I P v 4 端末の簡易接続機能に関しては、U S G に適当な設定を行う事によって実現された。そのため新たにソフトウェアを開発，インストールする必要は無かった。

(3) 機能

本実験の I P v 4 端末の簡易接続機能では、端末利用者がいかなる端末の設定の変更を行う事なしに、システムに接続できる事、及び接続先サブネットワーク毎でポータルリダイレクションが行われる事が要求された。

この条件を満たすために、U S G の機能の中で特にダイナミックアドレストランスレーション機能及びホームページリダイレクション機能が使用された。

ダイナミックアドレストランスレーション機能では、端末側が S t a t i c I P や D H C P などのいかなる設定の場合でも、設定を変更する事なしにネットワークへ接続する事ができる。また I P アドレスの書き換えも行わないので、元のネットワークへ接続する場合もプラグアンドプレイである。また全てのオペレーティングシステムをサポートしている。

ホームページリダイレクション機能は、ユーザ端末の WWW ブラウザの U R L 設定を無視し、U S G に設定した初期画面を見せる事ができる機能である。U S G のホームページリダイレクション機能使用するように設定し、リダイレクション先に後述の周辺情報提供用ポータルの U R L を指定する事により、六本木ヒルズ訪問者は特別な操作をする事なく周辺情報提供用ポータルを閲覧する事ができる。

(4) 仕様

I P v 4 端末の簡易接続機能では、ソフトウェアの開発を行っていないため特別な仕様は存在しない。

エ. オフィス業務支援ポータル

(1) ハードウェア構成

オフィス業務支援ポータルを構成する位置情報収集装置兼コンテンツサーバおよび S I P サーバはぶらっとホーム T r u s - G 1 0 が使用された。また実験評価用ビデオカメラ装置は富士ゼロックス社製 F L Y C A M サーバが使用された。F L Y C A M サーバは F L Y C A M 多眼カメラと F L Y C A M ビデオサーバ P C により構成された。F L Y C A M 多眼カメラは円周上に 3 8 万画素 C C D イメージセンサを複数配置することで、複数の画像を 1 度に撮影することが出来る。本ポータルで利用した F L Y C A M 多眼カメラは二つの 3 8 万画素 C C D イメージセンサを利用することにより同時に 1 8 0 度までの画像を撮影できた。F L Y C A M ビデオサーバ P C は内部周波数 1 . 1 3 G H z 動作の I n t e l P e n t i u m I I I プロセッサを搭載する P C - A T 互換機である。メモリ容量は 1 2 8 M b y t e s 、ストレージ容量は 1 8 G B であり、オペレーティングシステムとして Windows 2 0 0 0 S e r v e r S P 2 日本語版を搭載している。ネットワークは業界標準の I n t e l i 8 2 5 5 0 1 0 b a s

e - T / 1 0 0 b a s e - T X ネットワークインタフェースを搭載しており、高速な通信を実現している。また画像入力用拡張ボードとして M a t r o x 社製 M E T E O R 2 を二式搭載しており、 F L Y C A M 多眼カメラとの接続に使用している。

(2) ソフトウェア構成

オフィス業務支援ポータルはサーバ側で WWW ブラウザの表示用言語である HTML を出力しその HTML を表示した WWW ブラウザから各種機能を利用する機能を実現するソフトウェアと端末側でポータルサーバと連携して機能するソフトウェアから構成される。前者のサーバ側のソフトウェアは位置表示ソフトウェア、カメラ映像表示ソフトウェア、公開フォルダソフトウェアであり、後者の端末側のソフトウェアは V o I P ソフトウェアと WWW ブラウザである。なお WWW ブラウザには A O L タイムワナー社の N e t s c a p e ブラウザを用いた。

S I P サーバのオペレーティングシステムとしては、L i n u x オペレーティングシステム、R e d H a t 7 . 3 ディストリビューションを用いた。これに高品質シームレス接続機能で述べた、高品質シームレス接続機能対応カーネルをインストールした。ここに S I P サーバ用ソフトウェアをインストールした。

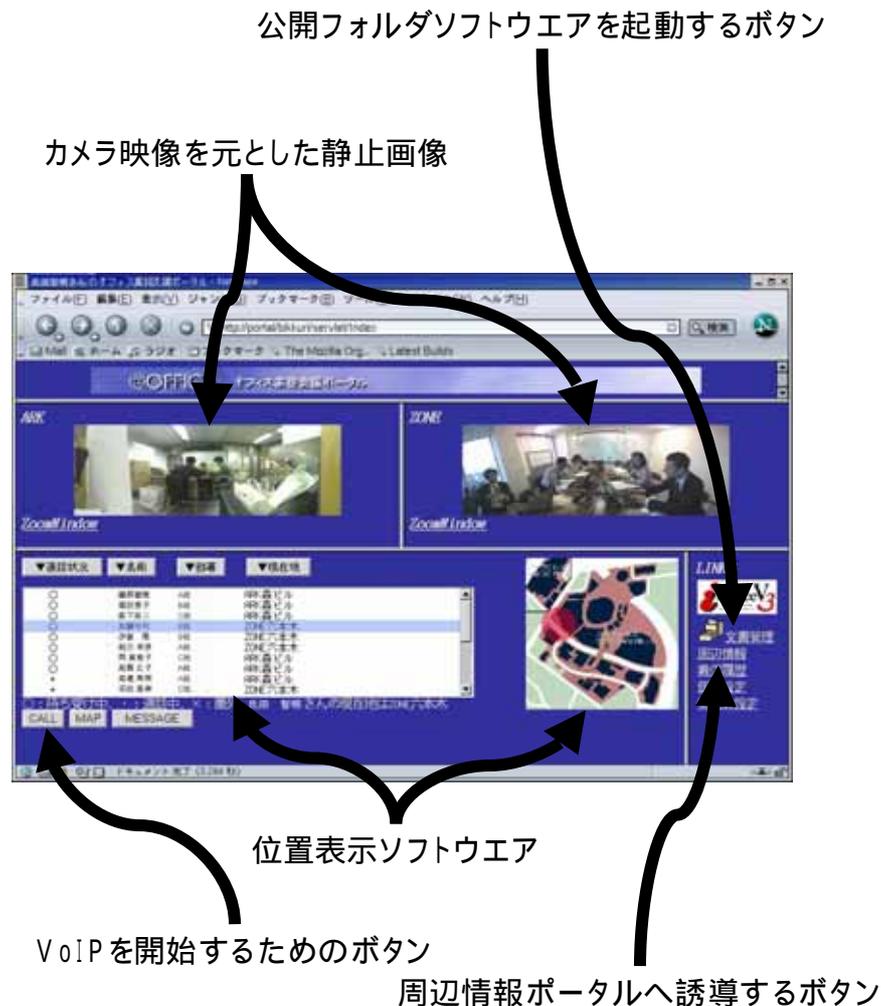


図 0-6 オフィス業務支援ポータルの概観

A. 位置表示ソフトウェア

位置表示ソフトウェアは前述の接続端末位置情報管理機能と連携してコンテンツサーバ上で接続端末の位置を検出して表示するためのソフトウェアであり、動的にHTMLを合成することができる。

B. カメラ映像表示ソフトウェア

カメラ映像表示ソフトウェアはカメラ映像をWWWブラウザ上に表示するためのソフトウェアであり、FLYCAMビデオサーバPC上のソフトウェアであるFLYCAMビデオサーバを用いて実現した。

C. VoIPソフトウェア及びSIPサーバ用ソフトウェア

VoIPソフトウェアには、VoIP通話のためのVoIP用ソフトウェア、かかってきた電話を受ける操作や通話終了の操作をユーザが行えるようにするポップアップ画面用ソフトウェア、VoIP用ソフトウェアやポップアップ画面用ソフトウェアとの連携を管理するVoIP管理用ソフトウェアがある。

VoIP用ソフトウェア及びSIPサーバ用ソフトウェアには、ノキアが開発したSofiaソフトウェアを使用した。SofiaソフトウェアはLinuxオペレーティングシステム上で動作し、モバイルIPv6に対応している。

Sofiaソフトウェアには、ユーザ・インタフェースが用意されており、これを用いてVoIPを開始する事ができるが、本実験ではオフィス業務支援ポータルに表示されたボタンをクリックする事により、VoIPを開始するという要求があったため、これを満たすための専用の開発（ポップアップ画面用ソフトウェア及びVoIP管理用ソフトウェアの開発）が行われた。

Sofiaソフトウェアが提供するSIPサーバには、SIPプロキシサーバ、SIPリダイレクトサーバ、レジストラ、プレゼンスサーバ、グループサーバなどが含まれるが、本実験ではVoIPのセッションを張るためにのみSIPが必要であったので、SIPプロキシ及びレジストラの機能のみが使われた。

D. 公開フォルダソフトウェア

公開フォルダソフトウェアは文書などを共有するためのソフトウェアであり、NeoJapan社のiOfficeの文書管理機能を用いて実現した。iOfficeは文書やスケジュールなどの情報をWWWブラウザ上で管理するためのソフトウェアである。

E. 周辺情報提供用ソフトウェア

周辺情報提供用ソフトウェアは前述の接続端末位置情報管理機能と連携してコンテンツサーバ上で接続端末の位置を検出して適切な周辺情報提供ポータルへ誘導するためのソフトウェアであり、適切なHTMLを表示することができる。

F. その他

オフィス業務支援ポータルには、これらの他に、メッセージ機能、着信履歴、個人設定、管理者設定の機能がある。メッセージ機能はJAVAServletとC

を用いてかかれており、他の3つの機能に関するプログラムは、全てJ A V A S e r v l e tを用いて書かれている。

(3) 機能

A. 位置表示ソフトウェア

位置表示ソフトウェアは前述の接続端末位置情報管理機能よりオフィス業務支援用ポータルへ接続した接続端末の位置情報と利用ユーザ名、通話状況、所属部署などの情報を受け取り、位置情報をWWWブラウザに表示するHTMLを合成して当該端末上のWWWブラウザへ送信し、端末側のWWWブラウザで表示される。

また他の通信可能な携帯端末機器の位置情報と位置情報と利用ユーザ名、通話状況、所属部署などの情報を受け取り、これを表形式でWWWブラウザに表示するようなHTMLを合成して当該接続端末上のWWWブラウザへHTTP通信により送信する。当該接続端末上のWWWブラウザ上で表示するこの表は通話状況、利用ユーザ名、部署名、現在地という項目によって並べ替えする機能を持ち、この表の上に表示された各項目のボタンをクリックすることで並べ替えを行う。これらのボタンのいずれかがクリックされた場合、HTTP通信によりポータルサーバ側へとクリックされた項目の情報がWWWブラウザから送信され、位置表示ソフトウェアが当該項目に基づいた並べ替えを行った表のHTMLを合成して再びHTTP通信により当該端末上のWWWブラウザへ送信し、表示しなおすことで表の並べ替えを実現した。

この表は表の右側に表示される地図と連携して各接続端末の位置を地図上に表示する機能を持つ。この表はクリックすることでいずれか一つの接続端末の情報を選択することができ、ある接続端末の情報を選択した状態で表の下側にあるMAPボタンをクリックすることにより当該接続端末の位置を地図上に表示することができる。このMAPボタンがクリックされた場合、HTTP通信によりMAPボタンクリック時に選択されていた接続端末の情報がポータルサーバ側へとWWWブラウザから送信され、選択された接続端末の位置情報に基づいて位置を示した地図の画像を選択してこの画像をWWWブラウザへ送信して表示しなおすことで、選択した接続端末の位置を地図上で表示する機能を実現した。なお、接続端末の情報を選択していない場合にMAPボタンをクリックしても地図上にはどの接続端末の位置も表示されることはない。

位置表示ソフトウェアにより合成されるHTMLは一定時間(20秒)ごとに自動的にWWWブラウザがポータルサーバより取得し直す。位置表示ソフトウェアはWWWブラウザから取得要求が来るたびにHTMLを合成しているため、ポータルサーバより再取得して表示した各接続端末の位置情報、利用ユーザ名、通話状況、所属部署などの情報は最新の情報を反映することができる。また、自動的に再取得を待たなくともユーザがWWWブラウザの再表示ボタンを押すことで最新の各接続端末の位置情報、利用ユーザ名、通話状況、所属部署などの情報を反映することが出来る。

B. カメラ映像表示ソフトウェア

F L Y C A MビデオサーバはF L Y C A M多眼カメラの各カメラの画像よりパノラマ画像を合成し、このパノラマ画像を静止画像フォーマットの一種であるJ P E G

形式でHTTP経由により連続して高速に配信することにより動画像を配信できる。より詳細にはFLYCAMビデオサーバはHTMLをWWWブラウザに対して配信し、WWWブラウザ上で動作するスクリプト言語のプログラムにより連続して取得することにより動画像を表示する。

画像を配信されたWWWブラウザ側ではFLYCAMビデオサーバで合成されたパノラマ画像の一部を切り出すことにより画像の拡大や画像の水平・垂直移動などを実現できる。また、動体検知により移動する物体や人物を自動的に検知/追跡して画像の水平・垂直移動を実現することも出来る。動体検知は具体的には動画像を構成する連続した静止画像(フレーム)間で変化した部分を抽出し、変化部分の重心を計算する。この変化部分の重心に基づいてパノラマ画像の中で切り出す画像を決定することにより実現する。

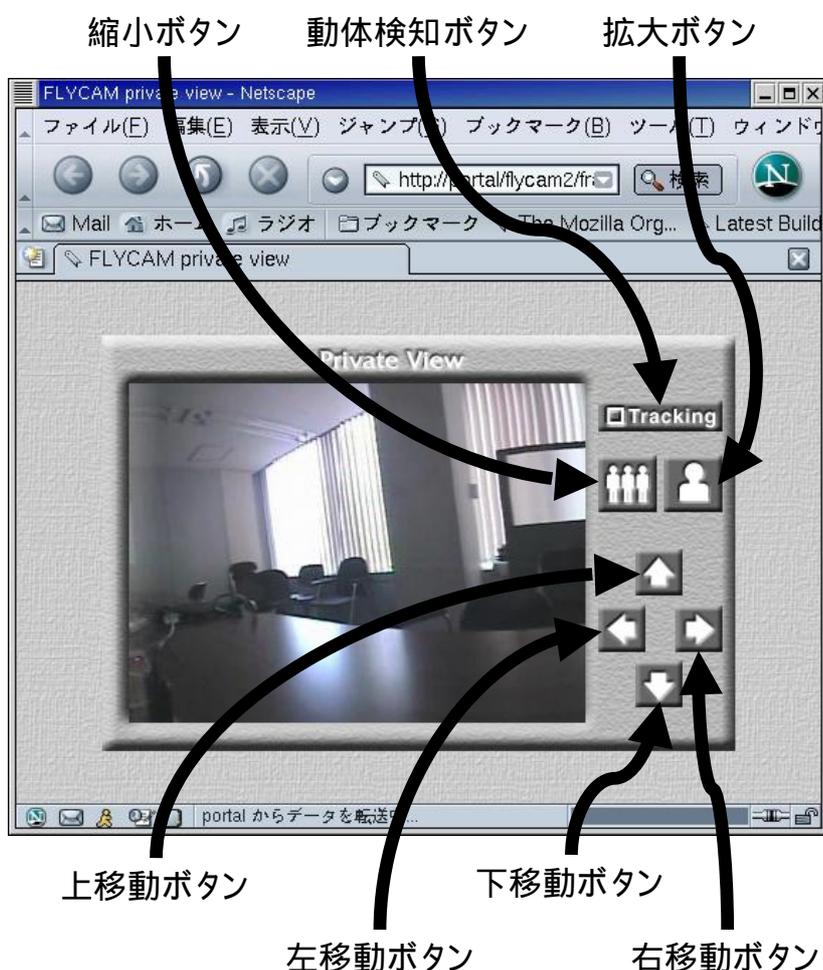


図 0-7 FLYCAM ビデオサーバにより表示される動画像

FLYCAMビデオサーバにより配信されるHTMLをWWWブラウザ上で表示すると動画像の右側に拡大ボタン、縮小ボタン、上移動ボタン、下移動ボタン、右移動ボタン、左移動ボタン、動体検知ボタンが表示されボタンをクリックすることで各動作を実現する。本ポータルを表示しているWWWブラウザでは通常FLYCAMビデオサーバより配信される静止画像のみを表示しており、静止画像をクリックすることによりFLYCAMビデオサーバにより配信されるHTMLをWWWブラウザの別ウィンドウに表示することを行った。

C. VoIPソフトウェア及びSIPサーバ用ソフトウェア

SIPを用いたVoIPのためのセッションを張る方法には、端末同士がサーバを介さず直接通信し合う方法、SIPプロキシサーバを経由する方法、SIPリダイレクトサーバを経由する方法がある。本実験ではSIPプロキシサーバを経由する方法を採用した。

端末はまずSIPプロキシサーバに自分のSIPアドレスを登録する必要がある。本実験では、ユーザが端末にログインした時点で自動的にVoIP用ソフトウェアが起動され、SIPアドレスがSIPプロキシサーバに登録される。

次に端末は通話したい相手のSIPアドレス宛てに、セッションを張るための要求メッセージを送る。この要求メッセージは一旦SIPプロキシサーバに送られ、SIPプロキシサーバが登録情報を元にこのSIPアドレスを持つ端末に要求メッセージを送る。このメッセージが相手端末に承諾された後、通話のためのセッションが張られ、通話が開始される。通話を終える時は、どちらかの端末がSIPプロキシサーバ経由で通話終了のメッセージを相手に送る事により、セッションが解放される。

本実験では一連のメッセージ送信の操作を、Sofiaソフトウェアのユーザ・インタフェースからではなく、ポータル画面上から行う必要があった。そのため要求メッセージを送信させる命令は、ポータル画面から一旦位置情報収集装置兼コンテンツサーバを経由し、再び端末側に戻されて実行される。位置情報収集装置兼コンテンツサーバ側で要求メッセージ送信命令を端末に送るためのプログラムは、JAVAServletで書かれている。また、このサーバからの要求メッセージ送信命令を受け取り、VoIP用ソフトウェアに命令を出すVoIP管理用ソフトウェアはCで書かれている。VoIP管理用ソフトウェアはこの他にも、相手端末からメッセージを受け取った時に、ポップアップ・ウインドウを表示させる作業や、ポップアップ・ウインドウからの命令をVoIP用ソフトウェアに送る作業も行う。

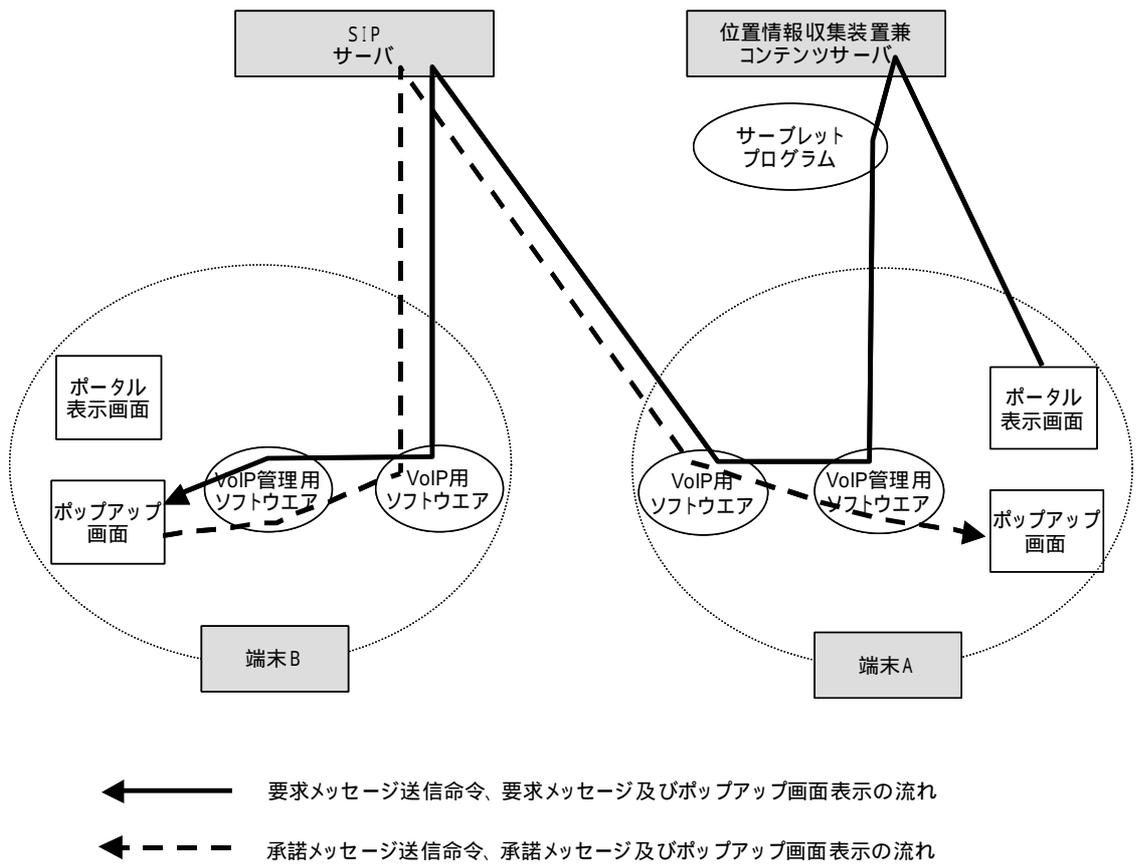


図 0-8 VoIP 用メッセージの流れ

次にポップアップ画面の流れを示す。発信側は、ポータル画面上のメンバーリストの中から通話したい相手を選びCALLボタンを押す。この後ユーザは画面上に表示されるポップアップ画面に従って操作をすればよい。

通話状況	名前	部署	現在地
	藤原敏隆	A社	ARK森ビル
	堀田恵子	B社	ZONE六本木
	森下英二	C社	ARK森ビル
	加藤守行	A社	ARK森ビル
•	岡真智子	C社	ZONE六本木
•	高瀬広子	B社	ARK森ビル
x	高橋秀明	B社	ZONE六本木

LINKS
iOfficeV3
文書管理
周辺情報
着信履歴
個人設定
管理者設定

：待ち受け中，•：通話中，x：圏外 堀田恵子さんの現在地はZONE六本木

CALL MAP MESSAGE

伊賀隆志さんに電話中

伊賀隆志さんに電話中

キャンセル

伊賀隆志さんと通話中

通話終了

経過時間：00:00:28

伊賀隆志さんに電話中

堀田恵子さんは只今電話に出られません

OK

発信側ポップアップ画面

堀田恵子さんからお電話です

堀田恵子さんからお電話です

受ける 受けない

堀田恵子さんと通話中

通話終了

経過時間：00:00:28

受信側ポップアップ画面

図 0-9 ポップアップ画面の流れ

D. 公開フォルダソフトウェア

本ポータルにより出力されたHTMLを表示したWWWブラウザ上には公開フォルダ用のボタンが配置されており、このボタンを押すことによりWWWブラウザの別ウィンドウにiOfficeの文書管理用画面が表示される。iOfficeの文書管理では文書の登録/削除に加えてフォルダ方式による階層管理、検索などの機能を持つ。

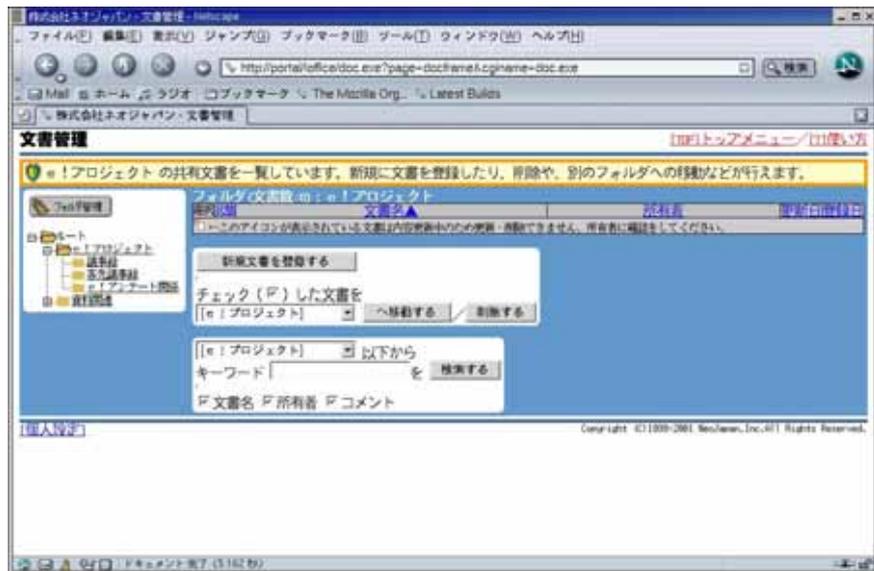


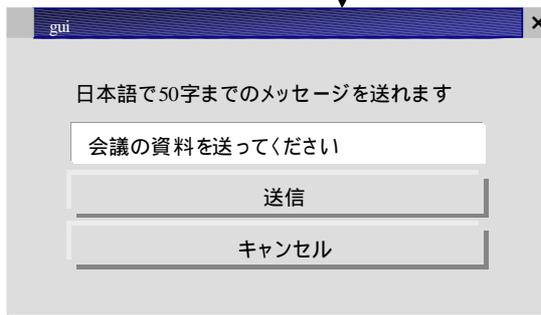
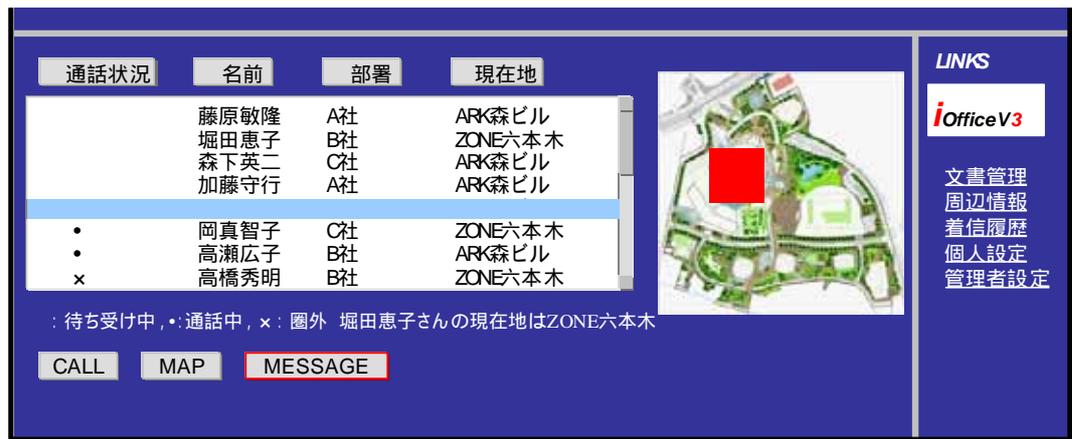
図 0-10 公開フォルダソフトウェアの概観

E. 周辺情報提供用ソフトウェア

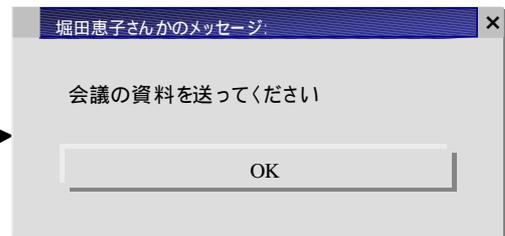
周辺情報提供用ソフトウェアは前述の接続端末位置情報管理機能よりオフィス業務支援用ポータルへ接続した接続端末の位置情報の情報を受け取り、適切な周辺情報ポータルへ誘導するボタンをWWWブラウザに表示するHTMLを合成して当該端末上のWWWブラウザへ送信し、端末側のWWWブラウザで表示される。このボタンをクリックすることでユーザは接続端末の現在位置の周辺情報ポータルを表示することができる。前述のIPv4簡易接続機能で用いた、NOMADIX USGを用いたホームページリダイレクション機能と異なり、モバイルIPv6と連携した接続端末位置情報管理機能を用いる。

F. その他

メッセージ機能とは、相手の端末にポップアップ画面を通じてメッセージを送る機能である。メッセージは最大50字まで入力することができる。



発信側ポップアップ画面



受信側ポップアップ画面

図 0-11 メッセージ機能の画面

着信履歴は、その端末にかかってきたV o I Pの履歴を表示する機能である。かかってきた日付，曜日，時間，かけた相手の名前，かけた相手の所属，着信状況が、新しいものから順番に表示される。かかってきた電話を受けなかった場合（自分から電話を受けない操作をした場合）や、受ける前にかけた相手が電話を切った場合には不在着信となり、着信状況に「不」が表示され、履歴も色文字で表示される。着信履歴はオフィスポータルトップ画面のリンクをクリックする事により表示される。



図 0-12 着信履歴の画面

個人設定とは、端末の所有者が自分に関する情報を設定できる機能である。設定できるのは、ふりがな、名前、所属である。ここで設定された項目はデータベースに反映され、ポータル画面上のメンバーリストや着信履歴等に使われる。個人設定画面ではこの他に、ホームアドレス、気付アドレス、通話状況が表示されるが、これらは端末の初期設定又はネットワークから自動的に取得するものであるため、変更は不可となっている。

個人情報編集	
ふりがな;	ほったけいこ
名前	堀田 恵子
所属	B社
ホームアドレス(変更不可)	3ffe:051a:0001:0202:0000:0000
気付けアドレス(変更不可)	3ffe:051a:0001:2210:02e0:003b
通話状況(変更不可)	2

更新

[back to portal](#)

図 0-13 個人設定の画面

管理者設定は、管理者が各端末所有者の個人情報を設定する機能である。基本的には個人設定と同じであるが、個人設定は一般のメンバーが自分に関する情報しか設定できないのに対し、管理者設定では、どのメンバーの情報も設定する事ができる。またこの機能ではメンバーの情報一覧が表示できる上、メンバーの削除を行う事もできる。

LINKS
iOfficeV3
文書管理
周辺情報
着信履歴
個人設定
管理者設定

管理者設定ページ
新メンバーの登録

名前
フリガナ
所属 A社
ホームアドレス
登録

メンバー情報の修正と削除

フリガナ
名前
所属 無指定
ホームアドレス
検索

編集
ID 1
フリガナ ほったけいこ
名前 堀田 恵子
所属 B社
ホームアドレス 3ffe:051a:0001:0202:0000:0000
気付けアドレス 3ffe:051a:0001:2210:02e0:003b
通話状況 2
更新
[back to portal](#)

ID	フリガナ	名前	所属	ホームアドレス	気付けアドレス	通話状況	編集
1	ふじわらとしか	藤原敬隆	A社	3ffe:051a:0001:0202:0000:0000:0000:0001	3ffe:051a:0001:2330:02e0:03bf:fe05:743b	2	編集 削除
2	いがたか	伊賀隆志	C社	3ffe:051a:0001:0202:0000:0000:0000:0002	3ffe:051a:0001:2330:02e0:03bf:fe05:e58a	2	編集 削除
3	たかせひろこ	高瀬広子	A社	3ffe:051a:0001:0202:0000:0000:0000:0003	3ffe:051a:0001:2320:02e0:03bf:fe05:e0e5	1	編集 削除
4	たかはしひであき	高橋秀明	B社	3ffe:051a:0001:0202:0000:0000:0000:0004	3ffe:051a:0001:2330:02e0:03bf:fe05:d018	0	編集 削除
5	ほったけいこ	堀田恵子	B社	3ffe:051a:0001:0202:0000:0000:0000:0005	3ffe:051a:0001:2320:02e0:03bf:fe05:d100	0	編集 削除

図 0-14 管理者設定の画面

(4) 仕様

オフィス業務支援ポータルは、端末機器が事務所利用者の端末機器である場合、その現在位置に応じて選択、表示されるもので以下の項目を満たす。

- 位置情報に基づいて、その位置特有のローカルコンテンツを提供すること。
- Webブラウザで閲覧できること。
- 他端末機器の位置情報が表示されること。
- 他端末機器接続エリアのカメラ映像が表示できること。
- VoIPを開始するためのボタンが表示されること。
- アクセス可能なファイルサーバ等のボタンが表示されること。
- 周辺情報提供用ポータルのボタンが表示されること。

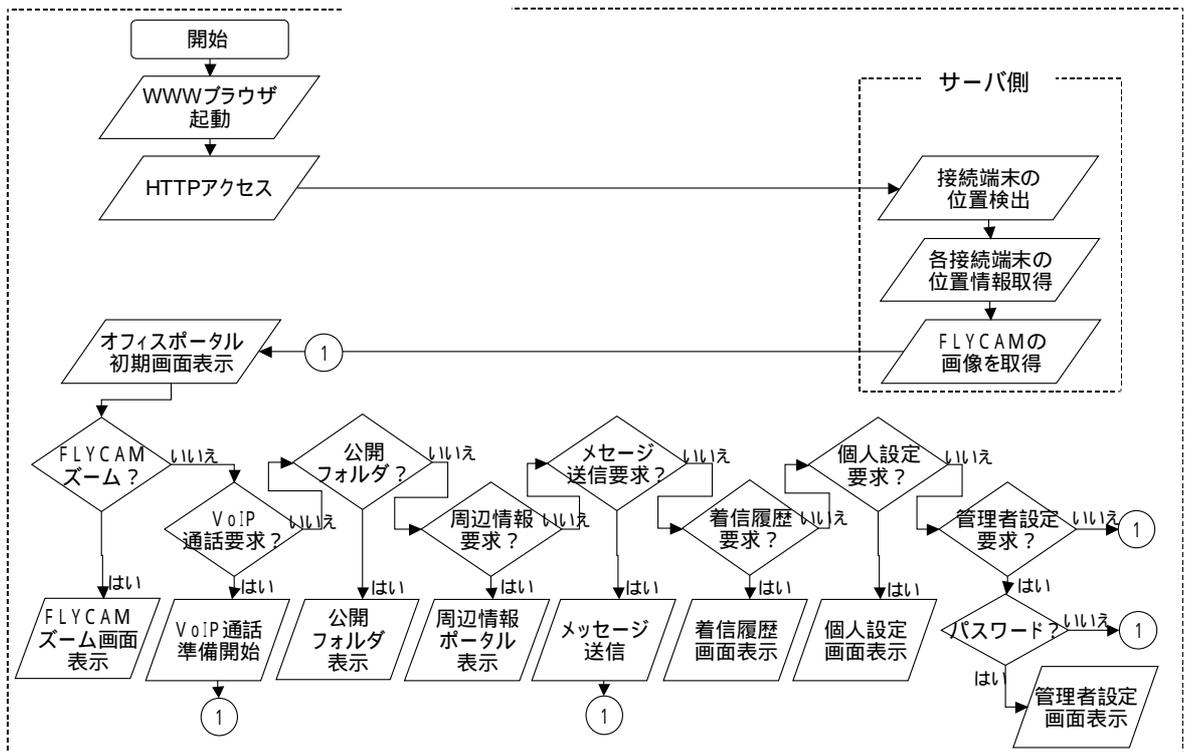


図 0-15 オフィス業務支援ポータルのフロー

S I Pサーバ用ソフトウェアは、I Pテレフォニを制御するためのソフトウェアであり、以下の項目を満たす。

- I Pテレフォニに参加する端末の登録を行う。
- セッション確立または終了のために端末から送信されたメッセージを、相手先端末に転送する。
- 登録されている端末からの要求により、登録を解除する。

尚、本ソフトウェアは次のV o I P用ソフトウェアと連動して使われる。

V o I P用ソフトウェアは、I Pテレフォニを使って通話を行うためのソフトウェアであり、以下の項目を満たす。

- S I Pサーバへの登録，登録解除を行う
- セッションの確立及び終了を行うためのメッセージの送信，応答を、S I Pサーバを通じて行う

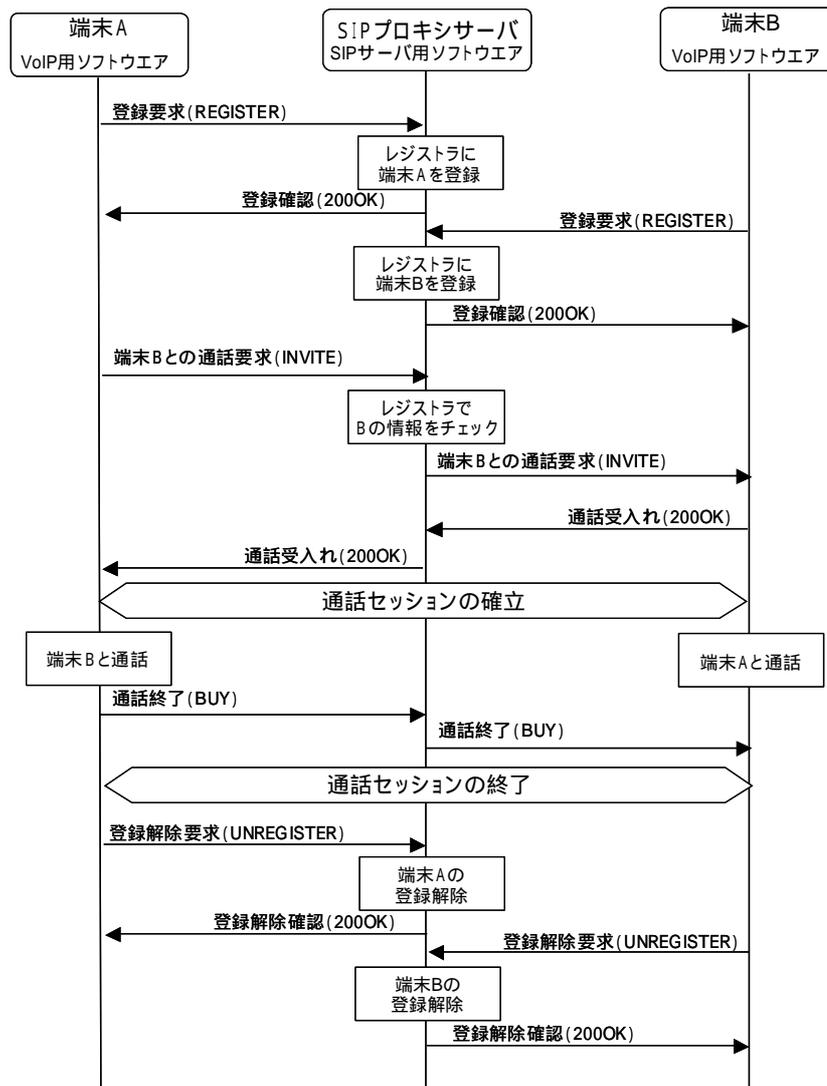


図 0-16 SIPを使ったVoIP通話の手順

オ. 周辺情報提供用ポータル

周辺情報提供ポータルは、携帯機器の利用者の位置に応じて、その位置特有のローカルコンテンツを提供するものである。現在地に基づき情報を絞り込むことによって、「今、ここで」必要な情報の提供を素早く行うことが可能となり、利用者にとっての利便性を高めることができると考えられる。

本実験では、実験地である六本木ヒルズを1)メトロプラザエリア 2)けやき坂通り西部分エリア 3)けやき坂通り東部分エリア 4)アリーナ&ガーデンエリアの4つの区域に分け、それぞれの場所に応じた情報の提供を行った。提供された情報内容は、現在地周辺の地図、周辺施設の説明や歴史的情報、周辺にある店舗の情報やトイレの位置などであった。

(1) ハードウェア構成

実験評価用PDAは日立製作所製の携帯情報通信端末NPD-10JWLが使用された。

携帯情報通信端末NPD-10JWLは77mm(横)×108mm(縦)×17.8mm(奥行)と小型であり、重量も155gと極めて軽量のPDAである。

携帯情報通信端末NPD-10JWLは内部周波数400MHz動作のインテル社製

P X A 2 5 0 アプリケーションプロセッサを搭載する。P X A 2 5 0 アプリケーションプロセッサは X S c a l e テクノロジーを採用した 3 2 ビットの P D A 用プロセッサであり、一世代前の同社製アプリケーションプロセッサ S A - 1 1 1 0 プロセッサ以下の消費電力でありながら飛躍的な性能向上を実現しており、標準搭載のバッテリーで最大 1 0 時間の動作を実現する。

携帯情報通信端末 N P D - 1 0 J W L は I E E E 8 0 2 . 1 1 b 準拠の無線 L A N 機能を内蔵し、高速なネットワークへのアクセスを実現している。また画面は 3 . 5 型反射カラー T F T 液晶を搭載し、2 4 0 × 3 2 0 ドットで 6 5 5 3 6 色の表示を実現している。携帯情報通信端末 N P D - 1 0 J W L はストレージとして書き換え可能な R O M を 3 2 M B y t e s 、 R A M を 3 2 M B y t e s 搭載し、S D メモリカードスロットによりさらにストレージを増やすことができる。

(2) ソフトウェア構成

携帯情報通信端末 N P D - 1 0 J W L は、オペレーティングシステムとしてマイクロソフト社の W i n d o w s C E . N E T 日本語版を搭載している。本実験ではこのオペレーティングシステムをそのまま使用した。

周辺情報提供用ポータルを閲覧するのに使われた W W W ブラウザは W i n d o w s C E . N E T に標準搭載されている I n t e r n e t E x p l o r e r 5 . 5 f o r C E B r o w s e r である。

周辺情報提供用ポータルは J A V A S c r i p t で開発されている。使用されている図や写真は、J P E G ファイル又は G I F ファイルである。

周辺情報提供用ポータルの各ページは、ブラウザを含め 2 4 0 × 3 2 0 ピクセルの図面サイズを想定して作られている。これは実験評価用 P D A で閲覧する事を想定して作られているが、ノート型コンピュータなど他の種類の端末で、ネットスケープなどの他の W W W ブラウザを用いて閲覧する事もできる。



図 0-17 周辺情報提供用ポータルの画面

(3) 機能

周辺情報提供用ポータルは六本木ヒルズの見学順路に沿った内容で作られており、六本木ヒルズの概要の他、駅前広場、メインプラザ、港区区道東部、港区区道西部の各エリアの情報を提供している。

これら4つのエリアは別々のサブネットワークに属しており、前述のIPv4端末の簡易接続機能で使われたNOMADIX USGのホームページリダイレクション機能を用いる事により、各エリアに入ると自動的にそのエリアの周辺情報を提供するページが表示される。

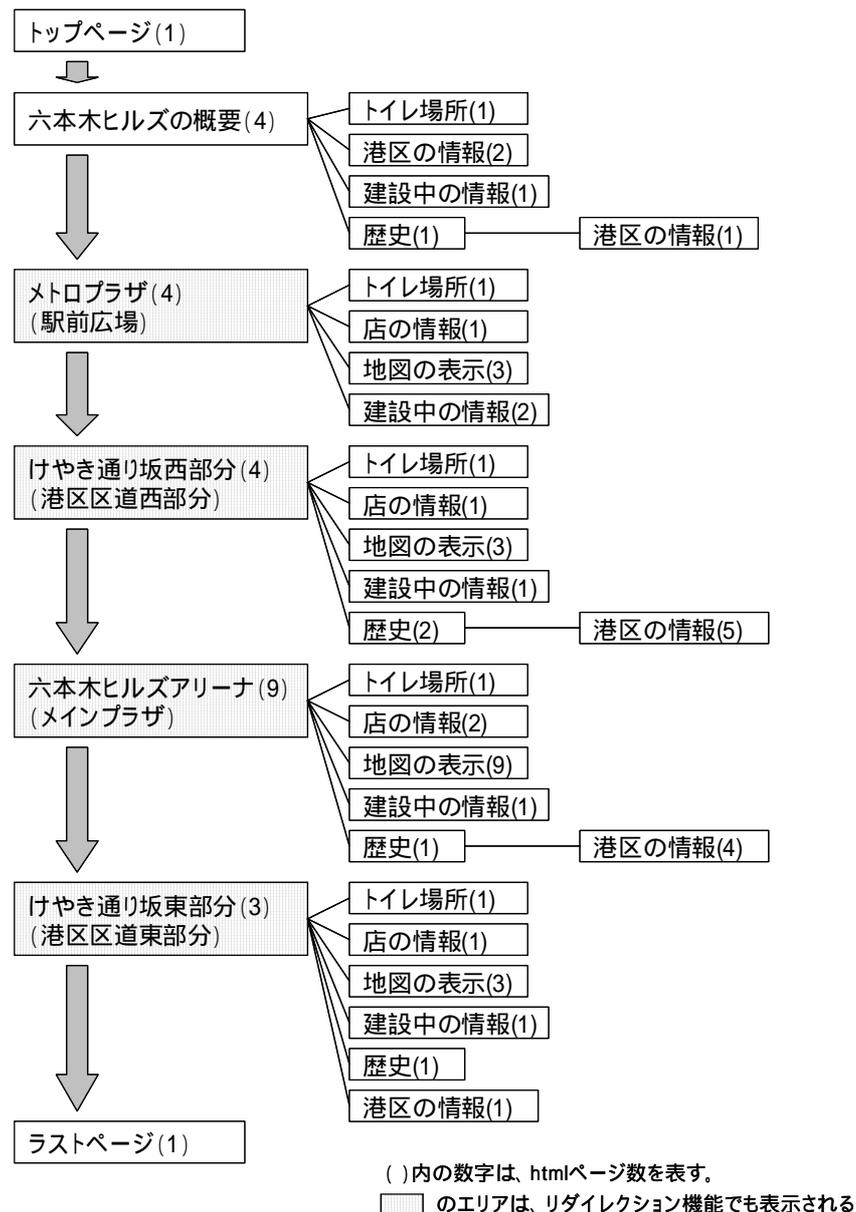


図 0-18 周辺情報提供用ポータルのページ構成

各エリアの周辺情報には、そのエリアの説明の他、店の情報、トイレの場所の表示、地図上の現在位置の表示、建物の建設中の様子、歴史、港区の情報などが含まれる。これらの情報は、ポータル画面上のアイコンをクリックする事により得る事ができる。各ページには説明文がついており、自動スクロールの形で表示される。スクロールされ

た説明文は、説明文の最後に出てくる「もう一度読む」の表示をクリックする事により、再度最初から表示させる事ができる。

(4) 仕様

周辺情報用ポータルは、端末機器の現在位置に応じて選択、表示されるもので以下の項目を満たす。

- 位置情報に基づいて、その位置特有のローカルコンテンツを提供する。
- Web ブラウザで閲覧できる。

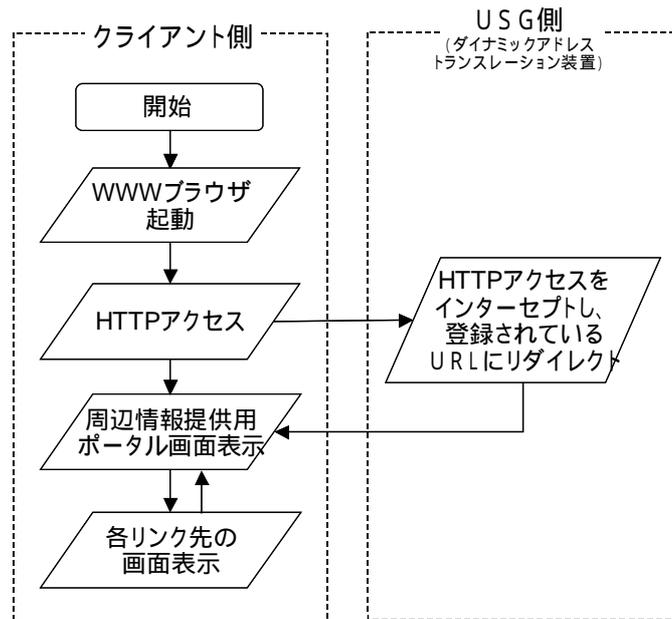


図 0-19 周辺情報提供用ポータルのフロー

2.3 研究開発スケジュール

研究開発スケジュールを下の表に示す。

表 0-1 研究開発スケジュール

	9/2002	10/2002	11/2002	12/2002	1/2003	2/2003	3/2003
アクセスフリーシステム装置の基本構成部の開発	████████████████████						
アクセスフリーシステム装置の六本木ヒルズへの導入と技術検証					████████████████████		
デモ・アプリケーションの開発	████████████████████						
デモ内容についての検討・ユーザ調査・仕様決め	████████████████████						
ソフトウェアの開発および実装	████████████████████						

社会的評価実験のプラン グ							
社会評価実験の実施							
成果報告書作成							