

第16部

インターネットと他の通信メディアの 融合

第1章 はじめに

wt (WIDE Telecommunications) ワーキンググループ (以下 wt-wg) では、PhoneShell, yaics などのワーキンググループでの活動を継承発展させ、電話サービスとインターネットの相互接続のみに留まらず、さまざまなテレコミュニケーションメディアとインターネットとの連携についての研究している。現在 wt-wg は代表者を新美 (松下電送システム)、木本 (東京工業大学大学院)、担当ボードを大野 (郵政省通信総合研究所) という体制で活動している。

今期の wt-wg の活動はインターネットと電話サービスとの関係、特にインターネット FAX と IP 電話に関する研究活動を行った。インターネット FAX に関しては、1999 年 5 月に開催された相互接続試験である FaxConnect2 の運用報告と、UNIX 上で動作するシンプルモードインターネット FAX である WIDE/IFAX の開発状況について報告する。前者に関しては、WIDE プロジェクトによる全面的技術支援という形で開催されたが、運用ノウハウ自体が記録としての価値があると考え報告することにした。IP 電話に関する研究としては、昨年から継続している ITS/Phone を用いた IP 電話網の実験運用と、IP 電話機の開発を目指した活動を行った。後者については、1999 年度後半より TF (タスクフォース) というかたちで活動している。また、SIP や DynamicDNS を用いた IP 電話識別子の検討も行われた。

この他に昨年度から継続して行っているテーマとして、lifeline-wg との協力による IAA システムのテレホンサービスの改良と運用や、WIDE/PhoneShell, WIDE/IFAX などを含めた OS パッケージである PICKLES システムの改良なども挙げられる。本報告中では、今年度の発展が目ざましいもののみをとりあげたためにこれらは割愛したが、研究活動としては継続して行っている点に触れておきたい。これらの一部については lifeline-wg からの報告でとり上げている。

第2章 WIDE/IFAX

2.1 はじめに

近年、インターネットへ情報通信基盤が移行しつつある。その中で、通信メディアとインターネット間のメッセージの交換の必要性が高まり、研究、開発が盛んに行われ、多くの試みがされるようになった。その中でインターネットと他の通信メディア間でメッセージ交換をするものの一つにインターネット FAX がある。これはファクシミリ (以下 FAX) と電子メール間でメッセージ交換をするものである。

本報告では著者らが開発を続けている WIDE 版インターネット FAX (以下 WIDE/IFAX) について述べる。またインターネット FAX を用いた応用事例について述べる。

2.2 インターネット FAX の標準化と現状

インターネット FAX は、公衆電話網上の画像伝達手段として広く普及している FAX と、インターネットでのメッセージ交換の連携を実現するものである。インターネット FAX の機能には、インターネットを単に FAX 機器同士の伝送路として利用するだけではなく、公衆電話網上の FAX からインターネットのメッセージへの中継機能、インターネットのメッセージから公衆電話網上の FAX への中継機能も含まれる。前者は Onramp 機能、後者は Offramp 機能と呼ばれる。

IETF での議論の後、WIDE プロジェクトの提案に基づいた規格が「シンプルモードインターネット FAX」として発行された。著者らはこの標準化策定に貢献した。シンプルモードインターネット FAX に関する 6 件の RFC [188, 189, 190, 191, 192, 193] が 1999 年 3 月に規定された。

これまで FAX プロトコルの標準化作業は、ITU-T によってなされており、インターネット FAX 標準化の過程では IETF と ITU-T でそれぞれ似て非なる規格を制定する可能性が考えられた。また、同じ仕様でも微妙な意味や解釈の違いが発生する可能性もあった。しかし 1998 年 1 月からは ITU-T の勧告 (A.5) により、IETF の RFC を参照できることにな

り、IETF での標準化作業に ITU-T も注目するようになった。

IETF でのインターネット FAX の標準化作業は ITU-T の Study Group 8 と協調して行った。この結果、1998 年 6 月に規定された ITU T.37[194] のうちシンプルモードインターネット FAX に関する箇所は RFC 2305 を参照する内容となり、両者が完全に同じ仕様で規格化された。これは標準化活動における ITU と IETF との協同作業の、初期の成功例として広く認知されている。

その後、1999 年 3 月にはシンプルモードインターネット FAX を拡張した規格として Extended Internet FAX (拡張インターネット FAX、以下 EIFAX) に関する RFC [195, 196, 197] が発行された。EIFAX では既存の電子メールの枠組を用い、MDN(Message Disposition Notification) [198] と DSN(Delivery Status Notification) [199] による能力交換機能と送達確認を実現する。EIFAX では実時間の通信は実現しておらず、冒頭に述べた機能のすべては満たさないという指摘はあるが、インターネット FAX に必要な機能はほぼ実現している。後述するように、シンプルモードインターネット FAX については多くの実装が発表され、これらの相互接続実験が終了している。一方、EIFAX はいくつかの実装は登場しているものの、1999 年 4 月の時点では相互接続性試験が実施されるには至っていない。

2.3 WIDE/IFAX

2.3.1 WIDE/IFAX の概要

著者らはシンプルモードインターネット FAX の参照実装の提供と、次世代インターネット FAX の実験プラットフォームの構築の二つを目標に WIDE/IFAX の開発を続けている。[200] [201]

標準規格に適合した実装がソースコード込みで公開されていれば、実験に参加するのと同等の検証を独自に行える。これは、標準仕様に適合した実装を正しく普及させることにも繋がると考えられる。WIDE/IFAX はこのような用途を念頭におき、インターネット FAX の基本機能だけでなく、検証のための機能を実装することも念頭においた。WIDE/IFAX の開発は 1998 年 11 月より進められている。1998 年 12 月に開催された相互接続試験である FaxConnect1

に参加した。昨年度の開発状況と FaxConnect1 の参加報告は昨年度の WIDE プロジェクト報告書を参考されたい。

2.3.2 WIDE/IFAX の設計と実装

WIDE/IFAX は大別して「メッセージ受信部」「メッセージ蓄積/分配部」「メッセージ送信部」の 3 部から構成される。WIDE/IFAX は BSD/OS 3.1 上で開発された。WIDE/IFAX の全モジュールは perl(version 4.0.36) を用いて記述されている。プログラムの規模は合計約 2200 行である。1999 年 3 月に WIDE/IFAX を世界に向けて公開した。最初のバージョン番号は 0.9.0 である。このリリース後に開催された IETF ミーティング期間中に集まったコメントを元に、改定版である 0.9.1 が 1999 年 4 月にリリースされている。

2.4 WIDE/IFAX の改良

FaxConnect1 の参加経験から、WIDE/IFAX の改良について議論を行った。

2.4.1 改良点に関する考察

シンプルモードインターネット FAX では、TIFF-S 形式の画像を用いることが規定されている。電子メールの受信部では、画像が規格に準じた形式か否かを判定する機能が必要になる。また、電子メールの送信部では、画像を規格通りの TIFF-S に変換する機能が必要になる。

FaxConnect1 への参加経験より、参照実装の一環として開発したインターネット FAX の規格判定の成否が分かるシステムが必要であると考えた。以上よりインターネット FAX の普及と EIFAX への移行促進を図るため、以下に示す 2 機能の実現を目指した。

- 入力されたメッセージを出力できない場合、その原因を送信元に通知する機構
- 相互接続したインターネット FAX の規格適合判定を行い、規格外の仕様を通知する機構

今までの WIDE/IFAX のシステム内においてメッセージの流れは一方的で、入力されたメッセージを変換し、出力するという設計では問題が無かったが、

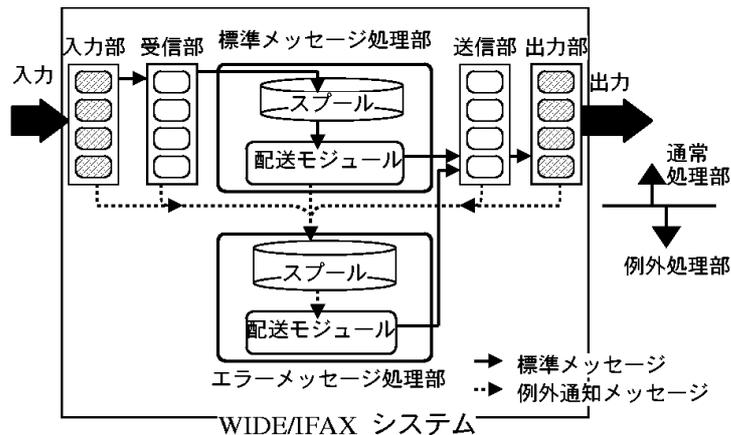


図 2.1 システム構成図

先に述べた 2 つの機能を実現するにあたり、システム内におけるメッセージの流れを見直す必要が出てきた。

2.4.2 WIDE/IFAX の再設計

前実装の WIDE/IFAX は入力された情報をすべてキューに格納し、逐一取り出して出力系に振り分ける設計を採用していた。エラーの検査はキューからの取り出し箇所に集約されており、その通知は管理者のみに伝達されていた。規格から外れた入力や、送信時の異常などエラーが発生する可能性がある箇所は多数存在する。そこで以上の問題点を解決するため、要所に検査機構を追加し、エラーメッセージを格納するためのキューを新たに追加した。

図 2.1 に構成を示す。入力部、受信部、標準メッセージ処理部、送信部、出力部、エラーメッセージ処理部から構成される。

入力部/出力部 入力には電子メール、G3FAX、スキャナ、拡張ポート、出力は電子メール、G3FAX、プリンタ、拡張ポートに対応した各モジュールからなる。MTA、プリンタドライバなどがここに該当し、メッセージの入出力処理を行う。通信時のエラーや用紙切れなどの印刷時のエラーなどが検査対象となり、異常が発生した場合はエラーメッセージが生成されエラーメッセージ処理部に渡される。

受信部/送信部 各入出力デバイス固有の形式と、メッセージスプールに格納される形式との相互変換を行う。MIME メッセージの作成と解析、画像形式

の変換などがここでの処理になる。電子メールの形式の異常などはここで検出される。

標準メッセージ処理部 メッセージスプールと配送モジュールから構成される。メッセージスプールには、画像情報と送り先などの情報が格納されている。配送モジュールは逐次メッセージを取り出し、送り先ごとに適切な送信部に中継する。

エラーメッセージ解析部 各部から生成されたエラーメッセージを蓄積するスプールと、配送モジュールからなる。配送モジュールはスプールから逐次エラーメッセージを取り出し、適切な送信部に中継する。エラーメッセージを電子メールで送信元に返信する場合は、DSN(Delivery Status Notification)形式を用いる。各部において DSN 機構、規格判定機構により、例外通知メッセージの生成を可能にした。

2.5 相互接続実験

2.5.1 第 2 回相互接続試験への参加

第 2 回相互接続実験である FaxConnect2¹にて、改良した WIDE/IFAX の動作を確認した。FaxConnect 2 は 1999 年 5 月に東京と米国カリフォルニア州サンノゼ市の 2 箇所で開催された。WIDE プロジェクトは FaxConnect2 の運用にも深く関わったが、本節では実験参加者の立場から簡単に報告する。運用の経緯については、次章で詳しく述べることに

¹ <http://www.imc.org/fc2-final.html>

する。

FaxConnect2 の参加組織は 13 組織であった。また、この実験では特に Offramp アドレスの解釈と画像形式の確認に焦点があてられた。著者らは改良した WIDE/IFAX を BSD/OS 3.1 上に実装し、参加した。実験に用いた機材は第 1 回と同じくノート型の IBM-PC 互換器と PCMCIA FaxModem, 小型プリンタという構成であった。

今回の相互接続実験では、RFC2305 準拠の電子メールの送受信と Onramp/Offramp ゲートウェイの接続確認を行った。接続の成否の判定は、規格判定に成功した場合を正常な接続とした。

2.5.2 実験結果

以下に WIDE/IFAX と他組織の接続結果を述べる。

接続の種類 \ 成否 (接続数)	成功	失敗	接続組織数
email による送信	5 組織	1 組織	6 組織
email による受信	6 組織	0 組織	6 組織
OnRamp メッセージを送信	3 組織	1 組織	4 組織
受信メッセージを OffRamp	3 組織	2 組織	5 組織

今回の実験では、メッセージ形式の検査と、通信時のエラー検査のみを行った。WIDE/IFAX が受信したメッセージに関しては検査に不適合になるものはなかった。送信に関しては、相手側で正しく処理できない結果が数件あった。

2.5.3 今後の課題

EIFAX では、電子メールを用いた能力交換を行う。このため一つの FAX メッセージを送信するために、数回の電子メールの送受信を行う場合がある。受信した電子メールがどの FAX メッセージの処理に関するものかを把握しなければならず、WIDE/IFAX 内でのメッセージの流れはさらに改良を加える必要がある。今後は実装の安定と定常的な運用による評価、EIFAX への対応を課題とする。

2.6 インターネット FAX の応用

2.6.1 概要

本節では、インターネット FAX の応用事例として、資材の発注作業を支援する機構について述べる。多くの組織での通常の発注作業では、見積り依頼や見積り結果の受け取りには FAX が利用される。ところが各組織内での発注に関する情報は計算機上で管理されることが多く、FAX でやりとりされる情報と計算機上の情報との変換を行う必要がある。筆者はこれをメッセージゲートウェイの一形態にとらえ、インターネット FAX を用いた発注作業の支援機構の実装を行った。

2.6.2 見積り作業におけるメッセージゲートウェイの導入

見積り作業中に行われるメッセージ交換・配送を円滑に行うために、WIDE/IFAX を用いたメッセージゲートウェイを導入する。以下に本システムで用いるメッセージゲートウェイの実装について述べる。

見積り作業中では資材台帳と、見積り依頼先の業者がもつ公衆電話回線網上の G3FAX との間でメッセージ交換が行われる。その過程では以下のメッセージを扱う。

見積り依頼: 「見積り依頼先業者名」、「資材名」

メッセージゲートウェイに対して、発注台帳側から見積り依頼先業者向きに流れる。

見積り結果: 「見積り依頼先業者名」、「資材名」、「資材名に対応した見積り結果」

メッセージゲートウェイに対して、見積り依頼先業者から発注台帳側向きに流れる。

2.6.3 メッセージゲートウェイの設計

メッセージゲートウェイにおいて G3FAX, email との送受信を可能にするために、WIDE/IFAX を用いた。また見積り結果の入力の際、Web クライアントを利用し、紙上のメッセージから電子化されたメッセージへの交換の補助を行う。システムの構成を図 2.2 に示す。

WIDE/IFAX 前章で実装した WIDE/IFAX を用

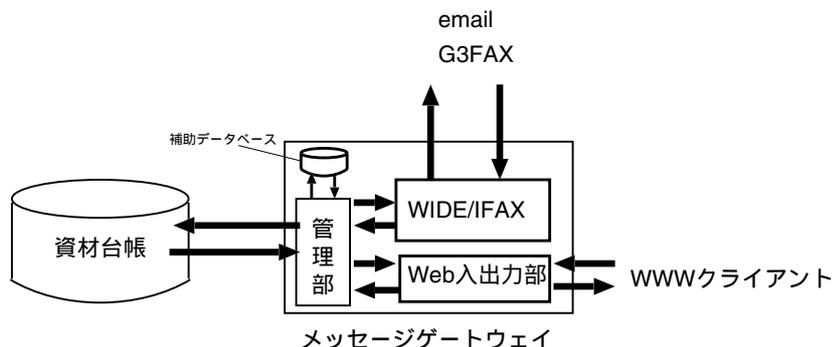


図 2.2 メッセージゲートウェイの設計

いた。これにより公衆電話回線網上の G3FAX、email と送受信を行う。

管理部 WIDE/IFAX、Web 入出力部と通信を行う。WIDE/IFAX 間での通信では画像データを扱う。そのため内部に含まれるメッセージを取り出すことができない。そこで Web 入出力部を用いて、メッセージ交換の補助を行う。

Web 入出力部 管理部と通信をする。WWW クライアントを用いて、WIDE/IFAX で受け取った画像データから内包されるメッセージを取り出す。

2.6.4 メッセージゲートウェイの評価

このシステムを利用しない場合とした場合とで、作業量の比較を行った。利用しない場合に必要な手順は以下である。

1. 資材台帳から見積り依頼を行うものを捜し出す
2. 見積り依頼書を作成する
3. 見積り依頼書を G3FAX で送信する
4. 見積り結果を FAX データとして、G3FAX で受け取る
5. 受信した FAX データを見ながら資材台帳に結果を書き込む

対して、このシステムを利用した場合、以下の改善が見られた。

- 無くなった作業...(2)(3)(4)
- 簡略化された作業...(1)(5)
- 以前と変わらない作業...なし

2.6.5 今後の課題

今回実装をしたメッセージゲートウェイは email と公衆電話回線網の FAX データ間でメッセージの交換・中継を実現するものである。しかしメッセージゲートウェイを二つのメディアを融合するものとしてとらえると、メッセージの交換・中継だけでは不十分である。今後はメッセージゲートウェイを二つのメディアを融合するものとして機能させることを目指す。その上でインターネットを中核とした透過的な通信システムの実現を目指す。

2.7 まとめ

本研究ではメッセージゲートウェイの実現を目指した。まずメッセージゲートウェイの一例としてシングルモードインターネット FAX の規格に基づいた実装を行った。その上で相互接続性実験に参加し他の実装との相互接続性を確認した。それにより、実装の参照となるものとして役割づけることができた。以上の実装をソースコードを含めて公開し、フリーソフトウェアとして配布を行った。以上の活動によってインターネット FAX の普及に貢献できたと考える。

またメッセージゲートウェイを用いた応用例として、見積り作業を補助するシステムを実装した。その結果作業の効率化を行い、メッセージゲートウェイの有用性を認めた。

第3章 Fax Connect 2

3.1 はじめに

FaxConnect2 は多数の FAX ベンダー、PC ソフトウェアベンダーが参加する相互接続実験である。インターネット FAX の標準を正しく広めるためには、多くのベンダー間での相互接続性を確認が求められる。多数の組織間での相互接続実験を行うことで、標準に則ったインターネット FAX を普及させることが、FaxConnect2 の目的である。また、各企業が FaxConnect2 に参加する意義としては、他組織間との接続実験を行なうことにより製品の品質を向上できるだけでなく、顧客に対して他社との接続性を保証する点が挙げられる。この文書は 1999 年 5 月に開催された FaxConnect2 の、東京会場に関する報告書である。

FaxConnect2 は IMC(Internet Mail Consortium) とインターネット FAX 研究会との共催という形で催された。WIDE プロジェクトは FaxConnect2 に対して全面的な支援を行った。国際的相互接続試験を運用した経験は WIDE プロジェクトの今後の活動を行う上で重要な位置づけと考えられるため、今年度の WIDE プロジェクト報告書に運用側の視点から報告を記す事とした。なお、主催者側の方針により、組織ごとの詳細な実験結果は本報告では触れないものとする。

3.2 概要

FaxConnect2 は、IETF と ITU が規格制定したインターネット FAX の相互接続性試験である。前回の FaxConnect1 でシンプルモードの多くの機能は試験された。FaxConnect2 では、特に Offramp アドレスの処理と、TIFF プロファイルの処理に重点が置かれた。1999 年 3 月に RFC が発行された拡張インターネット FAX については、すでに多くのベンダーが実装し、接続試験の機会を求めている。特に MDN, DSN などの通知機構は、FaxConnect2 での重要な試験項目の一つとしてあげられていた。しかし、実験項目は上記に限定されるものではなく、シンプルモードインターネット FAX の基本機能の確

認や、セキュリティ、カバーページ、IPv6 上での動作など、会場での自由な議論と柔軟な接続試験が予定されていた。

FaxConnect2 は 1999 年 5 月に開催された。SanJose と東京での 2 箇所同時開催であった。SanJose 会場での実験は現地時間の 1999 年 5 月 18 日から 19 日の 2 日間、東京会場は現地時間の 1999 年 5 月 19 日から 20 日の 2 日間である。SanJose 会場は米国カリフォルニア州 SanJose 市内の Hilton ホテルの会議室で行われた。東京会場は神奈川県藤沢市 慶應大学湘南藤沢キャンパス内のセミナーハウスで行われた。

東京側には 8 組織が参加した。このうち Genoa は当日欠席したため、実質的に参加組織は 7 組織であった。当初参加予定の 8 組織を以下に示す。

A.I.Soft, Genoa, iReady, Komatsu, Matsushita, Megasoft, V-Internet, WIDE

3.3 実験環境

3.3.1 対外接続

実験環境として提供したネットワークサービスについて述べる。対外接続として、故障時のバックアップを考慮して 3 種類の方法を準備した。図 3.1 では WIDE ネットワークの NOC から ADSL を用いて会場までの接続性を確保している。ADSL の回線速度は会場から NOC までが 6Mbps, NOC から会場までが 2Mbps である。Tokyo 会場から SanJose 会場までの IPv6 での接続性を用意した。また NOC 内に IP 電話ゲートウェイを設置した。

ADSL では、NOC までの安定した接続性が確保できるが、運用実績の不足などの点で不安があった。そこで慶應大学の学内ネットワークへの接続性も準備した(図 3.2)。この場合、会場から WIDE ネットワークの NOC まで、IPv4 over IPv4 トンネルを用意する。ネットワークポロジーとしては、ADSL が IP トンネルに置き換わったという違いがある。運用中に ADSL 接続が何らかの理由で切断された場合でも、会場ネットワークのアドレスはそのまま代替できる。

最後に間違いなく接続できる方法ということで、慶應大学の学内ネットワークに直接接続する方式を準備した。この場合の接続形態は図 3.3 のようになる。

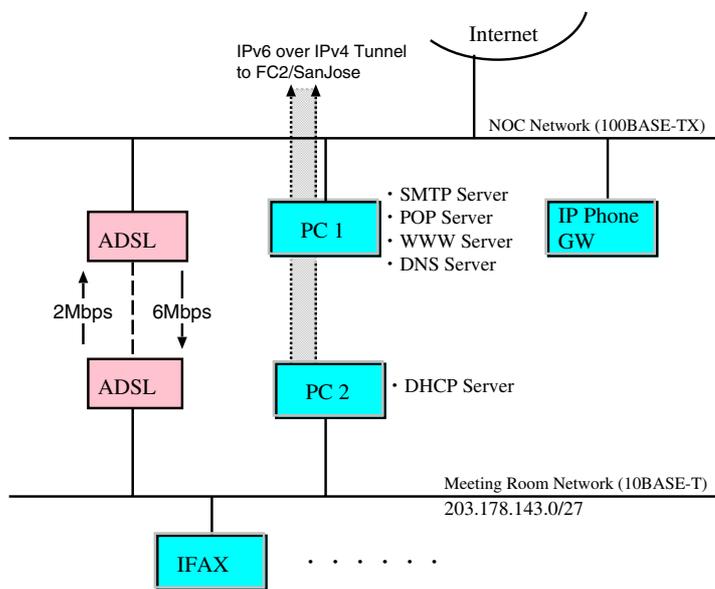


図 3.1 ネットワーク図 1

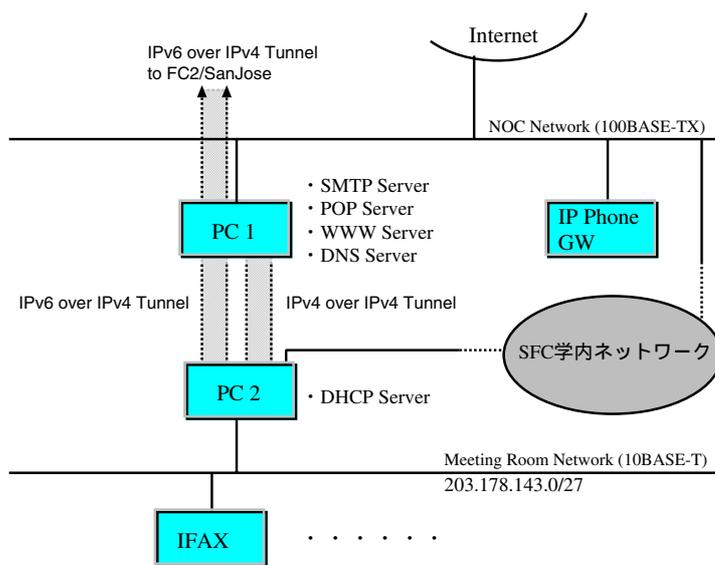


図 3.2 ネットワーク図 2

最終的に、最後の方法 (図 3) による対外接続が採用された。直前にアドレス割り当てなどが変更されたため、初日の昼食前は設定作業に混乱が見られたものの、それ以降は安定したサービスを提供できたといえる。また、アドレス割り当ては当初のものから変更されたものの、ネームサーバの対応により、ホスト名は変更しなかった。このため、送信先アドレスについては、当初アナウンスしたままの内容で利用できた。

IPv6 を用いた SanJose 会場と東京会場との接続

については、2 日目に IPv6 over IPv4 トンネルによる接続は確保したものの、IPv6 を用いたインターネット FAX の送信実験は行わなかった。

3.3.2 ネットワークサービス

ネットワークの構築に関しては、WIDE プロジェクトの全面的な協力のもとで行った。提供したネットワークサービスについて述べる。

FaxConnect2 東京会場用に、fc2.wide.ad.jp というサブドメインを用意した。ネームサーバは全節の

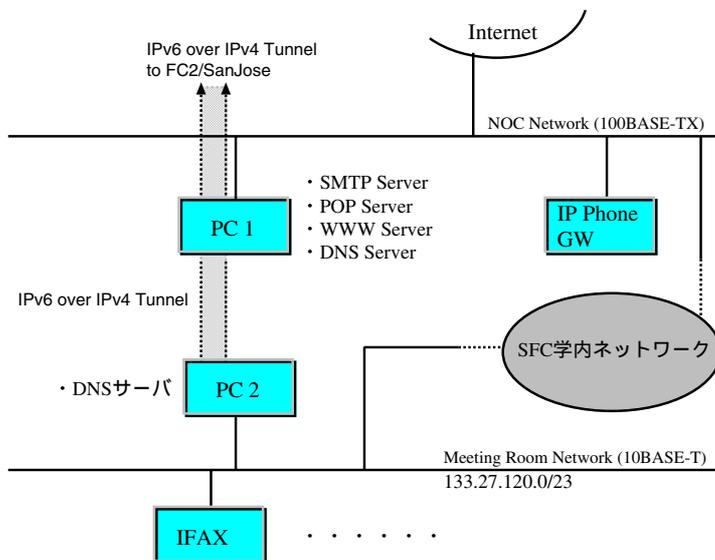


図 3.3 ネットワーク図 3

図中の PC1 で稼働させた。各組織には二つのホスト名を割り当てた。小松製作所と松下電送システムからは追加の申請があったため、割り当てホストを増加した。

最終的には前節図 3 の形態で接続した。IP アドレスの割り当ては、133.27.120.xxx である。xxx の箇所にはホスト名の tyo の後の数字に 67 を加算したものが入る。サブネットマスクは 255.255.254.0 である。デフォルトルータは 133.27.120.1 である。各ホストは、tyoxx.fc2.wide.ad.jp という FQDN を持つ。

SMTP サーバと POP サーバは図中の PC1 で稼働させた。PC1 の IP アドレスは 203.178.137.74 であり、ホスト名は mail.fc2.wide.ad.jp である。各組織には、二つの Mailbox を割り当てた。Mailbox に対しては box55@fc2.wide.ad.jp のアドレスで送信でき、POP 経由での取り出しができる。POP パスワードは Mailbox 名と同じである。メールサーバには qmail-1.03 を、POP サーバには qpopper を用いた。PC1, PC2 とともに BSD/OS 3.1 を用いた。

各組織へのホストと Mailbox の割り当てを以下に示す。

WWW サーバを用意し、WebChat を提供した。これは SanJose と Tokyo との連絡を目的としたものである。URL は http://www.fc2.wide.ad.jp/chat/である。

表 3.1 組織ごとのホスト割り当て表

Company	hostname	Mailbox
A.I.Soft	tyo1, tyo2	box41-42
Genoa	tyo3, tyo4	box43-44
iReady	tyo5, tyo6	box45-46
Komatsu	tyo7, tyo8, tyo17, tyo18	box47-48, box58-box59
Matsushita	tyo9, tyo10, tyo19	box49-50
Megasoft	tyo11, tyo12	box51-52
V-Internet	tyo13, tyo14	box53-54
WIDE	tyo15, tyo16	box55-57

3.3.3 その他の実験設備

会場には以下の設備を用意した。

- 10BASE-T HUB (各組織につき 4 ポート程度の割り当て)
- 電源 (各組織につき 4 口の割り当て)
- 机 (一人あたり 80cm 幅程度)
- 電話回線
 - 外線 (臨時設置のもの) ... 1 回線
 - 内線 (慶應大学の内線) ... 2 回線



図 3.4 机の配置と割り当て

－ WIDE プロジェクト NOC とセミナーハウス間の回線 ... 2 回線

3.4 会場

実験会場は約 300m² の広さであった。180cm × 60cm 程度の机を 7 つ設置し、コの字型に配置した。机の配置とその割り当ては図 3.4 である。

3.5 食事等

FAX Connect2 開催期間中は、参加者に対して昼食と飲物、菓子類が提供された。参加者は期間中いつでも飲物と菓子類を飲食できるよう、実験会場に隣接したスペースに専用スペースを設けた。用意した飲食物の分量は以下である。

- ブラウニー： 120 個 程度
- クッキー他菓子： 15,000 円 相当程度
- コーラ： 350ml 缶 96 缶
- コーヒー粉： 5 杯 × 30 人 × 2 日 = 150 杯 相当
- お茶： 2ℓ ペットボトル 6 本, 350ml 缶 30 人 × 4 食 120 本
- ティーパック： 150 杯 相当

また、これに付随して以下の物品を借入した。

- クーラーボックス： 32ℓ 2 台
- 湯沸かしポット： 2.2ℓ 2 台
- コーヒーメーカー： 家庭用 4 台

昼食については、参加者とスタッフ用に必要量用意した。一日目は立食形式の食事を提供し、二日目は仕出し弁当を必要個数用意した。

3.5.1 サポートスタッフ

サポートスタッフとして、慶應大学と東京工業大学から学生アルバイトを採用した。人数はそれぞれ 6 名ずつ合計 12 名であった。時間換算での全体の仕事量はおよそ以下の通りであった。

仕事内容	当日 (5/19,20)	前日まで
宿舎見張り	48 時間	0 時間
ケータリング、買いだし関係	46 時間	30 時間
ネットワーク・ハードウェア設定	30 時間	42 時間
会場設定 (電源、ケーブル設定)	40 時間	0 時間
事務手続き	0 時間	11 時間
広報関係	50 時間	45 時間

3.6 実験経過

実験は以下の日程で行われた。

	サンノゼ会場		東京会場
18 日 (火)		19 日 (水)	
1:00PM	セットアップ	5:00AM	開場
	自己紹介		
2:00PM	実験開始	6:00AM	セットアップ
		6:45AM	自己紹介
3:00PM		7:00AM	実験開始
6:30PM	夕食	10:30AM	昼食
7:30PM	実験	11:30AM	実験
10:00PM	実験終了	2:00PM	ミーティング
11:00PM		3:00PM	実験終了
19 日 (水)		20 日 (木)	
1:00PM	実験開始	5:00AM	開場
2:00PM		6:00AM	実験開始
6:30PM	夕食	10:30AM	昼食
7:30PM	実験	11:30AM	実験
9:30PM	実験終了	1:30PM	レビュー
		2:30PM	ミーティング
11:00PM		3:30PM	実験終了/撤収

3.7 実験結果

2 日間の実験の成果で、ほぼすべての組織間での相互接続実験が行われた。初日の時点で明らかになった問題の多くは二日目には解決され、残った問題についてもほぼ解決の目処がたっている。2 日間の実験の結果から言えるのは、FaxConnect1 に続き e-mail ヘッダの形式と TIFF プロファイルに関する問題が多くを占めた点である。e-mail ヘッダについては今回東京側のメールサーバに qmail を用いた。このため、sendmail と qmail との挙動違い問題点を抽出できた。TIFF プロファイルについては、東京側では白黒のエンコード方式の解釈誤りと解像度の誤りが特に目立っていた。実験結果の報告は IMC の Web サイトから入手できる。URL は <http://www.imc.org/imc-faxconnect/> である。

3.8 まとめ

参加者からのコメントを元に運用報告をまとめる。

会場については、建物が綺麗な点と周囲の景観に対する賞賛のコメントを得た。食事や飲物の供給に対しても、特に海外からの参加者より高い評価を得た。

実験中の雰囲気についても、決して競争ではなく参加者全員が協調して実験をすすめていこうという雰囲気の中で行われたという評価を得ている。順調に実験をすすめられ、初日のうちに東京会場参加組織間での実験のほとんどを終了できた。実験内容については、EIFAX の実験が全く行われなかった点が不満として指摘された。しかし現実的に東京会場の参加組織で EIFAX を実装していた組織は皆無だったことから考えると、EIFAX の実験は時期尚早であったと思われる。FaxConnect2 の実験の中心を EIFAX にしなかった点は正解であったといえる。

実験後に最も多く得られたコメントは、日米の両会場間のコミュニケーションに関するものであった。特に「SanJose 会場の組織に送信したのに返事がない」「SanJose 会場の組織に送信依頼をしたのに送られてこない」というものが多かった。原因の一つとしては、日本会場で実験が佳境にはいる昼過ぎには、SanJose 会場ではすでに夜になっており、帰宅する実験参加者も現われていたという点が挙げられる。実験二日目からは、WIDE プロジェクトの SanJose 会場参加者の協力を得て、東京からの送信依頼を直

接口頭で伝達してもらおうという方法を取った。これは、それなりに効果的であったといえる。日米間の情報交換用に設置した WebChat サーバも、常時プロジェクトなどで参加者が見えるようにし、専任のスタッフが依頼に応じて仲介をするといった方法をとれば、さらに効果的に利用できたであろう。

音声での通信手段として IP 電話を用意したが、これは SanJose から電話をかけるという方針のもとで運用された。東京会場から SanJose 会場に直接連絡をする手段がほしいと言うコメントが挙がった。

参加者の多くは、同業者との出会いを期待していた。このため、SanJose 会場の参加者との「名刺交換」や「自己紹介」が出来なかったことが不満として挙げられている。しかし、東京会場で得られた同業者間での関係については、このイベントをきっかけにして、良い関係を維持したいという声が出がっていた。

今回の FaxConnect2 は日米同時開催であったため、会場間の情報伝達や時差の問題などに配慮する必要があった。2 国間での同時開催は東京側の主催者であるインターネット FAX 研究会としても経験がなく、これらの問題点に配慮しつつ準備はしたものの、手探りの部分が多かったのも事実である。仮に次回 FaxConnect3 を複数箇所の会場で行うのであれば、会場間のコミュニケーションには今回よりも更に配慮する必要がある。少なくとも情報交換用の専任のスタッフを配置するべきであろう。コミュニケーション方法については、今回の経験をもとに改善が期待できる。しかし、時差の問題は已然残る。タイムテーブルなど、今回以上に配慮するべきであろう。

上記以外のコメントとしては、「e-mail クライアントのフリーソフトウェアの実装者などが参加してもらえると実験の幅がひろがる」「FaxConnect3 の前にも相互接続試験のイベントが開催されないだろうか」といったものが挙がった。相互接続試験の参加者の幅を広げること、日本国内での相互接続実験を行うことといった活動は、WIDE プロジェクトおよびインターネット FAX 研究会の役割として期待されるものである。今後の活動における課題として検討していきたい。

第 4 章 IP 電話に関する研究

4.1 IP 電話実験 (iptel-exp) 活動報告

WIDE バックボーンを利用した広域 IP 電話実験 (iptel-exp: IP Telephony Experiment) の 1999 年度の活動について報告する。本活動は、wt-wg の中の活動として 1998 年 3 月より進められており、IP 電話の運用面からの実験を実施している。本文中では、広域 IP 電話実験の近況と、IP 電話機作成に関する活動について報告する。

4.1.1 目的

iptel-exp の活動の目的は以下の三点である。

- WIDE プロジェクト内で連絡用に内線利用でできる IP 電話システムの実現
- 研究会、合宿、出張などの出先から手軽に大学、会社等に電話できるシステムの実現
- 広域 IP 電話システムの運用面と利用面からの評価実験

4.1.2 広域 IP 電話実験

前記目的を実現するために 1999 年 3 月末までに国内 10 箇所、海外 1 箇所に IP 電話ゲートウェイ ((株) 日立インフォメーションテクノロジー社製 ITS/Phone) を設置し、広域ネットワークでの通話品質評価等の評価実験を実施した (1998 年度 WIDE プロジェクト研究報告書参照)。1999 年度中に新規設置は無いが、1999 年 6 月に WIDE サンフランシスコ NOC のロスアンゼルス移設に伴い、サンフランシスコ NOC 内に設置していた IP 電話ゲートウェイもロスアンゼルス新 NOC 内に移設した。

1998 年度までに基本的な実験は終了しており、1999 年度は、IPv6 環境での IP 電話システムの実験を実施した。

本実験で使用している IP 電話ゲートウェイ ITS/Phone は、Microsoft Windows NT をプラットフォームとし、また、アプリケーションプログラム本体も IPv4 環境を想定して作成されているため、IPv6 環境下で使用するために (株) 日立製作所に

よる IPv6 プロトコル変換ソフトウェア Toolnet6 <http://www.hitachi.co.jp/Prod/comp/network/pexv6-j.htm> を利用した。Toolnet6 は、あたかも IPv4 アドレスと IPv6 アドレスを双方向変換する NAT 装置のように動作し (厳密にはアドレス変換ではなくプロトコル変換である)、IPv4 環境のみを想定して作成されたアプリケーションであっても IPv6 環境下で使用できる。

しかし、IP 電話の国際標準である ITU-T H.323 では、通信パケットのヘッダ部分以外にペイロード部分にも送信元および送信先の IP アドレスの情報を含んでいるという構造上の制約により NAT 機能が有効な環境では運用できない。これに関しては ITU-T SG16 においても既に検討開始されているが、ITS/Phone が準拠している H.323v2 では未対応である。

そこで、Toolnet6 の設定により全ての ITS/Phone において IPv4 アドレスと IPv6 アドレスの対応表を同一にし、H.323 の通信パケットのヘッダ部分とペイロード内部の IPv4 アドレスの情報に矛盾が生じないようにして実験を実施した。現在、プライベートな IPv6 網内に設置した二台の ITS/Phone 間で問題なく通話できることを確認している。今後は、グローバルな IPv6 網内での通話実験を進めていく予定である。

4.1.3 IP 電話機作成

IP 電話ゲートウェイを用いたシステムでは、どうしても IP ネットワークと電話回線の二つが必要であり、電話回線の準備、通話料金の分担等の問題がある。そこで、簡便な IP 電話システムとして、電話機から直接 IP ネットワークに接続可能な IP 電話機が必要と考え、1999 年 11 月より「インターネット電話機を作ろう TF (Task Force)」(iptel-tf) とし活動を開始した。

1999 年度は、ワーキンググループの枠を超えて IP 電話機のプロトタイプ作成に向けたハードウェアおよびソフトウェアに関する情報交換を進めた。

ハードウェア情報としては、IP 電話機向けの小規模向け (収容回線アナログ 1 回線程度) のものとして以下のものがある。

- Quicknet Technology 社

同社 (<http://www.quicknet.net>) は PC/AT 互換機用の IP 電話機能拡張ボードを発売して

いる。1999年3月現在、ISAバス版、PCIバス版、および、PCMCIA版のものを発売しており、また、Linux用デバイスドライバも公開しており、2000年1月にはオープンソースの形態でデバイスドライバのソースコードの公開した。

- APLIO 社

IP 電話機は既に複数のメーカーで製品化されている。中でも APLIO 社 <http://www.aplio.com/>の APLIO/PRO は PC を必要とせず、単体で IP 電話機として機能する製品として非常に安価な部類である。

ソフトウェア情報としては、オープンソースの影響がこの分野にも及び始め、幾つかの団体、企業よりオープンソースの形態で IP 電話機開発のためのライブラリが提供されている。主なものとしては、以下のものがある。

- OpenH323 プロジェクト

OpenH323 プロジェクト <http://www.openh323.org/> はオープンソースの形態の H.323 準拠プロトコルスタックの開発を目的として 1998 年より活動を開始した。同プロジェクトのプロトコルスタックは Microsoft NetMeeting 等複数の IP 電話ソフトウェア製品との相互接続実績を持ち、1999 年 3 月現在、Release1.1 alpha1 を公開している。

- VOVIDA ネットワーク社

VOVIDA ネットワーク社 <http://www.vovida.com> は、オープンソースの形態で H.323 Annex F、SIP (RFC2543)、MGCP (Media Gateway Control Protocol) 等のプロトコルスタックを提供している。

今後の進め方としては、2000 年度は、

- 前記 APLIO/PRO を用いた WIDE 内線実現に向けた運用技術の確立と評価
- Mobile IP 技術、無線 LAN 技術等を利用した携帯 IP 電話端末のプロトタイプ開発

を中心に活動を進めていく予定である。

第 5 章 DNS を用いたインターネットアドレス管理体型の構築

本報告は、福田 知彦の 1999 年度慶應義塾大学環境情報学部 卒業論文 [203] を元に、WIDE プロジェクト活動報告書のために再構成したものである。紙面の関係で、SIP についての詳しい説明、実装部分の説明などは割愛した。詳細は、卒業論文を参照して欲しい。

5.1 背景

インターネット電話は、インターネット上でのコミュニケーション手段のひとつとして、インターネットの情報通信バックボーンとしての急速な発展と、インターネット利用環境を持つユーザの増加によって、よりその重要性を増してきている。

現在、さまざまな企業や団体が PSTN 電話回線¹を利用しないインターネット電話システムを作っている。しかし、グローバルスタンダードとなっているシステムはまだ無く、またそれぞれのシステム間で互換性の無いことが多い。インターネット電話システム内部の構造は入れ替え可能であるのに対し、インターネット電話アドレス²、インターネット電話で相手呼び出すために用いる電話番号にあたるものは、一度システムが普及してしまうと後から変更するのは難しい。そのため、インターネット電話アドレス体系とその管理方法に関しては、インターネット電話システムの普及以前に十分議論がなされるべきである。

5.2 インターネット電話の問題点と研究の目的

現在のインターネット電話には音質、接続形式、識別子の 3 つが問題点としてあげられる。

本報告では、これらの問題点のうち、識別子の問題について述べる。

インターネット電話システムでは、インターネット上のさまざまな場所に移動するユーザに対し、固

¹ Public Switched Telephone Network、いわゆる一般公衆回線

² インターネット電話の端末識別子のこと。本報告では、単なる数字だけからなる電話番号ではない、アルファベット表記を含めた形での識別子を扱う。

定の識別子を用いて通話をおこえることが理想的である。そのためには静的な識別子と移動するユーザを動的に関連付けるシステムが必要である。既存の識別子には、PSTN 電話番号、メールアドレス、ICQ³の ICQ ナンバー、Netmeeting⁴のニックネームなど、さまざまなものがあげられる。しかし、覚えやすく、移動するユーザを考慮に入れ、ホストなどの位置情報ではなく、ユーザ自身に対して識別子の関連付けをしているものはなく、インターネット電話用の識別子としては適していない。

本報告では、インターネット電話の識別子として適している、覚えやすく、移動するユーザを考慮に入れた識別子と、移動するユーザ自身を関連付けるシステムを提案し、構築する。

5.3 インターネット電話の接続体系

インターネット電話は電話の受け手が移動するシステムである。また、携帯電話と異なり受け手が常に同じ機器を使い電話をするとは限らない。そのため、インターネット電話システムで個人への通話を実現するには、機器に対して接続をおこなうのではなく、移動する個人を発見してコネクションを接続しなければならない。

しかし、現存するシステムのアドレス体系には移動する個人に対してアドレスを割り振っているものは存在しない。そこで以下の3種類にアドレス体系を分類し、既存のアドレス体系がどの分類に属するかを示す。

1. 固定された機器への接続

家庭のPSTN 電話番号やEthernet 機器のMAC アドレスのように、回線や機器そのものにアドレスが割り振られているアドレス体系。スタティックなIP アドレスもここに分類される。

2. 移動する機器への接続

携帯電話のような移動する端末にたいしてアドレスを割り振るアドレス体系。ICQ、Netmeeting などのアプリケーションはそれぞれの識別子にIP アドレスを割り当てるものなので、ここに分類される。

3. 移動する個人への接続

移動する機器ではなく、個人に対してアドレスを割り振るアドレス体系。インターネット電話システムではこの形式の接続が理想である。しかし、この体系の接続を満たすアドレス体系は現在まだ実現していない。

5.4 類似するサービスのアドレス体系

この章では、本報告で提案するインターネット電話アドレス体系と比較するための、既存のほかのシステムのアドレス体系について述べる。

5.4.1 PSTN 電話番号の体系

現在使用されているPSTN 電話番号の体系はITU-T のE.164[204] という規格で標準化されているものである。E.164 では電話番号を図5.1のように定義している。

国際電話番号は国を表すCC(Country Code)、国内での利用者の場所を示すNDC(National Destination Code)、実際の利用者を識別するSN(Subscriber Number)の3つのフィールドからなる。

CC、NDC、SNは合計で最大15桁までの、サービスの提供に必要な最小限の桁数にする。

5.4.2 ICQ のアドレス体系

インターネット上でアドレス管理のサービスを行っているものに、Mirabilis社のICQというインスタント・メッセージのアプリケーションがある。ICQには登録したユーザが現在インターネット上にいるかどうかの確認と、他のユーザに対するメッセージの送信という2つの機能がある。ICQのアドレス体系は以下のようなものである。

ユーザはICQサーバに自分のNickname、氏名、所在、メールアドレスなどの個人情報を登録し、ICQナンバーを受け取る。

ICQナンバーはICQサーバより発行されるユニークな数字である。この数字の桁数は登録者の増加とともに増えていく。

Nicknameの重複を認める。同じNicknameを持つユーザの最終的な識別はIRCナンバーを用いる。つまり、Nicknameからユーザを検索したとき、同じNicknameをもつユーザが複数いた場合、検索者はユーザ情報、ICQナンバーなどから目的の人物を

³ <http://www.icq.com>

⁴ <http://www.microsoft.com>

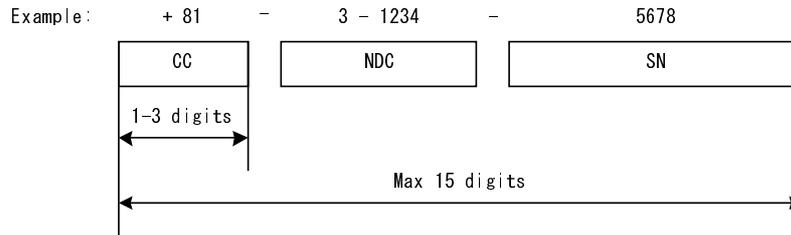


図 5.1 ITU-T E.164 電話番号体系

特定することになる。

5.4.3 Netmeeting のアドレス体系

Microsoft Netmeeting の位置情報サービスは、同社の Internet Location Server(ILS) によっておこなわれている。ILS は Lightweight Directory Access Protocol (LDAP)[205] をサポートしたメモリ常驻型プログラムである。

利用者は ILS に自分の位置情報を登録するたびに、自分の識別子を変更できるためインターネット電話システムとしては適していないが、識別子と IP アドレスを関連付けするサービスである。ユーザ固有の識別子として氏名やメールアドレスを使う。

5.5 インターネット電話システムのアドレス体系

5.5.1 アドレス体系の必要条件

本報告で提案するインターネット電話アドレスに必要な条件としては以下のようなものが挙げられる。

- スケーラビリティ
電話システムは利用者が増えれば増えるほどその有用性も増えてくる。よって、インターネット電話アドレスに、最大利用者数のような数的制限を設けるべきではない。世界人口基金では早ければ 2040 年代に世界の人口が 100 億人を突破すると予測している [206]。各個人がインターネット電話アドレスを持つためには、少なくとも 100 億のアドレス空間とそれを管理できるシステムを用意しなければならない。
- ポータビリティ
インターネットへの接続方法には有線、無線などさまざまなものがあり、利用者のインター

ネットへの接続方法は、現在いる場所によって最適なさまざまなものに変化する。利用者がどのような場所でどのようなインターネット接続方法である場合にも、ひとつのインターネット電話アドレスで利用者呼び出せなければならない。

- 電話アドレスの個人への関連付け
インターネット電話のユーザはインターネット上で常に同じユーザ名や同じ端末を利用するとは限らない。もし、インターネット電話アドレスがユーザの現在の端末に直接関連付けられていた場合、移動するユーザや端末に対してアドレスを関連付けることができない。ポータビリティの保証のためには、インターネット電話アドレスを位置情報ではなく、ユーザ個人へ関連付ける必要がある。
- 汎用性
インターネット電話アドレスはインターネット電話システム上での名前のようなものであるといえる。そのため覚えやすいものが好ましい。

5.5.2 アドレス体系の考察

本報告では、これらの条件を満たすインターネット電話アドレス体系として、インターネット電話サービスをおこなう組織を識別するための domain フィールドと、その domain 上でのユーザ個人の識別子である user フィールドを組み合わせた、user@domain という形式を提案する。user@domain という形式のインターネット電話アドレスは PSTN 電話番号体系と比較すると、以下のようなメリットがある。

- 個人に対して関連付けできる
PSTN の電話番号はその電話線に対してのみ

割り当てられている。それに対し、提案したアドレスは個人の識別子にできる。

- 文字であり覚えやすい
たとえば PSTN 電話番号と電子メールアドレスそれぞれで国を表した場合、Country Code と第 1 レベルドメインは日本の場合、それぞれ「81」、「jp」となり、文字を利用している Country Code の方がわかりやすい。
- アドレス選択の幅が広い
提案したインターネット電話アドレス体系では user 部分に重複しない限り任意の文字列が入れられるので、電話局から割り振られるだけの電話番号よりも、自分の電話アドレス名の選択の幅が広い。
- スケーラビリティに優れている
PSTN 電話番号体系は総数としては最大 15 桁までと十分な数のアドレスを用意できるが、サービスに必要な最小限な桁数に収めるという規則によって、実際にサービスを供給できる利用者数を制限してしまっている。そのため、利用者が増えると全体の桁数を増やさなければならぬため、サービス供給中にアドレス変更が必要になる。実際に 1999 年、携帯電話、PHS の National Destination Code の変更、通称 11 桁化がおこなわれた。これはそれに対して、提案したアドレス体系では利用者数が増え、サブドメインを作成する必要がなくても、それまでのサブドメインのないアドレスもそのまま利用できるため、サービス供給中のアドレス変更の必要がない。
- 既に周知の形式である
現在のインターネットで個人や団体の名前をあらわす体系で最も普及しているものは、メールアドレスであるといえる。電子メールは ISP の基本サービスとなっているところが多く、インターネット利用者はほぼ全員、独自のメールアドレスを持っている。提案したインターネット電話アドレス体系は、メールアドレスと同じ体系のため、インターネット利用者に受け入れやすい形式であるといえる。

以上のようなメリットの一方、デメリットもある。

たとえば、新しい規則でアドレス体系を作るため、現在の電話番号体系をもちいた通信機器と相互通信ができないということが挙げられる。インターネット電話から PSTN 電話網にダイヤルする際はゲートウェイを利用することで通信が可能である。しかし、逆に PSTN 電話網の電話機からインターネット電話機に電話をかける際には問題が発生する。現在の PSTN 電話機には標準で英語や記号の入力デバイスが無いため、user@domain というアドレス指定ができない。そのため、事前にインターネット電話アドレスを数字による短縮番号に登録しておくか、ポケットベルや携帯電話での文字通信のような、数字の組み合わせで文字や記号を表現するなどといった方法を取らなくてはならない。

しかし、インターネット電話は PSTN 電話とはまったく別のものであり、完全な互換性の確保よりもインターネットにより適した形を取ることの方が個人に対する識別がおこなえるなどの新しい利用可能性があり、メリットが大きいといえる。そこで本報告では PSTN 電話との互換性は範疇外とした。

ここで user@domain というアドレス体系の domain 部分であるが、大きく分けて 2 種類の方向性が挙げられる。ひとつはインターネット電話サービスプロバイダというインターネット電話サービスをおこなう組織を設立し、その組織がインターネット電話アドレスを発行するという形式で、もうひとつが現在使われているメールアドレスをインターネット電話アドレスとして転用する形式である。

1. インターネット電話用第 2 レベルドメインの設定案

この案はインターネット電話サービスプロバイダ用にドメインを新しく作るというものである。foo@bar.tel や hoge@moge.ph.jp のようなインターネットアドレスができる。具体的な方法としてはまず、各国の NIC は te、tl、ph のような第 2 レベルドメインを、また InterNIC は tel のようなトップレベルドメインをインターネット電話サービスプロバイダ用に新設する。そして、新しく設けられた属性ドメイン下に、インターネット電話サービスプロバイダはサービス用のドメインを登録する。インターネット電話サービスプロバイダは登録したドメインの下にサブドメインをなるべく作成しないようにする。こ

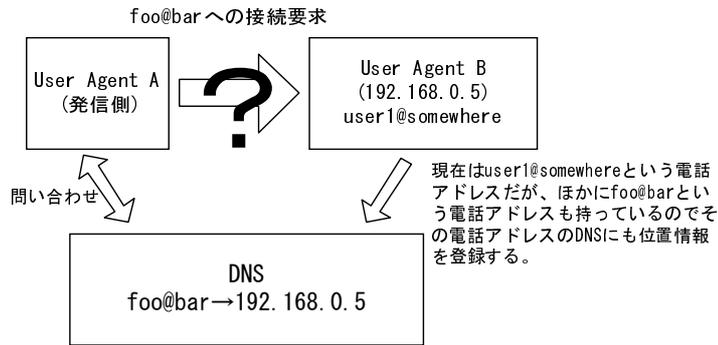


図 5.2 IP アドレスで対応付けした際の不都合

これはインターネット電話アドレスが冗長になってしまうのを防ぐためである。また、サブドメインを作成する場合も短くまた覚えやすいものにする。そして、ユーザに対しインターネット電話アドレスを提供するという方法を取るものである。このようにインターネット電話サービスプロバイダというインターネット電話アドレスを管理する組織を作ると、アドレスの管理者がはっきりとわかるというメリットがある。

2. メールアドレスの転用案

現在実際に使われているメールアドレスをインターネット電話アドレスとして、転用する案である。既に利用されているメールアドレスをインターネット電話アドレスと共通して利用することにより、新たに規則を作ることなく、サービスを実施することができる。また、一人の個人に対する識別子が、メールアドレスとインターネット電話アドレスにならず、一つですむというメリットもある。しかし、メールアドレスをインターネット電話アドレスとして転用した場合には、インターネット電話アドレスの管理が難しくなることが考えられる。つまり、インターネット電話サービスプロバイダは異なるドメインをもつメールアドレスを管理しなくてはならなくなるという欠点がある。また、異なるインターネット電話サービスプロバイダ間でのデータベースの連動もこのモデルでは難しいといえる。

5.5.3 アドレス管理体系の提案

インターネット電話アドレスのポータビリティを保証するために、インターネット電話アドレスとユーザ

の現在位置を動的に対応付けるデータベースが必要となる。本報告ではアドレスの管理に DNS(Domain Name Service)[207] を用いることを提案する。ドメイン空間のディレクトリサービスである DNS で、インターネット電話アドレス空間を管理する。これにより、メールアドレスをインターネット電話アドレスに転用する案で問題となっていた、インターネット電話サービスプロバイダ間でのデータベースの連動が可能となる。また、DNS の利用には以下のようなメリットがある。

1. 分散管理が容易である
2. 既に安定して利用されている
3. 汎用性に優れている
4. 高速な検索が可能である

また、ポータビリティの実現、つまりインターネット電話アドレスとユーザの現在位置情報の対応付けには RFC2136 により定義されている Dynamic Update 機能 [133] を利用する。Dynamic Update 機能とは、DNS をユーザの要求で動的に更新するものである。

DNS はホストネームと IP アドレスを関連付けるものである。インターネット電話アドレスとユーザを関連付けする場合、このインターネット電話アドレス IP アドレスという関連付けでは、個人を特定していることにならず、不都合が生じる場合がある。たとえば、異なるインターネット電話アドレスを利用している場合、IP アドレスだけの関連付けでは接続ができないことがある (図 5.2)。

このような問題を解決するために user@host という個人をあらわすインターネット電話アドレスを IP アドレスではなく、(現在のホスト内での user 名) @

(現在のホスト名) という形式、ここでは受話位置インターネット電話アドレスと呼ぶ、に関連付ける方式を提案する (図 5.3)。

5.6 インターネット電話システムの設計

提案したアドレス体系は、移動式のインターネット携帯電話でも、固定式のインターネット電話でも利用できる。ここで本報告では、提案したアドレス体系を用いて、PC 上で動作するアプリケーションの形態を持つインターネット電話を設計し、ユーザがどこでどの PC を利用しても、一意のインターネット電話アドレスで電話を受けられるシステムを実現する。

5.6.1 サポートする機能

1. user@domain というアドレス体系

本報告では前章で提案した 2 種類のうち、現在あるメールアドレスをそのままインターネット電話アドレスに転用する案を採用し、システムを設計する。

2. DNS によるアドレス管理

個人インターネット電話アドレス 受話位置インターネット電話アドレスという形式での、インターネット電話アドレスの関連付けの動的管理をおこなう。

3. プロトコル

電話のコネクションを作成するプロトコルには、汎用性をもたせるために、独自プロトコルではなく既存のプロトコルを利用する。本報告では Session Initiation Protocol(SIP) を用いる。SIP は sip:usr@host というアドレス体系を持ち、またアドレスとユーザの位置を対応付ける Location Service の実装方法については規定がないため、提案したシステムを設計するのに適しているといえる。

5.6.2 システムの構成

システムは SIP の構成要素に従い、以下のような構成をとる (図 5.4)。

- User Agent

ユーザが通話をするためのアプリケーション。本システムでは PC UNIX 上のアプリケーション

ンとして動作する。

- Registrar

ユーザの認証をおこなうサーバ。DNS ユーザの受話位置インターネット電話アドレス登録をおこなう。

- Redirect Server

発信者の接続要求を受けるサーバ。本システムにおいては通信相手の受話位置情報を調べる Location Service である DNS への問い合わせをおこなう。

- DNS

ユーザの位置情報データベース。個人に割り当てられたインターネット電話アドレスと利用者の現在位置をあらわすインターネット電話アドレスを対応付ける。本来、DNS はネットワーク上のホスト名と IP アドレスを対応付けるデータベースであり、@を含むメールアドレス形式のアドレスはそのままでは扱えない。そのため、以下のような方法を取る。

- user@host というアドレスを user.host という形式でデータベースに表記する。

レコードの値には、(現在のユーザ名) @ (現在のホスト) という形式を用いる。このような値をとることによって、個人の受話位置をそこに在るべき個人のインターネット電話アドレスとともに特定することができ、User Agent に呼び出しアドレスとは別のアドレスを割り当て通話を待ち受けていたとしても、電話をつなぐことができる。

- レコードの型には TXT レコードを利用する。

たとえば foo@bar.tel というインターネット電話アドレスを持つユーザが、hoge というユーザ名で dhcp.moge.org というホスト名を持つ電話端末を使用している場合、bar.tel ゾーンを管理する DNS には以下のように記述する。

```
foo.bar.tel    IN      TXT    \\  
hoge@dhcp.moge.org
```

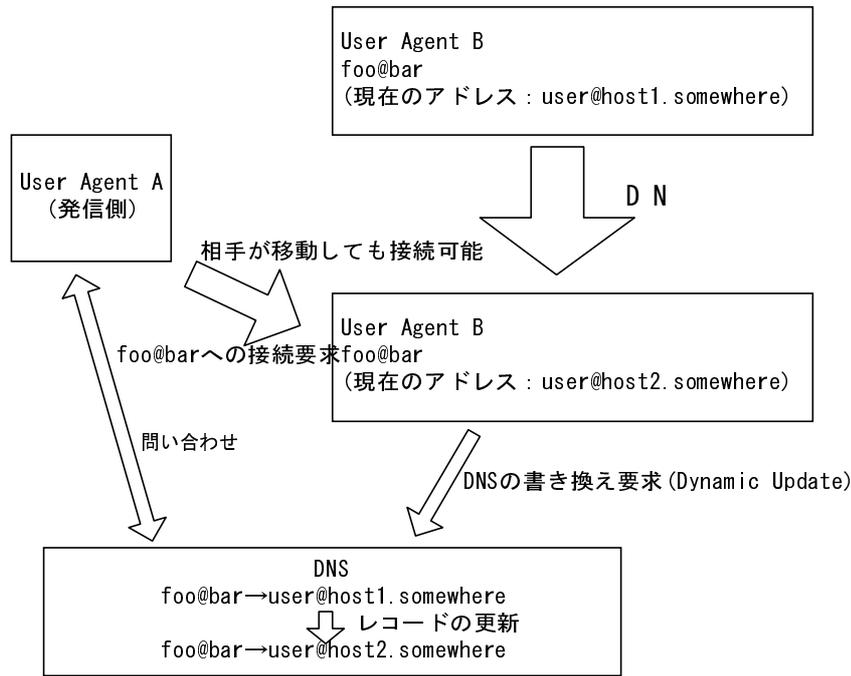


図 5.3 DNS の更新によるポータビリティの保持

表 5.1 提案モデルの機能評価

比較項目	提案モデル	PSTN 電話	ICQ	ILS
個人への固定アドレス配布		×		×
アドレスのスケラビリティ				-
移動するユーザへの対応				
個人への対応付け		×	×	×
データベースの分散管理と相互参照			×	×
ユーザの認証	未対応	-		

5.7 評価・考察

本報告で提案した user@domain というアドレス体系と、DNS を用いて個人をあらゆるインターネット電話アドレスとユーザが現在いる場所のインターネットアドレスを対応付けるモデルと、PSTN 電話番号体系、ICQ 番号体系、Microsoft Netmeeting の識別子体系 (ILS) を比較し、表 5.1 にまとめた。

5.7.1 PSTN 電話番号体系との比較

PSTN 電話番号は個人ではなく電話回線の末端に対して、アドレスを配布している。携帯電話も同様に個人ではなく、電話機に対してアドレスを配布している。それに対し、提案した user@domain というアドレス体系では、個人に対してアドレスを配布することができる。

PSTN 電話番号は最大 15 桁まで増やせるため、アドレスの総数としては十分な数がある。しかし、総桁数はなるべく少なくするというルールがあるために、実際に 15 桁のアドレス空間全体を使えない。一方、提案したシステムではアドレス空間は DNS のディレクトリ構造を取り入れているので、アドレス空間はほぼ無限に広がる。また、PSTN 電話番号では桁数を増やすときには今までサービスをおこなっていたアドレスが使えなくなってしまう。一方、提案したシステムではサブドメインを作成しても、今まで利用していたインターネット電話アドレスもそのまま使うことができる。

PSTN 電話番号は移動するユーザを想定していない。携帯電話は端末に対しアドレスを配布しているため、移動する端末を直接発呼できる。しかし、ユーザに対しての対応付けとはいえない。

PSTN 電話番号の管理は、提案した DNS での管

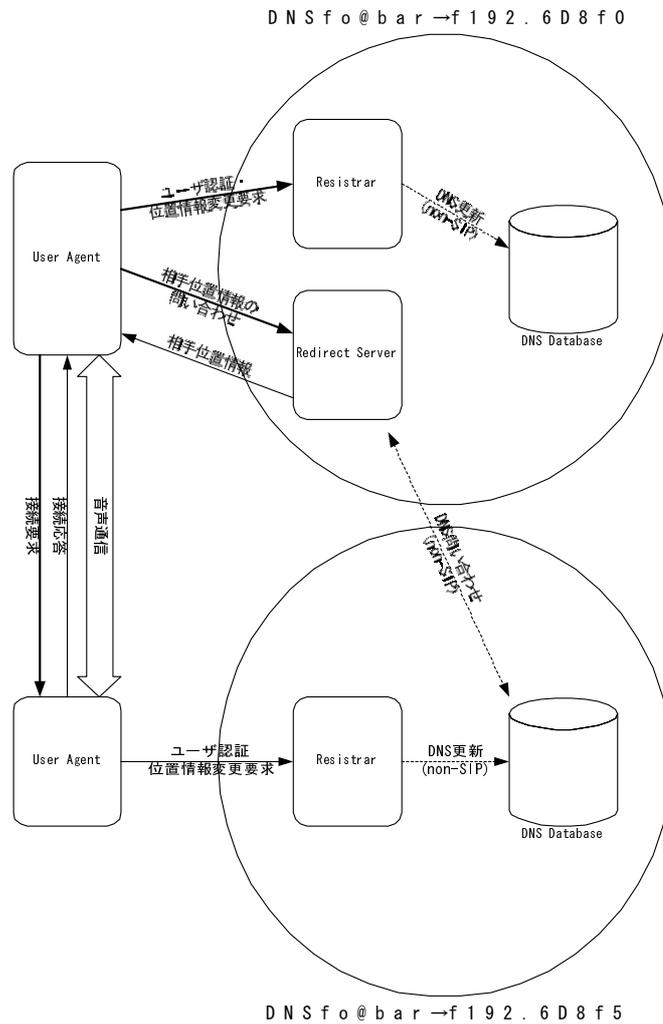


図 5.4 システム概要

理と同様に、国、都道府県、NTTの基地局というようなディレクトリサービス型の分散管理をしている。

5.7.2 ICQの番号体系との比較

ICQでは、個人に対してICQナンバーを発行し、アプリケーションの起動ごとにサーバにIPアドレスを登録する。移動するユーザは考慮に入っているが、識別子がIPアドレスに対して対応付けされており、提案したモデルのような個人に対しての対応付けを実現していない。

ICQナンバーは桁数の決まっていない数字であるため、アドレスの総数は無限といえる。しかし、ユーザと何も関係ない数字であるために提案したuser@domainというインターネット電話アドレス体系に比べ覚えにくい。また、管理はプログラム配

布元による一括したものであり、提案したモデルのような分散管理ができているとはいえない。

ICQでは、パスワードによる認証をおこなっているが、提案したシステムでは未対応である。

5.7.3 Netmeetingの番号体系との比較

Netmeetingではサーバからの識別子割り当てはない。そのかわり、ILSにメールアドレスを登録し、IPアドレスと対応付けることができる。一方、提案したアドレス管理体系では、インターネット電話アドレスとホスト上にいる個人を対応付けている。

ILSはLDAPを利用したサーバのため、本提案で用いたDNSのようにデータベースの信頼性は高いが、異なるサーバ間でのデータの参照はできない。

ILSは認証に対応しているが、提案したシステム

では未対応である。

5.8 結論

5.8.1 研究の成果

本報告の目的は、ユーザに割り当てられるインターネット電話アドレスと、実際のインターネット電話ユーザ個人を関連付けるサービスを実現することである。

それに対して、本報告ではインターネット電話アドレスとして、user@domain という体系を提案した。そして、Dynamic DNS を用いて user@host という形式で表現するユーザ個人の現在の位置情報を、インターネット電話アドレスと関連付けるシステムを構築した。

5.8.2 今後の展望

本システムにおいて改善すべき点を以下にあげる。

1. 完全な SIP への対応

本実装では、インターネット電話アドレスとユーザの現在位置の対応付けに焦点をあてたため、SIP の機能のうちの一部しか実装していない。今後は SIP のすべての機能の実装をすすめる。

2. PSTN 電話とのゲートウェイ

本報告ではインターネット電話が十分に普及すると仮定したうえで、あえて従来の PSTN 電話との互換性を持たない名前体系のシステムを構築した。しかし、普及までの過程では PSTN 電話との互換性がようになってくると考えられる。

3. セキュリティの問題

本実装ではセキュリティの問題は一切考慮に入れていない。しかし SIP では PGP 暗号を用いたセキュリティ対策がなされているので、その機能も実装すべきである。

4. ほかのインターネット電話プロトコルとの相互接続性

本報告では SIP を用いて実装したが、DNS を用いた電話アドレス 電話アドレスという動的な対応付けのモデルはほかのプロトコルでも利用できる。そのため、H.323 などほかのプロトコルにも準拠した実装をすべきである。

第 6 章 おわりに

本文中で述べた活動の他に、1999 年 7 月 24 日 (土) に慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスで開かれた WIDE プロジェクト研究会にて、「Voice over IP: 現状と未来」というタイトルのパネルディスカッションを開催した。このパネルでは、まず参加者に Voice over IP の背景を理解してもらうために、基本的な技術と現状、未来への展望をチュートリアル形式で話し、その後参加者を含めた議論を行った。このときに使われた発表資料は、<http://www.wide.ad.jp/wg/wt/WIDE19990724/> を参考にして欲しい。

昨年度に続き、wt-wg は個別のテーマごとに独立した活動が多くなっている。しかし、Fax Connect2 の日本開催を支えるなどの活動もあり、評価できると考える。また、WIDE プロジェクト全体で、IP 電話を作ろうと言う動きも出ており、これらの活動の中心として wt-wg は活動していかなければならない。さらに、インターネット FAX 関係 RFC の DraftStandard への昇格のためにもインターネット FAX の実装もより深めて行かなくてはならない。今後も、wt-wg は、メディアの融合というテーマのもと、研究活動を続けていく。